

2021年世界重要空间科学发射任务*

时蓬 王琴 苏晓华 白青江 范全林

(中国科学院国家空间科学中心空间科学与深空探测规划论证中心 北京 100190)

摘要 2021年全球重要的空间科学发射任务逾10次,主要是美欧的空间天文、月球和深空探测任务,我国也将发射首颗空间地球科学卫星“广目”。此外,多个中外载人航天任务亦将为空间科学与探索搭建新的平台。

关键词 空间科学,航天发射,深空探测

2020年是人类历史上不平凡的一年,各国与新冠疫情的搏斗尚未终结,而人类又因空间探测屡获激励和新知。与2020年初的展望对照^[1],唯有欧俄联合的探索火星生命2020任务(ExoMars 2020),由于技术和疫情的双重影响而推迟至2022年,其他均按照计划开展。2021年是加加林乘坐东方1号(Vostok 1)进入太空60周年,太空竞赛的大幕早已落下,科学目标牵引成为航天强国空间活动的主旋律。展望2021年,全球重要的空间科学发射任务逾10次,主要包括3个空间天文任务、4个月球探测任务、2个小行星探测任务及2个空间地球科学卫星。多次载人航天任务也将为空间科学发展带来契机。

1 空间天文任务

新一代旗舰型空间天文台詹姆斯·韦伯空间望远镜(JWST)即将推出。哈勃空间望远镜(HST)已在轨运行30年,斯皮策空间望远镜(SST)也于2020年1月正式退役。作为其继任者,JWST由美国国家航空航天局(NASA)、欧洲空间局(ESA)和加拿大空间局(CSA)联合研发。JWST最早的发射窗口为2007年,但因技术挑战和数十亿美元预算超支等原因,已多次推迟,最新的发射窗口是2021年10月31日。其将搭载欧洲阿丽亚娜5型(Ariane 5)火箭,从法属圭亚那库鲁发射中心发射升空,部署在

日地连线L2点。届时JWST将成为国际上最大的空间望远镜,其主镜直径6.5 m,总质量6.2 t。JWST旨在观测宇宙最早的恒星和星系的第一束光,在红外波段揭示深远古暗冷宇宙的奥秘,并观测系外行星的大气层,寻找生命迹象。

NASA探索者计划(Explorers)的小型任务“X射线偏振成像探索者”(IXPE)任务和机会任务“银河及系外超长航时光谱太赫兹天文台”(GUSTO)任务,都预计于2021年底发射^{**}。IXPE开展对黑洞等天体附近的X射线偏振辐射等研究,探索黑洞、中子星和脉冲星等极端天体的物理机制;GUSTO为从南极洲发射的球载天文台任务,开展星际介质光谱观测。

2 月球与深空探测任务

月球与深空探测持续推进,美国、俄罗斯和印度都有探月任务计划发射,小行星探测和防御也有任务安排。

美国的探月任务包括两类。一类是NASA商业月球有效载荷服务(CLPS)任务。美国商业航天公司Astrobotic计划于2021年7月搭载联合发射联盟(ULA)首次发射的火神半人马座火箭(Vulcan Centaur),发射其研制的“游隼”(Peregrine)月球着陆器。“游隼”将搭载NASA的14台有效载荷以及日、英等企业或者机构研制的近20台/套有效载荷,

* 空间科学(二期)先导专项预先研究项目(XDA15010000)和中国科学院重点部署项目(ZDRW-KT-2019-1)共同资助
2020-01-11收到原稿

E-mail:shipeng@nssc.ac.cn

**<https://explorers.gsfc.nasa.gov/index.html>

例如日本的微型轮式月球车“八起”(Yaoki, 日语语意跌倒再爬起来不畏失败)、英国的小型四足型月球车“晨蜘蛛”(Asagumo, 日语语意早上出没的蜘蛛)等。另一类是NASA阿尔忒弥斯(Artemis)计划第一阶段Artemis 1无人试验飞船任务。该任务计划不早于2021年11月实施,利用空间发射系统(SLS)将非载人“猎户座”飞船(Orion)置于绕月逆行轨道,为Artemis计划后续开展月球南极地质学研究以及水冰就位探测等奠定基础。这将是SLS的首次发射和Orion的第二次飞行,Orion曾于2014年开展过非载人试飞。Artemis 1任务对于志在再次载人登月的NASA至关重要,关系到2023年载人绕月以及2024年载人登月的实施^{*}。

