

李四光研究会系列论著之一
李四光地质科学奖基金会支持



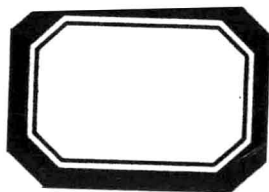
创新发展地质系统科学

——李四光学术思想研究成果摘录

高庆华 编著

地质出版社

李四光研究会系列论著之一
李四光地质科学奖基金会支持



创新发展地质系统科学

——李四光学术思想研究成果摘录

高庆华 编著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

李四光在中华大地上创立的地质理论及其领导的地质事业,不仅给社会安全和发展创造了巨大的物质财富,留下了珍贵的科学遗产,也给中华民族留下了宝贵的精神财富和文化遗产,有着深远的影响。因此,为了发展地质科学和地质事业,需要深入研究李四光学术思想,加以继承和弘扬,为经济建设、国家安全、社会可持续发展作出更大的贡献。

在李四光先生及其学术思想指导下,作者50年来通过野外地质实践、地质力学研究,在扩大地质力学研究领域的基础上,相继提出了地质系统论、地壳运动整体观等理论观点,并且付诸实践,逐步形成地质系统整体观,构建出地质系统科学组构框架。为了弘扬李四光学术思想,创新发展地质系统科学,为地质科学和地质事业的发展作出更大的贡献,特编辑了这本书,以供大家参考。

图书在版编目(CIP)数据

创新发展地质系统科学:李四光学术思想研究成果
摘录/高庆华编著. —北京:地质出版社,2011.4
ISBN 978-7-116-07150-6

I. ①创… II. ①高… III. ①地质学-文集 IV. ①P5-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第027586号

责任编辑:赵俊磊 蔡卫东

责任校对:黄苏晔

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

咨询电话:(010) 82324508(邮购部);(010) 82324571(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zhs@ gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京天成印务有限责任公司

开 本:850 mm × 1168 mm ¹/₃₂

印 张:5.75

字 数:200千字

印 数:1—500册

版 次:2011年4月第1版

印 次:2011年4月第1次印刷

定 价:50.00元

书 号:ISBN 978-7-116-07150-6

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

纪念李四光先生逝世 40 周年

在新世纪就要到来的时候，我们纪念李四光，就是要弘扬他崇高的科学创新精神。……21 世纪是实现中华民族伟大复兴的世纪。创新是一个民族进步的灵魂，中华民族的振兴和国家的兴旺发达需要充分发挥全民族的创造力，需要科学技术的不断创新。

——摘自温家宝同志在1999年10月26日
纪念李四光 110 周年诞辰大会上的讲话

前 言

李四光先生不仅是伟大的地质科学家、教育家、社会活动家，而且在学术上也是不断创新的典范。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，全球构造看做相互联系的整体，用地球运动统一协调的观点进行解释，而且将天文、地质、古生物、人类与地球的生物圈、大气圈、水圈、岩石圈等各圈层和相关的自然现象以及地球的热场、地球化学场等各种场都作为一个整体系统进行研究，解决了地球科学中和社会经济建设中许多理论与实践问题，成为中华民族本土化的知识宝库中一个重要的组成部分。

他一生创作颇多^①，其中反映他的学术思想最具经典性的著作有三部：

第一部著作是《地质力学概论》^②。地质力学是李四光先生以系统整体观思想研究地质科学建立的创新性学科，是由中国人独创的地学理论，是对地球科学的重大贡献，是中华民族的骄傲。几十年来地质力学研究的领域，主要是以构造体系为核心，研究的领域基本是地壳岩石圈表层的构造系统及与构造相关的问题。其基本指导思想可以称为构造系统整体观。

