北京市生物医药产业创新生态系统韧性——基于区域比较的实证研究

Resilience of Beijing's Biomedical Industry Innovation Ecosystem: a Regional Comparative Study

张 钰，聂 佳，党子悦，郭冬梅*

（北京中医药大学管理学院，北京 100029）

ZHANG Yu, NIE Jia, DANG Ziyue, GUO Dongmei*

(*School of Management, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029*)

摘要：提升创新生态系统韧性是生物医药产业应对冲击、维持核心功能并发展的关键。该文基于“防御性—恢复性—进化性”韧性框架，构建了生物医药产业创新生态系统的韧性评价指标体系，运用全局熵值法和基于指标相关性的指标权重确定法组合赋权，结合逼近理想解排序法测算2019—2023年北京生物医药产业创新生态系统及参照组的韧性值，并运用障碍因子模型识别关键制约因素。结果显示，北京生物医药产业创新生态系统韧性均值为0.184（排第五），年均增长率6.36%（居末位），呈现“低水平—慢增长”的双重矛盾；恢复性维度障碍因子为73.62%，形成了“研发—制造—市场”传导阻滞，导致“强知识创造、弱市场实现”的结构性失衡。北京面临“防御保障—恢复阻滞—进化悬浮”的韧性挑战。据此，建议采取以下措施：深化制度创新、破除要素孤岛，设立专项基金强化技术内化，构建多元化风险缓冲体系，破解恢复性瓶颈，提升韧性效能。

关键词：产业创新生态系统；韧性；生物医药；北京；评价指标体系；区域比较；可持续发展

中图分类号：R95 **文献标志码：**A **文章编号：**1001-8255(2026)06-0735-08

引用：张 钰, 聂 佳, 党子悦, 等. 北京市生物医药产业创新生态系统韧性——基于区域比较的实证研究[J]. 中国医药工业杂志, 2026, **57**(6): 735-742. DOI：10.16522/j.cnki.cjph.2026.06.017

在全球产业链重构与技术竞争加剧的背景下，各类突发性冲击对产业体系的稳定性构成了严峻考验[1]。产业创新生态系统韧性，即系统在承受外部干扰后通过防御、恢复与进化等机制维持核心功能并实现发展的能力[2-3]，已成为保障经济安全与可持续发展的核心。这一“防御—恢复—进化”框架，可完整刻画系统从生存到复苏再到超越的内在机制，已成为产业创新生态系统韧性的主流分析范式。尽管关于韧性的研究日益丰富，但现有成果存在2个显著局限。①多依赖于宏观区域数据，缺乏从微观主体（企业）行为出发的精准观测；②多局限于单一区域的韧性水平评价，缺乏系统性区域的比较结果。

本文采用多区域比较的研究范式，以企业为观测韧性行为的基本单元。北京是我国生物医药产业高地与国际交往中心，具有高度集聚的创新要素（如顶尖科研机构、领军企业、高水平科研院所等），可作为典型样本剖析创新要素如何支撑核心技术攻关、动态平衡创新活力与风险防范[4]；同时，北京市生物医药产业生态对国际环境变化的适配能力，深刻影响着我国生物医药产业在全球竞争中的战略主动权。因此，深入解析北京案例，对于提炼普适性机制具有不可替代的价值。

基于上述设计，本研究构建了基于“防御性—恢复性—进化性”框架的韧性评价指标体系。继而通过与上海、江苏、广东等代表性省市进行对比，量化北京市生物医药产业创新生态系统韧性；最终，结合国际竞争情境，提出兼顾普适性与特异性的韧性提升路径。本文可为北京优化生物医药产业风险防控体系提供决策支持，更期望能通过这一典型区域研究，为全国生物医药产业在不确定环境中实现

