

试论开展空间科学和探测计划的 国家需求*

吴季

(中国科学院空间科学与应用研究中心 北京 100190)

摘要 文章简要回顾了人类开展空间探索的历史,通过分析美国、俄罗斯、欧洲、日本、印度探索空间的动机和需求,探讨隐藏在各国重大空间探索计划背后的政治、经济、外交和技术动机,进而对我国开展空间科学和探测计划的国家需求进行初步的分析,最后对我国现代化进程的发展提出了相应的建议。

关键词 空间科学,空间探测,国家需求



吴季研究员

1 引言

自远古以来,人类就对头顶这片神秘的太空充满了好奇和幻想。对太空的观测和探索贯穿了人类文明进步发展的全过程。从古埃及人在建造

金字塔时采用的天文观测数据,到古代中国对彗星以及太阳黑子最早的详尽记录^[1],都显示了人类探索空间的历程。然而,人类真正的空间时代是从苏联 1957 年 10 月 4 日成功发射第一颗人造卫星才正式开始的。

从 1958 年开始,美国和苏联创造了大量的人类历史上的第一次,比如第一次飞越月球、第一次载人飞行、第一次探测金星、第一次探测火星、第一次探测木星、第一次探

测土星、第一次对宇宙的深部进行高精度的拍照、第一次在 χ 及 γ 射线和微波频段观测宇宙……。也正是在这一系列的第一次中,大量的科学发现展现在人类面前。人类对宇宙的认识进入到精细宇宙学阶段,太阳系的全貌已经展现在我们面前,火星上发现了大量的水冰并确定存在大量的地下水,人类正在慢慢揭开太空的神秘面纱。

中国的第一颗人造地球卫星“东方红一号”于 1970 年 4 月 24 日成功发射。此后,中国发射了一系列的“实践”科学探测卫星,2003 年 10 月 15 日首次实现了载人飞行,2003 年 12 月 30 日和 2004 年 7 月 25 日分别发射了探测一号和探测二号卫星,组成了地球双星探测计划。双星探测计划也是中国第一次以科学目标牵引,从轨道设计、载荷配置开始经过充分论证的科学探测计划,并和欧空局的星簇计划合作,形成了人类第一次对地球空间的六点联合探测,目前已取得大量新的发现和成果。2007 年 10 月 24 日,中国首次成功实施了月球探测计划。从中国

* 收稿日期:2008 年 10 月 5 日



进入空间和开展空间探测的步伐来看,我们与国际上先进的国家,如美国、俄罗斯和欧洲的空间探测能力相比,落后了大约30—40年的时间。

面对这样一种局面,2000年底中国政府首次发布了《中国的航天》白皮书^[2],将空间科学和探测第一次列为中国民用航天的主要活动领域之一。但是,我国的空间科学和探测计划应该走什么样的发展道路,如何使其成为我国现代化建设进程中一支重要力量,起到引领和带动作用,还需要我们借助国际上航天发达国家的经验,进行认真的探讨。本文将就这一问题,主要分析和阐述开展空间科学和探测计划的国家需求。

2 人类开展空间科学和探索计划的动机和目的

在古代,人类对空间的探索除了极少数由统治阶层主导以外,大多具有明显的自发性,动机完全出于好奇心和对知识、真理的追求。但是到了21世纪,特别是进入空间时代以后,空间探测成为国家政治、军事和经济实力的体现。美国和苏联两个超级大国纷纷投入巨资开展空间探索活动。他们在决策投入巨资时,认为开展空间探索活动对政府而言至少有如下几个好处:

(1) 占领太空制高点,显示军事和高科技实力;(2) 通过空间探索的牵引,发展了运

载火箭、卫星技术,这些技术同样可以用于军事目的;(3) 经空间活动发明的新技术,可以转移到民用领域,带动经济发展;(4) 振奋民心,激励民众,起到其他重大工程无法比拟的作用;(5) 为人类增加科学知识,为人类的科学文化发展做出贡献。

进入20世纪90年代,冷战结束。大规模的、以冷战为背景的空间探索活动逐渐结束,公众和政府开始考虑更加理智的发展路线。2004年1月14日,经过几年的准备,美国总统在国家航空航天局发表了“探索精神的复兴”的演说^[3],将美国的目标定位在远离地球的深空。综合美国公布的各种资料,这次深空探索活动的动机可以归纳为5点,分别是:人类的文明进步、获取科学知识、有助于建立全球合作伙伴关系、经济发展、激励公众。可见,关于探索未知,增加人类知识,促进人类文明和进步的目标逐渐成为主流。政府支持的空间探索活动的科学内涵开始逐步增加。