① 《李四光全集》，湖北人民出版社。

② 李四光，1962，《地质力学概论》，地质力学研究所，载《李四光全集》，第四卷、第五卷，339～577页。

第二部著作是他 1926 年所写的《地球表面形象变迁之主因》^①。这篇文章虽然写得较早，但其内容已涉及地壳运动造成的各种现象，包括地质构造、海水进退、山脉的走向、气候旋回的时间分布、火山活动周期、生物圈运动与岩石圈运动的关系等，已经超出传统地质力学的研究范围。这种以地壳运动为纲对多种地质现象进行系统解释的观点，就是我们所谓的“地质系统整体观”。

第三部著作是 1969 年完成的《天文、地质、古生物资料摘要》^②一书。他把天、地、生三者视为一个互相制约、互相联系的整体，来研究地壳乃至地球的演化和发展，反映了李四光学术思想晚年最高的境界，充分反映了他的地球系统整体观学术思想，其中讨论的内容和探索的问题，实际上是地球系统科学研究的总纲。

通过我们对李四光学术思想的学习与研究，感到这三部著作基本代表了李四光系统整体观思想的发展路线图。构造系统整体观—地质系统整体观—地球系统整体观是一脉相承的。如果认为地球系统科学是以系统整体观研究地球系统的科学，那么地质系统科学则是以系统整体观研究地质系统的科学，而地质力学则主要是以系统整体观研究构造系统的科学。地质力学与地质系统科学都是地球系统科学体系的组成部分。

在李四光学术思想及其本人和孙殿卿等前辈亲自指导下，以及诸多同仁的帮助下，作者从 1965 年开始，一方面致力于地质力学研究；另一方面也参照《地球表面形象变迁之主因》

① 李四光，1926，《地球表面形象变迁之主因》，《中国地质学会志》，第五卷，第 3~4 期，载《李四光全集》，第四卷，437~487 页。

② 李四光，1970，《天文、地质、古生物资料摘要》，载《李四光全集》，第八卷，489~689 页。

提出的问题扩大了研究领域，逐步形成地质系统整体观；且在《天文、地质、古生物资料摘要》一书的指导下，努力向地球系统整体观方向探索。地质系统整体观与地球系统整体观的内涵是一致的，但是其研究的内容虽然也涉及地球运动及其各个圈层的活动，但主要是地壳运动在地壳表层产生的各种现象；而地球系统整体观研究的内容则更为广阔，包括地球运动及其各个圈层变化活动所产生的各种现象。

20 世纪 80 年代以来，地球系统科学思维在地球科学中得到普遍接受，地球系统科学已经成为地球科学的前沿领域，地球科学研究进入新的发展阶段。在这种情况下，为了弘扬李四光地球系统整体观思想，我们认为应该循序渐进地研究构造系统整体观—地质系统整体观—地球系统整体观；与时俱进地创新发展地质力学—地质系统科学—地球系统科学。为此，作者在李四光地质科学奖基金会资助下，汇集了公开出版的研究成果，整理编著了这本书，重点论述了在李四光学术思想指导下，地质系统整体观的研究过程、主要成果和基本观点；提出了“地质系统科学”的基本框架。本书的主要目的是力图说明，为了创新发展地质力学和地球系统科学，作为地质工作者应该首先以地质系统整体观为基础，创新发展地质系统科学。是否应该如此，愿意与大家共同探讨。

该书由高庆华执笔编写，苗培实修改定稿，李四光地质科学奖基金会资助出版。但是在课题调研和综合研究过程中，得到地质力学研究所、原地质矿产部 562 综合研究队、原国家科委国家计委国家经贸委自然灾害综合研究组、中国地震局地质研究所、原地质矿产部（现国土资源部）、中国地震局、原冶金工业部（局）、原煤炭工业部（局）、原石油工业部（局）、中国气象局、国家海洋局、水利部、民政部及所属单位和科研院所、高等院校以及中国人民保险公司的大力支

