

地质力学的创新与发展

孙殿卿 董树文

(中国地质科学院地质力学研究所)

摘要 本文从知识创新体系、技术创新体系以及应用传播体系等方面提出地质力学再创新的新思路,从许多方面具体地提出如何发展地质力学,建立面向 21 世纪的地质力学创新体系。

关键词 创新 地质力学

当世纪之交即将来临之际,人们把新世纪的未来发展寄希望于知识经济的建立和发展,而知识经济的建立则依赖于知识创新体系和技术创新体系的建设

当我们着眼于未来并描绘其蓝图时,更应该回顾历史,总结我们曾经和正在拥有的创新知识和创新技术。因为新中国科学技术发展的辉煌成就孕育了许多属于自主知识的创新意识和创新思维;又因为这些创新意识和理论体现了我国自然条件和资源状况。因此,客观地总结新中国科学创新史,对全面建立 21 世纪知识创新体系是明智的。

在地质科学理论体系中,地质力学是由中国人独创的地学理论,这是中国地质学家依据中国和亚洲大陆地质特征总结出来的大地构造理论,是对自然科学值得骄傲的重大贡献之一。李四光作为地质力学的创始人,他不仅是中国地质科学的先驱和引路人之一,而且是中华民族文明和创造的典范。周恩来称“李四光是一面旗帜”。

经历半个多世纪的发展,在李四光及几代地质力学人不懈努力下,地质力学形成了较完整的科学理论体系,包括知识创新体系、技术创新体系和应用传播体系

1 地质力学知识创新体系

地质科学的理论体系很大程度体现在大地构造理论的建立和发展上。从莱伊尔地层学为代表的地质学创始期至本世纪初叶,地槽-地台学的地壳垂直运动统治着科学家的思想,并成为经典。20 年代德国人魏格纳最初从南美洲和非洲大西洋海岸线的形状、古生物、古冰川对比,创造性地提出了“大陆漂移”假说,树起了水平运动的旗帜。魏氏的假说遭到几乎所有经典理论的攻击和压制,直到 60 年代海洋地质调查的新发现,才唤醒“大陆漂移”,并演化成板块构

本文部分内容曾刊登在 1998 年 7 月 30 日“科技日报”,本次发表又经作者补充、修订

孙殿卿:中国科学院院士,中国地质科学院地质力学研究所名誉所长

董树文:研究员,中国地质科学院地质力学研究所所长

造理论。板块构造理论带来了地学革命,使水平运动占了上风,但是,诞生于海洋的板块构造登陆时屡屡受挫,大陆近 50 亿年的历史叠加和构造的复杂性、多样性迫使地球科学家思索如何在大陆找到一把新钥匙。80 年代末,“大陆动力学”应运而提出,可以说地球科学新的创新体系正在孕育之中。

地质力学的创新在于:她是与魏格纳同时代的水平运动的倡导者。魏格纳作为一位气象学家发现了大陆形状的可拼性而萌发“大陆漂移”说,而李四光是作为大地构造学家从地球表面形变图象和力学分析中形成构造体系思想和水平运动的概念,并一直在逆境中拼搏,1943 年较完整地提出“地质力学”理论。地质力学创新点主要有:

- (1)开创了地质学与力学相结合的边缘学科;
- (2)提出地球自转速度变化是地壳运动的主要动力源;
- (3)以大陆车闸理论揭示了地壳运动内在调整和平衡规律;
- (4)实现了地质构造从描述到物理模拟、数值模拟,理论分析与实验研究的进步;
- (5)建立构造体系概念,并厘定出燕山运动以来(180 Ma)东亚大陆的纬向、经向和扭动等三大构造体系;编制出版了 1:400 万中华人民共和国构造体系图和 1:250 万中华人民共和国及其毗邻海区构造体系图;
- (6)提出构造体系复合、分级控矿理论和方法,并成功预测了油田、煤田和多种金属矿床;
- (7)开创我国地震地质学科并进行地震预报;
- (8)建立我国现代地应力测量理论、方法;
- (9)倡导我国地热地质研究和利用;
- (10)完成地质力学理论、方法和应用的 50 年总结(500 万字系列专著)。

