

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

科技述评

李四光教授的系统整体论思想

马宗晋 高庆华

(国家地震局地质研究所, 北京)



李四光教授是本世纪中国地球科学家的一位杰出代表, 对地质事业和地球科学的发展作出了卓越的贡献。李四光学术思想贯穿始终的是地球系统整体观, 他不仅将构造体系、全球构造看作有联系的整体, 用全球运动统一协调的观点进行解释, 而且将天文、地质、古生物、人类与地球的大气圈、水圈、岩石圈以及各类地质现象和地球的各种场部作为一个整体系统进行研究。我们认为李四光的系统整体观对发展中国的地球科学具有重要的理论和实践意义。

李四光教授作为本世纪中国地球科学家的一位杰出代表, 其学术思想自成体系, 独树一帜。深入研究, 继承并发扬其学术思想, 不仅对中国地球科学的发展是必要的, 重要的, 而且对世界地球科学的发展, 对东西方地球科学思想的交流, 都将作出有益的贡献。

李四光1889年诞生于清末苦难深重的旧中国。青年时代非常痛恨帝国主义者用炮舰横行中国进行侵略, 15岁决心去日本学造船, 同年加入孙中山先生创办的“同盟会”, 并领受了孙先生的勉励, “努力向学, 蔚为国用”。辛亥革命失败后, 他进一步感到自己的知识不足, 决心按孙先生的指引, 再次出国赴英求学采矿, 意图实业救国, 进而为探究矿产之规律, 1915年26岁时又转入地质学。他在伯明翰攻读地质学时, 不仅在地质学、地球物理学等基础学科方面打下了坚实的基础, 而他在学习造船专业时还得到过机械学、力学和数学的基本训练。在本世纪初英国正处于世界地质学的中心地位, 学术思想活跃, 因此他受到了良好的熏陶。显然, 对这位初学者的求知精神, 研究方向和领域的选择, 都受到深刻影响, 他毕生为之奋斗的“地质力学”和“地球整体观”已在蕴蓄初成了。

李四光一生发表了百余篇珠盘清韵见地深远的著作, 中英名半, 几百万字。涉及领域极其广泛, 除了蜓的研究外, 其中有关中国地质、花岗岩的分类、中国第四纪冰川等均称著于世, 有一些论文还广泛地涉及到地球物理、地球化学与传统地质相结合的诸多学科知识和方法的应用。所以, 他对地质学的认识 and 工作的对象, 实际上是广义的“大地质学”, 或者说是整个固体地球包括海水的地质运动与变异的科学。新中国成立后, 作为地质部部长, 他先期为能源、金属与非金属矿产的找寻方向和方法作了许多指导性的研究工作, 后期又为以地震为代表的地质灾害和地热等环境问题作了许多开拓性的研究和探讨。这是他大地质学研究的深化、补充和扩展。在所有这些研究工作中, 都或多或少地显示出他以力学为特色的思维逻辑。从对象的几何学(形态、分类、结构、分布)和动力学(能量、方式、动因等)加以逻辑地展开, 并统以整体(体系)的配置、归纳与检验, 以及整体与边界(环境)的统一协调。在他所研究的多个领域中, 最具代表性的, 也是最能说明他的学术思想的, 也是他自始至终献出了他毕生精力的, 仍是“地质力学”。

但是,要理解他的学术思想,也就是要认识地质力学,就要从狭义的地质构造及其力学分析和方法的低层次扩展到大地质学和力学思维逻辑的高层次来加以认识。如果仅仅局限于某些被僵化了的几种构造型式,是难于理解他的学术思想的。其具有代表性的学术论文有:

- 1926年 地球表面形象变化的主因
- 1928年 古生代以后大陆上海水进退的规程
- 1929年 东亚一些典型构造型式及其对大陆运动问题的意义
- 1945年 地质力学的基础与方法
- 1950年 受歪曲的亚洲大陆
- 1956年 地壳运动问题
- 1962年 地质力学概论
- 1972年 天文、地质、古生物资料摘要

