

国家自然科学基金委员会地球科学部月球与行星科学学科布局与规划

程惠红¹, 惠鹤九², 潘永信³, 曹晋滨⁴, 崔峻⁵, 郑袁明¹, 李薇¹, 高阳¹, 熊巨华¹, 刘哲¹, 姚玉鹏^{1*}

1. 国家自然科学基金委员会地球科学部, 北京 100085
 2. 南京大学地球科学与工程学院, 南京 210023
 3. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029
 4. 北京航空航天大学空间与地球科学学院, 北京 100191
 5. 中山大学大气科学学院, 珠海 519082
- * 联系人, E-mail: yaoyp@nsfc.gov.cn

1 月球与行星科学申请代码设立的迫切性

习近平总书记于2013年6月11日在接见天宫一号与神舟十号载人飞行任务参研参试单位代表时深刻指出:“发展航天事业,建设航天强国,是我们不懈追求的航天梦”,充分体现了我国在航天领域的雄心壮志,也为后续航天强国的发展指明了方向.党的二十大报告再次强调要加快建设航天强国,进一步凸显了航天强国建设在新时代的紧迫性和重要性.月球与行星科学研究与深空探测紧密结合,已然成为我国迈向航天强国征程中不可或缺且至关重要的必由之路^[1,2].

我国在深空探测领域虽起步相对较晚,但具备较高起点,并已展现出极为迅猛的发展态势^[3].探月工程一至三期已圆满收官,探月工程四期和国际月球科研站项目接续发力;天问一号首次火星探测任务成功实现对火星的“绕、落、巡”全方位探测,在火星探测史上书写了浓墨重彩的一笔^[4].2024年6月25日,嫦娥六号在国际上率先从月球背面带回月壤样品,这一成果不仅是我国深空探测的重大突破,也为月球科学研究提供了珍贵的实物资料^[5].此外,嫦娥七号、天问二号、载人登月等深空探测工程任务均已完成部署并逐步实施,彰显了国家大力发展深空探测和建设航天强国的战略决心.2024年10月15日,中国科学院、国家航天局、中国载人航天工程办公室联合发布了《国家空间科学中长期发展规划(2024—2050年)》(https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202410/content_6980618.htm),明确提出了在第一阶段,即至2027年,将全力运营中国空间站,积极实施载人月球探测、探月工程四期以及行星探测工程等重大项目;该规划将“日地全景”和“宜居行星”作为五大科学主题之二,这些和月球与行星科学的研究密切相关.通过这些努力,有望在月球与行星科学领



姚玉鹏 博士,研究员,国家自然科学基金委员会地球科学部常务副主任.主要从事岩石学、南极地质学研究及科学基金管理政策研究.

域形成若干具有重要国际影响力的原创成果,从而进一步提升我国在该领域的国际地位,为人类探索宇宙奥秘贡献更多的中国智慧和力量.

月球与深空探测任务的顺利实施犹如强大的引擎,有力地带动了我国行星科学的快速发展^[6-8].近十年来,我国众多高校和科研院所相继成立了月球与行星科学的教学研究机构^[9].为了自主培育我国月球与行星科学科研人才,中国科学院大学率先自主设立了“行星科学”一级学科并积极推进行星科学的学科建设^[10].2021年10月26日,国务院学位委员会批准设立“行星科学”为一级交叉学科.2022年2月24日,教育部又增列其为普通高等学校本科专业(归属地球物理学类),包括成都理工大学、中国科学技术大学、北京大学、南京大学、中山大学等已经招收行星科学专业的本科生,中国地质大学(北京)和贵州大学等也已获批设置行星科学本科专业,更多的高校已经开设行星科学相关课程.如今,我国行星科学研究队伍已经颇具规模.2021年首届全国行星科学大会有来自106家单位1000余位代表参会^[11],2024年10月召开的全

引用格式: 程惠红, 惠鹤九, 潘永信, 等. 国家自然科学基金委员会地球科学部月球与行星科学学科布局与规划. 科学通报, 2025, 70: 1864–1871
Cheng H, Hui H, Pan Y, et al. Discipline layout of lunar and planetary sciences in Department of Earth Sciences of National Natural Science Foundation of China (in Chinese). Chin Sci Bull, 2025, 70: 1864–1871, doi: [10.1360/TB-2024-1348](https://doi.org/10.1360/TB-2024-1348)

国行星科学大会参会人数显著增加,约170家单位的1500余位代表参会。

与此同时,我国多个学术组织成立了行星科学专业委员会,如“中国地球物理学会行星物理专业委员会”“中国天文学会行星专业委员会”“中国空间科学学会月球科学与比较行星学专业委员会”“中国矿物岩石地球化学学会陨石学与天体化学专业委员会”等;创立了我国第一个行星科学国际期刊 *Earth and Planetary Physics*, 此外还有《深空探测学报》《地球与行星物理评论》等专业期刊。