尽管苏联在20世纪最后一次探月任务(“月球-24号”)后实际放弃了月球探测,但俄罗斯科学家仍将月球视为重要的研究对象。俄罗斯研制的“月球-25”号“月球-水珠”(Lunar-Glob)着陆器计划于2021年10月发射,测试软着陆技术。其着陆地点瞄准未来载人登月的热门位置—月球南极,将在至少1年的任务周期内于着陆地博古斯劳斯基(Boguslawsky,以德国天文学家命名)陨石坑开展取样探测,寻找水的痕迹、挥发性和有机化合物。ESA为该任务提供高精度相机、地面测控站和支持团队等。

此外,印度空间研究组织(ISRO)计划最早于2021年底执行印度第3次月球探测任务—月船3号(Chandrayaan-3),主要包括着陆器、月球车。鉴于月船2号任务的轨道器依然在轨,月船3号将不包括轨道器。

近地小天体探测与防御方面包括2项任务。2021年7月22日,NASA和ESA将联合实施人类首个动能撞击偏转小行星的行星防御演示验证任务—“飞镖”双小行星重定向实验任务(DART)。该任务由Space X的猎鹰9火箭发射^{**},预计于2022年9月到达距离地球约 1.1×10^6 km的迪迪莫斯(Didymos,希腊语意“双胞胎”,编号65803)近地双小行星系统,并受控撞击其中较小的迪莫弗斯(Dimorphos,希腊语意“两种形态”,编号65803 Didymos

I),以改变其轨道(重新定向)使其远离地球。DART撞击前将释放其搭载的意大利航天局(ASI)研制的LICIACube立方星,以约 $6.5 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ 的相对速度飞行,由其记录撞击影响、陨石坑和碰撞产生的羽流演变,为首次行星防御计划提供信息反馈。

与之相关的,ESA赫拉(Hera)任务将于2024年发射升空,2027年抵达较小的Dimorphos开展近距离探测。Hera搭载了2颗6U立方星(APEX和Juventas):小行星勘察器(APEX)将对双星系统进行高光谱测量,并利用磁强计等科学载荷勘探物质成分和磁场;朱文塔斯(Juventas)将展开部署1.5 m长的雷达天线,利用低频雷达探测Dimorphos的内部结构和引力场,该雷达基于ESA罗塞塔彗星探测任务,进行了更紧凑的改进设计。Hera可作为两颗立方星对地通信的中继星。利用Hera与DART的观测数据,能够深入了解撞击效应导致的Dimorphos形态和轨道改变。

NASA探索者计划(Explorer)的露西(Lucy)任务预计于2021年10月发射,在12年的任务周期中探测8颗小行星,包括1颗主带小行星与7颗木星特洛伊(Trojan)小行星。Lucy会经历较长巡航阶段,2025年4月飞临主带小行星,之后探测两个特洛伊小行星群(包括C/P/D型小行星)。该任务将为研究太阳系历史乃至地球起源提供新的线索。以1974年在埃塞俄比亚发现的第一个直立行走的古人类化石露西(LUCY)命名,寄托了对人类起源的探索。

3 空间地球科学任务

2021年将迎来我国首颗空间地球科学卫星“广目”(CASEarth)。美国当选总统拜登在2020年也表达了对地球科学和应对气候变化的强烈关注。

“广目”卫星任务由中国科学院地球大数据科学先导专项和空间科学(二期)先导专项等支持,预计于2021年发射,以“精细刻画人类活动痕迹”为卫星的科学与应用目标^[2],观测城市化水平、沿海生态系统以及夜间甚至极地极光条件下的环境等,解决

