

NASA 2023 年度进展与成果回顾

范唯唯 韩 淋 王海名 杨 帆

(中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190)

摘 要 2023 年美国国家航空航天局 (NASA) 继续努力突破空间探索极限, 探索空天未知领域, 在月球至火星、气候与地球科学、载人航天、太阳系及以远、空间技术创新、航空技术等方面持续产出新的科学发现, 并对这些科学发现进行广泛宣传, 从而吸引人们关注空间探索, 例如: NASA 制定月球至火星载人深空探索体系化蓝图, 阿尔忒弥斯载人月球探索计划系列任务和各系统研制持续推进, 詹姆斯·韦伯空间望远镜发现有史以来观测到的最远星系、恒星和黑洞, 多项小行星探测任务取得重要进展, 天基和空基平台共同助力理解变化中的地球, 成功验证 16×10^6 km 深空光通信, 开发新型跨音速验证机 X-66A 等, 并激励和引导下一代关注和参与空间探索。

关键词 NASA 年度亮点, 太阳系及以远, 变化的地球, 近地活动, 技术创新

中图分类号 V19

Review of NASA's Progress and Achievements in 2023

FAN Weiwei HAN Lin WANG Haiming YANG Fan

(Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190)

Abstract In 2023, NASA pushed the boundaries of exploration, explored the unknown in air and space, continued to make new scientific discoveries in the fields of Moon to Mars, climate and Earth sciences, manned spaceflight, solar system and beyond, space technology innovation, and aerospace technology, and inspired the world through discovery. And these scientific discoveries are widely publicized to draw people's attention to space exploration. For example, NASA shared results of its first Moon to Mars Architecture Concept Review as it builds a blueprint for human exploration throughout the solar system for the benefit of humanity. The "Artemis" plan for manned lunar exploration series of missions and the development of various systems continue to progress. NASA's Webb telescope pulled back the curtain on some of the most distant galaxies, stars, and black holes ever observed. A number of asteroid exploration missions have made significant progress. Space-based and airborne platforms have cooperated to better understand the changing planet. NASA's Deep Space Optical Communications experiment beamed back a laser encoded with test data from nearly 10 million miles away. NASA also worked with Boeing on the Sustainable Flight Demonstrator project to build and test the X-66A. NASA is also actively inspiring and guiding the next generation of interest and participation in space exploration.

Key words Highlights of NASA, Solar system and beyond, Changing planet, Low Earth orbit operations, Technology innovations

2024-01-02 收到原稿, 2024-01-05 收到修定稿

©The Author(s) 2024. This is an open access article under the CC-BY 4.0 License
(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

美国国家航空航天局 (NASA) 在科学发现、空间探索、创新驱动、能力提升等方面不断创造新记录、取得新突破. 本文基于动态监测和综合分析, 总结分析 NASA 2023 年在月球至火星、气候与地球科学、载人航天、太阳系及以远、空间技术创新、航空技术以及科普与公众参与等领域取得的新进展、新成果^[1], 供相关领域专家了解和参考.

(1) 月球至火星

在载人深空探索方面, NASA 制定并发布月球至火星架构系列报告, 开展了首次架构概念审查, 绘制太阳系载人探索蓝图^[2]; 同时继续推进阿尔忒弥斯载人月球探索计划 (Artemis program), 包括遴选确定阿尔忒弥斯-2 (Artemis-2) 任务航天员, 并开展相关训练任务. 阿尔忒弥斯-2 任务所用的“空间发射系统” (SLS) 火箭的所有主要部件都已完成或接近完成. 肯尼迪航天中心继续升级和翻新发射平台. 计划的首次载人登月任务阿尔忒弥斯-3 (Artemis-3) 持续推进开发工作, 火箭助推器、发动机等已完成, 并正在整合猎户座飞船 (Orion) 和欧洲服务舱 (ESM), NASA 选定地质科学团队制定阿尔忒弥斯-3 任务月表科学规划. “门户” (Gateway) 月球轨道站的居住和后勤前哨 (HALO) 模块完成主体结构焊接, 动力和推进模块 (PPE) 完成主体结构建造. 计划后继任务推进硬件组装等工作. 阿尔忒弥斯-5 (Artemis-5) 任务确定包括一辆月表地形车. NASA 选择 SpaceX 为阿尔忒弥斯-4 (Artemis-4) 开发“星舰” (Starship) 飞船, 选择 Blue Origin 为阿尔忒弥斯-5 开发载人月球着陆器. 国际空间站上开展了多项科研实验项目, 例如种植矮生番茄等可持续作物, 了解微生物如何适应空间环境以保护航天员的健康, 开发能够抵御月球和火星恶劣环境的新型材料等, 助力航天员在空间更好地生活和工作. 2023 年, 10 个国家签订了阿尔忒弥斯协定 (Artemis Accords), 签署协定的国家总数已达到 33 个.

