

情报科学

Information Science

ISSN 1007-7634, CN 22-1264/G2

《情报科学》网络首发论文

题目：大语言模型驱动的区域科技创新能力评价研究
作者：郭如璇，马睿杰，周庆山，步一，王雪莹
网络首发日期：2026-09-17
引用格式：郭如璇，马睿杰，周庆山，步一，王雪莹. 大语言模型驱动的区域科技创新能力评价研究[J/OL]. 情报科学.
<https://link.cnki.net/urlid/22.1264.g2.20260916.1403.021>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

大语言模型驱动的区域科技创新能力评价研究

郭如璇¹，马睿杰¹，周庆山¹，步一^{1,2}，王雪莹^{1,*}

(1. 北京大学信息管理系，北京 100871；2. 北京大学武汉人工智能研究院，湖北 武汉 430075)

摘要：【目的/意义】国家高新技术产业开发区是我国创新体系中承载政策实验与成果转化功能的重要空间单元，对高新区科技创新能力进行评价，有助于刻画其发展状况，为相关职能部门决策提供参考。【方法/过程】本文以高新区为评价对象，将创新活动看作由多种要素相互作用形成的创新链条，依据其结构特征，从研发投入、创新环境、创新载体、创新产出和创新影响五个维度构建科技创新能力评价指标体系。进一步采用分层优序图法确定指标权重，在指标成对比较环节引入大语言模型模拟专家判断，并通过自适应动态采样机制提高比较结果的稳定性。在此基础上，运用线性加权法构建高新区科技创新能力综合评价框架。【结果/结论】以中关村科技园区、深圳高新区、东湖高新区、西安高新区和大连高新区为例开展实证分析，结果表明，本文所构建的指标体系与评价框架能够较好地反映高新区科技创新能力的现实差异与结构特征，具备有效性和可解释性。【创新/局限】本文引入大语言模型模拟专家判断，并将其嵌入分层优序图法，为创新能力评价和大语言模型在多指标综合评价中的应用提供了新的方法与思路。

关键词：科技创新能力评价；国家高新技术产业开发区；大语言模型；指标赋权；多指标综合评价

Evaluating Regional Technological Innovation Capability with

作者简介：郭如璇（2004-），男，籍贯河北省衡水市，本科生，无，研究方向：科技创新、科技计量；马睿杰（2006-），男，籍贯青海省西宁市，本科生，无，研究方向：科技创新、科技计量；周庆山（1965-），男，籍贯山东省日照市，博士，教授，研究方向：信息传播学；步一（1994-），男，籍贯河北省承德市，博士，助理教授、研究员，研究方向：信息计量学、科技情报挖掘；*王雪莹（2002-），女，籍贯河北省承德市，硕士研究生，无，研究方向：科技创新、科技计量，通讯作者，邮箱：wang.xueying@stu.pku.edu.cn。本文受东湖高新区国家智能社会治理实验综合基地项目“基于人工智能的东湖高新区科技创新发展状况分析器”、国家社会科学基金重大项目“文化和科技融合的有效机制及业态创新研究”（#24ZDA078）和国家自然科学基金面上项目“知识单元视角下基于超图表示学习的原创性科技成果识别研究”（#72474009）和国家自然科学基金专项项目“科学基金在我国基础研究人才与团队建设中的贡献刻画研究”（#L252400109）资助。

Large Language Models

GUO Ruxuan¹, MA Ruijie¹, ZHOU Qingshan¹, BU Yi^{1,2}, WANG Xueying^{1,*}

(1. Department of Information Management, Peking University; 2. PKU-Wuhan Institute for Artificial Intelligence)

Abstract: **【Purpose/significance】** National high-tech industrial development zones serve as important spatial units within China's innovation system, integrating policy experimentation and the commercialization of scientific and technological achievements. Evaluating the technological innovation capability of these zones helps characterize their development status and provides references for decision-making by relevant functional departments. **【Method/process】** This study takes national high-tech zones as the research object and regards innovation activities as an innovation chain formed through the interaction of multiple elements. Based on its structural characteristics, this study constructs an evaluation indicator system for technological innovation capability, which comprises five dimensions: R&D investment, innovation environment, innovation platforms, innovation output, and innovation impact. Furthermore, this study adopts the hierarchical precedence chart method to determine indicator weights. In the pairwise comparison process, large language models are introduced to simulate expert judgments, and an adaptive dynamic sampling mechanism is used to improve the stability of the comparison results. On this basis, this study establishes a comprehensive evaluation framework for the technological innovation capability of high-tech zones using the linear weighted method. **【Result/conclusion】** An empirical analysis of five national high-tech industrial development zones, Zhongguancun Science Park, Shenzhen Hi-tech Industrial Park, Wuhan East Lake High-tech Development Zone, Xi'an Hi-tech Industrial Development Zone, and Dalian High-Tech Zone, demonstrates that the proposed indicator system and evaluation framework can effectively capture the real differences and structural characteristics of technological innovation capability across high-tech zones, with satisfactory validity and interpretability. **【Innovation/limitation】** The study introduces large language models to simulate

expert judgments and incorporates them into the hierarchical precedence chart method, providing a novel methodological approach and perspective for innovation capability evaluation and for the application of large language models in multi-indicator comprehensive evaluation.

Keywords: technological innovation capability evaluation; national high-tech industrial development zones; large language model; indicator weighting; multi-indicator comprehensive evaluation

0 引言

科技创新指科学前沿领域和高新技术领域内科学技术的进步和革新^[1], 科技创新能力是决定区域核心竞争力、推动区域经济增长的关键因素^[2]。随着中国特色社会主义进入新时代, 我国经济也从高速增长阶段迈入了高质量发展阶段, 科技创新成为产业升级和经济增长的核心驱动力, 必须加快推动经济发展方式向创新驱动转型。2025 年 10 月, 党的二十届四中全会明确指出, 要加快高水平科技自立自强, 引领发展新质生产力, 并强调要抓住新一轮科技革命和产业变革历史机遇, 提升国家创新体系整体效能, 全面增强自主创新能力, 抢占科技发展制高点^[3]。科学评价各地区科技创新能力对于认清各地区科技创新现状、发现科技创新问题、推动产业结构转型, 具有重要现实意义。

在我国创新体系中, 国家高新技术产业开发区(简称“国家高新区”)承担着高新技术产业发展、科技成果转化、创新企业集聚等关键功能^[4-5], 是国家推进区域创新和产业升级的重要平台。自 1988 年建立首个国家高新区——中关村科技园区以来, 我国高新区建设不断推进, 目前已形成数量可观、分布广泛、结构多样的高新区体系, 在支撑国家创新驱动发展战略中发挥着核心作用。

近年来, 我国已形成以《中国区域创新能力报告》为代表的较为成熟的区域创新能力评价体系^[6], 部分研究也构建了省级评价框架并开展实证分析^[7-9]。然而, 现有研究在研究对象和方法层面仍存在一定局限: 一方面, 现有指标体系主要围绕国家和省份等宏观行政单元构建, 所依赖的数据多来自统计年鉴和部门常规统计, 难以充分适配高新区这一非传统行政统计单元, 高新区统计数据分散、口径不统一, 且其以政策试验、成果转化和创新要素集聚为核心功能的创新载体

