
图书在版编目(CIP)数据

陈国达全集/陈国达著. —长沙:中南大学出版社,2008.4
ISBN 978-7-81105-645-7

I. 陈... II. 陈... III. ①陈国达-文集②大地构造学-文集 IV. P54-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 027502 号

陈国达全集

第三卷 地洼学说(活化构造及成矿理论)的充实
(1960~1977)

☐责任编辑 刘石年

☐责任印制 汤庶平

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-8876770

传真:0731-8710482

☐印 装 湖南省地质测绘印刷厂

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 52.25 ☐字数 1318 千字

☐版 次 2008 年 4 月第 1 版 ☐2008 年 4 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-81105-645-7

☐全套定价 2280.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

- “十一五”国家重点图书出版规划项目 ·
- “十一五”湖南省重点图书出版规划项目 ·
- 湖南省科学技术学术著作出版基金资助出版项目 ·

陈国达全集

The Complete Works of Chen Guoda

第三卷 地洼学说(活化构造及成矿理论)的充实

(1960—1977)

中南大学出版社

《陈国达全集》编辑出版委员会

顾 问 王淀佐 叶连俊 叶大年 郭令智 黄培云 翟裕生

主 任 孙 枢

副主任 黄伯云 何继善 王柯敏 尹飞舟 邹志强

委 员 (以下姓名按姓氏笔画排列)

王京彬 王海东 文援朝 左铁镛 古德生 邓吉牛

龙淑贞 刘业翔 刘宝琛 刘代志 刘国璞 刘继顺

杨心宜 邱冠周 吴延之 李昌佳 陈广浩 陈松林

金展鹏 范蔚茗 周裕藩 钟 掘 荣 诚 姜育文

黄 耀 彭省临 赖健清 戴塔根

常务编辑 刘石年 梅敦诗

资 助 者

《陈国达全集》之得以付梓，实赖下列单位和个人对编辑和出版工作的慷慨资助，陈国达亲属以及《陈国达全集》编辑出版委员会，谨对他们表示衷心感谢。

资助机构

中南大学

湖南省新闻出版局

湖南省科学技术厅

湖南省科学技术协会

中国科学院长沙大地构造研究所

中南大学地学与环境工程学院

个人资助

邓吉牛 彭省临 戴塔根 刘代志

刘继顺 吴玺虹 赖健清 木士春

学习陈老的精神
发展地洼学说

周光召

（中国科学技术协会名誉主席，
曾任全国人大常委会副委员长、中国科学院院长、中国科学技术协会主席）

真知灼見揚海外
畢生心血獻中華

賀地洼學說創建50
周年暨“陳國達全集”出版

黃伯雲

（中國科學技術協會副主席、中南大學校長、中國工程院院士）

地洼學說
創新紀
道法文章
勉後人

地洼學說創建五十年

暨《陳國達全集》出版

何建善恭賀



（中国工程院矿产与能源学部主任，湖南省科学技术协会主席，中国工程院院士）

为 21 世纪活化构造与成矿学发展创新国际学术研讨会题词

继承不泥古 发展不离新

对于任何一个前人的科学理论，都要一分为二，通过扬弃，发扬其精华，弃去其糟粕。并根据实践检验结果，修正其不符合客观实际之处，从事“创新”并发展它。

对于地洼学说(活化构造理论)也应如此，继承它时，不要受前人的看法所束缚，要根据实践检验结果和创新来实现，这样才能加以修正和发展。

陈国达

2001 年 10 月 29 日

独立思考 自主创新*

(代自序)

清代学者叶燮曾说：“唯有识，才能是非明；是非明，才能取舍定。既不跟古人脚印，亦不跟今人脚印。”这句箴言如果用在今天来指导科学研究，依我个人的理解，就是对于前人的理论，要准确地了解清楚，分清其精华和糟粕，在批判地继承的基础上加以扬弃，并根据自己的观察和实验的结果，独立思考，自主创新。它对我一生的科学事业都起了很大的作用。

我从青年时期开始，就有喜欢思考、验证的习惯。对一些认为值得怀疑的学术理论或观点，往往想到先去设法检验，或至少了解其有无充分事实依据，才愿意相信和接受。后来从事大地构造研究，正是由于这一习惯使我得到不少益处。

自19世纪后期以来，在地质学中，世界上最流行的有关地壳演化的理论为美国学者赫尔(J. Hall, 1859)、德那(J. D. Dana, 1873)以及奥地利学者徐士(E. Suess, 1885)相继提出并确定的“地槽-地台学说”。百余年来，这种学说一直流行于整个地球科学，被视为不需怀疑的真理。根据这个学说，中国东部大部分地区，向来被划为地台区，“中国地台”之名久被采用，并被人所深信不疑。我根据自己的长期观察与反复研究，结合对前人留下的大量资料的分析发现，这一地区在中生代中期(两亿年前)之前，虽然经历过“地槽区-地台区”阶段，与槽-台学说的论点无异，但自中生代中期开始，这个著名的“中国地台”上却先后不一地出现了新的情况：地壳运动转为强烈，尤以水平运动十分显著为特色，出现了陆内造山作用，断裂、褶皱、逆掩、推覆等构造众多，形成了反差很大的构造-地貌，高峻山脉与深浚盆地相间，出现盆-岭格局。同时有大量岩浆活动和变质作用，带来了以富于有色金属为特色的矿产。以“有色金属之家”著称于世的南岭，其矿产即主要在这一时期形成，其中不乏大至超大型矿床。这一地区目前新构造运动强烈，地震多见。有些地方，如黑龙江省五大莲池，200年前还有火山喷发。所有这些，都不是地台区作为稳定区(克拉通)应有的特征，而显然是活动区(造山带)的典型标志。这就使得槽-台学说难以解释，阻碍了人们对这一地区大地构造性质的正确认识，也就无法合理利用、改造自然，有效地寻找地下资源和消减自然灾害。

科学研究的目的是，准确地了解自然、掌握自然规律、服务生产、发展国民经济、为人类谋幸福。如果能解决中国东部现阶段大地构造性质问题，更全面地认识这一地区的地壳发展史，从而有助于了解其蕴藏的矿产特点和时空分布规律，更有成效地指导找矿，将会对我国社会主义建设和世界地质学的发展作出较大贡献。为此，我在中国各省有关地区进行野外考察及专题研究，收集第一手材料，并在参考前人资料的基础上，于1954年确定了这一研究题目，结合教学工作开展科学研究。经过两年时间的进一步补充观察、搜集材料和整理、归纳、对比、分析、推理，第一篇论文于1956年发表。这就是后来被人们称为地洼学说诞生标志的

* 载《科学的道路》，中国科学院院士工作局编，上海：上海教育出版社，2005

《中国地台“活化区”的实例并着重讨论“华夏古陆”问题》。这篇文章提出用“活化区”(1959年又称为“地洼区”这个概念描述中国东南地区自中生代中期以来的现阶段的大地构造性质。以后,我又继续增加论证,充实修改,逐步深入提高,终于形成比较完整的理论体系。经过几十年的求索,从孕育到诞生,逐步形成和不断发展。今天,地洼学说已从最初用以刻画中国东南地区为代表的大陆地壳现阶段构造特征,限于专门研究大陆地壳构造,特别是陆内造山带为对象的一个相对单纯的地洼构造(包括地穹山脉和地洼盆地)概念,演变成为把全球岩石圈构造演化—运动结合起来,统一研究,具有五个组成部分和多个衍生学科,兼顾大陆与海洋的理论体系。

上述研究成果,经过30多年的时间考验和国内外地质工作者的实践检验,已经证明具有如下几方面的意义和作用。

1. 它阐明了中国东部自中生代中期以来,其大地构造体制实际上属于活动区(造山带)。它的性质与地台区相反,但其各方面的特征表明与地槽区也不同,而系另一种新发现的活动区型的大地构造单元。最早命名为“(地台)活化区”(1956年)。目前在国内外“活化区”与“地洼区”两名并用,作为同义词。

2. 在理论上冲破了近百年来一直视为真理的“非槽即台”的传统思想的束缚,在大陆壳区发现了后地台区阶段的一种新型活动区,即槽台以外的大陆地壳第三基本构造单元。

3. 地洼区(活化区)概念发源于中国,但已被实践证明具有世界意义。

4. 反映出大陆地壳的演化—运动过程,是通过活动区同“稳定区”之间的互相转化、交替更迭,由简单结构到复杂结构,螺旋式上升,波浪式前进的。

5. 地洼区具有重要的成矿作用。由于它的发现,促使成矿学的发展进入新的阶段,增添了新内容。

由于第三基本构造单元或地洼区理论具有上述几方面的科学意义和社会效益,已被国际上评为“决定当代地质学发展”的“新学说”之一,是找矿工作中“具体预测研究的基础”(苏联Tomson, 1977)。美国《经济地质》杂志1976年评价活化区成矿的重要性时指出:功劳归于中国。地洼学说已逐渐形成了一个起源于我国,称中国学者为“第一代引路人”的国际性学派体系。1988年第一届国际地洼构造与成矿学讨论会上,各国代表通过在中国设立国际地洼构造与成矿研究中心的议案。1991年及1992年,该中心俄罗斯及蒙古分中心也相继成立。1990年国际矿床成因协会理事会在加拿大召开时,决定在矿床大地构造委员会中成立构造—岩浆活化(地洼)研究组。1993年,国际地质协调计划执委会批准设立《东亚中生代活化带(地洼)成矿》研究项目,列为IGCP361,使地洼构造成矿的研究进一步纳入国际协作计划。

这一成果之所以能够取得,主要由于我在科学研究的过程中注意了下列几点:

正确对待前人理论,学百家之长,自主创新 对任何与自己研究领域有关的科学理论,都应虚心学习,以求全面深入了解,但不作无原则的全盘接受,要一分为二,只取其精华。就是说,要根据实际材料,检验原有理论,肯定和继承其符合事实的部分,而对其未经验证或经不起检验的部分,加以探索,作为选题对象,以求创新。我主张尊重前人劳动成果,从中获得知识,但不受其束缚,而根据自己的材料和思路去寻求真理。对前人未解决的问题,树立信心,矢志不渝,务求达到水落石出。

面向国民经济,密切联系生产 我在选题时,在把了解客观世界、掌握客观规律作为主

要科研任务的同时，特别注意国民经济建设的需要。我认识到，实际意义较大的课题，所取得的成果其社会效益和经济效益也较大，因而也就较容易得到社会的重视和推广，早日获得实践检验，同时也早日使成果得到充实和提高。

注意研究方法，演绎与归纳并重 演绎法可使人想象丰富，思想开敞，作出无数假说。但在未得到证明之前，纵使动听诱人，仍然只是假说，不一定真正反映客观实际。如果是华而不实，即使可以推行一时，也终难逃过实践的检验。只有演绎法与归纳法并重，交替使用，随时验证自己假说的正确性，才能易于获得接近客观实际的结论。

重视野外观察，宏观与微观结合 地洼构造理论之所以具有一定的实用性，被认为“以十分让人信服的论据，论证了这种地区是与地槽区和地台区并列的一级构造单元”(苏联 Sherglov, 1968)，即得益于此。如果轻视任何一方都会影响科研的质量。近年有些国家轻视野外工作之风吹到我国，不宜模仿。

讲究思想方法，重视辩证思维 基础理论问题常常涉及科学中的带根本性的问题。在整个科学研究活动中，运用自然辩证法将会获得有益的指导作用。就大地构造来说，过去强调地壳演化研究，采用历史 - 分析法，重视垂直运动，近年则强调研究岩石圈块体的运动；采用动力分析法，重视水平运动。各有优点，也各有不足之处，主要在于两者都有偏颇。如能运用辩证思维，把两者结合起来建立历史 - 动力大地构造学及壳体概念，将岩石圈块体的演化与运动融为一体，采用历史动力综合分析法，统一研究，既强调它们在时间上的动态，又强调它们在空间上的动态，即发展观点与联系观点结合，时间空间兼顾，水平运动垂直运动并重，将能更全面认识地球，建立的理论将会更有成效地指导生产。我之所以能够发现地洼区这个新型活动区，成为地洼学说基础的最原始部分，即是受益于这样的思维方式；该学说的其他组成部分以及其整体的指导思想和思维方式有别于槽 - 台学说和板块理论，也主要在此。

陈国达

1998 年

前言

陈国达(1912—2004)是中国科学院资深院士,国家一级教授,教育家和社会活动家;国际著名地质学家、大地构造学家、成矿学家、国际活化构造与成矿理论体系——地洼学说原创者及其国际性学派创始人、国际地科联(IUGS)矿床成因协会(IAGOD)矿床大地构造委员会(CTOD)副主席兼构造—岩浆活化(地洼)学组主席。

曾任中南矿冶学院(现中南大学)地质系首任系主任,中南矿冶学院副院长,湖南省地质学会首任理事长,中国科学院长沙大地构造研究所首任所长,中华人民共和国成立后中国地质工作计划指导委员会委员,中国地质学会副理事长,全国人大第四、五、六、七、八届代表,全国先进工作者,全国高等学校科技先进工作者,湖南省特等劳动模范,湖南省首届科技之星。

他一生以大地为伍,从事区域地质、构造地质、成矿学、地貌学、地震、古植物学等多个领域的研究与教学工作70余年,硕果累累,桃李满天下。据不完全统计,他在国内外公开发表论著420多篇(本),还有未发表论著及学术报告50余篇(本),内容广泛,形式多样,既有对理论大地构造学和成矿学的重大建树,也有对地质基础和新兴学科的出色贡献。他的最大建树在于创立了大地构造新理论——地洼学说(活化构造及成矿理论),为推动地球科学的发展和矿产资源开发做出了卓越贡献,产生了深远的国际影响。地洼学说的创立突破了近百年来统治地球科学的槽—台学说的束缚,被列为20世纪世界科学史上的大事之一。经过半个多世纪的不断发展、完善和实践的检验,地洼学说已得到国内外地质学界的承认与高度评价,从而成为源于中国、称陈国达为“第一代引路人”的国际性学派体系。

他为中华民族赢得了荣誉,更是中国科技精英中的杰出代表。

一

陈国达,原名陈祖达。1912年1月22日生于广东省新会县五福里一个贫苦的店员家庭。他年幼时就聪颖好学、爱动脑筋。他经常随父亲翻山越岭,渐渐地对山和海产生了兴趣。大自然的熏陶,使他自小养成了探究山川奥秘和好奇求索的个性,以及求真务实、细心观察、勤于思考、刻苦钻研的习惯。

1925年,陈国达考入新会一中。1928年,他以优异的成绩越级考取中山大学理学院预科。两年后直升本科,并且选择了地质学。大学期间,陈国达师从我国著名地质学家张席禔、古生物学家乐森珥、大地构造学家李承三等教授,还有瑞士构造学家A.哈安姆,奥地利著名古生物学家K.古力齐等外籍学者。他学习十分刻苦,坚持理论与实践并重,不满足于学校安排的课外实习,经常利用节假日到广州郊外考察……

年轻的陈国达才华横溢。大学四年,他先后发表三篇颇有见地的论文。第一篇论文《广

东新会地质试勘》，这是他利用暑假回乡考察后写下的，后来获国立北平研究院地质矿产研究奖金。另一篇《广州三角洲问题》，他以实际资料为依据，大胆提出它并非真正的三角洲，而是由基岩准平原被珠江泛滥平原冲积物覆盖及基岩残丘共同组成的地貌景观。这篇论文被刊登在中国科学社主编的《科学》(1934)刊物上，并获中国科学社颁发的奖金和一枚刻有“格物致知，利用厚生”的金质奖章。第三篇论文(毕业论文)《广东之红色岩系》，是他前往广东省仁化丹霞山等地考察后写下的，首次阐明了关于中生代红层的沉积环境，并提出了“丹霞山地形”。该文与1938年题为《中国东南部红色岩系之时代划分》的英文论文，是他后来创立地洼学说，命名“地洼区”、“地洼沉积层”的最原始的依据。因其论文见解新颖、富有独创性，再次获得国立北平研究院地质矿产研究奖金。

1934年，陈国达大学毕业后，获美国洛克菲勒文化基金资助被直接选送到北平研究院地质研究所当研究生，师从著名地质学家、中国中生代造山运动——燕山运动的发现者与创名者翁文灏教授，兼在北京大学随著名植物学家斯行健教授和美国大地构造学家葛利普教授学习。在这期间，他先后考察了河北、山东、山西、内蒙古等地，收集到大量的第一手实际资料，发表了《山西太谷沉积中之水成变形》《山东荣城县马鞍山碱性正长岩之探讨》等四篇论文。通过潜心研究，他发现当时按传统的地槽—地台理论所划定的“华北地台”，与他在华北地区观察到的中生代造山运动地质构造现象不相符合。这一怀疑，标志着一种新的大地构造思想在他脑海里孕育。1935年，陈国达结束了研究生学习，回到广州，在两广地质调查所任技士，兼任中山大学地质系的教学工作。

1936年4月1日，广东灵山地区发生了强烈地震。陈国达冒着余震的危险，赶赴灾区现场考察，写出了具有深远影响的《广东灵山地震志》专著，对传统理论认为中国缺少地壳活动性和系少震国家的论断提出了质疑。该著作被载入了新中国成立前我国具有开创意义的震例研究之中。

1937年，日本侵华，广州沦陷。陈国达到江西地质调查所任技正。八年抗战期间，他辗转迁徙，踏遍华南诸省考察地质，进入虎狼出没之地，住破庙，吃干粮，过着风餐露宿的野外生活，使他患上了风湿病，后来又得了肺结核，但他不仅以顽强的意志战胜了病魔，而且还对江西以至中国东南部的燕山运动以及地质与矿产进行了广泛的调查研究。在江西工作期间，陈国达的研究内容更为广泛，发表论文数十篇。他在《江西贡水流域地质》和《崇仁宜黄间地质矿产》两项研究中，正式提出的“丹霞地貌”术语。现已被广泛引用于描述以奇峰著称的丹霞式红层地貌，被誉为红层地貌学研究的奠基人之一。在江西贡水，他还发现了大羽羊齿(*Neuropteris gigantea*)植物化石，突破了前人关于江西省只有二叠纪煤系的看法，确证了江西境内有石炭纪煤层的存在，从而扩大了该省的找煤方向。

1945年8月，陈国达重返中山大学，任地质系教授、系主任。1947年，他去广东沿海考察，研究中国海岸地貌，在其后的《广州附近上升浪蚀阶地及粤省复式岸线之成因》及《中国岸线问题》等文章中，以令人信服的依据纠正了长期流行的德国地质学家李希霍芬(Riehlthofen)关于中国岸线是南升北降的简单结论，提出了由块断差异升降复合成因的新论断；更具深远意义的是，获得了中国大陆东部近代地壳运动(新构造运动)活跃的事实依据。陈国达这一时期的科学实践，及持续近20年的科学积累，证实了从中生代“燕山运动”到新生代，直到现代新构造运动，都大范围地表现出地壳的活动性特征。学术思想上的解放，为他开启

理论大地构造学“继承与创新”的探索与研究,清除了主要障碍,成为其后创立“地台活化说”的基础。因此,这一时期成为其后创立地洼学说的孕育时期。

1948年,他去广东茂名等地调查油页岩,发表《广东油页岩简报》和《中国油页岩概论》等论著,为新中国成立后开发油页岩矿产提供了最早的、可靠的地质依据。1949年,陈国达在广州十二科学团体联合会共同举办的学术讨论会上宣读了《粤南油页岩的开发问题》一文,不仅引起众多地学工作者的兴趣,而且得到政府官员对矿产开发的高度重视。

1951年,他被中央人民政府政务院任命为中国地质工作计划指导委员会委员。

1952年,全国院校调整,随着中山大学地质系并入中南矿冶学院,陈国达调入中南矿冶学院工作,先后任系主任、科研部主任、副院长、学术顾问。1954年确定了研究题目,他把主要精力集中向地球科学的“上层建筑”——大地构造学中关于地壳演化与运动问题进军。他系统整理历年来野外考察积累的实际资料和成果,于1956年在《地质学报》上发表了《中国地台“活化区”的实例并着重讨论“华夏古陆”问题》,对美、奥学者提出的一百多年来在世界流行的地槽-地台说提出了挑战,通过批判性的继承和扬弃创新,提出了地台活化说,这是地洼学说的初创,被国际上认为是地洼学说在中国诞生的标志。这年,他加入了中国共产党,并被当选为湖南省地质学会第一任理事长和省科协副主席。1956年1月,他赴北京列席第一届全国政协第二次会议,在中南海受到当时的中共中央主席毛泽东和国务院总理周恩来的亲切接见。

1957—1960年是陈国达创新理论发展中的重要时期。期间,他与苏联科学家西尼村一道,考察湘、赣、粤、闽、浙等省的“活化地台”地质构造。随后相继发表了《关于怎样辨识活化地台》《中国地台活化区矿产的分析》《地壳的第三基本构造单元——地洼区》《地洼区的第三构造层——地洼沉积层》《划分基本构造单元的一项新标准——结构》以及《地壳动“定”转化递进说——论地壳发展的一般规律》等二十多篇有关地洼学说的论文,还出版了《地台活化说及其找矿意义》专著。至此,形成了地洼学说最初的理论结构雏形。1965年,作为中国大地构造主要学派之一的代表,陈国达用多元论的观点,在《中国大地构造问题》论著中发表了《地洼区——后地台阶段的一种新型活动区》。第一次对他所创立的地洼学说的立论基础——地洼区作出了全面系统的论述。该成果获中国科学院自然科学二等奖。

1961年,国务院批准在长沙设立了专门研究机构——中国科学院中南大地构造与地球化学研究室,陈国达担任主任。

1966年,河北邢台发生大地震。根据国务院的安排,陈国达率主要骨干赶赴灾区进行考察。后来又承担了安阳地区地震烈度区划及地震烈度鉴定的任务,受到好评。

“文化大革命”期间,中南大地构造与地球化学研究室被撤销。虽然受到各种阻力,他仍然忘我笔耕,完成了《成矿构造研究法》专著初稿。1975年,该专门研究机构恢复为湖南省大地构造研究所,陈国达任所长。并于1977年创办《大地构造与成矿学》,亲自任主编。

随着“文化大革命”的结束和1978年全国科学大会的召开,陈国达也迎来了他的科学生涯的春天,他所创立的地洼学说进入了全面充实发展和拓展的阶段。1978年,他的专著《成矿构造研究法》出版,其后他主编了《中国大地构造图》(1:400万)。该图和《中国大地构造概要》1978年获得两项全国科学大会奖励。是年,湖南省大地构造研究所重归中国科学院,易名为中国科学院长沙大地构造研究所,陈国达先后任所长、名誉所长。

1979年,陈国达当选为中国地质学会副理事长。1980年,他当选为中国科学院学部委员(1993年改称院士)。同年,他应邀到德国法兰克福大学讲学,这是他出国传授地洼学说的开端。接着代表我国出席在巴黎召开的第26届国际地质大会,宣读《地洼学说及其实践意义》论文,《成矿构造研究法》专著和《中国大地构造图》(1:400万)被选送巴黎第26届国际地质大会展览。会上他当选为国际地科联矿床成因协会(IAGOD)矿床大地构造委员会(CTOD)副主席,受聘为《全球构造与成矿学》顾问编委。会后,考察了波罗的海活化(地洼)区构造及瑞典基鲁纳大铁矿和芬兰乌罗士铜锌硫化物矿床。以此为开端,在1981~1989年,他先后应邀前往纽约大学、哥伦比亚大学、科罗拉多大学、美洲大学、李海大学、莱哈大学、得克萨斯大学等美国九所大学和四个研究所讲授地洼学说,受到赞誉。期间他还对美国西部活化(地洼)区、大河谷、科罗拉多高原、Tularosa地洼盆地等进行实地考察。

1982年,他的《地壳的第三基本构造单元——地洼区》和《地洼区——后地台阶段的一种新型活动区》获国家自然科学二等奖;其后,有关地洼学说的论著分别获得省、部级成果奖励。

1982年,他作为中苏科学交往中断20多年后第一个受到邀请的中国科学家到苏联莫斯科大学、全苏地质研究所和列宁格勒矿业学院、苏联科学院前寒武纪地质与地球年代学研究所讲学访问,并被特邀出席在第比利斯举行的第六届国际矿床成因协会会议,担任大会执行主席,并在会上作特邀报告《多因复成矿床并从地壳演化规律看其形成机理》。他所提出的多因复成矿床新概念,其后发展成为地洼学说中递进成矿理论的重要组成部分。会后他还考察了中亚与西亚地质,受到隆重接待。陈国达此行被认为是中苏“科学外交”的里程碑。这一年他还被国务院批准为首批博士生导师;以后又被批准为首批博士后研究人员及访问学者导师。

1983年,陈国达主持了首届全国构造地球化学讨论会(长沙),作了《关于构造地球化学几个问题》的学术报告。这门交叉学科自陈国达1961年提出设想,经长期实践和积累后,成为地洼学说理论结构中的新增部分。1983年6月,他去张家界考察武陵山脉石英砂岩峰林地貌,并受聘为武陵源国家风景区科学顾问;9月,他应日本学术振兴会邀请前往日本新潟大学、京都大学、山口大学、广岛大学、鸟根大学、松山爱媛大学、名古屋大学、信川大学、大坂大学、东北大学及日本地质研究所、构造地质研究会、温泉研究所等十余所大学及研究所讲学访问;并考察了中央构造线、陷没构造、阿苏火山和九重山地质构造等。

1984年7月,应南斯拉夫科学艺术院邀请前往讲学,并访问塞尔维亚、波黑及马其顿,实地考察这些地区的活化(地洼)构造。同年9月,他应国际地质大会组委会特邀,出席第27届国际地质大会,在会上作了《论汾渭地堑的大地构造性质——一个裂谷型地洼系》的特邀报告。在开、闭幕式上,他被安排在大会主席台前排就座。这是自有国际地质大会以来享受这种礼遇的第一位中国科学家。

1986年,他应邀赴香港地区讲学,受到隆重礼遇;同年11月,他主持召开第一届全国地洼构造与成矿学学术会议。中共中央书记处书记邓力群等领导到会祝贺。会上成立了中国地洼学说研究会(筹),陈国达被推选为理事长。1987年他还分别出席了“国际岩石圈北京会议”和“中苏海洋地质讨论会”。由于他的一系列的学术交流与讲学,地洼学说(活化构造与成矿理论)被进一步推向世界。