在支持载人月球探索的无人月球探测方面, “商业月球载荷服务” (CLPS) 计划已与 5 家公司签订 8 次月球表面有效载荷运输交付任务合同, 并即将实施最初 2 次发射任务: 2024 年 1 月 8 日发射搭载 5 个有效载荷的 Astrobotic 公司 Peregrine Mission 1 着陆器 (航天器发射后发生故障, 最终在 1 月 18 日受控坠落在南太平洋的开阔水域^[3]), 1 月 12 日发射搭载 6 个有效载荷的 Intuitive Machines 公司 Nova-C 着

陆器 (目前已推迟至 2 月发射^[4]). NASA 计划在 2024 年通过“商业月球载荷服务”发射“挥发物研究极区探索漫游车” (VIPER).

(2) 气候与地球科学

2023 年, 在 NASA 首席科学家指导下成立的跨机构工作组发布了《机构气候战略》. NASA 与其合作伙伴共同成立美国温室气体中心, 使得温室气体数据可以开放获取, 国际空间站上的“地表矿物尘埃源调查” (EMIT) 也是该中心的数据源之一, 分析结果显示点源温室气体排放量超出预期. 根据 NASA 和美国国家大气海洋局 (NOAA) 收集和发布的月度温度数据, 2023 年是有记录以来最热的一年^[5]. NASA 的一项航空任务发现阿拉斯加育空-库斯科维姆三角洲的甲烷热点大概率位于遭受过野火的苔原区域, 改变了土地的碳排放. “对流层污染排放监测” (TEMPO) 持续传回北美主要空气污染物的信息. “地表水和海洋地形” (SWOT) 提供了首批地表水详细成果. NASA 对地观测数据还被用于监测干旱地区发生的暴雨、热浪、野火等自然灾害及其对全球健康的影响, 扩充 NASA 山体滑坡数据集.

(3) 载人航天

在国际空间站方面, 2023 年 NASA 和 SpaceX 继续开展往返国际空间站的定期轮换飞行, 帮助最大限度地发挥微重力科学研究的作用. 航天员 Rubio 持续在轨 371 天, 创下新的美国纪录. Crew-5 商业航天员任务测试了无土栽培技术 (水培和气培), 释放了乌干达和津巴布韦的首颗卫星, 研究了液体在模拟月球重力环境下的容器中如何移动以帮助改进月球车设计. Crew-6 任务研究了植物对空间环境的遗传适应性, 监测微重力环境下的人体健康. Crew-7 任务正在开展的科学研究包括从国际空间站外部收集微生物样本, 研究人类对不同持续飞行时间的响应以及航天员的睡眠等. NASA 与波音继续推进 CST-100 飞船研发工作, 计划在 2024 年开展首次载人飞行. 国际空间站乘组 2023 年完成了 12 次太空行走, 以维护和升级轨道实验室. NASA 航天员继续安装国际空间站可展开太阳能电池阵列 (IROS), 有望使发电能力提高 30%.

多项关键实验已在国际空间站启动并运行. NASA 和国际空间站美国国家实验室 (ISSNL) 发布联合征集书, 以响应“癌症登月”倡议, 即在空间开展

科学研究,帮助治愈地球上的疾病. NASA 的“激光通信中继演示验证”(LCRD)近地轨道用户调制解调器和放大器集成终端(ILLUMA-T)已安装在国际空间站上,旨在测试高数据速率激光通信^[6];升级 NASA 冷原子实验室,以继续在空间开展量子科学研究^[7];在国际空间站安装大气波实验,了解地球天气对空间天气的影响.

在商业方面, NASA 与 7 家美国公司签订了《空间法协议》,同时正式征集研究提案,以便在国际空间站退役后为 NASA 提供近地轨道服务. 商业空间站合作伙伴计划在 2023 年达成了主体设计和工程里程碑,并有望成为 NASA 微重力研究需求的潜在供应方.

