博弈型研发合作对制药企业新药研发效率的影响分析

Analysis of the Impact of Game-based R&D Cooperation on Efficiency of New Drug Development in Pharmaceutical Enterprises

夏天添[1,2,3]，王　慧[2]，周泽宇[1]

（1. 江西科技学院江西省区域发展研究院，江西南昌 330098；2. 云南师范大学教育学部，云南昆明 640500；3. 江西省教育厅江西省职业教育发展中心，江西南昌 330038）

XIA Tiantian[1,2,3], WANG Hui[2], ZHOU Zeyu[1]

(*1. Jiangxi Institute of Regional Development, Jiangxi University of Science and Technology, Nanchang 330098; 2. Dept. of Education, Yunnan Normal University, Kunming 640500; 3. Jiangxi Vocational Education Development Center, Jiangxi Provincial Department of Education, Nanchang 330038*)

摘要：新药研发合作模式成为我国各大制药企业共同关注的话题。文章在改进原有竞合博弈范式基础上，采用复杂中介模型分析了我国医药制造板块上市公司的博弈型研发合作对制药企业新药研发效率的促进机制。得出2条结论：①博弈型研发合作有助于加快制药企业关键核心技术突破，从而显著提升制药企业新药研发效率；②不同博弈型研发合作的收益分配模式，将对制药企业新药研发效率产生异质性影响。同时，提出了“市场均分型”和“股权收益型”2种高绩效新药研发合作模式，以期为我国制药企业突破关键核心技术、提高新药研发效率提供一定参考。

关键词：博弈型研发合作；关键核心技术突破；新药研发效率

中图分类号：R95　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1001-8255(2025)09-1237-06

引用：夏天添，王　慧，周泽宇．博弈型研发合作对制药企业新药研发效率的影响分析[J]．中国医药工业杂志，2025, **56**(9)：1237-1242．DOI：10.16522/j.cnki.cjph.2025.09.018

目前，我国制药企业具备独立新药研发条件的较少，选择与新药研发条件完备的其他制药企业、科研院所等展开合作已成为当下的主流模式[1]。然而，基于利益最大化考量和企业领地意识，制药企业与合作单位还可能同时存在竞争关系，继而形成“竞争-合作”的博弈型研发合作[1]。因此，进一步探究博弈型研发合作模式与高绩效研发合作的运行机制，对我国制药企业突破关键核心技术、提高新药研发效率，具有重要的理论价值和实践意义。

1　问题提出

在竞合博弈中，竞争与合作的交互机制是决定博弈双方价值付出与价值回报的均衡点。一方面，有研究[2]按照博弈双方的实力强弱，讨论竞合博弈张力和平衡机制，提出一方过于强势则易对合作结果产生负面影响[3]。另一方面，也有研究[4]认为竞合博弈的均衡点是一种“不规则均衡”。同时，与更具新药研发优势的单位展开新药研发合作，无疑是加快企业突破关键核心技术壁垒的重要途径。然而，现有研究主要聚焦于研发合作对创新结果的讨论，忽视了合作本身对制药企业（主体企业）自主创新条件优化及实力提升的影响[2]。因此，本文将从制药企业与合作单位之间的博弈型研发合作视角，分析其对制药企业新药研发效率的深层影响机制，讨论关键核心技术突破的过程机制，以期为加快我国制药企业新药研发提供一定的参考。

2　研究假设

2.1　博弈型研发合作提升新药研发效率的影响机制

博弈型研发合作的优势主要有以下2点（图1）。

①“预期收益”。在非均衡博弈视角下，合作双

收稿日期：2025-02-27

基金项目：南昌市人文社科研究基地项目“数智化赋能南昌传统产业转型升级研究”（JD202523）、中国商业经济学会社会治理与ESG科学研究规划课题“ESG绩效对企业股票价格及市场价值的长期影响研究”（YB202547）

