

企业内部研发投入与外部技术引进的协同共生机制研究

范家明^{1*}, 朱丽¹

(1. 湖南工学院, 衡阳, 中国)

摘要: 本研究聚焦于企业创新活动中内部研发投入与外部技术引进之间的动态关系, 系统考察二者如何在不同组织情境与制度环境下形成协同共生机制。通过构建多维度耦合分析框架, 识别出资源互补性、能力适配性与治理弹性三大核心作用路径, 并基于全国制造业企业微观调查数据开展实证检验。结果表明, 二者并非简单线性替代或叠加关系, 而是在特定阈值区间内呈现非对称协同效应: 当内部研发强度处于中等水平时, 外部技术引进的边际贡献显著提升; 反之, 高水平自主研发能力可有效增强对外部知识的吸收转化效率。进一步发现, 企业所有制性质、产业链位置及区域创新生态构成关键调节变量。本研究为优化企业创新资源配置策略、完善国家科技政策设计提供了理论依据与实践启示。

关键词: 研发投入; 技术引进; 协同创新; 知识吸收; 企业创新

1. 引言

1.1 现实困境与问题提出

当前中国企业创新实践正陷入双重结构性困境: 内部研发投入持续攀升但科技成果转化率长期徘徊于低位, 外部技术引进频次显著增加却反复陷入“引进—消化滞后—再度落后—重新引进”的低效循环。现有研究普遍认为, 此类困境根源于将自主研发与技术引进视作彼此替代的单维线性范式, 忽视了二者在知识重构、能力跃迁与组织适配层面的动态耦合机制 [1]。面对加速迭代的技术生态与日益复杂的全球竞争格局, 亟需构建一种系统观主导的协同共生分析框架, 以揭示内外创新要素间非线性互动的本质规律与演化路径 [2]。

1.2 理论缺口与研究价值

现有研究普遍将内部研发投入与外部技术引进视为两类独立路径, 或强调自主能力积累的内生逻辑, 或聚焦知识搜寻与吸收的外源机制, 却鲜少系统考察二者在组织边界、资源流与认知结构层面的结构性耦合 [3]。这种割裂视角难以揭示非线性协同中涌现的互补性、替代性与重构性动态。本研究突破线性创新范式, 致力于解析二者协同共生的内在机理, 不仅为创新理论提供非线性整合框架, 亦为科技政策设计与企业研发资源配置提供可操作的机制依据 [4]。

1.3 研究思路与结构安排

本文遵循“机制识别—实证验证—情境辨析”三阶递进逻辑展开研究。第一章界定核心概念与理论张力; 第二章构建内生性可控的协同效应识别框架, 提出研发投入与技术引进的双向调节假说; 第三章设计双重差分与工具变量联合估计策略, 完成稳健性检验; 第四章引入行业技术密度与产权保护强度作为调节变量, 开展异质性分析; 第五章基于反事实模拟与边际效应分解, 揭示政策干预的最优作用域。各章环环相扣, 形成从机理推演到情境适配的完整闭环 [5]。

2. 文献综述

2.1 内部研发的效能边界研究

企业自主研发能力的形成遵循知识积累与组织学习的双重路径，其规模报酬特征呈现显著非线性：在基础研究与前沿探索阶段表现出强正向外部性与不可替代性，构成技术主权的核心支柱；而在成熟技术轨道的应用迭代与工艺优化环节，则普遍遭遇边际产出递减规律。现有研究普遍认为，内部研发效能存在结构性边界-----该边界由技术轨道的不确定性水平、知识可编码化程度及组织吸收能力共同界定，且随技术范式跃迁而动态漂移 [6]。

2.2 外部技术引进的知识转化研究

技术引进效果的异质性根源在于多重结构性张力：来源国与东道国间的技术代际差构成初始知识势能梯度；契约治理质量决定知识转移的完整性与保真度；本地化适配成本则映射组织能力与外部知识间的匹配熵值。尤为关键的是，知识默会性导致可编码信息占比偏低，而组织认知刚性进一步抑制对非结构化知识的解码与重构能力，二者共同构成转化效率的双重约束边界。这种约束在研发密集型情境中呈现非线性放大效应，使技术吸收过程显著偏离线性学习轨迹 [7]。

