

# 孙健初地质论文选集

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本文集选收了孙健初先生的重要论文 26 篇。其内容涉及地层、构造、区域地质、水文地质以及煤、铁、宝石、石油等矿产资源。均为孙先生亲自实地考察的成果总结。资料翔实，推论准确，很富创造性。本文集不仅代表了孙先生的学术成就，而且还可从中学习到孙先生的细致认真、一丝不苟的严谨治学态度与方法。

这一文集可作为地质专业工作者、业余爱好者和地质史学者颇有价值的参考读物。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

孙健初地质论文选集/ 孙健初著 .  
北京: 石油工业出版社, 1998.6  
ISBN 7 - 5021 - 2264 - 8

. 孙...  
. 孙...  
. 地质学 - 文集  
. P5 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 08694 号

石油工业出版社出版  
(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)  
石油工业出版社印刷厂排版印刷  
新华书店北京发行所发行

\*

787×1092 毫米 16 开本 22 印张 552 千字 印 1—800

1998 年 6 月北京第 1 版 1998 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7 - 5021 - 2264 - 8 TE·1887

定价: 40.00 元

《孙健初地质论文选集》  
编辑委员会

主 任：周永康

副主任：李天相 金钟超 田在艺

委 员：王恒升 徐克勤 程裕淇 叶连俊 武 衡 邹 明  
沈 晨 刘世洲 李德生 孙鸿烈 石宝珩 陈立滇  
孔秀兰 徐 旺 金衍泰 樊廉欣 张 清

编 写 组

田在艺 徐 旺 张 清 樊廉欣 陈振祥 康建华

孙 健 初 先 生

诞 辰 一 百 周 年 纪 念

(1897.8.18—1997.8.18)

## 孙健初简介

孙健初先生（字子乾），1897年8月18日出生于河南省濮阳县。1926年7月，毕业于山西大学工科采矿系本科，获工学学士学位。先后在中央地质调查所、中国石油公司甘青分公司工作，任该公司探勘处处长。解放后任中央燃料工业部石油管理总局勘探处处长、西北军政委员会财政经济委员会委员、中国科学院专门委员、地质工作计划指导委员会委员等职。为地质事业走遍了大半个中国，涉及煤、铁、铜、金、地层、构造、区测、水文、环境、石油诸多方面，论著四十余份，治学严谨，资料翔实，立论有据，为人耿直，爱国爱民，深得同行们赞赏。特别是在发现我国第一个现代油田——玉门油田以及石油工业的开拓中立下了不朽的功勋。

孙先生正当风华正茂之时，却于1952年11月10日，不幸因煤气中毒而英年早逝，享年仅55岁。为了表彰他的丰功伟绩，在玉门油田树碑纪念。当其诞辰一百周年之际，中国石油天然气总公司、中国石油学会，于1997年8月19日在北京组织召开了纪念大会，并决定编辑出版《孙健初地质论文选集》和《孙健初先生纪念文集》，以缅怀孙先生的功绩。

# 序

孙健初先生是我国著名的地质学家、石油地质学家，是我国石油工业主要奠基人之一。今年（1997）8月18日是他的一百周年诞辰纪念日，为了缅怀他对中国地质事业和石油工业做出的重要贡献，我们除开会隆重纪念之外，还编辑出版了他的地质论文选集。

孙健初先生1920年考入山西大学采矿地质系，师从瑞典教授常新福（E.T.Nystram）和挪林（E.Norin）等名家，刻苦攻读，1926年毕业，获工学学士学位。随即留校参加“瑞华地质调查会”工作，1928年用英文发表了《山西太古代地层之研究》论文，由于其细致严谨的科学论断，提出了一些敢于向权威挑战的科学论点，受到了当时中央地质调查所所长翁文灏的赏识。

孙健初先生从1929年到1938年期间，奉命从事了大量的地质调查工作，其范围包括西北、内蒙、东北、华北、华中、西南等十几个省区，其调查研究的内容包括区域地质构造研究和矿产资源，涉及煤、铁、金、铜、铅、锌、宝石、石油等，都取得了重要成果。有关区域地质方面，他曾发表了《宣化一带地质构造研究》（1930）、《绥远及察哈尔西南部地质志》（1933），当时地质界称该文为区域地质的重要文献。对西北地区先后发表了《南山及黄河上游之地质》（1936）、《祁连山一带地质变迁史略》、《祁连山一带地质史纲要》（1942）等，尽管西北工作条件十分艰险，仍取得了大量宝贵成果。著名地质学家黄汲清曾给予很高评价：“在我的印象中，他亲自深入祁连山所获得的资料是可靠的、权威的。”

铁矿和煤矿是孙健初调查研究的重要内容之一，以铁矿为例，他先后调查了辽宁东部、皖南、扬子江下游、大冶、灵乡等矿。由于他的工作深入严细，调查结果常常改变了前人的看法或结论。如过去认为大冶铁矿东西两个矿体是孤立不相连的，孙先生在调查后经过认真研究提出铁矿的分布、分类、成因和重新计算了储量，特别是认为大冶东西矿体是相连的科学论断，这些认识都为建国后地质勘探工作所证实。1934年他同侯德封合著的《黄河上游之地质与人生》，较早地注意到地质因素所造成的自然地理条件的不同，对农、牧、工业、矿业、交通的影响进行了研究，已经意识到环境地质的重要性，并提出了不少科学性的建议。

孙健初先生一生最重要的贡献是对我国石油事业的奠基作用。1937年到1938年，孙先生参加了西北地质矿产试探队，同美国地质学家韦勒（J.M.Weller）、萨顿（F.A.Sutton）调查甘、青两省石油地质条件，认为老君庙一带是找油最有希望之地区，从此走上了为石油事业奋斗之路。抗日战争爆发后，外油断绝，孙先生奉命于1938年严冬之际再次来到玉门，在风雪中详细勘测了构造，拟定了井位，1939年8月，1号井获工业油流，1940年，有几口井出油，特别是4号井和8号井喷出了高产原油，为中国第一个自喷油田的发现做出了重要贡献。

这期间孙先生曾撰写了《玉门油田简报》、《甘肃玉门油田地质报告》。对油田的范围、地层、构造、油层情况做了详细论述，并对石油储量做了初步估算。为了扩大油田范围，多发现油田，孙先生亲自调查或派遣队伍扩大调查范围，其调查地区扩展到永昌青土井、兰州

河口、青海民和、甘肃六盘山，并在青海柴达木盆地发现油砂山构造和巨厚油砂层，取得了丰富的资料。对河西走廊和酒泉盆地的油气地质有了初步评价。

1942—1944 年，孙健初在美国考察，由于和美国教授 J.M. Weller 的友谊，由他介绍到十几个油田、研究所、大学等单位实习、交流。以其考察所得，撰写了《美国石油地质概况及其寻找石油之方法》（1943），《从中国地理地质说到石油之分布》（1945）和有关美国钻井地质的研究方法等。他不仅考虑西北地区，而是从全国角度考虑石油工业的发展，他先后发表了《发展中国油矿计划纲要》和《中国各重要油区地质情况及开发计划》，文章所提出的远景区如塔里木、准噶尔、河西走廊区、陕北和东北、华北、四川等地区大都为建国后的勘探工作所证实。在当时地质资料很少的情况下做出了这样的分析，是需要有科学的探索精神的，因此孙先生被誉为“中国石油工业的开拓者之一”。

孙健初先生的学术成就和调查实践，正如地质部李四光部长 1952 年在对石油管理总局技术干部一次报告中所做的高度评价：“孙健初不仅对石油工业有重大贡献，对铁和有色金属的调查研究也是有贡献的。他对大冶的考察，认为东西矿体是一脉相连的观点是正确的，也为钻探所证实，此外，他对山西太古代地层研究也改变了一些外国学者的地层划分，这也说明他的作风扎实，治学严谨。”并且认为“孙健初是中国地质界，科技界有才能、有成就的学者。”由于孙先生建国前后几十年所做出的学术贡献，1951 年被任命为中国科学院专门委员和地质工作计划指导委员会委员。

孙健初先生治学严谨，工作极其认真负责，待人诚恳宽厚，在地质界受到很高赞誉，他同美国韦勒教授的友谊是中美科学家友好合作的典范，韦勒的女儿近年在回忆录中有生动的叙述。孙先生在学术上的特点是勇于创新，既尊重前人的劳动，又敢于超越前人的精神，是他最可贵的品质，这是在我们石油系统科技干部中应该学习加以发扬的。在纪念孙健初先生一百周年诞辰的时候，我国的石油工业取得了巨大成就，在石油地质理论上已接近或部分达到世界先进水平。令人高兴的是《孙健初地质论文选集》这一学术著作即将出版，为我们提供了极为重要的文献资料，以便使人们了解我国石油工业发展的艰苦道路，特此作序表示祝贺。

# 目 录

山西太古界地层之研究.....	( 1 )
宣化一带地质构造研究.....	( 23 )
安徽南部九华山地质.....	( 29 )
绥远之宝石矿.....	( 36 )
绥远及察哈尔西南部地质志.....	( 40 )
黄河上游之地质与人生.....	( 79 )
河南禹县密县煤田地质.....	( 83 )
南山及黄河上游之地层.....	(103)
扬子江下游铁矿志.....	(108)
湖北大冶铁矿.....	(160)
湖北鄂城灵乡铁矿.....	(176)
青海湖.....	(184)
中国西北部甘肃和青海省地质考察报告.....	(187)
甘肃玉门油田地质报告.....	(234)
西北煤田纪要.....	(260)
甘肃及青海之金矿.....	(272)
甘肃青海矿产图表编制余言.....	(275)
甘肃玉门宽台山北窑地质.....	(281)
祁连山一带地质史纲要.....	(288)
美国地质概况及其寻究石油之方法.....	(293)
甘肃酒泉文殊山地质.....	(299)
甘肃玉门青草湾一带地质.....	(307)
发展中国油矿计划纲要.....	(311)
甘肃永昌窖水一带地质简报.....	(320)
如何在钻井下研究石油地质.....	(323)
中国石油工业的概况.....	(335)
附录 孙健初著作目录.....	(342)
后记 .....	(345)



## 编者的话

孙健初先生是我国著名地质学家、石油地质学家、玉门油矿的开拓者之一。1997年8月18日是他的诞辰100周年纪念日。中国石油天然气总公司和中国石油学会，为缅怀他的丰功伟绩，特于1997年8月19日召开了“孙健初先生诞辰一百周年纪念会”，并决定编辑出版《孙健初地质论文选集》和《孙健初先生纪念文集》。我们接受论文选集编辑任务后，当即搜集资料着手工作，在接触资料中深感孙先生的成就来之不易。

孙先生于1897年8月18日，出生于河南省濮阳县城郊黄河边上的后孙密城村一个农民家庭里。祖父的“无论做什么事，都要咬着牙干下去，决不能半途而废”的谆谆教诲；私塾先生父亲的四书五经传统文化的教育；平日与农民一起苦干农活的耕读经历，渡过了童年，铸就了他憨厚而纯朴不怕艰苦的性格。他所处的年代正是大清王朝即将覆灭、辛亥革命失败、帝国主义侵略日益加剧、军阀割据、战火频繁、贪官污吏、盗匪横行，天灾人患连年不断，田园荒芜、百业凋敝、人民处于水深火热的年代。随着年龄的增长，他不断思考着中国向何处去，自己向何处去的问题。他渴望学习新知识，增加真本领，就是在这样的地点，在这样的时代，他选择了报考山西大学采矿地质系，走“实业救国”、“科学救国”的道路。毕业之后，走上了中央地质调查所调查地质矿产既艰难而又冒险的探险生涯。尽管他的同事赵亚曾1929年在云南昭通调查时残遭土匪杀害，后来，许德佑、陈康、马以思（女）于1944年也在贵州遭到土匪杀害，孙先生本人也曾在陕南镇安、热河古北口两次遭到土匪骚扰，但他却义无反顾地朝着蕴藏着祖国宝藏的深山密林、戈壁大漠走去。足迹遍及西北、东北、华北、华中、华东、中南、西南大半个中国。调查的对象涉及煤、铁、铜、金、宝石、水文、构造、区域地质、石油地质诸多方面。深入实际调查，总结经验。如象1935年的首次由中国地质家横穿祁连山进行地质调查的壮举，1936年正值湖北盛夏酷暑的大冶铁矿调查，1937—1938年严冬季节玉门老君庙的石油调查，都是在极端恶劣的条件下进行的。但都取得了可喜的成果，曾得到地质界同行们的高度评价，认为孙先生的工作是“一头扑进实际调查研究中，学以致用，真是难能可贵”（翁文灏语）；“孙健初作风扎实，治学严谨”（李四光语）；“在我的印象中，他（指孙健初）亲自深入祁连山考察，所获得的资料是可靠的，权威的”（黄汲清语）；“孙健初是玉门油矿的开拓者之一”（康世恩语）。这些成就的获得，都是与他忧国忧民的思想分不开的。正如他们在1937年《扬子江下游铁矿志》中所写的那样：“惟我国目前因冶铁业不振，致所产铁矿，国内无所用之，只有日本为惟一之销路，大好宝藏供人利用，岂不可惜。……倘今日不加珍惜，反以贱价售之外人，一旦需用激增，恐有措手不及，无法应付之虞矣。今之谈保持国家权利，撙节天产富源者，当于扬子江铁矿更加注意也”。拳拳爱国赤子之心，跃然纸上。

这次搜集到的孙先生有文字记载的论著共有48份（详见本选集附录）。从1928年第一篇论文发表到他1952年不幸早逝的25年间，每年将近两度的野外考察室内总结过程，可见其辛苦的程度。现摘其要者26份按时间先后编辑成册，藉以寄托对孙先生的缅怀之情，记录孙先生的丰功伟绩。并以飨读者，从一个侧面学习有关地质学科的历史知识，更重要的是通过对选集的阅读，学习孙先生刻苦坚韧的治学精神，为国为民的忧患意识，爱国主义的高尚情操。这是孙先生为我们留下的一笔巨大的精神财富，将会推动地质事业、石油工业的不断发展。

# 山西太古界地层之研究

## 一、前言

山西省西部和东北部是典型的前古生代地层发育区。在山西西部，位于太原平原和黄河之间的地带，这些地层出露得非常全面，并且几乎其所有的剖面皆与被称之为晚古生代的山西地层相邻。在边缘附近，太古界岩石地区在低洼平缓的丘陵地带被频繁风蚀，但主要部分处于局部绿化带、人烟稀少、山峰林立和多悬崖峭壁的山区，构成了 NNE - SSW 走向的吕梁山区。因此这一地区不仅在地质上形成了强烈对比，而且其轮廓也不同于周边地层的地貌。该地区的外形绝大多数都呈现出平缓起伏的山丘状，本区太古界岩石的宽度在 50km 以上，长度由汾州府向北达 240km。

除山西东北部外，还有一大部分地区被广泛出露着的变质岩覆盖着，它们形成了佛教圣地五台山和太和岭。在这些地区，由于隆起和风化作用使太古界地层得到充分暴露。根据地质调查所王竹泉先生的意见，在山西西部，吕梁山地区是受到侵蚀而形成的背斜顶峰，即吕梁背斜，然而瑞典地质学家 E. Norin 认为，这一区域是一个地垒，即“莫儿栋地垒”。他的关于山西这一部分地区结构的观点可以总结如下几点：

沿 NNE - SSW 方向将山西地层剖开，在太原和黄河之间的区域就产生了一个太古代地垒。其中的最高点是莫儿栋峰，因此即以此山命名该地垒。不同区域的野外观察表明，这一地区是由于在主要断层线之间狭长地带的隆起而形成的。例如，沉积地层的同期层位几乎出现在地垒两面的同一海拔上。在一些地区，地垒内部的前寒武纪地层向北轻微倾斜，此时地垒外部斜坡的同一地表也向东或向西倾斜，这些现象可以解释为与更稳定的边缘地带比较地垒区内部发生了不平衡的隆起。

但 Norin 仍然不排除这样的可能性，即当边缘地带沉陷时地垒已经向左抬起。作者至今还未能获得必要的证据来解决这一问题。因为他也未能发现地垒两边的断裂范围。

在山西南部，已经观察了最古老岩石，并由李希霍芬 (F. Von Richthofen) (中国，第二卷) 和威里士 (B. Willis) (中国研究，第一卷) 作了简要描述，但我目前还没有看到这些露头。在霍县东部发现了一个小的区域，形成了一个险峻的山岭，称之为霍山，一部分被古生代沉积所覆盖。另一个出现在本省最南部绛县东南方的凤凰山一直扩展了很大的区域。这一地区是天津 Hoangho Peiho 博物馆的德日进 (Pere Teilhard de Chardon) 于 1926 年观察到的，但他的报告目前也不在手边。

根据 V. Richthofen 和 B. Willis 的说法，山西太古界地层包括两种特殊的地质系统，由下至上称之为泰山杂岩和五台系。在许多地区，于古生代地层下可以直接观察到风化了了的泰山杂岩，某些部分可能是寒武纪的。

五台系的发现处，出现了很厚的变质沉积岩 (有些是岩浆岩)，对此，V. Richthofen 和

---

本文系孙健初学术论文，1928 年刊于中国地质学会会志第七卷。原文为英文，现译为中文，个别地名可能有出入 (前半部为徐旺所译，后半部为王平所译)。

王竹泉，Geol. Struct. of Shansi, Bull. Geol. Soc. China. Vol 4. No. 2. 1925。

E. Norin. Tzu Chin Shan. Contr. Nystrom Inst. No. 1, 1921。

Willis 认为相当于美国的 Huronian of Lake Superior。主要包括石英岩、大理石、云母和绿泥石片岩及经常被花岗岩穿切的副片麻岩。这些地区的岩石在山西东北部有了典型的发展，形成了五台山主体。1871 年，V.Richthofen 在这里发现了绿色绿泥石片岩及很难按地层学严格划分的其它一些岩石。

对于所有的地层，他称之为“五台 Schichten”，B.Willis 保留了“五台系”这一命名，他扩大了范围，包括进了其它变质岩系（如石咀群），这些是 Richthofen 未曾见到的，但与“五台 Schichten”的基本性质是相近的。经过了更详细的研究后，他将由老到新的整个系统分成石咀群、南台群、西台群几个部分，认为五台山主要区域的东南斜坡包括数个向斜层，这样就使五台山岩层得到了保存，但是我们最近的观察不仅证明这种斜坡的结构实际上并不复杂，而且 Willis 有关年代的部分很可能有误。在 Willis 未去的刘定寺村附近，我们发现了一系列岩层，要比山河庙剖面的时期稍新而较西台的时期为老。

不整合于五台系之下，所见泰山杂岩也是由众多的岩浆岩成因的变质岩组成的。主要是太古片麻岩和片岩，花岗岩和基性侵入岩。其中花岗岩起主要作用。在山西北部 and 西部，岩石比例已经有了一个粗略的统计，如下所示

花岗岩	65 %	基性侵入岩	6 %
太古代片麻岩和片岩	25 %	其它岩石	4 %

图 1 山西交城县西部大理岩分布图（孙健初、曹世禄、张光嗣测绘，1924 年）

1924 年，曹世禄、张光嗣和我首次调查了山西西部，我们和山西国立大学学生们在新常富教授指导下，在这一地区进行了一次勘查旅行，这次短期旅行中我们主要考察了太古界

地层，同年 7 月，我们再次对山西西部进行了专题勘查，在交城县西部的苏家湾地区进行了太古代大理岩的地貌和地质的区域勘测。1926 年秋，我们收到了关于方山县西部圪洞镇附近的五台地层勘查的指令。因此我们对该地区太古界地层的了解就更深入了。

1925 年，我们首次对山西北部的前寒武纪岩层进行了研究，1926 年 5 月，山西大学的新常富教授、瑞典斯得哥尔摩大学的 P. Quensel 教授、北京燕京大学的巴伯尔 (G. B. Barbour) 教授和我们一起查看了山西北部，我愿借此机会向这些先生们表达我的敬意，他们与我们共同考察并提出了许多有益的建议。

我还要感谢曹世禄和张光嗣先生，曹先生对我帮助很大，与我讨论了该区内太古界地层的形成方式，并部分测绘了在五台区的黑疙瘩岭。张先生还协助我完成了对苏家湾大理石沉积层地质图的绘制工作（图 1、图 2）。

图 2 山西方山县西部地质图（1926 年，编辑时加以简化、图中数字为高程，m）

## 二、地层

如上所述，概括地说，山西前寒武纪岩石的三个部分（泰山杂岩、五台系和震旦系（滹沱群））表示出了完全不同的特性。一般来说，泰山杂岩具有规律的、非常显著的不同构造特点和成分与五台系分开，震旦纪地层也是后来由于走向不整合分离出来的。对于这三个重要的部分，根据 B. Willis 的划分观点大致可保持上面的命名方式。

### 1. 泰山杂岩

我在山西北部的太和岭、峨水河、石咀和山西西部的苏家湾、圪洞镇对上面提到的泰山杂岩的主要露头进行了研究（图 3、图 4）。

图 3 通过石咀附近的地质横剖面 (1926 年)

(A) 石咀群地质横剖面, 石咀附近台山河剖面; (B) 沿台山河及宽唐沟地质横剖面; (C) 刘定寺群地质横剖面

图 4 通过五台山圪桐镇地质横剖面图（1926 年）

（A）从石咀南东 3km 到沙堡北示五台山南东坡五台系剖面；（B）从圪桐河到汉高山穿过黑疙瘩岭剖面

几年前修起的公路，充分暴露了沿太和岭的基性杂岩。新常福（E. T. Nystrom）教授第一次向我指出了这段路在地质方面的用途。在 14km 内，有许多高度从数米到 60m 的被切开的岩石，这种露头非常新鲜，杂岩的结构特性和不同结构之间的相关性在这里的体现几乎要优于中国北部的其它任何地方。

在对杂岩研究中，这里的太古片麻岩、片岩和花岗岩是主要种类，层状岩在这里也大量存在，较次要的是角闪岩（以下称闪岩），因此该杂岩可分成四组：太古片麻岩和片岩；花岗岩；层状岩；基性岩。以下将按相同的次序对其描述。

在第一组中，典型的岩石是中等粒度的角闪片麻岩，呈黑白相间的颜色，在性质上稍具块状，由角闪石、斜长石和石英以及黑云母和其它次要矿物组成。在显微镜下，石英具有微弱的消光现象，说明这些岩石虽不是典型的片麻状，但已经受相当的挤压。从这种类型岩石向另一侧可以过渡到片麻岩，其中含有的黑云母比角闪石为多。而对于另一种形式，长石和石英都是次要组分，使岩石呈淡颜色。在结构上也没有明显的变化。在较多情况下，在高度的块状黑云母—片岩交互分离层中，还穿插有一些片麻岩，使岩石呈现出带状现象，这些带状层有时被严重扭曲。

这些容易被溶蚀的黑云母看起来经常被侵蚀出露，结果是露头表面形成浅洼地带。

值得注意的特征是，在片麻岩中观察到了其中嵌有闪岩碎片（详见第四组），并且是不规则的形状。可以设想这是在火山爆发时夹在岩浆中喷出的。并且，片麻岩经常被花岗岩类物质混杂，致使难以区分最后形成的岩石究竟是属于花岗岩类还是片麻岩类。由于或多或少存在着肠状的、时常可以发现的白色伟晶矿脉，这种情况仅能在第一组的情况下发现，而且不切割花岗岩，由此显然可见后者是较新岩石。

在太和岭正北方的剖面，可以清楚地看到片麻岩中的喷射物特性（图 5A），其主要特性在这里得到了很好的保护。在野外工作期间，引发了以下顺序的设想：当片麻岩喷射期间受到了很大的侧面压力的作用，由此使不同矿物产生分离，在薄层中形成了长石和石英，使喷射物质形成了带状；然后是复杂的部分岩石抬升褶皱，和前面提到的白色肠状的伟晶岩脉中的侵入体。由于这种基本结构，许多地区随后又产生了严重的力学形变，最初的块状喷射物经历了更深的变化和再结晶过程，而结果形成了其它片麻岩结构。因此，黑云母片岩层从黑云母片麻岩层交替分离，形成了明显的带状结构。这样就可以很容易地蒙蔽谁最先遇见了这些带状岩，并且可以确信，它们反映了沉积岩的序次与一般片麻岩物质有关。然而进一步的考察证明，其叶理有时明显穿切早期的肠状伟晶岩层。

Blackwelder 提出关于以上太和岭片麻岩地层的描述与在直隶省唐县附近所见到的现象可对比。他认为黑色矿物既是角闪石，又是黑云母。在山西相同的种类岩石中还包含有许多角闪岩—片岩透镜状体碎片。

第二组包括淡红色片麻状花岗岩、粉红色花岗岩和伟晶岩。它们表现出岩浆岩活动的几个时代。太古界片麻状花岗岩包括 a) 淡灰红型，b) 红型，c) 灰型。

a) 型，主要包括石英、正长石、微斜长石和黑云母，这种结构一般为细粒，但因地区不同而产生变化。这种岩石中矿物组分的分离要经常加以注意，因此石英条带与粉红色长石带的交互会使岩石组分在一个小范围内呈现出了带状。然而片麻状结构很少有十分清楚的现象，这种类型经常位于古老片麻岩周围。

---

即今河北省，民国初期称直隶省。

图 5 泰山杂岩剖面

(A) 太和岭北 1km, 表示塑性状态片麻岩处于肠状褶曲时被花岗岩侵入; (B) 太和岭北 1.5km, 片麻岩在固化前被不规则花岗岩注入, 侵入岩被拉伸成后生褶皱, 因而产生不规则凸镜体

b) 型, 通过淡红灰型可以清晰地观察到 b) 型, 在手标本上可以看到这是一种红色的中等粒度岩石, 含有下面的组分: 淡红长石、黄石英、棕色黑云母, 开始命名曾有许多叫法。这种类型经常出现在非常易于发现的片麻岩区。该类型有许多变化形式, 在一个地方, 红色花岗岩缺少黑色矿物, 变成了很细的细晶岩, 在另一个地方, 会变得象白色和粉色长石和石英那样粗粒。

c) 型, 是灰色的中等粒度的花岗岩, 性质上很规则。从外观上可见其外形呈块状, 实际上它在显微镜下是很清楚的片麻岩, 主要由浅灰色石英白长石和黑云母组成。特有的灰色是由于缺少粉色长石而黑矿物过多, 虽然现场上还未完全确定, 但这种岩石很可能就是上面谈到的岩石类型的变异形式, 因为它与山西西部淡红色花岗岩的类型很相近。

古老片麻岩既可在大的岩基体中形成, 也可在小的侵入岩体内形成, 对于后一种情形也可在小的侵入岩体内形成。对于后一种情形说明在某些地方太古片麻岩在完成其结晶前, 已经被或大或小的不规则花岗岩块体注入。这种注入在侵入岩还处于运动状态中就可能已经在进行了, 这时侵入岩首先被拉伸, 接着形成褶皱, 因此而产生了带状的不规则透镜体, 扭曲带和皱纹结构 (图 5B), 在块状片麻岩中由于花岗岩的侵入而产生网状结构。而在其它情况下, 处于塑性状态下的片麻岩, 当肠状褶皱仍然继续形成时, 片麻岩已为淡红灰色的花岗岩侵入 (图 5A)。

除了少数地区, 可以对片麻岩和花岗岩之间的类别作用进行示踪分析, 前一部分具有规律的被花岗岩浆强烈注入, 使其原始特性被全部改变产生混合岩类, 我们指出形成的混合岩为太和岭混合岩。



在太和岭北 1km 处，发现粗粒的粉红细晶花岗岩沿着在大量不规则透镜体和带状体的带状平面侵入到太古界带状片麻岩中，因此可以认为这种花岗岩较上面介绍的花岗岩年代为新。在接近花岗岩侵入体的边缘，有时片麻岩未产生变化。有时这种片麻岩并不纯净，由于重新吸入花岗岩材料受到了污染。在这里已经注意到，花岗岩浆或多或少逐渐进入到片麻岩和片岩之间的叶里面中，在平面之间形成了小透镜体和可见细脉，然后强烈渗透入，因而导致了一个真正的间层注入结果（图 6）。

在同一剖面，还经常可以发现年代较近的伟晶矿脉，它们横切太古界片麻岩和红色片麻状花岗岩，有时也穿过年代较新的细晶花岗岩。

第三组是成层岩。尽管把第一组和第二组看成是岩浆岩的起源，太和岭的剖面中心部分却是一系列变质岩，颜色由浅到淡，在成层的外观上表现出显著的层状外观，也就是说，它们都属于平行地层系统。

这片处于南北走向的露头区，说明在南部地区主要为角闪石、长石、闪岩，间夹有黑色角闪岩—闪岩和含有云母、石英、长石的深灰色片麻岩，向南与片麻花岗岩之间存在着一种不清晰的组合关系。在该系统的中部，是由白长石、石英和黑云母组成的浅灰色、淡黑色的黑云母片麻岩，以及含有石榴子石的片麻岩和其它岩石。最北部包括闪岩和与闪岩呈带状的黑云母片麻岩，说明成层岩处于圈闭的向斜层中。在该区的最南部，这套系统向南倾直立，而向北倾斜比较和缓，并仍保持同一方向，在本区剖面南部可以见到的闪岩在北部也能发现。

图 6 泰山杂岩剖面（太和岭亭 NE1km）表示古老带状片麻岩被细晶花岗岩穿入，后者和角闪岩均为岩墙所切割

成层的或带状的成层岩象是属于两个阶段，由于后来的酸性或碱性岩浆岩平行注入，产生了第二个带状排列。

在涉及到太和岭成层岩年代的问题时，产生了分歧，G.B.Barbour 认为它们是在圈闭向斜中的老于五台系或新于泰山杂岩的沉积。但是根据我们在五台山和圪洞镇的调查，发现了两处五台系基底，但并不象 Barbour 认为的由闪岩系列构成，而是由石英岩系列构成的。比较清楚的不整合于泰山杂岩之上。

据我观察这些层状系统，在某些地区，太和岭的地层已被轮廓分明的花岗岩脉或岩墙穿切，这些侵入的岩石与下古生代片麻岩状花岗岩可能相接，因此使我倾向于这样的看法，即其中包括了太古界型古老沉积岩，它们被太古界片麻岩浆和能量很大的片麻状花岗岩浆拱起并侵入。由于上述古老钙质岩和长石石英岩各自的作用，会产生这样的可能性，即形成上述的角闪石—长石—闪岩和深灰色的黑云母片麻岩。F.D.Adams 曾指出，在花岗岩的侵入作

用下，使结晶的石灰岩可以变成典型的角闪石—长石—闪岩。B. Willis 在（直隶省）唐县附近观察到在白色大理石附近，太古代石英质片麻岩中含有长石和黑云母，可以认为这是古老的石英岩，其中的泥质颗粒经过了重结晶而变成了黑云母。

第四组，基性岩、闪岩大量存在于基性杂岩中，它不仅呈包裹体出现在可以观察到的不规则透镜体形状的片麻状花岗岩中，或有时呈带状，或者出现在穿透片麻岩和花岗岩的不规则形状的岩墙或块体（图 7），有时闪岩也可呈带状或层状在角闪石—长石—闪岩中出现，或者出现在第 3 组的黑云母—片麻岩中。

图 7 泰山杂岩详细剖面（太和岭亭北 1.5km），表示古老破碎的片麻岩为粉色花岗岩侵入，二者均为角闪岩穿切

闪岩属中粒度，有时属于细粒岩石，一般呈深色，也有时为黑色。除了那些呈带状或岩墙表现出某些程度的片理外，一般在性质上都表现为粒状或块状结构。它们通常由含有少许白长石的角闪岩组成。闪岩类岩石不仅在成岩年代上彼此不同，而且成因也是不同的。许多喷发位置的不同，现在可以再现出来，如岩墙和穿切花岗岩和片麻岩的不规则块体等。但当它们呈不规则透镜形状时，会嵌入在淡红色的片麻—花岗岩中。有时候，在少量熔融的透镜状物质周围，片麻状花岗岩和古老片麻岩混合岩浆的流纹构造可以很清楚地观察到。有的地方可以观察到花岗岩沿着闪岩透镜体和片麻岩的联接处侵入，使偶然产生的矿脉进入前者，然后渗入其中。这些现象可以说明，在片麻状花岗岩侵入的时候，闪岩的透镜体都是较为坚固的块体，现已证明，在塑性状态下的片麻岩被花岗岩穿透，说明闪岩的固结作用要先于片麻状花岗岩的侵入，可以相信闪岩块体的碎块是古老岩层被破坏，然后又通过侵入片麻岩扩散，经过软化、拉长即成了现在奇异的形式。

沿峨水河，顺着河床在代州东部 25km 的考察区内，邻近五台片岩形成五台山北部的山脚边界，泰山杂岩几乎都是由浅红色片麻岩—花岗岩构成的。V. Richthofen 认为这类岩石是较新片麻岩（桑干片麻岩）。这种片麻—花岗岩与太和岭的太古代花岗岩相类似，但在性质上要更加均匀。

占多数的片麻花岗岩明显为中等粒度，片麻岩或片状岩颜色为浅红或红色，有时为灰色，由粉红色的长石、黄色石英及深或黑色的黑云母组成。后者的矿物有时为白云母所替代，但绝大多数还是以以前的形式存在的。除了接近岩墙或席状侵入的轻度片状闪岩外，在片麻闪岩中可以观察到较新的侵入体。这种与太和岭的片麻花岗岩相类似的岩石，尽管在此地未能见到，但可能在古老片麻岩中就被侵入了。

石咀附近，B. Willis 将在五台山和阜平县之间所观察到的泰山杂岩描述如下：追踪沙河向上，在阜平县广泛分布的基性杂岩沿着延伸的长城南支形成了大部分山地。岩石的绝大部分为稳定的黑云母—片麻岩，一般呈浅红色，有时为灰色并逐渐过渡至灰色云母片岩中。通过相邻的片岩和片麻岩，可以推断出这两种是多种组分中的单一物质，其中变质作用的影响并不与之相同。这一剖面中泰山杂岩的顶部与五台系的石咀群是不整合接触。

在石咀村东部约 3km 处，我们发现了一种泰山杂岩的片麻岩，与 Willis 在唐县所见到的极为相似。典型的淡色、浅灰色中等粒度的片麻岩，主要由石英、角闪石、黑云母、长石组成，正长石和斜长石在其中占主要位置。在唐县片麻岩的分级作用一方面要归因于较少交换作用，有些较粗的灰色花岗岩有时含有较大而稀疏的长石散状斑晶，并在相当的叶理作用条件下，单体长石形成了其眼状形态，即“眼状”结构。另一方面，片麻岩浆会逐渐过渡成为黑云母—片麻岩和黑云母—片岩，这种由片麻岩产生的分级作用还要受到不同变质程度的支配。

这一地区与其它地区岩石的关系还未进行研究，因此还无法判断其形成时代，Willis 也未能给出有关唐县片麻岩形成的准确年代情况。但是上面提到的事实，即最初的斑状片麻岩做为一种强压力的结果，因此交替和重结晶而形成带状云母片麻岩和片岩，说明深部岩石与太和岭片麻岩可能相当。

位于山西西部交城县东北方向 75km 的苏家湾附近，花岗岩主要是典型的吕梁山组分。苏家湾东西数十千米除中等粒度的浅灰色花岗岩外，别无它物。在手标本中观察到的矿物组分为浅红色和灰色长石、浅棕色石英和黑云母，三种岩石的比例相同。细晶岩和伟晶岩的分异产物在此处很少发现。靠近上部的花岗岩变得颗粒很粗，村庄附近的绝大多数山峰都是由粗颗粒的灰色岩石组成的，包括深棕色的黑云母、棕色石英岩和白色长石，有时在岩石中可以看到发光的斑晶，在苏家湾最西部的顶峰，同样可以观察到粗颗粒的浅红色黑云母花岗岩，它们经常过渡到伟晶岩中。

此处的花岗岩属太古代，但明显比太和岭片麻花岗岩的年代要新，其原因正如下面所述，发现它沿着片理面穿透到太古代片麻岩中，在圪洞镇即观察到了这一点。

对苏家湾附近各种剖面的花岗岩特性的研究表明，它们是均质的块状岩石，不是明显的片麻状或片理状，这种结构仅在当地形成。这种岩石与地壳上部中的普通喷出体相类似，它被边界清楚的透镜体和粒状结构的闪岩岩墙，以及紧密的玄武岩岩墙所侵入。

这些性质上的特性反应了“条纹分异”或“包体分异”与熔融接触的强烈对比，尤其是对于深层的喷出体更是如此。由此可以得出结论，这里花岗岩的侵入是在较低的压力条件下在相对较深的位置产生的。

E. Blackwelder 在平原上的文水河口（河流在东南方向流过苏家湾）观察到，被河水冲下的卵石除 Cambrian - Ordovician 石灰砂岩和后期的沉积岩外，都是由黑白相间的角闪花岗岩、粉红色粗晶花岗岩、角闪—斑岩和玄武岩组成的。因此，他认为在山西西部存在泰山杂岩是个事实。此角闪石—花岗岩可能就是我曾经描述过的灰色粗晶花岗岩夹棕色云母。玄武岩是在苏家湾附近或其它露头附近形成的。

另一方面，在苏家湾花岗岩和太和岭片麻—花岗岩之间存在着一个走向的差异。在后者经常可以观察到明显流动构造的深层合成变质作用。同时在前一种情况下，到处可见由于结

构破坏而造成的破碎变质作用，如在更高的山峰上，如天山等。在苏家湾附近于村西 15km 处的最高峰，我发现花岗岩已经被张性节理分成了不规则的数十米的大岩块，这些大岩块又被分成 5~60cm 的小块。其它地方，岩石的裂缝更紧密，形成了更小的岩块。

在苏家湾东北几千米处，E. North 首次在花岗岩区内部发现了大量的粗质白色大理石（图 1），其组成在附录中要作进一步讨论。它形成了一个孤立的块体，被花岗岩脉和岩墙侵入。在另一些地方发现大理石如较小的包体存在于花岗岩中。E. T. Nystrom 教授在其山西的一些硷性岩石中描述过的在较新侵入体中的内围层，这一现象也就是其中的一种。这些内围层仍然是部分覆盖在那些侵入体上的 Cambrian - Ordovician 石灰砂岩的碎块。按这样的方式，则苏家湾大理石可能是太古代石灰岩再次延展后的残余物。

圪桐镇附近，我们在吕梁山西部边缘所发现的基性杂岩与该区中心部分对应地层的组成是有区别的。该区的岩石是太古代片麻岩和片岩、花岗岩和基性岩脉，它们都完好地出露在圪洞镇西部不远的一个山谷周围，这个山谷位于山西西部方山县西南方向 20km 处。总之，它与太和岭上的相应地层存着某些相似之处。它与在这里存在的五台系的基底石英岩形成了截然的不整合接触，这个接触界线或许沿着吕梁山西部斜坡到数十千米之外。

太古代片麻岩占有重要成分，为相对粗粒的深灰色岩石。如同在太和岭矿物的组分主要是白色长石、黑云母、角闪石和石英，其中黑云母经常占有优势。正如经常出现的那样，如果片麻岩过渡到坚硬的片状岩类中，此岩石实际为相同组成，虽会出现粗粒黑云母的条纹，这种情况在很强的力学变形条件下，可能会出现原地成岩分异现象。片麻岩显示出清楚的走向 N5°W—S5°E 和向西陡倾。

沿着大小带状体的叶理平面，绝大多数花岗岩被看成是穿入了古老片麻岩，但它被侵入后却未经受大范围的变质影响。这里存在有各种不同的花岗岩，它们不仅在颜色上有一个由浅灰到红、粉红的范围，而且在结构上也有一个从细粒到粗粒的变化，手标本中观察到的细质结构中含有红或浅红长石、灰石英和暗色黑云母。粗粒中含有粉色长石、白石英和棕色黑云母。这些沉积粗晶粒岩类有时几乎成伟晶岩状，很可能是固结的最后部分。如苏家湾附近的标本类型一样，在其周围所有花岗岩性质都很均匀并为块状。

在这一区域内到处观察到了层层注入或混合岩的条件。但未发现任何花岗岩岩浆侵入到太古代片麻岩中。这说明迅速的固结作用与太和岭看到的深层性质是不同的。

在片麻岩中，发现侵入的深色基性岩是角闪岩。它呈带状出现，紧接着是均匀状态叶片状。它可抵抗强烈的风化作用力，从受风蚀的片麻岩表面突出出来，其片理非常明显。其年龄可能位于刚才叙述过的片麻岩和花岗岩之间。这里辉绿岩岩墙切开了所有其它杂岩，并从而表现出最新的基性岩侵入体（图 8）。

在这一地区，泰山杂岩的叶片状问题经常与五台系的带状沉积相平行。但叶片层不可能比带状层形成更迟，因为还未发现叶片层面之间，存在那种相对块状花岗岩体未侵入五台系沉积。因此可以认为花岗岩是太古代形成的或者说更明确。

## 2. 五台系

上面论述过的泰山杂岩在山西省的许多地区都可以发现，在几个少数地区可以发现五台系非常特殊的沉积岩，这在本省内得到典型发展。但它大部已被古代的风化作用加以严重改造了，其地层位置也因此按照明显的不整合加以标出。因此经常可以看到粉红砂岩和棕色页

图 8 泰山杂岩剖面

a—古老灰色黑云母片麻岩；b—红灰色细粒花岗岩；c—角闪岩；d—辉绿岩岩墙（圪桐镇西）

岩的寒武纪底部馒头组地层叠加在太古代之上，五台系和震旦系（Sinian）缺失。在山西北部的甘泉镇附近，地质学家王竹泉也观察到了同样的情况。据我所知仅有两个地区，五台系被侵蚀。一个在山西东北部，一个在山西西部。现在已知五台山的 Holy 山分布有 2250km<sup>2</sup>。后来对吕梁山西侧翼的观察发现，其范围如同南北方向的一个窄带，形成了黑疙瘩岭的一部分及圪洞镇西部 3km 边缘。

#### 1) 五台山的五台系

(1) 基本论点。五台山的五台系是一个古老而又厚度很大的单一沉积地层。像地质记录中记载的较新沉积一样，它是由泥质岩、灰质岩、粗粒和细粒砂屑岩组成的。因此变质作用经常可辨认出其作为原岩的主要特性。它们的结构变化与普通地层岩石的条件非常相近。因此在这种古老沉积地层中，泥质和砂质沉积物会被夹杂在碳酸盐岩中，与山西中部发现的石炭系非常类似，在那里，石灰岩层被泥质岩、页岩和砂岩分隔成层，但是在前者的沉积物中厚度每一点产生了较大变化，有些层段甚至减薄尖灭。

在许多地方都发现，五台系沉积已经受到区域变质的很大影响，但是未形成均一的性质，由轻微的蚀变到全部重结晶，显然是由上到下有一个变化的过程。有时候泥质岩沉积物（如 Willis 的南台系位于此层系的最上部）过渡到板岩状态，这是一种带状红色结晶白云岩和硅质灰色细晶的石灰岩，形成了平行的层序与襄村震旦系可直接相比。但在其它方面，它们可产生千枚岩或者很厚的具有第二种组分绿泥石的片岩，由于绿泥石的存在呈绿色。许多地方的磁铁矿—石英岩按或大或小的厚度与绿色的绿泥石片岩呈带状互层。它由灰色石英岩的薄互层和带有一些赤铁矿的黑色磁铁矿组成。

有一个地区，均夷作用已经从深灰色的板岩进入到了绿色的千枚岩，有时甚至可以进入富含绿泥石较深的绿色片层中。绿色的千枚岩和片岩皆存在于地层的上部，不包括像云母片岩那样的结晶片岩。

在地层底部，板岩已很少见，绿泥片岩似乎缺失，泥质岩过渡成为云母片岩或云母和绿泥石片岩，有些地方石榴子石云母片岩也很常见。因此在不同程度的变质作用下，还含有砂屑岩沉积，变成不同性质和粗细的片麻状石英岩。渐变作用可以通过轻微改变石英岩来进行。其细粒原生带状结构和最初特性依然可以辨认，存在于高度变化和重结晶的云母状岩石

中，这种岩石的原始结构已完全被破坏了。当岩石中存在大颗粒的长石时，会形成长石砂岩—石英岩，要想从花岗岩中将它们区分出来，往往是很困难的。在地层下部，存在有大量的片麻岩，它们经受强烈的构造变化，继之以经常产生矿物组分改变，因此几乎不可能确定其原始性质，但是从肉眼观察其性质，仍可以认为它们是确实的沉积岩成因。

统观地层可知，同样在石英岩中形成含铁建造是很普通的。例如，被 B. Willis 称为碧玉铁质岩的石嘴组磁铁矿—石英岩，是由灰色石英岩和红色碧玉的薄层形成带状的。岩石的条纹是由粗质石英岩夹层形成的，铁矿层可解释为是由于通过区域变质作用脱水而形成的。但是我们不相信的是：Willis 所认为的这是由于眼状花岗岩侵入体而变质作用标志所造成的。因为已经观察发现，磁铁矿—石英岩位于花岗岩接触变质带之外。

区域变质作用的不同程度不仅在碎屑沉积物中能够清楚地观察到，而且在灰质沉积物层系由上向下变质作用不同程度的影响石灰岩，我们可以追踪一个完全的过渡，从正常灰色石灰岩向高度结晶的白色大理石的转化过程。

仅仅含有碎屑沉积的五台系基底岩具有陆相成因，在正常的粗的或细的 Pasmmites 中，沉积物已堆集了泰山结晶岩，表明了河漫滩的沉积。在五台山顶部分石灰岩层中，未能发现海相化石，但其一般性质和外观说明了其海相成因。常见的海相沉积物在相对厚或很薄的层、与碎屑沉积或大或小的间互层，说明海相沉积与陆相呈周期交替进行。

一般来说，在一定的地层层系内，可以发现在陆相沉积内出现大量石灰岩的夹层，同一地区相同层序的其它剖面都仅能看到很少的带状灰岩，这可能是由于在上面提过的剖面中看到的一些夹层现象，后来又被挤出的结果。

所有这些特性与这样的观点是一致的，即五台系上部的沉积是在紧靠海洋（或湖泊）的地区。在五台系上部，其位置变为接近海岸并受到海侵随后又脱离了海洋。该地区上升之后，经过了稍长或短期间断之后的陆相沉积过程，海洋又重新回到了曾经退出的位置。其后侵入和上升的过程如此重复的结果，使五台系顶部含有舌状石灰岩夹层，在陆相沉积中除了这些石灰岩外，还有少量较厚的灰岩，说明海侵有时要持续很长的时期。

有关五台系和泰山杂岩的关系，B. Willis 未发现实际上的接触关系。但却倾向于相信两者之间可能存在着不整合，这是因为在两套岩层中的岩石特性和变质程度特征的不同。我们未能在最近的研究过程中满意地确定两系统令人满意的关系，要从两个方面研究，一个是在峨水河，另一个是在石咀东部。

如同 Willis 叙述的关系一样，在代州南部和峨水河边，五台系和泰山杂岩两者的存在是无疑的。五台系石英岩—片岩和云母片岩向北倾  $70^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ，直至靠近片麻岩，但由于强烈的分解作用，尚不能判别在该地区的实际接触关系。Willis 根据上面的观察认为是被倒转了的不整合接触关系，还可能发生了倒转逆掩断层。

石咀东部的带状沉积物经常平行于叶片状的片麻岩和片岩，这种情况分离开的间距是完全随意的，关于这一假定的接触关系，Willis 认为：“五台系的下部沉积层是粗粒长石质石英岩，它是从典型的泰山片麻岩靠近软质灰色云母—片岩中分离出来的，这种云母片岩既可以产生于石英岩下的页状沉积层，也可以是片麻岩杂岩的一部分”。

在五台系顶界的划分上仍有很大困难。就我而言，不论在五台区何处，我都没有看到过五台系沉积物与 Willis 认作滹沱系底部砾状砂岩相接触。只有在南台峰西南的回龙梁村附近，五台系绿色千枚岩与窦村板岩相邻，但这里是正断层接触。

(2) 地层描述。按照它们的岩石学特征，我建议将五台系沉积分为五个组。用这些组最

发育地方的庙、村、沟命名，自下而上为：

石咀组：以长石石英岩、纯石英岩、片麻岩夹云片岩层为特征。它可能不整合于泰山杂岩之上。

白云寺组：显然较石咀组为新，主要由大理岩、云母片岩、石英岩及绿岩组成。

刘定寺组：由绿色千枚岩、白色、粉红色砾岩、暗灰色板岩及红色石英岩组成。可能不整合于白云寺组之上。

西台组：几乎全由绿泥石片岩及千枚岩组成。

宽唐沟组：暗色石英岩、厚层灰色板岩、含有轻微结晶的灰岩石英岩条带。

这是五台系最新的分段。

石咀组（参见图 3（A））。含有粗粒长石质石英岩与细粒较纯石英岩，夹有灰色粗至细粒交替的云母片岩。其中夹有石英岩薄层及伴随灰色石英岩的“印花状岩石”。以上均为陆相沉积物。无疑，这是五台系的最老层位。此组岩层经受了深度的机械变质，包括形变和重结晶。在石咀村附近台山河（原文此处说太山河，但后文中说为台山河）河床及其支流中此组出露良好。此组地层总体上向北西倾斜，从基底泰山杂岩往上依次出露。在石咀村西北 18km 处，台山河的西支马蹄沟组上被白云寺组整合地叠覆。至于该组的构造，Willis 认为石咀组处于一个紧密的倒转向斜之内。然而我在该处找不到此种情况。石咀组的总厚度约 3650m。

该组在石咀村东以粉红色粗粒长石质石英岩开始，含有红色长石晶体，宽度时常达到数毫米，有时含云母，覆于暗灰色黑云母片岩之上。我们这次观察的结果与 Willis 的结论一致，即长石质部分代表该组最低的层段，其物质供应完全靠泰山岩体崩解物而不含任何较老沉积岩的砾石。

长石质石英岩向上渐变为粉红色石英岩，含云母而长石不多。其顶部有薄的云母片岩夹层，并逐渐过渡为以云母片岩为主而夹有粉红色石英岩层。这些云母片岩之后为特征一致的棕色石英岩条带。按 Willis 的观察，它们与云母片麻岩之间有被河床影响而造成的数百英尺未知岩层的间隙。我们此次研究证明石英岩之后直接是云母片麻岩。这是在石咀以北看到的。

巨厚的粗粒至细粒的云母片麻岩在石咀村西北沿台山河出露得很好，并常见递变为云母（白云母或黑云母）片岩，这可能源于泥质页岩层。薄层粉红色石英岩与厚层角闪岩在出露剖面上并不少见。虽然深度变质作用已几乎完全抹去了原来的特征，云母片麻岩具有长石质石英岩的面貌，而且在野外层理是非常明显的。

此层序以片岩与石英岩结束。整合于云母片岩之上的是一厚层钢灰色粗粒石英岩，其中夹有前面提到的条带状“印花状岩石”夹层。这一层段向上渐变为粉红色厚层石英岩，有时是片状的。此处（沿台山河）它与巨厚的眼状片麻岩接触。

白云寺组。在纯陆相的石咀组之上整合地覆盖着白云寺组，从岸外沉积向上渐变为近岸沉积，在马蹄沟和班老岩沟发现一个较完整的可能连续的层序，自下而上从结晶片岩、大理岩到厚层绿岩和绿色片岩。班老岩沟沿两沟之间的分水岭向西流在南台顶以南 10km 处汇入刘定寺沟。Willis 可能没有走过这两条沟。紧靠此分水岭之北，该组的一个小段即大理

---

主要依据 Willis 的石咀剖面。

其下部相当于 Willis 的山河庙组，被他归诸南台群的上部。

岩层突然变得非常不纯，表明这里发生了沉积的变化。但现在没有资料能否认该地层是连续的。地层稳定地向西北倾斜。假设地层层序无间断则其总厚度粗略估计为 2540m。

此组的一个代表性露头见于白云寺（Willis 称之为山河庙组）附近的台山河与宽唐沟中。后者是前者的西支流，发源于石咀西北 11 ~ 15km 处。在此露头上，大理岩、石英岩及多种片岩成互层状产出，经受了深度变质。此沉积层系与南边的石咀组以厚层眼球状片麻岩相分开。后者是变质的五台期后斑状花岗岩。北边，此组地层上部被一正断层断去。断层走向北东—南西，见于白云寺以北 1.2km 处。以角砾化碧玉及其它不纯岩石的存在为特征。上升盘在南侧。从眼球状片麻岩到断层之间的沉积厚度约 750m。

观察使我们得出的结论不同于 Willis。他在沿台山河的野外工作看到了断层南盘的白云寺组地层和断层北侧后来被他称为真正的南台组而被我们称为宽唐沟组的地层（见下文）。如同在白云寺组中部一样，巨厚的白色大理岩向北跟随着棕色片状石英岩、绿泥石片岩、黑云母片岩，这显得象是大理岩南边的地层的重复。在南边的大理岩和石榴石片岩进入白云寺东北山之处，Willis 看到上面有一层透闪石大理岩在黑色石英片岩之下，其走向为 N25°E，向西北倾斜 70°，大理岩本身构造近于单斜。但在东北坡上此黑色石英岩重复于该大理岩之下，向西北以 50° 倾斜。他倾向于认为此地层是一个倒转的向斜，归结为这是一个逆掩断层，白云寺组被南台群从北面逆掩于其上。关于这两个地层体，他的意见是：虽然二者被一逆掩断层所彼此分开，此断层看来是具有很大大位移的重要构造现象，且一边的岩石是另一边所没有的（白云寺组以其大理岩的纯度极易识别），两套地层的相似性仍然超过其差异。它们可以看作属于同一个群，即南台群。至于两组地层的相对年龄取决于此设想的逆掩断层。白云寺组内的向斜被逆掩于断层之下，这样，向斜内地层显得较年轻，而岩性如此相似，以致不能认为有显著的年龄差别。因而白云寺组被认为包含了南台群的最年轻部分。在此群中可以观察向上从石英岩（真正南台群下部）经过不纯碳酸盐岩（上部）到纯大理岩（白云寺组）的递变。因此，真正南台群可看作与石咀组底部地层有关，虽然沉积层序被介于其中的一厚层眼球状片麻岩所打断，此片麻岩可在台山河看到。此真正南台组整合或不整合于石咀组之上。

然而我们这次观察表明，B. Willis 所作的这些推论缺乏足以令人接受的证据。所谓的真正南台群只含有变质非常轻微的岩石，其中所有泥质沉积都仍然保持在板岩状和千枚岩状，看不到片岩，也没有任何灰岩经历过完全的大理岩化，因而明显地是一套比白云寺组年轻的地层。后者（译者注：指白云寺组）与石咀组的关系经沿马蹄沟的野外观察充分肯定为整合顺序。在台山河区白云寺组之内我们未能找到充分的证据使我们认为有 Willis 所建议的那样的复杂构造（倒转向斜），虽然此处岩石的变质程度远远深于真正的南台组。Willis 所提到的两种地层的变质程度是不同的。

在对白云寺组各段的描述中，我将采用图 3（B）所示的台山河剖面，它看来包含了该组的下部。该剖面沿台山河发育良好，并经我们仔细研究过。在白云寺东南约 1km 与眼球状片麻岩为界之处是一套巨厚的暗绿色角闪岩，向上渐变为暗绿色角闪石黑云母片岩。接着是黑云母石榴石片岩，它在新鲜时通常是灰色的，但在露头上变为金黄色，名曰“黄金石”，此段中夹有厚层大理岩。然后是红色石英岩，部分地含云母和片岩，易裂性较明显。下一段为脆性粗粒白色大理岩，夹薄层云母片岩，它时常含有球状的、大的白色透闪石晶体。有些



地方大理岩中有红色针状矿物，看来是从透闪石变来的，使岩石有美的外貌。此大理岩以上的层段包含有黑色角闪岩、暗灰色云母片岩与粗粒白色大理岩相交替，有时是绿色的。其上为棕色片状石英岩与绿泥石片岩、黑云母片岩相交替，然后是一厚层细粒深灰色黑云母片岩，其中含有大的角闪石晶体形成美丽的网状。此后是轻微片岩化的红灰色云母石英岩，其下部夹有薄层黑云母绿泥石片岩，向上递变为暗色、棕色条带状石英岩，其后为暗灰色黑云母片岩并渐变为绿色绿泥石黑云母片岩，夹有薄层棕色石英岩。我们从厚层角闪岩即该组的第一段起向北经过许多这种层段进入有较多中粒白云大理岩的层段。Willis 认为此大理岩在宽唐沟位于倒转向斜中，向北紧接着被认为是重复的南侧的大理岩。然而按我的观察它很可能是一个正常的自老到新的层序。此后的岩石是绿灰色绿泥石片岩和黑云母片岩，较坚硬，弯曲的红棕色、灰色石英岩有时有片理，还有暗绿色绿泥石黑云母片岩。后者在较低部位含有条带状，暗色、棕色石英岩层成为与下伏石英岩、灰色黑云母石榴石片岩夹暗棕色石英岩及上覆暗绿片岩，交替白色、绿色大理岩、绿泥岩片岩、绢云母片岩之间的过渡段，再上面的层段被断层所切。在班老岩沟我们发现一种不纯的红色大理岩，其层位可能高于、低于或相当于宽唐沟断层线处的白云岩。它上面是绿泥石片岩，然后是一厚层红色、白色有时灰色的结晶石灰岩。此石灰岩之上为巨厚的变质绿岩，向上递变为绿色夹石英岩以结束剖面。

刘定寺组。环绕刘定寺村的诸山中白云寺组被我们称为刘定寺组的地层所覆盖。它包含有深灰色板岩，粉红色、白色或暗色细粒结晶石灰岩、绿色千枚岩或片岩及红棕色石英岩。此组地层变质较轻，其下伏基底为白云寺组的最上部，即绿色片岩夹暗棕色石英岩和白色大理岩。关系为整合或不整合因地而异。此地层总体上向西倾斜，其厚度约 1400m。在刘定寺北东的一条峡谷里看到此组始于底砾岩，其砾石含有白云寺组的白色大理岩、石英岩及绿色片岩，其上覆层为红色、白色、灰色大理岩，其中有时含有暗绿色矿物，可能是角闪石的晶体。随后是暗灰色板岩夹有薄层白色结晶灰岩。板岩常被做成大至 1~1.5m 的石板，用作该村的建筑材料。再后面的层段是绿岩，其上覆以非常坚硬的红色、粉红色石英岩，其中裂隙被白色石英所充填形成无数细脉构成的网络。在石英岩的底部有一些绿色千枚岩夹有石英岩。石英岩之上为多种厚层结晶石灰岩呈白色、粉红、浅灰或暗灰色，组成美丽的小山——王帽山（见图 7），其中常夹有薄层灰色千枚岩与红色石英岩。这一套地层上部夹有少量薄层千枚岩，渐渐进入向北东 1km 处另一巨厚的由薄层白色、灰色石灰岩和棕色石英岩组成的地层过渡。千枚岩为厚层状，难以剖开，在锤击之下产生不规则的碎块。此厚层千枚岩或片岩显然是绿泥石岩，无疑为沉积成因。看来在向组成五台山西台峰的巨厚绿泥石片岩（西台组）过渡。北面，它与宽唐沟（译者注：原文 Kuang Ting Kon，可能有误）石英岩相邻，但以正断层相分。

西台组。此组几乎全由绿色绿泥石片岩组成，不夹其它岩石，构成五台山中央部分主体，包括西台峰。关于这些绿色片岩，Willis 作了如下有趣的描述：“此片岩本身显示出可以鉴别的几种相。有时它们是块状的，不能很好地剖开，成分为泥质，看不到绿泥石，虽然可从其颜色推断它以细粒状态存在。它处为板状片岩或千枚岩，其表面被绿泥石覆盖且呈绿色光泽。实际上这种岩石看来几乎全由此种矿物组成。在别的情况下，在彻底片岩化的绿色岩石中，绿泥石里混有黑云母和石英。由于它们往往直接递变为片状石英岩，其矿物组成

---

此组为 20 年前 Willis 所建立，他将其作为五台系最年轻的分层，覆于泰山群、石咀群及南台群之上，故被他放在地层剖面的顶部，这不符合我们这次观测结果。见 Willis: Op. Cit 卷 1，第一部分，第 114 页，118~120 页。

图 9 刘定寺附近王帽山之石灰岩山

很容易从粘土矿物变质而来，看来它们属沉积物是合理而确凿的”。

虽然本组与刘定寺组的接触关系尚未能在实地观察到，但由于二者间岩性上的相似性，我仍被迫设想后者的千枚岩形成了向西台组的过渡。绿泥石片岩本身在野外看不出层理，在台山河剖面中，它们向南递变为易裂的云母质灰色石英岩，其劈理面被绢云母鳞片覆盖，并常常变成灰色石英绢云母片岩。有时夹有砾岩层，其石英质砾石大部来自老的五台群。然后递变为灰色片状石英岩伴以绿灰色长石质片岩，含有巨大的粉红色长石颗粒及白色石英。这些石英质岩石有的是易裂的片岩，另一些为片麻岩条带。它们全部显示严重的区域变质影响，处于轻微变质的可能较年轻的宽唐沟组的南侧近邻成为平行层序，地层北倾很陡。此砾状石英岩再次见于茶铺村以北约 2.5km 处，该处平缓地向北西倾斜覆盖于具有相同倾角的绿泥石片岩之上。层序的反向重复以及地层的向上会聚看来表示为背斜。作为背斜隆起的结果，绿色片岩在山脉中部出露很好。该背斜可能与在白云寺附近看到的切割五台系的正断层同时发生。

宽唐沟组（Willis 的真正南台群）。该组不仅较白云寺组为新，而且如上所说比西台组为新，其相对年龄的推断如下所述。在宽唐沟组底砾岩中有来自西台组的砾石，不仅有来自老地层甚至泰山杂岩的砾石。西台组处于强得多的变质状态而宽唐沟组的变质微不足道。这种情况下，我们可以进而推断二者间有一个十分重要的不整合，虽然野外未见其接触。B. Willis 表示过另一观点，倾向于认为西台组是五台系最年轻的层段，而宽唐沟组不整合于其下。然而，看来基底不应比上覆地层有较轻的变质作用。

宽唐沟组全是轻变质的沉积物，它典型地出露于同名的山沟中及台山河河谷之中，构成了五台山南台峰的下部。其厚度据 Willis 的测量，从砾岩到断层线约为 600m。

我将从砾岩开始描述，它被假定为本组底部。其砾径为 9~20cm，成分含有浅灰色、红色石英岩，看来源于白云寺组和石咀组。有时含有西台组绿泥石片岩的碎屑而不含两组首次命名时地层的砾石。后续岩石为暗灰色、红棕色石英岩，它有时呈片状不存在已经消失颗粒的原来特征。石英岩的上部夹有暗灰色板岩，形成向上覆厚层灰色板岩的过渡，含有灰色硅质轻度结晶的石灰岩及红色石英岩条带。板岩坚硬，时常带有小透镜状的砂质物，而与四龙梁村附近我们熟知的滹沱系襄村板岩极为相似。也是沿着台山河，在板岩中我们发现少量红色白云岩，与在五台县东山所见襄村群内的极为相似，我们因而不认为较西台组老。在板岩与断层线之间，正如 Willis 所指出的，地层含有不纯的铁质大理岩及钙质长石质岩，含有碧

玉条带及结晶赤铁矿条带。

## 2) 黑疙瘩岭的五台系

E. Norin 在 1921 年首次研究了吕梁山的西部边区。他发现了一套变质沉积岩处于最古老的泰山杂岩与形成黑疙瘩岭低山的滹沱建造底砾岩之间，将新发现的层系归诸五台建造。最近我们详细研究了这条有问题的山岭。

这套地层自下而上由碎屑岩、火山质(?) 地层及海相岩系所组成，其中夹有喷发的或侵入的煌斑岩床，有时呈垂直的岩脉产出。所有这些岩石并未表现出很强的变质作用。

上部海相层系含有结晶石灰岩及云母片岩，像是相当于五台山区的白云寺(见上文)，可能属于五台系中部，虽然此处未能见到较新的层位。老的碎屑沉积物主要是石英岩和板岩，看来无疑是五台系下部：纯陆相，堆积于泰山杂岩的强烈侵蚀面之上。然而这些岩层较五台山的石咀组为新，因为前者含有属于五台期的石英岩砾石，而如上文所述，后者只含有来自泰山杂岩的物质。黑疙瘩岭地层很陡地向西北倾斜，但层序相当规整。

此区五台系沉积与泰山杂岩之间的关系已被查明。二者的不整合关系之明显不仅在于基底杂岩远为强烈的变质作用及其总体上火成岩成因，而且在于二者间极为漫长的侵蚀间断。正如被 Norin 所指出的那样，五台系也被以古地面为代表的明显不整合与上覆滹沱系分开。他作了如下的描述：“蔡上村以南古地面由五台期后花岗岩所组成，经历强烈风化且由此所形成的砂岩向下过渡为经受曝晒崩解的花岗岩。在汉高山北端，基底包含五台期白云母石榴石片岩及含脉状片麻岩。此古地面经强烈风化并转变为软的红棕色云母质岩石。风化产物经历搬运且被红棕色云母质粗粒砂岩所代替。”

地层描述(见图 2、图 3、图 4) 石英岩复合体下部的厚度达到约 850m。此复合体主要由红灰色、深棕灰色、红棕色石英岩组成，一般非常坚硬，有时轻微片岩化，在手标本中可见原生颗粒，细至中粒，常含红色长石、灰色石英及其它暗色矿物。石英岩有时呈现交替的红棕与暗灰色条带，前者可能是泥质，后者为砂质，条带结构相当显著。较高层位中时常见到波痕。此地层的最下部内，粉红色石英岩内局部伴以长石质，其中高含伟晶石英及肉红色长石。这些显然代表直接源自泰山杂岩的沉积，有时接近底部的砾岩只含有暗灰色、灰色、红色石英岩砾石，经显著水磨而很圆。无疑它来自最古老的五台系沉积物，虽然此砾岩直接覆于基底杂岩之上。正如以往的观察那样，砾径很少超过 20cm。

岩组上部以暗灰色云母质板岩为主，夹有石英岩条带。此板岩原来是高砂质页岩的层位，其层理面与劈理面铺点着微小的云母鳞片，这些鳞片与粘土矿物为同期沉积或是泥质物的变质产物。

板岩地层的最顶部，即邻近上覆绿岩之处见到两条辉绿岩。上面一条可注意的特点是显然在喷发时形成的孔隙和普遍的杏仁结构，向北延伸看来是尖灭了。这表明辉绿岩流外溢时铺覆在板岩层之上，在固化后被现在所描述的岩层所覆盖。

上覆层段为巨厚的绿岩(900m)，有时夹有红色石英岩条带。绿岩是暗绿色的细粒角闪岩，主要由丰富的角闪石绿泥石及其它矿物组成。此岩层可能代表火山物质，其中夹有沉积物，此地层后来变质了。再上面是一套浅灰色细粒结晶石灰岩(约 350m)，接着是结晶片岩(约 650m)。片岩西倾 45°，不整合于汉高山的底部砾状砂岩之下，部分地发育成含脉石榴石片麻岩。由于黄土覆盖的干扰，未见此片岩与结晶石灰岩的直接接触。但在我们的研究区之

---

E. Norin, 中国山西西部的一套阿尔冈纪沉积岩, 中国地质学会会志, 1928, 卷 3 第 1 期。

外，Norin 在一处看到白云母片岩中夹白色大理岩，它们无疑是向下面厚层结晶石灰岩的过渡段，片岩与大理岩的交替无疑说明了其沉积成因，此片岩原来是泥质页岩。

### 三、结论

在山西省东北部与西部所见泰山杂岩中的古老片麻岩看来全部是喷发型，其中或者以角闪石为主要铁镁矿物伴以相当丰富的石英斜长石及少量正长石，或者以黑云母为主要暗色矿物与等量的斜长石、正长石与石英共存。岩层通常是条带状的、皱折的、打乱了的，只有少数未经强烈扰动。我们不能不认为它属于比云母片岩更古老的地层，在巨大的机械挤压作用下已多次变质和重结晶。

我收到了 G.B.Barbonr 的资料，说此片麻岩类似于山东的典型泰山片麻岩。Blackwelder 曾对它描述如下：“此岩层一般是灰色片麻岩，由石英、正长石及云母组成，有时所含角闪石多于黑云母。此岩层可能是古老的花岗岩侵入于含有石英及角闪石的暗绿色或黑色片岩中。”这些古老的片岩在山西没有见到过。我们现在可以得出结论，说此片麻岩为古老的结晶岩，而该省的基底杂岩部分属于典型的泰山群。较年轻的花岗岩属于同一世代的火成活动，有时具有块状特征，有时有明显片麻状外貌，组成了此复合体的较大部分，现在出露于地表。我们可以称它们为年轻的“泰山”群。它们在山西西部特别发育。

在山西省东北部和西部，泰山杂岩无疑不整合于五台系之下。后者按照 V.Richtshofen 和 Willis 的意见相当于美国苏必利湖的休伦统。五台系的下部在山西省东北部和西部都以纯陆相沉积为代表，主要为砂质岩和泥质岩堆积于基底杂岩的侵蚀面上。其上部由海陆交替相沉积物组成，已经变质为大理岩、石英岩及片岩。可以推论，在五台晚期，该区可能经受了海侵。

山西五台系的一般发育情况在典型地段五台山区经过了研究。其顺序自上而下为：

宽唐沟组（Willis 的真正南台群）

砾岩、石英岩、千枚岩、硅质大理岩和碧玉。厚度约 600m。

侵蚀间断

西台组

绿泥石片岩与石英岩，构成了五台山脉。厚 2m（译者注：原文如此，可能有误）。

刘定寺组

砾岩、绿色千枚岩或片岩、暗灰色板岩、结晶石灰岩及石英岩。厚度近 1400m。

侵蚀间断

白云寺组

白色大理岩、黑云母片岩、绿泥石片岩、石英岩及绿岩。厚约 2540m。

石咀组

长石质石英岩、云母质石英岩、片麻岩及云母片岩。厚约 3650m。

这些陆相沉积不整合地覆于泰山杂岩之上。

### 四、附录：一些山西大理岩

根据上述，显然大量大理岩归入了山西的最古老地层中。其中有些大理岩显现高度结晶构造，成为有多种用途的有用材料。由于变质作用较轻微，另外一些石灰岩是未结晶的或轻微结晶的。

下面考察了两个大理岩发育特别好的地区。

1. 交城县苏家湾

约在太原府南西西约 100km 之处。大理岩产于苏家湾村北东侧山中，海拔高出该村约 700m，它占据一个近圆形的小区，面积约 22.5km<sup>2</sup>（参见图 1 的地质图），厚度至少有 300m。该区与太原平原没有方便的交通。从交城镇沿开栅河（也叫文峪河）向上 12.5km 处的峪口村，有多条小路通过此大理岩区，其距离约 63km。但此路只能走驮畜，行程一天多一点。然而在夏季汛期沿河有可能通行相当重量的木筏。

苏家湾北东的围岩为中粒红灰色花岗岩，可能属太古界，被多种基性岩脉穿过。被研究的大理岩为花岗岩扰动并侵入，因而可以合理地归诸泰山期。有人倾向于认为此大理岩从前曾占有很大面积，而为侵蚀残余，孤立地残留在花岗岩区内。在周围看到一些同种大理岩的小岩体散布在花岗岩中成为内露体（Inlier）。该花岗岩侵入大理岩主体成为岩脉或细脉，分布于矿床中央及边部。由于被树和灌木碎石的覆盖，花岗岩与大理岩的接触未能清楚地观察到。经受区域变质的大理岩与受接触变质的一样，显现非常完全的重结晶组织，并提供了几乎无限珍贵的装饰石料。上面提到的运输困难迄今阻碍着此矿床的系统工作而只作了极少的采掘。苏家湾有如下两种大理岩。

1) 蛇纹石大理岩

突出地采用于内部装饰和制作桌面等。它发现于此矿床的底部，有时在接触带中，特别是在野沙沟及该区的西北角。它是细粒到中粒的，在抛光后常呈现闪亮的晶面。由于存在蛇纹石，它多数呈绿色。蛇纹石是显微镜下鉴定的。有时有不规则的绿色白色条带或痕迹，使岩石有美丽的外貌，特别是在抛光之后。这种大理岩为当地人所珍视，并被一定程度地采掘以制作碑石之类。这种碑石时常见于邻区的寺庙中。

2) 纯白大理岩

该区实际上有无穷的白色大理岩资源。它具细粒到粗粒组织，有时晶粒十分巨大。这种石料很适于建筑和装饰之用。白色无瑕疵的大块能在矿床的各处取得。但其采掘至今尚未考虑。

在合成庄北西 2.5km 处采集的一块白色大理岩标本经过了鉴定，其相对密度为 2.85，这样高的密度令人猜想这是一种不寻常的大理岩。承太原府政府钢厂 E. Norstrom 先生的好意作了分析。他发现其成分如下：

SiO <sub>2</sub>	0.53 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.36 %
CaCO <sub>3</sub>	58.00 %
MgCO <sub>3</sub>	42.00 %
<hr/>	
总计 101.89 %	

纯白云石的相对密度为 2.85（与上述比较），而（CaMg<sub>2</sub> CO<sub>3</sub>）的组成为：CaCO<sub>3</sub> 54.35 %；MgCO<sub>3</sub> 45.65 %。因而苏家湾白色大理岩非常接近纯白云石的成分。这证实了中国古碳酸盐岩一般有很高镁含量的成分。

2. 五台山

五台山区内五台期的大理岩在白云寺周围山中很发育，它们是由诸大理岩层段所组成。此层系在台山河出露良好（图 3），它已在上文被描述过了。它由交替的大理岩、石英岩及

多种片岩组成，陡峭地向西北倾斜。大理岩的组织自粗晶经中粒细粒到致密。其颜色也不同，自纯白色、灰白色、灰色到粉红带。虽然大理岩的累计厚度很大（数百米），但能作各种用途的有用石材的供应是有限的。因为大理岩以无数节理的存在为特征，很难得到大块。有一段时间开采着一层含透闪石的大理岩，但采掘工作现在已停止了。有一些由此种石材制成的碑石立于白云寺中。

对取自图 3（B）中的厚层大理岩的一块标本作过分析（分析人：E.T.Nystrom），其结果如下：

取自五台山白云寺的白色带灰色的中粒大理岩的分析结果。

HCl 不溶物（白色）	8.24%		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.55%		
CaCO <sub>3</sub>	46.11%；	CaO	25.82%
MgCO <sub>3</sub>	46.20%；	MgO	22.07%
<hr/>			
总计 102.10%			

这是一种不纯大理岩，如同许多五台系岩石一样，以高镁含量为特征。

在石咀以南约 2.5km 处，有一个透镜状绿白色中粒大理岩体，含有白云片岩条痕，作为夹层产于红色云母质石英岩中，向西南倾角 30°。在台山河西侧的这一层中进行了相当数量的采掘，能得到长数十英尺，厚 2~3ft，无节理的大块。此石材在五台山被广泛地用于建筑和装饰。在庙宇中特别是在古佛寺中看到了这种大理石做的高大柱子和各种碑石。

华北前寒武系大理岩的镁含量曾被翁文灏和李学清在合写的文章《论华北前寒武系大理岩的镁含量》一文中讨论过。我引述了如下分析：

	a	b	a	b	c	a	b	c
HCl 不溶物，%	1.64	2.20	23.84	12.08	1.92	11.43	11.64	8.08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ，%	1.05	2.05	-	-	-	-	-	-
CaO，%	32.92	31.56	31.82	36.20	38.00	28.48	17.88	29.99
MgO，%	22.12	22.08	22.08	18.873	20.06	15.68	24.28	18.21
CaO MgO 比值	1.49	1.42	1.45	1.93	1.90	1.81	0.73	1.64
Ia 与 Ib	大理岩采自北京西南房山区十坞							
a	大理岩采自山西北部大青山的青草坝							
b	大理岩采自山西北部大青山的八通沟（萨拉齐）							
c	大理岩采自山西北部大青山的五塘沟（萨拉齐）							
a	大理岩采自三水子（开平、辽宁、大石桥区）							
b	大理岩采自青塔子（开平、辽宁、大石桥区）							
c	大理岩采自青塔子（西山、邻近大石桥区）							

a、 b 的大理岩就是常用于北京宫殿建筑的那种大理岩。表内所有的大理岩都被引述到的那些作者们认为属五台期的。将它们与五台区大理岩的分析（比较 35 页）（译者注：

此处可能指原稿 35 页) 作了比较。上述三区的大理岩与本文所描述的苏家湾的大理岩的 CaO MgO 比值为:

	CaO MgO
大青山	1.76
白云寺、五台	1.17
房山	1.45
大石桥	1.47
苏家湾	1.62

翁先生、李先生指出了五台山系上部的高镁含量。其中不仅频繁地产有白云岩, 而且有菱镁矿、蛇纹石、石棉及滑石。迄今只知道大石桥产有菱镁矿 (见上文)。从该区 Kuan Ma Shan 所采三块标本得出 MgO 含量分别为 45.24 % , 44.72 % , 44.12 %。这几乎是纯的菱镁矿。作者尚未在五台山找到菱镁矿, 虽然它也应该存在。研究辽宁菱镁矿与其它含镁岩石的特定关系 (如果有的话), 将有助于寻找菱镁矿的勘探工作。

苏家湾几乎纯净的白云石大理岩无论如何应不乏工业价值。汉阳 (汉口附近) 的汉冶萍钢铁厂利用靠近大冶铁矿的 Li Chia Fang 开采的白云岩矿, 它只含 MgO15 % ~ 49 % , 其 CaO MgO 比值为 2.32。山西省白云岩的较高镁含量是明显的。

# 宣化一带地质构造研究

## 序 言

宣化一带之地质，其地层虽与中国北部同一类型，然其构造则极称复杂。震旦纪石灰岩有时覆掩于侏罗纪煤系之上，而侏罗纪煤系亦时藏于震旦石灰岩之间，颠倒错折，混乱失序。历年以来，调查者虽各有论著，然皆偏于矿产或注重岩石，其于大体构造之研究，尚未详尽。1929年3月，初等奉本所翁所长之命，复往勘察，历时周旬，除复勘地层及留心矿业外，对于地质构造特为注意。兹将观察所及，论述于后，以资参证焉。

### 一、本区地层次序及不整合

太古界片麻岩露出于本区北部及桑干河以南，而出乎本区之外。岩石以浅红色或灰色之花岗片麻岩为主，间有伟晶花岗岩脉侵入于其中（地层次序可参看图1，平面图见图2）。震旦纪硅质灰岩层富含硅质，极似标准的南口石灰岩，石质坚硬，在本区内多成峻拔之高山（黄阳山、鸡鸣山等）。其下之石英岩层仅露出于本区北部之烟筒山，内夹鲕状铁矿数层，不整合于片麻岩之上，全厚约达千余米。

寒武、奥陶纪在本区完全不见，惟于玉带山东麓龙眼沟内则有含铁矿砾岩一层（约1m）。砾石以硅质灰岩为独多，蔽覆于震旦灰岩之上，成为连续之接触。上为红色灰岩（约2m），再上为黑色石灰岩（约千米），石质纯洁，可资烧灰，颇类本区以外八宝山之黑色石灰岩，似属奥陶纪。其下红色页岩，应归诸寒武纪，以未得化石，不敢臆断。

煤系凡分二部，下部为粘土质页岩层（系绿色或绿色、紫色相间），在玉带山东麓及黄阳山南麓，与震旦石灰岩成不整合之接触。上部为砂岩系，灰色砂岩与黑灰色页岩相间，夹有多数可采煤层，时有侵入岩侵入于其间，两部岩层互相连续。全层总厚约500m。

火山岩系在研究区域内露头甚广。在五家沟不整合于煤系之上，在玉带山东麓以底部砾岩与煤系成不连续接触。仅在瓦窑沟竟直接蔽覆于震旦石灰岩之上，煤系地层完全不见。凡此皆足以表明，本系生成以前，当有

一地壳运动期也。本系岩石下部富凝灰岩、凝灰砾岩、火山岩流及页岩（曾于此层内得有不

图1 宣化一带地层柱状剖面图



图 2 宣化一带地质构造简图（简化）

完整之植物化石)、砾岩等。上部富集块岩、火山岩流及红色砂岩层。全系层厚约 400m。

红砂岩系整合于火山岩系之上。岩石以红页岩、红砂岩、砾岩及火山岩流为主。分布颇广，尤以在立石村附近最为发育。

以上所述各系之地层时代，本所王恒升技师已得古生物学之鉴定，大致煤系约与北平西北之门头沟系相当，属于早侏罗纪。火山岩系属于早白垩纪及晚侏罗纪。红砂岩系属于白垩纪。自构造上言之，震旦石灰岩竟直伏于煤系之下，而火山岩系又时盖于石灰岩之上，可见各地层之间实有极大之不整合焉。

下部之不整合，在震旦纪后灰岩与煤系之间，在玉带山东麓及黄阳山南麓，煤系下部之页岩层直接覆于石灰岩之上。然在西窑沟附近，页岩层不见，石灰岩以上即为煤系上部之砂岩系，但皆成平行之接触，而石灰岩之上部亦显侵蚀之形迹。可见煤系与石灰岩直接之接触，与夫古生界岩层之缺失，实为一不整合，并非有何断层接触之关系。大致当煤系沉积以前及古生界岩层蚀去以后，石灰岩曾经一次起伏之运动，而成一极平缓之向斜层。西窑沟约当其西翼，玉带山殆近平中轴，煤系下部之页岩层仅沉积于凹地，页岩以上之砂岩系始延展至西翼，而全部煤系遂与石灰岩成不整合之接触，不过因向斜层几近水平，在小面积内不易见走向倾斜之差异耳。

上部之不整合，在火山岩系与煤系之间。火山岩系生成前，以地壳褶曲运动较为急烈，起伏既多，侵蚀加速，隆起之部，煤系尽被蚀去，低下之区，煤系仍得潜存。火山岩以下之不整合，即代表所谓燕山期地壳运动，因此运动，火山喷发而成火山岩层，此实为在中国北

部最普通之情形也。惟此运动，在研究区域内为期不长，如王技师所言，至火山岩系末期即渐趋平稳，故火山岩流以上有红砂岩之累积。迨迄白垩纪，火山复炽，地动又起，粗面岩、流纹岩即于是时生成。自是经中晚白垩纪绝少地壳运动之现象，因而有立石村附近红砂岩层之生成。该区白垩纪以后，地壳又起极烈之变动，逆掩断陷，因与发生，此将所谓逆掩构造也。

## 二、八宝山地质构造及鸡鸣山逆掩褶断之显露

八宝山震旦灰岩之露出，似与鸡鸣山之逆掩有密切之关系，惟笔者足迹未至，不能详细记述，兹就本所谭技师之报告，择述于后，以资参考。

八宝山南坡断层，其最重要者为割切硬质灰岩、寒武奥陶纪及煤系凝灰岩之断层，延长约 10km，错动剧烈，而断层面倾斜，大约为逆掩断层。

鸡鸣山在下花园之东南，为震旦灰岩所造成，孤山矗立，高出地表约 500 余米，凡至此者，莫不注意。该山之露头，甚为明显，灰岩层倾向东南，惟其北面之倾角几近陡立，南面之倾角渐趋平缓。又其上部似受挤压之影响，略显褶曲之迹。大致鸡鸣山石灰岩为一倒转背斜层，向北倒覆于侏罗纪煤系之上。在倒转背斜下翼之断层面，大致平缓地向南倾斜，其为逆掩褶断，显然可见。更进一步观察，于鸡鸣山西坡上有旧煤窑一处，其坑道在灰岩之下，东进数百米，现在坑口仍堆积煤系内之废石，以此又足以证明，震旦灰岩层，几全部浮铺于煤系之上，其为逆掩断者更无疑义。

近断层处之煤系，自为固定之地层，察其倾斜极无一定（图 3），于是此山以北之煤层倾向多近直立。此种情形，说明震旦石灰岩由南向北移动之意义。

图 3 鸡鸣山逆掩褶断图

1—硅质石灰岩；2—煤系页岩；3—辉长岩

鸡鸣山北约 2000m 之处，见山顶上满布巨块灰岩，平铺散裂，盖覆于煤系之上，极为整齐。颇似此山顶从前曾有一灰岩，悉成碎块，今乃无余。果尔，则鸡鸣山灰岩向北之移掩，大概甚远，恐不只至鸡鸣山而止也。鸡鸣山在八宝山西 15km，其石灰岩之露头虽不相连属，然就其断面之走向错折之性质观之，似为同一之逆掩褶断，由南向北移动，而得与煤系成直接之接触者也。

自鸡鸣山逾洋河而西至玉带山东麓，低岗起伏，皆为煤系，而震旦灰岩突于煤系中又复出现。其在龙凤沟内之露头，甚为显明，大致作东西走向，为一缓平之背斜层（图 4）。其南翼倾斜几近水平，上接以煤系下部之页岩层；然在北翼倾角已逾  $30^\circ$ ，乃以错断之关系，石灰岩遂与煤系成断层之接触。断层面面向南倾甚陡，似属鸡鸣山断层之延长，再西即隐昧不显。就上所述，鸡鸣山与龙眼沟之褶断面虽有陡缓之不同，然推其构造之来源，实受同一之横压力，仍带逆掩褶断之性质。

## 三、大台沟逆掩褶断及大台沟以北地层之褶曲

鸡鸣山逆掩褶断仍向西延展，至沈庄以北之大台沟又复显著。沈庄东北有石灰岩之小

图 4 玉带山东麓剖面图

1—硅质石灰岩；2—寒武奥陶系；3—煤系页岩；4—辉长岩

山，入大台沟而北，即至小山之西侧，则见震旦灰岩层浮铺于煤系页层之上，同成东南之倾斜。稍北，沟之西坡上又见较平缓的向南倾斜之煤系页岩，竟盖覆于灰岩之上，成平行不整合之接触。若此情形，直可以向斜构造说明之。沈庄以北之石灰岩为其南翼，大台沟西坡之石灰岩即属北翼（图 5），但南翼石灰岩底部多呈角砾状，似为断层破碎所生成。由此以观，是则石灰岩褶成向斜之后，而横压力仍推进不已，遂成逆掩褶断，俾南翼石灰岩露出特高。此逆掩褶断，殆即鸡鸣山褶断线之西端。自八宝山至此褶断线，共长约有 25km。

图 5 大台沟逆掩断褶带和黄阳山逆掩断褶带剖面图

1—硅质断褶带；2—煤系页岩；3—凝灰砾岩

大台沟以北，即下桃园以东、以西之地层，因受横逆迫压之影响，多显褶皱之形迹。震旦石灰岩露出于背斜轴部，较新之岩层即潜伏于向斜之地。紫坡窑一带之煤系，则为一不对称向斜层。由此而西，灰岩间时藏煤系之页岩层。解说者谓此必有特殊之构造，但细察其来源，实系紫坡窑页岩层之延长，而仍为甚狭之向斜层，想亦褶皱地层中应有之情形也。

#### 四、黄阳山及老鹳山之构造

瓦窑沟平山起伏，尽系凝灰岩。此凝灰岩在村以西即老鹳山之东坡上，显示其平行地不整合于震旦灰岩之上。又村东不远与凝灰岩相接触者即为黄阳山之石灰岩。黄阳山岭（黄阴山在内）突出屹立宛如屏障。其西面之悬崖，自侯家坡向北又东，蜿蜒数十千米。说者皆谓此处必有一正断层。兹据笔者之考察，并非有何上下错断之形迹。然黄阳山石灰岩之露出，究属何种构造乎。欲穷其究竟，不得不就实际之观察研究证明而推断之。

黄阳山之构造如假定其为一正断层，东高西低，则俯仰两侧之升降，仅限于上下压力之冲动，断层附近必不能有横逆迫挤之情形。而今事实上乃确有如此之景象，如黄阳山石灰岩之倾斜变化甚多，往往起多数小褶皱，而瓦窑沟以西之各岩层，亦极呈褶曲之形迹。西至老鹳山西麓，褶曲尤剧，岩层破裂，故石灰岩遂错断露出，而与凝灰岩成断层之接触。凡此为在正断层发生之区域内，实不多见之事实。足见黄阳山之构造，非为一正断层，而所有上述之情形，恰合逆掩褶断之性质。大抵黄阳山石灰岩如鸡鸣山之逆掩，亦为向西倾侧之背斜层，全部覆掩于凝灰砾岩之上，其下殆必有向南倾斜之断层以间之（图 5）。至老鹳山之波起、亦因受此横冲之影响。

## 五、威丛山石崖山黄土沟三处之正断层

威丛山之石灰岩因断陷而出现，其西麓之正断层，自阳城向东北延长约 4km。此断层线之走向与上述之逆掩褶断大致互于平行，盖因受横压力波及之影响而生也。

宣化城西南 15km，震旦石灰岩突然出现，于火山岩内组成孤峰屹立之石崖山。谭技师谓有垂直断层绕其四围而成地垒，此在理想上似为不应有之事，然在事实上确有可信之证据。石崖山四围之凝灰岩皆向外倾斜，而石灰岩大致成平层高起（参看图 6），且又下入甚深，似有根株，此可信其因四围断陷而起者一也。山前山后小沟中皆见石灰岩与凝灰砾岩成断层之接触，而石灰岩断面上之直立擦痕甚为明显，擦痕与层理几成直角，此可信其因四围断陷而起者二也。有此诸证，其为地垒构造者可无疑义。然则地垒成因又将作何解说耶。按石崖山密弥娘子山，此为在白垩纪火山岩喷发最烈之区，大抵石崖山下亦有岩浆藏伏，迨至重要地壳运动期至，即欲寻隙而出，嗣未达到喷发之目的，结果仅石灰岩被拥托而起也。最近德日进氏在宣化正西，于独立石灰岩四围断层间见有侵入岩，足证石灰岩下必有岩浆之存在，或即笔者之假想于此验矣。

图 6 石崖山地垒构造示意图（无比例尺）

1—硅质石灰岩；2—集块岩；3—粗面岩

宣化正北黄土沟附近有一正断层，向东绵亘数十千米。仰侧为石灰岩，此岩层大致向南倾斜，组成宣化盆地向斜层之北翼。

以上所述仅择涉及全局构造，最关重要者而推论之，其余之细小构造概从舍去。

## 六、全部构造生成之历史

就以上所论各部之构造，可以推想全部构造生成之历史。本区地层（自震旦系至白垩系）先受由东南方来之横压力而起褶皱，遂成极缓倾之向斜层与背斜层。黄阳山脉即为背斜之构造，桑干河殆迫近向斜之中轴（参阅图 2）。但生成桑干河向斜层之动力向北分布，而遂集聚于北翼，故黄阳山脉之背斜层，因受急烈之推挤，复起向北倾斜之小褶皱。然横推仍甚力，岩层因而破裂，遂成多数逆掩褶断之构造，使较古之地层断移于较新之地层之上，以致构造有今日之复杂，而成颇费解释之问题也。使此逆掩褶断发生之横压力，自东南而西北实含有由急而缓之顺序，故在黄阳山脉之东部所受横推之影响最为剧烈，石灰岩破裂后向西北推进，而逆掩于煤系之上，其断移距约有 2000 余米，此鸡鸣山逆掩褶断也。此断层之北，横迫力较缓，故石灰岩先成缓倾之褶皱，后以动力推进不已，褶曲剧烈，而亦断移于火山砾岩之上。惟断面倾斜较陡立，断距不过千米，此黄阳山之逆掩褶断也。再北横推力更为缓慢，石灰岩因之略显曲皱之迹，虽亦时有逆掩褶断之发生，然其断距仅数百米而已，此老鹳山之逆掩褶断层也。由斯以北，此动力即平缓续进仍向西北分布，其势力衰，至威丛山为某力（假定自对方来之一种力，其力甚微）所阻，忽生断陷，即威丛山断层，东部升高，西部下降。盖两力相连，即相抵消，西来之力既弱，故多消灭，使地层下降。在东进之力，仅能消去一部分，故东部地层得以上升也。

横压力再西进至石崖山时，则前所谓该山灰岩下之岩浆遂乘机活动，其结果两力相连，发生断陷，即成所谓石崖山地垒构造也。至烟筒山一带，大致亦为此横压力分布之区。在黄土沟此力为相当动力所阻，而发生东西横亘之断层。卧虎山横岭之石灰岩因而高起，遂褶成宣化盆地之向斜层。

总上所述，可见由东南而西北所分布之动力，在鸡鸣山、黄阳山为最急烈。自此以北，则渐即于缓慢之趋势，俟因为各力所阻，遂尽行消灭也。至于逆掩构造发生之时期，最早当在白垩纪砂岩沉积以后。

### 七、附矿业情形

宣化一带出煤兼产铁。铁矿产于烟筒山一隅。鸡鸣山、玉带山、王家沟等处皆为出煤之区域。前人言之已详（参阅地质汇报第十号谭君矿产报告）。本节所及，不过就矿业最近之情形，约略论述，以资研究矿业者之参考耳。

平绥路官矿局之矿业情形，与谭技师锡畴所言无甚差异。惟近以井下各巷道，年久失修，支柱腐坏，时虞塌陷。且内一部分又为水所占，矿产量每日不及 80t。煤在厂售价每吨 5 元，多就地售于煤商，再转销于张家口一带。此处尚有小窑甚多，但兴废靡常，现在采煤者仅有七八处，各窑工人由 20 至 30 不等，工价平均三角，每日各小窑产煤总额不及 50t。

玉带山附近旧日煤窑林立，但今日开采者寥寥无几，其中以山南麓之宝兴煤矿公司为最大。初用土法开采，至 1919 年，始呈领矿区 3100 亩，又于 1927 年领照矿区 6 方里零 6 亩。先有竖坑一，斜坑二，斜坑出煤，竖坑专为出水之用。竖坑旋被填塞，又于旧坑以西凿一新竖井，与二斜坑相通，二斜坑遂用以通风。新竖井深约 200m，口为长方形。井下之平巷走向正南北，用杨柳木作支柱，采煤两层，厚 2.5m 左右。提煤用卷场机，每小时提煤 15t。全厂工人约 300 余人，除机器匠外，工价平均每人日得三角五分。产额日出煤约 250t，矿厂售价为每吨 4.5 元，亦多运销宣化、张家口等处。矿产税每吨纳洋 0.15 元，矿厂内有五马力小电机一台，锅炉四具，今又由津购来 80 马力大电机 3 台，用洋 27000 元，专为采办第二号新井煤之用（此井约于本年底方可出煤）。自矿厂至下花园车站，已设有高线路，费洋 50000 元。

五家沟天兴煤矿在涿鹿县西约 15km，创办于 1921 年，用机器开采，采煤三层，厚自 1 ~ 3m 不等。煤为有烟、半无烟两种，不能炼焦。由地面开有一竖井，口为长方形，深约 110m。井下运煤用三分之一吨之小车，以人力推至井底，由井上之卷场机提出，每小时能提煤 15t。坑内均用安全灯。厂内工人约有 300 余名，采煤者除厂给食外，每人日得铜元七八十枚、机械匠工钱自 9 元至 15 元不等。矿厂有锅炉三具，每具日燃煤 7t 许，以外设有电机房、机器房、翻砂场。产额每月约达 6000t。煤就厂售价块煤 7 元，碎煤 4 元，除供本地燃烧外，余均远销于张家口。矿产税每吨 0.15 元。

其余各小煤窑如黄土湾、郭家寺、火尖山之矿业情形，一如往昔，与谭技师调查时毫无差异，兹不赘及。总上所述，本区煤矿业数年以来由小窑而公司，其进步不可谓不速。惟宣化北之龙烟铁矿，仍在停办中，机械腐坏、屋宇倾圯，甚为可惜。

# 安徽南部九华山地质

## 前言

这次调查区位于安徽南部的贵池县和九华山镇之间。九华山是中国佛教圣地的四大名山之一，以它的风景著称。

## 地层

在本次调查的小区域内，除了侏罗纪和白垩纪外，长江下游的各种重要沉积、构造都能观察到。由于连续的向斜和背斜的褶皱和断层的存在，相同的地层常常反复出露，这些地层不是连续的，而是被几条明显的断裂分开，它们的层序自上而下如下：

大冶石灰岩.....下三叠纪至上二叠纪

龙潭煤系.....中二叠纪

假整合（可能不整合）

栖霞石灰岩.....下二叠纪

假整合

五通石英岩.....泥盆纪

风竹页岩.....志留纪

砚瓦山石灰岩.....奥陶纪

砚瓦山石灰岩：在太平曹，石灰岩常常是暗灰色或灰白色的质纯块状石灰岩。常被大量方解石矿脉穿插，上部夹杂着黄色页岩。在磺局、横桃庵等地，有同样的石灰岩。由于花岗岩的侵入，使它或多或少的变质成大理岩，有的地方含有黄铁矿晶体。荡里姚附近，由块状灰色石灰岩构成，在上部夹杂着灰色或黄色页岩。前者含有奥陶纪直角石化石。

从野鸡店到桃坡一带，出现灰黑色（有些是硅化了的）块状石灰岩，位于志留纪风竹页岩（后面将探讨）之下。根据地层和岩石学，石灰岩与上面提到的石灰岩是相同的。这个层的底部在调查区内未曾出露，但已出露的厚度估计大约有 300m。

风竹页岩：风竹页岩在刘街、磺局、大路杨等地出现，整合的覆盖在砚瓦山石灰岩之上，总的厚度大约为 100m。绿色和黄色页岩占大多数，中间也夹杂着砂岩或石英岩。这与长江下游其它地区具有相同的特点。总之，磺局地区靠近花岗岩体，这里的岩石与砚瓦山石灰岩本质上有很大区别。主要由灰绿色和黑色的板岩和淡绿色的硅化千枚岩与一层石英岩和结晶石灰岩组成，走向北东—南西、倾向北西。在离磺局西南不远的紫岩山，有一已被开采的黄铁矿，含于变质岩系中（是以矿脉的形式出现在硅质千枚岩中）。

五通石英岩：在周家冲、油榨柯、白羊等地，风竹页岩之上整合着五通石英岩。各处厚度变化很大，在周家冲厚度由 3 ~ 400m，在白羊地区厚度由 500 ~ 800m，假如它没有什么扰

动的话，根据所说村子东面有 600m 厚。

在周家冲紧随风竹页岩之上的是白色石英岩，然后经过一段为红色石英岩，再后又是紫色石英岩（夹页岩）。在油榨柯观察到的情况与周家冲相似。在白羊地区，主要由红白或白色石英岩组成，有时为中粒石英岩，该层中灰色或紫红色页岩不常出现。虽然深度的变质已经影响了它们的原始性质，其石英岩在一些地方看来仍像是砂岩。主要矿物为长石、石英和其它明显被水侵蚀了的物质。这种地层和中国科学院地质研究所的 H. M. Hsu 和王恭睦在江苏宜兴丁山发现植物化石的泥盆纪地层很相像。

栖霞石灰岩：泥盆纪五通砂岩之后缺失一段地层，随后是二叠纪栖霞灰岩，有 200m 厚。这里的灰岩保留着长江流域其它地区该层的特点。在许家岭出露的底部灰岩是深色的，中等粒度，质纯且含有丰富的化石。再向上是层理较好结构细致的灰岩（通常夹杂着黑页岩），或多或少有一些不规则的黑色燧石层。然后是没有任何燧石、结构粗糙的淡灰色岩层，紧靠煤层下面的灰岩满含海百合茎。潘家桥向东一点，该层开始伴有不很厚的细密而淡灰色的灰岩层，然后是成层很好的深蓝色含有沥青质的不纯灰岩，并有丰富的燧石。这一层的上部是薄层泥灰岩，在沥青质灰岩层内有大量的珊瑚化石。

这种灰岩在方家村也很发育，但出露较少。这里石灰岩层序的细节尚需进一步研究。不管怎样，沿途所见的露头和崩塌下来的岩块帮助我们了解燧石石灰岩在这里扮演着重要的角色。

龙潭煤系：龙潭煤系紧挨着栖霞石灰岩或五通石英岩的上部，随后是薄层石灰岩，厚度大约 100m。在许家荡出露该系的下部，由页岩和砂岩组成；在中部，粗粒砂岩占主要成分，含有薄层灰岩和 0.3 ~ 1.5m 厚的煤层；在上部出现深灰色页岩，产头足类动物群化石。

在方家和南塘湾，该系与刚才提到的地区一样为砂岩、页岩和 0.6 ~ 2.6m 厚的煤层，然而这里未见到薄层石灰岩。页岩占主要成分，有些地方含有不多的大羽羊齿化石印痕。

大冶石灰岩：整合覆于龙潭煤系之上的是大冶石灰岩，在许家荡和方家发育良好。一般为较厚层，质地致密、结构细致的灰岩，向上变为薄层灰岩，并含有黄色和紫色页岩薄层。

最上部的灰岩已被侵蚀，在许家荡附近厚度大约为 400m，方家附近大约为 200m。

## 构 造

龙潭煤系下面在层序上有明显的间断，栖霞石灰岩渐渐变薄尖灭，因此五通石英岩和龙潭煤系直接接触。但在这一地区看不到明显的不整合。

调查区内现在观察到的构造主要是由相对较晚的造山运动产生的，地质构造主要受三个向斜和两个背斜与几个较小的褶皱和一个大断层所控制。不同的构造单元叙述如下。

太平曹背斜：太平曹村附近的地质构造主要是由一个轴向东西的背斜为代表。这个背斜被认为是半穹窿形的，除了东边被花岗岩侵入变形之外，几乎向所有方向倾斜。在这个背斜的中心部位，西边为砚瓦山灰岩所环绕，而北边和南边为风竹页岩所环绕。离荡里姚南边不远处，砚瓦山灰岩突然从风竹页岩中出现，形成一个小圆丘。小圆丘明显是一个轴向南东—北西、背斜背部被削蚀掉了的穹窿状构造。它很可能是太平曹背斜向西沿伸的部分。在它们之间靠近刘山，有一个平缓的凹陷，因而，这里的石灰岩未曾暴露地表。

许家荡向斜：在制图区的中心，分布着一个多多少少有点对称的向斜，在许家荡发育很好。向斜轴的方向为东北东—西南西。向斜中心出露的最新岩石是大冶石灰岩，而它的南边

图 1 安徽南部九华山一带地质图（王恒升、孙健初测）

1—砚瓦山石灰岩；2—风竹页岩；3—五通石英岩；4—栖霞石灰岩；  
5—龙潭煤系；6—大冶石灰岩；7—花岗岩；8—土



和北边分布的是龙潭煤系、栖霞石灰岩、五通石英岩、风竹页岩和砚瓦山灰岩形成向斜两翼。所有构造见图 1。

向斜两翼的倾角在  $45^{\circ} \sim 65^{\circ}$  之间变化。向斜向西继续延伸，但逐渐降低了幅度。到潘家桥的东边，只有栖霞石灰岩和五通石英岩。再向西远至王家塘，超过了调查区。据朱森的报告，再次推测与许家荡的构造有相同的特点。

方家向斜：在许家荡向斜以北，方家地区对于构造研究来说是一个饶有趣味的地方。这里的构造是北东—南西向的向斜，向西就成为向北西倒转的向斜（参见图 1 下部剖面）。这个向斜的北西翼地层倾角有规律的向南东方向倾斜，倾角  $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。在白羊地区，地层的倾角很陡，在  $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$  之间变化，倾向南东。但是从这里朝北，它又变得非常平缓，大概只有  $30^{\circ}$ 。因此栖霞灰岩以倒转层序在龙潭煤系之上。这种现象可以在方家村附近明显的观察到。

野鸡店背斜：在上述两向斜之间，野鸡店有一背斜（参看图 1 剖面），这一背斜走向东北东和西南西。砚瓦山石灰岩在背斜的中部露出，相继的地层构成两翼。南东翼地层倾角比较平缓，大约为  $55^{\circ}$ ，而北西翼为直立的，甚至向南东倾斜，背斜明显朝西北倒转，骑在方家向斜上。

同一背斜明显地延伸到桃坡和新开路，在这儿南边被一条较年轻的断层把它和许家荡向斜的西向延伸部分分开。

概述以上事实，很明显形成这些褶皱的挤压力来自南东方向。这些褶皱也明显是在三叠纪以后形成的，具体的时代还要将来考证。然而在调查区附近贵池北区的馒头山地区，从第三纪的红层向上没有剧烈的造山运动的发生，我们有理由设想这些褶皱代表了燕山运动的一幕。

## 火 成 岩

火成岩特别是花岗岩侵入，在这一地区地质构造中扮演了相当重要的角色。这里有三个主要岩体，从东到西是九华山花岗岩，小麦岭花岗岩和梨山花岗岩。它们不但有壮观的风景，而且使侵入沉积层强烈变质，同时伴有经济价值的金属矿藏，下面是岩性特点的简要概述。

### 九华山花岗岩穹窿

九华山是我国四大名山之一，受到旅游者和佛教信徒的高度赞颂，它座落在离贵池城东南大约 45km，大通以南大约 40km，高出海平面大约 1000m，高出附近平原大约 950m。在东区和北区这些山以悬崖和峭壁迅速结束，南面和西面逐渐下降到多山的石台县地区。在晴天，于长江的船上可以看到群峰直插云天，而长江像一条白色的飘带，飘浮在褐色的地毯上。有时迷人的山色隐藏在变幻的迷雾中。白云像带子一样，吊在半山之间，把山分成两个部分。在山的上、下部分，都有在阶地上修建的金碧辉煌的庙宇。在接近最高处，有几座更加美好的寺庙（图 2）。

如图 2—1 所示，这样一个美丽的风景区，全为广大的花岗岩侵入体所占据。在西面，以砚瓦山石灰岩为界，就侵入岩与奥陶纪石灰岩以较大的倾角平行于接触边界来推测，它可能是一个半穹窿构造。然而其它三面，都超越了调查区的范围，这就需要将来进一步研究以

图 2 九华山风物图

检验这个假设。

这种花岗岩在九华山发育得较为典型。它主要为褐色或带一点红色的褐色、中等粒度、结构致密的岩石，含有大量长石、石英，仅有的伴生矿物为铁镁质矿物。它一般具有高度抗风化、耐侵蚀、向上拱起于围岩之上的特点，以显著的悬崖、崎岖的山峰（图 2—3）和陡峻的山脊（图 2—2）的形式出现。

在显微镜下观察，石英几乎和长石同样丰富，以大的、扁豆状集合体或小粒状的形式出现。在后一种场合，它并不经常显示出它形轮廓充填在其它成分颗粒之间的空隙内。

长石通常是板状的正长石，奥长石也很丰富。奥长石的特点是多种双晶和带状结构，有许多双晶并呈土状。在高倍放大的情况下，在蚀变体内，可以清楚地区别出绿帘石和次生绢云母。另一方面，正长石一般表现较为新鲜的卡尔斯巴双晶或是单晶，有较低的折光率，可以准确无误地把它与其它斜长石分开。

在一些镁铁矿物中，黑云母比磁铁矿常见，风化后变为绿泥石或褪色的绢云母。

朝边界方向，例如靠近紫岩山，其结构和成分都发生了变化，组成的晶粒减小，有时排列整齐，构成粗粒的片麻岩状结构。白云母代替黑云母变得普遍起来。除了上面提到的正长石和奥钠长石之外，还有一种以栅状结构为特征的微斜长石细粒伴以石英环绕另外一些大的矿物粒。石英以两种形式出现，一是大扁豆状的集合体；二是以包含在长石内有腐蚀了的锯齿状边缘的包裹体形式出现。

然而有一些被紧密结构、粗粒、明显的新鲜度且相当丰富的暗色斑点、含有黑云母片和柱状角闪石的某些灰色的多种特性的花岗岩，它是当地唯一用于建筑的石料。例如九华山西部的姚家塘。

这种花岗岩在显微镜下观察，长石和石英占主要部分，与上述花岗岩一样，石英与长石近乎同等的丰度，但它与后者有两点不同：镁铁矿物含量增加，含有绿色角闪石和云母片；有大量副矿物如磷灰岩、磁铁矿、榍石，榍石以独立的楔状晶体的形式分布，或者与磁铁矿、磷灰石、角闪石共生，磷灰石有时以包体的形式包裹在长石内。绿色的角闪石为一种正常类型，具有明显的多色性和双晶，经过风化后，变成绿泥石和绿帘石。

根据矿物学，这种成分的岩石叫做角闪石花岗岩是比较恰当的。它代表了侵入的后期阶段或岩浆固结作用的局部减缓。除此之外，整个岩体在构成上好像是相当均匀的，因为岩墙和岩脉非常少。到目前为止，我们只在太平曹东南 0.5km，靠近一个小村庄，发现了一个花岗岩斑岩岩脉。由于严重的风化，长石结构完全转化成次生绢云母，中间夹杂着一些不能确定的物质嵌入非均质中，多少有些熔蚀的石英斑晶偶有出现。

接触带：如地质图所示，这一花岗岩体在西部被上覆志留纪风竹页岩和奥陶纪石灰岩所围绕。在磺局附近，上面所记的纯石灰岩在很多接触处已变为白色大理岩。而在不纯石灰岩或泥质沉积中则变为具有平行带状，含有石英颗粒和绿泥石的杂色变质岩。磺局东北大约 500m，有一个名叫横桃庵的小庙正好建筑在接触带上。在这里，泥质石灰岩变质为含有硅灰石片、长石和石榴子石颗粒平行带状为特征的褐色岩石。硅灰石通常聚集成大的透镜体，偶见石榴子石粒穿过它沿它的主轴星散分布。外表呈土状的长石常无一定的形状。当砂质条带作为捕虏体结核出现在边界上时，它们经受强烈的变质作用变成富含白云母的片麻状构造。据这里的野外观察所示，石灰岩远离接触带，其变质程度迅速下降，其影响程度不超过 100m。

接触交代铁矿床：这种矿床虽然在这里或那里都有分布，例如在紫岩山东面的斜坡常是质差量少的贫矿床，因而没有经济价值。离接触带远一点，发现了热液变质的方铅矿和黄铁矿脉。太平曹东北大约 100m 有一个废矿洞。据说紫岩山南山脚侵入志留纪页岩中 1m 厚的未变质的石灰岩中含有方铅矿和黄铁矿脉。笔者早已指出应勘察黄铁矿床，因在以前已经开采出数千吨硫磺。

## 小麦岭花岗岩

这是一个侵入于奥陶纪石灰岩和志留纪页岩的小花岗岩体，它只有南部的一部分在调查区内。目前根据它的岩石学特征考虑，像是正常的九华山侵入体类型。再朝东北，在调查区以外，它十分靠近主侵入体，表明它们两者在地下是相连的。在边界处，金属矿床如方铅矿也出现在正常接触带影响的围岩附近。

## 梨山斑状花岗岩

梨山是在贵池县东南大约 5km 处，突然高出波状起伏地大约 100m 的一个小山。它覆盖着另一个在南面侵入到泥盆纪石英岩和栖霞石灰岩的花岗岩侵入体。由于大多数接触带被现代冲积层所掩盖，侵入岩和被侵入围岩的接触关系模糊不清。然而根据泥盆纪石英岩和一同卷入石英脉的变质特征揭示的情况，毫无疑问，它是侵入成因的。

这种岩石具有显著的斑状结构并伴有大的板状结晶的长石片，偶可达到 1cm。石英通常是灰色粒状星散的分布于显晶之间的孔隙中。它的数量比九华山主岩体的少，显微镜下研究

表明，大多数的显晶是单晶或卡氏双晶正长石。正长石的数量比斜长石多得多。斜长石通常有复合双晶，具带状构造，与奥钠长石成分相同。在镁铁矿物中，包括角闪石、磁铁矿、黑云母占优势。屑石的楔形结晶作为副矿物出现。

然而有中等粒度的淡色变质岩的出现，显微镜下观察富含石英。长石常以条纹状纹理为特征，大部可能为歪长石。石英偶以长石中的包裹体文象增生的形式出现。这种岩石通常十分容易崩解，并随之构成突出的致密斑状类型岩石周围的低地。

火成岩的年代：通过肉眼观察和显微镜下研究，表明这三个侵入体除了后两个小岩体的斑状结构、钠长石相对丰富之外，在性质上基本相似，这样明显的变化较易观察。我们认为它们来源于共同的岩浆源，只是在不同的条件下凝固而已。如图 1 中所示，最大的花岗岩是九华山岩体，侵入到的奥陶纪石灰岩是这一地区已知最老的层位。九华山岩体是在很厚的沉积岩覆盖之下慢慢冷却的大岩体，形成了相当均匀的结构。另一方面，梨山花岗岩隆起的高度与二叠纪的石灰岩一样高，因而是最浅的岩体。由于斑状结构常是浅成侵入的特征标志，它固结成明显的斑状结构，与深成的均匀结构有很大的矛盾。小麦岭花岗岩侵入于泥盆纪石英岩中，居于中间位置，像九华山岩体一样，具有均匀结构，然而在矿物学上，它的细颗粒看来更像梨山侵入体。

就在这一地区尽可能看到的被侵入岩影响的最年轻地层是下二叠纪栖霞石灰岩，这就意味着这些侵入岩侵入的时间在栖霞石灰岩沉积之后。然而在其它各地的观察表明，中国中部广泛分布的花岗岩体大部分所确定的年代为上侏罗纪和可能到白垩纪。这样，笔者倾向于可归之于中生代的侵入。如以前所指出的，褶皱的形成与燕山运动有关。它最后的活动期也是侏罗纪和白垩纪，因之，火成岩的活动时期可能与造山运动的时期紧密的联在一起。

# 绥远之宝石矿

## 前言

1930 年，笔者在对绥远 东端大青山的地质调查中，于兴和县东北 15km 的二道牌 (Erdaopei) 附近发现了几处绿柱玉矿床，并在那儿发现了石英和绿柱玉晶体。对此，王绍文先生做了结晶学的描述。当 1932 年春笔者继续对绥远中部进行地质调查时，有机会勘察了奎腾梁 (Kueitengliang) 和舍特那拉 (Sheitenaula) 两地，即陶林县 (Taolinhsien) 东南 15km 的黄花各洞和固阳县的沙林胡同 (Sailinhutung)，并在那儿发现了两处含有绿柱玉、黄玉和烟晶的矿床。这些矿床与大青山东部的矿床属同一类型。

这些矿床的地理分布 (图 1) 是由笔者陆续发现的。显而易见，这些几乎联接着的宝石矿床带，大约平行于内蒙高原的边缘。下面是对这些矿床的描述。

图 1 内蒙古西部宝石矿床分布示意图

## 黄花各洞 (Huanghuakotung) 宝石矿床

地质概况：黄花各洞地区是以黄花各洞山为最高峰，具有自然断裂山峦特点的地域。这种含有副片麻岩的地质构造或许属于桑干 (Sangkan) 系和五台 (Wotai) 片麻花岗岩。具有白色大理石条纹，这种片麻花岗岩曾部分被花岗岩浆强烈渗透而形成了有条纹的伟晶岩。被花岗岩浆所侵入的构造呈岩基状态。这些花岗岩呈微红色，晶粒平均 3mm 左右，其结构具有石英 > 正长岩 > 奥长岩 > 黑云母的典型花岗岩质地。而伟晶岩则以宽度不等，带有狭窄条带或斑块的形式存在于花岗岩中。它们以其自然而完美的形式结合在一起。伟晶岩 (图 2)

---

本文系孙健初于 1932 年写成，发表于 1933 年《中国地质学会会志》第 12 卷。原文为英文，由徐旺译为中文。即今内蒙古自治区西部，建国前称绥远省。

所示，主要是由石英带有白云母，有时带有绿柱玉和黄玉的正长岩构成。尽管一些正长岩晶粒在 1 ~ 2cm，花岗岩与正长岩却在平均 5cm 的巨粒晶体存在。

在黄花各洞发现了相当数量的绿柱玉矿床，这里仅对下列做一简述。

(1) 葱盛沟 (Tsungshenkou) 矿床：在 Tsungshenkou 坡上，存在于花岗岩中的伟晶岩体呈不规则的东北和西南走向，向西北倾 80°。这种伟晶岩的大晶体是由烟晶、微红色正长岩间或有白云母组成的。有一口老矿井在深入伟晶岩 3.3m 左右碰到了岩洞。

另有一口矿井也在进入伟晶岩处碰到了岩洞。这些岩洞或多或少属于 0.7 ~ 1m 的球形，内壁上带有向内凸出的烟晶晶粒。那些完全暴露的石英已被采掘尽了。

(2) 董台沟 (Tungtaikou) 西部矿床：这些位于 Tsungshenkou 西北约一公里处的矿床已被开采过，开采地有一些带有不规则坡度的小矿井。原岩是呈微红色中型块状的花岗岩 (图 3)。这些岩洞位于西南部，它们的倾角几乎是垂直的。当矿床深入到岩脉 6m 深处时，露出三个略呈圆形，尺寸在不足 1m 到 1m 之间的岩洞。岩洞壁是红色或黄红色粘土，它们可能是风化了的长石。尽管一些烟晶镶嵌于岩洞壁上，但许多烟晶晶体，间或有绿柱玉陷于这种粘土里。毫无疑问，他们曾形成于岩洞壁上，但现在松散脱离了原来位置而被埋于粘土中。烟晶呈黄棕色到几乎是黑色不等，最大晶体横断面是 0.30m，10cm 宽。绿柱玉 (全部是小晶体) 呈蓝绿色，通常坚实地镶嵌于石英晶体中 (图 4)。

图 2 图形表示黄花各洞在花岗岩和伟晶岩中的伟晶岩脉

图 3 黄花各洞董台沟伟晶岩粗粒花岗岩和文象花岗岩关系图

图 4 黄花各洞伟晶岩岩洞横切面图

(3) 徐马湾 (Hsumawan) 地区的矿床：在徐马湾地区的矿床仅发现两处并被采掘过。其中一处位于徐马湾东南约 500m 处。在那里原岩为粗晶粒花岗岩和大粒状的伟晶岩。主要

含有石英和正长岩，带有极少量白云母。后期的岩石同前期的粒级是渐变的。

据矿工说，伟晶岩中有 0.33 ~ 1.3m 不等的岩洞。它们部分地或全部地被黄红色粘土填满着。石英、绿柱玉和黄玉就附着于这些岩洞壁上，有时也埋在粘土中。

勘察期间，笔者在废石堆上发现了烟晶、绿柱玉和黄玉的样品。黄玉呈淡绿色。另一处位于徐马湾东南 1km 处。那儿有一口几乎黄土填埋了的嵌入伟晶岩脉的矿井，可见原岩是花岗岩。矿井东边的花岗岩与伟晶岩紧密结合，已被严重风化，呈黄红色。据说，伟晶岩脉含有几个充满黄红色粘土的岩洞。这些岩洞含有近乎于黑色的烟晶。

## 沙林胡同 (Sailinhutung) 宝石矿

地质概况：这一地区的岩石几乎完全是不规则结合在一起的花岗岩与伟晶岩。伟晶岩在花岗岩中形成了宽度不等的岩脉和完全不规则的岩斑。一般说来，尽管具有结晶连续性的特点，但一种岩石演变为另一种岩石是相当突然的。这些花岗岩是一种相当均匀、呈微红色的细粒岩。可在显微镜下看到这种矿物成分的顺次分布量是石英和正长岩 > 微斜长岩 > 黑云母。这种伟晶岩是几乎具有和花岗岩一样特性的矿物质。石英是主要矿物成分，正长岩次之，微斜长岩居第三，其次是白云母。石英，包括上述各矿物常常是以块状存在的。

宝石矿床：这些宝石矿床发现于两地，即 Chachitsun 和 Tsaoshan 许多矿床已被当地人开采，但目前没有一个正在开采之中。

(1) 察其松 (Chachitsun) 矿床：在察其松西部有相当数量的伟晶岩脉，厚度在 0.33 ~ 2m 之间，呈北或西走向和倾角直立，这些矿脉仅有三处发现有烟晶和紫石英，岩石洞呈圆形或略呈双面凸形。厚度在十几厘米到 70cm 不等。洞顶通常是石英，洞壁是混有少量石英的闪长岩，同时也含有烟晶和紫石英。在废矿井里仅可见有劣质的烟晶与紫石英。但有报告说，在采掘中，已发现了优质晶体。

(2) 召山 (Tsaoshan) 矿床：在 Sailinhutung 西南 1km 的坡上 (Tsaoshan)，有几处西或西北走向和倾角直立的伟晶岩脉。岩脉一处曾被一口带有不规则坡度的矿井开采。此井已被土掩埋。据报告在此井口处发现了石英与紫石英。

## 大青山宝石矿

地质概况：大青山本身可能由太古代的黑云母片麻岩构成的，在其东南侧为较新地层，如中生代岩层和第三纪玄武岩溶岩。大青山西部的黑云母片麻岩中发现有花岗岩侵入岩浆，这种含有石英、正长石、奥长石和黑云母的花岗岩矿物构成与黄花各洞的花岗岩相同。其中同样也发现了伟晶岩脉与不规则伟晶岩块。两种岩石的粒级是渐近的结合在一起。这种伟晶岩主要含有石英、正长石和少量的黑云母、白云母和不透明的绿柱玉。

宝石矿床：几个厚度在 0.30 ~ 1.7m 的伟晶岩洞发现于大青山西坡的二道牌村附近。这些伟晶岩脉具有含烟晶和绿柱玉的岩洞，在外形上略呈圆形，在 0.7 ~ 1m 之间，但有些却很不规则且很小。有时，烟晶和绿柱玉晶附着于岩洞壁上。有些情况下渗漏的水在岩洞壁上产生了崩解作用，以致晶体从洞壁上散落而陷埋于粘土之中，岩洞底部主要是含有石英碎块的粘土。

在勘察时，没有做任何开采工作。只有一些劣质烟晶与绿柱玉晶粒堆集在几个旧井口，

这些绿柱玉呈淡绿发蓝色。这种结晶特点王绍文已作了研究，他曾注意到下列特点：(1) 绿柱玉晶体具有棱柱面，包括所有六角棱柱体的棱柱面，而第二个棱柱一个面和第一个标准面在两个棱柱的窄带间发展相同。(2) 晶体常常在规则六棱形中呈现出一个核。因而王先生认为晶体是带有不等同发展的六个面棱柱体。所有上述晶体都是被截去了两头而成为平面的。

## 宝石矿的成因

这种花岗岩和伟晶岩，如上所述，具有自然分晶结合的特点，具有同种矿物构成。因而可以肯定两种岩石结晶是由同一种岩浆产生，而且伟晶岩可看作是花岗岩中的分离物。

笔者的地质调查表明这种花岗岩几乎没有任何岩洞，岩洞仅发现于伟晶岩中，这些岩洞是伟晶岩在固化过程中引起的。事实上，它在结构中可有一定的作用，但却被一些物质填埋而消失了。石英、绿柱玉和黄玉晶体镶嵌于岩洞壁上和从洞壁向内凸出的形状显示了这一点。或许，在伟晶岩脉固化后，岩洞立刻被过热的蒸汽（它们后来可能因液化而消失了）填充。这些气体或液体或许带有大量在溶解状态中的矿物质，如硅石、铝土、氟氧化物和银氧化物，混合着石英、绿柱玉和黄玉晶体形成了岩洞壁。石英晶体的数量表明，硅石是这些物质中最丰富的。



# 绥远及察哈尔 西南部地质志

## 第一章 绪 言

绥、察调查，前后凡三次。1930年春，奉派调查察哈尔西部地质矿产，先由张北调查向西而进，至土木路、兴和折西而行，经怀安而去阳原，后至山西之天镇，小作逗留，即迺返北平。1932年春，本所翁泳霓所长应绥远省政府之邀，派健初前往调查地质矿产。爰于四月二十八日由北平出发，次日抵归绥，越四日向西北进行，经察素齐入武川西部，多日而返归绥。复由归绥东进，经集宁陶林，旋阻军事，折向西行，经萨拉齐、包头、安北、固阳，而返归绥，由归绥乘车回平。惟该省之陶林兴和间因军事发生，未及考察。复于1933年春，由北平前往，以补所缺而竟全功。三次调查，计费时共四月余，行程曲折可3000km。调查区域在北纬 $40^{\circ}30'$  ~  $41^{\circ}30'$ ，东经 $108^{\circ}$  ~  $114^{\circ}$ 之间，幅员占绥远之本部及察哈尔之西南隅，亦即张垣以西，五原以东，归绥以北，百灵庙以南之地也。

本区地质，屡经中外学者考察，足资导循。1864年，有本拍里氏至丰镇及岱哈。1871年，李希霍芬氏勘察西营子及其迤南之小大青山。1915年，翁所长调查大青山，兼涉四子五旗之一部。1923年，德日进氏经乌拉山入后套，而至鄂尔多斯之西端。1925年，大青山地质，复有本所王竹泉较详之勘察（见地质汇报第十号）。各有专论图说，散见于群籍。其后欧美人士屡至边地，所得结果，时有发表，亦可参考。惟矿产除大青山之煤矿已经翁所长及王竹泉详细调查外，其他各矿见于前人之记载者甚鲜。众口所传，西北为天赋独厚之区，矿产尤为丰富，言之过甚。学者一见即知其为过实之誉，而疏于科学之研究。然一般人莫明真象，徒兹疑义。兹幸得实地调查，一探究竟，虽未遍历两省全境，而足迹所至，已尽桦山、奎腾梁、大青山、乌拉山、色尔腾山、狼山等山脉（为两省地质最显著之区域）。于地质方面，略得其梗概，藉究前人观察所未尽。于矿产方面，亦务究悉其底蕴，冀破已往道听途说之弊。惟限于时日未能到处勘察，遗误之处，在所难免，邦人君子谅而教之，则甚幸焉。

本书以中英文叙述，英文记地质较详，多重学理，记矿产仅及产状之大概。而中文则言地质以简明为主，论矿产则较为周详。就所查各矿分别详述，以定其价值及实业经济之关系，不贬抑、不褒扬，惟求其确实而已。在本区以内，曾经学者研究而此次未及考察者，亦摘要编入，以供参考。

绥察调查，承省政府及各县长之招待及绥远建设厅科长王如南、技正冯寿垣两先生之匡助，实地工作得以成功，书此以志感谢焉。

---

绥远、察哈尔为旧时的两个省份名称，现主要为内蒙古自治区所辖。  
本文原载于1934年地质专报甲种第12号。  
即今呼和浩特市。

## 第二章 地 文

就各种地形图观察，则知绥、察大部为蒙古高原所占，其地势甚高，其上面颇平。惟至高原之南沿，始见崇峻之山岭，如狼山、乌拉山、大青山、凉城山、桦山诸山脉（图 1）。大致走向皆东西，实则往昔，本为高原之一部，旋以河流侵蚀，而分离成为今日之蜿蜒岭脊者也。此为调查范围内最重要之岭干，亦内蒙著名之山脉也。此山脉之在东南者，南连丛山，而在西南者俯临黄河平原，旧地理书所谓阴山山脉，即指此言，然详察之，实可分为若干不同之山脉也。

图 1 绥远及察哈尔西南部地形略图

### 高原

蒙古高原位于察、绥之北部，东起多伦以东，西逾居延海以西，南起归绥，北越库伦城，纵横所及可达 8 万  $\text{km}^2$ 。穹然高起，势若平台，测其海拔，约由 1000 ~ 2000m。其上面就笔者所经察及者，自张北县西至桃李坝，第三纪玄武岩流分布颇广（皆成平层），虽显有低岗起伏而地势大致平缓。惟自桃李坝而西，形势迥异，地面多山，或为峻岭（如小大青山、银矿山等），或似丘峦（如奎腾梁、脑包坝等）蜿蜒绵亘，盆地中陷（如武川、陶林、兴和等平地）。盆地多在片麻岩中，内满红土。山岭半为玄武岩所组成，高出盆地二、三百米。大概玄武岩流喷发之后，继以地壳之断陷，使地又成隆洼不平之形状，于是侵蚀因之而复活，造成沟谷及山岭。其后沟谷变宽、山岭渐低，侵蚀、堆积同时并进，因是有盆地红土之生成，一如今日所见之情形也。

狼山山脉 狼山山脉自安北县小余太之附近起，沿高原而西亘，至于五原临河，崭岩峭

壁，俯临平原，一若天设屏障，以为蒙汉之界限者。但入山此行百余里，即见山势渐平，无复崇山峻岭，盖狼山与蒙古高原本为一连亘不绝之高原，自高原南向视之，初无所谓山脉，惟自地层折断，一部陷为平原，始有今日峻峭之形势耳。测其海拔，约由 1500 ~ 1900m，其山顶大致齐平，高原之地固当如是也。

**色尔腾山脉** 色尔腾山与狼山之间仅有一平原（小余平原）之隔，故近日地理学者误认其为狼山之东部。其脉自安北县绵亘而东，逾昆都伦河至固阳之正东，与蒙古高原相连。大部为桑干片麻岩所组成，峰峦耸立，山势陡峻。其山顶，高出海面约 1800 ~ 2200m，惟在固阳低地，环而峙者蜿蜒起伏似小丘峦，其高不过 1400m 也。

**大青山脉** 大青山脉，自祈下营子而西绵亘至于包头，峰峦叠出，山势险阻。实则一如狼山，其与蒙古高原为一连绵不断之高原。惟自归绥东北数十千米起，西经萨拉齐以至包头，地势突然中断，自陷落之平原北望高原，自觉悬崖绝壁形势险峻，但赖巨沟急涧破山而出，为北通蒙古之孔道，正如翁所长所言（参阅地质汇报第 1 号第 19 页）。大青山脉为太古代元古界之片麻岩、大理岩、石英岩，及古生代、中生代之砂岩、页岩、砾岩所组成。砂页岩等以其质软，常呈圆而低缓之岗阜，但变质岩类，石质綦坚，故其所成之山，孤峰屹立，备极险恶，其峰岭高出海面约在 2000m 以上也。

**乌拉山脉** 层峦叠嶂，嵯峨丛生，巍立于安北、包头两平地之间者，即所谓乌拉山是也。乌拉山脉东接大青山，西没于原野，共长约 100km。其最高峰，位于哈德门沟之西，高于海面约 1900m 以上，与大青山最高点几相齐平也。

**凉城山脉** 凉城山脉位于凉城县之东北，包有马鞍山、油芦山等。此等山岭，皆平缓起伏，形似丘峦，然测其海拔，多足与乌拉山争高焉。

**桦山山脉** 万全以东之诸山，屏峙于平绥路之北，巍然自成一系，即桦山山脉也。此脉自汉诺坝之西起，蜿蜒而西经东、西洋河，而止于丰镇附近。东西延长数百千米，悉为太古代元古界片麻岩所组成。层峦叠嶂，高入天际，测其海拔，多在 1900m 以上矣。

就上所述，可知本区之山脉走向大致皆东西，考其成因所在，则与地层之南北褶皱（详于构造章）具有因果之关系也。

## 河流

本区面积几达 8 万  $\text{km}^2$ ，地多高原，山脉明显，而水系分布亦甚单简，循流溯源可分二系。在集宁一带山地以西者为黄河系，在集宁一带，山地以东者为洋河系，集宁一带山地即其分水岭也。

黄河自宁夏东来，经包头之南至萨县乃折而南行。狼山、色尔腾山、乌拉山、大青山、凉城山之水，南流或西流注于黄河，其重要者有三，即小余太河、昆都仑河、黑水河是也。小余太河，导源于狼山之东部，西南流经小余太，至安北县之西，合五加河，以入于乌梁苏海，故乌梁苏海实为此二水汇集之所。昆都仑河来自固阳县，南流横破乌拉山，至包头之西南注于黄河。大黑水河、小黑水河，源出于凉城山及大青山，在归绥西南会合，西流至察苏齐之南，受有黑牛沟、万家沟之水，折而南向入于河。所谓归绥平原者，实黑水系之冲积地也。至狼山、色尔腾山、乌拉山、大青山等以内之其他诸沟，多向南流，惟其导源不远，故沟谷虽深，水量不多，一至平原或散为细流，或没为潜水，无一定河床。夏季骤雨乍霁，或有山水奔腾涌成急湍，然易泄易尽，无余力以自泄河床于平原，如翁所长言。洋河上源有三，东曰东洋河；西曰西洋河；南曰南洋河，皆源出于桦山脉。三流合于柴沟铺之东，始名洋河，宛蜒东流，出本区入宣化境，至下花园之东与桑干河相会焉。

## 盆地

本区盆地之在高原以上者既如前述，本节所及，为高原以下之盆地，其最要者为黄河盆地，次为柴沟堡盆地、怀安盆地等，兹分别述之如次。

**黄河盆地** 自归绥以西沿黄河迄于五原，地势平坦，长约 400km，宽约 30~80km，高出海面 1200~1300m。南连鄂尔多斯平原，北界大青山、乌拉山、色尔腾山、狼山，崭崖峭壁，势如屏障，高出盆地 600~700m，东界凉城山脉亦高低相差甚远也。黄河盆地皆为近代冲积层所成，土质肥沃，河流交错，为绥省富庶精华所寄之区也。

黄河盆地初视之颇似黄河侵蚀所成之宽谷，然细察其与各大山岭之关系，皆以东西断层间之，由是可知其居各断层之俯侧，因地层陷落而为盆地，黄河生成殆在地层陷落以后也。

**柴沟堡盆地** 柴沟堡盆地为东西洋河之冲积地，南北宽约 10km，东西长达 20km，更向东扩展而为部垒庄平地。南界龙王堂一带之山脉，宛如屏障，北界桦山山脉山势尤峻，盆地内之冲积层，飞砂居多，不宜种植，惟东洋河村附近，地较肥美，为农业上重要之区域也。

**怀安盆地** 怀安盆地为红唐水沟侵蚀所成之河谷，长约 10km，宽仅 5km，环而峙者，为太古界片麻岩所成之山地。

**地文期** 本区因地形之不同，概可分为五个地文期，一、北台期，二、唐县期，三、汾河期，四、清水期，五、板桥期，试缕述如次。

**北台期** 北台期之侵蚀地面，为一大平原，凡现在之高山顶，及玄武岩以下之地面皆属之。玄武岩下之地面，大致平坦，惟其有时起伏绵延之形状颇为显著，如在奎腾梁一带所见者，高下相差已达 100~200m，颇可与中国北部其他各处之北台侵蚀平地相比拟，高山顶之侵蚀平原，亦颇明

图 2 兴和县附近红土以下之唐县期地面

1—第三纪玄武岩；2—上新统红土

晰，虽已沟涧交错，而原来之地形尚可辨识，故置身河谷，辄觉峰峦迂回，山势陡峻，及至山颠，一望弥平，绝少峻峰，苟不俯视沟谷，恍若身在平原之上也。

组成此侵蚀平原之岩层，自太古界以至上侏罗纪皆有之，盖下白垩纪之地壳运动发生后，继以侵蚀期，夷山填谷，使当时之地面成为微有起伏之侵蚀平原，其时期，或历白垩纪之末期，及第三纪之初期也。

**唐县期** 唐县期历中新统，为壮年时代陆地造成之时期，所谓壮年期之陆地，即合平坦宽广之沟谷，与起伏蜿蜒之低山而成者，例如蒙古高原上，山岭绵亘盆地中陷（详见前节），即唐县期侵蚀所造成之地形也（图 2、图 3、图 4）。台梁河之南岸，有第三纪末期之红土上覆以砾岩层，散布于乌拉

图 3 武川一带红土以下之唐县期地面

1—太古界片麻岩；2—侏罗纪煤系；

3—第三纪玄武岩；4—上新统红土；5—冲积层

山北坡之阶地，厚约数米，高于河床 60、70m，就红土砾岩存在之情形，可想其沉淀之际所占地面必广，或乌拉山北坡之阶地与色尔腾山南坡之阶地连续，成为宽广平坦之沟谷，而现

在之河床其时尚未造成，此亦唐县期之地面也。

汾河期 每于山谷河身仰视两旁之山顶，其高低之可分为三级者常能辩识，苟以三线，一联最高顶，一联次高顶，一联最低顶，第一第二两线可画出北台平原及唐县之地面，第三线则伏于第二线之下，似唐县期复被侵蚀者，惟当时之地形，仍谷广河宽成一半壮年之形状，其时期似历上新

图 4 乌拉山南坡之阶地地形

统之末期或更新统之初期，约与汾河期相当也。

清水期 汾河期之地面，深沟急涧，危崖矗立，为一险恶之地形，似汾河期之后，本区地面再行隆升，侵蚀复活，汾河期地面被其原有河流沿故道而深切者，在桦山（图 5）大青山等处最为发育。其生成在更新统，约与清水期相当。本期沟涧内时有黄土之分布，或即所谓马兰期之成绩也。