特征难以得到有效刻画；另一方面，权重确定多依赖熵权法或因子分析等数据驱动方法^[8,10-15]，对指标内涵与创新系统结构特征的体现不足。针对高新区层级、能够反映创新要素结构与协同关系的系统化评价体系仍有待进一步完善。本文基于创新活动的内在逻辑和高新区特点构建区域科技创新能力评价指标体系，包括研发投入、创新环境、创新载体、创新产出和创新影响五个维度，并采用大语言模型模拟专家判断的优序图法和线性加权法建立了适用于高新区层级的区域科技创新能力评价框架。

1 相关研究

1.1 现有科技创新能力评价指标体系研究

近年来，国内关于科技创新能力测度的研究形成了较为成熟的指标体系。按照评价尺度与研究目标的不同，现有指标体系大体可以划分为三类：一是面向国家或省域比较的宏观综合型指标体系，强调指标口径统一和区域间可比性；二是面向单一省份、地市等地方尺度的地方适配型指标体系，侧重结合区域经济结构和政策需求刻画创新能力差异；三是围绕特定问题展开的专题拓展型指标体系，重点关注创新的局部维度。总体来看，相关研究呈现出由宏观综合评价向地方尺度适配、由单一投入产出测度向多维度耦合评价演进的趋势。

在宏观综合型指标体系中，由中国科技发展战略研究小组发布的《中国区域创新能力评价报告》具有较高权威性和代表性^[6]。其指标体系从知识创造、知识获取、企业创新、创新环境和创新绩效 5 个一级指标出发，细分为 20 个二级指标、40 个三级指标和 133 个四级指标（见表 1），并运用综合加权方法对全国各省创新能力进行了系统性比较。与之类似，《中国创新指数》《中国区域科技创新评价报告》等成果也形成了全国 31 个省份长期连续的数据序列^[16]。这类体系的优势在于结构标准、数据口径统一、覆盖面广，适用于国家层面的宏观监测和省际比较。然而，由于其指标设置侧重于宏观尺度，依赖省域统计口径，对市域及以下层级尤其是高新区这类非传统行政统计单元的适用性相对有限。

表 1 《中国区域创新能力报告》评价指标体系

Table 1 Assessment indicator system of *Annual Report of Regional Innovation Capability of China*

一级指标	二级指标
------	------

知识创造	研发投入，科研论文，专利
知识获取	科技合作，外资企业投资，技术转移
企业创新	企业研发投入，设计能力，制造和生产能力，新产品销售收入
创新环境	基础设施，市场环境，劳动者素质，金融环境，创业水平
创新绩效	宏观经济，产业结构，产业国际竞争力，就业，可持续发展与环保

在地方适配型指标体系中，相关研究开始将宏观评价框架下沉至单一省份和地市尺度，并结合地方发展特征进行调整。在单一省份层面，广东省区域科技创新能力评价研究构建了包含知识创造能力、知识流动能力、企业技术创新能力、科技创新环境能力和科技创新效益 5 个一级指标的指标体系，并应用灰色关联度方法对广东省连续多年的科技创新能力进行了实证分析^[7]。在地市尺度上，福建省设区市科技进步监测评价指标体系围绕科技进步环境、科技活动投入、成果转化、高新产业化和科技促进经济社会发展五大一级指标展开，并采用层次分析法（AHP）确定指标权重^[9]。相较于国家级体系，地方适配型研究更加关注对区域发展方向和政策应用需求的适配。

专题拓展型指标体系则从特定研究问题出发，对传统科技创新评价框架进行局部扩展。例如，城镇化与区域创新关系研究以科技创新投入与产出为衡量区域科技创新水平的双核心，强调二者之间的耦合关系，并通过引入时间变量的改进熵权法反映实际情况的变化趋势^[13]；高校科技成果转化研究将科技企业孵化器数量、成果转化效率等新型指标纳入评价框架^[15]；区域科技创新时空演化研究则强调绿色发明专利、孵化器数量及科普水平等指标的时空演变特征，体现了创新环境和载体类指标的重要性^[17]。这类研究推动了科技创新评价指标从传统投入产出框架向成果转化、绿色创新和创新生态等特定主题扩展。

1.2 指标体系构建原则

现有研究在构建指标体系时普遍遵循科学性、系统性、导向性、可比性与数据可获取性的原则^[11,16]。科学性要求指标体系能够全面、准确地反映创新活动的实际过程与发展规律，避免指标定义模糊或失真。系统性则要求指标体系能覆盖创新活动的主要环节和结构，体现创新投入、产出、环境和绩效的整体逻辑。导向性体现在指标体系能够揭示创新发展的重点领域和未来方向。可比性要求指标体系采用统一的统计口径、范围和定义，保证不同区域间横向比较的有效性。在横向比较中，为避免规模效应造成误导，研究通常倾向于采用相对指标而非绝对

指标,使评价结果更具可比性^[14]。数据可获取性则要求指标的设计必须建立在数据可获得的基础上^[11],必须优先选取由政府统计部门或权威机构公开发布的统计数据,以确保数据的真实性和可靠性。

1.3 大语言模型在评价决策中的应用研究

大语言模型在现有评价决策研究中的作用大致可归纳为三种类型。第一类是信息抽取型,即利用大语言模型的文本理解、结构化提取和主题识别能力,为评价对象的特征识别提供支持^[18]。第二类是评分执行型,即在既有评价体系或规则下,由大语言模型按照明确标准完成评分、分类或等级判定^[19-22]。第三类是评价体系建构型,即将大语言模型嵌入评价模型构建过程,使其参与评价维度设定、指标重要性比较和权重赋值等环节^[23-24]。相较于前两类,评价体系建构更接近评价决策的设计阶段,体现了大语言模型在评价框架形成与专家判断模拟中的潜在价值。本文所采用的“大语言模型+优序图法”赋权方法即属于这一类型,重点在于利用大语言模型模拟专家完成指标间相对重要性判断,并在传统赋权方法框架内生成可解释的权重结果。

1.4 现有研究的不足

尽管已有研究已经形成了较为成熟的科技创新能力评价指标体系和评价方法,但仍存在明显不足:①现有体系普遍针对国家、省域等宏观尺度,难以适配高新区这一非传统行政统计单元,且其以政策试验、成果转化和创新要素集聚为主要功能的创新载体特征难以得到充分反映;②现有研究虽已形成较为成熟的指标集合,但部分体系在维度设置上缺乏理论参照,维度划分的内在逻辑和层级一致性有待进一步加强;③权重确定方法以熵权法等客观赋权方法为主,对各指标意义和关系的利用不充分,而大语言模型在专家判断模拟与指标赋权中的潜力尚未得到充分引入。上述不足表明,亟需构建一个更适应高新区尺度、能够体现创新系统结构属性,并能融合智能化赋权方法的科技创新能力评价指标体系与评价框架。

2 区域科技创新能力评价指标体系的构建

2.1 构建思路

在充分借鉴前人研究成果的基础上,本文结合现有指标框架与构建原则并加以深化和创新,构建适用于高新区的区域科技创新评价指标体系。本研究的整体

设计思路主要受两方面的启发：一是近年来国内研究已经形成的多层次、多维度的科技创新指标体系所积累的指标构成与方法路径；二是前期文献中所总结出的科学性、系统性、可比性、导向性和数据可获取性等构建原则。

