

DOI: 10.3724/SP.J.1224.2011.00041

# 美国超导超级对撞机案例研究

高原, 王大明

(中国科学院研究生院人文学院, 北京 100049)

**摘要:** 美国在 20 世纪 80 年代决定建造投资巨大的超导超级对撞机, 但该大科学工程在进行了七年后又戛然而止。建造的理由和停顿的原因, 都有其复杂的政治、经济和军事等方面的背景。文章对其产生、发展和夭折的历程进行了回顾和分析, 对造成工程夭折的各种因素进行了初步的探讨, 并认为该工程的决策、建造和停建所反映出来的各种问题, 对我国大科学工程的决策、建设和管理也具有一定的借鉴意义。

**关键词:** 超导超级对撞机; 工程管理; 大科学工程

中图分类号: N09

文献标识码: A

文章编号: 1674-4969(2011)01-0041-09

在劳伦斯(Ernest Orlando Lawrence, 1901~1958)建造了回旋加速器之后的半个世纪中, 美国陆续建造了一系列能级越来越高的加速器, 因而一直在这个领域保持了国际领先的水平。20 世纪 80 年代中建造的超导超级对撞机(Superconducting Super Collider, 以下简称 SSC), 是这些加速器中最大的一个, 但 SSC 工程在经历了七年的实施、耗资 20 亿美元后, 最终却以停建告终, 其中的原因错综复杂, 给世人留下了一个不解的悬念。

SSC 作为自然科学领域的重要工程和人类探索自然本源的重要工具, 寄托了人类探索和发现自然本质的梦想。目前, 国内外学者对 SSC 案例都投入了大量的人力和物力进行深入研究。古德温在《紧锣密鼓的超导超级对撞机项目的预算经费已超过 82 亿美元》一文中, 把 SSC 工程与哈勃望远镜工程进行了对比, 分析了 SSC 面临的财政预算困境; 克罗斯在《美国希望日本在超导超级对撞机项目上发挥重大作用》一文中, 分析了美国在 SSC 建设中请求国际援助的困局; 余运佳

在《美国超导超级对撞机概况》一文中, 介绍了 SSC 工程政府和经济方面的背景; 戴建平在《梦想与幻灭: 超导超级对撞机的曲折命运》一文中, 研究了 SSC 工程建设的曲折历程, 指出了像 SSC 这种大科学工程所面临的政治和经济难题; 郭凯声在《超导超级对撞机: 庞大宏伟的计划、变幻莫测的前景》一文, 则研究了美国政府内部对于 SSC 存在的分歧及其原因。爱民在《超导超级对撞机又一次面临危机》一文中, 介绍了美国政府放弃 SSC 项目建设的原因。这些文章主要探讨了 SSC 工程建设本身的问题以及工程夭折的直接原因, 对于其背后深层次的复杂原因还缺乏系统性的统一阐述。

随着大科学工程建设的不断增多以及技术复杂度的提升和工程规模的扩大, 技术因素仅是决定项目成功的一方面原因。本文参考若干原始资料, 通过对 SSC 工程从立项到停建整个过程的研究, 首次系统分析和阐述了导致 SSC 工程夭折背后的政治、科学、经济和管理等方面的深层次原

收稿日期: 2011-01-12; 修回日期: 2011-01-16

作者简介: 高原(1985-), 女, 安徽安庆人, 硕士研究生, 研究方向为科技政策管理。E-mail: gaoyuanheihei@126.com

王大明(1958-), 男, 陕西西安人, 教授, 研究方向为科学技术史、科学社会史、科技政策与管理、科技传播、科学技术与社会。E-mail: wangdm@gucas.ac.cn

因, 试图为我国进一步开展大科学工程管理研究提供了一些借鉴。随着人们对大科学工程管理问题的关注程度的提高, 学者们的研究也会越来越集中于此。

## 1 SSC 盛衰

### 1.1 SSC 工程的由来

1956 年, 科学家提出通过高能粒子束间的对撞来提高有效作用能的概念, 导致了高能粒子对撞机的发展。通过应用高能粒子对撞机, 人们发现了包括重子、介子、轻子和各种共振态粒子在内的几百种粒子, 建立了粒子物理学。粒子物理学是研究组成物质和射线的基本粒子以及它们之间的相互作用的物理学的一个分支, 其中描述基本粒子的最成功的理论是标准模型理论。标准模型理论认为, 物质由 24 种基本粒子组成, 除此之外还预言了一种未被检测到的希格斯玻色子。随着粒子加速器的能级不断提高, 从 Mev(兆电子伏特)量级到 Gev(十亿电子伏特)量级, 科学家们对标准模型理论的研究取得了丰富的实验成果, 但是标准模型理论中仍有很多谜团未被解开, 例如从未被探测到的希格斯玻色子。科学家们相信, 只要粒子加速器的能级继续提高, 一旦达到了标准模型理论的要求, 不但希格斯玻色子会被发现, 很多新的实验现象也会逐一地为人们解开标准模型理论中的谜团。而当时被誉为人类历史上规模最大的科学研究, 同时也是规模最大的科技建造工程的 SSC 就这样被提上了议程。