欧洲的空间科学和探测活动相对比较理性,1975年欧洲空间局正式成立时,将其定位在和平利用空间和支持欧洲的航天工业上。在这之后的几十年里,欧洲从没有参与过美苏的争霸,而是小心谨慎地选择项目,关注项目的科学产出,力图用最少的钱办最有特色的事情。正是由于欧空局选择了正确的定位,30多年来,欧洲的空间科学和探测项目产出显著,航天工业也发展迅速,其能力已在多方面超过俄罗斯,可与美国并驾齐驱。

日本同欧洲一样,走了一条谨慎发展的道路。自1970年发射第一颗人造卫星以来,日本已成功发射了多颗科学探测卫星,几乎做到了每年发射一颗科学卫星,取得了显著的成果。虽然是以科学探测卫星起步,经过这30多年的发展,日本已经开始将其卫星



中国科学院



技术转移到军事用途上去。科学卫星计划先行,并带动了军事卫星技术的发展。

印度航天的发展采用了举国体制,在其经济发展还很落后的情况下,先期投入了大量资金到航天领域,自主研发了运载火箭和卫星平台。这大大地提高了印度的国际地位和在本地地区的影响力。对于一个世界人口第二大国和具有广阔领土的发展中国家而言,确定一个独立的政治地位是非常重要的。这类似于我国在建国初期发展“两弹一星”的政治需求。近期,印度也开始注重空间科学和探测项目,并于2008年10月发射第一颗探月卫星。

可见,世界上航天国家所走过的道路各有不同。美国和俄罗斯是航天领域里的超级大国,都努力想占领航天这一高技术的制高点,从而在政治上压倒对方是其20世纪60—70年代发展空间科学和探测计划的主要驱动力。而近年来,美国的技术优势逐渐确立,其在航天活动的目标选择上开始向更加理智的方向发展,需求的来源开始由外转向内部,力图引领和带动国内的各种需求和

发展,包括对青少年的教育以及高技术人才的培养。欧洲和日本则始终处于比较理智的状态,寻求积极、稳定和持续的发展空间科学和探测计划,实质性地推动内部的发展,是较为成功的案例。印度发展航天的驱动力和中国比较接近。他们和我们面临同样的问题,即当各自已经渡过了需要外界认可的阶段后,如何制定发展目标,发展空间科学和探测计划的需求来自何方?这个问题如果不解决,继续按照原来的目标和依照惯性走下去,必然会错失良机,减缓甚至丧失空间科学与探测计划对我国整体科技和经济发展的带动作用。

3 我国开展空间科学和探测计划的需求

从国际上开展空间科学和探测计划的大趋势来看,利用其推动国内科技和经济的发展是最为主要的驱动力或需求。因此,我们首先要确定,中国的空间科学和探测计划发展的驱动力和需求应以我为主,避免冷战思维,并紧紧围绕我国现代化进程来思考,现从以下5个方面进行分析:

3.1 实现中国人对人类科学文化做出重要贡献的伟大理想

中国人在古代曾经为人类做出过重大贡献,如四大发明。但是到了近代,我们的科技明显落后于西方发达国家。18—19世纪是欧洲人的世纪。工业革命以后,欧洲的经济得到了迅速的发展,与其相呼应的是其科技文化也发展迅速。现代科技教科书中的绝大部分理论基础都源自于欧洲。从20世纪开始,世界经济的中心开始向美洲大陆转移,美国成为世界上最大的经济体,与之相应的是,其在科学和文化上对人类的贡献也非常之大,从超过70%的诺贝尔获奖者都是美国科学家就可见一斑。

根据许多经济学家的分析以及我国目前经济持续发展的现实来看,21世纪很可

能是亚洲的世纪,我国将在其中扮演最重要的角色。到 2030 年以后,我国的经济总量有可能成为世界第一,成为世界上最大的经济体。尽管届时我们的人均 GDP 仍然较低,但是作为一个经济体量最大的国家,还是能够在世界上扮演重要的角色,并且可以做一些别人不能做到的事情,比如在空间科学和探测领域。但是,中国人能否像古代一样,或像 18—19 世纪的欧洲和 20 世纪美国一样,在经济实力强大的时候,其科技能力和贡献也与其相适应呢?显然这是一个重大的国家需求。我们必须在某种程度上逐渐开始引领世界科技发展潮流,必须在基础科学和技术科学领域逐渐做出世界水平的重大发现和发明,如果不是这样的话,我们将难于自立于世界民族之林。而在这一努力之中,空间科学和探测计划可以扮演重要角色。这是因为,空间科学探索宇宙、太空及物质运动的规律,占据着自然科学发展中宏观和微观两个重要前沿。2002 年和 2006 年度的诺贝尔物理学奖分别授予了成功探测到中微子、发现宇宙 X 射线源和发现宇宙微波背景辐射的黑体形式与各向异性的 4 位空间科学领域的科学家。

