

京津冀产业链与创新链的发展趋势与融合 成效研究*

江成 聂丽君 李凯帅

摘要:产业链与创新链深度融合是推动经济高质量发展的核心驱动力。基于2014—2023年京津冀地区13个城市的产业数据,构建制造环节和创新环节的复杂网络,探析各城市在制造环节和创新环节的复杂网络系统中占据的地位和发挥的功能;从产业规模、产业关联、发展活力、发展动力四个维度分析京津冀产业链与创新链发展趋势,构建评价产业链与创新链融合效果的指标体系;利用耦合协调模型,测度并分析各城市产业链与创新链融合的耦合度和耦合协调度,动态比较不同城市双链发展的规律。结果表明,京津冀制造环节与创新环节形成了以北京为核心、天津为枢纽的发展格局,但整体结构不均衡,存在明显的中心—外围结构特征;京津冀制造环节格局逐渐优化,创新环节对制造环节发展的支撑作用逐渐增强,但各城市发展差距较大;京津冀产业链与创新链融合成效整体增强,但融合的力度与深度仍有较大提升空间。为进一步促进京津冀产业链与创新链融合发展,需要强化企业科技创新主体地位,加强区域内共享平台建设,持续优化改善京津冀的营商环境。

关键词:产业链;创新链;双链融合;复杂网络;耦合协调度

中图分类号:F211 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-5766(2025)03-0085-13 **收稿日期:**2025-02-26

***基金项目:**国家社会科学基金一般项目“新质生产力对区域协调发展的影响机理研究”(24BJL045)。

作者简介:江成,男,首都经济贸易大学管理工程学院教授,特大城市经济社会发展研究院副院长(北京 100070)。

聂丽君,女,首都经济贸易大学管理工程学院硕士生(北京 100070)。

李凯帅,男,首都经济贸易大学管理工程学院硕士生(北京 100070)。

一、引言

随着新一轮科技革命的加速发展和全球产业分工的日益细化,产业链与创新链的深度融合已成为全球竞争中的关键驱动力。党的二十大报告提出,“着力提升产业链供应链韧性和安全水平”“推动创新链产业链资金链人才链深度融合”。产业是经济高质量发展的重要支撑,创新则是推动这一发展的核心动力。产业链与创新链的互动融合,不仅是推动产业链现代化和新质生产力发展的必要条

件,更是实现经济高质量发展的关键路径(白永秀等,2024)。习近平总书记多次强调,“要围绕产业链部署创新链、围绕创新链布局产业链,推动经济高质量发展迈出更大步伐”。经济活动中产业链与创新链相互依存、互相促进,深化产业链与创新链的融合可以促进科技成果的转化和应用,激发市场活力和社会创造力,为经济持续健康发展提供强大动力(陈雪,2024)。随着经济发展进入新常态,我国面临从制造大国向制造强国转型的重大挑战。在这一转型过程中,产业链与创新链的深度融合不仅是实现产业升级和结构优化的关键所在(胡乐

明,2020),更是推动科技创新和激发市场活力的必由之路。

京津冀地区作为中国经济的重要引擎,在推动区域协同发展过程中,其产业链与创新链的深度融合扮演着至关重要的角色。随着工信部会同国家发展和改革委员会、科技部等有关部门以及京津冀三地政府共同编制的《京津冀产业协同发展实施方案》发布(《北京日报》,2023),产业链与创新链的深度融合被明确为提升区域协同发展的战略路径。尽管京津冀三地在产业、技术和人才等方面具备独特优势,但产业链与创新链的融合仍面临诸多挑战。因此,科学、系统地评估京津冀地区产业链与创新链的融合程度,准确把握其融合效果,对于推动区域经济一体化和提升整体竞争力具有重要的现实意义。

二、文献述评

近年来,区域产业链与创新链的融合与发展成为学术界和政策界关注的热点议题。随着全球化进程的加速和区域经济一体化的深入推进,产业链与创新链的协同发展被视为提升区域经济竞争力和实现高质量发展的关键路径。现有对区域产业链与创新链融合的研究集中在融合成效测度(梁本部等,2023)、融合机制(诸竹君等,2024;张贵等,2023)、趋势特征(张晓兰等,2023)、影响因素(柳毅等,2023;梁树广等,2023)等方面。

为量化区域产业链与创新链的协调性和融合度,研究者采用了多种量化方法,如熵值法、TOPSIS法、灰色关联分析等。其中,熵值法通过测算各项指标的相对重要性,提供了有效的标准度量融合效能(齐平等,2024)。此外,一些研究提出了基于综合创新指标体系的评估框架,涵盖了技术创新能力、产业集聚效应、区域合作度和研发投入强度等多个维度(陈英武等,2024)。在机制层面,许多研究探讨了产业链与创新链之间的互动与耦合过程(李雪松等,2021)。有学者通过博弈论模型分析了产业与创新的互动关系(于斌斌,2011),认为合作创新能够有效推动两者的融合与共赢。尤其是在企业自主研发和技术转移的背景下,创新链对产业链的推动作用尤为突出(匡茂华等,2020)。

产业链与创新链的融合不仅依赖技术创新和知识共享,还受到政策环境、产业集聚(符小华,

2025)、人才流动等多种因素的影响。通过空间数据分析发现,不同区域间产业链与创新链的融合效果存在显著差异(龚忠杰等,2023;刘珂等,2024)。发达地区通常具有完善的基础设施、丰富的创新资源和良好的政策支持,能够实现较高质量的融合,欠发达地区则因创新资源配置效率低下、产业协同机制不完善等问题,往往难以达到良好的融合效果(叶堂林,2023)。同时,政策支持在推动产业链与创新链融合方面发挥至关重要的作用。地方政府通过优化创新生态、加强知识产权保护、推动产学研合作等措施,能够提升区域产业链的创新能力,推动产业结构优化,实现区域经济的高质量发展(刘家树等,2022)。此外,区域间的政策协同也是提升产业链与创新链耦合效果的重要手段。

京津冀城市群是中国经济最具活力和发展潜力的区域之一,也是中国推动创新链与产业链深度融合的重要示范区域。然而,京津冀区域内的协同发展仍面临诸多挑战,如区域间创新资源分布不均衡、产业协同机制尚不完善等(李国平等,2022)。目前,区域一体化进程不断推进,京津冀地区的跨区域合作日益增强,城市之间的联系更加复杂和动态化(张贵等,2023),京津冀地区产业链与创新链的耦合发展也处于快速推进阶段。因此,有必要全面地分析京津冀产业链与创新链发展情况及耦合成效,反映区域内协同发展现状,为未来政策调整的方向提供参考。

本文的边际贡献主要体现在以下两个方面:一是构建京津冀制造环节和创新环节的复杂网络系统,探析各城市在制造环节和创新环节的复杂网络系统中占据的地位和发挥的功能,识别在产业链和创新链发展中发挥领头作用、处于核心地位的城市,分析关键节点的空间布局情况,更全面地反映城市之间的产业关联和创新联系。二是区别于传统的多聚焦于单一区域内部的指标体系的产业链与创新链耦合研究,创新性地引入产业关联维度,不仅考虑了城市内部的制造和创新能力,还通过网络加权度量化了城市之间的链接强度,构建了更全面的指标体系。

