

国外生态文明建设的科技发展战略分析与启示

蔡木林, 王海燕, 李琴, 武雪芳

(中国环境科学研究院, 北京 100012)

摘要: 本文对比分析了国外生态文明建设的科技发展战略制定与发展变化情况, 总结经验与教训, 为我国生态文明建设提供参考。分析结果表明, 各国将科技创新作为生态文明建设的核心驱动力, 建立和完善科技创新机制和体系是生态文明建设科技支撑的重要内容和保障。我国生态文明建设应更加重视科技发展战略工作, 围绕国土空间开发与资源配置、生产生活消费、生态保护与建设以及环境保护等领域, 在低碳技术、绿色经济、生态恢复和环境治理技术等重要领域瞄准核心问题, 加强科技战略布局。

关键词: 生态文明; 科技创新; 发展战略

中图分类号: X321 **文献标识码:** A

Analysis on Science and Technology Development Strategy for Ecological Civilization Abroad

Cai Mulin, Wang Haiyan, Li Qin, Wu Xuefang

(Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China)

Abstract: The research analyzes the strategy making and changing of science and technology development for ecological civilization abroad, and summarizes their experiences to provide us the reference. Analysis shows that the technical innovation is the core driving force, establishing and improving the scientific and technological innovation mechanism and system is the important content and support for the construction of ecological civilization. The construction of ecological civilization in China should pay more attention to science and technology development strategy, which is centered on the land and space development and the allocation of resources, production and living consumption field, ecological protection and construction, and environmental protection. Aiming at the core problem in the important field of low carbon technology, green economy, ecological restoration and environmental control technology, strengthening science and technology strategic layout is also critical.

Key words: ecological civilization; scientific and technical innovation; development strategy

一、前言

生态文明是指人类遵循人、自然、社会和谐发展这一客观规律而取得的物质与精神成果的总和;

是指以人与自然、人与人、人与社会和谐共生、良性循环、全面发展、持续繁荣为基本宗旨的文化伦理形态^[1]。建设生态文明是科技进步的伦理要求, 科学技术的进步和生态文明的建设二者互利共生、

收稿日期: 2015-08-06; 修回日期: 2015-08-14

作者简介: 蔡木林, 中国环境科学研究院, 副研究员, 环境工程博士, 主要从事环境标准技术与管理研究; E-mail: ml_cai@126.com

本刊网址: www.enginsci.cn

相辅相成，共同推动人类社会不断向前发展。面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势，必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念，走可持续发展道路，要努力形成人与自然和谐相处的思想观念。2012年11月，中国共产党第十八次全国代表大会从新的历史起点出发，做出“大力推进生态文明建设”的战略决策，从十个方面绘出生态文明建设的宏伟蓝图^[2]。科技发展战略是一个国家或政府就科技发展规划而有计划、有组织、有进度安排而制订的引导未来科技发展走向和科技成果转化的总体指导思想与原则、目标与措施等，是各国经济发展、社会变化最重要的影响因素之一^[3]。

本文通过总结国外科技发展战略的特点和发展方向，对比分析国外生态文明建设的科技发展战略制定与发展变化情况，汲取国外的经验与教训，以便为我国生态文明建设的科技发展战略和科技支撑提供参考。

二、美国的科技发展

科学技术是美国经济发展、社会进行最基本的决定因素之一，是其继续在新世纪前进的动力。在美国，科学研究肩负两大基本任务，一是创造新知识，二是培养作为美国未来技术创新体系的基础、有着无穷创造力的人力资源。为此，美国政府为科学研究政策确定了五项国家科技发展战略目标：①建立一流的科研基础设施、吸引全世界最优秀的人才、保持在科学前沿研究上的世界领先地位；②为提高智囊储备，大力培养优秀的科学家和工程师；③提高全体美国人的科学素质；④鼓励国家实验室、研究所、大学和企业发展各种伙伴关

系，使研究人员能在各体系间自由流动，高效利用人、财、物各种资源，促进对基础与应用科学和工程研究的多元投资；⑤加强基础与应用科学研究同广泛的国家目标之间的联系^[4]。美国作为当今世界上科技发展水平最高的国家，出于抢占高新科技制高点目标的需要，其科技发展战略的显著特征是：“科学—技术—开发”一体化。这种一体化包括三个相互联系、相互制约的阶段：一是科学研究即基础研究阶段，它是对某些客观真理和发展理论的研究。二是技术创新即应用研究阶段，即基于科学研究的理论基础，运用新思维、新方法、新手段解决实际问题。三是开发转化即开发研究阶段，即依据科学研究和应用研究成果，将科技成果转化成为生产力，开发出新产品、新工艺、新方案或新模型^[5]。

