颠覆性技术项目管理国际经验及启示：基于多案例分析视角

黄雁宁，赵筱媛，赵志远，李艾丹
（中国科学技术信息研究所，北京 100038）

摘 要：发展颠覆性技术正成为大国博弈的重要抓手，项目制是政府引导和促进该类技术发展的重要手段。以颠覆性技术项目管理流程为研究对象，对科技项目管理的项目发现、项目遴选、项目监督与评估等环节开展分析，通过对欧洲、日本和美国较有代表性的颠覆性技术项目的具体实践操作进行详细调研梳理，发现政府资助的颠覆性技术项目管理会因目标定位不同而有所差异。欧洲创新理事会（European Innovation Council, EIC）以启发式公开征集为特点，在无申请指南的情况下，征集潜在有价值的研究问题和实现路径。美国国防部高级研究计划局（Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA）和日本“登月”研发计划的项目管理以任务式公开征集为特征，利用申请指南界定具体研究问题或技术点，通过征集解决方案进行多路径尝试。

关键词：颠覆性技术；科技项目管理；案例分析；管理创新
中图分类号：G323；G327 **文献标识码：**A DOI：10.3772/j.issn.1009-8623.2023.11-12.003

自 1995 年克里斯滕森首次提出“颠覆性创新”概念，颠覆性技术受到了学术界、产业界的广泛关注。随着对科学技术创新与经济发展关系探究的不断深入，颠覆性技术创新被视为促进国家经济发展和提升国家竞争力的重要驱动力。在国家发展战略的实际需求下，各国纷纷加大对颠覆性技术领域的研究投入和实践，尤其是以美国为首的西方发达国家，更是加大对颠覆性技术的发现、孵化、培育和成熟的全周期投入。随着中国经济实力的不断增强，经济转型和综合国力提升的需求愈发迫切。中国将颠覆性技术创新视为突破关键技术困局的重要抓手。党的十九大报告提出，要加快建设创新型国家，突出关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新。科学技术部在“十四五”重点研发计划中设立并实施“颠覆性技术创新重点专项”，力求加强颠覆性技术供给，打造科技创新新体系，进一步推动颠覆性技术创新发展。颠覆性技术创新成为中国国家发展战略中的核心环节之一。然而，由于颠覆性技术具有显著区别于传统科学技术的不确定性和高风险性，导致对颠覆性技术的孵化和应用既不能直接套用传统科学技术管理模式，也无法完全依赖市场培育。同时，高风险性特点还加强了颠覆性技术对政府政策支持和引导的依赖性，因此，亟须一套与颠覆性技术特点相匹配的科技项目管理方式，以有效促进这一类技术发展。

颠覆性技术项目管理研究起步较晚，目前尚处

第一作者简介：黄雁宁（1994—），女，博士，助理研究员，主要研究方向为颠覆性技术创新研究、科技管理。
通信作者简介：赵筱媛（1978—），女，博士，研究员，主要研究方向为颠覆性创新研究、竞争情报与竞争战略、公共管理与科技政策。电子邮箱：zhaoxy@istic.ac.cn
项目来源：国家重点研发计划项目“颠覆性技术感知响应平台研发与应用示范”（2019YFA0707200）；中国科学技术信息研究所创新研究基金青年项目“颠覆性技术创新‘政府—社会资本’多元化资助模式研究”（QN2023-15）。
收稿日期：2023−08−09

于探索阶段[1]。颠覆性技术项目管理作为颠覆性技术研究领域的一个部分或衍生，研究起步较晚，尚处于探索阶段。国内对于颠覆性技术项目管理的研究主要包括从概念和特征辨析的角度讨论颠覆性技术的实质和内涵[2-7]，从国别实践角度探究颠覆性技术项目管理的组织模式[8-9]、管理体系、配套政策[5-7]等整体管理框架设计和技术培育资源配置安排[8-10]，从技术应用角度分析颠覆性技术市场化、产业化、成果转化的过程和路径[11-12]，从技术研发管理角度研究颠覆性技术的信息资源监测[13-14]、识别[15-16]、项目发现和遴选的基本流程及原则设计[17-19]。而从项目管理实践角度综合分析颠覆性技术项目管理特征的研究还需深入探讨。同时，在实践上，颠覆性技术创新的最终落地和知识孵化需要具有可行的政策措施加以引导和支持。因此，迫切需要总结现有国际典型实践的经验，探索适合中国实际国情的颠覆性技术项目管理方法，为颠覆性技术创新落地制定相匹配的管理措施和孵化路径。

本文基于文献和案例的调研分析，遵循科技项目管理流程的框架，对典型国家的颠覆性技术项目管理具体实践操作进行梳理，总结特点，为中国未来颠覆性技术项目全周期管理提供借鉴。

1 研究背景

科技项目的核心是科学技术的开发与研究，其主要目的是解决某种现实问题，因而具有项目整体性、流程性、约束性和明确指向性等特征。同时，科技项目以科学技术为核心对象，因此还具有科技本身的创新性这一本质特征[20]。在具体内容上，科技项目的全流程管理主要包括项目申报、项目筛选、项目立项、项目过程和结项管理。其中，项目过程管理和结项管理都是在项目立项的基础上延伸出的一系列后续管理措施[21]。

本文的核心研究对象是颠覆性技术项目管理，其本质是科研项目的一种。这类项目除了具有科技项目本身的特征外，还具有颠覆性技术特有的变革性强、风险性高和共识性低的特征。本文对这一类型的科研项目展开管理方式上的实践探究，结合科技项目和颠覆性技术项目两者的特征，选取3个国家和地区典型的颠覆性技术项目，遵循项目管理的流程，即项目发现、项目遴选、项目监督与评估，对其如何在实践中发现、孵化、培育这一项目开展研究。