在此基础上，本研究在指标筛选与确定之前，明确了四个核心目标：①突出区域创新特征：区别于国家宏观比较或企业绩效评价，高新区层面的指标体系更注重综合性与多维度设计，在兼顾数据可获取性的基础上，强调指标的可比性与区分度，以全面而真实地刻画高新区创新发展特征与差异；②确保客观性与可比性：采用公开权威统计数据，综合考虑绝对指标和相对指标，结合量化方法，降低指标体系中主观因素的影响，使不同地区的创新水平具有可比性；③提升操作性与解释力：在体系构建中重视数据的可获取性和评价结果的稳定性，充分利用人工智能算法、大语言模型分析能力，提升区域创新能力评价的效率和精度，为动态比较区域创新能力提供高效率、可重复的量化工具；④确保科学性与系统性：将创新活动视为一个由资源投入到成果转化的连续动态过程构成的“创新链条”，通过对创新活动的阶段性特征进行划分，全面反映区域创新能力。

本文在上述核心目标的指导下，基于五大指标体系构建原则构建区域创新评价指标体系，力图使其全面反映创新活动的多维特征且具备可应用性。

2.2 总体框架

本研究将创新成果的产出和转化看作一个由资源供给、环境支撑、组织承载、成果生成、转化扩散等多个要素相互作用所构成的系统过程。不同要素在创新活动中并非孤立存在，而是通过动态联动共同形成完整的创新链条。基于这一逻辑，本文将区域科技创新能力划分为研发投入、创新环境、创新载体、创新产出和创新影响五个维度，分别对应创新链条的关键要素，旨在通过不同要素的功能联系全面刻画区域创新能力的结构特征，各维度在创新链条中的功能定位及其逻辑关系如图 1 所示。

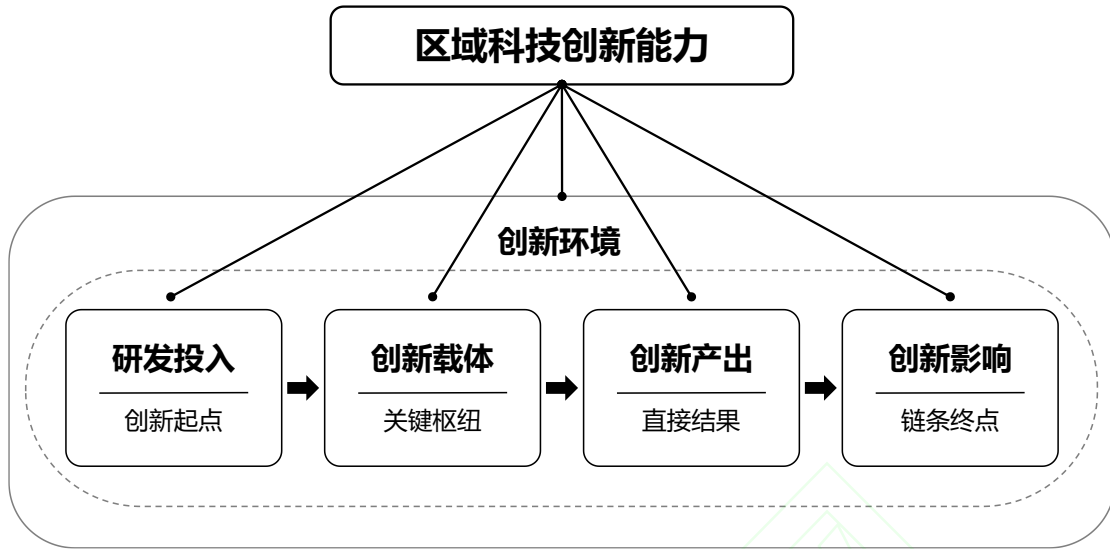


图 1 区域科技创新能力的五维构成与逻辑关系

Figure 1 Five-dimensional structure and logical relationships of regional innovation capability

其中，研发投入作为创新链条的起点，是创新能力形成的基础。主要反映区域在人力、资金等创新资源上的供给水平，体现创新活动初始阶段的资源集聚程度和配置基础。创新环境关注创新活动所依托的外部条件，包括经济、社会和制度等综合环境因素。良好的创新环境不仅提供物质和制度支撑，还会影响投入资源的转化效率。创新载体作为创新链条的枢纽，包括创新主体和组织结构等，它们为创新要素的整合与利用提供了实现主体。创新产出着眼于知识创造和技术成果生成，是创新活动的直接结果，代表区域在科学研究和技术开发方面的表现水平。最后，创新影响作为创新链条的终点，衡量创新成果的转化成效与综合影响力，反映创新对科学发展、经济增长和社会进步的贡献。

从创新活动的全过程看，研发投入、创新产出和创新影响分别对应创新资源供给、知识成果生成和价值转化扩散，覆盖了创新链条中“投入—产—出—转化”的核心过程。而创新环境和创新载体分别从环境支撑和组织承载两个方面补充说明创新活动发生的经济、社会、基础设施和主体平台条件。由此，五个维度共同覆盖了高新区创新链条中的资源供给、环境支撑、组织承载、成果生成和转化扩散，能够较为完整地刻画高新区科技创新能力。

在上述创新链条及其维度划分的基础上，本文进一步构建了科技创新能力评价指标体系（见表 2），其具有“理论重组”和“经验继承”的双重特征。在总体框架上，本文基于创新链条逻辑设置五个一级指标，以系统刻画高新区创新能

力；在具体指标上，则充分参考既有评价体系中使用频率较高、统计口径较成熟的指标，以保证评价的可操作性。

表 2 区域科技创新能力评价指标体系与指标权重（权重保留四位小数）

Table 2 Evaluation indicator system and weights for regional innovation capability (weights retained to four decimal places)

一级指标	二级指标	具体指标	权重
研发投入 A1	人力资源 B1	R&D 研究人员数 C1	0.0622
		企业 R&D 研究人员占全社会 R&D 研究人员比重 C2	0.0467
	企业研发资金 B2	规模以上工业企业 R&D 经费支出占主营业务收入的比重 C3	0.0622
	高校研发资金 B3	高等学校 R&D 经费 C4	0.0233
	财政资金支持 B4	R&D 经费投入强度（R&D 经费内部支出占 GDP 比重）C5	0.0778
	人员薪资情况 B5	城镇科研与综合技术服务业年均工资比例系数 C6	0.0078
创新环境 A2	经济环境 B6	人均 GDP C7	0.0149
	人力资源 B7	大专及以上学历人数 C8	0.0208
	基础设施 B8	地区公路里程 C9	0.0040
		进出口总额 C10	0.0099
	市场环境 B9	规模以上工业企业营业收入 C11	0.0179
		居民消费价格指数 C12	0.0020
		社会消费品零售总额 C13	0.0040
	金融环境 B10	金融机构本外币存款余额 C14	0.0109
		金融机构本外币贷款余额 C15	0.0139
		非金融企业及机关团体贷款 C16	0.0159
		股票交易量 C17	0.0060
创新载体 A3	高校 B11	高校数量 C18	0.0100
	企业 B12	高技术产业企业数量 C19	0.0250
		工业企业有 R&D 活动的企业所占比重 C20	0.0350
	孵化器 B13	科技企业孵化器数量 C21	0.0100
创新产出 A4	论文产出 B14	SCI/SSCI/HCI 论文数量 C22	0.0448
	专利产出 B15	专利申请数量 C23	0.0224
		专利授权数量 C24	0.0448
		发明专利授权数 C25	0.0784
		发明专利授权数占专利授权数的比重 C26	0.0896
创新影响 A5	科技影响力 B16	论文总被引量 C27	0.0133
		论文篇均被引量 C28	0.0133
	经济转化 B17	技术市场成交合同金额 C29	0.0467
		技术市场成交合同数 C30	0.0333
		高新技术产业增加值占 GDP 比重 C31	0.0733
		高新技术产业利润总值 C32	0.0600

