对地质科学优先资助领域的讨论

柴育成 姚玉鹏 田兴有 蒋复初 王广才 刘 羽
(国家自然科学基金委员会地球科学部, 北京 100083)

资助科学研究的选择有两个层次, 一是在有不同能力的研究者中资助对象的选择; 二是经费分配中对于学科及领域的选择. 前一种选择已经有了较为成熟的解决方法, 而后一种选择涉及复杂的学科资助政策问题. 如何选择优先资助领域, 建立一套完整透明的, 能对研究机会进行识别、分析、比较和排序的方法, 是科技界讨论的热点. 美国从60年代以来, 进行了大量探讨, 乃至争论, 仍没有制定出实用的学科资助政策. 近10年来, 随着科学发展和国际形势及经济的需要, 一般趋向于通过前瞻研究(Research Forsight)和绩效评估, 向有活力和社会影响大的学科领域倾斜. 优先资助领域的定义一般认为是: 期望获得最大知识回报的领域. 为了准确地选择优先资助领域, 需对学科的任务、挑战、发展趋势和本国的研究基础、现状、特色和优势进行系统调查分析、咨询与反馈. 本文拟在地质科学领域对上述问题谈一点看法.

1 地质科学研究的任务、进展与趋势

地质科学研究地球的组成、结构和演化, 从而了解地球的过去、现在和将来. 其范围从涉及生命演化的地球表层到深部的核幔边界, 时间尺度从数秒的地震活动至数十亿年的地球演化, 空间尺度从利用隧道扫描电子显微镜和离子探针研究矿物的原子到利用轨道卫星和地震技术的全球层析成像. 了解这些现象对维持人类在地球上的繁荣是十分重要的. 预测地球的未来, 需要了解地球已发生事件的控制因素和以数据为基础的对未来的精确预测.

回顾最近30年来地质科学的进程, 不难发现有以下特点: (1) 板块构造的提出, 使我们对地球的认识发生了革命性的飞跃, 认识到大规模水平运动在地球演化中的重要作用; 使地质学家得以对许多孤立的、困惑的地质过程和现象(如地球演变历史、造山带、火山活动、沉积盆地、地震和矿产等)给予合理的、综合的解释, 构筑表征地球历史及现在的综合地质过程图像. (2) 地质科学作为一门数据(资料)密集型的学科, 许多科学发现依赖于新型观测和分析数据(资料). 地球物质成分的分析精度已从30年前的千分之一达到目前的十亿分之一, 增强了我们对地球物质定年及演化时间维的约束能力; 层析成像技术用于地震研究; 遥感技术及卫星对地球和邻近星体的观测, 加深了我们对地球的理解; 地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)技术提高了地质测图的水平和实施对板块相对运动以及地震和火山活动的监测; 计算机模拟使得对重要地质过程(如: 盆地演化、地幔对流、地壳破裂和表生过程)能够进行分析和预测; 地壳钻探技术、高温高压实验技术等, 也强有力的推动了地质科学的发展. 这些技术大大提高了地质学家获取数据(资料)的本领, 使我们对地球表层及内部成像, 对不同时空尺度地质过程, 具备了精细研究的能力, 与此同时, 也在默默地改变着地质学家的研究方法. (3) 人类自使用火以来, 随着人口的增长, 对地球的作用越来越明显. 人类每年消耗5×10^{10} t矿物资源, 是每年自然营力通过河流搬运到海洋的沉积物的3倍; 人类汲取地下水的速度超过其补充速度; 人类活动可以引起物种的绝灭; 人类的建筑和文化活动可在轨道卫星上直接观察到. 人类活动作为一种新的营力, 把地球环境与人类的生存活动紧密联系起来. 谋求可持续发展的道路, 越来越得到地质学界的重视. (4) 通过一系列的科学发现, 科学家对地球各层圈有了较为深入的

了解, 而对不同层圈的相互作用(如岩石圈与大气圈的相互作用) 了解还不够. 近30年地球科学的迅速发展, 大大拓展了学科间的交流、渗透与结合, 打破了原来狭窄的学科分界, 学科界线在逐渐淡化. 跨学科、多学科研究重大地球科学问题, 已成为地球科学的发展趋势. (5) 地质科学研究从本质上讲是一种国际行为, 国际合作与对比研究日趋增多, 一些重大国际研究计划纷纷出台. 现在正在执行的国际研究计划有: 国际地圈_生物圈计划, 国际地质对比计划, 国际岩石圈计划, 国际水文计划, 大洋钻探计划, 国际大陆钻探计划, 地球深部内层联合研究计划, 国际减灾计划, 全球环境变化中的人类因素计划等.

近30年地质科学的重大进展, 使我们能更好地理解、预测和应付地球环境事件和变化, 合理利用地球资源(水、能源和固体矿产) , 提供了对人类生存和经济活动有重要影响的地球自然现象的科学知识. 同时, 也出现了新的科学问题, 如: 大陆是如何发展的? 地幔怎样驱动板块运动? 核_幔如何作用? 地球如何形成? 它的组成怎样? 固体地球过程如何影响生物的演化与绝灭? 这些过程如何影响地球? 与构造相关的地表小尺度运动规律如何? 大洋与大气圈如何演化, 当人类活动影响增加的情况下它们如何变化? 环境和资源问题仍困绕着人类社会, 如: 如何获取充足的资源? 如何应付自然灾害(如地震、火山和滑坡等) ? 如何避免地质环境的困绕(如水污染、不合理的矿业开发及废弃物如何安全地进行地质贮藏) ? 如何预测和适应环境及全球变化? 等等. 寻求走出这一困境的道路, 必然依赖于对地球系统及其历史的了解. 这些挑战同时也为我们提供了更多的前沿领域和研究机遇.

