

# 企业科学研究的复兴与科技政策转型

王怡帆<sup>1</sup>, 李晓华<sup>2,3</sup>

(1. 中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100190; 2. 中国社会科学院, 北京 100005;  
3. 中国社会科学院大学应用经济学院, 北京 102488)

**摘要:** 企业科学研究是指在企业内部实施或由企业主导的、以科学发现与前沿技术探索为目标的研发活动。回顾企业科学研究的演变历史, 指出其复兴趋势。企业投资科学研究的动机主要源于提升技术吸收能力、吸引顶尖人才及增强声誉三大需求。当前的复兴潮流, 本质上是创新范式迭代、战略资源重组与竞争规则重塑共同作用下的历史性转变, 具体表现为科学与工程融合、技术迭代加速、数据资源重要性提升和算力依赖凸显, 这些变化使企业从知识应用者跃升为创新源头主导者。企业科学研究的兴起对传统的“基础/应用研究”二分法和以大学为主导的科技政策体系形成挑战, 急需科技政策的系统性转型。转型方向包括: 重构政策理念, 明确企业科学研究的独特性; 改革项目机制, 强化企业主导地位; 破除资源共享壁垒, 构建协同科研基础设施; 推动国际规则创新, 拓展企业科研合规支持空间。上述转型将为企业主导、多元协同的国家创新治理体系奠定基础。

**关键词:** 企业科学研究; 科技政策转型; 新质生产力

中图分类号: F270-05 文献标识码: A 文章编号: 1005-0566(2025)08-0141-12

## Revival of corporate scientific research and the transformation of science and technology policy

WANG Yifan<sup>1</sup>, LI Xiaohua<sup>2,3</sup>

(1. *Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;*  
2. *Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100005, China;*  
3. *Faculty of Applied Economics, University of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488, China*)

**Abstract:** Corporate scientific research refers to research and development activities conducted within or led by enterprises, aimed at scientific discovery and frontier technology exploration. This paper reviews the historical evolution of corporate scientific research and highlights its revival trend. The primary motivations for enterprises to invest in scientific research stem from three key needs: enhancing technology absorption capacity, attracting top-tier talent, and strengthening reputation. The current revival trend is fundamentally a historic transformation driven by the iteration of innovation paradigms, the reorganization of strategic resources, and the reshaping of competition rules. It is manifested in the integration of science and engineering, accelerated technological iteration, heightened importance of data resources, and increased reliance on computational power. These changes have elevated enterprises from mere knowledge appliers to leading sources of innovation. The rise of corporate scientific research challenges the traditional

收稿日期: 2025-06-15 修回日期: 2025-07-28

基金项目: 中国社会科学院重大创新项目“发展新质生产力体制机制研究”(2024YZDJ005)。

作者简介: 王怡帆(1992—), 女, 山东威海人, 中国科学院科技战略咨询研究院博士后, 研究方向为科技创新与产业发展。通信作者: 李晓华。

“basic/applied research” dichotomy and the university-dominated science and technology policy system, necessitating a systemic transformation of science and technology policies. Key directions for this transformation include: reconceptualizing policy frameworks to recognize the uniqueness of corporate scientific research; reforming project mechanisms to strengthen the leading role of enterprises; dismantling barriers to resource sharing and building collaborative research infrastructure; and promoting international rule innovation to expand compliance support for corporate scientific research. These transformations will lay the foundation for a nationally coordinated innovation governance system led by enterprises and supported by diverse stakeholders.

**Key words:** corporate scientific research; science and technology policy transformation; new quality productive forces

进入 21 世纪第二个 10 年,全球创新格局出现一个显著趋势:企业深度参与并引领科学研究,在人工智能、生物医药等前沿领域取得重大基础性突破<sup>[1-2]</sup>。谷歌 DeepMind 在蛋白质结构预测的革命性进展、OpenAI 在大型语言模型的开创性工作、生物医药巨头依托科研实力快速推进 mRNA 疫苗与精准疗法研发等,均标志着企业正从传统的知识应用者跃升为科学探索的关键驱动力。这一企业科学研究复兴浪潮挑战了传统观点——认为科学研究因其显著的正外部性主要由政府资助的高校和科研机构承担,而企业作为市场主体,其研发活动以市场和利润为导向,通常缺乏科学研究动力。深入理解企业科学研究复兴的深层动因及其对现有科技政策体系的冲击具有重要现实意义。

企业科学研究的勃兴并非新现象,其历史可追溯至 19 世纪末第二次工业革命深化时期。彼时,技术对科学知识的依赖日益加深而大学体系尚未成熟,催生了通用电气、杜邦、贝尔实验室等先驱企业实验室。第二次世界大战后至 20 世纪 70 年代迎来“黄金时代”,贝尔实验室、IBM 研究实验室等大型企业实验室在基础与应用研究平衡中产出晶体管、激光等改变世界的突破性成果。然而,20 世纪 80 年代后,受全球化竞争加剧、股东短期主义压力上升及大学技术转移动力增强等因素影响,企业研发重心显著向贴近市场的开发活动倾斜,大型企业实验室相对衰落。

现有研究从多维度剖析了企业投资科学研究的传统动机。其一,构建与增强吸收能力,以识别并利用外部知识,特别是来自大学和公共部门的科学发现<sup>[3-4]</sup>。参与科学研究有助于企业保持技术前沿敏感度,更有效地评估和整合外部技术机会,并通过融入学术网络获取隐性知识<sup>[5-6]</sup>。其二,通过营造具备学术探索自由和成果发表机制

的创新环境,吸引并留住顶尖科学人才<sup>[7]</sup>。核心科学家是知识流动的关键渠道,能促进内部创新产出,为企业带来显著的创新与竞争优势<sup>[8]</sup>。其三,通过科学研究活动向投资者、客户、监管机构等传递其科技能力与创新质量的信号,提升企业声誉与可信度<sup>[9]</sup>。这些信号有助于融资、产品商业化、树立创新领导者形象,并通过防御性出版等策略披露支持知识产权战略<sup>[10]</sup>。然而,现有研究多聚焦特定历史时期或沿用传统解释框架,缺乏对企业科研百年兴衰的系统梳理,尤其对当下企业科学研究复兴关注不足,对其深层独特动因的剖析尚显不足。

本文研究的核心在于揭示,当代企业科学研究的复兴远非历史模式的复刻,而是创新范式迭代、战略资源重组与竞争规则重塑共同驱动的历史性转向。科学与工程边界日益消融、技术迭代持续加速、数据资源战略地位提升、算力依赖空前凸显,这些变化使企业从知识应用者跃升为创新源头主导者。这一浪潮对以“基础/应用研究”二分法<sup>[11]</sup>和大学为科研核心主体构建的传统科技政策体系构成严峻挑战,其政策理念、项目机制、资源共享乃至国际规则均面临系统性转型。因此,本文系统梳理企业科研百年演进脉络,深入剖析其在新范式下复兴的独特动因与时代特征,并重点探讨科技政策系统性转型路径。这一探索将为构建适应企业引领创新新格局、激发多元主体创新活力、加速培育新质生产力的国家创新治理体系,提供重要的理论支撑与实践参考。

