

# 2018年空间科学热点回眸

吴季<sup>1,2</sup>, 杨帆<sup>3</sup>, 张凤<sup>3\*</sup>, 范唯唯<sup>3</sup>, 韩淋<sup>3</sup>, 王海名<sup>3</sup>

1. 中国科学院国家空间科学中心, 北京 100190
2. 中国科学院大学, 北京 100049
3. 中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100190

**摘要** 回顾了2018年全球空间科学重要研究进展、重大战略调整以及新发射的空间科学重要任务平台, 盘点了“盖亚”绘制最新银河系地图, 科学家首次确定银河系外高能中微子来源, 火星勘测轨道器发现火星浅层地表之下的冰, “旅行者2号”飞出太阳系; 美国密集出台航天新战略, 俄罗斯公布月球计划路线图, 国际空间探索协调组更新国际载人航天新战略; 首个飞入日冕的帕克太阳探测器成果发射, 人类首个月球背面探测器“嫦娥四号”顺利登月等重大科学事件。

**关键词** 空间科学; 2018年重大科学事件; 空间探测; 任务平台

空间科学以航天器为主要工作平台, 研究发生在日地空间、太阳系乃至整个宇宙空间的物理、化学及生命等自然现象及其规律<sup>[1]</sup>。空间科学不但是实现原始科学创新的重要领域, 也是国家和政府在有组织、定向的重大基础研究方面的主要抓手之一<sup>[2]</sup>。2018年, 美国推出新版《国家航天战略》, 修订美国国家航空航天局战略规划, 拟定国家空间探索行动计划, 大力加强近地轨道空间、月球轨道和月表、火星及以远任务规划与部署。欧洲、俄罗斯、日本持续推进各自的空间计划, 兼顾自主发展与国际合作。全球探索路线图着力凝聚世界各国共识, 为通过国际合作开展载人空间探索创造最大可能和可行路径。2018年, 空间科学取得重要突破, 例如“盖亚”精确揭示银河系恒星群体构成和恒星运动细节、“费米伽马射线空间望远镜”帮助确定一颗

银河系外高能中微子来源于一个遥远星系中的超大质量黑洞、两种测量方法测得的哈勃常数的显著差异可能蕴含新物理学解释、多项小行星任务取得里程碑式进展、人造物体再度进入星际空间等, 揭示宏观宇宙和微观物理世界的前沿奥秘。有望创造人类最近距离观测太阳和飞行速度纪录的“帕克号”太阳探测器、人类首个月球背面探测器“嫦娥四号”、人类第3个水星任务BepiColombo探测器等成功发射, 为未来取得重大突破提供新的可能。

## 1 2018年空间科学研究进展

### 1.1 “盖亚”绘制最新银河系地图

2018年4月25日, “盖亚”空间望远镜(Gaia)发布

收稿日期: 2019-01-04; 修回日期: 2019-01-07

基金项目: 中国科学院空间科学先导专项(Y329181ABS); 中国科学院空间科学战略性先导科技专项(XDA15015700, XDA15015900); 国家自然科学基金应急管理项目(71741030)

作者简介: 吴季, 研究员, 研究方向为分布式空间探测技术、微波辐射干涉成像技术及空间科学与技术发展战略和政策, 电子信箱: wuji@nssc.ac.cn; 杨帆(共同第一作者), 副研究员, 研究方向为空间科技战略情报、空间科技政策, 电子信箱: yangfan@casipm.ac.cn; 张凤(通信作者), 研究员, 研究方向为科技发展战略与政策, 电子信箱: fzhang@casisd.cn

引用格式: 吴季, 杨帆, 张凤, 等. 2018年空间科学热点回眸[J]. 科技导报, 2019, 37(1): 33-43; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2019.01.004

第2批观测数据集,利用22个月(2014年7月25日—2016年5月23日)的测量数据绘制出最新银河系地图(图1),揭示更多关于银河系的细节<sup>[3]</sup>。Gaia数据处理和分析团队负责人Anthony Brown被评为《Nature》年度十大人物之一<sup>[4]</sup>。

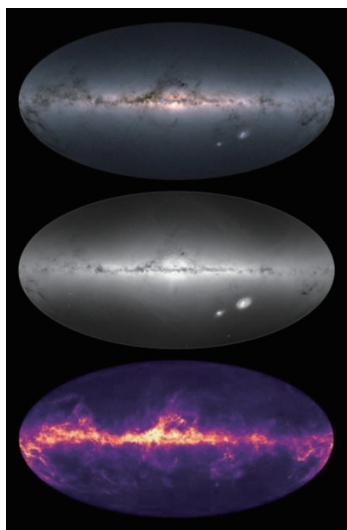


图1 “盖亚”第2批数据绘制银河系地图  
(图片来源:欧洲空间局)

Fig. 1 A star map for the Milky Way created by the data from the Gaia mission

Gaia第一批观测数据集于2016年发布,精确测量了200万颗恒星的距离和径向速度。2018年发布的第2批观测数据集包括对17亿颗恒星位置的高精度测量结果,以及其中13亿颗恒星的视差、速度和运动方向,揭示出银河系恒星群体构成和恒星运动细节,有助于研究银河系的形成和演变。此外,Gaia还对太阳系内1.4万多个小行星的位置和运行轨道进行了追踪。Gaia于2013年12月19日发射,设计寿命为5年,将于2019年中期停止运行。Gaia最终版数据集将于2020年后发布,这将是具有权威的恒星编目,有望在天文学领域发挥关键作用。

### 1.2 科学家首次确定银河系外高能中微子源

2018年7月12日,科学家利用美国国家航空航天局(NASA)费米伽马射线空间望远镜(FGST),首次发现银河系外的一颗高能中微子来源于一个遥远星系中的超大质量黑洞<sup>[5]</sup>。

这颗中微子最早是由一个国际团队在2017年利用美国国家科学基金会的冰立方中微子天文台发现的,其超高能量暗示它来自太阳系之外。在被探测到之前,这颗中微子几乎以光速行进了37亿年,这一距离比

科学家能够确认来源的其他中微子都远。通过追踪猎户座中来自一个遥远的超大质量黑洞的伽马射线爆发,FGST最终确定了该中微子的来源。地基大气伽马射线成像切伦科夫望远镜以及伽马射线暴任务“雨燕”卫星和许多其他设施也针对此次发现开展了重要的后继观测,并获得更多探测数据。中微子观测提供了关于宇宙中最极端环境的新信息,这项突破性进展将为认识宇宙提供除电磁辐射、引力波之外的第3种方法,推动“多信使天文学”进入一个新的时代。

### 1.3 基于造父变星标准获得最新哈勃常数

2018年7月,天文学家利用“哈勃”空间望远镜和“盖亚”空间望远镜对造父变星的最新观测数据测得哈勃常数为73.5 km/(s·Mpc)(Mpc表示百万秒差距,约为300万光年),即每增加300万光年的距离(或每过300万年),星系远离地球的速度增加73.5 km/s,这一结果进一步加剧了临近宇宙与更遥远的原始宇宙之间哈勃常数的不匹配<sup>[6]</sup>。研究团队未来的目标是在21世纪20年代初期将哈勃常数的不确定度降低至1%的水平。

