

文章编号: 1001- 4810(2008)02- 0165- 07

从国家自然科学基金资助项目看 喀斯特学科基础研究的发展*

程安云^{1,3}, 王世杰¹, 李阳兵², 王兴理¹

(1. 中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002;
2. 贵州师范大学地球与生物学院, 贵州 贵阳 550002; 3. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘 要:通过对国家自然科学基金资助的喀斯特基础研究项目分析,表明其资助对喀斯特基础研究的发展和研究队伍的培养都起到了重要支撑和导向作用。喀斯特基础研究项目的主题从最初的地质地貌和水文等逐步过渡到喀斯特生态环境问题及古环境和古气候重建等方面。而鉴于喀斯特基础研究的地域特点,不断加大的地区基金支持力度和资助额度应该有利于对喀斯特地域特色的生态环境和生物资源等的研究和保护。文章还就喀斯特基础研究中的石漠化问题的薄弱面进行了探讨,认为加强这些方面的资助必将对促进其科学问题的解决和为石漠化的治理奠定坚实科学基础。

关键词: 基金项目; 喀斯特学科; 基础研究; 石漠化

中图分类号: N091 **文献标识码:** A

0 前 言

国家自然科学基金(以下简称基金)作为喀斯特科学基础研究的主要资助渠道,资助了众多喀斯特基础研究相关项目,本文根据国家自然科学基金委员会(以下简称基金委)出版的《国家自然科学基金资助项目统计资料》和《国家自然科学基金资助项目汇编》及其官方网站发布的相关数据,整理了 1986 年至 2007 年基金资助的喀斯特基础研究项目数据,对其资助情况进行统计分析,以期揭示基金对喀斯特基础研究发展历史及趋势的影响

1 基金资助的喀斯特基础研究项目情况

1.1 资助项目数量和金额变化

基金委 1986 年至 2007 年的 22 年间对喀斯特基础研究相关的资助项目总数逾 370 余项,主要来自基

金的生命科学部和地球科学部,资助总金额逾九千五百万元,包括自由申请项目、青年科学基金(以下简称青年基金)、地区科学基金(以下简称地区基金)和重点项目及基金重大研究计划课题。

项目统计数据表明,尽管其项目总数有年际间的波动,但整体呈上升趋势,其资助强度在 2000 年前平稳上升,此后则大幅度增加。资助总金额从 1986 年以来平缓上升,1996 年以后上升的幅度加大,在 2000 年以后更是大幅度增加(图 1)。其原因在于基金委对基础研究项目资助的数量和强度的增加,以及所资助的“中国西部环境和生态科学”和“西部能源利用及其环境保护的若干关键问题”等基金重大研究计划课题及其为国际地质对比计划(IGCP299(地质、气候、水文与岩溶形成(1990-1994)), 379(岩溶作用与碳循环(1995-1999)), 448(全球岩溶生态系统对比(2000-2004)))系列研究匹配的相关重点项目的启动。基金对喀斯特基础研究项目资助的数量和强度变化趋势

* 基金项目: 贵州省科技厅“喀斯特科学数据共享平台建设(一期)”(黔科合条 P(2006)4002)

第一作者简介: 程安云(1974-),男,博士研究生,主要研究方向为喀斯特石漠化环境演变。E-mail: chenganyun@mails.gyg.ac.cn

通讯作者: 王世杰,男,研究员。E-mail: wangshijie@vip.skleg.cn

收稿日期: 2008-03-18

同基金整体的相应变化趋势基本一致。其中来自地球科学部的项目资助强度较高,这同地质研究的野外和

室内分析工作都较多的特点是密切相关的;但来自于生命科学部的地区基金资助强度则较低

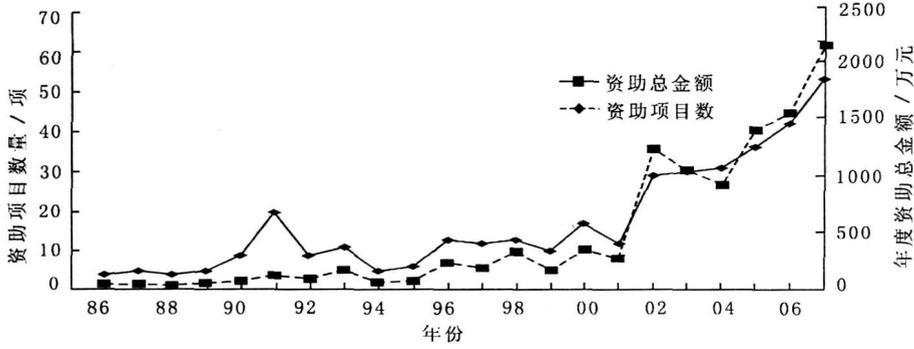


图 1 喀斯特基础研究项目数量和资助总额年度变化

Fig. 1 Variations in NSFC project numbers and total funds on karst basic researches

