

·基金纵横·

# “八五”重大、重点基金项目的实践与启示

朱志文 于晟

(国家自然科学基金委员会地球科学部, 北京 100083)

[关键词] 重大、重点项目, 管理实践

地球科学和空间科学的主要任务是围绕能源与资源、环境与灾害、地球及其外围空间 3 大主题开展科学研究。为资源开发与合理利用,减轻灾害,保护和改善环境,协调人与自然关系,实现社会可持续发展,提供知识储备和决策依据。国家自然科学基金经“七五”、“八五”的实践,重大、重点项目的管理日臻完善,积累了一些宝贵的经验。但具体到每个学部、学科组可能各有所长,彼此都有值得借鉴的地方。本文拟重点叙述我们体会最深的几点认识。为简明起见,表 1 中列出“八五”期间重大、重点基金项目的基本概貌,便于文中对照。

表 1 “八五”期间地球物理与空间物理重大、重点项目概况

项目类别	项目名称	基本特点	研究期限(年)	项目负责人	项目简称
重大项目	陆相薄互层油储地球物理理论和方法研究	新分支学科、与国际同步、多学科交叉、紧密结合国家目标	1992—1996	刘光鼎	油储
重大项目	日地系统能量传输过程的研究	重大国际前沿、与国际 STEP 计划接轨	1993—1997	魏奉思 张柏荣	日地
重点项目	十年尺度中国地震灾害损失预测研究	配合国际减灾十年计划	1992—1994	陈颀	地震灾害
重点项目	格尔木-额济纳旗地学断面综合调查及地球动力学研究	参加 GGT 计划、有地域特点	1993—1995	吴功健	地学断面
重点项目	青藏高原地壳运动与变形的 GPS 研究	GPS 在地学领域的应用、国际瞩目的热点地区	1993—1997	宋成骅	GPS
重点项目	中国显生宙古地磁极移曲线的建立与地块运动研究	立典性的基础研究	1994—1997	朱日祥	古地磁
主任基金	中美喜马拉雅和西藏高原深地震反射剖面试验与综合研究(按重点项目管理)	中外瞩目的国际合作项目、热点地区	1991—1993	赵文津	INDEPTH

## 1 选题的依据

重大、重点项目基金 5 年一个周期,在新周期来临之前是专家思维最活跃时期,重大、重点项目建议书接踵而来,这是值得欣慰的事情,它表明广大专家对科学基金事业的关心和支持,对国家科技事业发展的热情。众所周知,立项的过程始终坚持贯彻基金制的“依靠专家、发扬民主、择优支持、公正合理”的原则,什么样的建议能够被确立,根据“八五”期

本文于 1998 年 5 月 29 日收到。

间的实践，可以归纳为以下几点选题的客观依据。

### 1.1 国情

基础研究大致有两种功能，一是促进社会进步的功能，二是促进科技发展的功能。两者相辅相成，即科技发展能够解决国家经济、社会发展中急需的重大科学问题，国家的需求也为科技事业的发展提供广阔的天地。因此，国情之一就是“国家目标”。围绕国家目标制定科技政策，引导我国基础研究的发展具有十分重要的意义。

20世纪以来，科技水平已成为综合国力竞争的关键。各国政府无不根据自己的国情制定科技发展的战略，所以，国情之二就是科技政策。

我国政府十分重视科学技术在现代化建设中的作用，在不同的历史时期都明确地制定相应的科技政策，如体制改革时，小平同志指出，我们的经济体制应该是促进科技进步的体制，科技体制应该是促进经济发展的体制。这是一种科技与经济相结合的新机制，这一结合的重要标志是科技成果更快更多地进入经济领域。“八五”期间“油储”重大项目也就是根据这一指导方针所作的一次大胆尝试。这一实践符合科教兴国的战略。

国情之三就是国家的经济实力，基础研究投入的强度反映一个国家的经济实力和水平，我国虽然近年发展迅速，但整体上还属于发展中国家，科技投入比起发达国家有很大差距，对基础研究的支持十分有限，所以，在遴选项目时，必须抓关键，抓重点，集中有限目标，瞄准国际水平，力争有所突破。我们围绕青藏高原地球动力学问题设立的地学断面、“GPS”和“INDEPTH”3项体现了上述思想。

