

引领未来的科学计划

陈广仁¹, 朱宇¹, 苏青^{1,2}

1. 科技导报社, 北京 100081
2. 中国科学技术出版社, 北京 100081

摘要 制定、发布科学计划,对重要科学领域、重大前瞻问题的超前研判、提前部署、重点支持、集中研发具有重要的促进作用。本文遴选、报道国际组织、科技大国2013年发布、启动的28项重大科学计划。这28项科学计划涉及航空航天、生命科学、地球环境、能源材料、综合研发5个重要科技领域,分别是:①航空航天:“2013—2020年俄罗斯航天行动”国家计划,中国“2013年航天计划”,英国“国家航天技术计划”,日本新版“宇宙基本计划”,美国“战略太空技术投资计划”,印度“火星探测计划”,韩国“2040宇宙远景”计划,美国“小行星捕获计划”,“2013—2015年俄罗斯航空工业发展计划”,美国“XS-1空天飞机计划”;②生命科学:欧盟“人脑工程计划”,美国“推进创新神经技术脑研究计划”,世界卫生组织“2013—2020年预防控制非传染性疾病行动计划”;③地球环境:中国“天气研究计划(2013—2020年)”,中国“气候研究计划(2013—2020年)”,美国“北极研究5年计划”,中国“应用气象研究计划(2013—2020年)”,中国“综合气象观测研究计划(2013—2020年)”,日本“海洋基本计划(2013—2017)”,中国“大气污染防治行动计划”,“国际海洋发现计划(2013—2023)”;④能源材料:欧盟“石墨烯计划”,美国“清洁能源制造计划”;⑤综合研发:中国“循环经济发展战略及近期行动计划”,韩国“第三次科学技术基本计划”,法国“未来10年投资计划(PIA)”,中国“信息化和工业化深度融合专项行动计划(2013—2018)”,欧盟“地平线2020”。

关键词 科学技术;科学计划;科学前沿

中图分类号 G323,N1

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2014.31.001

Science Programmes Lead to the Future

CHEN Guangren¹, ZHU Yu¹, SU Qing^{1,2}

1. Science and Technology Review Publishing House, Beijing 100081, China
2. China Science and Technology Press, Beijing 100081, China

Abstract Developed and published scientific programme aims to focus on the important fields of science, major issues ahead of the deployment of forward-looking, focusing on support, centralized research and development. This paper selected and reported 28 major science programmes below of international organizations, scientific and technological powers released and launched in 2013. They are: ① Aviation and aerospace: The state programme “Russia’s Space Activities for 2013—2020”, China “Space Program in 2013”, the UK “National Space Technology Programme”, Japanese new version of “Basic Plan for Space Policy”, the US NASA “Strategic Space Technology Investment Plan”, India “Mars Orbiter Mission”, South Korea “2040 Space Prospect”, the US NASA “Asteroid Redirect Mission”, Russia “State Programme on Aviation Industry Development in 2013—2015”, the US DARPA “Experimental Spaceplane (XS-1) Program”; ② Life sciences: the EU “Human Brain Project”, the US NIH “Brain Research through Advancing Innovative Technologies Initiative”, “Action Plan for the Prevention and Control of Non-Communicable Diseases (2013—2020)”; ③ Earth sciences: China CMA “Weather Research Program (2013—2020)”, China CMA “Climate Research Program (2013—2020)”, the US “Arctic Research Plan: FY 2013—2017”, China CMA “Application Meteorology Research Program (2013—2020)”, China CMA “Research Program for Integrated Meteorological Observation (2013—2020)”, Japan “Basic Plan on Ocean Policy”, China “Action Plan on Prevention and Control of Air Pollution”, “International Ocean Discovery Program (2013—2023)”; ④ Energy and material: the EU “Graphene Flagship”, the US “Clean Energy Manufacturing Initiative”; ⑤ Comprehensive R&D: China “Circular Economy

收稿日期:2014-10-08;修回日期:2014-10-28

作者简介:陈广仁,副编审,研究方向为科学技术哲学,电子邮箱:chenguangren@cast.org.cn

引用格式:陈广仁,朱宇,苏青. 引领未来的科学计划[J]. 科技导报, 2014, 32(31): 15-28.

Development Strategy and the Immediate Plan of Action”, China “Depth of Integration of Information Technology and Industrialization Special Action Plan (2013—2018)”, South Korea “The Third Science and Technology Basic Plan”, France “Investments for the Future Programme”, the EU “Horizon 2020”.

Keywords science and technology; scientific programs; science frontier

20世纪初,科技研发事业即露出大科学迹象。苏联1930年启动的“苏联太空计划”、美国1942年实施的“曼哈顿计划”、中国1956年实施的“两弹一星”计划、美国1961实施的“阿波罗计划”、美国1980年启动的“星球大战计划”、美国1985年率先提出的“人类基因组计划”等重大科学计划先后取得举世瞩目的巨大成就,使集中国家或国际力量实施科技攻关这一大科学活动形式越来越占据重要地位。大科学指研究目标宏大、团队合作要求高、投资强度大、学科交叉性强、实验设备昂贵且复杂、研发成果影响深远的科技研发活动。随着人类科学创造活动的迅速发展,大科学的特点正日益明显、强化和突出。在大科学发展中,科学规划、科学工程、科学计划等科技活动的组织、实施方式逐渐崭露头角。

20世纪下半叶以来,国际组织、科技大国相继制定、发布、实施了许多目标明确、影响重大的科技计划。其中有的针对国家科技研发的战略规划,也有面向科技前沿攻关的重大项目,还有推动全球科技进步的重大计划。为展示2013年度国际组织、科技大国发布、实施的科学计划,本课题组查阅部分国际组织、科技大国科技机构的网页及主流科技媒体的相关报道,遴选、报道部分重要的科学计划。

本文所述“科学计划”,指由国家或国际组织根据科学技术研发趋势和社会经济发展需要,针对科技研发的前沿方向或重大问题制定、发布、实施的攻关方案。遴选科学计划遵循的原则是:1)科学计划属于科技研发的前沿方向或重大问题的攻关方案;2)由国际组织、科技大国制定;3)在2013年度内发布、启动。本文报道的科学计划,按研究方向分类,以发布时间为序。

1 航空航天计划

1.1 “2013—2020年俄罗斯航天行动”国家计划

2013年1月12日,俄罗斯航天署发布“2013—2020年俄罗斯航天行动”国家计划^[1]。

依据《关于批准的俄罗斯联邦国家规划清单》(2010-11-11第1950-P号)和总统令《关于国家长期经济政策》(2012-05-07第596号),根据俄罗斯2030年前及未来航天活动国家政策确定的航天领域主要目标和优先级,制定的“2013—2020年俄罗斯航天行动”国家计划,旨在载人航天飞行和无条件完成航天领域国际义务中保持俄罗斯的领先地位,确保有利于科学和社会经济的航天活动的安全和实施^[2]。该计划的执行部门是俄罗斯联邦航天局,协办部门是俄罗斯国防部^[3]。主要规划和计划有“2006—2015年俄罗斯联邦航天规划”、“2012—2020年支持、发展和应用GLONASS系统”和“2006—2015年俄罗斯航天发射场发展”2个联邦专项计划,

以及“火箭航天工业优先创新项目”、“火箭航天工业发展”和“国家规划实施保障”等子计划。

国家计划分二阶段实施:2013—2015年,基于《2013—2020年俄罗斯航天活动国家规划》专项计划确定;2016—2020年,基于《俄罗斯联邦2020年及后续航天活动政策基础》和《俄罗斯联邦2030年及后续航天活动政策基础(草案)》确定的国家航天活动的主要方向确定。

该计划的优先方向是:①保障俄罗斯的空间准入权,发展空间技术、应用和服务,履行国际义务;火箭航天工业发展能够保障在2020年前实施对近地轨道外空间探测能力;②为科学研究收集空间资源,保障俄罗斯在认知周围世界的形成规律与机制、生命起源及空间能源开发和其他资源的开发领域占据先进地位;③载人航天。2020年前的重点是继续运行国际空间站,在国际合作探索太阳系其他行星和天体框架内创建新载人航天工具的科技储备。

该计划的重点领域主要有:①扩展航天器轨道星座,2015年达到95个航天器,2020年达到113个航天器;国际空间站俄罗斯舱段扩展,2015年达到6个舱段,2018年达到7个舱段;②扩展功能的新GLONASS-K系列航天器保障GLONASS系统轨道星座的必要组成。2015年俄罗斯GLONASS全球卫星导航系统的定位精度将从现在的2.8 m达到1.4 m,2020年提高至0.6 m;③2020年前完成Angara A-5运载火箭系统的研制工作并投入运行,改造普列谢茨克和拜科努尔发射场以保证其有效运行;④在俄罗斯境内建造新的东方发射场,1期和2期工程分别于2015和2018年完工;⑤研制有竞争力的生产新工艺,发展卫星通信、对地遥感、导航保障、遇险人员搜索救援、突发事件监控等技术;履行载人航天和支持国际低轨道搜索和营救卫星系统若干国际义务;改进和改造火箭航天工业,保障生产规模与2011年相比增长1倍;⑥在基础空间研究领域,将实施项目保障俄罗斯在空间科学的主要研究方向进入前列,计划研制3个空间天文台:光谱UV、光谱M和 γ 400;⑦发展深入探索月球计划,完成“月球-全球”轨道设备和“月球-资源”着月设备(1、2阶段)任务,取得月壤;⑧发展全系列新技术:行星际飞行和人类在行星表面活动技术^[1,3]。

俄罗斯为该计划确定了2.1万亿卢布(约700亿美元)的保障经费。其中,2013—2015年航天预算约5780亿卢布,研发费用约占50%。

该计划落实后,2020年将可提供的服务包括:①空间通信、广播和转播方面,研制大规模多功能空间转播系统,提高俄罗斯低轨道对地遥感航天器、发射系统和国际空间站俄罗斯舱段的使用效率;②发展固定通信系统、移动卫星通信和

无线电视广播的轨道星座,新一代航天器达到39个,能在俄罗斯全境包括北极地区提供上述通信服务;③对地遥感设备和水文气象观测仪器方面,通过发展全新空间系统将轨道星座增加到24个航天器,以解决地图测绘、自然环境监测、突发事件有效监测、自然资源勘测、北极地区监测等。

1.2 中国“2013年航天计划”

2013年1月16日,中国航天科技集团公司公布“中国2013年航天计划”:实施16次宇航发射,“神舟十号”与“天宫一号”完成载人空间交会对接应用飞行任务,进一步验证交会对接技术的可靠性;“嫦娥三号”实现中国航天首次月球软着陆探测和自动巡视勘察^[4]。

2013年6月13日,“神舟十号”飞船与“天宫一号”目标飞行器成功实现自动交会对接。6月26日,“神舟十号”载人飞船返回舱在中国内蒙古中部预定区域安全着陆,航天员聂海胜、张晓光、王亚平健康出舱,开创了中国载人航天应用性飞行的先河^[5]。2013年12月14日,“嫦娥三号”成功实施月面软着陆,中国由此成为全世界第3个实现月面软着陆的国家^[6]。