1.2 项目的类别构成

就资助项目的数量构成来看,自由申请、地区基金和青年基金项目占了资助项目总数和资助总金额

的绝大部分;而其中的重点项目和重大研究计划课题尽管在数量上很少,其单项资助金额却远大于其它三类(图 2, 3)

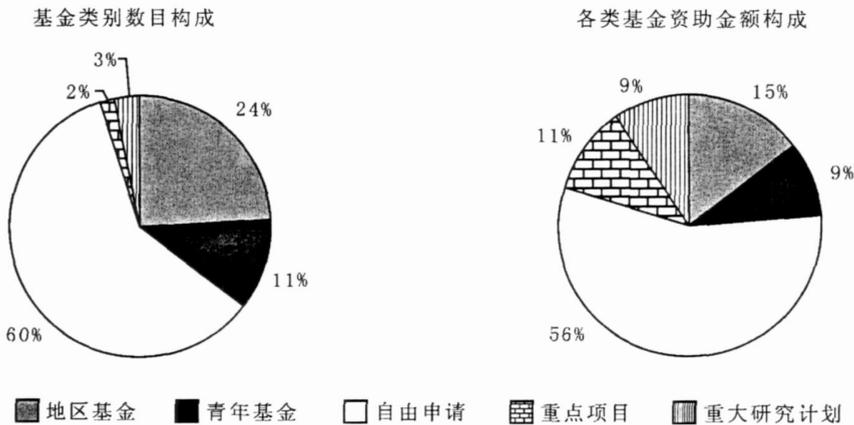


图 2 喀斯特基础研究项目的类别构成和各类别资助金额构成

Fig. 2 Types and funds of karst basic researches

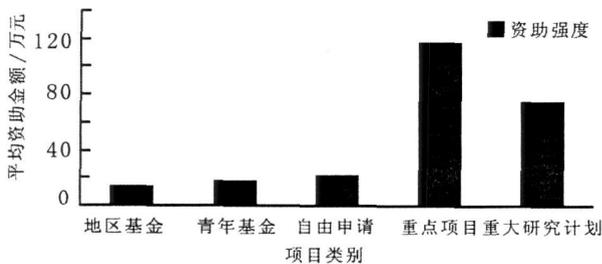


图 3 喀斯特基础研究项目各类基金平均资助强度

Fig. 3 Funding intensity per project for each type of karst basic researches

1.3 项目依托单位情况

从项目依托单位地域分布情况来看,主要分布在

除首都北京以外的黔、桂、滇、渝、川、鄂、湘、粤等中国南方喀斯特分布地区,仅有少数单位分布在江苏和山东等其它省区。其中近 20 个主要的项目依托单位中,中国科学院和中国地质科学院的下属研究机构以及教育部直属高校主要获得自由申请、青年基金项目及重点项目及重大研究计划课题资助,受资助的项目在数量和金额上都远超过其它项目依托单位;而广西和贵州等地的地方高校和研究机构则主要获得地区基金的支持,这些机构在与地域密切相关的生物多样性研究等方面开展了较多的研究工作。这些研究机构承担了绝大部分的喀斯特基础研究项目,可以说,这些研究机构挑起了我国喀斯特基础研究的大梁。

2 项目的研究内容和主题的阶段性变化情况

2.1 项目研究的内容及学科

基金委 1986 至 2007 年所资助项目的研究内容涉及: 碳酸盐溶解 沉积速率控制机理, 岩溶(喀斯特)作用与碳循环, 碳酸盐岩及其中的水资源及油、气等矿藏资源、喀斯特地区动植物分类和保护、地方病、喀斯特地区河流和地下河、区域地理和地貌研究、洞穴和洞穴次生化学沉积物在考古及重建古环境古气候方面的应用、碳酸盐岩地区土壤形成和侵蚀及土地利用、区域生态系统、岩溶灾害防治、喀斯特石漠化及喀斯特地区的社会经济发展、西部能源开发与生态环境和社会发展的系列问题等。研究的学科涉及: 地质、地理、地貌学、水文学、生物学、生态学、土壤学、医学、考古学、古气候和古环境及全球变化等学科。

