

论中国含油气远景

〔俄〕 A . A . 特拉菲穆克 等著

李国玉 等译

石油工业出版社

内 容 提 要

本书主要是 50 年代前苏联专家的报告。前半部分是 1954 年 A . A . 特拉菲穆克等著的关于我国甘肃等地区油气勘探远景的报告, 以及一些有关文章; 后半部分是 1958 年至 1959 年 N . O . 布罗德和 K . H . 克拉符钦柯所著的我国松辽盆地等地区含油气远景的报告以及三篇当时石油地质理论认识和研究方法的论文。

本书可供石油、地质等领域的管理人员、历史研究人员、科研技术人员以及大专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

论中国含油气远景/〔俄〕A . A . 特拉菲穆克著 .
北京: 石油工业出版社, 1997.

ISBN 7 - 5021 - - -

. 论...

.

.

.

中国版本图书馆 CIP 数据核字 () 第 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 32 开本 16 印张 千字 印 1—1500

1998 年 3 月北京第 1 版 1998 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN7—5021— —3/ TE·

定价: 元

目 录

译者的话	
A.A. 特拉菲穆克院士简介	()
关于甘肃省采油和陕西、四川、贵州及广西 等省的油气勘探远景	()
附录	()
调查出真知——康世恩从全国油气大调查中 知道了中国含油气远景之广阔	()
难忘的回忆——康世恩谈当年带领苏联专家 组进行全国油气大调查的认识	()
令人尊敬的专家——在特拉菲穆克院士 85 岁 寿辰庆祝会上的祝词	()
深厚的友谊——特拉菲穆克院士谈他对中国 朋友的感激之情	()
美好的祝愿——特拉菲穆克院士希望中国 2000 年产油 2 亿吨	()
来往信件	
特拉菲穆克院士的邀请信	()
康世恩致特拉菲穆克院士的邀请信	()
特拉菲穆克院士致李国玉教授的 信 (一) (二)	()
关于“中国贫油论”和“陆相生油	

问题”的资料	()
对我国石油资源总量与可采量的展望	()
找油的哲学	()
. . 布罗德教授来华工作情况简介	()
松辽盆地和四川盆地含油气远景	()
附件一 川中油气区各探区试油成果	
资料	()
附件二 K. H. 克拉符钦柯的工作报告	()
含油气远景的比较性评价方法 (初稿)	()
对银川石油地质勘探局 1959 年鄂尔多斯	
地区工作计划草案的意见	()
论地质学中的继承作用和新生作用	()
油气生成与油气藏形成问题的研究现况	()

译者的话

这里收集了 50 年代前苏联专家论中国含油气远景的报告，是一份珍贵的历史文献。特拉菲穆克等人所写的报告正文有五百多页，这里发表的只是当时为了满足我国政府急于想了解这样一个高级石油专家工作组对我国石油勘探远景的看法而写的摘要。

创业，太艰难了，也太有意义了。50 年代初，国家需要石油而当时原油产量只有几十万吨，国家的领土虽然广阔。而茫茫大地却不知在何处找油，纵然爱国之士意欲尽快发现大油田，却没有明人指点。当时，在勘探战线上的活跃人物有康世恩、陈贲、翁文波、王尚文、余伯良、司徒愈旺、曾鼎乾、李德生、杜博民、沈晨、张俊、张文彬、田在艺、杨文彬等人。这些领导和专家，都未曾对全国油气地质进行过深入的研究，对中国的油气资源尚未做过系统的调查。

这时，应中国政府的邀请，苏联派遣了以特拉菲穆克博士为首的专家组来华。特拉菲穆克是一个理论素养很高的石油地质专家，他为在苏联卫国战争时期发现苏联第二巴库大油区做出过卓越贡献。他对在中国找油的热情很高，对中国领导和专家非常尊重。我当时担任翻译工作。

当时，苏联专家组在北京开始与陈贲、翁文波、

王尚文等人讨论中国找油问题时，中国专家提出了三个问题，特拉菲穆克均谦虚地作了回答。

陈贲说：“中国是陆相地层，这是一个突出的特点。是不是陆相地层比海相地层找油复杂？我们没有经验，不知你的意见如何？”

特拉菲穆克说：“现在石油地质界有这种看法，我看也不一定。我国中亚乌兹别克就发现了一批陆相油田，而且很好。我们专家组的萨伊多夫在这个地方工作过，他有经验。根据最新研究结果，只要是水下沉积物就可以形成石油，海相或陆相地层都是水下沉积物，没有多大差别，我看不必受这个限制。”当时在场的中国专家都面面相视，像是听到了新理论，使人耳目一新，对原先的认识有了完全不同的看法，得到了极大的启发。

翁文波说：“我国找油刚开始不久，对油气资源情况尚不清楚。到目前为止，只有美国美孚公司1922年发表文章说中国石油资源仅有1.75亿吨，我认为我国的石油资源比这要大的多，但总是心中无数，这就妨碍了我们大规模开展勘探工作。今后我们要做资源评价工作，想请您谈谈您的看法。”

特拉菲穆克笑着说：“翁博士，美国人是1922年说的，他怎么知道中国有多少石油资源，不过是一知半解。何况今年已是1953年，已过去了31年，情况有了很大的变化。根据我们在苏联找油的经验，以及世界其他国家找油的经验，中国有这么多的沉积盆

地，而且有一批面积很大的盆地，沉积岩分布面积这样广泛，我认为中国找油的远景是非常乐观的，当然具体数字我现在说不上来。资源评价工作，要到勘探工作程度高一些的时候做比较合适，现在条件不成熟。不管美国人怎么说，也不管中国究竟有多少资源，关键问题是要开展大规模的勘探工作，只有去找，才能找到油。这不是个很简单的道理吗？反正我对中国油气勘探信心很足。”

这时，康世恩笑哈哈地提了另一个问题：“我完全同意你的意见，应该大规模开展油气勘探，你看在哪里搞能得手，能尽快发现油气田？”

特拉菲穆克认真地回答说：“康世恩同志，你提的问题很好，但我现在确实回答不上来。让我们先到几个地区去考察，然后我再回答你的问题也不晚，你看怎么样？”

康世恩说：“很好，让我们先去考察，然后再谈。”

此后，由康世恩带领苏联专家组，到甘肃、陕西、四川、贵州及广西等地去考察。回来后特拉菲穆克与康世恩已成为好朋友，他对康世恩说：“我欠你的账该还了。”康世恩莫名其妙，问道“什么账？”特拉菲穆克说：“临行前你不是问我，应该到什么地方勘探，尽快发现油气田吗？”康世恩说：“是的，请您畅谈吧，我就洗耳恭听了。”

特拉菲穆克说：详细的报告，请您自己去读，我

这里只想给您谈三点总结性的意见，这就是：

第一，这次实地考察说明，中国沉积盆地多，沉积岩分布广，厚度大，而且石油地质条件都很好，所以可以明确地告诉您，中国油气勘探的领域很广，远景很大。

第二，现在的问题是要投资，大规模开展油气勘探工作，只要工作量增加了，我相信将会发现许多油气田，也会发现大油气田。不仅要在现在开展工作的几个地区增加勘探工作量，而且要到中国东部的松辽、华北的无露头地区开展工作。

第三，我认为只要不断地进行勘探，中国的石油将会自给自足。

康世恩听得是那样聚精会神，显得那样严肃，一句话也没有说，只是两眼盯着特拉菲穆克不断地抽烟。当他听完特拉菲穆克的三条意见后，立即站起身来，紧紧握住特拉菲穆克的手说：“太感谢您了，我也不知说什么好，我今后全力以赴按照您的三条意见去做，我想将会遇到许许多多的困难，但我相信我们一定会成功的。”特拉菲穆克紧跟了一句“我也相信您们是会成功的”。

在座的同志，都称赞特拉菲穆克有远见。

据我所知，康世恩很快就向燃料工业部部长陈郁作了汇报，陈部长很兴奋，他又向主管全国经济的陈云副总理作了汇报，肯定并采纳了特拉菲穆克报告中的意见。随后，就是增加投资，逐渐展开勘探。这就

是康世恩常讲的茫茫大地何处找油的情景。自从特拉菲穆克来华后，我国对陆相贫油的说法渐渐地淡薄了，取而代之的情况是拼命地勘探找油。在创业过程中，历尽千难万险，终于发现了克拉玛依油田、大庆油田、渤海湾油田，使我国原油产量超过了 1 亿吨，确实达到了中国原油自给自足，应验了特拉菲穆克的预言。这也就是中国石油工业领导人一直忘不了特拉菲穆克院士的原因所在。

多年来，特拉菲穆克与我保持着联系。1960 年以前他三次来中国，均是我作翻译。1989 年以来直至 1997 年，每年我都有机会去拜访他。当我们提到他曾对中国帮助很大时，他总是谦虚地说：“该是我们向中国地质家学习的时候了。50 年代初期我只是做了微薄的工作。”

我在整理特拉菲穆克等的报告时，发现手头上还有一些苏联专家 . . . 布罗德教授等人访华时的报告。

在 1958 年底到 1959 年初，布罗德教授来到中国，正值我国石油工业处在一个发展与困难交织的时期。1955 年克拉玛依油田的发现和建设，后来玉门油田的高速开采，使得 1958 年我国原油生产从 1949 年的 12 万吨提高到 223 万吨。这是石油工业发展的初期阶段。但由于国家计划 1957 年产油应该是 150 万吨，而我们只完成了 146 万吨，那时视国家计划为法律，于是就出现了将受人尊敬的李聚奎部长调离石油部，调来虎将余秋里任部长，他与李聚奎在工作上

调换了位职。

余秋里来到石油部，先是一句话都不说，成天面带笑容找各路专家个别谈话，寻找石油工业大发展的良策。

正在这时，四川川中连续传来好消息，龙女寺、蓬莱镇、南充三个构造，在勘探很短时间内就喷出高产原油，全国上下，一片欢腾，“人民日报”头版头条报导了中国在天府之国的橘子园发现了花园式大油区。有个采油专家诺维科夫在南充现场与余秋里为庆祝发现油田而碰杯时说：“祝贺中国发现中东式的大油区”，在场的人们喜气洋洋，尽情畅饮，互致祝贺。于是，立刻组织四川石油会战，各石油局局长，包括克拉玛依油田所在的新疆石油管理局的张文彬局长等都到四川，车水马龙，设备也不断运达现场，好一派繁忙景象。

但好景不长，那几口高产井的产量急剧下降，从几百吨降至几十吨、几吨。什么办法都用尽了，但它们确已丧失了高产的风采。苏联石油工业部赫赫有名的总地质师米尔钦克来了，还有许多苏联专家也来了，中国专家也云集四川，可就是没有办法。这时布罗德来了，在我见到的所有专家中，他是最能从第一性资料出发来分析问题的人，他一个构造接着一个构造、一口井接着一口井地分析，这可以从他给康世恩报告的附件中看得很清楚。最后他在四川作了一个报告，谈了他的看法，认为川中是薄层裂缝性油藏，但

他还是鼓励说：“你们会战取得很多资料，很有效。”但随后，他与和我一起找到唐克司长，他说：“唐克同志，你是共产党员，我也是共产党员，在大会上我不能给群众运动泼冷水，我只能鼓励，但我给你说实话，对待这种裂缝性油田，不能采取短期奏效的会战方式，建议结束会战，慢慢研究，逐步勘探开发。”唐克同志立即向康世恩报告，康世恩表示同意，并立即向余秋里汇报，最后同意停止会战，人马各回各处，转入长期细致研究工作。这就是布罗德在华期间的第一项工作。

布罗德教授在华期间完成的第二项工作就是关于对松辽盆地含油气远景的评价和综合勘探的建议。他到松辽盆地考察时，先请沈晨副司长到沈阳军区要了一架飞机观察地貌，在看了松辽盆地全景后他很兴奋，认为是个很有希望的大盆地。随后为了了解情况，查看了露头，又到扶余油田看了岩心。在做完这些工作后，他正式向石油部建议，松辽盆地含油气远景很大，关键问题是要综合勘探，而且要在大同镇等第三排构造上钻井，这些建议很切合实际，得到了石油部领导的赞同，并立即成立工作组编制综合勘探意见，后来也取得了很大成果。一个事业的成功，是很多人智慧的结晶，布罗德关于松辽盆地的报告，也是从一个侧面做出了一份贡献。

布罗德是大学教授，很重视理论研究，当时作了几个报告，代表了当时的石油地质理论水平。另外，

他对鄂尔多斯盆地，也提出了自己的看法。这些报告都一并收入本书中。

依我看来，中国石油工业的发展，特别是在 50 年代初期的创业阶段，有五个基本条件，一是中国政府振兴中华发展石油工业之决心，二是一批高级苏联专家的指点迷津，三是康世恩的全神贯注，四是余秋里的指挥若定，五是专家、干部和工人们的献身精神。

为了丰富这份历史性资料，我又附了三篇文章：一是翻译家周家珩编译的“关于‘中国贫油论’和‘陆相生油问题’的资料”，说明对中国找油认识的肤浅与错误；二是张树国关于“对我国石油资源总量与可采量的展望”一文，说明中国油气资源丰富程度认识的过程；三是美国著名地质学家华莱士 .E. 普拉特的“找油的哲学”一文，说明地质学家应具备的乐观与求实精神。

另外，我又附了一些近年来康世恩老部长和我与特拉菲穆克院士的来往信件，为本书增添些生气。

编辑完这本书之后，我希望对历史的回顾能使我们更加充满信心地对待当前的油气勘探工作。对我们中国的油气勘探工作我想奉上一句话：“在沉积盆地中，找油有油，找气有气，不找就什么也没有。”

参加本书翻译工作的还有范特、刘永山、李泰明等。

李国玉

1998 年 1 月 7 日

A.A. 特拉菲穆克院士 来华工作情况简介

(李国玉 1987.11)

特拉菲穆克院士敦厚，矮胖，有头脑，有胆识，是白俄罗斯人。1953年10月6日到1954年3月10日，他带领一个6人高级石油地质专家组来华全面考察中国石油地质，全程均由当时的中国石油总局局长康世恩率领，这次全国油气大调查卓有成效。最后特拉菲穆克等著有“中国油田和气田”的报告，内容十分丰富。访华时特拉菲穆克是莫斯科油田开发研究所所长，访华期间在玉门油田他收到了在苏联当选为苏联科学院通讯院士的通知，康世恩向他表示了热烈祝贺。

特拉菲穆克先后于1953至1954年，1957年和1959年三次来华，每次都对中国石油勘探和开发提出了不少积极的建议。

他对中国石油资源的富饶一直抱有很乐观的态度，对松辽盆地的勘探一直很积极。

他在“中国油田和气田”的报告中写道：

“中国地下蕴藏的石油是很丰富的。”

“目前对华北及东北平原的研究工作还非常差。但是可以设想，在平原内除了厚度大、分布广泛的新

生代沉积外，可能还有较古老的中生代及上古生代的沉积。如在隆起地带的边缘就发现了这种沉积。在满州里的这片凹地上，于沈阳以西曾打过二十多口井，其中最深的打到

流，其次在该区的其他地方也有关于石油露头的资料。此外，唐山的奥陶纪沉积中所见到的油苗更显著”。“这些地区应进行区域性地球物理勘探工作。”

1957 年他来华时，我记得很清楚，他在石油部二楼会议室作报告时提出：“你们应该尽快在松辽盆地开展勘探，那里一定会有大油气田。”

1959 年他来中国时是应中国科学院邀请访华的，到石油部只来了一次。这时，各方面情况已明朗了，他提出应到松辽盆地中央去找大油气田。

他虽然三次来中国，但却没有机会到过松辽盆地。

特拉菲穆克不愧是有战略眼光的勘探实干家。他是在第二次世界大战期间发现苏联第二巴库油区中涌现出来的优秀地质学家。后来，他以全部精力研究开辟西西伯利亚大油气田，而且他自己也从首都莫斯科搬到了西西伯利亚。

这里我引述一段他们在 1954 年所著“中国油田和气田”报告中最后总结性的一节话。他在用大量篇幅阐述了中国具有巨大的含油气远景后表现出了一个勘探家应具有的开拓品质。他说：“由于油气储集的条件异常复杂，埋藏又很深，所以每次调查和勘探不

一定都会很顺利。随胜利而来的，也许会发生由于我们对这些富藏区了解不够所引起的失败。但决不能让失败抑制我们勘探者的满腔热情。寻找石油，要求我们要有异常的坚韧不拔的顽强精神。我们应从失败中汲取更多的教训，丰富我们的地质知识，并进而满怀信心地继续战斗。”作为一个长期从事石油勘探的老专家，他的这番话是很深刻的。

他对中国勘探提出了五条建议。

第一，克服对有希望地区地质研究上的落后状况。

第二，不仅在有露头的地区开展工作，而且在没有露头的地区也应开展工作。

第三，扩大地球物理勘探的范围并提高质量。

第四，凡是有条件的地方都应多做各种勘探工作。

第五，在一个相当长的时间内，应多打探井，少打生产井，探井进尺应至少保持 55%—60%。采油速度不能超过 4%（相当于地质储量的 1.3%），储采比保持在 25:1 或 50:1。

时至今日，我一想到他，就有几个情景令人难以忘怀。这就是他 1953 年到延长油矿发表了油层为裂缝性的判断，很有见识。1953 年他在老君庙油田千方百计地劝我们采用注水，这是他第一次向我国建议注水保持压力。1957 年到青海冷湖油田，在勘探司司长唐克陪同下，他毫无顾忌地跪在地下仔细地一块

一块看岩心。当谈到中国含油气远景时，他总是那样充满信心。

记得 1953 年我们在友谊宾馆第一次见面时，他问我是哪里人，我回答是兰州人，我问他是哪里人，他回答说是白俄罗斯人，我当时怔了一下，误认为他是“白俄”，我又重复说了一遍，“你是白俄罗斯人？”他笑着说，“那又怎么样？”我们双方都笑了。

关于甘肃省采油和陕西、四川、 贵州及广西等省的油气勘探远景

(特拉菲穆克等 1954)

致中华人民共和国中央人民政府燃料工业部的报告

苏联专家工作组，由索阔洛夫、西马科夫、萨伊多夫、库卡平、拉弗鲁什克和特拉菲穆克组成。此次应邀来华，任务是对中国境内寻找、钻探和开发油气田给予技术上的援助。

我们最初接到的任务是给甘肃省已有的油田及有希望产油的区域作一个评价，其目的是要查明这里已有的石油资源，对于将来在兰州建设的大炼厂所需要的原油供应究竟能满足到什么程度。

后来，在我们还没有离开甘肃的时候，中华人民共和国燃料工业部又向我们提出要求，要我们去陕西和四川，视察一下那里的油气田勘探工作，并且还要我们到贵州和广西去了解一下那里的油苗露头情况。

因为本文是历史资料，故所有地层名称及计量单位等使用均保留原样，不作修改。

在中国的 118 天里，我们花了 65 天的工夫，到上述各省去考察和了解各油气田地质调查、钻探和开发等工作的成果。我们特别重视甘肃省的研究工作，为此一共用了 34 天。其余的时间，我们在北京研究中国石油和天然气资源分布的资料，向中国专家咨询关于老君庙油田开采方案设计方面的问题，并计划完成一份关于上述各省油气田寻找、钻探和开发工作现状和远景的报告。这个报告现在还远没有完成，预计到 1954 年 2 月底可以完成，但是，因为燃料工业部急于要知道我们工作的结果，所以我们答应作这个报告，把它作为一个初步的、代表工作组成员个人看法的报告。

这个报告的材料来源包括有：

我们工作组成员在中国矿区、探区以及有希望油田的亲自观察。

中国地质家所作关于各省和探区地质构造和含油远景的报告。

从我们到中国一直到现在一共听了三十一一次报告，有的是石油总局和地质局担任领导工作的地质家作的，有的是各油矿和探区的地质家作的。其中，随同苏联专家一起工作的中国地质师陈贲和王尚文两位同志的报告，和他们随时随地给我们的解释，以及黄汲清教授在成都所作的详细深刻的报告，对我们的帮助特别大。

同样还应提出来的，有李德生地质师关于延长油

田地质构造、钻探和开发成果的报告，曾鼎乾地质师关于海棠铺构造（四川省内）地质情况和钻探成果的报告，他们的报告内容都非常丰富。

当我们在老君庙和广西进行工作的时候，燃料工业部苏联顾问专家莫谢耶夫也参加了我们的工作。

石油管理总局康世恩局长对我们工作组的工作一贯地给予绝无仅有的帮助。特别是在这样短促的期间内，我们工作组能够走完这样辽阔的各种不同的路程，全要归功于康局长的亲自领导和他的卓越的组织能力。

各地党委的行政机构，在工作期间给予了我们很大的帮助和便利，他们到处给我们创造完成任务的条件。

在中国大陆境内开采石油和天然气的省份有新疆、甘肃、陕西和四川等省。

关于阐明新疆油田的发展前途，原不在我们任务之内。但是，因为我们工作组成员萨伊多夫、索阔洛夫和库卡平三位专家以前曾经到过新疆，对该区的石油远景也有一些概念，所以我们可以说新疆境内既然有很大的塔里木盆地、准噶尔盆地和吐鲁番盆地，对于勘探新的油气田，当然具有极重要的意义。

甘肃省及邻区

要阐明油田勘探与开采的现状与远景，我们应该

从甘肃省说起，因为这里有中国最丰富的油田——老君庙。

老君庙油田

老君庙油田位于南山（祁连山）北麓，在所谓的酒泉盆地内。这里的油藏是属于第三纪的砂岩层，是一个东西向不对称的短袖背斜构造。南翼平缓而北翼陡，甚至局部有倒转现象，沿着构造的顶部，有断层经过，因此南翼逆掩到北翼上面。这个逆掩断层面封闭了南翼的油层。老君庙构造含油边界内的长度为 000 米，宽为 3,000 米，

油层。“K”油层的深度一般为 50—400 米，含油砂岩的平均厚度为 18.4 米。各油井的最初日产量从未超过 5—10 吨。当打开“K”油层下面那个产量很高的“L”油层以后，“K”层就停止开采了。“L”层在 400—

“L”层比“K”油层埋藏较深，渗透率与孔隙率也较高，原油内溶解的天然气量也大，因此，“L”油层的产油量比“K”油层的产油量大的多。

“L”油层生产井的初产量曾达到过 150—200 吨/日。

老君庙油田所产的原油差不多都产自“L”层。1953 年的采油量最高，日产量达 900 吨。

“M”层比“L”油层深 70 米，油砂层平均厚度为 14.8 米，“M”油层的储油性质与“L”油层的相

似。“M”层油井的最初产量未曾超过3—5吨，实际上，这个油层还没有着手开采。

在没有对老君庙油田作工业估计之前——就是在没有提出老君庙油田的工业储量与可采量的具体数字之前，必须先简单地分析一下油田的开采情况，并应阐明它的驱动类型。

正如下面我们所要谈到的一样，原油储量不仅以石油本身储集的地质条件来确定，而且还要看油田开发与开采的方法，以及推动原油的驱动类型。

由于“K”油层和“M”油层实际上还没有着手开采，所以我们现在只来分析一下“L”油层的开采情况。上面已经指出过，这个油层产量最高，储量亦丰富，是本油田的主要油藏。

开采情况

我们将“L”油层开采以来的总情况，绘制成一张专门的指示图表，图中指示有采油速度，以月产量曲线与先进采油曲线表示；采气速度，或者更确切的说，这是溶解气放空到空气中的速度，也是用同样的曲线表示；采油过程中油气比（每采一吨原油同时产出的天然气，米³）的变化情况，地层应力随采油量变化的情况，以及采油井数量曲线。

现在我们看一看这些曲线。

“L”油层是1941年1月开始开采的。当时在这个油层带一口自喷的是4号井，1950年以前月产量曲线成锯齿状，采油量在一定时期（一般在年中）明

显提高，然后又下降到原来的产量，据说这是受原油运输条件的限制。原油大部分产量是供给炼厂需要，大部分是在秋夏雨季开采。自 1942 年到 1949 年期间，年采油量达到吨。

自 1950 年开始，采油量不断增加，增加情况由下面的数字可以看出：

年份	总采油量（千吨）	平均月产量（千吨）
1950 年	95.0	8.0
1951 年	136.4	11.3
1952 年	141.8	11.8
1953 年	233.3	19.4

1953 年的采油量，提高得特别大。这儿应当指出，采油量虽然增长，但是生产井的数目却并没有相应地增加，这可以从下面的数据看出来：

年份	生产井数（口）
1950 年	20.5
1951 年	21.2
1952 年	17.9
1953 年	32.0

前三年的井数，不但没有增加，反而在 1952 年减少了。而当年的产量却继续提高。1953 年，井数显著增多，但这种增加，是因为在年中与年底时将构造顶部产量小的井也投入了开采的缘故，这些井大部

分在前几年都是停采的。

这里需要说明一点，油井的总数虽然是与年俱增，可是并不是所有的井都能采油。在构造顶部的大部分油井，由于油气比过度增高，会定期地停采一个很长的时间，这些井没有增加产量。产量的增加，也并不是靠构造顶部新打的油井，而是靠构造南翼所打的新井。

根据这些资料，我们可作出一个结论，“L”油层总采油量的增加，不在于井数的增加，而是由构造上井位定得确当与否而决定。我们看一看油气比变化曲线，就可以部分地说明这种情况。

1941 年到 1943 年，老君庙开采的井都是在构造顶部，采油量不大，同时也看不出油层压力有显著下降的现象。因此，油气比总是在 $80 \text{ 米}^3/\text{吨}$ 左右。

以后，自 1944 年到 1948 年，所钻的井，主要还是在构造的顶部，同时加强了对油井的采油工作。结果，构造顶部附近的油层压力骤然下降。天然气大量逸出。平均油气比也随着大大提高，1944 年为 $248 \text{ 米}^3/\text{吨}$ ，1945 年为 $198 \text{ 米}^3/\text{吨}$ ，1946 年为 $190 \text{ 米}^3/\text{吨}$ ，1947 年为 $179 \text{ 米}^3/\text{吨}$ ，1948 年 8 个月的油气比为 $135 \text{ 米}^3/\text{吨}$ 。自 1948 年已开始在“L”油层构造下倾部分（构造两翼）打井。这时，便从这些井开采石油。

后一个时期，自 1949 到 1952 年，主要是从构造下倾部分的油井中采油。这种由顶部采油转到从南翼

采油之后，立即从油气比上显示出来，油气比开始明显大幅降低，从开采初期就可以明显地看出来。以后到 1951 年 7 月便下降到最低数值 $60 \text{ 米}^3/\text{吨}$ 。原因是：在构造顶部，400—500 米的深处，油层压力比两翼的油层压力低得多，差不多接近于饱和压力。因之，即使构造顶部油层压力稍微下降，也会引起大量油溶解气的逸出，而这种现象在“L”油层的下倾部分中是看不到的。

我们特地研究了 1951 年 6 月产油的各井的工作情况。使我们得到的结果证明，当时大部分的产量确实是从构造南翼的油井中采得的。这些油井，在开采的时候，由油水界面标高 + 1470 米折算出来的油层压力，大半保持在 81 个大气压以上。此时平均油气比为 $58 \text{ 米}^3/\text{吨}$ 。而那些开采时油层压力在 81 个大气压以下的油井，它们的平均油气比为 $80 \text{ 米}^3/\text{吨}$ 。从这样的分析可作出两个重要的结论：

(1) “L”油层在未开采以前，顶部和翼部的天然气都是溶解在原油之中，当时，每一吨原油平均含有 60 米^3 的天然气。

(2) 油层压力降至 80 个大气压以下时，天然气开始由原油中逸出。这个压力大致可以视为是油气饱和压力。

有人曾问：对开采一个油田来讲，油气比与饱和压力究竟有什么意义？这些指数，对于用近代科学方法开采油田具有很大的意义。

“L”油层的原油，一直处在极大的压力之下，里面溶解着一定数量的天然气。当天然气在井筒中或在油气分离器中从原油里逸出时，我们就称之为油田的正常开采。除此而外，若是油层压力降低得很大时，致使天然气在油层中就开始逸出。油藏中的原油便会失去它所含的溶解气，而使粘度增高。原油粘度增高，会减低它向井底流动的速度，于是产量亦随之下降。而且，天然气在油层中逸出时，会阻碍原油流向井底的速度，这对油井的产量当然会有不良的影响。粘油附着在岩石表面，会大大地降低原油的采收率。不但如此，老君庙油田“L”油层原油的含蜡量很高（1%）。当天然气饱和在原油中时，石蜡也呈溶解状态。当天然气消失和压力降低时，石蜡也要开始从原油中分离出来。如果这种压力的降低和天然气的逸出是在油井里发生的，油管中就会发生结蜡现象，这样有时候就需要每日进行数次的油管清蜡工作。而当压力降低，天然气在地层中向外逸出时分离出的蜡质就会将油层的孔道堵塞。这样会使油井产量逐渐下降，直到完全停产为止。因此，如果我们想从油田中采得更多的原油，如果我们想增加原油的可采储量，我们就应极力控制不要在采油过程中过量地消耗天然气，并使井底压力不超过饱和压力。我们应该认识到，根据老君庙油田“L”油层的条件，采油时的油气比决不能超过 $100 \text{ 米}^3/\text{吨}$ 。我们应当竭力使其达到 $60 \text{ 米}^3/\text{吨}$ 左右。

自 1952 年年底到 1953 年年底，由于构造中部各井进入开采，而这中部油层的压力已大大减低，又由于其他油井的工作压力也已降至 87 个大气压以下，所以油气比再次升高。1953 年 11 个月的平均油气比为 126 米³/ 吨。

现在我们再看看“L”油层压力变化情况。

在指示图表上有一条油层压力变化曲线。原始油层压力，已以原始油水界面标高是根据在 I - 28 和 D - 14 两口井中测量油层压力的材料求出的约为 120 个大气压。

系统地在各井中测量层油压力，是 1947 年 3 月才开始的，根据这些测量的资料先绘制了等压图，即压力相等的各线联在一起的图，然后再根据等压图求出了原始含油边界内整个油层的平均压力。

我们就将这样求出的油层压力，写在这张指示图表上。

截至 1947 年 3 月，从“L”油层一共采了 37.9 万吨原油，而同时期内，“L”油层的平均压力降低了 4.21 大气压，这就是说，每采 9 万吨油就要降低一个大气压的油层压力。

自 1947 年 3 月起到 1948 年年底，采油量不断提高，由 1947 年 3 月月产量

报告中所讲到的压力数字，是以假定油水分界标高算而得的。

至 12 月,月产油量增加到 8,000

增加采油量就引起了油层压力又一次的下降,由 115.79 降到 111.41 个大气压。如果是从原始压力计算,一共下降 8.59 个大气压,如从 1947 年 3 月的压力计算一共下降了 4.38 大气压。在 1947 年 3 月到 1948 年年底期间,共采油 6.2 万吨,而自开始采油时算起到 1948 年年底,共采原油

1949 年的采油量,又大大降低,1948 年的采油量为 7.8 万吨。而 1949 年的采油量只有 6.9 万吨,其间以 1949 年年中的下降情况特别显著,由于 1949 年 6 月采油量的减少,油层的加权平均压力非但没有下降,反而还增加了 3 个大气压。由于 1949 年年底与 1950 年 1 月采油量的增加,油层压力又自 113.45 降到 110.3 个大气压。1950 年年中由于三、四、六 3 个月的采油量减低,油层压力又稍有上升,升到 111.64 个大气压。1951 年上半年采油量增加后油层压力又随着降到 109.35 个大气压。

自 1951 年 7 月到 1952 年 8 月,采油量始终保持着月产量 1.1 万吨的平稳状态,同时,油层压力也保持在 109 个大气压的平稳状态。

1952 年年底,在同样采油速度下,主要开采了构造边部的油井,而对于构造顶部的油井差不多没有进行开采,在这样调换了采油部位之后,不仅是油气比下降了,而且油层压力也从 108.94 个大气压增加到 110.15 个大气压。1953 年年中,采油量达到最高

数量为每月 2.7 万吨。采油量从 4 月的 1.4 万吨提高到 6 月的 2.7 万吨，这样的骤然增加，却又招致了油层压力的剧烈下降，从 110.15 个大气压降到 106.51 个大气压。到 1953 年 10 月，降到 102.41 个大气压。

我们从油层压力变化曲线分析，可以作出下面的结论：

(1) 油层压力逐渐在下降；

(2) 油层压力下降的速度决定于两个因素：采油总量与采油速度。

采油量骤然增加，油层压力就随着剧烈的降低，采油量降低时，油层压力就增高；采油量保持平稳时，油层压力也保持平衡状态。

自 1941 年 1 月 1 日至 1954 年 1 月 1 日整个开采期间内，根据总局采油处资料由“L”层共采出 111.6 吨原油，根据计划处资料为 112.5 万吨。最多的采油井数是 42 口，平均日产量为 23.3 吨，平均采油率为 2.1 吨。

关于“L”油层的驱动问题

上述资料可以使使我们明 “L”油层的驱动类型，确定出推动原油流向井底的主要力量。

当苏联专家，即本报告的作者们，未到达中国之前，大多数中国专家认为“L”油层是一个溶解气驱油藏。他们考证了在采油过程中增长的高油气比的资料，并以没有资料可以证实有边水推进等等理由来支持他们的论点。

但是现在我们已经搜集了许多新的资料证明这种论点是不切合实际情况的。

显然，油藏底部是有水存在的，并且还随着原油的开采面积，向前推进。关于这一点，我们可以从构造南翼，距假定含油边界 350 米的 K - 15 井水浸的实事得到证明，至于油气比，我们已确信地指出，并不是由于采油量日渐增加而使其增加的，而是因为在开采过程中，井底压力降低到油气饱和压力之下而引起的结果。

从“L”油层开采情况的分析，可以看得出：

(1) “L”油层的油藏，在构造顶部被逆掩断层的断面所遮挡，它只有南面一个供应边缘，由油层水支持着，支持的力量等于从“L”油层供给边缘标高到油水分界面的液柱压力。“L”油层的储油层的这种地质条件，完全可以保证将油层压力从供给边缘传送到含油边缘。

(2) 起初，整个油藏中的天然气完全溶解在原油里，以后由于从油藏顶部地区采出了大量的原油，而使流动压力降至饱和压力以下。因之在油藏顶部就开始有天然气游离出来。

(3) 油藏的油层压力下降得相当慢，油层压力的变化，依油藏开采的速度而变化。当采油量高的时候，可以看出油层压力降低得快，到开采速度慢时，油层压力降低得慢，或呈平稳状态，甚至于逐渐增加起来。

综上所述之资料，可以完全确定，“L”油层是水驱（水力驱动）。我们晓得，水驱能很好的将原油从油层中排替出去。但是，我们应该注意到，如果我们从油层中开采出的原油量，超过从油藏边缘推进的水量时，那就会将水驱变为溶解气驱。水驱驱动的原油采收率可达 80%，而在溶解气时，采收率未必会超过 30%—40%。

对于“K”，“M”两油层驱动问题的看法

在“K”，“M”两层油井试油与采油的过程中，发现有边缘水，有和水柱压力相等或超过水柱压力的较高油层压力，有比较低的油气比，并且还有与“L”层相似的储油条件，这一切都可以使我们推断这两个油层具有水驱或弹性水驱的性质。很可能，它们具有弹性水驱的性质。

老君庙油田的油、气储量

在我们未抵达中国以前，中国专家们已将老君庙油田的原油储量计算过了。

在我们仔细研究了储量计算报告以后，认为对中国专家所作的计算应当好好的再精确计算一下。因为我们把产油砂层的厚度、孔隙度、含油率以及含油面积都减小了一些。并且还把已经算出储量，但到底能否产油尚有疑问的薄油层“L”的储量除去了，所以我们估计的原油总储量，要比原计算的数字低。关于这个问题，我们在报告中将有详细的阐述，这就不谈了。现在就来报告计算的结果。

老君庙油田各油层的原始储量列表 1。

表 1

油层	储量面积等级	原油储量(千吨)		
		中国专家 提出的数据	苏联专家 提出的数据	苏联专家估计量占 中国专家估计含量 (百分比)
“ K ”	各级面积原油 总储量	22,971	15,468	76.1
	A、B 级面积 原油储量	4,109	8,900	216.0
“ L ”	总 计	58,741	31,455	53.7
	A + B	45,244	27,256	60.4
“ M ”	总 计	47,964	12,667	25.7
	A + B	17,480	7,699	44.0
共计	总 计	129,676	50,590	39.1
	A + B	66,833	33,855	50.6

这些数字表示出上述各油层的原油总储量，使我们有了一个概念，知道这些油层内究竟有多少油。但所谓储量，就是指用现在的开采方法实际上能从地下采出的油量。

我们晓得，就是在最有利的条件下，用钻井方法从油层中采油最多也不能超过含油量的 80 %。

老君庙油田石油与天然气的可采储量

计算原油储量，必须先算出油层采收率，以采收率乘油层原始石油储量，就可求出该油层的可采储

量。

所谓采收率，就是指在某种开采方法下，采至地面的原油体积与油层中原油体积（也折算成地面条件下的体积）的比率。

采收率主要决定于油藏驱动，开采方法以及油层的储油性质。

中国专家所采用的油层采收率为：

“ K ” 层 0.40

“ L ” 层 0.50

“ M ” 层 0.45

表 2 引列中国专家与苏联专家计算老君庙油田原油原始可采储量（A + B 两级）比较数据。

表 2

油层	采用的采收率	石油原始储量(千吨)		储量之差额
		根据中国专家计算	根据苏联专家计算	
“ K ”	0.40	1,645	3,560	+ 1,195
“ L ”	0.50	22,623 *	1,3627	- 8,996
“ M ”	0.45	7,866	3,464	- 4,402
总计		32,134	20,651	- 11,483

* 注：“ L₄ ”油层的储量未计在内。

苏联专家实核的结果，“ K ”油层可采储量的估计数字增加了 191.5 万吨，就是比中国专家估计的多了 116.5 %。 “ L ”油层储量的估计数字，减少了 899.8 万吨，即比中国专家估计的少了 39.6 %。“ M ”

油层储量的估计数字, 减少了 346.4 万吨, 即少了 43.2%。

老君庙油田各油层总可采储油经过重新计算以后，估计要比中国专家计算的数字低即低 55.7%。

若是“L”油层的采收率以0.45计算，该层储量就可以增加408.9万吨。这样，储量减少的总值将为739.4万吨。

根据 1954 年 1 月 1 日的情况，将以前的采油量减去，上述可采储量剩余量见表 3。

表 3

单位:千吨

油层	A + B 级原油储量	自开始开采到 1954 年 1 月 1 日共采油	1954 年 1 月 1 日 原油可采储量
“ K ”	3,560	5.0	3,555
“ L ”	13,627	1,116.0	12,511
“ M ”	3,464	3.0	3,461
总计	20,651		19,527

老君庙油田的储量，虽然根据我们的估计，已经减少了一些，但是它仍不失是一个很大的油田。

天然气储量

关于与原油共存的天然气的采储量。我们只能把“L”油层的大致计算一下。根据平均原始油气比 60 米³/吨计算,“L”油层天然气原始可采储量为

3。减去已采出的3，
1954年1月1日还有天然气储量3。

老君庙油田进一步勘探的问题

在进一步勘探老君庙油田的过程中，应该解决以下几个基本问题：

(1) 应保证将低数储量升级与较高的等级，这样，从C级储量提级而可能增加的储量为700万吨。

(2) 确定各油层的含油边线。

(3) 查明构造北翼的构造性质，并探明逆掩断层下面可能的油藏。

(4) 要在构造的顶部，以技术上可能钻达的深度，探明中生代地层。

老君庙油田开发的原则

在社会主义经济体系下，开发任何一个油气田的基本科学原则都应该以用最低的生产费用，从地下采出最大数量的石油为前提。

在老君庙油田中，我们已经探明有“K”，“L”与“M”三个油层。每个油层，根据它们各自成层的条件和特性，都是各自独立的油藏。因此我们可以把它们作为独立的开采对象。

产量最高的一个油层为“L”油层。该层完全可以看作是开发老君庙油田的主要对象。

新中国对石油产品的迫切要求，需要用最快的速度开发油田，为此，自然就产生了同时开采三个油层的问题。由老君庙油田开采总图上可以看出，“K”，

“L”，“M”各油层可能含油边界的相互位置。如图所示，“L”油层所占的面积最大。它包括着“K”及“M”两个油层的含油面积。因此以含油面积论，该层也合乎主要开采对象的要求。

“M”油层的储油面积，包括在“L”油层的储油面积以内，而“K”油层的储油面积，比“M”，“L”油层的储油面积小的多，而且包括在这两个油层面积以内。

各含油面积的这种有利的分布条件，可以作为我们下面提出的同时开采三层的原则的根据。可以先加强开采“L”及“M”油层边线之间“L”油层的含油面积，同时也加强“M”油层的开采。当“L”油层的含油边线接近它上面的“M”油层的原始含油边界投影时，“M”油层最外面一排的井已被水淹，这样就可以从这一排井中间采“L”油层。这种开采方法，可以节省钻井。但是因“L”与“M”两油层的储油性质不同，所以要使这两层油水边界能均匀的移动，是很困难的。实际上，“M”油层很难达到与“L”层同样的开采速度。而从另一方面来看，应用这一方法要预先考虑到，同采“L”油层时，必须射穿套管。这样就要把这些油井的不完善系数搞得更坏，并使产量降低，这种复杂的方法，只得拒而不用。

开采“M”油层最合适的时候，就是在开采过程中，当“L”油层的含油边线移入“M”油层面积内

的时候。这时，在“M”油层含油面内开采的“L”油层的各油井因水淹而关井，所以应加深这些井，打穿到“M”油层。进而开采“M”油层。以后随着“L”油层的含油边线的缩小而扩大。今后为要加深这些油井，应预先规定在“L”与“M”层共有面内在“L”油层上打生产井时，应该下8或7英寸的油层套管。至于“K”油层，不论采用那一种开采方案，应该把它作为一个独立层同时开采。该层的深度不大，储油性质较差，需要用特殊的钻采方法。因此，如把“K”油层当作一个间采的对象，用下部油层的井来间采它是不合理的。这不仅是从必须保证老君庙油田能大量出油来看，或是用最有效的方法钻采“K”油层来看，都是一样。

此外，也要考虑到“K”，“M”油层的储油性质都很差。需要用另一种比“L”油层更密的生产井排列法。

各油层的生产井应成行地和含油边线平行排列，行数、行距、各行内的井距应根据水动力学计算。有了这样的井位排列，可以保证井位最有效的最经济的分布。

要想在短期内采出大量的石油就需要采取边缘注水的措施。

根据老君庙油田的情况，如不用边缘注水法，每天最多只能从“L”油层中采油
压力将在短期内降至饱和压力以下，而油藏本身将很

快地由强大的水驱驱动变为溶解气驱。

在水驱驱动下，能采出“L”油藏原始储量的0.65以上。但是在溶解气驱下，最多就不会超过30%—35%。同时我们还应注意到，老君庙油田的原油中含蜡量高，当天然气因油层压力下降而从油中逸出时，井底就会产生结蜡现象，把油层孔隙堵塞住。一旦油层孔隙被蜡堵塞，油井产量自然会急剧地下降。

这些油井现在是喷油生产，所以原油成本很低，但是一旦油层压力下降，它们就要停止自喷，那就需要进行机械采油（深井泵采油或压缩机采油）。这个时候，生产费用一般地要增高1—2倍。

所有这些将因地层压力急剧下降而引起的不良后果，只有用边缘注水才能避免。这时产量可以提高1—2倍。

因为“K”，“M”两层油压是水驱或弹性水驱驱动，再考虑到“K”，“M”两个油层的储油性质不太好且油气比低，因之用专常的方法开采时，对这两个油层，可以采取0.4的采收率，如采用边缘注水法时，采收率可增为0.5—0.6。

而对储油性质好的原油中含天然气的“L”油层来说，如用平常的开采方法（采用相当于油气饱和程度时的正常油气比）。可以保证达到中国专家所采用的0.5采收率。

若用边缘注水法来开采“L”层，其采收率可达

0.7，这时我们可采取 0.65 的采收率。但是，如果我们在提高油气比和采油量大大超过边水推进的情况下继续去开采“L”层，则其采收率会降至 0.3。

由此可见，原油可采储量的多寡，一方面由上述的自然因素决定，另外一方面由执行开采的人员所采取的措施决定。

表 4 列述了采用各种不同采收率时，老君庙油田各油层的原始原油储量。

所以如果老君庙油田“L”层采用边缘注水法可以得到下面这些好处：

- (1) “L”油藏的可采储量可以增加 400—600 万吨。
- (2) 产量至少可以提高一倍。
- (3) 保证长期保持最经济的自喷采油法。
- (4) 用于产量提高，采油方法好，原油成本将大大降低。

上述这些优点完全可以补偿边缘注水时所需要的大量费用。关于这方面应花的费用，可以由下列注水应用的设备得到一个大致概念，进行边缘注水所需的设备：

- (1) 注水井。
- (2) 在石油河河岸低地处，建立一个水库，每日能从河底下放 3,000—4,000 米³ 的水。
- (3) 总泵站将水输送到供水分站。
- (4) 供水分站应设有储水池，以保证将水输至注

表 4

油层	储量等级	油层中原始含油量	采用下列采收率时各油层原始原油储量(千吨)						
			0.30	0.40	0.45	0.50	0.60	0.65	0.70
“ K ”	A	133	40	53	60	66	80		
	B	8,767	2,630	3,507	3,945	4,383	5,260		
	C	6,568	1,970	2,627	2,956	3,284	3,941		
	A + B + C	15,468	4,640	6,187	6,961	7,733	9,281		
	A + B	8,900	2,670	3,560	4,005	4,449	5,340		
“ L ”	A	16,453	4,936	6,581	7,404	8,226	9,872	10,692	11,517
	B	10,8.037	3,241	4,321	4,861	5,401	6,482	7,002	7,562
	C	4,199	1,260	1,680	1,890	2,099	2,519	2,729	2,939
	A + B + C	31,455	9,437	12,582	14,155	15,726	18,873	20,445	22,018
	A + B	27,256	8,177	10,902	12,265	13,627	16,354	17,716	19,079
“ M ”	A	2,483	745	993	1,117	1,241	1,490		
	B	5,216	1,565	2,086	2,347	2,608	3,130		
	C	4,968	1,490	1,987	2,236	2,484	2,981		
	A + B + C	12,667	3,800	5,066	5,700	6,333	7,601		
	A + B	7,699	2,310	3,079	3,464	3,849	4,620		
整体油 田储量	A	19,069	5,721	7,627	8,581	9,533	11,442		
	B	24,786	7,436	9,914	11,153	12,392	14,872		
	C	15,735	4,720	6,294	7,082	7,867	9,441		
	A + B + C	59,590	17,877	23,835	26,816	29,792	39,755		
	A + B	43,855	13,157	17,541	19,734	21,925	26,314		

