

基于国际实践经验的颠覆性技术评育结合机制研究

刘 杨^{1,2}, 陶斌武¹, 刘华仑^{1,2}, 田怀秀^{1,2}

(1. 京津冀国家技术创新中心, 北京 100096; 2. 中国产学研融合创新体系研究中心, 北京 100096)

摘要: 颠覆性技术是颠覆主流技术和重塑竞争格局的战略技术, 具有复杂的演化过程, 属于典型的“非共识”项目。传统科研项目评价“一评定终身”的方式, 对于颠覆性技术项目并不适用, 对其应采取评育结合的识别方式。为此, 深入剖析颠覆性技术内涵, 研究借鉴国外机构典型做法和实践经验, 提出“逻辑共识、标准包容”“见长补短、淘沙取金”“梯度布局、动态优化”基本原则, 探索构建了符合颠覆性技术演化特点、以“逻辑高共识”为核心的评育结合机制, 为精准识别颠覆性技术提供方法参考。

关键词: 颠覆性技术; 评育结合; 逻辑评价; 识别

中图分类号: G311; G325; G327 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)15-0014-09

颠覆性技术是大国竞争的关键变量, 习近平总书记高度重视颠覆性技术创新, 在多次重要场合讲话中强调推动颠覆性技术创新。特别是在2024年全国科技大会的讲话中, 习近平总书记提出科技强国必须具备的五个基本要素, 第一个要素就是拥有强大的基础研究和原始创新能力, 持续产出重大原创性、颠覆性科技成果^[1]。纵观全球创新态势, 颠覆性技术孕育出一批战略性新兴产业和未来产业, 从根本上对传统技术和产业进行“创造性破坏”, 导致世界各国在传统领域技术差距的影响性逐步减弱, 同时也促使世界各国必须站在新起跑线上开展全新竞争。能否精准识别和有效培育颠覆性技术, 关乎抢占新质生产力发展先机与科技博弈主动权。然而, 全球范围内对颠覆性技术的识别评价尚未形成统一共识, 各国在评价机制、标准与实践层面均存在差异, 效果各异、各有优劣。因此, 深入剖析颠覆性技术内涵, 系统总结国际实践经验, 构建契合其特殊演化规律的识别机制, 是当下发展颠覆性技术、抢占全球创新制高点的迫切需求。

1 理论分析

1.1 颠覆性技术的内涵

颠覆性技术的概念起源可追溯至1912年熊彼

特^[2]提出的“创造性破坏”理论, 他强调创新是打破旧经济结构、建立新生产体系的核心动力。1995年克莱顿·克里斯坦森^[3]正式提出“颠覆性技术”概念, 指性能初期可能低于主流市场产品, 但具有边缘消费者看重的全新功能属性, 随着性能与功能的不断完善, 能最终取代现有技术的新技术, 其核心在于打破现有价值网络, 重塑竞争格局。

值得注意的是, 培育颠覆性技术的实践探索早于理论定义。美国国防部高级研究计划局(以下简称“DARPA”)自1958年成立起, 即致力于培育“改变游戏规则”的高风险、高回报技术, 而后这类技术也被公认为颠覆性技术^[4]。受其启发, 世界主要发达国家纷纷效仿设立类DARPA机构与机制, 如欧洲创新理事会(以下简称“EIC”)、德国飞跃式创新局(以下简称“SPRIN-D”)等。EIC将颠覆性技术创新定义为从早期研究到概念验证、技术转让以及初创企业和中小企业的融资和规模扩大整个生命周期中改变游戏规则的创新^[5]。SPRIN-D则定义颠覆性技术创新是一种在长期内改变人们生活的创新, 它可以创建全新的市场, 从根本上改变现有市场以创建全新的生态系统, 或者解决重大的技术、社会或环境问题^[6]。

综合系列实践探索和理论研究, 颠覆性技术是

收稿日期: 2025-07-25

基金项目: 雄安新区科技创新专项计划(2023XAZL0081)

作者简介: 刘杨(1987—), 男, 四川巴中人, 博士, 副研究员, 研究方向为创新管理; 陶斌武(1979—), 男, 浙江金华人, 博士, 研究方向为技术管理; 通信作者刘华仑(1992—), 男, 北京人, 硕士, 助理研究员, 研究方向为创新管理; 田怀秀(1994—), 女, 山西大同人, 硕士, 中级经济师, 研究方向为创新管理。

颠覆主流技术和重塑竞争格局的战略技术,是重要前沿技术或深度交叉技术在重大战略场景的开创性转化应用。

1.2 颠覆性技术识别应采取评育结合方式

对颠覆性技术“种子”的识别应聚焦发掘颠覆性“潜力”而非评判当下“能力”。“潜力”往往是在技术演化过程中逐渐发掘出来的。因此,对颠覆性技术的最佳识别方式应是采取评育结合的动态选拔机制。

颠覆性技术以应用效果定义,其演化过程极其复杂,在早期“种子”阶段往往不确定性极强,光纤通信、喷气式飞机等颠覆性技术在早期阶段确定性的“能力”远不如传统技术,但它们都具有突破第一性原理瓶颈、改变游戏规则的“潜力”。但技术往往是复杂的系统,某一技术模块的潜力与其他技术模块研发突破的未知数乃至市场的未知数都深度关联,技术路径能否走通往往取决于其他领域支撑性技术模块能否演化突破。例如,若没有掺铒光纤放大器的发明,光纤通信的传输距离、信号质量等根本无法满足实用,光纤通信原理这一“种子”只能停留在理论层面;没有轴流压缩机、导叶系统、防喘系统、传感系统、控制系统等支撑性技术的缜密设计与配套,惠特乐最初应用涡轮发动机研制的喷气式飞机的飞行速度与航程远不如传统螺旋桨飞机。这种潜力虽然从回看历史角度似乎具有某些必然性,却很难在历史的当下阶段形成准确判断,很多同样有潜力的技术,却在演化过程中囿于支撑性技术难以突破或是市场原因导致价值逐渐降低,如乙醇燃料汽车等,这其中也有一些技术在被搁置后,由于支撑性技术的突破而再度重燃颠覆性潜力,如电能源汽车、太阳能发电、风能发电等技术。