中国航天事业自1956年创建以来,经历了艰苦创业、配套发展、改革振兴和走向世界等几个重要时期,目前已在卫星回收、一箭多星、低温燃料火箭技术、捆绑火箭技术及静止轨道卫星发射与测控等许多重要技术领域跻身世界先进行列,在遥感卫星研制及其应用、通信卫星研制及其应用、载人飞船试验及空间微重力实验等方面均取得重大成果。

1992年9月21日,中国正式实施载人航天工程(921工程),确定了载人航天“三步走”发展战略:第一步,实现天地往返,航天员上天并返回地面;第二步,实现多人多天飞行、航天员出舱和太空行走、飞船与空间舱交会对接等多项任务,并发射短期有人空间实验室;第三步,建立空间站。

按照中国中长期的航天计划,2018年前后将发射空间站试验性核心舱,到2020年,中国在轨航天器数量将超过200颗,年均航天发射数量将达到30次左右,“长征五号”、“长征六号”、“长征七号”运载火箭投入商业运营,“北斗”卫星导航系统将覆盖全球,并将完成载人空间站的建造(图1)。



图1 中国航天计划示意(图片来源:科技日报)

1.3 英国“国家航天技术计划”

2013年1月24日,英国航天局公布“国家航天技术计划”(NSTP),为英国工业加速创新、扩大商业航天市场销售的能

力提供支持,巩固英国在未来国际航天计划中的优势地位^[7]。

该计划中,核心项目的目标是开发高度商业化的尖端太空技术,帮助英国工业在航天领域开拓成长机遇,并提高英国航天技术能力,主要包括:①启动“下一代”(NextGen)通信卫星平台研制工作,主要为未来欧洲3~6吨通信卫星研制机械平台构架;②研制一个稳固、轻型、便携式Ka波段卫星通信终端。这个终端将为最新一代高带宽卫星宽带服务提供便携和移动性访问服务;③开发系统和服务,用于从卫星对地观测数据中测量陆地碳储备和变化。这种服务将提供比目前更优的分辨率服务,并监控碳变化,类似于跟踪气候变化的商用工具;④通过加速新型S波段合成孔径雷达设备的技术研发,为英国NovaSAR合成孔径雷达任务提供方案。短期项目的目标是设计和开发最新的航天产品与技术,并利用航天技术或源于航天数据开发商业产品和服务,范围涉及卫星通信、遥感、定位和导航及授时、机器人与空间探索等,英国22家创新型公司将参与研发^[8]。

1.4 日本新版“宇宙基本计划”

2013年1月25日,日本宇宙开发战略本部通过未来5年日本宇宙事业发展基本计划,出台新版“宇宙基本计划”。

日本于2009年制定“宇宙基本计划”,提出2020年前后用机器人探测月球,争取未来实现载人探月。新版“宇宙基本计划”将安全保障与防灾、振兴产业和宇宙科学作为太空政策重点,明确了日本空间政策的管理体制,确立了日本空间开发利用的基本方针,指明未来5年的日本宇宙产业,将构建定位卫星、气象卫星、通信卫星和宇宙输送系统四大支柱,使2020年时日本宇宙产业产值达到15万亿日元^[9,10]。

新版“宇宙基本计划”的具体目标是:①2017年建立由4颗准天顶卫星组成的定位系统,并最终拥有7颗准天顶卫星,形成日本独有的GPS定位系统。在亚洲开展卫星定位服务,提升情报收集卫星功能。扩大地球观测卫星、通信广播卫星市场,提高国际竞争力;②从费效比角度充分评估国际空间站活动,探讨2015年后的参与方式;③宇宙科学和太空探测领域,强化小行星探测器“隼”,争取获得世界最先进的成果;④改进升级主力火箭H2A,包括正在研发的Epsilon火箭,争取10年后每年进行一次商业卫星发射^[9,11]。

该计划还提出,将推进开发太空垃圾摧毁技术,并加强太阳活动观测,开展太空天气预报^[12]。在军用卫星领域扩充强化卫星侦察监视能力,加快对大数据的传送,提高图像分发和研判能力;研制发展专用军事通信卫星,改变目前依赖商用卫星提供军事通信服务现状;建成覆盖本土与周边地区的导航卫星星座,推进下一代导航卫星相关技术开发。在空间运输领域,巩固并强化日本运输能力、增强自主性;涉足空间对抗领域,在已有空间机器人基础上,提出了抑制和减少空间碎片的研发目标^[13]。

1.5 美国“战略太空技术投资计划”

2013年2月11日,美国航空航天局(NASA)正式发布“战略太空技术投资计划”(SSTIP)。SSTIP为NASA未来4年的

太空技术投资提供指导,内容范围覆盖20年,约每2年调整1次,以满足NASA和美国需求,并确保其空间技术全球领导者地位^[14]。

SSTIP是继NASA制定的一系列《空间技术路线图和优先事项》提出的。新发布的SSTIP基于4个支柱系统目标,确保NASA投资使得关键参与者、其他美国政府机构、私营企业和国家经济实现利益最大化^[15]。SSTIP的投资重点关注有可能彻底改变人类探索、发现及在太空时需要的突破性技术。SSTIP创建了3个层次投资集中度:核心、相邻和互补技术投资。其中,核心技术投资是NASA的投资重点,约占未来4年投资总额的70%,主要包括必要技术投资及8项开创性和交叉性技术投资。相邻技术投资为额外的高优先级投资,约占20%,与核心技术投资密切相关;相邻技术不是核心技术的一部分,但却是NRC提出的83个高优先级技术的一部分。互补技术投资包括美国空间技术路线图和美国国家研究委员会(NRC)提及的其他空间技术,约占10%^[16]。

1) SSTIP核心技术投资。核心技术代表着NASA当前和未来计划任务中不可缺少的技术投资重点领域。SSTIP框架的8项核心技术是:①发射和空间推进技术,重点投资领域:化学空间推进技术、非化学空间推进技术、固体火箭推进技术、液体推进技术等;②高数据率通信技术,重点投资领域:RF通信、近地和深空空间孔径排列技术等;③轻型空间结构和材料,重点投资领域:重量轻、灵活性强、功能多、机电性能好的先进材料及具备一定潜力的材料;④机器人和自主系统,重点投资领域:推进自主技术人员操作、自主车辆系统管理、自主交会对接和自主机器人等;⑤环境控制与生命保障系统,重点投资领域:先进的空气再生系统、水回收技术、废物管理和居住系统等;⑥空间辐射抑制技术,重点投资领域:辐射风险评估模型、辐射防护系统、辐射缓解、辐射监视技术、载人辐射预测技术等,生物化学措施和质量有效的屏蔽功能材料和结构,发病预测预警系统;⑦科学仪器和传感器,重点投资领域:大镜子系统和结构,遥感仪器和传感器;⑧进入、下降和着陆(EDL)技术,重点投资领域:废弃的TPS驱动,可重复使用的TPS,小于11 km/s的刚性烧蚀TPS,充气、灵活和可部署的TPS;其他EDL技术领域^[17]。

2) SSTIP相邻技术投资。具备高优先权并符合NRC推荐的8个投资技术重点领域:①先进的发电、存储和传输技术,增加可用功率技术等;②高效精确导航、定位和定时技术;③舱外活动技术等;④长期健康保障技术,如医疗筛查技术、可穿戴的生物医学传感器、人工重力处方装置、虚拟治疗师等;⑤地面系统;⑥纳米技术;⑦建模与仿真;⑧低温热管理^[17]。

3) SSTIP互补技术投资。SSTIP计划中认定的互补技术主要包括运载火箭的运输、组装、集成和处理,发射现场航天器和有效载荷硬件包括发射平台的操作、发射处理的基础设施、发射控制技术、减缓影响地面发射操作的环境因素技术等^[17]。

1.6 印度“火星探测计划”

2013年2月21日,印度总统穆克吉向印度国会议员表

示,印度将启动首个“火星探测计划”(MOM),在全球太空竞赛中追赶美国、俄罗斯及中国的脚步^[18]。

MOM于2012年8月15日批准,2013年10月启动,目标是发射火星探测器,调查火星地质概况和生命起源、进化和可持续性,拍摄火星照片,绘制火星表面地图并研究火星环境。拟于2013年11月将探测器送入火星轨道^[19]。

2013年11月5日,在印度萨迪什·达万航天中心成功发射了火星探测器“曼加里安号”(Mangalyaan),运载火箭为极轨卫星运载器PSLV-C25,于当地时间14:38起飞,约45 min后将探测器送入246.9 km×23566 km地球停泊轨道,与预定轨道十分接近。发射窗口10月28日开启,11月19日关闭。按预定计划,Mangalyaan由火箭送入248 km×23000 km的地球停泊轨道,经6次轨道提升后于12月1日离开地球轨道,进入火星截获轨道,2014年9月24日飞抵火星,进入372 km×80000 km椭圆火星轨道,在绕火星运行轨道上工作6~10月(图2)。目前,正在火星表面和轨道上工作的探测器有5个:美国的“火星奥德赛号”和“火星侦察号”轨道器、“机遇号”和“好奇号”漫游车;欧洲空间局(ESA)的“火星快车号”轨道器^[20,21]。

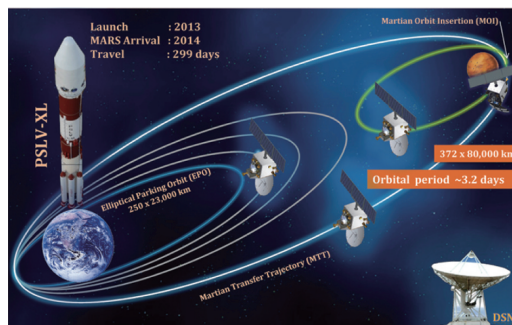


图2 Mangalyaan轨道示意(图片来源:ISRO网站)

Mangalyaan为轨道探测器,印度空间研究组织(ISRO)研制,耗资约45亿卢比(7350万美元)。探测器发射重量约1350 kg,进入火星轨道时约为500 kg。Mangalyaan的主要目标包括技术和科学两个层面。在技术方面:①设计并实施一项火星轨道探测任务,使探测器能开展地球轨道机动、300天巡航飞行、火星轨道进入/捕获和绕火星做在轨运行;②开展深空通信、导航、任务规划和管理;③融入自主能力以应对紧急情况。在科学方面,Mangalyaan携带了5个有效载荷:①莱曼-阿尔法光度计(LAP),用于测量氦和氢丰度比,评估火星上水逃逸到外太空过程;②热红外成像光谱仪(TIS),制作火星表面成分和矿物分布图;③火星外逸层中性成分分析仪(MENCA),研究火星上层大气的中性成分;④火星彩色相机(MCC),对火星表面地貌进行成像,监视火星上的动态事件和天气,拍摄火卫一和火卫二照片;⑤火星甲烷传感器(MSM),测量火星大气,寻找浓度水平仅 10^{-10} 的甲烷及其来源。