国家自然科学基金作为资助基础研究的“基本盘”、杰出人才的“孵化器”、科学突破的“策源地”和国际科学合作的重要平台,在我国月球与行星科学的基础研究和人才培养中一直起着至关重要的导向和引领作用。为尽快做大做强科学研究队伍、凝练和探索重大前沿科学问题、支撑和推进国家深空探测任务,国家自然科学基金需发挥更为关键且强劲的推动作用,以引领月球与行星科学研究迈向新高度,为国家航天强国战略实施筑牢坚实根基。

近年来,月球与行星科学相关的国家自然科学基金申请和资助数量总体呈现递增的趋势(图1)。这些申请项目主要集中在地球科学部4个一级申请代码中(D02地质学的D0212行星地质学, D03地球化学的D0307宇宙化学和行星化学, D04地球物理学和空间物理学的D0414行星物理学, D05大气科学的D0508行星大气)和数学学部天文学的A17行星科学。为了更好地促进我国行星科学的发展和支持国家深空探测任务,亟需将地球科学部相关申请代码和方向优化整合为一个全面完整的一级申请代码来实现月球和行星科学的前瞻性、系统性和战略性布局^[12,13]。为此,地球科学部设置“D08月球与行星科学”来全力推进我国月球与行星科学的基础研究和人才培养。这是一项具有紧迫性、重要性和必要性的工作,能够更好地促进我国行星科学高质量发展,服务航天强国的建设。

2 月球与行星科学的内涵与范畴

早期天文学将行星视为质点,侧重于对其轨道运行规律等方面展开研究。著名的开普勒三大定律是通过长期观测行星运动总结出来的,让人们对于行星如何在太阳系中稳定运行有了初步的数学模型认知^[14]。随着深空探测技术不断取得进步,人类对行星(尤其是太阳系内的行星)的研究方式以及研究内容均出现了重大的改变。天问一号的多种载荷对火星的地质结构、大气成分、表面温度等进行了综合探测。“祝融号”火星车的探地雷达数据显示着陆区火表数米厚的风化层下存在两套向上变细的沉积层序,反映了约35亿~32亿年前以来多期次与水活动相关的火表改造过程^[15],这一成果极大地丰富了人们对火星演化历史的认知。因此,探测方式的变革促使月球与行星科学的研究视角由“质点”逐步朝着“多圈层系统”转变,从天文学传统领域演变为地球科学向太空的自

然延伸。例如,“洞察号”火震仪记录到的数百次有效火震信号揭秘了火星壳-幔-核的圈层结构,人类第一次“看到”包括火核在内的火星内部结构,对火星内部的物质组成也有了新的认识^[16-18]。

目前,越来越多的地球科学研究方法(如地质学、地球物理学、地球化学、地质工程、大气科学等)被用在月球与行星研究上。通过光谱遥感,可以准确地判断行星表面岩石与矿物的种类。火星的光谱数据显示了火星表面存在赤铁矿、黄钾铁矾等特殊矿物,从而为推断火星过去的水环境提供了关键依据^[19]。嫦娥五号月壤中玄武岩岩屑的年代学分析证明了月球在20亿年前仍存在岩浆活动^[20,21],嫦娥六号返回月壤中玄武岩岩屑的定年研究揭示了月球背面在28亿年前存在火山活动,且磁场在这一时期发生过增强^[22-24],这些嫦娥样品的年代学研究为完善月球演化历史提供了关键科学证据。此外,传统的地质学方法也可进一步用于解读行星的地层结构、岩石类型的分布以及地质构造运动的历史。运用地质学原理和技术分析金星表面的山脉、平原、峡谷等地形的形成机制,可以判断其是否存在板块运动类似的地质活动^[25]。同样,借助地球物理学的手段和方法,如地震波、重力、电磁探测等,可以推测行星的内部结构,包括壳-幔-核的分层情况以及各层的物质状态^[26]。采用地球化学的分析方法能够对行星的物质组成进行精确测定,了解其元素丰度、同位素组成等。例如,对木卫二的冰层以及可能存在的海洋的化学成分分析有助于探讨其冰层下是否存在生命迹象^[27]。另外,地质工程的一些理论与技术在行星基地建设等前瞻性研究中也将会发挥作用,指导在松软的月球或火星土壤上构建稳定的基础设施等^[28]。利用传统的大气科学的研究方法则可探究行星大气的成分、结构、环流模式等,土星上复杂风暴系统的研究就需要运用大气科学的理论与模型^[29]。

同时,随着行星科学研究深化拓展,人们逐渐将地球作为一颗行星来研究,并与其他行星开展广泛的比较,重新深刻认识和探索地球内部结构、运行机制和生命环境演化等。越来越多的地球科学内容也成为了月球与行星科学研究的重要目标,其研究成果亦将助力我们更好地理解地球科学^[30]。月球作为地球唯一的天然卫星,其地质特征、形成历史以及演化过程都与地球存在千丝万缕的联系。月球和地球的物质存在同源性^[31],因而月球表面古老岩石的研究能够揭示地球早期形成时的物质构成与环境条件。

