

国外发起和参与大科学项目的相关情况研究

赵俊杰

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘 要: 本文对国外发起和参与国际大科学计划及大科学工程的情况进行了分析。发现很少有国家针对国际大科学计划和大科学工程制定专门的战略规划, 而是将其列入研究基础设施规划或路线图以及国家整体科技发展战略规划之中; 国际大科学项目一般由该领域知名科学家提出, 在国际平台上宣讲以获得国际同行认同, 并说服各国政府以获得实物或资金支持; 如果是一国主导的国际大科学项目, 则一般由主导国进行相应的运行和管理, 如是多国以平等地位参与的国际大科学项目, 一般会成立专门的管理机构或国际组织来实施和管理。

关键词: 大科学计划; 大科学工程; 大科学项目

中图分类号: G327 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2017.01.003

20 世纪以来, 科学研究的复杂性、开放性、交叉性显著增强, 进入了“大科学”时代。曼哈顿计划、阿波罗登月计划、人类基因组计划、国际空间站计划等大科学计划和工程不断改变着人们的生活和对世界的认知。大科学计划和大科学工程(以下简称大科学项目)的组织建设能力也逐渐成为一个国家核心原始创新能力的标志, 是制造工业水平的展现, 以及国家综合实力、科技和经济竞争力的重要体现, 其意义日益凸显。美国、英国、德国、法国以及欧盟等发达国家和地区在组织和实施大科学计划和大科学工程方面积累了宝贵的经验, 值得我们借鉴。

1 发起和参与国际大科学项目的意义

国际上, 除美国、英国、德国、法国以及欧盟等发达国家(地区)外, 其他多数国家(地区)由于经济实力、科技水平、研发规模等原因, 难以牵头组织国际大科学项目, 但对于参与国际大科学项目都持积极态度。这些项目多以开拓人类知识前沿、探索人类未知世界和解决全球性问题为目标, 能够

参与其中, 既是国家实力的象征, 也会给本国的科技、经济和社会发展带来巨大的收益。

1.1 探索人类知识前沿, 改变人类生活方式

原创性、突破性和关键性的重大科学发现是大科学项目最直接、最显见的成果, 也是大科学项目的主要目标。这些重大科学成果会彻底改变人类对世界的认知以及人类的生活方式。美国的阿波罗登月计划实现了人类登陆月球的愿景, 延伸了人类的活动空间。欧洲核子研究中心(CERN)的大型强子对撞机(LHC)于 2012 年发现了希格斯粒子(又被称为“上帝粒子”), 从而找到了有关基本粒子质量起源的线索, 成为人类对物质世界认识的一个里程碑^[1]。而在设计大型强子对撞机期间发明的万维网技术从根本上改变了全人类的生活, 其贡献早已无法用金钱衡量。平方公里阵列射电望远镜(SKA)计划致力于回答关于宇宙的一些基本问题, 如第一代天体的形成、星系演化、宇宙磁场作用、引力本质、地外理性生命、暗物质和暗能量等。国际热核聚变实验堆计划(ITER)的目标是在和平利用聚变能的

作者简介: 赵俊杰(1968—), 女, 工学博士, 研究员, 硕士生导师, 主要研究方向为科技政策及国际科技合作。

收稿日期: 2016-12-01

基础上，探索聚变在科学和工程技术上的可行性，为建造聚变能示范电站奠定坚实的科学基础和必要的技术基础，从而解决未来人类能源问题^[2]。人类基因组计划的最终目的是破译人类遗传信息，是人类为探索自身奥秘所迈出的重要一步。

1.2 造就国际一流的科研机构，提升国家整体科技水平

大科学项目具有科研力量集中、科研任务集中、国家投资集中、学科多样性和交叉性强、突破重大新技术能力强、科学技术成果显著等特点，对国家科技水平的总体提升具有举足轻重的作用。参与这些国际大科学项目，可以共享重大研究成果，或利用大科学装置开展前沿科学研究，是进入国际科学前沿和提高本国基础研究实力和水平的重要途径之一。美国阿波罗登月计划的成功带动了一系列科技的发展，包括核技术、太空生物医学、系统工程学、计算机模拟技术等学科和技术，使美国科技呈现出一片繁荣景象，进而迎来了美国科技史上的“黄金时代”。曼哈顿工程获得的诸多核科技成果成为美国二战后和平利用核能的重要科技支撑，奠定了美国在相关领域的世界领先地位。