3 基于大语言模型的指标赋权方法

3.1 指标赋权方法选择

合理确定指标权重是构建区域科技创新能力评价框架的关键环节。现有指标赋权方法可分为主观赋权法、客观赋权法和组合赋权法三类。

主观赋权法依赖专家经验，根据专家对指标重要性的判断来确定权重，典型方法包括层次分析法（AHP）和优序图法^[25]。层次分析法通过构建多层次指标结构，对指标进行两两比较并形成判断矩阵，再通过特征向量计算得到权重，因结构清晰、操作规范而被广泛应用。由于人类认知与判断能力有限，如果指标数量超过 9 个，层次分析法中判断的一致性就难以得到保证，因此其在实践中一般只用于指标数量较少的情况。优序图法则以指标之间的相对重要性排序为核心，通过成对比较构建优序关系并生成权重，计算过程直观简洁，贴近实际决策情境，适用于指标较多、难以构建稳定一致性矩阵的场景。

客观赋权法则完全依托数据特征，通过数理方法计算权重，常用方法包括熵权法、CRITIC 法、主成分分析法（PCA）和因子分析法。熵权法和 CRITIC 法依据数据差异度分配权重，客观性强，计算简便，被学界广泛采用^[11,14]。主成分分析法和因子分析法通过降维提取主要信息，突出主要特征^[10]。但此类方法通常反映的是数据特征而非指标本身的重要性，可能与实际政策含义存在偏差。

主观赋权法能够反映专家的经验，但由于依赖专家判断，具有主观性；而客观赋权法不依赖专家判断，更加客观，但依赖数据本身，缺少理论基础。因此出现了旨在综合上述两类方法优势的组合赋权法^[26-27]：分别使用主观赋权法与客观赋权法计算指标权重，然后对结果进行组合赋权。组合赋权法在一定程度上弥补了单一方法的不足，使评价结果更加准确。

综合考虑区域科技创新能力指标体系政策导向性强、指标数量多的特征，本文选择优序图法作为指标赋权方法^[25]，并引入大语言模型扮演专家角色，提供稳定一致的判断，实现指标的高效赋权。

3.2 优序图法的基本原理与流程

优序图法是一种基于成对比较的赋权方法，操作直观、计算简便，尤其适合指标数量较多且需要体现指标相对重要性的综合评价场景。其核心思想是通过对指标进行系统性的两两比较，刻画指标之间的相对重要关系，并据此形成优先序

结构与权重结果。考虑到本文指标体系具有层级结构，因此本文采用分层优序图法进行赋权，即先确定一级指标的权重，再分别确定各一级指标内部具体指标的局部权重，最后合成各具体指标的权重。具体过程如下：

(1) 构建一级指标优先矩阵。对所有一级指标 $A = \{A_1, A_2, \dots, A_5\}$ 进行两两比较，构建一级指标优先矩阵 $M^A = (m_{ij}^A)_{5 \times 5}$ ，其中， m_{ij}^A 表示一级指标 A_i 相对于 A_j 的重要性得分。若 A_i 明显比 A_j 重要，则 $m_{ij}^A = 1$ ；若二者同等重要，则 $m_{ij}^A = 0.5$ ；若 A_i 明显不如 A_j 重要，则 $m_{ij}^A = 0$ 。

(2) 计算一级指标权重。对 M^A 按行求和，得到每个一级指标的优先得分：

$$TTL_i^A = \sum_{j=1}^5 m_{ij}^A, \quad i = 1, 2, \dots, 5 \quad (1)$$

并进一步对优先得分进行归一化，得到一级指标权重：

$$W_i^A = \frac{TTL_i^A}{\sum_{k=1}^5 TTL_k^A} \quad (2)$$

其中， W_i^A 表示 A_i 在整体科技创新能力评价中的相对重要程度。

(3) 构建各一级指标内部具体指标的优先矩阵。对于每个一级指标 A_i ，设其下包含 n_i 个具体指标，记为集合 G_i ，对其进行两两比较，构建局部优先矩阵 $M^{G_i} = (m_{pq}^{G_i})_{n_i \times n_i}$ 。

(4) 计算具体指标的局部权重。按照公式(1)和(2)的逻辑计算得到每个具体指标 C_p 在一级指标 A_i 内部的局部权重 $w_p^{G_i}$ 。

(5) 合成具体指标的权重。在获得一级指标权重 W_i^A 和具体指标局部权重 $w_p^{G_i}$ 后，将二者相乘得到 C_p 最终的权重 w_p ：

$$w_p = W_i^A \times w_p^{G_i} \quad (3)$$

3.3 大语言模型驱动的优序图法赋权

3.3.1 大语言模型参与赋权的必要性与优势

传统的主观赋权方法高度依赖专家经验，但专家判断往往受知识结构、研究背景和个人偏好等因素影响，易产生主观差异。当指标数量较多时，专家在多轮判断中也难以保持一致，且判断过程较为耗时，难以实现大规模、可复现的权重

分配。此外，在区域科技创新等综合问题中，研究内容涉及研发、产业、人才、经济等多类专业知识，单一领域专家知识往往难以覆盖所有指标，影响权重的稳定性与解释力。

大语言模型在逻辑推理任务上已取得显著进展，能够处理复杂的演绎与归纳任务^[28]，并具备从大规模语料中获得的广泛领域知识，因此在理解和比较多维指标及其语义关系方面具有天然优势。在指标赋权过程中，通过构造科学合理的提示词，可引导大语言模型基于统一的评价准则进行多轮比较，从而提高判断的一致性，减少判断中可能出现的分歧；同时，大语言模型响应速度快，能够提高赋权效率与可操作性。将大语言模型引入优序图法替代专家进行比较判断，能够降低传统主观赋权的主观性和成本，为指标体系构建提供一种具备跨领域认知优势的权重分配方法。

3.3.2 大语言模型模拟专家判断的设计

为充分发挥大语言模型在知识广度与语义理解方面的优势，在优序图法的实施过程中，本文通过规范化提示（Prompt）引导模型生成稳定、可解释的成对比较结果，涵盖任务角色设定、比较规则约束、输出解释机制三个方面。

- (1) 专家角色设定与任务定义。在进行成对比较之前，通过 Prompt 明确赋予大语言模型“区域科技创新评价、科技政策研究和指标体系构建领域专家”的角色，并说明评价任务目标与指标体系构成。角色设定能够引导模型调用与区域创新评价相关的领域知识，使其判断逻辑更科学合理。
- (2) 显式设定比较规则。为确保模型在多层判断中遵循一致的规则，在 Prompt 中明确给出优序图法成对比较的评分机制，避免模型出现过度细分或模糊判断。
- (3) 要求模型提供判断依据以增强一致性。模型不仅需给出比较评分，还需提供不超过 80 字的判断依据。要求模型提供判断依据可以促使模型进行显式推理，增强判断过程透明度，显著提升判断的逻辑性并减少随机波动。