收稿日期：2025-10-23

作者简介：张 钰，硕士研究生，专业方向：药物经济学。

通信作者：郭冬梅，副教授，硕士研究生导师，从事国家药物政策和医药产业经济的研究。

高质量发展提供一定的参考。

1　样本与数据

以北京为核心案例，选取上海、江苏、浙江、广东、天津及河北为参照，构建覆盖国家三大区域（京津冀、长三角、粤港澳大湾区）且与北京在功能上形成互补的典型样本集。

参照样本选取逻辑如下。①覆盖国家三大区域。《“十四五”生物经济发展规划》明确将京津冀（对应样本中的天津、河北）、长三角（对应样本中的上海、江苏、浙江）及粤港澳大湾区（对应样本中的广东）定位为生物经济创新发展高地。因此，参照组设置为上海、江苏、浙江、广东、天津、河北，作为北京的对标基准。②聚焦北京生物医药产业链的分工与功能互补。上海聚集了众多国际药企研发总部，临床资源丰富且转化效率高。选取上海，旨在对比和发现北京在原始创新引领（尤其是临床资源的高效转化）方面的短板[5]；广东在创新药研发、国际化注册与市场拓展方面能力突出。选取广东，旨在对比和评估北京在创新药商业化与市场全球化拓展能力上的差距[6]。江苏在生物医药高端制造（如生物药、高端医疗器械等）环节实力雄厚，产业链配套完善。选取江苏，旨在对比和评估北京在高端制造环节上的缺失对其产业链韧性的制约作用。浙江在数字医疗与 AI 制药等技术与产业融合方面走在全国前列。选取浙江，旨在对比和发现北京在数字技术深度赋能产业创新应用方面的短板[7]。天津在药械注册、审评审批等方面与北京有紧密的协作关系（如承接北京溢出的国际注册需求等）。选取天津，旨在探究京津冀区域协同制度（如联合审批）对提升北京市生物医药产业韧性的具体作用。河北承接了北京溢出的部分原料药、中间体等产能。选取河北，旨在考察京津冀内部产业链分工协作（如产能承接等）对韧性的传导与支撑作用。

研究时段为 2019—2023 年。该时期经历公共卫生事件等系统性冲击，短期内防疫相关需求激增，带来了市场机遇，但也引发了供应链中断、国际临床试验受阻、研发成本上升等长期结构性压力[8]，为观察产业韧性在“防御性—恢复性—进化性”全过程中的真实表现提供了实证场景。

2　韧性评价指标体系的构建

本研究通过理论溯源、产业适配与权重计算 3 个步骤构建评价指标体系。

2.1　韧性指标初选

学界普遍认同，防御性、恢复性与进化性是衡量创新生态系统韧性的三大核心维度，共同构成该领域应用较为广泛的分析框架。三者构成完整的动态能力体系，能表征产业创新生态系统在应对外部冲击全过程中的核心能力[9-10]。据此，基于这一框架进行指标初选。

防御性（A）指系统在冲击发生前或发生时，抵御及吸收冲击、维持核心功能的能力。该维度反映了体系的组织冗余基础、资本缓冲能力、技术资源储备，包括企业数（A1）、利润总额（A4）等指标。

恢复性（B）指系统在遭受冲击后，快速恢复正常功能的能力。在稳固防御的基础上，系统的存续更依赖于高效的恢复机制。该维度反映了体系的市场恢复能力、外部市场活力、适应性修复投入，包括新产品销售收入（B1）、技术改造经费支出（B3）等指标。

进化性（C）指系统学习、迭代并实现更高层次发展的能力。系统的长期竞争力来自其持续的进化能力。该维度反映了体系的人力资本驱动、创新投入、创新产出，包括研究与开发（research and development，R&D）人员折合全时当量（C1）、专利申请数（C4）等指标。

2.2　韧性指标确定

在上述初选指标的基础上，结合生物医药产业特性及数据可获得性，进一步优化韧性指标。生物医药产业具有研发周期长、投入高、监管严等特性，对指标连续性、可比性和权威性的要求较高，因此，需保证评价结果能真实反映产业创新生态系统的动态演变。

基于上述要求，最终选取的指标均来源于 2019—2023 年期间公布的《中国高技术产业统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国统计年鉴》。上述年鉴统计口径一致，保证了各年份、各地区数据的序

列完整性和横向可比性。更重要的是，上述年鉴提供了企业级数据，包括企业研发活动、生产经营、创新产出等微观指标，可准确反映企业群体的创新行为与绩效，为观测韧性提供了可靠数据。

