

国际空间计划加速基本科学问题和空间技术的重大突破

整理撰稿人:中科院国家科学图书馆总馆空间科技团队

杨帆(E-mail:yangf@mail.las.ac.cn)、王海霞、韩淋

审稿专家:中科院空间中心吴季研究员

外层空间是人类继陆地、海洋和领空之外的第四疆域。爱因斯坦曾断言,“未来科学的发展无非是继续向宏观世界和微观世界进军”。空间科学的研究对象大到宇宙天体、小到极端条件下原子与分子的运动规律,一直处于自然科学的宏观和微观前沿,被视为最有希望取得重大发现的领域。进入21世纪,世界范围内再度掀起新一轮的空间探索浪潮,越来越多的国家提出中长期空间发展计划,将人类的活动不断向深空延伸。2012年,世界主要空间国家在空间领域的预算总额高达729亿美元(其中民用航天占415亿美元)^[1],较2006年增长了44%,较2000年翻了一番。随着国际空间计划获得高额投入、进入积极实施的新阶段,以航天器为主要工作平台开展的空间科学研究不断以惊人的成果加深和改变着人类对基本科学问题的认识,并牵引和推动了相关技术的迅速发展。

1 国际空间站建成,将源源不断产生新的科学认知和效益

国际空间站已于2011年完成主体建造,进入全面应用时代。舱内29个实验机柜为人体科学、生命科学、流体物理科学、燃烧科学、空间材料科学、对地观测等研究提供了高度集成的实验室;舱外桁架支持了天文学、空间物理、空间技术试验载荷。国际空间站的多学科科学研究与应用工作产生了许多重要成果,并有力促进了空间和地面上的创新技术和应用的发展。例如,由诺贝尔奖获得者丁肇中主持、历时17年建造完成、于2011年安装在国际空间站上的“阿尔法磁谱仪”(AMS-02)项目组近期公布了首批研究成果,确定

宇宙射线流中正电子的比率与理论预期有所超出^[2],预示着可能存在新的科学发现;植物学实验发现重力并不是决定植物生长模式的关键因素^[3];系列材料实验验证的一种航天器外表面涂层材料已用于“朱诺”(JUNO)号、“重力勘测和内部研究实验室”(GRAIL)、“龙”(Dragon)飞船任务中^[4]。据统计,自1998年12月—2012年9月,国际空间站的研究成果先后发表在588篇期刊文章和159篇会议文章中,其中一些文章刊登在*Nature*、*PANS*、*PRL*等顶级期刊上^[5],受到全世界的极大关注。

目前,国际空间站的主要参与国都在紧密部署更多科学和应用研究,并研制更高水平的科学应用载荷运往国际空间站。欧空局正在研制无容器加工实验柜、等离子体物理实验柜,并计划2015年将“空间原子钟组”(ACES)送往国际空间站,此外还部署了气候变化监测平台和探测大气放电的“大气空间交互监测仪”(ASIM)的研制。日本宇宙航空研究开发机构(JAXA)的静电悬浮熔炉实验柜已接近研制完成,旨在探测暗物质的“量能器型电子望远镜”(CALET)计划于2013年送往国际空间站,此外还正在推动衍射型地球大气契伦科夫光探测极高能宇宙线计划。国际空间站将至少维持运营至2020年,预期将开展数千项科学实验与观测、空间应用及技术实验,将是人类有史以来规模最大的空间研究活动,可能取得一系列重大研究成果。

2 空间科学研究蕴含着重大突破

近年来,空间科学研究重大成果不断涌现,例如,成功探测到中微子、发现宇宙X射线源、发现宇宙微波背景辐射的黑体形式和各向异性以及发

现宇宙加速膨胀而揭示暗能量存在的空间科学观测研究成果分别获得2002、2006、2011年诺贝尔物理学奖;“威尔金森微波各向异性探测器”(WMAP)发现宇宙微波背景辐射图中出现不规则分布的状况,其可能原因之一是由其他宇宙施加的引力所致,为颇富争议的“多重宇宙”理论提供了第一个证据^[6];尽管“旅行者1号”是否已飞出太阳系仍存争议,但毫无疑问,人类正在迎来人造天体飞越日球层边界的历史性时刻^[7];火星上曾经存在古老水系、木卫二和土卫二表面冰层之下蕴藏着大量液态水等均获得确切证据;系外行星的发现数量不断刷新。

未来5—10年,人类将对太阳开展多波段、全时域、高分辨率和高精度的观测,特别是无人飞行器将克服高温的考验,首次实施对太阳的近距离观测,揭示太阳活动的机理。太阳活动—行星际空间扰动—地球空间暴—地球全球变化—人类活动的链锁变化过程研究所蕴含的发现和突破将为人类的长期可持续发展提供科学支持。

大量天文观测表明,宇宙中存在着遍布星系的几倍于太阳质量的黑洞和存在于几乎每个星系中心的超大质量黑洞,关于黑洞的研究将在黑洞的形成和演化、黑洞附近的时空结构和物质运动规律以及对广义相对论的终极检验等方面产生重大突破。暗物质和暗能量在宇宙演化的历史中起着决定性的作用,也决定着宇宙的未来和命运,对它们的研究很可能会带来系列科学突破。宇宙的大爆炸起源、宇宙中各种天体和结构的起源以及生命的起源是至今困扰人类的重要问题,围绕这些科学问题的探索孕育着大量科学发现并可能引发新的物理学革命。