科学的提示词设计和严格的规则约束，有助于大语言模型稳定执行优序图法中的成对比较任务，有效模拟专家判断，提供一致、可解释且逻辑透明的赋权依据。

3.3.3 大语言模型驱动的先序图法赋权流程

在明确大语言模型的角色设定、比较规则与输出内容后，本文使用 Qwen3-Max 模型进行指标相对重要性判断。在具体实施上，本文采用 API 方式调用模型，通过系统提示词将模型角色设定为“区域科技创新评价、科技政策研究和指标体系构建领域专家”，并对任务背景进行描述；通过用户提示词向模型说明具体任务、比较规则和输出要求。模型参数设置为：temperature=0.3，其余参数则采用平台默认设置。

赋权过程按照前述分层先序图法展开，并由模型在一级指标之间和一级指标内部开展成对比较。为提升大语言模型比较的稳健性，本研究采用了借鉴序贯概率比检验思想的自适应动态采样策略：假设模型在无法准确判断指标重要性时会随机给出“大于、等于、小于”三种结果之一，概率均为1/3，对于每一对指标，首先使用模型进行 3 次比较，若结论一致（ $P \approx 0.037 < 0.05$ ，在 0.05 的显著性水平下认为模型判断准确）则停止；否则增加至 5 次，若达成 4 次及以上共识（ $P \approx 0.045 < 0.05$ ）则停止；若仍未达成，则增加至 7 次，以 5 次作为判定阈值（ $P \approx 0.045 < 0.05$ ），若仍未达成共识，则判定二者无显著差异，记为相等。此设计确保了每一项输出结论在随机假设下均满足 $\alpha = 0.05$ 的统计显著性。同时，为消除模型的位置偏好，每组评价均严格执行对称性采样，即通过交替指标呈现顺序进行对冲校验。在具体实施过程中，本文采用固定 Prompt 模板，并要求模型以 JSON 形式返回相对重要性评分与判断依据。随后，对模型输出结果进行汇总，形成相应的优先矩阵并据此计算各指标最终权重，结果见表 2。

为检验大语言模型生成的成对比较结果是否具有 consistency，本文采用 AHP 中的最大特征值法对优先矩阵进行一致性检验，并结合三元组矛盾比例对关系的传递性进行补充验证，结果见表 3。在最大特征值法中，先将优先矩阵转换为判断矩阵（将 1、0.5、0 分别转换为 2、1、0.5），然后先后计算一致性指标 $CI = (\lambda_{max} - n)/(n - 1)$ 和一致性比率为 $CR = CI/RI$ ，其中 λ_{max} 为判断矩阵的最大特征值， n 为矩阵阶数， RI 为 n 对应的平均随机一致性指标。根据 Saaty 提出的判断标准，当一致性比率 $CR \leq 0.10$ 时，矩阵的一致性可以接受^[29]。结果显示，各矩阵的 CR 值均小于 0.10，三元组矛盾比例也处于较低水平，说明模型生成的成对比较结果整体具有较好的稳定性和一致性，能够为后续权重计算提供可靠基础。

表 3 优先矩阵一致性检验结果

Table 3 Consistency test results of the precedence matrices

矩阵	指标数量	CR 值	三元组矛盾比例
一级指标矩阵	5	0.034	0.050
研发投入内部矩阵	6	0.077	0.025
创新环境内部矩阵	11	0.078	0.010
创新载体内部矩阵	4	0.058	0
创新产出内部矩阵	5	0.067	0.067
创新影响内部矩阵	6	0.088	0

3.3.4 赋权结果的比较验证

为进一步检验大语言模型赋权结果的有效性和合理性, 本文将其与人工专家赋权结果以及熵权法、CRITIC 法两种客观赋权方法进行比较。其中, 专家赋权由 6 位相关领域研究者按照与大语言模型相同的分层优序图法获得, 即由每位专家先对 5 个一级指标进行成对比较, 再分别对各一级指标下属具体指标进行成对比较。随后分别计算各位专家的指标权重, 并对多位专家所得权重结果取算术平均值, 作为专家优序图法的最终赋权结果。专家赋权结果用于考察大语言模型模拟专家判断的有效性, 熵权法和 CRITIC 法则用于反映数据驱动赋权方法与主观判断型赋权方法之间的差异, 结果见表 4。

表 4 不同赋权方法结果的秩相关性比较

Table 4 Rank correlation comparison of weighting results across different methods

比较对象	Spearman's ρ	Kendall's τ
大模型优序图法 vs 专家优序图法	0.850***	0.677***
大模型优序图法 vs 熵权法	-0.088	-0.041
大模型优序图法 vs CRITIC 法	-0.181	-0.105
熵权法 vs 专家优序图法	0.060	0.040
CRITIC 法 vs 专家优序图法	-0.072	-0.069
熵权法 vs CRITIC 法	-0.348	-0.230

注: 表中数字为秩相关系数。*表示 $p < 0.05$; **表示 $p < 0.01$; ***表示 $p < 0.001$ 。

从比较结果看, 大语言模型赋权结果与专家赋权结果之间具有较高的秩相关性 ($\rho = 0.850$, $p < 0.001$; $\tau = 0.677$, $p < 0.001$), 说明大语言模型在指标重要性判断上能够较好模拟专家判断逻辑; 相比之下, 熵权法和 CRITIC 法所得结果

与专家赋权结果之间的 Spearman 相关系数分别为 0.060 ($p = 0.742$) 和 -0.072 ($p = 0.696$)，未表现出显著相关性，表明数据驱动方法更多反映指标数据本身的差异性和冲突性，而对指标在科技创新能力评价中的理论重要性的反映有所不足。这一结果进一步说明，本文采用“大语言模型+优序图法”的赋权方式，能够在较好继承专家判断逻辑的同时，提高赋权过程的效率。

4 基于线性加权法的区域科技创新能力评价框架

确定指标权重后，为了使高新区的科技创新能力具有可比性，本文需进一步将该指标权重体系与高新区层面的客观统计数据相结合，形成可用于比较的区域科技创新能力综合指数。本章在前述指标权重基础上，采用线性加权法构建区域科技创新能力评价框架，通过对标准化后的各项指标进行加权求和，测算不同评价对象的创新能力水平。具体评价框架构建步骤如下：

第一步：构建原始数据矩阵。设共有 m 个评价对象， n 个评价指标，构建原始数据矩阵 $X = (x_{ij})_{m \times n}$ ，其中， x_{ij} 表示第 i 个评价对象在第 j 项指标上的观测值。

第二步：对原始指标进行无量纲化处理。由于各指标的量纲与量级不同，为保证不同指标之间具有可比性，需要对原始数据进行标准化处理。本研究采用极差标准化法，得到规范化矩阵 $Y = (y_{ij})_{m \times n}$ ，其中， $y_{ij} = (x_{ij} - \min(x_{.j})) / (\max(x_{.j}) - \min(x_{.j}))$ 。

第三步：构造权重向量。依据前文结果构造指标权重向量 $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ ，其中，权重 w_j 表示第 j 项具体指标在整体区域科技创新能力评价中的相对重要程度。

第四步：计算综合评价得分。按照线性加权法，将规范化的各项指标得分与其对应权重相乘并求和，得到区域科技创新能力综合指数： $s = Yw = (s_1, s_2, \dots, s_m)^T$ ，其中 s_i 表示第 i 个评价对象的科技创新能力水平，得分越高，表示其在研发投入、创新环境、创新载体、创新产出与创新影响等方面越接近最优状态。

