

继往开来 发展地质力学

吴淦国

(中国地质科学院地质力学研究所)

伴随着地质学、力学及其相关学科的进步而诞生的边缘学科——地质力学,在李四光教授的倡导下,在中国经历了半个多个世纪的形成和发展。今天,在庆祝由李四光创建的地质力学研究所成立四十周年之际,深感有必要探讨一下地质力学的未来发展。

人类社会发展正面临着人口、资源、环境和灾害方面的重大问题。世界环发大会提出了下一个世纪以建立人与自然协调关系为核心的经济和社会持续发展的战略。地球科学完全可以在开发地球资源、减轻自然灾害、保护生态环境方面发挥作用。为此,地球科学必须开拓新的研究领域,建立和健全新的理论体系。显然,伴随着世纪交替,地学正处于重大转折时期。代表着地球科学发展里程碑的板块构造学说较好地解释了海陆分布和海底构造现象,但在解释大陆构造和探讨地球动力学机制方面遇到了种种困难。世界地质学家正为完善板块构造理论或寻求新的构造理论而努力,提出了包括大陆动力学在内的各种研究计划。与板块构造学说具有某些相近理论基础、起源于大陆构造研究的地质力学早就注重大陆动力学研究^[1]。可以说,地质力学与板块学说在解决当代地学某些重大问题上目标是一致的。地球科学的发展趋势为地质力学发挥巨大作用提供了机遇,同时也提出了挑战。

1 弘扬李四光学术思想,发展地质力学

在一些国家,特别是在我国,地质力学是运用力学原理研究地质构造的形成、演化、组合规律及其动力学机制,从理论上阐明地壳构造和地壳运动问题,并应用于实践。地质力学选择岩石变形作为探讨地壳构造运动的主要研究途径,这实际上是给构造地质学建立通往动力地质学的桥梁^[2,4]。在多数国家,地质力学(Geomechanics)与岩土工程紧密联系,主要研究工程建设运行中岩石力学性质和岩石变形与破坏,建立岩石力学模型,解决工程基础稳定性方面的地质与力学问题。显然,前者的研究领域和研究内容是比较广的,既包括了Geomechanics的研究范围,又含有Geodynamics(地球动力学)的研究内容,属于广义的地质力学。这一点已是我国大多数地学同行的共识,也为越来越多的外国地质学家所认同。

地质力学在我国的创立和发展,充分体现了李四光的学术思想。笔者认为可以从两个方面来概括:一方面是他研究地质力学过程中逐渐形成的学术思想和学术观点;另一方面是他作为一位学识渊博、造诣精深的科学家所具有的科学品质和精神。

编者注:本文作者是地质力学研究所现任所长。

在地质力学研究方面,李四光把地质力学作为一门系统科学,从事物发展存在内部联系的观点出发,强调构造运动踪迹(构造形迹)之间的内在联系,注重构造变动的系统性和整体性,进行构造组合型式分析。从构造演化的时间序列上,强调变形发展历史路径不同,所产生的构造形迹也不同,具有差异性,建立起地质构造的三重基本概念,即结构要素、地块形态和构造体系,指出地壳各层的构造往往是不完全一致的,甚至是脱节的,具有层次性,进行构造序次分析和复合分析。追索构造形成的原因,注重研究构造应力的作用方式、方向和边界条件,探讨构造形成的动力学机制。从地壳运动相关性出发,强调要从运动的观点看问题,地壳运动分物质变化和机械运动,且二者是相互联系的,因而注意研究应力作用、构造变形和物质再分配之间的内在联系。从全球视野出发,将局部构造、区域构造置于全球性构造的大背景,甚至天体地质构造的宇宙环境中来分析,李四光是率先将大陆构造和海底构造联系起来进行研究并编出全球构造纲要图的地质学家之一。