利用新的测量方法测得的哈勃常数与根据“普朗克”探测器2013年发布的宇宙微波背景辐射数据推算出的哈勃常数67 km/(s·Mpc)的差值已经是两种方法测得值不确定度总和的4倍。新物理学可能暗藏在这一差异中,可能的解释包括暗物质相互作用的强度,暗能量可能比以前想象的更加异乎寻常,或者是宇宙中存在未知的新粒子。

### 1.4 开普勒望远镜结束辉煌探测历史

2018年10月30日,NASA宣布开普勒望远镜(Kepler)因燃料耗尽而无法继续开展工作,结束了近10年的天文观测任务<sup>[7-8]</sup>。Kepler包括主任务和Kepler-K2两个任务,任务期间对53.0506万颗恒星开展了观测,共确认了2662颗系外行星,观测到了处于爆发最初始阶段的61颗超新星,传回的科学观测数据达678 GB,截至2018年10月24日相关研究人员发表了科学论文2946篇<sup>[9]</sup>。

开普勒望远镜带领人类进入系外行星观测的黄金时代,其代表性成果包括:(1)证明银河系中行星的数量超过恒星,彻底改变了对人类在宇宙中所处位置的理解;(2)发现星空中20%~50%的恒星可能拥有较小的岩质行星,这些行星位于恒星的宜居带,因此在星球的表面可能存在液态水;(3)发现多种类型的系外行星,最常见的系外行星大小介于地球和海王星之间;(4)发现多种类型的行星系统,通过机器学习技术新发

现的一颗行星属于 Kepler-90 系统,使 Kepler-90 系统的行星数量增加至 8 颗,是目前在太阳系之外发现的最大的行星世界;(5) 重振对恒星的研究,对 50 多万颗恒星的观测有助于理解围绕这些恒星运行的行星的基本属性,加深人类对星系和宇宙的历史和结构的理解。

### 1.5 火星探测成果频现

2018 年 1 月,火星勘测轨道器发现火星 8 处受侵蚀的陡峭斜坡上暴露出地表之下厚厚的冰沉积物,揭示出关于此前探测到的火星中纬度地区地下冰原的内部层状结构的新信息<sup>[10]</sup>。这些沉积物保存着关于火星气候史的线索,并表明对于未来的无人或载人探索任务来说,冰冻的水比此前预想的更容易获取,具有潜在的资源价值。

2018 年 6 月,“好奇号”在火星浅层表面岩石识别出多种复杂有机分子碎片,包括噻吩、苯、甲苯以及一些短链有机物,如丙烷、丁烯等,为火星可能曾经存在生命提供了证据<sup>[11]</sup>。此外,“好奇号”还发现火星大气甲烷水平存在季节性波动,表明火星可能仍存在生命。

2018 年 9 月,“火星生命探测计划 2016 任务”团队公布示踪气体轨道器获得的首批科学成果<sup>[12]</sup>,根据其在轨运行 6 个月期间测量的辐射剂量数据显示,假设往返地球和火星各需要 6 个月,执行火星任务的航天员受到的辐射剂量将达到个人耐受辐射剂量极限值的 60% 或更高。这与“火星科学实验室”2011—2012 年期间的探测数据吻合,将用于验证辐射模型,评估未来执行火星任务的航天员所承受的辐射风险。

### 1.6 木星探测再获新发现

2018 年 3 月,《Nature》集中发表了 4 篇论文,报道了“朱诺号”(Juno)的科学发现(图 2),披露了对木星重力场<sup>[13]</sup>、大气喷流<sup>[14]</sup>、内部结构<sup>[15]</sup>及两极气旋<sup>[16]</sup>的重要发现,

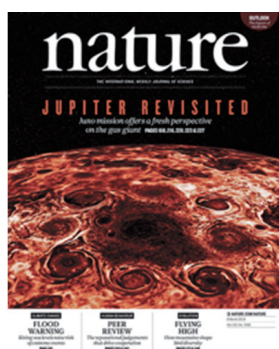


图 2 《Nature》专刊发布“朱诺号”研究成果(图片来源:《Nature》)

Fig. 2 *Nature's* issue presents four papers from the Juno mission to Jupiter

这些结果将有助于更好地了解木星的内部、核心物质及其起源<sup>[17]</sup>。

Juno 观测显示木星的重力场是南北不对称的。对于气态行星,这种不对称性的唯一解释是大气气流穿入行星的深度极大,导致重力场呈现不对称性。因此,重力场的不对称性程度反映了气流的深度。研究人员推测,木星天气层的总深度约 3000 km,约占木星总质量的 1%(约为 3 个地球质量),远超此前预期。这一发现对于了解木星强气流的本质和驱动机制非常重要,这些气流的重力信号与木星核心的重力信号互相纠缠影响。Juno 还发现木星大气的旋转存在差异性,云区和云带旋转速度相差可达 100 m/s。研究人员发现,木星深层内部的旋转近似于刚体旋转,与木星大气相比,旋转速度的差值至少低 1 个数量级,这一结果出人意料。

### 1.7 《Science》发布“卡西尼”探测器最终阶段科学发现

2018 年 10 月,《Science》出版“潜入土星环”特刊,报道了“卡西尼”土星探测器(Cassini)的研究发现(图 3),集中反映了对土星系统,特别是对此前从未被探测过的土星与土星环之间空间的理解上的巨大飞跃<sup>[18]</sup>。



图 3 《Science》专刊发布“朱诺号”研究成果(图片来源:《Science》)

Fig. 3 *Science* cover shows Cassini's final wide-angle view of Saturn

Cassini 科学任务最终阶段有 7 项重要发现,包括:(1) 发现土星环向土星高层大气坠落的纳米级水珠中的物质成分复杂,包括水、硅酸盐、甲烷、氨、一氧化碳、氮和二氧化碳,这些有机物的组成与土卫二和土卫六均不相同,这意味着土星系统中至少有 3 个不同的有机分子储藏;(2) 首次近距离观测了土星环和土星的相互作用,发现内环粒子和气体直接落入土星大气层,一些粒子带电后沿着磁力线盘旋并落入土星高纬度地区,

即“环雨”现象,还有一些粒子被快速拖入土星赤道地区;(3) 土星环和土星大气层之间的大部分物质是如烟雾般的纳米级颗粒,表明颗粒被某种未知的过程磨碎;(4) 发现联系土星环与土星大气层顶的电流系统,表明土星和土星环的相互作用之强远超预期;(5) 发现了位于土星附近的由高能粒子组成的辐射带;(6) 土星磁轴几近与其自转轴平齐,与太阳系中其他拥有磁场的行星均不同;(7) 在飞越土星磁极时对产生无线电辐射的区域进行了直接采样。结果显示,土星磁极是地球之外又一适宜开展无线电产生机理研究的区域。

