

自然科学学科发展战略研究报告之一:地质科学

Strategic Research on Disciplines in Natural Sciences: Geology

国家自然科学基金委员会

编者按 国家自然科学基金委员会为正确使用自然科学基金提供依据,近年来邀请有关科学家、情报专家、科技管理专家组成了50多个学科发展战略研究组,对各学科的发展战略提出了研究报告。这些研究报告,对引导我国科技事业的顺利发展有着重要意义;特别是对一个时期内自然科学基金的资助重点领域和方向将起一定的指导作用,对国内的学科建设、学术规划、科技人员培养也将起引导和咨询作用。为此,商得自然科学基金委员会同意,本刊将陆续刊登各学科战略研究报告的主要论点。一方面分析介绍各学科国内外发展现状和趋势,以及我国的优势、劣势、制约因素等情况,另一方面供申请自然科学基金资助者参考。

一、当代地质科学的发展趋势

当代地质科学比以往任何时候都更有能力研究和解决社会发展中的许多重大问题。同时,人类生存和社会发展对地质科学的要求也越来越高。当前地质科学的发展远不能满足社会发展的需要,人类认识地球的能力还很有限。因此全面地了解和研究地球仍然是当代地质科学的重要任务。

1. 地质科学的国际发展格局将由以美国、西欧为主逐步向美国、西欧、前苏联、日本等国互为竞争对手的多极化方向发展。这种趋势一方面表明,一个国家今后想在整个地质科学领域上全面取得和保持领先地位几乎是不可能的,“全面赶超”战略不符合国际环境;另一方面则意味着,国际化和合作化将是未来发展地质科学的重要途径。

2. 地质科学将担负解决当代社会发展重大问题的责任,其作用正由以找矿为主拓宽到为解决当代社会发展面临的许多重大问题服务,有人预言21世纪将是地学的世纪。地质科学已把保持人类的长期生存和发展视为己任,并围绕着当代社会面临的资源、灾害、环境、水、粮食等重大问题进行一系列全球规模的攻关。今后,地质科学的研究目标、突破口、研究性质、支持水平以及科学观将随着这一任务而发生变化。

3. 地质科学的发展对科学技术进步的依靠程度愈来愈高,当代地质科学领域内已形成了相互配套和补充的四大技术体系:观测与探测技术、测试与分析技术、模拟与实验技术、计算机信息与处理技术体系。许多地质科学前沿与尖端技术融为一体。地质调查研究的技术装备和手段已进入现代化,它们所开辟的科技领域和知识深度已大大超过了以往任何时候。这些现代化的地质科学技术对资金和知识密集度的要求愈来愈高。一个国家独立建立全面完整的地质科学尖端技术体系的思想正受到冲击。国际合作,共享设备,共享成果的呼声日益高涨。

4. 现代地质科学将沿纵向深入和横向交叉的方向发展,不同学科之间的衔接越来越紧密,界线越来越模糊,描述性地质分支学科正逐渐发展成相互关联的学科体系,并正在向地球科学体系的基础位置发展,许多学科的边界和不同学科的集合(交叉)区往往就是学科的生长点。

5. 板块构造学说引起的地学革命向纵深方向发展,板块构造学说正进入建立大陆板块构造模式时期。随着地质科学的发展,特别是地球系统科学的发展,今后,板块构造学说可能会被更全面的建立在地球系统科学基础上的新理论所取代。

6. 地质科学正在向起点高、难度大、科学意义和应用前景明显的高层次的基础研究方向发

展,当前和今后地质科学将围绕着岩石圈和全球变化两大主题展开。

二、中国地质科学现状分析

中国有组织的地质科学研究已有70多年的历史了。经过建国以来40年的大发展,取得了很大的成绩,建成了一支各分支学科基本配套、并能从空中、海洋、陆上开展地质科学调查研究的队伍及支撑结构,并取得了一大批重大科研成果,为我国国民经济建设作出了不可磨灭的贡献。但从国际范围来说,我国地质科学研究水平总体上处于中等地位,一些领域正与国际同步,个别领域处于国际前列。