1.3 传统科研评价模式难以适用颠覆性技术

传统科研评价模式仍以“一评定终身”式的“能力”评判为核心,面临显著挑战。颠覆性技术早期的高度非共识性、高风险性、研发难度与不确定性,导致极易被依赖专家共识的评分制或票决制筛除。具体而言,传统科研评价主要采取分数评价方式,即由专家按照指标体系打分、加权求和,以得分高低为主要判断标准来选拔项目,或采取专家票决少数服从多数,公正性和有效性存在局限,难以有效发掘真正具有颠覆潜力的早期项目。曲婉和白京羽^[7]提出,颠覆性创新存在大量试错活动,难以形成完整成熟的研究方案,但当前中国项目遴选以申请

书为主,普遍要求预设相对明确的技术路线和论文、专利等成果。王蓼祥等^[8]提出,技术创新目标复杂、过程不确定性强,当前主流项目评价方法容易出现堆积、替代、蒙混等问题。吕鲲鹏^[9]和石慧等^[10]的研究表明,依赖专家共识(如德尔菲法、技术路线图法、情景分析法)的评价模式,在颠覆性技术早期共识性不足时,易导致赋权主观性强、评价结果失真。

1.4 本文研究思路

当前,学术界已对颠覆性技术的识别评价开展了一系列研究。苏鹏等^[11]综述了颠覆性技术识别方法的发展现状,按学科背景将其分为图书情报领域、工程管理领域、经济研究领域和克里斯坦森流派四类。石慧等^[12]结合论文主题词突变和专利手工代码的创新性分析,提出了一种基于文献挖掘的颠覆性技术早期识别理论模式。刘洪民等^[13]提出基于文献计量与技术新颖性、融合性、突破性、市场潜力四维颠覆性潜力量化测度的主客观结合框架,借助专利数据评估技术颠覆性潜力的识别方法。王海军和于佳文^[14]构建“专利数据+微博舆情”双源融合模型,实现从技术维度与市场维度动态识别颠覆性技术主题。陈之瑶等^[15]针对颠覆性技术的隐蔽性、破坏性与不确定性特征,借鉴“海尔迈耶问题”构建团队实力、技术颠覆性、实现可能性、市场影响力四维评价指标体系。吕鲲鹏^[9]基于扎根理论探索构建颠覆性技术的价值评价体系,并运用AHP和熵权法确定指标权重。杨芳娟等^[16]综述了DARPA公开遴选技术方案,实行技术经理主导的双轨制评审模式。

然而,现有理论研究多聚焦单一方法,普遍存在过度依赖专家共识、识别标准静态僵化、超前识别效果不佳等问题;实践综述则多停留于描述国外机构做法,缺乏对其在中国场景下适用性的优劣势分析及可操作的本土化方案。这导致学术研究与组织实践脱节,且均未实现评育结合。

本文研究主要思路是基于颠覆性技术内涵与演化特征,理论分析相契合的识别方式及传统识别方式面临的核心挑战,解析典型国际组织的评价思路与模式,提炼其应对挑战的实践经验及潜在问题,结合我国科研组织大背景和技术演化大逻辑,提出识别机制构建思路和原则,并基于此构建颠覆性技术评育结合机制,探讨该机制具体实施路径,为颠覆性技术创新实践提供系统化、可操作的解决方案。

2 国际实践解析

2.1 DARPA: 逻辑评价与培育收敛

DARPA 成立于 1958 年,宗旨是保持美国的技术领先地位,防止技术突袭。DARPA 采用一系列超前、超常规的模式支持“改变游戏规则”的技术。几十年间,培育出“全球鹰”无人机、互联网、全球定位系统(GPS)、战斗机隐身等颠覆性技术,产生巨大影响力。

一是以“海尔迈耶问题”为核心形成评价逻辑,选拔技术构想。DARPA 依据国家需求等“自上而下”确定选题领域,并由技术经理提出技术构想,或是依据提出的技术构想聘用技术经理,根据“海尔迈耶问题”(表 1)核心逻辑内部判断是否立项,规避了对早期技术细节的非共识争论,聚焦于技术构想的内在逻辑合理性和潜在颠覆性价值。

表 1 海尔迈耶问题

序号	问题
1	你想做什么? 用通俗的语言清楚地阐明出你的目标
2	已有的相关研究是怎样的? 研究的局限是什么
3	你的方法有什么新意? 为什么你认为你的方法会成功
4	谁会关心你的研究? 如果你成功了,你的研究会带来什么改变
5	风险有哪些
6	会花费多少资金
7	会花费多少时间
8	中期检查和结题检查应检验哪些指标以判断项目成功与否

二是通过科学审查流程确定可行的技术路线与团队。针对已确定立项的技术构想,技术经理将组织撰写广泛机构公告(BAA)来定义项目,包括技术路线、里程碑目标等,并依此“自下而上”征集、遴选具体提案和执行团队。DARPA 采取科学审查流程(Scientific Review)遴选提案和执行团队,整个流程推进工作由技术经理主导,大体可分为摘要材料评审、完整提案评审两个阶段(图 1)。

三是采用“平行资助”“赛马制”递进式培育、动态筛选不同技术路线与团队。对于前景广阔但路径不明朗的技术,DARPA 会同时资助多个不同技术路线的团队(即平行资助)或同一技术路线的多个团队(即赛马制)。在关键里程碑节点进行评估、比较和收敛,优胜劣汰,逐步聚焦到最具潜力的方案和团队。

