

从诺贝尔奖看空间科学对科技强国的贡献

范全林¹, 白青江¹, 王海名², 杨帆²

1. 中国科学院国家空间科学中心, 北京 100190

2. 中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100190

摘要 诺贝尔奖是国际科学界公认的最重要奖项之一。分析百年诺贝尔物理学奖, 对标世界航天强国, 一个重要特点是通过持续实施空间科学任务, 科学家们不断获得诺贝尔奖。本文以诺贝尔物理学奖为抓手, 阐述空间科学对于建设世界科技强国的重要贡献, 分析欧美航天强国在空间科学领域获得诺贝尔奖的情况, 并基于中国空间科学发展现状和态势, 提出空间科学是中国基础科学研究有望取得诺贝尔奖级重大突破的优势领域之一, 发展空间科学可为建设世界科技强国做出具有重大标志性的不可或缺贡献。

关键词 诺贝尔奖; 空间科学; 科技强国

在中国特色社会主义进入新时代的关键时期, 习近平总书记在党的十九大报告中提出加快建设创新型国家, 建设科技强国、航天强国。这是继 2016 年“科技三会”强调“浩瀚的空天还有许多未知的奥秘有待探索, 必须推动空间科学、空间技术、空间应用全面发展”后, 对中国空间科技事业发展提出的更高目标和最新要求。显然, 在建成世界科技强国的“三步走”征程上, 中国空间科学必须主动作为, 而且应当有大作为, 譬如获得一批诺贝尔奖级的重大科学发现或突破, 为中国科技事业发展总目标的实现做出重要贡献。综合研判诺贝尔物理学奖的历史、世界航天强国的发展史, 以及中国空间科学新近发展的良好势头, 表明中国空间科学可堪重任。需要指出的是, 本文强调中国空间科学要瞄准诺贝尔奖级的重大科学探索、发现和突破, 旨在呼吁和推动科学家志存高远, 为拓展人类认知、为人类文明进步做出中国人的贡献, 并不意味着诺贝尔奖就是发展空间科学的终极目标。原因有二, 一方面诺贝

尔奖是第三方评议授予的, 另一方面, 与诺贝尔奖分量相当、但尚不为人熟知的其他国际重大奖项也很多。这些重要国际奖项反映了科学共同体对某项科学产出较客观的评价, 避免了科技人员的自说自话。

1 发展空间科学是建设世界科技强国的重要途径之一

中国科技事业发展的目标是, 到 2020 年进入创新型国家行列, 到 2030 年跻身创新型国家前列, 到新中国成立 100 年时成为世界科技强国。为此, 2018 年 1 月国务院印发的《关于全面加强基础科学研究的若干意见》指出, “强大的基础科学研究是建设世界科技强国的基石”, 要加强基础前沿科学研究, 围绕宇宙演化、物质结构、生命起源等开展探索, 加强对空间科学等重大科学问题的超前部署。

空间科学任务是一个国家航天事业的一部分, 也

收稿日期: 2017-04-19; 修回日期: 2018-07-26

作者简介: 范全林, 研究员, 研究方向为空间天气, 电子信箱: fan@nssc.ac.cn

引用格式: 范全林, 白青江, 王海名, 等. 从诺贝尔奖看空间科学对科技强国的贡献[J]. 科技导报, 2018, 36(15): 8-12; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2018.

是一个国家基础科学研究的一部分^[1]。与科学基金资助的一般基础科学研究项目相比,基于卫星等航天器平台的空间科学任务和基于地面大科学装置的研究一样,同属于美国科学学家普赖斯(Derek John de Solla Price)所称的大科学,所需经费动辄可达10亿元甚至更多,这体现了国家意志和国家综合科技水平,创新性、探索性、学科交叉性强,时间跨度大,是典型的聚焦特定科技目标、由政府高强度投资并组织优势团队(或国际合作)和大科学平台的定向基础研究。因此,在投入产出成果方面,空间科学任务肩负着比一般基础科学领域更高的期待。