通过对太阳系内行星开展比较行星学研究,深入分析它们在地质结构、大气成分、演化历程等诸多方面与地球的异同,能够为我们拨开地球历史的层层迷雾,清晰地勾勒出地球的前世图景,深刻洞察其在漫长岁月中如何逐步演变成如今这颗充满生机与活力的蓝色星球的今生奥秘,从而极大地增进我们对地球的全方位认知与深度理解。火星表面的河道痕迹、干涸的湖泊等地质特征暗示着火星曾经存在过较为活跃的水文循环^[32]。对火星这些特征的研究有助于我们理

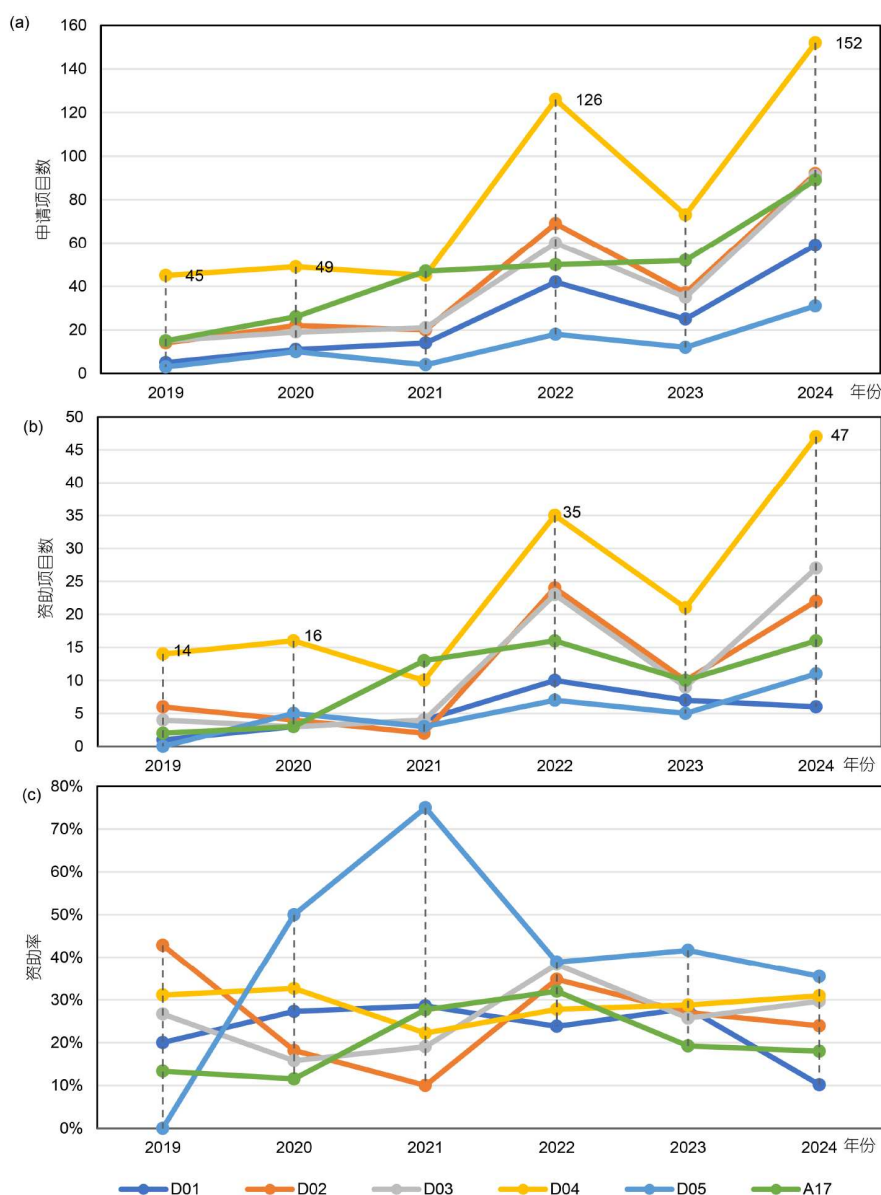


图 1 2019~2024年月球与行星科学相关国家自然科学基金项目分布. (a) 申请项目数; (b) 资助项目数; (c) 资助率

Figure 1 Distributions of proposals related to lunar and planetary sciences among different disciplines in National Natural Science Foundation from 2019 to 2024. (a) Number of received proposals; (b) number of funded proposals; (c) funding rate of received proposals

解地球的水循环系统以及水资源的演化。木星等气态巨行星的研究也对地球科学有着独特的启示。木星强大的磁场及其对周围空间环境的影响机制研究，可以帮助深入理解地球磁场的产生、维持以及磁场在保护地球生命免受宇宙射线侵害方面的重要作用^[33]。同时，对太阳系中小天体如小行星、彗星的研究，有助于了解地球遭受天体撞击的历史与概率，以及这些撞击事件对地球生命起源与演化的影响^[34]。