2.2 项目的区域特点

喀斯特基础研究项目所涉及的区域遍及全国各碳酸盐岩分布地区, 包括南方裸露型和覆盖型喀斯特地区, 北方的埋藏型喀斯特地区以及研究相对较少的青藏高原寒带喀斯特地区。但其中受关注最多的是我国西南喀斯特地区, 尤其是贵州、广西和云南(图 4)。这说明喀斯特研究具有较强的地域性, 也说明我国西南地区亚热带湿润气候条件下裸露型喀斯特存在的生态环境等问题是较为严重的, 这是由我国喀斯特地区特殊的区域地质构造、岩性及气候条件等条件决定的^[1,2]。

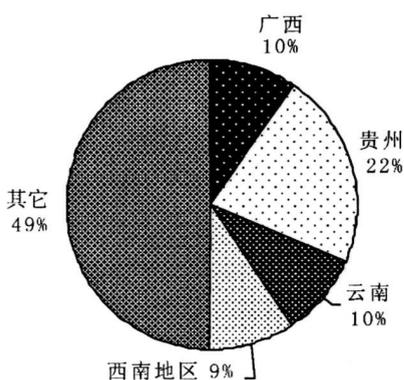


图 4 喀斯特基础研究项目区域分布

Fig. 4 Regional distribution of karst basic researches

(图中各地区指项目名称所标明在该地区开展的研究项目,“其它”包括未直接标明在上述滇黔桂及西南地区开展的研究项目或已标明在此以外其它省区开展的研究项目)

等省区的部分区域是我国典型的裸露型喀斯特连片分布地区,是岩溶作用最为明显及其生态系统、自然环境及社会经济发展等受其影响最为严重的地区。该地区生态环境恢复、生物多样性保护、人类社会的经济发展与自然环境的相互作用、结构性水资源缺乏及岩溶塌陷等问题受到极大关注。而该地区最严重的生态环境问题——喀斯特石漠化,也受到越来越多的关注和重视^[3,4];尤其在受其影响最为严重的贵州省,越来越多的研究人员对石漠化的成因、防治和生态环境恢复与重建进行了深入研究,这必将为我国政府提出的加强石漠化治理,促进生态修复的战略及制定石漠化地区的治理规划提供有力的科学支撑。另一方面,西南地区丰富的水资源和洞穴资源及其洞穴沉积物也为能源战略、水文学、考古、洞穴生物等研究及利用洞穴次生化学沉积物(如石笋等)来重建古环境和古气候等提供了一个得天独厚的平台^[5-8]。

此外,在以埋藏喀斯特分布为主的北方地区,研究则转向了碳酸盐岩中的资源(如喀斯特水资源和油气藏等)及环境灾害(如岩溶塌陷及地下水污染)等问题^[9-11]。

可见,喀斯特基础研究的显著区域特点是在南方多关注于喀斯特环境条件下的生态系统及其对人类生产生活的交互作用(如石漠化和岩溶塌陷等)以及利用洞穴次生化学沉积物等进行古环境和古气候重建及其和全球变化的联系;而在北方则更多关注于喀斯特相关的矿产矿藏及岩溶灾害的防治等研究。

2.3 项目中的重点和重大研究计划课题

从 1993 年开始立项的重点项目和重大研究计划课题共 20 余项,项目多集中于 2000 年后,资助总金额约 2400 万元,平均资助强度近 110 余万元。其研究内容主要涉及碳酸盐岩成土、喀斯特地区土地及土地资源利用、岩溶动力系统、喀斯特生态系统及地下河等与相关影响因素研究,及利用洞穴次生化学沉积物反演和重建古环境及古气候及其对全球变化的意义、能源开发对生态及社会经济环境的影响等。中国西部环境和生态科学等重大研究计划课题对西南喀斯特地区的生态环境演化及其脆弱性和洞穴次生化学沉积物反演古环境等内容进行了详细研究。这些重点项目和重大研究计划课题都从某一个方面综合而深入地研究了喀斯特地区的较为突出的问题。

其中值得关注的是,部分基金项目为我国承担的喀斯特基础研究领域的国际地质对比计划项目(IGCP 299/379/448)提供了配套支持,并在岩溶动

以贵州为中心的滇黔桂三省及周边川、渝、湘、鄂

力学理论、表层岩溶系统碳循环与 CO_2 汇源及全球变化关系、利用岩溶记录重建古气候环境、喀斯特地区生态系统演变等方面取得了显著成果^[12~17];而这些成果也为 IGBP513项目(全球岩溶含水层和水资源研究)的实施和开展奠定了坚实的基础。上述项目的完成,对于推进喀斯特学科的发展和喀斯特地区环境与生态的研究与治理,无疑是极为重要的。