美国环境保护署（EPA）每五年会制订一个环保战略计划，提出未来五年的工作目标，并描述如何使得美国的环境更清洁和健康。这个计划既是就其职责向公众的说明，也是如何实现既定环境目标的路线图。到目前为止，美国环境保护署已制订的战略计划包括1997—2002年、2000—2005年、2003—2008年、2006—2011年、2011—2015年、2014—2018年战略计划^[6]。

通过分析对比最近的三个五年战略计划，每个五年战略计划在战略目标侧重点和所要达到的目标略有变化（见表1）。其中2006—2011年战略计划侧重于土地保护和恢复以及生态系统保护方面，而2011—2015年和2014—2018年战略计划则是转向清理社区和可持续发展以及化学品安全和污染防治。

美国的环境保护战略计划非常重视科学研究，将强化科学和研究作为其重要的目标之一。分别从

表1 美国环境保护署三个五年战略计划目标对照表

战略计划	2006—2011年	2011—2015年	2014—2018年
战略目标1	清洁空气和全球气候变化	在气候变化问题上采取行动和改善空气质量	应对气候变化和改善空气质量
战略目标2	清洁和安全的水	保护水	保护水
战略目标3	土地保护和恢复	清理社区和可持续发展	清理社区和可持续发展
战略目标4	健康的社会和生态系统	化学品安全和污染防治	化学品安全和污染防治
战略目标5	法律依从和环境管理	强制执行环境法	保护环境与人体健康的法律依从和执行

强化科学研究的方法和策略、人力资本、绩效测量、评估反馈、新问题分析等方面进行具体部署^[7]。此外，十分重视系统管理和全方位控制以及环境标准研究。以水环境管理为例，将最大日负荷总量作为保护流域水质的重要措施，从流域水质和生态系统保护目标出发，基于科学系统的分析，确定排污控制要求，而不是对所有河流都简单的实施同一个污染控制标准。每一项环境标准的出台都有其扎实的科学研究，并经过了系统的技术可行性和经济可行性分析。所以，美国的很多环境标准成了包括中国在内的很多国家制订环境标准的重要参考。此外，该战略计划非常重视新型污染物控制和发挥国际合作伙伴的作用。

美国与其他国家生态文明相关领域的重大科技战略或计划概要如表 2 所示。

三、欧洲联盟（欧盟）的科技发展

欧盟的科技政策是欧洲一体化较早开展合作的政策领域，可以追溯到 20 世纪 50 年代的欧洲煤钢共同体、欧洲原子能共同体及欧洲核研究中心。以科研合作为主要目标，促进相关产业发展，为欧盟科技政策协调合作奠定了基础。20 世纪六七十年代，欧洲煤钢共同体、欧洲原子能共同体和欧洲经济共同体（总称欧共体）提出制定统一的欧洲科技政策，成员国出于对主权让渡与分享方面的顾虑而予以抵制。所以，20 世纪 80 年代前，欧共体除能源领域外没有统一的科技政策和重大的协作研发项目。随着“单一市场”理念在欧洲逐步确立并成为现实，科技与研发领域的共同政策也逐渐出现。多年度框架计划方案和《欧洲单一法令》标志着以市场为导

表 2 国外生态文明相关领域的重大科技战略或计划概要^[5-15]