印度航天起步于1963年。1975年4月19日,第1颗自制卫星从苏联发射成功;1980年7月18日,本土成功发射自制卫星,成为世界上第6个可独立发射卫星的国家;2004年9

月,使用超低温发动机发射地球同步卫星;2007年1月10日,使用极地卫星运载火箭将返回式航天器送入太空;2008年10月22日,“月船1号”发射升空,并探明月球上存在水。1963年,印度在顿巴建立了第一个火箭发射台并成功发射了第1枚火箭,目前印度拥有4类自制运载火箭:卫星运载火箭3(SLV-3)、加大推力运载火箭(ASLV)、极地卫星运载火箭(PSLV)和地球同步卫星运载火箭(GSLV)^[20,22]。

1.7 韩国“2040宇宙远景”计划

2013年4月2日,韩国公布“2040宇宙远景”计划,拟在“罗老号”基础上,2040年实现扩充太空运送系统、扩张地球轨道太空领域和太空勘探三大目标。韩国航空宇宙研究院(KARI)表示,2040年将在地球低轨道上运行60吨级多功能空间站,并开发出载人宇宙飞船。

根据“2040宇宙远景”计划,对于近地轨道,2020年研制出1吨级50 km高度无人宇宙飞船;2030年研制出10吨级100 km高度载人宇宙飞船;2040年研制出10吨级400 km高度载人宇宙飞船和60吨级400 km高度空间站。外太空探测方面,2020年研制出发射环月飞行器和月球探测器;2025年研制出月球返回式飞船;2026年研制出火星飞行器;2030年研制出火星登陆舱;2032年研制出小行星返回式飞船;2036年研制出深太空探测器;2040年研制出太空观测望远镜。罗老宇航中心是低轨道卫星发射场,发射静止轨道卫星时可以与赤道附近国家合作,也可以利用移动型海上发射场。韩国造船技术先进,因此制造搭载海上发射场的船舶具有优势^[23-25]。

2013年11月,韩国政府公布了新的“宇宙中长期开发计划”,核心内容是自主研发火箭,争取在2020年实现探月、2030年实现探火星、2040年探测小行星的蓝图(图3)。韩国按照“宇宙中长期开发计划”,制定了“韩国太空开发中长期计划”、“太空技术产业化战略方案”、“韩国火箭研发计划(修订案)”3个主要航天计划。根据计划,韩国将在2017年前自主开发出75吨级火箭引擎,并对性能进行检测(试射);2020年前自主开发出运载火箭,争取将探测船(轨道船、无人着陆船)送往月球;2030年开始探测火星;2040年探测小行星^[26]。



图3 韩国航天计划示意(图片来源:环球网)

1.8 美国“小行星捕获计划”

2013年4月10日,美国航空航天局(NASA)公布“小行星捕获计划”(ARM)^[27],计划于2025年前在月地空间确定、捕获和迁移1颗小行星(图4),改变其轨道,使之变成月球卫星,成

为航天员登陆火星时的补给中转站。小行星与地球相撞的概率很小,但在地球发展史上确有先例,因此,ARM计划对于人类避免小行星撞击地球具有重要价值;其次,捕获小行星有助于开发小行星采矿技术、揭示太阳系形成奥秘、验证长距离太空飞行技术等^[28]。捕获、拖拽,然后载人探测,将对人类登陆其他近地小行星、火星、火卫一、火卫二和载人探访小行星带提供直接经验。

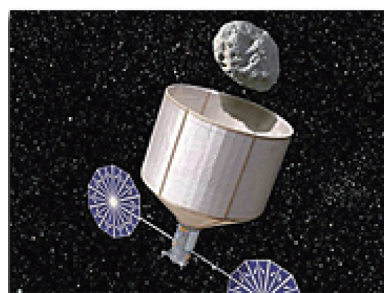


图4 ARM小行星捕获方案(图片来源:NASA网站)

2013年4月,NASA对目标小行星进行了初步筛选,小行星尺寸定位在7.6 m左右,质量约500吨。之后ARM进入方案设计阶段,NASA审查了96个捕获方案。其中,主要方案由NASA与加州理工学院共同编制,由“宇宙神5号”火箭携带小行星捕获舱执行任务。捕获舱靠近小行星时,释放出一直径约15 m的巨大“袋子”将其裹住;成功“网”住小行星后,打开推进器将其推离原有轨道,进入月球轨道成为绕月卫星。整个任务耗资约26亿美元^[28,29]。

NASA计划“捕获”小行星行动在2020年前进行,2021年4月派遣航天员登陆拖拽到月球轨道的小行星,采集岩石样本并进行全面考察,整个计划2025年完成。该计划将有助于NASA在21世纪30年代中期实施载人登陆火星计划。

ARM是美国NASA的又一个异想天开的载人航天计划,也是人类有史以来第一次尝试移动一颗太空天体的计划。目前,虽然NASA做了很大努力,但这个计划在美国国会和学术界却备受争议。争论的焦点是该计划的实现取决于在一个规定时间段内,是否有符合设想的小行星经过月地空间而又不会对地球构成威胁?该计划是否确实对火星探索等长期太空飞行有益?是否会分散NASA对实施载人火星探索的精力?因此该计划能否顺利实施,还有很大的不确定性^[30]。

1.9 “2013—2015年俄罗斯航空工业发展计划”

2013年7月30日,俄罗斯批准了“2013—2015年俄罗斯航空工业发展计划”,拟于3年内投入3000亿卢布资金。该计划依据《2013—2025年俄罗斯航空工业发展纲要》制定,目标是加强俄罗斯航空工业竞争力,实现军用航空与民用航空的良性发展,使俄罗斯这一世界第三大航空器制造国重返国际市场,重振昔日雄风^[31]。

该计划包括4项具体任务:完成新型MS-21-300第4架飞行样机制造、米-38直升机生产计划、卡-62直升机适航许

可和别-200飞机的欧洲许可。若计划顺利实施,预计民用和军用飞行器占世界航空市场的份额将分别升至3.6%和11.9%。未来客机中最受关注的是MS-21中程干线客机。MS-21将具有适应各种恶劣天气、可在高海拔地区降落等新特性,计划于2017年投入运营。俄罗斯希望用它逐渐取代图-154和图-204客机,并与波音737和空客A-320竞争^[31,32]。

苏联曾是航空大国,苏霍伊、米格、图波列夫等设计所的军用和民用机享誉世界。20世纪80年代末的顶峰时期,苏联的军用飞机和民用飞机一度占世界航空市场份额的40%和25%。苏联解体后,俄罗斯航空业产量急剧缩减,现在俄罗斯在世界航空市场的份额不超过4%。

1.10 美国“XS-1 空天飞机计划”

2013年9月,美国国防部预先研究计划局(DARPA)公布“XS-1空天飞机计划”,意在打造新一代无人太空飞机,为建立未来高超音速太空机队奠基^[33]。

XS-1 计划旨在发展完全可重复使用的无人驾驶飞行器, 它能像飞机一样水平起降, 进入太空将小型卫星送入轨道。XS-1 计划的目标是寻求能够更快速更廉价地发射小卫星, 发展新一代高超声速飞行器相关技术, 同时火箭系统用做高超声速研究平台^[34]。

XS-1 计划的关键技术指标为:10 天内飞行 10 次;最大飞行速度 10 Ma 以上,并发射一典型小型载荷进入轨道;实现将一次发射 3000~5000 磅级(约 1361~2268 kg)载荷进入太空的成本降低至 500 万美元以下。关键技术挑战包括:①制作可重复使用火箭第一级飞回式助推器;②制造具有鲁棒性的机体结构;③制作耐用的低维护度防热系统;④重复使用、长寿命、高推质比及经济可承受的推进系统^[34]。

XS-1 计划分 3 个阶段实施:初始设计和风险降低,最终设计、制造、集成和测试,飞行试验。第一阶段主要是评估技术可行性和达成项目目标的技术途径,主要任务包括:①发展 XS-1 演示验证飞行器;②识别和开展核心部件技术及工程过程的关键风险降低工作;③发展一套 XS-1 系统能力制造和试飞的技术成熟计划^[33,34]。

2014年7月,DARPA向波音公司(与Blue Origin公司合作)、Masten太空系统公司(与XCOR航宇公司合作)、诺格公司(与维珍银河公司合作)3个竞标团队售出XS-1计划第一阶段的主合同^[35]。按照时间表,XS-1空天飞机将于2017年底首次飞行,2018年进行轨道飞行试验^[36]。

2 生命科学计划

2.1 欧盟“人脑工程计划”

2013年1月28日,欧盟委员会宣布“人脑工程计划”入选欧盟未来和新兴技术的旗舰项目,2013年10月1日开始实施,在未来10年将获得10亿欧元科研经费,资金的主要来源是欧盟的地平线2020计划(Horizon 2020)^[37]。

人脑工程旗舰项目旨在深入研究和理解人类大脑的运作机制,在大量科研数据和知识积累的基础上开发出新的前

沿医学和信息技术,通过建立综合的基于信息通信技术的研
究平台研发出最详细的人脑模型,通过超大型计算机模拟人
脑细胞、化学性质和连接性,以求更好地了解大脑功能及其发
育^[38-41]。该计划包括13个子项目和6个平台,研究团队由欧洲
24个国家、12个研究地区的112个脑神经科学、生命科学、临
床医学、大型计算机和机器人技术研究机构组成(图5)^[42]。

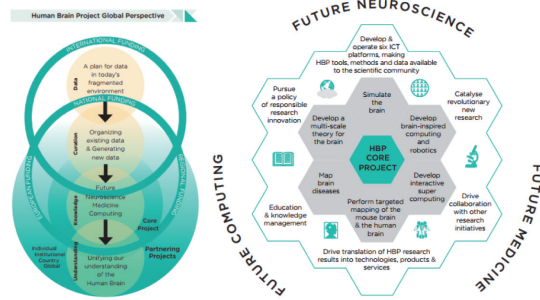


图5 人脑工程旗舰项目前景(a)和核心项目活动(b)
(图片来源:EU-HBP网站)

该计划确定在30个月时间内,到2016年建设或完善6座大型实验与科研基础设施,分别涉及神经信息学、大脑模拟、高性能计算、医学信息学、神经形态计算和神经机器人学领域。实验分析与技术科研平台将对全球科技人员开放,并诚邀世界顶尖科学家参与旗舰项目的研发创新活动^[41,43]。

2.2 美国“推进创新神经技术脑研究计划”

