

院士讲科普

4月24日是第十一个“中国航天日”。今年的航天日以“七秩问天路 携手探九重”为主题，记录中国航天事业70年的砥砺前行，也展现我们对浩瀚星河更宏大也更具体的向往。

科技发展日新月异，撑起我们对太空生活的构想；航天事业步履不停，为走向深空写下更具体的刻度。本期“院士讲科普”邀请中国科学院院士王赤，陪我们一同走进星辰大海，做一个瑰丽而现实的航天梦。

——编者

中国科学院大学(以下简称“国科大”)星际航行学院前不久在中国科学院与“两弹一星”纪念馆正式揭牌，标志着我国首个星际航行学院正式成立。成立仪式上，国科大党委书记、校长周琪说，星际航行学院将突破现有知识与学科局限，搭建脚踏实地、仰望星空的综合平台。

嫦娥探月、北斗组网、祝融探火、夸父逐日、天宫驻留等已经陆续实现，为何还要专门成立这所学院？当前，我国航天事业正从“近地轨道”迈向“深空探测”，建设月球科研站、实现载人登月、完成火星采样返回、开展小行星探测等一系列面向未来的空间工程，都需要一大批能探索前沿方向、驾驭复杂系统、创建太空生态的领军人才。

从“抵达宇宙”到“理解宇宙”

提到星际航行，人们总会想到科幻大片中穿梭宇宙的飞船与遥远神秘的星球。然而在科学家眼中，星际航行具有清晰而实在的定义。在《星际航行概论》中，钱学森先生将人类宇宙飞行的范围由近及远，分为行星际和恒星际两个层次。

行星际航行，是人类在太阳系内的探索之旅。从美国“阿波罗计划”实现人类首次载人登月，“阿耳忒弥斯2号”打破人类距离地球最远飞行纪录，“水手二号”“新视野号”分别揭开金星、冥王星的神秘面纱，到欧洲航天局“罗塞塔号”创下彗星环绕着陆纪录，再到我国嫦娥五号、嫦娥六号携月壤返航，“祝融”探火，“悟空”“墨子号”“慧眼”等卫星拓展人类认知边界……步履之实，只为星河之约。虽然现阶段人类的航天活动，绝大多数集中在太阳系内，但每一步都在为更远的航行铺路。

恒星际航行，则意味着超越太阳系，迈向更浩瀚的星系。宇宙广袤无垠，太阳系不过是银河系中的沧海一粟。“旅行者二号”探测器历经41年，飞出日球层顶，成为人类进入星际空间的“深空使者”。这让我深切感到：对太阳系的探索，只是人类迈向系外深空的序章。随着技术的迭代，美国、欧洲、中国均将系外行星探测列为重点。我国正在推进的系外地球巡天任务，正是要在浩瀚星河中寻找“另一个地球”，为恒星际航行埋下希望的种子。

近年来，我国深空探测、星际通信、精密测控等重要技术持续突破，空间科学系列任务取得了一批重大原创成果，形成了“科学、技术、应用”多链条协同发展的新格局。我们探索星际，已不再满足于成功抵达目标天体，更致力于破解太阳系形成与演化的奥秘、探寻地外生命的痕迹、追溯宇宙起源的真相。

为此，我国在空间科学领域聚焦“一黑、两暗、三起源、五表征”等科学前沿，发布了我国首个《国家空间科学中长期发展规划(2024—2050年)》，明确了我国空间科学发展目标，提出我国拟突破的“极端宇宙”“时空涟漪”“日地全景”“宜居行星”“太空格物”五大科学主题，推动人类星际探索从“抵达宇宙”迈向“理解宇宙”。

从“科技挑战”到“文明挑战”

