



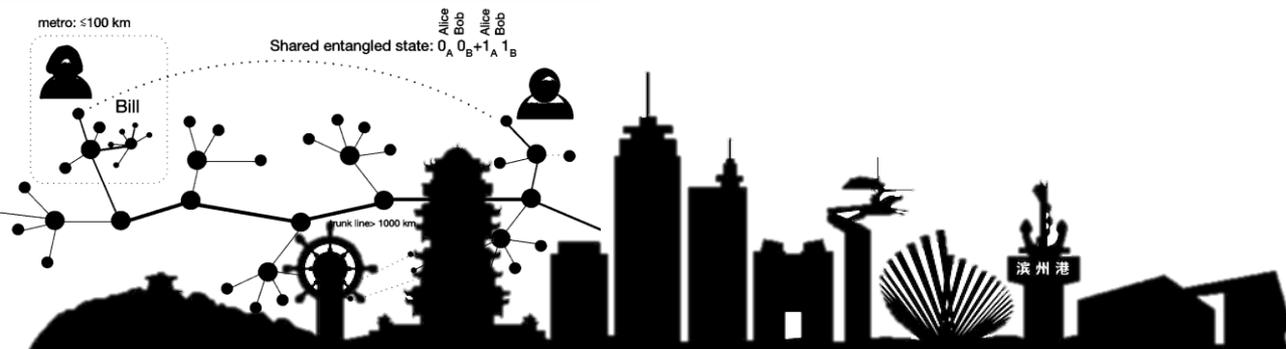
重慶大學
CHONGQING UNIVERSITY



重慶大學經濟與工商管理學院
School of Economics and Business Administration, Chongqing University

生產性服務業集聚、信息化水平與創新： 基於地理距離約束的空間溢出視角

答辯人： 鄭維偉
專 業： 應用經濟學



April 22, 2022

一、研究背景与基本事实

(一) 坚持创新发展是新阶段构建新发展格局的题中应有之义

(1) 国家层面

- 十八大：科技**创新**是提高社会生产力和综合国力的战略支撑，必须摆在国家发展全局的核心位置……坚持走中国特色**自主创新**道路、实施**创新驱动**发展战略
- 十八届五中全会：“**创新**、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念
- 十九大：**创新**是引领发展的第一动力，是建设现代化经济体系的战略支撑……贯彻新发展理念，建设现代化经济体系的重大部署，实施**创新驱动**发展战略

(2) 企业层面

- 创新主体：**企业**——**促进创新水平提升**具有重要作用
- 企业**专利数量创造和质量提升**、推动构建**包容创新环境**，是建设**科技强国**关键一环，**激发企业创新发展活力**是重要突破口