我国地质科学的发展正在进入一个全新的转折时期。如果说,以往我们基本上是引进国外地质理论和技术方法发展地质学,并解决我国当时面临的各種地质问题,那么,现在我们已认识到,我国有一批独特的地质问题,是运用国外现成地质理论很难解决的,如果不根据我国实际创造性地解决这些问题,将大大地影响我国社会主义建设事业的发展。今后我国地质科学应在了解和跟踪当代世界地质科学的发展趋势,学习和吸收国际先进科学理论和经验的基础上,针对我国实际,创造性地解决我国面临的各種地质难题,在此过程中,应从“模仿”逐步走向独创,在国际地质学术领域内占据一席之地,加强基础地质理论研究,在解决地质问题中从被动走向主动,进而提高中国地质科学研究水平及其解决实际问题的能力。要实现这一转折并不容易,需要努力克服许多制约因素。除科研体制以外,本报告认为制约因素主要是:①人力资源紧张,缺乏国际竞争能力;②我国地质工作、地质科学研究和基础研究的投入偏低;③技术及其设施基本状况是部分先进与总体落后并存;④我国区域地质调查程度偏低;⑤现代地质科学基本体系尚在建立之中;⑥地质理论储备不足。

三、确定中国地质科学发展战略的原则思考

随着当代地质科学发展,尤其是最新前沿领域的多路突破和尖端技术的广泛应用,我国现有的一些优势将普遍消失,以财力、智力、尖端技术和管理为主导内容的综合国力竞争,有可能进一步拉大我国与发达国家之间的距离。因此,要使我国在新的一轮世界发展竞争格局中取得某些优势,就需要制定切实可行的、符合我国国情的发展战略和策略。

1. 制定地质科学发展有限目标战略

我国地质科学在今后相当长一段时间内,部

分学科或领域先进与总体水平中等的现象将长期存在。面对这个实际,应选择若干个对我国国民经济建设和学科发展最有意义的领域进行突破,而把赶超世界先进水平作为我们今后相当长一段时间内的努力目标。我们把这种谋划称为有限目标战略。对于有限目标以外的其它领域,应采取参加国际合作的跟踪战略,充分利用别国已取得的成果,创造性地解决我国面临的地质问题。

2. “扬长创新”

要使有限目标得以实现,使某些领域达到世界先进水平,就需要有自己独创的东西,确立自己的学术方向,否则在国际上缺乏竞争能力。要做到独创,就需要在积极学习和引进别国先进科学思维和先进技术充实发展自己的基础上,突破“模仿”水平,在发展地质科学理论或在某些领域上做到有所创新和发展。为此,在研究方向上,应尽量避免在别人已领先而我国尚缺乏必要条件的领域上进行竞争。我们把在科学研究已经领先或与国际同步的领域,借鉴先进的思维和方法,开创自己的独特的研究方向的做法,称为扬长创新。

3. 建立有中国特点的地质科学理论体系

我国地质科学在20~50年代曾有过地质理论繁荣时期,不少地质学家创立过别具一格的地质理论,仅大地构造就有好几个学派。但是近20年来,我国地质科学的发展出现了模仿多于创造的现象,较多地用我国的地质条件去论证外国人的理论,以致于我国地质科学在国土地质工作程度越来越高的情况下却出现了地质理论危机。从较长远的战略意义来看,有一定基础和实力的我国,如果不能在学习和采用世界先进理论和技术方法的同时,发展和创立自己的理论,就会跟在发达国家后面爬行,与他们的差距就会越来越大。要摆脱这种被动局面,就需要敢于和善于发展自己的地质科学理论。要看到,中国地质科学“未来”的地位应该建立在中国地质学家根据我国实际对地质科学理论作出的不可取代的贡献上。因此,我国地质科学发展战略的目标是加强基础研究,提高基础研究水平,以我国得天独厚的地质条件为本并在中国典型地质区(带)内建立起一批能说明中国地质特征的理论基地,深入研究中国重大地质问题,逐步建立起能说明中国地质实际的地质科学理论。

4. 充分利用和发挥我国地质条件的优势

我国在发展地质科学方面最大的优势就是地域优势,即具有得天独厚的地质条件,它为我们立足中国的地质实际,吸收国际先进理论的合理部分,创造出适用于全球的具有中国特色的理论和研究方法奠定了基础。从国外地质科学理论发展模式来看,我国当前不具备向未知空间领域进行

大规模开拓性研究来发展地质科学理论的基本条件,但我们可以对具有全球地质意义的、在中国又非常典型的独具特色的地质区(带)或地质现象开展研究,以发展地质科学理论。因此,我们认为,充分发挥地质条件优势,是建立和发展能充分说明中国地质特点的地质理论体系,提高我国地质科学理论水平的重要途径。