2 研究方法

本文聚焦颠覆性技术项目管理的实践探索，研究核心是解决其基本管理流程、在实践中的特点、每一环节的具体措施等问题。为清楚了解颠覆性技术项目管理的具体操作流程、适用情景以及各流程之间的动态关联性，本文选择案例分析方法开展研究。为确保研究的可信度和科学性，避免单一案例在共性规律凝练方面的局限性，本文选择多案例研究的方式，通过对不同案例的清晰阐述、详细对比和深入分析找出共有特征，总结相应规律。

研究结论在很大程度上取决于选择的案例样本。目前，针对颠覆性技术项目的管理主要包括两种类型：一是基于已有的组织机构设立计划或专项从事这一类型项目资助。二是重新成立单独机构专门实施颠覆性技术项目资助。因此，在进行案例选择时必须囊括这两种类型。此外，考虑到典型性、资料可获取性、颠覆性技术本身的前瞻性，以及组织机构成立的时间、国别、特点等方面的覆盖度与代表性，本文选取了欧洲创新理事会（European Innovation Council，EIC）、日本“登月”研发计划（Moonshot R&D Program）以及美国国防部高级研究计划局（Defense Advanced Research Projects Agency，DARPA）3个机构作为重点研究案例。其中，美国DARPA虽然成立时间较早，但作为最早涉猎这一领域的国家机构，具有较强的代表性。同时，本文在资料获取途径上，通过查找各国官方网站，获取颠覆性技术项目管理的具体政策、申请指南、历年项目申请材料、具体实施方法、项目宣传视频和项目分析报告等保证资料的准确性，以此展开深入分析。

3 典型案例述评

3.1 欧洲创新理事会

欧洲创新理事会是根据欧盟国家元首要求，基于“地平线欧洲”战略计划于2018年开始试点启动的识别、发展突破性技术创新的资助机构。项目资金用于支持从突破性技术的早期研究、开发到突破性技术创新的概念验证和技术转化，再到突破性技术初创企业和中小企业的市场化发展和规模扩大的技术全周期发展。为颠覆性技术创新提供灵活的

全周期资金支持。欧洲创新理事会设有 EIC 项目经理（EIC Programme Manager），其重要职责就是为技术创新和突破制订计划，并管理项目群组。

3.1.1 项目发现环节的实践

在项目发现流程上，由 EIC 通过官方网站发布详细的公开征集信息，符合条件的申请人按要求在线提交申请材料。在项目类型上，EIC 项目包括 3 类："EIC 开拓者项目（the EIC Pathfinder）"，用于突破性或改变游戏规则类技术的深入研究；"EIC 过渡项目（the EIC Transition）"，用于将研究成果转化为创新实践；"EIC 加速器项目（the EIC Accelerator）"，用于个体公司开发和扩大具有高风险和高影响力的突破性创新 [22]。每个项目内部可划分为开放类和挑战类。开放类项目设立的目的是基于高风险高回报的科学技术突破性跨学科研究，为具有潜在价值的技术项目提供资金。挑战类项目设立的目的是以推动欧盟向绿色、数字和健康社会转型为优先事项，同时考虑"地平线欧洲"的整体战略规划，重点为能够解决具体技术创新问题的有价值提案提供资金 [23]。

3.1.2 项目遴选环节的实践

在收集项目申请材料后，进入项目管理的第二个阶段，即申请材料遴选评估阶段。在这一阶段主要涉及评审主体、遴选标准和遴选流程 3 个方面。

在评审主体上，EIC 项目评审主体包括由 EIC 专家评估员（EIC Expert Evaluator）及获得许可的 EIC 项目经理组成的 EIC 评估委员会（EIC Evaluation Committee）以及由独立投资者、企业家和其他外部专家组成的 EIC 评审团（EIC Jury）。EIC 评估委员会负责根据遴选标准对申请材料进行评估并对符合评分阈值的申请材料进行排名；EIC 评审团负责对"EIC 过渡项目"和"EIC 加速器项目"入围的申请人进行面试。

针对不同项目类型，EIC 制定了具有针对性的遴选标准和流程 [24]。对于"EIC 开拓者项目"，无论是开放类还是挑战类，都采取两轮次加权排序评分的同行评议方法进行遴选评议 [25]（见表 1）。在第一轮评审中，两类项目采取同样的遴选方法，根据各自的遴选标准由 EIC 专家评估员进行在线评估和打分。总分是 3 项评估标准的 3 个中位数的加权总分。两类项目具体遴选方法在第二轮评审中有所差异。第二轮评审中，开放类项目由 EIC 评估委员会在协商一致的讨论结果基础上决定最终得分，并对最终得分相同的申请材料设定优先要素序级；挑战类项目由 EIC 评估委员会根据上一轮评审得分和每个申请对挑战项目群的贡献分类确定最终分数，随后在各类别组的最高得分者中挑选出合适的待资助申请材料群，建议资助。

对于"EIC 过渡项目"，采用两轮均值加总评分和二元评分法相结合的同行评议方法。由不同人员构成的专家评估小组评估和打分。在第一轮评审中，要有至少 3 名 EIC 专家评估员根据每项评估标准（见表 1）对申请材料进行评估和打分。取各评估员分数均值构成每项评估标准总分，取 3 个评估标准总分之和构成申请材料的总分。将申请材料按得分高低进行降序排列，构建一个大约总计资金需求是现有资金支持能力两倍的提案库，再进入下一轮评审。在第二轮评审中，EIC 评审团对进入提案库的申请团队进行面试，EIC 评审团最多由 6 名成员组成，其中可能包括一名在提案涉及领域有所专长的 EIC 项目经理。