综合以上考虑，最终确定包含 16 个指标的多层级评价指标体系（表 1）。

2.3 指标权重计算

为消除各指标的量纲差异及属性（正向 / 负向）影响，首先采用极差法对原始数据进行标准化处理。权重计算综合采用全局熵值法（侧重数据变异程度）与基于指标相关性的指标权重（criteria importance through intercriteria correlation，CRITIC）确定法（兼顾指标对比强度与冲突性）进行权重计算，取两者算术平均值作为综合权重。数据通过 IBM SPSS Statistics 27 软件分析，保证了评价结果的科学性和可靠性。

全局熵值法的计算思路：构建全局评价矩阵，计算各地区指标值的比重，再计算各指标的信息熵，通过信息熵冗余度确定各指标权重。CRITIC 确定法的计算思路：通过各指标的标准差衡量对比强度，通过指标间的相关系数衡量冲突性，以两者乘积表示各指标包含的信息量，最后对信息进行归一化处理，得到权重系数。

基于 2019—2023 年省级面板数据，计算得各基础指标的权重值（以下简称“指标层权重”，即各具体指标在整个评价体系中的相对重要性，表 2）。

由表 2 可知，综合权重居前的指标有新产品销售收入（B1，28.55%）、新产品出口销售收入（B2，24.93%）、技术改造经费支出（B3，12.28%）及利润总额（A4，7.05%）。

基于指标层综合权重，将各准则层所含指标权重加总，得到防御性、恢复性、进化性的准则层权重值（以下简称“准则层权重”，即各维度在韧性整体评价中的相对重要性）。准则层权重由高到低依次为：恢复性（69.17%）、进化性（16.20%）、防御性（14.63%）。

对北京市生物医药产业创新生态系统的韧性评价结果表明，其经历冲击后恢复与反弹能力的重要性超过进化与升级能力和基础防御与抵抗能力。

3 韧性值的测算与分析

基于上述评价指标体系，采用逼近理想解排序法（technique for order preference by similarity to ideal

表 1 生物医药产业创新生态系统韧性的评价指标体系

Tab.1 Evaluation Index System for Resilience of Biomedical Industry Innovation Ecosystem

准则层	指标层	指标说明	指标属性[1)]	单位
防御性（A）	企业数（A1）	抵御风险的组织冗余基础	正向	个
	有 R&D 活动的企业数（A2）	维持稳定的创新主体规模	正向	个
	平均用工人数（A3）	保障运营连续性的人力资本基础，保障生产运营连续性与稳定性的就业规模基础	正向	人
	利润总额（A4）	吸收冲击的资本缓冲能力	正向	亿元
	营业收入（A5）	维持系统现金流稳定与市场存在的营收基石	正向	亿元
	有效发明专利数（A6）	应对技术冲击的战略资源储备	正向	件
恢复性（B）	新产品销售收入（B1）	市场恢复与价值再生能力	正向	万元
	新产品出口销售收入（B2）	恢复路径的多元化与外部市场活力	正向	万元
	技术改造经费支出（B3）	对现有体系的修复与适应性投入	正向	万元
	R&D 经费内部支出（B4）	重启增长引擎的战略性再投资	正向	万元
进化性（C）	R&D 人员折合全时当量（C1）	知识迭代的核心人力资本驱动力	正向	人年
	研究人员（C2）	突破性创新的高智力资本源泉	正向	人
	新产品开发经费支出（C3）	跃迁发展轨道的前瞻性探索投入	正向	万元
	专利申请数（C4）	技术知识基础的扩张速率与创新活力	正向	件
	发明专利（C5）	实现技术跃迁的高质量成果产出	正向	件
	新产品开发项目数（C6）	未来技术路径的多样性与储备	正向	项

注：[1)]“正向”表示与创新生态系统的发展呈正相关。

表 2　生物医药产业创新生态系统韧性指标层权重 /%

Tab.2　Weights of Resilience Indicators for Biomedical Industry Innovation Ecosystem/%