1988年,他主持召开首届国际地洼构造与成矿学学术讨论会。会上,由各国代表倡议成立了国际地洼构造与成矿学研究总中心,总中心设在中国长沙,陈国达任主席。1989年他率中国科学家代表团访问蒙古,进行学术交流并实地考察了蒙古活化(地洼)构造和著名的额尔德尼泰因鄂情铜钼矿山。随后,俄罗斯、蒙古两个分中心相继于1991年及1992年成立。

20世纪90年代,活化(地洼)构造及成矿理论的研究,成为国际地科联(IUGS)有组织、有计划地进行国际合作的一部分。1990年8月14日,国际地科联矿床成因协会理事会决定,在矿床大地构造委员会中设立“构造-岩浆活化(地洼)”学组,陈国达任主席。这是第一个以中国学者创立的学说命名的国际性学术组织。同年,他在国际第十五届地质科学史会议上发表了《“燕山运动”的历史意义》一文,从国际领域发展的角度,强调了中生代造山运动的客观地质记录,对大陆构造与成矿研究具有重大作用和深远意义。1989年起他将《大地构造与成矿学》创办成由IAGOD/CTOD WORKING GROUP4和TECTONO-MAGMATIC ACTIVIZATION(DIWA)共办的国际性中、英文期刊。

1991年,陈国达与苏联科学院院长A. П. 杨申院士共同主持,在苏联召开了第二届国际地洼构造与成矿学学术讨论会。1992年他还与苏联、日本等国的地质学家一道,承担完成1:300万《东亚火山构造图》。1993年经国际地质对比计划执委会批准设立《东亚中生代活化带成矿》(IGCP)361国际协作研究项目,他担任该项目第一副组长。地洼学说被进一步纳入国际协作计划。

陈国达倡导并注重大地构造与矿床学研究相结合发展成矿学理论,把大地构造理论与找矿实践并重作为地洼学说的基本学术路线。从20世纪80年代起,他从成矿学的角度,提出了多因复成矿床理论,进一步充实了地洼学说与成矿学的内容,并用上述理论指导中国科学院长沙大地构造研究所和中南工业大学地质系承担完成了数十项国家和省、部级科研课题,取得了一批科研成果,相继获得国家部和省级奖励。

1990年起直到2004年4月逝世前,陈国达对其所创立的地洼学说,进行了涉及理论学科范畴、研究范围与方向,研究目的与方法等方面的系统性的总结以及全面性的拓展、增新。他分别于1996年和2000年出版了中、英文版的《地洼学说——活化构造与成矿理论体系概论》,该书是向国内、国际地球科学界系统阐明活化(地洼)构造及成矿理论体系的较全面的最新专著。1991年,他又倡导建立历史-因果论综合大地构造学,将其创立的大地构造及成矿学理论体系推进到全球构造的更高层次。1992年他发表了中、英文版《历史-因果论大地构造学刍议》,倡议将全球陆、洋岩石圈块体(壳体)的演化-运动相结合统一研究,采用“历史-动力综合分析法”,并据此创建“壳体大地构造学”新学科,这是他所创立的地洼学说的持续创新。随后于1994年主持编制出版了《亚洲陆海壳体大地构造图》(1:800万),获中国科学院自然科学二等奖。在1996年他又向第30届国际地质大会提交了《壳体构造——一种综合大地构造学新概念》的论文;1998年他所主笔的《亚洲陆海壳体大地构造》专著出版,书中提出的亚洲壳体演化-运动历程中的三个重大事件的创见,被学术界誉为国际地学前沿研究的三大课题。该专著获国家图书奖提名奖暨科技进步奖(科技图书)二等奖。2003年,陈国达从理论基础与基础研究两个方面,对递进成矿演化论的核心内容,以及中国主要非金属、金属和能源矿产的成矿演变特征及其时、空规律性和典型成矿类型实例,进行系统性论述的《活化构造成矿学》专著出版。此专著获2004年第十四届中国图书奖。在地洼学说拓展

和再创新的阶段,他共发表了近 40 篇(本)论著。直到 2004 年逝世前,他还完成了《自主创新研究亚洲陆海大地构造与成矿学之必要》及《亚洲大陆中部壳体东-西部历史-动力学的构造分异及其意义》两文。

自 1956 年始,半个世纪以来,陈国达创立的地洼学说(活化构造及成矿理论)经历了初创、充实发展、拓展再创新几个阶段;经历了国际与其接轨到其与国际接轨、相辅相成的发展历程。陈国达将他生命最后 20 多年的大部分精力,都用在把中国学者原始自主创新的理论推向世界并促进国际合作研究,为地球科学的发展,为振兴中华科学技术,扩大在国际上的影响,做到了“鞠躬尽瘁,死而后已”。

二

地洼学说提出后,首先得到国外地质学家的赞同。许多地质学家先后撰文著书,系统地引用和详细地介绍这一理论。1959 年,苏联科学院 A. Л. 杨申院士首先把“地洼”(Diwa)直译为“дива”介绍给该国地质界。随后,谢格洛夫和卡赞斯基以及巴西学者阿尔梅达、日本学者滕田至则等,此外还有朝鲜、蒙古、越南、印度、美国、澳大利亚、西欧等许多国家和地区的学者,都相继撰文或引用。“地洼区”或“活化区”已被收入苏联《地质辞典》(1978)、日本《地学事典》(1971)、中国的《辞海》及《地学辞典》等。事实上,“地洼区”并非中国独有,而是在世界大陆普遍存在。如《朝鲜地质》(1968)一书记述了朝鲜地质发展从三叠纪进入地洼区阶段,中生代成矿期对该国矿产形成的重要作用;1977 年苏联地质学家汤姆逊在评价《活化区成矿分析》一书中指出:“现阶段地质学的发展,决定于两个新学说,一是板块构造,二是构造-岩浆活化(地洼)过程所决定的第三构造发展类型,这两个科学方向都成为重新审查成矿理论的基础。”1976 年,美国《经济地质》杂志刊登介绍《活化区成矿》一书的署名文章指出:“功劳归于中国的陈国达……”苏联科学院通讯院士 A. Д. 谢格洛夫,在 1983 年访问长沙大地构造研究所和南京大学的学术报告中,高度评价中国在大地构造与成矿学方面取得的成就,指出“苏联构造-岩浆活化学说,是建立在地洼学说上的”;称“陈国达教授是我们学说的第一代引路人”;“陈国达教授是构造-岩浆活化论在国际上的支柱力量”;他还一再强调“地洼学说发源于中国,陈国达教授创立,但不仅仅适用于中国,它有着世界意义”。

不仅如此,地洼学说在指导找矿上也卓有成效。在国外,苏联首先运用地台“活化区”(地洼区)新观念,开展找矿实践,在长期以来被认为是无找矿远景的外贝加尔地区,运用地洼学说理论找到了丰富的钨、锡矿床;还有巴西北部的锡矿,澳大利亚的萤石、汞、锑矿,捷克、法国、加拿大等国的许多金属矿,都是运用地洼学说理论找到的。2000 年俄罗斯在彼得堡举行的《矿物资源和地质调查科学大会》上重点讨论了活化(地洼)构造的成矿问题。彼得洛维奇院士指出:“中生代构造活化是个全球性现象,许多重要矿床与之有关;以铀矿为例,世界意义的超大型铀矿床……均产于地洼构造中,因此地洼构造成矿研究,具有普遍意义。”

在中国运用地洼学说指导找矿成功更是不乏其例。如石油工作者根据地洼区的构造特点,在新疆、华北找到了大型油田;新疆阿尔泰山原生金矿的首次发现,使该地区找矿工作获得新的进展;海南在原认为无成矿远景的抱板地区也发现了金矿带;广西首次发现大型三水铝土矿;在云南老厂铅银铜矿、个旧锡矿、湘西金矿、湘东钨矿、湖南花垣铅锌矿、广东凡

口铅锌矿、湖北大冶铁矿、安徽铜陵铜矿、甘肃金川镍矿等大批金属矿深、边部及外围,运用地洼学说成矿学理论,找到了新的隐状矿产资源等。此外,地洼学说在地震预报、五强溪水电站和柘溪水电站工程选址方面,都发挥了重要作用。充分地反映了该学说理论与实践并重、创新与拓展并行的特色。

由于地洼学说在大地构造学领域中所起的开拓性作用,这个地壳演化新理论已在日本弘文堂出版、伊东俊太郎主编的《科学史技术史大事典:简明世界科学技术史年表》中,把“1956年陈国达(中国)发表地洼理论”列为大事之一^①。20世纪80年代末至21世纪初陈国达在国际地学界的学术交流与合作,受邀讲学访问,不但向世界各国地学界宣讲了地洼学说(活化构造及成矿学理论),扩大了这一创新理论在国际上的影响;而且向全世界显示了中国人民及其科技人员的勤奋努力和聪明才智,为中华民族赢得了荣誉。正如著名地质学家叶连俊资深院士在《怀念大地构造学家陈国达院士》文中^②的赞誉评价:“陈国达院士是受国际地球科学界尊重的地球科学家”;“陈国达院士为我国地质事业的前进与发展奋斗了一生,务实求真,为祖国地质事业的不断前进与发展,孜孜不倦地奋起重挥远征帆”;“他提出的第三大地构造单元理论——地洼学说,被国际大地构造学界公认为是一项最新的大地构造学说,在国际上为中国地质科学界获得了荣誉”;“晚年,他仍然不顾年老体弱,始终惜时若金,不停步地向前迈进。他于1991年提出了《壳体构造》这一论说,即把岩石圈的演化与运动统一起来,加以研究的新的学术思想,代表着当今地球科学界的一项新的探索目标”。

陈国达在学术上的突出贡献,使他获得了崇高的声望。除了在科学技术界担任过20多个职务外,还被选为湖南省第一、二、三届人大代表;第四、五、六、七、八届全国人大代表。1989年被评为湖南省特等劳动模范和全国先进工作者;1988年至1989年间,他曾入选美国《国际杰出领先者名人录》和《国际名人辞典》、英国《世界五千名人》;1990年被国家教委、国家科委授予全国高等院校先进科技工作者;1996年又被评为湖南省首届科技之星;2000年,湖南省科协主持组织为他雕塑两座铜像,分别矗立在中南大学校园和中国科学院长沙大地构造研究所内,以此表达对这位科学大师的敬仰。

三

陈国达是个土生土长的中国科学家。他在科学事业的长河中之所以能激起令人奋进的浪花,与他敢于坚持真理、勇于求真务实以及他的治学思想和科学方法密不可分。“坚恒、勇慎、严实、德勤”,既是他为中国科学院长沙大地构造研究所制定的“八字”所训,也是他半个多世纪以来在科学探索中的治学格言和经验总结。正如他在1939年处于创新理论的萌芽孕育阶段时所写下的《携锤颂·七律》:“十载携锤欲尽山,兴来哪识路艰难;晨风飒飒驰荒漠,暮霭苍苍渡苇关;衡岳云端笑断壁,蓬莱海角战狂澜;前尘回首休惆怅,奋起重挥远征帆。”

陈国达认为,一个科学工作者首先必须有攀登科学高峰的坚定志向,任何处境下保持坚

^① 伊东俊太郎等.《科学史技术史大事典:简明世界科学技术史年表》,日本弘文堂出版;译本:哈尔滨工业大学出版社,1983年,第145页

^② 叶连俊.《怀念大地构造学家陈国达院士》,大地构造与成矿学,2005,29(1):131~132

定不移的恒心。正是这种志向使他在“十年动乱”期间顶住了来自多方面的压力,没有中断过工作。无论是处于逆境或受到推崇,始终平静坦然面对,正如在1996年纪念地洼学说(活化构造及成矿理论)创立40周年时,他作了如下诗句自我概括:“踏破万水与千山,人为险阻攻更难;半纪求真坎坷路,雪山过后终开颜。”

他经常告诫他的学生,要敢于创新,要有超越前人的精神;工作中要勇字当头,但在观察、实验的时候,必须谨慎细致,一丝不苟;公布发现和发明要适时,成功面前要谦虚。

他认为,严肃、严格、严密的工作作风和实践、踏实、求实、诚实的品德是一个科学工作者取得成功的关键。他特别重视科学研究的哲学思想与方法。在他发表的论著中,有相当数量的论文,贯穿和体现了这种唯物辩证法的思想与方法。他不但年轻的时候勤于实际观察,就是年逾古稀时也仍然坚持工作在科研第一线,足迹遍及祖国各地和亚欧、美洲等著名矿山。

他认为,科学道德和职业道德是一个科学工作者最基本的、不可缺少的素质之一。一个合格的科学家,要有高尚的道德和良好的品质以及勤劳不息、勤俭节约的精神。凭着这种精神,他在长达70余年的地质科研与教学生涯中,勤奋笔耕,发表论著420余篇(本)。他还被评为中国20世纪100名论著最具国际影响的科学家之一。

他博学多才,具有深厚的文学功底。他在探索大自然奥秘之余,还写下了近百首风格上朴素自然、寓意辽阔深远的科学诗。1995年出版了《陈国达诗选》,1998年再版。

陈国达虚怀若谷,热心育人,桃李满天下。除了教育成千上万的大学本科生外,从20世纪60年代起,他为国家培养了百余名硕士,50多名博士和数十名博士后高级人才。其中许多人已成为教学、地质科研和生产战线的科技精英。

他严于律己、宽以待人。痛恨那些慷国家之慨、损公肥私的恶习,他的生活十分简朴,家里除了琳琅满目的书籍杂志之外,几乎没有一件像样的家具。讲课时,舍不得扔掉所剩的粉笔头;写作时甚至连旧信封也要翻过来用。……然而,为了推动地洼学说的发展,激励后辈,他慷慨地把自己所获的国家自然科学奖奖金和部、省级奖金以及个人所得的稿费和其他收入捐出来设立“地洼学说奖励基金”,奖励那些在研究该学说理论上有较大发展或生产实践中做出较大贡献的地学工作者。自1983年设立该基金以来,共颁发了12次奖金,80余人获此殊荣。此外,他还为青年学者的论著题词作序,鼓励年轻一代奋发成才。

陈国达惜时如金。即使步入耄耋之年,患有高血压、冠心病等多种疾病,但仍和年轻时一样,从来没有节假日和星期天。尽管行动不便,但仍坚持忘我笔耕。

1996年以后,他相继出版了《地洼学说——活化构造及成矿理论体系概论》(中、英两种版本)《亚洲陆海壳体大地构造》《活化构造成矿学》《云南铜-多金属壳体大地构造成矿学》等专著和数十篇学术论文。直到逝世前的几小时,他还在为“教育天地”刊物题词;还在与他的助手和学生在电话中探讨学术问题。真可谓“春蚕到死丝方尽”。

2004年4月8日凌晨4时23分,陈国达因心肌梗塞在长沙逝世,享年93岁。

四

按陈国达健在时的意愿和嘱托以及逝世后其亲属的委托,由陈国达生前所在的两个工作单位——中南大学和中国科学院长沙大地构造研究所牵头,组成了包括有部分两院院士和专

家、学者的编辑出版委员会，负责主持编辑出版《陈国达全集》；中南大学出版社受陈国达亲属委托负责出版有关的具体事宜。陈国达的论著及作品十分丰富，为了将他在这些论著中所反映的创造性发现，他所创立的地洼学说（活化构造及成矿理论）的体系内容、创新发展阶段及奋斗历程等汇集出版，供国内外同仁参考，经《陈国达全集》编辑出版委员会历时3年多的收集整理，共收集有陈国达独著或为第一作者的论著450多篇（本）（包括部分未发表的以及虽发表过但以前未列入陈国达著作总目录的）。按照内容和时间结合分卷的原则，经编辑出版委员会部分在长专家座谈会讨论确定，共分九卷，每卷100万字左右。

第一卷 地洼学说的孕育——中国区域地质矿产调查（1932—1955 年中英文论著）

第二卷 地洼学说（活化构造及成矿理论）的初创（1956—1960）

第三卷 地洼学说（活化构造及成矿理论）的充实（1960—1977）

第四卷 地洼学说（活化构造及成矿理论）的拓展（1977—1992）

第五卷 地洼学说的再创新——历史—因果论壳体大地构造学（1992—2005）

第六卷 地洼学说——活化构造及成矿理论体系概论（中、英文版合卷）

Diwa Theory—Outline on Activated Tectonics and Metallogenic Theoretic System

第七卷 活化构造成矿学

第八卷 Works on Activated (Diwa) Tectonics and Metallogeny Written in Foreign Language

[活化(地洼)构造及成矿理论的外文论著(1956—2005)]

第九卷 科学思想与方法，科普作品与诗词（1933—2005）

上述九卷中的第六、七两卷为活化(地洼)构造及成矿理论体系的系统论述专著，是作者经长期理论研究及科学实践所提出并闻名于世的“地洼学说”理论体系的系统总结，分别于1996年和2003年出版。

《陈国达全集》的收录范围自作者从20世纪30年代至21世纪初他逝世前所发表的论文、著作以及反映其学术思想和奋斗精神的文字作品，这些作品均具有原创性。对于作者编著的教材(6部)、文选(3部)、译著以及主要属于与陈国达合作的作者所写的合著作品，除个别重要内容收入正文外，一般均放在附录中进行了简要介绍；除此之外，附录还包括了《陈国达年谱》和《陈国达论著目录(1932—2005)》；陈国达应邀赴国内、外所作学术报告或访问讲学的简况；培养的研究生(硕士、博士及博士后)名单及其论文题目；主持有代表性的科研项目、获奖情况等；“地洼学说”奖励基金奖励人员及论著名称；“地洼学说”陈列馆与国际期刊《大地构造与成矿学》创办历史及简况；活化(地洼)构造及成矿学国际学术会议的主办及活动情况等。其中，作者应邀在一些单位所作的学术报告，有部分内容较重要而又在以后未正式发表的，也选入了全集正文。但有些学术报告其部分内容与已发表的论文有所重复的，则采用节略及节要的方式收录。

由于作者论著写作时限较长，格式编排不一，此次《陈国达全集》的编辑采用了国际标准编排法，对论著中的章、节、小节等一律用1, 1.1, 1.1.1……表示，其下再按1)、(1)、①、A、(a)等编排。图表在论文中用单数列编号，如图1, 表1；在著作中用章号加图号的复数列编号，如图2-2, 表2-2等；图版如为照相制版，找不到原底版的，只能扫描复制；大图(如1:400万中国大地构造图及1:800万亚洲陆海壳体大地构造图)则只能缩制，以便能收入书内。注释分两类，作者的原注用①、②、③等排于页下，编者所加的注释则一般用带*号的

脚注形式表示(如作品发表的书刊名、卷、期、页、时间)。参考文献仍置于每篇论文或著作之后,但按先中文后外文进行了调整;因作者论著中的参考文献大部分采用哈佛体系著录法,因此全集的中文卷(第一至七卷及第九卷)按此进行了统一;中文论文后的外文摘要仍随文放在各卷中,独立篇(本)的外文论著则汇编成外文卷(第八卷),外文卷的参考文献仍采用顺序编码体系。

根据陈国达生前的嘱托,为了使读者对其创新理论发展进程中涉及新概念、新观点的一些重要论著的历史背景、要点及意义有所了解,特由有关编委撰写了每卷的编者说明,以说明该卷的论著数目和特点,以及一些重要论著的历史背景、要点及其意义。此外,还根据陈国达生前嘱托代为修正了相关文章中的印刷错漏、专门用语的欠妥和规范不统一等问题。

在《陈国达全集》资料收集集中得到了中国科学院长沙大地构造研究所、中南大学地学与环境工程学院及陈国达院士的亲属的支持和大力协助。此外,还获得了北京国家图书馆、中国地质图书馆、全国地质资料馆、中国地质学会、湖南省地质学会、湖南省图书馆、广州中山图书馆、中山大学图书馆、中南大学档案馆和图书馆、中南大学地学与环境工程学院资料室等众多单位的鼎力帮助,在此一并致谢!

在《陈国达全集》的编辑和出版过程中,始终得到中国科学院叶连俊、孙枢、翟裕生等院士和中国工程院黄培云、黄伯云、何继善等院士的热情鼓励和支持;以及一些单位和个人在出版经费上的大力资助(见资助者题名页),原全国人大常委会副委员长、中国科学院院长、中国科学技术协会主席,现任名誉主席周光召院士以及中国科学技术协会副主席、中南大学校长黄伯云院士欣然为本书题词,中国工程院矿产与能源学部主任、湖南省科协主席何继善院士专门为本书题词并题写了书名。在此,我们深表谢意!

《陈国达全集》的“前言”,是由中国科学院长沙大地构造研究所和中南大学两单位陈国达生前的行政秘书和学术助手等,参照包括陈国达院士本人的历年相关的档案、资料撰稿,后经征求编辑出版委员会全体成员的意见,经反复修改,并经院士、专家学者最后审定。《陈国达全集》的总序,经编辑出版委员会在长沙专家座谈会商定,采用陈国达亲自撰写的《独立思考 自主创新》一文^①,作为代自序,放在全集各卷前。

我们怀着崇敬的心情搜集整理编辑陈国达的论著,看到凝结着编委会心血的《陈国达全集》的面世,内心感到无比欣慰。因为这不仅是陈国达毕生从事地质事业,创立和发展地洼学说(活化构造及成矿理论)的历史记录和科学总结,而且也是留给中华民族乃至国际地学界的一份宝贵的科学文化遗产。但因陈国达从事地质科研和教书育人工作的时间跨度很长,中间又经历了八年抗战、解放战争的伟大历史时期和建国后的“文化大革命”等几个较动荡的阶段,以致收集整理工作艰巨繁难,错漏之处在所难免,敬请有关专家和读者批评指正。对于被遗漏的未能编入《陈国达全集》的著作,我们将在机会成熟之时再编辑出版续集。

《陈国达全集》编辑出版委员会

2007年8月25日

^① 见《科学的道路》,中国科学院院士工作局编,上海教育出版社出版,2005

编者说明

本卷收入作者自 1960 年至 1977 年正式发表的论著以及部分学术报告 25 篇和《成矿构造研究法》专著,反映了作者在全集第二卷“地洼学说”创立的基础上,对“地洼学说”的充实和发展;代表该理论从初创至逐步完善的重要发展阶段的理论和实践的成果。

该阶段的特点是,作者突出地依据大地构造辩证历史分析法分析了《地洼区的特征和性质及其与所谓“准地台”的比较》和《从历史分析法的角度看地质力学分析以及二者的关系》,进行了沉积、岩浆、变质建造等分析与动力分析法的结合,从辩证发展的观点进一步论述了《活化、稳化、动“定”递进转化》的概念,通过百家争鸣的学术讨论,使地洼学说基本理论观点得到了充实与发展。其中,《地洼区——后地台阶段的一种新型活动区》作为地洼学说的阶段性总结成果于 1978 年获得国家自然科学二等奖。

其他是作者深入矿区,将其理论运用到成矿规律及找矿方向上,应邀作的学术报告及实际成果。

《地洼区的特征和性质及其与所谓“准地台”的比较》一文是地洼学说发展早期一篇重要的论述。著者(1959)提出地洼区作为地台活化区的同义语后,对地洼学说立论基础做了较为全面的阐明,为继后充实与发展确定了基本框架。其意义有:①奠定了地洼学说基本研究方法的基础;②对大地构造基本单元的鉴别标志,从最初(1956)创建时的沉积、岩浆、变质建造、构造型相和矿产类型五个方面,扩展到包括地壳结构、古地理、构造运动、地貌及新构造等十个方面,为鉴别基本构造单元,打下了实证性坚实基础;③通过对已知地槽区、地台区、地洼区矿产及成矿作出的对比分析,包括内、外生矿产的继承、叠加、改造的阐述,为递进成矿论的形成与发展打下了最初的基础;④鲜明地阐明了区域大地构造属性必须按其现今所处发展阶段为准的基本原则。

《先震旦纪大地构造性质问题》是运用地洼学说初步阐明地壳发展多元论的一般规律(1959),依据国内外前震旦纪已知地质事件记录初步进行实践检验的、具有重要意义的一篇论述(原文系研究生教材《大地构造学》中的第七章)。要点有二:①在前地槽区演化阶段,至少可以区分划出暂称为“地原区($X-1$)”(稳定区)和“地盆区($X-2$)”(活动区)的两种基本构造单元。据已知最古老变沉积岩系(太古宙)由玄武岩质“原始地壳”(洋壳)经破坏后的产物,推测地盆区、某些地原区及地槽区,是由“原始地壳”孕育出来的“原始构造区”($X-n$)。其与地原区($X-1$)及地盆区($X-2$)之间,有无存在其他构造单元或其数目多少,尚待研究。这是地洼学说地壳基本构造单元多元论基本论点的最早实例表述。②是地洼学说对陆壳和洋壳构造演化关系的最初探索,开启了地洼学说从阐明大陆地壳中新型活动区——地洼区的相对单一的概念,演变为向探索全球(陆、洋)岩石圈构造演化高理论层次的发展。

需要指出,受当时国内对前震旦纪(或前寒武纪)研究程度和技术手段(如缺乏多元同位素体系年代学等的研究)的局限性,故文中使用的前寒武纪地质时代和地层划分的称谓、代号缩写,均与现今《IUGS 1989 全球地层表》和《中国地层时代表》(1990)存在差异。

不同的大地构造理论,有其不同的研究目的、研究对象和研究方法。在地洼学说的形成与发展中,理论与研究方法的创新发展,始终是相辅相成,共同发展的。《从历史分析法的角度看地质力学分析法以及二者的关系》一文,即是地洼学说成长发展时期,著者按“取百家之长,自主创新”的指导思想,倡导把历史大地构造学的历史综合分析法与动力大地构造学范畴中的地质力学分析法相结合的早期著作,也是著者继后(1991)倡导把历史大地构造学与因果论动力大地构造学融为一体,建立历史-因果(动力)综合大地构造学和历史-动力学综合分析法最初的启端。

任何一个区域现今所处的大地构造发展阶段的构造属性,是判别其构造单元的唯一依据,是地洼学说的基本论点。因此,一个区域的新构造及地貌特点、类型,反映出的地壳运动属于活动区型或稳定区型,是识别其为何种大地构造单元的最为直观、未受叠加改造过的地质记录和一种可靠的鉴别标志,因而,新构造及地貌的观察与分析,一直贯穿于地洼学说的孕育、诞生和成长的全过程。《新构造及地貌同大地构造的关系》一文,即是著者专为中国地质学会首届构造地质学会议撰写的,论述新构造、地貌同大地构造关系重要性的文章。其要点有:①依据中国已知地质史实记录,以地壳演化史作为主线,初步论述中国区域大地构造与成矿的基本发展阶段,以及现今的大地构造与成矿区的属性,全面揭示中国大陆地壳演化史上,动“定”构造单元递进转化发展的基本过程;②把构造层与构造区两大要素相结合,并兼顾其时间上和空间上的特征,阐明了按地洼学说编制中国区域大地构造图的基本方法与手段;③以中国大陆地壳构造演化-运动史中不同基本构造单元时间上序次变化为纲,兼顾其空间上变迁的细节,并按生产实践需要,编制了相应的古大地构造图,这是地洼学说编图的鲜明特色之一,也是国内最早对编制中国区域古大地构造图进行的探索性工作。