四是技术经理全程主导与高度赋权。技术经理是项目的“灵魂人物”,拥有实质性的构想提案权和资助决策权,技术构想提出、BAA 撰写、科学审查

流程、项目管理与里程碑评审等关键环节都由技术经理主导。DARPA 实行“局长-技术办公室主任-技术经理”三个层级的扁平化决策结构,一个技术构想能否立项支持,只取决于技术经理能否说服技术办公室主任和副局长;一个提案能否获得资助,专家意见只作为参考,决策仅由技术经理作出;而获得资助后的持续培育聚焦,也由技术经理主导。此外,国防部赋予 DARPA 高度自主权,对具体立项不作干预,对项目失败持高容忍态度,DARPA 则高度重视从失败项目中总结经验,并根据技术条件的进步适时重启过往失败项目。

2.2 EIC: 全周期培育与分阶段差异化评价

EIC 成立于 2021 年 3 月,主要支持高风险、高回报和具有市场前景的颠覆性技术创新活动。地平线欧洲框架下,2021—2027 年 EIC 整体预算为 100 亿欧元^[5]。

一是形成三类资助工具,全周期培育项目。根据技术成熟度,EIC 采用三类资助工具。一是 EIC 探路者计划(EIC Pathfinder),支持新兴技术从早期开发到概念验证阶段。二是 EIC 过渡资助计划(EIC Transition),主要面向已获探路者计划等资助的项目,支持其从实验室验证到商业化阶段过渡。三是 EIC 加速器计划(EIC Accelerator),支持个人或中小企业扩大颠覆性创新产业化、商业化规模^[18]。

二是分阶段差异化确定评价方式。针对处于不同阶段的三类资助工具目标项目群体,EIC 分类设计评价方法(表 2);评价标准随技术演化阶段动态调整,早期项目重潜力、近期项目重可行性与市场,其评价指标体系在“三维度”框架下确定,EIC 探路者计划、EIC 过渡资助计划评审的“三维度”为“卓越性”“影响力”“实施质量与效率”,EIC 加速器计划则将其中“实施的质量和效率”变为“风险、实施和对欧盟支持的需求”;灵活运用不同筛选策略,根据目标从门槛淘汰、排序选拔、组合式选拔、综合共识等中挑选最合适的收敛方式;面评或分长、短提案评审等环节设计,依据是否需要对项目团队和可行性作更精确化判断而确定。

2.3 SPRIN-D: 长周期梯度培育与结构化逻辑评价

2019 年 12 月,德国成立 SPRIN-D,旨在应对主要社会挑战,促进颠覆性技术发展和彻底的技术与市场变革创新。在 2019—2022 年的启动阶段,SPRIN-D 的预算资金超 1.51 亿欧元,预计 10 年实验阶段总预算约 10 亿欧元^[19]。

