doi. 10. 3724/1005-0566. 20261001

基础研究的动态融合:分析范式与政策适配

陈 劲[1,2],肖轶群[1,2,3],阳 镇[2,4]

(1. 清华大学经济管理学院,北京 100084;2. 清华大学技术创新研究中心,北京 100084;
3. 北京清华前沿交叉创新研究院,北京 102202;4. 中国社会科学院工业经济研究所,北京 100006)

摘 要:基础研究日益与重大战略任务、技术攻关和工程实践深度交织。仅依据项目目标、问题来源、承担主体或成果形式划分研究类型,难以辨识复杂科研任务中不同研究活动的基础属性及其差异化支持需求。本文在梳理线性范式、巴斯德象限及其相关拓展研究的基础上,辨析有关基础研究目标、过程、产出和组织方式的概念混淆,分析其知识生产特征与组织、评价及资源配置要求之间的张力,提出"基础属性判定—研究形态识别—制度适配"的动态融合范式。研究认为,基础研究属性应在具体研究活动层面判断,重点考察其是否围绕尚未确定的科学问题,以形成、检验或修正可靠的科学认识为核心任务,是否存在实质性的认知不确定性,以及其研究旨在形成的认识是否具有超越特定应用目标的科学价值。在此基础上,通过目标动力、主体功能、过程关系和知识贡献识别研究形态及其变化,分析基础研究与技术开发、工程活动在项目内及跨项目的动态转换,并依据具体研究活动的知识生产需要,匹配适配的组织、支持与评价制度。该框架为识别战略任务、技术攻关和工程实践等复杂科研活动中的基础研究,并根据研究活动的知识生产特征的动态演变优化配套制度安排,提供分析依据。

关键词:基础研究;概念演进;动态融合范式;逻辑张力;政策适配

中图分类号:G301;G311 **文献标识码**:A **文章编号**:1005 - 0566(2026)10 - 0001 - 15

Dynamic integration of basic research: An analytical paradigm and policy alignment

CHEN Jin[1,2], XIAO Yiqun[1,2,3], YANG Zhen[2,4]

(1. *School of Economics and Management*, *Tsinghua University*, *Beijing* 100084, *China*;
2. *Research Center for Technological Innovation*, *Tsinghua University*, *Beijing* 100084, *China*;
3. *Beijing Tsinghua Institute for Frontier Interdisciplinary Innovation*, *Beijing* 102202, *China*;
4. *Institute of Industrial Economics*, *Chinese Academy of Social Sciences*, *Beijing* 100006, *China*)

Abstract: Basic research is increasingly intertwined with major strategic missions, technology development, and engineering practice. Classifying research solely by project objectives, sources of research questions, participating organizations, or forms of output makes it difficult to distinguish the basic-research attributes of different activities within complex research programs and their differentiated support needs. Building on a review of the linear model, Pasteur's Quadrant, and subsequent extensions, this paper clarifies conceptual conflations concerning the objectives, processes, outputs, and organization of basic research, examines tensions between the characteristics of knowledge production and the requirements of research organization, evaluation, and resource allocation, and proposes a dynamic integrative paradigm structured around three analytical layers: assessment of basic-research attributes, identification of research configurations,

基金项目:国家自然科学基金专项项目"中国原创性研究监测评价指标体系搭建"(L25240107);国家自然科学基金重点项目"中国企业创新链产业链融合发展模式与机制研究"(72232004)。

作者简介:陈劲(1968—),男,浙江余姚人,清华大学经济管理学院讲座教授,清华大学技术创新研究中心主任,博士,研究方向为技术创新管理、科技政策。通信作者:肖轶群。

and institutional alignment. We argue that basic-research attributes should be assessed at the level of specific research activities by considering whether an activity addresses an unresolved scientific question with the formation, testing, or revision of reliable scientific understanding as its core task; whether it involves substantive epistemic uncertainty; and whether the knowledge sought has scientific value beyond a specific application objective. On this basis, research configurations and their changes are identified through four dimensions—research drivers, actor functions, process relations, and knowledge contributions—to analyze dynamic transitions among basic research, technology development, and engineering activities within and across projects. Organizational, support, and evaluation arrangements should accordingly be aligned with the knowledge-production needs of specific research activities. The framework provides an analytical basis for identifying basic research within complex settings such as strategic missions, technology development, and engineering practice, and for adapting institutional arrangements to changes in the characteristics of knowledge production.

Key words: basic research; conceptual evolution; dynamic integrative paradigm; logical tensions; policy alignment

2026 年 4 月 30 日,习近平总书记在加强基础研究座谈会上强调,基础研究是整个科学体系的源头,是所有技术问题的总机关。要以更大力度、更实举措加强基础研究,提升我国原始创新能力,进一步夯实科技强国建设根基。“十五五”规划纲要专设“全面提升基础研究水平”章节,围绕基础研究的战略性、前瞻性、体系化布局作出系统部署。当前,新一轮科技革命和产业变革深入推进,基础研究日益成为实现高水平科技自立自强、建设世界科技强国的重要支撑[1]。近年来,我国基础研究投入和人才规模持续壮大。2012—2025 年,基础研究经费由约 499 亿元增至 2778 亿元,占全社会研究与试验发展(R&D)经费的比重由 4.8% 提高至 7.08%;基础研究人员全时当量由 2012 年的 21.2 万人年增至 2024 年的 59.7 万人年[2]。与此同时,我国在量子科技、空间科学、生命科学等领域取得一批重大科研成果。基础研究投入与科研能力的持续提升,也对科研组织、资源配置和评价体系建设提出了更高要求。如何精准识别不同研究活动的知识生产特征及其制度需求,为重大原创成果的持续产出提供适宜的支持条件,成为基础研究政策需要回应的重要问题[3]。

既有研究已从知识属性、目标导向、研究过程、组织方式和制度支持等方面拓展对基础研究的认识。Calvert[4]、Stokes[5]等讨论基础研究的知识属性及其与现实用途的关系;Narayanamurti 等[6],以及 Pettigrew 等[7]将研究视角拓展至科学与技术的互动关系,以及研究取向的时序演变。立足我国国情,相关研究又围绕战略性/战略导向基础研究[8-9]、有组织基础研究[10]、问题导向/企业基础研究[11-12]等展开,并从投入、资助、组织主体和评价激励等方面讨论相应制度条件[13-22]。

上述研究逐步突破了基础研究与应用研究的简单二分,将问题来源、目标牵引、组织方式、研究过程和制度机制等纳入分析,但不同维度在研究属性识别中的作用边界仍不够清晰;相关政策研究虽已涉及组织、资助和评价等制度安排,但却多以既定项目或研究类型为对象,对知识生产特征与制度需求之间的关系讨论不足。由此,仍需回答三个相互关联的问题:一是项目或任务分类主要服务于科研组织与管理,而具体研究活动的基础属性需要依据其知识生产内容判断,二者应如何加以区分;二是目标动力、主体功能、过程关系和知识贡献如何在统一框架中刻画研究形态及其动态变化;三是在同一项目内部不同属性研究活动并存、研究形态随研究推进发生变化的情况下,组织、支持和评价制度如何与具体知识生产需求相适配。

本文据此提出基础研究动态融合范式,并以“基础属性判定—研究形态识别—制度适配”为基本分析结构。其一,以具体研究活动作为基础属性判断对象,区分项目或任务分类的管理功能与研究属性判断的知识依据,厘清问题来源、组织身份和成果形态等维度在基础研究识别中的作用边界,为不同基础研究概念提供一致的判断基准。其二,将目标动力、主体功能、过程关系和知识贡献分析纳入统一框架,从动态融合视角刻画基础研究的具体形态,以及其随目标动力和研究推进发生的变化。其三,将知识生产特征与组织、支持

和评价需求联系起来,分析不同研究情境下现有制度安排的适用条件及必要调整,为差异化支持和制度适配提供理论依据与政策启示。

一、基础研究理论范式的系统演进

(一)传统线性基础研究理论范式

传统线性基础研究范式将科学知识生产与技术创新理解为沿“基础研究—应用研究—技术开发”依次推进的单向过程。基础研究因而被置于创新链前端(即“0”),主要承担探索自然规律和形成新知识的功能;相关知识经由应用研究和技术开发转向具体问题解决,并最终实现经济与社会价值。