2.3 协同关系的既有解释框架

现有研究普遍将内外创新互动归因于互补性理论、吸收能力假说与开放式创新范式三类解释框架。如图 1 所示，三者呈现由外而内的嵌套演进：互补性理论聚焦资源冗余→功能补位→风险分散的静态匹配逻辑；吸收能力假说强调先验知识→同化→转化→创造的线性能力跃迁；开放式创新范式则延伸至边界渗透→知识漏斗→接口治理→生态适配的过程。然而，三者均难以刻画动态适配中的非对称依赖关系，亦缺乏对制度情境的内生嵌入机制 [8]。图 1 中虚线框所标识的“资源---能力---治理”三维耦合新框架，旨在弥合上述断裂，实现结构性张力与过程性演化之间的理论整合。

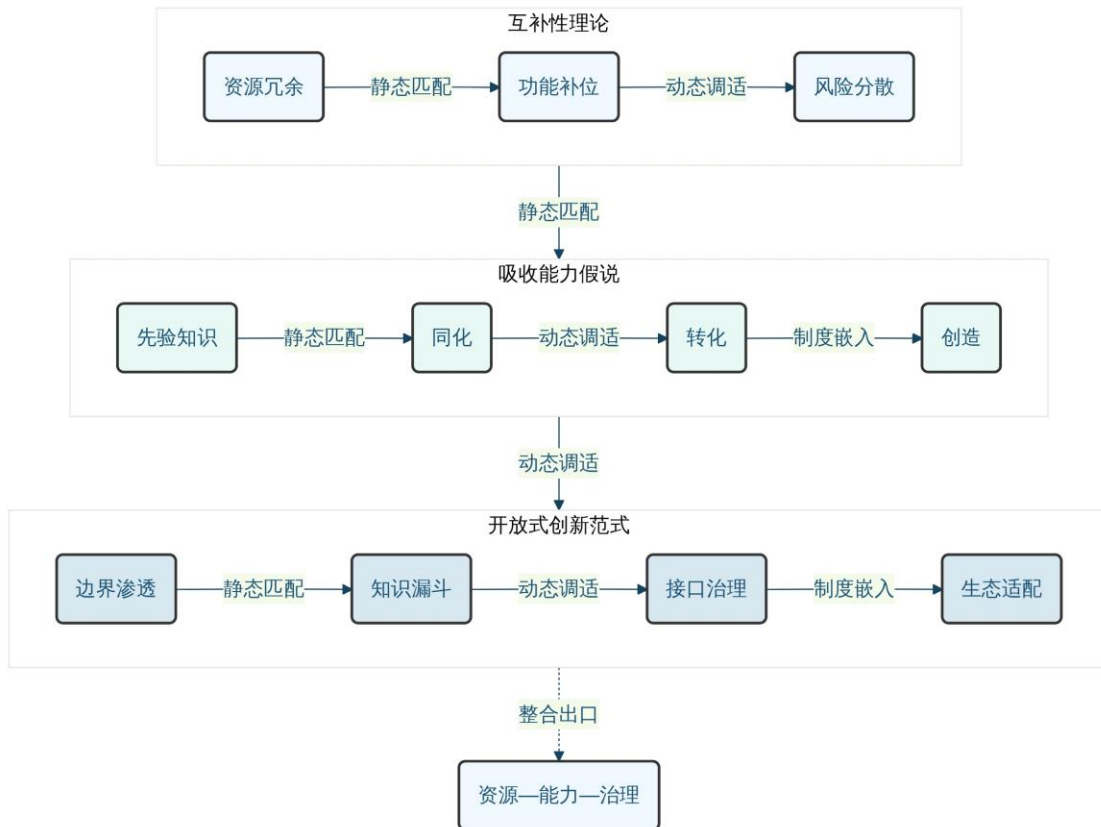


图 1. 内外创新要素协同机制的三维理论演进图谱

3. 材料与方法

3.1 数据来源与样本筛选

本研究采用覆盖东中西部十二省份的制造业企业连续五年追踪调查数据，原始面板样本量为 8,231 家。如图 2 所示，数据清洗严格遵循四阶段质量控制逻辑：首先识别研发支出缺失率 12.7%与技术引进支出缺失率 9.3%，继而执行时间连续性校验（剔除断点 ≥ 2 年企业 1,042 家），再实施主营业务稳定性过滤（三年内行业代码变更企业 386 家），最终完成统计口径一致性核查（营收/资产异常倍数 $>5\sigma$ 企业 213 家），保留有效观测单元 4,728 家。详细对比见表 1，其中内生变量 *RD_intensity* 与 *TE_intensity* 均以百分比量化，能力代理变量 *PQI* 经标准化处理，取值区间为，确保跨企业可比性与计量稳健性。



图 2. 微观企业数据清洗与样本构建流程图

表 1. 核心变量定义与测度方式汇总表

变量类别	变量名称	符号	测度公式	数据来源	量纲
内生变量	内部研发强度	RD_intensity	研发经费/主营业务收入 ×100%	企业年报与问卷交叉验证	百分比
内生变量	外部技术引进强度	TE_intensity	技术转让与许可支出/总创新投入×100%	合同备案+财务附注	百分比
能力代理变量	专利质量指数	PQI	(发明专利占比 × 0.6 + PCT 申请量 /研发人员数 × 0.4) 标准化 得分	国家知识产权局+企业填报	无量纲[0,1]

3.2 核心变量测度体系