2013年4月2日,美国政府正式公布“推进创新神经技术脑研究计划”(简称“脑计划”),该计划被认为可与人类基因组计划相媲美^[44]。

“脑计划”的核心内容是综合运用功能核磁共振、电子或光学探针、光学成像、平行电极阵列、功能纳米粒子、光遗传学、合成生物学等新技术,探测、记录人类大脑活动;开发能够同时记录海量神经元脑电活动的技术,探索人类大脑工作机制,绘制脑活动全图,推进对人类大脑神经细胞的理解,加深对感知、行为和意识的研究,揭示人脑高能效、高可靠性之谜,寻找治疗阿尔茨海默症、帕金森症、精神分裂症、自闭症、癫痫和创伤性脑损伤等脑部疾病的新方法。期望能够帮助我们了解数十亿神经细胞是如何协同工作以产生人类思想、感情和行为,由此带动一批新的技术进步。

“脑计划”预计耗时10年、投资数十亿美元。参与者包括国家卫生研究院、国防部高级研究项目局、国家科学基金会等联邦机构,霍华德·休斯医学研究所、艾伦脑科学研究所等私营机构,以及神经学家和纳米科学家研究团队(图6)^[45,46]。

“脑计划”初次在2014年投资1.1亿美元,重点资助9个大脑研究领域:统计大脑细胞类型,建立大脑结构图,开发大规模神经网络记录技术,开发操作神经回路的工具,了解神经细胞与个体行为的联系,将神经科学实验与理论、模型、统计学等整合,描述人类大脑成像技术机制,建立收集人类数据机制,知识传播与培训^[47]。

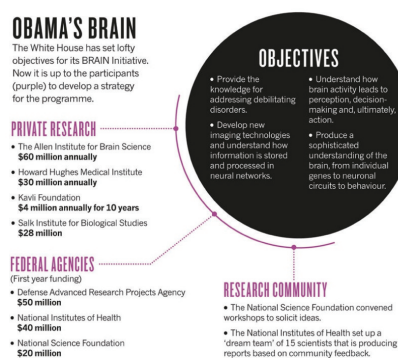


图6 美国“脑计划”示意
(图片来源: *Nature*, 2013, 503(7474): 26-28)

脑科学对于基因学、细胞生物学、生理学、生物信息学、解剖学、行为科学、信息技术、纳米技术和营养学都有重要作用,被视为科研领域“皇冠上的明珠”,成为近20年来发展最快的学科之一。美国曾将20世纪90年代命名为“脑的10年”;美国国立卫生研究院(NIH)2009年启动“人类连接组计划”,目标是使用静态功能磁共振、弥散磁共振成像、EEG、MEG等脑成像技术,绘制出不同活体人脑功能、结构图谱。随后,日本制定了“脑科学时代”计划,欧盟、德国、英国、瑞士也推出了神经科学研究计划。目前,全球脑科学研究已深入到细胞和分子水平,主要研究方向包括:阐明神经元特殊的细胞和分子生物学特征,揭示神经元之间各种不同的连接方式,鉴别神经元间的差异,了解神经元如何产生、传导信号以及这些信号如何改变靶细胞的活动,阐明神经系统疾患的病因、机制,探索新的治疗手段等。未来将从分子、细胞到神经网络、大脑不同层面进行研究^[48,49]。

2.3 世界卫生组织“2013—2020年预防控制非传染性疾病行动计划”

2013年5月27日,第66届世界卫生大会在日内瓦通过了世界卫生组织提出的“2013—2020年预防控制非传染性疾病行动计划草案”^[50,51]。该计划期望通过在国家、区域和全球层面开展多部门协调与合作,减少非传染性疾病导致的可预防和可避免的发病率、死亡率,使所有人群在各个年龄都能达到最高能达到的健康和生产力标准;根据不同的目标,向世界卫生组织成员国、秘书处和国际合作伙伴分别提出了相应建议。各会员国将以此为基础,考虑制定本国的非传染性疾病目标和指标。

该计划指出,非传染性疾病是重大的公共卫生挑战,必须在全球、区域和国家层面通过强有力的领导和紧急行动减轻这类疾病的影响。该计划的重点是心血管疾病、癌症、慢性呼吸系统疾病和糖尿病4类发病率和死亡率最高的非传染性疾病,针对此设定了9个全球目标和25个指标^[50]。

该计划制定了全球非传染性疾病预防和控制综合监测框架^[52],以监测有关非传染性疾病的国家战略和计划的执行趋势,并评估有关的进展情况。这一全球综合监测框架包括

非传染性疾病所致过早死亡、有害使用酒精、身体活动不足、盐/钠的摄入及烟草使用等25个指标。

9个自愿性全球目标是:①死亡率和发病率:非传染性疾病所致过早死亡率降低25%;②国家系统的应对:非传染性疾病的基本药物和技术覆盖面达80%,药物治疗和咨询服务覆盖面达50%;③非传染性疾病危险因素:有害使用酒精减少10%,身体活动不足减少10%,盐/钠的摄入减少30%,烟草使用减少30%,血压升高减少25%,糖尿病/肥胖保持不变。

25个指标是:①死亡率和发病率:30~70岁人群因心血管疾病、癌症、糖尿病、慢性呼吸系统疾病死亡的无条件概率,按类别划分的癌症发病率;②危险因素:有害使用酒精,水果和蔬菜摄入量过少,身体活动不足,盐摄入,烟草使用,血糖升高/糖尿病,血压升高,超重和肥胖,总胆固醇升高;③国家系统的应对:宫颈癌筛查,药物治疗和咨询服务,非传染性疾病基本药物和技术,乙肝疫苗,人乳头瘤病毒疫苗,针对儿童的营销,姑息疗法可及性,制定政策以限制饱和脂肪并最终消除反式脂肪。

3 地球环境计划

3.1 中国“天气研究计划(2013—2020年)”

2013年2月18日,中国气象局正式发布“天气研究计划(2013—2020年)”,旨在扎实推进气象科技创新体系建设、更加有效推动现代气象业务发展和气象现代化建设提供重要的基础和保障^[53,54]。

该计划的战略重点是:①加深对台风、暴雨、强对流等重大灾害性天气发生发展规律和机制的认识,夯实驱动现代天气业务发展科学基础;②发展先进的、以数值预报技术为重点的客观天气预报技术方法,推动现代天气业务技术持续进步。围绕战略重点,该计划确定了4条研究主线:①重大灾害性天气发生发展的多尺度规律和演变机制及0~30天无缝隙预报方法;②以GRAPES全球数值预报系统为重点的数值预报关键技术和系列业务系统;③卫星、雷达等遥感资料在天气业务中的综合和定量应用技术;④0~10天精细化气象要素客观预报技术方法^[55]。

该计划包括6个重大专项、9个重点领域、51项优先主题、9项区域特色和5个基础支撑平台。重大专项的6个主攻方向是:高分辨率GRAPES全球同化与数值模式关键技术研发,登陆台风雨分布监测及精细预报关键技术研究,雷暴大风线状对流系统发生发展规律及其预报技术研究,华北暴雨发生发展机制和预报方法研究,中国西部山地突发性暴雨预报理论和方法研究及其在山洪地质灾害预警中的应用,城市群陆气相互作用机制及边界层参数化方案研究。9个重点领域是:多源资料融合分析与应用,数值天气预报,强对流天气预报,定量降水与精细化气象要素预报,台风与海洋气象预报,沙尘暴、雾霾等天气预报,中期延伸预报,气象灾害监测与风险评估,空间天气。基础支撑平台的5个主题是:专业化预报数据管理及应用支持关键技术,新一代MICAPS系统框架,专

业化预报平台关键技术,强天气监视预警及报产品加工关键技术,高分辨率数据可视化、云GIS等新技术应用。

3.2 中国“气候研究计划(2013—2020年)”

2013年2月18日,中国气象局正式发布“气候研究计划(2013—2020年)”^[56]。

2009年,中国气象局首次编制印发了“气候研究计划(2009—2014年)”。借鉴第三次世界气候大会提出的全球气候服务框架(GFCS)发展思路,围绕2020年中国气象现代化战略目标,结合中国气候业务现状、发展需求和国际科技发展趋势,修订形成了“气候研究计划(2013—2020年)”^[56]。

该计划包括6个重大专项、6个重点领域、61项优先主题、5项区域特色和2个基础支撑平台。重大专项包含的6个主攻方向是:全球与亚洲区域气候监测诊断业务系统及其关键技术研发,气象灾害风险综合定量评估关键技术研究,地球气候系统模式发展及气候预测和气候变化模拟预估系统研制,亚洲区域大范围旱涝气候的形成机制及其预测理论与方法研究,全球气候变化事实、影响机制与综合评估的关键基础科学问题研究,亚洲区域地面观测均一化气候数据集建立。6个重点领域是:面向业务和科研的气候基础数据集及应用,气候监测诊断,气候预测,气候变化,气候影响评估与灾害风险管理,气候系统模式。基础支撑平台的2个主题是:国家级、区域和省级一体化气候业务综合平台(CIPAS),中国气候服务业务平台^[57]。

3.3 美国“北极研究5年计划”

2013年2月19日,美国总统行政办公室和国家科技委员会联合发布了“北极研究5年计划”,确定了美国2013—2017年北极研究路线图。

该计划强调在7个重点领域开展研究:海冰和海洋生态系统,陆冰及生态系统,地表热量、能量和质量平衡的大气系统,观测系统,区域气候模型,区域可持续的气候适应工具,人类健康等。为实施该计划,美国现有和将要建设的研究设施包括空基、海基、飞机、地面站等。

该计划要求美国农业部、环境保护署、国家大气和海洋管理局、国家科学基金会及史密森学会等共同努力,评估北极地区对于气候变化的弹性和脆弱性,以便为北极地区的居民、政策制定者和社区领导者应对和适应气候变化提供依据^[58]。

美国政府一直高度重视北极研究,1984年即出台了《北极研究和政策法案》,并成立了美国北极研究政策联合委员会。2013年5月10日,美国政府发布《北极地区国家战略》,认为北极是地球上最后需要开拓的疆土之一,再次提出通过科学研究提高对非极的认识,扩大对北极水域、太空及海岸地区的观测能力,以实现美国在北极的安全、经济等利益^[59]。

3.4 中国“应用气象研究计划(2013—2020年)”

2013年4月1日,中国气象局正式发布“应用气象研究计划(2013—2020年)”^[60]。

以“应用气象研究计划(2009—2014年)”等计划为基础,围绕2020年中国气象现代化战略目标,结合应用气象领域国

际科技发展趋势,以实现粮食生产安全、气象防灾减灾、生态文明建设、应对气候变化的应用气象业务整体水平的提升为目标,修订并形成“应用气象研究计划(2013—2020年)”^[61]。

该计划包括6个重大专项、6个重点领域、47项优先主题、6项区域特色、3个基础支撑平台。重大专项包含的6项主攻方向是:重大农业气象灾害的形成机制与风险调控,三维云-微物理过程探测技术与模式研究,大气环境容量与区域生态文明建设,边界层内风特性及应用关键技术研发,气候变化下中国主要农作物高效利用气候资源的过程与调控机制,区域大气水循环与云降水效率研究。6个重点领域是:农业适应气候变化,农业气象灾害防御,次生与衍生气象灾害防御,人工影响天气,环境气象监测预报,气候资源开发利用。基础支撑平台的3个主题是:农业气象综合试验与业务支撑平台,人工影响天气试验与业务支撑平台,公共气象服务业务支撑平台^[62]。

