

政策建议

中国空间科学与应用优先发展方向遴选

念稷东^{1,2}, 杨国梁³, 张伟^{1,4*}

摘要 中国空间站进入应用与发展阶段,空间科学与应用成果频现,如何科学合理地遴选出优先发展方向成为亟待解决的问题。为高效配置资源,促进重大成果产出,基于空间科学与应用领域高战略价值、前沿探索性强、资源约束强等特点,提出战略价值、方向本身价值、发展价值和可行性4项遴选准则;针对多学科、多部门参与特性,采用上下结合、多轮迭代的遴选流程,确保空间科学与应用优先发展方向遴选结果科学合理,并提出需要关注的关键问题:从学科发展生态的角度系统性思考;多渠道验证,确保达成广泛共识;健全配套实施制度,确保战略规划落地。

关键词 空间科学与应用;优先发展方向遴选;载人航天;空间站

2024年12月30日,中国首次公开发布《中国空间站科学研究与应用进展报告》,系统梳理了自2022年空间站全面建成以来空间科学与应用领域取得的突破性进展。中国空间科学与应用正处于高速发展时期,在资源有限的情况下,各领域需要基于国家战略需求和自身发展条件,遴选出发展收益最大的方向,集中力量攻克,避免资源浪费^[1]。因此,本文旨在讨论

中国空间科学与应用优先发展方向遴选,根据中国空间科学与应用领域的特点,结合优先发展方向领域相关理论研究,提出多条遴选准则及遴选机制,为今后的实际工作提供理论支撑。

1 空间科学与应用优先发展方向现状

中国航天事业取得了举世瞩目的成就,2022年空间站全面建成标志着载人航天工程圆满完成三步走战略目标,中国空间站正式进入应用与发展新阶段^[2]。中国空间站因其长期微重力、宇宙辐射等特殊环境、航天员的参与和天地往返运输等独特优势,成为进行突破性空间新技术试验的重要平台^[3]。中国空间站空间科学与应用

的核心目标是推动空间科学中的重要领域进入世界前列,取得重大成果和发现,引领中国空间科学发展;突破并掌握一系列具有战略意义的空间应用新技术和关键核心技术,为中国未来空间应用技术发展提供支撑,为满足国家发展的迫切需求做出显著贡献^[4]。

截至2024年12月,中国空间站已实施181项在轨科研项目,产出500余篇高水平SCI(科学引文索引)论文、150余项专利,在多个领域创造国际首次,包括空间水稻再生种质培育、人胚胎干细胞太空分化、冷原子干涉陀螺验证等突破性成果,推动中国空间科学与应用快速发展。作为国家科技力量的重要载体,中国空间站未来10~15年规划千余项研究计划,将持续促进空间科学、空间技术、空

1. 中国科学院空间应用工程与技术中心, 北京 100094
2. 中国科学院大学经济与管理学院, 北京 100190
3. 中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100190
4. 中国科学院太空应用重点实验室, 北京 100094

收稿日期: 2025-03-05; 修回日期: 2025-05-27

作者简介: 念稷东, 硕士研究生, 研究方向为空间科学与应用, 电子信箱: 11912116@mail.sustech.edu.cn; 张伟(通信作者), 研究员, 研究方向为空间科学与应用, 电子信箱: zhangwei@csu.ac.cn

引用格式: 念稷东, 杨国梁, 张伟. 中国空间科学与应用优先发展方向遴选[J]. 科技导报, 2025, 43(21): 127-134; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2025.03.00011

间应用全面发展^[5]。

中国空间科学与应用领域正高速发展,在资源有限的情况下,如何选择出应该优先发展的方向成为重要课题。优先发展方向的遴选涉及多种理论,例如,公共物品理论、技术预见理论、政策周期理论等,强调科技资源属于公共资源,具有非竞争性和非排它性特征,在科技资源有限的情况下必须聚焦于未来科技发展的重点方向,以实现资源的高效利用与科技、经济和社会效益最大化,而科技规划的有效执行与评估能够进一步最大化科技资源的价值^[1]。优先发展方向的选择依赖于对各种技术未来发展的预见,系统研究未来一段时期内科学、技术、社会、经济的发展来确定具有战略价值的方向,技术预见不是一种单一的方法,而是集成多种方法的综合研究过程,包含德尔菲法、专家访谈法、科学计量法等^[6]。