### 一、企业科学研究的演变与近期的复兴

企业科学研究历经百余年演变起落——从 19 世纪末萌芽,经历 20 世纪中叶的“黄金时代”,到 20 世纪 80 年代后的相对衰落,再到 21 世纪第二个 10 年以来的转型复兴——彰显了科学发展、市

场结构、企业战略及国家政策间的动态互动,也映射出科学研究在维持企业竞争优势和推动持续增长中角色的深刻变迁。

### (一)企业内部科研的萌芽(19世纪末—20世纪初)

19世纪末,美国企业的创新活动呈现明显的“外向型”特征。当时,大学、政府研究机构和科学社团是科学研究的主体,而企业尚未建立系统化的内部科研体系。尽管铁路、钢铁、电报等新兴技术密集型产业中,一些企业尝试设立小规模实验室,但这些实验室功能有限,主要用于评估输入质量(如铁路用钢的质量)<sup>[12]</sup>、解决生产问题和改进从其他公司获得的发明。企业的技术创新很大程度上依赖独立发明家的才智,或通过购买、许可等方式获取外部技术成果。这种路径在当时具有普遍性,正如贝尔电话公司专利部负责人 Lockwood 在 1885 年所断言的那样,“自建一支职业发明家队伍在商业上从未有、即使有也永远不可能划算”<sup>[13]</sup>。彼时企业科学研究尚未被视为构成核心竞争力的必须环节。

随着第二次工业革命的蓬勃推进,以染料、化肥为代表的化学工业、涉及电力传输与电灯制造的电气工程以及电话系统等通信技术的迅猛发展,科学知识与技术创新的关联日益紧密。突破性技术越来越依赖深厚的前沿科学理论支撑。例如,尼龙发明高度依赖高分子化学理论,这迫使企业对复杂专业知识产生前所未有的渴求。然而,当时的美国大学体系在部分新兴科学领域相对滞后,难以提供产业急需的研究人才和专业知识;许多独立发明家缺乏对复杂科学原理的系统掌握,无法应对日新月异的技术挑战。此外,第一次世界大战后美国经济的繁荣提升了资本对无形资产的重视,专利、专有技术诀窍等的市场估值得到大幅提升,进一步刺激企业增加内部科研投入。严峻的外部环境也是关键推力。一方面,获取关键技术许可变得异常困难,杜邦公司引进英国粘胶人造丝技术受挫即为明证,促使企业认识到关键技术内部掌控的重要性;另一方面,面对科学基础雄厚的欧洲竞争对手,如德国化工巨头巴斯夫、拜耳和电气巨头西门子、AEG 等,美国大型企业不得不寻求新的发展路径。

在多重因素共同推动下,一批行业先驱率先将科研活动大规模内化。1900年,通用电气创立工业研究实验室;杜邦公司于1903年设立实验站;美国电话电报公司(AT&T)则于1925年建立了影响深远的贝尔实验室。这些举措标志着企业科研从边缘辅助开始走向核心战略。这一新兴模式迅速展现出强大生命力。统计显示,1921—1927年,美国工业实验室的专职科研人员数量翻了一倍以上。更为显著的是,到1930年,美国绝大多数重要专利已由大型企业持有,独立发明人的贡献比例急剧萎缩,并且这一趋势在此后持续加强<sup>[14]</sup>。这些早期企业研究机构的建立,意味着企业正式将科学研究纳入核心战略视野,其角色也从辅助生产的“问题解决者”升级为驱动长期增长的“技术引擎”。这不仅提高了企业突破生产现场技术瓶颈的效率,也为未来发展积累了宝贵的技术储备,深刻重塑了现代创新的组织格局。

### (二)企业实验室的“黄金时代”(第二次世界大战后—20世纪70年代)

第二次世界大战后至20世纪70年代是大型企业科研实验室的“黄金时代”。以贝尔实验室、通用电气实验室、杜邦中央研究部、IBM 研究实验室、施乐帕洛阿尔托研究中心、西门子中央研究院等为代表的一批机构,成为全球技术创新的核心引擎。这些实验室规模宏大,动辄容纳数千名科学家和工程师;在组织架构上采取集中化模式,与生产部门明确分离,将资源聚焦于中长期探索乃至纯基础研究<sup>[15]</sup>。它们形成了追求关键技术自给自足的独特路径,具有共同特征:一是在基础研究与应用研究之间成功建立动态平衡;二是建立了多学科交叉、覆盖研发全链条的系统化科研架构。这种模式催生了一系列里程碑式的科技突破。例如,贝尔实验室在固体物理领域的深耕诞生了奠定电子工业基础的晶体管,孕育了信息论,并发展了微波激励器和激光技术;IBM 实验室在计算机科学和信息论方面作出重要贡献,如发明硬盘驱动器、提出密码学和快速傅里叶变换算法;杜邦公司在聚合物科学领域取得突破,将丁苯橡胶、尼龙等革命性材料推向市场;通用电气实验室也在超导和计算科学等领域取得卓越成就。这些实验室的产出虽常带有解决特定经济挑战的“任务导向”特征<sup>[16]</sup>,但其科

学深度与严谨性无可置疑,甚至培养出多位诺贝尔奖得主,为众多现代科学领域奠定了基石。

企业科学研究在此时期蓬勃发展,源于多重因素合力。第二次世界大战期间真空管、雷达、合成橡胶、核裂变、青霉素等突破所彰显的战略价值,前所未有地强化了工业界对科学能力作为核心竞争力的认知。与此同时,战后大型企业规模和财力的迅速扩张,为其大手笔投资专属研究机构、招募顶尖专业人才提供了坚实经济支撑。这种认知觉醒与资源积累的交汇直接催生了实验室黄金时代的到来。特定制度环境也发挥了关键作用。20 世纪 30 年代,美国强化反垄断执法,限制大公司通过并购寻求增长,客观上倒逼其将更多资本和精力投向内部研发能力建设。更直接的原因在于冷战格局下的国家安全焦虑,催生了庞大的国防科研需求。美国政府对尖端技术密集型产品——从最早的集成电路芯片到计算机系统,再到新型激光器——提供了强大且持续多年的采购承诺。这种政府采购模式不仅创造了稳定的市场预期,更为顶尖企业实验室管理层提供了一种“庇护”,使其敢于投资那些高风险、长周期的前沿基础研究项目<sup>[17]</sup>。政府在此过程中扮演核心资助者和主要客户的双重角色,营造了极为有利的环境,大大提振了企业挑战科学前沿的雄心。