此外,对于岩溶动力系统和喀斯特地区的生态环境的脆弱性及对利用洞穴次生化学沉积物反演古环境古气候的研究受到了较多关注且取得了较多的研究成果,如古东亚季风和古环境的研究方面,填补了国内喀斯特基础研究领域在这些方面的空白^[18],为推动喀斯特基础研究学术水平的整体提高做出了重要贡献,使我国的这些方面的研究在国际上取得了应有的学术地位^[19]。2007年10月联合国科教文组织第177届执行局会议决定将世界喀斯特研究中心设在我国广西桂林就是一个很好的例证。

2.4 项目研究主题的阶段性变化

对喀斯特基础研究项目主题的阶段性变化分析按5年周期进行,根据其研究内容进行学科分类,以期更好地揭示其阶段性的变化规律和趋势及基金在其中发挥的作用。

2.4.1 1986—1990年

这一时期研究主题主要包括地理地貌、生态系统、水文及碳酸盐岩成岩及其油气藏机制等的基础研究及实验或模型模拟;而在古环境古气候方面研究也开始起步(图5)。尽管这个阶段研究项目的数量较少,研究力量较为薄弱,但较多的参与单位初步显示了国家自然科学基金在推动喀斯特领域研究的积极作用。其中一些项目为我国承担的国际地质对比计划(IGCP)奠定了一定的基础,并推动了岩溶地球化学的研究^[20,21]。

2.4.2 1991—1995年

这一时期的显著特点是喀斯特地质背景下的生态系统中各要素的研究(地质、水文、生态系统、土地利用、特有生物资源、人类社会等)及其相互作用关系的研究受到重视,尤其是喀斯特地区的生物资源研究得到了加强;其成果为喀斯特的深入研究奠定了基础。其基金数量增加了50%以上,青年基金和地区基金的支持使众多青年科技工作者在以后的喀斯特基础研究中逐步成为领军人物,显示了基金在培养青年人才方面的重要作用。此外,南方土地荒漠化问题也开始受到关注,有研究人员对其成因、发展趋势及防

治措施等进行初步研究^[22],但仍无明确的石漠化概念及专门的研究项目(图6)。

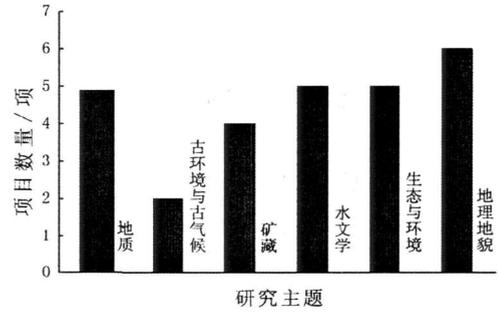


图5 1986—1990年喀斯特项目研究主题构成

Fig. 5 The items of karst basic researches from 1986 to 1990 (图中,地质包括:岩石学、岩溶地球化学;古环境与古气候的研究包括:古东亚季风、古冰期、喀斯特地区沉积环境信息和利用洞穴次生化学沉积物中信息进行的反演研究等;生态与环境的内容包括:喀斯特生态系统中生物圈及其同人类社会各种生产生活相互作用和影响的机理及机制研究,如土壤与土地利用、石漠化等。以下相同。)

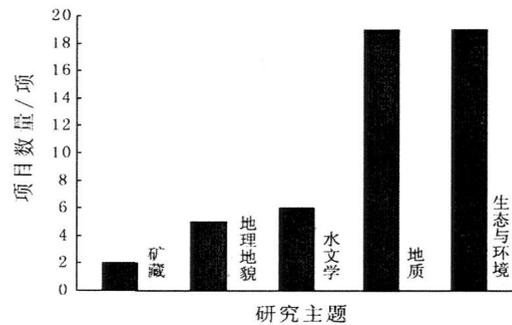


图6 1991—1995年喀斯特项目研究主题构成

Fig. 6 The items of karst basic researches from 1991 to 1995

2.4.3 1996—2000年

在此期间国家提出了西部大开发的战略,受此背景影响,喀斯特地区的生态系统研究得到受到更多的关注和重视(图7)。受地区基金和青年基金资助的众多项目对西南喀斯特地区的生态系统中的生物资源和人地关系等问题进行了多项研究;石漠化问题研究的展开也在其成因及治理措施等方面取得了一些成果^[23~25]。而诸如典型岩溶动力系统与环境的相互作用和中国南方碳酸盐岩风化成土地球化学过程与环境变化的研究等重点研究项目的开展,则将喀斯特的基础理论研究推进到了一个新的高度^[24,26]。此期间开展的利用洞穴次生化学沉积物来反演和重建古环境和古气候的研究工作的加强也为此后更深入的综合研究和相关重点项目的开展奠定了坚实的基础^[7,27,28]。