### 1.2 SSC 工程的背景

除了应用于标准模型理论研究外, SSC 工程的提出还具有其他几方面背景, 以下分别从 SSC 工程的政治背景、军事背景、科技背景以及经济背景四方面讨论。

20 世纪 80 年代, 欧洲在高能物理研究方面较之美国处于领先地位, 先后建立了核子研究中心和欧洲粒子物理研究中心。美国一方面想维持其

超级大国地位, 保持其在科技等各方面的领先优势, 另一方面出于本国科学家科学研究的需要, 在相关组织和科学家的建议和推动下, 美国国会最终批准通过了 SSC 工程计划, 这是提出 SSC 工程主要的政治背景。

此外, 20 世纪 80 年代正是美苏争霸的关键时期, 苏联强势扩张, 美国则处于战略守势。这一时期, 苏联缩小了与美国的实力差距, 特别是在军事实力方面甚至有反超的趋势。而美国由于长期陷于越战, 加上 1973 年的石油危机以及资本主义阵营内部的分化, 霸主地位被严重动摇, 不得不采取相对保守的战略, 响应苏联提出的缓和政策, 试图通过外交手段遏止苏联扩张和维护自身地位。为了捍卫自己的军事霸主地位, 鉴于粒子物理潜在的军事用途, 美国急需通过粒子科学方面的成就来证明自己的实力, 这是军事方面对于 SSC 工程的诉求。

科技方面, 美国政府自二战以后, 确立了其世界范围内的霸主地位。由于其自身具备的政治、经济和人才优势, 美国的科研水平也一直走在世界前列。在 SSC 工程之前, 美国政府一直支持在高能物理学界的研究, 先后投资建立了多家加速器实验室, 高能物理研究的水平已经上升到一定的高度。基本粒子相互作用的能量级别已成为了科学家们进一步研究的障碍和瓶颈。在此背景下, 高能粒子加速器、对撞机的设计和建造被提上议事日程。

最后, 由于美国在 1973 年遭遇了严重经济危机冲击, 国内经济环境十分恶劣, 为复苏经济, 美国政府先后采取了一系列的举措来扩大内需, 拉动经济发展。而大工程建设正是推动经济发展的有力措施, 经美国能源部估算, SSC 工程的建设可以给美国提供上千的就业机会, 并带动相关领域的发展, 在建成后还可以在科研、教育和医疗等相关民用领域起到不可估量的作用。基于 SSC 工程建设可能带来的巨大效益, 虽然 SSC 工程的预算很高, 美国政府和国会还是批准通过了项目计划。

### 1.3 SSC 工程的提出过程

在 1978 年到 1979 年召开的一系列国际加速器发展的会议上, 科学家们开始讨论质能达到 20TeV 的质子对撞机。1982 年, 以美国费米实验室的主管 R.R.威尔逊(R. R. Wilson)为首的一批高能物理学家, 倡议提出“立即开始 TeV 量级、高亮度的质子对撞机计划, 力争尽早进行物理实验”的建议, 建议建造的装置就是 SSC。

1983 年, 秋天美国能源部批准了由威尔逊提出的 SSC 的初始预制研究, 同年 12 月, R.R.威尔逊带领科学家们开始研究对撞机的技术与经济可行性。经过 150 位加速器物理学家和工程师的努力, 1984 年 4 月, 威尔逊及其研究团队形成了基于不同类型的超导磁体的三种不同的技术可行性方案, 并给出了三种方案的经费预算。1985 年, 超导磁体的选型最终确定。

1986 年, 由约 250 位科学家与工程师参与的中心设计组完成了 SSC 概念核心设计报告。1987 年 1 月, 经总统同意, SSC 工程正式实施, 选址工作开始。1988 年, 从 43 个地址申请中, 由国家科学院组织专家筛选出 7 个地址, 交给美国能源部裁决<sup>[1]</sup>。