国家 / 地区	科技战略 / 行动计划	战略 / 计划的主要内容与特征
美国	美国环境保护署五年环保战略计划	每五年制订一个环保战略计划，提出其未来五年的工作目标，并描述其如何使得美国的环境更清洁和健康
	美国气候变化技术计划 (CCTP)	通过捕集、减少以及储存的方式来控制温室气体的排放量。该计划中包含的技术有氢能源、生物提炼、清洁煤、碳储存、核分裂和聚变能等，这些技术以最基础的方式转化为国民经济价值，不仅能够改善气候，而且可以保证能源安全、改善空气污染以及满足其他紧迫需求
欧盟	欧盟科技框架计划	世界上规模最大的官方综合性科研与开发计划之一。为整合各成员国的科研力量，提升整个欧盟层面的研发水平，欧盟从 1984 年起已顺利实施了七个研发框架计划并取得了丰硕的成果
	欧盟《环境行动计划》(2002—2012 年)	四个优先领域和目标：遏制气候变化、保护大自然和野生生物、环境与健康、自然资源和废弃物
日本	《科学技术推进战略》	以资源环境技术研究为重点主题之一。七个重点项目：燃料电池，CO ₂ 回收，汽车节油，地下和海底储存 CO ₂ ，煤气发电热能提高，恶劣环境造林，氢气制造、储存和供应
	《环境研究和技术开发的推进方针》	两个基本战略：研究开发的综合与整合、充实和完善环境研究的基础；四个重点领域：抑制地球变暖、循环性社会、自然共生性社会、社会安全健康
德国	《德国 2020 高科技战略》	战略汇集了德国联邦政府各部门的研究和创新举措，重点关注气候 / 能源、保健 / 营养、交通、安全和通信五个领域
英国	《关于行星地球的下一代科学：NERC 2007—2012 年战略规划》（自然环境研究委员会，NERC）	三个研究方向：国际水平的多学科研究、与自然和谐相处技术、继续合作 一个科学目标：引导世界从数月数十年尺度上预测环境变化对区域和地方的影响 七个研究主题：气候系统，生物多样性，自然资源可持续利用，地球系统科学，预测和减轻自然灾害，环境、污染和人类健康，监测与预测技术 若干研究计划：变化的水循环、海洋酸化、通过生态系统服务减少贫困、降低暴风雨风险；环境纳米影响、气候变化与影响不确定性、碳捕获与储存、土地用于可再生能源生产
	《新西兰环境科学研究路线图》（2007—2017 年）	三个主题：系统理解和综合、科技转移和吸收、信息系统应用 六个领域：全球环境变化、土地 / 水 / 海岸带、城市设计与灾害、生物安全、生物多样性、海洋系统
韩国	《第二次环保技术开发综合计划》（2008—2012 年）	三大目标：战略性技术开发、集中培育优秀环保企业、完善环境可持续性指标 四大支撑：扩大投资、加强基础能力建设、战略性环保技术重点投资、环保产业政策倾斜

向欧共体层面的共同科技与研发政策的开始。

全球化促使欧盟在 20 世纪 90 年代对科技政策进行重大调整,重点在于把技术的生产转向创新成果的推广应用。1999 年,欧盟意识到“研究与发展框架计划”的不足,研发投入严重落后,科技政策存在着缺乏整体战略考虑,横向协调薄弱,项目数量过多,重点不突出以及申请项目手续繁琐等弊病。2000 年,欧盟针对这种情况制定了里斯本战略,提出要在 2010 年以前将欧盟建设成为世界上最具竞争力和活力的知识经济体,在促进可持续经济增长的同时创造出更多更好的工作机会。欧盟提议建立“欧洲研究区”,其主要目标在于集中欧盟科研资源,增强科研人员的流动性,深化跨国合作,效仿美国和日本的模式,通过联合各方力量,鼓励一种更加包容的工作方式,增强欧洲研究机构的竞争力。2007 年,欧洲研究理事会启动,其任务是帮助欧洲研究人员在所有领域自由开展研究,同时简化项目资助的程序。特别是那些没有经济目的但对科技发展方向至关重要的基础研究,以此弥补科研框架计划只注重支持工业政策的缺陷。

(一) 欧盟科技框架计划(FP7)

欧盟科技框架计划是世界上规模最大的官方综合性科研与开发计划之一。为整合各成员国的科研力量,提升整个欧盟层面的研发水平,欧盟从 1984 年起已顺利实施了七个研发框架计划并取得了丰硕的成果。分别为第一科技框架计划(1984—1987 年),第二科技框架计划(1987—1991 年),第三科技框架计划(1991—1994 年),第四科技框架计划(1994—1998 年),第五科技框架计划(1998—2002 年),第六科技框架计划(2002—2006 年)和第七科技框架计划(2007—2013 年)^[8]。