三、研究方法 with 数据

为具体实证分析京津冀城市群产业链与创新

链的发展趋势以及融合成效,基于复杂网络分析、熵值法和耦合协调度模型等方法进行研究分析。

(一)复杂网络分析方法

可以将京津冀产业的制造环节和创新环节看作复杂网络系统,由城市、企业或组织等节点角色通过关联关系相互连接形成。选取京津冀地级市层面制造业企业的资本互投情况反映城市在制造环节的关系,选取京津冀地级市科学研究与技术服务业企业的资本互投反映城市在创新环节的关系。将城市视为网络节点,城市内企业在制造环节和创新环节的资本互投关系视为网络的连边,有效构建京津冀产业的制造环节与创新环节复杂网络系统。

整体网络结构分析。(1)网络密度。网络密度是指网络中实际存在的边数与网络中可能存在的最大边数之比,反映了网络的完整性,即网络中节点间连接的紧密程度(汝旒星等,2025)。(2)平均最短路径长度。网络的平均最短路径长度表示为网络中所有节点对节点之间实际最短路径的总和除以节点对总数,反映的是平均意义下网络中两个节点建立链接的距离成本(董金阳等,2021)。平均最短路径长度越小,网络中两个节点建立链接的距离成本越低,反之则越高。(3)聚类系数。网络的局部聚类系数通常用某个节点直接邻居的连边数量占其所有邻居可能连边的最大值的比例来衡量。

网络节点分析。(1)接近中心度。接近中心度是指一个节点到网络中所有其他节点的平均距离的倒数,衡量了一个节点与网络中其他所有节点的接近程度。接近中心度越高的节点,在网络中的位置越核心,能更快地与其他节点联系(程大中等,2023)。(2)中介中心度。中介中心度是网络中经过某个节点的最短路径数所占比例。具有高中介中心度的节点在网络中发挥着重要的桥梁作用(卢新元等,2024),能够控制或影响其他节点之间的信息流动。

(二)京津冀产业链与创新链耦合协调评价指标体系构建

本研究以京津冀城市群13个城市为研究对象,遵循科学性、代表性、可操作性等原则,依据产业和技术创新的特征及内涵,构建城市产业链与创新链融合发展评价指标体系(见表1)。在产业链、创新链这两个子系统中,从产业规模与创新规模相匹

配、产业关联强度与创新关联强度相耦合、产业发展活力与创新活力相契合、产业链同创新链的发展动力相对接四个方面,分别对产业链和创新链进行指标整理。以企业存续资本量反映地区产业规模,以制造环节或创新环节资本互投复杂网络中的加权重度值,即进行资本互投的企业总数量,反映地区产业关联。以新增企业资本量反映制造环节和创新环节的发展活力,以累计实用新型专利数表示制造环节和创新环节的发展动力。以上数据均来自龙信企业大数据平台。

表1 产业链与创新链融合发展评价指标体系

子系统	维度	指标	单位
产业链	产业规模	企业存续资本量	亿元
	产业关联	资本互投网络加权重度	户
	发展活力	新增企业资本量	亿元
	发展动力	累计实用新型专利数	件
创新链	产业规模	企业存续资本量	亿元
	产业关联	资本互投网络加权重度	户
	发展活力	新增企业资本量	亿元
	发展动力	累计实用新型专利数	件

资料来源:作者自行整理。

(三)熵值法

采用熵值法对产业链、创新链各项指标进行客观加权,测算京津冀各城市产业链、创新链两个子系统的综合评价价值。由于指标体系中数据量纲不一致,为了减少偏差,先对数据进行标准化处理,再利用熵值法进行指标赋权及综合评价。

(四)耦合协调度模型

耦合度概念起源于物理学,主要用来衡量多个系统间的相互作用程度,表现了子系统从混乱到有序的转变过程(朱智洺等,2024)。京津冀13个城市的产业链与创新链相互作用的程度,可通过两个子系统的耦合度来评估。两个系统的耦合度 U 的计算公式如下:

$$U = \frac{\sqrt{P_1 \cdot P_2}}{\sqrt{P_1 + P_2}} \tag{1}$$

其中, P_1 、 P_2 分别为产业链、创新链子系统的综合评价价值; U 值的取值范围为 $[0,1]$,根据 U 值的大小,学术界将系统耦合度划分为低水平耦合阶段、拮抗阶段、磨合阶段、高水平耦合阶段四个阶段(赵建吉等,2020)。

耦合度反映了两个系统之间的相互作用以及影响程度,但只用耦合度进行评价,可能会产生高协同但发展水平低的错误判断。因此,引入耦合协

调度模型,加入两个子系统的综合发展状态和权重,考察两个子系统间相互作用的总体耦合协调度。计算公式如下:

$$D = \sqrt{\frac{U \cdot T}{aP_1 + bP_2}} \quad (2)$$

其中, D 表示系统的总体耦合协调度; U 是子系统之间的耦合度; T 表示两个子系统的总体协调度,反映了整个系统的协调互动水平。 a 和 b 是产业链和创新链子系统的权重,子系统权重通常通过主观方法确定。本研究将产业链和创新链视为同等重要,因此赋予 a 和 b 均等的权重0.5。 P_1 和 P_2 分别代表制造环节和创新环节的综合评价值。 D 的取值范围为 $[0,1]$ 。参考其他学者的划分标准,根据 D 的具体数值,以0.1为等距递增区间,系统的总体耦合协调度可划分为极度失调、严重失调、中度失调、轻度失调、濒临失调、勉强协调、初级协调、中级协调、良好协调、优质协调这十个等级(廖重斌,1999)。

四、结果分析

本文将基于2014—2023年京津冀地区13个城市的产业数据构建并可视化京津冀制造环节和创新环节复杂网络,从产业规模、产业关联、发展活力、发展动力四个维度分析京津冀产业链与创新链发展趋势,对各城市产业链与创新链融合的耦合度和耦合协调度进行测算和分析。

(一)京津冀产业的制造环节与创新环节复杂网络结构的特征与演化分析

1.制造环节复杂网络演化特征分析及关键节点识别

为直观展示京津冀区域在制造环节联系的紧密程度,利用Gephi对京津冀制造环节复杂网络进行可视化(见图1)。其中,城市节点大小与连线粗细反映了该城市与其他城市在制造环节建立的投资联系的多少,节点越大、连线越粗说明两城市在