(4) 太阳系及以远

詹姆斯·韦伯空间望远镜(JWST)在第一年运行中取得多项重要发现,例如发现有史以来观测到的最远星系、恒星和黑洞^[8],解开关于早期宇宙的长期谜团,在一颗系外行星的大气层中发现了甲烷和二氧化碳等^[9]. 其他相关亮点成果: NASA 在 2023 年发射的两项国际合作任务中做出重要贡献,一是 ESA 领衔的暗物质和暗能量探测卫星“欧几里得”(Euclid),二是 JAXA 领衔的“X 射线成像和光谱学任务”(XRISM)任务. NASA 的下一项旗舰天文任务罗曼空间望远镜(RST)完成相机组装,日冕仪完成首次大型光学测试. “起源、光谱分析、资源识别与安全-风化层探测器”(OSIRIS-REx)样本舱被成功收回,并踏上前往毁灭神的征程. NASA 首次展示了任务在小行星 Bennu 采集的样本,初步研究显示其碳含量和水含量很高,表明有望发现生命的组成部分^[10]. Psyche 小行星探测任务成功发射. Lucy 小行星探测任务飞掠位于小行星主带内侧边缘的首个探测目标 Dinkinesh 小行星,并发布首批观测图像. NASA 对 2023 年 10 月 14 日的日环食事件开展观测,在日食高峰期之前、期间和之后,发射了三枚 Black Brant IX 探空火箭来研究电离层.

(5) 空间技术创新

NASA 在 Psyche 航天器上开展深空光通信实验,接收到约 16×10^6 km 外传回的数据激光编码,未来 NASA 还将演示比当前射频系统高 10~100 倍的数据传输速率^[11]. NASA 与洛克达因航太控股公司合作,对用于“门户”的先进电推进系统进行试验鉴定. NASA 向美国太空机器人技术公司的“商业月球载荷

服务”提供了两个导航系统:具备增强制导和导航能力的多普勒激光雷达,可提高着陆精度、规避月表附近危险的地形相对导航仪. NASA 遴选 11 家美国公司开发支持月球和深空探索的“引爆点”技术,遴选 12 家公司研发与 NASA 月球至火星目标相关的能力和技术. 发射 Starling 小卫星群,验证在没有任务控制实时输入的情况下协调运行卫星的能力. 分别在地面和 Terran-1 火箭上测试多种基于增材制造的火箭发动机喷嘴设计. 毅力号(Perseverance)火星车搭载的火星氧气原位资源利用实验(MOXIE)证明可以从火星大气中提取氧气.

(6) 航空技术

静音超音速技术(QueSST)取得新进展,安装在 X-59 静音超音速飞机尾部的新型结构通过测试. NASA 与波音公司合作生产和测试一种全尺寸、实验性跨音速桁架支撑翼验证机 X-66 A,并对机翼模型开展风洞测试,对飞机概念进行超算检验^[12]. 利用 NASA 的 DC-8 飞行实验室对波音公司第二架生态示范探索者飞机进行排放测试,评估可持续航空燃料对飞机喷射凝结尾迹的影响. NASA 持续推进“电气化动力总成飞行演示”(EPFD)项目,该项目验证机及其动力系统的测试由通用电气航空航天公司和 magniX 公司负责. NASA 加入美国空军创新中心(AFWERX)“敏捷至上”(Agility Prime)项目,负责测试 Joby Aviation 公司开发的飞行出租车,评估其与本国空域的适应性. 研发出可承受 1000°C 高温的 3D 打印氧化物弥散强化合金 GRX-810,可用于制造飞机和火箭发动机部件.

(7) 其他

增强多样性、公平性、包容性和可及性(DEIA). NASA 将其“太空之色”纪录片放映活动扩大到美国各地,在黑人学院和大学、会议和节庆活动中提供免费现场放映. 为了吸引更多受众, NASA 持续开发西班牙语内容,发布了首个西班牙语播客节目,还以西班牙语举行多项重大活动的新闻发布会,同时在其官网上推出西班牙语内容中心,提供西班牙语内容供流媒体用户观看.

通过科学、技术、教育和数学(STEM)激励下一代. NASA 与美国教育部、林务局等部门合作,增加美国学生和学校获得高质量科学、技术、教育和数学以及空间教育的机会;向 8 所黑人学院和大学颁发了

1170 万美元奖金, 帮助学生和教师开展创新数据科学研究, 为 NASA 任务做贡献; 公布第一届女子大学和学院奖, 向 7 所女子学院和大学提供超过 500 万美元资金, 以研究和制定增加女性在 STEM 学位课程和职业中绩效的策略; 来自世界各地的 500 余名学生参加了 NASA 载人探测车探索挑战赛; 通过与 Minecraft 游戏合作, 鼓励学生在 Minecraft 宇宙中建造和发射火箭, 进行月球冒险等。