指标名称	全局熵值法权重	CRITIC 权重	综合权重
企业数（A1）	1.802	0.001	0.90
有 R&D 活动的企业数（A2）	2.707	0.001	1.35
平均用工人数（A3）	1.372	0.333	0.85
利润总额（A4）	14.089	0.005	7.05
营业收入（A5）	2.758	0.006	1.38
有效发明专利数（A6）	6.169	0.018	3.09
新产品销售收入（B1）	9.589	47.520	28.55
新产品出口销售收入（B2）	15.166	34.694	24.93
技术改造经费支出（B3）	11.628	12.923	12.28
R&D 经费内部支出（B4）	6.763	0.064	3.41
R&D 人员折合全时当量（C1）	4.647	0.042	2.34
研究人员（C2）	5.019	0.022	2.52
新产品开发经费支出（C3）	5.020	4.344	4.68
专利申请数（C4）	5.299	0.008	2.65
发明专利（C5）	6.508	0.006	3.26
新产品开发项目数（C6）	1.462	0.012	0.74

solution，TOPSIS）进行韧性值测算。TOPSIS 通过量化评价对象与正理想解（最优）和负理想解（最劣）的欧氏距离，计算相对贴近度，从而评价各方案与理想目标的接近程度。该法可有效整合多维指标数据，适用于韧性水平的测度。TOPSIS 的计算思路：先构建加权决策矩阵，确定正理想解和负理想解，再计算各评价对象与正 / 负理想解的欧氏距离，最后计算相对贴近度。相对贴近度的取值区间为［0,1］，数值越趋近 1，表明生物医药创新生态系统的韧性越强；越趋近 0，则韧性越弱。

基于 2019—2023 年面板数据，采用上述方法测算北京与参照组生物医药产业创新生态系统韧性的综合评价结果。结果（表 3）显示，各区域间韧性水平存在显著差异，且呈现动态演变特征。

与其他六省市的对比表明，北京市生物医药产业创新生态系统的韧性水平滞后，年均增长率也居于末位，陷入“低水平—慢增长”的双重困境，存在产业创新生态系统的内在结构性与机制性矛盾，具体如下。

韧性水平滞后，暴露出恢复性与防御性两个维度的短板。北京的韧性均值（0.184）位列第五，反映出创新资源富集与韧性效能不足之间的结构性矛盾。①恢复性维度存在流动性梗阻。作为核心维度（恢复性权重 69.17%），北京在新产品销售收入（B1）等关键指标上落后于参照组，高端制造环节缺失，导致“研发—制造—市场”转化效率低下[11]。②防御性维度面临多样性失衡。尽管北京的创新主体丰富，但企业、科研院所等主体协同联动程度不足、技术路线趋同，系统冗余度低，削弱了其风险分散与冲击抵御能力。

韧性增速滞后，暴露出恢复动能不足的缺陷。北京的韧性年均增长率（6.36%）居末位，表明该系统的内在改善动能疲弱。结合韧性偏弱的表现可推断，北京的产业创新生态系统将资源与知识优势转化为实际增长的能力存在严重阻滞，反映出从“知识创造”到“价值实现”的传导路径不畅，恢复环节效能低下，制约了韧性提升。

4　韧性障碍因素分析

本研究采用障碍因子模型，通过北京与参照组的比较，揭示 2019—2023 年北京的产业韧性发展

表 3　2019—2023 年北京与参照组的生物医药产业创新生态系统韧性综合评价结果

Tab.3　Comprehensive Evaluation Results of Biomedical Industry Innovation Ecosystem Resilience in Beijing and the Reference Group（2019—2023）

省市	相对贴近度					韧性均值	年均增长率 /%	综合排名
	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年			
江苏	0.671	0.786	0.858	0.952	0.984	0.850	10.06	1
广东	0.460	0.460	0.589	0.630	0.645	0.557	8.80	2
浙江	0.430	0.521	0.549	0.609	0.616	0.545	9.41	3
河北	0.207	0.257	0.302	0.341	0.357	0.293	14.61	4
北京	0.163	0.171	0.181	0.197	0.209	0.184	6.36	5
上海	0.135	0.153	0.168	0.184	0.188	0.166	8.54	6
天津	0.000	0.021	0.034	0.036	0.032	0.024	15.82	7

障碍因素。该模式适用于多准则决策框架下的韧性评价体系[7]，可从准则层和指标层量化各指标的制约程度。障碍因子的计算思路：先计算各指标的偏离度（指标实际值与最优目标值的差距），再计算各指标层和维度层的障碍因子。障碍因子取值范围0～100%，数值越大表明该指标对特定韧性维度的制约越强。

