

②

大地构造学的研究纲领与发展模式

355-358

P54

宋传中

(西北大学地质学系, 710069, 西安, 38岁, 男, 博士)

A 摘要 分析了板块构造学的结构及其相互联系, 研究了大地构造学的发展及板块构造学的形成过程。认为板块构造学说已构成了拉克托斯(L. Lakatos)所主张的“科学研究纲领”, 可以成为大地构造学的一种发现模式。

关键词 板块构造学; 科学研究纲领; 科学发展模式

分类号 P541; B028

大地构造学, 大陆漂移

板块构造学是在本世纪60年代才最终建立起来的研究地壳运动的一门学说。它集大陆漂移、海底扩张、转换断层为一体, 把地壳(包括陆壳和洋壳)分为若干个刚性板块, 这些板块在软流圈上缓慢地漂移运动, 并在其边缘地带发生变形。由于这一理论被现代科学技术所支持, 故为当代地球科学家所普遍接受, 被称为地球科学的一场革命。

1 板块构造学的研究纲领

伊姆雷·拉克托斯(1922~1974)认为, 任何科学理论体系实际上都是一套科学研究纲领, 它是一个有组织的具有严格的内在结构的理论体系。其组成包括硬核、保护带和启发法。^[1]

1.1 大陆漂移说

大陆漂移说是板块构造学研究纲领中的核心, 是基本思想和基本原理的体现, 它是坚韧的、不容反駁和否定的^[2]。大陆漂移说是阿尔弗雷德·魏格纳(A. Wegener)1912年提出来的。而后他着手于地球物理学和地质学的论证, 设想从中生代开始持续至今, 一个巨大的超级大陆——泛古陆已经裂解, 其破碎的各部分分开, 在白垩纪南美洲和非洲、北美洲和欧洲开始分离。在美洲向西漂移的过程中, 其前缘受到挤压而产生西部的科迪勒拉山脉, 但是安的列斯的斯拉舍岛弧因落在后面而遗留在大洋中。在科学发展过程中, 新理论的提出, 开始往往受到责难。20世纪20~30年代间, 国际学术界曾就魏格纳大陆漂移的观点展开一系列激烈的论战, 毁誉各异。1912年菲利普·雷克(P. Lake)直率地指出, 魏格纳不是在探求真理, 而是为一种理由辩护, 充耳不闻反对这一理论的每一个事实和每一个论点^[4]。1923年, 雷克认为魏格纳对泛大陆的重建明显包含不可忽视的歪曲: “如果你把拼板玩具的形状扭曲了, 那么把它们拼凑起来就是一种很容易的事。但是如果你这样做了, 即便成功也不能证明这些拼件是否同属一套拼板。”^[3]。查理·舒克特(C. Shuchert)说魏格纳的理论仅仅是“一个漂亮的梦, 一泡沫或一缕轻烟。”直到20世纪中叶, 还有人认为“大陆漂移是童话, 一个引起人们想象的迷人的狂想。”魏格纳抨击了批评者的片面性和守旧思想。他在给岳父的信中写道: “我的想法由海岸线的吻合产生, 但是证据却来自地质观测。这些观测迫使我们推断例如南美洲之间的陆地联接。……我认为旧观念至多不过再继续存在10

年。^[4]任何一个新思想的出现,就像一朵小小的火花,或者被习惯思潮淹没,或者引出大量的能量而爆发。1921年,德国最重要的科学杂志《自然科学》报道说,在柏林地理学学会听过魏格纳演讲的人“都绝对地被征服了”。1922年,米尔·阿岗德提出“亚洲板块构造”的基本思想,他不仅收集整理了大量支持大陆漂移说的证据,而且提出了“活动论”和“固定论”术语,用以讨论地壳的演化。哈佛大学的雷金纳德·戴利(R. Daly)在《我们活动的地球》一书中完全接受了大陆漂移的看法。大陆漂移最有力的支持和发展的,莫过于第二次世界大战后地球物理技术和海洋的研究。直到1929年,阿瑟·霍姆斯(A. Holmes)重新把地幔对流解释为全球构造作用的原因,对流假说才被重视。^[5]虽然还存在许多不清楚的问题,但人们依然相信地幔对流是板块运动的主要驱动力,相信对流在地幔内发生,而且是热输送的有效机制。因热引起的海岭的抬升而产生的岩石圈板块的滑移;因冷的刚性岩石圈重力作用而产生的向海沟内密度较大的上地幔的下沉。