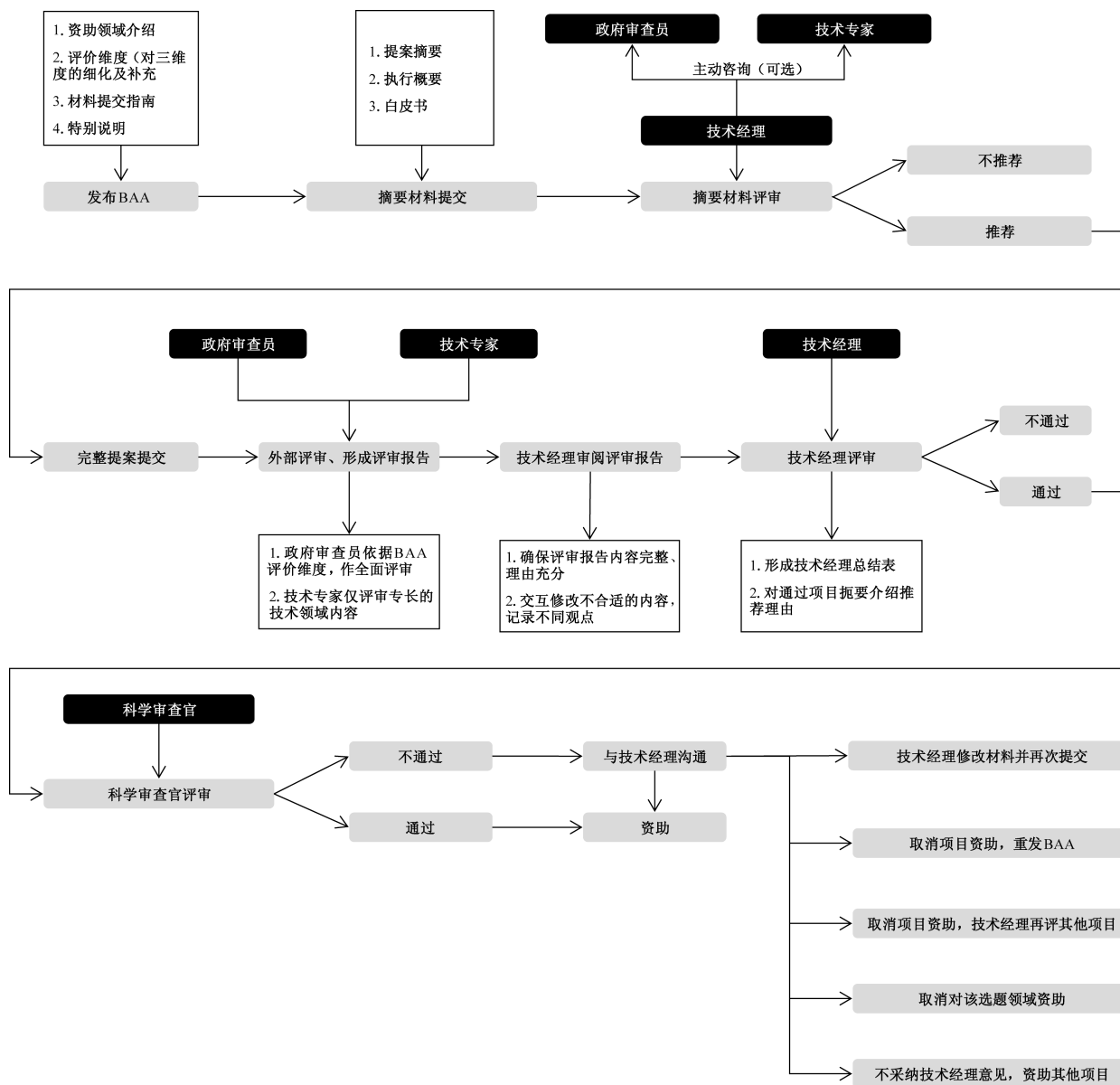


图 1 DARPA 科学审查流程图^[17]

表 2 EIC 分类评价流程表

流程	EIC 探路者开放计划	EIC 探路者挑战计划	EIC 过渡资助计划	EIC 加速器开放及挑战计划
步骤 1	提案提交;开放式申报	提案提交;聚焦 EIC 重点挑战领域	提案提交	短提案提交
步骤 2	专家初评:4 人参与,得分取中位数	专家初评:3 人参与,形成共识得分	专家初评:3 人参与,得分取平均分	专家初评:4 人参与,分别给通过与否结论
筛选 1	3 维度得分均达门槛	3 维度得分均达门槛	3 维度得分均达门槛	至少 3 人给“过”
步骤 3(+步骤 4)	共识会议评审:得出共识得分	共识会议评审	评审团面评:4~6 人与计划专员参与,给通过与否的共识结论	完整提案准备 完整提案复审:3 人参与,分别给通过与否结论
筛选 2	按得分排序选出支持项目	面向实现挑战领域计划总体目标,选出支持的最佳项目组合	支持评审团共识通过的项目	全票通过以及 2 票通过且召开共识会议同意通过的项目
步骤 5	—	—	评审团面评:6 人参与,给通过与否的共识结论并决定资助方式	—
筛选 3	—	—	支持评审团共识通过的项目	—

一是通过“创新挑战赛”长周期梯度筛选培育。SPRIN-D 聚焦选定的时代重大挑战主题举办“创新挑战赛”，吸引汇集高水平研究团队提出不同的解决方案。针对预设重大挑战主题，SPRIN-D 采取“小额资助启动-多里程碑节点论证筛选-对持续优胜者大额长期资助”的模式(图 2)，项目需在长达数年的培育周期内，在 2 或 3 个里程碑节点接受评价筛选，持续证明其颠覆性潜力，实现“淘沙取金”。持续优胜项目将获得 SPRIN-D 数百万欧元的长期资助。

二是建立“前沿项目”结构化“16 问”逻辑评价。SPRIN-D 长期开放“前沿项目”申报，面向所有领域开放式征集民用颠覆性技术构想。开放式项目采用严谨的结构化评价框架(表 3)^[20]，围绕“技术竞争力”“需求与潜在影响”“方法新颖性与合理性”“技术可行性与潜在风险”“成本合理性”“可考核性”“团队能力”七个维度，通过 16 个具体问题引导申请人系统阐述技术逻辑，为评审提供共识性较强的逻辑评价基础。

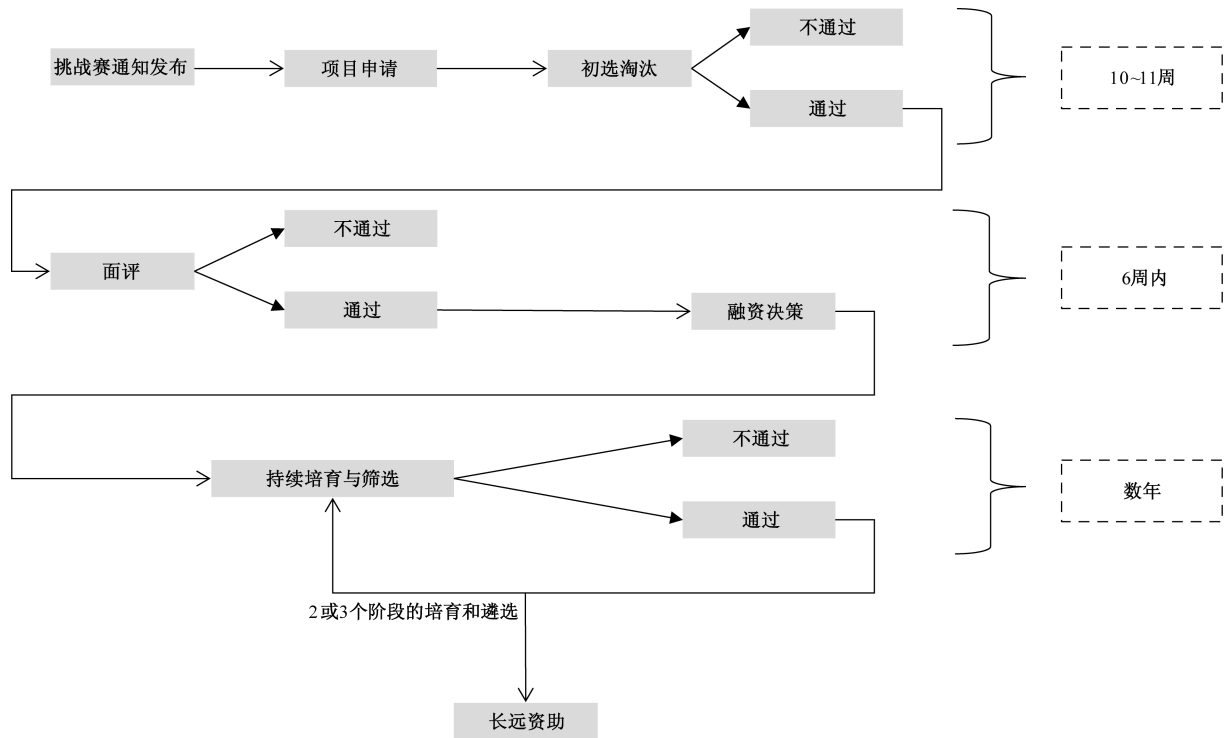


图 2 SPRIN-D 挑战赛流程图

表 3 SPRIN-D 评价维度表^[20]