《地洼区——后地台阶段的一种新型活动区》一文系统地总结了作者自1956年发表地台“活化区”(于1959年增名“地洼区”)概念后,依据新的研究成果,更明确地论证了地洼区是后地台阶段的一种新型活动区,是大陆地壳的第三基本构造单元。文中综述了它的发现经过、定义、最基本的构造特征(地洼构造及介于其间的地穹构造),及其形成发展过程(按活动强度变化或按主要特征分期)。文中以较大篇幅列举了地洼区的识别标志(包括结构,沉积、岩浆、变质建造,构造型相,古地理,新构造及地貌,地球物理,地球化学,成矿特点等)及与地槽区和地台区的比较,地洼区在世界上的分布和地史上的出现时代,类型划分等;并附世界地洼区的分布图;阐述了地洼区的分区系统;讨论地洼区的性质问题及命名问题。该文是作者继其《地台活化说及其找矿意义》(1960)专著后,另一较全面地对地洼学说立论核心进行全面的、较详阐述的论著。1982年,获得国家自然科学二等奖。

《中国东部新生代地洼盆地构造的发展过程及阶段划分》一文,是地洼构造及其成矿研究的基础性课题的理论成果。其要点为:①根据实践的检验,对1958年《华夏型地台活化的进行过程》一文和1960年《地台活化说及其找矿意义》专著中对地台活化区或地洼区构造发展过程(初动期、渐进期、激烈期、余动期的4阶段划分)进行了修订,将初动期与渐进期合并,作出初动期、剧烈期、余动期3阶段的新划分,这一地洼区构造活动强度变化阶段性的划分,更能客观地反映出地洼区构造格局阶段性变更的特征;对地洼区不同构造发展阶段,外、内生成矿作用及其所成矿产赋存的时、空特征等,对提高预测找矿的有效性具有重要指导意义;②作出了地洼期和褶断带期的新划分。地洼期相当于初动期及剧烈期,褶断带期则相当于余动期,前者以褶断变形构造为主,后者则以块断变形构造为主。这一划分有助于对

地洼区成矿继承、叠加、改造作用的深入研究；③此文通过地洼区的典型地区——中国东部，对中生代地洼构造发展阶段的划分及划分的原则和方法，地洼盆地构造发展类型及其空间分布，地洼区构造—岩浆活动特点；地洼盆地的构造特征和研究方法等，作出了系统阐明，在地洼学说充实与发展过程中具有重要的意义。

《关于地洼区及其他有关问题》一文，系著者应邀于1972年9月6日在国家计委地质局、地质科学院审图工作会议上作的学术报告。1969年至20世纪70年代末是地洼学说理论充实与发展的重要时期；同时也是在国内、外被广泛介绍和运用的推广时期。著者在该时期一系列全国性会议上的学术报告中，多是以中国部分地区（如山东）的研究实例，从其地质发展过程论述其地壳发展的特点，侧重阐明地洼区这一后地台区阶段新型活动区的主要识别标志，并着重阐明成矿递进论的基本论点及其找矿意义。文中还根据70年代中国大陆地震频频发生和抗震防灾工作的实际需要，着重对大地构造与地震地质进行了专门的阐述。近代地震是新构造地壳运动的重要表现，文中列举了20世纪以来中国东部发生的27次6级以上的大地震，均系地洼区地震，从理论上否定了中国是弱震地区的观点。

中国中、新生代盆地红色岩系是重要的含油气盆地。《试论中国东部某些地洼型油田特征和找矿方向》一文是根据著者从1935年起长期在该领域研究积累，于1974年3月在中南地区红层研究协作会议（广州）上的报告专文。其与另文《地洼型油气田形成条件的初步认识》同为姊妹篇，两文各自论述重点不同。前文重点阐明中国东部地洼型油（气）田形成阶段的大地构造历史背景，以及油气盆地形成、发展过程等方面的基本特征，并以实例阐明了地洼型油（气）田具有“小而多”；常沿凹陷呈向心式环状分布；目的层系较多，常出现不同层系油田连片；沉积岩系多韵律，形成多套生—储—盖组合；储油岩类多、储油性好、油藏类型多、找油范围广等特征。后文则着重对地洼型油气盆地形成、发展过程中，古气候因素、古地理和古构造环境因素等生油必要条件，储、盖层及储油构造形成条件和保存条件，进行了专门阐述。上述两文的重要意义是把中国中、新生代盆地红色岩系的传统地质研究，拓展到大地构造及成矿学研究的新领域；进行了地洼型油气田成矿大地构造基本类型的划分；提出了地洼型油气田的找矿方向。

1966—1976年“文化大革命”期间，著者深入地质勘探队现场，运用地洼学说结合找矿工作需求，进行验证与补充，遂成为推动地洼学说充实发展的主要方式。《从“地洼说”谈茶一攸地区的成矿构造问题》一文即系著者于1974年10月在湖南地质局416队东岗山矿区所作的学术报告摘要，是根据茶陵—攸县地区找矿实际，按著者《成矿构造研究法》一书初稿的内容，针对成矿构造所作的专门报告中的要点。包括了：①成矿构造的定义、分类、级次划分；②茶一攸地区成矿构造历史分析；③中型构造的控矿作用；④大型构造的控矿作用；⑤对东岗山矿区进一步进行成矿构造研究的建议。鉴于《成矿构造研究法》书稿1970年送出版社后，因历史原因迟迟未予付印，因而，此文和著者先后在广西冶勘274队（1965）、青海西冶8队（1969）、甘冶1队（1969）、中南冶勘工人地质试点班（1971）等所作的有关成矿构造讲课或报告的文章，为其后正式出版的《成矿构造研究法》（1978），增补了许多构造控矿的实例。

《成矿构造研究法》是作者重要的专著之一，已全文汇集于本卷中，对于该书的介绍，请参见其扉页后的内容简介。

运用地洼学说编制各种图件，为生产实际服务和对其理论进行检验，是地洼学说充实与发展时期采取的一种主要方法。1959年中南矿冶学院地质系大地构造研究室成立后，由著者

指导,首次按地洼学说新思路编制了1:400万中国大地构造图(初稿),因受到阻挠和1965年起众所周知的历史原因,功亏一篑,被迫搁置。《中国区域大地构造基本特征初步总结》一文即是此次编图(附说明书)的总结性论述。直至1973年应中国地质科学院《中国地质图集》之约,编制1:1500万中国大地构造图及说明书,作为该图集序图之一(后仍因受阻未正式出版)。《中国大地构造简述》即是在上述编图基础上,运用地洼学说编图后对中国大地构造主要特征作出的论述。这两篇文章的要点是:①简要阐明地洼学说及动“定”递进说并汲取“断块论”及“构造体系”之长的基础上,以现阶段的大地构造性质为准,对中国区域大地构造进行了初步区划。文中所附大地构造分区略图,为其后1977年由地震出版社正式出版的《中国大地构造图》(1:400万)打下了基础;②强调指出了中国大陆地壳大地构造演化上的基本特点:沿经向狭长构造带(南北地洼区)为界,分为东、西两个壳体(或巨型地块),两者之间,无论在大地构造发展史、现今大地构造特点、主要构造线方向及其所属构造系、地貌、地球物理、地壳厚度和M界面深度等方面,以及在各个地质时代的地壳运动、构造型相等方面,都各具自身特色,存在明显的分异。这是继后(1992)在地洼学说理论体系中,著者提出综合大地构造学新概念——壳体概念的雏形。

著者于1959年至1976年期间,作过一系列湖南大地构造与相关矿产关系的学术报告。《湖南大地构造与油气、金刚石矿床的一些有关问题》系著者于1976年2月及4月分别在湖南石油队及431队所作学术报告的文稿,其中部分内容已在《湖南省大地构造与其矿产关系》(1959)一文中发表。故该文现以节要汇编,除保留原文分节标题和部分内容外,仅全文保留“从成矿大地构造条件谈湘西金刚石矿床的一些有关问题”的内容。

《大地构造与富铁矿成矿规律》一文,是在地洼学说充实与发展时期,对递进成矿理论起着奠基作用的一篇重要论述。该文系作者1975年应邀在“南方富铁矿会议”(广州)上作的学术报告。作者从递进成矿说理论观点与国民经济发展对富铁矿资源需求相结合上,对我国富铁矿的形成及其成矿类型,另辟新径作出的论述。其要点是:①结合地壳发展的递进规律性认识,从大地构造单元的成矿专属性,矿产的继承性和成矿递进性,成矿的多体制阶段性及不平衡性;矿产分布的时空规律性等4个方面,阐明了大地构造与成矿的关系;并强调了不同构造单元的构造型相对矿产的控制和改造的重要实际意义,其中包括先成构造单元对后成矿产在成矿构造和成矿围岩条件上的控制与影响;以及后成构造单元对先成矿产在构造型相和岩浆活方面的改造与影响。这两个方面是递进成矿论对矿床分析与研究不可分割的基本内容;②以已知鞍山、白云鄂博、海南岛石碌铁矿等富铁矿床为例,结合这些矿床的成因问题争论多年未能解决,直接影响到富铁矿床的找矿方向未能明确,作者从它们现均产于地洼区中的客观事实,提出了这些矿床的三多特征:成矿的多体制阶段性、多成矿物质来源、多成因类型的复成矿床特征,成为作者继后提出“多因复成矿床”概念的雏形和递进成矿论中“多因复成矿床类型划分的初始部分”;③作者根据对中国南方主要铁矿床成矿大地构造条件的分析,分别对地槽型铁矿床(沉积变质和火山-沉积变质型)、地台型铁矿床(风化淋滤和沉积型)、地洼型铁矿床(火山岩型、热液矽卡岩型)的成矿特点和找矿方向(包括富矿的找寻)分别进行了阐明。这也是作者对中国金属矿床、矿种,作出三种成矿构造单元类型的最早划定,对其后对中国金属、非金属和能源矿种基本成矿类型的划分,具有承前继后的创新意义。

目 录

地洼区的特征和性质及其与所谓“准地台”的比较	(1)
先震旦纪大地构造性质问题	(22)
从历史分析法的角度看地质力学分析法以及二者的关系	(29)
广西右江流域及其邻侧地区大地构造性质初步探讨	(36)
活化、稳化、动“定”递进转化——与黄汲清先生讨论活化概念	(39)
黄汲清的多旋回概念同动定递进概念的分歧——就多旋回问题答黄汲清先生	(61)
新构造及地貌同大地构造的关系	(71)
沉积建造分析——大地构造辩证历史分析法之一	(78)
岩浆建造分析——大地构造辩证历史分析法之二	(146)
变质建造分析——大地构造辩证历史分析法之三	(154)
其他方面的分析——大地构造辩证历史分析法之四至八	(159)
中国区域大地构造基本特征初步总结	(174)
地洼区——后地台阶段的一种新型活动区	(196)
一件地震史料——1941 年江西寻邬地震记略	(254)
中国东部中生代地洼盆地构造的发展过程及阶段划分	(261)
关于地洼区及其他有关问题	(268)
从地洼理论看湖南煤田地质	(283)
中国大地构造图说明书(1:15 000 000)	(295)
试论中国东部某些地洼型油田特征和找矿方向	(303)
地洼型油气田形成条件的初步认识	(313)
湖南五强溪水利枢纽坝段地质构造问题	(320)
从“地洼说”谈茶一攸地区的成矿构造问题	(337)
中国大地构造简述	(344)
大地构造与富铁矿成矿规律	(359)
湖南省大地构造与油气、金刚石矿床的一些有关问题	(374)
成矿构造研究法(第二版)	(381)
内容简介	(382)
前 言	(383)
再版说明	(384)
1. 引论	(385)
1.1 研究成矿构造的意义	(385)
1.2 成矿构造与含矿区构造	(386)
2. 成矿构造研究法概述	(391)

2.1 成矿构造研究的现况和发展方向简介	(391)
2.2 成矿构造研究法的基本原则	(391)
3. 岩石性质、应力与应变	(395)
3.1 岩石的物理性质	(395)
3.2 力的种类	(396)
3.3 影响岩石力学性质的因素	(402)
3.4 应变椭球理论	(403)
4. 小型构造成矿控制的研究法	(409)
4.1 节理构造成矿控制研究法	(409)
4.2 劈理构造成矿控制研究法	(437)
5. 中型构造成矿控制的研究法	(446)
5.1 褶皱构造成矿控制研究法	(446)
5.2 断层构造成矿控制研究法	(513)
6. 火成岩体构造成矿控制的研究法	(595)
6.1 侵入岩构造成矿控制研究法	(595)
6.2 火山岩构造成矿控制研究法	(640)
7. 大型构造成矿控制的研究法	(663)
7.1 构造区成矿控制研究法	(663)
7.2 构造系成矿控制研究法	(755)
7.3 构造区研究与构造系研究相结合	(775)
参考文献	(779)
照片图版	(783)

表 4 华南东部某些地洼型花岗岩化学成分分析举例及其与同一地区地槽型花岗岩类的比较

大地构造类型	采集地点	岩性	氧化物含量(%)												烧失量	采样者	分析者
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O			
地洼型	江西某地	微红、灰白色中粒花岗岩	74.82	0.08	12.04	1.14	1.27	0.01	0	0.96	3.25	4.42	0.50		1.20	袁奎荣	中南矿冶学院
	江西某地	微肉红色中粒二云母花岗岩	74.70	0.15	12.14	0.31	0.67	0.08	0.57	1.00	4.25	4.55	0.08	0.23	1.00		
	江西某地	淡红色中粒二云母花岗岩	75.04	0.16	13.23	0.46	0.77	0.02	0.30	0.93	3.23	4.86	0.38		0.66		
	广东阳春锡山	细中粒花岗岩	77.18	0.02	12.07	0.42	0.49	0.02	0.23	0.71	4.70	3.80	0.009	0.46		黎兴发	
	广东阳春信逢岭	中粒花岗岩	76.38	0.16	12.28	0.37	1.46	0.08	0.52	1.56	4.18	3.12	0.24				
	广东阳春鹦鹉岭	细粒斑状花岗岩	76.07	0.05	12.04	0.49	1.30	0.05	0.78	4.80	3.16	0.010	0.51				
	广西姑婆山	黑云母花岗岩	76.00	0.04	12.52	0.39	1.49	0.03	0.35	0.86	3.76	4.80	0.03	0.26		汪文翥	
	广西姑婆山	黑云母花岗岩	73.91	0.08	12.78	0.59	1.69	0.04	0.31	0.97	4.40	5.44	0.04	0.40			
	广西姑婆山	黑云母花岗岩	76.00	0.08	11.76	0.09	2.39	0.05	0.15	1.18	4.00	4.40	0.04	0.18			
	广西姑婆山	花岗岩	77.79	0.06	11.99	0.31	1.74	0.04	0.23	0.86	3.92	5.04	0.04	0.17			
	广西姑婆山	粗粒花岗岩	75.11	0.14	13.02	0.20	2.00	0.03	0.27	1.25	3.65	5.25	0.06	0.30			
	广东连阳	花岗岩	75.60	0.16	12.17	1.36	0.75	痕迹	0.47	0.80	3.05	5.35	0.06	0.76		赵永昶	
地槽型	广西大宁	花岗闪长岩	69.90	0.36	13.98	1.34	1.53	0.02	1.31	2.50	3.00	4.85	0.14	0.18		夏爱吾	
	广西大宁	花岗闪长岩	66.08	0.46	14.76	2.00	2.47	0.04	1.68	1.99	3.44	3.65	0.14	0.50			
	广西岩英咀	花岗闪长岩	62.76	0.44	15.08	1.77	3.31	0.05	3.25	3.34	3.80	3.75	0.26	0.10			
	广西岩英咀	花岗闪长岩	66.72	0.44	16.45	1.50	2.41	0.06	1.63	1.40	2.75	4.25	0.20	0.50		汪文翥	
碱性花岗岩(戴里, 1933)			73.30	0.11	12.33	2.58	1.28	0.02	2.26	0.46	4.55	4.20	0.05	0.86			
碱土花岗岩(戴里, 1933)			69.21	0.41	14.41	1.98	1.67	0.12	1.15	2.19	3.48	2.75	0.30	0.85			
中国平均花岗岩(黎彤, 1963)			71.27	0.25	14.25	1.62	0.08	0.90	1.62	3.79	4.03	0.16	0.56				

表 15 福建三明地区地洼型岩浆岩的岩石化学特征、发展顺序及其他特征

大地构造阶段	构造 - 岩浆活动		岩体产状	岩石名称	岩石化学特征						主要副矿物	微量元素	有关矿产		
	期	次			样品数	SiO ₂ (%)	K ₂ O + Na ₂ O (%)	K ₂ O/ Na ₂ O	Fe ₂ O ₃ + FeO + MgO (%)	查氏分类					
										类				科	
地洼区余动期	喜山期	晚	岩瘤或岩筒	橄榄玄武岩	1	43.16	3.86	0.54	12.30	Ⅵ	22	尖晶石、橄榄石等		含镁铝石榴子石、镁钛铁矿及其他	
		早	3	岩瘤(脉)	闪长岩	2	51.15	5.78	0.80	9.34	Ⅳ	14			
			2	岩株或岩墙	花岗斑岩或石英斑岩	3	76.36	8.32	1.20	1.60	Ⅱ	3	绿帘石为主	Pb、Cu 等	Pb、Zn、黄铁矿
			1	小岩株	中细粒黑云母花岗岩	3	71.96	7.94	1.80	2.57	Ⅱ	3	磁铁矿、锆石等	Pb、Zn 较高	Pb、Zn 等
地洼区早期 中期	燕山早期	5	岩株岩瘤	石英闪长岩	8	58.84	5.18	0.81	12.17	Ⅲ	9	锆石、磷灰石、磁铁矿等	Pb、Cu、Cr、Ni 较高	磁铁矿	
		4	岩株岩墙	细粒黑云母花岗岩	4	76.31	8.09	1.71	2.58	Ⅱ	3	独居石、磷钇矿、褐钨钨矿、钍石、褐帘石、石榴子石	Sn、W、Mo、Pb、Zn、Cu、Nb、Y、Yb、La 等	主要有 W、Sn、Mo、Pb、Zn、Cu 多金属、稀散元素矿床	
		3	岩基岩株	黑云母花岗岩	26	74.46	8.52	1.72	2.76	Ⅱ	3				
		2	小岩株小岩基	花岗闪长岩	7	68.98	7.16	1.32	5.09	Ⅱ	4	钛铁矿、褐帘石、锆石、榍石、磷灰石	Ti、V、Pb、Zn、Cu、Ba、Be、Ga、Zr、Ba	Pb、Zn、Cu、黄铁矿等多金属	
		1	岩株	片麻状黑云母二长花岗岩	15	69.92	7.40	1.90	4.74	Ⅱ	4	磷灰石、钛铁矿、锆石、金红石、绿帘石	Sn、Zn、Pb、Cu、Ti、Ba、Be、Zr	Pb、Zn、Cu 多金属	
	岩基		片麻状黑云母花岗岩	5	71.69	7.72	2.01	3.18	Ⅱ	3					
	印支期		岩株岩墙	白云母化黑云母花岗岩	6	71.62	8.34	1.75	4.05	Ⅱ	3	独居石、石榴子石、电气石等	Sn、Pb、Zn、Cu、Ti、Be 等	磁铁矿、Cu、Pb、Zn 多金属	

(依张湘炯)

地洼区的特征和性质及其与所谓“准地台”的比较^{*}

1 引言

地洼区是地壳发展经历了地槽阶段及地台阶段后,继续往前发展,由地台区转化而成的一个新的基本构造单元。当笔者(陈国达,1956,1957)最初提出这种新构造区的时候,本来建议名为“活化地台”或“地台活化区”(简称“活化区”)。这两名称已为大家所熟识并使用。但因“活化地台”一名有缺点,即易被误解为地台区的一种,或被误解为等同于“准地台”,而不能表达它的实质,不宜继续使用。“活化区”一名,也非完善,因它不能表示这种构造区的主要特征。有鉴于这种构造区的最主要特征之一,是在于当形成时期,区内大都出现了一种特称为“地洼”的凹地。这些凹地以下降幅度通常颇大、而且进行也较速为特色,散布在从前的地台之上。其中产生了“地洼型沉积”,并因此构成了一个新的基本构造层——“地洼沉积层”,位于原地台的下、上两构造层之上,是和后两者显然有别的“第三(种)构造层”(陈国达,1959)。因此,这个新基本构造单元被改名为“地洼区”(陈国达,1959)。

关于地洼区的特征和性质,笔者在以前的有关著作(陈国达,1956,1957,1958,1959)中已陆续初步论述过。为了使它能更明确得到认识并划分出来,以便对找寻和预测矿产资源有所依据,有必要在此作一较系统的综合叙述。又因有人曾把中国境内一些地区叫做“准地台”,但据其地质发展史看来,实属于地洼区。为使两者易被区别,本文中特加以比较讨论。

由于地洼区是一个新被认识的基本构造单元,总有许多问题要在今后继续研究中一步步得到解决;笔者所提出的仅仅是一个初步的看法。本文目的只在于引起大家对它加以注意,共同研究,使它得到更为清楚的认识。文中必定还有许多材料未及吸收入内,考虑也不够全面,更进一步的阐明则有赖于广大地质工作同志们的协作,各就自己观察所得,进行更为深入的研究,并发表高见,使中国境内有关地区的大地构造性质问题得到早日解决。

地洼区的提出,是与党的正确领导和教育培养,以及广大地质工作者的协助分不开的。只有在党的科学技术方针指引下,在各级党组织的关怀、鼓励和支持下,无数同志、特别是年青同志的帮助和合作下,笔者才有可能对中国大地构造问题得到新的认识。此外,数年来和笔者一起进行野外工作或讨论问题的(原)苏联朋友们的帮助和启发,也是应该特别提到的。

2 地洼区的特征及其与地槽区及地台区的区别和联系

地洼区的主要特征和地槽区及地台区的联系和区别如下。

^{*} 本文原载《地质学报》,1960,40(2):167~186

2.1 结构

地洼区有三层结构,即具有三个基本构造层。^①其中第一构造层无论在地层、构造、岩浆作用、变质作用、成矿作用等方面的特征,都和地台区的“下构造层”无大区别,可称“褶皱基底”。第二构造层在地层方面的特征,和地台区的“上构造层”基本相似。只因它在后来的地洼阶段,由于地洼地壳运动结果,和第一、三构造层一同受过强烈的构造作用(褶皱及断裂)和岩浆侵入,以致在构造特征、受岩浆活动影响以及变质情况等方面已经失去或部分地失去原有的特点。这可称为“沉积盖层”(如系由单层地台转化而成的地洼区,可以缺失这一基本构造层)。第三构造层系由新成的、属于“地洼型沉积”的基本层群构成,故名“地洼沉积层”。这一构造层在分布上有一特点,即因受地洼盆地及其中所成沉积物的分布情况的影响,常呈狭长小片状,平行排列,依一定的方向和系统散布于第二或第一构造层之上。这和每大片展布的第二构造层(或地台区的“上构造层”)不同。地洼区结构特点的论证,可以阴辽洼隆西段大青山一带为例,该处褶皱基底由前震旦纪变质杂岩桑乾群所构成;沉积盖层的组成地层有震旦纪南口系及寒武纪页岩灰岩(仅见于部分地区,其余大部分地区缺失这一构造层);地洼沉积层则系由石炭二叠纪桂马栓组、二叠三叠纪拉齐组、侏罗纪石拐沟组、中—上侏罗统小北岭砾岩及大青山组、白垩纪的张家口组和南天门组以及第三系等所构成(其他例子见后述)。

2.2 地层

地洼区的地层,属于第一、二构造层者,其特点与地台的下、上两构造层者基本上相似(例如上述大青山的前震旦纪变质岩和早古生代地层)。只在有些情况下,由于地洼阶段的“前奏活动”而发生了大幅度的升降运动,第二构造层上部可能形成较厚的沉积(例如湖北洼陷的地洼阶段开始的早下侏罗世,地台阶段末期的三叠系厚达2 000 m以上)。第三构造层的地层,因属地洼型沉积,所以与第二构造层的地台型沉积显然不同,和第一构造层的地槽型沉积也有区别。论其特征,有以下各点:在分布上,因受地洼盆地的范围和分布情况所控制,每作狭长带状的分散小块,有系统、有方向地成列出现于地洼区内各处,如中国东南诸省晚三叠世瑞替克期—早侏罗世至第三纪的盆地沉积的分布情况(参考中国地质图),即为一例。就岩石种类上说,则以陆相碎屑岩类为主,包括砾岩、砂岩、页岩等,有时也有灰岩。在碎屑岩中,又以粗屑成分,如角砾岩、砾岩、粗砂岩等,在许多情况下都占有相当显著比率为特色。此外,偶尔也夹有海相页岩、灰岩等。就岩性的稳定性上说,它往往以在横的方向变化大而急骤为特点。碎屑岩类常就地取材,无论在砾块的种类上、形状上或颗粒的大小上,都常缺乏明显的选分作用。它们形成类似磨拉式的建造;有时粗细物质反复垒叠,堆成巨厚岩系。这些类似磨拉式的建造乃是发生在古地台的侵蚀面之上的,不和任何地槽的发展发生直接联系。所以,它们几乎必具底砾岩,

① 这里所称的三个基本构造层,以及后面表1中所称的地台区和地槽区的两个或一个基本构造层,都是仅就目前认识和研究水平来说的。因为在地槽区出现之前,可能已经有过若干个相继转化更替的其他基本构造单元存在,有如前文所论。例如在地洼区或地台区的褶皱基底中所出现的古老结晶地块,以及地槽区内所见的结晶基底,都可能为更老的基本构造层,只因尚未研究清楚,未及划分出来罢了。依物探资料,在华南地洼区雪峰山一带,在构成第一基本结构层(即该处原地台的褶皱基底)的前震旦纪板溪系地槽型沉积之下,在约4 000米的深处,有由高磁性物质构成的另一个基底存在,即其一证。众所周知,地壳的年龄约为30~50(?)亿年,而自古生代以来所占的时间不过5亿年左右,即仅相当于地壳年龄的1/6或不足此数。两相比较,在前古生代这样漫长的岁月里,曾有过可能不止一次的“动、定转化”,是可以理解的。