### 1.8 多项小行星探测任务取得里程碑突破

2018年9月,“隼鸟2号”(Hayabusa 2)释放的2个小型双胞胎漫游器成功登陆小行星 Ryugu 表面(图4),通过跳跃的方式实现在小行星表面自主移动<sup>[19]</sup>。2018年10月3日,“隼鸟2号”又释放了一颗小行星表面移动侦查(MASCOT)登陆器<sup>[20]</sup>。MASCOT以自由落体的方式着陆,通过电动机加减速其钨摆臂实现移动甚至跳跃,这是在航天史上首次使用非常规机动方式实现在小行星表面的移动。初步分析MASCOT获得的第一批数据和图像结果表明,Ryugu表面覆盖着粗糙的块状物和巨石,一些物体的尺寸甚至达到了约100 m,目前仍不清楚这些块状物的坚硬程度和物质组成。



图4 “隼鸟2号”小行星探测器  
(图片来源:日本宇宙航空研究开发机构)  
Fig. 4 Hayabusa 2 spacecraft

2018年11月,“黎明号”(Dawn)探测器结束了长达11年的小行星探测任务<sup>[21]</sup>。Dawn是唯一一个围绕小行星带天体运行的航天器,也是首个绕飞两颗地外天体的航天器,采用高效的离子推进系统,突破了系统能力和续航力极限,实现了前所未有的工程壮举,为其他多

目的地探索任务配备离子推进系统提供了佐证。Dawn任务于2007年9月发射,2011年到达小行星灶神星并绕其飞行14个月,在穿越小行星带后,最终于2015年抵达矮行星谷神星轨道。Dawn探测任务揭示了灶神星和谷神星诞生的位置和演化过程,对了解太阳系历史和演化至关重要,取得的重要科学发现包括:(1) 捕捉到谷神星上的冰火山和神秘亮斑,研究人员推测这可能是谷神星内部含盐的水上升至表面形成的盐沉积物;(2) 在谷神星表面发现了古代海洋残留的化学特征,其主要成分为碳酸钠,是由地壳内部或下部的泥状卤水流到地表形成的,这一发现表明矮行星历史上也存在过海洋,甚至可能仍然存在;(3) 绘制了灶神星环形坑地图,发现灶神星北半球受到的撞击更多,这表明在小行星带早期存在更多的巨型天体;(4) 证实灶神星是一个常见的陨石家族的来源。

2018年12月,NASA“起源、光谱分析、资源识别与安全-风化层探测器”(OSIRIS-REx)在飞行约20亿km后抵达小行星 Benu<sup>[22]</sup>。OSIRIS-REx是NASA的首个小行星采样返回任务,旨在研究行星的形成和起源,帮助理解可能影响地球的小行星(图5)。通过分析OSIRIS-REx搭载的两个光谱仪数据,初步在小行星 Benu 的黏土中发现了水的痕迹<sup>[23]</sup>。初步分析显示,Benu存在含有羟基(-OH)的分子。研究人员猜测这些羟基遍布小行星,以含水黏土矿物的形式存在。但Benu体积太小,不足以容纳液态水,因此这意味着Benu的母体——一个体积更大的小行星——曾在某个时间存在液态水。



图5 由OSIRIS-REx拍摄的照片合成的小行星Benu图像  
(图片来源:NASA)

Fig. 5 Image of asteroid Benu is composed of images collected by the OSIRIS-REx spacecraft

### 1.9 “旅行者2号”飞出日球层

2018年12月10日, NASA宣布飞行了41年的“旅行者2号”(Voyager 2)探测器飞出日球层开始探索星际空间,成为继“旅行者1号”(Voyager 1)之后又一个进入星际空间的人造物体<sup>[24]</sup>。“旅行者2号”目前距地球约180亿 km,是NASA迄今运行最久的空间探索任务。2018年11月5日,“旅行者2号”上的等离子科学实验设备发现日球层粒子的速度陡降,此后未检测到太阳风,这说明它已飞出日球层(图6)。未来,“旅行者”系列探测器将继续穿越太阳系之旅,其上携带了大量关于人类文明的声音、图片和影像资料,有望在数十亿年后仍然在广袤的宇宙间传递人类文明的信息。



图6 “旅行者2号”的宇宙射线系统提供了离开日球层的证据(图片来源:NASA)

Fig. 6 Cosmic ray subsystem aboard Voyager 2 spacecraft provided evidence that Voyager 2 had left the heliosphere

### 1.10 国际空间站迎来在轨运行20周年

2018年是国际空间站在轨运行20周年,各研究领域持续保持着较高的活跃度,开展了包括空间培育植物、测试新设备、空间生命科学和理解宇宙本身在内的多项实验。

2018年1月, NASA发布“双胞胎实验”的详细研究成果<sup>[25-26]</sup>。持续2年的实验详细研究了航天员 Scott 在空间飞行前、中、后身体各系统与作为地面对照组的其双胞胎兄弟 Mark 的区别,初步揭示了空间飞行对人体主要系统的影响:(1) 端粒位于染色体的末端并随着年龄的增长而减少;(2) Scott 的体重下降和叶酸水平增加与端粒延长结果一致;(3) 飞行任务时间从6个月任务增加到1年并未使 Scott 的认知水平出现显著下降,但其飞行速度和准确性出现了明显的下降;(4) 每次接种疫苗后,双胞胎产生了类似的、增加水平相当的免疫应

答,这表明在空间站接种的疫苗对航天员产生了预期的免疫刺激作用;(5) 空间飞行带来的微生物群落变化并不会大于在地面上改变饮食或患病对人体微生物群落的影响;(6) 双胞胎基因组中有超过预期的数百项独特突变,在返回地面后93%的基因表达恢复正常,但仍有数百个基因未能恢复;(7) 空间飞行对 Scott 的2个白细胞群体的基因组的特定区域产生了影响,其DNA甲基化过程发生了改变。返回地面后,相关的基因变化又恢复到基线水平;(8) 空间飞行期间,涉及体液调节和肌肉骨骼生成的蛋白质排泄存在明显差异。

2018年7月,冷原子实验室(CAL)首次在轨产生玻色-爱因斯坦凝聚(图7)<sup>[27]</sup>。科学家证实,CAL已经产生了温度低至100 nK的铷原子玻色-爱因斯坦凝聚。接下来,科学家将采用钾原子的2种同位素产生玻色-爱因斯坦凝聚。CAL用户设施由NASA喷气推进实验室设计并建造,于2018年5月底安装到国际空间站,旨在利用微重力下的超冷量子气体研究基本物理规律,包括精确测量重力,开展量子物理学研究,探索物质的波动性质等。国际空间站的微重力环境使得CAL采用的激光冷却技术可达到比在地球上能实现的更低的温度<sup>[28]</sup>。