对于"EIC 加速器项目"，采取二元评分法对精炼申请材料和完整申请材料分 3 个阶段进行同行评议。在第一阶段，根据精炼申请材料领域匹配专家进行"背靠背"的二元评分（见表 1）。在第二阶段，完整申请材料将被发送给 3 个与申请材料涉及领域相匹配的 EIC 专家评估员。只有 3 位评估员对所有标准都给出"合格"评价，申请人才可以参加第三阶段的 EIC 评审团面试。在第三阶段，EIC 评审团根据面试和他们的总体评估，推荐申请是否获得资助。

3.1.3 项目监督与评估环节的实践

EIC 侧重对项目进展的监督与评估。拨款机构将定期监测项目执行情况，以及项目实施和对拨款协议的完成情况，包括评估可交付成果和报告。项目进展主要通过参与者主动记录、项目里程碑和成果的进展报告与定期报告进行监督。进展报告在内容上包括实现阶段性目标的情况、可交付的成果、对可公布摘要的更新，对关键风险、出版物、交流活动、知识产权的回应以及项目要求的具体监督信息。定期报告由技术报告和财务报告两部分组成，除结构化内容报告外，对于异常情况

表 1　EIC 项目遴选评估标准、评估方法及遴选流程

项目	开拓者项目	过渡项目	加速器项目
评估标准	卓越性、影响、执行的质量和效率		卓越性、影响、风险程度、实施情况和对联盟支持的需求
评估方法	中位数加权评分	平均值加总、二元评分法	二元评分法
遴选流程	两轮次加权排序	两轮均值加总评分和二元评分结合	按三阶段分两类材料开展

资料来源：《EIC 2022 年工作计划》[26]。

也需在定期报告中写明。此外，拨款机构还可以进行深入的项目评估，这些评估通常侧重于项目的技术执行情况。

3.2　日本“登月”研发计划（目标 8 和目标 9）

日本政府于 2018 年制定了一个以解决复杂社会问题和创造颠覆性创新为总体构想的“登月”研发计划，用以改进日本颠覆性技术创新计划（ImPACT）。“登月”研发计划试图通过大力推动研发，最大限度地发挥日本基础研究能力，在顶尖研究人员的指导下，汇集全球英才，识别和发展变革性研究项目。在“登月”研发计划初期七大目标的基础上，日本科学、技术和创新委员会（The Council for Science, Technology and Innovation，CSTI）于 2021 年 9 月 28 日确定了两大新目标——目标 8 和目标 9[27]，并由日本科学技术振兴机构（The Japan Science and Technology Agency，JST）负责实施[28]。

日本“登月”研发计划由出资机构任命项目主任，统一指导和监督由项目经理推动的多个研发项目组成的计划。项目主任负责起草包含项目组合和资源分配等在内的管理计划，出资机构在此基础上对项目组合计划做出最终决定并利用多年期资助制度反复调整投资组合，最长项目投资期限为 10 年。

3.2.1　项目发现环节的实践

日本“登月”研发计划的项目是以遴选满足需求的项目经理为目的。在确定目标和项目组合后，公开征集招募项目经理，通过评估项目经理以及其项目计划草案，遴选出合适的项目经理。在项目发现流程上，由 JST 官方网站发布公开征集公告，符合要求的申请人在线提交申请材料。“登月”研发计划目标 8 和目标 9 将研究分为强调可实践性的一般研究周期为 5 年、最长可延至 10 年的核心研究（Core Research）和侧重辅助核心研究的一般研究周期不超过 3 年的可行性研究（Feasibility Study）两类，并根据不同的研究类型设计了不同的研究要求、周期安排和项目经理数量，提高了研究效率和研究资助的针对性。

3.2.2　项目遴选环节的实践做法

对项目经理和项目提案设置不同的评审主体。参与项目经理遴选的评审主体包括项目主任和外部专家。负责具体项目的评审主体主要包括项目主任、项目经理和 JST 组建的外部专家评审组。针对项目遴选流程，在收集到项目经理申请材料后，首先，由项目主任及副主任和外部专家对通过申请材料评估和面试两轮遴选的申请进行评估。其次，监督委员会（the Governing Committee）根据项目主任评估结论讨论确定项目经理人选。最后，JST 将根据监督委员会建议，对项目经理的聘用做出最终决定。

在公开征集项目经理阶段，遴选标准主要包括两个方面[29]：一是对项目经理自身能力评估，包括领域内声望、人际关系、专业知识和领导、管理等综合能力；二是对由项目经理提出的研发项目进行评估，包括研究领域前沿梳理以及项目的创新性、变革性和可实践性[30]。

3.2.3　项目监督及评估环节的实践

日本“登月”研发计划对项目进展的监督和评估包括外部评估和内部自我评估。外部评估由 JST 组建的外部专家组依据外部评估标准开展。评估标准包括项目主任及研发项目群和项目经理及研发项目两个部分，从项目进展、管理者对研发项目群或项目的管理情况、市场化程度 3 个维度进行评估。外部评估原则上是在研究开始后的第 3 年和第 5 年

开展。对于5年以上的项目，一般在第8年和第10年再次进行评估。

对于内部自我评估，JST原则上要求每年开展内部自我评估。其中，对项目经理的评估包括根据“里程碑”要求的项目进展情况以及项目经理的项目管理情况。同时，评估结果将上报相关部门和上级机构。JST结合项目主任的结论对项目是否继续或中止做出判断[31]。

3.3 美国国防高级研究计划局

美国于1958年建立DARPA，为国家安全的突破性技术进行关键投资。通过对科学和技术进行战略性的早期投资推动美国军事和商业技术的发展。DARPA是一个相对扁平且规模较小的组织，由局长办公室、6个技术项目办公室、适应性执行办公室、航空航天项目办公室、战略资源办公室和任务服务办公室组成。项目经理被视为DARPA模式取得成功的重要因素[5]。