可见,空间科学是自然科学在宏观领域的前沿,其中孕育着重大科学发现,大力开展空间科学和探测计划,可以使我国尽快站到重大基础科学的前沿,实现中国人对人类科学文化做出重要贡献的伟大理想,并由此激励我国各领域的创新发展。

3.2 空间科学和探测计划可以牵引和带动我国航天和相关高技术领域的跨越式发展

空间科学和探测计划与一般应用卫星计划有所不同。首先,它对航天技术的发展有直接的带动作用。在轨道设计方面,即使是运行于地球空间的科学卫星,绝大多数也都需要超出常规应用卫星轨道的特殊轨道

设计。进入太阳系的探测器对轨道设计提出了更新的要求。在姿态控制方面,科学卫星提出的超高分辨率要求,大大提高了卫星姿态控制的精度。在测控技术方面,科学卫星和深空探测计划对地面站的能力、星际导航提出了新的要求。在卫星结构、热控方面,科学卫星已经突破了平台和载荷相对独立的概念,形成了一体化的设计理念,大量科学卫星的构型已经彻底改观,无法判断哪是平台哪是载荷。在有效载荷技术方面,科学观测和探测需要得到在探测窗口、超高空间分辨率、超高灵敏度、超高时空基准方面超过前人的数据。总之,每一项空间科学任务都是非重复性、非生产性的,包含大量的新思路、新设计。因此,对航天技术具有全面的、显著的牵引和带动作用。

其次,上述这些创新和新技术绝大部分可以转移到地面应用。比如美国阿波罗计划的许多技术已成功转移至其他领域。如今我们常用的 CT 扫描成像技术就是源自于阿波罗计划,甚至笔记本电脑也是当初在阿波罗飞船上提出的计算机小型化设计的产物。目前已经深入人类日常生活的 GPS 导航技术,也是源自于天文研究的成果。

我国正在建设创新型国家,跟踪国外先进技术已不能满足我国可持续发展的要求,也与我国世界经济大国的地位不符。因此,通过发展空间科学和探测计划,牵引和带动我国航天技术,并延伸至高技术各个领域,是我国新时期建设创新型国家发展战略的重大需求。

3.3 空间科学和探测计划是公众关注的焦点,是激励民族自信心、进行科学普及、弘扬先进文化、提高全民族文化素质的重要手段

空间科学具有公众性,与其他科学领域相比,空间科学方面的发现甚至空间科学任务本身都是引起公众兴趣的重要领域,这和



中国科学院

人类对自身生存的宇宙空间的好奇心相关。公众性具有科普教育意义,是先进文化的象征,间接激励民众采用先进科技的积极性,促进 GDP 的增长。空间任务计划和活动需要大型运载火箭,是人类征服自然的象征,所有空间任务都是国家重大任务,取得的成果都是重大成果。重大性同时具有政治性,载人航天和绕月探测工程的成功具有振奋民族精神、凝聚民族力量的重大意义。空间科学和探测计划的先进性、公众性和重大性特点,能够吸引公众尤其是年轻一代的关注和热情,是激励年轻一代投身科学事业,为国家今后的建设吸引和培养大批优秀人才。

3.4 空间科学的部分领域已逐渐进入应用,直接促进国民经济的发展

由空间物理和航天任务需要相结合发展起来的太空环境科学已成为应用性极强的领域。太空环境直接研究与航天器相关的各种环境问题,并利用太空环境监测数据和物理模式进行太空灾害性事件的预报,以减少和防止太空灾害性天气变化带来的严重损伤和危害。太空科学也将推动经济的发展。目前国际空间站上实施的部分生命和药物方面的实验,已经非常接近应用,可望在近期实现产业化。太空地球系统科学的发展,可极大地提高我们对地球环境和地球系统变化的整体认识水平,提高对天气、气候、地球环境变化和自然灾害的预报预测能力,减少或降低自然灾害对人类社会的影响。微重力流体科学开展的多相流过程及复杂流体研究,对于提高传热传质效率具有重要的作用;结合微重力燃烧科学的研究,对改善地球环境污染、提高能源效率具有良好的前景。太空材料科学的研究成果可望提供地面上难于获得的高品质材料,而其技术成果向地面转移可大大改进地面材料的加工工艺。1990 年前后,美国科学家就美国航空航天局(NASA)在国民经济中的贡献做过专门