这一全球现象在模式上呈现出国家间的差异性。美国的制度环境突出体现在反垄断政策对市场结构的塑造和对内部研发的激励;联邦和州政

府大幅增加对大学的资助,科学和工程领域博士数量激增,为繁荣的企业实验室持续输送高质量人才。相较而言,欧洲更依赖公共研究机构作为连接科学与产业的桥梁。例如,德国于 1949 年成立弗劳恩霍夫应用研究促进协会,专注产业导向的合同研究;西门子、飞利浦等本土工业巨头也在其中央研究院投入了可观的科研资源。日本在战后重建中由通商产业省战略引导,鼓励大企业组建联合研究协会,如著名的超大规模集成电路 VLSI 项目,并建设筑波科学城等,以协同整合产学研力量,快速提升企业研发能力。总的来看,尽管各国制度路径和侧重点不同——美国侧重通过政策规制激励内部研发,欧洲强调公共机构纽带,日本推进协同攻关——但殊途同归,这些制度为企业在 20 世纪中叶至 20 世纪 70 年代大胆开展科学研究创造了不可或缺的空间和支持条件。

### (三)企业科研的相对衰落(20 世纪 80 年代—21 世纪初)

20 世纪 80 年代至 21 世纪初,企业科研出现系统性收缩,研发资源配置呈现“重开发、轻研究”特征。如图 1 所示,美国企业部门资助和开展的基础与应用研究占比从 1986 年的 31% 降至 2008 年的 20%;包括政府和其他来源资助的企业研发中,研究所占比例也类似地从 1991 年约 30% 的峰值下降到 2008 年的约 20%<sup>[18]</sup>。产出端的变化同样印证了这一转变:1980—2015 年,企业公开发表的科学论文数量锐减约 60%,而同期专利产出未降

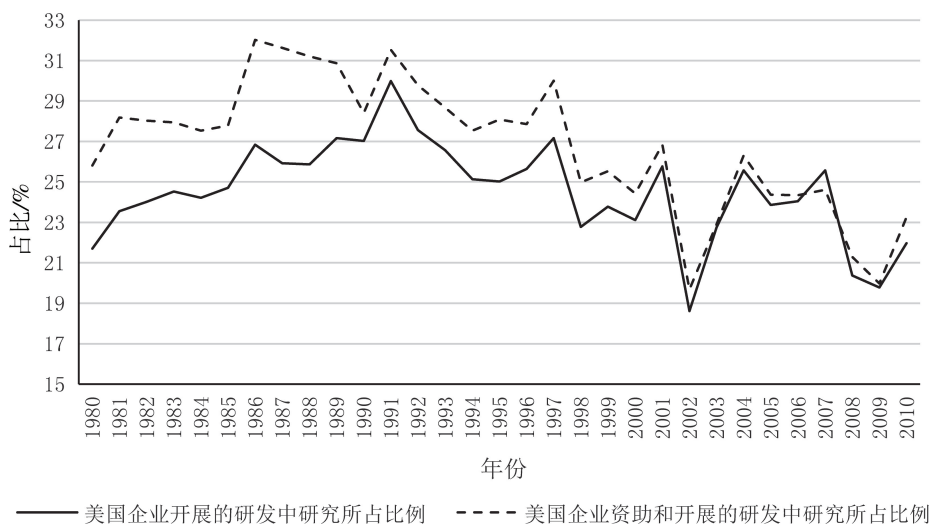


图 1 美国企业研发中研究所占比例(1980—2010 年)

资料来源: NSF(2025)<sup>[20]</sup>。

反升<sup>[19]</sup>,鲜明地反映出企业研发从“探索性研究”向“应用型开发”的战略转向。这一转变伴随着全球大型企业研发实验室的普遍缩减与重组。1984年AT&T拆分后贝尔实验室规模大幅收缩,2002年施乐PARC脱离母公司独立运营,2016年杜邦中央研究部被裁撤重组,IBM则将更多资源投向贴近业务的开发项目并削减纯科学研究。类似趋势在欧洲和亚洲也很明显:飞利浦解散其著名的中央实验室NatLab,将研发分散至各业务单元;英国帝国化学工业公司在20世纪90年代拆分后科研体系随之瓦解;日本企业在20世纪80年代泡沫经济期短暂扩张基础研究后,20世纪90年代迅速转向追求短期效益;韩国等后发工业经济体长期侧重技术引进消化和产品开发,对科学研究的投入相对薄弱。

这一时期,大学作为公共科研部门的核心力量,逐步承接了企业退出的科学研究领域,形成了“企业聚焦开发、大学主导研究”的分工格局。1980年《拜杜法案》的通过是关键转折点。该法案允许大学、中小企业和非营利机构保留联邦资助研究所产生的知识产权,并授权给私营部门进行商业化。这一政策极大地激发了高校的科研积极性和技术转移活力,显著提升了大学在科学研究中的主导地位。对企业而言,通过日益活跃的产学研合作或直接获取高校专利许可,可以以更低成本和更高效率获得所需科研成果,这进一步削弱了企业维持大规模、高风险内部科学研究团队的动力。不过,企业科研地位的下降呈现出明显的行业分化。在生物医药领域,由于新药研发高度依赖生命科学前沿且受到严格法规审查的约束,大型制药公司依然保持较高的内部科研投入。数据显示,该领域企业发表的论文数量与专利产出之比从20世纪80年代的大约1上升到近年来的2~3,而计算机与电子行业同期的这一比值却下降近一半<sup>[21]</sup>,清晰反映了不同行业技术范式与创新路径对企业科研策略的差异化影响。

企业科学研究在20世纪80年代后相对衰落,其根源在于宏观环境发生了一系列深刻变革。首先,经济全球化浪潮加剧了国际竞争,日本、“亚洲四小龙”等新兴经济体的强劲挑战迫使欧美企业将战略重心转向提升短期运营效率和市场响应速

度,压缩了长期探索性科研的空间。其次,“股东价值最大化”理念在金融市场日益主导,企业管理层面临不断增长的短期业绩压力。投入周期长、失败风险高、成果不确定的科学研究项目在内部资源分配中越来越难获支持,管理层在长期创新潜力与自身职业安全之间进退维谷。再者,20世纪80年代后欧美反垄断执法相对宽松,企业更倾向于通过并购直接获取关键技术,而非耗时费力的内部研发积累。最后,以《拜杜法案》为代表的政策变革,有效促进了公共科学知识的产出与溢出,以及大学技术转移体系的完善,为企业提供了替代性的外部知识获取渠道。正是宏观经济冲击、全球竞争加剧、金融市场短期主义压力、反垄断政策转向以及公共科研体系效能提升等多重力量交织,瓦解了“黄金时代”那种大型、封闭、内部驱动型研发模式赖以生存的基础<sup>[21]</sup>。