作者简介：夏天添，研究员，从事管理科学研究。

方达成的均衡博弈（即共同目标），将促进对新药研发效率的正向增益[3]。博弈型研发合作的本质是替代性需求，这便使具有不同创新优势的企业主动寻找合作伙伴，以加快创新要素实现有效变现[4]。基于此，研发合作双方会为加快达成共同目标，而形成博弈型研发合作。合作方出于达成合作的考量，让出一定的预期利益以谋求新药研发合作的价值共创。②“机会收益”。立足新药研发合作，制药企业可加快突破关键核心技术，有助于自主创新体系的构建[5]。

综上所述，提出假设一（H_1）：博弈型研发合作能够加快制药企业关键核心技术突破，从而显著提升制药企业新药研发效率。

2.2 各类博弈型研发合作模式的差异性影响

由于博弈型研发合作存在竞争与合作 2 种不同的博弈逻辑，合作双方在争取创新导向下的利益最大化时，面临资源泄露、资源攫取等机会主义风险。因此，达成收益分配均衡的博弈型研发合作模式，是制药企业取得价值共创与资源攫取价值最大化的关键[6]。这也说明，合作双方的“竞争 - 合作”焦点差异，将对新药研发合作产生不同的影响[7]。各类博弈型研发合作模式在利益分配、市场分配等方面的异质性[2]，如新药研发成本分摊、新药研发合作深度（知识产权转移程度）、新药利润分配、新药市场（渠道）分配等，将直接影响制药企业的预期收益和机会收益，从而影响新药研发效率。

综上所述，提出假设二（H_2）：各类博弈型新药研发合作模式，对新药研发效率的影响机制存在异质性。

3 研究设计

3.1 数据来源

以 2019—2023 年我国医药制造板块上市公司的公开资料为样本，所有数据分别来自国泰安数据库（http://www.csmar.com，企业数据）、大为全球专利数据库（https://pat.daweisoft.com，专利数据），以及政府采购和医院集采招标的公开数据。最终，通过人工整理，共得到 218 家制药企业的 1 090 条面板数据。

对上述面板数据的描述性分析结果显示：新药研发效率、博弈型研发合作等主要变量的相关性在 -0.276 ～ 0.373 水平上呈现统计学差异，说明适合开展更进一步的检验。为此，本研究构建了以下计量模型。

$$ND\text{-}DE_{i,t}=\beta_0+\beta_1 COOP_{i,t}+\beta_2 C_{i,t}+\rho_{i,t}+\varepsilon_{i,t} \quad ①$$

$$ND\text{-}DE_{i,t}=\beta_0+\beta_1 COOP_{i,t}+\beta_2 KI_{i,t}+\beta_3 C_{i,t}+\rho_{i,t}+\varepsilon_{i,t} \quad ②$$