其下面往往以一明显的不整合(偶为假整合)关系和地台型沉积(有时与地台的褶皱基底)相接触,而从不与地槽型沉积相过渡。它们里面,在许多情况下夹有火山碎屑岩建造,有时且十分发育。其主要表现可为火山岩间层,也可为水成岩中含有大量火山物质,如闽、浙、粤一带的武夷层、华表石层等,即为代表。以上这些主要特点,使它们和在地槽区的山前凹地及山间凹地中所见的、代表地槽发展后期、由地槽转变为褶皱带的产物的真正磨拉石建造区别开来。Л. Б. 鲁欣(Рухин, 1956)叫它做“大陆型磨拉石建造”或“次磨拉石建造”。为便于辨识并表达它们对中国大地构造特点的意义起见,建议称为“萍乡式建造”,因为江西萍乡煤田的晚三叠世瑞替克期一早侏罗世地洼型沉积安源煤组^①,即系由这种沉积建造构造成的。此外,地洼型沉积中并常含有(或表现为)含煤建造(如中国沿海诸省的中生代煤系)、红色岩建造及含盐建造(如中国东南诸省的白垩—第三纪红色岩层)等;有时还可出现类复理石建造。大青山区的石拐沟组、大青山组、张家口组、南天门组等,都具有地洼沉积的岩性特点,可作为典型的例子。

地洼型沉积的厚度,常常十分巨大,总厚度一般可达2~3 km,偶有超过6~7 km者(湖南洞庭地洼所见,仅第三纪红色岩系,即达6 km;藏东、云南地区自上三叠系至白垩系共达8 km以上(曹仁美, 1959);北京西山的中新生界也达8 km以上(中国地质学编辑委员会, 1959)。但其稳定性则往往很小;在短距离内即可出现尖灭、分叉等现象。就各个岩层说是如此,就各个地层以至它们的总厚度说,也都是如此。这些地层里面,常有明显的沉积间断,且大多数为不整合。这种频频出现不整合的现象,显示当时地壳运动是频繁增剧的。如中国东部沿海诸省中生代中期以来各地层间所见,即为一例。地洼沉积层中的地层,常受过强烈的构造运动和岩浆活动的影响;这些影响也可及于构成第一、第二构造层的地层。又由于强烈的构造运动及岩浆活动的侵扰,地洼沉积层的岩石可以发生局部变质(由于这种原因的变质情况也可见于第二构造层的岩石中;至于第一构造层,因一般地原已受过较深变质,故这一时期所受的变质多不明显)。

2.3 古地理

地洼区在形成以前,其古地理情况和地台区基本上相似。如华北地洼区的古生代情况以及华南地洼区的晚古生代情况,都是典型的地台型古地理。到了地洼阶段,则以代表地洼型陆相盆地为主要特征;在少数例子偶有海水侵入(例如广东的早侏罗世海侵)。在这些盆地有时可为煤泽,有时可为盐湖,视当时所遇的气候条件而定。如华南地洼区瑞替克期至早侏罗世煤盆地,以及白垩、第三纪红色盆地,即为代表。

2.4 构造

地洼区形成以前,构造运动及所成构造,皆与地台区者基本上相似:即地台形成之前的古地槽阶段强烈,地台阶段则较弱。但在地台阶段后期,有时由于地洼阶段的“前奏活动”之故,可以表现出较为强烈的运动,为地壳发展由量变到质变的证明。如前述湖北洼陷的三叠纪大幅度下降运动,即是其例。到了地洼区形成时期,则构造运动十分强烈,远非地台型构造运动可相比拟。地洼型沉积的特有建造类型,及它们里面频频出现的不整合,即系受这些

^① 据钱丽君等(1987)对安源组所含植物、双壳类化石组合进行的划分。原安源组中紫家冲段和三家冲段定为晚三叠世卡尼期—诺利期,三坵田组定为诺利期—瑞替克期。

强烈构造运动影响所致。由此产生的构造,褶皱时见;断裂常大量发育。褶皱大都属于宽展型的,时伴有逆掩;偶有属于或近于紧闭型的褶皱。这些构造,无论第三抑或第二构造层,都可受其影响;有时并可表现于第一构造层中(主要为断层、逆掩等)。就第三构造层的不同发展阶段来说,又以地洼型地壳运动的激烈期*及其以前的地洼型褶断为主要标志的“褶断带”(包括“块断带”),广布各处。如大青山区、北京西山、贺兰山、东部沿海诸省的中新生代褶皱、逆掩、断裂等,皆是地洼型构造的代表。

2.5 岩浆活动

地洼区形成以前,该处的岩浆活动史和地台区者基本上相似,即地台形成之前的古地槽阶段强烈,地台阶段则较弱。但当转入地洼阶段以后,则大多数有超出地台型范畴的、十分强烈的大规模的岩浆活动。由此所成的岩石,以大量酸性侵入岩(例如花岗岩类)为特色,在部分地区且有巨厚火山岩夹生在地洼沉积各岩层之间,或以大量火山产物混在地洼沉积里面,构成含火山物质的沉积岩。这些岩浆活动是和地洼型沉积而不与地槽型沉积在一起或同时出现的;其活动顺序的总趋向大多数是大体上从酸性发展到基性,即在地洼阶段发展过程中,初期以酸性岩及中性岩为主,后期以基性岩及超基性岩为显著。例如,大青山区,在地洼阶段的激烈期即白垩纪时,以张家口组斑岩、酸性熔岩和凝灰岩以及粗粒花岗岩、文象花岗岩等为主;而到了渐新世玄武岩流,在许多地方分布。东南沿海一带,在地洼阶段激烈期时,即中生代中后期,岩浆活动也以形成大量花岗岩、流纹岩等为主;而渐新世中,即第三纪时,则有玄武岩流广泛分布。这些特点,说明了地洼型岩浆活动虽和地槽型者在规模上和岩性上都颇相近似,但是仍有区别。И. В. 别洛夫(1958)在贝加尔一带地洼区研究中生代以来岩浆活动的发展顺序,也得出同样的结论。

2.6 变质作用

地洼区形成前的变质作用发生情况,与地台区者基本上相似,即当地台形成之前的古地槽阶段,变质作用强烈,地台阶段则较弱。地洼区形成时期可有局部的较著动力变质作用及广泛的接触变质作用发生,主要见于地洼阶段的激烈期,因此,地洼沉积层的大部分以及原地台沉积盖层皆可受其影响;如东北诸省所见,即为一例。至于褶皱基底,因大都已变质较深,这一时期的变质作用不易识别。

2.7 地貌

在地貌上,地洼区大都以主要形成于地洼阶段激烈期的褶断带所构成的“准线状山脉”,作有方向、有系统地成列散布各处为特色。一般具中山到高山,起伏显著。在新近时代所成的、或者目前仍在成长中的地洼区,又或现在仍有延续运动的地洼区,尤以峻峭的幼年地貌为特色。东南沿海诸省所见的、依东北—西南或北东北—南西南方向伸延,作递错排列状的走向山脉,即为地洼型地貌的一例;它们和地台地貌显有差别,和地槽型者虽颇相似,但也非完全相同。

* 原文为极烈期,下同。

2.8 新构造运动

地洼区的新构造运动，一般十分显著。目前正在成长中的，或形成于新近地质时代，目前尚在主要余动期中，又或在目前仍有延续运动的地洼区，其新构造运动则尤为强烈。其表现形式有地震(可十分强烈)、火山、河谷阶地、海岸线的变迁、地面的隆起或陷落、第三纪后期以来地层的倾侧或发生断层等。论其类型，包括升降、单斜、断裂、挠曲、拱曲等，有些且具褶皱。如大青山一带，第四纪以来，断裂运动及上升运动仍很显著，表现于地震记录，古壮年河谷的再度下切，以及阶地的形成等。

2.9 矿产

地洼区的成矿作用发展史，无论比地槽区抑或地台区者，都更为复杂。区内有过三次不同类型的成矿作用。其中第一、二种成矿作用所带来的矿产及其所在，和地台区中所见者相似；它们都基本上由地槽区继承下来。“第三种成矿作用”所带来的矿产，可分为两类，即“地洼型外生矿床”及“地洼型内生矿床”。前者见于第三构造层中，主要矿种有煤、油页岩、石油、天然气、铁、铝土矿、耐火土、锰、盐类、铜等；后者包括与火山岩及侵入岩有关者在内，可见于第一、第二或第三构造层中受过地洼型岩浆活动影响的部分，主要矿种有各种有色金属等，也有铁矿(例如大冶式)。关于地洼区矿产的分析，以及地洼型矿床的特征，已见另著(陈国达, 1958, 1960)。

为便于比较起见，特再就地洼区的特征及其与地槽区和地台区的区别和联系，列成一表(表1)。至于中国境内地洼区的实例，以及在时间上和空间上的分布等，已见于有关阴山和东南沿海区(陈国达, 1956)、南岭及其邻侧地区(陈国达, 1957)、山东西部(陈国达, 1958)、东北(陈国达, 1958)、湖南(陈国达, 1960)等地的大地构造问题的著作以及其他论文(陈国达, 1957, 1959, 1960)中，这里不再重述。

表1 地洼区的主要特征并其与地槽区及地台区的比较

基本构造单元		地槽区	地台区	地洼区
结构		具有一个基本构造层，由属于地槽型沉积的基本层群所组成。(这个基本构造层中往往还可细分为多个亚构造层及小构造层。又地槽型沉积之下有时出露的结晶基底，可能属于更老的基本构造层，暂未分出，尚待研究)	具有下、上两个基本构造层。组成下构造层(褶皱基底)的基本层群与地槽区的基本上相似，组成上构造层(沉积盖层)的基本层群则为地台型沉积(其中还往往可细分为多个亚构造层及小构造层)	具有三个基本构造层。组成第一、二构造层的基本层群分别与地台区的褶皱基底及沉积盖层者基本上相似。组成第三构造层的基本层群则属地洼型沉积，故名“地洼沉积层”，其中还往往可细分为多个亚构造层及小构造层
地	分布情况	受地槽的展布形状、范围及伸长方向控制，作狭长带状展延。褶皱带期出现的山前凹地及山间凹地沉积，也多作带状分布	褶皱基底者依各个古地槽褶皱带的展布形状及延伸方向展延，形成线状系统；沉积盖层者多作大面积的宽展状，盖在褶皱基底之上	第一、二构造层者分布情况分别与地台区的下、上两构造层者基本上相似。第三构造层者受地洼的形状、范围以及排列的方向和系统控制，作短带小片散布于第一、二构造层之上。由于地洼区形成时期强烈的构造变动结果，沉积盖层往往被破碎成许多小块，并且受第三构造层掩盖，故露头不如在地台区所见的完整

续表

基本构造单元		地槽区	地台区	地洼区
地 层	岩石种类	砂岩、泥质砂岩、砂质页岩、页岩等为主，并时有石灰岩。褶皱带期出现大量砾岩	下构造层者与地槽区的基本上相似。上构造层者，以砂岩、页岩、灰岩等为主；偶尔有砾岩(但不发达)	第一、二构造层者，分别与地台区的下、上构造层者基本上相似。第三构造层者，以砾岩、砂岩、页岩等为主，偶尔有灰岩
	岩性及其稳定性	主要为碎屑岩，有时有沉淀岩。分选作用差。稳定性小，尤其是横切地槽延伸方向的剖面上所见，变化最显著。山前凹地及山间凹地，沉积也如此	下构造层者与地槽区基本上相似。上构造层者，以细屑岩及沉淀岩为主，偶尔有粗屑岩。一般分选作用好。比较稳定，虽在大面积内变化仍不太显著	第一、二构造层者，分别与地台区的下、上构造层者基本上相似。第三构造层者，主要有碎屑岩，尤以粗屑岩常占相当显著比率为特色；偶尔有沉淀岩，分选作用差，稳定性很小。
	化石相及沉积相	主要为海相，并以浮游生物化石为较常见；也有底栖生物化石。山前凹地及山间凹地沉积多属陆相，有时也有海相	下构造层者与地槽区的基本上相似。上构造层者海相陆相皆有，并时有陆相或海陆交替相。化石丰富，海相层中尤以底栖生物化石繁多为特色，陆相地层多陆栖生物及湖河相生物化石	第一、二构造层者，分别与地台区的下、上构造层者基本上相似。第三构造层者，主要为陆相，偶有海相；陆相地层多湖相、河相及陆栖生物化石
	建造类型	复理石建造或硬砂岩建造，常大规模地、显著地发育。到褶皱带期，出现磨拉石建造	下构造层者和地槽区者基本上相似；上构造层一般缺乏大规模的、显著的复理石建造及硬砂岩建造(但偶尔也有出现)	第一、二构造层者基本上与地台区的下、上构造层相似。第三构造层者如为陆相沉积，以具有萍乡式建造为特色；此外，并有火山碎屑岩建造、含煤建造、红色岩建造等。海相沉积有时可见类复理石建造
	厚度及其稳定性	通常厚度十分巨大，常以千米计，大者可以万米计。不稳定，尤以横切地槽伸延方向的剖面上所见变化最大；山前凹地及山间凹地沉积也是如此	下构造层者与地槽区的基本上相似。上构造层者单个地层大多数仅以百米计；偶也可以千米计。总厚自0至7~8 km，偶过万米。稳定性一般较大。急剧变化较少见。有时，特别是地台形成初期，由于前地槽区某些地带(例如古山前凹地)大幅度下降的继承活动结果，也会在局部地区发生巨厚的沉积	第一、二构造层者分别与地台区的下、上构造层的基本上相似。但第二构造层者，有时由于地洼阶段的前奏活动，发生较大幅度的升降运动结果，也会形成较厚的沉积，尤以地台阶段末期常见。第三构造层者通常厚度较大，常以千米计，最大可达万米以上。稳定性小，增减急剧，常在短距离内发生灾变现象
	沉积连续情况及与上下层间的接触关系	有时有不整合，但一般地说，沉积间断(尤其是区域性的间断)频频出现的情况较不多见。“褶皱带期”所出现的磨拉石建造和“地槽期”的复理石建造之间，也可为过渡的关系	下构造层者与地槽区的基本上相似。上构造层者，则常以沉积间断频频出现为特色，但大多数属假整合。下、上两构造层之间大都有区域性的不整合	第一、二构造层者分别与地台区的下、上构造层基本上相似。第三构造层者，则常以不整合为特色，并常与下伏的构造层呈明显的不整合或假整合关系
	受构造变动情况	剧烈，主要为紧闭型褶皱，大量逆掩及断层——地槽型构造。到褶皱带期的山间凹地沉积中者，已较和缓，有时出现宽展型褶皱	下构造层者，与地槽区的基本上相似。上构造层者一般较弱；主要为断续型褶皱及大倾角断层等；宽展型褶皱大都仅有时可见于局部地区——地台型构造	第一构造层者与地台区的下构造层基本上相似，但于地洼时期又增添了许多变动(主要为块状断裂，也可有逆掩)。第二、三构造层者，同受地洼时期较强的、有时颇剧烈的构造变动；主要属宽展型褶皱，也可有紧闭型或类紧闭型褶皱；时有逆掩；常多断层——地洼型构造

续表

基本构造单元		地槽区	地台区	地洼区
层	受岩浆活动影响情况	广泛而强烈；到褶皱带期的山前凹地及山间凹地沉积中已减弱	下构造层者，与地槽区的基本上相似。上构造层者一般比较少见及比较微弱，但有时也可见较显著者	第一、二构造层者厚分别与地台的下、上两构造层的基本上相似，但在地洼时期又与第三构造层同受强烈的岩浆活动影响
	变质情况	变质程度深，常为区域变质。到褶皱带期的山间凹地沉积中已较不显	下构造层者与槽区的基本上相似，上构造层者一般地没有受过显著变质，仅有时于局部地区见及	第一构造层者与地台区的下构造层基本上相似。第二、三构造层可因地洼时期的构造变动及岩浆活动影响而发生局部变质
	沉积类型及沉积作用类型	地槽型	下构造层者为地槽型，上构造层者为地台型	第一构造层者为地槽型，第二构造层者为地台型，第三构造层者为地洼型
	形成环境	基本上为大幅度下陷的槽形海淹地带。到褶皱带期，沉积环境多为盆地性质的	下构造层者与地槽区的基本上相似；上构造层者大多数产生于下陷幅度不大的宽浅凹地中，或宽广的浅海里面	第一、二构造层者分别与地台区的下、上两构造层基本上相似；第三构造层者则成于大幅度及较大速度下陷的凹地——“地洼”中
古地理		地槽期内有长期的地槽型海侵，回返后出现线状山脉，并在其两旁或内部出现陆相（有时仍有海水侵入）的盆地	地台建立前情况基本上与地槽区者相似。地台建立后则每有长期的或频频出现的侵蚀时期，形成平坦地面；有些地台可有频进频退的地台型海侵	地洼区形成前情况基本上与地台区者相似。地洼区形成期中出现地穹和地洼；地洼主要为陆相湖泽，有时可被海水侵入。地洼区形成末期，出现准线状山脉（由褶皱带所成）和山间洼地（几乎全为陆相湖泽）
构造运动		地槽期内有大幅度下降运动，回返时有强烈褶皱运动和大幅度上升运动，发生地槽型构造，形成褶皱带；在褶皱带期有时还可有延续运动。总称“地槽型构造运动”	地台建立前的经历与地槽区者基本上相似。地台建立后构造运动转变微弱：一般地说，主要为大面积升降运动，产生地台型构造。总称“地台型构造运动”。有时，特别是地台形成初期，还可有反映前一阶段（地槽阶段）残余影响的继承活动（表现为比较强烈的活动）	地洼区形成前的经历基本上与地台区者相似。但在地台阶段，特别是后期，有时由于地洼阶段之前的前奏活动之故，可表现出较为强烈的运动，为地壳发展由量变到质变的证明。到了地洼区形成期中，便发生更强烈的运动，包括拱曲运动、断裂运动和褶皱运动，产生地洼型构造，形成“褶皱带”。总称“地洼型构造运动”。及至地洼余动期，构造运动大都减弱
岩浆活动		大量岩浆剧烈活动，造成从超基性及基性到酸性一系列火山岩和侵入岩。火山岩多见于地槽期的海底喷发，侵入岩多见于回返时的侵入活动。岩浆顺序一般自超基性及基性发展到酸性，皆与地槽型沉积及地槽型构造运动伴生。总称“地槽型岩浆活动”。到褶皱带期，在山前凹地及山间凹地中，岩浆活动一般减弱	地台建立前情况与地槽区者基本上相似。地台建立后岩浆活动大都转变较弱，一般为超基性、基性及碱性，造成岩流层或小侵入体。皆与地台型沉积伴生或同时形成；无论下构造层抑或上构造层，皆可受其影响。总称“地台型岩浆活动”。有时，特别是地台形成初期，还可有较强的岩浆活动，大多数与继承构造活动同时	地洼区形成前的经历基本上与地台区者相似。地洼区形成期中有大量岩浆活动，以酸性及中性为主，也有基性。造成大量侵入岩，部分地区有喷出岩。岩浆活动的总趋势大多数从酸性及中性发展到基性，即初期大多数以酸性及中性岩为主，后期以基性岩较多。皆与地洼型沉积伴生或同时；无论第一、第二抑或第三构造层，皆可受其影响。总称“地洼型岩浆活动”

续表			
基本构造单元	地槽区	地台区	地洼区
变质作用	有显著的、区域性的变质作用发生(主要见于回返过程中)。山前凹地形成过程中,仍可有较显著的变质作用发生。山间凹地中强烈变质较少见	地台建立前有显著区域变质发生,其情况与地槽区者同。地台建立后一般缺乏显著的变质作用;有时,于局部地区由于在较少情况下出现的比较强烈的构造活动或岩浆活动结果,也可出现一定程度的变质作用	地洼区形成前情况与地台区者同;地洼区形成时期可有局部的较显著动力变质作用及广泛的接触变质作用发生(主要见于地洼激烈期,因此地洼沉积层的大部分以及原地台沉积盖层皆可受其影响)
地貌	已回返成为褶皱带的地槽区,地貌特色多为高山或中山,幼年地貌显著(新回返的或近时代有延续运动者尤显);线状山脉。但活动性已减弱,将近转化为地台区,或暂时稳定者,则这种地貌特点已渐消失,并向准平原转变	平原或准平原。老年地貌。有时有断块山。由于后来隆起运动及其他运动结果,老年地貌可以回春,在平原或准平原之下,切成狭谷	中山或低山,时有高山;大多数为幼年地貌(新形成者或尚在成长中者尤显);准线状至线状山脉。如活动性已减弱,将近转化为新的稳定区,或暂时稳定者,这些地貌特点将渐消失,又重成准平原
新构造运动	显著(较近时代回返者或近时有延续运动者尤其显著)。主要表现:地震(在褶皱断裂仍在进行中的地带,一般强烈)、火山、地层倾侧、海岸变迁、河谷阶地与地面隆陷等。主要类型:褶皱、断裂、升降等	一般较不显著(少数例外)。主要表现:河谷阶地、地层缓倾、海岸变迁、地面隆陷等。地震一般较弱,破坏震较少见。主要类型:升降、单斜、挠曲、断裂等	显著(新形成的,或尚在成长中的尤显)。主要表现:地震(在断裂仍在进行地带,一般强烈)、火山、地层倾侧、海岸变迁、河谷阶地、地面隆陷等。主要类型:升降、单斜、断裂、挠曲、拱曲、褶皱
成矿作用及所成矿产	地槽型成矿作用,造成地槽型外生矿床及内生矿床,其中沉积矿床多已变质成为沉积变质矿床。后期出现山前凹地及山间凹地型外生矿床	地台建立前出现者,与地槽区的基本上相似,所成矿床见于下构造层中。地台建立后有地台型成矿作用,造成地台型外生矿床及内生矿床。前者见于上构造层,后者见于下、上两构造层之受地台型岩浆活动影响部分	地洼区形成前出现者,与地台区的基本上相似,所成矿产见于第一、二构造层中。地洼区形成期中,有地洼型成矿作用,造成地洼型外生矿床及内生矿床:前者见于第三构造层,后者见于第一、二、三各个构造层之受地洼型岩浆活动影响部分

3 地洼区的性质及其与地槽区及地台区的区别和联系

从表1所列地洼区的特征及其与地槽区及地台区的区别和联系中,我们可以看出,这个新基本构造单元的性质,无论和地槽区抑或地台区都有明显的区别,同时又有密切的联系。总结起来,这种关系可有如下几点。

①地洼区是一个活动区。无论就地洼型沉积的建造类型(类似磨拉石的萍乡式建造)、岩性及其不良的分选作用(包括砾石的大小、形状、物质成分等)和显著的横向变化,巨大的厚度及其急剧的增减、尖灭情况,各层之间以不整合频繁出现为特色的接触关系,抑或当时出现的构造变动之强烈、岩浆活动之广泛和显著、变质作用之有时出现,与大量酸性岩有关矿产的形成,以致高差显著的地貌、强烈的新构造运动等,都反映出当它形成时,有些甚至在目前,其地壳运动仍是十分强烈的。

②地洼区具有相似于地台区所具有的褶皱基底及沉积盖层,位于地洼沉积层之下。因此,在这种构造区内,可以找到和地台区相似的地层、构造、火成岩、变质作用及矿产等方面

的许多特点；但它的第三构造层及同时出现的构造变动、岩浆活动、变质作用和矿产等，则显非地台区所有，两者是既互相联系而又互相区别的。

③当地洼区形成时期，在地洼的形态特点(大多数作带状或短带状)和发展过程、地洼型沉积的厚度及其稳定性(厚度常大而稳定小)、构造运动及岩浆作用(一般强烈)、所成矿产类型，以致地貌及新构造运动等方面，都和地槽区的可相比拟。但就地洼型沉积物的主要岩性和建造类型，以及随之而来的主要褶皱类型和岩浆活动类型等，却和地槽区者并不相同，或不尽相同。它们两者的关系，也是既互相联系而又互相区别的。

④地洼区的第一、二基本构造层，依其基本特征，实系该处从前地台区的褶皱基底及沉积盖层。只是由于后来的较强构造运动及岩浆活动所影响，致使沉积盖层原有的、较少受构造变动及岩浆活动影响，并罕有变质现象的特点，不再保存，或至少部分地受到破坏罢了。由此可见，地洼区的第三基本构造层，乃是在地台区的基础之上发生和成长起来的。换句话说，以具有三个基本构造层为主要特征之一，并以此和地台区互相区别开来的地洼区，乃是在继承了地台区的基本内容，同时又增添了自己独有的组成部分和构造作用、岩浆活动、变质作用、成矿作用等方面的特点的条件下成长起来的；也就是说，它是由地台区转化而成的。

⑤从结构特点上证明，地洼区的组织形式无论比地槽区抑或地台区都较为复杂，因为它具有三个基本构造层，而地槽区只有一个基本构造层，地台区只有两个基本构造层。明显的事实是这样：地台区的双层结构，是克服了地槽区的形式，但继承了它的基本内容，即以地槽褶皱带的残留部分构成了自己的褶皱基底(下构造层)，并在这个基底之上加添了一个自己特有的沉积盖层(上构造层)所构成的(指通常所见的双层地台而言；如沉积盖层缺失，基底大片裸露，则称单层地台)。而地洼区的三层结构，则是在地台区的下、上两构造层之上，加添了一个第三构造层，即地洼沉积层所构成的(如由单层地台转化成的地洼区，可以缺失第二构造层)。由此可见，从结构特点及其形成过程看，地洼区乃是现知的三大基本构造单元中最复杂的一种。

综观上述各点，可以看出，地洼区是由地台区转化而成的，是地壳发展继在地台区之后所出现的新型构造运动的产物。它一方面包含着与过去地槽区和地台区发展过程相似的因素，另一方面又具有自己的特色。对于它转化所自直接前身即地台区来说，它继承并保留了后者的某些基本内容，但克服了其形式，并转变为与后者不同性质的构造区。对于地槽区来说，它们同是活动区；它在地洼的发展过程上，且和地槽的发展过程具有相类似的重复，但这种类似的重复并非意味着回到出发点的复归。所以，地洼区的出现，体现出地壳发展是不断前进的过程，是螺旋状上升的而不是循环的过程，也就是活动区与“稳定”区两个对立面之间不断斗争，辩证地互相转化更替，依照“否定之否定”法则演变和发展，从简单形式到复杂形式、由低级阶段到高级阶段的过程。前文(陈国达,1959)所已论及的“动定转化递进律”(简称“递进律”)，其主要论据之一，即在于此。