2 地质力学技术创新体系

地质力学从初创伊始就引进了先进的技术,并在实践中创造和完善了许多技术和方法,从而使地质力学从描述性科学逐步向量化方向发展,这是地质力学与许多其它大地构造理论不同之处,也是她具有生命力的原因之一,并为地质力学的广泛应用打下了坚实的支撑。地质力学技术创新体系有:

- (1)地壳变形型式的力学、数值模拟技术;
- (2)构造体系应力场光弹模拟技术;
- (3)现代地应力测量理论与技术(曾于 60—70 年代处于国际领先水平);
- (4)声发射历史地应力测量技术;
- (5)二维、三维构造应力场数值模拟技术与应用软件;
- (6)地热测量技术;曾研制我国第一台热敏电阻温度计和第一台平板式稳态岩石热导仪;
- (7)古地磁测量技术;合作研制大无定向磁力仪,建设我国第一个古地磁实验站(1959—1966),用于地块旋转、漂移、磁性地层学及考古研究;
- (8)不透明矿物 X 光岩组测量技术。

3 地质力学应用传播体系

地质力学作为一门创新学科,在国民经济建设和社会发展中得到广泛应用。李四光被誉为

“一面旗帜”,不仅仅是他对自然科学的贡献,更因为他以国家需求为己任,把地质力学用于解决石油急缺、地震预报、地热利用、工程场地安全、矿产预测等方面。这也正是我们建立新的创新体系所追求的最终目标,可以说地质力学是我国自主知识中运用最广泛的学科之一。

3.1 地质力学的传播

- (1)从地质力学各种专业分蘖出的学术机构有:国家地震局地壳应力研究所、中国地质科学院 562综合研究大队、国土资源部环境地质研究所和四川地震局(原西南地震地质大队)等;
- (2)源于地质力学的交叉学科有:工程地质力学、石油地质力学、应力矿物学和动力成岩成矿理论等;
- (3)培养人才和推广:李四光主讲三期进修班(每期一年),培养出我国地质力学基本骨干 158人,举办三期地应力学习班 200余人,培养地质力学博士 20余人,硕士 100余人;
- (4)召开 5次全国地质力学学术讨论会;
- (5)主持召开国际地质力学讨论会和“IGCP-250”项目国际组会议等;
- (6)主持执行“IGCP-250”项目等国际合作项目几十项

3.2 地质力学的应用

3.2.1 矿产预测应用 (1)预测油气田:大庆油田的发现(1958),柴达木盆地油田发现中的地质力学贡献(1955—1996),塔里木盆地北部油田的发现(1984),胜利油田惠民拗陷火山油藏的发现(1990)等;(2)金属矿产预测方面:广东仁化铀矿(1964),新疆萨尔托海铬铁矿(1965),辽宁夹皮沟金矿、赣南钨矿、浙江建德铅锌矿,新疆阿尔泰、山东胶东、内蒙古赤峰、冀东、青海都兰等金矿的发现(1975—1998);(3)煤田预测方面:地质力学理论指导煤田地质勘探发现一批煤矿(1970—1990)。

3.2.2 地震地质和地震预报 (1)1962年开始广东新丰江水库诱发地震的地质研究;(2)1966年邢台地震后率先运用现代地应力测量和构造应力场分析,对1967年河间地震成功进行了地震趋势预报;(3)1975年辽宁海城地震,1976年云南龙陵地震等均作出预报;(4)1976年唐山地震的预报意见被河北省青龙县政府采用,大大减少人员伤亡,并被联合国减灾机构调查证实;(5)唐山地震后地质力学研究所在京津、唐地区地震地质会战中为保卫首都安全作出贡献;(80年代初国家地震局成立后,地震地质工作主要移交国家地震局)。