华为技术有限公司

2020年：从事研究与开发员工占总人数**53.4%**

全球持有**4万余族**授权专利（超10万件），**90%以上**发明专利

(二) 中国企业具有专业化集聚与创新水平提升的典型事实

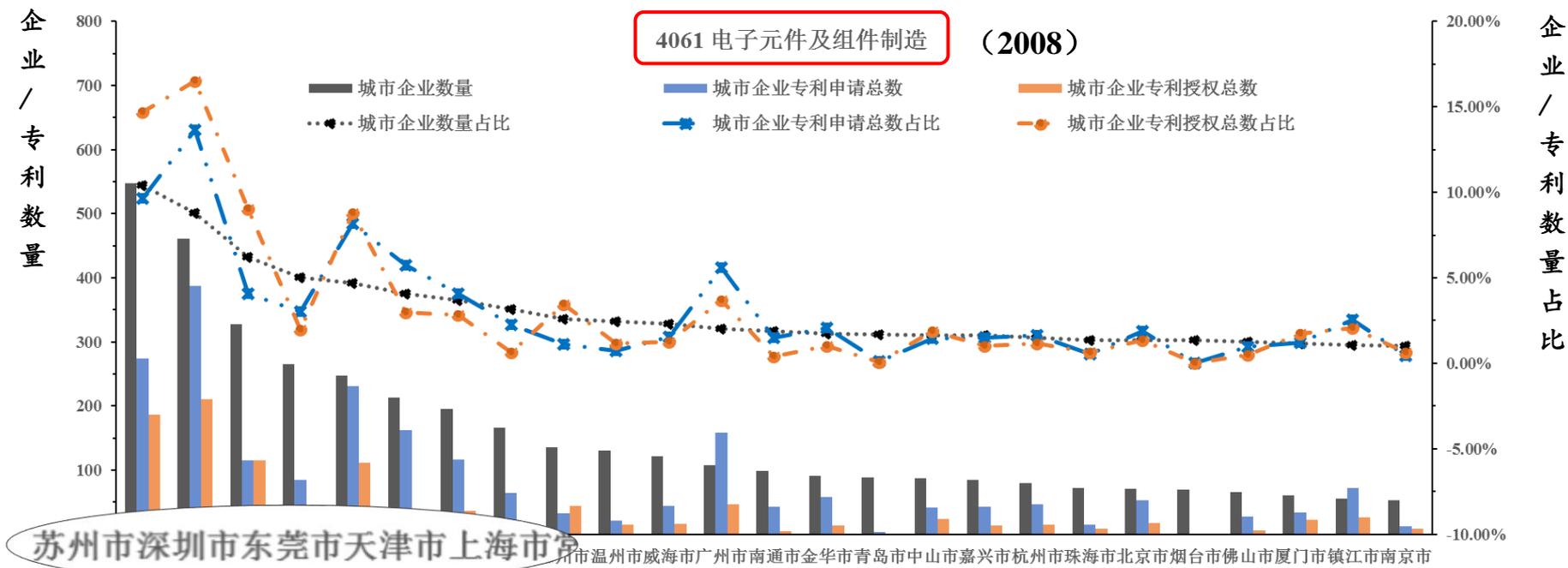


图1.1 2008年电子元件及组件制造国有及规模以上企业数排名前25地级市分布情况

数据来源：《中国工业企业数据库》与《中国创新企业数据库》匹配数据，下同

