

探索人类未知之梦, 创新开启未来华章——“空间科学前沿”雁栖湖会议概述

魏海燕, 周丽, 宋婷婷, 曹松, 王赤*

中国科学院国家空间科学中心, 北京 100190

* 联系人, E-mail: cw@nssc.ac.cn

Unveiling the future: overview of “The Yanqi Lake Meeting on frontiers of space science”

Haiyan Wei, Li Zhou, Tingting Song, Song Cao & Chi Wang*

National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

* Corresponding author, E-mail: cw@nssc.ac.cn

doi: [10.1360/CSB-2026-0022](https://doi.org/10.1360/CSB-2026-0022)

由中国科学院学部与北京市共同举办, 中国科学院国家空间科学中心承办的“空间科学前沿”雁栖湖会议于2025年11月23~25日在北京怀柔举行。本次会议由中国科学院院士王赤和窦贤康共同担任会议主席。会议邀请了海内外30余位相关领域的知名专家学者, 聚焦“一黑两暗三起源五表征”世界空间科学前沿, 凝练提出重大科学问题, 前瞻研判未来重点研究方向, 探讨研究新特征、新范式和新路径, 共同推动国际交流与合作, 携手促进空间科学创新发展。

1 深入研讨领域现状、趋势及未来研究重点

本次会议聚焦黑洞、中子星等致密天体, 暗物质、暗能量, 宇宙起源、太阳系起源和生命起源, 地球系统、地月空间、太阳系及系外世界的特征和运行规律, 以及太空环境中的物质运动和生命活动规律等前沿领域开展深度研讨, 共设置26个特邀报告。其中, 主会场设置6个主旨报告, 空间天文及空间物理两个平行分会场合各设置10个分组报告。

在主旨报告环节, 王赤、吴岳良、张双南、Jean-Jacques DORDAIN、Alvaro GIMÉNEZ和Anatoli PETRUKOVICH等国内外知名专家及国际航天机构有关负责人作了精彩报告。王赤院士介绍了中国空间科学卫星计划近年的重要进展、在科学成果方面所呈现的多点突破发展趋势, 以及《国家空间科学中长期发展规划(2024–2050年)》在极端宇宙、时空涟漪、日地全景、宜居行星、太空格物五大科学主题下的

科学任务部署规划。欧洲空间局(ESA)前局长Jean-Jacques DORDAIN主要介绍了ESA开展国际空间科学合作的成功经验, 包括: 基于和平目的开展一切活动; 成员国参与项目具有灵活性, 不强制必须参与每个项目, 但项目对所有成员国均开放; 努力实现项目整体目标与实施过程中个体利益之间的平衡; 尊重并信任合作伙伴等。Alvaro GIMÉNEZ教授对当前人类知识进步所面临的挑战和机遇进行了反思, 论述了在选择具有重大科学性的研究目标和推动技术创新方面, 宇宙的起源和早期演化研究的重要性。张双南研究员报告了中国极端宇宙探索的现状与未来任务设想, 他指出“慧眼”卫星的在轨运行开启了探索极端宇宙的征程, 但与极端引力、极端密度和极端磁场相关的诸多关键科学问题仍有待解决。计划于21世纪30年代初发射的增强型X射线时变与偏振天文台(eXTP)将具备前所未有的同时进行X射线能谱、时变与偏振测量的能力, 以对黑洞、中子星和极端爆发现象进行观测。吴岳良院士介绍了太极计划的整体概貌、项目路线图及主要科学目标。太极计划将探测超大质量与中等质量黑洞并合, 观测极端与中等质量比的双黑洞并合过程, 研究大质量黑洞及宇宙的起源演化, 探索引力本质、时空结构与暗宇宙。Anatoli PETRUKOVICH教授介绍了近地空间的重要性, 它不仅是通往宇宙的大门, 是太阳活动对地球影响发生作用的重要地点, 也是人类空间探索活动日益活跃的区域。在该区域, 既能研究大尺度的太阳风-磁层系统, 也能探索小尺度的