5. 在典型地质区(带)内建立研究基地

国际上许多重大地质理论,都是在独特的地质区(带)内选择一个或若干个关键地区进行长期反复深入研究得出的。欧洲的阿尔卑斯山脉和美国的阿巴拉契亚山脉,从19世纪中期起至今一直是欧洲和美国地质理论基地。一百多年前,地槽学说的理论体系来源于对这两个山链的研究。一百多年后的今天,关于造山带的大推覆体理论、韧性剪切带、薄皮构造、拆离构造、薄皮板块理论、A型俯冲理论等都出自对这两个山脉的研究。我们把这种诞生地质理论并使其不断完善的代表典型地区基本特征的关键地段称为研究基地或理论基地。在我国地质科学研究进入创立地质理论新阶段的时候,应该在中国典型地质区(带),尤其大型的地质区(带)采用豹皮式战略逐步建立起各种理论基地。这样,我们对整个地质区(带)既有整体的、面上的概念,又能在基地通过深入研究得出的新概念或新理论去指导面上乃至同类地区的工作。我们相信,只要我们抓住研究基地去解决中国地质实际问题,通过一代又一代人的努力,我们一定能够在理论基地上不断总结出具有国际先进水平的各种地质科学理论,建立和发展中国的地质理论体系。

四、中国地质科学近期发展战略的构想

1. 中国地质科学近期发展战略及目标

中国地质科学要在总体上赶上世界先进水平,从现在起,可能需要60年以上的时间。为此我们的总体或长期战略目标是争取到2050年达到国际先进水平。中期目标是争取到2020年,在大陆地质研究领域赶上或接近世界先进水平。10年内的近期战略应该是重点调整式发展战略,其基本思想是着眼于解脱制约我国地质科学发展的关键性的带全局影响的薄弱环节,达到五大调整:把大口袋式、目标不集中的全面赶超发展战略调整到有限目标战略上;把有限资金、技术和智力从遍地开花式使用调整集中到优先开拓领域体系、相关领域体系和支持领域体系上;把地质科学在社会中的作用从矿产型调整到社会型;把基础地质理论中的以模仿式为主的研究调整到创立和发展能充分说明中国地质实际的地质理论体系

上;把“遍地开花”的“游击式”科学研究调整到在理论基地上进行持久深入探索和创造性研究上。争取在一定时期内,使我国部分领域跻身世界先进行列,并通过它带动或触发我国整个地质科学全面发展。

根据重点调整式发展战略的基本思想以及确定我国地质科学近期发展战略的原则和思考,我们认为,中国地质科学近期发展战略目标应该是:在广泛开展的地质工作基础上,集中我国地质科学界人力和物力,以我国得天独厚的地质条件为本,通过优先研究与我国国民经济紧密相关和代表当代地质科学前沿的重大地质问题,争取到2000年,初步建立起一些能充分说明中国大陆地质特点的地质科学理论的生长点和学术方向或框架,为不断增强我国地质科学在解决经济建设和社会发展中所面临的重大地质问题的能力,为发展世界地质科学理论做出贡献。

通过这个发展战略,促进我国传统地质科学体系向现代地质科学体系转变,争取在2000年初步建立起学科配套的围绕战略目标和战略重点领域展开的现代地质科学体系。

2. 中国地质科学近期发展战略的重点

根据重点调整式战略,我们提出以下三个层次的战略重点,即优先开拓重大领域体系、发展相关领域体系 and 扶持支持领域体系。这三个体系共同组成一个多层次立体交叉的网络结构,其中重大领域为核心,相关领域和支持领域为基础。它是以通过优先开拓重大领域体系、发展相关领域体系、扶持支持领域体系,发展大陆及大陆边缘地质,以此展开我国地质科学发展的全部进程为重点的战略重点体系。

地质科学近期发展战略的重点部署设想如下:

(1) 优先开拓研究的重大领域体系。

——中国大陆及大陆边缘岩石圈的结构、组成、演化及其与矿产的关系。建议今后5~10年重点研究以下领域:

造山带的岩石圈结构、演化与成矿背景;

早前寒武纪地壳演化及下地壳地质研究;

高压变质作用与碰撞构造研究;

大陆边缘生成与演化模式研究;

中国东部中—新生代重大拉伸事件及其成矿作用研究;

华南花岗岩区(带)等级体制、侵位机制和岩浆成因研究;

中国地学断面范围内岩石圈三维结构模型和演化综合研究;