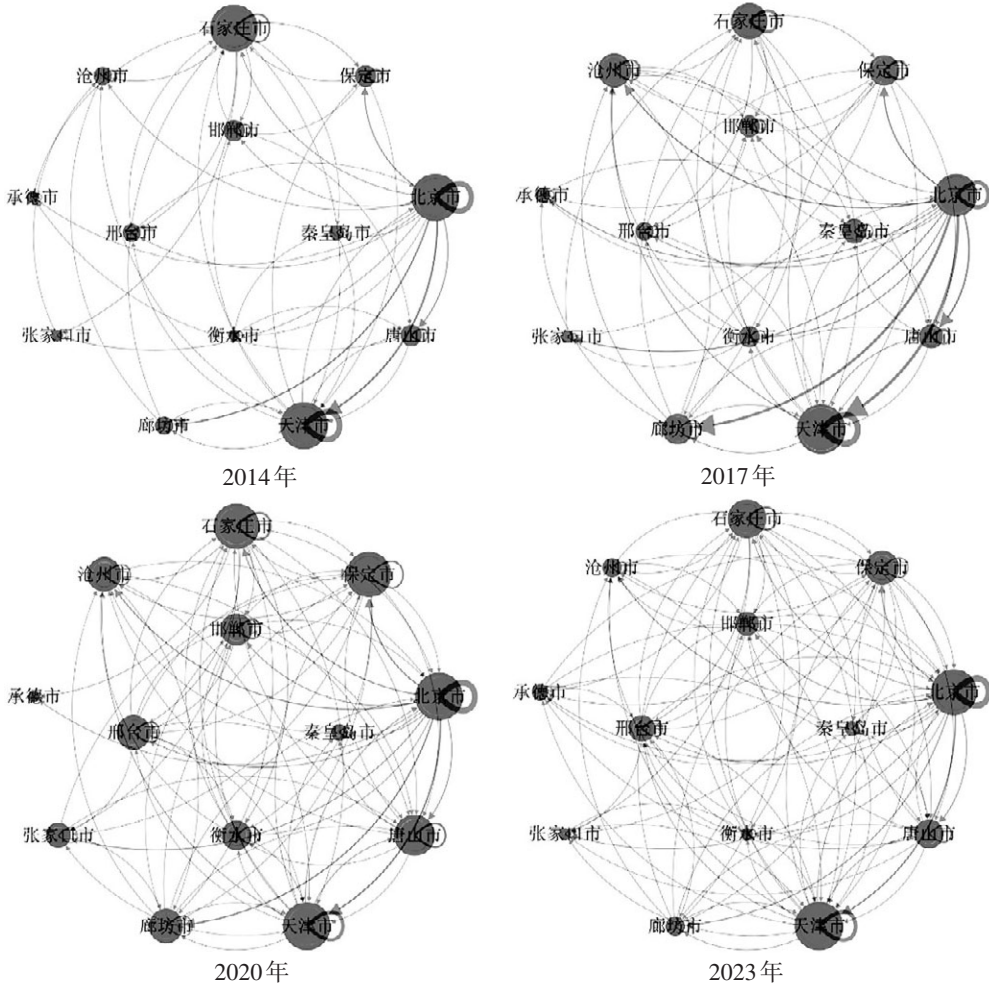


图1 2014年、2017年、2020年、2023年京津冀制造环节复杂网络结构

资料来源:作者根据龙信企业大数据平台和Gephi软件自绘。

制造环节互投企业数量越多。

从城市群层面的制造环节整体复杂网络结构来看,京津冀在制造环节的联系日趋紧密,区域聚集现象明显。制造环节的联系呈现以北京为核心,天津、石家庄强相关的网络结构。京津冀制造环节的复杂网络趋于形成紧密联系的群组,网络内部的团簇结构变得更加明显。通过计算得知,2014—2023年,网络中节点间的连边数不断增加,从57条增加到103条,说明城市在制造环节的联系更加复杂,内部的战略合作增加;网络密度从0.37上升到0.66,说明网络中的连接变得更加紧密,城市之间在制造环节的资本互投联系越来越频繁,合作更加紧密,协同度逐渐提升;网络的平均最短路径长度从1.9下降为1.42,说明网络连通性和效率提高;平均聚类系数从0.51上升到0.69,说明网络内各城市间存在紧密的合作关系,形成了较明显的聚集团体。

北京仍处于制造环节重要位置,天津和河北大部分城市正在靠近制造环节中心位置。从京津冀制造环节城市的接近中心性值看,2014—2023年,在京津冀制造环节复杂网络中,北京的接近中心度一直保持为1,而天津和石家庄的接近中心度也分别从0.8、0.86提升至1,表明北京、天津、石家庄在制造环节网络中处于最中心的位置,与区域内其他城市的联系非常紧密,信息和资源流动高度集中,在制造环节处于领导地位并发挥核心作用;保定、秦皇岛、邢台、邯郸、张家口、承德的接近中心度分别从2014年的0.6、0.6、0.57、0.63、0.57、0.57,提升至2023年的0.92、0.71、0.86、0.75、0.71、0.71,提升幅度较为明显。廊坊、沧州、衡水三个城市的接近中心度也呈现出小幅上升的趋势,从2014年的0.6、0.63、0.57,提升至2023年的0.71、0.71、0.67。这些城市在制造环节网络中的位置正逐渐向中心靠拢,与核心城市之间的联系也愈发紧密。

北京、天津、石家庄在制造环节仍具备较大的中转承接功能。从京津冀制造环节各城市的中介中心度看,2014—2023年,在京津冀制造环节复杂网络中,京津石的中介中心度虽然整体呈下降趋势,但仍保持在相对较高水平,是产业链中担任中转、协调和服务的关键角色,在制造环节中的作用依旧重要;北京的中介中心度从2014年的0.32降至2023年的0.06,大幅下降,表明北京在制造环节中的中介或桥梁作用大大减弱,更多的城市节点开始

直接联系,降低了对北京的依赖,这可能与北京非首都功能疏解的进展有关。天津和石家庄的中介中心度在2014年分别为0.1、0.16,在2017年均提高至0.05,近年来中介作用相对稳定。2023年,廊坊、秦皇岛、衡水、邯郸、张家口、承德的中介中心度都小于0.01,整体较低,且十年来变化波动不大,在制造环节中的中介作用几乎不显著。

2. 创新环节复杂网络演化特征分析及关键节点识别

使用Gephi对京津冀创新环节复杂网络进行可视化(见图2)。其中,城市节点大小与连线粗细反映了该城市与其他城市在创新环节建立的投资联系的多少,节点越大、连线越粗说明两城市在创新环节互投企业数量越多。

京津冀在创新环节的联系日趋紧密,区域聚集现象明显。从城市群层面创新环节的复杂网络结构来看,创新环节的联系呈现以北京为核心,天津、石家庄强相关的网络结构。京津冀创新环节的联系活跃度提高,合作关系增强,创新体系结构日趋成熟。2014—2023年,网络中节点间的连边数从86条增加到140条,网络更加复杂且稳定性逐步提高;网络密度从0.55上升到0.90,城市之间的直接联系增多,城市间在创新环节合作更加紧密;网络的平均最短路径长度有所下降,从1.53下降到1.19,网络的整体连通性得到提升;平均聚类系数从0.72增长到0.84,说明城市间的局部紧密连接性增强,网络内部的小团体结构更加显著,创新环节的子群体或团体间的合作变得更加紧密。