3.3.1 项目发现环节的实践

DARPA的每个技术办公室主要通过发布广泛机构公告（Broad Agency Announcement，BAA）或研究公告（ResearchAnnouncement，RA）公开研究资助计划，招募符合标准的研究提案。为进一步区分研究目的，DARPA将项目分为3个类别：一是小型、短期（6～9个月）、概念验证、广泛征集的种子/新苗（Seedings）项目，二是多年期、可行性专项研究的一般项目，三是面向符合条件的小企业创新研究（Small Business Innovation Research，SBIR）或小企业技术转化（Small Business Technology Transfer，STTR）项目，根据类型采取不同的资助和征集方式[32]。

3.3.2 项目遴选环节的实践

项目遴选的评审主体由项目经理、评审员、主题专家和科学评估官员组成的评估小组构成，其中，项目经理具有决策权。项目经理负责制通过集中权利、单人决策的方式对具有不确定性、高风险性和低共识性的申请材料做出快速判断，简化决策流程，提高遴选颠覆性技术项目的决策效率。项目经理通常是来自实验室、政府研发部门或企业部门经验丰富的专业人士。

遴选评估包括评估申请摘要和评估完整申请材料。遴选标准主要包括科学和技术价值、对DARPA任务的潜在贡献和相关性以及报价合理性3个方面，强调技术可以加强国家安全技术基础，具有创新性、可行性、可实现性和完整性。项目经理有权决定评估申请摘要后是否要求申请人提交完整申请材料。项目经理根据评审员的评价、主题专家提供的技术信息以及项目经理自己的独立判断，决定哪些提案可以进行资助。评审员必须根据广泛机构公告中规定的评价标准对每份申请材料进行定性评价，明确指出申请材料的优点和缺点。在评估过程中，申请材料之间不会被相互比较，而是根据其自身的优点进行评价，以确定该申请材料是否满足项目征集标准。

3.3.3 项目监督与评估环节的实践

在项目进展监督和项目评估管理方面，DARPA主要通过制定分阶段“里程碑”对项目进展情况进行灵活评估。通常会在公开征集阶段将每个项目的阶段性“里程碑”和可交付成果详细列出，每个阶段按项目进展时长设定达标要求。同时，由于不同颠覆性技术项目存在各自特点，DARPA还会采取一对一的方式，根据项目本身特点制定不同的评估细则。

4 案例比较分析

本文通过对3个国家和地区典型实践案例的梳理，按照项目管理流程对案例内容进行对比分析（见表2）。

4.1 项目发现环节

首先，各个项目管理机构均采取公开征集的方式，通过公共网站发布项目需求公告，要求申请人在线注册递交申请材料。由于颠覆性技术的前瞻性，其既具有学科交叉的特征，又具有非共识性特征，较难采取项目“包干制”的方式将任务分配到具体研究者，因此，更多地依赖于开放渠道面向所有或某类机构、企业、研究者进行大范围征集。此外，注册制可以实现在征集前做好对申请人的前置筛选，提高材料收集的质量。

其次，根据3个典型案例的实践情况，政府资助的颠覆性技术项目开展公开征集的目的主要有寻求具体目标的实现路径和征集潜在有价值的研究问题及实现路径两种[33]。美国DARPA和日本“登月”研发计划通过资助机构发布附有申请指南的公开征集公告，通过申请指南明确需要解决的技术难点，征集符合条件的研究机构或个人承担项目任务，

表 2　典型案例实践汇总

项目管理流程	类别	EIC	日本“登月”研发计划	美国 DARPA
项目发现环节	发现方式	网站发布无申请指南的公开征集信息	网站发布附有申请指南的公开征集信息	
	项目分类	EIC 开拓者项目、EIC 过渡项目、EIC 加速器项目	核心研究、可行性研究	种子项目、一般项目、小企业创新研究或小企业技术转化项目
	目的	围绕宏观战略目标挖掘形成分类别、“概念研究 – 技术落地”全链条的潜在可研究项目库	为具体任务、问题寻找解决方案	
项目遴选环节	遴选方式	跨领域专家评估小组的同行评议	项目主任主导下的同行评议	项目经理决定制下的同行评议
	评审主体	EIC 专家评估员、EIC 评估委员会、EIC 评审团	项目主任、外部专家	由项目经理、评审员、主题专家和科学评估官员组成的评估小组
	遴选标准	卓越性、影响、执行的质量和效率、风险程度、实施情况和对联盟支持的需求	对项目经理自身能力评估；对由项目经理提出的研发项目评估	科学和技术价值、对 DARPA 任务的潜在贡献和相关性、价格合理性
	评价方法	打分排序式定量评价方法，申请材料间竞争性排序	未明确列出	非打分式定性评价，不进行项目申请材料间的竞争性比较
	目的	在战略目标指导下，挖掘出值得研究的颠覆性技术项目	围绕具体问题，展开广泛尝试多路径	
项目监督与评估环节	方法	项目执行人行为记录、审查项目进展报告和定期报告、财务审计	进展报告和实地调查	对分阶段“里程碑”进行评估和一对一制定规则
	周期	定期报告与灵活评估相结合	外部评估一般在第 3 年和第 5 年进行评估；5 年以上项目在第 8 年和第 10 年再次进行评估；每年开展内部自我评估	一对一单独规定评估细则和方式
	目的	及时跟踪和监督项目最新进展，灵活动态调整资源配置、中止失败路径尝试，为具体问题快速找寻解决方案		