在科学研究方面,李四光具有坚持真理、勇于探索的奋斗精神;重视实践、理论联系实际的可贵精神;不断开拓、努力进取的创新精神;热爱科学、热爱祖国的赤子精神。特别值得指的是他的创新精神。他指出:“科学的存在全靠它的新发现,如果没有新发现,科学便死了”^[5]。地质力学的创立就是他创新精神的具体体现。他凭着对新事物、新观点的敏锐性,善于发现学科新的生长点和及时吸收其他学科的新理论、新方法应用到地质力学的研究中。例如,他在活动构造研究的基础上提出“安全岛”理论,他率先在我国应用古地磁理论和技术来研究地块间的位移和转动,最早应用同位素年龄测定技术来确定构造体系的形成时间,第一个进行地质蠕变实验和构造模拟实验,首先把与板块理论有关的资料(三大洋底地貌图)引进我国……。

李四光把毕生精力奉献给科学,奉献给祖国,特别是新中国成立之后,急国家之所急,运用自己的知识为国家的社会主义建设努力工作。建国初期,他把国家急需寻找石油和铀矿作为重点工作;新丰江地震,特别是邢台地震以后,为了人民生命财产的安全,积极开展地震预报的探索工作;为解决替代能源问题,他领导开展地热研究和综合利用。这些工作不仅推动了我国地质理论与生产实践的紧密结合,而且为社会主义经济建设做出了突出贡献。大量的实事有力地说明,李四光不仅是卓越的科学理论的创立者,而且是卓有成效的实践者,是把地学基础研究与实际应用很好结合起来的典范^[3,7]。我们应该认真研究李四光的学术思想,深刻领会其思想精髓,弘扬李四光精神,建设好地质力学研究所,发展地质力学。

2 地质力学发展需要创新

在1989年“李四光学术思想讨论会”上,许多代表指出李四光的学术思想和不少论断具有超前性和闪光点。这一评价正在为地质科学发展所证实。但是,由于历史条件的限制,李四光未能进一步发展自己的学说,而把地质力学中存在的问题留给人去解决,这些问题,在《地质力学概论》和他的其他著作中多已明确指出^[2]。现在看来,尽管过去了四分之一世纪,这些问题仍然未能得到很好的解决。在世界地质家把目光再度转向大陆的时候,在地球科学处于重大转折的今天,作为从大陆构造及其动力学研究起家的地质力学,面临着发展的大好机遇,如何开拓新的研究领域,如何建立和健全新的理论体系,如何使地质学和力学更完美地结合起来,这对地质力学来说无疑是一个重大的新课题。

我们应当吸取历史的教训,当国外板块构造理论兴起时,我们正国门紧闭地进行一场史无前例的政治运动,科学研究基本停顿。当板块构造理论引入中国后,地质界大多如梦初醒地忙

于追踪和论证,忽视了发展和创新。一部分过去从事地质力学研究的同行,利用自己的地质学与力学的双重功底和地质力学的系统性、整体性思维,借鉴板块构造的成就,潜心研究,取得很有意义的重要成果,发展了地质力学。也有一些同行未能适应形势和积极创新,使原本具有的某些优势实际上因此而弱化。回顾地质力学的发展过程,总结历史的经验教训,归结为一句话:地质力学发展需要创新。

江泽民同志在全国科技大会上指出。“创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力。……一个没有创新能力的民族,难以屹立于世界先进民族之林。作为一个独立自主的社会主义大国,我们必须在科技方面掌握自己的命运”(《人民日报》1995年5月27日)。江泽民同志把创新提高到民族进步、国家兴旺的高度。地质力学要存在下去必须不断发展,而发展是以科学创新为标志的。任何一门学科都有其自身研究范畴和方向,在条件有限的情况下必须按照“有所为,有所不为”的原则,选择具有优势和基础较好的方向,在科学前沿领域形成新的生长点,构筑赖以创新的基础,通过一段时间或较长时间的群体攀登,实现理论创新或应用创新,从而使学科获得发展。

3 地质力学未来发展的主要方向

今后,地质力学研究一方面要重视地质力学基础理论研究;另一方面要加强地质力学在环境、地质灾害、区域地壳稳定性以及矿产资源等应用领域的研究,还应不断拓宽其研究领域。

3.1 基础理论研究方面

地质力学的基础理论研究领域较宽,地质力学所的研究基础和支撑条件也较好,可以在地球科学的不少方向上开展研究。根据国家和地矿部的科技发展规划,结合地质力学的未来发展建议重点开展以下几个方向上的研究。