板桥期 本期自更新统以迄于今，本区地面略受扭曲之影响，故河流之侵蚀复活，造成陡而浅者之河谷即最近之现象也。

图 5 黄土窑子附近之谷形

1—汾河期谷形；2—清水期谷形；

3—黄土层；4—板桥期谷形

与他区地文之比较 巴尔博氏（参阅地质专报甲种第六号）就张家口一带之研究，曾将该区地文划为五大侵蚀期，其间恒隔以递积期，颇与本区之地文情形相符合，兹胪列如次以资比拟。

（一）北台侵蚀

玄武岩流

（二）唐县侵蚀

三趾马层与砾石

（三）汾河侵蚀

三门递积与砾石

（四）清水侵蚀

马兰递积（黄土）

（五）板桥侵蚀

冲积与砾石

### 第三章 地 质

地质与矿产有密切之关系，各种矿质之贫富优劣，当由考察矿床生成情形以定。而矿床之形状变化，分合聚散，以及分布范围储量多寡，非深悉地质之各种情形，不易推知其究竟，故欲知矿产之价值，非由研究地质入手不可，绥远本部及察哈尔西南部地质，屡经前人勘察，各有图说，已如上述，惟多系初步研究，记载简略，尤关于矿产之地质情形，殊少详细说明，兹特将层累构造及其他关于矿产之地质要点，分别叙述，以资参考。

## 地层

绥远本部及察哈尔西南部之地层，凡分十三系，即桑干系属太古界、五台系属元古界、南口石灰岩属下震旦纪、什那干石灰岩属上震旦纪、拴马桩煤系属二叠—石炭纪、萨拉齐砂页岩系属二叠—三叠纪及三叠纪、石拐煤系属下侏罗纪、小北岭砾岩层属中侏罗纪、大青山砂页岩系属中—上侏罗纪、土木路系属上白垩纪及下第三纪、汉诺坝玄武岩属渐新统、红土层属中上新统、黄砂层属上新统。就中片麻岩系分布特广，四方延展难尽其端。如二叠—石炭纪及下侏罗纪等系，暴露零星，颇不发育，然此两系与察绥南省矿产，大有关系，其分布情形，应特别注意而详述之。

桑干系 本系为本区最古且最下之地层，分布之广殆遍地皆是，而其暴露显著，足以供吾人研究之材料者，则在桦山（桦山以南南口岭之露出者亦颇清晰）、奎腾梁、大青山、乌拉山、色尔腾山等处，岩石全系以片麻岩为主，云母片岩、大理岩亦常目击，其中常有火成岩之侵入体及细脉（其侵入情形详于火成岩章）。片麻岩又可分酸性片麻岩、基性片麻岩两种，颇与巴尔博氏在张家口一带所见者相类似。酸性片麻岩，石色黑灰或灰白，组织多中粒及细粒，惟在灯龙树沟所见者，其组织较粗，造岩矿物，普通有石英、钾微斜长石、条纹长石、斜长石、黑云母、磁铁矿、磷灰石、绿泥石等，石英、长石、云母三者，常成白黑相间之条带，以示片麻岩之特征，虽有时作复杂之褶皱，然其原来之层面，尚能辨识，其方向常与层理相平行，大抵由长石石英岩深变质而成者，其中常含石榴子石及石墨，如在哈德门沟及黄土窑子所见者是也。基性片麻岩组织致密，石色暗黑，惟其风化面多呈绿色，常为角闪石及辉石所组成，而少硅铝氧化物，似由火成岩变质而成者。其与酸性片麻岩之关系，不甚清楚，惟在沙坝子似沿其片理而侵入，且基性片麻岩，本身之片理亦颇清楚，大抵其生成，

在酸性片麻岩变质以后，而在元古变质作用停止以前也。此岩有时富含铁质，其与公义明之磁铁矿有成因之关系，云母片岩，大抵来自太古界之泥质，每与酸性片麻岩夹杂而生。大理岩，仅见于绥远省，其中产石棉，常夹于酸性片麻岩内，或相间而生，如图 6、图 7 所示，此亦足证明酸性片

图 6 乌拉山及色尔腾山地质剖面图

—太古界； —震旦纪石灰岩

1—石榴子石片麻岩；2—片麻岩；3—大理岩；4—花岗岩

麻岩来自水成岩，惟在基性片麻岩内尚未见有此情形也。由此可知此种片麻岩原由于火成岩变质而成，亦属毫无疑义。大理岩多雪白，晶粒不粗，富含铁质，其中常有蛇纹石与石棉共生（详见矿产章）。此岩因受硅化质颇坚硬，故常组成数百米（高于沟底）之

高山，如半沟、石灰窑子、水间沟、哈德门沟等处所见之崭岩矗立者，皆为大理岩，至本系之地质时代，最初李希霍芬氏研究中国之地质，对震旦系以前之地质，曾分为泰山、桑干及

图 7 集宁陶林间地质剖面图

1—片麻岩及大理岩；2—花岗岩；3—玄武岩

五台三系。泰山系属太古界，五台系属元古界，桑干系介于二者之间，其中多水成片麻岩。其后维理氏就山东、山西调查所得之经验，仅谓中国有泰山系及五台系，而于桑干系未曾提及。晚近燕京大学教授巴尔博氏，复倡三系之论，并谓其间应成不整合之接触，就岩相言之，似当如是，惟笔者迄未见其明确之界线耳。本区之片麻岩皆系桑

图 8 南口岭南地质剖面图

1—桑干片麻岩；2—花岗岩；3—伟晶花岗岩；4—红土；5—黄土

干片麻岩（图 8、图 9），而属于新太古界，其理由如下：片麻岩大部原由水成岩变质而生成，片理清晰不似泰山，而其变质之剧烈，其中火成岩侵入之复杂，亦不近于五台系，惟其中夹有大理岩，论者每疑其为五台系，桑干系既多水成片麻岩，其中之有大理岩亦非不可能之事实。至大理岩生于绥远而不见于察哈尔，大抵当时海水（或湖水）之分布所及，仅至内蒙古之西部，而东部未曾受有海侵也，而余见如此，究竟是否如是，姑立此说以待证明。

图 9 兴和县南银子河朱家营子一带地质剖面图

1—含石榴子石片麻岩；2—上侏罗统砂岩及页岩；3—辉绿岩；4—黄土

图 10 固阳北哈达山地质剖面图

1—五台系石英岩及大理岩；2—第三纪末期红土；3—砾石

大致直立，颇似石英岩及大理岩盖覆于片麻岩之上，成不整合之接触者。岩石自下而上，（一）组织颇细之灰色云母片岩，中产黄铁矿；（二）大理岩；（三）暗灰色云母片岩；（四）灰色或浅红色石英岩（参见图 10 中的 1）。地层大部已被侵蚀，其总厚度无从测知，兹就侵余者逐层计算，约有 200 余米。

又大青山之巴兔沟、五达沟、万家沟、蜈蚣坝等处，亦有片岩、大理岩、石英岩之分布，惟巴兔沟、五达沟笔者未曾涉足，就王君之观察（地质汇报第十号、王竹泉、大青山地质），

五台系 本系仅见于绥远，在固阳县城北哈达山露出者颇为清楚，直覆于片麻岩之上，惟其接触之处，均被浮土掩覆，无从视察，是否相整合抑或有极大之不整合，尚难确定，惟就观察所得，石英岩、大理岩大致平整，岩层倾向东北或西北，约由  $15^{\circ}$  ~  $20^{\circ}$ ，而附近片麻岩之片理倾斜，

图 11 萨县童盛茂林南马地湾子附近二叠纪煤系

A—五台系石英岩及石灰岩；B—二叠—三叠系砾岩及红色页岩

图 12 万家沟地质剖面图

1—大理岩；2—元古界石英岩；3—花岗岩；4—辉绿岩

图 13 片麻岩及硅质石灰岩组成之白龙山

石英岩连续于大理岩之上，而大理岩与片麻岩成不整合之接触（图 11、图 12）。

由大青山东向至转山子一带，低岗起伏，其上均有颇厚之浮土，地层情形殊不易窥悉，惟山坡上时有大理岩之露出，且在河谷中亦检有石英石、大理岩及灰色结晶石灰岩之碎块，由此可见五台系沿大青山脉延展甚远，此亦其之一分布区域也。

**南口石灰岩** 本层分布于察哈尔，而见于白龙山（图 13）、虎形山、阳原北山等处，往往组成平顶山，其岩性，恰如在南口所见之标准硅质石灰岩，极易认识，惟其下之石英岩极不发育，仅有薄层粘板岩与以下之片麻岩成不整合之接触。

**什那干石灰岩** 本层分布于绥远之西部及中部，组成什那干以北以南及大滩以西以北之高山，直覆于片麻岩之上（图 14、图 15），而成不整合或断层之接触。全层厚度，就拴马桩一带露出者计算之，约有 600 余米。本层以石灰岩为主，兼有石灰质页岩、薄层灰岩，色黑灰，质匀密，内含燧石，成层状或卵形，为震旦石灰岩之特征。惟在拴马桩什那干无燧石，而常夹方解石细脉，但其质仍不纯洁，不宜烧灰（所烧之灰无粘着性），有别于奥陶纪石灰岩。本层属于震旦纪，大概已无问题。惟其无丝毫之变质，其时代以较南口石灰岩为新，震旦石灰岩之露出南口者，实不完全。就笔者在河北密云县观察所得之结果，南口石灰岩上，尚有甚厚之灰岩层，色深灰，少硅质，然则本层与此石灰岩相当，而属上震旦纪。

图 14 绥远东部察哈尔西部及山西北部之立体地形图

A—切割盆地（震旦纪前）；B—盆地之一部为南口石灰岩所覆盖（早震旦纪）；C—盆地为何那干灰岩所遮盖（晚震旦纪）；D—什那干灰岩几全被石炭纪侵蚀作用所剥蚀而造成河流；E—河流盆地被二叠—石炭纪及二叠—三叠纪沉积物所覆盖



图 15 安北县色尔腾山什那干间地质剖面图

1—桑干片麻岩及花岗岩；2—震旦纪石灰岩；3—二叠—石炭纪煤系；4—二叠—三叠纪砾岩

拴马桩煤系 本系即王竹泉所称为下煤系者，见于绥远，分布零星，面积不广（图 16），大致论之，凡分五区：

为拴马桩一带之煤田，煤系位于什那干石灰岩之上，成平行不连续之接触，岩石大抵下部为灰色砂岩、灰绿色砂质页岩、灰黑色泥质页岩及石英砂岩，中夹重要煤层。近煤层处，多为黑色页岩。上部为灰白色石英粗砂岩，不夹煤层，石英粒微带棱角为较细之砂粒所粘合，本区煤系

图 16 武川甘沟子一带地质剖面

1—桑干片麻岩；2—石炭—二叠纪煤系；  
3—二叠—三叠纪砾岩；4—花岗岩

地层，分布于沙麻沟、拴马桩之间，以拴马桩西南之露头为最清楚，其岩层自下而上次序如下（图 17）。

是役也，在拴马桩附近之煤系内，曾采得植物化石，经健初粗略鉴定有下列三种：

- 一、*Walchia piniformis*;
- 二、*Lepidodendron obtusum*;
- 三、*Calamites* sp.。

就上所列化石，*Calamites* sp. 属于石炭纪及二叠纪，*Lepidodendron obtusum* 多见于上石炭纪，*Walchia piniformis* 之繁衍期自石炭纪至二叠纪，尤以属下二叠纪者为多，大概本区之煤系，为二叠—石炭纪之产物。至其上之石英粗砂岩，为白色石英砂粒所形成，石质坚硬，不易侵蚀，故成峻拔之小山，此种砂岩在中国北部最为常见，凡二叠—石炭纪煤系之上多有此砂岩，其时代大抵属于二叠纪。

图 17 漠南煤矿公司附近地质剖面图

—震旦纪石灰岩； —石炭—二叠纪煤系

1—什那干石灰岩；2—黑色泥质页岩，4m；3—含云母之灰绿色细砂岩，5m；4—粗粒石英岩，3m；5—含云母之灰绿色砂质页岩，1.5m；6—粗粒石英砂岩，2m；7—含云母之灰绿色砂质页岩，1m；8—粗粒石英砂岩，2m；9—含云母之灰绿色砂质页岩，3m；10—灰色、黑色泥质页岩，10m；11—含云母之灰绿色砂质页岩，11m；12—黑色泥质页岩，7m；13—含云母之灰色细砂岩及页岩，20m；14—灰绿色泥质页岩，6m；15—含云母灰色砂岩，10m；16—黑色泥质页岩夹煤层，15m；17—灰色粗粒石英砂岩，3m；18—深灰色泥质页岩，25m；19—河底砾石，20m；20—灰色泥质页岩夹煤层，10m；21—石英粗砂岩，100m

露出于什那干北山之南麓，向西延展达狼山之西端，位于什那干石灰岩之上，成平行不连续之接触。就其层位岩相观察之，当属古生代，而以归诸二叠—石炭纪为宜。岩石以泥砂质页岩为主，间有砂岩之薄层，惟因深受变质之影响，全体已成千枚岩或片岩，其中夹有半成石墨之煤层。在葛绍沟一带，黑色千枚岩内常有石英脉之侵入，迫挤错乱极形褶曲之致，质硬者亦成山岭、峰颠、立壁、悬崖，其中之煤层随地暴露，藉以确证其为煤系，惟已变质甚深，不值开采，仅其中之黑矾矿（详于矿产章），尚有一顾之价值也。

分布于萨拉齐以北之水间沟、巴兔沟、五达沟等处，曾经王竹泉研究，笔者亦轮历其地，藉知其勘查之确实，兹就王君之报告述之如下：本煤系为砾岩、砂岩、页岩、煤层所组成，或与片麻岩成断层之关系，或覆于元古代地层之上成不整合之接触，例如在巴兔沟童盛茂村南所见之煤系，不整合于五台系浅灰色石灰岩及石英岩之上，如图 11 所示（参见图 11）。其岩层自下而上为 1. 石英砾岩，2. 黑色页岩，3. 石英砾岩，4. 黑色页岩，5. 石英砾岩，6. 黑色页岩，7. 灰色砾岩状砂岩，8. 黑色页岩，9. 白色砾状砂岩，10. 黑色砂质页岩，富含植物化石，其种类为 *Neuropteris flexuosa* Brongniart, *Sphenopteris* sp. 及 *Cordaites* sp. 等，11. 黑色页岩及煤层，共厚约 14m，12. 白色砾状砂岩，以上共厚 104m，除少许黑色页岩外大部为砾岩。

分布于武川东北之甘沟子四号地一带地方，不整合于片麻岩之上，惟其因花岗岩之挤压焙烤，已深受变质，故砂岩、页岩煤层，大部变成石英片岩、千枚岩、石墨等，此类岩石质颇坚硬不易风化，故组成四号地附近之山岭。

出露武川以东之速力图附近，成一条带状向西伸长颇远，上继以红色砂页岩，下覆于片麻岩之上，成不整合之接触（图 18），岩石为灰色砂岩及页岩，中夹煤层，并产 *Walchia* sp. 植物化石，层厚计达 150m。

以上各区之煤系地层，皆与山西系相当。惟在他处，山西系之下尚有所谓太原系、本溪系者，其中夹有石灰岩之薄层，今在调查区域内，煤系地层径覆于震旦纪石灰岩或其以前地层之上，太原系及本溪系渺不可睹，足征石炭纪之海面，向北似未侵入内蒙古，而二叠—石炭纪之沼泽，已至内蒙之中部如王君之言也。

萨拉齐砂页岩系 本系分布于绥远省，其产地有六，即童盛茂、黑牛沟、温家窑、拴马桩、苏力图、平安村等是也。在拴马桩、童盛茂、苏力图等处，本系地层皆连续拴马桩煤系之上。惟在平安村一带，则径覆片麻岩之上，二者成不整合之接触。大致当二叠—石炭纪煤系沉积以前，地面曾经河流之侵蚀面成一平缓之宽谷，平安村约当其北边，拴马桩、童盛茂等处，殆近于中底，二叠—石炭纪煤系仅成于凹地，二叠—三叠纪地层始延展至北岸，此二叠—三叠纪砂页岩系所以与片麻岩成直接之接触也。本系岩石大致可分两部，下部多红色砂页岩，中夹砾岩层（砾石为片麻岩、石英岩等）；上部多砾岩，中夹红色砂岩层，有时下部之砾岩变富，上部之砾岩减少，二部殊少显著之划分，全系厚度约达 600 余米。其时代属二叠—三叠纪及三叠纪，从王竹泉君言。

图 18 武川东速力图石炭—二叠纪煤系剖面图

1—太古界片麻岩；2—石炭—二叠纪砂岩页岩及煤层；

3—二叠—三叠纪红砂岩及页岩

石拐煤系 本系即王竹泉之上煤系，在察绥两省均能见之。其分布于绥远则以在大青山者为最发育，曾经王竹泉君从事勘察，论述甚详。笔者虽亦至其地，而所经目击者不过其中一部分，无从深述。兹就王君之报告采择录述而说明之。其言曰，本煤系（图 19），大部为绿色页岩、砂岩、砾岩、煤层等，总厚计达 400m。在巴兔沟，本系地层平行于二叠—三叠纪砂岩以上，其底层为砾岩，砾石多石英岩。在毫赖沟子，亦有同样之情形。在黑牛沟及坝口子者，因断层之关系露头多不完整。在东西沟内之柳树湾一带者，挤压剧烈极形折曲之态。惟大青山西部露出之煤系，东始讨子号以北之大沟，西达石拐镇，分布既广，岩层亦多平整。在大沟及三道坝附近，本系含石灰岩数层，中产鱼类化石。又于五达沟、石拐镇、扬圪棱等处，采得植物化石多种，如 *Cladophlebis* cf. *acutangula*, *Baiera* sp., *Czekanowskia rigida* Heen, *Podozamites* Heer, *Asplenium whitbyense* Heer, *Coniopteris* sp. 等。

图 19 白石头沟地质剖面图

1—桑干系；2—二叠—三叠纪及三叠纪红色页岩及砂岩；3—下侏罗统煤系；4—中及上侏罗统红色页岩及砂岩

就王君所述，石拐煤系多与萨拉齐砂页岩系成平行接触之关系。而此次笔者在色尔腾山所经目击者，本煤系皆径覆太古界片麻岩之上，萨拉齐砂页岩系则未之见。今试论露出于色尔腾山之石拐煤系。色尔腾山之石拐煤系分布凡三处，一在安北县东北之二十年地沟，一在安北县东之官井沟（图 20），一在固阳县西之窝沁壕，皆构造简单，地层整齐。岩石全系自上而下变化颇微，纯以灰绿色砂岩为主，各部无显明之差别。就岩石组织而论，大抵上部为细砂岩，夹重要煤层，近煤层处多为灰色黑色泥砂质页岩。下部为粗砂岩，常含砾石，夹重要煤层。其上下地层不为页岩，多细砂岩，与上部略有殊异。全系厚度各处无甚差异，就官

图 20 贾全湾二分子间地质剖面图（即色尔腾山东部）

1—太古界片麻岩及花岗岩；2—下侏罗统煤系

井沟煤系之露出估计，约达 500m。地层暴露甚少，窑坑率多浮浅，岩石由坑内取出者亦少，故化石颇不易得，惟在官井沟万和窑附近接煤层之页岩内，采集植物化石数种，数虽不多，然皆形状清晰，颇足藉以证明煤系地层之时代，化石经健初粗略鉴定，有 *Podozamites lanceolatus*, *Todites williamsoni* Brongn, *Cladophlebis denticulata* Brongn., *Coniopteris* sp., *Anomozamites schmidtii* Heer, *Thyrsopteris* sp. 诸种属，约与北平西山之门头沟煤系相当，盖属于下侏罗纪者也。武川之西，平岗起伏皆为红土，在安窑村附近，破土而见颇软之灰白色砂页岩（属近平行）。中夹甚薄之褐性烟煤层，其时代因乏化石不易确定，惟其岩性煤质类似窝沁壕之煤系，姑归之于下侏罗纪。

石拐煤系，分布于察哈尔，而在西南部者，凡二处，一在土木路之西，一在马莲疙瘩附

近，皆假连续于中上侏罗统砂页岩系之下，而底部不见，其露出之部分，厚由 80 ~ 200m。

本系岩石自下而上少变化，以灰色泥质页岩及中粒砂岩为多，夹重要煤层，已经各矿开采，兹将在土木路西北所见地层色性，自下而上述之如次（参阅图 21）。

图 21 土木路恒升煤矿附近之下侏罗纪煤系

A—白垩纪砾石；B—上侏罗统页岩、砂岩及砾岩

1—粗粒黄白色砂岩；2—灰绿色或紫色泥质页岩，45m；3—棕色中粒砂岩，2m；4—浅白色中粒砂岩夹煤层，3.9m；5—浅白色粗粒砂岩，12m；6—灰色砂质页岩夹煤层，2~7m；7—粗粒灰色砂岩，0.3m；8—深灰色页岩，1.2m；9—白灰色砾质砂岩夹煤层，40m；10—灰色砂质页岩，1.3m；11—中粒砂岩，7m；12—黄灰色泥质页岩，7.1m；13—白棕色中粒砂岩，3m；14—灰色砂质页岩，7.5m；15—黄棕色中粒砂岩，7m；16—砾质砂岩，7.5m；17—灰绿色页岩，1m；18—灰白色中粒砂岩，6.6m；19—灰色砂质页岩，5m；20—中粒砂岩，15m；21—灰色泥质页岩上部夹煤层，7m；22—灰色中粒砂岩，8.2m；23—灰色砂质页岩夹煤层，12m；24—灰白色中粒砂岩，11m；25—灰色泥质页岩夹煤层，31m；26—白色砾质砂岩，55m

马莲疙瘩西北 15km 之西营子附近，亦有下侏罗纪煤系之露出，惟笔者足迹未至，无由详述，就李希霍芬之视察（China. Vol. . Port. . 1882）。大致本系岩石以灰色泥质页岩为多，内夹砂岩层及煤层，地层平缓，倾向东北约 10°（似与以北之震旦石灰岩成断层之接触），其中富含植物化石，如 *Asplenium whitbyense* Brong. *Anomozamites* sp., *Pterophyllum richthofeni* Schenk. *Podozamites gramineus* Heer. *Elatides chinensis* Schenk 等，皆下侏罗纪之产物也。

小北岭砾岩层 本层为在内蒙古不多见之地层，其时代因乏化石尚难确定，但就其层位上论之，当属中侏罗纪或下侏罗纪之末期。岩质，大抵底部多灰绿色粗砂岩，中上部皆为砾岩所组成。砾岩中之砾石，多为片麻岩、砂岩、石灰岩或各种火成岩如花岗岩、斑岩者，直径皆由 0.3m 至数厘米不等，本层在绥远之露头，就今所知者仅有官井沟北之小北岭一处，整合于下侏罗纪煤系之上，厚约 250m，二者成连续之关系者颇为显著也。

大青山砂页岩系 本系出露于大青山之喇嘛沟、黑牛沟、白石头沟、水间沟、水磨沟、珠尔沟、东西沟、得胜沟及小大青山东南之马莲疙瘩，阎家窑子等处，全系以红色或绿色砂岩页岩为主，中夹砾岩层。砾石以片麻岩为多，其中虽因乏化石，不易确定其时代，而王竹泉君以山、陕两省丰富之经验，断其属之于中上侏罗纪，已属至当。其在各处与下侏罗纪煤系之间，颇难得明确之界线，但在土木路一带，石拐煤系之顶部为硬砂岩，其上紧接以本系之疏松砾岩及红绿色页岩，二者之岩性截然不同，谓其间之关系为不连续，亦或近诸事实也，全系总厚约达 500 余米。

土木路系 本系隐伏玄武岩流之下，赖以河流侵蚀而颇露，露出之地，在察省之土木路及其以东之大营盘，二者相距约 40km。

本系地层与以前地层不相整合，其情形在土木路一带极为明显。盖土木路附近本系之下，有上侏罗纪之砂砾岩及下侏罗纪之煤系。至桃李庄附近（至是底基较高，而本系变薄仅见其上部之岩层矣），则本系已直覆于太古界片麻岩之上，而侏罗纪地层皆缺而不见，以示

极不整合之大观也。

本系岩石凡分上下两部，下部全由砾岩所组成，厚约 200 余米。砾石一部体积颇巨，棱角显然，为河流之漂砾。一部小而成圆形，其面已受一度之风化，系来自侏罗纪之砾岩，其质为片麻岩、花岗岩与深色之火成岩等。粘合物为白色细砂及灰色粘土，惟以细砂为多。上部为红土，其中多石英、长石之砂粒，厚约 200 ~ 300m，大概当本系地层沉淀以前，土木路一带为广阔之沟谷，由侏罗纪砂砾岩所组成，环而峙者，系太古界片麻岩之高山，山势既高，侵蚀益速，始则山涧急流冲下漂砾，沉积于谷底，继以风雨剥蚀，山颠之粗砂细泥移积于其上，夷山就谷，使当时之山沟，成为一片平地也。

汉诺坝玄武岩 玄武岩多见于绥远之东部及察哈尔之西部，自汉诺坝经兴和县以至集宁，再由集宁经奎腾梁而及陶林之西，沿途皆有玄武岩，断续相连，覆掩于桑干系、萨拉齐系、大青山系、土木路系等地层以上。其下为一侵蚀平原如前所述（参阅图 22、图 23、图 24、图 25、图 26），而组成岭颠弥平之高山。又集宁之南，丰镇凉城一带之山岭亦多由玄武岩所组成，掩覆于片麻岩之上，位置虽低，而其底下之地形，极类兴和等处玄武岩下北台平原之情形，其与汉诺坝玄武岩，实有血统之关系也（大同附近有零星分布之玄武岩，其时代，已经地质学者证明较汉诺坝玄武岩为新，其与丰镇一带之玄武岩，当然同时之产物矣）。汉诺坝玄武岩，大致色黑质坚，当地人每取而用之为建筑石材，间有具气孔者，惟孔多虚，其不虚者填有玛瑙质或方解石，如在汉诺坝玄武岩之下，常有疏松之砂砾及粘土或页岩，中

图 22 土木路东郭家窑子附近地质剖面图  
1—砾岩；2—红色粘土及页岩；3—玄武岩及底部砂页岩

图 23 集宁北乌得沟上部地质剖面图  
1—桑干片麻岩；2—黄白色砂岩含褐炭；  
3—汉诺坝玄武岩

图 24 闫家窑子地质剖面图  
1—上侏罗统红色砂岩、页岩及砾岩；2—玄武岩

图 25 三道营子附近地质剖面图  
1—片麻岩；2—玄武岩；3—红色粘土

图 26 黄花各洞一带玄武岩下之起伏地形  
1—片麻岩；2—花岗岩；3—玄武岩

夹褐炭层，如大营、郭家窑子、刘家沟、马莲滩、庄马台等处之煤系即是，皆似覆于片麻岩之上而成不整合之接触。惟在汉诺坝附近，此煤系夹于玄武岩之中间（参考地质专报甲种第三号及第六号），与上所述者略有殊异，大概汉诺坝一带煤系以下之玄武岩向西渐次变薄，至绥东已失其踪迹矣。至玄武岩之时代，因其以下之煤系中未得化石，无由确定，惟在汉诺坝一带，其玄武岩中之煤系，产有植物化石，如 *Pinus* sp., *Camptonia anderssoni*, *Carpinus* sp., *Phyllites* sp. 属第三纪之中期。抚顺玄武岩，亦由其相间处递积岩内之植物化石，确定其属于渐新统，本区之玄武岩与汉诺坝一带玄武岩本属一体，其为第三纪中期之岩流，已属毫无疑义也。

**红土层** 与各层均成不整合之接触，多分布怀安、阳原、兴和、集宁、陶林、武川等处，尤以武川盆地之红土最为发育。本层内不含化石，时代未能确定。惟就岩性观之，颇似安特生氏在内蒙古他处所见之中上新统之地层（参阅地质专报甲种第三号第十七页），故暂定其属于第三纪之后期。岩石以红色或绿色粘土为主，有时夹有砂砾层，多呈倾斜状（图 27），似曾受一期动力之影响。全层厚度颇不一律，大约由 30 ~ 60m，常组成一带岗阜及低地。

**黄砂层** 本层似不整合红土层之上，分布于阳原、包头、台梁、什那干等处。岩质以黄白色细砂为主，中有片麻岩之砾石层，其胶结硬者而成砂岩及砾岩，倾斜颇缓，厚由 20 ~ 40m。德日进氏曾在鄂尔多斯西部，于中上新统红土层以上，发见白砂层，并采有上新统之化石（参阅地质会学志第三卷第一期第四十页），然而本层或与之相当而属上新统。

**砾石层** 本层为更松散之地层，约属于第四纪，常常平铺于红土层或黄砂层之上，最显著为固阳县、什那干、安北县等处（参阅图 27）。砾石胶粘不固，成层不显，大都为石英岩、石灰岩、片麻岩，与砂土相混生。厚薄随地而异，在固阳什那干附近，厚不过 10m，而在安北据各处钻井之结果，在 50m 以下始见他层矣。

**黄土层** 本区除古高原外，谷旁山坡上，恒有黄土层，农垦者多穴居于其中，如哈德门沟、白菜沟、水间沟、三道营子沟、阳原县、怀安县等处所见者均是。常常位于片麻岩之上或红土或黄砂之上（图 28），黄土虽有直立节理之可辨，有如风成层，然其中之平横石砾有时甚为清楚，颇似藉赖水力而成者，盖原生黄土生成之后，一部因水力之冲击，而重行递积也。

图 27 什那干东南十五里地质剖面图

1—片麻岩；2—红色或绿色粘土；3—砾石

图 28 阳原县八马房附近地质剖面图

1—上新统黄色粘土；2—黄土

**冲积层** 本层为最新之地层，凡宽谷高地之砂砾及河流两岸低地之淤土均属之，厚度不一，颜色有殊，大部为灰白色，有时呈棕色及黑色。厚度通常在 5 ~ 20m 之间，砂砾多见于洋河谷及高原上之平地，分布所及，概成硖地，不利种植。淤土多分布于黄河、黑水河之两岸及高原之凹地，恒为肥美之农田，如五原临河一带，已成绥远重要农业之土地也。

**火成岩**

水成岩、变质岩、火山岩组成各种地层者既如前述，此外犹有侵入各层岩石中之火成

岩，就观察所知，种虽不多，然多与矿产之生成有密切之关系，故另分出，以便详述。火成岩侵入各地层内，有时相交切，先后之序可寻，按其次序，考其成分，其岩墙，就大体论之，系由酸性而转变为基性也。

酸性岩类 酸性岩类，为古花岗岩及新花岗岩两种，此两种岩石，骤视之似无大异，而其侵入之情形，变质之深浅，已确不同，试分论之。

古花岗岩侵入桑干系片麻岩内，沿途调查，屡经目击，其生成状态，或乘隙进出而成岩墙，或沿片理侵入而成岩层，如在色尔腾山、大青山、奎腾梁、凉城山、南口岭等处所见者，颇为显著，厚薄不等，由一、二米至数百米，惟与其接近之片麻岩，或受浸染或被交换，融合如一体，其界限不易划分。此花岗岩，在桑干系内虽极丰富（图 29），但侵入于五台系地层以内者尚未之见，故推其生成，似与五台系同时，而属于早元古代，片麻组织不甚清楚，即或为后来侵入之岩体，其时代，亦必较震旦纪为古，盖什那干石灰岩分布所在，即不整合于其土，并会受动力之影响，矿物组织，已略具变质岩之观，如石英破裂，消光不均，斜长石略呈弯曲之状，是皆似变质岩组织之证，而与普通花岗岩却不相侔也。此次采集之标本，而在显微镜下研究者，为（一）大青山庙儿沟花岗岩，侵入片麻岩内，界限未能划分，色多浅红，石质颇坚，所含石英不多，晶体不大，正长石量多，晶形大致整齐，斜长石较少，晶体大小不一，因受变动而常形弯曲，并经破裂，黑色矿物为角闪石，形整而量多，呈绿色或黄绿色，一部变质分出磁铁矿、镜铁矿，镜铁矿常与白色物质相伴生；（二）色尔腾山 20 年地沟，花岗岩侵入基性片麻岩内，亦无清晰之界限，色红质坚，略呈片麻组织，故组成色尔腾山之岭脊。造岩矿物以正、斜长石及石英为多，黑云母次之，石英晶体颇大，晶形大致整齐，正长石晶形亦颇完整，一部变成高岭土，时与和斜长石伴生，其交纹构造，颇为显著，斜长石晶形大小不等，略形弯曲，消光不均，黑云母呈浅黄绿色，一部变为磁铁矿。

新花岗岩出露于小大青山，黄花各洞笔架山、万家沟、军怀梁、赛林忽洞等处，侵入各纪地层中，惟较新之地层，大部已被侵蚀以去，故现在所经目击者，多在桑干系内侵入而成岩基，冲断围岩，界限截然，其周围细脉歧出，填充围岩裂隙中，而成伟

图 29 武川四道河子榆树店子、半沟一带地质剖面

- 1—桑干片麻岩及大理岩；2—元古界花岗岩；  
3—上侏罗统红砂岩；4—中生界花岗岩

晶或微晶花岗岩脉（图 30），惟新花岗岩与古花岗岩之关系，尚未寻获显著事实，以证明之。但花岗岩分布所在，常有古花岗岩露出其附近，扭转弯曲变动显然，此种情形，实与新花岗岩侵入挤迫有关也。至新花岗岩生成之时代，其在笔架山南之甘沟子一带，与拴马桩煤系地层相接触。岩石一部变成黑色片岩或千枚岩，煤亦近于石墨质，故可谓其后于石英二叠纪，然在万家沟一带，如翁所长所言，花岗岩虽与大沟西沟煤系成断层之接触，而砂页岩呈黄红色，未见何等之变质，且大青山侏罗纪之有烟煤，至此乃悉成为无烟煤，显然由于花岗岩侵入影响而变质。又小大青山一带地质构造，颇为简单，故土木路之煤（下侏罗纪）皆属有烟煤，惟至小大青山花岗岩附近，如马莲疙瘩之煤，乃忽成为无烟煤，此变质作用，似舍

原文如此——编者。

花岗岩侵入外，殆无他解之可能，由是可见花岗岩之生成，实应后于侏罗纪，惟渐新统之玄武岩流，往往盖覆于花岗岩之上，可知花岗岩较古，其生成必在渐新统以前矣。大概本区新花岗岩入侵与褶皱运动同时，而属白垩纪之初期，兹将各处花岗岩分论如下：（一）黄花各洞花岗岩，露出于黄花各洞及草多山之间，东西延长 5km，其中有伟晶花岗岩脉，为各种宝石如水晶、蓝晶、黄玉等储藏之所，而其脉旁出，侵入于片麻岩中，成为伟晶花岗岩者（图 31），亦时见之。花岗岩分布所在，多为浮土所盖覆，或掩于玄武岩之下，故其与片麻岩之接触情形，不易窥悉，惟黄花各洞西南有一河谷，沿花岗岩体南部而深切，故花岗岩得以显露，而其与片麻岩之接触面，亦得直接露出，供吾人之研究，接触面近直立，极为清晰，近接触面之片岩，富含云母，中有伟晶花岗岩之侵入脉，近接触面之花岗岩，晶粒较小，而片麻组织不甚显著。

图 30 才脑包附近地质剖面图

图 31 花岗岩内之伟晶花岗岩脉其中产宝石

黄花各洞花岗岩，以粗花岗岩为主，中有文象花岗岩及伟晶花岗岩，各花岗岩之矿物成分，就此次观察及显微镜研究所知者，大抵粗花岗岩之主要矿物为正长石、钠钙长石、石英、黑云母及角闪石，副矿物为磁铁矿、磷灰石。伟晶花岗岩之主要成分为正长石、石英及黑云母，副矿物为蓝晶及黄玉。文象花岗石之矿物，为正长石及石英。兹将各种矿物，分别说明如次：

正长石 大致呈浅红色，在各种花岗岩中均占重要之位置，如在粗花岗岩中，平均约占 50%，在伟晶花岗岩中，平均约占 40%，在文象花岗岩中，平均约占 45%。钠钙长石，为量不多，仅于粗花岗岩内见之，约当正长石四分之一。

石英 呈黑色或呈白色，亦为各种花岗岩重要之成分，尤以在伟晶花岗岩内者为最多，常乘隙而成水晶矿，故采水晶者，每藉以为探矿之指南。

黑云母及角闪石 在粗花岗岩内时有所见，惟角闪石为量甚微。

磁铁矿 置显微镜下呈黑色，在粗花岗岩内偶或见之。

磷灰石 在显微镜下呈柱状，为粗花岗岩内常见之矿物。

蓝晶 呈浅绿色，分透明与不透明两种，皆生于伟晶花岗岩内（见矿产章），惟为量极少，不易寻获。

黄玉 多呈浅绿色，产状与蓝晶相同，在伟晶花岗岩中更属少见。

高岭土 常见于伟晶花岗岩之孔隙中，而附属正长石之上，显非原生之矿物。

白云母 每夹于正长石之裂缝中，亦次生矿物也。



以上所述，不过就几处岩石露头所得之少数标本，研究说明其大概，如将来此一带之宝石矿从事大作，多采岩石标本，详细研究，则各种造岩矿物之分配，当有变更，而其种类亦或有所增加也。

各种花岗岩之构造，就大体言之，其粗细之分颇为显著。就内部言之，其各种矿物之结构情形亦甚明晰，大抵粗花岗岩呈块状，易风化，有极清楚之节理，惟就大体而论，大致石质坚实，故成黄花各洞一带之岭脊。各种矿物，晶体颇大，组织均匀，石英晶形大致整齐，直径由 2~5mm，正、斜长石晶形更整而巨，普通长达 1cm，黑云母角闪石形体较小，三者杂淆而生，伟晶花岗岩见于粗花岗岩内，惟与粗花岗岩共生，其界限不易分划，故推其生成，实与粗花岗岩有关，而为其晶体较大之一部，其中石英及正长石均形整而体巨，最大者直径常达 10cm，二者混淆而生，有时中夹云母片，惟石英往往侵入正长石之微隙中，示石英生成于正长石结晶以后之征象，文象花岗岩所见之不多，皆生于粗花岗岩及伟晶花岗岩之中间，为二者之过度岩（图 32），其中石英生于正长石内，二者俱为柱状放射之结合体，长由 2cm~4cm，颜色深淡相映，颇为美观。此外尚有类似文象花岗岩而缺少石英者，常生于花岗岩内孔隙悬壁上，长石为扇形放射之结合体，其放射方向均与悬壁成直角，此类结构，美国地质学者博斯顿氏（E.S.Bastin, *Geology of the Pegmatite and associated Rocks of Maine*. Bull. U.S.Geol. Survey, No. 445, pp.23）名之谓毛刷构造，盖长石晶形随放射而展宽，颇似扇形而亦类毛刷也。（二）赛林忽洞花岗岩，侵入桑干系内而成岩基，其在西南，时分出细脉而入于片麻岩内，颇为清晰，惟其东北两面，浮土到处分布致掩其迹，详细情形不易窥悉。岩体露出地面者，东自土成子，经赛林忽洞，西至孔都仑，南始大窝兔，北抵保拉兔，纵横所及约达 100 余 km<sup>2</sup>。惟孔都仑之西南，复有花岗岩之出露，似仍向西南延长而至沙坝子，果尔，则花岗岩之露头，长可达 30 余 km。

图 32 花岗岩伟晶花岗岩  
及文象花岗岩三者之关系

赛林忽洞花岗岩之组织成分，随地而生变化，在水沟一带，黑云母颇多，而石英较少，呈中粒组织。在小窝兔赛林忽洞查沁等处，黑云母减少，而石英丰富，组织较细，但往往渐变而成伟晶花岗岩脉，此次所采标本，而作显微镜研究者，为水沟附近富含云母之花岗岩（以下简称甲），赛林忽洞附近富含石英之花岗岩（以下简称乙），及查沁附近之伟晶花岗岩脉（以下简称丙）。甲呈灰色或浅红色，矿物为石英、正长石、斜长石、钾微斜长石及黑云母，副矿物则有磷灰石等。石英、正长石、斜长石及钾微斜长石晶体均不甚大，惟晶形颇整齐。黑云母形整而体大，呈浅黄棕色，一部风化成绿泥石，一部变质而分出磁铁矿。乙为浅红色，质坚。矿物以石英、正长石为最多，钾微斜长石次之，斜长石又次之，黑云母甚少，常变为绿泥石。石英晶体大小不等，惟晶形完整，消光均匀。正长石形整体大，一部变成高岭土。钾微斜长石体大而整，其交纹构造极为清楚。黑云母晶形不甚完整，呈浅黄绿色，一部变成磁铁矿。丙之矿物成分为石英、正长石、钾微斜长石、云母片嵌于长石裂缝中者亦常见之。石英乘隙而成各种水晶矿，如墨晶、紫晶等（详矿产章）。（三）小大青山花岗岩，露出于小大青山之西部，侵入太古界片麻岩内而为岩基，其中有伟晶花岗岩脉，亦产墨晶、蓝晶等。本花岗岩同黄花各洞花岗岩，大部呈块状，石粒颇粗，组织均匀，仅近于边际者略显片麻之形

状。主要矿物为石英、正长石、钠钙长石、黑云母，石英甚富，或晶体颇大或成小粒。正长石形整体大，其量亦多。钠钙长石不过偶或见之而已。（四）笔架山花岗岩，出露于大滩及活佛滩之间，西北东南长约 20km，西南与桑干系及拴马桩煤系相接触，拴马桩煤系已受其侵入影响而变质，既如上述，其东北面尚未涉足，详细情形无从记述，惟度其位置，似与银矿山一带之片麻岩相接触也。

笔架山花岗岩，大致石色浅红，粗粒组织，惟时变粗，而成伟晶花岗岩脉，为水晶矿储藏之所。造岩矿物，极似黄花各洞花岗岩，富石英及长石，黝色矿物，为黑云母，长石中正长石多于斜长石。（五）万家沟花岗岩，亦为侵入之岩基，中夹片麻岩碎块，其西北与侏罗纪地层成断层接触，南与桑干系、五台系成侵入接触，东与侏罗纪地层相邻接，其间之关系不甚清楚。王竹泉君曾谓其为侵入之接触，惟就笔者一部之观察，接触带内之岩层虽质地坚硬，而其色泽未常稍变，似在侵入接触带内不应有此事实也。

万家沟花岗岩之岩石性质，随地而异。在沙湾附近，石色浅红，中粒组织，造山矿物富长石石英，与黝色矿物量几相等，长石中正长石多于斜长石，黝色矿物，角闪石多于黑云母，二者变质分出磁铁矿。海流素一带，晶粒较粗，石英与长石量几相若，黝色矿物为黑云母，而少角闪石。（六）邵不亥附近军怀梁花岗岩，暴露所在，南始东沟，北至红沙坝，宽约 5km，西自邵不亥之北，东至各尔兔沟，相距 5km，尚未尽其端，各面皆与片麻岩相接触，接触面颇为清晰。有时中有石英脉，石英脉中夹镜面赤铁矿。（七）近期花岗岩之重要岩体已如上述，此外尚有伟晶花岗岩脉或长英岩脉，侵入桑干系内，而伟晶花岗岩脉，往往横断片麻岩之片理，就其岩石性质观察之，颇似时代甚新，例如赛林包沟、苦洛图沟（乌拉山）、才脑包沟（大青山）等处所见者，伟晶花岗岩脉富长石石英，黝色矿物为黑云母或角闪石，微晶花岗岩脉，长石与石英几相等，而少黑云母及角闪石，其中常夹镜面赤铁矿（详于矿产章），二者常为基性岩脉所切割，惟皆未经元古界之变质，其时代大抵在古花岗岩以后，而与新花岗岩同源同时也。

基性岩类 基性岩类，就此次所经目击者有以下之二种，（一）辉绿岩，生于桑干系，成岩墙及岩脉，有时与伟晶花岗岩脉相切割，石色深淡交错、意态如画，极侵入之美观。岩石呈黑色，性质坚重，在显微镜下观察，大致岩石组织显明，矿物以斜长石及辉石为主，斜长石大部为钠钙长石，常生于辉石之中间，示辉绿岩组织之特征。副矿物，有磁铁矿，此岩既侵入桑干系内，横切伟晶花岗岩脉，而伟晶花岗岩脉之时代，约属白垩纪之初期，前已言之，其生成当在中生代以后，大概与汉诺坝玄武岩之喷出同时，而属第三纪之中期也。（二）安山岩露出于毋哈沟及东五素图，侵入什那干石灰岩及萨拉齐砂页岩系内，成岩墙，石色浅绿，风化甚烈，故其组织成分不易判别，其侵入最新之地层为二叠—三叠纪，就此，仅能谓其生成之时代晚于二叠—三叠纪也。

### 构造

地质构造大致言之有二种，因横压力之推挤，而使地层褶曲错裂者，其现象谓之褶皱。循直压力之方向，使地层升降断裂而不大褶曲者，谓之断层。今日之地形即间接出于是，故地形构造有生成之关系。而矿产之成毁亦随之而起，譬如一地层因断裂而深陷，岩汁得以侵入而生矿床，复经一次变动，则含矿之地层隆起露出，而予吾人以可采之宝藏。又如一煤田，煤层呈平整，向各方延长，因褶皱断层致失煤田之价值，故研究矿产者之所以不可不知地质构造也。本区之山岭平地，多与断层有生成关系，而褶皱更为发育，多经王竹泉君研究，惟其足迹所至只限于大青山本部，兹则观察地面较广，或不妨综合记述，以补王君前勘

所未及，其情形如次：

褶皱 褶皱影响所及之地层，可分两组言之，一为太古界及元古界之地层，二者之间隔以不整合；二即震旦纪至上侏罗纪之各地层，不整合上述地层之上，而其彼此相平行，兹分论之。

太古界地层及元古界地层之褶皱，颇为显著，沿途观察屡经目击，例如自哈德门沟口北行 10km，沿途露出之岩石悉为片麻岩，走向近东西，倾斜大致成直立，再北行至召店岭，见有大理岩数层夹于片麻岩内。此项事实，骤视之似为一连续层，但苟为连续层，则所见片麻岩厚达数千米，其性质必不同。今自下而上变化其微，纯以云母片麻岩为主，各部无显著之差异，且与大理岩相间叠之片麻岩亦具同样之性质，可知片麻岩及大理岩，必为一紧闭式的褶皱曲层，如图 6 所示者。倘吾人假定大理岩为一背斜层，则片麻岩较大理岩为新，反是则片麻岩较古，惟就岩性观察之，似后说近乎是实也。山神庙至半沟间所见之片麻岩，因花岗岩侵入之影响，构造颇不清楚，惟其中之大理岩，自南而北露出者凡三四次，且其倾斜，大致向南向北颇有一定（如山神庙附近大理岩倾向西北约  $50^\circ$ ，半沟一带大理岩倾向东南约  $70^\circ$ ），其亦似经相当复杂之褶皱，而成许多东西走向之向斜层及背斜层。陶林东南讨赖沟内，则有大理岩厚约 50m，夹于酸性片麻岩内，大致作东西走向，倾斜向北约  $65^\circ$ 。其北面露出大理岩，因花岗岩之挤迫构造颇不清楚，惟南面尚有大理岩三层，露头明显，厚各 40~50m，夹于酸性片麻岩内，皆作东西走向，倾斜近直立，各层大理岩之性质，厚薄既无二，其邻接之岩层又从同，其为褶皱构造昭然无疑（参阅图 7）。又黄花各洞西南出露之片麻岩及大理岩，一致倾斜向东南。色尔腾山东部露出之片麻岩，大致倾斜向西北或东南，倾角  $60^\circ\sim 85^\circ$ ，其褶皱构造皆颇显著。大青山南面，常常露出片麻岩及大理岩，其倾斜向南及东南，就王竹泉君之考察，亦多褶皱之构造，如巴克兔沟马刘村北之片麻岩，显示背斜层之构造，黑牛沟老道村附近之大理岩，则成一急峻之背斜层，至元古界地层露出不多，既如前述，故可以供吾人研究之材料者甚少。惟就几处露头观察之，其褶皱构造亦颇显著，如固阳以北之元古界石英岩及大理岩，倾向东北及西北，倾角约  $20^\circ$ ；在窝心壕以北之石英岩，倾斜约  $30^\circ$ ，而方向相反，适成一东北西南方向之向斜层。大青山万家沟内所见之石英岩，露头宽达 3km，倾斜向西北，倾角甚急，在  $70^\circ\sim 80^\circ$  之间，岩性各部相同，无显著差异，按石英岩之厚度，就在他处所见者，仅有数百米，而此处据露头距离计之，至少当有 3000m，可知必有变动以致之，似又为一紧闭式的向斜层也。

震旦纪至上侏罗纪各地层之褶皱剧烈，常成错断，其褶皱错断极好之模范区域，为大青山，王竹泉君已详言之。惟此次所历各地构造，已有褶皱曲错断之可见，而地层倒转之形迹尤极褶皱构造之大观，可知各地之地质构造，实皆互相关联，彼此相证更为明显。兹先述大青山构造之大概，悉采自王君之报告，次言此次历经各地之构造，核实记述以资互证焉。（一）坝口子温家沟一带，二叠—三叠纪及下侏罗纪岩层略成一向斜层，向斜轴为东北西南向。（二）自水磨沟经黑牛沟、珠尔沟至西沟长约 20km，再西逾花岗岩经大沟、以前赏、三道坝、胡同兔、童盛茂以至石拐镇长可 55km，则二叠—石炭纪至中上侏罗纪，除地层局部略呈褶皱或经陷落外，大致倾斜向北，普通倾角由  $10^\circ\sim 60^\circ$ ，惟其以南自白石头沟至老窝铺间，二叠—三叠纪及下侏罗纪地层之倾斜相反，倾角为  $30^\circ\sim 40^\circ$ 。（三）白石头沟逆掩褶断，在石拐煤田之南界，自东至西经鸡毛窑子、前墩场、中保圪素，至白石头沟之东长约 50km，但褶断线颇有向东延展经东西沟至老道沟之趋势，果尔则共长可达 75km。其南之片麻岩，常常与其北之二叠—三叠纪岩层成直接之接触，而二叠—石炭纪煤系转被覆掩于褶断面之

下，其褶断距，逾东而愈增，似以老道沟附近为最大。（四）阴山逆掩褶断，在石拐煤田之北界，西起包头东北之鸡毛窑子，中经缸房地、胡洞兔、后小坝子、老道沟、喇嘛洞、以至水磨沟之东南，褶断线长约 100km。在老道沟四道河子北，每于片麻岩之上露出中上侏罗纪之岩层，颇足为逆掩褶皱之证据。惟在缸房地，下侏罗纪煤系与片麻岩相接触，而在胡洞兔、后小坝子、喇嘛洞等处，皆以中上侏罗纪岩层与片麻岩相接触，似亦可以正断层解说之，但在后小坝子西北石灰窑附近，见片麻岩与中上侏罗纪岩层接触，而片麻岩之上常有中上侏罗纪之砂岩块，其为逆掩褶断似已毫无疑义也。（五）在白石头沟逆掩褶断之东北端，马密哈达附近，有大理岩挤入中上侏罗纪岩层内，其褶断线，东北经乌兰板甲之北，西南经东西沟延长约 15km。（六）毕克齐西北之大理岩及石英岩，向北逆掩于二叠—三叠纪岩层之上。又察素齐西北古城附近，有大理岩向北倒覆于中上侏罗纪岩层之上，其南复为上项岩层所掩覆，其断褶线似向东北延长而与上述之褶断相连续，惟中隔平地，褶断线隐没不显，是否如此尚难确定也。（七）萨拉齐西北宽店子、种地窑子等处，则有下侏罗纪煤系地层，因逆掩褶断之关系而夹于片麻岩内，呈东西延长之狭带状。在宽店子之南，片麻岩之一部因由南而北之迫挤，而覆掩于下侏罗纪煤系之上，其迹颇为显著。（八）在上述逆掩褶皱之北，复有下侏罗纪煤系及二叠—石炭纪煤系之狭带，出于二逆掩褶断之中间，东自水间沟，西至海流素沟，中经沙锅窑子、谷沟银店、杨圪棱，延长约 20km。又武川之西南土城子长太楼一带，见有煤系，似属下侏罗纪，呈一狭带状，东西延长 5km 余，其南北各为片麻岩，因其质弱居于谷底，露头不全，故其详细不易窥知，其构造殆与上述构造相同，下侏罗纪煤系出于二逆掩褶断之间欤。（九）官井沟之下侏罗纪煤系地层所在，颇似一向斜层，斜轴成西北东南向，由营盘之北经井沟至郑先生沟之西北，其西部之南翼地层倾斜较陡，而北翼地层似较平缓，成不对之向斜层，惟有浮土分布多掩其迹，详细情形不易考悉。其东部之北翼，地层因被断层折断，形体不全，今后存留者，地层倾斜向北偏东，倾角为  $70^{\circ}$ ，惟愈北而愈缓（ $38^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ），略具有向斜层之观（图 20）。（十）上述向斜层之西北二分子一带，下侏罗纪煤系地层分布所在，东南两面不整合于片麻岩之上，而北面与片麻岩断层接触，除近断层处略呈褶曲外，大致东边之地层倾斜向西，南边之地层倾斜向北偏西，倾角缓者为  $40^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ，陡者近直立。惟中部倾斜趋平缓，有似半盆形，大概从前原为一向斜层，后被断层折断而失其本来面目也。（十一）固阳以西下侏罗纪煤系地层分布颇广，惟砂砾泥土到处分布，致掩其迹，其地下情形不易窥悉，但就采煤者言，煤田西南部之煤层倾向东北陡立，而在东北部即窝沁濠附近，其煤层倾向西南倾角不过  $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ，又似成一不对称之向斜层，惟其西北面之太古界片麻岩峭壁屹立，其东北面之元古界石英岩露出亦颇突如其来，可知向斜层外必有断层在也。（十二）拴马桩一带之高山，为震旦纪石灰岩及二叠—石炭纪砂岩、页岩等所组成，崭岩矗立高出地表数百米，来此地者，莫不注意。此山之露头甚为明显，自南而北先为石灰岩，次为泥砂质页岩，再次为石英硬砂岩，再次复为页岩，最北复为石灰岩，不整合于片麻岩之上，各岩层一致倾向东南，倾斜缓急一致，倾角由  $50^{\circ}\sim 64^{\circ}$ ，大致此一带石灰岩砂页岩等，因横压力之推移迫挤而褶皱倒侧，其为向南倒侧之紧闭式的向斜层，灼然可见（参阅图 15）。更进一步观察，其南面之页岩平覆于砂岩之上，而石灰岩又平覆于页岩之上，以此又足证明石灰岩、页岩之露出，系岩层之叠覆，而非阶梯断层也，其为紧闭式的向斜层者，更无疑义。此一带石灰岩之变质虽不甚显，而页岩之裂缝中富含白云母，以示变质之征象。此种情形，亦合横压力推移迫挤之意义。自拴马桩而东至乌兰忽洞之东北，山岭起伏皆为片麻岩，震旦纪石灰岩又于片麻岩之山西面复行出现，大致作一半圆形（参见图 6），其

南与片麻岩成不整合之接触，其北即石炭—二叠纪之煤系，亦为一倒侧向斜层，似为拴马桩向斜层之一部，惟因侵蚀形体不全。就上所述，拴马桩与乌兰忽洞之向斜层，虽其倒侧程度有不同，然推其构造之来源，实同受自南而北之一横压力而使之向南倒侧。德日进氏谓其为一由北向南倒侧之背斜层，殊非事实也。（十三）什那干平地北边，山岭绵亘，露出二叠—石炭纪煤系，此煤系地层倾斜向南，在葛绍沟口及毋哈沟口，显见其平行的不整合于震旦纪石灰岩之上。又平地之南相距不远，突出屹立者即什那干南山之片麻岩，上覆以未经变质之震旦石灰岩，其北面之悬崖，大致作东西方向，以在什那干村之南者较为清显，观之者，必谓此处有一正断层，但据笔者详细之观察，并非有何上下错断之形迹，其构造实具有特殊性质也。

什那干附近之构造，倘假定为一正断层，南高北低，则俯仰两侧之升降，仅限于上下压力之行动，断层附近，必不能有推移迫挤之情形，更不能有变质之景象，而今乃确有如此之事实。如毋哈葛绍二沟口之煤系地层，褶皱变质颇为剧烈，而什那干南山顶之石灰岩亦略呈褶曲之形迹，凡此在正断层发生之区域内，殊不多见之事实，足见什那干附近构造非为正断层，而上述之情形恰合逆掩褶断之性质（参阅图 15）。更试论变质岩之生成，其成因不外区域变质与接触变质两种，扩观什那干以北之变质岩，东西分布延长 50km，如系接触变质，则附近必有极大之火成岩侵入体，而今地面上，除毋哈沟内有一二安山岩侵入墙外，并未见有何火成岩之侵入体，可知变质岩非因火成岩侵入而变质，实与横逆变动有生成之关系。而此横逆变动适生于断层之前，则此断层为由南而北之逆掩褶断，更为明显也。（十四）怀安县附近，零星分布之震旦纪石灰岩，皆盖覆于片麻岩之上，而片麻岩之山岭常环峙其四周，震旦石灰岩适居于盆地内，其从前必组成许多之小向斜层，由此可以想见也。不过所成之向斜层较为平缓，在侵余之小面积内，不易见走向倾斜之差异耳。（十五）兴和县西南此老之南，片麻岩成层状，倾斜向南，组成此老坝，其北平岗起伏，皆上侏罗纪地层，褶皱剧烈倾斜极无一定，二者为一断层所隔，断层面倾斜向南，此种情形，极合片麻岩由南向北移置侏罗纪地层上之意义，其为逆掩褶断灼然可见也。自此老村而东至东洋河一带，上侏罗纪地层与片麻岩又复出露，二者亦成断层之关系，断面向南倾斜甚陡，似属此老村断线之延长，就上所述，此老村与东洋河之褶皱面虽有陡缓之不同，然推其构造之来源，实受同一之横压力，仍带逆掩褶皱之性质。此褶断线共长至少亦达 40km。

综上所述，可知震旦纪至上侏罗纪之褶皱轴向，一致近东西，显系自南而北之横压力推移迫挤而生成，并其生成时代当在上侏罗纪之后，大概属诸下白垩纪，英文篇已详言之。惟太古界及元古界之褶皱，其轴向大致与上述褶皱轴相平行，是亦值得注意之事也，考太古界之地层，自古迄今至少经过四次之褶皱，桑干片麻岩生成之后，地壳运动，而起急峻之褶皱，此其一。当五台纪之末，褶皱运动复生，此其二。至侏罗纪之末期地动又起，殆所谓燕山期地壳运动，惟其褶皱平缓形迹不甚显著，此其三。迨白垩纪，褶皱运动甚为急烈，每使较古之地层断移于较新地层之上，以致构造有今日之复杂，此其四。片麻岩经此四次褶皱，而仍能保其平整（即其倾斜颇有一定）之态度者，盖与各次褶皱方向有关也。除白垩纪褶皱运动系由南而北及燕山褶皱不关重要，已如上述外，设吾人假定桑干系片麻岩之褶皱运动，自东而西或自西而东，而成南北轴向之褶皱，五台系地层之褶皱运动，由南而北或自北而南，而成东西轴向之褶皱，则片麻岩必呈极复杂之褶皱，更加白垩纪之横逆运动，其复杂程度可想而知矣。更进一步推想，假定桑干系片麻岩之褶皱轴向近东西，五台系地层之褶皱轴向为南北，则亦必呈极复杂之构造，而今事实上乃确未见有如此之景象，可知桑干系及五台

系之褶皱运动，皆为由南而北或由北而南，故其所成之褶皱，大致与白垩纪之褶轴相平行，而未尝正交也。

断层 本区褶皱之发育既如上述，而正断层亦常见之，试分论如下。（一）归绥包头间地形之变化，实为正断层所生成，崛起于归绥平原之北者为大青山悬崖峭壁不可攀援，山地平原划分明确，示东西延长之断层线。此断线西始包头城，东至归绥以东，计长达 125km。其断移以归绥以西者为最大，颇有愈东愈小之势，如王竹泉君之言也，故至祁下营子以上已不见其踪迹矣。（二）万家沟内大沟附近之下侏罗纪煤系，东与花岗岩成断层之接触，此断层线自大沟西南绵亘向东北经前小坝子、水神庙，而至徐泥板申之东南，似与阴山逆掩断层相交割，计长约有 25km。其俯侧之岩层，在大沟附近，为侏罗纪煤系，王君已详言之，惟在水神庙一带，悉为上侏罗纪之红砂岩，其与花岗岩接触之部分，未见变质之形迹，实带断层接触之性质，而王君未曾提及也。（三）黑牛沟口附近，有断层南高而北低，走向近东西，略向北作弯曲状，其仰侧之二叠—三叠纪岩层在东部者，与下侏罗纪煤系相接触，在西部者，与上侏罗纪岩层相接触，显示断移之差异，其断距由数米至 400 余米不等。察素齐北柳树湾附近，下侏罗纪煤系呈一狭带状，长达 5 千余米，南北各以断层关系而与上侏罗纪相接触，煤系则为上升之部分，殆所谓地垒构造者是也。又温家窑子附近，二叠—三叠纪砂页岩，倾斜向南，北与五台纪片岩、大理岩相接触，王君曾谓页岩不整合于片岩、大理岩之上，但细察接触面附近之岩层，常呈迫挤之形迹，大概二者之间有一正断层以隔之。（四）乌拉山崭岩壁立，南临低地，界限截然，则有窄谷急涧破山而出，示居断层之仰侧，其断线东西延长 140m（东起包头北之复合当，西经赛林包至乌拉山之西头），乌拉山皆为桑干系岩层所组成，其山脊之高，出于低地，达 300 ~ 350m，则此断层移动之巨可想而知矣。（五）色尔腾山及狼山崛起于安北平原及五原平原之北，其中绝壁深谷破山而出，流入二平原内，示地面升降之特征，可知此处必有一断层。断线大致成西北东南方向，一部向正东，西自狼山西部起，经乌兰脑包、乌兰忽洞、贾全湾至营盘湾以东而失踪。仰侧为太古界片麻岩、震旦纪石灰岩、二叠石炭纪煤系及侏罗纪煤系，组成色尔腾山及狼山。俯侧之岩层，因被冲积砂砾所掩，致隐其迹，其断移不易测知，惟二山之岭脊高出平地常达 500 ~ 600m，可知移距至少在一千米以上矣。（六）拴马桩以南之断层，大致成西北东南方向，斜切拴马桩倒侧向斜层之斜轴，约与上述断层相平行，西自七分子西北起，向东似达西梁之东南，其西部之仰侧，居断线之南为太古界之片麻岩，俯侧则为三叠纪之砾岩层。而东部仰侧乃居断线之北，为片麻岩，俯侧多为二叠—石炭纪煤系，大抵为掀转断层，其断距以西部为最大，约计则有 900 余米。（七）小余太河中部之断层，大致作西北东南方向，西起旧余太召，东达刘太古之东南，向东北略呈弯曲状，为一正断层。断层面大致成直立，仰侧为片麻岩，组成刘太古一带之岗阜，俯侧为二叠纪之砾岩层，组成小余太河两岸之峻岭，其错动之巨可想而知矣，此断层与拴马桩断层之西部共一俯侧，故二断层可合称槽形断层，惟砾岩层石质坚硬不易侵蚀，故在地形上反成较高之地带也。（八）官井沟东北之正断层，大致作西北东南方向，横切官井沟向斜层之东北部，西端以尽于二分子官井沟大道之两旁，东端蔽于冲积层下，踪迹不明，就今测之者，长达 10km，断层面大致直立，仰侧居断层之北，为片麻岩，组成官井沟煤田之北一带山岭，崭岩立壁山势陡峻，俯侧为下侏罗纪煤系，倾斜向北偏东，组成煤田之低岗，错动不甚剧烈。（九）二分子向斜层以北之断层，大致成东西方向，横割向斜层之北部，其向两方断切片麻岩者形迹不显，就今测知者延长不过 5km，断层面近直立，仰侧为片麻岩，山岭巍然突起，状甚显然，俯侧为下侏罗纪煤系，岗岭起伏势多平缓，



其升降之迹显然可见也。(十) 窝沁濠一带，下侏罗纪煤系地层大致倾斜向南，但甚平缓，组成低地，其北缘之片麻岩，山岭巍然突起，峭壁兀立，其间必有一正断层，此断层大致成东西方向，自西而东延长 5km 余，断层面成直立，断移不甚剧烈。(十一) 大滩之南有一正断层，作西北东南走向，西起麻米沟，东经平安沟至杨湾子更东延至陶林之南，长可 70km，南为仰侧，北为俯侧，致桑干系片麻岩与二叠—三叠纪砾岩相接触，其迹极为显著。此断层以南之速力图及以北之平安村各有一东西走向之正断层，一则使桑干系片麻岩与二叠—三叠纪红砂岩相接触，一则使二叠—三叠纪红砂岩与玄武岩相接触，其迹亦极明显也。(十二) 张北县西部小断层甚多，其断线或作南北或成东西，走向颇无一定。例如小大青山之高起，土木路马莲疙瘩一带下侏罗纪煤系之露出，皆此断陷所致也，又阳原县东北东城罗家庄等处，各有正断层，走向近南北，断距皆不甚大，惟其错动之迹颇为明晰。

综上所述，本区主要断层大致作东西走向，与褶皱轴或相平行或成斜割，其时代依王君所述，约属第四纪。但就此次之观察，大半渐新统之玄武岩流已受折断，而中上新统以及较新之地层概未受其影响。复按诸地文，自唐县期以后亦未见有地壳之运动，故察绥之地壳破裂运动，约与吾国北部各处之断层同时而属于中新统，如辽宁、山东有许多大断层，已证明于此时生成也。

## 第四章 矿 产

察省西南部矿产无多，而绥远矿产之富久为人所称道，凡欲开发西北者，莫不引为快谈，不曰煤、铁、石墨、石棉、宝石各矿俱备，即谓石棉矿到处分布，遍地可寻。今绥省府力谋矿业建设，大举调查，该省矿产得悉梗概，至以为幸，察省西南部之矿产，皆位于小大青山之附近。绥远矿业，多在其本部，狼山、色尔腾山、乌拉山、大青山、奎腾梁等山脉，皆有其分布。省南多属平地，惟产硝碱。省北虽系高原，而浮土褊厚，牧草繁滋，矿产不易发见，就今所知者，仅有白云山之铁矿一处，惟未经目击，其价值究竟如何不得而详。此次考查所及，为奎腾梁山脉之煤矿及宝石，大青山脉及乌拉山脉之石棉、铁矿、煤矿及宝石，色尔腾山脉及狼山山脉之煤矿、宝石及绿矾。惟大青山本部之煤矿，虽亦曾略勘察，乃王竹泉君已先详测，著有专论，兹不妨就其所言，与此次所查各矿一并述之如次，合资参考。

### 煤

本区煤田，为石炭—二叠纪、侏罗纪及第三纪煤系所组成，此外尚有第四纪之泥炭。石炭—二叠纪煤田分布虽广，而暴露零星，且煤层不多。煤质为烟煤及无烟煤，大部变化而成石墨质。狼山、拴马桩、童盛茂、杨圪棱、速力图等处煤田属之，大抵无大作之价值。侏罗纪煤田之煤层已知者由三层至十层不等。煤质有烟煤、无烟煤及半烟煤，烟煤一部可炼焦，无烟煤、半烟煤质均不劣可供家用。官井沟、二分子、窝沁濠、石拐子、宽店子、柳树湾、黑牛沟、坝口子、炭窑村、土木路、马莲疙瘩等处煤田属之。第三纪煤田分布于马莲滩、东窑沟、大营盘等处，产褐炭，销路不广，仅供附近住户燃烧之用。至第四纪泥炭，于台格木、讨子号一带见之，其储量约计共有一千余万吨，亦颇有注意之价值也。

### 石炭—二叠纪

#### (1) 狼山煤田

石炭—二叠纪煤系，出露于狼山山脉之南坡，自小余太至乌兰脑包断续相连，延长约 50 余千米。惟至乌兰脑包尚未尽其端，其西至临河以北仍有煤系之暴露，似属石炭—二叠

纪，果尔，则石炭—二叠纪煤系，东西绵亘共达 150km，宽窄不等，由数十米至 500m。地层倾斜向南颇陡，有时近直立，就以前在什那干、乌兰脑包等处，试探之结果，及地层之露头观察，至少有煤两层，各厚 1m 左右，惟其全经变质已失经济上之价值。闻试探时所采之煤，色黑无光泽，块少末多，虽置烈火中亦不燃烧，且有时略带金属光泽，滑腻如脂，颇近石墨，可知其变质之深矣。惟其西部之煤，就乌兰脑包一带试探之情形，似变质较轻，如将来能探出可燃之煤质，可由小窑择地挖掘以供本地燃烧之用，否则本煤田已毫无经济上之价值也。

(2) 拴马桩煤田

位置及交通 煤田在安北县东北拴马桩之南约一里，产煤地点在漠南矿场及拴马桩沟等处。其东南约 7.5km 之西梁，闻曾有人挖掘，确有煤层，惟未经开采。就煤系分布观察，西梁、漠南矿场之间，除一部被断层折断外，均应有煤，但未试探不悉底蕴也。煤田位于山边，南临平原，南至安北县约 5km，西至五原约 90km，均地势平坦，可通马车，运输即赖以便，惟东北至小余太一带途次多山，交通不便，运输赖于驴驮甚为迟缓，故本煤田一年所产之煤，多销于安北、五原一带平地焉。

煤层 拴马桩煤田，惟漠南煤场附近向经开采，煤层情形知之稍详。就地层暴露岩石性质观察，煤层夹于石炭—二叠纪煤系之中部，约有两层，相距约 30m，上层据漠南煤矿所知，厚近 1m，近煤层者为灰色泥质页岩，下层成于黑色泥质页岩中，尚未开采，但就其露出情形，其厚度似亦在 1.5m 以上矣。拴马桩沟一带近亦有人探采，惟煤层到处暴露，倾斜极无一定，不惟初来此地者不易究悉其层数，即在此探采者亦莫知其究竟。但就地质构造详细观察之，此一带之煤亦不过两层，露出于拴马桩沟东岸者属第一层，约与漠南矿场上层相当，据试探之结果，厚不足 2m，中夹黑色页岩薄层。露出于断层附近者，约为漠南矿场下层之延长，褶曲中断而成窝子状，其宽常达 3m 许，藏于黑色板岩内，已无大作之希望矣。拴马桩沟以东至西梁未经探采，且地面多浮土，煤层情形不得而详。惟其含煤地层与漠南矿场煤系本属一系，又相距不远，其煤层情形，当与漠南矿场之煤层无甚差异也。

煤质 漠南矿场附近产无烟煤，末多块少，块煤呈黑色，有光泽，耐燃烧，火力强，为颇佳之无烟煤。拴马桩沟一带亦产无烟煤，惟因地层错断，煤层受其迫挤之影响，煤质自有变化，变质剧烈者挥发物逸散，固定炭增加，因之一部分不易燃烧，品质不佳，漠南矿场附近之煤，曾经分析，其结果如下：

产地	水分	挥发分	固定炭	灰分	粘性	发热量
	(%)	(%)	(%)	(%)		(Cal.)
漠南矿场	2.35	7.25	85.20	5.20	不粘结	7975

煤量 煤量估计所应确知之要件有二，即地质构造及煤系分布是也。兹所举两处产煤地点均为向斜层之一部，漠南矿场煤区在其北翼，煤系地层倾斜大致一定，向东北西南延长各 1km 为断层所阻。拴马桩沟煤区在其南翼，煤系因断层迫挤大部褶皱颇为剧烈，向西南延长约 1km 即因断陷而失其踪迹。漠南矿场煤区煤系虽延长不远，而其中似皆有可采之煤层，地层倾斜颇陡，可至 60°，向下采掘当不甚深，煤层两层，厚约 3m，兹假定以 1500m 为煤层之长，500m 为煤层之宽，2m 为煤层之厚，比重以 1.3 计，则煤量约为 195 万 t。拴马桩沟煤区煤系中皆有可采之煤层，煤层厚者达 4m，兹假定可采煤层之长为 1000m，宽为 500m



(向斜层底似入地甚深，其两翼煤层之宽当各在 500m 以上矣)，厚为 2m，比重以 1.3 计，则煤量约为 130 万 t，以上为产煤部分所有之煤量。其他如西梁一带，煤层储存情形所知不详，不便估计，惟就煤系分布观察之，如将来探得相当之煤层，其煤量必在 500 万 t 以上矣。

矿业 本煤田矿业不甚发达，只有小窑两处开采。一即漠南矿场，为孔庚所办，已采十余年，冬春开采，夏秋停工，工人十余名，工资大工每日五角，小工三角，由窑主给食，平均二人一日可出煤 20 筐（矿井沿煤层而进，所入不深），一筐 80 余斤，一日出煤约五六吨，一年开采六个月，共出煤 1000t。煤价就地每吨可售洋一元五角至二元。一在拴马桩沟，为刘某所办，自 1931 年冬季着手开采，有工人七八名，日出煤三四吨，一年共产煤约 800t，煤价约与前相等，而工资亦与之相同也。

(3) 童盛茂煤田

位置及交通 煤田位于萨拉齐之北境，中老窝铺之正南。煤系露出于大炭壕、童盛茂、石匠窑、哈拉沟一带，延长约 15km，地层倾斜平均各约 60°，由煤田至铁路其道有二：一由石匠窑子沿水间沟至萨拉齐。一自大炭壕沿大斗林沁沟至公吉板，各约 15km，皆窄谷急涧，仅通骡驮，煤之运转即利赖焉。

煤层煤质及煤量 煤层夹于砂岩、页岩内，仅有一层，在童盛茂南马地湾沟子附近，厚达 6m，兹以煤层平均厚度为 3m 计之，则煤量约有 3780 万 t，煤质系烟煤可炼焦，俗称臭炭，兹将大炭壕煤之分析结果，列表如下以示一斑：

产地	水分	挥发分	固定炭	灰分	焦性	硫黄	发热量
	(%)	(%)	(%)	(%)		(%)	(Cal.)
大炭壕	1.16	23.68	66.54	9.62	粘结	0.0162	7685

矿业 矿业不甚发达，仅石匠窑子及大炭壕附近有小窑开采，作辍无常，约计每年产煤不过 2000t。

(4) 杨圪塆煤田

位置及交通 煤田位于萨县之北，东西绵亘约 20km，其东西两部，为石炭—二叠纪煤系所组成，而中部属于下侏罗纪煤系，杨圪塆适位其中心，煤田虽居近山边，而山岭崇峻交通不便，惟有河渠空谷可通骡驮，运输夙赖以便。

煤层煤质及煤量 东部煤系分布于水间沟、沙锅窑子、谷满银店等处，东西延长约 7.5km，地层倾斜，由 60°至直立。含煤一层，厚约 2m，系烟煤。兹假定 250m 为可采深度，其煤量约达 450 万 t。中部煤系分布于谷满银店、杨圪塆之间，长约 6km，地层倾斜约 20°，煤层平均厚 1.5m，煤为烟煤，俗名香煤，可炼焦，分析结果，含水分 0.88%，挥发分 12.86%，固定炭 76.05%，灰分 10.21%，硫黄 0.56%，发热量为 7869 加洛利。兹假定可采煤层之宽为 500m，其煤量为 580 万 t。西部煤系分布于五达沟内之恒义相房及海流素等处，计长约 5km，地层倾斜约 50°。煤层平均厚约 1m，系烟煤，兹以 250m 为可采煤层之宽，则其煤量约有 160 万 t。以上石炭—二叠纪煤系储煤 610 万 t，下侏罗纪煤系储煤 580 万 t，总计共达 1190 万 t。

矿业 各部中惟中部有较大之煤窑采办，余均系小窑，矿业极不发达，年产额共计不过 2000t。中部有煤窑两处，一在本部之东区，为刘俊耀所办，工人百余名，工价每日大洋五

角，每人一日可采出煤一千六百斤。一在本部之西区，其规模与刘俊耀窑相等。以上两窑每年产煤约达 600t，均经大小斗林沁沟，运于萨拉齐公吉板销售。

#### (5) 速力图煤田

**位置及交通** 煤田位于武川陶林两县之交界，据黑水河之上源，东距陶林县凡 30km，西距武川县可 100km，南距祁下营子车站约 45km。由煤田至陶林及祁下营子，则沿河谷以进，地较平坦，可通马车，惟至武川，山路崎岖，交通不便。

**煤层煤质及煤量** 煤系沿断层而分布，长约 2km，宽约 0.5km，煤层夹于煤系之中下部，近煤层者为灰色或黑色砂页岩，页岩内富含植物化石，仅见煤二层，一厚 0.3m，一厚 1.5m，倾斜向西南，倾角约  $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。煤经分析结果，约含水分 0.09%，挥发分 16.25%，固定炭 59.70%，灰分 23.15%，硫分 0.61%，发热量为 6633 加洛利。其储量以长 1500m、宽 500m、厚 2m 计之，约有 195 万 t。闻速力图之西，流水沟附近亦产煤，旧日曾经小窑采取，惟久已停工，其地下情形无由而详。

**矿业** 煤田西部昔日开采颇盛，旧坑煤渣犹有存者。现在仅其东部有小窑一座，为山东人所办，有工人一二十名，冬春开采，夏秋停工，一年可出煤 2100 余吨，多销于陶林境，闻就地售价一吨约四元云。

#### (6) 其他煤田

其他尚有武川东北四号地煤田，属于石炭—二叠纪，曾有人就地层露头试采，后以其深受变质不能燃烧，遂弃之而永无人注意也。

#### 下侏罗纪

##### (1) 官井沟煤田

**位置** 煤田位安北县东官井沟地方，西距安北县约 50km，东距固阳县约 60km，南距包头县约 80km 有奇，约占北纬  $41^{\circ}20'$ ，东经  $109^{\circ}50'$  地也。煤田东西长约 15km，南北宽约 1km 许，煤田居近山边（色尔腾山之南坡），山势平缓，惟其南北略有小岭蜿蜒连亘，盖为太古界片麻岩所组成也。

**交通** 自煤田至安北、固阳两县固属平地，而南去包头车站中经乌拉山，道路则沿空谷以进，转运则惟骆驼是赖，运输迟缓。现在绥省府对于包宁路之包五段，拟预定其路线，由包头经官井沟口、安北县至五原，该段路线长约 215km，大致西部全行于平原之上，东部多行于山岭之中。自五原东行至官井沟口，长约 140km，全行于冲积层之上，地势弥平，惟其官井沟口出哈德门沟至包头，长约 75km，中经哈德门岭，且哈德门沟窄而多弯曲，敷设铁路，尚须开凿之工。若由官井沟口东南 20km 入昆都仑河谷，沿谷南进 20km 出口至昆都仑召，由召东南进 30km 至包头，除昆都仑河谷一段外，余皆行于平地之上。昆都仑河谷广宽，修筑路基少须开凿之工。总之路线除在五加河及昆都仑河须设简单桥梁外，在其他工程上，无特殊之困难也。

**煤层** 煤层夹于下侏罗纪之中部，而距下部较近。近煤层者多砂岩及砂质页岩等，其层数虽未经特别钻探，未能确悉，然小窑开采已久，煤层情形，大可得其梗概矣。官井沟一带有小窑采取，煤系含煤九层，多不甚厚，多在 0.5m ~ 2.5m 之间，各层相距由 10m ~ 20m 不等，营盘湾一带，曾有小窑开采，据云煤层亦达上述之数，惟其厚薄略有差异，由此可知煤层之数目厚度随地变化甚微，大概今所知之煤层即足为全煤田之代表也。

**煤质** 本煤田就今所知者有煤九层已如前述，惟现在开采者，只最上层及第三层。其他七层，虽曾经掘其露头，但近地面变化甚深，不足代表全层之性质，故可详细考察，并经化

验而借以定其品质，优劣者，为最上层及第三层。此两层现在官井沟及营盘沟采掘所出之煤，均为烟煤。惟不宜炼焦，色黑有光泽，易燃，火焰高，块末均有，颇似察哈尔宣化玉带山之烟煤，兹将一、三两层煤之分析结果，列表如下以示其性质：

产 地	水分 (%)	挥发分 (%)	固定炭 (%)	灰分 (%)	粘性	发热量 (Cal.)
官井沟 第一层	4.53	34.47	54.73	6.27	不粘结	7520
官井沟 第三层	3.20	32.05	42.21	22.54	不粘结	5768
营盘沟	5.80	37.10	41.79	15.31	不粘结	5837

煤量 煤量可采之多寡，与地质构造有关系。今官井沟煤田，就前所述构造原来大致为一向斜层，惟其北翼大部为一断层截断，遂失去本来之面目，并影响煤田之价值。现在其南翼煤系露出地表者，自陶赖沟以东起至营盘湾以东止，延长约 15km，而历来产煤之区，由沙气沟至营盘湾仅 10km，兹以 10000m 为煤层可采之长。地层倾斜大致向北，斜角由 40°~65°，向下采掘当不能甚深，惟其西部地层渐有向北趋于平缓之势，兹假定距地面 500m 以上之煤可以经济方法采取，其煤层可采之宽或能达 700m。就上所述有煤九层，最薄者有 0.5m，最厚者达 2.5m，兹以 7m 为其平均总厚，煤为烟煤，比重以 1.2 计，则全煤田煤量约有 5880 万 t。此不过就已知之事实推算所得之煤量，如煤层之数目厚度有所增减，煤量亦因之变更也。

矿业 本煤田矿业极不发达。官井沟一带有小煤窑名万和窑，为陈某所办。系租自漠南公司者。有工人十余名，由窑主给食，工资四角，冬春开采，夏秋停工，一日可出煤二万斤，其年产额不过 2000t。营盘湾亦不时有小窑开采，一年出煤约 2000t。

本煤田一年产煤共 4000t，悉售于色尔腾山山前山后，以供住户燃烧之用，就地售价一吨约值二元左右。

(2) 二分子煤田

位置及地形 煤田在官井沟煤田之西北凡 5km，西距安北县约 55km。其四围山岭环拱，煤田成为盆地，向东北西南延长，西南有一山口为陶赖沟出山之路。陶赖沟者煤田中之一水流也，源出煤田之东北，蜿蜒西南流经煤田之中部，迤而南出山口流入台梁平地以内，不惟群山之水，赖以宣泄于区外，即于交通上，亦为由煤田至台梁平地惟一之孔道也（沟身较宽可通马车）。

煤层煤质及煤量 本煤田采掘旧迹甚多，均停工已久，煤层情形不得而详，观此含煤地层，与官井沟下侏罗纪煤系本属一系，其煤层位置数目当与官井沟煤田之煤层无大差异。据采煤者言，在二分子西南一里许曾见煤三层，皆相距不远，最下层厚 3m 许，中夹岩石薄层，其上两层各由 0.6~1m 不等，惟就岩层性质观察之，三层之外仍有煤层之存在，故所有煤层至少在四层以上也。煤质为烟煤，因未开采不易采获新鲜煤样，藉化验以定其优劣，其露出地表者已受变化，殊不足代表全层之性质，但据当地人言，少末多大块，易燃火高，可知其性质与官井沟之烟煤相仿也。煤量，煤系地层之构造略成一缓平之向斜层，既如前述，假定全部之煤皆可采，其面积为 50 万 km<sup>2</sup>，煤层就今所知者至少有四层，其中一层厚

3m，以4m为煤层之平均总厚，煤为烟煤，比重以1.2计，则全煤田之煤量为3600万t，如日取1000t，足供百年之开采也。

矿业 本煤田在1935—1936年曾经采掘，二分子附近多见煤渣遗迹，但今小窑全未兴工，无矿业可述。

(3) 窝沁壕煤田

位置及交通 窝沁壕乃固阳县西北5km之一小村，环其四周皆有煤系之分布，惟煤系全居低地，砾石浮土覆掩其迹，故煤系所在几无露头之可见。煤田僻处山寨，交通不便，惟有河渠空谷可通骆驼马车，货物运输端赖于此。由煤田东至武川县约150km，道路虽多沿河谷以进，而途次隔山，骆驼马车上下颇感困难。惟由煤田至安北县道路约60km，沿昆都仑河及台梁平地面西南进，全行于平地之上，运输较为便利也。

煤层煤质及煤量 本煤田之煤层数目厚度，因未经正式试采未能确悉，就窝沁壕附近各窑户历来开采所知者，约有四层，自上而下第一层厚约1.3m，第二层厚约1.0m，第三层厚约0.5m，第四层厚约2.6m，第一层之下约3m为第二层，第二、第三、第四各层之间相距约达8~9m。煤质，就窝沁壕一带小窑所采者品格不高，当地人皆知均为烟煤，色黑少光泽，大块易破为碎片，燃烧时灰分多，火力弱，富含硫黄，恶臭逼人，一望而知为劣品，但就煤系岩性及其中不完整之植物化石观之，似为下侏罗纪之产物也。兹将所采煤样之分析结果列表如下：

产 地	水分	挥发分	固定炭	灰分	粘性	发热量
	(%)	(%)	(%)	(%)		(Cal.)
窝沁壕	8.41	29.90	35.15	28.54	不粘结	4855

窝沁壕平地东西长约15km，南北宽约9km，似皆为煤系所组成，其构造如前所述为缓平之向斜层，换言之即平地之下皆有可采之煤层，果尔，则本煤田之煤量至少可达6000~7000万t，但未经钻探，此论难确定。今所计者，为窝沁壕一带之有煤层可以踪迹者之煤量，除窝沁壕周围历经开采，煤层情形已颇明了外，其西北西南各3.5km之地方及其东南5km之迦坝，均曾经当地人挖掘，确知有煤，假定煤系地层近水平，全区之煤皆可采，其面积为20km<sup>2</sup>。煤层有四层，最厚者达2.5m，以2.0m为煤层平均总厚，煤为烟煤，比重以1.2计，则全煤田之煤量约4800万t。

矿业 煤田内小窑颇多，然皆各人集股自采自售，作辍无常，既无组织之可言。采挖地点亦不一定，遇煤即采，至不利采取，便又他迁，故旧窑坑虽到处可见，而统计开采之窑户不过五六家，每家一日平均出煤约3000余斤，假定一年各开采六个月，则本煤田一年共出煤约2000t，全销于固阳境，就地价一张绥远票（大洋四角）可买煤六百斤，即一吨煤可值洋一元二角云。

(4) 石拐煤田

位置及交通 煤田在萨拉齐之北，东始大沟，经六道坝、胡卢斯太、中老窝铺至石拐镇共长60km。居于大青山中，交通不甚便利，惟有巨谷急涧，如万家沟、白石头沟、水间沟、五达沟、大东沟等为由煤田出山之孔道，可通骡驮，煤之转运即赖于此。

煤层煤质及煤品 煤层夹于煤系之中部，其数目厚度随地不同，在石拐镇一带有煤七层，自下而上述之如次：

一、脑节煤	1m
二、薄煤层	0.3m
三、中大节煤	2m
四、四尺煤	1.3m
五、花石节煤	1.3m
六、底大节煤	2.1m
七、底甘小节煤	0.6m

在大沟、中老窝铺等处，就所采之一层煤皆厚约 1.3m，在六道坝厚由 1.3 ~ 3.3m，煤质亦因地而异，大沟、六道坝一带产无烟煤，胡卢斯太、中老窝铺、石拐镇一带产烟煤，皆可炼焦，无烟煤经分析含水分 1.40%，挥发分 4.80%，固定炭 84%，灰分 9.54%，发热量为 7350 ~ 7351 加洛利。烟煤含水分 1.44%，挥发分 33.02%，固定炭 56.62%，灰分 8.92%，发热量为 7751 加洛利，其储量 大沟、六道坝一带煤系露头计长 16km，地层倾角 40°~ 60°，兹以 1.5m 为煤层之平均厚，直下开采深度以 500m 计，其储无烟煤约有 2030 万 t。胡卢斯太、中老窝铺一带，煤系露出长约 22km，地层倾斜约 50°~ 60°，煤层平均厚度以 1.5m 计，其储烟煤约 2730 万 t。中老窝铺、石拐一带煤系露头计长 15 余千米。地层倾斜由 50°~ 10°，煤层平均厚度以 3m 计，约储烟煤 5850 万 t。本煤田共储煤 1.061 亿 t。

矿业 石拐煤田矿业较为发达，石拐、大沟、六道坝、胡卢斯太、中老窝铺等处均有煤层开采，日出煤约 150 ~ 160t。石拐有煤矿公司两家，一名漠南公司，已开孔字、永益、三合、永顺、德益、对合、益顺、福寿等窑洞，工人约 400 名，工价每日五角，由公司给食，日出煤约 80t（一年采煤八个月），每吨售价约 2.4 元。一名冀昌公司，有洞二口，工人 200 余名，每日出煤 40t。大沟有万丰窑及万隆窑，采煤工人各六七十名，日出煤共二十余吨，售价每吨 2.5 元。六道坝、胡卢斯太、中老窝铺虽经开采而产煤甚微，共计一日不过 20 余吨云。

(5) 宽店子煤田

位置 在杨圪塆之正南，萨拉齐之西北，距杨圪塆凡 3km，距萨拉齐可 12km，其交通大致与杨圪塆煤田相若，惟距离较近耳。

煤层煤质及煤量 煤系分布于宽店子、种地窑子、韩同会，长达 12km，地层倾斜约 40°，有煤三层，上层厚约 0.6m，中层 0.3m，下层 1.0m，均为烟煤，可炼焦。兹以 2m 为煤层之平均厚，可采深度以 500m 计，则本煤田煤量约为 2400 万 t，历经开采，每年约出煤 3000t。

(6) 柳树湾煤田

位置 位于归绥县察素齐北约 10km，东沟西沟均由是蜿蜒而南，以入平地，为自煤田出山之孔道。

煤层煤质及煤量 煤系分布于柳树湾、珠尔沟，东西延长约 6000 余米，岩层褶皱错乱甚为剧烈，就今所知有煤两层，各厚 0.3 ~ 1.3m，均属无烟煤，其分析结果，含水分 1.46%，挥发分 3.44%，固定炭 79.86%，灰分 15.24%，发热量为 7046 加洛利，其煤量以煤层平均厚度为 1m，则本煤田计储煤 1170 万 t。久经开采每年可出煤 2000 余吨。

(7) 黑牛沟煤田

黑牛沟煤田在归绥县毕克齐西北 5km 许，煤系露出于苏盖营子一带，东西延长约 7km，地层倾斜平均约 50°，见煤一层厚约 0.6m，若以半米为煤层之平均厚，500m 为可采深度，则煤田之煤量计有 200 余万吨。

#### (8) 坝口子煤田

坝口子煤田位于归绥县北约 10km，煤系分布不广，纵横所及不过 8km<sup>2</sup>，煤层甚薄，仅数十厘米，为半烟煤，昔者曾有人在温家窑子一带试探，终以煤层瘠薄，采取不易而罢。

#### (9) 土城子炭窑村煤田

土城子煤田在武川县西南约 75km。煤系分布于土城子、长太楼一带，东西延长约 5km，其构造因逆掩折断之关系而夹于片麻岩内，既如上述，惟其质软常居谷底，多为冲积层所掩覆，全部情形不易窥悉。就露出之部分观察，煤系地层颇形褶曲，且据当地人从前探采所知者，煤层瘠薄，质近半烟煤，本煤田恐无大作之价值。炭窑村煤田位于武川县之西约 5km，煤系地层近水平，分布不广，纵横所及不过 3km<sup>2</sup>，含煤三层，各厚 0.3m 许，为褐性烟炭及褐炭（极似窝沁壕一带之煤质）。其储量多不过 216 万 t，历经小窑采取，一年出煤不过 100 余吨，全供武川附近居民燃烧之用。

#### (10) 土木路煤田

**位置及交通** 土木路乃张北西部之一村镇，其西北不远有下侏罗纪煤系之出露，久经开采，产煤颇盛，为察西颇著名之煤田。由煤田东至张北县凡 50km，道路大部行于蒙古高原之上，地势平坦（由煤田东经桃李坝登蒙古高原），可通马车，交通颇便。惟自煤田而南约 35km 至柴沟堡车站，途次隔山，道路仅循东洋河谷以进，至夏季骤雨乍霁，山水奔腾，则道路即行断绝矣。

**煤层煤质及煤量** 煤层夹于煤系之中下部，据在煤田北部一小沟内之观察，约有煤八层，厚 1m 左右（由露头推算）不等（参阅图 21），就恒升煤矿所采之两层，薄者仅 1.3m，厚者常在 2.6m 以上矣。其倾斜大致向西北，倾角由 40°~60°，煤为烟煤，大部可炼焦，曾经分析，水分占 0.82%，挥发分占 27.26%，固定炭占 62.79%，灰分占 9.15%，发热量为 7817 加洛利。煤系分布不广，南北长约 4km，东西宽约 0.5km，兹以 4000m 为煤层可采之长，煤层倾斜向西北颇陡，沿煤层下采当不能甚深，以 500m 为煤层可采之宽，煤层平均厚或在 2m 以上，以 2m 为煤层可采之厚，比重以 1.2 计，约得煤量为 480 万 t。

**矿业** 本煤田旧日小窑甚多，均相继歇业，今事探办者为恒升煤矿公司，创自 1906 年，为辽宁昌图人李耀山独资所办，沿用土法开采，有工人百余人，在夏春两季开采最盛时一日可出 20 余吨，一年共产煤约 4000~5000t，多销于张北县境，惟笔者调查时，内蒙灾情繁重，人民逃避十室九空，该公司受此影响，几行歇业，每日出煤仅足以维持公司人员之生活而已。

#### (11) 马莲疙瘩煤田

**位置及交通** 煤田位于小大青山之东麓，东距土木路煤田凡 10km，其交通大致与土木路煤田相若，其南以东洋河谷为通柴沟堡车站之孔道，其东至张北县路多平坦，运输较为便利。

**煤层煤质及煤量** 煤层亦夹于煤系之中下部，近煤层以黑色页岩、灰色砂岩为多，据探采所知者仅有煤两层（其与土木路煤田既甚近，故其中所有之煤层数或较两层为多也），薄者 1m 多，厚者 3m 许，倾斜大致向东北，倾角约 70°。煤经分析，含水分 0.97%，挥发分 8.78%，固定炭 74.64%，灰分 15.6%，发热量 7261 加洛利，为无烟煤，异于土木路之煤。

其储量，煤系南北延长约 3km，煤层倾斜几近陡立，以 3km 为煤层可采之长，500m 为煤层可采之宽，2m 为煤层可采之厚，比重以 1.3 计，则本煤田储煤约 390 万 t。

矿业 本煤田有成平煤矿公司开采，该公司为张虎臣所办，资本一万元，由股份集成，共计 100 股，自开办以来，迄今已二十余年，仅开有一斜坑，深约 2.4m，其下有平巷十七，坑口高 1.6m，下宽 1.6m，上宽 1m，支柱用杨柳木，每棚约需洋七角，坑内运煤用条筐，提水用木斗，以人力辗转提出，有工人百余名，工资每日五角。采煤者不过八十名，共分二十组，每组一日可出煤一吨半，一年共产煤约 6000t（夏秋两季出煤极少），成本一吨约三元，悉销于张北、兴和、南河壑等处，就地售价一吨约四元左右云。

#### (12) 其他各煤田

上述各处外，属于本纪而调查未详之煤田，尚有以下三处：

哈拉气煤田，在归绥东北 10km，据云煤质不佳；

门斗沟煤田，在武川东约 50km，产烟煤；

余太河在阳北约 25km，产烟煤，其品质与窝沁壕之煤相若。

### 第三纪

#### (1) 马莲滩煤田

位置及交通 据霸王河之左岸，位集宁之正北，土城子之东南，距集宁凡 7.5km，土城子可 10km，除汉庆坝岭绵亘土城子以北外，余皆平岗起伏，到处可行车马，交通颇为便利。

煤层煤质及煤量 煤系位于玄武岩之下，而露出于唐脑包，马莲滩一带，地层近水平，煤层位于煤系之下部，各层相距不过 3~6m，就小窑历来所采已知者，在唐脑包有煤三层，第一层 15cm，第二层 60cm，第三层 1m，第一层之下 60m 为第二层，第二层与第三层相距约 3m，在马莲滩层则相等，而厚度增加，最厚者达 0.6m。均为褐炭，呈棕黑色，近经分析，水分占 18.45%，挥发分占 34.07%，固定炭占 33.41%，灰分占 14.07%，硫分占 1.79%，发热量为 4749 加洛利。其储量，煤系之露出西北东南延长约 2km，马莲滩东 18.5km，农人凿井时曾见褐炭层，其纵横所及可达一平方千米，兹假定褐炭层之平均厚度为 2.5m，比重为 1.2，则本煤田约有褐炭 250 万 t。

矿业 本煤田历经开采，小窑甚多，其矿业情况颇与窝沁壕煤田相似，采煤者三五一伙，到处采掘，作辍无常，其产额实不易计算，惟窥其情形全煤田一年出煤至多不过 0.3 万 t。

#### (2) 东窑沟煤田

土木路以东，玄武岩分布颇广，其下有第三纪之煤系，露出于东窑沟及桃李坝，旧日有人就此露头沿煤系开发平坑采取褐炭，坑口虽泯，炭渣犹存。据曾开采者言，褐炭层厚薄变化甚急，当由 0.3~1.6m 或薄之无有，故开采者屡遭失败。东窑沟桃李坝既有褐炭之可见，其间或亦有断续相连之褐炭层，兹以  $1.2\text{km}^2$  为褐炭层可采之面积，以 1m 为褐炭层可采之厚，比重以 1.2 计，则本煤田约有褐炭 1440000t。

#### (3) 大营盘煤田

张北县西大营盘附近，玄武岩下露出第三纪之煤系，当笔者调查时，有小窑从事开采，据云有褐炭一层，厚由几厘米至 1.6m，呈棕色，木质组织极为清楚，分析结果，水分占 21.48%，挥发分占 36.18%，固定炭占 17.94%，灰分占 24.46%，发热量为 4166 加洛利。

#### (4) 其他各煤田

除上述煤田外，尚有数处，据云均产褐炭，似属于本纪，惟未经目击，不知其详细，兹

仅记其位置如次。

- 庄马台 在陶林西南，昔者曾经开采。
- 丹 岱 在陶林东北约 20km，前经开采今已停工。
- 磨子山 在集宁东北约 20km，近经发现。
- 白脑包 在兴和正北 45km。
- 刘家沟 在阳原正北、曾经开采（属天镇县）。

第四纪泥炭

归绥平地产泥炭，其矿区凡三：一在台格木车站之西南，分布于沙营子、裁生大小羊羔、霍拉哥气及大里包一带，东北西南延长约 10km，宽达 0.5 ~ 1.0km，泥炭层近于地面，厚由 0.3 ~ 1.0m，在台格木西南三里之处，已经开采，品质尚佳，分析结果，含水分 4.82 %，挥发分 53.92 %，固定炭 16.44 %，灰分 24.82 %，发热量 6192 加洛利。其泥炭量，若以 0.5m 为泥炭层平均厚度，则全区计储泥炭 1500 万 t。一在讨子号东南，面积狭小，纵横所及不过 1km<sup>2</sup>，泥炭层亦薄，厚仅 0.3m 许，储量甚微。一在讨子号之东，闻其面积亦不甚宽广也。

结论

综上所述，在察哈尔西南部，下侏罗纪煤系储煤约有 870 万 t，第三纪煤系约有 644 万 t，合计共有 1514 万 t，其中无烟煤占 390 万 t，烟煤占 480 万 t，褐炭占 644 万 t。在绥远本部，石炭—二叠纪煤系储煤约有 6910 万 t，下侏罗纪煤系约有 3.1256 亿 t，第三纪煤系约有 1250 万 t，第四纪泥炭约有 1500 万 t，合计共达 4.09 亿 t，其中无烟煤占 5500 万 t，烟煤占 3.06 亿 t（可以炼焦者不过二分之一），褐炭占 1250 万 t，泥炭占 1500 万 t，约成 10 50 1 2 之比。无烟煤之时代，自石炭—二叠纪至下侏罗纪殆各代皆有，多与大地运动及花岗岩之侵入有生成之关系，烟煤之时代亦如是，其品质随地而异，大青山一带下侏罗纪及石炭—二叠纪之烟煤，按翁所长之石炭分类法多为中碳烟炭，适于炼焦，然色尔腾山下侏罗纪之烟煤，皆为低碳烟炭或褐性烟炭，极似宣化玉带山一带下侏罗纪之烟煤，同一时代，而品质之差乃如是，殆其本身性质原来有不同欤。

察哈尔西南部及绥远本部之煤矿，皆系小窑开采，矿业极不发达，察哈尔西南部每年出煤不过一万吨，多销于张北兴和境，售价每吨约四元左右。绥远本部每年出煤约有 6.38 万 t，其中石炭—二叠纪之煤占 1.43 万 t，下侏罗纪之煤占 4.75 万 t，第三纪之煤占 0.35 万 t，全销于本省，售价每吨以两元者为多，所有煤产共值不过 13 万元，绥远本部人口就最近统计约有 179.2 万人，每人平均不及一角，其矿业之幼稚于此可以概见矣。

绥远本部煤矿储量表（以直深采 500m 计算总储量 4.091 亿 t）。

（一）石炭—二叠纪

县 属	煤 田	面积 (km <sup>2</sup> )	煤层数	煤层总厚 (m)	煤质	煤量 (t)
安 北	拴马桩	1.8	2	2	无烟煤	325 万
萨拉齐	童盛茂	10	1	3	烟 煤	3780 万
萨拉齐	杨圪塔	2	1	1 - 2	烟 煤	610 万
武 川	速力图	0.75	2	2	烟 煤	195 万
其他（如狼 山四号地等处）					无烟煤	2000 万
共计						6910 万



（二）下侏罗纪						
县 属	煤 田	面积 (km <sup>2</sup> )	煤层数	煤层总厚 (m)	煤质	煤量 (t)
安北	官井沟	7	9	7	烟煤	5880 万
安北	二分子	7.5	4	4	烟煤	3600 万
固阳	窝沁壕	20	4	2	烟煤	4800 万
固阳	石 拐	39	7	5 ~ 3	无烟煤	10610 万
萨拉齐	宽店子	0	3	2	烟煤	2400 万
萨拉齐	杨圪塔	3	1	1.5	烟煤	580 万
归绥	柳树湾	9	2	1	无烟煤	1170 万
武川	炭窑村	3	3	0.6	烟煤 半烟煤	216 万 2000 万
其他（如归绥之哈拉气、坝口子、黑牛沟、武川之门斗沟、土城子、固阳之余太河）						
共计						31256 万

（三）第三纪						
县 属	煤 田	面积 (km <sup>2</sup> )	煤层数	煤层总厚 (m)	煤质	煤量 (t)
集宁	马莲滩			2.5	褐炭	250 万
其他（如庄马台、丹岱、磨子山、白脑包等处）						1000 万
共计						1250 万

（四）第四纪						
县 属	煤 田	面积 (km <sup>2</sup> )	煤层数	煤层总厚 (m)	煤质	煤量 (t)
归绥	台格木、讨子号等处	15	1	1	泥炭	1500 万

察哈尔西南部煤矿储量表（总储量 1514 万 t）

（一）下侏罗纪						
县 属	煤 田	面积 (km <sup>2</sup> )	煤层数	煤层总厚 (m)	煤质	煤量 (t)
张北	土木路	11	8（？）	2	烟煤	480 万
张北	马莲疙瘩	1.5	2（？）	2	无烟煤	390 万
共计						870 万
（二）第三纪						
县 属	煤 田	面积 (km <sup>2</sup> )	煤层数	煤层总厚 (m)	煤质	煤量 (t)
张北	东窑沟	1.2	1	1	褐炭	144 万
其他（如大营盘、刘家沟等处）						500 万
共计						644 万

## 宝 石

宝石者，乃硬度甚高、晶体透明，且具有美丽之色泽及光彩足供吾人玩好之矿物也。宝石种类甚多，总计不下数百种，然其中之名贵者，亦不过金刚石、红宝石、绿宝石、碧玉、翡翠数种而已。绥远宝石产地，古今颇有记载，然与实际情形完全不合，兹将此次考察所得者略述如下，以资参考。

### 黄花各洞宝石矿

**位置** 陶林县西南 15km 黄花各洞一带，花岗岩分布颇广，已如前述。宝石矿之出产地适在其西北部，由县城西南行经平地至大西沟迤南上山，即见旧日开采宝石之遗迹，再南行 3km 始出矿区之边际。矿山虽高出陶林平地二、三百米，然山顶漫平，坡势极缓，可行马车，交通尚称便利。

**沿革** 黄花各洞宝石矿，在前清末季开采颇盛。当时集宁县土城子耶稣教堂各教友，在黄花各洞附近开采，得宝石甚多，每人曾得银数百两，其后全行停止。迨 1925—1926 年，复有人从事开采，到处挖掘，然终以结果不佳而罢，故官厅亦未尽注意及之。最近有丰镇之宝石商人数名，以采药材为名，在黄花各洞取得宝石数百斤。后为他人所知，遂告于建设厅，谓其采得宝石数马车，其价约值万余元，声浪所转，遂致一般人莫明真象，皆疑黄花各洞一带，宝藏甚富，争相设法开采者也。

**矿区** 黄花各洞花岗岩由细渐次变粗而成伟晶花岗岩脉（当地人呼之为矿苗），为宝石储藏之所，已如前述，矿区所在，即以伟晶花岗岩脉分布所至而定。黄花各洞村东，葱盛沟上部及西坡，伟晶花岗岩脉露出地表者凡四道，走向大致为西北东南及东北西南。沿沟东北行三里至董台村，村之西北及东北，皆有伟晶花岗岩脉之露出，大致作南北及西北东南走向，惟在西北者颇属重要，在东北者不过略具踪迹而已。董台村以北斯尔脑包一带，据云伟晶花岗岩脉颇多，惟浮土綦厚，其分布情形不易考悉，但就旧日开采所遗留之碎石观察，其下之有伟晶花岗岩脉似属毫无疑义也。斯尔脑包东向，亦一重要矿区也。

**产状** 宝石皆生于伟晶花岗岩脉以内之孔穴中（参阅图 33），惟脉之巨细，与孔穴之大小数目、宝石之品质储量均有密切之关系。在葱盛沟（图 34）西岸有旧坑，伟晶花岗岩脉成囊状，宽约 2m 许，向地斜入颇深，脉石多石英，中有两孔穴呈不规则之圆形，大小相若，口径约 0.3m，烟晶即生于其中，完美之结晶体皆附着于孔壁、簇聚而作放射状，惟其与孔壁接触处，悉成块状之石英质，与组成孔壁之石英融合如一体，无显著之分界，烟晶虽已采去而踪迹犹存，故得知其梗概也。

在董台村西北小沟中，伟晶花岗岩脉宽由 0.6 ~ 2m，方向大抵成南北，脉常成直立，下入甚深，中多填充烟晶之孔穴，烟晶虽亦近孔壁而生，而晶体簇聚方向极无一定，且其大小亦不一律，晶体大者多不透明，不过略具晶形而已，晶体小者皆成完好之结晶，有时其

上附着绿宝石之柱状体，旧日在此开采所得所谓贵重宝石者即指此也。在徐马沟东北及东南所见之两道伟晶花岗岩脉，曾经开采，一脉（南脉）向地深入，长可见者约十余米，脉幅甚

图 33 黄花各洞之宝石矿穴

宽，据云其中之孔穴略呈圆形，径长约由 0.3 ~ 1m 多，内满红泥，惟所有宝石虽生于孔壁，然亦埋于红泥中，就旁堆之碎石检得之石块，为水晶、黄玉及绿宝石，闻开采时曾得上项宝石 500kg 余。一脉（北脉）方向近南北，分向两方延长颇远，孔穴巨大，就坑旁堆积之碎石，知其中所产者为烟晶。在董台村西北山顶上，伟晶花岗岩脉走向近东西，宽约 0.5m 左右，就此次炸探结果所见，孔穴不多，仅有极小之空隙内含不完美之烟晶结晶体，殊无开采之价值，其余伟晶花岗岩脉虽有多处，然均未经炸探，且旧坑已泯其迹，其中有无宝石不易考悉，就露头所在，脉幅多半甚窄，大半亦无采取之价值也。

宝石 黄花各洞宝石矿，就今所知者种类至为单简，仅有烟晶、蓝晶、黄玉三种，其中以烟晶为最多，约占全量 80%，蓝晶甚少，黄玉不过偶然见之而已，兹分述之。

烟晶多成一端或两端尖锐之六方柱状结晶体，大者长达 0.3m 余，径长 10cm 余，小者长可 15cm，径长 6cm 左右，通常作灰黑色，然有时亦呈棕色及黑色，此种颜色遇火最易消失，如将烟晶置于火中，始而变黄，终成无色，故西人常依此法将烟晶变为黄晶，而名西班牙黄玉（Spanish topaz）。

图 34 陶林县黄花各洞宝石矿地质简图（据原图简化）

— 宝石产地；Ar—太古界；Gr—花岗斑岩；B—玄武岩；Q—草场

蓝晶呈蓝绿色、浅绿色及浅黄色，化学成分为  $\text{BeAl}_2(\text{SiO}_2)_6$ ，比重为 2.694，其结晶系六方柱状体，惟其性脆，完整之结晶殊不易采获，就此次可得者，直径由 1.5cm ~ 5cm。

黄玉呈浅绿色，晶体不大平行，底面之劈开甚为清楚，此与山西浑源县所产之黄玉（色

润黄多透明)大不相侔。

开采状况 黄花各洞一带，伟晶花岗岩脉露头颇多，旧日开采即以此为采矿之引线，就伟晶花岗岩露出之部分用钢钻凿一竖洞（最深者达 6m），后沿脉之走向分向两方探寻矿穴，如得矿穴即扩大挖掘，以免宝石之损坏。矿穴凡分水穴（穴中多水）、泥穴（其中多泥）两种。水穴中宝石结晶完好，便于采取，泥穴中宝石易于破碎，采取时须小心为之，如不得矿穴即迁往他处，另觅引线，故所有露出之伟晶花岗岩脉，几经探采殆遍。嗣后又进而谋浮土以下伟晶花岗岩脉之发现，其试探以草色土性为标准，结果失败者比比皆是也。

#### 赛林忽洞宝石矿

赛林忽洞花岗岩中，有伟晶花岗岩脉，产烟晶及紫晶，已如前述。此项岩脉多分布于赛林忽洞查沁一带，其露出地表可经目击者凡四处。一在赛林忽洞以南约 3km 许，有石英脉数道，宽窄不等，由 0.6 ~ 1.6m，长就可见者由 1.6 ~ 3 余米，惟皆入地不深，故其中宝石穴甚少，旧日开采者多遭失败。一在赛林忽洞西南二里草山坡上，伟晶花岗岩脉宽由 0.3 ~ 2m，成直立，向地深入，据云脉幅较宽者为宝石储藏之所，旧日曾由此取得不少之烟晶及紫晶。一在查沁西南山顶上，有石英浮铺无根，而成扁平体，厚约 1m 许。长宽各达 3m 许，昔经开采，但无所得，颇似从前此处有一巨大石英脉，后经侵蚀以去，今所见者仅其蚀余之一部耳。一在查沁之西头，伟晶花岗岩脉，就今所知者凡数道，方向大抵或南北或东西，分向两方延长颇似甚远，脉皆成直立，向下深入，脉幅宽由 0.3 ~ 2m，多产烟晶及紫晶。惟据开采宝石者言，旧日出烟晶及紫晶最多之岩脉不过二三道，烟晶之产状与在黄花各洞所见者大致相同，皆生于圆形孔穴内，各晶体一端附着于孔壁，簇聚而成放射状，其间夹有紫晶之结晶体，紫晶体恒小，烟晶体之大者直径常达十数厘米。此一带宝石矿，在五十年前本无人知。至 1890 年，有山东人名孙文焕者采药至此，见石英脉露出者甚多，极似他处之宝石矿苗，遂着手探采，结果得烟晶甚多，因而附近居民皆知其为宝石矿，争相开采，不数年近于地面之矿采掘殆尽，甚深之矿难于施工，遂相继歇业，闻统计所出烟晶约达四千斤，而紫晶为量极微云云。

#### 小大青山宝石矿

小大青山花岗岩中，亦有产烟晶及蓝晶之伟晶花岗岩脉，前已提及。此类岩脉多见于小大青山之西坡，宽由 0.3 ~ 1.6m，皆向地斜入颇深。脉石多石英，中有不规则之孔穴，大小不一，约由 0.6 ~ 1m，烟晶、蓝晶即生于其中，或附着于孔壁，簇聚而作放射状，或脱落而埋没于穴内之红泥中。该矿在前清末季开采颇盛，今已停工。据云蓝晶常常与烟晶一处共生，但有时亦见其独立之晶群，由是可知小大青山之蓝晶矿藏较为丰富也。此次由旧洞内曾采得蓝晶数块，直径由 3mm ~ 3cm，系六方柱状结晶，呈浅绿、浅黄或深蓝等色，极为美观。

#### 甘沟子宝石矿

笔架山花岗岩中之伟晶花岗岩脉分布散漫，脉幅亦窄。例如笔架山之伟晶花岗岩脉，宽约由几厘米至 1m，而 1m 多者殊为少见，大概其中之宝石孔穴不能甚多也。仅甘沟子东土号附近，有一二伟晶花岗岩脉，脉幅较宽，旧日曾有人沿脉挖有深洞，据云所得烟晶等不少，其他伟晶花岗岩脉仍脉幅甚窄，且其分布不远，即行散为细脉，似无开采价值也。

#### 成因

总观以上所述，可知伟晶花岗岩脉或石英脉以内之孔穴，皆成不规则之圆形，且其中之宝石常附着于孔壁，中心尚遗留小穴隙，其与美国迈阿密地方宝石矿之填充伟晶花岗岩以内

之孔穴者，颇有相仿之处，大抵本矿为气孔填充之矿床也。其成因，系岩浆侵入地层，凝固迟速不均（凝固速者为花岗岩，凝固迟者为伟晶花岗岩脉或石英脉），其中含有石英、氟、铝、铂等质之气液体，群集于凝固较迟之一部，鼓击荡动气孔生焉。此时含矿质之气液体遂乘隙而入于气孔内，后乃物质分异，徐徐凝固，遂填充于气孔而成烟晶、紫晶、蓝晶、黄玉等。就上所述成因，可见粗巨之伟晶花岗岩脉或石英脉内必有较大之孔穴，换言之，即上项宝石必产于粗巨之伟晶花岗岩脉或石英脉中，细察昔日开采所得事实，亦大半如是，故将来开采时，或就露出之伟晶花岗岩脉及石英脉，从事深探，或在矿区内浮土分布地方，开发长壕，另寻新脉。总宜择脉幅较宽而向地深入者，为开采之标准。万不可误认土性，迷信草色，到处乱掘，以致虚掷资本，空费周章也。

### 石棉

石棉系纤维组织，柔而能织，且可保温避火，故为近代工业上之要品。其在矿物学上言，凡分两种，一为纤维状之透角闪石或阳起石，其化学成分为无水硅酸钙；一为纤维蛇纹石，其化学成分为含水之硅酸镁。绥远石棉二种俱备，惟属于第一种者所见不多（如安北之毋哈沟石棉），且其质脆量微，殊无一顾之价值，历来开采者皆属第二类，生于桑干系大理岩，与蛇纹石或白云石共生，考其分布，均与侵入花岗岩（古花岗岩）有关，大概古代含白云石灰岩先经区域变质而成大理岩，后因花岗岩侵入，复经接触变质，其中之镁质与硅酸化合而成石棉焉，其分布之地，如归绥之石灰窑子、武川之半沟、六洲湾、安北之沙坝子、固阳之板申兔、邵不亥等处均有之，惟皆绒短量少，难采易尽，故不宜大采，颇有小办之价值也。

### 半沟石棉矿

武川县西南，榆树店子西北 5km 半沟附近，有桑干系大理岩，东西延长数千米，倾斜颇陡，几近直立，与花岗岩相接触，两边均见。大理岩中有蛇纹石脉凡三道，均沿大理岩层理而生，分向两方颇似延长甚远，石棉细脉即生于此。就矿洞露出者观察，或由一分而为三，或由三合而为二，皆成卧节，绒长由 3mm ~ 3cm，质柔色白，属纤维蛇纹石。前为当地人开采，有荣丰公司就地收买，每 50kg（可制净绒 25kg）给洋一元六角，每人一日可采石棉 25kg（皆就露头挖掘），惟矿量不丰，充分估计不过二万吨。

### 六洲湾石棉矿

武川西南六洲湾北约五里梅姚根山，有大理岩出露于花岗岩内，长宽所及不过 50m<sup>2</sup>，其中之黄绿色蛇纹石或成囊状或成脉形，均含有卧节石棉细脉，惟蛇纹石脉内之石棉脉，较有采取之价值，其数由十合为五，绒长由 5mm ~ 2cm，质柔色白，有时呈棕色，其量至多不过 6000t，亦曾经当地人开采，今已停工。

### 石灰窑子石棉矿

归绥察索齐西北 25km 沙石灰窑子东北，有桑干系大理岩，中有花岗岩之侵入体，石棉生于二者之接触带内，就其性质产状言之，凡分二种，一属白色，产于大理岩内，与非纤维状蛇纹石共生，脉数虽多，而绒（卧节）甚短，多不值开采，石灰窑东沟一带属之。本矿分布虽广，而其值以开采者，两处共计不过 13000t。

### 沙坝子石棉矿

包头西北 50km 沙坝子东北约三里，昆都仑河两岸，有石棉生于大理岩与花岗岩接触带内，石棉亦分两种，一呈白色，其绒较长，由 1 ~ 3.5cm。一属浅绿色，绒短而质脆，惟石棉脉均忽有忽无，探采维艰，其储量约有 8000t。

### 其他各处石棉矿

固阳之邵不亥、板申兔、凉城之三道营子、包头之鸡毛窑子等处，大理岩均产石棉，闻皆储量不丰，棉绒甚短，恐亦无大采之价值也。

### 石墨

#### 黄土窑子石墨矿

兴和县南 45km 黄土窑子附近石窑沟内，有灰色片麻岩（岩层倾斜成直立），夹于石榴子石及云母片麻岩内，为长石石英及微量云母所组成，其中产石墨，质软成小片，与长石石英云母混杂而生，约占全量百分之十，本矿所有石墨约计可达 1200t。曾经普晋公司以土法开采，现已停工。

#### 喇嘛营子石墨矿

兴和县南六十里喇嘛营子东北之片麻岩内，有伟晶花岗岩脉，其中产石墨，质细性软，品质颇佳，惟为量极微，不值开采。

#### 红山口石墨矿

归绥城北 10km 红山口，有石墨，质颇细柔，生于桑干系片麻岩以内，成层状，厚薄不均，最厚者达 6cm 许，向西南倾入地下，其量不易揣测，惟就露出者观察，其体积似不能甚大也。

#### 狼山石墨矿

狼山南坡之石炭—二叠纪煤系深受变质，已如前述，其中之无烟煤大部变成石墨，为量极丰，但其质粗性硬，富含杂质，殊无开采之价值。

### 铁

#### 公义明铁矿

固阳县西南 10km 公义明村北半里，有低山高出地面凡 70m，长约 100m，宽可 40m，悉为角闪片麻岩所组成，此项岩石色黝黑，间有白色条带，黑白相间示片麻岩之征象，白色条带富石英，黑色条带多磁铁矿及角闪石，磁铁矿约占全量三分之一，本矿所储净铁量约 70 万 t。

#### 邵不亥铁矿

固阳县东南 45km 邵不亥东，有镜铁矿生于花岗岩内之伟晶花岗岩脉中，此种岩石云母极少，殆全为长石、石英及镜铁矿所组成，镜铁矿或成散片，或簇聚成大块，惟不多见。

#### 老窝铺铁矿

萨拉齐北老窝铺附近，闻产铁矿，其中富矿不多，业经采掘殆尽，所余者皆劣矿，已无开采之价值也。

#### 其他铁矿

包头西北 50km，赛林包东苦连图沟，有镜铁矿生于长英岩裂隙中，而成网状之细脉，此不足称为矿床，仅名铁矿之产地而已。

### 云母

丰镇之体勤庄、集宁之赵修沟等处，片麻岩内有伟晶花岗岩脉，宽由 1~4m，其中产云母，与长石石英杂淆而生，惟其片面太小，长宽半尺者已属罕见，故历来开采者，多遭失败停工。

### 硫磺

本区硫磺，无天然生成者，皆来自黄铁矿，而黄铁矿产地不多，仅于大青山一带之下侏

罗纪煤系内见之，分布散漫，其量甚微，向未闻有人从事开采者也。

#### 绿矾

什那干北葛绍沟内，石炭—二叠纪煤系中之煤层变质特甚，已成石墨质，其中裂隙内常夹有绿矾矿（其化学成分为含水之硫酸铁），露出于沟壁之高处，呈浅绿色或白色，系纤维组织，惟其遇水即行消解，故在沟壁之低处不易保其结晶状态也。

#### 盐

集宁东南之二苏木海子及凉城东之岱海滩，闻产食盐，惟笔者未曾涉足，无由而详，内蒙所用之盐，大半来自外蒙之诺尔湖，此项食盐在兴和等县售价，每斤铜元十二枚云。

#### 粘土

石拐镇清水河等处之煤系内，有粘土层，可以取而制瓷器，如缸盆碗罐等，制法系将粘土浸于水内，压之成浆，引入地坑，澄成粘泥，用以制各种瓷器之坯模，涂釉晒干，烧之而成瓷器，绥远所用之瓷器，皆来自此两处。

#### 石材

本区花岗岩、大理岩石材虽多，而经开采者殊不常见，现在人民所取而用为石材者，为玄武岩，如各村之水槽、石滚、石柱等皆为较粗之玄武岩所制成，且各处教堂所建筑之西式大楼，其底基亦用较细之玄武岩砌起也。

# 黄河上游之地质与人生

昔之言开发黄河上游者，（甘肃、宁夏）于气候雨量物产等方面多所偏重，而对于地壳情形，每鲜论列。今乃就地面上之自然现象，说到人生之意义。

黄河上游地质曾屡经中外学者考察，言之颇详。笔者等最近亲历其地，涉流沙，攀峻岭，藉获亲切之观念。专门报告，当另文发表。斯篇之作，意在说明人地之关系，将地质的经济情形及地形变迁与人生之关系，分述于次，以供有志斯疆者之研讨。

## 一、地质之层序及其经济意义

黄河上游之地层，自上而下即由新而古逐步前溯，最新者为冲积层，其次为黄土层、红砂岩层、上煤系砂岩层、下煤系及变质岩层，分别言之如下。

### 1. 冲积层

本层分布于黄河（并其支流）深谷内及其两旁之平台上，而阿拉善蒙古高原亦有分布。河谷内之冲积多细沙泥土，最适于农业，惟其面积不广，宽由 0.5 ~ 14km，仅宁夏平地宽约数十千米，长达 150km，海拔 1100 余米。每每相望，为黄河上游富庶之区。惟其土质近来发生盐碱质，于农业至为有关，幸有黄河之水（多泥沙）灌溉，使一部分盐碱质不至升到地面也。

土壤学者常以为黄河水中多碱质，灌溉既久，则农田盐碱富集，有碍稼禾竹长。殊不知碱质之来源，为第三纪红土层。甘宁一带，分布极广。故冲积层中无处无碱，若非多量之水，溶冲以去，则碱性更重，禾苗将瘠不能生矣，况黄河水含多量沙泥，沉积田表，增加肥料原料，于农事尤为有益，故引黄水溉田，不能谓为有害之事也。

河岸台级上之冲积层虽甚薄，而质亦肥沃，宜于种植。例如黄河及大通河两岸之台级，高于河底约 40 ~ 80m，宽常达 10km 以上，为栗子色之红土，倘有充分水量之灌溉，则皆为肥美之田地，但地位高险，苦于干旱，非惟无人耕植，即种树亦有所不宜，此地形之害也。

阿拉善蒙古高原在贺兰山之西，地势平坦，海拔 1000km 左右。其冲积多砂砾，颇称硗瘠，生牧草而不丰，农产林木均所不宜，蒙人代代畜牧不事农业，良有以也。顾种植与水有关，大抵蒙古水量稀少，所有泉水流行不远，即为砂砾所复，殆难以利灌溉也。

武威、张掖以至酒泉一带，地势宽缓，海拔 1200 ~ 1500km 余，其上有冲积层，土质颇佳，号称漠南沃壤；细土宜五谷之类，粗砂可种棉及瓜果。该区灌溉仰赖祁连山积雪溶化之水，北流注入沙漠。

### 2. 黄土层

比冲积层稍古之黄土层，在甘宁特别发育，东起陇山（六盘山），南始渭水，向西分布至祁连山，渐见紧缩，向北至河套尚未尽其端，在数十至数百米（高于河底）之山岭上，满见黄土之存在。

此项黄土为块状黄色松土，不大有显著层次，但有直立节理，以之证明其为近代风力所吹集，故其组织疏松，所有水分最易散失，是以所有黄土区域，畜牧农业，均不甚发达，此因雨量



稀少，水分不多之故。但近河床处水源近便，黄土顿成为肥沃之土壤。在兰州一带黄土以产鸦片瓜果著名，即以是地之上覆以砂砾一层，则水分不易散失，地上虽干，地下常湿故也。

近年官方有鉴于西北雨量稀少，及黄河水灾之烈，曾向人民提倡在黄土区域造林，惟迄未见有人实行，即便实行，恐亦难成东北之森林风光，盖人力固难战胜自然也。观西北之伟大建设即左宗棠在玉门关、兰州、潼关间大道上所植之杨柳，据云当时法命极严，沿途人民每人植树一株，树死者以人抵命。左公有诗云“新栽杨柳三千里，引得春光到玉关”然率以地土干燥，所植杨柳不克完全历久成荫。就此次所见者仅在低洼之地，而黄土岗上未见有只株树影也。

### 3. 红砂岩层

红砂岩层位于黄土层之下，并随之而分布。换言之凡有黄土之存在，常有红砂岩暴露于其下。分布于甘肃之东北部，其下为古生代及中生代之地层，（详于后节）其间关系为不整合。表示红砂岩以前曾有一次造山运动，使古生代、中生代地层褶曲而洼下，红砂岩即沉积于此盆地中，红砂岩全层凡分上下两部，大致上部多极疏松之浅红色砂岩及粘土，下部以红色砂岩、砾岩为主，中夹灰色粘土及石膏层。俄勃尔索夫概名之曰戈壁层，其时代约为第三纪。

本层内之石膏矿，产地甚多，而以海原、永登等县者为佳，品质既优，其量亦丰，异日交通便利，工业发达，亦西北之一重要矿产也。又本层内亦出盐矿，如靖远、景泰、永登等县之盐井，多深入于本层以内。且本层区域内之所有流泉水井，率为碱苦不堪，倘非有黄河水以调济之，则西北人民之饮料，已大成问题。大概第三纪以前甘肃东北部之盆地，先有砂砾之沉积，继则汲水以成湖，旋以天气干燥，湖水即蒸发干涸，而盐膏类矿物于是乎成。石膏坚固，易于保存，而盐易于融化，多已流散，今仅能于泉流水井中知其存在，其原有之状态，已不复可见矣。

近年甘肃省府以各处碱水不利人生及农业发展，特别注意，惟红砂岩层既孕生盐质，而在其分布区域内，除黄河以外，实不易得到甘美水源也。

### 4. 上煤系及砂岩层

上煤系及砂岩层分布于宁夏及甘肃东北部，上煤系之时代就古生物学上之鉴定，属于侏罗纪，砂岩层约为二叠—三叠纪及三叠纪之产物。上煤系岩石多泥质页岩、砂岩及煤层。煤层夹于页岩内（为无烟煤及烟煤），层数既多，煤层亦厚，现经土法开采，产量甚微。砂岩层岩石自下而上，变化甚微，纯以砂岩为主，但以色性而论，大致下部为浅红色，组织均匀，为建筑上颇佳之石材，上部为灰绿色，石质坚韧，侵损綦难，故组成崇山峻岭，不易攀援。

### 5. 下煤系

下煤系常继续于二叠—三叠纪砂岩之下，属于石炭—二叠纪，本层虽断续不定，起伏无常，而其分布殆遍甘宁两省。岩石大抵以灰色砂岩及黑色页岩为多，中夹煤层，并有薄层石灰岩足证二叠—三叠纪以前，黄河上游之地，虽已成陆，而地势洼下，盛生林木，及复近海，屡被海水侵入也。

本系之煤层数普通由二三层至七八层，其厚自1~5m。煤质为无烟煤及烟煤。烟煤在靖远中卫等县所见者适于炼焦，将来西北大工厂当以此为重要燃料也。

本系之石灰岩大致品质纯洁，可以烧灰，为制水泥之原料，粘土石膏，分布均多，将来各种建筑上，亦较重要之材料也。至煤系中之粘土，可烧瓷器，设法改良，发展有望。

### 6. 变质岩层

黄河上游除太古界片麻岩外，以变质岩层为最古。分布于甘肃西部，组成武威、张掖以南

之祁连山。普通岩石为砂岩、千枚岩及结晶石灰岩。地质时代尚不甚确定，观其岩性及其石灰岩所产之化石，似属中古生代。此变质岩层内常产金，金矿似出石英脉内，石英脉在祁连山东部所见较少，而在其西部侵入较多，故景泰等县境内虽有金矿，其成分不甚高。庄浪河、大通河及湟水流域，金矿较为丰富。

祁连山宽达百余千米，海拔在 4500m 以上，常载冰雪，冰雪融化，水源颇富，且山势既高，雨量亦较平地为多，故其上长林丰草，养马牧牛，多水足食，言畜牧造森林者未可忽也。

## 二、从地文上观察其与人生之关系

### 1. 地形变迁现象述略

地形之形成，以侵蚀作用为最重要，侵蚀力进行之程序，约言之凡分三时期：兹要略说明，以便解释西北地形之概况。

当地面初经掀起，侵蚀方在开始之时，河床斜度急剧，危崖矗立，成一险恶之地形，谓之少年时期。迨侵蚀作用进行既久，山峦渐平，而成丘陵，沟涧渐开，而成宽谷，河流磨削作用，虽未大杀，而已失其急剧猛烈之概，谓之壮年时期。侵蚀作用若进行无已，则丘陵受侵蚀，而平夷宽谷，因沉淀而淤积，久而久之，地面将渐少耸峭之迹，即所谓侵蚀平原，是谓老年时期。至是侵蚀作用归于静止，所有河流渐入死境，必迨地动再起，侵蚀复活，始能又入于少年时期，是即地文循环之说也。

### 2. 黄河上游近代之地史

黄河上游，古生代或中生代地层组成之山岭，除祁连山东西绵亘甚远外，往往于第三纪红砂岩高原内，突然出现，孤山屹立，有如海岛。此项山岭，高于高原约由一二百至三四百米。但由现代地面之情形，逆溯从前之地形，大抵山原齐平，原无隆洼之形迹，盖自中生代末期山岭盆地造成之后，继以侵蚀期，夷山就谷，使当时地面成一大侵蚀平原，为一老年之地形也。盆地之中则有第三纪红土层之沉积。

在甘肃东北部，往往见有十余米之砾石层，不整合于第三纪红砂岩之上，其上继以黄土层。此项砾石普通低于高原约一百余米，低于高山顶约 400 ~ 500m，似中生代以后之侵蚀者，惟当时地形，谷广河宽，坡势迤缓，河流蜿蜒其上，一面侵蚀，一面沉积，成一壮年地形也。

甘宁两省之河谷，多半深切于黄土及红砂岩地层以内，虽为绝壁深峡，成一少年之地形，然其两岸之台地，极为显著，似黄土生成之后，地面继续隆升，侵蚀渐次活跃，河流次第深切，成一阶级河床，沿黄河、大通河最为发达，而泾水两岸亦常有之，可见其地文时期亦颇复杂也。

### 3. 黄河上游地形变迁与农田水利

黄河上游现存地形，大致可分为三种区域。一为山地，即孤耸高原中之山岭，多为较古岩石组成。如陇西、陇南及贺兰山区是。二为高原，即红土及黄土所成之台地，高于黄河谷底 10 ~ 100 余米。由谷底上望，则谷峰联环，俨如山区，既登其绝顶，则极目弥平，一如平野，顷所认为山者实破削之平台耳。此高原区域分布甚广，凡陇东、陇北，西至古浪北接沙漠，尽属之。三为沟谷地带，在所述高原之中，深部陡削，狭谷湍流，将高原切为耸台，所有河流均在此类狭沟之底，河谷之中，间有滩地，可名之曰沟谷地带，宁夏一带其最著者也。

按上述三种地形与经济人生之关系各有不同。如山地区山岭多为古岩层组成，泉多雨足，上多长林，下有丰草，谷坡岭脚，利于灌溉，宜农宜牧，林矿亦佳。盖造林、务农、牧畜、毛织、皮革、煤金石灰陶土等矿业，均须于山地区求之，此陇南、陇西之比较富庶而有望也。但

此种区域面积占很小部分，高原区域则反是。盖高原区为黄土、红土组成，质松性干，不宜农田，草植不生，不适牧畜，此其一。台地分割，割裂不整，台地顶面常高出河床 10 ~ 100 余米，无法灌溉。勉强设法，亦事倍功半，且台地继续被侵刷，日就破坏，此其二。气候干燥，寒热不匀，易生时症；饮料不足，且水多咸苦，不适居住，此其三。惟有食盐及石膏矿分布其中，稍可为经济方面之挹注。沟谷区域为黄河上游最富地带，冲积层之农田，既甚肥沃，又有河水可资灌溉，农产牧畜，均较发达。甘肃东部、中部、北部及宁夏人民之所以不致流亡者惟赖此耳。但分布之面积河流两岸，零星狭小，宁夏附近乃不可多得者。

### 三、结论

地面岩层之分布，及辗转嬗脱而成之现有地形，时常是左右人生的重要条件。一切农田、水利、矿产、森林、垦牧等等，无一不受岩层种类及地形区域的直接影响。所以一处的贫瘠富饶，将来的希望，亦全受地质地形的支配，决不是偶然的。譬如有人主张教蒙古人努力在沙漠里开农田，或倡在陕甘红土台地中造森林，须知这是违背自然。纵能倾力进行，也是事倍功半，何况在中国科学及经济不景气的环境之下。

综上述地质地形之区域，比较富庶之区，有宁夏附近之低谷地，地沃水丰，惟面积甚小，宁夏之外，更不多睹。次有陇南秦岭北坡及陇西祁连山北坡之山谷地。石山磷岫，却宜林木，坡岗茂草适于牧畜，宽谷缓坡，得成沃田。地势虽高而气候平均，雨水亦足。余为高原台地，黄土及红土分布最广，东自六盘山西至古浪，南由渭水北限于祁连山东端，占甘宁之大半，亦可称之曰甘肃盆地，其中以地层及地形关系，种植不甚适宜，有如前文所述。纵观大体，可得下列各重要观念。

（一）西北牧畜当重于农业 盖农田之分布，仅一线沟谷，限于狭谷削壁，非人力所能扩充，此一也。黄土高原分布虽广，而土松地干，不适种植。台地高举，既难灌溉，雨水稀少，恐人力终难旋天，此二也。山区之宽谷脚田，素称富庶，惟亦限于水利所及，可耕面积不能任意推广，以全体观之，此类农田面积实亦极小部分，此三也。牧畜区则远易于农田，山陬谷角，未减于农，就自然所宜，因而倡之，当可有益。固不必谬于成见，而专注于农垦也。

（二）谋西北经济建设当首重工业 毛革为甘宁出产大宗，则是项工业当尽力发展，以裕经济。余如矿业瓷业洋灰等亦宜倡办，则西北经济或可有望。盖该区因地质关系，平原较少，开发经济，未可尽恃农田。而牧畜所产亦仅原料，原料充斥，则工业必须提倡，愿惟如此，始克发展经济。

（三）西北经济中心当在陇西而非兰州，建设西北经济惟赖工业，而工业中心宜为原料丰富，民食充足之区。陇南、陇西、宁夏胜于陇东、陇北、陇中。以西北大体观之，陇西实比较适中。将来铁路交通，无论延长平绥线经宁夏向甘州、凉州，或由西安平凉海原（不穿过六盘山）景泰沿沙漠南边，西达武威张掖，两线均较合宜。盖兰州附近农产既不丰，工业原料亦不富，且兰城处峡谷之中，四周台地高耸，壘沟纵横，兰州平凉间路之修筑，工程亦特别不易也。

（四）甘肃多数农田在山区高原间而不在黄河谷，山区之麓与高原相接，为各河之上源，谷平坡缓，每多可耕，且山区泉源充足，可以灌溉，在甘青一带此类农田分布甚广，将来定可垦植。盖黄河各支流上源均宽缓可耕，愈下则谷愈狭，农田渐不可得，及与黄河交会处，谷急峡深，行旅为苦，遑论农植。黄河支流莫不如此，故愈近黄河农田愈少，黄河谷中水田之难得可贵即以此也。故谈甘青一带农业者，当于山区高原间致力。勿徘徊于峡谷及台地中，咨嗟叹息也。