此外，还可按照此方法对各一级指标所包含的具体指标分别进行加权汇总，从而获得评价对象在不同创新能力维度上的得分，以进一步揭示其在各创新环节

中的相对优势与潜在短板。

5 五大高新区科技创新能力的综合评价与比较

5.1 评价对象的选取与数据说明

截至 2024 年，我国已批准建设国家高新技术产业开发区共 178 个，基本覆盖东部沿海、长江经济带及中西部重点城市，形成了以京津冀、长江经济带、长三角、粤港澳大湾区和黄河流域为主体的多层级、高密度创新空间布局^[30]。国家高新区作为我国科技创新与成果转化的重要载体，在集聚创新要素、推动产业升级和引领区域经济发展方面发挥着关键作用，不同高新区在资源禀赋、产业结构与发展路径上呈现出显著差异^[30]。

为全面呈现我国不同区域科技创新能力的差异性与发展格局，本研究选取北京中关村科技园区、深圳高新技术产业园区、武汉东湖新技术开发区、西安高新技术产业开发区和大连高新技术产业园区作为评价对象。其中既包括中关村科技园、深圳高新区、东湖高新区和西安高新区等创新基础较强、产业能级较高的世界一流高科技园区，也包括大连高新区这类具有鲜明产业特色和发展路径的创新型特色园区^[30]。在高新区科技创新活动的知识产出方面，本文统计了我国主要国家高新区的论文发文量情况（见图 2）。结果显示，北京中关村科技园区发文量位居全国首位，西安高新区、东湖高新区和深圳高新区均位居前列，具有较强的知识产出基础。大连高新技术产业园区虽未处于发文量前列，但其在软件信息、数字技术等特色产业方向上具有较强辨识度，可作为创新型特色园区代表。具体来看，中关村科技园在科技资源、科研机构与创新人才方面具有领先优势，在产业创新绩效方面亦表现突出^[5,31]；深圳高新区以企业主导的技术创新体系和资本驱动型发展模式见长^[31]；东湖高新区在光电子信息领域形成全国领先的产业集群；西安高新区依托西安丰富的高校院所和硬科技产业基础，是西部地区重要的科技创新高地；大连高新区则体现出以软件信息、数字经济和特色产业集聚为主要特征的创新型园区发展路径^[30]。此外，中关村科技园和东湖高新区同属我国三大智力密集区，高等学校、科研院所和创新人才云集，具有创新载体与人才优势^[32]。对上述五个高新区开展创新能力评价分析，有助于刻画我国高新区发展模式的异同，更好地反映高新区科技创新能力的结构性特征。

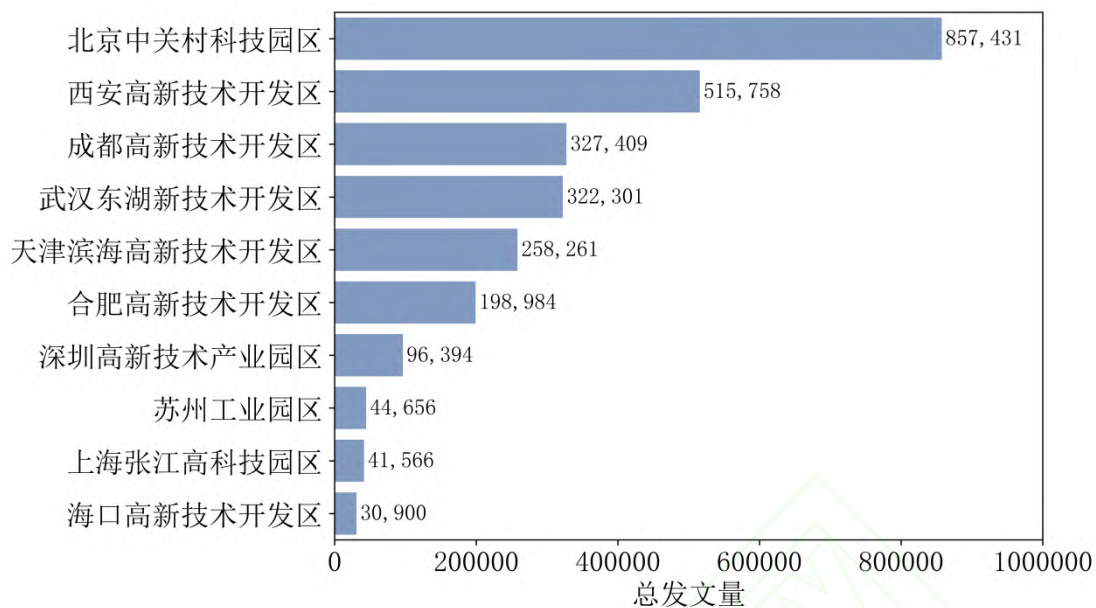


图 2 各高新区总发文量分布

Figure 2 Distribution of total publications across high-tech zones

在时间维度上，本研究选取 2013—2023 年间的六个时间截面（2013、2015、2017、2019、2021、2023），既覆盖我国创新体系发展关键阶段，也便于观察高新区科技创新能力的动态演化趋势。五地六个年份共形成 30 个评价对象，依据前述线性加权法计算得到区域科技创新能力综合指数及各一级指标得分。

5.2 高新区科技创新能力比较分析

5.2.1 科技创新能力综合指数比较分析

从 2013—2023 年各高新区科技创新能力指数的变化来看（图 3），各高新区总体呈现出较为稳定的梯度格局，可大致划分为两个梯队：中关村科技园和深圳高新区处于第一梯队，东湖高新区、西安高新区和大连高新区处于第二梯队。其中，中关村科技园始终保持领先，深圳高新区位居第二，二者与其他高新区之间形成较为明显的差距；第二梯队内部，东湖高新区与西安高新区得分较为接近，而大连高新区则明显低于其他样本，说明不同高新区在创新基础、资源集聚和成果转化能力上存在显著差异。

从纵向变化看，除大连高新区外，其余四个高新区科技创新能力指数均呈持续上升趋势。其中，中关村科技园与深圳高新区增长最为明显，体现出头部高新区较强的持续创新能力。东湖高新区与西安高新区也保持稳步增长，但增速相对较缓，与第一梯队之间的差距逐渐扩大。大连高新区则呈现出波动式增长特征，

2017—2019 年指数有所下降，之后虽恢复上升，但整体提升幅度有限，反映出特色型园区在综合创新能力提升方面仍存在一定约束。

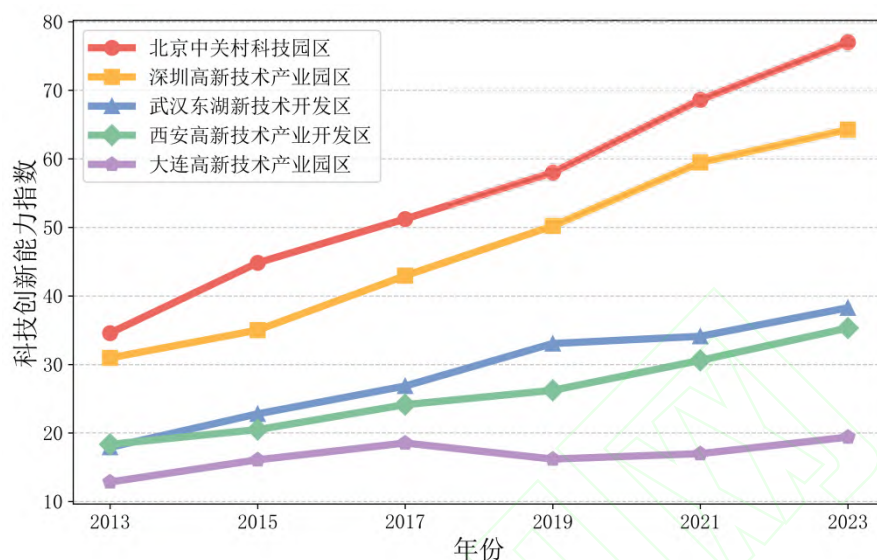


图 3 各高新区科技创新能力综合指数的年度变化情况

Figure 3 Annual changes in the comprehensive innovation capability index of the high-tech zones