4.1 指标层障碍因子分析

表4列出了2019—2023年北京与参照组均值的比较分析结果（为更清晰地揭示北京与区域整体水平的差异，计算其他六省市各项指标数据的算术平均值，并与北京作对比）。由此可见，北京市生物医药产业创新生态系统呈现出创新传导阻滞的特征，即前端研发优势不能顺畅地转化为后端市场效益，导致系统韧性存在明显短板。

从指标层障碍因子的动态变化来看，北京市生物医药产业创新生态系统韧性呈现出以下特征。

①要素投入出现“投入—效益”传导失灵，即北京在研发人员与技术升级方面的比较优势与经济效益产出相背离。一方面，北京在研发人员（C1、C2）及技术改造经费支出（B3）上的障碍因子在2022年后已稳定低于参照组均值，且优势持续扩大（B3差值从2022年的3.71%扩大至2023年的5.04%），表明其对引进技术的消化、吸收与再创新能力显著增强，并成为系统韧性的核心支撑。然而，此项投入优势并未在财务上得到对等回报。同期，利润总额（A4）与营业收入（A5）的障碍因子由低于参照组均值转变为高于参照组均值，这表明企业当前的研发与技术改造投入存在边际效益递减的情况，或企业在创新成果向市场化产品、服务转化的关键环节存在阻塞，创新投入无法有效兑现为经济收益。

②创新产出呈现“专利—产品”转化断层，即强劲的知识创造与增长乏力的市场表现存在深层矛盾。北京的专利类指标（A6、C4、C5）的障碍因子逐渐呈现低于参照组均值的趋势，反映出北京在知识积淀与发明创造方面基础扎实。然而，新产品销售收入（B1）与出口销售收入（B2）的障碍因子在2021年后急剧攀升，从略优于参照组均值变为落后（B1差值在2023年高达7.85%），表明企业的创新价值链在从知识产出向市场收益转化的过程中出现

表4 北京与参照组生物医药产业创新生态系统韧性的核心障碍因子对比/%

Tab.4 Comparison of Core Obstacle Factors of Biomedical Industry Innovation Ecosystem Resilience between Beijing and the Reference Group/%

指标名称	2019年		2020年		2021年		2022年		2023年	
	北京	参照组均值	北京	参照组均值	北京	参照组均值	北京	参照组均值	北京	参照组均值
企业数（A1）	0.80	0.70	0.81	0.65	2.26	1.05	0.82	1.05	0.79	1.10
有R&D活动的企业数（A2）	1.25	1.02	1.24	0.96	3.53	1.60	1.27	1.60	1.29	1.71
平均用工人数（A3）	0.72	0.61	0.73	0.57	1.99	0.92	0.70	0.92	0.68	0.96
利润总额（A4）	6.96	7.76	7.12	8.13	0	5.99	7.24	6.04	7.33	5.79
营业收入（A5）	1.13	1.12	1.13	1.07	0	0.89	1.00	0.87	1.04	0.81
有效发明专利数（A6）	2.94	2.93	2.90	2.90	8.04	3.94	2.80	3.92	2.64	4.04
新产品销售收入（B1）	28.27	28.34	28.34	27.75	0.01	22.54	28.79	22.63	29.76	21.91
新产品出口销售收入（B2）	26.43	28.15	26.21	29.18	0.01	22.00	27.43	22.16	27.68	21.41
技术改造经费支出（B3）	12.99	11.62	13.26	11.78	37.65	17.46	13.90	17.61	13.63	18.67
R&D经费内部支出（B4）	3.27	3.33	3.23	3.18	7.91	4.18	3.05	4.15	2.55	4.17
R&D人员折合全时当量（C1）	2.22	1.97	2.27	1.98	6.44	2.98	2.28	2.99	1.99	3.11
研究人员（C2）	2.41	2.18	2.43	2.13	6.70	3.17	2.32	3.16	2.13	3.27
新产品开发经费支出（C3）	4.25	4.38	4.18	4.27	8.20	5.06	2.68	4.80	2.60	4.60
专利申请数（C4）	2.61	2.33	2.52	2.13	7.13	3.34	2.38	3.30	2.45	3.45
发明专利（C5）	3.09	2.94	3.00	2.75	8.48	4.05	2.75	4.00	2.88	4.15
新产品开发项目数（C6）	0.66	0.61	0.63	0.57	1.65	0.83	0.58	0.81	0.53	0.83

