

70年代

地质地球化学进展

中国科学院地球化学研究所编

贵州人民出版社

七十年代 地质地球化学进展

中国科学院地球化学研究所编

贵州人民出版社

责任编辑 解 德 明
技术编辑 陈 雷
封面设计 蒋 道 环

七十年代地质地球化学进展

中国科学院地球化学研究所编

贵州人民出版社出版

(贵阳市延安中路5号)

贵州新华印刷厂印刷 贵州省新华书店发行

850×1168毫米 32开本 13.25印张 339千字

1980年6月第1版 1980年6月第1次印刷

印数1——4,000册

统一书号 13115·22 定价 2.60元

编 者 的 话

七十年代的地质学与地球化学取得了突飞猛进的、前所未有的发展。新学科的建立、新学说的兴起、新领域的开拓、新技术的引用、多学科的相互配合与杂交渗透以及广泛的国际合作与交流，深刻地改变着地质学与地球化学的原有面貌。地质学与地球化学的发展不仅为全球性的资源、能源、环境、地震等方面的重大课题的突破展示出美好的前景，也为自然科学中一些重大的基本理论问题的探索提供了新的科学依据。

七十年代的“深海钻探计划”、“国际海洋考察十年”和“地球动力学计划”的开展和执行；“地球资源技术卫星”、“海洋卫星”、“大陆卫星”对地球的研究；“阿波罗”和“月球”计划的实施；一系列行星际空间探测器的发射及对水星、金星、地球、火星和木星的研究；各种精确、快速、微区微量分析测试技术的引用；实验模拟技术的改进与提高，以及电子计算机的普遍应用，使七十年代的地质学与地球化学研究的深度与广度有了长足的进展，使地质学与地球化学在向更深的物质层次和更浩瀚的宇宙空间进行探索中取得了显著的成效，并积累了大量的新数据、新资料。

七十年代的地质学与地球化学，从领域的开拓、理论的完善和技术的进步等方面来看，远远超过以往半个多世纪的总和。可以预料，今后的发展将更加迅速。

现在，正当我们的国家处于伟大的历史性转变时期，对于国外地质学与地球化学研究所取得的成果和发展趋势，必须了解它、学习它、超过它，为实现四个现代化作出贡献。为此，在中国科学院地球化学研究所涂光炽教授的倡议与指导下，我们编辑了这本《七十年代地质地球化学进展》一书。全书就地质学与地球化

学的某些领域组织编写了二十八篇综述性文章。

板块学说是六十年代兴起的、而在七十年代逐步完善的、具有突破性的理论，我们特约中国科学院地学部主任尹赞勋教授为本书撰写了《板块构造说的发生与发展》及《发展中的板块地质学》两文。

关于地球化学领域，侧重介绍了以下几方面的研究进展：同位素地质年代学与同位素演化；稳定同位素与成岩作用的研究；从陨石研究探讨太阳系的物质来源与化学演化；比较行星地质学的研究；有机地球化学的发展特点和沉积矿床的有机地球化学研究；微量元素地球化学的意义与新成就；构造地球化学以及环境地球化学。在实验地球化学方面侧重介绍了高温、超高压实验地球化学；高温高压实验研究和包裹体的研究。

关于矿物学领域，简单介绍了七十年代中发现的473种新矿物。综述介绍了标型矿物的研究，矿物物理学研究，矿物波谱学的新进展，矿物合成与晶体生长以及矿物热力学的研究。

对于岩石学领域研究的新进展，则介绍了超基性岩、地幔岩、花岗岩、变质岩、沉积岩和火山岩等方面的研究现状与发展动向。

此外，还就第四纪地质学，确定性数学模型和遥感技术在地质学中的应用等方面作了综述。

诚然，我们所介绍的领域，由于调研的学科范围和深度有限，尚不够全面，综述的内容也不够系统，但就七十年代国外地质与地球化学领域研究现状、进展和动向仍可窥见一斑，对于我国广大的地学科技工作者和高等院校地学专业的师生有一定参考价值；对于其他科技工作者也是有所裨益的。