持；李四光、钱学森、孙殿卿先生等前辈曾亲自给予教诲和指导；得到孙殿卿、高文学、马宗晋、王泽九、周振玲、龙长兴、王福山等许多领导的支持和指导；毕子威、杜立祥、杜建军、侯振杰、胡景江、蒋凤亮、李志强、刘惠敏、聂高众、曲国胜、苏桂武、徐炳川、杨华庭、张业成、张宝元、郑锦城、周显强、周魁一等（以姓氏拼音字母为序）数十人参加了部分调查研究或撰稿工作；黄庆华、康文华、李东旭、李耀增、苗培实、孙叶、邵云惠、王维襄、幸石川、张培震、周济元、武强、汪伯延、刘慧屏、何力、富重光等给予了帮助和支持。因此，李四光学术思想研究取得的成果，实际上是大家共同努力的结晶。

作者

2011年1月1日

目 录

前 言

第一章 绪论——李四光学术思想学习与研究 50 年 (1)

第一节 李四光学术思想的核心是地质系统整体观 (2)

一、系统科学与整体观的发展 (2)

二、李四光地球系统整体观的发展 (4)

第二节 研究李四光学术思想的主要成果 (16)

一、扩大地质力学研究领域, 进行地质系统整体观理论与实践的探索 (16)

二、提出地壳运动整体观, 指导自然灾害综合研究与减灾 (17)

三、为创新发展地质系统科学奠定了基础 (19)

第二章 地质力学的发展与创新 (22)

第一节 深化地质力学基础理论和方法 (23)

一、发展地质力学基础理论 (23)

二、总结地质力学实践应用的经验 (29)

第二节 地质力学研究领域的扩展与创新 (32)

一、构造系统对建造系统的控制作用研究 (37)

二、构造体系和地质体系相互关系的研究 (44)

三、地质系统与地球表层系统相互关系的研究 (46)

四、自然灾变系统的研究 (49)

第三章 地质系统整体观的探索 (51)

第一节 地质力学研究进程中系统论与整体观理念的启蒙 (51)

一、疑问 (51)

二、启蒙 (52)

三、地质系统论与地壳运动整体观的研究	(55)
第二节 地质系统整体观的创新理念	(59)
一、地质系统整体观的主要理念	(59)
二、地质系统论	(60)
三、环境-灾害系统观	(62)
四、地壳运动整体观	(66)
第三节 地质系统整体观理论的探索	(68)
第四章 地质系统整体观在地质找矿中的实践应用	(81)
第一节 地质系统控矿理论	(81)
一、构造体系控矿	(81)
二、同成矿构造体系对矿产的控制	(83)
三、构造复合的控矿作用	(85)
四、成矿体系与成矿系统	(86)
第二节 隐伏矿产预测	(89)
一、矿产聚集整体观	(89)
二、隐伏矿产预测的步骤	(91)
第三节 矿产预测研究的回顾	(97)
一、寻找石油	(98)
二、寻找铬铁矿	(100)
第五章 地质系统整体观在自然灾害综合研究与减灾中的 应用	(102)
第一节 自然灾害综合研究	(102)
一、指导思想和研究历程	(102)
二、自然灾害综合研究	(107)
三、自然灾变发展趋势综合预测	(114)
四、推动综合减灾系统工程	(119)
第二节 地震风险研究	(126)
一、地震风险研究的意义	(126)
二、地震预测整体观的探索	(133)
三、构建地震风险预测系统	(135)

四、评估地震风险的影响范围和程度，构建分区分级防震减灾体系	(140)
第六章 学习李四光学术思想，创新发展地质系统科学	(144)
第一节 地球系统科学与地质系统科学的发展	(144)
一、地球系统科学是地球科学的发展方向	(144)
二、李四光的系统整体观是发展地球系统科学的宝贵指导思想	(146)
三、地质系统科学是地球系统科学的分支，是地质力学的创新发展	(147)
四、地质系统科学的理论基础是地质系统整体观和地壳运动整体观	(149)
五、地质系统科学首要的研究重点是鉴定地质体系	(153)
第二节 地质系统科学的应用前景	(156)
一、在构造控矿规律的基础上建立成矿系列和控矿系统，指导隐伏矿产预测	(156)
二、研究地球系统现今运动规律，推动自然灾害综合研究和减灾	(157)
三、用地球系统整体观指导国土资源的评价和规划	(157)
四、研究人口、资源、环境、灾害互馈系统与可持续发展问题	(158)
第三节 《地质系统科学》组构框架刍议	(159)
参考文献	(163)

