

美国通过国际合作实现国际空间站运行管理

刘阳子

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘 要: 空间探索既复杂艰巨又耗资甚大, 因此, 世界各国无论从技术上还是资金上都难以独自开展, 中国概莫能外。当前, 国际空间站运行形成了以美国主导, 各国“精诚合作”的管理模式。美国作为国际空间站的发起国, 通过与俄罗斯等成员国的密切协作, 实现了对国际空间站运行的维护和有效管理。国际合作成为各国发展航天事业、获取空间资源、提升技术能力的必经之路。通过对国际空间站合作管理模式尤其是美国国家航空航天局在其中所起的作用和担负的职责进行分析和研究, 期望为提高我国航天国际合作项目的管理水平提供借鉴和参考。

关键词: 美国; 航天国际合作; 国际空间站; 运行管理模式

中图分类号: V11-36 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2014.12.009

国际空间站的运行管理极其复杂, 美国国家航空航天局 (National Aeronautics and Space Administration, NASA) 作为美国最重要的民用航天管理主体, 既需要与各合作伙伴进行多边协商来保证各项计划顺利进行, 又要精心组织后勤补给, 保证空间站正常运行, 并取得成果。美国是国际空间站的发起国, 提供了国际空间站建造和运行的大部分空间设备和地面设施, 如, 站上的实验舱体、桁架结构、太阳能电池阵以及人员和必需品的运输、空间—地面的通信联络和地面控制中心等。^[1] 因此, 无论在技术上, 还是在经济实力上, 美国都优于其他合作伙伴, 在国际空间站的合作中起着领导者的作用。同时, 按照《加拿大政府、欧空局成员国政府、日本政府、俄罗斯联邦政府和美利坚合众国政府关于民用国际空间站合作的协议》规定, 美国 NASA 全面负责整个空间站计划的研制、装配及运行, 并具有最终决策权。^[2] 本文将对美国通过国际合作实现国际空间站运行管理的模式进行分析和研究, 以期为提高我国航天国际合作项目的管理水平提供借鉴和参考。

1 国际空间站各成员国权力与义务

1983 年美国总统里根提出建造国际空间站的设想, 即通过国际合作制造一座迄今为止世界最大的载人空间站。经过十多年的探索和反复设计, 直到 1993 年苏联解体, 俄罗斯加盟, 国际空间站设计完成, 进入实施阶段。空间站以美国和俄罗斯为首, 包括加拿大、日本、巴西和欧洲太空局 (11 个成员国) 共 16 个国家参与研发制造。^[3]

美国采取国际合作建造运营国际空间站是有其战略考量和利益权衡的。美国之所以接纳俄罗斯这个冷战时期劲敌的接盘者, 是因为俄罗斯拥有一流的技术和大量科研人员, 而前苏联解体以后, 因为科研经费的缺乏, 俄罗斯的空间站建设陷入困境。美国不希望这些技术和人员流落到他国充实别国国力, 因此寻求与俄罗斯合作, 从而把这些技术和人才聚合在一起。此外, 当时美国也不具备独自进行太空探索的技术能力, 因此, 俄罗斯不可或缺。而加拿大、日本、巴西和欧空局之所以能够加入到国际空间站的合作, 是因为国际空间站的建设费用太

作者简介: 刘阳子 (1980—), 女, 法学博士, 博士后, 助理研究员, 主要研究方向为国际合作和国际科技战略。

收稿日期: 2014-09-15

高,运营还要追加成本,如果都由美国来承担其经济压力太大,选择这些国家参与其中,能够减轻美国的经济负担。^[4]很明显,入选国家或机构与美国政治制度协同,在太空领域,无论从技术上还是资源上,都不会对美国造成威胁。

1.1 权利义务来源

美国 1984 年 1 月启动大型永久型载人空间站研制工作,并邀请加拿大、西欧及日本等盟国参加。1998 年 9 月 29 日,美国政府、欧空局成员国政府、日本政府及加拿大政府之间,缔结了《加拿大政府、欧空局成员国政府、日本政府、俄罗斯联邦政府和美利坚合众国政府关于民用国际空间站合作的协议》(IGA)。^[5]同时,空间站合作国都与 NASA 达成了《双边谅解备忘录》(MOU)。1993 年 9 月, NASA 与俄罗斯签署了长达 10 年的航天合作协议,以降低空间站研制和运行费用。为充分利用俄罗斯在载人航天方面的技术和经验,美国、欧洲、日本和加拿大等国与地区,于 1993 年 10 月正式接收俄罗斯为空间站合作伙伴。^[6]