鉴于编者和作者的水平有限，难免有各种缺点、错误，敬请读者批评指正。

中国科学院地球化学研究所

1979年7月

目 录

发展中的板块地质学·····	1
板块构造说的发生与发展·····	7
同位素地质年代学与同位素演化研究进展·····	31
稳定同位素与成岩作用·····	46
陨石学研究的某些新进展·····	60
类地行星的探测与比较研究·····	70
有机地球化学研究概况·····	86
微量元素地球化学研究进展·····	101
构造地球化学·····	117
国外环境地质学研究·····	123
近代高温、超高压实验研究与地幔性质的讨论·····	137
略谈地球科学高温高压实验的某些进展·····	147
国外包裹体研究进展·····	162
七十年代国外新矿物·····	179
标型矿物研究进展·····	203
矿物物理学的理论和研究方法·····	215
矿物谱学	
——矿物学研究的一个新领域	
·····	231
矿物合成与晶体生长研究的某些新进展·····	245
矿物热力学性质研究进展·····	264
热力学在矿物、岩石和地球化学中的应用·····	281
国外基性超基性岩及地幔岩研究近况·····	302

现代花岗岩研究概况	318
国外变质岩研究的某些情况	333
国外沉积岩石学研究的某些情况	347
关于火山岩研究的几个问题	363
国外第四纪地质研究	372
一些地质过程中确定性数学模型的进展	384
遥感在地质应用方面的发展概况	404

发展中的板块地质学

尹 赞 勋

地球科学越分越细，而其相互间的密切关系也越来越显著。为了集思广益、深入探讨地球诸问题，进入二十世纪后半叶以来，地球科学国际合作的种类之多、规模之大、成果的丰富多彩都是空前的。信手拈来，有如下一些合作计划：

1955—1965	世界地磁测量；
1957—1959	第三届国际地球物理年；
1959—1960	第四届国际地球物理年；
1961—?	莫霍计划（夭折）；
1962—1970	上地幔计划；
1964—1965	国际宁静太阳年；
1965—1974	国际水文十年计划；
1968—1975	深海钻探计划；
1971—1980	国际海洋考察十年；
1972—1980	地球动力学计划；
1976起	大洋钻探国际幕。

另如“法美大洋中心水下勘查”等只有两个国家参加的合作计划，不曾列入。

本文只简单介绍在建立和发展板块构造学中起重要作用的上地幔计划和继之而来的地球动力学计划。

上地幔计划是1960年倡议的。1962年开始执行，原定三年，两次延长，共历九年。47个国家和地区参加了这个计划。37个国家和地区设立了各自的上地幔委员会。执行期间开过多次国际会

议。最后一次于1971年8月在苏联莫斯科举行，宣布上地幔计划当年结束。

上地幔计划动员了许多科学和技术方面成千上万的专家，作出了一系列成果。孤立地看任何一项成果，似乎没有什么了不起。各方面加在一起，好象大量的预制构件可以凑成宏伟的大厦一样，它们能够建成壮丽活跃具有广阔发展前途的板块构造学。

许多科学技术的进步促成了板块学说。这个迅速发展中的年轻学说，又向许多科学技术提出了新的要求，从而反转来促进后者的更大更快的进步。

从上地幔计划产生出来的板块学说之最大成就，在于板块一边增长、经过持续不断的移动，在另一边消亡。板块一边生、一边灭，以成千上万公里的规模运动着。影响全球格局的六大板块的运动向量早在十年前已初步观察计算出来。这就是说，板块运动学已粗具端倪了。

关于上地幔计划的成就和它的重要性，笔者已于1973年作过一篇较详细的评述，这里不再多说了。

驱动力在哪里呢？众说纷纭，莫衷一是。所以从1972年起，国际上开始执行地球动力学计划。据1973年出版的一个报告说，已有46个国家和地区设立了国家委员会，积极执行计划。另有6个只指定了国家通讯员。

应国际大地测量学和地球物理学联合会（IUGG）和国际地质科学联合会（IUGS）的请求，国际科学联合会理事会（ICSU）之下建立了一个国际地球动力学联合委员会（ICG）。这个委员会的任务是：协调许多国家参加的地球动力学计划（Geodynamics Project）。

“地球动力学计划的目的在于：研究地球深处造成地表可见的构造形态之动力过程；并且用流行的、大家公认的板块构造假说，把地表和地下的构造融合贯通起来。一个附加的目的在于：把地质学和地球物理学对于地球动力问题的研究途径结合起来；

把贯穿地质历史上尽量能够达到的定量和定性研究方面的结果结合起来。这些目标不纯粹是学院式好奇心所驱使的。通过必要知识的获得,预测矿产、评价开发,这些研究可以提供科学根据,取得经济利益”。

国际地球动力学联合委员会下设10个工作组:

- 1.太平洋—印度尼西亚地区西部的地球动力学;
- 2.东太平洋地区的地球动力学(包括加勒比和斯克舍两个岛弧);
- 3.阿尔卑斯—喜马拉雅地区的地球动力学;
- 4.大陆上和大洋下裂谷的地球动力学;
- 5.地球内部的物理性质;
- 6.地球内部作用及其与现在地表构造和观察到的物理场之间的关系;
- 7.大区域范围的造陆运动;
- 8.大洋构造和大陆构造之间的联系;
- 9.构造作用、变质作用和岩浆活动的历史和互相影响;
- 10.论证的全球性综合,引向各时代陆洋分布的恢复。

英国设立了一个大英地球动力学国家委员会,执行国际计划,以J.萨顿为主席。除了第1、3和10组外,英国地质学家对于其他7个组所列工作都有所贡献。1975年7月出版了题为《今日的地球动力学:地球动力作用的述评》的专辑,内载论文23篇。

印度执行了国际计划中第3组后半部分工作,即喜马拉雅地球动力学的研究。1973年开了讨论会,出版了一本喜马拉雅山动力学讨论集,内载论文21篇,节要18篇。除印度地质学家外,还有来自法、澳、瑞士、伊朗、日本、西德和苏联的著名地质学家9人。印度学者的文章都是讨论喜马拉雅山及其有关问题;外来学者的文章有的讨论了其他地区的问题。

美国地球动力学委员会早在1971年就制定出美国的地球动力学计划,建立了与国际计划中的工作组精神相似的、而具体提法

和内容颇有不同的10个工作组：

1. 大西洋中脊；
2. 圣安德列斯断层（皇家谷）加里福尼亚湾；
3. 盆地和山脉（科罗拉多高原）；
4. 阿巴拉契亚山系和佛兰西斯科山系；
5. 纳兹卡板块；
6. 磁性测量；
7. 矿物和矿物组合的物理性质及高温高压；
8. 地震学；
9. 在岩石圈和上地幔中的质量迁移；
10. 古地磁学。

美国计划中前5组与美国的关系特别密切，后5组涉及面广。

我国亟应参加国际合作，或如英、印，在国际10个组中选题；或如美国，自定课题。

我们怎么办？

1956年制订第一次长远科学规划时，从任务出发，有不少基础理论学科带不起来。到了后期，按照周总理的指示，增加了《现代自然科学中若干基本理论问题的研究》，作为长远规划的一个专册。吸取第一次制订规划的正反经验，1977年制订长远规划时，先召开学科规划会议，订出基础理论学科规划。过了一个多月才召开科学技术规划会议，把基础与应用融合在一起。

1977年9月18日公布的一个极端重要的文件《中共中央关于召开全国科学大会的通知》中说：“当代自然科学正在酝酿新的重大突破”。

党和国家的领导同志曾在全国性会议上指出，我们的规划必须以当代世界先进水平为起点。在自然科学方面，我们比较落后，特别要努力向外国学习。首先要老实地学，掌握它，了

解它，然后再提高。不要没有摸透，就轻易地否定人家，轻易地乱砍乱折。

反复学习了文件及领导的讲话之后，我认为，地质学并不例外，甚至可以说，已经开始出现重大突破，而且正在向深度和广度上前进。但是，我们在全中国基础科学发展规划纲要有关地质学和近亲学科的发展前途的规定中，既不承认地质学已有新的飞跃和重大的突破，也不曾指出在长期奋斗中的战略方针。它没有以当代世界先进水平为起点，因而关于地质学的规划不是一个高速度发展的规划，也不是一个以当代先进水平为起点的规划。

我们的看法是这样的：**板块构造学说**的出现标志着地质学的一次革命，抓住板块构造学，大干快上，就是以世界先进水平作为我们的起点。从现在开始，把这个学说学深学透，经过不太长的一段时间，发展成为板块地质学。然后进而创造气液固三态的地体学，这就是我们的战略方针。

作年度计划要考虑到三年、五年的打算。若能同时把它看作是十年、二十年长远规划的起点，为远景作好准备，则更可以扩大视野，避免近视性。

我们不曾参加上地幔计划，也不理会地球动力学计划。国内只有少数地质工作者自发地运用板块学说研究我国地质。他们作出了少量的然而可是可贵的初步成果。与西欧、北美及日本、澳大利亚相比起来，我们大大地落后了。人家正在跑步前进，若不急起直追，迎头赶上，必将误大事、吃大亏。基于这种认识，我们建议，同时开始向板块运动学和地球动力学进军。