# 河南禹县密县煤田地质

## 一、前言

禹密煤田曾经外国学者李希霍芬、新常富等调查，然其勘察，或图说趋于简略，或未有报告，颇乏参考。1933 年春，实业部地质调查所应开封地质调查所之邀，派健初前往考察地质矿产。爰于 3 月 18 日，由北平出发，次日抵郑州，逾三日偕同汴所技士王猷君，先赴禹县，后转密县，对于地质矿产做详细之勘探，至 4 月 17 日，事毕返平。

此次勘探，计测成缩尺五万分之一（现缩成十分之一）煤田地质图一幅及剖面图多种，以示煤系之分布及地层覆垒之情形。精密虽不能称为绝对，然已明了煤田之大概，似已可用，又历来调查地质者，对于本区之构造，殊少注意，今由实地观察之结果，发现禹县密县间之地垒及分隔各煤田之正断层，则此后为探采煤层计，当不患无线索所寻矣。

此次调查，适值地方不靖，工作进行，屡感不便，幸有三峰、众济等公司之招待，及王猷同志之匡助，对于实地工作，得以成功，实深自幸，特书此以志感谢。

## 二、位置

在禹、密两县属境，古生代煤系地层，分布颇广，南始三峰山，北迄王寨河，长可 50km。其中产煤之地甚多，其著者为三峰山、云盖山、官山寨、看花台、超化镇、岳庙、小利寨等处。三峰山煤田位于禹县之西南约 7.5km，其西 10km 为禹王山，20km 为大刘山，皆为产煤之地。云盖山煤田在三峰山煤田之西北，其西端（牛胫山）近于大刘山。官山寨煤田东距禹县约 25km。滴水台煤田位于禹县西北约 27.5km，与官山寨煤田仅一河（通河）之隔，与迤东之看花台煤田相距约 7.5km。超化煤田位于密县之南端，距县城约 7.5km，其北为岳庙煤田。再北为小利寨煤田，小利寨之北五里店，西距密县城约 2.5km，亦产煤田之地也。五里店东北约 15km 岳村一带，复有煤系之分布，并向东北延长至王寨河，惟自此而北，黄土褊厚，不复见有煤田矣。

## 三、交通

禹密煤田，地势平缓，交通颇便。由三峰山煤田之神后镇、楼子赵、三峰山等处，东经禹县城至许昌车站（平汉线），由 75 ~ 55km 不等，道路多行于平地或低岗之上，可通马车。中途虽有河渠（颍河及母义河），然皆水势极浅，车马过渡，不甚困难。最近禹（县）许（昌）商人，拟自许昌站修筑支路，西达禹县城，路线长约 50km。除西部略见土岗河流，修筑路基时，必须架桥以开凿之工外，大部行于冲积平原之上。若异日禹许支路铺设，再向西延长至楼子赵、神后镇等处，则交通可称十分便利矣。自神后镇、楼子赵南至郟县，由 20 ~ 30km，路亦平坦可通大车，上述两处煤产转运至郟县平地者，则惟该路是赖。云盖山煤田之重要产煤地点，为祖师庙、贺庙、竹园沟等处，由祖师庙至禹县中途，须过风口岭，惟自贺庙及竹园沟皆有通禹县之大道。官山寨、滴水台两煤田附近，山岭起伏，交通稍觉不便，惟涌、党两河，直达煤田之中部，沿河以进，地较平坦，异日矿业发达，铺设支路（与禹许铁路相联络），沿北河谷修筑，庶较易焉。看花台煤田居近山边，俯临原野，南至禹县，

地势大致平坦，可通马车，运输颇便，此禹县各煤田交通之大略情形也。密县煤田，多在低地，交通更觉便利。由超化、岳庙、小利寨、五里店等煤田东至新郑车站各约 35km，道路多行于小洧河谷中。洧河谷广河宽，地势平坦，惟各煤田内黄土甚厚，沟障甚多，马车不易行走，煤产转运，以赖骡驮，但沟障颇浅，倘于两岸略施开凿之工，车马都可畅行无阻矣。岳村、火石岭等煤田，东北距郑州车站 30km，紧傍密郑大道，交通便利，仅中途隔河渠数道，夏季转运，稍觉困难耳。

禹、密两县虽有颍河、洧河经流其属境，然河道浅狭，时虞涸竭，无水运之便，惟洧河在新郑以下，水势较大，可通小船，密县各地之煤产，由新郑运销于洧川、鄢陵、扶沟等地者，常利赖之。

#### 四、地形

禹密煤田三面环山，东部陡落为平地，中有横岭一道，一部称尚庙岭，分煤田为二区。横岭以北为密县煤田，横岭以南为禹县煤田，各煤田复为山岭分隔，有所谓三峰山、云盖山、官寨、滴水台、看花台、超化镇、岳庙小利寨、五里店、岳村、王寨河等煤田。禹县煤田自南而北，又有横岭六道，若断若续，略相平行。最南一道横岭，以大刘山为起顶，东延为风翅山、禹王山、三峰山、柿园山、白砂山尽于禹县之正南。二道横岭以角子山为起顶，孤峰屹立，形势险要，西向为青缸涧、祖师庙山，尽于神后之正北。三道横岭以大风口为起顶，东延为云盖山、陈冈山，西延为牛胫山，东尽于涌河之南岸，与大四坡山相对峙。西向成下白峪一带之丛岭，再西即老爷岭山脉，来自登封境，迤邐于禹县郟县交界，直达临汝平地之北边，主峰在下白峪之西北，峰峦秀逸，挺峙云霄，禹县西部之各山也。四道横岭之起顶为罗山，五道横岭起顶为官山，六道横岭之起顶为天王山，皆分向两方，蜿蜒起伏，而成山岭焉。密县煤田中之山岭，虽近平缓，而其脉络可寻者，亦有数道，即超化、岳庙小利寨、五里店、岳村等煤田间之横岭（琥珀寨、茶庵三神庙、殷村等山岭）是也。上述之显著山岭，多为煤系上部地层所组成，如大刘山、风口、官山、琥珀、寨山等悉以煤系上部黄色页岩为组织中坚分子，而以石英砂岩冠其顶，其划分各煤田之大小横岭如角子山、罗山、天王山、尚庙岭、茶庵山、三神庙山、殷村山者，则石灰岩或石英岩之突出也。

禹县煤田河流纵横，支渠交错，以颍河、洧河、母义河为主干，全煤田之水皆汇归焉。颍水上源有二，北曰白沙河，南曰涌河，皆原出于登封境内之少室山，二流合于龙池之北，始曰颍河，蜿蜒东流，经禹县临颖至周家口，与贾鲁河相会合。洧河（即溱洧）自登封入密县县境，纳群山之水，东流至新郑附近，水势渐盛，可通舟楫，由此蜿蜒而东，经洧河而注入贾鲁河。母义河之源皆出自禹县西部之高山，南流穿过大刘山岭，入于郟县平地，而与汝河相会焉。

原野分布，多在禹密两县之中部，颍河两岸，皆旷野沃土，洧水流域，亦地广田肥，其底基组织，为第四纪之红土及黄土，上露膏壤，居民因以种植焉。

#### 五、地层

禹密煤田地质曾经李希霍芬、新常富二氏调查，已如前述，惟其时间匆促，对于地层层序，未遑细分。本局勘察较详，并于煤系各部中，得有极清晰之植物化石，可资鉴别，关于地层层序自宜详细厘定，爰将煤田内地层，分为十一层如下：

- （一）龙坡寨层属五台纪（柱状图中为龙潭层）；
- （二）尚庙岭石英岩层属震旦纪；
- （三）栗子沟层属寒武纪；

- (四) 角子山灰岩层属寒武—奥陶纪；
  - (五) 朱屯层属石炭纪；
  - (六) 神后层属石炭—二叠纪；
  - (七) 大风口属二叠纪；
  - (八) 三峰山砂岩层属二叠—三叠纪；
  - (九) 红土层属初更新统；
  - (十) 黄土层属中更新统；
  - (十一) 即近代之冲积层也。
- (参阅图 1) 兹将各层之分布岩性等，列论如下。

图 1 禹县、密县一带地层柱状剖面图

龙坡寨层（图 1 中名龙潭层）：本层仅见于龙坡寨附近，故名。岩石以片岩为主，大理岩亦常目击，中夹石英脉，惟不见火成岩之侵人体。片岩可分为云母片岩、绿泥片岩两种。云母片岩又有黑、白云母之别，云母结晶组织，均颇细致，色泽不同，有灰白、黑灰之分，绿泥片岩（偶或见之）组织亦细，为浅绿色，大理岩与云母片岩、绿泥片岩相间而生，为黄白色或灰白色，成不规则之层形。全系岩性，大体软弱，因之多组成平缓之小山，其厚度因底部未露出，不易探悉，惟已露出者，则达二百米以上矣，本层颇与山西五台山之片岩、大理岩层相类似，故归之于五台纪。

尚庙岭石英岩层：本层之露头凡四带，第一带位于超化镇之正南，西始古密沟，东逾徐磨顶，一部组成尚庙岭，在尚庙岭之南，受断层之影响，更露出于毛尾沟之两岸。石色浅红、间呈灰色或白色，全体变质甚烈，已失其原来之组织。其中石英粒常为次生石英所围绕，二者融合如一体，殊少显著之划分。大部岩质坚韧，侵蚀綦难，故在本带之内，常成最

高之山峰。本带之石英岩层，暴露颇为完备，不整合于龙坡寨片岩之上（参阅图 2），其厚度约达 250m。第二带位于海山寺之西南及黄柏架之西南，石色深红，细粒组织。第三带露出于官山寨之东及罗山之西，大部为浅红色或红灰色中粒石英岩，上有波浪遗痕，足证其为一浅水沉积物也。在玲珑堂之西，该石英岩之一部，组织细致，质地纯洁，可作磁釉，故土名为碗药岩。第四带位于栗子沟之北，多为红土所掩盖，其暴露之部分（禹山），大抵下部为红灰色石英岩，其粒颇粗，与黑色物质相吻合，中部为红石英岩，组织颇细，上部为白色粗石英岩，其中交错层颇为显著，总厚约 150m。

图 2 超化南尚庙附近地质剖面图  
1—五台纪片岩及大理岩；2—震旦纪  
石英岩；3—寒武纪紫色页岩及灰岩

及板岩，有时稍含细砂岩，夹厚层或薄层泥质石灰岩，中部为薄层或厚层浅灰色石灰岩，中含竹叶状灰岩层，砾石扁平，排列整齐，上部为薄层或厚层鲕状石灰岩，鲕粒之大有达 0.5cm 者（参阅图 3）。但本层在下庙村、毛尾沟其岩性略有不同。出露于下庙村者，下部为紫色、绿色泥质页岩，稍夹石灰岩，上部以薄层泥质石灰岩为多，含竹叶状灰岩层，鲕状石灰岩殊不多见。分布于毛尾沟者，一部为断层所割，暴露至不完全，仅见其上部之泥质灰岩层。全层厚度由 250~350m。其地质时代，因未得完整之化石，尚难断定，但就其岩性及层位观之，其下部相当于维利士氏之馒头页岩，属下寒武纪；上部属中上寒武纪，殆无疑义也。

图 4 文殊店西北罗山玲珑堂一带地质剖面图  
—震旦纪石英岩； —寒武纪页岩及泥质或鲕状石灰岩；  
—奥陶纪石灰岩； —石炭纪页岩及石灰岩

本层之地质时代，依其岩石性质，及其上下层序之关系，颇可与在山西西部所见之汉高山系属震旦纪者相比较，故暂以本层属之震旦纪。

栗子沟层：本层露出于栗子沟、罗山、下庙村、毛尾沟等处，而假整合于尚庙岭石英岩层之上（参阅图 2、图 3），二者在岩性上之划分，极为显著。就栗子沟、罗山之露头所在，大抵下部为红色、绿色泥质页岩

图 3 角子山禹山一带地质剖面图  
—震旦纪石英岩； —下寒武纪红色或绿色页岩及石灰岩；  
—中上寒武纪 鲕状石灰岩； —奥陶纪石灰岩

角子山灰岩层：本层继续于栗子沟层之上，二者无显著之划分（参阅图 3、图 4）。岩石下部大致为浅灰色或黑灰色薄层石灰岩所组成，有时稍夹泥板岩，层薄如纸，最易破碎，上部为灰蓝色、黑色或白色厚层石灰岩，常夹方解石脉，品质纯洁，可资烧灰。在调查范围内，凡分多处：（a）分布于角子山及青缸涧，

(b) 分布于罗山及葛沟, (c) 分布于滴水台之西山, (d) 分布于青花台及青峰山, (e) 分布于竹园沟及楚岭, (f) 分布于茶庵、杜村及牛岭山, (g) 分布于三神庙、黄柏架及大户所, (h) 分布于三岔口殷村及马庄, (i) 分布于火石岗一带, 皆组成各煤田之界山, 已如前述。全层岩石, 大致坚实, 所成之山, 不惟岩层整列, 亦间有悬崖陡壁。总厚就一二较完全之露头测之, 约达三百米, 至于地质时代, 就其层位, 考诸岩性, 应为寒武—奥陶纪之产物。

图 5 朱屯村北小沟内露出之石炭纪地层

1—奥陶纪石灰岩; 2~11—石炭纪页岩及石灰岩;  
12—二叠—石炭纪砂页岩及煤层; 13—红土

朱屯层: 本层分布, 悉沿角子山石灰岩山岭之南坡, 换言之, 凡角子山石灰岩山岭南坡, 皆有本层之存在, 惟多为红土所掩盖, 暴露不广, 仅朱屯、青缸涧、斐家沟、葛沟、看花台、三神庙等处之露头, 较为显著, 皆盖覆于角子山石灰岩之上, 二者成平行不连续之接触。岩石以泥质页岩及灰色粘土为主, 夹石灰岩 (三层) 及薄煤层, 有时稍含赤铁矿, 常居本层之下部, 当地人称之为臭煤层, 总厚由 40~50m 不等。今就朱屯附近所见之岩层, 由下而上, 记之于次 (参阅图 5):

- 1. 奥陶纪石灰岩, 其上之侵蚀面, 颇为显著
- 2. 红色或绿色泥质页岩 5m
- 3. 灰绿色泥质页岩 5.5m
- 4. 紫色或灰色砂质页岩 3m
- 5. 深灰色石灰岩富含燧石结核 2m
- 6. 浅红色或灰色砂质页岩 3m
- 7. 浅灰色细粘土 (在瓷业上称之为白碱) 6m
- 8. 黄灰色石灰岩 2m
- 9. 浅灰色细粘土 (白碱) 12m
- 10. 石灰岩 1.5m
- 11. 浅红色砂质页岩, 中多云母小片 14m
- 12. 神后层之白灰粗砂岩, 富含云母片

此次除特别考察岩层外, 又注意化石之搜集, 惟以地层露头甚少, 且其中所含化石, 亦极缺乏, 故收获不多, 仅于朱屯村及神后附近小沟中, 采得动物化石数种, 数虽不多, 亦颇足以推定本层之时代。化石产于薄层石灰岩内 (形状颇不完全), 为 *Fusulina*、*Productus*、*Spirifer* 等, 皆似上石炭纪之产物。

神后层: 本层首见于神后附近, 故名。神后层假连续于朱屯层之上, 并随之而分布, 质言之, 凡有朱屯层之露头, 必有本系之存在, 故当地人寻求本系煤层者, 每以朱屯层之石灰石, 为探矿之指南。岩石大抵下部多砂岩及页岩, 含煤一层, 厚度常达 3m 许, 为本煤田最厚之煤层, 当地人称之为黄煤。砂岩多中粒或粗粒组织 (其十字层状颇为显著并常含云母碎片), 呈黄灰色、白灰色或深灰色, 如神后、朱屯、祖师庙、滴水台、平陌、小利寨等处附



近小沟中所见者是也。上部以页岩为主，附夹薄煤层，惟其色性，地各有殊。在祖师庙等处为灰黄色砂质或泥质页岩，含砂岩薄层（参阅图 6），在神后等处为黄色粘土及页岩，神后镇瓷窑上所用之重要瓷土，即取之于此。本系岩层，大致质软，常居低地，而为浮土所盖覆，露头甚鲜，故其厚度不易逐层测算，兹就地质图上之分布计之则达 70 余米。

本层之地质时代，昔者新常富氏曾归之于石炭纪，但此次笔者在神后附近黄煤层以上岩层内，采得植物化石颇多，与在山西、河北、辽宁等省山西系煤田内所常见者相仿佛，故本层就大体论之，可谓与山西系相当，而属石炭—二叠纪也。

大风口层：本层连续于神后层之上，其接触处不甚显著，大致地层平行一致，而在岩性上亦

无显然划分之形迹。其分布与神后层有联带关系，惟层位较高，在本煤田内为大风口、云盖山、大刘山、三峰山、官山、大四坡、黑龙山等之重要分子，总厚由 200 ~ 280m。

本层岩石自下而上殊少变化，以黄色页岩为主，夹薄砂岩及重要煤层（重要煤层有四，自下而上，土名大架干、柳叶炭、龙奎煤、大煤），于矿业上亦颇重要。兹将在大风口所见地层色性，自下而上，叙述如次：

1. 神后层
- |                       |      |
|-----------------------|------|
| 2. 灰色石英砂岩有时呈浅红色       | 12m  |
| 3. 黄灰色泥质页岩含砂岩及煤层      | 25m  |
| 4. 灰色砂岩               | 2m   |
| 5. 黄色砂质页岩，一部为灰色粘土（白碱） | 19m  |
| 6. 黄色或深灰色页岩夹煤层        | 23m  |
| 7. 黄灰色砂质页岩及黑色泥质页岩夹煤层  | 4m   |
| 8. 黄棕色硬砂岩             | 2m   |
| 9. 黄色、紫色及深灰色砂质页岩夹煤层   | 9m   |
| 10. 黄色松砂岩             | 1m   |
| 11. 黄灰色砂质或泥质页岩夹薄砂岩及煤层 | 25m  |
| 12. 黄灰色细砂岩            | 4m   |
| 13. 紫色页岩与黄色页岩之相互层     | 24m  |
| 14. 灰色粗砂岩             | 2.5m |
| 15. 黄灰色砂质页岩           | 7m   |
| 16. 黄灰色细砂岩            | 3.5m |
| 17. 紫色页岩与黄色页岩相互层夹薄砂层  | 18m  |
| 18. 黄色页岩夹薄砂岩          | 40m  |
| 19. 三峰山粗砂岩            |      |

本层岩石之性质，已如上述，而其中所含之植物化石，就在大煤（本层中部）接近之黑

色页岩内所得者，约有 *Gigantopteris nicotianaefolia*、*Annularites* sp、*Pecopteris* sp. 三种，考其岩性，观其化石，极与山西省之石盒子系（属二叠纪，参阅地质简报第四号那琳氏之山西地层详考）相类似，惟石盒子系不含煤层，斯乃异焉者也。兹将山西石河子系各部之重要植物化石，列举种如下，以资比拟。

下部

- Sphenophyllum thonii*
- Taeniopteris multinervis*
- Sphenophyllum pseudogermarica*
- Gigantopteris whitei*
- Annularites sinensis*

上部

- Asterophyllites longifolius*
- Sphenophyllum verticillatum*
- Pecopteris orientalis*
- Gigantopteris nicotianaefolia*

未举一种，不惟复得之于大风口层内，长江下游各省二叠纪煤系中，亦极常见之物也。

三峰山砂岩层（参阅图 7）：本层多分布于禹县之西南部及密县之南部三峰山、禹王山、大刘山、大风口、云盖山、大四坡、黑龙山、归山等处，岩石全系自下而上，变化甚微，纯以砂岩为主，惟就色性而论，大抵下部为

图 7 西峰山、磨石山一带地质剖面图  
——二叠纪黄色页岩； ——二叠—三叠纪砂岩； ——红土

灰白色粗粒长石砂岩，石质坚韧，侵蚀綦难，故在本煤田常成悬崖峭壁，不可攀援，中部为白色石英砂岩，组织均匀，为建筑上极佳之石材，上部为深红色细砂岩，有时稍夹页岩。地层露头清楚，惟上部已被侵蚀以去，所余者厚达三百余米。至其地质时代，因未得化石，故难确定，但依其岩性及层位，极可与在山西所见之二叠—三叠纪红砂岩层相比拟，在未得更确定之证据以前，暂以本层属之二叠—三叠纪。

红土层：本层分布颇广，各煤田内均其发育之所，惟其上覆以黄土，所有露头，多限于河谷或山坡上，不整合的位于其它地层之上（参阅图 8）。底部为砾石，就在济众公司矿井内所见者，厚约 3m，其上为深红色粘土，常呈白色斑点，富含石灰质结核，厚由 10~15m，再上为浅红色粘土，不含石灰质结核，厚仅 5~6m。尚未得化石，以确定其时代，但其组织疏松，地

图 8 角子山、禹王山之间地质剖面图  
1—奥陶纪石灰岩；2—石炭纪页岩及石灰岩；3—石炭—二叠纪砂页岩及煤层  
4—二叠纪页岩及煤层；5—二叠—三叠纪砂岩；6—红土；7—黄土

层平整，颇似近代产物。最近德日进氏在山西东南部曾于蓬蒂层以上，发现更新统红土层（参阅中国地质学会志第十二卷第二期 207 页至 238 页），下部呈深红色，含石灰质结核，上部呈浅红色，时见深红色条带，德氏将下部归之于三门层，上部归之于周口店层相当，而属更新统欽。

黄土层：本层即为在中国北部所习见之风成黄土，而广布于山旁谷畔者也。有显著直立之节理，含淡水产之螺壳，昔者安特生氏曾于本层内采得第四纪之动物化石，如 *Flephas*, *Rhinoceros* 等，其时代当属更新统。地层分布，常与红土层相关联，连续于其上，无显著之划分。全层厚度，无由察悉，此次所见，最厚者不过 10m。

冲积层：本层大抵沿谷底河床平原而分布，细者为泥砂，粗者为卵石，恒为肥美之农田。在颍河河床内，有时由河流夹来之细砂，而沉积于两旁，复经风力之处理，而成沙丘焉。

## 六、构造

禹密煤田，虽大部为红土层所掩覆，地腹情形不易洞悉，然就几处地层露头观察，构造大致简单，地层褶曲，既不多睹，断折情形，亦颇明显，参阅地质构造剖面图，即可知其梗概矣。

禹密两县断层之分隔煤田者厥数有七，兹将各断层分别述之如次：

（一）下白峪断层，在神后镇北，为分隔三峰山煤田及云盖山煤田之断层，自下白峪之南起，经歪头村至虎头寨以东，蔽于红土，遂泯其迹，为正断层。断层面大致成直立，俯侧在断线之北，为二叠—三叠纪之红砂岩，常居低地，仰侧在下白峪者为二叠—石炭纪煤系；石虎头寨者为震旦纪石英岩及寒武—奥陶纪石灰岩，组成禹山、角子山，断距愈东而愈大，约由 300 ~ 1000m。

（二）官山寨断层，在文殊店之西北，大致成东北西南方向，一部稍偏南北，东自牡牛沟起，沿官山寨煤田而西南，为正断层。断层面倾斜向西北约 80°，俯侧居断线之北，为二叠—三叠纪红砂岩，组成官山寨一带之低山。仰侧为震旦纪石英岩及寒武—奥陶纪石灰岩，组成旗杆山及罗山。

神后西北祖师庙附近，有一东北西南向（稍偏南北）之正断层，错断不甚剧烈，断距约百米，其北端或与官山寨断层相接，但一部蔽于河淤，关系不明。

玲珑堂之东涌河南岸，寒武纪地层露出颇广，倾斜向南约 30°~ 40°，逾河而北至周湾一带，寒武纪地层不复可见，所见者二叠—三叠纪之红砂岩，两地相距不远，地层高低所差如是，其间必有断层以隔之。此断线作东北西南向，而偏近东西，自周湾起经羊沟而西南，似与官山寨断层相接连。

官山寨之西，亦有一断层，走向之南北，致石炭—二叠纪煤系露出者再，其错动不甚剧烈。

（三）白砂断层，在花石头之西北，大致作东北西南走向，西起滴水台，北至抓沟，东至白砂镇之东而泯其迹。南为仰侧，北为俯侧，致二叠纪页岩与二叠—三叠纪砂岩相接触，其迹极为显著。

（四）清石岭断层，为禹密煤田内之一大正断层，据所知自清石岭东经后沟、归山坡至竹圆一带，断线共长约 20km，走向近东西。仰侧居断层线之南，西部为震旦纪石英岩，东部为奥陶纪石灰岩，仅后沟附近露出五台纪片岩，俯侧岩层则概属古生代之煤系，断距计达千米。归山坡之南奥陶纪石灰岩与五台纪片岩及震旦纪石英岩成直接之接触，其间必又有一

正断层，灼然可见，此断层大致作西北东南向。向西延长至后沟附近，与清石岭断层合而为一，但向东伸展，尚不知止于何处。

(五) 毛尾沟断层，在看花台以北，横过毛尾沟，故名。约自东白尖山以南起，东逾毛尾沟，至桐树沟转而东南经朱庄，为正断层。断层面倾斜西南及正南，仰侧居断线之北，为震旦纪石英岩，组成尚庙岭山脉，俯侧大部为寒武—奥陶纪石灰岩，仅其东部露出石英岩，错动不甚剧烈。此断层与清石岭断层共一仰侧，造成地垒，故两断层又可合称为地垒断层。

(六) 洧河断层，其迹不显，为由超化煤田及岳庙煤田所知情形推究假定之断层。盖超化煤田系下部之黄煤，露出于洧河之南岸（倾斜向南），逾河而北，入于岳庙煤田，据当地人历来探采所见者，为黄煤层以上之黄色页岩层（倾斜向南）。因之与超化煤田之黄煤，似成断层之接触，此断层大致成东西方向，自平陌之东起，东沿洧河至大隗镇，而与清石岭断层相接合。

(七) 土桥沟断层，为分隔岳庙煤田及小利寨煤田之断层，成东西方向，自东拐附近起，经土桥沟、杜庄、茶庵至张庄而失踪迹（为红土所盖），为正断层。断层面倾斜向北约  $80^{\circ}$ ，其错动愈西而愈烈。故在东拐以东，仰侧为震旦纪石英岩，俯侧为奥陶纪石灰岩。在茶庵一带，仰侧为石灰岩组成茶庵山，俯侧则为石炭—二叠纪煤系。

密县城南有一正断层，与土桥沟断层相平行，致仰侧之奥陶纪石灰岩，与俯侧之石炭—二叠纪煤系，成直接之接触、奥陶纪石灰岩露出于三神庙，组成五里店煤田及小李寨煤田之界山。

又在岳村煤田及王寨河煤田之南边，即殷村及南阳沟，奥陶纪石灰岩山岭北边，有断层二，互相平行，其踪迹系由旧日采煤掘洞所遇而得，如岳村及王寨河西南，采煤掘洞，均遇断层，煤系与奥陶纪石灰岩显成断层之接触，且由地表观察，亦能知其错动之迹。二断层均向东西延长，一部稍偏东北。

据上述情形，所有断层，凡分二组：一在尚庙岭地垒断层之北。一在尚庙岭地垒断层之南。南组各断层，大致成北东西南方向，南为仰侧，北为俯侧，其断距愈东而愈大，北组各断层，走向成东西，南为仰侧，北为俯侧，其错动愈西而愈烈，是此断层之生成，与尚庙岭地垒有连带关系也。至于断层生成时代，因二叠—三叠纪地层曾被折断，第四纪之红土黄土往往被覆于其上，当新于二叠—三叠纪，而古于第四纪，确期尚难断言，不过在第三纪中叶，实为一地壳破裂之期，中国北部正断层多生于此时，本煤田断层或亦与各正断层同时生成者也。

## 七、煤田

禹密煤田煤量之丰，在河南实不数睹，煤质之良，视焦作亦无容多让，诚河南中部第一煤田也。惟其距平汉道稍远，故煤可采而输出匪易，致影响于业者颇巨，如能于煤田平汉路间，修筑支线，则矿业发达，可翹足而得也。

本煤田依其地形，按诸构造，凡分三峰山、云盖山、官山寨、滴水台、看花台、超化镇、岳庙、小利寨、王里店、王寨河等十一区，既如前述，兹分别详细论其煤矿情形如次。

### (1) 三峰山煤田

煤层：煤层夹于朱屯层、神后层及大风口层以内，而在各系之中下部。煤层中间距离相差颇巨，各层相距远者达 102m，近者约 2~3m，煤层、数目及厚度，因未经钻探，或大规模开采，不易确悉，就神后一带之小窑历来所采已知者而言，约有 17 层，多不甚厚，其名称（参阅图 9）：（一）入山漆（最上层）约 0.3m；（二）铁八煤 0.3~0.7m；（三）火石煤

约 1m；（四）二煤约 0.3m；（五）大煤约 1.3m；（六）龙奎煤约 0.5m；（七）砖煤约 20cm；（八）三煤 0.5 ~ 0.7m；（九）柳叶炭约 1.3m；（十）红砂炭约 1m；（十一）小夹矸 0.7m；（十二）大夹矸 1 ~ 1.3m；（十三）憋铁煤约 1m；（十四）富煤约 1m；（十五）黄煤 5 ~ 7m；（十六）薄煤约 15cm；（十七）臭煤 0.5m。曾经采取者仅大煤、龙奎煤、柳叶炭、大夹矸、黄煤、臭煤六层，余则煤层瘠薄或品质极劣，不值开采，臭煤、黄煤及大夹矸在神后附近，已经小窑开采，所知者既如前述，且在迤东之高村附近，据云也有黄煤一层，约丈许，曾经开采，惟在三峰山一带，似已深藏地腹，不惟其品质不易究悉，即其厚度亦难踪迹。其上龙奎煤及大煤在东峰山北坡厚砂岩下 160m 之处，亦有其明显之露头，已经三峰山公司采取，厚各 1 ~ 1.3m，两层相距约 7m，惟其向东深匿于白砂山砂岩之下，其迹不复可也。在西峰山北坡有小窑名豫盛公司者，采厚 1.3m 之煤层，位于龙奎煤层之下约 60m，夹于深灰色泥质页岩内，似于神后一代所见之柳叶炭相当。又西至禹王山东北坡济众公司，见煤两层，各厚 1 ~ 1.3m，上层等于大煤层，下层颇似柳叶炭，观上所述，可知大煤、柳叶炭大致分布均匀，既无忽厚忽薄之弊，亦无绝续中断之迹，该两煤层，煤层虽薄，而到处可以开采者，职是故也。

煤质：本煤田煤质可随朱屯层、神后层、大风口层分为无烟煤及烟煤两种，换言之即朱屯层及神后层含无烟煤，如臭煤层及黄煤层。大风口层含高级及中级烟煤，如大夹矸、柳叶炭、龙奎煤、大煤等。臭煤色黑有光泽，燃烧耐久，火力高强，惟有臭味。黄煤多散碎，不成大块，惟开采较深处，有时有大块，色黑（常常表面呈黄棕色故名黄煤）少光泽，燃烧时无烟，火力强，适合家庭之用，大夹

图 9 神后一带朱屯、  
神后、大风口三层内之煤层

矸、龙奎煤、柳叶炭、大煤等燃烧时少烟，火力强，无粘结性，家庭多用之，以之为锅炉燃料，亦极合宜。

上述六层中，现正开采者只大煤、龙奎煤、柳叶炭、大夹矸四层。臭煤层在裴家湾附近，虽经采挖，而停工已久，旧洞已泯，其煤样不易采取。黄煤层在神后西北，虽见有掘得露头，惟煤近地面，其质殊劣，尚未能藉以定其品质，故现在所经化验而据以定其性质者，为大煤、龙奎煤、柳叶炭、大夹矸，兹将各层煤样经本所分析结果，表列下于，以资参考：

产 地	名 称	水 分 (%)	挥发物 (%)	固定炭 (%)	灰 分 (%)	硫 黄 (%)	发 热 量 (cal)	种 类 记 号
东峰山	大煤	1.04	17.21	65.45	16.30	0.46	7226	Bh
东峰山	龙奎煤	0.65	18.09	62.08	19.20	0.88	7005	Bh
西峰山	柳叶炭	1.95	15.27	46.63	36.15	0.51	5401	Bh
神后西辛庄	大夹矸	1.20	14.45	59.20	35.15	1.11	6437	Bh

煤量：估计煤量非难，欲求其准确实难，盖煤量与地质构造、煤层厚度有密切之关系，如厚度不能究其底蕴，构造不能知其详细，而欲煤量估计之准确，良非易事。今三峰山煤田大部为红土、黄土所掩覆，不惟浮土下地层，已否折断，不能考悉，煤层层数厚度是否其所知者相同，抑有特殊之变化，亦难踪迹，于估计煤量，已乏确据，非经钻探，实不易作到准确之地步。但为约定煤田之价值，以便矿业计划之设计，只可就煤系一部地层之露头，以定煤层之倾斜及其分布之状态，就已知部分煤层之厚，取其平均数，而据以计算近似之煤量也。兹先述本煤田构造之大概，然后计算全部煤量。本煤田煤系分布，西始大刘山，东至三峰山以东，长约 25km，南自鸿鸭镇，北至朱屯北，宽约 2～3km（煤系上部之地层，多被侵蚀，今所存者，组成三峰山、禹王山、大刘山，宽仅 1.5～2km）。地居下白峪断层之南边，当断层发生之际，地层向上隆起，致有倾斜之迹，逼断层之寒武—奥陶纪石灰岩，如在角子山、青缸涧一带所见者，倾斜大致向南偏东或正南，斜角由 29°～31°，而其上煤系地层，向南倾斜，则渐趋平缓。在柿园山露出之厚砂岩，倾斜约 30°，斜向东南，在东峰山之黄色页岩倾斜由 14°～25°，斜向正南或偏东南，在西峰山之厚砂岩，倾斜约 20°，斜向正南，在禹王山之黄色页岩，倾斜由 16°～23°，斜向正南或东南，在大刘山之黄色页岩，倾斜普通为 12°，斜向东南或正南，皆颇平缓之倾斜也（三峰山以南之地层，掩没于郟县平地之下，倾斜不明，但就三峰山砂岩踪迹所至之阎营附近，颇似有东西方向之正断层）。就上所述，如煤田内各部红土以下之地层，无特殊之折断，直下开之深度，以 600m 计，则全煤田皆有煤可采，其面积纵横 7500 万 m<sup>2</sup>，就考察所知者，有煤六层（层薄质劣之煤层尚未计入），薄者 1～1.3m，厚者一丈许，但其煤层全部，厚薄有无变化，非经钻探，不能确定，兹假定煤层可采之平均总厚为 2m。煤为烟煤及低级无烟煤，比重以 1.3 计，则全煤田煤量约有 5.85 亿 t，除历年采去之煤约 80 万 t，尚余 5.842 亿 t，如日采 2 千 t，五百年尚不能罄也。此不过就当地人所传煤层之厚及由地表观察之情形，粗略计算之，如将来钻采，煤层厚薄及分布有所变化，则煤量当亦因之有所增减也。

(2) 云盖山煤田

煤层：本煤田与三峰山煤田相距不远，又同属一系，故煤层位置数目厚度与三峰山煤田所见者，无大悬殊，在祖师庙附近，有小窑采臭煤一层，厚约 0.5m，夹于朱屯层之下部，直距约 40m 以上为神后层之黄煤层，曾经开采，据云厚约 0.3m 余（迤西侯沟现有开采者）。再上大风口层亦煤数层，即大煤、柳叶炭、大夹矸等，露出于大风口之西坡，厚由 0.3～1m，惟均未经开采，地腹情形，不得而详。云盖山、富山之间，旧日小窑甚多，遗迹犹存，据采煤者言，其煤层层数厚度，与祖师庙一带煤层相同。在竹园沟附近，通常开采者有大煤一层，夹于大风口层之中部，屡经小窑开采，厚由 1～1.3m 不等。就观察所及，此一带之神后层及朱屯层内，似亦夹有黄煤层及臭煤层，惟无采者。闻在竹园沟之北约 1km 处，前曾有人在该两层内挖煤，但详情未悉，因该两层分布多在低处，易遭水患，故人多不采此两

层之煤也。

煤质煤层：与三峰山煤田煤层既多相当，煤质亦自少差异。祖师庙附近之臭煤，色黑、火力强，多用为瓷业上之燃料。侯沟之黄煤，为颇佳之半烟煤，耐燃，火力强，极合家常燃烧之用。竹园沟、云盖山一带之大煤，为烟煤，质颇疏松，易燃烧，火烟高，不甚适于家庭燃烧之需，故现在开采者日少，兹将各处煤样经本所分析结果，表列如下：

产 地	名 称	水 分 (%)	挥发物 (%)	固定炭 (%)	灰 分 (%)	硫 黄 (%)	焦 性	发热量 (cal)	种 类 记 号
神师庙	臭煤	0.6	14.05	74.10	11.25	2.37	固结	7700	AB
沙 滩	黄煤	1.42	13.58	74.65	10.35	1.35	固结	7701	13A

煤量：本煤田位于下白峪、官山寨两大断层之间，煤系分布所及，就今已知长约13.5km，宽由2~3km不等，平均约2.5km。除在东北一部，因受断层之影响，地层弯曲，倾斜方向不定，斜角由45°~60°不等外（系局部变化于煤田价值不受影响），余皆倾斜向东南，斜角由25°~15°，甚有成水平层，如在煤田南缘断层附近所见者是也。兹以直深开采至六百米计，则全煤田之煤皆可采，而煤层所采之面积约0.45亿m<sup>2</sup>。煤层就今所知者，有臭煤、黄煤、大夹矸、柳叶炭、大煤等五层，臭煤、黄煤共厚3m余，其他厚度不详。兹假定煤层所采之平均总厚为5m，煤为烟煤及半烟煤，比重以1.3计，则全煤田煤量约有2.925亿t。

(3) 官山寨煤田

煤层煤质煤量：本煤田之大风口层、神后层、朱屯层分布于官山寨断层之西边，北至涌河岸，南向似与云盖山煤田相连接，据旧日小窑采煤所知者，大风口层内有烟煤一层，层厚1~1.3m，神后层内有半烟煤一层，厚约丈许，皆倾斜向东南，斜角由20°~30°，其储量以倾斜25°，长约5km，厚约3m，采直深六百米计之，约有0.585亿t，此不过就已知之情形计算，如将来发现新煤层，其数当不只此也。

(4) 滴水台煤田

煤层：滴水台煤田位于滴水台、洛垌、姜沟一带，向经开采，煤层情形，稍知一二，就露头观察，煤层似分夹于大风口层、神后层及朱屯层以内，但数目厚度不甚详。据滴水台采煤者言，大风口层有煤两层，每层厚由1~1.5m，神后层有煤一层，位于石英砂岩以下，厚由3~7m，朱屯层有煤一层，厚约0.3m许。又据洛垌之居民言，大风口层有煤三层，各厚1~1.3m。滴水台煤田产煤地点，既甚寥寥，探采方法，亦极幼稚，故煤层究竟若干，厚度几何，无人能道其详，非经钻探，不易悉其真象也。

煤质：滴水台煤田之朱屯层及神后层产半烟煤，大风口层产烟煤。此次调查时，采煤小窑，均已停工，无由采取煤样，故其品质之优劣，不可作详细之鉴定。

煤量：花石头镇以西，煤系分布颇广，南北延长在3.5~4km以上，滴水台以北之曲沟、姜沟以南之杏山，似有煤系之分布，且有采煤之旧迹，煤田范围，尽可以曲沟杏山为限，长达1万m。煤系地层向东或偏东南，斜角由20°~30°，且有愈东愈平之趋势，向下采掘，当可深远。假定所采煤层之宽（约由马垌至姜沟）为4.5km（煤田南北二部有断层，惟系局部变动，与大体构造无关），煤层就从前开采所知者，有煤四层，共厚9m，此仅滴水台一带煤层之厚度，其他各部煤层厚度未悉。兹暂以5m为煤层所采之厚度，煤为烟煤及半烟

煤，比重以 1.3 计，则滴水台煤田煤量约为 2.925 亿 t。

(5) 看花台煤田

煤层煤质煤量：煤系沿大红寨山岭南坡而分布，自陈沟起，东经看花台至殷家湾延长 5.5km，惟至殷家湾尚未尽其端，闻以东之扒村附近似有产煤之地点，果尔则煤系分布共达 15km。地层倾斜大致向西南，斜角由 30°~ 40°，但因局部变化，斜角至 60 余度者亦时见之，就看花台一带小窑试采之结果，有煤四层，皆夹于煤系之下部（朱屯系及神后系），上层厚约 1.3 ~ 1.5m，第二层厚约 5m，第三层厚约 1 ~ 1.3m，第四层厚约 0.3m，煤层颇有愈东愈薄之趋势，闻扒村之煤层，已不如看花台煤层之多且厚矣。煤为烟煤及半烟煤，品质尚佳。兹以煤层倾斜 35°，厚 4m，煤田长 17km，凡直深 600m 以上之煤，悉所开采计之，约 1.0608 亿 t。

(6) 超化煤田

煤层：煤层夹于朱屯、神后、大风口三层内，在平陌附近，就地面观察，已知者大风口层有煤三层，唐沟内有小窑采煤一层，似与下一层相当，厚由 1.3 ~ 3.3m。神后层有煤一层，颇似甚厚，朱屯层有煤一层，厚约 4m。在超化一带，朱屯层及神后层分布颇广，大风口层大部已被侵蚀，神后层有一煤层，正经小窑开采，据云厚由 3.3 ~ 7m，此煤层之大概情形也。

煤质：就今所知，有煤五层，已如前述，惟现正开采者只神后层之厚煤层，及大风口层之第三层，其他各层，虽有露头，或已挖掘，但近地面变化甚深，不足代表全煤层之性质，故所详细考察其品质之优劣者，为神后层之厚煤层及大风口层之第三层。神后层之煤层，现在超化附近开采，所出之煤为半烟煤，色黑有光泽，极适家庭之用。大风口层之第三层在唐沟采掘，所出之煤，系烟煤，但不宜炼焦，颇似三峰山一带之大煤。兹将神后系之厚煤层及大风口层之第三层，经本所分析结果，表列如下，以示其性质。

产 地	名 称	水 分 ( % )	挥发物 ( % )	固 定 炭 ( % )	灰 分 ( % )	硫 黄 ( % )	焦 性	发 热 量 (cal)	种 类 记 号
超 化	黄煤	1.10	13.25	71.15	14.50	1.16	不固结	7371	AB
唐 沟	烟煤	0.67	5.77	52.54	31.02	0.89	不固结	5970	Bh

煤量：煤田界于洧河、青石岭两断层之间，宽约 2.5 ~ 3km，煤系分布自界沟以西起至黄冈寺以东止，延长约 13.5km，其间皆有采煤之旧迹。兹以 15km 为煤层所采之长，地层倾斜大致向南，斜角由 28°~ 40°，假定距地面 600m 以上之煤，皆可以经济方法采取，其煤层之宽或能达 1.3km，就上所述，有煤五层，薄者 0.3 ~ 0.7m，厚者 7m，惟大风口层之三煤层，大部已被侵蚀，今得以完全保存者，仅神后系之厚煤层耳。兹以 5m 为煤层所采之厚，煤为烟煤及半烟煤，比重以 1.3 计，则含煤田煤量约有 1.2675 亿 t，除去历年采取之 75 万 t，尚余 1.26 亿 t。

(7) 岳庙煤田

煤层煤质煤量：本煤田据当地人云有煤二层，为烟煤及半烟煤，薄者 1 ~ 1.3m，厚者 3m 余，曾经开采，但以浮土甚厚，且今天开采者，不易悉其底蕴。就旧坑以外之废石观之，该煤矿颇似大风口层及神后层之煤层。至煤层之分布，在岳庙东西各 2 ~ 2.5km 之处，常见旧日开采之遗渣。兹暂以 5km 为所采煤层之长，煤系地层就少数露头考察之，倾斜颇似一



致向南，斜角由 27°~ 40°，假定 1.3km 为所采煤层之宽，就当地人所述，煤有三层，共厚 3m 多，姑假定 3m 为所采煤层之厚；比重以 1.3 计，则本煤田煤量似为 0.2535 亿 t。岳庙煤田之长，向东大有伸展余地，煤层厚度，亦有加大希望，故将来交通便利，试探实行，煤量加增数倍，亦未可知。

(8) 小利寨煤田

煤田位于茶庵断层之北边，地临大道，开采颇盛，惟该煤田面积狭小，且煤系下部，即朱屯层及神后层，分布较广。含煤一层为半烟煤，厚由 3~ 7m（时经折断），倾向大致向南，斜角约 20°~ 30°，而大风口层地层，已被侵蚀以去，是以该煤田之储量，从多估计，不过 1560 万 t。

(9) 五里店煤田

本煤田几全为黄土所掩覆，但就历来小窑探采之结果观之，其面积则有 5km<sup>2</sup>，煤系大抵分布于地位较高之处，大风口层地层全部被侵蚀以去，今所存者仅朱屯层及神后层。夹煤一层，为半烟煤，厚由 0.6~ 5m，倾斜向南约 20°，颇为平缓。兹以煤层厚 3m 计之，约有 0.195 亿 t。

(10) 岳村煤田

煤田位于五里店煤田之北，朱屯层及神后层分布岳村一带，东西延长约 5km，适成一狭带状。地层倾斜向南约 20°~ 30°，据云有煤一层，厚达 3m 余，但因煤层错乱，而厚度不及此者，亦常见之。若以 3m 为煤层之平均厚度，600m 为所采深度，则煤田之煤量计有 0.1365 亿 t。

(11) 王寨河煤田

位于岳村煤田之北，王寨河四围皆有大风口层。神后层及朱屯层之分布，东南与岳村煤田相接，西南至断层而失其踪，地层倾斜向东南，由 10°~ 30°。就王寨河西南及火石岗附近之采煤旧迹观之，大风口层及朱屯层似皆有所采之煤层，惟神后层之煤层，情形不详，但本煤田既与岳村煤田相接，其中应有相当之煤层，若以 3m 为煤层之平均总厚，则本煤田约有 0.117 亿 t。

综上所述禹县煤田储煤约有 13.3378 亿 t，密县煤田约有 2.118 亿 t，合计共达 15.4558 亿 t，其中半烟煤约占 9 亿 t，烟煤约占 6.4558 亿 t（不适炼焦）。昔新常富氏曾计算禹县煤田之煤量为 2.89 亿 t，密县煤田 1.19 亿 t，共计 4.08 亿 t，与今之计算，相差 11.37 亿 t，同一煤田而计算结果之差若是。观新氏之叙述中，曾谓禹县之产煤地点在其西部及西北部，密县之产煤地点在其北部及南部，由是可知新氏所谓禹县、密县煤田者，仅两县煤田之一部，殊欠完全，故无怪其得数之少也。

禹县、密县煤矿储量表（以直深开采至 600m 计）

煤 田	位 置	面 积 (km <sup>2</sup> )	重要煤层数	煤 质	煤 量 (t)
三峰山	禹县西南由 7.5 ~ 25km	75	6	烟煤 半烟煤	5.84 亿
云盖山	禹县正西 20km	45	5 ( ? )	烟煤 半烟煤	2.925 亿
官山寨	禹县西偏北约 2.5 km	15	2 ( ? )	烟煤 半烟煤	0.585 亿

续表					
煤 田	位 置	面 积 (km <sup>2</sup> )	重要煤层数	煤 质	煤 量 (t)
滴水台	禹县西北花石头镇西约 3km	45	4	烟煤 半烟煤	2.925 亿
看花台	禹县西北由 22.5 ~ 10km	20	4	烟煤 半烟煤	1.0608 亿
超化镇	密县南 7.5km	19.5	5	烟煤 半烟煤	1.26 亿
岳 庙	密县东南 3.5 ~ 4km	6.5	3 ( ? )	烟煤 半烟煤	0.2535 亿
小利寨	密县东南 2.5km	4	1	半烟煤	0.156 亿
五里店	密县东北约 2.5km	5	1	半烟煤	0.195 亿
岳 村	密县东北约 15km	3.5	1	半烟煤	0.1365 亿
王寨河	密县东北约 20km	3	3 ( ? )	烟煤 半烟煤	0.117 亿
合 计					15.4558 亿

八、矿业

甲．禹县

(1) 三峰山东峰煤矿

位置 东峰煤矿在禹县城西 7.5km，三峰山之东峰北坡。

沿革及现状 该矿系商办，于清光绪 28 年（1903 年）领照，土法开采，历年营业，尚颇顺利。数年前因政局变乱及受匪灾影响，营业略有赔累。迄 1927 年，扩充资本，添购机器，改良工程，营业渐佳。

组织 经理王风林、闫沐，矿师常幼文。分设总务、工务、会计三股，掌管全矿事宜，总务股兼办营业。

工程 东峰矿计有矿井二口，一为竖井，长宽各 1.6m，深 90m，为木盘镶成。一为斜井，宽 2m，高 1.6m，长 200m，其上段斜角为 20°，下段斜角为 40°，竖井架高 8m，为四柱式。提煤用大筐，每筐重约 0.2t，每一大筐煤提至井台楼板，再倾入楼板下预置铁车斗内，运至煤堆存储，计每日产煤量约 150t 左右。又西峰矿区内曾开一竖井，已凿深 60m，尚未见煤，是井位置似已出大煤层露头之外。

坑内开拓，由大井底起，西大巷已展至 396.24m，东大巷 152.4m，有一运煤下山坑道，斜角 14°，长约 400m，亦用十五马力绞车一部，钢丝绳为 6 股 19 丝 1.5225m 径，提送各下山与顺槽内采得之煤量，而至井底。

井下运输 各巷均用 5.4432kg 钢轨铺道，用三分之一吨量之煤车运煤至井底，再装大筐提出井口。

原动力 计有孔尼式 Cornish 单心锅炉四具，每具约六十马力，工作压力每平方英寸由 45kg 至 40kg，每昼夜烧煤约 10t，大井口置有提煤绞车一部，为齿轮式，其马力约十八匹，工作压力每平方寸 22kg。

抽水 矿内水量不大，故井下抽水设备仅置 4 英寸管及 3 英寸管水泵各一具，前者每分钟排水量约 580L，专抽井底大巷之积水，送出地面，后者每分钟排水量约 405L，专司吸下山与第二大巷之积水。矿内平均积水量每分钟约 270L。

通风 矿内全赖蒸汽管之帮助，成自然通风。

布光 矿内各洞，尚无危险气体，故纯用明火油灯，油料多为菜油、麻子油等，每工每灯用油量 0.2~0.3kg，每公斤价值 40 分，共合 8 分~12 分左右。

支柱 矿内所需支柱，皆在本地收买，每斤收价制钱 五十文，故其直径大小长短均无规定，大概五英尺五英寸木柱每根约值五角，四英尺四英寸径木柱每根值 4 角。矿内煤层厚度约 1.3m，压煤石层为砂岩，故采煤用木料甚者。

采煤法 沿用房柱法，惟所留煤柱，仅 30 英尺见方。

修理设备 仅有虎钳、手摇钻、锉刀等数小件而已，颇不完备。

工人及工资 全厂共有工人 256 名，井下占去 156 名，工作时间为三八制。凿石工价每工五角，地面各工分昼夜班十点与十二点制。每工工价由二角五分至三角不等。机匠工资每工由四角至一元不等，采煤矿工每日三角二分。在旺月时期，该矿每日工料等项目开支约为六百元，管理费开支约为二百元，总工日需八百元，营业尚在赔累中。

成本及售价 该矿产煤成本每吨约合三元，本地零销售价每吨约合三元六角。

产额及销额 夏秋两季销售不旺，收入减少，不能尽量出煤，致积压成本，影响开支，大约减少产量时间，每年有六个月之多。故该矿自 1930 年以后，每年产额约四万吨左右，销售额约三万五六千吨。

## (2) 三峰山中峰豫盛煤矿

位置 该矿位于三峰山之中峰北山坡，距东峰煤矿约 3km。

沿革及现状 该矿系商办，为王岑林请领矿权，自 1930 年 8 月开办，由王月亭经理，规模尚大。

工程 豫盛煤矿共有矿井二口，竖井口径宽 1.5m，长 1.5m，深 60m，斜井宽 2m，高 1.5m，长 120m，斜角 20°，柱井架为四柱式，高约 7m。提煤用大筐，每筐提煤约 100kg，出至井口，乃用人工，抬至煤堆，该矿现下每日产煤量约 80t。

矿内开拓，由大井底起西大巷已展长 261m，东大巷 134m，下山长者 100m，短者 33m。

井下运输 各行采得之煤量，概用人工运至井底，用绞车提出井口。

原动力 矿厂仅有孔尼氏三节小锅炉一具，马力约 70 匹，工作压力每平方英寸 31.5kg，专供提煤提水之用。

通风 各行辟成，全赖自然通风。

布光 与东峰矿厂相同。

支柱 亦与东峰矿厂相同。

采煤法 大概仍沿用房柱法，由东峰矿矿师指导。

---

—平方英寸 =  $6.4516 \times 10^{-6} \text{m}^2$ ，1 英寸 = 0.0254m，1 英尺 = 0.3048m。  
旧时方孔圆铜钱及铜元。

**工人及工资** 全厂共有工人约 120 余名，井下工人约 80 名，工作时间亦为三八制。地面杂工为昼夜班，采煤矿工每工三角二分，地面小工二角五分至三角，机匠工约由四角至六角，该矿每月事务工程两项开支约需五千元左右。

**成本及售价** 该矿产煤每吨成本约为二元，本地售价每吨约为三元。

**产额及销额** 产销情形与东峰矿大略相同，惟煤质不如东峰之佳，产销较逊，估计每年产额 2.2 万 t，销售额约 1.5 万 t。

### (3) 玉泉山济众煤矿公司

**位置** 该矿东距禹县城约 12.5km，位于玉皇山东端北麓，即朱屯、楼子赵两村之间也。

**矿区面积** 该矿计有文风里、田庄矿区，面积  $2612800\text{m}^2$ ，东高村矿区面积  $1896800\text{m}^2$ ，刘家沟矿区面积  $1577200\text{m}^2$ ，共计矿区总面积  $6089000\text{m}^2$ ，每年应缴矿区税约 1217.38 元。

**资本** 原用资本三十万元，迄 1932 年下期改组后，再增资本十万元，前后共计四十万元。

**沿革及现状** 济众煤矿于 1924 年领照开办，纯为商办股份有限公司，至 1925 年 5 月 12 日大井见煤，次年每日产量已增至 300t。自 1927 年至 1931 年间，因受时局变乱影响，并遭诉讼查抄，赔累不堪，至 1931 年 8 月停工，迄 1932 年公司改组，经理杨锡三辞职，王荫堂继任，于 1932 年 8 月开工打水，现已历时六阅月，矿内之水，尚未抽完，故未出煤，矿厂亦无存煤可售，闻此次开工打水，已费去数万元云。

**组织** 董事长为陈文钊，经理王阴堂，矿师安居，下设工程、会计、营业、庶务等股，分掌全矿事宜。

**工程** 该矿共有大小竖井二口，斜井一口，竖井大者径 2.25m，深 130m，系用六方木盘圈砌，上有四柱式洋松井架一座，高 9m，有 22mm 径钢丝绳作罐导绳，大井产煤能力在 500t 以上。小竖井径 2m，深 50m，未及见煤层，即行停工，斜井作通风及工料进出用，高 1.6m，宽 2m，上段斜角  $36^\circ$ ，下段斜度  $42.5^\circ$ ，现因积极打水，消耗蒸汽颇多，日用锅炉烧煤量约 25t，暂由斜井内近露头处采煤，以资维持。大井现正用罐笼，装上水罐，用绞车提水。

**原动力** 共有五节单心锅炉四具，五节双心锅炉二具，三节立式锅炉二具，工作压力每平方英寸 54kg。大井口置直动混合式七十马力绞车一部。日用锅炉烧煤约 25t，绞车工作压力每平方英寸约 31.5kg。

**矿内开拓** 该矿大井底东平巷已开长约 2km，西平巷约开长 1km，下山最长者约 600m，上山亦有开至 400m 者，下山斜度约  $10^\circ$ ，因水不能向前再开，自 1931 年 8 月停工后，矿内全被积水淹没。

**抽水** 直井底安置四英寸管水泵二部，为双拉排盘式，工作汽压每平方英寸为 27kg，每部排水量每分钟约 585L。现下两部水泵，均被水淹没，勉强由汽管放下蒸汽，在水中开泵排水，因水泵排水效力甚微，致井底积水甚多，俨若沐池，另在直井中间安置三英寸管水泵一部，其排水量每分钟 360L，专为排出地层中积水及层内之清泉，斜井底亦置同样之三英寸管水泵排水。

**通风** 矿内系赖自然通风。

**布光支柱采煤法** 在未停工以前，均与东峰矿大略相同。

**工人及工资** 现有采煤工人三四十名，工价工制均与前两矿相同，机匠 30 余名，再连

井上下杂工共约有一百五六十人，机匠工资由四角至一元五角，井下监工工资每月三十元左右，全矿每月工程事务两项开支共需一万余元。

修理厂设备 计有 8 英尺旋床一部，6 英尺旋床一部，钻床一部，翻砂模型、打铁虎钳等设备，均略见规模。

成本及售价 据云在未停工以前，产煤成本每吨约三元，本地售价约每吨由三元六角至四元三角。在旺月期内，每日最大销售量为 500t，1926 年最高日产量为 300t 左右。

产额 兹将该矿由 1927 年至 1931 年逐年产额，列表于下：

1927 年	5 万 t	1928 年	5 万 t
1929 年	1.08 万 t	1930 年	1.72 万 t
1931 年	0.648 万 t		
总 计	13.448 万 t		

销额 按自矿厂开办至 1931 年停工，每年销售额约为七万吨左右。

(4) 祖师庙前煤矿

该矿现有竖井二口，各深约 50m，所采煤层为最底煤层，俗称臭煤，厚约 0.3m，属半烟煤。有工人四五十名，每日产量约由 10 ~ 15t。每年工作时间为六个月，每年产额约为 2700t。本地售价每吨约合一元八角。多运销神后镇供烧粗瓷之用。

(5) 侯沟沙滩煤矿

该矿现有竖井一口，深约 60m，斜井一口，深约 130m，所采煤层为黄煤，厚约 5m 左右，为半烟煤。有工人约五六十名，每日产煤约 25t，因销路太狭，不能尽量多出。每年工作时间约为六个月，每年产额约为 4500t，本地售价每吨约一元二角。

(6) 神后镇西南坡煤矿

该矿现正开凿步井，尚未出煤，将来拟采大夹研煤层。所购三节立式小锅炉已运到，拟用小机器开采。

(7) 风翅山孟大沟煤矿

该矿有竖井两口，各深约 60m，所采者为柳叶炭，厚约 0.1 ~ 0.3m，属烟煤。有工人约六七十名，每日产煤约 20t 左右。每年工作时期约占为六个月，每年产额约为 3600t。

(8) 大刘山陈沟煤矿

该矿计有步井两口，各深约 90m，所采煤层为大煤层，厚约 1m，属烟煤。现有工人二十余名，每日产煤约七八吨，每年采煤时期约为六个月，每年产额为 1440t。

(9) 大刘山槐树洼煤矿

该矿计有步井二口，各深约 120m，所采煤层为大煤层，厚约 1 ~ 1.3m，现有工人约 30 名，每日产煤约 10t 左右，每年采煤时期约占六个月，每年产额约为 1800t。

(10) 杨岭寨西南新庄一顺煤矿

该矿计有竖井一口，深约 70m，步井一口，深约 150m，所采煤层为大夹研，厚约 1m，属烟煤。现有工人四十名左右，每日产煤约 13 ~ 14t，每年采煤六个月，每年产额约为 2400t。

乙：密县

(1) 超化范家庄煤矿

范家庄煤矿系土法开采，已历三十余年，向为孙德岑所经营，曾一度致富，迄 1928 年间，始请领矿权，部照尚未颁发。

矿厂计有五平方英尺井口两座，专采黄煤，一井正在开凿，已深至 25m，其他一井，早已凿成，深为 100m，距井口约 20m 远处，则置平式转轮一座，径约 3.3m，用牲畜曳转之以提煤，每一柳条筐所盛煤约 175kg，一昼夜所产煤 1200 筐，约合二百余吨。井下采煤，漫无统系，因煤层过厚，常在煤层中间开洞。

该矿现因与邻矿涉讼，采煤工程，时作时辍。工人约四五十名，工价每人五角，灯油由矿主发给，日产煤约 30t 左右。在矿厂每筐售价为一千五百文，约合每吨售价一元二角。若假定采煤期为六个月，每年产额应约为 5400t。

#### (2) 超化栗树洼煤矿

栗树洼煤矿系钱季敏请领小矿业权，与范家庄煤矿紧相毗连，经理为任成洁，系租矿开采性质，资本三千三百元，分二十三股。矿厂现有五平方英尺之井筒二口，一在矿界边上，深约 100m，置有六马力之小绞车一部提煤，附设二节立式小锅炉一座，日烧煤约 2t，井架为圆木构成，高约 5m，提煤钢丝绳为 4 吩六股十九丝，每筐盛煤亦 175kg。其他一井深度相同，惟提系用井式圆输，以畜力曳转之，与范家庄矿相同，现下此矿日产煤多至 160t。全矿共有工人约二百人，井下采煤工人占四分之三，每名工价约五角，灯油由矿主发给，但因财政困难，早已低价押于包销人，由彼堆存矿厂，随时零售，煤价亦与范家庄矿相同。若以采煤期为六个月计，其年产额约为 28800t。

#### (3) 平陌唐沟煤矿

唐沟煤矿位于平陌东南 2.5km 许之唐沟，系贾保仁请领小矿业权。现在有竖井一口，深约 45m，步井二口，各深约 70m 余，所采煤层为烟煤，厚由 1.3m ~ 3.3m，倾斜向南，斜角约 30° 左右，井上下共有工人六七十名，但该矿僻处深山，交通不便，销售困难，以致积压工资甚多，故时有停工情事。兹假定本矿日产煤为 200t，每年采煤期为六个月，其年产额有 3600t。

#### (4) 平陌界沟煤矿

界沟煤矿位于平陌正西约 1km（即与登封交界处），为本地人合股开采。有步井两口，所采煤层质若黑色泥土，无人购买。现下日产煤 23t，因煤层太劣，销售无多，每年产额约 300t。

#### (5) 小李寨煤矿

小李寨煤矿为陈更新所办，计有竖井四口，现在出煤者仅一口，深约 57m，系采黄煤层。提煤用牲畜二头，往返于井旁马道上甚为灵便。提筐至井口，鸣摘钩，甚觉迅速。井下工人共有六十人左右，每二十四小时所产煤一千二百筐，每筐 150kg，约合 200t，每工人工资五角，每日产煤全数，押与包销人，每筐售价一串二百文，即每吨约一元二角。兹假定一年采煤期为六个月，每日平均产量 200t，其年产额约 3.6 万 t。

#### (6) 黎园及湾子河煤矿

黎园煤矿系谷子文创办，湾子河煤矿系孙品三创办，曾否请领矿权并资本若干，均未详，均系 1932 年冬月开工，现已出煤，每日产量各有 60 ~ 70t。每矿各有竖井一口，步井一口，矿工亦各雇七八十名，每名工价约五角。所采煤层亦属黄煤，一切均系土法，现存煤约有四百余吨，均押售于包销人零售，每年产额各有 1.26 万 t。

#### (7) 大杨洼煤矿

大杨洼煤矿位于县城西关外 0.5km 之大杨洼，为谷焕章所办，采用土法开采。现有竖井一口，深约 60m。步井一口，深约 120m，均系采黄煤层，为半烟煤，质地甚佳。该矿有

工人 110 余名，每名工资洋五角。日产煤约 80t，一年开采六个月，共出煤 1644 万 t。

#### (8) 黑峪沟煤矿

黑峪沟煤矿位于县城东北乡黑峪沟，属岳村花沟煤田之一小部分。该矿为本地人所办，土法开采，已开步井两口，各深约 60m，所采煤层为黄煤层，共有工人 50 余名。一年出煤约 2700t，就地售价每百斤约五百文云。

总计上述禹县、密县各小煤矿，按现时每日产量估计，每年产煤额：禹县为 7.8 万 t；密县为 8.76 万 t，两县合计年产总额为 16.6 万 t。

## 南山及黄河上游之地层

1934 年春，侯德封先生和笔者接受中国地质调查所的指示，进行甘肃和宁夏两省的地质调查工作，并考虑开展绥远的地质制图。我们于五月七日离开北平（北京），同月 19 日到达甘肃。几天后，我们以永登为起点，带着研究地层学与大地构造学的专门课题调查了李希霍芬山脉 的东部（见图）。我们从景泰返回皋兰，从皋兰开始，继续朝东北方向调查了靖远、海原和中卫。

### 调查区地理位置略图（1935 年）

从那里我们再向东北到达宁夏，以便调查阿拉善地区，该区为中国西北最有兴趣的地区之一。从阿拉善向北，我们到达了狼山，再向东于 10 月初返回包头。1935 年春，为了继续进行甘肃与宁夏的地质调查工作，周宗浚先生与笔者重新开始了甘肃和青海湖附近的地质勘测工作。从皋兰到达西宁后，我们通过拉脊山到达贵德，然后向西沿惠珠河首先到达茶卡湖，随后到达都兰。在柴达木盆地到香日哈地区作了一个短期的调查。我们从香日哈朝东北方向到青海湖，然后向东到达西宁。从西宁开始向北通过大板山到门源，调查了陶赖山和李希霍芬山脉。10 月底我们向东通过酒泉、张掖和武威到达皋兰。从而搞清了黄河上游和南山地区的地层地质情况。

---

本文由侯德封、孙健初合著，刊于中国地质学会会志 15 卷一期，1935 年。原文为英文，现由徐旺译为中文。  
即今祁连山，因位于河西走廊之南，故过去多称南山。



这次旅行期间收集的化石还没有进行详细的研究。仅由地质调查所的杨钟健和计荣森先生临时研究了一部分海相化石。目前正在编制地质图和剖面图。本文仅对黄河上游和南山地区重要地层按顺序给出粗略概念。

在所研究的地界中，地质地层主要由大陆沉积所代表，但他们之中也有一些海相地层，这些地层由几个相当明显的沉积间断所分开。地层顺序自上而下为：

更新世	黄土	约 200m
	砾石	约 10m
上新世	共和群	约 500m
中新世	西宁群	约 1000m
始新世	苏口群	约 1000m
上白垩纪	梨园口群	约 800m
下白垩纪	红沟砂岩	约 1000m
上侏罗纪	窑街群	约 200m
下侏罗纪	龙凤山群	约 400m
二叠—三叠纪	西大沟群	约 1000m
上二叠纪	窑沟群	约 900m
中二叠纪	大黄沟群	约 300m
下二叠纪	俄博群	约 300m
中石炭纪	羊虎沟统	约 50m
下石炭纪	臭牛沟统	约 150m
泥盆纪	青石岭群	约 700m
泥盆—志留纪	古浪群	约 200m
下古生代	皋兰群	

皋兰群包括较好的层状片麻岩，其中有互层云母片岩，偶尔也有大理岩，均为沉积岩成因。这些系列的岩石中已被微红色或灰色黑云母—花岗岩侵入和浸透。这组露头岩石在靠近皋兰、乐都、湟源和都兰等地发现，这个层系的年代仍然是一个问题。陕西南部也有一组结晶岩，其中有花岗岩及片麻岩，云母片岩中夹有大理岩条带。这些岩石的年代，由赵亚曾和黄汲清在扬子三峡比较了他们的岩性特征及变质系列后判断为五台群。在绥远地区有另一系列的古老岩石，其主要部分为片麻岩、片岩和大理岩，它们都不整合于五台群之下。该系列岩层可能是泰山群和五台群之间的过渡型岩石。因此，皋兰群必定可与上述省分中的晶质岩组相比较。皋兰群不是一个确定的地层单位，在一些情况下，它难以察觉地过渡为古浪群，

即现称的老君山砾岩，相当于中上泥盆统。

该层系的年代范围在泥盆纪到志留纪之间。皋兰群可能是古浪群强烈变质的一个部分。

古浪群存在于古浪、都兰和永登地区，通常与上述所提到的皋兰群有联系，其总厚度预测约为 2000m。岩层主要为暗绿灰硬砂岩与千枚岩，其间夹有薄层石灰岩，而且主要在其上部。根据计荣森先生鉴定的泥盆纪石灰岩层，含有变形的平板珊瑚（*Pachypora* 和 *Favosites* 等）。如果该系上部为泥盆纪是真实情况，而其下部则被认为是志留纪或者更老。

青石岭群：陆相的青石岭群以地层间断位于古浪群之上。该层系为相当完整和连续的，在其下部和块状层中，交替含有绿色和红色、灰色硬砂岩和砾岩，在上部夹有板岩间层，这些已在青石岭和李希霍芬山观测到，这两个地区是从大通河上划分开的。这个层系正如上述以地层间断位于古浪群之上，其上又为下石炭统臭牛沟灰岩不整合盖覆。其时代实际不晚于泥盆纪而又早于下石炭统可能为上泥盆统。

臭牛沟石灰岩：在臭牛沟（位于李希霍芬山脉 NE 的斜面上），石灰岩颜色为蓝色或灰色细晶结构，其中常常夹有灰色或黑色页岩。袁复礼教授采集了石灰岩中的化石，指出其年代为韦宪阶。所列出的化石包括 *Productus giganteus*, *Martinia* var. *Maxmus*, *Spirifer striatus* Mart., *Orthis crenistria* Phillips, *Leptana analoga* Phillips, *Schizophoria resupinata* Martin, *Lithostrotion portlocki* 等。该地层在野牛沟、青羊沟、俄博沟、关沟（在西李希霍芬地区）等地发育良好，那里包含有厚层状、细结构微灰蓝色石灰岩（有时层间有黑页岩），有时或多或少地有些黑燧石结核。整个地层化石丰富。在青山岭、青海湖南山等处的同一石灰岩中，几乎都是变质岩和变成为结晶质岩，有时硅化的灰白色石灰岩中仅有少量保留下来的化石。

在阿拉善、牛首山等地，有灰黑色、薄层或厚层状石灰岩，有时或多或少地夹有不规则燧石薄层，下伏在上二叠统的俄博群之下。以地层和岩性为基础来看，这种石灰岩相当于臭牛沟石灰岩。

羊虎沟群：该层系正好位于臭牛沟石灰岩之上，或在青石岭群之上，上二叠统俄博层系之前，其测量厚度约为 50m。该层系的下半部，出露在羊虎沟（在李希霍芬山脉南斜坡上），其中包括砂岩和薄页岩层。在上半部，暗灰色页岩占优势，有保存典型 Penchi 动物群的石灰岩层。

在李家泉、墨沟、窑沟和红山窑（在李希霍芬山脉南坡上），该系列又有页岩和砂岩以及富含化石的灰或黄色石灰岩露头。

根据袁复礼教授的文章，在臭牛沟，该层系的下半部，包含浅绿灰色云母状薄层砂岩，其中有植物化石。其后为含化石页岩和石灰岩并带有中石炭统动物群化石，但是，在俄博层系中没有观察到。

俄博群：以假整合覆于羊虎沟层系、臭牛沟石灰岩、青石岭群或古浪群之上，以上现象是在阿拉善、牛首山、合黎山、陶赖山、李希霍芬山和亚历山大山脉上观测到的。在本层系中，有相当多的粗粒砂岩以及砂质或泥质页岩，有时有可采的煤层与海相石灰岩层交替存在，它们的年代可能为晚古生代。

在海相化石中间，存在有一些腕足动物和 科类，这些化石的出现表明太原系和陕西系在中国东北部发育良好，最近古生物学家们认为划入下二叠统更好一些。

大黄沟群：俄博群由大黄沟群整合覆盖，而大黄沟群在南山地区发育良好，但到黄河上

---

即今陶赖山西段。

游地区它又变得很薄了。这里占优势的岩石是暗绿色砂岩和页岩，这种页岩有时含有可采煤层或有点儿像沥青质的东西。如 G.Bexell 所认为的那样，该层系相当于陕西的石盒子组，可能属于中二叠统。从这个地层中的某些层位中，Bexell 在李希霍芬山脉采集到了植物化石。根据哈勒（F.G.Halle）博士的文章，它们是：轮叶属 *Stellata* (Schloth) Wood, *Sphenophyllum emarginatum* Brongn, *Sphenopteris pseudogermanica* Halle, *Pecopteris cf. onentalis* (schenk) Pot., *Callipteris* sp., *Alethopteris norinii* Halle, *Neuropteris pesudorata* Gathan & Sze, *Protoblechnum wongii* Hale, *Lepidodendron oculusfelis* (abbado) Zeill, *Walchia* cf. *hyproides* Brongn, *Cordaite* sp., 等。在同一地区笔者收集到了相同的植物群化石。

窑沟砂岩：南山地区由大黄沟群岩石向上变得非常之纯，以致缺乏沥青质，但是，继续向上至顶部红砂岩间层出现的数量越来越多，岩石逐步演变为粗粒微红色砂岩，该岩层笔者命名为窑沟砂岩。再向东走，砂岩颗粒变得更细，通常有页岩间层。

由于在该地层中没有发现化石，它的准确地质年代不好确定。它可能是大黄沟群的上半部，或为中、上二叠统。

西大沟群：上覆在窑沟砂岩的是西大沟群，其厚度约为 1000m。它包括绿色砂岩和页岩，通常有红色间层，含有植物化石的岩层不常发现。在西李希霍芬山脉该系上部分布地区，Bexell 发现了 *Phyllothea deliquacens* Zal., *Callipteis* sp., *Linapteris sbirca* Zal., *Brongiartites salicifolius* Zal., *Rhipidopteris ginkgoides* Schmath 等植物化石群。根据 Halle 博士的文章，这些特征看来近于晚二叠世。因此，较高部分的地层可推测符合上下侏罗统。

龙凤山群：在黄河上游地区，西大沟群之后经常出现另外一个煤系，即：龙凤山群，该系列中有细的或粗粒绿色灰砂岩和灰色或黑色页岩，一般说来，占优势的是煤层，其厚度为 0.3~5m。从这些地层中笔者在龙凤山、石沟堡、西大沟等地发现了下侏罗统植物化石。在南山地区同一层系中，不经常存在整合上覆于西大沟系之上。在千里沟顶、北大板和小石门沟、武威县，它由微绿色灰砂岩、黑页岩层和煤层构成。该页岩含碳质很高，保存有一些植物遗体，如 *Cladophlebs* sp., *Hausmannia* cf. *ussuriensis* Kryshstofovich, *Ginkgo* cf. *lepide* Heer, *Podozamites lanceolatus* (L & H) 等。

窑街群：在南山地区，侏罗纪沉积作用之后随之而来的是强烈造山运动和分布很广的剥蚀作用，绝大部分侏罗统沉积受到移积。在窑街、铁麦沟、红沟，二叠纪或者二叠—三叠纪地层被上部侏罗系不整合盖覆。笔者建议该地层命名为窑街群。从岩相学的观点来看，该群还可细分为两部分。上半部由细粒红色砂岩与保存较差的 *Podozamites lanceolatus* 页岩呈间层。其下半部主要包括暗色纸状页岩、并有煤层存在，在土状石灰岩结核中发现了中生代鲨鱼类残余碎片。

红沟砂岩：该砂岩分布于红沟（在西李希霍芬山脉）、泰来沟、野牛沟、阿甘镇沟、太白沟等地。其他部分不是假整合于窑街系之上，就是不整合于泥盆系到上侏罗统之上。预测总厚度约为 1000m，交错层红色砂岩占优势。其中一般夹有砾岩状砂岩。该地层所示的特性为白垩系红砂岩，在陕西—甘肃交界处，其地质年代大概为白垩纪。

梨园口群：在张掖南部、红沟红砂岩后继之以绿色和红色沉积物过渡带。这些过渡岩层最后由绿砂岩和灰绿页岩，有时包括浅蓝色灰土状石灰岩层所代替，该群很可能相当于袁复礼在甘肃东部六盘山地区发现的白垩纪化石地层一样。

苏口群：1921 年，谢家荣在固原以北的苏口子发现很厚的沉积层系整合上覆于灰页岩

和鲕状灰岩（可能相当于笔者命名的梨园口群）之上，这种灰岩与页岩和砂岩交替成层，并有石膏层夹层。该石灰岩保存了贝壳沉积物和腹足类化石，这种化石目前还未经专家鉴定。

笔者最近在石峡口发现了相同的层系，位于苏口子西北部不远，在这里，该层系下半部由砾岩和砂岩形成。在其中部，红色和绿灰色页岩占优势，其中包括石膏，有时有石灰岩层存在。在其上半部，有红色砂岩与灰页岩间互层，这种灰页岩后来不整合下伏于中新一上新统西宁群之下。

安德森（J.G.Anderson）认为上述地层年代是中新世—上新世。但是，从上述所给出的指示物来看，该系列毫无疑问地属于老第三纪，很有可能为始新世。

西宁群：在西宁、贵德、皋兰和石峡口地区，有红色岩系不整合上覆于苏口地层和更老地层之上。它主要包括红色软砂岩和粘土，有时有绿色薄层沉积，间夹有石膏和岩盐层，其中常常夹有 Chilispeter（智利硝石）层。在西宁和贵德地区，J.G.Anderson 发现了许多哺乳动物骨骼化石，其中 Mastodon 很普遍。它表示很可能正在考虑中的红色岩层属于中新世 - 始新世。

共和群：贵德到共和交界处，有微红色细粘土层，该地层向上消失在黄砂之中，并带有砾石间层，含有可能为晚更新世的淡水贝壳沉积物。该层系明显地没有受任何更深刻变形特性的影响。在贵德附近它水平覆于褶曲的西宁群之上。

砾石：在甘肃中部，有黄土层底部出露，其砾石沉积厚度约为 10m。砾石中的细砾所有形状都为圆形，几乎整个都包括变质岩。虽然砾石年代中没有发现化石，但认为它是晚更新世，由于它占有相同的地层位置，在黄河下游地区有三门峡砾石。

黄土：黄土层在横向交界处发育良好，它常常可以在峡谷形成的陡崖或在阶地中发现，表现出圆柱节理特性。从庆阳到皋兰，从皋兰到古浪，黄土层连续出现，形成一个高原，切开峡谷，展现出老地层岩石基底。

# 扬子江下游铁矿志

## 第一章 绪 论

我国扬子江下游为接触式铁矿（关于铁矿成因及其类别于第五章中论之）分布最多之地，丁格兰氏铁矿志中，已言之綦详，而种类最繁，散布最广者，尤莫如皖南各铁矿；此外，浙江、江西、江苏、福建等省境内，亦各有数例（图 1）。东北自南京附近之凤凰山、

图 1 扬子江下游铁矿分布位置图（简化）

牛首山起，经过当涂之大凹山南山、芜湖之赭山、繁昌之三山镇长龙山，西迄铜陵之铜官山，铁矿丛集，延绵不断，自此再向西南，越 200 余千米，复有江西九江城门山之铁矿，再向西南至湖北省之东南部，铁矿又复甚多，如鄂城大冶灵乡等处，其最著者也。以上各矿床，其类型成因，变迁甚多，但其同属于一整个的矿产区域之内，而有相互联带之关系，则固无容疑义者也。

本报告内所述之铁矿，计有下列各处：1. 南京附近之铁矿，2. 当涂附近之铁矿，包括

---

本文系谢家荣、孙健初、程裕淇、陈恺合著，载于 1937 年地质专报第 13 号。

北中南三区，3. 铜陵铜官山及鸡冠山之铁矿，4. 九江城门山铁矿。此外因矾化作用及矾矿与铁矿之成因，有密切之关系，故于安徽庐江之矾矿，另作报告附入。最后另附中国铁矿之分类一文，以作全书之结论。

本报告内所述之材料，系于 1931 年及 1933 年两次调查之结果。第一次调查，系由孙君健初与笔者二人奉实业部及本所之命，前往江苏、安徽二省，调查铁矿，自 1931 年 3 月初至 4 月，共历一阅月，此行目的，注意于铁矿矿量及其他经济情形，以供当时筹建新钢铁厂计划之参考。第二次调查，系由陈君恺、程君裕淇及笔者担任，于八月初出发，除复勘第一次经历之各矿外，复至江西九江，调查城门山铁矿。当旅行之中，复承本所杨杰博士加入调查，城门山事毕，程、陈二君驰往安徽庐江，调查该处之矾石矿，又至南京之南乡，勘查凤凰山等处之铁矿，此调查路线及行程之概况也。兹于详叙各铁矿之地质及矿床情形之前，先略述扬子江下游铁矿之经济价值。

扬子江下游诸铁矿俱位于江南岸，距江边自数千米至 20km 不等，其中如当涂之大凹山南山、繁昌之长龙山俱经用新法开采，筑有铁路自矿场直达江边，故交通异常便利。此外如当涂南乡钟山、大小孤山诸矿体，虽距长江略远，约有 15km，而紧靠青山河之左岸，可用驳船，远至江边，交通亦甚便利。至于铜陵之铜官山、繁昌之铜山等铁矿，距江边亦不过十数千米，将来如积极开采，建设轻便铁道，以资运输，亦属轻而易举。至于南京附近各铁矿，其交通之便，自不待言。即九江之城门山铁矿，虽距江边较远，然其间港汊纵横，水运亦甚近便，故就全体论，扬子江下游诸铁矿之交通情形，俱属便利，此在我国现况之下实为重要，盖如交通艰滞，运费昂贵，则虽有佳矿亦一时无法开采也。

其次再论各矿区之矿量：据丁格兰氏计算及此次累计之结果，则扬子江下游现存矿量总数共有 3000 ~ 4000 万 t，其分布如下：

区 域	储量总数 (t)	采去储量 (t)	现 存 储 量 (t)
当涂北区	7198000	900000	6298000
当涂中区及南区	4455000	470000	3985000
繁昌长龙山	4646000	2500000	1146000
铜陵铜官山	4921000	未 采	4921000
铜陵鸡冠山	4000000	未 采	4000000
共 计	25220000	4870000	20350000

以上吨数，再加丁格兰氏计算之江西城门山、江苏凤凰山及叶山冲等未曾确定之矿量合计之，约有 3000 多万吨。

我国全国铁矿之总储量，据丁格兰氏计算为 9500000000t，其中接触式之铁矿约有 8300 万 t，倘以 4000 万 t 为扬子江下游之铁矿总量，则约当于全国总储量 4.2%，约当于接触式磁矿总储量 48% 左右，虽不能称为十分丰富，而因其位置适中，交通便利，矿质优良，故发展至易，实不能不认为具重大之经济价值，而为我国重要富源之一矣。

各矿床之化验详表，另列后章，兹先将重要各矿山之平均成分作简表如下，俾于矿床成分得一概略之观念。

在本区域中铁矿之现正开采者，有宝兴、福利民二公司，俱在当涂北区各矿山，裕繁公司采取繁昌长龙山之矿。至于当涂南区虽有振治、福利民等公司划定矿区，略施探勘，但至

矿 山	铁（%）	二氧化硅（%）	磷（%）
凤凰山	55 ~ 65.56	5 ~ 17	0.12 ~ 0.41
大凹山	60 ~ 65		0.6 ~ 1.4
大东山	54 ~ 62		0.012 ~ 0.74
南 山	59 ~ 62	3.75 ~ 5.58	0.15 ~ 0.30
萝卜山	45 ~ 62		0.3 ~ 1.4
大姑山	56 ~ 66	13.25	0.043
小姑山	56.46	12.96	0.228
钟 山	59.76	8.24	0.150
长龙山	53 ~ 57.7	14.4 ~ 20.0	0.01 ~ 0.03
铜官山	54.60 ~ 62.28	1.21 ~ 14.76	0.034
鸡冠山	48.20	16.60	0.048
城门山	28.75 ~ 62.03	3.61 ~ 47.83	0.18 ~ 0.349

今尚未积极开采。

此外铜陵之铜官山，南京附近及九江城门山铁矿，虽俱曾一度探勘，但至今亦未正式开采。宝兴公司于 1917 年开办，最近年产达 15 万 t，福利民公司则于 1930 年 10 月始着手采矿，现年产约 8 万 t。裕繁公司于 1916 年成立，历年产矿总额已达 350 万 t 以上，现在年产约 25 万 t。总计皖南各公司现在产额总数每年约有 30 ~ 40 万 t。足供一日产 500t 之化铁炉而有余。其中除繁昌桃冲因矿量所余无多，产额难望增加外，其他当涂各矿区，如铁矿市价增高，销路畅旺，则增加一倍以上之产额，甚为易易。惟我国目前因冶铁业不振，致所产铁矿，国内无所用之，只有日本为惟一之销路，大好宝藏，供人利用，岂不可惜。诚知矿产乃有限之富源，非若森林、农产之得能繁殖不绝者可比。中国之铁矿储量，据今所知，殊不丰富，其位置适中，交通便利之铁矿，如扬子江一带者更不多见，苟他日冶铁之业，随工商进步，而渐趋发达，则铁矿供给必成为一重要问题，而交通便利之各矿，当必首先利用无疑。倘今日不加珍惜，反以贱价售之外人，一旦需用激增，恐有措手不及，无法应付之虞矣。今之谈保持国家权利撙节天产富源者，当于扬子江铁矿更加注意也。

野外调查时，承当涂宝兴公司文矿师、福利民公司王矿师、矿山铁路管理局张局长、繁昌裕繁公司经理张振祚先生及陈矿师之匡助，致一切工作，得以顺利进行，特书此以表谢忱。

## 第二章 地 层 层 序

皖南铁矿之地质，于 1913—1914 年间曾经章鸿钊、张景光及德人梭尔格诸君调查。1917 年复有丁格兰君测绘详图，估计矿量，其结果俱载于丁君所编之中国铁矿志中，至 1926 年，叶良辅、李捷二君调查安徽全省地质，对于皖南各铁矿亦曾作详细研究，叶君并于铁矿之类别成因有所发明，其文刊地质学会会志第五卷第 1 号。1929 年王恒升、李春昱二君于调查京粤铁路沿线地质矿产时，亦曾至当涂、繁昌二地，观察铁矿，其报告载地质汇报第 14 号。关于铜陵县之铜官山铁矿者，复有中央研究院地质研究所孟宪民、张更二君之报告，载 1933 年刊印之该所集刊第 4 号。至于南京凤凰山之铁矿，曾经安特生、丁格兰、

刘季辰诸君调查，至 1920 年并经江苏实业所拨款掘浅槽多处，由安特生、刘季辰、赵汝钧等详细测勘，故对于矿量之估计，较为准确。江西城门山铁矿，先由翁文灏君调查，（1915 年）继又由王竹泉君复勘（1919 年），其报告已俱载于丁格兰氏之铁矿志中。此次研究，于地质矿床，俱曾得有新事实，足以补充前人之调查，举其要者约有数端：1. 自采石矶至当涂县沿江地层一向认为志留纪者，兹从构造及层次上推论，断为属于早侏罗纪，而与南京附近之钟山层相当。2. 当涂北区之铁矿地质系闪长岩侵入于凝灰及熔岩中，其情形与湖北之灵乡铁矿相类似。此凝灰岩及熔岩层系不整合地覆于晚侏罗纪砂页岩层之上，故其时代当属白垩纪，而与浙江之火山岩系相当。3. 铁矿床之生成，当与闪长岩之侵入有关，而细察各矿区共生矿物之种类及其构造，颇似有分为若干成矿时代之可能，虽其间相距并不甚远，而先后之关系，甚为明显，由此结论，我人可推断扬子江下游铁矿种类之所以庞杂，成矿时代之先后，实为主要原因，此与叶良辅君之结论，微有不同。其他关于构造层次诸问题，为此次调查所解决者，俟后各章再一一详述之。此次调查目的，专注铁矿，故旅行区域，较为狭小，对于地层系统之研究，遂不能过详，就调查区域内所见之地层，自下而上，可分为下列各系。

### 一、下志留纪之砂页岩层

本层即相当于美国维理氏之新滩页岩系，在扬子江流域一带，分布至广，经近年来之详细调查，知其中岩质复杂。大致言之，底部多页岩，最下之部，产笔石化石，即李四光君之龙马页岩（见李氏著扬子峡谷地质，载地质学会志第三卷第 350 页），中部及上部砂页岩之互层，笔者曾于湖北阳新之富士口等地，采获三叶虫、腕足类等化石，尝名之曰富士口砂页岩层（见地质学会会志第三卷第 39 页）。此次在江西九江城门山铁矿区内之王庄地方，于一种黄绿色砂页岩内，采得同样化石，可见二者之时代，定必相当。再往西在修水流域内，王竹泉君亦曾采到同样化石。在湖北西部宜昌北之罗惹坪，则相当于本层中上部之处，又有石灰岩数层，中产珊瑚化石至富，赵亚曾君及笔者曾名之曰罗惹坪系。在浙江境内，下志留纪地层分布亦甚广，于页岩内，并有笔石化石，朱庭祜、刘季辰、赵亚曾诸君名之曰风竹页岩。此次调查，对于地层层次，即未作精详研究，又因岩石变质太深，化石保存太少，故除城门山之地层外，欲与前述各层相比较，颇不易易，又因诸家所给与层石之定义，颇多重复，或见解不同之处，即欲比较，亦几不可能，为避免此病，并不欲再立新名计，故以下志留纪砂页岩之通名名之。

此次所见下志留纪地层分布之地有三，分述如下：

1. 安徽繁昌境内 长龙山南坡及其北寨山、官山一带，为绿灰色砂岩，中夹黄色、红黄色薄页岩，俱稍受变质，一小部分似已变成千枚状。风化后成黄色或灰黄色壤土，宜于茶树之种植，故长龙山之南及寨山之北，漫山遍谷，皆茶树也。在胡家村西低山上，于红色粘土下，时见有黄灰黑诸色之软页岩，常呈复杂之弯曲结构，呈水平或倾斜向东。于黑页岩露头处，并见有开挖斜井以探勘煤层者。此层层位，尚未大定，兹在未获化石证据以前，暂以之仍属于下志留纪。本层厚度，据约计共有 500 余米。其中未获得化石，故尚难与前述各层相比较，但以其位于一厚层状石英岩砂岩（泥盆—下石炭纪）及含燧石石灰岩之下，故其时代之属于下志留纪，或无甚问题也。

2. 安徽铜陵境内 铜官山、洋山及其南五峰山一带，泥盆至下石炭纪之石英岩砂岩，出露甚广，而在背斜层深切之部，则其下部之志留纪地层，亦当稍有出露，如在倪村附近深沟中所见之灰绿色细砂岩及砂质页岩，或即属此。以其出露之面积不广，故在地质图上，并



未细分。

3. 江西九江城门山 在城门山背斜层之中部，有灰绿黄紫各色之砂页岩，岩质疏松，不受变质，故以前曾有归之于中生代者（见丁格兰氏铁矿志第二卷）。此次在王庄附近，发现三叶虫、腕足类化石，与湖北阳新所采者，完全相似，且其层位，在厚层状石英岩及砂岩之下，故其时代之属下志留纪，可谓已经证明。在九江之南，南浔铁路沙河车站之西，复有各色砂岩、页岩之露头，虽较城门山出露者，微有不同，但在其南不远处，南京地质研究所所员曾于同一层内，采得笔石化石，可知其时代，亦当属下志留纪也。

## 二、泥盆纪至下石炭纪之石英岩及石英砂岩

1917 年，丁文江、叶良辅二君调查浙江长兴煤田地质时，即见此厚层状之石英岩及砂岩，而名之曰五通石英岩（见扬子江芜湖以下地质，上海浚浦局出版）。当时定其时代为志留—泥盆纪，在湖北阳新、宜昌等地之剖面中，于下志留纪砂页岩层之上，每为厚层状之石英岩及砂岩。在罗惹坪者，曾有赵亚曾君名之曰纱帽砂岩，在浙江境内，于凤竹页岩之上，有千里冈砂岩，而在安徽境内，相似之地层，曾有叶良辅君名之曰铜官山层，以本层与下志留纪地层相整合，故每以其时代属之泥盆纪。但据在南京汤山、江苏南部及太湖一带采得之植物化石而观，其时代显属于下石炭纪，从野外情形而论，欲以全部之五通石英岩，属之下石炭纪，亦殊多疑问，因其与下志留纪之地层，逐渐变迁，实无丝毫间断足以划分也。兹在未得确认以前，暂以在铁矿区内所见相当于五通石英岩之地层，定其时代为泥盆纪至下石炭纪，不另给新名，以免混淆。

本层每随下志留纪地层而出露，故其分布状况，与之颇相类似，在长龙山、城门山、铜官山等地，俱出露甚广，因其岩质坚韧，风化较难，故每组成高山巨岭，峭壁峻坡，在地形上极易于识辨，其厚度约在 250m 左右，而在铜官山者，或较厚，于本层中尚未采到任何化石，故仅能在岩性上比定其层位，而不能确定其时代也。

## 三、阳新石灰岩

据 1924 年刘季辰君及笔者在湖北东南部之调查，于二叠纪煤系及志留—泥盆纪地层之间，有含燧石之厚层状石灰岩，当时曾名此灰岩曰阳新石灰岩，其时代据初步化石之鉴定，谓为下石炭纪。据最近研究，乃知相当于阳新灰岩之化石，应属二叠纪，其所含岩质，殊为复杂，详细分层，尚可分为臭味石灰岩，此下尚有中上石炭纪之黄龙灰岩、船山灰岩等等（见李四光、朱森同著南京栖霞石灰岩之时代，1920 年，地质学会会志第九卷第 37 页）。此次调查，因化石采集不多，且往往变质太深，难以辨认，故以阳新灰岩之总名名之。

本层在繁昌之长龙山、铜陵之铜官山及九江之城门山一带，分布甚广；在城门山则有与黄龙或船山石灰岩相似之灰岩出露，在地质图上，分别标明，至于其他区域，则因变质过深，不易详分，故所谓阳新灰岩者，其中或尚包含中石炭纪之地层，亦未可知。兹将各处所见剖面，记述于后。

1. 安徽繁昌长龙山 其分布，可分为 3 处：一在长龙山之北坡，成约近东西向之走向；一在董店车站之北吉吉岭附近，因断裂而出露一小部，自此向东在赵家冲一带，尚有本层零星出露；尚有一带，亦成东西走向，则出露于自潘冲至板子矶之间。在长龙山北坡，本层系整合的位于泥盆或石炭纪地层之上，而与其上之二叠纪煤系，亦成整合接触。长龙山之铁矿体，即产于本层之底部，与石灰岩交换而成。此处因受剧烈之地壳运动，一部地层已成倒转，且多断裂，又因含铁溶液之变质作用，与铁矿邻近之地层，多少已消失其原来之岩性，故研究详细层序，颇多困难，大致言之，自下而上有：1. 本层之最下部与石英岩衔接之处

似为一致密细粒呈黄色之白云质石灰岩，厚约 5m，此在大山头及小山头诸矿场俱曾见之（图 2、图 3）。2. 为一极厚之石榴子石层、结晶质石灰岩及铁矿层，总厚约 80 余米，因变质过深，其原来岩性已难探考。3. 为灰色纯石灰岩成层较薄，中夹灰质页岩，厚约 50m。4. 为厚层状含燧石石灰岩，厚 20m。5. 为黑色含沥青甚富而不含燧石之石灰岩，厚约 40m，自此以上，突接以黄色砂页岩、泥灰岩及薄层硅质页岩，含动物化石甚多，此层或可与中二叠纪之孤峰层相比较，故其间当有断裂，再上复有含燧石灰黑色石灰岩，厚约 30m，自此以上遂为二叠纪煤系之砂岩、页岩等层。以上各层除去含动物化石之砂页岩及泥灰岩层外，共厚约 225m，惟此中近底部之数十米，今已变成石榴石层及铁矿层矣。

2. 安徽铜陵铜官山 本层系位于铜官山砂岩层之上，而上与煤系相衔接，厚约逾 100m，系厚层状深灰色含燧石石灰岩及灰色石灰岩所组成，分布于铜官山之东北，如向水冲南山、何冲北山及笔山等处，其中以出露于向水冲南山者为最清晰，自下而上为：（1）灰或黑色纯洁厚层状石灰岩（含珊瑚类化石），变质颇烈，厚 40m，是为本层之底部，其与铜官山层之关系，因一部分为浮土所掩，不易窥悉。（2）深灰色厚层状石灰岩富含黑白色带状燧石，厚仅 6m。（3）厚层状灰色石灰岩时或夹黑色燧石核，厚约 25m。（4）深灰色厚层状石灰岩，夹有燧石之薄层，石质坚实常突出于风化面，颇为美观，厚 45m。（5）浅红色薄页岩，含二叠纪化石甚富，厚 20m，属煤系之底部。在笔山及天鹅抱蛋之阳新石灰岩，已深受变质，成为大理岩，其中含有硅灰石、透辉石、镁橄榄石等接触矿物甚多，在笔山并有石榴石厚层。

图 2 繁昌长龙山大山头露天开采剖面图

1—石英岩；2—页岩；3—白云质石灰岩；  
4—石榴子石灰岩；5—含有镜铁矿的结晶石灰岩；6—铁矿、主要为镜铁矿；7—石灰岩

图 3 长龙山北坡剖面图

1—阳新石灰岩；2—暗灰块状石灰岩含燧石结核；3—浅灰色页岩；  
4—暗灰色至黑色页岩；5~13—煤系；14—大冶石灰岩

3. 江西九江 在城门山之南坡及鸡公岭以西山地，阳新石灰岩亦分布甚广，在城门山出露者，可分为三部：下部厚约 50m，系深灰色至黑色之臭味石灰岩，中部厚 100m，系淡灰色不含燧石之石灰岩，上部厚约 75m，为深灰色含燧石石灰岩，此层总厚为 225m，其中含化石甚富，在鸡公岭蜗牛山一带者，灰岩倾斜甚平，出露面积甚广，其北与煤系显成断层接触，在城门山南大石山、小石山有淡灰色或白色之石灰岩。偶有呈鲕状或球状构造者，就

岩性而观，颇似中上石炭纪之黄龙及船山石灰岩，但在城门山剖面中，未及见到此层，殊为不解。

#### 四、煤系

本层出露于长龙山北坡者，最为明显，自下而上为（参见图 3）：白或浅灰色薄页岩，暗灰色含云母砂岩，黑页岩，褐黄色中粒砂岩，黑页岩，黄或白黄色砂岩，1 黑页岩，2 白灰色薄层石灰岩，3 灰色或深灰色板岩，以上总厚约 80m，此中含有黑页岩三层，厚自 5~10m 不等，此中曾获得大羽羊齿类植物化石。以上所述煤系地层，上与三叠纪之薄层状石灰岩，下与二叠纪石灰岩，俱成整合接触。

在上述剖面之东，越一走向断层，而至昌华铁矿公司之矿区内，一部分煤系岩层，出露甚清，自上而下为：5. 灰色薄页岩，软而细碎，剥蚀后呈黄白色，含 *Gastrioceras* sp. 化石，厚仅 2m；4. 灰色及绿灰色坚硬砂质页岩，厚 2.5m；3. 黄或黄白色薄页岩易碎裂，多曲褶，中夹灰色硬砂岩一薄层，共厚约 35m；2. 灰色细粒硬砂岩，蚀后呈绿灰色，稍夹黄页岩，中含石灰岩晶片厚 60cm，共厚约 3m；1. 经过约 50m 横距为覆土所盖覆之地段后，乃见灰黑色页岩，中夹劣质无烟煤一层，此部出露者计厚达 5m 左右。以上各部总厚约 80 余米，煤系之上部，其中 1~4 属煤系，其上覆之灰黄色页岩含化石者，应属保安层，此层位于大羽黑页岩层之上，相距约 60 余米，而与孤峰页岩含相似之化石，但层位则不同耳。

桃冲沟北、寨山南坡，自董店以西经纸棚冲至小碭山之间，煤系露头连绵不绝，成东西向之带。沿此露头开采者甚多，计有裕昌公司分水岭煤矿等四五处，因质劣层薄，且分布颇不规则，只能用小规模开采。此处煤窿之位置，高度不一，在吉吉岭之沟中，至少有三层，各依黑页岩之露头而进采，黑页岩稍受变质，中有白色柱状之变质矿物（红柱石）介于页岩之间，俱系砂岩薄层，但因露头不清，详细层序不能定也。于黑页岩中亦曾获得大羽类植物化石，故其层位当与在裕昌公司沟中所见者相当无疑，此处煤系之倾向，大致向南，倾角甚急，约自  $40^{\circ}$ ~ $70^{\circ}$ ，其更陡者则成倒转而变为向北，盖此处为桃冲向斜层之北翼。但再北至寨山及其延长各山之顶处，则突有石炭—泥盆纪之石英岩层出露，其全部含燧石灰岩层竟付缺如，以是知此间系成一断层接触也。少量之煤系地层，因断层关系，而复出露于长安村之西北，更有一段则出露于板之矶之东，其分布情形具载于地质平面图中（图 4）。

铜官山一带之煤系地层，出露于向水冲村之东，碎石岭及白各村附近，全系以黑色页岩及灰色砂岩为多，中夹劣质无烟煤，曾经开采八、九年，旋因煤层太薄停办，故详情不易询悉，本系厚 100 余米，或假整合于燧石灰岩之上，或以断层径与铜官山砂岩层相接触，曾于向水冲附近旧煤窑上得不完整之大羽类植物化石，故知与繁昌所见者，同属一层。

在城门山区内，煤系露头仅见于城门山之南坡，系由硅质页岩、砂岩、灰泥岩及含燧石灰岩之薄层等所组成。在徐村之南，曾测得下述剖面（自下而上）：1. 白色松硅质层，褶曲甚著，厚 15m，内含苔藓类化石甚多；2. 石灰岩中含巨块燧石厚 2m；3. 白色硅质，褶曲甚著，厚 14m，含化石甚多；4. 纯质淡灰色石灰岩，厚 60m；5. 白色砂质石灰岩、泥灰岩及紫页岩共厚约 10m，此中含化石最多。

以上各层，共厚约 96m，只代表煤系之一部，因其南为冲积层所盖覆故也，就所采集之化石而观，此处煤系当属海相，而与乐平层相当，在城门山之南枫树根，有旧日煤窑之遗迹，自此向西，至管家屯、唐家湾等处，俱有旧日煤窑，可见沿此带必有断层，致使煤系重复出露也。

图 4 安徽繁昌长龙山一带地质图

—煤矿；Qr—红土；Cz—铁矿；Gr—花岗岩；Tt—大冶石灰岩；  
Pc—煤系；Py—阳新石灰岩；CDq—石英岩；Ss—变质岩

## 五、薄层状石灰岩

本层即相当于在湖北所见之大冶石灰岩，而与叶良辅君在安徽所见之石壁石灰岩及王恒升君京粤沿线调查所见之眠牛石灰岩俱属同层。岩石以灰黄或浅灰色之薄层状石灰岩为最显著，整合地位于二叠纪煤系之上，其时代或属上二叠纪或则一部已属三叠纪，本层在繁昌及铜陵境内，俱分布甚广，自狄港至桃冲及其南自老虎洞至长安一带，俱为本层展布之地，层厚约计当在 500m 以上。

在铜官山一带本层似可分为上下二部，下部为浅灰或灰黄色薄层石灰岩，中夹浅灰色页岩层，其厚不过 5cm，上部多为层状较厚之浅灰色石灰岩，发育之地，可分为二带：1. 分布于铜官山之东北，或老窝岭仪凤岭及乌梅山诸山。2. 分布于宝山之西北，仅于田屋村附近小沟中见之，全层厚度约在 300m 以上。

## 六、采石系

自马鞍山经采石、当涂而至县南各山所见之砂岩、页岩及砾岩等地层兹总名之曰采石系，因其附近有采石镇之地名而设。自昔调查者皆以本层属之志留、泥盆纪而与五通石英岩或千里岗砂岩相比较。经此次研究，乃知其不然，本层实与南京附近之钟山系有密切比较之可能，故其时代当在三叠纪至侏罗纪之间，其理由如次：1. 因本层之岩石层次如最底部为

紫页岩，中上为砂岩、砾岩等，俱与钟山层之层次相酷似，反之本层中无一岩层与所谓志留、泥盆、石炭纪之地层足资比拟。2. 采石系位于一岩质显著，时代比较确定之白垩纪火山凝灰岩及火山岩流地层之下，二者之间为一不整合的接触，夫不整合接触之下，任何较古之地层，皆可存在，但如假定为志留、泥盆或石炭纪，毋宁谓为属于中生代之为近似。3. 就地质构造推论，当涂之马鞍山、凹山、围屏山一带，成一大向斜层，此项构造向北延长，实与南京附近钟山、青龙山间之向斜层，遥相衔接，钟山地层之属中生代，已有确实化石的证明，故采石层决不能属于志留、泥盆纪，盖苟如是，则地质构造上殊有难于解说之困难也。此次调查，于本层中未曾采得化石，故其确切时代，尚难断定，且因详细层序，尚难于钟山系相比拟，故特另立一采石系之名，以待将来之比较。

1. 当涂境内 本层在马鞍山人头矶之剖面（图 5），显露最清，出露之部，自下而上可分为四部：一、此部又可分为二层，上层系紫页岩与紫砂岩之互层，下层系厚层状灰色砂岩中夹黄色薄页岩，露出之部厚达 500m。二、白色纯质及不纯质疏松砂岩，厚约 250m，三、砾岩质地异常坚韧内含具棱角之石英砾块，厚约 30m。四、白色石英岩厚达 200m。

图 5 当涂大凹山人头矶间地质剖面图

Ts—三叠纪紫色页岩；Js—侏罗纪砂岩；Kt—白垩纪凝灰岩；Di—闪长岩（原图无比例尺）

以上述剖面，与南京附近之钟山层比较，则似一层与黄马青页岩砂岩层相当而属于三叠纪。四层与紫霞洞石英岩相当，而属上侏罗纪。二、三各层尚难于钟山剖面精密比较，因砾岩之层位，既不相同，而石英卵石，又多具棱角而不甚浑圆，此皆于钟山相异者也，在钟山剖面中，紫霞洞石英岩之上，尚有许多地层，而在此处则因一部为浮土所掩，一部为侵入岩所冲毁，故不能得一完整之层次。以上比拟之法，仅依岩石性质而论，究竟如何，尚有待于他日化石上之证明。

在栲栳山、龙王山、围屏山一带，俱有砂岩及凝灰质砂岩层出露，组成整齐而较为伟大之山脉，就其位置论，虽然在下节所述之凝灰岩及火山岩流层之下，而同属于采石系，但属于该层之何部，则以观察未详，尚难断定也。

在当涂南乡和睦山、钟山、大小孤山、青山等处，采石系复出露甚广，其中并有闪长斑岩之侵入体，因而造成当涂南区之铁矿床。此处采石系之层序，与人头矶大致相仿，自下而上可分为三层：一、硬质紫页岩中夹呈细密纹理之石英质砂岩之薄层。二、石英质砾石，中含石英砾石，浑圆而光滑，此层与南京钟山顶上所见之石英砾岩，完全相似。三、石英岩及砂岩。以上层次与人头矶剖面不同者，乃在此石英砾岩层之位置，盖就岩质及层位论，此层决不能与人头矶之砾岩层相比拟也。至于人头矶剖面之何以独缺此层，今尚未明，而在本层层序尚未完全确定以前，殊未敢妄下断语也。

2. 南京附近 在南京城南本系露出尚广（图 6），因其分布散漫，致不能作有统系之地层研究，惟与钟山相距不远，其岩石性质，更可以之比拟于钟山系各层，今分述于后。

凤凰山之露头，共厚约 130m，自下而上，有下列四层：一、灰紫色及灰色薄层页岩；二、紫黄绿三色砂质页岩，含有云母片甚多；三、灰绿色云母砂岩，夹有暗紫色云母砂岩及泥质岩数层；四、淡绿色中粒及粗粒石英砂岩，质甚坚硬。以上第一、二两层约其厚 50m。

三、四两层厚 80m；前三层可与黄马青层相比，第四层可与其上之石英砾岩相当，或其一部，竟属于紫霞洞石英岩，亦未可知，此处之岩层为一椭圆形之石英闪长岩体侵入，而造成一背斜式穹窿。

此外，在祖堂山、吉山、大山、小山及平山顶等处，皆有白色石英岩之踪迹，并构成山之顶部，或为白垩纪之火山岩所盖覆，或为较新之火成岩所侵入。此种石英岩，其质致密坚韧，而成层不厚，约 0.5m 左右，以之属于钟山南坡之紫霞洞石英岩层，当无疑问，惟岩层之厚度则似较大。

牛首山之东，有低山名韩府山及观音山者，其全部由淡黄色之砂岩及砾岩所组成，岩层共厚 1000 余米，层次齐整，大致皆向西缓倾，颇可相当于钟山系顶部之浅黄色砂岩层，惟在钟山者仅厚 100 余米，或因上部已被侵蚀移去之故，自上而下，约可分为以下各层（图 7）：

7. 深紫及灰紫色中粒砂岩，表面之棕

图 6 南京牛首山、凤凰山铁矿位置图  
附近多有采石系砂页岩出露

色及白色斑点甚多，或为风化之褐铁矿及长石，组织松散，并含有云母，露出者厚 100 ~ 150m。

6. 黄红色及红色薄层砂岩，甚松散，含有褐铁矿、磁铁矿及长石之小粒甚多，厚约

图 7 横切观音山的砂岩剖面

1 ~ 7—砂、砾岩；Cr—白垩纪火山岩；Qs—下蜀垆坳

100m。

- 5. 灰白色及浅黄色中粒砂岩，质尚松，成层不厚，夹有粗砾岩多层。厚 380m。
- 4. 浅黄色及白色之砂岩及砾岩，相互成层，砾岩成层尚厚，约 180m。
- 3. 浅灰色及浅黄色之厚层砾岩，夹有浅黄色石英砂岩多层，砾岩内之卵石，其体积尚大，以直径 6、7cm 者最为普通，多为石炭—二叠纪之石灰岩及石英岩，厚 160m。
- 2. 厚层砾岩，夹有紫红色砂岩一层。砾岩之胶结物质多为红紫色砂粒，厚 100m。
- 1. 紫红色中粒云母砂岩，杂有薄层细砾岩，露出者厚约 150m。

本层之露头尚不完全，上下未及顶底，故其总厚度，当不止此。不整合于其上者，为火山岩系或较新之黄色土及冲积层。在大凹山之西南部，有棕黄色及灰白色之云母砂岩露出，质尚疏散，被覆于火山岩之下，并构成一南北向之背斜层，当属本层无疑。

七、火山凝灰岩及火山岩流

1. 当涂 在当涂铁矿区域内分布最广，系不整合地位于采石层之上，就其岩性及层位而论，本层当与在浙江、福建等省分布甚广之所谓建德层相当，而属于上白垩纪，在调查区

域内，岩石以凝灰岩为最多，凝灰砾岩及火山岩流次之。因受风化及变质作用之故，多成细粒而松软之岩石，呈红黄白灰等不同之色，其原来之矿物成分、岩石结构往往不易分辨。此项变质之原因、闪长斑岩之侵入及含矿溶液之作用，俱与有力；最后复受地面风化之影响，致造成此种难于辨认之石质，但若磨成薄片，置显微镜下察之，则原来之形状，犹得窥及一二，关于显微镜下之记述，详载于英文篇中兹不多述，本层因受变质及风化之故，致使岩质松软，剥蚀甚深，组成谷宽坡缓之近于中年期之地形，惟亦有一二高峰峻岭，如宝兴铁矿公司附近之黄山，即为一例。

本层示清切之层次者，殊不多见。在当涂北区娘娘庙附近铁路之断面，有一清切之露头，厚达 20m，大部为凝灰砾岩，中夹火山岩流之薄层四，厚俱不过数十厘米，以上各层倾斜向西 30°，倾角 35°。又于潘村至龙家山间之山上，见有凝灰岩及斑状火山岩之互层，向西南西缓斜。丁家桥东大麻姑村附近，复见一层次甚清之火山岩层及凝灰岩，倾斜则易为向东北东，除此数处之外，本层露头多系零落不全，除节理外，殊未易见其真实之斜向，但即就上述所见之斜向言之，已足证明本层系成一近于南北延长之向斜层，其向斜轴则约在大麻姑村与龙家山之间也。

因变质过深，层次不清，故本层之详细层序，颇难研究，在黄山南坡所见，则底部为含铁质甚多凝灰岩及凝灰砾岩，稍上为白色凝灰岩，稍夹石块，至黄山之顶，则大部为质地坚韧之流纹岩，中夹凝灰岩薄层。至于本层之厚度，因露头不全，尚难精测，兹假定以大麻姑村及龙家山间为本层向斜层之中轴，并将闪长斑岩之侵入部分，酌量减除，依此计算，则全层厚度当有 1800m。

2. 南京 在城南一带，火山岩分布亦广，惟以露头零碎不整，致全系之详细层序，难以确定。大致言之，其喷发程序，与我国东南海岸各处所见者，无大差别，即自基性而渐趋于酸性是也。牛头山附近及大凹山二处之露头，较为完整，前者且略呈一近于西北东南向之向斜层，其他各地所见者，面积极小，多位于低洼之处，或掩覆于黄色土之下，要言之，皆为侵蚀之残余品而已。

露出于牛首山之北坡者，多向西南作 10°乃至 20°之倾斜，自上而下可分为四层：四、淡灰色及白色凝灰岩及凝灰砂岩，时或受紫色渲染，多松散异常，亦有受硅化作用之影响，而转变坚硬如石英砂岩，厚约 170 余米。三、灰紫及红紫色安山凝灰岩及块集岩，后者之砾石以安山岩为多。二、深紫色凝灰质砂岩，质尚致密，夹数薄层角砾岩。一、灰白色之凝灰岩及角砾岩相间成层；以上第一至第三层共厚 150m。

在大凹山东部，火山岩之露头，尚属完整，岩石种类，包有石英安山岩、粗面岩、流纹岩及块集岩等，较露出于牛首山附近者，偏于酸性，其层位或亦较上。全部厚度约 500m，自上而下，约可分为下列八层：

(8) 粗面斑岩或粗面安山岩	厚 34m
(7) 石英安山斑岩或粗面石英安山岩	厚 30m
(6) 流纹岩	厚 30m
(5) 石英安山岩或粗面石英安山岩	厚 24m
(4) 灰白色块集岩	厚 12m
(3) 石英安山岩或粗面石英安山岩	厚约 80m
(2) 绿灰色及灰色粗面岩或粗面安山岩	厚约 100m
(1) 灰黄色块集岩及凝灰岩	厚约 50m

在其他各地露出者，以安山凝灰岩、块集岩及凝灰岩为多，后者有经硅化而类似石英岩者，关于岩石研究，详载英文篇内，此处姑不赘述。

八、第三纪地层

第三纪之地层，仅在南京附近有之，其他各处则尚未之见，自下而上，可分为三层如下：

1. 浦口砂岩 最老者为浦口砂岩，约可与湖北之下范庄系及湖南之衡阳砂岩相当，若然则应属始新统之上部。此名为刘季辰、赵汝钧二君所首创，含有紫红色之砂岩、页岩及砾岩三种，组织疏松，不整合于白垩纪火山岩系及较老地层之上，而其本身又往往受造山力之掀起，致倾斜角至少在

25°以上，亦有多至 70°者。在调查区域内，出露不多，仅于尤家凹东至雨花台间小岗北麓见之，其代表层以暗紫色之页岩为主，偶夹有砂质页岩及砂岩数层，多向北作 26°乃至 30°之倾斜。其露头以在安德门南石子岗京建公路旁者，最为清晰，直接掩覆于其上者为雨花台砾石及黄色土（图 8）。

图 8 京建公路石子岗浦口砂岩剖面图

1—浦口层暗紫红色砂页岩；2~4—雨花台砾石层；5—下蜀垆垭；6—表土

2. 赤山砂岩 较新者为赤山砂岩，亦刘、赵二君所创，乃一鲜红色块状砂岩，层理不清，质极松散，易成碎粒，砂粒中除石英而外，尚有火山岩之小粒，倾角至多不过 20°。凤凰山东南麓、方山四坡及西善桥东尤家凹一带，皆有其小块露头，在前二处层理不明，尤家凹附近者则向北倾斜，倾角自 5°~ 10°不等，本层与浦口层之直接接触，从未见及，但据刘、赵二君之意见，二者之岩石性质，既迥不相同，倾角之差，又往往达 20°，故或有一不整合介乎其间，亦未可知。观乎尤家凹东二层露头之相距仅 500m，而倾角之差，达 15°以上者，则赤山层沉积前曾有地壳变动之说，信不诬矣。若然，则本层可与湖北省之上范庄系及湖南之潭市系相比，其时代或为第三纪之中期。

3. 玄武岩 在尤家凹南，石金山之南坡，有小块之玄武岩露出，山之顶部为雨花台砾石层所组成，而二者之接触处则未能见及，盖为浮土所覆也。此种玄武岩，据显微镜之研究，其石基内之钙钠长石微晶，多作平行排列（图 9），且

图 9 橄榄辉石玄武岩镜下观

其矿物成分及组织，几完全与方山之玄武岩相同，而同为喷出岩无疑。据前人研究，玄武岩



之喷发，应在雨花台砾岩之后，但笔者之意见，则此问题尚有讨论之余地，而砾石层之迄今丝毫不紊，仍是水平之状态，实为绝未受任何熔岩流冲撞之铁证。虽喷出岩之接触变质作用，通常不甚明显，然近至数米之内，而砾石层绝不呈分毫之变质或炙焙现象者，亦难以解释也。若以玄武岩侵入于砾石层中，则后者之错乱及变质，更应明显，故以玄武岩为砾石层以前之喷出岩，似较为合理。此外，尚有一证，足为此说之助，即在玄武岩内，见有三厘米宽之白色玛瑙石窄脉一道，以此为砾石层内玛瑙石之来源，颇觉近似，盖在白垩纪之火山岩内，从未见及有玛瑙及其他之杏仁状结核或石脉也。至于喷发之时期，因缺乏化石之证明，尚未决定，据其岩石性质及风化之情形而论，觉与蒙古边境之第三纪玄武岩流较近，而不类大同附近之洪积统喷发岩，故其时代约自上渐新统至下上新统。

#### 九、第四纪地层及冲积层

上述之雨花台砾石层，系不整合于较古之地层上，在南京城附近分布尚广，据多数地质学者之意见，当为第四纪初期之沉积层。此砾石层以卵石为主，胶结砂质极少，间或夹有黄色砂层，前者多呈圆形或椭圆形，直径约在 5cm 左右，以白色石英岩为主，亦有火山岩及玛瑙石等。层理不甚明显，然亦大致可辨，且为水平方向，足证其沉积以后，未经显著之地壳变动，全层厚度当在 20m 以上。

铜陵大通间，有相似之松散砾石及红土层，组成低岗平阜，不整合于较古地层之上，此即李希霍芬氏之所谓大通砾岩也。层理约成水平状，而微有向西倾侧之势，在羊山矶附近，且被数小断层所分割。下部为砾石层，其中石砾以浅灰色岩为主，间有石英岩；上部则为红土，共厚 80 余米。其时代以未得化石难以确定，大致言之，或能与雨花台砾石层相比拟。

在南京附近，砾石层之上，复有一灰黄色壤土层，粒细而略呈粘性，并具发育不全之垂直解理，颇似北方之黄土，受雨水之淋蚀后，亦往往造成峭壁，高 5~9m，此种壤土，质细而纯，其材料之来源，似非本地所能供给或藉风力运来，亦未可知，至其时代，因无化石为证，殊难确定；以其性似华北之黄土，姑归入洪积统内。

冲积层多沿江岸山谷而分布，细者为泥砂，粗者为砾石，常成肥美之稻田。

#### 十、侵入岩

在调查区域内，侵入岩之种类甚多，计有花岗岩、石英斑岩、石英闪长岩、闪长岩、正长岩、二长岩及辉长岩等。前四者实为造成铁矿之母岩，分布既广，产量亦不一致，有成小规模之岩盘状者，如繁昌北之长龙山及南京之凤凰山各矿区；有成岩脉及不规则侵入岩层者，如当涂及铜官山等处是，见于其他各地者，其形式更不完整，即所谓岩瘤（Boss）是也。各种岩石之外形及矿物成分，变异甚大，但与铁矿有关系者，皆属中性或酸性，故多呈灰色或淡灰色，并现斑状组织；紧靠铁矿脉者，且呈热液变质现象。关于岩石成分之详细叙述及显微镜研究，各区内火成岩分布状况，分述如下。

1. 南京附近 侵入岩共有六种之多，分布面积最广者为正长岩及二长岩，二者之铁矿成分，大致相似，仅赖正长石及斜长石多少之比例而定，但因受热液变质之影响过甚，长石不易鉴定准确，故有时甚难辨别。大概言之，露出于谷里村风波坟间者，当为二长岩，略成一小岩盘状，外表作灰绿色，矿物以正长石及酸性斜长石为主，并有微量之黑云母、角闪石及磁铁矿，有时亦呈斑状组织。祖堂山村麓及石金山南，亦有相似之露头，然其组织及成分，稍有变化。平山顶东则有红黄色之粗粒正长岩。闪长斑岩分布亦广，但多成零碎小体，其石基作灰棕色，斑晶多为中性长石或钙钠长石，露出于静龙山以南者，与铁矿之生成，有密切关系。牛首山西坡，有石英斑岩侵入于紫霞洞石英岩及火山岩系以内，其后含铁热液沿

此接触面上升，即与围岩发生交换作用或充填空隙，而造成铁矿，此种岩石多作灰黄色，石基极细，斑晶有石英、长石、角闪石及黑云母等，或为上述含铁热液之母岩。侵入于凤凰山之砂岩及页岩者，为一绿灰色乃至红灰色之中粒石英闪长岩。略呈斑状组织，矿物以中性长石为主，磷灰石及磁铁矿亦多，石英常填充长石间之空隙，其量不多；时或转变为闪长岩或二长岩、侵入岩及围岩之接触处，亦有层状之赤铁矿脉，其成因与见于牛首山者相同，盖矿床内从未见有接触变质所造成之矿物也。然靠近侵入岩之处，则砂岩与页岩往往变成石英砂岩或板状页岩，除上述各种岩石外，在陡山东南麓，东距京建公路仅数十步之处，有粗辉绿岩之岩脉，侵入白垩纪之火山岩系内。

2. 当涂 南北二铁矿区域内，闪长岩分布甚广，俱成不规则之岩脉，其邻近铁矿之处，因热液变质之作用，俱蚀变甚深，故其原来状态，有时殊难分辨，其距铁矿较远者，如采石东北之家山及禹山，则露头新鲜，其中矿物分子清晰易认，而尤以禹山之闪长岩为最新鲜，家山则已略受蚀变矣，大凹山痢痢山之闪长岩，一部分亦甚新鲜，盖其处距铁矿亦已稍远。在铁矿区域内，凡有矿之处，无不有闪长岩之踪迹，如凹山、萝卜山、东山、黄梅山等处，俱成不规则岩脉，侵入于火山岩流及凝灰岩中，最长者达 2~3km，宽约 600~700m，多数之铁矿脉俱产于闪长岩中，如凹山、东山等铁矿是也。惟南山之铁矿脉则产于火山岩中，距闪长岩稍远，当涂南乡产铁之区，亦有闪长岩分布甚广，但成不规则之岩脉，或近圆形之小侵入体，此处围岩俱系采石层中之紫页岩及砂岩，受闪长岩之侵入后，岩质微现坚韧，其他未见有何显著之变质现象。

3. 繁昌 桃冲北滨江一带，俱为花岗岩分布之地，其面积甚广，露出之部长达 7000 余米，宽 4000m。岩质风化甚烈，浮面之部，已变成白色碎砂，因其易蚀变，故组成平缓之低山，与其南志留、泥盆及石炭、二叠诸纪砂岩、石灰岩之峻峭之形，适相反背，故登山远望，花岗岩分布之界线，了然在目，此处花岗岩，一部侵入于志留至石炭纪之地层中，一部则与二叠纪煤系相接触。

4. 铜陵 在铜官山铁矿区域内，石英闪长岩分布于山边冲至徐潘白村等处，成一东北西南向之长带，山形低缓，岗峦起伏，与铜官山之巍然峻伟者绝不相同，岩石呈灰绿色，风化面多变为黄白色，含斜长石，前者已多变成绢云母，黑色矿物略受变质，一部变为磁铁矿及绿泥石，副矿物以磷灰石及榍石为主，常结晶于长石之间，有多量石英，故可名之为石英闪长岩。至论闪长岩之产状，丁格兰氏谓其属一岩盘形，而铜官山、笔山等处之水成岩层，即此岩盘之顶壁。据此次考察，乃知不然。闪长岩与水成岩接触之处，以在徐潘村附近最为清显，其东南老庙基附近，即系闪长岩铁矿之铜官山砂岩之接触带，此处砂岩向西北倾斜甚深，而伏于闪长岩体之下。又向西南数里老山之接触带，其情形亦复如是。至宝山以南之砂岩层，其向西北倾斜之势，尤为显著，倾角约  $45^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ，约与笔山一带之灰岩层成平行，而北与白各村附近之煤系（倾斜向西北，南与闪长岩接触），亦有同样之情形。倘此处之闪长岩成一岩盘形，而铜官山砂岩及笔山石灰岩俱为其顶壁，则此项地层，应一致向南或东倾斜，必不能有向闪长岩体斜入甚深之情形。今据上述观察，则确有如是之景象，故知铜官山闪长岩不成一岩盘形，而实系一侵入岩层也。石炭—二叠纪石灰岩及煤系覆于闪长岩之上，而铜官山砂岩层则适当其底壁也。

5. 九江 造成九江城门山之母岩，系一石英斑岩，但其露头不广，仅见于金鸡嘴大窑坡及大石山等处，岩质变化甚深，长石已数变为高岭石，水晶斑晶尚有存者。

上述各种火成岩之侵入时代，今尚未能确定，据在繁昌铜陵九江等处之考察，仅能知其

系后于古生代，而在当涂南京二地之观察，则侏罗、白垩诸纪之地层，悉被侵入，并使围岩发生多少之变质现象，因是知其侵入时代，当在中生代之末，或第三纪之初也。至于南京之粗辉绿岩，其时代或当更新。

### 第三章 地形及构造

笔者第二次调查之目的，俱以铁矿为主，故路线所经，散而不连，欲作全区叙述，殊有未能，无已，仅就各地之地形及构造，分述于后。

#### 一、南京区

大致言之，本区地形，已达中年状态，坡缓谷广，道路纵横，交通便利；然细分之，则又可别为三区。一曰丘陵，其山顶之高度，自海拔 150 ~ 300m，由中生代石英岩及砂、页岩、性质较坚之火山岩所组织，北起平山顶韩府山，南迄凤凰山，占调查面积之大半，举凡平山顶、大山、小山、牛首山、韩府山、观音山、象山、祖堂山、吉山、大凹山、静龙山及凤凰山等皆属之，因地质构造之分岐，及岩性之各异，故山形亦不尽相同，但顶坡平缓，缺乏峻拔之峰岭，实为普遍之特徵。二曰低阜，其海拔约自 50 ~ 80m，由侵入岩及少数之火山岩所组成，山顶坡麓，则覆以黄色壤土，故岗岭起伏，形势散漫，此种情形，在吉山及谷里村间，发育最盛。三曰平岗或小台地，即位于中华门及西善桥间之小丘是也，台地高约 50 ~ 60m，由雨花台砾石层所组成，其上往往覆有黄色壤土，而其基底之较古岩层，如浦口层、赤山层火山岩及侵入岩，则亦偶或露出于沟底。除上述三种地形外，复有平原，位于丘岗之边际，由黄色土及冲积层所构成，宜于农耕，且为村落聚居之所。

至于地质构造，当较地质图上所示者为复杂，盖因掩覆处过多，不能纤毫毕露也。如以火山岩为上白垩纪之喷发物，则在其生成前，当有一地壳运动发生，大凹山西部砂岩层之背斜层，牛首山附近石英岩及韩府山一带砂岩之单斜层，皆于此时造成，其轴向略近南北，或西北东南。上述二单斜层，其地层倾向相对，或本为一向斜构造，后经断层分割，东翼下降，致上部之岩层，不相对称，至此断层痕迹，已为火山岩系所隐伏，不可得见。在平山顶与祖堂山间，火山岩大致是呈一平缓之向斜层，褶轴为西西北东东南，乃于白垩纪之末或第三纪与中生代间所造成者。大凹大东坡之火山岩，多向东倾，其生成之时代，当相去不远。凤凰山之砂页岩层，因受火成岩侵入之影响，构成一背斜状圆穹，或亦为同期产品。至浦口层之沉积，则在此地动期之后，赤山层及雨花台砾石层递积之前后，皆较小之地壳变动，但皆以垂直运动为主，以上所述之各种褶皱，皆甚平缓，密挤者尚未之见，盖在调查区域内，地层倾斜角之最大者，仅 45°而已。

#### 二、当涂区

自采石至马鞍山及其北，为一狭长之山带，走向约近南北，与长江平行，高距江面约在 100m 左右。其地质为采石系之紫页岩、砂岩、砾岩、石英岩等，倾斜向东或东北 50°，倾角约 20°。自此向东，越一宽达 8 ~ 9km 之平原，乃至一剥削较深谷宽坡缓之山地，其中以黄山为最高，高距江面约 260m，其他诸山则俱在 200 ~ 220m 之间，兹特名之曰黄山山地。其地质以白垩纪之火山凝灰岩及火山岩流为主，中有闪长岩及闪长斑岩之侵入体，而铁矿脉亦俱赋生于其中。火山岩层有时显清切之层次，如在大麻姑村所见者，倾斜向东，而在龙家山及娘娘庙附近，则俱斜向西或西南，倾角 30°左右，至山地之边际，如桤桤山、东山、龙王山、围屏山等处，则复有水成岩如砂岩、石英砂出露，倾斜大致向西或西北，倾角亦仅

20°~30°。综观上列事实，则黄山山地之地质构造，当为一轴向约近南北之向斜层，采石、马鞍山间之山带，即为本向斜层之西翼，而固剥蚀较深之故，山带与山地则有一狭长之平原带，至于向斜层之东翼，则山岗起伏，连绵不绝，此向斜层似向南北两方俱连绵尚远，向北似可与南京附近钟山、静龙山间之向斜层相接，向南则有延长而达于芜湖并接连庐江之势。就其分布面积之广漠观之，实为一极重要之地质构造，兹特名之曰宁芜向斜层，以便将来之比较，在东翼之平原带中，常有孤立小山，最著者有二，即家山与禹山，俱为闪长斑岩所成。

当涂南区之地形，除青山形势雄伟，成一高达200m之平台山外，其他俱系零星孤山，散布于广大之原野中，其中如钓鱼山方圆不过数百米，尤为孤山中之最小者，因其全体系铁矿而成，质坚难蚀，故得保存，成地形学上之所谓残丘（Monadnocks）者。于龙山桥至当涂县间，亦有低山甚多，俱系砂岩所成，钟山和睦山一带，则山势连绵，分布较广，其地质系采石系之紫页岩、砾岩及砂岩，中夹闪长岩之侵入体，走向约近南北，倾斜向东，倾角较急自30°~60°不等。自前和睦山向东，有闪长岩侵入体，至钟山则紫页岩重复出露，故知其间必有一南北间之走向断层，而闪长岩颇似沿此断面而涌出者也。

就大致论之，当涂区域，已深受剥蚀，而属中年期之地形，故宽谷纵横，山形低缓，山脉之排列，既无一定方向，河流之位尤与构造无关，盖皆需择地层之软弱者，经流其间，积久遂成巨注，盖即地文学上之所谓后成河者是也。青山河为调查区域内支流最巨者，其位置一部沿采石系内之砂岩层，一部即沿采石系与火山岩层之接触面经流者也。

### 三、繁昌区

自板子矶至旧县间沿江一带，为风化甚深之花岗岩，组成低岗小阜，散布于沿江之原野间，花岗岩风化后成为黄白色之细砂，故远望即易分辨。自此南行，遂入桃冲之山脉带，山高约300~400m，成整然排列之东西脉向，河谷之重要者有龙窝川（即自荻港至董店间沿铁路之河谷），汤家沟诸水，其方向不一，大都与地层之走向相平行。

地质构造，较为复杂，地层约成东西向之走向，惟倾斜或南或北，则颇不一定。板子矶之东，因煤系重复出露，故知其间有一走向断层。官山、寨山之间，山势连绵，大部系下志留纪之页岩、砂岩所成，因其分布之面积，过于宽广，故其间或亦有断层存在，但非俟详细层序研究清楚后，不能知也。寨山之南坡，于泥盆—石炭纪石英质砂岩上，紧接以二叠纪煤系之黑页岩、砂岩等，倾向南东南，倾角45°~65°，煤系地层成一凸出之前山，接于寨山主脉之上，而泥盆纪以上至二叠纪间之地层，此处皆付缺如，故由地形上及层次上俱可证明此项接触必为一断层无疑，兹名此断层曰寨山断层。更向南在董店、桃冲之间，俱为上二叠纪薄层石灰岩分布之区。此项灰岩在董店附近，倾斜向南，在桃冲长龙山则倾斜向北，故知其间为一向斜层构造。此向斜层之存在，更可自其南翼煤系灰岩及砂岩等之重复出露而证明之。再向南行至长龙山之脊，则复有一逆断层（详后矿床章中）致使石英岩及其中央之页岩，倒转而倾斜向南，而铁矿脉之生成，又颇似利用此逆断层之裂隙而上升而沉积焉。在长龙山北坡昌华铁矿公司（开采该处之浮面矿）之矿区附近，及金石墩、长安之北汤家沟等地，又有推移较小之走向断层数道，自板子矶至荻港老虎洞一带，俱为薄层状之大冶石灰岩，但其东则出露之地层殊为复杂，二者不能连续，故知其当有一断层在也。

### 四、铜陵区

自铜陵县至大通长江沿岸，为一狭窄之冲积平原，虽有岗岭起伏于其间，然其山势低缓，高度能高出地面50~60m，即为本区之最高山。自平原背江东南行，即入铜陵山地，峰峦绵亘，山势较峻，铜官山即其中之最高峰，高出地表440m，登峰纵目，则群山在望，颇

有一望无余之概焉（图 10）。

图 10 铜陵铜官山铁矿地质简图（简化）

D—泥盆纪铜官山砂岩；Pc—石炭—二叠纪含燧石灰岩；Pm—中二叠纪煤系；Pu—上二叠纪仪凤岭石灰岩；N—第三纪红土砾岩；M—第四纪冲积层；dr—闪长岩  
图中涂黑处为铁矿

铜官山以石炭纪之砂岩为主，自松树山向西南，露头连绵不绝，而出于本区之外。松树山之东北，砂岩隐而不见，而易以其上之阳新石灰岩及煤系，此项岩层在徐藩附近即铜官山之西坡，倾斜向西北，与铜官山层大致成平行，惟向南不远，即伏于红土之下，不复可见。在铜官山之东坡，燧石灰岩及煤系分布颇广，露头清晰，其倾斜大致向东，与其下之铜官山砂岩层亦相一致。综此事实而观，则铜官山之地质构造，当为一简单之背斜层，背斜轴向东北倾斜，而徐潘闪长岩即在背斜层西北翼沿水成层面而侵入者也。沿向水冲之沟及长山头附近，俱有斜交断层，致使两旁之地层，不连续（详见孟宪民、张更所著之铜官山磁铁矿报告中）。又自碎石岭向东北及西南，俱有一断层，此断层线向西南延长约有 7000 ~ 8000m，致使二叠纪之红页岩及二叠纪煤系等，与铜官山砂岩相接触。

以上所论，仅铜官山本部之地质构造其地层及构造，与之完全相似，此山脉之西北，于何冲、周冲等地，俱有一褶皱之红页岩，与泽山之石英岩，亦似成断层接触。由此事实观之，颇若铜官山与洋山，乃一掀起之背斜层，而其两翼并曾经断裂者，换言之，即成一背斜式之断垒是也。自洋山南行，有整然排列自东北走西南方向之山脉四条，即敕山、龙山、五