水井。

(5) 注水和输水管线网。

上面所述的边缘注水法的优点，应用到“K”和“M”油层时也能同样收效。

因此，我们建议：在开采老君庙油田所有的油层时，都使用边缘注水法。边缘注水，和任何一项复杂工作一样，需要做周密的准备工作。在实行的过程中，将会遇到一些困难，其中有一项就是如何能熟练地进行注水井的试井工作。因为在钻开注水层或在试井的过程中，这些井中的井底一定会弄糟，要消耗很多的时间，使注水井能达到定额受水量。同时，在控制油水边界的推进和在注水的过程中也会遭到一些困难。但是有困难，我们就要去克服它。

大家也可能提出这样一个问题，我们是不是可以不用边缘注水法去开采老君庙“L”层，而不致损坏这个油田，也就是说仍保证它的最高采收率？回答是不可以的。只要我们能这样去调节“L”层的产量，使它不会引起地层压力的剧烈下降。这就是由“L”层中采出的油量，应该等于边水的进入量，这就需要利用天然的边水驱动。这是由于采油而自然而然发生的。但是这种办法不能满足国家所需要的石油产量增长的速度。

我们建议把上述原则，作为正在编制中的老君庙油田开发方案的基础。在这一方案中，应该以边缘注水的必要性、生产井与注水井的布置方案、逐年的采

油速度和注水速度等问题为基础。

因为老君庙油田三个油砂岩都含有大量（达10%）的碳酸钙胶结物，我们建议有系统地施行井底盐酸处理，以增大井底流量。这一措施，能从根本上提高油井的产量，特别是渗透率很小的“K”，“M”两层的油井产量。

为了增大井底流量，我们建议，对这些油层，施行压裂法。

中国专家小组在陈贲同志的领导下，根据我们的建议，进行了制订老君庙油田开发设计方案的准备工作。将来设计工作完成后，中国专家应在某个时间将自己的工作结果写出详细的报告。现在我根据中国专家们所做的那些计算工作，来谈一谈若干主要的结论。

在“L”层的油藏开发图上，5排生产井是用红线表示的，绿线则表示含油边界。由于油藏在北部被断层遮挡，因此它不能从这方面得到供给，油层水只能从南部补给，并推动石油。因与油层的边水区距离很远，而“L”层的渗透性又不大，故向油层移动的水流就受到了限制。假如产出的石油量多于向边线移动的天然水流所能保证的产量时，那就得泵入水。为此中国专家设计了一组在含油边线外的注水井（图上标有一蓝线，其上布黑色三角形）。

这些井应打在水已经饱和的地点。从地面再把水泵入井中，这样就可以加向含油边线移动的水的总流

量——这种水把它前面的石油推向生产井的井底。油层在这种情况下，比起未实行边线水淹时，将产出较多的石油。但注水并不是可以无限制的。某些同志这样想：如油层中在一昼夜之间泵入

夜可以增产石油 3,000 吨,那么假如把供水量增加到每昼夜 6,000

得很,事情不会是这样的。油层中只能注入一定量的水,务使含油边线上始终保持着最初油层压力。此一限制使我们可以正确地计算出泵入油层的需水量。

只有在这样的条件下,进入油层中的水才会进行有效的工作。否则把水注入油层中太多,可以构成很高的油层压力。油层本身和注水井可能就受不了这样的压力。此外,如大量注水,它可能在油层中凸进。它不再沿着油层作全面的移动,而是沿着阻力最小的路线移动,这时水并不能进行有效的工作。

我们会要求中国专家进行计算工作,以便弄清楚,假如不在边线外注水而开采油层,可以产出多少石油。此项工作已按苏联专家所制订的方法完成。

在送来的图表中,红线表明了 1953 年的采油量会怎样地得到提高,以及它在 1954 年又将怎样根据政府所批准的计划而增长。例如,1954 年第二季预定的日采油为

第四季为 1,480

约 750 吨,那么在 1954 年最后一季中,采油量必再增加一倍。

现在我們來看，假如把上述的石油儲量開采出來，油層壓力將會發生怎樣的變化。從圖表中可以清楚地看出，在 1953 年初，油層壓力等於 110 個大氣壓，到是年年底此壓力已經下降。由於采油的结果，它於 1954 年將降達 90 個大氣壓。為了從井中採取石油並保證其流量充足，我們應當把每口生產井排油帶內的油層壓力降低。這樣取得的油層壓力構成井底壓力。它隨着油層壓力值的下降，也應適當地降低。這在圖表中已有說明。在 1954 年的第四季，它將低於規定的壓力水平，即於第四季中，它開始低於原油的飽和壓力，從而會使油氣比增高。這是不允許的。這會使油井的產量降低。采油量則在達到采 1, 480 噸的水平以後，就會開始下降，這情況一如紅色的虛線所示那樣。因此，計算指出，石油的開采量可以增加一倍。但這將是頂點，以後就會降下來。計算可能還需要再做得精確些，把所得的值再增加些或者再減少些，但大體上它是真實而正確地說明了在未實行邊緣注水而開采油層過程中的動態。

當然可以不使井底壓力低於飽和壓力，但要做到這一點只有一個辦法——少采油而不完成 1954 年的計劃。

中國的地質師也計算了假如進行邊緣注水石油的開采量將是多少。他們計算的根據是在 1954 年中所有必要的注水設備都已制成，並自 1955 年一月份起將必要量的水注入油層中。如能遵守這些條件，那么

油层压力将中止下降，并经过一年之后，可达到 120 个大气压的最初压力水平。井底压力（至 1954 年年底其数值已低达不允许的水平）也开始增长，而达到稍稍超过饱和压力的水平。此一压力尚可继续增高。但由于必须开采很多石油，应当以人工方法把它维持在尽可能低的水平上。既不使它增高，也不使它降低。随着油层压力增高，采油量也可以提高，根据中国专家的计算，将达到日采 3,600 吨的水平。

我忘了说明一点，就是水动力学的计算说明有必要不使 5 排井同时产油，而只让头三排井产油。假如超过三排井而另钻一排井，即钻第四排井，那么在这排井上的采油量一定很少，因此打这排井是不合理的。头三排井截夺了差不多所有的油层生产能力。

暂时从位于含油边线和第一排生产井之间的油层部分采油，采油量保持在每昼夜 3,600 吨的水平上。在第二排井被水淹以后，应使第四排井进入产油，但它不能完全代替第一排井，故采油量将下降。当第二排井被水淹时，采油量重新降落。每当下一排井被水淹，采油量都步步下降，直到油完全枯竭为止。

在上述中国专家的计算中，可能尚须明确一些数字——确定油层每昼夜将产出的是者是 3,000 吨石油。但总的来说，计算是正确的。

有了这样的计算，总局领导上应当作出决定：开采老君庙油田，或者不采用边缘注水，或者立即开始实行边缘注水。

在第一种场合,采油量于 1954 年已达到顶点:日采 1,500

少而减低至原来的二分之一。油井则势必改以昂贵的机械及抽油法开采。

如采用边缘注水,则是日采量可增加一倍,最高采油量将可延续若干年之久;石油储量由于采收率增大而增加,油井则长期产出廉价的自喷原油。

老君庙油田的采油问题

这里我不谈玉门矿务局的采油情况和我们已在现场阐述过的个别问题,我只谈几个主要问题。

我们很欣慰地看到玉门矿务局油田研究工作的高度水平。那里很好的研究储油层、原油和水的实验室,应用最新的井底压力计、取样器等仪器,有系统地进行着地层压力和油井的测量工作。他们还有系统地记录着油井产量和油气比。但是,这些测量所得的资料,显然是还不够用的。

需要尽力做到:不仅每一口井的开采技术要有根据,并且首先要确立整个开采对象的采油技术。

例如,开采“L”层时,在采油技术方面应当根据以下几个基本原则:

- (1) 全层的油气比不得超过 100 米³/吨。
- (2) 生产井的井底压力不得低于 80 大气压。
- (3) 在开采过程中,应保证含油边缘均衡地收缩。

应该根据一个油层的总的开采技术制定个别油井

的采油方法。这种油的生产技术方法，应根据各油层全部资料每月研究制定。在拟订采油生产方法时应注意到井底压力、油嘴、清蜡方法，井底预防清除工作及其他等问题。

有了这种方法，油井的正常产量就有了根据。如果油井保证不了这一点，那就是因为油井的生产方法出了问题。这就是给技师的信号，他应立刻改变这口井的生产。目前老君庙还没有这种措施，但须要建立起来，现有的中国专家——我们已经认识的——完全能够解决这一问题。

酒泉盆地其他有希望的构造

酒泉盆地是河西走廊的主要部分。它在很长的地质年代中均为山前坳地。我们知道，这样的区域全部适于进行找油工作，在目前发现了许多构造，并在盆地的西部进行着钻探工作。上面已经提过的老君庙油田，就位于这里。

这些有希望的构造分为两排。第一排位于南山山麓一带（南排）。而第二排的位置大约在盆地的中部。两级构造的相同点是均为不对称的构造形式。第一排构造南翼平缓而第二排构造则北翼平缓。这种情况是由于形成构造的条件不同而造成的。目前只在第一排构造中（南排）发现含有大量的石油，这些构造排列成链状，构造端部互相衔接。

青草湾构造

青草湾构造是酒泉盆地最西旁的一个构造，位于老君庙构造西北 14 公里的地方。青草湾构造是由第三纪地层组成的，是很明显的闭合背斜构造。构造长达 5 公里，宽 3 公里，闭合高度大约 170 米。

青草湾构造的钻探工作是在 1950 年冬季开始的。青一井位于构造的平缓的南翼。青二井则在构造顶部。打青二井的目的是要探明构造北翼的储油情况。因为青草湾是一不对称的背斜构造。所以在大约 500 米的深处井身就会钻入构造的北翼。1953 年 10 月该井已钻到 1,547.2 米,但还没有穿过盖在白杨河含油系上面的疏勒河组地层。在钻到的深度内地层倾角平缓,大约为 40° 。

在钻井过程中,在井深约 1,500 米的地方见到天然气(间歇地出现气泡),并且已证实是可燃气体。探取的气样已经送去做分析。但是分析的结果我们还不知道。

到 1952 年 5 月,青一井钻穿 2,071.53 因为发生事故停止了钻进。在钻井过程中,没有发现任何石油或天然气显示。根据青草湾构造的位置和构造特点,它在酒泉盆地进行钻探的构造中间是最有意义的一个构造。其优点是:靠近老君庙油田,构造的闭合较好,沉积岩相对不深,没有断层,而且在这个构造中白杨河组下部主要含油层的构造类型同老君庙地区大致一样。

但是，对青草湾背斜层构造有两种看法。因此一些中国地质家对此构造的前途就评价得很谨慎。第一个看法：根据地球物理的资料认为这个构造愈往深处地区愈加平缓，就变成单斜构造。第二种观点认为沉积了白杨河组含油地层后停止沉积而发生间断。钻井的资料没有证实第一种看法。至于沉积的中断，我们在这个地区内还没有发现过白杨河组地层全部被剥蚀掉的现象，并且白杨河组下部的地层各地厚度变化不大。除此之外，我们不知道石油运移至白杨河组地层内的时间。非常可能是在上述沉积中断以后，才运移进去的。

因为这是一个很有希望的构造，所以需要加强钻探工作。

在已有的两口探井之间的直线上，应布井构成一条完整的横剖面。藉此，可以探明背斜层构造两翼的地质构造和解决白杨河组地层的含油问题。

石油沟构造

石油沟构造位于老君庙油田东南 15 公里的地方，是一个很大的长 20 公里、宽 6 公里东西轴向的背斜构造。

在 1951 年，首先在构造的西端开始钻探寻找油藏。石油沟构造是一个受断层影响的复杂构造。在它的轴部有逆掩断层，南翼的上古生代地层逆掩到北翼的上第三纪地层上面。逆掩断层的断距大约为

在构造范围内，有许多石油天然露头，多半出于白杨河组“L”油层砂岩。

在比较老一些的上古生代地层（石炭纪和二叠纪）中也发现有油苗。这些老地层的油苗应专门进行研究。

构造的西端部分受断层影响很弱。在西端部分共钻七口探井开采“L”油层的储油。一口井是钻探三叠纪和二叠纪的地层。还有一口探井是为了寻找逆掩断层下面的第三纪的石油。在所有井内，当钻穿“L”油层时，均遇到油苗。其中有一口井，从井深350米的地方得到了石油，并日产油300公斤。

因为在逆掩断层下面的背斜构造北翼的一些可能含油层的侵没和南翼地层剥蚀得很利害，所以在石油沟构造西部就造成了比较有利的石油勘探条件。所以，应该承认这种钻探工作的布置是正确的。

在逆掩断层下面的构造部分，有可能保存下来了白杨河组的含油地层。这里进行钻探工作也是有很大的意义。但是，这里的钻探工作有非常多的困难，而且需要的钻井工作量也大。

大红圈构造

这个构造位在石油沟构造的东北，距离老君庙30—35公里。构造长达12公里，宽约3公里，由第三纪地层组成的。在轴部有很大的逆掩断层通过。

从1953年开始，在大红圈构造上进行钻探，寻找逆掩断层下面白杨河组地层的石油。有两口井正在

钻进（截至 1953 年 10 月 23 日井深为 972 米和 920 米）。在钻井过程中，一口井在逆掩断层下面的地层中遇到了少量的石油。

虽然在白杨河组内找到逆掩断层封闭的油藏是可能的，但是在构造的逆掩断层下面寻找石油，和在石油沟构造寻找石油的困难是一样的。大红圈构造的两端因白杨河组地层在这个构造中侵没的很深，故也有一定的钻探价值。

白杨河构造

白杨河构造是属于酒泉盆地第二排的构造。其位置在老君庙油田东北 7—8 公里的地方。从地形上来看，这个构造是一延伸至少有 8 公里的不对称的台阶式构造。由上第三纪地层（玉门系）组成。而下面的地层，根据邻接地区来看，应该同老君庙地层一样。

目前，在白杨河构造上已进行过必要的一套地质调查和地球物理勘探工作。其结果证实了它是一个完全独立的构造，并已完成了深探井的准备工作。

钻探白杨河构造具有巨大的实际的和科学的意义。因为白杨河构造是第二排最典型的构造中的一个。而这些构造可采储量目前还尚未证实。钻探白杨河构造所得到的资料，将可作为对酒泉盆地内的第二排构造储油远景总评价的主要资料。

我们同意在这个构造上计划钻三口深探井。

文殊山构造

文殊山构造位于酒泉城西南 16 公里的地方。也

是第二排构造中的一个。文殊山是酒泉盆地最大背斜构造中的一个构造。长约 20 公里，最宽可达 6 公里。它是由第三纪地层组成的。在构造东部有平缓的逆掩断层。

这个构造的钻探工作集中在东南部。现在已经打完的有二口浅井（深度 47 米和 300 米）。有一口深井正在钻进。已经达到的白杨河组地层露头。同时钻井中到现在为止也还没有遇到。

在最近两年内，我们建议在这个构造上再打四口深探井。白杨河和文殊山两构造的钻探工作可使我们更有根据地评价第二排构造的含油远景。

上面所提到的构造是酒泉盆地西部最大的一些构造。除此以外，在文殊山以南和白杨河以东，还发现一些较小的构造，以及老君庙和石油沟构造以北，尽管由地球物理勘探所得到的数值不大，但这些构造是将来大规模开发酒泉盆地的主要后备构造。所以必须调查清楚它们的位置与边界。

在酒泉盆地东部扩大勘探工作是很重要的。根据普查工作的结果，在东部现在发现有九个新的构造。这些构造全都是祁连山前山带的构造（第一排构造），有待于认真地进行调查。按照构造的类型和地质剖面的特点，这些构造与酒泉盆地西部第一排构造很相似。其中有的较深（在下白垩纪之下）。这些构造中间最值得注意的是佛洞庙构造。它的位置在祁连山

麓，向南略偏西南离酒泉城 20 公里。跟这个构造可能密切相连的又有一个名叫石羊圈构造。其位置在洪水坝河的右岸。在发现这些构造的区域内，我们建议进行细测工作，以准备在些构造上打深探井。同时，在其他地区普查出来的构造，也有进行细测的意义。

必须有整个酒泉盆地的

图。并进一步作出整个河西走廊的地质图。现在还没有这样的地质图。在这个地区还应该做完重力测量，希望一直做到酒泉盆地的北部。被第四纪地层覆盖的盆地东部，也是极需要进行重力与磁力勘探工作。甘肃系是盆地的主要含油地层，而在盆地范围内这些地层的分层与地层对比工作，做的不十分令人满意，所以必须加强第三纪地层岩性的研究工作，以便能对形成甘肃系储油层的古地理环境有一个最完整的概念。

有关构造成因史、生成的时间、发现的条件以及同沉积关系的问题等等，对解决含油问题均有重要的意义。

因此，关于整个酒泉盆地，我们的建议如下：

(1) 完成老君庙各油层的钻探工作，并钻探中生代比较深的地层。

(2) 作出“L”油层采取边缘注水的开采设计，并着手实现。可分别和同时开采“L”与“K”两个油层。随后再进行“M”油层的单独开采。

(3) 加强最有希望的青草湾构造的钻探工作。

(4) 在石油沟、大红圈和文殊山诸构造上继续钻

探。

(5) 在白杨河构造上着手进行钻探。

(6) 继续调查研究盆地西部与东部的构造，着手钻探其中较好的构造。

潮水盆地

潮水盆地在酒泉盆地的东北。盆地的大部分地区已位于宁夏境内。这个盆地与阿拉善沙漠连成一片。在地质方面对这个盆地研究很差。在盆地南部，合黎山山脉以北，很早以前就知道从下侏罗纪砂岩中流出液体的石油，这个有油苗的构造叫作青土井构造。最近几年来，在这里曾打过浅探井，其中的一口井（K - 2）中在去年 11 月间已第一次得到了可采原油产量。这口井一直到现在还日产油 200—300 公斤。因此，可以说在潮水盆地新的含油地区内发现了新的油田。

目前的任务是要对这个油田进行钻探井从而确定出这个油田的工业价值。钻探青土井构造的结果对今后工作的方向和潮水盆地南部的前途的估价都具有极大的意义。在整个盆地范围内根据路线地质普查的结果，发现了 20 多个主要由第三纪地层组成的构造。其中的一个，名叫窑水构造。现在正在进行钻探。这个构造主要是由白垩纪地层构成的。根据探井的设计，应在白垩纪地层的下面遇到侏罗纪含油地层。但是，已经打完的两口探井在大约 750 米的深度，从白

垩纪直接钻入了变质岩，而这些变质岩从外表看来极像是下古生代的地层。显然，由正在钻进的第三口井中也将要得到同样的结果。在窑水构造内，没有发现侏罗纪的地层。

这种情况使我们不得不很谨慎的估价潮水盆地的含油远景。并且要求我们专门来研究侏罗纪地层的分布情况。在窑水构造内以及可能在其他地区内没有侏罗纪地层存在的原因，或者是由于在最初的时候，侏罗纪地层分布不均匀，或者是由于某些现在的构造，当时是海岛隆起部分，也或者在白垩纪沉积以前，侏罗纪地层局部被冲蚀掉了。今后的地质调查和古地理的调查就要解决这个问题，因为潮水盆地的石油勘探工作的方向主要是取决于这个问题的解决。

现在必须提出，窑水构造钻探工作的失败并不足以说明整个盆地内的构造都是不好的，虽然可能其中的一些构造似乎是完全没有希望得到钻探结果。因此，我们作出的基本结论是：潮水盆地的地质情况要比原来所设想的复杂。就这一点来讲，还不能把选择潮水盆地作为钻探的对象看成是一个错误的措施。根据所获得的否定的资料，我们就需要缩小今后工作的区域面，首先推荐在最靠近青土井侏罗纪含油地层的构造来做钻探准备。像这样的构造，在青土井构造以北就有一个，经过必要的准备阶段，便可以进行钻探。从整体观点来看，必须在青土井以北和西北，在夹滩范围内，集中力量在近期进行细测工作。在夹滩

范围内的第三纪地层很发育而且分布也广，并且被挤为平缓褶皱。在这里可以预计有侏罗纪含油地层分布。迅速地进行打深探井的准备工作是当前刻不容缓的任务。因为，如果没有深探井，就不能解决这个极有意义的盆地的远景问题。同时，应该进行整个盆地的区域地质调查和地球物理勘探工作。在潮水盆地内找寻构造时，航空地质调查的效果特别大。

青 海 省

民和盆地

民和盆地是一个典型的山间盆地。它被南山东南山脉包围着。民和盆地是中生代和新生代沉积区域；它的实际范围大大地超过了一般在大地构造图上所划的范围。依据奥布鲁切夫的看法，把它称为西宁—兰州盆地可较为恰当一些。

该盆地具有复杂的地质构造。这个盆地主要的构造是哈拉古山内部隆起地带。根据地球物理勘探的结果，确定从哈拉古山向兰州方向分布有一串地球物理参数的最高值。盆地北部和南部主要为向斜构造。盆地的上覆层主要由侏罗纪、白垩纪和第三纪沉积组成。最近几年来在这些地层中发现了油苗（液体的和固体的）。民和盆地的南部，在西宁河以北发现了一系列的构造。其中两个构造具有特别的意义，即张家山构造和虎头崖构造。张家山构造已在打深探井。而

虎头崖构造已经打了两口浅探井。除此之外，在享堂有一口探井。其目的是探明下第三纪砂岩的含油情况，虎头崖构造中第三纪下两层含油特征很好。一号井在白垩纪地层中也发现了含油的砂岩层。

目前民和盆地的含油情况，同中侏罗纪地层有关系。在张家山构造上打深探井就是要钻进中侏罗纪地层。在发现的构造当中，张家山构造是最好的一个。虽然如此，由于中侏罗纪分布不规则，可能在这个构造范围内发现不了中侏罗纪地层。但是不管张家山构造钻井结果如何，今后一定也要在虎头崖构造上打深探井。虎头崖构造与张家山构造之间，有断层横过，将它们分割开来。可能虎头崖构造有它自己独立的储油面积。已有的关于民和盆地的地质资料，证明这里所开始进行的工作是正确的。勘探第三纪地层含油情况的浅探井，也有继续做下去的必要。当对这个盆地含油远景做出评价的时候，必须考虑到这个地区距离省会——兰州和铁路很近的有利地理条件。在这个盆地的地质调查工作，急待加强，因为对这个盆地的地质构造研究得不好，尤其是盆地的南部和东北部。盆地大地构造和地质史的复杂性要求进行专门的对比研究工作。需要运用地球物理勘探来继续查明和寻找新的构造。

柴达木盆地

在中国西北部的油区（新疆除外）中，柴达木盆

地是最大的一个。从类型论，它与准噶尔和塔里木盆地相似。大概该地区中也有一个极其致密的，在中生代和新生代下降很大的古地基。

对柴达木盆地的地质研究得很不够。它的大部分还是“空白点”。比较了解的只是盆地的西部——阿尔金和昆仑山脉南部之间的地区。该地区有油的最初资料是在 1947 年由关佐蜀同志取得的。

该区主要是由第三纪地层组成的。这里的第三纪地层从类型上看来，与酒泉盆地的甘肃系相似。较老的中生代地层埋伏在深处或在盆地边缘的山上露出地面。关佐蜀同志在本区的札哈附近发现了几个构造。对其中有一个测绘了示意图。最值得兴奋的是在第三纪地层剖面中有全部均匀、大量含油的砂岩层。这些油砂层是中颗粒和大颗粒组成的疏松砂层，其纯厚度为 150 米。砂岩为黑色，新打下来的油砂。在燃烧时有油滴出。当地居民和在此住扎的中国人民解放军部队都用来取暖和做饭。

无疑的，这些已证实的油苗是中国最大的油苗。这一地区该毫无异议的赢得很大的注意。

我们建议在本地区内开始地质和地球物理工作（柴达木西部应进行并细测已发现的构造）。如果可能的话，就应该在近期间内由最有希望的构造中选出一个准备进行钻探。如果关佐蜀同志的观察是正确的话，则在所视察的盆地中，第二老君庙的发现想必就在柴达木。

新疆吐鲁番盆地

由于吐鲁番盆地位于新疆的东部。不是中苏石油公司勘探石油的对象，所以必须也谈一谈这个盆地。

这个盆地位于东疆（天山山脉东端）夹于天山两个支山脉之间。北靠博格达山脉和喀尔雷克山脉，南邻库鲁克塔格山脉，该山脉伸入甘肃境内（北山），这个盆地从吐鲁番以西一直向东延伸很远，包括了哈密绿洲，盆地长达 600 公里，宽 75—150 公里。

按照吐鲁番盆地在天山山脉范围以内的地位，相似于在苏联境内的费尔干盆地，加上南准噶尔和北塔里木的边缘盆地，这四个盆地都是天山山脉系统的最大的下沉地带。同时，在这个区域内，它们又是主要的储油地区。

吐鲁番盆地是由很厚的三叠纪、侏罗纪、白垩纪和第三纪地层组成的。这些地层被挤压成为主要的两排背斜褶皱。第一排沿着博格达山南麓伸展；第二排在盆地的中部。而盆地中部的地形一般下沉在海面以下（鲁克湖附近海拔为—154 米）。在这个盆地内，1920 年末的中瑞地质调查队曾经发现了沥青矿床。而在鄯善地区，据口头的传说，也有知道的油泉。

因为将要修建的甘新铁路，要通过哈密绿洲和横贯吐鲁番盆地，所以在这个盆地内进行重要的石油勘探工作有着重大的经济意义。

在吐鲁番城所在经线以东的盆地的主要部分内，应做比例尺为

作。从普查过程中发现最良好的构造。最好就在今年进行细测工作，以便起码准备出那怕是一个能钻深探井的构造。鉴于该盆地的地质构造复杂，以及掩盖在中生代沉积层褶皱上的第四纪覆土很厚，需要同时进行区域的地球物理勘探。

陕西北部地区（陕北）

陕西盆地占着黄河流域弯曲地带的东南部一块宽广地区。从这个区域的地质构造来看，它是一个典型的地台，在地质文献里叫做“鄂尔多斯地台”。这个地台的自然分界是四周的山系。在北边以东西走向延展的有阴山山脉，南为秦岭山脉，西部以南北走向延展的有六盘山。在东部有位于陕西高原西旁的吕梁山山脉。在这个地台中由石炭纪开始有各种沉积物。在此沉积层的底部是寒武纪和奥陶纪的石灰岩。在地台的中央，沉积层受到地壳运动的影响甚微，差不多是水平成层。例如，在铜川县附近山区可以看见在奥陶纪石灰岩上面沉积了下石炭纪、二叠纪和三叠纪的地层。同样，在宜君衣食村的沉积岩层组成了平缓的背斜褶皱。再往北，在延长、永坪、延安各区，这些地层呈单斜层，以很小的倾角向西斜倾。陕北盆地的北部情况也是一样，差不多是水平成层的地层被鄂尔多

斯沙漠中的砂层掩盖起来。地层的这种平缓状态并不能代表整个地台区域。我们会预料到，在前山带地区内，中生代覆土层是会受到断层较剧烈的影响的。这种情况不仅是对近期形成的六盘山和吕梁山。在其生成过程中，毫无疑问地引起了地台区域前山带的褶皱运动。而且将秦岭和阴山山系也包括进去。大家知道，这些褶皱山系统是加里东造山运动时期的产物。而在白垩纪以后，已经遭受了很剧烈的变动。由于变形的结果，造成阴山中侏罗纪、白垩纪的沉积紧夹在断层之间。甚至于紧夹在结晶的老地层逆掩断层之下的地方。在秦岭山脉所看到的就是这种情况。不过没有这样明显。在此，沿渭河南岸，可以看见很长的正断层。李四光认为这个正断层是较晚期发育形成的。同时，在古生代地层发育的陕南地带，出现微小的逆掩断层系，其断层面向南倾斜，所成角度很陡。这表示地壳运动是由南向北的方向。在阴山和秦岭一带较晚期所发生过的这种构造运动，无疑地，要在它所紧靠的地台一带引起褶皱变形。由地台南缘一带，即铜川、宜君衣食村地区曾发育的背斜褶皱，就可以证实这个观点。

目前只对陕北盆地的南部和东南部，研究得较好，这里有延长油田及所有其他的探区。在陕北盆地的西北部分，地质调查工作做得较差。而鄂尔多斯地区几乎完全没有做调查。

陕北地区的含油地层是三叠纪延长系的砂岩和中

侏罗纪延安系的砂岩（枣园层）。

从岩性成分来看，延长系的岩石是非常一致的。该系是由厚层的浅绿灰色砂岩及硬质页岩组成。砂岩是细粒和中粒的具有十字交错层，石灰质胶结。在剖面的中部，多处见到黑色沥青质的油母页岩夹层。其厚度，在陕北的北部为 3—4 米，而在南部则可达 30 米。

枣园层的岩石和三叠纪的地层一样，具有陆相特性。该层是油母页岩和绿灰色十字交错砂岩的互层。

根据地层剖面中延长系地层的含油范围很广，含油层主要分布在黑色沥青质油母页岩层以上。在延长油矿所见到的正是这种情况，在四郎庙所打的探井内，则在沥青质油母页岩的下面就碰到了含油层，甚至于在页岩中间的砂岩夹层内也含油。延长系的油层在地层剖面的中部。

陕北地区到处可以看到许多天然油苗。这说明该地区在三叠纪和侏罗纪沉积中曾有过有利于石油生成的条件。

大家知道，这里的含油岩层的储油性质极差，是渗透性低和孔隙度小的砂岩。曾使原油不能大量流至井底。此外在延长、永坪和枣园各地，全部在单斜层构造上进行工作。而这些油压随着地层上倾露出了地面。

在陕北地区进行钻探工作的有延长油田和四个探区：永坪、枣园、四郎庙和七里镇。

延长油田

延长油田位于延安城以东 70 公里。紧接延长县城以西。延河两岸和山谷内部分致密的油砂岩中发现有许多露头，即所谓三叠纪延长系地层，延长系地层是夹有页岩的砂岩层。这些地区以单斜状往西平缓倾斜。

最初，在 1907 年曾经从延长城西门外的一口油井中得到具有可采价值的石油（这里一共打了 4 口井）。以后，在这里曾经多次恢复钻探工作，但是大多数油井都未曾出油或者出油量很少。

1941 年，曾在位于延长城西 5 公里的新区——七里镇进行钻探，结果打了几口产油量很高的油井。

在上面所说的地区及其附近地区，从 1907 年至 1953 年共打了 134 口井，其中 77 口井是用顿钻方法钻的，其井深都在 150 米以内。另外有 2 口井也是用顿钻打的。不过深度达到 720 米。用小型旋转钻机打的有 53 口，其平均深度为 180 米。用旋转钻机打的有 2 口，其深度达
井的总产油量为
出了

根据井下资料，曾作出一个油层构造图。根据这个图来看，砂岩分布在非常平缓的单斜层范围内，在这个单斜构造上由于有许多向着地层倾斜方向构成的不太显著的鼻状构造，使构造局部复杂了，延长城附

近和七里镇的开采地区，就在这些鼻状构造上。油砂岩的厚度为 2—10 米。它们埋藏在 200 米深度内。其厚度有变化，有一些夹层在短短的距离内就已全部尖灭。砂岩的有效孔隙率平均大约为 10%，而渗透率几乎没有，以千分达西的小数表示。油田中的个别油井曾有过大的产油量，其原始产量达到 30 吨。但是这些井的产量减低的很快，隔几天，产量便减低到一吨以下。靠近这些旺油井的其他井虽然也打穿了同样的地层，但是经常不出油或者出油很少。这种现象只能说明油井的产量不是决定于油层的（极低的）孔隙度和渗透率，而是决定于储油层的裂缝。有裂缝的油层中含有大量的石油，石油可沿着裂缝流入井底。同时，这些裂缝，又起着收集砂岩孔隙中流出的石油的通道作用。因此，油田中产油量较高的地段，是砂岩中裂缝很多的地带。储油层存在裂缝的证据还有当钻入砂岩时泥浆漏失的事实，及在相隔 100 米及大于 100 米的井中进行注水或注油的试验工作时，发现两口井彼此直接联通的许多事实。还在渗透性油层情况下，这种现象是不应该有的。

在鼻状构造范围内，特别是在其比较陡的斜坡上，有裂缝砂岩存在的可能性最大。储油层裂缝的存在特征很明显，即地面上有油苗露出的储油层具有很多的裂缝。

因此，延长油田是一个储油层以裂缝性为主而正常孔隙砂岩油层次之的油田。延长油田内能够用油井

采出的储量是不大的。

由于油层埋藏不深，可以考虑用坑道法开采。这样可以将用其他方法不能获得而数量还相当大的残余油采出来。

要在野外地质调查中发现新的裂缝油层，就必须要注意寻找有地层裂缝或有可能造成裂缝的地方。

为了提高现有油井的产量，我们建议对油层进行爆炸和压裂。若在井身附近有裂缝储油层时，采取这两种措施就能把这些生油地段与油井打通，并且保证能提高采油量。在新打的生产井内，我们建议用套管封住上面的水层，并用顿钻穿透油层。用循环泥浆的旋转钻进方法来穿透油层的效果较小，因为在油层压力低的情况下泥浆能够堵塞住储油压的裂缝。正因为如此，不允许在下完油层套管和注完水泥后用射孔法来打开油压。

永坪探区

永坪探区位于永坪河河岸延长城西北 60 公里。钻探过程中确定探区为一单斜构造，在单斜背景上呈一鼻状构造。当地于 1934 年初次打钻，1935 年终止了钻探工作，直至中国人民民主革命胜利后，于 1950 年复又进行钻探工作。

永坪探区勘探对象是延长系含油砂岩。在钻探该系过程中确定，有上、中、下三个含油层顺次排列。深度各为：上层——在 70—200 米；中层——在

200—250 米；下层——在 500—900 米。第一含油层是含油砂岩，厚 20 米，底部有水，带有强烈的硫化氢臭味。据某些井中见第二含油层是三层由页岩相互隔离的砂岩层，全层与所夹页岩在内，计厚 30 米。第三含油层位于黑色沥青质页岩之下，黑色页岩厚度 3 米，在 700—750 米深处。

二、三层之间 520—550 米深处有一层 7 米厚的黑色沥青质可燃页岩。沿走向渐变为细粒砂岩。在 14 号井中薄层砂岩含有黄色轻质原油。

最后，15 号井在延长系底部打到了红色长石砂岩，含油很少。在几口浅井内试了第一油层，其结果如下：三口井中有油花，有三口井日产量为 15—25 公斤，六口井日产量为 180—310 公斤。在四口打穿第二油层的 400—500 米深的井中，两口井进行了第二层的试油工作，其中一口井的日产量为 100 克，产水量为 18 公斤。另一口井里没有油，日产水量为 37 公斤。

有六口井打穿第三油层。而其中只有一口井进行了第三层的试油工作，没有产油，日产水量为 3 公斤。其他五口井因各种原因没有进行试油，对各油层的储油性质研究的比较少。虽然如此，但就所进行的一些规模不大的研究工作来看，储油层性质变化很大。一般来说，各个指数都很低。据王康健同志的口头报告，第一油层的渗透率为 0.1—6.2 千分达西，而孔隙度为 1.3%—22.5%。第二油层的孔隙度为

1.6%—17.5%，渗透率为 0.24 千分达西。第三油层的孔隙度比前两个油层还要低，为 1.6%—8%。

由上述试油资料明显可见，在永坪探区就是在最好的油井内全部探明的第一油层中，最大的产油量也不超过 0.3 吨/日。同时，根据钻井资料证实，砂岩产油部分的厚度沿走向变化很大，并且含油极不均匀。

所有这些事实都要求我们应该深刻的研究各井资料以便查明构造范围内原油分布的规律性。我们自然会想到一个油田内油藏的分布。不仅与其在构造上的位置有关并且也取决于周围岩层的储油性质。因此深入的研究沉积环境，查明沉积岩的来源与沉积区，以及岩相与岩性的变化，不仅对永坪及其他类似的探区，就是对整个陕北地区都是有着极重要的意义。鉴于永坪油砂的储油性质比延长油砂要好，建议可开发永坪探区。

枣园探区

枣园探区在延安附近，就构造而言，为一单斜层，平缓地向西倾没。1953 年年初开钻，于同年 11 月 17 日完成 11 口浅井、一口深探井。此外还有一口深探井正在钻进中。浅井深度为 90—212 米，全部打穿侏罗纪枣园层底部，此层中的砂岩就是采油对象。各井在枣园层剖面上计打穿五个含油砂岩层，在剖面上相互各距 5—15 米，中间被泥质页岩层隔开。砂质

层沿走向，分布不均，其厚度时而增大，时而尖灭。有时砂岩全变为页岩。

在 11 口浅探井中，只有 2 号井一口进行过试油工作。此井十天之内由 S - 2 层产油约 5 吨，日产水量达 3 吨。其余各井正在等候试油所需之仪器与工具。

1 号深探井（

系含油情况，延长层顶部位于 384 米深处。共发现 7 个含油层，都未进行试油。

前述储油层性质资料，显然会降低对该探区可采含油量远景的估价，同时会使勘探工作更加复杂起来。尽管是这样，但区域性含油的侏罗纪与第三纪沉积均为区域性分布，含油层并不很深，对 2 号井试油的结果已证明有油，说明我们还是值得在此地继续进行钻探。

在拟定新井位时，应避免像过去所做的那样按预先制定的井网来布置。对新井的设计位置应严格地根据井下所获得的资料而定。应将探井位置定在含油砂岩储油性质逐渐变好而其厚度变大含油多的地区。当然，首先应在已钻各井内进行试油。在勘探面积上不仅没有背斜褶皱，甚至连比较明显的局部弯曲地层与鼻状构造也没有。这就要求我们在邻近区域进行详查，来寻找构造更好的地区。

四朗庙探区

四朗庙探区位于陕北东南边区铜川县西北 30 公里，勘探工作在向东北伸展的平缓背斜构造上进行，构造顶部有上三叠纪延长统上部地层露头。1951 年开始钻顿探，至 1953 年 11 月 14 号在构造上共打了 7 口旋转钻井、两口顿钻井。钻探后证实有三处碰到延长系含油层，在 200 米以内是庙沟油层；430—520 米是火烧沟油层；在 560—670 米是中间层，每层中都有数层砂岩。

并非全部地层都进行过试油，而是选择了含油显示良好及电测图电阻曲线凸出的层位进行了试油。在许多井中是将数个油层进行了混合试油，各井吊油都用捞砂筒。

4 号井与 2 号井的试油结果良好，在 first 一口井中自第 25 层的日产油量是 10 公斤，水 14 公斤，天然气为 41 米³。二号井内自 39—40 层的日产油量为 0.25 公斤。其他各井只产气和微量的水。确定砂岩的储油性质指数很低，其水平渗透率为 0—9 千分达西，垂直渗透率更小，孔隙度为 6%—10%。

为了搞清较老沉积层含量情况及岩性成分，同样也是为了将此地发育较好的沉积与延长系的沉积进行对比，在构造东北端正钻着一口设计深度为的深井。1953 年 11 月 14 日该井已打至井所打穿的油层是 2 号井中所发现的含油层。在 1290 米深处，打到了上二叠纪石千峰系的顶部。一

部分井的试油结果证明在该构造上继续做进一步的勘探工作是不合理的。

七里镇探区

七里镇探区位于陕北东南宜君县之东北 45 公里。在一个由西北向东南伸展，方位角为 45° ，宽 3 公里，长 7 公里的短背斜构造上进行钻探。该构造非常平缓，南翼倾角为 $2^{\circ}30'$ ，北翼为 $4^{\circ}30'$ 。褶皱顶部有侏罗纪延安系的露头。

勘探目标是上三叠纪延长统含油砂岩。在七里镇构造上正钻着设计深度为 1000 米的两口井。1953 年 11 月 15 日第一号井已打至 1039 米。第二号井打至 960 米。两口井在钻井过程中皆有含油显示。第一号井中是在 147—162，184—204 米两段有含油显示。第 2 号井中在 30—52，73—91，122—138.5，161—185 米等 4 处有含油显示。在钻到上述各段时，第 2 号井内的泥浆中出现有油花但未取岩心，并未见含气显示。地层水有硫化氢臭味，但并未做过分析。该区所穿透的地层剖面能与四郎庙探区地层剖面很好的联接起来。两口井都打到了延长系的标准层黑色沥青质页岩。

应该注意到，在这些探区内，某种程度的地质调查工作已经进行了将近四十年之久。但在陕北西北地区，尤其是六盘山、阿拉山、阴山的山前区域地质调查极为不够。对这块地区应加以特别的注意。

为了在新地区找到良好的储油构造及储油面积，并为今后数年内能更合理的布置勘探工作，必须做到下列各点：

(1) 在鄂尔多斯台地，包括鄂尔多斯本身所有可能到达地区，进行地质调查查明全区。为此，首先必需绘制全区至少图范围内的区域，应全部进行重力与磁力勘探，而对最有希望的地区进行地震勘探。

对六盘山、阿拉山、阴山三大山山前地区之研究应特别重视阐明这几个大山系与鄂尔多斯地台的连带关系。

(2) 进行对比工作。证实台地内可能储油层之分布地区及其性质。研究碎屑沉积之来源区、堆积区以及沉积环境。这种对比任务，在最紧凑的计划中亦应在各探区中设法完成。

陕北地区三叠纪与侏罗纪沉积中发现有许多油苗。这证明中生代在鄂尔多斯台地曾有过强烈的石油生成过程。也可能这些生油与聚油的过程发生就在古生代。因此对更深的油层完全应做该地区已经开始了的勘探工作，若有好的储油层和良好的构造形式时，这个区域将会成为中国的巨大油区之一。今后工作应朝着查明陕西盆地地质构造特征的方向来进行。我们的出发点是要说明能否发现良好构造的问题，并且确定岩层的储油性质是否能好转。

四川盆地

我们在四川盆地停留了 19 天，自 1953 年 11 月 26 日至 12 月 14 日。在这一期间内我们只考察了盆地的西北部和南部地区。对其余的区域，我们只能根据中国地质人员所提供的资料来了解。

四川盆地面积广大，约为²。中国地质工作者对该盆地研究了许多年，并取得了该盆地一般的地质概念。绘制了一百万分之一的地质图。还查明了各时代地质中的油气苗。

根据资料说明，四川盆地是布置油气普查和勘探工作的一个很有利的地区。在这一地区中，广泛地分布着明显易辨的背斜褶皱。褶皱中可能的含油层和含气层都被新岩层盖覆在下。所以，在四川盆地内的许多地方，一方面有储集油、气的条件，另一方面有防止油气藏破坏的条件。

上述结论，对于选定探油工作的方向是很重要的。但它不能具体的估价各个地区和解决定井位的问题。因此，石油地质工作者们对该盆地应做专门的研究。目前正在进行这一研究工作，但开始较晚，主要是在解放以后，这几年的工作只是收集了盆地南部和西北部的详细的地质资料。现在，只有可能在某种程度上解决这几个地区的油、气问题。

四川盆地的油气苗早已为人所知。但勘查工作只

是在 1937 年才开始。最初的勘察先是在石油沟地区，以后在隆昌、江油附近，进行钻探工作量很小，且钻探的预定任务全都没有完成。虽然工作量这样小，但也开发了石油沟及隆昌两个天然气田。这两个气田无疑是有工业价值的。现在四川若算上早已为人所知的自流井气田一共有三个含气区，都属于三叠纪地层。

在自流井含气区内，储气层是三叠纪嘉陵江石灰岩的上部，与下部的石灰岩层间之有岩盐层。其厚度不一，在背斜构造顶部最薄，在南翼和褶皱的倾没部分最厚。

本气藏的特点是地层压力低，在这种情况下，构造顶部每口井的天然气日产量不超过³。在两翼和倾没部分气的流量显著增加；在东端上的许多畅喷井中，有一口井的日产量达³。在这种情况下，可能是石灰岩气层的储气性质由顶部向两翼随厚度的增加而变好。在四川盆地内勘探其他气田时必须注意这种情况。

隆昌背斜构造的天然气藏也是在嘉陵江系的上部。它为南翼上的二号探井所打开。原始的地层压力为 76 大气压。畅喷时期产量是³。数年来的生产（至 1953 年 11 月）已采出制造炭黑用的天然气约³，至此，地层压力下降至 53 个大气压。

第二口探井——4 号井打在 2 号井以东，即在构造的端部。该井在试井时由嘉陵江石灰岩上部得到了

水。如果 4 号井的钻井结果在将来被证实了的话，那么气藏的边界将从 2 号和 4 号井之间的某地通过，并可画出能大量生产的地区。

在所有产出工业价值的天然气的构造中，石油沟背斜是最大的一个。其范围在明显的含气的顶部内即达长 27 公里，宽 2.7 公里（以 250 米等高线计算）。该气藏在三叠纪石灰岩的上部，为背斜向北倾没地区上的 1 号井打开。地层中天然气的原始压力为 92 大气压，日产量为³。在采出 3,000,000 米³的气后，地区压力下降到 63 大气压，日产量减低到 6,000 米³。产量剧烈下降，显然，是由于气层的储气性质不同所致。在这种状况下，可能一号井的气不是由整个气层中排出的，而是由其中一部分气层中排出。