### 1.4 SSC 工程的决策过程

1988 年 10 月, 美国国会预算管理办公室对 SSC 进行了研究, 发表了“建造 SSC 的潜在风险与利益”的评估报告。报告中提到根据美国能源部的预计, 在国会已经为 SSC 提供了 2.05 亿美元资金后(其中 1 亿美元主要用于 SSC 的研发费用), SSC 工程以及相关设备的建造还需要高达 53 亿美元的资金支持, 工程的工期大概为 8 年。在以往建造加速器都大幅超支的背景下, 美国能源部认为他们这次预算的偏差将会控制在 10% 以内。SSC 的支持者们也认为, 由于 SSC 的大部分技术难题已经在研发阶段解决了, 所以 SSC 工程建造的预算超支不大可能发生。但是, 报告也指出, SSC 工程的规模要比以往的工程大得多, 拥有更多的设备与部件, 所以 SSC 工程在预算超支方面仍然具

有高风险。在资金来源方面, 美国能源部认为, 将有 18 亿美元左右的非政府资金支持 SSC 的建造, 其中主要包括 SSC 所在地的地方政府和其他感兴趣的国际团体, 但是这种想法即使在 SSC 的拥护者看来也是过于乐观了。

另外, 国会在最终选择建造哪种类型对撞机的问题上还存在犹豫。从性能上看, SSC 的科学能力大大超过 Large Hadron Collider(大型强子对撞机)和 Electron-Positron Collider(正负电子对撞机)。SSC 可以提供 3 兆到 4 兆电子伏特能级, 而大型强子对撞机和正负电子对撞机都只能提供 1 兆左右的电子伏特能级, 并且 SSC 拥有前期研发费用的大量投入, 其设计风险也相对更小, 但是 SSC 的建造费用却远远大于另外两种对撞机。国会需要权衡的问题在于, 如果最终选择建造 SSC 工程, 那么在增加的科学研究能力和低设计风险上多投入的 30 亿到 40 亿美元是否值得。

最后报告中还指出, 国会在当年已经推迟了建造 SSC 的工程计划, 并且很可能会继续推迟。推迟 SSC 工程建造可能会有以下几方面优势: 一是基于短期的预算利益; 二是可以等待技术发展, 尤其是有关磁铁技术的更大的确定性; 三是可以用节省出来的资金继续支持其他两个类型对撞机的研究工作; 四是推迟工程建造的费用开销很小; 五是高能物理学家们并不会因为工程推迟建造而无所事事, 他们仍然有大量的工作要做<sup>[2]</sup>。

### 1.5 SSC 工程的建造过程

1988 年 11 月, SSC 选址确定, 德克萨斯州埃利斯县被确定为最合适的地址。1989 年 1 月, 里根政府将 SSC 计划提交国会审查, SSC 实验室建立。实验室早期的任务之一是针对选址的方案设计, 该方案设计于 1990 年 7 月完成, 针对该方案设计的环境影响报告也相继完成。SSC 的第一批成员于 1989 年 3 月在达拉斯地区开始了工作, 到年底已有工作人员已达 300 多人。1991 年, 第一批主体工程在 15 号工地(磁体研发与测试实验室)

动工兴建。

但是, 同年1月, 根据美国能源部公布的 SSC 估计造价已经攀升到了 82.5 亿美元, 并且 SSC 工程的工期也将原计划的 1998 年完工推迟到 1999 年。当年在美国众议院讨论 SSC 的年度预算方案时, 反对者就提出了停止建造 SSC 的提案, 但最终 87 票败北。到了 1992 年, 由于大环境的变化, 国家严重的赤字问题使得议会中很多原来 SSC 的支持者倒戈, 最后众议院以 232 比 181 票否决了继续建造 SSC 工程的计划, 此时为 SSC 工作的人数已有 2400 多人。虽然在布什总统以及参议院的强力支持下, SSC 工程得以继续建造, 但是随着 1993 年新总统克林顿打着缩减财政赤字的旗号上台, 以及众议院又一次以更大的票差否决了 SSC 工程, 1993 年底, 美国国会最终决定中止建造 SSC 工程。