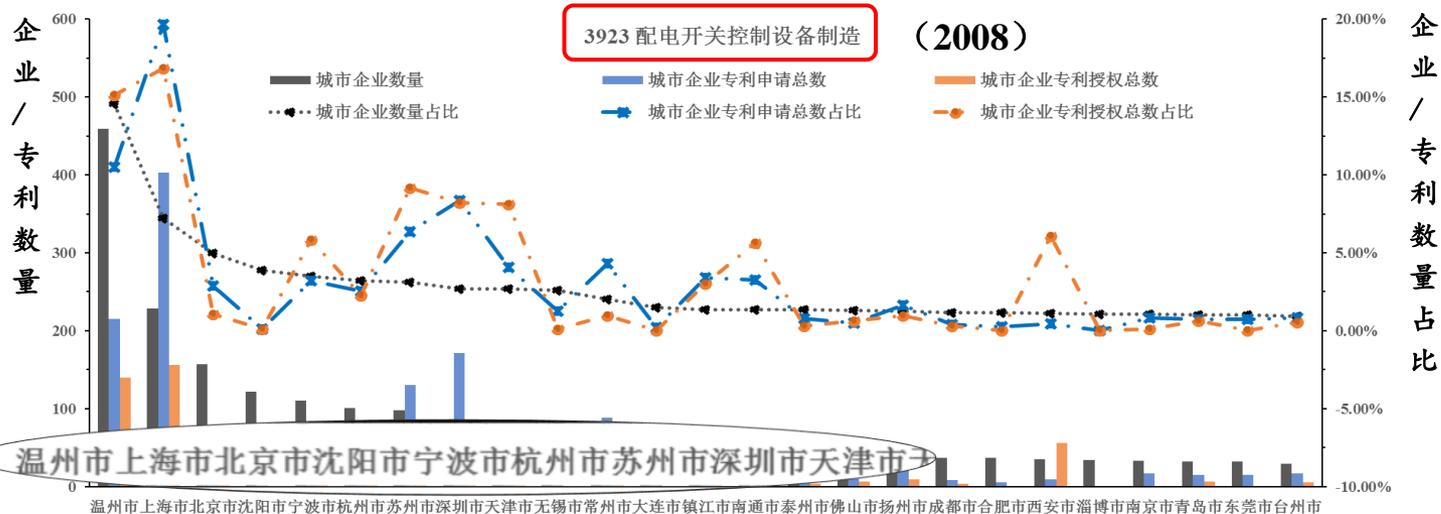
企业数量分布

- 专业化集聚

企业专利创新

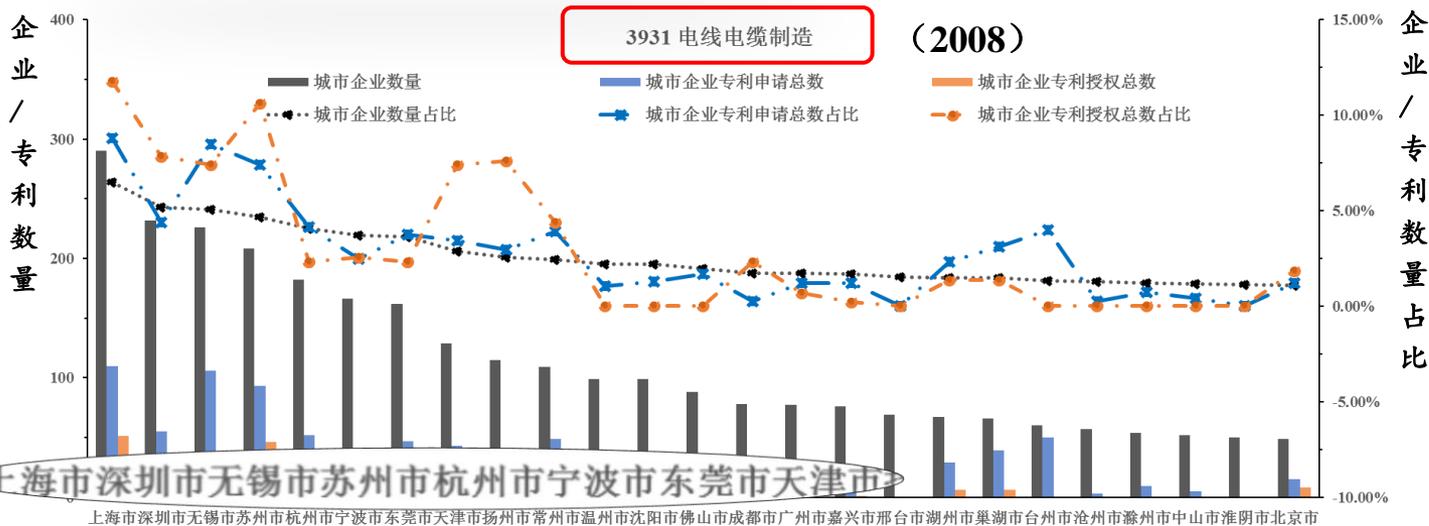
- 专业化集聚与创新发展密切正相关

(三) 中国企业具有多样化集聚与创新水平提升的典型事实



企业数量分布

- 专业化集聚
- 多样化集聚



企业专利创新

- 多样化集聚
- 差异互补创新合力

图1.2 2008年配电开关控制设备制造与电线电缆制造国有及规模以上企业数排名前25地级市分布情况