国情之四就是我国的科技水平，包括科研队伍的现状，科研的基础条件，基础研究已取得的成果，信息的积累，知识的储备及国际合作与交流等，这也是确立支持一个重大重点项目要考虑的诸多方面。可以说大多数重大、重点项目的确立都是有了一定的研究基础，有的是面上项目发展起来的。国家自然科学基金委员会自成立以来，就注意抓住苗头连续资助，瞄准方向，组织系列项目（或叫集团军）去打攻坚战。凡是一个有影响的科研成果常常是一批科学家在稳定的科研方向上坚持长期的锲而不舍的“接力赛式”的研究结果。

### 1.2 创新性

“创新”对基础研究而言就是生命。没有创新性的思想，就不会有创造性的成果。专家们常反映年复一年的观测记录、考察、测量等，资料成堆，来不及仔细分析、推敲，甚至有的资料束之高阁，多年不动。虽然有了十年、几十年的资料积累却没有产生有影响的理论成果，就是因为缺乏科学的想象和创新性的思维，仍停留在感性认识阶段。选择课题立项难度较大，难就难在创新性上。所以“创新”是选题的一个至关重要的客观依据。

### 1.3 优势与特点

我们不能单纯模仿、跟踪别人，或论证外国人的理论，这是远远不够的。如果我们不能在学习和采用世界先进理论和技术的同时，发展和创立自己的理论，那就永远落后于人家。我们有没有优势，有。近年我国在空间科学领域产出了一批优秀的理论成果，在世界上有一定影响，外国人主动找上门来愿意和我们搞合作交流。在这种基础上“八五”确立了“日地系统能量传输过程的研究”重大项目。同样，确立了“十年尺度中国地震灾害损失预测研究”重点项目。

在地学研究领域我国有许多得天独厚的地域条件，如人所共知的青藏高原，“八五”期

间与青藏高原有关的重点项目就有3项,如“地学断面”、“GPS”和“INDEPTH”。这是“八五”期间,地球物理学科资助的重点方向。

综上所述,“八五”期间重大、重点项目有如下特点:

(1) 基础研究面向我国国民经济建设的重大科学问题,如“油储”重大项目。

(2) 突出国际前沿,并与国际STEP计划接轨,为未来空间环境的预测打基础,如“日地”重大项目。

(3) 参与国际地学断面计划,第一期成果在国际会议上作重点展出,有地域特色,如“地学断面”。

(4) 国际关注的热点,新技术GPS在地学领域的应用,如“GPS”,“INDEPTH”。

(5) 立典性的基础研究,为研究中国大陆构造演化,乃至全球构造,建立中国大陆三大主要块体的古地磁极移曲线,如“古地磁”项目。

(6) 发挥我国研究的优势和特色,争取一席之地,如“地震灾害”重点项目。

## 2 尊重科学发展规律

### 2.1 战略性

基础研究战略性的内涵具有超前性、导向性、政策性和以局部带动全局的特点。在制定战略时应该注意到学科的发展受社会政治经济和科技发展整体水平的制约,只有考虑到上述因素,所制定的学科发展战略才能得以实施,并产生良好的效果。显然,学科的发展除了必须遵循其内在的规律外,还必须考虑技术、经济、社会长远发展的需要,在尊重科学发展规律的前提下,处理好学科自身发展与国家目标的关系。

“八五”期间重大、重点项目在选题、布局、学科结构上较充分地考虑了近期发展战略目标(5—10年),如:《空间物理学》学科发展战略调研报告中提出,用大约5—10年的时间,建立初具规模的中低纬地面及低层大气的综合探测网,初步建立有我国特色的日地系统能量传输过程研究的综合性理论体系,在几个有基础的研究领域进入国际先进行列;空间环境的监测与预报初具规模,进入实时预报的初级阶段。“八五”、“九五”连续设立两个空间物理的重大项目紧密地结合了学科发展战略目标,也尊重了当前学科的发展方向,如“空间天气学”是一个崭新的领域。