因此，地球科学部设立的新学科代码——“D08月球与行星科学”是面向国家月球和深空探测国家战略，以太阳系行

星、矮行星、卫星、行星环以及各类小天体为主要研究对象，针对太阳系的起源与演化、行星宜居性、地外生命痕迹探寻等重大科学问题，基于就位与遥感探测、物质组成分析、理论分析与数值建模、实验室模拟等科学研究技术和方法，开展多学科、多角度、多层次、多手段的综合性交叉研究，探测太阳系各星体的圈层结构、物质组成、表面特征和过程、空间环境和资源能源等，揭示太阳系天体基本过程的作用机理，理解太阳系行星空间、表面和内部的主要特征和圈层耦合作用，并通过比较行星学的手段来研究地球的形

成、运行机制与宜居性演化。

3 月球与行星科学的二级申请代码设置

D08月球与行星科学以地球科学研究为主体，整合了既有分散在各学科的二级申请代码，同时新增了部分优先发展领域，形成了包括11个二级申请代码的完整体系(图2)。

D08基础研究领域将致力于深入探究月球与行星的各类本质特性、形成演化机制、物质组成结构等根本性的科学问题。2024年度地球科学部D02地质学、D03地球化学、D04地球物理学和空间物理学、D05大气科学的学科评审组建议，原D0212行星地质学、D0307宇宙化学和行星化学、D0414行星物理学和D0508行星大气4个二级申请代码整体移至新设立的D08，整合为D0801行星地质、D0802行星化学、D0803行星内部物理与动力学、D0804行星空间物理和D0805行星大气与海洋；D08中的D0806天体生物学和D0807行星遥感与大地测量为新增的基础研究方向。这7个二级申请代码，基本覆盖了月球与行星科学的基础研究方向，将有力地吸引众多优秀科研人才投身其中，逐步聚集并精心培养出一支学科知识全面、研究能力卓越的行星科学研究队伍。

月球与行星科学的发展与深空探测的推进相辅相成，因此，该学科以支撑技术为重要依托，以发展领域为拓展延伸方向。结合我国月球与深空探测任务的实施，D08设立了1个支撑技术的二级代码：D0808系内行星探测与模拟和3个发展领域的二级代码：D0809行星形成与演化、D0810地-月系统和D0811行星资源。这4个二级代码的研究方向与我国的深空探测任务关联度很高，将在深空探测任务的目标规划、实施保障、成果产出等方面起到关键作用，推动我国在这一前沿科学领域向着更高水平迈进，于国际行星科学研究舞台绽放中国光彩。

3.1 D0801行星地质

行星地质学是研究太阳系行星、卫星、小行星和彗星等固态天体形成和演化过程的学科。研究内容包括综合运用地质学、地球物理学、地球化学等原理与方法，采用行星地质过程类比、实验室分析、数值模拟等手段获取太阳系天体形成机制和演化历史的信息。研究方向包括行星地质构造、行星地貌演化、行星表面地质过程与演化、行星地质类比与模拟等。

3.2 D0802行星化学

行星化学是以太阳系组成物质为基础，分析其化学元素及同位素组成。研究内容包括返回及陨石样品分析和遥感就位探测、太阳系元素及同位素的起源与分布、太阳系中重要事件发生时间确定、太阳系物质演化的物理化学机制、太阳系星云的物质来源、太阳系的形成、行星的分异演化过程。研究方向包括元素行星化学、行星同位素年代学、行星稳定同位素、行星挥发分、化学热力学与动力学等。

3.3 D0803行星内部物理与动力学

行星内部物理和动力学基于重、磁、电、震、热等多种物理场探测手段，结合矿物物理学和动力学，研究行星与行星系统的圈层结构、物性状态、物质组成、动力学演化过程、圈层相互作用及其浅表响应等。研究方向包括行星内部结构和组成、行星地震学、行星磁学、行星内部动力学、行星浅部结构和环境等。