IGA 明确了国际空间站各参与国的相互关系及各自的权利义务,规定:加拿大航天局代表加拿大政府,欧空局代表欧洲各国政府,俄罗斯航天局代表俄罗斯政府,美国航空航天局代表美国政府,各成员国在美国主导的全面管理和协调下共同努力,创建一个联合国际空间站。美国与俄罗斯运用其在载人航天领域的广泛经验,将制造作为国际空间站基础的组成部分,欧洲与日本将制造能极大提高空间站能力的组成部分,加拿大为空间站贡献一个主要部分。^[7]

IGA 要求空间站的开发、运营及利用应符合相关的国际法,包括《外空条约》、《营救协定》、《责任公约》和《登记公约》。根据《登记公约》,每个成员国应将提供的飞行组件登记为空间物体;根据《外空条约》和《登记公约》,各成员国对登记的飞行组件和属本国国民的空间站人员拥有管辖和控制权,但这种管辖和控制权受协议和相关规定制约,未经其他参与国一致同意,空间站上设备的所有权不得转移给任何非空间站参与国及非参与国所管辖私人实体;各参与国均应负有同《责任公约》一致的责任,应对潜在的责任、责任分摊等问题进行迅速磋商,参与国之间可就共同或单独

源于《责任公约》的责任缔结单独的协议。

1.2 资金的管理

在资金投入方面,IGA 规定:各参与国应根据本协议履行它的各自责任的费用,包括公平分担共同系统的运行费用或属于空间站的整体运行费用;各参与国负担的经济义务取决于其资金审批情况。鉴于空间站合作的重要性,各参与国应尽最大努力按照各自资金审批程序获取资金,以满足义务的需要;如果出现可能影响一个参与国履行空间站合作职责的资金问题,则该参与国应通过其合作机构通知并与其他合作机构磋商;如有必要,全体参与国也可共同磋商;各参与国应寻求使空间站运营成本减少到最低限度,特别是各参与国应通过其合作机构按照谅解备忘录的规定在批准的估算水平之内提出包含共同系统运行费用和活动的程序;各参与国还应寻求将空间站合作资金交换减少到最低限度,包括,通过进行谅解备忘录和实施安排所规定的具体操作活动,或经相关参与国同意通过“以货易货”方式进行。^[7]

1.3 数据的使用和保护

针对空间站合作中出现的技术数据和资源交换问题,IGA 明确规定:各参与国应在相关谅解备忘录和安排要求下转让必要的全部技术数据和资源,但协议不应要求任何一方以与其国内法律或法规相悖的方式转让任何技术数据或资源。IGA 还要求交换的技术数据和资源仅用于空间站合作,并在交换时明确标明:该技术数据或资源仅用于本协议和相关谅解备忘录规定的义务之目的;该技术数据或资源不能由除了接收参与国、其承包商或次承包人以外的个人或实体使用,或用于任何其他目的。^[7]

2 国际空间站资源分配方案

资源分配涉及到各国在合作中的利益关系,协商后的分配比例是国际合作活动过程中各方利益得以保证的依据,这也是国际合作的前提协议。国际空间站上的资源可分为两类:一类是站上的实验室资源,另一类是可利用资源。

实验室资源是按照各合作国在该计划中所投入的经费比例分配。建成后的国际空间站,俄罗斯将使用和控制其自己的实验室;欧洲和日本实验舱各有一半实验室空间由欧空局和日本享用;美国除了

享有自己实验室空间的 97.7% 外，还享有欧洲和日本实验舱空间的 46.7%；加拿大分别享有美国、欧洲和日本试验舱空间的 2.3%。欧空局可使用俄罗斯实验室中的一部分空间，作为它向俄罗斯提供数据管理系统的交换条件。^[7]

可利用资源是指站上的电源、用户服务能力、热能力、数据处理能力、总乘员时间以及舱外活动能力等。可利用资源的分配是扣除维持空间站共用系统运行所需资源后进行的，其分配如下：76.6% 的可利用资源分配给 NASA，2.3% 的可利用资源分配给加拿大，12.8% 分给日本，8.3% 分给欧空局。上述可利用资源的分配是给各合作方的，而不是给部件的。合作方可以在符合“综合运行计划”和“综合利用计划”的情况下，在空间站的任何部件上使用这些资源，^[7]可以通过与另一合作方易货或购买到比这种分配更多的任何可利用资源。

3 国际空间站日常运行管理机制

国际空间站的运行管理基本上按照 IGA 以及 MOU 的规定实施。这些协议赋予 NASA 对空间站项目的全部责任，包括：协调、指挥、系统工程和总装、安全要求、载人基地日常运行的计划和指导。各合作方保留对各自提供的项目负有的首要责任。