欧盟第七科技框架计划(2007—2013 年)总投入经费 501.82 亿欧元。其中与生态文明建设相关的研究领域主要包括:环境与气候变化、可再生能源、绿色交通以及土地、森林和水生环境等生物资源的可持续经营与管理等。环境与气候变化领域研究的主要目标是致力于探讨气候、生物圈、生态系统和人类活动之间的关系,鼓励理论和技术应用的整合,以凸显全球性环境问题的重要性,并达到环境与自然资源的可持续管理和保护。主要研究活动包括气候变化、污染与风险管理、

自然资源可持续管理以及环境技术研究等。能源领域的研究目标是:优化目前能源结构,以可再生、无污染的多样化能源为基础,减少对进口燃料的依赖;提高能源效率,包括能源的合理利用及储存。在应对能源供应安全和气候变化问题的同时,提高欧洲工业的竞争力^[9]。

2010 年,“欧盟 2020 战略”提出调整欧洲发展目标,在未来十年内将重点关注科技创新、研发、教育、清洁能源及劳动力市场自由化。重点集中在三方面:发展以知识和创新为主的智能经济;通过提高能源使用率增强竞争力,实现可持续发展;提高就业水平,加强社会凝聚力。该战略强调“促进实现智能、包容和可持续发展”的增长模式,这一模式能否取得事半功倍的成效,关键在于科技创新。

(二) 欧盟《环境行动计划》

欧洲委员会制订的欧盟第六个环境行动计划。名称为:“环境 2010: 我们的未来,我们的选择”(Environment 2010: Our Future, Our Choice)。该行动计划的主要目的是提高欧盟国家人民的生活质量,让他们生活在一个更加清洁和健康的环境中。它确定了欧盟未来 5~10 年环境政策的优先领域和目标,并细化了达到目标所采取的战略措施。该计划认为,欧洲和全世界长期繁荣的关键是“可持续发展”^[10]。另外,该计划还支持和鼓励以下方面的发展:特别鼓励企业在自愿的基础上和通过立法在环境方面做得更好一些;重视环保措施提高效率和生产力;扩大绿色产品市场加大创新并增加就业的机会;欧洲的企业在扩大的市场中繁荣。该计划确定了四个优先领域和目标,即遏制气候变化、保护大自然和野生生物、环境与健康、自然资源和废弃物。

最新一期的《环境技术行动计划》(2014—2020 年)确定了三个优先课题:“强化自然保护与生态系统复苏能力”“促进可持续且资源效率高的低碳发展”及“高效处理环境对健康造成的威胁”。两个目标:强化欧盟城市可持续发展、提高欧盟在地区及国际上解决环境及气候变化课题方面的影响力。可以看出,这些行动计划都非常注重绿色、低碳和循环经济的可持续发展方式,这也是环境保护和生态文明建设的主要发展方向。

四、日本的科学技术发展

日本政府于 1995 年 11 月 15 日公布了《科学技术基本法》，在技术立国的基础上进一步提出“科技创新立国”的战略口号。由此，日本“技术立国”战略步入了一个新阶段，即“科技创新立国”战略阶段（1995 年至今）。从技术立国到科技创新立国，意味着日本技术立国的战略核心发生了根本性转变，实现了质的飞跃。

从战略思想上来看，是在于巩固经济大国地位的基础上成为政治大国和地区军事大国。告别“模仿与改良的时代”，创造性地开发领先于世界的高技术，把科技重点放到“开发有独创性的科学技术”上来，力争从一个技术追赶型国家变为科技领先型国家。将生命科学、环境科学、信息通信技术、纳米技术、能源、制造技术、社会基础设施、前沿领域（主要是宇宙和海洋）纳入重点科技研究领域，其中前四项是重中之重。从战略措施上，变革科技组织体制，制订科技基本计划。1995 年撤销“科学技术会议”，在内阁成立“综合科学技术会议”（具有制定国家的科技发展战略，协调政府各省厅之间有关科技项目关系的职责）。从 2001 年 4 月起，89 个国立科研机构重新组合成 59 个拥有较大自主权的独立行政法人，实行民营化管理。根据 1995 年通过的《科学技术基本法》，每五年制订一次《科学技术基本计划》^[11]。