1.2 海底扩张说和转换断层说

海底扩张说和转换断层说的产生,不仅佐证、“保护”了大陆漂移说,而且使得板块构造学说得以完善。海底扩张说是哈里·H·赫斯(H. H. Hess)1960年首次提出来的。他在1962年正式出版的《洋盆的历史》这篇经典论文中,提出了一个清新、奇特,而又使魏格纳思想得以立足的模式:洋壳是被动地由地壳的水平运动将其从对流源区传送到它潜没的地方;新洋壳在中央海隆生成,在那里由于较热岩石的密度较低,热物质使中央海隆的地形升高;在中央海隆,表层岩石因张力而破裂,裂谷则被来自地幔的新物质所充填,海底因此而扩张,犹如在传送带上一样,在对流汇聚处,洋壳被下拖形成海沟。这些下降流就以伴有海沟的山脉和火山弧为标志。由较轻岩石堆积建造起来的大陆,在海沟处则未被向下拖曳,而是堆积或上冲为山脉。当俯冲的冷却物质破裂时,在海沟下面的深处便发生地震。^[6]海底扩张说有力地支持了大陆漂移说。转移断层是支持大陆漂移说的另一个假说,它是1965年威尔逊(J. T. Wilson)提出来的。转换断层是中央海岭轴之间的水平断错,在这里两个断块彼此滑动,以适应它们的相对运动,平移距离上千米,断层延伸很远,在海底形成不规则地形。威尔逊认为,转移断层、海岭和海沟组成一个连续而统一的体系,确定了板块的几何形态。

1.3 多学科、高技术的支持

地球物理学、古生物学、古气象学、海洋地质学、地质学的历史分析法和现代高技术,构成了板块构造学研究纲领反面的或正面的启发法。科学家们从不同的学科积极提出、修改或调整辅助假说,清除反常,支持和保护了大陆漂移说。大地构造学发展中最重要的当是地球物理技术的运用,它为海底扩张、转换断层提供了极具说服力的证据,开始彻底改变了人们对地球的认识,对板块构造的形成起了决定性的作用。魏格纳提出大陆漂移时,主要支持性的依据有如下几点:①地表可能是由两层构成的,上层由较轻的花岗岩组成,下层由较重的基性、超基性岩组成,相当于海底岩石;②地壳均衡理论假定的地壳之下的岩石起着流体作用,就像沥青在漫长的时间中,会在自身重力作用下塑性流动;③无线电报传收信号证明现代格陵兰正在发生离开欧洲的重要水平运动;④大西洋两岸岩石的明显相似性,特别是造山带的相似性,表明早期它们曾经联在一起。“这就像一张撕碎了的报纸按其参差不齐的断边重新拼合起来,然后看看所印的字行是否齐合。如果合得上就不能不承认这些碎报纸原来是联在一起的。”^[4]⑤古生物学论证是另一个有力的证据之一:现在被海洋隔开的南方大陆有很多相同的古生代晚期和中生代的化石,证明大陆曾经联合在一起,后来又漂移分开;⑥古气候学解释了南方大陆广泛出现代表寒冷条件下的冰碛岩,干燥条件下的岩盐和石膏,湿润条件下的植物类煤层,这些都说明了地极的移动。岩石的磁化实际上是一种永久性的化石磁性,它可指示古地磁的方向。50年代中期,S. K. 郎肯和布莱克特研究表明:地球磁场从来不是恒定的,甚至还经历过南北倒置,其变化方式与时间有密切关系,且这个时间是可以确定的。并发现磁极移动和变化的情况各地域彼此不同,这表明陆地运动着,最后一次地磁倒转发生在100万年以前。^[3]这些磁极移动轨迹戏剧性地证明了魏格纳的地极移动。古地磁法利用在海洋地质学的研究上,是现代科学对板块构造学的巨大贡献。回声探测法测量出了中央海岭系统的存在,包括大西洋中脊和东太平洋隆起,这些海岭系统其相对高度可与陆地上的高山匹敌,并且常被横向断层切断、错开,这些重要资料是海底扩张和转换断层的有力支柱。海底由基性岩及超基性岩组成,与大陆岩石有本质上