## 2 SSC 工程停建的损失

当我们回顾 SSC 工程的盛衰史时, 不得不说 SSC 工程的停建既是经济损失, 也是人类科学事业的一大损失。

SSC 工程停建的经济损失不仅仅是已经投入了的 20 多亿美元。为了妥善处理工程下马后的善后事宜, 国会又再次批准了 6.4 亿美元, 这其中包括: 支付因此而失业的人员的工资赔付和合同违约金, 支付填平为 SSC 工程修建的总长度超过 54 英里的隧道所需费用, 支付拆除并清理为 SSC 生产超导磁铁的多座工厂而发生的费用, 以及支付因工程建设而征用私人土地和拆除数百座民房的补偿费用。最后预计的善后费用将达到惊人的 15 亿美元, 虽然工程停建后收回了部分未使用的资金, 并对 SSC 的设备进行了拍卖, 但是与当初的投入和善后费用相比还是微不足道。SSC 工程的停建不仅使大量纳税人的钱打了水漂, 而且因 SSC 而停滞和未被批准的其他研究项目上的投入也做了牺牲, 可以说美国政府此举从经济上看是得不偿失。

更为重要的是, SSC 工程的停建挫折了科学家们追求梦想, 探索未知世界的信心。一直以来, 粒子物理学家探索物质基本构成和性质的方法都是利用加速器加速粒子束, 使其获得极高的速度和能量, 通过观察粒子束撞击原子核或其他基本粒子产生的碎片进行研究, 而这些研究正在改变我们对于时间和空间的认知。近些年来, 新发现的暗物质和暗能量彻底颠覆了人类对于宇宙的认识, 科学家们发现, 我们知道的物质只占全部宇宙物质的不到 10%, 越来越多的新问题被提了出来, 这些问题的解决都会极大的引导人类科技的发展与进步。但是随着研究的逐步深入, 对撞机所需要的能级提高了几个数量级, 科学家们对高能级加速器的需求越来越强烈, 而这正是建设 SSC 的重大科学意义, SSC 的建造对人类知识积累具有极其重要的价值。谁都无法否认现代社会之所以能够发展到今天, 人类历史上的每一次飞跃, 无不与重大的科学突破相联系。在人们的心理也变得更加浮躁和功利, 越来越重视应用而忽视理论的时候, SSC 工程的出现无疑扭转了不利局面。可以说 SSC 工程的过早夭折不只是科学家们的损失, 更是全人类的损失, 我们可能会因此而失去又一次重大科学飞跃的机会。

## 3 SSC 工程停建原因分析

SSC 工程建设从提出到最后停工的十年间一直伴随着争议, 在已经耗费了巨大的财力物力之后仍然被美国政府强制停建。之所以结局如此, 是政治、经济、科学、社会、管理等多方面复杂原因交织在一起形成的最终结果, 导致 SSC 工程停建的主要原因可以主要归纳为以下几个方面:

### 3.1 政治集团的利益博弈

SSC 工程停建背后的政治因素既包括国际间的政治集团利益博弈, 也包括美国国内的政治集团利益博弈。

提出 SSC 工程的原因之一是国际竞争方面的

理由, 当时美国在高能物理方面的研究落后于欧洲, 欧洲先后建成了核子研究中心和欧洲粒子物理研究中心领先于美国, 而美国的一贯理念是, 只有科技领先才能称霸世界, 自然在高能物理的研究领域中也绝不甘心落后于他人。同时这段时间正处于美苏争霸的关键时期, 1981 年里根出任美国总统以后, 开始对苏联采取强硬态度, 遏制苏联在全球的扩张势力。在核战略和核军备方面, 美国提出了建造 SSC 工程和“星球大战”计划, 企图通过以高技术为核心的新一轮军备竞赛, 拖垮经济力量相对落后的苏联。随着 20 世纪 90 年代初苏联的解体, 以及欧洲在高能物理领域一直没有重大进展, SSC 工程逐渐失去了在政治上的战略意义和筹码。美苏冷战结束后, 美国政府的政策方针从军备竞赛转向了经济建设, 对于工程项目的投资也转向了周期短, 见效快的类型。国际竞争需要的消失, 是 SSC 工程下马的重要原因之一。

国内利益集团之间的博弈是 SSC 工程下马的另一重要原因。美国作为联邦制国家, 其政体分为联邦、州和地方三级政府。虽然联邦宪法明确规定联邦政府的地位高于州政府, 但同时也规定了联邦政府和州政府实行分权治理, 各州政府相对联邦政府拥有一定的独立性。美国在建国之初, 盛行“主权在州”, 权力主要集中在州和地方, 联邦政府只拥有国防、外交、铸造货币、建立邮政和处理各州之间的纠纷等权力, 除此之外各州保持其“主权、自由和独立”, 联邦政府不得干涉。20 世纪 30 年代的大萧条之后, 面对社会、经济、政治发展的新形势, 尤其是经济一体化发展, 以及越来越多的问题州政府难以单独处理而需要联邦政府进行协调, 于是联邦政府承担的权责有所增加, 而州的权力相对削弱, 在很多事务的处理上需要中央和地方之间相互协作。在组织形式和政府管理体制上, 为了更好地调节和协调联邦中央和州、地方之间的关系, 特别是为了争取更多的中央拨款援助, 各级州政府都在首都华盛顿设有