从以上这些代表性论文可以看出,他贯穿始终的地学观点是“地球的整体观”,他的科学方法论是力学的思维逻辑,“地质力学”这门学科集中地反映出系统论的思维方法。所以,总的说,李四光教授学术思想的精髓就是系统的地球整体观。

近代自然科学发展的一个显著特点是相互渗透、相互补充,相互结合,形成新的边缘学科、交叉学科,逐步向系统科学方向发展。本世纪40年代由美籍奥地利科学家贝塔朗菲提出的系统论,现在已普遍用于社会科学和自然科学。并取得了显著的成效。我国著名的科学家钱学森等也一致认为系统科学的综合研究是自然科学发展的必然趋势。

系统论的特点是强调事物的整体性、联系性、层次性和最优化。在地质科学领域中,很早已孕育着系统科学的胚胎,如结晶序列,沉积序列等,然而对地质系统科学最有贡献的应首推李四光教授,他在本世纪20年代末已将系统论的初始观念用于地质构造的综合研究。1929年提出了构造体系与构造型式的初步概念^[1]。经过数十年的踏实工作,至60年代其构造体系的研究日臻完善。对构造体系的涵义他在地质力学概论一书中写到:“……简单扼要的,构造体系是许多不同形态、不同性质、不同等级和不同序次,但具有成生联系的各项结构要素所组成的构造带以及它们之间所夹的岩块或地块组合而成的总体。”由此可见,构造体系全面体现了系统论所概括的整体性、联系性、层次性和最优化等特点。

为了研究构造体系,李四光还提出了一套系统科学方法,即:鉴定结构面的力学性质;辨别构造形迹的序次;确定构造系;鉴定构造型式;研究岩石力学性质和地应力场;模拟试验等七个步骤。这一套系统的思维逻辑和方法论,对克服地质研究工作中的随意性无疑起着积极的作用。

在确认了构造体系的存在之后,他紧接着又提出了构造体系之间的级序观念和全球构造体系的联系性和整体性的见解。他认为,小型构造体系受中型构造体系的控制;中型受大型控制;大型受巨型乃至全球构造体系所控制。一个层次的构造体系,从其整体性的力学机制来说,就是一幅协调统一的应变图象,反映了一定方式的构造运动。小型、中型、大型、巨型的层次级别,分别反映了局部性的、区域性的乃至全球应力场的特征,从而为研究全球构造系统和解决地壳运动的整体问题开创了一条逻辑严密的新途径。

“体系”具有“系统”的同一内涵,体系的级序也与系统的层次观念是一致的,只是构造体系是针对具体地质构造的系统观术语,而系统论则是泛指事物的概括的系统观术语,但它们的本质是一致的。

李四光学术思想中的整体观也是针对具体的地球所表现出来的。首先,他自始至终把地球这个整体看作是考虑一切地学问题的出发点,任何地质规律都是在巨大的球体的地质条件下产生的,而且是在不断变化的转动着的地球上出现的,所以他提出了一个永恒性的命题,即我们所要

研究的构造，为什么会在那个时候，以那种方向，在地球的那个地点上出现。实质上，这是一个对地质构造的成因在地球坐标系和时间演变相配合的四维空间内求解的问题。在此前提下，他逻辑地考虑到全球构造之间在球坐标系内的统一协调问题。正因为如此，他把环球分布的巨型纬向构造系叫做协调山脉。一方面他是用小达尔文的协调函数来解释纬向构造的等间距性；另一方面这也是关于球坐标系中任何构造解释必须符合协调条件的一种表现。