大科学项目一般依托大型研究机构或组建高水平研究机构来实施，同时集成相关大学和企业的力量，这对提升各参与方的前沿科学研究水平和实力具有重要作用。曼哈顿计划不仅造出了原子弹，也留下了 14 亿美元的财产，包括一个拥有 9 000 人的洛斯阿拉莫斯核武器实验室；一个拥有 3.6 万人、价值 9 亿美元的橡树岭铀材料生产工厂和一个附带的实验室；一个拥有 1.7 万人、价值 3 亿多美元的汉福特钚材料生产工厂，以及分布在伯克利和芝加哥等地的实验室^[3]，为美国整体科技实力的提升做出了重大贡献。

1.3 催生新的产业，促进经济发展

大科学项目不但会产出有国际影响力的重大科研成果，实现科学和高技术领域的重大突破，而且大科学项目往往具有较强的产业关联度，随着科研成果和技术突破在相关领域的应用，对国民经济部门的“溢出效应”非常高，能够有效带动相关技术和产业的发展。同时，它所产生的极其重要的产业集聚和辐射效应，是转换经济发展方式、解决关键性技术难题和影响社会发展的瓶颈性问题、实现

科技跨越式发展、催生战略性新兴产业和提升国家整体科技产业基础的有效途径，具有重大的社会经济价值。例如，基因组研究与制药、生物技术、农业、食品、化学、化妆品、环境、能源和计算机等工业部门密切相关，人类基因组计划的研究成果已转化为巨大的生产力，国际上一批大型制药公司和化学工业公司纷纷投巨资进军基因组研究领域，形成了一个新的产业部门，即生命科学工业。人类基因组计划不仅在人类健康和医疗领域产生了深远影响，由此产生的“基因组学革命”还正影响着可再生能源的发展，产业性的生物技术，农业生物科学、兽医科学、环境科学、法医学以及国家安全，并促进着动物学、生态学、人类学和其他学科的深入研究^[4]。人类基因组计划的经济回报也十分惊人。1988—2012 年间，人类基因组计划和其他相关研究以及相关产业界的活动为美国直接和间接地带来了 9 650 亿美元的经济产出、2 930 亿美元的个人收入、430 万个就业机会。截至 2012 年，美国联邦政府共为人类基因组计划投入了 54 亿美元，这些投资是形成上述 9 650 亿美元经济产出的基础，投资回报比（ROI）约为 178 : 1。此外，还有 91 亿美元用于为与人类基因组计划相关的研究提供资金支持，如果将这些投入都考虑在内，则投资回报比约为 65 : 1，即联邦政府在人类基因组计划及其相关研究上每投入 1 美元，会产生 65 美元的经济回报。仅在 2012 年，由基因组学所促生的产业就形成了超过 39 亿美元的联邦税收、21 亿美元的州财政和地方财政税收^[5]，为美国国家和地方经济的发展做出了重要贡献。

1.4 为本国企业提供市场机会，提升企业研发能力

国际大科学项目的许多仪器设备和装置需要自行研发、设计和制造，这为参与国的企业带来大量市场机会，有助于促进企业提升研发能力和制造水平，从而带动参与国创新能力和制造业水平的提升。欧洲航天局（ESA）的空间项目通过竞争性采购合同向成员国投资，因此各成员国可以获得与其贡献大致相当的采购合同。欧洲核子研究中心将其 30% ~ 40% 的预算分配给成员国企业，用于物资与服务采购，为企业带来了巨大的市场利益。据统计，承担了欧洲核子研究中心采购合同的企业中有 38% 开发出了新的产品，44% 提高了技术能力，