序	维度	问题
1	技术竞争力	项目的核心创意是什么
2		通过项目你想要实现什么？想解决哪个相关问题
3	需求与潜在影响	谁会从项目中受益，谁是潜在客户
4		如果该项目的潜在颠覆性创新成功实施，世界会是什么样子？我们的生活或现有的市场状况会从什么程度上发生改变
5	需求与潜在影响	项目方法有什么新颖之处？为什么你认为你的想法是颠覆性创新
6		你是如何计划实施的？为什么你认为你的方法会成功
7		目前这个问题是如何解决的？你认为当前方法的局限性或弱点在哪里
8		谁正在从事相同或类似的项目？有其他的方法吗
9	技术可行性与潜在风险	项目的当前状态是什么？你们接下来的开发计划是什么
10		有什么阻碍你的项目成功实施？已经发现了哪些技术、经济或社会挑战
11	成本合理性	是否已经有关于项目的功能或可行性的概念验证？如果有，请在附件中附上相应的文件
12		项目要花多少钱？你定义了哪些工作包，预计成本多少
13	可考核性	项目需要多少时间，应该达到哪些里程碑，什么时候达到
14		除了资金支持之外，SPRIN-D 还能如何帮助项目实施
15	团队能力	你如何在工作过程中或项目实现后衡量成功
16	团队能力	你认为自己和团队的优势在哪里？你或你的团队在哪些领域还需要进一步的支持

2.4 共性经验

一是构建以“逻辑合理”为核心的评价体系。普遍将评价焦点从早期技术细节的争论,转向技术构想内在逻辑的合理性,如 DARPA 的“海尔迈耶问题”和 SPRIN-D 的“16 问”评价方法论。这有效缓解了非共识难题,为高风险项目提供了准入机会。

二是建立“全程培育+动态筛选”的收敛机制。均摒弃“一评定终身”的做法。通过技术经理的持续辅导、里程碑节点的阶段性评审、“平行资助”“赛马制”的竞争比较、梯度化资金投入,在长期动态互动中逐步验证潜力、筛选优胜者、淘汰低效路径,实现“淘沙取金”。

三是实行“决策高效+高度容错”的管理制度。实行扁平化的组织架构、赋予核心角色(即技术经理)实质性决策权、减少行政干预、对技术失败的高容忍度文化、注重从失败中总结经验,是支撑高风险、快速迭代的颠覆性技术探索不可或缺的制度保障。

四是采用“开放发现+主题聚焦”相结合的布局模式。既设立开放申报渠道“百花齐放”式广泛捕获原始创意,同时围绕国家战略需求或重大社会挑战发布主题指南,进行“链条贯通”或“场景族化”式的定向征集和体系化布局,为评价筛选提供丰富的源头活水。

2.5 普遍挑战

一是评价僵化与潜力误判风险。EIC、SPRIN-D 采用过于细化、固化的指标体系,可能与颠覆性技术在早期固有的高度不确定性相冲突,存在将高风险高潜力项目误筛,或将看似完善但缺乏真正颠覆基因的项目误选的风险。

二是对技术经理能力要求极高。赋予技术经理在技术提案、资助决策、项目培育、持续收敛等方面的极大责任和权力,对其技术前瞻力、资源整合力、管理决策力、创新意愿与责任心等都提出了近乎苛刻的要求,这类人才极其稀缺。

三是指标间逻辑关系有待厘清。各机构虽然构建了多维度的逻辑评价体系,但未能理清各维度、指标之间的逻辑因果关系,实践中存在关键问题被忽略或次要问题过度影响决策的可能性,即既可能出现有硬伤项目的评价结果“虚高”(硬伤往往影响巨大且难以解决),还有可能出现具备颠覆性潜力的项目因次要因素不过关被评掉(次要问题往往短时间内就能解决)的情况。

3 评育结合机制设计与实践

3.1 核心思路

基于基本理论及实践经验,颠覆性技术往往是系统性“育”出来而非简单“选”出来的,识别的主要逻辑

应遵循“步步增值、逐步淘沙取金”的动态演化过程,摒弃“一评定终身”的静态淘汰机制。因此,识别机制应是一个动态的“评育结合”循环体系,其构建核心思路一是逐步发掘和增强技术颠覆性价值,在持续的价值发现与赋能中催化颠覆性潜能的成熟;二是将技术标准非共识转化为技术发展逻辑高共识,需要技术经理、领域专家、潜在用户等多方在技术演化过程中持续的沟通交互和认知对齐;三是评育关注维度根据颠覆性技术的演化规律在技术发展不同阶段动态调整,技术经理深度介入“陪伴式”评育。

3.2 基本原则

一是坚持“逻辑共识、标准包容”。技术评价本质是价值判断,必然存在非共识,颠覆性技术的非共识现象尤为明显,因此评价的标准需要包容。但是,颠覆性技术的演化遵循技术发展的基本逻辑,因此要建立逻辑共识的评价体系和评价维度,且评价维度应“前呼后应”,在顺序上不能颠倒、在内容上不可替代。