3.2.3 工程建设和矿山地质应用 (1)长江三峡区域地壳稳定性评价,为三峡大坝选址作出重要贡献;(2)为攀枝花钢厂厂址提出决策性评价,否定了拟在西昌牛郎坝建厂方案;攀枝花市城市灾害评价和环境地质预测;(3)广东大亚湾核电站选址和区域稳定性评价;(4)甘肃金川铜镍矿地应力测量和巷道变形调查为坑道设计提供了重要依据,解决了矿山长期因坑道变形而难以开采的重大工程问题;(5)北京十三陵蓄能电站地应力测量和工程稳定性加固治理;(6)在新疆喀拉通克铜镍矿、蓉城煤矿、山东三山岛金矿、青铜峡大坝、太原引黄隧洞、深圳地壳稳定性等重大工程建设中均作出贡献。

3.2.4 地热地质研究和利用 (1)1956年先后在大庆油田、开滦煤矿、天津市、湖北应山、河北怀来等地开展地热地质研究和开发;(2)1962年在北京房山建立我国第一口地热观测井;(3)80年代完成西藏羊八井地热田地热地质和热田勘探研究;西藏阿里朗久热田勘探开发等;(4)开展藏南湖泊热流、东海大衢山海域热流测量、塔里木盆地现今及古地温测量研究。

3.2.5 环境与第四纪地质 (1)李四光于20年代到50年代发现庐山、黄山、北京西山第四纪冰川遗迹,提出中国第四纪冰川分期方案;60年代以来更广泛地开展我国第四纪冰川研究;

(2)发现元谋古人类化石,并在第四纪古环境和古季风研究中获得重要进展

3.2.6 古地磁方法应用 (1)探讨江西武夷山、安徽七家山地块和郟庐断裂旋转;(2)建立华北、鄂尔多斯、四川地块晚古生代以来极移曲线、漂移模式和磁性地层学。

地质力学研究所因突出贡献曾获国家自然科学基金一等奖、二等奖、全国科学大会奖 22项,省、部级一等奖 5项

4 面向新世纪的地质力学发展与再创新

作为全球水平运动的地质理论之一的地质力学,起源于大陆地质。板块构造是基于海洋地质而产生的,有其强大的技术基础,中国地质学家在这方面没有优势,无可厚非。地质力学与板块构造都是水平运动的构造学派,理应相互借鉴、相互补充,特别是地质力学应吸收板块构造从海洋中发现的新成果来弥补认识的不足,从新的高度完善地质力学。然而,板块构造崛起之日正值文化大革命“泛滥”之时,当时人们被扭曲的精神状态难以接受来自西方的先进科学思想,李四光先生又于 1971年谢世,致使地质力学失去了与国际先进潮流的接轨。现在板块“登陆”遇到了困难,美国人率先提出“大陆动力学计划”,再次把大陆地质推到地学前沿。地质力学应该说获得又一次发展机遇,源于大陆地质的地质力学理应在新一轮大陆地质理论创新中作出贡献。