需要注意的是,基础研究概念从形成之初并不完全等同于脱离用途的“纯科学”。19 世纪末至 20 世纪初,英、美、德等国已使用相关术语描述农业、工业和工程领域中面向长期问题的基础性研究[23-24]。1945 年,布什(V. Bush)[25]在《科学:无尽的前沿》中突出不预设具体应用的知识探索,并以基础研究的长期知识积累论证公共投入的必要性。布什报告并未正式提出“基础研究—应用研究—技术开发”的完整线性模型,但其政策叙事强化了基础研究与具体应用之间的制度分工,并成为战后线性创新观的重要思想来源[23-25]。随着国家任务和技术创新日益进入科研过程,科学发现、现实需求和技术条件之间的联系不断显现,基础研究与应用活动相互分离的假设也逐渐受到修正[23-24]。

(二)基于巴斯德象限的非线性基础研究理论范式

20 世纪中后期,国家任务、经济竞争和社会需求持续进入西方发达国家议程。科研资助实践开始突破自由探索与现实应用的简单二分[26]。Stokes[5]以“是否追求基本理解”和“是否考虑实际用途”为两个维度提出四象限模型,其中“用途激发的基础研究”说明现实需求可以直接进入基础科学问题的形成过程,而非只能位于知识应用的末端。OECD 则区分纯基础研究与定向基础研究,将面向较宽应用领域但仍以获取新知识为主要目标的研究纳入基础研究范畴[27]。这类讨论松动了“用途越明确、基础性越弱”的线性假设,但重点仍在研究目标,对目标导向与组织主体、研究过程和制度安排之间的关系涉及较少。

我国基础研究概念及组织范式并非对西方“纯科学”观念的简单移植,而是在知识探索与现实任务相结合的科技实践中逐步形成[23-24,26]。阿儒涵等[8]从概念演进和国际实践讨论战略性基础研究,强调面向国家长期需求布局基础性、前瞻性科学问题;刘云等[9]从组织管理、规划计划和项目管理等方面讨论战略导向基础研究的组织体系;潘教峰等[10]围绕“有组织的基础研究”概括其特征、类型和基本原则;柳卸林等[11-12]则关注问题导向和企业基础研究,分析产业技术瓶颈如何转化为基础科学问题,以及企业在问题凝练和知识创造中的作用。这些研究把现实需求、组织方式和参与主体带入基础研究讨论,也提示研究属性不能由上述因素直接推定。

(三)超越巴斯德象限:基础研究分析维度的拓展

1. 目标维度:研究任务的动力来源与组合

目标维度的研究把基础研究的动力来源由学术兴趣扩展到战略、市场和工程需求等多种牵引。相关分类通常以项目或任务为观察对象,根据其进入科研议程时的问题来源和主要目标约束识别动力结构。张学文等[19]以战略牵引和市场驱动为两个维度构建“战略—市场”基础研究分类框架(图 1a),将基础研究划分为战略市场类、战略前沿类、前沿探索类和市场应用类。国家长期需求既影响科学问题凝练,也会影响任务布局、组织方式和支持周期[8-9];产业和工程实践中的技术瓶颈同样可能成为基础科学问题的来源[11-12]。因此,项目或任务的初始动力可能具有复合性,单一标签难以完整描述其动力结构。

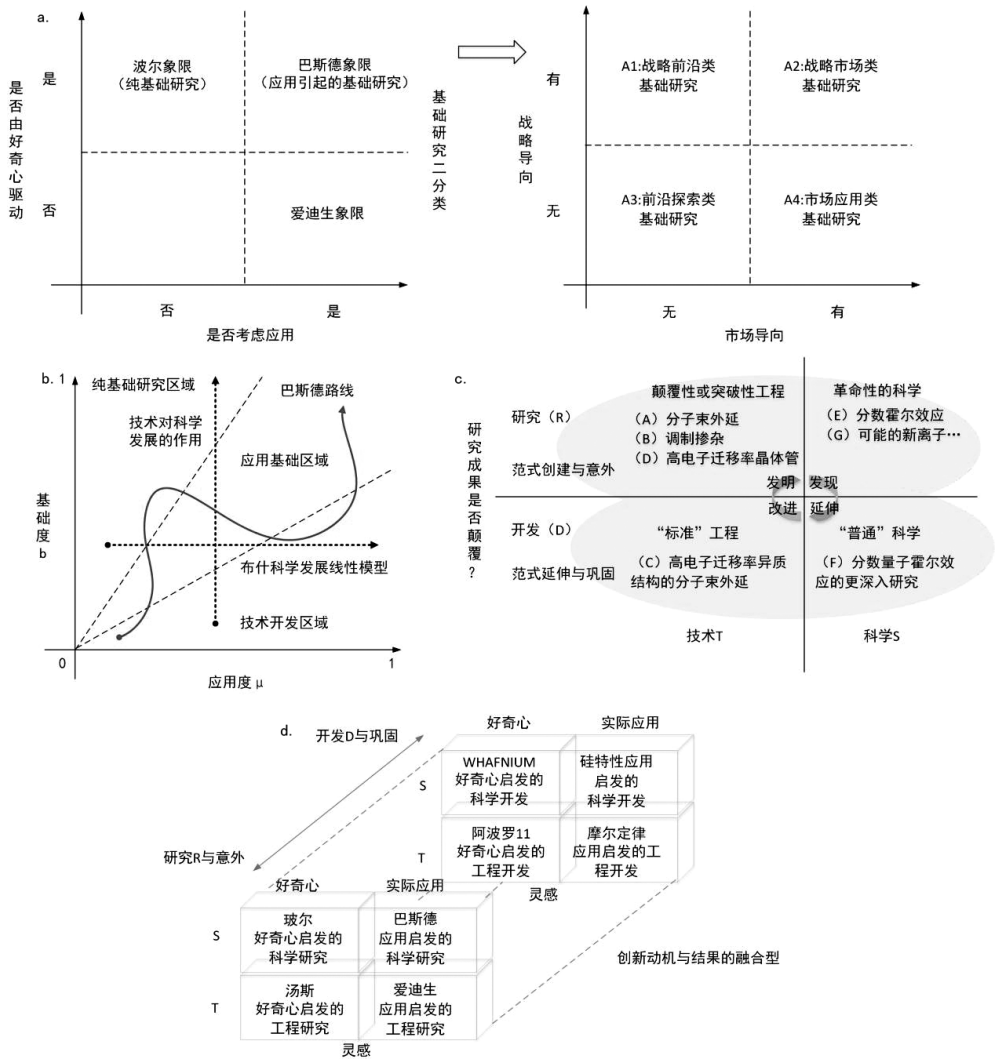
2. 过程维度:科学、技术与工程活动的交互演进

过程视角则修正了依据项目启动目标推定后续研究活动,以及基础研究、应用研究、技术开发和工程实践依次推进的静态认识。Narayanamurti 等[6]提出“发明—发现循环模型”(invention-discovery cycle),强调科学发现与技术发明可以反复

相互促发;张慧琴等[28]指出基础研究与应用研究活动在具体任务推进中可能交替出现;Pettigrew等[7]重新审视巴斯德象限,引入连续轴和时间维度,强调不同研究取向可以随时间流动,并在科学、工程与医学的汇聚中相互作用。即使项目可以依据启动时的主要动机分类,具体研究活动所面对的问题和主要目的仍可能随研究推进而变化,基础研究、技术开发和工程活动也可能分化、交替或重新进入。技术条件和工程实践可以提出新的科学问题、提供观测和验证条件,新的科学认识也可能改变技术路径。