从学科布局上看(见表1),内容包括能源资源、空间环境、地震灾害及地球结构与动力学,既有学科的覆盖面,又突出了学科发展的重点;既结合了国家任务,又瞄准了国际前沿,可以说布局基本是合理的。

### 2.2 系统观

当代地球科学正向更大深度和广度发展,由于系统论的引进,人们思维跳出了原来自己研究的小领域,用大系统的观点研究问题,看待事物之间的联系、作用和影响,并逐步形成体系,如:地球系统,这一系统由固体地球(地壳、地幔和地核)、水圈、气圈和生物圈组成;日地系统,由太阳大气、行星际、地球磁层、地球电离层、热层和中间层大气组成。当前世界关于全球变化的研究,国际上的STEP计划等都是基于这种思维提出的。“八五”基金支持的“日地”重大项目就具有这个特点。

### 2.3 综合性

综合性首先表现在学科间的交叉渗透,当今社会生产力和科学技术水平已经发展到了这样的程度,学科间的交叉渗透已成为科学发展的一个显著标志。综合性的另一个特点是科学与技术的融合,或者理论与实验的结合。科学与技术是相辅相成的关系,这在“八五”两个重大项目中充分注意到这一点。综合性还表现在跨学科、跨领域的结合。如“八五”“地震灾害”的重点项目,除了运用地震学,还要结合社会学、经济学等。

## 3 组织与实践

### 3.1 与企业联合资助的实践与效果

针对我国经济建设发展对石油天然气的迫切需求和我国主力油田已进入开发的中晚期,我国科技界围绕石油天然气勘探和提高采收率等展开了一系列研究工作,涉及学科众多(数学、地震学、电磁学、放射性、岩石物理和实验科学等),力量分散,由于缺少现场试验的支撑条件,有些成果难以得到验证和实用化。国家自然科学基金委员会注意到将现有的研究力量用基金协调组织起来,与企业界联合支持是可能的。在充分酝酿的基础上,会同中国科学院、中国石油天然气总公司、大庆石油管理局,于1992年设立并联合资助了“油储”重大项目。40个单位的500多位专家和技术人员,历时5年联合攻坚,解决了我国油气勘探与开发中需要解决的部分重大科技难题,取得了重要的科研成果和实用成果,达到预期研究目标,1997年通过了专家验收,取得了科研与产业联合研究的实践经验。

(1) 国民经济建设重大关键问题的基础研究是学术界和企业界的共同需求。它是基础性研究和产业紧密结合的基础。

(2) 联合资助项目是沟通学术界和企业界的一个重要渠道。这样的项目,使科学家能够看到自己研究成果的社会价值;使企业界充分认识到基础研究推动国民经济发展的重要意义。

(3) 国家自然科学基金委员会起到了导向与协调的作用,协同科研与企业部门组织起跨部门、跨学科的研究,并保持高起点,与国际前沿接轨。团结吸引了一大批各方面专家,形成我国“油储”研究的高科技队伍,从而有利于本项目的创新、交流及实用化进程。

(4) 在研究过程中,创立了地球物理新分支——油储地球物理,并培养了年轻的骨干力量及学术带头人,同时带动了支撑技术的发展,形成了理论、实验、应用、人才4种成果,最终在大庆现场留下的“科学实验基地”,将能长期发挥作用。

(5) “油储”项目的研究内容仍需不断完善和深化。为此,“九五”又继续设立一个相关重大项目予以支持。

### 3.2 调研与导向

调研对基金管理工作必不可少,其目的是掌握科研动态后,在遴选课题时做到心中有数,组织课题时起导向作用,制定学科发展战略时抓住重点和关键。

实践告诉我们,基金管理工作应采取主动式的工作方法。换言之,就是到专家中去,再从专家中来。掌握主动权和发言权,增强对事物的判断能力和理解能力,真正起到宏观指导和导向的作用。这也是广大科技工作者对我们的要求,多次和专家接触,几乎都要求讲一讲最新的科技动态、基金的战略意图和布署。这种要求并不过分,实际也是很高的要求,我们的发言,专家十分重视,实际是起一种导向的作用。