还有一点就是地球构造成因的动力学解释问题。李四光在20世纪初期，已经注意到约里教授所作出的大约25—35Ma时间地壳下部的岩石就会发生一次熔解的结论，并且认为“构成重圈最上层的壳下层是非常粘性的，大陆是有些弹性的固体，好像是漂浮在壳下层之上。”⁽²⁾当大陆发生漂移时，在它前进的一侧必然发生“强烈的冲突……形成边缘褶皱…和边缘孤。”⁽²⁾这一看法与大陆漂移说是不无相似之处的。如果李四光对大陆漂移的方向不再去作进一步的研究，我们相信他有可能支持对流学说。使他提出另一种观点的主要原因，是他仔细研究了各个大陆的漂移方向，由于他发现大陆块或者向赤道漂移，或者向西漂移，为了解释大陆运动的定向性就必须寻找运动方向与地球坐标系一致的动力，于是他参照对古生代以来海水进退方向的研究成果，提出了“大陆车闸说”，将使大陆漂移的动力归因于地球自转所产生的纬向与经向的水平切力。

李四光对他最早提出的“大陆车闸”理论并不满意，他认为这样做“在方法论上存在很大缺点。主要的缺点在于，用的资料不够广泛、不够细致、不够落实，而是片面地抓住一些事实，或者若干现象，参考一些第二手资料，就急急忙忙地提出大的理论来。”⁽³⁾因此很愤又转入了扎扎实实的构造研究工作。他认为构造现象是地壳运动的陈迹，是研究地壳运动问题最可靠的根据。经过几十年的实际工作，他终于确立了纬向构造、经向构造和扭动构造三大类型。从世界各地构造体系分布和组合的规律来看，地壳的区域性运动方向和地壳整体运动的大方向是统一的，即不是经向水平运动，就是纬向水平运动⁽⁴⁾。对全球断裂系统的研究结果证明⁽⁵⁾，普遍发育在世界各地各处的纬向、经向、北东向、北西向断裂起因于纬向或经向力的挤压。而且这种星球网格断裂还见于其它星球。另外在一些非固相星球上还发现了纬向构造带。这些资料说明了地球自转对全球构造的控制作用。

李四光的地球整体观的另一个侧面是地球各圈层的统一性问题，这在他最厚的一本纲要性巨著“天文、地质、古生物”中关于天、地、生、人的统一性表达得相当充分和透彻。

李四光在20年代初期已经对大陆漂移与海洋运动的关系进行了研究⁽²⁾。他认为特别活动的海洋体对地球转速的变化最为敏感，当地球转速增加，在造山运动到来之前海水从两极流向赤道，赤道地区发生海进；当地球转速变慢，海水由赤道流向两极，赤道地区发生海退。这种规律嗣后也为孙殿卿、高庆华、T. P. 哈丁和Steiner等人的工作进一步所证实⁽⁶⁾。据研究，在我国地质历史上发生过多次大规模海水进退，其周期与地壳运动的周期是一致的。

李四光在“地球表面形象变化之主因”一文中甚至还写到“还可以作另外一些有深远意义的理论推导，诸如在山脉的走向、气候旋迴的时间分布，火山活动时期、生物圈运动与岩石圈运动的关系等。”根据孙殿卿、张家诚、马宗晋、高庆华等人的研究^(5,6,7)证实，无论在空间运动方向上，还是在时间旋迴上，大气的运动和变化及海水运动和地壳运动的步调是相当一致的。徐炳川⁽⁸⁾研究了石炭纪古生物的迁移现象，发现生物群北迁和南移的步调与海水进退规律是一致的，而且生物群的分区界限往往就是巨型构造带。

地球多圈层运动变化的相关性无疑反映了作用于各个圈层的动力系统的统一性。由此李四光晚期把他的视野重又扩展到宇宙，开始考虑结合天体运动与变化的规律研究地球及其各圈层的运

① 李四光，1965，地质力学发展的过程和当前的任务。地质力学参考文选，国家地震局地质大队。

动与变化问题。他在“天文、地质、古生物资料摘要”中清楚表述的思想是，越来越多的资料证明，天体运动和变化对地球整体的变化，地球自转速度的变化，地球各圈层物质的运动和变化都有显著的影响。例如银河年的周期约为280—300Ma，与大规模地壳运动时间间隔一致；地球上大规模的海侵往往是出现于太阳远离银心点，而大规模海退则出现在近银心点；地球在靠近银心点时膨胀，自转速度减小，在远离银心点时缩小，自转速度增大；太阳活动11年、22年、57年、90年等不同尺度的周期性变化，影响到地球整体的气候变化、海平面变化、地震构造活动；月球引潮力的变化可以诱发地震……等等。地球是天体大家族的一个成员，看来只有结合更高一个层次的天文系统进行研究，才能真正了解地球系统的整体规律。