关于经过地台阶段以后再度进入剧烈活动阶段的地区，究竟属于什么性质这一问题，注意的学者已有很多。大致说来，可以概括为三种不同的见解。第一种是把这种地区仍然看作地台区，或地台区的一部分，换言之，虽然看到某些地区在其地质发展过程中，继地台区之后出现过这种现象，但在划分构造区时，仍把该处归入地台区，看作只是活动性较大的地台，同时仍采用地台区的分区名称系统，主张地壳发展只是简单地由地槽区转化为地台区，认为

地台区是地壳发展的最后形式的学者多持这种见解;第二种见解把这种作用视为该处地壳发展史于经历了地台阶段之后,又回复到过去已经走过的地槽区阶段的标志;第三种见解则主张这种现象是继在地台阶段之后的地壳构造发展的新形式。早在1940年,Г. Ф. 米尔钦克(Мирчинк)就已指出了,有些地台区从中生代或新生代开始产生了本质上与地槽型及地台型地壳运动不同的运动类型。其后,Н. М. 斯特拉霍夫(1948)、Н. И. 尼可拉也夫(1955)相继表示同一的看法;Е. В. 帕甫洛夫斯基(1955)、В. В. 别洛乌索夫(1954)和В. Е. 哈因(1957)也相继支持这种最新的见解。以Н. И. 尼可拉也夫的意见为例,他们指出,地球构造在地台以后的发展阶段,是形成了改变地台而且代替日益缩小的地槽的新构造单元。В. Е. 哈因于1957年时也已承认:“地槽区及地台区并未终了地质构造的各种发展形式。标准地槽活动带存在的同时,另有一种活动带类型。”他以中亚所见者为例,指出“这种类型不同于地台,它是较晚期发生的、有高度活动性,表现在地形起伏、山间凹陷的巨厚沉积上,表现在晚期褶皱、地震烈度骤然增高以及明显的重力异常上”;并指出,“这一独特的活动带,不视为地槽类型”。根据上文分析结构,我们可以很明显地看出,上述三种见解中,以第三种较为切合实际。正如П. М. 麦尔库洛夫(1957)所指出的一样,“由仅划分为两个发展形式,即地槽区和地台区所限制的地壳发展思想,是过分简单化了地壳构造发展的复杂问题”。

基于上论各点,可以得知,一个地区的大地构造性质,是随着地质时代而有所变化的。地壳在其动定转化递进过程中,各个地区的不同发展阶段有着不同性质的地壳运动;地洼型地壳运动(地台活化)无论和以前的地槽型抑或地台型都不相同。黄汲清(1960)认为地台活化是“多轮回”的同义语。但实际上这两种观点有着根本性的区别,因为多轮回的说法只统计、描述了地壳运动的次数而没有分析、说明其原因,分别主次,明辨性质;它只罗列了地壳发展过程中的一些表面现象,而没有触及各个不同发展阶段的地壳运动的本质,以及它们之间的区别和联系,更没有说明地壳由简单向复杂发展、由低级阶段向高级阶段发展的动定转化、螺旋升进的规律性。黄氏的多轮回观点把地壳发展中各个不同阶段的不同性质的构造运动,混淆一起,不加区别,显然是不正确的。他在文中主张保留“多轮回”一词,但从他的基本论点看来,是不宜的。黄氏最近把“多轮回”改名“多旋回”。据说,“这是因为多轮回不辩证”^①。其实主要问题并不在于名字的欠妥,而在于它的内容与实质。

4 地洼区与所谓“准地台”的区别

如上所述,地洼区是由地台区转化而成的。该处地质发展史在它出现之前曾经有过相对“稳定”的地台阶段^②,当时表现为具有地台型基本特点的沉积作用、构造运动、岩浆活动、变质情况及成矿作用。它在生成顺序上是继在地台区之后才出现的,在地壳发展史中的位置是在地台区之上的。黄汲清(1959)把中国东部显然具有这样性质和地质发展史的构造区看作“准地台”,这是值得讨论的。因为“准地台”应指那些由地槽区向地台区过渡,还未达到地台条件,更未经过地台阶段的地区。他在另一文(1960)中,也已用公式确认了“准地台”的位置

① 1959年5月地质部全国编图会议上的大会发言。

② 地台阶段的稳定性并非绝对的,更不是死的,详见下文。

是这样。这个公式把“世界主要构造系统”列成：“正地台←准地台←准地槽←正地槽”(见该文的英文部分)，闻广(1959)则把“准地台”(包括整个中国东部)解释为“地槽发展后期”，并认为中国东部各处于中生代中期出现的类磨拉石建造为“地槽转变为褶皱区阶段的典型沉积”，肯定这一时期的岩浆活动系前震旦纪岩浆活动的继续，同属于“地槽褶皱区的岩浆演化”。

要解决这一问题，主要关键在于中国东部自震旦纪以后(华南部分地区可能自泥盆纪以后)，中生代中期之前(部分地区在古生代后期之前)的一段时间是属于什么性质的，以及这一阶段和前震旦纪(华南部分地区可能为前泥盆纪)阶段及自中生代中期以来的另一阶段之间究竟有什么区别。此外，还可从这一地区的结构特点，和它在地壳发展史中的位置来讨论。兹依次论述如下。

4.1 中国东部古生代时的大地构造性质问题

照“准地台”的说法，中国东部古生代时，还未达到地台阶段。特别是按照闻广的说法，当时还是尚未回返的地槽情况——因为他肯定这些地区中生代时的类磨拉石建造为由“地槽转变为褶皱区阶段的典型沉积”。按理，这一阶段如果确非地台，则其时的沉积作用、古地理、构造运动、岩浆活动和变质作用等，都应是非地台型的，甚至应是地槽型的。但事实上，中国东部的绝大部分在这一阶段的主要时间内，在这几方面所表现的基本特征都并非如此；恰恰相反，它们显然属于地台型的。

关于中国东部古生代时已经进入地台阶段，其证据是十分明显的，也是一般学者所公认的。这一时期的地台性质，已有许多学者论证过(Синицын, 1948; 鲁欣, 1956; 胡朝元, 1958; 张文佑, 1959)。胡朝元(1958)且强调指出，当时“完全是典型的地台区”。钟仁兴(1960)于分析鲁西地质发展史时，也指出该处“震旦代至三叠纪为标准的地台”。

一个地区由地槽区阶段转入后来的地台区阶段，虽为渐变，但仍有一约略的分界线。此分界线就是地槽褶皱带的准平原化。也正是在这准平原化了的褶皱基底之上，开始了或全面开始了和地槽阶段不同性质的发展过程。中国东部自经吕梁运动后(华南部分地区可能为加里东运动后)，大部分地区都已结束了地槽期，转变为褶皱带；这些褶皱带在震旦系或泥盆系沉积之前，且已被侵蚀削平到基本上为准平原状况。震旦纪前(或泥盆纪前)的强烈而普遍的区域性不整合、震旦系以上(华南部分地区可能自泥盆系以上)的古生代其他地层的大面积展布的情况、岩性上和厚度上的比较稳定情况等，都足以证明此点。以华北地洼区为例，除震旦系(及下寒武统)于个别地区(例如冀辽洼陷中的冀东洼渊)特厚外，其余广大地区的震旦系、寒武系以及下中奥陶统(特别是其中的灰岩)，都是以分布面积广而岩性及厚度的变化较不显著见称的。众所周知，馒头页岩顶部有鲜红易碎页岩一层，厚不过数米至十余米，而自辽东太子河地区直至山东中部、河南中部宜阳、洛阳一带，均有存在，且厚度无大变化。从这些事实看来，地台型沉积的典型特征，还能说是没有具备吗？华南地洼区，早古生代时虽在部分地区这种特征比较不那么突出(东南诸省的下古生界且有可能仍属地槽型)，但晚古生代时的情况则十分相似。特别是中上石炭统和下二叠统，其分布遍及华南地洼区的大部分，岩性及厚度的比较稳定情况，也是明显的。例如船山灰岩，在华南东部诸省，几乎到处有其遗迹分布，厚度大多数在数十米至百余米，岩性变化也多不显著。就地层的建造类型上说，

中国东部的古生代地层,一般的缺乏明显的复理石建造或硬砂岩建造,特别是上古生界至中生界下部所见,尤其如此。就沉积的连续情况上说,这些地层,以多沉积间断见称,而这些沉积间断的性质,除有时在局部地区于个别时期所出现者,属于不整合外,其余皆以假整合为主。例如湖南中部,自震旦系至下三叠统,共有沉积间断8个,除志留、泥盆二系间的为较显著的不整合外,其余皆属假整合。有时,一个假整合面所代表的侵蚀时间颇长。例如华北地洼区中奥陶统与中石炭统之间的一段时间,曾有长久的侵蚀期,发生很大的沉积间断,但在侵蚀面上、下的地层,虽然时代相隔如此之久,却仍为平行的、假整合的关系。

根据上述沉积物的各方面的特点,可以推知当时的古地理情况,是以起伏和缓、高差一般不大、比较平坦的地面为特征的。正如 B. M. 西尼村(1948)所指出的一样,“中国地台”^①在燕山运动之前,显然主要是一种平原地势,当上升运动占优势时,便有广大面积的陆地出现;在下沉运动之际,则又有广大面积为海水所淹没。这是一种浅海,并且海底平坦……这种古地理特征,和地台区的相比较,并无二致。

再就地壳运动方面来说,中国东部自进入震旦纪(华南一部分地区可能为泥盆纪)以后,直至中生代中期(部分地区至古生代后期)这一段时间,除少数地区于个别时期发生一些局部性的、显非十分强烈的褶皱并形成局部的不整合外,其余大部分地区于大部分时期,其地壳运动都是以大面积的升降运动(振荡运动)为主。这种类型的地壳运动、升降幅度除在部分地区比较大些外,其余大都较小。在有些地区,升降幅度虽小,但频繁更替,以致海水时进时退,除造成频频出现的、以假整合为主的沉积间断外,还造成厚度不大而分布广阔的海陆交替相沉积;华北地洼区的中上石炭统和华南地洼区的二叠系,都明显地具有这种性质。B. M. 西尼村(1948)曾指出过,“‘中国地台’……升降运动的幅度……是不大的……显然是在几十或至几百米之间。可以理解,由于地台上平坦的平原地势,上下升降数十米就已足够使其广大面积成为陆地或被海水淹没”。有时,隆起运动的时间延续很长,但仍不失其大面积的平稳的升降运动的特性。如在华北地洼区,由上述的介于中奥陶统与中石炭统之间的假整合面所代表的隆起运动,即为一例。该假整合面上下两方的地层时代相隔虽然如此之长,但仍为平行的关系,而且在十分广大的面积内,都是如此,这在上文已经指出过了。华南地洼区雪峰山一带,寒武系与中石炭统(或二叠系)间的沉积间断,也具有同样的意义。在不少地区,例如山东西部、阴山地区、淮阳山脉、秦岭北带、雪峰山区、藏东、云南地区等处,长期以隆起为主的振荡运动,曾使大部分沉积盖层缺失,褶皱基底大片裸露。所有这些事实,都是地台型地壳运动的特征。

就岩浆活动方面来说,中国东部自震旦纪(部分地区自泥盆纪)至中生代初这一段时期,在大部分地区于绝大部分时间,都是以微弱著称的。有时,火山作用曾见于某些地区,但仅系地台型的,就其性质、规模来说,显然不能和同一地区的前震旦纪(部分地区为前泥盆纪)或中生代中期的岩浆活动相提并论。如在华南地洼区西部、川、黔、滇一带所见的二叠纪峨嵋山玄武岩,虽然面积分布颇大,但就其岩石特征、伴生地层与喷发环境来说,显系地台型岩浆活动的产物。

至于变质作用方面,中国东部自震旦纪(华南一部分地区自泥盆纪)至中生代初这一期间

① 正确的说,应叫“中国古地台”,因为自中生代以来这个广大的地台已大部分转化为地洼区,不再是地台区了。

内,全不显著。这一时期的地层,都是没有受到变质(在许多地区,古生代地层虽有因受中生代地洼阶段强烈的岩浆作用或构造变动而发生局部变质者,但其变质作用并非发生于古生代)。

总的说来,中国东部自震旦纪(部分地区可能自泥盆纪)至中生代初期(部分地区至古生代后期)这一段时间,无论在地层、古地理、构造作用、岩浆活动抑或变质作用等方面,在大部分地区于大部分时期所见者,皆明显地具有地台型的基本特点。虽然在少数地区于某些时期偶尔出现了一些不整合或岩浆活动,但这些现象就其性质及规模来说,仍不出乎地台型构造运动或岩浆活动的范畴。无论就其影响面积来说抑或延续时间来说,比起当时中国古地台如此广大的面积,以及地台阶段如此悠长的时间来,都是属于局部的、短暂的性质,但就其构造类型抑或岩浆活动规模上所表现的强烈程度来说,比诸同一地区的前震旦纪吕梁运动(部分地区为前泥盆纪加里东运动)和中生代中后期的太平洋运动,都相差很远。由此可见,当古生代时(华南一部分地区为晚古生代时),中国东部的情况是以地台型的基本特征占主要地位的。也就是说,相对“稳定”的情况是这一地区这一发展阶段的主流。那些略较强烈的活动表现,不过是十个指头中的一个指头而已!仅凭这些局部的、短暂的现象,加以夸大,并据此否认中国东部这样辽阔的全部地区,在古生代(部分地区至少是晚古生代)这样悠长的、显然相对“稳定”的全部时期的地台情况,甚至说这些地区当时仍处在还未转变为褶皱带的地槽情况,是不切实际的。“稳定”区和活动区本来就是相对的名词;地台区也有一定强度、一定形式和一定性质的活动(1959)。黄汲清认为必须是绝对稳定或是死的才算达到地台条件,以及“多轮回”非标准地台特征的看法,是可商榷的。正如 B. E. 哈因(1957)所指出的一样,“由于深钻的结果,大量补充了关于地台发展及构造的报道。其中值得注意的有俄罗斯……等地台。新的资料说明,地台有着胜于过去所认为的巨大的活动性,由一个(地壳运动——作者注)旋回到另一个旋回,甚至在每一单独的旋回中,均经受过重大的变化;在其范围内,出现了远非估计的大规模的岩浆活动”。我国有人总是强调俄罗斯地台是绝对稳定的,认为只有“死的、很稳定的”才算是标准地台或所谓“正地台”(黄汲清,1960)。他们强调中国东部古生代的地台阶段于局部地区当某些时期所出现的较强活动,作为该处当时的活动性比“有名的俄罗斯地台”大,还未达到标准地台条件的证明(黄汲清,1959)。他们并据此断定“第二构造层的标准地台实际上并未存在过”(闻广,1959)。这种看法是否正确,只要看一看被公认为标准地台的俄罗斯地台的实际情况就可以明白了。还有,他们强调华南地洼区部分的带志留纪末仅有一幕较为显著的褶皱作用,并认为“在代表标准地台的‘第二构造层’中,竟然包括这样的加里东运动,也是无法理解的”(闻广,1959)。这一疑问,从 B. E. 哈因的叙述中,也可得到解答。又如照目前的看法,该处下古生界龙山群仍属地槽型沉积,则地台阶段开始于泥盆纪。这样,这个加里东不整合发生于地台建立之前,代表地槽阶段的结束,而不是发生于地台阶段之内。“准地台”论者所借以断定该处地台阶段内一直没有“稳定”过,还未达到标准地台条件的唯一主要根据,已经失去,闻广的“无法理解”就更无必要了。

由此可见,无论分析任何地区的任何地质发展阶段(现阶段抑或以前某一阶段)的大地构造性质,都应该注意下列三点:第一,必须把该地区、该发展阶段的地层、构造、岩浆活动、变质作用、古地理等主要方面的事实联系起来加以全面考虑;第二,必须着重考虑上述各方面地质事实的主要特点,注意该地区、该阶段由这些主要特点所表现出来的基本特征,看到它的发展主流;第三,把这地区、这阶段的情况和别的构造区的相当阶段对比的时候,必须

以它们两者的基本特征及其发展主流为根据。如果我们不重视历史分析法的这一些原则,孤立地抓住某一方面地质事实的某一点,或者只看到甚至夸大一些局部性的、暂时性的现象而忽略了事物发展的主流,作为鉴别某一地区某一时期大地构造性质的标准,就必然引导出错误的结论。又如仅注意两个构造区之间在某些方面由于发展过程上的具体差异而发生的非本质性差别(例如铝土矿是否海陆交替相或是否与煤共生之类),而不注意它们之间在各个方面所表现出来的基本特征上的异同,并以此作为决定它们能否对比的根据,那么,要得出正确的结论也是难免遇到严重困难的!

4.2 中国东部各个地质发展阶段之间有无差别?

其次,从中国东部的全部地质发展过程看,特别是古生代这一阶段和前震旦纪(华南一部分地区可能为前泥盆纪)阶段及中生代中期以来的另一阶段的比较来看,这一地区从震旦纪(部分地区或为泥盆纪)开始,有过相对“稳定”的地台阶段,然后于中生代中期(部分地区于古生代后期)转入再度剧烈活动的新阶段,更属显明。Ю. М. 谢音曼(1937)、B. M. 西尼村(1948)、B. H. 帕甫林诺夫(1954)、喻德渊(1954)、张文佑(1959)、胡朝元(1958)等,论述中国大地构造或地质发展史时,已经先后指出过。作者(陈国达,1956,1957,1958,1959)前在有关阴山、东南沿海诸省、南岭及其邻侧地区、东北诸省、山东西部、秦岭北带、湖南以及中国东部其他部分的地质发展史和大地构造性质的叙述中,亦已论及。丁培民(1958)研究贺兰-棹子山大地构造,王宠(1959)、孙善平(1959)、赵鹏大(1959)等研究福建地质特点,刘以宣(1959)论述广西大地构造性质,曹仁关(1959)论述云南中部大地构造特点,刑凤鸣(1959)论藏东、云南地区的性质等,都得出同样的结论。

如上所述,中国东部大部分自震旦纪起,华南一些地区(如广西、广东、湖南等省区或其一部分)可能自泥盆纪起至中生代初期(华北一部分地区至古生代后期),这一阶段的大部分时间于大部分地区,无论在地壳运动、沉积作用、古地理、岩浆活动以至变质作用、成矿作用等方面的表现,其基本特征都属地台型。这些特征比同一地区前震旦纪或前泥盆纪时的地槽阶段者来说,固然显然有别;就是和中生代中期以来者相比较,也是很不相同的。例如,华北地洼区的山东洼隆,前震旦纪地层为十分复杂的变质岩系,包括多种结晶片岩,褶皱紧闭,变质很深、并有多次花岗岩侵入。但自进入震旦纪以后,即转变为相对“稳定”的性质。以山东西部而论,从震旦系以上,直至三叠系,都是属于地台型沉积;岩层展布面积广大,厚度不大,而横向变化较不显著,岩性上也较稳定,在较远距离的剖面中仍易对比。虽然升降运动频繁,海水时进时退,沉积间断多次出现,但皆属假整合(包括中奥陶世与中石炭世间的长期间断在内),这些地层总厚度不过2 000 m(陈国达,1956),其时既无强烈的褶皱作用,也未见岩浆活动和变质作用。若再看山东东部,则几乎整个古生代期间,以至中生代早期,都在长期隆起状态,基本上全无沉积盖层形成,以致前震旦纪褶皱基底大片裸露;其时的稳定性质,不能说不显著。但到了中生代中期以后,山东全境的地壳运动再度增剧,巨厚的地洼沉积出现。以山东西部所见为例,自侏罗系至新生界,总厚达8 000 m以上。这些地层厚度虽大,但稳定性很小,岩性变化也很大,其中又有多次不整合出现,岩层多受褶皱及断裂(这些构造变动且可影响到中生代以前各地层)。同时,岩浆作用、火山喷发与岩浆侵入,皆甚普遍。凝灰岩等十分发育,且多花岗岩体生成,并因此发生局部变质。由于构造变动强烈,地貌上完全失去地台的特征。目前仍有较强的新构造

运动,表现为强烈的地震及升降运动(包括海岸线的变迁)等。总之,山东地区古生代的发展情况,无论和前震旦纪抑或中生代以来者相比,都是不同的。特别是自中生代以来这一发展阶段的情况,与古生代那个阶段的“稳定”情况相比较,其差别之大,是十分明显的。笔者于1958年在“关于怎样辨识活动化地台”一文中,已做过分析。1959年5月在地质部全国地质编图会议上展出的、由山东省煤炭局编制的1/50万山东省大地构造图中,在划分构造层上也已十分正确地反映出这样的地质发展过程。钟仁兴(1960)在“论鲁西煤田地质特征”一文中,同样阐明了山东地质发展史这样的三个阶段。

又如华南地洼区,可以华夏洼隆(粤、桂、闽、浙一带)为例,这里由前泥盆纪龙山群代表的地槽阶段,是以强烈的褶皱作用、岩浆活动以及区域变质为标志的。但进入泥盆纪以后,即转变为地台性质,这种情况一直延至瑞替克期以前。这时所成的沉积盖层只在部分地区有所发育,其余部分以长期隆起为主,以至由龙山群及更古地层构成的褶皱基底大片裸露。总计沉积盖层的厚度,包括泥盆系、石炭系、二叠系及三叠系,一般共不过数百米至二千余米。这些地层,特别是中、上石炭统和下二叠统,多为华南地洼区内所广见,显系生成时期原作面状展布的;它们的岩性与厚度变化都比较不大,易于对比。这一阶段的构造运动,主要为大面积的升降运动;岩浆活动全无记录,也无显著的变质作用发生。但自进入瑞替克期以后,却出现了与古生代完全相异的情况。这是一个新的阶段,地壳运动(特别是太平洋期运动)十分强烈,包括拱曲运动和断裂运动、褶皱运动。与此同时,产生了以大幅度下陷为特色的凹地——地洼,其中沉积了以萍乡式建造为特色的地洼沉积,如瑞替克-侏罗纪的小坪煤组、梨山煤组等,侏罗纪坂头组,以及白垩—第三纪的红色岩层皆属之(广东下侏罗统中含有海相沉积,为当时有海水侵入地洼中所成)。当中生代中后期,褶皱运动更加显著,且有岩浆活动,形成大量花岗岩侵入体。目前的表现,为新构造运动颇强,由河谷阶地记录的隆起运动,随处可见;在滨海地带且有海蚀阶地和海积阶地。第四纪火山活动见于海南岛。地貌方面,具幼年期特征,高差显著。

综上所述,可以看出中国东部被称为所谓“准地台”的地区,其地质发展史显然可以划分为三个不同性质的阶段,即①前震旦纪(部分地区,例如在东南诸省的一部分,可能为前泥盆纪)的地槽区阶段;②震旦纪(部分地区可能为泥盆纪)至中生代初(部分地区为古生代后期)的地台阶段;③中生代中期(或古生代后期)以来的地洼区阶段。特别值得注意的是,古生代这一阶段即第二阶段,无论与第一抑或第三阶段相比,都显然是活动性降低的阶段,即相对“稳定”的阶段;它和第一阶段固应区分,和第三阶段也不能混为一谈。若用示意图来表示这些地区各个地质发展阶段之间活动性大小的变

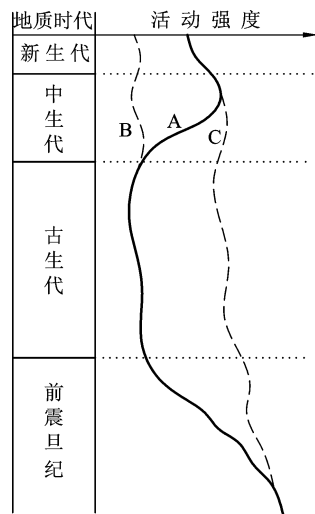


图1 华北地洼区山东洼隆地质发展过程中活动强度变化实际情况的示意曲线(A)

图中的B为该处如果为地台区,其活动强度的可能曲线;C为依照“准地台”或“地槽发展后期”的说法,该处活动强度应有的可能曲线

化,以华北地洼区山东洼隆为例,大体上就是如图1之A曲线所示。

由此可见,中国东部自震旦纪(部分地区自泥盆纪)至中生代初(部分地区至古生代后期)有过悠长的、相对“稳定”的地台阶段,是不容否认的。若把中国东部吕梁运动以后(部分地区可能加里东运动以后,例如东南诸省属之),经过古生代(或古生代晚期)至中生代初(或古生代末)这样悠长的地台阶段之后才再度出现的中生代强烈地壳运动和岩浆活动,不辨性质地看作是前震旦纪或前泥盆纪“地槽发展后期”的构造运动和岩浆活动,并将这一点来作为“准地台”的特征,是不恰当的。И. Б. 别洛夫(1958)根据他在西伯利亚南部地洼区对火成岩作了研究后指出,那些把这样地区中生代的岩浆活动,和相隔一个古生代地台阶段之前的古地槽阶段的岩浆活动混为一谈,认为是“地槽构造—岩浆期发展到最后阶段的产物”的看法,是“毫无实际根据”的。对于中国东部的地洼区来说,也是如此。

4.3 从中国东部的结构特点看所谓“准地台”

如前所述,地台区是由地槽区转化而成的。它的结构特点,是具有上、下两个显然相异的基本构造层,其中的下构造层称为褶皱基底,上构造层称为沉积盖层。褶皱基底乃系继承作为地台区前身的地槽褶皱带经过侵蚀及准平原化后的残留部分,具有地槽型沉积、构造及岩浆活动和变质作用的特征。而沉积盖层则系该处地壳发展史进入地台区阶段以后,在褶皱基底之上成长起来的,它具有地台型沉积、构造、岩浆活动及变质作用等特点。这两个基本构造层反映出地台区所在地区的地壳发展史的两个相应的、显然相异的基本阶段(图1之B所示)。