(1)构造体系的形成演化及其动力学意义。发挥地质力学对地球表层构造具有独到理解的优势,以大陆地质实际为主要研究对象,并积极研究海底构造,按照几何学→运动学→动力学的渐进的系统的研究方法和思路,在三维空间和时间序列上,把构造动力、岩石力学性质、岩石变形性状和结果及构造组合规律联系起来进行研究。主要研究:①造山带的三维结构和演化,造山过程中与构造变形相伴生的其他地质作用(岩浆活动、沉积作用、变质作用、成矿作用等),造山带的热演化历史,山脉隆升机制。②盆地构造,盆地的形成与演化,盆地热状态和热演化历史。③盆-山耦合关系。④超高压变质带的形成机制及深部超高压变质带的折返机制。⑤中、新生代中国大陆构造体系格局及构造应力场。

(2)深部构造。深部构造是目前地质力学研究的薄弱环节,要查明表层构造的成因和动力学机制,不研究深部构造就不能最终解决问题,将是一个有缺陷的研究。首先考虑研究:①中、下地壳与上地幔的岩石流变性及模拟实验。②壳幔结构、壳幔体系及壳幔相互作用。③地球化学场、地球物理场与地质结构构造(构造体系)的相关性。④巨型构造带(构造体系)的延深性及深部结构。

(3)全球构造体系及地球动力学。按照系统的、活动的、协调的观点,重点研究:①地球表层巨型构造体系的展布规律及与地球坐标系的相关性研究。②地球圈层间的相互作用及地表—地壳—上地幔不同深度层次的三维构造格局。③全球构造格局形成的动力学机制(联合动力作用)^[6]。④巨型地块转动的古地磁证据,探索古构造的定向、定位问题。

(4)非线性地质力学。非线性科学将是21世纪极具挑战性的科学,我们首先应研究:①地

质体的各向异性和变形的不均一性及构造协调性。②构造体系的分形分维特征及自相似性和层次性。③构造体系形成的非线性因素和非线性动力学模型。

3.2 地质力学在环境和矿产资源领域中的应用

建所 40 年来的科研实践表明,地质力学理论和方法完全可以在经济建设中发挥重要作用。我们应在环境和矿产资源二大领域中继续发挥我所的科技优势,通过解决关键的科技问题,为国民经济发展作出贡献,并进一步丰富和发展地质力学。

(1)地质力学在地质灾害监测、防治和环境研究中的应用。主要研究:①现今地壳运动对全球环境变化的影响。②构造—气候旋回。③中国第四纪地表系统巨变过程。④大型活动断裂及现今地应力场。⑤工程地质力学中的区域地壳稳定性、工程稳定性评价体系和新技术、新方法。⑥地应力测量系统和位移监测系统。

(2)地质力学在寻找矿产资源方面的应用。重点研究:①矿田构造系统分析和矿体定位预测的地质前提。②构造动力作用与成矿流体运移、元素聚散的相关性。③构造应力场、能量场与油气预测。④温泉与地热能,中国温泉、热泉的分布规律及开发利用。

4 发展地质力学的对策

(1)提倡跨学科的合作。每个学科都有其自身研究对象、领域和方法,也有其与相关学科叠置但侧重点不同的研究领域、内容和方法。一个学科的发展除有赖于自身的创新外,也需要领头学科的带动以及其他学科的促进和借鉴。只有树立了大科学系统的观念,才有可能使学科获得自身发展的良好外部环境。地质力学应与力学、地质学的其他分支学科、地球物理、地球化学、工程技术科学、计算技术科学等紧密结合起来,充分利用这些学科的新理论、新方法、新技术和新资料来丰富和促进地质力学的发展。割断学科之间的联系等于作茧自缚。在地质力学所现时的情况下,不可能大量引进各学科人才,目前解决学科结合的办法是一方面保住现有地球物理、地球化学、力学等学科的人才和实验室,并给予较大的扶持;另一方面通过与外单位有关专家的科研合作,共同实现学科结合的目标。