3.5 中国“综合气象观测研究计划(2013—2020年)”

2013年4月1日,中国气象局正式发布“综合气象观测研究计划(2013—2020年)”^[63]。

参考世界气象组织(WMO)的全球综合观测系统(WMO Integrated Global Observing System, WIGOS)计划、美国国家海洋和大气管理局(NOAA)的新一代战略计划,在《综合气象观测系统发展规划(2010—2015年)》、“综合气象观测研究计划(2009—2014年)”的基础上,修订形成“综合气象观测研究计划(2013—2020年)”^[64]。

该计划的研究重点为:①继续加强重要和关键设备及传感器研制,微波、激光等气象遥感观测新技术和新一代天气雷达、气象卫星探测技术等研究;②大力推进综合气象观测方法及产品研究,包括天地空相结合的大气垂直综合观测技术和多源三维综合观测数据集成技术;③加强综合气象观测与预报和服务的交互式研究。

该计划包括6个重大专项、8个重点领域、44项优先主题、5项区域特色、3个基础支撑平台。重大专项的6个主攻方向是:天地空相结合的大气垂直综观测技术研究,多源观测数据集成技术及综合评估分析研究,直接支撑气象业务的集约化数据环境构建技术研究,新一代天气雷达观测技术研究,新一代风云气象卫星探测技术及应用先期研究,不同观测系统对数值预报的影响与试验研究。8个重点领域是:台站综合气象观测,地基气象遥感观测,卫星气象与空间天观测,综合气象观测方法及产品,观测系统与预报交互研究,综合气象观测试验,综合气象观测系统保障,气象信息技术。基础支撑平台的3个主题是:气象专用设备性能测试和质量检验集成平台,综合气象观测试验基地,遥感卫星辐射校正与真实性检验观测平台^[65]。

3.6 日本“海洋基本计划(2013—2017)”

2013年4月26日,日本政府通过“海洋基本计划(2013—2017)”,将把振兴海洋产业作为新的经济增长点,官民并举推动海洋资源、能源开发,培育新的海洋技术和海洋

经济领域^[66]。

日本《海洋基本法》2007年正式生效。根据这一基本法,政府负责全面、有计划地实施海洋政策,制定《海洋基本计划》,每5年修订1次,作为日本中期海洋战略的基本指南。“海洋基本计划(2013—2017)”将培育壮大海洋经济定位为新的经济增长点,旨在加强海洋资源调查,发展资源开发尖端技术,推进海洋资源的产业化。

根据该计划,日本新改变的海洋能源政策将着力开拓清洁能源,强化海洋自然灾害对策;拓宽稀土、石油、天然气、可燃冰等海洋能源的开发渠道。2013—2017年海底资源开发的重点是甲烷水合物,海洋可再生能源开发的重点是海上风力发电,海洋矿产开发的重点是勘探和试开采稀土矿。目标是海洋资源、能源开发、新海洋产业与市场培育一体化,通过对海底矿物资源、可燃冰的开发,既获取资源能源,又发展开采平台、深海挖掘机、采掘船舶等海洋产业,并率先发展领先的海洋资源开发技术,从而促进日本企业的国际海洋产业竞争。设定的日程为:2014—2016年将致力于调查周边海域甲烷水合物及稀土储藏量;2018年前为商业开采海底可燃冰确立全套技术基础;2023—2028年扶持私营企业参与海底热液矿床商业化项目,并逐步实现商业化开采^[67]。

值得注意的是,根据该计划,日本将加强周边海域的监视及重大事态应对能力,确立岛屿的情报搜集与警戒监视体制,有计划地装备海上保安厅和自卫队的舰船与飞机,并加强两者的行动合作及情报共享^[68]。

3.7 中国“大气污染防治行动计划”

2013年9月10日,中国国务院发布“大气污染防治行动计划”,提出经过5年努力,全国空气质量总体改善,重污染天气较大幅度减少;京津冀、长三角、珠三角等区域空气质量明显好转。力争再用5年或更长时间,逐步消除重污染天气,全国空气质量明显改善。到2017年,全国地级及以上城市可吸入颗粒物浓度比2012年下降幅度超过10%,优良天数逐年提高;京津冀、长三角、珠三角等区域细颗粒物浓度分别约下降25%、20%、15%。

据此目标,该计划确定了10项具体措施:①加大综合治理力度,减少多污染物排放;②调整优化产业结构,推动产业转型升级;③加快企业技术改造,提高科技创新能力;④加快调整能源结构,增加清洁能源供应;⑤严格节能环保准入,优化产业空间布局;⑥发挥市场机制作用,完善环境经济政策;⑦健全法律法规体系,严格依法监督管理;⑧建立区域协作机制,统筹区域环境治理;⑨建立监测预警应急体系,妥善应对重污染天气;⑩明确政府企业和社会的责任,动员全民参与环境保护^[69]。

3.8 “国际海洋发现计划(2013—2023)”

2013年10月,“国际海洋发现计划(2013—2023)”(IODP 2013—2023)开始实施,周期10年,由众多地球、海洋、大气及生命科学家进行运作,26个国家参与并提供经费,承诺分享科学数据、扩大对公众的服务范围。

“国际综合大洋钻探计划”(Integrated Ocean Drilling Program, IODP)1968年始于美国,是地球科学领域规模最大、历时最久的大型国际合作计划,成果改变了整个地球科学的发展轨迹,并始终站在国际地球科学创新前沿。它经过了40年的3个阶段:DSDP, 1968—1983; ODP, 1985—2003; IODP, 2003—2013。2013年9月结束后更名为“国际海洋发现计划”(International Ocean Discovery Program, IODP)^[70]。1998年,中国作为“参与成员”加入ODP计划;1999年,中国参与南海实施的首个大洋钻探;2014年,中国成为“全额成员”^[71-73]。

“国际海洋发现计划(2013—2023)”致力于引领海底研究,而不仅仅是提出科学问题和单个钻探实验研究目标;通过推动多学科及国际间合作与培训建立知识储备;通过对地球历史研究,为人类理解和预测未来的气候变化提供帮助,为当今社会面临的许多重要环境问题的决策提供帮助。

该计划重点发展4个领域:气候与海洋变化、生物圈前沿、地球表面环境联系、运动中的地球,以及这4个研究领域未来发展所面临的14个挑战。该计划旨在合理运用现代技术,用核心科学数据帮助应对目前面临的最严峻考验。计划中的钻探目标是探索深海微生物生态系统在全球碳循环中的作用,为理解自然碳源的产生、CO₂固定和碳循环稳定性奠定基础^[74]。

1)气候与海洋变化领域:挑战1:地球气候系统对大气CO₂浓度升高的响应;挑战2:气候系统对化学扰动影响海洋时的适应性;挑战3:冰原和海平面对气候变暖的响应;挑战4:控制区域降水因素,它是否与季风或厄尔尼诺现象有联系。

2)生物圈前沿领域:挑战5:深海生物群落的组成、起源和生物化学机制;挑战6:限制深海生物生命的因素;挑战7:生态系统和人类社会对环境变化的敏感程度。

3)地球表面环境联系领域:挑战8:地幔的组成、结构和活动状态;挑战9:地幔融化与控制洋中脊结构的板块构造的相互作用;挑战10:大洋地壳与海水之间化学交换的机制、程度和历史;挑战11:俯冲带是如何产生周期性不稳定状态的,大陆地壳是如何生成的。

4)运动中的地球领域:挑战12:控制毁灭性地震、山崩及海啸的发生机制;挑战13:控制深海碳储存和流动的特性和过程;挑战14:洋流是如何将深海构造、热学过程和地球生物化学过程联系在一起的。

该计划的3个主要实施平台为:多功能钻井船“乔迪斯·决心号”(JOIDES Resolution)(图7(a))、超深钻井船“地球号”(Chikyu)(图7(b))、特殊任务平台。JOIDES Resolution平台由美国提供,是国际科学钻探界的主力。Chikyu钻井平台由日本提供,能探知大洋深处地壳、地幔底层、俯冲带环境及其相关的发震区,并能探知烃类易发地区的地质系统和生物系统。特殊任务平台预计每年将参与一个重大行动,并将在富有挑战性的钻井环境前沿继续运行,包括北极高纬度地区和浅水珊瑚礁。长期的钻孔观测站包括一个额外平台,进行新的样本收集和部署新的工具和技术^[74]。



图7 多功能钻井船JOIDES Resolution(a)、
超深钻井船Chikyu(b)(图片来源:IODP网站)

2014年1月28日,由中国科学家建议、设计并主持的南海第二次大洋钻探——国际海洋发现计划349航次(IODP349航次)从中国香港起航,同济大学海洋地质国家重点实验室教授李春峰、美国伍兹霍尔海洋研究所教授林间联合担任此航次首席科学家。IODP349航次由美国深海钻探船“乔迪斯·决心号”执行,历时62天。中国、美国、日本、韩国、印度、澳大利亚、巴西等国的科学家合作,在南海水深4000 m的深海盆完成3个钻孔,总进尺约4000 m,首次钻取南海形成时期的玄武岩样本,将揭示南海的形成过程和特色,确定南海形成的准确年龄;精确确定南海深海盆扩张的开始与终结年代,检验引发南海扩张的各种科学假说;分析相应的地质构造运动、南海海底微生物状况,研究南海扩张对气候演变的影响,探索“南海深部与表层的关系”,并将地球科学和生命科学结合起来研究“深部生物圈”。本航次预计花费1000万美元,所有科学数据都将公开发布,钻探取出的岩芯也将存于国际岩库,供各国科学家研究参考^[73,75,76]。

4 能源材料计划

4.1 欧盟“石墨烯计划”

2013年1月28日,欧盟委员会宣布“石墨烯计划”入选欧盟未来和新兴技术的旗舰项目,2013年10月1日开始实施,在未来10年将获得10亿欧元科研经费,资金的主要来源是欧盟的地平线2020计划(Horizon 2020)^[37,77-80]。

欧盟委员会认为,从长期看,石墨烯可能与钢铁、塑料同样重要,有可能成为信息技术的基础材料,并且可能在能源、交通和医疗保健领域发挥重要作用。该计划旨在推进石墨烯和相关层状材料从实验室走向社会,为欧洲许多产业带来革命,促进经济增长,创造就业机会。

石墨烯旗舰项目包括16个工作包,其中11个科学技术专题和5个操作术管理方面。11个工作包是:材料科学、健康与环境、石墨烯及其他二维材料的基础科学、高频电子学、光电子学、自旋电子学、传感器、柔性电子学、能源、纳米复合材料、生产。研究团队由欧盟17个国家的76个研究机构组成^[81,82]。

该计划分为2个阶段:①2013年10月1日至2016年3月31日的初始热身阶段,欧盟总资助额5400万欧元;②2016年4月开始在Horizon 2020计划内的稳定阶段,欧盟每年资助