第一章 绪论——李四光学术思想 学习与研究 50 年

李四光先生的一生是为中华民族、为国家、为社会、为人民、为地质科学、为地质事业奋斗的一生。他的民族气节和宏愿大志，他总揽全局、求实创新、追求真理、谦虚严谨、精益求精、勤于观察、不墨守成规的治学精神和科学作风，永远是我们学习的楷模。李四光在中华大地上创立的地质理论及其领导的地质事业，不仅给社会安全和发展创造了巨大的物质财富，留下了珍贵的科学遗产，也给中华民族留下了宝贵的精神财富和文化遗产，有着深远的影响。因此，为了发展地质科学和地质事业，需要深入研究李四光学术思想，加以继承和弘扬，为经济建设、国家安全、社会可持续发展作出更大的贡献。

李四光学术思想博、大、精、深，全面弄懂他的思想、思路、思维、思想方法和推理的立论、论据和哲理是很困难的。

李四光教授去世以后，在中央继承李四光遗志、发展地质力学的号召下，广大地质工作者作出了极大的努力，一方面运用地质力学方法继续为中国的地质事业再作贡献；另一方面也在努力探索李四光学术思想新的发展方向。曾有许多人提出了卓有见地的建议。遗憾的是对这些宝贵的成果和建议，没有进行很好的总结，没有讨论、归纳、提出大家可以共同认可的意见。因此，在这里只能就笔者学习与研究李四光学术思想的亲身体会，谈一谈发展李四光学术思想的一些探索性意见，以供大家讨论。

第一节 李四光学术思想的核心是地质系统整体观

一、系统科学与整体观的发展

许多有远见的科学家都一致认为，系统科学的综合研究是当代自然科学发展的必然趋势，也是自然科学向更高层次成熟发展的标志^①，系统整体性，反映了现代科学的时代精神。

康德（Kant I.）的《一般自然历史和天体理论》和拉普拉斯（Laplace）的《宇宙体系》为系统科学的发展奠定了基础。黑格尔第一个把整个自然的、历史的和精神的世界都看做是一个内在联系的、永恒运动的统一过程。马克思和恩格斯第一次对世界的种种联系作了唯物主义的系统整体论述，恩格斯提出了“总体系”的观点。

20 世纪系统科学与整体观得到了进一步的发展。量子论和相对论的诞生，发现了原子过程的一种整体性特点。爱因斯坦（Einstein A.）指出：“狭义相对论把质量和能量，动量和能量，电场和磁场融合成一个可理解的统一体”。广义相对论把惯性和引力统一起来了。下一个重要任务是要建立统一场论，把四种力统一为一个系统整体^②。

20 世纪 40 年代，美国学者贝塔朗菲（Bartlanff L. V.）提出一般系统论。贝塔朗菲于 1932 年和 1934 年接连发表《理论生物学》与《现代发展理论》，提出用数学模型来研究生物的方法和机系统论概念，这是现代系统论的萌芽。他认为一切有机体都是一个系统，其各部分离开整体是不能存在的。他把“相互作