5.2.2 科技创新能力结构比较分析

不同高新区不仅在综合科技创新能力上呈现梯度格局，其内部能力结构也存在明显差异，如图 4 所示。深圳高新区在研发投入方面长期处于领先地位，进一步检视具体指标数据可发现，其企业 R&D 研究人员占全社会 R&D 研究人员比重、规模以上工业企业 R&D 经费支出占主营业务收入的比重表现突出，说明企业研发力量和高强度研发投入是其科技创新的重要基础，这与深圳企业主导、资本驱动的发展模式相契合。然而，深圳高新区在创新产出和创新影响上仍低于中关村科技园，表明研发投入优势并不必然直接转化为综合创新优势，创新环境和成果转化机制同样是决定创新能力的重要因素。

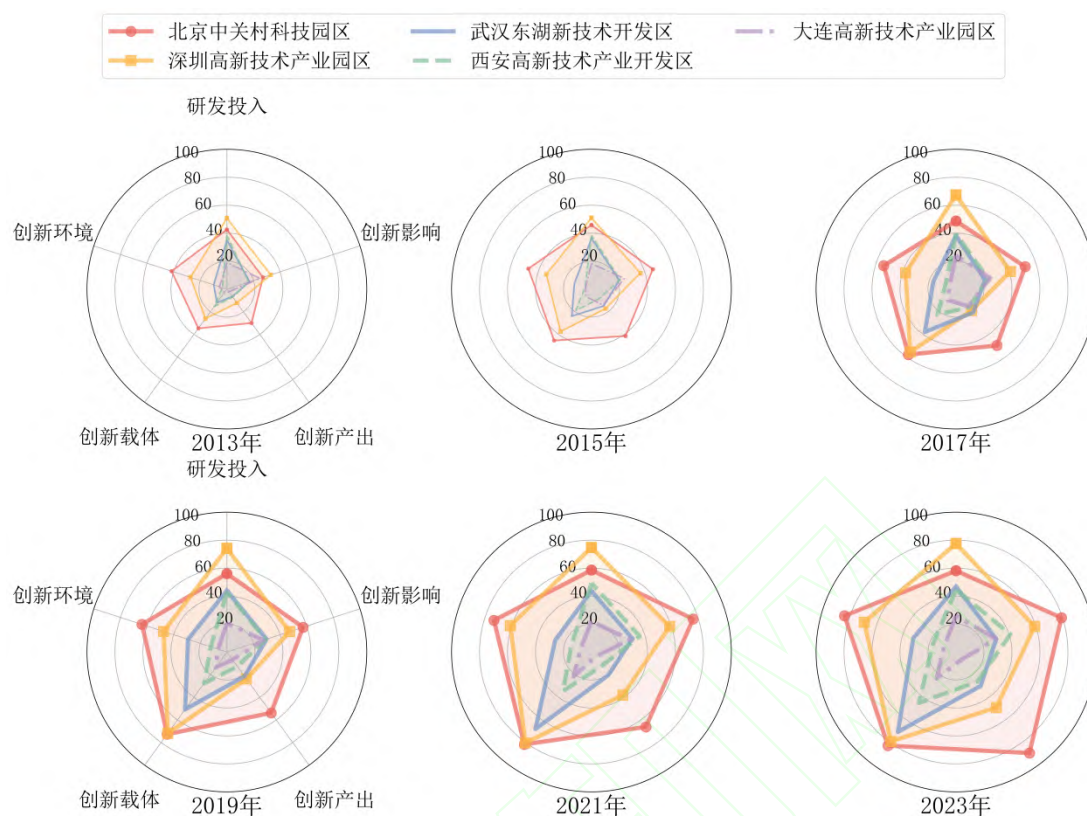


图 4 不同年份各高新区创新能力各维度得分的雷达图对比

Figure 4 Radar chart comparison of innovation capability dimension scores of the high-tech zones across different years

东湖高新区表现出较为突出的结构特征。尽管其综合指数与北京、深圳仍存在差距,但创新载体维度突出,并在 2021 年和 2023 年明显高于其其他能力维度,成为其最具辨识度的优势项。这表明东湖高新区在高校资源、科研平台、科技企业孵化器以及企业研发活动组织等方面形成了较强基础,也与其作为我国重要智力密集区之一的定位一致^[32]。但与此同时,武汉的创新产出和创新影响并未与创新载体同步提升,说明其面临“载体优势向产出优势转化不足”的问题,即创新平台和主体集聚尚未完全转化为高水平知识产出和更强的外部影响。

与北京和深圳相对均衡的能力结构相比,西安高新区和大连高新区在 2019—2023 年逐渐呈现出较明显的“三角形结构”,即研发投入、创新载体和创新影响相对突出,而创新环境与创新产出明显偏弱。二者在部分维度上已经形成局部优势,其主要短板在于各维度之间尚未形成有效协同。

5.3 政策建议

综合比较结果显示,各高新区在科技创新能力上总体呈现梯度格局,同时在能力结构上表现出明显差异。这一结果从侧面验证了本研究所构建指标体系的区分度与解释力:一方面,综合指数能够较好反映不同高新区科技创新能力的总体差异;另一方面,各维度得分进一步揭示了不同高新区科技创新能力的结构性特征,与各高新区长期形成的发展战略、资源禀赋和产业基础基本一致^[5,30-32]。

基于上述研究结果,本文提出以下建议:①中关村科技园应继续发挥科研机构密集、创新环境完善和基础研究能力强的综合优势,进一步强化原始创新与成果转化之间的衔接,同时提升企业研发与产业需求之间的匹配程度,充分发挥其在国家创新体系中的引领作用。②深圳高新区应在保持企业研发投入优势的基础上,进一步提高创新产出和创新影响,通过强化高校科研资源引入、优化创新环境和完善成果转化机制,提高研发投入向知识产出和产业影响的转化效率。③东湖高新区应依托高校资源、科研平台和孵化器体系等创新载体优势,加快推动创新载体与企业需求、产业链发展和成果转化环节的深度对接,促进载体优势向产出优势和影响优势转化。④西安高新区应进一步优化创新环境,提升创新服务体系和产业协同能力,推动研发投入、载体建设与创新产出之间形成更顺畅的转化链条。⑤大连高新区则应立足软件信息、数字技术等特色产业基础,在保持特色化发展路径的同时,加强创新环境建设和高质量创新成果培育,提升特色产业优势对综合创新能力的支撑作用。