峰山是也。除五峰山及一部分之龙山，有煤系、阳新石灰岩及石炭—泥盆纪之地层外，余皆为薄层状之大冶石灰岩所成，往复转折，成为背斜层及向斜层等构造（图 11）。

图 11 洋山—五峰山横剖面图  
1—泥盆、石炭纪石英岩；2—二叠纪阳新石灰岩；3—二叠纪煤系  
4—三叠纪大冶石灰岩；5—三叠纪铜陵页岩含菊石

五、九江城门山区

城门山位于九江之西 23km，南浔铁路沙河车站之西北 17km。其处有一湖名城门湖，四周绕以高约二三百米之山，若城墙然，故名曰城门湖。所谓城门山者，即此绕湖群山之总名也。湖之南北，两端有缺口，其南者名曰小城门，北者曰大城门，东西有河谷伸出，其在东之九里湾，冲积河床，延长甚长。大城门之北，为扬子江冲积平原，港流纵横，湖泽散布。小城门（即徐庄附近）之南，为一宽谷，经行于红土层之间，以上二处在夏季水大时，但大部分沦为泽国。自城门山南行，越过红土之低丘后，东南至沙河附近，西南至大小石山以南鸡公岭一带，复有高山，为志留纪及二叠纪地层所成。城门山之主要构造，为一背斜层，轴向之位置，亦即城门湖之位置也。中部为下志留纪之砂页岩层，其两翼则为五通石英砂，在南翼之山坡上，复有二叠纪煤系及石灰岩。大小石山与蜗牛山间，似为二个正断层所切割，因之有枫树根等处煤系之保存，但因红土覆盖甚厚，故未见露头。此外，在沙河以西之志留纪地层，复成褶皱甚烈。

第四章 矿 床

此次调查之铁矿，共有五区，即南京、当涂、繁昌、铜陵及九江是也。此五区者，位置既不甚远，而又同与闪长岩有成因上之关系。故矿液之来源，当必出自同一岩浆，盖无疑义。但当矿床沉淀之时，因围岩种类之不同，温度压力之各异，遂使矿床形状、矿物种类，各区微有不同。而尤为重要者，则据此次研究之结果，皖南铁矿床之造成，似不仅限于一时期，而实有先后参差之分；虽其间相去不久，而铁液成分，已颇有参差递变之迹，而使各区之矿床，形态上、成分上俱现不同之现象矣。为便于叙述计，兹先将五处矿床情形，逐次论述，然后再依其成因分类而论列之。

一、南京附近之铁矿

南京城南，以迄苏皖交界之处，零星之铁矿露头甚多，然具有经济价值者，实不易得，兹所述者，仅有三处，其中以凤凰山之铁矿，最有希望，其他二者，则质量俱逊，不值开采。含铁矿物皆以赤铁矿为主。兹自北而南顺次列论如后。

1. 牛首山矿区 牛首山在南京西南 20km，共有二顶，铁矿露出于西顶及其西北二陡坡上，见于山坡者，矿质较佳，山顶者则较逊，且呈角砾状构造，又在南距山颠约 500m 之缓坡上，见有大块铁矿矿石甚多，当为顶部铁矿风化成岩块后下坠而堆积于是者。矿脉略成层状，位于石英斑岩侵入体及石英岩、火山凝灰岩接触之处，略向西倾，然矿内从未发现任何

接触变质所造成之矿物，故不属接触变质类，其成因容于下章论之。在显微镜之研究，赤铁矿小粒常与石英共之，二者之生成，当有密切之关系，其他矿物，则尚未之见，据开滦矿务局化验之结果（见丁格兰著铁矿志），该矿之成分，如下列所示：

铁	32.76%	氧化硅	32.61%
二氧化硅	12.57%	硫	0.19%
氧化镁	0.30%	五氧化二磷	0.31%

如上所示，则矿石之成分过劣；或系山顶之矿，亦未可知，据大略估计，矿量在 10 万 t 以下，殊无开采价值。此矿属大陆公司，曾开浅槽，从事勘探，但以希望过小，旋即辍工。

2. 静龙山区 静龙山在牛首山之南东南约 16 里，京建公路距其东麓约里许。矿脉露出于此山之本部及其南之低丘上，自西而东，共有三道，在西者生于斑岩中，向南西 70° 作 71° 之倾斜，自山顶向南延长，而止于南坡，全长 220m，厚 1.5m，其深度，据观察所及者为 1.5m，矿量约 1.8 万 t，除主脉外，尚有小脉多条，然延长不远。矿石坚硬，含硅过高，而质殊劣。中部一脉，由数小脉合成，变生斑岩中，露出于静龙山顶，由数小脉合成，亦生斑岩中，露出于静龙山顶，向西南倾斜，倾角为 65°，长 400m，厚 1m，深度 1.5m，储量共 20000 余吨，其质更劣。东脉略成层状，实为铁化之溶液角砾岩，位于石英砂岩及斑岩之接触带，大致向东倾斜，倾角自 15°~ 40° 不等，厚在 80cm 以下，自静龙山向南延长甚远，储量仅 6 万 t，矿质亦劣。在静龙山顶，曾由大陆公司挖掘明槽数道，但未正式开采。

3. 凤凰山区 凤凰山矿区包括凤凰山、牛山、小张山及扁担山等矿铁。在静龙山东南 4km，秣陵关西南 3km，有水道可通，自秣陵关沿京建公路北行，凡 25km 而至南京中华门，若沿溧水河顺流而下，则需 30km，至通济门，复 10km，而达长江。除冬季外，秣陵关东北 5km 之大河口，及通济门间，每日有汽船往返，凤凰山北麓之小河，则终年可行小船，下航至于南京，如铁矿开采时，可将水道加以疏浚，俾较大之船只，得以全年通航，以利矿运。又（南）京芜（湖）铁路业已通车，而实业部之炼钢厂已决定设在当涂北境之马鞍山南麓，如将来实行开采凤凰山铁矿，则矿石可由陆路运至钢铁厂，亦尚方便。

如前数章所述，该处有一椭圆形之石英闪长岩体，侵入于三叠纪及侏罗纪之砂页岩内，致围岩略成穹形并呈变质现象。铁矿露头，多成不整齐之脉形，生于此接触带内，但亦有产于侵入岩中者，如见于小张山者是。矿石内以赤铁矿为主，含有石英甚多，及少量之磷灰石，故磷砂成分俱高，至接触变质矿物，则尚未见及。在凤凰山顶之矿体，复为一数米宽之石英脉所截断，脉内含有重晶石小脉甚丰，其生成时代，当在铁矿之后，离矿非遥之火成岩石，多呈热液变质，长石往往变为高岭石晶体及绢云母，并有次生石英微粒，此种现象或与铁矿之成因有关。

本区之矿产虽多，然具有经济价值者，仅凤凰山一处而已。此矿脉成层状，有时并显层理（为交换作用之证）。自山之西南麓向东北继续延长，凡 400m，大致向西北倾斜，与其上之水成岩相合，倾角在中部较缓，平均 20 余度，二端在 40°~ 50° 之间。据横巷及明槽探勘之结果，似沿层面向下延尚深，或可及于附近之地平线，惟厚度当稍减少。安特生、刘季辰、赵汝钧三先生分矿为三等，并量得其宽度如下：

据安氏之计划，硬软二种矿石之总面积为 13200m<sup>2</sup>，每厚 1m，应得矿量 5300t，如以矿层延长及于平地，而长厚不变，则平原以上之矿量应为 430 万 t。但据丁格兰氏之意见，矿

层固可深及平地，然其厚度有向下渐薄之趋势，故为慎重计，仅取其上部之 200 万 t，为可靠之量，最近中央大学教授朱庭祐君重新计算凤凰山铁矿为 240 万 t。矿质尚佳，但含硅及磷殊多，今示其化学成分于下：

矿 质	硬矿（m）	软矿（m）	泥质矿（m）	总厚度（m）
平面上所测之宽度平均数	11.4	3.0	4.5	18.9
剖面上所测之宽度平均数	14.4	3.0	8.3	25.7

1921 年安氏所采之标本，由农商部工业试验所分析者：因标本采自矿脉之各部，且矿露出于地面者，其成分当可代表全体之情形。

成 分	铁（%）	二氧化硅（%）	磷（%）	硫（%）
40 种分析之平均	45.94	23.46	0.30	0.05
31 种分析之平均	49.89	18.84	0.29	0.05

（除去 9 种含铁不及 40%）

1932 年孙健初君采集，由本所化学试验室分析，俱为硬矿。

铁（%）	二氧化硅（%）	磷（%）	硫（%）	锰（%）
65.56	5.52	0.12	0.26	0.20

小张山之矿，其质尚佳，而量甚微，牛山及扁担山者，质量俱逊，张山及扁担山间之矿苗，则质更劣，实为含铁之溶液角砾岩而已。将来凤凰山本部之铁矿开采时，则此种小矿，或可同时开掘。

二、当涂铁矿

当涂铁矿，县南县北俱有之，而就其分布之情形观之，似铁矿地点，颇有与宁芜向斜层，有多少之关系，盖在此向斜层之南端亦有同式之铁矿床，如前述之凤凰山，其最著者也，就地理上之分布论之，当涂铁矿，可分为北、中、南三区。北、中二区之矿床情形，颇相类似，南区则因围岩种类之相异，矿床也稍不同，兹依次论述如下。

1. 当涂北区 此区包含大小凹山、大小南山、大小东山、萝卜山等铁矿体，位置在当涂县之东北 15km，南京之南 50km，最近之扬子江水口为马鞍山，其间有一轻便铁路，长达 20km，本区为现在开采最盛之矿，其地质及矿体分布如图 12。本区内之主要矿体如大凹山、大小东山、萝卜山等，俱产于深受侵蚀之闪长岩中，惟南山矿体，则在火山岩层内，距闪长岩稍远，殊为例外，龙山系一平铺之铁帽，与火山岩层相交换，成层甚薄，铁量不多，虎山则系浮面聚积之铁矿砾石，更无经营之价值。论铁矿形状，各处颇不一律，重要矿体，俱成脉形及不规则之脉形，亦有成网状细脉者，如大凹山一带，最为常见，因铁量微小，杂质过多，无开采之价值。铁矿有磁铁矿及赤铁矿二种，磁铁矿或成完好晶形，与磷灰石成文状结构，或则成细粒结构，而与绿色针状之阳起石相密合。赤铁矿则俱成块状，又有褐铁矿则系矿脉受风化作用变化而成者。

(1) 大凹山 大凹山现由宝兴铁矿公司开采，自顶至坡，分作三层。最高一层名曰第一段，最低者则曰第三段，每层开挖窿口甚多，故于铁矿产状之研究，最为便利（图 13）。现



图 12 当涂北区铁矿分布图

Fe—铁矿；Sf—浮皮矿；Di—闪长岩；Cv—凝灰岩；Gr—砾石；Al—冲积层

在产矿最多之处，系西下段、西二段及西中段，俱位于大凹山主要矿脉之内。此脉走向，约近东西，而略偏东北，矿脉垂直而不规则，无倾斜方向可见，脉之宽狭，变迁殊甚，最宽处达 60m，脉之延长约有 350m 左右。现在采矿工作，已直达东段各窿口，与之互相贯通。其东北端逐渐变薄，以至于无，而西南端则似骤然中止。此外在第三层（即最低部）所开各窿，但系零星小脉，或闪长岩含有网状脉或浸染交换之矿体，但无开采之价值。兹将在各窿口实地观查所得者，缕述如下。

第三层各窿口 本层高距公司办公处约 10m，分为东西二段。西段第一窿口位于西大挂线之西，此处于满贯网状铁脉而又蚀变甚烈之闪长岩中，有一厚达 3.1m 之铁矿脉（图 14），倾向北 40°西，倾角约在 40°~50°之间。矿脉大部系磁铁矿，而杂以赤铁矿及褐铁矿，脉之中部有一囊状之阳起石脉，其悬壁与闪长岩接触处，亦有一阳起石脉。此项矿物俱成柱状之放射结合体，成鲜艳之绿色，与铁矿相映，颇为美观。此处围岩，系蚀变甚深之闪长岩，中有无数网状铁矿脉，多系褐铁矿，纵横贯接，极错杂纷乱之状，蚀变后之闪长岩，成为白色泥土，染以红色之铁质，但细考之，则常有蚀变较浅之闪长岩，或浑圆状之巨块，夹

于其间（图 15），盖蚀变之来，俱由裂隙，逐渐侵入，久而四周俱已变化甚深，惟存一蚀变较浅之中核，此项中核，大小不一，在第一号窿口所见，有口径达 0.5m 者。

西段第二窿口，在第一窿口之西南十余米，有磁铁矿脉一道，倾向北 60°西，倾角 60°，脉宽 4.5m。脉之中部及其悬壁，俱有放射状排列之阳起石细脉，此处有一走向断层，致矿脉向西北推移约 60m，在窿口之北壁，露出最明，断层之走向为北 45°西，向东北倾斜 70°，在断层面上又有多数显著之擦痕，与水平面成 45°倾角（图 16）。铁矿脉之围岩亦为一种蚀变甚深之闪长岩，中多网状之铁矿细脉。在窿口之南壁，示一厚达 2.4m 之铁矿脉，脉中矿物，分层而列，成对称形，中部有空隙，今已为泥土质所充填，其旁为绿色阳起石薄脉，向外则阳起石、磷灰石

图 13 当涂大凹山矿床图

图 14 当涂大凹山矿脉图

1—含有磁铁矿—磷灰石集合体的铁矿脉；2—含有阳起石蚀变绿脱石的矿脉；3—含有许多磁铁细脉的蚀变闪长岩

图 15 闪长岩之蚀变详情图

1—轻度蚀变闪长岩形成的球状体；  
2—深度蚀变闪长岩为多条裂缝和细脉切过

与磁铁矿相杂，成文像状之结合体，再向外则为磁铁矿、阳起石及磷灰石之细粒，围岩为蚀变甚深之闪长斑岩（图 17）。

东段第一至第三窿口位于东大挂线之西，三窿口相距不远，俱系成不规则形状之变换矿脉，产于深受蚀变之闪长岩中，脉向大致为西北东北，约近垂直，脉宽 2~4m 不等，矿物为磁铁矿、赤铁矿及磷灰石，成紧密之共生，因含磷灰石特多。故铁矿之磷分甚高，据宝兴公司化验，此处铁石含铁 55.95%~60.25%，磷 1.190%~1.385%。此外复有不规则而近

图 16 当涂大凹山具有倾斜绿脱石脉

(阳起石蚀变而来)的高温磁铁矿脉

1—绿脱石脉; 2—磁铁矿—磷灰石—绿脱石;  
3—具有网状铁矿脉的深度蚀变闪长岩; 4—土壤

图 17 大凹山第三水平剖面图

1—泥岩充填的空穴; 2—绿脱石细脉; 3—磁铁矿—磷灰石—绿脱石; 4—细粒磁铁矿和小绿脱石晶粒; 5—蚀变闪长岩

块袋状之交换脉矿数道, 产于蚀变之闪长岩中, 有数处含磷灰石矿物特多。上述各窿口之矿脉, 面积狭小, 矿量不丰, 且含磷分特多, 故虽经开发, 而迄今俱尚未开采。

**第二及第三层间各窿口** 本层位于第二及第三层之间, 而为一分层, 高距公司办公处约 20 余米。有窿口数处, 较为重要者, 有西下段位于大凹山西坡之第一号窿口, 示一不规则状之交换矿脉, 呈大致南北向之走向而略向东北倾斜, 矿物以磁铁矿为最多, 赤铁矿次之, 另杂以阳起石、磷灰石等附生矿物甚多。磁铁矿常见完好之晶形, 其成裂隙充填或盖覆于其他矿石之上者, 则形态尤佳。磷灰石亦有成完好之晶形者, 矿脉厚达 20 余米, 然中含杂质甚多, 未可视为纯粹之矿脉也。据宝兴公司分析, 此处矿石含铁 56.25%, 磷 1.49%。又有北中段, 于最近始开采甚盛, 位于东大挂线之西, 其处有赤铁矿矿脉, 生于深受蚀变之闪长岩中, 另有阳起石细脉及磁铁矿、磷灰石之残余体。

**第二层各窿口** 第二层高距公司办公处约 60m, 东西二段各有窿口多处, 较重要者为第二号及第四号窿口, 现俱开采。第一号窿口有网状之磁铁矿及赤铁矿脉, 因受风化较烈, 故褐铁矿及黄色之铁土甚为发育, 使矿脉成为疏松不连续之矿体, 而与蚀变甚深之闪长岩, 有时界限难分, 含铁约 57.63%, 磷 1.307%, 现已停采。

第二号窿口为不规则之交换脉矿, 矿石以磁铁矿为主, 赤铁矿次之, 矿脉走向自东北至西南, 最宽处达 20m, 然中杂废石甚多, 未可以纯净之矿脉视之也, 含铁约 57.54%, 磷 1.622%。第三号窿口有细小矿脉多道, 显系由一主脉分散而成者, 矿石为赤铁矿, 今已大部变为褐铁矿, 因矿床散而不整, 无开采价值。以上第一至第三各窿口之矿脉, 位于大凹山主要矿脉之北约 60m, 此脉自南窿之西起始向东延长, 逐渐狭细, 至第三窿口北不远处而止, 计长达 450m。第四号窿口所开之铁矿, 系大凹山主脉之极东端, 亦称东二段, 此处矿石以赤铁矿为主, 矿质甚佳, 成不整齐之交换矿脉或矿袋, 闪长岩与矿脉接触之部, 经热液变质之作用, 已变成成为一种白土, 此处现正在开采。当调查时 (1933 年) 有工人约 40 人工作, 闻日产可达 20t。

**第一层各窿口** 本层高距公司办公处约 90m, 其地位已距大凹山之顶不远, 有窿口多处, 为现在开采最盛产额最多之层, 如西中段、东中段及第三号窿口等处, 皆积极开采。第三号窿口, 有一宽达 32m 之重要矿脉, 走向为北 55°东, 向北越过 5m 之粘土后, 复有矿脉一道, 厚约 13m, 如是合计此处矿脉之总厚, 当达 45m。矿石以赤铁矿为主, 磁铁矿次之, 质地坚韧而优美, 现在开采甚盛, 矿石含铁 65.46%, 磷 1.285%。

西中段系位于第一层及第二层间大凹山西坡之一窿口，开采甚盛，每日约有矿工 40 余人工作。矿脉总厚 50m，中夹废石带一层。此处矿脉显然与第三号窿口内所露出者相连续，矿石亦以赤铁矿为主，磁铁矿次之，风化不著，故矿质坚韧而优良。平均含铁 57.63%，磷 1.307%。当 1933 年调查时，山顶各段工作，业已连贯，故自西下段以迄东二段矿脉之连续，可谓无甚问题矣。小凹山有细粒磁铁矿及赤铁矿混合体之露头，中杂以碧玉之细脉，此处尚未开发，故详细产状，不得而知。

就各段窿口观察之结果，可知大凹山铁矿，俱成脉形，其分布殊为散漫，在山北坡之各脉，俱系细小矿脉，无经营之价值。就大致论之，重要矿床可分为四部： 为分布于山顶成东北西南向之主脉； 为位于主脉之北，方向略与之平行之一小脉，此脉自第二号窿口至第三号窿口间，有遥相连接之势，兹名之曰北脉； 北中段之脉，总厚达 10 余米，但其延长如何，尚未详细确定； 小凹山矿体，其形状如何，尚未勘探确实。

据 1921 年开滦矿务局请丁格兰氏详勘大凹山铁矿之结果，谓矿床大致成水平体，系位于火成岩及一已被蚀去之砂岩顶盖之接触带。丁氏之结论，一半依据地质观察，推测而得，一半则尚有实地钻探之结果，以作证明，因此结论。丁氏遂假定矿体不能延长甚深，最深者仅达 21m，浅者不过 3m，丁氏假定山顶主脉之平均深度为 14m，遵此计算，丁氏得全山之总矿量其为 1513 万 t。照此次调查之结果，觉与丁氏之见，完全不合，矿床不成水平体，而实成倾斜甚急之脉状，其证据如下： 在第三层东西段各窿口，所见铁矿，俱成完整之脉形，此处矿床，虽系小脉，而由小推大，则主脉或亦具同样之状； 在地面上主脉北脉等之分布，俱系狭长之带状，此在脉矿为当然之象，而在水平体，则殊不易解说； 在主脉内之西中段及第三号窿口等处观察，俱见铁矿成较为完整之脉形，走向自东北至西南，倾斜甚急，此外亦有成不规则之交换脉矿，并夹多量之废石者，然此与脉形并不相左，盖此处铁脉之成因，充填与交换并重，固有错综复杂之可能也； 细察钻探结果，因平钻较多，故大多数钻眼，尚未及矿床之底，即有数钻，已见火成岩或废石，但此处矿床，因系极不规则之故，矿脉中稍夹废石，亦属可能之事，决不能因此而谓矿床即垂尽于此也。故以钻探法探勘此项复杂形状之铁矿，在原则上即系不甚适当也； 丁氏所假设之砂岩盖顶，纯属理想，而就今日所知之构造论之，在铁矿区域内，亦决无此项砂岩之存在。

既确定大凹山之铁矿，大致成一种脉形，今且进而计算其储量，各矿脉之延长及宽度，在平面图上，尚易测算，最难解决者，当系矿脉之深，丁氏之假定，既俱失之过小，但为稳妥计，亦不应过于乐观，按主脉之分布，自山顶 140m 处，至其西坡 90m，皆经证实其存在，故山顶上矿脉之深，至少当有 50m。至于各山坡上之矿脉，因高底减低，脉之垂直距离，或亦稍逊，兹俱假定为 30m 或 20m，铁矿比重概定为 4，依此计算，得下列结果：

脉别	层别	段别	长度 (m)	宽度 (m)	深度 (m)	比重	矿量 (t)
主要 矿 脉	第一层	全 段	160	60	50	4	1920000
	第二层	西南段	90	50	30	4	540000
	第二层	东北段	40	40	30	4	192000
	第三层	西二段及西下段	60	30	20	4	144000
	主要脉共计						2796000

续表

脉 别	层 别	段 别	长 度 (m)	宽 度 (m)	深 度 (m)	比 重	矿 量 (t)
北  脉	第二层	第 1 及第 2 号窿	90	20	30	4	216000
	第二层	第 3 号窿口	80	10	30	4	96000
	第三层	北中段	90	20	20	4	144000
	北脉 共 计						456000
小 凹 山	第三层	小凹山	80	80	30	4	728000
	小凹山 共 计						728000
	总 计						3980000

按上列计算中，第三层零星小脉之铁量，俱未计入，又各矿脉中常夹废石及空隙甚多，理应减去，今以 20%，为此项应减之量，则净得矿量约 300 万 t。

(2) 南山 大小南山位于凹山之北约 2000m 左右，最高之部，距附近沟面约 60m。大南山南坡距山顶不远处，有东西走向之赤铁矿脉一道，长达 350m，是为主要矿脉，向东南倾斜。其东端厚度渐减，以至于无，而于其北 20 余米，复有小铁矿体出露，二者不连续，其相互之关系，或因断裂，或则系代表本不相连之矿体，以露头稀少，观察未详，尚未能断定也。主要矿脉之南约百余米，于小南山之颠，复有矿脉一道，宽约 40m，长约 100m，此脉走向改为东北西南。大南山之主要矿体，现由福利民公司开采，产额尚丰。小南山则虽经开发，而尚未采矿。全山露头甚少，惟在开挖铁矿之处，则常有围岩出露，足以示其产状之情形，最明显者为主要矿脉之东端，该处有火山砾岩状之岩石，为铁质所交换，而层次尚清切保存，系倾向南 10°西，倾角 45°；又于小南山之东南坡见有火山凝灰岩，似倾向南 15°东，倾角 50°。又于福利民公司办公处之东不远，有形似石英岩之露头少许，夹于铁矿脉中，此岩色灰白而致密，含少量之黄铁矿，置显微镜下研究，或系一种石英岩脉。在南山西之寨山，亦见同样岩石，但此处或系变质之石英岩，闪长岩则仅于小甸圪村附近及寨山西坡至杜圪之道上见之，距铁矿脉约 200 ~ 300m。由上述之观察，可见南山铁矿脉系 40m 于火山岩层中，与凝灰岩或凝灰砾岩交换而成。就其分布及各处测得之倾斜及厚度观之，似矿床成一整齐之交换矿层，向南倾斜约 40°；此项事实，颇为重要，盖果如是则矿床颇有向南延长而达于南山山坡之可能，此于储量计算上有重要之影响，将来须用钻探方法以证明之者也。

倘假定主要矿体之延长为 350m，平均厚约 40m，沿山坡之延长，兹暂从严计算为 50m，铁矿之比重为 4，则得矿量 280 万 t，因铁质坚实纯粹，内夹废石甚少，兹以 10% 为此项废石之量，而自上数中减去之，则净得矿量 252 万 t，苟矿床成整齐之层状，沿坡面延展甚广者，则上列吨数，必将增加至一倍或一倍以上也。尚有小南山矿体以长 100m，宽 40m，高 20m 计，应有矿量 32 万 t。此外在南山坡尚有浮皮矿一层，其厚薄变迁甚著，且浮土中所含矿块之量，亦到处不一，故欲精计矿量，颇不易易。据丁格兰氏约计谓有 22.4 万 t，以上三项矿量合计，共得约 306.4 万 t。南山矿质甚佳，平均含铁在 60% 以上，磷分甚少，矿石大部系致密坚韧之赤铁矿，中含少量之磁铁矿，亦有磁铁矿与磷灰石、阳起石等密生，今已大部变成赤铁矿，而针状及柱状之形态，仍得隐约见之。此项事实，足证此处之原生矿床，亦为磁铁矿，磷灰石、阳起石之结合体，后经上升溶液之富集作用，遂使全体变成赤铁矿，

其原来之矿石及结构，偶一见之而已。

南山铁矿之成分，据福利民公司所抄示者，表列如下：

南山铁矿分析表						
地 点	铁 ( % )	锰 ( % )	氧化硅 ( % )	磷 ( % )	硫 ( % )	铜 ( % )
中区 (1)	61.96	0.16	5.26	0.15	0.14	0.018
中区 (2)	60.95	0.17	4.28	0.166	0.89	0.014
中区 (3)	59.75	0.18	4.56	0.20	0.18	0.019
东区 (1)	62.18	0.18	4.80	0.195	0.014	0.04
东区 (2)	61.86	0.13	4.02	0.205	0.142	0.018
东区 (3)	61.90	0.13	5.58	0.300	0.262	0.018
东区 (4)	62.40	0.01	3.76	0.235	0.12	0.009
西区 (1)	61.31	0.08	4.21	0.278	0.223	0.011
西区 (2)	61.46	0.13	3.95	0.294	0.224	0.018
西区 (3)	60.75	0.09	4.75	0.286	0.231	0.009
西区 (4)	59.94	0.18	4.95	0.294	0.262	0.019

又据丁格兰氏 1921 年钻探时采集之标本，其化验后之成分如下：

地 点	铁 ( % )	氧化硅 ( % )	磷 ( % )	硫 ( % )
浅槽 M (矿体之西北端)	56.26	14.56	0.12	0.069
浅槽 M 及 O (矿体之西南端)	60.60	8.02	0.18	0.131
浅槽 L (矿体之西北部)	58.94	10.96	0.22	0.151
后槽 I (矿体之中部)	63.25	3.80	0.21	0.281
平 均	59.77	9.33	0.18	0.208
第一号钻眼 (矿体之中部)	64.33	0.204	0.076	
第二号钻眼 (矿体之东端)	62.58	0.058	0.167	
第三号钻眼 (矿体之东南端)	62.69	0.199	0.508	
第四号钻眼 (矿体之西北端)	64.67	0.307	0.309	

上表中自浅槽内采集之铁矿，因与岩石之顶壁较近，含杂质稍多，故平均含铁仅在 59 % 左右，其各钻眼内所采标本之分析，含铁均在 60 % 以上，实足以代表南山矿体之平均成分，此与前列南山铁矿分析表所列各项，实不谋而合也。

(3) 萝卜山 萝卜山位于大凹山与南山之间，其矿区属益华公司，1922—1923 年间曾经开采，产矿万余吨，当调查时则已停工，矿脉狭小，储量不多，故经济上之价值甚微，但矿床情形，则颇饶兴味 (图 18)。该处地质，系一不规则而近于圆形之闪长岩体，侵入于火山岩层中，在闪长岩及火山凝灰岩内，有铁矿脉甚多，俱脉形狭小，矿量不丰，就其产状及矿石种类论之，萝卜山矿床可分为四类：(1) 细粒磁铁矿与阳起石之结合体，成不规则之交换矿，产于蚀变甚深之闪长岩中，储量甚多，而矿质不佳；(2) 磁铁矿沿闪长岩之隙缝，充

填交换，侵蚀而成为角砾形之矿床，储量不多，质也不佳；(3) 赤铁矿成整齐之脉形，穿越第一类之矿体，或产于闪长岩中，此类矿脉，成分甚高，但最厚仅达 4m，延长亦不甚远，故储量不丰，难资大采，在萝卜山矿场之南端，有此项矿脉数道，因断层而呈错动之状；(4) 网状细脉，以赤铁矿为主，散布于蚀变之闪长岩中。由赤铁矿脉穿越磁铁矿及阳起石结合体之事实观之，足证后者之成，实较先于前者，此与大巴山及南山等处之观察，堪以相互印证者也。

萝卜山铁矿，停工已久，最近分析不易得，兹据宝兴公司抄示者，择录如下：

(4) 大小东山、梅子山、龙山、虎山 大小东山及梅子山系三个连续之山头，位于黄山之南坡，而组成南北走向之低山，其地质系蚀变甚深之闪长岩，中产铁矿脉及交换铁体。在大东山所见矿床，可分为二类：一、磁铁矿、赤铁矿与阳起石密结之不规则矿体；二、赤铁矿细脉或赤铁矿与褐铁矿混合之网状小脉，散布于闪长岩中，此矿前经宝兴公司开采，当调查时已停工。

小东山在大东山之北，现经宝兴公司开采，此处铁矿呈细脉或不规则之交换矿体，散布于闪长岩中，各脉虽极

散乱，而大致有走向南北之趋势。梅子山之位置，更在小东山之北，矿区属福利民公司，迄今尚未开发，故详细产状，无从悬揣，但大致当与大小东山相仿佛也。

图 18 萝卜山露天矿平面图  
1—蚀变闪长斑岩；2—蚀变凝灰岩或流纹岩；3—斑岩中磁铁矿充填裂缝形成溶隙角砾岩；4—赤铁矿或褐铁矿细脉；5—细粒磁铁矿阳起石联晶

地 区	铁 ( % )	磷 ( % )	二氧化硅
萝卜山上等矿石	62.13	0.318	6.60
萝卜山中等矿石	58.13	1.031	9.32
萝卜山下等矿石	45.70	1.454	24.40

以上三山之铁矿体皆成脉状，脉向约近南北，因脉形不整，时断时续，故延长及宽俱不甚大，但深度却甚大，就现在小东山所开之断面观之，已在 15m 以上。矿床尚无减缩之趋势，丁格兰氏假定 4~7m 为此处矿床之深，未免失之过小，故在下列矿量计算表中，概以 30m 为大小东山矿脉之深度。龙山系一平铺之铁盖，内含赤铁矿及褐铁矿，覆于火山岩层之上，质量俱劣，虎山则系浮面聚积之铁矿砾石，二者俱无开采之价值。兹将各山之铁矿成分，据宝兴公司所录示者，抄列如下：

地 区	铁 ( % )	磷 ( % )	氧化硅 ( % )
大东山 ( 上等 )	62.20	0.012	
大东山 ( 中等 )	59.46	0.101	
大东山 ( 下等 )	54.49	0.085	
小东山 ( 上等 )	61.62	0.353	

续表

地 区	铁 ( % )	磷 ( % )	氧化硅 ( % )
小东山 (中等)	58.45	0.466	
小东山 (下等)	54.71	0.740	
梅子山	63.27	0.181	
龙 山	57.33	0.094	4.40
虎 山	54.62	0.238	6.70

大小东山所产之铁矿，铁分虽不甚高，而含磷特低，宝兴公司特开采之以与大凹山之矿相和合，互相调剂，俾以减少大凹山矿中之磷分。尚有龙山家矿区，在大凹山西南约 4km，于闪长岩中仅有铁矿脉痕迹，益华公司因听信一德技师之言，遂于 1918—1919 年间，建筑铁路，大举开采，前后所得仅数十吨，即因矿尽而停废。

综上所述，可知当涂北区之铁矿，虽多系不规则之交换脉矿，形状复杂，而大致有脉向可寻，如南山矿脉及萝卜山各矿脉，其最为整齐者也。论矿物种类，则似主要矿脉，俱以赤铁矿为主，零星矿脉则多磁铁矿，而就二者之关系言之，则似赤铁矿实后于磁铁矿；故原生矿床似系一种磁铁矿磷灰岩及阳起石之结合体，组成零星小脉，或侵染矿体，虽磁铁矿含铁丰富，而以矿脉狭小，仍不得为佳矿，其后复经上升溶液之富集作用，有巨量之赤铁矿沉淀其间，与原来之磁铁矿相交换，于是遂造成此质地坚韧以赤铁矿为主之主要脉矿矣。南山矿脉及大凹山主脉矿质之所以特富者，皆此富集作用之影响也。萝卜山矿体以属于原生矿床者为多，次生富集之作用，甚不显著，故体质不佳，矿产亦不丰，在大凹山零星磁铁矿脉中，常有绿色成放射状之阳起石细脉，侵入期间，似谓一部阳起石之造成，尚较后于磁铁矿。又于小南山赤铁矿脉内，有云母铁矿之细脉，与石英相共生，此则较赤铁矿之生成为更后矣。就上列事实观之，当涂北区铁矿之生成，颇有先后次第之分，而其整个的历史，当约如下述。

由闪长岩残余岩浆中所分出之热液，乘闪长岩之裂缝，充填交换，或与火山岩层相交换而造成磁铁矿、磷灰石及阳起石之矿脉，其中亦杂一小部赤铁矿，因磷灰石之特色，故知一部分之热液，温度甚高，其性质已与汽液相仿佛。

阳起石之结晶，延长较久，当磁铁矿脉已成之后，尚有阳起石结成放射状细脉，侵入于已成之矿脉内。

第二期之上升溶液，温度较低，注入于闪长岩及火山岩层之裂隙或先成之矿脉内；此时沉淀之矿质，以赤铁矿为主，充填于原生矿脉内，或与之交换而发生显著之富集作用。

第三期之成矿作用，系造成微小之云铁矿脉，侵入于已成之赤铁矿脉中，但在当涂北区，则本期之矿床，殊不重要。

矿脉受地面风化，使磁铁矿、赤铁矿等变成褐铁矿及黄铁土。兹将当涂北区各矿山之储量，据此次所约计者，表列如下：

矿 山	公 司	矿 量 ( t )	采 去 ( t )	纯 存 ( t )
大凹山	宝兴公司	3184800	500000	2684000
小凹山	宝兴及福利民公司		未 采	



续表

矿 山	公 司	矿 量 (t)	采 去 (t)	纯 存 (t)
大南山及小南山	福利民公司	3064000	200000	2864000
大东山	宝兴公司	500000	200000	700000
小东山	宝兴公司	400000		
梅子山	福利民公司	未 定	未 采	
萝卜山	益华公司	50000	千余吨	50000
龙 山	益华公司	甚 小	未 采	
虎 山	益华公司	万余吨 (浮皮矿)	采 尽	
龙家山	益华公司	甚 小	采 尽	
共 计				6298000

2. 当涂中区 本区包括扇子山、戚山、桃子山、平岷岗及黄梅山诸矿山，位于当涂县东北6~7km，大凹山西南7~8km。铁矿成不规则之矿脉或交换体，产于白垩纪之火山岩层中，仅黄梅山附近，有闪长岩侵入，其他各区，则与侵入岩之关系，表面上似颇不密切。本区内各矿山今皆停废，且因矿量垂尽，将来亦无复开之希望，但当涂铁矿最先开采之处，即在平岷岗，自1917—1921年，由宝兴公司大举开采，其产矿石22万t，至矿尽而停废，当笔者等考察时，于广大之采掘场上，仅见若干网状之赤铁矿及褐铁矿脉，穿越灰白之火山岩层而已。桃子山铁矿在平岷岗东不远，范围更为狭小，仅若干铁质，交换一平铺之火山岩层而成，扇子山、戚山等矿床，未曾亲历，以意度之，其矿床情形当亦相似。惟黄梅山矿系不规则之交换矿脉，以赤铁矿为主，产闪长岩中局势较大，1918—1919年间，曾由益华公司开采，前后共产矿石25万t。黄梅山系一高仅10m许之低山，今则地平以上之铁矿，几已采尽，地平以下铁矿，尚延绵不断，据益华公司探试之结果，30余米以下，尚有见矿者。此处矿脉，约成东北西南向之走向，平均宽达15m，延长约150m，若计至地平以下15m，则尚有20万t左右之储量，但此项矿量，必须用矿井采掘，铁矿成本较高，将来能否获利，尚是一问题耳。由上所述，可知本区中之铁矿，以产于火山岩层中者为多，矿量远不如北区之丰富，大都今已采尽，故将来之经济价值，殊不多耳。

3. 当涂南区 本区铁矿位于当涂县南10~15km之间，就其地位上之分布，又可分为二部：北部包括钟山、前和睦山、后和睦山、观音山等矿体，各山相互衔接，组成龙山桥南之山地，一为南部，即钓鱼山、大小孤山是也。

两部之地质情形，大致相仿，即于采石层之紫页岩、砂岩、石英砂中，有闪长岩之侵入，因火成岩余液之作用，遂造成铁矿，成不规则之变换矿体，产页岩或闪长岩中，此处矿石，以赤铁矿及镜铁矿为主，就二者之结构观之，似镜铁矿常成完好结晶，并成细脉或隙缝充填，穿过赤铁矿，故其生成之时代，当较后。又于矿体之孔隙中，常有石英之结晶，至于在当涂北区常见之磁铁矿、阳起石、磷灰石等，则在此间竟未见及，由此可知本区之铁矿，似相当于上述之第二期及第三期，即谓先有赤铁矿之造成，其后上升溶液，温度增高，并杂以各种气体之作用，遂成镜铁矿，但镜铁化之作用，并不完全，故原有之赤铁矿，尚多遗留未变，遂成此二者相杂之混合体。兹将在各矿山观察之情形，缕述如下。

钟山系一高约90m之圆顶山，位于青山河之西，距河滨甚远，矿区属振冶公司，曾大

举试探，故矿体之产状，显露甚明。其地质情形，殊为复杂，大致言之，则为侏罗纪之紫页岩及砂岩，向东倾斜，自 $30^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 不等，中有闪长岩侵入体，就其露头分布观之，此闪长岩似成不规则之岩脉或小圆形体，四散侵入于紫页岩中(图 19)。尚有一显著之事实，则于数处见有由页岩尖块所成之角砾岩，在山之东南部，此角砾岩成一宽约 30m 而走向近于南北之带。而于山之东坡，近河之处，又有散乱之角砾岩数处，中有一处，则页岩及闪长岩之尖块相混杂，又山北中部之铁矿体，纯系铁质交换紫页岩所成之角砾岩而成。

图 19 当涂钟山铁矿简图

铁矿体之分布，亦甚不规则，于山之北坡，有矿体二，各长约 120m，宽约 50~60m；于山之西坡，又有零星小脉，俱不重要。至于山之南坡，则纯系紫色页岩及砂岩，层次整齐，并无铁矿，此与丁氏所志，微有不同。闪长岩之分布，一在山之东北端，一则成细小岩脉，出露于山之西坡，而与铁矿脉相杂。就一般之构造论之，钟山与前和睦山之间，因紫页岩之重复出露，而知有一南北走向之断层，而闪长岩乃沿此断裂带而上涌，因火成岩上涌之猛烈，遂使一部之紫页岩，碎裂而成为角砾岩；因角砾岩又时夹有闪长岩尖块，故知断裂之作用，至少一部分延长至于闪长岩已经凝结之后；此后遂有铁矿溶液之上升，而沿角砾岩之部，遂为溶液上升之捷径，一部分遂与之交换而成铁矿，此钟山铁矿床构造之略史也。铁矿以赤铁矿为主，大部分甚紧密，富于砂质，石英除成细粒散侵全体外，又有完好结晶，充填于缝隙中。丁氏报告上谓尚有重晶石细脉，此次则未曾见及。丁氏假定矿体成一延长甚远之层状，故计算矿量甚丰，共有 338 万 t，此次计算则共有 114 万 t，和睦山在钟山之西 2.5km，产铁之处有三：即前和睦山、后和睦山及观音山是也。此三山者相距密迩，高不过 100m，地质俱属采石系之紫页岩层，中多闪长岩之侵入体，所谓铁矿者，不过系细小矿脉，或不规则之交换体，有时则为含铁质砂岩，俱无开采之价值，矿区亦属振冶公司，曾于各山开挖试探，故露头甚明，观音山矿体之上，显因一局部断裂之故，忽有一小块石灰岩出露，灰岩含砂质甚多，并有重晶石细脉，比重晶石之成，当较铁矿为后，丁氏亦曾言之，但二者之时间，相距甚远，并无成因上之关系也。

钓鱼山系一独立之小圆山，位于钟山与大小孤山之间，高不过 20m，大部系硅质赤铁矿，惟南半部杂以闪长岩，矿石含硅分甚高，铁分不多。大小孤山系相连之二山，高约 30m，小孤山在东，紧靠青山河河滨，全山几纯由硅质之赤铁矿所组成，故矿量甚多，据此次估计共得 216 万 t，丁格兰氏计算则仅有 169 万 t，但铁分不富。矿区属福利民公司，曾沿山开挖，故铁矿露头，异常明显，细考之，则于矿体之内，常夹有闪长岩或紫页岩细块，而

紫页岩又常呈一种角砾岩之脉。故知小弧山之地质，亦与钟山相似，系由侏罗纪之采石层及闪长岩所成，但此处交换之程度，较为完备，故矿体伟大，其原来之地层之多混不可考矣。又小弧山多镜铁矿，结晶完美，矿质亦较佳，又常有晶形完美之石英，充填于空隙中，凡此皆第三期矿液作用之结果也。大弧山属振冶公司，大部为闪长岩，其中矿体甚少，即有亦为交换不完全之含铁质闪长岩，其经济上之价值恐甚有限也。当涂南区各铁矿之成分，俱以硅高铁少著称，兹将宝兴公司化验结果，抄示如下：

矿 山	铁 ( % )	磷 ( % )	硫 ( % )	锰 ( % )	二氧化硅 ( % )
钟 山	59.76	0.150	0.229	0.180	8.24
大孤山	56.66	0.043			13.25
小孤山	56.46	0.228			12.96
和睦山	62.24	0.207	0.287	0.220	5.11

又据丁格兰氏报告上所列当涂南乡各铁矿之分析，录如下表：

山 别	地 点	铁 ( % )	二氧化硅 ( % )	磷 ( % )	硫 黄 ( % )
钟 山	第二道浅槽	52.13	16.16	0.32	0.048
	第三道槽平均	48.08	22.18	0.38	0.051
	第四道浅槽平均	52.01	16.07	0.50	0.061
	第五道浅槽平均	56.51	13.15	0.43	0.039
	南部矿体	55.59	12.71	0.060	0.072
	第一号钻眼（浅槽4）	54.82	10.25	0.322	0.033
	第二号钻眼（浅槽5）	54.07	10.90	0.61	0.020
	西南山坡 200t 矿石中之平均矿样	54.44	14.34	0.058	0.032
	南山坡 300t 矿石之平均矿样	58.11	10.07	0.055	0.073
	南部矿体全部平均矿样	55.32	12.23	0.041	0.062
	南部矿体全部平均矿样	55.87	13.19	0.080	0.081
	山顶矿堆之平均矿样	56.27	12.52	0.066	0.082
小弧山	全山平均矿样	50.48	10.45	0.214	0.058
大弧山	南部	46.79	30.32	0.034	0.061
钓鱼山	全部平均	49.25	24.31	0.083	0.075
后和睦山		50.34	18.80	0.13	0.076
观音山	西部	61.17	7.59	0.05	0.070

又关于钟山及小弧山铁矿，丁格兰报告上有全部分析，兹抄录如下（均为%）：

地 点	钟山第一号钻眼	钟山第二号钻眼	小弧山全部平均矿样
焙烧后失量	1.960	1.850	1.750
二氧化硅	10.250	10.900	20.450
三氧化二铁	78.324	77.252	72.141
氧化铁	—	—	—
氧化铝	6.303	5.675	4.732
锰	0.234	0.251	0.151
氧化钙	1.600	2.202	微 量
氧化镁	微 量	0.211	微 量
五氧化二磷	0.739	1.403	0.492
三氧化硫	0.085	0.051	0.144
金属铁	54.820	54.073	50.480
金属锰	0.234	0.251	0.151
磷	0.322	0.612	0.214
硫	0.033	0.020	0.058

当涂南区各铁矿之矿量概算，列如下表（大部分依据此次勘查结果计算，一小部则依据丁格兰之计算）：

矿 山	公 司	主要矿体（t）	零星矿体（t）	总 量（t）
大弧山	福利民公司	2160000		2160000
大弧山	振冶公司	360000		360000
钓鱼山	振冶公司	125000		125000
钟 山	振冶公司	840000	300000	1140000
前和睦山 后	振冶公司	甚 小		
观音山	振冶公司	甚 小		
共 计				3785000

上列矿量，加以北区及中区之矿量 6298000t，共得当涂全区矿量总数 10083000t。

### 三、繁昌铁矿

繁昌境内铁矿甚多，最著者为荻港东之桃冲铁矿，产矿之山名曰长龙山，高距附近平原达 400m，于 1918 年起，由裕繁公司开采，迄今十余年，已产矿石三百余万吨，为皖南最重要之铁矿。此处 在桃冲之南，尚有金牛荡、箬帽岭，桃冲之北则有官山、潘冲等铁矿，但质劣量小，不值开采，又于繁昌县之北，三山镇之南，孤山、铜山、甄山等处，亦俱有铁矿，经此次考察，惟孤山、铜山矿质较佳，共约有五六十万吨之矿量，其他俱零星小脉，不堪采也，兹先述长龙山铁矿如下。

1. 长龙山铁矿 长龙山铁矿位置在繁昌县之西北，西距荻港 8km，东北距南京 160km，荻港为矿石出口之水口，自此至矿山筑有铁路，以资运输。本矿区内地层层序及构造地形，已述于前，兹不复赘，铁矿成较为整齐之形，走向东西，倾斜向南，约有 70°~80°，产于泥

盆—石炭纪石英岩、二叠纪硅质石英岩之间。铁矿之位置，似俱在一种黄色白云质石灰岩之下，故全部铁矿，俱系交换石灰岩而成，而与其上之石英岩无关。矿脉自东至西，延长约700m，最西端曰金石墩，有与主脉不连之小矿脉，今已采尽，向东为小山头，再东为大山头，即现在主要之采矿场也。大小二山头之矿脉，实际互相连续，惟矿床情形，两处稍有不同。裕繁公司开采计划，系从山之中坡高距该处沟底约150m处为起点，名为第一层，自此向上至长龙山顶，分为10层，每层相距约15~20m。自第十层（即山顶）至第四层之矿，已经开尽，第四层以下至第三层，亦已着手。据该公司经理张君相告，谓矿脉厚度，自上而下，有逐渐减少之趋势，最初开采时，矿脉厚达50余米，或更厚，现时在第四层所见者，时仅厚15~20m，自此以下，或更减少，亦未可知。惟据张君云，最近又似有扩大之象，但此仅系暂时现象，而就一般论，则长龙山矿脉或竟有愈深愈狭之势，此则于矿业前途，颇有不利之影响也。

小山头矿体现已采至第三层，矿脉较薄，最厚者仅有10m，平均则6m而已。其上壁为一厚达50~60m之石榴子石层，呈黄褐色，常成美好之晶形，此中多方解石，或成细脉，或则充填于孔穴，成完美之结晶。铁矿以镜铁矿为主，赤铁矿次之，除主脉外常有狭小而不规则之矿脉，穿越石榴子石层，故知铁矿之成，当在石榴子石已经结晶之后，又有绿色钙铁辉石脉约厚3m，出露于矿脉之东端，位于矿脉与石灰岩之间，而为矿脉之下壁。向西则此脉渐狭，以至于无，矿脉遂直接位于石灰岩之上，此项石灰岩中夹灰质页岩多层，未见有何受变质之痕迹。在小山头附近又有浅绿色之煌斑岩岩脉二道，俱已风化甚深，穿越石榴子石铁矿及闪长岩层而过，故知其时代当属最后，而与铁矿之生成无何等关系也。

大山头矿体现已采至第四层与第五层之间，矿脉厚约25m，倾斜向南约80°，上壁为结晶质石灰岩，中含镜铁矿之散侵体及其他矿物，厚达25m，如遇镜铁矿丰富时亦可开采。此层之上为石榴子石层，稍杂以镜铁矿，厚达50余米，再上为黄色白云质石灰岩，厚仅5m，自此以上，遂为泥盆—石炭纪之石英岩与页岩之互层。矿脉之下壁，为毫未变质之厚层状石灰岩，中夹页岩数薄层，其层位应与小山头之下壁相当。在石榴子石层及结晶质石灰岩中，有时常夹以多量之钙铁辉石，成细脉或块状，常成放射状结晶，此在第五段南及裕繁公司钻探处为最多。该处钻探至80余米，尚见此物与镜铁矿等杂生于大理岩中，观于钙铁辉石与石榴子石错综其生之结构，可知二者之间，虽有先后，但相距不远，且俱较先于铁矿之成，则颇为明显。又观大山头剖面，白云岩与石炭—泥盆纪岩层接触之处，系一种泥质页岩，颇现紊乱错动之迹，故知其间或有断层在，观于页岩弯折向南之构造，似南端向上，而北端向下，有逆掩断裂之势，盖此处地层本已倒置，倒转过甚，遂不免沿地层之层面，而生逆掩断裂矣。但移动之面，既与层面相平行，而移动之率，又似甚小，故于层次上不生显著之变化，而因此断裂，遂于含矿溶液以上升之机会，矿床之所以聚生于此者，或此故欤。

铁矿以镜铁矿为主，赤铁矿次之。镜铁矿结晶完美，成针状之小晶，或成云母状之薄片，观于矿脉上壁石榴子石层之发育，及错综于石榴子石及矿脉间辉石之产生，可知矿脉附近，虽无火成岩之露头，而其下必隐伏巨块之火成岩体无疑，否则决难发生如是显著之接触变质作用也。细察桃冲附近地质，其能发生此项变质作用者，只有花岗岩，其露头见于矿脉之北5km沿江一带，而铁脉下隐状之火成岩体，当与之遥相连续，盖无疑义。至于在小山头所见之煌斑岩脉，则因其生成时代较铁矿为后，故与铁矿无成因上之关系也。

石榴子石、钙铁辉石等之发生，当系接触变质作用之结果，但铁矿之成因，不必与之相同，盖铁矿穿越石榴子石及角砾石显示其生成时代之较后，又观于矿体之成为脉形，及与火

成岩体较远之种种情形观之，知本矿乃热液高温矿脉，而非属寻常之所谓接触变质矿也。

兹将桃冲铁矿之矿量，据此调查约计者，表列如下：

地 点	现存矿量 (t)	采去矿量 (t)	共 计 (t)
大山头中段	800000		
大山头东段	240000	3500000	
小山头	105600		
共 计	1145600	3500000	4645600

长龙山矿脉延长虽有 700m 之多，但大小山头之间，已新经开通，其上部似不连续，而以下之厚度如何，现尚未知，故暂不计入，上列现存矿量系计至长龙山中坡之第一层为止。大山头分为中段与东段二段，中段延长约 200m，高 50m，平均宽 20m，铁矿比重为 4，共得 800，000t。东段长 60m，高 50m，平均宽 20m，依此计算得矿量 240，000t。小山头矿脉延长 115m，高 40m，平均脉宽假定为 6m，计得矿量为 105，600t。倘矿脉能延深过第一层以下，或矿脉逐渐宽展时，则上列矿量当能增加，然观于过去开采之经验，及此类热液矿床学理上之推测，长龙山铁矿恐已所存无多，不能再有巨量之矿体矣。

按裕繁公司自开办以来，在大山头、小山头及金石墩等处共产矿石 350 万 t，此数可谓为长龙山矿脉已开部分之确实矿量。兹试将此部之延长高度及厚度等复核其矿量，是否与实产者相合。惟昔日开采，无详细记录，故厚度一项，现已无从查考。据裕繁公司经理张君面告，大山头矿脉最厚处可达 50m 以上，观大山头矿场剖面，足证此说之可信。至于大山头东段及小山头等处脉厚，常稍减，兹假定 40m，为中段之平均脉厚，30m 为小山头及大山头东段之平均脉厚。又大山头中段据长龙山之颠，故矿脉自顶至底，延布甚深，现在开采，已至第四层，其他六层，俱已采去，六层之高距，合计约得 100m，是为大山头中段已产部分之深度。其他二处之深度，因山势稍低，兹假定为 80m，依此计算，共得矿量如下：

大山头中段	3200000t
大山头东段	567000t
小山头	110400t
共 计	3877400t

以上之数与实产 350 万 t 之数，相去不远。

长龙山铁矿分析据裕繁公司抄示如下：

开采年度	水分 (%)	铁 (%)	锰 (%)	二氧化硅 (%)	硫黄 (%)	磷 (%)	铜 (%)	备 考
1928	1.98	57.79	0.21	14.43	微量	0.031	微量	大部分在长龙山七、八段，小山头四、五段
1928	2.02	51.89	0.18	21.14	微量	0.025	0.010	
1929	1.48	55.36	0.24	17.09	0.014	0.023	微量	大部分在长龙山六段及七段
1929	1.84	56.43	0.18	14.96	微量	0.021	0.007	
1930	2.10	55.62	0.16	17.75	微量	0.018	微量	长龙山五、六段
1930	1.85	53.84	0.16	18.34	微量	0.019	0.019	
最近	2.61	53.07	0.26	20.09	0.009	0.036	0.008	长龙山四、五段
最近	1.98	54.31	0.23	17.53	0.011	0.026	0.011	

上列分析，系裕繁公司历年输出矿石时之化验单，颇足以代表一年中所采矿石之平均成分，而又因采矿之进行，自上而下，与时俱进，故上表又足以表示矿脉自上而下成分之变迁，但细察各项，变迁殊少，此就学理论，似不可能；其谬误之所在，或因上列之表，过于局部，而不能代表其全体，由矿脉自上而下成分上并无重大之变迁，则已能于上列表中推断得之矣。

2. 三山镇铁矿 繁昌县北 15km 三山镇之南 5km 有孤山、铜山、莫齐山、甄山等处，俱有铁矿，其中除孤山、铜山矿量较多，稍具价值外，其他二山无足道也。三山镇地滨长江，其附近系一广大平原，中多孤立小山，四散分布，高自 50 ~ 100m。山形较大者，为靠近镇东南之三山，上有庙曰玉华庙，系二叠纪之薄层状石灰岩所成，倾向东北 50°，倾角 60°。此山之东南部，即有闪长岩，风化甚深，此外散布于平原中之孤山，大部系闪长岩或属于白垩纪火山石系中之安山岩等，偶有零碎之石灰岩露头，则俱系侵入作用所残余者，俱已变质甚深。各铁矿之分布如图 20 所示。孤山在三山镇西南 5km 许，距江口最近之处 4km，高约 60m，纯系火成岩所成，细察之有二种岩石，一系石英斑岩，一系安山岩，已风化甚深。铁矿出露于山之西部，自顶至坡俱有之，察其形状，似成一倾斜向南近于层状之矿体，兹以长 110m 沿斜面分布 90m 计之，共得矿量 36 万 t。

铜山在孤山之东南三里许，有庙名铜山寺，寺之西北有少许石灰岩，今已变成大理岩，倾向西北 25°，倾角 40°，其周围则尽系闪长岩，风化甚深。铁矿产于铜山寺西之山上，分布不广，其西与大理岩间复有石榴子石带，铜山寺东之山上，亦有同样之石榴子石层，铁矿成一长约 80m，宽、高均约 30m 之矿体，依此计算，得矿量约 28.8 万 t。铜山之北坡，复有漂浮矿石若干，但矿量殊不丰富。

图 20 繁昌三山镇地质简图

莫齐山高约 75m，除其西坡有一狭长形之大理岩出露处，余皆系闪长斑岩，二者接触之间，略有铁质凝集，当然无开采价值。甄山高约 100m，其西北部为闪长岩，风化较深，东南各部，则有薄层状石灰岩，倾向北 70°东，倾角 60°，二者接触之处，有一角砾大理岩带，其中含角岩斑岩及大理岩之尖块，在山顶此角砾岩略含铁质，示蜂窝状结构，所谓铁矿者，如此而已。

照上所述，三山镇铁矿仅有铜山、孤山三处，共计矿量不过 70 万 t，而距江边则有 4 ~ 5km 之遥，故如用新法开采，建筑铁路，颇不合算。至论成因，则以赤铁矿与闪长岩密迩为邻，又因其常与石榴子石错综相杂，故颇近于接触变质一类，而与后述之铜官山铁矿相类似。三山镇小孤山之铁矿，本所分析结果如下：

硅 酸 ( % )	铁 ( % )	硫 ( % )	磷 ( % )
7 . 2	60 . 28	0 . 054	0 . 051

#### 四、铜陵铁矿

1. 铜官山铁矿 铜官山铁矿位于铜陵县东南 6km，在大通镇之东北 15km。至其地者，可自铜陵东南行，路较平坦，或取道大通，即系山道，徐潘或徐村有前泾铜公司所设之事务所，居此以考察各矿，最为便利。铁矿分布于铜官山之西北坡，自西南而东北，有狮子山、宝山、老山、小铜官山、老庙基山、松树山、长山头山、天鹅抱蛋山等各矿体（笔山虽有矿其量甚微），皆产于闪长岩与石英岩或石灰岩之接触带，去接触面不远，其为接触变质矿体者，均然易见，矿床内产物之组合，颇为简单，除磁铁矿（老山、笔山）赤铁矿及褐铁矿（老庙基、松树山等处）外，有黄铜矿，如笔山、老山所见，一部已变为孔雀石，率与石榴子石及石英相杂生。狮子山之矿，含石榴子石甚多，宝山、老山亦然，惟老庙基山、松树山、长山头山、天鹅抱蛋山等地，石榴子石完全不见，而石英甚多，如丁氏言。其所以如此者，盖以老庙基、松树山等矿，生于砂岩内，故石英多，而狮子山、宝山等矿，原成于燧石灰岩之中，其有极富之石榴子石，亦他处习见之事实也。不过此石灰岩几全变为石榴子石与铁矿及一部为闪长岩体所埋藏，其迹没灭不复可见，如小铜官山东头露出之燧石灰岩块，即闪长岩层下原有灰岩存在之明证也。

铜官山各矿非含杂质铜硫及氧化硅，即质地欠佳，据历来之分析结果，含铁不过 55%，较当涂、繁昌各矿殊有逊色也。兹将此次所采矿样，据本所化学试验室所得之分析结果，列表于下：

地 名	硅酸 ( % )	铁 ( % )	硫 ( % )	磷 ( % )	铜 ( % )
小铜官山北区	10 . 51	62 . 34	0 . 15	微量	
小铜官山南区	3 . 19	63 . 38	0 . 10	微量	
老庙基山	6 . 49	58 . 60	0 . 02	0 . 15	
松树山	11 . 30	55 . 00	0 . 06	0 . 03	
长山头	4 . 6	54 . 60	0 . 061	0 . 034	
宝 山	1 . 21	67 . 34	0 . 06	未定	0 . 04
老 山	未定	59 . 89	0 . 142	未定	1 . 69
老 山	14 . 76	55 . 86	0 . 43	未定	未定

铜官山铁矿历经中外人士勘查，而以丁格兰氏之调查为最详。丁氏谓铜官山矿与石榴子石及石英相杂而生，石榴子石常见于铁之外部，其中部则为纯矿，所言极合实际，但对于矿量之估计，据此次观察所得，似颇多讨论之处。丁氏所谓各头汪南部者，似专指老庙基矿体而言，今就其露头情形，详细测勘其体积，并非甚大，丁氏计其储量为 100 万 t，实嫌太多。而对于各头汪北部（即松树山）及阮山（即长山头及天鹅抱蛋）之矿，则反缺而不计，观松树山在 15000m<sup>2</sup> 之面积内，皆有铁矿之暴露，露头如此，焉得谓之无矿。长山头铁矿除其



顶部露头外（顶部高出地面 60m），在山之北坡上见有 15 ~ 27m 立井七、八处，井之旁又有旧日之熔滓，足证当日之熔炉，即熔炼此地之铁矿。此处除铁矿而外，并无他矿物，其所熔之矿，不取之于山顶，而采之以深井，实足为矿质愈下愈优之表示，此实不能谓该矿无开采之价值。又小铜官山矿露出者有二处，其露出面积，大致相等；在北者石榴子石甚多，纯矿仅见于中部，在南者纯矿实居其大部，而丁氏计算南部铁矿仅为 30 ~ 40 万 t，北部为 50 万 t，其数与实际之多少，适相反背。又老山及宝山铁矿与石榴子石相混杂，有同样之情形，丁氏估计，亦有同样之错误。不特此也，丁氏从地质构造及火成岩侵入状态上观察，推想铜官山重要铁体，皆产于水成岩及火成岩之接触面，成为颇近水平之薄层，因之矿床不能甚深，按丁氏估计矿量所取之深度，皆以 10m 计，殊非事实。按铜官山本为一背斜层，闪长岩即在其两翼沿水成之层面而侵入，而为侵入岩层，前已言之。若是则侵入岩汁所含之铁溶液，大抵较重，不易上升，必由岩汁下部，泄而外出，而沉淀于其底壁，成为不甚规则之铁层状。今观铜官山各矿，不产于火成岩与石灰岩（为最多生铁之围岩）之接触带，而多成于砂岩层之一边。即足为铁矿沉淀于底壁之一证，如此生成之矿层，大抵斜入甚深，而为颇有希望之铁体也。大概丁氏调查时，植物繁滋，浮土甚厚，铁矿及岩石之露头，不甚清楚，故其观察，颇多错误，以是而估计铁量，所得之总数，亦失之太少（丁氏谓铜官山仅有 250 万 t 以上之佳矿）。兹则观察较详，或不妨重新估计，以补丁氏前勘所未及，特就各矿露出之情形，及矿体之趋势，详细勘查估计，列之如下：

矿 山	长 (m)	宽平均 (m)	面积 (m <sup>2</sup> )	深 度 (m)	矿 量 (t)	纯 矿 (t)	废石及采去 之量 (t)	备 考
天鹅抱蛋山	220	40	8800	10	352000	352000		
长山头	240	70	6800	25	1680000	1000000	680000	采去一部分
松树山	250	60	15000	15	900000	700000	200000	劣矿较多
老庙基	200	45	9000	20	720000	720000		
小铜官山南矿体	180	52	9360	25	936000	624000	312, 000	石榴子石占 $\frac{1}{3}$
小铜官山北矿体	170	50	8500	26	884000	295000	589000	$\frac{1}{3}$ 为石榴子石
老 山	180	50	9000	25	900000	500000	400000	采去大半
宝 山	200	55	11000	25	1100000	700000	400000	石榴子石约占 $\frac{1}{3}$
总 计						4891000		狮子山及笔山铁矿 储量极微均缺乏

所有以上矿体之勘测，皆以铁矿成层状斜入地下为准，则表内所谓宽者，指本矿层露出之斜宽面，依法测算所得之矿层厚度而言；所谓深度者，即沿矿层斜入地下之一段距离是也。至上表所载深度之不同，又因各处铁矿露头情形，及可采深浅而有差异，虽如上所述，各矿皆下入颇深，其深浅实不一律计算，如长山头、小铜官山、老山、宝山等处铁矿，露头较富，约自地面以上 20 ~ 30m 之矿，皆可以经济的方法开采，故其深处皆以 25m 计；老庙基、松树山及天鹅抱蛋山山势低缓，铁矿出地面不过 10 ~ 20m，故其深度仅取 10 ~ 20m 为止也。

2. 南河冲、鸡冠山铁矿 南河冲、鸡冠山铁矿亦属铜陵县，位于铜官山之东约 9km，西北距铜陵县可 15km。地处山丛，交通不便，自矿至县城（临近大江）向北绕入铜陵平地，

地势较为平坦，若经铜官山则山脉连绵，途中须逾二岭（东有老窝岭高出地面 50m，西有仪凤岭高 82m），运输困难，异日铁矿开发，建筑铁道，去县城似以由矿北绕至铜陵平地为便。

南河冲一带地形，大致谷广河宽，山势平缓。鸡冠山（其最高处出地表 120m）即此平缓山之一，位于南河冲之北，其上部皆有铁矿之露出，此矿历来调查者，尚少提及，其矿床生于闪长岩与水成岩之接触带，其围岩西为石灰岩（属上二叠纪，已变为大理岩）及石英岩，倾斜向西，而东南尽为平地，岩石露头，悉为冲积层所掩盖，故矿体状态，不易究悉。矿石为赤铁矿，稍含褐铁矿、黄铁矿，与石英、石榴子石等相杂生，石榴子石见于西南部，余皆为石英与铁矿之混杂体，纯矿仅于山顶见有一、二处，大概劣矿居本矿之周围，中部为佳矿。

本矿仅露出于鸡冠山之顶部，其下部悉为红土（中含巨铁块）所盖覆，故矿体深入之程度，及其中部纯矿之体积，未经试探，不易究悉。兹就铁矿之可见者，约略估计，以 600m 为铁矿之长，10m 为其宽，假定山顶以下 25m 皆有矿，比重因矿

图 21 江西九江城门山铁矿图

质不佳，约为 3.5，惟其中尚有一部分之佳矿，暂仍以 4 计，则全区矿量为 420 万 t。但其中含铁 50% 以上之佳矿，就地面之观察，约占总量三分之一，故鸡冠山铁矿就现时论，其值得采取者，不过 150~160 万 t，如其向下深入变厚，储量自可增加也。

铁矿成分如下所示，此系优劣两矿平均之成分，若单就佳矿而论，铁分约在 50% 以上矣。

硅 酸 ( % )	铁 ( % )	硫 ( % )	磷 ( % )
16.60	48.20	0.068	0.048

五、九江城门山铁矿

城门山铁矿在江西省北部，九江之西约 23km，东南距南浔铁路沙河车站约 17km。铁矿成不连续之矿体，北至金鸡嘴，南达勺箕洼，延长达 1km（图 21）。矿石以赤铁矿为主，略含褐铁矿，在风化之部，则后者较多。二氧化硅常甚高，最劣之矿可达 49% 左右；铁分变迁在 30%~63% 之间，全矿储量据 1915 年翁文灏先生估计为 6288000t，1919 年王竹泉先生估计为 9239000t，王氏之数，似不免过大，故本书仍采用翁氏之结果。

丁格兰氏曾以本矿属接触变质矿，而以石英斑岩为矿床之母岩。但矿区境内石英斑岩之露头殊少，故丁氏曾以矿山之西冲积层下，有此项火成岩隐伏解说之。今观城门山之西为瑞昌境，据王竹泉君调查，亦未见有何巨大火成岩出露，故丁氏之假设，恐终不免成为理想。又细察与铁矿共生之矿物，如高岭石、绢云母等，皆属中温或低温之产物，故城门山铁矿，与南山、凤凰山诸铁矿相似而同为中温热液矿床也。

## 第五章 铁矿之成因及分类

### 一、铁矿之产状

如前章所述，扬子江下游各铁矿之产状，颇为不一，有成整齐之脉形者，有成复杂之网状细脉者（大凹山、小东山），有成不规则之块状者（如江西城门山），更有成细粒而散漫于围岩之全体者（如萝卜山）。大概矿量较巨，已经积极开采之诸矿，俱成近于整齐脉状，如南京凤凰山、当涂之南山、大凹山、繁昌之长龙山及铜陵等处铁矿是也。南山主要铁矿长达350m，平均厚40m，向东南倾斜，而有与围岩之火山岩系有同斜之状，苟如是，则其延入地下之深度，必甚可观，徒以测勘未精，故确实深浅，尚难臆测。大凹山除不规则之网状细脉及交代矿体外，余俱成脉形，但其形状远不如南山之整齐。其主要之矿脉走向约近东西而略偏北，中多支节分杂之处，而少连续，长达290m，平均宽约50m，因矿脉向西北倾斜甚急近于垂直，故向下之延展必甚深，而其确实深度亦以探勘未精未能定也（计算矿量时曾假定30~50m为矿脉之深度实属甚少）。长龙山矿脉之形状，最为整齐，已开采之部，长达375m，宽自20~30m，以上最狭处如小山头之第四层，亦有6m。矿脉之深度则因开采较久，所知较详，按大山头中段之矿脉，自山顶至现在开采之第四层止，已有百米之深度。四层以下，脉宽稍减，但仍延绵不断，故此部矿脉之深，至少尚有150m。至若小山头及大山头之东段，因山形低减，一部已被蚀去，所余或不多，但至少亦有100~130m之深度。铜官山铁矿因探勘未详，故深度极难臆测，而就地质构造上推想，亦决非10m或20m，矿质即有垂尽之虞，如丁格兰氏所臆想者。

如前所述，扬子江下游各矿之产状，以脉形为最重要，其巨者如长龙山之矿脉，已经证实深入至100m以下。昔丁格兰氏调查各矿，每假定矿床为一种水平层，位于火成岩及一理想而从未实见之水成岩顶之间，因此之故，丁氏每假定矿床仅有数米，以至数十米之深度，如大凹山矿体之平均深度，丁氏谓为自3~14m，大小东山为4~7m，而长龙山则谓为40m左右。今观于近年来开采之成绩，则丁氏之说，可不攻而自破矣，至于凤凰山及城门山之铁矿，因尚未开采，故其确实深度，尚难预料。

### 二、铁矿之组织

各铁矿之组织，亦颇不一，大致言之，可分为下列各种：

磁铁矿、赤铁矿与磷灰石、阳起石等之结合体，此类之中，又有细粒与粗粒之分，前者见于萝卜山，后者则大凹山北坡之细脉俱属之。大多数因质量俱劣，不值开采。

块状之赤铁矿如当涂之南山及大凹山等处之主脉，及江西城门山、南京凤凰山等矿俱属之，钟山之矿亦以赤铁矿为主，但中含硅分较高，有时且常夹紫页岩之碎片。若以南山大凹山之矿磨成光片，置显微镜下察之，则有时能见磁铁矿之遗迹，但今几已悉变为赤铁矿矣。本类铁矿，又因风化之故，一部变为褐铁矿，呈疏松之结构，其新鲜未变者，则多致密。

赤铁矿与镜铁矿之结合体，后者长成完好结晶，或成细脉，穿越于块状赤铁矿之间，当涂南乡小孤山之铁矿，为本类之代表。

全部为片状之镜铁矿与石灰岩交换而成，因石灰岩质性不均，或沿其脉理之间，含铁溶液易于渗入之故，因而发生选择交换而造成条纹状之组织，繁昌长龙山之铁矿属之。至于各铁矿在显微镜下之组织，详载于英文部中，兹不多赘。显微镜研究之重要结果，系证明当涂一带铁矿中，常有磁铁矿遗迹，为赤铁矿交换所残留，故二者先后之分，判然可见。至于镜铁矿为皖南铁矿中之较新组成者，亦可于显微镜下证明之。

### 三、共生矿物

此次在各矿区采集之矿物，为数甚多，大部分皆与铁矿有共生或成因之关系，各矿物之记载，详英文部中，兹就其成因及先后之关系，列为矿物种名表如下：

1. 由接触变质作用所成之矿物 石榴子石、钙铁辉石、磁铁矿、黄铁矿、黄铜矿、方解石。
2. 由高热溶液造成之矿物 磷灰石、阳起石、赤铁矿、磁铁矿
3. 由中深热液所成之矿物 绢云石、石英、石矾、高岭石、含铁质叶状蛇纹石、蛇纹石、赤铁矿。
4. 由浅深热液造成之矿物 冰长石、石英、玉髓、镜铁矿、赤铁矿。
5. 冷水溶液中造成之矿物 重晶石、次生磷灰石、赤铁矿、褐铁矿、铁土、方解石、孔雀石。

### 四、成因及分类

就此次实地调查及试验研究之结果，可知扬子江下游铁矿之成因，殊为复杂，虽矿质之来源，皆与闪长岩有密切之关系，而因成矿时代，不止一期，温度压力，溶液成分，更随时代而变迁，既成之矿，往往为后来者所交换侵润，因而遂造成此错综复杂种类繁多之矿床矣。要而论之，此次所调查之各铁矿，可分为下列数类：

1. 磁铁矿、磷灰石、阳起石共生矿床 在当涂大凹山、萝卜山、大东山、小东山、南山一带有磁铁矿（其中或稍夹赤铁矿）与阳起石（今已变成为叶状蛇纹石）、磷灰石等之密生矿床，造成大小不一之整齐矿脉，虽磁铁矿铁分甚高，而因中含杂质（磷分为最大之影响）过多，大部分难资开采。本类矿床与火成岩之关系最为密切，系由闪长岩残余岩浆中所分出之热液，侵填或交换闪长岩或火山岩而成。观于磷灰岩之特多，故知一部分之热液，温度甚高，其性质已与气液相仿佛。本类矿床，与瑞典之基罗那铁矿，最为近似，足资比较。

2. 接触变质矿床 此类铁矿产于闪长岩及灰岩或石英岩之接触带，系由闪长岩浆之余汁，上升浸润，交换变质而成。矿石有赤铁矿、磁铁矿、黄铜矿、黄铁矿等，附生矿物则以石榴子石为最重要，石英、方解石等次之。铁矿与石榴子石常成密切之结合，黄铜矿等氧化后则成美丽之孔雀石，铜陵县各铁矿及繁昌东北铜山孤山、甄山等处铁矿皆属之。繁昌之长龙山由变质作用造成之石榴子石带，殊为发育，但此中显无重要铁矿。桃冲东北大磕山一带，于石灰岩中亦有巨厚之石榴子石，稍含铁矿，而量亦不多。至若当涂各区，则石榴子石而无之，此虽与围岩化学之成分有重要关系（按当涂铁矿内不见石灰岩而在繁昌、铜陵则石灰岩甚多），但时期不同。温度压力之环境各异，似为最重要之原因也。本期紧接于闪长岩侵入以后，而为各铁矿中之最先造成者。

3. 深成热液矿床 繁昌长龙山之巨大铁脉，延长达 100m，深入地下达 100m 以上者，当属一种深成热液矿床，因其与火成岩（花岗岩）相距较远，矿脉完全产于水成岩中，故与

前述之接触变质矿床又有不同。其共生矿物有石榴子石、钙铁辉石等，皆高温矿物也。

4. 中深热液变质矿 本期为造成当涂北区、中区等主要矿脉及南京凤凰山、江西城门山各矿之时期，为第二期之上升溶液，自闪长岩残余岩浆中分泌而出，注入于闪长岩及火山岩层之裂隙，或先成之矿脉内，与之交换而成。此时之溶液，温度较低，沉淀之矿质，以赤铁矿为主，如遇新生裂隙，则充填而成为原生矿脉，其注入于已成之磁铁矿脉内者，则与之交换而发生显著之富集作用。本期之溶液，虽温度较低，而侵化围岩之力甚大，凡造成火山岩之种种蚀变现象，如发生绢云母、明矾石、高岭石等矿物，皆似为本期热液变质之结果。按绢云母为中深热液变质矿之标准矿物，故知本期矿床之物理环境，当亦与之相类。经本期溶液之作用，遂使大凹山、大小东山多数之磁铁矿脉，逐渐交换而富集，南山及大凹山之主脉，则似系本期独力之产物，因其中所杂磁铁矿较少故也。至于萝卜山则经过本期溶液之作用较弱，故矿质不富，凤凰山、城门山各矿，则纯系本期之产物，围岩蚀变现象，只有高岭石化、绢云母化等高温矿物，殊未见及。

5. 浅成热液变质矿 本类矿床系由第三期自闪长岩余浆中分泌而出之上升溶液，与围岩交换或充填于围岩之裂缝中而成，造成少量之片状镜铁矿，如小南山、徐山等处穿越于赤铁矿间之镜铁矿细脉是也。当涂南乡大小孤山之镜铁矿及钟山之赤铁矿以石英、玉髓等为主要之附生矿物者，似皆属于本类。繁昌长龙山矿脉孔穴中填生之云母铁矿及冰长石等，则因冰长石为浅成热液矿床之标准矿物，故似亦属于本类。

6. 冷水溶液沉积矿 南京凤凰山之石英脉及重晶石脉及当涂南乡观音山、小孤山等处之重晶石矿脉穿越铁矿，故知其生成时代，当较铁矿为后，而属于一种冷水沉积。叶良辅君在芜湖东神山采得之含铁质石英岩铁矿，充填于重石及石英之间，则重石之后，局部的又有铁质之沉积矣。

7. 风化作用 因风化之作用，遂造成褐铁矿、铁土及孔雀石等，在当涂、铜陵、繁昌三矿区，皆分布甚广。

## 第六章 矿 业

### 一、南京铁矿

牛首山及静龙山二处铁矿发现之时期，已不可考。大陆公司 1911 年曾挖掘明槽，从事探勘，后以质量贫微，故未正式开采。凤凰山铁矿早已发现，且曾一度开采，故浅井及露天采矿场之遗迹甚多。稍后几年，始有人注意及之。其后地质家及探矿工程师之前往探勘者，不知凡几，而其结论，往往过于乐观，以此曾引起日本银团之野心，颇思攫取矿权，以遂其欲，卒以苏省士绅之反对作罢。1920 年，苏省政府委请本所刘季辰、赵汝钧二先生主持探勘工程，并有安特生氏为指导，共掘浅槽二十，横巷凡三，于是凤凰山铁矿之真相遂明，然至今尚未开采。

### 二、铜官山铁矿

尝考皖南各铁矿中之发现最早，当推铜陵县之铜官山，在唐时业已开采，虽经野心家之逐鹿，投机者之营蝇，而仍居于荒废之列，无开发之望。反之若繁昌之长龙山、当涂之大凹山、南山等铁矿，其发现时期，远者不过逊请末季，近者则在民国初元，而在今日则已渐次开发，成为重要矿业，此其故果安在耶，岂矿床之发展，亦有幸与不幸耶。兹将各矿之沿革略史及矿业现状，缕述如后。

铜官山铁矿在唐、宋、明三朝，业经开采，唐置铜官场，宋置利国监，盖尔时铜铁并炼，故铜官山之名，即由于此。铜矿得自老山，铁矿则宝山、铜官山各头注阮山、笔山等处皆产之。其时铜矿业之中心，似在徐潘以南之大平原，而笔山西北以采取石灰岩供给熔剂之便利起见，亦为重要之冶炼场。旧日冶炼所存之滓现时到处尚得见之，足证当时冶炉之多，而冶业之盛也。自后因森林砍伐殆尽，木炭缺乏，冶业及随之而衰，历明、清诸代，无人顾问，直至 1902 年（光绪 28 年），英人凯约翰组织伦华理事公司，与安徽巡抚及商务总局拟议开办铜官山铜矿，嗣于 1904 年（光绪 30 年 4 月 22 日），由外务部改订合同 23 条。其大要如下：公司名为安裕公司，公举凯约翰为总董事，经理一切。安裕公司先后已纠集资本一万二千磅，此后视需要之多少，资本得随时酌加，不得超过七百万两，即英金 100 万磅之数。所招商股，华洋兼收。公司应设华总办一员，英总办一员，互相稽查帐目，凡与中国绅民交涉，归华总办管理，凡开矿工程银钱进出归英总办管理，其余一切人员，均应多用华人。凯约翰代表伦华公司应照交足资本实数之百分之一，完纳报效银两，倘此后资本增加，此报效银两亦应照加。自奏准签字之日起，限 12 个月为开办限期，如逾限不开，即将合同作废。报效银两亦不得索还。公司遵照 1902 年（光绪 28 年）颁布之矿务新章，完纳矿产落地税，照该矿章煤矿等类，系值百抽五，此外出口销售洋关等税，仍应一律交纳，如将来改订新章，落地税有增减之处，该公司亦应照办。尚须筑造铁路，以便转运，应准造至最近水口为止，所造之路，不准载客运货。公司所获净利，除去股利一成外，再以二成五报效中国政府，并每年酌取该处学校，积谷等义举，以效睦谊。开办期效以 60 年为限，限满之后，即将所有矿厂房屋、基地、机器、料件全行报效中国，交商务总局管理。限满后如双方愿意，亦得展限至 25 年之久。

上列合同中之安裕公司，分子复杂，日本三井物产公司亦为股东之一，惟凯约翰实有总理一切之权，正式合同，既已订立，于是掘井筑路，建屋购机，颇有积极进行之象，但有系统之探勘工程，迄未着手，以致对于铜官山铁矿之矿质矿量，始终未明。越二年，已超过合同上所载明开办之限期，而公司仍未能正式开工，且公司职员，时有虐待本地居民之行为，以致交涉时生，甚至中国人民，因而被害，因此种种，皖省人民遂纷电中央，请将合同作废，同时有李经畬、方履中等设立全省矿务总局，仿照湖南办法，广招资本，自行开办，但凯约翰不承认逾限之说，并令矿师麦奎强占矿山，叠由外务部与英使交涉，而英使复称英商不能停办，若中国购回，须费 40 万磅。宣统元年凯约翰到京，由外务部派员交涉，时外交当局有提出中外合资之办法者，谓组织中英公司，额定资本为 70 万磅，中英各半。然此计划大为皖省人民所反对，故随即废弃，凯约翰乃要求以 26.9 万磅为取消该矿租借权之赔偿费，外务部则谓该公司之矿业权，早经作废，但为顾全邦交起见，愿出资 5 万磅，为收买矿上一切建置之费。凯约翰以为数相去过巨，不允而去，至同年十月，英使又向外交部催结此案，几经交涉，始增给 2000 磅，遂于 12 月 26 日议定，以 5.2 万磅为取消合同之代价，该款当即由皖省库垫付，合华银 45 万两。自此铜官山铁矿，遂复归我国由安徽矿务总局经营，其矿区东至华山，西至分乡岭，南至独山冲，北至白村，约计 30km<sup>2</sup>。宣统三年三月，矿务总局方履中复设立泾铜公司，拟以泾县之煤，炼铜官山之铁，额定股本 220 万元，以 100 万元采煤，120 万采铁，每股 10 元，年利八厘，曾经农工商部给照注册，但此项资本，是否收足，实为疑问。迨民国成立，皖省财政困难，皖督孙毓筠乃采用矿务总局长龚以钰之议，拟与日人合办铜官山矿务公司，额定资本为日金 300 万元，中日各半，中国应交之数，即以铜官山矿产及工程房屋机器等作价，日金 120 万元，另招股本日金 30 万元，以足其数。合

同定后，即向公司借日金 150 万元，作为安徽行政要需，此项借款，即以铜官山之采掘作抵云云。此 1911 年（民国元年）三月事也，但因皖人反对甚力，孙督电京实业部请示，亦主张取销，此议遂未成立。至 1911 年 6 月，柏文蔚督皖，遂与三井详行另立合同，借款 20 万元，作为订购矿砂之预约金，于 6 月 2 日双方签订合同，五月由三井代表森格交款，此案遂告成立，旋由工商部电索合同，咨送借案，其合同要点如下：立合同二年内将铜官山矿开采，每年销出吨数，临时订定，其价值按照大冶铁矿计算。在未将矿砂价值 20 万元付清以前，铜官山铁矿不得另售他国商人。在二年内不能将铜官山铁矿开办，则应另以现款筹定。

皖省自与三井详行订立售砂合同后，即拟设法开办，但是时泾铜公司经理方履中，以开采泾县煤矿，损失甚钜，无暇兼顾，皖督柏文蔚即欲取消其矿权，另招程源铨承办，嗣经中央电阻，并派员将铜官山不开工之理由，调查属实。同时泾铜公司以二年之期限已届，乃电请中央设法筹还日款，取消合同，遂由农商部具呈始末，奉令与财政部磋商筹拨，以免交涉。而财政部则谓当由该省自筹，几经磋商，遂议定于皖省垫付皖路公款目项下，款息合计约 23 万两，先由交通部拨还 5 万元，其余再陆续由交通部筹拨，1914 年（民国三年）七月间事也。自经此番交涉之后，泾铜公司以股未集，迄难开工，铜官山又复寂然无闻，渐为国人所忘。今日游其地者，仅见败屋数间，与荒芜之马路而已，具皆凯约翰经营之遗迹也，矿石无知，依然矗立如昔，不谓藉此以蝇营利用者，盖已极人事变幻之至矣！

### 三、裕繁公司

桃冲铁矿在昔曾否开采，既无记载可据，亦无事实足资参证，至前清宣统三年，有一汉冶萍公司之工人张某发现大碭山铁矿，持以示泾铜公司社员陈梅庭君，遂同往勘查。嗣又由该工人发现金石墩、长龙山等处之铁矿，较大碭山为丰富，遂舍彼而就此，由陈梅庭约集粤人霍守华等，集资 10 万元，开办裕繁铁矿公司，至 1913 年 7 月，稟奉皖都督府发给勘矿执照，继于 1914 年 7 月，添集股本，划定矿区，面积 570 亩零 1 分，换领采矿执照在案。嗣以北一区古竹岭、马家冲及西一区张家山、桂阳冲等处约计面积 900 亩，皆产铁矿，遂稟请增区，以尽地利。其时铁矿定归国家专营，而又因该公司当成立之始，即私与日本订立售砂合同，得日方经济上之资助，显与矿法不符，遂不准其请。同时日方又转移其合同于中日实业公司，藉中日之名，以免周折，但仍为中政府所不允许，于是日方乃用外交手段，由日本领事馆出面交涉，结果于 1916 年 3 月，我政府始完全允准裕繁公司以开采桃冲铁矿之权。兹将裕繁公司与中日实业公司代表森格所订合同要点，抄录如下：裕繁公司以桃冲矿石出售于中日实业公司，每日交矿不得超过一千吨，自签订合同之日起，以 40 年为限，在此期间内，裕繁不得将矿石供给他人，但双方得随时协议增加矿石吨数。裕繁公司得自行筑造每日 250t 以内之制铁炉。如不到 40 年之期限，而矿量已尽时，裕繁公司不另补交矿石，设遇兵乱及其他事变，致阻碍工程时，则应俟平复后，赓续补交。矿石含铁不得少于 50%，倘有不足，则每少 1%，扣去上海规元银一钱。矿石价值除采运及出口税各费由交货时议定外，每吨加净利上海规元银一两，并公司办事业及间接费等每吨不得过洋一元。合同成立之日，中日实业公司先交定款英洋 20 万元，照周年六厘行息。关于筑造采运矿石铁路、码头及开采矿石各机件所需经费，由中日实业公司供给，惟该款应由裕繁按年摊还，仍以六厘行息。上述合同业经农商部于 1916 年 2 月 17 日，准予备案。

裕繁公司自经中央政府核准，并在日本经济辅翼之下，遂积极进行，自荻港至矿山，筑 8km 长之铁道一，自矿山中段至铁道起点，则筑一主要斜道，自中段至山顶则分为十层开



采，每层各铺设铁轨，与主要斜道相衔接。所需材料如钢轨、枕木、机器等，皆购自日本之旧铁路公司，计自 1914 年开办，三年增加矿区，七年起即正式产矿，至 1938 年止，共产矿石 350 余万吨，悉数运销日本。现在矿上设备，甚为周密，荻港设有机器厂及电灯厂，桃冲矿厂则有办事处、电灯厂、中西医院、学校、工人宿舍等，俱备新式建筑，规模宏大。并有运矿机车 5 架，每次能运矿 60t。车皮 36 辆，每辆容矿 10t。运矿小铁车 600 余辆，每车容矿 1t 上下，自桃冲矿山至荻港间，中有一段，坡度颇大，火车疾驰其上，常使机车发生损害，现闻正拟修理。昔日以矿脉宽大，每日产额达 100t 上下，近年以来，矿脉渐深渐狭，且因昔日仅知挖开矿石，对于废石之处理，颇少注意，故开采愈深，上部盖覆之废石愈厚，压力既大，倾陷堪虞，为工程安全计，现有多数工人专力于废石之开掘，因之产额日少，而成本较高。最近产额日约 700t，公司为采取深部之矿石，并为探矿起见，自第四层向南开凿一南北向之坑道。此道自 1924 年起至 1928 年，开长共 200 余米，现已与矿脉相遇，不谄等诸虚设，如为探矿计，应自小山头之第三层或第二层向大山头开筑东西向之坑道，俾将东西矿场，联成一起（按实际上现已开通）。如为采矿计，亦应自第一层起开挖坑道，再自北向上开采，如是矿石得自然下坠，而依坑道为主要运输之路，亦不失为一良策也。公司又于五段南设置一手摇钻石探矿机，以探勘深部矿床之是否延长，但其位置适在矿脉之上壁大理岩中，且因矿脉近于直立，钻眼几有与之相平行之势，故虽钻深 10 余米，尚未见矿也。兹将历年产额，表列如下（参照第三次矿业纪要）：

1918 年	24364t	1919 年	90270t	1920 年	61810t
1921 年	160760t	1922 年	267470t	1923 年	301650t
1924 年	348755t	1925 年	309730t	1926 年	204080t
1927 年	167450t	1928 年	112390t	1929 年	218817t
1930 年	197876t	1931 年	265000t	1932 年	101333t

四、当涂铁矿

当涂铁矿，昔时曾否开采，已不可考。1912 年有采石人张某，在平岷岗发现矿石，当时误认为铜矿，即呈报安徽省实业科，经派人调查之结果，始知为铁矿，乃由当涂知事谢凤冈联合张邴如等办理宝兴铁矿公司。至 1913—1914 年时，又相继发现凹山、南山、东山及萝卜山等铁矿。

1. 宝兴公司 宝兴公司为当涂铁矿中之首创者，于 1917 年即着手开采平岷岗（戚山）铁矿。自矿山至毛家桥筑一轻便铁道，长约 2km。自该处至扬子江边之采石矶约 6km，有小河，在 6 月至 11 月水涨之时，可用小舟运矿，每舟装矿 20 ~ 30t，每吨运费 2 角。该矿自 1918 年 5 月开始产矿，至 1920 年末采尽，其产矿石 22 万 t，当时因值欧战方酣，铁价暴涨，且矿石成分甚高，故公司获利甚巨，所产矿石，大部运销日本，一小部则销售上海之和兴钢铁厂及汉口扬子机器公司等。兹将自 1917 年至 1920 年宝兴与各方面订立之售砂合同要点，列表如下：

公 司	售砂合同	售砂数目	合 同 要 点
和兴公司	1917 年 8 月准予备案	和兴每日需矿 120t，宝兴允如数供给，以 26 年为限	每吨 3.6 元，运采石矶江边交货，矿产税及铁捐由宝兴完纳，出口税由和兴完纳，合同订立之日先付定银一万两



续表

公 司	售砂合同	售砂数目	合 同 要 点
高昌公司（日商）	1917 年 9 月核准	总数 5 万 t	每吨 4.5 元，采石矾交货税，则同上，矿价两清不收定银
高昌公司	1918 年 8 月核准	总数 2 万 t	
高昌公司	1918 年 10 月核准	3.2 万 t	每吨日金 15 ~ 15.75 元，余同上
铃木洋行	1918 年 10 月核准	3.2 万 t	每吨日金 15.75 元
汉口扬子机器公司	1919 年 11 月核准	3.6 万 t	

当平岷岗采尽之日，亦正铁价大跌之时，公司遂暂停营业，以免亏累。至 1921 年，乃改计开采凹山铁矿，时益华公司已自江边马鞍山之神龙开至潘家村，筑有铁路。至 1922 年宝兴乃与益华合资筑造自潘家村至萝卜山之干线。至 1934 年，宝兴又独自筑造自黄天坳至大凹山及自查村至东山之支路。铁道既成，运输益便，向之恃采石矾为出口者，今则移至马鞍山为交货上轮之地。1924 年开采大凹山铁矿，因含磷分太高，乃同时开采东山铁矿，互相掺合，以资调剂。1927 年战事影响停工，1928 年夏继续开工，计自 1924 年开采迄今，共产矿石约 60 万 t，全部运销日本，最近产额年达 10 万 t 以上。自矿山至马鞍山江边计程 18km，每日可运矿 500t 以上，每吨运费约 1 元至 1 元 2 角。全矿工人现有 300 名左右，每人每日工资 5 角至 1 元不等，每吨成本约在 3 ~ 4 元之间，税捐等每吨 1.1 元。1931 年间又与日人订立售砂合同，额为 20 万 t，每吨价日金 4.5 元，成分为含铁 60%，每增减一分，价格则增减一角。磷硅水分等俱有相当限度，过多则于价格内照扣，甚至矿石大小，亦须一定，过大与不及，亦须照扣。矿上现堆有数万吨矿石，皆以含磷过多，日人不收，故无法销售，因此种种挟制，故公司亏累甚巨，前以银价日跌，每吨日金 4.5 元，约合华币 7 ~ 8 元而成本至多不过 5 元，照此计算，尚可获利，若银价高涨，则砂价又将有低落之虞矣。矿上设备除运矿干线及山上之轻便铁路外，余甚简陋。公司资本最初为 6 万两，近已增至 45 万元。现经理为章述均、矿师为文君，兹将历年产额列后：

年 别	东山 (t)	凹山 (t)	总计 (t)
1924 年		65178.5	65178.5
1925 年	14071.5	25738.5	39810
1926 年	45117	14598	59715
1927 年	38286	9391.5	47677.5
1928 年	31203	31230	62433
1929 年	62365.5	87241.5	149607
1930 年	31612.5	93370.5	124983
1931 年			135000
1932 年			33710
共 计			718114

2. 福利民公司 本为福民、利民两公司，合并后改称福利民公司，额定资本国币 100 万元，纯粹商办，总公司设在上海南京路民裕里 129 号。公司于民国初年时，即已成立，其

后即行探勘工作，曾与开滦矿务局联合探矿，请铁矿专家丁格兰氏主其事。1929 年，乃加入投资于益华、宝兴二公司合办之铁路事业，即以已成之码头、路轨等作价 57 万元，福利出资三分之一，即约 19 万元，作为购买机车之用，即能享用自马鞍山码头起至黄天坳间铁路运输之权。于同年，公司又独资建筑自黄天坳至南山间之支路，经此联络，运输遂大为便利矣。正式采矿于 1930 年 10 月，在南山南坡分东中西三区，每区分段用露天法开采，东区矿脉厚约 100m，中区厚 20m，西区则厚达 30m，倾向东南，自 45°~ 70°不等。全矿工人约 300 人，以吨数计给工资，采矿成本每吨 3.6 元，股息未计，税捐每吨约一元，用铁路运至马鞍山江口，每吨约需一元，现日运约 250 ~ 350t 之谱，自开采迄今，共产矿石约 20 万 t。公司于 1918 年曾与日商小柴商会代表小柴英侍订立售砂合同，但迄未实行，但所产矿砂，亦惟日本为唯一之销路。矿上设备除铁路外，俱甚简陋，惟南山矿质甚佳，矿量亦丰，益以前数年日金价高，故颇能获利，该公司之经济现况，较其他公司为优越也。

兹将历年产额列后：

1930 年	80000t	1931 年	50000t
1932 年	68000t	1933 年	110000t

3. 益华公司 1920 年倪嗣冲父子集合商股创办益华铁矿公司，开采龙家山铁矿，自江边马鞍山至矿地筑一轻便铁路，以利运输。嗣以龙家山铁苗不旺，共产矿 3000t，即停止进行，另开黄梅山及萝卜山铁矿。黄梅山已出矿 7 ~ 8 万 t，由三里许长之轻便铁路运至毛家桥，再由小河运至采石矶江口。萝卜山铁矿产出 3 万余吨，山铁道直接运至马鞍山，此路自马鞍山至潘家村之一段，系开采龙家山铁矿时所筑，自潘家村至萝卜山则于 1923 年与宝兴公司合办，以上所产矿石俱运销日本。

1929 年政府没收倪氏财产，益华公司遂由农矿部派员接收，组织益华铁矿保管处，内分总务、请查、工程三课办事。1930 年部分退还真正商股 20 万，组织董事会，改为官商合办，官股 30 万，商股 20 万元，最近矿场情形不详。益华公司除经营铁矿外，尚创办龙家山、南山、大黄山等处森林，各山树木合计约有三四百万株云。

五、城门山铁矿

九江城门山铁矿，前汉冶萍公司，曾采购其矿山之一部，由大窑坡山脚起至铁门坎西边均属之。又金龟嘴向北一段亦山汉阳铁厂购买。嗣由汉冶萍公司当事人盛杏荪氏转给南洋筹备义赈广仁公堂，计共 498.5 亩。1914 年李烈钧为江西督军时以江西实业公司名义购买仰天罗北段、金龟嘴南段、曹家大凹、天井窝等地共计 500 亩。惟实业公司所购地区内矿床不丰，前述两区皆未呈部注册立案，现乃未开采。该区矿床虽非甚丰而交通便利，亦不失为长江重要铁矿也。

附录一 安徽庐江矾石矿与长江下游铁矿之关系

一、地形及交通

庐江矾石（Alumstone）矿在县城东南 20 余千米，西南距安庆约 75km。含明矾石

(Alunite) 之岩层分布甚广，纵横约各 2.5km 许，然蕴含颇富而能开采以炼明矾者，仅数薄层而已。大小矾山街二镇，即位于矾石矿之旁，开矿工人及炼矾窑户皆居于是焉。

所产之明矾，多先由小工挑至大矾山北 7.5km 之缺口，而后由帆船载至县城或芜湖，运销各地。亦有经陆路运输 18km 至罗昌河，再分销附近市场者。

大致言之，本区地形，为一壮年期之山地，谷广坡缓，山顶平圆，交通尚便。但在毕家老之东，则曾见此壮年山形，复为一少年期峡谷所割切，而此种下蚀作用，至今犹在进行之中。山顶高度，多在 200m 以上，最高者为钟子山，高出附近平原凡 350 余米。

## 二、地层系统及构造

本区地层，极为简单，自下而上，计有下列三层。

### 甲、钟子山层

在矿区之东南，石英岩之露头甚多，故山形较峻，山顶亦较高，多在 300m 以上。此种岩石，色白质坚，可与当涂采石层之上部或南京紫霞洞石英岩层相比拟，因其岩性既似，而又皆不整合于白垩纪火山岩系之下也。地层大致向北缓倾，与宁芜向斜层之南翼遥遥相接，则采石层之上部，固可向西延长而至于此处。若然，其生成时代，当亦为上侏罗纪。然距离南京既有 200 余千米。而又乏化石证据，若全凭岩性之比较而赐以同名，究属不妥，故另立一新名焉。

### 乙、火山岩系

火山岩系不整合于石英岩之上，大致均向西倾，在调查区域内分布最广。岩石种类甚多，计有安山岩、安山凝灰岩、粗面岩、粗面凝灰岩、火山角砾岩及凝灰砂岩等，亦偶有近似流纹岩者，惟以所受热液变质过甚，致未能准确鉴定。全系厚度约 1550m，下部以安山岩类为主，厚约 300m，上部以凝灰岩、粗面凝灰岩及粗面岩为主，局部矾化现象，并含有矾石数层，厚 1250m。其喷发程序，大致自基性岩流而变为酸性岩流，此与我国东南沿海各地火山岩系之岩层层序相合，故其时代当亦为白垩纪，而与浙江之建德系及赣浙交界之武夷系相当。矾石层附近之火山岩，受热液变化甚深，当于第五节中详论之。在轿子顶，一部岩石受溶液之铁化作用影响，已变为劣质铁矿。

### 丙、冲积层

山地之边际及山谷间，为冲积层，其成分以黄色砂土为主，亦偶有砾石层。

### 丁、构造

地层构造，极为简单，仅有平缓褶曲，断层则尚未之见。石英岩层大致构成一背斜层，其褶轴在天光山之南，约作东东北—西西南方向，倾斜角则在 30° 以上。火山岩系向西或西南 70° 倾斜，倾角自 10°~60° 不等，但以 15°~30° 较为普通，如以全区为单位，则居于一大向斜层之南翼，而与宁芜向斜层遥相连接。今将此简单之地动史列表如后：

1. 侏罗纪后白垩纪前之褶曲运动——其轴向为东东北西西南。
2. 白垩纪后（或为第四纪以前）之褶曲或挠曲运动——其轴向近于南北。

## 三、侵入岩

侵入岩共有三种，即显微花岗岩、斑状正长岩及闪长斑岩，前二者外表呈肉红色，后者则多作紫黑及棕蓝色。从野外观察及理论上之推想，当知此三种岩石，乃自同一岩浆分化而成。董家岭、鱼山间之花岗岩体，实为侵入岩之中心，其中部为显微花岗岩，边际已变为正长岩，并略呈斑状。露出于查屯凹者，亦为斑状正长岩，盖离此中心已有相当距离之故，至闪长斑岩，其露头愈远，成分更趋基性，斑状组织亦愈明显。故矿物组织及岩石成分之随距

离岩浆中心点之远近而逐渐变化，至为显著，而分化现象，亦得以证明非讹。

距矾石层不远之处，侵入岩往往呈热液蚀变之遗迹，此与明矾石之成因有关，容当后论。

#### 四、矾石矿

业已开采之矾石，共有六层。今自东而西，依次略述于后：

1. 第一层位于东山之东坡，乃一矾化甚深之凝灰岩，向西西南作  $40^\circ$  之倾斜，厚 4m，长 320m。

2. 第二层位于东山之顶及其西坡，亦向西倾，乃一矾化之凝灰砂岩，厚 2m，长 150m。

3. 第三层露出于大矾街山之西坡，包括有矾化之细凝灰岩、粗面凝灰岩、粗面岩及火山角砾岩等，为本区内含明矾石最丰之层，大致向西南  $80^\circ$  倾斜，倾角自  $40^\circ \sim 80^\circ$  不等。自南向北延长凡 700 余米，全层共厚 45m，佳矿则厚 8 ~ 10m。

4. 第四层自轿子顶向北延长，约 500 余米，乃矾化之凝灰岩及粗面凝灰岩，向西南  $80^\circ$  作  $30^\circ$  之倾斜，共厚 8 ~ 10m。

5. 第五层见于花山附近，乃一矾化粗面岩，向西南倾斜，倾角约  $35^\circ$ ，长 300m，平均厚度为 1.5m。

6. 第六层露出于小矾山街附近，乃由二大层矾化凝灰岩及粗面凝灰岩合并而成，向西西南缓倾，长 1200m，共厚 30 ~ 60m，佳矿则厚 5 ~ 6m。

上述诸矿层，皆为矾化甚深之火山岩，其厚度并不一律，有时可加厚而成袋状，二端则往往逐渐变薄，而趋尖灭，然大概均成层状，与普通火山岩相平行，且向下延长尚深。

至于矾石之外表，因矾化程度之互有深浅，及未矾化时岩石性质之各异，不易归纳得一普遍之叙述。惟成分最高者，则作灰白色，质致密，断面呈介壳状环纹，与华北震旦纪之灰白色硅质灰岩相似。成分较低者，虽亦作灰白色，然常受紫色渲染，无介壳状断口，岩性之矾化甚多。

在显微镜下研究，则知组成矾石之矿物，除以明矾石为主外，尚含有多量之石英及其他次要矿物。至明矾石以微晶体为多，其外形共有七种：细长晶体；细针状；小碎块状；短柱状片；块状；长棱形；小鳞片状。除小鳞状者以外，其他各种之光学性质，皆尚能研究。

据计算结果，成分较高之矿石，尚含有纯粹之明矾石 3466780t，若成分较低者亦计算在内，则可得 12866940t。

#### 五、矾石矿之成因及其与长江下游铁矿之关系

侵入岩及火山岩内，多含有次生之石英、明矾石、高岭石、绢云母及赤铁矿，足证其曾受五种变换作用（alteration），即硅化、矾化、高岭化、绢云母化及铁化作用是也。其中尤以硅化及矾化作用最为重要，盖石英之微晶状结集体，在任一标本之薄片内皆能见及，而明矾石结晶体，亦为常见之矿物；据分析之结果，岩石内含石英之最高成分，达 89.74%，而亦有含明矾石多至 53.29% 者。高岭石、绢云母及赤铁矿，虽亦为常见之矿物，然其量不丰。庐家凹及小矾山间凝灰岩之所以变化特甚者，或以其组织粗松，故易为热液所渗透。

上述五种矿物结晶先后之次序，在显微镜下能粗略鉴定，石英与明矾石生成最早，二者多同时结晶，时或前者成形稍先；其后即为绢云母及高岭石；生成最晚者则赤铁矿。至矾化作用，又分二期：火山岩之普遍矾化及矾石层之生成，皆属第一期；第二期则较不重要，乃明矾石及附生之赤铁矿与石英，常成细线状充填于业已矾化之岩石内，其造成之时期，或晚

于高岭石。观乎各种矿物产状之迥近，关系之密切，其结晶先后之时间，必相距甚近，且在相似情况下，由同类变换作用所造成。

今先将明矾石之成因讨论之，其结果，于其他各种矿物生成之情形，当有所启示，按明矾石乃一次生矿物，由含有硫酸之溶液，或水素与富于钾铝之岩石或矿物互相交换变化而成。溶液之温度甚低，或亦含有钾铝之成分，多沿裂缝或易于侵入之处上升。经显微镜之研究，庐江矾石乃由凝灰岩及粗面凝灰岩等变化而成。然则促成此种变换作用之硫酸溶液或水素，果来自何处耶？

关于硫酸之来源，综合各专门学者之意见，共有下列三说：

第一说乃黄铁矿或其他硫化物可氧化而成硫酸，含于潜水之内，自上下降，与钾铝岩石或铁矿物变换成为明矾石。在小矾山东北沟中，曾见一黑色火成岩体捕虏体 (Xenolith)，虽亦含有黄铁矿小粒甚多，而此种岩石之露头，迄未发现。又在显微花岗岩内，亦偶含黄铁矿，然数量过少；在其他各种岩石内，则从未见及，可知此说，不能适用于本区。

第二说，当火山岩生成时，火山口当有二氧化硫喷出，可氧化成硫酸，而与方在凝固之火山岩，互起变化。若然，火山岩所含之明矾石，更当普遍，而仅有火山岩内之钾铝矿物，呈矾化作用，生成较后之侵入岩内，则不应有明矾石之踪迹；且火山岩内，亦应有黄铁矿或其他硫化物之遗迹，以示其生成时颇富硫质，然事实上之证明，适得其反。是故此说亦难以适用。

第三说乃侵入岩浆内常含有二氧化硫，当其随同热液上升时，亦可逐渐氧化而为硫酸。今在讨论之区域内，侵入及喷出岩并受矾化作用之影响，矾化层皆与侵入岩相接近，且在侵入体之中心尚含有黄铁矿。凡此事实，皆足表示侵入岩浆可为硫酸之来源，而热液上升，则较其侵入时期稍晚，叶良辅先生等研究浙江平阳矾石矿时，曾得相似之结论。谢家荣先生及笔者，前在当涂北乡秦家岗距闪长岩不远之火山岩内，亦见有多量之矾石，据谢先生研究之结果，其成因亦与酸性侵入岩有关。可见我国东南各省明矾石之生成，皆与酸性侵入岩有关，不独庐江一地为然。

上升之热液内，是否含有钾铝诸质，尚不能肯定断言。惟据显微镜下之研究，在同一标本内，有一部分长石斑晶，殆已完全为明矾石所代换，而亦有大部变为绢云母及高岭土，并不包含明矾石者；前者当为正长石，钾铝之成分俱富，易与硫酸变换成为明矾石；后者或为斜长石，虽有铝质，而缺乏钾化物，故未矾化，是以热液内所含之钾铝二质，恐不甚多。

调查区域内之侵入岩，多呈斑状，属半深成岩，当其生成时，温度既较高，压力亦尚大。矾石产地较侵入岩为浅，其造成时之温度压力，应更低小，但无从准确决定之。

已经矾化之火山岩，其本来之内部构造及组织，尚大部保存。长石斑晶虽多为石英、明矾石及绢云母等所代换，其晶形仍完整不破；可知矾化作用进行时，岩石之内部，殊为稳定，并未发生重大变化。

考石英、绢云母、高岭石及赤铁矿等四种矿物，虽在多种不同之情况下，皆能产生，然在本区内，则因与明矾石产状相似，关系密切，其成因当亦相同；理由已见前段，兹不多赘。

总之，本区内岩石所呈之变蚀作用，完全来自酸性侵入岩浆之上升热液所造成，据侵入岩性及其造成之矿物（如高岭土、绢云母等），则此种液实具有中深及浅深之性质。明矾石生成，为其重大之功绩，然后产之赤铁矿过少，故无开采之价值。在上述之南京、当涂、九江三区，热液作用之情形，正复相似，惟彼处之矾化作用较不重要，或竟未存在，而铁矿

之造成，则为惟一重大建设工作。由是可知庐江矾石矿之成因，与长江下游诸铁矿有密切之关系，同属中生代以后之产品，即以明矾石为造成铁矿时副产品之一，亦无不可。

## 附录二 中国铁矿之分类

中国铁矿，虽历经李希霍芬、李特、井上禧之助、宿克莱诸氏调查研究，著为报告，但有系统之精详巨著，当自丁格兰之中国铁矿志始。该书为北平地质调查所专报之一，于1923年出版，于叙述国内各重要铁矿床之外，亦曾提出中国铁矿之分类，载于首卷之第一章中。近年来国内地质调查事业，殊为发达，新设立之调查研究机关，如南京之地质研究所、湖南地质调查所及两广地质调查所等，皆于铁矿地质有相当贡献：以此项材料作根据，并参以个人之经验，笔者乃得提出一较为完备的中国铁矿分类于后，以供学者采择与研究焉。

### 一、分类总说

此次所提出之中国铁矿分类法，系参照最新矿床学理，以成因为主，以含矿层之种类时代及沉积方法等为副，共分为五大类十七式，每式以一地名名之，如山西式、宣龙式等等是也。兹将全部分类表列如后：

甲	酸性或中性火成岩有关系之铁矿床，亦可称为岩浆矿床	(1) 伟晶花岗岩或花岗岩中之镜铁矿—绥远式 (2) 磁铁矿磷灰石及阳起石共生矿床—大凹山式 (3) 接触变质矿床—铜官山式 (4) 深成热液变质矿床—长龙山式 (5) 中深或浅成热液变质矿床—南山式
乙	水成矿床即自水中直接沉积而成者	(6) 层形赤铁矿及褐铁矿呈鲕状或肾状构造产于震旦纪地层中—宣龙式 (7) 鲕状赤铁矿产于上泥盆纪之海相地层中—宁乡式 (8) 黄铁矿及赤铁矿之结核或晶片层产于下石炭纪之煤系中—测水式 (9) 泥铁矿即碳酸铁成结核状或晶片层产于侏罗纪煤系中—威远式 (10) 第三纪或第四纪 (?) 之湖沼铁矿—茂名式
丙	风化残余矿床及在石灰岩或其他岩层穴隙中经冷水沉积之充填或交换矿床	(11) 赤铁矿及褐铁矿成结核状、袋状或其他不连续之晶片层，产于奥陶纪石灰岩之侵蚀面或其上覆煤系之底部—山西式 (12) 残余锰铁矿产于志留纪与泥盆纪间之不整合层—钦县式 (13) 其他风化残余矿床产于不同地层之中 (14) 硫化矿脉之铁帽—易门式
丁	砂铁矿床	(15) 磁铁矿砂由古代结晶岩系蚀变而成—福建式
戊	变质铁矿床	(16) 磁铁矿片岩之由原生水成铁矿变质而成者—辽宁式 (17) 磁铁矿片岩之成因不明者

从上述分类表可见，与丁格兰氏之分类法，颇多不同之点矣。而其主要相异之处，有下列各项：

本段文字由谢家荣署名。

1. 丁格兰氏分类表中之所谓“太古界铁矿”，实属错误，因此项含铁地层之时代，据最近研究，已证明为五台系或旧元古系，而显然较太古纪为新也。

2. 此次分类对于与火成岩有成因关系之各铁矿，悉依其矿物之组织，地位之深浅，而详为分别，不若丁格兰氏，笼统合并于一种“接触变质矿”有意义不清之弊。

3. 在水成铁矿之一类中，只包含直接在水中沉积之各矿床，至若风化残余矿床，如山西式铁矿者，则另列一类。丁格兰氏于此点未加详察，致将二者合为一类。

又如丁格兰氏之所谓萍乡铁矿，依据丁文江氏之调查，而独立为一类，名曰变质交代矿床，亦属大误；盖据最近研究，此种鲕状铁矿，俱系在水中直接沉积而成，虽初生之时，铁质或成碳酸盐或硅酸盐（绿泥石一类之含铁矿物），但不久即氧化而成为赤铁矿，故并无交代或变质之遗迹存乎其间也。

4. 将风化残余矿床，另列一类，已如前述，但属此类之铁矿，在国内尚不止限于山西式一种，如钦县式之锰铁矿，亦属重要矿床之一也。

## 二、各矿略论

兹为篇幅所限，仅能将前述各类矿床，撮述大概如下：

甲、与火成岩有成因关系之铁矿 此类式样繁多，成因复杂，而要皆与一种酸性或中性之火成岩有成因上之关系。本类又可分为五种，其中如绥远式，分布于绥远之固阳、包头及福建之龙岩等处，系一种镜铁矿，含于伟晶花岗岩或花岗岩中，由于高温下岩浆侵入作用所成；但真正之胎凝矿床，则在中国尚未发现。第二种之大凹山式，仅见于安徽当涂之大凹山，亦系岩浆侵入作用所成。但其化学成分，则较绥远式为基性。此二种矿床，皆因质量过少，不能开采。惟在大凹山者，复经中深热液变质之作用，使之富集，因而造成堪采之矿床，此种富集作用所成之铁矿，即相当于分类表中所述之南山式者是也。此外如安徽铜陵县之铜官山系属真正接触变质矿，而繁昌之长龙山铁矿，则属深造热液变质矿，亦以镜铁矿为主要之矿质。

乙、水成铁矿 即指直接在水中沉积而成者，就其地质时代之不同，又可分为宣龙式、宁乡式等不同之矿床。宣龙式铁矿仅见于察哈尔之宣化、龙关一带，产于震旦纪之石英岩与硅质石灰岩之间。近来有人在山西静乐发现有同样之铁矿，但究竟是否属于宣龙式，则尚无确实证明也。宁乡式铁矿，即相当于丁氏分类之萍乡式铁矿，在江西萍乡首先发现，但因其含矿层之地质时代，尚未确实证明，故兹另立一新名以别之。此类铁矿，丁格兰氏书中认为无重大之经济价值，而不甚注意；但经最近调查，在湖南之攸县、茶陵、新化、安化及湖北之宜都、枝江、长阳等地，俱有同样之矿床，若将各处铁矿，综合计之，其矿量必甚可观，至少当有三四千万吨，此数在丁氏之全国铁矿量概算中，尚未计入，故谓之为新发现之意外富源，亦不为过也。此外属于本类者，尚有测水式铁矿，产于下石炭纪煤系中，在湖南邵阳等处分布较广；威远式铁矿则属侏罗纪，以碳酸铁为主要矿物，就今所知，其分布所及只限于四川之赤盆地中。尚有茂名式铁矿，则系第四纪或较古之沼铁矿，产于广东之茂名及浮云二县，而在浮云县者，广东省政府且将以之为一新式钢铁厂之制铁原料；但就地质学理论之，湖沼矿往往成分甚低；矿量不丰，能否供新式大规模之利用，实属大大疑问也。

丙、风化残余矿床 铁质最易氧化，而氧化之后，又最难溶解于水，故风化作用，不谪为铁质聚集之要因，因之风化残余矿床，亦遂为铁矿中之常见者矣。此项矿床，在中国分布亦广，最著名而分布最广者，要推山西式铁矿，分布几及山西全省，兼及河北、河南、山东等省。当李希霍芬调查时，曾认为具有重大之经济价值，但据近年调查，乃知其分布散漫，

矿量不丰，难供新式大规模之采冶。尚有钦县式锰铁矿，往往含锰特富，成为重要之锰矿，在广东西南部及广西南部，分布最广，湖南著名之湘潭锰矿亦属此。就其地质之产状而观，显然是与志留、泥盆纪间之不整合，有成因之关系，故亦一种风化残余矿床也。至于易门式铁矿，系硫化矿脉风化成之铁帽，在云南、广西等处，分布甚广，亦间有开采者。尚有前表所列第十三项之其他风化残余矿床，以研究尚未详尽，兹不多述。

丁、砂铁矿床 在东南沿海闽浙粤境内最多，秦岭南北两坡如河南、湖北及安徽境内亦有之，就近代工业观点论之，当然无重视之价值。

戊、变质矿床 本类俱成为磁铁矿片岩，又可分为二类：一为原生矿床之成因不甚明了者，在四川西部及西康 境内最多；一为原生矿床显系水成者，即著名之辽宁式铁矿也。其分布所及，似限于辽宁南部之辽阳、本溪境内，兼及河北东部滦县等处，矿量丰富，为重要之富源，惜大半为日人所有，业经大规模开采，如庙儿沟、鞍山其最著者也。

### 三、地质地理上之分布

中国铁矿之产生，在纵的方面即地史上的分布言，颇有规律可寻。大致言之，变质铁矿，成于旧元古界之五台纪，水成铁矿则成矿之时代不一，有震旦纪、上泥盆纪、下石炭纪、侏罗纪及第四纪等。风化残余矿之主要成矿时代有二：即奥陶纪之末与志留、泥盆纪之间是也。至于与火成岩有关之各铁矿，则俱成于中生代之末与第三纪之初，此时期亦即中国火成作用最为剧烈之时代。

再从横的方面即地理上之分布言：各式铁矿亦俱有其一定之区域，最著者如宣龙式铁矿之限于宣化龙关；辽宁式铁矿之限于辽宁南部及河北东部；宁乡式铁矿之限于赣湘鄂三省，或有西北延而入于陕甘南部之可能。又如岩浆矿床之全部，似俱分布于中国之东部，而在经度 114°以西，即不多见，又如威远式铁矿之限于四川赤盆地，钦县式矿床之限于两广，砂铁矿床之发育于东南海岸，皆其彰彰可考者也。



# 湖北大冶铁矿

## 序 言

长江下游，铁矿丛集，分布广袤，东起江苏，西阻湖北，虽继续无定，而延绵所及已达数百千米<sup>[1]</sup>，诚吾国经济地质上之一大观也。大冶位于湖北省之东南部，即产铁之一区。此处之铁矿质佳量丰，久闻于世，故中外人士莅往调查者，颇不乏人。先有劳逸氏 (Le Roy)<sup>[2]</sup> 之测勘，继有李特 (T. T. Road)<sup>[3]</sup>、赛尔斯 (A. J. Seltzer)<sup>[4]</sup>、雷农 (Leinung)<sup>[5]</sup>、卫尔特 (C. M. Weld)<sup>[6]</sup>、西泽 (Nishizawa)<sup>[7]</sup> 诸氏之研究。后有王宠佑<sup>[8]</sup>、丁格兰 (F. R. Tegengren)<sup>[9]</sup>、王恒升<sup>[10]</sup>、叶良辅<sup>[11]</sup> 诸氏之调查，各有论著，散见于群籍。对于矿床地质，已具大概，惟以该矿逐渐开发，其各种情形，益见明了，实有重行研究之必要。1936 年夏，健初奉实业部地质调查所之命，往莅勘察，除复查已知各点外，所得新材料已复不少。今将观察研究所及，分节述之如后，以供矿业家之参考。

此次调查承汉冶萍公司及湖北铁矿管理处诸先生之赞助，一切工作得以顺利进行，特书此以致感谢。

## 位 置

大冶县西北 15km 许之白雉山南坡，露出铁矿床，东西绵延，长可 4km 许。其经开采者，凡三处，由东而西，为得道湾、象鼻山及老铁山。各有铁路通至江边之石灰窑及黄石港 (图 1)，交通便利。

## 地 形

大冶铁矿附近之地形，已达中年状态，谷广岸平，河流冲刷之力甚微。惟以地层多坚硬之岩石，常成险恶之山岭。山岭之凸起于大冶湖以北者，为牛角山，东西锦亘，山势陡峻，其最高峰，高于海面约 500 余米。自此而西，形势低缓，小岭平岗随处可见。至盛洪卿之南，山势复起，名为秀山，高于海面约 200 余米。秀山之北，地势凹下，仅有低岭。再北即白雉山，高于海面约 300m，其南坡地形复杂，名目繁多。自东而西，有尖山儿、野鸡坪、大石门、狮子山、老鼠尾、象鼻山、龙洞、纱帽翅及铁门坎，此皆铁矿生存之所也。白雉山向东延长，山势低下，伏而又起。至肖家铺东北，又见数百米之高山。再东，山势又低，多没入湖泊，高山则不复见矣。

## 地 层

大冶铁矿附近，地层至为简单，最下层为阳新石灰岩，上为炭山湾煤系，再上为大冶石灰岩<sup>[12]</sup>，余则为第三纪之红土及近世之冲积层也。

阳新石灰岩之上，紧接以炭山湾煤系，其倾斜缓急一致，整合之接触，一如他处所见

---

本文原载于 1938 年地质汇报第 31 号。

图 1 大冶铁矿交通位置图

图 2 构造横剖面图

A—得道湾；B—姜家湾

1—阳新石灰岩；2—炭山湾煤系；3—大冶石灰岩（ $3_1$ 、 $3_2$ 、 $3_3$  为下、中、上部）；

4—酸性岩浆岩；5—辉石岩及角闪岩；6—铁矿

者。惟炭山湾煤系与大冶石灰岩之间，或盖以浮土，或隔以火成岩，且其倾斜方向亦不一致。前者向南，后者向北，故二者之关系不易确定。惟在他处则炭山湾煤系及大冶石灰岩，皆相整合，此地似难例外。大概各地层曾受一度之挤压变动，褶曲成背斜层，如图 2 所示者。炭山湾煤系居近中轴，大冶石灰岩为其北翼，其关系仍属整合也。

阳新石灰岩、炭山湾煤系及大冶区灰岩之地质时代，昔者刘季辰君等曾分别归之于石炭

纪、石炭—二叠纪及二叠—三叠纪。但就黄汲清君近来对长江流域地层之研究<sup>[13]</sup>，阳新石灰岩及炭山湾煤系，皆属二叠纪，而大冶石灰岩则应属三叠纪也。

阳新石灰岩在本区几无露头可见，仅于得道湾东南小沟内，有不多之出露，平行地伏于炭山湾煤系之下。岩石悉为深灰色之石灰岩，组织颇细，富含燧石结核，与在大冶阳新一带所见者极相类似。

炭山湾煤系，分布于得道湾东南及八卦山一带（图 3）。惟以浮土甚厚，植物繁滋，露头甚少。其出露之岩石大抵为黄色砂质板岩及黑色泥质页岩，中夹不纯洁之煤层，因有火成岩之侵入，皆受显著之变化。惟由一旧煤洞附近之碎石堆上见有石灰岩之碎片，可知本系尚夹有石灰岩之薄层也。本系厚度随地而异，普通约在 100m 以上。

图 3 大冶铁矿地质略图（据原图简化）

R—浮土；T<sub>r</sub>—第三纪红土；T—大冶灰岩；P—炭山湾煤系；Di—闪长岩；Gr—花岗岩；网纹为铁矿

大冶石灰岩分布于得道湾、象鼻山、老铁山一带，组成铁矿以南之小山。其岩性自下而上颇有变化，兹分为下中上三部论之如下：

下部出露于得道湾附近小沟中（参阅图 3），岩石以薄层灰色泥质石灰岩为主，中夹灰色页岩，沿其层面有火成岩之侵入体。近此侵入体之石灰岩悉经变质，且其内有石榴石、黄铁矿及黄铜矿之晶粒。按石灰岩内本极少铜、铁、硫等物质，今已有此者，显系来自侵入其中之火成岩也。

中部露出于曹家湾、姜家湾、白杨林、铁山铺等处，岩石为块状石灰岩、品质纯洁，组织均匀，但已大部变为白色大理岩，或灰色结晶石灰岩。石榴石、黄铁矿及黄铜矿往往产生于其间。大概石灰岩下，有火成岩体潜藏不露，仅有支脉沿岩层之裂隙出现于地面，如在白杨林之西北，曹家湾之东北所见者是也。

上部见于中部露头之北，而紧接铁矿体，逾铁矿体而北，即大块火成岩。本部岩石多灰白色厚层结晶石灰岩，有时其中夹灰质页岩之薄层，经硅化有似燧石。此项变质石灰岩往往复经铁矿之浸染，可知铁矿系后来之物，而石灰初次之变质，无疑是由于火成岩之侵入。在铁门坎、野鸡坪见此变质石灰岩，系与火成岩接触变质而成，是其明证也。昔者叶良辅君曾在此处之变质石灰岩中采得标本，经何作霖君<sup>[14]</sup>作显微镜之研究，含有以下之矿物：石榴石，透辉石，方解石，硅灰石，正长石，磷灰石，异性佛山石，楣石，石英，黄铜矿。

以上三部共厚约在 300m 以上，其中无化石，虽尽力搜寻无所获也。

## 火 成 岩

本矿附近地层虽极简单，而火成岩至为发育，兹将其分布、岩性分别论之如次：

火成岩组成白雉山之大部，成为岩基，冲断大冶石灰岩；其初火成岩与石灰岩成为直接接触，后有铁矿生于其间，则二者之关系不甚清楚矣。该岩基支脉歧出，侵入于炭山湾煤系及大冶石灰岩内，或乘裂隙进出而成岩墙，或沿层理钻入而成岩层，露出于八卦山、得道湾、白杨林一带，如前所述（图 3）。

是项火成岩之岩性随处不同，故历来调查者各异其名，李特氏名之为正长岩，赛尔斯名为闪长岩，卫尔特氏名为角闪花岗岩，王宠佑氏名为角闪正长岩，丁格兰氏名为花岗闪长岩。实则此岩石兼有花岗岩、闪长岩、正长岩之性质。大致花岗岩中之石英逐次减少而成正长岩。正长岩中添有斜长石而成闪长岩。岩性逐渐变化，界限不分，故吾人甚难予以适当之名称也。真正之花岗岩所见不多（狮子山东），石色浅红，中粒组织，其中多钠长石，亦可名为石英碱性正长岩，如王恒升君言。正长岩亦不甚普遍（龙洞附近），其色灰红，组织细致，矿物为正长石、钠长石、角闪石及少量之石英，叶良辅君名之为含石英之角闪正长岩<sup>[15]</sup>。闪长岩分布甚广，随处可以见之，其中矿物就何作霖君之研究，除斜长石、正长石、角闪石及黑云母外，往往含有少量之石英，大可名为石英闪长岩。有时其中斑晶显著，又可名为石英闪长斑岩。上述火成岩之各部所含铁之成分如何，因尚少有系统之分析，无由窥知。但其近铁矿之主要岩体，就王恒升君作岩性图表法之研究，知其含铁不多，且其分布愈近铁矿而愈少，此亦火成岩非与铁矿同时生成之一证也。

## 铁 矿

### 一、矿床

铁矿之分布 铁矿分布于水成岩及火成岩之间。适在尖山儿、野鸡坪、大石门、狮子山、老鼠尾、象鼻山、龙洞、纱帽翅、铁门坎等处，而为一狭带状，宽窄有殊，断续相连（参阅图 3）。在尖山儿、野鸡坪、大石门、狮子山、老鼠尾、象鼻山，皆有铁矿露头。自象鼻山而西，则失其足迹。再西，至龙洞、纱帽翅，铁矿又复出现。自纱帽翅而西，又失其足迹。再西至龙门坎重复出现。自龙门坎而西十数千米，皆为水成岩及火成岩，则铁矿不复可见矣。

大石门、狮子山两处铁矿，据昔日地面观察，本不相接。今由窿洞试探，乃知其实相连续。又龙洞、纱帽翅两处铁矿，前就地面上看，亦是间断，近经露天采掘，乃见其有一脉之相连。由此可见象鼻山及龙洞之间，及纱帽翅与铁门坎之间，地面上虽无铁矿露头之可见，

而地面下似不无多少铁矿之潜藏，亟应钻探，以证实之。按已知铁矿之分布，可定钻探地点四处：一在狮子山铁矿之西边；二在龙洞铁矿之东边；三在上述两地点之中间；四在纱帽翅铁矿及铁门坎铁矿之中间，四处皆近火成岩与水成岩之接触面，如图 3 所示也。

**铁矿之组织** 铁矿组织颇为简单，其中矿石有磁铁矿、赤铁矿及褐铁矿。磁铁矿皆于深处见之，如野鸡坪、大石门、龙洞及铁门坎之下厂坑内，及狮子山以下之窿洞内，始有其出露。颜色灰黑，多细粒细晶，结构疏密不定，有时疏松多孔，有时致密光亮，其中含有黄铁矿、黄铜矿、方解石、白云母及石英。丁格兰谓此外尚有斑铜矿及辉铜矿，惟笔者则未之见也。在显微镜下，磁铁矿（磨光石）呈灰色，往往一部变为赤铁矿，其渐变之迹颇为清晰。黄铁矿多成粒状，其五角十二面体颇为清晰，散生于磁铁矿之致密部分，或聚集其孔穴中，或填充其裂隙。黄铜矿颜色深黄，非均质性显著，往往伴随黄铁矿而生。方解石常生于磁铁矿之孔穴及裂隙内。石英之生成，与方解石相同。白云母散见于磁铁矿之边际。总上所述可得以下之结论：

1. 磁铁矿与黄铁矿、黄铜矿、方解石、白云母及石英同时生成。
2. 磁铁矿凝固破裂，而为黄铁矿、黄铜矿、方解石及石英之余液所填充。
3. 铁矿内白云母之原料，乃来自围岩。

赤铁矿之地位往往在磁铁矿之上（在大石门所见最为清楚），惟二者融合如一体，无显著之划分，且前者之内，往往有后者之包体。赤铁矿作暗红色及钢灰色，呈细粒结晶，结构有如磁铁矿，非致密发光，即疏松多孔。其中亦有黄铁矿及黄铜矿，惟其大部分已经消失，而变为黑棕色褐铁矿、绿色孔雀石、深蓝色蓝铅矿、浅蓝绿色硅孔雀石及深蓝绿色水硫酸铜矿。此项次生矿物之生成，亦颇具不同之情形。有时蓝铜矿及孔雀石，散于赤铁矿之内，各色相映，美丽可爱。有时硅孔雀石填充于赤铁矿之微隙中。有时褐铁矿及硅孔雀石，顺次沉淀于赤铁矿之孔穴内，如图 4 所示者。先为褐铁矿，次为硅孔雀石，而成环带状。而硅孔雀石中，往往有孔雀石之针形结晶体。有时孔雀石单独的沉淀于赤铁矿之孔穴内，或为针形结晶，簇聚而作放射状。或结构致密成块，表面呈葡萄状。是种孔雀石乃作半宝石之至好材料。有时水硫酸铜矿及孔雀石沉淀于赤铁矿内之孔穴中。孔雀石之结晶，往往附生于水硫酸铜矿结晶之表面上，显示其生成分先后二期也。

图 4 龙洞铁矿孔穴内之硅孔雀石

赤铁矿往往变为褐铁矿（与前述黄铁矿变成之褐铁矿不同），多含土质，作黄色，量虽不多，而散布颇广，即前述各次生矿物之裂隙间。

**铁矿与围岩接触情形** 铁矿侵入结晶石灰岩及火成岩之间，而成岩墙体，往往细脉歧出，充填于围岩裂隙中（图 5，图 6）。而围岩亦常常碎块分离，埋藏于矿体内（图 7，图 8）。无论铁矿与围岩如何接触，二者划分清晰，界限截然（图 9），但围岩接近铁矿之部分，皆已变质，其状颇易窥悉。大抵火成岩所受之接触变质，颇为清楚。而结晶石灰岩，因曾经改造，其接触变质则不甚显著，兹分别言之如下。

图 5 铁门坎火成岩内之铁矿脉 (原图无比例尺)

图 6 野鸡坪火成岩内之铁矿脉

火成岩之接触变质，凡分二种：1. 火成岩因铁液侵入之影响，往往呈物质分异之现象。其中黑色矿物（如角闪石、黑云母），及少量浅色矿物（如长石等），或集聚成带，以致岩石有片麻之状，或麇集成块，而密迩铁矿体，其中长石多已变化，角闪石或已变化，或重行结晶，惟黑云母仍能保其原来之状态。如在狮子山二层后厂，角闪石变成粒状绿色岩及针状绿色岩，曾经何作霖君作显微镜之研究，知前者之中多辉石，后者之中多阳起石。又在大石门下厂，长石变为白云母，角闪石重行结晶，黑云母无变化，三者混淆而

图 7 大石门铁矿内之火山岩包体

生，并夹有黄铁矿及黄铜矿之结晶粒。又在野鸡坪下厂，角闪石变为灰绿色或黄绿色绿泥石，其中往往含有磁铁矿。2. 火成岩因铁液侵入之影响，未及物质分异而变质。如在大石门上厂及铁门坎上厂等处，闪长岩变为白色软石，其中往往含有绢云母、高岭石等。

图 8 象鼻山象一层铁矿内的包体

图 9 大石门铁矿与火成岩接触面

结晶石灰岩之接触变质颇为简单，在狮子山二层后厂，铁矿体与结晶石灰岩接触之处，有方解石颇为发育，观其产生情况，颇似结晶石灰岩因铁液之侵入而生成者也。

铁矿成因 就前所述，可知铁矿生成较火成岩为晚，其侵入火成岩与结晶石灰岩之间成岩墙体，且与火成岩及结晶石灰岩之接触面至为清楚，故与美国犹他州之铁泉区铁矿之填充

安山岩及石灰岩之间之裂隙中者，颇有相似之处<sup>[16]</sup>，而为裂隙填充矿床也。该矿之成因大抵与火成岩有关。火成岩岩浆上升，冲断石灰岩，迨上部逐渐凝结，体积缩小，遂与石灰岩分离而成裂隙焉。但下部未至凝固程度，仍保持其浆液状态，其与岩浆混合之铁液，仍向上涌动，遂侵入上述之裂隙中，如卫尔特氏言（大抵裂隙颇为复杂，故铁矿内有火成岩及大理岩之包体）。此时铁液温度不低亦不甚高，故沉淀之矿物，除磁铁矿、黄铁矿、黄铜矿、方解石外，尚有石英等。铁液温度虽非甚高，而浸化围岩之力甚大，故结晶石灰岩变成大块方解石，火成岩变成白色岩，内含绢云母等。或绿色岩内有角闪石变成之辉石、阳起石、绿泥石及长石变成之白云母，其中混以原生之黑云母。按角闪石颇不稳定，一经变化，即成绿泥石等。绢白云母为中温变质矿之标准矿物。黑云母颇为稳定，在中温变质岩尚能保存，但至极高温变质即失其踪迹。就此亦足以证明铁液侵入时，温度不至于甚高也。至磁铁矿之上继以赤铁矿，赤铁矿孔穴内填充孔雀石、硅孔雀石、蓝铜矿、水硫酸铜矿，而孔雀石等之上又覆以褐铁矿，大抵皆系氧化带之产物也。氧化物之生成，系缘 1. 磁铁矿接近地面，与氧气化合，成为赤铁矿。按磁铁矿之化学成分为（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$  及  $\text{FeO}$ ），前者为赤铁矿，后者不稳定，极易氧化成为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 。2. 黄铜矿在赤铁矿生成之后，起种种变化，成为孔雀石、硅孔雀石、蓝铜矿、水硫酸铜矿等。就各矿床学者之研究<sup>[17]</sup>，黄铜矿极易氧化，而成硫酸铜矿，硫酸铜矿颇不稳定，一部加水变为水硫酸铜矿（ $\text{CuSO}_3 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ ），一部与硅酸化合，成为硅孔雀石（ $\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ），一部与碳酸盐化合而成孔雀石（ $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ）及蓝铜矿（ $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ）。3. 赤铁矿在孔雀石生成之后受风化作用而成褐铁矿，此为最后之产物也。

二、铁质

野鸡坪、大石门、狮子山、龙洞、纱帽翅、铁门坎数处铁矿 野鸡坪、大石门、狮子山、龙洞、纱帽翅、铁门坎数处铁矿（以后简称野大狮龙纱铁铁矿）矿石多为赤铁矿，其下有磁铁矿，其中有褐铁矿。赤铁矿中有黄铁矿、黄铜矿及孔雀石等。磁铁矿内夹黄铁矿、黄铜矿及石英等。褐铁矿亦不甚纯洁，往往有土质混入其中。

野大狮龙纱铁铁矿，已经汉冶萍公司开采，各处所采之铁砂，混为一起，堆之江边，迨上轮时，依法取样（每担采取数块碎而平均）分析，以定其品质，一年至少分析十余次，迄今已有数百次之分析，颇足以表示各矿全部之品质。兹将历年分析结果表列于次，以资参考。