(四) 中国具有互联网信息化发展与创新水平提升的典型事实

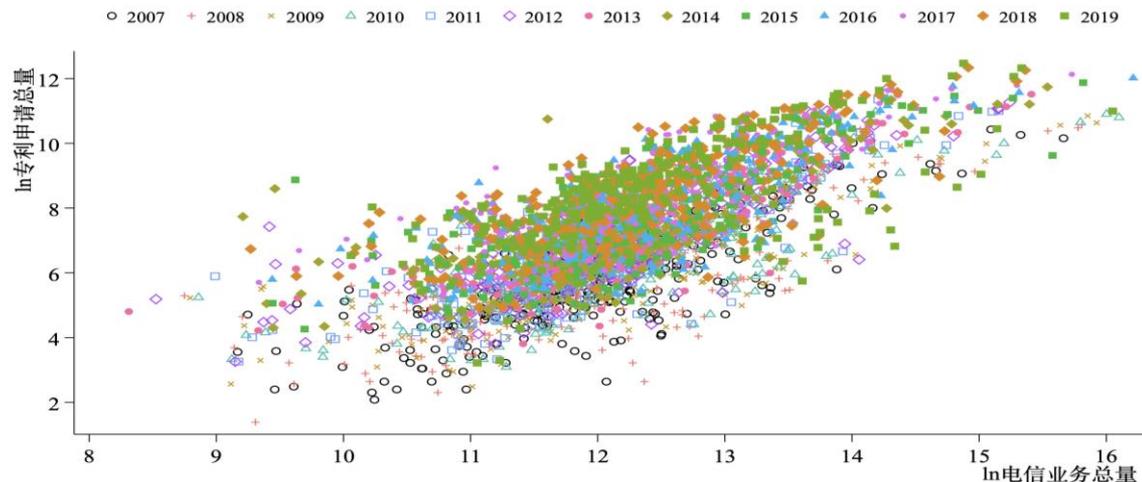


图1.3 2007—2019年中国电信业务（信息化）水平与专利申请总量（对数）散点图

信息化发展

- 加强企业研发人员“线上交流”
- 促进知识空间溢出

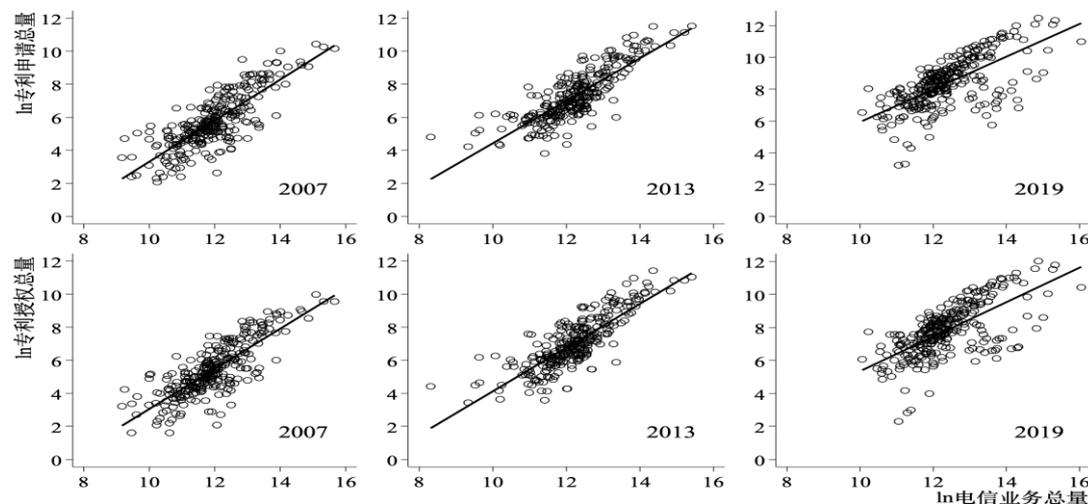
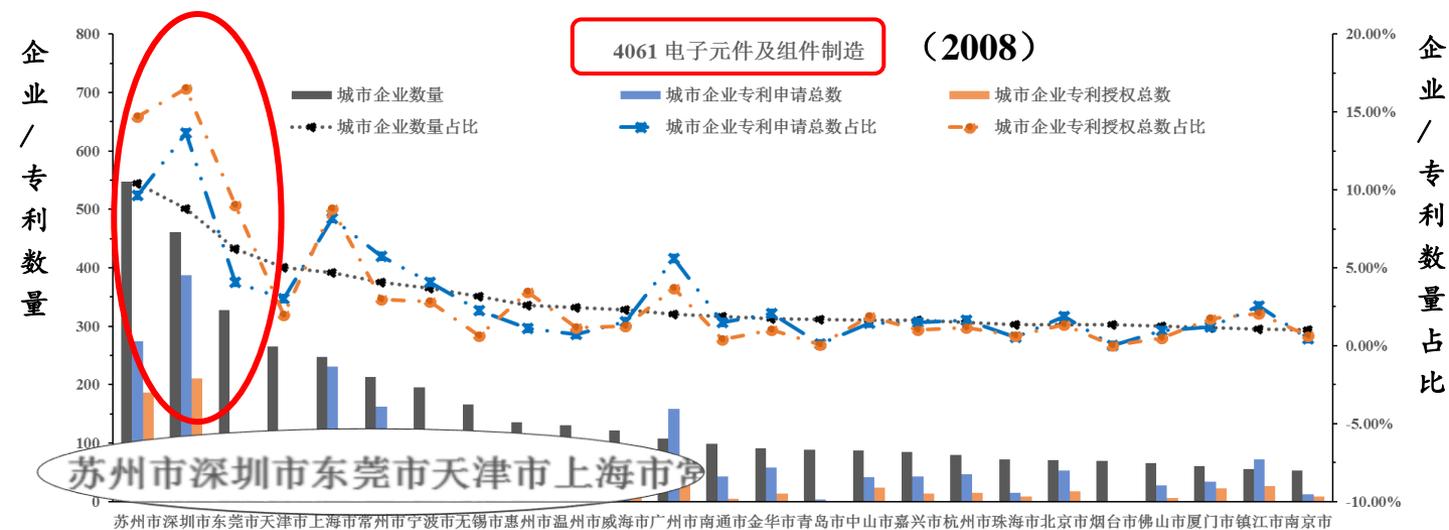