5000万欧元^[38,39]。

4.2 美国“清洁能源制造计划”

2013年3月26日,美国能源部正式宣布“清洁能源制造计划”(CEMI)启动^[83]。

该计划战略性地集中和凝聚于能源效率与可再生能源办公室(EERE)的清洁能源技术办公室和先进制造办公室,旨在促进美国清洁能源产品制造增长,通过提高制造业能源效率,提升竞争力,确保美国制造业在全球市场的竞争力。

该计划的目标是:①提高美国在生产清洁能源产品中的竞争力,利用竞争优势,克服竞争劣势,进行战略性技术投资;②通过全面提高能源效率增加美国制造业竞争力;促使美国制造业者通过能源效率、热电结合及国内低成本的能源优势利用提高自己的竞争力,进行技术和实践战略投资^[84]。CEMI同时兼顾了美国的能源与制造业战略,并体现了美国能源部新的空间布局与区域发展规划(图8),致力于先进制造业中心的构建,推动当地及美国的先进制造业发展。据此,计划在5个不同的制造业集聚区内确定5个总额1500万美元的项目。新的关注点并未停留在地域性,通过培育邻近产业集群的区域中心,美国能源部倾向于建立能够使创新成果在生产与研究环节之间相互转化的一个大的整合体^[85]。

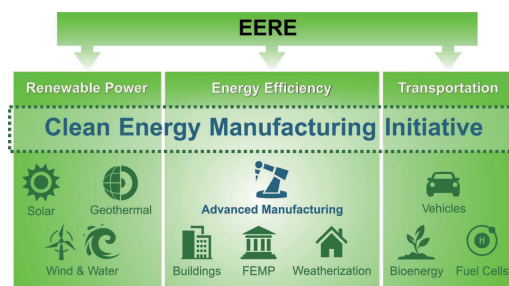


图8 EERE的清洁能源制造计划(图片来源:APLU网站)

该计划的关键部分包括:①增加资助清洁能源制造研究和开发,加速美国基于生产成本竞争力的风能、太阳能、地热和生物燃料电池等清洁能源技术的发展;②为制造商提供额外的能源效率的培训和技术援助;③利用国家实验室的能力进行有针对性的分析,评估美国制造业的竞争地位和优先考虑的战略投资,增强美国在全球能源市场的竞争力;④举办一系列区域和国家峰会,以收集制造业的重点输入,明确为发展清洁能源制造业竞争力所面临的障碍和机遇,展示国家和区域解决这些优先问题的模式;⑤启动新的公私伙伴关系致力于改善美国清洁能源制造业竞争力^[86]。

5 综合研发计划

5.1 中国“循环经济发展战略及近期行动计划”

2013年1月23日,中国国务院发布“循环经济发展战略及近期行动计划”^[87]。

发展循环经济是中国的一项重大战略决策,是加快转变

经济发展方式,建设资源节约型、环境友好型社会,实现可持续发展的必然选择。该计划旨在落实节约资源和保护环境的基本国策,围绕提高资源产出率,遵循“减量化、再利用、资源化,减量化优先”原则,坚持统筹规划、重点突破、全面推进相结合,因地制宜、示范引领、推广普及相结合,制度创新、技术创新、管理创新相结合,政府推动、企业实施、公众参与相结合,健全激励约束机制,构建循环型产业体系,推动资源再生利用产业化,推行绿色消费,形成覆盖全社会的资源循环利用体系,加快转变经济发展方式,推进资源节约型、环境友好型社会建设,提高生态文明水平。

该计划的主要目标为:①循环经济发展的中长期目标:循环型生产方式广泛推行,绿色消费模式普及推广,覆盖全社会的资源循环利用体系初步建立,资源产出率大幅提高,可持续发展能力显著增强;②至“十二五”末的目标(近期目标):主要资源产出率比“十一五”末提高15%,资源循环利用产业总产值达到1.8万亿元。

科技研发、产业升级的主要任务是:在工业领域全面推行循环型生产方式,实施清洁生产,形成循环链接的产业体系,构建循环型工业体系。在农业领域加快推动资源利用节约化、生产过程清洁化、产业链循环化、废物处理资源化,形成农林牧渔多业共生的循环型农业生产方式,促进农业发展方式转变。加快构建循环型服务业体系,推进服务主体绿色化、服务过程清洁化,促进服务业与其他产业融合发展。加快完善再生资源资源和垃圾分类回收体系,推动再生资源利用产业化,发展再制造,推进餐厨废弃物资源化利用,实施绿色建筑行动和绿色交通行动,推行绿色消费,实施大循环战略,加快建设循环型社会。

5.2 韩国“第三次科学技术基本计划”

2013年7月8日,韩国政府召开第一次国家科学技术审议会议,确定并发布了“第三次科学技术基本计划”,明确了2013—2017年韩国科学技术发展的基本规划和方向^[88]。

根据该计划,韩国政府在研发领域的预算规模将从目前的68万亿韩元增加到2017年的92.5万亿韩元,将在五大领域推进120项国家战略技术(含30项重点技术)的开发。五大领域包括:融合信息技术并创造新产业,扩充未来增长动力,营造清洁舒适的环境,开创健康长寿时代,构建安全无忧的社会。30项重点技术分别是:知识信息安全技术,大数据应用技术,下一代有线及无线通信网络技术,融合服务平台技术,智能交互技术,尖端轨道交通技术,先进材料技术,超高集成半导体工艺和设备,超精密显示器工艺和设备,环境友好型汽车,太阳能技术,智能电网技术,人体医学成像设备,生物芯片技术,服务型机器人技术,定制型新药开发技术,遗传基因资源技术,粮食资源保存及食品开发技术,宇宙火箭开发技术,高附加值船舶技术,二氧化碳捕集、封存及利用技术,污染治理技术,高效节能建筑技术,未来尖端城市建设技术,干细胞技术,健康管理服务技术,自然灾害监控、预测及应对技术,复合型社会灾难预测及应对技术,农畜水产资

源疾病预防、应对及治疗技术,食品安全评估及提高技术。

为保证该计划的顺利实施,韩国政府制定了具体的战略:①加大国家研发投资力度,提高投资效率;②开发国家战略技术;③强化中长期创新能力;④积极发掘新产业;⑤利用科技带动就业。核心目标是:使研发对经济增长的贡献率由1981—2010年的35.4%提高至2013—2017年的40%;创造64万个新的就业岗位;到2017年,科技创新综合指数排名由2012年的第9位上升至第7位。

5.3 法国“未来10年投资计划(PIA)”

2013年7月9日,法国政府公布“未来10年投资计划(PIA)”,旨在确立2016—2025年政府投资重点,实现提升竞争力和能源转变目标^[89]。

该计划总额120亿欧元,其中36.5亿欧元投向科研和大学,23亿欧元直接投向能源转变,另外六大重点投资板块分别为可持续工业创新(17亿欧元)、国防工业技术(15亿欧元)、航空航天(13亿欧元)、数字经济(6亿欧元)、青年培训及国家现代化(5.5亿欧元)、卫生健康(4亿欧元),超过一半的投资直接或间接涉及能源转变战略。

法国生产振兴部提出了更为具体的34项工业振兴计划,包括新一代高铁、低油耗汽车、电动飞机和电力推动卫星空间、3D打印机、云计算等尖端科研项目。

5.4 中国“信息化和工业化深度融合专项行动计划(2013—2018)”

2013年8月23日,中国工业和信息化部发布“信息化和工业化深度融合专项行动计划(2013—2018年)”^[90]。

该计划的总体目标是:到2018年,信息化和工业化深度融合取得显著成效,信息化条件下的企业竞争能力普遍增强,信息技术应用和商业模式创新有力促进产业结构调整升级,工业发展质量和效益全面提升,全国信息化和工业化融合发展水平指数达到82。

该计划的8项主要行动是:①“企业信息化和工业化融合管理体系”标准建设和推广行动;②企业信息化和工业化深度融合示范推广行动;③中小企业信息化和工业化融合能力提升行动;④电子商务和物流信息化集成创新行动;⑤重点领域智能化水平提升行动;⑥智能制造生产模式培育行动;⑦互联网与工业融合创新行动;⑧信息产业支撑服务能力提升行动。

5.5 欧盟“地平线2020”

2013年12月11日,欧盟“地平线2020计划”(Horizon 2020)正式启动,计划周期7年(2014—2020年),预算总额770亿欧元^[91]。

该计划的宗旨是:帮助科研人员实现设想,获得科学发现、突破和创新;促进新技术从实验室到市场的转化。目标是整合欧盟科研资源,提高科研效率,促进科技创新,确保欧洲产生世界顶级科学,消除科学创新障碍,在创新技术转化为生产力的过程中融合公众平台和私营企业协同工作,推动经济增长和增加就业。Horizon 2020计划向所有人开放^[92]。

2011年11月30日,欧盟委员会研究理事 Máire Geoghegan-Quinn 首次提出“地平线 2020 计划”,旨在整体提高欧盟的科研与创新水平^[93]。欧盟的研发框架计划(FP)从 FP1 (1984—1990 年)发展到 FP7(2007—2013 年),基于这 30 年经验积累,Horizon 2020 计划重新设计了整体研发框架,具有加大资助力度、加大对欧盟层面不同资助计划的整合、简化项目申请、管理等流程和探索新的资助机制 4 大特点^[94]。

Horizon 2020 计划要求欧盟所有研发与创新计划聚焦于 3 个共同的战略优先领域(每个优先领域均分别部署多项行动计划)和 4 个专题资助计划^[95]。

1) 战略优先领域 1: 基础科学(244.41 亿欧元)。目标是加强和扩大欧盟在基础科学上的优势,巩固欧洲研究区,使欧盟研究和创新体系在全球范围内具有更强的竞争力。4 个具体目标:①欧洲研究理事会(ERC, 130.95 亿欧元)。ERC 支持前沿学科和交叉学科研究,新技术和新兴领域的开拓性探索;②未来和新兴技术(FET, 26.96 亿欧元)。FET 目标是将欧洲的科研优势转化为竞争优势,鼓励高端科研和前沿工程等多学科间探索性合作。FET 划分为开放基金、探索基金和旗舰基金 3 类基金;③玛丽·斯克沃多夫斯卡-居里行动(MSCA, 61.62 亿欧元)。MSCA 的基金种类有:网络研究基金(ITN)、个人奖学金(IF)、研究和创新人员短期交流(RISE)、地区、国家和国际项目共同基金(COFUND)。MSCA 的目标是在全球范围内支持所有学科领域研究人员的职业发展和培训,着重于创新能力培养,Horizon 2020 期间将资助 2.5 万名博士生;④欧洲基础研究设施,包括 e-基础设施(24.88 亿欧元)。目标是为 Horizon 2020 和未来欧洲基础研究设施发展培养创新潜力和人才,改善欧洲基础研究设施的政策。其基金分为 3 类:为 Horizon 2020 及以后发展欧洲基础研究设施、培养基础研究设施的创新潜力和人才、加强欧洲基础研究设施的政策力度和国际合作。