1. 1929 年分析表

铁矿成分 月份	二氧化硅 (%)	铁 (%)	硫 (%)	磷 (%)	铜 (%)	备 考
1 月	5.84	63.70	0.024	0.021	0.40	
2 月	6.25	60.91	0.021	0.054	0.29	
4 月	5.60	60.06	0.029	0.052	0.09	
5 月	5.47	61.60	0.023	0.058	0.09	
7 月	4.90	60.70	0.023	0.045	0.13	
8 月	6.71	62.80	0.069	0.039	0.18	
9 月	6.88	60.27	0.048	0.044	0.30	

续表

<div>铁矿成分</div> <div>月份</div>	二氧化硅 (%)	铁 (%)	硫 (%)	磷 (%)	铜 (%)	备 考
10 月	4.69	63.48	0.050	0.060	0.23	
11 月	7.03	61.94	0.004	0.044	0.24	
12 月	7.24	61.44	0.014	0.054	0.50	
总 平 均	6.06	61.69	0.031	0.047	0.25	

2. 1930 年分析表

<div>铁矿成分</div> <div>月份</div>	二氧化硅 (%)	铁 (%)	硫 (%)	磷 (%)	铜 (%)	备 考
1 月	6.50	61.93	0.032	0.040	0.24	
2 月	6.30	61.92	0.015	0.038	0.34	
3 月	6.43	61.27	0.014	0.0415	0.225	2 次分析之平均
4 月	6.18	63.285	0.028	0.0545	0.37	2 次分析之平均
5 月	5.46	63.1043	0.0154	0.0426	0.2714	7 次分析之平均
6 月	5.195	63.91	0.023	0.0465	0.3075	4 次分析之平均
7 月	5.916	62.548	0.0162	0.0518	0.316	5 次分析之平均
8 月	6.0133	62.0367	0.0205	0.0422	0.3117	6 次分析之平均
9 月	6.48	62.0817	0.0285	0.044	0.2567	6 次分析之平均
10 月	5.935	62.8175	0.0348	0.408	0.2675	4 次分析之平均
11 月	5.75	62.795	0.0255	0.045	0.258	5 次分析之平均
12 月	6.19	62.10	0.027	0.0445	0.22	2 次分析之平均
总平均	5.90	62.61	0.023	0.045	0.28	

3. 1931 年分析表

<div>铁矿成分</div> <div>月份</div>	二氧化硅 (%)	铁 (%)	硫 (%)	磷 (%)	铜 (%)	备 考
1 月	5.455	62.96	0.051	0.045	0.245	2 次分析之平均
2 月	6.77	62.40	0.034	0.056	0.27	
3 月	6.01	63.06	0.0255	0.049	0.40	2 次分析之平均
4 月	6.0233	62.753	0.0543	0.0563	0.3367	3 次分析之平均
5 月	7.1575	62.005	0.358	0.0523	0.215	4 次分析之平均
6 月	6.475	62.116	0.0382	0.050	0.288	4 次分析之平均
7 月	5.308	63.70	0.0352	0.046	0.25	5 次分析之平均
8 月	6.1433	62.5133	0.020	0.048	0.3467	3 次分析之平均
9 月	5.8067	62.84	0.0517	0.0473	0.3133	3 次分析之平均



续表

<div>铁矿成分</div> <div>月份</div>	二氧化硅 (%)	铁 (%)	硫 (%)	磷 (%)	铜 (%)	备 考
10 月	5.5825	62.7625	0.051	0.0673	0.245	4 次分析之平均
11 月	5.262	63.29	0.0324	0.058	0.262	5 次分析之平均
12 月	6.3467	61.1933	0.070	0.0643	0.35	3 次分析之平均
总平均	5.98	62.67	0.41	0.054	0.29	

4. 1932 年分析表

<div>铁矿成分</div> <div>月份</div>	二氧化硅 (%)	铁 (%)	硫 (%)	磷 (%)	铜 (%)	备 考
4 月	5.2433	62.7867	0.417	0.0667	0.27	3 次分析之平均
5 月	5.633	62.69	0.44	0.0643	0.30	3 次分析之平均
6 月	5.876	63.312	0.492	0.046	0.368	5 次分析之平均
7 月	5.618	63.932	0.0376	0.060	0.328	5 次分析之平均
8 月	6.2875	63.7025	0.0188	0.0465	0.3025	4 次分析之平均
9 月	6.4725	62.34	0.025	0.0503	0.37	4 次分析之平均
10 月	6.9033	61.6514	0.0218	0.057	0.365	6 次分析之平均
11 月	6.1417	62.34	0.0327	0.0492	0.2583	6 次分析之平均
12 月	6.27	62.415	0.0245	0.053	0.27	2 次分析之平均
总平均	6.03	62.82	0.033	0.054	0.32	

5. 1933 年分析表

<div>铁矿成分</div> <div>月份</div>	二氧化硅 (%)	铁 (%)	硫 (%)	磷 (%)	铜 (%)	备 考
1 月	6.08	61.91	0.39	0.062	0.17	
2 月	6.80	61.32	0.012	0.064	0.21	
4 月	6.195	62.337	0.0267	0.056	0.2625	4 次分析之平均
5 月	5.7225	61.865	0.0373	0.058	0.2175	4 次分析之平均
6 月	6.04	62.236	0.0294	0.055	0.262	5 次分析之平均
7 月	6.615	61.63	0.018	0.062	0.378	4 次分析之平均
8 月	6.7714	61.7643	0.025	0.057	0.31	7 次分析之平均
9 月	6.632	61.65	0.0182	0.0316	0.44	5 次分析之平均
10 月	6.038	62.60	0.0146	0.0526	0.302	5 次分析之平均
11 月	6.872	62.188	0.0266	0.0598	0.402	5 次分析之平均
12 月	6.423	62.327	0.015	0.0327	0.317	3 次分析之平均
总平均	6.40	62.03	0.023	0.056	0.32	

6. 1934 年分析表

<div>铁矿成分</div> <div>月份</div>	二氧化硅 (%)	铁 (%)	硫 (%)	磷 (%)	铜 (%)	备 考
1 月	5.94	62.91	0.0165	0.0275	0.31	2 次分析之平均
2 月	7.20	61.48	0.045	0.0385	0.285	2 次分析之平均
3 月	5.53	62.325	0.049	0.0435	0.26	2 次分析之平均
4 月	5.6725	62.705	0.0308	0.052	0.23	4 次分析之平均
5 月	5.774	63.134	0.0266	0.0606	0.322	5 次分析之平均
6 月	5.355	64.563	0.0313	0.0552	0.312	6 次分析之平均
7 月	5.436	63.036	0.0212	0.0518	0.282	5 次分析之平均
8 月	5.7533	62.8133	0.028	0.0525	0.305	6 次分析之平均
9 月	6.177	62.512	0.0423	0.0567	0.297	6 次分析之平均
10 月	6.336	62.492	0.0348	0.0522	0.26	5 次分析之平均
11 月	6.03	63.008	0.0368	0.0558	0.316	5 次分析之平均
12 月	7.155	61.668	0.0243	0.0525	0.325	4 次分析之平均
总平均	5.97	62.92	0.031	0.052	0.30	

7. 1935 年分析表

<div>铁矿成分</div> <div>月份</div>	二氧化硅 (%)	铁 (%)	硫 (%)	磷 (%)	铜 (%)	备 考
1 月	7.755	61.135	0.020	0.0555	0.355	2 次分析之平均
2 月	7.17	61.49	0.0413	0.0677	0.3033	3 次分析之平均
3 月	6.417	61.987	0.0423	0.0593	0.3733	3 次分析之平均
4 月	6.39	61.787	0.0483	0.064	0.3483	6 次分析之平均
5 月	6.082	62.381	0.0576	0.0564	0.3022	9 次分析之平均
6 月	6.275	61.98	0.0833	0.0505	0.20	4 次分析之平均
7 月	6.795	61.448	0.028	0.0548	0.265	4 次分析之平均
8 月	6.715	61.663	0.0505	0.049	0.318	4 次分析之平均
9 月	5.56	62.62	0.0425	0.0498	0.2425	4 次分析之平均
10 月	5.37	62.998	0.0498	0.493	0.255	4 次分析之平均
11 月	5.79	62.348	0.0635	0.568	0.325	4 次分析之平均
12 月	4.9225	63.403	0.0333	0.0475	0.325	4 次分析之平均
总平均	6.18	62.17	0.049	0.055	0.30	

8. 1936 年分析表

铁矿成分 月份	二氧化硅 (%)	铁 (%)	硫 (%)	磷 (%)	铜 (%)	备 考
1 月	5.703	62.973	0.0313	0.0463	0.28	3 次分析之平均
2 月	6.205	62.575	0.0235	0.0385	0.285	2 次分析之平均
3 月	7.2733	61.853	0.011	0.0427	0.427	3 次分析之平均
4 月	5.979	62.953	0.019	0.048	0.318	4 次分析之平均
5 月	6.4425	62.413	0.033	0.0485	0.385	4 次分析之平均
6 月	5.868	63.275	0.0425	0.0465	0.298	4 次分析之平均
7 月	5.55	63.113	0.0548	0.051	0.25	4 次分析之平均
8 月	5.50	62.786	0.0442	0.0522	0.29	5 次分析之平均
总平均	5.99	62.78	0.034	0.048	0.32	

就以上各年分析结果，可知野大狮龙纱铁铁矿，含铁成分颇高，多在 60 以上，而以 61 % ~ 62 % 为最普遍之数。而含二氧化硅不多，尚不至十位之数，最多者约 8 %，最少者约 4 %，而以 6 % 为平均之数。含硫磷亦少，皆不过万分之几，惟含铜成分较高，约由千分之一至千分之六，盖因铁矿含有黄铜矿、孔雀石等所致也。

象鼻山、老鼠尾、尖山儿数处铁矿 象鼻山、老鼠尾、尖山儿、数处铁矿（以后简称象老尖铁矿）为湖北铁矿管理处所有，亦经开采，其矿石就现在露出者，皆为赤铁矿，品质颇为纯洁，惟稍夹有黄铁矿、黄铜矿及孔雀石等。兹将铁矿管理处分析结果表列于后，以示其品质。

1. 1935 年分析表

铁矿成分 月份	二氧化硅 (%)	铁 (%)	硫 (%)	磷 (%)	铜 (%)	锰 (%)
8 月	6.10	60.49	0.030	0.034	0.21	0.29
9 月	7.27	59.987	0.0503	0.0413	0.24	0.347
10 月	7.00	60.105	0.059	0.041	0.265	0.31
11 月	7.57	60.14	0.0575	0.0415	0.25	0.325
12 月	6.52	60.57	0.0635	0.0405	0.235	0.305
总平均	6.89	60.258	0.0521	0.0388	0.24	0.315

观上表所载，可知象老尖铁矿，含铁成分较野大狮龙纱铁铁矿略低，普通约 60 %。而含二氧化硅稍高，常常至 7 %，至含硫磷铜等之多寡，则与野大狮龙纱铁铁矿相同，普通铜占 0.2 %，硫占万分之三，磷占万分之四，皆成分颇低也。

2. 1936 年分析表

铁矿成分 月份	二氧化硅 (%)	铁 (%)	硫 (%)	磷 (%)	铜 (%)	锰 (%)
1 月	6.82	60.325	0.0255	0.041	0.225	0.37
2 月	6.08	60.05	0.0255	0.0415	0.255	0.31

续表

月份 \ 铁矿成分	二氧化硅 (%)	铁 (%)	硫 (%)	磷 (%)	铜 (%)	锰 (%)
3 月	7.12	60.45	0.0405	0.041	0.26	0.325
4 月	6.96	60.28	0.0265	0.0435	0.23	0.33
5 月	7.42	60.75	0.0215	0.043	0.255	0.335
6 月	6.36	60.405	0.0245	0.040	0.235	0.375
7 月	7.42	60.38	0.0405	0.0405	0.255	0.335
8 月	7.22	60.505	0.024	0.041	0.275	0.325
9 月	7.21	60.30	0.033	0.0455	0.27	0.36
10 月	6.173	60.657	0.0307	0.0417	0.24	0.35
总平均	6.878	60.410	0.0292	0.0418	0.25	0.34

三、矿量

大冶铁矿量，迭经估计，劳逸估计为 1700 余万吨（象鼻山、老鼠尾未计入）。雷农估计为 9800 余万吨。丁格兰估计为 3200 余万吨。前二数，一则过多，一则太少，后一数大致合适。缘劳逸、雷农调查时一片荒山，二氏不过就矿体之露头，及推想地下之情形，粗略计算其储量，以示大概之价值。以后各铁矿多经开发，丁格兰氏得有新材料为根据，其估计之矿量自较适当也。今大冶铁矿，已全行开采，其内部情形，更见明了，且已测有详细地形图，矿体位置高低亦甚清楚，依此再计算其矿量，所得结果似盖近是也。

图 10 大冶得道湾一带铁矿地质简图

大冶铁矿，产状为岩墙，已如前述，其入平地面以下，至少有三四十米。惟其宽窄各处不同（图 10、图 11、图 12），且其边际往往有岩石之包体。此次调查，分段实量其宽窄，

且视岩石包体之多寡，酌量减少其宽度。铁矿体全经破裂，往往有泥土填充于裂隙中，估计矿体体积时，宜减去 20% 之泥土。矿量估计，矿石比重，亦至有关系，矿石多种，重量固不相同，而致密疏松，比重亦有差异。惟本矿各种矿石，及其疏密不同之部分，已分别依法测其比重，知其比重之数，相差甚微，皆近 4.5，只得以此数作其平均比重也。兹将各地各段矿体之长、深、宽、比重及矿量表列如后。

野鸡坪、大石门、狮子山、龙洞、纱帽翅、铁门坎、数处铁矿矿量表（现存之矿量，长、宽、深均以 m 计）。

野鸡坪、大石门、狮子山、龙洞、纱帽翅、铁门坎铁矿矿量表

地 名	段 名		长 (m)	宽（平均数） (m)	深 (m)	体 积 (m³)	废土（20%）	矿量（比重以 4.5 计）(t)
铁 门 坎 (矿体倾斜向北颇陡)	底 厂		120	48	30	172800	34560	622, 080
	下 厂		108	42	57	258552	51710	930788
	中 厂		108	24	75	194400	38880	699840
纱 帽 翅 (矿体倾斜向北颇陡)	下厂（至龙洞中厂）		180	12	60	129600	25920	466560
	上 厂		48	12	70	40320	8064	145152
龙 洞 (矿体倾斜向南颇陡)	下 厂		120	18	30	64800	12960	233280
	底 厂		72	24	20	34560	6912	124416
狮 子 山 (矿体倾斜向北颇陡)	二层后厂		180	72	33	427680	85536	1539648
	中 二 层	西 部	96	96	46	423936	84787	1526170
		东 部	144	42	46	178208	55642	1001549
	二层前厂		84	60	30	151200	30240	544320
	窿道下铁矿		43	108	40	1866240	373248	6718464
	中二层东头至大石门		228	18	50	205200	41040	738720
大 石 门 (矿体倾斜向北颇陡但一部较平缓)	底 厂		72	42	40	120960	24192	435456
	下 厂		120	24	52	149076	29952	539136
	中 厂		120	18	64	138240	27648	497664
	上 厂		78	30	76	177840	35568	640224
野 鸡 坪 (矿体倾斜向北平缓)	下 厂		84	36	88	266112	53222	958004
	中 厂		露头散漫，不易测计，其下似有整块矿体，兹假定矿量为 1500000t					
	上 厂							
共 计								19861471

象鼻山、老鼠尾、尖山儿铁矿矿量表（现存之铁矿量长宽深均以米计）

地 名	段 名		长 (m)	宽（平均数） (m)	深 (m)	体 积 (m <sup>3</sup> )	废土（20%）	矿量（比重以 4.5 计）(t)
象鼻山及老鼠尾 (矿体倾斜向北颇陡)	象 4 层		70	50	90	315000	63000	1134000
	象 3 层		90	60	80	432000	864200	1555200
	象 2 层		80	60	60	288000	57600	1036800
	象 1 层		60	40	40	96000	19200	345600
	鲢爬地至老鼠尾		540	30	20	324000	684800	1166400
尖 山 儿			露头散漫，不易测计，其下似有整块矿体，兹假定矿量吨数为 1500000					
共 计								6738000

四、矿业

大冶铁矿之一部，于 1896 年由汉冶萍公司着手开采。另一部于 1920 年由湖北官矿局（今改为湖北铁矿管理处）开始工作。其沿革前人言之已详<sup>[9]</sup>，本节所及，不过就其矿业最

— 172 —

图 11 大冶象鼻山一带铁矿地质简图

图 12 大冶老铁山铁矿地质简图

近之情形约略论述，以资研究矿业者之参考。

汉冶萍公司 汉冶萍公司现分得道湾、老鼠山两部分开采，两部计分野鸡坪、大石门、狮子山、龙洞、纱帽翅、铁门坎数处，露天采掘。各处所采之矿，由矿厂装 1t 之铁车，循轻便铁道（或一段循斜道下行），用人力推至卸矿场，上小火车运至江边。各处采矿工人共约 1500 人，采矿系包工制，每采矿 1t 送至卸矿场，公司付包工头钱二角，包工头仅付工人一角余。总计各处日出矿砂共约 1000 余吨，故一年约出矿砂 40 万 t 云（表 1）。

湖北铁矿管理处      湖北铁矿管理处已分象鼻山、老鼠尾两处开采，其兴山儿一处尚未工作，开采方法与汉冶萍公司同。两处采矿工人共约 200 人，每出矿 1t，送至卸矿场，管理处付工资一角二、三分。两处日出区约 200t。所产之矿，大部售于日本，每吨约四元云 (表 2)。

表 1    汉冶萍公司铁矿自开采以来历年产额表

年 份	产 额    (t)	年 份	产 额    (t)
1896	15933	1917	542519
1897	20545	1918	629089
1898	36558	1919	696935
1899	24765	1920	824490
1900	57201	1921	384286
1901	109215	1922	345631
1902	84036	1923	486631
1903	107794	1924	448921
1904	106378	1925	315410
1905	151168	1926	85732
1906	185610	1927	243632
1907	174630	1928	419950
1908	171934	1929	350623
1909	309399	1930	379712
1910	343097	1931	314359
1911	359467	1932	382002
1912	268685	1933	388757
1913	416342	1934	453640
1914	488258	1935	545102
1915	546789	共 计	12766035
1916	550810		

表 2    湖北铁矿管理处铁矿自开采以来历年产额表

年 份	产 额    (t)	年 份	产 额    (t)
1920	53945	1929	162194
1921	151236	1930	128096
1922	46184	1931	83165
1923	156781	1932	134556
1924	192110	1933	72984
1925	214271	1934	70000
1926	103822	1935	109264
1927	76629	合 计	1967770
1928	212533		

## 参 考 文 献

- [1] 谢家荣, 孙健初等: 扬子江下游铁矿志, 地质专报第 13 号
- [2] Le Rey: 于 1905 年测勘大冶铁矿, 其报告未出版
- [3] Road, T.T. The Iron Ore Resources of the World, 1910, pp.916 - 924
- [4] Seltzer, A.J., Min. and Sci. Press, Vol.C, P.546
- [5] Leinung: 于 1911 年查勘大冶铁矿, 报告未出版
- [6] Weld, C.M. Trans. Am. Inst. Min. Eng, Vol, XLIV, 1912, pp.27 ~ 37
- [7] Nishizawa, Journ. Royal Soc. of Arts, Vol, LXI, 1913, pp.1018 ~ 1022
- [8] 王宠佑: Bull. Am. Inst. Eng., 1917, pp367—373
- [9] Tengengren, F.R., 中国铁矿志, 地质专报第 2 号
- [10] 王恒升: Tayeh Iron Deposits, Bull. Geol. Soc. China, Vol. V, No.2, 1926
- [11] 叶良辅: 阳新等县地质矿产, 中央研究院地质研究所集刊第 1 号
- [12] 刘季辰: 湖北东南部地质简报, 未出版
- [13] 黄汲清: 中国南部之二叠纪, 地质专报第 10 号
- [14] 何作霖: 大冶鄂城阳新之火成岩, 中央研究院地质研究所集刊第 2 号
- [15] 叶良辅: Petrography of Dioritic Rock, Bull. Geol. Soc. China, Vol. , No.2, 1925
- [16] Leith C.K. The Iron Ores of the Springs District , Bull. U.S.G.S., No.338, 1908
- [17] Lindgren. W., Mineral Deposits, 1928



# 湖北鄂城灵乡铁矿

## 引言

1936 年 9 月，奉实业部地质调查所之命，偕同测量专家曾世英，勘探湖北鄂城灵乡铁矿。曾君以摄影法测绘地形图，健初则利用此图调查地质矿床，历时两旬，工作告竣，兹将观察所及论述于后，以资参考焉。

## 位置

鄂城西南约 55km 灵乡一带，铁矿露头颇多，其重要者为刘岱山铁矿、广山铁矿、后胡山铁矿、神山铁矿、大包山铁矿、小包山铁矿、狮子山铁矿及玉坪山铁矿。刘岱山铁矿之北，为广山铁矿，相距凡 1000m。后胡山铁矿在广山铁矿之北，相距凡 500m。神山铁矿居矿区之中心，西北距广山铁矿凡 1000m，其东不远之麻雀窝亦有铁矿之露头。大包山铁矿位于神山铁矿之东北，凡 500m，其东部即小包山铁矿，再东即鸡子山铁矿，三者断续相连宛如一体。鸡子山铁矿之南 400 余米为玉坪山铁矿，其距谭家桥约 900 余米。玉坪山铁矿东南之铁子山及东北之大鲁山，亦皆产铁之地，惟其储量不丰，品质不佳，只可小作，无大价值也。

## 交通

本矿区内之刘岱山、广山、神山、玉坪山、狮子山、大包山、小包山等，皆山势低平，高于平地 140 余米者，即其中之最高山。因铁矿露出其中部，各山或为脊背伏，或成圆锥形，散处罗列，浅涧宽谷纵横于其间。矿区之东北及西南多属湖滩，地多平坦。矿区之正北，虽岗岭起伏，然皆山势平缓。惟矿区之南，峰峦重叠，山势陡峻。总之，自各铁矿北至长江，西达粤汉铁路，皆谷广河宽，山势低缓，交通尚便（图 1）。由各铁矿西经金牛镇湖西桥，至粤汉铁路之贺胜桥车站，约 40km。道路多行于平地或低岗（高于平地 30 ~ 40m）之上，人马畅行。金牛镇贺胜桥一段，近已通行汽车，中途虽有河渠（金牛河、高家河及南桥河），然皆水势不大，略须架桥之工，则可通行无阻。自各铁矿东北经跑马场、石鼓楼至象

图 1 湖北鄂城灵乡铁矿位置图

鼻山铁矿车站，约 32km，路亦平坦，河流不多（仅有江天寿河一道）。货物由黄石港至象鼻山，再由象鼻山运至灵乡一带者，则惟该路是赖。上述两路，异日若能敷设铁道，北接象鼻山铁路，以达黄石港；西连粤汉铁路而入湘省属境，则本铁矿之交通，可谓十分便利矣。

本矿虽有江天寿、金牛镇等河经流其附近，然河道浅狭，时虞涸竭，无水运之便。仅梁子湖在金牛镇北，水势较大，可通小舟至鄂城（入小河过民信闸），金牛一带之米粮，运至长江者，多利赖之。铁矿分布见图 2。

图 2 湖北鄂城灵乡铁矿分布图（据原图简化）

## 地 层

本矿区内有侏罗纪砂岩层，露出于东端。白垩纪之火山岩如凝灰岩、流纹岩及安山岩等到处可见。至第三纪之红砂岩层，则惟于矿区北部稍有露头，此外尚有闪长斑岩（图 3）侵入于第三纪前各岩层中，随处有零星之出露。

砂岩层 本层暴露不广，仅黑山、柯家湾、玉坪山、鸡子山等处有其分布。岩性自上而下变化甚微，皆以砂岩为主。砂岩上部多为红色、黄色，下部为黄色、灰色。兹将各处之露头详细述之如次。

一、玉坪山东头，露出红色、黄色薄层砂岩，中夹砂质页岩，组织细致，其中之石英小粒，尚能隐约可见，余为红色、黑色等物质。岩层倾向西北，倾角为  $32^{\circ}$ 。

二、柯家湾西南，有灰色、黄色薄层细粒软砂岩，内夹砂质云母页岩，其上继以红色、黄色砂页岩，层面清楚，有显著之波痕，倾向西北，倾角由  $14^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。

三、黑山北头之砂岩，与在柯家湾所见者相同，惟其倾斜较陡，倾角约在  $24^{\circ}$  左右。

四、鸡子山西坡，有红色、黄色薄层砂岩及砂质页岩之暴露，其下继以灰色砂岩及页岩，页岩中有植物之黑色残片，惟其形迹已模糊，无从鉴别其种属也。

本层全层厚度，因底部不露，未能测悉，今就露出者而言，不过 60m。

本层之在大冶县各处者，暴露较为完备，下部系紫红色砂岩，上继以灰白色粗砂岩及砾岩，再上始为灰色、黄色及红色、黄色砂页岩也。其中有时夹煤层，近煤层之页岩内，往往有 *Zamites* 等植物化石，大概为侏罗纪之产物，如叶良辅君之言也<sup>[1]</sup>。本层之层位及岩性，

颇与江苏之钟山系、安徽之采石系<sup>[2]</sup>、福建之白沙系<sup>[3]</sup>等相似，惟其中皆未得到标准化石，一俟研究有进，再作详细之比较也。

凝灰岩流纹岩系本系分布于闵家、周家、杨家一带，成为低山或小岗。灰屑岩流叠叠而生，层向尚有可辨，虽其底面未露，然考其地位、倾斜，颇似平行于砂岩层之上也。全系就岩性观察之，似分上下二部。大抵下部以凝灰岩及火山角砾岩为多，砂岩亦时或见之，然皆硅化甚深，或变质剧烈。如在上、下闵家一带，地层倾斜向西或东北，颇陡，自上而下为（一）红白色细粒砂质凝灰岩，风化后呈白色；（二）为灰紫色细粒硅质凝灰岩及火山角砾岩。角砾岩中之碎屑，为浅红色及浅绿色，棱角显然，大自 3 ~ 2cm，埋于灰色物质中。然其近于狮子山铁矿及麻雀窝铁矿者，为白色之碎块与红色之胶合物所组成，时含有铁矿粒，质地甚软，触之即碎，已失原有之面目，可知其因铁液之侵入，而深受水热变质也。

本系上部，岩石为凝灰岩、火山角砾岩、砂岩、流纹岩等（全部变化甚深）。此数者多混淆而生，层序不甚清楚。但就大致论之，大概火山喷发先灰屑而后岩流也。灰屑，见于船山石鼓林等处。岩流，见于船山、杨山等处，就中以船山之露头为最完备。今将其岩层自下而上列述于次（如图 4）。

本系全部厚度约 200m，至其时代以未得化石暂难确定。但就地层位置比较及岩石性质观察，颇可与浙江之建德系<sup>[4]</sup>、福建之武夷系<sup>[5]</sup>相当。此二系中均已获白垩纪化石，然则本系亦白垩纪之产物欤？

图 3 灵乡地层柱状剖面图

安山岩层 本层露出于鸡子山南头及黑山南头，位于侏罗纪砂岩之上（参阅图 5，图 6），厚约 40m，颜色灰黑，中多气孔。气孔内有时为方解石及石英所填充，斑晶为钠钙长石及辉石，结晶完好，石基多长石成针状结晶，平行排列，为岩浆流动之结果。其中有细粒磁铁矿、磷灰石及锆石之晶体亦时或见之。

流纹岩层 本层分布于鸡子山、黑山一带者，盖于安山岩层或砂岩层之上。岩质坚密多成绝壁，故鸡子山、黑山之险，不在高，而在悬崖绝壁也。石色浅紫或浅红，流痕不著，显微镜下始能见之，全部斑晶显

图 4 船山地质剖面图

- 1—棕黄色凝灰岩及火山角砾岩，呈球状剥蚀之象，6m；
- 2—黄色砂岩，8m；3—棕黄色凝灰岩，呈球状剥蚀之象，2m；
- 4—灰紫色火山角砾岩，其中之碎屑有暗紫色及淡绿色诸种，8m；
- 5—紫灰色流纹岩，斑晶以石英、燧石为多，流纹状颇清楚，24m；
- 6—红白色流纹岩，斑晶以石英、燧石为多，流纹状颇清楚，3m

图 5 鸡子山南头地质剖面图

图 6 黑山南头地质剖面图

著。斑晶以石英、长石、燧石为多，埋藏于玻璃质及微晶之间，故为方形，或为不规则之多角面。边际有受过溶蚀之状态，如叶君之言。分布于神山西北者，因受闪长岩侵入而变化，质地较软，故每成平缓之低山。石色浅紫斑晶显著，与在黑山、鸡子山所见者无甚轩轻。其中之石英斑晶、燧石斑晶及长石斑晶大自 1~3mm，在显微镜下可察见其既受熔蚀，复经破碎，石基为结晶质及非晶质。其他如露出于广山以西者，其岩性大致与上述者相仿佛，惟其中斑晶之大小稍有不同耳。

本层之岩性，与前述之流纹岩颇相类似，惟前述之流纹者，流痕显著，而其中之长石斑晶极少，斯其异点也。

红砂岩层 本层露头凡两处：（一）分布于上闵家附近者，位于凝灰岩流纹岩系之上，倾斜平缓，其接触处不甚清楚，大概成不整合。岩石为红色中粒砂岩及类似凝灰岩之灰色砂砾岩，砾石为闪长岩及赤铁矿，埋藏于各色碎屑中。（二）分布于黑山南头者，不整合于安山岩层以上，岩石为红色砂砾岩，砾石为石灰岩、砂岩及铁矿，直径约 3~20cm（图 7）。本层虽乏化石不易确定其时代，但其中有闪长岩及铁矿（二者之时代为白垩纪，详后节）之砾石，可知其沉积时代，应晚于白垩纪，大概为第三纪初期之产物也。

图 7 黑山、鸡子山地质剖面图

1—侏罗系砂岩；2—白垩系火山岩；3—安山岩；4—流纹岩；5—闪长岩；6—残余土

红土层 本层分布颇广，各铁山周围均为其发育之所，其中多红色之碎石砂粒，可知其为各岩石腐解而成，以后铁质渲染而成红色者也。

冲积层 本层多沿谷底或平原而分布，悉由泥砂所组成，恒为肥美之农田。

闪长斑岩

水成岩、火山岩组成各种地层者，既如前述，此外犹有侵入各岩层中之闪长斑岩，颇为发育，且与铁矿有血统之关系，故另分出以便详述。

分布 闪长斑岩分布之所在，几可以铁矿分布所至而定，兹将闪长斑岩露头之地点，列举如后：

玉坪山南坡

大包山南坡

周山南坡  
神山西南坡  
刘岱山东西两坡  
广山南北两坡  
后胡山南坡  
杨山、朱山等处

产状 闪长斑岩之分布，既如上述，兹再进而研究其产状。刘岱山、广山以西，闪长斑岩虽大部为浮土所掩盖，而在几处可见其与流纹岩相接触，接触面颇陡，近于接触面之流纹岩咸受变化。又朱山以北、杨家以南，闪长斑岩侵入流纹岩之情形亦颇清晰，惟神之闪长岩与围岩之关系尚未寻获显著事实以证明之。但闪长斑岩分布所在，常有凝灰岩或流纹岩露出其附近，变质极为显然。此种情形，实与闪长斑岩侵入有关也。再东，玉坪山之闪长斑岩侵入砂岩层及凝灰岩内之情形，亦有如在朱山及刘岱山所见者之清楚。闪长斑岩大致有三个不相连续之侵入体。（一）广山、刘岱山闪长斑岩、（二）神山闪长斑岩、（三）玉坪山闪长斑岩（图 8），同时冲断砂岩凝灰岩、流纹岩等地层。冲断面几成直立，近于冲断面之围岩已受显著之变化，其为岩株体（Stock）者显然可见也。至闪长斑岩生成之时代，白垩纪流纹岩既被其冲断，而第三纪红砂岩，则包有其砾石，均如上述，可见其不能晚于第三纪，亦不能早于白垩纪，大概其生成属于白垩纪之后期。

图 8 玉坪山地质剖面图

1—侏罗系砂岩；2—白垩系火山岩；3—闪长斑岩；4—残余土

岩性 闪长斑岩分布既广，岩性亦随地而异，兹将各处闪长斑岩分论如下：（一）刘岱山西南之闪长斑岩，如叶君所言，呈暗绿色。近于铁矿者变为白色之物质，细粒结晶组织，斑晶甚少，悉为钠钙长石。角闪石已变质而成铁矿及绿泥石，石基多微结晶之中性长石，锆石、榍石等亦时或见之。（二）广山北坡近于铁矿之闪长斑岩变质甚深，呈白色。斑晶石基皆多斜长石，大部变为高岭土，其中铁矿甚多，大致来自角闪石。（三）神山西南坡之闪长斑岩呈灰色，变质后为白色，斑晶悉为钠钙长石。一部变为绢云母，铁矿成树枝状，似由角闪石而变成。石基多微晶长石，中有锆石、榍石等。（四）玉坪山西南之石英闪长斑岩，呈淡绿色，中多斑点近于铁矿者变为白色之物质，多细粒结晶组织，斑晶颇著，皆为钠钙长石，其多晶纹及环带构造。角闪石大部变为绿泥石。石基为长石，与石英晶粒造成微晶花岗质之结构，锆石与榍石颇多，铁矿亦时或见之。（五）大包山南之闪长斑岩为灰绿色，为全晶质斑状构造。斑晶：（1）钠钙长石为多，晶形完好，具多晶纹及环带构造；（2）角闪石，皆已变化几不可见。石基以微结晶之中性长石为多，榍石、锆石等颇为普通也。

# 铁 矿

## 一、铁矿露头

**狮子山铁矿** 狮子山高于平地 40 ~ 60m，其脊背有铁矿之露头，成长带形。走向大致为东北东及西南西，长达 500 余米，宽由 25 ~ 63m。矿石为赤铁矿及磁铁矿，组织疏松，便于冶炼，中部纯洁，两头多含白色之物质（由凝灰岩变质而成者）。此次采取之平均矿样，经本所化验：含铁 60.35%，二氧化硅 12.41%，硫 0.05%，磷 0.024%。

**玉坪山铁矿** 玉坪山为一东西走向之长岭，高于平地由 70 ~ 80m。铁矿露出其两端，中间一段无铁矿之露头。但有旧日采矿之深坑，山下且有炼铁之遗渣，可知二铁矿露头之间，旧日亦有铁矿之可见。果尔，则此铁矿床为一与山岭平行之狭带形，长达 225m，宽由 20 ~ 30m 不等。矿石属赤铁矿及磁铁矿，后者磁性颇强，组织疏松，中多小孔，孔内有时含有石英质，叶君于此颇有解释，其言曰：“该石英质是包含体，石英杂于铁液之中，由铁液分出，随同凝固而成也。”矿质铁分颇高。此次所采平均矿样之化验结果：含铁 63.57%，二氧化硅 8.3%，硫 0.07%，磷 0.034%，三氧化二铝 0.68%，锰 0.01%。

**小包山铁矿** 小包山为狮子山之尾闾，高于平地约 10m，悉为铁矿所组成，长达 113m，宽由 20 ~ 36m。矿石以赤铁矿为多，磁铁矿间或见之，品质皆佳。此次所采平均矿样之化验结果：含铁 63.28%，二氧化硅 6.22%，硫 0.04%，磷 0.08%，三氧化二铝 0.73%，锰 0.02%。

**大包山铁矿** 大包山为一漫长之小山，大部为铁矿所组成，铁矿露头，长达 150m，宽由 35 ~ 38m，高于平地约 20m。矿石为赤铁矿及磁铁矿，品质尚佳。此次所采平均矿样之化验结果：含铁 60.56%，二氧化硅 13.91%，硫 0.05%，磷 0.05%，三氧化二铝 0.30%，锰 0.01%。

**神山铁矿** 神山为一椭圆形之尖山，高出平地约 80m，其上如安特生言<sup>[6]</sup>，满见铁块，盖自山顶迁移而下者也。主要铁矿露头在山之西北部，自山顶向西北伸展长达 135m，宽由 20 ~ 47m。在其北另有一铁矿之露头，长宽各约 40m，二者仅有一坑之隔。此坑系由人工挖掘，其目的大概亦是采矿也。矿石为赤铁矿间夹黄铁矿，大致组织致密，铁分颇高，此次所采之平均矿样，含铁 64.9%，二氧化硅 5.66%，硫 0.13%，磷 0.09%，三氧化二铝 0.85%。

神之东有一小山，名麻雀窝者，其上广布铁块，但有一处颇似铁矿之露头，东西长约 80 余米，南北宽由 43 ~ 50m。

**广山铁矿** 广山为一锥状之孤山，高于平地 80 余米。如安氏言，四周俱为变质甚深之闪长岩。山顶上有铁矿之露头，长 69m，宽 20m（安氏谓矿体北面之矿穴，内示矿体位于闪长岩之上，但此次细察尚未之见）。矿石主要为赤铁矿，间有褐铁矿，铁质稍差，此次所采平均矿样：含铁 50.7%，二氧化硅 13.3%，硫 0.07%，磷 0.03%，三氧化二铝 1.22%，锰 0.02%。

**刘岱山铁矿** 刘岱山为本区之最高山，高出地表 140m，登山纵目，群山在望。山上有庙，庙之东西有铁矿之露头，为西北东南走向之狭带状，长 140m，宽 28m。矿石为赤铁矿，其中有磁铁矿，一部组织致密，铁分颇高；一部组织疏松，品质较差。此次所采之平均矿样，含铁 61.98%，二氧化硅 8.58%，硫 0.04%，磷 0.03%，三氧化二铝 1.32%，锰

0.02%。

## 二、铁矿成因

本矿各矿体之露头悉在各山之顶部，已如上述，相距不远，高低相若。说者<sup>[1]、[6]</sup>或谓铁矿生存于闪长岩及砂岩层之间，而为接触矿床，成扁平体，砂岩层已被侵蚀以去，铁矿尚有留存。或谓铁矿交换于凝灰岩系之底部，而平铺于砂岩层之上，面积或广，层厚有限。兹据笔者之考察，并非有何接触矿床，或平铺成层之形迹，然该矿究属何种成因乎，欲穷其究竟，不得不就各种事实研究证明而推断之。

本矿(1)如断定为接触矿床，生于闪长岩及砂岩层之间，则必闪长岩侵入砂岩层之内，而为岩盘状，其中所含之铁溶液，随之而上升，沉积于其顶壁之下。果如此，则必有许多高温之矿物，但事实上乃有适相反背之景象。如前所述，闪长岩侵入火山岩内而为岩株状，铁矿多生于其中。矿石属赤铁矿及磁铁矿，除少量黄铁矿外几无附属矿物可见，此为在接触矿床内，不多睹之情形。(2)如假定为平铺成层，生于凝灰岩层以内，而位于砂岩层之上，则各铁矿山之上部，应为凝灰岩，下部应多砂岩层。但就此次之观察，并非见有如此之情形。如上所言，各铁矿山除狮子山上有凝灰岩，余皆为变质闪长岩所组成，铁矿体即生存于其中。再就铁矿之本身作进一步之观察，铁矿露头皆系狭长之带状，上则组成各山之顶尖，下则潜入于山内，如狮子山、神山、刘岱山等。铁矿自山顶下降而至于山脚，皆见有铁矿之露头，凡此均与水平矿体之理论冲突也。笔者以为，本矿之生成，既非接触矿床，亦非平铺成层之矿体。所有上述之事实，恰合温度较低之铁熔液，侵入闪长岩及凝灰岩而成矿脉之意义，大抵本矿之生成较闪长岩为晚，但其二者有血统之关系。铁熔液自闪长岩残余岩浆分泌而出，注入于闪长岩及凝灰岩之裂隙（后者如狮子山铁矿，前者如玉坪山铁矿、神山铁矿、刘岱山铁矿、广山铁矿等），浸润交换而成矿脉。此时之溶液温度较低，沉淀之矿质，以赤铁矿为主，其围岩中之侵变矿物，如前节所言，有绢云母、高岭土等。此与安徽大凹山一带铁矿<sup>[2]</sup>之生成极相类似也。

## 三、铁矿形状

本矿之生成系铁熔液注入闪长岩及凝灰岩之裂隙，浸润交换而成矿脉。既如上述，今且进而研究各矿脉之形状，以作将来估计矿量之根据。

长江下游铁矿侵入闪长岩及凝灰岩内而成矿脉者，往往为大规则之形状，且其中常夹有交换残余之废石。如大凹山及南山之主要矿脉，由地面观之，颇似垂直而下入，但既开采至其中部，又见其略有倾斜向南或向北，其边际时见闪长岩或凝灰岩之包体。今本矿之成因，与大凹山铁矿及南山铁矿既甚相同，其各矿脉之不规则及不纯洁，亦属可能之事也。试观刘岱山东头洞穴内矿脉之露头，向东北凹出而放宽。广山南部水沟中之变质闪长岩伸入矿脉而几变成其包体。玉坪山西部旧洞内似未及矿体而曾见铁矿（似主要矿脉之一部）。神山东部之沟间似已深入矿体而未见铁矿。狮子山矿脉西头之多交换未见凝灰岩。小包山矿脉南部之不纯洁，皆似各矿脉形状之不规则，边际之有包体之征象也。惟各矿脉之深度，因自山顶至山脚常皆有铁矿连续之露头。如上所述，似非数米或10数米所能尽其深，谓其深入至20~30m，或50~60m，似亦不为过甚也。

## 四、铁矿储量

就以上所论各矿脉之种种情形，可以计算其储量如下表。

地 名		长 (m)	厚 (平均数) ( m)	深 (m)	体 积 ( m <sup>3</sup> )	矿 量 ( t)	废 石 ( t)	净 矿 ( t)	备 注
狮子山		500	47	40	940000	4230000	846000	3384000	矿脉下入
玉坪山		225	25	40	225000	1012500	202500	810000	矿脉下入
神 山	北 部	40	40	40	64000	68000	288400	1153810	矿脉下入
	西 部	135	38	50	256500	1134250			
麻雀窝		83	45	30	112050	504225	110840	403383	矿脉下入
刘岱山		140	28	60	235200	1058400	211680	846720	矿脉下入
广 山		69	20	30	41400	186300	37260	149040	矿脉下入
后胡山		200	20	30	120000	540000	108000	432000	矿脉下入
大包山		150	35	25	131250	590625	118120	472505	矿脉下入
小包山		113	25	17	48025	216112	43220	172892	矿脉下入
总 量								7824352	

此不过就此次所见各矿脉之露头及推想其地下之情形，粗略计算之，以示铁量之大概，如将来钻探，铁脉厚度及深度有所变化，则储量当亦因之有所增减，但相差或不至甚远也。

### 参 考 文 献

- [1] 灵乡铁矿，中央研究院地质研究所集刊第 5 号
- [2] 扬子江下游铁矿志，地质专报甲种第 13 号
- [3] 福建厦门龙岩间地质，地质汇报第 25 号
- [4] 浙江西部地质，地质汇报第 9 号
- [5] 京粤铁路沿线地质，地质汇报第 14 号
- [6] 中国铁矿志，地质专报甲种第 2 号



# 青海湖

## 前言

青海湖位于青海省之东北部，约为东经  $100^{\circ}30'$ ，北纬  $36^{\circ}50'$ 。由西宁前往，经湟源县至日月山约 85km，沿途多宽谷，土质肥沃，田畴棋布，农村颇多，为青海省富庶精华所寄之区。惟自日月山至该湖约 35km，荒草弥野，既无农田，自无农村之可言。惟近青海湖之处有古城三座，即察罕城、将军城及里城子是也。各城虽已倾圮，遗迹犹清晰可见，曾有人在城里发现汉代遗物，因知各城筑于汉代，大概此城为当时驻兵镇慑番人之所也。

湖之周围既丰草弥漫，自利牧畜，故历来为蒙藏民族游牧之地。初有蒙民居于湖滨，名该湖为库库诺尔，即青海之意。后藏番民族继而代之，现今环湖而居者有八大千户，千户者，即酋长，系世袭，有似蒙古之王公。藏民呼该湖为楚宛博，意即西海，对之甚为迷信，每年祭海一次，事前由省府招集之，是谓祭海大典，亦即省当局与各千户欢聚之机。

## 湖之形势

青海湖周围万山纵立，盆地中陷，盆内积水而成青海湖。湖面较之高山固属甚低，然测其海拔犹在 3000m 以上（据非希纳所测约为 3205m）。湖系椭圆形，其大小很少全体详测，1927 年，有德国地理学者非希纳氏（W. Filchner）曾测其南部，制有五十万分之一地理图，已出版（China und Tibet Petermanns Mitteilungen Ergänzungsheft Nr.215, 1933）。而北部系统就各调查拼致而成，此图因不能视为极度准确，然较之其他地图实胜一筹。如就此图以计算湖之大小，其周围约 360km，面积约  $18000\text{km}^2$ 。其周围有湖水冲积之沙砾成为平滩，宽由 10km 至 1km。其中多湖泊，如耳海及巴哈泊等，可知向昔青海湖面积较广，后以湖水荡动（湖水因西北多风常波浪汹涌）则湖内之沙砾渐随水力之所致，移积于湖岸，以是湖面日见缩小，且堰塞湖岸湖（Barrier beach lake）亦因之以成矣。青海湖之深度，尚少精测，无由确知，但由湖岸斜坡及湖之宽度推测约在 100m 以上。水色碧澄，其味颇淡，稍含杂质，尚有异味，似带硫磺。水中饶有鱼类，色黄无鳞，大小不一，就笔者之观，二斤至四斤为最普通，惜地处荒僻，无人正式采捕，仅有湟源一带居民，乘暇前往，以手捕获，干之以待出售。湖内多岛，最大者为海心山，约当湖之中心，故名，就非希纳氏所测，宽为 560m，长达 1650m，高约 200 余米（高于湖面），丰草弥漫，庙宇十数，有喇嘛僧驻岛。喇嘛僧因无船又不易离山，须俟天寒冰结，方克登岸，故终年寄居荒岛，日夜诵经顶礼，若斯僧人者，可谓真正脱离尘俗矣。笔者青海之游前后凡二次，惜皆值夏季，未得涉足海心山，一览风景，至以为憾。湖之周围溪流甚多，约在 50 条以上，其中以布哈河为最大，导源于南山，长约 150km，其次为倒淌河、察马乌苏河、伊克乌兰河及大力马河（参阅图 1），各河当流近湖畔时，多呈迂回曲折之观，此为平地河流固有之现象。

图 1 青海湖附近之地形略图

## 湖 周 地 质

青海湖四周环山，其西南岸诸山，为各种岩层所组成。自老至新，初为灰色千枚岩及硬砂岩，中夹结晶石灰岩，上为深绿色硬砂岩，再上为结晶石灰岩，一致向东北倾斜，伸入湖底。上部石灰岩产化石（保存不佳），采有多种尚未鉴定，就岩性论之，颇似古浪系石灰岩，属泥盆纪或志留纪。稍西北（近于布哈河）有红砂岩，似位于该石灰岩之上。湖之东南两面诸山巍然突起，自大力马河至倒淌河，再由倒淌河而北向，其间有一正断层存在，时代颇新，或为第四纪初期，而与其东南之巴勒贡山断层（约为第四纪初期）同时。岩石有片麻岩，中多花岗岩，其侵入情形至为复杂，由是可知地质时代似较古或古浪系以前之产物耶。湖之西北面笔者未曾涉足，就瑞典地质学者安特生氏（J. G. Anderson Geological Notes From

图 2 青海湖附近之地质略图

Kansu, Geol. Soc. China Bull vol. No.1, 1925) 1924 年调查, 曾于布哈河北岸发现鲕状石灰岩, 中产下石炭纪之化石, 以北皆较古之变质岩。大概湖之西部为一平缓之向斜层, 惟其受以东各断层之影响, 而稍变其形状也 (参阅图 2)。

## 湖 之 成 因

西北多风, 故有沙丘围积成湖, 或风力侵蚀所成湖。但青海湖四周石山环拱, 固非沙积湖, 亦非风蚀湖, 然其究系何种成因乎? 欲穷其究竟, 不得不就地质构造及入湖河流, 研究证明而推断之。

青海湖之地质构造原为一向斜层, 后因其东部之断层 (参阅图 2) 而改变其形状, 前已言之。兹专论其河流演变之情形, 查布哈河东流入湖 (参阅图 1), 其流经所致, 大致谷广岸平, 且其流向适沿向斜层之中轴, 其为一甚古之河流为显著, 或其竟胚胎于向斜扭动生成之时亦未可知。惟倒淌河不惟流向相反, 其沟谷情形亦复大异。该河下部流经湖滩 (昔为湖之极东端其形稍窄后以湖积沙而成滩), 故谷道河宽; 但其上部, 则多清晰之峡谷, 以示其为幼稚之河道, 自此朔河而上至一分水岭, 其上一部地势凹陷时现古河之宽谷, 其中之砂砾颇似古河之冲积物。由分水岭而东即入汗唐河, 该河东南流入于黄河, 虽其流水深切而成 V 字形之深沟, 然其两岸上之宽谷形 (与分水岭上所见之宽谷相连接) 颇为清楚。依此事实, 可见昔日此一带 (经青海湖至黄河) 有古河一, 沿一向斜层轴自西而东, 后因断层发生分为三段, 西段因未受大断层影响, 故其命运尚能长保, 即今之布哈河。中段因断层关系, 致东部地势高起, 西部陷下, 乃转具水流向西而成今日之倒淌河。东段亦略因地层错断之影响, 水流复活, 侵蚀加速, 而切成深谷, 即今之汗唐河, 仍入于黄河, 与湖无关。前二河, 一流向东, 一流向西, 加以晚成小河流向, 向北向南, 皆以湖为终点 (参阅图 1)。群流所注, 汪洋烟波, 宛如大海。总上所述, 可知青海湖之成因, 常因地层断陷, 诸水泄归而造成者也。

# 中国西北部甘肃和青海省地质考察报告

## 提 要

调查区内所有早古生代和中古生代沉积，在二叠纪或可能在石炭纪之前即已褶皱和被花岗岩侵入。现存的这些岩系或多或少地经受变质，并形成该区主要的山体。由于它们既非潜在的石油层，又无潜在的储集层，以至全无对石油关注的兴趣。

在中国西北部，存在由二叠纪至中第三纪地层组成非常完好的地层层序。这个地层层序中多是非海相的，而且每一层系中都有引人注目的红层，其总厚度非常巨大。这些地层似乎形成时被一些潜山山脊所分隔，而又或多或少分布于相互有点联系的盆地之中，主要褶皱作用发生在或接近侏罗纪和白垩纪晚期，在此期间，沉积盆地发生某种程度的改变。最后一次运动形成了现今的山脉，晚第三纪时期主要为块断运动。

虽然在侏罗纪煤系和始新世泥质石灰岩中有煤层的报告，可是富含有机质可能成为生油层的海相层，仅分布在石炭纪、二叠纪和白垩纪的底部。然而二叠纪煤的定炭比都很高，因而这样老或更老的地层作为有潜力的生油层实际上是不可能的。因而白垩纪底部的黑色页岩似乎很可能成为存在的某些石油的源岩。

甘肃西北部的广大地区，保存了很多部分可能形成于白垩纪或第三纪时期的广阔准平原面。这些时期的沉积，似乎局限在最西端到玉门经度线，和北界相当于现在北山低界山的槽地内。因而这些界线以北和以西没有石油的期望。南山或南部高山区，是由于从南至北的逆冲所造成的隆起，并且邻区第三纪红层也遭到扰动。该区北部，第三系深埋于巨厚的山麓平原砾石层之下，在构造上可能为一向斜。因之紧靠南山山脚从玉门经度线向东延伸的狭窄地区，看来似乎提供石油产量是有限的。

上述界定地区内唯一可望提供确切产油的地区是玉门东南的石油河背斜。这是一个由第三系红层组成的不对称背斜，在其北翼地层陡倾直立甚至有小逆冲断层出现，南翼倾角  $20^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。已知这个背斜有 6km 长，并在构造背斜有两处活油苗，其中一处每天至少可流出一桶原油。据信，这个背斜标志着白垩系潜山的位置，原油可能来自白垩系底部黑色页岩中。如果在石油河背斜上钻出石油，则对南山脚下的这个构造带进行详细考察，可以找到另外有兴趣的地方。

该区其它地区的石油远景，经过研究，好象是微不足道的。第三纪红层占据于被变质岩和花岗岩山地所分隔的互有联系的盆地中。在盆地的边部，局部出现很多褶皱和断裂了的前第三纪地层。在构造上，第三系盆地以向斜形式明显地不整合于老地层之上，盆地之间的山脊，通常一边是断裂于红层之上；另一边则是超覆不整合于同一红层之上。如果原油大量存在，在这种构造上，这些油苗应该在翼部出现，但是却一无所知。

大面积第三系红层出现在皋兰（兰州）东部。但被很厚的黄土和冲积层覆盖，露头一般

很少。本地区的一般情况可能与上述情况一样，就到目前为止所知，还不像有足以引起进一步详细考察的依据。

这个第三纪红层区被南北走向的六盘山从陕北盆地的西延部分所隔开。在那里这个低山区被横过。这是一个断背斜，进一步的考察可能发现适于石油聚集的区域。

这次考察未及的有关中国西北部的各种资料包括在本报告的附录中。最后部分涉及四川二叠纪产油可能性，将在对该简短的考察完成之后加进去。

## 一、前言

**中国西北的石油** 中国西北和新疆的石油出现，若干年前早已为人们所知。陕西北部、甘肃西北部和新疆北部都有油苗。陕西的油苗相对较小，但甘肃的油苗十分重要，当地居民收集石油作为润滑油使用。在新疆有一个或多个沥青湖。四川的人民很久以前就从盐井中采得相当多的天然气和少量石油。此外，在贵州石炭系晶洞中也发现少量石油。

**前人调查** 1914年，美孚石油公司与中国政府合作在陕西，1915年，继续在四川进行过地质研究。在陕西，钻了几口井，获得少量原油，但因获利不多而停顿。随后中国中央地质调查所增加了研究工作。在陕西省，政府钻了几口浅井，同样未获良好结果，现在正在四川进行钻探。直到现在，对于甘肃的石油分布和开发情况知之甚少。目前局限于浅坑挖掘，油苗流入浅坑以从而采出少量石油。对于新疆油区的了解仅限于俄国地质学家考察过地区的出版物中。

**这次调查的目的** 1936年初，中国政府批准了中国煤油探矿公司在甘肃、青海和新疆三省石油开发的特许权，作了在西北地区进行地质调查的计划，但是由于战事推迟了野外工作。1937年初，组成了包括美方J.M. 韦勒、F.A. 萨顿和中方中央地质调查所的孙健初和金城银行的史悠明等人在内的现在的探勘队。完成了在时间和其它条件允许的情况下，在较大地区进行超过一般地质调查为目的计划，评价在哪些地区有石油的可能性、有进一步详细调查的价值。

**野外工作** 考察队于6月5日离开上海前往作为这次考察队总部，并将由那里出发工作的皋兰（兰州）。最先决定通过甘肃西部和青海东北部兜一个圈子。这一地区不像甘肃西北部已出现闻名的油苗那样有指望，但是可以选作初步考察的地区，因为沿着考察路线穿过几条重要的河流。据信总会有很好的露头，且在可能最短的时间内，获得与甘肃西北部有亲缘关系的地质剖面。在盛夏酷热季节在这个高海拔地区旅行，比在甘肃西北部沙漠旷野里旅行还是可取的。

7月5日，开始野外工作，队伍利用驮骡旅行西上黄河、湟水至湟源，再向西南行至青海湖和黄河上的共和，然后东下至黄河谷地的循化，再南行穿过山脉和高原至拉卜楞，然后多少有点绕道，于8月26日到达兰州。这次旅行大约有1000km。

沿这条路线上很多地方的露头都像预期的那样好，但是这一地区恶劣的自然条件限制了主要在紧临路线的地方进行观察。很少机会能以地形解释或野外望远镜获得路线两侧远处的信息。

考察队于9月8日再次离开兰州，先用汽车到甘肃西北部的酒泉（肃州），行程约725km。这时的地质观察尽可能的在行车过程中完成。在酒泉，找好了运输和野外工作用的骆驼，10月2日再次开始野外工作。完成了由酒泉沿南山山脚西行至敦煌，然后折向北行

至哈密公路上的红柳园，最后再回到酒泉的 1400km 考察路线，时间已到 12 月 1 日。该区 11 月 16 日遭到严寒的突然袭击，有效的野外工作已不可能，也放弃了由酒泉骑骆驼向东工作的计划。考察队乘卡车返回兰州。

南山以北甘肃西北部低山区间沙漠旷野的开阔特性，使得远程观察成为可能。依照已经确定的一般地质性质，对远离考察路线的情况根据地形特征可以加以解释。萨顿先生携带计数器、罗盘、简易三角测量仪等仪器，准备酒泉至红柳园沿线的调查，但是由于当时气候奇寒，无法进行适当的记录而被迫放弃。

孙健初先生 1934—1935 年几个季节的时间，为中央地质调查所的地质调查工作作出了贡献。主要在甘肃西部和青海东北部的山区，那时他所获得的地层剖面的知识对于这次调查来说是重要的宝贵财富。地层关系不清楚的露头，大部分是根据孙健初先生的著作而确定的。还有本报告的那一部分酒泉至武威地区的描述大部分根据孙健初先前的野外工作补充。还有袁复礼教授 1923、1924 年间在同一地区所作调查未发表的资料。

1938 年 1 月初，考察队乘汽车从兰州返回西安。沿途为厚厚的黄土所覆盖，大大地限制了地质观察，但在本报告中主要根据几位中国地质学家的著作对该层进行了简单的描述。

新疆地区由于政治形势，放弃了野外工作。

地理底图 嘉峪关（东经 98°15'）以东甘肃省的大部和青海省东北部的大部地区，覆盖了陆军测量局测制的等高线距 50m、1:100000 比例尺的地形图。实践证明，这些图令人非常失望，然而像这样极端不准确的图，仅能表明该区极其一般的情况。1920 年印度调查局出版的 Aurel Stein 爵士所作的 102°子午线以西甘肃西北 1:50000 勘探图，这些图绘出了相当准确的主要地形和文化特征的位置。但是地形的细节还不够并有些错误，特别是沿考察路线上的某些距离也有错误。

本报告所附地质图的基础地图是一套新图，是由萨顿和孙健初先生所绘制，比例尺为 1:200000，许多城市的主要控制点是由中央地质调查所的工程师们经度和纬度观测完成。中间点的位置取自上述图中，用考察路线和路码表读数加以校正。

地质图和剖面 这次勘探队所获的地质信息，尽可能地用图件和剖面加以介绍。穿过甘肃西部和青海东北部的旅行成果，最初收编在沿考察路线延伸的一系列剖面图中，该区的地质图补充了这些剖面，虽然完成了尽可能地提供完整可利用的信息，毫无疑问，在某些方面还是不够精确的。另一方面，甘肃西北地区的地质图是在该区工作的主要成果。所以附一定间隔选取的横剖面目的是尽可能清晰地反映山前带与其相邻盆地的构造关系。

二、地层

综合剖面

更新世和现代	冲积沉积和黄土	厚度大小不一
上新世	玉门系	约 500m
中新一上新世	西宁系	约 4000m
始新世	寺沟系	约 1000m
白垩纪	梨园沟系	约 800m
白垩纪	红沟砂岩	约 2000m
侏罗纪	窑街系	约 200m
侏罗纪	龙凤山系	约 400m
二叠—三叠纪	西大沟系	约 1000m

上二叠纪	窑沟系	约 900m
中二叠纪	大黄沟系	约 300m
下二叠纪	俄博系	约 300m
中石炭纪	羊虎沟系	约 50m
下石炭纪	臭牛沟石灰岩	约 150m
泥盆纪	青石岭系	约 70m
志留—泥盆纪	古浪系	约 2000m
前寒武纪	敦煌系	

地层对比

陕 西	甘肃及青海
(据 L. M. Fuller 和 F. G. Clapp)	(据孙健初)

黄 土	_____	黄土
		砾石层
		玉门系
陇州层	_____	西宁系
天池层	_____	寺沟系
环县层		
环河层 庆阳层	_____	梨园沟系
Tan - Pa - Li 层		
华池层	_____	红沟砂岩
洛河砂岩		
安定层	_____	窑街系
宜君层		
Tien - Tou 层	_____	龙凤山系
延安府层		
延长层	_____	西大沟系
富县层 ( ? )	_____	窑沟系
		大黄沟系
		俄 博系
山西系	_____	羊虎沟系
		臭牛沟系

这是孙健初建议的分层。这些地层单位可与 Fuller 和 Clapp 在陕西北部所识别出的单位对比。前石炭纪地层遭受变质，新地层多为陆相性质，一般缺少化石，所提供的年代确定或有疑问，以上所提出的年代划分仅是暂时性的。

由于构造复杂和地层暴露不全，精确厚度的丈量是有困难的。

敦煌系 敦煌系广泛出露于玉门冲积盆地以北，盆地以南，疏勒河以西，赤金峡至嘉峪关之间的低山带，由复杂的变质岩和各类侵入岩组成。侵入岩中包括灰色片麻状花岗岩、红色花岗岩、白色花岗伟晶岩和玄武岩。几次不同时期的侵入是十分清楚的。变质岩中包括压实石灰岩、石英岩、暗绿色角闪岩和不同类型的片岩。分布在某些地方的细粒灰色花岗岩，

可能时代较晚（后泥盆纪）。敦煌系岩石种类不同的局部表现差异非常明显，但是从远处看，通常表现不出成层性。

南山变质岩 包括上至泥盆系的各地古生代地层，多少已全经变质，像在综合柱状剖面中那样，不同单位的识别是十分困难甚或是不可能的。这些岩石包括片岩、泥板岩、石灰岩和不同的石英岩，岩石通常以高角度直立，或在许多地方被丰富的白色石英脉所切割。这些岩石的变质作用好像是经过一期强烈的地壳运动和造山褶皱作用，并伴有广泛的灰色花岗岩侵入。这些变质岩和伴生的花岗岩广泛分布于南山，像远在南边的拉卜楞低山那样全部形成较高的山脊。

石炭系 蓝灰色的臭牛沟石灰岩或多或少都是厚层的和块状的，并且含有黑色燧石结核。在有些地方，夹有灰色至黑色页岩。它被羊虎沟系所假整合覆盖，局部超覆不整合于更老地层之上。上面的羊虎沟系的下部主要为砂岩，但其上部则成暗灰色页岩和石灰岩层占优势。这两系的石灰岩局部含很多化石。对这两层石炭系地层这次均未加以考察。

这些石炭纪地层好像未曾变质，但在有些地方，它又覆盖于典型的南山变质岩之上，且没有角度不整合，因之，它们与老地层的关系比之与变质程度明显差异更为亲密。

二叠系 二叠纪到白垩纪的地层一般分布于平行山岭并以断层与南山变质岩相接触的狭长断裂带内。

图 1 甘肃省西北部地层综合柱状图

二叠—三叠系的地层层序俄博系、大黄沟系、窑沟系、西大沟系等都是整合的，它们之间的准确界线并非到处可以清晰辨认。俄博系是主要的含煤部位，但是它的特殊组成是几层灰色海相石灰岩层，也含有相当数量的灰色至黑色页岩和一些砂岩。在窑街附近（7月9日）、完尔滩附近（8月20日）和大红沟（10月10日）看到出露良好的露头。在这些地方，地层几乎直立，并多为断层破坏。任何地方都没看到该系的底，因而在这些地方与老地层的关系都不了解，但是无疑的是连续超过不整合。

大黄沟系主要由褐色到绿色砂岩和页岩组成。这是二叠纪的上煤系。这次调查的区域，多少含有一些炭质，但是未出现可采煤层。这是7月9日在窑街和10月10日在大黄沟观察到的。

前述的大黄沟系向上逐渐变为粗粒红色砂岩伴有页岩或泥岩层。窑沟砂岩在窑沟附近和大黄沟出露很好。



西大沟系，正如描述的那样为绿色砂岩和伴有夹有红层的页岩的连续沉积。这次调查未曾进行观察。

三叠系 8月15日在隆务寺所见的中等褶皱的地层可能是三叠纪，由暗紫色红色砂岩、砾岩和少量页岩组成。并为第三纪的红色层所不整合覆盖。另外地区分布于龙口铺（？）和黑松峪（？）之间，可能为三叠纪的地层，其上部含有很多砾状砂岩，下部主要为页岩和浅红至深红色泥岩。

侏罗系 侏罗纪煤系或龙凤山系，由砂岩、砾岩和各色页岩组成，其中以红色占优势，并含几层可采煤，仅见于阿干镇。孙健初报告在一些地方，该系整合于西大沟系之上。

窑街系 在时代上可能为晚侏罗纪，或可能较新，也即早白垩纪。底部为深黑色层理很好的页岩，有100m或更多的厚度，并含有薄的透镜状黑色不纯石灰岩。这一部分相信是海相成因的沉积。石灰岩透镜体中含有残留的鱼和介壳碎片。在这种页岩中，可能发现保存有不太好的有孔虫。

黑色页岩逐渐向上进入主要为浅灰至深灰页岩带有次要砂岩和可采煤。这些层又被细粒白色至红色局部含植物化石的砂岩所覆盖。这次仅在窑街观察到该系地层。孙健初报告，它依然是不整合于不同时代的老地层之上。

白垩系 红沟砂岩构成白垩系剖面的主要部分。主要以有交错层理的红砂岩为主，伴有薄层灰色至暗红色页岩、泥岩和一些厚层砾岩组成。据说它仍以不整合于窑街系或老地层上。曾在荒田地和小油沟观察到。

梨园沟系 整合覆盖于红沟砂岩之上，为过渡层所分开。该系由绿色砂岩、页岩组成，有些地方含有蓝灰色土状石炭岩层。这次考察未见该系地层，但在荒田地附近见到过渡层。

始新统 寺沟系包括砂岩、页岩，在下部伴有石灰岩、石膏互层。这是一个以红层为主的层系，但有一些与泥质石灰岩相联系的绿色页岩。据称寺沟系整合于梨园沟系之上，接着为西宁系所不整合，这次考察未见到该系。

第三系红层 甘肃西部和青海东北部河谷中广泛而占优势出露的地层是第三纪红层，已提出命名为西宁系。这些地层达到相当大的厚度，不整合于老地层之上，在许多地方超覆于伴有灰色花岗岩的南山变质岩之上。在兰州以西和西南地区，根据岩性可以将第三系地层粗略的划分为几个部分，但当不知道这种划分运用于广大地区有多大的一致性。最下部的分层在阿干镇已经观察到，为含有大量黄土质胶结的砾岩。砾石为多种类型，产生于以粗砂基质胶结物中，不规则的从下部深红色变为上部的绿色或灰色，在这里这些地层出露良好，厚度约500m。

底砾岩的成分，逐渐向上变为红灰色或褐灰色砂岩，并为次层状红色砂质泥岩所分开。砂岩结构有相当差异，一般为交错层理，有些层为局部不规则砾石所形成的层理。这是第三系的组成部分，颇抗侵蚀。其完整的厚度出露于阿干镇西南下砾岩之上，厚度可能小于500m。在石榴口，出露也很好，形成兰州以西黄河的第一峡谷，这些红层很好的覆盖在抗侵蚀的砂岩之上，达到相当大的几乎无法加以估计的厚度。在底部过渡部分，为硬砂岩和灰绿色到灰色泥岩，与前述的红色具有强烈的反应。在此带之上，为伴有很少量砂岩的鲜红色泥岩。这些泥岩实际上是无结构的，很少有成层的证据。对这些地层，其细微的颜色和结构的差异，从远处观察，足以揭露其倾角大小情况，但是对于小规模露头和眼前观察时则不能令人满意，其结果往往是不真实的。

在鲜红色泥岩之上分布有某些稍暗色的砂质泥岩，这些地层通常出露于悬崖峭壁上。沿

节理侵蚀而成，在乐都西北出露很好。在第三系地层的上一半，在下部突出鲜明的红色逐渐消失，首先变为棕红色，最后为黄褐色，这些地层据信为本系最上部地层且广泛出露，甚至微弱的红色色彩几乎全部消失。

与出现在抗侵蚀砂岩之上过渡带泥岩相似的灰色到浅绿色泥岩，在剖面中局部分布较高。石膏在某些淡红色层中，在相当薄层不纯灰岩中，或以结晶形式穿过泥岩，或沿节理呈脉状分布。特别是在第三系沉积的边缘也有相当的侧向变化。在那里局部次生沉积形成了或多或少的粗砂岩和砾岩，在离开物源的方向尖灭或消失。

第三系的沉积基面十分不平坦，虽然或有 1000m 以上的起伏，但是基面坡度看来还是比较缓的。

**晚第三纪山前沉积** 在甘肃西北部，山麓堆积和冲积扇沉积由圆的卵石、交错层砂岩以及或多或少的泥质粉砂组成，且已经断裂和挠曲，这些地层的时代据信应属上新世。这些地层绝大部分未曾固结，在岩性上实际与现代沉积的冲积层相同。然而，局部地有点固化，有的粉砂质和泥质层具有微弱红色的锈褐色，这些都是现代成因的沉积层所看不到的。

在恰卜恰附近和黄河上游河谷的各个地方，覆盖在高阶平原上夹有交错层黄褐色砂的圆形卵石层现已大量被侵蚀破坏。这些地层，同样地应属上新世时期。

**后第三纪冲积层** 中国西北部第三纪以后的自然地理发展十分复杂。冲积层由卵石、砂、粉砂组成，广泛沿黄河和其支流的河谷分布，形成或者覆盖不同高度的阶地。在甘肃西北部相同的物质形成了冲积扇和其他类型的山麓堆积，并经受现今侵蚀割切。在这两个地区，老的沉积都显示了现代局部挠曲的依据。

**黄土** 在黄河河谷及其支流，广泛分布着像粉砂样的黄土。它以相当的厚度分布覆盖于不同台地的砾石层上。这种黄土出现在平缓坡度的地区，甚至第三系盆地之间隆起的变质岩和花岗岩山脊的高海拔地区也有出现。很多这些物质特别是在低高度处就像平原所示的那样，某些地方无疑的是有成层性，某些另外的地方有小的砾石透镜体，反映了是水成沉积的。兰州以西很多真正的风成黄土尚未确切的识别出来，虽然这些物质据信出现在兰州和阿干镇之间。

甘肃西北部所有耕地位于像粉砂一样的黄土地区。无论如何，这些物质全是水成冲积层。它仅分布于靠近河流现代盆地较低的较平部位，没有出现在山坡上，虽然在许多地方现在已受到风和水的侵蚀。相同的物质现在正沉积在不重要的一些小区域内。

**可能的生油层** 中国西北部变质岩以上的地层剖面，最多的是由红层及其它类型的陆相沉积所构成，没有可望形成石油的沉积类型。富含有机质的海相地层分布于下二叠系俄博系和上侏罗或下白垩系窑街系，这两个系在性质上十分相似。在这个地区的黑色页岩和薄层石灰岩非常像生油源岩。侏罗系的龙凤山系含有相当多的含碳物质，主要以煤的形式出现，就所知它没有海相成因的地层，页岩、砂岩甚至那些与煤层紧密相伴的地层，通常缺少任何（可形成石油的）有机物质。这个系，虽然构成第三个可能性——在陕西和四川两地含有一些油——好像其贡献远少于在另外两处的任何一处。另外石炭系地层中的海相层和始新世寺沟系中的少量石灰岩部分的可能性，需要加以考虑。某些老地层中的变质岩和年轻石灰岩很少发育的地层，两者都不像是重要的生油层。

中国西北部所有可能的和生油岩都已经受过或多或少的严重变化。二叠纪、侏罗纪和白垩纪的定碳比，可以用所提供的数据加以计算。根据这些煤炭分析计算出的有用的定碳比，示于下表：

位 置	水份 ( % )	挥发物 ( % )	固定碳 ( % )	灰 分 ( % )	硫 ( % )	定碳比
白垩系						
永 登	5 . 84	36 . 99	53 . 34	3 . 83	0 . 67	59
永 登	3 . 41	30 . 86	46 . 55	19 . 18	0 . 96	60
永 登	5 . 23	32 . 94	51 . 54	10 . 29	1 . 04	61
永 登	5 . 91	34 . 56	55 . 82	3 . 71	0 . 37	62
永 登	5 . 59	38 . 18	57 . 37	3 . 86	0 . 36	63
侏罗系						
兰 州	3 . 19	35 . 81	54 . 16	6 . 84	0 . 74	60
Ching—tai	6 . 64	30 . 76	52 . 08	10 . 50	2 . 33	63
兰 州	4 . 58	28 . 65	58 . 78	7 . 99	0 . 62	67
兰 州	2 . 36	25 . 80	53 . 44	18 . 40	1 . 66	67
会 宁	0 . 93	28 . 28	57 . 54	13 . 25	0 . 64	67
兰 州	3 . 13	26 . 75	66 . 36	3 . 76	1 . 27	71
兰 州	3 . 94	24 . 74	65 . 41	5 . 91	0 . 85	72
永 登	0 . 34	22 . 59	61 . 25	15 . 82	1 . 84	73
二叠系						
Ching - Yuan	0 . 43	43 . 06	50 . 63	5 . 88	4 . 81	54
Ching - Yuan	0 . 36	41 . 44	53 . 61	4 . 59	5 . 00	56
山 丹	12 . 73	27 . 72	39 . 80	19 . 75	/	59
Ching - tai	7 . 28	24 . 23	44 . 90	23 . 60	2 . 55	63
Ching - tai	3 . 59	24 . 75	60 . 85	10 . 82	3 . 02	71
高 台	2 . 90	19 . 15	53 . 66	24 . 29	0 . 81	74
永 登	4 . 16	18 . 57	64 . 48	12 . 79	4 . 13	78
永 昌	1 . 32	17 . 28	70 . 40	11 . 10	0 . 67	84
Ku - Lung	3 . 54	10 . 20	72 . 92	12 . 84	1 . 91	87

该表表明，二叠系纯煤的固定碳在某些地方超过 70 %，这标志着其变质程度超过了石油完全破坏的界限。因而窑街系在中国西北这部分地区有望可能为生油层是清楚的。

### 三、地质史

南山地槽 贯穿早中古生代大部时间，巨厚的沉积好像沉积在一个大的地槽里，其范围粗略的估计占据现在的南山山脉和向南延伸距离不明的地区。沉积物质主要为碎屑岩，但有些厚层石灰岩出现，并发现少量泥盆系和密西西比系化石。然而复杂的构造，巨大变化的岩石性质和研究的不充分，至今仍然阻碍着对它早期历史的解释。

南山运动 在或接近泥盆纪结束和或者延至整个密西西比纪，远到甘肃的南山地槽沉积被压缩、褶皱、断裂并广泛地为灰色花岗岩所侵入。这些扰动，或可产生山脉地形，且十分严重，卷入的地层或多或少完全变质。随之而来的是侵蚀时期，该区的地形起伏减少许多，但是还不可能达到准平原化。

**二叠纪—三叠纪沉积** 这个地区的沉积作用好像从早二叠纪到整个三叠纪甚至继续到侏罗纪时期。较早的地层俄博系由海相石灰岩和夹有煤层的页岩和其他陆相岩石组成，并有不少海侵记录。然而除了这些下部地层外，上部全为非海相的地层。那些时期沉积的地层广泛均匀的贯穿整个中国西北部是不可能的。它们突出的粗碎屑性质并包括多层粗砂砾和砾岩，推测很多沉积物来自老地层的山区或低山，这些山隆起并位于互不连通的盆地之间。

**前白垩纪运动** 南山和其邻近地区，在中、晚侏罗纪时期再次发生重要的褶皱和断裂作用。随后的侵蚀作用，这一地区可能出现像二叠纪开始时的那种地形面貌。相对较低的地区后来变成盆地，较高的高地好像经过了相当的改变。

**白垩纪沉积** 随之而来的晚侏罗和延至早白垩纪的沉积作用，在许多重要方面与二叠—三叠纪时期的沉积有些相像。在其底部分布有暗色页岩和不纯石灰岩（窑街系），可能是浅海侵的记录。随后是煤层沉积，继之为相当厚的包括粗粒砾岩的碎屑沉积。这些物质可能产自附近相当广泛侵蚀的高地，或多或少的影响局部盆地的沉积。

**早第三纪运动** 相当于前述后石炭纪地壳运动的力量，在白垩纪末或早第三纪时期再度活跃。自从南山运动时期最初的活动以来，力的强度变得不那么重要，白垩纪后的褶皱和断裂没有侏罗纪时期那样的严重。

许多高角度的逆断层很清楚的早于第三纪红色沉积的发生，在断块里地层的倾斜方向，推测地壳运动引起的压缩为自南向北的活动。

**中第三纪沉积** 第三纪的红层，像前述的陆相沉积一样，沉积于不平坦的面上。然而较高地区的地形起伏，好像在这时相当部分已经减少，在总体上或重要性上仅有一小部第三纪沉积物来自这些高地、紧邻地区或边缘。第三纪的大部沉积好像来自很远的地方，被河流搬运并沉积下来。

**晚第三纪侵蚀面** 第三纪红色沉积盆地虽然可能很广阔，一般地与白垩纪早先沉积的盆地一致。因而靠近晚第三纪时，原来介于盆地之间的高地区已经受到不断长期的侵蚀，相当广泛的地区成为准平原，这种准平原在中亚地区到处可见，贝克和莫利斯称之为蒙古准平原。虽然与低山相比在形态上不规则，仍保持在它的一般高度上。这个侵蚀面可能在现在的南山和相邻地区普遍发育良好。

**晚第三纪运动** 中国西北部形成高山升高的运动在晚第三纪即已开始。不像过去的运动，它们是源于西藏地区向北的压缩活动所形成的。也不像其它地区，区域隆起比起褶皱作用来说是这次地壳运动的重要结果。这种隆起伴有块断作用和盆地内沉积物的某些褶皱。这种隆起首先在南方感到，随后逐渐间歇性的向北。

**第三纪末期山麓堆积** 西藏高原的升起和南山地区断层山的发育，以及更南方随之来的强烈侵蚀，造成了第三纪松散团结的岩层从隆起区全面迁移，以及这些地层插入洼地中的削截作用。从山脉中老岩层来的侵蚀风化产物由河流携带并沉积，形成了广阔的山麓堆积，覆盖了准平原面的低部位和削截了的第三纪地层。这些沉积物包括砾石、砂、粉砂。局部物质粒度和堆积厚度的差异，充分证明与主河流的分布有关，这些河流在新形成的山区逐渐干涸。这一时期较粗沉积通常紧靠现代河流分布的事实表明，这些现代水系的存在是在晚第三纪时期形成的，这一结论被其它自然地理证据所充分支持。

**后第三纪运动** 第三纪时期使现代南山和邻近地区上升的运动，还在重新间歇性的活动，在中国西北部，可能还未达到稳定状态。山区本身继续上升，并且随着以北界逆冲断断层为界的低边界山的发展逐渐向北发展，这些高角度逆冲断层像切割老地层一样，也切割了

第三纪地层。

第四纪冲积层 砾石和细粒碎石屑经常由山区的侵蚀并在河谷中和山麓堆积斜坡上形成，现在保留在阶地上，它们中的一些部分在盆地中呈现明显的挠曲。

黄土的成因与沉积 从现代南山山脉开始，这些山脉的风化侵蚀的最细产物看来是不同大小细粒单调的粉砂，来自某些第三纪红层剖面中的地层。相同的物质无疑产自中亚的广大地区，在那里岩层和气候条件，多少有些像现在仍被河流多次洪水携带沉积在邻近主河道的微弱河水间歇沉积的条件。于甘肃西北部存在混有或多或少砂和砾石夹层的褐色粉砂，黄河及其支流阶地覆盖的也是同样的物质。甘肃西北部的沉积明显地形成于近代比今天更潮湿的时代。这些沉积不再生长而遭受水和风的双重侵蚀。这种粉砂在缺乏植被覆盖保护的地方对于风蚀特别敏感，常被狂风卷入云端。在中亚很干燥的部位，被风所搬运的粉砂比这些被风化作用搬运保持同步形成的更多，并不允许这样多的沉积堆积。粉砂被风选出并带走，形成中国北方巨厚的黄土沉积，伴随的砂集中形成飘积的风成沙丘，砾石留在原地形成那个地区特征性的沙漠型的表面。

#### 四、甘肃西北部第一部分，北大河以西

地理 甘肃省的大约一半包括在不规则“长柄勺”的皋兰（兰州）向西北延伸近1000km的这一地区，沿着南山山脉的山脚，零星的分布着一些可耕地。这是一个十分干旱的地区，农业耕作仅能用高山融雪的河水灌溉来完成。雨季从4月延至9月，但不经常下雨，且下雨时间也很短。这个地区的荒瘠自然条件，引起了雨水的快速集中于河流中，形成突发而强力的洪水，在夏季期间，常常不能通行。从10月到次年3月，除了山坡有少量积雪外实际上无雨。温度的季节性变化是极端地，夏季酷热，冬季严寒。但是由于该区平原的平均海拔约1500m，夜间，甚至盛夏季节的夜间也很凉爽。白天常有强风吹袭，盛行风在旱季从西北地区的西部吹来，经常是从中午开始一直延续到日落。然而经常发生的是风暴，风暴时间可持续不断的多达5天。这种风暴可使天空充满尘沙，不见天日。

农业不仅依靠雪水灌溉的限制，还受到该区是否有像冲积层的黄土的限制。这些地区大都局限在平行南山山前狭窄的灌溉盆地中。向南为突然拔地而起且带有冰川的雄伟南山山脉，它的高部位为终年积雪的雪冠而达6000m。在北部，盆地界于不规则、大多低于300m的低山带，人们管它叫北山。越过这一地区即为伸延着荒无人烟的戈壁沙漠。

相当延伸的耕作地区，常间断地分布于向西远至酒泉一带，甘肃省的人口也大多集中在这些地区。不像中国其他地方，农民集中在一个村子里，生活在大的用围墙围住的农庄中。这里的村庄也是简陋而贫困的。较重要的城市是武威（凉州）、张掖（甘州）、酒泉（肃州）这些城市，像中国其他地方一样，不止一个名字，许多现在官方用的名字对于外国人来说是不知道的，因为许多外国地图上所载的名字是上个王朝期间使用的名字。

居民区彼此主要被荒凉的戈壁沙漠和延伸的风砂所围绕或分开。在某些地区，也有丰盛的农业耕地和到处都有通常被粗草和沼泽洼地覆盖的软盐壳土壤。

酒泉以西，该区变得更加荒凉，农业村庄变得更小并且高度分散，仅有的城市为玉门、安西和敦煌。

白垩纪和第三纪盆地 在甘肃西北部，第三纪红层的露头，仅限于玉门经度以东南山脚的狭窄地段和沿北山南翼赤金堡和嘉峪关之间的地带。白垩纪的露头受到很大限制，仅分布于南山山脚的孤立地区。根据北部露头区第三纪地层的粗屑和砾岩的特性，疏勒河以北以西、赤金峡以西发育在敦煌系之上完整准平原的出现，以及北山更东的地形，推测那是现在

断裂和上升的晚第三纪侵蚀面的一部分。所有论点趋向于这样的结论，那就是第三纪红层沉积北界沿着或靠近现代北山南翼延伸的低槽分布，这些地层从未在这些低山之北和疏勒河之西出现，这个低槽的南界位置尚不清楚，但可能是原始的第三纪地层远在南边，不像是在现在的位置而是由于南山上升区的剥蚀而致。另外看来，这个地区的白垩纪地层也是局限在这同一低槽内，但分布不像第三系那样广泛。

第三系侵蚀面 正如以上所述，晚第三纪的侵蚀面在甘肃西北部相当大的部分是可以识别出来的。从敦煌向东 230km 到赤金峡，向北 90km 到红柳园，这个侵蚀面接近完全准平原以来已经发生挠曲和断裂。再远向东，不能清晰辨认，但是那些由老变质岩和侵入岩组成的北山的圆形轮廓，和这些山脉阶地样的分布，虽然从未产生像在西部所有的那样高度，但强烈地暗示这个地区也是同一侵蚀面的扰动部分。

石油河背斜  
位置 石油河背斜位于南山山脚，靠近白杨河，发育在第三系红层之上地形崎岖的地区，距酒泉以西和玉门东南约为 75km。这个构造是这次调查期间发现的唯一可望产油的构造（图 2）。

图 2 玉门石油河背斜地质构造图

描述 这个背斜从石油河向南东 70° 方向的马莲泉可追踪 5km。这是一个以陡倾角到轻微倒转，沿北翼可能有小逆冲断层的不对称背斜。像是从石油河至干油泉中间向东西两端都有闭合的背斜。

石油河是一条重要的常年河，源头远在山脉中，较小的干河谷流尽于山脚高地，以直角切穿该构造，提供了非常好的剖面。光秃的岩石贯穿在许多崎岖地层和露头上，因而除靠近有很厚现代砾石沉积的石油河以外，露头出露非常好，几乎是连续的。背斜南边 10 ~ 15km，升起了变质岩山，向北，露头限止在由晚第三纪 300 多米厚地层组成的低山一线。这些地层以 30° ~ 45° 的倾角向北倾斜。这些砾石以明显的角度不整合覆于第三纪红层之上，并向北消失于更平缓倾斜的晚第三纪砾石之下。

在山脚高地带，石油河切入晚第三纪砾岩沉积超过 100m，这种砾石一般从陡峭的悬崖兀立在河面上，以明显的高阶地向河两边延伸。

石油河背斜很漂亮地出露于被砾石覆盖的河流西岸高出这个阶地之上的悬崖上，如前所述，它是一个向南缓倾而向北轻微倒转和有小的角度逆冲断层的不对称背斜，露头同样分布在河流两岸的低处。背斜顶部以北出露了近于直立的地层达 1km 以上。顶部以南 3km 距离内倾角由水平逐渐增加至 20° 左右，在这里出露了最后一处第三系露头。超过这个地方，除了河流两侧，到变质岩山边缘的砾石之外，别无它物。在构造顶部，地层局部遭到扰动，可能是小断层断裂所致。暴露在背斜顶部和河流上游地层的颜色比北边和阶地之上悬崖处所见的颜色为浅。后者退色的红层已确定属于西宁系的上部。有一些迹象表明，在被河流切割的背斜轴部向西缓慢倾没，但这并不是结论。

石油河背斜的横剖面，在红层中由小陡峭的谷地所割切的干油泉也曾看到。这里的顶部不足 0.5km 宽，地层向南的倾角比向西的陡，角度达 40° 以上。背斜北翼的地层出露不好，由于主要是 0.5km 宽的泥质岩层，构造运动破坏了成层性，但可能有小的逆冲断层潜伏于该带。更北部，地层首先轻微倒转，然后以大约 70° 的角度向北倾斜，直到通过可见到的晚第三纪的砾石之下。在这个地方，背斜轴快速向东倾没，所有出露的地层都是上部浅红色层。

从上一地点正西的脊部，插入背斜脊与石油河之间，可以看到相当一部分这个构造。背斜露头良好以狭窄的弧形构造脊显示有 3km 的长度。背斜北倾很陡，南倾相对较缓，在这个弧的西部出露了很多鲜红色岩层，这可能是闭合构造的最高部分。

在东部更远的马莲泉可以看到另一个切过背斜的横剖面。这里的地层倾向很快颠倒过来了，大约以 20° 的倾角向南倾斜，70° 的倾角向北倾斜，这里没有断层的证据，所暴露的地层全为第三系上部的浅色地层。

在上述地点之东，是一套地形崎岖地带，然后这一地区成为开阔的由第三系砾石层倾斜所形成的从山区向北倾斜的斜坡平原。少量的小山升起在这个面上，提供了第三纪红层的出露，但未能看到石油河背斜的继续延伸。

石油河之西是一块广阔而强烈侵蚀的地区。这次对这一地区未加考察，但从远处看，大部分像是为砾石覆盖，露头出露可能不会太大太多。

油苗 这个背斜的油苗在石油河和干油泉曾经看到过。油是从这两处收集的，卖出去作为车辆的润滑剂使用，一处或更多处的油苗是以沥青碎块的形式出现分布于上述两地中间的地区。从河流带去的砾石中已经看到，可能由于它们不是“活”油苗，未能引起当地居民的注意。第三处活油苗产自小油沟，位于本区东部，下面将予以讨论和描述。

主要的油苗分布于背斜轴部，出露于石油河东岸的低处，它是由采金者于 65 年前发现并于近 50 年进行小规模开采的。油是由第三纪红层与上覆砾石层接触面上排出来的，并于许多挖出的浅坑中收集起来，在好的日子每天可收集一桶原油。这里石油的来源未曾看到，在第三纪砂中没有看到油的污染。很显然，这些油苗或是来自砾石之下与其一致的第三纪砂岩，或者是通过红色层中的节理和小断层逸出来的，这个油苗的活动已有很长的时间。一个沥青带分布在一些距离河流下游砾石的底部，局部油污染和薄层不连续的沥青带，出现在 100m 高地河流两岸的砾石层中。

在干油泉，一层油砂最大厚度约 15m，出露于背斜南翼。原油污染了小山边上 30~40m 高度的岩石，油是由出露在河谷地层中渗出来的。并挖了少数的坑，从那里采得少量的原油。在油苗以下河谷底部差不多有 1km 长的冲积扇中，饱含着油和沥青。

原油为黑色，当沥青从小坑中挖出来的时候，很稠很粘。据报一位比利时人和一位德国人从石油河油苗中采样送到上海，据分析，产汽油 16.5%，煤油 70%，分析的正确性似可怀疑，但非常重要是这个原油已经提取出这么多轻组分。

生油层 石油河背斜的原油最大可能来自窑街系的黑色页岩。旧属红沟系的白垩系砂岩广泛出露于东部几千米处。虽然黑色页岩在该处并非到处可见，它伏于张掖附近相同的白垩系砂岩之下，相信远至西部地区它也保持在其下。

地质解释 可以认为石油河背斜标志着由断层产生的延伸的白垩系高地的位置，在这个地区首先发生于分隔白垩纪和第三纪沉积的间歇时期。这种高地可能作地形特征存在并埋于第三纪红层之下。这个结论是根据大量事实，就是这些高地伴随有油苗存在，由于现代侵蚀仅在该背斜东部几千米处，再暴露出来。

随后第三纪红色层沉积，南部山脉的隆起挤压，引起了沿着先已存在断层和褶皱的重新运动，上覆的红层也卷入背斜中。第三纪沉积层由于侵蚀和埋藏于晚第三纪石油河厚层砾石冲积之下而倾斜。来自南部进一步的逆冲作用，加强了背斜构造并使上覆砾石褶皱。然后山脚高地区受到侵蚀，石油河被割切出一个深沟。但是气候变化和在山区的大量暴雨可能是在更新世期间，结果是河谷充满了砾石。在现代最新时期，背斜再度轻微褶皱，河流使河谷再度加深。

### 可行性

古代商队的路线之一是经过整个甘肃西北部延伸到土耳其斯坦或更远的国家。自从远古时代以来，土制的两轮马车就旅行在这条路上，虽然三年以前，机动车辆已被引进到该区，随后它们的机动性不断发展，但是这次考察过程中并没有什么改进。沿着老的车道，从兰州到酒泉 750km 的路程，用卡车需要六天半时间。然而这条路的军事重要性以及现在中日战争的形势，需要这条路快速改善。这项工作已经全线展开，虽然二个月后决不会完成。而用四天半的开车时间，可以完成回程旅行。好像人们都希望在不远的将来，这条路能变成很好的汽车公路。

由兰州汽车公路延伸到西安及铁路线，750km 的旅程卡车大约需要 5 天时间，但这条路现在正在改善和铺修路面，这样可能缩短一些时间。

另一条可能的路径是从北平以西的铁路终点包头向西延伸横穿绥远、宁夏省，在武威（凉州）连结上述路线。这条路线较之西安—兰州一线的路程可缩短 200km，但是路况不明且现在也没有什么改善。



从西伯利亚和俄罗斯土耳其斯坦 也可到达甘肃西北部。听说从哈密和迪化（乌鲁木齐）有一条很好的汽车公路通到俄罗斯巴尔喀什湖的铁路，从哈密到甘肃的安西这一地区全为沙漠，大都为砾石，是天然的路面，在这个方向上从铁路到背斜的距离，较从兰州到此的距离略大一些。

背斜位于酒泉以西 85km，大西北主要汽车公路上的赤金堡站以南 25km 处。这个插进来的地区大部为砾石沙漠覆盖，修路连接到主公路上的困难和费用都不很大。

#### 燃料和水

如果勘探石油河构造，燃料问题是个严重问题，该区没有足够的燃料木材满足需要，而必须依靠半径 60 ~ 70km 以内的一个或更多个小煤窑产的煤。然而，这里的煤田是在极端原始的情况下小规模开采的。因为地质构造复杂，煤层很薄，欲使产量提高亦属难事。

现在已知的煤炭是沿南山山前带在玉门以南的红沟地方开采的。煤窑分布于酒泉西南北大河两岸的大红沟和大黄沟。四分之一的煤矿在嘉峪关以北 15km 的荒草湖附近。据报最后一个煤矿是在山前带马莲泉和小马莲泉之间附近，但尚未开采。假如报告属实且煤炭可以开采，这个地点是离背斜最近的一个地点。

石油河是紧邻背斜的一条长年河，它可提供足够的优质用水。此外，马莲泉有一个水泉，泉水明显地来自红色粘土层，在干河床碎石层下再打浅钻也可能钻出水来，但是无疑水量是很小的。加之在该区从这些来源的水可能有高度矿化，主要是硫化钠，难以用于锅炉。

#### 结论

甘肃西北部有石油存在。石油河背斜是一个适合于生产石油的构造。除了钻探之外，没有其他办法确定有多少油。但是它相对较小，难以有望发展成为大油田。如果这个构造位于很容易进去的地区，无疑是值得钻探的，然而在这样的地区开发费用将会非常昂贵，如果从直接商业目的考虑，进行决算之前应对开发、生产、炼制、石油市场等全部因素进行慎重考虑，以便把严重的财务损失降低到最低限度。

另一方面，如果考虑国防在中国西北部的需要，可以不惜任何代价开发油田，石油河构造应该进行钻探工作。另外在目前中日军事冲突中，其所占的位置不难想像。最后，从钻探第一口油井并建立小的炼油厂，即使以最快的速度 and 最佳的机遇，至少亦需两年时间。

#### 荒田地和小油沟

石油河背斜区形成于南山最外层山脚高地的晚第三纪山脊向西南方向延伸，高度逐渐降低，最后在博乐胡同消失。从这里到大红圈 8 ~ 9km 距离，最后一个山脚高地是由向南倾的白垩纪砂岩所组成。这个山岭继续向西，在晚第三纪砾石山之后接近 10km 的小油沟突然中止。向东约 5km 侵蚀地带之后，出露第三纪南倾 30° 的红层。

在荒田地白垩纪山脊，在现代砾石山前斜坡南部缘上突然升起。这里显然应有断层存在，但是却看不见断层，其北侧与断层相接的地层全部隐藏在冲积层之下（图 3）。

这些地层无疑应是第三纪红层。在这里一条深谷切割了山岭，提供一条很好的地质横剖面，最低部出露了白垩纪地层包括烟灰色和白色砂岩和浅色泥岩含有少数几层绿色或暗栗色泥岩。这些地层经受了扭曲，形成拖曳褶皱。这个山岭的主要物质是由交错层砂岩、砾岩伴有泥岩夹层的地质组成。以 50° ~ 70° 的倾角向山里南倾。下部地层以深红色为主，上部则变为浅红色和白色。砾岩中的砾石含有不同岩性的圆砾石，其中有些直径可达数英尺。这些抗

图 3 荒田地横剖面图

风化的岩层可能与红沟系相当。在白垩系剖面的顶部，分布有泥岩和砂岩的变化层主要为红色，但也含有一些绿灰色页岩和很薄的煤层透镜体。这些地层可能是梨园沟系底部的过渡层，白垩纪出露总厚度约 2200m。

往南，白垩纪位于第三纪红层之下。接触关系明显的角度不整合，白垩纪地层倾角  $70^{\circ}$ ；第三纪地层倾角  $45^{\circ}$ ，后者含有鲜红色泥岩和褐色砂岩，这些可能属于红层剖面的中部，但有明显的标志，薄层砾岩在其底部。第三系和红层很软，较白垩纪很容易风化，形成坡地，现在经过适当的分割，形成与南面变质岩山的均一的高度高地。

白垩纪山岭向西在小油沟的急速结束，好像是被断层断掉，如果这种解释是正确的，那么断层发生在第三纪之前，因为红层以角度不整合覆于白垩纪山岭南翼和西端。这里的白垩纪地层以  $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$  的角度倾向大山，并主要为砂岩，大部为紫红色，含砾石，伴以栗色泥岩夹层。上覆的第三纪是鲜红色，像在荒田地所见，倾角较白垩纪稍缓，并以明显的悬崖屹立在稍低于白垩纪山脊。这条界定北部山岭界限的断层在这里显露得很好，并以  $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$  的倾角分开。这种陡峻的倾角向北继续延伸 1km 或更多，但最后向相同方向以  $45^{\circ}$  角倾没于晚第三纪地层之下。这个带中的第三系地层上部的颜色逐渐变淡而且是属于这套浅色系的上部。

在白垩纪山岭西端的小油沟出现一处活油苗，发现了少量原油，原油好像是从白垩纪和第三纪不整合面上和接近 1km 处饱含沥青的冲积层的沟谷中流出的，在白垩纪地层中未见到油砂，但在局部地区于不整合面上 50m 均为石油侵染。据信此处的油苗可能来自白垩纪砂岩之下窑街系的黑色页岩。

这条白垩纪山岭并非直接在石油河背斜的连线上，而是偏南一段距离。然而这里的地质条件据信可以对背斜的地下关系提供一些说明。

#### 赤金堡区（图 4）

赤金堡的东南部和西南部，是两条东西方向延伸的超过百米高度的小山，突出的屹立在南部无甚特征的盆地之上。这些小山的北区是延至北山的第三纪露头，西南区则是向西南延伸至南山山脚高地的第三纪侵蚀阶地。这些高地由未定时代的前第三纪红层组成，其地层主

图 4 赤金堡地区简图

要为坚硬的粗粒红色砂岩和砾岩以及深红色的泥岩。在东部高地砂质泥岩和砂岩出现于红层之下，西部高地是一至多层几乎全由深色变质砾石组成的砾岩。这些地层既不类似白垩纪也不类似二叠纪，而是沿该处到酒泉南山前山带出露的红层。在构造上虽然东部高地的东部存在十分紧密挤压的向斜，而主要是由向北陡倾的地层组成。沿着高地的南面，可能有前第三纪的断层延伸。

环绕这些高地的边缘，属于第三纪红层最高部位的地层，以角度不整合覆盖在老而坚硬的岩石之上。晚第三纪的挤压严重，第三纪地层从老山区向所有方向倾斜，在南部特别陡。

在高地与北山之间，第三纪地层以背斜倾没和向斜褶皱形式可能出露千米以上的厚度。这个剖面粗略的可以分为三个部分，其上部和下部包括很浅的红色泥岩，而中部泥岩则为浅绿色。绿色泥岩层在东部高地的北翼及西北一段距离的向斜中出露很好。泥岩颜色主要为浅红色。实际上所有泥岩都含很多砂质。砂岩是长石质粗粒的以及含有足以证明来源于北山的花岗岩砾石，其上被第三纪地层所超覆。该区地层的倾斜常平缓，但在某些地方特别是靠近背斜轴的地方倾角可超过  $45^{\circ}$ 。

该区的很多褶皱，完成于晚第三纪时的运动，倾斜层又随之而倾斜。晚第三纪的砾岩可能还有砂岩、泥岩沉积在这个倾斜面上，很新时代的重新挤压而使赤金堡以南和北山有关南边插入凹地和南面主要盆地的两个高地上升。许多割切了斜坡上盖以晚第三纪的砾石从西部高地向北倾斜，这些砾石可能也产生了像赤金堡以东一段距离的低圆形悬崖。

赤金堡以南西部高地的轴线，第三纪浅红层中的平缓背斜可以向西追踪一段距离。在南边平行于这个背斜的是，出露在面向北的具有前述中间部分的绿灰色层高悬崖的山前伏于年轻的浅红色层之下向南稍陡倾的逆掩断层。在悬崖的顶部，绿色层被同为上部的浅红色层所覆盖。此处的西南具有很多第三纪露头的破碎地区延伸相当远，但是其构造性质尚未确定。

靠近赤金堡扰动较强的第三纪红层地区，界定了以低矮的圆丘从赤金堡以西南西方向向南山山前带延伸的北山延伸带。第三纪地层的不规则性，可能反映了它的沉积时表面的不规则性。

#### 赤金峡至嘉峪关北山

从赤金峡到嘉峪关的北山，长约 70km，由不规则和不连续的低山组成，最大高程小于 5000m，四周被宽缓的低山所环绕。它被白杨河谷分成两块相等的部分，其东部高而且宽。这一部分虽然接近东端的荒草滩夹有二叠纪煤炭，但主要由火成岩和变质岩构成，可能相当于敦煌系。红色和灰色的花岗岩碎斑明显地表明过去曾是相当暗色的岩石。山体由于侵蚀而受到相当的分割，但是南坡缓缓的上升并以大约  $6^{\circ}$  的角度均匀的倾斜并可能是掀斜或上升的晚第三纪侵蚀面的一部分。一条只有雨后才为流水占据的干沟切穿了这条山脉低矮的东端，清楚的证明南部相对于盆地上升发生于很近代的时期，随后才发展成现代的水系。从主山脉分隔出的回回堡的北部，是同样类型更低的山脊，主要为暗色变质岩所组成。它的南坡较北坡平缓得多，其北坡可能也是晚第三纪的掀斜上升以及断层面的位置。

这些山脉的西半部被非常低的 10km 或 12km 的鞍部所隔开。鞍部以东耸起了一条弓形的横剖面。其南坡与东面更远地方的情况很相像。在山的西部红色花岗岩作为老岩石的组成部分逐渐变得很重要。鞍部之西它是最重要的类型，在短距离内老红色岩石的表面形象好像是成层的延伸，不像东面的山脊。这个最西部分的山十分平坦，但割切很深的台地样的区域，十分明显是第三纪侵蚀面的上升部分。穿过它的西端，是割切得相对较宽的赤金河峡谷，像已知南方较远的石油河，证明了当这些山脉东端形成小峡谷时，现代的上升已经发生。

可以相信，北山的这个位置以及从北山向西南延伸到南山的低圆丘的位置，形成槽地的边界，在这个槽地内，出露在南山山脚高地的沉积物，这就是在那里沉积的。

#### 赤金堡与北大河间的盆地

介于北山和南山之间的盆地，已经描述为相对较为狭窄，并包括向北倾斜的荒漠砾石的荒山斜坡面。在靠近南山山脚高地，石油河和白杨河或多或少的深切了这个斜坡面。但向北至盆地深处，它们变成了加积河。北大河流过一条砾岩作壁的峡谷，穿过整个盆地。干涸了的山脚高地带的很多小的干沟与山麓斜坡和许多最近形成的冲积扇失去了平衡。

后第三纪运动可能包括同挠曲一样的小规模断裂作用，在盆地的一部分和某些区域已轻微小升，且目前正发生侵蚀。这种类型的主要地区是白杨河的小规模农业区之北 2~3km 的地方，向北扩展到腰泉子以东 3km 到回回堡以东 8km 的地方。该区的砾石和更细的沉积可能是晚第三纪时的，虽然地图中未曾这样的标绘。第三系红层以  $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$  的倾角向南倾斜好像是从靠近汽车公路穿过白杨河和回惠堡以东。第三纪红层也出露在嘉峪关西北，但是其构造性质尚未确定。红层中含有来自北部山区相当粗粒物质，其倾斜的上部表面好像十分崎岖。腰泉子北面的北山南冲积斜坡，局部非常红，但是还不能确定这些是第三纪的红层，还是非常现代时期的红色花岗岩风化碎粒的残余地区。嘉峪关以西的几个后第三纪时期的阶地已经轻微的掀斜。现在缓缓的向南朝着小河谷流域的方向倾斜，这些现象清楚地记录着北山现代升起的边界。

#### 玉门—桥子盆地

一大片东西延伸 150km、南北最宽可达 50km 的平淡无奇的区域，包括玉门和桥子耕作区，也包括一些小的农业开拓地。这一地区南部为南山山前低山岭，西北被靠近沿敦煌到双

塔堡的低山，北部为已遭轻微升起而侵蚀的晚第三纪侵蚀面，往东部到某些切割地低矮高地所限。北部是一块不断扩展的沙地，而且某些地区极端的沼泽化，在耕作之间建立灌溉是可能的，它带有生长茂盛的粗草。南部是不毛之地和移动的沙漠区。在东南部从上述盆地中首先被稍微侵蚀了的晚第三纪冲积层带所分开，然后又被上面已经叙述的北山向西、西南延伸的低圆丘带所分开。

这个盆地区的大部分地势太平和向北倾斜的斜度太缓，适合形成正常的山麓堆积，这个地区与晚第三纪的准平原有密切关系。准平原在南部可能含有现代的卵石，北部为现代泥沙，这些沉积的大部分为疏勒河所作的贡献。疏勒河有许多支流穿过该区中部。

#### 东巴兔区

一条被面向北的悬崖所突然限制的低山岭在桥子和踏实以南 70km 呈东西向延伸。蘑菇台子和东巴兔位于该岭的底部。此岭的山峰很平，从桥子以南山岭最高部分向西均匀地逐渐下降，直到消失于麓山砾石层面之下。向东则变得很破碎好像与赤金峡—嘉峪关北山向西延伸的圆丘区相连接。

这条山岭是一条由一系列雁行排列的断层所产生的悬崖，可能有高角度逆冲断层。由于它由抗侵蚀的敦煌系岩石所组成，且是现代成因的断崖，因而断壁得以保存。该山岭的主要部分已经相当的侵蚀而且很崎岖。它缓慢地向南离去，然而局部进入深度崩塌火成岩的或多或少变窄带。这些火成岩侵蚀后到东巴兔和其他地方的低圆丘附近地区，但是在远离现代主河道的一些小范围内，具有明显的光滑表面。这是十分明显的老侵蚀面，好像在这个准平原的平滑已无力向下侵蚀。在露头很好的东巴兔西部，这个面向南倾伏于中等磨圆很好的砾石覆盖之下，好像缓缓的向南倾斜。砾石中含有大量变质岩，且不仅是北面山岭上崩塌而来，而且也有很多磨圆很好，不是来自就近的来源。因而十分清楚，这些砾石是从南边好远的山区组成敦煌系的岩石带向北面来的，而散布于光滑的侵蚀面上。在蘑菇台子附近的一些地方，这些砾石夹有颜色很浅但很明显为红色的粉砂质泥岩，这个泥岩像是第三纪的红层。其他各处相同的岩石不整合地覆盖于搅乱了的第三纪红层之上，因此，好像是十分清楚的限制在第三纪最晚时期，因之这个砾石不仅可以提供确定本区准平原化的停止时间，还可以确定断裂和局部上升产生低山岭的时间，因这条山岭十分清楚的也卷入到这次运动中。

这条山岭的两侧都为向北倾斜的荒漠砾石所界定。向北，这个砾石层延伸到另一个同样性质的低山区，正如现在所述。向南被几条具有在这个方向上颇为显著的缓缓弧形纵剖面逐渐升高的山岭所中断。这些山岭由火成岩和变质岩组成，其构造包括沿其北面的高角度冲断层，可能与较低的北部山岭相同。

在东巴兔地区被几条峡谷所切，除了蘑菇台子那一条之外，这是一条被从南边供应雪水的大西河所占据，这些峡谷仅有广布的从南方砾石层渗滤而来的涓涓细流。在一部分峡谷中，大西河流过敦煌系岩石形成的河床，但是在峡谷之上，河谷可能为更新世的巨厚砾石所充填。这些砾石矗立着好像是高阶地，其下主河流自挖自流。这种情况表明可能是沿着其边界断层和山岭最近发生的隆升运动。另外的峡谷，特别是东巴兔北面的一条，提供了清楚的证据，那就是它们是在非常潮湿的气候下和雨量比现在大得多的时期切割而成的。穿过它长度的大部分，东巴兔峡谷为草甸覆盖的沼泽所占据，它没有河道穿过，在现近的条件下，这里没有侵蚀作用，甚至大雨以后也没有发生侵蚀。在峡谷的北部，从沼泽里慢慢渗出供给的水形成了一条细流，若干距离之后，流至冲积层的表面，这种冲积层占据了峡谷的底部而仅在峡谷口所在地方小沟本身挖掘到低于平面处。这里是这个山岭新近重新上升的证据，也是

小河沿着它的路径复活向源侵蚀的证据。

### 双塔堡山岭

从千佛洞到双塔堡延伸大约 120km 的低山岭在各方面基本上都像东巴兔地区。它由敦煌系差异很大的各种岩石组成，其北界为一系列雁行排列的断层为界，其南进入为晚第三纪砾石层覆盖的第三纪准平原的挠斜部位。这个山岭的上升也表现为进入最新近的时代。

向东，这条山岭突然消失于玉门—桥子盆地之下。然而有一条小的分支延续到疏勒河的北部不远处。这条河流切穿过这个山岭很宽而浅的峡谷清楚的表明疏勒河至少在晚第三纪时期即已占据这个过程。

在千佛洞，这条山谷结束或被一条含有高砾石阶地的河谷所中断，时间可能是更新世，很像东部远处几个地方发生的情况一样。向西部，延伸着一条低山区并非绝对的继续双塔堡山岭的走势。几乎全被高的暗褐色移动沙丘所覆盖，实际上无法考察其自然性质并加以确定。

### 敦煌—安西盆地

这个盆地的东部有敦煌、安西两个城市。在许多方面很像玉门—桥子盆地。盆地的很大部分包括沙地、在耕作区外围的草地和广泛的盐沼地。它远向西延伸，其最低部位位于卡拉诺尔（Kharanor），疏勒河流入其内。这个盆地太平坦，不能形成正常山麓堆积，其地形可能受晚第三纪准平原并为细粒沉积所覆盖，其一部分可能为湖相沉积。

### 疏勒河以北地区

靠近安西，疏勒河沿着占据敦煌安西盆地的现代沉积北边界流过。河流以北延伸着广阔的不毛之地沙漠荒坡。这些坡地均匀地升起，但非常平缓地斜向圆丘和低山区。这个坡地的南部覆盖着砾石且很平坦，向北逐渐变为被浅沟分隔小圆丘和小山的碎部，这些小丘、小山最高可达 10m。显示出单调无味的黄褐色泥质粉砂，很像玉门东部的晚第三纪，夹有砾石层。固结的岩石首先显现在浅沟的岩层中，但是当其上覆物质变薄时这些岩石出露得很广泛并形成荒漠坡地的北部。它们主要由某些很淡的绿灰色到红色的变质砂岩和页岩组成，并向南陡倾。它们被很多白色石英脉所穿过，在南部露头区常被小体积的灰色花岗岩所侵入。虽然侵蚀到圆丘和浅谷，这些岩组成的表面还是平整的，但是岩石本身是相当破碎的，这十分明显的是晚第三纪准平原的一部分。它很快在含有近乎黑色辉绿岩低山岭山脚处消失。沿这条山岭的山前带，没有断裂存在的证据，这条山岭不十分规则，并在其前面分布少量全为变质岩所围绕的孤立辉绿岩小山。这些辉绿岩深度分割为圆形小山和低山，并为大量崩碎了的岩石所覆盖，其分布向北超过了红柳园。这些辉绿岩是大的侵入体侵入到变质岩中的证据。它们保持了仍矗立在第三纪准平原面之上，是由于它超抗侵蚀的缘故。这一地区的今日地形从晚第三纪形成以来，可能很少有什么变化。覆盖在准平原南部的砾石没有大量的辉绿岩，但是含有来自南方另外山脉的岩石种类。它在向南倾的斜坡面上的出现，证明了它的沉积在准平原的挠曲以前，并得出这样的结论，那就是晚第三纪以前即已沉积。

这个砾石面从疏勒河北边的安西继续向东延伸，到广泛分布有双塔堡山岭物质的河流的北面消失。布隆吉北部有一个岩石区，可能属于敦煌系，好像在砾石面之上，或可是双塔堡山岭的延伸。在这个地方以东，河流北侧的砾石坡由于岩石露头从北部被侵占而逐渐变窄。玉门以北，砾石全然不见，砂碛地连同小范围的砂丘直接构成含有多种侵入岩和变质岩的低圆而深度崩裂的敦煌系的边界。

## 五、甘肃西北部第二部分，北大河以东

### 北大河至摆浪河间的南山山前带

穿过北大河与摆浪河间的距离大约有 130km，南山北边与盆地没有过渡的山脚地带而直接升起在盆地之上。灰色南山花岗岩形成了距这个地区中心部分 75km 的外山，在其后升起了更高的变质岩山，在少数地方出现年轻岩石的断块。

南山北坡以一条重要的逆冲断层为界，这条断层带着花岗岩、变质岩、局部二叠纪地层与第三纪红层相接触。第三纪出露于北大河与冒来泉之间几个小地区。断面北倾 30°至直立，一条很连续的红层露头带，从红水坝河延伸到金佛寺附近。远处看这里的构造有些无规律，但是大部地区地层以相当的角度倾向大山。红层露头在南泉之西若干距离再度很好地出现，这里的地层倾斜不能确定，路途中的露头不好确定，但是根据村子以东的构造判断，地层倾向可能向北。

### 大红沟剖面

南山山前二叠纪地层的断块被北大河所分开。向南可能与变质岩接触，北部是断在第三纪红层和孤立由绿色几乎是板状的泥质板岩构成，可能为泥盆纪的变质岩块，河流西岸的大黄沟和河流之东的大红沟为两条深谷，有小规模的煤窑开采。前一处孙健初曾于 1935 年，后一处于这次考察队曾考察过。这两处的地层构造关系十分相似。

出露在大红沟的剖面如下（图 5）：

图 5 大红沟剖面图

窑沟砂岩

6. 红色砂质泥岩，具有粗砾层

大黄沟系

5. 绿色页岩，上部为绿色至白色砂岩，下部为薄层暗灰色不含化石的灰岩

4. 褐色砂岩带有一些页岩和很薄的俄博系煤
3. 厚层黑色页岩
2. 煤系—灰色海相石灰岩、煤和页岩
1. 绿灰色页岩带有砂岩层

本剖面厚度约 1500m。

这里的地层除了由于高角度冲断层的拖曳，多少有些倒转的情况以外，几乎所有的地层都向大山陡倾。几层海相石灰岩的二层最大厚度可达到 3m，煤层厚度均小于 1m。

#### 金佛寺南剖面

引导去南山中部著名金矿产地的主要路径，穿过出现在金佛寺山里的小河谷。这条山谷的下部是切割块状灰色花岗岩狭长而崎岖不平的峡谷，这些山谷尖灭在靠近下降断块陡倾的由黑色页岩和薄层海相灰岩组成与俄博系全可以对比的二叠纪地层。二叠纪地层之南仅有变质岩分布。其很大部分地层向南或西南陡倾，并为显著的垂直节理所割切。与二叠纪相接触的是绿色片岩状的岩石，含有石灰岩透镜体，其中保存了丰富而完好的海百合茎。向西很短的距离二叠纪岩断块尖灭，变质岩与花岗岩以断层接触。

#### 酒泉盆地

酒泉（肃州）盆地位于大麓山盆地的西部，长约 130km，宽约 50km。向东向西与其它具有很像类似的收缩盆地相接。这个盆地的大部分是单调平淡向北倾斜的斜坡，与远在西部的地区相比有更多的沙碛地。环绕酒泉和东南部沿山前带有大量农耕区。盆地北部北大河和黑河之间，主要为含有盐沼覆盖的草地。插进来的地区主要为一片带有移动沙丘的灰褐色荒芜的卵石地。从红水坝河东南山上流出的河流，潜入于冲积层面之下。但是在山边，一些河谷具有老阶地和冲积扇，现在大多已遭破坏。在酒泉与金佛寺之间，有一片相当地区其粉砂冲积层为鲜明的红色，可能因为它部分的来自现在出现在南边山前带的第三纪地层。

红水坝河像北大河，但不像北大河那样大的水流，而且已经相当程度的割切到麓山砾石坡之下，至少向北可以远至罗家崖头（Lo - Chia - Yai - Tou）。因而好像在酒泉以西不远的一条轴线北西—南东向延伸的西南地区，在该区的东北部区域之上有最近代的轻微隆起。在酒泉以西 15km，有条与这个轴在构造上有关的被砾石覆盖的小山升起于盆地平面上。还有几个相当性质的孤立小山，分布于东端的南部。这些小山丘被厚的可能是第三纪的砾石覆盖着，老地层的露头未见出露，其构造情况难以确凿的确定。然而其主要的小山，局部显示了第三纪上部红层与砾石互层，且以  $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$  的倾角向北倾斜。往高处，斜坡的角度变为相当缓平，其东端的小山从远处看好像是平躺着似的。因而这些小山可能是一个背斜，在北部以隐伏断层为界。这个褶皱的大部是在晚第三纪时期形成的，因为红层是倾斜的且被后期的砾石所不整合覆盖，但是今天所见的这些小山的高程好像是晚第三纪已经完成。

冒来泉附近，有几个由砾石和细砂物质组成的小山，在麓山砾石坡上突然升起，并以  $45^{\circ}$  的倾角向北倾斜，可能是晚第三纪时期的沉积。这个地方有一系列猪背山平行于前山带并延向红水坝河，为同一性质。

酒泉以北大约 12km，一系列阶梯状山脊的第一排山，含有成层的砾石、砂、粉砂，显示向南倾斜。这些沉积可能是更新世时代的，同嘉峪关附近的翘起阶地麓山砾石层属于同一时代。关于酒泉盆地北界北大河黑河之间的小丘所知甚少。当从主要马车路上看的时候，据

---

原文如此，从甘肃省地图集（1:300000）上查找，无此地名，疑为罗家堡或罗家庄——编者。



说是被砾石覆盖，可能也像酒泉盆地北边一样也是阶地。然而变质岩沿张掖以北黑河峡谷出露。

### 高台以南之南山

元山子 (Yuan - Shan - Tzu) 以东，南山山前带失去了它在西面一段距离的特点规律性。高台以南，在南山主山体北坡的麓山坡上变质岩山突然拔地而起。它的西部，被分割了的第三纪红层分开，但是东部与过渡带的花岗岩山脊相连。其边缘山好像是两期不同期断裂所形成。第一次被前第三纪运动的一期自北向南的逆掩所形成。使其与现在向山区陡倾的二叠纪地层相接触。二叠纪剖面从下部的俄博煤系延伸到上部的窑沟系砂岩。随后的侵蚀使地形起伏很大，最后第三系红层自南向北超覆在变质岩和二叠纪之上。在后第三纪时期再次被逆冲隆起，这次是从南而北。这个第二次断裂，沿山脉的北面发生，但未出露，第三纪地层在此处可能与变质岩接触，却被现代麓山砾石层所隐蔽。

山脉南部的第三纪占据着向斜。其露头向西延伸超过变质岩山的末端。这里为汽车路所穿过，颜色很浅，明显的属于剖面上部，且以 35° 的倾度南倾。在别处有鲜红色层分布。其上部或急剧或平坦地被晚第三纪侵蚀面所切削，表明这个背斜的主要部分是第三纪时期末之前完成的。摆渡河切穿红层小丘的低矮部分，说明仍然随着晚第三纪的侵蚀割切进程。向斜的南部以逆冲断层为界，这条断层使红层与南山变质岩主体相接触。这条断层可能是形成远在红水坝河西部山前带的断块层的延续。

存在于二叠纪与第三纪沉积和花岗岩间的横向山脊之间的关系尚不了解。然而在南侧，花岗岩似乎被白垩纪和第三纪地层所不整合覆盖。这里出露了很好的有窑街系白垩纪，下面为包括沥青质页岩和可采煤层的窑街系；上面为红沟系红层。它们的地层倾角明显的远离花岗岩向南东倾斜。被第三纪红层覆盖的白垩纪分布区的这些山的高部位很少陡倾，并以角度不整合覆于老地层之上。

### 高台槽地

在高台邻区南山脚的现代冲积盆地经受了很大的压缩。地面缓缓向北倾斜，其北部是淤沙地，黑河水得到灌溉，大部均在农耕之中，沿着南边的山脚是一带有沙丘的砾石沙漠。

### 高台东北的北山

靠近高台北山的最外小丘由变质岩组成。该区北部向西延伸的是一大的花岗岩区。这些区域未能达到任何相当的高度，可能是晚第三纪侵蚀面的位置已经升起并分割。远向北升起了一排变质岩山，可能是在北边有断裂。这是一条这样的山脊，它的低西部末端被张掖北边不远的黑河峡谷所割切。

临泽东北，二叠纪红色砂岩形成了北山的外山。这里的构造细节尚不明了，但其关系可能像山丹以东存在的一样。更北一些，构造很复杂，但有各种古生代地层出露。在这一区域的某个地方有一个小的二叠纪煤矿。

### 张掖盆地

南山山脚的冲积盆地在张掖（甘州）附近也有展现。张掖为红水河、黑河和梨园河的交汇处所占据。许多泥砂地的存在和丰富水源的供应，使这里变为甘肃西北非常繁茂的农业区。

张掖盆地的东南部，分布许多不规则的小丘和低山，以致南山和北山不像西部那样清楚的分开，并且或多或少的分开那些很小的冲积区。这里的和远处向东的泥质冲积区夹有砾石层。在地面上许多地方出现砾石的混杂碎斑片，但它不像西部地区那种光秃的砾石沙漠。这

个地区不进行全面研究，从地质图上加以区分是不可能的。

#### 民乐地区

民乐西南隆起的山主要由变质岩组成，并向北以断层为界。山脉外斜坡的部分，包括煤层和海相灰岩的下二叠纪地层向北东倾斜，且像是不整合覆盖于老地层之上。越过边界断层，分布着第三纪红层，同样向北东倾斜，但很少有陡倾角。

民乐以东有几个小山从冲积面上隆起，其由第三纪红层组成，靠近该城市，地层向北东或向北缓倾。

#### 山丹地区

山丹城西分布着一个大而圆的红色花岗岩小山，其北部被一条小河下切成为浅谷。花岗岩圆形的轮廓和侵蚀的性质，推测那是晚第三纪侵蚀面的一部分。这个山的南边为断层所分开的区域是二叠、三叠纪红层褶皱成向西南倾伏的向斜。这个构造的另一侧，地层升起靠近并好像是不整合超覆于变质岩小山上。在这个变质岩小山的东南侧，第三纪红层像是从这个方向向变质岩超覆。

#### 山丹以东之北山

一条山峰很平齐的变质岩山脉分布于山丹的北面 and 东面。它们的侧面是沿靠近山脚高地的山前部分和二叠纪上部含有灰色至红色砂岩以及带有薄煤层的红色泥岩下部二叠纪的猪背山。这些地层向山区倾斜，其变质岩可能被前第三纪冲断层所分开，并且在另一个相同时代的断层在其前面存在，但已潜入现代冲积层之下。

#### 峡谷驿至水泉子

峡谷驿与水泉子之间的汽车路随着变质岩山之间的狭窄地带的冲积层，北部的山岭颇为规则。向西高度逐渐降低，最后消失。靠近西端山岭被一峡谷所切，因而名为峡谷驿。南部的山岭很不规则，但较高，在山之北坡，有两块二叠纪地层以  $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$  的倾角向北倾斜。在东部东区的二叠纪地层之下，一口竖井曾经遇到含有中石炭纪时代化石的海相石灰岩。但是相当的地层在此地尚不得而知。

#### 水泉子至水磨关

水泉子至水磨关之间汽车路穿越下伏的变质岩和花岗岩区，推测其地形为晚第三纪侵蚀面的一部分。在该区的邻区，几个低矮小丘上覆盖以可能为晚第三纪时期的砾石。车路南侧有一个比较其他小山为大的小山，出露了从下石炭纪臭牛沟灰岩到二叠纪窑沟红砂岩很好的剖面。这些地层以中等角度南倾，在北部为第三纪红层不整合覆盖。这是在甘肃西北部已知第三纪向东分布最远的地点。

变质岩山岭平行于北边的汽车路从峡谷一直至永昌，但向东降低了高度。沿其山前分布有低矮的花岗岩区。这些是分开的小侵入体还是以断层接触的大侵入体的一部分尚不得而知。

#### 永昌地区

永昌位于武威（凉州）冲积平原的西端，永昌之东、北山地迅速消失。在其东北分布少量相对较低的变质岩丘，在其远处，冲积平原出现，并且变成连绵不断戈壁沙漠平原。隆起而且多少有些割碎了的阶地状区域分布在永昌南北两方冲积平原中。

在永昌南北两个方向的冲积平原中，分布着相当广泛的隆起，而有些割碎了的阶地状区域，但是其确切性质尚不了解。

紧靠永昌南边，南山的最外部分由花岗岩组成。据说该区有二叠纪或其他时代的红层存

在，但是其确切地点和其构造关系尚不得而知。

#### 武威西南之山脉

南山的北排在武威的西南和南方迅速消失。在这个城市与永昌之间的有些地方花岗岩从变质岩中露出来，成为占统治地位的岩石类型，虽然小的侵入体可能是局部出现。晚古生代和可能是早中生代地层在某些河谷中也曾出露，据报告武威西南部阿干镇南有石炭、二叠纪地层分布区。

#### 武威至古浪

武威（凉州）至古浪地区全为冲积层，并由夹有圆形砾石的有黄褐色黄土状的泥沙所组成。在武威，这里的河流并未下切而流在冲积层上的砾石层中。南边不远处小山出现在汽车路西边至古浪山前逐渐升高。同样的小山从这个城市的东部北面汽车路的另一侧一直延伸到远至目光可见之处。虽然这些切割山夷平和均匀的山顶明显地是大冲积扇的残余，可能是于更新世时期古浪河所形成的。它们达到超过 100m 的高度，好像由黄褐色的沙泥并可能含有砾石层组成。山前带北的河流和它的小支流山涧本身挖掘在两排小山之间倾斜的冲积层。

据说古浪曾经是 1922 年的一次灾难性地震的震中，整个甘肃西北部都有感。这可能是该区自从晚第三纪以来曾经发生构造间歇性运动最近的一次突然表现。自从更新世以来已经引起了在插入盆地之上山脉的重新复活。

#### 古浪至乌鞘岭

在古浪，汽车路进入切过变质岩的峡谷，经过某些距离以 90°垂直地层走向的方向延伸。最窄的部分形成于白色风化后为红色的厚层块状石灰岩中。这套地层向北陡倾，也形成显著的南部断裂东西向的山脊。峡谷和汽车路回转向东并在短距离内平行于山脊，然后其主要支流蜿蜒向南，河谷相应的加宽了一些。

断层以南到龙沟堡和安源驿之间中途出露了很好的一系列以 45°~ 60°的角度向南倾斜的红层。如果不是断层重复，在这里不会出现近 15000m 的巨大厚度。该区南部出露的该系上部地层主要为桔红色砾质砂岩。向北，下伏地层变为以鲜红、暗红色页岩、泥岩占优势。这些地层的时代尚未确切知道，但好像可与三叠纪对比。

这些红层往南被另外的断层切断。从那里汽车路很陡地爬山乌鞘岭的隘口，这条山梁构成了黄河水系和向北流的中亚内陆水系的分水岭。山坡上覆盖了风化残留物质和黄土，因而露头很少且很小。然而山脊上证明为变质岩组成，但它们大部分并不很硬，在隘口上出露的仅是稍微变化了的灰色页岩夹于非常抗蚀变层之间，这些地层全都向北陡倾。

#### 乌鞘岭至徐家磨

从乌鞘岭山脊起，汽车路下坡到庄浪河谷的徐家磨，该区的地质包括第三纪红层盆地，插进了由老地层组成的断层山与颇似甘肃西部和青海东北部所普遍观察到的地质情况。

靠近公路的乌鞘岭南坡没有露头，但向东不远可以看到向山陡倾的由灰色砂岩和淡红色灰岩组成的猪背山。报告说在相邻地区有小煤田分布，其地层可能属于二叠纪。

大约 35km 的距离，庄浪河谷变得十分开阔，河岸坡度很缓，露头很少且很小，但是出露的这些地层由淡红色第三纪红层组成。在北面的第三纪与二叠纪的关系未曾看到，但是其接触关系据信为不整合胜于断层。

南边的第三纪红层被一条断层中断，并带着变质岩与其接触。庄浪河已经切出了穿过 20km 宽变质岩山的峡谷。在峡谷的南端十分宽阔，一块第三纪红层向南倾，覆于两个变质岩之间，南侧断于老地层，北侧超覆不整合于老地层之上。

峡谷以南，河谷再次开阔，出口于浅色第三纪的红层在南部缓缓倾斜，北部则超覆不整合于变质岩之上。永登以南，河流西岸的小山展现了暗红色砂岩覆于向南东和东陡倾的灰色页岩之上。这些地层好像是二叠—三叠纪的，北面断层相接，南部被第三纪超覆不整合。河流东岸未见相应的地层露头。这里到徐家磨之间红层的颜色很淡，倾角很缓。在这段距离的一些地方横穿了一个向斜轴部，因而靠近徐家磨的一些小露头向北倾斜。

#### 徐家磨至皋兰

汽车路在徐家磨附近离开了庄浪河谷，向东和南东方向延伸，跨过了很多小河谷直到靠近安宁堡的黄河谷地。除了考察路线这条剖面的后部分之外，第三纪红层的地层大部分向西倾斜。这一地区出现了大量黄土，在一些地方不见或很少见露头。虽然在两处看到较陡的地层和一处小有倒转，但地层倾角一般很平缓。在朱家井附近，公路所沿的一条小河谷切穿了第三纪地层并进入到带有许多灰色花岗岩侵入的陡倾变质岩。在这里不整合显示良好。第三纪最下部的地层浅红色层具有很明显的砂质，但含有少量硬地层。他们属于红层层序的最上部。在该处的远处仅有变质岩和花岗岩在宽大河谷的峡谷中以及在黄河至皋兰（兰州）的北侧出露。

#### 石油河背斜之外其他地区的含油远景

甘肃西北部惟一可能提供一定石油产量的地区是石油河背斜。假如这个背斜经过钻探并证明是产油的，那么在沿南山前山带从疏勒河向东紧邻山脚高地带的地区，应该进行进一步的地质调查。特别值得注意的地区是那些白垩纪或第三纪地层倾向老山的地方，那里可能发育有背斜构造或出现断层。如果是封闭性断层可能形成对石油的圈闭。另外，有这种可能性，沿盆地边缘有这些地层沉积之处，在接近白垩纪或第三纪与老地层的不整合面上，也可能聚集石油。根据这种观点，应予研究的是，要指明在什么地区才能足以引起大的兴趣。

#### 油苗报告

哈里·赫西（Harry Hussey）先生的几位白俄朋友曾告诉他甘肃西北部有一个很大的石油湖。以下是他收到的一封信中所描述的情况：

“上次我曾向你提过的那个石油湖，位于南山与一条支脉相连处的山谷中，那里是一片戈壁滩，寸草不生，无人居住。石油湖大约有  $650\text{km}^2$ 。这是一个很大的湖。其表面的 10% 为沥青，50% 为石油，40% 为含石油的土。当我的朋友第一次到达这里时，石油气味强烈得令人窒息，因此他们不敢再深入去考察，以免晕倒。他们发现两个最大的石油来源地均位于甘青交界的南山脚下，它表明主要含油带即在南山脚下，由于来自地下的压力，石油自山脚流到山谷中，此地遂为外界所知”。

赫西的信虽曾提供给他的友人，并使他领导一次对石油湖的考察，但出于某种考虑，他临终拒绝告诉这个地区的大概位置。但在另一封信中，他谈到：“如果询问一下肃州或湟源的本地人就够了”。因此，当考察队经过肃州或湟源时都曾询问过当地人，但未获有关石油湖的任何消息。

石油湖的存在，完全是可能的。但是任何前往该区的考察队均未提到这样一个地方，而且深入南山采金的人对此也是一无所知。因此，惟一的可能结论是，要么是一个纯粹的骗局，以便从赫西和他朋友那里得到什么好处，要么是对石油河油苗过分的夸大。

在他 1934 年穿过中国西北地区旅行出版的用中文撰写的报告中提到了一位中国报纸记者，报道在张掖以南马莲沟附近的煤田中，三道岭和 Ta - Hsiao - Pao 和 Tim - Huang 有石油分布，另外还有著名的石油河附近的油苗。他的这个考察队所观察的仅是敦煌附近的火成

岩和变质岩，并且在那个城市询问附近地区产生任何关于油苗的信息都失败了。张掖以南地方这次未曾加以考察，但是孙健初 1935 年曾经访问该地，从未看到，也未听到任何石油的迹象。

从酒泉（肃州）传来的报告说，在金佛寺以南西庄寺附近有油苗渗出。但是到那里调查的人回来说，所说的石油仅是变质岩山崖表面渗出的潮气而已。

## 六、甘肃西部和青海东北部

地理 兰州以西，黄河及其支流流经以极端起伏超过 3000m 的崎岖地区。通常十分开阔的河流谷地被陡而高的阶梯状山所界限。并在相隔一段距离构成或多或少景色如画的峡谷。高地为分割很厉害的高原状地区，其上耸起一系列山岭。向西至黄河水系的那一边，所在的西藏高原由大量被山脉分隔，没有外流水系的大大小的开阔冲积盆地组成。河谷的低部十分干燥，为了绝大部分农业需要不断的灌溉帮助。降雨量随着高程的增加而增加，然而在农耕区的上部大约 3000m 的高度即难得到像经常进行的灌溉。3000m 以上，广布着草地，夏季时节，成为一片翠绿星散分布着大量野花的美丽世界。每一块绿色森林仅分布在少数几处高山坡上，除沿灌溉渠种的杨柳树之外，整个区域是无树的。

中国的这一部分由于绵延不断的高山得以保护免遭中亚沙漠来风的袭击。并且气候除了季节性变化外十分一致。在低的河谷中，夏季白天很热，但是由于海拔较高，夜间风凉，甚至像现在的季节，普遍很冷。在冬季，那些较低的地区不论昼夜温度仅有几度或是冰点以下，但在高程较高的地区自然十分严寒。夏天是雨季，但每年也只有 3、4 天下雨。暴雨很少，降雨时一般都是多少有些薄雾迷蒙的小雨。在该区的居民多局限在重要河谷地带的小村落里，重要的城市很少，几个民族部落散居于这个地区。除了汉族以外，最重要的是中国的穆斯林，亦称回族。甘肃西北部和青海东北部是穆斯林人的大本营，临夏（河州）是他们的文化中心。在近代史上，他们在中国西北部相当活跃，势力不小，而且一大部人民被吸收到他们的地方部队里去。在该区西部较高的部位，居住着许多藏族农民部落和少数蒙古族血统的人民。草原为游牧藏民的故乡，他们生活在黑色低矮的帐房内，以绵羊和山羊群以及牦牛和马的粗线织物维持衣食生活。他们虽有点粗野和放荡无羁，但却是豪迈而单纯浑厚的民族。在柴达木盆地更远的西部，生活着一些蒙古族的人民。

由于该区崎岖的自然条件，整个甘肃西部和青海东北部的来往联系非常困难。经过永登连接兰州、西宁和皋兰（兰州）沿黄河和湟水（西宁河）河谷到西宁的公路正在修建中。另外从西宁和皋兰放射状的所谓公路也在修建。但是这些路的重要性很小，而且这些路中大部分现在不可能为任何带轮子的车辆所使用。因之驮骡在这整个区域的大部地区是唯一可用的运载工具。

第三纪与老岩层的关系 甘肃西北部和青海东北部的河谷大部分切割在第三纪红层之中。这些地层或多或少地占据着互相连通的盆地状地区且介于群山之间，其较高的部分由南山变质岩和花岗岩所组成。未变质而高度变形的晚古生代和中生代地层分布于这些山的翼部或断层下降盘或变质岩和花岗岩中间褶皱的地层中。在这些红色地层沉积的老地层面上明显的不均匀，而且老地层局部升起于红色沉积区之上。这些红色层如非全体但也是绝大部分为中第三纪时期的沉积。除了红层剖面的底部之外，一般缺失砾岩，这表明，古老地层现在已经分布在那样高度的地区，可能不能与现在的山脉地形相比。这些山的大部分已经是前红层面的地形特征，可能与那时区域构造密切相关。然而自从红色地层沉积作用结束以来，它们曾经强烈上升，可能是沿着先期存在的较脆弱地带运动的结果，或者从不同角度考虑这种事