断裂，未能形成闭环。

上述指标层障碍因子的动态变化，反映出北京市生物医药产业创新生态系统在研发投入与市场产出之间存在传导阻滞。

4.2 准则层障碍因子分析

从准则层视角分析（表 5），上述指标层的传导阻滞特征进一步汇聚为各维度的结构性失衡。基于上述韧性理论框架与障碍因子分析结果，北京市生物医药产业创新生态系统在防御性（A）、恢复性（B）与进化性（C）三大维度上均呈现出结构性失衡。各准则层障碍因子相互交织，形成“稳健防御—低效恢复—强劲进化”的独特韧性模式，其核心矛盾在于强大的进化潜力未能通过高效恢复机制转化为实际竞争力。

防御性（A），是系统稳定运行的基础保障。防御性障碍因子总体低于参照组均值（2023 年：北京 13.77%，参照组 14.41%），表明北京市生物医药产业创新生态系统在吸收冲击、维持核心功能稳定的组织冗余与经济基础方面表现稳健。企业数量、用工人数与利润等基础结构为系统提供了可靠缓冲。不过该类障碍因子对增强韧性的作用有限，对企业盈利水平（A4、A5）等关键指标的支撑力度不足，难以充分发挥基础保障作用的支撑效能。

恢复性（B），是系统韧性提升的核心瓶颈。恢复性障碍因子是制约系统发展的阻力。北京与参照组均值的恢复性障碍因子在 2019 和 2020 年处于相近水平，2021 年经历短暂改善后，2022 年显著高于参照组均值，且 2023 年出现恶化趋势。这表明企业在遭受冲击后，快速恢复正常经营、实现市场恢复与资金循环的核心能力存在缺陷。究其根源，资源配置存在突出的结构性矛盾，技术改造经费支出（B3）的强化未能有效驱动新产品销售收入（B1、B2）增长，造成“有投入、无产出”的发展困境，制约系统在遭受冲击后进行反弹。

进化性（C），是系统长期发展的核心优势。进化性障碍因子的变化轨迹揭示了北京生物医药产业创新生态系统核心竞争力的变化。2019 和 2020 年，北京的进化性障碍因子略高于参照组均值；2021 年受到外部冲击的影响大幅增加；但自 2022 年起，该指标回落并持续低于参照组均值，建立起显著的后期优势。这说明北京在研发人才储备、知识迭代以及技术跃迁潜力方面具备坚实基础。然而，这种进化优势与恢复性瓶颈形成尖锐矛盾，大量专利成果因转化机制不畅，使系统陷入知识创造能力突出、市场产业化能力不足的困境。

综合来看，准则层形成了“防御保障—恢复阻滞—进化悬浮”的韧性特征。三大准则层相互影响，形成了特定的作用机制。稳健的防御性（A）为系统提供生存基础，强劲的进化性（C）描绘发展愿景，低效的恢复性（B）成为衔接当下与未来的最大障碍。对北京市生物医药产业创新生态系统而言，恢复性（B）是系统的核心矛盾，高障碍因子制约了系统遭受冲击后的反弹效能；进化性（C）虽构成战略优势，但成果因恢复环节阻滞而难以落地；防御性（A）因恢复机制的失灵而承受更大压力，整个系统的韧性表现出明显的结构张力。因此，破解“恢复性”瓶颈，打通从稳定防御到进化发展的传导路径，是提升北京市生物医药产业创新生态系统整体韧性的战略核心。

5 结论与启示

5.1 研究结论

北京市生物医药产业创新生态系统呈现“高资

表 5　北京与参照组生物医药产业创新生态系统韧性准则层的障碍因子分析结果 /%

Tab.5　Analysis Results of Obstacle Factors of Biomedical Industry Innovation Ecosystem Resilience between Beijing and the Reference Group Mean at Criterion Layer /%