的不同;洋壳的年龄对称于洋中脊,表现为愈远离中脊愈老,且不超过2亿年;海底火山呈链状分布,年龄有规律变化,愈近洋中脊愈年青;洋中脊具有高于别处的高热值等,均有力地支持了海底扩张说。这些来自多学科理论和现代化技术反驳了一些不实之述,调整、充实了海底扩张和转换断层说,保护了板块构造学理论。

2 大地构造学的发展模式

每门科学并非只有一种纲领存在,而是有不同研究纲领的竞争。“如果一个研究纲领比其对手进步地说明了更多的东西,它就胜过于其对手,也就可以淘汰这个对手。”^[1]科学的发展,就是进步的纲领通过竞争取代停滞的研究纲领的过程。拉克托斯的科学研究纲领包含着一个新的发展模式:科学研究纲领的进化—科学研究纲领的退化—新的进化的研究纲领取代退化的研究纲领—新的研究纲领的进化。大地构造学从固定的槽台说到活动的板块说的发展及演化过程,正类同于这一科学发展的模式。

2.1 垂直运动论的兴起

当莱伊尔的渐变论靠沉积历史方法战胜激变论后,地球垂直运动的理论渐渐兴起。霍尔首次提出地槽说,来解释地表的沉积物及演变。地槽代表在同一地史时期内地表沉积较厚的长条地带,是地壳比较活动的部分。与其相对应的较稳定的大陆区被卡尔宾斯基(А. П. Карпинский)称为地台。地槽地台(简称槽台)说这一垂直运动的典型代表,统治大地构造的研究近一个世纪。到了20世纪,槽台说被广泛接受和推广,50年代发展到高潮。

2.2 固定论与活动论的争论

槽台说如此受宠,以至于大陆漂移说的产生被斥之为“违反地球发展的基本规律”,“直到50年代后,一些学者对水平运动仍持怀疑态度。别洛乌索夫(В. В. Белоусов)怀疑推覆体的存在。他认为“形而主义派的拥护以高度的艺术和惊人的勇气描绘了巨大的最复杂的推覆构造,其中十分之九都是几何学想象”。^[6]直到1970年他还宣称“海底扩张说没有哪一个方面能经得起推敲和批评。”^[3]但是,槽台说只限于认识地壳的垂直运动,以地球发展时期内某一短暂时期的特征和现象来描述地球全部历史的发展规律。“这个学说虽然在形式上摆脱了均变论,但实质上却重蹈了均变论的复辙。因为它将地槽地台这类地球发展一定阶段的产物当作古今一致的永恒的东西,把地槽地台转变这一历史性的过程当作永远重复循环的同一过程的量的增减和场合的变更。”^[7]阿冈德首先提出“活动论”和“固定论”,前者指水平运动理论,后者指垂直运动的理论。他认为魏格纳的活动论才是一个为大量不同证据支持的全面理论。从此,垂直运动的固定论已明显表现为退化。

2.3 板块构造学的形成

板块构造学是威尔逊1966年提出的。其实质包括了大陆漂移说、海底扩张说和转换断层说。板块学认为:地球表面是由一系列刚性的、不能变形的、比较薄的块体组成(即板块)。地球表面主要分为六大板块,被活动的海岭、海沟、裂谷和转换断层所包围,各板块之间彼此相互运动,并且相对于地球的旋转轴不断运动,导致山脉、盆地的形成,大陆及大地震带的分布。它非常成功地解释了地球的许多特征和现象。板块构造学的形成是多学科及现代科学技术的结晶,它改变了长期以来人们对地球发展的保守认识,以活动论取代了固定论。