日本综合科学技术会议于 2006 年 3 月 22 日审议通过了《分领域推进战略》（以下简称《战略》），确定了政府集中投入和优先分配研发资源的重点领域。《战略》确定生命科学、信息通信、环境、纳米技术和材料为“四大重点推进领域”；能源、制造技术、社会基础建设和前沿科学技术为“四大推进领域”。日本从战略重点科学技术中选择关系到国家综合安全，旨在引领日本将来发展，符合国家发展目标和长期战略的项目作为“国家核心技术”，由国家主导实施^[12, 13]。

总之，日本在第二次世界大战后，采取了技术引进型追赶战略，以追赶世界先进水平。日本在引进欧美技术时很注重选择，并强调对引进技术进行消化、吸收和创新，从而形成了日本高技术产业的基础。日本高技术发展政策体现了“科技立国”思想，把加强基础研究和创造性开发研究作为根本的

出发点，力图在一些重要领域有自己的“看家本领”，在“科技立国”中发挥独有的高技术作用。日本目前的科技发展战略主要包括以下四个方面：①加强对基础研究和经济前沿领域的研究，尤其是支持带有创造性的、与开拓新领域相关的战略性的研究；②增加政府对研究与开发的直接投资；③进一步改善科技发展的环境，构筑新的研究开发体制；④提高全体国民对科技的关心和学习意识。

五、国外科技发展的经验与启示

纵观世界各国的科技发展战略，各国的科技发展战略因其社会、经济、政治等差异而有所不同，但仍呈现一些共同的特征。

（1）各国均结合世界、本国的总体形势和科技发展的现状与趋势，详细制定基于世情、国情的科技发展战略。

（2）非常重视科技强国的理念。各国政府都清醒意识到科技在当今世界各方面的重要影响，提高国家科技水平也就意味着综合国力的提高，因此各国纷纷致力于其中长期科技发展规划的制订及实施。

（3）确定生态文明建设的优先发展领域。各国基本上选择信息技术、生物科学技术、环境技术、能源技术、国防航空和航天等作为优先发展领域。

（4）强调人才和人才政策在科技发展中的巨大作用。科技发展离不开人才。各国为人才培育出台了一系列优惠和鼓励措施，为科技人才更好地施展其才能提供了广阔的平台。

（5）非常重视自主创新和科技成果产业化。各国均致力于科学技术研究成果的本土化、生产力转化率，以服务于各国经济、社会的发展。

（6）重视国际科技交流与合作。各国在竞争过程中，都意识到了科技交流合作的重要性：既可刺激各国加大科学研究投入力度，以提高其科技竞争力，又可节约研发成本，缩短研发周期。

六、我国生态文明建设科技创新支撑保障的对策与建议

中国共产党的第十八次全国代表大会报告提出了“两个百年”奋斗目标，预计未来 20~30 年

我国将步入后工业化时代,城镇化基本完成,社会呈现老龄化特征,国民收入达到较高水平。基于对未来经济社会发展情景以及我国工程科技发展现状的分析,我国经济社会发展对工程科技的战略需求概括为:推进农业现代化,促进工业化和产业升级,提升信息化水平,发展新型城镇化,应对老龄化,推动绿色化,确保可持续,提高民生质量,保障公共安全,为我国转变经济发展方式,实现人与自然、人与社会和谐发展提供强有力的科技支撑。通过科学谋划提出切实可行的发展路径,通过科技创新形成有效的科技支撑,更好、更快地实现经济发展方式转变,降低经济发展方式转变的代价和成本,是当前我国经济社会发展赋予工程科技领域的历史使命,是工程科技发展的重要命题。因此,我国生态文明建设的各个领域都需要进行不断的科技创新。根据中国共产党第十八次全国代表大会对生态文明建设的总体要求和战略部署,当前和今后一个时期,应该把生态文明的建设任务作为我们科研工作的重要出发点,围绕国土空间开发与资源配置、生产生活消费、生态保护与建设以及环境保护等领域,在低碳技术、绿色经济、生态恢复和环境治理技术等重要领域瞄准核心问题,加强科技战略布局。

(一) 加强科技发展的顶层设计和统筹规划,制定中长期发展战略

准确把握科技发展规律和经济发展的动态需求,加强科技的顶层设计,政府主导、统筹规划,制定国家战略性科技创新发展中长期目标,以满足生态文明建设对科技持续不断的需求。围绕国家经济社会和生态文明建设工作重点,优先安排制约区域或行业发展的重大或共性技术研发和生态建设工程,以解决生态文明建设中所急需的科技支撑保障问题。