院外活动集团, 以便在国会、联邦行政部门和其他机构里表达城市、县和州的利益。所以相对于作为一个整体政治利益集团的中央集权制国家来说, 美国各州之间的关系则是更加分散和独立的多个政治利益集团之间的博弈。

1987 年春天, 在里根政府批准了 SSC 工程的建造计划之后, 美国能源部通过竞标的方式正式开始了 SSC 工程的选址工作。由于 SSC 工程的建造将带来几十亿美元的投资, 创造数以千计的就业机会, 并能吸引到高科技工业投资和优秀的科技人才, 带动当地的经济。所以在 SSC 工程选址工作正式开始之后, 德克萨斯、伊利诺、科罗拉多等州就都表现出极大的兴趣, 美国能源部一共收到了 43 份申请, 其中有 35 份申请通过了基本条件审核, 经过两轮筛选之后, 美国科学院公布了 8 处地址进入最后的角逐, 最终德克萨斯州胜出。其他落选的各州纷纷表示了强烈的不满, 认为竞标的过程并没有做到公正透明, 选址的结果受到了政治操纵, 选择德克萨斯州是为了讨好新上任的总统布什。SSC 工程选址所带来的地方政治利益集团之间的博弈为日后工程停建埋下了伏笔。随着 20 世纪 90 年代初克林顿总统上台, SSC 工程失去了出于家乡情感而对之加以保护的布什总统的支持。在议员的反对声和缩减财政赤字政策的压力下, 新总统支持 SSC 工程的立场不再坚定, 那些在议会上决定是否继续为 SSC 工程拨款投反对票的其他州议员们, 心里也多少都带着嫉妒的因素而对 SSC 工程投反对票<sup>[3]</sup>。博弈的结果, 是 SSC 工程建设的终结。

### 3.2 对 SSC 科学研究价值的争议

科学研究的方法论一般分为两类: 一类是通过对大量表面现象的研究, 归纳推测事物运行的基本规律, 即通过现象看本质; 一类是基于还原论的思想直接研究事物的本质, 进而还原出对各种表面现象的解释。物理学研究领域中的粒子物理学与凝聚态物理学两个学派代表了上述两种研

究思路。粒子物理学主要研究物理的基本规律与物质的基本构成, 而凝聚态物理学则主要研究物质的宏观状态, 即大量基本规律的组合表现出来的不同现象。与粒子物理学相对, 凝聚态物理学通常与生产实践密切联系, 其研究成果可以迅速转化为生产力。

由于科学研究方法论的差别以及相互间的利益博弈, 两派物理学家在很多问题上存在着冲突和不一致的看法。对于仅仅服务于粒子物理学家研究而实施建造的 SSC 工程, 凝聚态物理学家认为政府的投入过大, 并超过了其可能实现的价值。凝聚态物理学的代言人菲利普 P.W.安德森(P. W. Anderson, 1923)曾于 20 世纪 90 年代初出席国会听证会, 极力反对美国政府继续支持建造 SSC 工程<sup>[4]</sup>。

本质上讲两个学派的研究方法是互补的, 各自的研究成果和理论在理想状态下应该是统一的。引起争议的根本原因还在于相互间的利益博弈, 两派科学家都想要引起社会和政府更多的重视与投入, 而反对 SSC 工程的其他领域科学家更是想要将政府对 SSC 的投资引入各自的研究领域。关键问题在于证明建造 SSC 工程的价值能够与政府的巨额投入相匹配。其实, 在 SSC 作为探索宇宙基本运行规律和物质最终构成的科学研究价值上, 科学家们已经取得一致意见, 粒子物理学领域的基础理论突破将会带来几乎所有学科理论的革命性进展, 那些持有不同意见的科学家都会直接或间接从 SSC 未来的研究成果中获益。人类物理学发展史上的一些重大人物如牛顿、麦克斯韦以及爱因斯坦的思想, 也与支撑 SSC 工程的理论和目标一脉相承, 即 SSC 工程的建造无论在当前还是未来都将是物理学研究发展和人类科技进步的必经之路。