(2)建立野外科研基地(野外实验室)。地质力学是一门实践性很强的学科,其理论的产生有赖于典型地区、对典型地质构造的长期坚持不懈的研究和资料积累。欧美地质学家几代人承前启后、锲而不舍地在他们的经典地区进行了上百年的研究,不断提出新的理论和见解。这是值得我们借鉴和学习的。从目前的研究程度和工作积累来看,地质力学研究所应积极争取实现建立燕山等地野外实验室的计划。地质科学中的基础研究应尽量避免“打一枪,换一个地方”的短周期行为。当然,要做到这一点,必须由国家或有关部门给予长期稳定的支持。

(3)加强地质力学的实验研究工作。在野外实地完成了几何学、运动学的观测研究之后,必然要转入动力学研究,开展地质力学的模拟实验工作以解决探讨动力机制问题。缺少这项工作,整个研究是不完全的,无法使新的见解升华到更高层次的理论水平上。因此,实验工作是不可缺少的。地质力学开放实验室责无旁贷承担起这项工作。为此,必须加强开放实验室的建设,在构造体系形成机制、构造应力场、构造变形的物理模拟和数值模拟、高温高压、构造活动测年等方面,为科研人员提供先进的实验设备和良好的研究环境,以便出高水平的研究成果。

(4)积极开展国际学术交流。科学发展是国际科学界的共同事业和追求,只有通过国际间的学术交流才能掌握本学科及相关学科的世界研究动向,了解学科前沿和热点并参与前沿和热点的研究,才能为科学创新奠定基础。不然的话,什么是“新”都不了解,又何谈创新呢?特别

是基础研究成果,只有国际水平,必须拿到国际上与同类成果比较,才能鉴别其学术水平。地质力学所应大力鼓励科研人员在国际广泛交流的学术刊物上发表论文,积极参加国际性学术讨论会和开展国际科研合作。

(5)努力培养跨世纪人才。发展地质力学必须有一批年轻的学术带头人,他们必须具有高尚的道德情操、优秀的科学素质、良好的外语水平、很强的协作精神和健康的体能条件。培养跨世纪人才是事业的需要,是一件紧迫而又不能一蹴而就的系统工程。就地质力学所的情况而言,老年和中年科学家都将相继离开工作岗位,青年一代的地质学和数学力学的功底不厚,对地质力学理论研究不深,实践经验不多,形成人才断层跨度大的局面。老年科学家曾创造过地质力学的辉煌,中年科学家也维持了地质力学的发展,这些已经成为过去和即将成为过去,二十一世纪发展地质力学的任务将历史地落在了青年一代的肩上,必须下大力气培养年轻的地质力学学术带头人。中、老年科学家要扶持他们,希望有关部门和领导为他们的成长创造条件。立志献身科学的青年学者要认清形势、奋力拼搏、勇挑重担、迎接挑战,摒弃无所作为和固步自封的观点,努力发展地质力学。否则,在经济发展和科技竞争愈来愈激烈,社会将发生巨大变革的二十一世纪,地质力学学科和地质力学研究所就会丧失应有的地位。

在所庆之际,结合地质力学研究所建设,讨论地质力学的发展方向,笔者冒昧地把以上浅见奉献给同行专家,期望得到指教。

本文承蒙孙殿卿院士、陈庆宣院士、崔盛芹教授、李东旭教授审阅,定稿之前得到肖庆辉教授的指导,在此一并致谢。

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,第5卷,第3—4期,926。
- 2 李四光,地质力学概论,北京:科学出版社,1973。
- 3 孙殿卿、崔盛芹、王泽九,李四光学术思想探讨。地质力学研究所所刊,第15号,北京:地质出版社,1993。
- 4 李东旭,周济元等,地质力学导论。北京:地质出版社,1986。
- 5 李四光,地质工作者在科学战线上做了些什么?地质论评,1952,第6卷,第3—6期。
- 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,第2卷,第2期。
- 7 钱学森,光辉的旗帜——在李四光诞生100周年纪念大会上的讲话。载:李四光学术研究,景才瑞等主编,武汉:湖北科学技术出版社,1993。

作 者 简 介

吴淦国,男,1946年生,教授。1969年毕业于北京地质学院地质学专业,长期从事地质力学、矿田构造、构造—岩石物理的教学、科研工作和科技管理工作。通讯地址:北京市海淀区民族学院南路11号地质力学研究所。邮政编码:100081。