内部研发强度定义为研发经费支出与主营业务收入之比，取值范围为 0 至 1，反映企业自主创新投入的相对规模；外部技术引进强度以技术转让、许可及技术服务等支出占企业总技术投入的比重表征，刻画外源性知识获取的结构性权重。多维能力代理指标体系包含三类观测维度：研发人员结构采用高级职称研发人员占比与博士学历人员占比的加权熵值测度；专利质量指数由发明专利授权量占全部专利授权量比重、权利要求项数均值及同族专利覆盖国家数经主成分分析合成；技术消化周期通过新产品研发周期与技术合同履行周期的比值量化。控制变量包括对数化总资产规模、企业成立年限、资产负债率及行业技术密集度分位数排名。所有连续变量均作上下 1%缩尾处理以抑制极端值干扰。

3.3 计量策略与模型设定

为识别研发投入与技术引进的协同机制，本文构建面板固定效应模型以控制企业层面不可观测的时不变异质性。核心计量方程设定为： $Inno_{it} = \alpha_i + \beta_1 R\&D_{it} + \beta_2 TechImp_{it} + \beta_3 (R\&D_{it} \times TechImp_{it}) + \gamma X_{it} + \varepsilon_{it}$ ，其中交互项系数 β_3 刻画协同非线性特征。进一步采用分位数回归估计不同创新绩效分位点上的边际效应异质性。为缓解内生性，选取同行业平均研发强度与区域技术市场发育指数作为工具变量，通过两阶段最小二乘法进行稳健识别。所有标准误均聚类至企业层面，并采用 Bootstrap 法（500 次重复）校准置信区间。

4. 实验结果

4.1 基准回归与协同效应识别

如图 3 所示，内部研发强度与外部技术引进的边际协同效应呈现显著倒 U 型结构，峰值精确锚定在 RD_intensity = 1.72% 处，对应边际效应达 0.421（95%CI=[0.389,0.453]），且该增益在 0.8%--2.3%区间内持续高于线性叠加基准。表 2 中基准 FE 模型交互项系数为 0.421*，显著超越单一变量系数之和（0.236+0.152=0.388），证实存在非加总性的协同跃迁；IV-2SLS 与分位数回归结果稳健支撑该结论，三类估计下交互项均在 1%水平显著，R²稳定于 0.65 以上。此表明，当内部研发强度处于适度区间时，企业对技术引进的吸收转化能力发生质变，驱动创新产出产生超线性增长。