#### (四)新格局下的企业科研的复兴与范式变革(2011年至今)

进入21世纪第二个10年,全球创新格局深刻变化,企业科学研究展现持续复兴态势,企业部门在全球研发版图中重获主导地位。这一时期的突出特征是科技领军企业大幅增加在前沿科学领域的投入和布局,专注于人工智能、量子科技、生物医药等底层技术突破。同时,企业的角色定位也从技术应用者逐步拓展为潜在规则制定者和新质生产力引领者。在美国,国家科学基金会(NSF)的数据表明,企业执行的全美基础研究占比从2011年的17.67%上升到2020年的32.58%,应用研究占比稳定在57%~59%的高位;至2023年,企业部门执行的基础和应用研究合计已占全美总量约50%,显著高于同期高校的约29%,牢固确立了其科学研究主导力量的地位<sup>[20]</sup>。欧盟委员会联合研究中心发布的《2023年产业研发记分牌》显示,在全球研发投入前50强企业中,多家已在关键前沿领域建立了强大的基础研究能力;企业研发支出中用于基础研究和探索性应用研究的“前沿研究”比例在2013—2023年呈上升趋势,尤其在ICT和健康领域<sup>[22]</sup>。2019年数据显示,日本、韩国企业对本国基础研究支出的贡献度分别达到47.83%和58.25%;尽管中国企业基础研究投入的历史基数较低,贡献占比仅3.80%,但已呈现出加速科研布局

并取得显著成果的态势<sup>[23]</sup>。

本轮企业科学研究复兴的突出表现是科技巨头积极建立建制化科研机构,深度参与并重塑科学探索格局。例如,谷歌不仅大力布局量子计算,还通过收购 DeepMind 并整合 TPU 芯片和 TensorFlow 框架,依托海量数据训练模型,推动 AlphaFold2 在蛋白质结构预测领域取得突破,引发了关于“数据驱动型研究”新范式的讨论。微软研究院在计算机科学等领域持续深耕,与 IBM 共同在量子计算学术论文数量上居全球前列,近年甚至超过麻省理工学院等顶尖学府。华为构建涵盖应用基础研究和自由探索的自主科研体系,其极化码理论突破为 5G 国际标准奠定了关键技术基础。阿里达摩院前瞻布局数据工程和“人工智能驱动的科学(AI for Science, AI4S)”,并探索量子计算,开发“太章”量子模拟器。更深层次的变化在于企业角色的根本跃迁,即它们不再局限于技术应用环节,而是深度融入并主导“基础探索、应用研究、技术开发、商业实现”的全创新链条。企业凭借强大战略能力识别并引导突破性科研方向,高效将市场需求与科学发现“翻译”为清晰的研发议程,实现了从知识被动使用者到“知识创造、技术转化、价值实现”闭环核心组织者的根本转变。当代企业科研呈现出与贝尔实验室时代完全不同的范式创新,即基于“数据驱动+开放协同”理念的新型科研生态正在形成。科技巨头积极促进知识溢出与共享,通过开放平台、开源代码、共享数据集等方式赋能全球科研社群,使其研发机构从单纯的技术供给方转变为科学共同体中活跃且至关重要的成员。

综上,21 世纪第二个 10 年以来,企业科学研究呈现显著复兴态势,特点鲜明、内涵深刻。科技巨头凭借强大的资源整合能力、对市场需求的敏锐洞察和完善的科研体系,深度介入前沿研究并取得实质性突破,逐渐成为科学研究的重要主导力量和核心创新源头。企业深度嵌入科研全链条,不仅极大提升了对前沿成果的理解、内化与再创造能力,构筑了难以模仿的核心竞争力,更重塑了全球创新生态。其不断增长的影响力必将深刻影响未来数十年的科技发展方向和产业变革轨迹。这种贯通全链条的创新模式已成为企业塑造未来竞争优势、确立技术话语权的战略必然。

## 二、企业科学研究复兴的原因分析

第二次工业革命以来,企业就开始了在内部进行科学研究。虽然企业科学研究在整个科技创新体系中的作用有起落,但这类活动一直存在,说明在企业内部存在着开展科学研究的基因。企业科学研究的当代复兴,既植根于其长期积淀的战略传统,又与当前技术经济范式变革交织,重塑创新生态的竞争逻辑与权力结构。

### (一)企业投资科学研究的一般动因

企业投资科研的一般性动因聚焦于强化知识吸收能力、构建顶尖科技人才磁场、塑造技术领导者声誉三大维度。这些维度协同作用,为企业构筑长期创新优势奠定基础。

#### 1. 强化知识吸收能力

企业投资科学研究的核心战略价值在于提升其识别、消化与转化外部科学知识为内部创新动能的“吸收能力”。这种能力需通过持续的科研实践培育。企业投入科学研究实质是为研发团队创造深度学习的场域,促使其深化对科学原理与方法的理解并追踪学科前沿,由此提升了对外部新理论或重大发现等科学突破的识别敏锐度与价值判断力,能够更高效地甄别商业机遇。Cohen 等<sup>[3]</sup>指出,企业研发活动是培养其利用外部新知识能力的关键。科研活动也是企业接入全球科学知识网络的核心通道。通过与学术界合作及参与科学共同体,企业不仅能获取显性知识,更能接触到难以编码的隐性知识,如实验设计思路或问题解决范式,这对转化未成熟或高度复杂的公共科研成果不可或缺。自主科研为企业理解、吸收并转化萌芽阶段的知识提供了加速器,正如 Zucker 等<sup>[6]</sup>在生物技术领域揭示的:参与基础研究能加速隐性知识转移。Rosenberg<sup>[4]</sup>洞察到,科研投入实质是企业深度融入学术社群、弥合科学探索与商业应用鸿沟的“入场券”。持续的科研投入由此强化了企业在开放式创新生态中整合资源、驾驭技术变革的关键能力,构成其长期技术竞争力的战略基石。