除上述的几个地区的含气情况外，还必须注意四川盆地内各地区背斜构造上的天然气露头，即龙泉山、威远及五通桥背斜上的气苗。这些资料说明了含气层存在于广大的地区内。既然本区已有了大量的适于储气的构造，那么根据这一结论允许我们认为四川盆地是中国最丰富的含气区。

本盆地内肯定有工业价值的天然气，这一点可以认为是完全证实了的。问题就在于我们在这里还要打到油藏。在四川各地发现了的油苗表明，上古生代和中生代可能含油。而这些油苗就是在本区进行找油和钻探工作的可靠依据。

二叠纪地层中没有明显的油苗。在广元（龙门山）地区，其中有沥青质带油味的海相石灰质页岩。这就间接地表示出二叠纪地层可能是含油的。

中生代地层的油苗最丰富。其中有在晶洞中、裂缝和空隙中的液体原油和沥青、天然气等。在龙门逆掩断层带、海棠铺的探井中，在五通桥威远、自流井等多处地方都发现了油苗。在石油沟甚至于还有油泉，它是属下白垩纪的地层。此外，还有一些地方也有油泉。毫无疑问，这些资料证明，在四川盆地生成石油的地层是分布很广的。

在中生代地层中到处都富含有机物质的页岩，页岩可以看作是生油层。三叠纪中的飞仙关大部是这种页岩。在侏罗纪中，这种页岩呈相当厚的夹层在整个剖面中出现。白垩纪地层主要是红色沉积，不能看作是油层。但根据黄汲清的论述，在川北和在石油沟背斜构造的白垩纪地层中以及在白垩纪下部有深灰色和黑色的页岩，这些页岩是可能生油的。在四川境内这种页岩到处分布，同样使我们可以想到在这里生油过程是很广泛的。

这一结论在有了良好的构造时，就能供我们对在中生代以及二叠纪中找油的希望给予很高的估价。

很明显，最大的油苗在三叠纪的岩层中。此外，这些岩层的储油性质很好。关于这一点可以由自流井在三叠纪中有气藏以及井内产大量的卤水判断出来。可能正是因为这样，中国石油地质工作者对三叠纪特

别注意，而把侏罗纪和白垩纪地层看作是次一等的勘探对象。这一观点的根据是对海棠铺地区几个岩样做实验室研究后所得的。关于侏罗纪及白垩纪砂岩空隙度的试验资料，我们没有看见分析的结果。中国同志告诉我们，其结果表示岩屑的储油性质低。

我们很难断定几个试验就能完全代表海棠铺地区侏罗纪和白垩纪地层的储油性质。但我们可以着重指出，这一结果可代表一小部地区，不能把它扩大到全四川盆地上去。在其他地区内，可能会遇到储油性质很好的岩层。关于这一点可以用隆昌 2 号井的试井资料说明。该井由侏罗纪的地层中每日采出 72 和 144 吨的水。要断定岩层的储油性质，不要只在一个地方进行研究，而必须要在该盆地的全部地区（凡是地质工作者能见到这些岩层的地方）进行研究。

根据现有的资料看来，不仅是三叠纪地层，就是侏罗纪和白垩纪的地层也应看作是主要的石油勘探对象。

四川盆地的西北部在泥盆纪和石灰纪中也有油苗。某些地质人员把这些油苗当作是在海棠铺打

泥盆纪中的油苗在三个地区发现：绵竹、江油城的西北及东坝河上。在前两个地方有黑色含沥青的石灰岩，其裂缝中有硬沥青分泌物。这些石灰岩的时代可能是中泥盆纪仁涅里层，它们上下是与热维特层、叶非尔层和夫拉斯基石灰岩整合成层的。第三个地点

是马角坝区，有油浸湿之白云岩，厚 1 米。此地的泥盆纪地层逆掩到三叠纪地层之上。因此就产生了原油从三叠纪运移到泥盆纪的可能。这样，就可以把热维特石灰岩中的硬沥青当作泥盆纪的油苗。但是，这些沥青至今还没有研究过，因此其性质并未肯定。这样就存在着一个不清楚的问题，就是根据这种沥青在何种程度上才可以断定泥盆纪是否含油的问题。

在四川盆地内泥盆纪地层分布不广，它只是在四川盆地西北部较发育，而向东去则完全尖灭，地球物理工作者还没有确定泥盆纪地层的分布界线。因此不能够完全自信地过早说出在何种构造中将会找到泥盆纪地层。

在上述条件下，目前还没有充分的根据来布置价值昂贵的深探井。

石炭纪有油苗的地方也是马角坝，它所处的地质环境和泥盆纪一样。其中的油也可能是由逆掩断层下的三叠纪中上来的。这种情况下所发现的油苗不能作为石炭纪含油的可靠证据。但在石炭纪、泥盆纪中有油苗这一点就应该引起对该两纪地层含油问题的重视。并对这一问题做详细的研究。

目前，在海棠铺有一部钻机在打探井。隆昌背斜上有三部。进行钻探工作的对象选择得是正确的。但钻井工作量不够。为了钻探深层应该在海棠铺加强勘探工作。

除此而外，至少还要开辟两个地区来进行钻探。

本地区的地质资料证明，四川盆地的地质条件变化很大。因此不应把深探工作限于一个构造上和盆地的一个地区中。应该在盆地各个部分选择出最适合的地区同时进行深井钻探。这样将会大大的加深油田的勘探工作。

我们的意见是：除了海盐铺和隆昌以外，还必须在两个构造上进行钻探。以我们的观点看来，最好的构造是成都市附近的龙泉山背斜和重庆以南的石油沟。这两个构造的地质结构都很好，并有明显的气苗和产气量。此外，它们的面积很大，可以指望在这里发现巨大的油田和气田。对这两个构造评价时，由于它们靠近大工业中心——成都和重庆市，分布在成渝铁路线一带， also 具有重要的意义。

谈到地质勘探工作时，应该指出西南石油勘探全体人员从 1951 年开始到现在，在这短短的期间做了的巨大的工作。在这一段时间内，发现了许多新的油苗、气苗，详细地研究了一些构造，取得了古生代和中生代岩层分层的详细资料。但是，所做过的调查和对新油、气田勘探工作者的要求比较起来还很少。必须对整个四川盆地都进行调查。这样才可以正确的选择出调查和勘探工作的方向。

为了提高四川盆地含油、含气的研究工作，我们建议：

(1) 在四川盆地全境内进行航空地质测量。首先要保证对盆地南部和西北部的研究工作。在这些工作

的基础上绘出比例尺为 1

(2) 详细研究全盆地内的中生代和上古生代地层的储油性质和岩相的特点，以查明最适于寻找油气的地区。

(3) 查明盆地的地质发育史。以便搞清各构造的形成环境和时间，以及在各种地层内构造的相互联系。

(4) 在全盆地内进行重力和磁力的区域调查。

为了精确的查明个别地区的构造情况，在必要时可使用地面电测和地震勘探。

(5) 详细研究已发现的油、气苗的性质。并确定已发现的沥青、油及天然气的成分。

(6) 研究盆地水文地质和各层中地下水的成分。

因此，对于四川盆地的总建议是：

(1) 继续加强在海棠铺和隆昌构造上的勘探工作。

(2) 开辟石油沟和龙泉山构造进行钻探。

(3) 进行必要的地质的和地球物理的勘查，以准备出新的构造。

在四川盆地这样一个辽阔的地区内。每年都必须扩大地质调查和钻探工作的工作量。而这些工作的方向是既找油也找气。

贵州省

从 1953 年 12 月 14 日至 18 日，经过 5 天，我们共视察了贵州省三处油苗。其中的一个位于贵阳市附近。第二个油苗在贵阳市东南 15 公里的泡木冲地方。第三个位于贵阳以西大约 200 公里凯里的翁项地方。

贵阳附近的油苗属于下三叠纪的大冶系的地层。岩性是页岩和石灰岩，并在该系地层中遇见了油母页岩和致密的石灰岩。在石灰岩的晶洞和裂缝内含有石油。大冶石灰岩有裂缝，因而可能具有储油的条件。从石灰岩流出来供给贵阳市居民饮用的水泉，足够说明这一点。

泡木冲地区的油苗也是属于下三叠纪石灰岩内的。这里的下三叠纪石灰岩组成的单斜层，在泡木冲形成了阶地构造。在石灰岩内有许多大的图形晶洞，大多数是空的，少数的晶洞内充满了液体的石油。由于晶洞内部同大气隔离，因而受不到风化，使石油能够保存下来。这种隔离是由于裂缝通道被方解石充填起来的结果。

翁项附近的油苗属于志留纪的页岩层，可能是乌英洛克系（志留纪上部地层中的下面第二系）地层。这个页岩层和它下面的寒武纪、奥陶纪石灰岩一样，组成了一个平缓的单斜构造。单斜构造局部有小型的断层。在志留纪页岩的下部，有含珊瑚化石的石灰岩

夹层，而上部则有致密的砂岩夹层。石油从什么地层流出，看不出来，所见的只是石油是从石灰岩旁边的岩堆里面渗出地面。上部石灰岩被石油浸透的很厉害。仔细观察志留纪的页岩可见微小的层理构造，呈纯灰色和黑色粘土互层。

上述的油苗，从贵州省石油远景估价来讲，是很值得注意的。但是它们没有工业的价值，至多这里能够发现具有地方性意义的小产量的油区。

三叠纪和志留纪地层的油苗，给我们提供了在贵州省内布置普查工作的根据。为此应该组织一个或若干地质调查队，仔细地研究储油的地质条件，并发现适于储油的构造。若果这些工作能够得到良好的结果，就可以解决布置钻探的问题。

广 西 省

我们在广西仅仅停留了两天。从 1953 年 12 月 19 日至 21 日。在这个时间内，我们只能从白色行至南宁。这个路线的目的是想了解一下第三纪地质的油苗。在此地的第三纪地层组成从百色沿右江下游延伸的一个小盆地。

这里的第三纪地层划分为两系：下为古第三纪地层，厚度
色砂岩和页岩。上为新第三纪地层，与古第三纪地层
成不整合接触，厚度

岩带泥灰岩和褐炭灰层。在灰质砂岩中，常常夹有淡水腹足类瓣片和螺丝状腕足类组成的介壳夹层。

在田阳县那满和契野溪等地我们观察了这些沉积。在田阳附近没有找到油苗。最好的油苗发现在那满附近。在那满有油浸很大的砂岩露头。而这些油砂曾在 1953 年开采过。这种油砂用于煮取沥青。但是这个企业很不合算，结果很快地停止生产了。

根据当地的居民说，在掘取油砂时，从深处的油砂里可以冒出油来。这时用不着煮，从油砂中就可以收集到一些液体石油。

在契野溪靠榨桐油的水磨附近，小河深处河床有油砂露头。这里的油砂，少量用于加热火炉，作燃料。

当时有人认为石油是从下面与第三纪成不整合接触的三叠纪地层中运移到第三纪砂岩层的。我们所进行的观察，没有得到能够推断浸透第三纪砂岩的石油生成的资料。

但是，油苗本身是有意义的，并值得仔细的研究。最好派一个专题研究队和一个地质测量队，在这里进行地质调查工作。

专题研究队专门研究古生代、中生代和第三纪的地层剖面，以期发现可能生油层和查明储油条件。同时应该查明该区大概的大地构造。地质队应该在油苗地区，即第三纪地质发育的地区内，进行地质测量工作，以发现适于储油的构造，以及研究石油储藏的条

件。地质队最好配备有一部至两部小型旋转钻机。

根据这些工作的结果，来解决今后石油勘探工作的方向和发展问题。

华北—东北平原

这一广阔地区位于几个古隆起之间——北边是满州古隆起，南边是燕山构造、山东及辽东半岛古隆起。它是一个第三纪剧烈倾没而厚大的第四纪地层分布极广的地区（按谢家荣的报告，天津的第四纪地层的厚度在 800 米以上）。

按许多研究者的看法，这一地区可称为大地槽（翁文波称为准地槽）。目前华北—东北平原研究得极不够，但可以设想，除厚度很大的新生代地层外，在本平原上还有较老的中生代和上古生代的地层，而这些地层已在被浸蚀的隆起的边缘上发现。

在这一地槽带的满州部分，在沈阳以西，曾打过约 20 口井。其中最深的一口达中曾遇到不很大的油流。地槽地带的其他地点也看到有油苗的资料。此外，在唐山的奥陶纪中也有油苗。

在辽东的抚顺煤田中有很厚的晚第三纪的油页岩。可以假想，岩相相同的第三纪沉积也向南部伸延，而在河北平原上倾没很深。为了全面的估价该地槽地带的含油希望最主要的问题之一就是第三纪沉积分布的状况和岩相问题及地槽地带中埋在第四纪下的

沉积岩层中的构造的发育情况。

现有的地质资料没有否定该地槽地带中有海相第三纪沉积的可能，至于有无构造，无论是燕山运动或较晚的第三纪运动都能有助于构造的形成。而本地槽地带的倾没即与这些运动有关系。黄汲清认为，如果河北平原中有含油岩相，则这些构造就能保存石油。

因为平原的特殊性质和全部被第四纪沉积所覆盖，所以不能用一般的地质方法来研究它。因此，为了查明本区的地质构造和发现构造就必须在全区作区域地球物理调查。然后打地质深井，地质井可在深部用来研究和估价覆盖地区的含油远景。

适合于打地质井的地区之一恐怕要在地槽带海滩倾没的两端了。同样必须看到，第三纪沉积区也从南方向华东伸展，而在这些地区也发现了油苗。例如在上海地区。显然，这一地区是需要进行地球物理工作的，并随后应打地质井。

可以打地质井的地区是根据一般的地质先决条件和地球物理调查结果可能被推断为是生油和聚集油的地区。

地质井的任务是：查明所推想的油区中沉积岩的剖面，确定钻透的沉积岩与生油及储油过程的关系。

我们的报告不是对全中国含油远景的概述，而只涉及一些我们亲自观察或某些已了解的大区域。其实，除中国西部以外，在其他我们几乎丝毫没有提及的中国大陆上，发现过许多值得注意的油苗。如：

(1) 接近蒙古阿尔泰山与蒙古人民共和国国界的宁肯、绥远两省白垩纪沉积中的油苗。

(2) 阿拉善西南所发现的三叠纪油苗。

(3) 日本地质家在汾河盆地和山西高原南部也找到过油苗。

(4) 东北海拉尔盆地发现的沥青石。

(5) 汉阳盆地长沙区三叠纪石灰岩内发现有液体石油。

(6) 扬子江下游南京丘陵地带（属上古生代发现的沥青、油气苗及江苏东部发现的气苗。

(7) 最近西康发现的油苗。

(8) 西藏拉萨区和雅鲁藏布江河谷第三纪沉积中的油苗。

(9) 在云南、湖南某些地区有关于油苗的资料。此外，在中国远会有很多地区有油苗分布。

总 结

中国共产党和中华人民共和国政府提出了任务，要在最短期间内建立强大的中国石油工业，使石油与石油产品能够满足国民经济日益增长的需要。

现有的中国含油资料证明，中国石油的地下资源是丰富的。既然调查中国油气富藏的头几步就走得如此顺利，发现了像老君庙这样巨大的油田，那么今后如果大力展开调查和勘探工作，无疑会得到更为巨大

的成就。

但是，不能不估计到，探明石油资源是一个个极端复杂的问题，解决这个问题，必须需要数目巨大的、逐年增加的投资。

由于油气储集的情况复杂，所处的位置又深，不一定每一次调查和勘探均能获得良好的结果。当我们对地下构造了解不全面的时候，随胜利而来的，也有个别的失败。希望不要被这些失败冲淡我们勘探工作者的热情。寻找石油就是需要我们顽强的百折不挠的坚持工作。从失败中必须吸取最大的教训，使我们的地质知识受到考验，以后就能更有把握地进行调查和勘探油气的工作。

在总结中我们有义务提出几项总的建议，我们认为，这几项建议的实现有助于解决以中国自己的石油满足本国需要的问题。

第一：必须改变对有希望进行油气调查地区中的地质研究工作的落后状态。如上所述，这些地区一般都是广阔的沉积岩分布的盆地和海域。在这些区域内，岩层埋藏的地质条件特殊，一般的地质研究方法得不到大的效果。往往由于被很厚的第四纪与第三纪沉积全部覆盖，地质家的肉眼看不到古代岩石的内部构造，所以地质家们无法认识。应该到这些不清楚或者完全没有研究过的地区去做工作。所以必须在短期内对有希望的油气地区进行详细的全面的地质和地球物理调查。

为了加快工作速度和提高工作质量，必须召集全国有经验的地质家共同研究解决这些问题。广泛应用最新的航空测量，这种方法在华北、中国的西部与西南部探查适于油气聚积的构造，能获得良好的成绩。应在近几年内对有希望进行调查的油气区作区域性的重力和磁力勘探。

第二：不仅要在有油气苗的区域做调查油气的工作，在没有油气显示而具有一般可能找到油气地质条件的地区同样应该进行调查。调查步骤应首先考虑到地面上的油气苗。先从有油气苗的地区开始。当在有油气苗的地区调查结束后，再开始调查和勘探的第二阶段，即在那些没有油气苗而根据地质条件有可能找到油气苗的地区内进行调查。

这样的调查步骤有它的优点，就是调查工作进行的比较有根据，在调查过程中明确了油气的储集条件，它们逐渐使勘探者的实际经验丰富起来。将这些实际经验运用到其他调查油气的地区，会使工作进行的更顺利。

但是，这样的调查步骤也不免有缺点，它会降低油气资源发现的速度。那些以地质与地球物理方法判断有良好苗头的地区。一直要到有明显油气苗头的地区调查结束时，才能轮到进行调查。但是不一定所有具有良好油苗的地区都有希望找到巨大的产量多的油气矿藏。所以我们建议，不仅要在有油气苗的地区进行调查工作，就是在地质与地球物理调查过程中理论

上认为有希望的地区也应进行调查油气的工作。在这些地区调查油气在一定程度上带有冒险性，但如果要在短期内完成巨大的任务，就应该去冒这个有科学根据的险。

即使对某个地区内含油问题解决得不好，对今后石油工业分布与发展计划的制订也有极重要的意义。

我们就以中国东部的含油问题为例，要是在这里能发现石油，那将会改变中国石油工业的地理分布情况，也能比较容易地满足国家在石油产品方面的需要。但是，若不进行专门工作，谁也不能证明在这一广大地区有希望找到石油，或者没有希望找到石油。正因为这样，我们建议在中国东部这块辽阔的平原上进行必要的综合的地质与地球物理调查。若是这些调查的结果能得到甚至是理论上能发现油气的资料，那我们必须立即开始打地质井，然后根据打地质井得到的结果，来决定今后调查与勘探工作的方针。

第三：应扩大各种地球物理调查工作的规模，并提高质量。应特别注意推广地震勘探法，因为它对油气聚储的构造最为有效。

第四：勘探工作应当广泛地在各种不同的地质环境中进行。根据现有的地质资料与经济情况，最好在吐鲁番与酒泉盆地大力展开调查和勘探工作。因为兴建中的兰新线路，将经过这两个盆地。

至于柴达木盆地，虽然根据地质资料判断，储油希望可能比酒泉、吐鲁番两盆地都大——至少不会低

于这于两个盆地。但是没有铁路通达是一个缺点。

四川盆地也应首先进行油藏的调查和勘探工作。其他有希望地区同样也应进行，但规模要小些。随着资料的搜集逐渐完备，在新的地区也应展开勘探工作。

第五：在一个相当长的时间内，打探井的规模应超过打生产井的规模，而应到全部打深井进尺量的百分之五十五到六十。大规模的采油量需要更多的逐渐增加的油气储量。我们要明白，在现代的开采方法下，平均只能采出原油储量的百分之四。举例来说，若是你们想采得一千万吨原油的话，那么就应有不少于 25 倍的可采储量，即应有二亿五千万吨的储量来保证。实际上应设法使储量增加为现有年采量的 50 倍。探钻的规模，应能保证储量经常为采油量的 50 倍。

但是，在各区进行油气勘探时不应太分散，而应集中进行。若是某个构造要作为采油对象时，那么至少就应有两部钻机进行钻探，一旦当得到良好的结果时，勘探工作应大力加强，使其能在一两年内可作出可采储量的估计，并做好开采的准备工作。

中国是一个油气资源很丰富的国家。现在的问题只在于迅速把它们调查清楚，使其及时的保证新中国社会主义工业化的进展。

我们确信，勤劳、能干的中国人民一定能胜利地担负起这个艰巨而光荣的任务——就是以祖国的原油

与原油产品保证国家需要的任务。达到这一目的，将是对于国家工业化事业的巨大贡献。

附录

调查出真知

——康世恩从全国油气 大调查中知道了中国含油气远景之广阔

(李国玉 1995.2)

1953年1月，康世恩任燃料工业部石油管理总局局长。当年10月，苏联政府为帮助我国建设156项基本工程，派遣以A.A. 特拉菲穆克博士为首的专家组来华，其目的是帮助调查甘肃石油资源是否能满足建设兰州炼油厂所需原油作出评价。苏联专家组的阵容很强，特拉菲穆克是已在建立苏联第二巴库大油区中的功勋地质家，索阔洛夫是地层古生物学家，萨依多夫是中亚陆相地层找油专家，库卡平是石油地质专家，拉弗鲁什克是采油专家。还有一位是炼油专家，记不清是谁了。

他们在北京住在友谊宾馆，我是翻译，与他们住在一起，后来也陪同他们一起工作，出外一起调查。

在北京期间，首先由陈贲、翁文波、童宪章、王尚文等专家与他们坐谈，介绍中国石油地质、油气田开发等情况。同时将我们原先已准备好的俄文资料提供给他们阅读研究。

经过在北京的短时间工作后，确定了工作计划，不仅到甘肃玉门油矿调查建设兰州炼油厂所需的石油资源保证情况，还要到陕北、四川、贵州、广东等现场调查。除此之外，对中国石油工业远景作个全面的探讨。

计划确定后，年青活泼的康世恩非常高兴，放下其他工作，要自己从头到尾陪到底。当时，特拉菲穆克专家组的成员们，显得镇定自若，似有要显神手之感；而中国专家们半信半疑，热情之余，要看看苏联人高在何处；我则是出于对发展石油工业的好奇与忠心，满怀热情。

康世恩是个精干的人，工作热情高，待人诚实，特别是肯动脑筋，反应特别快，深受苏联专家特拉菲穆克的尊敬与喜爱。而特拉菲穆克则是一个非常有素养的高级专家，生活中开玩笑什么都说，干起工作来则一丝不苟，句句金石一般，绝无虚词。在整个四个月的在华期间，他们两人在事业上结为至交。

专家组开始先到玉门石油管理局，正值寒冬季节。北风凛烈，康世恩带他们考察老君庙油田、石油

沟油田，进入祁连山考察周边石油地质。当在马鬃山考察时，村民们拥来围观，看到这些穿得衣不裹体的老乡时，特拉菲穆克对康世恩说：“我们应该多找油，让他们生活好起来，有衣服穿，有饭吃。”这一番话使我们受到很大鼓舞。考察工作中的一天特拉菲穆克收到了苏联科学院的通知和贺电，说他已被选为苏联科学院通讯院士。为此，康世恩特别为他举行了宴会，并赠送锦旗一面，表示热烈地祝贺，特拉菲穆克也感到很激动。

在玉门工作后，特拉菲穆克发表了以下意见：

(1) 现有储量不足维持兰州炼厂，但积极勘探一定能在甘肃找到足够的石油供给兰炼。

(2) 甘肃石油地质条件好，沉积盆地多，沉积岩分布面积广，已找到现在的油田，只是勘探程度太低，今后找油希望大。

(3) 老君庙油田的开发应该采用边缘注水方法，保持压力，提高产量和采收率。

(4) 任何油田都要从自喷采油要转到机械采油，玉门首先应建立采油泵制造厂为机械采油做好准备。

这是特拉菲穆克第一次发表意见，却已深深打动了康世恩，他觉得这几条意见很中肯，立即布置行动。特别使他深思的是“甘肃沉积盆地多，沉积岩分布广，勘探程度低，今后希望大”这些看法。这是他们深入调查的第一个大收获。

第二次调查是到陕北。从西安出发到陕北，当时

最好的汽车是嘎斯 69，有 4 辆车往陕北开，康世恩、特拉菲穆克和我坐同一辆车，过了黄陵，正在爬坡时，在一个大拐弯处，没有听到喇叭声，就见一辆大卡车压顶而来，几乎要撞上了，我们的汽车司机打了一下方向盘，一个车轮已悬空，差一点就堕入悬崖深沟，这使我们都大吃一惊，幸好安然无恙。到达陕北后，李德生汇报地质情况，他详细地讲了一批油井的生产情况，初期产量高，但很快压力和产量都下降，有时在高产井旁边出现干井。三叠系砂岩为低渗透油层，分布很广。随后专家组到油井、现场、露头去现场考察，又看了岩性，听了关于整个鄂尔多斯盆地勘探工作的汇报。特拉菲穆克现身说法，他说盆地达 30 多万平方公里是最主要的，沉积岩厚度大，沉积层从古生界一直到第三系，构造多，生油层、储集层、盖层俱全，陕北油田只是鄂尔多斯盆地的小小的一角，应着眼那个大盆地，它几乎还没有触动，希望太大了，他为中国有这样的大盆地而高兴。

在考察过程中，我明显地感觉到，康世恩这次到现场考察时思路开阔多了，兴奋中有沉思，现实中有未来，局部中有全局。他对我感慨地说：“李国玉，这批专家真有水平。”

最后，特拉菲穆克发表了三点意见：

(1) 延长油矿是典型的裂缝性油田，它的特点是打到裂缝就高产，但很快产量和压力会下降。高产井旁边有干井。应该根据其特点进行勘探与开发，不应

套老君庙的办法，它们不一样。

(2) 保护油层最重要，顿钻是最好的办法，井浅，合算，不能用泥浆去污染油层。

(3) 延长油矿只是鄂尔多斯盆地的一个很局部的小部分，在勘探开发好延长油矿的同时，应着眼于几乎没有触动的整个鄂尔多斯大盆地，前途很大。

这些意见都符合实际，也都被采纳。这个时期的康世恩，对现场调查的积极性高了，特别是对能够有这些明人指点的调查的积极性更高了。

第三个现场考察的地区是四川。当时四川只有在川东南的石油沟气矿以及自贡老气区。到现场考察，最引人注目的是天府之国的风景优美，专家组到现场也领略了当地农民用大粪施肥的异常臭味，引得大家哈哈大笑。看了四川盆地，特拉菲穆克等人的兴致也高了，感到进入另外一个境界，现场考察并听取了详细的地质汇报后，他对康世恩说：“要不是到四川来，真不知道中国找油找气领域这样广，这个盆地是个多好的盆地，面积20多万平方公里，沉积岩厚度

么有利的找油找气的地方，你们为什么不开展工作？”康世恩说：“我们力量不够，认识更不够。”这时的康世恩与特拉菲穆克，不是刚到玉门以及后来到延长时的感觉了。初期是康世恩听特拉菲穆克讲道理，而现在他们已有某种共识与共同感受，那就是应该立志在中国良好的石油地质条件下大干一场了。

最后特拉菲穆克发表了两条意见：

(1) 四川碳酸盐岩气田是另一类型的油气层，依靠酸化增产是有效的。

(2) 四川盆地有这么大面积，这么多生储盖组合，油气资源丰富，应该加强勘探。不来四川，不知道中国找油找气领域之广。

这些意见，使我们都受到很大的鼓舞。

继四川之后专家组一行又到了贵州，他们第一次见到奇特的喀斯特地貌，又看到许多碳酸盐地层中的活油苗，从活油苗的存在，特拉菲穆克认定南方肯定是有希望的找油找气地区。

贵州之后又到广西，看了十万大山盆地，专家们兴致勃勃，认为像这样沉积面积大，中新生界覆盖古生界沉积的盆地，远景很大。

最后到了广州，专家们了解了三水盆地，认为即使像三水这样的小盆地也是有希望的找油找气的好地区。

从广州回北京后，特拉菲穆克专家组开展了积极的总结工作，完成了一本有 30—40 万字的中国石油地质的巨著，名为“中国油田和气田”，全文共两大本，537 页，有一张中国含油气远景图和 39 张局部盆地和构造附图，多为玉门、延长、鄂尔多斯、广西、贵州等盆地图件。他们从 1953 年 10 月到 1954 年 2 月在华考察并总结，共计 156 天。他们在外地日夜兼程，在北京日以继夜，完成了全面的野外考察工

作，也完成了当时对中国含油气远景比较全面的初步评价工作。很难想象，他们是怎么完成两大本 537 页的巨著的。

根据他们的实际考察，以及中国专家详细介绍的大量资料，从石油地质的基本理论出发，对中国主要沉积盆地和全国含油气远景作出了评价。

对沉积盆地划分为三类：

第一类：认为中国西北的新疆、甘肃、青海、宁夏是有远景的地区。

第二类：认为在东北、华北、西南应积极开展航空地质调查了解覆盖区的地质情况。

第三类：酒泉、陕北、四川是已在生产油气的地区，应该进一步发展。

在巨著中，专家们对主要盆地都有详细的描述与建议，我在这里摘录两段他们对松辽平原和华北平原的看法，证明特拉菲穆克对中国石油地质的远见卓识。他写道：“松辽平原，这个地区无疑值得予以极大的重视，并应开展普查，对最有意义的构造应进行详查”。“华北平原，上述资料说明，华北平原是一个巨大的可能含油气区，建议开展普查工作，打基准井”。

对于中国石油工业的发展，他写道：“中国石油资源极其丰富，由于历史短，工作量少，目前勘探程度不够，相信在增加投资，多做工作之后，中国的石油工业可以做到自给自足的。”

特拉菲穆克专家组在中国的考察工作是扎实的，传播的石油地质理论是先进的，作出的评价是实事求是并鼓舞人心的。对整个中国石油工业的评价是油气资源极其丰富，而且石油产量可以做到自给自足的论点，这些都为尔后的历史一一证实。可以毫不夸张地说，特拉菲穆克对中国石油工业的发展曾做出了重要的贡献。

特拉菲穆克的报告将留传于后世。但这次考察印在康世恩脑海里的东西可能比报告中的内容还要多。

康世恩肯动脑筋，所以脑子特别好使，记忆力很强。在整个考察过程中，他也作笔记，但不多，提纲携领。而主要内容几十年以后也不会忘记，一提起来，都能说得上。

这次调查，对康世恩来说，太重要了，是他一生从事石油工业的一个转折点。我与他一起工作 40 多年，深深感受到这一点。

当时，在这次考察前后，他在领导石油勘探开发上有点明显的变化。

第一：对中国找油有了信心。

他亲自经历了这次全国性石油地质考察，从石油地质理论上一个盆地一个盆地的知道了如何评价，而且也了解了中国石油资源极其丰富的论断。我当时感到他在这个问题上有了很大的变化。言谈中对中国石油工业开始有大干一场的念头，逐渐显露出充满信心了。

第二：有了整体观念。

考察后，在研究石油勘探问题时，不是从局部构造出发，而是从全盆地出发，研究问题的高度和深度与以往不大相同了。

第三：石油地质理论充实了。

给我的印象，这次考察前，他对行政管理抓得多，而这次考察后，对六个问题越来越深，即盆地的大地构造位置，是地台还是地槽；局部构造的形态和面积，背斜还是鼻状构造；生油层厚度与性质，是黑色泥岩还是什么其他地层；储层性质好坏，是疏松砂岩还是裂缝砂岩，或者是石灰岩；有无好的盖层；单井产量稳定不稳定等等。

第四：对石油地质的兴趣越来越浓厚了。

可以明显地感觉到，经过这次考察，他对石油地质的兴趣大增，只要是谈石油地质，他必然是聚精会神，虚心听取，有好意见必然吸收，并提出无穷无尽的问题。谈到好处，乐不甚收。

这次全国油气大调查，使我深刻地感觉到，特拉菲穆克满腔热忱地传授前苏联找油的经验，并勾画了中国石油资源丰富的美好蓝图；康世恩则如饥似渴地吸收了一切新鲜的知识，在理论上打了个基础，在工作上明确了方向，为终身执著地从事油气勘探立下了大志，并创出了不可磨灭的历史功绩。我作为翻译和当事人，不仅竭尽全力做好了自己的工作，而且对我尔后从事石油地质也起到很大的鼓舞作用。

难忘的回忆

——康世恩谈当年带领苏联专家组进行 全国油气大调查的认识

(李国玉 1995.2)

1987年夏，我到康世恩家里，谈完工作上的事情之后，我们开始聊天，我向他提了一个问题。我说：“多年来与你工作，我体会很深的一条是你对石油工业始终充满信心。当石油工业渺茫无望时，你跃跃欲试，要发展石油工业；当石油工业取得成就时，你还想争取更大的成绩；当石油工业遭到挫折时，你百折不回的重振精神继续干。我想知道你的信心从何而来？”

他爽朗地哈哈大笑，抽着烟指着我说：“你这个李国玉，今天给我出了个怪题，我从来也没有想过。”他沉思片刻，使劲抽了几口烟，然后对我说：“好吧，我试着来回答你的这个问题。我没有想到，你对我有这样高的评价。”他接着说了三条原因。

第一，我是学地质的。我是清华大学地质系的学生。虽然学习成绩不佳，因为多数时间都参加学潮去了，但我毕竟还是懂得地质的人，因之，在石油地质

的各种基本问题上，我做不了你们地质家的具体工作，而你们谁想糊弄我，那我会判断出来的。当然，你们也没有人来糊弄我。

第二，通过当年陪同苏联专家组进行全国油气大调查使我明白了中国含油气远景之广阔。这次大调查对我的印象太大也太深刻了。50年代初，我们有一批石油地质专家，他们有水平，但因国家基本未做石油勘探工作，所以资料少，方法不系统，理论不完善。就一个陆相地层不能形成油田这个枷锁，把人们闹得一踏糊涂。你说中国油气资源丰富，我们拿不出论据，而在英美的书籍杂志中说中国贫油的文章，比比皆是。我明明知道国家经济建设与国防多么需要石油，而且这付担子又落在我们的肩上。急得人心如火燎，也不知该如何去用实际行动表达自己对党和国家的一片忠心与满腔热情。真是久旱逢甘雨，1953年10月至1954年2月应中国政府的邀请苏联政府派来了以特拉菲穆克博士为组长的6人石油地质专家组，我带领这个组开展了一次全国石油地质大调查，当时我也是忐忑不安，这个专家组对中国石油远景会做如何评价呢？要是作出有远景的评价，那怎么都好说，要是否定了，那又该怎么办呢？带着这种忐忑不安的情绪我们开展了从玉门油田、延长油矿、四川盆地、贵州、广西直到广东等地区的调查，一到玉门，他们说甘肃沉积岩分布广，沉积厚度大，构造、生油、储油层、盖层具全，含油气远景很大时，我的忐忑不安

的情绪减少了许多。以后所到之处，他们都是以这一套石油地质理论结合实际，都说每个盆地都有很大的含油气远景，我的喜悦心情随之油然而生，同时我也感到自己知识之不足，立志要多学些理论充实自己，当在北京进一步研究全国油气远景时，特拉菲穆克认为：不仅我们去过的盆地都有很大的含油气远景，就连当时还未开展工作的松辽盆地、华北平原都有很大的含油远景。这时我的信心更增强了许多。

特别是特拉菲穆克最后发表的意见说：“中国的石油工业是一个处女地，中国石油地质条件优越，不管海相陆相只要出油就是好相。中国石油资源极其丰富，由于勘探时间短，工作量少，目前勘探程度不够，相信在增加投资，多做工作之后，中国的石油工业可以做到自给自足。”

李国玉，你能想象到我当时的欢喜与不安的复杂心情吗？我高兴，是因为特拉菲穆克工作组把陆相贫油论从理论上一扫而光，而且从石油地质的基本理论上活生生地一个盆地一个盆地的告诉我其含油气远景在什么地方，特别是说“中国油气资源极其丰富，中国石油工业可以自给自足”这两句话，打动了我的内心深处，使我立志要为此而奋斗。但要做到这一点，真有“雄关漫道真如铁”的感觉，这就是我的不安。

这次全国调查，与其说我是领导，还不如说我是一个学生，我认定特拉菲穆克是我的好老师。我也实话告诉你，在后来与你们讨论各盆地远景时，我的老

底子就是在这次全国大调查中打下的。你们说得对，我就赞成，说得不对，我就收拾你们一顿。

第三，对前苏联石油工业的考察看到了我国石油工业的未来。1955年9月到1956年2月我率中国石油代表团对苏联石油工业进行了全面的考察。苏联人对我们那样热情，组织一大批专家摆开阵势讲，一个油区一个油区的讲，讲大地构造、地层、油气田、油气分布规律以及工作方法、经验教训，我听得入了迷，越听越有味道，所以就不断提出问题，他们不断回答，后来他们开玩笑给我起了个外号，叫我问题专家。苏联人给我们讲了他们石油工业的过去，只在巴库老油区；讲到石油工业的现状，正在全力以赴勘探开发伏尔加—乌拉尔大油气区，也称第二巴库，预计原油产量将达到2—3亿吨；而且他们准备还要勘探开发西西伯利亚、东西伯利亚、哈萨克斯坦和土库曼等盆地，石油和天然气产量将大幅度提高。听了之后，我的想法很多，我想到，在1953—1954年的全国油气大调查中我坚定不移地树立了中国含油气远景非常广阔的信心，这次赴苏联考察我又明白了苏联这样一个大国石油工业发展的历史、现状和未来。特别是现状和未来，对我的鼓舞太大了。我立志尽快发展中国的石油工业。我1956年2月2日从苏联寄回国内的“在中国如何寻找石油”一文就是我当时想法的具体内容。

最后，他说“对你提的问题，我的回答就是这

些”。

听了康世恩的回答，我感到很满意，合情合理，坦率真实，使我对他更加尊敬，也受到一次深刻的教育。

令人尊敬的专家

——在特拉菲穆克院士 85 岁寿辰 庆祝会上的祝词

(李国玉 1996.8.22 新西伯利亚)

深受尊敬的 A.A. 特拉菲穆克院士：

我受中国石油天然气总公司的派遣，前来参加第六届西伯利亚古勃金学术讨论会，特别是前来祝贺您 85 岁寿辰。在这个喜庆的时刻，我有机会从中国来祝贺您的生日，共叙四十多年的深厚友情，感到无比的喜悦与高兴。

我认为，一个人有两种生活，这就是精神生活和物质生活。往往，高尚的精神生活比优裕的物质生活重要得多。无数有志之士，为了国家的繁荣和别人的幸福，贡献出了自己全部的精力与才华，由此也受到人们的尊敬与受戴。您就是这样的受人尊敬的人。您将自己的全部精力与才华献给了前苏联和俄罗斯的石油天然气工业的发展。您是一个功勋卓著的人，也是一个平易近人，待人诚恳的人。

正确的认识 and 思想是没有国界的，也不会随着岁月的流逝而消失。而错误的认识 and 思想将会一闪而

过，留不下什么痕迹。我国建国初期的您在华考察期间，在对石油工作者来说那样艰辛的年代，发表了那么鼓舞人心并有充足科学根据的中国石油工业发展前景的正确意见和认识，虽然已过去 40 多年，但在中国石油工作者中间，至今仍记忆犹新。

1953 年 10 月至 1954 年 2 月您在中国工作期间，我曾担任翻译工作。几乎在半年的时间里，前中国石油工业部部长、国务院副总理康世恩和您以及我一起工作，一起考察了许多地区，并从此成为好朋友。

您在华工作期间，有三条良好的建议，使我们受益很深，对此我们始终给予很高的评价。

第一：您以科学的乐观主义态度对待中国的油气勘探工作。那个时期，中国石油地质学家还没有油气远景预测和资源评价的经验，对我们国家油气勘探心中无数。您当时在认真分析了大量的资料的基础上，教我们如何评价一个盆地乃至全国的含油气远景，而且预言中国将会发现许多大油气田。您和专家组其他成员完成了“中国油田和气田”巨篇详细报告，您明确论证了中国石油前景之远大，建议加强勘探，就可以发展强大的中国石油工业。您的这一科学论断现在已成为现实。

第二：当时延长油矿关于油层性质有争论，有人认为是裂缝性，有人认为是正常孔隙性。您根据大量实际资料分析，认为油层是裂缝性的，后来证实是对的。您建议对裂缝性浅油层用顿钻可提高产量，旋转

钻井会污染油层，促进了油田发展。

第三：您根据苏联杜玛兹油田的经验，建议在当时中国最大的老君庙油田实行边外注水保证稳产，并提高产量。该油田做到了这一点，而且也成为中国注水开发油田的先驱。

因此，您与康世恩成为好朋友，他称您为良师，您称他为好领导。我们之间的友谊已保持将近半个世纪。正是由于我们之间长期建立的友谊，我才得以有机会在这世界著名的西伯利亚大油气区祝贺您的 85 岁寿辰。

近十年来，我几乎每年都要到这里来学术交流，我亲眼看见，您精神与身体都很好，思维敏捷，每天都要到办公室工作，参加会议，写书写文章，这真是我们学习的榜样。

在这个盛大的祝贺您 85 岁寿辰之际，我代表中国石油工作者祝您身体健康，长寿，为俄罗斯石油天然气工业做出更大的贡献。

深厚的友谊

——特拉菲穆克院士谈他对中国 朋友的感激之情

(李国玉 1996.8)

1996年8月23日，在俄罗斯新西伯利亚科学城，由俄罗斯科学院西伯利亚分院举行了祝贺特拉菲穆克院士85岁寿辰的大会，参加的人有来自前苏联各加盟共和国的石油地质方面的领导和学者、俄罗斯各油气区的领导和专家、西伯利亚省的省长、新西伯利亚市的市长等300多人，气氛极其热烈和壮严。会上先由几位专家做学术报告，特拉菲穆克院士本人也做了进一步在西伯利亚盆地开展勘探的报告。下午大家发言祝贺特拉菲穆克院士的85岁寿辰，言词朴实诚恳，对特拉菲穆克院士在石油地质学方面的巨大的学术成就，以及他在发展前苏联及今俄罗斯石油天然气工业方面的丰功伟绩做了表彰。而他本人，由始至终频频点头，激动不已。最后他表态时只说了三句话，他说：“我本人是努力工作的，但只是做了应做的微薄的工作；大家对我的祝贺我非常感谢，但我感到受之有愧；我们的石油工业曾很强大，今天衰落

了，人民的生活也困难重重，希望我们的政府改进自己的政策。”此时，坐在他对面的西伯利亚省的省长，本来喜气洋洋，满面笑容，此刻顿时低下了头，双手托着双腮，表现出很内疚和惭愧的样子。特拉菲穆克的讲话赢得了不断的掌声，当他要离开庆祝大会会场时，人们全场起立，以尊敬的目光和热烈的掌声欢送他。

临出门时，他走到我面前对我说：“国玉，今晚我在家里设个便宴招待您，请您务必参加。”我笑着大声回答（因他耳聋）：“谢谢您，我一定来。”

当晚7点，我从新西伯利亚科学院的金谷宾馆乘车到他家，这是一个坐落在原始森林中的院士楼房，是60年代专门为院士修建的单独住宅，围栏内划定面积约5万平方米，有花园、果林、车场、犬屋等。住宅楼是两层，有500平方米，藏书很多，家庭陈设相当讲究，但很朴实。

他和夫人、儿孙都在门口迎接我。便宴真是太丰富了，满满摆了一大桌，尽是俄罗斯的大菜，还不断有热菜送到桌子上来，烤牛排，罗松汤，院子里还有人不断把又鲜又嫩的烤羊肉串送进来。饭桌上我和他们全家人又说又笑，十分热闹。

此时，特拉菲穆克院士向我祝酒，他说：“国玉，你从中国不远万里来祝贺我的85岁生日，今天又发表了那样热情洋溢的贺词，我和我们全家深深地感谢您，为您的事业、家庭和健康干一杯。”我也再次祝

贺他身体健康长寿。

便宴结束后，我们俩人坐在客厅叙旧。

特拉菲穆克虽已 85 岁高龄，但身体硬朗，头脑清醒，说话总是那样充满信心，雄心勃勃。

他说：“国玉，我对您们对我的关心感到很高兴，但仅就我 1953 至 1954 年期间四个月的工作成果赢得了您们几乎半个世纪的怀念，说实在话，我感到受之有愧。”

我说：“您是受之无愧的。这是一段难忘的历史。最主要的是您当时以自己深厚的学识和丰富的实践经验，在我们对中国含油气远景还不太明白，而且心中无底的时刻，您以充实的依据提出中国有很大的含油气远景，只是工作量不够。如果加大工作量，将会发现很多油气田，并且将会以本国生产的石油满足国民经济的需要。正因为您的意见被以后无数的事实所证实，所以人们才忘记不了您。如果您的意见不中肯，对发展中国石油工业没有多大价值，恐怕早就把您忘记了。”

这时他伸出双手紧紧地握着我的手激动地说：“你讲的很好，我听了很高兴，太感谢中国的朋友们了。我的中国朋友很多，见面可能认识，叫不上名字。现在记得最清楚的是三个人，一个是我的好领导康世恩，一个是高个子唐克司长，我与他到青海柴达木去考察的事太难忘了，一个就是您，您是我的老朋友了，我们交往最多，时间最长，也正是您长期联

系着我们，多谢您了。”

我说：“我们的油田开发专家也忘不了您。因为是您在中国第一个提出在老君庙油田注水开发，现在我们90%以上的油田都注水，效果好。这也是您的一个功劳。”他听了非常高兴。

一个85岁高龄的老人，笑得那么开心。然后他又严肃起来说：“我根据中国良好的石油地质条件，不仅在过去认为中国有很大的含油气远景，而且认为现在和将来中国的石油天然气工业一定会得到很大的发展。请您告诉我的中国朋友，这是我的肺腑之言。再者，我早就讲过，如果您们在建国初期需要我们的帮助的话，现在我们要好好向您们学习了，您的理论水平、先进技术在不少方面都超过了我们。”

我对他说：“您贡献很大，学问也深，却总是那么谦虚。”

最后，我向他告辞，他们全家一直把我送到门口。

美好的祝愿

——特拉菲穆克院士希望中国 2000 年产油 2 亿吨

(李国玉 1997.6)

