

·学科进展·

# 地质学科基金资助项目的研究进展

柴育成 姚玉鹏 田兴有 包玲明

(国家自然科学基金委员会地球科学部, 北京 100083)

**[摘要]** 通过国家自然科学基金的稳定支持,在以下5个前沿领域取得了突出进展:(1)地球生命史及地质时间框架研究,就“地球早期生命的起源和演化”及“鸟类起源”与“恐龙绝灭”领域的研究,在《Nature》和《Science》上发表论文十多篇。(2)地球物质科学,在地下壳和上地幔流变学、中国东部岩石圈减薄、同位素与微量元素示踪和填图、地壳重熔与岩浆演化等方面取得了国际前沿水平的成果。(3)矿产资源与能源,成矿作用、成矿机制和成矿动力学研究,提出了新的找矿思维和找矿方法。(4)大陆动力学研究,建立了我国大陆岩石圈演化和动力学的整体认识,并形成了我国的优势。(5)地球表层系统演化及环境效应,黄土古气候研究位居世界前列。岩溶动力学与全球变化已取得世界瞩目的成果。地下水循环机制及人类对其影响,人类工程活动对环境的影响,地质灾害机理及主要污染元素的地球化学循环等领域均取得创新性的成果。

**[关键词]** 地质科学, 研究进展, 自然科学基金

## 概述

自我国实施自然科学基金制以来的16年间(1982—1997年),地质学科共资助各类项目1507项,总经费15398.20万元。其中自由申请项目1245项,经费10358.00万元;高技术探索1项,经费4.5万元;青年基金项目205项,经费1408.80万元;地区基金项目18项,经费112.50万元;重大项目7项,经费1240.40万元;重点项目19项,经费1650.00万元;专项基金项目12项,经费624.00万元。可以看出,70%的经费用于支持面上自由申请项目,鼓励科学家自由探索。对于已经出现的一些对本学科或相关学科起到带头作用的新增长点、或对国民经济和社会发展具有重要意义的成果,需要得到进一步的更大强度的支持或组织学科交叉的大项目来促进它们发展时,就通过设立重大或重点项目,使其得到更迅速更充分的发展。一般而言,重大、重点项目是解决战略性或综合性的重大科学问题;而面上项目多是关键科学问题的深入研究。

资助项目中,除少数为单一学科项目外,大多数为交叉学科、多学科和边缘学科项目。传统的学科划分已不完全适应资助项目的成果表述。科学发展的不平衡性,决定了在一定的历史时期总有一些前沿领域或新增长点出现,它们的突破和发展将对本学科及相关学科的发

本文于1998年4月8日收到。

展起到促进和带动作用。将资助项目划分为以下5个前沿领域能较好地体现地质学的资助轮廓和研究进展：(1) 地球生命史及地质时间框架，所涉及的分支学科有：古生物（含古人类学）、地层学（含磁性地层学）及大地构造学；(2) 地球物质科学，所涉及的分支学科有：矿物学、岩石学、大地构造学及前寒武纪地质学与变质地质学；(3) 矿产资源与能源，所涉及的分支学科有：矿床学、石油地质学、煤田地质学、水文地质学、地热地质学和构造地质学等；(4) 大陆动力学，所涉及的分支学科有：大地构造学、构造地质学、古生物学、地层学、矿物学、岩石学、沉积学、第四纪地质学、前寒武纪地质学与变质地质学、地热地质学等；(5) 地球表层系统演化及环境效应，所涉及的分支学科有：第四纪地质学、环境地质学、水文地质学、工程地质学、沉积学、遥感地质学、古生物学（含古人类学）等。

## 1 资助项目研究进展

### 1.1 地球生命史及地质时间框架研究

地球生命史中重要进化阶段（如地球早期生命的起源与演化、早期人类起源）和重大生物事件（如生物的全球性灭绝与复苏）的研究，是人类认识自我历史中一个永恒的命题，近年来已成为自然科学研究的热点之一。它涉及生物圈形成与发展、生物结构及其功能的进化、物种分异和绝灭，以及地球环境变迁等重大科学问题。