的研究,得出的结论是:NASA 开展的民用航天项目每投入 1 美元对美国国民经济产生 14 美元的经济拉动效应。

3.5 开展空间科学和探测计划的国际合作,可为我国政治和外交服务

开展空间科学和探测计划的直接目标是发现新的自然现象和物质运动规律。由于科学发现的唯一性,只有第一,没有第二,因此各国在制定科学卫星规划时都非常强调国际合作,以避免重复。另一方面,由于各国在太空科学计划中的投入远远不能满足科学家提出的需求,因此也希望通过联合与合作来减少一国所承担的经费。因为探测数据和科学发现为得到世人承认一定是要公开的,无直接的经济利益可言。这样,在太空科学领域里的国际合作无形中成为各国开展外交和国际政治活动的一个手段。在国家间关系友好时,可以通过开展联合的太空科学进一步增进友谊。在国家间关系出现问题时,也可以通过联合开展太空科学探测进行修补。由于太空活动的重大性和公众形象度很高,这一手段目前已经成为公认的国际政治和外交方面的重要筹码。我国自“十五”以来在中欧、中俄之间开展的太空科学合作,很好地促进了双边和多边外交与政治的发展,成为双边和多边关系中的一个重要活动领域。

4 发展建议

中国在历史上曾为人类的科学和文化做出过重要贡献,但是到了近现代却落后了。基于冷战背景的空间竞赛时代已经过去,人类的太空科学和探测活动将向更理智和具有科学内涵方向发展。到 2030 年以后,中国的 GDP 有可能成为世界第一,中国的现代化进程急需向太空科学和探测计划这样具有极强引领和带动作用的领域作为战略发展的核心加以重点支持和培育。鉴于太空科学与探测计划从论证部署到研制、发射

运行通常需要十年到十几年的时间,我们建议政府主管部门从现在开始就加大对空间科学和探测计划的投入,补充建立空间科学和探测卫星系列,确保其有稳定和持续发展;同时在已经立项的载人航天工程和月球探测工程中注入更多的科学内容,避免冷战思维的国际竞争;此外还要进一步改进和强化政府管理部门的分工和职责。

我们有理由相信,中国正面临一个空间科学和探测的新时代。中国的空间科学家有望获得更多的自己的第一手数据,并为人类做出中国人应有的贡献。中国的现代化进程

也将从空间科学和探测计划中得到动力。中国的青年一代将成为热爱科学、崇尚真理,伴随太空探索成果成长起来的,充满创新能力的 21 世纪的人才。

主要参考文献

- 1 李约瑟.中国科学技术史(第四卷):天学,第二分册.北京:科学出版社,1975.
- 2 Bush George W. A renewed spirit of discovery. President, Jan., 2004. http://www.whitehouse.gov/space/renewed_spirit.html.
- 3 中国的航天.国务院新闻办公室,2000,11.

On the Demands of the State for Space Science and Exploration Plan

Wu Ji

(Center for Space Science and Applied Research, CAS 100190 Beijing)

After a brief review of the human history of space explorations, through the analysis of the motivation and demands for space science and exploration programs of the USA, Russia, Europe, Japan and India, this paper discusses the motivations for politics, economy, foreign affairs, and technology hidden behind the major space exploration programs of various countries in the world, then makes preliminary analysis of the demands of the state for making and realizing space science and exploration program in China. Finally, policy recommendations for the Chinese government are suggested to support the modernization process of China.

Keywords space science, space exploration, demands of the state

吴季 中国科学院空间科学与应用研究中心主任,研究员,博士生导师。中国空间科学学会副理事长,国际宇航科学院通信院士等。1958年出生于北京。北京邮电大学微波通信专业毕业并留校任教,1985—1986年赴欧洲空间局进修期间开始从事空间研究,1993获丹麦技术大学博士学位。1994年回国,先后任空间科学与应用研究中心研究室主任、中心副主任。主要从事微波遥感技术、空间科学和探测方面的研究工作。E-mail:wuji@cssar.ac.cn



中国科学院