不同机构根据任务和学科特点的不同,设计出了不同的遴选方式,总的来说,需要先根据国家发展总方针以及遴选专题的具体目的制定出遴选准则,再根据遴选准则运用定量、定性或综合的研究方法收集整理多方专家建议,形成最终的优先发展方向。例如,美国国家研究理事会在海洋科学优先发展领域遴选时采用专家访谈法和层次分析法,根据潜在变革性、社会影响力、成熟度、潜在合作伙伴4项遴选准则,通过意见收集、意见整理、问题遴选、排序决策4个阶段遴选出最终结果;中国相关工作主要由国家自然科学基金委员会、中国科学院和科学技术部等机构主导,例如,科学技术部在国家科技重大专项中依据经济社会发展重大需求、关键共性技术、体现军民结合等准则,采用专家研讨法、问卷调查法等确定重大专项^[1]。

在空间科学与应用相关领域,国外已有相对成熟的遴选机制。美国由国家航空航天局(National Aeronautics and Space Administration, NASA)负责实施太空计划与研究并开展相关规划,根据促进新发现并扩展人类知识、促进全球参与和国际交流、应对国家挑战等6条准则制定《NASA战略规划》,同时NASA引入了绩效目标,每2~5 a进行一次绩效评估,以结果为导向评估优先事项的投資状况与发展情况,其特点是周期短、容易调整方向、能够瞄准学科热点尽快布局^[7]。欧洲的空间任务由欧洲航天局制定,发布了《地平线计划》《宇宙憧憬计划》《远航2050》等战略规划,由于成员国较多且遴选环节相对复杂,欧洲战略规划的特点是周期长、需要平衡各分支学科和成员国的意见,以地平线2020计划为例,其遴选由欧盟委员会、外部专家、领域专家、成员国代表等多个参与主体,通过观点形成、咨询研讨、主题咨询、问题分析、情景分析、提案确定等多个步骤形成^[8]。

在中国空间科学与应用领域,曾组织近百位院士和上千位一线专家反复论证得到多个优先发展方向^[4],如表1所示,中国载人航天办公室共发布过3次相关通知或指南,其中包含了优先发展方向及不同方向下的重点资助研究项目,主要面向空间生物、空间材料、微重力、空间新技术与应用等方向。发布公告后采用自下而上的项目申报模式,由各高校、科研机构根据指南中的方向申报相关项目,管理部门对项目书进行审核及遴选,最终确定空间科学与应用优先发展项目^[9]。

目前的遴选机制仍有完善空间:在遴选过程中对专家判断的依

表1 空间站应用与发展工程空间科学与应用项目相关公告及优先发展方向

公告	指南	发布时间	优先发展方向
空间站应用与发展工程空间科学与应用项目征集公告(2024年度)	《空间站应用与发展工程空间科学与应用项目指南(2024年)》 ^[10]	2024年12月	空间基础生物学、空间材料使役行为、元器件空间效应机理、空间应用新技术
空间站应用与发展工程空间科学与应用项目征集公告	空间站应用与发展工程空间科学与应用项目指南(V1.0) ^[11]	2023年7月	空间生命科学与人体研究、微重力物理学、空间天文与地球科学、空间新技术与应用
关于征集中国载人空间站科学实验项目申报意向的通知	—	2021年9月	空间物理与空间环境、空间生命科学与生物技术、空间材料科学、空间天文与天体物理学

赖程度较高,缺少透明、可控且公开的体系,在一定程度上影响了遴选工作的合理性与科学性。同时,方向遴选主要由管理部门负责,难以全面融合各方意见,项目申报多采用自下而上的方式,容易引发资源分散问题,不利于实现规模化、系统性的突破。此外,面对复杂的国际竞争与合作形势,现有遴选机制在根据国外发展动态及时调整中国发展规划方面还有提升空间。

2 完善遴选机制的重要性

科学合理的遴选机制能够融合多方意见,增强遴选结果的科学性和合理性,确保发展的前瞻性与灵活性,合理配置资源,指引发展方向。从3个方面详细论述完善空间科学与应用优先发展方向遴选机制的重要性。

1) 促进重大成果产出。2022年空间站建成以来对多个方向进行优先发展,表2展示了其中2个方向及相关成果,可以发现科学合理的方向兼具鲜明的前沿意义、明确的发展前景、突出的科学价值及合适的发展契机,最终得到高