件，现在的红层曾经位于这个软弱带分布。

在许多地方，第三纪红层超覆不整合于老地层之上，并且在很多地方年轻地层的倾向现在偏离了超覆方向。这种关系证明了红层前的侵蚀面是不平整的，也证明了后来的相对上升或相邻盆地的沉陷。在另外一些地方，红层与老地层为断层接触。十分普遍的是老地层一边被不整合覆盖，另一处被断掉。在少数地方所观察到断层的实际接触，确定为正断层。结论是这些断层如非全部，也是大部为正断层。这已为另外两条证据所证明。第一，断层接触向多种方向延伸。它们并不主要分布于老岩体的北侧、南侧、东侧或西侧。如果是逆冲断层，断层总的直线组合应该十分明显，而且对于它们来说应该沿老岩体的某一侧应有强烈发育的趋势，而排斥其他的方向。第二，盆地的红层除了少数地区之外未找到断层的证据。这些地层的倾角一般都是适度的，其构造的很不规则性，是一般向斜盆地的特征，其变化也是缓和的。

**水系发育** 沿着黄河及其支流间隔分布的峡谷构成了该区显著的地形特色，河流的发育在许多场合与硬的或软的岩层局部分布无关，这一事实是这些河流以相应的条件发育在某一过去时代不再有效反映的充分证据。

在现代时期，甘肃西北部和青海东北部的河流已快速的加深了它们的河谷，这一进程已为沿着它们由保存很好的冲积层覆盖的一系列岩石割切阶地所充分证明。在许多地方河流流经基岩的过程好像仍在继续。现代河流早期发展阶段残留的阶地以及河水于黄土状泥仍在较高的水平得以记录，但是它们已遭到大量的破坏与现代侵蚀难以分辨。开始侵蚀的原始表面现已彻底分割，关于它们的原始情况现在难以确定。

然而黄河以东以及恰卜恰东北，分布着一些几乎平淡无奇的草地高地，这里草地区向北面的山脚缓缓升起，向南迅速地进入到深切悬崖峭壁的崎岖地。这些草地在性质上很像包围青海湖盆地部分的草地，可能像是冲积成因的。这些草地覆盖着黄土状泥沙，而这些泥沙之下又下伏着相当厚的圆形砾石夹砂的互层，砾石砂又不整合地覆盖于第三纪红层之上。这些砾石可能是西藏高原隆起之后晚第三纪时期的沉积，然后红色盆地沉降。黄河及其支流建立了砾石在这种类型的表面上的过程，这一过程现在仍在继续。这个表面在大部区域已经遭到彻底破坏，就像甘肃西北部砾石覆盖的表面一样，给不出随后构造运动的证据。

然而，后来发生的运动被保留在各地翘起的河谷阶地所显示的那样，特别是在黄河以东不远处，显示得特别好。

另外可能为同一时期产物的老地面地区在性质上有巨大的差异，出现在 Kua - Shih - Hi - Ssu 和向西南到拉卜楞附近。这个高原地区由被圆形丘状和缓缓倾斜的小山所隔开而广大稍微开阔的阶状谷地组成。河床岩石为灰色花岗岩和变质岩，但除了很少的小露头外都被厚厚的黄土状沙泥和侵蚀风化残留物所遮盖掩覆，难以见到。这个地区可能保留实际上晚第三纪时期的地形未变。但是它的边部现在正受到回春河谷向源侵蚀的侵袭。这也是该区未发育为晚第三纪准平原的证据。

#### 皋兰（兰州）至河湾

皋兰位于黄河的南岸，紧靠着形成河谷北侧的小山山脚东流。这些小山由东向西延伸，近于直立的变质岩层和属于南山火成岩侵入岩可能也有属于敦煌系的岩层组成。河谷的南侧陡峻而高耸的山则由被早更新世砾石层和厚厚的黄土所不整合覆盖的第三纪红层所组成。接触面平整且砾石厚度随地而异。

皋兰以西，公路位于主要阶地表面上，直远至崔家崖，在那里，公路爬到另一个 60m 高

的阶地。这两个阶地也或两个阶地中间伏于粗圆砾石之下并逐渐向上爬到成层的黄土状泥沙。陈官营以东一段距离，公路下降到一个河岸，在悬崖的上部有连续出露的大量夹有砂岩透镜体的砾岩层。向西，这些地层的倾斜度渐渐的由水平变为  $55^\circ$  的倾角，并潜入好像很淡色的细粒砂质红层之下。红层的成层性很不清楚，但其倾向好像同砾石一样向东倾斜，在这个地点之后公路横穿了低阶地，直到石榴口村都没有见到什么露头，在任何其他地方都未见到像上面描述的砾石层沉积。虽然它们的时代十分不确定，但可以试归于晚第三纪。

河流以北皋兰至石榴口村之间是连续不断的地层露头。深灰色风化的变质岩延伸到陈官营对面附近一个地点，在那里这些地层被非常平缓倾斜的第三纪红层自西超覆。在以西的很短距离，一个像墙一样的背斜被一条河流近乎直角的切割，东翼倾角较陡，倾角  $50^\circ$ ，而西翼倾角为  $10^\circ \sim 15^\circ$ 。这个背斜之西，露头突然被一条连接黄河的由北而来的河谷所中断，沿着这条河谷可能是一条断层的位置，超过这个地方，分布着走向约为北  $25^\circ \sim 30^\circ$  西， $60^\circ$  东倾的红层。这些地层颜色以耀眼的红色，含有很少抗侵蚀的岩层，属于比在东部地区所见暗红色岩层剖面较低的层位。这种鲜红色的岩层厚度可达约 1000m。向西在这层之下有与红层近乎等厚度的含有一些绿灰色泥岩层和砂岩层的地层。这些下部地层倾角依然很陡，但其走向似有近南北方向的摆动。

皋兰以西黄河的第一峡谷从石榴口村开始向西延伸约 5km。这条峡谷由伏于红层之下的厚层坚硬的红色砂岩所构成。这个砂岩占据了一个紧密褶皱并变形了的背斜的大部。其走向倾向差异极大，但岩层总的倾角一般都大于  $45^\circ$ 。峡谷的东部明显的向北东倾斜，而西部则以倾向北西占优势。

在峡谷的西端因为硬质砂岩和红色泥岩之间过渡层的缺失，可能有断层存在。在第一峡谷和第二峡谷间的 15km 内，红色地层频繁的波状起伏。一个平缓的背斜分布于中间地带的东部并作南北向延伸。另一个背斜构造北西—南东向延伸，显示在新城的河北侧。

第二峡谷比第一峡谷短得多。河流南岸出露了片岩断于红层的断层。这里是被上覆有红层的硬质红色砂岩所超覆。

由第二峡谷到河湾的湟水河，罕见层理的鲜红色泥岩广泛出露。西部倾角逐渐变缓，这条河谷好像位于平缓向斜的轴部。

#### 河湾至享堂镇

自北而来的小河与湟水河连接的河口之间的地区仅有第三纪红层出露。在这里露头上出现的剖面被两条断层所断破，一条在青土坡附近，另一条靠近王家口子。从河湾至河咀子附近，在河的北岸几乎全为连续的露头，表明除了一对小而不重要的倒转之外地层平缓而相当均匀地向北抬起，倾角的一般差异在  $10^\circ \sim 15^\circ$  之间，但在一两个地方在很短距离内突然达到  $35^\circ \sim 40^\circ$ 。在河南侧出露的地层东倾不明显，然而在一段距离有些地层好像倾斜向南，在河咀子附近为一平缓背斜的脊部，从这里地层向西倾入向斜，过了向斜被第一条断层所断缺。这条断层为正断层，中等程度的向东下掉，并带着包括绿灰色泥岩层和西边的几层硬质砂岩层与东边的鲜红色泥岩相接。

第一条断层正西为一平缓背斜脊，从那里地层倾角十分均匀的向西朝第二断层倾斜。也有下降盘向东并于西侧再次出露，夹有薄层坚硬砂岩和一些绿灰色层的红层。这些地层的走向为  $N70^\circ E$ ， $37^\circ$  倾向北西。行约 3km 之后，露头变得十分贫乏，但在此点至享堂镇河谷穿过了一个向斜，因为靠近跨过大通河的大桥，红色地层断层靠近变质岩，其地层走向  $N25^\circ E$ ， $25^\circ$  倾向东南。



这一地区没有很大段的地层暴露，所有地层看来属于红层的下部层位最恰当。

大通河剖面（图 6）

图 6 大通河享堂镇至窑街剖面图

全长约 12km

大通河南部河道的南边是夹有花岗岩、伟晶岩、石英脉的变质岩，北面为细粒状灰色花岗岩的陡而窄的峡谷。花岗岩被断层突然断缺，其北边的河谷变得相当开阔。峡谷以北出露的地层主要为二叠纪和石炭纪，构造十分复杂，在河流两侧出露了不同的剖面。在西侧，花岗岩与大量的层状二叠—三叠纪砂岩向北陡倾。它们的倾角迅速减小，同时砂岩变成波状起伏。窑街以南不长距离，地层向北 50°或更大陡倾，砂岩穿过下游这些地层被向南倾斜的第三纪红层所连续不整合。这些地层穿过一个部分轴线未曾出露的向斜。二叠—三叠砂岩的露头延伸到大通河以西远至变质岩山的侧面。

河的东部二叠纪上部大黄沟煤系与花岗岩断层接触。粗粒灰色砂岩和无结构的红色泥岩有时混杂以绿色泥岩先是轻微向北倒转，但倾角在短距离内迅速变平几近水平。其次在一小段间隔没有露头，然后坚硬的黑色页岩夹有不纯石灰岩透镜体的窑街系下部出露于河流以东的深谷中。这些地层以不同的姿态从水平甚至到向不同方向的陡倾，并且逐渐向上变到绿色砂岩。再次另外一个无露头的间隔之外，升起一条可能对应于古浪系的近于直立的变质石灰岩层。

窑街地区的主要露头区紧随在另一个没有出露的间隔之后。这里的地层投入到被一系列小断层所破坏的倾没很陡的背向斜中，其构造的详细情况尚不得而知。窑街系的下部地层出露很好，并由暗色页岩夹有不纯石灰岩层和一些砂岩层组成，也至少有两层煤。这些地层被一些很硬的粉砂岩或燧石灰岩所覆盖，其颜色范围由白色到奶油色到赭色和红色到褐色，同时在有些部分含有丰富的植物化石印痕。这些地层为鲜艳桔红色的红沟砂岩下部地层所连续沉积。向北，这些地层断于俄博系，因为俄博系含有纯灰色的石灰岩，因而与窑街系很容易区分。二叠纪地层 70°向南倾斜，可能倒转。在它们之下出现砂岩和绿色的砂质页岩，岩石很软但含有一些砾石层。这个层序被另一条断层所错断。在断层那一边为厚层块状灰色砾质砂岩，上面覆盖着厚层红色砂岩，就是形成小山上部的砂岩。

享堂镇至乐都

从享堂镇往西大约 20km，黄河流穿过一条切割在伴有丰富的花岗岩侵入体和石英脉的



多种类型变质岩峡谷。这套老地层好像是一个倾角西缓东陡的背斜构造，正如前述这些地层在东南部断于第三纪红层。然在西侧，变质岩地层被红色地层覆超不整合。红层缓缓向上游倾斜并进入另一个平缓向斜，轴线在高庙子。然后升起到石咀子的背斜，又下降到另一个非常平缓的向斜，乐都小城就位于小向斜上。延着河流这一段的露头不很好，许多露头难以清楚的指明构造情况，这套红色地层不像东部所见那样鲜明的颜色，但据信属于西宁系的上部。

变质岩和花岗岩隆起于大通河与湟水河之间的角落地带，形成了起伏的圆形山，可能是晚第三纪侵蚀面的残余，现经许多小河谷的向源切割分隔所致。

这些变质岩和花岗岩几乎全被厚厚的黄土状泥沙沉积所覆盖，其中一部分至少在这样高度是平坦的，清楚的是曾经过水流储积。一块小的变质岩露头毫无疑问存在于河流南侧石咀子背斜脊之下。

#### 乐都至西宁

沿着河流的这一部分，两个以上的峡谷终断了第三纪红层剖面的露头。第一个出现在Chang - Chi - Chai以西不远，这个峡谷长约1km，下切到有细粒灰色花岗岩侵入的变质沉积岩中。西边为断层，而东边为红层所超覆不整合，这些红层从乐都所在地的向斜缓缓地均匀抬起。一个平缓开阔的向斜发育于红层中，宽度约有17km，分隔了两个峡谷。第二峡谷约有4km，像另一峡谷一样，也是在西边为断层，峡谷中出露的地层主要为花岗岩，但在西端，变质岩向东陡倾从花岗岩下升起，在这一峡谷与西宁之间被另一个平缓开阔的向斜所占据。沿着河流的这一部分第三纪红层出露的普遍不好。岩层大部为暗红色层属于西宁系的上半部。

#### 西宁南部考察

在西宁，一条考察路线是垂直于主考察路线的。西宁以南是一处很好的夹有砂岩层和石膏的红层露头。这些地层向南缓倾，并在大约5km内穿过河流下游。这个地点以外，山变得较矮，露头也少得令人难以满意。在这些地层中，红色的色彩慢慢地变得少有那么鲜明，最高部位的地层为带有红褐色的平淡色彩。向西南部，倾角变得很缓，然后大部分倒转地层向山区抬起。该处出露的第三纪红层总厚度不超过500m，地层好像有相当的侧向变化，当向南追踪时，最大的特征是加进了砾岩层。在山脉的侧翼，第三纪底部地层为大量浅桔褐色砾状砂岩。这些地层形成了低矮的猪背山，向北西倾斜，较大山坡上的倾角稍有点陡。南部这些地层好像不整合覆于老地层之上。出露在山坡的第一个变质的岩石是细粒浅灰色十分破碎的石灰岩，其构造难以确定。拉脊山脉的主要部分好像由花岗岩所组成。

#### 西宁北部考察

第三纪红层的露头仅分布在西宁的湟水和后子河汇合处的河谷东侧，露头少得可怜。西宁以北，地层缓缓上升了约10km，在那里小的倒转形成一个背斜脊，越过那里，地层水平或向南缓倾。后子河谷对岸，第三纪地层较西宁任何别的地方都要鲜红，并有一种推测，下部红层已经被背斜褶皱作用所抬起。然而这种颜色的变化可能由于在露头上尚未认识到的那些构造的倾角的侧向变异而成。

红层在北部被变质石灰岩山脉急速冲断，这个石灰岩把河谷建造成了一个峡谷。这些地层几乎近于直立的矗立着，有些像北半部紧密挤压褶皱。第三纪红层与老地层的接触关系虽不清楚，往西但由于没有陡倾角的地层暗示着有断层存在，值得注意。无论如何，如果这里不存在后第三纪断层，则在前第三纪必定有断层。石灰岩以北和被小规模覆盖的小区间为直

立的石英岩层。

石灰岩峡谷以北，河谷分叉。在西支的南侧升起了一条石英岩组成的东西向低山，与石灰岩山岭仅有轻微的偏置分支。在山岭的北翼，有一个小煤田，其倾角向北陡倾。这里露头很少，含煤层的时代尚未确定，然而因由于细泥岩的出现，推测为二叠纪，含煤层好像被第三纪不整合覆盖，第三纪红层略缓向北倾斜。

河谷的东面也切割了一条穿过石灰岩的峡谷。在峡谷以上，河谷十分开阔，山坡缓和，下伏着成层的砾石，直至古莫沙没有出现其他类型的露头。

#### 西宁至湟源

从西宁向西至扎麻隆，湟水河谷十分宽广，露头十分少，且绝大多数局限在小的溪谷中。然而边界上的山，好像由暗色的第三纪红层组成，这些红层非常缓地向西抬起。

扎麻隆位于延伸到湟源的 Tan Kor 长峡谷谷口处。河流在这里切出了很宽的河道，穿过一座被一些扭曲和变质沉积岩所覆盖的灰色花岗岩为核心的变质岩山，其两侧陡倾第三纪与老地层的接触情况在东侧未曾出露，但可能为不整合接触。向西，在未到湟源之前，1~2km 处即变得开阔，但极目可见的一些小山全为黄土状沙泥所覆盖，无露头出露。

#### 湟源至库库诺尔（青海湖）

在湟源，考察路线离开了湟水河谷向西南延伸到支流兔尔干河谷。在开初的 10km 内，除了一小块细粒花岗岩别无其他露头。然后河谷变窄为一狭谷，具有粗粒斑岩状的灰色花岗岩陡立谷壁延伸约 5~6km。这个花岗岩之上为巨厚的很像出现在湟源以东的变质沉积岩。大约 3km 之后，变质岩山突然下降，并且谷地开阔起来，变质岩山之间伴有一些相当圆的低山丘。红褐色砂岩覆盖了河流东岸的变质岩山，倾角从 25°~30°并进入小向斜。这个构造的南部，厚约 75m 的块状红褐色砂岩向高悬崖的露头抬起。在它之下好像仍为巨厚含有一些红色泥岩的页岩层。地层走向围绕几乎近乎平行河流逐渐摆动，出现了向东倾的并仍为夹有块状砂岩突出物的下部地层。晒洼峪对面，走向以直面摆回河谷，地层以约 30°的角度向下游倾斜。从这个地点一条大的悬崖或喀斯特状的山向南延伸。相同的地层出现在河谷西岸，好像延至日月山山脚处，但是露头并不广泛，绝大部分限制在小的面向南的悬崖处。这些地层的年代尚未确切知道，但孙健初认为它们可能为白垩纪。大约从东面汇合在河谷处的一条小支流上游 5km 处，出现一个小煤田。

日月山山坡上大量的覆盖没有露头，以致河谷中褶皱地层与山中岩石的关系不明。残留物质表明，日月山主要由灰色花岗岩和小范围不规则的变质岩组成。

日月山形成了黄河流域和青海湖之间的分水岭。在西边广大而开阔的冲积层充填的河谷延伸至青海湖。日月山及其边界的低山坡，除了河谷中途有低矮的小山出露变质岩外没有露头。微咸的青海湖从山区向南被广阔的草原平缓斜坡带所隔开。在这个斜坡上分布着两个老的为沙和圆砾石所标志的老湖滩，在湖的东部被大量沙丘区所界限，这些沙丘很高，占据了斜坡到山脚的位置。

#### 青海湖至共和

青海湖盆地南侧东西向延伸的山脉好像主要由变质岩组成，在其东部被一条通道所穿过，变质岩从南北两侧向山里倾斜，在南面断在变质岩上的是夹有几英尺厚坚硬黑色页岩的砂岩带。这些地层的时代可能为二叠纪。它们总体上以 30°~40°的角度向北倾斜进入山区，局部有些扭曲。

山的南边是一个缓缓起伏的草原。而南部及西南部被溪沟的源头部分水系切割向南流入

黄河。这些表明草原是一个冲积层，由厚层粗粒浑圆砾石交错层理、褐色砂岩以及黄褐色砂质泥沙所构成。砾石层中的卵石直径有大至 1m 或更大者，砂和泥沙均未完全固结。坚硬的部分从很小团块沿着某一定层而排列成为或多或少连续的层。这些地层的年代，相信是晚第三系。它们与下伏第三纪红层的关系未曾看到，但据信是不整合，从恰卜恰到贵德的河谷是在侵蚀了的部分固结的浅黄色沙和泥沙，属于红层层系的顶部。一般情况它们以很低的角度向南倾斜，但有一些小的不规则性，这清楚的反映这些地层曾经过缓和的褶皱作用。砾石盖了帽的阶地平缓的降低了一些坡度，比在许多地方的河谷坡度更缓。这些砾石可能来自晚第三纪构成砾岩的砾石，在这里缺失较老第三纪地层的砾石，以及山区的现代侵蚀作用可能已相当缓和。在主支流连接从东来的河谷相汇处，有一个大的淡水微温的泉水，经常地被小气泡所扰动，可能为二氧化碳气。

### 共和至贵德

共和的黄河南侧，为暴露出第三纪红层最上部厚层序的高悬崖。这些地层很少有红色色调，而绝大部分由被暗色砂质层分开的暗色褐色至淡红褐色的泥岩组成。向东，这些地层抬起并超覆于阿拉贡山花岗岩之上。下部泥岩，虽然颜色很浅，但在这里仍有明显的浅红色。山的西翼，根据老花岗岩面确定的，清楚地表明为第三纪红层所超覆不整合。在有几个地方，浅红色孤立小块地方的劣地仍立于花岗岩之上，一系列大约有一打<sup>一</sup>保存很好的河流阶地，以差异从 2m 到 10m 的间隔保存在山的两坡上。最高的阶地清楚地从山坡和平原上兴起，表明这个花岗岩体在很近代的时期已经上升到某些程度。

阿拉贡山的顶部以具有圆形丘的起伏地形为特征。如果这一地区完全被第三纪红层所覆盖，那它就无法确定。山脉的东坡很陡，并沿很浅色有时为褐红色层卷入到与花岗岩相接的断层延伸。这些地层被大通河谷切割，这条河谷把大山与大量同等高度标志着该区晚第三纪侵蚀面的草原隔开，其下伏为厚度可达 200 ~ 300m 的砾石层。

共和以东几千米，黄河进入一条阿拉贡山灰色花岗岩长峡谷，那是一条明显窄而崎岖不平不可通行的峡谷。如以上所述 Teng - Lang - Ko 河谷上部切挖于上红色层之中，然而到了南部，构成了一条下切花岗岩狭窄峡谷，由于它切割花岗岩而到达河边。其次的谷或气拉哈谷是同样的情况，部分切入上红层，但往下边入花岗岩峡谷。在小峡谷里的花岗岩裂缝中渗流出几处硫磺温泉，其中之一伴有蒸汽。这里的黄河及其支流的发展过程确定为晚第三纪时期。

河口以上大约 8km 处，气拉哈河谷再次由硬岩石建造了一个峡谷。在这里变质岩山被超覆，并完全埋于浅色红层之下。上覆的是晚第三纪砾岩沉积。其接触显然为角度的前第三纪山麓堆积。这条变质岩潜山平等于阿拉贡山向西南延伸。它再次出露于罗汉堂以西很好的河谷中继续直到黄河，它的河谷也建造了一道峡谷。

一条断在变质岩山脊东北翼的断层并不明显，虽然第三纪地层倾向明显的离开了变质岩山。但是这个倾角在很短距离内变得很适中，继续超过河流的梯度直到贵德。也是在这个方向，第三纪地层明显地是侧向变化的结果，推测很红的颜色再次变为真正的红层。贵德以西几千米，大量砾石层不整合地覆于河流悬崖的红层之上。这些地层是晚第三纪沉积抑或是现代的沉积，尚未肯定。然而更远的东部，第三纪地层的红色色调不再存在，而浅红褐色相似地层出现在前述的贵德地区。

---

<sup>一</sup>打，旧时计量数，为 12 个。

## 贵德至五道岭

具有相当规模的山区隆起于贵德东南及该城的东部，黄河南侧的第三纪地层不整合超覆于老岩层之上。从这些山脉向北伸出一个支脉咀到贵德以东 20km 处，在那里河流也入峡谷，北边与拉脊山脉相连。这条支脉断于山的西侧，同时第三纪地层在这附近一带经受相当的扰动。河流以北，露头几乎是连续的，从贵德到阿什贡，悬崖由暗色到褐色的地层组成，属于红层剖面的最上部分。它们几乎是水平的，但看来好像向北部的山脉缓缓抬起。阿什贡以西这些地层被一条下降盘向南的东西向断层所断缺，这条断层使这些地层与相当低层位的真正的红色地层接触，在这条断层的那边遇到一条聚敛背斜和向斜，这些背、向斜伴有另外一些其他小范围的扰动和断裂。且这套地层局部是垂直的。这里出露的良好剖面如下：

- |           |      |
|-----------|------|
| 5. 褐色层    | 600m |
| 4. 红色层    | 250m |
| 3. 灰色泥岩   | 150m |
| 2. 褐色含砾砂岩 | 100m |
| 1. 鲜红色泥岩  | 200m |

在阿什贡，路线离开了河流并向北转上小支流河谷，这条河谷部分地随着大约北西—南东走向的向斜延伸，这个向斜南西翼倾角  $15^\circ$ ，在相对的一侧倾角  $30^\circ$ 。这条河谷越上越高，所遇地层大约是第五层的底部。向斜在北部被一条断层所切，第一层的垂直地层与第四层接触。向北不多远距离，鲜红色层以  $30^\circ$  角度向东倾斜。

在下尕让，考察队离开西宁的公路并转向东沿着小道穿过山脉支脉。这条山脊由变质岩包括一些未经大变化但好像已被褶皱成较陡的向斜构造的页岩所组成。接触带附近的露头不好，但是在西部这条山脉可能断于向东倾的红层上。

山脉以东，这条支脉平行的延伸至主脉之南。这条山脉由变质岩和花岗岩两类岩石组成，并矗立在山峰及悬崖的向南面上。推测在这里可能有条重要的断层，然而这条支脉完全穿过整个的红层地区。它深度侵蚀而且十分崎岖，为土壤和阶地沉积如此覆盖，以致露头并不十分丰富。第一个露头反映倾角  $30^\circ$  向东倾，并且也有可能红层在这一侧不整合超覆于山区的变质岩上。更东一些，观察到向东缓缓倾斜的倾角，但在扎巴附近，有  $40^\circ \sim 80^\circ$  向南倾斜的倾角，许多不规则性与可能断层的交叉是可能的。红色地层的颜色，类似那些出现在阿什贡附近灰色泥岩之上的地层。推测出露在这个地区的所有地层大概属于第三纪剖面的同一部分。

## 五道岭至俄河里

在五道岭那边路线，从北边的山脉转了一个角度，然后向南到黄河谷，它穿过整个第三纪红层。Ssu - Ting 以南有一花岗岩山，其南边是一条变质岩分支向南东方向延伸，这条山岭向南东方向变矮，最后进入高低的红色地层之下，但继续在河谷地区形成峡谷的地方出露，变质岩可能伏于 Ssu - Ting 以东红层山脉不太深的地方，且与年轻地层局部隆起有关。红色泥岩广泛出露于 Ssu - Ting 附近，但倾向十分不同，可能有局部搅动。红色泥岩在远至化隆继续出露，但是在这个地区附近平缓的向南东倾斜把这些地层带入河流之下更远的露头，由高部位的褐色层组成。如上面提及的一条断层可能沿变质岩山的北侧延伸。它继续向东延伸并将南部的红色泥岩与北部地区的褐色泥岩相接。

从 Sha - Nung - Wan 到黄河的露头几乎是连续的。它们由向南倾的红层组成，并在这个河谷口下游通过，以致在这个地方沿黄河由上覆的褐红色层形成悬崖，红层含有许多石膏

薄脉，这些地层超覆在出露于 Lieh - Pu - Chia 北面的峡谷里潜伏的变质岩不规则面上，而在南部含有砾石层，砾石来源于那些老岩层。

#### 俄河里至隆务寺

俄河里以西 12km，黄河从切入到变质岩和花岗岩的峡谷里出现。第三纪地层在那个方向抬起，红层好像从褐色泥岩之下超覆在老地层的东侧上。它们被一条下降盘向西断距约 20m 的小断层所切。在峡谷以上河谷切割在占据这个山岭与西边另一个变质岩体之间的凹地的红层中。第三纪地层明显的向东倾斜，至第一个山岭与老地层断层相接。向西，这些山隆起，并不整合盖于另一个变质岩体之上。

黄河南侧，第三纪地层是深褐色型。虽然有一个小的和严重的向北 20° 的倒转，它们像是主要向东、南或南西倾斜，第三纪与变质岩接触附近的确实性质尚不清楚，但是占优势的倾角并未离开山，认为断层可能在这里存在。这个山由近乎直立的各种变质岩组成而且被许多石英脉所切穿。在通道以西不远处，这条山被隆务寺河谷所穿过并形成陡而窄的峡谷。

在南部另一条断层带着变质岩进入接触带与浅色高部位第三系红层相接。这条第三纪红层以很缓的倾角自远处向隆务寺倾斜。这个河谷之西为变质岩和花岗岩山，第三纪红层好像向那个方向抬起并超覆在老岩层面上。前第三纪岩层在河谷本身也有出露。这里上面提到峡谷的进口，软的灰色岩石好像在河流西岸的第三纪之下，在吾同以东的山边向南某些距离，陡倾的暗紫红色地层被第三纪红层所不整合，老地层由砂岩、页岩和砾岩组成，可能为三叠纪时代的，并以一定间隔继续出露一些缓缓倾斜远至隆务寺。镇子以南短距离山脉升起。在第三纪地层中开阔的河谷下切成一条另一条峡谷。

#### 隆务寺至拉卜楞

隆务寺与拉卜楞之间的地区主要由下伏变质岩和花岗岩的高草原组成。小路通向东边，出了河谷向上为黄土状沙泥所厚厚覆盖的陡坡。这些黄土状沙泥显示了最顶部阶地的标记。在一个地方，出露了很浅红色的近于水平的地层，这些地层与老地层的接触关系在东边短距离内尚不得而知。小路逐渐转了一个角度离开了南边的山岭而横穿许多出露在河谷之间的灰色花岗岩的圆丘上。最后一条山脊较其他山脊稍高一些，含有坚硬的硅质带状变质岩以及小路向东下降至切割同样岩层向东倾斜的陡而窄的河谷中，在这条河谷谷口，小路转向北西方向一点距离，再次向东爬上主河流的支流。在这条河谷的下部，横穿了一个挤压向斜，在向斜那边，同样的也向西陡倾。

瓜什则寺以西 3 ~ 4km 处，小路突然从 V—型谷变成完全不同类型的地形，代表了一个老侵蚀旋回。这里的河谷很宽，且为平底，并有三个发育很好的阶地以缓缓的斜坡抬升到圆形的而为草覆盖的山岭，这些在高度上是山，但在地形轮廓上却不是山。明显的很，回春作用慢慢从黄河向背后至它的支流是由于年轻 V—型谷的下切和老地形逐渐破坏所致。

具有漫长缓坡和宽阔河谷的开阔草原连续到拉卜楞附近。这一地区为暗色黄土状沙泥的覆盖，除了在瓜什则寺出露的灰色花岗岩悬崖之外，该区的露头少而小。另外一些出现的露头如同沿某些河流分布的残留物质的片断一样，出露在某些陡坡上，推测该区的大部分伏于变质岩之下，颇似在西部所见的这些岩层。正在到达拉卜楞之前，一条低山在草原上升起。它由各类变质岩组成，主要为泥板岩，这个地层已经相当的扭曲并向不同方向倾斜。

#### 拉卜楞至土门关

沿拉卜楞与土门关之间的河谷未见第三纪地层出现，其大部分很窄而陡。从拉卜楞到完尕滩的半路上岩石全为变质岩，像北部远处所见的那样，它们看来似被扭曲并向很多方向倾

斜。这些地层跟着是使河谷变成峡谷的一片花岗岩分布区。完尔滩以南 2~3km, 河谷再度开阔, 二叠纪岩石出露很好且近乎垂直的矗立着。它们由细粒灰色角砾状石灰岩组成, 石灰岩有为方解石脉所切, 在其他化石的碎片中含希瓦格簏, 还有硬的、砂质、云母质页岩, 颜色可从灰色到接近黑色各种不同颜色。二叠纪与花岗岩的接触未曾暴露, 但可能被一断层所分开。

二叠纪地层继续以不同走向的陡角度向北倾斜, 直到被一条断层所断掉, 并使其与二叠—三叠纪红层和浅红灰色砾状砂岩相接触。这些地层经受了很大的搅动, 但总的是占据了向斜。这个构造的北翼, 位于较新地层之下的二叠纪页岩和海相石灰岩再次升起整合地, 整合地升起, 并直立或向南西方向陡倾。这里的剖面被另一条断层所破坏, 在其之后出露了显著的厚度大约有 100m 的块状石灰岩。因其含有希瓦格簏故为二叠纪。在河的南侧, 地层向北东陡倾, 但其走向环绕或在河流的北侧摆来摆去, 形成一些平行于河谷的小山的峰顶。

在桥沟, 变质岩再次出现, 但其与二叠纪的关系不明, 从这里至土门关, 河谷很窄而且变质岩除了三个好像包裹体的相当厚的灰色花岗岩床以外, 还是连续的, 且向南陡倾。

#### 土门关—新天镇

恰在土门关以上, 河流变得开阔, 在这一点的上、下游两边一段距离内的陡山坡上均无露头出露。然而在村子桥边变质岩向南陡倾, 沿河形成了较低的河岸。在东北部构成小河界限的小山由第三纪红层组成, 但是这些露头都非常小而且又受到限制, 以致这些地层的构造情况尚无清楚的显示。存在于第三纪与变质岩间之关系尚未确切知道, 但可能为超覆不整合接触。临夏(河州)附近, 第三纪地层近乎水平或以非常缓的角度向西倾斜。这些地层的颜色相当暗红, 可能属于第三纪剖面的上部, 但是某些地层比其他岩石更为鲜艳。大范围呈现引人注目的镶边面貌。临夏以南, 露头变得很小且很零散, 但就视野所及地层可能变得近于水平。

非常平缓倾斜的第三纪地层继续下到新天镇河谷附近, 它们大部是非常浅的颜色, 属于红层剖面的高部位。大量褐色砾岩在许多地方出露, 这是唯一具有这种特性的地层, 看来可能轻微地倾向河谷。在洮河附近可能存在一个平缓向斜轴, 因为两岸的地层以 5° 角度向南倾。这些地层的颜色也是鲜红, 认为它们属于下部层位。

#### 新天镇至皋兰

在新天镇附近, 好像构造有些搅乱。在这个镇的正北淡红色厚层块状泥质砾状砂岩在一个悬崖上出露, 以大约 20° 的角度向北东倾斜, 在河流另一侧刘家寨对面, 地层颜色比在本区附近任何其它地区都红, 并以 10°~12° 的角度倾向北西。但是出露的露头不足以反映构造关系, 可能有一条断层隐蔽在河流冲积层之下。从河流往回一段小距离, 这一地区几乎全被黄土状沙泥所掩盖, 露头十分罕见。

在中铺 之上或正北, 有一个明显的向斜向西倾没。其北翼的地层很陡地沿着一个北西—南东向延伸的流水抬起并突然变平, 稍后一点出现了显著的倒转。在这里出露的地层主要由含有一些砾岩的褐红色砂岩组成。好像具有第三纪红层剖面下部层位的特性。普遍的倾斜角度大约为 20° 西倾, 但局部地区较陡。这些砂岩在很窄的河谷陡侧的一段距离有所出露。它们逐级向下相当陡的下降至弱抗风化的砾岩中, 这些砾岩含有许多不同种类的卵石。这些底部第三纪地层的上部, 主要为绿灰色, 但向下部分变为深红色并不整合于变质岩之

上。这些变质岩区很小，但是它们却是被正断层错开的第三纪下部砾岩在另一端的边界。一个小向斜随着含有红色泥岩和砂岩层到砾岩之下。在东北侧，地层抬升陡而再陡，直到它们沿可能的断层带变成直立。在这一地点之外，露头不再连续，且它们中的一些严重下降，出现了绿灰色砂岩和红层。它们中的一些有近似紫色，但它们没有第三纪地层的外貌，可能属于侏罗纪。

从这个地点到阿干镇那边，有许多属于侏罗纪煤系的露头，然而没有足够的露头去清楚的反映构造及地层层序细节。砾岩很普遍，而且为红色、黄褐色或白色，这些也是粗灰色砂岩和泥岩或各种红色和黄色的砂质页岩。

一般地侏罗纪地层占据了一个不规则向斜，其轴线作北西—南东向延伸。煤层为透镜状且出现在剖面的低部位，这里沿向斜一侧出露具有很陡的倾角。在东北边侏罗纪地层与变质岩断层接触，形成皋兰（兰州）以南的高山，远于它们为第三纪红层，出露的少数几处好像超覆在变质岩面上，但在这些山与城市之间的大部分地区均为很厚的黄土和黄土状的沙泥沉积所完全覆盖。

#### 含油可能性分析

甘肃西部和青海东北部的含油可能性好像全可忽略不计。这一地区的大部分下伏着一系列相互连通盆地的第三纪红层。这些地层覆盖着具有意义深远的不整合老地层，后者主要出露于大山岭并隔开了多个第三纪盆地。虽然适合于石油聚集的构造可在一些第三纪盆地中存在，且第三纪砂岩和砾岩是储集层应有石油的出现，但第三纪地层不具备可望提供石油的沉积类型和条件。不管怎样，在二叠纪和白垩纪可能存在生油层。但是这些时代的地层，不论那里所见的都受到变形，挤压成紧密褶皱并被许多断层所错断，而且也没有办法确定这些地层在那些地方可以埋藏在第三纪地层之下。然而这个地层的一般构造是，如果油在那里存在，应该有一些油苗沿山的翼部一般向斜第三纪地层断层或超覆于老地层之上出现。总的缺少已知油苗，因而，看来足够说明这个地区没有进一步考虑的价值。

#### 七、皋兰以东的甘肃省部分

分区 位于皋兰（兰州）经度以东的甘肃省东部，根据其主要地质特征可以分为甘肃南部、甘肃中部和甘肃东部三部分。后面的两个分区是被六盘山分隔的华北黄土高原的一部分。

甘肃南部 甘肃南部几乎包括黄河以南整个地区，也包括它北部小的不规则地区，主要为山区并包括岷山、秦岭山脉西部。秦岭是中—南亚雄伟的昆仑山系向东延伸部分。这些褶皱山，由巨厚的前寒武纪、古生代、伴有次火成岩主要为花岗岩侵入的早期中生代沉积组成。这些山脉总体上呈东西向延伸，虽然到西部有北西—南东向的摆动。其构造异常复杂，包括一套多少由紧密挤压形成的背斜向斜，并被高角度冲断层所破坏，倾角一般都很陡。

南山运动的搅动在这个地区相对说来显然并不重要，主要褶皱作用和沉积的变质作用据信发生于或接近侏罗纪末期。在晚第三纪时，该区被一系列正断层所破坏，其中一部分规模相当大。

甘肃中部 甘肃中部的主要地质特征与甘肃西部和青海东北部有些相像，已如本报告第六章中所述。它是一个被部分老岩层南山变质岩分成多少有些不相连的巨厚第三纪红层盆地。这些潜山的延伸一般为北西南东向，且是南山向东的连续。南山已经退化到没有地形的重要性。红色地层除了靠近老岩层山岭之外，大多经过小的搅动。并以缓的倾角或水平层可能占据该区的大部地区。



甘肃中部是彻底地被一些不太重要的河谷所切割，而大部分地区已达到地形上的早期成年阶段。然而露头一般不好，甚至有些地区几乎全无露头，这是因为有巨厚的黄土和冲积层覆盖的缘故。黄土在靠近黄河附近特别厚，但也出现在所有东南部的小山山顶和山岭上，并下冲到阶梯状山边，广泛有效的覆盖着软而易风化的第三纪红层。冲积层沉积在明显的一系列阶地上也广泛的分布，它们在到黄河支流的谷地中特别厚而且非常有效地把下部固结的岩石保护起来。

**六盘山** 六盘山高出黄土高原平面约 500m。构造上可能是一个断背斜，其主要部分是向西倾的白垩纪地层，它被甘肃中部的第三纪红层所不整合地超覆。山脉的西翼被汽车路穿过，显示了暗红色砂岩和薄层砂质泥岩，以大约 40° 的倾角向西倾。向东升出地面的下伏层的颜色变为绿色或绿灰色，倾角增加到 70°；相同的地层在脊部向西倾斜倾角降至 10°~20°。这些地层可能与孙健初的梨园沟系，Fuller 和 Clapp 的环河组庆阳层相当。

沿汽车路的六盘山东翼地层陡而险，并由相当厚的深红色页岩或泥岩组成。泥岩可能与上面提到的绿色砂岩断层相接。很大部分的层理不好，但还可确定为缓缓的东倾。这些红层的鉴定有些尚不清楚。它们的颜色，对于第三纪来说好像太深，可能与 Fuller 和 Clapp 的安定组和孙健初的窑街系相当。如这种鉴定是正确的，这个层的露头可能是从东部缓倾砂岩的一条断层中分出来的。

如果沿汽车路观察到的构造或多或少在总体上为六盘山的特性，那么适合于石油聚集的条件出现在沿这条山的某些地方是可能的。在陕北已经识别出的含油层在这里和邻区可能有 2000m 的深度。

**甘肃东部** 位于六盘山以东甘肃省的那一部分构成陕北盆地的一部分。它是大量黄土覆盖的高原，向东缓缓倾斜，被主要河流割切到 300~400m 的深度，只沿河流有露头分布，但大面积平原和无特征的残留原始面依然保存。

这一地区以很缓向西倾斜的白垩纪地层为特征，但是在南部，不同构造的不规则性可能伴有断层和老地层在一些地方出现。沿远至平凉汽车路上的露头由绿色砂岩夹以等量的砂质泥岩组成，这些地层构成六盘山的主体。平凉以东，块状交错层红色砂岩部分有相当多的砾岩突出的出露于某些河谷的下部。这些地层一部分可与上面提到的 Fuller 和 Clapp 的洛河砂岩对比。

## 八、石油之外的其他矿产资源

**煤** 在现如今，甘肃和青海东北部最重要的矿产资源是煤炭，可采煤存在于二叠纪、侏罗纪和白垩纪地层中。然而这些地层全已经受过挤压、褶皱作用，虽然煤田出现在许多不同的地方，却相对只有很小的范围，且大部分为向斜凹地或保存在变质岩和花岗岩山的侧翼之内或之上。在许多煤田看来地层似乎都很陡，在许多地方，煤层很薄，多少具有透镜体性质。由于这些理由开采是困难的，而且费用很贵。现在所有煤田的开采方法都很原始，煤也只能供给地方市场。然而，在这些煤田中不论是否扩大开采，即使有好的交通改善可资利用，但必须考虑是否有利可图。

**粘土** 适合于陶土器皿制作的泥岩与煤共生于一些煤田之中，特别是二叠纪的煤田。泥岩已经开采和制陶工业已在少数地点发展起来。茶具、碗以及其他一些物品销售到广大地区，但是大部分产品制作粗糙而原始，如果不是在中国这一部分运输费用不太高的话，可能无法与其他地方所产高质量的产品竞争。

**金** 沙金曾在甘肃青海的山区边缘一些地方广泛开采，但是现在这种工业好像相对不是



那么重要，可能是由于军队加在矿业者头上过高的、随心所欲的赋税所致。可是在某些地方含金砾石的量很大，以现代水力开采完全可能证明是有利可图的。

盐 只是从少数几个湖和盐沼中生产有限的普通盐。但是可能没有足够的量以满足地方上的需要，这种工业好像未能提供商业开发的机会。

铁 听说皋兰（兰州）以北一些距离，有相当多的铁矿沉积，然而没有铁路运输，它实际上是没有价值的。

锰 氧化锰是与上面提到的铁矿共生的矿床，样品表明这些物质是高级矿，如果有足够的数量，这种矿可能有相当大的价值。

铜 皋兰（兰州）以北有人推荐存在着黄铜矿，为此若干年前在窑街附近建立了一个熔炼炉，然而这个厂建成之后发现该矿是普通的黄铁矿而不含铜。

脉矿 中国西北部的沙金矿应来自某些地方的含金石英脉，但这些脉的地点从未找到。石英脉切穿南山变质岩十分普遍，但是就观察所及，好像全无矿化现象，然而敦煌系中的老脉或许矿化是可能的。在少数地点这个系地层中的石英脉有风化锈的颜色，推测存在黄铁矿，如果这种矿存在，则其他更有价值的矿也应存在。

## 附录 A. 关于新疆省 的记录

地理 新疆省包括两个大型盆地，即被走向东西的天山（天上的山）所隔开的北部准噶尔盆地和南部塔里木盆地。塔里木盆地是其中较大的一个，它向西端的喀什向东延伸至罗布泊，距离超过 1300km，向东与本报告第四部分描述的敦煌—安西盆地相接，南部以高度超过 7000m，向东延伸至甘肃西北部南山的昆仑山为界。天山与昆仑山向西收敛汇合形成帕米尔，在这里围住了塔里木盆地。

塔里木盆地大部被地球上罕见的荒无人烟的绝对荒凉的塔克拉玛干沙漠所占据，这是一块移动砂丘和粉砂，大部地区全然无水，是几乎没有任何形式的动植物生命存在的地区。分布在边缘部分的绿洲是唯一可以独立聚居的地方，因为积雪溶化供给可以利用于农耕的河水。唯一一条仅夏季几个月内流过沙漠的河而且和田河与叶尔羌河在阿克苏汇合后而成的河为塔里木河，所有来自南面山上的河在沙漠沙地立即消失。塔里木河接受来自北面的几条支流的水向东沿着塔克拉玛干沙漠，边缘穿过一系列移动的河道，直到流水进入罗布泊的盐沼。塔里木盆地东部的罗布泊是一个大区，250km 长，150km 宽的盐结壳地方标志着现在几乎完全干涸的盐湖位置。环绕塔里木盆地的大山坡几乎与被它们包围的沙漠同样荒凉，植物仅分布于高海拔地区，在几乎是北极的条件下以及积雪或冰川供水的河流紧邻地区里长着。山脉以完全荒凉的麓山砾石坡为界，与甘肃西北部疏勒河以西、南山山脚高地各方面的情况十分相似。

天山往西是最宽的地方，其山峰达到超过 7000m 的最高高度。两条分支山脉包围了向西流入巴尔喀什湖的伊犁河。往东山势逐渐降低，消失在一列不规则的山岭中，最后进入到甘肃西北的北山。有几个小盆地包围在这些山中，吐鲁番盆地是最重要的一个。其最低处被一个低于海平面以下 300m 的湖所占据。北山与新疆东部的天山南支山脉，如所知的库鲁克塔格山，占据了一带极端荒凉的地区，有 300km 的宽度。穿过该区只有少数几个地点有

---

新疆旧时为省，建国后改为新疆维吾尔自治区——编者。

味道不太好的井水可供旅行者利用。这一地区除了盛夏月份，常遭受持续强烈的寒风袭击。

准噶尔盆地与塔里木盆地在气候上有很大差异，所有的方面都根据这个情况而变化。该区很大的湿度和较凉的夏季温度解释为广泛的草地不仅覆盖平原，同样也覆盖着山坡。盆地北部以阿尔泰山为界，向东消失于外蒙戈壁沙漠，西部为低而宽通道与俄罗斯土耳其斯坦大草原相连。几千年来，这一地区曾是游牧部落的故乡，也包括汉族、土耳其、蒙古和其他民族。

地质 新疆省很少有令人满意可以使用的资料，很多早期工作是由俄国人完成的，他们观察用的是俄国语言，并以俄文发表以致造成编辑他们的著作十分困难。最近的研究是由瑞典和中国地质学家后期联同斯文赫定领导完成的，以及法国和中国地质学家组成的 Citroen 考察队的工作，他们的工作成果现在仅以大纲的形式出版。

敦煌系的结晶岩无疑在新疆应有出露，在不同地区被老沉积岩覆盖的老岩层可能与该系对比。

南山变质岩在新疆东部某地存在，但是地壳运动的活动引起的岩层变化强度往西有下降的趋势，志留纪化石在新疆已发现一两处。下泥盆纪地层在前苏联和阿尔泰山西南部也有出露，但是该区的第一次海水淹没好像发生在中奥陶纪晚期。这个时代的化石在天山和昆仑山的许多地方已经看到。在那些地方奥陶纪地层普遍覆盖在结晶岩之上并且为出现在天山部分地区的上泥盆纪地层所连续沉积。

在哈萨克斯坦，石炭纪地层以没有明显的不整合覆盖在上泥盆纪地层之上，相同的条件可能遍及新疆西部。然而向东在中亚的另些部分，到处报告与老地层都是不整合，在有些地区，覆盖于老的结晶岩之上。下石炭纪地层在出露的地方好像含有 2000m 到 3000m 厚的页岩和砂岩，据说很广泛分布的以含 *Productus gigantus* 为特征的下石炭纪地层，主要为多种石灰岩和少量砂岩和页岩，可达到 500m 到 1000m 的厚度。这些地层广泛发育于天山，也出现于昆仑山，在某些地方这套地层的上部夹有凝灰岩和熔岩。也有的地方石炭纪被花岗岩和其他火成岩侵入，这些侵入活动致使石灰岩大量变质。

该区所谓最新的石炭纪地层由各种颜色的泥灰岩和泥岩、红色砂岩、砾岩以及石膏层组成。这些地层的一部或全部可能实际上是二叠纪的，但是所利用的资料不允许完全适当的划分。这些地层不整合覆盖于老地层之上，好像在天山靠近中石炭纪时期是一重要的褶皱时期，在新疆尚未了解三叠纪的海相沉积和侏罗纪时代的沉积。

侏罗纪的煤和含植物的地层出现了至少 1500m 到 2000m 的厚度，这些地层也许可向下进入三叠纪地层。剖面的这一部位包括明显的红层并局部不整合覆盖于二叠纪地层之上。这套地层在天山的翼部特别是南侧发育很好，同样也出现在昆仑山脉的低部位。在这一时期这两个地区已经存在了山脉，中生代的沉积物至少有一部分是从这些山脉的地层风化而来的。

在或者接近侏罗纪末时，新疆遭受了地壳运动的扰动，并且在一些地区白垩纪地层不整合的沉积于侏罗纪之上。在另外一些地区，下白垩纪整合的覆盖于侏罗纪上，而地壳运动发生在早白垩纪时期。三叠纪和侏罗纪时期大大收缩的内陆海，白垩纪开始扩张并从而延伸入新疆喀什和昆仑山西部附近，这样海相白垩纪就超覆在不同时代褶皱地层的准平原面上。

西边的海继续发展到始新世时期，但是在西藏开始上升向北波及进入当时的塔里木盆地，或多或少地已形成现在的模样。沉积在这里的地层由一系列厚的红色、绿色泥岩带有砂

岩及石膏层和盐组成，至少占据了整个盆地的西半部。含有海相化石的灰岩出现在剖面的下部沿昆仑山脚分布，但在天山南坡的露头上缺失这部分地层。这两个露头区好像被一条复杂的向南逆掩古生代地层带分开，它向东消失于塔里木盆地冲积层沉积物之下。这个系的上部可能是中第三纪时期的，相当于甘肃的第三纪红层。这些地层从未沉积在甘肃的西北部，也有可能未出现在大面积的新疆东部。然而据说在吐鲁番地区及其他第三纪沉积盆地有其分布，因而似乎是位于与其他盆地完全独立的位置上。

年轻的第三纪地层，可能是渐新世时代的，假整合覆于老红层之上且分布很广。他们含很多粉砂和细粒砂岩，下部缺乏突出的红色。在适当的地方可达到 1000m 以上的厚度，超覆在发育于老地层的准平原之上。特别是在库鲁克塔格山南侧，对于大多数地区这些沉积好像是河流形成，但是在罗布泊地区存在湖泊，有石膏夹层分布，也在天山和昆仑上的某些地方发现淡水介壳。在很多地区这些地层仍保留了水平状态，但是靠近山边的有些地方多少有些扰动。

根据第三纪剖面普遍没有砾岩表明，现在的山脉在那时并不存在，昆仑、天山和阿尔泰山全是第三纪末期升起的。最新的现代沉积在盆地内有大量砾石，可能也有冰成砾石，在某些地方据说可达 7000m 的厚度。

前述提要指出新疆省的地层剖面和构造历史正如本报告所描述的，值得注意的不同之处是：

- 1. 新疆西部前石炭纪地层的变质没有南山区那样强烈；
- 2. 石炭纪可能还有二叠纪在天山地区发育得特好；
- 3. 海相白垩纪石灰岩分布于新疆西部；
- 4. 没有像中国西北部和蒙古广泛出露的高含沥青质窑街系那样的地层记录；
- 5. 早第三纪时期的海相地层分布于塔里木盆地的西半部。

油苗 据报分布于新疆北部的几处油苗如下：

塔城附近	约 47°N；85°E
水定附近	44°N；81°E
乌苏附近	44°30'N；85°E
迪化（乌鲁木齐）附近	44°N；87°30'E

在这些油苗地点的地层构造状况知之甚少，其中之一可能即是第一个形成了沥青湖。

## 附录 B. 关于青海省西部柴达木盆地的笔记

地理 青海省西部为一个没有外流水系的区域所占据，柴达木盆地位于海拔 2500 ~ 5000m 的高度上，北西—南东方向延伸 800km，最大宽度约 300km。在盆地的西端昆仑山突然下降。这条山脉的主体向南东延伸构成盆地的南界，其北支很窄，如所知的阿尔金山向东北延伸一点即与南山山脉相合构成盆地的北界。它被从东边的黄河河谷一系列不规则的低山延伸横穿另外山岭所分隔。

从西宁经过青海湖很容易到达柴达木盆地，完成到盆地东端的驮驼旅行大约需要两周或更多的时间。一条沿着这条驼路的所谓汽车路从未使用过，这条汽车路是一条很容易的路，在某些地方花很少的钱，即可建成可以通汽车的路。

柴达木盆地除了它的较高高程之外，大部分可能很像甘肃西北部和新疆东部的山间盆

地。主要为淤泥地，以具有特征性的荒凉的黄土状土壤存在于中国西北部的这么多部分，在许多地方它支持着粗草的生长。很多地方沼泽化，在几个地方存在盐湖。围绕盆地的较高斜坡上，覆盖着稀稀拉拉的草地。

柴达木盆地是三个蒙古族部落的家乡，他们的生活依靠放牧羊群和骆驼群。中央的管辖达不到这个地区，仅是先前传下的部落法规。盆地四周的山上居住着藏族，有些土匪，在这一地区旅行唯一安全的办法是组织庞大的驼队或有武装保护。

地质 柴达木盆地没有出现已知的石油象征，然而通过与中亚其他部分的类比，这个盆地边界好像比青海省其他部分提供了储集石油的较好构造条件。

事实上，对于青海盆地的地质一无所知。仅在盆地东端和南部边缘曾经地质学家考察，甚至仅是肤浅的考察。这一地区从未出版过地质学方面的东西。

一般说来，该区的地质构造与甘肃西北部和新疆东部相似是毫无疑问的。搅乱了的第三纪和红层出露于盆地北侧接近最东端的地方。盆地本身含有晚第三纪和很新近时期的粉砂、砂和砾石，可达很大的厚度。

海相三叠纪石灰岩可能很像四川盆地的三叠纪，据信在青海湖南侧的山区中已经鉴别出来，这套三叠纪地层可能下伏于部分或整个柴达木盆地之下。果尔，则这里的地层剖面应不同于出露甘肃或新疆的剖面。

## 附录 C. 关于陕西盆地北部的笔记

中国人的调查自从 1914 年和 1915 年美国美孚石油公司地质学家调查陕西省以来，中国中央地质调查所王竹泉曾两次穿过该区，第一次是在 1923 年，第二次在 1932 年。他和潘钟祥采集的植物化石已经用以确定一些地层的确切年代。他第一次考察所获得的资料，已被 Fuller 和 Clapp 论陕北的论文所采用，并已由美国地质学会于 1937 年出版。

陕西系的时代 王竹泉在他第二次考察中确定了陕西系，原认为是石炭纪，后来又把它归之于侏罗纪，部分为三叠纪，他的剖面如下：

	下白垩纪—红色交错层砂岩	
	上侏罗纪—泥质石灰岩含鱼化石	20m
陕西系	中或上侏罗纪—红色砂岩及页岩	100m
	中或下侏罗纪—灰色砂岩带有页岩和煤层	800m
	上三叠纪—灰色砂岩带有灰绿色页岩	1000m
	下三叠纪—红色砂岩及页岩	600m

含油层 陕西北部的许多油苗在此剖面中的三个部分如下：

1. 侏罗纪剖面的中部——位于含煤层之上；
2. 上三叠纪的顶部；
3. 上三叠纪的中部。

生油层 在好几个地方侏罗纪煤层之上和侏罗纪的油苗层以下发现了超过 1m 厚的黑色油页岩。据信侏罗纪的石油可能来源于这种页岩及伴生地层，经过分馏，油页岩样品产出 20 % 石油。首先蒸发出石油蒸汽 130 °C，随之 383 °C 为气，再后 418 °C 为棕色重油。

在上三叠纪底部地层中发现了双壳类化石和鱼鳞化石，这可能代表陕西盆地海侵的终结。这个地层以及其他相同的地层可以提高石油从这层的中部和上部砂岩中渗出。

钻井 陕西省最早的钻井是日本人筹措资金进行的，第一口钻井位于延长，为 1907 年所钻，钻井深度约 68m。

从 1907—1915 年，日产油 200 ~ 500 斤（小于 1 桶），1916—1917 年间据说日产可达 1700 ~ 2200 斤（约 4 桶），但后来降至原来的日产量。第二口井也在这个地方，97m 深，一度日产约 200 斤，但以后即停弃。第三口井仅于 167m 处发现油迹。

听说美孚石油公司曾打了 13 口井，但全未生产即废弃。延长以北 3km 的 Yen - Wu - Kon，产了约 200 斤石油。另一处在富县以南 8km 的 Chiao - Orh - Kou 仅有油显示。这些井达到的最大深度为 1000m。

1929 年，中国在延长钻了一口井，井深 158m，最大日产量 1500 斤（约 50 桶），但随即下降到 100 斤。

随后中央地质调查所进行了勘探，1932 年由国家和地方共钻了 20 ~ 30 口井，所有钻井都很浅，可能未超过 200m 深度，且无一成功。

## 附录 D. 四川盆地地质简述

地质剖面 四川盆地盐井中钻遇的地层以及峨眉山出露的地层构成了以下剖面。  
更新世和现代—砾石和表土

—————不整合—————

白垩纪

嘉定层—紫红色砂岩和页岩 500m

自流井层—绿灰色砂岩，绿色、褐色或红色页岩，夹有薄层石灰岩 200 ~ 1200m

—————假整合—————

侏罗纪

香溪层—灰色至褐色砂岩，带有页岩和薄煤层 400 ~ 500m

—————假整合—————

三叠纪

嘉陵江组—厚层至薄层石灰岩、白云岩，上部有页岩 325 ~ 450m

飞仙关组—紫色至红色砂岩、页岩，上部伴有薄层石灰岩 200m

二叠纪

峨眉山玄武岩—深绿灰色，风化后呈红色或褐色，部分具杏仁状和斑状结构 350m

栖霞层—灰色块状石灰岩，沥青质，部分含燧石，夹暗色页岩 400m

—————大规模缺失和假整合—————

奥陶纪

大乘寺层—红色至紫色砂岩、石英岩，下部褐色，上部黄灰色，并有绿色砂质页岩 160m

—————假整合—————

寒武纪

洗象池层—紫色不纯石灰岩，部分含砾石，页岩具灰质 220m

遇仙寺层—灰色页岩部分含灰质，灰色石灰岩部分为鲕状，砂岩、石英岩，  
顶部局部为

薄层红色砂岩	135m
九老洞层—紫色至深灰色页岩、砂岩，下部有一些薄层石灰岩	230m
—————假整合—————	

震旦纪	
洪椿坪层—浅灰至深灰色硅质结晶石灰岩，无燧石	800m
—————不整合—————	

前震旦纪

花岗岩—绿灰色粗粒花岗岩，有微紫红和绿色长石

白垩纪嘉定层和自流井层露头几乎遍及四川盆地。后者的细分层已经大家确认，并对构造的确定钻井测井解释都非常有用。其分层如下：

7. 凉高山砂岩	粗粒黄色褐色砂岩	100m
6. 大安寨石岩	浅灰色石灰岩，杂色泥岩，泥灰岩	25m
5. 马鞍山泥岩	紫红色泥岩	55m
4. 郭家凹砂岩	绿色至黄色砂岩和泥岩	10m
3. 大坟包泥岩	紫红色和绿黄色泥岩	
2. 东岳庙石灰岩	暗灰色石灰岩，伴有砂岩、泥岩	5m
1. 珍珠冲泥岩	褐紫色和绿色泥岩	

白垩纪嘉定层适当地被可能为第三纪的年轻红层所假整合覆盖。这个红层就是由较软的砖红色砂岩、页岩，下部为砾岩组成的城墙岩层，它可达到 1000m 的厚度。

以上已经绘出的剖面并不是全部四川都有的特点。峨眉山玄武岩在盆地东部和东部边部缺失。且同在这些地区，二叠纪石灰岩伴有薄煤层。四川西北部，三叠纪石灰岩缺失，前二叠纪的不整合在该省西南部比其他北部边部更为重要。出现在大巴山 的奥陶纪和二叠纪间的剖面如下：

二叠纪	
—————不整合—————	
泥盆纪	
唐王寨层—块状石灰岩	1000m
白石铺层—石灰岩、灰质页岩和石英层	1000m
平驿铺层—厚层红灰色石英岩	3000m
—————不整合—————	

志留纪	
新滩层—绿色页岩，伴有多为结核和泥质灰色石灰岩层	
—————不整合—————	

奥陶纪

碳质砂岩、页岩以及灰岩，据报告在四川东南部有出现。

所有这些地层，志留、泥盆、石炭、二叠纪玄武岩在四川盆地之下的很多地方尖灭。

构造

四川盆地中部的巨大低地是一个构造盆地（图 7）。北东南西向延伸超过 400km，其宽

可能指的是川西北龙门山地区——编者。

度也几乎这样大。盆地四周全为大山围绕，西北边界轮廓鲜明而较整齐。这里升起了由古生代和早中生代隆起、褶皱以及由西北向东南逆掩地层组成的九顶山。其中的老地层，特别是志留、泥盆纪地层大大的变质，并部分变质为片麻岩和片岩。这一地区为盆地红层的形成贡献了大量的碎屑。

图 7 四川盆地略图  
图中时代系油气出现层位

北部边缘主要为大巴山所形成，十分不规则。南部边界一般以四川西南大凉山和川滇边界的山脉为标志，也十分不规则。

四川盆地东南边界是贵州省的娄山和湖北省的武陵山。在这些山区三叠纪和二叠纪石灰岩广泛发育，志留纪和寒武、奥陶纪也很普遍。

四川盆地内部出现许多背斜，盆地南部和东部背斜更多，且一般走向为北东—南西，这些背斜的顶部三叠纪和侏罗纪岩石明显的全被白垩纪地层所环绕。背斜翼部倾角变化很大，从很缓到近于直立，单个构造的挤压从西向东增加，许多褶皱不对称。通常东南翼较陡，但这种情况在有些构造则相反。

油的分布

许多年来，四川盆地西半部很多盐井在钻井过程中曾获得少量原油，在较远的东部已知有三种油苗。单井日产量最高纪录为 3000 斤（约 10 桶），但产生的这个数字是用夸脱测量的。天然气在压力不大的情况下从有些盐井中流出，其分布较原油更广，但没有完整的资料可以利用。

石油分布于三叠纪、侏罗纪和白垩纪的不同层位，重要的层位好像位于白垩纪自流井层的上部 and 下部，侏罗纪香溪层的上部 and 下部以及二叠纪嘉陵江层的上部 and 中部。在这些不同层位的油是十分不稳定的。一般来说，深层较浅层产量为好。

位于背斜构造上的一些盐田及测试盐井的结果已经彻底放弃对石油进行工作。最好的例子是自流井背斜，已经中外地质学家进行过研究并制作图件。这里钻穿三叠纪嘉陵江层的井未见重要的大量石油，可以认为在四川盆地整体上来说，该层产出大量石油的可能性是不大的。然而在另外一些地区，钻井未穿透三叠纪，对于已穿地层也未测试。在四川盆地的北半

部，白垩纪沉积层底部以下尚未进行盐井钻探，当然也没有进行测试。最后，盆地东部的绝大部分背斜从未进行过钻探。

四川盆地东部的油苗好像分布或接近于很清楚的背斜构造上，但是关于油苗可用的信息很少，这些地区的任一油苗渗出量都非常少。

现在中国人正在巴县（重庆）东北大约 200km 的达县靠近上述油苗附近 进行石油钻探，该井与局部构造关系未明。

生油层 三叠纪嘉陵江石灰岩中出现的石油就来自剖面的这个部分，其与盐水伴生，此盐水含盐高达 20%。产自飞仙关层的盐水也是三叠纪，但含盐只有 3% ~ 4%。在这两个相邻层中含盐度的区别大不一致，似为否定盐水带着石油由下面老地层运移至上部地层的很好证据。

侏罗纪香溪层地层还没有被认为是可能的生油层，因而其所含的油是从三叠纪向上运移而来。白垩纪地层部分的石油可能来自自流井层的石灰岩及其相伴的地层，但是这些地层不像是底部石油的来源。

石油从三叠纪石灰岩向上运移 1000 多 m，看来不太可能。但是仅有少量出现在较高层位的石油或是以小断层作为向上运移的通道，据报这样的情况曾在很多地方出现。三叠纪的盐水浓度向上逐渐降低，虽不是发生向上运移的证据，也不反对这种结论。

## 附录 E. 四川二叠纪地层产油的可能性

四川的二叠纪 四川省的二叠纪地层主要是石灰岩。在北部曾识别出两套地层，下部一套几乎全为厚层的石灰岩，质细，深灰乃至黑色，在上部常有暗色不规则燧石结核，还有一些黑色页岩和少量煤也在该层出现。上面一套由暗黑色细粒石灰岩薄层组成，常被页岩隔开，其颜色可能原为黑色，风化后成浅黄色。

这两套地层都含沥青质，而石灰岩的新鲜击破断口具有强烈的臭味。在大巴山外山的广元，汽车路穿过某一背斜时，发现从厚层石灰岩的中部有石油渗出。油苗自新近爆破出来的石灰岩裂缝中渗出油量很少，但足以润湿岩石表面并给出强烈的油味。

四川北部的二叠纪两套地层适合生油是可能的，虽然事实上在很均匀弯曲的下部块状灰岩之上的上部软弱薄层曾遭受复杂的破坏和挤压对这种结论指出某些怀疑。

四川盆地另外边缘上与上述薄层相同的地层尚不了解。在峨眉山二叠纪是厚层状细粒深色石灰岩，基本与四川北部二叠纪下部地层相似。据报告在某些地方有一点黑色页岩出现，但是未见到像在大巴山那样显著的黑石燧石。同样的石灰岩新鲜破裂面的沥青臭味，在峨眉山也不显著，可能因为沿着沥青痕迹在易受影响的露头长期经受风化的缘故。

在重庆的邻区，二叠纪除了在剖面中部之上 100m 厚的暗色页岩和薄层灰岩夹暗色页岩和煤层外，均由块状石灰岩组成，暗色燧石在煤层之上的灰岩中特别丰富。

二叠纪石灰岩的大部分在盆地的所有边部都有相同性质，无疑，其单一的同期沉积将埋伏于整个盆地。上部薄层地层在南部的缺失，推测在那里的剖面比北部欠完全，换句话说，如果假定在广元附近的煤层与重庆的对应，可以推测北部的上部薄层地层向南变成与下伏地层相似的块状石灰岩。

---

可能指税家槽附近的油苗——编者。



峨眉山玄武岩 峨眉山的沉积层序在二叠纪灰岩之上，被很大厚度的喷发玄武岩所中断。这个火成岩层仅分布于四川西南部，这个结论是根据盆地边部山区的已知分布作出的。玄武岩在沉积层下的出现仅局限于最西南部的很小地区。

峨眉山玄武岩已经一些地质学家解释为海下溶岩流，因为它们有很好层状。但是缺乏许多海下岩流具有的特征构造——枕状构造，且有柱状节理的出现，表明该区在玄武岩喷发时为陆地环境占优势的结论是比较公正的。

三叠纪地层 虽然四川盆地的三叠纪已经分为二套好像是连续的沉积。同时下部红色层不仅逐步向上延伸到上覆的石灰岩，而且也含有厚而明显的石灰岩。红层为深色页岩带有许多细粒硅质层，其中好像具有充分的钙质，因此可以描述为硅质石灰岩。除了最下部层理很清晰均匀外，明显的是，这些地层沉积于很广阔的开阔水体中的。硅质层好像构成了剖面的大部分，而钙质层在盆地南部比北部稍少。但由于观察太少，还不能提出确定的成因。这个层系没有粗粒砂岩，但在其他地方偶然遇到。浅灰色多少具有块状的、含有海相化石的石灰岩分布于四川北部三叠纪地层中，这些石灰岩层在局部地区至少可达 100m，在广元以北汽车路上曾看到粗大而丰富的鲕粒。

在三叠纪剖面中的上部，几乎连续的石灰岩占优势，显著的灰色和细粒以及厚度由很厚到薄层都有，亦有具板状构造的，在有些地方风化后呈黄色，推测某些地方存在含白云质的灰岩。任何地方的三叠纪石灰岩都不象下伏的二叠纪灰岩那样经常富含沥青质。

后三叠纪地层 侏罗纪、白垩纪可能还有第三纪的地层上覆于三叠纪地层之上，露头遍及四川盆地大部分，主要由泥岩、砂岩组成，但煤层仅出现于侏罗纪，石灰岩出现在白垩纪，以及砾岩则在白垩纪和第三纪。这些地层的性质，包括通常泥岩的无结构，砂岩透镜体和交错层以及许多局部不整合，可以明显的得出结论，这些地层都是陆相沉积。侏罗纪是唯一黄褐色或浅黄色、红色泥岩出现在白垩纪，砂岩逐渐变为红色，这些陆相剖面的上部几乎持续是砖红色。

侏罗纪是持续含煤的，到处都可出现一二层煤，但是煤层很薄，尚未有厚度超过 1m 的报告。

石灰岩层每层厚度通常都小于 1m，并常被厚度相等或更厚的泥岩或页岩分开成为互层，广泛地出现于白垩纪剖面的下部，至少在四川盆地南半部是如此。这种灰岩为浅灰色、细粒，并在纵向上和横向上成为灰质结核带。除了报告中少量软体动物化石外，这些层几乎是不含化石的。这也是它们为淡水沉积的很好证据。

二叠纪顶部的地层关系 二叠纪石灰岩致密压实的性质，看来应无含油的可能性，除非次生孔隙以某种途径发育才形成有运移聚集成商业价值的油藏。这种石灰岩中的次生孔隙很普遍地来源于溶解作用。有效的溶解只有在上升隆起之后以地下水自由循环才能完成。在对于四川盆地含油可能性评价中，这套地层之上的不整合存在与否和其性质，成为相当重要的大事。

二叠纪以上不整合的最好证据是峨眉山玄武岩。如果这个火成岩层是在台地条件下喷出的，照它的性质好像延伸到现在四川盆地的所有部分，应该有其分布更进一步，报告中二叠纪石灰岩上部中的小洞穴被玄武岩充填，如果是，则是不整合侵蚀以及一种孔隙发育的证据。

四川盆地边部另一些地方不整合的证据还未能作出结论。该省的北部还没有鉴别出不整合，沉积作用自二叠纪到三叠纪连续沉积是可能的，虽然剖面的这一部分露头的破碎和变形

性质使得确定地层关系变得颇为困难。这里的上部薄层地层可与峨眉山玄武岩同时沉积。东南部不整合的证据不是薄层石灰岩，也不是玄武岩的出现，好像都不是良好的证据。在这里或另一些地区，需要进一步研究以确定不整合是否确凿的存在。

**四川盆地的地形** 四川盆地中部仅在感觉上是一个盆地，是一个四周被或高或低的高山环绕的相对较低的区域。除了西北部的成都平原为巨大的岷江冲积扇沉积外，它在一些地区是局部起伏 300m 或更多一点的小山区，地表特征被盆地的构造所控制。地层倾角很平缓，具有开垦了的和改进了的平顶山和阶梯状地形。在别的地方较陡的倾角产生了单面山岭，现代的复活作用大大地破坏了任何河流洪积平原，事实上四川盆地每平方米土地都已经开垦出来了。洼地也被分成许多小稻田，小山边上也是从山顶到山脚都是梯田。这些阶梯部分是人为的，但是它受白垩纪砂岩露头所控制。虽然这些砂岩多少是透镜状的，但已清楚地显示了他在这一地区的地质构造详细情况。

**盆地中的构造** 四川盆地的地层已褶成一系列的背斜和向斜构造。这些构造主要为北东—南西向。在盆地南部最大的构造具有陡峭的倾角好像是同心圆的。但在另一些地区地层很平缓，有许多不规则、倒转、闭合的可能并非不普遍。在有些区域，主背斜十分突然的突出于围绕它四周缓倾的地层中。这可能是它们沿着侏罗纪前或更老时代老的软弱线发育的结果。

虽然整个四川盆地露头丰富，使构造制图工作较为容易，但是缺乏标志层，然而根据大量红色地层连续剖面倾向走向的观察，应该依靠很多构造工作。构造对于地形的影响十分显著，尽管这个地区几乎常年有白云在低空飘浮。假如能够获得这些地区的航空照片，很多构造特征（现象）可能很好的表现在航空照片上。

**可行性** 虽然四川省位置远在中国内陆，但可在扬子江上乘船很快即可到达，几条定期的航线开往重庆，夏季高水位时，小汽船可到达更远的地方。盆地的许多部分，用小木船可全年航行在穿过构造的小河中。

重庆至成都有一条很好的汽车路，从这条主干线的一些短支线，可延伸到一些重要地点，在这些支线的旁边只存在小路。然而省与国家合作修筑其他地方的汽车路也是可能的。

**燃料与水** 四川盆地几乎随处都可得到河流水和浅井的供应。侏罗纪煤系的露头在许多大背斜的翼部以及环绕盆地边缘的很多地方都有出露，煤层虽薄，但在许多地方正进行小规模开采。

**结论** 四川盆地内在许多地方曾获到小量的石油。这些油来自三叠纪、侏罗纪和白垩纪。尽管钻了大量的盐井，所获油量很少。因而这些地层可能缺乏商业性的石油储藏量。二叠纪石灰岩伏于盆地内部深处，从未被盐井穿透，且比较上覆地层有更多的沥青质，并曾在一处发现少量石油从该层渗出，紧接二叠纪的地层是细粒而且是不渗透的，那种任何大量二叠纪的石油，未必能穿过并聚集于上覆地层之中。

二叠纪石灰岩是很致密而压实的地层，但是层状的证据推测年轻地层可从它分开。至少在盆地的有些地方，其不整合面下次生孔隙发育可以满足石油的运移和聚集。还没有确切的证据在二叠纪灰岩中已有商业油景的出现，但是其情况好像可以满足允许在全盆地进行仔细的构造调查。尽可能的钻几口测试井，至少可以揭示在不适合条件下意外的发现。在任何情况下，任一钻井都应该钻到足够的深度以彻底试探二叠纪石灰岩含石油的可能性。

# 甘肃玉门油田地质报告

## 一、前言

玉门石油，虽发现已久，然从事科学研究者甚鲜，故其矿床如何，分布奚似，有无价值，颇乏参考。1937年春，美国地质学者韦勒（Weller）博士等，因受顾维钧大使之托，来中国调查西北之矿产，先去青海省，后转甘肃玉门县，对该处之石油得往一探究竟，惟限于时日，未及详查，仅获其梗概而东返。次年冬，资源委员会拟探采玉门之石油，从详勘查，于11月3日抵兰州，与苏联地质学者崔林根（Charigin）教授会晤，并讨论详细调查之步骤，以后到酒泉，已12月4日矣。在酒泉略事筹备，即偕同资源委员会甘肃油矿筹备处技术员靳锡庚君，前往有油泉各地，如石油河、干油泉、三桷湾、石油沟、夹皮沟等处，靳君测制地形图（以后技术员李同照君亦参加测图）。从事地质之研究，惟以时至冬令，地载冰雪，工作进行甚为迟慢，故历时两月，仅成石油河等处之一部，迨至六月实地工作始完全告竣矣。

此次调查，对于地图，力求确实，故先斟量以木桩定出4千余点，然后用精确平板仪，逐一依法测量，计在石油河、干油泉、三桷湾、石油沟、夹皮沟等处，测成缩尺一万分之一油田地质图二幅，地质构造图一幅及剖面图多种，以示地层之分布，构造之情形，以及各岩层之组织厚薄等。各图虽不敢谓已臻如何精密程度，然于油田钻探之研究已够用也。

油田地质调查，应注意者为生油层、储油层及地质构造等，本油田生油之地层，属于白垩纪，惟其仅露出于以东各地，自得另作详细之研究（从前略有考察已识其大概）。而储油层及地质构造在本油田内所见颇为清楚，得以详细考查，以推究石油之分布。

本油田两次调查，得诸韦勒、崔林根二地质学者之指导甚多，特书以致谢。

## 二、通论

玉门油田，名闻虽久，而得知其底蕴者甚鲜，前已言之，兹将此次考察所及，述之于后，以供参考。

### 范围

玉门油田，位于玉门之东南，约占北纬 $39^{\circ}40'$ ，东经 $97^{\circ}50'$ ，其范围所及，东逾北大河，西近疏勒河，北达砂碛洼地，南阻祁连山脉，南北分布不广，东西绵延较远。其有油泉之部分，约 $20\text{km}^2$ ，可以有油之部分，约 $100\text{km}^2$ ，面积虽不算大，但在中国缺油之地，始能全部有油尚不失为一重要富源也。

### 地理概况

玉门油田一带，地形由南而北，可分三部言之，一、山脉，二、山脚高地，三、砂碛平原，兹分论之。

山脉即祁连山脉，来自甘肃中部，至油田之南绵亘而西，与新疆之昆仑山脉相接，峰峦峥嵘，备极险阻，顶部积雪，历年不消，其高峰约有 $4\sim 5\text{km}$ 。

山脚高地，当祁连山脉之北坡，东西绵延颇长，南北之宽不过 $10\text{km}$ 余。其形状大致为

梯形高台，愈北而愈低。惟至北沿，有东西横岭一道，丘峦起伏，势若垒壁。

砂磧平原，即山脚高地以北之低地，其宽所及约 30 ~ 50km，而东西延长甚远，故地理书谓西北孔道，即指此言。其中虽有低岗起伏，孤山屹立，然其大部分地形平缓，地势虽低，地面仍高，测其海拔，仍在 1.6km 以上矣。

此一带河流不多，自酒泉至玉门以西，夹有河五道，即北大河、白杨河、石油河、疏勒河及踏实河，皆导源于祁连山，出山而北，流经山脚高地，河谷深切，矗立是剖，是则地面上的上升之明证也。河谷虽深，水量不多，及至沙漠平原，或散为细流或没为潜水，无一定河床，夏季骤雨乍霁，山水奔腾，涌成急流，然易泄易尽，无力以自辟河道于平原，但其细流往往造成冲积地，土地肥美，为河西农村所寄之区也。

此一带可耕之地，既已不多，农村人口自属有限，据最近各县调查，酒泉人口为 12.8 万，玉门为 2.4 万，安西为 1.7 万，合计为约 17 万，除去妇女老幼，中年男子不过 6 ~ 7 万，而所有农田又赖此壮年人之耕种，故将来大矿厂之成立，所需工人亦至感缺乏也。

地质述要

玉门油田一带地质颇不简单，地层多经变质，构造褶皱断层兼而有之，兹将地质构造分别述叙于次。

地层可分为二组言之。一为五台纪、志留—泥盆纪、石炭纪及二叠纪之地层，多经剧烈变质。二即白垩纪、第三纪、第四纪至近世纪之各地层，无稍变化，皆系原来组织，兹分论之。

五台纪、志留—泥盆纪、石炭纪及二叠纪之地层，分布甚广，组成祁连山脉，岩质坚韧，侵蚀綦难，故其多嵯峨丛生，峰峦插天。岩石为片麻岩、片岩、硬砂岩、千枚岩、结晶石灰岩、砂岩及页岩等。片麻岩、片岩、硬砂岩及千枚岩等，常夹石英脉，兼有花岗岩之侵入体。

白垩纪、第三纪、第四纪及近世纪之地层，分布于山脚高地及沙漠平原，惟不若五台纪、志留—泥盆纪、石炭纪及二叠纪地层之发育，然其与石油生存大有关系，应特别注意而详论之。

白垩纪、第三纪、第四纪及近世纪各地层，自下而上可细分为八层系如下表（参阅孙健初，西北地层，中国地质学会会志第十五卷第一期，1936 年）：

	窑街系.....	初白垩纪
白垩纪	红沟系.....	下白垩纪
	黎园口系.....	上白垩纪
第三纪	白杨河系（约当西宁系）.....	中新统
	疏勒河系（约当共和系）.....	上新统
	玉门砾石层.....	初更新统
第四纪	酒泉砾石层.....	更新统
	近世纪冲积层	

窑街系 在本油田一带无其露头，笔者在以前见到者有三处。第一处位于永登之窑街附

近，分布不广，不整合于二叠纪及志留—泥盆纪地层之上，岩石下部为黑色，薄层页岩，富含 Fishes 及 Foraminifera 等化石，上部多深灰色砂岩及页岩，夹有烟煤层，其厚二百余米。第二处露出于张掖西之红沟内，岩石以浅红色粗粒疏松砂岩为主，中夹黑色薄层页岩，深灰色砂质页岩及烟煤层，产有植物化石。第三处露出于门源南之铁麦沟等处，而与较古地层成断层之接触，岩石同在窑街所见者，一部为黑色薄层页岩，一部为黑灰色砂页岩及烟煤层，薄层页岩内往往夹有油母页岩层，含油约 4% ~ 5%。

本系之地质时代，因所得化石尚未经详细鉴定，暂难十分确定，但就化石之大概情形观之，其属初白垩纪似无疑义也。

红沟系 见于红沟、窑街等处，连续于窑街系之上，并随之而分布。岩石以砂岩为主，页岩亦常目击。砂岩可分为粗细两种，粗砂岩多为石英粒所组成，间含圆形之卵石；细砂岩组织致密，石质坚韧，总厚度约近 km，其地质时代，因未得化石，故难断定，但依其层位似属下白垩纪。

梨园口系 初见于红沟附近之梨园口故名，连续于红沟系之上，厚约 km，而在本油田一带亦有其露头，惟其暴露不全，其与以下地层之关系不得而详。岩石自下而上变化甚微，皆系砂岩及页岩，但就色性而论，大抵下部多绿色、黑色、紫色砂页岩，中部多绿色、黄色、紫色砂页岩，上部多紫色、棕色砂页岩。就其地质时代，其层位应归之于上下白垩纪（近在本油田一带已采得植物化石多种尚待鉴定）。

就此而言，则知白垩纪地层，除窑街系系海相外，余皆为陆地之产物。惟以西至新疆昆仑山一带，据西北科学考察团那琳（Norin）之调查（参阅那琳、塔里木盆地第三纪地层，中国地质学会会志，第十四卷第三期第 337 页，1925 年），同白垩纪皆为海相之地层。由此可见，白垩纪之海在西方，大概当其成海之初，其海水曾伸入甘肃之西部，不过新疆近海底，甘肃系海边，甘肃之水势较浅耳，故窑街系之海相地层多为泥质岩类也。夫古时之海边，往往成为今日之油田，世界多例，今本油田之位置，正当白垩纪之海边，可见其成为油田极为合理也。

窑街系地层生成之后，海水西撤，甘肃西部遂变为大陆矣，然其地势仍属洼下，为内河西流入海必经之区域，河水挟下边泥砂，悉沉于其中，递积不已，历上下白垩纪而成三角洲（Delta），即红沟系及梨园口系之地层。

白杨河系 见于本油田各地，并露出以东张掖一带，又据那琳之报告，昆仑山下塔里木盆地亦有其分布，那氏名为 Series A of K. Fucha-Formation。在塔里木盆地本系地层继续于始新统或至渐新统海相地层之上（依那氏之观察始新、渐新统之海仅限于昆仑及天山之间）。惟在本油田及张掖一带，则其径覆白垩纪地层以上，二者成不整合之接触，大抵当白垩纪地层生成之后，昆仑山及祁连山一带之地层，褶皱而降生，成为东西山岭以致张掖、本油田及塔里木盆地，成东西延长之宽谷，惟其东西两部高低不一。本油田及张掖一带，当其较高之部，塔里木盆地殆近其低下之处，始新、渐新统之地层，仅成于洼地，迨本系地层之生成始延展至较高之部分，此其所以与白垩纪之地层相接触也。本系岩石大致下部为橘红色粘土质砂岩，其层间或裂缝往往夹有石膏之薄层，上部为深红色粘土及黄白色砾石砂岩，总厚约达三百余米。其地质时代因缺乏化石无由确定，但依其岩性，极可与在青海所见之西宁系相比拟，其属于中新统似无疑义也。

疏勒河系 在本油田之分布，悉沿祁连山之北坡，惟多为新旧砾石层所盖覆，仅几个大沟两旁之露头较为显著，连续于白杨河系之上，其情形颇为清楚，该层颇厚，厚度约

1.3km。岩石大抵下部为灰白色砾石砂岩及红色粘土，中部为浅红色粘土质细砂岩及浅红色粘土，上部为砾石，而砾石之卵石，体小而略圆，为细砂所粘合。下部、中部砂砾岩之卵石及砂粒除一部来自远处之五台纪，余皆源出于白垩纪之地层。上部砾石之卵石，几全来自志留—泥盆等纪之地层，大概当本系地层沉积以前，本油田一带，仍为广阔之沟谷，其南而高者，为白垩纪地层所成之东西山岭，前已言之。地势不平，高处易受剥蚀，山上之粗砂细土，移积于洼地，移山填谷，继续不已，高山之白垩纪地层业被刮削殆尽，而宽沟已经填满大半矣。继而山则又行微升，山势既高，侵蚀加速，山涧冲下志留—泥盆等纪之岩石，沉积于细砂泥土之上，使当时之沟谷成一平原矣。本系之地质时代，就其层位岩性，与青海之共和系十分相当，应属于上新统。

本系在昆仑山下塔里木盆地分布亦广，就那琳之调查（那氏名该系为 Series B of Kucha-Formation），其露出者有多处，连续于 Series A of Kucha-Formation 以上，厚约千余米。岩石大致下部为浅灰色细砂岩及粘土，上部为砾石等。砂岩粘土内产有上新统植物化石多种如 *Corex* sp., *Cyperus* sp., *Nuphar bohlini*, *populus norini*, *Spireasin kiangu*, *Typha* sp. 等。

玉门砾石层 在玉门境内首次发现，分布于本油田一带，往往组成山脚高地之小山，厚由 700 ~ 1000m，盖覆于疏勒河系地层之上，二者成不整合之接触。卵石大致下部多体积巨大，形状圆滑，直径大者至 30 ~ 60cm 不等。上部多块状而小，棱角显然，为灰色细砂粘土所粘合，惟皆为硬砂岩、石灰岩、花岗岩及千枚岩等，全来自志留—泥盆等纪之地层者也。本层向西分布颇远，可达塔里木盆地，在彼处，依那琳之调查（那琳命该层为 Series C of Kucha-Formation），厚达 7km，盖覆 Series B of Kucha-Formation 之上。卵石亦多大而成圆形，直径常达 30cm。大抵本层沉积以前，所谓之东西山岭又行隆升，本油田一带形成洼地，从前之高山宽谷再现于此处。惟此次地壳变动较为剧烈，所成山形既已显著，而洼地之地层亦受其影响，略呈褶曲之状，地势既生高低，河流亦可因而活跃，始则山涧急流，冲下漂石，堆积于谷底，继则风雨剥蚀，杂砾砂土移积于其上，又成一片平地，所有河流亦皆濒于死境也。至本层之时代，那氏在塔里木盆地已采有化石，其经美国古生物学者钱耐 (Chaney) 之鉴定，有 *Acer taikuensis*, *Cypesus* sp., *Populus hosini* 及 *Typha* sp., 四种，钱氏谓为第三纪末期之产物。惟那氏就地层之层位岩性与他处相比较，则认为本层应属于初第四纪也。

酒泉砾石层 在本油田一带颇为发育。自酒泉之西南，以至玉门之西南端皆有其分布，察其生成可分为 E、D、C、B、A 等期，试后述之。

E 期砾石层，厚由 50 ~ 150m，其卵石为圆形硬砂岩、千枚岩、结晶石灰岩、石英岩及花岗岩等，直径大者达 1m，多见于祁连山下，分布于山脚高地，成水平的盖覆疏勒河及玉门砾石层之上。中间为疏勒河系，西边为玉门砾石层，并有两个逆掩断层，亦被该期砾石层所盖覆。

D 期砾石层亦分布于山脚高地之上，惟其地位较 E 期砾石层为低，卵石为圆形硬砂岩、结晶石灰岩、石英岩及千枚岩，直径大者达 15cm，层厚由 30 ~ 100m 不等。

C 期砾石层之卵石为圆形硬砂岩、千枚岩、结晶石灰岩及石英块，层厚约有 40 ~ 80m，多分布于河谷两旁。

B 期砾石层多分布于 C 期砾石层之上及砂碛平原，其中卵石为圆形硬砂岩及千枚岩、石灰岩、花岗岩，中含浅红色淤土，成层不厚，约 10 ~ 40m。

A 期砾石层见于河谷两边平台上，其组织与 B 期同，厚由 5 ~ 30m。

综观以上所述，可知本油田一带，当玉门砾石层生成之后，地壳变动极为急烈，不但所谓东西山岭隆升断移，而称今日之陡峻祁连山，即其以北之地层，亦因之迫挤褶曲而生储油之背斜层（详见后节），成为山脚高地及其以北之向斜层成为砂碛平原。地壳变动以后，河流再造，侵蚀复活，加以大地时时升降，河流屡屡变迁，沉积剥蚀，交互递嬗结果所至，祁连山上之细砾巨石，沉积于山脚高地及砂碛平原，以成酒泉各期之砾石层。

本层之地质时代，因不含化石未能鉴定，惟就岩石性观之，非古亦非甚新，大概与华北之黄土层相当，而属于更新统也。

冲积层 为最新之地层，凡河谷之砂砾及平原之淤土均属之。厚度不同，颜色有殊，大部为浅灰色及浅红色，厚度约在 5~10m 之间也。

构造即由地壳变动所生，本油田一带之地壳变动其在二叠纪以后者有三期，前略论及。但其所生之构造如何，尚未详细言之，兹后述如次。

五台纪至二叠纪地层变动，常成褶皱，其褶皱上可以认识者有二处，（一）张掖红沟一带，窑街系地层较为平缓，其下之二叠纪地层颇呈褶皱之状，其走向或近东西或为西北东南；（二）窑街村附近，窑街系地层倾斜向北颇为平缓，下有二叠纪及志留—泥盆纪地层，多呈褶皱之状，走向近东西，且一部成断移之接触，可见本期之地壳变动多褶皱，兼有断层也。

白垩纪地层，在本油田一带出露者甚少，故其变动所成之构造，斟供吾人研究之地方不多，遍于全境，仅有白杨河之附近。白垩纪地层，所成之背斜褶皱及向斜褶皱颇多，虽其轴向稍见不同，然大致皆为西南东北，其上盖以第三纪之地层，而第三纪之地层因以后之变动，亦略见倾斜之状也。

第三纪及初第四纪地层之褶皱剧烈，常成错断，前已言之，兹就其褶皱性质之不同，分为三带从详论之。（一）祁连山上之第三纪及初第四纪地层，虽已侵蚀无余，然其下之二叠纪地层及较古之各地层隆曲折叠，常常向北倒转错移，以掩覆于第三纪及初第四纪地层之上，而成祁连山北面之大逆掩断层，此断层东西延长甚远，沿祁连山北麓皆有其踪迹。（二）沿山脚高地自白杨河以东，经石油河以至牛胳膊沟以西，地层在南者向西南倾斜颇为平缓，在北者向东北倾斜几近陡立。其东头地层因暴露不全情形不明，而西头之地层一致向西北斜倾颇为明显。其外围为初第四纪地层，中间为第三纪地层，自东而西，地层颇呈起伏之状，即东西两部凸起，中部凹下，可知白杨河、石油沟、石油河及牛胳膊一带之构造，大致为一不对称之大穹形背斜层，细分之两个小不对称之穹形背斜层（将特论之）。一则形状完整，一则因褶皱剧烈，已经错裂。大穹形背斜层之西，笔者未及详查，但远望之，观其第三纪地层至此复行露出而隆起，大概亦为一穹形背斜层。大穹形背斜层之东，大部为近世纪地层所掩盖，其构造情形不易考悉，惟北大河东岸，露出之第三纪地层成一背斜构造，其东部低下，周围之近世纪地层所盖覆，谓其为一穹形背斜层之东端，亦非不可能之事也。（三）沿砂碛平原，东至嘉峪关以东，西至赤金堡以西，则第三纪及初第四纪地层，除局部略呈褶皱而成小山外，大致为一向斜层，其底甚平，其两翼颇缓，与现在之地形略相符合也。

观以上各带构造，可知山脚高地之各穹形背斜层，是由祁连山之逆掩断层迫挤而起。砂碛平原之向斜层乃因山脚高地之褶皱影响而生，三者实有生成之关系也。

### 生油之地层

生油之地层，为构成油田之第一因素，至为重要。观世界各油田之生油地层，大半为古代浅海之沉积物，岩石为黑色页岩，或黑灰色泥质石灰岩，其中含有成油之有机物，此种有



机物，就各国历来研究之结果，大致不外乎 Fishes、Foraminifera 及 Diatoms 三种，其中尤以 Diatoms 为最重要。然 Diatoms 之如何变成石油，其说不一，据最近美国油田地质学者托拉斯克 (Trask) 之研究 (P.D. Trask, One way of finding oil more cheaply, Oil and Gas Journal Vol.4, p.123, 1938) 乃系一种极小之植物，本体多砂质，浮生于海面，有无数之多，常常一部为 Bacteria 所侵毁，一部为海生动物吞食，其被侵毁死掉者，以及动物所下之粪，皆下沉于海底，以便其质轻极易漂游，不可停积海洋中，常常堆存于海边凹下之处，埋藏于沉泥中，俟经相当之温度及压力，而成石油质。本油田一带，浅海所成之地层，有二叠纪之窑街系。近于海边之地层，有白杨河系，然生油之地层，究竟何属，不得不就各纪地层研究证明而推断之。(一) 二叠纪之地层，就岩性而论，石灰岩多呈白灰色，颜色既浅，可知其所含成油生物不多 (成油生物如 Diatoms 等多使岩石成黑色)，就变质而言，煤之固定炭往往超过 70%，可见其变化已深，无生油之望。总之二叠纪地层，非生油之地层也。(二) 白杨河系之岩层，多半为红色砂页岩，其中虽有石膏及深绿色之粘土层，但非同海湖之产物，其亦非生油之地层，可知也。(三) 窑街系，虽仅露出本油田以东之窑街等处，但当时之海，是由新疆入于甘肃之西部，前已说明，海水溺漫，递积之广，本油田一带有窑街系之生成，毫无问题也。窑街系之岩石，多黑色页岩，中产 Fishes、Foraminifera 等化石，如前之言，而其石色至黑，尚似含有化石，如再作进一步之研究 (须在本油田以外另作调查)，将来发现 Diatoms 化石，亦非不可能之事。谓此系为本油田生油之地层，似无疑义也。

窑街系生成时之范围，大致已如上述，其后被侵蚀所余之大小，仍有待于详细讨论者也。在以东各处，窑街系、红沟系及梨园口系，常有其露出，即在油田内亦可见梨园口系之踪迹。惟在以西各地，如玉门敦煌等处，第三纪地层径覆于志留—泥盆纪及五台纪地层以上，上述白垩纪各系地层，渺不可观。足证第三纪地层沉积以前，有一重要侵蚀期，玉门、敦煌一带之白垩纪地层，已被剥蚀，所余者仅有本油田及以东各地。由此可知将来油田之发展，向西北有限，向东南或可较远也。

### 储油之地层

储油之地层应含有两种岩层：一种，岩性空虚适于石油之贮藏，名之曰含油层，如砂岩、砾岩及被水溶解而生穴隙之石灰岩等；一种，组织致密防止石油之泄溢，名之曰盖油层，如页岩、粘土及细质薄层石灰岩等。本油田储油之地层，为红沟系、梨园口系、白杨河系及疏勒河系 (似以梨园口、白杨河二系为最重要)，其中有砂岩砾岩、之含油层，兼含粘土、页岩之盖油层，颇称合适，惟二者之数目，厚薄及岩性往往稍欠恰当，是其缺点。兹将各系之含油层及盖油层论之于下。

红沟系砂岩稍硬，而孔隙尚多，为颇好之含油层，页岩薄而多破碎，殊少完整之盖油层，如储油，油必散漫，难得丰富油层也。

梨园口系大致砂岩与页岩相间成层，前已言之，砂岩多为石英粒所组成，厚薄适宜，分布均匀，页岩组织颇为致密，盖于砂岩之上，并随之而分布，由是以观，砂岩页岩应为最好之含油层及盖油层，但砂岩质地坚实，而少孔隙。页岩，质脆而多破裂，以致大减其价值，故现在梨园口系所流出之石油，出于砂岩者并不多见，而来自页岩者，反成涌泉也。

白杨河系之上部情形甚好，其中有粗粒石英砂岩多层，内含砾石层，空隙性特高，为至好之含油层。砂层为粘土，中夹不多之砂岩，砂岩为细石粘土所组成，孔隙不多，惟其组织疏松，一经油浸即行疏散，亦能含不少之石油，此种情形现尚有多处可以见到也。

疏勒河系层位较高，被油侵入之机会甚少，其上中两部姑不赘述，兹专论其下部如下。



疏勒河系下部为砂岩及粘土，砂岩层数颇多，厚达数十 m，为粗粒石英等所组成，结构疏松，虚空性高，其中往往夹有砾石层，卵石至圆，孔隙尤多，颇适于大量油质之贮藏。粘土厚度常达数十 m，组织致密，且少破裂，足以防阻油质之散逸，其含油层及盖油层，可谓两全俱美矣。

### 石油储集之原理

石油储集，仍由地层变动而起，故地质构造与石油储集有密切关系，未有地质构造不明，而能知石油如何储集者。然其关系，究竟何在，简言之，即地质构造必有高低，石油质轻，油中有气，气油混合，易于上升，常常储集于地层高起之部分，是以欲知石油储集之情形，非深悉地质构造重要原则不可。故先述地质构造情形，为研究石油储集张本。本油田自石油生成以后，重要地层变动共有两次，第一次为白垩纪地层之褶皱，第二次为第三纪地层之褶皱，二者成一不整合，极为显著，前已言之，兹不再赘。惟每一次地层褶皱，石油必有一次之储集，质言之，即地腹之油，当第一次地层褶皱时，因其激荡上升，而储集于地层背斜之部。迨第二次地层褶皱时，第一次背斜部分所贮藏之油，复行上升（地层褶皱常常滋生细小裂隙，石油可沿此而上升），而储集于第二次背斜部分以内，地腹之油再集而储于第一次背斜部分，以补其缺，但地腹之油，本分贫富待第一次背斜部分之油上升后，固有油以补其缺。反之虽有缺，亦无余油以补之者。观本油田，生油层似分布尚广，而两次地层褶皱，所成之背斜部分，皆面积不大（详见后节）。以广为分布之油质，储集于较小之面积，当有余而无不足。大概本油田之新旧背斜层，皆有石油之贮藏，在石油河、干油泉、三橛湾、石油沟等处，第三纪地层所成之背斜层及白垩纪地层所成之背斜层，已有石油流出而成诸油泉，即其明证也。

### 石油之储藏量

估计石油储藏量，应根据之要件，为（一）含油层之分布；（二）含油层之层数；（三）含油层之厚度；（四）含油层之孔性。如含油层之分布、层数、厚度、孔性不能知其详细，而欲作油量之估计者，良非易事。今本油田方始钻探，不惟含油层之层数、厚度及孔性不能全行考知，既所有背斜层，是否全部皆有石油之储藏，抑仅一小部分有石油，亦难确悉，于估计油量已乏根据。油量估计虽不必作，但为约定油田之价值，亦可试就各种情形研究，以推计其储藏也。查各穹状背斜层数处之范围，约有  $1000\text{km}^2$ ，其本身共有面积约  $300\text{km}^2$ ，可以有油之面积约  $100\text{km}^2$ 。前已言之，其中有两个穹状背斜层被河水深切，已流出石油，所余轴心较低者，概未见石油之痕迹，如是者若谓各穹状背斜层皆含有石油，不过其轴心较高者多被侵而出油，轴心甚低者油得深藏而不露，亦非不合情理。可见各穹状背斜层皆有一探之价值，倘能全数有油，其储藏量则有 2~3 万桶 之希望，是诚一大富源也。

### 三、特论

玉门油田之各种情形，大致已如上述。兹再将石油泉之部分摘出，从详论之。有油泉之部分，自西而东依其构造分二区，一曰石油河区；二曰石油沟区，分述于次。

#### 石油河区

##### 位置

本区在玉门属境，位于玉门县之东南，酒泉县之正西，东经白杨河、火石沟、惠回堡至酒泉县有 107km，再自酒泉县至皋兰县 725km，共 832km。西北经上下赤金堡至玉门县

---

$1\text{m}^3 = 6.30$  桶（美桶），1 桶 = 158.988L——编者。

78km，再由玉门县至星星峡 339km，共 417km，两者相差约 410km。

交通

本区距近祁连山边，俯临砂碛原野，地势颇为平缓，交通不甚困难，自本区经白杨河村去火石沟，有汽车路与西北公路相接，汽车可以通行无阻。由本区经上赤金堡至下赤金堡路途荒僻，仅通大车，惟一至下赤金堡亦与西北公路相遇也。总之由本区至各处，途中无多山峦，不惟汽车路修筑容易，即铁道铺设亦非至难之事也。

地形

本区地形颇不简单，就其形势之不同，可分三部言之。（一）昔以河道屡迁，河谷变宽，遂成为梯形台地，其海拔由 2350 ~ 2540m，现在之石油河，即流经于其间，河谷深切，两岸矗立，岸壁之高者，常达百 m。（二）沟涧纵横，丘峦罗列，成为崎岖之地形，（Bad land）如干油泉，三橛湾等处所见者是也，丘峦之高者，不过 2440m，但以 2350 ~ 2360m 者为最普通。（三）非山水冲刷剧烈，地势洼下，即风雨剥蚀较缓，山岭显著，山岭名曰弓形山，其海拔由 2500 ~ 2600m，此乃本区最高之山岭也。

本区地形既颇复杂，而水系分布亦不简单，循流溯源，可分四系，在弓形山西者为牛胳膊套沟系；在弓形山东者，为石油河系；在干油泉者为各塘沟系；在三橛湾者，为三橛湾沟系。其中除石油河有水外，余则常年枯竭也。

地层层序

本区地层，露出可见者，颇属简单，仅有第三纪中新统之白杨河系，上新统之疏勒河系，初第四纪之玉门砾石层、第四纪之酒泉砾石层及近世纪之冲积层。各系层中岩性之区别，划分颇为清楚，兹后依其岩性之不同，自下而上分为十三期如下表：

		间泉子期.....200m
	中新统.....白杨河系	干油泉期.....60 ~ 65m
		石油河期.....65 ~ 74m
第三纪		弓形山期.....300 ~ 310m
	上新统.....疏勒河系	各塘沟期.....700m
		牛胳膊套期.....250 ~ 280m
		B 期.....100 ~ 200m
初第四纪（？）	.....玉门砾石层	A 期.....600 ~ 800m
		E 期.....50 ~ 150m
		D 期.....20 ~ 100m
第四纪.....酒泉砾石层		C 期.....40 ~ 80m
		B 期.....10 ~ 40m
		A 期.....5 ~ 30m
近世纪.....冲积层.....		5 ~ 10m

间泉子期 本期地层露头凡二处，第一处在干油泉，仅露其上部，且大部为沥青层（干油块）所盖覆。岩石为红色灰质粘土及砂质灰质粘土，中夹红色及绿色粗细疏松灰质砂岩，砂岩厚约 0.5 ~ 2m，多被油气浸染，故往往变为黄色及黑灰色，其中含油之多者，现在犹涓滴流出也。第二处在石油河，露出于河之东岸，岩石有灰质粘土，与灰质砂岩相间成层，砂岩多不甚厚，约 0.5 ~ 2m，均呈红色，组织虽有粗有细，但以中粒者为普通，即中大之石英

粒，与粘土相吻合，性质疏松，多被油浸，故有变为灰黑色者。

现在正在石油河进行钻探本期地层，所被穿过者为粘土砂岩及含油层。兹将钻井内所见岩层（尚未钻至底部）自老至新述之如下：

二十、红色泥质灰质砂岩	8.3m
十九、红色砂质灰质粘土	4.3m
十八、红色粗粒灰质砂岩内含石油	18m
十七、红色细粒灰质砂岩	1m
十六、红色砂岩中含卵石	2m
十五、红色粘土	2.6m
十四、红色砂质灰质粘土含石油	2.1m
十三、红色粘土	6.8m
十二、红色砂质灰质粘土含石油	8.3m
十一、红色粘土	2.2m
十、红色泥质砂岩	2.3m
九、红色细粒砂岩	0.5m
八、红色泥质砂岩	1.2m
七、红色粘土	11.3m
六、红色灰质砂岩	0.5m
五、红色粘土	1.7m
四、红色灰质砂岩	0.15m
三、红色粘土	2.8m
二、红色灰质砂岩	0.3m
一、红色粘土	5.6m

本期地层厚度，因底部未露出，不易测悉，但就他处观之，或在 200m 左右还不至甚厚也。

干油泉期 本期地层，露出于干油泉石油河等处，而连续于间泉子期地层之上，就干油泉之露头所在，厚为 65m，岩石以深红色粘土、红色砂质灰质粘土为主，中夹绿灰色、蓝灰色及浅红色中粒疏松灰质砂岩多层，砂岩层厚一般由 0.3 ~ 1.5m，悉为中大石英粒粘以砂质粘土而成（有时中含卵石），其中 1 ~ 2 层已被石油浸染者也。兹将在干油泉两边所见之岩层，自下而上，记之如次。

- 十二、深红色粘土
- 十一、红色及绿灰色疏松中粒灰质砂岩，有时被油浸染
- 十、深红色粘土及红色砂质灰质粘土
- 九、绿灰色疏松中粒灰质砂岩，有时被油浸染
- 八、深红色粘土及红色砂质灰质粘土
- 七、深红色粘土中夹绿灰色砂岩薄层
- 六、绿灰色疏松中粒灰质砂岩
- 五、深红色粘土及红色砂质灰质粘土内含绿灰色砂质薄层
- 四、绿灰色细粒疏松灰质砂岩
- 三、深红色粘土中夹灰绿色砂岩薄层

- 二、红色砂质灰质粘土及深红色粘土内含灰绿色、蓝灰色灰质砂岩
- 一、砂岩及红色云母砂岩

其露出于石油河者，厚为 60m，岩石与在干油泉所见者相同，仍以深红色粘土及红色砂质灰质粘土为主，中夹绿灰色、红色中粒、粗粒疏松灰质砂岩多层，砂岩厚由 0.2 ~ 1m，其中亦有被油浸染者（即粘土层因近世地震而破裂亦往往含有石油也）。

今就在干油泉南边所见之岩层，由下而上述之于下：

- 四、红色及深红色粘土夹含油之砂岩
- 三、深红色粘土及红色砂质灰质粘土夹红色细粒粘土质砂岩
- 二、灰绿色粗粒疏松灰质砂岩略含油质
- 一、深红色粘土及红色砂质灰质粘土夹绿灰色粗粒疏松灰质砂岩

石油河期 本期地层见于干油泉、石油河、各塘沟、东沟等处，连续于干油泉期地层之上，为白杨河系之上部。岩石大抵下部多红色浅红色灰质粘土，及灰绿色、红白色（有时因油气熏染而变灰色及黄色）灰质砂岩，砂岩多系块状，多粗粒组织（为石英、燧石粒、花岗岩、石英岩与细砂粘合而成），结合疏松，有时以被油浸成为含油层，如干油泉所见者是也。上部以粘土为主，夹粘土细砂岩，惟粘土之色性，地各有殊，在石油河、干油泉为粉红色及绿色粘土，在三橛湾西沟为红色、绿色粘土，总厚由 65 ~ 74m。

本期地层，在干油泉露出者，为最完备清晰。兹将该处所见者之岩层自下而上叙述于下。

- 六、灰白色灰质粗粒或砾石砂岩，砂岩多为石英粒及石英、花岗岩、石英岩之卵石，与细砂粘合而成14m
- 五、红色粘土夹绿灰色灰质薄层砂岩13m
- 四、灰绿色中粒疏松灰质砂岩4.5m
- 三、红色粘土6m
- 二、灰绿色粗粒疏松灰质砂岩17m
- 一、红色、绿色粘土与浅红色砂质灰质粘土之相互层20m

弓形山期，本期地层，露出于弓形山、干油泉、三橛湾等处，而连续于石油河期地层之上，二者在岩性上之划分颇为显著。岩石为红色粘土、浅红色砂质灰质粘土、泥灰岩及红白色中粒粗粒灰质砂岩，砂岩层数既多，由 10 ~ 2 层，为层亦厚，由 0.5 ~ 20 余米。多为石英、燧石粒及石英、花岗岩、石英岩等之卵石与细砂粘合而成，呈块状，结合疏松，往往被气熏而变黄色，或被油浸而成含油层，如三橛湾、干油泉所见者是也，厚由 300 ~ 310m。

本期地层露头，在干油泉最为清晰，兹将其岩层由下至上，记之如下：

- 五十四、红白色粗粒疏松灰质石英砂岩中有石英及砂板岩之卵石薄层2m
- 五十三、红色粘土1.2m
- 五十二、红白色粗粒疏松石英灰质砂岩1m
- 五十一、红色粘土0.3m
- 五十、红白色中粒疏松灰质砂岩中有卵石薄层0.6m
- 四十九、红色粘土0.7m
- 四十八、红白色粗粒疏松石英灰质砂岩夹粘土层2m
- 四十七、红色粘土夹薄砂岩层7.5m

四十六、红白色粗粒或细粒疏松灰质石英砂岩中有石英花岗岩砂岩等之卵石薄层	6m
四十五、红色粘土及浅红色砂质灰质粘土夹细砂岩薄层	22m
四十四、灰白色粗粒疏松灰质石英砂岩中有卵石薄层	1m
四十三、红色粘土夹灰绿色灰质砂岩层	9.5m
四十二、红白色中粒薄层状灰质砂岩	1.3m
四十一、红色粘土	6m
四十、红白色中粒疏松灰质石英砂岩	6m
三十九、红色粘土	2.5m
三十八、红白色疏松灰质石英砂岩	1.5m
三十七、红色粘土	2m
三十六、浅红色、红色及灰色粘土	18m
三十五、红白色粗粒疏松灰质砾石砂岩	0.6m
三十四、浅红色灰质粘土	1.5m
三十三、红白色疏松灰质砾石砂岩，为石英粒及花岗岩砂岩之卵石与细砂粘 合而成，一部含石油	2m
三十二、浅红色灰质粘土	1.3m
三十一、红白色中粒疏松灰质砂岩，一部含石油	0.3m
三十、红色粘土	4.6m
二十九、灰白色疏松砾石砂岩中含石油	4m
二十八、红色粘土	2m
二十七、灰白色中粒灰质砂岩中有卵石，一部含石油	6m
二十六、红色及浅红色粘土夹绿色砂质粘土层	6.3m
二十五、灰白色中粒疏松灰质砂岩，一部含石油	10.3m
二十四、浅红色红色灰质粘土夹砂岩薄层	8.5m
二十三、黄白色细粒灰质砂岩，往往因球状剥蚀而留坚硬圆核	2m
二十二、红色粘土夹灰色灰质砂岩薄层	12.3m
二十一、灰白色粗粒灰质砂岩（石英粒、砂岩粒与白色粘土粘合而成）	6m
二十、红色粘土夹砂岩薄层	8m
十九、灰白色中粒疏松灰质砂岩	1.4m
十八、红色粘土及浅红色砂质灰质粘土	6.6m
十七、灰白色中粒疏松灰质砂岩	3.5m
十六、红色粘土	5.5m
十五、灰白色中粒疏松灰质砂岩中有卵石层	8m
十四、红色粘土	4.3m
十三、灰白色中粒疏松灰质砂岩	4.5m
十二、红色粘土	1m
十一、灰白色中粒疏松灰质砂岩中有卵石层	2m
十、红色粘土	6m
九、红棕色中粒灰质砂岩	2.5m

八、红色粘土及砂质粘土	10.5m
七、红白色粗细粒疏松石英砂岩中有卵石层	16m
六、红色粘土	
五、红白色粗粒疏松石英砂岩中含卵石薄层	5m
四、红色粘土及浅红色砂质灰质粘土	20m
三、黄白色粗粒疏松灰质石英岩内含灰质结核及卵石层	24m
二、红色粘土	12m
一、红白色中粒疏松灰质砂岩	9m

各塘沟期 本期地层在本区所见者甚广，连续于弓形山期地层之上，并随之而分布。质言之，凡有弓形山期地层之露头，必有本期地层之存在，在本区所见之浅红色地层，大半属于此层。

本期地层厚达 700m，其岩层大致为浅红色中粒、粗粒灰质砂岩与浅红色粘土之相互层，在各河谷内皆能清晰可辨。兹将石油河、各塘沟所见之岩层，自下而上逐步记之于下。

石油河露岩

五、浅红色粘土夹浅红色及浅黄色中粒、粗粒灰质砂岩，砂岩为白色、棕色石英粒与粘土粘合而成 150m

四、浅红色粘土及砂质灰质云母粘土与浅红色、浅黄色中粒、粗粒灰质云母砂岩之相互层，砂岩中含石英花岗岩、砂岩之卵石，成层状 230m

三、浅红色粗粒灰质砂岩夹浅红色砂质灰质粘土砂岩中含石英硅板岩、砂岩之卵石，成层状 140m

二、浅红色灰质砾石砂岩与浅红色砂质灰质粘土之相互层砾石砂岩为石英花岗岩，砂岩、砂板岩之石粒卵石与粘土粘合而成 120m

一、浅红色粗粒灰质砂岩与浅红色砂质灰质粘土之相互层，砂岩中含石英花岗岩，片岩等之卵石，成层状 60m。

各塘沟露岩

四、浅红色粘土及砂质灰质粘土夹浅棕色中粒灰质砂岩 150m

三、浅红色粘土及砂质灰质粘土夹灰质砾石砂岩，砂岩为石英花岗岩、砂板岩、砂岩之石粒及卵石与粘土粘合而成 150m

二、浅红色粘土与浅红色粗粒灰质砂岩之相互层，砂岩中含卵石，成层状 250m

一、浅红色粗粒灰质砾石砂岩夹浅红色粘土 150m

牛膈套期 本期地层见于牛膈套沟、石油河、三橛湾等处，而连续于各塘沟地层之上，为疏勒系之上部。岩石大抵上部为灰色细质砾石，下部为灰色细质砾石中夹浅红色粘土，砾石中之卵石，普通为深绿色硬砂岩、灰白色石灰岩、红色石英岩及石英，多呈圆形，直径由 1～5cm。

本期地层生成之后（即玉门砾石层生成之前），有一侵蚀期，故其顶部已被侵蚀以去，所余者其厚大过 250～280m。

玉门砾石层 B 期 本期砾石层分布于本区之北边，不整合于牛膈套期地层之上。岩质全为砾石所组成，砾石中之卵石漂砾多为硬砂岩、石灰岩、石英岩、千枚岩及各种火成岩，如花岗岩者，直径由几厘米至 60cm 不等，多圆滑而无擦痕，可见其为河流之沉积，而非冰川之产物也，本层厚由 100～200m。

玉门砾石层 A 期 本期砾石层继续于 B 期砾石层之上，厚由 600 ~ 800m，卵石仍为硬砂岩、石灰岩、花岗岩、千枚岩等，惟其体积较小，棱角显然，大而甚圆者为尚不多见也。

酒泉砾石层 E 期 本期砾石层见于弓形山岭之顶颠，而平铺于弓形山期、各塘沟期、牛胳膊套期及玉门砾石层 B 期地层之上。卵石胶粘不固，成层不显，大部为硬砂岩，石灰岩、花岗岩等，中与砂土相混合，层厚由 50 ~ 150m。

酒泉砾石层 D 期 本期砾石层，见于弓形山之东坡、三桷湾之山颠及干油泉之西平台上，平铺于干油泉、石油河、弓形山、各塘沟各期地层之上。厚薄随地而异，在弓形山坡者近百米，在其他各处不过 20 ~ 30m。卵石为硬砂岩、石灰岩、千枚岩、石英岩等，亦多体大而圆也。

酒泉砾石层 C 期 本期砾石层所见不多，仅石油河两岸有其露头，卵石一部体积颇巨而成圆形，一部体积较小，棱角显然。其质为花岗岩、硬砂岩、石灰岩、千枚岩等，粘合物系灰色粗砂及粘土，总厚由 40 ~ 80m。

酒泉砾石层 B 期 本期砾石层分布于石油河两岸平台上及牛胳膊套沟之两岸，厚由 10 ~ 40m，岩质为硬砂岩、千枚岩、石灰岩、石英岩、花岗岩与粗砂混合而成，其中往往夹浅红色淤土，系来自第三纪之地层者也。

酒泉砾石层 A 期 本期砾石层位置较低，分布于石油河谷之二台上。岩质与 B 期砾石层相同，卵石为花岗岩、硬砂岩、千枚岩、石灰岩等，中夹浅红色淤土，厚由 5 ~ 30m，有时因地震影响，被油浸入而成含油层，如第一附近所见者也。

冲积层，冲积层多见于各河沟内，分布所及仅限于河沟之底，其中细者为泥砂，粗者为漂砾，厚由 5 ~ 10m 不等也。

#### 地质构造

本区地层颇适于含油，大致已如上述，其构造对于油之贮存尤为合适。构造为一不对称之穹状背斜层，北翼陡立，南翼平缓，轴之方向为西北东南，轴之两端，渐次低下，形迹显然。弓形山期地层上顶有一白砂岩层，暴露清楚，分布普遍，大可表示其形状 (A key bed for the structure)。今在其上面沿露头，测有多点，并以线联起，而制成一不对称穹形背斜构造图，轴向扭曲不定，或为北 75° 西，或为北 60° 西，或为正西，北翼倾角以 80° ~ 90°，有时倒转，南翼倾角由 55° ~ 10°，但以 15° ~ 16° 者为最普通，长达 7km，宽至 3km，其形状颇可与苏联 Grozny 油田之穹形背斜层相比拟，但其大小，仅及其半，是乃相异者也 (参考 Emmons: Geology of petroleum p.652, 1931)。

本区构造，除一大穹形背斜层外，地层殊少微小之褶曲，由此可知，地腹之油不至散逸，必悉储集于大穹形背斜层以内也。

#### 油泉情况

本区含油层，既距地面不远，自易被水冲破而成油泉。计全区油泉较小者不计外，尚有 12 个，在干油泉者有 9 个，在三桷湾者有 2 个，在石油河者有 1 个。干油泉之油泉，其中两个，出自弓形山期下部含油层之露头，一个出自石油河期下部含油层之露头，其出油已久，所流之油多存于洼地，而成沥青层 (Aphalt)。厚由 15 ~ 30cm，面积为 1.1 万 km<sup>2</sup>，计其量约为 2000 余吨。三桷湾之油泉，皆出自弓形山期，中部含油层之露头，其流出之油量，虽无法估计，储油层之大部已被水冲，定必出油不少。石油河之油泉，其情形称为特殊，其成也，系因近世地震发生，地层塌陷，间泉子期之油，经此激荡，气油混合，沿裂隙上升而进入酒泉 A 期砾石层内，以后气油分离，气则腾升而入砾石层上部，使其变为黄色，油存

于砾石层之底部，由露头流出而成最大之油泉。该油泉历经土人采取，每当夏季之际，日出油由 20 ~ 40 加仑<sup>1</sup>，合计历年所产，约有 6 千余桶之多也。

### 石油储量

估计油量不易，未经钻探而估计油量尤难，盖油量与含油层之分布厚度及孔性 (Porosity) 有密切之关系，如分布不能穷其究竟，厚度不能知其详细，孔性不能明其底蕴，而欲谋油量估计之准确者，良非易事。今本区钻探方在开始，不惟含油层之分布厚度不能确悉，其孔性亦难踪迹，于估计油量已乏确据，非经完全钻探以后，再依详细之研究，实不易作到准确之地步，但为约定油田之价值，以便矿业计划之实施计，只可就各种情形，研究推阐，而据以计算近似之油量也。兹先论储油层之分布，次论含油层之厚度及孔性，然后计算全区之油量。就石油升聚之原理，油中有气，气油含水，当地层褶曲之际，三者裂隙上升，而聚集于空虚岩层之内。然后水油气分离，水则下沉 (而为 Edge water 可译为边水)，而与地下水 (Ground water) 相接，汽则升腾，而存于背斜之顶部，油则位于二者之中间，是以地下水水面愈低，油体愈靠下，换言之，地下水愈少，油体向地腹伸展愈远。今本区由种种情形，可以证明地下水量不多 (所见之水泉是河水入于砂砾内而又涌出与地下水无关也)，大概穹状背斜层内无此水，仅两旁之向斜层的底部，有其存在也。由是可想，穹状背斜层内之含油层，必向两翼伸展，惟穹状背斜层为不对称，北翼陡立，南翼平缓，故所有含油层，向北伸展有限，而向南及东西之伸展必远。按穹状背斜层长达 7km，宽 3km，如假定其长 6km，宽 1.5km 以内，为含油层分布之范围，则其面积约为 900 万 m<sup>2</sup>，就考察所知者，在石油河及干油泉一带，地腹之油，仅上升至间泉子期，该期内之含油层，数目既多，含油亦富，其上之干油泉期、石油河期及弓形山期之砂岩，不过片段的被油浸染，如干油泉南北之小沟内所见者是也。惟在三橛湾，因地层隆起特别，地下之油升之较高，已窜入弓形山期，其中砂岩全被油浸，但其上之各塘沟期，尚不见有何油迹，可见油之上升亦有一定限度也。地表露出之含油层，已有以上之情形，其下是否仍有更多之含油层，虽现在尚难确定，但就岩性言之，在石油河干油泉一带，间泉子期之下，应有白垩纪之砂岩。本区以外，间泉子期下接白垩纪砂岩，在三橛湾，弓形山期之下，应有石油河期、干油泉期、间泉子期之砂岩及白垩纪之砂岩，砂岩既多，又无地下水之排挤，地下之油如不至于十分缺乏，遇此各砂岩必聚积于其内，今谓深处有多数含油层，似属无大问题。兹假定含油丰富油层之平均总厚为 30m，就各纪砂岩层之露头观之，大半疏松，其中之空隙，约有 20% ~ 30% 以上，今以 25% 为其平均数，含油层之油，易与砂粒粘合，且以西北天气较凉，常常凝结，不能尽量取出，其中可采者以 35% 计，则全区油量为  $9000000 \times 30 \times \frac{25}{100} \times \frac{35}{100} = 23625000\text{m}^3$  或 148837500 桶，如日采 3000 桶，百年尚不能罄之。此不过就各种情形推想假定，粗略计算之，如将来钻探，含油层之分布厚薄孔性有所变化，则油量亦因之有所增减也。

### 石油性质

本区石油之性质，就钻井内取出之油及油泉流出之油观之，大致相同，无甚差异。兹将其颜色、气味、比重、粘性、种类、质品，分别述之如下。

颜色 颜色到处一致，深厚时为黑色，浅薄时为棕色，有时阳光反映略呈绿色。

<sup>1</sup> 加仑 (美制) (液体) = 0.003785332 m<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 桶 (美制) (石油产品) = 0.158988 m<sup>3</sup>



气味 气味极微，新出之油，稍有汽油味。

比重 比重不高，普通为 0.87。

粘性 石油粘性与比重有关，本区石油比重既不甚高，其质自较稀薄，故当温度较高之时，在小管内能流动颇速，惟西北气候较凉，石油常常凝结而变浓厚，以往中外人士来此视察，每疑其比重甚高者，只是故也。

种类 石油普遍分二种：一种含沥青甚多，名为沥青基石油（Asphalt base）。第二种含石蜡甚多，名为石蜡基石油（Paraffin base）。本区石油含沥青兼有石蜡可名之为双基石油也。

质品 石油质品之确定，必依分析，分析有二种，一曰元素分析，详求其元素成分是也。二曰实用分析，仅分析其汽油、灯油、瓦斯油、蜡质渣油等是也。本区石油尚未经元素分析，现在惟有依诸实用分析以略定其品质，今钻井内所出之油，已经数次实用分析（蒸馏法），兹将其分析结果列表如下：

产 地	汽 油 70 ~ 170	灯 油 170 ~ 270	瓦斯油 270 ~ 290	蜡 质	渣 油	备 注
第一钻井	20.00	24.28	32.8	1.5	21.42	数次分析 之平均（%）

观上表所示，可知本区石油质品颇佳，其中汽油已达 20%，大可与苏联所产之上等石油相比美也。

钻探计划

钻探研究，与地质调查有相互之关系，二者不能分离也，即钻探研究之进行，必须根诸地质调查之结果，地质调查之有疑义者，必待钻探研究以证明。今本区之地层情形及构造状况，业经考悉，油层深浅储油位置，亦大致明了，现在所不能十分确定者，即油层之数目及油层所及之范围，必须钻探以穷究竟。

由种种情形，可以推想重要油层，在石油河、干油泉一带者，在间泉子期及白垩纪上部；在三橛湾者，在弓形山、石油河、干油泉、间泉子等期及白垩纪上部。其构造既为不对称之穹状背斜层，南缓而北陡，石油之储存，必在倾斜较缓之一翼，世界各处不乏明证，本区也难例外，既知含油层之时代，其深浅可就地层计之而得，既明含油层之构造，其位置可按地图量之而定，相其位置，准其深浅，打钻以探其层数及分布，今沿近弓形山期背斜轴心之南（按本区构造，地层愈古，背斜轴心愈靠南，故欲探石油河期、干油泉期及间泉子期背脊之油，必在弓形山期背斜轴心之南），自西而东拟定钻眼八个，再南相距 200m 之处，复定钻眼八个，共成南北二排是为第一期。各钻眼如能多数出油，再于背斜层南翼及两端酌定距离，续钻多眼，以定油层之边际，是为第二期。然后在北翼近弓形山期轴心处，相好地点，再钻数眼，以探油层向北分布之情形，是为第三期（油矿钻探与他种矿产不同，其钻探即是打井，所以不厌其多也）。三期完成，则本区之钻探研究，暂告一段落，然后再择定已成钻眼向深处续钻以探生油之地层（窑街系）。

附第一期钻眼位置深度表

号数	位 置	深度	备 注
河字第一号	石油河东岸	约 500m	由地面至白垩纪上部
河字第二号	石油河东岸河一号钻眼之南	约 600m	
河字第三号	石油河西岸小沟口外	约 500m	
河字第四号	石油河西岸河三号钻眼之南	约 600m	
河字第五号	弓形山东平台上	约 700m	
河字第六号	弓形山东河五号钻眼之南	约 800m	
河字第七号	干油泉西平台小沟内	约 600m	
河字第八号	干油泉西平台上河七号钻眼之南	约 700m	
泉子第一号	干油泉区中间	约 500m	
泉子第二号	泉一号钻眼之南	约 600m	
泉子第三号	泉一号钻眼之西	约 500m	
泉子第四号	泉三号钻眼之南	约 600m	
泉子第五号	各塘沟上部西岸平地	约 500m	
泉子第六号	泉五号钻眼之南	约 600m	
泉子第七号	三橛湾沟西沟汊内	约 1000m	
泉子第八号	泉七号钻眼之南	约 1200m	

### 附近之燃料及水源

开采油矿必须燃料及水源，二者不可或缺，今本区可谓两全俱备矣，兹将其附近之煤、水分别言之如下。

煤 本区之西，约 70km 有沟名肮脏沟，其上部有二叠纪煤系之分布，位于泥盆志一留纪绿色硬砂岩之上，二者成不整合之接触，其构造为一向斜层，其岩石下部为灰色、黑色砂质泥质页岩、白色砂岩及石灰岩，中部为黑色、灰色泥质砂质页岩、灰色砂岩及石灰岩（富含动物化石），中夹煤层。上部为灰绿色页岩、灰色耐火粘土及棕色砂岩，惟其顶部已被侵蚀，所见不全也。

煤系中之煤层数目厚度，因未大经开采，无由确悉，据小窑近来所采之一层煤，厚约 1～2m，但就煤系露头观之，确不只一层，或有 2～3 层，果尔，则此煤田之煤量，约有二百余万吨，煤质（所采标本尚未分析）为烟煤，可以炼焦，色黑红，块末掺半，少硫黄，燃烧时火焰高，烟大无味，屡经试验，极合锅炉燃烧之用。

水 本区内除石油河外，在三橛湾牛胳膊套等处，尚有水泉两个，惟其水量甚微，不足利用。石油河虽水流不大，然系长年流水，流分数道，平时深由 30～60cm，每当夏季，水量增加，常达 1m，水之品质，未经分析，无由判定，但饮之颇为合适，且用之于锅炉，亦少妨害，可见其内无多杂质（如硫黄等）也。

### 石油沟区

#### 位置

本区在石油河之东南，白杨河村之正南，距石油河区 6.5km，距白杨河村可 15km。由本区至白杨河村，则沿河谷以进，地颇平坦，可通马车，惟至石油河区，道路崎岖，交通不便。

地形

本区地形各处不同，大致可分为东西两部，南北流向之石油沟，即其分界线。西部地形简单，大部为平滩，其中有屹立之孤山，惟至北沿，始见平缓之山岭，如马连泉东山及马连泉西山，大致走向皆南北。实则昔日，本为山脚高地之一部，旋以河水侵蚀，而成广阔之平滩，并侵蚀所余而为低岭与孤山。平滩之海拔为 2500m，山岭之海拔为 2580 余米，二者相差仅有 80 余米。东部地形多山，南北多平丘低岭。中部为极显著之火石山，来自以东之马密佗，迤邐于本部之中间，而尽于石沟之东岸，峰峦屹立，形势险峻，其海拔由 2670 ~ 2760m，为本区最高之山。本区平缓之山岭，悉为第三纪之粘土及疏松砂岩所组成，而形势险要如火石山者，则白垩纪坚硬砂岩之突出也。

地层层序

本区地层露出较为完备，除白杨河系之间泉子期、干油泉期、石油河期，疏勒河系之弓形山期、各塘沟期、牛胳膊套期及玉门砾石层 B 期、酒泉砾石层 B 期，皆有露头可见者外，白垩纪梨园口系之大部，亦出现于地面，岩石以砂岩为多，惟各部有殊，依其岩性之不同，亦可分为数时期。兹将各地层之系统列表于次：

	E 期.....2000m
	D 期.....130m
白垩纪.....梨园口系	C 期.....250m
	B 期.....150m
	A 期.....220m
	间泉子期.....150 ~ 160m
中新统.....白杨河系	干油泉期.....60 ~ 65m
	石油河期.....50 ~ 60m
第三纪	弓形山期.....180m
上新统.....疏勒河系	各塘沟期.....650 ~ 680m
	牛胳膊套期.....260m
初第四纪 ( ? )	.....玉门砾石层.....B 期.....500m
第四纪.....	酒泉砾石层.....B 期.....5 ~ 20m
近世纪.....	冲积层.....2 ~ 5m

梨园口系 E 期 本期地层露出于火石山北麓，而底部不见，岩石大抵下部为黑色、绿色、灰绿色及灰黄色泥质砂质云母页岩，其近于断层者，往往含有铁质而呈红色。上部以绿色、黄绿色、灰绿色、紫色及黑色泥质硅质云母页岩为主，中夹石英砂岩及硅板岩薄层，黑色页岩内产有植物化石，全期总厚 200m。

本期地层露头见于夹皮沟者颇为清楚，其岩层自下而上次序如下：

十九、黑色、黄灰色及灰色泥质云母页岩，有时含有铁质	4m
十八、绿色、黑色泥质页岩及黄绿色砂质云母岩页岩之相互层	16m
十七、浅红色粗粒砂岩	1m
十六、绿色泥质页岩、黄绿色砂质云母页岩及黑色泥质页岩之相互层	10m

十五、绿色砂质云母页岩及紫色砂质页岩之相互层	6m
十四、绿色砂质云母岩夹薄砂岩及硅板岩	12m
十三、绿色云母砂岩、砂板岩、绿色砂质云母页岩及灰色砂质泥质页岩	12m
十二、绿色砂质云母页岩、黑色泥质页岩及紫色砂质云母页岩之相互层	13m
十一、绿色泥质页岩、黑色砂板岩、灰色砂质云母页岩及黑色泥质页岩之相互层	15m
十、绿色泥质页岩、绿色砂质云母页岩及黑色泥质页岩之相互层	40m
九、绿色中粒砂岩	2m
八、浅红色中粒石英砂岩	18m
七、绿色泥质云页岩夹紫色、黑色砂质页岩	20m
六、灰色、浅红色中粒石英砂岩	4m
五、绿色砂质云母页岩夹紫色砂质页岩	6m
四、白色石英砂岩	3m
三、绿色紫色砂质云母页岩	5m
二、白色粗粒石英砂岩	1m
一、绿灰色砂质云母页岩	12m

梨园口系 D 期 本期地层露出于火石山之北坡，连续于 E 期之上，厚约 130m，岩石以紫色砂岩及紫色页岩为主，中夹浅绿色页岩及白色砂岩。兹将在石油沟所见其上部岩层及色性，自下而上记之于次：

十、紫色粗粒坚韧长石砂岩，为石英、长石、云母等粘合而成	5.5m
九、紫色砂质云母页岩	9m
八、紫色砂质云母页岩、浅绿色泥质页岩及紫色砂岩之相互层	8.5m
七、紫色粗粒长石砂岩	6m
六、紫色砂质云母页岩及绿色泥质页岩	7m
五、浅紫色坚硬粗粒砂岩中含石英燧石之卵石	4m
四、白色粗粒石英砂、岩石质坚韧	4.5m
三、紫色坚韧粗粒砂岩及紫色中粒云母砂岩	7m
二、紫白色粗粒砂岩中含石英燧石之卵石	2m
一、紫色泥质页岩夹石英砂岩薄层	2m

梨园口系 C 期 本期地层连续于 D 期之上，厚达 250m，岩质坚韧，侵蚀艰难，故造成火石山之岭脊，岩石全期以浅绿色、灰绿色、黄绿色及紫色泥质砂质云母页岩为多，紫色粗粒长石砂岩及白色粗粒石英砂岩亦常目击。页岩之破裂部分及砂岩之疏松部分往往含有石油，但其仅于深沟内见之，而较高之处尚不见有何油迹也。兹将在石油沟内，所见各种岩层及其含油情形由下而上述之于次：

三十二、灰白色粗粒石英砂岩中含石英燧石卵石	1.5m
三十一、浅绿色、紫色泥质砂质云母页岩	4m
三十、灰白色、紫色中粒石英云母砂岩中夹页岩薄层	5.5m
二十九、浅绿色、紫色泥质砂质云母页岩	1.5m
二十八、紫色中粒云母砂岩	1m
二十七、浅绿色、紫色泥质砂质云母页岩	1.5m

二十六、灰白色或浅紫色粗粒砂岩，其疏松者富含石油	12.5m
二十五、灰绿色及浅紫色粗粒石英砂岩夹页岩层，砂岩之疏松者富含石油	55m
二十四、浅绿色及浅紫色泥质砂质页岩	5m
二十三、棕红色中粒石英砂岩中夹页岩页岩之裂隙富含石油	2m
二十二、浅绿色及浅紫色泥质砂质页岩，其中裂隙富含石油	6m
二十一、亮紫色砂质页岩	1m
二十、棕红色粗粒长石砂岩	1.3m
十九、绿灰色及红色粗粒砂岩夹页岩薄层	4m
十八、浅绿色及浅紫色泥质页岩及红棕色中粒或粗粒砂岩之相互层，页岩裂隙内稍含石油	30m
十七、绿灰色泥质页岩	1.5m
十六、浅紫色粗粒长石砂岩	1.4m
十五、浅紫色及浅绿色砂质页岩	5m
十四、浅紫色粗粒长石砂岩	6m
十三、浅紫色及浅绿色页岩	6m
十二、浅紫色粗粒长石砂岩	4m
十一、紫色砂质云母页岩	4m
十、紫色或黄棕色粗粒石英砂岩	4.5m
九、绿灰色中粒云母砂岩，其质疏松者已被油浸	1.4m
八、红黄色粗粒砂岩	1m
七、黄灰色砂质云母页岩及紫色砂质页岩之相互层	4m
六、亮紫色及浅紫色粗粒石英砂岩	13m
五、浅绿色页岩夹棕色砂岩薄层	29m
四、浅紫色粗粒砂岩	4m
三、浅紫色砂质页岩	4m
二、亮紫色及浅灰色粗粒砂岩，一部含石油	4.5m
一、浅绿色或浅紫色砂质页岩，棕色粗粒长石砂岩及亮紫色中粒砂岩之相互层	25m
梨园口系 B 期 本期地层露出于火石山之南坡，连续于 C 期之上，厚约 150m。岩石全期自下而上，变化甚微，几纯以亮紫色粗粒砂岩为主，仅上部有时稍夹红色粘土页岩。砂岩大致组织均匀，为石英粒及粘土所组成，间含燧石等之卵石，石英粒颜色不同，或为黄色或为白色，形状有殊或成圆形或棱角显然，为亮紫色细致粘土所粘合，惟其胶结不固，侵蚀较易，故在火石山南坡，常成显著之凹谷。本砂岩亦被油浸，在其露头处可以见之，惟其被浸之部分，颇为散漫，大概因砂层过厚，页岩太少，有以致之也。	
梨园口系 A 期 本期地层露出于 B 期砂岩层之南，并连续于其上，为梨园口系之顶部。岩石大抵下部为暗紫色粗粒石英砂岩，与红色粘土页岩相间而成层，砂岩石质坚韧，孔隙不多。上部以暗紫色坚韧砾石砂岩为主，中夹红色粘土页岩层，砾石砂岩中之卵石，多为石英燧石，体积不大，形状多圆。全期总厚约 220m。	
本期地层暴露完备，层次清楚，兹将其岩层及色性自下而上记之于次。	
二十二、暗紫色粗粒石英坚韧砂岩	5m
二十一、暗紫色砂质页岩	10m