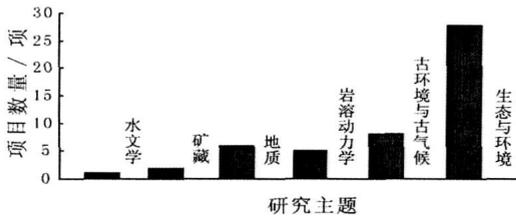


图 7 1996-2000年喀斯特项目研究主题构成

Fig. 7 The items of karst basic researches from 1996 to 2000

2.4.4 2001-2005年

在此期间,我国的喀斯特基础研究在以前研究的学术成果及人才储备的基础上,进入了一个高峰期,资助的项目数量较1986年至2000年间的前三个阶段大幅度增加,资助总金额数倍于前三个阶段的总和。这一时期,喀斯特地区的生态脆弱性受到了极大的重视并对其表象、成因和机制等进行了诸多研究并取得了较多成果^[29-33]。在全球变化受到普遍重视的情况下,利用洞穴次生化学沉积物来反演和重建古环境和古气候的研究达到一个高潮^[34-39];地区基金支持得到加强,高校和地方各研究机构开展了喀斯特地区的土地利用、人地关系、生物特有种等问题的详细研究^[40,41](图8)。这阶段诸多成果表明,基金在资助喀斯特基础研究中的累积效应正开始显现。而在20世纪80年代后期和90年代受资助的研究人员开始在这阶段的研究中承担重点项目和重大研究计划课题,表明其已成为相关领域的重要研究力量和学科的领军人。

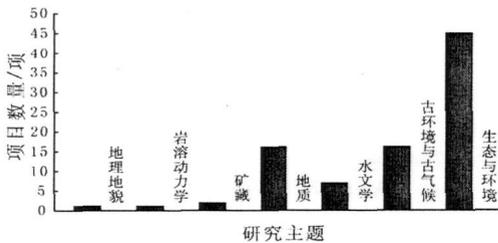


图 8 2001-2005年喀斯特项目研究主题构成

Fig. 8 The items of karst basic researches from 2001 to 2005

此阶段中一个值得关注的问题是利用喀斯特地区洞穴次生化学沉积物进行古气候和古环境的重建与反演及其同全球变化相关性的研究。尽管目前对于全球变化的影响因素及机制的研究仍存在较大的不确定性,但联合国政府间气候变化专业委员会最新报告指出,全球变暖已经是一个不争的事实。我国科学家在利用喀斯特洞穴沉积物对古环境古气候的反演和重建方面已取得了一些显著的成果,但在这方面仍有诸多工作有待展开和加强^[42]。青藏高原的研究在全球变化研究中具有重要意义,更多与之相关的喀斯

特研究项目的开展必将对全球变化研究产生更好的促进作用。此外,针对我国西南喀斯特地区在未来的全球变化中的生物多样性、土地利用和土地覆被的变化、经济和社会的可持续发展等进行研究,将具有重要的理论和现实意义。

2.4.5 2006-2007年

此间因国家自2005年以来大幅度增加了基金支持额度,喀斯特基础研究项目支持数目和资助金额也得以大幅增加(图9)。2006年以来,利用洞穴次生化学沉积物对我国第四纪更新世以来的古气候与古环境的研究方兴未艾^[43-47]。西南地区石漠化生态环境的研究范围和手段都有所扩展:部分研究人员试图从人文的角度来研究石漠化的过程与驱动因素^[48],而2000年前后开始,研究人员采用地球化学中同位素的手段对其生态系统中的各因素进行了范围更宽的定量化的研究也进入到一个新的阶段。此外,受我国经济快速增长对能源需求增加的影响,对碳酸盐岩中的油气藏的研究也有所增加。