图1.4 2007、2013、2019年中国信息化水平与区域创新发展散点图

信息化水平与创新

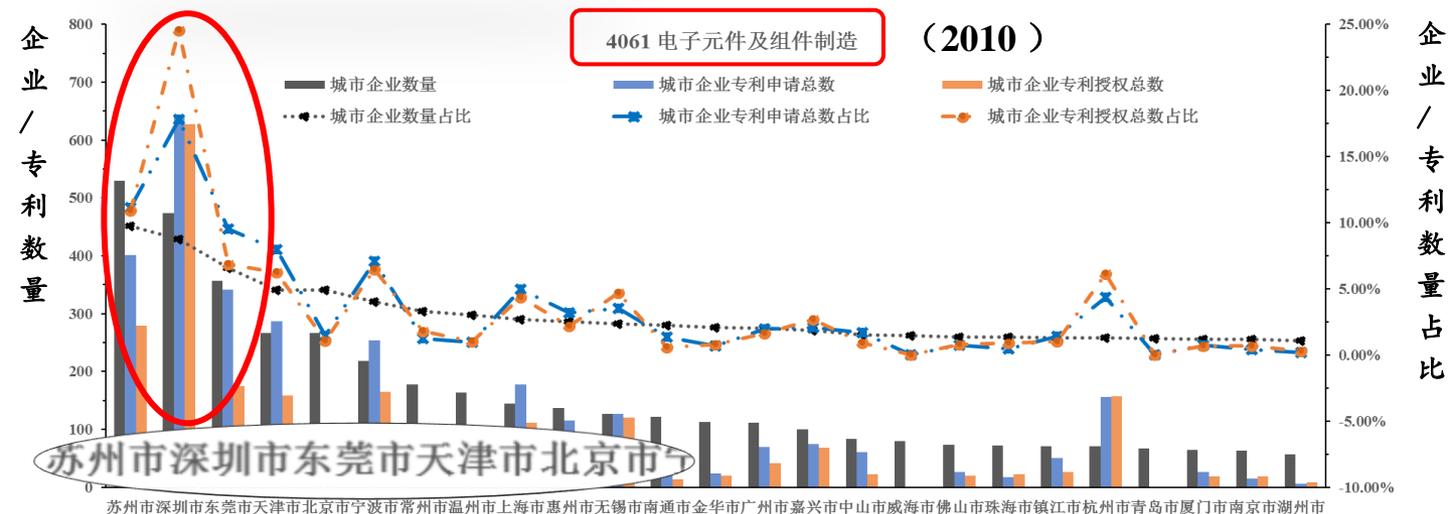
- 正相关
- 逐年增强

(五) 区域地理距离约束弱化有利于强化企业集聚创新水平



地理距离约束弱化

● 集聚程度加强



地理距离约束弱化

● 创新水平提升

图1.5 2008与2010年电子元件及组件制造国有及规模以上企业数排名前25地级市分布情况

二、问题提出与文章结构

(一) 问题提出

生产性服务业 (7类)：“交通运输、仓储和邮政业”、“信息传输、计算机服务和软件业”、“批发和零售业”、“金融业”、“租赁和商业服务业”、“科学研究、技术服务和地质勘查业”和“教育业”

划分依据：《国民经济行业分类 (GB/T4754-2017) 》、2019年国家统计局印发《生产性服务业统计分类 (2019) 》、余泳泽等 (2016)、Shao et al. (2017)、曹小曙等 (2019)、赵欣然 (2020)、李军花 (2020)

(1) 生产性服务业**专业化集聚**→**创新水平提升**?

(2) 生产性服务业**多样化集聚**→**创新水平提升**?

(3) **信息化水平**→**创新水平提升**?

(4) **地理距离约束弱化**→**创新水平提升**?