3.4 D0804行星空间物理

行星空间物理聚焦太阳系各天体与其外部等离子体环境和辐射环境(包括粒子辐射、电磁辐射)相互作用而形成的

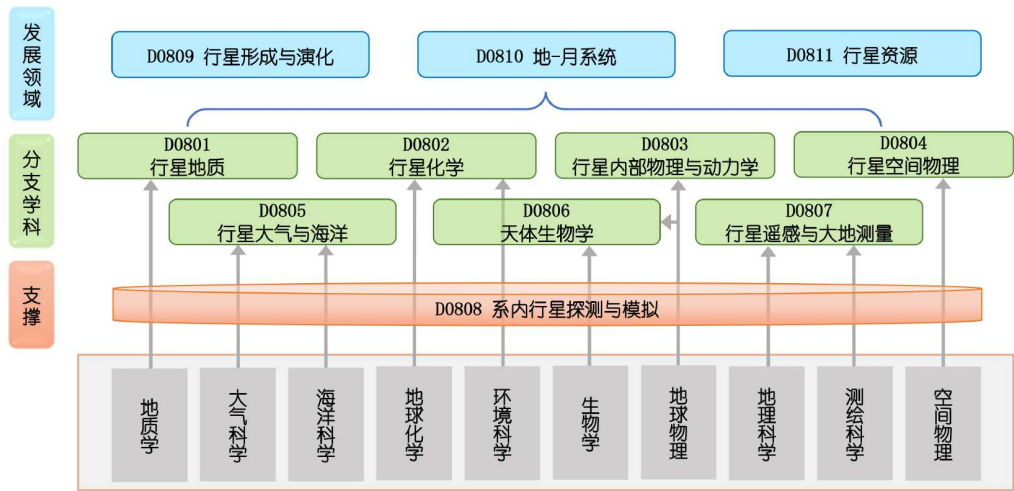


图 2 月球与行星科学学科架构
Figure 2 Discipline framework of lunar and planetary sciences

区域,研究行星磁层与行星中高层大气/电离层中发生的各种物理学、化学和动力学过程,以及各类高能带电粒子与行星际磁场在太阳系中的传播演化规律。研究方向包括类地行星空间环境、巨行星系统空间环境、小天体物理、月球空间环境等。

3.5 D0805行星大气与海洋

行星大气与海洋主要研究行星、卫星、小天体等的大气与海洋的物理、化学、动力及其演化,揭示行星大气与海洋和行星宜居性与生命演化的关系。研究方向包括行星大气物理、行星大气化学、行星海洋物理、行星海洋化学、行星冰冻圈和行星大气与海洋模式开发等。

3.6 D0806天体生物学

天体生物学主要研究内容包括早期地球宜居环境的形成和演化以及地球生命如何起源、何时起源、早期演化路径、生存极限等,并以此为基础和依据,研究太阳系内及系外天体的宜居性,探索潜在生命信号。研究方向包括极端环境生命过程、地外生命信号、生命起源、行星保护与生命星际传输等。

3.7 D0807行星遥感与大地测量

行星遥感与大地测量是利用遥感和大地测量的理论、方法和技术,探测行星目标几何形态、物理属性、环境参数及其变化,测定行星形状、大小和重力场及其变化的学科,获取行星地形地貌、地质构造、矿物组分、次表层结构、大气环境等方面的关键信息,提供时空基准、重力、自转和潮汐等本征信息,支持行星轨道器导航、着陆巡视探测等任务。研究方向包括行星遥感探测、行星摄影测量、行星形貌制图与GIS、行星时空基准与导航定位、行星重力场与自转等。

3.8 D0808系内行星探测与模拟

行星探测与模拟是利用天基或地基的观测仪器对行星、卫星、小行星、彗星及其周围环境开展探测技术、探测数据标定方法、地外样品采集与返回技术等研究,或者利用地面实验装置或发展数值模拟仿真技术对行星系统的物理化学等过程开展模拟实验和分析研究。研究方向包括行星探测方法及技术、探测数据的定标及校正、行星样品采集与返回、行星实验模拟与类比、行星数值模拟与仿真等。

3.9 D0809行星形成与演化

行星的增生过程经历了尘埃-星子-星胚-前行星-行星这几个过程:星云物质的凝聚形成尘埃,尘埃物质吸积形成星子,星子之间相互碰撞形成星胚和原行星,原行星还可能经历了后期物质加入最终形成行星。研究方向包括行星物质来源、行星增生和分异过程刻画、行星圈层耦合与演化、行星宜居

居环境起源及演化、太阳系早期的撞击作用历史等。

3.10 D0810地-月系统

地-月系统学科主要探索月球形成对地球圈层组成、地球初始宜居性、月球热演化路径和月球物质分异的影响等,以及研究各圈层在热、重力、电磁等多物理场耦合作用下的形成及协同演化,圈层之间的物质与能量交换机制和后果。研究方向包括地-月系统的形成和演化、地月之间的相互作用、地-月系统对地球宜居性的影响,及其与其他行星-卫星系统的比较研究。

3.11 D0811行星资源

通过遥感探测数据解译、地外样品分析和地面模拟,获取月球、行星及其卫星、小行星和彗星等地外天体上可供人类利用主要资源种类、分布及赋存特征,揭示其分布规律与成因机制,研制地外资源模拟物质,研发和验证资源提取利用技术和综合管理方案,攻关工程载荷关键技术,服务深空探测战略长远发展。研究方向包括行星资源形成和富集理论、行星资源状态及综合评价、行星资源开发利用技术与理论、行星地面实验和模拟研制、行星极端环境工艺矿物学等。

4 结语

在当今科技迅猛发展的时代,我国深空探测任务不断拓展和深入,工作部署也逐渐从工程驱动向科学驱动转移,为月球与行星科学的基础研究带来了诸多新的契机与挑战。习近平总书记在接见探月工程嫦娥六号任务参研参试人员代表时明确指出,探索太空之路永无止境,大家要接续实施好深空探测等航天重大工程,推动空间科学、空间技术和空间应用全面发展,为建设航天强国再建新功。