3. 产出维度:知识贡献与成果形态的重新区分

研究过程的交互也带来了对科研产出的重新认识。Narayanamurti 等[29-30]从知识演化出发构建“科学—技术”双轴模型(图 1c、图 1d):在科学活动中区分形成新认识的“发现”(discovery)与拓展既有认识的“延伸”(extension),在技术活动中区分开辟新技术路径的“发明”(invention)与沿既有路径推进的“改进”(improvement)。这一模型将科学或技术活动的性质与知识或技术变化的程度区分开来:科学研究可以表现为发现,也可以表现为延伸;技术活动既可能是渐进改进,也可能形成新的技术路径。因而,论文、专利和技术装置等成果形态本身不能直接作为研究属性的判断依据,更需要考察其中形成了何种知识或技术贡献。



注:a. “战略—市场”二维导向基础研究概念范式[19];b. 基础研究演化发展模型[28];c. 知识进化的四个象限(按其性质划分:研究与开发以及科学与技术);d. 巴斯德象限进一步分成研究和开发两组[30]。

图 1　对巴斯德象限基础研究的进一步扩展

综上,既有研究已由研究目标扩展到动力来源、研究过程、知识贡献和组织方式,基础研究也难再被理解为具有固定问题来源、组织主体和成果形式的单一类型。但这些分析维度仍处于不同层级:项目或任务层面的目标分类、具体研究活动的基础属性,以及研究活动所处的过程关系和制度需求尚未得到清晰区分。由此需要回答三个相关联的问题:具体研究活动的基础属性如何判断,不同维度如何共同刻画其研究形态,研究形态又与组织、支持和评价制度形成何种关系。

二、基础研究的概念内涵及其多重认知误区

(一)基础研究范式的概念内涵

在复杂科研活动中,科学问题既可能产生于学科内部探索,也可能由国家战略、技术需求和工程实践提出;同一项目还可能并存于基础性科学探索、技术开发和工程活动中,其问题来源、研究过程与成果形态并不一一对应。因此,基础研究的界定需要回到具体研究活动本身,考察其核心任务及所形成的科学认识,避免仅凭问题来源、承担主体或成果形式判断研究属性。

本文将基础研究界定为:围绕尚未确定的科学问题,以形成、检验或修正可靠的科学认知为核心任务,通过发现新现象、揭示规律与机制、发展理论与方法以及严格检验既有命题等途径,拓展对研究对象及其规律、机制和理论边界的认知。基础研究的科学问题可以源于科学前沿,也可以由国家战略、技术需求或工程实践催生;其基础属性取决于具体研究活动所处理的认知问题,而非问题来源、承担主体或成果形态。基础性知识贡献既包括新的发现、解释、规律、理论与方法,也包括通过严格检验形成的证伪、理论修正、适用边界厘清及具有认知价值的负结果。

因此,同一科研项目可以包含不同属性的研究活动。判断其中哪些活动具有基础属性,关键在于其主要任务是否仍是围绕尚未确定的科学问题形成、检验或修正可靠认知;揭示未知机制、提炼共性规律、发展基础性理论与方法、证伪既有命题或厘清适用边界,都可以是这种知识生产任务的具体表现。项目只是科研管理的组织单元,相关科学问题及知识演进可能跨越单个项目周期;技术开发与工程实践也可能持续提出新的基础科学问题。

(二)基础研究既有概念理解的多重误区

1. 目标维度:将基础研究等同于“无目的的自由探索”

将基础研究理解为脱离现实目标、仅由科学家好奇心驱动的自由探索,是线性范式下纯基础研究与应用活动相互分离的一种典型认知;依此逻辑,一旦研究具有明确的战略背景、产业关切或问题指向,其“基础性”便容易受到怀疑。在传统线性范式框架下,OECD 对纯基础研究(pure basic research)和定向基础研究(oriented basic research)的区分已经表明,面向较为宽泛的问题领域、并预期所形成的知识基础可能服务于未来问题解决,与基础研究属性并不矛盾[27]。以“中国天眼”(FAST)对重复快速射电暴等现象的观测研究为例,其依托国家战略部署和大科学装置开展,但科学问题的识别、研究路径的选择和重要发现的形成,仍高度依赖研究者的不断探索。因此,将基础研究与“无目的”简单画等号,既可能低估围绕重大科学问题开展前瞻布局和长期组织的意义,也可能在项目认定和成果评价中将战略背景或组织导向误作“非基础性”的依据。基础研究并非没有目标,其核心任务在于围绕尚未确定的科学问题形成、检验或修正科学认识,而非完成预先确定的特定技术指标。

2. 过程维度:将应用基础研究视为创新链上的“0.5”

与将纯基础研究理解为创新链中的“0”相对应,应用基础研究常被视为介于基础研究与应用研究之间的“0.5”式过渡阶段[31],如图 2 所示。这种理解仍隐含研究越接近现实用途,技术成熟度(technology readiness level,TRL)越高,其基础属性越弱的线性假设。实际上,应用导向、研究属性与技术成熟度是不同的判断维度。应用基础研究中的“应用”主要体现科学问题与现实需求的联

系,并不意味着研究活动已经进入技术验证或工程开发阶段。现行科研分类通常以任务或项目为管理单元,但项目的整体目标与类别并不能直接决定其内部各项研究活动的属性。一个面向明确需求的科研任务,可以同时包含底层机理研究、技术验证和工程优化,究竟其中哪些活动属于基础研究,还应考察其主要任务是否仍在形成、检验或修正科学认知,如揭示未知机制、提炼共性规律、发展基础性理论与方法或厘清既有认识的适用边界。集成电路、生物医药和高端装备领域的技术难题,也可能需要通过材料性质、作用机制或基础方法的深入研究形成新的科学认识。因此,应用基础研究并非创新链上的固定过渡阶段,其应用导向与基础属性可共存于同一研究活动中。

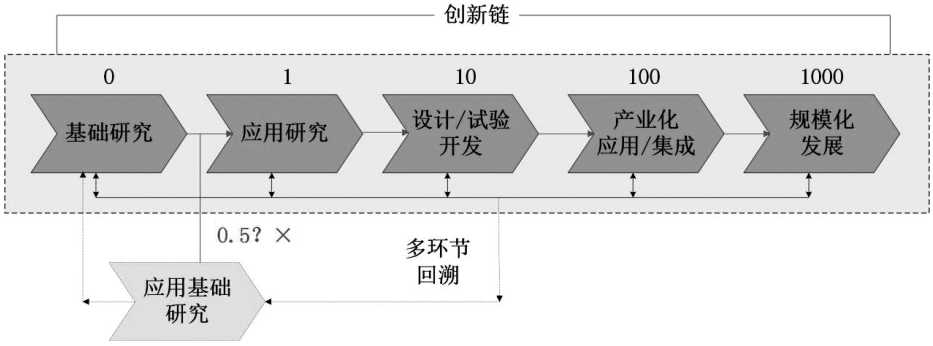


图 2　创新链语境下的应用基础研究概念理解

3. 类型关系维度:将不同基础研究范式视为相互排斥的静态类别

基础研究分类中还存在将前沿探索、战略牵引和市场驱动等范式作刚性分割的倾向。区分不同范式有助于识别问题来源、目标边界和制度需求,但若将其理解为边界固定、彼此互斥的类别,便会忽视复杂科研活动中多重动力并存及其相对作用变化的可能。同一研究问题可能受到科学兴趣、国家战略或产业需求中的一种或多种力量推动,不同动力的重要性也可能随研究进展而改变。因此,范式划分更适合用来判断某一情境和阶段中哪些动力居于主导,以及这种动力结构对应怎样的制度要求。如果项目启动时的类型标签被沿用到整个研究过程,原本用于分析的分类就容易变成管理边界,反而遮蔽知识生产过程中动力结构的变化。