17% 开拓了新的市场领域。

1.5 汇聚和培养人才

大科学项目的建设运行可以吸引、凝聚、培养与造就一批具有重要国际影响力的学术带头人以及能担当重大创新任务的杰出人才，形成世界最前沿的科学研究平台，成为名副其实的大师云集、英才辈出的创新人才高地。例如，基础物理学这个领域是由大型加速器项目驱动的，世界任何地方如果建起了大型加速器，就会成为基础物理学的中心，吸引大批杰出人才。有来自 80 个国家的大约 6 500 位科学家和工程师代表 500 余所大学机构，在欧洲核子研究中心进行试验，约占世界粒子物理学领域人才的一半^[6]。曼哈顿计划集中了当时西方国家最优秀的核科学家，动员了 10 万多人参加这一工程^[3]。阿波罗计划在高峰时期，参加工程的有 2 万家企业、200 多所大学和 80 多个科研机构，总人数超过 30 万人^[7]。除吸引和汇聚相关领域高水平的科学家外，通过大科学项目的设计、研究和制造、管理和运行等过程，还可以培养高水平的科学家、工程师、技术人员、管理人员和其他专业人员。

1.6 学习国际化管理方式，提升科技管理水平

由于国际大科学项目投资巨大，工程巨大，周期长、风险高，参与方多，其管理的标准化、规范化十分重要，通过参与国际大科学项目，可以直接学习国际化的管理方式，从而推动国内科技管理体制的改革，加强官、产、学、研的力量与资源的有效结合，提升参与国创新体系的效率。

1.7 加强国际科技合作，实现国家、区域和全球目标

主导和参与国际大科学项目，不但可以充分利用各国资源，取长补短，获得知识和技术的积累，解决本国发展过程中存在的实际问题，还可以加强国际科技合作，更好地融入国际科学界，实现区域及全球目标，提升国际影响力和在国际事务中的话语权。欧盟有许多世界水平的国际研究组织、联盟和机构，如欧洲南方天文台（ESO）、欧洲航天局、欧洲分子生物实验室（EMBL）、欧共体联合聚变中心（JET）等，同时，欧盟国家还单独或共同参加了

诸如国际空间站、国际热核聚变实验堆计划、阿塔卡玛毫米/亚毫米波阵列望远镜计划（ALMA）、平方公里阵列射电望远镜计划等很多国际大科学计划和工程。通过欧洲研究基础设施战略论坛（ESFRI）以及天文、天体粒子物理和核物理等领域的各种路线图和联合研究计划等，这些国家在科技政策领域（如规划编制、优先领域确定、管理和评估研究项目等）取得了巨大进步，欧委会也日益在规划和实施欧洲大陆的国际研究中发挥重要作用^[8]。

2 国外大科学项目的提出、实施及管理

2.1 管理部门

大科学项目的前沿性、大投资、高风险、长周期，以及关乎国家战略和国际竞争力等因素，决定了政府是大科学项目的主要决策者和投资者。

由于科技管理体制不同，各国（地区）对于大科学项目的管理也各不相同，多数国家由科技主管部门或科技相关部门负责管理并提供经费支持。德国联邦教研部是德国国际大科学研究（计划和工程）的规划管理部门和最主要的出资部门，教研部内设有大型和基础科研设施司来进行统一领导和协调。法国教研部在科技创新总司下专门设立了“大型研究基础设施管理办公室”，下设四个学科工作组，对大型研究基础设施管理进行分类指导。而美国属于分散型的科技管理体制，国家自然科学基金会（NSF）、能源部（DOE）、国家航空航天局（NASA）、海洋大气管理局（NOAA）、地质调查局（USGS）等部门都承担有科技管理职能，它们各自负责资助和管理相应领域的大科学项目。同样，英国的大科学项目按专业领域由 7 个专业研究理事会进行组织和管理，如国际热核聚变实验堆计划项目及本国核聚变能的大科学研究由英国工程和自然科学委员会（EPSRC）管理，平方公里阵列射电望远镜计划项目由英国科学与技术设施委员会（STFC）管理，新极地科考船项目由英国自然环境研究理事会（NERC）管理。