#### 2. 构建顶尖人才磁场

顶尖科技人才是驱动企业创新的核心引擎,而科研投资是吸引并激励此类稀缺人才的关键策略。科学家普遍珍视研究自主权、应对智力挑战

的机会及学术影响力,仅靠物质激励难以满足其深层次职业需求。Roach 等<sup>[24]</sup>研究表明,科学家强烈偏好提供前沿探索自由和学术发表机会的平台。企业通过设立探索性研究项目,营造尊重学术自由、鼓励知识分享的环境,可有效回应科学家对学术自主性与归属感的内在追求,形成强大的“非货币激励”。这种环境即使薪酬非领先,也能凭借类学术机构的职业平台形成独特人才吸引力。顶尖人才加入后,其创造潜能和工作满意度在重视科研的氛围中得以充分释放。明星科学家常作为学科领域的知识枢纽,其广泛的学术网络能链接全球分散资源、促成战略联盟<sup>[25]</sup>。企业内部建立以学术成就为维度的评价与晋升体系,可将科学家在学界的贡献转化为内部职业资本,并激发其产出高价值专利的动力<sup>[5]</sup>。历史经验表明,包容探索性失败、崇尚学术平等的科研文化,是留住顶尖人才并释放其创新潜力的核心要素<sup>[26]</sup>。科研投入因此是企业构建“人才磁场”、将顶尖智力转化为可持续创新动能的关键途径。

### 3. 塑造技术领导者声誉

在动态且信息不对称的技术竞争环境中,企业投资科研并通过学术渠道展示成果,是构建声誉与传递信号的重要战略。其目的在于向外部利益相关者清晰传递技术前沿地位、创新底蕴与未来潜力。科研成果(尤指顶级期刊论文)提供客观、权威的质量信号,相当于获得科学共同体的专业背书,显著提升企业作为创新引领者或可靠技术伙伴的声誉<sup>[10]</sup>。精心培育的声誉资本具有多重价值:增强对顶尖大学及研究机构等合作伙伴的吸引力;提升面向医生、工程师等专业客户时解决方案的可信度与市场接受度——尤其在颠覆性技术导入期,基础研究实力强的企业更易赢得信任,加速商业化。对投资者而言,持续的高质量科研产出是评估长期技术潜力与创新能力的关键非财务指标,实证研究证实其与市场估值正相关<sup>[27]</sup>。此外,科研成果的公开披露可作为战略工具。企业可有策略地选择公开特定研究成果,支持其知识产权布局。例如,通过防御性出版限制竞争对手专利空间<sup>[28]</sup>,或向监管机构证明技术路线的科学性。尽管存在知识外溢风险,但领先企业已认识到,在开放科学与保护核心技术间寻求平衡、适

度且有策略地参与科研活动,由此带来的长期声誉红利、宝贵资源网络接入权及稳固的市场信任,其综合价值远超短期知识外溢损失<sup>[7]</sup>。持续活跃于科学共同体使企业深度融合并塑造创新生态网络,巩固行业技术领导地位,赢得更广泛支持与合作机遇,最终转化为显著竞争优势。

## (二)当代企业科学研究复兴的原因

当代企业科学研究呈现显著复兴之势,科技创新范式正经历深刻的结构性变革,企业正从传统意义上的技术应用者跃升为科学前沿探索的核心主体。这一复兴现象的深层动因在于多重时代趋势的交织共振。

### 1. 科学与工程深度融合释放企业系统集成优势

当代科技创新、产品生产及服务架构的复杂性急剧攀升,重大科技突破与产业难题往往兼具理论复杂性和系统性实现挑战,要求在源头实现跨学科知识的紧密协同,致使科学探索与工程实践的边界日益模糊。传统线性“基础—应用—开发”模式难以适应,正被科学与工程相互迭代、源头整合的非线性创新范式取代。在此范式下,企业应对复杂产品开发和严苛工程实施所积累的跨学科人才和知识体系,以及直面复杂市场场景和多维工程约束的独特能力,使其能够高效整合分散的跨学科基础发现,形成面向具体挑战的解决方案。例如,特斯拉在电池技术上的突破融合了电化学基础研究与热管理工程、材料工程技术及规模化制造工艺;华为在通信芯片领域的领先高度依赖其对半导体物理基础研究与超精密制造工程、系统架构设计工程的集成优化能力;IBM 研发量子计算机则将量子力学前沿理论与极端环境下的工程控制技术无缝结合。这种能力并非知识的简单叠加,而是依托工程科学的系统集成思维 and 全链条视角,深刻理解底层原理,并在成本、时间、可靠性等现实约束下进行优化设计和高效交付。强大的系统集成和工程实现能力,使企业能够持续产生兼具理论原创性和显著商业价值的突破性创新,有效弥合基础研究与市场应用之间的鸿沟,成为高校或科研院所难以替代的力量。科学与工程的深度融合也促使企业深度嵌入科学前沿,凭借对应用场景的深刻洞察,主动引导甚至直接参

与基础研究方向,实现从知识采纳者向知识创造者的跃迁。解决系统性难题需要打破学科壁垒、实现多领域融合,这要求企业构建科学家与工程师深度协同的有机网络,并通过设立交叉研究实验室、推行敏捷研发流程等举措促进知识深度整合,催生超越单一学科总和的创新知识体系。这种跨领域深度协作的组织能力,不仅赋予企业科技攻坚的效率,更塑造了其对新兴技术轨道的洞察,使其能够高效将离散的科研成果转化为满足复杂现实需求的新型生产力,成为塑造新产业生态的主导力量。

## 2. 成果转化加速迫使企业研发布局向源头前移

当前基础研究与应用或工程化创新的关系正在发生显著变化,基础研究成果向实际应用的转化周期前所未有地缩短,技术竞争的核心阵地持续向知识源头——基础科学和前沿技术领域——前移。大量科学发现不再长期停留于实验室的探索阶段,而是很快转化为成熟产品或规模化应用,深刻重塑产业格局。例如,Alphabet 研究团队 2017 年发表 Transformer 架构奠基性论文后,仅约 5 年,OpenAI 便于 2022 年年底推出引发全球关注的 ChatGPT 大语言模型,这相比传统从科学发现到产业化动辄二三十年的周期大为缩短。在生物医药领域,得益于 Karikó 等在 2005 年关于修饰核苷酸降低 mRNA 免疫原性的基础研究突破,辉瑞/BioNTech 和 Moderna 开发的首批 COVID-19 mRNA 疫苗于 2020 年即获紧急使用授权,远快于传统疫苗研发周期。量子计算领域从基础物理原理验证到 IBM、Google 等公司相继推出原型机和云服务平台的时间跨度也大幅压缩。在此背景下,企业若固守“应用跟随基础”的传统策略,被动等待外部基础研究突破后再进行二次开发,必然丧失市场先机和技术主导权。领先企业唯有深度嵌入知识诞生的源头,在基础研究阶段即取得突破或建立深度参与能力,才能在新知识、新原理涌现之初掌控其转化进程,将前沿科学洞见高效转化为商业化成果,并在专利布局、技术路线选择和行业标准制定上抢占先机。这种源头优势有助于构筑起基于专利壁垒、品牌声誉、用户基础和网络效应的护城河,显著抬高新进入者门槛。人工智能大语言