4. 产出维度:以成果形态替代知识贡献判断研究属性

在科研成果识别中,成果形态、活动性质与知识贡献的程度有时被混合使用。例如,论文、理论模型等成果容易被视为基础性研究的表征,专利、装置和技术方案则更多被归入应用或技术活动;与此同时,科学产出又容易与原创发现相联系,技术产出则常与渐进改进相联系。这种认知实际上混淆了两类不同问题:一类是研究活动及其成果主要属于科学还是技术范畴,另一类是其究竟形成了何种程度和性质的知识或技术贡献。科学活动既可能形成新的发现和理论,也可能只是对既有认识的验证、修正或边界厘清;技术活动既可能沿既有路径改进,也可能形成新的技术原理、方法或技术体系。二者在“成果属于什么形态”与“实际贡献了什么”两个维度上并不存在简单对应关系。若仅依据论文、专利或技术装置等成果形态判断研究属性,既可能忽视技术活动中形成的一般性科学认识,也可能高估仅具理论形式却缺乏实质性知识贡献的成果。因此,基础研究产出的识别应更多考察研究实际形成的知识贡献,而非成果形态本身。这里的知识贡献既包括发现新现象、新规律和新机制,发展新的理论与方法,也包括对既有认识的检验与证伪、理论修正、适用边界厘清,以及具有认识价值的负向研究结果。

5. 组织方式维度:将“有组织科研”等同于“非基础性研究”

将研究组织方式与知识属性直接绑定,认为

有组织科研更接近工程开发,依托重大平台或跨组织协同开展的研究必然偏向应用,企业参与或牵头便意味着研究不再具有基础属性,实质上是以组织形式替代对知识属性的判断。研究是否具有基础属性,主要取决于其核心活动是否围绕原理探索和新知识生成展开,而不能由参与主体、团队规模或组织方式直接决定。战略导向研究即使依托重大科技任务或大科学装置,其内部仍可能聚焦源头性科学问题;市场导向研究即使由企业或产业实践提出问题,也可能需要通过底层原理和共性方法突破才能推进。大科学装置彰显了战略组织、长期条件保障与科学家自主探索三者可以并存的特征,不同主体分别承担方向组织、平台支撑和科学判断等功能。当然,有组织科研并不天然保证原创性,过度刚性的目标分解和过程管理也可能压缩探索空间;但这反映的是组织机制是否适配基础研究规律的问题,而不能反过来成为否定其基础研究属性的依据。基础研究治理真正需要判断的,不是研究是否"有组织",而是组织方式能否为不确定性探索、专业判断和原创发现保留必要空间。

这些认知一旦直接进入政策设计,问题来源、机构身份、成果形态和组织方式等较易观察的特征,就可能被当作资助、组织和评价的判断依据。由此产生的矛盾集中在研究动力、承担主体、评价和资源配置几个方面,也为讨论制度如何适应基础研究的知识生产特点提供了切入口。

三、基础研究理论框架中的治理核心争议及张力逻辑

(一)动力逻辑张力:复合研究动机与目标管理要求

自由探索与目标导向之争,集中反映了基础研究的探索性与项目管理的计划性之间的张力。基础研究既可能由学术前沿驱动,也可能受到战略需求、产业问题和工程实践的牵引,多种动力可以并存,其主导作用也可能随研究推进而变化。然而,项目管理通常要求在立项之初明确研究目标、任务分工和考核节点,这与科学问题及其解决路径的不确定性存在矛盾。过早固化技术指标和研究路线,可能限制科学探索和方向调整[32];缺乏必要的目标协调与组织支持,又可能妨碍复杂任务中不同研究活动的有效衔接[33-35]。因此,制度设计需要在目标约束与探索自主性之间保持适度弹性,对科学探索保留路径选择和调整空间,对跨主体协同任务明确必要的组织责任,并根据研究进展调整支持与评价要求。

(二)承担主体张力:严格分工与功能协同

基础研究的专业化分工有利于科研能力的长期积累和组织责任的落实,但复杂科学问题的解决往往跨越既有机构边界。高校、科研院所、国家实验室和企业虽然具有不同的能力优势与职责定位,但其在实际承担的问题凝练、机理研究、条件供给和场景验证等环节却可能相互交叉,并随研究推进动态调整。由此产生的张力在于,科研体系需要依靠相对稳定的机构分工保障专业能力和组织效率,而跨主体知识生产又要求研究任务、人员、数据和实验条件能够围绕科学问题灵活配置。若过度依赖机构身份划分研究任务和资源边界,容易造成科学问题与研究能力脱节,限制不同主体之间的知识交流和协同推进。我国科技领军企业设立基础研究部门、建设联合实验室并参与共性科学问题凝练的实践[36],以及美国、韩国和日本在大学、国家科研机构与企业之间形成的不同组织模式[12],均表明基础研究的承担主体格局应具有多样性。承担主体层面的张力由此表现为:科研体系需要相对稳定的机构分工和责任边界,而具体知识生产又要求不同主体根据科学问题和研究进展构建灵活的功能组合。

(三)评价逻辑张力:可见证据与多元知识价值

科研评价承担资源决策和责任认定功能,需要依靠清晰、可比较和可核验的依据,但基础研究的知识价值往往难以在既定评价周期内得到充分体现。近年来,"破五唯"和分类评价持续推进,显性成果与阶段性指标仍是项目管理、人事评价和经费监管的重要依据。由此产生的矛盾在于,评价制度需要在有限时间内判断研究质量和投入绩

效,而基础研究的有效进展既可能表现为新的发现、理论和方法,也可能体现为既有假设的证伪、理论修正、适用边界的厘清,以及数据、实验条件和方法体系的积累[37]。这些贡献未必能够转化为预设成果,一些研究的科学意义还需要在后续研究和应用中逐渐显现,其时间尺度往往超过项目验收周期[38-39]。如果过度依赖短期、显性的成果指标,容易低估探索性研究的实际进展,将未获得预期结论等同于研究失败,并促使科研人员回避高风险问题。评价逻辑层面的张力由此表现为:科研管理需要及时、可核验的评价证据,而基础研究的知识贡献具有多元性和长期性,其科学价值难以完全通过预设指标和有限周期加以衡量。

(四)资源配置张力:统一规则与差异化条件需求

科研资源配置需要统一规则,以控制管理成本、明确责任并规范公共资源使用,但基础研究所需的支持条件具有明显差异。前沿探索通常依赖持续且相对自主的经费,战略任务中的科学问题可能需要重大设施平台、跨学科多主体协作和长期数据积累,产业与工程实践中的基础研究则往往需要企业数据、样品和真实验证场景。即使属于同一项目类别,不同研究活动对资金、人才、平台、数据和实验条件的需求也可能存在显著差异。统一的项目分类、资助周期和经费使用规则虽然有助于规范管理,却难以充分反映这些条件需求,尤其是重大设施的持续运行、专业技术队伍的长期支持,以及跨项目数据和实验条件的积累。此外,基础研究的问题、路径和关键条件还可能随研究推进动态变化,预先确定的资源配置未必能够持续适应实际研究需要。资源配置层面的张力由此表现为:科研管理需要相对统一、稳定的资源分配规则,而具体研究活动又要求支持条件具有差异性、连续性,并能够随科学问题和研究进展作出调整。

上述四类张力落在研究动力、承担主体、评价和资源配置等不同环节,实际都涉及科研管理规则能否适应基础研究的知识生产特点。管理制度需要相对稳定、可识别、可追责的对象和规则;基础研究的问题来源、知识不确定性、主体分工、知识贡献和条件需求却可能随着研究推进而变化。项目和任务分类仍有必要,但不能据此直接推定具体研究活动的知识属性和制度需求。要解释复杂科研活动中的基础研究及其政策含义,还需要一个能够容纳这种变化的分析框架。

四、基础研究新理论框架及其核心争议回应

(一)基础研究的动态融合范式框架

项目和任务是科研组织与管理的重要单元,但并不必然构成知识生产的自然边界。复杂科研项目可能同时包含基础研究、技术开发和工程活动,基础研究形成的认识也可能在后续项目中继续得到检验和应用,技术开发与工程实践也可能提出新的科学问题。因此,仅以项目整体类别描述科研活动,难以充分反映其中不同研究活动的知识属性及其相互关系。本文据此提出“基础属性判定—研究形态识别—制度适配”的动态融合范式,如图 3 所示。