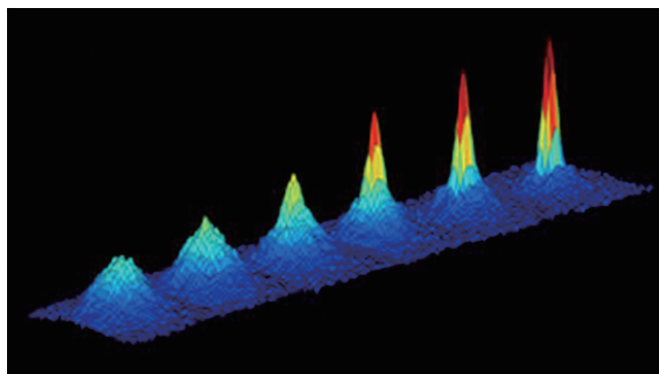


图7 原子云在接近绝对零度时的密度变化(图片来源:NASA)

Fig. 7 Changing density of a cloud of atoms as it approaches absolute zero

## 2 2018年空间科学重大发展战略

### 2.1 美国瞄准载人登火密集出台国家航天新战略

美国总统特朗普于2017年12月签署空间政策一号令,要求美国重返月球,并继续向火星及以远进发,重振美国的载人空间探索计划<sup>[29]</sup>。2018年3月,白宫披露特朗普政府的《国家航天战略》,新战略秉承特朗普

政府的“美国优先”理念,阐述了维护美国在航天领域的科学、产业、技术和国家安全核心利益的战略目标和举措,强调国家安全航天、商业航天和民用航天3个领域应充分互动,加强合作<sup>[30]</sup>。

2018年2月,美国国家航空航天局(NASA)发布《NASA战略规划2018》,提出“发现·探索·发展·实现”四大战略主题,明确NASA在2018—2021年及更长远未来的战略方向、目标和优先事项<sup>[31]</sup>。《规划》提出NASA的愿景:发现和扩展知识,以造福人类。明确NASA的使命:主导一项创新和可持续的探索计划,与商业伙伴和国际伙伴合作,使人类的足迹拓展到整个太阳系,并为地球带来新的知识和机遇;支持美国航空航天领域的经济发展,增进对宇宙和人类自身的了解,与工业界合作发展美国的航空航天技术,提高美国的领导力。

2018年9月,NASA发布《国家空间探索行动报告》,系统阐述了美国“国家空间探索行动”的5大战略目标以及在近地轨道空间、月球轨道和月表、火星及以远的任务部署情况<sup>[32-33]</sup>。《报告》明确了美国“国家空间探索行动”的5大战略目标:(1)将美国近地轨道载人航天活动过渡给商业运作,支持NASA以及新兴私营部门市场的需求;(2)领导部署支持月表运行并推进地月空间以远任务的能力;(3)通过一系列无人任务,促进科学发现和月球资源表征;(4)使美国航天员重返月表,开展持续性的探索和利用活动;(5)验证载人探索火星和其他目的地所需的能力。

## 2.2 欧盟稳步推进空间计划实施

欧盟委员会《2021—2027年多年期财政框架》提案提出将欧盟现行的和未来的空间活动整合为一项空间计划,总预算为160亿欧元<sup>[34]</sup>。为了确保欧洲继续在空间领域的全球领先地位,保障欧盟空间活动投资的连续性,鼓励科学技术进步,提高欧洲航天工业的竞争力和创新能力,并支持欧盟高性能计算、气候变化或安全等其他领域的活动,欧盟将在2021—2027年重点开展欧盟全球和区域卫星导航系统——“伽利略全球导航卫星系统”和“欧洲地球同步卫星导航覆盖系统”、欧盟对地观测计划“哥白尼”、空间安全领域项目<sup>[35]</sup>。

在载人和无人空间探索方面,欧洲空间局(ESA)理事会在2018年6月集中讨论了“欧洲探索包络计划”(E3P)的进展情况<sup>[36]</sup>,确定支持E3P未来探索任务框架,并将在近地轨道、月球和火星3个探索目的地之间,以及载人基础设施、运输和无人任务之间进行平衡投资。

在空间科学方面,2018年ESA确定“宇宙憧憬”计划的第4个中型科学任务,将聚焦于系外行星的性质,研究行星形成和生命出现的条件<sup>[37]</sup>;此外还选出第5个中型科学任务备选概念,包括天空高能瞬变与早期宇宙探测、宇宙学和天体物理学空间红外望远镜和金星探测任务<sup>[38]</sup>。

## 2.3 俄罗斯公布月球计划实施路线图

2018年11月,俄罗斯“能源”火箭公司在国际空间站(ISS)建站20周年纪念活动会议上公布了月球计划实施路线图<sup>[39]</sup>。近月轨道站或于2030—2035年间建成,首批俄罗斯航天员将从近月轨道站登月并开展为期2周的月球任务。路线图第一阶段(至2025年)将利用国际空间站平台测试所有相关技术,建立近月轨道站的基础模块,测试“联邦”号(Federation)载人飞船并开展不载人绕月飞行,利用无人探测器对月球进行探测;第二阶段(2025—2035年)将开发载人登月运输系统,首批航天员登月,建立和部署月球基地首个模块;第三阶段(2035年后)完成月球基地建设,建立统一的载人和无人月球探测系统。

## 2.4 JAXA发布2018—2025发展规划

日本宇宙航空研究开发机构(JAXA)于2018年3月发布《第四期中长期发展规划》(2018—2025年)<sup>[40]</sup>,将围绕“确保空间安全”“促进航空航天科技在民生领域的应用”“维持、强化空间科技及产业”三大要求,在航天领域重点实施导航定位卫星、遥感卫星、通信卫星、空间运输系统、空间态势感知、海洋态势感知和早期预警功能、空间系统功能维护、空间科学与探索、国际空间站、载人空间探索和卫星应用技术等研发计划。

## 2.5 国际空间探索协调工作组更新国际载人空间探索战略

国际空间探索协调工作组(ISECG)于2018年2月发布由14个国家/地区的航天管理机构共同制定的第3版《全球探索路线图》<sup>[41]</sup>,提出将以ISS为起点,向月球进发,并最终实现载人探索火星(图8)。新版路线图提出载人深空探索的关键步骤:(1)近地轨道任务(包括ISS、中国空间站、可能的商业空间站和俄罗斯空间站等),验证深空探索所需的技术和能力,持续在近地轨道开展科学研究;(2)无人探索任务,验证载人探索任务所需的技术,基于科学目标开展巡视探测或采样返回,以及资源和环境评估;(3)在月球附近建设平台(如“深空门户”),了解在深空中如何生活,开展到达月球

表面或在月球表面进行的无人探索任务,实施载人登月任务,开展对月球和太阳系的科学研究,组装和检查前往火星的飞船;(4) 月球表面任务,支持月球科学研究,准备和测试接下来的载人火星和/或长期载人驻月探索任务的运行,了解月球开发和/或商业贸易的潜在经济影响;(5) 载人火星任务,实现可持续的载人火星探索任务,到达火星轨道及表面。