北京为创新环节的核心,天津及河北各城市在创新环节的影响力不断提升。2014—2023年,北京作为核心城市,其接近中心度一直保持为1,北京具有强大的创新能力和资源集聚能力,维持在区域网络中的中心地位。2023年,石家庄、天津、保定、沧州的接近中心度提升为1,说明这些城市节点与其他城市都建立了直接的资本互投联系,能够迅速将创新成果传播到整个网络中。其中,沧州的接近中心度从2014年的0.57上升到2023年的1,年均增长率为6.42%,增速最快;张家口和承德的接近中心度均从2014年的0.6增加到2023年的0.92,年均增长率为4.90%,在创新环节复杂网络中的地位显著提升,参与区域合作交流的程度提高。整体来看,创新环节复杂网络中各城市的接近中心性普遍呈上

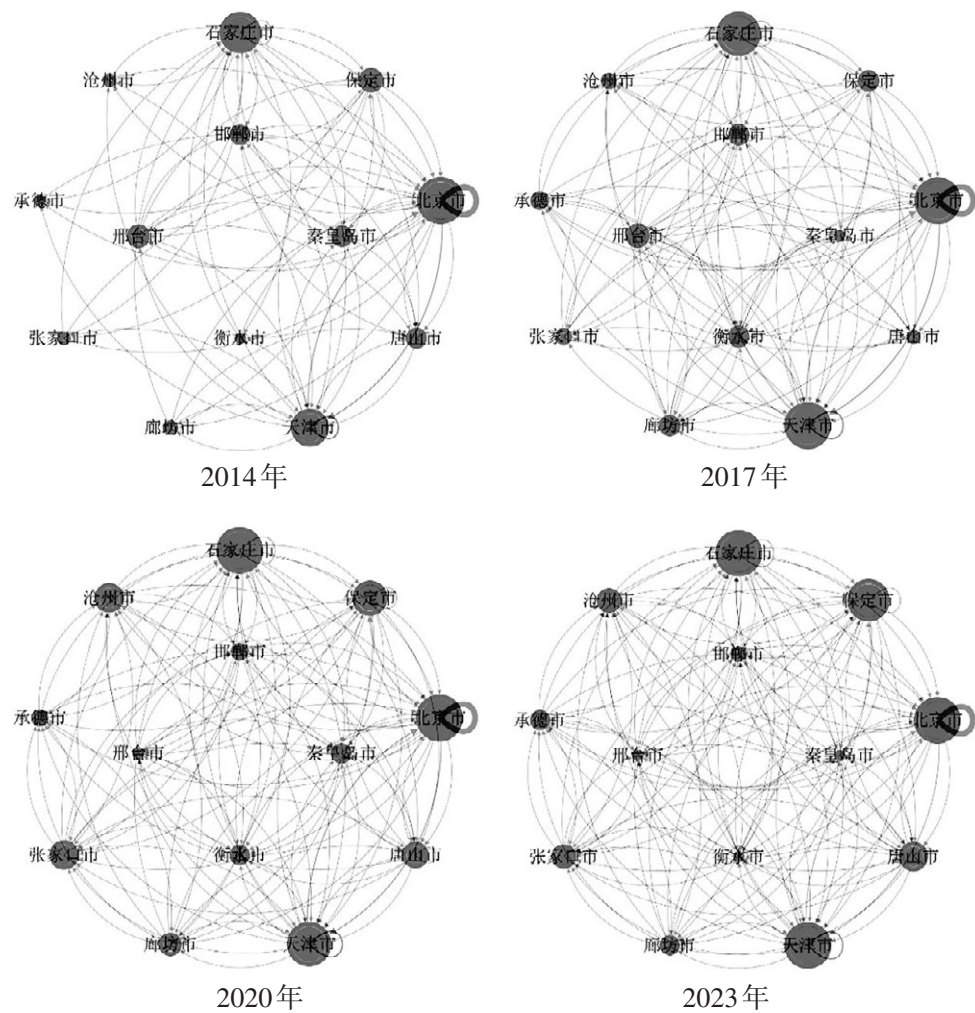


图2 2014年、2017年、2020年、2023年京津冀创新环节复杂网络结构

资料来源:作者根据龙信企业大数据平台和Gephi软件自绘。

升趋势,反映出整个区域正在加强城市间的联系与合作,创新一体化水平不断提高,区域内部的信息和资源流通更加顺畅。

创新环节复杂网络中节点间的直接连接增多,北京、天津、石家庄的桥梁作用逐渐减弱。北京、天津、石家庄作为三大重要城市,在2023年创新环节的中介中心度都下降为0.01,意味着在创新环节的桥梁或中介作用有所减弱,京津冀创新环节复杂网络中节点间的直接连接增强,其他城市降低了对北京、天津、石家庄的中介依赖。2014—2023年,沧州、衡水、张家口、承德的中介中心度均从0分别上升为0.01、0.001、0.004、0.008,整体呈现上升趋势,说明这些城市在承接信息交换和资源分配方面的作用和地位有所提升,但提升幅度相对较小,在京津冀地区的网络中仍然相对边缘化,与其他城市的联系有待加强。

(二)京津冀产业链与创新链发展趋势分析

1.产业规模视角

京津冀各城市在制造环节的企业存续资本量都有不同幅度的上升,北京在制造环节的规模优势依旧明显,但规模扩张速度较为缓慢,邢台、沧州等城市在制造环节的规模扩张速度突出,但相较于北京、天津等地,其规模优势仍不显著。2014年,制造业企业的存续资本量位居前三的是北京、天津、唐山,分别为26452.29亿元、8069.47亿元、2683.22亿元;2023年,制造业企业的存续资本量位居前三的是北京、天津、沧州,分别为30371.35亿元、12338.28亿元、5380.05亿元。2014—2023年沧州、邢台等城市持续发力,制造环节发展水平不断提高,企业存续资本量年均增长率分别为12.24%、11.76%,企业规模增长快速(见表2)。

京津冀在创新环节的产业规模整体呈扩大趋

表2 2014、2017、2020、2023年京津冀各城市产业链与创新链产业规模(单位:亿元)

城市	产业链企业存续资本量				创新链企业存续资本量			
	2014年	2017年	2020年	2023年	2014年	2017年	2020年	2023年
保定	1798.08	2526.04	3127.90	3733.38	413.68	980.21	2439.49	3592.73
北京	26452.29	26802.99	27215.49	30371.35	31947.41	50345.22	71758.91	93064.84
沧州	1903.11	2895.70	3999.52	5380.05	193.35	561.44	1096.24	1570.99
承德	327.22	430.34	564.00	663.39	40.19	195.75	421.58	602.59
邯郸	1301.46	1732.02	2400.15	2999.69	264.97	665.25	1125.69	1719.43
衡水	1590.83	2276.47	2877.13	3714.56	172.57	479.96	755.96	1071.68
廊坊	1265.03	1752.95	2170.14	2788.07	197.37	805.76	1366.54	2071.48
秦皇岛	792.42	876.00	1038.58	1137.86	150.84	346.09	532.45	710.92
石家庄	2102.66	2686.75	3157.10	4558.06	999.29	2554.81	5749.71	7151.23
唐山	2683.22	3715.76	4474.38	5263.33	263.30	616.08	1119.11	1879.10
天津	8069.47	9220.52	10674.44	12338.28	4624.60	9676.64	15447.16	19420.12
邢台	1568.73	2311.81	3139.87	4266.04	179.25	590.59	1044.22	1629.70
张家口	352.26	446.71	542.78	684.03	94.18	393.54	587.85	980.97
合计	50206.77	57674.07	65381.48	77898.08	39541.00	68211.33	103444.92	135465.77