3.1 管理机构

根据 IGA 协议要求，各国在国际空间站研制阶段开始后，筹备建立了“多边协调委员会”（MCB），并在整个国际空间站合作计划（IGA）的寿命期内定期召开会议，协调合作方在空间站运行与利用方面有关的问题。^[8]各合作方将通过“多边协调委员会”规划和协调可能会影响空间站的安全、高效率 and 有效运行以及利用的活动。“多边协调委员会”成员包括：NASA 主管空间站工作的副局长、欧空局主管空间站的局长、加拿大国家科学技术部主管航天政策的副部长以及日本科学技术研究与发展局局长。多边协调委员会的主席由美国 NASA 主管空间站的副局长担任。各合作方一致认为，多边协调委员会的所有决定都应根据共同意见做出。然而，在要求的时间内和多边协调委员会的范围内，对任何具体问题不能达成一致意见时，授权主席做出决定，这实际上把最终的决策权赋予了美国 NASA。

多边协调委员会下设 2 个小组委员会，分别称为系统运行小组委员会和用户操作小组委员会。多边协调委员会根据各小组委员会制定的年度“综合运行计划”和年度“综合利用计划”，按年度批准空间站的“联合运行和利用计划”。在此期间，多边协调委员会负责解决各小组委员会不能解决的“综合运行计划”与“综合利用计划”之间的任何矛盾。“联合运行和利用计划”由用户操作小组委员会制订，并得到“系统运行小组委员会”的同意。系统运行小组委员会由美国 NASA 和各合作方各抽调 1 人组成。各合作方可根据需要请有关专家支持系统运行小组委员会的工作。系统运行小组委员会在成员一致意见后作出决定，若对某个问题不能达成一致意见，则把问题提交给多边协调委员会解决。系统运行小组委员会负责制定空间站的运行、维护、修理及后勤支援的“运行管理计划”。这项计划规定了战略级、战术级和执行级运行管理之间的关系。战略级计划由系统运行小组委员会负责协调；战术级由战术运行机构协调；执行级由执行机构和基地中心协调。运行管理计划还为制订基线运行计划、维修计划和每年对这些基线计划的修订以及“综合运行计划”，提供程序。

3.2 管理流程

每年，美国 NASA 和合作方各自向系统运行小组委员会提供未来 5 年对他们的基线运行计划和维修计划的重大修改。系统运行小组委员会再按照“空间站综合利用计划”制订并批准年度的“空间站综合运行计划”。该计划还要指明，维护空间站运行状态所需的站上设备和资源。在制订和批准过程中，必须通过系统运行小组委员会和用户运行小组委员会之间的协调，确保综合运行计划与综合利用计划的相容性。美国 NASA 在所有合作方的参与下，将负责为执行载人空间站的日常操作制订一体化的执行级计划。各合作方都参与履行“空间站控制中心”（SSCC）的职责。各合作方向 SSCC 提供人员，他们各为其提供的部件提供技术支持，并参与 SSCC 的所有活动和支援实时的在轨活动，重点是放在各自提供的部件上。在完成一体化活动的同时，NASA 和合作各方各自完成分散的与各方提供的部件有关的执行级活动，如，监测和支持实时的系统运行。

3.3 管理冲突的解决

俄罗斯在国际空间站合作计划中扮演重要角色，有自己的地面基础设施来控制其载人空间站和各种航天器。因此，俄罗斯所具备的飞行部件地面控制能力和设施如何与美国管理权相协调就成为一个难点问题。

美俄双方通过谈判和协商达成协议，决定由美国 NASA 全面、管理、指挥并承担全部安全责任的前提下，将俄罗斯的控制中心作为备用中心，使俄罗斯的指挥、控制功能与位于美国休斯敦的空间站控制中心（SSCC）结合起来发挥作用。这既保全了美国在空间站管理上的管理权，又实现了俄罗斯控制中心的实际应用。同时，为了保证空间站的安全，所有地面—空间的通信联系，不管它们的来源如何，都须经过位于美国休斯敦的 SSCC，或由它进行检查。美国 NASA 保留了所有空间站附近操作的责任，因此，所有飞行器将按照 NASA 的程序和标准运行，并且它们的交会对接也由 SSCC 全面介入。可以看出，美国在合作中对管理权限的控制能力非常强，一直处于绝对主导地位。^[8]

4 合作管理得以实现的要素

国际空间站作为国际合作的经典案例，在人类航天事业中取得了辉煌的成就。项目成功的因素有很多，主要取决于以下几点：

（1）得益于参与各国共同的利益关系，这是国际合作的政治基础。

（2）得益于美国在国际空间站项目中的有力领导作用。国际空间站的运行管理除了按照 IGA 以及 MOU 的规定实施，美国 NASA 对空间站项目负有全部管理责任，实施了包括协调、指挥、系统工程和总装、安全要求、载人基地日常运行等全方位管理活动，保证了国际空间站国际合作项目的顺利进行。