2) 战略优先领域 2: 工业技术(170.16 亿欧元)。目标是加快技术和创新发展,支持未来工业,帮助欧洲创新型中小企业成长。3 个具体目标是:①保持使能技术和工业技术中领先地位(LEIT)(135.57 亿欧元)。针对新的突破性技术,提高竞争力、创造就业机会和促进增长;②撬动风险投资(28.42 亿欧元)。帮助科研和创新(R&I)企业及其他类型机构,更容易便捷地获得贷款、担保、反担保和混合、夹层融资和股权融资;③中小企业创新计划(6.16 亿欧元)。提升中小企业创新管理能力。

3) 战略优先领域 3: 社会挑战(296.79 亿欧元)。汇集各领域、技术和学科资源,涵盖从研究到市场的所有活动,新的专注点在创新活动,如试点、示范、试验平台及公共采购和市场转化,包括建立与欧洲创新伙伴关系(EIP)活动。7 个具体目标:①卫生、人口结构变化和福利(74.72 亿欧元);②食品安全、可持续发展农业、林业和渔业、海洋和内陆水域及生物经济(38.51 亿欧元);③安全、清洁、高效的能源(59.31 亿欧元);④智能、绿色和综合交通运输(63.39 亿欧元);⑤气候变

化、环境和资源利用(30.81 亿欧元);⑥创建包容性、创新性和反省性欧洲社会(13.09 亿欧元);⑦社会安全-保护欧洲及其公民的自由与安全(16.95 亿欧元)。

4) 专题资助计划。包括:①参与扩大化,人才广泛化(8.16 亿欧元);②科学与社会(4.62 亿欧元);③欧洲创新科技研究所(EIT)(27.11 亿欧元);④欧洲原子能共同体(Euratom)(16.03 亿欧元)。

6 结论

1) 大科学的研究目标既具有探索性、创新性、艰巨性,也具有综合性、组织性、风险性,需要依靠国际、国家或机构提供庞大、持续的经费支出、人员协同、科技合作,其科技研发成果将对国家和社会经济发展产生重大促进作用。在大科学活动形式中,重大科学计划、工程、项目等具有重要地位。

2) 本文遴选、报道了国际组织、科技大国 2013 年度发布、启动的 28 项科学计划。从科技计划的发布主体看,中国 8 项,美国 6 项,欧盟 3 项,俄罗斯 2 项,日本 2 项,韩国 2 项,英国 1 项,法国 1 项,印度 1 项,国际 2 项,表明各科技大国都非常重视科学计划的制定及实施。

3) 2013 年发布、启动的具有引领性的科学计划中,面向国际或多国联合的有 5 项,由国家发布的 12 项,由政府重要职能部门发布的 11 项,基本反映了大科学中全球合作、国家战略、重点领域 3 个层面的布局 and 比例。

4) 2013 年发布、启动的科学计划中,核心方向为宇航探索及空间战略的 10 项,地球探测及环境治理的 8 项,人脑科学及疾病防控的 3 项,新能源新材料的 2 项,综合创新及产业升级的 5 项,基本涵盖了当前国际社会关注的重点和难点、科学技术研究的热点和方向。

5) 美国、俄罗斯、中国、英国、日本、韩国、印度在 2013 年共发布 10 项航空航天计划,表明太空探索和空间安全仍是当前世界大国科技竞争的制高点,航空航天技术的产业化、商业化成为未来的经济增长点及竞争重点。同时,随近年资源紧缺、气候变化、环境污染问题的日益凸显,世界各国都非常重视地球探测、节能减排、环境保护等工作,2013 年有 8 项科学计划倾力于此。

6) 科技大国制定、发布、实施的科学计划,明确了其当前关注的焦点及未来一定时期的发展目标,中国应积极分析研判,吸取其科学、合理之处,同时警惕有些国家在太空、极地、海洋的恶性竞争及无理扩张。

7) 中国应进一步集中力量解决事关国计民生的重大科技问题。在 2013 年,中国发布、启动了 8 项科学计划,其中气候气象研究和大气污染治理 5 项、产业升级 2 项、航空航天 1 项,体现了当前实施创新驱动发展战略、建设创新型国家、实现广大人民群众的根本利益的宗旨。因此,中国应进一步统筹协调、科学调配全国科技研发力量,聚焦国家战略目标,集中资源、形成合力,突破关系国计民生和经济命脉的重大关键科技问题。

8) 国际组织应在科技研发活动中发挥更加重要的作用。近年来,人类基因组计划、超级超导对撞机计划、哈勃太空望远镜计划、大洋钻探计划、国际热核实验反应堆计划、全球变化研究计划、国际大型科学钻探计划、人类前沿科学计划、人类和生物圈计划等引导着全球科学家开展科学合作,在共同努力攻克重大科学难题方面发挥重要作用,也取得了卓越成就。科学无国界,科技发展可为社会进步、经济繁荣、民生改善、人类持续发展提供至关重要的支撑作用。而且气候变化、灾害频发、环境污染、资源短缺、流行病肆虐等问题具有全球性、国际性,需要国际社会的紧密合作。因此,进一步促进国际科学计划的组织、实施成为重要任务。

9) 加强国际科技合作应成为大科学时代科技战略的一个重要组成部分。国际科技合作是大科学发展的重要标志,也是大科学发展的力量源泉,已成为科技发展中一个不可逆转的趋势。大科学研究国际合作可分为科学家个人之间的合作、科研机构或大学之间的对等合作、政府间的合作3个层次。其中,由国家或国际组织主导的国际重大科技合作计划,在国际科学界具有重要地位,也发挥着重大作用。特别是,在大科学活动中起引领、主导作用的国家,将占据科技和经济发展的先机。而目前由中国主导的重大国际科技合作计划非常少。因此,中国应根据国家需求和已有基础,有选择地在某些优势领域,以中国为主提出和支持一批国际重大科学计划,有效提升中国科技发展的主动权和话语权。

参考文献 (References)

- [1] 俄罗斯航天“再起步”[EB/OL]. 2013-01-14. http://www.chinadaily.com.cn/hqgj/jryw/2013-01-14/content_8028116.html.
- [2] 王永生. 俄罗斯发布2013—2020年航天活动国家计划[EB/OL]. 2014-05-19. <http://www.cmse.gov.cn/news/show.php?itemid=4085>.
- [3] 蔡帼璇. 2013—2020年俄罗斯航天活动国家规划[J]. 中国航天, 2013(2): 38-41.
- [4] 孙自法. 中国2013年将实施16次20颗航天器发射任务[EB/OL]. 2013-01-16. <http://www.chinanews.com/gn/2013/01-16/4494102.shtml>.
- [5] 天宫一号与神舟十号成功实现自动交会对接[EB/OL]. 2013-06-13. <http://www.chinanews.com/tp/hd2011/2013/06-13/213706.shtml>.
- [6] 嫦娥三号成功实施月面软着陆[EB/OL]. 2013-12-14. <http://www.chinanews.com/mil/2013/12-14/5619997.shtml>.
- [7] 陈菲, 许红英. 英国航天局为推动航天领域发展投资3950万美元[EB/OL]. 2013-03-12. http://news.ifeng.com/mil/3/detail_2013_03/12/223020392_0.shtml.
- [8] 陈菲, 许红英. 英投资600万镑发展尖端太空技术[EB/OL]. 2012-04-24. http://news.xinhuanet.com/mil/2012-04/24/c_123029613.htm.
- [9] 日本拟中止机器人登月计划[EB/OL]. 2013-01-25. <http://world.cankaoxiaoxi.com/2013/0125/156893.shtml>.
- [10] 《防务视点》编辑部. 日本新版《宇宙基本计划》强调扩大空间开发利用[J]. 防务视点, 2013(4).
- [11] 日本将制定新宇宙基本计划 削减载人太空活动费[EB/OL]. 2013-01-16. <http://world.cankaoxiaoxi.com/2013/0116/151973.shtml>.
- [12] 张洁娟. 日本制定新宇宙基本计划 提升情报收集卫星功能[EB/OL]. 2013-01-25. <http://www.people.com.cn/GB/n/2013/0125/c348428/20330056.html>.
- [13] 2013年世界航天工业发展回顾——重大计划[EB/OL]. 2013-12-31. <http://roll.sohu.com/20131231/n392743308.shtml>.
- [14] NASA unveils strategic space technology investment plan[EB/OL]. 2013-02-11. http://www.nasa.gov/home/hqnews/2013/feb/HQ_13-039_NASA_SSTIP.html.
- [15] 陈菲, 侯丹. NASA发布《战略太空技术投资规划》(SSTIP) [EB/OL]. 2013-02-26. <http://www.dsti.net/Information/News/80518>.
- [16] 董瑞青. 美国战略空间技术投资计划综述[R/OL]. 2013-04-23. <http://www.istis.sh.cn/list/list.asp?id=7857>.
- [17] National Aeronautics and Space Administration. Strategic space technology investment plan[EB/OL]. 2013-02-11. http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/space_tech_2013.pdf.
- [18] 印度今年将启动火星计划 10月发射探测卫星[EB/OL]. 2013-02-22. <http://world.cankaoxiaoxi.com/2013/0222/168572.shtml>.
- [19] 印度2013年发探测器 欲做首个触及火星亚洲国家[EB/OL]. 2012-08-17. <http://www.chinanews.com/gj/2012/08-17/4114438.shtml>.
- [20] 韩旭阳. 印度宣布明年启动火星计划[N]. 新京报, 2012-08-16.
- [21] 印度成功发射火星探测器[J]. 中国航天, 2013(12): 29-33.
- [22] 印度火星探测器起航[J]. 太空探索, 2013(12): 20-23.
- [23] 韩国公布太空计划 2030年发射载人宇宙飞船[N]. 人民日报, 2013-04-08.
- [24] 马菲. 为实现宇宙强国目标 韩国2030年发射载人宇宙飞船[N]. 人民日报, 2013-04-08.
- [25] 薛严. 韩国计划2030年开发出载人飞船[N]. 科技日报, 2013-04-04.
- [26] 王刚. 韩雄心勃勃欲2020登月2030探火星 韩媒忧难实现[N]. 环球时报, 2013-11-28.
- [27] What is NASA's asteroid redirect mission[EB/OL]. 2014-06-27. <http://www.nasa.gov/content/what-is-nasa-s-asteroid-redirect-mission/#.VCwHb24nQ54>.
- [28] 美航天局计划“捕获”小行星[N]. 人民日报, 2013-04-12.
- [29] NASA“捕捉小行星”计划有望成真 拟申请1亿美元启动资金[N]. 中国日报, 2013-04-03.
- [30] NASA小行星捕获计划是否异想天开[EB/OL]. 2013-10-08. http://blog.sina.com.cn/s/blog_45c07ebd0101bdtd.html.
- [31] 谢亚宏. 俄罗斯航空业力争“双腿走”[N]. 人民日报, 2013-08-01.
- [32] 俄总理批准航空工业2013—2015年发展计划[EB/OL]. 2013-08-05. <http://mil.cankaoxiaoxi.com/2013/0805/250327.shtml>.
- [33] 2013年世界航天工业发展回顾[EB/OL]. 2014-01-01. <http://www.guokr.com/post/549809>.
- [34] 美国防机构启动可部分重复使用运载火箭计划[N]. 参考消息, 2013-09-18.
- [35] 美军方授出XS-1试验型太空飞机第一阶段合同[EB/OL]. 2014-07-17. <http://www.chinanews.com/mil/2014/07-17/6398141.shtml>.
- [36] 美军拟在2017年试飞XS-1无人空天飞机[EB/OL]. 2014-02-19. <http://www.chinanews.com/mil/2014/02-19/5853840.shtml>.
- [37] 姜岩. 石墨烯和人脑工程入选欧盟旗舰技术项目[EB/OL]. 2013-01-29. http://news.xinhuanet.com/tech/2013-01/29/c_114538462.htm.
- [38] 李山. 获巨额资助 石墨烯和人脑工程入选欧盟旗舰技术项目[N]. 科技日报, 2013-01-30.
- [39] 欧盟启动石墨烯旗舰研究项目[EB/OL]. 2013-12-19. http://www.most.gov.cn/gnwkjdt/201312/t20131218_110932.htm.
- [40] European Commission. Human brain project[R/OL]. 2013-01-01. <https://www.humanbrainproject.eu/>.
- [41] 欧盟未来新兴技术人类大脑旗舰项目正式启动[EB/OL]. 2013-12-18. http://www.most.gov.cn/gnwkjdt/201312/t20131218_110929.htm.
- [42] European Commission. HBP framework partnership agreement proposal[R/EB]. 2014-10-04. https://www.humanbrainproject.eu/documents/10180/538356/HBP_FPA_PRINT_29-07-14.pdf.
- [43] 俞阳. 欧盟未来新兴技术计划概况及进展[J]. 全球科技经济瞭望, 2014, 29(4): 1-6.
- [44] 吴庆才. 奥巴马宣布斥1亿美元研究治疗老年痴呆症等疾病[EB/OL]. 2013-04-03. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2013/4/276364>.