基础属性判定以具体研究活动为对象,考察其是否围绕尚未确定的科学问题,以形成、检验或修正可靠的科学认识为核心任务,是否存在实质性的认知不确定性,以及所形成的认知是否具有超越特定应用目标的科学价值,而不直接依据项目目标、承担主体或成果形式作出判断。研究形态识别从目标动力、主体功能、过程关系和知识贡献四个维度,分析具体研究活动所处的知识生产状态及其与其他活动的关系。制度适配讨论不同研究形态与组织、支持和评价安排之间的关系,识别既有制度的适用条件及需要保留调整空间的情形。

这一范式中的“动态”,主要指具体研究活动及其相互关系可能随科学问题、知识积累和研究条件变化而调整,并可跨越单一项目周期延续;“融合”则指多种目标动力、参与主体以及基础研究、技术开发和工程活动可以在同一科研任务中并存并相互作用。融合并不意味着不同研究活动失去属性边界,动态也不意味着取消项目分类;项目仍承担必要的管理功能,具体研究活动则需在知识生产层面分别辨识。

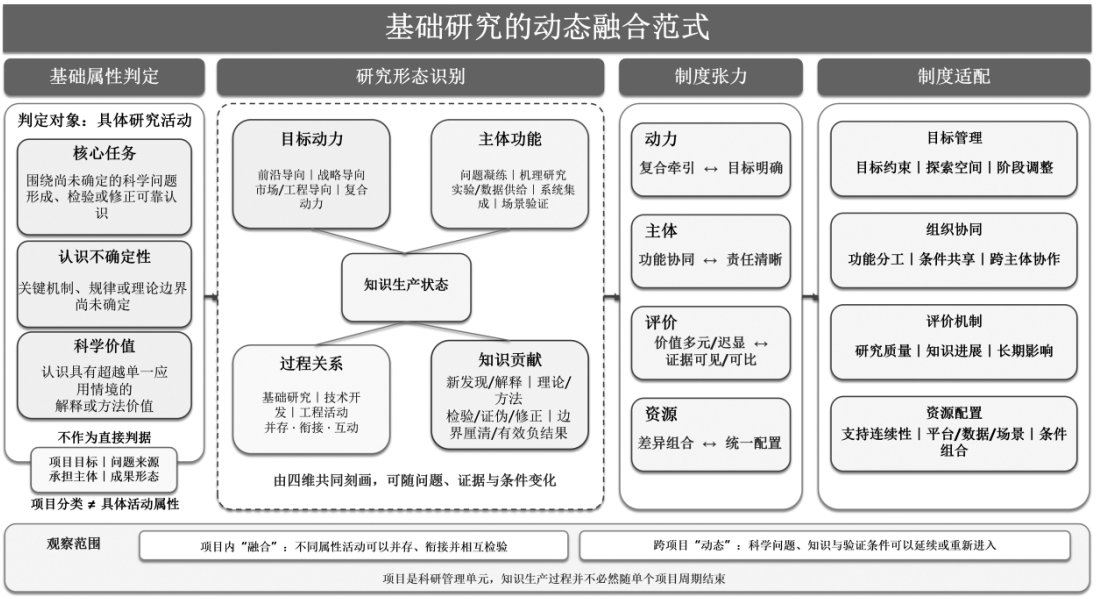


图 3　基础研究动态融合范式概念框架图

1. 目标动力:识别问题牵引与约束结构

目标动力用于识别问题来源及其约束结构,也是现行管理视角下区分基础研究项目类型的重要依据,但并不直接决定具体研究活动的基础属性。目标动力可通过三个问题加以识别:什么因素使该问题进入研究议程,什么因素决定任务优先级,什么因素对继续投入具有约束力。主要由学科内部未知问题和理论张力推动的,可视为前沿导向;主要由国家长期战略能力或重大任务约束形成的,可视为战略导向;主要由产业或工程场景中的共性瓶颈形成的,可视为市场导向。若多种约束均不可忽略,则更适合识别为复合动力,而不必强行归入单一类别。这里的“主导”描述当前最具约束力的问题牵引因素,而不是对研究价值或基础性程度作量化判断。

2. 主体功能:识别参与者的实际知识功能

主体维度记录不同参与主体在知识生产中实际承担的功能,而不以机构身份推断研究属性。具体可区分为问题凝练、理论与机制研究、实验和数据条件供给、系统集成和场景验证等功能。高校和科研院所通常在科学探索和理论创新上有长期积累,国家实验室和重大科研平台能够提供稳定的平台条件和重大任务组织优势,企业能够提供一线产业约束、真实数据和验证场景,但这些更多体现比较优势,并非严格固化、非此即彼的分工。同一主体可以承担多种任务类型,同一科学问题也可能涉及多类主体持续协同。由此,有组织科研的关键不在团队规模或任务分解本身,而在组织安排能否使问题、证据和验证条件持续衔接,并为专业判断、路径竞争和问题重新界定保留空间。

3. 过程关系与知识贡献:识别活动状态、衔接和认识增量

过程关系用于识别具体研究活动当前面对的主要任务和不确定性,以及基础研究、技术开发与工程活动如何通过问题、证据和条件变化发生衔接、检验或重新进入;知识贡献则考察研究形成、修正或排除了哪些可靠认识。复杂项目中,机理研究、技术验证和工程实施可以并行或交替,工程试验也可能重新提出需要解释的科学问题,因此不能用项目总体阶段替代对具体活动状态的判断。基础性知识贡献不限于新的理论或发现,也包括对既有认识的检验、证伪与修正、适用边界的厘清以及具有认识价值的负结果。成果形态只是知识的呈现方式,并不直接决定研究属性。表 1 据此比较传统理解与动态融合范式下的概念认识。

表 1　基于基础研究动态融合范式的概念再理解

概念维度	传统理解	动态融合范式下的理解	核心判断
基础属性	倾向于依据项目类别、问题来源或应用距离判断基础性	以具体研究活动为对象，考察是否围绕未决科学问题形成、检验或修正科学认识，以及认识不确定性与所求认识的科学价值	属性判定
问题来源与目标动力	偏重学科内部探索，常将自由探索与现实需求分开讨论	科学问题可源于学科前沿、战略需求、产业和工程实践，多种动力可以并存	多源复合
动力变化	通常依据项目启动时的目标确定研究类型	动力结构及其主导作用可随研究问题、证据和条件变化	动力可变
过程关系	偏重基础研究向技术应用的单向推进	基础研究、技术开发与工程活动可以并行、衔接并相互促发	非线性交互
知识贡献	偏重新发现、新理论及显性研究成果	发现、检验、证伪、修正及适用边界厘清等均可能形成科学认识贡献	多类贡献
成果形态	容易依据论文、专利或技术装置等成果形式推断研究属性	成果形式不能直接决定基础属性，应考察具体活动的知识生产任务与实际贡献	载体非判据
主体功能	倾向于将不同机构对应到固定的研究与创新环节	不同主体可承担多种知识生产功能，围绕具体科学问题协同	功能协同
组织与制度	容易将组织方式、项目类型与固定支持评价安排相联系	组织方式不直接决定基础属性，支持和评价安排应适应具体知识生产需求	制度适配

（二）判别规则、操作化路径与适用边界

前述动态融合范式是在梳理既有理论演进与认知偏差基础上形成的概念框架，进入经验分析时，还需转化为可观察、可判别的分析规则。本文参照定向内容分析由理论概念形成分析维度和判断规则的做法[40]，按“属性判定—形态识别—制度适配”组织观察：基础属性结合核心任务、认识不确定性和所求认识的科学价值判断；研究形态依据项目文本、访谈、试验记录和成果材料，记录目标动力、主体功能、过程关系和知识贡献；制度适配则考察支持连续性、自主空间、平台与数据条件、协作规则和评价证据是否符合当前知识生产需要。表 2 概括了相应的观察问题和证据规则。