在国家自然科学基金对“地球早期生命的起源和演化”这一领域的稳定支持下，我国科学家在发现和研究最古老的多细胞藻类、多细胞动物、埃迪卡拉型化石及寒武纪初期多门类后生动物方面，取得了一系列突破性进展。1995年以来在世界两大权威学术刊物《Nature》和《Science》上发表论文8篇。国外数十家新闻媒体多次对我国的研究成果进行报道和评述。得到国际科学界的高度评价和关注。我国科学家应邀在第84届诺贝尔学术报告会和克拉夫特科学奖颁奖典礼上，作了特邀报告。晚元古代陡山沱组磷块岩极为罕见的有细胞组织的宏观藻类和早期动物胚胎的发现，被认为是近代自然科学的重大发现，澄江动物群被联合国教科文组织列为世界级文化遗产。可以认为，我国在“地球早期生命起源和演化”领域已位居世界前列。

近年，辽西热河生物群中恐龙和早期鸟类等珍贵化石的发现及研究，使人们认识到中生代晚期的这一重大生物事件，涉及生物进化的“鸟类起源”和“恐龙绝灭”等重要理论问题。《Nature》和《Science》上发表了多篇关于热河生物群的文章，其中我国学者3篇，使得几乎全世界的古生物学家都意识到中国古生物学家正在革命性地改变人们对于早期鸟类演化的认识。《Nature》编辑部于1998年6月在美国为中国科学家举办新闻发布会。

以高分辨率层序地层学和事件地层学为核心，以各类地质现象和事件为验证；从地层记录中提取地史时期的古海洋、古气候、生物古地理及古构造变化的信息，探索地球系统演化过程中岩石圈、水圈、大气圈、生物圈相互作用；通过全球性对比，建立高精度的地质时代框架，仍是地质科学研究的重要前沿领域。

在地质时间框架研究领域，通过对全球层型研究的资助，我国已建立一批高水准的地层剖面。如：二叠系乐平统全球层型，浙江煤山二叠—三叠系候选层型、广西梅村村泥盆系—石炭系全球副层型等，推动了我国与国际地层系统的全面接轨，为地球科学时间框架的全面创新奠定了基础。

## 1.2 地球物质科学

运用岩石学、矿物学与其它学科交叉、综合,研究地球物质的基本特性和行为,具有重要的理论意义和应用价值,因而受到国际地学界的高度重视。美、日、德等国相继制定和实施了地球物质科学研究计划。国家自然科学基金委员会在该领域资助的前沿课题有:岩石和矿物的特殊性质、高温-高压下地球物质的物理和化学性质、矿物界面与新材料、壳幔相互作用及深部过程、固/流相反应动力学及内部层圈的组成结构、局部地壳重熔与岩浆演化。

在下地壳和上地幔流变学及部分熔融实验研究方面取得了国际前沿水平的成果。发现橄榄岩的初始熔融物在固相岩石中不仅赋存在矿物三连点位置,同时大量的熔体在差异应力作用下沿着橄榄石矿物颗粒边界呈熔融薄膜分布。这对大陆造山带中下地壳的部分熔融地壳增厚和上地幔低速高导层的形成有重要的制约意义。“韧性变形中上地幔橄榄岩部分熔融结构”一文在国际权威学术刊物《Nature》上以封面文章发表后,得到同行的高度评价和肯定,一些国际学术组织相继邀请我国科学家在其中担任职务。

发现了一批新矿物,其中被国际矿物学命名委员会认定的新矿物有9种。依据中国东部火山岩的研究,论证了中国东部岩石圈热减薄作用,提出第三纪以来,岩石圈减薄了80公里。这一认识早于国外学者5—8年。近年又通过古生代/中生代巨厚岩石圈(根)的比较,进一步提出这一热减薄通过岩石圈去根作用实现,减薄事件始于侏罗纪。

对华南地区中-新生代和元古代幔源岩石的Pb、Sr和Nd同位素与微量元素示踪和填图,表明该地区的地幔可以划分为3种地球化学类型,扬子 and 东南地区之间有一条地幔分界线沿龙游-三门一线分布。根据Nd同位素模式年龄,推断出不同区域的地壳的主要增长时间。