## 4 研究进展

通过“八五”重大、重点项目的验收,可以把7个项目的研究成果对学科发展的贡献归纳为下面5个方面:

### 4.1 地震灾害预测

把复杂系统的非线性动力学的理论引入中国地震活动性和十年尺度地震危险性的预测研究中,突出的进展是编制了国际上第一张十年尺度地震灾害损失预测图,研制了与之相应的“地震灾害信息处理系统”。在理论方法上的进展有:首先用定量方法估计了历史地震目录中各种震级的损失率。建立模拟地震活动性的层次结构模型;利用十年尺度地震发生概率的空间分布,提出十年尺度地震烈度发生概率的新方法;首先给出了2005年我国4类建筑物易损性动态矩阵和地震对国民经济可能造成的总体灾害及相应的模型;运用研究的成果与研制的震害信息处理系统,预测2005年前我国大陆各县市遭受地震直接损失和人员伤亡的分布,并绘制成图集。陈颙院士承担的该项基金所取得的成果,获得了1997年国家科技进步奖三等奖。

以上是集地震科学、工程科学和社会科学为一体的前沿性研究课题,对定量灾害学的发展有着重要的意义,多次受到国际学术会议的重视。1994年IASPAI大会的决议之六中,充分肯定了本项研究方向和内容,并责成陈颙院士为组长成立专家研究小组。

### 4.2 中国大陆主要地块的历史重建

华北、扬子和塔里木块体显生宙古地磁极移曲线的建立是一项立典性的基础研究工作,对认识我国主要块体演化过程,对进一步研究中国乃至东亚大地构造演化具有重要意义。主要进展是对过去研究的薄弱环节早古生代地层作了较为深入系统的研究,运用岩石磁学和古地磁学综合研究方法取得了一批可靠性较强的,为国际同行认可的实验结果,促进了我国岩石磁学的发展,使三大地块的极移曲线建立在较为可靠的基础上。

根据实验测试结果,对各块体的重建与演变作了分析。确定了华北块体在早古生代独立的位于南半球中低纬度地区;扬子块体与冈瓦纳大陆关系密切,可能在晚奥陶世远离冈瓦纳大陆。晚古生代,塔里木块体以平移运动为主,但伴随有明显的顺时针旋转运动,直到晚三叠世才与华北块体在纬向上的位置相近。西伯利亚与塔里木地块的拼合发生的二叠纪,而华北与西伯利亚块体的拼合则是在晚侏罗世完成。扬子与华北块体的碰撞过程是先东后西,东部的碰撞发生在晚二叠世;西部闭合于晚三叠世。其后相伴北向漂移,中晚侏罗世移到现今位置。由于拉萨块体和印度次大陆与中国大陆碰撞拼合产生的力矩,使三大块体自晚侏罗世以来统一显示了约 $20^\circ$ 的顺时针旋转运动。

### 4.3 结合实际开拓油储地球物理学

我国主力油田与国外大油田的最大差异是以陆相储层为主,储层厚度小,岩性繁多,岩相多变,其储层结构复杂,用传统的勘探方法很难奏效,其关键是提高对油气储层等的分辨率。这是国际油储地球物理勘探中的重大科技难题。主要进展有:通过大量科学测试对天然条件下大庆油气储层参数与地球物理参数之间的定量关系已基本查清,为利用地球物理方法探测储层位置、空间变化和含油气性打下基础;利用综合地球物理测井新技术,能划分厚度仅为30cm的油气储层,并为确定储层渗透率提供了新的方法,其中水淹层测井解释已超过

1 000 口井；利用三维偏移和叠前深度偏移等新方法，正确地揭示了复杂地质构造的面貌，特别是非线性地震反演理论的建立使地面反射地震追踪大庆油气储层的分辨率提高到 5m，其中微分方程波阻抗反演在大庆已处理 1 万公里以上剖面；在储层地震参数空间变化研究上，建立了多波勘探的反演、偏移理论和方法及相应地震处理解释系统；储层描述的地震和测井系统软件已经投入使用。