沉积盆地的岩石圈结构、演化及其油气形成及分布规律的研究。

——大型和超大型矿床(包括油气矿床和水)的全球背景、成矿条件和成矿理论研究;

中国典型成矿区(带)大型和超大型矿床成矿地质背景研究;

中国大型和超大型矿床成矿地质背景、成矿机制和成矿模式研究;

生物成矿作用和成矿背景研究;

流体的地质作用过程及其在矿床形成中的作用;

成矿地质作用的化学动力学过程。

——全球变化。现代地质作用过程和地质环境变迁的研究:

青藏高原近代板块运动和现代动力学及其对周围的影响;

黄土高原的形成、环境变迁与全球变化;

岩溶(喀斯特)环境系统及人类对它的影响;

活动构造的作用过程与预测研究(重点研究活动断层和实时大地构造学);

我国人类史以来的人为地质作用过程与环境变迁及其预测;

确定现代地质作用过程的断代技术研究。

(2)重点发展的相关领域体系。

有计划地重点发展一些基础地质学科的前沿领域,尤其是矿床学、地球化学、古生物学、地层学、岩石学、沉积学、第四纪地质学、水文和工程地质学、构造地质学、动力地质学以及前寒武纪地质学等学科的前沿领域。由于当前资金有限,为了实现我国战略目标,在相关领域体系中,应重点发展下列具导向性质的学科领域:

——社会大脑型学科或领域。

社会大脑型学科或领域是指目前仍在地质学家头脑中等待开发的先进科学思维或新的科学苗头,甚至是所谓极端的学术思想,要通过自由选题、给科研单位一定的开题权等方式开发出来。

——先进和同步型学科或领域。

先进和同步型学科或领域是指我国目前已基本上处在与国际同步或具有国际先进水平的我国一些优势学科或领域。对这些学科和领域要给予重点发展,让其尽快或继续在国际上取得优势,这样才能最大限度地取得形成自己的地质理论的优势。先进型领域如:界线层型剖面、古生物门类研究;结构光性矿物学;层控矿床地球化学、有机地球化学;活动构造;岩溶地质;黄土及第四纪自然环境演变;古脊椎动物和人类起源与进化等等。现在已大体与国际同步或基本同步的研究领域如:韧性剪切带与推覆构造;碰撞造山带与板块运动学;沉积模式、沉积大地构造与盆地分析;工程地质力学;人类活动的地质效应及灾害防治等等。

——潜在前景型学科或领域。

潜在前景型学科或领域是指国外今后5~10年将重点研究并可能取得突破而在我国已有一定基础的学科或领域。进一步研究它,对发展具有中国特色的地质理论体系有一定借鉴意义。这些领域如:地壳、地幔和软流圈的非均一性及其时代;大陆下部地壳的成分、成因和演化;不同构造单元元素丰度及赋存规律;非平衡过程热力学;流体—岩石相互作用;利用深源岩石、矿物和出露地表的下部地壳岩石研究探讨地球深部物质及其地质作用过程;地球化学环境的结构和功能;超薄的全球沉积地层;全球地质变化再造;层序地层学与海平面变化;早期生物发现和生物类群起源及其演化;古生物地理;古生态环境;微体古生物;非层状岩石的地层划分;事件地层学;构造作用的物理学和化学;地壳中的热流和热构造;热液活动和岩浆房;火山和岩浆的成因;古气候及第四纪冰川;农业地球化学;成矿作用和矿床的成因模式;矿床深部预测的科学基础;矿物材料、工艺矿物学和矿物物理基础研究;矿物成因的地质背景;前寒武纪大陆块的构造分区及其演化,等等。

——薄弱型学科或领域。

薄弱型学科或领域是指中国当前处在比较落后状态的学科或领域。但是,它具有导向性质,如不重点发展,并尽快跻身世界先进行列,将在一定程度上制约我国地质科学理论体系的建立。这些领域如,在岩石圈研究方面:岩石圈的流变学,下地壳和上地幔组成和变形;在地层古生物方面:古生物化学,化石生物学,生态地层学,磁性地层学,地震地层学,构造地层学,定量地层学;在沉积学方面:从盆地整体沉积演化分析研究层控矿产的形成规律和条件以及现代沉积学,沉积矿床的生物成矿作用;在前寒武纪地质方面:造山带的类型和演化以及矿产的分布规律,非造山型花岗岩的演化,高级变质岩区地质演化与深成地质作用;在构造地质方面:中、小构造变形的定量研究,显微构造与超显微构造形迹形成机制;在岩石学方面:花岗岩基等级体制,花岗岩体、杂岩体和岩基的构造和侵位机制,岩浆的成因和演化,构造岩浆作用,同源岩浆系列的形成和演化;在矿物学方面:矿物物理学,矿物的构造效应;在地球化学方面:岩石圈各层物质分异和演化,同位素地球化学和微量元素地球化学的理论基础,地球化学过程的热力学和动力学,实验地球化学,同位素体系,开放系统低温低压地球化学,地球化学的新技术和新方法。