- shim.
- [45] 任海军. 美国计划为脑活动绘图[EB/OL]. 2013-02-21. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2013/2/274911.shtm>.
- [46] 段歆潞. 美 NIH 披露脑计划细节[N]. 中国科学报, 2013-12-31.
- [47] 林小春. 美国“脑计划”首次公布九大重点研究领域[N]. 光明日报, 2013-10-14.
- [48] 美启动“脑计划”意在抢占战略制高点[EB/OL]. 2013-04-03. <http://world.cankaoxiaoxi.com/2013/0403/187915.shtml>.
- [49] 细说美国“脑计划”: 更强调技术创新[EB/OL]. 2013-04-27. http://news.xinhuanet.com/2013-04/27/c_115572770.htm.
- [50] Executive Board, World Health Organization. Draft action plan for the prevention and control of non-communicable diseases 2013—2020 [R]. EB132/7, Geneva: World Health Organization, 2013.
- [51] 刘美辰, 王昭. 第66届世界卫生大会通过非传染性疾病行动草案[EB/OL]. 2013-05-28. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2013/5/278383.shtm>.
- [52] World Health Organization. NCD global monitoring framework[R/OL]. 2013-01-11. http://www.who.int/nmh/global_monitoring_framework/en.
- [53] 中国气象局. 天气研究计划(2013—2020年)[EB/OL]. 2013-03-12. http://www.cma.gov.cn/2011xzt/2013zhuant/20130312/2013031201/201303/t20130313_207506.html.
- [54] 潘希. 2013—2020年天气和气候研究计划发布[N]. 中国科学报, 2013-02-21.
- [55] 中国气象局. 天气研究计划(2013—2020年)[R/OL]. 2013-03-12. <http://www.cma.gov.cn/2011xzt/2013zhuant/20130312/2013031201/201303/P020130321522515998928.pdf>.
- [56] 中国气象局. 气候研究计划(2013—2020年)[EB/OL]. 2013-03-12. http://www.cma.gov.cn/2011xzt/2013zhuant/20130312/2013031202/201303/t20130313_207508.html.
- [57] 中国气象局. 气候研究计划(2013—2020年)[R/OL]. 2013-03-12. http://www.cma.gov.cn/2011xzt/2013zhuant/20130312_1/2013031210_1/201304/P020130412319354365320.pdf.
- [58] 美国公布北极研究五年计划[EB/OL]. 2013-03-29. http://www.most.gov.cn/gnwkjdt/201303/t20130327_100418.htm.
- [59] 王佳存. 美国2013—2017年北极研究计划[J]. 全球科技经济瞭望, 2013(9):17-22.
- [60] 中国气象局. 应用气象研究计划(2013—2020年)[EB/OL]. 2013-04-08. http://www.cma.gov.cn/2011xzt/2013zhuant/20130312_1_1/2013031203_1/201304/t20130408_210322.html.
- [61] 中国气象局. 应用气象研究计划(2013—2020年)具体内容[EB/OL]. 2013-03-12. http://www.cma.gov.cn/2011xzt/2013zhuant/20130312_1_1/index.html.
- [62] 中国气象局. 应用气象研究计划(2013—2020年)[R/OL]. 2013-03-12. http://www.cma.gov.cn/2011xzt/2013zhuant/20130312_1_1/2013031210_1/201304/P020130412320138317399.pdf.
- [63] 中国气象局. 综合气象观测研究计划(2013—2020年)[EB/OL]. 2013-04-08. http://www.cma.gov.cn/2011xzt/2013zhuant/20130312_1_1/2013031204_1/201304/t20130408_210325.html.
- [64] 中国气象局. 综合气象观测研究计划(2013—2020年)具体内容[EB/OL]. 2013-03-12. http://www.cma.gov.cn/2011xzt/2013zhuant/20130312_1_2_2.
- [65] 中国气象局. 综合气象观测研究计划(2013—2020年)[R/OL]. 2013-03-12. http://www.cma.gov.cn/2011xzt/2013zhuant/20130312_1_2/2013031210_1/201304/P020130412623670598044.pdf.
- [66] 吴谷丰. 日本政府通过海洋基本计划[EB/OL]. 2013-04-26. http://news.xinhuanet.com/world/2013-04/26/c_115553416.htm.
- [67] 冯武勇. 日本确立海洋经济新方向[EB/OL]. 2013-04-26. http://news.xinhuanet.com/world/2013-04/26/c_115554821.htm.
- [68] 伊民. 日本政府通过未来5年《海洋基本计划》[N]. 中国海洋报, 2013-05-02.
- [69] 国务院. 大气污染防治行动计划[EB/OL]. 2013-09-12. http://www.gov.cn/jwzq/2013-09/12/content_2486773.htm.
- [70] International Ocean Discovery Program. About IODP[EB/OL]. 2014-01-01. <http://www.iodp.org/about/>.
- [71] 中国科学院对地观测与数字地球科学中心. 2013—2023年国际海洋发现计划(IODP). 2011-07-04. http://www.ceode.cas.cn/qysm/ghzl/201107/t20110704_3299670.html.
- [72] 国际海洋发现计划——大洋钻探2013—2023科学计划[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2012(4): 8.
- [73] 国际大洋发现计划349航次将于1月28日启航[EB/OL]. 2014-01-25. <http://www.hellosea.net/show.php?xuh=7588>.
- [74] International Ocean Discovery Program. Science plan for 2013—2023 [EB/OL]. 2014-01-01. <http://www.iodp.org/science-plan-for-2013-2023>.
- [75] 黄辛. 南海第二次大洋钻探起航[N]. 中国科学报, 2014-01-29.
- [76] 卢哲. 南海第二次大洋钻探起航 中国科学家主导[EB/OL]. 2014-01-26. <http://www.chinanews.com/gj/2014/01-26/5785190.shtml>.
- [77] European Commission. ICT-Future and emerging technologies[EB/OL]. 2013-01-01. http://cordis.europa.eu/fp7/ict/programme/fet_en.html.
- [78] European Commission. Welcome to the FET flagship initiatives[EB/OL]. 2013-01-01. <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/programme/fet/flagship>.
- [79] Alison Abbott. European researchers chase billion-euro technology prize[EB/OL]. 2011-03-08. <http://www.nature.com/news/2011/110308/full/news.2011.143.html>.
- [80] 欧盟斥资20亿欧元资助石墨烯和人脑研究工程[EB/OL]. 2013-03-07. http://www.most.gov.cn/gnwkjdt/201303/t20130306_99981.htm.
- [81] European Commission. Graphene flagship[EB/OL]. 2013-01-01. <http://graphene-flagship.eu>.
- [82] European Commission. Graphene flagship in work packages[EB/OL]. 2013-10-01. http://graphene-flagship.eu/?page_id=72.
- [83] 美国能源部碳纤维技术装置落成暨清洁能源制造计划启动[EB/OL]. 2013-05-13. http://www.most.gov.cn/gnwkjdt/201305/t20130510_102605.htm.
- [84] Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. Clean energy manufacturing initiative[EB/OL]. <http://www.energy.gov/eere/cemi/clean-energy-manufacturing-initiative>.
- [85] 美国能源部出台清洁能源制造计划[EB/OL]. 2013-05-23. <http://www.tanpaifang.com/qingjienengyuan/2013/0523/20647.html>.
- [86] 孟浩. 美国能源部门发起新的清洁能源制造倡议[EB/OL]. 2013-04-02. <http://blog.sciencenet.cn/blog-202810-676239.html>.
- [87] 国务院办公厅. 国务院关于印发循环经济发展战略及近期行动计划的通知[EB/OL]. 2013-02-05. http://www.gov.cn/jwzq/2013-02/05/content_2327562.htm.
- [88] 薛严. 韩国公布第三次科学技术基本计划[N]. 科技日报, 2013-07-10.
- [89] 法国政府出台未来十年投资计划[N]. 中国日报, 2013-07-12.
- [90] 中华人民共和国工业和信息化部. 《信息化和工业化深度融合专项行动计划(2013—2018年)》印发[EB/OL]. 2013-09-05. <http://www.miit.gov.cn/n11293472/n11293832/n11293907/n11368223/15611783.html>.
- [91] 姜岩. 欧盟“地平线2020”科研规划正式启动[EB/OL]. 2013-12-12. http://news.xinhuanet.com/2013-12/12/c_118525786.htm.
- [92] European Commission. Horizon 2020[R/OL]. 2013-12-11. <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en>.
- [93] 姜天海. 欧盟通过“地平线2020”七百亿欧元项目预算[N]. 科学新闻, 2013-09-19.
- [94] 钟蓉, 徐离永, 董克勤, 等. 地平线2020计划[R/OL]. 2014-04-14. <http://www.cstec.org/ceco/zh/show/359.aspx>.