① 《光明日报》，1986 年 11 月 12 日。

② 孙凯飞，系统整体性——现代科学的时代精神，《光明日报》，1987 年 3 月 2 日。

用的诸要素的复合体”作为“系统”这一概念的定义。他认为一切生命现象本身都处于积极活动状态，任何活动的系统都是与环境发生物质、能量交换的系统。并认为各种有机体按严格的等级结合在一起，一个生物系统可分若干层次。他所提出的系统观点、动态观点、等级观点，即是现代系统论的萌芽。他于1937年提出一般系统论的概念，1945年发表了《关于普通系统论》一文，1954年联合其他一些学者成立了“一般系统论学会”。他为发展系统论作出了巨大的努力。之后比利时物理学家提出“耗散结构”学说的系统理论；德国科学家提出了多维空间理论的“协同学系统理论”；苏联科学家提出“参量型系统理论”。

系统的特点是强调事物的整体性、联系性、层次性和最优化。

整体性就是把研究对象作为整体对待，从整体与部分相互联系、相互结合、相互关系中揭示系统的特征和运动规律。

联系性就是把任何整体都看做是以诸要素为特定目的而组成的综合体。在这个综合体中各种事物都有内在联系，要求研究任何对象都必须从它的成分、结构、功能、相互联系方式、历史发展等方面进行综合考虑。

层次性就是认为任何一个整体都可分为若干层次，每一个层次的事物都相互联系，自成系统，而又与另外的层次相互制约、互相影响着。

最优化就是根据需求和可能为系统定量地确定出最优目标，并运用最新技术手段和处理方法把整个系统逐阶分成不同等级和层次结构，在动态中协调整体与部分的关系，使部分的功能和目标服从系统总体的最佳目标，以达到整体最佳。

20世纪中期以后，交叉科学兴起，控制论、信息论、系统论等横断科学蓬勃发展，系统科学又得以新的飞跃。系统论认为，要理解一个事物，不仅要分析它的要素，而且还要研究要素间的相互联系。一般系统论就是对整体和整体性的科学探索。

整体观的提出，是针对牛顿科学的以分析为主的思想体系

的。它的哲学基础是客观世界简单性假设，即世界各部分之间是可以分割开来的。

现代物理的出现是对上述科学思想的冲击，特别是量子论、普里高津耗散结构理论和 20 世纪 70 年代哈肯协同学的崛起，把系统科学又推向一个新的阶段。我国著名科学家钱学森（1983）提出的系统科学理论体系，使现代科学系统整体思想更为完整。系统科学已超出牛顿科学的框架，走向一体化的宇宙。

20 世纪 80 年代，国际上开始了“全球变化”研究，国内也开展了天地生综合研究，其目的都是以整体观研究全球运动和全球变化。20 世纪 80 年代以后，人们逐步认识到地球系统科学是地球科学的前沿。

二、李四光地球系统整体观的发展

（一）大陆运动起源的探索

李四光早年就学于英国伯明翰大学。1920 年回国担任北京大学地质系教授。1921 ~ 1925 年，对中国地质进行了广泛的研究，内容涉及区域地质、矿产地质、地层、古生物、冰川、地势、地震、火成岩等诸多方面。

在当时，关于大陆运动起源的问题，各个学派，甚至每个放眼世界的地质工作者，都提出了自己的看法：

传统学派，主张地球在她长期存在的过程中。由于逐渐失热或其他原因而收缩；以致海洋部分，特别是太平洋部分，显著地发生了沉降；而在大陆部分，总的趋向，也是朝着地心下降，但在局部地区，也可能发生相对的上升下降运动；因之发生了褶皱现象和各种断裂现象。这一派的看法，是以垂直运动为主的，局部的水平运动，是由于垂直运动而引起的次生运动。

另一学派，是主张以水平运动为主的。他们在认识了均衡现象的基础上，认为主要由硅铝层构成的大陆，是浮在由硅镁层构成的基底上面，并且认为大陆能够在它的基底上面和由硅镁层构