我们一行七人于 1997 年 6 月 18 日从莫斯科抵达新西伯利亚访问俄罗斯科学院新西伯利亚分院地质研究所，仍然是我的老朋友康特罗维赤院士接待我们。他为我们准备了丰富的地质资料，并于 19 至 20 日举行了“中俄古生界碳酸盐岩沉积油气勘探经验交流会”，会上俄方用大量资料介绍了俄罗斯东西伯利亚尤罗布钦油田的勘探开发情况，并展示了大量震旦系白云岩油层的岩心以及寒武系生油层的岩心，使我们得到了很大的满足。会上，梁狄刚同志简要地介绍了塔里木盆地油气勘探成果和存在问题。

6 月 20 日晚，中国石油界老朋友，86 岁高龄的特拉菲穆克院士在家设便宴款待我们。当时，有邱中建、张一伟、吴奇之、梁狄刚和我等五人在康特罗维赤院士陪同下拜访了他。特拉菲穆克虽然已 86 岁高龄，但头脑特别清楚，对往事记忆犹新。

我们首先感谢他 50 年代对中国石油地质勘探的帮助，看见他身体健康很高兴，并祝他长寿。

他问邱中建，“我为什么对您没有什么印象？”

邱中建说：“50 年代您到中国时，我是在野外地质队工作，您在台上做报告，我只能坐在后排听报告，那时的头面人物是李国玉先生，他和您都在台上。”邱中建的风趣回答，引得大家满堂大笑。

这时，特拉菲穆克院士兴奋了，打开了话匣子，他说：“我最佩服康世恩，他聪明，有魄力，非常能干。一见到他，甚至一提到他，我就非常高兴，不由地喜上心头。他带领我们对中国一些盆地的考察，使人终身难忘。”

“您们经常提到感谢我五十年代对您们的帮助，我感到很不安。我和我的同事对中国做了那么一点小事，就使您们几乎半个世纪都关心我，没有忘记我，我很感激您们。”

“我早就说过，中国人最聪明，最能干，将来我们一定要拜中国人为师。想想看，今天中国的石油工业，许多方面都超过了我们，我们就要向您们学习了。”

“我为中国石油工业的兴旺发达由衷地感到高兴。1996 年中国产油将近 1.5 亿吨，还有 4 年就是 2000 年，我希望您们的原油产量达到 2 亿吨。当然，也希望您们抓紧天然气工业的发展。”

他越讲越兴奋，几乎收不了尾了，我们适时地再

次感谢他的盛情款待，然后告辞，他与夫人一直把我们送到门口，并合影留念。

来往信件

特拉菲穆克院士的邀请信

深受尊敬的李国玉同志：

杰姆丘克同志转来您 1988 年 11 月 12 日给我的来信，以及您主编的多卷图集中的《世界含油气盆地图集》，我都收到了。

我因病未能及时看您的来信，所以复信晚了一些。想想自从我在贵国认识您，认识康世恩同志，认识其他一些同志以来，已过去 35 年了。

我为您取得的成绩感到高兴，祝贺您已成为高级地质学家，并荣任油气资源管理局局长。特别珍贵的是，您创编了《世界含油气盆地图集》，对认识世界油气分布规律做出了科学上的贡献。

请代我祝贺康世恩同志荣任中国副总理。我始终认为他是中国石油工业的优秀活动家和组织者，他是一个具备所有优秀品质的人，包括他的幽默感。

我邀请您作为我们地质地球物理研究所的客人，在您方便的时候访问我所。您只要买一张到新西伯利亚的往返票就行，所有在苏联境内的其它食、宿、交通费，均由我所负责。

什么时候可以访问我所，您还有什么要求，以及

您访问的计划，请通知我即可。

望尽快能在新西伯利亚市科学城见到您！

苏联科学院主席团顾问
苏联科学院西伯利亚分院
地质地球物理研究所名誉所长
特拉菲穆克

1989.3.14

（寄上照片一张，以便迎接您时能认出来。）

康世恩致特拉菲穆克院士的邀请信

深受尊敬的特拉菲穆克同志：

感谢您今年3月16日来信请李国玉同志向我转达的您的问候与祝贺。趁李国玉同志访苏之际，我请他代表我当面问候您好，祝贺您长期以来在苏联石油天然气科学方面取得的伟大成就，请接受我对您的良好祝愿，请您在方便的时候带上您的助手再来看看中国石油工业的发展，我们将非常欢迎您的到来。我经常回忆起五十年代初期我们在一起共同工作的美好情景。您的友好态度，深厚的科学理论基础，卓越的见解，勤奋的工作精神，给我留下了深刻的印象。我国石油工业的发展，包含着您的一份辛勤劳动的成果。

顺便请李国玉同志带给您一件纪念品，以表达一位老朋友对您的敬意。请您向曾在中国工作过的各位苏联专家朋友们致以问候。

祝您健康长寿！

康世恩

1989.8.6

特拉菲穆克院士致李国玉教授的信

(一)

深受尊敬的李国玉教授：

1991年在我80岁生日之际，我向参加祝贺我生日的诸位同仁赠了一包有关我生平的著作。我也敬赠您一包，以表达我对您出自内心的谢意，是您这样始终不渝地关心着我。您初时是一位出类拔萃的翻译，而今已成为对中华人民共和国含油气情况了如指掌的大学者。您是深受尊敬的中华人民共和国石油天然气勘探的战略家。

您始终不渝地出色地起着俄中桥梁作用，并在认识中华人民共和国含油气盆地方面成绩斐然，深表敬意。

我和我夫人阿美娜祝您身体健康，生活幸福，并

祝您在发展石油地质学方面再取得创造性成就。

请向我在访华期间结识的所有朋友转达我的问候，并致以良好的祝愿。

向您致敬并祝万事如意。

安德烈·特拉菲穆克及夫人阿美娜

1992.10.19

(二)

亲爱的李国玉教授：

今年12月14日，我已致函俄罗斯科学院主席，提议选您为俄罗斯科学院外籍院士。

祝您、您全家和我的朋友们1998年新年好。祝您身体健康，在发展中国石油工业中取得新的创造性的成就。

特拉菲穆克院士

1997.12.15

关于“中国贫油论”和 “陆相生油问题”的资料

(周家珩摘译整理 1964)

关于“中国贫油论”和陆相沉积生油问题的国外资料，我们最近从历年国外书刊中初步搜集了一些。现摘译并加以整理，供大家参考。

一、关于“中国贫油论”资料

这里我们把到目前为止所搜集到的国外有关“中国贫油论”的资料，择译在一起。资料按发表年份顺序排列。

美国富勒的谈话

1913年，美国纽约美孚石油公司组织了一个石油调查团到中国来进行勘探工作——这是外国人第一次有组织地到中国勘探石油。调查团负责人为克拉普(F.G. Clapp，在中国化名马栋臣)和富勒(M.L. Fuller，化名王国栋)。他们从1913年冬季到1915年年中在中国一共逗留了约一年半，组织了6

个队分别到山东、河南、陕西、甘肃、河北、东北和内蒙古部分地区进行了勘探。

当时，由于要保守所谓“商业上的机密”，调查团没有公开发表任何评价性的资料。但在 1919 年调查团负责人之一富勒所做的一次报告会上，有人问他是否找到什么石油线索时，他答称：

“一共找到了 63 处油苗，但考虑到运输条件，没有一口井能生产足够的石油使其有利可图。”

（资料来源：美国石油地质学家协会学报——Bull.A.A.P.G.，第 3 卷，99—116 页）

美国勃拉克韦尔德的论调

1922 年 2 月，美国矿冶工程师学会在纽约举行的一次会议上，美国地质学家斯坦福大学教授勃拉克韦尔德（E.Blackwelder），根据他在中国调查地质情况的结果，提出一篇“中国和西伯利亚石油资源”的论文。他说中国缺乏石油，并把缺乏石油的原因归结于以下三个地质条件：

“（1）中国没有中生代或新生代的海相沉积；（2）古生代沉积也大部分是不生油的；（3）除中国西部及西北部某些地区外，所有各个年代的岩层都已剧烈褶皱、断裂，并多少被火成岩侵入。”

根据这样的情况，他说：

“山东半岛和辽东地区……大部分为古生代或更古地层，构造复杂……。这两个地区是否有石油是极

可怀疑的。中国东部大平原最近沉陷上有厚层黄河及长江三角洲沉积覆盖，要是在这个冲积区找到石油，那是偶然的。”

“中国东南部全为白垩纪岩层，褶皱、断裂剧烈，并为火成岩所侵。在这个地方，找到石油的可能性不大……。西南部虽有厚层石炭系、二叠系、三叠系覆盖，但因被剧烈褶皱，所以找到石油的可能性更为遥远。”

“中国西北部，包括山西、陕西、甘肃……目前虽在生产极少量的石油；但是，看来这里不会成为一个重要的油田。”

“中国东北地区，也和华北一样……不会含有大量石油……”

因此，作者非常肯定地作出了如下的结论：

“中国是决不会生产大量石油的。”

(资料来源：美国矿冶工程师学会论丛——Trans. A. I. M. M. E., 第 68 卷, 1105—1109 页)

美国美孚石油公司富勒和克拉普的报导

1926 年 11 月，那两个 1913 年来过中国勘探石油的调查团负责人富勒和克拉普，公开在美国石油地质学家协会学报上发表了一篇文章，题为“中国东北部的含油远景”。在该文摘要中写着：

“从岩层类型及其年代来看，中国东北部的绝大

部分（指现在内蒙古以内、西藏和新疆以东、河南和山东以北各省），是不可能石油的。”

（资料来源：美国石油地质学家协会学报——Bull. A. A. P. G., 第 10 卷, 1073 页）

美国希洛埃的说法

在 1927 年美国地质学家贝因（H. Foster Bain）所著《远东矿产和工业》一书中，有统一石油公司希洛埃（W. B. Heroy）写的关于中国石油资源的一篇文章，里面谈到了三种不利于中国有丰富石油资源的地质情况：

- （1）中国大部分古生代早期地层为巨厚的块状石灰岩，里面没有夹着海相页岩生油层；
- （2）中国的地质构造主要为断块，不适于储油；
- （3）在广大地区内，各地层区域变质剧烈，里面即使有石油也都已跑光了。

作者最后作出结论说：

“……在中国只有两个地区（指陕西和四川）可能有值得开采但也不是很大的油田。其他地区，从地质上看，都没有可以同美国中部大陆或太平洋沿岸那些油田相比拟的条件。即便承认大家对中国的经济地质情况缺乏了解，它的石油资源充其量也到不了美国的百分之一。”

（资料来源：远东矿产和工业——Ores and Industry in the Far East, 125—129 页）

苏联托加雪夫的看法

1930,《远东矿业》作者苏联驻中国使馆商务参赞兼北京大学讲师托加雪夫 (B. P. Torgasheff) 在该书中写道:

“除新疆及东北而外 (因当时该两地情况不清楚), 中国其他部分的地质构造都很少有找到石油的希望。华北广泛分布着结晶岩和变质岩, 华南的白垩系多褶皱和断层, 而且还有火成岩侵入。”

译者注:

上面这些中国贫油的论调, 在当时中国的确有很大影响。在 1934 年出版的第一部“中国经济年鉴”里, 看出了有这样的反映:

“吾国石油之储量若何……据美孚煤油公司于民国三年至五年在陕西、河北、热河、山西、甘肃、河南、四川等地调查之结果, 除陕西一省藏有少量外, 余则仅少而已。”……

“故吾国正式石油之分布大约自新疆北部, 沿南山北麓, 至玉门、敦煌, 复自甘肃东部延入陕西北部, 越秦岭山脉而至四川盆地, 适绕西藏之半, 为较有希望而已, 储量之微, 概可知矣。”

(资料来源: 中国经济年鉴, 第 11 章, 680—681 页, 1934 年版)

美国克拉普再谈中国石油资源

1938年出版的《石油科学》论文集中，有一篇克拉普（F . G . Clapp）写的关于中国石油资源的文章。这篇文章第一句话就是：

“中国大部分地区的岩石类型和生成年代，都没有储藏有工业价值石油的可能。”

（资料来源：石油科学——Science of Petroleum，1938年版，第1卷，第139页）

美国罗基斯这样说

1941年出版的《美国工业发展史》中，美国德士古石油公司经理罗基斯（W . S . S . Rodgers）写了一篇“石油工业”的文章，里面写着：“亚洲腹地，包括……中国大部分……几无石油蕴藏可能。”

（资料来源：“美国工业发展史”中的“石油工业”篇，第339页）

1950年美国石油统计中所载

在1950年美国出版的“石油事实与数据”统计中，把中国同日本、澳大利亚、土耳其等一样列入石油远景小的国家之内。

（资料来源：石油事实与数据——Petroleum Facts and Figures，1950年版，第190页）

二、关于陆相生油问题资料

下面是从国外书刊中搜集到的有关陆相生油问题的资料，按发表年份顺序排列。

早在 1916 年 12 月，美国地质调查所总地质师怀特 (D. White) 在美国地质学会一次讨论石油生成问题的会上，曾这样说过：

“形成生油层的有机软泥，既能在盐水中沉积，也能在淡水中沉积。”

他怀疑当时有人提出的盐在形成石油过程中所起的特殊作用。他认为海水里的细菌和淡水里的细菌一样多，并且起一样的有效的作用；因此，在破坏有机物的速度和程度上，海并不比湖和池塘差些。

(资料来源：美国地质学会学报——Bull of the Geological Society of America，第 28 卷，第 729 页)

1919 年 9 月，美国耶鲁大学教授斯丘切特 (Charles Schuchert) 在向芝加哥举行的美国矿冶工程师学会提出的书面讨论中，对北美含油省的分布做过如下的论断：

“足够的、具有经营价值的石油，不是在淡水或陆相沉积中生成的。从实际出发，至少在目前可以暂时不去考虑这种沉积。”

因此，他认为所有陆相或淡水沉积区，都不是可能有含油岩层的地区。

(资料来源：美国矿冶工程师学会论丛——Trans . A . I . M . M . E . , 第 65 卷，第 205 页)

1921 年，美国明尼苏达大学地质系主任埃蒙斯 (W . H . Emmons) 在他所编的《石油地质学》教科书中写道：

“所有的产油层几乎毫无例外地都是海相地层或与海相地层密切有关的淡水地层。”

(资料来源：石油地质学——Geology of Petroleum——1921 年版，第 16 页)

1923 年，美国内华达大学教授琼斯 (J . C . Jones) 在讨论石油和油页岩成因关系时，认为陆相沉积能生油，他还提出了美国拉亨坦盆地作为湖相沉积生油的例子。

(资料来源：美国石油地质学家协会学报——Bull . A . A . P . G . , 第 7 卷，第 67—72 页)

1996 年克拉克 (E . Clarke) 在“石油有机生成论”一文中表示，他认为海相地层是比较好的生油层。

(资料来源：英国“石油工艺学会杂志”——J . Inst, Petroleum Technology, 第 12 卷，第 257—287

页，见 Bull . A . A . P . G . , 第 20 卷，第 1239 页)

1926 年，墨拉泽克 (L . Mrazec) 在谈论石油生成问题时说，油藏的形成与盐有关。石油主要是由海洋浮游生物生成的。

(资料来源：Bull . A . A . P . G . , 第 20 卷，第 1244 页)

1931 年，怀特 (D . White) 在美国矿冶工程师学会技术报告集 “论北美石油的产状” 一文中曾说过，虽然当时大多数地质学家相信，生油层是在盐水中沉积的，但这事还没有确切证明。根据他的试验，用淡水软泥蒸馏得的石油，同从海相沉积中取得的石油并无分别；因此，他认为含盐度对于石油生成来说，并不是必要的条件。

(资料来源：石油地质学问题——Problems of Petroleum Geology, P . D . Trask, 1934 年版，第 25—26 页)

1935 年，怀特 (D . White) 在讨论 “地球物理因素对油、煤演化的影响” 一文中写道，石油主要是由海洋水生有机物遗体生成的。

(资料来源：美国石油地质学家协会学报——Bull . A . A . P . G . , 第 20 卷，第 1248 页)

1938年3月，美国山区燃料供应公司总地质师奈丁格尔（W. T. Nighingale）曾在美国石油地质学家协会的一次会上宣读了一篇有关美国泡德·华希陆相油田一个实例的资料。

（资料来源：美国石油地质学家协会学报——Bull. A. A. P. G., 第22卷，第1020—1047页）

1938年，英国皇家科学工艺学院教授伊林（V. C. Illing）在“石油科学”论丛中，曾写道：

“目前已知油田，绝大多数是在海相沉积岩中，这无疑地说明了油田的生油层是在海相环境中沉积的。但这样的事实并不意味着淡水沉积中不能生油。”

（资料来源：石油科学——Science of Petroleum, 1938年版，第1卷，第33页）

美国地质调查所地质师特拉斯克（P. D. Trask）在同上论丛中写道：

“虽然大多数油田与海相沉积有关，但这并不排斥陆相沉积也能成为生油层。”

（资料来源：石油科学——Science of Petroleum, 1938年版，第1卷，第42页）

1939年出版的“奇异的石油事业”中，作者鲍尔（M. W. Ball）写道：

“……有些湖相沉积有利于生油，但大多数则不

然……石油的主要来源为海相地层。”

(资料来源：奇异的石油事业——This Fascinating Oil Business, 第 48 页)

1943 年，美国石油地质学家莱复生 (A. I. Levorsen) 在“勘探思想”一文中谈到淡水和油藏的关系时指出，世界上有许多油田是和淡水或低盐浓度水有关的，他还提到了在苏门答腊北部、委内瑞拉和美国落基山区，都有这样的油田。

(资料来源：美国石油地质学家协会学报——Bull. A. A. P. G., 第 27 卷，第 925 页)

1945 年，美国尼文 (Charles Nevin) 在一篇论石油生成的研究报告中，曾谈到细菌对石油的形成起很大的作用，而沉积盆地水的含盐度对细菌起着极为重要的控制作用。他说：

“在一般情况下，生油层和海相沉积有关，这乃是海水含盐度的直接结果。”

(资料来源：美国石油地质学家协会学报——Bull. A. A. P. G., 第 29 卷，第 288 页)

1946 年出版的“现代石油工艺”论文集中“油、气勘探”作者特拉斯克 (P. D. Trask) 指出：

“……目前已知有若干淡水地层含有石油，所以我们不能认为大的湖泊不可能成为良好的生油环境。”

(资料来源：现代石油工艺——Modern Petroleum Technology, 1946 年版, 第 9 页)

1949 年, 美国美孚石油公司 (新泽西) 总地质师林克 (W . K . Link) 在 “解决石油生成问题的途径” 一文中写道:

“.....大多数地质学家一致认为石油是由有机物生成的, 最好是海相沉积中的有机物。”

(资料来源: 美国石油地质学家协会学报——Bull . A . A . P . G . , 第 33 卷, 第 1767 页)

美国石油地质学家兰德斯 (K . K . Landes), 在他 1951 年出版的《石油地质学》一书中, 明确地指出了:

“生油的物质不一定必须沉积在盐水中才能生成石油; 陆相岩层中发现油田之所以少, 是因为在这种岩层中勘探石油工作做得比较少的缘故。”

(资料来源: 《石油地质学》——Petroleum Geology, 1951 年版, 第 144 页)

美国石油地质学家莱复生 (A . I . Levorsen) 在他 1954 年出版的《石油地质学》中写着:

“石油几乎都是在沉积中找到的——主要是海相沉积, 但陆相地层中也有。”

在另一处又这样写道:

“几乎所有石油全是在沉积岩中。这些沉积岩主要是海相的，所以它所含的石油也十分可能是海相的，或者与海相条件有关。但是，在陆相（或非海相）沉积中也曾找到过大量石油，所以我们可以设想这种石油是在陆相地层中生成的；……”

（资料来源：石油地质学——Geology of Petroleum, 1954 年版，第 480—481 页）

美国地质学家罗素（W . L . Russel）在他 1960 年修订出版的《石油地质学原理》一书中谈论海相、陆相沉积时曾这样说过：

“世界上所找到的产油层都是和盐水或海相地层有关。但是，很明显，起主要作用的是盐或盐水中其他化学物质而不是同海的关系……生油层的主要特点是在盐水中的沉积，不是限于海洋中的动植物……。”

（资料来源：石油地质学原理——Principles of Petroleum Geology, 1960 年版，第 177—178 页）

在苏联的文献中，初步找到了以下几项资料：

在 1937 年出版的《石油论》中，苏联石油地质学家古勃金（Г . М . Губкин）曾这样说过：

“……石油的产地，不是在淡水盆地，也不是在沼泽里，而是在古浅海区。”

（资料来源：石油论——Губкин, 1937 年版）

1948 年出版的索柯洛夫 (B . A . Cok) 所著《石油起源概论》一书中, 他说:

“在绝大多数情况下, 油藏及天然气藏都是含在海相沉积层中。”

(资料来源: 《石油起源概论》, 中译本, 第 160 页)

在大多数文献中, 主张陆相沉积也能生油的不少。

(资料来源: 1946 年《石油业》——He
——第 12 期, 第 13—15 页; 1963 年“石油与天然气地质学”——
第 8 期, 第 1—6 页)

在我国, 早在 1941 年, 地质学家潘钟祥先生在美国时曾向美国石油地质学家协会学报提出了“中国陕西北部 and 四川白垩系陆相生油”一文。

(资料来源: 美国石油地质学家协会学报——
Bull . A . A . P . G . , 第 25 卷, 第 2058—2068 页)

对我国石油资源总量与可采量的展望

(张树国 1997)

一、对我国石油资源远景的展望

1994 年底，中国石油天然气总公司（以下简称总公司）根据全国 150 个盆地已经探明和控制的 200 亿吨石油储量，进一步论证了我国仍有待发现的石油资源量 740 亿吨，即资源总量为 940 亿吨。根据对全国 424 个沉积盆地分析对比，结合我国资源总量增长规律与所掌握的近 3 年来的新资料，我们认为我国石油资源总量为 1050 亿吨。

为使不太熟悉石油资源评价整个过程的人们也能了解我国石油资源前景，本文以回顾 70 多年来我国石油资源演变历史为主线，结合目前勘探现状，最后得出我国石油资源总量和可采总量数据。

在我国石油资源数量史中，中国贫油的第一个数据是 1922 年美国发布的，即在 1914—1921 年期间，美国的美孚石油公司仅对中国中西部 6 个盆地进行粗略勘查，就评估出中国境内可发现的石油资源量仅为

1.75 亿吨。从这一数字出现到 1994 年的 73 年间，共有十多个权威机构或个人在不同的时间，投入不同的人力、物力，应用不同的评价方法和技术信息，15 次估算了中国的石油资源数据。按时间排序是：

(1) 1935 年，中国矿业纪要记载的石油资源量仍是 1.75 亿吨。

(2) 1937 年，谢家荣等根据中西部几个盆地资料，预测中国的石油资源量为 1.82 亿吨。

(3) 1944 年，李春昱等根据中西部几个盆地资料，加上当时玉门和长庆油田信息，预测中国石油资源量为 5.21 亿吨。

(4) 1954 年，燃料工业部组织有关地质学家根据当时全国十几个盆地资料，估算出全国石油资源量为 15 亿吨。到 1958 年各文献所记载的中国石油资源量没有新的增加。

(5) 1959—1963 年，我国在大庆油区发现了数个大型和特大型油田。1964 年有关石油地质学家根据全国二十几个盆地资料，估算中国石油资源总量应为 100 多亿吨。

(6) 1965—1970 年，胜利和大港油区石油勘探又获重大发现。1971 年有关石油地质学家再度估算，我国石油资源总量增加到 200 多亿吨。

(7) 1971—1976 年，中国东部石油勘探出现鼎盛期，相继探明了辽河、中原、华北、河南、江汉、苏北、二连、百色等 8 个油区的资源规模，同时初步

查明了中西部新疆、青海、长庆等油区的规模，加之在“创建十来个大庆”的思想指导下，1977年我国石油资源总量数据上升到949亿吨。

(8) 1979—1985年间，中国能源学会等机构和石油地质学家关士聪、秦同洛等人所估算的资源总量数据在450—660亿吨之间。

(9) 1984年北京石油勘探开发科学研究院（以下简称北京院）组织进行全国第一次大规模、统一规范的资源评价，历时3年，计算了114个沉积盆地的石油资源，1987年得出我国石油资源期望值为787.5亿吨。

(10) 1992年总公司科技局与北京院又组织了第二次全国统一规范的高起点、高水平资源评价，计算的沉积盆地增加到150个，1994年得出期望值为940亿吨，比第一次资源评价多153亿吨。

1991—1993年间，地质矿产部所属石油地质单位两次估算我国石油资源总量为814.7和834.5亿吨。

总结上述各阶段我国石油资源数据的变化特点，发现历次计算的资源总量总是小于随后勘探实践所证实的数量。即随着石油勘探盆地数量的增多和勘探程度的加深，我国的石油资源总量一直在增大。而且，每次有较大增长时，都是在勘探实践取得重大发现之

1982年我国地质学家李国玉推算为800亿吨。本书译者注。

后。例如，1964 年在大庆油田发现之后，全国的资源总量较 1954 年时增大了 6 倍。1977 年在胜利、大港、华北、中原油田发现之后，全国的资源总量又较 1964 年的数据增大了 9 倍。产生的原委可归结为，一是受当时的勘探程度较低所限，二是对我国 424 个沉积盆地的油气没有进行全部分析。因此说，能否对我国石油资源总量最大值进行评估，取决于当时的勘探程度和对我国每一个盆地油气分布的认识程度这两个重要因素。

根据前述总结，结合近 3 年石油勘探新进展，并对有关盆地的进一步摸底，我国石油资源总量数据又有大幅度增加，表现在：

(1) 对柴达木盆地中、古生界资源重新评价，新增 28.6 亿吨，使该盆地的石油资源量由 1993 年的 12.4 亿吨上升到目前的 41 亿吨。类似的增加还有准噶尔、鄂尔多斯、羌塘等几个大型盆地，合计新增 55 亿吨。

(2) 东部的松辽、渤海湾等盆地深层 3 年来取得了丰富资料，埋藏近 35 亿吨。

(3) 3 年来，我国的上百个中小盆地油气勘探与研究获得新成果，如三塘湖、库米什、敦煌等盆地，新增了 20 亿吨资源量。例如，焉耆小盆地 1993 年“二次资评”的数据仅为 0.27 亿吨，到 1997 年已发现的储量远远大于原计算的资源量，重新计算后该盆

地资源量为 2.92 亿吨，较 3 年前增加了近 10 倍。

基于我国石油勘探最新动态，1997 年度展望我国石油资源总量的宏观数据，应改写为

二、对我国石油可采资源总量的展望

鉴于我国石油可采量是由待发现的资源量、已发现的储量和已采出的产量三部分推导出来的，所以，我国石油可采总量同资源总量增长基本一致，随着勘探地区的扩大和勘探程度的提高，最终可采量也一直在增大。国内外权威机构和一些专家在估算我国可采量数据中，也表现出后期数字大于前期。

(1) 作为美国国家的参谋机构联邦地质调查局 (USGS)，其油气研究室主任 C . D . Master 于 1987 和 1988 年两次发表中国可采资源量为 119 亿吨和 97.02 亿吨。

(2) 1991 年，第十三届世界石油大会发布中国石油可采资源量为 106.03 亿吨。1994 年，十四届石油大会发布中国石油可采资源量为 113.4 亿吨，比前次增加了 7.37 亿吨。

(3) 1991 年，北京院万吉业等计算可采资源量为 118 亿吨。1995 年重新计算增加到 158 亿吨，比 4 年前增加了 40 亿吨。

(4) 1993 年，地质矿产部有关单位计算可采资源量为 118 亿吨。1995 年重新计算升至 127 亿吨，

比两年前增加了 9 亿吨。

总结我国石油资源可采量的变化特点，同一机构后期预测数值大于前期。因为对大多数盆地来说早期勘探程度低、研究程度浅，预测的数值较小，后期由于勘探程度提高、研究程度加深、应用的技术更新，发布的数值变大。同时随着油田开发技术的提高，我国陆相低孔、低渗透储层采收率会有所提高。由此，根据近几年来勘探开发技术的进步，资源探明率和采收率得以大幅度提高，展望我国的石油可采总量将上升到 200—230 亿吨。

找 油 的 哲 学

(华莱士·伊·普拉特 1952 钱凯等译)

作者简介 华莱士·伊·普拉特是美国石油地质学家。1885 年出生于堪萨斯州，卒于 1981 年，享年 96 岁。

他 1909 年毕业于堪萨斯大学，后来，在美国石油工业逐渐强大，世界石油工业日益发展的过程中，他曾在美国许多石油公司和油区工作过，他一生的阅历是很丰富的，不仅熟悉美国许多油田的发展过程，也熟悉世界其他国家不少油区的发展过程，几乎所有勘探新技术的出现和应用，他都亲自经历了，所以美国人称他为“历尽沧桑的老人”。

他这篇文章于 1952 年发表在美国石油地质家协会杂志上，距今已 31 年，当时他 67 岁。

1982 年为了纪念这位地质学家又重新发表了这篇文章。

提 要 美国这个国家拥有的全部石油资源，放到整个地球上去看那是微乎其微的，但国内油田采出的石油，却相当于以往全世界总消费量的三分之二。

这样一个举世闻名的胜利，似乎可归功于美国人找油技艺的高明。但是，这些地质家却并不是这样看这个问题的，而找油技艺的高低恰恰是来源于这些人的学问大小。这个国家现在已找到了如此丰富的石油资源，这是出乎石油地质学家意料之外的。相反，在以往的历史中，一些学问很大的权威人士，也总是没有预料到这么丰富的石油资源，任何人也没有像地质学家这样对我们的巨大发现目瞪口呆的了。事实

上，高超的勘探技艺并不是美国能够发现石油并使全国石油资源富足起来的唯一因素。甚至连重要因素也谈不上。

要卓有成效地发现石油，有许多使人可怕的障碍，这并不是说缺乏什么精湛的勘探技术方法，而是那些很有素养的科学和工程师思想上的极端保守，在认识上对未知世界的重大意义并不觉察或者根本没有洞察能力，事业心不强，这些都是世界石油勘探事业取得成功的极大障碍。这样分析，到头来真正找到石油的地方还是在人们的脑海里。美国已经找到了数量惊人的油田，并不是因为我们的石油资源得天独厚，而是因为我们的经济和政治气候使人们享有充分的自由去献身于找油事业。

我是一个长期从事找油事业的地质学家，亲自经历了四十年来高效勘探技术的惊人发展，这些技术以地质科学为基础，并且从二十年代中期以来一直得到地球物理学的极大帮助。

我分享了成绩辉煌的地质事业的喜悦。我们已远远跨越了我开始从事石油地质工作时所能预见达到的最高峰。

然而，我的经验使我确信，再完善的勘探技术也不足以完成全球的找油任务。还有一些严重妨碍找油事业成功的东西，单纯依靠勘探技术的完善，既不能推动，更不能克服。这些东西是根本性的，在我们头脑中是根深蒂固的，而且许多国家由于其本身的制度而更趋严重。这些东西是以什么面貌和方式挫败找油者的锐气的呢？从我们大家都熟悉的两个实例中就可

一目了然。我简要地谈谈这两件事。

1920 年 5 月，美国累计产油只不过 50 亿桶（7 亿多吨）的时候，美国地质调查所很有才华非常受人尊敬的总地质师戴维·怀特（David White）曾经预言说：“由于储量枯竭，美国石油产量的高峰就会一掠而过，可能五年，也可能三年。”他还说，年产量似乎不能超过 4.5 亿桶（孤行产太多的石油，那么预计美国地下蕴藏的 70 亿桶可采石油将在 18 年内开采殆尽。”

今天，到了这一预言发表 30 年后的时刻，我们却正在以大致高于戴维·怀特当时预测的最高产量五倍的速度开采石油，并且，在此期间，我们总计采出的石油也恰好比戴维·怀特预测的地下蕴藏的石油可采总储量大五倍。现在我们手头还拥有的证实储量也比他 1920 年预测的剩余资源大四倍，更不必说还有我们不得而知的那些尚未发现的大量新资源。

因此，回顾起来，戴维·怀特的预言显然已悲观到荒谬的地步。他坚信美国几乎没有什么石油了。他的观点是他对石油分布认识的反映，他对这门学科是很精通的。当时，我们大多数人都同意他的意见。到了 1921 年，美国石油地质学家协会，他本人，以及美国地质调查所内他的同事，联合在一起又一次对美国剩余石油资源作了类似的悲观估计。

有很多这样的事情发生，有时我们的认识，再加上如琢如磨地精心研究，提出了决策性的判断，确信

某个地区没有石油资源，但后来，就在那里却成了重要的石油产地。这里所说第二个实例就是这种情况。

世界著名的中东科威特的特大油田，在 1937 年被发现之前的十五年的漫长时期内，世界上许多大石油公司，包括三家最大的英国、荷兰和美国石油公司，都看不上眼，不值得理睬，没有一家公司愿意勘探。但是一经勘探，便立刻发现了一个大油田，而且是比以往发现的任何油田都大的特大油田。换句话说，在全球广泛研究地壳石油分布，蓬勃开展全球石油勘探九十年之后，在钻井未证实迄今为止世界上最大的油田之前，找油事业的最有才智的能手，也没有认识到这个特大油田的存在，尤其错误的是，他们认定那里一点石油也没有！

为什么我们这样完全错误地判断含油岩层的潜力呢？这个令人难以置信的错误，不是由于不熟悉这个地区的石油分布情况而引起的。谈到中东，几百年以来，已因油苗很多而闻名于世。科威特就也因油苗丰富而沾沾自喜。邻国伊朗一批大油田已经产油 20 多年了。更为甚者，正是那一家断然否定科威特有什么勘探价值的一家大公司，开发掌管着伊朗的油田。另外两家大公司多年以来开发着科威特彼岸的伊拉克的大油田。

这些公司比任何人都更了解中东的石油，一批世界上最优秀的地质学家掌握在他们手中。他们完成了专门的研究，长期对中东石油分布做了艰苦的地质调

查。他们阻拦开发科威特的石油，不是因为感到自己对那里的石油分布的知识不足，难以正确判断卷入的风险有多大。而恰恰相反，正是因为他们具有在中东长期积累的经验和广泛调查的资料，使他们断然相信，科威特不可能成功。一言以蔽之，就是“阿拉伯没有石油”。

这三家世界上名望最大的石油公司，先入为主，自以为了如指掌，错过了勘探科威特石油的机会。但是，没有过几个年头，就发现了特大的油田。当时另一家不起眼的小公司对中东石油情况知之甚少，却主动要求在科威特得到石油勘探的特许权。这个小小的公司敢于到科威特去钻探石油，正是因为它并不知道还有一番“阿拉伯没有石油”的道理。

在我讲完这段故事之前，回过头来，我还要讲一段故事给你们听。那个敢于在科威特承担勘探的小公司，十年之后，竟然成了世界石油生产的巨头之一，这就是海湾石油公司。在同一时期，海湾石油公司还在波斯湾境内邻近的巴林岛申请了勘探特许权，过了一段时间，又将这一特许权转手给了加利福尼亚美孚石油公司，经过在这个岛上的迅速钻探，1982年发现了大油田。这个大油田的发现对任何人都不言而喻：阿拉伯终究是有石油了。历史是无情的，世界石油公司三巨头之中，那个前几年还唾弃科威特勘探特许权的公司，现在又悄悄地挤进了这个大油田，终于在1934年又与海湾石油公司携起手来分享了科威特

勘探特许权的一半。

如果我们能自我解嘲地认为，我们在科威特的教训，仅仅是判断认识上的一个偶尔出现的错误，仅仅是脱离了我们一往无前和正确无误的轨道的个别行动，这对于我们这一批地质学家和石油探索者来说，那倒是值得欣慰的。但是，我们必须摒弃这种欣慰。如果我们来揭揭自己的老底，我们就会一眼看出，科威特之事仅仅是我们一大堆类似的错误判断中的又一个例证而已。而且，这些错误，对我们的第一流权威人士来讲，是屡见不鲜的。

此刻我们讲述的几个故事，都说明人们的精神状态可成为探索石油的不可克服的阻力。第一个故事讲的是很有素养的科学家的保守思想。前面已经谈到，其特点是到处可悲地阻碍了真理的探索，阻碍了石油调查事业的发展。戴维·怀特是个保守主义者，他在尽人皆知的事实中作茧自缚，不敢越过雷池一步。他明白的东西太多了，忽视的东西也太多了。戴维·怀特错了，我们也都跟着他一起错了。从石油工业诞生到第二次世界大战开始的漫长时期，这位科学家总是低估了美国石油资源的潜力。我们的许多第一流权威，他们的那种几乎没有什么剩余石油资源可找的思想，一直阻碍着探索石油的事业。人们如果不相信能找到更多的石油，他们根本就不会去钻探石油的。

第二个故事说明了一种也许更加有害的习惯思想。约瑟夫·波格，此人在目前尚未发表的石油储量

计算的论证中特别突出地表现出这个不寻常的特性。他说，我们对一个油田是有所知的。可是这些很局限的了解，经常使我们不单纯是去做某种渲染，而且实际上去把同一油田中我们还不知道的事情混为一谈。例如，我们有了一点点关于已证实储量的知识，我们就不能用任何一种其他的标准来计算我们的总资源量。如果我们已知的东西是很少的，那它的未知的东西也一定是很少的。用我们已经学到的东西去代替我们还必须去学习的东西，有时会使其蒙上一层人为的阴影，使其难以辨识，迫使我们视而不见。

那些在找油技术上有学识、有经验的人，对于这种来自一得之见的盲动似乎特别敏感。一个石油探索者，必须根据他对事实的观察而行事，即就是根据他对自己勘探地区石油分布的了解而行事，但是，找油的人几乎绝不可能知道他们所碰到的所有情况，即地壳某一部分尚未勘探或尚未完全勘探的地下深处的实际情况。对他们来说，已知和未知之间的悬殊特别之大。他必须经常警惕他不知道的潜在的东西。他必须始终保持清醒的头脑，他不知道的东西，可能已成为他的问题。在我们对一个地区的认识不完全时，我们却自认为是完全的，就可能得出这样的结论，把实际上有油的地方，说成是没有油的地方。这样，我们便会根据对事实的不够充分的了解得出“阿拉伯没有石油”的结论来。

历史证明，我们这些探索石油的人们，在预测地

壳中蕴藏的油气资源时，总是畏缩不前的。我们总是太保守了。但是，尽管我们的错误数不胜数，我们还是在美国找到了远远比我们的石油知识期望找到的多得多的石油。自从 1920 年以来，我们已经发现比戴维·怀特估计多九倍的剩余石油总资源，并且我们也明明知道，还有大量的新油田将陆续被发现。

我们美国已经采出了有史以来全世界石油消费总量的三分之二。这意味着美国以往的原油产量，以有利于含油的单位面积计算，相当于世界其余地区十倍。

我们长期听人议论纷纷，认为我们美国找油速度和产油能力比世界其他地区强得多，因为我们的石油资源异常丰富。但时止今日，已真相大白，世界其他地方的油气资源比我们现存资源，要更富足，更多。

那么，过去我们为什么能够生产比世界上其他地方多得多的石油呢？而又是怎么样克服或避免上述人类找油之路上的精神阻力的呢？

从石油工业兴起之日开始，美国的石油勘探和开发，是由千百个独立自主的公司，成千上万的单干户苦心经营的。每个找油的人都是我行我素，每个人都有自己的思想和理论，认为哪里能找到油，就到哪里去打井，如果他一旦有了发现，就将获得与他对社会的贡献大小相应的报酬，这个信念鼓舞着每一个人不懈地勘探。

在这种环境中，美国钻成了成千上万的，甚至超

过百万口以上的石油探井。这一大批井中，有成千上万的井是钻在所有的人都认为是贫油的地方，唯独在这里钻探的人，才认为是有油的。这样一来，年复一年，贫油区的探井一个又一个地不断发现大油田。将探井遍布美国大陆，这就是我们找到石油之迷。用这种方法，使得我们发现了多得连任何人做梦都想象不到的大批油田。

在这种环境中，同样，在石油探索道路上设置的种种精神障碍，也就云消雾散了。很有素养的科学家的保守主义，被没有受到专门训练的，不受“一点知识”束缚的找油者的实际行动所冲破了。如果有一个人只要说一声阿拉伯（或者西德克萨斯）没有石油，那么另一个人便会毫不迟疑地立即去钻一口井，瞧瞧是不是真的，而且他常常也就找到了石油。

我国的社会政治环境，使每个公民钻探石油的自由权，找油成功得到慷慨报酬的保证，都在增强。这就是在找油上取得更大成就的关键所在，远比完善勘探技术更重要。有些其他国家的公民也能享有这种优越性。世界其他地区石油调查活动相对较少，大部分只是因为他们不富足。找油是单干户和大公司共同担负的任务，任何一个活动不适当，都会使找油工作半途而废。

找油单干户的品德标志是：有信心，坚韧不拔，富于冒险精神，有丰富的想象力。如果他有见识，并受过找油技术的训练，那就更好了。如果他的知识不

使他过分保守，或者他对事实搞不清，那也会对许多事情的判断模棱两可。如果他的知识使他盲目对待未知的东西，那他就几乎不会有什么发现。

富于想象力，这是一个成功的找油者不可缺少的东西。莱沃森曾经说过“发现井完钻之前，未发现的油气田充其量也只是作为一种思想存在于地质学家的脑海里”，如果说新油田的形成，首先是在地质家或找油者的脑海里，那么它的发现当然必须有待于我们智慧的形象化，即我们的想象力。

归根到底，首先找到石油的地方是在人们的脑海里。未发现的石油仅是作为一种想法存在于某些找油者的脑海里。如果没有人相信有更多的石油有待去寻找，将不会有更多的油田被发现。但只要有一个找油者保持还有新油田有待发现的想象，有勘探自由，并受到勘探的鼓励，新油田就有可能继续被发现。

．．布罗德教授 来华工作情况简介

(李国玉 1998.1)

布罗德教授身材魁梧、热情，擅长于从宏观上研究和部署大型沉积岩盆地的勘探工作，有远见，很乐观。

他是莫斯科大学教授兼石油地质教研室主任，北高加索地质研究队大队长。

他只来过中国一次，但却为我们留下了深刻的印象。当时他先到松辽盆地，后到四川，重点研究了这两个盆地。就这两个地区的勘探认识和部署来看，他的意见是比较符合实际，是中肯的。

1958年12月20—28日布罗德到松辽盆地调查研究。这是一次别开生面的考察，显示出他对大型盆地研究的熟练程度。根据他所著《油气地质学基础》一书的基本理论，他认为松辽盆地是一个很有含油气远景的大型自流盆地。

在北京停留期间，他大致了解了松辽盆地的勘探情况后，兴致勃勃，急于到现场考察。

这次考察他做了四件事。

一是听取了石油部松辽石油勘探局的汇报，听取了地质部吉林地质局靳毓贵和韩景行的汇报。

二是乘飞机在松辽盆地上空观察地貌，以了解松辽盆地的大地构造。当时从空军要了一架飞机，大胖子杨继良来了，他说：“我没有坐过飞机，我也想上去行不行？”大家以笑声欢迎他，他那憨厚热情的面孔给人们留下了深刻的印象。这次乘飞机观察松辽盆地全貌是很有意思的。布罗德在飞机上不停地一个劲地解释，“看见没有，中央是个大长垣，南部是构造群”，“山前带多清楚，还有典型的冲积平原。这是一个多么理想的大型自流盆地，周围边山供给水，油气可在其中运移与聚积，肯定是个大的含油气区。

三是进行现场了解与调查，先从靠近长春的公主岭、钓鱼台、杨大城子看地质部吉林地质局的钻井资料，特别是岩心。当时看到的岩心是粉细砂岩，含油都是条带状，几公分一层，没有连续层，也有些连续的含油段，但油稠一些。后来听说地质部请来的匈牙利专家在中央隆起带取得一些地震资料，就立即请他们来了，资料很简单，只是些零星的火柴杆一样的反射段，大致看出向两端倾斜，这使在场的中国地质学家和布罗德等人都受到很大鼓舞，寄予了很大希望。后来又到现在正在开钻的基准井上去看，白垩纪黑色生油层以及砂岩储集层都很清楚，不仅岩心如此，就是构造上有地层出露的剖面中也能明显地看到。到中午了，他还到处跑着看地层剖面，我对他说：“该回去

了，今天看到了好构造，好生油层，好盖层，好储量层，该吃一顿好午饭了，我们也没有白辛苦。”他哈哈大笑，然后说：“我该作的结论都让你作了，我们看法一致，我太高兴了，让我们美餐一顿吧。”

四是提出了一个完整的松辽盆地区域勘探计划的建议，反映了当时苏联石油地质理论和石油勘探方法的水平。

1959年12月20日，他在松辽石油勘探局作的报告中指出：“中国同志给我们看了松辽平原的资料，虽然只是部分资料，只是打的两口基准井的资料，但这些资料可以说明，在松辽平原可以发现很好的油田。就是说在白垩纪地层中可以发现很好的油田。”

他建议1959年松辽盆地的勘探工作应包括以下内容：

横穿盆地做4条区域大剖面。

自南向北：第一条大剖面穿过公主岭、钓鱼台构造。第二条大剖面穿过登楼库和扶余构造。第三条大剖面穿过长春岭和大同镇构造（即后来命名的大庆长垣）。第四条大剖面穿过团山子和任民镇构造。

他要求在4条区域大剖面上搞综合勘探，包括重磁力、地震、地质、水文地质、地貌、浅钻和基准井。并且要求选择一批局部构造进行详查，工业钻探和打基准井，其中包括大同镇构造（即后来发现的大庆油田），还有钓鱼台、长春岭、登楼库、扶余等构造。而且明确提出当年要试出工业油流来。

这一套做法是苏联当时对大型沉积盆地的经验总结，也是布罗德对松辽盆地具体化了的建议。

布罗德从松辽盆地回来，在石油部二楼会议室向余秋里部长、康世恩副部长以及不少中国专家做了汇报，大家对他的这一整套想法表示赞赏。最后，余秋里和康世恩指示石油部勘探司以布罗德的建议为基础，再结合我们的实际情况，制定了松辽盆地 1959 年总体区域勘探规划。