在欧洲层面，欧洲跨政府研究组织论坛（EIROforum）是欧洲八大跨政府科研机构^①组成

① EIROforum 的八大成员机构包括：欧洲核子研究中心（CERN）、欧洲分子生物实验室（EMBL）、欧洲航天局（ESA）、欧洲南方天文台（ESO）、欧洲同步辐射装置（ESRF）、欧洲 X 射线自由电子激光装置（XFEL）、欧洲聚变能发展联合组织（EUROfusion）、劳厄-朗之万研究所（ILL）。

的协调和协作伙伴关系，负责相互之间大型国际科研基础设施和研究项目的管理。而欧洲研究基础设施战略论坛（ESFRI）是欧洲发展和管理科学研究基础设施、实施欧洲大科学计划或项目的主要方式。欧洲研究基础设施战略论坛通过大规模的协商确定未来拟支持的研究基础设施计划，研究并制定“欧洲研究基础设施路线图”。

2.2 战略规划

一般来说，很少有国家（地区）针对（国际）大科学计划和大科学工程制定专门的战略或规划，大多是将其列入研究基础设施战略规划（路线图）或国家整体科技发展战略规划之中。2006年，欧盟制定了《欧洲研究基础设施发展路线图》^[9]，并分别于2008年^[10]、2010年^[11]和2016年^[12]进行了更新。欧盟成员国从2007年起开始制定国家研究基础设施路线图，截至英国脱欧前，已有22个欧盟成员国发布了国家研究基础设施路线图（比利时和塞浦路斯两个国家的路线图尚在制定过程中）^[13]。例如，英国研究理事会（RCUK）于2010年发布了《大型设施路线图》^[14]，2012年进行了更新，并发布了《投资于增长：面向21世纪的科研基础设施投资》^[15]，强调要支持对英国开展卓越研究和提高技术发展能力有重要作用的国家科研基础设施建设。德国联邦教研部于2013年发布了《大型研究基础设施路线图》^[16]，其中列出了大科学计划和大科学工程清单。法国高等教育与研究部于2008年牵头制定了《大型研究基础设施发展路线图》，并分别于2012年、2016年进行了更新，推出《2012—2020年大型研究基础设施发展路线图》和《法国研究基础设施战略》（2016版）^[17]，明确了参与国际大科学计划和工程的发展战略。

美国和加拿大等国的大科学计划和大科学工程一般是由各分管部门按领域来进行规划的。如美国能源部于2003年发布《面向未来的科学设施：20年展望》，提出28项拟于未来20年部署的大科学项目，并于2007年进行了更新^[18]。加拿大的《太空政策框架》明确提出要确保加拿大在国际空间站、詹姆斯·韦伯太空望远镜等国际大科学工程项目中的地位。

还有许多国家将大科学计划和大科学工程纳入国家整体科技发展战略规划中，如日本政府在

《第五期科学技术基本计划》和《科学技术综合创新战略》中，对参与国际大科学工程、开展国际合作的意义进行了阐述；罗马尼亚在《2014—2020年国家研发创新战略》和《2015—2020年国家研发创新计划》中提出了参与国际大科学计划和工程的相关政策、规划、立场等。

2.3 大科学项目的提出——科学家与政治家的决策

大科学项目一般来说主要是对未知世界进行探索的基础研究和前沿技术探索性研究。这两类研究有一些比较突出的特点：一是具有很强的探索性，其动力不仅源于科学家的“好奇心”，也源自科学家的社会责任；二是具有原创性，其成功必须基于对自然规律的深刻认识、对全球研究现状的全面理解和不同学术观点的反复撞击；三是有高度的不确定性和非共识性，既有成功，也会有失败；四是需要长期积累，一项重大的原始创新成果往往基于几代人深入系统的研究探索，厚积薄发^[19]。此外，大科学项目涉及众多交叉和前沿科学的内容，只有熟悉科技发展趋势、深谙科技发展规律、秉持严谨科学精神的科学家和工程技术专家，才能提供清晰的思路和可选方案。