水平、高质量成果并形成突破性的前沿影响力。优先发展方向的科学选择是空间科学与应用领域战略规划起点,直接影响后续项目的立项、实施路径和整体发展轨迹,最终影响研究成果的深度与广度,是推动高质量科研产出和领域持续进步的关键环节。

2) 提高国际竞争力。在全球化浪潮下,空间科学与应用领域的国际竞争合作态势复杂。美国由NASA负责开展相关规划,每2~5a进行一次绩效评估,瞄准学科热点尽快布局^[7],欧洲的空间科学任务由欧洲航天局制定并发布了《地平线2020》《“宇宙愿景”计划》等战略规划。空间科学与应用的全球性决定了国际合作的重要性,国际空间站便是多国合作的成功范例,实现了资源与技术互补,但也存在因地缘政治冲突、技术封锁以及各国在科研体制等方面的差异等原因阻碍国际合作的情况。面对复杂的国际形势,中国应密切关注他国战略布局与技术突破,结合自身科研实力和战略目标,基于他国发展动态调整优先发展方向,优化资源配置,在国际合作与竞争中抢

夺先机,增强在国际空间科学领域的话语权和影响力。

3) 加强战略统筹性。2024年10月,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中国首个国家空间科学规划——《国家空间科学中长期发展规划(2024—2050年)》,该规划提出极端宇宙、宜居行星等5大科学主题与宇宙起源与演化、太阳立体探测等17个优先方向,为空间科学研究与任务部署提供重要指导^[18]。但该规划聚焦空间科学领域,对空间技术与空间应用领域和相关方向关注不足,影响3大领域协同发展,进而对资源高效配置和整体统筹发展形成制约。当前,三者缺乏统筹协调,由不同单位和部门分管,计划、经费、资源利用难统筹,限制资源共享整合,阻碍发展效能提升^[19]。为此,完善遴选机制十分紧迫,通过交叉方向的突破,促进3大领域协同发展,优化资源配置,强化协同合作。

3 遴选准则

科学全面的遴选准则是遴选

表2 中国空间科学与应用优先发展方向及相关成果示例

方向	前沿意义	成果示例
空间环境对人体生理影响研究	针对长期飞行中失重、辐射等空间因素对健康的影响与防护需求,从人体、动物、组织器官、细胞分子等多层次研究空间环境对机体生理病理的影响规律与机制。在空间研究退行性病变、衰老、肿瘤等疾病的发病机制与诊疗新技术,服务于长期载人航天和地面大众健康	开展失重性肌萎缩相关的研究,肌萎缩的骨骼肌卫星细胞分化的相关障碍机制首次被发现,得到长期飞行肌萎缩相关规律,为中国空间站开展长期驻留航天员健康保障相关工作的研制提供保障 ^[12-14]
微重力下材料制备过程机理研究	微重力环境颠覆了地面材料制备的部分机理,且利于无容器合成与加工,为材料研究及热物性测量创造良好条件。于空间站开展微重力材料制备机理研究,涵盖熔体结构、凝固过程、微观结构与性能关系等	在微重力条件下实现合金表面形核控制、结构调控与共晶合金“解耦生长”,助力开发精密材料设计制造技术。有望指导在空间环境制备新颖合金材料,满足航空航天对超高温材料的需求,拓展对太空环境中难熔合金特殊凝固行为与生长方式的认知 ^[15-17]

的核心要素,综合考虑当前科技发展趋势、国家战略需求、技术可行性和国际竞争态势等多重因素,结合学科特点确定遴选时侧重的维度,为后续的遴选人员和遴选流程的设计提供依据。基于空间科学与应用领域战略地位高、学科前沿探索强、科学价值重大、投入金额高、空间资源约束强等特点^[3],结合优先发展方向遴选、技术预见等相关理论,提炼并确立了包括战略价值、方向本身价值、发展价值和可行性的4大核心维度。