1959 年 1 月 4—29 日布罗德来到四川，比米尔钦克来华早一些。正值四川会战高潮时期，也是困难时期，带队的是勘探司司长唐克，当时米尔钦克认为，凉高山油层是疏松砂岩，而地面上确实有些较疏松的砂岩。但布罗德却认为，根据取心资料，特别是单井生产中出现的喷势猛、递减快、单井产量差别很大的情况，提出这是典型的裂缝性油藏。他在现场考察后在南充礼堂作了一个长达 7 小时的报告，我任翻译。他在报告中阐述了自己的地质认识，提出了今后部署与工作方法的意见，并对川中会战的成绩也作了鼓励。大会结束后，他找唐克交换意见，他说：“你听见我在会上鼓励了你们的会战，也肯定了群众的工作，我不会在大会上泼冷水。但是我们都是共产党员，都是领导，我要给你讲实话。象川中这样的裂缝性地层，厚度也不大，不能指望有大发现，更不能急于求成。我建议你们停止会战，深入细致地慢慢研究。”唐克立即向当时的石油部副部长康世恩和石油

部部长余秋里作了报告，他们当机立断接受了他的建议，很快重新调整了工作，停止了会战，转入正常的勘探工作。

松辽盆地和四川盆地含油气远景

(布罗德，克拉符钦柯 1958)

此次来华是根据苏联科技合作协定第 12/ 项任务要求。根据苏联科学院石油研究所与中国石油科学研究院双方领导议定并征得莫斯科大学地质系同意，此次来华的目的是：

(1) 介绍苏联科学院南方综合地质大队编制大区油、气聚集分布规律综合图件的方法。

(2) 根据中国石油工业部和石油科学研究院领导的意见对中国某些含油气盆地的含油气远景比较性评价及勘探工作方向方面予以必要的帮助和咨询。

(3) 由布罗德教授作几次关于石油成因问题研究现状、世界含油气盆地分类以及对大洼陷区含油气远景作比较性评价方法的报告。

布罗德教授于 1958 年 12 月 14 日抵京，克拉符钦柯副博士已于 1958 年 12 月 6 日先期抵京。

布罗德教授来华前，克拉符钦柯给石油科学研究

因为本文是历史资料，故所有地层名称及计量单位等使用均保留原样，不作修改。

院工作人员作了一次详细报告，介绍了苏联科学院南方综合地质大队编制大区油气聚集分布规律综合图件的方法。

布罗德教授来华后，石油科学研究院领导提出要求，希望对松辽和四川两个含油气盆地含油气远景评价以及油气科学研究和勘探工作予以帮助和咨询。

对松辽盆地的勘探建议

1958年12月15日至1959年1月3日研究了松辽盆地资料，还去了长春。

布罗德教授和克拉符钦柯在1958年12月15至17日在北京对松辽盆地资料进行了初步了解后，就动身前往松辽盆地（长春市），同行的还有萨尔吉贤教授（苏联科学院石油研究所）、石油部地质勘探司副司长沈晨同志和石油科学研究院副院长翁文波同志。时间为1958年12月19至28日。

此次主要任务是了解松辽盆地含油气情况，确定这个含油气盆地类型，拟定查明油气聚集分布规律所应进行的研究工作计划，以便对含油气远景作出评价，并确定今后勘探工作方向。

在1958年12月24日以前，萨尔吉贤教授与布罗德教授和克拉符钦柯共同工作，以后，他就单独去了解岩石和古地理方面工作情况及资料整理情况，并提出建议。

在松辽盆地期间听取了当地地质局和石油局工作人员关于松辽盆地地质概貌、含油气远景及油气勘探工作现状的报告。先后短期到登楼库和公主岭两个探区观察了露头，研究了钻穿下白垩纪地层的井下岩心，分析了已取得的地质、电测及钻井资料。

在长春了解勘探资料的过程中，布罗德教授进行了必要的咨询和指导。

1958年12月26至27日布罗德和克拉符钦柯参加了松辽盆地地层会议，克拉符钦柯作了题为“松辽盆地松花江层在中亚东部、新疆和蒙古的可能同时代地层”的报告。报告的主要内容是：

(1) 沉积物的成分是它形成地区的构造环境、自然地理环境以及沉积环境所特有的复杂的函数式。地壳各处沉积环境上的不同，造成各时期形成的同时代沉积物岩相上的交替。

(2) 同时，某一阶段形成的沉积物中常常反映出某些与其他阶段不同而只有该阶段所独具的特征。因这些特征往往在相互不连通的各种盆地的一定层位中出现岩性相似的地层。

(3) 如果除去各层岩相变化中局部因素的影响，就可掌握岩性成分随沉积物年代不同所起的变化，从而也可确定沉积物的地层年代。特别是对中亚、蒙古和中国各区蓄水盆地构造切割、整平、扩张和缩退环境中形成的沉积物的先后交替进行观察，并对地层剖面中由粗粒砂砾沉积变为泥质沉积以及在红色地层中

出现灰色地层的情况进行追查，就能够确定出上述三个地区下白垩纪地层独具的某些共同特征。

(4) 上述各区在下白垩纪曾两次发生短时期构造切割作用，一次是在下白垩纪初期，另一次是在下白垩纪末期，这两次都以沉积了砂岩为标志，而且白垩纪初期还沉积了砾岩。但是在下白垩纪中期很长时间为构造整平时期，主要堆积了泥质沉积。在这一最后整平阶段蓄水盆地曾两次扩张，所以在红色沉积层中出现了两个非常稳定的灰色层。

(5) 中亚、新疆和蒙古等地下白垩纪地层可分为三部分。下部是在明显的构造切割环境下形成的，底部为砾岩，且富含砂岩；中部厚度大，主要为泥质沉积，许多地层剖面中有两个灰色层；上部厚度小，以出现砂岩为界，主要由砂岩构成。下白垩纪中、下两部所夹红色粘土有个明显的特征，那就是它们为暗红色和暗淡红色（脏红色），并具有明显紫红色色调，可是下白垩纪上部红色粘土却为浅砖红色（棕红色）。根据吉萨尔山西南动物化石鉴定出的下白垩纪地层剖面，下白垩纪下部（其上部为第一个灰色层，而且成分较粗）相当于凡兰吟—戈特里夫组，中、上部泥质和砂质地层相当于巴列姆—亚普第组，而砂层相当于亚普第组。

(6) 根据上述资料，松辽盆地松花江层最可能的地质年代是：a 层相当于凡兰吟—戈特里夫组；b, c, d 三层相当于巴列姆—亚普第组。松辽盆地与其他地区下白垩纪的可能对比方案见表 1。

表 1

表 1

布罗德认真研究了资料并了解了松辽盆地的勘探工作方法。

布罗德的主要结论和建议可归纳如下：

(1) 松辽盆地 1959 年油、气勘探工作的主要任务是：

) 在准备好的构造上进行钻探使松辽盆地获得初次工业性油流。

) 对 1958 年找到的最有希望的构造进行准备，并于 1959 年移交钻探。

) 进行区域性剖面勘探工作，以便对全松辽盆地作含油远景分区，划分能发现高产量大油田的最有希望的地带。

(2) 松辽盆地准备最成熟的钻探构造首先是登楼库，其次是公主岭和青山口。

登楼库构造由于进行了十万分之一的地质测量、构造钻井、地震勘探和深基准井的钻探，已摸清了主要构造轮廓和下白垩纪地层剖面。另外登楼库构造所处位置较为优越，恰好在深洼陷边缘，而且下白垩纪地层情况良好，在北端 2 号基准井的 a 层中发现有含油显示和一系列可能含油层，所以登楼库构造可以移交钻探。钻探目的层是 a_1 层和部分 a_3 层的储集层。大致该构造首先应钻 5 至 6 口探井。在这批井中对各油层分层试油，就能摸清地层剖面中主要含油、气层的分布位置，并能确定油藏面积和位置。2 号基准井务必要钻开结晶基岩，这口井完钻后应对最下部沉积

层进行试油。

公主岭构造的结晶基岩比登楼库构造浅，距盆地边围褶皱山顶较近，构造西北翼井下钻穿的砂层储油性质不好，而且登楼库 a_1 层中钻穿的砂岩层在这里也缺失。

目前因在公主岭构造尚未取得地层剖面性质资料，也未取得顶部有无良好储油层及含油情况资料，所以不能认为公主岭已具备钻探条件。根据上述理由，目前不能在公主岭提出大量钻探问题。可以建议在两口探井中对可能含油层进行试油，一口是构造西北翼正在钻进的井，另一口是应定在构造顶部并与 1 号井成一条剖面和新井。除上述两口井外，希望在公主岭背斜构造最隆起部分再钻一口构造井。这一批井可提供两个主要构造顶部地层厚度和地层剖面资料，并可提供该构造是否存在良好储油层资料，此外还能帮助对构造西北翼和顶部地层剖面进行对比，确定储油层稳定程度，了解地层含油性质。然后才能解决该构造下一步勘探问题。

青山口构造已根据地质调查和钻井资料编制了地质图，该构造可以认为已接近移交钻探的程度。但因它在区域构造位置上处于比登楼库较差的边缘地带，所以在未得到工作成果之前，该构造不适于大规模钻探。1959 年应在完全钻穿白垩纪地层的那口井中对储集层进行试油。

(3) 根据现有的资料分析，特别有远景的是位于

公主岭、登楼库和 1 号基准井所处背斜陆梁以西的构造带和隆起。这些隆起距盆地边围褶皱山脉远，下倾深，而且地层水压力大。这些构造带的特点是地层剖面显然最完整，一方面会出现一些盆地较隆起部分可能缺失的中生界下部地层，而另一方面在边缘被侵蚀的新地层这时会被保存下来。

从这一观点出发，1959 年应利用地质调查与地球物理勘探方法把已发现位于松辽盆地较倾没部分的华子井、扶余、任民镇、大同镇等构造准备提供钻探，长春岭构造也应包括在内，因为这个构造看来与登楼库构造属于同一构造带，但它比登楼库具有较优越条件，这就是它处于更倾没的位置，而且沉积层厚度大。

必须强调指出的是，每个构造随具体条件的不同准备钻探的方法也有所不同。

有些构造，如果无根据推测地下深处有显著变化或构造形式有位移现象，而且第四纪覆盖层厚度不大时，可以利用地质构造调查配合钻井并参考地貌资料的方法准备提供钻探，无须做地震工作。

有些构造，第四纪覆盖层厚度大或估计地面构造与地下含油气层构造有不符情况时，应利用钻井配合地球物理方法尤其是地震勘探方法准备提供钻探。

另一些构造，是地震法探测出的构造，不够明显，为了把这些构造提供钻探需要进行构造制图钻井和钻参数井。

(4) 区域勘探的任务是：

）找出松辽盆地沉积岩层厚度、岩性和储油层性质变化规律，确定其地质历史各主要阶段。

）确定全松辽盆地区域构造主要轮廓，找出能成为油气聚积带的主要构造带并了解其构造特征，确定能成为油气田的局部隆起的位置与构造。

）对松辽自流盆地区域水文地质情况作全面了解，包括概貌、供水区、滞水区、泄水区、各种储集层的不同水动力带和水化学成分带。

）进行综合区域勘探后应编制一系列能反映松辽盆地地质构造、地质发展史和含油、气情况的综合图件，并对该油气盆地进行含油、气远景分区。

）区域勘探工作除解决全松辽盆地石油地质分区问题外，还能在各个剖面所通过地区找出背斜构造带和值得提供钻探的局部构造。

(5) 为了对松辽盆地含油、气远景作比较性评价，1959年必须在四条横穿全盆地的大剖面上组织勘探工作。在这些剖面带要进行地质构造测量，并配合进行地震剖面 and 钻一些深度不同的剖面井（200—300公尺，

3,500

准备出一些值得立即细测和提供钻探的构造。这样一来，区域勘探与准备钻探构造以及钻探工作就密切配合起来。应当特别强调指出的是，必须进行综合勘探，特别应把钻井和地震勘探密切配合使用。在同一

条剖面上，把地震、地质构造测量、构造制图钻井、参数井和基准井配合共同进行，就能确定反射层和折射层的地层层位，并可了解地震勘探在解决各种地质任务方面的应用特点。

采用这种方法，比起只局限在一个构造带内工作，或者自东向西用详细勘探方法一步一步往前推进则会有更多的可能性在短时期内发现大油田。

对每条区域性大剖面必须编制详尽的勘探设计，把石油部和地质部所属不同机构各项工作完全相互配合在一起。这些建议已被采纳，而且有些地质和地球物理人员已开始着手编制 1959 年松辽盆地油、气勘探工作总体设计。

为了帮助编制这个计划，布罗德教授和克拉符钦柯于 1958 年 12 月 28 日至 1959 年 1 月 3 日在京期间曾提出若干方法上的建议。并向石油部提交了“1959 年松辽含油气区油气勘探工作总体设计纲要”。

1958 年 12 月 20 日石油部部长在北京召开了一次由部领导、石油科学研究所和地质局领导以及苏联专家参加的会议，听取了布罗德教授关于“松辽盆地地质情况和油、气勘探方向”的报告。

布罗德教授所提的建议大体与上面谈到的一样，得到了石油部领导的赞同，并委托松辽盆地地质、地球物理人员于 1959 年 1 月 20 日以前编制出 1959 年勘探总体设计。

对四川盆地勘探建议

1959年1月4至22日，布罗德和克拉符钦柯前往四川（南充市）。目的是了解四川盆地各含油、气区大地层单元含油、气远景比较性评价资料以及川中研究上侏罗纪油、气分布规律的资料，确定今后必须进行的油、气钻探工作。

在四川盆地共同进行工作的还有苏联科学院石油研究所萨尔吉贤教授、高级研究员巴尔斯、伊特肯纳副博士，石油部地质勘探司司长唐克、副司长严爽，还有石油科学研究院岩石实验室和水文地质实验室许多工作人员。我们在南充的头两天，苏联科学院通讯院士瓦林佐夫也在南充，他对四川区域构造方面的问题作了咨询。

苏联专家在南充共分为三组分头进行工作，每组都有自己单独的任务，但都围绕着解决四川盆地油、气聚集分布规律的问题。在工作过程中各组相互对工作成果做过汇报并交换过意见。

萨尔吉贤教授了解了岩石研究工作，并作了关于岩石研究成果和古地理研究成果整理程序问题的报告，提出了必要的建议。在南充期间，在萨尔吉贤教授的领导下对井下各种类型储油层岩心进行了肉眼研究和显微镜研究，并完成了许多机械分析，因之，查明了若干关于储油层性质及其生成条件的规

律。

巴尔斯和伊特肯纳在石油科学研究院工作人员和当地水文地质人员的参与下，对四川盆地现有水文地质资料做了综合研究，并对如何针对四川情况选用水文调查方法和组织水文地质调查工作写了讲稿，而且作了许多咨询。经过工作找出了四川盆地各构造带和中生代各层各种不同类型的水的若干分布规律。

布罗德和克拉符钦柯了解了川中石油产状资料以及四川区域地质和含油、气情况资料。布罗德组织了一些工作人员，在司徒愈旺和翟光明的领导下对川中有工业价值含油层的油、气储集层和夹层作了划分，并进行了详细对比，目的是为了弄清目前主要钻探和生产层——自流井统的凉高山和大安寨层石油产状。在工作过程中布罗德对油气勘探工作方法作了多次指导。克拉符钦柯和王锡福领导的地质组共同对四川中生代地层作了区域性对比，划分了主要的天然油、气储集区和夹层，并和其他不同地层所采用的分层作了对比。

布罗德教授和克拉符钦柯在四川期间曾到过南充油矿，观察了岩心，参观了油矿。并在华莹山背斜露头上观察了中生代地层剖面。

在他们离开四川之前，召开了一次大会，参加会议的有石油部地质司领导，当地地质和石油机构负责干部，北京石油学院教授、教师和学生，在四川工作的各区石油勘探机构代表。这次会议从 1959 年 1 月

19 到 20 日会期两天，听取了克拉符钦柯副博士关于四川某些地层问题的报告、萨尔吉贤教授关于四川盆地岩性和古地理的报告、高级研究员巴尔斯关于四川地下水研究情况的报告，以及布罗德教授关于川中含油气远景和工作主要方向的综合报告。

克拉符钦柯副博士所作题为“四川某些中生代地层问题及它与邻区的对比”报告的主要结论是：

(1) 四川中生代地层的分层，除反映地层特征外，还应符合石油勘探工作的实际要求。应在其中清楚地划分出储集层（可能的各种含油气层）和作为储集层盖层和底层的可塑性岩层。采用正确的地层术语，使用一般通用的地层代表符号以及确定中生代各部分年代，这对四川地区具有很大意义。将四川含油气盆地发育的地层与其他盆地进行正确对比和确定其地质年代，就能对不同盆地同时代地层含油、气远景作比较性评价，就能找出同时代地层油、气聚集分布的一般规律，也能把一个研究清楚的地区所发现的规律利用到其他研究较差的地区，进而能正确地提出勘探工作方向。

(2) 四川地质人员进行调查研究后，已对四川二叠纪和三叠纪地层作了对比图，而且也拟定了统一分层表。四川侏罗纪和白垩纪地层有两种分法，川中和川南广大地区是一种，川西北和川北是另一种。在尚未对川中和川西北侏罗纪、白垩纪地层进行正确对比之前，有必要把上述两种分层方法都保存下来。

(3) 川中和川南侏罗纪、白垩纪地层的主要分层是：香溪统——中、下侏罗纪，自流井统、沙溪庙统（下重庆统）和上重庆统——上侏罗纪；嘉定统——白垩纪。

川西北和川北侏罗—白垩纪地层的主要分层是：须家河统及白田坝统——下、中侏罗纪，下广元统和上广元统——上侏罗纪，城墙岩系——白垩纪。

(4) 四川地层分层表中对上侏罗纪主要层位和小层是用 J_3 加数字表示的。因之代表符号非常繁杂，有时有 4 个数字甚至 5 个数字，很难记忆，使用也不方便，例如， J_3^{32} 代表遂宁层——古家湾组， J_3^{213} 代表华莹山凉高山层 A 层。

(5) 由于在代表符号上没有共同标准，造成了同一沉积，甚至同一大地层单元（统）的代表符号完全不一致，小层就更不用提。

例如，在凉高山层和叶子介层之间的下沙溪庙层，在南充是 J_3^{21} ，合川是 J_3^{22} ，石油沟是 Jc_2^{21} ，高木顶是 KK^1 。

另一方面，一个代表符号却代表着极不相同的地层，如 J_3^{21} 在南充代表下沙溪庙层，在合川代表凉高山层； J_3^{22} 在石油沟代表东岳庙层，而在龙门山 J_3 却表示中、下侏罗纪须家河统黑色页岩和含煤层。

(6) 四川盆地地区分层中对一些主要地层叫统（ ）（如自流井统），也叫做层（ a）（如嘉定层）。由此可以明显看出，对国际统一的分层与地区

局部分层没有区别开。

(7) 根据上述情况，四川地层方面的重要任务是整顿地层名称，确定统一代表符号。

对四川盆地侏罗—白垩纪地层代表符号的一种可能方案见表 2。

表 2 川西北和川中地层对比表

川西北和川北	川 中 和 川 南		
城墙岩系 Crc	嘉定层 Crcs		
上广元系 J ₃ g ₂	上重庆统 J ₃ ch	太和镇层 J ₃ cht 或 J ₃ ch ₃	
		蓬莱镇层 J ₃ chp 或 J ₃ ch ₂	
		遂 宁 层 J ₃ ch ^s 或 J ₃ ch ₁	
下广元系 J ₃ g ₁	沙溪庙统 J ₃ sh	上沙溪庙层 J ₃ sh ₂	
		下沙溪庙层 J ₃ sh ₁	
千佛岩系 J ₃ c	自流井统 J ₃ c	凉高山层（第 6 层） J ₃ c ₆	A 层 J ₃ c ₆ A
			B 层 J ₃ c ₆ B
			C 层 J ₃ c ₆ C
		（第 5 层） J ₃ c ₅	
		大安寨层（第 4 层） J ₃ c ₄	
		（第 3 层） J ₃ c ₃	
		东岳庙层（第 2 层） J ₃ c ₂	
		（第 1 层） J ₃ c ₁	
白田坝 J ₁₊₂ b	香溪统 J ₁₊₂ s		
须家河 J ₁₊₂ sh			

(8) 将四川盆地上侏罗纪和白垩纪地层与中国和中亚其他地区进行对比，就可看出香溪统与各地区中、下侏罗纪含煤岩系有无容怀疑的相似之处。使人引起注意的是，四川划为上侏罗纪地层的厚度非常大，而且成分也与一般不同。中亚和新疆各种不同盆地的构造整平环境中形成的是粘土和少许石灰岩。

可是，四川上侏罗纪厚度相当大的中、上部地层（沙溪庙和上重庆统）与中国其他地区尤其是库车洼陷上白垩纪地层有一定的相似之处。因为库车洼陷地层剖面可与中亚地区和新疆其他地区很好地对比，所以它可作为四川和其他地区地层对比的基础（见表3）。

库车洼陷下白垩纪顶部有一层不致密的浅红灰色（棕色）砂岩层，和四川上重庆统太和镇层砂岩非常相似。

库车洼陷在下白垩纪与上白垩纪之间有个间断，上白垩纪底部是底砾岩，上部是玫瑰色砂岩、白色灰岩和红色砂泥质地层，最上面是石膏层和含石膏层。四川太和镇层上面是白垩纪嘉定层，根据这个层的产状性质以及其底部出现底砾岩灰质成分增高，而且有一个剖面上还出现石膏层等情况来看，它可能与上白垩纪对比。

在太和镇砂岩层和上面提到的库车洼陷砂岩下面，粘土作用逐渐增大，它们的颜色是淡砖红色。这一段地层中的粉砂岩在两个地区都很典型，具有波状

层理。

上面提到的砖红色粘土，在这两个地区往下都变为暗紫红色（暗红色），主要为泥质岩层，而且无论在库车盆地或是四川，其中都有两个灰色层。上部灰色岩层夹在粘土中间，下部灰色岩层为粘土、砂岩和石灰岩互层。

表 3 四川与库车洼陷侏罗纪、白垩纪地层对比表

库 车 洼 陷		四 川 盆 地
上白垩纪	克考勒塔格层 Cr ₂ k 底砾岩，玫瑰色砾岩，白砂岩，红色砂泥质沉积，见石膏 厚 220 公尺	嘉定层 Crcs 底砾岩，红色砂岩和粘土，纳溪剖面中有石膏夹层，岩层含灰质很重 厚 100—500 公尺
下白垩纪	苏干层 Cr ₁ s 吉兹尔塔什层 C ₂ ¹ ki 玫瑰橘黄色砂岩厚 100 公尺，浅红色粘土夹褐灰色砂岩，天青蓝灰色和红色粉砂岩，成波状层理 厚 200 公尺	上重庆统 J ₃ ch 太和镇层 灰黄色砂岩 厚 400—500 公尺 蓬莱镇层 灰色砂岩和浅红色粘土互层 厚 400—600 公尺 遂宁层 浅红色粘土夹少量砂岩夹层，波状层理，粉砂岩发育很广 厚 400—500 公尺
	卡普萨梁层 Cr ₁ kp 暗红色粘土，有紫红色调，夹天青蓝灰色粉砂岩。底部有一层稳定天青蓝、绿、黄色粘土和粘土砂岩 厚 400 公尺	沙溪庙层 J ₃ sh 上沙溪庙层 暗紫红色粘土夹砂岩。底部暗灰色、绿色、天青蓝色、黄色粘土和粉砂层 厚 1000—1200 公尺

续表

库 车 洼 陷		四 川 盆 地
上 侏 罗 纪	纪捷尔维契层 Crit 阿雅克—基契克层 Cn ak 暗红色粘土带紫红色调, 夹天青蓝灰色粉砂岩 厚 220 公尺	下沙溪庙层 暗紫红灰色粘土, 夹绿黄色砂 岩和粘土 厚 200—350 公尺
	谢合尔层 Crisech 绿灰色粘土砂岩夹石灰岩 和红色粘土 厚 70 公尺	自流井统 J ₃ c 凉高山层 (第 6 层) 暗灰色、绿黄色砂岩和粘土, 夹石灰岩 厚 100—150 公尺
	依沙克达湾 Cnli 暗紫红色砾岩 厚 100 公尺	第 5 层 暗紫红色粘土 厚 50 公尺 大安寨层 (第 4 层) 石灰岩和暗灰色粘土 厚 50—100 公尺
	扎米什塔格层 T ₃ s 暗红色粘土带紫红色调厚 300 公尺 天青蓝灰色粘土夹砂岩和 石灰岩 厚 100 公尺	第 3 到第 1 层 暗紫红色粘土夹蓝灰色粘土, 中部有石灰岩层 厚 200—400 公尺
中 下 侏 罗	基麦克层 Th ₂ t 厚层暗灰色粘土, 白色、 绿灰色砂岩和砾岩互层, 夹 煤层 厚 1700 公尺	香溪统 Jh ₂ s 夹煤层的暗灰色原粘土与绿色 砂岩互层 厚 500 公尺

上面描述的这一套地层在库车洼陷证实是下白垩纪地层。这个地区在这套地层下面是底砾岩, 四川盆地与它在岩性上肯定一致的地层不存在。但是库车洼

陷某些地区这些砾岩变为较细的碎屑岩，而在中亚西部（科别特达格山、大巴尔汗山）下白垩纪底部是很厚的石灰岩。很可能四川盆地大安寨层石灰岩是这种石灰岩的远方同类层。但是关于四川划分白垩纪下限的问题可能很不一致，还需要进行广泛的专门研究工作。

(9) 根据上述对比，对四川盆地上侏罗纪与白垩纪可能年代可作出下列初步结论：嘉定层相当上白垩纪，下白垩纪包括上重庆统、沙溪庙层，可能还有自流井统上部（凉高山层，可能还有大安寨层）。属于上侏罗纪的大概只是厚度为 300—400 公尺的自流井统下部（ J_3C_{1-3} 层）。

这样对比才能消除四川盆地与其他地区尤其是新疆和中亚地区上侏罗纪岩性性质和厚度上不相符合的现象。

返回北京后，石油部部长于 1959 年元月 26 日召开了一次扩大会议，参加这次会议的有石油部、石油科学研究所和地区石油局负责干部，还有苏联专家。布罗德教授在此会议上作了关于四川含油气盆地含油气远景和勘探方向的详细报告。

布罗德教授先后于 1959 年 1 月 21 日在南充以及 1959 年 1 月 26 日在北京所作的两次报告主要内容可归纳如下：

(1) 四川盆地是一个面积巨大的典型山间含油、气盆地，是一个四周被不同地质年代的褶皱高山和古

地块所包围的地壳上的深凹陷区。

从二叠纪起差不多一直到中生代末期，这个盆地多次沉积了适于形成油气的沉积物。现在已发现工业性油流的凉高山和大安寨两个地层，只不过是这一大套可能含油气层的一小部分。

(2) 整个四川盆地可分为三个构造条件和油、气聚积条件不同的含油气区。西部的一个区是四川盆地研究最差而褶曲最强烈的地区，位于龙门山山前洼陷带，其中形成许多明显构造，褶曲最强烈的是侏罗—白垩纪褶皱。这个地区油、气聚积条件和许多山前凹陷很相似。许多盆地都在这种褶皱中发现了大量油气田。

川东褶皱带是一个单独的构造带和含油气区，这里二叠纪、三叠纪、中、下侏罗纪和中侏罗纪下部构成狭长直线状背斜褶皱和向斜。所有这些直线状褶皱都位于巨大的江南古陆（四川盆地边山）向盆地中心倾没部分。

川中与上述两个地区不同，它是一个平坦巨大的地台状构造单元——内部地台，它和其他许多巨大山间盆地中的地台一样，在很长的地质年代中保持了平坦状态。因之这个地区的构造形式与上述地区显然不同，属地台类型。为一些巨大背斜隆起，两翼倾角一般不超过 1° — 3° 。在这个平坦构造单元核心部分相当于古地块的地方，有一个巨大的圆形重力高。

(3) 自二叠纪起，这个地台总的来说是在不断下

降。下降趋势优于上升趋势，这就促进了还原环境下形成的沉积物中分散有机物质的堆积，而且也促进了这些有机物质转化为沥青，然后再转化为石油的过程。

在氧化环境下堆积的不适于分散有机物质保存的红色地层，从上侏罗纪开始出现，但发育最多的只是上侏罗纪后期，主要是沙溪庙期。

现在开采工业性石油的凉高山和大安寨层的储集层，夹在灰色粘土和粘土质粉砂岩中，后两种岩石是典型的生油层。这些岩石中与石油同类的沥青质物质的含量，有时超过 1%。所以说，大安寨和凉高山的石油来自本身，并不是来自其他地层，因之，凡是凉高山和大安寨层中粘土夹层是灰色岩层的地方，都可预计在其中所夹储集层中得到工业性石油。至于产量大小，要看岩石储油层性质的好坏。

(4) 因粘土中有油苗存在，有人多次提出是否能从可塑性粘土中得到石油的问题。关于石油究竟埋藏在什么岩层中，什么岩石能作为储集层看待，什么岩层又不能作为储集层看待，必须有个清楚的概念。

属于储集层的岩石流动物质按渗滤定律能在其中自由移动，如流动物质沿孔道在其中移动的砂层、岩和其他岩石，以及流动物质在其中沿裂缝和晶洞移动的石灰岩和白云岩。

非储集层岩石（有人把它不十分正确地叫做不渗透层）不能使流动物质在其中自由移动。这些岩石

中，流动物质的移动是按分子物理学定律进行的。在生油粘土岩层中，在层面和节理面上有缝隙时，会有石油逸出，当钻穿这些岩层时会出现油苗和油花，尤其在背斜褶皱挤压很强烈的核心部分或地层陡立带更是如此。虽然人们曾多次做过尝试，但世界上任何地方未能从这种粘土中得到工业性油流，这是因为液体在粘土岩层的微毛细管中的移动速度很慢，液流不能在以油井生产时间计算的短时期聚集起来源源而出。

任何岩石，不论是泥质粉砂岩或是泥质砂岩，当其中成分散状均匀分布的泥质物质含量超过 40% 时，就不能成为储集层。这些泥质岩石，当它们失去可塑性变为石头，进而受变质作用变为不能自动缝合裂缝的泥岩和页岩时，才能成为储集层。

未失去塑性的粘土岩石既可当作供油的生油岩层看待，又可当作储集层的盖层看待，但不能当作储集层看待。

(5) 可作为储集层的岩石，如石灰岩、砂岩等等，其顶部和底部被不渗透岩石明显地分隔开时，即可叫作天然油气滞。

凉高山和大安寨层中，有三种不同类型的层状天然油、气滞。

）凉高山“B”层是砂岩层状油、气滞。

）大安寨层是裂缝很发育的石灰岩层状油气滞，凉高山“C”是灰质很重的砂岩层状油、气滞。

）凉高山“A”层是由细薄到几公里的砂岩、

粉砂岩和泥质岩组成的互层。

中、下侏罗纪香溪统的情况不同。其中是一些上下被厚层泥质岩分隔开的厚砂岩，这种厚砂岩就是天然油气滞。

二叠纪和三叠纪地层中，主要是上下被泥质岩或可塑性硬石膏—白云岩分隔开的厚层石灰岩构成的块状天然油、气滞。

(6) 凉高山“B”层中被粘土在顶部和底部分隔开的每个小层中，常常可分为三部分，上、下部分是由很坚硬分选不好的砂岩组成，而且堵塞很厉害。而中间部分是由较疏松分选较好的砂岩组成。这些较疏松的地层一般取不出岩心，在钻井过程中被击碎，以粉砂形式落入钻井液中。每一个这样的砂层是一个统一的油、气滞，但其储油层性质纵横向都有变化。

在砂层分选好而且较疏松的部分，油气水主要含在砂粒的孔隙里，而在致密被堵塞的部分（孔隙度只有0—4%），看来流动物质主要应在裂缝中移动。

(7) 在石灰岩层和含灰质成分很重的砂岩中，孔隙被灰质胶结物填充，没有大毛细管，液体在其中是在微裂缝、大裂缝、晶洞和孔洞里流动。

(8) 由粉砂岩和粘土薄互层组成的天然油气滞，一般产气较好，在互层中砂岩很多的地方也可以得到油。如果这种地层中没有很好的夹层，则它们生产起来就是一个油、气、水在其中有规律分布的统一油、气滞。但是液体和气体产量，随油井所处地段岩性特

点的不同各处会极不一致。

(9) 在中、下侏罗纪香溪统砂层中，因其厚度大，而且巨型层状油气滞的储油层性质较好，油气只能保存在个别非常明显的隆起中，因为岩石的储油层性质越好，天然油滞的厚度越大，为了水不能从其中把油冲掉，就应该具有更明显的圈闭形式。

(10) 二叠纪、三叠纪沉积中被可塑性泥质岩或硬石膏地层上下分隔开的厚层石灰岩，不论其中有多少小层，它们仍然是一些统一的天然油滞。

在背斜隆起、侵蚀隆起或礁状隆起的油滞中，油、气、水是完全有规律地分布着。如果有天然气，就形成气顶，它下面是油，油下面是水，水的分布范围到底层为止。在液体和天然气这样有规律分布的情况下，它们的产量大小取决于各井所处地区裂缝和晶洞的发育情况。往往钻在同一块状油滞相距很近的井，生产情况完全不同。钻在石灰岩中裂缝和晶洞发育带的井，液体产量很高，日产量达数百立方米和数千立方米。而有时相距很远的井，如果它们的油产自同一大裂缝系统，则产量的相互影响很显著，只要一口井的原油产量降低，另一口井的压力和产量立即上升。可是位于两口高产量井之间的井，因未钻在相互联通的大裂缝和晶洞系统上，虽然都是在同一油滞中采油，但因从微裂缝产油产量不大，而且相互影响不显著。

世界各地（中近东、俄罗斯陆台、前高加索、北

美陆台和其他地区) 在这种石灰岩、白云岩块状天然油层中已发现巨大的油藏和气藏。

必须注意的是, 在大气顶的块状油藏中很难采到油, 而且由于气或水往井中窜流也很难证实是否有底油存在。但如果有凝析油产出, 就可认为是气藏中有油的象征。只有下套管注水泥把气顶完全封起来, 才能从油藏含油部分采出油来。

如果块状油藏大量产水, 应当用泥浆压井, 以免大量的水流到地面在井周围形成大塌陷坑, 而且把油藏附近田地盐化, 造成以后难以治理的情况。

(11) 四川盆地二叠纪和中生代沉积中共可划分出下列主要储油气岩系和夹层:

下二叠纪

阳新统 (P_{1j})

厚层石灰岩, 看来是一个块状油气藏。下面是黑色含煤粘土, 可能是向石灰岩供油的生油层。厚度为 300—400 公尺。

川南隆昌下二叠纪石灰岩产工业性气流。

上二叠纪

洛平统 (P_{2l})

黑色粘土夹砂岩、石灰岩和煤层。不仅可作为夹层, 而且可作为生油岩系。这套地层中可能有石灰岩或砂岩、粉砂岩层状天然油气藏存在。厚度为 100 公尺。

长兴统 (P_{2cn})

石灰岩。为块状天然油滞。厚度为 150 公尺。

四川许多地方长兴统有油气苗。

下三叠纪

飞仙关统 (T_1f)

黑色和有紫色色调的灰色页岩和泥灰岩，夹石灰岩。这种石灰岩可成为层状天然油滞。厚度为 400—500 公尺。

黄瓜山和石油沟飞仙关层产气，龙门山飞仙关层有油苗，说明这个岩系不仅是夹层，而且也可能是生油岩系，其中夹有个别含油、气滞。

中三叠纪

嘉陵江统 (T_2c)

主要由石灰岩组成的厚层含油气层。可分为若干块状石灰岩油、气滞，它们之间被可塑性硬石膏—白云岩层所分隔。厚度为 600 公尺。

嘉陵江地层中发现油苗并得到少量油流，说明该岩系是区域性含油气地层。

上三叠纪

雷口坡统 (T_3l)

共分三部分，下部和上部由石灰岩组成，可能是含油气储集层；中部主要由灰绿色粘土组成夹石膏，主要为夹层。厚度为 300 公尺。

四川好几处曾在雷口坡统发现油气苗。

中下侏罗纪

香溪统 ($J_{1+2}s$)

主要为厚层砂岩和黑色含煤粘土互层。砂层可作天然油滞。黑色粘土可作为灰层和供油层。厚度为500公尺。

在泥质岩层中含大量分散有机物质，这些分散有机物质大多是在还原环境下形成的，因之，它过去产过沥青质物质，而且现在仍然在继续产生沥青质物质。人们有一种错误的概念，认为有煤层存在就不能生油，因为很早以前人们认为有机物质有两种截然不同的转化方向，一种是转化为煤的方向，另一种是转化为沥青的方向。实际上，有大量煤质物质存在一点也不妨碍沥青的生成。以前人们所作的关于含大量煤质物质的岩层不能成为生油层的结论是不正确的，因为在这些地层中也发现有大量沥青质物质存在。生煤与沥青生成过程是在同一泥质粉砂质岩层中同时发生的，一部分分散有机物质变为煤，而另一部分分散有机物质在分解过程中开始变为石油类沥青质物质。

川中、川南和川东若干不同构造上，都从香溪统砂层中发现了油苗并获得油流。

上侏罗纪

自流井统 (J_3c)

分上、下两部分。下部主要为泥质岩，上部为粘土、砂岩和石灰岩互层。

自流井统下部包括三个层，其中一个东岳庙层。这一部分主要为红色粘土夹灰色粘土和石灰岩，基本上是个夹层，也有一些储集层，它们的供油来源

是其中所含的灰色粘土。厚度为 200—400 公尺。

自流井统上部包括大安寨层、凉高山层以及其中所夹红色粘土层。这一部分可合称为一个大含油气层。它自下而上的组成成分为：

）大安寨层的石灰岩和黑色粘土。厚度为 50—100 公尺。

）暗红色粘土。厚度为 50 公尺。

）凉高山“C”层的灰质很重的砂岩、石灰岩和黑色粘土。厚度为 30—70 公尺。

）凉高山“B”层的砂岩和黑色粘土互层。厚度为 50 公尺。

）凉高山“A”层的灰色和少量红色砂岩、粉砂岩和粘土薄互层。厚度为 20—40 公尺。

这一部分总厚度为 200—300 公尺。

凉高山层和大安寨层是川中主要工业性含油、气层。其中有 8 个最稳定的储集层，是凉高山“A”层第 1 小层，“B”层第 2，3，4 小层，“C”层第 5 小层，以及大安寨的第 6，7，8 小层。

川中凡是钻穿凉高山和大安寨的各个构造（南充、蓬莱镇、龙女寺、合川、营山和其他构造），发现这两个层都是工业性含油层。在川东褶皱带（卧龙河、香溪、建南），同样也证实这些地层具有工业性含油价值，这些地层在这一带几乎到处出露地面，其中液体已流尽。可以说，自流井统上部是四川含油气盆地区域性工业含油层。川中凉高山和大安寨层原油

产量大小，主要决定于含油层储油性质和厚度，以及打开油层方法、构造面积和形状。

沙溪庙统 (J_3sh)

红色粘土夹砂岩，厚度为 1500—2000 公尺。

龙女寺和营山两个构造上沙溪庙砂岩产工业性油、气流。

沙溪庙层是红色，这说明这些沉积是在不利于有机物的保存和转化为沥青的氧化环境中形成的。由此可以得出结论说，沙溪庙的油是从别处运移来的。

(12) 四川工作期间，在布罗德教授领导下将川中各构造试油试采资料进行了系统整理。经系统整理后的资料见“附件一 川中油气区各探区试油成果资料”。

(13) 凉高山和大安寨完钻的探井和试采井共可分为四类（包括钻穿大段产油或其部分地层的全部完钻井）：

第一类——裸眼完成后下筛管的井；

第二类——贯眼筛管完成的井；

第三类——射孔合试的井；

第四类——射孔分层试油的井。

例如，南充凉高山层裸眼完成的井共有 7 口，其中 3 号井和 4 号井原始产量很高，这两口井“ A ”，“ B ”，“ C ”三层全部裸露。3 号井原始日产量达 100 立方米，4 号井原始日产量达 154 立方米。由于井壁崩塌很快形成泥堵，产量显著下降。目前日产量 3—

4 立方米。其中第三口井即 6 号井，钻井过程中日喷油 45 立方米。目前抽吸日产 15 立方米，产量稳定。随后 3 号、4 号及 6 号井清洗泥堵下筛管。因油层在筛管外相互沟通，无法确定这些油层之间究竟相互有什么影响，除此而外，现在筛管外的粘土层仍继续崩塌，仍会使井发生堵塞现象。

9 号井和 14 号井在钻井过程中油气显示良好，然后将“ A ”，“ B ”，“ C ”三层全部裸眼试油，因泥堵关系未获得良好结果。

为了能分层试油，应将尾管下在“ C ”层顶部，注水泥后即开始分层试油，先裸眼试“ C ”层，然后对上面各层射孔试油。

这一类井中的第 17 号井试油无结果。为了诱导油流，应采取与 9 号井和 14 号井一样的方法进行工作，每个层在试油前应采取一系列增产措施。

这一类井中的 2 号井日产盐水 2.7 立方米。因各产层全部裸露，出水位置不详。为了能对各层进行试油，这一口井同样应下尾管注水泥，仍和 9 号、14 和 17 号井一样，分层射孔试油。

所有裸眼完成的井中，易崩塌的粘土层和生产情况不同的储油层全部裸露。地层之间不会产生良好影响。当造成不同的压力差温度下降后，很自然地就能推想得到，不仅井身中会结蜡，而且油层近井底部分也会结蜡。此外，可能某些地层产出的液体会进入压力下降较快的另一些地层中去。所以一些井已得到良

好结果这是非常重要的标志，但应把一切偶然因素全部消除掉。这样的井身结构不可能诱导液流。如果只裸露一个地层，则有可能针对凉高山“B”型地层、“A”型地层和大安寨型的地层分别采取一些必要措施。每一个地层需要采取一些特殊的诱导油流和增产措施。

南充构造凉高山层贯眼筛管完成的有 5 口井。这种井身结构很不成功。如果未下筛管以前井壁崩塌还有可能清洗的话，现在下筛管后，不仅不能采取措施使油层工作，甚至连清洗油井的可能性都没有。这 5 口井恰好都不产油。但是要想弄清究竟为什么不产油，是这些地区的岩层致密渗透性不好呢，还是筛管全被泥质物质堵塞呢？无法做出定论。

南充射孔完成的有 16 口井，可分为三类：

）“C”层射孔 4 口：3 口生产情况较好，日产 8—11 立方米，1 口（19 号井）日产仅 0.2 立方米，说明在 19 号井中应采取增产措施。盐酸处理的增产措施应在这几口井中全部进行，以便使产量保持稳定。这种井身结构可采取这种措施。

）“B”层只在 27 井和 78 井中针对在“B₂”层射孔试油。78 井产量较稳定，日产约 1 立方米。27 井生产不正常。这类井的井身结构可采取增产措施，并可用抽油方法使“B₂”层产量稳定。

“B₃”，“B₁”，“A”层以及其他一些不很稳定的地层未单独进行过试油。

）凉高山合射以及除“C”层外其他层全部合射的有10口井。

7井、20井和28井试油产量最高。其中只有28井稳定日产量6—11立方米。20井最初产油约40立方米，然后曾停井几次，抽吸后开始生产，日产约6立方米，目前停产。7井原先产油约10立方米，随后停产。由于这些井中合射层位较多，尚未确定真正生产层位和地层之间的相互影响。

其他一些如28井、20井和7井一样合射试油的井，结果非常不好。11井、16井和2井无任何油气显示。因射孔层位较多，无法针对每个小层采取增产措施。应封闭一些层位进行分层试油。应针对每个小层采取增产措施。如果试油结果不好，应上返试油。

其他构造，如蓬莱镇、龙女寺、合川等构造试油和试采情况与此相同。

这些工作的共同缺点是：

）未清楚划分天然油气滞，未取得油藏必要数据。

）井身结构大多不成功，有的裸眼合试，有的贯眼合试，有的射孔合试。因之，在井底裸露时，因粘土层崩塌井底会堵塞，而且生产情况不同的地层会相互影响，如果得到油流，也无资料判断真正出油层位。最后，这种井身结构还影响采取诱导液流和增产措施，因为每个小层要求采取一些不适于其他地层的特殊措施。

）钻穿油层和处理油层时对天然油滞特性的考虑不周。

例如，大安寨石灰岩层和凉高山“C”层，适于裸眼试油和裸眼处理，这样才能使裂缝石灰岩与井壁的接触面增大。对石灰岩层应采取爆炸、盐酸压裂等措施进行处理，使裂缝增大。对凉高山“B”层的每个小层可以裸眼试油，也可以射孔试油，可以用带砂液体压裂裂缝；因砂岩中胶结物多为泥质物质，不宜用盐酸压裂。

为了避免结蜡，必须用热液体冲洗井身。

凉高山“A”层应射孔试油，因该层结构不一致，看来不应裸眼完成。

(14) 这样一来，在凉高山和大安寨共可分出8—11个含单独油藏的地层。

1959年上半年除在这些地层中进行采油工作外，主要任务应当是研究一套如何把上述地层投入生产的合理方法。

可选择南充、龙女寺和蓬莱镇三个准备最成熟的构造进行这项工作。在这三个构造上应对不同地层分别取得下列资料：

- ）含油边界；
- ）有无气顶存在；
- ）构造各部分产量变化；
- ）储油层性质和地层厚度发生变化时的产量变化；

）在同一构造条件和岩性条件下，油井产量随打开油层方法（裸眼、射孔等等）与油井处理方法的不同而变化。

每一个油层都应在打开前下套管注水泥，使水泥上返到前一层套管的套管鞋位置，然后打开油层，全部取心。对疏松不能全部取心的砂岩应在泥浆中取样进行研究。如此必须将从该段返出的泥浆引入单独的泥浆罐。