模型领域便是例证——尽管 Alphabet 并非最先推出商业化产品的公司,但凭借其在 Transformer 等核心基础架构上的早期基础研究,依然保持着关键技术领先地位。因此,为巩固和塑造长期竞争优势,企业必然选择主动将研发布局向基础层和前沿层前移,直接投资长期、探索性的基础科学与前沿技术研究。这种对源头创新的战略聚焦已成为企业应对技术洪流、强化核心竞争力的关键内生动力,并持续推动其加大科学研究投入。

## 3. 独占性数据资源驱动企业基础研究内部化

企业独有的数据资源与新兴数字科研范式的深度耦合,是其将基础研究内部化的核心驱动力。在数字时代,数据作为战略资产的价值日益凸显。依托庞大用户生态和复杂业务运营系统,企业积累了海量、动态、高价值且映射现实规律的数据,在规模、实时性、场景覆盖度及持续演化性上形成了学术界难以比拟的优势。这类“数据富矿”正是催生科研第四范式——数据密集型科学的重要基础。该范式以数据为引擎,借助人工智能建模、高性能计算和虚拟仿真技术,企业突破了传统小样本实验的局限,实现复杂系统动态模拟与大规模参数优化,构建“洞察—决策—验证—迭代”的快速闭环,显著压缩创新周期。例如,DeepMind 依托海量蛋白质结构数据训练 AlphaFold 模型,在蛋白质结构预测领域取得革命性突破;特斯拉凭借其全球车队持续产生的真实驾驶数据,持续优化自动驾驶算法并驱动相关基础研究;默克利用其独有的化合物库和高通量筛选数据,结合 AI 加速新药靶点发现和分子设计。特别是随着“AI4S”兴起,企业独占的高维场景化数据成为训练尖端模型不可或缺的“金矿”,使其在化学分子发现、蛋白质设计、材料优化等高度依赖特定数据的前沿基础研究领域取得显著进展。融合科学与工程的创新尤其依赖产业化过程中积累的企业独有数据。这类核心数据高度敏感,企业出于保护商业秘密和构建核心竞争壁垒的考虑,通常严格限制外部访问。这种数据壁垒,叠加赋能数据驱动科研所需的私有模型训练环境等专属工具链,使得基于深度数据洞察和人工智能驱动的创新活动必然内化于企业体系。在人工智能、复杂系统科学等数据密集型前沿领域,资源丰沛的企业已建立起非

对称研发优势。凭借独占性数据资产、驾驭第四范式的能力及 AI 驱动科学发现的实践,企业正跃升为自主知识体系的关键构建者。“数据积累—AI 挖掘—创生新知—商业转化”的闭环由此形成,构成了由企业专属数据驱动的强大创新飞轮,从根本上确立了企业体系化、内部化科研的战略必然性和核心竞争力。

#### 4. 资源密集型研究范式强化大型企业资本优势

当前人工智能、生命科学、量子计算及先进材料等前沿基础研究领域普遍高度资源密集,对超强算力和尖端设施的依赖前所未有。无论训练参数量达万亿级的 AI 模型、进行大规模全基因组关联分析,还是执行精密的原子级材料模拟或高能物理实验,都离不开海量计算资源,必须依赖大规模并行计算集群或专用硬件加速器,抑或造价极其高昂的大型科学装置。这种基础研究设施投入规模的急剧扩张,客观上构成了极高的资本门槛。尽管政府可通过投资建设大科学装置或国家级算力中心提供公共资源,但受限于公共预算刚性,其布局规模、更新速度和灵活性往往难以匹配基础研究加速商业化进程中产生的巨大且日益多样化的设施需求,也难以全面覆盖传统从事科学研究的高校和科研机构。科学研究的高投入特性凸显了资本雄厚企业的优势,并推动前沿研究活动向这类企业集中。相比传统科研机构,大型企业凭借雄厚资金实力与规模化运营能力,能够持续投入构建和维护专属的高性能计算集群、尖端专业实验室及高度定制化的研发装备体系,从而在科研基础设施层面确立难以比拟的优势。例如,在量子计算领域,IBM 和谷歌持续投入数十亿美元研发专属量子处理器及配套超低温设施。有研究表明,产业界部署的 AI 模型参数规模已是学术界的 29 倍<sup>[29]</sup>——这一差距直观反映了企业在硬件资源配置上的绝对领先地位。这种硬件资源优势绝非可有可无的辅助条件,而是直接决定了研究项目的可行性、探索边界的深度以及知识迭代的效率。尖端设施的独占使企业得以突破公共科研资源的限制,深入探索那些因资源门槛过高而学术界难以企及的研究领域。因此,新兴科研范式对高精尖资源的强依赖性,正持续推动部分前沿

基础研究重心向具备强大资本实力的大型企业转移,成为其深度介入乃至主导特定基础研究领域的关键物质支撑。

### 三、企业科学研究对科技政策转型的要求

#### (一) 传统科技政策与企业科学研究复兴的结构性矛盾

长期以来,我国科学研究体系及相应科技政策呈现显著的“学研本位”导向,主要依托高等院校和国立科研机构承担科学研究任务。针对一些成熟产业的技术追赶与突破,也往往将工程化创新的任务交给企业,将科学研究的任务交给大学和科研院所。这种导向的形成具有历史合理性:一方面,彼时在全球范围内,高校与科研院所在知识创造和人才培养中都发挥着核心作用;另一方面,改革开放后成立的众多中国企业,在相当长时期内受限于资金、人才和知识积累,确实缺乏深度参与科学研究的能力。

然而,随着企业科学研究能力的迅速崛起及其在创新链条中地位的日益关键,政府基础研究投入持续向学研机构倾斜而忽视企业的做法,将导致资源投入与高效率主体之间的配置错位,进而制约我国科技创新效能与新兴产业培育。具体而言,传统政策体系面临多重挑战。其一,政策理念割裂抑制企业科研动能。固守“基础研究/应用研究”的严格二分法及线性创新模型<sup>[11]</sup>难以识别和支持企业实践中广泛存在的、融合问题导向与深度探索的“探索性应用基础研究”,使此类科研长期处于政策支持模糊地带。其二,项目机制壁垒阻碍企业科研深度参与。政府主导、以学研机构为主体的科研项目机制,使企业在需求凝练、目标设定等上游环节参与不足,产业实践中涌现的关乎国家竞争力的重大科学问题难以有效纳入国家科研议程,造成研究源头与实际应用场景脱节。其三,资源共享壁垒制约企业科研潜能发挥。企业在特定领域积累的大量场景化数据与先进算力资源,与公共科研机构长期建设的大型仪器装置、科学数据库和计算平台之间缺乏流通与互补,未形成协同效应,既限制了公共科研的深度广度,也阻碍了企业充分利用公共知识加速突破。其四,对企业创新的支持受制于国际规则。产业政策对竞争后阶段的直接支持违反 WTO《补贴与反