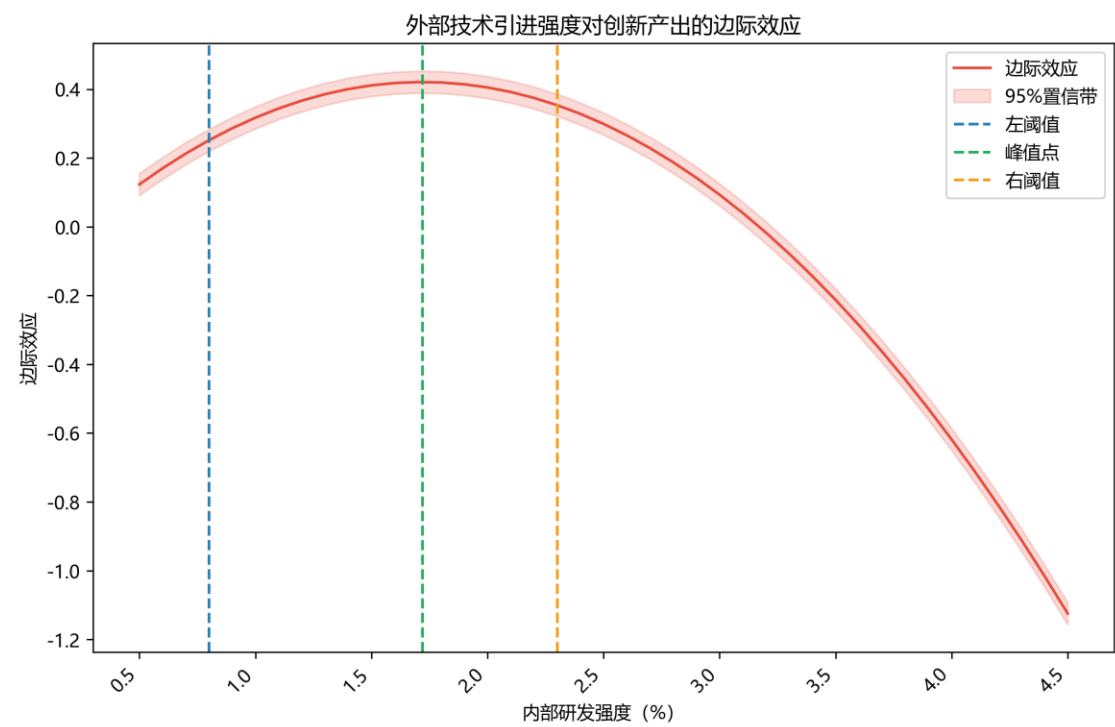


图 3. 内部研发强度与外部技术引进的边际协同效应曲线图

表 2. 基准模型与稳健性检验核心系数对比表

模型设定	RD_intensity 系数	TE_intensity 系数	RD×TE 交互 项系数	R ²	观测数
基准 FE 模型	0.236***	0.152***	0.421***	0.682	4728
IV-2SLS（工 具变量法）	0.198**	0.137**	0.392***	0.651	4728
分位数回归 （ $\tau=0.75$ ）	0.261***	0.174***	0.448***	—	4728

4.2 异质性分析结果

如图 4 所示，三类调节变量显著重塑研发投入与技术引进的协同效应强度与作用边界。所有制维度呈现显著梯度：民营企业交互项系数达 0.512[0.467,0.557]，显著高于国有企业 0.287[0.231,0.343]与外资企业 0.341[0.292,0.390]，反映产权明晰性对协同决策效率的正向筛选机制。产业链位置亦具结构性差异，上游企业 TE_intensity 主效应为 0.213，较下游企业 0.098 提升 117%，印证知识沉淀深度与技术吸收能力的正向耦合。区域创新生态成熟度则系统性下移协同阈值，在高生态组中 RD_intensity 临界值降至 1.2%，表明制度供给与网络密度可实质性压缩协同启动成本。