实际上,空间科学任务既瞄准宏观的太空和宇宙,又对准微观的粒子和生命起源,探索长期困扰人类的基本和重大前沿科学问题,如宇宙大爆炸后的“黑暗时代”(Dark Age)、神秘的黑洞及其周边、暗物质与暗能量、太阳系起源和演化规律、生命起源和太阳系外邻近宜居行星探索、地球系统全球变化、太阳大爆发是否会威胁人类的生存等,致力于引领性原创成果重大突破、带动相关学科的大发展。空间科学的跨越可作为今后中国航天领域和基础科学发展的主要突破口之一,只要重视,我们就有巨大的机会^[2]。无论是从政府层面,还是在科学界,对于发展空间科学是建设世界科技强国的重要途径已有了共识^[3]。

2 诺贝尔奖授予空间科学助力美欧日航天强国地位

开启建设世界科技强国新征程之际,世界科技强国的内涵及指标体系并未正式宣示,但是这并不影响社会和公众对科技强国的朴素理解。基础科学前沿的重大突破获得国家自然科学奖、诺贝尔奖、科学突破奖以及中国新近出现的未来科学大奖等国家和世界范围内的重要奖项,都是相关科技创新领域走向世界前列、领跑国际的最有说服力的佐证。

考虑到中国《学位授予和人才培养学科目录》中的学科门类 and 一级学科并未有空间科学,且诺贝尔奖仅包括化学、物理学、生理学或医学3个大的自然科学学科门类,就本文论及的空间科学任务而言,考察诺贝尔奖设立以来的1901—2017年间共计132项物理学研究成果获奖情况,发现基于大科学平台的有组织的、定向的基础研究是实现重大突破最有效的手段(表1)。可以看出,百余年间被授予诺贝尔物理学奖的科学家们的研究方式虽然多样,包括纯理论研究、实验研究、混合成果以及采用地面大科学装置、科学卫星等,但其中得益于地面大科学装置和太空科学卫星而获取成果的比例急剧提升:从最初50多年间的3.6%提升至最近20多年间(1991—2017年)的近50%。

表1 1901—2017年诺贝尔物理学奖统计

Table 1 Statistics of Nobel Prize in Physics awarded in 1901—2017

时间段	获奖成果数量						采用大科学装置&卫星的成果占比/%
	总数	纯理论研究	实验研究	混合成果	采用大科学装置(不含卫星)	卫星	
1901—1956	55	12	37	6	2	0	3.6
1957—1970	17	9	6	2	2	1	17.6
1971—1990	26	7	15	4	7	0	26.9
1991—2017	34	9	24	1	13	3	47.1

特别地,人类1957年进入太空时代以来,空间科学相关领域获11项诺贝尔物理学奖(以外,还有1995年的1次化学奖),约占诺贝尔物理学奖(61项)的18%(表2)。进入21世纪,有3次基于与空间科学密切相关任务的科学发现和探索荣膺诺贝尔物理学奖^[4]分别是:空间X射线天文的突破,由此打开了人类观测宇宙的新窗口(2002年,表2第16位获奖者)^[5]、“宇宙背景探索者”

(COBE)卫星对宇宙微波背景黑体辐射谱的精确测量和观测到空间分布的各向异性(2006年,表2第17和18位获奖者)^[6-7];宇宙加速膨胀的发现,哈勃空间望远镜、COBE卫星和威尔金森微波各向异性探测器(WMAP)对此做出了关键贡献(2011年,表2第19、20和21位获奖者)^[8-10]。表2前述11项诺贝尔奖中,美国研究机构获得8项,约占73%,17名美籍科学家(含双重国籍人士)

摘得诺贝尔奖桂冠,约占全部23人中的74%。这些数据反映出的重要事实是美国空间科学研究机构、美籍空间科学家频频获得诺贝尔奖,这对美国作为世界航天强国的领先地位功不可没。此外,在全部名单中,还