旨在抛砖引玉，1978年10月，我们拟出下列**15项研究领域**，作为进一步讨论修改的初稿。

1. 喜马拉雅发展史；
2. 青藏高原岩石圈和软流圈的现状及其形成过程；
3. 太平洋东部边缘海和岛弧的发展史(附库拉板块和菲律宾板块)；

4. 印度洋中脊的潜水观测；
5. 亚欧板块与南方各板块在亚洲大陆上的分界；
6. 我国地缝合线的鉴定；
7. 汾渭地堑与世界其他地堑的比较研究；
8. 我国超基性岩的分布和它的意义；
9. 我国深大断裂的运动学和动力学意义；
10. 地震学；
11. 古地磁学和地磁学；
12. 实验矿物学和实验岩石学；
13. 板块运动学的观测和理论；
14. 板块动力学的观测和理论；
15. 板块地质学初探。

上述15项研究领域的目的，在于用十年、八年的时间，初步测定中国和邻区板块运动学的一些主要数据，并对地球动力学展开研究，提出模式和论证。在这个基础上建立起中国板块地质学，并为进一步向地体学进军作好准备。

通过回顾与前瞻，源远流长的板块学说，不但标志着固定论地质学转向活动论地质学之决定性的一步；而且为地球科学的发展开辟了广阔的前途。

板块构造说的发生与发展*

尹 赞 勋

在当代自然科学发展的趋势中有两个趋势与板块构造学说有关：一是不同学科之间的相互渗透（广泛的大量的渗透）；二是学科与技术的分野逐渐模糊，二者之间密切合作的要求日益迫切。这两种趋势的结果是这样的：一种学科前进，许多科学得到好处；一种重大技术的出现，受益者决不止少数几个学科。

板块构造学说的出现就说明了许多学科、许多技术大大帮助、促进了地球科学。反过来，地球科学的前进，对于它们也应该而且也可能有所帮助，有所促进。

中国之有近代地质学，基本上是照搬西方的。谁要在学术上独树一帜，在理论上有所突破，就不得不同内外反动势力和传统观念进行顽强的斗争。因此，在近五十年内，除了在个别方面，如地质力学和古生物学，我们有所发现、有所创造之外，一般地可以说，基本上是承受了西方的传统地质学。

直到本世纪五十年代末，新的地质学说产生之前，西方的传统地质学已经达到一个什么样的水平呢？与势头充沛的现代物理学和蓬勃发展的分子生物学相比，不能不说地质学是远远落在后边了。究其原因，一是在于地质学研究对象的特殊复杂性和只知陆上不知海下的畸形发展；二是在于形而上学的宇宙观所规定的错误的方法论。

本文主要讨论基础地质科学。其中构造地质学是最活跃、最吸引人、争论最多、学派最多的一个分支学科。这门学科落在我

* 原刊登在《地质科学》1978年第二期上，此处作了补充与修改。

的狭窄专业知识之外。以下所谈的只是一些极不成熟的看法，其中定多谬误，深盼读者批评指正。

构造地质学是比较复杂的一门基础地质科学。岩石学、地层学等等又是它的基础。但对于应用地质科学来说，它是重要的基础。

它是讲运动、讲动力的。运动只能在时间和空间中进行。而地质科学的研究对象都是与时间和空间密切相关的。那么，构造地质学要取得感性知识和基本资料，就必须同时大量借助于其他学科。在下一步分析、综合、提高为抽象的理论时，还需要考虑其他一些学科所取得的多方面的资料和数据。

从这里可以看出构造地质学的重要性、复杂性、艰巨性和意见分歧的由来。在进行研究工作时，能否自觉地采用正确的认识论和方法论，能否充分意识到这一学科的特点而付出更大的努力，能否用更严肃认真的态度去分析、研究和表达繁复而艰巨的课题，似乎是它能否克服困难、突破前进、攀登理论高峰的决定性条件。

传统地质学不大理会这些问题，所以不能得出正确地表达研究对象的发生、发展、运动、变化、联系、制约等的抽象理论。

传统地质学的局限性在各种分支学科中都有所表现，而最能显示它在理论观点上之形而上学的特征的，莫过于构造地质学。

第一个例证是洋陆固定论。这一论点在十九世纪盛行，在本世纪前半叶仍占统治地位。论者认为，大洋大陆的基本轮廓一成不变。但是，在距离很远的地区，中间隔以重洋，往往发现近似的、甚至完全相同的动物化石或植物化石。他们怎么解释呢？他们说，南方有一个庞大的大陆，叫做冈瓦纳大陆。它包括所有南半球的陆地和海洋，所以动植物能流通。后来，广大面积下陷为印度洋、南太平洋和南大西洋，把几块陆地隔开了。