式中：ND-DE 为被解释变量（新药研发效率，new

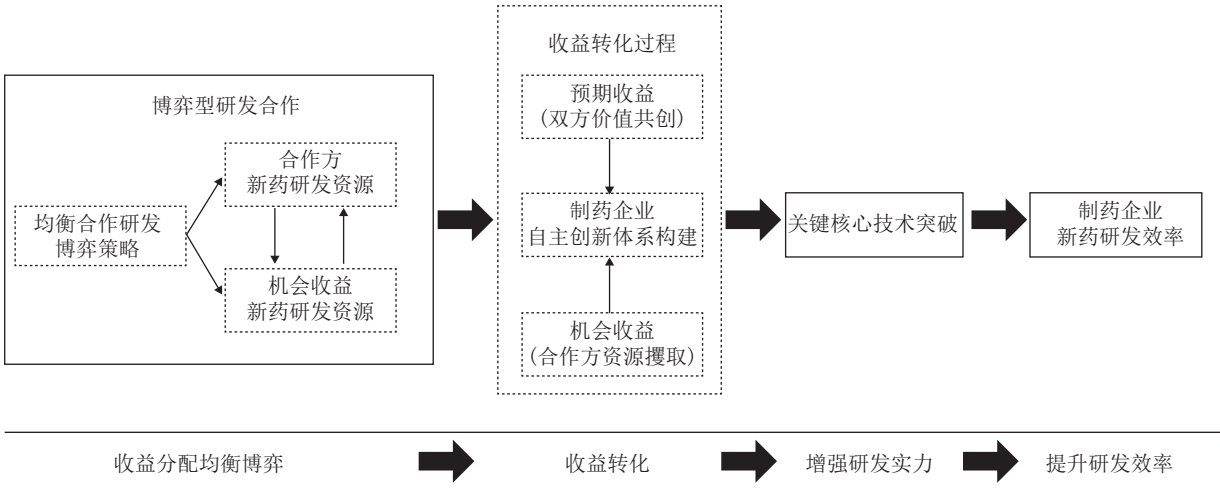


图 1　研究框架

Fig.1　Research Framework

drug development efficiency)；COOP 为解释变量（各类博弈型研发合作模式，cooperation models)；KI 为中介变量（关键核心技术突破，key innovation)；*C* 为控制变量（control variable)；*i*、*t*、ρ 和 ε 依次为序号、年份、固定效应与随机误差项；β 为对应变量的回归系数。

若式①中的 β_1 显著，且式②中的 β_1、β_2 及置信区间效应（confidence interval，CI）显著，则 H_1 和 H_2 的假设得到支持。

3.2 测量工具

(1) ND-DE。采用制药企业在既定年度中处于临床试验阶段的新药研发完成率，来观测新药研发效率[8]。即按照临床试验阶段，将新药研发周期划分为临床Ⅰ期、临床Ⅱ期、临床Ⅲ期和临床Ⅳ期（上市期）；同时结合样本企业的相关公告数据，匹配对应的预期研发周期与实际研发周期数据，以临床Ⅰ期、临床Ⅱ期、临床Ⅲ期和临床Ⅳ期（上市期）产品的实际研发效率，计算样本企业的新药研发效率。

(2) COOP。聚合利益分配机制博弈（distribution mechanism game，DG)、市场竞争密度博弈（market competition density game，MCG)、渠道竞争密度博弈（channel competition density game，CCG）和研发成本博弈（R&D cost game，CG)4 个子维度的熵值的自然对数进行计算[9]。采用 Python 技术对相关样本企业的公开资料（含产品、研发、市场及政府采购等）进行数据挖掘与配对。其中，以是否明确双方利益分配机制，来计算利益分配机制博弈；以同质产品存在于同一省际市场的省份总数，来计算市场竞争密度博弈；以同质产品存在于同一省际政府（医院）采购目录的省份总数，来观测渠道竞争密度博弈；以合作双方研发成本的投入比值，来观测研发成本博弈。而博弈型研发合作则根据组态分析所提出的高绩效方案组合，按照杜运周等[10]提出的公式进行聚合，以计算不同的博弈型研发合作模式。

(3) KI。立足“国产替代进口”之思路，构建关键核心技术突破的测量工具[11]。步骤一，根据《“十四五”医药工业发展规划》等政策文本，用 Python 技术解析与归纳我国重点关注的关键药品名录，以此作为识别新药研发关键核心技术的标准；步骤二，通过分析 NMPA 的公开数据，归纳、总结我国本土批准注册和批准进口的关键药品目录；步骤三，将国外进口数据与国内自主研发的相关公开数据进行匹配。其中，若新批准注册的药品为此前完全依赖进口产品，则视作关键核心技术突破。

(4) *C*。选用研发强度（research and experimental development，R&D)、总资产收益率（return on total assets，ROA)、资产负债率（leverage，LEV)、固定资产比率（fixed，FIX)、融资约束（size-age，SA)、流动比率（current，CUR）作为企业层面的控制变量。