成的海底上面，发生水平滑动；还认为大陆的各部分也能够发生大规模的相对水平位移。

人们最注意的一派，是以魏格纳大陆起源说为代表；实际上，在魏格纳以前，早已有人提出大陆漂移说。不过，魏格纳的提法，比较全面，也比较系统，并且提出了比较多的证据来支持他的说法。其中显得比较突出的证据是：①在某些地质时代，地球表面上古气候带的巨大变化；②大西洋东西海岸线形状的相符性；③南北美大陆和欧非大陆上，特别是南美大陆和非洲大陆上，某些古生物群的密切联系；④南美洲和南非洲某些建造特点的相似性；⑤晚古生代南半球大陆，包括印度半岛在内的“冈瓦纳大陆”上冰川流动的方向，等等，都广泛地引起了人们的注意。

另一派，也和魏格纳大陆漂移说近似，其不同之点在于：约里提出了关于硅铝层岩石放射性作用和大陆表面形状的关系问题。

还有一派，认为地球内部不断发生对流，轻的物质向上，较重的物质向下；其结果，在某些地带把大陆拖开，使它们分裂，海洋从而侵入。在分裂的那一方面，大陆的海岸留下张裂的痕迹，例如，北美海岸以至内陆和西欧海岸以至内陆，就遗留着由于这种拖动而被拉断了的古生代山脉。在另一方面，大陆碰到了海底较重和较硬的硅镁层的抗抵，而发生了大规模的挤压现象。由于这种挤压，就形成了大型的地槽，以及由地槽转变过来的雄伟山脉。南北美洲大陆西岸的科迪勒拉地槽和安第斯、科迪勒拉等巨大山脉，就是这样形成的。这种看法的后一部分，即南北美大陆的东部和欧非大陆分裂；南北美大陆的西部向太平洋方面推挤，和上述两派的看法，基本上是相同的。

各式各样的大陆漂移说曾轰动一时，但在所谓正统学派顽强抗拒下，逐渐搁浅了。

在各个学派纷争的影响下，李四光于1926年，发表了《地球表面形象变迁之主因》一文。这篇文章，在批判了一些传统

学派的同时，根据大陆上大规模运动的方向，推论了那些运动起源于地球自转速度的变化；提出了“大陆车阀”自动控制地球自转速度的作用。

这一套理论实际上是李四光从全球构造的特点出发，将地球作为一个整体，研究地壳运动问题的开始，也是地壳运动整体观的开端。但是，李四光并不满足于此，他自我认为：这一观点不是没有一点实践基础的，但是这样立论，大体上说，也和其他各派的学说一样，在方法论上存在着很大的缺点，于是他进行了更为广阔的探索。

（二）全球运动与全球变化研究

从1921年开始，至1937年，李四光花费了很大的精力研究地层古生物和冰川。

这一阶段是从1921年研究中国北部石炭、二叠纪沉积物开始的。中国北部是一个丰富的产煤地区，那些主要的煤层与石炭、二叠纪的地层有密切的联系。这些石炭、二叠纪的地层，当时统称为太原系。紧接着它上面的山西系，其中一部分，后来称为“石盒子系”，是与主要的含煤地层有关的。太原系，主要是由陆相地层构成的，其中夹有若干海相地层。

关于太原系的时代问题，有过长期争论。在太原系中，当时发现的化石并不多。后来，在许多地点出露的太原系海相地层中找到了丰富的微体古生物群，特别是瓣鳃科；在其中的陆相地层中，例如在“唐山煤系”中，也找到一些植物化石。

到1924年，从莫斯科盆地中典型的中石炭统地块区，取得了大量的瓣鳃科标本和若干腕足类标本。经过详细的比较和鉴定证明莫斯科系中的海相生物群和太原系下部海相地层中所含的生物群，有密切的联系。根据这一发现，我们就把太原系分为上下两段：下段称为本溪系，系海陆交互地层；上段仍称太原系。

在中国南部，晚古生代地层发育的情况，和北部很不相同。在南部，石炭纪和二叠纪的地层，海相占优势。这些海相地层的