- 理论机制 + 实证检验 + 政策启示

- (产业分工与布局、互联网信息技术发展、高铁网络未来规划建设重点)

二、问题提出与文章结构

(二) 文章结构

第一章、绪论

- 背景与特征事实
- 目标、内容与意义
- 创新与难点

第二章、相关文献回顾与理论机制

- 理论作用机理

第三章、分析框架与方法

- 空间计量模型
- 指标与测度
- 数据来源与处理

第四章、实证结果分析

- 影响效应分析
- 理论机制探讨

第五章、拓展研究：稳健性检验与内生性探讨

第六章、基本结论与启示

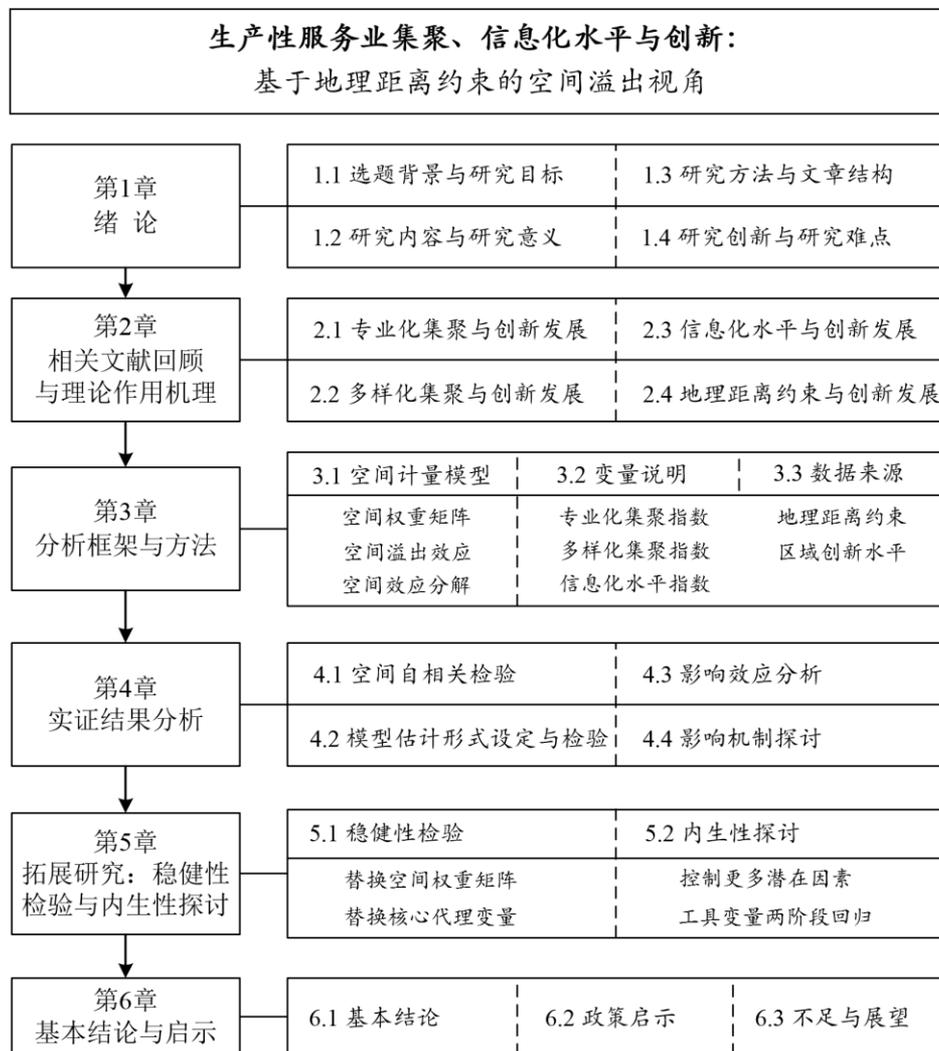


图2.1 论文框架图

三、理论机制与文献述评

(一) 产业专业化集聚与创新发展的

产业专业化集聚：同一行业企业为共享基础设施和劳动力市场，降低成本，大量聚集在特定区域内，呈现“核心—外围”结构（Marshall, 1890）

- 规模效应（柳卸林和杨博旭，2020）
- 面对面交流、知识信息共享和技术溢出（Beaudry and Schiffauerova, 2009；王文翌和安同良，2014）
- 加速新技术扩散应用（陈大峰等，2020；李勇辉等，2021）
- **MAR外部性**
- 产业专业化集聚有利于促进区域和企业创新发展（Carlino et al., 2007；霍春辉和杨锐，2016；杨浩昌等，2020）
- 产业专业化集聚对创新具有非线性影响（Li, 2015；Zhang, 2015；衣保中和郭思齐，2020；徐丹和于渤，2021）