3.3 数据校准与组态分析

本研究参考杜运周等[10]做法。步骤一，将所有变量按照 0.5 的四分位数进行数据校准。步骤二，将利益分配机制博弈、市场竞争密度博弈等 4 个自变量与 6 个控制变量进行条件必要性分析。其中，利益分配机制博弈、市场竞争密度博弈等满足条件必要性阈值（必要性：0.535 ～ 0.668；非必要性：0.396 ～ 0.552)，故将此 6 个变量设定为解释变量。步骤三，按照 80%案例可信度与至少 1 个高绩效案例释出的参数设定进行组态分析，结果得到 2 组高绩效博弈型新药研发合作模式（表 1)。其中，方案总体覆盖率为 16.44%，方案总体一致性为 85.08%，且 2 组高绩效博弈型新药研发合作模式的一致性均高于 80%[10]。

表 1 组态分析结果[1)]

Tab.1 Configuration Analysis Results

参数	模式 1 市场均分型 (COOP-Model 1)	模式 2 股权收益型 (COOP-Model 2)
DG	(√)	(√)
MCG	×	(×)
CCG	×	(×)
CG	×	(√)
LEV	(×)	√
CUR	√	(×)
原始覆盖率 /%	10.49	10.04
方案覆盖率 /%	6.4	5.94
一致性 /%	87.75	84.64
方案总体覆盖率 /%	16.44	
方案总体一致性 /%	85.08	

注：[1)](√) 和 √ 分别为核心存在条件与辅助存在条件，(×) 和 × 分别为核心缺失条件与辅助缺失条件。

4 数据分析

4.1 基准回归分析

将组态分析得到的2组高绩效博弈型新药研发合作模式：模式1市场均分型（COOP-Model 1）和模式2股权收益型（COOP-Model 2），分别作为解释变量，代入式①和②进行回归分析[10]，结果如表2所示。

表2 基准回归分析结果[1)]

Tab.2 Results of Benchmark Regression Analysis

变量名称	M1 (COOP-Model 1)	M2 (COOP-Model 2)	M3 (COOP-Model 1)	M4 (COOP-Model 2)
COOP	0.711*** (0.254)	0.466*** (0.103)	0.586*** (0.253)	0.455*** (0.101)
KI			0.154*** (0.031)	0.158*** (0.031)
控制变量	控制	控制	控制	控制
区域年份				
区间效应			0.126*** (0.032) [0.065, 0.190]	0.012*** (0.007) [0.020, 0.048]
R^2	0.262***	0.282***	0.299***	0.319***

注：[1)]*** 表示在 P<0.001 水平上有统计学差异，小括号内为对应系数的标准误，方括号内为95% CI范围。

由表2可知：①在M1和M2列的结果中，2种博弈型新药研发合作模式均可显著影响新药研发效率（M1列：$\beta_{\text{COOP-Model 1}}$=0.711，$P$<0.001；M2列：$\beta_{\text{COOP-Model 2}}$=0.466，$P$<0.001），说明各类博弈型新药研发合作模式均能有效提升新药研发效率，但不同类别模式间存在一定的异质性差距。②在M3和M4列的结果中，将关键核心技术突破作为中介变量代入模型后，2种博弈型新药研发合作模式均可通过关键核心技术突破的中介变量，对新药研发效率带来显著的间接影响（$\beta^{\text{间接}}_{\text{COOP-Model 1}}$=0.126，$P$<0.001；$\beta^{\text{间接}}_{\text{COOP-Model 2}}$=0.012，$P$<0.001），说明各类型新药研发合作模式均可通过加快突破关键核心技术，有效加快新药研发效率。