二十、红色粘土页岩	2.5m
十九、暗紫色中粘砂岩	1m
十八、红色粘土页岩	1m
十七、暗紫色粗粒云母石英砂岩	5m
十六、红色粘土页岩	4m
十五、暗紫色中粒石英坚硬砂岩夹页岩薄层	3.5m
十四、红色粗粒石英疏松砂岩含石英燧石之卵石	5m
十三、灰白色粗粒石英砂岩中含卵石	3m
十二、红色粗粒石英疏松砂岩	2.3m
十一、红色粘土页岩	12.5m
十、暗紫色中粒石英坚韧砂岩	29m
九、红色粘土页岩	19m
八、暗紫色中粒或粗粒砂岩	18m
七、灰色砾石卵石为石英燧石及石英岩，其直径 1 ~ 5cm，形状极圆	15m
六、暗紫色中粒坚硬砂岩	13m
五、灰色砾岩中夹中粒砂岩层	10m
四、暗紫色坚韧砂岩中夹砾岩层	11m
三、暗紫色粗粒砂岩含圆形卵石	14m
二、红色粘土页岩	2m
一、暗紫色中粒、粗粒砂岩含卵石	12m

间泉子期 本期地层露头零星，面积不广，或与梨园口系 E、D 期成断层之接触，或不整合于梨园口系 C、B、A 期地层之上。岩石大抵下部为橘红色砂质灰质粘土及橘红色灰质细粒粗粒疏松砂岩（近底部含有卵石），粘土常含灰质结核，砂岩悉被油浸染，故其往往变为黑灰色。中部为红色砂质灰质粘土及蓝灰色灰质粘土，前者之裂隙内，常有石膏脉，后者多与石膏相混生，上部以红色泥质灰质细粒砂岩及深红色粘土为主，中夹蓝灰色灰质细粒砂岩层，全期总厚由 150 ~ 160m。

本期地层分布于火石山之周围，而以其南面间泉子之露头为最清楚，兹将其岩层由下而上述之于后：

二十三、红灰色灰质中粒疏松砂岩中含石英岩及石英之卵石，砂岩悉被油浸	3m
二十二、灰色泥质灰质中粒疏松砂岩，已被油浸	4.5m
二十一、灰红色泥质灰质细粒疏松砂岩，略被油浸	2m
二十、浅红色泥质灰质细粒疏松砂岩，稍被油浸	1.5m
十九、橘红色砂质灰质粘土，富含灰质结核	22m
十八、橘红色灰质中粒疏松砂岩，已被油浸	8.5m
十七、橘红色砂质灰质粘土中含灰质结核	4.5m
十六、灰质结核	0.5m
十五、橘红色砂质灰质粘土	2.9m
十四、红色砂质灰质粘土与无水石膏混淆而生	5m
十三、红色砂质灰质粘土夹石膏薄层	9m
十二、深红色粘土，其裂隙夹有石膏细脉	6m

十一、红色砂质灰质粘土，裂隙内夹有石膏细脉	6m
十、深红色粘土夹蓝灰色灰质砂质粘土薄层，其中混以石膏质	3m
九、红色砂质灰质粘土稍夹石膏细脉	4.5m
八、红色砂质灰质粘土夹蓝灰色灰质砂岩层	3m
七、红色砂质灰质粘土稍夹石膏细脉	2m
六、深红色粘土、红色砂质粘土及蓝灰色灰质砂岩之相互层	8m
五、红色灰质细粒疏松砂岩夹砂质粘土层	4m
四、红色砂质灰质粘土夹蓝灰色砂岩层	4.5m
三、红色泥质灰质细粒砂岩	2m
二、深红色粘土夹红色砂岩层	1m
一、深红色或红色砂质灰质粘土夹红色中粒疏松砂岩层	20m

干油泉期 本期地层连续于间泉子期之上（二者无显著之划分），并随之而分布，惟其质软，常居低地，多为砾石所盖覆，仅露出于间泉子以南、火石山以北及平滩以西各处，总厚由 60 ~ 65m。

本期岩石，自下而上，殊少变化，以深红色粘土及红色灰质砂质粘土为主，夹红色、蓝灰色灰质砂岩层及灰红色灰质砾石砂岩层，惟其中尚未见有何油迹，可见石油不曾浸入本期以内也。兹将在间泉子南所见岩层，自下而上，叙述于次：

九、红色中粒灰质疏松砂岩含石英燧石及石英岩石等之圆形卵石	2.5m
八、深红色粘土、红色砂质灰质粘土及红砂岩之相互层	9m
七、红灰色砾石（卵石为花岗岩、石英岩、燧石、石英及硬砂岩等）夹红色粘土	6m
六、深红色灰质粘土	4m
五、红色细粒泥质灰质砂岩	2.5m
四、深红色灰质粘土	4m
三、红色中粒泥质灰质砂岩	2.5m
二、深红色粘土及红色灰质砂质粘土夹红色或蓝灰色灰质砂岩层	9m
一、深红色粘土夹红色中粒、细粒泥质灰质砂岩层	20m

石油河期 本期地层悉随干油泉期而分布，换言之，凡干油泉期分布之处，皆有本期之存在，惟其多为砂砾所掩盖，暴露不广，仅石油沟上部、石油沟下部及平滩孤山等处之露头，较为显著，皆继续于干油泉期之上，二者划分颇为清楚。岩石（一）在石油沟上部，以红色灰质粘土为主，中夹红色灰质疏松砾石砂岩数层，砂岩厚由 2 ~ 4m，其中之卵石，为石灰岩、花岗岩、石英岩、硬砂岩、石英等。（二）在石油沟下部，下部为红白色粗粒灰质疏松砂岩夹红色粘土层，上部为红色灰质粘土夹细粒砂岩层。（三）在平滩孤山，大部已被侵蚀以去，所余者，仅底部之砂岩，砂岩系浅红色，为石英、燧石、长石、花岗岩、石英石等之小粒及卵石所组成，结合疏松，全期总厚由 50 ~ 60m 不等。

弓形山期 本期地层，暴露不广，仅马莲泉东西两山之露头较为清楚，连续于石油河期之上，厚约 180 余米。全期以红色及浅红色灰质粒土为主，中夹白灰色中粒粗粒、疏松灰质砂岩 8 ~ 9 层，砂岩厚由 2 ~ 6m。其内往往含有石英、燧石、石英石、花岗岩等之卵石，体积不大，形状至圆，与在石油河区所见者极相类似也。

各塘沟期 本期地层分布于本区之北部，而露头凡三处，一在夹皮沟下部，一在马莲泉

东山，一在马莲泉西山，皆继续于弓形山期之上，厚由 650 ~ 680m。

本期岩石，大抵下部为浅红色灰质粘土及浅红色泥质疏松砂岩之相互层，上部为浅红色灰质粘土、泥质疏松砂岩及砾石之相互层。今将在马莲泉西山所见岩层及色性，自下而上，记之于次：

三十四、浅红色粘土夹浅红色中粒疏松砂岩层	50m
三十三、浅红色泥质细粒砂岩及浅红色灰质粘土之相互层	90m
三十二、灰红色疏松砂岩稍含卵石	4m
三十一、浅红色灰质粘土夹浅红色砂岩层	18m
三十、灰红色粗粒灰质疏松砂岩含硬砂岩、石英、燧石之卵石	2m
二十九、浅红色灰质粘土夹砂岩薄层	12m
二十八、红灰色粗粒或中粒疏松灰质砂岩	5m
二十七、浅红色灰质粘土夹中粒砂岩薄层	30m
二十六、浅红色泥质细粒砂岩	6m
二十五、浅红色粘土夹红灰色细粒砂岩薄层	60m
二十四、灰色粗粒疏松砂岩含硬砂岩、片岩、石英及石灰岩等之卵石	3.5m
二十三、浅红色粘土及砂质灰质粘土夹粗粒砂岩层	30m
二十二、浅红色疏松砂岩稍含卵石	5m
二十一、浅红色粘土夹泥质细粒砂岩薄层	16m
二十、浅红色粗粒疏松砂岩含硬砂岩、片岩、石英砂岩、花岗岩及石英岩等之卵石	2m
十九、浅红色粘土夹泥质细粒砂岩薄层	35m
十八、浅红色粘土夹灰质砂岩及砾石薄层	27m
十七、浅红色或灰色粗粒疏松砂岩含卵石	3m
十六、浅红色粘土砂岩层，其中稍含卵石	20m
十五、浅红色细粒或粗粒疏松砂岩（夹砾石薄层）及浅红色粘土之相互层	74m
十四、浅红色粘土夹浅红色中粒砂岩层	60m
十三、浅红色中粒或粗粒疏松砂岩夹浅红色粘土层	12m
十二、浅红色粘土与浅红色砂岩之相互层	38m
十一、灰红色疏松砂岩（含卵石）夹粘土薄层	5m
十、浅红色粘土	3.5m
九、灰白色粗粒疏松砂岩含硬砂岩、片岩、石英及燧石之卵石	4m
八、浅红色粘土	1m
七、灰色砾石有时夹浅红色粘土层	5m
六、浅红色砂质灰质粘土夹灰色砂岩层，其中含卵石	7m
五、灰色粗粒砂岩（含卵石）夹粘土层	3m
四、浅红色砂质粘土夹砂岩层其中含卵石	7m
三、灰色中粒或粗粒疏松砂岩（含卵石）夹粘土层	23m
二、浅红色粘土夹砾石薄层	10m
一、浅红色粘土、灰色粗粒砂岩及灰色砾石之相互层	9m

牛胳膊期 本期地层露出于本期之北部，而连续于各塘沟期之上，岩石以粗细砾石为



主，中夹灰色疏松砂岩、云母片岩、石灰岩、石英质砂岩、花岗石、石英，及燧石等，大者直径达 30cm，全期总厚约 260m。

玉门砾石层 B 期 玉门砾石层 B 期（其上之 A 期露出于本期以外，未经目击，无由记述），分布于牛胳膊套以北，而盖覆于其上，二者成平行之接触，其不整合之关系不甚显著。卵石胶粘不固，成层不显，大部为硬砂岩、花岗岩、石灰岩、石英岩、片岩及石英、体多巨大，直径达 30cm 者，颇为普通。本期顶部，未经察及其所见者之厚度，约 400 余米。

酒泉砾石层 B 期，酒泉砾石层在本区不甚发达，仅有其 B 期，分布于平滩内，而盖覆各期地层之上，厚由 5~20m 不等。卵石为黑色硬砂岩、云母片岩、石灰岩、花岗岩及石英质砂岩，与细砂相混生，有时夹有砂土层。

冲积层 本层大抵沿谷底河床而分布，沉积于沟底者为漂砾，见于河床者含泥砂，厚 2~5m。

### 地质构造

本区虽大部为砾石层所掩覆，地腹情形不易洞悉，然就几处地层露头观察，构造大致明显，地层褶曲即可究知，断折情形亦能了然，即可知其大概矣。

本区构造，为一不对称穹状背斜层之西部，其北有一大逆掩断层，其南有一小正断层，兹将各种构造，分别述之于次。

（一）不对称穹状背斜层，本区一带，第三纪地层与白垩纪地层既为不整合，二者之构造，自难十分一致。第三纪地层之构造简单，成一不对称穹状背斜层，其在本区之一部，长达 4km，宽可 2.5km（自石油河期起算）。北翼陡立，倾角由 80°~89°，南翼平缓，由 16°~30°。轴心方向为北 60°西，西端渐次低下，东端出于本区之外。白垩纪地层之构造，较为复杂，颇似以前已成几个东北西南走向之背斜层，以后又成一个不对称穹状背斜层，故其北翼，有时似较第三纪地层为陡，其南翼常常伏于第三纪地层之下，二者之倾角相差约有 20°~30°也。

（二）逆掩断层，逆掩断层位于火石山岭之北麓，东西绵延甚远。其在本区者，走向或为北 65°西，或为正西，或为南 80°西，适成一弧形，向西延绵，至石油沟西岸而失其迹，逆侧居断线之南，地层为白垩纪之砂页岩，多成复杂之褶皱。伏侧地层为第三纪之粘土及软砂岩，常向北倒转，逆断层面面向南约为 60°~70°。

（三）正断层，在石油沟上部之东岸，方向近南北，北部似越过石油沟，南部出于东区以外，为正断层，断层面成直立，仰侧居断线之东，断距约 8~9m。

据上述情形，不对称穹状背斜层陡立之北翼，有水平之断移，平缓之南翼，有上下之错断，可知正断层及逆掩断层之发生，与不对称穹状背斜层为隆起，有连带关系也。

### 油泉情形

本区之油泉情形，与在石油河区所见者大致相同，皆出自各类含油层之露头。油泉计在梨园口系 C 期、B 期者几十处，悉见于石油沟内。在弓形山期间泉子期者有六处，多分布于大石山之周围，惟皆为泉不旺，出油不多，且有几处砂岩露头，仅有石油之津涌，并未见其流出也。窑沟系 A 期及西大沟系 B 期之油泉，一半出自页岩层由其裂罅中滤出，一半出自砂岩层，由其疏松部分处渗出。而弓形山期、间泉子期之油泉，均出自砂岩层，砂岩皆组织疏松，孔性颇高，石油渗出容易，故其露头，昔者流油，今则干涸者，到处可见也。

本区油泉发现亦久，惟至近代始有人采取，曾有白杨河村民，在石油沟，就油泉流出处，挖坑勺取日出油不过 8~9 加仑，或有时更少也。

石油性质

本区尚未续探，地腹之石油性质无由考悉。今就各油泉流出之石油观之，其颜色与石油河区所产完全相同，深厚时为黑色，浅薄时呈棕色，惟其质较浓厚，比重似高，又张人鉴氏曾取而作蒸馏之试验，所出汽油，仅有 16%，可见其质品，已较石油河区所产有差，但其出露地表挥发必多，恐不能代表真正之成分，将来正式钻探，采出新油时，再作试验，或能得较佳之结果也。

石油储量

估计石油储量，应知之条件为含油层之分布、含油层之厚薄及含油层之孔性，前曾言之。今本区穹形背斜层之顶部，业被侵蚀以去，其中之油自己损失不少，但细察各处，地下水仍似不多，穹状背斜层平缓南翼之含油层，或者向地腹伸展 1000km 之希望（是否如此亟待钻探以确定之），倘如是，其面积约万 400 万 m<sup>2</sup>。又穹状背斜层陡立之北翼，不惟地层成倒转，且被逆掩断层所切破，其中是否有可采之含油层，尚难断定，但考虑世界油田，如苏联 Voznesser ka 某穹状背斜层，其倒转之翼下，发生逆掩错断，以致构造更形复杂，人初疑其无产油之希望，后经钻探，竟发现极丰富之含油层，可见本区穹状背斜层之北翼，或亦有含重要油层之希望，假定其面积为 200 万 m<sup>2</sup>，全区含油层之总面积为 600 万 m<sup>2</sup>。就种种情形观之各重要含油层，似在间泉子期及梨园口系 BC 期以内，其层数，至少有 5~6 层，以 20m 为其平均总厚，观露出之含油层，孔隙度约由 17%~30%，以百分之 20% 为其平均数，含油层之油可以采出者，以 35% 计，则全区石油储量，约有 840 万 m<sup>3</sup>，或 5290 万桶。

钻探计划

本区穹状背斜层之顶部，已被侵蚀以去，其中之油流出不少，前已言之，现在其下，是否仍有丰富之油量，尚难十分确定，亟应钻探以明究竟。至钻探之部分应在火石山以南、以西及以北各处，自内而外跟踪追究。今在火石山周围，先拟定钻眼八处，以探油层露头附近之情形，知各钻眼之钻探结果颇佳，再继续向外钻探，以穷油层之分布。兹将所拟钻眼之位置深度列表如次。

号 数	位 置	深 度	备 注
第一号钻眼	近逆断线之西端	约 400 m	由地面至梨园口系 E 期
第二号钻眼	在一号钻眼之西	约 400 m	由地面至梨园口 正确
第三号钻眼	在石油沟东逆断线北	约 500 m	同上
第四号钻眼	在夹皮沟内	约 500 m	至间泉子期
第五号钻眼	在一号钻眼之南	约 300 m	至梨园口系 D 期
第六号钻眼	在二号钻眼之西	约 500 m	至梨园口系 E 期
第七号钻眼	在石油沟上部东岸	约 400 m	至梨园口系 C 期
第八号钻眼	在三号钻眼之东	约 500 m	至间泉子期

附近水源及燃料

本区虽山岭环绕，沟谷交错，而水量不足，烟煤亦感缺乏。本区东北嘉峪关附近（黄草营村西北），有煤田一处，面积甚小，约 4 万 m<sup>2</sup>，煤系属二叠纪，产有动物化石，而石英砂岩泥质灰质页岩及煤层所组成，不整合于泥盆志留纪硬砂岩层之上。煤层似有数层，惟皆不

厚，最厚者仅 30 ~ 40cm。煤质尚佳，少硫黄，可炼焦，燃烧时，火焰高，火力大，颇为适用，现有小窑开采，但以煤层过陡（倾斜向北 60 °东，倾角为 70 °），水量甚大，采取不易，产量有限，不足以供大矿厂之用。本区内水源不多，仅有一水泉，名马莲泉，系祁连山之水，流入酒泉 B 期砾石层内，至此而涌出，其质颇佳，而流量不多，如能作一蓄水池，或够矿厂之用也。

四、与他处油田之比较

本油田之种种情形，已如上述，观其地形，察其地质，颇与新疆及苏联之油田类似，惟新疆、苏联油田生油之地层则较发达（自白垩纪至第三纪皆有生油层），斯乃异为者也。兹将新疆苏联油田之地形地质等情形列表于下，以资比较：

油 田	与大山关系	生油储油层	地质构造	油苗情形	石油储藏量	备 注
新疆绥来县玛纳斯河油田	在天山之北坡 面 积 4.5 千 km <sup>2</sup>	第三纪地层	不详	油层多露出， 现在流油者 70 处	不详	尚少详细报告
新疆迪化县油田	在天山北麓	第三纪地层	不详	石油渗出于近 代砾石层	不详	尚少详细报告
苏联巴库（Baku）油田	在高加索山东 头南坡	石油多数产自 上新统砂岩系， 该系厚达 1500m 生油层， 在第三纪及白 垩纪储油层为 疏松粗细砂岩 距地面 33 ~ 200m	构造多数为穹 状背斜层互相 连贯而成一大 连环状	各穹形背斜层 顶，有火山形 泥丘，以示石 油之存在	石油采出已多， 尚余确定储量 5.19337 亿桶	各处油井产额不同， 有的井日出几桶， 有的井日出一万余 桶
苏联柯布里斯坦（Kabristan）油田，在巴库西南	在高加索山东 南，地势为平 滩	储油层在中新 统砂岩系内	构造多数为连 贯穹形背斜层， 轴与高加索山 平行	除几个火山形 泥丘外，别无 石油之表征	有确实储量 14.38164 亿桶	含油穹形背斜层之 顶，往往有火山状 泥丘
苏联库拉（Kura）油田，在柯不布里斯坦之西南	在高加索山东 南坡，地势平 坦	储油层在第三 纪地层内	穹形背斜层	全部为一平滩， 殊少石油表示	11.5652 亿桶	因无油苗，经钻探 而发现，现分三处 产油，日出 100 ~ 600 桶
苏联格罗兹尼（Grozny）油田	位高加索山东 南坡	储油层有 42， 其中新统砂岩 系（厚 700m） 内，生油层似 为白垩纪石灰 岩	有多数不对称 之穹形背斜层， 轴心与高加索 山平行	储油层有时甚 浅，油泉多处 可见	13 亿桶	该油田地质情形与 石油河及石油沟等 处不对称穹形背斜 层极相似，有时向 北倒转成错断，其 北翼之中新统砂岩 系内，亦出大量石 油

续表

油 田	与大山关系	生油储油层	地质构造	油苗情形	石油储藏量	备 注
苏联塔吉斯坦 ( Daghestan ) 油田，在格罗兹尼油田东南	在高加索山东南坡	储油层多在中新统砂岩系内	背斜层轴心多与高加索山平行	油泉颇多，久经发现		
苏联麦可普 ( Maikop ) 油田	在高加索山西北坡	石油产于上新统，中新统之灰、泥质砂岩及粗砂岩，此砂岩系厚达330m，以下有渐新统泥灰岩及生油之页岩，不整合白垩纪灰岩之上	多为褶曲之单斜层，走向与高加索山平行。	油苗颇多且甚旺		此油田储油层，层位愈高所含之油愈浓厚
苏联教尔佳 ( Gaorgia ) 油田	在高加索山南坡	石油储于第三纪页岩及火山砾内	有多数背斜层，轴向与高加索山平行，常被断层破坏	多数背斜层，大部被侵蚀以去，储油层露出，故油泉遍地	3.2 亿桶	该油田背斜层，多被侵蚀，石油流出很多，皆认为无大希望，后经研究又发现大量之石油
苏联费尔干纳 ( Fergenan ) 油田东近新疆	在阿勒山北坡	第三纪及白垩纪皆有海相地层，油储二叠纪之砂岩砾岩层内	构造为背斜层，轴向与阿勒山平行	油泉及干油遍地，工人曾就油泉取油，日得颇多		储油层多不厚200m，即可得油

注： 绥来—现玛纳斯县。  
迪化—现乌鲁木齐。

# 西北煤田纪要

西北煤田，为二叠纪、侏罗纪及白垩纪（或上侏罗纪）煤系所组成，此外尚有第四纪之泥炭。二叠纪煤田分布甚广，煤层数目亦多，惟皆不甚厚。煤质为无烟煤、半烟煤及烟煤，往往富含硫黄，烟煤一部可炼焦。甘肃之大拉牌、红水堡、青崖、磁窑子、西山堡、分水岭、茆茆沟、马厂、岔口驿、臭牛沟、炭山堡、脱家沟、红山窑、大黄山、新河、山丹、民乐、窑沟、关山河、大黄沟，宁夏之下河沿、牛首山、石咀子，青海之樵渔堡、俄博、野牛沟等处煤田属之。白垩纪煤田所见不多，产烟煤及褐性烟煤，品质颇佳，甚值开采。甘肃之窑街、红沟，青海之钱麦沟等处煤田属之。至第四纪泥炭见于平滩内凹下之地，其面积颇广，亦有注意之价值也。

## 二叠纪煤

### （一）大拉牌煤田

**位置** 位于甘肃景泰县西南，相距约 40km。由该县前往，沿沟以进，地势平坦，交通颇便。

**煤层煤质及煤量** 煤系地层构造，就大致言之为一背斜层，纵横所及达  $40\text{km}^2$ ，惟就现在采煤区域言，不过  $3\sim 4\text{km}^2$ 。所知者有煤十一层，煤层多薄，其中值得开采者仅有四层，各厚  $0.5\sim 1.0\text{m}$ 。煤质为低级烟煤，品质不佳。分析结果，含水分 7.28%，挥发分 24.22%，固定碳 44.90%，灰分 23.60%，硫分 2.55%，发热量为 5958Cal。储量就现区域计之（煤量以直深采 500m 计算，后仿此），约有 1500 万 t。如煤系内皆有可采之煤层，则煤量恐数十倍于此矣。

**矿业** 本煤田历经开采，小窑甚多，每年出煤约 6000t，销于附近，以供居民燃烧之用。

### （二）红水堡煤田

**位置** 红水堡乃甘肃景泰县西北一村镇，其东西皆有煤系出露，西至老爷庙，东至白墩北，各延长 10km。惟煤系各部地居凹下，砾石浮土覆掩其遗迹，以致不能全部暴露耳。由煤田东南至景泰县约 45km。西北至古浪大靖约 30km，虽沿途多山，率皆低岭，可通骡驮车马，交通颇便。

**煤层煤质及煤量** 本煤田之煤层数目厚度，因未经大规模开采，未能确悉。就红水堡附近小窑户历来采煤所知者，约有煤三四层，多不甚厚，最厚者约 1.5m。煤为烟煤，质尚不劣。经分析结果，水分占 2.58%，挥发分占 24.75%，固定碳占 60.85%，灰分占 10.82%，硫分占 2.32%，发热量为 7443Cal。储量以煤层平均厚 2.5m 计之，约有 250 万 t。历经小窑开采，每年约出 1000t。

---

本文原载 1939 年地质论评，第 4 卷，第 1 期。

1Cal = 4.1840 J。

(三) 青崖煤田

位置 煤田在大拉牌之东北，景泰县之西南，距大拉牌 12.5km，距景泰县约 25km，交通大致与大拉牌煤田同，惟距景泰县较近耳。

煤层煤质及煤量 煤系地层走向近东西，倾斜向南，颇陡。煤层至少有四，据旧日采煤者说，厚由 0.5 ~ 1.5m，属烟煤，品质颇好。煤量以煤层平均厚度 3m 计之，约有 350 万吨。曾经开采，现已停办。

(四) 磁窑子煤田

位置 煤田在甘肃靖远县东北，东起磁窑子，西抵南洼里，长达 10km，附近多山，交通不便。

煤层煤质及煤量 煤系地层倾斜大致向西南，倾角约 30°。就开采所知者，有煤三层，厚由 1 ~ 2m 不等。煤质为烟煤，可炼焦，惟硫分较高，是其缺点。兹将其分析结果列表如下，以示大概：

实 用 分 析				硫 分 %	发 热 量 Cal
水分，%	挥发分，%	固定碳，%	灰分，%		
0.36	41.41	53.61	4.59	5.00	7357
0.43	43.06	50.63	5.88	4.81	6994

煤量以煤层平均厚度 4m 计之，约有 5200 万 t。但磁窑子以北仍有煤系之分布，如其含有可采之煤层，即本煤田之储量，当二倍于前数。

矿业 本煤田有土窑开采，平均年产煤不过 1000t，多供附近各磁窑燃烧之用。

(五) 西山堡煤田

位置 煤田位于甘肃古浪县之西南约 20km，由古浪县前去，谷广河宽，交通颇便。

煤层煤质及煤量 煤系分布于一山之北坡，东西延长约 10km，山上植物繁滋，浮土颇厚，故煤系所在，几无露头可见。常有当地人民，三五一组，在此采煤，惟农闲则工作，农忙则停止。煤层已采者有二三层，最厚者达 1m。煤质属烟煤。煤量以煤层平均 2m 计之，约有 800 万 t。

(六) 分水岭煤田

位置 本煤田在西山堡煤田之南，二者仅有一山之隔。

煤层煤质及煤量 煤系地层走向近东西（延长约 3000m）。倾斜向南，倾角约 30°。含煤似有三层，据当地人云，厚由 0.5 ~ 1.5m 不等。属半烟煤，含水分 3.54%，挥发分 10.70%，固定碳 72.92%，灰分 12.84%，硫分 1.91%，发热量为 7294Cal。储量约有 1800 余万 t。

矿业 本煤田虽历经开采，然皆三五农人土法采取，作辍无定，产量极微，几无矿业之可言。

(七) 茈茈沟煤田

位置 煤田位于琵琶草煤田之北可 5km，属甘肃永登县。煤系自茈茈沟经西大沟而西，断续相连，东西延长达 15km，岩层倾斜颇陡，几近直立。

煤层煤质及煤量 煤层数目及厚度，因既未经大量开采，而小窑又皆停办，致未能确

悉；然就煤层露头所在推之，似皆不甚厚。兹假定煤层平均总厚为 1.5m，则本煤田之煤量，约有 1100 万 t。煤质据云为烟煤，火力颇强，且无臭味，颇适家庭燃烧之用。

(八) 马厂煤田

位置 煤田据庄浪河左岸，南距镇羌罗 45km，东南距永登县可 75km，密迩兰州至凉州大道，交通便利。

煤层煤质及煤量 煤系露头见于毛毛山之南坡，东西分布绵延甚远，惟其地红土地层颇为发达，沿山分布，多掩其迹。煤层有二，厚由 0.5 ~ 1.0m 不等。煤质为烟煤，品质尚佳。兹假定随煤系之分布皆有煤层存在，则本煤田应有储量 1000 万吨以上。

(九) 下河沿煤田

位置 下河沿为宁夏中卫县西南黄河南岸之一村镇，其南不远有二叠纪煤系之出露，久经开采，产煤颇盛，为宁夏南部知名之煤田，密迩黄河，水运颇便。

煤层煤质及煤量 煤系沿老君台山北坡而分布，东西延长凡 60km，地层大致倾向南，倾角大小不一，由 40°~ 60°。有煤四层，厚由 1 ~ 3m，属低级烟煤，一部可炼焦，兹将其分析结果列表如下：

产 地	实 用 分 析				硫分 %	发热量 Cal
	水分, %	挥发分, %	固定碳, %	灰分, %		
南山窑上村西头	1.70	35.59	45.44	17.27	5.26	6260
南山窑上村东头	2.60	33.92	52.34	2.14	1.35	7058

煤量以煤层平均总厚 6m 计之，约有 1.22 亿 t，历经开采，小窑甚多，年产煤约 2000t，大部用小船顺黄河运至宁夏销售。

二叠纪煤系出露于宁夏金积县南，牛首山之南坡，东西分布延长约 8 ~ 9km。地层倾斜大致向南，倾角由 30°至 40°余。就煤系露头观察，至少有煤四层。兹假定煤层平均总厚为 3m，则本煤田储量约为 3400 余万 t。

(十) 石咀子煤田

石咀子为宁夏平罗、磴口二县间之一村镇，密迩黄河，水运便利。其周围有二叠纪煤系之露头，虽一部地居凹下，砂砾浮土覆掩其迹，其自炭沟（在贺兰山东坡）经石咀子至河拐子，则断续相连绵延 30km。地层大致倾斜向西，成 30°~ 40°以上之倾角。就煤系露头，知有煤三层，惟其厚度非经试探不易确悉。兹假定煤层平均总厚为 2m，则本煤田当有储量 9800 万 t。惟煤质就工人自煤层露头采取之煤观之，颇为恶劣。

(十一) 岔口驿煤田

甘肃永登县岔口驿之南有一小沟名煤炭沟，产煤面积不大，时有本地人前往挖煤，煤为烟煤，品质不甚佳，分析结果：水分为 4.16%，挥发分 18.57%，固定碳 64.48%，灰分 12.79%，硫分 4.13%，发热量为 7259Cal。煤层已探者仅一层，厚约 1.5m，其煤量约有 300 万 t。

(十二) 臭牛沟煤田

本煤田位于甘肃武威县西南约 35km，煤系分布自臭牛沟，经灰条沟、东沟、西沟、大红沟、小红沟，断续相连，东西延长约 2.5km。地层大致倾斜向西北，作 350 ~ 400°之倾角。

已采之煤层有四，其厚度由下而上：0.5m、0.5m、1.5~2.0m、2m。储量约有2900万t，煤质为无烟煤，含水分2.94%，挥发分2.84%，固定碳84.96%，灰分9.76%。历经开采，年约出煤3000t。

### （十三）炭山堡煤田

甘肃武威县西55km炭山堡附近，有二叠纪煤系分布于大口即、小口即一带，成东西走向之向斜层。岩石为砂岩及页岩，夹煤二层，上层厚0.5~1.0m，下层厚1.0m。煤质为无烟煤。储量约有500万t。

### （十四）脱家沟煤田

武威县西偏南约50km，有二叠纪煤系露出于小红沟、脱家沟及脱草一带。岩石为砂岩及页岩，互相参间，含煤至少有三层，属无烟煤。久经本地人开采，每年产煤约4000t，以供附近居民燃烧之用。煤量除已开采部分外，尚约有600余万吨。

### （十五）红山窑煤田

本煤田位于甘肃永昌县西，相距约30km，北近甘凉大道，交通便利。煤系地层倾斜大致向西南，作40°~60°之倾角。岩石为页岩、砂岩及石灰岩。煤层可采者有一层，厚约2m。属烟煤，含水分8.24%，挥发分22.16%，固定碳64.10%，灰分5.50%。尚有煤量约为400余万吨。本煤田之开采始自明代，数百年来未曾稍停。所出之煤，多供烧陶器或供永昌各铁炉打铁之用。

### （十六）大黄山煤田

甘肃山丹县东南约50km之定羌庙南，产煤地点颇多，据云一年约共产煤2000t。惟调查时多已停办，其确实产额无由而知。煤系露出于大黄山之北坡，自羊虎沟经李家泉至上马墩，断续相连，东西延长近10km。地层大致倾斜向北，倾角自20°~40°。在李家泉小窑探知，有煤二层，一厚1.0m，一厚1.5m。煤质为烟煤。含水分1.75%，挥发分19.35%，固定碳59.79%，灰分19.11%，硫分3.77%，今假定煤田之长为6km，煤层平均总厚为2m，则煤田储量约有1500万t。

### （十七）新河煤田

新河煤田位于山丹县东南25km，其北有二叠纪煤系，沿山之南而分布，东西延长达35km。岩层大致倾斜向东北或西北，倾角由40°~50°。煤层数目随地变更，东部有煤五层，自下而上其厚度如下：

1. 底 槽 甚薄
2. 二 槽 约0.5m
3. 中 槽 0.5~1.0m
4. 三 槽 1m
5. 野 槽 甚薄

煤质近褐性烟煤，含水分12.73%，挥发分27.72%，固定碳39.80%，灰分18.75%。以煤层平均总厚2m计之，约有储量6200万t。久经开采，小窑林立，年产约2000t。

### （十八）山丹煤田

山丹县西南7.5~10km，有二叠纪煤系之分布，其构造适成一平缓之向斜层，故煤系中部深藏地腹。南北两翼（相距约6km）均有露头，北翼名为西沟区，南翼名为老窑区。南区均经开采，最盛时年共出煤3000t。煤层厚度各区无甚差异，约有五层，厚由0.5~2.0m不等，均为烟煤。煤量以煤层平均厚度3.0m计之，两区共为4600万t。



### (十九) 民乐煤田

甘肃民乐县南祁连山北坡，有二叠纪煤系出露，自水沟至草面庄，东西绵延 5km，而草面庄尚未尽其端，据云其东数十千米，仍有煤系之出露。在水沟附近，就土人采探所知者，有煤四层，多属薄层，最厚者约 1.5m。属烟煤，分析结果含水分 3.07%，挥发分 21.76%，固定碳 53.40%，灰分 21.77%，硫分 1.12%，发热量为 5815Cal。煤量暂就水沟已开采部分计之，约有 1500 万 t。历经当地人采掘，一年出煤不过 500t，供附近居民燃烧之用。

### (二十一) 窑沟煤田

甘肃高台县南 30km 窑沟一带，产煤颇盛。煤系不整合覆于变质岩及花岗岩之上，其上继以砂岩层，倾斜大致向北，成 30°左右之角度。就所知者有煤一层，厚由 0.5~2m。属烟煤，含水分 2.90%，挥发分 19.15%，固定碳 53.66%，灰分 24.29%，硫分 0.815%。储量约有 500 万 t，久经开采，每年可出煤 2000 余吨。

### (二十一) 关山河煤田

本煤田在祁连山中，西北距肃州约 65km，北距金佛寺可 20km。开山河由此北流入金佛寺平地，为由煤田出山惟一孔道，河谷甚窄，仅通骡驮，交通不甚便利。煤系露出于河之两岸，向东西延长甚远，各约 25km。岩层褶皱重复，倾斜颇陡，其中煤层就露头观之，至少有三层。煤质似不劣，若以 2.0m 为可采煤层之厚度，50km 为煤田长度，则储量计有 1.3 亿 t。

### (二十二) 大黄沟煤田

大黄沟煤田，东北距肃州约 75km，北距嘉峪关 45km，地势平坦，可通车马，交通便利。煤系露出于祁连山北坡，自大黄沟逾北大河而至大红沟，东西延长约 10km。地层大致倾斜向南，惟其一部构造颇为复杂，褶皱既剧，断层亦多。其中约有煤五层，惟多不厚，最厚者 1m，最薄者仅数寸。若以 2m 为可采煤层总厚，则煤田储量计有 2600 万 t。煤质为半烟煤，分析结果，含水分 1.69%，挥发分 10.94%，固定碳 67.21%，灰分 20.16%，硫分 4.68%，发热量为 6277Cal。本煤田现有大黄沟及大红沟两处开采，年共出煤约 1000 余吨，多销售于肃州等处。

### (二十三) 樵渔堡煤田

本煤田位于青海西宁、大通两县界上，东南距西宁县约 50km，西北距大通县约 15km，密迩西宁至大通之大道，交通便利。煤系出露于一山之北坡，自小煤峒沟至大煤峒沟，东西绵延约 2.5km。岩层大致倾斜向北，约 40°。煤层夹于煤系之中部，其数目厚度随地不同，在小煤峒沟，就开采所知者有煤三层，自下而上述之如次：

1. 子 煤      厚约 3m
2. 窑 煤      厚约 1.5m
3. 四尺煤      厚约 1.0m

在大煤峒沟之煤层，因未经大事开采，厚度不详，如以 3m 为煤层平均厚度，则本煤田煤量计有 700 余万 t。煤质近褐性烟煤，颇似华北各处之烟煤，极适家庭之用。经分析结果，含水分 12.17%，挥发分 27.82%，固定碳 51.13%，灰分 8.88%，硫分 0.34%，发热量为 5340Cal。本煤田历经开采，小窑林立，共有窑户十五家，日共出煤约 20t。多销于西宁大通等处，煤之售价块煤每百斤四元，末煤一元半。

### (二十四) 俄博煤田

青海门源西北 100km，有二叠纪煤系，自俄博城向西绵延约 30km，成条带状。地层倾

斜大致向南，颇陡，假整合于下石炭纪石灰岩之上，其上继以二叠—三叠纪之砂岩层。煤系就露头见之，似含煤四层，厚由 0.5 ~ 1.0m 不等。属烟煤，含水分 5.91%，挥发分 19.64%，固定碳 67.42%，灰分 7.03%，硫分 2.44%，发热量为 6171Cal。煤之储量以煤层平均 3m 计之，约有 5800 万 t。因地处荒僻，向无人正式开采，仅有俄博城居民，就地面煤层露头不时挖取之，以作燃料。

(二十五) 野牛沟煤田

野牛沟在门源县西，相距约 200km，其南北两侧往往有二叠纪煤系之出露，断续相连，东西延长可 50km。就其露头观之，有煤三四层，似皆不甚厚。所采煤样分析之结果，知其为无烟煤，品质不劣，含水分 0.86%，挥发分 18.42%，固定碳 70.70%，灰分 10.06%，硫分 3.32%。本煤田之煤量，以煤层平均厚 2m 计之，约为一亿数千万吨。

(二十六) 其他煤田

除上述各处外，尚有属于二叠纪而调查未详之煤田如下：

界石铺煤田	甘肃静宁县西北
小芦塘煤田	甘肃景泰县东北
三眼井煤田	甘肃景泰县西北
磁窑煤田	宁夏豫旺县西
单梁山煤田	宁夏中卫县北
宿夷沟煤田	宁夏城西北
黑山咀煤田	甘肃古浪县西北
土门煤田	甘肃古浪 县东
民勤煤田	甘肃民勤县西南
峡口北山煤田	甘肃山丹县东南
临泽北山煤田	甘肃临泽县北
墨沟煤田	甘肃临泽县南
嘉峪关北山煤田	甘肃酒泉县西北
白杨河南山煤田	甘肃玉门县东南
大红沟煤田	甘肃玉门县正南
五峰山煤田	青海互助县西北
克图县煤田	青海门源县东北

侏 罗 纪 煤

(一) 阿干镇煤田

位置及交通 煤田位于皋兰县及东乡县之间，北距皋兰约 20km，南距东乡约 45km。由煤田去皋兰，有河谷可通骡驮，运输尚便，惟至东乡，山路崎岖，运输困难。

煤层煤质及煤量 煤系暴露之地有三：1. 分布于煤山一带者，东西延长约 5000m，至少有煤二层，平均约厚 4m，倾角由 45°~ 60°。煤质为烟煤，含水分 4.58%，挥发分 28.65%，固定碳 58.78%，灰分 7.99%，硫分 0.62%，发热量为 7565Cal。煤量以煤层平均厚度 4km 计之，约为 1600 万 t。2. 煤系分布于山寨者，面积不广，约 0.6km<sup>2</sup>。有煤三层，平均厚 4m，亦属烟煤，品质较佳，分析结果，含水分 3.19%，挥发分 35.81%，固定

碳 54.16 %，灰分 6.84 %，硫分 0.75 %，发热量为 7328Cal。储量约 300 万 t。3. 分布于煤窑峒者，面积亦近 0.5km<sup>2</sup>。煤层厚度约 2m，储量约有 200 余万吨。

矿业 煤山及山寨两处，久经开采，小窑林立，统计每年产煤共达 3 万余吨，多销于皋兰城内以供各工厂及人民燃烧之用。

(二) 琵琶草煤田

位置及交通 煤田属甘肃永登县，位于古浪县东南 90km，西大沟由此蜿蜒而西北，以入古浪河，为自煤田外出之孔道。

煤层煤质及煤量 煤系分布于大西沟之两旁，东西延长各约 10km，煤层所知者有二三层，厚由 0.5 ~ 1.0m，倾斜大致向南，颇陡。煤质属烟煤，含水分 0.34 %，挥发分 22.59 %，固定碳 68.25 %，灰分 15.82 %，硫分 1.84 %，发热量为 7304Cal。储量约有 2100 万 t，久经小窑开采，每年出煤至多不过 1000t。

(三) 党家水煤田

位置及交通 煤田在甘肃会宁县境内，西北距靖远县可 30km，沿途无高山峻岭，交通尚称便利。

煤层煤质及煤量 煤系分布所及，长可 2000m。岩石多灰色砂页岩，倾斜大致向南，倾角约 30°。煤层约有三层，厚由 0.5 ~ 2.0m 不等。煤质为烟煤，品质颇佳，含水分 0.93 %，挥发分 28.28 %，固定碳 57.54 %，灰分 13.25 %，硫分 0.64 %，发热量为 7422Cal。储量约有 3800 余万吨。曾经小窑开采，惟产量极微，每年不过 1000t。

(四) 石沟堡煤田

位置及交通 煤田北距宁夏灵武县约 75km，西距金积县约 45km，由二县前往，无高山峻岭，可通马车，交通颇便。

煤层煤质及煤量 煤系分布所及，纵横可 1.4km<sup>2</sup>。其构造为一平缓之向斜层。有煤二层，共厚约 5m，属烟煤。经分析结果，含水分 8.80 %，挥发分 29.62 %，固定碳 53.10 %，灰分 8.48 %，炭分 0.27 %，发热量为 7072Cal。煤量约有 900 余万吨。

矿业 本煤田只有小窑一处开采，作辍无常，约计每年产煤不过 1000 余吨，悉销于金积县一带，以供居民之燃料。

(五) 北窑山煤田

位置及交通 位于宁夏豫旺县之西，据清水河之右岸，东距豫旺县约 45km，北距中宁县约 50km，自煤田至中宁，大部谷广河宽，可通马车，惟去豫旺则山道崎岖，交通不便。

煤层煤质及煤量 煤系出露于山顶，其周围悉盖以黄土，就其露出者，东南西北延长约 5000m，岩层倾斜向西南颇陡。有煤二层，各厚由 1 ~ 2m，煤质近褐性烟煤，兹将其分析结果列表于下：

煤 层	实 用 分 析				硫分 %	发热量 Cal
	水分, %	挥发分, %	固定碳, %	灰分, %		
上 槽	2.24	42.38	47.49	7.89	0.71	6512
下 槽	2.80	36.60	43.94	16.66	2.05	6064

煤量以煤层平均厚 3m 计之，约有 1100 余万吨，历经开采，每年约出煤 1000 余吨。

## （六）大岭煤田

**位置及交通** 煤田在贺兰山内，东距平罗县 60km，南距宁夏城 80km，汝其沟由此蜿蜒而东，为由煤田出山之孔道。

**煤层煤质及煤量** 煤系多砂岩，故组成贺兰山之岭脊，倾斜向西北颇为平缓。煤层就已知者有一层，厚约 3m。煤属无烟煤，经分析结果，水分占 0.50%，挥发分占 10.59%，固定碳占 72.56%，灰分占 16.33%，硫分占 0.57%，发热量为 7253Cal。煤量至少在 15100 万 t 以上。

**矿业** 本煤田矿业比较发达，有小窑四五处，工人百余人，年约出煤 4000t，悉销于宁夏平罗一带。

## （七）红砂岭煤田

**位置** 煤田位甘肃景泰县红水堡之北 7.5km，自红水堡前往须过一红砂岭，仅通骡驮，交通不便。

**煤层煤质及煤量** 煤系露出于红砂岭之北坡，东西延长可 5000m。含煤二层，共厚约 2m 许，倾斜向北颇陡，储量约有 800 万 t。煤质为烟煤，含水分 6.66%，挥发分 30.76%，固定碳 52.08%，灰分 10.50%，硫分 2.83%，发热量为 6996Cal。已经开采，年产煤不过数百吨。

## （八）千里沟顶及北大板煤田

**位置** 煤田在西把截堡西南 45km，东北距甘肃武威县约 85km。

**煤层煤质及煤量** 煤系以砂岩为主，在千里沟顶者，地层倾向西偏南，倾角由 25°~40°。有煤一层，厚约 3m。在北大板者，地层倾向南偏西，倾角由 10°~20°。有煤一层，厚度与前者相等。煤质为无烟煤，含水分 14.4%，挥发分 7.06%，固定碳 67.20%，灰分 21.60%。煤量以煤层平均厚 3m 计之，约有 1900 余万吨。

## （九）银洼山煤田

银洼山位于甘肃靖远县之东北，相距约 35km。侏罗纪煤系出露于该山之北坡，东西绵亘可 8km。岩层倾向西南，成 35°之倾角。有煤一层，厚可达 2m。昔者曾经开采煤渣犹存，储量约有 2100 万 t。

## （十）大水头煤田

大水头位于银洼山西南 5km，其北侏罗纪煤系因地层错断而露出，岩层倾斜向东北，倾角为 35°。据土人云含煤一层，厚近 2m，储量约有 400 万 t。

## （十一）龙凤山煤田

龙凤山位靖远县大拉地之西北 2.5km，其南坡有侏罗纪煤系之分布，东西延长约 6km。就地层露头观之似有煤二层，但据曾在此采煤者言，仅有煤一层，厚约 1.5km，依此计之，其储量约 1100 万 t。

## （十二）其他煤田

除上述煤田外，尚有几处煤田。据当地人云，煤系位于厚红砂岩之上，似属于侏罗纪，惟未经目睹，无由详述，兹仅记其位置如下：

磁窑煤田	位于灵武县东约 35km
龙柏沟煤田	位于宁夏中宁县南约 20km
砂井子煤田	位于中宁县北约六十里
大碾沟煤田	位于宁夏平罗县西北

# 白 垩 纪 煤

## (一) 窑街煤田

**位置及交通** 煤田据大通河之左岸，东北距甘肃永登县约 45km。南距享堂镇约 10km，紧临汽车道（由永登至西宁），交通便利。

**煤层煤质及煤量** 煤系地层分布不广，纵横所及仅数平方千米。地层倾斜向北，倾角由  $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，然因地层错断，倾斜向西颇陡者亦常见之。有煤三层，厚由 1 ~ 3m。若以  $4\text{km}^2$  为煤层可采之面积，5m 为煤层可采之总厚，则本煤田应有煤量 2700 万 t。煤质为烟煤，不甚适于炼焦，含水分 5.91%，挥发分 34.56%，固定碳 55.82%，灰分 3.71%，硫分 0.37%，发热量为 7403Cal。

**矿业** 本煤田历经开采，山坡上及小东沟有煤洞数个，工人共约五六十名，冬春开采，夏秋停工，每年共出煤约 20000 万 t，销于永登享堂等处。

## (二) 红沟煤田

甘肃张掖西 45km 红沟，有白垩纪煤系之分布，不整合覆于较老地层之上，其上继以白垩纪红砂岩层，大致倾斜向东，颇为平缓。惟煤系露出不多，分布范围不易深知。据采煤者云，有煤一层，厚由 1 ~ 3m 不等。属烟煤，耐燃、无臭味，极适冬季火炉燃烧之用。经分析结果，含水分 9.35%，挥发分 29.34%，固定碳 55.13%，灰分 6.18%，硫分 0.37%，发热量为 5962Cal。储量暂以煤层可采面积  $2\text{km}^2$  计之，约有 500 余万吨。已经开采，每年约出煤七八百吨。

## (三) 铁麦沟煤田

煤田位于甘肃青石岭之北坡，据铁麦沟之上源，自煤田沿沟而下，经大通河平地至门源县，约 25km。煤系平铺于白垩纪红砂岩层之下，纵横所及，可  $3\text{km}^2$ 。含煤三层，厚由 0.5 ~ 1.5m。储量约有 700 余万吨。时有当地人前往开采，产量极微。煤质为烟煤，含水分 3.10%，挥发分 38.01%，固定碳 48.80%，灰分 10.09%，硫分 0.87%，发热量为 6630Cal。

## (四) 其他煤田

除上述煤田外，尚有二处，据当地人云，煤生于软红砂岩层之下，似属白垩纪煤系，兹记其位置于下：

狼洞沟 位于门源县南约 5 ~ 6km，曾经开采。

察什浪 位于湟源县南约 35km，曾经开采。

# 第四纪泥炭

甘、青两省洼地内多产泥炭，其已经开采者有四处：一在大通县东北，广惠寺西南远东庄附近，面积颇广，有泥炭一层，厚约 0.5 ~ 1.0m。有本地人开采，以供冬季烧炕之用。一在甘肃玉门县东南红山寺以南，泥炭层面积约  $3\text{km}^2$ ，炭层似不如前者之厚，品质较佳，呈黑棕色。一在玉门县西北麻姑滩附近，泥炭层分布甚广，炭层亦厚。一在青海西宁县南加纳

---

现为侏罗系煤田——编者。

一带，闻泥炭层面积不甚宽广。

## 结 论

统前所述，二叠纪煤田储量约有 1504 兆 t，在甘肃者约 974 兆 t，在宁夏者约 294 兆 t，在青海者约 236 兆 t。侏罗纪煤田储量约有 381 兆 t，在青海者约 236 兆 t。在甘肃者约 113 兆 t，在宁夏者约 32 兆 t。白垩纪煤田储量约有 70 兆 t，在甘肃者约 32 兆 t，在青海者约 38 兆 t。以上三种煤田总储量约为 1955 兆 t，其中烟煤占 1668 兆 t，无烟煤占 340 兆 t。烟煤之时代自二叠纪至白垩纪，各代皆有，无烟煤之地质时代仅限于二叠纪及侏罗纪。

西北之煤藏不能称为甚富，亦不能视为甚贫，在各省中居第七位，兹将其他各省煤量数字列如下表，以资比较：

省 名	产 量	省 名	产 量
山 西	127127 兆 t	黑 龙 江	1017 兆 t
陕 西	71950 兆 t	江 西	992 兆 t
四 川	9847 兆 t	热 河	614 兆 t
河 南	7674 兆 t	察 哈 尔	504 兆 t
新 疆	6000 兆 t	绥 远	486 兆 t
河 北	3071 兆 t	湖 北	440 兆 t
辽 宁	1836 兆 t	广 东	421 兆 t
湖 南	1764 兆 t	福 建	396 兆 t
山 东	1679 兆 t	安 徽	360 兆 t
云 南	1627 兆 t	广 西	300 兆 t
贵 州	1549 兆 t	江 苏	217 兆 t
吉 林	1143 兆 t	浙 江	100 兆 t

西北之煤皆系小窑开采，矿业至为幼稚，每年出煤不过 9 万余吨，其中二叠纪之煤占 3 万余吨，侏罗纪之煤占 4 万余吨，白垩纪之煤占 2 万余吨，全销于本地，售价每 t 平均五元左右。年产总值不过 40 余万元，其矿业不发达，于此可见矣。

西北（甘青宁）三省煤田储量表  
(以直深采 500m 计算，总储量 2008 兆 t)

二 叠 纪						
省份	县属	煤田	面积 km <sup>2</sup>	煤层平均总厚 m	煤质	煤量 兆 t
甘肃	景泰	大拉牌	40	3	烟煤	156
		红水堡	10.8	2.5	烟煤	35
		青崖	9	3	烟煤	35
	靖远	磁窑子	10	4	烟煤	52
	古浪	西山堡	2	2	烟煤	8
		分水岭	3	3	半烟煤	18
	永登	茈茈沟	5.6	1.5	烟煤	11
		马厂	2	1	烟煤	13
		岔口驿	1	1.5	烟煤	3
	武威	臭牛沟	5.6	4	无烟煤	29
		炭山堡	2.5	1.5	无烟煤	5
		脱家沟	2.5	2	无烟煤	6
	永昌	红山洼	1.6	2	烟煤	4
	山丹	大黄山	6	2	烟煤	15
		新河	24	2	因煤	62
		山丹	12	3	烟煤	46
	民乐	民乐	4	3	烟煤	15
	高台	窑沟	2.5	1.5	烟煤	5
	酒泉	关山河	50	2	烟煤	135
		大黄沟	10	2	半烟煤	26
		其他				300
宁夏	中卫	下河沿	16	6	烟煤	122
	金积	牛首山	8.5	3	烟煤	34
	平罗	石咀子	30	2	烟煤	78
		其他				60
青海	大通	樵渔堡	2	3	烟煤	8
	门源	俄博	15	3	烟煤	58
		野牛沟	50	2	无烟煤	130
		其他				40
共计						1504

侏 罗 纪						
省份	县属	煤田	面积 km <sup>2</sup>	煤层平均总厚 m	煤质	煤量 兆 t
甘肃	皋兰	阿干镇煤山	0.3	4	烟煤	16
		阿干镇山寨子	0.5	4	烟煤	3
		阿干镇煤窑洞	0.7	2	烟煤	2
	永登	琵琶草	20	5.1	烟煤	21
	会宁	党家山	2	3	烟煤	8
	靖远	大水头	2	2	烟煤	4
		银洼山	8	2	烟煤	21
		龙凤山	3.6	1.5	烟煤	8
	景泰	红砂岭	2.5	1.5	烟煤	11
	武威	千里沟及北大沟	5	3	无烟煤	19
宁夏	灵武	石沟堡	1.4	5	烟煤	9
	豫旺	北窑山	3	3	烟煤	11
	宁夏	大岭	87	3	无烟煤	151
		其他				150
共计						434
白 垩 纪						
省份	县属	煤田	面积 km <sup>2</sup>	煤层平均总厚 m	煤质	煤量 兆 t
甘肃	永登	窑街	4	5	烟煤	27
	张掖	红沟	2	2	烟煤	5
青海	门源	铁脊沟	3	2	烟煤	8
		其它				30
共计						70



# 甘肃及青海之金矿

金矿分山金及沙金两种，山金多生于石英脉内。此项石英脉剥蚀冲刷，金粒伴砂砾堆沟渠中，是为沙金，故有山金之地均有沙金。西北山金尚少人注意，含金石英脉夹于志留纪、泥盆纪及二叠纪变质地层内（变质地层内之石英脉，往往夹有黄铁矿及黄铜矿，微带金质），脉细小而数颇多，惟过于散漫，故迄未有人试行开采。

西北以金矿著称，而曾经开采者仅沙金。就所知者，沙金重要分布区域有三，即（一）祁连山北部，（二）祁连山南部，（三）马沁雪山北部。祁连山北部产金地点为：永登县镇羌滩、高台县摆浪河、玉门县石油河、敦煌县西党河等处。祁连山南部为：门源红水河、野牛沟、天棚河、大梁等处。马沁雪山北部为：贵德县鲁仓、结博河等处。地点虽多，但开采者颇少。兹将调查所见及采访所得，叙述于次，以资参考。

## 祁连山北部

一、永登县镇羌滩金矿 镇羌滩金矿位于永登县西北约 100km，据庄浪河上游，沿河产金地点颇多。旧日开采颇盛，动辄千余人，西北金厂以此为巨擘。嗣后以出产不丰，矿业日就衰落；最近金价激增，又有人前往开采，矿业复行活跃，然已不如往昔之盛矣。采金地点均傍河身，范围延长达几十 km。附近地质颇为简单，庄浪河谷，谷广而浅，其中遍布砂砾。砂砾多石英岩、硬砂岩及石英块，皆来自两旁高山之志留、泥盆纪地层中。庄浪河水势不大而流稍急，在砂砾层中蜿蜒东流，冲刷而下，每作成新堆积（砂砾），历来采金者皆注意之。金质成分不及东北各省，纯者色暗黄，光泽不甚强，多成鳞片状，金粒亦常见之。

二、高台县摆浪河金矿 摆浪河金矿据摆浪河上游，位高台县正南。由高台县至金矿约 50km，一部山路崎岖难行，交通不甚便利。

摆浪河上游志留、泥盆纪变质岩颇为发达（中夹石英脉），此项变质岩剥蚀冲刷，堆积于河谷内，其中时有可采金质。金之所在，依矿床通例，并非漫无规矩，常富集于河道湾曲处，并居砂砾之下部。河谷内砂矿之生成分前后二期：后期砂砾即大通河砂砾，沿河身分布，层不厚，业经开采，其迹甚多，绵延约数千米，宽约 200 余米，长约 2 ~ 3km。虽未曾有人开采，但据试采，确知其内含金。

本矿旧日开采颇盛，产量多寡无由查悉。调查时有土人前往采挖，每日所得极微，或至无有（据云含金最多之砂砾， $1\text{m}^3$  约含金 0.5g）。金质光泽不强，金粒大小不一，大者约重 0.3g，普通散碎成小粒。据云三四年前，有某军队在此采金，一期采获数千克，曾得重 10g 左右之金块，此不过本地人口述。

三、玉门县石油河金矿 石油河金矿位于玉门县东南约 80km，地处荒郊，人迹罕至。河身两旁旧日砂砾至为发达，厚达百米，宽约 200m，南北延长约 10 余千米。砾石多硬砂岩、花岗岩、石灰岩及石英碎屑，其内采金旧迹颇多，据云二十余年前采掘颇盛，详情未

悉。现有土人就旧坑取沙淘洗，出金甚少，几无所得。旧矿区既已采取殆尽，实应移地试图，惟现今河身未必与昔日者相符，故沙金富集处，实与现今河身无大关系。试采时须择定昔日河道湾曲所在，庶不致失败也。

四、敦煌县西党河金矿 西党河金矿在敦煌县南偏东，距城约 100km，据西党河上游，当祁连山北麓。地势高峻，五谷不生，采矿者对于食物须有相当预备。

西党河上游地质，与上述各处大致相同，河谷内新旧砂砾（即大通河砂砾及北大河砂砾）之中石英碎屑颇多。西党河上游新旧河谷宽浅适宜，砂砾堆积亦厚，由一米至数米。

西党河金矿，虽久经开采，惟产量极微，矿业发达不过近数年事。盛时金夫达千余人，皆来自青海，每年采四个月，每金夫可得几十克。

西党河金质不甚佳，色暗黄，光泽不强，多成鳞片状，颗粒不大，更有成破碎细屑者。

五、其他金矿 除上述者外，尚有张掖西南之梨园河亦产金，惟未经目睹，无由叙述。

## 祁连山南部

一、门源县红水河金矿 红水河金矿位于门源县西偏北约 200km，酒泉东南约 75km，自酒泉东南行入关山河，经五道山岭下山，入红水河即见采金遗迹甚多，纵横所及达二百余。红水河谷广而宽，北界祁连山，宛如屏嶂，南界托赖山，其势亦峻，惟下游横断大山形势大变。

红水河上游地质与上述各处略有不同，诸山环拱皆二叠纪变质岩，中夹石英脉颇多。河谷内满布第三纪红土，上覆北大河砂砾，厚约 1~5m。惟堆积之后，受水冲刷，一部失去，此所以现在河身砂砾中，亦含有不少之金粒也。

红水河金矿为质较佳，就所采标本观察，金粒呈深黄色，有光泽，少杂质。金粒大小不一，通常由细屑至大如芝麻，据云昔者曾采有 3~6g 之金块，似亦可能。

红水河金矿，历经开采，平时各厂金夫可达千余人，一年工作四个月。惟如天旱水竭，开采时间即较短。厂金夫云：砂砾含金丰瘠，各处不同，1m<sup>3</sup> 砂砾，可得金 0.5g 者为最普通。

二、门源县野牛沟金矿 野牛沟为甘州河一支流，东南距门源县约 150km，上游采金旧迹颇多，可见昔者开采之盛。采金地点均傍河身，矿区断续相连，东西延长约 25km。野牛沟上游河谷宽而浅，砂砾（北大河砂砾）堆积尚多，最厚者达 10m，砂石多硬砂岩、花岗岩及石英细粒，皆来自两旁之高山。

野牛沟金矿就调查时所见，仅有一处开采，金夫二三十名，每人日可得金 0.3g 左右，多鳞片状，呈浅黄色，光泽不强。

三、门源县天棚河金矿 天棚河位于门源县西北约 125km，为祁连山南部著名产金地。该河导源于变质岩所成之高山，流经第三纪红土层，而入俄博河旧河道。谷宽而浅，砂砾沉积亦多，宽约百米，厚由 5~10m。惟现今水流甚急，一部已被侵蚀以去。其中含金虽普遍，但最富者为昔日河身转弯处，如转山窑一带。历经开采，采掘殆尽，现在采金者，渐移上源各处。普通金夫有百余人，平均 1m<sup>3</sup> 砂砾可得金 0.5g，金呈浅黄色，少光泽，多作鳞片状。但据云上源金粒有达瓜子之大者，此虽系土人口述，然亦为可能之事。

四、门源县大梁金矿 门源西北约 75km，有地名大梁，亦著名产金地。大梁附近有河自西北东南流，其内及其两岸均有砂砾分布，前者较薄，后者颇厚，皆含金。昔日开采者，

仅限于河内之砂砾，自西而东，矿区约  $3\text{km}^2$ 。当调查时，分东西两处开采，各有金夫三十余人。开采方法，先择地采沙，取沙置水槽内，引水冲洗，以铁钩取出砾石，细沙随水流去，所留粗砂及金粒沉于槽底。再取而置于木制水槽内，槽底有浅槽多道，当冲洗时，沙随水下，金被阻入浅槽中。 $1\text{m}^3$  砂砾可得金  $0.5\text{g}$  云。

五、其他金矿 祁连山南部产金地点甚多，除上述各矿外，门源县以东大通河内亦产砂金。据云：矿区长达数十千米，曾经开采，品质尚属不劣。

享堂镇以下大通河内，每当水退落，沙滩露出时，有土人择河道湾曲处淘金，据云产量极微，似无价值。

贵德县以东拉脊山南坡小沟内，往往产砂金，曾有人试采尚称丰富。

## 马沁雪山北部

马沁雪山北部，黄河两岸产金地点甚多，如鲁仓、结博河等处，换言之，即黄河两岸支流皆产金。惜笔者未曾涉足，详情不得而知。据土人言，该地开采颇盛，金夫常达千余人，果尔，亦青海一重要产金地也。

# 甘肃青海矿产图表编制余言

## 甲．图表说明

凡诸矿产图表之应用，胥有一种可靠之材料以资根据，无实地之考察，无深切之研究，向壁虚造，无中生有，虽有所作，无所用也。甘青矿产研究，开始于 1935 年，其虽非各矿皆经调查，而地质学者研究所及，已遍两省之大部，已有可靠之材料以资根据（参见矿产图）。兹将此次所作图表说明于下。

甘肃青海省矿产图

---

本文系孙健初、严爽合著，原载资源委员会中国石油有限公司甘青分公司勘探处，地质杂讯，第一期，1947 年 12 月。

(一) 甘青矿产就今所知者，约有煤、石油、砂金、铁、硫黄、盐、石膏、芒硝、硼砂、铝、铜、火硝、脉金及智利硝十四种。其中值以开采者，不过煤、石油、砂金、铁、硫黄、盐、石膏、芒硝、硼砂，九种而已。此九种矿产，除硫黄、硼砂，未经正式调查外，其余各矿，皆经一度之研究。不过其中之煤矿、砂金分布较广，尚有几处未经考察。如静宁罐子峡之煤矿、会宁炭山沟煤矿、华亭安口窑煤矿、两当亮池寺煤矿及敦煌砂金等。本图表所载各矿均经调查（除硫黄、硼砂外）确有开采之价值，其无价值及未经勘查之各矿，概未列入。

(二) 本表所载各矿储量，系调查者就初步观察，约略计算之结果，兹姑一一列入，使读者对甘青矿产之蕴藏得一大概观念。至若详细之研究，与夫精确之计算，则须俟诸异日作进一步之勘查。

(三) 本表所载各矿质，其类别之方法，各矿皆有不同，煤之性质，皆以翁文灏氏之石炭分类法规定之。其法系以挥发分与水分之和除固定炭，如其得数为 10~17、8~10、6~8，则名之曰高级无烟煤、中级无烟煤、低级无烟煤。如其得数为 4~6、3~4、1.7~3、1.3~1.7、0.8~1.3，则名之曰无烟性烟煤（即半烟煤）、高级烟煤、中级烟煤、低级烟煤、褐性烟煤。而表内所名无烟煤及烟煤等，是仅从其类，而略其级也。

其他各矿之性质，或以色泽类别之，或以净度及成分区分之。

(四) 本表所载各矿产每附以号数，并将此号数加于本图所列诸矿记号之旁，使二者互相对照，以便阅者对于图表所列各矿产之检寻。例如已在表内查得大拉牌煤田号数为 1，则可依此寻得图内大拉牌煤田，免得再于图上查寻大拉牌之地名。

## 乙．图表所载矿产之价值

矿产价值之品定，则须各依其价值条件。煤之价值条件有五：(1) 层厚，(2) 性质，(3) 储量，(4) 交通，(5) 销路。金之价值条件有三：(1) 储量，(2) 性质，(3) 储藏情形。盐之价值条件有四：(1) 储量，(2) 性质，(3) 交通，(4) 销路。石油之价值条件有三：(1) 储量，(2) 性质，(3) 交通。其他各矿亦各有其不同之价值条件。兹准此以论本图表所载矿产之价值如下。

(1) 世之论煤矿价值者，每注意其储量，岂不知煤层厚度，煤之性质最关重要。如煤层过薄，煤质甚劣，其量虽多无用也。例如四川侏罗纪之煤，其储量每足惊人，但其层厚仅有数寸，无法开采，岂其有用者乎？本图表所载煤矿其储量虽多丰富，而煤层不甚厚，煤质虽多烟煤，而灰分，硫分常过高，加以交通不便，销路不广，已颇足减低其价值也。兹将各煤矿分别论之如下。

(一) 阿干镇窑街红山窑及樵渔堡之煤矿，其储量不多，有数兆 吨或数十兆吨，而煤层较厚，由 1~3m，属烟煤，灰分、硫分不高（硫分间或较高），品质尚佳，颇适于锅炉燃烧之用。各煤矿运输尚便，销路较广，现已皆遍经开采，运销于兰州、永登、永昌、西宁等处，惟各煤田均经土窑破坏，将来从事大作，颇感困难。

(二) 磁窑、红水堡、山丹、俄博、琵琶草、党家水及红沟煤矿之储量，多在十兆吨以上，煤层厚由 1~2m，煤质属烟煤，灰分硫分普通不甚高，且磁窑一处可炼焦，均适于锅炉之用。惟其交通不便，销路不广，无人大采。

---

1 兆 =  $10^6$  = 1000000。









(三) 分水岭、臭牛沟、大黄沟、野牛沟、千里沟及北大板之煤矿，其储量颇丰，层厚普通由 1~2m，均为无烟煤或半烟煤，灰分、硫分有时较高，其仅可供居户燃烧之用。惟甘、青居民稀少，需煤不多，只宜小采，不应大作。

(四) 大拉牌、大黄山、新河、民乐、窑沟及青崖之煤矿，多临大道，交通尚便，储量亦多。惟煤质虽为烟煤，品质较劣，煤层普通约 1m，亦属太薄，非用煤孔亟时不宜大作。

(五) 其余各煤矿，或储量丰富，性质不劣，而煤层较薄，交通困难。或交通颇便，性质颇佳，而储量太小。或储量尚丰，而性质不佳，煤层较薄，交通不便，亦非具有十足之价值条件也。

(2) 本图表所列之石油至为重要，现在开采成功者，虽只老君庙一处，而实两省蕴油之地甚多，为其他各矿所不及。如永昌北山一带，湟水下游以及柴达木盆地西端，即阿尔金山南麓，将皆可为重要之产油区，且各具有十足之条件。

(3) 本图表之金矿，皆属沙金，而脉金（即石英脉内之金）不兴焉。脉金，脉既细小，状亦散漫，无开采价值，因未列入，然二者实有血统关系。盖沙金之来源，即金粒由石英脉剥蚀冲刷而下，伴砂砾而堆积于沟谷中。故欲明沙金之丰瘠，必先调查山内含石英脉之多寡。换言之，山内如有甚多含金石英脉，其附近必有丰富之沙金。本图表所载沙金，系指沟谷之内而言，故所得储量数字自不算大，倘其两旁之沙金将来详细调查后，一并算入，其储量定有可观，也惟其性质欠佳（色浅无光泽，状系小片）、储藏散漫、（整个砂层皆有金片之存在，不若他省金粒皆富集于底部），是其缺点，但金价日见增高，颇值开采。

(4) 本图表所列之铁矿，虽皆储量不多，惟以西北之铁缺乏，亟应以大规模开采，以供地方之用。至硫黄及硼砂因所载不详，无由论述。

(5) 本图表内之盐矿，以达布逊盐矿为第一，质佳量丰，惜其远处边荒，交通不便，食户稀少，因而无人采。

(6) 本图表内之石膏、芒硝，其储量虽不算十分丰富，而性质不劣，且芒硝之交通尚便，将来他种工业发达，亦可附带开采也。

# 甘肃玉门宽台山北窑地质

## 一、绪言

宽台山北窑一带，向少人调查，健初昔者赴河西研究地质，曾两次经其附近，惟皆为时仓促，未及前往。1941年夏，健初偕地质调查员陈贲，油矿技术员姜辅志二君，由油矿乘骆驼同往考察。先几日，引二君做大概地质之观察，已知是地之大部地层，相当于宁远堡系，嗣后分别工作，陈、姜二君测绘地形图，健初做详细地质之研究及化石之搜集，除在宁远堡系上部采获淡水介壳及陆生植物甚多外，复于其顶部，得有鱼类之化石（*Lycoptera*）。宁远堡系曾假定其属于下白垩纪，今已得有鱼化石，可见其时代属于下白垩纪大概已无问题。最后复偕二君轮历各地填制地质图。虽历时两周，而各种工作皆能如期竣事，证明所查各处之地层，虽皆为时颇新，而其褶皱构造至为显明，于是则知合黎山隆升之波势所及，宽台山北窑一带已受其影响，其与祁连山北坡较新地层褶皱构造（见健初著石油河地质报告）实属同一成因也。

**位置** 宽台山北窑，位于合黎山之北坡，而在玉门之属境。约占北纬 $40^{\circ}12'$ ，东经 $97^{\circ}50'$ 。由油矿北行，经火石沟、宽台山，约120里而至斯地。自花海子南行，经过沙漠约50里而达斯地，皆有大道，可行马车，交通尚称便利（参阅图1）。

**地形** 宽台山北窑地方，北连沙漠平地，南抵合黎山脉，自远视之，恰似自高山而接低地之漫坡，迤邐而下，地势颇平。就近察之，其中之地形，极不简单，沟涧纵横，丘峦罗列，率为崎岖之地形，丘峦之高者，仅1900m，然细寻其脉络，原为数道东西之横岭，后以沟谷横断，遂成今日复杂之地形也。

所有沟谷虽极复杂，然循源溯流，只有一系，其南面之沟谷，为大沟南岸之支流，其北面之沟谷，为大沟北岸之支流。各沟谷内，常年无水，四时涸竭，虽夏季，骤雨乍降，山水奔流，然急泄易尽，不得久流也。因而此地饮水缺乏，近有人掘有一二小井，其中虽已出水，然其苦而不堪饮用，是以旅行此地者，非挟带饮水不可也。

**作图** 宽台山北窑一带，地极荒僻，测量家尚少涉足，故未有任何比例之地形图，来此调查地质颇乏依据。此次调查，带有测量仪器数件，计有精细平板仪一具，气压表、指南针各一只，由陈贲、姜辅志二君测成1:5000地形图一幅，其大部用直观法，仅南几处陟山，用交角法。此图虽不敢谓已臻如何精密程度，然于研究地质已足够用也。

## 二、沿路观察

**东部** 沿大沟南行约200m，其两旁始则丘陵起伏，为浅红色沙质粘土、红色粘土及黄色细砂所组成，倾向东北，倾角愈南愈陡，由 $15^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，其中不产化石。其时代无由确定，但依其岩性，极似祁连山之疏勒河系，而属上第三纪。继则山岭陡峻，为宁远堡系岩层所组成，如浅灰色或灰色粘土页岩及砾石砂岩等，厚约60m，倾斜向北，倾角近直立，约 $80^{\circ}$ 。砾石砂岩之卵石如石英、片麻岩、硬砂岩及花岗岩，形状颇圆、表面光滑，小者似豆，大者如鸡卵，其中无化石。浅灰色粘土页岩，富含淡水介壳，多似*Cyrena*之一属。灰色粘土页岩

图 1 甘肃玉门宽台山附近及油田地质草图

岩近于顶部者，率以外力之迫挤，而成板状之组织，其中富产鱼化石，小者数寸，大者盈尺，保存尚好，鳍骨清晰，鳞片可辨，全为 *Lycoptera* 之一属。浅灰色或灰色粘土页岩及砾石砂岩层，与浅红色粘土层成平行之接触，惟二者之岩性截然不同，且接触面之上有一粗砂层，粗砂层之下微有侵蚀之痕迹，可见其关系，为一不连续，且在层序上亦似有一很大缺陷也。

再循大沟南进，其两旁之地层暴露，仍甚清楚，浅灰色或灰色粘土页岩等之下，紧接以黑灰色粘土页岩中夹黄色、棕色坚韧粘土层及灰色红色石灰岩层，厚约 90 余米，倾斜近直立，亦属宁远堡系。各岩层中，皆含有淡水介壳及旋螺，为数极多，其体积甚小，前者普遍如小豆，后者长仅数毫米。行 70m，大沟东岸有一小沟，为东南西北向，沿沟所见，仍为黑灰色粘土页岩等，倾斜向北、向东及向东南，倾角 80 余度至 30 余度，成一半环状，为不对称穹状构造之一端。溯沟而上，至一孤山，其顶有一棕色坚韧之砂岩层，向东南倾斜，倾角

约 30°，覆于黑灰色粘土页岩等之上，砂岩层内有一薄层，产淡水旋螺，体积较大，有似 *Bithinia* 之属。

由孤山西南行，仍遇黑灰色粘土页岩等，惟其中之薄层灰岩不见，倾向东南，倾角 50° 至 35°，其上继以浅灰色粘土页岩及砾石砂岩等，往往造成平顶之高山，其底部有坚韧砂岩层，为孤山顶上砂岩之延长，亦产有类似 *Bithinia* 一属之化石。行至大沟南岸，则见黑灰色粘土页岩等之下，接以白灰色砾石砂岩及绿色砂质页岩夹煤层，仍属宁远堡系。砂岩中之砾石，大部为花岗岩、片麻岩、石英岩，形状颇圆而体积不大，页岩产有不完整之植物化石。此项岩层之暴露，在西部呈一尖刀形，地层倾向，一律近正南，在东部呈一半圆形，地层倾斜向北。向东及向东南，逾大沟而北，黑灰色粘土页岩又见，惟其与沟南之岩层殊难连接，可见沿沟必有一断层，北为俯侧，南为仰侧。

中部 大沟中部南岸有一小沟，流源颇远，沿沟而行，70m 内，皆黑灰色粘土页岩中夹坚硬粘土层，厚约 85m，倾斜向南偏西，斜角 33°，黑色粘土页岩产有淡水介壳旋螺及植物化石，保存颇好。再进为浅灰色粘土页岩中夹砾石砂岩层，倾斜向南，倾角 30°，而渐南渐缓终成水平。后沿一沟岔西行，甫入沟岔遇一断层，呈西北东南之走向。断层之南，系黑色灰粘土页岩夹棕灰色硬粘土层，其中产化石，倾斜向东南颇平，斜角 20°。行至沟之上源，黑灰色粘土页岩等以下之白灰色砾石砂岩，绿色砂质页岩及煤层，复行露出，其构造为一东西轴向之穹状背斜层，穹状背斜层之北翼，倾斜近直立，与倾向西南之浅灰色粘土页岩等，成直接之接触，且似移置于其上，其间关系，最好以逆掩断层解释之。以后循原道而回，至大沟复西北行登一低岭，名曰煤岭，该岭东西横亘，宽约 150m，高出地面不过 10m，其两旁露出之地层，皆为白灰色砾石砂岩、绿色砂质页岩及煤层，倾斜分向南北，南缓而北陡，倾斜陡者，斜角达 50 余度，缓者不过 20 度°，其构造显系一不对称之背斜层。下岭入一小沟，流向进东西，沿沟所见者，皆黑灰色粘土页岩，中夹坚硬粘土层，惟沟南岸之岩层，倾斜向北，近直立，北岸之岩层、倾斜向南成平缓，其构造非为紧密之褶曲，即系错距不大之变动。但在东面不远，有一显著之断层，大概此地之构造，与其有密切之关系，亦为一断层。再向北进，又登一小山，高于平地约 10 余米，悉为黑灰色粘土页岩、坚硬粘土及灰岩等所组成，倾斜向 S10°W，斜角 26°。下山入一平地，平地遍布砂砾，厚约 1~3m，卵石大部为花岗岩、石英岩、片麻岩、硬砂岩等，大者 20cm，小者 3cm，表面不滑，棱角显然，其极可与祁连山麓之酒泉砾石层相比拟，而属于第四纪。经平地北行 100 余米，至一山岭，东西绵亘，高出平地 10m，其上露出之岩层为黑灰色粘土页岩及坚硬粘土等，倾斜向北约 70°，其岩性与在平地南边小山上所见者相当，若将二者用一虚线依其倾斜联起，适成一弧形，可见平地一带又有一不对称之背斜层。沿山岭东行不远，复折而北入一小沟，则见黑灰色粘土页岩等之上，继以浅灰色粘土页岩中夹中粒岩层及砾石砂岩层，厚约 58m，倾向东北，倾角 75°，此项岩层之上，又覆以黄色粗砂、红色粘土质细砂及红色粘土，其接触虽似连续而组织截然不同。再进至小沟口，其附近露出之岩层，仍为红色粘土及粘土质细砂等。

自小沟口沿山岭北坡东南行，先过一宽沟，后至一峡谷，沿路所见，多为黄色粗砂及红色砂质粘土，下接以浅灰色粘土页岩等，倾斜向东北或正北，倾角为 57°~60°。再沿峡谷南行，沟内岩层，先为浅灰色粘土页岩及砾石砂岩，厚约 65m，倾斜向北 84°，其中部有一层棕色砂岩产较大之淡水旋螺，惟其底部之棕色砂岩（在他处有之）不见，次为黑灰色粘土页岩中夹坚硬粘土层及薄灰岩层。出峡谷即至煤岭之东头，其上之灰白色砾石砂岩等，向北、向东、向东南斜入地下，为黑灰色粘土页岩等所包围，可见煤岭之背斜轴心，至此已渐次低

下，而为一穹状背斜层。

西部 大沟上部西岸有一小山屹立，高出平地仅 6m，其上岩石为黑灰色粘土页岩及坚韧砂质粘土，向东南倾斜，倾角 14°。自小山西北行，200m 内皆平地，其上盖以酒泉砾石层，但有一处有黑灰色粘土页岩之露头，倾斜近正南，斜角为 34°。继进至一沟向北流，横切小煤岭，造成长达 100 余米之宽谷，其两岸、煤岭上，露出之灰白色砾石砂岩及绿色页岩等仍甚清楚，其地层倾斜亦极显著。遇宽谷而北进，仍行于酒泉砾石平地之上，以后至一小山，山之北，有浅灰色粘土页岩等出露，山之南，有黑灰色粘土页岩等之出露，惟二者倾斜分向南北，大概为一东西轴向之背斜层。小山西南有一小丘，为黑灰色粘土页岩等所组成，倾斜向西南，斜角约 52°，其中介壳旋螺等甚为丰富。由小丘南行，至煤岭穹状背斜层之西头，则见白灰色砾石砂岩等向西斜入地下，而为酒泉砾石层所盖覆。再行南进于酒泉砾石平地内遇一水泉，水源虽旺，其味苦咸不堪饮用。自水泉南望，酒泉砾石平地较少，率为崎岖之小山，其上岩石，为黑灰色粘土页岩等。

三、地层次序

本区露出之地层，颇为简单，最古者为下白垩纪之宁远堡系，该系复可依其岩性分为三组：（一）含煤组；（二）黑灰色粘土页岩组；（三）浅灰色粘土页岩组。其次为第三纪之疏勒河系。再次为第四纪之酒泉砾石层。最新者为近世纪之冲积层。兹将各系地层列表于后。

含煤组	30m
下白垩纪——宁远堡系— 黑灰色粘土页岩组	94m
浅灰色粘土页岩组	60m
第三纪——疏勒河系	200m
第四纪——酒泉砾石层	3m
近世纪——冲积层	1m

含煤组 本组见于煤岭一带及大沟以南之背斜部分，仅露出其上部，厚约 30m，其以下之情形无由窥悉，惟于本区以外，在赤金北窑地方，含煤组以下，紧接以厚层砾石，砾石层下即敦煌系之片麻岩、花岗岩，二者成不整合之接触至为清楚。本组岩石大致为白灰色砾石砂岩、绿色砂质页岩及黑色粘土页岩，中夹煤层，砾石砂岩内之卵石，为石英花岗岩、片麻岩、石英岩等，体小而圆、表面光滑，粘土页岩产有植物化石，惟多破碎，不堪鉴定。

黑灰色粘土页岩组 本组平行于含煤组之上，二者岩性近似，地层沉积已似继续而上。露出于煤岭背斜层之周围及大沟以南背斜层之南面等处，厚 85 ~ 94m。层层皆产小体淡水化石，已距顶部 14m，采有介壳旋螺，18m 采有介壳旋螺，26m 采有介壳旋螺，并距顶部 15m 采有古植物。

本组岩石到处一致，从黑灰色粘土页岩为主，中夹灰色、黄色薄层胶硬粘土，及灰色、棕色薄层泥质灰岩。兹将在大沟下部所见岩层，自下而上，记之如次：

一、黑灰色粘土页岩成小片状	14m
二、灰色坚硬粘土	0.2m
三、黑灰色粘土页岩成小片状	8m
四、灰黄色坚硬粘土	0.3m
五、黑灰色粘土页岩	10m
六、棕色坚硬粘土	0.2m
七、黑灰色粘土页岩夹红色岩之扁平层	20m

八、坚硬粘土	0.1m
九、黑灰色粘土页岩，富含小体旋螺	4m
十、灰黑色坚硬粘土，产小体旋螺	0.1m
十一、黑灰色粘土页岩	4m
十二、黄色坚硬粘土	0.1m
十三、黑灰色粘土页岩	6m
十四、黄色坚硬粘土	1m
十五、黑灰色粘土页岩，产小体介壳	8m
十六、红色泥质灰岩，富产介壳及旋螺	0.1m
十七、黑灰色粘土页岩	3.5m
十八、红色泥质灰岩，富产小体介壳及旋螺	0.1m
十九、黑灰色粘土页岩夹泥质灰岩薄层，产小体介壳及旋螺	14m

浅灰色粘土页岩组 本组沿黑灰色粘土页岩组而露出，换言之，凡有黑灰色粘土页岩组之露头，即有本组之存在。盖覆于黑灰色粘土页岩组之上，二者成连续之接触。厚度由 58 ~ 60m。岩石以浅灰色或灰色粘土页岩为主，中夹灰色砾石砂岩层，有时近于底部有棕色粗砂岩两层。在距顶部 10m 之灰色粘土页岩之内，采有鱼化石复在距顶部 3m 及 31m 之浅灰色粘土页岩内，采有较大之介壳，又于棕色粗砂岩内，采有较大之旋螺。今就大沟下部所见之岩层，自下而上，述之如次：

二十、浅灰色粘土页岩，产介壳	4m
二十一、灰红色中粒砂岩中，含卵石如片麻岩、石英岩、硬砂岩、花岗岩等	1m
二十二、浅灰色粘土页岩夹砾石薄层	6m
二十三、灰红色砾石砂岩	0.8m
二十四、浅灰色粘土页岩夹砂岩薄层	6m
二十五、棕灰色中粒砂岩	1m
二十六、浅灰色粘土页岩夹砂岩薄层，底部产较大介壳，顶部产鱼化石	23m
二十七、灰黄色粘土页岩，产介壳	8m

疏勒河系 本系地层分布于本区之北面，而盖覆于浅灰色粘土页岩组之上，二者成平行不连续之接触。岩石，以浅红色粘土质细砂为主，中夹红色粘土层及浅黄色粗砂层。其顶部已被侵蚀以去，所余者其厚不过 200 余米。其中似无化石，已多方搜索，结果一无所获也。

酒泉砾石层 在本区颇为发育，所有平地之上皆有其分布，成水平的盖覆各系地层之上。厚由 1 ~ 3m 不等。卵石为花岗岩、石英岩、片麻岩、硬砂岩等。体积颇大，棱角显然，一如在祁连山所见者。

冲积层 为最新之地层，凡河谷之砂砾细土均属之，厚薄不均，宽窄有殊，宽由 50m 至 100 余米，厚度约在 0.5 ~ 2m 之间也。

#### 四、地质构造

本区之地质构造颇不简单，褶皱断层兼而有之，兹先言褶皱之大概，次论断层之情形。

褶皱 自煤岭西端以至大沟以东之地层，在南者，向南倾斜，颇为平缓；在北者，向北倾斜，几近陡立，在两端向东向西倾下颇为显明。其外围，为黑灰色粘土页岩组之地层，其中间，系含煤组之地层，可见煤岭一带之构造，大致为一不对称之穹状背斜层，轴向近东西，长达 1000 余米。此不对称之穹状背斜层之西北，有黑灰色粘土页岩组地层之露头，呈

椭圆形，且地层倾斜南缓而北陡，可知其构造亦为一不对称之穹状背斜层。又大沟之南，有煤组地层之露出，除其西面已有砾石层之盖覆情形不明外，其余各面皆被黑灰色粘土页岩层所包围，其地层倾斜，向北颇陡，向东、向南近于平缓，而成另一个不对称之穹状背斜层。三者互相平行，宽窄相若，特其长短有差耳。

**断层** 大沟以南之穹状背斜层北面，有一逆掩断层，作东西绵延，其西部掩于砾石层之下，其东部略向南扭转，适成一弧形。此逆掩断层，使以南之穹状背斜层，向北掩覆于浅灰色粘土页岩组地层之上，是以断线之北为伏侧，断线之南为逆侧，逆断面向南倾斜约 70 余度。煤岭之东部沿大沟有一正断层，但向北、向南延长不远即失其迹，西为俯侧，使黑灰色粘土页岩而低下，东为仰侧，致含煤组地层而隆升，上下移错，断距约有 50 余米。煤岭穹状背层及以北之穹状背斜层之间，有一逆掩断层，呈东西延长，东则尽于乾沟扭曲之处，西则埋没于砾石层之下，错距虽然不大，而表示地层向北推移之力，颇为显著。

统观以上各情形，可知断层之多，是由褶皱剧烈而生。褶皱剧烈，乃因以南之合黎山隆升影响而起。三者实有生成之关系也。至各构造生成之时代，第三纪地层已经折曲破裂，第四纪地层悉平铺各断层、各褶皱之上，可见本区之地壳变动，在第三纪、第四纪之间，而与祁连山一带之地壳变动同时也。

#### 五、煤藏情形

本区之地层，极饶趣味，上已言之，而其中之煤藏，所见不丰，本不易使人多所注意，但其煤质远佳，颇可供各工厂锅炉燃烧之用，因而尚有一顾之价值。兹将其煤层、煤质及煤量，分别述之如次。

**煤层** 煤层夹于宁远堡系含煤组以内，前已提及，惟其究有几层，因未曾试探，又无大事开采，不得而详。就今所知者，只有一层，露出于煤岭穹状背斜层及以南之穹状背斜层之顶部，每成椭圆形，而煤岭以北之穹状背斜层，因其轴心较低，尚无煤层出现。煤层，生于页岩层之内，厚由 0.5 ~ 0.7m，厚薄均匀，分布普遍，屡有人采掘，惟时作时辍，尚无矿业可言。

**煤质** 就今所知者有煤一层，常露出于地面，上已言之，近有人沿其露头挖掘所出之煤，多散碎不成大块，而小块颇多，色黑，有时有光泽，燃烧时火焰高，火力不甚强，其品质有似褐性烟炭，惟未经分析，其实用价值如何，尚难确定也。

**煤量** 煤系之构造，就上所述，为三个不对称的穹状背斜层，各不对称穹状背斜层之北翼，虽近陡立，而南翼皆趋平缓，斜角由 30°至 20°，甚有成水平层者，如以直深开采至 250m 计，则各穹状背斜层之煤皆可采，而可采之煤层面积共约 141.25 万 m<sup>3</sup>。煤层就今所知者，有一层，厚由 0.5 ~ 0.7m，惟其中时夹粘土，兹假定煤层可采之，平均厚为 0.5m。煤为烟煤，比重以 1.3 计，则全区煤量约有 100 万 t。

#### 六、与他处地质之比较

本区之地质情形，已如上述，观其地层，察其化石，颇与蒙古盆地之地质相仿似，皆有湖水沉积之地层，并有大陆递积之红土。兹将蒙古盆地之较新地层（见于 C. P. Berkey 等所著之蒙古考察记及 A. W. Grabau 之中国地质史），自下而上，述之于左，以资比拟。

（一）下白垩纪或侏罗纪砾岩、砂岩系（约当于含煤组），约 7000m。本系见于 Sair Usu 一带及其他各处，不整合于古生代花岗岩之上。岩石大致为砾岩及粗细砂岩，中夹劣质煤层，砂岩内产有植物化石，惟破坏不堪，不足鉴定。Berkey 曾假定本系属于侏罗纪，但依诸地质变迁史，其生成时期，应在侏罗纪以后，查蒙古燕山之运动，约在侏罗纪之晚期，燕

山运动以后所成之侵蚀平原，又历长久之时期，待侵蚀平原生成之后，始有本系之沉积，故 Grabau 认为本系，系下白垩纪初期之产物。

(二) 下白垩纪阿什系 (Oshih Formation 约当于黑灰色粘土页岩组)，约 150m。本系分布于阿什等处，不整合于古生代变质岩之上。岩石为浅红色或浅黄色细致粘土及各种砂岩层，其中产有以下之化石：

*Asiatosaurus mongoliensis* Osborn.

*Prodeinodon mongoliense* Osborn.

(三) 下白垩纪昂代斯系 (Ondaisaip Formation 约当于浅灰色粘土页岩组)，约 150m。本系发现于阿什及察干泊 (Tsagan Nor) 等处，或继续阿什系以上或不整合于二叠纪煤系以上。岩石以薄层页岩为主，中夹砂岩层，页岩产有化石如下：

PISCES··

*Lycoptera middendorfi* Miller

INSECTA··

*Ephemeropsis trisetalis* Eich

*Ephemeropsis melanurus* Cock

*Tnichopterella tonta* Cock

*Chironomopsis gobiensis* Cock

CRUSTACEA··

*Estheria middendorfi*. Jones.

PLANTAE··

*Baiera furcata*

*Phyllocladites* (?) *morrissi* Cockerell

*Czekanowskia* sp.

砂岩产有骨化石如下：

*Protiguanodon mongoliensis* Osborn

*Psittacosaurus mongoliensis* Osborn

(四) 上白垩纪代囊赤达系 (Djadochta Formation)，约 100 ~ 150m。本系或假连续于昂代斯以上，或不整合于古生代变质岩以上。岩石为红色疏松砂岩及砂质页岩，产有以下骨化石：

*Protoceratops andrewsi* Granger & Gregory

(五) 上白垩纪爱林达巴苏系 (Inendabasu Formation)，约 4 ~ 5m。本系见于蒙古西南部或假连续于代囊赤达系以上，或不整合于古生代变质岩以上。岩石为砾石细砂及粘土，亦产有化石，如兽骨介壳及 *Dinosaur eggs* 等。

(六) 下第三纪 Gashata & Irdin Manba Formations，继之于爱林达巴苏系以上，其中岩石为红棕色粘土、细砂及砾石。



# 祁连山一带地质史纲要

## 地 层 次 序

本区地层前曾约略考查，结果已载地质学会会志十五卷一期。当时为便于叙述，曾将地层分为多系，观察未精，忽遽划分，自属牵强。彼时于叙述中，对确定者与暂设者已分别郑重声明，以待后日之复证与修订。近经二年来之研究，观察既广，所知较详，以往分系，实有重行整理之必要。兹将最近确定各系，由古而新罗列于次：

元古代：敦煌系	
不整合	
下中古生代祁连山系	约 2000m
不整合	
下石炭纪臭牛沟系	150m
中石炭纪羊虎沟系	约 50m
石炭二叠纪俄博系	约 300m
二叠纪大黄沟系	约 300m
二叠三叠纪窑沟系	约 900m
三叠纪西大沟系	约 1000m
下侏罗纪龙凤山系	400m
不整合	
下白垩纪宁远堡系	约 500m
不连续	
白垩—第三纪？青土井系	约 600m
中第三纪白杨河系	约 500m
上第三纪疏勒河系	约 2000m
不整合	
第三纪玉门砾石层	约 700m
不整合	
第四纪酒泉砾石层及黄土层	约 200m

元古代？敦煌系 元古代地层仍名敦煌系，分布不广，仅见于敦煌一带，岩石多片麻岩及片岩，中有红色花岗岩侵入体。

下中古生代祁连山系 下中古生代地层前曾分为古浪及青石岭二系，近经调查，知其中实相当复杂，在未完全明了前，暂统名为祁连山系。本系沿祁连山脉露出，南北分布颇远。

---

本文系孙健初所著，1942 年刊于地质论评第 7 卷第 1~3 期。  
30 年代地层划分有时纪、系不分，系有时相当群或统，有时代表一个纪，故此仍沿用前人命名。

— 288 —

岩石多深绿色硬砂岩、灰色千枚岩及结晶石灰岩，中有大块灰色花岗岩侵入体。本系上部产 *Pachypora*, *Favosites* 等化石。

下石炭纪臭牛沟系 下石炭纪地层仍以臭牛沟系名之。分布于武威县之臭牛沟及门源县之野牛沟，每成狭带状。上部为黑灰色石灰岩，下部为红绿色砂页岩，石灰岩产 *Spirifer liangchowensis*, *Brachythyryna kansuensis*, *Squamularia choniukouensis*, *Productus inflatus*, *Marginifera viseeniana*, *Echinoconchus elegans* 等)。

中石炭纪羊虎沟系 中石炭纪地层仍名羊虎沟系，为灰色或黄色石灰岩及灰色页岩。石灰岩中含化石极富，经鉴定者有：*Spirifer fasciger*, *Choristites loczyi*, *Brachythyryna strangways*, *Martinia semiconvexa*, *Squamularia echinata*, *Productus gruenewaldti*, *Productus graliosus*, *Conularia quadrisulcata* 等。分布于祁连山以东之羊虎沟、红山窑等处，亦为一狭带状。

石炭—二叠纪俄博系 石炭—二叠纪地层仍以俄博系名之，分布颇广，沿祁连山南北皆有之，假整合于臭牛沟系及羊虎沟系之上，与祁连山系则成不整合接触。岩石多黑灰色石灰岩、灰白色砂岩及黑色页岩，夹煤层，石灰岩产 *Lingproductus hemisphaerium*, *Marginifera pusilla*, *Pterinopecton progyaceus*, *Lingula credneri*, *Ditomopygo yungchungensis* 等，黑色页岩产 *Lepidodendron oculus*, *Sigilaria* sp., *Cordaitea* sp., *Tingia hamaguehin* 等。

二叠纪大黄沟系 二叠纪地层仍名大黄沟系，整合于俄博系之上。岩石为绿色砂岩页岩，产 *Annularia stellata*, *Sphenophyllum emarginatum*, *S. pseudogermanica*, *Callipteris* sp., *Tingia carbonica* 等。

二叠—三叠纪窑沟系 二叠—三叠纪地层仍以窑沟系名之，整合于大黄沟系之上，分布亦广。岩石多红色砂岩、页岩，有时夹绿色页岩。整合于窑沟系之上，惟多被侵蚀，分布不广。

三叠纪西大沟系 见于小红沟以西之荒口地附近。各部岩性分别清楚，继续沉积于窑沟系之上，小红沟一带仅现露其最下部，岩石以具交错层的厚砂岩及深红色页岩为主，质松，多成低丘。

下侏罗纪龙凤山系 下侏罗纪地层仍以龙凤山系名之，整合于西大沟系之上，亦多被侵蚀，所余甚少。岩石多灰绿色砂岩及黑色页岩，夹煤层。黑色页岩产 *Cladophlebis*, *Ginkgo*, *Podozamites*, *Lanceolatus*, *Equisetites* 等。

下白垩纪宁远堡系 昔在祁连山东部窑街附近所见之窑街系，与最近在合黎山北宁远堡一带所见之宁远堡系，极相类似，二者皆产中生代动植物化石，如 *Hybodu*, *Lycoptera*, *Cyrena*, *Ginkgo*, *Coniopteris*, *Baiera* 等，故时代非属侏罗纪即属白垩纪。惟其沉积前应有一悠久之侵蚀期，应属白垩纪。窑街系岩石多薄层黑色页岩，上部夹煤层，颇似深湖产物，分布极狭。宁远堡系岩石多绿色粘土页岩，夹劣煤层，颇似沼泽之沉积。分布较广，二系既似属于同时，则名称自不应并存，今姑舍窑街系而用宁远堡系一名。

白垩第三纪青土井系 前在祁连山东部红沟、梨园口等处，曾见红色砂岩、粘土、页岩及绿色砂岩、粘土、页岩，组织疏松，暂视为白垩纪，并名下部为红沟系，上部为梨园口系。惟该区露头不全，层序不显，且与窑街系之关系，亦不清楚，实不足依为标准，而应

另寻完备地层以更换之。近于合黎山北青土井一带见红色粘土、页岩、砂岩及绿色粘土、页岩、砂岩，时代亦似属白垩纪，惟为层颇厚，上部或属第三纪，露头清楚，层序显明，不整合覆于宁远堡系之上，完备整齐，故今后拟视为标准地层，名为青土井系。本系亦见于兰州、永登等处。

中第三纪白杨河系 下第三纪红色粘土层或曾名为西宁系，嗣改为白杨河系，分布颇广。前以研究未精，曾疑其与梨园口系成不整合接触，今则知其乃整合于青土井系之上，但与较古地层（如祁连山系、俄博系窑、沟系等）时成不整合接触。

上第三纪疏勒河系 上第三纪为浅红色粘土层，顶部多砾石，或名曰共和系，继改为疏勒河系，整合于白杨河系之上，并相随而分布。顶部第三纪玉门砾石层之卵石为硬砂岩、石灰岩、石英岩、千枚岩及各种水成岩，直径大者至数十厘米，率多圆滑而无擦痕，不似冰川产物。本层在昆仑山产 *Corex* sp., *Syperus* sp., *Nuphar bohlini*, *Populus norini*, *Acer taikusensis*, *Clematis pliocenica*。

第三纪玉门砾石层 在玉门首先发现，厚 700 ~ 1000m，不整合于疏勒河系之上。卵石下大，可达 30 ~ 60cm，上小，数厘米不等，全来自志留、泥盆等纪地层。

第四纪酒泉砾石层及黄土层 祁连山、合黎山之间，酒泉砾石层颇为发育，分布于平原上及宽谷内，率成水平层。卵石为硬砂岩、千枚岩、花岗岩、石灰岩等，皆来自上述二山，本层在兰州附近为层极薄，其上继以黄土，结构疏松，组织细致，成为不毛山岭。

## 前古生代之大向斜

本区在前古生代时，为一大向斜，位置清楚，形状显然，其东西体长似属有限，南北延展大概颇远。此大向斜之水侵，沧桑数变，有时陆地淤积，有时海水沉淀，二者堆积不已，遂成极厚之下中古生代祁连山系。该系厚达 2000 余米，其中层序自不免多有变化，惟因构造复杂，变质剧烈，在未精密考查前，实不易探求其详细历史。

## 中古生代之地壳运动（海西运动）

本区当中古生代约泥盆纪之末期，发生地壳运动，所有祁连山系地层，因起褶曲，地下岩浆上升侵入其中，造成大块花岗岩。祁连山系地层既经迫挤，复受焙烤，其中岩石因而变质，如砂泥岩类变为硬砂岩、千枚岩，石灰岩变为大理岩是也。

原已平夷之地面，经此运动后，山岭穹谷于焉以生。地面生高低，侵蚀乃以变速，磨削不已，山岭失其峻峭之概，洼地亦不若原来之深，但仍未达侵蚀平原之状态。

## 石炭纪至侏罗纪地层之沉积

本区在泥盆纪末期，山岭洼谷生成之后，继以侵蚀，削山填谷，洼谷内乃有堆积，即臭牛沟系下部之砂页岩。查新疆以西、以南，自石炭纪历二叠纪、三叠纪以至侏罗纪，皆为深海。海水东侵，初期面积较小，仅入洼谷以内，而生海水沉淀，如臭牛沟系上部及羊虎沟之石灰岩是也。自此以后，祁连山一带全部没于海，不过西方较深，祁连山一带较浅耳。浅海沉积，易受海水进退影响，故其所成之俄博系地层，其中之砂岩、页岩及石灰岩常相间而生

也。

俄博系地层生成后，海水西退，祁连山一带逐变为大陆，然地势仍洼下，为内河西注入海必经之区。河水由高地挟带之泥砂，悉沉其中，沉积不已，历二叠纪、三叠纪、侏罗纪，而成三角洲；即大黄沟系、窑沟系、西大沟系及龙凤山系各地层。

## 侏罗纪末期之地壳运动（燕山运动）

本区迨侏罗纪末期，地壳又生运动，所有石炭纪至侏罗纪地层因而发生褶曲。地面不平，河流复活，冲刷磨削，继续不已，所有高低悬殊之地面，逐成漫山平谷之侵蚀平原，各河流亦尽淹没，仅有少数湖沼点缀其间耳。

## 白垩纪至第三纪地层之沉积

本区当侏罗纪末期地壳变动以后，成为漫山平谷之侵蚀平原，河流亦入死境。惟因风剥雨冲，夷山填谷，沉积作用仍继续进行，初则山脚泥土，积于湖沼，而成宁远堡系之地层，继则山坡之砂砾，转积其上，成为青土井系、白杨河系及疏勒河系各地层。上项地层生成后，地壳微经变动，平山略行隆升，山势变高，侵蚀复活，碎石巨砾填积于洼地，玉门砾石层是也。至是，复成为一片平原。

## 第三纪末期之造山运动（喜马拉雅运动）

本区于第三纪末期平原造成之后，地壳又经运动，此次运动约与西藏高原之隆升有关，仅生断层，殊少褶曲。但临近断层之地层以受迫挤，乃生较小背斜层，往往为石油贮存之所。因断落结果乃造成高山峻岭，如祁连山及合黎山。各山北面断裂遗迹颇为显著，断壁尚存，断面向南，倾角约  $70^{\circ}$  至  $90^{\circ}$ ，断线东西延长约数百千米，可见当时地壳运动之烈，破坏之大也。

## 第四纪砾石黄土之沉积

第三纪晚期所成之祁连山及合黎山，山势高峻，耸入云霄，故多常年积雪，每入夏季，雪水奔流，携碎石挟巨砾，堆积山下，以成深厚之砾石，是为酒泉砾石层。此项砾石层之沉积，约分先后二期：第一期，各山初经侵蚀，仅有浅涧窄溪，斜度急剧，雪水挟带砂砾，易泄易尽，无力自辟河道于低地，结果只有砂砾之沉积，而成为一砂砾大平原。第二期，各山侵蚀既久，水道多成深壑，平原间已有宽谷，雪水挟砂砾而下，自深壑以入宽谷，泄易而较难尽，遂有力重辟河床于宽谷。于是先有侵蚀后有砂砾之沉积，逐岁循环，遂成重重砂砾岩级之深沟。论地文，前者属幼年时期，后者已入壮年，即今日之地形也。

祁连山、合黎山以东，当第三纪之末，地面仅有缓山低岭，惟岩石经风化作用，亦有砾石沉积于洼地，如红土以上之薄层砾石层。继而蒙古砂土被风吹集于此地，遂成极厚之黄土层。黄土层极易循垂直面而剥裂，故其中常有直壁深沟，造成一种特殊地形，如兰州一带所见者是也。

## 各系地层中之矿产

本区金属矿产虽少，而非金属矿产则随处可见，前者仅生于祁连山系内（除沙、金在酒泉砾石层外），后者则俄博、龙凤山、宁远堡、白杨河等系之中，皆有其存在。兹将各系中矿产略述如次。

祁连山系内多石英脉，其中有时含铅银矿，铅银矿往往与黄铁矿、黄铜矿、金矿伴生，有时含赤铁矿及锰矿（锰矿常生于铁矿中）。前者为量甚微，不值开采，后者藏量较丰，或有经营价值。

俄博系内煤层颇多，惟皆较薄，至 2m 者甚少。质分无烟煤、半烟煤及烟煤，烟煤一部可炼焦，惜硫分常在百分之四以上，已大减其价值。又是系为西北生油之地层，正在研究中。

龙凤山系亦为产煤地层，煤层虽少，但厚度常达 4 ~ 5m。煤质属烟煤或无烟煤，含硫尚少，品质颇佳。

宁远堡系亦为产煤地层，煤层亦厚，品质亦佳，惟炭化程度深浅悬殊，有时为烟煤，有时尚不及褐性烟煤，层厚亦极不均匀，厚者常近 10m，薄者仅 1m。该系有时亦有石油浸入，而含油层油量虽不丰富，但亦有一顾之价值。

白杨河系产石膏、芒硝等，兼产石油。石膏、芒硝等层薄量小，尚少人注意。石油藏量颇丰，极有经营价值。

酒泉砾石层多含沙金，惟因砾石层分布过广，含金丰富部分不易究寻，且附近往往少水，故迄少人注意；但经现代河流冲刷而沉积于河谷者，因金多富集，业已遍经开采，所获亦多。

本区现今湖沼甚多，湖水蒸发，盐碱生出，集而计之，量极可观，此亦西北之一大富源也。

（孙先生原文尚附有柱状剖面图及地层对比表各一幅，因图幅模糊，制图困难，均略去。）

# 美国地质概况及其寻究石油之方法

## 一、引言

笔者奉命赴美实习石油地质，于 1942 年 3 月 5 日离渝飞印度。到印之后，因与各方面接洽飞机事而逗留 20 余日，借以得识是邦之地质。4 月 15 日，复乘英机继续西飞，行经阿拉伯、伊拉克、逾苏伊士运河而至埃及之开罗。开罗位于尼罗河谷内，其地土质肥沃，物产甚丰，为埃及富庶之区域。余则属平台高地，地面荒凉，有如蒙古之沙漠。惟其上所留古物甚多，尤以金字塔为世界最著名。塔成尖锥形，附近第三纪白色石灰岩所筑，内为红色花岗岩所砌成，中有上下二穴，相传为古帝王之墓，观其建造，亦颇近是。由开罗改乘美机西行，飞经西非洲，横过大西洋，后历南美诸国，至 5 月 19 日在北美南部之迈阿密登陆，复乘火车于 5 月 22 日抵纽约，一行历时 70 余日，始达目的地矣。

纽约为世界第一大都市，人种复杂，习俗特殊，正如中国之上海，本不足代表一国之风俗人情，只有官僚政客喜居于此，焉有工人式的地质工作之地。当致函诸友好，以谋他往，俟接 Illinois 地质调查所地质主任 J. M. Weller 复函称：“吾人相别已 5 年矣，正恨无聚会之机，你今来美，大可解我渴念之忱，望即来敝处小住，并对你的实习步骤，共同谋划”等语。遂搭车前往，与其所中同人商讨一切，结果，一面先在伊利诺斯省考察大概地质，一面向各大油矿公司接洽。美国各油矿公司之组织，其主要部分有三：（一）地质部分（Exploration Department）；（二）采油部分（Production Department）；（三）炼油部分（Refining Department），尤以地质部分为最重要。后经介绍入于 Standard New Jersey Oil Co.。该公司下属两个公司，一为 Carter Oil Co.；一为 Hundle Oil Co.，其中尤以前者之地质部分最为完善。于 6 月初由 Illinois 前赴 Oklahoma, Mississippi, Louisiana, Arkansas, Texas, Montana, Wyoming 等处之 Carter 公司地质办事处，从事工作。除略观其地面地质调查之方法外，专注意地下地质（Subsurface Geology）之观察。先习钻井试探、重力试探及地震试探，次学井下地层研究及地下构造图、厚度图之绘制，公司指派专人指教。笔者自得加倍努力，每学一种，必先究其原理、明其方法，然后实作以求经验。至 1943 年秋，所有实习工作，完全竣事。惟各公司地质部门之工作方法不同，其所用仪器亦异。又经友人介绍加入 California 省之 General Petroleum Co. 实习。该公司与 Texas 之 Magnolia Oil Co. 同 Socony Vacuum Co.，其地质部分虽人数不多，然皆各有专长，其物理工作亦较他公司为精。先随地质人员看其寻油之方法，后从物理大队习其崭新之技术。此项实习于 1944 年 5 月告一段落。所有实习结果所得皆有详报。兹再撮要述之于后，以便留心石油事业者之参考。

## 二、美国之地质概况

美国地形，有两大山脉，纵贯东西。东为 Appalachian Mts.，南北绵亘数百里，山势平缓，高于海面不过数百米，其西部，诸脉支出，其东坡渐次低缓，与海岸平地相连。西为 Rocky Mts.，山势较高，其最高峰高出海面达 4000 余米，有时山上积雪，经夏不消，其东部陡峻，西部与沙漠高原相接。两山脉之间，或为平岭低地，或为冲积平原，有 Mississip-

pi, Ohio 及 Red 诸河流经于其间，随处淤积，土质肥沃。惟美国人口只有 1.31 亿人，农户不多，较高之地虽已变为农田，而湿凹之地，尚少耕种，现已遍地森林，全国建筑木料皆取材于此。美国地形既大致平缓，政府对交通建设，亦十分努力。于是全国铁道，纵横交错，有如蛛网，柏油汽车路长达百万千米，到处皆是。

美国之地质，经过数十年之种种研究，其情形已十分清楚，不仅地面地质图已全部出齐，即地下地质图，已多完成，不惟各地层之地质时代、沉积环境，确定无疑，即每一岩层之分布、厚度、岩性，已知之甚详，故所有矿藏之分布，价值如何，皆了如指掌。要知任何国家欲明矿产之生存，蕴藏之多寡，非详查细究各种地质不可。吾国对地面地质，虽多有考查，而地下地质，尚少探究，所有矿产之分布，不过指地面所见而言，其深处有无矿藏，有无更多之矿产，不得而详。所以为今之计，宜设法多作地下地质之研究，借以推测矿产之蕴藏。总之，欲使地无遗利，宝藏兴焉，实非山头一望而已哉，兹将美国之地层情形略言于后。

前寒武纪地层 本层露出于美国之北部。岩石一部为片麻岩、花岗岩等，一部为深色硅质白云岩及红绿色之板岩，多造成巍峨之山岭。

寒武纪至二叠纪地层 本层不整合于上述地层之上，多暴露于美国之东部，西抵 Oklahoma 省，东至海滨，分布颇广。岩石自老至新，为竹叶状石灰岩、紫色页岩（寒武纪）、灰色石灰岩、粗细粒砂岩、灰绿色页岩（奥陶纪至石炭纪）及红色页岩等（二叠纪），概属海相。其中化石甚多，且其上石炭纪一部富含煤层，多经开采，正似吾国之太原煤系也。

三叠纪至侏罗纪地层 该两纪地层，整合于以上地层之上，多分布于美国之西部。三叠纪地层，岩石以深红色砂岩、页岩为多，属陆相。侏罗纪地层，岩石多为砂岩、页岩，中夹石灰岩层，概为海中之产物。

白垩纪至古第三纪地层 白垩纪地层不整合于侏罗纪地层之上，见于美国之南边及西边，而 Rocky Mts. 之两旁亦有其分布。此系浅海相地层，岩石为页岩、砂岩及石灰岩，中多微小化石。古第三纪地层多露出于 Rocky Mts. 东坡，不整合于白垩纪地层之上，为陆地之产物，岩石多砂岩及页岩，中夹煤层，亦经开采，美国西部所燃之煤，即来自于此也。

第三纪地层 第三纪地层不整合于白垩纪、古第三纪地层之上，并随之而分布，为层颇厚，常达 3000 余米。岩石以浅红色、灰色砂岩、粘土为主，中夹砾石层，有时火山岩流分布于其间。该层虽大部海水之沉积，每多微小化石及鱼类化石，但其往往由海相转变为陆相，不见生物。例如：在加利福尼亚省，其中部之第三纪地层，有时一部属海相，为层颇厚，富含鱼类牙齿及各种微小化石。但向外行之不远，即变为陆相，层亦较薄，不复再有海生动物也。

第四纪地层 本层在美国大部为河流及风吹之产物，平铺于各纪地层之上，惟有一部分即在伊利诺依省等处，系冰川沉积，为层颇厚，其中细土、石砾兼而有之。

火成岩 美国火成岩不多，在 Rocky Mts. 西部，有约属侏罗纪之侵入岩——闪长花岗岩，在北部即黄石公园一带，有第三纪之火山岩灰尘岩流盖覆于山巅。

### 三、美国之构造

美国地质构造颇为简单，除 Rocky Mts. 西部断陷错移，及 Appalachian Mts. 褶皱耸起而成大山外，其余各处地层，大致平缓。兹将各区构造，分别言之于后：

阿巴拉契亚（Appalachian Mts.）区 该区地层自奥陶纪至侏罗纪，变动颇剧，或成马鞍状之背斜层，或为极紧密之褶叠状，其轴（心）线概为东北西南向，起伏不定，缓急非

常。该区地层亦常经错断，此种变动或系以后所生也。

落矶山 (Rocky Mts.) 区 当第三纪之末，Rocky Mts. 一带地层，整个的由断陷而崛起，待崛起之后，复向东推移。因之在东北部发生许多不同之逆掩断层。其地层错移，或石炭纪石灰岩盖覆于白垩纪地层之上，或石炭纪掩伏于元古代地层之下，颠倒反复，极尽构造之致。Rocky Mts. 西部地层亦有错断，惟古生代地层往往与第三纪地层成断层之接触，其时代应较以上各逆掩断层为新，大概属于第四纪之初期也。

阿巴拉契亚 (Appalachian Mts.) 以西之盆地区 该区占有 Pennsylvania, Ohio, Indiana, Kentucky, Illinois 等省，其中所有古生代地层，变动不甚剧烈，除二三处地层隆起，成为高山外，余则有时地层略呈褶曲之致，有时地层极趋于平缓，殊少显著之构造。故至此地研究构造者，每觉平淡乏味，但近就地下地质之研究，已发现不少之小断层，所以至平之古代层，其中亦有错断之复杂，研究地质构造者不可不注意也。

Rocky Mts. 以东之盆地区 本区包有 Montana, Wyoming, Colorado, Kansas, Oklahoma 等省，其北部，往往孤岭凸起，因之分为许多小盆地，盆地中之地层，自石炭纪至白垩纪，起伏褶曲，至为显著，特别是近于盆地之边际，褶曲成为背斜层者，皆为储油之所。其南部，中生代地层不见，而古生代地层，自寒武纪至奥陶纪，极形褶曲之致，惟自志留纪至二叠纪地层，皆近于平缓，二者之间，有一不整合，此亦本区之特别情形也。

Rocky Mts. 以西之盆地区 本区系指 California 盆地而言，乃为极厚之第三纪地层分布之区域。其构造，不惟褶皱显著，成为极好之背斜层，而断层亦到处可见，断层之大者如西部之一断层，南北延长达 200km。其时代甚新，至今犹错动不已。

南部沿海低地区 该区占有 Texas, Louisiana, Mississippi, Alabama, Florida 等省。其中地层自白垩纪至第三纪，大致地层分布平缓，殊少显著之变动，惟其从详考查，亦能看出缓慢之褶皱，且沿海一带，Salt dome 甚多，地层亦因之而成穹状背斜层，在大平地之地层，其构造往往如是也。

美国地质变迁，颇为复杂，自元古界以至于今，时而为陆，时而为海，沧桑之变，至为频繁。兹将其地质史分为数期，略述于后。

(一) 美国前寒武纪时为陆地，北部较高，余则凹下，以后，历寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪、石炭纪、二叠纪、三叠纪以及侏罗纪屡次沉为浅海，屡次升为大陆。海而陆，陆而海，海陆之变，不计其数，因而成为砂页岩与石灰岩交互之地层。侏罗纪之后，地壳变动发生，Appalachian Mts. 起而为山，其附近地层，因之褶皱错断颇为剧烈，而较远地层尚少受影响，惟 Rocky Mts. 一带有花岗闪长岩之侵入，以致各地层略呈隆起之象。地面既有高低，侵蚀自易加速，是时西部几成平地，Appalachian Mts. 已削减甚低，北部新生地层本属不厚，至是已有前寒武纪地层之露出，俨然一侵蚀平原矣。

(二) 侵蚀平原生成之后，历经白垩纪，自南而北，复受海侵，且海水弥漫几遍全部，惟其水极浅，故所成之地层多砂岩、页岩，而石灰岩甚少，以后复升为陆，历古第三纪又有非海相砂岩、页岩之递积。动后必静，静久必动，至此地壳又生剧烈变动，西部地层发生错断而崛起，成为今日之 Rocky Mts. 大山脉，惟东部尚属平静，地形再见改观，侵蚀又行活跃，所有 Rocky Mts., Appalachian Mts. 以及北部之白垩纪及古第三纪地层多经侵蚀以去。

(三) 侵蚀不久，至第三纪，Rocky Mts. 一带火山屡次暴发，堆积颇多，Cañon Mts., T.L.M.L. 及 L.G.F. 各低地历被海侵，沉积甚厚，迨第三纪地层生成之后，断层褶皱相继而生，尤以在西部者为最显著，以后北部又有冰流盖地，其遗迹至今可见。此美国地质变迁



之大概情形也。

#### 四、美国近年来之探油工作

美国近 50 年来，地质研究进步至为迅速，其地质学者人数之多亦属惊人，私立、省立大学地质教授，至少有 500 人。所有地质调查机关，地质人员，亦近千人。各大石油公司地质人员已达 3000 人，合计全美地质学者，约有 5000 人之谱。其研究工作范围，各不相同，大半地质教授，多作室内之研究。即由各处搜取材料，详研细究，以探讨其原理，所谓纯粹科学是也。调查所地质人员，多作地面地质 (Surface Geology) 之勘察，其工作方法，不外乎就地面之所见：(一) 细察岩层之组织及其分布之范围，以推其原来沉积之情形。(二) 搜集化石，以决定地层之时代。(三) 绘制地面地质图及剖面图，惟地层露头往往有限，仅就地面勘查，究难详悉地腹之情形，故所有地面地质工作之结果，不免涉于理想，难以处处合诸实际。

此外，另有地下地质 (Subsurface Geology) 之研究，一般石油公司地质家之工作，即专注意于此，藉以探究地下之油藏。地下地质研究，方法甚多，就大致言之，凡分三种：(一) 化学方法 (Geochemical method)；(二) 物理方法 (Geophysical method)；(三) 钻探方法 (Drilling method)。

化学方法 即利用化学分析，以寻地下之石油。例如：其中之一种，研究土壤以测地下之油，而其方法为采取地面之浮土，详加分析，以定有无烃类物质 (Hydrocarbon substances)，倘若有之，则知其系由下面而来，地下必有石油之存在。惟此方法，正在产油区进行试验，尚无若大成效，故少施用。

物理方法 为研究地下地质，以寻油藏之关系，现在美国极为通行，其中凡分：磁性试探、重力试探及地震试探。磁性试探，多藉以决定地下之构造，惟现在用之者渐少。比重试探，常用以测勘石盐之侵入体 (Salt dome) 然亦有依之以定地下构造者。至其方法，系先沿线作地面高度之测量 (至需准确)，次用仪器测各点之地重力，并依法定出地层之密度。如在石盐侵入之区域内，盐块之密度，必较围岩或大或小，可藉之以定盐体之位置；如在无盐侵入之区域内，倘一处地层之密度较围岩为高，可知一部地层高起，而为背斜层，或穹状背斜层，如仪器精确，所得结果亦极可靠。地震试探，与以上两种不同，为最费钱之研究，为最复杂之方法，惟其所得结果，常常准确而可靠，故近来一般石油地质家，最喜用此种试探，以定地下之构造及岩层，兹将其工作程序，分别述之于下。

(一) 测量组：沿测线测量地面之高度，并酌量各地情形，定出炮井及置放 Geophone 各位置。本组约需人员 4 人。

(二) 钻井组：按照定出炮井位置，钻凿浅井以至坚硬岩层为止。本组昼夜三班，共需 9 人。

(三) 测记组：凡分记录、放炮二部分。记录部：先就所完 Geophone 地点，旋转 Geophone 然后待放炮时，用仪器取其记录 (Record)。放炮部：将所钻浅井一一放炮。二部人员，共需 6 人。

(四) 计算组：该组系在室内工作，将野外所得之记录，一一计算之，以求各反射地层 (Reflection bed) 之深度，再将各反射地层，按诸深度，绘于同一纸之上。以作剖面构造图，并同时依之画出平面构造图，以便钻探之研究。

钻探方法 即根据各种测勘，所得之大概地层分布及地质构造情形，从事钻井，以求彻底之研究，而探油藏之所在，当打钻时，每深 1m 或 1.5m，由泥浆内采取岩屑 (Drilling

cuttings) 一次，烤干后，作显微镜之观察，并将观得岩性详细记载之，待钻至相当深度，岩屑带有油迹时，即取岩心作详细之观察。倘系已及油层，则继续钻取岩心，于试验室以作孔隙性、渗透性以及含油量等之试验。并将试验结果，依法算出之，由此可知油层之产油量。一井既已有油，再在同一区域，续钻其他各井，并照法研究井内之岩层及油层，以至将含油区钻遍为止。一区之岩层、油层、深度、厚度既以明了，可依之绘制地下地质构造图及岩层、油层厚度图 (Isopach Map)，以便推测以外区域地下之地质及油藏，待以外区域依法研究清楚后，再加照第一区域地下各种情形，以推广研究之。前后互相比照，则一方地下地质之千变万化，洞悉无遗，而石油之分布储存，亦了如指掌也。

美国数十年来，由一般石油地质家用以上之方法，在 Appalachian Mts. 以西之盆地、Rocky Mts. 以东之盆地、Rocky Mts. 以西之盆地及南部沿海低地内发现千数以上之油田，研究石油地质如美国者，真可谓人尽其能，法尽其用，地尽其利也。

Appalachian Mts. 以西盆地之地质，略如下述。多古生代地层，除一部分构造雄伟，露出地面不产油外，大致地层变动，不甚剧烈。故其石油能得极好之保存，石油存于地层隆起部分内，而多产于泥盆纪、石炭纪 (Mississippi 和 Pennsylvania) 之灰岩、砂岩中，往往距地面不深，开采容易。

Rocky Mts. 以东盆地之产油地层，其储油构造，可分两部言之：南部即 Oklahoma 等省之油，非产于上石炭纪 Pennsylvania 之砂岩内，而存于平缓之背斜层中，即产于奥陶纪之砂岩内，而存于较剧之背斜层中。前者距地面尚近，后者蕴藏甚深，然亦有露出地面者，其中之油已失散殆尽。北部即 Montana 和 Wyoming 等省，其中小盆地之边际，多穹状背斜层，皆为储油之所，油多产自上石炭纪及白垩纪之疏松砂岩中。

Rocky Mts. 以西盆地之古生代地层及中生代地层多变化，故油藏仅限于第三纪，油产自不同厚度 (有达 300m 者) 之砂岩中，而常储于极急剧之褶皱内，然亦有存于断层之仰侧者。南部低地之古地层，深藏地腹，自侏罗纪至第三纪之新地层无不有油，油产自各纪之疏松砂岩及空虚灰岩，而存于背斜层内，或藏于背斜层内，或藏于盐块凸起构造中。

美国油田，凡分两种：(一) 地层控制之油田 (Stratigraphic control oil field)，(二) 构造控制之油田 (Structural control oil field)。地层控制油田之油，不随地质构造以分布，而受地层之限制。一地即有极好之构造，即其中可以含油之地层分布不远而失迹，面积有限，即不能随诸构造而出油。例如 Montana 省之 Cut bank oil field 为一穹状背斜层，面积甚大，久经钻采，均遭失败。惟近在其西翼上已探出白垩纪之含油砂岩层，成一长带状，乃知其分布并非普遍，此不过地层控制之一例。其他如 California 省之 Kern front field, Kansas 省之 Bushcits field, Kentucky 省之 Big Sinking field, Louisiana 省之 University field, 及 Oklahoma 省之 Davenport field, 其产油皆与地层有关也。构造控制之油田，其中可以含油之地层分布普遍，皆可以跟诸构造以寻油。此类油田，又可分为断层控制及褶皱控制两种。断层控制油田，往往地层甚平，石油无多聚会之机，具有沿断层之仰侧而储集，如 California 省之 San Joaquin basin 东部之油田是也。褶皱控制油田之油，皆储存于褶皱背斜之部分，即有微小断层，亦不至于大受影响。此种油田，甚为普遍，各国大部分油田，皆属于此也。

美国所有油田，迄今已钻 39 万口井 (指出油井而言)，其深度由 300 余米至 5000m，惟 1600 ~ 2700m 者较为普遍。其产油量有的井日产数万大桶者，有的日产数十大桶者，惟

---

$1\text{ m}^3 = 6.2898$  桶，乘以比重即为吨。

今日产 100 大桶至 200 大桶者为多，合计全国日产原油 400 万大桶，约当全世界产油量 63 %。其中 Texas 省约占 17 %，California 省约占 16 %，Oklohoma 省约占 14 %，Illinois 省约占 10 %，Kansas 省约占 3 %。此外，尚有 10 余省，惟其产油有限，共计不如以上五省产油之多。美国产油，既甚丰富，其交通因以十分便利，除轮船飞机到处运行外，全国铺有柏油路，产有汽车 3000 余万辆，运货既无悬隔之虞，人民亦少旅行之苦，石油事业之重要，于此可知也。

# 甘肃酒泉文殊山地质

## 一、绪言

甘肃河西走廊之祁连山麓为产油之区，玉门油田之开采于抗战期间贡献甚伟，然艰巨之建设事业不能一得而足，势须广觅油藏扩展油区，始能大增生产，而充国力。笔者等多年来奔驰于祁连山麓与走廊山群，以此观点为基本目标。

酒泉文殊山系一圈闭构造颇适于储油，前人曾经先后调查两次，1937年健初偕美国人韦勒（J. M. Weller）及萨顿（F. A. Sutton）二氏调查西北石油地质，曾一至此地，略加考查，未及详测地图。1941年，黄汲清、卞美年、毕庆昌、曾鼎乾、陈贲诸位来西北调查，亦至该区，并测有五万分之一地质图，惟迄未见发表，无从参考。1945年6月，健初遂率队前往从详勘察，历时三月，在举国欢腾庆祝抗战胜利之时，全工告竣。此次调查计完成缩尺一万分之一，长约14km，宽约3km之文殊山地形地质图一幅、构造图一幅及地层纵横剖面图多幅。地形图由副工程师孙泽芹君用平板仪精测；工作时力求精确，举凡地层系实际地位，以便测于地形图上，地层厚度皆用皮尺逐层量出，并于特性地层中采集标本，备作室内之详细研究。

## 二、位置及交通

文殊山位于酒泉西南方，自文殊山东部之文殊沟东北至酒泉县城15km，西北至嘉峪关20km。自酒泉至西南之飞机场已有公路，以资利用，由飞机场至文殊沟，系砂砾平地，稍加修理即可通行，汽车惟自嘉峪关至文殊沟，中经北大河，河谷深切不可行车，仅可利用骆驼骡马，以资运输，故由文殊山东北至酒泉，西经之地交通颇称便利。文殊山之南约20km有煤矿，酒泉用煤多供给于此处，骡车驴队皆经文殊沟，且沟内有黄寨店为其立足之所。

## 三、地形及河流

自酒泉循甘新公路西行，去嘉峪关途中，引颈而望遥见一丘山地突起于祁连山前之戈壁滩上，此即酒泉名胜地一文殊山是也。该山一带地形由南而北可分为四带，兹分述之。

（一）祁连山岭 本区之南为祁连山脉，以其位于河西走廊之南，又名南山，地理学家又名李希霍芬山脉（Richthofen Range）。山势高峻巍峨插天，顶巅积雪，晶莹耀目，此乃祁连山脉之主峰，海拔达5925m。雪线以上均为冰川雪田，雪线以下，石骨毕露，有时森林密茂，祁连山麓有麓山成岭，山岭中煤窑颇多，酒泉用煤多利赖之。

（二）山脚砾石带 祁连山脚，地势低下，坡面缓斜，扇形砾石沉积排地相连，而成山麓斜坡（Piedmont slop）地形。此种地形多见于干燥或半干燥区域内，其成因系高山积雪，经夏消融，雪山挟带碎石巨砾沿各山谷分别奔流，及至文殊山而出，水则散漫其势大杀，所有石砾开始沉积，初为巨石，后为细砾，且愈前而愈宽遂成扇形冲积，此种冲积实非一次，系继续而为之，现在山麓斜坡上已遍布砾石矣。所有山上流下之水悉没入其中隐为伏流，地面上干燥异常，既乏农植，亦无人烟，仅于夏季生有小草，附近居民牧羊于此，其荒贫可知也。

(三) 前山丘陵带 山脚砾石带之北有文殊山隆起，造成祁连之前山 (Fore - range)。丘陵起伏，沟涧纵横，形成崎岖地形 (Bad land)，鲜岩暴露，草植不生，此亦干燥或半干燥区域之现象也。崎岖地形大半因地层较厚，组织极松，山水可以随处冲刷而成，今文殊山即为第三纪粘土、砂岩、砾石等所组成，一旦暴雨骤至，雨水漫山而下，到处冲成小沟，以后灌注成为巨流，以致遍山皆谷，遂成崎岖之地形。有谷必有岭脊，其高脊至为险阻难行，唯其在地文上已入于壮年时期矣。

文殊山崛起于荒漠平地之中，其景象自属特奇，所以附近居民视之为神山。因名为文殊山，文殊沟中，庙宇林立，每年农历三月为庙会之期，善男信女，咸来焚香顶礼，其风俗迷信可知也。

(四) 砂碛平原带 文殊山以北为一大平原，其上满布砂碛，景色荒凉，不宜种植。唯一部为北大河流经所及，可资引水灌溉从事农耕。所以如酒泉县一带，阡陌纵横，村落棋布，荒凉漠野之中，赖此流水已成富庶之区，可见非发展水利，不克绿化西北也。砂碛平原之北，地势复升，而为走廊以北之山群 (合黎山) 矣。

文殊山一带之河流凡分三种，皆来源于祁连山，趋流而北，一为终岁流水如北大河是也，一为长年干涸如洪水河是也，一为涌泉成流如文殊沟水流及嘉峪关水流是也。文殊山、嘉峪关之水流系祁连山雪水下注没入砂砾隐为伏流以后涌出成泉，泉水汇注而为细流。然向北不远即为农民所利用。洪水河来自祁连山，经文殊山之东，没于大平地，每与夏季雪水下注水流奔腾涌成急湍，然易泄尽不数日即复成干谷矣。北大河源出祁连山中流经文殊山西端，再北经酒泉金塔而入弱水，源远流长，四季无间，为本区最大之河流，谷深百尺，危崖直立，流经山足之水，其河床往往如是，大概其因地面较高坡势陡峻而生成，亦或地面继续上升而使水流下切也。

#### 四、文殊山一带地质概况

##### (一) 地层述要

文殊山一带之地层颇为完备，自老而新，计有下古生代之变质岩系，上古生代之海相岩系、中生代之陆相岩系及新生代之陆相岩系。下古生代地层露出于祁连山岭及合黎山岭，上古生代及中生代地层露出于山麓地带，新生代地层露出于前山、文殊山，兹分区言之于次。

##### 1. 祁连山岭

祁连山岭为下古生代南山系所建造，其岩石以黑紫色及暗绿色之硬砂岩、石英岩、灰白色石灰岩、灰色千枚岩、片岩及板岩等为主，其时代就已知之材料可能来自震旦纪至泥盆纪。地层全部变质，质地坚硬，然变质程度不深，其走向倾斜尤能清晰可辨，因知褶皱断裂构造之复杂，此实研究地质至好之区域也。

南山系之主要走向，大致呈西北东南方向，其与北山麓之较新地层成高角度逆掩断层之接触，为祁连山北麓最大之一逆掩断层。

##### 2. 麓山带

麓山带之地层则有上石炭纪太原系、二叠纪大黄沟系、二叠—三叠纪窑沟系、三叠纪西大沟系及第三纪甘肃系，其虽错断甚多，然均未变质。兹就文殊山西南小红沟一带之剖面由老而新述之于下。

上石炭纪太原系——本系下部为黄褐色砂岩，中部为黑色泥岩，上部为薄层石灰岩，夹煤三层，可见其为陆海相间之浅海沉积石灰岩，产腕足类、珊瑚及纺锤虫等化石，煤层每层厚度平均约 0.5m，其层虽薄然多系烟煤，可资应用。本系在他处不整合于下石炭统臭牛沟

之上。但在本区与南山系地层成断层接触之关系。

二叠纪大黄沟系——本系连续于太原系之上，其上继以二叠—三叠纪窑沟系。岩石大致下部以白色砂岩及黑灰色页岩为主，上部以暗绿色云母质砂质页岩为主，下部页岩中含植物化石颇多，经前人之研究应相当山西石盒子系之产物。

二叠—三叠纪窑沟系——本系下与二叠纪大黄沟系，上与三叠纪西大沟系均系整合之接触，其下以白色粗砂岩与大黄沟系相划分。本系岩石，下部为白色砂岩、深绿色砂质页岩与紫色页岩相间成层，中部以紫色页岩及砂岩为主内夹灰黄、灰绿等杂色页岩层，上部为灰白、紫灰色页岩及砾状砂岩。

三叠纪西大沟系——本系地层亦见于小红沟以西之荒田地附近。各部岩性分别清楚，继续窑沟系地层之上，其上为上侏罗统博乐砾岩层，二者成不整合之接触。其在小红沟一带仅露出其最下部，岩石以浅紫色具十字层理之厚层砂岩及深红色页岩为主，质地较松，多成低丘。

侏罗纪与白垩纪地层——侏罗纪地层在麓山带所见不多，仅有上侏罗统博乐砾岩层不整合于较老岩层之上。此砾岩层成片段的向西分布甚远，至旱峡而夹有可采之煤层成为旱峡煤层。白垩纪地层在麓山带，亦所见有限，仅于小红沟以西等地有其存在，岩石为灰色砂质粘土及砾石，似属白垩纪宁远堡系之上部，不整合各地层之上，其上继以第三纪地层，二者似为不整合之接触。