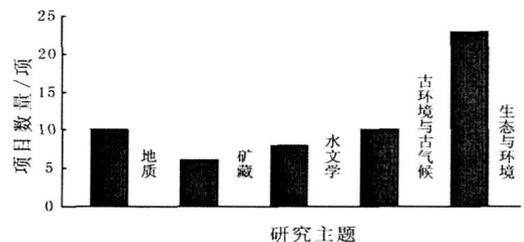


图 9 2006-2007年喀斯特项目研究主题构成

Fig. 9 The items of karst basic researches from 2006 to 2007

在喀斯特基础研究中,西南喀斯特地区最严重的生态环境问题——石漠化,是极为重要的一个研究方向。到学界和政府的高度重视,国家“973”项目“西南喀斯特山地石漠化与适应性生态系统调控”的启动充分说明了这一点。在众多喀斯特地区生态与环境的研究成果积累的基础上,该研究进入到了一个较高层次。尽管石漠化现状和危害及亟需治理已得到政府和学界的普遍认同,但综合基金项目研究状况来看,目前石漠化研究中仍有诸多问题值得重视:(1)对其形成机理和演化趋势不明,人为因素和自然因素所起的作用的定量研究严重不足,尤其对其中的人为因素缺乏定量研究,这可能源于石漠化过程中自然作用过程和人为作用过程的错综交替,而其表象与本质的混杂使问题更加复杂。(2)对石漠化学术研究和治理实践中的定量评价指标体系的研究不足,原因可能是多方面的:对石漠化的本质认识不足,评价数据的来源不同,评价方法的不同;而治理实践中各种治理模式可能更多来源于当地或区域性的经验的总结,一方面将导致其评价指标的无法统一,更使其在推广上缺

乏普适性和存在巨大的风险。(3)多数研究人员认为,我国目前的石漠化的理论研究滞后于其治理实践,最直接的后果就是导致石漠化治理的盲目性和给当地生态环境带来的不确定的影响。(4)西南地区石漠化的研究中,缺乏同世界其它喀斯特地区生态环境问题的对比性研究,尤其是同地中海地区荒漠化的对比;这对于研究结果的认同、对比和生态治理经验的借鉴都有不利之处。(5)喀斯特研究中,生态系统长期定点观测数据比较缺乏,数据资源开发利用中的数据库建设与管理研究不足,导致研究和生产中数据来源的不统一,结果的对比性差,研究成果的共享程度较低,无法达到生产和研究的良性互动与相互促进。显然,加强对这些方面的资助必将促进其科学问题的解决,并为石漠化治理奠定更加坚实的科学基础。

整体而言,基金支持的喀斯特基础研究有这样的特点,即从基础研究开始,之后进入到某专题的深入研究,再进入到某方面的重点和重大专项研究并进行阶段性的总结;此后进入到内容更广泛、更深入和更高综合层次的新一轮研究周期,从而有力地推进了喀斯特科学的发展。

3 结 论

由前述分析可知,基金一方面通过选择性、导向性地支持在当时普遍认为应该开展基础研究项目进行资助及对其中的重要问题进行重点资助,并通过青年基金和地区基金的形式对青年科技工作者资助,从而有力地促进喀斯特学科的研究与发展,培养了研究人才并形成梯队式的研究队伍,为国家在此方面进行的重点专项研究奠定了坚实基础。而鉴于喀斯特研究的地域特点,不断加大的地区基金支持力度和资助额度应该有利于喀斯特地域特色生态环境和生物资源等的系统和全面的研究与保护。

另外一方面,我国喀斯特的研究具有很好的地域优势,如在更深层次上同全球变化的研究相结合,应更能使之转变成为学科优势。

考虑到西南喀斯特石漠化地区为典型的生态脆弱区和社会经济贫困地区,因此需要基金更好地发挥导向作用;对其进行系统的、全面的、综合的研究资助,必将能为喀斯特地区的社会经济和生态环境恢复做出更大的贡献。

此外,与喀斯特相关的资源利用和灾害防治、水资源、油气藏、矿产开发、岩溶塌陷的防治等方面的研究涉及全国的可溶岩分布区,基金的择优支持必将为推进其基础研究起到不可替代的作用。