1) 战略价值角度。当今时代,空间科学与应用的战略地位极为突出。太空是人类获取资源、拓展生存空间的新领域,在全球化进程中,太空领域也成为国际竞争的新战场,强大的空间科学与应用能力不仅是国家科技实力的象征,更能在通信、气象监测、导航定位等多方面提供关键支持,对国家发展有着不可替代的作用^[20]。因此,优先发展方向的选择首先应关注战略价值。(1) 与国家战略发展的契合程度:空间科学与应用作为前沿科技领域,其发展方向需顺应国家战略导向,在国家发展的大格局中找准定位,获取持续发展动力,实现自身战略价值的最大化。(2) 对国家安全的保障:在当前复杂多变的国际形势下,空间科学与应用领域中的相关技术和研究方向能够为国家在关键领域提供技术保障,包括军事安全、经济安全、科技安全等多个方面,确保国家在面对外部挑战时能够应对危机。(3) 对国际竞争力的提升:在国际前沿科技领域取得重大突破,有助于增强国家在全球创新链和

产业链中的地位,进而提升国家的国际话语权与影响力。在面对国外技术封锁和制裁的情况下,聚焦相关方向进行研发突破,关键核心技术的自主可控,能够打破外部限制;针对国外尚未涉足但中国具备研究条件的方向积极布局,则应该抢占科技制高点,凭借科技创新在国际竞争中赢得先机。

2) 方向本身价值角度。空间科学与应用的核心在于探索未知,作为极具探索性与发展潜力的前沿领域,推动理论进步与技术革新是发展的关键,在遴选时需要关注方向的原创性、前沿性、创新性、影响力等多个维度。空间科学与应用领域的方向主要分为3类:基础研究类、工程技术类和应用研究类^[21]。(1) 基础研究类方向:侧重于探索未知,寻求科学原理和规律,具有高度的前瞻性和创新性,其内在价值体现在为技术开发提供理论基础和创新思路,推动科学发现和新理论的形成。(2) 工程技术类方向:关注技术的研发和工程实现,强调技术的可行性和实用性,其内在价值体现在将科学发现转化为可实施的工程技术,解决技术瓶颈,推动技术革新。(3) 应用研究类方向:致力于将科研成果应用于实际场景,其内在价值体现在将技术成果高效转化为实际生产力,应具有广泛的应用前景,推动科技与社会发展的融合。

3) 发展价值角度。空间科学与应用领域相较于常规领域发展成本更加高昂,发展机会和资源受限,战略价值及方向本身价值高的方向有很多,但是否值得发展还须进一步权衡。(1) 方向的发展阶

段:不同发展阶段的方向发展价值差异显著,处于探索初期的方向专注于基础理论构建与未知领域开拓,短期内可能难以产出重大成果;相反,一些长期投入大量资源且至关重要的方向,可能已接近发展上限,发展潜力较低,投入大量资源后仍可能发展缓慢。应结合技术成熟度曲线,分析不同方向人才、设备、数据等核心资源的配置效率及对外部领域所依赖成果的等待周期,审慎评估处于瓶颈期方向的持续投入价值,优先支持处于技术快速成长期、具备明确突破路径的方向。(2) 投入产出比:一些方向虽预计能产出优质科研成果,但现阶段投入成本极高,资源依赖性极强,研发成本显著高于同类领域平均水平,在当前资源有限的条件下,大规模投入可能导致资源分配失衡,应优先支持在合理成本范围内能快速形成技术突破并实现应用转化的方向,确保有限资源产生最大边际效益。(3) 对其他方向的促进作用:某些基础性、支撑性方向可能暂时无法产生显著成果,但在技术链与产业链中占据关键枢纽地位,对整个领域的健康发展至关重要,能促进上下游方向协同发展,带动上下游体系的联动创新,形成正向循环。在遴选过程中,应着重评估不同方向对学科生态构建的协同效应,通过系统性赋能提升整个领域的创新效能。

3) 可行性角度。与其他领域相比,空间科学与应用领域面临着极为严苛的资源约束,极大限制了方向的选择范围。(1) 实验环境:微重力、强辐射、高真空等特殊条件,对科研设备和实验方法提出了