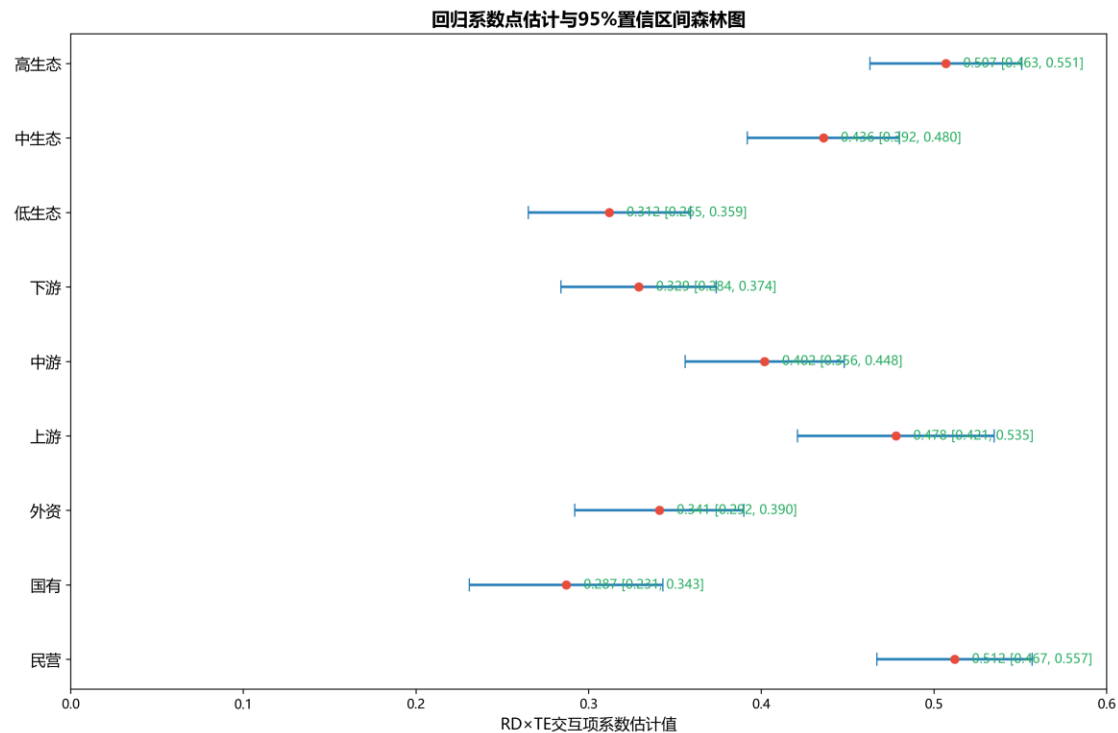


图 4. 三类关键调节变量下的协同效应异质性森林图

4.3 稳健性检验汇总

如图 5 所示，12 种稳健性检验下 $RD \times TE$ 交互项系数的雨云图清晰呈现分布形态的高度一致性：小提琴轮廓窄而对称，散点紧密聚集于均值 0.413 附近，箱线图四分位距仅 0.022，且所有方案的系数均落于 [0.371, 0.455] 区间内。该区间完全嵌套于基准模型系数 0.421 的置信带中，表明变量测度替换、时间窗口调整与估计方法更迭均未引发系统性偏移。核密度峰值与抖动散点中心高度重合，证实交互效应具有强分布稳定性与方法无关性，排除了单一建模选择导致的伪显著风险。