“风物长宜放眼量”, 科学研究的目的是为人类的未来生存提供依据。科学研究的选题规划不应短视, 应当具有前瞻性, 像超级对撞机这样的

项目即属于此类前瞻性的科学研究, 不应因看不到暂时利益而匆忙决定下马<sup>[5]</sup>。

### 3.3 对 SSC 经济可行性方面的争议

政府投资作为一种有效的经济刺激手段, 其主要职能包括以下三方面: 一是在经济低迷期通过政府投资的乘数效应, 扩大社会需求, 刺激经济增长; 二是利用政府投资调节社会经济结构, 对于阶段性重点产业, 社会效应大而经济效益不显著的产业给予扶持, 并带动相关社会投资; 三是通过政府投资完善公用设施与社会基础设施, 为经济发展和民间投资创造良好的环境。

根据美国能源部统计, SSC 工程自筹建以来一共签署了约 45 000 份合同, 惠及了 48 个州, 其中大部分合同并不是与德克萨斯州签订的, SSC 工程至少创造了 7 000 个工作岗位, 并带动了大量相关国防产业的发展。但是 SSC 工程的反对者认为, 将 SSC 创造的经济效益与美国政府的投资数额相比, 结果是令人失望的。首先, SSC 工程通过乘数效应刺激经济的效果不明显, SSC 工程仅仅创造了 7 000 个工作岗位, 而由美国航空航天局主持的另一个大科学工程“自由号空间站”却创造了约 75 000 个工作岗位, 因此通过建造 SSC 工程只增加了很少一部分人的工作收入, 无法有效的带动国内消费需求; 其次, SSC 的技术溢出效应不足, SSC 作为一项基础科学研究, 在失去了政治与军事上的战略地位后, 又无法提供丰厚的经济回报, SSC 工程对社会提供的正外部性已经远远低于政府投资, 使得人们认为继续建造 SSC 工程扭曲了社会资源的有效配置。最后, SSC 不是一件公用设施或社会基础设施, 人们无法预期它能够改善社会与经济的投资环境。

然而, 单单诟病 SSC 低下的经济刺激效应并不公平, 科学基础研究作为一件公共事业, 其具有的非排他性与非竞争性, 保证了所有人都能从它的研究成果中受益。因为政府提供的各种类型的公共产品之间是有差别的, 将 SSC 工程与社会

基础设施比较并不合适, 而将 SSC 与国防类公共产品归为一类则更加恰当。只是政府每年的财政预算有限, 投入科学基础研究的经费只是一块已经切好的蛋糕, SSC 注定要与其他科学基础研究项目竞争资源。由于 SSC 自身的预算膨胀, 使得 SSC 的性价比不断下降, 受到其他科学基础研究项目的竞争压力也越来越大, 最终导致了反对者们指责 SSC 工程的经济性。但是他们都忘记了 SSC 工程建设的初衷, 根据美国国会预算管理办公室的“建造 SSC 的潜在风险与利益”报告, SSC 工程是不以短期经济利益为目标而建设实施的。

### 3.4 SSC 工程管理方面的缺陷

从项目管理的角度来说, 大科学工程项目不同于一般项目, 它具有规模大、周期长、费用高、复杂度高、综合性强和涉及的利益相关方多等特点, 要想管理好一个大科学工程项目, 需要组建一个由优秀的科技人员、管理人员、财务人员、法律人员和公关人员等多种人才组成的综合型项目管理团队。但是, 作为 SSC 工程的总承包商美国大学联合会却只是由一些科学家所组成, 他们多精通于科学研究, 对项目管理知之甚少, 经验不足。SSC 工程项目总体采用了合同管理的模式, 由于合同数量众多, 资源有限, 对于项目管理的精细程度要求非常高。项目管理团队要清楚地知道每个合同的轻重缓急, 以及合同之间的先后执行顺序, 并把资源分配给当前最紧急和最重要的合同上面。最后的事实说明 SSC 的合同管理模式是失败的, 甚至被称为最差合同管理的典范, 其不断超支的预算和难以预估的项目进度和未来成本就是最好的证明。

此外, SSC 工程与同期具有竞争关系的由 CERN(欧洲物理研究所)主持的科研项目——大型强子碰撞型加速装置(Large Hadron Collider, LHC)工程相比显得既不经济也不开放。SSC 工程引入了大量的工业合同, 由于工业企业在项目的建造过程中是以利润最大化为最终目的, 所以由大量