以自上而下的任务派发形式寻求具体技术的实现办法[34]。EIC 通过发布以欧盟战略规划为指导的宏观研究目标，资助机构以启发性引导向研究人员收集潜在技术难点和具体研究问题，是一种自下而上的渠道，通常无申请指南。

最后，颠覆性技术项目往往在项目发现阶段就会明确划分项目类型。总体上，项目类型被分为基础研究和应用研究两大类。各国根据国情需求，在类型划分上增加了技术市场化考量，即将应用研究再细分为是否考虑技术成果转化。日本“登月”研发计划将项目类型划分为核心研究和可行性研究，未强调技术的市场化。而美国 DARPA 和 EIC 较为相似，将项目划分为基础研究、应用研究和技术转化 3 类。基础研究不强调研究成果的可实践性，以针对某一概念或想法的可行性为研究核心；而应用研究则注重技术路线的可实践性；技术转化则增加了对技术成熟后的市场化，是对某项技术的落地和成果应用。EIC 通过围绕宏观战略目标挖掘分项目类型，形成“概念研究 – 技术落地”全链条的潜在可研究项目库。

4.2　项目遴选环节

根据 3 个典型案例的实践经验，可以发现，由于资助机构开展公开征集的目的存在差异，在项目遴选环节的设计方面也存在一定区别（见表 2）。

从公开征集的目的差异来看，遴选环节的区别主要体现在评审主体和评价方法两个方面。当公开征集的目的是快速寻找具体技术问题的解决方案时，对于评审主体，采取拥有较大自由裁量权的项目经理制成为美国 DARPA 和日本“登月”研发计划的实践共识[35]。颠覆性技术的前瞻性特点决定了它的技术路线具有不确定性，需要通过大量的路径尝试才能确定其可实践性。因此，需要有较大决定权的管理者从整体项目群设计的角度衡量项目申请材料是否符合需求，如何合理匹配各项资源等。美国 DARPA 和日本“登月”研发计划所设置的项目经理或项目主任就是拥有较大决定权的管理者。组织机构通过赋予他们较大的决定权、自主权和容错度，实现对项目群设计和单个项目的立项及进展的管理。对于评价方法，颠覆性技术的变革性和前瞻性特点决定了它是一种早期共识性较低的技术类型。评价方法的设立需要考虑如何减少对潜在颠覆性技术的误判和遗漏，从而最大限度地保障多路径尝试。打分排序式定量评价方法会对非共识性意见有所削弱。因此，美国 DARPA 采取非打分式定性评价，并且不进行项目申请材料间的竞争性比较。由评审主体依据遴选标准衡量申请材料本身的优缺点，进行定性评论，确定该申请材料是否满足申请指南中的各项标准。

当以实现高效征集潜在有价值的研究问题及实现路径为目的时，EIC 采取专家小组负责制，通过设立评审小组作为评审主体，集体对项目申请材料进行遴选。从目的看，这类公开征集通过组织机构设立宏观目标启发式向研究人员征集相关具体研究问题和实现路径。收集的申请材料往往具有跨领域特性和多样性，而且，无论是申请人还是评审人员对宏观目标的理解都具有个人主观性。组织机构采取多领域的专家小组集体决策可以较好地满足项目申请材料的交叉性和多元化特点并减少个人主观对宏观目标的理解偏差。由于评价方法缺乏具体任务和问题的指导，启发式公开征集面临如何有效筛选、区分众多项目申请材料的问题。因此，申请材料间竞争性比较必不可少。为了更好地比较项目申请材料中各项内容间的差异，EIC 对申请材料各项内容进行量化，采取打分排序式定量评价方法，在相同量纲下排序比较申请材料，有效提升对颠覆性技术研究方向的判断效率。

在遴选标准上，3 个典型案例体现出一定的共性特征。第一，技术卓越性或者是整体的科学和技术价值成为衡量颠覆性技术价值的重要指标。第二，除了评估技术价值，该技术带来的影响，包括社会、生态等多维度的影响也成为评判是否具有潜在颠覆性的一个重要方面。此外，影响的评估维度往往也包含与国家发展战略的相关性和贡献度。第三，在遴选时项目风险性往往不占较大比重。虽然，美国 DARPA 和 EIC 都对项目风险有所考虑，但总体上，项目风险性高并不会对立项产生决定性影响。第四，项目执行团队的能力也是重要的衡量方面，在项目申请材料上往往会涉及提供材料证明项目主申请人的科研能力、专业性以及项目执行团队能够付出的时间精力等。第五，将项目投资收益纳入遴选标准。从实践上看，虽然美国 DARPA 将“价格合理性”作为三大遴选标准中的一条，且将其视为衡量申请材料的一个重要方面，但类似的成本价格衡量并未在 EIC 项目评估中特别体现，然而，EIC 在申请材料的评估上重视对商业价值和可市场化的衡量。无论是对成本价格的投资衡量还是对未来市场化的回报衡量，其本质都是在衡量项目的投资收益。对于项目投资而言，衡量投资收益是考虑资金是否得到有效利用的一个重要方面。颠覆性技术项目虽然服务于国家需求、依赖公共资本，但是能够充分利用公共资本带动社会资本投入同样是需要重点考虑的因素。鉴于此，对颠覆性技术项目投资收益的衡量既是对项目投资本质要求的考量，也是对保障资金使用效率要求的考量。

在遴选程序上，为充分发掘潜在颠覆性技术项目，3 个典型案例均采取多轮次遴选的方法。通过设置不同的遴选小组，对申请资料进行多轮筛选，以减少对潜在技术的误判，同时多维度保证遴选的公正性。