大科学项目的特点决定了杰出科学家及其团队在大科学项目的提出和重大突破的研究探索中往往具有决定性作用。同时，由于大科学项目耗资巨大，需要政府的大力支持，因此，政治家敏锐的战略眼光也是决定大科学项目付诸实施的关键，如著名的曼哈顿计划就是由核物理学家费米、西拉德和特勒等科学家提出，爱因斯坦通过写信并当面说服时任美国总统罗斯福，罗斯福决定启动该计划并赋予其“高于一切行动的特别优先权”。

2.4 咨询委员会在大科学项目形成过程中发挥重要作用

专家咨询制度在国外的科技决策过程中发挥着重要作用，在大科学项目的发起、评估和筛选过程中同样如此。例如，咨询委员会在美国大科学项目的发起、评估和筛选排序过程中扮演了重要的角色。美国国家自然科学基金会、能源部、国家航空航天局等部门均围绕重点大科学领域建立了层次高、覆盖全、代表性强的专业咨询委员会，在重点领域大科学项目的识别、技术路线设计与选择、可行性论证等方面发挥了重要作用，其形成的项目建

议成为政府决策的基础。法国科学与技术最高理事会、丹麦国家研究基础设施委员会、捷克大型研发创新基础设施委员会、荷兰全国大型科研基础设施常设委员会等作为专家咨询机构在制定国家大型研究基础设施发展战略和实施路线图中都发挥着重要作用。

2.5 大科学项目的执行

(1) 依托或成立大型科研机构组织实施

一般来说,不论是国内还是国际的大科学项目,多数国家都是依托具有相当影响力的大型科研机构来组织实施,以充分继承相关领域的科研优势并应用到大科学项目中。在项目的执行过程中,大批相关研究机构、大学和企业也会参与其中。美国大科学项目多依托国立科研机构和大学来牵头组织实施。如劳伦斯伯克利国家实验室、橡树岭国家实验室、布鲁克海文国家实验室、阿贡国家实验室、费米国家加速器实验室等国立研究机构以及麻省理工学院(MIT)、密西根州立大学等大学都牵头实施有大科学项目。德国通过18家大研究中心来实施国家战略研究任务,其国际大科学计划和工程主要依托这些大研究中心来组织实施,如尤利希、卡尔斯鲁厄、马克斯-普朗克等离子体研究所(IPP)等大研究中心都承担着重要的大科学研究任务。日本依托国立科研机构设立国际大科学工程专门工作团队,指定相关机构作为项目的主要参与方。如国际热核聚变实验堆计划由日本原子力研究开发机构(JAEA)专门设立的国际热核聚变实验堆计划日本国内机构(JADA)具体承担。加拿大的大科学项目也是由具体的科研单位牵头,有关大学和科研人员积极参与,如欧洲核子中心的超环面仪器(ATLAS)项目,加拿大几乎所有相关研究机构均参与其中。同时,加拿大努力推动本国企业的参与,仅在天文学领域,就有200多家企业参与国际大科学计划和大科学工程建设。

(2) 以公司模式建设和运营

有些大科学项目具有工程项目的性质,以公司模式进行建设和运营是一些国家的选择。德国的一些国际大科学项目在规划和启动阶段,即组建公益性的股份有限公司时,按照德国公益性有限责任公司的法律(GmbHG)规定设立股东大会(理事会)和董事会,负责公司主要事项的决策和保证

公司的正常运转。例如,欧洲X射线自由电子激光装置(XFEL)由德国牵头,联合欧洲其他10个国家签署建设和运营协议,规定各签约国在建设费用中所占的比例(股份)及应缴纳使用费的义务,并签署公司合同,规定股东所享有的权益,包括在公司运营、财产、知识产权、设备使用等方面所享有的权益,以保证这个投资巨大的设施能按期建成并发挥其最大效用。