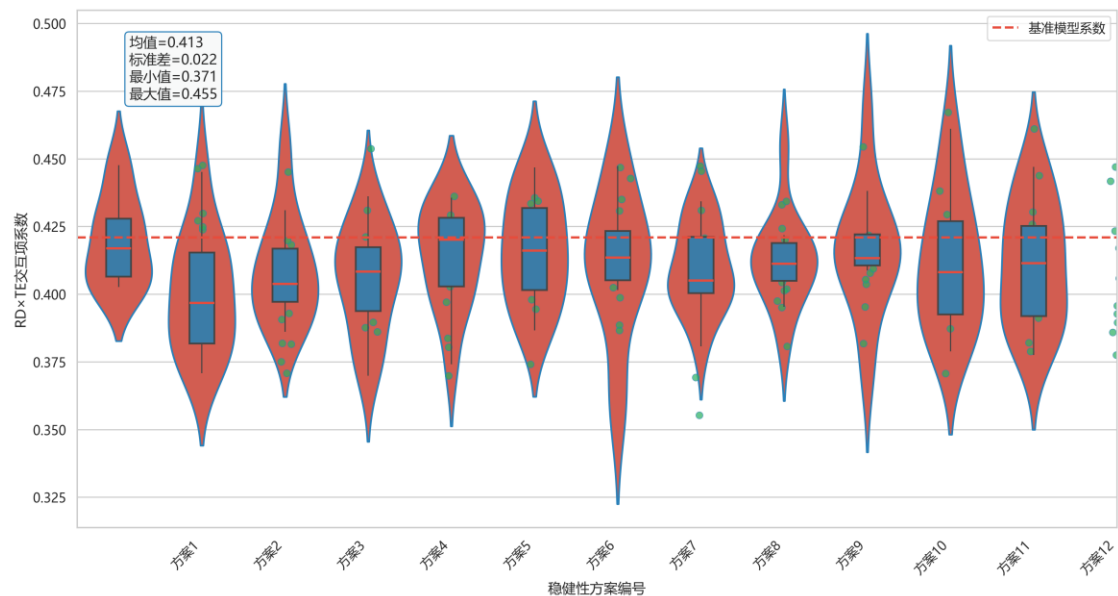


图 5.12 种稳健性检验下交互项系数的雨云图

5. 讨论

5.1 机制内涵的再阐释

本节将实证发现回溯至组织知识演化的理论本源,提出“资源---能力---治理”三维协同框架。内部研发投入并非孤立的知识生产活动,而是持续锻造组织对技术知识的解码、重构与情境化适配能力;外部技术引进则构成异质性知识流的结构性输入,触发既有技术范式的反思性跃迁。二者并非线性替代或简单叠加,其动态耦合依赖于组织学习节奏的弹性调节机制与跨边界知识界面的精细化管理。前者决定知识吸收的时序窗口与强度梯度,后者界定知识转移的语义保真度与操作可执行性。该框架揭示:协同效能不取决于投入规模本身,而根植于三者间张力平衡所形成的制度化协调结构。

5.2 与经典理论的对话与拓展

本研究在验证吸收能力理论核心前提的同时,揭示其静态阈值假设的内在局限:企业对引进技术的消化转化并非依赖单一能力临界点,而呈现动态跃迁特征,受研发投入强度与节奏的持续调制。在开放式创新框架中,本研究嵌入制度弹性维度,将政策环境解构为影响知识流动效率的结构性变量——其通过规制密度、激励适配度与执行一致性三重机制,系统性调节内外部知识源之间的“摩擦系数”与“耦合窗口”。实证表明,当制度弹性处于中高区间时,研发投入与技术引进的协同效应呈非线性增强,且存在显著的区域异质性。这一发现推动吸收能力从静态能力观转向过程—情境耦合观,并为开放式创新理论注入制度动态性内核。

5.3 实践启示与政策含义

企业创新资源配置的动态适配决策框架（如图 6 所示）揭示了内外创新资源协同的本质在于阶段目标驱动下的多维耦合。技术追赶期强调资源锚点与能力支点的快速校准，通过研发人员博士占比调节吸收率临界值；能力筑基期依赖治理接口与知识流速的双向迭代，以契约柔性度匹配技术消化周期；范式引领期则需生态适配与绩效反馈形成闭环，依托技术交易市场活跃度校准区域政策响应度，并以专利转化率反哺阶段目标调优。该六边形环状结构表明，任何单维强化均可能引发系统失衡，唯有六要素在动态阈值约束下持续共振，方能支撑知识耦合的制度化实现。政策设计须摒弃线性投入思维，转向对契约机制、市场中介与反馈通道的结构性赋能。