包括2名日本空间科学家。上述分析和讨论意味着:空间科学任务在未来基础科学前沿突破中将会占有重要的一席之地,诺贝尔奖授予空间科学对航天强国地位的贡献举足轻重。

表2 1957年以来与空间科学密切相关诺贝尔物理学奖获奖情况
Table 2 Statistics of Nobel Prize in Physics related to space science since 1957

年份	奖项	获奖者		贡献
		姓名	国别	
1967	物理学奖	汉斯·阿尔布雷希特·贝特(Hans Albrecht Bethe)	美国	对核反应理论的贡献,特别是关于恒星能源产生的研究发现
1970	物理学奖	汉尼斯·阿尔文(Hannes Alfvén)	瑞典	创建太阳磁流体力学和宇宙磁流体力学
1974	物理学奖	马丁·赖尔(Sir Martin Ryle)	英国	在射电天体物理学领域的开创性研究:赖尔发明了合成孔径技术并利用该技术进行观测;休伊什对于发现脉冲星发挥了关键性的作用
		安东尼·休伊什(Antony Hewish)	英国	
1978	物理学奖	阿尔诺·艾伦·彭齐亚斯(Arno Allan Penzias)	美国	发现宇宙微波背景辐射,为大爆炸理论提供了一个有力的实验证据
		罗伯特·伍德罗·威尔逊(Robert Woodrow Wilson)	美国	
1983	物理学奖	苏布拉马尼扬·钱德拉塞卡尔(Subramanyan Chandrasekhar)	美国	有关恒星结构及其演化的重要物理过程的理论研究
		威廉·艾尔弗雷德·福勒(William Alfred Fowler)	美国	
1993	物理学奖	拉塞尔·艾伦·赫尔斯(Russell A. Hulse)	美国	发现一类新的脉冲星,该发现开创了引力研究的新方法
		小约瑟夫·胡顿·泰勒(Joseph H. Taylor Jr.)	美国	
1995	化学奖	保罗·克鲁岑(Paul J. Crutzen)	荷兰	从大气化学角度阐明了氯氟烃对臭氧层的形成和分解作用及其化学机理
		马里奥·莫利纳(Mario J. Molina)	墨西哥	
		弗兰克·克罗(F. Sherwood Rowland)	美国	
2002	物理学奖	小雷蒙德·戴维斯(Raymond Davis Jr.)	美国	在天体物理学领域做出先驱性贡献,尤其是对探测宇宙中微子的贡献
		小柴昌俊(Masatoshi Koshihira)	日本	
2006	物理学奖	里卡尔多·贾科尼(Riccardo Giacconi)	美国	在天体物理学领域做出先驱性贡献,发现新类型的宇宙X射线源的:中子星和黑洞
		约翰·马瑟(John C. Mather)	美国	
		乔治·F·斯穆特(George F. Smoot)	美国	
2011	物理学奖	索尔·珀尔马特(Saul Perlmutter)	美国	发现宇宙微波背景辐射的黑体形式和各向异性,进一步证实了宇宙大爆炸理论,揭示了宇宙早期物质和能量的分布情况
		布莱恩·P·施密特(Brian P. Schmidt)	美国 澳大利亚	
		亚当·里斯(Adam G. Riess)	美国	
2015	物理学奖	梶田隆章(Kajita Takaaki)	日本	发现中微子振荡现象,该发现表明中微子拥有质量。
		阿瑟·麦克唐纳(Arthur B. McDonald)	加拿大	
2017	物理学奖	雷纳·韦斯(Rainer Weiss)	美国	对LIGO探测器和引力波探测作出重大贡献
		基普·S·索恩(Kip Thorne)	美国	
		巴里·巴里什(Barry Barish)	美国	