(3) 组建新的政府间国际组织

近年来,越来越多的国际大科学项目通过组建专门的国际组织来进行实施和管理,如国际热核聚变实验堆计划、平方公里阵列射电望远镜计划等都采取了这种模式。

参加国际热核聚变实验堆计划的中国、欧盟、印度、日本、韩国、俄罗斯和美国于2006年11月共同签署了《联合实施国际热核聚变实验堆计划建立国际聚变能组织的协定》,成立了国际聚变能组织(IO)。国际聚变能组织具有国际法主体资格,有权与国家或国际组织缔结协定;具有法人资格,在成员方领土上享有所需法定权利,包括签订合同,购置、持有和处置财产,获得许可证,提起诉讼等。国际聚变能组织的首要机构为理事会,由各成员方的代表组成^[20]。

平方公里阵列射电望远镜计划在建设准备阶段即正式成立了非营利的独立法人科研组织——平方公里阵列射电望远镜计划组织(SKAO),并组建了平方公里阵列射电望远镜计划董事会。平方公里阵列射电望远镜计划组织总部暂设在英国曼彻斯特大学焦德雷尔·班克(Jodrell Bank)天文台,由英方投资300万英镑建成。根据成员协议内容,平方公里阵列射电望远镜计划组织是根据英国法律建立的非营利机构,未来可能发展成为政府间国际科技组织^[21]。

3 结论与建议

新中国成立以来,包括“两弹一星”、载人航天、北京正负电子对撞机、500米口径球面射电望远镜(FAST)等在内的一批大科学工程拔地而起,对我国的政治、经济、社会、科技、国防等发挥了巨大的战略作用。同时,作为一个发展中大国,自20世纪90年代以来,我国参与大科学工程的国

际合作步伐也不断加快，不仅参与了人类基因组计划的研究、欧洲大型强子对撞机的实验，近年来更是参与了国际热核聚变实验堆计划、伽利略计划和平方公里阵列射电望远镜等国际大科学计划。但客观地说，我国完成、进行以及规划中的大科学计划是参与居多，牵头组织开展的较少。在国际大科学计划和工程得到顺利发展的今天，我国要在高技术领域占有一席之地，不仅要努力紧跟并参与国际大科学计划和工程，还要积极提出并牵头组织国际大科学计划和工程，在更大范围和层次上参与国际科技合作，努力提升我国的科技实力，以期引领国际科技的发展方向，为解决国家、区域和全球性问题做出贡献，在国际事务中争取更大的话语权。党的十八届五中全会和“十三五”规划纲要提出了“积极提出并牵头组织国际大科学计划和大科学工程”的重大决定，这是增强我国自主创新能力的的重要举措，是提升我国国际科技竞争力和培育高层次科技人才的重要抓手，是增强国家创新体系的开放性、构建深度融合开放创新格局的重要手段。在具体操作过程中，我们可以借鉴国外组织与参与国际大科学计划和大科学工程的经验。

3.1 国际大科学项目应是国家整体研究基础设施战略的重要组成部分

借鉴欧洲国家的经验，把国际大科学项目作为国家研究基础设施战略的重要组成部分来进行考虑和规划，在充分调研国内需求和摸清国内外大型科研基础设施现状的基础上，结合国家总体科技发展战略，制定国家大型科学基础设施发展路线图，从战略层面规划和布局我国大型科学基础设施的建设，而不应割裂国际大科学计划和工程与国家发展战略和国内科研基础设施发展的联系。

3.2 国际大科学项目要与国家研发基地的建设结合起来考虑

西方发达国家的科学技术水平和国际竞争能力很大程度上是通过欧洲核子研究中心、美国的布鲁克海文国家实验室、德国的电子同步加速器研究所等高水平的大型研究基地体现的。这些世界一流的大型研究基地在大型科学装置或大型科学装置集群的支撑下发展起强大的科技竞争力，逐步成为世界重大前沿科学成果和科学突破的发源地。而我国的综合性大科学研究中心，特别是各主要大科学装

置类研究中心规模较小且较分散，造成基础设施利用效率不高、投资效益低，限制了发展潜力。因此，要把大型科研基地建设与大科学项目结合起来，在充分考虑可行性的基础上，提出和牵头组织对国家未来发展至关重要的大科学计划和工程，规划、设计、建造具有国际先进性、能实现科学突破、技术领先的大科学装置（群），同时为了节约投资，发挥规模效益，尽可能将这些大科学装置建设在一个区域内，形成具有重大国际影响、能成为国际领跑者的大型国家级科学研究中心，以发挥其在科技创新、人才培养方面的作用，以及通过技术溢出和辐射作用促进地方经济和产业发展。