值得一提的是，研究进程中接纳博士后 11 人，培养博士 51 人，硕士 152 人，其中直接为大庆培养硕士 30 人。青年人多次参加美国 SEG 年会，引起国外同行的重视。

#### 4.4 青藏高原及其邻区岩石层构造及地球动力学

##### (1) 喜马拉雅地区深反射地震试验获得突破性成果

中美合作首次获得世界上最深的高质量 50 秒深反射剖面的信息，深化了对喜马拉雅山深部构造的认识，发展了超深地震反射技术，丰富了深地震反射技术方法的理论基础和经验。通过深反射信息取得以下五个主要发现：

(a) 发现地壳中部 28—4km 深处一组强反射带，命名为主喜马拉雅逆冲断裂带 (MHT)；据此，提出了印度陆壳或下地壳沿此拆离带向西藏地壳之下俯冲的新认识。

(b) 喜马拉雅山脊处的荡拉及以南帕里，Moho 深度达 73—75km，向北倾斜延伸；在更深部位还发现了第二莫霍面。

(c) 在上地幔内的 32—36.4s、34—41.6s 和 38—46.2s 等处发现有延续较长的同相轴，推测是岩石圈和上地幔内反射层；岩石圈地幔厚约几十公里。

(d) 上地壳厚度大，达 30—40km，反射图案十分复杂，表现为叠瓦状结构和陡坡结构，藏南滑脱系和叠覆增厚显示明显。

(e) 下地壳反射图案与上地壳不同，表现为几个反射带短而平行，并有起伏和断错的特点，总体上显示了更多的塑性和流变性。

以上成果赢得国际同行的认可，1995 年 11 月 17 日发刊的美国《Science》杂志 270 卷，刊登了该杂志副主编 Jeffrey Mervis 撰文，以“正确合作可以拯救生命和移动大山”为题，介绍了该项研究的情况。

##### (2) 青藏高原北部邻区的岩石圈构造及地球动力学

通过对青藏高原北部邻区（昆仑造山带、柴达木盆地、祁连山带、河西走廊盆地、北山）的综合调查和地球动力学研究，获得以下新认识：

(a) 发现壳内 20km 附近普遍存在低速层，南祁连地壳巨厚 (74km)，具有青藏高原厚地壳特征，而北山地壳薄平均 45km。

(b) 通过近垂直反射地震剖面发现，金塔以南的宽滩山存在一条隐伏大断裂，下切到中、下地壳，推测为青藏岩石圈北缘的边界断裂，比过去认为北界在祁连山前断裂向北推移了数十公里，到了河西走廊盆地的内部。

(c) 将该区域划分为五个构造带和六个不同性质的地体。提出了印度板块向北为主，西伯利亚板块向南为辅的双向挤压以及通过壳内滑脱和西侧逆冲推覆是本区大陆岩石圈变形的主要力源的地球动力学模型。

(d) 根据国际岩石圈委员会统一要求编制了地学断面图。

专家们认为，以上成果的价值和实际意义在于对十分复杂的青藏高原北界及其以北地区

地体离散拼合的演化史,以及相关造山带的演化特征提供了有意义的资料和具有启发性的见解,揭示了青藏高原北部的动力状态。

### (3) 青藏高原现代地壳运动与形变研究的新进展

全球定位系统(GPS)在地球科学研究中是一个崭新的研究领域,其难度在于获得数据的精度,经1991,1995和1997年施测,单一观测时段解算的基线重复性为毫米级,在400公里范围内两时段基线的重复性平均优于5毫米,平差后基线相对精度达 $10^{-8}$ — $10^{-9}$ 。

首次采用了随机过程理论的最小二乘法估计对流层折射延迟参数,把GPS相对定位的高差确定精度提高了近一个数量级,并把这一技术引进到GAMIT软件,进一步完善了该软件,大大推动了GPS测量在精密高程测量中的应用;在GPS网整体平差中提出利用图论方法进行GPS网预处理,大大提高计算速度;在自行研制的GPSADJ3.0科研版本中,加入了消除不同测区之间尺度和旋转的系统误差,提高了平差结果的实际精度;首次在青藏高原采用三维线弹性构造应力数值模拟方法,结合GPS复测数据求得了青藏高原现今构造应力场,结果表明,压应力方向在喜马拉雅块体近正北方向,而北部块体为北北东,压应力轴倾角近于水平,主张应力在高原中部近于东西;三期监测结果定量地给出了青藏高原各地体运动速率和方向的清晰图象。