极高要求,实验柜的种类、内部空间大小、承载重量、供电功率等参数受限于技术条件和整体设计,限制了实验设备的体积、功耗及实验类型,极大地约束了科研项目的开展方式。(2) 操作难度:考虑到空间环境中的工作负荷与航天员人员配额有限,科研方案设计要充分考虑到航天员操作便利性,便于航天员在有限时间和精力下顺利执行任务;空间实验发射周期长、频率低、机会少,无法像地面实验一样频繁测试与优化。(3) 复杂性与风险可控性:空间科研项目相较于在地面中进行的项目更为复杂且不确定性较高,多学科交叉融合、技术难度高,关键技术易遇瓶颈,长周期研发易受到内部管理不善、外部环境变化影响,应更加关注风险可控性,例如,管理问题导致进度延误、成本超支,国际形势变化带来技术封锁、合作中断等均会导致方向发展陷入困境。空间科学与应用领域资源稀缺且投入巨大,人才培养、设施建设和实验资源获取都耗费甚多且短期内难以补充,一旦方向发展不及预期将导致资源浪费巨大,因此,在遴选时需要充分考虑不同方向的发展风险并提前预案,尽量减小各种风险带来的损失。

4 遴选机制

构建科学合理的遴选准则体系是优先发展方向遴选的基础性工作,遴选工作的落地还需要建立系统完备的遴选运行机制。基于此,本文从遴选人员、遴选流程、遴选方法 3 个维度提出了具有可

操作性的实施建议,形成完整的遴选机制。

1) 遴选人员。空间科学与应用领域具有学科交叉性突出、技术研发难度高、不确定性大等特征,对遴选优先发展方向的参与人员构成提出了多维度要求。(1) 人员背景多样化:遴选需汇聚各类专业人才,从多个角度共同探讨。战略科学家从宏观视角出发,紧密结合国家战略与国际发展态势,为空间科学与应用领域制定长远规划,在重大方向的抉择上提供全局性战略指引;领域科学家凭借其在空间科学细分领域的深厚专业知识,对各个潜在发展方向的价值与难点进行深入评估;工程技术专家与科学家密切协作,从技术层面判断发展方向在现有技术条件下的可行性与可靠性;管理专家承担优化资源配置、高效管理工作流程,以及科学制定政策的职责,保障遴选工作顺利开展。(2) 跨部门协作:遴选需要多个机构和部门共同配合,管理部门引导资源向重点发展方向汇聚,构建完善的政策体系,提供坚实的政策保障和资源支持;研究机构利用先进科研设备和高端科研人才,开展前沿基础研究与关键技术创新;高校凭借丰富学术资源和多元学科体系,培养专业人才,为空间科学与应用领域的发展注入活力;航天相关企业依据在项目实施和产业化应用方面的经验,从市场需求和经济效益角度,评估发展方向的产业化前景与经济可行性,助力科研成果转化;公众参与则为空间科学与应用领域带来社会视角,增强公众的参与度和科学素养。

2) 遴选流程。仅采用自上而下的机制缺乏对各个方向的深入了解,领域人员只能被动参与,而仅采用自下而上的机制则会缺少全局视角,方向分散。因此,基于空间科学与应用领域交叉性强、涉及部门多的特点,构建了上下结合、多轮迭代的方式的优先发展方向遴选机制。(1) 组织划分:遴选人员划分为政策组与各领域专家组,政策组中的科学委员会、战略学家、管理学家等,从宏观政策与战略视角把控方向;空间科学与应用领域包含多个子领域,如微重力科学、空间生物学等,各领域专家组包含各个子领域的科学家、工程师及相关行业从业者等,凭借专业知识与实践经验,确保遴选深入实际。(2) 上下结合、多轮迭代的流程:充分结合多方建议,首轮上下环节围绕候选方向的初步遴选展开,通过对不同方向的合并、拆分与补充等操作,保障方向划分的科学性与完整性;次轮上下环节则聚焦于遴选结果的优化,通过多方反复讨论,打破学科与行业壁垒,实现知识与经验的融合互补,促使决策在不断调整中趋近最优,为优先发展方向的科学遴选提供科学清晰的流程(图 1)。

3) 遴选方法。仅依靠准则遴选过于抽象导致实操困难,不同遴选人员对遴选准则理解不同,因此,需要使用前沿方法辅助遴选。(1) 多指标体系:需要建立一套全面、科学的指标体系辅助遴选,一级指标为遴选准则中提到的战略价值、方向本身价值、发展价值、可行性 4 个维度,二级指标则涵盖前瞻性、创新性、可行性、影响力