4.2 稳健性与异质性检验

本研究分别采用替换核心变量（制药企业创新绩效）、滞后一期被解释变量的方式进行稳健性检验。①选择制药企业创新绩效替代被解释变量。结果显示，相较于替换前（如表2中M1和M2列的结果），替换后的2种博弈型新药研发合作模式对新药研发效率的影响均有所下降（$\beta_{\text{COOP-Model 1}}$=0.597，$P$<0.001；$\beta_{\text{COOP-Model 2}}$=0.388，$P$<0.001）。②将被解释变量滞后一期作为被解释变量代入模型，2种博弈型新药研发合作模式对新药研发效率均呈现显著提升趋势（$\beta_{\text{COOP-Model 1}}$=0.904，$P$<0.001；$\beta_{\text{COOP-Model 2}}$=0.592，$P$<0.001）。此外，在异质性检验方面：①高合作宽度样本在对新药研发效率提升的支持上，显著高于低合作宽度样本；②以外企作为合作对象的样本，在新药研发效率的提升方面更具优势；③非共有知识产权的样本，更能够促进新药研发效率。上述结果证明 H_1 和 H_2 的假设得到了充分支持。

5 典型案例讨论

5.1 “市场均分型”新药研发合作模式

从实现机制视角（图2）分析，在“市场均分型”新药研发合作模式中，制药企业与合作方之间能够就预期的新药销售市场（含政府集采、医院招标等）达成均衡分配博弈，并以此达成新药研发过程中的有效分工及合作框架，从而加快制药企业关键核心技术突破，提升新药研发效率与市场转化进度。

“市场均分型”新药研发合作模式，主要适用于国内外制药企业间的新药研发合作，以我国华南某省的A制药企业为例讨论。该公司为我国华南地区的大型制药企业，主要从事生物医药（制药）产品研发、销售及康养服务提供。“十二五”以来，A公司因新药开发技术（条件）瓶颈，业务增长逐渐呈下行趋势，在地方相关新政策引导下，积极与海外高水平制药企业/科研院所展开新药研发合作。

根据我国对国外药品进口的相关规定，A公司与合作方达成的新药研发合作（模式）框架，普遍采用多专利注册制，即A公司拥有新药在国内市场范围内的专利授权，而合作方则分取国外市场相关地域范围内的专利授权；不同市场间的收益分配机制，则视具体新药合作内容而定。A公司与国外某合作研究所研发的A药品，在市场均分前提下，双方按照对应比例收益权分配新药的全球市场利润。