准则层	2019 年		2020 年		2021 年		2022 年		2023 年	
	北京	参照组均值	北京	参照组均值	北京	参照组均值	北京	参照组均值	北京	参照组均值
防御性（A）	13.80	14.14	13.93	14.28	15.82	14.39	13.83	14.40	13.77	14.41
恢复性（B）	70.96	71.44	71.04	71.89	45.58	66.18	73.17	66.55	73.62	66.16
进化性（C）	15.24	14.41	15.03	13.83	38.60	19.43	12.99	19.06	12.58	19.41

源禀赋、低韧性效能”的显著悖论，且改善动能严重不足。北京在进化性（C）与防御性（A）维度表现稳健，显示出雄厚的研发技术储备与基础。然而，其韧性水平（韧性均值 0.184，表 3）位列第五，年均增长率（6.36%，表 3）垫底，陷入“低水平—慢增长”双重困境。其原因在于恢复性（B）维度存在严重短板（障碍因子 73.62%，表 5），表明系统快速恢复市场与资金循环的能力缺失。

北京生物医药产业“高专利、低转化”的恢复性特征，可能在于其创新生态系统在技术赋能演进的阶段相对滞后。一个成熟的产业创新生态系统需经历从技术积累期、技术融合期到产业赋能期的动态演进，其驱动因素也从单一技术推动，逐步转变为技术、市场、政策与组织变革共同作用的多维合力[12]。北京的产业创新生态系统整体仍停留在以技术单点突破为主的早期阶段，尚未形成能够实现高效市场转化的产业赋能期新模式。这一判断也从理论上解释了尽管北京市生物医药产业创新生态系统在进化性（C）维度表现强劲，但该优势却未能有效转化为实际竞争力的内在原因。

北京市生物医药产业创新生态系统处于“防御保障—恢复阻滞—进化悬浮”的韧性挑战中。恢复性瓶颈不仅制约了企业遭受冲击后的反弹，而且使得进化潜力因转化失灵而处于受阻状态。北京案例表明，若系统内部传导机制出现阻滞，大量研发投入也难以有效转化为市场竞争力，最终导致韧性建设性价比低下。

5.2 政策启示

5.2.1 破解要素孤岛，构建知识流动枢纽

①提升系统流动性。借鉴韧性理论中的流动性核心特征，从制度与载体两方面协同发力，构建知识转化通道。

②强化制度供给，构建协同导向的评价与共享体系。建议推动《北京市促进科技成果转化条例》的修订，在市属高校及科研院所的职称评定与绩效考核中纳入临床转化率与技术转移成效指标，并赋予决定性权重。同时，通过立法确定临床资源共享机制与科研人才“双轨制”（高校与企业间双聘）的法律地位，从制度根源破解研用脱节。

③构建流动枢纽，打造知识转化的市场化通道。建议设立专项，重点支持中关村生命科学园、大兴生物医药基地等核心载体建设，构建面向早期成果的“生物医药产业共性技术平台”。同时，强化中关村技术交易所等市场化机构与顶尖三甲医院的深度绑定，并探索推广契约化合作模式，明确知识产权归属与利益分配，切实降低交易成本。

④建立刚性资源共享与成果转化促进机制。建立北京生物医药临床研究联盟，由北京市科学技术委员会、北京市卫生健康委员会牵头，要求市属三甲医院向联盟企业开放临床资源。出台科技成果转化负面清单，针对在京高校、科研院所长期闲置（如 3 年以上未转化）的专利成果，明确要求其通过中关村技术交易所公开挂牌交易。

5.2.2 超越政策依赖，构建多元化风险缓冲体系

①增强系统缓冲性与多样性。外部市场需求与成本冲击会通过产业链关联深刻影响企业创新活动，而城市层面的人力资本外部性所具有的“生产效率提升效应”与“产业多样性”优势，能有效平抑外部冲击、彰显创新韧性[13]。这为破解北京的恢复性阻滞提供了关键方向，政策重心应从直接干预转向生态建构，构建多维度风险缓冲体系。

②优化政策设计，强化技术内化与引导前沿探索。建议设立“北京创新攻坚专项基金”，并规定申请技术引进补贴的企业，必须将配套资金用于技术内化与二次开发。同时，将产学研合作项目的评审资源向细胞基因治疗、AI 制药等突破性技术领域倾斜，从源头上优化技术多样性布局。