上文已经指出,地洼区是由地台区转化而成的。它的结构特点是具有三个显然相异的基本构造层(若由单层地台转化而成的,可缺失第二构造层)。其中的第一及第二构造层,和地台区的下、上两构造层基本上相似,乃系从它的前身地台区继承下来的。第三构造层则系该处地壳发展史进入地洼区阶段以后,在原地台的沉积盖层或褶皱基底之上,由于拱曲、断裂,发生地洼,并在其中沉积而成的。第一、二构造层分别具有地槽型及地台型的沉积、构造、岩浆活动和变质作用等特点,而第三构造层则具有地洼型沉积、构造、岩浆活动和变质作用的特征,即“地洼沉积层”。这三个基本结构层反映出地洼区所在地区的地壳发展史的三个相应的、显然相异的基本阶段,有如图1之A所示。

假如中国东部目前发展阶段确系还未进入地台区阶段的“准地台”,甚至还停留在地槽褶皱区阶段,那么它的结构及其所反映的地质发展史应比地台区的还要简单些,即还没有出现如同地台区的那种上构造层;至于如同地洼区的三层结构,就更无理由具备。因为只有这样才能符合所谓该处地质发展史根本没有经历过地台阶段(甚至还在尚未转变为褶皱带的地槽),更未进入地洼区阶段的说法(图1之C所示)。但事实证明,中国东部大部分地区到处都可以划分出如同地洼区那样的三个基本构造层来。上举华北地洼区的山东洼隆和华南地洼区的华夏洼隆,均为著例。山东西部的第一构造层是由前震旦纪变质岩系构成的,第二构造层是由震旦纪至三叠纪的地台型沉积所构成的,第三构造层则系由侏罗系以上的地洼型沉积构成的。这种结构特点,在前述山东煤炭局所编的山东省大地构造图中,已经表明该处第二构造层及地洼时期所成的第三构造层均已被划分出来了(至于山东东部,因系由单层地台转化成的,故缺失第二构造层)。华夏洼隆的第一构造层所包含的地层为前泥盆纪地槽型沉积的龙山系及更老的地层;第二构造层所组成的地层为泥盆纪至早三叠世地台型沉积;第三构

造层则系由瑞替克期至新生代地洼型沉积所构成。特别应该指出的,中国东部的第二构造层和第三构造层,区别很大,不仅可以显然划分,而且它们的存在是无法否认的。

张文佑(1959)于论述怎样划分构造层时,也曾指出:由于“中国地台在中生代时期发生强烈的断裂活化,所以在上述两构造层(指“褶皱基底”及“沉积盖层”——笔者注)之外,还有代表地台活化阶段的第三构造层。这个第三构造层的特点是主要分布在活动化地台的内陆断陷盆地内,全为陆相沉积,主要由磨拉石建造、含煤建造和火山岩建造组成”。

由此可见,中国东部的结构特点,说明这一地区和地洼区的特征完全一致,而与所谓“准地台”或“地槽褶皱区发展后期”者,毫无共同之处。那些认为中国东部不能划分出第二构造层和第三构造层,说它们两者毫无区别,又认为“第二构造层不存在”、“第三构造层即地洼沉积层不能成立”的看法,是与事实不相容的。

4.4 从地壳发展史的位置看中国东部地区的大地构造性质

如上所述,依照黄汲清所提出的公式,“准地台”在地壳发展史中的位置是在于地台阶段之下,即还未发展到地台的阶段。作者在前文(陈国达,1959)已经阐明,地洼区在地壳发展史中的位置系在于地台阶段之上,因它是由地台转化而成的,该处地质发展史已经走过了地台阶段。“准地台”与地洼区的位置比较,如下所示:

地槽区——^{“准地台”}→地台区——→地洼区

假如中国东部目前发展阶段确还未达到地台阶段的所谓“准地台”,那么它在古生代时必然没有出现过地台阶段,以及代表地台阶段的、和第一及第三构造层显然相异的第二构造层。如果照所谓中生代才由“地槽转变为褶皱区”的“地槽发展后期”的说法,则这些地区在地壳发展史中的位置更低,距地台阶段更远。但根据上述各点,证明经历了前震旦纪(部分地区可能为前泥盆纪)强烈活动阶段之后,中国东部于中生代再度强烈活动之前,确已出现过一个显然不同的阶段。这个阶段无论和前震旦纪(部分地区可能为前泥盆纪)第一阶段,抑或中生代中期以后的第三阶段相比较,都是活动性显然较弱的。它是一个由具有地台型基本特征的第二构造层所代表的相对“稳定”的地台阶段。在反映这一阶段的第二构造层之后,才出现了代表地洼区阶段的第三构造层。由此可见,中国东部目前发展阶段实际上已经超过了地台阶段。它在地壳发展史中的位置,已经是在于地台阶段之后,而并非在于地台阶段之前。

若再细查一下“准地台”的标准地区的地质发展史,对于解决中国东部究竟是所谓“准地台”或“地槽后期”,抑或实系地洼区的问题,是很有帮助的。最初定为“准地台”的标准地区是四川东南部、湖北西南部和贵州北部。依黄汲清(1954)的叙述,“它们从震旦纪直至三叠侏罗纪显示了与地台相当的稳定性;沉积物一般是地台型……完全缺乏硬砂岩或复理石等沉积;也没有火成岩活动,更不见花岗岩侵入。这些条件足够(重点是笔者加的,下同)把它们判断为地台的一部分了。但另一方面,它们……在燕山期受到中常的或中常到强烈的褶皱,造成平行条带状褶皱型式,表现了程度不等的活动性。这样,它们又多少和地槽近似了。……它们原是地台,而被大的、广布太平洋区域的燕山运动打上轻微的地槽烙印。我们建议称它们为‘准地台’”。由此可见,所谓“准地台”者,实系古生代时已经“原是地台”,当时的地台条件是“足够”的,其后于中生代时才转化为类似地槽性质的活动区。这一事实,足

以充分证明黄汲清(1960)后来在所谓“世界主要构造系统”公式中,采用“准地台”的名称,把川东、鄂西、黔北以至中国东部全境各个构造区目前发展阶段的位置列在地台阶段之前,否认该处古生代时有过地台阶段,说这些地区自前震旦纪以来一直没有“稳定”过,其地质发展史目前还未到达地台阶段的看法,是脱离实际的,显然与他自己所承认的、也是人所共知的事实不相符合。至于闻广把中国东部中生代时所出现的强烈地壳运动和岩浆作用说成前震旦纪地槽发展的继续,并对这些地区古生代时所经历过的、无论对于前震旦纪地槽阶段抑或对于中生代以来的地洼阶段来说,其活动性都显然较弱的、如此悠长的地台阶段,认为不存在的看法,就更不切实际了。既然这些地区于古生代时“原是地台”这一事实抹杀不了,那么中生代时才被“燕山运动打上轻微的地槽烙印”的现象,不承认是经历了地台阶段以后才再度增强活动(并形成地洼区)的现象,还有什么正确的解释呢?实际上,所谓“准地台”的标准地区以及中国东部其他地区的地质发展史表明,“准地台”这个术语是模糊的,因为它把这些地区古生代时相对“稳定”的、不可否认地原是地台的阶段,和中生代以来活动性再度剧烈增强的地洼阶段混同起来,看作同一发展阶段,忽视它们之间的重大变化和质的差别,并把这先后两个不同性质阶段的特征混在一起,去和地槽区及地台区相比较,忽视这些构造区在地壳发展史上的真正位置,因而得出所谓“中间型”的错误结论。这样的一个构造区名词,自然不能正确反映所论地区的大地构造性质和地质发展史;它的找矿意义如何,也就毋待多说了!

由此可以看出,划分构造区应以所论地区的现阶段的大地构造性质为准绳。即是说,要分析该处的地质发展史目前达到什么阶段。我们固不能仅以该处过去某一发展阶段的大地构造性质为根据,而忽略了以后各个发展阶段的变化(除我们所编制的目的在于表示该地区过去某一地质时代大地构造性质的“古大地构造图”);若把两个或数个不同的发展阶段混同起来,去代表目前阶段的情况,并把它们的特征混在一起,作为划分构造区的根据,就更不能获得正确的结论。归根到底,乃是如何正确运用历史分析法的问题,是观点问题和思想方法问题!

参 考 文 献

- [1] 鲁欣 Л. Б. 沉积学原理. 北京地质出版社, 1953
- [2] 喻德渊. 中国的大地构造与矿产分布. 地质学报, 1954, 34(3)
- [3] 帕甫林诺夫 В. Н. 地质构造的基本原理. 中央重工业部“苏联地质专家讲课案编”, 1954
- [4] 黄汲清. 中国区域地质的特征. 地质学报, 1954, 34(3)
- [5] 中国地质学编辑委员会、中国科学院地质研究所. 中国区域地层表(草案). 科学出版社, 1956
- [6] 陈国达. 中国地台活化区的实例并着重讨论“华夏古陆”问题. 地质学报, 1956, 36(3): 239 ~ 271
- [7] 陈国达. 南岭及其邻侧地区的大地构造. 中南矿冶学院学报, 1957, 2(2): 1 ~ 34(地质专辑)
- [8] 陈国达. 初论中国的地台活化现象. 中南矿冶学院学报, 1957, 2(2): 67 ~ 80
- [9] Меркулов П. М. 苏联地质学家对于地壳发展一般规律的见解. 南京大学地质系, 1957
- [10] 陈国达. 关于怎样辨识活化地台. 地质月刊, 1958(8): 29 ~ 32
- [11] 陈国达. 华夏型地台活化的进行过程. 科学通报, 1958(9): 279 ~ 280
- [12] 陈国达. “满蒙地块”及其大地构造性质. 地质论评, 1958, 18(3): 190 ~ 200
- [13] 陈国达. 从地台活化谈到西安附近地质. 中国地质学会西安分会会刊, 1958(6): 50 ~ 52
- [14] 陈国达. 活化地台凹地型沉积矿床. 科学通报, 1958(5): 160

- [15] 陈国达. 活化地台凹地型煤田. 中国地质学会会讯, 1958(12):101~102
- [16] 陈国达. 中国活化区矿产的分析. 湖南地质学会会讯, 1958(2):3~10
- [17] 别洛夫 И В. 贝加尔次地台带的新生代火成岩系及其化学特性. 地质学报, 1958, 38(2)
- [18] 胡朝元. 块断地壳运动与中国中生代至新生代地史的发展. 地质论评, 1958, 18(4)
- [19] 丁培民. 贺兰—棹子山活化地台. 地质论评, 1958, 18(6)
- [20] 张文佑. 对编制中国大地构造图的几点意见. 地质月刊, 1959 年第 2 期
- [21] 张文佑. 怎样划分构造层. 地质科学, 1959 年第 5 期
- [22] 刘以宣. 广西靖县铝土矿的成因及今后找矿方向. 中南矿冶学院学报, 1959, 4(1)
- [23] 曹仁关. 云南中部大地构造单元的性质特点. 地质论评, 1959 年第 7 期
- [24] 刑凤鸣. 从会理盐边的地质构造看康滇地质的性质. 地质科学, 1959 年第 9 期
- [25] 孙善平. 对张良等“对闽浙地区的地质特点的一些新看法”一文的意见. 福建地质专辑 2 号, 1959
- [26] 赵鹏大. 对福建地质构造特征的几点看法. 福建地质专辑 2 号, 1959
- [27] 王宠. 福建地质的特点和问题. 福建地质专辑 2 号, 1959
- [28] 陈国达. 大地构造分区问题. 地质月刊, 1959(9):44~46
- [29] 陈国达. 中国地质学. 长沙: 中南矿冶学院地质系, 1959
- [30] 陈国达. 地壳的第三基本构造单元——地洼区. 科学通报, 1959(3):94~95
- [31] 陈国达. 地洼区的第三构造层——地洼沉积层. 科学通报, 1959(5):173~174
- [32] 陈国达. 地壳动“定”转化递进说——论地壳发展的一般规律. 地质学报, 1959, 39(3):279~292
- [33] 陈国达. 划分构造区的一项新标准——结构. 科学通报, 1959(7):240~241
- [34] 黄汲清. 中国东部大地构造分区及其特点的新认识. 地质学报, 1959, 39(2)
- [35] 闻广. 论岩浆期后金属矿床. 地质部地质研究, 1959
- [36] 中南矿冶学院地质系、中国科学院湖南地质研究所. 湖南大地构造图(1:50 万), 附说明书: 湖南省大地构造纲要. 1959
- [37] 陈国达. 大地构造分区问题(续). 中国地质, 1960(1):39~46
- [38] 中南矿冶学院地质系大地构造研究室, 中国大地构造图(1:300 万), 附说明书: 中国大地构造初稿, 1960
- [39] 黄汲清. 中国地质构造基本特征的初步总结. 地质学报, 1960, 40(1)
- [40] 钟仁兴. 论鲁西的煤田地质特征. 地质学报, 1960, 40(1)
- [41] 陈国达. 地台活化说及其找矿意义. 北京: 地质出版社, 1960
- [42] Шейманн Ю М. О Истории развития Китайского шита. Совет. Геол. 1937(7)
- [43] Мирчинк Г Ф. Основные Закономерности Развития Земного шара. Вмолл. 1940(3-4)
- [44] Синицын В М. Строение и развитие Кнтайской платформы. Изв. АН СССР, Сер. Геол. 1948(6)
- [45] Белоусов В В. Основные вопросы геотектоники. Гогяеолтехидат, 1954
- [46] Павловский Е В. О некоторые общих закономерностях развития земной коры. Изв. АН СССР, Сер. Геол. 1953(5)
- [47] Николаев Н И. Развитие структуры земной коры и ее релвфера по данным неотектоники. Совет. Геол. Сборник, 1955(48)
- [48] Петрушевский Б А. Урало-сибирская дитерцинская длатформа и тяив-шанъ. Бмоил отд. Геол. 1955, 30(3)
- [49] Хаин В Е. Некоторые основные водросы современной геотектоники. Изв. АН СССР Сер. Геол. 1957(2)
- [50] Страхов Н М. Основы исторической геологии, 1958

Characteristics and Nature of the *Diwa*-Region Compared with the So-Called “Para-Platform”

(Summary)

The *diwa* region is a new fundamental geotectonic element of the earth's crust, discovered recently resulting from the research works about the phenomenon of activization of platforms which is widely met in Eastern China (Chen Guoda, 1959). In the former papers (Chen Guoda, 1956a, 1956b, etc.), the writer called it the “activizing platform” or the “activizing region”. Because these two terms are not so coincident with the chief characteristics and nature of this kind of geotectonic regions, the new term “*diwa*-region” has been proposed (Chen Guoda, 1959). This term is derived from the Chinese words *diwa* (地洼) which means a special kind of depressions developed on an ancient platform, frequently found in this kind of geotectonic regions, with great amplitude and comparatively high velocity of subsidence. In these depressions occurs a special kind of deposits named the “*diwa* deposits”.

The characteristics of the *diwa* region are different from either those of the geosynclinal region or those of the platformal region. In this kind of geotectonic regions there are three basic structural layers, among which the first two are similar to the lower and the upper basic structural layers (i. e. the “folded foundation” and the “depositional cover” respectively) of the platform region, while the third one is a new basic structural layer composed of the *diwa* deposits so that it is named the “layer of *diwa* deposits”.

In lithological facies the *diwa* deposits are chiefly continental and rarely marine; in lithological character, it is composed mostly of sandstones and shales with intercalations of conglomerates and sometimes of limestones. They are characterized by the special formation named the “Pingxiang-type formation” which is more or less similar to the “Моласс formation”, and frequently intercalated, in some cases very abundantly, with volcanic rocks, such as tuff, rhyolitic lava, basalt, etc. The thicknesses of the *diwa* deposits are commonly large but quite unstable, from 1 ~ 2 km or 3 ~ 4 km. to 7 ~ 8 km., and sometimes more than 10 km. Interruptions by unconformities are frequently met in these deposits.

During the development of the *diwa* region, the crustal movements were generally violent, producing folds mainly of open type and sometimes even of close type. Thrusts may be found in certain places; faults are very abundant.

The igneous activities of the *diwa*-region during its development were very strong in most cases. The rocks produced by them chiefly belong to the acid type, among which the granite is the most important. The magmatic sequence is mostly from acid to basic.

Metamorphism due to dynamic or igneous origin is sometimes found in those places where the

tectonic movement or igneous activities were strong in the *diwa*-region during its development.

The topography of the *diwa*-region is generally characterized by high relief, sometimes more or less similar to that of the geosyncline region but quite distinct from that of the platform region.

Neotectonic movements found in the *diwa* region are mostly apparent and strong.

According to the characteristics mentioned above, we find that the nature of the *diwa* region is an active region. This may be shown by the type of formation of the *diwa* deposits, their lithological characters and the irregularity in the lateral direction, their large but unstable thicknesses, and the frequency of interruption by unconformities. The seriousness of the tectonic movements, the violence of the igneous activities, and the presence of metamorphism in certain places contemporaneous with the deposition of the *diwa* deposits, also show the same significance. The high relief in topography and the violence of the neotectonic movements in most places indicate that the crustal movements in these geotectonic regions have not yet ceased even today.

The *diwa* region as a whole is a new active region. On the one hand it is entirely different from platform which is a “stable” region. On the other hand it is not the duplicate of the geosyncline region, although the latter is also an active region. In fact, this is the third known fundamental geotectonic element of the earth’s crust, transformed from the platform region. Compared with either the platform-region or the geosyncline-region, it is more complex in form (as shown by its “construction”, i. e. the number and nature of the basic structural layers). Obviously, it represents the still higher stage of the history of development of the earth’s crust along the spirally ascending line. T. K. Huang (1959) refers this kind of geotectonic regions widely spread in Eastern China to the so-called “para-platform” which represents merely the intermediate stage of transformation from the geosyncline-region to the platform-region. This opinion is unacceptable, because it does not coincide with the fact. Moreover, the term “para-platform” is obscure, because it represents at the same time two stages of geological development of Eastern China, which are distinctly different from each other, namely, the Palaeozoic platformal stage and the Meso-Cenozoic *diwa* stage (or the stage of “activation of platform”). This is proved by the geological history of the type locality of the “para-platform”, i. e. Eastern Szechuan, Hubei and Gueizhow, and also proved by the facts found in all the other related places of Eastern China.

先震旦纪大地构造性质问题^{*}

1 问题的提出及其研究意义

根据最近的估计,在约为4.5 Ga(按O. Ю. 施密特的推测,则为7.0 Ga)的地球年龄中,随着地球的发展而逐步产生、逐步成长的地壳,其年龄为3.0~3.5 Ga。其中,自寒武纪至今,为500~600 Ma;震旦纪占700~900 Ma(苏联的里费期的绝对年龄资料为700 Ma,我国测得的绝对年龄资料为850~900 Ma);因此,地壳发展的先震旦纪的时期,达1.7~2.2 Ga,占有地壳年龄的57%~60%。在这漫长的岁月里,地壳构造发展究竟是怎样的情况?历来注意并讨论者颇不乏人;但一直至今,仍未有接近一致的意见。究其原因,主要是由于这一时期距今较远古,地层记录屡受后来各个地质时代、各个不同的构造发展阶段中的地壳运动、岩浆活动、变质作用等的破坏和改造,往往紊乱无章,甚至残缺不全,遂使原有面貌已大大改变,不易详细辨别所致;其次,不同地质时代、不同构造发展阶段,有着不同的地质特点,而先震旦纪这一期占有的地质时间,又特别悠长。因之,许多根据震旦纪以来的地质史料所得出的概念,往往不能完全和正确解释这个如此漫长的时期中,必然已经有过许多变化的地壳构造发展情况。所以,关于先震旦纪大地构造性质问题的研究,一向被视为地质学上最复杂、最困难的问题之一,这是很自然的。

另一方面,正因为先震旦纪这个悠长时期,实际上占有地壳构造发展史的篇幅的大部分,对这一时期大地构造发展过程的研究,不独在有关地壳演化规律问题上占着重要的章节,并具有重大的理论意义;而且,对于弄清地壳中成矿作用发展史和矿产分布规律,为找矿、勘探指出正确方向等问题上,尤其具有重大的实际意义。

2 前地槽区阶段的硅铝层构造单元问题

2.1 一些有关的地质资料和物探资料

关于先震旦纪地壳发展的基本情况的资料,目前还不够多。但以现有的而论,已可看出,在地槽区发育之前,曾经存在过一个悠长的、复杂的“前地槽区阶段”。其实,已经有了一些特别的构造单元存在过,而不是地壳发展一开始就是地槽区。

2.1.1 中国境内的基本资料

以中国境内所见的事实来说,在华北地洼区的阴辽、辽东、山东及山西等处;华南地洼

^{*} 此为作者1962年《大地构造学》教材(与陈恩民合作)的第十章,中南矿冶学院及中山大学印。文中先震旦纪系指前震旦纪。据中国地层时代表(1990)，“震旦纪”或后文所提出的“震旦代”现已划入“新元古代”，其中包含了震旦纪和青白口纪。

区的沿海部分地区,东北地洼区的吉林北部,以及伊陕地台区、四川地台区和松辽地台区南端等处,于组成褶皱基底的元古代或古生代地槽构造层之下(有时为时代不一的地台构造层或地洼构造层之下),都出露(或依钻探所知)有由太古代(偶可为元古代)深变质岩所成的结晶基底存在。例如在雪峰地区,依近年所作地球物理勘测结果,也发现在地槽沉积的元古代板溪群之下,于约4 000 m的深处,还有另一基底存在(中华人民共和国地质部地球物理探矿局航测大队,1959)。

组成上述结晶基底的地层,其岩性及分层等方面,各地很不一致,论其年代,有属很老的,也有较晚的(全国地层会议,1959)。兹就华北地洼区的一部分地区来说,以山西的五台山、太行山一带为例,时代可能属于早太古代的阜平群,主要由黑云母花岗片麻岩所组成,变质很深,局部含角闪片麻岩,厚4 500 m以上。阜平群之上,假整合或微不整合地为建平群所覆盖;后者主要为角闪片麻岩和黑云母片麻岩群,含有角闪岩和大理岩,厚可达万余米。建平群之上,则以可能属于不整合的关系,为晚太古代五台群所覆盖,后者主要为各种中级到低级区域变质的片岩:如云母片岩,绿泥片岩,角闪岩(变质的中基性海底喷发火山岩)、绢云母石英片岩等,局部受到花岗岩化而造成十分复杂的混合岩。五台群在五台山区,被时代为18亿年左右的白云母伟晶岩脉所穿入。而所有以上的太古界地层,以明显的不整合为元古代滹沱群覆盖;滹沱群属地槽型沉积。

其次,在辽东的鞍山群,在岩性上和层位上,以及变质程度方面,大致和华北的五台群相当,受到时代为22亿年左右的伟晶岩脉所侵入。其上,则以不整合关系为元古代的地槽型沉积的辽河群所覆盖(图1)。

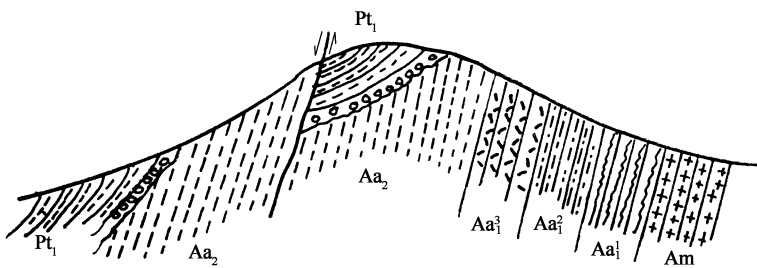


图1 辽宁鞍山地区炮台山所见辽河群(Pt_1)

不整合于鞍山群(Aa)之上。 Aa_1^1 —绿泥片岩; Aa_1^2 —云母片岩; Aa_1^3 —含铁角闪片岩; Aa_2 —鞍山式铁矿
Am—混合岩。以上皆属鞍山群。 Pt_1 —辽河群砾岩、绿泥片岩、千枚岩(依中南矿冶学院地质系鞍山队)

又如,阴辽大青山区的结晶基底,下部为桑干片麻杂岩,被时代为17亿年的伟晶岩脉所侵入,时代属太古代,其上则为五台群。

上述的岩性特征,虽然因地区不同而有所差异,但若和同一地区的、无论地槽构造层、地台构造层抑或地洼构造层相比较,都显然有着自己的特色。

值得注意的是:在以前的认识中,人们以为构成上述结晶基底的岩层,全部都是褶皱十分复杂、岩性变化急剧,具有活动区的岩性特点,代表一个活动性十分强烈的大地构造环境的产物。但事实上,结晶基底的岩层,依其所受构造变动的强烈程度、岩性特征等,大致可分为两类:

其中一类,确是褶皱剧烈而复杂,变质特深,遭受过强烈的混合岩化及花岗岩化;其中柔性流动褶曲十分发育,并具有多种多样的混合岩结构。显然,它们的确是代表这些地区当活动性特别强烈的发展阶段所成的一个基本构造层。不过,据其时的沉积建造、构造类型、岩浆活动、变质作用等方面的特征来看,这个发展阶段和同一地区后来出现的地槽阶段,仍有差别。

另一类,则是所受构造变动比较轻微,当时的褶皱作用颇不显著,具有“稳定”区的环境的特点。例如根据一些学者研究,山西太行山、五台山一带,太古代的深变质地层中,有的产状一般平缓,局部甚至有呈水平状态者(马杏垣,1960)。以上这些事实,打破了此前人们认为太古界地层概为代表活动区性质的沉积建造以及当时所受褶皱概属强烈的旧观念。它代表当时曾经有过一个相对稳定的发展阶段,形成了一个代表着稳定因素占据优势为主要特征时期的另一个基本构造层。但这个相对稳定的阶段,其沉积建造一般厚度颇大,变质特深,和地台构造层较之,显然不同[在有些地区,这个构造层没有发育,或者没有保存。这样,这个基本发展阶段,就以一个较长的缺失或侵蚀期为代表,以致地槽构造层(或更新的构造层)直接盖在结晶基底的前一类岩层(即褶皱强烈的部分)所成的构造层之上]。