图8 2018全球探索路线图(2018)(图片来源:ISECG)

Fig. 8 Global exploration roadmap

### 3 2018年新建空间科学任务平台

#### 3.1 “凌星法系外行星勘测卫星”接棒“开普勒”

2018年4月19日,NASA“凌星法系外行星勘测卫星”(TESS)任务成功发射<sup>[42]</sup>。作为“开普勒”任务的继任者,TESS搭载的4台宽视场相机将提供覆盖全天85%的视场。在预计为期2年的任务期内,TESS将逐一测绘南、北天球的各个天区,采用凌星法搜寻30~300光年内的系外行星系统,测定系外行星的质量、密度和大气成分等,判断其是否宜居。TESS在正式运行2个月后发现2颗候选系外的行星<sup>[43]</sup>。TESS的观测还将为詹姆斯·韦伯空间望远镜和其他大型地基和天基望远镜进一步开展特性研究提供主要目标<sup>[44]</sup>。

#### 3.2 欧日发射BepiColombo水星探测器

2018年10月20日,由ESA和JAXA合作开发、实施的BepiColombo水星探测器任务成功发射(图9),将对水星开展全方位的探测研究<sup>[45]</sup>,这是继NASA“水手10号”和“信使号”之后第3个造访水星的任務<sup>[46-47]</sup>。BepiColombo的主要科学目标和研究主题包括:靠近母星的行星的起源和演化,行星的内部结构和组成,内磁场的特性及成因,陨击、构造、极区沉积、火山作用等表面过程,水星外大气层的结构、组成、起源和动力学,水

星磁层的结构和动力学,以及通过精确测量航天器的轨道和位置研究广义相对论<sup>[48]</sup>。BepiColombo将在轨飞行7年,完成1次地球飞掠、2次金星飞掠和6次水星飞掠,并于2025年底抵达水星轨道后开展至少为期1年的科学任务<sup>[49]</sup>。

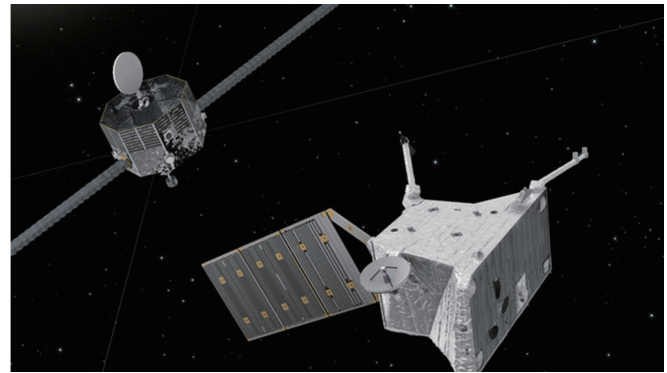


图9 BepiColombo水星探测器(图片来源:ESA)

Fig. 9 BepiColombo at Mercury

#### 3.3 美国发射首个飞入日冕的探测器

2018年8月12日,NASA成功发射“帕克号”太阳探测器(PSP,图10),旨在跟踪太阳日冕中的能量和热量流动,探究太阳风和太阳高能粒子加速的原因<sup>[50-51]</sup>。PSP将成为首个飞入日冕的探测器,将以人类有史以来最接近太阳的距离对太阳进行探测,它采用原位测量和成像技术相结合的方式,有望彻底改变人类对日冕的认识,增进对太阳风起源和演化的理解,并对预测影响地球生命和技术的空间环境的能力做出重要贡献。2018年11月5日,PSP从距离太阳表面约2414万km的近日点飞掠太阳,成为迄今为止最接近太阳的人造物体。在接近近日点的过程中,PSP相对太阳的运行速度达到3.43112万km/h,创造了航天器飞行速度的新纪录。

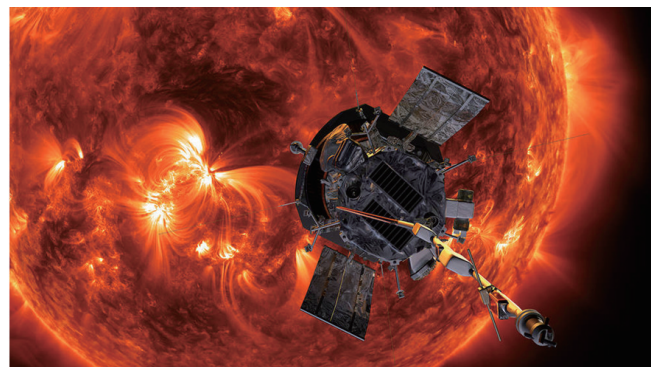


图10 “帕克号”太阳探测器(图片来源:NASA)

Fig. 10 Parker Solar Probe spacecraft

### 3.4 NASA 成功实施第 8 次火星软着陆

2018 年 11 月 26 日,“洞察号”(InSight)火星探测器在靠近火星赤道的 Elysium 平原西侧成功着陆(图 11),标志着 NASA 第 8 次成功实施火星软着陆<sup>[52]</sup>。“洞察号”于 2018 年 5 月 5 日发射,在近 7 个月的时间里飞行了约 4.85 亿 km。按计划,“洞察号”将在火星表面工作 1 个火星年 40 个火星日,直至 2020 年 11 月 24 日。与“洞察号”共同发射并进入深空的首个立方体卫星“火星立方体一号”双子星,在完成了多项通信和飞行导航实验后进入预定位置,接收“洞察号”在进入、下降和着陆期间传输的信号,为更小型的行星航天器任务开启了一扇新的大门。

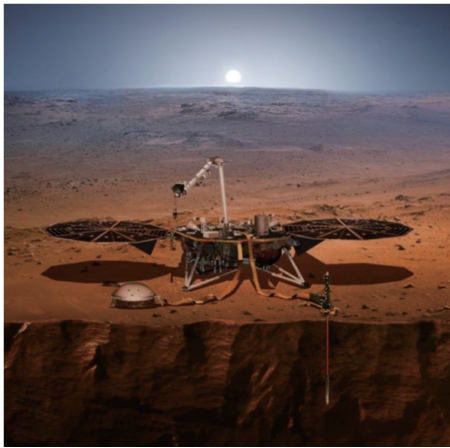


图 11 “洞察号”火星探测器成功着陆(图片来源:NASA)

Fig. 11 NASA InSight lander on Martian surface

### 3.5 中国“嫦娥四号”探测器在月球背面自主登陆

2018 年 12 月 8 日,中国成功将“嫦娥四号”探测器送上太空,开启人类航天器首次月球背面软着陆探测之旅<sup>[53]</sup>。2018 年 12 月 12 日,“嫦娥四号”成功实施近月制动,顺利完成“太空刹车”,被月球捕获,进入近月点约 100 km 的环月轨道<sup>[54]</sup>。2019 年 1 月 3 日,“嫦娥四号”成功着陆在月球背面的南极——艾特肯盆地,并通过“鹊桥”中继星传回了世界第一张近距离拍摄的月背影像图(图 12),揭开了古老月背的神秘面纱,实现了人类探测器首次月背软着陆和首次月背与地球的中继通信,开启了人类月球探测新篇章<sup>[55]</sup>。