资料来源:作者根据龙信企业大数据平台整理所得。

势,各城市在创新环节的企业存续资本量增速显著,但存在规模差距较大的问题。2014年,北京、天津在创新环节的企业存续资本量位居前二,分别为31947.41亿元、4624.60亿元,遥遥领先于第三的石家庄(999.29亿元);2023年,创新环节的企业存续资本量排名前三的是北京、天津、石家庄,分别为93064.84亿元、19420.12亿元、7151.23亿元。2014—2023年,各城市在创新环节的规模均实现较快增长,其中承德的年均增长率最高,达35.10%,其次是廊坊(29.85%)、张家口(29.74%)、邢台(27.80%)。北京、天津在创新环节的发展速度较为缓慢,但在规模发展中仍有很大优势,承德等城市在创新环节的规模虽然不大,但发展速度较快。

2. 产业关联视角

京津冀在制造环节的联系日趋密切,引资能力主要聚集在北京、天津。2014—2023年,在制造环节复杂网络中,京津冀各城市节点加权重度值总体呈上升态势,京津冀进行资本互投的企业总数呈增长态势。2014—2023年,北京在制造环节进行资本互投的企业总数从187户增加到538户,天津从88户增加到306户,石家庄从38户增加到122户;衡水从3户增长到38户,年均增长率为32.59%,增长速度较快,但增长规模相对较低,具有较大的发展空间。北京和天津与其他城市的产业关联最为密切,其节点加权重度值明显高于其他城市,是制造环节复杂网络中的主导城市(见表3)。

表3 2014年、2017年、2020年、2023年京津冀各城市产业链与创新链产业关联

城市	产业链资本互投企业总数(单位:户)				创新链网络节点加权重度值			
	2014年	2017年	2020年	2023年	2014年	2017年	2020年	2023年
保定	32	48	95	98	53	137	659	673
北京	187	405	437	538	1176	2326	3143	4096
沧州	12	61	89	84	31	108	123	185
承德	5	20	17	27	30	59	76	110
邯郸	11	24	50	63	33	76	117	218
衡水	3	33	32	38	29	76	69	116
廊坊	50	116	88	107	81	177	220	530
秦皇岛	8	16	22	22	29	45	77	103
石家庄	38	37	112	122	180	322	482	749
唐山	29	73	69	107	47	99	191	311
天津	88	164	183	306	823	1635	1914	2555
邢台	12	24	48	73	43	80	96	199
张家口	11	27	38	43	37	70	145	187
合计	486	1048	1280	1628	2592	5210	7457	10032

资料来源:作者计算所得。

京津冀各城市在创新环节的产业关联存在较大差异。2014—2023年,京津冀各城市创新环节复杂网络的节点加权重度值都有显著增长,地区的创新环节联动紧密程度和创新合作不断提升。北京在创新环节复杂网络中占据核心地位,其节点加权重度值从2014年的1176增加到2023年的4096,显著领先于其他城市,且增长迅速,年均增长率为14.87%;天津在创新环节与其他城市的关联程度不断上升,节点加权重度值从2014年的823增长到2023年的2555,年均增长率约为13.41%。石家庄、唐山、保定在网络中的节点加权重度值较

小,但都小幅增长,在创新环节中的连接程度逐渐提高。

3.发展活力视角

2014—2023年,京津冀在创新环节的新增企业资本量及其增速远超制造环节,创新环节的发展活力远大于制造环节。其中,制造环节新增企业资本量由2521.18亿元增加至2667.84亿元,年均增长率为0.63%。创新环节的新增企业资本量由6738.69亿元增加到13270.33亿元,年均增长率为7.82%,相比较而言,京津冀制造环节的发展活力较弱,需要进一步增强(见表4)。

表4 2014年、2017年、2020年、2023年京津冀各城市产业链与创新链发展活力(单位:亿元)

城市	产业链新增企业资本量				创新链新增企业资本量			
	2014年	2017年	2020年	2023年	2014年	2017年	2020年	2023年
保定	193.46	289.09	509.40	218.68	97.54	256.77	398.60	338.23
北京	69.52	62.73	402.98	358.38	4701.66	6399.22	6328.13	9698.34
沧州	252.77	451.71	388.57	253.11	38.70	211.34	150.68	89.93
承德	29.42	46.50	43.42	25.80	10.85	58.48	59.74	37.43
邯郸	166.69	179.43	273.48	140.12	145.27	160.60	210.47	140.63
衡水	281.79	253.70	211.56	194.41	59.65	132.37	122.38	60.62
廊坊	141.26	166.75	175.28	136.07	48.72	210.99	246.59	183.36
秦皇岛	29.93	33.23	72.39	30.29	42.86	78.15	165.50	50.48
石家庄	218.65	201.73	162.23	644.70	338.48	601.05	738.09	703.61
唐山	166.85	474.45	180.72	115.45	54.78	157.14	200.64	167.53
天津	631.57	491.96	375.81	282.34	1079.19	2088.93	2306.06	1604.52
邢台	300.24	321.30	270.45	223.43	85.87	195.51	137.66	109.80
张家口	39.04	37.90	29.60	45.06	35.11	90.34	79.88	85.85
合计	2521.18	3010.49	3095.87	2667.84	6738.69	10640.88	11144.42	13270.33

资料来源:作者根据龙信企业大数据平台整理所得。

河北部分城市成为制造环节新优势地区,京津冀制造业布局优化显著。2023年,北京、天津、石家庄在制造环节的新增企业资本量位居前列,北京的新增企业资本量为358.38亿元,天津的新增企业资本量为282.34亿元,石家庄的新增企业资本量为644.70亿元,规模具有明显优势;河北部分城市在制造环节的发展活力提升较快,正逐步缩小与天津的差距,沧州、邢台、保定、衡水、邯郸、廊坊、唐山的新增企业资本量都在100亿元以上,成为制造环节新优势地区,制造业在区域内的布局优化显著。秦皇岛、张家口、承德在制造环节的新增企业资本量相对不足,分别为30.29亿元、45.06亿元、25.80亿元,且增速较慢,制造环节发展活力需要进一步提升。

北京在创新环节发展活力最为强劲,河北各城

市的发展活力有待提升。北京在创新环节的新增企业资本量处于绝对领先地位,2014—2023年,新增企业资本量由4701.66亿元增加至9698.34亿元,年均增长率为8.38%;天津在创新环节的发展活力较强,其新增企业资本量从1079.19亿元增加至1604.52亿元;城市间发展活力差异较大,河北各城市新增企业资本量处于较低水平,创新环节发展活力较弱,但新增企业资本量增长速度较快,廊坊、保定、承德的年均增长率分别为15.87%、14.82%、14.76%。

4.发展动力视角

京津冀制造环节与创新环节发展动力充沛,创新环节对制造环节的支撑作用不断增强。2014—2023年,京津冀制造环节与创新环节累计实用新型专利数一直保持平稳较快增长。其中,制造环节累