第三纪甘肃系——本系在小红沟一带仅露出其下部即白杨河组，该组之下部主要为桔红色砂岩，中部为深红色粘土，上部为红色砂岩及粘土，其与较老之地层多成断层之接触。

麓山带因祁连山之迫挤其构造叠次错移掩复，新旧易序例置，颇饶兴趣。在小红沟一带，各地层大致互相平行，且一致的倾斜向西南，若不明各地层之时代，真不知其中有任何构造也。由南而北，先有南山系变质岩掩覆于太原系之上，太原系逆掩于西大沟系之上，以后太原系又断移于大黄沟系之上，而大黄沟系下之太原系又复掩于窑沟系之上，最后窑沟系与第三纪白杨河组成逆掩断层之接触，是为最北之一逆掩断层。所有逆掩断层面多半与层面平行，倾斜向西南，倾角  $40^\circ$ ，可是其生成是地层先有紧密之褶皱而倒转，然后发生断移，使较老之地层掩覆于较新地层之上而成今日之各逆掩断层，故此断层依其成因，大可谓之褶掩断层 (Fold - thrust)。此种重复逆掩断层，有如屋瓦相叠，亦可谓之瓦叠状构造 (Schuppen structur 或 Imbricate structure)，特其断面角度较大耳。

麓山带之北为一片宽广之戈壁滩，考其下地层似为甘肃系，构造可能为一向斜层，向斜层内复有小褶曲亦未可知。

### 3. 前山文殊山及合黎山岭

前山文殊山露出之地层为第三纪甘肃系之上部疏勒河组及末第三纪玉门砾石层。疏勒河组，依其岩性由下而上可分为三部：(1) 红色砂质粘土夹浅红色粗砂砾石层；(二) 浅红粘土、浅红色砂质粘土及淡黄色砂质粘土夹砾石层；(3) 浅红色粘土及淡黄色粘土富夹砾石层，玉门砾石层见于疏勒河组露头之四周，二者成不整合之接触，砾石结合疏松，其皆取材于祁连山之变质岩系。文殊山之构造，因祁连山一带构造发生波力，所及疏勒河组及玉门砾石层同时掀起，而成一西北东南轴向之不对称穹状背斜层，南缓而北陡，惟因一部破裂，其原来形状不甚显著耳。

合黎山岭之一部凸起于嘉峪关之北，系下古生代变质岩层冲破较新地层而露出，其周围有白垩纪地层之可见，惟其向外分布不远即浸于砂碛平地以下矣。

## (二) 地史略说

祁连山一带当下古生代为一大地槽 (Geosyncline), 其中有极厚之沉积—奥陶纪至泥盆纪? 而当上部南山系生成后, 地壳变动发生海西宁运动 A (Hercynian A), 且有大块花岗岩之侵入, 所有上倾地层已遭受剧烈之变质。至下石炭纪有海水侵入, 沉积有臭牛沟系, 以后地壳变动 (海西宁运动 B), 地面露出, 且经侵蚀。入上石炭纪又经海侵, 惟其水不深, 且时进时退而成陆海相间之太原系, 太原系地层生成后海水完全退去, 继有二叠纪以至于侏罗纪陆相地层之沉积。当侏罗纪中叶地壳发生变动祁连山已具雏形, 是谓燕山运动之 A 期。地面既有高低, 自易发生侵蚀, 山丘下来之细石巨砾堆积于山坡, 而成博乐砾岩层, 其时代属上侏罗统。其后地壳又经变动 (燕山运动 B 期), 惟少侵蚀, 地面仍有高有低, 因而白垩纪地层大部沉积于洼地, 而祁连山高地仅有其上部之堆积。因而白垩纪地层沉积后, 地壳又经皱褶及断移 (合黎运动), 并继之一侵蚀, 约历上白垩纪及下第三纪而成一侵蚀平原, 其上沉积有甘肃系。甘肃系地层生成后, 祁连山又行高起 (昆仑运动 A 期), 因有极厚山麓砾石之沉积, 是谓玉门砾石层。玉门砾石层沉积后, 昆仑运动 B 期发生, 整个祁连山破地而起, 遂成今日雄峻之山岭, 其北之麓山带及前山文殊山构造亦于此时生成也。兹将所有地史节如下表。

祁连山大地槽下古生代地层之沉积——南山系

海西宁运动 A 期——不整合

下石炭纪海相地层之沉积——臭牛沟系

海西宁运动 B 期——不整合

上石炭纪海相地层之沉积——太原系

二叠纪至下侏罗纪陆相地层之沉积——大黄沟系至龙凤山系

燕山运动 A 期——不整合

上侏罗纪砾石之堆积——博乐砾岩层

燕山运动 B 期——不整合

白垩纪陆相地层之沉积——宁远堡系

合黎运动——不整合

第三纪陆相地层沉积——甘肃系

昆仑运动 A 期——不整合

第三纪末期山麓砾石之堆积——玉门砾石层

昆仑运动 B 期——今日祁连山及其以北之构造皆于此时造成也

冲积扇之造成河阶地形之发育与现代砂砾之冲积

文殊山露出之地层有第三纪甘肃系上部之疏勒河组、第三纪末期之玉门砾石层及第四纪全新统之泥土沉积等已如上述, 今分别从详言之如下。

### 甲、疏勒河组

#### 1. 岩性叙述

疏勒河组露出于文殊山之中部, 共厚 789m, 其岩石以红色或浅红色粘土、砂质粘土及砂岩为主, 中夹砾石层, 惟其组合各部不同, 自下而上约可分为  $NS_1$ 、 $NS_2$ 、 $NS_3$  三部, 兹就文殊沟所见者分别详记其岩层如下。

#### A. $NS_1$

下部为红色或粉红色粘土、灰色砂岩及砾石所组成, 其详细岩层如下:

(1) 红粘土底部具砾状砂层	8m
(2) 灰色中粒石英砂层夹砾石层，砾石为圆状之片岩、硬砂岩、石英岩、燧石及基性岩石等	9m
(3) 红色粘土	3m
(4) 灰色中粒砂岩夹砾石层，此砾石层在极短距离内即变为砂岩及砂质粘土，砾石成分与第二层同	10m
(5) 红色粘土	7m
(6) 灰色砂岩夹砾石层，常变为砂层或粘土，砾石成分与第二层同	10m
(7) 红色粘土	10m
(8) 灰色具十字层理之砂层夹砾石层，砾石多呈半圆状，成分为硬砂岩、片岩、石英岩及石英等	8m
(9) 粉红色粘土	4.5m

B. N<sub>S2</sub>

本部之主要各岩石为浅红色粘土、浅红色砂质粘土及淡黄色砂质粘土夹砾石，厚度276m，由下而上之岩性如下：

(10) 灰色中粒砂岩夹砾石层	5m
(11) 浅红色粘土含凸镜状石英砂层	10m
(12) 灰色砾状砂层	1.5m
(13) 浅红色粘土	8.7m
(14) 灰白色中粒砂层含细砾石层	4m
(15) 浅红色粘土含凸镜状砂岩	6.5m
(16) 砾石层含凸镜状砂层，砾石层为半圆状之片岩、硬砂岩、燧石、紫色石英岩等所组成	11m
(17) 黄色砂质粘土	4m
(18) 疏松砾状砂岩	4m
(19) 浅红色粘土，风化面呈圆状结构	5m
(20) 灰色中粒砂层、含凸镜状砾石层，砾石颗粒较小	4m
(21) 浅红色粘土含凸镜状砂层	7m
(22) 浅红色粘土夹灰白色细砂层	30m
(23) 砾石层常渐变为灰色中粒砂层夹凸镜状砾石	4m
(24) 浅红色粘土夹黄色砂质粘土	30m
(25) 砾石层夹灰色砂层及黄色凸镜状细砂层，此种砾石夹砂层常渐变为粘土	25m
(26) 浅红色粘土	13m
(27) 砾状砂层夹砂层	6m
(28) 浅红色粘土夹红色砂层	4.7m
(29) 砾石层，上部含凸镜状砂层	7.7m
(30) 浅红色厚层粘土夹带状之黄色砂质粘土	28m
(31) 砾石层含凸镜状砂层	25m
(32) 底部为砾石层，下部系黄色中粒砂层，上部为砾砂层	7.5m
(33) 浅红色粘土	9m



(34) 砾石层，砾石颗粒较小 5m

C. N<sub>83</sub>

本部岩性主要为浅红色粘土及淡黄色粘土，富夹砾石，厚达 439m，其岩层如下：

(35) 粗细间杂之砾石层，含凸镜状黄色粘土质砂层及粘土 30m

(36) 浅红色粘土夹带状砾石层 13m

(37) 砾石层，常渐变为石英砂层夹粘土层 32m

(38) 浅红色粘土 21m

(39) 灰色砂层及砾石层夹粘土层 16m

(40) 浅红色粘土 2m

(41) 砾石层 5m

(42) 浅红色粘土夹中粒砂层 33m

(43) 砾石层夹灰色砂层 14m

(44) 淡黄色粘土夹砾石层 50m

(45) 淡黄色粘土夹砾石层及淡黄色砂层、粘土层 100m

## 2. 沉积环境

就上所述，在疏勒河组粘土或砂质粘土常夹有砂岩层及砾石层，粘土或砂质粘土组织均匀，分布普遍，砂层、砾石常成凸镜状，且砾石内之卵石皆来自南山系变质岩，有时颇圆，有时棱角显然，可见疏勒河组大部为洪水所沉积，每次沉积后即有来自附近山中之河流冲下细砂、巨砾而成砂岩与砾石，河流洪水相间而至，逐成复杂之岩系。以当时气候观之粘土为红色且中夹石膏层及石盐层，其在干燥气候下生成可知。总之疏勒河组之生成环境是近于山麓之河流洪水，在干燥气候下有所沉积也。

## 3. 地质时代

疏勒河组在甘肃西部尚未觅获足资鉴定时代之标准化石，但杨钟健、卞美年二氏曾在甘肃中部永登碱水河附近之疏勒河组上部，采有 *Listriodon gigas* 之碎牙及 *Rhinoceros* 之下颚，证明疏勒河组必较华北之保德红土为早应属上新统，其下部或属上新统早期亦未可知。

### 乙、玉门砾石层

玉门砾石层厚约 350m，露出文殊山之周围而盖覆于疏勒河组之上，惟其不整合之关系不若他处之显著。该砾石层组织不坚，其中石块较硬不多冲蚀，往往造成岭脊沿山环绕屏障天成，其中卵石为石英岩、硬砂岩、片岩、石灰岩、千枚岩、花岗岩等，直径由数厘米至 30cm 不等，或棱角显然或成圆形，皆来自祁连山变质岩系，为当时山麓之沉积。

玉门砾石层缺少化石，其时代尚难确定，惟其不整合于上新统疏勒河组之上，而本身又受剧烈之变动（昆仑运动 B），可见其时代不能古于上新统，亦不至于甚新，可属于第三纪上新统之末期。

### 丙、山巅泥土层

泥土层分布于文殊山之山顶，平铺于各组地层之上，其中成分多砾石及粘土、砾石形圆而光滑，可见其受磨削已久。本层之时代因在文殊山隆起以后（昆仑运动 B 期后）而较山谷各台阶沉积为早，大概属第四纪之全新统。

丁、冲积层，本层为现代之地层，凡谷底及山外低地之砂砾均属之，厚薄不一，最厚者不过 4~5m。

## 六、文殊山构造

### (一) 褶皱

文殊山构造为一不对称穹状背斜层已如前述，其长逾 14km，宽近 4km。北翼倾斜向北、向东北、向东，倾角为 10 余度、20 余度、30 余度及 50 度，但以 30 余度者为普通。南翼倾斜向南、向西南、普通倾角为 10 余度至 30 余度，但一部阻于伏掩断层（详于下节）倾角竟达 60 余度或近直立，西端地层倾没于沙漠平地之下。轴线走向西端为东西向，东延至捷口子沟附近转为南南东 - 北北西（S20°E - N20°W）及至文殊沟东则变为 S10°E - N10°W，其两端低下，中间略形凸起者有三处：一在后山雷祖宫东，一在后山以西红土沟之顶端处，一在二分二沟，而在二分八沟西颇似又行高起。文殊山背斜层与祁连山大致平行，以示其生成上有连带之关系。祁连山为断起之山脉（*Faulty Block*）其附近之地层多褶皱亦习见之事，故文殊山之褶皱可谓断起山脉山麓构造，研究石油地质者则每注意于是也。

### (二) 伏掩断层（Underthrust）

文殊山穹状背斜层东部之南翼有一东西大错断，南翼则为玉门砾石层，多系缓平倾斜，北侧属疏勒河组倾斜向南缓急不定，其断线东西延长 5km，极呈扭曲之致自西向东，在捷口子沟顶部附近，走向为 NW—SE，向东渐转为东西，再向东至文殊沟以东又变为 NW—SE，向北凸入有如一新月形。其断面倾斜向北，倾角大小随地而异且深浅亦有变化，如在文殊沟东岸为 37°，在文殊沟西沟内东部为 60°，西部为 25°，由此小沟逾岭而西为 37°，在捷口子东沟上部，自东而西先为 28°，后为 27°，最后为 20°~40°，在捷口子西沟上部为 40°。

说者皆谓此错断为一逆掩断层（*Overthrust*），较老疏勒河组掩覆于较新之玉门砾石层之上。兹就笔者之观察，尚不见有何由北向南推移之情形，然此错断究属何种断层乎？欲穷其究竟不得不就断线之形状及两侧地层变动之情形，研究证明而推断之。文殊山东南部之错断，如假定为一逆掩断层，北为仰侧，南为俯侧，是由北向南之动力而生成，则群力所聚多在中部，其生成之断线必向南弯曲，不应向北凸出之情形。而今事实上确系如此之形状，北侧地层向南推动，南侧地层几近静止，必受剧烈之迫挤而生复杂之褶皱。而今南侧地层平整无变，北侧地层极呈破裂弯曲之致，如在文殊沟东岸断层北侧之疏勒河组，地层呈连续之错断，在文殊沟西岸小沟上部，疏勒河组地层大致倾斜向南颇为平缓，而近于断面则褶叠曲挠，其受有南侧推挤之影响极为显著。凡此种种，为在逆掩断层内实不多见之情形，可见文殊山东南部之错断并非一逆掩断层，所有以上之事实，恰合伏掩断层（*Underthrust*）之性质。大抵文殊山不对称穹状背斜层生成后又继以南来之动力，其南翼发生断错，使玉门砾石层进入于疏勒河组岩层之下，所以后者之岩层受有推挤而成今日褶曲破碎之形状也。

### (三) 平移断层及正断层

捷口子沟上端之西，有一 NE—SW 向之平移断层（*Tear fault*），横切伏掩断层之西部，其西侧向北推移 100 余米，致使玉门砾石层与疏勒河组成错移之接触。此种断层往往发生于伏掩断层或逆掩断层之区域，盖因横压力度之不均，最容易发生水平剪裂错移之构造。

在捷口子一带，伏掩断层之北，因伏掩断层横撞波动之影响发生许多正断层，方向无定，惟皆断线甚短，错距不大，无关重要，兹不赘述。

## 七、钻探建议

构成油田之条件，大致有三，（1）生油层，（2）储油层，（3）地质构造。今文殊山一带之海相太原系可能是生油层，第三纪底部之松砂岩（间泉子）亦最好之储油层，构造为穹状背斜层，虽一部破坏，然仍可为储油之所，是以文殊山颇有产油之望，兹将其各条件分别详

细研讨如下。

生油层 祁连山北麓如老君庙油田之生油层，论者意见分歧，有谓石炭纪之太原系可以生油，有谓白垩纪宁远堡系下部可以生油，甚至有谓第三纪甘肃系可以生油。考甘肃系为大陆河流洪水之产物，岩石多砂岩粘土，其中无生物，谓其生油殊不可能。宁远堡系系湖相，岩石为灰色砂页岩及黑色页岩中夹煤层，产有鱼类及贝壳等化石，生物既多，似可生油，惟其仅见于北山，而祁连山南麓殊少此种地层之沉积。太原系分布于祁连山之南麓，为浅海之沉积，岩石以砂岩、页岩、石灰岩为主，中夹煤层，石灰岩富产腕足类、珊瑚、海百合等化石，且有微体生物等。按诸各国生油层，本系极合生油之条件，又其不整合于甘肃系之下，有时二者成直接之接触。甘肃系底部间泉子期在老君庙油田为储油层，其油亦惟有来此海相之岩系，可见太原系极其可能为祁连山北麓之生油层。今文殊山较古之地层虽悉为甘肃系地层所盖覆，而其南不远即有太原系之出露，层厚均匀，分布普遍，大可延展以至于文殊山，岩石下部多黄褐色砂岩，中部多黑色页岩，上部为薄层灰岩及页岩中夹煤层，且富有化石（本系尚未寻获油质，但各国所谓之生油层中往往不见任何油迹），似可为生油层。

储油层 祁连山北麓老君庙油田之储油层为甘肃系底部间泉子期之桔色细粒疏松砂岩，前已言之。文殊山之甘肃系地层虽暴露不全，然其下就种种情形推知确有间泉子砂岩之存在，其露出以南大黄沟一带，层厚就可见者 40 余米，上为石膏层及粘土层，组织有细小而圆之石类粒略为桔色细土所粘合，富有灰质结核，结构疏松，孔隙度在 20% 以上渗透率亦高，至易存油，为至好之储油层也。

储油构造 储油构造本分多种：（1）穹状构造，（2）穹状背斜构造，（3）单斜构造，（4）阶状构造，（5）漏斗状构造（多为盐块突入），（6）潜丘构造。其中以（1）、（2）为最好之储油构造。今文殊山构造即属第二类，长达 10 余千米，宽约 3 ~ 4km，仅其东南有一伏掩断层，其详细已如上述，说者谓地下即有油已早由伏掩错断流出消失殆尽，殊不知极松之岩层即有破裂，亦不见得有何空隙（因泥土填塞），油之外溢实不容易。在美国至不乏例，故文殊山构造并不因其一部破坏而减其价值，今所注意者，其中是否有油进入耳。

总上所述，可知文殊山以下可以有油之条件俱备，颇有钻探之价值。照前所论，其露出之地层为勒河组之上部及中部地层，应相当于老君庙之牛胳膊期与胳膊塘沟期，如行打钻，必须穿过疏勒河组下部之弓形山期及白杨河组之石油河、干油泉各期，始能到达所谓间泉子期砂岩层。以上各期厚度在老君庙所知者如下：

弓形山期	300m
石油河期	70m
干油泉期	330m
间泉子期	120m
共计	约 820m

惟其在文殊山之厚度是否有变化尚不可知，假如相同，所有探钻在最浅之处亦需下钻 700 余米方至间泉子期砂岩层。如在较深之处，至少下钻 900 余米或 1000m。今据构造较佳之处，勘定探井三处：一位文殊沟东，一位捷口子沟东，一位二分四沟西。深盼从速钻究，一但出油，则文殊山油田较石油河油田可大数倍，实西北石油建设上之一大成功也。

# 甘肃玉门青草湾一带地质

## 一、前言

酒泉玉门间祁连山（即南山）北麓之地带业已产油，如老君庙油田已经开发，其他各处或以构造适于储油，或已有油流出，至值注意。现当需油孔急之时，西北油藏，急待勘查开发。有鉴及此，遂于 1946 年 5 月间，分派两队出发，东队至大红圈，西队至青草湾，从详研究地层及构造，各历月余返处。笔者等于 5 月 2 日出发，先沿祁连山北麓、合黎山南麓，作大概之观察，如考察上石炭纪之太原系、二叠纪之大黄沟系、二叠—三叠纪窑沟系、三叠纪之西大沟系、侏罗纪之龙凤山系、白垩纪之宁远堡系、第三纪甘肃系各地层，然后至玉门县属之青草湾专从区域之研究。此次调查在孙健初先生指导下，先由孙泽芹先生以平板仪测有一万分之一地形图，后由笔者等填制地质图一幅、构造图一幅及剖面图多种，所有各图虽不敢尽臻正确，然对于将来钻探已足够用也。

## 二、位置及交通

青草湾区位于玉门县城之东南约 50km，老君庙之西北约 18km，地居祁连山北麓之荒辟丘陵山地中。由本区北行进入砂碛平原，有大车路约 4km 至戈壁庄，约 8km 至上赤金堡，约 15km 至下赤金堡，下赤金堡有甘新公路经过，东至兰州，西达迪化，为西北交通大道。由青草湾沟口至老君庙可沿小山岭东南行，经石油河至油矿检查站，大致地势平坦，异日修筑汽车路亦颇容易。

## 三、范围

本区地层属第三纪，构造为一穹状背斜层，其地层掀起所及东西长约 4km，南北宽近 3km，其范围虽不算大，但能一探而得石油，亦至有价值之一油田也。

## 四、地形

青草湾一带，小山起伏，沟谷纵横，为石油河山岭地带之余脉，位于祁连山之北麓，赤金堡沙漠地之南边。此一带山脚高地系由地层褶曲而生成后，以地层质软，山水冲蚀较易，遂有低山浅谷，而成崎岖之地形。然乱山之间亦有平地，如青草湾大沟之宽平台地及青草湾干沟之宽平平滩，此皆由南而北之山水不时而下，所有小山被其平削所致也。

本区河流自西而东有西沙河、青草湾河、小青草湾沟、青草东沟及东沟，其中除青草湾河内有小泉多处涌水成流外，余皆常年干涸，然每逢夏季或骤雨乍霁或积雪融消，山水奔腾，各河亦成巨流，此不过暂时而已。

## 五、地层

本区地层露出者甚为简单，中部为第三纪甘肃系疏勒河组之中部，其周围为疏勒河组之上部。疏勒河组上部地层之外，为晚第三纪之玉门砾石层，平铺以上各地层之上者有第四纪酒泉砾石层及近代之冲积层。兹将各层分别详细述之于后。

---

本文系 1946 年所著，野外工作、室内研究是在孙健初指导下由司徒愈旺、张维亚、张家环、杨义、张传淦、李延浚、梁建式、孙泽芹等完成，未刊。

迪化——即今乌鲁木齐。

第三纪—甘肃系—疏勒河组      上部——318m  
中部——262m

## 不整合——昆仑运动第一幕

晚第三纪—玉门砾石层——386m

## 不整合——昆仑运动第二幕

第四纪—酒泉砾石层——B 期——10m  
近世纪—冲积层——C、D 期——20m

疏勒河组中部 本部地层仅见于本区之中部，已如上述。所有小青草湾两岸，皆有其露头，就其露出之部分厚为 262m，岩石以浅红色粘土及砂岩为主，中夹砾石层。兹就小青草湾东岸所测之剖面由上而下详细述之于后。

1. 下部为浅红色细粒疏松砂岩及浅黄色粘土砂岩之相间层，砂岩具十字层理，上部多浅红色粗粒疏松砂岩，56m

2. 浅红色粘土中夹砂质层, 14m

3. 浅棕色细粒疏松砂岩夹具十字层理之砾岩及红色粘土, 42m

4. 浅红色粘土及浅黄色疏松砂岩之相间层, 7m

5. 十字层理之灰色粗粒砾石砂岩中夹粘土层, 13m

6. 浅红色粘土, 6m

7. 浅棕色砾石砂岩及浅棕色疏松砂岩之相间层, 30m

8. 浅红色粘土及浅黄色砂质粘土之相间层, 10m

9. 粗粒砾石砂岩 (卵石直径约 3cm) 浅紫色砂岩及浅黄色砂质粘土之相间层, 37m。

10. 浅红色粘土夹以砂质粘土, 10m

11. 浅灰色及浅棕色砾石砂岩中夹浅黄色夹红条之粘土, 26m

12. 浅红色粘土, 11m

疏勒河组上部 该部岩层分布较广，连续于疏勒河组中部之上。按其岩性大抵可分为两部，下部为浅红色粘土夹砾石砂岩，上部以砾岩及砾石砂岩为主，中夹浅黄色粘土，其总厚度为 318m。

以上地层生成后，地壳发生变动，是为昆仑运动第一幕。惟其运动之缓急随地不同，有时地层颇呈起伏之致，有时仍为原生平铺之状态，所以其与以后之玉门砾石层在本区成为平行有似连续之接触，而在石油河成为显著不整合之关系。此种情形在其他地层中亦常见之，其当时地壳运动之现象，亦大半由局部层间之不整合或者岩相之悬殊而推断之。

玉门砾石层 该层厚达 386m。分布于本区之周围而成山岭，几经冲蚀辄成悬崖绝壁。卵石多为深绿色之硬砂岩、花岗岩及大理岩，间有燧石，石英及基性火成岩等。其形颇圆，直径大小不等，由 30cm 至十几厘米。玉门砾石曾有人疑为冰川之产物，但此次观察并未寻到带有擦痕之卵石及其他冰川之痕迹，可见其为山麓之山水冲积物无疑也。

第一幕昆仑运动之结果，为祁连山之崛起变质岩系之露出并其以北之地层，受有缓慢之波动，山势既高侵蚀加速，所有高山上之碎石巨砾移积于山麓，盖于甘肃系之上而成玉门砾

石层。

玉门砾石层沉积之后，地壳变动又行发生，祁连山再经崛起是为昆仑运动第二幕。此幕运动之动力先为上升，然后向北推挤，故祁连山北麓之断层，多呈向北逆掩之性质。本区山脚地带第三纪地层疏勒河组及玉门砾石层之不对称穹状构造，即因此迫挤而成也。

酒泉砾石层 B 期 本期砾石层多见于西沙河与青草湾河两岸之小山顶上，平铺于疏勒河组及玉门砾石层之上，厚薄不一，其因年代较新，故不似玉门砾石层之固结。层理亦不甚清楚，卵石大抵与玉门砾石层同，为硬砂岩、千枚岩、石英岩、花岗岩、片岩等，其中有时杂以砂土。

酒泉砾石层 C、D 期 此期砾石层多见于本区河沟两岸之台地上，地势较 B 期为低，组织与 B 期略同。惟其中夹浅红色淤土及砂土较多，卵石亦为圆形之花岗岩，千枚岩，硬砂岩石英岩片岩等。

第二幕昆仑运动至为剧烈，不惟祁连山隆起，而且山之北坡地层发生逆断褶曲，已如上述地势既有高低，侵蚀亦随之复活，因之高处先受一度侵削，以后祁连山之雪水及夏季之暴雨携带高山之细砂砾岩沿山之北坡而沉积。惟此沉积分多期：（一）祁连山北坡平台上有酒泉砾石层 A 之沉积，（本区不见）。（二）地势高起（Up - warping），顺向河发生而冲成宽广之平谷，以后河势渐杀，遂有酒泉砾石 B 之沉积。（三）地势再起，河流侵蚀复活，沿平谷而下切成为深谷，以后有酒泉砾石 C 之沉积。（四）地面又动，河流又沿深谷下切而成狭谷，其中沉积有酒泉砾石 D。所以在本区所见之 B、C、D 酒泉砾石层，或在山顶，或在各级之台地上，而位置现有高低不同也。

冲积层多见于各河沟之底部，其中以细砂、泥土及各种漂砾为主。

## 六、构造

本区之地质构造为祁连山最后崛起迫挤而生成者，已如上述，即甘肃系及玉门砾石层，平地隆起而成西北东南轴向之不对称穹状背斜层。长约 5km，宽约 3km，其西南翼地层倾斜甚缓，倾角多在 15°以下；东北翼地层颇近陡立，倾角由 50°~ 90°。有时地层倒转，两端地层渐次倾下，顶颠位于中部靠北，即在高地坑子之东南小青草湾沟中段。总之所言穹状背斜层颇为完整，殊少显著之错断。此次所绘制构造图，在西北部系根据青草湾庙北约 20m 之浅红色粘土层。该层分布均匀，颜色醒目，为疏勒河组中部之最上层，在东南部系根据疏勒河中下部之红色粘土层，此粘土层亦极显明之一层也。

## 七、本区有油之可能性及钻探计划

本区距石油河仅 10 余千米，其地层（第三纪甘肃系）本系相连，其构造形状大小相若，且属同一轴心（自本区至石油河本为一背斜层，因其轴心两处凸起遂成两个穹状构造）。石油河既已有油，如油藏不是十分贫穷，本区亦应有希望。如谓石油河油苗发现甚早，本区地面上何以迄未见有油迹耶，此等现象可以地层掀起高低解答之。石油河地层掀起较高侵蚀较深，所有油层一部露出，石油且易外溢。本区地层隆起较低，少经侵蚀，所有石油河之含油岩层，在本区皆深藏地腹，上有紧密粘土层之盖闭，即满藏石油亦不易升迁至于地表而成油泉，此在美国已有多例，不足为奇也。

总之，本区颇有产油之望，亟应作进一步之研究，即钻探。钻探必先选定地点，否则乱钻一气，徒劳无效也。人皆知每一油藏必分气、油、水三带，气居构造之顶部，其下为油，再下为水，第一探井不可在构造之顶部，亦不可相距太远，今本区第一探钻在青草湾庙南，即青草湾沟东岸，已离开顶部。该探井如能出油，再继续向西南探钻，如此则可以探知油田

之大小，以便正式计划开采。至探井之深度，如以甘肃系底部砂岩为储油层，至少在 1km 以上，可以 1.5km 计算之。

#### 八、燃料及水源

本区水源有青草湾河，系由水泉流集而成河，水量尚足钻探时之用。燃料其西 20km 有窟窿山口，25km 有旱峡，均有侏罗纪之煤，煤质甚佳，业经设法开采，亦可利用。

# 发展中国油矿计划纲要

## 引言

中国地腹之油，究有若干，固难预为断定，然就现在所知者而言，当有不少之储量存在，惜乎发展为期过晚，致难比欧美，若不急起直追，扩大研究，则石油事业，实难望人项背。考诸美国发展油矿，远在 80 年前，当时以石油甚少利用，故研究方法，亦至简单，仅就油泉所在，从事采掘，其范围不过 Pennsylvania, New York 等省，嗣以石油渐有所用，遂益加注意，而作进一步之研究，随在 Oklahoma, California 两省，先作地质构造之考察，次作钻探之追求，因之发现油田颇多，得资应用，然此亦不过地面地质之勘查而已。迄至晚近，油之用途日广，旧有油产，日感不足，不得不寻找新油田，乃远展至于 Texas, Louisiana, Montana, Illinois 各省之平地，作种种地理地质之研究，其除勘查地形及地层露头外，并设法深究地下之地层，以之发现不少之油田。此种研究可谓卓著成效，世界各国，多已采用，中国地大物博，何所不有，况值需油孔亟之时，似宜急起仿效方不致落人后盾。至其为油而研究地理地质所注意者，不外以下数大端：

1. 大山脉及其附近之低地；
2. 大山脉及其附近低地之地层构造情形；
3. 大山脉及其附近低地有无火成岩

以上各端，实为现代各国寻油至要之根据，亦即崭新之石油地理学及石油地质学也。

## 中国地形概况

中国地形，至不简单，或山脉零乱，殊少正宗，或两山崛起，盆地中陷，或山岭耸立，岭峦插天，或地势甚高，其面颇平，山峦不显。兹将各种地形，分别言之于下。

东北与东南之山地：前者包有奉黑吉热四省，后者由湖北以至东海岸，皆山岭绵亘，高者海拔约 2000 余米，低者不过百米，惟其纵横交错，尚少脉络相连。其间虽有盆地，而成形不显。

直鲁平原：位于太行山及东泰山之间，长达千余里，宽约五百里，高于海面约百米，土质肥沃，田畴棋布，为中国一大农产区，人烟亦以此为最密。

山西盆地：西有吕梁，东有太行，两山崛起，形势险峻，其间地势低下，由北而南，复有横岭数道，因而分为凹地多处，即大同凹地、忻州凹地、太原凹地、平阳凹地及潞安凹地是也。各凹地之底面，有高有低，其海拔平均约千米，而低下之部，农村甚多，人烟亦甚稠密。



陕甘盆地：东阻吕梁山，西抵六盘山，北起归绥低地，南至西安平原，面积约 23 万  $\text{km}^2$ ，其间有时高岗起伏，有时平地低陷，名虽盆地，其形实则不若山西盆地之显著。

川贵盆地：位于贵州北部，四川中部，万山耸立，盆地中陷，有长江诸水流经于其间，以致沟谷纵横，形至崎岖，但有不少之小平地，为农村密集之所。该盆地虽居群山之中，而平均海拔不过 700 余米。

秦岭嵩山山脉在川鄂之北，黄河渭水之南，东西线绵亘长达数千里，其东部山势低缓，西部形多险峻，峰峦叠嶂，上及云际，其峰之高者，海拔约 3000 余米。

祁连阿尔金山脉，绵亘于青海甘新之交，其中虽分南北数道，各隔以平地，而推本求源，实则一脉相连。山势高峻，峰峦险恶，各峰高出海面 5000 ~ 6000m，山上积雪，历年不消，山脉之南面坡势尚缓，而北面悬崖绝壁，不可攀援，仅有沟谷数处，为通行南北之孔道，但道路险阻，仅走骡马，大车则不能通行。

康藏高原：位于祁连阿尔金山脉之南，西抵国界，东至川边，约占中国全面积四分之一。地势甚高，地面颇平，海拔约 5000 余米至 6000 余米，黄河、长江、金沙江以及怒江等水皆发源于此。地势高寒，五谷不生，林木亦少，仅有牧草，为藏民游牧之所。

蒙古高原：北起外蒙边疆，南抵祁连山脉，包有甘肃之一部。该高原较周围诸山而略低，但地面虽低，地势仍高，测其海拔，犹在 2000m 以上。至其地形，或为凹地，或系漫岭，然皆为沙漠所占，形至荒凉，且河流极少，水源缺乏，旅行此地者，每感饮水之苦，其情形有如康藏，农植不生，惟多牧草，蒙民赖以为生，亦吾国西北之一大牧场也。

柴达木盆地：居祁连山之南，康藏高原之北，地势颇高，海拔在 3000m 以上，成为椭圆形，面积约 10 余万平方千米。系古代之一大湖，后及涸竭，今则成为一大域滩，既无湖水，亦少河流，故地虽凹下，而仍为一干地，昔为蒙民所占，现有回人迁移于此。

塔里木盆地：位于新疆之南部，介于阿尔金及天山之间，长达 1000 余千米，为西北最大之一盆地，有回民游牧其间。塔里木河道源于昆仑山，流经其北部，而南部大部为沙漠所占，地势干燥，牧草不丰，故少人烟。该盆地地势较低，海拔约由 1000 ~ 2000m。

准噶尔盆地，位于天山之北，长近 1000km，较小于塔里木盆地，河流颇多，地势尤低，略生农植，因而人烟较密。

由以上各区地形观之，可知中国有不少之山脉及不少之盆地。

## 中国地质述要

中国地质，尚未调查完竣，自无详尽之可言。现在中央地质调查所极应设法完成全国大概地质图，以便据之作进一步之研究，实切重要，不容再缓。中国地质就今大概调查情形所得，不惟南北有异，东西不同，就在一部分内，此一区域与彼一区块，亦大有轩輊，兹将各区域之地质，分别约略言之如下。

东北及东南之地层：东南之地层，志留—泥盆纪之海相或陆相地层分布颇广，石炭—二叠纪地层分布亦广，岩石为灰岩、砂岩夹有煤层，三叠纪之海相地层分布不甚普遍。侏罗纪、白垩纪、第三纪地层属陆相，间或见之。所有侏罗纪以前之地层，皆经火成岩之侵入，如花岗岩等到处可见，并往往成为高山，以致各地层受有变质，且构造复杂。东北地层，有

---

即今呼和浩特市。

寒武—奥陶纪之海相地层，石炭—二叠纪之海相地层，侏罗纪之陆相地层，以及不多之第三纪地层，除后者外，其余各地层中，多有花岗岩之侵入体，因而其构造之复杂，变质之剧烈，情形一如东南。

直鲁平原：该平原全部为近代冲积层所盖覆，而深处之地层情形，不甚明了，但其西之太行山露出奥陶纪之厚层石灰岩，石炭—二叠纪之砂页岩，石灰岩及二叠—三叠纪之砂岩、页岩，一致向东倾斜，尚少侵入火成岩。由此可想大平原内至少埋有以上之地层，且亦不至受有火成岩侵入之影响。

山西盆地：该盆地除大同凹地多火山岩，忻州凹地多寒武纪地层外，余则若太原凹地、潞安凹地及平阳凹地内，皆为较新之地层，如奥陶纪厚层石灰岩，石炭—二叠纪砂页岩、石灰岩以及二叠—三叠纪红砂页岩。每因太行、吕梁两山隆起之迫挤，颇呈褶皱之状，并有火成岩随之而侵入，惟间或见之，故各岩层尚未受有若大之影响。

陕甘盆地：该盆地地层，下部完全与山西盆地之地层相同，惟其二叠—三叠纪地层之上继以侏罗纪之陆相地层（夹有煤层）及白垩纪之湖相或浅海相地层，皆为层甚厚，分布颇广，所有地层倾斜一致向西，至六盘山始受折断，其倾斜角度极为平缓，约由 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 。盆地内尚无火成岩之侵入体。

川贵盆地：该盆地地层，自下而上有（一）二叠纪厚层沥青石灰岩，（二）三叠系红砂页岩及石灰岩，（三）侏罗纪陆相红砂页岩及煤层，（四）白垩纪湖相或浅海相砂页岩及薄层泥质石灰岩，（五）第三纪陆相砂页岩，各相平行，尚无不整合之情形，惟其褶皱，颇为剧烈，往往成为东北西南之高山。盆地内虽不见火成岩，而有不少之热水泉，其下一部分有岩浆埋伏不深，亦未可知。

川贵盆地以南至滇省，地层褶皱隆起，其势更高，侏罗纪、白垩纪地层多被侵蚀以去，较古之海相地层，皆暴露于地面。

秦岭嵩山山脉：地层自奥陶纪以至于二叠纪率经变质，构造亦极复杂，褶皱断层兼而有之，且北面有一大断层，以致两旁地层，成极显著之错移。

祁连阿尔金山脉：该山脉地层颇似秦岭，有寒武—奥陶纪、志留—泥盆纪及石炭—二叠纪，并其西部有白垩纪海相之沉积。自寒武—奥陶纪至泥盆纪各地层，皆受有极剧烈之变质，砂页岩、石灰岩往往变为石英岩、千枚岩及大理岩，其中石英脉甚多，昔者各地质家曾疑其为前寒武纪之产物者，盖以此地。各纪地层之构造，褶皱紧迫，局部之错移甚多，且北面有一逆掩断层，使所有地层整个向北推移而崛起，以成今日之险恶山脉也。

康藏高原：该区迄未有整个之调查，其地质情形，不甚明了，但就不全之材料观之，除东部有中生代地层外，其余似多为较古之地层，然皆变质甚深，且构造亦至复杂。

蒙古高原：该高原内，未受变质之沉积地层自上而下，可分为二组言之，（一）第三纪之陆生地层及白垩纪湖相地层，（二）侏罗纪、二叠—三叠纪之陆生地层及石炭—二叠纪浅海相地层，二者之间，有一不整合。白垩纪地层片段生成，分布散漫，侏罗纪以至石炭—二叠纪地层，因早经侵蚀，多不相连。至其构造，上下两组地层之褶皱不相符合，但近于祁连山者，皆颇陡立，远于祁连山者，率趋平缓，至为清楚，又两组内之小断层亦以南部为多也。

柴达木盆地：柴达木盆地既为沙漠及近代湖水沉积所盖覆，其下之地质情形不明，但附近之阿尔金山坡，有白垩纪及第三纪地层，颇为发达，而盆地或为地层断陷而成，其中似有颇厚之新地层。

塔里木、准噶尔盆地：该两盆地之地质记载不多，但就以往调查之简略材料，见两盆地内似有白垩纪及第三纪之海相地层，且因阿尔金山断移迫挤之关系，其构造，据瑞典地质家那琳之调查，亦呈褶皱之致，惟大部有新近层积之盖覆，所有地腹情形，难以完全示之清楚。

## 中国地形地质与美国地形地质之比较

中国之地形地质大致已如上述，兹将美国之地形地质以及产油各情形，分别言之如下，以资比较。

地形 美国地形，有如中国，山脉、高原、盆地以及低地山地，兼而有之，惟其山脉不若中国之高，盆地不若中国之显。美国山脉，有 Rock Mts 及 Appalachian Mts. 两大山脉，纵贯东西，前者山势较为险峻，其最高峰高出海面约 4000 余米，后者山势低缓，其最高峰不过 2000 余千米。Rocky Mts. 山脉以东，有 Texas-Oklahoma, Kansas, Nebraska-Montana 盆地（以后简称 T.O.K.N.M. 盆地）及 Wyoming, Colorado 省中小盆地，其高度约由 100 余米至 1000 余米。以西有沙漠高原，地多起伏，沙砾弥漫，既无农植，亦少人烟。Appalachian Mts. 山脉以西有 Pennsylvania-Ohio, Kentucky, Illinois-Indiana 盆地（以下简称 P.O.K.I. 盆地），为 Ohio 河之流哉，其海拔约由数百米至 1000 余米。P.O.K.I. 盆地之西，有山岭平地相同之区域，占有 Arkansas, Missouri, Iowa, Wisconsin, Minnesota, Dakota 等省，有 Mississippi 河水系流经于其间，兹姑称为平原山地。此外尚有 California 低地，Texas, Louisiana, Mississippi, Alabama 低地（以后简称 T.L.M.A. 低地）及 Carolina Georgia-Florida 低地（后简称 C.G.F. 低地），皆背山面海，地势甚低，林木业生，湖沼较多，此美国之大概地形也。

地质史略 美国自元古界以至于今，时而为陆，时而为海，沧桑之变，至为频繁，将其地质史分为数期，约略述之于后。（一）美国当前寒武纪为陆地，北部较高，余则凹地，以后历寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪、石炭纪、二叠纪、三叠纪以及侏罗纪，屡次沉为浅海，依次升为大陆，海而陆，陆而海，海陆之变，不计其数，因而成为砂页岩与石灰岩交互之地。罗侏纪之后，地壳变动发生，Appalachian Mts. 起而为山，其附近地层因之褶皱错断颇为剧烈，而较远地层，尚少受影响，惟 Rocky Mts. 一带有花岗、闪长岩之侵入，以致各已略呈隆起之象，地面既有高低，侵蚀自易加速，是时西部几成平地。Appalachian Mts 已削减甚低，北部新生地层，沉积不厚，至是已有前寒武纪地层之露出，俨然一侵蚀平原矣。（二）侵蚀平原生成之后，历白垩纪，自南而北，复受海侵，且海水弥漫，几遍全部，惟其水极浅，故所成之地层多砂岩、页岩，而石灰岩甚少。以后复升为陆，历古第三纪又有非海相砂岩、页岩之沉积。动后必静，静后必动，至此地壳又生剧烈变动，西部地层发生错断而崛起，成为今日之 Rocky Mts. 大山脉。惟东部尚属平静，地形再见改观，侵蚀又行活跃，所有 Rocky Mts., Appalachian Mts. 以及北部之白垩纪及古第三纪地层，多经侵蚀以去。（三）侵蚀不久，至第三纪，Rocky Mts. 一带火山屡次暴发，堆积颇多。California, T.L.M.A. 及 C.G.F. 各低地历被海侵，沉积甚厚，迄第三纪地层生成之后，断层褶皱，相继而生，尤以在西部者为最显著，以后北部又有冰流盖地，其遗迹至今可见。此美国地质变迁之大概情形也。

低地盆地之地层 美国之地层大致已如上述，兹再将其低地盆地之地层，摘出从详言

之。P.O.K.I. 盆地，所有白垩纪及古第三纪地层已被侵蚀以去，现在所余者，有寒武—奥陶纪之砂页岩，志留纪之页岩、砂岩、灰岩，泥盆纪之砂岩、灰岩，下石炭纪之灰岩、砂岩，上石炭纪之砂岩、页岩、灰岩（夹煤层）及二叠纪之砂岩、页岩、灰岩。T.O.K.N.M. 盆地南部所有古第三纪及白垩纪地层，已被侵蚀以去，今日所见者，为奥陶纪之灰岩、砂岩，志留泥盆纪之页岩、灰岩，下石炭纪之页岩、砂岩，上石炭纪之页岩、砂岩、灰岩（无煤层），二叠纪之红砂岩、石灰岩，三叠纪之红砂页岩及上部第三纪之地层。而奥陶纪地层之上有一大不整合，北部白垩纪及古第三纪地层依然存在，岩石有红色、黑色页岩、灰色石灰岩、白色砂岩，其上有第三纪之陆生地层，其下接以侏罗纪绿色页岩、黄色砂岩及下石炭纪之灰色灰岩、红色页岩，惟皆为层不厚。California 低地地层有寒武—奥陶纪之石英岩、结晶石灰岩，志留—泥盆纪之白云岩，石炭—二叠纪之页岩、砂岩、石灰岩，三叠纪之白云岩、石灰岩及侏罗纪之页岩，皆经火成岩之侵入而变质。其上继以海相之白垩纪地层，其岩石为砂岩、页岩。白垩纪之上，即极厚之海相第三纪地层，其中岩石有白灰色砂岩、页岩、粉砂岩（Silt）及棕色页岩，有时夹有火山岩（中部）。T.L.M.A. 低地，较古地层埋藏已深，情形如何，不易考悉，现在究知者而有第三纪、白垩纪及侏罗纪之海相地层，皆为层甚厚，第三纪、白垩纪地层，岩石有灰色、红色砂岩、页岩夹有灰岩层（二纪地层之间有一不整合），侏罗纪地层，岩石有灰色页岩及灰岩。C.G.F. 低地之地层情形，颇似 T.L.M.A 低地，惟第三纪、白垩纪地层，至此渐渐变薄，厚度有差。所有上述各地层，皆浅海之产物。

**低地盆地之构造** 低地盆地之构造大致平缓，P.O.K.I 盆地，南部地层变动缓慢，北部较为剧烈。T.O.K.N.M. 盆地，大部分地层变动颇缓，仅近于大山之处稍为急烈。California, T.L.M.A. 及 C.G.F. 各低地内，其构造虽断层褶皱至今为显著，但皆不甚急剧，其地层倾角约由五六度至二十余度，而以十几度者为最普通。

所有低地盆地内殊少火成岩之侵入，故其地层既未受岩浆焙烤之影响。

**石油之分布** 美国石油发达，实为惊人，其所有油田，已达千余之数，惟细察其石油之分布，皆不出低地盆地内，且多生存于沉积地层较厚之部分中，如 Illinois 中部至 Kentucky 西部，Pennsylvania 西部至 Ohio 东部，Oklahoma 中部至 Kansas 南部，California 中部至南部，Texas 东部至 Louisiana 中部，皆沉积地层甚厚，产油极富。余则如 Indiana 西部，Texas 北部，Wyoming 东部，Montana 北部，California 北部，Louisiana 东部，以及 Mississippi, Alabama, Florida, Georgia 等省，率因地层较薄，或因构造复杂，皆产油不多，其情形极为明显。

**生油之地层** 近年来石油地质学者，对生油之地层，其说不一，有谓浅海相地层，可以生油，有谓近于海之湖相地层，亦可以生油。美国所有沉积地层，几全为浅海之产物，故皆有产油之可能，惟其一般石油地质学者，群競于石油地质技术一方面之研究，对于油源，尚无多人加以致力。油源研究，本应列入大学内，而各大学地质系对于油源一门所授不多，故现在美国对每一油田，究竟何种地层为生油层，殊少确论。

**储油之地层** 美国历各地质时代，皆有储油之地层，在 P.O.K.I. 地层内（Pennsylvania, Illinois etc.），所有之油皆储于泥盆纪及下石炭纪之砂岩内。在 T.O.K.N.M. 盆地内东部（Texas, Oklahoma etc.）之油多储于奥陶纪、上石炭纪之砂岩内及二叠纪之灰岩内；西部（Montana, Wyoming etc.）之油多储于下石炭纪之灰岩内及上石炭纪、白垩纪之砂岩内部，在 T.L.M.A. 低地内（E. Texas, Louisiana etc.），所有之油多产自侏罗纪之灰岩、白

垩纪之灰岩、砂岩及第三纪之砂岩。在 California 低地内其油完全产自第三纪之砂岩内。综观以上所述，可知美国之储油地层，不惟时代不同，而岩性亦分砂岩、灰岩两种，惟其属于砂岩者较多，灰岩者较少，合而计之，前者约占 70%，后者不过 30% 而已。

石油地质研究方法 近 20 年来，美国石油地质进展甚速，迄于今日，石油地质学者达五千人，石油地质研究方法至为复杂，其余在地层全行暴露之处，作地面地质考察外，又有地下地质之研究，或打钻以探地下之地层，或以物理试探，以定地下之构造。就井下之岩样作种种之研究，以察油层之所在，兹将其各种研究列为系统表如下：

上表所列，不过各研究之统名，其下每有种种不同之方法。由此可见美国为石油研究地质，费钱之多，用心之苦也，盖向壁虚索，不足以明地腹之情形，山头一望，亦能以定地下之油藏，任何国家，不欲发展油矿则已，倘欲发展油矿，非有此勇往精神不可。现在美国油藏之研究，可谓钱尽其量，人尽其才，故能地尽其利也。

## 中国可以有油之区域

就上节所言，可知美国之油，是在：（一）盆地低地内，（二）为层较厚，埋藏较深之海相地层内（Geosyncline），（三）构造显著而不急剧之地带内，（四）殊少火成岩之区域内。美国之石油分布若是，而中国石油之分布，究竟如何，到处皆油耶？抑有油仅限于几区耶？此不得不就各区之地形地质研究检讨而推断之（见图）。东北、东南之山地，山脉零乱，正式盆地不多，即间有凹地，其内较新之水成地层，或余留不厚，或接近火成岩，恐无大产油之望，惟此区仍需进一步之调查，如能寻获适宜地点，也或有适量之油也。直鲁平原内，假想有奥陶纪地层及石炭—二叠纪地层，前者成于深海中，似难有油，后者为浅海之产物可以生油，故该平原内如有上项地层，或有产油之希望，至其构造，既近大山，地层必厚或不难寻到适于储油之褶皱也。山西盆地之太原、平阳、潞安凹地内，如前之言，皆有二叠纪之浅海相地层，且埋伏颇深，其上继以二叠—三叠纪之地层，各地层中虽间有火成岩之侵入，然其影响所及，至为有限，地质构造，亦颇合适，除沿汾河有一南北大断层致奥陶纪灰岩露出地面外，其余各处地层，大致多呈缓慢褶皱之致，故该盆地亦或有产油之可能。陕甘盆地内，就上所述，有石炭—二叠纪浅海地层、二叠—三叠纪、侏罗纪陆相地层、白垩纪湖相地层，合而计之，为层甚厚，照现在一般人之意见，浅海相地层可以生油，湖相亦可生油，今该盆地内已有此种之地层，所以极有产油之望，惟其构造过于平缓，所有褶皱不甚显著，

### 中国石油理想分布图

(地形、地物做了简化)

是其缺点。但美国有时背斜层之倾斜角度仅四五度，亦成颇好油田也。川贵盆地，有石炭二叠纪及三叠纪之浅海相地层，其上继以侏罗纪及白垩纪等地层，为层甚厚，埋伏亦深，情形至好，惟往往褶皱，而成高山兼有热水泉，如或有之，不免稍受其影响，但在地层褶皱缓慢之各部分内，极有发现油田之望。但如美国 Wyoming 之一油田，一部地层褶皱急烈，并有热水流出，历经试探，均遭失败，一部构造尚不见热泉，所有钻井，均已出油。秦岭嵩山及祁连阿尔金山山脉，山势既高，变质亦深，变质岩山上产油，尚少其例，惟山与山之间，间有小凹地，其中有颇厚之新生代，或有产油之望。蒙古高原，为至有希望之区域，在南部已有几处油苗之发现，其中白垩纪湖相地层及石炭二叠纪之浅海相地层，皆可为生油层，第三纪、侏罗纪及二叠—三叠纪地层，皆砂岩甚多，为极好之储油层，又褶皱显而不急，缓而尚显，亦极好之聚油构造，白垩纪及石炭—二叠纪地层，不能到处皆有，且其间有一大不整合，将来在假定油区之前须有一番特别研究也。藏康高原，不惟地势至高，且少未经变质之沉积岩，可谓无产希望。准噶尔、塔里木两盆地，前者已有油田之发现，后者尚未经钻探，其内有第三纪、白垩纪地层，均似为海相，且其密迩各大山脉，亦必不乏至好构造，如此则该两盆地产油为至有希望之区域。柴达木盆地，依上所言，似有甚厚之第三纪地层及白垩纪，果有上项地层，则产油亦极有希望。

综上所述，可知柴达木盆地、塔里木盆地、准噶尔盆地、蒙古高原、川贵盆地、陕甘盆地、山西盆地以及直鲁平原，皆为可以有油之区域，不过油之希望与程度，稍有不同耳。准噶尔盆地、塔里木盆地、柴达木盆地、蒙古高原、川贵盆地及陕甘盆地，为最有希望之地。山西盆地，为颇有希望之区域。直鲁平原、东北平原，为或有希望之区域，其分布如附图。以上区域，共计面积约有 200 万  $\text{km}^2$ ，其中最希望之区域，约占全面积百分之七十，如能全部产油，则中国油之问题，当可完全解决矣。

值此世界各国，皆兢于找油，尤以美国之石油事业进展，至为迅速，不特新油田日现，

且油产量亦年有增加。据最近之统计，每月产油已达 1500 万 t 之多，产油区域，既已不少，自应急起直追，扩大开发，勿使有用之宝藏，永埋于地下，至惜也。

## 中国研究油藏应有之组织

依上所言，中国产油之地，凡七区（山、陕两盆地为一区）共 200 万  $\text{km}^2$ ，面积不算为少，如欲在最短时间内将其研究清楚，必须设有专机关以负其责。观美国大小油矿公司数百家，其中设有地质探勘部分者至少二百家，此外地质研究代办公司亦至少二百处，合计总共有地质研究机构四百处。每处地质勘探机关之下，复有地面地质室（Surface Geology）及地下地质室（Subsurface Geology），各附有测量队，地下地质室之下，普遍有钻探物理试探部，及井下地层研究部，钻探部下，多分数组，其数由二至七八不等，物理试探部下，有重力试探组及地震试探组，各由二组至十组不等，井下地层研究部下，有岩样研究组及油层试验组，各由一组至十余组不等，此外复有泥浆考验组（考验泥浆之含油）及电气试探组，前者只有一二油矿公司有之，后者有专利公司代为办理，各探勘机关不另设立。吾国油矿系国营，现由资源委员会负其发展之责，自难与美国相当之地质探勘机关对批，只能有一处，但其组织宜大事完善，否则难胜其责。按吾国可以有油区域，其地形尚少精确测量，其地质有时地层暴露显著，有时地层匿迹深藏，且层与层之间，往往有不整合，如设一地质探勘机关如地质探勘处之类，其下应设测绘室、地面地质及地下地质室，地下地质室仿照美国，再分设钻探部、物理试探部及井下地层研究部，每区须有一组，以期迅速，可分为七组，物理试探部，可设重力试探及地震试验组，各区未必尽需此项研究，各暂设五组，井下地层研究部可设岩样研究组及油层组，前者可按每区一段设七组，后者共一组足矣。此外再添泥浆考验组及电气试探组，此二组所用仪器为专利公司所制，不易购到，最好与其商订代办合同，不自筹设。兹有地质探勘处组织，列为系统表如下：

以上组织，在外人视之，以中国版图之大，实属太小，但在中国已大感人才缺乏，就各室部组之较高级人员而言，测绘室至少需 20 人，地面地质室 14 人，钻探部 40 人（工程师及钻师），重力试探组 10 人，地震试探组 20 人，岩样研究组 14 人，油层试验组 4 人，合计共需 131 人，此惟有仿效苏联，试办之初，尽量利用美国技术，十年后，不独事业可以成功，而且可以训练不少之人才，此亦一举两得之道也。

## 中国研究油藏应备之器具

所有地质探勘处之组织既如上述，其中各部分亦须备有相当之器具，古人云“功欲善其事，必先利其器”，所以人才固需有经验，器具亦要力求精美而准确。兹将地质探勘处一份应购钻具、仪器等之名称、价值，（战前价值）列表于下。

---

原文列有测试室、地面地质室、钻探部、重力勘探组、地震勘探组、岩样研究室、油层试验、泥浆试验、电测试验组所需仪器设备，详细清单及价格，现从略。

## 结 论

统就以上各节所述，可知中国可以有油之地约达 200 万  $\text{km}^2$ ，在此若大之面积内，欲很快的将其研究清楚，所有地质探勘须有相当之组织，如组有石油地质探勘处一类之机关，其下设有测绘地面地质及地下地质各部分，此种组织，用人既多，需款亦巨，如若实行，须要早为筹划一切，同时亦要加紧造就人才，以便战后即可进行，其以五年或十年使石油事业达于成功之途。总之中国如欲实行发展石油事业，政府要有一定方针，地质界要一致努力，群策群力，事乃有济。现在政府拟有液体燃料工业建设计划，一、广设石油炼厂，以购外来之油。二、添设植物油厂，以炼国内之植物油。惟太平洋之油，战后必有国家加紧统制，所有炼厂能否如数购到外来之油，实无把握。又中国植物油除东北外，仅可以供人民之用，如将其大量炼成汽油，恐亦成问题。为根本解决计，最好在国内尽力完成寻新油田自行开发，而现在所有油田不过一二处，仅此不足以供国家常期之用，按将来之国防计划，如使中国之油在平时战时供应于求，所需油田至少要有过百之数。

所有计划，并非意存铺张，亦非迷于洋化而出疯狂，实因石油在国防上至关重要，必须期其能以自给自足，但欲求其很快达到此目的，非持有冒险精神，扩大探究不可也。

(1943 年 10 月写于美国洛杉矶)



# 甘肃永昌窖水一带地质简报

## 一、绪言

1948 年夏，笔者同孙泽芹、张家环二君奉命赴永昌油田产地青土井，重行调查地质，并测制一万分之一地形地质图。当此工作将结束时，以后又自青土井至永昌作四万分之一路线地质图，及青土井附近四万分之一路线地质图，皆与青土井地图相连，藉以明了全区地质之大概。于 7 月 15 日至青土井以东之窖水与喇嘛池墩一带，调查数日，遂发现一穹形背斜层，构造完整，颇有产油之望，惜以地方不靖，不可久留，仅作大概地质之观察及测一构造图而返。所有此次调查所得，将由笔者等共同整理发表。兹将窖水构造一带地质情形约略述之如下，以供参考。

## 二、位置与交通

窖水与五沟庙位于永昌之北约 70km，适在甘宁二省之交，东距民勤约 80km，西距山丹约 90km，其北面尽属沙砾戈壁，渺无人烟。永昌在甘新公路上，东南至武威 64km，至兰州 340km，西北至酒泉 396km，至老君庙油矿约 479km，交通尚称便利。自永昌经宁远堡至窖水与五沟庙，虽有山岭东西横亘，但有宽谷大河纵断各山，地势平坦，现有马车路，异日改筑汽车路，亦至容易，惟须修小桥一二座。

## 三、地形及自然地理

本区大部为白垩纪与第三纪之疏松岩层所分布，既易风化，侵蚀亦烈，故全区无高山峻岭，既系为丘陵之地形。白垩纪之砂岩及砾石砂岩，虽较坚硬，但其位于背斜构造之中心，隆起既高，侵蚀加巨，反成低凹之处。第三纪地层，以粘土与砂岩为主，大致虽较疏松，但其中所夹砾石砂岩层，常造成陡崖，环绕本区构造之北东西三方，而尤以在北翼者较为显著。地层倾角向北约 10°左右，南为悬崖，北为沿层面之缓坡，故可称为内向崖地形单面山 (Cuesta)。本区河流，常年干涸，仅于山洪暴发时有暂时水流，可谓季节性之河流，河谷甚浅，河床颇宽，在构造南翼之河流多呈树枝状之分布，在北翼乃为方格状分布之雏形。本区之南，广布第四纪酒泉砾石层，以造成平坦无垠之戈壁滩，仅下四分至宁远堡一带时有浅黄色冲积土覆盖于其上，而为农村聚集之所。

本区气候干燥，风多雨少，水源缺乏，窖水乃牧放骆驼者，在喇嘛池墩以西第三纪砂层中，所挖掘之坑穴，每当秋季，大雨之后，地湿水出，可得一部分水，以供骆驼之饮用，除此而外殊少水源，是以旅行此地，非携带饮水不可。本区东南约 10 余千米，为宁远乡之下四分（属八保）及九保，人民皆掘井以灌田，惟井甚深，据测已达 25m 左右，雨水多时尚可利用，一旦天旱常感不足，以致田禾收获无望；下四分以东之九保，井深 7.8m，天旱时亦常感水量之缺乏，凡此种种皆可证明本区用水之困难。本区之南宁远堡一带紧临金川河，可利灌溉，农田遍野，风景宜人。总之本区附近一片荒凉，草木不生，或砾石遍地，或风沙堆积，而风沙分布，愈东愈多，据谓九保以东，入民勤境，砂丘则到处可见也。

#### 四、地层系统

本区地层之露头，主要者为白垩纪与第三纪。兹将露出之地层，自古至新依次述之于后。

##### （一）白垩纪宁远堡系

本系出露于穹形背斜构造之轴部，其露头沿轴向东西分布约 6km，南北分布约 1.5km。岩层为浅灰色、浅紫灰色及浅紫色粗粒厚层砂岩及砾石砂岩，与暗紫红色粘土及泥质砂岩之相间层，而以前者之浅紫灰色粗粒厚砂岩为主。此砂岩常具十字纹理，每层厚度约 2~3m，砂粒呈棱角状，直径约 2~3cm，大部为石英，少量为红色长石。砾石砂岩中之卵石，直径在 1~3cm 间，呈半圆形及棱角状，其物质为乳白色石英、灰色及紫色石英岩、红色花岗岩、黑色燧石、暗灰绿色云母片岩及暗紫色与暗绿色硬砂岩等。在后者之暗紫红色粘土及泥质砂岩中，偶夹暗紫红色及棕色页岩薄层，粘土中常含钙质结核。

本系露出总厚约 190m，底部不见。其上与第三纪地层接触之关系，在构造之北翼所见，系层层相叠，二者相平行，但在构造之东端，则见白垩纪与第三纪地层之倾斜及走向微呈不同之角度，可见白垩纪与第三纪地层大致相平行，实则为不整合之接触也。

##### （二）第三纪甘肃系

本区内，除构造轴心部分为白垩纪地层外，其他各处，皆为第三纪地层之分布，该纪地层就观察所及大致可分为四部，兹自下而上，述之于后：

（1）为橘色，疏松、厚层泥质砂岩及砂质粘土，每层厚约 2~3m，中夹多层疏松砾石层，每层厚约 1~2m，砾石层之卵石，呈棱角状，直径约 2~3cm，由乳白色石英及暗绿色硬砂岩所组成，总厚度约 60m，全部风化后呈橘色。

本层之底部，为一厚约 5~6m 之橘色疏松砂岩或泥质砂岩。砂粒系半棱角状，粒径由 1~2cm，中有大量圆形之浅红色钙质结核，为该砂岩之特征。本区构造图之测制，即以此层为基准层。

（2）为棕红色、土红色粘土及砂质粘土，与浅紫色疏松粗砂岩及砾石层之相间层。砾石层之卵石呈半棱角状，直径在 2~5cm 之间，由暗绿色硬砂岩、乳白色石英及紫色石英岩所组成，总厚度约 150m，全部风化后呈棕红色。

（3）为橘黄色疏松泥质砂岩及砂质粘土，中夹白灰色粗粒疏松砂岩及砾石砂岩层，厚度不详，全部风化后呈橘黄色。

（4）为土黄色、橘黄色疏松泥质砂岩，中夹多层暗紫色砾石砂岩及砾石层。砾石层中，卵石呈半圆形，直径 2~3cm，大部为暗紫色硬砂岩，厚度不详，全部风化后呈土黄色。

除上述各层外，在（4）以上，仍有多层，惟露出于本区以外，未及详察。

##### （三）第四纪

酒泉砾石层即通称之戈壁层，见于本区南部，面积广大而平坦。砾石系圆形及半圆形，直径在 5cm 左右，多为暗紫色、暗绿色硬砂岩及灰色石英岩所组成，而火成岩类、片岩及片麻岩之砾石亦常见之。

##### （四）近代冲积层

河床中之砂砾细土堆积均属之。又本区东南下四分附近有浅黄色冲积土，覆盖于酒泉砾石之上，厚约 2m，内富含白云母微片，当系近代流水所造成。

#### 五、地质构造

窖水与五沟庙间之主要构造，为一不对称之穹形背斜层，长达 13km，宽约 5km。背斜

层南翼陡而北翼缓，轴向东部近东西，其西部在喇嘛池墩附近转为北西，沿背斜轴，东西两端皆闭合良好，惟东部地层抬起较高，故背斜轴向西一致倾没。背斜层南翼之白垩纪地层向南倾斜，陡缓不同，东部为  $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ，西部仅 20 余度，在更西之喇嘛池墩附近，南翼露出第三纪地层，倾斜向南，倾角为 40 余度。背斜北翼，所有地层倾角多在  $10^{\circ}$  左右，但局部有  $30^{\circ}$  者。背斜构造之中部，出露白垩纪地层，东西延长达 6km，南北分布约 1km，前已言之，周围绕以第三纪地层，惟南翼一部，已侵蚀殆尽，仅其下白垩纪地层出露地面。

## 六、本区地质与青土井地质之关系

### （一）地层

本区地层与以西 15km 青土井露出之地层相同，下属白垩纪，上属第三纪，均属陆相，分布广袤，白垩纪地层在以上两地均露出其上部，其底部不见，故其下之地层情形无由确悉。白垩纪之砂岩均甚疏松，上覆以页岩，极宜石油之储集。

### （二）构造

本区构造与青土井构造为两个大小不等之穹形背斜层，二者东西相望，系同期造成，惟青土井构造为一断层所切，因而白垩纪地层崛起，油砂露出，石油外溢，该区油藏及地质情形，本处前已详报本公司。本区如前所述构造完整，白垩纪地层大部为第三纪地层所盖，即属有油亦不易流出，故在地面上不见有何石油之表示，但青土井既有油砂之分布，本区构造亦极可能有油，宜需钻探以窥究竟。

## 七、燃料及水源

本区既无树木，燃料亦缺，仅其西 30km 之处，草大板有中生代煤系之分布，产烟煤，久经土人开采，为此一带惟一之燃料。至饮水，其附近之下四分及九保等处虽有水井，藉以灌田，而水量不丰，常患干涸，前已言及，如行钻探，大量用水，必须远求水源。有永昌城北之金川河，流经本区正南 26km 至宁远堡，水量颇大，将来可自宁远堡装设水管，引水而下，以供本区之用，宁远堡地势较本区为高，引水工作，亦无甚困难。

# 如何在钻井下研究石油地质

石油地质尤其在美国，其研究愈来愈精，方法亦愈演愈繁，先逐步详作地面地质（Surface geology）之考查，如（1）普通地层考查及化石采集，（2）逐层详查岩性及测厚度，（3）推究地质沉积环境，（4）详测地质构造，（5）研究岩层以决定生油及储油层，（6）寻找及试验各种油迹。然后择地钻井以探明地腹之情形，并随之详察井下之岩层，是谓之地下地质研究（Subsurface geology study）。井下地层研究，方法尤多，手续更繁。兹择其最普通并作为在美国查考所及者，分别述之于下，以供参考。

## 一、钻井泥浆之调查及物理分析

钻井泥浆（Drilling mud）之配制是固井工程师之责（在美国有泥浆制造公司。钻无需钻井者配制，但其钻遇特殊性质之岩层，往往发生变化，必审诸实际情形添加材料，使其恢复原来状态，此种调理，乃地质家之事也。钻井泥浆应有之性质约有以下数种：

1. 其性质必须利爽，不至与所带岩屑（Drilling cuttings）及泥浆泵（Mud pump）粘合不清。
2. 不易起化学变化。
3. 如与地下盐水相混，不至于失其粘度。
4. 须有相当之粘度（Viscosity）及流率，适足以将岩屑完全由井底冲至地面，不至有一部分遗留井下。
5. 须比重合适，用唧筒压上时不至于发生困难。
6. 须浓度合适，虽间有停流，其中之岩屑不至下沉。
7. 须将胶结物及他种物质配合适当，在 24 小时之停流，不得有 2% 之沉淀。
8. 须有很高之结冰点。

以上各种性质，至关重要，不容时有变化。然事实上往往因遇到地层中之盐水、粘土及气体等而改变其性质，不得不设法调理之，其法如下：（1）如泥浆遇到 Mud-forming qualities of the shale，须使泥浆流经 24 ~ 30 Mesh vibrating screen 以过滤之，而除去岩屑。（2）如泥浆比重偶然减低且有一种气味，是其地层内之气体钻入，此种气体极足以减低泥浆之 Hydrostatic headpressure（此种作用名之曰气侵“Gas Cut”），并妨碍节管之作用（Preventing smooth pump action），在此情形之下，应加多量之水于泥浆池，并搅扰之以减少其中之气体，倘此法无效，再加重晶石（Barite）或赤铁矿（名之曰“Loader”）少许。（3）如泥浆遇到地层中之盐水则最易沉淀，此种情形可以照下法处理：（a）加 1% 或 2% 之胶性粘土及 1% 之 Hydratlime<sup>2</sup>，（b）渐次加 Caustic soda 溶液至 95kg 及石灰水 45kg。

钻井时对泥浆之性质必须常常留意，如深井至 1500 ~ 2000m，必须每隔二小时将泥浆之流率及比重试验一次，至试验流率、比重所用之仪器，有流率表（Viscosimeter）及比重表

---

本文系 1944 年孙健初先生在美进修时写成，1948 年刊于石油地质汇刊第一号。从文中可以看出孙先生对各种录井方法、操作流程观察之细、记录之详，令人敬佩。

(Hydrometer)。流率表颇为简单，为一漏斗状，上口直径 15cm，长 30cm，下连一细管，细管长 50mm，直径 4.7mm，悉以白铁制成（有时漏斗上口盖以 8mesh 之细眼筛子）。当用以试验泥浆时，一手握着细管，并一指堵其下口，一手持盛 500C.C. 泥浆之大杯将泥浆灌入漏斗内，然后一手持时表，并将细管下口放开，以试验漏斗内之泥浆流出所需之时间。如在 24 内流出无余，即证明泥浆之流率合适，倘需时甚长，过于浓厚（流率太低），可加 Soda 水少许，以调理之。比重表之构造亦颇简单，为铝质制成之空筒。可以漂浮水中，长约 0.3m，直径 2.5mm，上接以度数表，下有螺丝口以备与另一小筒相接，此小筒长约 62mm，直径 25mm。当试验泥浆比重时，其中满灌泥浆，并接于长空筒之下，一同置于水中，如其下沉，使水面达于度数表上 9 或 10 数，一则证明泥浆比重合适，否则设法使其比重减低或增高。

## 二、钻井直度之测量 (Straight Well survey)

直井测量似属钻井师之事，但在美国多由地质家担任此种工作，盖以井之直斜与研究井下地层至有关系，如为直井，测计地层厚度容易，如井偏斜不正，非根诸其斜度不能求得各地层之真正厚度，所以欲行计算井下地层厚度，必先确测井眼，普通每日晚测量一次。直井测验所用之仪器种类不一，其中以 Totco 为普通，此种仪器之构造略为复杂，就大致言之可分数部：(1) 套管长约 1.5m，直径 38mm，下端附有螺丝弹簧，借以减少与井底之急烈撞击。上端有螺丝接扣，以备与顶盖相接。顶盖上连以铁线，铁线长 1700m 以上，直径约 3.2mm，一端绕在绞车上。(2) Totco tube 长约 87mm，直径不及 25mm，其内装有计时表，其下端有一方形壑口。另外有一短管名 Godevil，上端套入 Totco tube 内，可上可下，并可左右转动，下端侧面有一钢针，并刻有 3 至 20 之数以示时间分数，底部有浅槽，以备放置卡片 (Chart)，Chart 系一小圆纸片，其上画有数个圆圈，由内而外有一、二、三、四等数字以示度数。如将短管推而向左转至某分数——假定 3 之分数——遂再转回使钢针正指 Totco tube 方形壑口之左边，然短管可以自行向右转动，待钢针转至右方壑口右边时，整是三分钟，短管即行跳下而与撞针相逐，其上之 Chart 遂被穿一小孔。(3) 撞针，为一细钢针，其下连以钟铃状之圆盘，以置于固定顶针之上，可以自由活动。(4) 支管 (Support tube) 凡分上下两节，上节之上端有一橡皮圈，中间束一铁条，下节有螺丝扣可以与 Totco tube 相接，二节有发条弹簧以连之，并中心有一铁条以资管制。以上各部分平时皆行拆散分别置放。测量井眼之手续如下：(1) 取下钻铤 (Drill stem)，而将钻杆 (Drill pipe) 留于井内。(2) 一面将绞车上之绳套连在发动机上，一面将其上之铁线钳于记转表 (Cyclometer) 之二轮间，并将铁线所连顶盖置于井口附近。(3) 将 Totco tube 之短管转至适当时间分数，先估计该仪器下至井底所需时间若干，如井深 1700m，可将短管转至二之时间分数，然后将撞针管套于 Totco tube 之上，并使其与支管接起，最后入套管以内。(4) 将套管与顶盖接起。(5) 一人管理仪器，由钻杆内放下，一人观察记转表记载仪器所下之深度。(6) 俟仪器下至井底，约计短管已经跳下，遂将仪器提出，并将各部拆开，然后观察短管下之 Chart 被撞针所穿之眼究在何处，如在中心，证明井眼十分直立，如在第一圈线上是偏斜一度，第二圈线上是偏斜二度，以此类推。

## 三、钻井进行时间之记载 (Drilling time)

钻井进行之时间对研究井下岩层大有用处，极应详实记载之，例如钻至某深度进行甚

---

即现在通称为钻时。

迟，或钻至某深度进行甚速，地质家可借以推断是属何种岩层。昔者钻井对于进行时间亦有记载，但其目的是借以考验钻井之优劣，现在钻井皆进行甚速无需考验，所有钻井进行时间之记载，纯为研究井下岩层而为之，是以钻井工人常在地质家指导之下而详记钻井进行之时间也。

记载钻井进行时间，应注意之点甚多，第一在一深度要明了钻杆之重量，并设法管制钻杆使其压力一致，不得忽高忽低（同一长度之钻杆），以免钻压软硬不同之岩层时，所需时间长短颠倒（如钻经软岩层时，而钻杆压力过低，其所需之时间未必短；钻经硬岩层时，而钻杆压力过高，其所需之时间未必长）。至同一长度钻杆之压力是否一致，普通有一压力表（Indicator）可以考察之，如用大钻机钻至 2700 ~ 5000m 时（如斯深度之差无需增加钻杆，故其长度重量一致），其压力表针常指 4000 磅之数即属合适。

钻井进行时间记载手续虽颇简单，但欲作到精确地步亦至需经验，普通：（1）以准确之标尺用粉笔在钻铤上划出米数，一次 5 尺（1.6m）。（2）在压力表前置一钻井进行时间报告表以便记载，其表式如下：

钻 井 进 行 时 间 报 告 表

Commpany \_\_\_\_\_

No. \_\_\_\_\_

Field \_\_\_\_\_

Type of indicator \_\_\_\_\_

Mud weight \_\_\_\_\_

Weight on drill pipe \_\_\_\_\_

Mud viscosity \_\_\_\_\_

R. P. M . rotary table \_\_\_\_\_

DEPTH		TIME DRILL 1.6m			DRILLING REACTION	SHUTDOWN TIME Hrs & min	A. M. OR P. M	REMARKS  Show Dates in this Column
From	To	Begin	End	Actual time				
00	5						- M	
5	10						- M	
10	15						- M	
20	25						- M	
25	30						- M	
30	35						- M	
35	40						- M	
40	45						- M	
45	50						- M	
50	55						- M	
55	60						- M	
60	65						- M	
65	70						- M	
70	75						- M	
75	80						- M	
80	85						- M	
85	90						- M	
90	95						- M	
95	100						- M	

报告表普通由司钻记录，即一面管理钻机之压力表，一面观察钻机之进入 m 数，并一面观察时间表。待钻至 1.6m 时将其所需之时间填入表内，如中间因故停钻并将停钻时间填入表内，以便计算时间时，将其除去。每钻至 1.6m 时记一次时间，以至钻进 33m 时，正将一表填写，再接填第二表。

钻井进行时间，普通钻进 1.6m 记载一次，但地质家以为在某一深度有详细研究之必要时，每钻进 1 尺或 2 尺 (0.3 ~ 0.6m) 即需记载一次，过此深度再依 1.6m 法记载之。所有时间记载表悉交地质家整理，并作 Drilling time log 以表示硬度不同之各岩层。

#### 四、钻井下之岩样采集

钻井岩样 (Samples) 凡分岩屑 (Cuttings)、岩心 (Cores) 两种。岩屑，即钻井时，用普通钻头切下之岩屑，俟由泥浆而带出。岩心，即遇到重要岩层，用空心钻头钻取之岩柱，后由钻杆而提上，二者皆为研究井下岩层之直接材料，至为重要，兹分别详细述其采取方法如下。

岩屑采取之方法 普通钻井皆用旋转钻 (Rotary Drill)，其钻头为牙轮钻头，尤以“修斯”牙轮钻头 (Hughes rock bit) 为最多，其上有三齿轮，齿各坚利，当钻凿时，如遇砂岩即切成碎块，如遇页岩、灰岩即切成薄片。所有依次凿下之岩屑皆随时被由钻杆流下之泥浆冲之而上，以至于地面，所以钻凿进行不已，岩屑随泥浆而上如川流不息。先切下之岩屑先到地面，后切下之岩屑后到地面，但先后被泥浆冲上之岩屑，自切下后，究竟历若干时间而达地面，此可概括诸井之深度及泥浆之流率算出之。美国阿肯色州之 Columbia county 有一深井，自正午十二点由 2700m 向下钻进以至钻到 2703m，共历二点半钟。其先切下之岩屑计至下午二点半钟达于地面，后切下之岩屑计至五点零几秒达于地面，即先切下之岩屑由切下至到地面共需二点半钟，后切下之岩屑至到地面共需二点半钟零几秒。普通欲采某一深度岩层之岩屑，必先计定其至地面之时间，待下钻至此时间时，在地面接取之。在美国每深 10 尺 (3.3m) 采取岩屑一次，当上次岩屑切下后下钻 3.3m 时，再计算岩屑至地面之时间，并俟下钻至其时间时，由地面接取之 (钻井系继续进行，每次切下之岩屑待到地面时，又各向下钻进若干深)，依法依次作去，而得井下各段岩层之碎石焉。此种工作至少需二人，一人 (钻工担任) 在井上记载向下钻进之深度及各次岩屑至地面之时间，一人在地面接收各次出来之岩屑，前者察准深度，计定时间，按时告知后者着手接收岩屑。

岩屑由地面接取之方法颇为简单，岩屑至地面入分岩机。分岩机种类颇多，最普通者为管状旋风机，其构造有一铁丝网圆筒，筒内有二层螺旋状薄铁板绕附于中轴上，筒之一端与泥浆管相连，另外有一小铁丝网圆筒并有一板齿转轮，前者 (其构造与大圆筒相同) 以细管连于泥浆管之傍，后者置于泥浆管以内 (泥浆管上面开一长方口，中置板齿转轮)，各部互相联络，板齿转轮中轴之齿轮与一细管之齿轮相接，细管他一端之皮带与大小圆筒之一端相连，当泥浆冲动板齿转轮时，可以使全部机器转动，此种分岩机本分两用：一、泥浆流入大圆筒内可以将岩屑分开由一端送出，所余泥浆经过铁丝网至一木槽内，后流入泥浆池中。二、一部泥浆流入小圆筒内使岩屑分出送入一小木槽内，以便收取岩样。由此木槽每次收取岩样之手续，先由木槽取岩屑许多放一木板上混合划分递减，然后取一小部分装入长 150mm 宽 25mm 之布袋内，袋上带有布签，将：(1) 地名及井号数，(2) 岩屑深度，(3) 采取日期，分行书其上。

上述钻井系继续而下，所切岩屑亦继续而上，即上一层之岩屑紧接下一层之岩屑，此种岩屑名曰 Drilled Cuttings，其极易混杂不清。所以遇有岩层，有特别考查之必要时，应用停

钻采样法，即由一岩层顶部钻至底部时，将钻停止下进，仅使泥浆流通以冲岩屑。假定一岩层 2700 ~ 2703m，历二点半钟将其钻透，遂停止下钻，专采此 3.3m 厚之岩屑，此种岩屑名之曰 Circulated cuttings，其上之碎层已经冲出，其下无岩屑继之而上，故其较为纯洁可靠。

岩心采取之方法 在美国钻井时，所有钻井悉由地质家指挥，如地质家为某一段地层有详细考察之必要，即令钻取岩心。普通每钻一井，其上部及中部必须取岩心一次，以后将及油层或快至底部，又连续钻下以取整段之岩心。钻取岩心所用之钻头为空心钻头上已述及，其心装备有 Core catcher，Core catcher sleeve，其上接 Core barrel，当向下钻凿时，所切下之岩心经 Core catcher，Core catcher sleeve 进入 Core barrel，待 Core barrel 满获岩心，徐将钻杆提出（当提钻杆时，岩心遂被 Core catcher 截断而留于 Core barrel 内），其下节放于地面上，然后将钻头卸开，将 Core barrel 抽下，并将岩心取出放于木槽内以测其长短焉。钻取岩心不易全部采出，如遇岩层过软更不易采出，普通钻下 3.3m 可采出 2.7m（名曰 Cored cores），就采出之岩心，依其不同之岩性分别各取一段（名曰 Recovered cores）装入铁筒内，并将：（1）岩心号数，（2）岩心长度，（3）岩心深度（自若干深钻至若干深），（4）位置及井下号数等字样一一分别书于铁筒之上，其余之岩心仍照样记明，另行存起，以便研究。岩心直径普通较井眼为小，且随钻凿之次数愈下愈小，其目的为作 Stem test 时易于 Packing。

### 五、岩屑之淘洗及焙烤

岩屑由分岩机收下满带泥浆，须经淘洗焙烤后方能研究，兹将淘洗焙烤之方法述之如下。

淘洗焙烤所用之器具 岩屑之淘洗及焙烤所用之器具，普通有以下各部分：（1）图筒（Cutting wash can）若干个，以白铁制成，高约四寸半（11cm），直径三寸半（8.8cm）各制有 1、2、3 等号数。（2）洗岩池（Wash basin）长宽各十九寸（48.5cm），深约六寸（15cm），其下连一细管以便池中之水随时流出，其所用之水由另一水管流入。（3）烤炉共分上下两部，皆以铁质制成。下部名 Burner，高约 4.3dm，宽约 6.7dm，深约 4dm，其内有井字形汽管与地下汽管相连，管之上有活门可以管制气流。上部名 Oven，其大小与下部相同，凡分二层，各可容约十个圆筒，上下两部分有一门，以便焙烤时可以关起。（4）硬纸口袋（亦可用布制成）长约 75mm，宽约 50mm，上口粘以胶纸以便封起。

岩屑中如有微小化石，如有孔虫，其淘洗焙烤之器具略有不同，主要为浅盘（Tray）、磁碗（pan）、铜丝罗（Sieve）、洗池（Washer）及烤炉（Oven）。浅盘为一木盘，其中以纵横木板隔成方斗多个（约四十余个），底各有孔，自左而右并由上而下依次在各斗之边板上漆以 1、2、3、4 等号数。磁碗即普通之白铁磁碗，但以深陡者为适宜。其上制有 1、2、3 等号数。铜丝罗高 67.5mm，直径 179mm，为 140 筛至 150 筛。洗池即一深方池，底可漏水，置于水管之下，水管口接以有孔圆盖，使水喷射而出。烤炉即普通烤炉，惟其底壁带有多排圆孔，且可取下。

淘洗焙烤之手续 岩屑淘洗焙烤之手续，颇为简单：（1）岩屑布袋由井上取回，依照其深度号数自左而右排成一行。（2）每一布袋旁置一图筒（筒上之 1、2、3 等号数与布袋上由浅而深之号数相对），然后由布袋取出岩屑放于所对之圆筒内。（3）依次将各圆筒移于洗池之旁，并将自来水管放开，使水流大小适宜，过小不易将岩屑洗净，过大容易将岩屑冲失。（4）自头一筒岩屑起始依次淘洗，其洗法，以手持筒向自来水管下，一面接受水冲，一面不断的摇动，待筒之水已满，将其倾出，再冲洗，再摇动，如此者四五次，筒内之岩屑即可洗净。（5）将圆筒（岩屑仍在筒内）依次放在烤炉内，并将炉门关紧，然后点火（最好燃天然



气)，约烧至一点钟之时间，所有圆筒岩屑即可烤干。(6) 将圆筒由烤炉取出，一一照号数放于原来布袋之旁，并每一圆筒上放一硬纸袋，以便装盛岩屑。(7) 将各筒之岩屑移于纸袋内，并将布袋之说明一一照抄于纸袋上。最应注意者，每次洗烤岩屑，对圆筒之置放，须处处按照原来布袋排列之次序，以便记忆，而免错乱。

如砂岩富有小化石，为小化石而洗烤，其手续较为复杂，依次述之于下：(1) 将岩屑由布袋取出依次放于浅盘之方斗内，并于每一岩屑上放一硬纸袋，然后将布袋之上说明及方斗之号数一一照写于纸袋上。(2) 将烤炉之底壁取下置于洗池之旁，并将磁碗各盛水少许依次坐于底壁圆孔内。(3) 由方斗各取一部岩屑按号放于水碗内浸若干时间（使岩屑粉化为止）。(4) 自一号岩屑碗开始，依次在洗池淘洗，每洗完一碗必放原处，不得错乱。其陶洗时，将磁碗之岩屑移入铜丝罗内，以手持罗，在水管喷头下，一面喷洗，一面用橡皮在岩屑上轻轻揉磨，使岩屑成泥随水冲去，结果仅余沙粒及化石，然后移于原碗内。(5) 各碗全行洗完后，将底壁带磁碗送入烤炉内，燃着天然气和从事焙烤。惟因化石易于损坏，焙烤时间不可过长，约历三十分钟将其烤干为限。(6) 将烤干之岩屑化石一一按号装入方斗之纸袋内以便研究。

六、岩屑之登记法

岩屑为研究地下地质之重要材料，洗烤之后，至需详记，妥为储放，以备作种种之岩性分析，其登记之法，各石油公司之试验室不同，在美国 Carter oil Co. 之试验室，制有岩屑登记表以备整理后之岩屑一一填入，并制一种卡片，一片只限一井，以备查取，颇为便利。并将表、片之式样书入于下：

岩 屑 登 记 表							
箱号数	岩样号数	深 度	井号数	地 区	位 置	收到日期	附 记

岩 屑 卡 片

位置：

地区：

井号数：

岩屑之总号数：

井之总深：

岩 层：

产油或干井：

箱之号数：

附 记：

七、岩样（Cutting & Core）在显微镜下之观察

为探油而钻井，其所经过之地层常常为水中沉积物，故由井下所采之岩样多为沉积岩。沉积岩不外乎灰岩、页岩、砂岩三大类，此数类岩石仅凭肉眼观察，对其性质只可得之大概，即具有经验之地质家亦不过就其显著之点，如色相、结构及化石，以判别其不同，此于研究石油地质有嫌粗略，所以非用显微镜观察不易明其底细也。显微镜观察所要知者，在灰

岩为色相组织、孔隙性及化石等。在砂岩为色相、石英粒之形状、石英粒之大小、粘合物之成分、孔隙性以及特别矿物等。在页岩为色相、组织、砂粒之形状多寡、泥土之性质及化石、矿物等。藉以寻获各种岩石之特征，以便细分不同之岩层，能以详知不同之岩层，方可断定地下之情形，此与采油大有关系也。

岩样在显微镜下研究，所用之显微镜普通为 Spencer binocular microscope，系 Spencer Lens Co.，Buffalo，New York 出品，其构造颇为简单，下有一铁座上钳玻璃板以便放置岩样，上有双目镜可以左右转动，以正距离，并有一图盘有多孔，亦可转动以察光地（Light field）各部分。此种显微镜，普通之放大倍数为二十倍，如需较大倍数可将 Objective 置于图盘之下。另外尚有小电灯一座，附带变压器一具。

岩样在显微镜下观察，其方法，岩屑与岩心各有不同，兹分别述之于下。

岩屑 岩屑既已洗烤后分别装入纸袋内，可以一一在显微镜下观察。观察时，先注意以下各点：（1）何种岩屑，其为 Drilled cuttings 耶？抑为 Circulated cuttings 耶？如系后者较为纯净，前已言之，不至有大量他层岩屑挽杂其内；如系前者必有上来之岩屑混入其中，须本诸经验将所要研究之岩屑切实认清。（2）岩屑是何种岩石（其砂岩、页岩易于认识，灰岩可以 Dilute hydrochloric acid 试定之），并有几种，其仅一种砂岩、一种页岩或一种灰岩耶？抑两种同有或三种具备耶？如仅有一种可知其系单纯岩层，如有三种，其量相等，多半系交互所成之岩层（Alternated deposits）；如有两种（页岩、砂岩），其一种为量甚少，大抵为中夹之薄岩层（Interbedded deposits）。如此推测，则井下之岩层层叠大致已明，然后再观察各种岩石之性质，如砂岩则观察其色相如何？石英粒之形状大小如何？粘合物之成分如何？孔隙如何？有无特别矿物及油迹（Oil stain）。如灰岩则观察其色相如何？组织（Texture）如何？孔隙如何？有无小化石及油迹？如页岩则观察其色相如何？组织如何？成分如何？砂粒多少？有无小化石及特别矿物。此外，要留意显微镜之放大倍数，以便定各种岩石之粗细。

岩心 岩心系由岩层整个钻出，故无需注意有他层岩石掺于其中，只需特别从详考查各岩心（Recovered cores）之色相、组织、成分、孔性、化石、油迹及特别矿物等，一如研究一地露出不同之岩层然。

岩屑、岩心在显微镜下考查，需要记载，其记载固需详细，但普通一日观察碎岩岩心甚多，亦要设法使记载迅速，在美国一家石油公司制有种种符号，以便描写岩样之岩性，用之颇为便利，其符号表如下：

岩 样 描 写 符 号 表

1. Rock character: Two printed Letter, the first a capital.		Dolomite	Do
		Feldspar	Fl
Anhydrite	An	Fossil	Fo
Arkose	Ak	Glauconite	Gl
Calcite	Ca	Gypsum	Gy
Chalk	Ck	Hematite	He
Chert	Ch	Lignite	Li
Asphalt	As	Limestone	Ls
Coal	Co	Marl	Ma
Mica	Mi	Mudstone	Md
Conglomerate	Cl	Quartzite	Qt

Salt	Sa	Flaky	<i>k</i>
Sand	Sd	Glassy	<i>v</i>
Sandstone	Ss	Granular	<i>g</i>
Shale	Sh	Hard	<i>u</i>
Silt	Si	Large	<i>i</i>
Tripolite	Tr	Medium	<i>m</i>
Pyrite	Py	Nodular	<i>n</i>
Siderite	Se	Oval	<i>o</i>
		Platy	<i>p</i>
		Porous	<i>l</i>
2. Color: One small printed letter		Permeability	<i>pem</i>
Black	<i>k</i>	Rough	<i>h</i>
Blue	<i>b</i>	Round	<i>r</i>
Brick	<i>i</i>	Small	<i>j</i>
Brown	<i>a</i>	Smooth	<i>w</i>
Buff	<i>f</i>	Soft	<i>t</i>
Cream	<i>c</i>	Splintery	<i>s</i>
Dark	<i>d</i>	Varied	<i>b</i>
Drab	<i>v</i>	Tight	<i>tt</i>
Dull	<i>e</i>		
Gray	<i>g</i>		
Green	<i>n</i>	4. Impurities: One written letter, Capital	
Light	<i>t</i>	Sandy (Arenaceous)	<i>S</i>
Maroon	<i>m</i>	Argillaceous, shaly	<i>Ft</i>
Olive	<i>o</i>	Asphaltic	<i>A</i>
Pale	<i>h</i>	Calcareous, limy	<i>L</i>
Pink	<i>p</i>	Limestone inclusions	( <i>L</i> )
Red	<i>r</i>	Carbonaceous	<i>C</i>
Variegated	<i>z</i>	Cherty	<i>Z</i>
Vivid	<i>s</i>	Ferruginous	<i>F</i>
White	<i>w</i>	Fossiliferous	<i>E</i>
Yellow	<i>y</i>	Glaucinitic	<i>G</i>
Scarlet	<i>l</i>	Gypsiferous	<i>R</i>
		Dolomitic, magnesian	<i>D</i>
3. Texture: One Small written letter		Micaceous	<i>M</i>
Angular	<i>a</i>	Oolitic	<i>O</i>
Chunky	<i>q</i>	Pyritiferous	<i>P</i>
Coarse	<i>c</i>	Quartzitic	<i>Q</i>
Concretionary	<i>y</i>	Salty	<i>W</i>
Concretion	<i>y</i>	Siliceous	<i>B</i>
Conglomeritic	<i>g</i>	Silty	<i>N</i>
Crystalline	<i>x</i>	Tripolilic	<i>T</i>
Dense	<i>d</i>	Lignitic	<i>L</i>
Fine	<i>f</i>		
Fissile	<i>e</i>	5. Amounts, etc.	

And	+	6. Miscellaneous	
Chiefly	#	Partly	
Fragments		Above	
Grading to		Clear	cle
Highly	+	Imbedded	imb
Very highly		Knocked out	no
Nearly		Probably	ro
Segregated		Mixed	mx
Segregations		Opaque	opq
Semi		Translucent	trl
Slightly		Transparent	trp
Some		Oil-stain	o-s
Streaks		Odor	od
Sub		Impure	imp
Trace	1	Spotteod	sp
With		Bleeding	bg
Traces	ls	Bubbles	ib
Texture		Saturated	sat
		Dead	dd
		Amounts	

将岩样在显微镜下观察所得之岩性，用上表之符号一一记下，以作井下剖面图之用。但岩屑之记法与岩心不同，岩屑之记法先记岩屑之深度（自地面），如为 Circulated，其深度下记以 Cir，如为 Drilled 其深度下记以 Dri。后记岩屑之岩名及其色性、组织、孔性、矿物等。其例如下：8710（Dri）ShdgE，Shrls，Ssrf，Ssgce，872（Dri），ShkE，Sswce，Shg & ls。岩心之记载，较为琐碎：（1）记钻取岩心之次数，（2）记所钻岩心之长度，（3）记实得岩心之长度，（4）记钻取岩心之日期时间，（5）记所钻岩心之各段长度，（6）记所钻岩心各段之岩名及其种种性质。如同时钻井不多，对于岩屑岩心之记载，尽可写成实际情况，不必用以上之符号也。

### 八、井下岩层柱状剖面图（Sample log）之绘制

所有井下岩样既作显微镜研究，且已将研究所得一一记下，然后可进而绘制柱状剖面图，惟井下剖面图之制法，与普通剖面图略有不同，后者之绘制就地层露头将不同之岩层一一测下累积作起，较为容易；而前者绘制时，除岩心显示岩层层序颇为清楚可以照之划入外，所有岩屑多半乱石堆杂，混淆不清，虽有时根诸种种情形可以推知其为连续成层，中夹成层或交互成层，如上所述，然常常难以决定，只有将不同之岩石依其体量分别填入，藉以知其多寡不一，并成何种比例，殊难将其原有之沉积情形表示一清也。兹将其详细绘法述之于下：

先取图纸一张，纸之右边印有立线两道，中间印有横格，每格代表 3.3m（10 尺），照此比例于立线之左，由上而下填明米数，然后按照图例及所有显微镜下观察记录，将各种岩石在横格内依次填绘，如系岩心可以按之层序平层划入，如系碎岩可按各种岩石之多寡左右分段绘入，普通量多者，绘于左边，量少者绘于右边，但可以推知层序者仍应依之平层绘入，以表示其实际沉积情形。又如系 Circulated 岩屑，可按其深度绘于立线之右。最后放岩

心岩层及 Circulated 岩屑岩层之右，分别注明 Cored 及 Circulated 字样。如此则一井下柱状剖面完全绘出如剖面图也。

九、钻时曲线图（Drilling time log）之绘制

所有钻井进行时间之如何记载、如何填表、已如上述，兹再论如何利用钻井进行时间表绘制时间曲线图，以示各种地层不同之硬度，而藉以推断岩石之种类，总之现在地质家研究石油地质，对于所有材料之利用可谓无微不至，故其所得结果之准确亦无以复加也。

钻井进行时间曲线图之绘制，多与井下岩层柱状图划在同一之图纸上，以便两相比较，前谓井下岩层柱状图之右边印有方格线，其由左而右，每一格代表五分钟，自上而下，每一格代表 3.3m（10 尺），进行绘曲线时，先将所有方格左右上下比例合计清楚，然后按照钻井进行时间表所载，由若干米至若干米共需若干分钟，准之比例在方格纸上划一段立线以代表岩层厚度，并联一平线以代表时间，自顶端开始一直画下，结果适成一凹凸不齐之曲线图。

钻井时间由曲线图所表示岩层之硬度，应与井下柱状图上之岩性相符合，但有时因钻井进行时间或岩样之深度记载不甚准确，不免互相错移，如曲线图之凸出线反应与柱状图上之软岩层相对，即知中有错误，遇此情形可以设法矫正之。

十、钻井下岩层之对比（Correlation）

研究钻井岩层时，对其地质时代，应揣知其大概，但为求其详确起见，必须与旧井柱状图、钻井曲线图及电测曲线图相比拟。其比拟之法，即将所有新旧井下柱状图、曲线图及电测图置在一处，并由各图选一显著之岩层使之排齐，然后在其上下寻察是否再有互为相当之岩层。但岩性多变化，如灰岩可以变成页岩，页岩可以变成砂岩，寻察时必须注意，如在各图中寻有二层，十分相当，其间各层则不难互相比拟也。有时各图之几层岩石极似相当，但其高低相差悬殊，其必因断层或褶皱而高低其位置。如此比拟完竣后，在新作之井内柱状图之左边注明各段岩层之时代及特别之岩层，以便依之作地下构造图及岩层厚度图。

十一、地下地质构造等线图（Subsurface structural map）及地层厚度等线图（Isopach map）之绘制

所有井下之记载考察，其目的在求明了地下各种岩层之变动、厚度及分布，以便推究重要油藏之所在。地下地层之情形即已清楚，则进而绘制地下构造等线图及地层厚度等线图以表示，其绘制之法凡分两步如下。

第一步先每一井制一表，各井下地质记载表（Geological well record）如下式：

省名\_\_\_\_\_县名\_\_\_\_\_油田\_\_\_\_\_

井之号数及位置\_\_\_\_\_井之高度\_\_\_\_\_井之深度\_\_\_\_\_

地 层	深 度	高 度	厚 度	附 记

将油田位置及井之号数位置填于表之上端，由柱状图、曲线图或电测图定出之各层名目填于表之左栏，各地层之深度（由地表算至地层之顶部）填于表之中栏，并每一减去海面上之高度，所余者为海面下之高度，其上加一副号。如各地层之深度在海面以上，则其深度由海面上之高度减去，所余者为海面上之高度，所有各层高度填于表之右栏。此外各层之厚度亦应算出，一一填于表栏之内也。

第二步照表将各井之位置绘于一纸上（在美国皆用 Township 图纸以定井位），并将一地层不同之高度分别照写于各井之旁，然后将各高度以线联起，即成一地层之构造等线图。照法每一地层绘一构造等线图。

再照表将各井之位置绘于一纸上，并将一地层不同之厚度分别照写于各井之旁，然后以线将各厚度联起，即成一地层之厚度等线图。照法每一地层绘一厚度等线图。

即有以上两种等线图，其地腹之油如何储存，如何分布不难明了，再进而正式钻井出油则大有把握也（普通探采石油，先就地面构造钻一探井，如有油，再于中部四周连钻数井以探明地下之地质情形，然后正式全部钻井以出油）。

## 十二、井壁岩样之采取（Side well coring）及油质考验

打井遇有软砂，不拟特别钻取岩心时，普通用井壁取样法采取之。此种采取岩样法所用之仪器为 Bullet gun，其构造系长约 2.3m 之圆形金属筒，筒内装有三节金属板，下面呈半圆形，上面中部凸起，其凸起部分，每有圆形小槽六，深约 6.2cm，直径约 2.5cm，底面钳有圆铜片，正盖于电线之正副两端，各机理装有带底之小圆筒名 Bullet，长约 7.5cm，以铁丝盘于金属板之上，其下置以炸药，厚约 25mm。Bullet gun 上部之一节连有电线三组（与下节内之三组电线相接），同装于一橡皮管内名 Cable，平时缠于转轮上，转轮装有记转表，正如汽车之上记程表，以记载 Cable 放下之尺数，三组电线之他端各连一电力表，并有开闭器以管制之。

进行采取岩样时，将 Bullet gun 下入井内，并观察记转表以记其下进之深度，待 Bullet gun 下至所要采取岩样之砂层时，遂将开闭器推开，使电流传通，Bullets 下之炸药即行爆炸，将 Bullets 推入砂层内以取岩样。但放炮时，须由下一组 Bullets 放起，依次及于二三各组，并须记明某组所取之岩样系由某深度之砂层，然后将 Bullet gun 起出，将各 Bullets 剪下，并依照号数放于本槽内，俟其稍干，将 Bullets 之底打开，以铁棒将岩捣出，装于玻璃管，各记明地址、井数及深度，以便试验。

岩样取出后即着手试验其中是否有油质，其试验之法约有以下两种：Fluoroscopic test：用具为黑色木盘一个，黑布罩一个，Fluoroscope 一架，其制造轻便，形状如瓢，直径约 100mm，内有白光玻璃管，通以电线，另附 Electronic Converter 及 Battery 全套仪器，价值七十美元，系 Ultra-Violetprod Inc., Los Angeles, Calif., U.S.A. 出口。手续先将 Fluoroscope 置于黑布罩之下，放开电光，然后将盛在黑盘内之岩样放于 Fluoroscope 之下以试之，如岩样含有石油质则呈一种淡黄色，否则为黑色，此种试法甚为灵敏，虽有至少之油质亦可试出也。

Pentane test：器具及溶液（1）Pentane 溶液，（2）粗玻璃管一个，上刻有度数，以示若干 C.C.，漏斗状玻璃杯一个，其下亦刻有 C.C. 度数。试验手续：（1）取 10C.C. Pentane 注于粗玻璃管内。（2）将岩样上之泥浆除去，并取几块放于 Pentane 溶液内，然后观察溶液

---

即井壁取心。

共增若干 C.C.，由总容积内减去溶液之 10C.C. 容积，所余者即岩样之容积，(3) 将粗玻璃管轻轻摇动几次，岩样内如有油质则必渐渐漂浮于溶液上面。(4) 将溶液面上之油注于漏斗玻璃杯内，用热水冲之至石油变成原有之颜色而浮于水面为止，然后观察油占有若干 C.C.，根之以算油对岩样所成之百分比，既知其百分比，由此可以确定油砂之价值也。

### 十三、泥浆中之油气考验

钻井时除直接考验岩层之油质外，并藉泥浆研究之井下是否有油气。其研究方法至为新颖，所用仪器亦甚机巧，仪器名 Panel，包有以下各种：

(1) Pump selection 附有 Cyclometer，以线与 Mud pump 相连，专为记载 Pump stroke，即 Pump 每动一次 Selection 下降一次，并 Cyclometer 多转一数字。

(2) 井之深度表，以线与井架上之滑轮相连，每钻下一尺 (0.3m)，该表即转一数字。

(3) Rotometer (即 Glass cylinder 专为收集气体之用) 及 Filament，前者以橡皮管与 Shale Shager 上之弯气管及玻璃瓶相连，后者以电线与电力表相连，并二者与中间之玻璃瓶以电线相连，当气体由泥浆入于弯气管、玻璃瓶及 Rotometer，再进入于 Filament 则自行燃烧，遂使电力表立刻变动。

(4) 板齿转轮置于 Shale shager 之下，专为采取泥浆标本之用，所采泥浆普通用 Fluoroscope 试验其中是否有油质。

将以上各种仪器记载之结果，如井之深度 Pump stroke，电力表示明之气体，Fluoroscope 试定之油量，一一记于 Mud analysis tTable 内，并根之将钻井进行速率、泥浆由井底至地面所需之时间，分别算出，然后绘制 Mud analysls log.

### 十四、结论

在钻井下研究地质比较困难，对于各地层既不能用眼去看，亦不能用手去测，欲得其详，惟有就井中种种情形、记载、研究、讨论而推断之。故钻井时有：(1) 泥浆之分析，(2) 井洞之测量，(3) 钻井之记载，(4) 碎岩之淘取，(5) 岩心之钻采，(6) 岩样之研究，(7) 岩层之比拟，(8) 地下各地质图之绘制。以上种种倘能作之详切确实，对于地下地质，则可完全明了，且能辨精识微，致于详细，以判断地下之经济情形也。

井下地质研究，须要全盘考察，多方注意，不可以一微之证据，推断大体，以一井之事实，概论全局。进行研究时，所用各种器具亦要精美而完备，徒依人之经验，而少完美之仪器，所有工作已难致精至当之处，古人云“工欲善其事，必先利其器”，此之谓也。

# 中国石油工业的概况

中国的石油工业，就采油方法而论，基本上可分为两大部门：开发天然石油和提炼人造石油。

应该指出的是，整个中国石油工业是很幼稚的，实在说来，正在发展状态中。1949 年度全中国石油产量约 12 万 t，其中人造石油约占 5 万 t，按 1950 年计划产油量是 18.6 万 t，其中人造石油约 10 万 t，较 1949 年产量增加 6.5 万 t，即等于增加 54%。

1950 年中国全国需要石油的数量约在 85 万 t 以上，而其本身所产的石油，仅可满足需要量的 22%，供求的差额，可见一般。

人造石油工业，分布在东北各地，日本侵略中国，占领东北后，开始建设了五个工厂，利用褐煤和油母页岩来提炼人造石油，这五个工厂原计划原油生产量每年为 50 万 t。在这五个工厂之中，日人当时仅完成了抚顺的两个工厂，而且还不是全部完成，两厂原计划每年产量是 39 万 t，但在日人占据时期，最高产量达到 28 万 t。

开采天然石油，基本上在中国西北，一部分只在台湾。

日人在占据东北时期内，为了寻找石油，曾作过钻探工作，主要是在阜新地区，打过 300m 深的浅井约 90 口和用旋转钻机打的深井三口。但是，除了有一口井在 240m 的深度每昼夜会出油 15t 以外，并没有获得良好的结果。

至于中国本身，前面业已提到，对于油田的探勘和开发，主要是集中在陕西、四川、甘肃和台湾等省。

现在对于油田的探勘和开采以及人造石油工厂生产等情况，分别说明如下。

## 一、甘肃省

在中国已进行寻找石油工作的各省中，除新疆外，以甘肃省为最有希望。截至目前为止，对于油田的开发和产油拥有高度技术和新式设备，并正式大量产油而具有石油工业规模的，仅有甘肃一省。因此，甘肃省，无论是在现在，或是在将来，已成为中国石油工业的主要基地。

甘肃省位于中国西北部，其省会兰州距离铁路车站有 800km，目前通往兰州的铁路正在修筑中，并预定于 1951 年内修筑完成。甘肃省的位置，由于南面接近祁连山，北面接近合黎山的关系，形成了狭窄的走廊地带。经野外地质调查，在甘肃省境内共计找出石油构造十处，而大部分均在玉门县境内，其中经过钻探并正式采油者，只有老君庙一个构造。如果除去用半土法每日采油 5 ~ 6t 的陕西延长和尚未解放的台湾以外，老君庙油矿在中国要算主要的、唯一的采油地了。

该油矿位于甘肃省会兰州西北 800km，经由甘新公路和兰州相衔接，可直达重庆。油矿位于海拔 2400m 的高度，其西部有石油河贯穿其间，为该油矿主要的而且唯一的水源，因此技术上和生活上的用水得到了保证。



老君庙的地质构造是一个不对称的背斜层，长轴 7000m，短轴 5000m，其背斜层的存在，可以由露头的剖面看得清清楚楚。构造南翼的倾角是  $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ，而北翼是  $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ，甚至有些地方达  $90^{\circ}$ 。老君庙油田的油层分布于第三纪的甘肃系中。

主要采油地点是在构造的南翼，其岩层造成急剧的交叉错综的形态。如果就海拔来比较两个井口的标高时，例如最高的 K—19 号井的海拔是 2547m，最低的 60 号井的海拔是 2375m，那么，可以看得出来，一个井比另一个井要高出 172m。

除了沿北翼有两个断层：一个沿走向，一个沿倾斜之外，构造并没有受到断层的破坏。

老君庙油田的开发，是在 1939 年开始的，最初期的油井打到的油层叫作 K 油层，深度由 100 ~ 200m，本层共厚 80m，而纯油层的厚度在 6m 以内。由 1938 年至 1940 年止，打到 K 油层的油井共计六口，深度在 100 ~ 200m 之间，每日产纯原油 1 ~ 1.5t。据中国地质家们的意见，K 油层并不是原生的油层，而是由于油的流动由下部的 L 油层流上来的次生油层。目前因为产量小，K 油层的六口油井业已全部封闭，总计先后共产原油 5000 余吨。

1941 年，在 440m 的深度下发现了下部的 L 油层，这就是老君庙主要的产油层，在钻开 L 油层钻井过程中，会有第四号井和其他四个井完全自喷了。后来又有第八号井在深度 449m 也自喷了 17 个月之久，无法控制，共喷出原油在 6.2 万 t 以上，也就是等于平均每日喷出 120t，个别的喷出量有时每日达 350 ~ 400t。

从 1943 年起，经采取必要的防止自喷办法以后，才开始有系统的钻 L 油层，由 1941 年起至 1949 年止，钻到 L 油层的油井一共是 41 口，在过去 9 年间，由这个油层共采原油达 60 万 t 以上，同时附带产出天然气  $7600\text{m}^3$ 。此外有两个油井曾发现了第三个油层 M，这个油层位于 L 油层下部约 70m，但直到现在，还没有彻底加以试验，在最初试验油井时，M 油层油井的产量每井每日为 5 ~ 6t。

L 油层油井的平均深度，在穹窿部分的约 420 ~ 500m，在缓斜部分是 750 ~ 850m。L 油层平均总厚约 40 ~ 42m，而出油层的厚度约 20 ~ 21m。

有些地质家认为 L 油层可分为三个独立的油层，但是，大多数工作同志们认为是一个油层，他们的理由是似乎有一些厚度 1 ~ 20m 的粘土页岩夹层把 L 油层分隔成为三部分，如同两面凸形镜头一样。根据这些意见，可知所开采的 L 油层，总的说仍是油层。油层的厚度，大部分由 1 ~ 5m 至 5 ~ 10m，而个别油井中的油层厚度有达 15m 者。

截至 1949 年年底止，已经探明的 L 油层的面积是 644 公顷，到 1950 年 1 月 1 日止，其中尚未打井采油的面积是 460 公顷，假如按照油矿选择的油井密度每井采油以 8 公顷计算的话，还可以打采油井 57 口。L 油层的边界到现在还没有完全搞清楚，仅在构造的西南部打过一个 K—17 号井，因为出水，证明了该井在油层边界之外，其他的油井暂时还没有出水。

构造东南翼背斜部分是值得注意的，就东南翼的缓斜情况以及最靠边的各油井在一二年内当油气比  $55 \sim 60\text{m}^3/\text{t}$  时，始终不断地日喷纯原油 40 ~ 45t 等情形来看，可以想像到油层的边界，距离还远。为了确定东南翼 L 油层的边界，我们曾建议在 K—19 号油井的东南 700 ~ 800m 处打一深井。假如结果良好，不但可以扩大开采面积，大量打井出油，而且可以把因防水而限制产量的各边区油井的产量大加提高，也就是那些紧缩产量的各油井的每日产量可能增到 150 ~ 200t。

---

1 公顷 =  $10^4\text{m}^2$ 。

关于油田属于那一类型的问题，至今意见还不一致，不过大多数认为是水驱式，但是这一点并没有得到证明。就 L 油层各油井的资料加以分析，大致可得一结论（至少在目前是如此），就是各油井是在气驱式之下产油。

这种想法可用下列三种事实来证明：

- 1. 假定构造上各处油井的最初压力和产油量为 100 % 时，那么按百分比作出来的压力和产油量的开采曲线，正表示着气驱式的互相关系。换句话说，也就是压力曲线高于产量曲线。
- 2. 大家都知道，边缘水向前推动，是代表水驱式油田性质的条件之一，但是该油田各个采油井喷油达六七年之久，尚无一井出水。
- 3. 例如第 50 号油井，距离各邻井只有 200m，而正式采油则在三年以后。但是该井每月最初产量和邻井的最初产量完全相同，该井喷油已经四年，现在用 6cm 的油嘴每日产纯原油 20 ~ 25t。

L 油层油井的构造是采用单层套管；导管的尺寸是由 10 到 16（常用的尺寸是 11 ），所下深度 50 ~ 100m。选择这样长度导管的原因，一方面是基于矿上存管的数量，另一方面是为在钻井过程中因突然自喷而关闭防喷器时，必须保持导管水泥的牢固性。

开采 L 油层所采用的方法是“渐密开采法”，其理由就在：缩小油井失败的危险性。在油田没有彻底探明尚须继续钻探的初期，采取这种开采法，是可以的。但在开采现阶段中，情形已经不同了，我们曾建议改用“行列开采法”。这种行列开采法，除了得到更好的产量以外，还具有一个优点，就是可以免去油田过于分散而便于有组织的进行采油工作，特别是在地形纵横交错和原油含腊过多，对于利得管和油罐必须加以保温等条件下，更是有利的。关于井距的问题，每井采油面所选择的面积是八公顷，将油井分布的位置划成方块网，则井与井间的距离等于 283m，矿上所以选择这样井距的理由，除去为了省钱以外，并无其他任何根据，如果估计到“L”油层渗透率不高和可能是气驱式的油田的话，那么这 283m 井距显然是大了一些。

产出原油的特征及其物理性质：

1. 颜色	棕黑色
2. 原油含腊	15 ~ 16 %
3. 摄氏表 200 以内沸腾汽油分溜物	20 %
4. 含硫	0.15 %
5. 含焦油	不详
6. 比重	0.860
7. 摄氏表 100 时的粘度（原油在 22 时不流动）	95cP
8. 表皮拉力	不详

出产原油时附带所出之天然气，是溶解在油层里的原油之内的，但在构造顶部认为有气顶存在的部分却不在此限。

天然气的分析没有作过，无资料可考，但是鉴于原油比重 0.860，属于轻原油类，那么，应当预期所产出的天然气将属于“脂肪类气体”，含有多量丙烷、丁烷、戊烷和其他高级炭氢化合物的“脂肪类气体”，所以应当估计到气中所含汽油量是很高的。这样估计是根

1cP = 10<sup>-3</sup> Pa·s。

据一种事实，就是在 100 沸点下，原油的汽油分溜含量在 5% 以上，也就是比巴库的原油多两倍而接近麦阔普的原油（7%），这些油田所产的天然气含烃汽油量高而被认为是“脂肪类”。

从开采日起至今共产天然气 76.5Mm<sup>3</sup>。

目前天然气每日产量是 1.8 ~ 2.0 万 m<sup>3</sup>。

应该指出的是关于“L”油层储藏量的问题，目前在中国还没有计算石油储藏量的专家，因此地质家们就业已探明的面积用计算体积的方法所计算出来的储藏量约在 600 万 t 以上，其计算标准如下：

孔隙率	20 %
饱和度	80 %
收获率	50 %
体积系数	20 %

目前进行着钻井工作的仅有老君庙油矿一处，同时矿上只是在三月至九月之间进行钻井工作，而在其余月份不进行的，其理由是：一因冬季钻井费用太大，一因在习惯上如果全年不断地钻井的话，所需的设备和材料不能得到全部保证。钻井是用旋转方法，矿上现有美国“艾迪尔”式国家供给公司出品的 30 型钻机四架，钻探能力是 1000m。

每个钻头的进尺大致是 30m，而取岩心钻头的进尺是 10m。

钻进的速度，大部分是每小时 2m，但也有个别的井达到每小时 3m。700 ~ 800m 深的油井由开钻到完成，约需 70 天，同时每架钻机每月进度约为 300m。

把打钻所用的时间作一平衡表，可按百分数分配如下：

(一) 钻进及扩大井限	33 %
(二) 下套管、注水泥及水泥凝固	37.8 %
(三) 下钻杆和起钻杆	3.6 %
(四) 电测工作	2.0 %
(五) 处理故障	8.0 %
(六) 修理工作	6.6 %
(七) 其他各种停工	6.6 %

从上述的资料，可以看出下套管、注水泥和水泥凝固所占的时间百分数最大。这种情况，可以用两点来加以说明：第一点是矿上没有专门注水泥的机器，而是用普通的泥浆泵来注水泥；第二点是所用的水泥是普通建筑用的水泥，因此要经过七八天水泥才能凝固。钻上所用的泥浆是用苛性钠（烧碱）和重晶石配制而成的，重晶石的消耗量每钻进 1m 大约需要 55 ~ 60kg。

钻井完工以后，在过去和现在都是采用水冲洗法来冲洗油井，或是在个别情况下用原油冲洗。照例冲洗之后，油井立刻可以喷油，个别的油井喷油可以到五年、六七年。喷出的油里面含砂很少。由于有系统的清蜡，油井在五六年之内不起喷油管，可以照常出油，至于利得管线、油气分离器和油池，因为有蒸汽保温设备，不会有蜡质沉淀。

试井工作，主要是用油量测验方法，视油嘴直径的大小而制作油产量和汽油气比曲线。矿上有两具取油样器，因为没有试验深部液体取样的仪器，所以从来没有使用过。另外有两具“留 m 拉达”式的试验压力表，螺线压力 100 ~ 150 大气压。但是，应该指出的是使压力表试井的工作还作得不够。

矿上现有的试验室，它有确定孔隙率、渗透率、饱和率和收获率的仪器，此外还有分析粘土和用粘土配制泥浆（钻井用）的仪器等。

现在油井利用率低的唯一原因，就是矿上向来缺乏生产计划，而所需原油的产量，可以毫不费力的由现有油井中产出。九年以来以 1948 年的原油产量为最高，即 9.1 万 t 以上，1949 年的产量约为 7 万 t。

1950 年的生产计划原油产量约为 8.6 万 t，比 1949 年的产量增加 23%，目下原油每日产量平均为 300t 以上。

所采出的原油，均在矿上炼油厂自行炼制，其炼出的油产品是汽车用汽油、灯油、柴油，润滑油和蜡烛。这些石油产品由矿上用大卡车运至销售地点，其距离达 800~1500km。

在老君庙油矿附近，半径 15~20km 以内，经野外地质探勘所发现的构造还有五个，截至目前为止，其中值得重视的是青草湾和文殊山两构造。

青草湾构造距老君庙西北 16km，其形状和老君庙相似，北翼倾角  $80^{\circ}\sim 85^{\circ}$ ，南翼  $4^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 。构造的长轴约 5km，短轴 3km，油层深度约在 1500m，较老君庙的油层为深。

文殊山构造距老君庙东南 12km，这个构造大体上是对称形，两翼的倾角一般均为  $20^{\circ}$ 。构造长 15km，其油层深度约为 1000m。

根据我国今后发展石油工业的三年计划，预定在甘肃省进行的工作如下。

（一）老君庙油矿 钻探井两口，打到“L”油层，以确定其边界，另外钻 2000m 深的探井一口，以探测老君庙更下部的油层。1952 年的产量较 1951 年增加 24%，而较 1948 年最高记录数字超过 275%。

（二）青草湾构造 1950 年开始打探井一口，钻进的深度仅以 1500m 为限。1951 年，除继续钻进 1950 年的那口探井之外，加打探井一口，共计探井两口。1952 年再打探井两口。

（三）文殊山构造 1950 年内进行钻井准备工作。1951 年内打探井一口，而于 1952 年内打探井三口。

对于甘肃省的情况，这里必须谈一下的还有永昌和青海民和两处构造。

永昌区的构造：永昌距兰州 410km。

按照三年计划，在永昌预定进行的工作如下：

1. 野外地质调查工作面积  $7230\text{km}^2$ 。

2. 地形测量工作面积  $7280\text{km}^2$ 。

3. 于 1951 年开始用旋转钻机进行探钻，而于两年内完成 1500 米深度的探井四口。

预定 1951 年使用一部钻机工作，1952 年则使用两部钻机。

民和区的构造：这个构造位于甘肃和青海省交界，距离兰州 120km。

据中国地质家们的意见，这个构造和其他构造相比较，在最近三五年内，应根据野外调查工作再进行钻探工作。

上面曾经谈过，除了甘肃省以外，对于油田作过探勘和开采的还有陕西、四川和台湾等省，现在分述如下。

## 二、陕西省

生产石油的陕西省位于中国的西北部，陕西省产油区南北长 700km，东西宽 400km。在上述区域以内，有很多油苗露出地面，所以已在该省内开始作石油探勘者，其原因就在于此。

如果把陕西作为一个石油省的话，它部分地跨越着两个邻省——甘肃和内蒙古自治区。陕西省石油钻探工作开始于 1907 年，在日本工程师领导之下进行的。到 1931 年为止，先后

共打井 12 口，深度由 80m 至 200m 不等，其中有三口油井曾发现原油，每日最高产量 8 ~ 10t。

由 1934 年起至 1941 年止，复经美孚油公司开始钻井工作，共打井七口，其中一口原计划的井深是 2000m，但并未钻达原设计深度，仅打到 1070m 就停止了，同时也并没有发现工业油流。由 1941 年起至 1949 年止，由中国人自力开发，用顿钻打井共 21 口，其深度由 70 ~ 300m 不等。

从开始钻探工作算起，在陕西所打的油井共有 43 口，值得注意的是有个别的油井自行喷油，产量很高。例如第三号井深度在 120m，即行自喷，每日产原油 140t，又第一号井深度在 84m，即行自喷，每日产原油 280t，目前这些油井出水很多，每日产原油 0.3 ~ 1.2t。

应当说明的是，自 1941 年后直至 1950 年该油田打井，完全用顿钻法，下一层或两层套管而不注水泥，因此引起油层早期出水。

陕西油田开发 42 年以来，共产原油 8000 多吨，原油很轻，比重 0.82，含蜡 2%，沸腾到摄氏 200 时汽油分溜物的含量是 30%，含硫量的百分数不详。

现在产油井有 8 ~ 9 口，每日共产原油 5 ~ 6t，其余的油井，绝大多数由于整个产水而停闭。目前有两口油井正在打钻，仍用顿钻方法。虽然这个油田经过比较长期的探勘和开发，但直到现在尚未完全探明。

关于陕西省寻找石油的地质调查工作安排意见如下：

在这里寻找石油的地质调查工作，最初是美国地质家在 1914—1916 年间开始的，后来在 1932—1933 年间陕北的地质调查工作是由中国地质家们进行的。但是，到现在还缺乏该区地质调查的详细资料，因此在编制 1950—1952 年发展中国石油工业的未来计划时，对于地质调查工作，寄予了重大的注意。

现在开采中的陕西油田是背斜层，倾角非常平缓，只有  $1^{\circ} \sim 2^{\circ}$ ；其走向自东而西，长轴约为 4km，短轴为 600m。

原油分布于三叠纪的岩层中，油层厚度不大，约 2 ~ 4m。油层共有六层，由柱状剖面可以看出油层上下有几层水层，即油层与油层之间也有水夹层，但是因为没有分析过，所以水的物理化学性质不详。

发展中国石油工业的三年计划（1950—1952）规定三年以内陕西进行下列工作：

1. 地质调查工作，面积  $36320\text{km}^2$ 。
2. 地形调查工作，面积  $21920\text{km}^2$ 。
3. 重力及地震测量工作，面积  $16150\text{km}^2$ 。
4. 浅井钻探共钻进 8000m，完成浅井 29 口。
5. 旋转钻探在三年内共钻进 8000m，完成深井 7 口（井深 1000 ~ 1500m）。

1951 年内预定用旋转钻机两部打钻，1952 年增到三部。

### 三、四川省

四川省位于我国西南部。中国地质家们在该省内进行地质调查工作，始于 1931 年。

1937 年内在该省开始打第一口采油探井，设计的井深为 1400m。

从 1937 年起至 1945 年止，共计用旋转钻机打井五口，其深度由 850 ~ 1400m。上列各井中，发现少量原油者仅有一井，发现天然气者三井。

巴县第一井，深 1402m，现在每日产天然气  $3500 \sim 4000\text{m}^3$ 。

目前第二个产气井就是隆昌第二号井，每日产气在  $3.5 \text{ 万 m}^3$  以上，气层中天然的压力

约等于 60~65 大气压，根据在四川省工作的地质家们的意见，圣灯山构造（第二号井即在这个构造上）的天然气蕴藏量约为 4 亿  $\text{m}^3$ 。目下在这个构造上正在打第二口井——第四号井，预计深度为 1000m。

在四川省东南部，据地质家计算，背斜构造共达 56 个，其中有大构造 24 个。这些构造的大致规模：长 20~30km，宽 5~8km，其倾角在北翼大致 50°，在南翼大致为 30°。应当说明的是，在四川东南部自流井构造上，为了采取盐水熬盐，打了约 400 口井，当钻这些盐井时，在许多井中会取得少量的原油，因此将来在该省内专门从事石油开采工作是值得的。

这里的石油主要生于白垩纪和侏罗纪岩层中，而天然气则生于三叠纪岩层中。分析天然气的结果：甲烷含量 89.5%，乙烷含量 0.13%，碳酸气含量 0.52%，氮含量 3.65%，氧化汽油的含量不大，每  $1\text{m}^3$  的气约含 8~9g 的轻汽油。

因为四川省内石油勘探工作至今没有良好的结果，而天然气今后三五年内在工业上尚未预定使用，同时顾及到国家物质上的困难以及干部不足，所以在发展石油工业的三年计划中，仅规定将隆昌县内的第四号探井予以完成。同时加强在甘肃及陕西工作。

至于地质调查工作方面，按照三年计划，不但是没有缩小，而且工作范围逐年都有增长。在整个三年（1950—1953）期内预定进行下列工作：

1. 地质调查工作，面积  $57280\text{km}^2$ 。
2. 地形测量工作，面积  $21760\text{km}^2$ 。
3. 重力及地震测量工作，面积  $37000\text{km}^2$ 。

#### 四、台湾

在台湾最初发现石油约在 80 年以前，开始采油的是美国人，后来日本人占领台湾即继续开采。日本统治时期，在台湾各区内共打井 220 口以上，深度由 100~1500m，有一口最深的井，井深达 3583m。

地质勘探所发现的构造达 35 个，经过钻探的有十几个构造，其中发现原油和天然气的有 7 个构造。

产原油和天然气的区域，主要是下列四处：

（一）出磺坑：是背斜构造，长 25km，宽 250m，此处共钻井 100 口，截至 1949 年 4 月止，在工作的油井是 31 口，气井 3 口。油井每日平均产量为 1~1.2t，气井为 1.6~1.7 万  $\text{m}^3$ 。

采油的方法是用深井抽油机。

（二）锦水：是背斜层构造，长 17km，此处共钻井 47 口，截至 1949 年止，在工作中的计有油井两口，气井七口。油井每日平均产量为 0.2t，气井为 4.5~4.6 万  $\text{m}^3$ 。

（三）竹东：是背斜层构造，长 3.5km，纯粹产天然气。此处共钻井 24 口，截至 1949 年四月止，在工作中的计有气井六口，每井平均日产天然气 0.4 万  $\text{m}^3$ 。

（四）新营：此处自开发之日起先后共钻井 56 口，截至上述日期止，在工作中的计有油井一口，日产原油 2.3kg，气井 13 口，每井平均日产天然气一般地是 1 万  $\text{m}^3$ 。

全台湾油田自开发之日起，先后共产原油 17.7 万余吨，并产天然气 40 亿  $\text{m}^3$ 。1927 年全年原油产量 2 万 t，这是最高的纪录。

1948 年全年产原油 3200t，产天然气 100 万  $\text{m}^3$ 。

原油的比重由 0.825 到 0.850；含蜡 4%~5.3%，汽油分馏物的含量由 21% 到 56%。

1940 年第一季度台湾各油井平均每日产原油 9~10t，天然气约 9 万  $\text{m}^3$ 。

## 附录 孙健初著作目录

1. 山西太古界地层之研究 (英文) (孙健初)  
——1928 年刊于中国地质学会会志第 7 卷
2. 宣化一带地质构造研究 (孙健初、王曰伦)  
——1930 年刊于地质汇刊第 15 号
3. 辽宁省东部煤矿 (孙健初)  
——1931 年著, 未发表
4. 辽宁省东部铁矿 (孙健初)  
——1931 年著, 未发表
5. 辽宁省东部铅、锌、银矿 (孙健初)  
——1931 年著, 未发表
6. 皖南铁矿报告 (谢家荣、孙健初)  
——1931 年著
7. 绥远之宝石矿 (英文) (孙健初)  
——1933 年刊于中国地质学会会志第 12 卷
8. 安徽省南部九华山地质 (英文) (王恒升、孙健初)  
——1933 年刊于中国地质学会会志第 12 卷
9. 绥远及察哈尔西南部地质志 (孙健初)  
——1934 年刊于地质专报甲种第 12 号。
10. 黄河上游之地质与人生 (侯德封、孙健初)  
——1934 年刊于地理学报第 1 卷第 2 期
11. 河南禹县密县煤田地质 (孙健初)  
——1935 年刊于地质汇报第 24 号
12. 南山及黄河上游之地层 (英文) (侯德封、孙健初)  
——1935 年刊于中国地质学会会志第 15 卷第 1 号。
13. 书评: 蒙古喀吉拉山之地质 (孙健初)  
——1936 年刊于地质论评第 1 卷第 6 期
14. 辽宁新宾流纹岩内金矿床 (孙健初)  
——1937 年刊于地质论评第 2 卷第 2 期
15. 扬子江下游铁矿志 (谢家荣、孙健初、程裕淇、陈 恺)  
——1937 年刊于《地质专报》第 13 号
16. 湖北大冶铁矿 (中、英文) (孙健初)  
——1938 年刊于地质汇报第 31 号
17. 湖北鄂城灵乡铁矿 (中、英文) (孙健初)  
——1938 年刊于地质汇报第 31 号
18. 兰州西北——地质剖面 (英文) (侯德封、孙健初)

- 1938 年刊于中国地质学会会志第 14 卷第 1 期
19. 青海湖 (孙健初)  
——1938 年刊于地质论评第 3 卷第 5 期
20. 玉门油田简报 (孙健初)  
——1938 年著, 未刊
21. 中国西北部甘肃和青海省地质考察报告 (英文) (韦 勒、萨 顿、孙健初)  
——1938 年著, 未刊
22. 甘肃玉门油田地质报告 (孙健初)  
——1939 年著, 未发表
23. 西北煤田纪要 (孙健初)  
——1939 年刊于地质论评第 4 卷第 1 期
24. 节译: 苏联高加索油田地质 (孙健初)  
——1939 年刊于地质论评第 4 卷第 3—4 期
25. 甘肃岷县耶日沟煤田简报 (孙健初)  
——1939 年著, 未刊
26. 甘肃及青海之金矿 (孙健初)  
——1940 年刊于地质论评第 5 卷第 3 期
27. 甘肃青海矿产图表编制及余言 (孙健初、严 爽)  
——1940 年著, 于 1947 年地质杂讯刊载
28. 甘肃玉门宽台山北窑地质 (孙健初、陈 贲)  
——1941 年著, 未刊
29. 甘肃永登青海民和上旋子及马厂原一带油田地质简报 (孙健初、陈 贲)  
——1941 年著, 未刊
30. 甘肃永昌青土井油田地质及油苗 (孙健初)  
——1942 年著, 未刊
31. 祁连山一带地质变迁史略 (孙健初)  
——1942 年著
32. 祁连山一带地质史纲要 (孙健初)  
——1942 年刊于地质论评第 7 卷第 1~3 期
33. 修正甘肃玉门油田地质报告 (孙健初)  
——1942 年著, 未刊
34. 祁连山之油田地质研究大纲 (孙健初)  
——1944 年, 未刊
35. 美国地质概况及其寻究石油之方法 (孙健初)  
——1945 年刊于资源委员会季刊第 5 卷第 3 期
36. 从中国地理地质说到石油之分布 (孙健初)  
——1945 年刊于资源委员会季刊第 5 卷第 3 号矿冶专号
37. 甘肃酒泉文殊山地质 (孙健初)  
——1945 年著, 石油报告第 1 号登载
38. 西北油田地质说略讲演词 (孙健初)



- 1946 年刊于矿测近讯第 6 期
39. 甘肃永登咸水河及皋兰河口一带地质 (孙健初、孟昭彝、王尚文、司徒愈旺、张锡龄、杜博民、张维亚、田在艺、张传淦)  
——1946 年刊于中国石油公司甘青分公司探勘处石油汇报第一号
40. 甘肃玉门青草湾一带地质 (孙健初指导, 司徒愈旺、张维亚、张家环、杨义、张传淦、李延浚、梁建式、孙泽芹等)  
——1946 年著, 未刊
41. 甘肃玉门大红圈构造地质 (孙健初指导, 孟昭彝、王尚文、田在艺、李德生、苗祥庆)  
——1946 年著, 未刊
42. 石油矿漫谈 (孙子乾)  
——1946 年刊于新西北月刊第 5 期
43. 发展中国油矿计划纲要 (孙健初)  
——1947 年刊于地质杂讯第 1 期
44. 甘肃永昌窖水一带地质简报 (孙健初指导, 张维亚、张泽芹、张家环, 张维亚执笔)  
——1948 年, 未刊
45. 如何在钻井下研究石油地质 (孙健初)  
——1948 年刊于“石油地质汇刊”第 1 号
46. 柴达木盆地西部石油地质调查 (孙健初指导, 周宗浚、吴永春)  
——1948 年著, 未刊
47. 中国石油工业的概况 (孙健初、陈贲、王尚义、杜博民)  
——1951 年著, 未刊
48. 中国各重要油区地质情况及开发计划 (孙健初)  
——1952 年著, 未刊

## 后 记

我们怀着崇敬的心情完成了《孙健初地质论文选集》的编辑工作。在编辑过程中，不仅学习了有关的地质知识，更学习到他的无私奉献精神和严谨的治学作风。

孙先生的论著，可查考题目者共有 48 篇。但因年代较久，战乱频繁、机构变迁、每有散失。限于时间、人力，未能一一查找。现仅选出 26 篇，其内容大致在 1937 年以前为区域地质、水文工程地质及矿产地质；以后则为石油地质。现按时间先后编纂成册。

由于原著时限跨度较长，各篇论著都独立成篇，因此这次编纂对文章的章节段落划分未能统一编排，仍按原著表述。

原著中《山西太古界地层之研究》、《绥远之宝石矿》、《南山及黄河上游之地质》以及《中国西北部甘肃和青海省地质考察报告》均系英文撰写。为了广大读者便于阅读，均由编者译成中文。均忠于原作，个别文字作了微量简修，但由于水平所限，错误之处，尚祈读者指正。

原著中的地名，仍按原写作时代的地名照录，有些今名加了脚下注以资对照，英译中有些地名限于手边资料，未能一一查找。在各省区分县图上可查到者即按图中名称译出。其他分县图中没有的小地名，则保留了英文原文未予译出，以免以讹传讹。

关于地层描述中的年代和地层层序，主要根据作者过去的习惯，并无代、纪、世、期和界、系、统、组之分，大都以××纪、××代予以表述。

关于度量衡，一般常用者如千米，米，厘米等均统一改正，有些单位如磅压力/平方英尺，未予换算，仅加脚注以作参考。

孙先生 1952 年所著《中国各重要油区地质情况及开发计划》一文，几经向有关部门查找，均未查到，这一重要文献未能纳入本文集深为遗憾。另于查找过程中，在中央档案馆协助下，发现 1951 年所著《中国石油工业的概况》（内含主要油区开发计划），现已编入选集，以飨读者。

文集最后附录了孙健初著作目录，以供读者查找参考。

本选集的编辑出版，得到中国石油天然气总公司、中国石油学会和玉门石油管理局领导的关心支持，《孙健初传》编写组提供了丰富的资料以及石油工业出版社、石油勘探开发科学研究院印刷厂、地质所绘图室大力协助得以顺利完成，特致以衷心感谢。

编者

1998 年 3 月