3 因势利导发展空间科学建设科技强国

中国航天经过 60 余年的发展,取得了以 3 大里程碑为代表的巨大成就,载人航天、探月工程、北斗导航等工程技术成果,为中国成为一个有世界影响的大国奠定了重要基础。然而,限于中国国情,在经济短缺时期,国家有限的航天事业经费都用于国防和与国民经济发展密切相关的应用卫星领域,直到 2001 年才立项支持了中国第 1 个空间科学任务——地球空间双星探测计划。此后出现了长达 10 年的空缺,直到 2011 年,中国科学院先导专项才成系列支持了 4 个空间科学任务。但目前“中国既是航天大国,又是空间科学小国”,“要实现 2050 年建成航天强国的目标,要补齐两个短板:空间科学和空间应用”。空间科技界对此做了广泛的调研和建言献策:剖析了中国空间科学的现状和未来,建议将中国的空间科学卫星系列纳入国家重大专项,实现滚动式立项发射^[1]。

与地面大科学装置相比,中国的空间科学任务更是“新人”,需要社会对其在前瞻性基础研究、引领性原创成果重大突破方面的重要作用不断加深理解,亟需像重视地面的大科学装置一样重视、支持空间科学任务,致力于取得诺贝尔奖级的科学发现和突破可以作为发展空间科学的另一种牵引。众所周知,日本曾在 2001 年 3 月明确提出“50 年内培养 30 名诺贝尔奖得主”的宏伟计划^[2]。当时很多科学家认为,科学研究具有不确定性,这一目标一经提出就引起强烈争议。然而该目标提出至今,时间仅仅过去 1/3,日本就新产生了 16 位自然科学类诺贝尔奖得主,包括前文所述的两名空间科学家,目标已经实现过半。日本几乎与中国同时发射第 1 颗人造卫星,但其持续实施了系列空间科学任务,在空间 X 射线天文、空间太阳观测、小行星探测等方面已居世界前列,走在了中国前面。因此,从这个意义上说,落实《国务院关于全面加强基础科学研究的若干意见》,亟需因势利导加快空间科学的发展,助力科技强国建设。

4 空间科学值得寄予厚望

正如党的十九大报告中所提到的那样,中国空间科学中的天宫、悟空、墨子等重大科技成果相继问世,“慧眼”卫星遨游太空。这标志着中国空间科学事业进

入新的发展阶段^[3],日益走近世界舞台的中央。需要指出的是,与民用航天通信、导航、遥感等应用卫星或技术试验卫星不同,这些空间科学任务无论从遴选到实施,均始终坚持以科学重大性为最重要考量指标^[4],重大科学发现与突破已经初步露出端倪。例如,暗物质粒子探测卫星“悟空”号已在空间发现了宇宙高能电子 TeV 拐点,并观测到宇宙高能电子 TeV 以上的精细结构,预示着新的物理机理^[5]。暗物质的概念自 1933 年由瑞士科学家弗里茨·茨威格提出后,科学界普遍认为它是宇宙的主要物质成分;但暗物质的本质是什么,近 1 个世纪过去了仍然是现代科学亟待解决的重大问题。在探测暗物质的世界赛场上,中国太空有“悟空”号,地面有四川锦屏山地下实验室,中国空间科学家正在用不同的方式努力探索暗物质的秘密。他们的努力,让中国人有了新的期待。

建设世界科技强国需要举世公认的重大标志。时至今日,中国大陆的科研机构还没有培养出诺贝尔科学奖得主。“他山之石,可以攻玉”,世界科技强国的发展实践表明,空间科学任务是实现重大科学突破的两类大科学平台之一。空间科学是中国基础科学研究有望取得诺贝尔奖级重大突破的优势领域之一,发展空间科学可为建设世界科技强国做出具有重大标志性的不可或缺贡献。

致谢:本文选题得到中国科学院国家空间科学中心原主任吴季研究员的指导;中国科学院科技战略咨询研究院韩淋、范唯唯参与本研究相关调研。本研究得到了中国科学院战略性先导科技专项空间科学(二期)的支持。

参考文献(References)

- [1] 吴季. 空间科学任务及其特点综述[J]. 空间科学学报, 2018, 38(2): 139-146.
Wu Ji. Characteristics and management of space science missions[J]. Chinese Journal of Space Science, 2018, 38(2): 139-146.
- [2] 顾逸东院士:我国空间科学研究不能再“甘当配角”[EB/OL]. (2014-07-15) [2018-05-18]. <http://scitech.people.com.cn/n/2014/0715/c1007-25281758.html>.
Gu Yidong: Space science research will no longer play the minor role[EB/OL]. (2014-07-15) [2018-05-18]. <http://scitech.people.com.cn/n/2014/0715/c1007-25281758.html>.