(二) 加强创新型人才队伍建设

我国的创新型人才队伍建设,一方面要根据当前形势,抓住机遇,从海外引进高层次人才,特别是工程科技领域的高层次领军人才,这将大大加强我国创新型领军人才队伍,对创新型国家建设将发

挥重大作用;另一方面要立足国内,着眼未来,采取切实措施,加大工程科技教育投入,加快我国创新型工程科技人才的培养。

(三) 多渠道加大创新科技研发的投入

一方面要采取有力措施,加大政府科技投入。要积极采取措施加大财政科技投入的力度,调整和优化投入结构,建立财政性科技投入稳定增长的机制,增强政府投入调动社会科技资源配置的能力,建立激励与约束机制。另一方面要制定优惠政策鼓励、引导企业和社会增加科技投入。政府重点在财政收入、税收、金融、采购、技术引进、知识产权保护、人才、教育、创新平台、国际科技合作等方面给予政策优惠,扶持自主创新。形成多元化、多渠道、高效率的科技投入体系,提高科技资源共享利用的效益。

(四) 加强科技交流,提高生态文明建设科技国际化程度

①注重开展多种形式的国际和地区科技交流合作,加大利用全球科技资源力度,加强技术引进和合作;②注重围绕国家战略需求参与国际大科学计划和大科学工程,鼓励我国科学家发起和组织国际科技合作计划,支持企业和科研机构到海外建立研发机构;③注重支持国际学术机构、跨国公司等来华设立研发机构,吸引全球科技人才来华创业;④注重完善政府间科技合作机制,提升对外科技合作水平,推进科技援外,加强民间科技合作。

参考文献

- [1] 赵成. 生态文明的兴起及其对生态环境观的变革——对生态文明观的马克思主义分析[D]. 北京: 中国人民大学博士学位论文, 2006.
- [2] 胡锦涛. 坚定不移沿着中国特色社会主义道路前进为全面建成小康社会而奋斗[R]. 北京: 中国共产党第十八次全国代表大会报告, 2012.
- [3] 徐兴珍, 彭金发. 浅析科技创新与生态文明建设协调发展[J]. 长春理工大学学报(社会科学版), 2014, 27(10): 14-15.
- [4] 刘荣春, 吉宏, 曾超. 国内外科技发展战略比较研究[J]. 企业家天地, 2005, 12: 139-140.
- [5] 孙见君. 21世纪美国科技发展战略与我国科技发展对策[J]. 江苏工业学院学报, 2003, 4(3): 7-10.
- [6] U.S. Environmental Protection Agency. EPA strategic plan [EB/OL]. 2010. <http://www2.epa.gov/planandbudget/archive#StrategicPlan>.
- [7] 张书军, 王磊, 裴志永. 美国环保署战略计划(2006—2011)述评

- [J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(6): 147-150.
- [8] 关键, 刘立. 欧盟框架计划的优先研究领域及其演变初探[J]. 中国科技论坛, 2008, 1(1): 136-140.
- [9] 欧盟第七科技框架计划 (FP7) [EB/OL]. 2011. <http://kfy.hust.edu.cn/BSZL/ZXYJYGJHZ/ZHZGBMXMJS/2011-06-24/14-1223793.html>.
- [10] 邓翔, 瞿小松, 路征. 欧盟环境政策的新发展及启示[J]. 财经科学, 2012, 11(296): 109-116.
- [11] 姜新军. 日本科技发展战略研究[J]. 企业科技与发展, 2007, 16: 7-8.
- [12] 谢玮. 试论日本科技发展战略的三次转向的启示[J]. 交流研讨, 2014, 8: 87-89.
- [13] 胡明晖. 从《科学技术基本计划》看日本科技发展战略[J]. 科学管理研究, 2012, 30(2): 116-120.
- [14] 中华人民共和国科学技术部. 德国2020高科技战略[EB/OL]. 2010. http://www.most.gov.cn/gnwkjdt/201008/t20100817_78933.htm.
- [15] 李延梅, 张志强. 英国自然环境研究委员会(NERC)2007—2012年战略规划[J]. 世界科技研究与发展, 2008, 30(5): 662-666.