5.2 “股权收益型”新药研发合作模式

从实现机制视角（图3）分析，在“股权收益型”新药研发合作模式中，制药企业与合作方就新药研发的具体过程细节和成本收益贡献达成均衡分配博

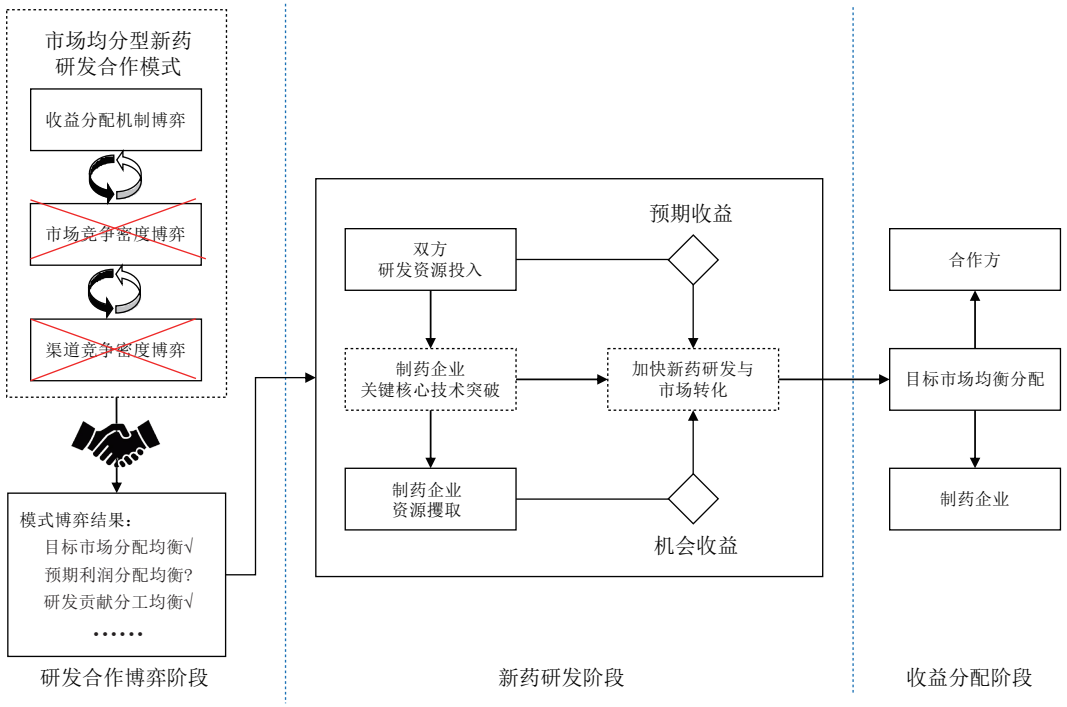


图 2 “市场均分型”新药研发合作模式

Fig.2 “Market Equilibrium Type” New Drug Development Cooperation Model

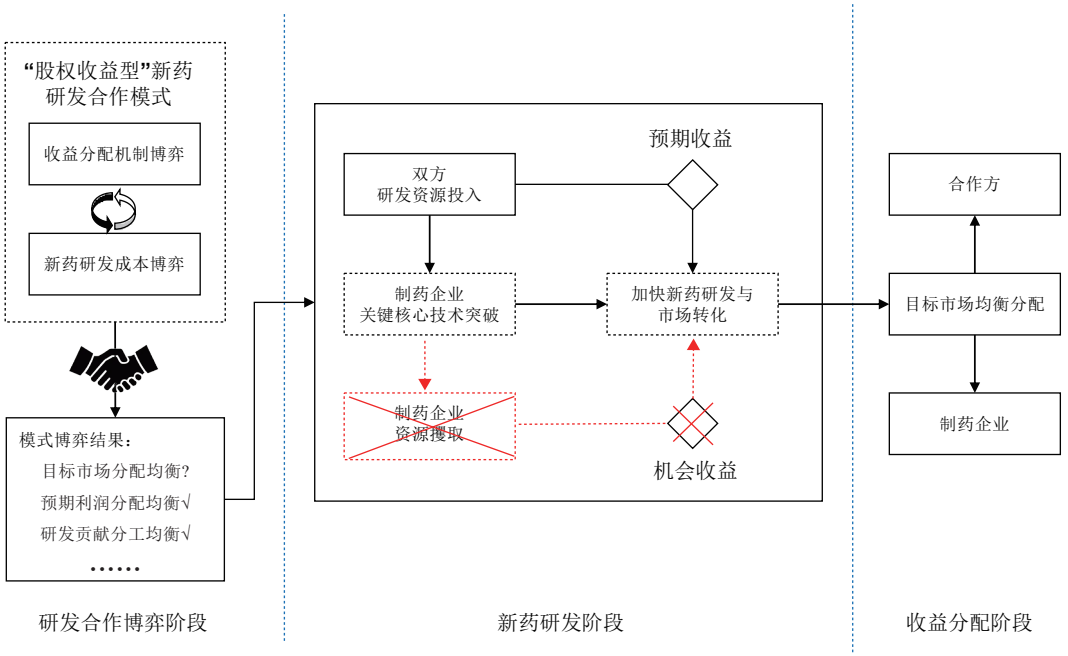


图 3 “股权收益型”新药研发合作模式

Fig.3 “Equity Return-based” New Drug Development Cooperation Model

弈，包括新药预期利润的收益权比例、研发成本分摊等。在新药研发合作过程中，合作方为实现预期，投入既定创新资源和技术协助，帮助制药企业突破关键核心技术，提升新药研发效率和市场转化进度。