4.3 项目监督与评估环节

项目监督与评估环节强调绩效管理程序前移和全流程考核，侧重分段式目标导向评估和持续性追踪的绩效评估。颠覆性技术项目的高风险性和不确定性要求绩效评估要打破指标化和一次性验收方式。颠覆性技术项目绩效评估应充分利用项目任务书或合同中的“里程碑”，实现对项目分段式目标导向结果评估。通过对结果评估的前移和按阶段拆分研究目标进行绩效评估，将颠覆性技术项目的不

确定性特征带来的研究风险最小化，有利于及时纠正研究路径偏差，调整项目资源配置和项目布局，从而保证项目目标的最终实现。

根据 3 个典型案例的实践做法，在项目监督与评估上，均采取项目执行人主动报告和接受被动审查的方式进行分阶段灵活管理，包括主动记录、报告项目变更等行为和按项目“里程碑”或定期提交项目进展报告、财务审计以及实地调查等接受被动审查方式（见表 2）。通过对颠覆性技术项目的动态化监督和评估，灵活调整项目要求和配套资源，形成满足颠覆性技术特点的监督和评估机制。此外，由于项目经理等类似角色对项目进展和完成具有重大影响，在项目结果评估中也应增加对这类角色的评估，从而为综合衡量、评估项目绩效起到补充作用。

整体上，EIC 的颠覆性技术项目管理是以启发式公开征集为特点，在无申请指南的情况下，征集潜在有价值的研究问题和实现路径，具有发散性强、约束性低的特征（见表 3）。通过这一类型的项目组织管理方式，自下而上地为以宏观战略目标为导向的颠覆性技术项目寻求研究问题及解决路径。美国 DARPA 和日本“登月”研发计划的项目管理是以任务式公开征集为特点，利用申请指南明确具体研究问题或技术点，征集解决方案进行多路径尝试，具有资源匹配度高、针对性强的特征。这类项目管理方式可以集中资源为颠覆性技术项目提供解决具体问题的方式，防止因目标不明确造成的资源浪费和成本增加。

表 3　案例特点总结

案例	EIC	日本“登月”研发计划	美国 DARPA
整体差异	自下而上的启发式公开征集，由研究者向组织机构提交满足宏观目标的具体研究问题和实现方法； 无申请指南； 核心目的为征集潜在有价值的研究问题和实现路径； 发散性强，可以广泛收集到各类问题的解决路径	自上而下的任务式公开征集，由组织机构确定具体目标或技术类研究任务，向研究者征集不同解决路径； 有申请指南； 核心目的为寻求具体技术的实现路径； 资源匹配度高，通过集中资源解决具体问题，防止因目标不明确造成的资源浪费和成本增加	
项目类型	以宏观战略目标为导向的颠覆性技术项目	以具体技术需求、任务为导向的颠覆性技术项目	

5　研究结论与启示

5.1　研究结论

颠覆性技术项目作为科技创新孵化的一个途径，如何更好地管理这类项目对中国科技事业自立自强、提升中国科技创新能力和经济发展潜力以及建成科技强国有重要意义。本文通过多案例分析的方式，对颠覆性技术项目管理的具体实践进行了梳理和总结。研究显示，颠覆性技术项目管理在注重颠覆性技术特点的同时，受项目设立目标和定位的影响，各机构在实际项目管理中会设置不同的环节和标准等。EIC 以欧盟宏观发展目标为指导，通过无申请指南的公开征集信息的方式向研究者收集具有潜在有价值的研究问题和实现路径。在项目发现和遴选环节以如何高效筛选和区分申请材料为出发点，由跨领域专家采取打分排序式定量评价方法，保障了筛选效率以及结果的广泛性。美国 DARPA 和日本“登月”研发计划本质上都是以具体技术和研究问题为指导，通过有申请指南的公开征集信息的方式向研究者征集具体技术的实现路径。在项目发现和遴选环节以如何实现具体技术为出发点，设立拥有决策权的项目经理，采取非打分式定性评价法，保障了多路径的技术实现，提高了容错度。在项目监督和评估环节，各国在颠覆性技术项目管理上具有较高的共性，以颠覆性技术特征为核心，采取短周期、灵活性评估，及时调整项目进度和资源配置，以报告和实地走访的方法，对项目进展、承担人以及项目经理进行监督和评估。

5.2　启示

颠覆性技术作为引领性、前瞻性技术，是创新驱动发展的重要突破口之一。党的二十大报告强调，以国家战略需求为导向，集聚力量进行原创性引领性科技攻关，坚决打赢关键核心技术攻坚战。政府资助下的颠覆性技术是以国家战略需求为导向的科技创新和攻关。如何合理有效地配置资源，对

颠覆性技术进行系统化、体系化培育是中国迈入科技自立自强新发展阶段亟待解决的问题。通过总结归纳发达国家或地区对颠覆性技术项目管理的典型做法，可以为未来中国设计和完善颠覆性技术项目管理各环节、更高效地实现对颠覆性技术项目的培育和孵化提供一定借鉴和启示。

第一，从顶层设计来看，中国颠覆性技术项目管理需要因地制宜，合理设计。中国颠覆性技术项目管理处于起步阶段，既需要借鉴他国成功经验，又需要结合自身战略需求和国家发展阶段，对颠覆性技术项目的组织管理和实施进行本土化调整，从而在不断优化和完善颠覆性技术项目全流程组织管理中，推动颠覆性技术创新研究的开展，抢占全球技术创新发展先机，引领高质量发展。

第二，在颠覆性技术项目发起阶段要考虑划分项目类型、区分征集对象。颠覆性技术作为变革性技术创新，在培育上，既需要“广撒网式”的发散培育，又需要集中力量式的特定培育。划分项目类型可以实现对研究目标的区分，通过采取相应的遴选标准和项目管理办法实现有针对性的颠覆性技术培育与孵化。同时，这也有利于提升资助质量和效率，更有利于推动目标领域技术的创新发展。