6 结语

科技创新能力是驱动区域经济增长与结构优化的核心力量,也是衡量区域竞争力的重要维度,其水平高低集中反映了区域在创新要素集聚、技术产出和成果转化等方面的综合实力。本文面向高新区这一重要创新空间单元,基于创新链条的内在逻辑,从研发投入、创新环境、创新载体、创新产出和创新影响五个维度构建科技创新能力评价指标体系,并以中关村科技园、深圳高新区、东湖高新区、西安高新区和大连高新区为研究对象,对其 2013—2023 年的科技创新能力发展水平进行了系统评估。实证结果表明,五个高新区的科技创新能力总体呈梯度格局,评价结果与各高新区的现实发展格局基本一致,验证了指标体系与评价方法的有效性和解释力。

在方法上, 本文将大语言模型引入优序图法的成对比较环节, 由其模拟专家判断指标之间的相对重要性, 并通过分层优序图法生成指标权重。该方法在保持优序图法结构透明、逻辑清晰和结果可解释等优势的基础上, 提高了主观赋权的效率, 也为大语言模型在评价决策场景中的应用提供了新的思路。

本研究的实践意义在于, 通过多维指标体系刻画了高新区创新活动在不同阶段与要素之间的结构性特征, 避免了单一指标导向下的片面评价, 为高新区差异化发展政策的制定提供了可量化、可比较的决策依据。未来, 高新区管理部门可结合不同园区在创新链条不同环节的表现, 针对性优化政策工具组合与资源配置方向, 从而更好地推动高新区实现高质量发展。

参考文献

- [1] 陈至立. 辞海[M]. 第7版. 上海: 上海辞书出版社, 2020.
- [2] 曹莎, 颜梦雪, 任梅, 等. 中国区域创新能力与经济发展水平关系的实证研究[J]. 中国科学院大学学报(中英文), 2025, 42(3): 339-349.
- [3] 国务院. 中国共产党第二十届中央委员会第四次全体会议公报[EB/OL]. (2025-10-23) [2025-11-29].
https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202510/content_7045444.htm.
- [4] 科学技术部. “十四五”国家高新技术产业开发区发展规划[Z]. 2022.
- [5] 工业和信息化部火炬高技术产业开发中心, 中国科学院科技战略咨询研究院. 国家高新区创新能力评价报告 2024[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2025.
- [6] 徐波, 张铁刚. 云南区域创新能力解析与提升路径[J]. 科技管理研究, 2015, 35(24): 82-88.
- [7] 姜文仙. 广东省区域科技创新能力评价研究[J]. 科技管理研究, 2016, 36(8): 75-79, 86.
- [8] 袁永. 基于因子分析法的广东区域创新能力省际比较研究[J]. 特区经济, 2016(1): 22-25.
- [9] 杨小萍, 郑雨苹. 福建省设区市科技进步监测评价指标体系的构建与应用[J]. 科技管理研究, 2017, 37(3): 114-118.
- [10] 巴吾尔江, 董彦斌, 孙慧, 等. 基于主成分分析的区域科技创新能力评价

- [J]. 科技进步与对策, 2012, 29(12): 26-30.
- [11]陈艳华. 基于熵权 TOPSIS 的区域科技创新能力实证研究[J]. 工业技术经济, 2017, 36(5): 46-51.
- [12]孙斌, 赵婉琳, 张晓阳. 专利指标评价区域科技创新能力适用性研究[J]. 现代情报, 2017, 37(4): 138-143.
- [13]田逸飘, 刘明月, 张卫国. 城镇化进程对区域科技创新水平的影响[J]. 城市问题, 2018(4): 4-11.
- [14]贾春光, 程钧谟, 谭晓宇. 山东省区域科技创新能力动态评价及空间差异分析[J]. 科技管理研究, 2020, 40(2): 106-114.
- [15]徐宁, 谢凡. 高校科技成果转化与区域科技创新测度研究——基于因子分析法和耦合协调度模型[J]. 北京邮电大学学报(社会科学版), 2021, 23(2): 88-96.
- [16]张可, 井丽巍, 刘竞妍, 等. 吉林省区域科技创新能力评价指标构建与分析[J]. 农业与技术, 2023, 43(10): 164-167.
- [17]李玲, 丁礼婷. 中国区域科技创新水平发展的时空演化及分布动态[J]. 统计与决策, 2023, 39(21): 169-173.
- [18]李晶, 邱昕鹏. 基于大语言模型的论文创新质量测度研究[J]. 情报理论与实践, 2025, 48(3): 169-177.
- [19]王雅琪, 曹树金. ChatGPT 用于论文创新性评价的效果及可行性分析[J]. 情报资料工作, 2023, 44(5): 28-38.
- [20]程秀峰, 李嘉琦, 杨金庆, 等. 大语言模型对学术论文评价的可利用性探讨[J]. 图书情报工作, 2024, 68(18): 41-49.
- [21]徐楠楠, 刘勇, 韩茜. 大语言模型在科技期刊稿件初审中的能力评价探析[J]. 编辑学报, 2025, 37(S2): 217-223.
- [22]马瑞凌, 丰迪, 徐娟. 面向大语言模型的中文二语作文评分量规构建[J]. 西安外国语大学学报, 2026, 34(1): 38-44.
- [23]LU X, LI J, TAKEUCHI K, et al. AHP-Powered LLM Reasoning for Multi-Criteria Evaluation of Open-Ended Responses[C]//AL-ONAIKAN Y, BANSAL M, CHEN Y N. Findings of the Association for Computational

- Linguistics: EMNLP 2024. Miami, Florida, USA: Association for Computational Linguistics, 2024: 1847-1856.
- [24]丛挺, 侯钰婷, 黄昱凯. “人工智能+”时代出版企业创新风险分析——基于大模型与专家对比视角[J]. 中国编辑, 2026(3): 25-34.
- [25]金新政, 厉岩. 优序图和层次分析法在确定权重时的比较研究及应用[J]. 中国卫生统计, 2001, 18(2): 119-120.
- [26]李旭辉, 刘思宇. 基于组合赋权法的皖江城市带经济社会发展绩效评价体系研究[J]. 巢湖学院学报, 2018, 20(2): 58-65.
- [27]范丽娜, 欧中洪, 陈忠杰, 等. 基于组合赋权与模糊灰色聚类的科技服务质量评估模型[J]. 中国基础科学, 2020, 22(6): 26-33.
- [28]LIU H, ZHANG Y. 大模型逻辑推理研究综述(Survey on Logical Reasoning of Large Pre-trained Language Models)[C]//XIN Z. Proceedings of the 23rd Chinese National Conference on Computational Linguistics (Volume 2: Frontier Forum). Taiyuan, China: Chinese Information Processing Society of China, 2024: 48-62.
- [29]OLSON D L. The Analytic Hierarchy Process[C]//OLSON D L. Decision Aids for Selection Problems. New York, NY: Springer, 1996: 49-68.
- [30]工业和信息化部火炬高技术产业开发中心, 中国科学院科技战略咨询研究院. 国家高新区创新能力评价报告 2023[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2024.
- [31]工业和信息化部. 工业和信息化部公布 2024 年国家高新区评价结果[EB/OL]. (2024-12-23)[2026-01-22].
https://wap.miit.gov.cn/xwfb/gxdt/sjdt/art/2024/art_0b80a511849b433c87621b0bbb46d0.html.
- [32]吴佳玲, 吴价宝, 易爱军, 等. 江苏国家高新区创新资源集聚: 发展现状与路径分析[J]. 大陆桥视野, 2021(6): 31-34.