参考文献

- [1] Yuan Daoxian, Li Bin and Liu Zaihua. Karst in China [J]. Episodes, 1995, 18(& 2): 62- 65.
- [2] 袁道先. 中国西南部的岩溶及其与华北岩溶的对比 [J]. 第四纪研究, 1992, 4 352- 361.
- [3] 王世杰. 喀斯特石漠化——中国西南最严重的生态地质环境问题 [J]. 矿物岩石地球化学通报, 2003, 22(2): 120- 126.
- [4] 覃小群, 朱明秋, 蒋忠诚. 近年来我国西南岩溶石漠化研究进展 [J]. 中国岩溶, 2006, 25(3): 234- 238.
- [5] 何尧启, 汪永进, 孔兴功, 等. 贵州董哥洞近 1000a 来高分辨率洞穴石笋 $\delta^{18}O$ 记录 [J]. 科学通报, 2005, 50(11): 1114- 1118.
- [6] 张美良, 程海, 林玉石, 等. 贵州荔波地区 2000 年来石笋高分辨率的气候记录 [J]. 沉积学报, 2006, 24(3): 339- 348.
- [7] 谭明, 侯居峙, 程海. 定量重建气候历史的石笋年层方法 [J]. 第四纪研究, 2002, 22(3): 209- 219.
- [8] Carolyn A. Dykoski, R. Lawrence Edwards, Hai Cheng, et al. A high-resolution, absolute-dated Holocene and deglacial Asian monsoon record from Dongge Cave, China [J]. Earth and Planetary Science Letters, 2005, 233 71- 86.
- [9] 王滨, 贺可强, 高宗军. 岩溶塌陷发育的时空阶段性分析 [J]. 水文地质工程地质, 2001, 28(5): 24- 27.
- [10] 姚春梅, 冯克印, 王元波, 等. 数值模拟在岩溶塌陷预警系统建设中的应用——以临沂市城区岩溶塌陷为例 [J]. 水文地质工程地质, 2007, 34(4): 94- 97, 102.
- [11] 王滨. 鲁中南岩溶塌陷区岩溶水污染途径研究 [J]. 地球与环境, 2005, 34(4): 53- 57.
- [12] Liu Zaihua, Svensson U., Dreybrodt W., et al. Hydrodynamic control of inorganic calcite precipitation in Huanglong Ravine, China: Field measurements and theoretical prediction of deposition rates [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta., 1995, 59(15): 3087- 3097.
- [13] Liu Zaihua, Wolfgang Dreybrodt. Dissolution kinetics of calcium carbonate minerals in $H_2O + CO_2 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$ [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta., 1997, 61(14): 2879- 2889.
- [14] Yuan Daoxian. Contribution of IGCP 379 "Karst processes and carbon cycle" to global change [J]. Episodes, 1998, 21(3): 198.
- [15] Jiang Zhongcheng, Yuan Daoxian. CO_2 source-sink in karst processes in karst areas of China. Episodes, 1999, 22(1): 33- 35.
- [16] Yuan Daoxian. On the karst ecosystem [J]. Acta Geologica Sinica, 2001, 75(3): 336- 338.
- [17] Liu Zaihua, Wolfgang Dreybrodt and Wang Haijing. A possible important CO_2 sink by the global water cycle [J]. Chinese Science Bulletin, 2008, 53(3): 402- 407.
- [18] 谭明. 中国高分辨率气候记录与全球变化 [J]. 第四纪研究, 2004, 24(4): 455- 462.
- [19] 袁道先. 现代岩溶学在中国的发展 [J]. 地质论评, 2006, 52(6): 733- 736.
- [20] 袁道先. 中国岩溶地球化学研究的进展 [J]. 水文地质工程地质, 1990, 5 41- 42.
- [21] 袁道先. 岩溶与全球变化研究 [J]. 地球科学进展, 1995, 10(5): 471- 474.
- [22] 朱震达, 崔书红. 中国南方的土地荒漠化问题 [J]. 中国沙漠, 1996, 16(4): 331- 337.
- [23] 姚长宏, 杨桂芳, 蒋忠诚, 等. 贵州省岩溶地区石漠化的形成及