“嫦娥四号”任务于 2016 年 1 月经国务院批准正式实施,是中国探月工程的第二期任务。其主要科学任务包括:开展月球背面低频射电天文观测与研究,开展月球背面巡视区形貌、矿物组分及月表浅层结构探测

与研究,试验性开展月球背面中子辐射剂量、中性原子等月球环境探测研究。工程目标包括两部分,一是研制发射月球中继通信卫星,实现国际首次地月拉格朗日 L2 点的测控及中继通信;二是研制发射月球着陆器和巡视器,这将是世界首次月球背面软着陆和巡视探测。

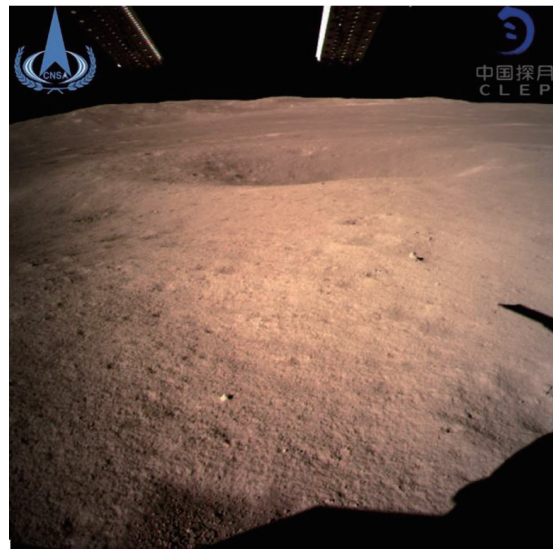


图 12 “嫦娥四号”月球探测器

(图片来源:中国探月工程二期)

Fig. 12 Chang'e 4 spacecraft

### 3.6 数颗空间地球科学卫星相继发射

2018 年 5 月 23 日,美德合作的 GRACE-FO 成功发射,旨在接续重力勘测和气候试验(GRACE)任务,追踪地球水循环,监测地下水量、大型湖泊和河流水量、土壤湿度、冰盖和冰川以及海平面变化,为地球气候观测提供独特视角<sup>[56-57]</sup>。

2018 年 8 月 23 日,ESA“风神”卫星(Aeolus)成功发射,这是全球首颗测量地球风廓线的卫星,将深入了解风如何影响地球表面与大气之间的热量和水分交换,实时观测数据将帮助提高天气和气候预测的准确性,促进对气候变异相关的热带动力学和过程的理解<sup>[58]</sup>。

2018 年 9 月 15 日,NASA“冰、云和陆地高度卫星-2”(ICESat-2)成功发射<sup>[59]</sup>,旨在测量格陵兰岛和南极洲陆地冰川的年平均高度变化,记录冰盖的高度变化数据,帮助研究人员缩小预测未来海平面上升的不确定性范围<sup>[60]</sup>。ICESat-2 还将测量海洋和陆地表面的高度,帮助估算世界森林碳储量,收集海浪、水库水位和城市区域的高度数据,将科学任务与社会需求结合起来。

2018 年 10 月 29 日,日本“温室气体观测卫星-2”

(GOSAT-2/IBUKI-2)成功发射<sup>[61]</sup>。它是“温室气体观测卫星”(GOSAT)的后继任务,旨在利用更高性能的传感器收集更高精度的温室气体观测数据,服务环境管理部门,并为对抗全球变暖做出努力<sup>[62]</sup>。

## 4 结论

2018年全球空间科学研究取得重要进展,“盖亚”、银河系外高能中微子源、“洞察号”等进展与突破在世界范围内中产生重要影响。美国决议重返地球,载人地月轨道空间站概念加速酝酿发酵,俄罗斯公布月球计划实施路线,月球再度成为世界载人航天竞争焦点。“帕克号”太阳探测器、BepiColombo、“嫦娥四号”等多个创新平台成功发射,世界空间科学将迎来探索与发现的新高潮。

### 参考文献(References)

- [1] 国家自然科学基金委员会,中国科学院. 未来10年中国学科发展战略——空间科学[M]. 北京: 科学出版社, 2012.  
National Nature Science Foundation of China, Chinese Academy of Science. China's discipline development strategy in the next 10 years—Space Science[M]. Beijing: Science Press, 2012.
- [2] 吴季. 发展空间科学卫星系列就是新时期的“两弹一星”任务[J]. 中国科学院院刊, 2018, 32(8): 873-878.  
Wu Ji. Space science satellites as key national programs for sustainable development[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2018, 32(8): 873-878.
- [3] ESA. Gaia creates richest star map of our Galaxy and beyond [EB/OL]. (2018-04-25)[2018-12-31]. [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Gaia/Gaia\\_creates\\_richest\\_star\\_map\\_of\\_our\\_Galaxy\\_and\\_beyond](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Gaia/Gaia_creates_richest_star_map_of_our_Galaxy_and_beyond).
- [4] Nature. Nature's 10 people who mattered this year[EB/OL]. (2018-12-20)[2018-12-31]. <https://www.nature.com/immersive/d41586-018-07683-5/index.html>.
- [5] NASA. NASA's Fermi traces source of cosmic neutrino to monster black hole[EB/OL]. (2018-07-12)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-s-fermi-traces-source-of-cosmic-neutrino-to-monster-black-hole>.
- [6] NASA. Hubble and Gaia team up to fuel cosmic conundrum [EB/OL]. (2018-07-12)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2018/hubble-and-gaia-team-up-to-fuel-cosmic-conundrum>.
- [7] NASA. NASA retires Kepler space telescope, passes planet-hunting torch[EB/OL]. (2018-10-31)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-retires-kepler-space-telescope-passes-planet-hunting-torch>.
- [8] NASA. Kepler space telescope bid 'goodnight' with final set of commands[EB/OL]. (2018-11-17)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/feature/ames/kepler-space-telescope-bid-goodnight-with-final-set-of-commands>.
- [9] NASA. Kepler by the numbers—mission statistics [EB/OL]. (2018-10-30)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/kepler/missionstatistics>.
- [10] NASA. Steep slopes on Mars reveal structure of buried ice[EB/OL]. (2018-01-11)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/feature/jpl/steep-slopes-on-mars-reveal-structure-of-buried-ice>.
- [11] NASA. NASA finds ancient organic material, mysterious methane on Mars[EB/OL]. (2018-06-08)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-finds-ancient-organic-material-mysterious-methane-on-mars>.
- [12] ESA. ExoMars highlights radiation risk for Mars astronauts and watches as dust storm subsides[EB/OL]. (2018-09-20)[2018-12-31]. [http://www.esa.int/About\\_Us/ESAC/ExoMars\\_highlights\\_radiation\\_risk\\_for\\_Mars\\_astronauts\\_and\\_watches\\_as\\_dust\\_storm\\_subsidies](http://www.esa.int/About_Us/ESAC/ExoMars_highlights_radiation_risk_for_Mars_astronauts_and_watches_as_dust_storm_subsidies).
- [13] Iess L, Folkner W M, Durante D, et al. Measurement of Jupiter's asymmetric gravity field[J]. Nature, 2018, 555(7695): 220-222.
- [14] Kaspi Y, Galanti E, Hubbard W B, et al. Jupiter's atmospheric jet streams extend thousands of kilometres deep[J]. Nature, 2018, 555(7695): 223-226.
- [15] Guillot T, Miguel Y, Militzer B, et al. A suppression of differential rotation in Jupiter's deep interior[J]. Nature, 2018, 555(7695): 227-230.
- [16] Adriani A, Mura A, Orton G, et al. Clusters of cyclones encircling Jupiter's poles[J]. Nature, 2018, 555(7695): 216-219.
- [17] NASA. NASA Juno findings—Jupiter's jet-streams are unearthly[EB/OL]. (2018-03-08)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/feature/jpl/nasa-juno-findings-jupiter-s-jet-streams-are-unearthly>.
- [18] Special Issue: Diving within Saturn's rings[J/OL]. Science, 2018, 362(6410). [2018-12-31]. <http://science.sciencemag.org/content/362/6410>.
- [19] Japan's hopping rovers capture amazing views of asteroid Ryugu[EB/OL]. (2018-09-27)[2018-12-31]. <https://www.space.com/41957-japan-amazing-asteroid-photos-hayabusa2-rovers.html>.
- [20] German Aerospace Center. Numerous boulders, many rocks, no dust: MASCOT's zigzag course across the asteroid Ryugu [EB/OL]. (2018-10-12)[2018-12-31]. [https://www.dlr.de/dlr/presse/en/desktopdefault.aspx/tabid-10172/213\\_read-30235/year-all/#/gallery/32337](https://www.dlr.de/dlr/presse/en/desktopdefault.aspx/tabid-10172/213_read-30235/year-all/#/gallery/32337).
- [21] NASA. The legacy of NASA's Dawn, near end of mission[EB/OL]. (2018-09-07)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/feature/jpl/the-legacy-of-nasa-s-dawn-near-end-of-mission>.
- [22] NASA. NASA's OSIRIS-REx spacecraft arrives at asteroid Bennu[EB/OL]. (2018-12-04)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/feature/osiris-rex>.