工业企业参与的 SSC 工程就比 LHC 工程的耗费高得多。本来通过引入工业企业的市场化竞争手段对于项目建设来说是一件好事, 但是由于参与 SSC 工程的企业多为垄断性的大型企业和军工企业, 如 Sverdrup(斯威尔德鲁普)与 EG&G(美国阿美特克有限公司)等, 其任人唯亲和利益至上的管理方式造成了 SSC 工程项目资源的无故流失。Sverdrup 与 EG&G 公司从接受 SSC 工程项目开始就跳过正常的工作人员考核程序, 录用了上百个关系户人员, 并挤走了很多优秀的科学家和项目管理人员, 造成了 SSC 工程项目管理团队人才的严重流失。SSC 工程项目管理方面的缺陷不仅导致了工程的最终停建, 更使得神圣的科学研究变成了部分人为私人牟利的工具<sup>[6]</sup>。

SSC 工程财务策划方面的缺陷是造成其停建的直接原因之一。工程预算的不断超支使得反对者指责 SSC 工程的计划管理混乱, 经费预算失控。但是, SSC 工程项目的管理者则反驳说, 大部分超支的原因都是政府的拨付资金不能及时到位造成的, SSC 工程本身并不存在管理问题。事实上, 对于 SSC 工程停建的最终结果, 两方面因素都起了作用。一方面由于美国政府审批资金的流程较多, 手续复杂, 的确存在审批周期长, 资金不能及时到位的情况; 并且由于部分美国政府官员出于技术保护以及独享科技成果的目的, 抵制国际合作, 从而导致了 SSC 无法得到更多的国际援助资金以缓解压力。另一方面 SSC 的项目管理尤其是对于资金链的风险管理也存在很大问题。SSC 的项目管理者没有充分认识到资金短缺的风险, 未为此类风险做好应对措施<sup>[7]</sup>。

## 4 对我国大科学工程管理的启示

美国 SSC 工程虽然最终没有成功, 但是人类探索科学世界未知领域不应该因此而放慢脚步。SSC 工程立项的出发点是好的, 只不过由于工程规模庞大, 周期漫长, 又牵扯了众多的利益相关方, 如果不慎重规划, 细致管理, 就会产生极大

的风险, 后来的事实也的确证明了这一点。对于 SSC 工程整个停建过程及原因的研究将对我国开展大科学工程项目管理产生一定的借鉴意义。

当前, 我国正处于经济高速发展时期, 通过出口贸易已经积累了大量外汇资本, 目前正是将之用于逐步扩大科研投入, 提升科技生产力, 转变生产方式为高技术含量、高附加值、低能源消耗、环境友好型工业的时机。将资金用于大科学工程以提高我国的科技实力, 为经济的长远发展注入动力是一个很好的选择。国家在扩大科研投入, 增加开展诸如大科学工程项目研究的同时, 有必要从美国 SSC 工程项目的停建中汲取经验与教训, 并结合我国的实际情况提高我国大科学工程管理与实施的能力。

#### 4.1 大科学工程要协调好多方关系

大科学工程作为一项系统工程, 涉及大量的利益相关方, 从政府到科学研究机构, 再到社会上的企业与广大公众。各方的关注焦点各不相同, 政府一般主要关注科学研究成果对国家在军事与经济上的战略意义, 科学研究机构主要关注在实施大科学工程中对于自身科研能力和科研地位的提升, 而企业与广大公众则主要关注大科学工程对于自身所产生的利益和影响。相比于美国的政治制度, 我国实行社会主义制度, 可以集中力量办大事。政治决策的高效性与权威性基本确保了不会出现地方政治集团的利益纷争, 但同样有必要协调好多方关系, 确保所有参与方能够拥有一致的目标。其中最重要的是科学研究机构要向政府决策者以及社会公众普及项目的相关知识, 并时刻发布项目的最新进展和研究成果; 而政府也可以适当的引导大众了解政府的政策以及实施该项大科学工程对于国家战略的重大意义, 从而有效的调动所有参与者的积极性, 减少工程实施的阻力成本。