2.1.2 世界上别处的现知资料

世界上其他许多地方,关于前地槽区阶段的存在,以及它们同样地可以分出不止一种性质的构造层,很早以前,即已陆续发现,并已在地质文献中有了记录。

例如,A. B. 裴伟及 B. M. 西尼村(1950)的工作即已阐明:“举任一个地槽区来说,我们都可在大面积上和许多地方看到前里费期(即先震旦纪——著者按)结晶基底的露头。”它们位于地槽型沉积之下。依乌拉尔、哈萨克斯坦、中亚的剖面所见,构成这些结晶基底的沉积物,其特征是:厚度很大,区域变质作用单调一致,花岗岩化现象广泛发育;当时的褶皱作用相当特殊而复杂,并且多次出现,与其上的覆盖层成明显的不整合接触;它们的地层剖面,可以和老台盾中所见的结晶地块或所谓“陆核”者相对比。但这两位作者同时又指出,这些结晶基底不能被认为是地槽区发育的产物,因为里费期的和年代较新的沉积物的褶皱,根本不同于这些太古代岩层的褶皱。在古老的前寒武纪时期,为典型的普遍的花岗岩化和各个大陆上所见的、单调一致的区域变质,在里费期后的时期中是完全没有看到的。它们在成矿作用、岩浆作用和沉积作用等方面,亦有很大的差别。他们认为,“不能把里费期的发育与以后各个时期的发育混同起来”,“只能假定地划为地壳发展的一个特殊阶段”。据此特点,认其为地槽区阶段之前的、更古构造单元的产物,是可信的。依其特征来说,这个古老构造单元可能就是一个属于活动区性质的,但与地槽区仍有差别。当然,它由于褶皱及岩浆侵入等作用的结果,终于固结并转化为“稳定”区。但这个“稳定”区,并不等同于地台区。

另一方面,依 B. M. 西尼村(1956)的记述,在天山、帕米尔、贝加尔、法国中央高原的西部、加拿大台盾等地,主要属于太古代的古老片麻岩、结晶片岩等巨厚沉积物中,除去复杂褶皱的部分外,还常看到大片的、仅有比较简单而平缓褶皱部分。例如:在天山北麓吉尔吉斯山脉西部,有太古界及元古界结晶片岩构成的短背斜(图2),轴部倾角不大,在 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 之间。在南翼,时常在横过走向的颇长距离剖面上,全部保持着平缓的倾角,不过偶尔为小的和第二级的平缓褶皱所多样化而已。“在帕米尔山西南一带,结晶片岩(Д. В. 纳里夫金及其他某些地质学者认为该杂岩的时代属太古代)最主要特性,乃是那种令人迷惑的非常简单

的构造,这种表现为(极少例外)单调的平缓褶皱,其两翼为 $8^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 至 20° ”,“仅有时局部变化复杂化”(图3及图4)。另据B. A. 尼古拉也夫(1948)的记述,该处有“垂直厚度达1 500 ~ 2 000 米,但其产状几近水平的结晶岩系”,曾见到“极古老的太古代界结晶片岩,产状非常平缓,在广大面积内几为水平”。巴氏认为,在贝加尔省其他一些地区,太古代片岩的复杂构造形态与以后的强烈褶皱运动有关;这种运动,改变了太古代原有的简单构造。

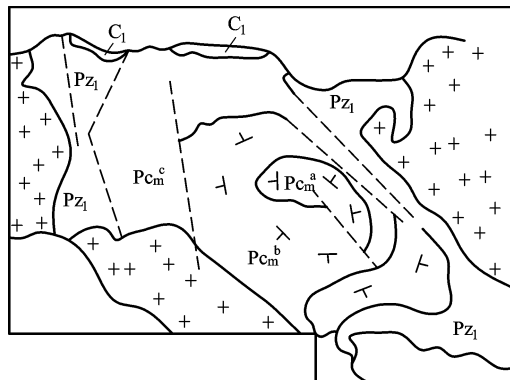


图2 天山北麓吉尔吉斯山脉马克巴尔短背斜构造略图

(据 B. M. 西尼村, 1956)



图3 帕米尔西南结晶片岩的构造略图

(据 B. M. 西尼村, 1956)



图4 帕米尔西南结晶片岩的构造略图(沙赫达林山东部)

大理岩层单独划分(据 B. M. 西尼村, 1956)

根据上述各处所见的事实,证明了从太古代初期起,地壳中确已出现了硅铝层的大地构造单元的分异:除了强烈活动的地带之外,已开始产生构造环境相当稳定的地区。但正如B. M. 西尼村(1956)已经注意到并强调指出的,“根据沉积建造的特点,这个‘稳定’区并不同于地台区,不能把它与地台区混为一谈”。

2.2 前地槽区阶段的硅铝层大地构造单元性质的探讨

2.2.1 构造层的性质和特点

上举中国的和外国的不少例子,说明了这样的一个事实:由于历年来无数学者研究成果的积累,已使我们今天可能有条件认识到,地壳发展在出现地槽区之前,已经至少有了两个更古老的、由硅铝层构成的构造单元存在过。其中一是类似于地台区的“稳定”区,另一则是类似于地槽区的活动区。

代表这两个不同性质的基本构造单元(基本发展阶段)的构造层,一般地说,区域变质较深。

论其地质时代,多数属太古代,有时也包括元古代,或更晚时代。

论其在地壳发展史中,与其他较新的已知构造单元的历史生因顺序相对位置,都是位于地槽构造层之下,并可被地台构造层或地洼构造层所超覆。

再就它们两者间的时代关系来说,可或先或后;也可两者同时。

至于它们两者之间的历史生因顺序的相对位置,目前还研究不够多。就其分布及保存情况推论:其中代表“稳定”区阶段的、产状比较平缓的一个构造层,可能在上。它可能系在代表活动区阶段的那个古老构造层经过褶皱及岩浆侵入结果、终于固结转化为“稳定”的基底以后,才在其上发育而成的。有时,在某些地区,由于后来侵蚀的结果,或者本来没有沉积,而致该位置上的这个比较平缓的构造层缺失,便可以使位于其下的、代表活动区阶段的另一古老构造层大片暴露,或直接被地槽构造层(并常可直接被地台构造层或地洼构造层)所超覆。

2.2.2 前人的看法

关于上述前地槽区阶段由结晶基底组成的古老构造层,究竟代表何种构造单元,对于这个问题目前还存着极不一致的意见。

有些学者,只看到它们某些部分的沉积巨厚、褶皱变质及岩浆活动强烈等,属于活动区性质的特征,遂简单化地、并一概地把它划入地槽区(另有人叫它做“萌地槽”或“原地槽”,这与把它划为地槽区没有原则上的区别)。另外一些学者,则由于看到它的变质情况、褶皱性质,以及花岗岩化强烈等方面的特点,辨出它与地槽构造层实际上有所区别,因而叫它们做“特殊阶段”。这个具有活动区性质的特殊构造层形成后,该处已经转化为“稳定”区(这时,在有些地区,于这个特殊构造层所成的基底之上,覆盖着如同上述的平缓的另一变质构造层,而在另一些地区,由于缺失后一构造层,它便成为裸露的基底)。我们在地槽区、地台区或地洼区常常见到的,出露在地槽构造层(有时直接为地台构造层或地洼构造层所超覆)下的所谓“地轴”或“地核”,即系相当于这个“稳定”区(或“稳定”阶段)。这个“稳定”区往往为后来的地台阶段所承继,成为地台基底中的原始的核心的组成部分;地台基底的新成部分,往往即以该核心为基础——基底的基底——发育并扩展而成的。从表面看来,这个结晶基底好像就是“原始的地台区”。因此,有些学者就简单化地笼统地把它划为“地台区”。另外,有些学者,则把它作为当时广阔的“地槽区”中所出现的“萌地台”。但实际上,它并非最早出现的地台或地台的萌芽阶段,而实系地台的(而且往往是间接的)前身。

2.2.3 初步结论

根据上述前地槽阶段的两个基本构造单元的特征看来,它们和地槽区及地台区虽各有相

似,而且它们形成以后,又间接地或直接相继转化为地槽区及地台区;代表它们的构造层(即结晶基底),曾被后两者继承下来,成为地台基底中的“原始”的、重要的组成部分。但它们所代表的发展阶段和后来地槽区阶段及地台区阶段,毕竟不是同一东西。有些学者笼统地简单化地把它们看成地槽区,固然不恰当;而另一些学者亦一概而论地单纯地把它们看作与地台区属于同一性质的构造单元,也是不宜的。它们实系比地槽区及地台区都出现更早(以历史生因顺序来说)的另外两个构造单元,不能与地槽区、地台区混为一谈。笔者在《地壳动定转化递进说》(陈国达,1959)等专著中,曾用X代表它们。就它们的可能的历史生因顺序来说,自新而老计算,其中由“稳定”区阶段所代表的构造单元,可能为X-1;而活动区所代表的另一构造单元,可能为X-2。

就现有资料及研究水平来说,要更详细地定出这两个构造单元的特征和识别标准,尚有困难,但不能因此否认或忽视其存在。为了便于今后更进一步研究和认识,以免继续和地台区、或地槽区混作同一构造单元起见,分别给予名称,作出代号,对于引起大家的注意,把前地槽区阶段地壳发展的真实过程探究清楚,是不无裨益的。兹暂叫它们做“地原区”和“地盆区”。“地原区”代表“稳定”区,相当于X-1;“地盆区”代表活动区,相当于X-2。

这两个名称是否恰当,还要大家讨论。它们的历史生因顺序,也还未详知。现在的排法,只是暂定的,有待进一步观察。当然,我们对于前地槽区阶段的各种不同的构造单元,还可以想各种各样的、更合适的名词来表达它们。而且,还有必要更进一步深入研究,以详细定出它们的数目、顺序、特征和鉴别标准。但是,应该指出,问题的实质是在于说明先震旦纪时期地质发展的各个不同阶段,有着明显的质的变化,以及各个不同地区有着发展条件又不同的大地构造性质,并可据此划分出多种多样的古构造区和构造发展阶段。而不能把它笼统地看作单调的、均一的所谓“泛地槽时期”或“泛地台时期”。

3 地壳发展的最初构造形式问题

关于地壳发展的最初构造形式问题,也就是不断发展的地壳构造最早形成部分是什么的问题。对于这个问题的研究工作,目前还是做得很不够的。这里所讨论的,仅仅是根据少数学者的初步研究结果,提出著者的体会。

对于这个问题的探讨,除了从大陆上获得有关地质资料外,必须涉及占有地球面积70.7%的大洋底的大地构造性质问题。关于洋底大地构造性质问题,目前有许多不同的看法,这里未及一一讨论。不过,若仅就大陆地壳的已有资料来说,据H. B. 弗劳洛娃(1953)的研究,证明了苏联境内西伯利亚东部的阿尔丹地块的太古代杂岩(其年龄上限为20亿年)中的最古沉积岩,在全部特征上,乃是由玄武岩质成分的基性岩——即“原始地壳”——的破坏产物,经过冲刷和重新积聚而成的。借着“原始地壳”的变化,硅铝层——地球的花岗岩(质)壳——便在太古代炎热气候的大气环境下开始形成。其后, I. E. 纪尔(Gill, 1951)对加拿大台盾古沉积岩层成分的研究,也引导出类似的推断。由此可以推测,太古代(或较新世代)的硅铝层构造单元,例如地盆区或某些地原区、地槽区等等,确是在“原始地壳”这个可能属于最老的、由硅镁层构成的构造单元之上孕育出来的。

上述资料说明,就目前人们对于地壳的认识来说,地壳构造发展最初形式,可能是一个

属于“稳定”区的、由玄武橄榄岩(硅镁)质构成的原始地壳。这可称为“原始构造区”。笔者在《地壳动定转化递进说》(陈国达, 1959)一文中, 曾把它归入 X 中, 兹可用 X - n 为代表(因其与 X - 1 及 X - 2 的地原区、地盆区之间, 有无隔着其他构造单元, 以及数目多少, 目前尚未详知)。

参 考 文 献

- [1] 陈国达. 地壳动“定”转化递进说——论地壳发展的一般规律. 地质学报, 1959, 39(3): 279 ~ 292
- [2] 中华人民共和国地质部, 地球物理探矿局航测大队 904 队航机磁测队; 长江中游平原及周围山区航空磁测结果报告(初稿). 1959
- [3] 全国地层会议. 中国前寒武系报告. 1959 年全国地层会议文件, 1959
- [4] 中南矿冶学院地质系主编. 中国大地构造图(1:300 万), 1960(存档资料)
- [5] 南矿冶学院地质系鞍山队铁矿小组. 鞍山市拉子山铁矿地质简报及富集规律. 1961
- [6] 黎兴发, 魏洲龄. 广西东南博白、陆川、玉林一带, 大地构造性质及成矿规律. 中南矿冶学院地质系研究生科研报告, 1961
- [7] 陈国达, 黄甦, 关尹文, 等. 中国区域大地构造特征初步总结. 中南矿冶学院第三次科学报告会论文, 1961; 中国大地构造问题: 96 ~ 116, 北京: 科学出版社, 1965
- [8] 陈国达. 以毛泽东思想为指导, 试论大地构造学的哲学问题. 中南矿冶学院大地构造讨论文件. 1962
- [9] 陈国达. 关于先震旦纪地壳发展史问题的初步看法. 1961(后编入《大地构造学》)
- [10] Нейве А. В. и Снничын В. М. Некоторые основные вопросы учения о геосинклиналях. Изв. АН СССР. Сер. Геол. 1950(4)
- [11] Кропоткин П. Н. Космогоническая теория О. Ю. Шмидта и строение земли. Изв. АН СССР. Сер. Геогр. и геофиз. 1950(14)
- [12] Gill I. E. Original Crust in the Canadian Shield Area. Geol. Soc. Am. Bull. 1951, 62(2): 2
- [13] Мазарович А. Н. Основы региональной геологии материков. части I и II. издательство московского университета, 1952
- [14] Фралова. Н. В. О Происхождении гранитов архея восточной сибирей. Изв. АН СССР. Сер. Геол. 1953(1)
- [15] Павловский Е. В. О некоторых общих закономерностях развития земной коры. Изв. АН СССР. Сер. Геол. 1953(5)
- [16] Белоусов Н. И. Основные вопросы геотектоники госгелтехиздат. 1954
- [17] Пиколаев Н. И. Некоторые вопросы учения о геосинклиналях. Сов. Геол. Ебор. 1954(41)
- [18] Николаев Н. И. Развитие структуры земной коры и ее рельефа по данным неотектоники. Совет Геол. Сборник. 1955(48)
- [19] Синипын В. М. Вестник ленинградского университета. Сер. Геол. и Гео. 1956(6). [译文: В. М. 西尼村, 论前寒武纪地质构造, 载地质译丛, 1957(8)]
- [20] Хаин В. Е. Некоторые основные вопросы современной геотектоники. Изв. АН СССР Сер. Геол. 1957(12): 47 ~ 60

从历史分析法的角度看地质力学分析法以及二者的关系^{*}

地质力学分析法是我国学者李四光教授(1929)所创立的研究大地构造的一种方法。这种研究方法和由苏联学者 A. П. 卡尔宾斯基等所倡导的历史分析法,各从不同角度来研究大地构造。前者从地质力学观点划分构造体系,后者则从历史发展观点划分构造区。有人认为,这两者是互相对立的,各不相容的;另有人则把它们混合起来。

从1942年开始,笔者学习并运用地质力学分析法来研究区域构造问题,并划分构造体系(陈国达,1943)。近年来,在运用历史分析法划分构造层及构造区的同时,注意到这两种研究方法之间的区别和联系,略有体会。1959年,中南矿冶学院师生集体编制的湖南省大地构造图和湖南省构造纲要图及其说明书,曾略表达了初步看法。笔者认为,这两种研究方法不是对立的,而是互相促进的;但也不能混合起来。只有把它们两者有机地结合起来,才能达到互相促进,更好地阐明地壳构造发展规律及成矿规律的目的。

兹就个人对地质力学分析及其与历史分析法之间的关系和体会,发表几点意见,就正于读者。

1 关于地质力学分析法基本概念的体会

1.1 什么是地质力学分析法

在地壳发展过程中,于各个不同地质时代的各个不同性质的构造区内(例如地槽区、地台区、地洼区等),或者是在同一构造区的各个不同性质的发展阶段中[例如前地槽阶段——包括地盆阶段、地原阶段(陈国达,1962),地槽阶段、地台阶段、地洼阶段]所形成的各种构造形式,包括褶皱、断裂、节理、劈理等,常有一定的空间位置上的排列,代表着当其发生和发展时期在应力上的彼此联系;它们实际上是该处一定范围内,由于一定的应力系统所造成的。换句话说,这些形成于一定时期、一定范围内的构造形式,虽然成因不同、类型各异、产状不一、大地构造性质有别,但有可能是在一定的应力场内的产物。地质力学分析法就是基于这一原理,以实际资料为根据,运用应力与应变的法则来综合分析某一构造区或相邻的几个构造区内所出现的各个时代、各种类别、各种成因、各种大地构造性质、具有各种不同走向及倾向的构造线、褶皱轴面、各种断裂面等的相互关系,重塑出当它们形成时期的应力系统,认识并划分各种构造体系,寻求它们的发生原因、发展过程和发展规律,阐明它们与矿产形成的关系,以及对矿床发生构造控制的规律,以作为找矿的指针。

^{*} 本文发表于《中国地质》,1962(8~9):21~27。

1.2 构造体系的概念

什么是构造体系?根据个人的体会,“凡在一定地区内,同一力源所产生的各种构造成分^①或其结构要素^②,依一定的分布配合方式所组成的,在生因上具有联系的系统,叫做构造体系”。

构造体系有多种多样的形式,就成因上说,有由压应力所成的,有由剪应力所成的,此外,还有一些是由两种不同的应力复合而成的。就形态上说,则可分为狭长带状、递错排列状、弧状等类(详细分类及描述,见于李四光教授及其他学者一系列有关著作中,此处从略)。

构造体系的规模可以从很小到很大:小者仅以数十或百米计,大者长宽可达数百至千公里以上。一般地说,小的构造体系其伸展范围占有一个四级或五级构造区,或仅占其中的一小部分;而大的构造体系可以跨及两个或几个三级、二级甚至一级构造区。

不论何种形式的构造体系,都可以发生在任何性质、任何种类的基本构造单元中——例如地槽区、地台区、地洼区等。有时可以一部分在地槽区,另一部分在地台区或地洼区等。其次,它可以发生在任何一种构造区内代表任何发展阶段(前地槽阶段、地槽阶段、地台阶段、地洼阶段等)的构造层中,只是由于构造层的岩性(塑性或刚性)的不同而有不同的表现形式(褶皱或断裂)。

一个构造体系的发育,从发生到成长所需的地质时间,长短不一。有些只经历一个较短的地质时代,有些则经历许多个纪或代。一般地说,它们大多数不是一个短时间内所形成的;特别是大型的构造体系,往往是断续地发育的。它们在地壳构造的动定转化递进过程中,随着地壳运动强弱交替的波浪式发展,而时急时缓地进行,可以经历地质发展史中的两个或多个不同大地构造性质的发展阶段。所以,有时一个构造体系,从地槽阶段甚至前地槽阶段就已开始出现了雏形,或已发育了某些部分,而一直经过了地台阶段,以至地洼阶段,仍然断续地发展着。这样,由于继承与积累同新增活动的结合,这个构造体系的形态便愈来愈显著,或者愈来愈成型。此外,还有些在目前的大地构造发展阶段中,仍然继续发育并有显著活动者,就表现为强烈程度不一的、各种形式和各种大地构造性质的新构造运动。

2 关于怎样运用地质力学分析法的体会

2.1 收集哪些资料

应用地质力学分析法来划分构造体系,所需要的资料,就其来源说,主要包括地质和物探等方面;就其具体内容说,依个人的体会,则有如下几个方面。

①褶皱——关于褶皱,应注意它的发生时代,属何地壳发展阶段的产物,所影响地层的时代及其岩性,褶皱轴线的方向,褶皱轴面的产状,伴生的各种断裂面及火成岩侵入体的位置和方位,它们相互的力学关系,见于哪些构造层(地槽构造层、地台构造层、地洼构造层抑

① 构造成分是指各种形式的地质构造,如褶皱、断层、逆掩、节理、劈理等。

② 结构要素是指各种构造成分中的几何面及几何线,并可分为原生的和次生的两种。如火成岩系中的流层即为原生结构要素;褶皱轴面、断层面、节理面、劈理面等,则是次生结构要素。

或其他构造层),属于何种褶皱类型(紧闭型、宽展型抑或断续型)等等。

②断裂——包括各种断层(正断层、逆断层、逆掩断层等)、节理(张力节理、剪力节理)、劈理(流劈理、破劈理)及其他断裂。注意它们的类别、发生及继续活动时代,属何地壳发展阶段,所影响地层的时代及其岩性,断裂面的方位和产状,与伴生褶皱的力学关系,通过哪些构造层,断裂规模(一般断裂、大断裂、深断裂)等等。

③火成岩体——注意火成岩的种类、发生时代,属何地壳发展阶段的产物,影响所及地层的时代,带来的矿产。此外还要观察岩体中流线和流层的方位和产状。生于岩体或围岩中的断层、节理等方位及产状,以及这些流线、流层、断裂面等与当地区域构造的力学关系,见于哪些构造层等等。

2.2 怎样划分构造体系

划分构造体系是与编制“构造体系图”结合来进行的。划分的步骤,主要有两个。

①根据野外观察结果,并参考钻探、物探资料,把一个构造区或相邻几个构造区里面的各种构造形式,包括褶皱、断层、节理、劈理和火成岩体,一一绘在拟作为“构造体系图”的基图的构造纲要图上。这些构造形式可能发生在同一构造层中,也可能影响到几个不同的构造层。它们可属于不同时代、不同发展阶段,或者不一致地延续多个地质时代、甚至多个发展阶段。它们可有各种类型、各种产状、各种方位;它们可属于同一构造体系,也可分属于不同的构造体系。为了阐明这些各种各样的构造形式发生所在及发生时代同本区大地构造发展阶段的关系,构造纲要图中还可根据同比例尺的大地构造图绘上构造层(但一般地仅划分到基本构造层或亚构造层即可)。

②按照应力与应变的原理,进行综合分析,把各种在地质力学上有联系的构造形式,归纳为系统。凡同一力源所形成的各种构造形式,无论它们位于何种性质的构造区内,以及发生在何种性质的构造层中,也无论它们在发生顺序上属于哪一级次,其分布位置、走向及倾向等方面,都必然有一定的配合方式,其发生时代也必然大体上相同(但其起止时代和延续时间则可以有差异)。这些,都可以作为划入同一构造体系的构造成分根据。例如,在一系列具有东西走向的褶皱中,同一系统的应力,既可以造成其走向与褶皱轴向平行的逆掩断层,又可以形成三种不同级别的断裂:第一级断裂是与褶皱轴向正交的、南北走向的张力断层或节理;第二级断裂是与褶皱斜交的、具有东北—西南或西北—东南走向的两种剪力断层或节理(但通常仅其中一组特别发育);第三级断裂则是由于褶皱时的弯力转变而成的次生张力所生的,与褶皱轴平行的张力断层或节理。所有这些骤然看来好像杂乱无章的各种构造形式,一经作应力与应变关系的分析,便可以看出它们在地质力学上具有密切的联系,并可以归入同一构造体系之中。

划分构造体系后,用各种符号及颜色把它们表示出来,便成为一幅“构造体系图”。

2.3 应用地质力学分析法应注意之点

应用地质力学来分析各种构造成分(或其结构要素),并划分构造体系时,要注意下列几点。

①有时一个褶皱不一定全部形态都能保全,它的翼部或顶部可以因出露地面而受到剥蚀

破坏,或者因被后来的构造所掩盖或改造而不显。在此情况下,可以根据劈理来确定它的褶皱轴方向及产状。

②属于同一构造体系的构造成分,可以因所在地区属于不同性质的大地构造单元,或者所属的构造层的性质不同,又或者虽属同一性质的构造层,但岩性不同,而表现为不同的构造形式。例如,在塑性岩层地区(如地台区和地洼区的地台构造层和地洼构造层等),可能表现为属于塑性变形的褶皱;但当这些褶皱伸入刚性岩层地区(例如地台区、地洼区等的地槽构造层及前地槽构造层,即褶皱基底及结晶基底),则可以被属于刚性变形的断裂所代替。如在中国东部一带,新华夏式的褶皱广泛发育,但在山东洼隆等处褶皱基底及结晶基底大片出露、地台构造层较薄的地区,却表现为泰山式和大义山式块状断层,即为著例。遇到这种情况,只要掌握了应力与应变的法则,仍旧可以看出它们是属于同一应力系统所生成的。

③同一构造体系的各种构造成分,不管它们发生在同一构造层中,抑或影响及多个构造层,又不管它们发生在同一构造区内,抑或跨过多个同性质的、或不同性质的构造区,一般地说,必定属于同时期的产物,已如上述。但这并不等于说,它们的发展过程是完全相同的,因而不能认为它们是绝对同时开始和同时结束的。特别是对于一个比较巨大的构造体系来说,其各个部分的开始出现和完成,都可有相对的先后之分,而不是齐一的。有时某一部分首先出现,然后逐渐扩展,以至于全面发展及全部形成。论其各个部分的构造活动的结束时间,也是可有先后,而不是一齐终止的。所以在划分构造体系的时候,应从具体情况出发,全面考虑,并以应力关系为主要根据来决定两地的构造成分是否属于同一构造体系。我们不能过分强调各个构造成分的发生时代,把它看作是绝对齐一的,以致误把在应力上本有联系的构造形式割裂开来。

④同一构造区内,甚至在其发展过程中的同一阶段,又甚至同一时代发生的各种构造形式,不一定属于同一应力系统,因而不一定看作同一构造体系的构造成分。这完全要看它们在应力与应变的关系上有无联系,才能确定,并加以区别和划分。

⑤当两个以上的构造体系(它们可能是发生在同一地质发展阶段,甚至同一地质时代中的;也可能是发生在两个先后不同的地质发展阶段或不同地质时代中,其中较新者为“新生构造”或“上叠构造”)互相重叠或互相交接的时候,应根据各种不同的交错情况(重接、斜接、叉接、截接等)加以细心观察,把它们区分和辨别出来[参考李四光教授的有关论文(李四光,1942,1954)]。

3 地质力学分析法和历史分析法的关系

有人认为,凡谈大地构造区的划分就不能谈构造体系的划分,仿佛地质力学分析法和历史分析法是互相对立的、互不相容的研究方法。但据笔者历年运用这两种方法,并加以比较联系所得的体会,觉得并不如此。因为划分构造区和划分构造体系,只是从不同角度去研究地壳构造。通过上文关于地质力学分析法的几点体会,可以看出它和历史分析法之间的关系是十分密切的,是可以结合起来的。

3.1 地质力学分析法和历史分析法的关系

地质力学分析法与历史分析法的关系,主要表现于下列各点。

①无论地壳的任何部分在其发展过程中的任何阶段,以及任何地质时代所发生的各种大地构造类型的构造运动及由此所形成的各种构造形式,都不是彼此孤立的,而是有一定的力学联系的。它们往往属于同一的应力系统;或者分属于几个互相穿插、互相干扰的不同的应力系统,因而可以构成一个或多个构造体系。