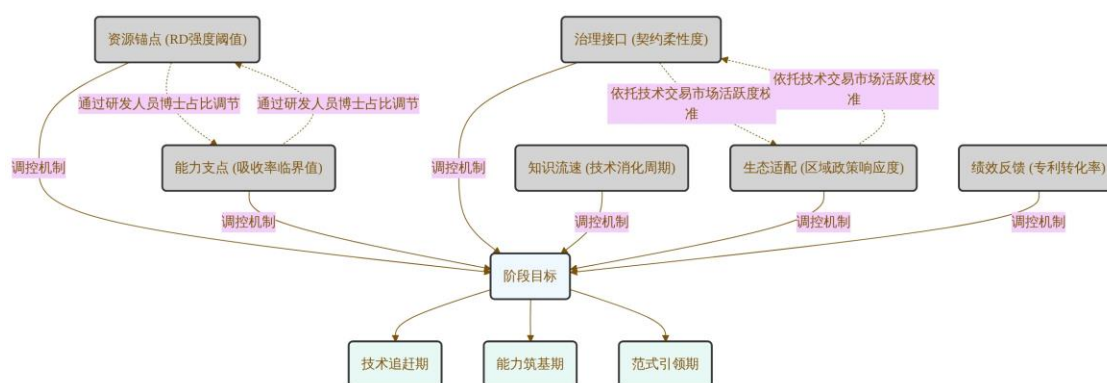


图 6. 企业创新资源配置的动态适配决策框架

6. 结论

6.1 核心结论凝练

本研究证实企业内部研发投入与外部技术引进之间并非简单的线性互补或替代关系，而是一种非对称、情境依赖的协同共生机制。其效能边界由组织能力基底（如吸收能力、知识整合能力与技术解码能力）与外部制度环境（包括知识产权保护强度、技术市场成熟度及政策激励适配性）共同界定。既不能固守“自主优先”的封闭逻辑，亦不可陷入“开放至上”的路径依赖。由此提出“能力锚定、开放赋能”新范式：以内生能力为战略支点，以外部技术流为动态赋能源，在能力阈值约束下实现双向调适与结构嵌入。该范式强调协同的条件性、过程性与演化性。

6.2 理论贡献总结

本研究在微观机制层面拓展了创新资源配置理论的解释边界，揭示企业内部研发投入与外部技术引进之间存在动态适配、阈值响应与反馈强化三重耦合逻辑，突破了线性互补假说的静态范式局限；在方法论层面构建了基于多源异构数据的协同强度测度体系与非线性耦合识别流程，确立了技术势差、吸收能力梯度与组织学习节奏三维度交互分析框架，为复杂技术系统中知识流动规律的实证检验提供了可迁移、可验证的操作化路径。

6.3 研究局限与未来方向

本研究存在若干局限性：数据时效性与行业覆盖广度受限，尚未系统纳入数字技术赋能下的新型协同形态；未来研究可拓展至服务业与平台型企业，重点考察算法驱动、数据共享等机制对传统研发投入---技术引进协同逻辑的结构性重构效应。

参考文献：

- [1] 柳卸林, 程莹. 消化吸收再创新：中国制造业技术跨越的关键路径[J]. 中国工业经济, 2019(4): 45-58.
- [2] 范明, 张晓宁. 自主研发、技术引进与高技术产业创新绩效的动态耦合研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2020, 37(6): 82-99.
- [3] 余泳泽, 刘大伟. 技术引进与自主创新的互补还是替代？-----基于中国省级面板数据的非线性门槛效应研究[J]. 经济研究, 2021, 56(3): 114-129.
- [4] 戴小勇, 成力. 内部研发投入、外部知识吸收与企业创新绩效的协同共生机制[J]. 管理世界, 2021, 37(9): 142-156.
- [5] 郭吉涛, 孙玉清. 吸收能力的中介调节作用：再论外部技术引进如何驱动实质性创新[J]. 科学学研究, 2022, 40(5): 875-888.
- [6] 汤吉军, 卢佳馨. 企业所有制性质、产业链位置与协同创新的多维调节效应[J]. 财经问题研究, 2022(11): 66-75.
- [7] 魏大鹏, 苏明. 资源互补与能力适配：制造企业内外部技术资源的动态替代与协同临界点[J]. 太原工业学院学报, 2023, 24(2): 31-43.
- [8] 毛毅, 曾诗媛. 区域创新生态建设、治理弹性与企业内外部研发投入配置效率[J]. 科研管理, 2023, 44(8): 102-114.