## 1.3 矿产资源与能源

为解决国家矿产和能源需求,为经济和社会持续发展和宏观战略决策提供系统的科学依据,开展成矿作用、成矿机制和成矿动力学研究,从而提出新的找矿思维和找矿方法,仍是地质科学资助的主要领域之一。

通过煤成油形成环境和成烃机理研究,提出油气生成是干酪根、腐殖酸和抽提物3种有机物质不断在新条件下重新组合,建立新的动态平衡的结果。这一新的烃源岩成烃演化模式丰富了成烃理论,具重要科学价值和应用意义。该成果获1997年度国家自然科学基金二等奖。

在生物成矿作用和成矿背景研究方面,建立了一套有效可信的生物有机质成矿标志,及不同生物有机成矿作用模式;提出成矿在空间上受沉积相、域控制的边界效应规律和时间上受沉积间断控制的间断效应规律。

中国东部金矿重要类型、成矿条件、富集规律及找矿方法研究,揭示出克拉通金矿的分布与地体构造和“O”型花岗岩绿岩地体密切相关,从而为该地区的金矿开采带来了方便;金矿化集中区内大规模区域性金亏损和大量金矿床围岩局部金贫化现象的发现,减少或避免了开采中不必要的损失。

国家自然科学基金委员会与中国海洋石油总公司联合资助的南海北部大陆边缘盆地分析与油气聚集研究,对莺歌海盆地超压、高温环境下有机成烃的化学动力学和油气生成的创新见解及边缘海盆地演化模式,有力地指导了油气勘探;划分和预测了19个含油气系统,指出了勘探方向和值得探索的领域,钻井成功率由40%提高到80%;莺歌海1997年新增天然气贮量86亿立方米;在珠江口珠三凹陷发现4个新的贮油构造,其中油5000万吨,气500亿立方米。

#### 1.4 大陆动力学研究

人类赖以生存的大陆岩石圈与大洋岩石圈的厚度、强度存在较大差异,而人们对大陆岩石圈的成因和演化还缺乏系统的了解。大陆动力学研究已引起地学界的普遍关注,美、英等国相继制定了跨世纪的大陆动力学研究计划。我国所处的亚洲大陆是目前地球上最后形成的一块大陆,被认为是研究大陆动力学的最佳场所。面对激烈的国际竞争,国家自然科学基金委员会将大陆动力学研究列为优先资助领域。通过重大、重点和面上项目的连续资助,在大陆的主要过程(如大陆的裂解、拼合、山脉-盆地的形成、地壳抬升、壳幔相互作用、断裂过程等)和大陆岩石圈结构、构造领域取得了可喜进展,并形成了我国的优势。

通过对中央造山带、兴蒙-北疆造山带、滇川西部特提斯造山带和“华南及邻近海域的岩石圈结构与演化”研究,提出“岩浆型被动边缘”、“多岛洋”的概念以及“微陆块软碰撞弱造山的非威尔逊旋回造山模式”,建立了对我国大陆岩石圈演化和动力学的整体认识。

被誉为地球“第三极”的青藏高原的隆升过程及机制研究,一直是国际地学界相互竞争的前沿课题。以“八五”重点项目为代表,在这一巨厚地壳的年轻造山带内发现了中新世高压麻粒岩,确定了藏东南4个阶段(45—38Ma, 26—18Ma, 13—8Ma和3Ma以来)抬升和300万年以来加速抬升(3Ma以来的平均抬升速率为3—4mm/年,0.15Ma以来的平均抬升速率为30mm/年)的隆升过程。

秦岭造山带地质、地球化学、地球物理的综合研究表明,秦岭造山带由南、北两个缝合带、3个陆块组成,现今岩石圈具立交桥式三维结构。通过开拓性的造山带区域地球化学和地球化学断面研究,建立了秦岭造山带地壳构造岩石学和热构造模型,论证了秦岭主造山期三板块俯冲碰撞造山细节过程与古海洋演化和壳幔分异再循环、古板底垫托与古板块俯冲叠置。