表 2　动态融合范式的操作化观察框架

分析层次	操作化问题	可观察证据与判断规则	边界说明
基础属性	该活动主要解决认识问题还是工程实现问题？	考察核心任务、主要不确定性和所求认识的科学价值；结合任务书、论文、试验设计与访谈，判断为“具有基础属性 / 非基础属性 / 证据不足”	项目目标、TRL、机构身份和成果形态均非替代判据
目标动力	什么因素决定问题进入议程、优先级和持续投入？	按前沿、战略、市场/工程记录动力来源，区分主导与并存动力；在关键节点复核其变化	描述动力结构，不评价基础性高低
主体功能	各主体实际承担哪些知识生产功能？	记录问题凝练、机理研究、实验/数据供给、系统集成和场景验证等功能及实际责任	机构身份不能替代实际功能
过程关系	当前活动解决什么问题，与其他活动如何衔接或相互检验？	记录当前主要任务和不确定性，以及科学认识进入设计/验证、工程结果修正假设或重新提出科学问题等关系	项目阶段或单一 TRL 不能替代具体活动判断
知识贡献	研究形成、修正或排除了哪些可靠认识？	记录新发现/解释、理论/方法、检验/证伪/修正、适用边界/有效负结果及相应证据	成果形态不能替代知识贡献判断
制度适配	组织、支持和评价是否适合当前知识生产需要？	考察支持连续性、自主空间、平台/数据/场景、协作规则以及评价周期和证据类型	判断适配关系，不作项目或学科绩效排序

实际判别时，首先要看不确定性来自哪里。机制、规律和理论边界尚未明确，属于认知上的不确定性；原理基本清楚之后的参数优化、制造一致性和系统集成，则更多是工程实现问题。一个复杂项目往往同时包含两类不确定性，因此应逐项判断具体研究活动，不能仅凭项目总体目标或单一 TRL 给整个项目定性。后续经验研究可引入多名研究者独立判别并比较差异，据此检验和校准规则[41]。这一框架尤其适用于项目内部多类研究活动并存、跨主体协作较强，或同一科学问题跨项目延续的情形。表 2 的规则目前主要用于划定定性分析边界，具体判据仍需在不同学科和研究情境中继续检验。

（三）案例说明：石岛湾高温气冷堆示范工程

研发石岛湾高温气冷堆示范工程（HTR-PM）的蒸汽发生器，体现了基础研究与技术设计、工程

验证之间的相互作用。围绕螺旋管式直流蒸汽发生器的安全稳定运行需求,清华大学核能与新能源技术研究院开展两相流不稳定性机理、稳定规律及边界条件研究,并将相关认识用于热工水力设计。随后,研究团队依托 ETF-SG 工程验证回路开展试验,验证设计方案、校核计算模型,同时发现了新的两相流稳定性现象,为进一步研究相关机理和模型提供了经验依据[42-44]。这一过程既体现了科学认识对技术设计的支撑,也展现了工程试验对科学研究的反馈(见图 4)。从动态融合范式看,重大工程任务提供了问题牵引,但其中不同研究活动的属性仍需分别判断。围绕未确定的科学问题形成、检验或修正科学认识的活动具有基础研究属性,技术设计与工程实施则主要承担工程实现任务;工程验证既服务于设计校核,也可能产生新的科学认识。清华大学核研院在机理研究、技术设计和试验验证中承担多种功能,并与工程主体协同推进[42]。相应地,不同活动虽可共享研究平台与数据条件,其支持方式和评价依据仍需与各自的知识生产任务相匹配。

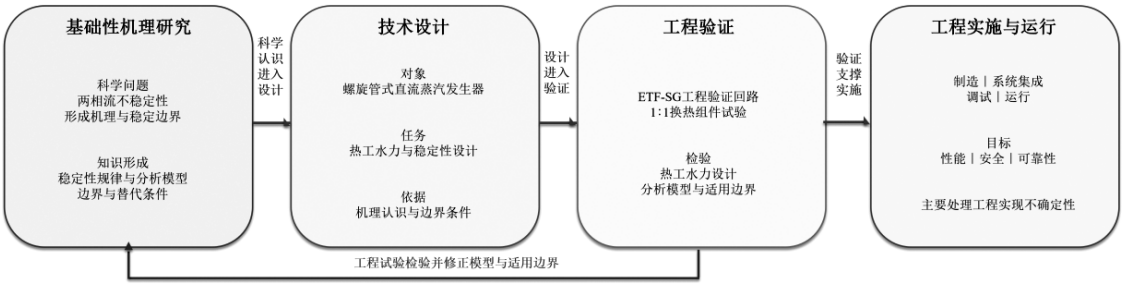


图 4　石岛湾高温气冷堆蒸汽发生器研发中的知识生产与工程验证关系

(四)基于动态融合范式的核心争议回应

1. 目标动力:区分问题牵引与研究属性

目标动力用于识别研究为何进入议程及其所受约束,但不能据此直接判断研究属性。战略导向研究可以围绕国家需求确定问题边界和能力目标,其中尚未解决的科学问题仍应依据科学证据和认知进展加以判断,不能以工程节点替代知识结论;前沿探索应保留自主设题和路径竞争空间,其战略价值也可能在后续研究中显现;市场或工程导向研究则需将具体瓶颈提炼为可检验、具有一般意义的科学问题。不同研究阶段对制度安排的要求亦有所差异:问题形成和机理探索阶段更依赖专业判断与路径开放,进入复杂实验、系统验证或跨主体协同后,目标协调和条件组织的重要性相应上升。因此,目标导向可以界定当前问题约束和责任边界,但不宜成为固定研究属性及制度安排的唯一依据。

2. 主体功能:按知识功能组织协同

主体协同应以实际承担的知识生产功能为基础。问题凝练和原理研究依赖专业判断,复杂实验和长期观测需要稳定的平台与技术条件,产业和工程场景则能够提供实验室难以获得的数据、样品、约束和验证环境。多主体协同的关键,在于明确问题凝练、机理研究、条件供给、系统集成和场景验证等功能的分工,并使问题、证据和研究条件在不同主体之间有效衔接。只有当合作进入知识生产过程本身,而非停留于联合申报和任务分工,主体之间的功能互补才具有实质意义。重大设施开放、跨机构人员协作、数据使用、成果发表和知识产权安排,也应依据实际功能关系和知识流动加以设计,而不宜由机构身份预先限定。

3. 评价机制:区分研究质量、知识进展与长期影响

评价应区分研究质量、阶段性知识进展和长期影响。研究早期可重点判断科学问题的重要性、关键假设的清晰程度以及研究设计的可检验性;中期关注新证据是否改变既有认识、缩小解释空间或推动方法改进,并将证伪、理论修正和具有认识价值的负结果纳入知识进展;后期则更适合观察知识扩散、方法复用及长期影响。不同研究

形态所需的评价证据也有所不同:前沿探索更依赖对问题原创性和科学潜力的专业判断,战略任务需要同时考察科学认识与能力建设,产业和工程场景中的基础研究则应判断具体问题是否形成了具有一般意义的原理或方法。这种差异要求评价证据和时间尺度与知识生产过程相匹配。资源投入决策与长期学术价值研判不必在同步完成,阶段性评价可以据此决定支持的延续、调整或终止,而不宜过早固化对研究长期价值的判断。

4. 资源配置:按知识生产条件形成工具组合

资源配置的关键在于识别不同研究活动所依赖的条件组合,而非据此增设新的项目类别。认识不确定性较高的前沿问题通常需要相对稳定的支持预期、较长研究周期以及研究路径调整空间;重大任务中的基础科学问题除经费外,还可能依赖大型设施、跨学科团队和持续性组织协同保障;由产业或工程场景提出的共性科学问题,则可能依赖数据、样品及真实验证环境。因此,资源配置既应保持必要的连续性,也应在科学问题、研究路径或关键条件发生实质变化时允许支持方式相应调整。自由探索中逐步显现重大科学或战略价值的方向、重大任务实施中重新暴露的基础科学问题,以及产业实践中提炼出的共性机制问题,都可能需要跨越既有项目边界获得持续支持。其制度要求并非频繁调整项目类别,而是在统一规则和责任边界下,提高资源配置与知识生产条件的匹配程度,使资金、平台、人才、数据和场景等支持更好回应高质量基础研究的实际需要,并减少因分类过粗造成的资源错配和激励扭曲。