这一说法，在十九世纪流行过一段时间，由于无法证明，而反证很多，就逐渐被人们完全抛弃了。

在本世纪初盛行一种陆桥说（图1）。论者把大洋中的水下

海岭和分散的小岛连结起来，画成两个大陆间的地峡或桥梁，用以说明古代动、植物的来往和传播。在一片反对魏格纳的大陆漂移声中，在1932年一年内，就有两个著名地质权威各自在著名的期刊上发表长篇大论，附以着色地图，为陆桥说大力辩护。他们拿古生物学的重要发现作为陆桥存在的证据。关于陆桥的消失，他们又拾起陷落的说法。这个一度被打倒的论点，在科学前进一步之后，更说服不了任何人。陆桥说不免落得个可笑的下场。

地台稳定论和地槽回返论是经典的构造地质学的两大支柱。地台是稳定的，是长期内无巨大变动的地区。后来发现稳定地台往往不稳定起来了，于是有所谓地台活化之说。不管长期稳定，还是有时活化，地台总是原地不动的。

地槽概念已有一百年的历史。本世纪内，大为时兴。有人把它的含义漫无限制地加以扩大，几乎包括水下所有洼地，大大地偏离了它的原义，造成在概念上的混乱。

传统地质学对于地槽之存在、发展、结束和迁移，都不曾、也不能提出有说服力的解释。

再举一例：造山幕的全球同时论。这是本世纪构造地质学最大权威施蒂勒所建立的一条“定律”（他本人的说法）。他断言全世界的造山活动可以划分为四十多个幕。一个幕的延续时间约为三十万年。幕与幕的间隔时间要长得得多。每一个短暂的造山幕，在全世界任何地方，只要出现的话，一定是同时发生的。他自以为这是一条屡试不爽的定律。殊不知，偌大地球，极端复杂，

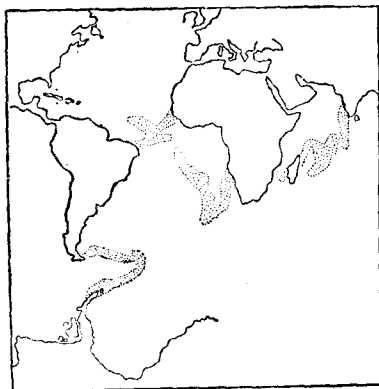


图1 连结四个大陆的“大陆桥”
(维里斯1932年的臆想图)

各地发展，极不平衡。根据西欧弹丸之地的粗略调查，遽下断语，不免陷入荒唐之境。近二、三十年中，已有不少人广列事实，提出有力的反对意见。不过，积重难返，至今还有一些人固执此说，信奉不渝。

总之，传统地质学认为，地球面貌，一成不变。海洋总归是海洋，大陆总归是大陆。稳定地台，“稳如泰山”，纵有活化，也是原地升降，与全球大局并无影响。地槽原地下陷，通过全球同时发生的造山幕上升为山。好一幅僵化的、静止的、孤立的地球画图！好一部千篇一律、全球同步的地球“发展史”！

在形而上学的宇宙观笼罩着西方地质学界的情况下，面对着在以往数十亿年中发生的、极端复杂而又变化无穷的地质事物，传统的构造地质学制造出许多理论、许多学说。无怪乎中外地质学者常常抱怨这样的混乱状态，而没法解脱。

杰出的地质学家李四光教授生前最后十几年间，多次谈到世界上造山和构造学说的纷乱情况。1956年，他说“近几十年来，关于所谓造山运动的理论和假说。作者虽未作过统计，大致说来，是成千上万的”。六年之后，他又说“构造地质学各个学派的见解，往往分歧甚大，……”“由于拘守传统陈规，地质学家们，从前述各种构造现象，在进一步追求地壳各部分运动方向的努力中造成了不少的混乱”。1965年，他谆谆告诫我们，“最近几十年来，大地构造这门科学可以说是在混乱的情况下发展起来的，……”“目前地质构造已面临着一个危机，不仅在国内，在国外也是这样。恐怕构造地质学不仅是百家争鸣，千家争鸣”。这位老前辈所指责的不是真正的争鸣，而是混战乱鸣。国外一些有名人物也承认有混乱的情况。

所幸，板块学说一出现，形势为之一变。

源远流长的板块学说，至少也必须追索到本世纪初的大陆漂移说。五十年代后期，此说死而复生。六十年代之初发展成为海底扩展说。又经过了五、六年的时间，内容丰富的板块学说就出世了。