计实用新型专利数从 101759 件增加到 540225 件，年均增长率达 20.42%；创新环节累计实用新型专利数由 85579 件增加到 581669 件，年均增长率达 23.73%，展现出强劲的创新动力。2014—2017 年，京津冀制造环节累计实用新型专利数多于创新环节，2020 年创新环节累计实用新型专利数反超制造环节，创新环节对制造环节的支撑作用不断增强（见表 5）。

表 5 2014 年、2017 年、2020 年、2023 年京津冀各城市产业链与创新链发展动力(单位:件)

城市	产业链累计实用新型专利数				创新链累计实用新型专利数			
	2014 年	2017 年	2020 年	2023 年	2014 年	2017 年	2020 年	2023 年
保定	6397	10683	20913	42773	795	1584	4073	9773
北京	37103	63710	96467	126637	59026	112112	195786	310526
沧州	1658	4408	12310	26191	179	593	1945	4595
承德	871	544	1914	4138	9	46	265	872
邯郸	2297	4948	9909	18838	338	1177	2689	5178
衡水	1866	3717	7839	16067	195	495	1736	3828
廊坊	1865	3554	9591	21668	378	1105	4048	8637
秦皇岛	1773	3227	5954	9354	306	650	1368	2921
石家庄	4037	8142	18645	34428	1774	4379	11759	23596
唐山	3568	6269	15157	28969	617	1138	3472	7845
天津	38189	73087	128173	188375	21794	57123	121390	198328
邢台	1383	3209	8166	17267	143	469	1650	4020
张家口	752	1413	2945	5520	25	157	643	1550
合计	101759	186911	337983	540225	85579	181028	350824	581669

资料来源:作者根据龙信企业大数据平台整理所得。

北京、天津在创新环节与制造环节的发展动力远强于其他城市。2023 年,北京在创新环节的累计实用新型专利数达 310526 件,远多于其他城市,是居于第二位的天津(198328 件)的 1.57 倍,是石家庄(23596 件)的 13.16 倍,河北其他城市均未超过 10000 件;天津在制造环节的累计实用新型专利数达 188375 件,北京为 126637 件。河北各城市的累计实用新型专利数远少于北京和天津,制造环节和

创新环节的发展动力亟须进一步增强,且这些城市创新环节累计实用新型专利数普遍低于制造环节,需要加强创新驱动发展,推动制造业升级。

(三)京津冀产业链与创新链耦合成效分析

1.京津冀产业链与创新链耦合度测算结果分析
利用耦合度模型,计算得到 2014—2023 年京津冀城市群 13 个城市的产业链与创新链耦合度(见表 6)。

表 6 2014—2023 年京津冀各城市产业链与创新链耦合度

城市	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
保定	0.33	0.33	0.31	0.34	0.41	0.37	0.33	0.40	0.38	0.33
北京	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
沧州	0.19	0.19	0.18	0.27	0.26	0.26	0.24	0.24	0.29	0.24
承德	0.37	0.26	0.33	0.14	0.33	0.10	0.03	0.37	0.35	0.03
邯郸	0.40	0.35	0.38	0.32	0.26	0.31	0.32	0.31	0.36	0.32
衡水	0.28	0.31	0.18	0.28	0.17	0.21	0.25	0.21	0.24	0.25
廊坊	0.32	0.28	0.42	0.38	0.29	0.34	0.38	0.36	0.38	0.38
秦皇岛	0.39	0.40	0.27	0.36	0.22	0.27	0.41	0.15	0.19	0.41
石家庄	0.47	0.46	0.45	0.46	0.45	0.50	0.48	0.45	0.43	0.48
唐山	0.25	0.23	0.19	0.21	0.18	0.26	0.26	0.28	0.32	0.26
天津	0.47	0.47	0.48	0.48	0.46	0.47	0.48	0.45	0.43	0.48
邢台	0.30	0.30	0.27	0.32	0.24	0.30	0.26	0.28	0.30	0.26
张家口	0.44	0.42	0.48	0.46	0.39	0.49	0.48	0.49	0.49	0.48

资料来源:作者计算所得。

2014—2023年,京津冀产业链与创新链呈现耦合发展整体上升、耦合成效整体向好的趋势,但各区域存在明显的差异和不平衡。多数城市的耦合度呈现一定程度的上升趋势,尤其是廊坊、秦皇岛和石家庄等城市的耦合度增长较为明显。北京、天津、张家口、石家庄耦合度相对较高,多年来保持在拮抗阶段,在产业链与创新链之间有着较好的融合和互动趋势,具有一定的耦合度,但还缺少进一步的融合动力。沧州、衡水、唐山等城市处于低水平耦合阶段,双链融合发展水平有待进一步提升。承德和秦皇岛的耦合度波动较大,创新资源和产业基础方面不足,双链融合的耦合效果不稳定,协同性和效率仍有较大的提升空间。

2.京津冀产业链与创新链耦合协调度测算结果分析

从京津冀的整体情况来看,产业链与创新链的耦合协调度处于轻度失调阶段,总体呈现稳中向好的发展态势(见表7)。北京和天津在京津冀地区的耦合协调度表现良好,北京始终保持较高的协调度;承德、衡水、秦皇岛、张家口等城市在产业链与创新链的耦合协调度变化不明显,在产业链与创新链的协调方面仍面临较大挑战。从各城市来看,2023年,北京产业链与创新链的耦合协调度处于中级协调水平,而天津和河北各城市均处于失调状态且差异明显,中心城市与其他城市之间的差距较大。总的来说,京津冀大部分城市仍然处于失调状

态,需要进一步加强这些城市的双链融合发展,提升整个京津冀区域的产业协调性和竞争力。根据2014—2023年京津冀各城市产业链与创新链耦合协调度的变化趋势,结合划分标准,可分为五个梯队。第一梯队的协调等级为中级协调,包含城市为北京;第二梯队的协调等级为濒临失调,包含城市为天津;第三梯队的协调等级为中度失调,包含城市为石家庄;第四梯队的协调等级为严重失调,包含城市有沧州、保定、廊坊、邯郸、唐山、邢台;第五梯队的协调等级为极度失调,包含城市有秦皇岛、承德、张家口、衡水。

京津冀各城市产业链与创新链耦合成效的区际差异显著,北京两个子系统的耦合协调度处于协调状态,其他城市均处于失调状态。2014—2023年,在第一梯队中,北京的耦合协调度曾回落到初级协调状态,但近年来维持到中级协调状态。在第二梯队中,天津的耦合协调度总体呈现不断波动的情况,2020年后有所下降,2023年又小幅回升至0.42,在轻度失调到濒临失调之间波动。在第三梯队中,石家庄的耦合协调度稳定在中度失调状态。在第四梯队中,沧州、保定、廊坊、邯郸、唐山、邢台的耦合协调度整体上都有所提高,但仍长期处于严重失调状态。在第五梯队中,秦皇岛、承德、张家口、衡水的耦合协调度处于极度失调状态,衡水、张家口的耦合协调度波动较小,承德和秦皇岛的耦合协调度总体呈下降趋势。