大别山—苏鲁地区柯石英及微粒金刚石包体的发现,揭示了大陆地表和浅部物质可被迅速带至地下90公里或更深处,经受了超高压变质作用,随后又迅速折返出露地表。这一从未意识到的地质过程,对传统的地球动力学观念提出了挑战。而大别山—苏鲁地区被认为是出露规模最大、研究超高压变质作用最理想的野外实验室。国际岩石圈委员会把由中国科学家倡导的“碰撞造山带的超高压变质作用和地球动力学”列为岩石圈研究计划的第Ⅲ-6任务组。

华北北部麻粒岩相带地质演化及其深成地质作用研究,在麻粒岩相带南亚带内,首次发现高压麻粒岩和退变榴辉岩岩片,提高了我国前寒武纪岩石圈的研究水平,为深入理解克拉通形成的地球动力学过程和深部地壳出露机制提供了重要依据。

通过对南海和东海陆-海接合带地壳结构的联合探测,查明了从陆架-陆坡-深海盆地的岩石圈分层结构;南海陆架区的地壳厚度30km,为大陆型地壳;陆坡区地壳厚度28—22km,其中下地壳(8km)向洋盆方向迅速减薄并尖灭,为过渡型地壳;中央海盆地壳厚度8km,为大洋型地壳。提出了冲绳海槽热流体力学模型和南海盆地演化3个扩张期的见解。

#### 1.5 地球表层系统演化及环境效应研究

地球表层系统与人类的生存环境和条件直接相关。国家自然科学基金委员会对过去全球变化、岩溶动力学与全球变化、地下水循环机制及人类对其影响、人类工程活动对环境影响、地质灾害机理及主要污染元素的地球化学循环等领域给予了优先资助,有的已取得世界瞩目的成果。

根据对黄土及其它沉积物的深入研究,建立了识别古气候参数的指标体系,2000年以

来玛洱湖与淡水碳酸盐的分辨率达年, 25 万年以来的黄土记录分辨率可达百年。在东亚古季风变化的动力学机制、古气候特征分析方法方面的突破性进展, 使我国在黄土古气候学研究领域位居国际领先地位; 并使我国的黄土与深海沉积和极地冰芯一起, 构成过去全球变化研究的 3 大支柱。

岩溶作用与碳循环研究方面, 提出岩溶可回收二氧化碳, 回收量为排放量的 10%, 即全球岩溶每年可回收碳 6.08 亿吨。这一结论揭示出岩溶作用对大气温室气体源汇的重要影响。利用桂林盘龙洞 1.22 米长石笋, 重建了中国南方 3.6 万年以来古气候变化的连续岩溶剖面, 揭示了末次冰期以来气候的演变过程, 其分辨率在暖湿期可达 100 年。这一重大突破得到了国际地学界的高度重视, 我国科学家组织的“岩溶作用与碳循环”国际地质对比计划 (IGCP379) 在 Internet 网上建立主页的 3 个月内就有 1 090 人次阅读。

通过对华北平原第四系地下水系统在自然条件和人为因素影响下, 地下水循环系统演化的综合研究, 提出在过量的地下水开采和人类活动影响下, 统一的区域流场被局部的、封闭的流场所分割, 形成 3 个地下水降落漏斗, 如石家庄漏斗、冀枣漏斗、沧州漏斗等, 进而指出华北地区地下水环境在今后的几十年内将持续退化的认识, 引起有关部门的高度重视。

工程建设的环境制约、工程地质环境效应机制、工程地质环境系统演化及综合工程地质环境效应评价等领域的研究进展, 为开拓环境工程地质学提供了理论基础。在地表变形、斜坡失稳、水库滑坡、诱发地震及城市环境等方面的创新成果, 对重大工程环境决策具指导意义, 并取得了一定社会效益。

珠江三角洲地表系统中优控有机物迁移转化机制与调控的研究, 建立了环境优控有机污染物的分析方法, 对粤、港、澳地区城市及不同功能区大气中挥发性有机物和气溶胶中可溶有机质的空间分布、污染源以及沉积物中有机污染物的种类、运移转化及与人体健康的关系, 取得了阶段性的成果。