等主观指标,论文影响因子、科研经费、领军人才数量等客观指标,进一步对遴选准则进行量化^[22],同时多渠道获取数据用以增加结果的合理性,全面评估各研究方向的价值,将专家的经验与客观数据相结合,从多角度对候选方向进行综合评价,保证遴选结果的可靠性和公正性^[23]。(2) 合理分配不同指标权重:运用文献计量法、专利分析法等定量方法,问卷调查法、德尔菲法等定性方法,层次分析法、模糊评价法等综合方法,对各指标进行权重分配和综合评分,确保遴选过程的客观性和透明度^[24]。(3) 专家权重动态调整:为确保评价体系灵活性与适应性,在具体实施时可根据专家的学科背景、研究领域、从业经历及评审任务特点,动态调整专家权重,能够在不同的遴选场景下更有效地反映各类专家对备选领域的专业见解,确保遴选的科学性与严谨性。

综上所述,如图2所示,依据前文提出的遴选准则,跨部门挑选多种背景的专业遴选人员,采用科学的遴选流程及方法,构建一套完整的遴选机制,以使空间科学与应用优先发展方向的遴选结果更加真实可靠。

5 结论及建议

中国空间科学与应用正处于高速发展阶段,遴选出真正值得发展的方向,集中资源攻破难题,促进重大成果产出至关重要。本文根据空间科学与应用领域相关特点,提出了相关遴选准则与遴选机制,为未来实际工作提供指导。尽