表7 2014—2023年京津冀各城市产业链与创新链的耦合协调度

城市	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年
保定	0.14	0.14	0.15	0.17	0.22	0.20	0.21	0.19	0.16	0.21
北京	0.68	0.68	0.71	0.69	0.68	0.68	0.70	0.71	0.71	0.70
沧州	0.10	0.10	0.11	0.16	0.17	0.15	0.14	0.15	0.14	0.14
承德	0.08	0.06	0.04	0.03	0.07	0.03	0.01	0.03	0.04	0.01
邯郸	0.14	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.14	0.13	0.12	0.14
衡水	0.11	0.11	0.09	0.11	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
廊坊	0.10	0.10	0.14	0.14	0.11	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14
秦皇岛	0.07	0.06	0.05	0.06	0.04	0.06	0.09	0.03	0.03	0.09
石家庄	0.20	0.20	0.21	0.22	0.23	0.29	0.23	0.23	0.22	0.23
唐山	0.12	0.13	0.13	0.16	0.15	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16
天津	0.39	0.38	0.39	0.41	0.39	0.42	0.42	0.41	0.38	0.42
邢台	0.12	0.12	0.10	0.14	0.14	0.15	0.12	0.12	0.12	0.12
张家口	0.06	0.05	0.07	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05

资料来源:作者计算所得。

五、主要结论及对策建议

通过探析京津冀制造环节与创新环节复杂网络特征,综合分析京津冀产业链与创新链发展情况,深入理解京津冀产业链与创新链融合成效,有助于整体把握京津冀区域产业与创新资源空间分布的特征与演化规律,也为制定促进产业链与创新链融合发展的对策建议提供了重要依据。

(一)主要研究结论

1.京津冀制造环节与创新环节形成了以北京为核心、天津为枢纽的发展格局

一方面,2014—2023年,京津冀制造环节与创新环节复杂网络中枢纽型城市占比低、发展不足,整体结构不均衡,京津冀制造环节与创新环节复杂网络中城市节点中心性指标值差距较大,存在明显的中心—外围结构特征,北京为核心城市,天津为枢纽城市,河北各城市均为边缘城市,边缘城市占比为84.62%,北京、天津、石家庄的中心性指标整体上明显高于其他城市,在制造环节和创新环节中占据重要地位,沧州、承德、秦皇岛、张家口等城市在网络中仍然相对边缘化,与其他城市联系的紧密度有待提升,因此,京津冀制造环节与创新环节复杂网络整体结构两极分化现象较为严重,缺乏能够承担产业链与创新链融合责任的枢纽型城市;另一方面,从产业关联来看,京津冀制造环节的产业连接程度远低于创新环节,并存在空间分布不均衡现象,沧州、衡水等制造业聚集城市缺乏与其他城市创新环节对接的渠道,制约了产业链与创新链耦合发展水平的进一步提升。

2.京津冀制造环节格局逐渐优化,创新环节对制造环节发展的支撑作用逐渐增强,但各城市发展差距较大

京津冀制造环节布局不断改变,北京非首都功能有序疏解。2014—2023年,天津和河北大部分城市的制造环节新增企业资本量逐渐接近北京,2023年,石家庄制造环节新增企业资本量超过北京,制造环节规模优势逐渐呈现,天津、石家庄、保定、唐山在制造环节的桥梁承接作用增强,成为京津冀制造环节新优势地区。京津冀在创新环节的累计实用新型专利数赶超制造环节。2014—2023年,京津冀制造环节累计实用新型专利数从101759件增加

到540225件,年均增长率达20.42%;创新环节累计实用新型专利数从85579件增加到581669件,年均增长率达23.73%。相较于2014年,2023年创新环节能够更好地满足制造环节对创新活力的需求。创新环节规模和创新动力呈现“双核”分布,主要集中在北京和天津,河北各城市的创新环节对本地制造环节的支撑能力相对较弱。

3.京津冀产业链与创新链融合成效整体增强,但融合的力度与深度仍有较大提升空间

2014—2023年,京津冀产业链与创新链的耦合度和耦合协调度总体呈现上升态势,但增速缓慢。京津冀大部分城市产业链与创新链的耦合度处于拮抗阶段,其中北京和天津的耦合度在0.4以上,产业链与创新链融合趋势较强;沧州、衡水、秦皇岛、邢台的产业链与创新链耦合度处于低水平耦合阶段,在产业链与创新链的协同发展和融合方面还有较大提升空间。京津冀各城市的耦合协调度差异显著,双链发展尚不稳定。北京在耦合协调度方面表现较好,多年来基本维持在初级协调或中级协调状态;其他大多数城市,如沧州、承德、邯郸等,制造环节与创新环节之间的协同性不强,产业链与创新链的耦合度较低,耦合协调度多年处于严重失调或极度失调状态。

(二)促进京津冀产业链与创新链深度融合的对策建议

1.强化企业科技创新主体地位

首先,构建创新生态,优化企业成长环境。营造有利于科技型中小微企业成长的环境,通过激发企业的创新意识和创新精神,强化企业在创新过程中的核心作用。建立创新链、产业链、资金链、人才链“四链”协同发展的创新生态系统,促进企业的技术进步以及产业链与创新链的有效整合。其次,用好企业梯度培育机制,发挥领军企业的领头羊作用,鼓励中小企业朝专精特新方向发展。充分利用关键领域企业在科技创新及创业活动中的主导地位 and 主动性,鼓励其通过创新实现技术升级,并推动产业链与创新链融合,从而构建一个多元化支撑的发展格局。支持大型企业整合资源,形成大企业和中小企业互利共赢的新格局。最后,加大政策引导和扶持力度。加大对京津冀供应链上下游企业的支持力度,培育一批辐射带动能力强、掌握关键核心技术的区域链主企业和专精特新“小巨人”企

业。优化主要链条企业及其供应商的发展布局,采用“一链一策”的方法,促进上中下游的衔接和大中小企业的融通。

2. 加强区域内共享平台建设

首先,利用大数据、云计算等信息技术,打造数字化的线上服务平台,支持创新资源在线匹配和产业链虚拟整合,提高创新效率和产业协同度。在共享平台发布政策福利、供需数据、创新成就和创新人才等创新资源信息,以减少创新供应和需求之间的信息不平衡,并利用各地的相对优势,实现创新资源的高效匹配和对接。其次,引导优质科研机构和市场主体联合建立实体性知识创新和技术创新平台,如研发平台、实验室和创新中心等跨区域新型研发机构,实现资源的有效整合与高度凝聚,形成多元化、复合型的创新主体,加快构建以实体平台为依托的创新种群和创新群落。促进科研机构和企业间的知识与技术交流,鼓励京津冀三地企业和科研机构在关键技术研发与产业化方面开展联合攻关。最后,共同推动京津冀国家技术创新中心发展,促进区域内更多科技成果加速应用转化,通过创新链加强产业链和供应链协调。结合新质生产力提升的要求,建立科技成果转化的综合市场,创建能够提供科技成果评估、设备共享、科技创新、金融服务和知识产权咨询的“一站式”服务平台。