(二) 产业多样化集聚与创新发展的

产业多样化集聚：不同行业企业为降低运输成本和实现资源互补，选择在同一地理空间上横向集聚，发挥一体化配套产业链优势，形成**产业多样化发展**经济特征 (Jacobs, 1969)

- 不同行业企业**互补性知识融合** (柳卸林和杨博旭, 2020)
- 提高新思想和新技术“碰撞”**成功概率** (陈大峰等, 2020)
- **Jacobs外部性**
- 促进创新发展：**产业专业化集聚 > 产业多样化集聚** (柳卸林和杨博旭, 2020; 李勇辉等, 2021)
- 促进创新发展：**产业专业化集聚 < 产业多样化集聚** (Antonietti and Cainelli, 2011; Hanlon and Miscio, 2017; 陈羽洁等, 2020; 洪佳月, 2020)
- **产业多样化集聚对创新具有非线性影响** (张宗益和李森圣, 2014; 陈大峰等, 2020; Wang et al., 2016)

(三) 互联网信息化水平与创新发展的

互联网信息技术:

- 降低企业创新不确定性、增加企业融资渠道、商业模式创新（白雪洁和孙献贞，2021）
- 创新资源配置优化（汪芳和石鑫，2021；田洪刚和杨蕙馨，2021）
- 创新知识外溢（余泳泽等，2021）
- IDE外部性

“地理距离已死论”（Cairncross, 2001；徐德英和韩伯棠，2015）

“线上交流”是否取代“面对面交流”，取决于知识特性（Glaeser, 1999；

Storper and Venables, 2004）

- 可编码的显性知识：操作规范、知识手册等互联网载体可有效传播
- 不可编码的隐性知识：经验、团队协作等难以规范、容易失真、不易转移，
企业创新必需要素

两者并非完全互相替代关系（陆铭，2016）

(四) 地理距离约束与创新发展的

地理距离约束弱化

- 高铁建设、区域一体化战略
- 区域可达性提升基本事实
- “空间吞噬效应”弱化地理距离约束
- 扩大地区间有效联系边界（姜博等，2014；Yin et al., 2015；宋冬林和姚常成，2019）
- 增强跨地区行业人员交流、学习和知识共享（Zhang et al., 2020；孙文浩和张杰，2020）
- SOC外部性