随着“好奇”号火星车、“朱诺”(Juno)卫星、“宝瓶座”(Aquarius)卫星等任务持续运行,以及“詹姆斯·韦伯空间望远镜”

(JWST)、“火星生命探测计划”(ExoMars)、“丽莎探路者”(LISA-Pathfinder)、“太阳轨道器”、“木星冰卫星探测器”(JUICE)等新任务成功发射,人类将在宇宙形成演化、相对论理论检验、生命现象本质、太阳内部结构和动力学,以及地球系统变化等方面获得更多新的科学认知。宇宙学进入精细描述时代,暗物质的发现极有可能在空间实现突破;广义相对论、量子力学完备性等将在空间得以实验验证;在地球系统以外发现生命或生命存在的证据将使人类对生命现象及其规律的认识得以拓展;对地观测将在解决人口、自然和人为灾害以及温室气体减排等“地球最紧迫的问题”方面发挥至关重要的支撑作用。

3 空间科学对空间技术的牵引和推动效应日渐突出,空间技术将进一步实现商业化、市场化

随着空间计划科学目标越来越宏大,空间科学对空间技术的牵引和推动作用也日渐突出,牵引出包括太阳帆推进技术、超高精度时空基准技术等。各国不断加强对完成特定任务所需的关键技术以及开创性和交叉技术领域的规划和投资,NASA还特别强调在不同技术领域、所有技术成熟度级别之间保持平衡^[8]。同时,空间技术将进一步实现商业化、市场化。美国Space-X公司的发展已表明,商业企业同样可以完成诸如载人航天一类的高精尖任务,并且成本更低。

总而言之,人类对宇宙的起源和物质的认识正处在重大突破的关键阶段,包括中国空间站和空间科学卫星系列在内的国际空间计划的先导部署和顺利实施无疑将加速这一进程。

参考文献

1 Euroconsult. Government space markets world prospects



中国科学院

- to 2022. <http://www.euroconsult-ec.com/research-reports/space-industry-reports/government-space-markets-38-24.html>.
- 2 Cern. AMS experiment measures antimatter excess in space. <http://press.web.cern.ch/press-releases/2013/04/ams-experiment-measures-antimatter-excess-space>.
- 3 Discover. Plants in Space Prove Gravity Unnecessary For Normal Growth. <https://blogs.discovermagazine.com/80beats/2012/12/12/plants-in-space-prove-gravity-unnecessary-for-normal-growth/>.
- 4 NASA. 'Snow White' Coating Protects SpaceX Dragon's Trunk Against Rigors of Space. http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/news/dragon_coating.html.
- 5 NASA. International Space Station Utilization Statistics (Expeditions 0-32, December 1998-September 2012). http://www.nasa.gov/pdf/745992main_Current_ISS_Utilization_Statistics.pdf.
- 6 ESA. Simple but challenging the universe according to Planck. <http://sci.esa.int/science-e/www/object/index.cfm?fobjectid=51551>.
- 7 Science. ScienceShot: Has Voyager 1 Left the Solar System? <http://news.sciencemag.org/sciencenow/2013/03/scienceshot-has-voyager-1-left-t.html>.
- 8 NASA. NASA Strategic Space Technology Investment Plan. http://www.nasa.gov/pdf/726166main_SSTIP_02_06_13_FINAL_hires=TAGGED.pdf.

深海探测的新纪元即将到来

整理撰稿人:中科院国家科学图书馆兰州分馆资源与海洋团队

郑军卫(E-mail:zhengjw@llas.ac.cn)、王立伟

审稿专家:中科院海洋所孙松研究员

海洋占地球表面积的71%,具有储存及交换热量、CO₂和其他活性气体的巨大能力,对包括气候在内的全球环境变化有着至关重要的调节作用;海洋蕴藏着丰富的资源和具备特殊的战略地位,已引起国际的高度关注。随着人类对海洋及其价值的认识不断得到深化,海洋已成为国家利益拓展的重要空间,海洋科技已成为各国综合实力的重要体现。

伴随科技的不断发展,人类对海洋的探测从近岸走向远洋,从浅水走向深海。目前,深海探测与地球深部探测、深空探测(简称“三深”探测)已成为未来地球科学领域人类科技的重要发展方向和可能取得重大突破的领域。

1 深海探测的科技内涵及意义

深海探测技术是针对有关深海资源、构成物、

现象与特征等资料和数据的采集、分析及显示的技术,是深海开发前期工作的重要技术手段,包括深海浮标技术、海洋遥感技术、水声探测技术以及深海观测仪器技术等。与深海资源探测相关的深海资源开发技术是针对深海大洋中资源和能源的开发技术,包括油气资源开发技术、矿产资源开发技术、生物资源开发技术、海洋可再生能源开发技术等。深海资源探测与技术开发已成为满足国家和地区长期发展的战略需求。

从20世纪60年代至今,发达国家率先向深海大洋进军,深海探测技术迅速发展。调查船、钻探船/平台、各类探测仪器和装备、无人/载人/遥控深潜器、水下机器人取样设备、海底监测网等相继问世,探测广度和深度不断刷新。在深海极端环境、地震机理、深海生物和矿产资源,以及海底深部物质与结构等领域取得了一系列重大进展^[1]。