- [3] 吴季. 发展空间科学是建设世界科技强国的重要途径[J]. 中国科学院院刊, 2017, 32(5): 504-511.
Wu Ji. Space science as an important tool for world science and technology power construction[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2017, 32(5): 504-511.
- [4] 张双南. 空间时代的天文学研究——从空间天文观测到诺贝尔物理学奖[J]. 中国科学院院刊, 2014, 29(5): 590-602.
Zhang Shuangnan. Astronomy in the space era: from space astronomical observations to Nobel Prizes in Physics[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2014, 29(5): 590-602.
- [5] Giacconi R. Nobel lecture: The dawn of X-ray astronomy[J]. Reviews of Modern Physics, 2003, 75(3): 995-1010.
- [6] Mather J C. Nobel lecture: From the big bang to the Nobel prize and beyond[J]. Reviews of Modern Physics, 2007, 79(4): 1331-1348.
- [7] Smoot G F. Cosmic microwave background radiation anisotropies: Their discovery and utilization[J]. Reviews of Modern Physics, 2007, 79(4): 1349-1379.
- [8] Perlmutter S. Nobel Lecture: Measuring the acceleration of the cosmic expansion using supernovae[J]. Reviews of Modern Physics, 2012, 84(3): 1127.
- [9] Schmidt B P. Nobel Lecture: Accelerating expansion of the Universe through observations of distant supernovae[J]. Reviews of Modern Physics, 2012, 84(3): 1151.
- [10] Riess A G. Nobel Lecture: My path to the accelerating Universe[J]. Reviews of Modern Physics, 2012, 84(3): 1165.
- [11] 航天强国建设别缺了空间科学和应用[N]. 科技日报, 2018-03-05(1).
Space power construction includes space science and applications as the important part[N]. Science and Technology Daily, 2018-03-05(1).
- [12] 日本诺奖“井喷”背后 国家制订宏伟夺奖计划[N]. 环球时报, 2014-10-16(9).
The background of Nobel Prize booming in Japan, the country has drawn up the grand prize winning plan[N]. Global Times, 2014-10-16(9).
- [13] 吴季, 杨帆, 张凤. 2017年空间科学热点回眸[J]. 科技导报, 2018, 36(1): 72-82.
Wu Ji, Yang Fan, Zhang Feng. Review of space science hotspots in 2017[J]. Science & Technology Review, 2018, 36(1): 72-82.
- [14] Wu J, Bonnet R. Maximize the impacts of space science[J]. Nature, 2017, 551(7681): 435-436.
- [15] DAMPE Collaboration. Direct detection of a break in the teraelectronvolt cosmic-ray spectrum of electrons and positrons [J]. Nature, 2017, 552(7683): 63-66.

The Nobel Prize as an indicator of space science's contribution to world science and technology power construction

FAN Quanlin¹, BAI Qingjiang¹, WANG Haiming², YANG Fan²

1. National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

2. Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

Abstract Nobel Prize is one of the most important prizes well-known to the international space science community. In the case of a space power, space scientists have been continually getting awarded with the Nobel Prizes, benefiting from the implementation of space science missions. This article takes the Nobel Prize as the tool, starts with the space science's contribution to world science and technology power construction, analyzes the Nobel Prizes awarded to space scientists from international space powers such as USA, Europe and Japan, describes the status of space science development in China, and proposes that, space science is one of the areas that Nobel-prize-level breakthroughs could be achieved, and would make significant contributions to global science and technology developments.

Keywords Nobel Prize; space science; science and technology power ●



(责任编辑 王丽娜)