管遴选准则和遴选机制为科学决策提供了框架保障,但在推进过程中仍面临着若干关键问题需要关注。

1) 从学科发展生态的角度系

统性思考。空间科学与应用学科发展生态建立和遴选结果的实践转化需要更系统的战略思维,优先发展方向的确不是简单的排序,

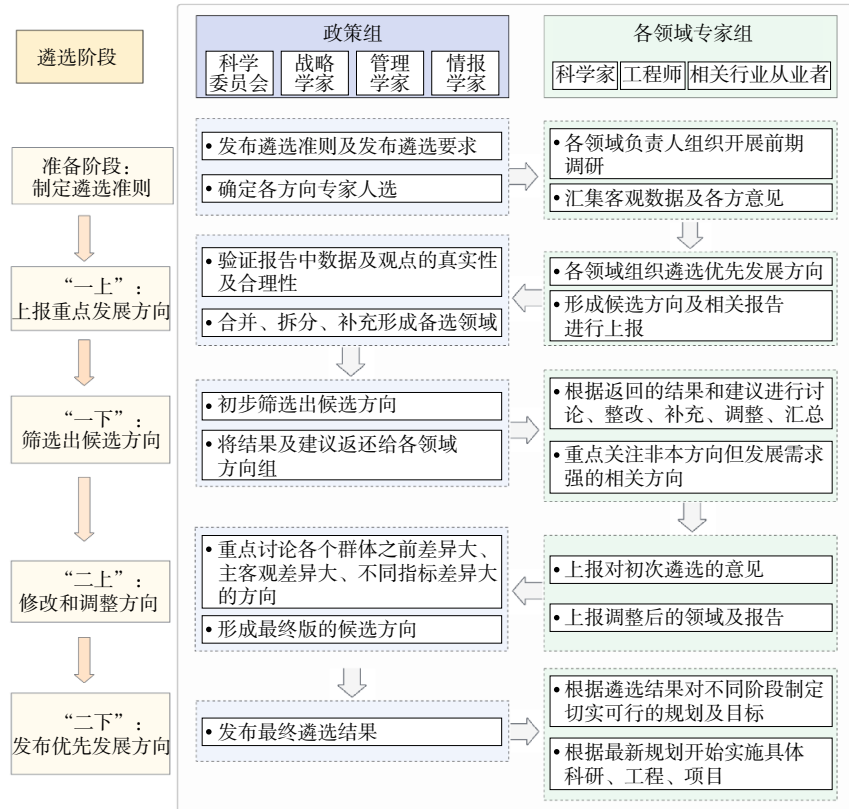


图1 空间科学与应用优先发展方向遴选流程

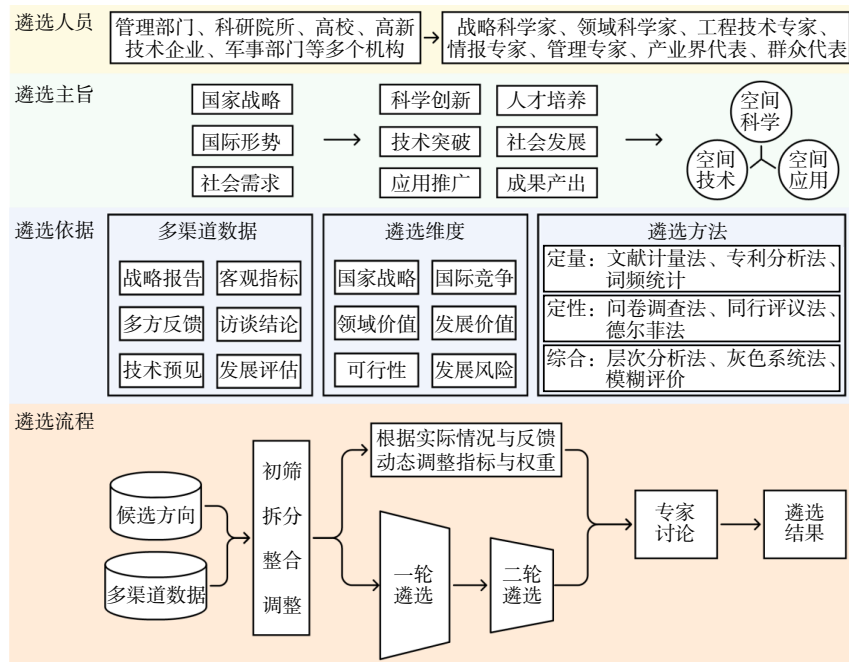


图2 空间科学与应用优先发展方向遴选机制

而是要考虑学科生态的整体性,在资源配置上,要充分认识到领域间的关联性和互补性,既要避免资源过度集中造成的“马太效应”,也要防止过度分散导致的效能损失。站在整体发展的视角系统思考资源配置,将有助于构建更具韧性和创新活力的学科发展生态。

2) 多渠道验证,确保达成广泛共识。不同群体基于其专业背景和实践经验,在领域判断上往往存在显著分歧。这种分歧不应简单视为认知偏差,而是反映了领域发展的多元性和复杂性。需要建立多层次的审议机制,通过专家研讨、论证等形式深入分析差异根源,通过主客观结合的科学方法凝聚共识,对差异较大的定性、定量指标进行验证,通过数据溯源、交叉验证等方式提升遴选的可信度。

3) 健全配套实施制度,确保战略规划落地。新兴交叉领域不断涌现,要求遴选体系具备更强的包容性和前瞻性,能够及时捕捉创新发展的新特征。为此,遴选机制的持续优化需要建立健全配套制度,包括明确的责任制度、常态化的监督评估、科学的激励措施等,形成系统性、周期性的制度保障,通过定期评估和滚动规划,及时响应科技发展的新趋势。

综上所述,中国空间科学与应用领域优先发展方向的科学遴选是一个需要系统思维和持续优化的复杂过程。从国家战略角度看,它不仅关系到空间科技领域的创新发展,而且是国家创新体系建设的重要组成部分。从方法论的科学性,到实践转化的战略性,再到配套制度的完整性,都需要在实践

中不断探索和完善。未来研究应进一步探索更具科学性和前瞻性的遴选模式,完善相关配套制度,从而为提升国家创新能力、实现高水平科技自立自强提供更有力的理论指导和实践支撑。

参考文献(References)