该项成果的精确性和相对运动模型的准确性受到国内外地学界的赞赏。

## 4.5 日地系统能量传输过程研究的重要进展

(1) 利用微波爆谱参数诊断日冕磁场强度的新方法可提高估计精度近10倍,受到国际权威学者T. Tekakura等人的肯定。特别是将边界元法引入太阳大气磁场计算,国际权威把它列为目前国际上有竞争力的5种算法之一,并为日本国立天文台安装使用。

(2) 发现太阳等离子体质量、动量流量的输出存在全球结构,太阳磁场起控制作用,指出太阳附近的磁盘—电流片磁结构对激波传播有偏转、会聚和阻碍作用,导致日地系统响应变化存在重要的“同一异侧效应”。国际评价:“其结果对理解激波的形成和传播有重要影响”,在数值方法上首次实现了快、慢激波通过子午面磁盘—电流片位形的向外传播。国际权威学者S. T. Wu教授评价:“该小组在数值方法及数值解的精度方面作出了重要贡献”,“对空间天气预报技术的发展有重要影响”。

(3) 建立了不同行星际条件下高纬边界层整体重联结构模型。

(4) 首次给出了亚暴电流体系定量分离方法,定量论证了“驱动过程”和“卸载过程”在亚暴不同相位的贡献和特征。发现我国中部地区的中尺度电离层行扰,存在两个明显的优势传播方向,其激发源分别出现在青藏高原的东南缘和东北缘地区。特别在电离层中纬时变模式和低纬二维模式研究方面,我国青年学者获1996年COSPAR国际电离层模式青年贡献奖。

(5) 首次发现了大气重力波的临界层现象和高层顶存在能量下行的重力波,揭示出临界层在中层VHF雷达回波产生中的重要作用,提出了中高层大气重力波动力学是由非线性与损耗共同决定的思想。国际核心刊物《Geophys. Res. Lett.》评审员评价:“充分的新,非常合理”,Klostermeyer博士评价:“这项发现是对大气动力学的重要贡献”。

## 5 启示

(1) 有相当一部分基础性研究,特别是有应用前景的科研项目能够服务于“国家目标”,

但必须找好服务对象，找到“结合点”和“接口”。认真执行国家科技发展方针，紧密配合“国家目标”是促进科学基金制和基础研究发展的必由之路。

(2)“创新”是科学技术发展、社会进步的动力，科学基金支持的基础性研究把“创新性”作为选择项目头条标准。通过对“八五”重大、重点项目管理工作的回顾，得到这样一点启示，基金管理工作也要抓住机遇，勇于创新与开拓，在支持重大项目“油储”、重点项目“GPS”和“古地磁”中，在组织上，导向上，选题上都作了一些有益的尝试，取得较好的效果。

(3)作为基金管理人员必须加强学习与调研工作，变被动为主动式的工作方式，这对提高基金的管理水平十分必要。

## REVIEW OF THE MAJOR AND KEY PROGRAMS IN GEOPHYSICS AND SPACE PHYSICS DURING 1990 —1995

Zhu Zhiwen Yu Sheng

(Department of Earth Sciences, NSFC, Beijing 100083)

**Key words** major and key programs, administration, practice

·基金纵横·

# 谈科学基金国际合作新形式 ——福特-中国研究与发展基金

刘 卫

(国家自然科学基金委员会综合计划局，北京 100083)

[关键词] 国际合作，科学基金，汽车

## 概 况

福特-中国研究与发展基金设立于1993年，作为第1期的基金，美国福特汽车公司(Ford)投资80万美元，中国国家自然科学基金委员会(NSFC)提供等值的投入(包括其所单位的人力支持，水电供给、研究设施提供等)。其宗旨在于支持中国的大学和研究所从

本文于1996年10月20日收到。