星际航行，听起来浪漫而壮阔，但其背后潜藏的难度与挑战远超想象。它如同一场跨越星海的超级马拉松，既需要坚定的方向，也需要持久的耐力。

这场赛跑中，我们将面临三大重要考验。一是动力之困。必须突破新型高效能源与推进技术，确保航天器在极暗弱、极低温、超远距离等极端环境下，稳定运行数十年甚至更长久。二是通

信之难。必须解决超远距离通信带来的信号衰减、指令滞后等难题，依托人工智能提升探测器在深空中的自主运行、避险与探测能力。三是生存之考。必须构建安全可靠的闭环生命保障系统，抵御强辐射、微重力等极端环境对宇航员身心的影响。

挑战并非一成不变。人类对宇宙基本规律的认知，正在不断刷新。未来，随着量子科技、引力波、生命科学等领域实现颠覆性突破，当前面临的动力、通信、生命保障等难题或将彻底解决。

我国在“十五五”时期布局的“太空探源科学卫星计划”，旨在探索宇宙本源、检验基础物理规律。“鸿蒙计划”聆听宇宙“初啼”、“夸父二号”凝视太阳极区、“系外地球巡天卫星”寻找“第二家园”、“增强型X射线时变与偏振空间天文台”探寻极端物理规律……未来这些重大发现，可能帮助我们冲破现有桎梏，为迈向深空开辟全新道路。从这个意义上说，空间科学的重大进展，不仅是太空探索的成果，更是星际航行的新起点。

除了科技考验，星际航行还将引发一系列关乎星际文明的讨论。当深空成为人类活动的新疆域，现有法律与伦理体系是否还适用？地外资源如何开发与分配？这是人类迈向星际时代无法回避的重大命题。这些问题将推动人类重新审视并完善航天国际规则与合作范式。

从“专精之能”到“领军之才”

新设立的国科大星际航行学院，承载着老一辈科学家的光荣与梦想。

1961年6月，中国科学院在钱学森、赵九章等科学家的倡议下，召开了首次“星际航行座谈会”。1963年，中国科学院星际航行委员会正式成立，并研究和制定了我国星际航行方面的科技发展十年规划。同年，钱学森将其“火箭技术概论”课程讲义整理出版，这便是影响深远的《星际航行概论》。

时光流转，国科大星际航行学院的成立，如同一场穿越时空的接力。

放眼当今世界，各国竞相布局深空探测，商业航天日新月异，深空探测已成为国际战略共识。我国在建设航天强国的征途上，对顶尖领军人才的渴求非常迫切。国科大紧扣“教育、科技、人才”一体化发展要求，成立星际航行学院并实施“星际航行人才培养专项”，着力培养和造就一批行业领军者。

在培养方向上，专项设立星际航行前沿科学、关键技术、战略应用三大方向，前瞻布局系外空间天气、地外生态与太空生命、太空采矿与建造、星际推进与长效能源、太空经济等前沿方向，确保人才培养与国家需求同频共振。

在课程建设上，涵盖航空宇航科学与技术、行星科学、地球物理学等16个学科专业，新增星际社会学与治理、行星动力学与宜居性、星际动力与推进原理、星际航行环境感知与利用等课程，帮助学生构建更丰富、更前沿的知识体系。

在培养特色上，深度对接国家重大科技工程，构建“知行合一”培养体系；加强学科交叉，融通科学、技术、工程领域；构筑“通识+专精”知识图谱，夯实数理基础与创新能力；前瞻布局太空环境与宜居性、太空资源利用、太空生存等未来科技制高点；培养具有国际话语权的科技领军者。同时，联合国科大校内院系及中国科学院下属科研院所，构建校所协同、资源共享、优势互补的培养格局。

今年是“十五五”开局之年，我国正落实《国家空间科学中长期发展规划(2024—2050年)》，推进载人登月、月球科研站、行星探测、近地小行星防御、太空探源等一系列重大任务，并前瞻论证火星系探测、太阳系边界探测等更远目标，进一步脚印开启星际探测新征程。