引用格式: 魏海燕, 周丽, 宋婷婷, 等. 探索人类未知之梦, 创新开启未来华章——“空间科学前沿”雁栖湖会议概述. 科学通报, 2026, 71: 4087–4089

Wei H, Zhou L, Song T, et al. Unveiling the future: overview of “The Yanqi Lake Meeting on frontiers of space science” (in Chinese). Chin Sci Bull, 2026, 71: 4087–4089, doi: [10.1360/CSB-2026-0022](https://doi.org/10.1360/CSB-2026-0022)

等离子体过程。由于需要多点测量来确定不同事件的“因果”关系,在相关探索中开展国际合作极其重要。为了拓展人类对宇宙的认知,需要积极开启国际合作任务的新时代。

在空间天文分会场上,我国空间科学卫星任务“悟空”“慧眼”“太极一号”“极目”“天关”“鸿蒙计划”“系外地球巡天”、eXTP的首席科学家(代表),以及各自的国际合作伙伴,包括范一中、Gerhard HEINZEL、袁为民、Andrea SANTANGELO、熊少林、Dmitry SVINKIN、陈学雷、L.V.E. KOOPMANS、Marc KLEIN WOLT及葛健等专家依次进行了报告。专家们对以下内容进行了介绍:“悟空”在宇宙线直接探测方面取得的成果和甚大面积伽马射线空间望远镜计划设想;LISA/太极/天琴与类GRACE任务联合数据分析的科学产出潜力;“天关”的动态X射线宇宙探索设想;从“慧眼”到eXTP任务对极端宇宙的探索;利用“极目”探索宇宙高能爆发;俄罗斯伽马射线光谱仪Konus-Wind在伽马射线暴、软伽马中继器和太阳耀斑观测方面所取得的主要科学成果;“鸿蒙计划”探测超长波宇宙,探索宇宙黑暗时代及黎明的设想;ESA“黑暗时代探测器”利用中性氢原子21厘米红移谱线探测黑暗时代和早期宇宙黎明的任务概念;ESA天文月球观测站利用月背分布式低频射电阵列探测宇宙黑暗时代与黎明的任务概念;以及“系外地球巡天”计划在系统性搜寻系外类地行星方面的任务设计、关键技术创新等。

在空间物理分会场上,我国空间科学卫星任务“实践十号”“夸父一号”“微笑计划”“夸父二号”的首席科学家(代表),以及国际合作伙伴、特邀嘉宾共做了10个分组报告。这些报告主要涵盖了空间物理学在太阳、日球层和外行星研究机会增多,人工智能技术不断渗透的新趋势;日地耦合系统中南美磁异常附近E区研究新机遇;利用“澳科一号”及“澳科二号”地磁卫星形成星座对地球发电机与海洋信号进行探测;“微笑计划”开展太阳风-磁层-电离层全景成像探测;“夸父一号”在太阳磁场、耀斑和日冕物质抛射研究方面取得的进展及后续“编队飞行太阳高能天文台卫星”任务设想;面向太阳耀斑物理学研究的硬X射线与伽马射线载荷研制新方向;“太阳极轨天文台”(SPO)任务设想;极区空间任务在研究太阳发电机过程及长期太阳周期预测方面的意义;地球和金星演化路径差异巨大及其机理研究;以及“实践十号”在空间微重力科学研究方面所取得的科学成果等。Paul SONG、Clezio de NARDIN、Keke ZHANG、戴磊、苏杨、Samuel KRUCKER、邓元勇、Valery PIPIN、Dmitrij V. TITOV及康琦等海内外知名学者依次进行了报告。