五、结论与启示

(一)研究结论

本文围绕复杂科研情境下基础研究的识别与制度适配问题,在梳理理论演进、辨析概念误区和分析制度张力的基础上,形成以下认知。

第一,厘清了基础研究属性与项目管理因素之间的认知错位。在既有讨论中,问题来源、目标导向、承担主体、组织方式和成果形态等因素常被用于描述不同类型的基础研究,但这些维度并不等同于研究活动本身的基础属性。本文将判断对象落实到具体研究活动,提出将未决科学问题、认识不确定性及科学价值作为基础属性判断的核心依据,由此将战略导向、应用导向、有组织科研和企业参与等研究情境,与基础研究活动的内在属性区分开来。

第二,构建了基础研究的动态融合范式。本文将目标动力、主体功能、过程关系和知识贡献纳入统一分析,形成“基础属性判定—研究形态识别—制度适配”的分析框架。该框架突破以单一项目类别描述复杂科研活动的局限,能够刻画多重动力、多元主体以及基础研究、技术开发和工程活动在项目内部与跨项目层面的并存、衔接与动态演化,也使基础研究由静态类型识别转向对具体知识生产过程的分析。

第三,明确了动态融合范式的判别边界及其经验分析路径。“动态”并非预设研究活动沿固定阶段转换,“融合”也不意味着不同研究属性趋于消失。本文进一步以认识不确定性与工程实现不确定性的区分,界定基础研究活动边界,并将概念框架转化为可观测的判断问题和证据规则。石岛湾高温气冷堆案例表明,在同一重大工程任务中,基础性机理研究、技术设计和工程验证可以相互反馈迭代,但其任务分工和核心判据仍然存在显著差异。

第四,揭示了基础研究知识生产与科研管理之间的制度张力。本文将有关自由探索与目标导向、专业分工与多主体协同、显性成果与知识价值、统一规则与差异化资源需求等争议,归结为知识生产特征与管理要求之间的适配问题。项目管理要求清晰的目标、责任和可核验规则,而基础研究则具有较高的不确定性、较长的知识形成周期和多样化的知识贡献形态。制度设计的关键在于使组织模式、评价机制和资源配置方式适配不同研究活动的知识生产特征。

(二)理论贡献

第一,推进了基础研究概念研究的判断边界。Stokes[5]、OECD[27]以及国内有关战略性基础研究、有组织基础研究、问题导向和企业基础研究的

讨论[8-12],不断拓展基础研究的问题来源、目标导向和组织情境,但不同研究概念所使用的判断维度并不总处于同一范畴。本文将项目和任务层面的管理分类与具体研究活动的知识属性区分开来,将基础研究判断重新落到知识生产活动本身。这为解释战略需求、产业问题和组织化方式与基础研究的并存提供理论参照,也为比较不同基础研究概念提供了统一的分析框架。

第二,将基础研究由类型分类推进到研究形态分析。既有研究已经通过巴斯德象限、“发明—发现循环”、时间维度以及“科学—技术”双轴模型等不断突破线性创新观[5-7,29-30],但目标、主体、过程和知识贡献仍多被分别讨论。本文提出动态融合范式,将这些维度组织到同一分析结构中,使研究关注点由“某一项目属于什么类型”进一步转向“具体研究活动以何种形态存在、如何随科学问题和证据演化而动态变化”。由此,基础研究、技术开发和工程活动之间的关系可以在保留各自属性边界的前提下得到动态刻画。

第三,建立了基础研究活动特征与科研制度安排之间的分析关联。既有研究已分别讨论基础研究的资助方式、组织主体和评价机制,但不同制度要求为何适用于不同研究活动,尚缺乏统一的解释框架。本文从知识生产特征出发,将认识不确定性、主体功能、知识贡献及其变化与组织、评价和资源条件联系起来,并将证伪、理论修正、适用边界和具有认识价值的负结果纳入知识贡献。由此,制度适配不再只是针对既定项目类型配置政策工具,而可以进一步讨论制度安排与具体知识生产需求之间的匹配关系。本文提出的判别规则和案例分析,也为这一理论框架进入后续经验研究提供了参考。

(三)政策启示

我国已形成面向自由探索、重大任务和产业需求的多层次基础研究支持体系,原创探索计划、国家重点研发计划、企业联合基金等政策工具[45-50]已构筑较为扎实的制度基础。随着基础研究愈发深度嵌入重大科技任务、工程实践和产业创新,政策设计还需进一步依据具体研究活动的知识生产特征,在组织、评价和资源配置上提高适配性。

第一,复杂科研任务应实行分类治理。重大任务往往同时包含科学认识、技术实现和工程交付,不同活动面对的不确定性和评价依据并不相同。石岛湾高温气冷堆案例表明,工程需求可以提出基础科学问题,机理研究形成的认识又进入技术设计和工程验证。因此,国家重点研发计划等可在既有任务分解和全过程管理基础上,进一步区分科学探索、技术验证和工程实施的阶段目标与评价依据[46],避免以统一工程节点覆盖全部研究活动。

第二,多主体协同应围绕知识功能和研究条件组织。高校、科研院所、重大平台和企业在问题凝练、机理研究、设施数据和真实场景等方面具有不同优势[51]。产业和工程实践尤其能够提供实验室难以获得的约束,使技术瓶颈进一步转化为具有一般意义的科学问题[50,52]。现有企业联合基金已提供相应组织基础[47-48],后续可加强设施开放、数据共享、跨机构协作和验证条件衔接。

第三,基础研究评价应更加重视实际知识进展。对未决科学问题,未获得预期结果并不等同于失败;严格证伪、理论修正和适用边界厘清,只要有可靠证据,同样构成知识贡献。原创性和强探索性研究尤其应减少对预设成果刚性兑现的依赖[45,53],并使评价周期和证据类型与知识形成节奏相匹配[54],以推动基础研究活动真正朝着高质量方向发展,产出更多原始创新成果。

第四,资源配置应关注科学问题的持续性和关键条件需求。项目结束并不意味科学问题终止,工程阶段反馈也可能重新提出基础科学问题。是否接续支持,应依据问题价值、已有证据和后续条件通过专业评议判断,并综合运用项目、平台、数据、人才和合作机制形成必要支持[45-50],提高资源配置与知识生产需要的匹配程度。

(四)研究局限与展望

本文仍有两方面需要深化。其一,动态融合范式主要基于理论梳理、规范分析和单一案例说明,判别规则仍需通过跨领域案例比较和纵向追

踪检验,尤其要校准不同学科对科学问题、机制证据和理论边界的判断差异。其二,本文对 AI for Science(AI4S)、开放数据平台和智能实验室等新型科研条件讨论有限。这些条件正在改变问题提出、实验组织和证据形成方式[55],并可能重塑科学家、平台、算法与工程系统的功能关系。后续研究可检验其对基础属性判断、研究形态和制度安排的影响。

参考文献:

[1]新华社. 习近平在加强基础研究座谈会上强调:以更大力度更实举措加强基础研究,进一步打牢科技强国建设根基[EB/OL]. (2026-04-30)[2026-08-03].

[2]阴和俊. 以更大力度更实举措加强基础研究 打牢科技强国建设根基[N]. 人民日报, 2026-06-24(12).

[3]姚檀栋. 以加强基础研究打牢科技强国建设根基[N]. 人民日报, 2026-06-15(9).

[4]CALVERT J. What's special about basic research? [J]. Science, technology, human values, 2006, 31(2): 199-220.

[5]STOKES D E. Pasteur's quadrant: basic science and technological innovation[M]. Washington, DC: Brookings Institution Press, 1997.

[6]NARAYANAMURTI V, ODUMOSU T. Cycles of invention and discovery: rethinking the endless frontier[M]. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2016.

[7]PETTIGREW R I, COOKE J P, NELSON K E. At the nexus of science, engineering, and medicine: Pasteur's quadrant reconsidered[J]. PNAS Nexus, 2022, 1(3): pgac092.