我们期待，更多怀揣航天梦想、兼具报国壮志的年轻人，以青春之力奔赴星辰大海，共同树立人类探索太空的新丰碑！

(作者为中国科学院院士、中国科学院国家空间科学中心主任、中国科学院大学星际航行人才培养专项共同主任)

星际航行，携手迈向深空

王赤



遥远星河中，我们在“巡”找什么

本报记者 吴月辉 姚雪青

中国科学院紫金山天文台“银河画卷”巡天计划前不久正式向全球公开释放首批毫米波分子谱线观测数据。此次数据公开，标志着我国在毫米波星际分子谱线天文基础数据领域从“参与者”转向“驱动者”，也将进一步推动天文研究的协同创新，助力恒星形成、星系演化等前沿研究。

遥远星河中，我们在“巡”找什么？“银河画卷”又有哪些重要意义？

“由于广泛分布在宇宙中的分子气体云是恒星形成的基础和原料，通过探测它们，就能‘看’到恒星形成最初的样子。了解它们从哪里来、怎么来，比直接观测恒星更基础、更本质。”中国科学院紫金山天文台研究员杨戟介绍，用望远镜观察这些分子气体云的过程就是“巡天观测”，将像人口普查一样摸清银河系的“恒星级家底”。

从2011年开始，紫金山天文台的科研团队依托位于青海德令哈的一台自研13.7米口径毫米波射电望远镜，开展了“银河画卷”巡天计划。紫金山天文台副研究员苏扬介绍，这台望远镜的口径为国内最大，核心后端仪器为“多波束超导成像频谱仪”，在2010年进行升级改造时，从“独眼龙”变成“9只眼”，可同步观测9片视野，加上采取连续扫描方法，观测效率提升近60倍，实现了高灵敏度、高分辨率精细巡天普查。

从2011年到2022年的一期巡天，“巡”的是北天银河系的“银盘”附近，包括银经10—230度、银纬±5度，约2300平方度天区，银河系中约90%的物质都分布在这个区域。科研团队通过探测星际一氧化碳分子气体发出的毫米波信号，最远可以看到距离太阳系6万光年的银河系边缘，累计获取了超过1亿条谱线数据，构建了目前最完备的毫米波一氧化碳分子谱线“数据档案”。在过去3年中，科学家又对这些数据进行了分析处理，高精度描绘出银河系分子气体的分布与结构的“银河画卷”，为研究银河系提供了前所未有的“三维星图”。

正在开展的二期巡天，将覆盖更广阔的范围，也将探索更特殊的天文现象，例如观测邻近恒星区域，为找到“第二个地球”提供更多样本。

苏扬说，“银河画卷”首批公开释放的数据储存在中国科学院的科学数据银行，将进一步推动天文研究的协同创新。

趣科普

“太空物流车”，穿梭天地间

常亮

轻舟货运飞船是我国自主研发的新型货运飞船，也是一辆为太空运输量身定制的“货运专车”，一是容量大，采用一体化单舱设计，取消传统推进舱，实现货物装载空间最大化；二是很聪明，依托智能辅助货物信息管理系统，航天员可以通过语音快速查找舱内物资；三是更迅捷，轻舟货运飞船设计小巧、准备周期短，未来可像“太空闪电”一样，快速响应空间站的补给需求。

过去，太空运输频次有限、成本较高。轻舟货运飞船的目标，是通过更低成本、更高频次的运行，逐步成为稳定的“太空物流车”。未来，它不仅能把生活物资、实验设备送上去，还可以在任务结束后，继续作为一个“移动太空实验室”，开展多类空间科学实验与技术验证。

前不久，轻舟试验飞船(白象号)搭载力箭二号遥一运载火箭成功发射入轨。通过试飞，我们得以最低成本，在最短时间内获取真实飞行环境下的关键数据，为轻舟货运飞船正样研制提供支撑。希望轻舟穿梭天地间、太空应用更广阔。