2 我国地质科学研究的现状、优势和特色

我国的地质科学作为一门传统学科, 经过近100年的发展, 分支学科门类比较齐全, 有着规模宏大的研究队伍. 众多的产业部门不仅应用地质科学的研究成果, 同时也组织地质科学研究和人才培养, 这种不同于其他学科的特色, 为地质科学提供了广泛的支持, 保证了地质科学的发展和相当规模的研究队伍. 改革开放以来, 地质学家在相当短的时间内把国外的地质科学研究成果系统地引入中国. 高新技术的引进、研究领域的拓宽和出版物的高速增长, 迅速缩短了我国地质科学与世界先进水平之间的差距. 地质科学研究可以与国际对话, 国际合作研究由参与为主逐步向以我为主过渡. 以资源为主要目的的地质科学正转向以资源和环境为双重目的的新格局. 我国在地质科学研究上有着明显的地域优势和特色. 如: 青藏高原、濒太平洋构造带、大面积的黄土高原和岩溶地区、时代较完整的地层剖面和保存完好的古生物化石、板内变形、众多的造山带、典型的边缘海盆地等. 我国科学家利用这些优势和特色, 在某些领域已取得了国际同行关注的成果. 如在黄土古气候研究、地球早期生命演化、岩溶动力学、大陆动力学等前沿领域获得了一些新的发现, 提出了若干新的见解. 但从总体上看, 我国地质科学研究的国际竞争力还比较差, 在高水平数据的获得、重大前沿科学问题的提出方面, 在SCI刊物上发表论文的数量及引用率, 以及国际一流科学家的造就、大型科学仪器的使用等方面, 与发达国家还有差距.

基础研究主要是在科学前沿进行探索, 其价值必须在世界科学的竞争中予以衡量. 21世纪的国际科技竞争将更趋激烈. 国际地学界, 尤其是西方发达国家在制订面向21世纪的地学发展计划时, 均强调国际竞争与合作. 要想使我国的地质科学在21世纪初, 步入世界先进行列, 就必须强化创新能力, 抓住当前地球科学发展新阶段带来的众多机遇, 在继续以我国地域优势和特色为主要依托的同时, 选择重要研究方向, 开展多学科深入研究, 力争战略性突破.

3 “十五”优先资助领域的遴选

国家自然科学基金委员会地球科学部从1998年起着手“十五”优先资助领域的遴选工作, 1998年的学科评审组会议对遴选原则和指导思想进行了讨论, 之后地质学科组收到科学家对“十五”优先资助领域的建议书近百份. 1999年年初, 根据学部工作部署, 成立了地质学科“十五”优先资助领域专家咨询组. 在广泛征集地学界对“十五”优先资助领域的意见和建议的基础上, 1999年2月底, 地质学科组与地球化学学科组联合举行专家咨询组会议. 咨询组认真分析了学科前沿情况和重大国际研究计划、学科发展趋势、我国的研究积累和优势, 结合“九五”优先资助领域的实施情况, 并借鉴美国国家科学基金会地球科学部2000~ 2010年远景规划, 依据国家自然科学基金委员会遴选“十五”优先资助领域的指导思想和遴选准则, 同时考虑到学科的整体性和战略性, 提出“十五”期间建议优先资助的领域和研究方向如下:

(1) 大陆动力学
- 典型造山带的三维结构、演化与盆山系统动力学及其资源效应
- 不同构造域的时空转换与深部过程
- 大陆俯冲碰撞作用及深部效应
- 东部中、新生代火山_岩浆系统及地幔动力学
- 古大陆形成与演化
- 板内造山作用
- 沉积盆地动力学
- 边缘海的形成演化及其资源环境效应
- 中新生代以来板内变形过程

(2) 地球环境与生命过程
- 生物多样性的起源、演化、危机与复苏
- 地史转折时期地球整体行为及生命效应
- 人类演化过程的地史记录及其环境
- 极端环境下生命特征和适应机制

(3) 过去全球变化
- 全球变化的区域响应
- 古环境参数定量化和多指标互证
- 高分辨率气候变化重建
- 沙漠_黄土耦合系统形成演化

(4) 表生环境地质地球化学
- 碳、氮、磷、硫的生物地球化学行为
- 景观演化与元素迁移、富集
- 地球表生过程及污染物的地球化学循环
- 环境矿物学与环境岩石学
- 地质灾害的形成机制与防治
- 大型工程与地质环境的互馈

(5) 地内外相互作用
- 地内放气作用对大气圈的影响
- 晚新生代岩石圈演化对气候、环境变迁的控制
- 大陆水循环
- 地温场异常与气候异常的关系

(6) 成矿作用与油气成藏机理
- 突变事件与成矿作用
- 板块边缘成矿动力学
- 非常规矿产与矿床类型
- 矿床_环境模型
- 盆_山耦合与成藏成矿
- 变形、热、流体与化学反应之间的耦合及其成矿成藏效应
- 边界及交叉位成矿效应

(7) 新技术、新方法基础研究
- 新型对地卫星地质信息的识别
- 地学信息处理
- 高精度定年与示踪
- 矿物化学成分的原位分析
- 非线性科学的地学应用
- 分子古生物学
- 高温高压实验

需说明的是, 优先资助领域不同于项目指南, 更不同于研究题目. 优先资助领域的表述是前沿研究方向. 优先资助领域的优先性是相对的、动态的, 随着科学发展的内、外部环境变化而调整. 有的其优先性会得到进一步加强, 而有的则会削弱. 实施过程中, 将通过绩效评估发现具有发展前景的学科新的生长点和新的研究领域, 增加资源分配, 优化学科布局.