随着月球与深空探测技术的飞速进步,对月球与行星(尤其是太阳系内行星)的探测方式发生了深刻变革。抵近、原位和采样返回等先进探测手段成为主流趋势,使科学家能够以前所未有的精度和深度探索天体奥秘。抵近探测中探测器可近距离拍摄天体表面细节,为研究地貌地质提供高清图像资料;原位探测能实时测量天体的物理化学参数,助力了解其内部特性;采样返回则将珍贵样本带回地球,让科学家借助高端实验室设备深入研究物质成分。

在这样的技术发展背景下,月球与行星的“地球科学方法”研究蓬勃发展,地质学、地球物理学、地球化学、大气科学、遥感学等多学科方法得到广泛应用。地球科学中的地质学方法有助于解读行星地层结构,揭示其形成与演化历程;地球物理学手段可探测行星内部结构与物理特性,了解内部物质组成;地球化学分析能精确剖析物质成分,追踪其化学演变过程。多学科的融合为全面理解月球与行星提供了综合视角。

我国在月球与行星科学领域的科研队伍不断发展壮大,相关自然科学基金项目申请与资助在地球科学部迅速增长,并呈持续增长趋势。经过充分调研论证,地球科学部整合新增一级申请代码D08月球与行星科学,根据行星科学研究现状、我国深空战略布局及学科完整性,设置了7个基础学科、1个支撑技术和3个发展领域。这些二级代码全面覆盖行星科

学研究方向,强化了对深空探测重点领域的支持,体现了行星科学与深空探测相互促进的关系。这一优化调整后的申请代码体系,实现了研究的前瞻性、系统性和战略性布局,为行星科学人才队伍建设提供了有力支撑,将推动我国在月球与行星科学领域不断取得新的突破,为建设航天强国贡献重要力量。

致谢 衷心感谢月球与行星科学发展战略组及对本次学科布局优化和申请代码调整工作提出宝贵论证意见的专家们(按姓氏拼音排序): 邱凯昌、葛亚松、郝记华、贺怀宇、胡森、胡永云、李海龙、李献华、李雄耀、林巍、林杨挺、凌宗成、刘建忠、刘洋、倪彬彬、倪冬冬、倪四道、欧阳志海、秦礼萍、任杰、孙道远、汪毓明、吴福元、谢欢、鄢建国、杨军、杨蔚、杨易、姚宜斌、岳宗玉、张爱兵、张金海、张亮、张贤国、赵亮、赵倩、周煦之、周元泽、宗秋刚等。感谢国家自然科学基金委员会分管委领导兰玉杰副主任、计划与政策局学科政策处孙粒,数学物理学部、地球科学部郭正堂主任及学部咨询委员会在学科申请代码优化整合和文章修改中提供的支持和指导。感谢广大科技工作者在学科申请代码调整中提出的宝贵意见和建议。

推荐阅读文献

- 1 Bai C L. Preface: planetary science leads deep space exploration (in Chinese). *Bull Chin Acad Sci*, 2019, 34: 739–740 [白春礼. 序言: 行星科学引领深空探测. 中国科学院院刊, 2019, 34: 739–740]
- 2 Wei Y, Zhu R X. Planetary science: frontier of science and national strategy (in Chinese). *Bull Chin Acad Sci*, 2019, 34: 756–759 [魏勇, 朱日祥. 行星科学: 科学前沿与国家战略. 中国科学院院刊, 2019, 34: 756–759]
- 3 Wan W X, Wei Y, Guo Z T, et al. Toward a power of planetary science from a gaint of deep space exploration (in Chinese). *Bull Chin Acad Sci*, 2019, 34: 748–755 [万卫星, 魏勇, 郭正堂, 等. 从深空探测大国迈向行星科学强国. 中国科学院院刊, 2019, 34: 748–755]
- 4 Zhao W. Tianwen-1 and China's Mars exploration program. *Natl Sci Rev*, 2021, 8: nwaa285
- 5 Li C, Hu H, Yang M F, et al. Nature of the lunar far-side samples returned by the Chang'E-6 mission. *Natl Sci Rev*, 2024, 11: nwae328
- 6 Liao X H. Research and development of planetary sciences and deep space exploration (in Chinese). *Bull Chin Acad Sci*, 2011, 26: 504–510 [廖新浩. 行星科学和深空探测研究与发展. 中国科学院院刊, 2011, 26: 504–510]
- 7 Editorial Commentator. Seize strategic opportunities to explore the mysteries of deep space (in Chinese). *Bull Chin Acad Sci*, 2019, 34: 737–738 [本刊特约评论员. 抓住战略机遇 探索深空奥秘. 中国科学院院刊, 2019, 34: 737–738]
- 8 Yang W, Li X Y, Wei Y. Young scientists to devote themselves to planetary science and deep space exploration: opportunities and challenges (in Chinese). *Bull Chin Acad Sci*, 2021, 36: 597–601 [杨蔚, 李雄耀, 魏勇. 青年学者投身行星科学与深空探测的机遇和挑战. 中国科学院院刊, 2021, 36: 597–601]
- 9 Yong W. Construction of planetary science as a first-level scientific discipline: exploration and practice of Scientific Experiment System in Near Space (SENSE) Program (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2020, 65: 1295–1296 [魏勇. 行星科学一级学科建设: “鸿鹄专项”的探索与实践. 科学通报, 2020, 65: 1295–1296]
- 10 Wu F Y, Wei Y, Song Y H et al. From fusion of research and teaching to leading of science—Strategy to build planetary science program with Chinese characteristics (in Chinese). *Bull Chin Acad Sci*, 2019, 34: 741–747 [吴福元, 魏勇, 宋玉环, 等. 从科教融合到科学引领——中国特色的行星科学建设思路. 中国科学院院刊, 2019, 34: 741–747]
- 11 Rong Z, Cui J, Wei Y. Inaugural Chinese Planetary Science Conference. *Nat Astron*, 2021, 5: 991–992
- 12 Pan Y X, Wang C. Developing the planetary science research for the sustainable deep space exploration of China (in Chinese). *Bull Nat Natl Sci Found China*, 2021, 35: 181–185 [潘永信, 王赤. 国家深空探测战略可持续发展需求: 行星科学研究. 中国科学基金, 2021, 35: 181–185]
- 13 Yang W, He Y Y, Kang J T et al. Disciplinary policy research on science development strategies for crewed lunar exploration (in Chinese). *Bull Chin Acad Sci*, 2024, 39: 1931–1943 [杨蔚, 何雨暘, 康晋霆, 等. 基于载人月球探测科学发展战略的学科政策研究. 中国科学院院刊, 2024, 39: 1931–1943]
- 14 Kepler J. *The Harmony of the World*. Aiton E J, Duncan A M, Field J V, Trans. Philadelphia: American Philosophical Society, 1997
- 15 Li C, Zheng Y, Wang X, et al. Layered subsurface in Utopia Basin of Mars revealed by Zhurong rover radar. *Nature*, 2022, 610: 308–312
- 16 Khan A, Ceylan S, van Driel M, et al. Upper mantle structure of Mars from InSight seismic data. *Science*, 2021, 373: 434–438
- 17 Knapmeyer-Endrun B, Panning M P, Bissig F, et al. Thickness and structure of the martian crust from InSight seismic data. *Science*, 2021, 373:

438–443

- 18 Stähler S C, Khan A, Banerdt W B, et al. Seismic detection of the martian core. *Science*, 2021, 373: 443–448
- 19 Jiang Z, Liu Q, Roberts A P, et al. The magnetic and color reflectance properties of hematite: from Earth to Mars. *Rev Geophys*, 2022, 60: e2020RG000698
- 20 Che X, Nemchin A, Liu D, et al. Age and composition of young basalts on the Moon, measured from samples returned by Chang'e-5. *Science*, 2021, 374: 887–890
- 21 Li Q L, Zhou Q, Liu Y, et al. Two-billion-year-old volcanism on the Moon from Chang'e-5 basalts. *Nature*, 2021, 600: 54–58
- 22 Cui Z, Yang Q, Zhang Y Q, et al. A sample of the Moon's far side retrieved by Chang'e-6 contains 2.83-billion-year-old basalt. *Science*, 2024, 386: 1395–1399
- 23 Zhang Q W L, Yang M H, Li Q L, et al. Lunar farside volcanism 2.8 billion years ago from Chang'e-6 basalts. *Nature*, 2024, doi: [10.1038/s41586-024-08382-0](https://doi.org/10.1038/s41586-024-08382-0)
- 24 Cai S, Qi K, Yang S, et al. A reinforced lunar dynamo recorded by Chang'e-6 farside basalt. *Nature*, 2024, doi: [10.1038/s41586-024-08526-2](https://doi.org/10.1038/s41586-024-08526-2)
- 25 Byrne P K, Ghail R C, Şengör A M C, et al. A globally fragmented and mobile lithosphere on Venus. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2021, 118: e2025919118
- 26 Banerdt W B, Dehant V, Grimm R, et al. Probing the interiors of planets with geophysical tools. In: Spohn T, Breuer D, Johnson T V, eds. *Encyclopedia of the Solar System*. Amsterdam: Elsevier, 2014. 1185–1204
- 27 Trumbo S K, Brown M E, Hand K P. Sodium chloride on the surface of Europa. *Sci Adv*, 2019, 5: eaaw7123
- 28 Bao C, Zhang D, Wang Q, et al. Lunar *in situ* large-scale construction: quantitative evaluation of regolith solidification techniques. *Engineering*, 2024, 39: 204–221
- 29 Sánchez-Lavega A, García-Melendo E, Legarreta J, et al. A complex storm system in Saturn's north polar atmosphere in 2018. *Nat Astron*, 2020, 4: 180–187
- 30 Wang C, Bai Q J, Shi P, et al. NASA's planetary science decadal survey 2023–2032 and its enlightenment (in Chinese). *Sci Technol Rev*, 2022, 40: 6–15 [王赤, 白青江, 时蓬, 等. 美国行星科学2023~2032年规划及启示. 科技导报, 2022, 40: 6–15]
- 31 Bellucci J J, Nemchin A A, Grange M, et al. Terrestrial-like zircon in a clast from an Apollo 14 breccia. *Earth Planet Sci Lett*, 2019, 510: 173–185
- 32 Salese F, Pondrelli M, Neeseman A, et al. Geological evidence of planet-wide groundwater system on Mars. *JGR Planets*, 2019, 124: 374–395
- 33 Gu W D, Wei Y, Yao Z H, et al. Research on Jupiter's magnetic field: review and prospect. *Rev Geophys Planet Physics*, 2024, 55: 638–651 [顾炜东, 魏勇, 尧中华, 等. 木星磁场研究: 回顾与展望. 地球与行星物理理论评. 2024, 55: 638–651]
- 34 Yoshimura T, Araoka D, Naraoka H, et al. Breunnerite grain and magnesium isotope chemistry reveal cation partitioning during aqueous alteration of asteroid Ryugu. *Nat Commun*, 2024, 15: 6809