地质力学创新既要基于国际地学最新成果,又要基于中国和亚洲大陆地质的自然特征和客观条件,更要适应于中国社会主义建设的需求。

4.1 地质力学再创新的思路

- (1)建立一门真正以数理、力学为基础的地球科学理论,实现地质构造半定量和量化的精确描述和表达;
- (2)从天、地、生相关联的角度,研究地球各圈层运动规律和驱动机制,在探讨地球运动机理的同时,解决现今人类面临的资源、环境等生存问题;
- (3)发展东亚大陆大地构造理论,突出西太平洋陆缘沟、弧、盆体系与大陆新华夏体系、燕山期陆内造山、喜马拉雅期碰撞造山及陆内走滑体系和裂谷体系等区域特征,完善地质力学构造体系理论;
- (4)建立构造应力作用下物质调整和流体驱动机理,完善构造成岩成矿和矿产资源中尺度预测理论和方法,为解决国家急缺矿产作出贡献;
- (5)建立非线性工程地质力学与地壳稳定性评价体系,为重要城市安全、重大工程选址、减轻地质灾害,为实现国民经济可持续发展提供科学依据,提供服务;
- (6)发展石油地质力学理论,研究流体在特定介质条件下的渗透规律,建立地应力驱动油气等流体运移、富集的动力学理论,服务于油气勘探开发;
- (7)建立构造体系与国土资源开发利用互馈系统,服务于社会可持续发展战略。

4.2 地质力学的创新理论

4.2.1 完善地球动力学理论体系 在现今地球科学研究所获新资料,尤其是地球各圈层运动与相互作用方面资料的基础上,发扬李四光教授系统论的构造观与创新精神,充分运用高新技术方法及其探测结果,从天、地、生相互关系的角度,研究全球各圈层运动规律及其驱动机制,完善以数理为基础的地球动力学过程的模拟与表述方法,发展地质力学基础理论,建立面向21世纪的、新的、更为科学的地球动力学理论体系。具体包括:

- (1)地球表层构造-地貌-环境变迁及其动力学机制;
- (2)地壳、岩石圈的运动规律、构造体系演化及其动力学机制;
- (3)地球不同圈层温压条件下岩石应力-应变-相变关系与运移机制;
- (4)地球内部热动力及其对介质的驱动机制;
- (5)地球不同圈层水平运动规律及其与地球自转、公转、行星相互作用的耦合关系;
- (6)“大陆车闸”效应及其与地球圈层运动和地壳运动关系;
- (7)地球流体运移规律及其驱动机制;
- (8)成矿动力学体系

4.2.2 发展东亚大陆动力学新理论 东亚地区发育西太平洋陆缘俯冲造山带、燕山陆内造山带、喜马拉雅碰撞造山带及陆缘-陆内不同规模的走滑体系和裂谷体系,是研究新生代大陆地壳运动、构造体系形成演化规律、大陆动力学过程的重要基地,有必要在21世纪,以地质学基本理论与方法为基础,结合其它学科的优势与当今最新观测研究成果,在数理模拟和三维模拟支持下建立新的东亚大陆动力学理论,科学地阐明东亚地壳运动规律与构造体系、构造-地貌演化的动力学机制。具体研究内容包括:

- (1)东亚大陆边缘与沟弧盆体系形成、演化及其动力学机制;
- (2)燕山运动成因及其全球意义;
- (3)中国东部新生代陆内造山机制;
- (4)东亚新生代裂谷构造体系演化及其环境、灾害意义与动力学机制;
- (5)大别山超高压变质岩石的形成机理与折返机制;
- (6)青藏高原岩石圈结构、构造演化、高原隆升过程及其动力学机制;
- (7)青藏高原隆升对东亚环境与气候演化的制约机制;
- (8)东亚地壳运动规律、构造-地貌演化及其动力学机制

4.2.3 构造动力作用下的物质调整与成矿机理 以动力成岩成矿理论为基础,不同层次、不同尺度的构造动力作用和构造变形对地壳物质调整作用的方式、过程、机制及其相关的成岩成矿作用机理,研究构造对不同类型矿床与成矿系列的控矿规律与控矿机制。在此基础上,创造性地应用数理模拟与描述方法,建立成矿新理论与新模式,大幅度地提高矿床、矿体定位预测精度。具体科学问题与研究内容包括:

- (1)构造动力驱动与地壳物质循环;
- (2)构造动力作用下地壳物质调整物理化学机理、过程;
- (3)中国主要构造体系的构造物质调整与成岩成矿规律;
- (4)构造应力与地质流体驱动;
- (5)地壳物质调整-成岩成矿作用的构造动力实验与模拟;
- (6)从构造动力作用、地壳物质调整及其与成矿关系的角度出发,提出动力成岩成矿新理论与成矿作用新模式,以及大陆成矿理论;
- (7)矿体定位的新理论与新方法及中尺度成矿预测;
- (8)危急矿山诊断与拯救