(15) 产油正常的探井以后应转为生产井。探井的井身结构与位置应很好地考虑选择，以便在试油层出水或产油量很小时，可以上返试显示最好的地层。

1959 年上半年必须在上述三个构造上取得 8 个地层的全部地质油矿资料。

凉高山“ A ”层应当射孔试油。

“ B ”层的每个小层先应在一口井中裸眼试油，然后可下筛管。其余各井应射孔试油。

凉高山“ C ”层与大安寨每个小层应裸眼试油，裸眼试油时一个单独的地层全部裸露出来，处理时整个地层都受到影响，并不像射孔那样，只能露出很小一部分，处理时受到影响的也是很小一部分。

(16) 在南充、龙女寺和蓬莱镇三个构造上，除“ A ”层外，其他各小层都应分别钻 3—5 口井。布井时应对已进行过分层试油的井加以考虑和利用。每口井都应试一个主要层位（裸眼）和 2—3 个辅助层位（分层射孔）。如果产油情况良好，即可投入试采。

求各层数据后可提出把某些性质一样的地层合采的问题。

经过这段工作，就可在上述三个构造上研究出一套如何把油田投入开采的合理方法，这套方法以后可利用在其他地区。这样一来，从增加凉高山和大安寨层的面积和提高它们的产量观点来看，会形成稳定局面。

(17) 在研究沙溪庙层含油气情况方面，目前首先必须确定砂层分布规律。这项工作可从两方面着手，一方面研究地面露头，另一方面对油井剖面进行详细对比，方法是对临近各井电测图进行很细致的对比，而且分层试油。对比时应以用同一电极距进行电测的井作为基础。

然后可考虑油、气、水与储集层之间的地质规律关系，在不同构造上设计钻探水溪庙层。

(18) 二叠、三叠纪及中、下侏罗纪地层对发现高产量大油、气藏极其有利。二叠、三叠纪天然油、气滞是厚层石灰岩，中、下侏罗纪天然油、气滞是厚层砂岩。无论前者或后者，它们都被一些明显的可塑性岩石分隔开，在这些可塑性岩石中常常含有富含分散有机物的黑色粘土，这些黑色粘土可当作生油层看待。四川盆地主要油、气储量正是在这些沉积中。

根据现有资料，中、下侏罗纪、三叠、二叠纪最有希望的地区是川中地台。因此 1959 年必须在川中若干构造，首先是在目前从上侏罗纪采油的油田上钻

探中、下侏罗纪和三叠纪深层。最好先在南充、蓬莱镇、龙女寺和合川构造上开始钻探，因为这些构造位于川中隆起不同部分，构造形式不同，而且油矿设施也好。在这些构造上已完全钻穿侏罗纪地层，而且部分地钻穿了三叠纪地层，不仅证实它们具有良好含油、气性质，而且已得到初次油、气显示。

每个构造应在不同构造部分定 3—5 口井，一批井分层试上三叠纪和香溪统下部地层，另一批井试中、上香溪统。如果试油无结果，就可在这些井中上返试凉高山和大安寨层。

但应注意的是，如果说大安寨石灰岩和凉高山砂岩渗透性差，厚度薄，凡是在成分良好的构造都含油的话，那么对厚度大、储油层性质较良好的二叠、三叠纪石灰岩及中、下侏罗纪砂岩来说，则石油只能保存在个别很明显的构造中，许多构造可能被水冲刷无油。

因之，区域勘探工作对钻探深层具有特别意义，通过区域勘探可对不同地区含油气远景作出比较性评价，而且还可确定最有意义的构造位置。

同时，应考虑构造面积、构造形状的明显程度、天然油滞储油层的性质和厚度、地下水压头及流动方向等等。

1959 年必须在目前研究最差的下列三个地区进行地质构造测量：

）川中隆起以南南充、龙女寺等油田所处地区；

-) 川中隆起西北地区 (四川盆地西北部);
-) 四川盆地北缘大巴山山前洼陷。

地质构造调查配合一定数量的地球物理勘探就可
在上述地区确定主要构造位置，在最良好的构造上拟
定深井井位，钻开中、下侏罗纪、二叠、三叠纪地层
并进行试油。目前在大巴山山前洼陷南阳场构造设计
探井钻探侏罗纪和三叠纪深层是适当的。

1959 年底应编制出许多四川盆地综合图件，这
就有可能对四川盆地作出含油、气远景比较性评价，
而且在考虑 1959 年深井钻探资料后就有可能就盆地
不同部分选择出钻探中、下侏罗纪、三叠纪和部分地
区钻探二叠纪最有利的地区。

1959 年工作计划的宗旨应当是把掌握川中各油
层的具体任务与对全四川其他地区作含油、气远景比
较性评价任务结合起来。

布罗德教授在报告中提出的主要论点已得到石油
部和四川石油局领导的赞同。

布罗德教授离华返国后，克拉符钦柯副博士仍留
在北京，继续完成松辽盆地的研究工作，了解鄂尔多
斯和其他含油气盆地的资料，完成如何编制大区含油
气远景比较性评价综合地质图件方法的报告，报告内
容已取得布罗德教授的同意。

最后，我们对石油部领导余秋里部长、康世恩副
部长、地质勘探司唐克司长，沈晨和严爽副司长，石
油科学研究院领导张俊院长、翁文波副院长。地质室

主任曾鼎乾，地区局领导吉林省地质局局长郭思敬、副局长李奔、总地质师靳毓贵，石油普查大队总地质师韩景行，松辽石油勘探局局长李靳和、副局长宋世宽，四川石油局党委书记黄凯、局长张忠良、总地质师司徒愈旺，川中矿务局党委书记李滋润、局长秦文彩、李副局长、地质师翟光明、王锡福、包茨及其他和我们一起工作的同志在我们工作中给予我们的无微不至的关怀和莫大的帮助与支持表示深切的谢意。此外，对在完成上述工作中贡献了许多细致劳动的李国玉和范特两位翻译同志表示特别的感谢。

附件一 川中油气区各探区 试油成果资料

南充构造

到 1959 年 1 月 1 日南充构造共完钻 28 口井。其中凉高山层裸眼井 7 口；各层贯眼筛管完成的井 5 口，射孔完成的井 16 口。

裸眼试油的有 3 号、4 号、6 号、9 号、14 号、17 号和 21 号井。其中 3 号和 4 号井原始日产量高，这两口井 A，B，C 三层全部裸露。3 井原始日产量达 100 立方米，4 井原始日产量达 154 立方米。随后井壁崩塌，很快形成泥堵，产量显著下降。目前 3 井

日产 8 立方米，4 井日产 3 立方米。6 号井钻井过程中喷油，日产 45 立方米，目前抽油稳定产量 15 立方米。在 3 号、4 号和 6 号井中清洗泥堵后下入筛管。因筛管外产层互相窜通，无法确定各层之间的相互影响。此外，筛管外粘土层继续崩塌，仍会使井底堵塞。

9 号与 14 号井钻井过程中油气显示良好，A，B，C 三层裸眼合试，因泥堵关系未能得到良好结果。为了能分层试油，应先把尾管下到 C 层顶部，注水泥裸眼试 C 层，然后上返分层射孔试油。

17 号井试油无结果。为了诱导油流，应在这口井中进行和 9 号、14 号井同样的工作。

2 号井日产盐水 2.7 立方米。因各产层全部裸露无法了解出水位置。为了分层试油，这口井也应下尾管注水泥，试油方法和 9 号、14 号、17 号井一样，应分层射孔试油。

凉高山层贯眼完成的有 1 号、12 号、13 号、8 号和 10 号井。这几口井因崩塌致使粘土筛管堵塞，现在不产油。因这些井套管程序选择不当，很难采取清井和恢复井的措施。

射孔完成的有 5 号、7 号、11 号、15 号、16 号、19 号、20 号、22 号、25 号、27 号、28 号、29 号、35 号、78 号、79 号和 68 号等 16 口井。

C 层最下一层单独射孔试油的有 15 号、19 号、25 号和 79 号井。生产最差的是 19 号井，日产 0.2

立方米。其余 3 口井日产原油 8—11 立方米，说明 19 号井应采取增产措施。酸化增产措施应在这几口井中全部进行，以便保持稳定产量。这些井的本身结构可以这样做。

B 层只在 27 号和 78 号两口井中单独对 B₂ 层射孔试油。78 号井产量较稳定，日产量约 10 立方米。27 井生产不正常。这两口井的井身结构允许采取增产措施，抽油即可保证稳定产量。

B₃，B₁，A 层和其他不十分稳定地层未单独试过油。

凉高山各层射孔合试和除 C 层外其他层射孔合试的有 5 号、7 号、11 号、16 号、20 号、22 号、28 号、29 号、35 号和 68 号井。

试油结果最好的是 7 号、20 号和 28 号井。其中只有 28 井稳定日产量 6—11 立方米。20 号井起先日产约 40 立方米，然后停井数次，抽吸后开始生产，前一时期日产约 6 立方米，目前停产。7 号井最初日产约 10 立方米，以后停产。因这些井中射孔层位多，无法判断哪些是生产层，地层之间有什么影响。

其他射孔试油的井和 28 井、20 井及 7 井一样，结果很坏。11 号、16 号和 29 号井无任何油气显示。因射孔层位多无法分层采取增产措施。应封闭几个地层，分层试油。这样就可分层采取增产措施。如果一个层不成功，应上返试油。

龙女寺构造

据 1959 年 1 月 1 日统计，龙女寺共完钻 31 口井，其中 5 口裸眼完成，8 口贯眼完成，18 口射孔完成。

裸眼完成的共 5 口，是 2 号、3 号、14 号、13 号和 20 号井。

这些井在凉高山 A，B，C 三层全部裸眼试油。

5 口裸眼试油的井中只有两口出油（2 号和 13 号井）。

2 号井：初产量很高，用 7 毫米油嘴曾日产 80 立方米。但因大段裸眼和压差过大粘土层开始崩塌。油层被泥质材料堵塞，油井生产开始不正常。随后井壁崩塌很厉害，形成泥堵，整个油层全部堵塞。修井后下尾管注水泥。但因形成孔洞直径过大，局部 75 公分，B₃ 在 34 公分以上，注水泥后水泥环厚度很大，射孔未穿透水泥环，所以未见油。应采用强烈炸药和效能最高的特制子弹补射。

13 号井：裸眼完成，以后下入筛管。裸眼时共喷油 5 分钟，随之井壁崩塌，下入筛管仍未得到效果。该井因裸眼井段过大未能确定产油层位，而且主要因粘土夹层井壁崩塌。应研究拔出筛管，下尾管到 C 层顶部，分层试油，而且首先应裸眼试 C 层。

3 号井：这口井前面已提到，产气。最初这口井不仅凉高山各层甚至连大安寨各层都一起合试，以后大安寨层封闭，合试凉高山 A，B，C 层。水泥塞密

闭不可靠，因此，如果其中一层产气，则其他层的油就产不出来。很可能因温度降低近井底地带有结蜡情况。由于该井已下入 8 英寸套管，最好加深探香溪统上部地层。

第 14 号和 20 号井在钻井以及随后凉高山层裸眼试油过程中，未发现任何油、气显示。这些地层不产任何东西只能以技术原因去解释，是地层近井底地带在钻井过程中被堵而引起的。因井下裸露地层岩性相差很大，很难使这些地层的生产恢复正常。如果情况允许，可以建议把尾管下到 C 层顶部，对 C 层先进行专门处理，然后裸眼试油。如果试油结果不好，应上返分层射孔试油。

贯眼完成的有 8 口井，是 7 号、12 号、15 号、16 号、17 号、21 号、23 号和 37 号。其中 37，15 和 12 三口井试油时产油。现在 37 井间歇自喷，日产 4 立方米。15 号井抽吸日产油约 1 立方米。12 号井最初日产 5 立方米，随后停喷。

33 号井用清水代替泥浆时有一层喷气，因此其他层不可能产油。

其余四口井试油时无油、气显示。

这一类井筛管外未注水泥封闭，造成泥质夹层崩塌和各层相互窜通的后果。这种井身结构，几乎不可能分层采取增产措施，不可能使地层恢复正常，也不可能把气层和粘土夹层封闭。

龙女寺射孔试油的井最多，这类井有 18 口，井

号为 18, 25, 26, 28, 32, 19, 87, 36, 38, 76, 80, 81, 82, 88, 95, 1002 和 1010 号等。遗憾的是只有三口井进行过分层试油, 很难进行增产和诱导油流工作。

第 28, 36 和 95 号井单独射开凉高山 C 层。95 井和 28 井射孔产少量石油, 36 射孔无油、气显示。由于 C 层是灰质很重的砂岩夹石灰岩, 为了得到油流应进行压裂酸处理。

第 25, 26 和 100 号井射孔合试 B 层。25 井无含油显示。76 井产少量油。1002 井射孔喷油, 4 小时喷油 20 立方米, 然后停喷。因 B₁ 层含泥质成分很多, 盐酸处理没有效果。应增加射孔孔数, 进行压裂, 可能要用砂子压裂。

其他各井, 如 18, 26, 32, 38, 80, 81, 82, 88 和 1010 井, B, C 两层的 4—5 个小层射孔合试, 有时还和 A 层一起射孔合试。这些井中只有 18 号井间歇喷油, 日产约 5 立方米。其余各井试油无任何含油显示。所有这些必须把岩性不同的地层封闭起来, 然后补射孔并采取一系列增产措施。C 层应压裂酸处理, B 层应压裂, 可能要用砂子压裂。

蓬莱镇构造

据 1959 年 1 月 1 日统计, 蓬莱镇共完钻 11 口井。其中两口裸眼完成, 两口贯眼完成, 7 口射孔完成。蓬基井最初裸眼试三叠纪嘉陵江第三层 (TC₃),

得到少量油流，后来上返射孔试 TC₂ 层。这口井三叠纪试油时未采取增产措施，因之不能认为试油是完善的。

大安寨裸眼试油的只有 6 号井。得到油流约 25 立方米。随后粘土层崩塌冲洗，冲洗时油管断落。因之，大安寨石灰岩未能在任何一口井中裸眼试油。贯眼试油的有 2 号和 3 号两口井。2 号井完钻初期喷油，日产约 40 立方米。随后粘土夹层崩塌开始冲洗，油管被卡而且管外空间被堵，停止自喷。3 号井试东岳庙层，最初抽吸日喷油约 13 立方米。随后停喷，显然是由于筛管外粘土层崩塌所致。因井身结构限制，不能有效地修井，看来只得封闭东岳庙层，上返射试大安寨和凉高山层。

射孔试油的有 5，6，11，15，14，4 和 12 号井。

大安寨第三层在 5 号、4 号和 12 号井中射孔试油。现在 5 号井日产油 16—18 立方米，含水。石油中乳化水含量达 60%。实际原油日产量为 4 立方米。应采用盐酸处理提高产量。4 号井日产 28 立方米多。12 号井尚未试油。

9 号、11 号和 14 号井全部打开了大安寨层。这几口井原油日初产量为 3.7—7 立方米，但以后很快下降。这些井一般产气很多，这与同时钻穿了三个不同地层有关，这种情况下无法采取增产措施。

13 号井射开了凉高山各个产层。这口井目前工作比较正常，日产油 8 立方米。

根据大安寨层完钻各井试采情况，大安寨本身不仅包括三个产层，显然在第 2 和第 3 产层之上还有 2—3 个水层。蓬莱镇构造应当首先对大安寨各层裸眼分层试油，确定其工业性质。当求得了和每个小层最大生产能力，而且对大安寨层各层确定一套最合理开采方式后可以将几个小层射孔共同试采。

合川构造

到 1959 年初，合川构造共完钻 6 口井，3 口裸眼完成，其余 3 口在凉高山层射孔试油。

裸眼试油的有 2 号井、6 号井和 7 号井。

7 号井凉高山 B，C 两层全部裸露，但试油时同样未得到油、气显示。

2 号井 B 层裸眼试油，初期抽吸日产油 40 立方米。然后产量降为 15—20 立方米。其中下入筛管后，目前产量比较稳定。

6 号井凉高山层未下套管封闭。试油无油、气显示。

3 号、4 号和 5 号井在凉高山层射孔完成。这三口井射开了 B，C 两层。3 号井试油初期日产油 10 立方米，其余两口井未产油。5 号井产少量气。

营山构造

营山构造共完钻 6 口井，井号是 1，4，11，3，5 和 13。这些井都是在凉高山层射孔完成的。到目前

为止尚未查明油井产油能力。

附件二 K.H. 克拉符钦柯的 工作报告

. . 布罗德教授离京返国前，先后为北京石油学院和北京地质学院师生作了“石油生成问题研究现状”和“世界含油气盆地分类”两个报告，同时还和有名的中国地质学家举行了地质学中继承现象和新生现象的座谈会。

布罗德教授返国后，克拉符钦柯于 1959 年 2 月 1 日了解了地质部和石油部编制的松辽含油气盆地 1959 年的勘探计划。2 月 2 日克拉符钦柯和吉林省地质局总地质师靳毓贵，长春石油普查大队总地质师韩景行，松辽石油勘探局宋士宽副局长，松辽地质局和石油局工作人员朱大绥、张文昭等同志进行了谈话，对工作计划内容提了下列建议和意见：

除了对 1959 年在区域大剖面上新找到的构造带要沿走向进行追查外，现在在松辽盆地最深处也是有远景的地区已可以划分出若干背斜构造带，它们值

K.H. 克拉符钦柯副博士当时是苏联科学院南方综合地质大队学术秘书。

得立即进行工作，沿走向追查，并在最有希望的隆起上进行详细工作。

对大同镇地区已发现而且用粗线条表示的最有远景的背斜带继续追查其延续部分是刻不容缓的紧迫任务。这个背斜带的延续部分可能是任民镇以西也可能向明水构造继续延伸的电法和磁力构造。如果这一推断能得到证实，则在松辽盆地将会圈定一个远景很高的可能油、气聚积带，长 200 多公里，宽 20 公里，在这个带应当有许多有希望的局部隆起。

为了研究这个带，首先必须对第 Ⅰ 和第 Ⅱ 区域大剖面穿过该带的地区以及第 Ⅲ 区域大剖面在扶余构造和其西部穿过该带的地区进行工作，并在各区域大剖面两侧作若干横向综合剖面，使区域大剖面互相联接起来，追查该带。在对该带全面追查的同时，最好在大同镇南部已进行过地震勘探的地区布置详细工作，因为这一带有一个向南伸延的巨大隆起。

同时还应提出对大同镇地区上白垩纪地层进行详细对比的任务，主要用电测资料对比，以便在其中找出标准层，从而可利用浅钻解决松辽盆地深处地区构造任务。

对华子井构造沿走向进行追查同样具有很大意义。很可能华子井和扶余两个构造同处在一个背斜构造带。因此，除已拟定研究扶余构造的地震、电法和钻井剖面外，还应在华子井与扶余之间设计综合剖面勘探，搞清它们两者之间的相互关系。华子井构造南

端和它与钓鱼台之间的关系不清楚。对华子井隆起所处背斜构造带的延续部分，很自然，应在钓鱼台隆起以西往长岭方向和往磁力勘探发现的位于长岭西南25—30公里的巨大凸起方向去找。但是华子井构造南端地面地层等高线走向突然转向东南。这个转折可以看作华子井构造南端出现的横向构造，也可以看作该构造全部向该方向的转变。但是如果是第二种情况，则它应紧紧靠近钓鱼台构造，看来这种可能性较小。

在华子井与钓鱼台构造之间以及华子井西南一带，应设计几条地震、电法和钻井剖面，以了解这些构造的相互关系，并弄清华子井构造背斜带向西南方向可能的延续部分。

定井位时应当考虑该区成西南向的地貌构造单元的走向与分布位置。在解决华子井钓鱼台两个构造关系问题的同时，对该区山丘地质构造也将有所了解，这种资料在该区追查构造带时可以利用。

为了解决扶余构造与大同镇构造有无关系问题，对扶余构造向北继续追查也是有意义的。如果扶余隆起属于另一较东面的背斜带，则就出现把这一背斜带与任民镇构造背斜带联系在一起的问题。

在长春岭构造准备钻探的同时，应提出研究其北延部分和它与青岗长垣隆起的关系问题。可能，青岗长垣与长春岭构造之间的中间联系构造就是松花江北长春岭延续部分的大电法异常区。

在计划肇州洼陷追查背斜带工作时，不能不考虑这个地区研究程度差而且尚未找到明显的能很快准备提供钻探的构造（除长春岭构造外）。因此，这里在追查构造带时剖面距可能要比大同镇和华子井构造邻近地区加大一些。

为了便于对比联系起见，希望部分电法面布置成贯通剖面，穿过肇州洼陷能追查出的所有构造带和大同镇背斜构造带。

因任民镇、隆胜和及团山子三个构造所分布背斜带南部基岩埋藏深度浅（隆起顶部约 1000 公尺），该区远景较小，目前不宜对上述构造做大量工作准备钻探。对基岩很浅的隆起用地震方法勘探一般地讲未必合理。把计划在任民镇、隆胜和及团山子三个隆起上的地震工作用来追查和研究其他最有远景深度大的背斜带其意义将更加重大。计划钻井工作量同样也可以缩减。在任民镇、隆胜和及团山子构造上未获得钻井结果前不必在该区对其他新构造进行探边工作，因为它们的情况都一样。

但是因任民镇西翼松 1 基准井钻穿的泉头统有若干良好储油层，上述构造在作为可能浅油田方面可能是有意义的。在上述每个构造顶部须钻穿沉积覆盖层取得完整剖面，并了解白垩纪地层中是否有含油层存在。此外，在较深而且较有远景的任民镇和隆胜和两个构造两翼和两端各定一口井研究其构造情况。上述井位中大部分都分布在第 Ⅱ 区域大剖面带，所以，它

们同时可以帮助了解松辽盆地构造轮廓。

此外在谈话中还涉及到区域剖面位置分布以及各区井位布置问题；也谈到构造地貌研究意义、组织和方法，以及如何研究构造顶部随深度位移规律问题和其他一些问题。

在所附松辽报告中特别强调指出了详细全面分析天然油、气滞的必要性，以免新油田移交开发工作发生脱节。

1959年2月3—4日根据石油科学研究院领导意见银川石油勘探局总地质师张传淦同志给克拉符钦柯介绍了鄂尔多斯地区地质构造、含油气情况以及1959年油气勘探计划。

2月5日克拉符钦柯和银川局张传淦、杨怀彬、徐鸿友和邱中建等同志进行了谈话，谈话中对银川局的编制计划提出了意见，并对1959年工作提出了若干建议。

谈话主要内容见后面“对银川石油地质勘探局1959年鄂尔多斯地区工作计划草案的意见”一文。

1959年2月7—15日克拉符钦柯完成了“松辽含油气盆地地质构造和油气勘探方向报告”，编制了松辽盆地大地构造图和含油气远景分区图。该报告对靳毓贵、韩景行、陈儒生、朱大绶、张文昭等人的报告以及布罗德教授和克拉符钦柯所作的结论作了综合和扼要阐述。

2月16—23日期间克拉符钦柯完成了“含油气

远景的比较性评价方法（初稿）”。并于 1959 年 2 月 20 日克拉符钦柯在石油科学研究院作了报告。这份有关工作方法的报告的计划的主要内容是根据布罗德教授的指示编写而成的。

含油气远景的比较性评价方法 (初稿)

(克拉符钦柯 1959.2)

—

中国各地区由于大规模开展油气勘探工作，已积累了大量的实际资料。现在显得特别重要的是用统一的方法去整理综合这些资料，用统一的方法去搜集新资料，以便取得能相互对比并能对不同地区作比较性评价的资料。

比较性评价是把一个地区根据地质构造的不同划分为若干小区，将各小区进行对比，并把它们按远景程度分类。这意味着，对一个地区进行比较性评价时，只收集其中研究最清楚的一个小区的大量构造资料是不行的，而应当对这一地区各部分的构造都有所了解。不论小区或大区，原则都应如此。但是人们往往对这一点考虑不够。

例如，鄂尔多斯中央北部在扎萨克旗和纳林卓之间有一个巨型背斜长垣，银川石油局计划 1959 年在此长垣进行区域性勘探。长垣内根据地球物理资料有

许多局部小隆起，他们计划用钻井方法对每一个地球物理异常进行探边。结果，整个背斜长垣的构造情况仍然得不到了解。这样做工作能不能对这一巨型背斜构造含油气远景作出比较性评价？能不能在其中选择出最有远景的构造呢？大概不可能。要作这样的评价，就应当把长垣以外的小隆起上的计划钻井工作量取消，用它在长垣上钻几条剖面研究长垣的构造特征，同时在长垣内选几个最有希望、面积最大的构造进行详细工作并探边。

所以说，进行含油气远景比较性评价，需要采用一套特殊的研究方法和搜集资料的方法，能够根据对全区某一部分的详细研究和对其余部分的较一般性的研究对全区各部分作出评价。

一个含油气区勘探初期研究最详细的是最容易研究的地区，如生根岩出露地表能进行地质测量的地区，以及可能含油气层埋藏深度浅的地区等等。

在中国的许多地区甚至世界各区的勘探经验都有力地证明了这一点。

例如准噶尔盆地、塔里木盆地、四川盆地、鄂尔多斯地区和其他地区首先研究的是它们的边缘地带，因为这一带生根岩发育很广，它们一般形成明显的构造形状。最初发现油气田的也是这一带，如准噶尔盆地独山子油田，塔里木盆地依希克里克油田，四川盆地隆昌气田，鄂尔多斯延长油田等等。勘探初期这种情况是很自然的。但有人往往从此得出结论说，既然

这一带已获得了实际成果又发现了油田，应该把今后的勘探工作集中在这里。但是我们任何时候都应把研究程度和远景程度清楚地区分开。一个地区得到油和发现了油田，而另一个地区未得到油和未发现油田（一般是研究较差的地区），无论如何说明不了第一个地区的远景比第二个地区大。往往刚好相反，在油层深度浅和油层露出地面而含有大量油、气苗的地区，在许多场合下都不会发现大油田。地面油苗不仅是地下有油的象征，而且也是石油在地下深处保存不好的证明。大油田中的油藏一般封闭良好，不会在地面上有任何显示。

可以列举许多实例说明，当人们对综合资料的意义估计不足，对含油气远景比较性评价的意义估计不足，对区域勘探的意义估计不足，把勘探力量过度地集中在未费周折就得到初次工业性油流的地方，结果使最有远景地区的勘探拖延很长。

我们在此列举一苏联勘探工作的实例。费尔干纳地区长时间内把工作集中在边缘地带，因为这些边缘带有构造，虽然面积小而且常被断层破坏，但构造形式明显，油气苗很多，第一批钻在构造上的井也发现了油田。随后进行的工作主要是在这些边缘带增加油田数量。对于邻近中央区虽有巨大的平缓隆起但因无地面油气苗未加注意。一直到三十年代，是发现了第一个油田后经过了 30 多年的时候，在油田数量逐渐扩张的过程中才开始研究这个地区。结果证明中央区

比边缘区的远景大的多，发现了费尔干纳最大的安吉然、巴尔万塔什和南阿拉美什克等油田。如果当时能及时提出必须进行比较性评价，必须进行区域勘探同时在边缘带进行详细勘探的问题，那么，最有远景的地区和最大的油田早就应该发现了。

中国各区也可以举出这样的例子。例如鄂尔多斯地区几百年以前发现了油苗，二十世纪初在其东缘发现了油田。以前，工作只集中在油苗附近和最初发现的油田附近。前几年才开始转入盆地西缘，这里在一些面积小、地层陡、断层多的褶皱上得到了油流。结果盆地中央区仍然是一块未进行研究的地区。进行工作的地区只是盆地三个边缘带——东南缘、南缘和西缘，而能对盆地各区进行对并能帮助选择最有利地带的全盆地的研究工作未加开展。最近鄂尔多斯地质人员对已往的资料作了综合分析，对含油气远景作了比较性评价，因而提出了完全正确的结论，认为鄂尔多斯边缘带远景较中央区差。三叠纪和侏罗纪含油层，在边缘地带露出地面，或者埋藏深度不大，但在盆地中央它们埋藏在地下深处，因而地层压力也增大。盆地中央区看来有一些适于油气聚积的平缓大隆起，这种隆起在盆地边缘是不存在的。朝盆地中央方向，因有分选较好的岩石出现，预计砂岩储油层性质也将有所变好。由此可见，虽然鄂尔多斯边缘带已发现了油田，但是这些地区显然不能认为是最有希望的地区。它们的研究程度好，但远景不十分大。盆地中央区情

况恰好相反，研究程度差，但远景大。这意味着过去五十年中进行工作的地区不是预计能得到很重大实际成果的地区。只是对资料进行了综合并对含油远景作了比较性评价后才得出了正确的工作方向的结论。

松辽盆地是不久前自 1955 年开始工作的，一开始就集中力量在东部地区进行工作，这个地区白垩纪地层露出地面，开展地质调查与钻井工作后很快找到了大隆起，并发现了油苗。盆地其他部分只作了一些地球物理工作，未钻一口深井。结果盆地东部地区取得了地层资料、构造资料和含油层资料，但对盆地其他地区只能一般的说这里深度较大，沉积层厚度估计也比东部地区大。很自然，在这种情况下很难进行含油气远景比较评价。松辽盆地中央区大致也是最有远景的地区，地震勘探在大同镇区发现了大背斜带。1959 年工作计划草案中未提出追查这个背斜带的任务，只计划对大同镇隆起进行探边。这种情况与我们前面提到的鄂尔多斯纳林卓—扎萨克旗长垣的情况完全一样。显然这个地区的首要任务是在大同镇两侧对已发现的背斜带沿走向尽量往远处追踪，作几条剖面研究整个背斜带的构造，同时在背斜带范围内找几个构造进行探边。从其中选择一面积最大、最有远景的构造集中全力尽速准备钻探。

即或在最有远景地带找到一个局部隆起，也不应立即准备钻探。这种隆起一般是局部的偶然的，可能并不是这一大带中最有远景的构造。显然，大同镇正

是这种情况，这个地区计划进行工作的是它的北部发现了小局部构造的地方以及它的东南部，而其西南用地震勘探发现的向南延伸的大隆起却得不到研究。

这意味着比较性评价不仅是为了在盆地中选择最有远景的区域带，同样也应在一个大带中找出最有远景的构造，只有对整个构造带进行研究并对其中各局部构造进行对比才能达到这个目的。

在川中，一开始工作时就取得了成绩，许多构造在上侏罗纪地层中发现了工业性油藏。以后工作都围绕着最初发现的油田进行，总的讲这样做当然是正确的。但这样做的结果，川中以外的一大片地区，如其南部、西北部和北部，工作几乎全部停止了，得不到研究。现在当需要对四川各区进行比较性评价以便选择能从中生代底部地层（中、下侏罗纪和三叠纪）和二叠纪得到显著实际效果的地区时，因缺乏这些地区的资料不能可靠地进行这种评价。此外，当川中上侏罗纪产工业性油流后，对最有远景的中、下侏罗纪和三叠纪地层的注意力大大削弱。把工作过度地集中在一个地层上，虽然这个层已得到初次实际成果，但同样可作为只注意局部而不顾全面研究的典型。通过全面研究不仅可选择最有远景的地区，而且可选择最重要的地区。

所以，油气勘探工作论任何阶段都应朝两方面齐头并进，一方面对当前实际工作中最重要的局部对象——一个构造、一个带、一个区或一套含油层进行详

细研究，另一方面同时必须对大对象——一个大区（大带、大区）、一个含油气盆地、一大套地层或全部沉积岩层进行一般性研究。从当前研究清楚的地区和地层中选择最有远景的，从中竭力取得最大实际效果。这种局部地区和地层，是现阶段它能产油的，需要集中力量搞。但与此同时必须分出一定力量研究总的情况，这才有可能从中选出最有希望的、不仅进一步能得到一般实际效果而且能得到大量石油的地区和地层。

另一个具有方法意义的问题，是必须进行综合勘探。川中已找到大量构造，对它们已进行了很好地研究，而且证实它们含有工业性石油，但在保证正常产油方面遇到了很大的困难，主要是由于对天然油气滞了解不够而造成的以往的勘探工作有些片面性，主要是只做了准备构造的工作。在所进行的工作中，最薄弱和研究最差的环节是天然油气滞，就这一点，已能足以妨碍油田的正常开采。必须特别强调指出的是，如果 1959 年在松辽、鄂尔多斯和其他地区不广泛展开天然油气滞的研究，那末，不可避免地在掌握油田的过程中同样会产生这种困难，比四川的困难只大不小。这些盆地的中央区一定会发现良好的构造，这大可不必怀疑，而且这一带可能含油层的埋藏条件也良好，但是如果不查明各主要有远景地层的天然油气滞，在盆地各部分的分布规律和变化规律，则无法掌握油田。

对资料进行综合和对含油气远景作比较性评价的意义，不仅在于能找出一定规律，发现最有远景的勘探对象。综合表现在各种图件上的各种资料，还可以明显地指出研究最差的“空白点”区，而且也可以清楚地了解全面分析方面还缺少什么资料。这就有可能使我们加强或从新组织相应的专题研究工作（如储油层研究，详细对比，研究寻找大构造带的合理方法等等）。

这意味着在进行含油气远景比较性评价时首先要遇到的问题是研究方法问题，是保证取得比较性评价所需全部资料的方法问题。

兹将油气勘探工作与其成果整理方面会遇到的问题综合如下：

(1) 勘探工作应朝两个方向同时并进。一个方向是在最有远景目前研究最清楚的局部构造和个别地层上解决和准备解决产油的实际任务；另一个方向是同时展开大范围的研究，选择关键性勘探对象。

(2) 应采取综合解决问题的方法。应寻找工作中的薄弱环节，大力加强。中国许多盆地的薄弱环节之一是对天然油气滞的研究。

(3) 在工作各阶段经常综合资料，分析情况，根据本区资料和与别区对比，寻找地质构造与油气聚积的分布规律。

(4) 对各种地区进行含油气远景比较性评价，从局部构造和石油聚积带起，一直到若干含油气盆地

止，同样对沉积层与全部沉积岩层也要进行含油气远景评价。

(5) 根据比较性评价结果选择应当集中主要工作量的最有远景的主要对象。

(6) 找出有很大意义而研究较差的“空白”地区并拟定消除这些空白区的方法。

(7) 所有这些问题都与利用合理的勘探方法和资料的综合整理有关。这意味着，任务在于研究和不断改善这种方法。从此就可看出，必须利用其他地区采用的勘探方法，同时应把本区工作方法经验交流给其他地区。常常遇到这样的情况，每个地区研究一套本区的勘探方法，结果化费了很大力量发现的方法是别的地区在工作中早已找到的方法，而且一定还有漏洞。

(8) 确定今后勘探方向并制定计划，在工作过程中随着新资料的不断充实对工作方向和计划进行修订。

下面将要谈到第四个问题——关于含油气远景比较性评价问题。这里包括两个问题，一个是比较的类别问题，另一个是比较性评价究竟应以什么标准为依据的问题。最后将要谈到作为比较性评价根据的各种图件资料。

二

同级的油、气聚积才能对比，如油藏和油藏，油田和油田等等。不能把含义不同的东西相互对比，如不能把油田和油带对比，这和不能把局部和整体对比是同一道理。只能对两种等值的东西进行比较性评价。为此必须分类。下面我们将扼要地研究一下油、气聚积的分类。主要的分类有含油气盆地、含油气区、油、气聚积带、油气田和油气藏。

含油气盆地——是巨大的洼陷带，是沉积盆地，其中已发现或预计会发现油气聚积带和油气田。如南准噶尔盆地、酒泉盆地、鄂尔多斯盆地、松辽盆地和其他盆地就是这样。中国含油气盆地一般是四面闭合的盆地，四周被无远景的大山包围。有时候，盆地之间的分隔岭可能是潜山，如中里海盆地和南里海盆地之间的分隔岭（阿普赛龙岩屏）就是这样。这种潜伏分隔（分隔带）本身就是油气聚积带，油气来自附近盆地。

含油气区——是盆地中的一个大区，特点是具有一定类型的油、气聚积，有一定含油范围；一般相当于一个大构造区，如川中含油气区、川西含油气区和川东南含油区。

含油气带——是一个大构造单元，即能控制若干局部构造（含油、气田的构造）的分布位置并能决定

若干油气聚积一般形成性质的背斜带或单斜带。如柴达木的冷湖背斜油气聚积带，准噶尔盆地克拉玛依油田所处边缘单斜带。

油气田——是油气聚积带的一部分，是一个局部隆起或单斜的一部分，是一个在一块地区含有一个或若干个油气藏的统一单元。如柴达木冷湖4号构造，准噶尔克拉玛依油田。

油气藏——是天然油气储中单独的油气聚积。

三

不同地区进行比较的主要标准（前提）是：含油气盆地类型和面积，沉积岩性质、年代和厚度，地质发展史主要特征，特别是有无有利于沥青生成的条件，天然油气储（特别是能形成含油气层的部分）和夹层在剖面中的位置、性质、储油层性质和厚度，含油气层埋藏深度，全盆地构造情况，可能有油、气聚积的个别构造带和个别隆起的构造特征，盆地内有无油气苗和油气田，以及许多经济前提，其中最主要的有：离工业中心距离，盆地交通供应和自然条件，研究程度和勘探成本。

含油气盆地的类型取决于盆地沉积岩构造的一般特征，取决于盆地基岩和边山的年代和构造。中国不仅有像四川和柴达木这样四面被大山包围的极不同相的山间盆地，而且还有像准噶尔之类的山前盆地，这

种盆地沉积岩构造很不对称，一翼陡，突向褶皱山脉，有许多褶皱，另一翼属陆台型，很平缓。每一个盆地都有自己的油、气聚积的分布规律，有自己的沥青生成条件和油气聚积条件。

我们知道，沉积岩厚度在含油气远景评价方面起着多大的作用。一个盆地沉积岩厚度越大远景也越大。但是如果厚度很大的沉积岩分布在很狭窄的像乌拉尔车里雅宾斯克地堑类型的盆地中时，是一种情况，而分布在像柴达木之类的盆地中时，情况就完全不同，当然，后一种盆地的远景要大。因此，除沉积岩厚度外，还应考虑盆地面积和沉积岩分布面积，如果能考虑沉积岩层的大致体积，那就更好了。

但是沉积岩厚度和体积还不足以确定一个盆地的含油气远景。应当了解沉积岩的成分和它们的沉积条件。一个盆地，如果沉积了在氧化环境和沉积补偿过剩环境下形成的磨拉石层时，远景就小。这种盆地在天山褶皱山脉中很发育。

另外，如果沉积层是由纯暗色沉积物，如富含沥青物质的灰色粘土组成，但其中没有储油气层，那末，在这种地层中就没有形成油气聚积的条件。在高加索东北部迈科普统厚粘土发育的地区或在塔曼半岛中新统沉积发育的地区就有这种情况。

但是只考虑有无储油、气层和它们的总厚度还不够。了解每个单独的天然油气滞和夹层的性质和厚度是非常重要的。如果储油、气层像鄂尔多斯东南三叠

纪沉积中致密砂岩和粘土的薄互层，这是一种情况，而像四川中、下侏罗纪和三叠纪沉积中由砂岩或石灰岩储油气层和可塑性粘土或石膏—硬石膏夹层所构成的厚互层，这又完全是另外一种情况，条件肯定是良好的。

进行比较性评价时同样应考虑各层水文地质资料，这种资料可帮助判断有无有利于保存石油聚积的条件，并可帮助确定石油运移的道路。

沉积岩层尤其是可能含油气层的埋藏条件，沉积岩的褶曲程度和局部构造的性质，反映着地下深处油、气埋藏和保存的条件，这是一个重要的标志，可算作区域性一般的构造前提，也算作局部构造前提。

油气显示是一个地区含油的直接象征。工业性油气显示说明全盆地或盆地某一部分有工业价值。但是正如前面所提到的，在一个研究差的地区未发现含油显示并不是不好的象征。如果把产油气区划为最有远景的地区，那是不正确的。钻探的目的不仅要逐渐扩大已知的含油气区，而且要发现新的含油气区，并对比较性评价后找出的最有远景的新地层开始钻探。

含油气远景的比较性评价最初要从个别地层开始，对某一年代的地层编制含油气远景图，然后把若干这样的局部图综合成一张远景预测图，对全区进行含油气远景分区，并对各大区和小区考虑全部沉积岩层情况作比较性评价。

这里应当对各种评价标准随比较地区的性质和其

聚积类别的不同所起的相对作用进行研究。

对含油气盆地和其大区（含油气区），除经济前提外，起决定性作用的是沥青生成和油气聚积的区域环境，沉积岩的全面特性，包括：成分、厚度、体积、形成条件，可作为储油气层部分的厚度和体积，沉积岩层褶曲程度和构造形状的性质。

例如对库车洼陷和西喀什洼陷进行对比时，各种评价标准中具有决定性意义的不是沉积岩和岩性特征，而是沉积岩和褶曲程度与构造性质。如果西喀什洼陷大部分地区具有非常复杂的鱼鳞状构造，不利于保存大油气聚积，那末，库车洼陷主要是一些平静的褶皱构造，大部适于油气的生成与保存。因此，库车洼陷可以认为在总的方面比西喀什洼陷有远景。

对塔里木盆地和吐鲁番盆地作比较时，起决定性作用的比较标准将是盆地面积和沉积体积。塔里木盆地面积约为 50 万平方公里，而吐鲁番盆地只有 1.5 万平方公里；塔里木盆地沉积岩厚度有 5—10 公里；吐鲁番盆地只有 3—5 公里；塔里木盆地沉积岩体积比吐鲁番盆地超出几十倍；对这两个盆地的含油远景和油气储量也应这样去衡量。在此，我们暂不考虑其他前提，因为它们不会根本改变这两个盆地本身的面积关系。

例如对面积和沉积岩体积大致相等的四川盆地和松辽盆地比较，甚至提不出很初步的结论。例如这两个盆地的面积大致相等，约为 20 万平方公里，沉积

岩厚度也差不多相等（四川盆地平均厚度约为 6 公里，松辽盆地稍为少些，平均 3—4 公里）。对这两个盆地进行含油气远景比较性评价时，构造前提也没有决定意义。这两个盆地都有广阔的地区，也有极其有利的陆台式大构造，此外四川盆地还有褶皱带。

这两个盆地最根本的区别是可能含油气层的性质和厚度。松辽平原目前基本上只能指望白垩纪地层。侏罗纪分布性质尚不了解，看来是不连续的，只在盆地最深部分零星的分布和保存了下来，深度很大。松辽盆地白垩纪地层中可成为含油气层的砂层天然油气滞的总厚度大致有几百公尺（根据东部地区地层剖面为 200—400 公尺）。四川地区，不仅上侏罗纪自流井统有厚度约 100 公尺的砂岩和石灰岩天然油气滞，也不仅在它们上面有一些不稳定的储油气层，而且还有一些深度完全可以达到的非常有远景的可能含油气层，这就是中下侏罗纪香溪统总厚度达 300 公尺的厚砂岩层和二叠、三叠纪的裂缝石灰岩，这些裂缝石灰岩中天然油气滞的总厚度达

因之，考虑全部沉积岩层来看，四川盆地的含油气远景和预计油气储量将比松辽盆地要高。但是如果只对上部地层进行对比，即把川中上侏罗纪地层与松辽盆地白垩纪地层进行对比，则松辽盆地看来总要比四川盆地好。

当然，上面所谈的只能当作初步意见看待，它们不是根据资料的全面分析得出来的，因之可能有不正

确的地方。只有根据对各种前提的综合深入的分析，才能作出正确的比较性评价，而四川和松辽两个盆地不仅未做详细的分析，而且尚未取得对比所需的完整资料（尤其是松辽盆地）。

对油、气聚积来讲，对比时的决定性标准是油气聚积的条件，如构造特征、该带倾没程度，尤其是基岩埋藏深度，该带所处区域位置，其中包括与邻近供水盆地区的位置关系、该带在地层剖面上的埋藏条件、储油气层（可能含油气层）的特性和厚度、地下水循环条件、成分和压力。

如果把四川的华莹山复背斜与纳溪长垣霸背斜带进行对比，则会看出，它们的地层情况、构造形状和大小都差不多一样，但是，如果华莹山复背斜有远景的三叠纪和二叠纪地层已露出地面液体已经流尽，那末，这些地层在纳溪长垣霸背斜带埋藏在地下深处，有良好条件。因此，华莹山复背斜，起码是它隆起的主要部分根本不能认为是油气聚积带，但是纳溪长垣霸背斜带是一个非常有远景的地区。在这两个带的评价中，有远景地层的埋藏深度与埋藏条件起了决定性的作用。

还可举个例子，如鄂尔多斯南部（四郎庙区）和西部（马家滩区）的两个背斜带都是面积很小的褶皱带，这两个地区的构造形状和有远景地层的埋藏条件差不多一样。但是如果南部构造带所处地区有远景的三叠纪地层的天然油气滞和夹层非常不好，由致密砂

岩和粘土薄互层组成，那末，西部地区的天然油气滞和夹层有显著变好，这对于它能得到较高的含油气远景评价有决定性的意义。

如果把鄂尔多斯西缘的一个油气聚积带与鄂尔多斯中央带北部纳林卓—扎萨克旗背斜带进行对比，既或假设它们的储油气层性质和天然油气滞埋藏条件一样，那也毫无疑问后一个地区的远景较高。第一个带是一个褶皱剧烈面积小的隆起带，其中只能有一些小油田，而第二个带却是一个构造简单的大面积平缓长垣，其中发现最有远景的局部大隆起。这里作评价时构造形状和构造带面积具有决定性意义。

对油气田——油气聚积构造带的局部隆起进行对比时，决定石油埋藏条件的构造形状的特征具有更大意义，但是天然油气滞（储油气层）的质量和数量，它们的埋藏深度和埋藏条件以及决定油气藏驱动类型的水文地质特征仍然继续起着重大的作用。

对油气藏进行对比时，油气聚积场所的特性具有主要意义，如天然油气滞的类型和滞油层性质、油气藏面积、圈闭特性、油矿地质资料、油气藏驱动类型以及油、气、水在其中的关系。