3. 优化津冀承接环境及增强区域整体活力和竞争力

首先,持续优化改善津冀的营商环境,优质的创新环境能够吸引并推动当地的创新活动;灵活、包容的区域营商环境是吸引企业入驻、推动项目落地的关键因素。为了吸引北京的产业和创新溢出,需要营造有利的环境,鼓励在京企业在津冀设立分支机构,提升区域产业承接能力,满足创新成果转化和技术迁移的需求。其次,提高津冀两地产业配套水平与北京转移企业的发展需求匹配度,加强津冀生产性服务业配套,有针对性地强化上下游产业及配套基础,特别是区域关键零部件配套能力。最后,推动北京的技术成果向周边地区比较优势行业部门扩散,增强区域整体竞争力。将北京的优势技术领域研究成果通过中关村园区等在周边落地转化,加快产业链在区域内布局,提升产业协同集聚水平,建立创新链与产业链的协同机制,提高津冀两地比较优势制造业的竞争力。

参考文献

- [1]白永秀,闫雪培,王泽润.新质生产力赋能现代化产业体系建设:基于要素构成视角的研究[J].中国软科学,2024(12).
- [2]陈雪.新质生产力、全国统一大市场与中国式产业链现代化[J].工业技术经济,2024(9).
- [3]胡乐明.产业链与创新链融合发展的意义与路径[J].人民论坛,2020(31).
- [4]北京市人民代表大会常务委员会关于推进京津冀协同创新共同体建设的决定[N].北京日报,2023-12-12.
- [5]梁本部,谢科范,陈汉梅,等.创新链与产业链双向嵌入研究:基于中国省域样本数据[J].技术经济,2023(10).
- [6]诸竹君,高艺婷,许明.以数字经贸高水平开放推动制造业产业链和创新链融合[J].改革,2024(10).
- [7]张贵,赵一帆.京津冀高技术产业创新链与产业链空间演化与耦合发展[J].河北学刊,2023(6).
- [8]张晓兰,黄伟熔.我国产业链创新链融合发展的趋势特征、经验借鉴与战略要点[J].经济纵横,2023(1).
- [9]柳毅,赵轩,杨伟.数字经济对传统制造业产业链创新链融合的影响:基于中国省域经验的实证研究[J].浙江社会科学,2023(3).
- [10]梁树广,张芃芃,臧文嘉.中国制造业产业链与创新链耦合协调及其影响因素研究[J].地域研究与开发,2023(3).
- [11]齐平,宋威辉,高源伯.数字经济对制造业“四链”融合的影响[J].当代财经,2024(9).
- [12]陈英武,郑江淮,王嘉杰,等.基于技术专利视角的创新链与产业链融合发展研究[J].科技进步与对策,2024(6).
- [13]李雪松,龚晓倩.地区产业链、创新链的协同发展与全要素生产率[J].经济问题探索,2021(11).
- [14]于斌斌.基于进化博弈模型的产业集群产业链与创新链对接研究[J].科学学与科学技术管理,2011(11).
- [15]匡茂华,李海海.创新链和产业链双向融合路径探析[J].人民论坛,2020(15).
- [16]符小华.战略性新兴产业集聚、地区技术多样化与企业新质生产力[J].统计与决策,2025(2).
- [17]龚忠杰,马丽.珠三角城市群电子计算机产业链与创新链融合空间格局与演化路径[J].地理学报,2023(12).
- [18]刘珂,赵明雪.我国产业链与创新链融合度评价及影响因素时空差异研究[J].区域经济评论,2024(3).
- [19]叶堂林.京津冀产业高质量协同发展中存在的问题及对策[J].北京社会科学,2023(6).
- [20]刘家树,石洪波,周梦琦.创新链与资金链融合影响经济高质量发展的效应研究[J].经济与管理评论,2022(1).
- [21]李国平,朱婷.京津冀协同发展的成效、问题与路径选择[J].天津社会科学,2022(5).
- [22]张贵,孙晨晨,刘秉镰.京津冀协同发展的历程、成效与推进策略[J].改革,2023(5).
- [23]汝旒星,段健,周侃,等.全球海外耕地投资网络演变及

其影响因素[J].地理研究,2025(1).

[24]董金阳,刘铁忠,董平,等.我国基础研究管理及科研合作模式的多层次对比研究[J].科技进步与对策,2021(8).

[25]程大中,汪宁.贸易网络与企业创新:理论和来自中国上市公司的经验证据[J].数量经济技术经济研究,2023(5).

[26]卢新元,陈泽茵,王雪霖,等.基于数字乡村政策文本挖掘的中央政府府际关系研究[J].情报科学,2024(7).

[27]朱智洺,徐婕,林文雪.长三角城市群碳减排与经济高质量发展时空耦合及驱动因素[J].长江流域资源与环境,2024(10).

[28]赵建吉,刘岩,朱亚坤,等.黄河流域新型城镇化与生态环境耦合的时空格局及影响因素[J].资源科学,2020(1).

[29]廖重斌.环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系:以珠江三角洲城市群为例[J].热带地理,1999(2).

Study on the Development Trend and Integration Effectiveness of Beijing–Tianjin–Hebei Industrial Chain and Innovation Chain

Jiang Cheng Nie Lijun Li Kaishuai

Abstract: The deep integration of industrial chain and innovation chain is the core driving force to promote high-quality economic development. Based on the industrial data of 13 cities in the Beijing–Tianjin–Hebei region from 2014 to 2023, the complex network of manufacturing and innovation links is constructed to analyze the position and function of each city in the complex network system of manufacturing and innovation links; the development trend of the Beijing–Tianjin–Hebei industrial chain and innovation chain is analyzed in four dimensions: industrial scale, industrial connection, development vitality, and development power, and the index system for evaluating the effect of the integration of industrial chain and It also constructs an index system to evaluate the integration effect of the industrial chain and innovation chain; utilizes the coupling coordination model to measure and analyze the coupling degree and coupling coordination degree of the integration of the industrial chain and the innovation chain in each city, and dynamically compares the laws of the development of the dual chains in different cities. The results show that Beijing–Tianjin–Hebei manufacturing chain and innovation chain have formed a development pattern with Beijing as the core and Tianjin as the hub, but the overall structure is not balanced, and there are obvious center–periphery structural characteristics; Beijing–Tianjin–Hebei manufacturing chain pattern has been gradually optimized, and the supportive role of the innovation chain for the development of the manufacturing chain has been gradually strengthened, but there is a big gap in the development of each city; the effectiveness of the integration of the industrial chain with the innovation chain has been strengthened in general, but the intensity and depth of integration still have a big improvement. The integration of the Beijing–Tianjin–Hebei industrial chain and innovation chain has been enhanced overall, but there is still much room for improvement in the intensity and depth of integration. In order to further promote the integration of the Beijing–Tianjin–Hebei industrial chain and innovation chain, it is necessary to strengthen the status of enterprises as the main body of scientific and technological innovation, strengthen the construction of sharing platforms in the region, and continue to optimize and improve the business environment in Tianjin and Hebei.

Key Words: Industrial Chain; Innovation Chain; Dual-Chain Integration; Complex Network; Coupling Coordination Degree
(责任编辑:彦 伦)