李四光教授的系统整体论思想的又一个显著特点，是他将地球作为一个开放的系统去研究，他在研究大冰期的成因时，不仅注意到了太阳幅射热减少；地球自转轴对黄道面倾斜角的变化；银河系的旋转等条件的影响，还注意到地球自转、海水-大气系统温度的变化对冰川生长及消融的影响^[1]。

李四光教授在矿产、地震等预测、预报方面也获得了很辉煌的成就，这主要是与他的地球系统整体论的思想分不开的，进入80年代以来，地球的活动已进入一个新的活跃时期，各种地质灾害与自然灾害却有增强之势。我们将以地球系统科学思想为指导，将各种自然灾害作为一个灾害系统来看待，全面研究天、地、生、人等巨系统及其各个子系统的发展变化，从测、报、防、抗、救、援等方面综合筹划灾害对策，这与李四光教授所倡导的系统整体论的思想是完全吻合的。

李四光先生一生为之呕心沥血的系统的整体观自始至终呈现朴素的辩证唯物论的内涵，深入的加以研究和弘扬这一学术思想，将为发展具有中国特色的地球科学理论与实践起到重要的作用和做出积极的贡献。

参 考 文 献

- [1] 李四光, 1929, 东亚一些典型构造型式及其对大陆运动问题的意义(英), 地质杂志, 第66卷, 第782、781、783期。
- [2] 李四光 1926, 地球表面形象变化之主因, 中国地质学会志, 第5卷, 第3-4期。
- [3] 李四光, 1962, 地质力学概论, 科学出版社。
- [4] 张文佑, 1984, 断块构造导论, 石油工业出版社。
- [5] 孙殿卿、高庆华, 1982, 地质力学与地壳运动, 地质出版社。
- [6] 张家诚、朱明道、张先恭、王蔚、徐瑞珍、杨崇华, 1976, 气候变迁及其成因, 科学出版社。
- [7] 马宗晋、张淑媛、付征祥, 1986, 地球变动的韵律性与反对称性, 中国科学, 第10期。
- [8] 徐炳川, 1983, 中国石炭纪古生物迁移研究, 中国地质科学院562综合大队集刊, 第四号。
- [9] 李四光 1972, 天文、地质、古生物, 科学出版社。

PROFESSOR LI SIGUANG'S (J.S.LEE) VIEW POINT OF THINKING THE EARTH AS ONE SYSTEM

Ma Zongjin and Gao Qinghua

(Institute of Geology, State Seismological Bureau, Beijing)

Abstract

Professor Li Siguang (J. S. Lee), the well known geologist in China and in the world, was the great representative of Chinese earth scientists in this century. He made remarkable contributions to the geological cause and earth sciences. The view-

point of thinking the earth as one system ran through all his studies and theories. He not only looked upon the structure systems and global tectonics as one integral system and used the point of view that the global tectonic movements are unified and harmonious to interpret various geological phenomena, but also regarded space, earth, living things, man and sphere of air, water and rock as well as various geological phenomena and various geophysical fields of the earth as one regime to study. It is considered that his science thought is of theoretical and practical significance for the development of China's earth sciences.

作者简介

马宗晋，1933年生，1955年毕业于北京地质学院地质普查专业，1957—1966年于中国科学院地质力学所、地质所从事地质力学研究及构造学实验，1967年以来一直从事地震地质、地震分析预报工作，现正进行全球地震构造研究，现任国家地震局地质所研究员、所长。通讯处：北京德外祁家豁子国家地震局地质所。