- gov/press-release/nasa-osiris-rex-spacecraft-arrives-at-asteroid-bennu.
- [23] NASA. NASA's newly arrived OSIRIS-REx spacecraft already discovers water on Asteroid[EB/OL]. (2018-12-11)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-s-newly-arrived-osiris-rex-spacecraft-already-discovers-water-on-asteroid>.
- [24] NASA. NASA's Voyager 2 probe enters interstellar space[EB/OL]. (2018-12-10)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-s-voyager-2-probe-enters-interstellar-space>.
- [25] NASA. NASA twins study investigators to release integrated paper in 2018[EB/OL]. (2018-02-01)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/feature/nasa-twins-study-investigators-to-release-integrated-paper-in-2018>.
- [26] NASA. NASA twins study confirms preliminary findings[EB/OL]. (2018-02-01)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/feature/nasa-twins-study-confirms-preliminary-findings>.
- [27] NASA. Space station experiment reaches ultracold milestone[EB/OL]. (2018-07-28)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/feature/jpl/space-station-experiment-reaches-ultracold-milestone>.
- [28] International Space Station. Cold Atom Lab (Cold Atom Lab)[EB/OL]. (2018-12-27)[2018-12-31]. [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/experiments/2477.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/2477.html).
- [29] The White House. Presidential memorandum on reinvigorating America's human space exploration program[EB/OL]. (2018-12-11)[2018-12-31]. <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2017/12/11/presidential-memorandum-reinvigorating-americas-human-space-exploration>.
- [30] The White House. President Donald J Trump is unveiling an America first national space strategy[EB/OL]. (2018-03-23)[2018-12-31]. <https://www.whitehouse.gov/briefings-statements/president-donald-j-trump-unveiling-america-first-national-space-strategy/>.
- [31] NASA. NASA 2018 strategic plan[EB/OL]. (2018-02-12)[2018-12-31]. [https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa\\_2018\\_strategic\\_plan.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_2018_strategic_plan.pdf).
- [32] NASA. National space exploration campaign report[EB/OL]. (2018-09-01)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nationalspaceexplorationcampaign.pdf>.
- [33] NASA. NASA unveils sustainable campaign to return to Moon, on to Mars[EB/OL]. (2018-09-27)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/feature/nasa-unveils-sustainable-campaign-to-return-to-moon-on-to-mars>.
- [34] EUR-Lex. A modern budget for a union that protects, empowers and defends the multiannual financial framework for 2021-2027[EB/OL]. (2018-05-02)[2018-12-31]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2018%3A321%3AFIN>.
- [35] European Commission. EU budget: A €16 billion space programme to boost EU space leadership beyond 2020[EB/OL]. (2018-06-06)[2018-12-31]. [http://ec.europa.eu/growth/content/eu-budget-%E2%82%AC16-billion-space-programme-boost-eu-space-leadership-beyond-2020\\_en](http://ec.europa.eu/growth/content/eu-budget-%E2%82%AC16-billion-space-programme-boost-eu-space-leadership-beyond-2020_en).
- [36] ESA. A milestone in securing ESA's future role in the global exploration of space[EB/OL]. (2018-06-15)[2018-12-31]. [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Human\\_Spaceflight/Exploration/A\\_milestone\\_in\\_securing\\_ESA\\_s\\_future\\_role\\_in\\_the\\_global\\_exploration\\_of\\_space](http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Exploration/A_milestone_in_securing_ESA_s_future_role_in_the_global_exploration_of_space).
- [37] ESA. ESA's next science mission to focus on nature of exoplanets[EB/OL]. (2018-03-20)[2018-12-31]. [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/ESA\\_s\\_next\\_science\\_mission\\_to\\_focus\\_on\\_nature\\_of\\_exoplanets](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/ESA_s_next_science_mission_to_focus_on_nature_of_exoplanets).
- [38] ESA. ESA selects three new mission concepts for study[EB/OL]. (2018-05-07)[2018-12-31]. [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/ESA\\_selects\\_three\\_new\\_mission\\_concepts\\_for\\_study](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/ESA_selects_three_new_mission_concepts_for_study).
- [39] TASS Russian News Agency. Russian cosmonauts will go on a two-week mission to the moon after 2030[EB/OL]. (2018-11-17)[2018-12-31]. <https://tass.ru/kosmos/5809966>.
- [40] Japan Aerospace Exploration Agency. Plan to achieve the mid- to long-term target of the National R&D Corporation JAXA (mid- to long-term plan)[EB/OL]. (2018-03-30)[2018-12-31]. <http://www.jaxa.jp/about/plan/pdf/plan04.pdf>.
- [41] International Space Exploration Coordination Group. The global exploration roadmap[EB/OL]. (2018-01-01)[2018-12-31]. [https://www.globalspaceexploration.org/wordpress/wp-content/uploads/GER\\_2018\\_small\\_mobile.pdf](https://www.globalspaceexploration.org/wordpress/wp-content/uploads/GER_2018_small_mobile.pdf).
- [42] NASA. NASA planet Hunter on its way to orbit[EB/OL]. (2018-04-19)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-planet-hunter-on-its-way-to-orbit>.
- [43] NASA. NASA's TESS shares first science image in hunt to find new worlds[EB/OL]. (2018-09-18)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2018/nasa-s-tesse-shares-first-science-image-in-hunt-to-find-new-worlds>.
- [44] MIT News. NASA selects MIT-led TESS project for 2017 mission[EB/OL]. (2018-04-05)[2018-12-31]. <http://web.mit.edu/newsoffice/2013/nasa-selects-tesse-for-mission-0405.html>.
- [45] ESA. BepiColombo blasts off to investigate Mercury's mysteries[EB/OL]. (2018-10-20)[2018-12-31]. [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/BepiColombo/BepiColombo\\_blasts\\_off\\_to\\_investigate\\_Mercury\\_s\\_mysteries](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/BepiColombo/BepiColombo_blasts_off_to_investigate_Mercury_s_mysteries).
- [46] ESA. BepiColombo factsheet[EB/OL]. (2018-10-01)[2018-12-31]. [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/BepiColombo/BepiColombo\\_factsheet](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/BepiColombo/BepiColombo_factsheet).
- [47] ESA. BepiColombo overview[EB/OL]. (2018-02-20)[2018-12-31]. [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/BepiColombo/BepiColombo\\_overview2](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/BepiColombo/BepiColombo_overview2).
- [48] ESA. BepiColombo science objectives[EB/OL]. (2018-02-20)[2018-12-31]. [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/BepiColombo/Science\\_objectives](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/BepiColombo/Science_objectives).
- [49] ESA. BepiColombo journey to Mercury[EB/OL]. (2018-02-20)[2018-12-31]. [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/BepiColombo/Journey\\_to\\_Mercury](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/BepiColombo/Journey_to_Mercury).
- [50] NASA. NASA, ULA launch Parker Solar Probe on historic