(作者为中国科学院微小卫星创新研究院微纳卫星总体研究所所长、轻舟货运飞船总设计师，本报记者李君强采访整理)

“太空港口”构建地月中转站

高扬

现阶段的地月空间，正处在类似大航海时代的前夜，每一艘驶向月球和深空的“帆船”，都必须从地球母港满载补给后远航。这种直航模式，令发射测控和往返运输的代价高悬难下，难以实现可持续发展的地月开发和深空探索体系。

如果能够在月地空间建立一个长期稳定的“太空港口”，作为补给燃料物资的泊岸锚地和导航通信引路的星际灯塔，航天器就能在此停靠、休整、补给，进而实现重复使用、自主智能、高效循环的地月与深空运输网络。

地月空间远距离逆行轨道(DRO)，凭借其卓越的轨道稳定性与低能进出的独特性质，成为部署这座太空港口的理想之所。驻留于此的航天器几乎无须轨道维持，能以极小的能量代价从容进港出港，高效支撑起贯通地球、月球与深空的星际航行网络。

“太空港口”的建立，将打破地月开发的瓶颈，推动地月空间从“探索”迈向“利用”，将这片广袤疆域转化为可持续发展的“地月经济圈”，并支撑深空探索行稳致远。

(作者为中国科学院空间应用工程与技术中心研究员，“地月空间DRO探索研究”先导专项首席科学家，本报记者吴月辉整理)

美计划用“猎鹰重型”火箭发射欧航局火星车

据新华社洛杉矶电(记者谭晶晶)美国航空航天局近日表示，已启动2028年发射欧洲航天局“罗莎琳德·富兰克林”号火星车的实施工作，计划使用太空探索技术公司“猎鹰重型”运载火箭执行发射任务。

“罗莎琳德·富兰克林”号计划于2028年发射升空，在火星地表以下寻找过去或现存生命迹象。欧航局主导实施该任务，负责提供包括运载模块、着陆平台和火星车在内的全套航天器系统，并为火星表面的探测工作提供运维支持。

美国航空航天局将为该任务提供指定的硬件与服务支持，包括发射、火星车着陆平台的制动发动机系统、用于火星车内部系统的放射性同位素加热装置，以及“火星有机分子分析仪”设备的部分关键组件。该分析仪将对火星车在其计划着陆地点——火星奥克夏平原采集的样本进行分析，以寻找存在生命基本构成物质的证据。

本版责编：肖遥 董映雪 赵帅杰 版式设计：沈亦伶



延伸阅读

太空探源科学卫星计划

“十五五”时期，中国科学院国家空间科学中心将组织实施太空探源科学卫星计划，4项任务飞往不同领域，探索宇宙奥秘。

“鸿蒙计划”由10颗卫星组成低频射电望远镜阵列，将集体飞往月球背面，捕捉来自宇宙深处的微弱信号，并研究宇宙大爆炸后第一颗恒星出现前持续几亿年混沌时光的奥秘；“夸父二号”将绕行到太阳的极区上空，探索太阳磁层活动，更好地理解“日地关系”；“系外地球巡天卫星”将巡视星河，寻找“第二个地球”候选体；“增强型X射线时变与偏振空间天文台”聚焦宇宙中的“极端禁区”，如黑洞的视界边缘、中子星的炽热表面，研究极端条件下的物理规律。

宇宙起源、空间天气起源、生命起源……探索这些前沿问题，将更好地拓展人类认知边界，拉近我们与浩瀚星河的距离。

图①：中国科学院紫金山天文台青海观测站，13.7米口径毫米波射电望远镜与“银河画卷”相映。

中国科学院紫金山天文台供图

图②：中国科学院国家空间科学中心科学卫星综合控制中心。

图③：中国科学院大学学生在进行光学实验。

图④：中国科学院国家空间科学中心于工程综合信息与运控中心。

图②③④均为本报记者张武军摄