3.3 国际大科学项目领域的选择应体现学科优势、国家战略需求和对全球的影响

牵头组织或参与国际大学项目的先决条件是本国在该前沿学科领域有突出优势，如有世界知名的科学家、在相关国际组织中任领导职务、有深厚的研究基础、取得世界领先的研究成果、在国际上有广泛的号召力等。同时，必须充分考虑项目对国家乃至全球政治、科技、经济、社会、安全的意义和长远影响。因此，要对我国相关领域的发展现状进行评估，积极选取学科优势明显、国民经济需求迫切、能解决全球共性问题的领域来提出和牵头组织国际大科学项目，以确保提议能得到国际同行的积极响应并成功实施。

3.4 建立国际大科学项目的发起和管理机制

大科学计划和工程的提出和实施，不但反映了科学家对科学发展趋势和问题的科学判断，而且体现了一个国家对自身科技发展布局的战略选择和政治决策，是一个政治与科技互动的过程。

一是要重视科学家在大科学计划和工程提出和实施过程中的意见和建议，为科学家提出大科学项目提供有效的渠道。

二是要重视咨询在大科学项目决策过程中的作用，成立由政界、科学界、企业界等具有战略眼光的杰出人士组成的咨询委员会，必要时可以聘请国际同行参加，以使大科学项目不但体现国家战略，而且体现科学发展前沿和趋势，同时围绕解决全球问题而开展，以号召全球各界力量的积极参与。

三是要形成跨部门的工作机制。发起或参与国际大科学项目是一项资金投入大、涉及面广、持续

时间长的重大决策,需要政府多个部门的紧密配合和通力合作,因此需要在跨部门工作机制中进行讨论和决策。

四是要坚持过程管理的国际化。为协调国际大科学计划和工程的参与各方,集聚国际资源为计划和工程所用,建设国际化的管理团队十分必要。同时,无论是在筹备阶段还是执行阶段,要始终保证有一个强有力的国际科学顾问委员会参与其中,以集思广益,确保工程设计与建设始终处于正确的方向。

五是要形成开放合作的组织机制和平等尊重的科学氛围。在全球化时代,没有任何一个国家能够仅仅依靠本国的科研人员和本国的科技资源来组织实施大科学项目。必须坚持开放共享的合作机制,向世界各国敞开大门,可利用多边渠道来影响国家大科学项目的发起及合作进程,制定设施开放和数据共享等国际规则。在项目实施过程中对各国科研人员一律平等尊重,建立相互间的信任感和责任感,营造自由探索、鼓励创造和创新、容忍失败的科学氛围。■

参考文献:

- [1] 王贻芳. 建设大型加速器 实现科学梦想 [J]. 现代物理知识, 2014, 26 (2): 29.
- [2] 中国科学院重大科技基础设施共享服务平台. 国际热核聚变实验堆 (ITER) [EB/OL]. [2016-11-01]. http://lssf.cas.cn/lssf/kpyd/zsk/gwss/201509/t20150923_4429360.html.
- [3] 殷雄. 曼哈顿计划的来龙去脉 [N/OL]. [2016-11-01]. http://www.gmw.cn/01gmrb/1999-06/01/GB/18074%5EGM5-0114.HTM?t_t_t=0.06913372385315597.
- [4] Battelle. Economic Impact of the Human Genomics Project[R/OL]. [2016-11-01]. http://www.battelle.org/docs/default-document-library/economic_impact_of_the_human_genome_project.pdf.
- [5] Battelle Memorial Institute. The Impact of Genomics on the US Economy[R/OL]. [2016-11-01]. <http://www.unitedformedicalresearch.com/wp-content/uploads/2013/06/The-Impact-of-Genomics-on-the-US-Economy.pdf>.
- [6] 王水平. 以色列加入欧洲核子研究组织 [N]. 光明日报, 2014-01-17 (08).
- [7] 徐峰. 阿波罗计划: 科技计划组织的典范 [N]. 科技日报, 2015-07-24 (08).
- [8] OECD. The Impacts of Large Research Infrastructures on Economic Innovation and on Society: Case Studies at CERN[R/OL]. [2016-11-01]. <http://www.oecd.org/sti/scitech/CERN-case-studies.pdf>.
- [9] European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI). Strategy Report on Research Infrastructures Roadmap 2006[R/OL]. [2016-11-01]. http://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/esfri/esfri_roadmap/roadmap_2006/esfri_roadmap_2006_en.pdf#view=fit&pagemode=none.
- [10] European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI). Strategy Report on Research Infrastructures Roadmap 2008[R/OL]. [2016-11-01]. http://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/esfri/esfri_roadmap/roadmap_2008/esfri_roadmap_update_2008.pdf#view=fit&pagemode=none.
- [11] European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI). Strategy Report on Research Infrastructures Roadmap 2010[R/OL]. [2016-11-01]. http://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/esfri-strategy_report_and_roadmap.pdf#view=fit&pagemode=none.
- [12] European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI). Strategy Report on Research Infrastructures Roadmap 2016[R/OL]. [2016-11-01]. http://www.esfri.eu/sites/default/files/20160308_ROADMAP_single_page_LIGHT.pdf.
- [13] European Strategy Forum on Research Infrastructures. National Roadmaps[R/OL]. [2016-11-01]. <http://www.esfri.eu/national-roadmaps>.
- [14] Research Councils UK. Large Facilities Roadmap 2010[R/OL]. [2016-11-01]. <http://www.rcuk.ac.uk/documents/research/rcuklargefacilitiesroadmap2010-pdf/>.
- [15] Research Councils UK. Investing for Growth: Capital Infrastructure for the 21st Century[R/OL]. [2016-11-01]. <http://www.rcuk.ac.uk/documents/publications/RCUKFrameworkforCapitalInvestment2012.pdf>.
- [16] Federal Ministry of Education and Research (Germany). Roadmap for Research Infrastructures[R/OL]. [2016-

- 11-01]. http://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/germany_roadmap_research_infrastructures_en.pdf.
- [17] Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. French National Strategy on Research Infrastructures 2016 Edition [R/OL]. [2016-11-01]. http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Infrastructures_de_recherche/16/4/infrastructures_UK_web_615164.pdf.
- [18] DOE. Office of Science Publishes Update of Landmark Plan, “Facilities for the Future of Science: A Twenty-Year Outlook” [R/OL]. [2016-11-01]. <http://science.energy.gov/news/science-headlines/2007/10-11-07/>.
- [19] 徐冠华. 正确认识和充分发挥科学家及各方面专家在科技决策与管理中的重要作用 [J]. 中国软科学, 2007 (8): 1.
- [20] 中国人大网. 联合实施国际热核聚变实验堆计划建立国际聚变能组织的协定 [EB/OL]. [2016-11-01]. http://www.npc.gov.cn/wxzl/wxzl/2007-08/30/content_1461956.htm.
- [21] 国家遥感中心. 平方公里阵列射电望远镜——SKA [EB/OL]. [2016-11-01]. <http://www.nrscc.gov.cn/nrscc/gjhz/ska/skaj/skajj/skawyj/>.

Research on Situation of Foreign Countries Launching and Participating Big Science Projects

ZHAO Jun-jie

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: This paper analyzes the situation of foreign countries launching and participating international big science programs and big science engineering projects (hereinafter referred to as the “big science project”). It finds out that few countries have made specific strategic plan for big science projects, but incorporated them into the plan or roadmap of research infrastructures, or the national science and technology development strategic plan. Generally, international big science projects are put forward by famous scientists in the field and propagandized to international peers who will convince their governments to provide physical or financial support. The country which leads the international big science projects will be responsible for its management and operation, otherwise specialized management agency or international organization will be established when different countries participate in on the equal basis.

Key words: big science program; big science engineering; big science project