Summary for “国家自然科学基金委员会地球科学部月球与行星科学学科布局与规划”

Discipline layout of lunar and planetary sciences in Department of Earth Sciences of National Natural Science Foundation of China

Huihong Cheng¹, Hejiu Hui², Yongxin Pan³, Jinbin Cao⁴, Jun Cui⁵, Yuanming Zheng¹, Wei Li¹, Yang Gao¹, Juhua Xiong¹, Zhe Liu¹ & Yupeng Yao^{1*}

¹ Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085, China

² School of Earth Sciences and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210023, China

³ Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China

⁴ School of Space and Earth Sciences, Beihang University, Beijing 100191, China

⁵ School of Atmospheric Sciences, Sun Yat-sen University, Zhuhai 519082, China

* Corresponding author, E-mail: yaoyp@nsfc.gov.cn

Planetary science and space exploration are inherently interdependent, with advancements in both fields being essential to the progression of any nation aspiring to become a space power. Over the past two decades, China's lunar and deep space exploration programs, as part of a major national strategic initiative, have achieved remarkable milestones. The successful implementation of the Chang'e lunar exploration missions and the first Mars exploration mission (Tianwen-1) has yielded an extensive array of critical remote sensing data and invaluable lunar materials. These achievements have significantly propelled the development of planetary science in China. Simultaneously, the rapid progress in China's lunar and deep space exploration programs has posed higher demands on planetary science research. In response, Chinese institutions and universities have introduced dedicated planetary science curricula to train undergraduate and postgraduate students, thereby strengthening the talent pipeline needed to support the nation's space exploration initiatives. As the “base” for funding basic research, the “incubator” for cultivating outstanding talents, the “source” of stimulating scientific breakthroughs, and the “platform” for fostering international collaboration, the National Natural Science Foundation of China (NSFC) plays a pivotal role in guiding and advancing basic research and talent development in planetary science. However, planetary science is a multidisciplinary field, and its subfields have historically been distributed across different disciplines of the NSFC, specifically within the Department of Earth Sciences and the Department of Mathematical and Physical Sciences. This fragmented structure may no longer meet the growing demand for specialized talent and scientific breakthroughs in planetary science, especially given the rapid pace of development in China's lunar and deep space exploration programs. To address these challenges and better support the nation's strategic goals in lunar and deep space exploration, the NSFC's Department of Earth Sciences has consolidated relevant disciplinary fields of planetary science and established a new discipline: “D08 Lunar and Planetary Science”. This initiative reflects the multidisciplinary nature of planetary science and the expanding scope of Earth sciences into planetary research. This new discipline of D08 encompasses 11 second-level application codes, organized into three sections: Basic Research (D0801 Planetary Geology, D0802 Planetary Chemistry, D0803 Physics and Dynamics of Planetary Interiors, D0804 Planetary Space Physics, D0805 Planetary Atmosphere and Ocean, D0806 Astrobiology, and D0807 Planetary Remote Sensing and Geodesy), Supporting Technology (D0808 Planetary Exploration and Simulation), and Emerging Fields (D0809 Planet Formation and Evolution, D0810 Earth-Moon System, and D0811 Planetary Resources). The scope of this new discipline includes planets, dwarf planets, moons, planetary rings, and small celestial bodies in the solar system. The discipline of D08 aims to address key scientific questions such as the origin and evolution of the solar system, planetary habitability, and the search for extraterrestrial life, using a combination of *in-situ* and remote sensing observations, high-precision geochemical analyses, theoretical calculations, numerical modeling, laboratory simulations, and other advanced research techniques. The establishment of D08 marks a significant step in enhancing China's capabilities in basic research and talent cultivation in lunar and planetary sciences. Through this initiative, NSFC seeks to bolster China's international competitiveness and scientific influence, contributing to the nation's ambitions of becoming both a global space power and a leader in science and technology.

lunar and planetary sciences, deep space exploration, basic research, discipline layout

doi: [10.1360/TB-2024-1348](https://doi.org/10.1360/TB-2024-1348)