因此，对各种不同地区进行含油远景比较性评价时，不可能提出一个总的万能的标准，它在任何时候都是主要的和起决定性作用的。随具体情况的不同，起决定性作用的前提也可能极其不同。往往估主导地位的是本区各部分变化最大足以对各区含油气远景引

起重大变化的标准。

四

为了进行含油气远景比较性评价，需要编制一系列原始图件，它们的任务就是表示各种前提的相对作用。

每一张原始图都不具一般性质，是专门编制的有既定目的的图。这些图对在含油气远景评价方面有作用的，而且能成为一定前提的各种特征，要特别明显地表示出来，而对在含油气问题上无直接关系的某些特征注意较少或者完全不加考虑。

特别重要的是，各种图件都应利用同一比例尺的统一地形基础编制，便于对比。对于反映实际资料较少的成果图，如果对阅读无妨，希望利用有地形的综合地质图作地形基础。这样就有可能把图上的任何资料结合它们在地质图上的区域构造位置和地势进行研究。

下面我们简单地谈一下反映地质构造和含油气远景的主要综合图件：

（一）区域位置图

区域位置图应表示出一个含油气盆地或它的某一部分在邻近洼陷区背景上的位置以及含油气盆地与边山区之间的关系。

这个图的比例尺应当很小。它上面应当大致反映出大构造单元（如古生代褶皱带、中生代山间区等）和自然地理及经济资料。除一般地形图例、景观单元、水系、居民点和公路外，最好能表示出主要油气田和工业性含油气区的位置，同时还应表示出炼油地点以及石油产品从产油区输送到消费区的方法（输油管、输气管、铁路和水运等等）。这样就可以明显地表示出该区进行石油勘探工作的经济合理性。

（二）反映调查史和研究现状的图件

除反映该区已完成各种调查和其他研究工作的研究程度图件外，这应分工种用观察点编制实测资料综合图，附说明书，备以后编制各种图件时作为基础。这些图件随着新资料的不断积累将逐渐充实。

1. 研究程度图

分工种个别编制，可编制下列研究程度图（实测情况图）：

- ） 地形研究程度图；
- ） 航测研究程度图；
- ） 地质研究程度图；
- ） 构造研究程度图；
- ） 地貌研究程度图；

表示出已进行过仪器构造测量的地区和该区已有各种比例尺构造图。

）地球物理研究程度图（分工种、分括重力、磁力、地震、电法、放射性和地温等测量）；

）水文地质研究程度图。

研究程度图应分别按比例尺、完成时间和执行机构表示各种测量地区，同时还应表示出路线测量的位置。

2. 实际资料图

除航测、构造测量和地貌测量外（可以利用地质实际资料图），应分工种对编制研究程度图的各种测量工作作用点编制实际资料图。

将所有实际资料系统整理并编制成综合图件，可从免或大大减少到处返来复去搜集资料的工作，而且会使人确信，所有资料在作比较性评价时都已得到利用。

实际资料图应附卡片，简要说明工作点位置和特点以及文献资料。实际资料点的编号最好保留原始资料中的编号，只在卡片中遇有相同编号时在点号前加以地区名称。

地形实际资料图应附三角点清册，列出座标、高程、工作时间和工作机构。

地质实际资料图应标明井位和露头标准剖面。然后在编制各种反映研究成果的图件时，如大地构造图、古地理图、含油远景图和含油远景预测图，可从此选点作为根据。

除以上图件外，最好能编制含油气情况实际资料

图，标明已发现全部油气显示，生产和钻探的油田、探区以及它们的石油产量。还有已获得油气显示的井，并注明含油气层年代以及进行过储量计算（A，B，C 各级）的面积。

（三）等高线图

这种图应尽可能详细地表示出工作地区山水系统，供构造地貌、水文地质、地球物理和其他研究工作使用。

（四）综合地层图件

这类图的目的是为以后的制图工作提出一个统一的地层表。其中包括分区详细对比图和全区较一般性对比图，它们的目的是分别表示和对比一个地区的地层剖面和研究地区与邻区的地层剖面。另外还包括一个或数个表示沉积岩分层情况的综合地层剖面，以及其他一些图件。对最重要工业含油气层和远景层需编制最详细的对比图。

1. 分区详细地层剖面对比图和全区标准地层剖面对比图

为了编制一个洼陷区同一时代地层厚度和岩性成分分布的对比图，必须进行详细的分区对比，根据电测、岩性、颜色、厚度、动植物化石鉴定结果、岩石矿物资料和其他实验室资料对标准层和同时代地层进行划分和追踪，同时还应选择几条纵横切穿本区各构

造单元的剖面进行较粗略的区域对比。然后最好沿这几条剖面编制横剖面图，作为地质图、古地理图、水文地质图、地球物理图和其他图件的附图。

2. 综合地层剖面图

根据地层对比结果，在含油气盆地中应选择几种有代表性的地层剖面进行对比，这些剖面既要能反映构造显著不同的沉积岩区，又要能反映盆地基岩和边山的地层。有时除此而外还可编制出全含油气盆地的综合地层剖面图。

在综合地层剖面图上，除图例、年代、岩性成分、厚度、有机物的描述外，还应表示出含油气层、油、气显示、天然油气滞、夹层以及构造测量和地层对比的标准层分布情况；表示出根据密度、磁化率、电阻、弹性和其他性质划分的地球物理界线，注明上述各种性质的数据；描述地层机械成分、矿物成分、分散沥青物质、水的成分和矿化度变化情况；标出标准的电测曲线等。对岩石颜色变化显著的地区（如中国和中亚等地）希望在岩性柱状剖面图上涂出岩石自然颜色。

含油气区的分区地层剖面图不应只限于单纯地划分年代界线，还必须划分储油气层（可能含油气层）和可能塑性夹层（盖层和底层）。

另外还可编制下列图件作为全含油气盆地和其他部分地区地层剖面的补充资料；

）各地质人员提出的地层剖面对比表，用来表

示该区地层分层研究史。

）该洼陷区与邻近含油气盆地和其他单元之间的沉积岩地层对比表。

（五）大地构造综合图件

这类图是表示研究区现代大地构造状况的，任务是反映含油气远景评价的构造前提。这类图上应尽可能详细地表示沉积层的大地构造，粗略地表示盆地边围山脉大地构造。应特别重视背斜构造带和背斜构造的划分和比较性评价，对向斜构造只作一般性的表示。对可成为油田和油气聚积带的构造应最详尽地表示。而对不利于形成油气田的构造只作粗略的表示。最好能提出研究地区构造的分类，特别是局部隆起和背斜带的分类，这种分类将是油、气田和油气聚积带的分类基础。大地构造的分区应以表示出各区油、气聚积的形成和埋藏条件为原则。因之，划分出的大地构造单元，一般与含油气区的含意相符合。

反映现代大地构造的图件有：综合地质图、综合地球物理图、地质构造图、构造图、构造地貌图、局部隆起和构造带图，以及它们在研究地区的分布位置图、大地构造图和横剖面图。

大地构造图所附主要横剖面图的分布位置应尽可能与大区地层剖面对比图的方向一致。

1. 附横剖面图的综合地质图

盆地边围的沉积岩层可概括地表示在地质图上。

2. 综合地球物理图

分工种编制，包括：

-) 重力图；
-) 磁力图；
-) 地震图；
-) 电法图；
-) 放射性图；
-) 岩石物性变化图。

所有图件，无论是分工种的或是某些区域剖面各种地球物理成果综合在一起的，都应附有横剖面图。

除各种地球物理异常图外，还应提出异常体等深图，并根据重力、磁力、电法和地震资料编制正负异常轴心对比图以及各种综合图。

3. 地质构造图

该图表示组成构造层和组成其中一部分的大套地层的分布情况（用颜色表示），并用等值线表示已知构造单元的边界的构造，还要表示出构造带轴心。不同地区应选择不同地层作为标准层，一般选用的是分布最广的、最能充分反映本区大地构造特征的地层。等值线不是到处都表示，只是在已取得实际资料的地方表示。等值线应根据原始资料性质（地质测量、钻井、地球物理、构造地貌等资料）加以区分。

图上应表示出某些作为制图根据并有原则性意义

的主要井位和基准点。

4. 构造图

就是编制不同标准层的构造等高线图和能确定各层构造位移变化规律的综合构造图。重要构造图之一是基岩面图。

5. 构造地貌图

表示第四纪地层的地形、景观、成分、厚度和变动情况与地面构造和地下潜伏构造之间的关系。与一般的地貌图不同，这种构造地貌图上的地形分析，不是纯粹为地形而分析的，而是一种认识地下深处构造的工具。这种图的主要目的是表示新沉积覆盖区两种潜伏构造的分布位置：一种是根据构造地貌资料发现的潜伏构造，另一种是常常位于用地质测量、钻井和地球物理所发现的构造带延续部分的潜伏构造。

6. 局部隆起类型表

反映地面和地下坚硬岩层和可塑性岩层中褶皱形状关系和断层位置，反映各层顶部位移程度。用构造图和横剖面图表示出局部隆起的面积。另外，还可编制代表同一构造单元全部局部隆起的各种构造带的类型表。

7. 隆起类型分布图

表示第 6 项所提表中已划分出的各种类型局部构造和构造带的平面位置分布情况。

8. 大地构造图

即是洼陷带和其边围山脉的大地构造分区图。该

图划分出正负大地构造单元，并将它们根据褶皱年代、构造类型和沉积岩褶曲程度分类。表示出成直线状或雁行状排列在同一轴线上的褶皱（构造）带的分布位置，以及各种横向和斜向构造单元。

（六）反映地质发展史的图片

这一类图片表现的是为查明各地质时期沥青生成条件、油气运移方向和油气分布规律的原始资料。应表示出各时期沉积洼陷的轮廓、沉积环境、沉积物成分和厚度（用等厚图表示）的变化，所有这些都要用等厚图、岩性变化图和补偿剖面表示。

1. 大套地层等厚图

反映地质史中各时期主要洼陷区和隆起区在平面上的分布位置。这种图是相当于代或纪的大段时间图。如果在这样一段时间内沉积性质无显著变化，则可在等厚图上补充上岩性和沉积环境的资料。

2. 最大洼陷区和隆起区综合图

用不同颜色表示各时期的边界。

3. 洼陷（补偿）横剖面图

这种图是沿横切构造单元走向方向按依次交替的各个时期而编制成的。它们反映各个时期洼陷区随大隆起形状的变化所产生的位移和变迁。

4. 带岩性岩相横剖面的厚度、岩性、岩相变化图

这种图与上面提到的图的区别在于它所反映的时间短，在这段时间内沉积环境和构造运动不发生重大

变化。沉积厚度用等值线表示，岩性成分用图例表示，岩相用颜色或线条表示。

图例的选择，应应在该图基础上编制的各类含油气远景图能反映出下列情况为原则，即：能圈定在长期下降的还原环境下堆积了很厚沉积物适于生成沥青的地区，能划分出有良好储油气层只要有圈闭就可以出现油、气聚积的地区，以及整套地层和部分地层尖灭可能成为地层类油气聚积带的地区。

（七）水文地质图件

石油和天然气是在有水介质中生成、运移和聚积的。对水文地质资料通过这些图件所做的分析，是确定油、气运移道路和确定适于油气生成和聚积条件所必须的。应编制的图件有：反映盆地范围、供水区、滞水区、水区、各种水化学成分带和水动力类型带的自流盆地图，其中应包括水压数据并应附横剖面图；反映地层水化学成分、水动力类型和温度的各套地层水文地质图；表示上部地层中各种水的分布情况的水化学测量图；各种反映水在剖面不同部分变化情况的图件和对比表。如果资料齐全，还可编制专门的地温梯度图。

在所有图表上都应特别明显地表示出对含油气远景评价有利的水文地质前提，如圈定滞水区、高压力区、水成分良好地区和高矿化度区，找出温度异常位置，相反地，还得指出水文地质条件不利的地区。

（八）岩层中沥青含量图件

地层剖面中可能生油层的划分，是根据对岩石中分散有机物质和沥青物质的专门研究，并结合岩性、沉积层厚度和本层的石油成分进行的。这些资料与古地理图结合，就可以确定沥青生成和油气聚积的主要阶段和地区。这些研究所得的结果用各种图件表示。各种图件所反映的是各种成分的分散有机物质和沥青物质随地层岩性、厚度、沉积环境的变化以及次生变化和石油成分的变化在各种地层中的分布情况和含量。

（九）天然油气滞图

以中国各盆地情况看，在含油气远景比较性评价方面除构造前提和地层剖面的一般性质外，含油气层的储油层性质、天然油气滞的类型和性质是主要的衡量标准。因含油气沉积的储油层性质不佳，对天然油气滞在地面露头 and 井下进行全面研究是勘探工作中不可缺少的一环。

应当编制各套地层的储油层性质图。对含油气层和远景含油气层可编制下列图件：

- ）砂岩剖厚度图；
- ）砂岩百分含量图；
- ）砂岩机械成分和分选程度图；
- ）储油气层孔隙度渗透率图；

）储油气层（天然油气滞）和夹层平均厚度图；

）储油层性质良好的天然油气滞总厚图。

上述各图条件的总结性图件是天然油气滞图，这种图上要根据天然油气滞的岩性、胶结情况致密情况、储油层性质、地层厚度和其他资料划分出性质不同的天然油气滞区。孔隙度、渗透率和其他必要的定量分析结果可用等值线表示。图上应表示出所研究地层储油性质变好的方向，并圈定最好的天然油气滞分布地区。

（十）反映油、气聚积类型的图件

油、气聚积的类型用反映油气田（和油气藏）地质构造和油气储集条件的油田图表示。每张油田图主要包括下列内容与图件：首先在较大的构造单元（油气聚积带）背景上表示出油田位置；附各主要油井地层剖面详细对比图；在对比剖面上应表现出岩性和电测资料；一张综合柱状剖面图，在上面表示出含油气层、天然油气滞和夹层分布情况；表示出油田构造和油气藏主要类型的构造图和横剖面图，附井位。对某些开采地层可附较详细的（比地层剖面中其他部分）反映天然油气滞储油层性质的对比图，对碳酸盐类岩层应编制裂缝图。如果含油层岩性有显著变化，可编制等厚图、岩性图和含砂量图。此外，还可表示一些各层和构造各部分产量和生产情况以及油藏和整个油

田的含量数据。还可编制各种油气聚积带的类型表。

（十一）含油气远景图和含油气远景预测图

1. 含油气远景图

对各年代地层都要编制含油气远景图。

为避免远景分区上的主观成分和为表现明显便于综合分析起见，远景图上应把作为划分高远景区或低远景区根据的主要前提表示出来。

等厚线是表示我们所研究时期大构造单元分布情况的，把它和岩性及沥青含量资料结合在一起，就能判断沥青生成和运移的区域性条件。前面已经谈到，岩性成分的图例应以能表现储油层性质的变化和适于沥青生成的地区为原则。如果图上资料不密，可把天然油、气潴图和分散沥青含量图上的主要结论也填在上面，如果图上资料较密，而这些资料在划分各种岩性区时需要考虑，那就可在含油远景图的一角把它们表现出来。此外，在各种不同岩性地层分布地区的图例中，应把其下伏地层的成分表示出来，这对碳酸盐类岩石特别重要，因为它们经常是从下伏层中得到油，同时还应尽可能的表示出上覆地层的性质，便于了解该层中油、气聚积保存的可靠程度。对研究露头和缺失区（在相当于它的沉积来源区和侵蚀区的地方）以及已钻开该层的井用特殊符号表示。希望在图上或图的一角表示出水文地质前提。图上应把可能成为本沉积油气聚积带的构造带都用符号表示出来，并

将它们分为褶皱型、陆台型、背斜型和与尖灭和不整合有关的单斜型。每个构造带应分出局部隆起。对该沉积有工业性含油气价值的构造用特别符号表示，并把所有油气显示也表示出来。对个别构造应用符号表示出其构造形状特征（良好、好、不好）和含油气层埋藏深度。

根据各种前提的比较性评价，对全区进行含油气远景分区，全用颜色表示。最好能对各区进行油气远景储量计算，并用数字把该层全区总储量表示出来。

2. 含油远景预测图

这个图是综合各套地层的地质构造、地质发展史、主要类型油气聚各分布规律的全部资料以及其含油气远景比较性评价成果的主要总结资料。它是能对全区各部分进行比较性评价的综合资料，能提出勘探方向、首要任务和工作计划。

这种图应以作为油气聚区的主要构造、地貌区和反映基岩时期深度的综合等值线构造图作为底图。

将各层可能含油气情况的全部图件进行综合研究，就能进行含油气远景分区，划分出远景最大的地区、有远景地区、可能有远景地区、远景较小地区和远远景地区，有时还可分得更细。每个远景区应当利用符号或图例表示出有远景的和最有远景的地层年代。特别重要的是对各区 and 全区进行远景储量计算，并用数字表示出来。

除各类远景地区外，还应在图上把已知和可能的

油气聚积带以及有远景的局部构造表示出来，并加以分级，还应把开发和钻探的油田也表示出来。在图上或者它的一角必须把今后勘探工作计划主要内容表示出来；把第一批、第二批和第三批移交和准备钻探的构造圈出来；指出需要沿走向追查和研究其构造的构造带；画出区域性大剖面、基准井、参数井和其他深井的计划位置。为了说明分区正确性，希望在图的一角把含油气远景图上的各层的各类远景区边界表示出来。值得在图的一角表示出来的重要补充资料是地层剖面中可作为含油气层的天然油气藏的总厚度图，并附有储油层性质良好地区和较差地区分布范围。

可作为含油远景预测图补充资料的有各种表格，如远景区表，远景区简述表——列举主要前提，含油远景程度结论表，反映勘探工作主要方向和工作量表格，按构造形状分类的背斜隆起表，含油气显示表，注明含油气岩层的年代及油气显示性质等等。

本文所叙述的各种方法性的意见需要不断修正、补充和发展，因此，应把它们只当作帮助如何对各种资料从相互联系和相互依从的角度作分析的某些原始资料。

为了能编制较完善的方法性的文件，在中国担负油气勘探工作的石油部、地质部和科学院与苏联参加研究“作为远景预测根据的苏中两国油气聚积分布规律”问题的科学院和地质部等部门之间对工作上的问题必须广泛交流经验。

对银川石油地质勘探局 1959 年鄂尔多斯地区工作 计划草案的意见

(克拉符钦柯 1959.2)

我们与中国石油科学研究院领导约定后，银川石油地质勘探局总地质师张传淦同志于 1959 年 2 月 3 至 4 日向克拉符钦柯介绍了鄂尔多斯地区地质构造和含油气情况以及该局 1959 年油气勘探工作计划。

2 月 5 日，克拉符钦柯和银川勘探局张传淦、杨怀彬、徐鸿友和邱中建同志进行了座谈，对该局制订的计划和 1959 年工作提出了意见和建议。由于了解资料时间极其有限，所提意见非常肤浅。

银川石油地质勘探局和其他地质机构在鄂尔多斯地区已完成了许多工作，因之对这个地区地质构造、地质发展史和边缘部分含油气情况有了基本的了解。鄂尔多斯石油地质工作者根据对全部资料仔细分析的结果，作出了完全正确的结论：盆地中部是主要远景地区。

以前集中勘探的鄂尔多斯边缘地区，最有希望的侏罗纪和三叠纪地层有的出露地面，有的埋藏深度不

大，水压小，含油气岩系上覆盖层的厚度不大，而且这一带目前尚未发现良好的隆起。例如，局部地区主要是一些不闭合构造，而盆地西部边缘的三叠纪和侏罗纪褶皱面积小，地层陡，断层多，极不整合，上面覆盖着平缓的白垩纪地层。

盆地中部最有希望的侏罗纪和白垩纪地层埋藏深度相当大（1—3 公里），因而水压很高，含油气层有可靠的盖层。根据中央地台北部地球物理资料，这一带应当发育有面积大、构造简单的地台型长垣状隆起，在这些长垣状隆起中可能有很多有利于油气储集的局部构造。

还应指出的是，从盆地边缘（特别是东缘）向中心方向开展工作时，由于碎屑岩分选度增高，有根据希望三叠纪和侏罗纪储油性质也会有所变好。朝这个方向，富含有机物质的暗色沉积层的作用也将不断增大，这些暗色沉积是可能生油层。

因此，银川勘探局在 1959 年计划中提出把勘探工作主力从鄂尔多斯边缘转移到中心的布署，应该认为是完全正确的和及时的。应该把地质、地球物理和钻探主力集中在盆地中心，这样才有可能在 1959 年一方面鄂尔多斯地台中部油气远景作出总的初步评价，也有可能在横穿鄂尔多斯中部的扎萨克旗（北部）和安边（中部）区域剖面上至少查明和为钻探准备出两个大隆起构造。

鄂尔多斯地质家目前工作中有两个主要问题，正

确地解决这两个问题对于顺利掌握这个地区有很大意义。第一个问题是划分油气层系中的天然油气滞和夹层，并对它们作全面的地质和水文地质的描述，研究储油层性质及其在鄂尔多斯地区的纵横向变化。第二个至今尚未解决的重要问题，是确定和追踪大构造单元，首先是大背斜带的问题。因为这些大背斜带可能成为鄂尔多斯油气盆地中部和边缘地区的油气聚积带。

—

以往工作证明，侏罗纪和三叠纪含油气岩系储油层性质不好。但是也发现个别地区某些有希望岩系的储油性质显著变好。

四川盆地勘探工作经验证明，一些油田虽从研究构造的角度是完全准备好了的，但是不取得一套完整的关于天然油气滞性质的资料，而且对油层矿场地质资料、储油性质、含水情况以及它们纵横向的变化规律没有明确概念，就会使油田开发受到阻碍。

在鄂尔多斯中部找到可能有油田的巨大闭合隆起以前，取得将来作为试油对象的天然油气滞和它们的可塑性夹层的全部资料，应该认为是极其重要的。

因此，1959年必须选择一些标准露头剖面 and 井下剖面对主要含油层系首先是中下侏罗纪和三叠纪地层的储油性质进行详细专题研究。选择标准剖面的原

则应当是：每个标准剖面在储油性质、天然油气滞和盖层的结合和特性上能代表一个地区或一个带的一定地层类型。例如，鄂尔多斯东南和南部边缘地区应在一个露头剖面上详细研究侏罗纪和三叠纪地层。这个地区侏罗纪和三叠纪地层的特征是储油层和夹层形成很多互层，前者为很致密的砂岩，后者是粘土粉砂岩层。

选择好要研究的标准剖面的位置不应均匀分布，在含油岩系储油性质变好的地区应加密，摸清天然油气滞和盖层从一个地区到另一个地区的变化方向性和变化细节，相反地，在岩石储油性质变坏的地区要拉稀，因为这种地区在最近时期不会大量进行勘探工作。对于能够说明地层储油性质从盆地边缘向中心变化情况的自然露头和井下剖面要特别重视，因为它们能查明储油性质变化的方向性，并能确定鄂尔多斯最有希望的中部地区天然油气滞油层，并尽快地进行细致的研究。

对自然露头和井下岩石储油性质进行研究时，应把储油性质最好的天然油气滞和其中储油性质最好的部分（渗透较好的疏松砂岩等）争取划分出来，并特别详细地研究它的性质。由于疏松岩石难取岩心，所以某些井在钻穿这些最好的岩石的井段时，最好能采取取心措施，也可以把这些井段返出的泥浆引入专门的泥浆罐中，从中取出冲碎了的疏松砂岩进行研究。

在研究自然露头和井下储油层性质的同时，希望

进行一定的工作量分析岩石的裂缝性，找出不同岩石和构造不同部分裂缝分布规律。为此，必须了解 E. M. 斯麦霍夫教授领导的地质组在四种盆地研究裂缝的方法和成果。

还希望在对剖面进行岩性研究的过程中收集所发现的植物化石和动物化石，并指示出它们的层位。

储油层性质的研究，要尽可能全面，应把天然露头 and 井下岩心的肉眼观察与实验室综合分析（磨片、机械分析、测定空隙率、渗透率、对部分岩样——研究碳酸盐含量、矿物成分、化学成分和其他比较繁重的分析）结合起来。同时应该充分利用已有的剖面资料和分析成果。

对于井下剖面的岩心资料和测井曲线必须仔细对比，一方面去掌握各种岩石在测井曲线上的显示，另一方面去掌握各种类型岩石的曲线形状和曲线形状之间的关系。

对天然油气滞进行专题研究后，最好把各区各岩系的各种储油层类型确定下来，并将它们制成图表，便于看出各类分析的综合成果。

根据现有资料，已可以在侏罗纪地层中划分出若干重要的天然油气滞，这就是全鄂尔多斯各区许多剖面中很稳定的中侏罗纪底部和下侏罗纪底部的厚砂岩层。

特别是在扎萨克旗剖面中，中侏罗纪底部砂岩厚度为 50 公尺，下侏罗纪底部砂岩厚度几乎达 100 公

尺（该区下侏罗纪底部砂岩分为若干层，中部被粘土层隔开）。日产高达 100 吨的氯化钙型水大概产自中侏罗纪砂层底部，有些井的油，大概产自这一段或产自它上面的砂岩层。

但是，应该注意的是，在这样厚的砂岩层里要能够聚集石油，必须有构造形式明显的大隆起，否则，由于这些层中水的循环比薄层更为有力，石油可能被冲掉。

很多地区上三叠纪有明显的储集层和夹层。其中以上三叠纪延长统底部厚砂岩层特别稳定。但是这些砂岩，主要是在一些三叠纪下部没有红色层的地方，或者是在那些三叠纪下部地层靠近当时沥青生成区的地方，才能在成为可能含油层方面有意义。

天池井下剖面中，根据测井资料在上三叠纪第一、第三层及下侏罗纪底部有很明显的厚度为 15—40 公尺的砂岩层。

根据安边井下延长统岩心和岩屑初步描述（没有考虑测井资料），这一带同样也可以分出一些厚砂岩层（10—30 公尺）和粘土层（5—10 公尺）。

鄂尔多斯东部和东南部，总的来说，剖面性质相当不好，但离该盆地边缘最远的枣园隆起的下侏罗纪和上三叠纪，根据电测资料较其他地层好一些。这里在下侏罗纪底部厚层（大概是砂质岩）下面，在上三叠纪第三和第五层中有几个主要由砂岩和粘土组成的地层，厚度 5—10 到 20 公尺。在第四层底部有一个

80 公尺厚的岩层，根据自然电位曲线（极小）推测它大概主要是砂岩层。

综上所述，可以说 1959 年计划要完成的两条主要区域剖面的位置，无论从对侏罗纪和三叠纪剖面的一般研究来看，或从它的储油性质一般特性研究来看都是正确的。

在天然油气储的研究中，水文地质研究有着很大的意义，它既可以确定鄂尔多斯自流盆地水动力学和水化学的一般特征，又可以确定剖面各层和各部分的水文地质特性。

1959 年计划要在盆地中部或靠近盆地中部的深井中，对三叠纪和侏罗纪很多地层进行试油。试油时务必要分层进行，以便取得分层地下地质资料，这是非常重要的。

二

现在在鄂尔多斯边缘部分已找到很多局部小隆起，面积一般只有几平方公里。

最近，地球物理勘探在盆地中部也发现了一些小局部隆起。查明个别局部隆起是有意义的，但必须强调指出的是，发现大构造带却具有特别重要的意义，因为它们可以确定中央地台大地构造主要特征。一个大背斜带上将有很多局部背斜隆起，其中有很多隆起可能是单独的油田。

应该指出，无论从研究盆地的区域构造看，或者从划分可能成为油气聚集带的大背斜带的观点看，计划中选择的两条主要剖面也是正确的。

(1) 鄂尔多斯地台北部在伊盟扎萨克旗和拉林卓之间，有一个近东西向的大背斜长垣。它和盆地狭小的北部边缘平行，而与鄂尔多斯盆地南北主要走向相垂直。长垣的可能宽度为 20—40 公里，长度相当于鄂尔多斯盆地中部的宽度。

根据磁法和重力资料可以看出这个大背斜长垣以及它的走向和轮廓。地震和电法在个别大剖面上也证实这个长垣是存在的。由于各种地球物理方法研究成果一致，对鄂尔多斯北部存在有这样一个大背斜带是无庸置疑的。

1959 年工作的重要任务是查明这个背斜长垣构造的一般特征，找出长垣上主要隆起的位置，并弄清长垣不同部分剖面性质。

但是，应该指出的是，像 1959 年计划中规定的工作方式未必能确定长垣构造的主要特征，因而也未必能在它的范围内找到一些非偶然性的而是勘探最有希望的隆起。从设计井位的分布可以看出，这些井的目的是对长垣内一些电法、地震或地质测量找到的小局部隆起进行探边。此外，还计划对长垣翼部或长垣以外若干小隆起进行探边。

其实无须增加工作量，就有可能同时解决研究长垣构造轮廓的任务和对长垣上隆起的探边任务。为

此，必须取消长垣外各隆起的钻井工作量和某些小隆起探边的钻井工作量，将它们用来再钻几条横剖面研究长垣构造。

可以设计 5 条主要剖面 and 3—4 条辅助剖面，还可以设计一批局部隆起的探边井。

在穿过西部、中部和东部三个局部隆起主要剖面上，各布置深度

数可增加到 6—8 口)。在长垣中部的主要隆起顶部，可以按照设计钻深度达

井。最东边的参数井在未取得试井和地球物理工作成果以前，可以暂时不开钻，以便把它布置在长垣中心的局部隆起上。很可能这个隆起并不是扎萨克旗，而是另一个更北边的隆起。

在三条主要剖面之间及其东侧甚至西侧可以再设计 3—4 条辅助剖面，每条剖面各设计深度尺和 500 公尺的井 3 口。此处，在长垣顶部的地球物理隆起的端部可以定一些 500 公尺的井。

在所有准备钻井的剖面上应当进行地震勘探，另外还应穿过构造端部探边井边布置几条补充剖面进行地震勘探。

这样一来，井网和各种地球物理工作将分布得相当稠密，因而对资料可以进行综合解释，可以确定长垣深层构造并探明它上面的局部隆起。

全部工作最好能适当的安排，以便在 1959 年下半年能够利用钻浅井剖面以及在构造顶部钻深井预探

参数的方法开始准备钻探构造。

(2) 南部安边区域剖面所处条件完全不同。根据地质简图，该区中央地台和它西坡各主要构造单元的走向接近南北，其东部可能稍偏东北。因此，横穿这些构造单元的剖面将与它们的走向接近垂直，它可以清楚地查明它们的构造情况。

1959 年不仅在主要剖面上确定主要背斜带的位置是重要的，而且在这条剖面南北两侧对某些背斜带进行追踪，确定它们的走向和找出脊线上升的位置同样是重要的。为此，必须在主要剖面南北两侧的两个带内布置电法勘探。在构造非常明显需要沿走向追踪的背斜隆起延续部分最好计划几条东西向短距离的地震剖面。根据电法和地震资料，在安边剖面南北两侧，发现的背斜带上横切走向各布置 2—3 条深 500—

大致位于中央地台西缘靖边以西的西部隆起，它似乎可能成北北东方向向盐池附近电法高点延伸，进而又向可能是鄂尔多斯西部洼陷的大向斜以东延续。看来，应当用东西向短距离地震和钻井剖面在安边剖面南北两侧对这个西部边缘隆起沿走向进行追查找延伸部分。

需要沿走向追踪的第二个隆起，应该在东部背斜隆起里选择。东部背斜隆起的走向可能已经稍有变化。

安边剖面东部背斜带的走向，由重力资料发现的

可能是鼻状构造类型的深大构造单元在沉积层里的反映程度来决定。根据重磁力异常的方向，这些深层构造单元的走向应该是北东方向。这些构造在沉积层中，特别是在安边剖面以南地表很发育的白垩纪地层中的反映情况有特别重大的意义。遗憾的是，恰好在这个地区对电法和地震勘探的效果问题暂时还不清楚。电法勘探由于黄土覆盖很难进行。因此，计划提出在曹渠子附近要布置一些电法勘探试验工作。把试验区向北移动到安边剖面以南应该认为是合理的。这样，一方面可以利用这里将要进行的地震勘探和钻井检查试验成果，另一方面，如果得到良好成果，可以利用电法勘探资料追踪背斜带。

扎萨克旗和安边剖面上需要的一些地震补充工作量，可以从南北地震大剖面上撤下来得到补充，因为这条大剖面位于第一组剖面之间，又是顺构造带走向分析，目前并不是特别需要的。

(3) 既然对安边剖面以南和泾河流域用地球物理方法在研究构造轮廓上的效果还不完全清楚，利用其他构造分析方法显得非常重要。除成本很高的钻探外，另一种方法是用仪器观测白垩纪标准层的地质构造测量。对白垩纪覆盖层总的构造情况的了解，可帮助了解被覆盖地层大地构造主要特征和正确地计划构造钻井。

从前在泾河上游完成的构造测量，清楚地表示出这里有个大向斜，并查明它的脊线向北上升，向斜轴

在从北部南北方向到南部变成东南向。向斜的东北翼有很多近南北向鼻状构造和准向斜。这些鼻状构造和准向斜可能是鄂尔多斯中央地台和鄂尔多斯西部坳陷东坡构造带的反映。很可能地下深处三叠纪和侏罗纪地层中明显闭合的构造形状——背斜带和向斜带——将和褶皱微弱的白垩纪半闭合的构造单元相适应。

因此，必须对安边剖面与以往进行过构造测量地区之间的白垩纪地层进行地质构造测量。对向斜东北翼上述构造向安边剖面的追踪应予以特别的重视。

安边剖面以南河流成西北向，这可以说明这一带构造单元的走向不成南北向。如果泾河和洛河流域上游的河谷具有横向性质，那么大构造带的走向在这里可能是西南向。在这种情况下，重力上显示很清楚的深大构造单元在沉积盖层里也会有反映。因此，应当对在抗锦旗和绥德以西地区之间大重力正异常延伸部分是否会发现白垩纪地层有向西南衰减的大平缓背斜褶皱的问题予以特别重视。所以，必须强调指出，沿横切上述重力异常的河流对白垩纪标准层进行构造测量很重要。以后，如果根据地质构造测量资料证实有东北向大背斜褶皱存在，应该用地震和剖面钻井研究它的深层构造。

但是也有可能，安边以南很大地区中生代沉积主要构造单元方向近于南北，重力和磁力图上反映的深层构造带的存在，或者根本感觉不到，或者仅表现为近南北构造带脊线的起伏或其他形状。但是即使是后

一种情况，这些大起伏分布位置对于实际石油勘探工作有直接关系。

由于鄂尔多斯中央地台地层成区域性向西倾斜，应特别重视地层向东成反方向倾斜的地区。因在这些地区的西部可以预计会找到背斜隆起顶部，所以对于这些地区要进行特别详细的研究。但总地来看，这一带地质构造研究程度应比泾河上游小一些，因为这里的主要任务是确定大地构造特征和发现大构造形状。

在进行构造测量的过程中，应对已有的地质图修改和校正。

应该给地质构造测量小队配备几部轻型钻机，供进行必要的浅钻工作使用。

为了进行构造测量，应该对白垩纪地层进行详细研究，应尽可能详细地划分割面，分出可作为构造测量标准面的标准层。这项工作对于将来钻探完这个地区也将有不可估量的意义。此外，也希望在某些点子上用仪器测量第四纪底部高程和它的厚度，以便确定第四纪地层和基岩构造关系规律。

应当对两条区域剖面上井下钻穿地层的地质地球物理详细对比特别注意。这项工作中对白垩纪地层的分层，以及寻找可供对比地层和绘制各种构造图的电测标准层和岩性标准层也具有很大的意义。因此，所有的井包括少数井在内都应进行测井工作。如果作出可靠的白垩纪地层对比表，就可以在对局部构造探边时用更浅的钻探白垩纪地层的井代替部分 500 公尺和

1,000

1959 年在扎萨克旗以南地区计划要进行重磁力测量。非常希望在进行地球物理工作的同时，能在这里对中生代地层进行地质构造测量。

在鄂尔多斯进行工作的不同机构，特别是银川勘探局、陕西石油局和地质部及其他部门之间的协同配合，也有很大的意义。1959 年必须防止工作中可能的重复现象，应集中各部门的力量解决鄂尔多斯最有希望地区——盆地中部，首先是安边和扎萨克旗区域剖面一带地质构造情况的主要任务。

论地质学中的 继承作用和新生作用

(布罗德 1959)

不从辩证唯物主义的观点出发，就不能正确地解决下列问题：分析地质作用在时间上和空间上的变化和发育，查明其原动力、起源和规律，同样也查明其具体形式；分析大地构造作用，研究地壳构造和组成构造的层系；以及研究地球上生物的发育过程。

地质学中的继承作用和新生作用的关系问题也是这类问题中的一个。

长时间来，就在现在也常是这样，在解释地质时，都把继承作用和新生作用当作两种相斥的现象相互对立起来，一部分地质工作者认为继承作用在地壳发育中占居主要的位置，而另一些却正相反，他们否认继承作用具有如此巨大的意义，却认为在地壳发育过程的分析方面新生作用占居主要位置，它能摧毁继承作用的任何表现。

这两种互相矛盾的意见，在研究山脉的发育时表现的特别明显。在 . . 列加尔谦、 . . 阿尔汁格尔斯基、 . . 沙特斯基及许多其他人的著作中，都

把继承作用看作是高加索山脉发育的主要特征。但是，．．．别洛乌索夫认为高加索山脉发育的主要特征是构造环境的回返作用。他推测高加索山脉是在第三纪时才诞生于高加索地槽内拗陷最深的地方。这种把新生作用和继承作用对立起来的作法，也见于许多阐述地壳的陆台地区发育情况的著作中。譬如，．．．巴基罗夫尖锐地批判了．．．沙特斯基和其他许多研究工作者的观点，因为他们曾指出：继承作用在俄罗斯陆台构造形式的发育上有着巨大的意义。

这个问题，只有在研究辩证唯物主义的普遍发展规律的基础上，才可得到解决。

辩证唯物主义分析物质世界的发展情况时，它是依据自然科学的资料，从整个发展过程的连续性和间断性的统一出发的。运动、变化和发展整个都是连续的，但它都是通过连续性在每一时刻的间断、通过现象的、已知永恒性而实现的。

辩证唯物主义揭示发展着的现象的具体特点时，它是从该现象与其存在条件的联系出发的。存在环境及其特点决定着具体现象的特点。若是环境比较固定，那么反映环境的具体现象的性质就重复起来，并发生继承现象。任一现象的存在条件都不是绝对固定的，因为现象的作用必然要引起变化。现象的相互作用反映为各式各样的常常对立的趋向。在这一过程中形成的具体联系，时而促进、时而阻碍着现象的发展。因此发展具有极复杂的形态（有锯齿状、转折点

或甚至有后退现象)。新事物依靠旧的阶段得到本身的发展，并把旧的阶段通过扬弃的方式包括在自身之中。新事物否定旧事物。但这并不是简单的否定，而是辩证的包含一定继承作用的否定。

为了阐明继承作用和新生作用在地壳发育方面的关系问题，必须研究它们在不同发展阶段，各种地质条件下的表现。这两种作用的关系，在研究地壳的大地区发育的地槽幕时，可以清楚地发现。当个别地区从地槽发育阶段向陆台阶段过渡，并接着在陆台区产生断块山时，继承作用和新生作用的表现形式也就有些不同。在与全球现象有联系的地壳的最大波状隆起和拗陷的发育中，也可见到继承作用与新生作用具有独特的结合形式。

地槽区构造单元的发育，通过褶皱山从其中心向边缘部分又连续、又间断的增长而进行。在所有的地槽区中有着成直线延伸的活动带，山脉的产生与它有关，它分布在成为中间地块（地槽内部地台）的平缓构造单元的周围。

成直线延伸的活动带和分隔它们的地槽内部地台之间的区别，在地槽区不同的发育阶段表现也不同。在成直线延伸的活动带强烈拗陷的过程中，地槽内部地台一般成为比较隆起的地段。这些地段常常是沉积材料供给区。在发生造山作用并同时成直线延伸的活动带内产生褶皱系时，地槽内部地台就成为山间盆地的基底。这种山间盆地，已知在阿尔卑士褶皱区大量

存在。

因此，地槽内成直线延伸的活动带和地槽内部地台之间在性质上的差别，在地槽区的整个发育期间都是存在的。继承作用就表现于此。从另一方面，地槽区内任何性质上不同的构造单元，都是以每次表现为不同新生作用的各种互相不同的关系在各个发育阶段。里海南部、里海中部、黑海西部和黑海东部等地台状地段，以及与此相同的地中海地槽区内的地台状地段，都是地槽内部地台。在地槽发育的许多阶段，沉积材料供给区与地槽内部地台有着联系，在另一些阶段，山间盆地与它有着联系。

在围绕着这些地台状地段的地槽区内的活动带中，堆积了巨厚的沉积物，形成直线延伸的山脉。在成为大背斜隆起的每一山脉的发育过程中，它都被大向斜拗陷所环绕，在这种大向斜拗陷中，堆满了由于其邻近的隆起地段遭受破坏而产生的沉积物。山脉遭受破坏，大向斜拗陷被沉积物充填，结果就整平了地形。整个这种整平作用就是新生作用，但在地壳整平地段的结构中，继承作用有着极强烈的显示。继承作用的显示表现在：地表被整平的地区的各个构造单元，仍然具有互相不同的构造特征。在地槽区内被整平的成直线延伸地带、其相邻的充满厚层柔性岩层的大向斜拗陷，以及分布在地槽内部的地台的较坚硬地段内，地质作用的进行方式都互不相同。大向斜盆地与其邻近的中央大背斜和与地台状地段的区别，特别

清楚地表现为：在大向斜盆地中形成由充满其中的柔性岩挤揉而成的褶皱。

大向斜褶皱作用就是新生作用。同时可以说，大向斜盆地继续与其邻近的中央大背斜带和坚硬的地台有所区别。因此，这一新生作用在大向斜盆地中更加强烈地表现出大向斜盆地继承下来的主要特征，即它的活动性，同时在下一阶段，中央大背斜与使其增大并在其附近的大向斜盆地内形成的褶皱一起上升。

同时，一方面可以确认大背斜是继承性发育的，另一方面，也可以确定大向斜盆地具有充分的回返作用，因为充满大向斜盆地的褶皱转变为大背斜的边缘。当大向斜褶皱归入中央大背斜之后，原来为柔性的岩层也就结合在一起了。这样一来，对大背斜来讲的继承性隆起作用，对其有联系的大向斜盆地来讲，就是新生作用。

在中央大背斜上升和扩展的同时，由于使中央大背斜增大的褶皱存在的缘故，形成新的大向斜拗陷。这种大向斜拗陷形成在被成直线延伸的活动带所围绕的坚固的地台状地段的斜坡上。依靠地槽区的坚硬地段，活动带增大。新生的大向斜盆地早在新的地方产生。这些新生的大向斜盆地又被从隆起区带来的沉积物填满。

对上述过程有意识地作了简略叙述。以便着重指出新生作用和继承作用在地槽区的各个发育阶段都是相互密切联系着的。

在地槽区的个别地段向陆台发育幕过渡中，也可清楚地看出新生作用和继承作用相互的密切关系。陆台发育幕的特点是结合了地槽区的大部分地段。最常见的是结合了地槽区的边缘部分，从而就增大了陆台的边缘。这从下面的例子就可清楚看出：俄罗斯陆台、西伯利亚东部陆台和加拿大陆台，就是由于结合了陆台周围的褶皱山而扩大的。这类扩大现象发生在古生代早期、古生代晚期和中生代早期。结合起来，变成陆台的地槽区的地段就是新生的构造单位，因为根据它以后的显示来看，其构造发育形势在性质上已与它在地槽发育阶段的形势不同。带有被它分隔开的坚固的地台状地段的原先的活动地段（其中曾产生褶皱山）的特点，在颇大程度上消失。所有这些单独的部分都结合在一起，组成固结基岩。对于陆台发育阶段形成的沉积岩层来讲，永远不能形成大向斜盆地所特有的那种褶皱。大的或小的，各式各样的构造形式的产生，主要与基岩的分异运动有关。继承性褶皱，反映褶皱或再生褶皱都具有极大的意义。与侧压力和其他现象有关的沉积岩层中的褶皱形式，在大多数情况下，只是使由于基岩断块运动产生的褶皱形式显得更复杂。虽然在陆台发育阶段也有上述新性质的特征，但继承作用仍继续起着巨大作用。由于基岩构造各式各样，所以基岩的各个构造单位的分异运动也以不同形式发生。分异运动主要与基岩的结构有关。在基岩体内存在的平缓的地台状地段和从地槽发展幕时

就继承下来的成直线延伸的构造带，都继续有所表现。由于存在直线的基岩构造单元和大多早在早期的几个发育幕时就已生产的断裂，在陆台的沉积覆盖层中也形成基本上的成直线延伸的构造带。同时，分异运动在基岩的地台状平缓地段受着组成这些地段的各式各样的断块形式所控制。

研究陆台区沉积岩层构造形式的结果表明，这些构造形式与基岩的构造特点有着最密切的联系和相互制约关系，基岩也还是从该地区地槽发育幕时就继承下了这些构造形式。

在陆台复活时及产生断块山时，继承作用的表现特别明显。整个断块山就表现了新生作用，因为它根本不同于陆台的平原发育阶段。从另一方面来看，断块山就其发育环境来讲，也不同于产生在地槽区的山脉。除这些根本差别外，同时在断块山发育中发现带与平缓的地台状地段之间的特征，仍具有巨大的意义。山间盆地最常与平缓的地台状地段有着联系。在原先的大背斜带所在的地方，由于存在成直线延伸的断裂，在断块山中形成山岭。