②不同大地构造发展阶段或不同地质时代所成的构造体系之间,可以是继承的关系,也可以是新生的、上叠的关系。介于两个不同大地构造性质的基本发展阶段之间,在构造体系上或构造方案上常以新生的、上叠的关系为特色,由地台阶段或地槽阶段转入地洼阶段时尤为多见。例如,华南地洼区的雪峰洼凸北段,地槽阶段的多字型构造,其褶皱轴向主要属于东北东—西南西向(即古华夏式),见于地槽构造层(如元古代板溪群及早古生代地层)中者是。而到了地洼阶段,多字型构造的褶皱轴向转变为主要属于北北东—南南西向(即新华夏式)。它们发生在地洼构造层(由侏罗系至第三系组成)中,上叠于地槽阶段的古华夏式多字型构造之上,形成斜接关系,并互相干扰。又如,华北地洼区的辽东洼隆,前震旦纪地槽阶段的主要构造线为东西向,体现出东西构造带的特色;震旦纪及古生代的地台阶段,其主要构造线继承了这一特点;但到了中生代中期以后,这一地区的地壳进入地洼阶段,所成的褶皱,其轴向以北东—南西或北北东—南南西者为主,代表着华夏式多字型构造,上叠于前地洼阶段的東西构造带之上,并常使后者隐没不显。

③另一方面,当任何一个地质时代,在地壳任何一部分所出现的构造体系,可以发生在任何一种性质的构造区中,或跨过相邻的两个以上的构造区,甚至跨过两种以上性质不同的构造区。例如,淮阳山字型构造,其范围伸及华北地洼区的几个三级分区,即秦淮洼隆东部(淮阳洼凸)、苏皖洼陷、湖北洼陷等,都是它的前面弧的所在;而其脊柱则位于豫淮洼陷东部(淮河洼凹)里面。

④再有,一个大的构造体系,在其全部发展过程中,可以经历一个地区的各个不同的大地构造发展阶段,有时可以从它的前地槽阶段一直到地洼阶段,而不是一朝一夕所形成的。例如广西山字型构造,位于赣桂洼陷南部,当该处还在古代地台阶段,即已出现雏形,至中生代地洼阶段继续发展,方臻成熟(李四光,1941;张文佑,1942)。

⑤特别应值得注意的是,一个构造区或相邻的几个构造区里面所出现的各种构造形式常常不是偶然的组合,而是在生因上明显地有其共同的应力根源。例如,在中国东部各个地洼区内,为什么最发育的构造线,特别是中生代至新生代的地洼活动时期所成者,是以东北—西南向至北北东—南南西向为主?又为什么在盛行的东北—西南向构造线当中,在华北地洼区的阴辽洼隆及冀辽洼陷一带,却以东西走向占优势,而在另一些地方(例如华南地洼区的赣桂洼陷南部,即桂中、湘南、粤北、赣南一带),又出现了一些向南凸出的弧形构造?所有这些,显然都是受地质力学规律支配的。很明显,中国东部的地洼区,特别是华南地洼区东部,正是华夏式多字型构造发育的地区,尤以中生代以来地洼阶段所成者最为显著;所以,这些地洼区中的构造线,主要方向为东北—西南或北北东—南南西。阴辽洼隆及冀辽洼陷一带,是中国境内几条著名的东西构造带之一,这两个构造区内的构造线方向,恰恰反映了东西构造带的特点。至于赣桂洼陷南部,因有广西、湘南、粤北及赣南几个山字型构造的密集,遂形成了一些弧形构造线,其弧顶向南凸出。

⑥此外,还有更加明显的事实,就是连各个构造区的轮廓形态、伸长方向、以至分布配

合方式,不论其大地构造性质是否相同,又不论它们的地质发展史有何差别,都常有一定的规律,体现出它们无论在单个构造区的外形上抑或在几个相邻构造区的空间分布关系上,都同样受一定的应力系统所支配。例如,华南地洼区的华夏洼隆、赣桂洼陷、江南洼隆等几个三级单位,其外形皆作短带状,并且都依东北—西南方向伸展,作递错排列状;而华北地洼区的阴辽洼隆及冀辽洼陷,则均为自西向东延伸的直长带状,互相平行。再如,华北地洼区的秦淮洼隆,其西段(渭南洼凸)作东西向伸长,而东段(淮阳洼凸)则变作向南凸出的弧形。分析其原因,可以看出:华夏、赣桂、江南诸区的轮廓形态、伸长方向,以致共同排列方式,都显示出华夏式多字型构造的特点;而阴辽、冀辽二区的外形和分布特点,正反映了东西构造带的特征。至于秦淮洼隆的位置,与构造体系划分上的秦岭东西构造带的位置相吻合,它的西段即渭南洼凸作东西向伸延,但东段(即淮阳洼凸)由于受淮阳山字型构造重叠及干扰,外形也变成向南凸出的弧状(中南矿冶学院,1962)。

3.2 怎样互相结合

基于上述,可以看出在研究大地构造时,地质力学分析法与历史分析法可以十分密切地互相联系,而且两法的结合很有必要。因为地质力学分析法主要地是从空间的联系观点去整理分析一个构造区或相邻几个不同构造区内的构造成分,根据它们生成时的力学关系来划分构造体系,并论及它们的发展过程。而历史分析法,则系一方面从时间的发展观点综合地整理分析一个地区的各个时代、各个方面的地质资料(包括沉积建造、地质构造、岩浆活动等等),重塑其全部地质发展史,根据各个不同时期的大地构造性质来划分发展阶段,并以现阶段的大地构造性质为根据来在大地构造图中划分各种构造区;另一方面,它又从空间的联系观点去探求每一个地质时代中地壳(或其中某些地区)的各种构造区之间的关系,从而把地壳(或其中某些地区)作为一个整体来全面地找寻各种构造单元在时间上的发展规律^①。

要把地质力学分析法和历史分析法两者有机地结合起来,依我个人的体会,是在划分构造区时,应运用地质力学分析法的原理,并考虑区内发育的构造体系或其中某些部分对各个构造区内褶皱、断裂等的分布特点的决定作用,同时也考虑它们对这些构造区的轮廓形态及排列方式的控制作用。反过来,在划分构造体系的时候,应运用历史分析法的原理,同时也考虑到一个构造体系的各个部分所在构造区的大地构造性质及其构造层的性质和岩性特点,分析这些具体条件对于各种构造成分的表现形式的影 响。这样,所编制出来的大地构造图和构造体系图(或构造纲要图)就能更好地反映实际了。1959年,中南矿冶学院师生所编的1:50万湖南省大地构造图和构造纲要图(陈国达等,1960)(1960年简化出版时均缩为1:250万),在用历史分析法划分三级构造区的界线时,参考了本区华夏式多字型构造轴向的影响;在用地质力学分析法划分各种构造体系时,也考虑了各种构造形式与构造层性质的关系(并在图中表达出构造层)。这些都是寻求地质力学分析法与历史分析法的结合方法的初步尝试。

3.3 两法结合的找矿意义

从找矿意义上说,历史分析法使我们能够了解一个地区的地质发展史和成矿作用发展

^① 关于历史分析法的内容及其精神实质,详见陈国达:《地台活化说及其找矿意义》(1962年再版)书,以及陈国达、陈恩民:《大地构造学》讲义(中南矿冶学院与中山大学,1961)。

史,从而认识各个不同发展阶段的大地构造性质,以及各种不同类型的矿产在时间上和空间上的分布规律。可是,形成于各个不同发展阶段、存在于某个或各个不同构造层中的矿产,常受一定的构造形式的控制;特别是由岩浆活动带来的内生矿床(例如中国东部中生代以来地洼活动所形成的大量有色金属及其他金属矿床)与断裂或断裂带的位置、产状及交接情况等,常具有特别密切的关系;而这些断裂或断裂带的分布,又每受有关的构造体系的特点、或几个构造体系的交接情况所控制。分布在广东的连山、连县、阳山、英德、翁源,以及江西南部南、龙南之间这一弧形地带内的钨、锡、铋、铅、锌、锑、汞等矿,与粤北山字型构造的前面弧具有密切的关系,即是其例。

其次,有些沉积矿床在形成过程中和分布特色上,也受各种不同的构造体系的特点及交接情况的影响,甚至受同一构造体系的不同部分的形态和位置所支配。例如中国东部的地洼型煤田,常生在华夏式多字型构造里,或某一构造体系与另一构造体系交接处所出现的地堑型或半地堑型(有时为向斜型)的地洼盆地中;又如粤北山字型构造的马蹄形凹地,为石炭纪、二叠纪以至侏罗纪煤田的形成提供了有利的构造条件。

因此,在应用历史分析法划分构造层及构造区,明确各种不同大地构造类型的矿产在时间上和空间上的分布规律及其找寻方向的基础上,如能再用地质力学分析法,根据构造体系与矿产分布的关系,进一步探求矿产在更小范围内的所在和分布规律,并以此为基础进行矿田构造研究,是必能更具体地指导找矿的。

由此可见,地质力学分析法和历史分析法之间,不但不相矛盾,而且可以相互配合,更好地为社会主义建设服务。

参 考 文 献

- [1] 李四光. 中国地质学. 英文版: *The Geology of China*. 英国伦敦, 1939; 中文版: 张文佑译, 南京: 正风出版社, 1952
- [2] 李四光. 广西台地之轮廓. 中国地质学会志, 1941, 21(1~24)
- [3] 李四光. 南岭何在. 地质论评, 1942, 7(6)
- [4] 张文佑. 广西山字型构造的雏形. 地质论评, 1942, 7(6)
- [5] 陈国达. 粤北山字型构造之轮廓. 中国地质学会 1940 年年会论文节要, 中国地质学会会志, 1943
- [6] 李四光. 关于地质构造的三重基本概念. 地质知识, 1954(1)
- [7] 陈国达, 马德予, 苏相叙. 湖南省大地构造图(1:250 万). 湖南省地图集. 长沙: 湖南省人委编图办公室, 1960
- [8] 陈国达, 苏相叙, 马德予. 湖南省构造纲要图(1:250 万). 湖南省地图集. 长沙: 湖南省人委编图办公室, 1960
- [9] 陈国达, 黄甦, 关尹文, 等. 中国区域大地构造基本特征初步总结. 中国矿冶学院科学报告会文件, 1961; 另载: 大地构造问题: 96~116. 北京: 科学出版社, 1965
- [10] 陈国达. 关于先震旦纪地壳发展史的初步看法. 中国科学院中南大地构造研究室, 1962
- [11] 陈国达. 大地构造学的哲学问题. 科学通报, 1962(2): 1~17
- [12] 中南矿冶学院、中南科学院中南大地构造研究室. 中南大地构造图(1:3 000 000). 1962(存档资料)

广西右江流域及其邻侧地区 大地构造性质初步探讨^{*}

1 本区沉积建造

据初步划分,可归纳为三个构造层(亚构造层)。它们的主要特点如下。

(1) 第一构造层(早古生代或加里东期) 包括一个建造——陆屑类复理石建造:由早古生代地层组成,厚3 148 m,砂质沉积主要为复矿砂,分选差,韵律性明显,具复理石韵律和轻度的区域变质现象。

(2) 第二构造(晚古生代至中生代初或海西期) 包括四个建造:①砂泥质建造:由下泥盆统和中泥盆统的郁江组组成,厚1 800 m;岩相和厚度以西大明山和大明山、都阳山一带变化较大;砂质成分底部比较单纯,以石英砂为主,往上成分较为复杂;厚度较小的间断韵律在莲花山组的中部常较明显;具轻变质的区域性变质。②海相碳酸盐建造:由中泥盆统的东岗岭组、上泥盆统、石炭系及下二叠统组成,厚达5 000 m;岩相和厚度的变化以中、上石炭统较为稳定,其他时代的岩层则变化较为显著。碳酸盐成分以中石炭统质较纯,灰白色,块状,其他地质时期的碳酸盐沉积主要为暗灰色至灰黑色,成分较杂,成层清晰,常夹角砾状石灰岩。在上石炭统中曾见同生变形小褶曲。③碳酸盐质类复理石建造:由上二叠统和下三叠统组成,厚2 200 m;岩相和厚度的变化大,碳酸盐的成分不纯,常含泥质、炭质、硅质和粉砂质,暗灰色及灰黑色,韵律性明显,呈间断韵律;夹凝灰岩和霏细岩,含煤、铝土矿、菱铁矿。在下三叠统中见有同生变形小褶曲。④陆屑类复理石建造:由中、上三叠统平而关群组成,厚约3 000 m;岩相和厚度的变化在西大明山两侧和上林以北,环江以西等地变化均大;砂质沉积主要为复矿砂,分选性中等,韵律性明显,属间断韵律;下部夹霏细岩。以上四个建造,构成海西构造层,总厚达11 800 m。

(3) 第三构造层 包括两个建造(?):①下磨拉石建造:由上三叠统和白垩系组成,厚14 775 m;建造底部的碎屑粒度较小,以泥质和粉砂质为主,剖面往上粒度增大,出现多次的砾岩沉积;砂质沉积中常含有大量的长石;具有一定的韵律性,单个韵律的厚度较大;建造底部夹层凝灰岩和凝灰质砂岩,上部有流纹岩、英安岩、玄武岩。②上磨拉石建造(上叠盆地建造?):由第三系和第四系组成,厚5 039 m;岩相和厚度变化大;建造底部常为较粗的碎屑沉积,以砾岩或角砾岩为主;具有一定的韵律性;建造底部还夹有玄武岩;含煤、油页岩、石

^{*} 本文载于中国地质学会第一届构造地质会议论文集,1965,北京。本文署名作者为:陈国达、关尹文、马德予、朱辅智、陈家超、胡火炎、吴琼英、刘让璜。另有文章题目和作者均与此篇相同的详细内容(主要由关尹文执笔)在中南矿冶学院1963年校庆11周年科研报告会上宣读。

膏、铜等矿产。第三构造层总厚 19 814 m。

2 本区构造特点

也可依不同构造层,分述其主要特点如下。

(1) 第一构造层,即加里东构造层中的构造 由陆屑类复理石建造构成;一级构造呈复式褶皱,次级褶皱较紧闭,背斜和向斜是连续相间发育,以斜歪褶曲为主,对称褶曲次之,倒转褶曲甚少见。部分地区见小褶曲的轴面较普遍向北方倾斜的规律性,轴向近东西。断裂特点,以小型的冲断层及高角度正断层为主,主要集中在褶曲核部附近,并常具有各种组合形态。断层线方向多与褶曲平行或垂直,节理、劈理发育;劈理主要为顺敛扇形破劈理,少见有轴面劈理。本构造层与上部海西构造层呈斜交不整合接触。

(2) 第二构造层(即海西构造层)中的构造 由上古生界及三叠系的砂泥质建造、海相碳酸盐建造、碳酸盐类复理石建造、陆屑复理石建造所组成,褶皱和断裂发育而复杂。上古生界包括下三叠统地层所组成的褶曲多短轴的,部分为穹隆,少数为长轴的,其轴向以 NW 向和近 EW 向为主。大多褶曲轴向呈弯曲状,也有分叉的,枢纽较常见呈波状起伏现象。在剖面上,以拱状背斜为主,部分箱形和梳状褶曲,一级褶曲被次级褶曲复杂化的现象极为普遍。断裂以较大规模的走向正断层和逆断层为主,横向或斜向的平推断层或正断层次之。由中上三叠统所组成的褶曲,往往组成复式褶皱,如在桂西田林、隆林一带,由紧闭型褶皱组成呈北西向的扇形复向斜。其他地区褶皱也相当复杂,轴向以 NW 向为主,而拱状褶曲也较常见,岩层产状一般均在 50° 以上,许多小褶曲的轴面多向稳定的方向倾斜,排列有一定规律性。断层节理和劈理相当发育。与太平洋至喜马拉雅期构造层呈不整合接触。

(3) 第三构造层(即太平洋至喜马拉雅期构造层)的构造 由中生界上三叠统至新生界第四系的磨拉石建造(并有上叠盆地的建造?)构成的构造层,其构造以断陷构造盆地为其特色,褶皱平缓而开阔,倾角一般为 20° 左右。盆地为平缓的次一级背斜、向斜复杂化的构造盆地,轴向有 NW、NE 和近 EW 向三种,断裂不甚发育。

3 本区岩浆岩建造方面的特点

相应于上述构造层的划分,同样可划分出海西和太平洋、喜马拉雅两个主要阶段。

(1) 海西阶段 第一期的岩浆活动主要是在晚二叠世后期至中三叠世早期,表现为中酸性的海底火山喷发作用,如在都安、上林、武鸣、平果、隆安、崇左和东兰等县或地区的上二叠统顶部至中三叠统底部,发现有海底喷发的火山岩夹层多层,岩性以中酸性石英斑岩、霏细岩、霏细斑岩和凝灰岩为主。第二期(中三叠世末至晚三叠世末)的岩浆活动主要发生在本区中部和西部的巴马、靖西和睦边等县的大部分地区,表现为基性辉绿岩、辉绿玢岩等的浅成顺层侵入为主,一般穿过最新地层平而关群,呈岩床产出;伴随本期岩浆活动有铜、镍、铁的矿化现象。

(2) 太平洋、喜马拉雅阶段 岩浆活动表现有多期性:第一期在本区南部十万大山一带,以酸性火山喷发作用为主;在上三叠统底部扶隆组中(?),可见到层凝灰岩、凝灰质砂岩

等所组成的一套火山碎屑岩。第二期(早白垩世至晚白垩世末)表现为酸性为主的深、浅成侵入和喷出作用。可能首先是酸性岩类的火山喷发,如在崇左、凭祥、扶绥县一带地区,组成白垩纪下部的有石英斑岩、石英玢岩、石英正长斑岩、凝灰熔岩、流纹岩、玄武岩等火山岩系。而在白垩纪中晚期,表现为较大规模的酸性岩浆深、浅成侵入作用,呈岩基、岩株、岩墙或岩脉产出;宾阳昆仑关、宁明上石、靖西以东龙雅岭及南丹大厂等地的花岗岩类的深、浅侵入体以及较广泛分布于其他地区的石英斑岩等,基本上皆属同期之产物;伴随本期岩浆活动的有钨、钼及多金属矿产。第三期(老第三纪)表现为基性的喷发作用为主,如在武鸣、隆安一带有产于老第三系中的玄武岩。综合上述可知,本区岩浆活动的主要次序应为:从中酸性的海底火山喷发→基性的浅成侵入→酸性的深、浅成侵入和喷发→基性喷发。其空间的分布规律明显地与某些地质时期的大幅度拗陷和区域性深、大断裂有亲缘关系。

4 本区沉积矿产特征

主要有上二叠统的煤矿和铝土矿及第三系的煤矿,具如下特征。

(1) 上二叠统铝土矿 位于上二叠统底部,成带状分布;顶部为复理石建造,下部为碳酸盐建造;矿层厚度沿倾向有明显的改变;岩相不稳定;沉积间断的时间较短;矿层形成于古地形起伏不平的表面上;具间断韵律;矿石成分为一水型硬铝石,硬度高;化学成分不稳定。

(2) 上二叠统煤矿 位于上二叠统下部,成带状分布;脉动运动的反映明显,具明显的韵律性;煤系薄,煤层薄,层数1~5层;煤层不稳定。

(3) 第三系煤矿 位于第三系上部,成断续型带状分布;沉积幅度大,速度亦大;煤系厚,煤层多,单层薄;煤层很不稳定;煤岩成分沿垂直于走向方向很不稳定;变质明显;围岩成分极不稳定。

根据上列的沉积建造、岩浆建造、构造变动及变质作用等方面的特征,本区或其大部分在古生代至中生代时期初步可定为地槽区——早太平洋期地槽褶皱区,属渺地槽性质。最后的结论,还有待于今后的更进一步的研究。特别是同邻区的对比研究,是解决本问题的关键所在。至于现阶段的大地构造性质,除暂定为地槽褶皱区外,有无其他可能性,也值得注意。

活化、稳化、动“定”递进转化^{*}

——与黄汲清先生讨论活化概念

活化概念是最先由苏联学者提出的。这个概念从 1954 年开始,被我国学者采用来研究和解决中国的区域大地构造实际问题。几年来,我国广大地质工作者经过辛勤劳动,在生产和科研的实践中,根据大量的实际资料,总结了丰富的经验,已经促使了活化概念更加巩固和发展,并增加了许多新的内容。兹就个人管见所及,将活化概念的现阶段的发展情况,作一简单的小结,以供读者参考。又因我国学者目前对活化概念的认识和看法尚不一致,为了便于读者弄清一些有关的问题,特附带作一些必要的说明。

1 地台活化的意义及其同地台型活动、地槽型活动的区别

1.1 地台活化的意义

活化(активизация, activization)这个术语开始出现在大地构造文献中的时候,系用来描述地台的活化现象。“地台活化”一词,俄文为“активизация платформы”,最初见于 1954 年 B. B. 别洛乌索夫的文章中。

“地台活化”这个概念的提出,是为了描述见于地台区范围内的一种强烈的地壳运动。还在 20 世纪 30 年代,这种类型的地壳运动已在中国东部首先发现。Ю. М. 谢音曼在其 1937 年“中国台盾的发展史”一文中,即已提及;以后又在世界上其他许多地区如中亚、东非、贝加尔、落基山等处陆续发现(陈国达, 1960)。当地台活化这个名词最初被用到大地构造学中的时候,人们对于这种类型的地壳运动的性质还没有足够的了解。因此,地台活化的概念及其解释,还是比较原始的、简单的、而且是定义不够严格的。例如,有些人把它看做地台发展过程中的一种较强的活动,另一些人则认为它是地台活动的“插曲”——总之,二说皆认为它是仍属于地台型地壳运动范畴的活动。因此,其时的研究者在运用这个术语的时候,没有能够把地台活化同非地台活化的地壳运动区别开来,并常因此难免把地台发展过程中的一些本来就属于地台型的活动,也包括进去。举例说,人们对于中国东部(如冀辽一带)震旦纪时所出现的较强活动的早期认识,即以为它是该处地台区从震旦纪即已开始活化的证明(经过近年的研究,才知这一时期这一地区的较强活动,实为通常地台发展早期,即“初定期”,由于继承了地槽区阶段的残余影响所出现的本有特征,即通称的“继承活动”)。又由于当时人们大多数把地台活化现象视作只是地台型地壳运动的一部分,所以对于发生着这种类型的地壳运动的地区,仍然看作地台区。甚至晚至 B. B. 别洛乌索夫 1960 年以前的有关著作中,对

^{*} 本文曾在湖南省地质学会 1963 年学术年会宣读,并发表于湖南地质学会 1963 年学术年会论文集。其摘要发表于《陈国达地洼学说文选》,长沙:中南工业大学出版社,1986

这种地区仍划为仅仅是“地台中的活化部分”，而还没有把它视为另一种构造单元以及另一发展阶段的产物。

随着中外学者对于地台活化这个问题研究的逐步深入，人们已根据伴随着这种类型的地壳运动所出现的沉积建造(这是最主要的辨识根据)、岩浆建造、构造变动(这两者也是辨识根据的重点)、变质作用、古地理、地貌、新构造、矿产、结构等各个方面的特点上的分析，获知了它同地台活动有着根本的、质的区别。因为地台活动，即地台型地壳运动，是属于“稳定”区性质的范畴的，而所有上述的各个方面的特点却一致地反映出地台活化乃是一种属于活动区性质范畴的地壳运动。也就是说：这是一种以起伏对照显著、差异升降很大、并因此形成了强烈的构造反差和地貌反差为标志的地壳运动；它同那种以起伏对照比较不显，差异升降较小、并因此形成较弱的构造反差和地貌反差为标志的地台型地壳运动相反，而同地槽型的地壳运动倒有很大程度上的相似。

另一方面，由于地台活化被证明为一种类似于地槽型的、具有活动区性质的一种地壳运动，遂又引起了人们对这个术语的另两种不同的解释。一种解释认为：地台活化就是地槽活动，即地槽型地壳运动，是该处经历了地台阶段以后，地槽阶段重演(即所谓“可逆”“再生”)的标志。当 Ю. М. 谢音曼 1937 年初次研究中国的地台活化现象时，即有过这样的看法，那时他认为这是由地台崩溃重成地槽、回到以前有过的发展阶段的最好例子。有些人还据此得出结论，说地壳发展规律就是槽台可逆再生循环的。和第一种解释相对立的另一种解释则认为：地台活化乃是活动区型地壳运动中的一种新被认识的类型。它同地槽型地壳运动相比较，一方面有着同属于活动区型性质的共同的基本特征，但另一方面又有着自己的新特征。因此，地台活化并非地槽型地壳运动的可逆再生；经过地台活化的地区也不是地槽区。还在 1940 年，Г. Ф. 米尔琴克就已注意到这种地区的独特性质，并名之为块断区。其后还有不少其他学者如 Н. И. 尼可拉耶夫(1955)等也注意到这一事实，并给这种地壳运动及其所形成的构造区以这个或那个新的名称(陈国达，1960)。近年来，笔者(1958)根据比较详细的研究，特别是对中国地台活化的深入研究结果，确证了并系统地阐明了地台活化是一种新型的地壳运动，它既不属于地台型，也不同于地槽型，而系代表后地台阶段的一种新的属于活动区性质的地壳运动类型。前面说过，B. B. 别洛乌索夫在以前的著作中，对于发生地台活化现象的地区，还只看作“地台中的活化部分”。至 1960 年，他已把地台活化改称为“后地台活化现象”。B. E. 哈因在他以前的著作(1960)中，把这种地区叫做“地背斜活动带”，至 1962 年，则已改称“后地台活动带”了。他们的这一转变，代表了许多学者就这一问题上的观点的转变。由于这种地壳运动是一般地以形成一种既有别于地台型，也不同于地槽型的上叠盆地为主要特征的，所以笔者(1958)提出“地洼”一名来称这种盆地，并称这种地壳运动为“地洼型地壳运动”；发生着这种类型地壳运动的地区，则叫做“地洼区”。它是既与地台区性质相反，也与地槽区不同的一种新的构造单元，是后地台阶段的一种新型活动区。

1.2 地台活化与地台型地壳运动的区别

现在我们来分析一下地台活化之所以不是地台型地壳运动而是一种属于活动区型的地壳运动的理由。

(1)在沉积建造方面 首先，以沉积建造为主要入手点来看：地台活化所成的沉积建造，