扩大公众参与. 2023 年 NASA 举办了太阳物理年公众参与活动, 获得积极反响. 到 2023 年, NASA 在各社交媒体平台上的关注者总量已达 3.895 亿, 比 2022 年增长了 18%. X(前身为推特)、Facebook、Instagram 和 YouTube 平台的 NASA 频道订阅人数达到了新的里程碑. NASA 批准并联合合作制作了 96 部纪录片, 21 部电视、网络 and 流媒体节目, 16 部故事片和 5 种沉浸式体验节目. 借助各种活动与各界人士“梦幻联动”, 以保持高知名度, 通过新颖的方式吸引新观众. NASA 还收到了来自阿迪达斯、佳明、乐高、普拉达、卡西欧电子、GAP 等知名品牌的 4500 份 NASA 品牌商品和 (或) 新商品的邀约。

参考文献

- [1] NASA. Breaking records, returning asteroid samples among NASA's big 2023[EB/OL]. (2023-12-23)[2024-01-31]. <https://www.nasa.gov/news-release/breaking-records-returning-asteroid-samples-among-nasas-big-2023/>
- [2] NASA. NASA shares first moon to mars architecture concept review results[EB/OL]. (2023-04-18)[2024-01-31]. <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-shares-first-moon-to-mars-architecture-concept-review-results/>
- [3] NASA. NASA science, astrobot peregrine mission one concludes[EB/OL]. (2024-01-19)[2024-01-30]. <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-science-astrobot-peregrine-mission-one-concludes/>
- [4] NASA. Intuitive Machines Launches to the Moon[EB/OL]. (2024.02.15)[2024.02.20]. <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-artemis-science-first-intuitive-machines-flight-head-to-moon/>
- [5] NASA. NASA announces summer 2023 hottest on record[EB/OL]. (2023-09-14)[2024-01-31]. [https://climate.nasa.gov/news/3282/nasa-announces-summer-2023-hottest-on-record/#:~:text=Summer%20of%202023%20was%20Earth's,\(GISS\)%20in%20New%20York](https://climate.nasa.gov/news/3282/nasa-announces-summer-2023-hottest-on-record/#:~:text=Summer%20of%202023%20was%20Earth's,(GISS)%20in%20New%20York)
- [6] ISRAEL D J, EDWARDS B L, BUTLER R L, *et al.* Early results from NASA's laser communications relay demonstration (LCRD) experiment program[C]//Proceedings of SPIE 12413, Free-Space Laser Communications XXXV. San Francisco: SPIE, 2023: 1241303: 10-24
- [7] ELLIOTT E R, AVELINE D C, BIGELOW N P, *et al.* Quantum gas mixtures and dual-species atom interferometry in space[J]. *Nature*, 2023, **623**(7987): 502-508
- [8] NASA. Early universe crackled with bursts of star formation, Webb shows[EB/OL]. (2023-06-05)[2024-01-30]. <https://www.nasa.gov/universe/early-universe-crackled-with-bursts-of-star-formation-webb-shows/>
- [9] NASA. Webb discovers methane, carbon dioxide in atmosphere of K2-18 b[EB/OL]. (2023-09-11)[2024-01-30]. <https://www.nasa.gov/universe/exoplanets/webb-discovers-methane-carbon-dioxide-in-atmosphere-of-k2-18-b/>
- [10] NASA. NASA's Bennu asteroid sample contains carbon, water[EB/OL]. (2023-11-11)[2024-01-30]. <https://www.nasa.gov/news-release/nasas-bennu-asteroid-sample-contains-carbon-water/>
- [11] NASA. NASA's deep space optical comm demo sends, receives first data[EB/OL]. (2023-11-16)[2024-01-31]. <https://www.nasa.gov/missions/psyche-mission/nasas-deep-space-optical-comm-demo-sends-receives-first-data/>
- [12] NASA. NASA issues award for greener, more fuel-efficient airliner of future[EB/OL]. (2023-01-18)[2024-01-31]. <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-issues-award-for-greener-more-fuel-efficient-airliner-of-future/>

作者简介



范唯唯 女, 1989 年 8 月出生于黑龙江省哈尔滨市. 现为中科院科技战略咨询研究院科技战略情报研究所助理研究员, 主要研究方向为空间科技战略情报研究、俄罗斯科技政策研究.
E-mail: fanweiwei@casipm.ac.cn



杨帆 (通信作者) 女, 1977 年 2 月出生于黑龙江省哈尔滨市. 现为中科院科技战略咨询研究院科技战略情报研究所副主任, 研究员, 硕士生导师, 主要研究方向为空间科技战略情报研究、空间政策研究、科技前沿和智库决策研究等.
E-mail: yangfan@casipm.ac.cn