- 其生态治理 [J]. 地质科技情报, 2001, 20(2): 75-78, 82.
- [24] 蒋忠诚. 中国南方表层岩溶系统的碳循环及其生态效应 [J]. 第四纪研究, 2000, 20(4): 316-324.
- [25] 蒋忠诚. 论南方岩溶山区生态环境的元素有效态 [J]. 中国岩溶, 2000, 19(2): 123-128.
- [26] 王世杰, 季宏兵. 碳酸盐岩风化成土作用的初步研究 [J]. 中国科学, 1999, 29(5, D 辑): 441-449.
- [27] 吴江滢, 汪永进, 邵晓华, 等. 晚更新世东亚季风气候不稳定性洞穴石笋同位素证据 [J]. 地质学报, 2002, 76(3): 413-419.
- [28] 王兆荣, 袁道先, 林玉石, 等. 石笋高精度高分辨率年代学和古气候研究 [J]. 地质地球化学, 2001, 29(4): 92-95.
- [29] 章程, 曹建华. 不同植被条件下表层岩溶泉动态变化特征对比研究——以广西马山县弄拉兰电堂泉和东旺泉为例 [J]. 中国岩溶, 2003, 22(1): 1-5.
- [30] 章程, 袁道先. 典型岩溶地下河流域水质变化与土地利用的关系——以贵州普定后寨地下河流域为例 [J]. 水土保持学报, 2004, 18(5): 134-137, 183.
- [31] 章程, 曹建华. 广西岩溶石山地区耕地整理的生态适宜性综合评价——以县级区域为例 [J]. 水土保持研究, 2004, 1(3): 120-121, 134.
- [32] 宁霞, 王增银, 杨建成. 桂林地区岩溶水中 Ba 元素的水文地球化学特征 [J]. 中国岩溶, 2004, 23(4): 317-321.
- [33] 胡进武, 王增银, 周炼, 等. 岩溶水锶元素水文地球化学特征 [J]. 中国岩溶, 2004, 23(1): 37-42.
- [34] Yuan Daoxian, Cheng Hai, Edwards R Lawrence, et al. Timing, duration, and transitions of the last interglacial Asian monsoon [J]. Science, 2004, 304: 575-578.
- [35] 谭明, 邵雪梅, 刘晓宏, 等. 中国近千年石笋——树轮集成温度记录 [J]. 气候变化研究进展, 2006, 2(3): 113-116.
- [36] 陈桥, 雒昆利, 董明星, 等. 芙蓉洞洞穴演化形成所需历史时间估算方法及其地质意义 [J]. 西北地质, 2005, 38(4): 1-73.
- [37] 覃嘉铭, 袁道先, 程海, 等. 过去 25 万年黔桂地区千年尺度东亚季风气候的变化 [J]. 中国岩溶, 2004, 23(4): 261-266.
- [38] 刘浴辉, 胡超涌, 黄俊华, 等. 长江中游石笋年层厚度作为东亚夏季风强度代用指标的研究 [J]. 第四纪研究, 2005, 25(2): 228-234.
- [39] 谢树成, 黄俊华, 王红梅, 等. 湖北清江和尚洞石笋脂肪酸的古气候意义 [J]. 中国科学, 2005, 35(3, D 辑): 246-251.
- [40] 赵中秋, 后立胜, 蔡运龙. 西南喀斯特地区土壤退化过程与机理探讨 [J]. 地学前缘, 2006, 13(3): 185-189.
- [41] WANG S.-J., LI R.-L., SUN C.-X., et al. How types of carbonate rock assemblages constrain the distribution of karst rock desertified land in Guizhou province, P R China phenomena and mechanisms [J]. Land degradation & development, 2004, 15: 123-131.
- [42] 张会领, 覃嘉铭, 张美良, 等. 洞穴化学沉积物的古环境记录研究进展 [J]. 中国岩溶, 2004, 23(2): 144-153.
- [43] 迟宝泉, 周厚云, 赵建新, 等. 1.54~46ka 川东北石笋的氧同位素记录及其气候环境意义探讨 [J]. 地球化学, 2007, 36(4): 337-343.
- [44] 董凯, 汪永进, 程海, 等. 57~48 万年前东亚夏季风的神架石笋记录 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2007, 27(4): 111-116.
- [45] 杨勋林, 张平中, 陈发虎, 等. 近 50a 来青藏高原东部高海拔洞穴现代石笋氧同位素组成及其含义 [J]. 科学通报, 2007, 52(6): 698-706.
- [46] 李廷勇, 袁道先, 李红春, 等. 重庆新崖洞 X_Y2 石笋 δ¹⁸O 记录的 57~70kaBP 古气候变化及其对 D-O 和 H 事件的反映 [J]. 中国科学, 2007, 37(6, D 辑): 798-803.
- [47] Wang Yongjin, Cheng Hai, Edwards R Lawrence, et al. Millennial and orbital scale changes in the East Asian monsoon over the past 224 000 years [J]. Nature, 2008, 451: 1090-1093.
- [48] 韩昭庆. 雍正王朝在贵州的开发对贵州石漠化的影响 [J]. 复旦学报: 社会科学版, 2006, 2: 120-127, 140.

Prospects for the development of karst basic research in view of the item funded by National Natural Science Foundation of China

CHENG An-yun^{1,3}, WANG Shi-jie¹, LI Yang-bing², WANG Xing-li¹

(1. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, C.A.S., Guiyang, Guizhou 550002, China;

2. Department of Resource and Environmental Science, Guizhou Normal University, Guiyang, Guizhou 550002, China;

3. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract Analysis on the karst basic research projects funded by National Natural Science Foundation of China (NSFC) revealed that NSFC played significant supporting and guiding roles both in the development of karst basic researches and training of high level research teams in the field. Those projects were focused on the geological, geomorphic and hydrological issues in karst area at the beginning, and then more attention was paid to the eco-environment and rebuilding of paleoclimate and paleoenvironment with speleothem gradually. Considering the regional specialty of karst basic research, it is suggested that enhancing supporting and increasing funding intensity per project would benefit the research and protect of eco-environment and bio-resources in karst area. The authors also discussed those weak parts in karst rocky desertification researches, and suggested more funding from NSFC will be able to promote those basic researches and lay a solid basis for the control of karst rocky desertification.

Key words NSFC; karst; basic research; karst rocky desertification