“股权收益型”新药研发合作模式，适用于自身条件相对弱势的制药企业，以我国华东某省的B制药企业为例讨论。B公司为我国东部沿海地区的某中小规模制药企业，是某国有制药厂改制后所建，设备及技术陈旧，依靠高口碑老产品维持经营。“十三五”初期，B公司与国外某大型制药企业展开新药研发合作。在具体研发合作博弈上，受限于双方资产差距，选择项目股权收益模式展开，即B公司提供在国内研发、生产、供销等资产条件和研发成本，而合作方则提供创新资源，双方分别持股新药国内市场收益的30%和70%。

自“十三五”以来，B公司先后与国外制药企业/科研院所合作研发相关领域新药产品12项，累积收益达20亿元，其间先后获得2轮融资，共计6亿元，用于更换高水平研发设备与生产线。截至2024年初，B公司同比2014年固定资产增幅150%，并获批专精特新“小巨人”称号；授权专利数量增幅300%，获关键核心技术药品专利13项。

6　总结

本研究聚焦制药企业新药合作研发中不同内涵、不同结构、不同收益分配等差异化博弈型研发合作模式，深入探究其在提升新药研发效率过程中的深层博弈机制“黑箱”。该研究拓展了竞合博弈领域的理论边界，为后续探索奠定了基础。

以往研究主要采用非平衡面板数据或平衡面板数据进行计量分析，忽视了数据本身的结构不对称及类型差异误差。本研究基于布尔代数的组态分析范式，对各类分析数据进行科学校准，能够有效规避非对称数据所带来的计算误差。此外，复杂中介模型更主张对被解释变量的组态因素集合解释，能更科学地描绘制药企业间新药合作研发的“博弈”模式差异，为后续研究提供了研究框架及范式。

参考文献：

[1] 孙玉涛, 张晓飞, 张　晨. 企业与合作伙伴技术竞争如何影响产品竞争?[J]. 科学学研究, 2021, **39**(1): 83-92.

[2] 衣春波, 樊亚鑫, 王　娜, 等. 竞合策略如何影响技术创新质量——基于创新资源配置效率视角[J]. 软科学, 2025, **39**(1): 61-69.

[3] 乌日汗, 陈　东, 李东红. 竞合伙伴的知识多样性如何影响创新绩效——知识管理的调节作用[J]. 技术经济, 2021, **40**(10): 45-63.

[4] 许　恒, 张一林, 曹雨佳. 数字经济、技术溢出与动态竞合政策[J]. 管理世界, 2020, **36**(11): 63-84.

[5] PARK B J R, SRIVASTAVA M K, GNYAWALI D R. Walking the tight rope of coopetition: impact of competition and cooperation intensities and balance on firm innovation performance[J]. *Industrial Marketing Management*, 2014, **43**(2): 210-221.

[6] 贺佳琪, 常玉兰, 陈　烨, 等. 新用途专利对多适应证药品采购准入模式的影响分析[J]. 中国医药工业杂志, 2024, **55**(3): 423-427.

[7] 刘智强, 周　空, 倪佳豪, 等. 组织内竞合的研究评述与未来展望[J]. 管理学报, 2019, **16**(8): 1245-1254.

[8] 孙献贞. 大数据技术应用对制造业企业技术创新的影响[J]. 西部论坛, 2024, **34**(6): 64-77.

[9] ANG S H. Competitive intensity and collaboration: impact on firm growth across technological environments[J]. *Strategy Manage J*, 2008, **29**(10): 1057-1075.

[10] 杜运周, 孙　宁, 刘秋辰. 运用混合方法发展和分析复杂中介模型——以营商环境促进创新活力，协同新质生产力和“就业优先”为例[J]. 管理世界, 2024, **40**(6): 217-237.

[11] 冯　婷, 郭立宏, 董建卫, 等. 风险投资、跨国并购与企业关键核心技术突破：基于高端医疗设备行业的实证研究[J]. 科学学研究, 2024, **42**(6): 1255-1265.