(3)重点扶持的支持领域体系。

支持领域体系是指发展中国地质科学理论的基础背景领域,它是新突破的出发点和基础。为此建议重点扶持图、库、典、史四大基本建设方面的领域和课题,如《中国地层典》和《中国地质学

史》(中、英文版本);新一代《中国地质图》、《大地构造图》(中、英文版本);组织全国跨部门的专家编写总结《中国地质演化》或《中国地质》中、英文专著,对中国70年地质工作和地质科学工作进行一次全面总结;由中国发起,亚洲多国家参加,合作编制《亚洲地质图》、《亚洲板块构造图》、《亚洲应力图》、《亚洲古复原图》(中、英文版本);由中国发起,亚洲多国家参加,合作编制《亚洲水文地质图》、《亚洲环境地质图》(中、英文版本);建立、充实和发展各种地质科学数据库等。

3. 实施发展战略的基本措施

(1) 造就和培养一批适应新时代基础性和前沿性研究的人才。

——建立人才库。

——加速培养青年科技人才。我们希望继续设置青年基金,并使之有较快增长;在部门中型以上的研究课题中,应吸收35岁以下的优秀青年科技人员参加课题设计和负责部分或整体实施;国家或部门大型研究项目二级课题负责人,应部分由35岁以下的优秀青年科技人员或研究生担任;国家或行业科学基金项目申请者,在同等条件下要优先资助35岁以下的青年科技人员或研究生。

——适当扩大中小型个人资助项目,并给研究所一定的开题权,以便发现潜在人才,加以培养。

——吸引优秀的中学毕业生进入地质科学领域。

——缩小地质高校招生数量,提高毕业生的质量。

——改革现行教育体制,培养新型综合研究人才。

——改变当前不合理的人才结构:逐步增加科研人员,争取到2000年,科技人员占地质技术人员比例由现在的10%上升到15%;增加硕士和博士毕业生,争取到2000年,他们在科研人员中的比例由现在的4%上升到8~10%;逐步增加非地质专业的科研人员,以利于地质科学与其它学科的交叉。

——提高地质科技人员工资待遇和野外津贴,改善工作条件。

——提高我国地质学家对前沿领域的研究意识。

——组织跨学科的培训和进修。

(2) 改革现行的科研体制,促进地质科学发展。

——引入竞争机制。

——建立长期稳定的和最佳的发展基础地质研究的环境和政策。

——促使科研机构更加开放,面向全国,面向世界。

——加强地质科学研究与地质调查的紧密结合。

——改变当前野外地质调查与实验测试分立的体制。

(3) 增加科研经费,尤其要增加基础地质科学研究的经费。

建议地质行业各部门从地勘费中提取1~2%作为面向经济建设重大地质问题的研究经费,其中要有50%用于基础研究。

(4) 打破部门分割,联合全国各地质部门共同实施重大的地质科学研究课题。

——制定国家级的地质科学研究的中长期攻关计划。

——成立国家地质—资源—环境科学委员会,研究和制定国家地质科学政策,确定优先发展领域。

——逐步建立起以研究所、高等院校为基地的科研中心和联合实验中心。

——建立国家级地质数据库和专家库。打破部门所有,共享资料、信息和成果。

(5) 参加国际合作,加强优先发展课题的双边和多边合作研究。

我们应采取切实措施,积极参加国际合作。在国际合作中,要充分利用我国地质特点,积极慎重地选择合作对象,把重点放在开展我国地质科学研究的重点领域和优先发展方向上,进行互利互惠型双边和多边合作研究。

(6) 创造发展地质科学的学术环境,发挥科学研究人员的首创精神。

——提倡突破理论思维,鼓励创新学术思想。

——发展学术评论、实行百家争鸣。

——调整地质科学期刊结构,打破封闭体系,为繁荣学术提供舞台。

——促进理论和实际的联系,鼓励发展学科和完成任务相结合。

(责任编辑 刘先曙)