二是坚持“见长补短、淘沙取金”。颠覆性技术不应采取面面俱到的评价方式,而是需要先见其长,后补其短,要重点发现技术的颠覆性基因,简单“一评了之”的评价方式既不利于发现“好种子”,更不利于促成将“好种子”培育成“好苗子”。因此,评价过程要强调对技术的“育”,即对技术团队研发过程中遇到的问题动态提供咨询帮助,在持续培育过程中淘沙取金。

三是坚持“梯度布局、动态优化”。根据颠覆性技术所处的不同阶段,评价需要关注的重点各不相同,因此需要构建动态灵活的评价机制以适应颠覆性技术发展的多变性,不同阶段形成不同的评价侧重点,若发现不再具备颠覆性潜力,则及时中止。

3.3 主要逻辑

构建“评育结合”机制的核心逻辑在于设立“价值验证门”而非“淘汰门”,每个关键节点评估是否达到了该阶段设定的核心价值验证目标,该目标及验证维度依据技术的演化而动态调整,未通过意味着需要调整路径、补充资源或聚焦解决特定问题,而非直接淘汰,只有多次验证失败证明潜力耗尽才会终止;打造“学习型”反馈闭环,技术评价的结果必须系统性地反馈给技术经理和技术团队,作为调整后续培育策略和验证计划的核心输入;建立多层次、多元化的资源配置体系,根据技术发展的不同阶段和验证结果,提供总体数量收敛、单个体量放大的梯度化资源包;营造容忍失败、鼓励探索的文化,将“有价值的失败”视为学习过程的一部分,根据支撑性技术的进步适时重启。具体体现为遵循

以下三个逻辑。

一是遵循在评育结合的价值螺旋上升过程中发掘潜力的收敛逻辑。颠覆性技术“种子”的“潜力”应该是在技术演化过程中逐渐发掘出来的,而不是在某一个当下评出来的。应该让具有一定创新基础和可行性的技术有参加“越野赛”的实战机会,技术的潜力往往在实际应用和不断试错中才能真正显现,需要基于在“参赛”过程的价值提升和实际应用效果来评判潜力,而不是在会议室的理论讨论中完全敲定。在培育与评价过程中,项目管理机构应通过不断的实践反馈和优化调整,促使技术价值螺旋上升,在反复验证和筛选中收敛聚焦到那些真正具有持续价值上升趋势的项目。

二是遵循“基因强-条件优-价值高”的评价逻辑。颠覆性技术的评价首先需要关注有价值的需求,其次是有优势的技术,二者共同构成颠覆性技术的基因,“基因强”才是有潜力的技术“种子”;“基因强”的前提下,还要匹配优良的培育条件,“种子”才能“发芽”“成苗”,因此需要关注产业化条件、攻关计划和团队能力;“发芽”“成苗”后还需要创造较高的价值,才能得到各界广泛认可,获得资助、取得回报,这往往是上述行为的自然输出结果。因此,对颠覆性技术项目的评价按其发展逻辑可分为“评基因、评条件、评价值”三个主要环节。

三是遵循“动态优化、步步增值”的培育逻辑。颠覆性技术价值的验证与提升是贯穿整个生命周期的后验过程,其培育逻辑的核心在于构建一个与演化过程动态适配、促进价值步步增值的“评价-干预”闭环。评价活动需紧密嵌入技术演化的关键节点,评价关注点应随技术演化阶段过渡而动态调整:从早期侧重颠覆性“基因”,到中期增加培育“条件”,再到近期增加“价值”。在此逻辑下,培育过程表现为持续的“评估-反馈-优化-再评估”循环,在每个节点,基于技术实际进展和潜力显现程度,动态决策是优化方案、追加投入加速增值,还是调整方向应对风险,亦或是及时中止无法继续推进或颠覆性价值降低的项目。此外,“失败”搁置项目仍存未来因支撑性技术突破而价值“重燃”的可能性,应通过“休眠-唤醒”机制保留再激活可能。

3.4 实施路径

一是“百花齐放+链条贯通+场景族化”的布局发现机制。其一,百花齐放式开放发现,即围绕若干战略性、引领性领域,广泛发动科研机构、高校、企业、甚至个体创新者,建立开放挑战赛、常态化申报平台等低门槛、多渠道的项目征集入口。不预设过多技术

细节限制,鼓励跨学科、跨领域、非共识性的原始创意涌现,最大化捕获潜在的颠覆性技术“种子”,加快点上突破,抢抓先机,并为突破“卡脖子”难题创造新机会。其二,链条贯通式体系布局,形成技术合力是打通已知重点产业上下游堵点的必然要求,因此要聚焦共性技术领域,识别关键产业链条,主动设计、发布聚焦此类产业链条或重大社会挑战的“主题式”项目指南,链条式布局全产业链关键核心技术,开创新技术路线、开赛道,实现带动引领,如京津冀国家技术创新中心(以下简称“京津冀中心”)围绕重点产业上下游布局全链条技术研发。其三,场景族化式需求牵引,未来重大战略场景的技术常以族群形式“结晶”涌现,因此要瞄准战略场景领域,系统性布局支撑场景实现的多元技术,打造全新技术族群,即一组相互关联、共同支撑该场景需求实现的技术集合,项目征集和筛选需紧密锚定场景需求。以此实现占高地,掌握创新主动权,如京津冀中心聚焦若干赛道高地发布项目申报指引。