第三，在项目管理全流程中合理利用项目经理和专家小组。首先，在项目经理和专家评估小组人员选择上，适当增加有综合性背景的人选。在重视专家学科和技术等专业知识背景的同时，增加对行业影响力、科技管理和商业管理等方面能力的考虑。为项目遴选提供多维度视角，提升对项目价值的判断质量。其次，项目经理制成为颠覆性技术项目管理中的共识性举措。项目经理通过权责集中制，对项目进展和项目群构建发挥整体布局和全程把控的作用。项目经理制通过简化组织结构和集中决策权可以很好地鼓励对颠覆性技术的探索性研究和路径尝试。最后，专家小组作为颠覆性技术项目遴选环节的评审主体之一，具有跨领域、人数少、专业性强的特征。专家小组评价综合了个体智慧与集体智慧，可以提高颠覆性技术遴选的专业性和项目的可实现性，为研发路径的成功提供保障。因此，在颠覆性技术项目管理不同阶段应灵活运用这两种评议决策方式，为颠覆性技术项目管理提供弹性管理支持。

第四，在项目遴选环节综合运用多阶段定性评价和定量打分的方法。颠覆性技术项目在遴选过程中的一个突出特点是共识性低。在项目遴选环节，通过多阶段的遴选流程，可以充分避免单轮评估对低共识性项目的误判并实现对低共识性意见的深入讨论，最终凝练出共识性意见。在遴选评价方法上，3 个典型案例根据自身的研发需求，采取不同方法解决颠覆性技术的非共识性问题。定性评估、定量评价均有其不同的适用性。因此，在中国颠覆性技术项目管理的实践中，可以在遴选流程中综合运用两种评价方法，根据遴选阶段和遴选目的，综合选择相应遴选评估方法。

第五，在项目监督和评估环节强调灵活、动态监管和财务透明性。只有对项目进展做到及时了解，才能做到项目快速启动、快速中止，及时调整配套资源，保证项目资助小额起步、多路径同步尝试。此外，为营造一个宽松且鼓励探索的研发环境，颠覆性技术项目往往在资金的使用上约束较少。因此，为保证资金的合理使用和项目执行效率，对经费的监管非常重要。项目管理机构可以通过要求资助机构和项目执行人提交年度性运行情况报告和账目审计，在约束执行人和项目经理资金使用的同时，也能很好地保证研究效率和质量。■

参考文献：

[1] 张光宇，曹阳春，戴海闻，等. 颠覆性创新国际研究 25 年回顾：基于文献计量分析 [J]. 科技管理研究，2021, 41(15): 1-10.

[2] 彭春燕. 日本设立颠覆性技术创新计划探索科技计划管理改革 [J]. 中国科技论坛，2015(4): 141-147.

[3] 贾珍珍，曾华锋，刘戟锋. 美国颠覆性军事技术的预研模式、管理与文化：以美国国防高级研究计划局 (DARPA) 为例 [J]. 自然辩证法研究，2016, 32(1): 41-45.

[4] 郝君超，王海燕，李哲. DARPA 科研项目组织模式及其对中国的启示 [J]. 科技进步与对策，2015, 32(9): 6-9.

[5] 丁明磊，陈宝明. 美国联邦财政支持新型研发机构的创新举措及启示 [J]. 科学管理研究，2015, 33(2): 109-112.

[6] 韩凤芹，罗珵. 构建面向颠覆性创新的财政科研资助体系 [J]. 中国软科学，2020(10): 26-35.

[7] 程如烟，孙浩林. 主要经济体支持颠覆性技术创新的政策措施研究 [J]. 情报学报，2021, 40(12): 1263-1270.

[8] 杨芳娟，梁正，薛澜，等. 颠覆性技术创新项目的组织实施与管理：基于DARPA的分析 [J]. 科学学研究，2019, 37(8): 1442-1451.

[9] 窦超 , 代涛 , 李晓轩 , 等 . DARPA 颠覆性技术创新机制研究 : 基于 SNM 理论的视角 [J]. 科学学与科学技术管理 , 2018, 39(6): 99-108.

[10] 智强 , 林梦柔 . 美国国防部 DARPA 创新项目管理方式研究 [J]. 科学学与科学技术管理 , 2015, 36(10): 12-22.

[11] 尚甜甜 , 缪小明 , 鲁迪 , 等 . 颠覆性技术与商业模式共演过程研究 [J]. 科技进步与对策 , 2020, 37(4): 11-18.

[12] 许泽浩 , 张光宇 , 廖建聪 . 基于战略生态位管理视角的颠覆性技术成长过程研究 [J]. 中国科技论坛 , 2016(2): 5-9.

[13] 崔怡雯 , 赵筱媛 , 苏成 , 等 . 面向颠覆性创新的技术监测分类体系研究 [J]. 情报学报 , 2021, 40(12): 1288-1293.

[14] 李曼迪 , 苏成 , 崔怡雯 , 等 . 面向颠覆性技术情报采集的网络信息源研究 [J]. 情报学报 , 2021, 40(12): 1294-1300.

[15] 苏鹏 , 苏成 , 潘云涛 . 颠覆性技术识别方法发展现状及启示 [J]. 图书情报工作 , 2019, 63(20): 129-138.

[16] 邓建军 , 刘安蓉 , 曹晓阳 , 等 . 颠覆性技术早期识别方法框架研究 : 基于科学端的视角 [J]. 中国科学院院刊 , 2022, 37(5): 674-684.

[17] 张玉磊 , 戴海闻 , 许泽浩 , 等 . 颠覆性技术遴选的基本原则与运行流程研究 [J]. 科技管理研究 , 2020, 40(13): 209-216.