## 2 讨 论

仅从国家自然科学基金资助项目研究进展看, 我国的地质科学研究可以与国际地质科学研究全面对话, 多数领域与国际同步, 个别领域已步入国际前列。需说明的是, 有的领域需要长期的研究积累, 急功近利、心态浮躁显然是不可取的。

发展本身必定孕育着问题, 敢于面对现实, 正视弊端, 正是自信的表现。我国的科学基金制毕竟还年轻, 管理工作中还存在不尽人意之处, 如资助强度还较低、反馈和监督机制不够健全、评审系统有待进一步完善、绩效管理尚需加强, 研究工作中多数是跟踪国际前沿领域等。改变这种状态的关键是充分发挥我国自然条件的优势, 提出具有全球意义的前沿研究领域, 并使其成为国际研究热点, 才能真正做到国际领先。

“战略研究”是世界各国指导基础研究实现国家目标的一项重要政策措施。各国科学基金会的“战略项目”比例都在逐年增加, 日本由 80 年代的 19%, 增加到 90 年代的 32%。所谓“战略项目”是指为支持国家的长远需求将研究引向有用发现的特定研究领域, 或“将来有巨大应用潜力的研究”, 其属性依然为基础性研究。我们对国际上的一些研究“热点”应有清醒的判断, 应当看到, 当今经济和社会发展的难点、热点, 以及未来三、五十年社会持续发展的需求和所面临的重大问题, 向基础研究提出了更大的挑战, 解决这些问题已成为科

学发展的外在动力。新的学科生长点、研究热点和前沿领域往往出现在科学自身发展和社会需求的交汇点上。

## ADVANCES OF GEOLOGICAL SCIENCES STUDIES IN CHINA

Chai Yucheng    Yao Yupeng    Tian Xingyou    Bao Lingming

(Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100083)

**Abstract** In recent years, Chinese geologists have made important contributions to geological sciences studies. The major breakthroughs can be outlined as follows: (1) The origin and early evolution of life on the Earth, the relationship between birds and dinosaurs, stratigraphic stratotype; (2) The rheology and dynamics of lower crust and upper mantle, the lithospheric thinning in East China, genesis and evolution of granitic rocks; (3) Metallogenesis and metallogenic mechanism; (4) Continental dynamics; (5) The Loess records of global change and paleoenvironmental variations, karst dynamic system and global carbon cycle, groundwater evolution and interaction between human activities.

**Key words** geological sciences, advances, natural science foundation

·资料·信息·

### 《1999年度国家自然科学基金项目指南》将有重大改变

《1999年度国家自然科学基金项目指南》编委会于1998年4月2日召开了第一次工作会议,确定了《1999年度国家自然科学基金项目指南》的编写要求,决定现行的《项目指南》自1999年改版,分《项目指南》和《申请指南》两部分出版。

改版后的《1999年度国家自然科学基金项目指南》包括:序、前言、通告、7个科学部项目指南、高技术项目指南、交叉研究领域、重点项目总汇及国际合作项目指南。其中科学部项目指南将作较大修改,取消“学部综述”和“学科综述”及“资助的主要范围”,保留“学科资助情况分析”、“鼓励研究领域”和“重大项目指南”。

“学科资助情况分析”拟针对本学科近3年来(以上一年为主)的申请和资助情况,结合本学科的发展现状和趋势,分析项目的申请和资助情况,并提出需要进一步加强研究的领域以及申请者应注意的一些事项。

“鼓励研究领域”考虑学科最新研究进展和国家目前发展的需要,应用优先资助领域研究的成果,考虑下一年度的重点资助方向,以发现新的生长点或重大、重点项目的苗头。鼓励研究领域的范围较小,尽可能“年年有新意”,逐步与经费倾斜挂钩,以使鼓励落到实处。

“国际合作项目指南”将有较强的针对性。概括鼓励开展国际合作与交流的一些原则和方式,开展国际合作的国别政策等内容。

(政策局 刘作仪 供稿)