二是“边育边评+梯度评育+动态优化”的增值收敛机制。其一,边育边评,技术经理全程介入,在申报初期提供“技术基因十问”(表4)逻辑框架指导,帮助团队厘清技术颠覆性基因。该框架在DARPA“海尔迈耶问题”与SPRIN-D“16问”逻辑框架基础上,进一步聚焦应用场景战略性、引领性与技术路线独特性、先进性,国外在这一阶段重创意(即该创意是什么,为什么采取该创意),而把技术路线(即怎么实现)放在后一阶段关注,但一方面技术路线本身是否够“深”能够评判创意的颠覆性潜力,如用基因编辑技术驱动新材料开发,必然比用传统化学合成路线更具颠覆性潜力;另一方面,中国当前处于技术追赶与自主创新并重、亟需在关键领域实现突破的阶段,需兼顾颠覆性价值与技术可实现性,不应牺牲技术严谨性换取创意自由度,而要在科学认知边界内最大化颠覆性价值。根据各阶段的评价结果,针对性提供资源对接,如匹配领域专家团队、补充实验或产业化条件等,而非简单淘汰。其二,梯度评育,对早期项目弱化技术细节考核,聚焦“基因强大”,如需求强烈、技术颠覆,通过小额资金支持多路径探索;对中期项目,强化“条件可行”评价,如生产可行、方案合理、能力匹配,采用“赛马制”平行资助最具潜力技术路线的多个研发团队;对近期项目,增加“价值可观”验证,如收益满意、风险适当,培育项目进一步提升市场化价值。其三,动态优化,梯度评育过程中基于技术逻辑设置清晰的关键里程碑节点,在每个里程碑评

估项目是否按预期路径发展、颠覆性潜力是增强还是减弱、是否出现新的风险或机遇等。基于评价结果动态决策是否追加投入、调整方向、整合资源,或及时终止无法继续推进的或颠覆性价值降低的项目。技术经理全程跟踪辅导,促进价值螺旋上升。设立“失败复活”通道,对因支撑技术突破或市场变化而重获潜力的搁置项目,允许重新申请。

表 4 技术基因十问

序号	问题
1	应用场景是否是战略性、基础性领域,或者是能够引领未来的新领域
2	在应用场景内是否具有支撑引领作用
3	对未来格局是否有重大改变可能性
4	颠覆对象是否有痛点或者根本不存在
5	技术路线是否先进
6	技术路线是否具有明确的科学含义
7	是否在具有优势的技术路线上
8	与同一技术路线团队相比,是否处于领先地位
9	技术有哪些缺点,是否有解决的可能性
10	知识产权是否具有独占性

三是“多元投入+阶段聚焦+容错激励”的资源投入机制。其一,多元投入,构建国家专项、地方专项、市场化投资基金、企业联合项目等共同组成的多元化投入体系。建立“同步立项、交叉接力”机制,早期项目国家专项为主支持,地方专项、基金及企业联合项目接续支持,中近期项目地方专项或基金、企业联合项目提前支持,国家专项择优进一步支持,形成颠覆性创新“马拉松”的“能量补给站”体系。其二,阶段聚焦,资助强度与项目发展阶段和技术验证程度相匹配,各类资源配置随项目进展和评价结果动态调整、逐步聚焦。早期阶段广撒网、小额资助;中期阶段根据技术路线收敛和里程碑达成情况,对“赛马优胜者”选择性加大投入;近期集中资源支持最具市场转化潜力的项目实现突破,如国家颠覆性技术创新专项对需验证场景有效性或探索技术可行性的极早期“播种”项目资助 50 万元左右,对基础研究初步完成、需在小试规模探索技术实现条件的早期“育种”项目资助 100 或 200 万元,对需进行中试放大和工程化研发的中期“育苗”项目和需结合具体应用场景进行技术优化的近期“育才”项目资助 500 或 1 000 万元。其三,容错激励,营造鼓励大胆探索、宽容失败、追求卓越的创新文化。对逻辑清晰、探索意义重大,确因技术本身高风险导致失败的早中期项目,在严格的项目过程数据管理基础上,不追究个人责任,并鼓励经验总结与知识共享。建立成功激励机制,对最终实现颠

覆性突破的技术经理和团队给予重奖,并与后续成果转化收益挂钩。

4 结论与展望

以逻辑高共识为核心,本文提出颠覆性技术评育结合机制,构建形成破解颠覆性技术识别困境的系统性方案。一是逻辑共识驱动评价范式革新,针对颠覆性技术早期阶段的非共识性难题,提出以“基因强-条件优-价值高”三阶逻辑替代传统技术指标评价,通过逻辑高共识取代专家主观技术判断共识,能够显著降低因认知偏差导致的颠覆性技术“种子”误筛风险,让“基因强大本子朴素”项目脱颖而出,让“基因一般本子华丽”项目淘汰出局。二是动态培育实现价值螺旋上升,理论研究和案例分析显示出—条核心规律:颠覆性技术是漫长演化“育成”而非—次性评价“选出”的。鉴此,提出梯度布局培育与动态优化聚焦相结合的路径,实现早期“见长”、中期“补短”、近期“验值”,并通过里程碑管理动态聚焦到持续保持颠覆性潜力的项目,在持续培育中实现技术潜力增值。三是管理体系适配颠覆性创新规律,多元化的资源投入通过“赛马制”模式,配合里程碑管理、分阶段培育与评价机制,实现早期广撒网保证可能性、中近期聚焦收敛确保精准性,并以容错制度化破解官僚体系对高风险创新的抑制。

但同时,机制落地还存在两方面亟待解决的现实挑战,一是技术经理能力鸿沟难题,当前我国兼具技术前瞻力、资源整合力、管理决策力、创新意愿与责任心的复合型技术经理稀缺,而技术经理在该机制中的参与度和重要性极高,需要全程主导项目培育与评价。二是跨部门协同壁垒难题,颠覆性技术的开源发现需“基础研究—技术开发—产业应用”全链条贯通,但现行科技计划条块分割,导致链条贯通、场景族化布局受阻。