4.2.4 地壳稳定性评价与非线性工程地质力学 运用当代非线性科学的耗散结构论、突变论、分形理论和非线性动力学,研究地质灾害、地壳稳定性和重大地质工程环境等复杂问题,特别是地质灾害从无序到有序的动态演化过程及渐变到突变的信息熵描述和动力学刻画,逐步创立非线性工程地质力学的理论体系,提高区域地壳稳定性评价、重大工程地质环境质量评价

及地质灾害评价的水平。具体研究内容包括:

- (1)地质灾害机理与地壳稳定性评价的非线性理论与方法研究;
- (2)重要城市及周围地区地壳稳定性评价与灾害防治新方法;
- (3)重大工程场地的地质环境质量评价与灾害防治;
- (4)京、津、唐、张(首都圈)地区地震活动韵律与分形结构及灾害风险评估;
- (5)岩内流体运移及其对灾害诱发机制;
- (6)建立现代高精度、高灵敏度地应力监测网,实现地壳稳定性和现今应力场直接监测体系,为地质灾害机理、预测和防治研究提供的基础资料和信息,以保障国民经济建设和人民生命安全。

4.2.5 中国油气资源评价与石油地质力学 如何迎接新世纪我国工业化过程对油气的巨大需求而产生的严峻挑战是包括石油地质力学在内的所有相关学科都应承担的重任。石油地质力学是地质力学应用于石油勘探、开发的一门新兴学科。充分利用地质力学的技术和方法,并结合石油地质、石油物探、石油开发、流体力学、岩石力学等基本学科,创造性地开拓石油地质力学的新理论新思维。主要研究内容有:

- (1)油气分布与构造体系格局及演化;
- (2)油气移聚成藏过程的地应力驱动机制;
- (3)油气藏保存与新构造运动;
- (4)断裂封闭和开启与油气赋存的动力学;
- (5)复杂构造条件下油气田预测理论和方法。

4.2.6 东亚大陆环境巨变与EW向构造翘变运动程式及动力学 在中新生代全球大洋的形成、扩张与大陆的裂解、飘移进程中,东亚地区东部曾发生华夏古陆及高山的形成、下降,西部特提斯海的撤退及青藏高原的上升。东亚地表形态这种从东高西低向西高东低构造地貌的转变,反映地球深部地幔的镜像构造作用,而且是岩石圈演化过程中最为壮观的形变图象。在地外系统的协同影响下,它导致地球环境系统发生大幅度的定向性、周期性和事件性变迁。如果说青藏高原的形成演变与南北挤压下的构造上升是当代地球动力学和环境动力学研究的热点与焦点问题,那么包括青藏地区在内的东亚大陆中生代EW向构造翘变过程,在全球构造与环境的研究框架中应是尚未被充分认识的地球科学问题,或许是具有更高科学意义和应用前景的研究领域。这一研究能把濒太平洋、大别山、黄土高原、云贵高原和青藏高原以及中央山脉的构造与环境研究紧密地联结起来,揭示岩石圈演化与全球变化耦合作用的气候效应和成矿、成灾背景,并将形成新的研究特色并使理论升华。主要研究内容:

- (1)中生代东亚大陆构造格局与地貌特征;
- (2)中生代东亚大陆气候与环境;
- (3)濒太平洋“高原”下沉的深部机理;
- (4)青藏高原隆升的动力学和环境效应;
- (5)东亚构造翘变的动力学机制。