补贴措施协定》等国际规则。企业科学研究的兴起促使国家将支持资金精准投入企业开展的竞争前科研活动,这类活动因具有高风险、长周期和强外溢性而被视为不可诉补贴。若政策设计未能把握这一本质区别,不仅引发国际贸易摩擦,更错失通过合规路径强化产业核心竞争力的战略机遇。

## (二)适应企业科学研究复兴的科技政策转型建议

适应企业科学研究的兴起,我国亟需推动科技政策转型,核心在于正视并化解企业融入国家科研体系所面临的系统性障碍。通过理念重构、机制优化、资源共享保障与国际规则衔接等系统性变革,将企业确立为国家科学研究体系的核心主体,充分发挥其连接市场需求与前沿探索、整合工程实践与基础研究的独特优势,构建更为高效协同的国家创新生态系统。

### 1. 重构政策理念,识别与定义企业科学研究的独特性

科技政策转型的首要任务在于理念重塑,核心是精准识别、定义企业科学研究的独特属性。企业科学研究根本特征在于高度融合性:既根植于解决复杂产业实践问题的强烈需求,具有鲜明的问题导向性,又深入探索其中蕴含的普遍科学原理,体现出探索性应用基础研究的特质。这种融合性深刻挑战了传统科技政策所依据的“基础研究/应用研究”严格二分法及线性创新模型,该模型预设知识单向流动,即基础研究到应用研究再到开发与商业化的简单路径。为有效适应企业科研现实,政策制定必须摒弃过时的认知框架,转向更契合实践规律的概念体系。例如,强调“问题导向型探索”和“科学驱动型探索”并存互动,承认二者在创新过程中相互渗透、循环迭代的非线性本质,从而推动政策设计从线性的“管道”模型转向强调系统性、网络化和反馈循环的“创新生态系统”视角。政策制定者必须深刻理解并尊重企业科研的双重属性——既是企业谋求技术突破和竞争优势的战略性商业投资,也是创造具有广泛溢出效应的公共知识的社会活动。这意味着政策设计理念的起点必须明确,即支持企业科学研究并非提供倾斜性支持或特殊政策待遇,而是对具有显著公共价值的科学探索活动进行的战略投资。

通过这种根本性的理念转型,政策方能奠定容纳和激励企业科学研究的思想基础,并为后续项目设计、资源配置和规则适配等环节提供清晰正确的指引。

### 2. 强化项目机制改革,突出企业的主导与整合功能

企业在产业前沿的深入实践,不仅积累了解决复杂工程问题的独特能力,更能敏锐洞察实践中涌现的、对国家竞争力具有重大战略意义的科学问题。这一优势要求从根本上变革传统以科研机构为主体、由政府驱动的科研项目模式。科技政策转型的关键在于重构国家科研项目的发起、设计与组织机制,明确并强化企业在凝练科学问题、设定研究目标以及整合产学研资源方面的核心主导作用。一方面,项目立项逻辑必须实现根本转变,从单纯的学科或技术导向转向由重大现实挑战和源头性科学问题双重驱动。为此,应设立广泛吸纳企业参与的产业科技咨询委员会,确保企业在国家科技议程设定的源头环节即发挥关键作用,将源自真实产业场景的“真问题”“硬骨头”有效转化为兼具国家战略高度和科学探索价值的重大科研项目主题。另一方面,项目承担主体必须充分向具备高水平科学研究实力和强大产业资源整合能力的企业开放,大力支持其牵头组建跨机构、跨领域的产学研联合体,共同承担科学探索任务。在具体政策上,需创新项目评审机制,将问题重要性、科学价值以及企业整合能力纳入评估;优化资金管理,采用更适应探索性科研不确定性的灵活拨款方式(如里程碑式拨款)并允许研究路线动态调整;完善成果管理制度,通过强制知识共享条款要求公开关键发现并向科学共同体开放非核心数据,同时设计合理的知识产权安排,如共有产权、非独占许可及政府保留特定使用权等,确保公共资助产生的科学知识得到广泛扩散和有效应用,从而最大化国家创新体系整体效能。

### 3. 破除资源共享壁垒,构建科研基础设施协同生态

数据密集和高算力依赖已成为数字时代企业科学研究的显著特征。企业在运营中自然积累的海量、高价值场景化数据,如制造过程参数、用户

行为日志和真实环境下的设备运行数据,以及为自身研发建设的先进计算设施,共同形成了其在人工智能、生物医药等前沿科学领域的独特优势资源。然而,若这些资源因商业机密顾虑或缺乏共享机制而无法与公共科研机构拥有的大型仪器装置、科学数据库和计算平台等基础设施形成有效流通与互补,将导致公共科研因缺乏真实场景数据和高性能算力而受限,同时企业科研也难以充分利用公共知识基础加速突破,形成“双重损失”。因此,科技政策转型迫切需要构建系统机制以破除数据与算力壁垒,形成公私科研基础设施深度融合、优势互补的协同生态。具体而言,在数据资源方面,政策需在严格保障数据安全、个人隐私和核心商业秘密的前提下,筛选对基础研究价值高且风险可控的数据集实行分级分类管理;建立高价值科学数据交换与共享平台;制定标准化科研数据合作协议范本,明确授权范围、署名权和成果反馈义务;辅以税收抵免或专项补贴等激励,引导企业开放非敏感但对基础研究至关重要的数据集。在算力资源方面,政策应鼓励企业通过共建联合实验室、向高校提供公益性“科研算力券”、接入国家科研算力调度网络等方式,释放冗余或专用算力支持公共科研。政府需发挥统筹作用,推动建立国家级算力联盟或“科研云”平台,促进异构算力资源的统一调度和按需分配,显著降低数据密集型科研门槛。对于投入巨大、周期漫长且企业普遍缺乏经济动力的基础科研领域,政府应主动投资建设并向全社会开放关键公共科研基础设施,有效弥补市场空白,为整体科研生态提供不可或缺的底层支撑。为确保协同生态可持续运行,政策框架必须包含覆盖成果归属、知识产权分配及数据使用等核心环节的清晰、公平的权责利规则体系,保障开放共享产生的科学知识得到合理应用与价值回馈,形成激励相容的长效机制。

#### 4. 推动国际规则创新,拓展企业科研合规支持空间

国家支持企业开展高风险、强外溢性和长周期特征的竞争前科学研究具有充分正当性,这是突破产业共性技术瓶颈、推动基础科学进步的战略路径。然而,当企业科研深度融入国家战略使