[18] 郑彦宁 , 袁芳 . 颠覆性技术研发管理研究 [J]. 科研管理 , 2021, 42(2): 12-19.

[19] 王静 . 英国科研项目的同行评议制度 [J]. 全球科技经济瞭望 , 2022, 37(4): 21-25, 37.

[20] 华斌 . 知识管理在科技项目立项评价中的应用研究 [D]. 天津 : 天津财经大学 , 2008.

[21] 曲久龙 . 科技计划项目评估理论与方法研究 [D]. 长春 : 吉林大学 , 2006.

[22] European Commission. Launch of the new European Innovation Council[EB/OL]. [2023-08-13]. https://ec.europa.eu/info/news/launch-new-european-innovation-council-2021-mar-03_en.

[23] EIC. Identification of emerging technologies and breakthrough innovations[R/OL]. [2023-08-13]. https://eic.ec.europa.eu/documents-0_en.

[24] Europa. Horizon Europa programme application forms[EB/OL]. [2023-08-13]. https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/horizon/temp-form/af/af_he-eic-pathfinder-open_en.pdf.

[25] European Innovation Council. EIC Pathfinder [EB/OL]. [2023-08-13]. https://eic.ec.europa.eu/eic-funding-opportunities/eic-pathfinder_en.

[26] European Innovation Council. European Innovation Council (EIC) Work Programme 2022[EB/OL]. [2023-08-13]. https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/horizon/wp-call/2022/wp_horizon-eic-2022_en.pdf.

[27] Japan CAO. Creating new moonshot goals[EB/OL]. [2023-08-13]. https://www.jst.go.jp/moonshot/en/application/202009/files/newgoal_e.pdf.

[28] JST. How to use the cross-ministerial R&D management system (e-Rad) for Your Application[EB/OL]. [2023-08-13]. https://www.jst.go.jp/moonshot/en/application/202112/files/e-rad.pdf.

[29] JST. JST announces 19 project managers selected for four goals of the moonshot research and development program[EB/OL]. [2023-08-13]. https://www.jst.go.jp/pr/info/info1450/pdf/info1450_en.pdf.

[30] JST. Announcing call for proposals for new moonshot goals -MILLENNIA Program[EB/OL]. [2023-08-13]. https://www.jst.go.jp/moonshot/en/application/202009/index.html.

[31] JST. Guidelines for operation and evaluation of the moonshot R&D program[EB/OL]. [2023-08-13]. https://www.jst.go.jp/moonshot/en/application/202111/files/betten2.pdf.

[32] DARPA. 2022-SBIR-STTR proposers day brief[EB/OL]. [2023-08-13]. https://www.darpa.mil/attachments/2022-SBIR-STTR-Proposers-Day-Brief.pdf.

[33] 宋兆祥 , 司林波 . 国际科技悬赏的发展历程、实践模式与经验启示 : 对新世纪以来典型科技悬赏项目的多案例分析 [J]. 科技进步与对策 , 2022, 39(7): 12-22.

[34] 司林波 , 孟吉 , 张盼 . 科技项目揭榜挂帅制度探索创新的基本模式与实践情境 : 基于国内实践的多案例比较分析 [J]. 中国科技论坛 , 2022 (7): 12-22.

[35] European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. Implementing the pro-active management of the EIC pathfinder for breakthrough technologies & innovations: lessons from the ARPA model & other international practices: independent expert report[R/OL]. [2022-08-03]. https://data.europa.eu/doi/10.2777/593467.

（下转第37页）

Organizational Management and Operational Mode of U.S. Defense Innovation Unit

DONG Qiguang
(Supervision Service Center for Science and Technology Funds, Ministry of Science and Technology, Beijing 100038)

Abstract: Based on the profound changes in the defense science and technology innovation environment and ecology, the U.S. Department of Defense established the U.S. Defense Innovation Unit (DIU), which aims to enhance national security capabilities by accelerating the introduction of commercial technologies. The agency is mainly responsible for accelerating the application of commercial technology in the U.S. Department of Defense, promoting the transformation of commercial technology into military strength, and helping to build a national security innovation system. It has become the core link between the U.S. Department of Defense and the commercial innovation field. At present, China's civilian science and technology management department still lacks a systematic design for rapid response and investment in emerging technologies. For this reason, this paper has an important enlightenment role in solving China's pursuit of independent innovation and development in the China-U.S. competitive game environment at this stage, giving full play to the role of innovation subjects of emerging science and technology innovation enterprises, and improving the ability to quickly respond to tasks.

Keywords: The United States; emerging technologies; organizational management; Defense Innovation Unit

(上接第28页)

International Experience and Insights on Disruptive Technology Project Management: A Multi-Case Analysis Perspective

HUANG Yanning, ZHAO Xiaoyuan, ZHAO Zhiyuan, LI Aidan
(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: The development of disruptive technologies is becoming an important grasp in the game of great powers, and the project system is an important tool for the government to guide and promote the development of such technologies. This paper takes the project management process of disruptive technologies as the research object, and follows the project discovery, project selection, project monitoring and evaluation aspects of science and technology project management to carry out analysis. Through detailed research and combing of the specific practical operation of the more representative disruptive technology programs in the European Union, Japan, and the United States, it is found that the management of government-funded disruptive technology programs may vary depending on the target orientation. EIC's disruptive technology program management approach is characterized by heuristic open calls for potentially valuable research questions and pathways to implementation without application guidelines. The project management of the U.S. DARPA and Japan's "Moonshot" R&D program is characterized by task-based open calls that use application guidelines to define specific research problems or technology points, and multiple paths through which solutions are solicited.

Keywords: disruptive technologies; scientific and technological project management; case studies; management innovation