4.2.7 国土资源评价、规划与地球系统理论 土地资源是地球系统一个极为重要的组成部分,是联系岩石圈、水圈、大气圈和生物圈相互作用的纽带。我国巨大的纬向构造带、新华夏构造带、经向构造带不仅控制了矿产分布,对土地资源、水资源、生物资源的形成和分布也起了重要控制作用,而且破坏国土资源的自然灾害也多受构造体系控制。因此对国土资源的调查、评价和规划,国土资源利用和开发的安全性评价以及国土资源形成和发展的机理研究等方面,地

球系统理论具有重要的指导意义。

4.3 地质力学的技术创新体系

- (1)地球动力学过程、大陆动力学过程的三维、四维数值模拟与光弹模拟技术。
- (2)构造变形、构造体系定量描述、模拟的数理技术方法
- (3)在地表、坑道、钻井、断层、滑坡体等不同环境与条件下的应力、应变、微位移高精度、全自动、快速测量与远距离传送技术及新型仪器
- (4)油气等流体移聚定量描述及模拟的数理技术方法、油田碎屑岩储层不同期裂隙的识别和定向技术方法、四维空间裂隙预测方法和油田开放应力场监控技术。
- (5)新型的高精度古地磁测量技术
- (6)探测地壳—地幔深部结构与应力—应变状态的地球物理方法。
- (7)三轴高温高压(附加流体)的岩石力学实验技术
- (8)断层与第四纪测年技术方法。
- (9)古应力、古应变测量新技术与新方法
- (10)X光岩石组构测定技术和扩大透明、不透明矿物测定谱系
- (11)遥感图像处理的新技术与方法

4.4 地质力学的传播与应用体系

4.4.1 21世纪地质力学的传播体系 (1)力争数年内将地质力学学报(*Journal of Geomechanics and Geodynamics*)办成具有一定国际知名度的英文期刊;(2)精心组织4年一次的地质力学学术讨论会,争取使之成为国际性定期学术会议并在国际学术界取得较高知名度;(3)通过e-mail或Chinanet向国内外介绍地质力学研究所(制成动画式的Introduction to the Institute of Geomechanics);(4)不定期组织地球动力学、大陆动力学、矿田构造、地应力及应用与石油地质力学、构造模拟、地热与热模拟等方面的全国性培训活动;(5)采取有效措施,鼓励在国际核心期刊发表论文,争取跨入我国地球科学前列。

4.4.2 21世纪地质力学的应用体系 在地质力学创新体系的基础上,巩固、拓宽地质力学的应用领域,包括在灾害地质、环境地质、工程地质、找矿勘探、金属矿产预测、油气驱动与油气资源预测、采矿工程、重大工程建设、国土规划等方面的应用,将地质力学研究所建设成全方位服务于社会,服务于经济的科学基地

参 考 文 献

- 1 李四光.地球表面形象变迁之主因.中国地质学会志,1926,5(3/4)
- 2 李四光.地质力学的基础与方法.上海:中华书局,1945
- 3 李四光.关于改进构造地质工作的几点意见.地质论评,1965,23(4)
- 4 李四光.地质力学概论.北京:科学出版社,1973
- 5 李四光.天文地质古生物资料摘要(初稿).北京:科学出版社,1972
- 6 孙殿卿,陈庆宣,崔盛芹,等.全球构造格局及其动力学机制.地学前缘,1995,2(2)
- 7 杨开庆.关于构造控岩控矿与构造成岩成矿问题.地质力学论丛,第6号,北京:科学出版社,1982
- 8 杨开庆.动力成岩成矿理论的研究内容和方向.中国地质科学院地质力学研究所所刊,第7号,1986
- 9 杨开庆,董树文.论地壳物质的构造动力调整作用.中国地质科学院地质力学研究所所刊,第7号,1986
- 10 董树文.长江中下游地壳物质的构造动力调整作用.地质学报,1989,63(2)
- 11 王小凤,等.构造动力作用下矿物的形变与相变.地质力学文集(9),北京:地质出版社,1989
- 12 周济元,等.论构造动力成矿作用.地质力学文集(10),北京:地质出版社,1995