（3）得益于一个强有力的多边协调委员会的协调工作。

（4）得益于国际空间站项目完备的各类法规条文的规范约束，其中，美国的号召和发起工作起到了关键性的工作，任何国际合作项目的诞生都需要这样的一个有力的宣传和鼓动。

5 结论与启示

空间探索是一项复杂而艰巨的工作，各国在施行外空活动时无法完全独立行事，需要来自世界多国的资源、专家和大量人员的共同努力，需要通过国际合作实现并促进自身和相互间的利益。根据不完全统计，从 1958 年开始到 2005 年，美国 NASA 广泛开展国际合作，与 100 多个国家签署了 4 000 多个合作协议。^[9] 21 世纪的前 10 年里，NASA 就与 68 个国家或组织签署了 900 多个合作协议，其中，75% 的合作项目来自于 10 个国家和组织，有：俄罗斯、欧空局、日本、英国、加拿大、法国、意大利、德国、澳大利亚和巴西。合作方式多种多样，其中，还包括不需要资金支持的任务互换合作。^[10] 通过这些合作，美国 NASA 分解了空间探测任务的总体难度，缩短了探测任务的时间，也节省了相当一部分经费，更避免了相同目标的重复探测，极大地提高了深空探测的效率。根据美国公布的资料显示，未来美国宇航局将继续推进现有合作框架的合作项目，并加强与贸易伙伴间的合作，同时，建立新的合作伙伴，^[9] 其未来可能的合作领域主要集中在：国际空间站项目、可往返的低轨道任务空间转移器项目、月球探测项目、火星探测项目以及太阳系其他行星探测项目等深空技术领域。

国际空间站因其特殊性、复杂性和高科技性进一步彰显了国际合作的需要，代表着人类历史上最大的科学和技术合作。研究国际空间站在管理和运行方面的国际合作模式，是掌握国际合作利用空间站的关键。随着“天空一号”的对接成功，我国航天国际合作的需求必然越来越多，因此，提高我国国际合作项目的管理水平迫在眉睫。

参考文献：

- [1] 王国语, 蒋天舒. 美国航天管理体制[J]. 中国航天, 2013(10): 44-49.
- [2] 李文宁. 国际太空旅游的法律问题探讨[J]. 中外企业家, 2014(4): 202, 251.
- [3] 本刊记者. 国际空间站: 欧美合作的曲折[J]. 国际人才交流, 2014(1): 40-42.
- [4] 武尧尔. “国际空间站”的应用、问题和前景[J]. 国际太空, 2011(7): 17-27.

(下转第 62 页)

Business Innovation Research) program, the paper analyzes the evaluation object, target, statistical metrics, organizational mode, methodology, and result application with respect to U.S. science and technology policies, in order to inform the science and technology policy evaluation of China.

Key words: U.S. ;science and technology policy evaluation ;small business

(上接第 56 页)

- [5] Toocle 生意宝. 波音在肯尼迪航天中心采用 RFID 追踪设备[EB/OL].(2008-11-23)[2014-06-03]. <http://china.toocle.com/cbna/item/2008-11-23/4172485.html>.
- [6] 张艳丽. 国际空间站若干法律问题浅析[J]. 法治与社会, 2009(5):77-78.
- [7] Shull S, Powers A, Schellhase A. Use of Radio Frequency Identification Technology for International Space Station Inventory Tracking[R]. Washington, DC: Mission Operations Directorate, 2005.
- [8] Space Station Inventory Management System Bar Code Label Requirements and Specification(SSP 50007 Revision B)[S]. Houston, Texas: NASA, 2001.
- [9] 李金环, 舒适, 方宝东, 等. 深空探测的国际合作及管理分析[C]//中国宇航学会深空探测技术专业委员会第七届学术年会论文集. 北京: 中国宇航学会深空探测技术专业委员会, 2010: 33-37.
- [10] 罗斯. 俄罗斯航天建设发展新方向[J]. 国际太空, 2001(5):14-15.

Operation Management of International Space Station Based on International Cooperation

LIU Yang-zi

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

Abstract: Space exploration is a tough job, drawing resources, technology and personnel from different countries around the world as countries conducting activities in outer space needs. Therefore, the development of international cooperation has become the essential initiatives for the countries which develop their national space industry and promote the interests from each other's. The United States is a charter member of the International Space Station, through close collaboration with Russia and other members to conduct operation maintenance and management of the International Space Station. In this paper, we study the cooperation and management mode of NASA, especially its role and responsibility in the International Space Station, to provide reference for improving the management level of space international cooperation projects in China.

Key words: United States ;international cooperation in space ;international space station ;operation and management mode