2.4 地球科学的一场革命

板块构造学被称为地球科学的一场革命不是偶然的,按I. B. 科恩的理论,地球科学从固定论到活动论的思想飞跃,无疑是一场革命。他认为:①传统地质学观念发生的这种变化在当时就已被许多观察家包括这一领域的实际工作者看作是一场革命。这是发生科学革命的主要标志;②考察1912年以前和1970年以来的地球科学的内容表明,量的变化也足以构成一场科学革命;③严肃的科学史家们也断言:地质学思维方式发生的变革足以引发一场科学革命;④当今的地质科学家们普遍认为,他们的科学学科已经发生了一场革命。^[8]除了符合科学革命的检验标准外,大陆漂移还直接反对几乎所有地质学家的思想倾向。这些人从小就一直接受旧理论的教育,认为大陆是静止的,地表是固定的,如果说陆地之间有相

对横向运动,在他的眼里无疑是“异端的”、“荒谬的”。

2.5 大地构造学的未来

本世纪下半叶以来,以信息科学技术为主导的科学技术革命,标志着人类已进入全新的智能革命的新时代,科学的辩证的思维方式,在现代科学技术革命条件下显示出新的形式。必须正确地认识和把握现代科学技术的发展,建立起与大科学时代相适应的观念。虽然,地质学家们已在比固定论时代更高的理论水平上进行工作,但这并不否认板块构造学还存在着诸多的、不确定性的问题,或者某些特殊研究领域在质量上还存在显著的差异。板块构造学研究纲领正处在进步的转化阶段,将会有一些新的辅助假说出现,以保护硬核。同时也会出现一些新的现象和问题,引起人们的思考。纵观全球,当代地球科学仍在向宇宙、地球深部及深海发展,并形成以建立新的地学知识体系为目的的庞大完整的“上天、入地、下海”跨学科的前沿研究领域体系,实现地质科学的最终目标——创立行星地球的统一演化理论。^[6]就大地构造学而言,目前仍看不出否定活动论的逆向革命发生,许多思想的产生是对板块构造学的补充发展。著名地质学家程裕淇最近说:“地质科学前沿的理论研究,主要涉及地球系统几个圈层的形成演化、各自的组成、结构与动力学,以及各个圈层间的相互耦合和作用。由于当代地质科学前沿研究是一种开拓性和探索性很强的科学活动,其主要宗旨在于发现新现象,揭示新规律,提出新概念,建立新模型,发展新原理。”^[8]思维方式的变化,大科学、高技术的应用,必将促进地球科学的发展,对此,我们将如何思索呢?

参 考 文 献

- 1 Lakatos I. Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes. London, Cambridge University Press, 1977
- 2 国家教委社会科学研究与艺术教育司. 自然辩证法概论. 北京:高等教育出版社, 1989
- 3 Chohen I B. Revolution In Science. Cambridge, Massachusetts and London: The Belknap press of Harvard University Press, 1985
- 4 哈勒姆 I B. 地质学大争论. 诸大建译. 西安:西北大学出版社, 1991
- 5 Kennett J P. Marine Geology, New York: Prentice-Hall Press, 1982
- 6 别洛乌索夫 B B. 大地构造学的基本问题(上册). 北京:地质出版社, 1959
- 7 孙荣圭. 自然辩证法讲义. 北京:人民教育出版社, 1980
- 8 肖庆辉. 当代地质科学前沿. 北京:中国地质大学出版社, 1993

责任编辑 张银玲

Research Program and Development Model for Tectonics

Song Chuanzhong

(Department of Geology, Northwest University, 710069, Xi'an)

Abstract Plate tectonics is in accordance with the scientific research program which was advanced by Lakatos I. Continental drift theory was the core of research program for plate tectonics. Ocean-floor spreading and transform faults protected continental drift theory. Many courses and development of tectonics likes Lakatos's scientific model.

Key words plate tectonics; scientific research program; scientific development model