#### 4.2 大科学工程要加强国家意志的控制

大科学工程投资巨大, 需要调动多方力量才

能完成。而且, 大科学工程的效益并非立竿见影, 有较长的投资回收期, 从资本运作的角度来看, 这种投入实属风险投资。这种风险是一般资本拥有者不愿承担的。鉴于大科学工程的高投入及大风险, 一旦终止将会造成极大的损失与浪费。所有这些, 都决定了大科学工程的出资方往往是一国政府, 而非私人能力所能承担。如此, 国家意志对于大科学工程就具有了重要的意义, 将会提高工程建设的执行力与生存力。我国研制“两弹一星”工程的经历即是明证。20 世纪 60 年代, 我国在经济基础和技术基础都非常薄弱的条件下, 自力更生, 完全依靠自己的力量在较短的时间内突破了原子弹、导弹和人造卫星技术瓶颈。相比于 SSC 工程, 当一些政客抱怨 SSC 的经济性时, 中国人民勒紧裤腰带砸锅卖铁取得了这项举世闻名的成就, 而“两弹一星”工程也给当时的中国带来了国家安全与国际地位。大科学工程的投入与回报巨大且难以衡量, 而国家意志作为顶层的意识形态, 可以集中资源与力量于主要目标, 并达到最终目的。所以, 在管理诸如此类大科学工程项目时, 需要国家意志的强力支持, 统一思想, 强化信念, 才能使得工程在漫长的工期中不会偏离最初的方向。

#### 4.3 大科学工程需要专业高效的项目管理团队

大科学工程比一般工程具有更高的风险性和难以掌控的项目进度, 这些特点决定了大科学工程需要更加专业高效的项目管理团队。在组建大科学工程项目管理团队的过程中, 应由该领域最权威的科学家作为项目的主要负责人, 由于大部分科学家一般缺乏财务和法律等项目管理的相关知识, 所以团队还要配备财务主管、人力主管和行政主管等专业人才。此外, 从项目的预先研究开始就要建立一整套规范的策划、监控以及评价的体系和制度, 以确保大科学工程的顺利执行。我国目前的科研管理水平与美国相比还比较落后, 应该多引进西方先进的项目管理思想与理念, 并

结合我国的特点建立一个由政府官员、相关领域科学家以及企业管理者等多方参与的项目管理委员会,共同管理与监督我国大科学工程项目的立项与实施。在项目最重要的资金管理方面,大科学工程的项目管理团队应该做好风险管理,充分准备好各种应对资金短缺风险的手段与措施;而政府方面可以考虑建立大科学工程基金,以便为资金短缺的工程项目临时融资,缩短大科学工程项目的资金周期。

最后,在科学技术高速发展的今天,科学研究越来越多的呈现出大型化、系统化和社会化等特性。作为当代科学家,要想实现自己的科学理想,不仅需要扎实的专业功底,还需要的宽阔的视野和团队协作的精神。作为能够承担一项大科学工程的科研团体,更需要在不断攻克科研难题的同时,具有高超的政治手段,妥善地处理好利益集团之间的纷争与博弈,并通过完善的管理手

段成功实现大科学工程项目的最终目标。

## 参考文献

- [1] Anbari F T. Superconducting Super Collider Project[R]. Washington DC: The George Washington University, 2002: 2-3.
- [2] Congress of the United States, Congressional Budget Office. Risks and Benefits of Building the Superconducting Super Collider, [EB/OL]. (2011-01-10) <http://www.cbo.gov/doc.cfm?index=5546&type=0>. New York: 1988.
- [3] 董丽丽, 刘兵. 科研立项中的利益冲突//江晓原, 刘兵. 阳光下的民科: 我们的科学文化系列丛书之二. 上海, 华东师范大学出版社, 2008: 25-27.
- [4] 王英才. 美国为建造超导超级对撞机而努力[J]. 北京: 全球科技经济瞭望, 1988(9): 6.
- [5] 克罗斯 M, 波碧. 美国希望日本在超导超级对撞机项目上发挥重大作用[J]. 北京: 科技与经济, 2005, 18(1): 54.
- [6] 戴建平, 古荒. 梦想与幻灭: 超导超级对撞机的曲折命运[J]. 上海: 科技与经济, 2005 (3): 61-63.
- [7] 美能源部 1994 年财政年度预算终止超导超级对撞机计划[J]. 文雨, 译, 上海: 核子周刊, 1993: 12-13.

# Research on the Superconducting Super Collider Project in the United States

Gao Yuan, Wang Daming

(College of Humanities & Social Sciences, Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

**Abstract:** The United States decided to build a superconducting super collider in 1980s, but the scientific project ceased abruptly after operating for seven years. The reasons of constructing and suspending the project had its own complicated political, economic and military influences. The origin, development and extinction of the scientific project are reviewed and analyzed in this paper. A preliminary study is given to the various factors of its extinction. The author believes that the problems of the decision-making, construction and halting of the project would have some reference on decision-making, constructing and managing of big scientific projects in China.

**Key words:** Superconducting Super Collider; engineering management; research

责任编辑: 王佩琼