③完善市场机制，构建多维度风险缓冲体系。首先，积极争取国家支持，在北京深化创新药价值评估与医保支付方式改革试点，破解市场回报瓶颈。其次，鼓励商业保险公司开发涵盖研发失败、临床试验风险的生物医药科技保险，政府可提供保费补贴，助力企业分担风险。最后，引导中关村创投等金融机构设立“生物医药韧性储备基金”，投资能够提升本地产业多样性和技术路线替代性的战略平台，构建一个由政府、市场、社会共同

参与的多元化缓冲体系，增强系统的整体抗冲击能力。

参考文献：

[1] 刘　悦, 郭　文. 我国区域生物医药产业竞争力评价研究[J]. 中国医药工业杂志, 2025, **56**(6): 828-836.

[2] 陈红梅, 蔡松林. 区域数字创新生态系统韧性评价与时空演变分析[J]. 统计与决策, 2023, **39**(20): 51-55.

[3] 隋建利, 霍子蓬, 刘金全. 中国宏观经济韧性的理论框架、实践路径与政策选择[J]. 经济研究, 2025, **60**(2): 20-37.

[4] 方　磊, 赵　静, 罗文华, 等. 产业创新生态系统的建设策略: 基于浙江生物医药产业的案例研究[J]. 中国现代应用药学, 2022, **39**(22): 3014-3023.

[5] 黄鹏飞, 陈　赟, 陆　娇, 等. 生物医药专利密集型产业发展现状及建议——以上海市为例[J]. 中国生物工程杂志, 2020, **40**(12): 108-116.

[6] 谭清立, 林岱衡, 刘珈瑗, 等. 基于灰色综合关联分析法的粤港澳大湾区生物医药产业效益研究[J]. 中国生物工程杂志, 2021, **41**(6): 89-97.

[7] 万　里, 孙劲楠, 丁佐奇, 等. 产学研合作模式下长三角生物医药产业一体化协同创新发展研究——基于专利合作及基金项目合作[J]. 中国药科大学学报, 2022, **53**(6): 742-752.

[8] 倪红福, 钟道诚, 范子杰. 中国产业链风险敞口的测度、结构及国际比较——基于生产链长度视角[J]. 管理世界, 2024, **40**(4): 1-26.

[9] 隋建利, 李悦欣, 刘金全. 中国经济韧性的时空敛散与异质分化特征——基于马尔科夫区制转移混频动态因子模型的识别[J]. 管理世界, 2024, **40**(3): 16-36.

[10] 陈雨恬, 杨子晖, 温雪莲. 预期引导、经济韧性与宏观经济治理[J]. 管理世界, 2024, **40**(11): 66-88.

[11] 管志利. 创新生态系统视角下科技成果转化的政策体系重构[J]. 贵州省党校学报, 2024, **28**(5): 63-75.

[12] 刘　云, 房浩超. 人工智能赋能产业创新生态系统动态演进: 驱动因素与具体路径[J]. 科技进步与对策, 2025, **42**(13): 1-13.

[13] 邓仲良. 外部市场冲击与本国企业创新: 以人力资本外部性为视角[J]. 经济研究, 2025, **60**(5): 157-173.

（上接第 691 页）

[7] SANTOS L L, SWOFFORD N J, SANTIAGO B G. *In vitro* permeation test (IVPT) for pharmacokinetic assessment of topical dermatological formulations [J]. *Curr Protoc Pharmacol*, 2020, **91**(1): e79.

[8] 毛可阳, 朱慧勇, 罗华菲, 等. 皮肤外用制剂物理化学和结构特性表征的要求概述[J]. 中国医药工业杂志, 2025, **56**(3): 293-302.

[9] 晏　娜, 汤　湛, 往　俏. 阿魏酸乳膏的体外经皮渗透性及大鼠体内药动学 [J]. 中国医药工业杂志, 2025, **56**(1): 73-79.

[10] FLATEN G E, PALAC Z, ENGESLAND A, *et al*. *In vitro* skin models as a tool in optimization of drug formulation [J]. *Eur J Pharm Sci*, 2015, **75**: 10-24.

[11] PERSAUD I, DIAMOND S, PAN R, *et al*. Plasma pharmacokinetics and distribution of ruxolitinib into skin following oral and topical administration in minipigs [J]. *Int J Pharm*, 2020, **590**: 119889.