- journey to touch sun[EB/OL]. (2018-08-12)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-ula-launch-parker-solar-probe-on-historic-journey-to-touch-sun>.
- [51] NASA. Parker Solar Probe: Humanity's first visit to a star[EB/OL]. (2018-08-12)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/content/goddard/parker-solar-probe-humanity-s-first-visit-to-a-star>.
- [52] NASA. NASA InSight Lander arrives on Martian surface to learn what lies beneath[EB/OL]. (2018-11-27)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-insight-lander-arrives-on-martian-surface-to-learn-what-lies-beneath>.
- [53] 中国探月与深空探测网. 探月工程嫦娥四号探测器成功发射 开启人类首次月球背面软着陆探测之旅[EB/OL]. (2018-12-08)[2018-12-31]. <http://www.clep.org.cn/n5982341/c6804675/content.html>.  
China's Lunar and Deep Space Exploration. The lunar exploration project Chang'e 4 successfully launched[EB/OL]. (2018-12-08)[2018-12-31]. <http://www.clep.org.cn/n5982341/c6804675/content.html>.
- [54] 中国探月与深空探测网. 嫦娥四号探测器成功“刹车”进入环月轨道飞行[EB/OL]. (2018-12-12)[2018-12-31]. <http://www.clep.org.cn/n5982341/c6804738/content.html>.  
China's Lunar and Deep Space Exploration. Chang'e 4 successfully "brakes" into the lunar orbit[EB/OL]. (2018-12-12)[2018-12-31]. <http://www.clep.org.cn/n5982341/c6804738/content.html>.
- [55] 中国探月与深空探测网. 嫦娥四号探测器成功着陆月球背面 传回世界第一张近距离拍摄月背影像图[EB/OL]. (2019-01-03)[2019-01-03]. <http://www.clep.org.cn/n5982341/c6805036/content.html>.  
China's Lunar and Deep Space Exploration. Chang'e 4 successfully landed on the far side of the moon[EB/OL]. (2019-01-03)[2019-01-03]. <http://www.clep.org.cn/n5982341/c6805036/content.html>.
- [56] NASA. Twin spacecraft launch to track earth's water movement[EB/OL]. (2018-05-23)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/press-release/twin-spacecraft-launch-to-track-earth-s-water-movement>.
- [57] NASA. GRACE-FO mission overview[EB/OL]. (2018-03-01)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/missions/grace-fo/overview>.
- [58] ESA. Introducing Aeolus[EB/OL]. (2018-08-22)[2018-12-31]. [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Aeolus/Introducing\\_Aeolus](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Aeolus/Introducing_Aeolus).
- [59] NASA. NASA, ULA launch mission to track earth's changing ice[EB/OL]. (2018-09-15)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-ula-launch-mission-to-track-earths-changing-ice>.
- [60] NASA. NASA launching advanced laser to measure earth's changing ice[EB/OL]. (2018-08-23)[2018-12-31]. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-launching-advanced-laser-to-measure-earth-s-changing-ice>.
- [61] Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA). Launch results of the H-IIA F40 encapsulating GOSAT-2 and KhalifaSat[EB/OL]. (2018-10-29)[2018-12-31]. [http://global.jaxa.jp/press/2018/10/20181029\\_h2af40.html](http://global.jaxa.jp/press/2018/10/20181029_h2af40.html).
- [62] JAXA. Greenhouse gases observing SATellite-2 "IBUKI-2" (GOSAT-2) [EB/OL]. (2018-10-29)[2018-12-31]. <http://global.jaxa.jp/projects/sat/gosat2/index.html>.

## Review of hot topics of space science in 2018

WU Ji<sup>1,2</sup>, YANG Fan<sup>3</sup>, ZHANG Feng<sup>3\*</sup>, FAN Weiwei<sup>3</sup>, HAN Lin<sup>3</sup>, WANG Haiming<sup>3</sup>

1. National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China
2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China
3. Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

**Abstract** This paper reviews the important research progresses, major strategic adjustments, and newly launched spacecraft for space science in 2018. The contents include Gaia creates richest star map of our Galaxy and beyond, NASA traces source of cosmic neutrino to monster black hole, steep slopes on Mars reveal the structure of buried ice, Voyager-2 probe enters interstellar space, the United States implemented a range of space strategies, Russia announced the road map of its lunar program, ISECG updated the Global Exploration Roadmap, NASA launched PSP on historic journey to touch sun, and China's Chang'e-4 launches for the mission to the Moon's far side.

**Keywords** space science; significant event in 2018; space exploration; spacecraft ●



(责任编辑 王志敏)