这些报告以其议题的前沿性、内容的创新性及科学意义的重大性引发了与会代表的热烈反响和深入讨论。

2 达成空间科学领域发展共识

基于充分沟通和深入探讨,与会专家讨论形成了2025年“空间科学前沿”雁栖湖会议共识,对当前全球空间科学的发

展现状及趋势、未来空间科学的重点研究方向、应重视的研究方法及手段等达成了共识,主要包括:

(1) “一黑两暗三起源五表征”是空间科学的重大前沿方向。“一黑”指探索以黑洞为代表的致密天体本质;“两暗”指揭示暗物质与暗能量本质;“三起源”指宇宙、太阳系及生命起源问题研究;“五表征”指探寻地球系统、地月空间、太阳系、系外世界的特征与运行规律,以及太空环境中的物质运动与生命活动规律。在这些领域取得突破,将推动人类对宇宙的认知进入新纪元。亟待突破的重大科学问题主要集中在宇宙起源与演化、引力与时空本质、日地系统与太阳-太阳系整体联系、宜居行星和空间基础物理等方面。

(2) 空间科学卫星任务是取得科学突破的关键支撑。科学史已表明,实施标志性空间科学任务将带来革命性发现,极大拓展人类认知边界。从现象到本质,从发现到刻画,从源头到响应,是当代空间科学最重要的发展趋势。未来应重点推动致力于解答已识别出重大科学问题的科学卫星任务,为人类理解宇宙关键物理过程与机理、取得重大原创突破提供至关重要的研究平台与手段。

(3) 先进载荷技术及研究范式的演进将夯实科学发现的基石。有效载荷技术正朝着超高灵敏度、超大探测范围、多任务处理能力、宽光谱覆盖、高时空分辨率、高定标精度与小型化方向演进,相关技术的持续进步是取得重大科学突破的“技术底座”。以人工智能引领科研范式变革,创新数据分析方法及技术,赋能自主化观测平台,乃至开辟新的空间科学前沿,所产生的协同效应必将加速空间科学领域的创新突破。

(4) 国际合作是推动空间科学发展的核心引擎。空间科学任务具有高投入、高风险、强不确定性与多学科交叉特点。国际合作不仅能分散风险,通过科学数据与成果的开放共享,还将产生“成果倍增”的放大效应。空间科学是全人类的共同事业,其未来取决于全球科学家的持续合作。

(5) 空间科学肩负着激励青年与推动文明进步的责任。空间科学以其深邃命题与震撼发现,点燃全球青年对科学的好奇与热情。在青年心中培育科学梦想,不仅关乎空间科学的未来,更是对推动人类文明持续进步的责任,是为科学、为文明、为未来播下的科学“火种”。

上述共识将为未来空间科学重大任务论证规划和国际合作提供重要参考,在加快我国空间科学发展方面产生深远的影响。

本次“空间科学前沿”雁栖湖会议取得圆满成功。与会专家深入交流、碰撞思想,系统梳理并明确了“一黑两暗三起源五表征”等前沿领域亟待突破的重大科学问题,前瞻研判了未来空间科学的重点发展方向。会议准确把握了空间科学从现象到本质、从发现到刻画、从源头到响应的演进脉络,强调了以人工智能赋能空间科学研究、驱动科研范式深刻变革的战略价值。我国首个国家层面的空间科学规划——《国家空间科学中长期发展规划(2024–2050年)》已于2024年

10月发布。在此基础上,“十五五”期间,将实施“太空探源”系列科学卫星专项,聚焦宇宙起源、空间天气起源及生命起源重大科学问题,力争在宇宙黑暗时代、太阳磁活动周、系外类地行星探测、极端物理环境探测及其规律等方面取得重大科学突破。可以预见,本次会议凝聚的共识将为未来我国

布局和实施新的空间科学重大任务,推动空间科学国际合作创新提供重要参考和依据。我国的空间科学发展即将开启崭新篇章,持续产出更多关键性、原创性、引领性重大科技成果,为实现高水平科技自立自强提供坚实支撑,为航天强国和科技强国建设作出标志性贡献。