在与全球现象有关的地壳最大波状隆起与拗陷的发育中，继承现象和新生现象的结合形式也表现的甚为明显。

深处物质的波状运动，引起地壳的各个结构极不相同地段的上升和沉隆，这种运行遍及陆台区和地槽区。

中央为里海的现代拗陷的位置上，在中生代和第三纪的大部分时间内，曾存在过巨大的南北向波状隆起。这一隆起多次改变了自身的外形。在地质史的各个阶段，它加剧了，然后扩大了，散失了，而后来又重新产生了。现在作为里海南部和中部盆地基底的地台状地段，几乎在整个中生代和第三纪时，都是作为隆起存在的。在各个阶段，它们都给周围的当时拗陷的活动带充当了沉积材料供给区。中新统末期或上新统初期，在原先上升的地方形成了波状深拗陷。这样本来，由于波状振荡运动的结果，在里海的位置上，产生了新生的构造单元，它在形式上直接与中生代和第三纪较早时期的构造单元相反。同时，地壳的地台状地段的继承性影响，继续有足够强烈的表现。这些地段就有转变为现代的里海南部和中部盆地的基底。

北美和南美也与最大现代波状隆起有所联系。整个这两个大陆，像与地壳的波状隆起有联系的现象一样，是新生的构造单位。同时，这两个大陆包含着一些结构极各式各样的构造单元。这里，有加拿大地台型的古结晶地块，阿巴拉契亚古生代褶皱系和表现为断块状落基山脉的中生代褶皱山系，以及新的科迪勒拉褶皱山脉。所有的这些构造单元都具有各自的特点，它们的特点都表现出继承作用在与现代南北向的波状隆起有关的北美和南美大陆发育中的显示。

研究上述资料后可看出：上述两种作用（继承作用和新生作用）虽然它们互相否定，但在地壳发育过

程中，却互相有着最密切的联系。整个地壳及其所有的构造单元都在不断发育，不断出现崭新的构造形式。同时，无论在产生新的大构造单元或单独的新的局部构造形式时，在它们的结构中，在某种程度上，即较清楚地，都表现出它们与地壳的该地段在以往的发育史上有着继承性联系。

这种继承性关系，或者表现为与前一发育阶段的构造形式的联系，或者表现与为地壳发育早期产生的很古老的构造单元的联系。

继承作用的表现，无论在整个地壳的发育史中，或者在其个别的构造单位中，永远都不会是前一形式的完整的重复。地壳及其所有的组成单元永远都在变化着。地壳的发育过程在不断进行着，它也包括以往阶段的构造单元。

考虑到发育过程的复杂性，弗·依·列宁在“哲学笔记”中把普遍的发展规律与螺旋线作了比较。这一比较完全适用于地壳发育问题。

在地质发育史的过程中，改变地壳构造形态的幕不断来临。这些改变阶段与一些比较平静发育的较长的时间互相穿插存在。虽然所有的这些改变阶段和较平静发育的时期也具有许多共同的特点，但总的来看，它们彼此之间是有区别的。在地壳发育过程中产生的一切大构造单元和各个局部构造形式，永远都是新生的构造单元，但是，同时它们在过去和现在又都带有从以往时期继承下来的特征。

油气生成和油气藏形成问题的研究现况

(布罗德 1958.12)

一、本问题的意义及所探讨的问题

正确地解决油、气生成和油、气藏形成的问题。不仅对石油科学的发展，而且对实际的勘探工作，都有着巨大的意义。最近几年来，由于苏联和中国都开辟了广大的新区，进行石油和天然气勘探工作，成因问题就具有特别重大的意义。成因问题之所以具有愈来愈大的意义，是因为没有成因上的依据，就不能对各地区、特别是大地区的含油、气远景作出正确一点的比较性评价。

关于这个问题的讨论。近年来曾在里沃夫市举行过两次，1958年在莫斯科进行过一次，今年12月还应再次在巴库举行，这样做都并不是偶然的。

油、气成因和油、气田形成的问题是很有意义的，因而引起了广大地质界对它的注意。

虽然油、气藏与厚层沉积岩有着显然已经确定的有规律联系，但是，认为石油是由组成它的碳氢化合

物从地下深处（从岩浆发源处）的来临而生成的概念仍继续存在。

列宁格勒的石油地质家 . . 库德列夫采夫教授和莫斯科的大地构造专家、火成岩的研究者 . . 克鲁泡特金教授，都已经把这种观点宣传了好几年。

这两人都否认油、气的存在与一定的沉积岩层有关。他们认为恰好相反。他们说，若是碳氢化合物（石油和天然气）出现在地壳的任一地段，那么它就以某种浓度穿透从基岩到剖面上部的整个地层剖面。这两位地质家肯定地说，油、气藏在到处都位于深断裂带和基岩带内。

. . 克鲁泡特金把这些结论与在宇宙体中和地壳的火山气体中发现碳氢化合物的事实作对比。

库德列夫采夫，在其发表于报刊上的言论中，以及一些报告和辩论中，与其说是集中注意力在为石油的无机生成说找根据，不如说是他集中注意力在批评石油和天然气是由分散在沉积岩中的沥青物质生成的那种最普及的理论。这一在苏联、中国及其他各国作为油、气勘探工作根据的理论，到受到 . . 波尔菲尼耶夫教授的极其尖锐的批评。最近的时期以前，. . 波尔菲尼耶夫主张石油是由于一定成分的有机物质均一体的转化而在极深处生成的。但在最近期间，. . 波尔菲尼耶夫认为自己以往的观点是不正确的，并赞同把石油看作是沿着割裂沉积层的大断裂从岩浆发源处进入沉积岩层的产物的观点。

．．库德列夫采夫的大部分言论的内容，基本上是列罗了一些各式各样的例子，这些例子说明一些已知的地面石油露头或钻开的油藏都与火成岩和变质岩有所联系。在里沃夫市和莫斯科，．．波尔菲尼耶夫在其发言中都展示了几幅简图，像他认为的那样，这些图表示出油、气藏的分布与地壳的断裂有关。

实际上，．．库德列夫采夫、．．波尔菲尼耶夫和．．克鲁泡特金都是片面对待问题的显明例子，当他们为产生的想法搜集能在某种程度上证明这种想法的个别事实时，就抛弃了其余的一切自然界现象。

二、生油层系、同生和后生的 含油、气层系

在研究油、气生成问题的现况时，必须首先简单叙述一下我们了解的油、气藏在地下分布规律的一切情况。研究了这个问题，就可以完全肯定地说，几乎在地球上所有的油、气区内，油、气藏都与区域性的油、气层有关。这种区域性的油、气层已知在各个时代的沉积中都有，并在广泛的空间，或者包含着油、气显示，或者包含着用井钻开的油、气藏。

在大多数区域性含油、气层系中，渗透性良好的储油、气岩层，都与含有分散状有机物的泥岩和泥灰

岩间互成层。

已知在西伯利亚东部陆台，在寒武纪沉积中广泛分布着沥青质岩层有关的石油显示，在这加拿大也在很小程度上存在；在阿巴拉契亚拗陷中，气藏与寒武纪沉积有关。

在北美陆台中部的各盆地内，已知有位于寒武纪和奥陶纪砂岩、泥灰岩和碳酸盐类地层中及较小程度上位于志留纪沉积中的大型油、气藏。在俄罗斯陆台波罗的海附近地区的沥青质岩层和油、气显示与类似下古生代的一套地层有关。

在俄罗斯陆台和北美陆台的中央部分，在泥盆纪、石炭纪以及一部分二叠纪的一些地层中，更广泛地分布着油、气藏和油、气显示。

在俄罗斯陆台、北美陆台和西伯利亚东部陆台的边缘部分，以及欧洲、北美和南美的许多山间盆地内，石油和天然气区域性地分布在侏罗纪和白垩纪的一些地层中。

在老第三纪、中新统和上新统的砂岩、粘土层和泥灰岩、石灰岩层中，油、气藏和油、气显示广泛分布在新褶皱山的山前拗陷和欧、亚两洲、大洋洲、北美及南美洲的许多山间盆地中。已知就在上述沉积中，油藏也分布在北美陆台的拗陷很深的南部。

有关这一问题的资料，都整个包括在一些最近出版的综合报告中（Beeby Thompson, 1950; Landes, 1951; Russel, 1951; Illing, 1953; Levorsen, 1954;

布罗德和耶列明科，1957 及其他等)。

石油工业发展的初期，在十九世纪末和二十世纪初，许多研究工作者都发表了意见，他们认为，石油由于组成它的物质从淤泥沉积中的位移而储积在储油岩层中。同时，碳氢化合物的产生，是因为分散在组成粘土和泥灰岩的极小的矿物分子中的有机物发生了转化。对于高加索油区来讲，主要的 . . 安得鲁索夫 (1906 年) 和 . . 米哈依洛夫斯基 (1906 年) 的书中拟定了这些概念。在其他各国对这一问题所作的发展，引述在一些专门的综合报告中 (Hoefer, 1888; Campbell, 1911; De - Launay, 1931; 波格达诺维契, 1921 年; Blumer, 1922)。

后来，在苏联，根据 . . 阿尔汉格尔斯基 (1927 年)、 . . 古勃金 (1932, 1940 年) 及其他许多研究工作者的著作中的专门研究资料和一些综合资料，曾对石油生成与分散状分布的有机物质的联系问题作了进一步的发展。这个问题在其他各国的研究情况，在一些主要著作中有所阐述 (Lilley, 1928; Krejci - Craf, 1930; Emmons, 1931; Stutzer (?), 1931; De Cizancourf, 1936; Macovei, 1938; Trask 和 Potnode, 1942 等)。

. . 阿尔汉格尔斯基 (1927 年) 指出，根据几十年来在欧美研究油田的巨大的集体经验来看 “ 对于极多的油田都确定，石油位于包括富含石油型的有机物质的岩石层系中，即包括所谓沥青质粘土、沥

青质油页岩和灰岩的层系中”。他接着又说：“许多研究工作者，都产生一个关于这些沥青质岩石的生成环境，这也关系到在颇大程度上也能决定石油生成过程的环境的问题，这是完全自然的。”

．．阿尔汉格尔斯基、．．古勃金及其他研究工作者，都把由于所含的分散状有机物质发生转化而在其中发生油、气生成和油、气聚集作用的层系叫作原生含油、气层系。在含有分散状有机物质的岩层中，有机物在适宜的环境下可以转化为石油，这种岩层就叫作生油岩层。在外国的文献中，把这种层系英文叫作 sourcerocks 或 sourcebeds；法文叫作 Boches - mire；德文叫作 Imuttergesteue；中文叫作生油层。

考虑了油、气藏在区域性含油、气层系中的分布规律以后，苏联曾在高加索和俄罗斯陆台发现了大量的含油、气地带。

在位于伏尔加河和乌拉尔山之间的地区，最近几年来发现的油田，使苏联的石油产量增加了许多倍，能够获得这些发现，是由于查明了油、气藏位于泥盆纪、石炭纪和一部分二叠纪的一定的地层中这样一个规律，这些层位的含油性与大量形式不同的构造带有关（布罗德，1948；巴罗夫，1954；特拉菲穆克，1955；密尔钦柯，1956，1957；姆斯塔菲诺夫，1957等）。

对于前高加索的东部地区，利用了已查明的油、气藏与中、新生代剖面的一定层位联系，考虑了许多

岩性、层位规律和构造规律，这样就圈出了已知的及可能的油、气聚集带，这些油、气聚集正在得到实践的证实（布罗德，1948，1955；阿列克辛，1956）。

无论在伏尔加—乌拉尔地区，或者在前高加索，油、气藏最常包含在天然的油（气）滞中，这些天然的油（气）滞，都位于含有分散状有机物（其中包括在成分上接近石油的沥青）的泥质岩层中间。在这种情况下，可以把含油、气层系同时也当作生油层系。在另外一些情况下，不得不在含油层之外去寻找生油物质。譬如，把石灰岩、白云岩层隆起上形成的块状油、气藏只得与粘土、泥灰岩层联系起来，这些粘土、泥灰岩层上覆或下伏在石灰岩、白云岩层上下，或者沿岩相交替面或不整合面与这些地层接触（布罗德，查图罗夫，涅斯米扬诺夫，1957）。

在中亚细亚和亚洲中部的山间盆地内，在气化环境下生成的陆相沉积层中，一般当地质剖面中有还原环境下沉积的暗色的水下泥质岩层的情况下，就发现有油气显示和油、气藏存在。

试图依据能代表生油层系特征和生油岩层与储油层的关系，分出苏联各地区（乌里扬诺夫，1951；乌斯宾斯卡娅，1952；布罗德，1952，1955，1957；瓦索耶维契和乌斯宾斯基，1954；特拉菲穆克，1955；马克西莫夫，1955；科留赫夫，1956；巴基洛夫，1957；德瓦里和德罗彼歇夫，1957；马依明，1957；迈赫其耶夫，1957；密尔钦柯，1957；地质论文集

No.1, 1955; 地质文集 No.2, 1956) 及其他各国 (Van Tuyl 等, 1954; Wilcox, 1945; Gussow, 1955; Hobson, 1956 及其他等) 的地质剖面中适于油、气储积的层段。

在一些地区里, 那里的含油、气情况与氧化环境下形成的地层有关这种环境不能使分散状的有机物转化为沥青。这种地区, 就得注意查明由于油、气从其他可能的生油层中发生位移而形成油、气藏的有利条件。譬如, 在阿捷尔拜疆和土库曼斯坦, 陆相的上新统产层中形成的大型油、气藏, 都位于适于碳氢化合物从较老的生油层中产生垂直游移的构造带中 (古勃金, 1934; 戈林, 1940; 迈赫其耶夫, 1957 及其他)。在这些情况下, 就产生把许多油、气田联合在一起的大型油、气聚集带, 这些油、气田是由于碳氢化合物主要从产层的下伏的中新统和老第三纪沉积中发生运移而形成的。

虽然, 有些研究工作者 (库德列夫采夫, 1951, 1955; 波尔菲尼耶夫, 1952, 1955) 肯定说, 关于石油是由分散状沥青物质生成的学说已陷入绝境, 但实际上, 在最近 10—15 年来, 对这一学说所做的发展, 要比以往 60 年所做的多得多。

近年来证明, 无例外地几乎在所有的还原环境下形成的粘土、粘土—粉沙、砂泥及泥灰岩等岩层中, 永远都含有某一数量接近石油的分散状沥青特质 (耶列明科, 马克西莫夫和特霍托夫, 1949; 斯特拉霍夫

和罗基奥诺娃，1954；切奥道罗维契，1952，1954；尤尔开维契，1955；布罗德和列文逊，1955；石油生成问题论文集，1955；地质论文集 No.1，1955；地质文集 No.2，1956；科留霍夫，1956；瓦索耶维契，1957；马依明，1957)。接近石油的沥青物质，发现不仅在生根岩中，而且也见于近代和第四纪的水下沉积物中。同时断定，这些沥青物质随着沉积物的固结愈来愈变为接近石油碳氢化合物的物质的现象是存在的。

在里沃夫市的两次会议上，特别是在莫斯科最近举行的一次会议上所作的报告中，展示了广泛的地质和地球化学勘查的成果。从研究苏联各油、气区剖面的例子中看出，毫无例外地，所有的还原环境下形成的粘土和粘土—粉沙层，都含有分散状的沥青物质。

实验室的研究结果证明，这些沥青物质与那些沉积岩层中的储油层所含的组成油、气藏的物质之间有着明确的成因上的联系。

近年来的研究成果表明：以前存在的认为生油和生煤过程彼此相斥的概念是不对的，自然界的石油和天然气与肯定为有机生成的其他可燃性矿产（煤、油页岩）有着密切的联系。在沥青（石油）族和煤族的可燃性矿产之间，存在着大量的中间过渡形式，它们清楚地表现出这两族可燃性矿产之间在成因上的联系。同时这种联系不仅表现在化学成因或物理性质上，而且也表现在它们在地壳中的产状上。

研究了石油、煤、泥炭、页岩等矿藏和含分散状有机物的岩层在地壳中的分布之后，可以说明，有机物在岩层中的聚集和保藏情况，都不是均匀地分布在泥盆纪、石炭纪、侏罗纪、白垩纪、老第三纪和新第三纪等地质时代。在沉积物中埋藏了许多有机物质，这种有机物，在相应时代的岩层中，主要以分散在岩石中的有机碳和聚集成矿藏（煤、油页岩、石油等各种可燃性矿产的矿藏）的形式保藏下来。由有机物的聚集和转化这两个过程在地壳的一定发育阶段在一起同时发生的现象来看，生煤和生油过程与有机物在相应时代的沉积物中的聚集有着密切的成因上的联系。所有这些区域性含油、气的地层，都显然是水下沉积。绝大部分的这类地层，都是海相的咸水沉积。近年来，在蒙古、中国及其他一些地方，发现有在淡水或强烈淡化的陆相沉积盆地中形成的油层。海相与水下陆相沉积的油层的共同特点是：它们都是当沉积盆地底部长期稳定沉降时在还原的地球化学环境下沉积的。

虽然液态石油按组成它们的碳的化合物的性质来讲是极其多种多样的，但在液态石油中，平均一个碳原子都大约配有两个氢原子。在那种较粘性的物质中，如地沥青和地蜡中一个碳原子配有一个半氢原子，而在油页岩和煤炭中氢的比例更小。这样研究各种可燃性矿产时容易确定，当固态向液态、气态变化时天然化合物中的氢的作用增大。在我们解决石油的

成因问题时首先应当确定：石油和天然气成分中的碳是从那里来的，同时在自然界中经过何种途径产生碳氢化合物的。

地壳深处生成的带有碳的主要物质就是碳酸气，碳酸气与火山喷溢过程中涌到地面的岩浆一起大量地进入岩石圈和大气圈，地壳十几分公里地带的火成岩中约含有 0.1% 的碳，也主要是以碳酸气的形式存在。显然，无论怎样，都不能把碳酸气看作是作为矿产（也包括石油）主要组成部分的碳的来源。

沉积岩中含有多得多的碳。在碳酸盐类的岩石中，碳的含量达 12%，但这类岩石中碳基本上也是以碳酸盐的形式存在。

绝大部分在成分上与可燃性矿产（煤和石油）同类的碳的化合物成分散状态包含在粘土及疏松的泥灰岩中。虽然有机碳在这些岩石中的含量不超过岩石总量的 1%—3%，但它在地球内部的总含量却达到 $N \cdot 10^{16}$ 吨这样一个巨大的数字。至于谈到沉积岩石中的油页岩、煤及油、气藏中所含的成特质状态的碳，则它在地壳的全部有机碳总量中所占的百分率不超过 0.01%，这样一来，集中形式的碳只是分散在周围的沉积岩层中的有机碳的很小部分。

对泥炭和煤的产状的研究表明，泥炭和煤的形成是有机残体，主要是植物的有机残体在其沉积的地方转化的结果。煤成层状埋藏在其他的沉积岩层中，这就说明沉积物的形成条件有过不止一次的改变，并且

也说明在所研究的地壳地段长期拗陷的过程中，煤层是周期性形成的。在分离水、碳酸气和其他气态物质的过程中，有机物质失掉大部分的氧，这时，有机物堆积体中的碳形成泥煤和进一步形成煤。

石油和天然气的聚集与煤的聚集有相同之处，但有与围岩的关系上又与煤不同。油气藏同煤层一样，都包含在沉积岩层中。它们与煤的不同点是：不形成整块的石油和天然气矿体，而是充满在渗透性良好的砂岩或裂缝性石灰岩中。

最近，就移运着沥青化合物的存在及发生的条件问题正进行着很大的争论，这种沥青化合物只是分散在沉积岩石中的主要有机物中间的不大一部分。对于说石油是靠分散状有机物形成的理论作批判的研究者们完全正确地指出，这类有机物的绝大部分是与煤相接近的。但是他们忘记了或者是不愿注意到，在炭质微粒中也经常存在着某种数量的与石油相近的分散状沥青物质。这些沥青物质与炭质微粒有着密切的联系，可以认为这些沥青物质是派生物质，即他们是在不太移动的有机物质介质中产生的。

近年来的研究结果使得有根据说明，存在着有机物的分解过程，并在分解的同时出现新的沥青物质，看来，新的沥青物质的产生是由于氢发生歧化作用的结果（布罗德及莫赫其耶夫，1953；地质论文集 No.1，1955；地质论文集 No.2，1956；布罗德及耶列明科，1957；瓦索耶维契，1957）。可以估计，在

泥质岩石被压紧的过程中产生岩石各组成部分的逐渐变质作用，而首先是主要炭质部分的及伴随它的沥青部分产生有规律的变化。分散有机物的炭质部分的转化是由褐煤变为石煤阶段，直到变为石墨。看来发生转化的同时，在微毛细管孔隙中产生越来越多的被氢所吸收的新的沥青化合物，把分散在泥质岩石的微毛细管孔隙中的沥青物质元素及组分与饱和在储积层超毛细管孔隙中的石油对比之后，可得出这样的结论：即它们在成因上是相似的，但同时它们之间也存在着许多取决于其物理化学状态的差别。所以应当把石油这种具有特殊性质的物质的形成与从微毛细管孔隙中成束缚不强的分散状态存在的沥青物质转变为饱和在储积岩层中的水中的碳氢化合物、树脂及沥青质的混合溶液，并接着使油、气聚集在圈闭中的过程联系起来（Tash, 1944；布罗德，1951，1953，1957；魏别尔，1955）。

摆在研究工作者面前的任务，是在所有进行油、气勘探工作的地区，查明可以在其中生成分散状沥青物质的沉积地层。能在其中生成沥青的岩层就是生油岩层。但是生成石油的作用只可能在生油岩层与储油岩层相接触的情况下发生。如果这样一个过程是在统一的岩层中发生，那么，就可以将该层看作是共生的含油、气层。如果沥青物质从外面（即从其他地层）进入储油岩层，则含油、气层就是后成的含油、气地层。对沥青及油、气形成的现代过程所进行的研究表

明，在地壳振荡大或小的阶段，但以沉降趋势为主时与薄层沉积物在一起沉积分散状有机物的环境最适于生成沥青。

因此，只可把这样一种地层看作是生油层，这种地层含有粘土和粘土—粉砂的非碳酸盐类或碳酸盐类地层，它们是在还原环境下生成和发生转化的。

虽然说现在还不能足够清楚地提出生油层系的全部特征，但是生油层系的一些原则情况毫无疑问还是可以认为是已经肯定了的。

有一些特征，它们可以作为分出能当作生油层的最标准岩层的根据。这些特征如下：

(1) 沉积物的形成环境：水下沉积物。这种沉积物是在这样一种环境下生成的，在这种环境下，沉降趋向大于能保证分散状有机物在严格的还原环境下发生转化的上升趋势。

(2) 沉积物的岩性：粘土、粘土—粉砂、碳酸盐类和非碳酸盐类岩石，它们或者成均一的地层，或者与砂岩、砂岩—粉砂或碳酸盐类岩石（石灰岩和白云岩）间互成层。

生成沥青的过程看来只是在现在还继续被压紧的未固结的岩石中继续发生，因此在生油层系中间显然只是把不变为泥岩、粉砂岩、石灰岩和白云岩的粘土、粘土—粉砂和泥灰岩看作是生油岩层，即在其中继续生成沥青的岩层。

(3) 生油层的矿物特征和颜色：生油岩层中含有

一些矿物，它们可证明沉积物沉积和接着发生变化的环境是还原环境（譬如，能证明还原环境的黄铁矿、菱矿和铁白云石的存在说明环境是良好的）。

岩石的颜色主要是灰色的、淡蓝色的、淡青色的有时带有淡棕绿色和淡绿色的色度。

(4) 岩石中有机物的特征：分散状态的有机物，它在成分上主要与煤的发育阶段（褐煤和石炭的发育阶段）相符合，所含的沥青物质占全部有机物总量的1%—3%或3%以上。

要搞清楚生油层系，需要在大区域内研究沉积岩剖面。为了足够肯定地分出生油层系，必须不仅找出粘土中的分散沥青，而且要发现位于这些粘土中储油岩层中的油苗。

研究了那些适于油、气聚集的地层的厚度和岩性的区域变化规律以后，可使得初步编制每一岩层的含油、气远景图。例如，1955年就已为前高加索东部编绘了这种含油元景图（布罗德，1957.3）。

实际上，在苏联、北美和南美，以及最近在近东和中东发现的绝大多数最大的油气聚集带都与稳定的地壳拗陷区有关，在这些地区的剖面上，可作为生油层的地层占主要位置（Howard, 1941; Pratt, 1944, 1947; Kaufmann, 1951; 布罗德，1951及其他）。

上世纪末叶所产生的关于生油层和区域性分布的同生及后生含油气岩系的学说逐渐成为完整的理论。这一理论使得有可能对大区域和其中的各个油气聚集

带的含油、气远景作出有根据的推断及比较性评价。

三、油、气聚集的区域性条件

虽然在以前那些论述油、气藏分类的著作中 (Clapp, 1910, 1950; 古勃金, 1932 及其他) 对油气藏的带状分布问题, 没有制定明确的概念, 但实质上在描述各类油、气藏时已经奠定了这一概念的基础。

直至二十世纪三十年代, 研究工作者们都把注意力集中在阐明许多油、气藏与大背斜带的联系方面。

关于大的地壳拗陷区边缘许多油、气圈闭有规律的带状分布的概念制定得最为完善 (Levorsen, 1936, 1954)。同时列沃尔先把因岩性尖灭或油、气层沿倾向往上不整合超覆而产生的地层型圈闭与油、气聚集的构造原则对立了起来。

把含油、气带从成因上分为构造带和地层带的原则证明是正确的。

1937 年 . . . 古勃金曾在制定的原则中提出对包含着许多油、气田的背斜带来讲, 其储油区是紧靠着它的向斜拗陷 (古勃金, 1949)。

文献中引用的关于油、气聚集带的概念 (布罗德, 1946) 与油、气储集区的概念有着密切联系。考虑到在沉降较深的地方, 泥质岩所受的压力比在隆起带所受压力更大, 在储油层中能同时分出最活动分子

的沥青物质的分异作用应该是沿着从油、气储集区向油、气聚集带的方向进行。

在泥质岩石的微毛细管中移动的沥青物质，进入渗透性良好的储积层，并与该层中自由活动的水互相紧密联系在一起。当活动物质在储积层中发生分异作用的过程中分离带天然气的石油，或者纯粹的天然气，并在各个圈闭中形成矿藏。许多充满石油和天然气的圈闭组成油田，它是油、气聚集带的一部分（布罗德，1946，1951，1957）。

加拿大研究家 Gussow W.C. 详细研究了关于石油和天然气在天然的油（气）滞中发生的分异作用并聚集在大量圈闭中的问题。

Gussow W.C. 制定了完整的分异积蓄理论，这一理论是以纯气藏、带有气顶的油藏和纯油藏在某一天然油（气）滞的各个圈闭中的许多分布规律为根据的（Gussow，1954）。这个理论中的一些原则在专门的讨论会上受到过批评，讨论结果已在会后发表（Discussion，1955）。人们指出 Gussow W.C. 所提出的规律只是在理想的情况下产生的。在地层倾角有变化、圈闭的沉降深度增大或减小，以及在石油从深处沿断裂漏流的情况下，拟定的规律关系就被打破。同时，一致认为，油、气藏的产生是流体在分异过程中游移到渗透性良好的岩层中的结果。

在油、气聚集的构造带中，碳氢化合物通常来自两面。作为石油组成部分的特质从向斜拗陷向作为背

斜带组成部分的短背斜和穹窿的隆起部分移动，并在背斜顶部或位于两翼或两端的遮断圈闭中聚集成油（油）藏。

地层型的油、气聚集带内沥青特质的来源情况有些不同，这些油、气聚集带包括了由于区域性岩性尖灭或不整合而在向斜构造或单斜构造上产生的圈闭。碳氢化合物沿着区域倾斜面上升，并集聚在形式极式多样的单独的圈闭中，它们成组分布在沿着储积层的尖灭带边缘或不整合的切面上。这里碳氢化合物来自一面。油、气储积区是沿下倾方向往下靠近向斜构造和单斜构造的地方。

在莱复生（1936—1954 年）和其他许多人的著作中引述了许多类似上述油、气聚集环境的例子。苏联在克拉斯诺达尔边区（高加索北坡的西部）对渐新统迈科普油层中同样的油、气聚集带做了清楚的研究（古勃金，1912，1940；赫里克书斯特，1944，1956；乌里扬诺夫，1951）。在阿普赛龙半岛上新统产层的下部层组尖灭带中大油藏的特点也是碳氢化合物来自一面（密尔钦柯，1943，1955；戈林，1956；莫赫契耶夫，1949，1957；巴巴—查德，1956）。

为了查明油、气聚集带的形成环境，必须确定这些地带和与其有关的油、气储积区在大区域内的分布规律。美国地质学家（Woodruff，1917；Schuchert，1919；Lilley，1928；Ver Wiebe，1930）在本世纪的前 25 年内把有着大量油、气藏存在的地壳地段叫作

“含油气省”。

· · 乌斯宾斯卡娅 (1947 年) 对这个术语作了下面的定义: “含油、气省是指分布着油、气藏的广大地区, 这种地区的地质结构和地质发育史都是统一的, 其地质发育史的特征是岩相和支配沥青生成作用和石油聚集作用的构造的类型都是相同的”。根据这个定义, · · 乌斯宾斯卡娅把下列三种情况的地区都看作是含油、气省: 各地质时代的盆地, 大的穹状隆起, 位于大构造斜坡上的隆起带等。

考虑到这个术语虽然已为不同的作者（也包括创造这个术语的美国地质学家）采用，对其定义各有理解，因此这个术语极不肯定，不应再去用它。

研究了目前已知的油、气聚集带的分布规律以后，发现这些油、气聚集带都是现代地壳构造中大拗陷区的构造单位。区域水文地质研究的结果证明，在作为流动物质的天然的储积容器的渗透性良好的岩层内，水流的方向决定于供水区和泄水区在位置上的关系。水在流动时在某种程度上被各种盐和常被有机酸所饱和。碳氢化合物的混合体也常以不大的浓度溶解在水中。

在流动物质分异过程中，当温度和压力变动时，碳氢化合物就从水中分出，当存在天然的储积容时，它就在其中聚集成油藏和气藏。

油藏和气藏在局部圈闭中能否形成和保存下来,这取决于区域性水文地质环境如何。联合成油气聚集

带的许多油、气藏与包含着它们的巨厚岩层的现代产状特征有着密切联系。已知的油气聚集带与现代地壳构造中各种类型的大拗陷区有着有规律的联系，这种联系就是把类似的盆地也看作含油、气盆地的根据（布罗德—1953 年）。每个含油气盆地都是一个巨大的自流盆地，在盆地范围内，油气聚集带的位置反映着这样一个液体和气体的现代均衡阶段，即饱和在储积层中的液体和气体在现代构造条件下的现代区域性水文地质环境中发生的现代均衡阶段。

油气的聚集条件和油、气藏的保存条件对每个含油、气的盆地都应单独研究。

所有已知含油、气盆地，就其大地构造特征和油、气聚集的条件来看，可以分为三大类：

- (1) 平原陆台区的盆地；
- (2) 山间盆地；
- (3) 褶皱山的山前盆地。

只有考虑了所在的地壳地段在其地质发育过程中所经受的一切变化，才有可能全面地研究油、气聚集带的形成条件。只有在认识了组成盆地的沉积岩层的厚度与岩性变化规律之后，才可以确定渗透性好的岩层（储积层）和渗透性差的岩层（泥质岩层）之间最适于油、气聚集的相互关系。但是，从另一方面，在如今油、气聚集带所在的地段，不论以往地质年代中发生过什么变化，而对油、气聚集带的存在有决定性意义的，还是它在作为含油、气聚集带中作为基本聚

集单位的油、气藏，是在活动的特质向作为天然油（气）滞的渗透性好的岩层中移动的过程中形成的。只有在不使油、气从其中流失的圈闭中，每一基本聚集单位（油、气藏）才能形成，并保存下来。只有在以往产生的圈闭直到现在仍保持着的情况下，才能在其中保存下来油、气藏。圈闭形成的改变和区域性水文地质环境的改变，都会使得矿藏遭受破坏，或在较好情况下也会使矿藏产生重新分配。

现代的油、气藏反映着含油、气盆地中目前所存在的活动物质处于均衡状态。

四、各种运移作用在油、气藏形成方面的作用

无论是单个的油、气藏或是巨大的油、气聚集带，都是在组成石油和天然气的物质发生运移和分异作用的过程中形成的。

在石油科学发展的整个阶段，许多研究工作者都对运移问题做过研究。关于运移作用的综合资料，该问题的研究情况分析及其分类，都发表在下列著作中：Lilley E.R. (1928), Krejci - Graf K. (1930), 古勃金 (1932, 1937), Lahee T.K. (1934), Blocch E. 等 (1936), Illing V.C. (1939, 1946), Van Tuly T.M., Parkdr B.U., Skuter W.W. (1945), .O. 布罗德 (1947, 1951, 1955,

1957), Lalicker C.G. (1949), Landes K.K. (1951), . . 瓦索耶维契和 B.A. 乌斯宾斯基 (1954), . . 克列姆斯 (1954), Gussow W.C. (1954, 1955), A.A. 巴基罗夫 (1955), B.P. 利涅茨基 (1956), B.A. 索科洛夫 (1956), Hobson G.D. (1956), 以及其他油、气地质学书籍。

继依林格、雷赫、克列奇格拉夫及布洛什之后, 在 1947 到 1951 年间我们曾将有关沥青物质、石油、天然气及其派生物质在组成地壳的岩层中及单个地层中运移问题的一切资料试做了系统整理。并在此工作基础上制定了以运移范围和形式为根据的运移作用分类法及根据运移道路和方向为根据的运移作用分类法。关于石油的原始特质在生油岩层中运移的问题是今天研究得最不清楚的一个问题。

在泥质岩的微毛细管孔隙中进行着粘结性弱的活动性物质分子的缓慢运移, 这种活动性物质中起主要作用的是水及与水互相作用着的沥青物质。沉积岩被挤揉成褶皱后出露在地面, 它得到大气水和水流的供给。渗透性地层是流动性物质的天然储积库, 水就沿着这种地层经过超毛细管隙从该地层较高的露头区沿倾向往低处循环。在不同地方水流的速度也不相同。

水带动了从泥质岩中移出的沥青物质与其共同流动。流动性物质在流动过程中根据其比重更易于发生分异。从水中分离出的碳氧化合物漂浮在水上, 彼此集结起来, 在有圈闭存在时就形成石油和天然气矿

藏。

碳氢化合物在水中的溶解度随各种碳氢化合物间的不同比例以及温度和压力而变化。在某一温度和压力条件下溶解了各种碳氢化合物的混合中的水，在运移到另一种条件的过程中，就分离出原来溶解在其中的混合物。这样一来，在水中呈溶解状态的沥青物质就完成了运移过程。由于毛细管压力的作用，水还能把沥青物质从小孔隙挤入较大的孔隙中。现在对碳氢化合物在毛细管压力作用下运移的力学机理尚未完全研究清楚。毛细管压力的大小，决定于充满孔隙的活动性物质的性质、岩石的矿物性质以及孔隙的大小。在毛细管力作用下沥青特质总是从小孔隙中向大孔隙内流动。因为微细孔隙中的毛细管力大大超过重力，所以有机物质不仅可以向上流动，而且可以向旁侧流动。可以推测：沥青物质是呈分子薄膜状在微细孔隙中移动。

在生油岩层的微毛细管孔隙中，流动性物质（其中包括沥青质物质）的一切运移都可以看作同生的分子运移。而在生油层系以外的微毛细管孔隙中的这种运移，就叫作后生的分子运移。

流动性物质在超毛细管孔隙及裂缝中产生流动，这种流动可认为是水及与水相联系的碳氢化合物的自由运移。自由运移是按照活动性物质在渗透性良好的岩石的超毛细管孔隙中的渗流定律而进行的。虽然与分子运移不同，在自由运移过程中，大量的物质都在

移动，而且这个过程按其范围来讲既有局部意义，也有广泛区域性意义。

一个矿田的形成是与局部运移，即局部意义的运移有关的。局部运移是指不超出控制该矿田（矿田是由几个或个别情况下由一个油、气藏组成）形成过程的一个构造单元范围之间的运移作用。

区域性运移，就是能使得形成与一个或若干个油、气聚集带有规律关系的一组矿田的过程。区域性运移包括若干个巨大的盆地，这种盆地能决定作为一个统一的含油、气区的构造单元的许多油、气聚集带的形成问题。

就运移的通道而言，活动性物质在具有超毛细管孔隙和裂缝的岩层内发生的任何一种移动，均可看作是油（气）滞内部的运移。活动性物质沿微毛细管孔隙及分隔天然油（气）滞的不渗透岩层的张开裂缝所发生的移动可认为是油（气）滞外部的运移。活动性物质在油（气）滞内部运移或外部运移的过程中，均可以发生垂向和侧向（水平方向）的运移。

在许多著作中都对引起油（气）滞内部运移和外部运移的力的研究情况作了简述。

在沉积物沉积时被埋在沉积物孔隙中的任何一种活动性物质，或者将成为岩石的组成部分，或者在其被压紧过程中发生运移。在正被压紧的沉积物中的活动性物质永远向压力较低的方向运移。在沉积物被压紧的过程中，首先分离出自由水及与其相结合的物

质。以后伴随着岩石被压裂以至完全固结而发生的运移过程，对沥青的生成及油、气聚集起着主要的作用。在泥质岩层被压紧的过程中，微毛细管孔隙不断缩小，这就使得被束缚不紧的水慢慢地被排除掉。与此同时，最活动的有机化合物很可能也被排出。

可以断定：有机物质在泥质岩中的一切主要变化都是它在微毛细管孔隙中运移的过程中发生的。在泥质岩被压紧的同时，有机物质也慢慢地发生变质的伴生的分解。在分解的同时，氢分子可能不相称，因而一方面分离出越来越稳定的碳氢化合物，另一方面分离出活动的沥青微粒。这部分沥青微粒同束缚不紧的水一道被排除出来。

在微毛细管运移的过程中，分散的有机物质中主要碳质微粒，沿着碳化的道路发生变化，在变质的最后阶段形成石墨。此时，分解出的沥青物质，在吸收氢分子的过程中，应沿沥青质、树脂、油脂直到甲烷方面发生变化。最活动的物质在分异时，可能同束缚不利害的水一起被排出，如果附近有储积层的话，它们便会运移进去。沥青物质运移的途径大概就是如此，首先是在微毛细管孔隙中发生同生移动，然后在天然油气滞中同水一道向圈闭中发生自由移动，并在那里形成油（气）藏。在四周为渗透性差的岩层所封闭的天然油（气）滞中的油（气）藏，基本上是由于碳氢化合物从泥质岩的微毛细管孔隙向储积层的超毛细管孔隙发生运移的结果而形成的。应该指出：活动

性物质在微毛细管孔隙中发生的油（气）滞外部运移与岩石的被压紧作用有密切关系，这种运移可能一直延续到岩石发生石化作用，也就是到它们失去可塑性时为止。

穿过各种岩层的油（气）滞外部的自由运移与大量活动性物质从压力较高的地区沿开口断层和解理缝所发生的运移有关系。水在其运移途中，会将气相的沥青物质有时也将液相的沥青物质从生油层中带到上覆的储积层中去。

水的流动对碳氢化合物为向圈闭中聚集而发生的油（气）滞内部运移起着主要的作用。在水以及溶解在水的中沥青化合物运移的过程中，活动性物质便在天然油（气）滞中发生分异作用。游离气和液体石油，只有在具有能使它们储聚在圈闭中的条件时才能分离开来。

由此可见，沥青物质在形成一个油、气藏的途中，开始是在微毛细管孔隙中发生分子运移，然后在天然油（气）滞内部向圈闭方向发生自由运移，并在碳氢化合物混合体聚集在闭圈中时，便形成油、气藏。

由上所述可见：运移是地壳内油、气生成和聚集的总过程中的一种运动形式。油、气聚集地带一般是活动性物质在上述一系列运移过程中形成的。

五、必须解决的几个主要问题

世界各国的地质家、地球化学家、物理化学家、数学家和物理学家们在解决油、气藏形成的问题上已做出了巨大的贡献。这虽然还不能说一切问题均已解决，但是确定已做了许多工作，因为在许多广大的地槽和陆台区域内，已找到了在成因上与油、气藏有区域性联系的岩层。在这些岩层中通常不仅蕴藏着石油和天然气藏，而且含有大量分散的有机物质，这些岩层形成的地质和地球化学环境，在今天也能够很具体地加以讨论。对已形成天然油（气）滞中储积的石油、天然气和水业已进行过研究。组成这些油（气）滞的储积层的储油（气）性质和矿物成分以及周围渗透性的岩石成分也做过研究。同时也研究了渗透性差的岩石中的分散状有机物质的主要性质及岩石的地球化学特征。

在组成天然油（气）滞的储积层中，成矿藏形式蕴藏着游离的石油和天然气，这一点是毫无疑问的，水、石油和天然气自由的运移也可根据直接观测来确定。世界上许多山区及山麓地区均发现有大量油、气苗存在的事实就是这种运移的实例。这是因为在遭受过剧烈变动的地区存在着许多通道裂缝和断裂，这些裂缝和断裂使得石油和天然气更易于移动。在变动较轻微的地区，虽然没有那么明显的石油和天然气显

示，但地下深处活动性的物质，还是以或大或小的力量在发生移动。天然油滞内的活动性物质—天然气、石油和水的运移和重新分配，完全可根据它们在渗透性良好的岩层中按其比重有规律地分配得到证明（这些岩层常被渗透性差的粘土将其彼此隔开）。石油和天然气藏在组成油气聚集带的油、气田的圈闭（这些圈闭由于存在局部构造而组成矿田）中有规律的分布也与这种现象有关系。

解决储集在圈闭中的石油和天然气与生油层微毛细管孔隙中的沥青物质在成因上一致的问题是研究石油及天然气藏形成题目中的主要问题之一。为了解决这个问题，不仅需要将分散在岩石中的有机物质做详细的实验室分析、研究，而且要研究它们的变化。在进行研究时，在实验室内必须创造一种环境，这种环境应当与各种沥青质、树脂和油脂混合物所组成的可流动沥青物质，在其呈分散的分子状态从泥质岩微毛细管孔隙中过渡到含有自由水的储油（气）层的超毛细管孔隙中所发生的物理、化学变化相近似。从泥岩中提取出的轻质沥青物质，虽然与石油有许多共同点，但它与储积层中组成油藏的石油有所差别。这是完全可以理解的，因为物质在泥质岩微毛细管孔隙中与在储积层超毛细管孔隙中所发生的物理化学变化是不一样的。因此，蕴藏在渗透性良好的、有孔隙性和裂缝性岩层中的石油是比较均一的物质，其性质一般很近似，但有许多特点却与分散中的沥青物质不同，

石油是碳氢化合物混合物的一定形式，显然，它只有在能使液体和气体自由移动和分异的岩石中才能存在。过去存在的有机物质转变为石油的化学演变过程中都没有考虑到：当分散在淤泥岩的微毛细管孔隙中的碳氢化合物运移到高渗透率的孔隙性岩石中时，它不仅发生巨大的量变，而且发生质变，要想了解这个物理化学演变过程，需要进行有目的性的实验室试验才行。

目前在解释沥青物质与水一道在自然油滞中运移过程的问题上，意见分歧很大。争论的焦点是：这种运移现象的规模大小及其力学机构如何的问题。碳氢化合物和水一起在向形成油、气藏的圈闭中游移的途中，处于何种物理状态，尚不清楚。

地壳内油气聚集的地区在构造运动过程中温度、压力变化的情况下，石油所发生的物理、化学变化问题正在引起广泛讨论。

根据已对作为巨大的现代地壳拗陷区的油、气聚集带的原理，这里就产生了这样一个问题：即现在已知的油、气藏与其圈闭形成的时代是否一样的问题。因此，确定组成油、气藏的石油和天然气生成的时代是非常严重的问题。

虽然有些多问题还没有解决，但是上述的演变情况已能够说明地壳中油、气聚集的基本条件，这一条件决定着进行勘探工作及大地区含油气远景对比评价的方法。

这一基本条件就是上述的地壳地段长期而稳定的沉降，在地壳遭受大小升降运动的过程中，该地区主要倾向于沉降，从而就埋藏了堆积下来的沉积物（布罗德—1947，1951年）。只有沉积物下沉到很大的深度，并在其上覆盖上渗透性差的岩层，地下深处的有机物质才能保存下来，有机物质才能分解而形成新一点一滴的活动性沥青。下沉作用保护着已生成的碳氢化合物在水盆地中不受驱散。在发生转化时，只有一部分被埋藏的沉积物变为碳氢化合物，并在有利的条件下形成油、气藏。其余相当大的一部分碳氢化合物呈分散状态的碳分子保存在岩石中，这些碳分子在进行适当研究时，容易被发现。

因此，作为石油来源的碳氢化合物是在该地壳地段遭受轻微和剧烈升降运动时在两种不同方向运动的过程中，下降运动比上升运动激烈的情况下生成的。

如果生油建造中含有砂层和砂层透镜体或者其他渗透性很好的地层，那么在整个沉积岩层下沉的时候，活动性物质便会从泥质岩向渗透性良好的储积层中运移。储积层在上覆沉积岩荷重的作用下被压紧，但其紧密度要比泥质岩小。活动性的沥青化合物在其从微毛细管孔隙运移到储积层的超毛细管孔隙和裂缝中时，大概是溶解在水中，并同水一道运移的。在运移过程中，活动性物质便在天然油（气）潴内发生分异作用。

天然油（气）潴的四周为泥质岩层所环绕，碳氢

化合物在这种油（气）滞中，逐渐将圈闭填满而形成四周圈闭的油藏（气藏）。如果天然油（气）滞的分布面积很大的话，碳氢化合物从水中分离出来时，便会聚积在各个构造隆起、地层尖灭带或地层不整合覆盖地带，以及天然油（气）滞内能够聚积碳氢化合物的其他各个地段内。

在下降运动胜过上升运动的时候。在圈闭中形成的油、气藏埋藏在地下深处。当油气藏不位于能破坏和分散石油的高温高压环境中时，这种下降运动为主的作用都是有利的。

因此，在地壳上部所发生的激烈和轻微升降运动过程中，下降胜于上升的构造运动，不仅是油、气生成的基本条件，而且也是油、气聚集的前提。这一条件可作为地壳中油、气聚集的基本定律，它应成为评价大地区含油、气远景好坏的主要标准。