- 13 戴他根. 构造应力作用与元素迁移规律关系初探. 桂林冶金地质学院学报, 1990, 10(3)
- 14 杨国清. 构造地球化学. 南宁: 广西师范大学出版社, 1990
- 15 岳石, 马瑞. 实验岩石变形与构造成岩成矿. 长春: 吉林大学出版社, 1990
- 16 李东旭. 构造复合系统分析. 地球科学, 1983, 8(3)
- 17 李东旭, 等. 北京西山地质构造系统分析. 北京: 地质出版社, 1996
- 18 刘文灿, 李东旭, 高德臻. 铜陵地区构造变形系统复合时序及复合效应分析. 地质力学学报, 1996, 2(1)
- 19 谭忠福, 等. 构造体系的复合改造作用及其对隐伏矿床的预测意义. 国际交流地质学术论文集. 北京: 地质出版社, 1980
- 20 刘迅. 关于构造体系控矿规律的若干问题. 地质力学论丛, 第6号. 北京: 科学出版社, 1982
- 21 赵寅震. 同成矿应力场与矿床形成、分布的关系. 地质力学文集(9). 北京: 地质出版社, 1989
- 22 刘迅. 地质力学在矿田构造研究中的应用与进展. 地质力学学报, 1996, 2(1)
- 23 康玉柱, 康志江. 地质力学在塔里木盆地油气勘查中的重大进展. 地质力学学报, 1995, 1(1)
- 24 沈淑敏, 冯向阳, 刘文英. 塔里木盆地北部地区主要断裂带构造应力场与油气运移. 地质力学学报, 1995, 1(1)
- 25 王连捷, 张利容, 袁嘉音, 等. 地应力与油气运移. 地质力学学报, 1996, 2(2)
- 26 崔盛芹, 李锦蓉, 赵越. 论中国及邻区滨太平洋带的燕山运动. 国际交流地质学术论文集. 北京: 地质出版社, 1984
- 27 陈子光. 岩石力学性质与构造应力场. 北京: 地质出版社, 1986
- 28 丁原辰, 张大伦. 以声发射估计岩石试样先存应力的新方法. 现代地质—中国地质大学研究生院学报, 1989, 3(3)
- 29 陈庆宣, 孙叶, 等. 运用地质力学方法研究地壳稳定性. 地质力学文集(9). 北京: 地质出版社, 1989
- 30 李兴唐, 许兵, 等. 区域地壳稳定性研究理论和方法. 北京: 地质出版社, 1987
- 31 殷跃平, 胡海涛, 等. 重大工程选址区区域地壳稳定性评价专家系统. 北京: 地震出版社, 1992
- 32 吴树仁, 陈庆宣, 孙叶. 我国区域地壳稳定性研究的新进展. 地质力学学报, 1995, 1(1)
- 33 吴树仁. 清江流域地壳稳定性工程地质研究. 武汉: 中国地质大学出版社, 1995

INNOVATION AND DEVELOPMENT OF GEOMECHANICS

Sun Dianqing Dong Shuwen
(*Institute of Geomechanics, CAGS*)

Abstract The innovation of geomechanics created by Professor J S Lee (Li Siguang) is expounded and discussed from scientific innovation system, technological innovation system, application and dissemination system. In the transition from the old contrary to the new authors put forward how to develop geomechanics from the geodynamical theory, the new dynamics theory of East Asian Continent, material accommodation under the action of tectonic force and its metallogenic mechanism, evaluation of the stability of Earth crust and nonlinear engineering geomechanics, evaluation of oil and gas in China and petroleum geomechanics, environmental change of Meso-Cenozoic East Asian Continent and the mode of E-W-trending tectonic upwarping and downwarping and their dynamics, and the evaluation and planning of territory resource and their relation to the Earth system theory.

Key words Innovation, geomechanics