未来,面向使评育结合机制更好落地,构建中国特色的颠覆性技术创新生态,一要着力构建技术经理培养机制。首先,系统梳理技术经理在颠覆性技术评育全生命周期中应发挥的作用,据此明确其权责边界。其次,构建“理论+实战”融合的技术经理能力培养模式,建立阶梯式专业认证体系,实行颠覆性技术创新基本理论与评育实战教学结合的“双导师”制,重点强化技术预见、资源整合与创新管理交叉能力培养。此外,强化“名利”双轨激励机制,将技术经理突出贡献纳入国家或地方人才计划及奖励评定体系,并赋予其项目收益分成权。二要着力打通科技计划专项间的壁垒。—方面,构建科

技计划管理联席机制,定期统筹各计划或专项管理专业机构的在研技术与成果情况,建立专业机构间常态化沟通协调渠道,试点科技计划贯通联动管理。另一方面,将国家科技管理信息系统真正打造为统一的科学数据汇交平台。以此,让中后端的计划部署能够看到前端计划产出的原始创新成果,更加精准识别重大场景技术族群并对其统筹布局,实现“基础原理突破-关键技术验证-场景应用落地”的无缝衔接。

参考文献

- [1] 中国政府网. 习近平:在全国科技大会、国家科学技术奖励大会、两院院士大会上的讲话[EB/OL]. (2024-06-24) [2025-07-07]. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202406/content_6959120.htm.
- [2] SCHUMPETER J. Creative destruction[M]. Capitalism, Socialism and Democracy. New York: Harper and Brothers, 1942: 825.
- [3] BOWER J L, CHRISTENSEN C M. Disruptive technologies: catching the wave[J]. Harvard Business Review, 1995, 73(1): 43-53.
- [4] DARPA. About DARPA[EB/OL]. [2025-07-07]. <https://www.darpa.mil/about>.
- [5] EIC. About the European Innovation Council[EB/OL]. [2025-07-07]. https://eic.ec.europa.eu/about-european-innovation-council_en.
- [6] SPRIN-D. What is a breakthrough innovation[EB/OL]. [2025-07-08]. <https://www.sprind.org/en/faq>.
- [7] 曲婉,白京羽. 积极推进颠覆性创新加快构建未来产业新长板[J]. 中国党政干部论坛, 2024(2): 59-63.
- [8] 王蓼祥,刘杨,周恺锐. 基于技术创新逻辑的七维度过滤式项目评价模型研究[J]. 情报工程, 2023, 9(3): 3-12.
- [9] 吕颀,项旻昊,邱佳焯. 颠覆性技术的价值评价体系构建及实证研究——基于 AHP 和熵权法[J]. 中国科技论坛, 2023(2): 30-38.
- [10] 石慧,潘云涛,苏成. 颠覆性技术及其识别预测方法研究综述[J]. 情报工程, 2019, 5(3): 33-48.
- [11] 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.
- [12] 石慧,潘云涛,赵筱媛,等. 基于文献挖掘的颠覆性技术早期识别研究[J]. 中国科技资源导刊, 2019, 51(4): 102-110.
- [13] 刘洪民,张世昌,李林遥,等. 基于文献计量和颠覆性潜力测度的颠覆性技术识别研究——以 5G 技术为例[J]. 科技和产业, 2023, 23(6): 16-25.
- [14] 王海军,于佳文. 基于专利和微博的颠覆性技术主题识别研究——以人工智能领域为例[J]. 中国科技论坛, 2024(7): 83-94, 109.
- [15] 陈之瑶,罗军,莎薇,等. 基于颠覆性技术创新项目评价及立项决策模型的研究[J]. 科技管理研究, 2024, 44(1): 152-159.
- [16] 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.
- [17] DARPA. DARPA instruction 20 soliciting, evaluating, and selecting proposals under broad agency announcements and research announcements[EB/OL]. (2024-01-10) [2025-07-08]. <https://www.darpa.mil/sites/default/files/attachment/2024-12/di-20-january-10-2024.pdf>.
- [18] EIC. European Innovation Council (EIC) work programme 2024[EB/OL]. (2023-12-12)[2025-07-10]. https://eic.ec.europa.eu/document/download/d801a0d8-492e-4510-9dd6-8d942756e7c7_en?filename=EIC-workprogramme-2024.pdf.
- [19] LACKNER H, 陈颖. “飞跃式创新促进机构”——德国创新生态系统的重要支柱[J]. 应用型高等教育研究, 2019, 4(4): 1-6.
- [20] SPRIN-D. Guiding Questions breakthrough innovations[EB/OL]. [2025-07-10]. <https://www.sprind.org/en/your-project>.

Evaluation-Cultivation Integrated Mechanism for Disruptive Technology Based on International Practical Experience

LIU Yang^{1,2}, TAO Binwu¹, LIU Hualun^{1,2}, TIAN Huaixiu^{1,2}

(1. Jingjinji National Center of Technology Innovation, Beijing 100096, China;

2. China Research Center for Industry-University-Research Integration Innovation System, Beijing 100096, China)

Abstract: Disruptive technology is strategic technology that could overturn mainstream technology and reshape competitive landscape, characterized by complex evolution process and typical “non-consensus” attributes. Traditional research project evaluation methods, which rely on “one-time evaluation determines the lifetime outcome”, are unsuitable for disruptive technology projects. Instead, an evaluation-cultivation integrated approach should be adopted for their identification. Thus, the connotation of disruptive technology was analyzed, the typical practices and experiences of foreign institutions were drawn on, and three basic principles: “Logical Consensus, Inclusive Standards”, “Recognizing Strengths and Offsetting Weaknesses, Sifting out the gold from the sand”, and “Tiered Planning, Dynamic Optimization” were proposed. It explores the construction of an evaluation-cultivation integrated mechanism aligned with the evolutionary traits of disruptive technologies, centered on “high-consensus logical reasoning”. The results provide methodological reference for accurately identifying disruptive technology.

Keywords: disruptive technology; evaluation-cultivation integrated mechanism; logical evaluation; identify