* <https://www.nasa.gov/specials/artemis/>

** <https://www.nasa.gov/planetarydefense/dart>

人类和地球环境系统相互作用的科学问题。“广目”将为国内外空间地球科学和应用研究提供数据。

NASA 和美国地质调查局(USGS)合作的陆地卫星9号(Landsat-9)计划于2021年9月发射,将搭载陆地成像仪(OLI-2)和热红外传感器(TIRS-2)两个有效载荷。OLI-2将在可见光、近红外和短波红外部分进行观测,全色空间分辨率15 m,多光谱空间分辨率30 m,图像条带宽度185 km;TIRS-2将在两个热红外波段测量地表红外热辐射等*。Landsat-9将延续陆地卫星系列最长时间跨度的连续全球地球表面观测记录,发挥该卫星系列在监测和认识地球资源方面的作用。

4 载人航天任务为空间科学带来新契机

中国计划于2021年上半年发射空间站天和号核心舱,而后接续发射天舟二号货运飞船、神舟十二号载人飞船、天舟三号货运飞船、神舟十三号载人飞船,开启载人航天事业发展的新征程。空间站将是我国2035年前最重要的近地空间综合研究型设施,预计开展上千项科学实验,还将进行多次回收任务和在轨关键技术的验证。

2021年天鹅座飞船(Cygnus)将对国际空间站(ISS)进行第15次商业补给,载人龙飞船(Crew Dragon)也计划多次飞往国际空间站,多个国家航天员将继续在国际空间站开展系列实验。4月,波音公司将利用宇宙神V(Atlas V)火箭发射载人飞船CST-100星际客机(Starliner),对这种新型可重复使用的载人飞船进行第二次非载人试验。星际客机曾于2019年12月进行了第一次非载人飞行试验,但未能抵达国际空间站。如果飞行试验顺利通过,波音公司将在6月份开展首次载人飞行任务,将NASA航天员迈克·芬克(Mike Fincke)、妮可·曼(Nicole Mann)和巴里·威尔莫尔(Barry Wilmore)送入国际空间站。

5 小结

综合各方面信息,预计2021年全球航天发射任务逾100次,空间科学任务占比有限,与此同时,既往在轨科学任务在2021年将迎来多个关键节点。

行星科学方面,2020年7月升空的3个火星探测器将在2021年2月相继抵达火星:天问一号已于2月实施火星捕获,5月择机软着陆于乌托邦平原(Utopia Planitia)南部区域;NASA的火星2020任务(毅力号)已于2月18日在杰泽罗陨石坑(Jezero Crater)着陆;阿联酋希望号(Mars Hope)于2月进入火星轨道。内太阳系中,贝皮·科伦坡号(Bepi Colombo)水星探测器将于8月11日再次飞掠金星,10月1日第1次飞掠水星,在总共完成1次地球、2次金星和6次水星借力辅助飞行后,预计2025年12月进入环水星轨道。隼鸟二号将拓展任务重返深空,前往小行星1998KY26。

抵近太阳探测的两颗科学卫星仍在路上。帕克号太阳探测器(Parker Solar Probe)已经3次飞掠金星,已于2021年1月17日第7次抵达近日点(0.09 AU, 20.3 R_s)。太阳轨道探测器(Solar Orbiter)将于2021年11月开始科学任务运行,12月27日近距离飞掠金星,届时多个就位探测科学载荷将开机探测金星的磁场、等离子体和粒子环境。

2021年的空间科学新发射任务有序推进,有助于在轨任务获取更多科学新知。通过科学牵引、创新技术的双擎驱动,全力推进我国空间科学任务实施;利用商业航天、载人航天等契机,开展空间科学任务或实验等,在开拓深空第五疆域的路上行稳致远。

参考文献

- [1] 时蓬, 范全林, 李自杰. 2020年全球重要空间科学发射任务[J]. 空间科学学报, 2020, 40(1): 1-4
- [2] GUO Huadong, CHEN Hongyu, CHEN Liangfu, FU Bihong. Progress on CASEarth satellite development [J]. Chin. J. Space Sci., 2020, 40(5): 707-717. DOI:10.11728/cjss2020.05.707

* <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-9>