- [1] 杨国梁. 科技优先发展领域遴选的方法与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2024.
- [2] Gu Y D, Gao M, Zhao G H. Science research and utilization planning of China's space station in operation period 2022–2032[J]. 空间科学学报, 2020, 40(5): 609–614.
- [3] 顾逸东. 关于空间科学发展的一些思考[J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(8): 1031–1049.
- [4] 高铭, 赵光恒, 顾逸东. 我国空间站的空间科学与应用任务[J]. 中国科学院院刊, 2015, 30(6): 721–732.
- [5] 中国空间站科学研究与应用进展报告(2024)[R]. 北京: 中国载人航天工程办公室, 2024.
- [6] 王瑞祥, 穆荣平. 从技术预测到技术预见: 理论与方法[J]. 世界科学, 2003(4): 49–51.
- [7] 朱闲庭, 杨明, 杨国梁. 美国空间科学战略优先事项的的实施与评估机制及其启示[J]. 科技促进发展, 2021, 17(8): 1493–1502.
- [8] 陈媛媛, 赵宏伟. 欧盟与中国科技计划管理机制对比分析及启示[J]. 科技智囊, 2020(8): 71–80.
- [9] 吴季. 空间科学任务的全价值链管理和产出评估[J]. 中国科学院院刊, 2019, 34(2): 206–213.
- [10] 空间站应用与发展工程空间科学与应用项目指南(2024年)[R]. 北京: 中国载人航天工程办公室, 2024.
- [11] 空间站应用与发展工程空间科学与应用项目指南(V1.0)[R]. 北京: 中国载人航天工程办公室, 2023.
- [12] Ren S W, Fu X, Guo W T, et al. Profound cellular defects attribute to muscular pathogenesis in the *Rhesus* monkey model of Duchenne muscular dystrophy[J]. Cell, 2024, 187(23): 6669–6686. e16.
- [13] Peng J Y, Han L L, Liu B, et al. Gli1 marks a sentinel muscle stem cell population for muscle regeneration [J]. Nature Communications, 2023, 14(1): 6993.
- [14] Shao X X, Fu X, Yang J F, et al. The asymmetrical ESR1 signaling in muscle progenitor cells determines the progression of adolescent idiopathic scoliosis[J]. Cell Discovery, 2023, 9(1): 44.
- [15] Wang H P, Liao H, Hu L, et al. Freezing shrinkage dynamics and surface dendritic growth of floating refractory alloy droplets in outer space[J]. Advanced Materials, 2024, 36(24): 2313162.
- [16] Wang H P, Hu L, Xie W J, et al. Metastable liquid properties and surface flow patterns of ultrahigh temperature alloys explored in outer space[J]. Angewandte Chemie International Edition, 2024, 63(15): e202400312.
- [17] Wang H P, Liao H, Chang J, et al. Decoupling effect stimulated independent dendrite growth of eutectic phases under microgravity and containerless states[J]. Materials Today, 2024, 75: 386–392.
- [18] 中国载人航天工程办公室. 国家空间科学中长期发展规划(2024–2050年)[R]. 北京: 中国科学院, 2024.
- [19] 周建平, 吴季. 统筹空间科学、空间技术、空间应用协调发展的思考[J]. 中国工程科学, 2023, 25(2): 59–66.
- [20] 吴季. 空间科学概论[M]. 北京: 科学出版社, 2020.
- [21] 张九星, 张伟, 李绪志, 等. 国外载人航天应用成果管理研究及启示

- [J]. 载人航天, 2023, 29(4): 536–546.
[22] 范全林, 宋婷婷, 时蓬, 等. 空间科学强国指标体系研究及其启示[J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(8): 1076–1087.
[23] 苏为华. 多指标综合评价理论与方法问题研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2000.
[24] 杨宇. 多指标综合评价中赋权方法评析[J]. 统计与决策, 2006, 22(13): 17–19.

Selecting priorities for space science and application in China

NIAN Jidong^{1,2}, YANG Guoliang³, ZHANG Wei^{1,4*}

1. Technology and Engineering Center for Space Utilization, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094, China
2. School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China
3. Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China
4. Key Laboratory of Space Utilization, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094, China

Abstract As China Space Station enters the application and development phase, achievements in space science and applications have emerged frequently. Against this backdrop, the selection of priorities for space science and applications has become an urgent issue to be addressed. To efficiently allocate resources and facilitate the production of significant outcomes, four criteria for Selecting priorities are proposed, namely strategic value, inherent value of the direction, development value, and feasibility. This proposal is based on the characteristics of the space science and applications field, including high strategic value, strong cutting-edge exploratory nature, and strong resource constraints. In response to the nature of multi-disciplinary and multi-institutional participation, a selection process featuring top-down and bottom-up integration as well as multiple rounds of iteration is adopted. This process ensures the scientific validity and rationality of the results of Selecting priorities for space science and applications. Furthermore, key issues requiring attention are put forward: conducting systematic thinking from the perspective of the disciplinary development ecosystem; verifying through multiple channels to ensure broad consensus; and improving supporting implementation systems to guarantee the implementation of strategic plans.

Keywords space science and application; selecting priorities; manned spaceflight; space station ●



(责任编辑 王微)