[8]阿儒涵, 杨可佳, 吴丛, 等. 战略性基础研究的由来及国际实践研究[J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(3): 326-335.

[9]刘云, 郭栋, 刘文澜. 优化我国战略导向基础研究组织体系的对策研究[J]. 科学学研究, 2025, 43(11): 2251-2260.

[10]潘教峰, 鲁晓, 王光辉. 科学研究模式变迁:有组织的基础研究[J]. 中国科学院院刊, 2021, 36(12): 1395-1403.

[11]柳卸林, 杨培培, 常馨之. 问题导向的基础研究与产业突破性创新[J]. 科学学研究, 2023, 41(11): 2062-2072.

[12]柳卸林. 大企业如何通过基础研究实现突破性创新[J]. 人民论坛·学术前沿, 2023(9): 44-51.

[13]李慧,张梦杰. 科技人才集聚对区域基础研究创新绩效的影响:基于政府支持的调节作用[J]. 西北工业大学学报(社会科学版),2025(3):109-118.

[14]张明喜. 我国基础研究经费投入及问题分析[J]. 自然辩证法通讯, 2016, 38(2): 106-111.

[15]郭婧, 汪昊. 加强基础研究投入的财税政策研究[J]. 中国软科学, 2026(1): 204-214.

[16]王彦雨, 程志波. 我国基础研究资助体系的历史沿革及演变路径分析[J]. 科技进步与对策, 2011, 28(22): 94-99.

[17]尹志锋, 郭冬梅, 任优缘, 等. 企业开展基础研究:政府支持还是市场驱动?[J]. 科学学研究, 2025, 43(2): 348-360.

[18]吕薇, 柳卸林, 温珂. 完善基础研究体制机制 从源头培育重大科技成果[J]. 中国科学院院刊, 2026, 41(4): 695-706.

[19]张学文, 陈劲, 杜天翔. 基础研究的功能定位与主体演进[J]. 创新科技, 2025, 25(7): 1-15.

[20]阳镇,陆明富,陈劲. 数字背景高管与企业数字技术创新[J]. 西北工业大学学报(社会科学版),2025(4): 118-127.

[21]刘慧慧, 张树良. 面向开放创新的基础研究评估新模式研究[J]. 科学学研究, 2022, 40(8): 1495-1504.

[22]邱丹逸, 王春明, 祝林, 等. 科技强国原创性基础研究项目组织、资助及评价体系建设经验及启示[J]. 世界科技研究与发展, 2023, 45(增刊1): 1-9.

[23]陈志. 回归纯科学还是走向综合:基础研究概念的演变与启示[J]. 人民论坛·学术前沿, 2023(9): 36-43.

[24]陈悦, 韩盟, 陈劲. 基础研究内涵演变的内在逻辑及其启示[J]. 中国科学基金, 2025, 39(4): 660-669.

[25]BUSH V. Science, the endless frontier[R]. Washington, DC: National science foundation, 1945.

[26]周城雄. "科学计划"还是"放任自流":新中国基础研究的概念与政策演变[J]. 自然辩证法通讯, 2024, 46(5): 101-112.

[27]OECD. Frascati Manual 2015: Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development[M]. Paris: OECD publishing, 2015.

[28]张慧琴, 王鑫, 王旭, 等. 超越巴斯德象限的基础研究动态演化模型及其实践内涵[J]. 中国工程科学, 2021, 23(4): 145-152.

[29]那拉亚那穆提 V, 曹 J Y. 科技革命的本源:如何培育

卓越研究与创新[M]. 程志渊, 计宏亮, 译. 北京: 中译出版社, 2024.

[30] NARAYANAMURTI V, TSAO J Y. The genesis of technoscientific revolutions: rethinking the nature and nurture of research[M]. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2021.

[31]杨浩东, 陈劲, 王高峰, 等. 使命导向型科技创新体系:历史嬗变及模式特征研究[J]. 中国科学院院刊, 2026, 41(7): 1376-1388.

[32]朱松纯. 以有组织科研推进原创性、引领性创新[N]. 光明日报, 2023-02-18(5).

[33]陈劲, 肖轶群. 加快提升高校原始创新能力助力新质生产力发展[J]. 国家教育行政学院学报, 2024(6): 10-19.

[34]陈劲, 余芳珍, 陈钰芬. 高校原始性技术创新影响因素研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2006, 27(4): 67-72.

[35]陈劲, 汪欢吉. 国内高校基础研究的原始性创新:多案例研究[J]. 科学学研究, 2015, 33(4): 490-497.

[36]李欣, 程浩伦, 乔铮, 等. 引导企业加强基础研究的有关思考[J]. 创新科技, 2024, 24(6): 66-78,2.

[37]彭婧, 陈强. 从"选育"到"孕育":中美基础学科拔尖创新人才培养模式比较与启示[J]. 创新科技, 2025, 25(11): 11-22.

[38] POLANYI M. The logic of tacit inference[J]. Philosophy, 1966, 41(155): 1-18.

[39] VAN RAAN A F J. Sleeping beauties in science[J]. Scientometrics, 2004, 59(3): 467-472.

[40] HSIEH H F, SHANNON S E. Three approaches to qualitative content analysis[J]. Qualitative health research, 2005, 15(9): 1277-1288.

[41] O'CONNOR C, JOFFE H. Intercoder reliability in qualitative research: debates and practical guidelines[J]. International journal of qualitative methods, 2020, 19: 1-13.

[42] ZHANG Z Y, DONG Y J, LI F, et al. The Shandong Shidao Bay 200 MWe high-temperature gas-cooled reactor pebble-bed module (HTR-PM) demonstration power plant: an engineering and technological innovation[J]. Engineering, 2016, 2(1): 112-118.

[43]苏阳, 李晓伟, 吴莘馨, 等. 核反应堆蒸汽发生器两相流不稳定性现象规律、研究方法及应用[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2023, 63(8): 1184-1203.

[44]李晓伟, 吴莘馨, 张作义, 等. 高温气冷堆示范工程螺旋管式直流蒸汽发生器工程验证试验[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2021, 61(4): 329-337.

[45]国家自然科学基金委员会. 2026 年度国家自然科学基金原创探索计划项目申请指南[EB/OL]. (2026-02-12)[2026-09-25].

[46]科技部, 财政部. 国家重点研发计划管理暂行办法[EB/OL]. (2024-03-31)[2026-09-25].

[47]国家自然科学基金委员会. 2026 年度国家自然科学基金企业创新发展联合基金项目指南(第二批)[EB/OL]. (2026-02-13)[2026-09-25].

[48]孔海璞,邵云飞,余江,等. 产学研联盟对"小巨人"企业基于科学的创新影响研究:融通创新视角[J]. 技术经济,2026,45(9):127-141.

[49]柳鹏程, 程靓, 孟庆峰, 等. 国家自然科学基金资助管理相关文献综述研究:基于 2018—2023 年中文文献的考察[J]. 中国科学基金, 2024, 38(6): 1075-1083.

[50]徐芳, 孟庆峰, 邸月宝, 等. 应用基础研究的资助管理:认识、挑战与对策[J]. 中国科学基金, 2025, 39(4): 643-649.

[51]肖轶群, 梅亮, 陈劲. 伟大是否可以被计划:高校原始创新的影响因素与作用机制[J]. 中国软科学, 2026(8): 84-98.

[52]李志兰, 徐峰, 胡士磊, 等. 关于国家自然科学基金联合基金面向国家重大需求科学问题凝练的思考[J]. 中国科学基金, 2022, 36(5): 735-739.

[53]赵英弘, 郝红全, 高芳亮, 等. 实施原创探索计划 激励基础研究原始创新[J]. 中国科学基金, 2022, 36(5): 759-764.

[54]肖轶群, 陈劲. 原始创新的多维测度:概念辨析、方法演进与综合框架[J]. 创新科技, 2026, 26(9): 1-15.

[55]阳镇, 梅亮, 端利涛, 等. 人工智能对管理学理论的冲击与颠覆[J]. 技术经济, 2026, 45(3): 1-17.