用时,其享有的政府专项补贴、税收优惠及采购倾斜等支持措施正面临 WTO《补贴与反补贴措施协定》(SCM 协定)为核心的国际规则体系日趋严格的约束。该协定核心在于限制特定企业或产业享有的贸易扭曲性补贴,尤其防范针对商业化竞争后阶段的直接支持。根本矛盾在于企业科学研究的“双重属性”复杂性:研究成果既会形成可共享的共性知识公共产品,又可能转化为企业专属的核心技术优势。现行 SCM 协定的原则性条款缺乏对这类模糊地带的有效界定。若政策设计未能精准区分竞争前研究与竞争后开发,或缺乏非扭曲性实证支撑,极易引发国际贸易摩擦和反补贴调查,既阻碍科研项目推进,更压缩国家战略投入的合法空间。科技政策转型急需构建系统性国际规则适配框架:首先,应确立研发阶段的合规边界,通过政策文件和资助协议严格限定支持范围于科学原理探索、技术可行性验证及共性知识创造等典型竞争前环节,同时建立量化评估标准证明其高风险、长周期和强外溢性,实现与产品开发等商业活动的本质区隔;其次,优化高合规性政策工具箱,在直接财政资助受限时优先采用普惠制税收激励(如扩大基础研究费用抵免范畴)、实施创新导向采购机制以定向获取早期科研成果,通过非专向资助强化产学研共性技术联盟,系统提升面向企业的国家科研基础设施供给。更关键的是主动引领国际规则演进进程。应依托双边及多边科技合作机制,积极倡导对竞争前研究的包容性定义和国际规制松绑,通过实证企业科研应对全球挑战的公共价值,将对高外溢性研究的支持固化为国际共识,并推动将这类“双重属性”模糊活动明确纳入 SCM 协定的“黄灯”豁免条款。唯有通过国内精准治理与国际规则塑造的双轨协同,才能在维护多边贸易体系的前提下保障国家战略资源有效支持企业科研使命。

#### 参考文献:

- [1] PELLENS M, DELLA MALVA A. Corporate science, firm value, and vertical specialization: evidence from the semiconductor industry[J]. *Industrial and corporate change*, 2018, 27(3): 489-505.
- [2] HARTMANN P, HENKEL J. The rise of corporate science in AI: data as a strategic resource[J]. *Academy of management discoveries*, 2020, 6(3): 359-381.

- [3] COHEN W M, LEVINTHAL D A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation[J]. *Administrative science quarterly*, 1990(35):128-152.
- [4] ROSENBERG N. Why do firms do basic research (with their own money)? [J]. *Research policy*, 1990, 19(2):165-174.
- [5] COCKBURN I M, HENDERSON R. Absorptive capacity, coauthoring behavior, and the organization of research in drug discovery[J]. *Journal of industrial economics*, 1998, 46(2):157-182.
- [6] ZUCKER L G, DARBY M R, ARMSTRONG J. Commercializing knowledge: university science, knowledge capture, and firm performance in biotechnology[J]. *Management science*, 2002, 48(1):138-153.
- [7] HICKS D. Published papers, tacit competencies and corporate management of the public/private character of knowledge [J]. *Industrial and corporate change*, 1995, 4(2):401-424.
- [8] FURUKAWA R, GOTO A. The role of corporate scientists in innovation[J]. *Research policy*, 2006, 35(6):841-862.
- [9] SIMETH M, LHUILLERY S. How do firms develop capabilities for scientific disclosure? [J]. *Research policy*, 2015, 44(7):1283-1295.
- [10] ROTOLO D, CAMERANI R, GRASSANO N, et al. Why do firms publish? a systematic literature review and a conceptual framework [J]. *Research policy*, 2022, 51(10):1-20.
- [11] BUSH V. *Science: the endless frontier*[R]. Washington: United States government printing office, 1945:231-264.
- [12] CARLSON W B. *Innovation and the modern corporation* [M]//KRIGE J, PESTRE D. *Companion encyclopedia of science in the twentieth century*. New York: Routledge, 2013:203.
- [13] LAMOREAUX N, SOKOLOFF K L. *Inventors, firms, and the market for technology in the late nineteenth and early twentieth centuries* [M]//LAMOREAUX N, RAFF D M G, TEMIN P. *Learning by doing in markets, firms, and countries*. Chicago: University of Chicago Press, 1999:19-60.
- [14] LAMOREAUX N R, SOKOLOFF K L, Suthiphinsat N. Patenting in the 20th century: technological change and its impact on business strategies [J]. *Business history review*, 2019, 93(2):273-302.
- [15] MARTIN J D. The age of industrial laboratories [M]//CREASE R. *Between science and industry: institutions in the history of materials research*. Singapore: World Scientific Publishing, 2024:153-171.
- [16] KLINE R R. *Steinmetz* [M]. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1992:84-112.
- [17] BELENZON S, CIOACA L C. *Guaranteed markets and corporate scientific research* [R]. Cambridge, MA: NBER, 2021:1-38.
- [18] ARORA A, BELENZON S, SHEER L. Knowledge spillovers and corporate investment in scientific research [J]. *American economic review*, 2021, 111(3):871-898.
- [19] ARORA A, BELENZON S, PATACCONI A. The decline of science in corporate R&D [J]. *Strategic management journal*, 2018, 39(1):3-32.
- [20] NCSSES. *National patterns of R&D resources; 2022 – 2023 data update* [R]. Alexandria, VA: NSF, 2025:1-56.
- [21] ARORA A, BELENZON S, PATACCONI A, et al. The changing structure of american innovation: some cautionary remarks for economic growth [R]. Cambridge, MA: NBER, 2019:1-46.
- [22] NINDL E, NAPOLITANO L, CONFRARIA H, et al. *The 2024 EU industrial R&D investment scoreboard* [R]. Luxembourg: JRC, 2024:1-124.
- [23] 张玉利. 企业基础研究与偏向科学端的创新体系 [J]. *南开学报(哲学社会科学版)*, 2023(3):32-39.
- [24] ROACH M, SAUERMAN H. A mechanism for “doing scientists”: incentives, operations, and innovations [J]. *Research policy*, 2010, 39(3):357-367.
- [25] HESS M, ROTHARMEL F T. When are technology alliances more effective than other forms of interfirm collaboration? [J]. *Strategic management journal*, 2011, 32(8):887-904.
- [26] NARAYANAMURTI V, ODUMOSU T. *Cycles of invention and discovery: rethinking the endless frontier* [M]. Cambridge: Harvard University Press, 2016:1-32.
- [27] SIMETH M, LHUILLERY S. How do firms develop capabilities for scientific disclosure? [J]. *Research policy*, 2015, 44(7):1283-1295.
- [28] PARCHOMOVSKY G. Publish or perish [J]. *Michigan law review*, 2000, 98(4):926-952.
- [29] AHMED N, WAHED M, THOMPSON N C. The growing influence of industry in AI research [J]. *Science*, 2023(379):884-886.

(本文责编:润泽)