四、研究设计与估计策略

四、研究设计与估计策略

(一) 理论影响机理与估计策略

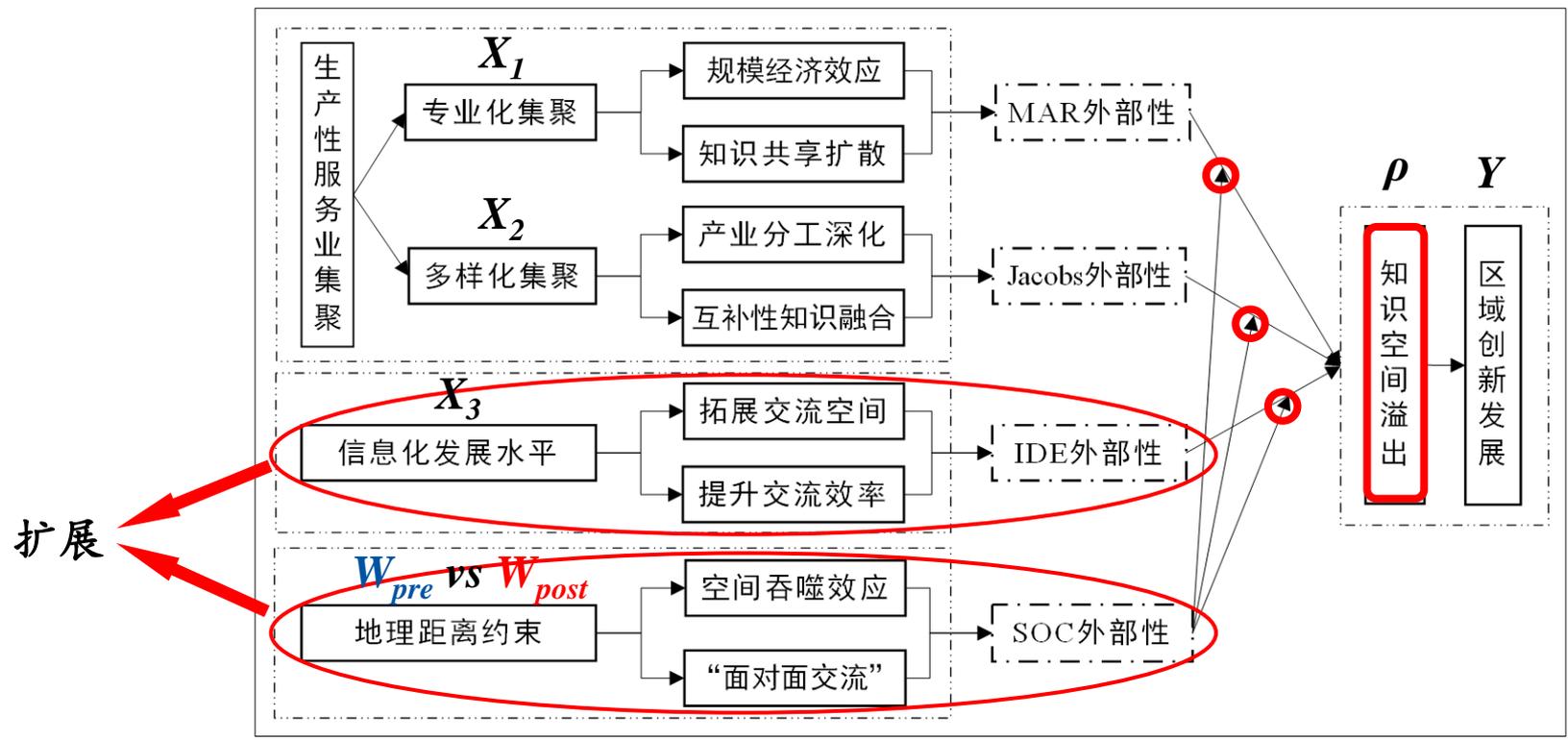


图4.1 理论机制图

被解释变量 空间自回归系数 外生解释变量

$$\begin{cases} Y = \alpha + \rho WY + X\beta + WX\theta + \mu \\ \mu = \lambda W\mu + \varepsilon \end{cases}$$

空间权重矩阵

地理距离约束弱化前: W_{pre}
 地理距离约束弱化后: W_{post}

(二) 空间计量模型

被解释变量 空间自回归系数 外生解释变量

$$\begin{cases} Y = \alpha + \rho WY + X\beta + WX\theta + \mu \\ \mu = \lambda W\mu + \varepsilon \end{cases}$$

空间权重矩阵

地理距离约束弱化前: W_{pre}
 地理距离约束弱化后: W_{post}

=0	≠0	具体模型形式
	ρ, θ, λ	广义嵌套空间模型(GNS)
λ	ρ, θ	空间杜宾模型(SDM)
θ, λ	ρ	空间自回归模型(SAR)
ρ, θ	λ	空间误差模型(SEM)

- ρ : 空间自回归系数 邻近地区Y对本地区Y的影响
- β : 待估计参数 本地区X对Y的影响
- θ : — 邻近地区X对本地区Y的影响
- λ : 空间自相关系数 随机误差项对本地区Y的影响

空间权重矩阵: 地理距离约束强度

中国283个城市间火车 (W_{pre}) 与动车 (W_{post}) 实际通行微观数据

- 12306官网 (直达)
- 绿行买火车票 (最多两次换乘)
- 智行App (三次换乘)
- 反时间距离空间权重矩阵: WT_{pre} 与 WT_{post}
- 每日发车频次空间权重矩阵: WF_{pre} 与 WF_{post}
- 加权嵌套空间权重矩阵: W_{pre} 与 W_{post}

(三) 研究创新

(1) 研究视角与理论机制创新

- 重构了产业集聚影响创新水平提升的理论作用机理

(2) 研究方法创新

- 构建了考虑知识空间溢出的空间计量模型
- 缓解了传统面板固定效应模型忽视空间溢出效应可能存在的估计偏误

(3) 研究数据创新

- 爬取了12306官网、绿行买火车票及智行App平台火车与动车实际通行微观数据，需较好的“爬虫”和“反反爬虫”技术，且较繁杂和耗时
- 构建了中国283个城市间火车与动车实际通行时间和每日发车频次的空间权重矩阵，单个矩阵即 $283 \times 283 = 80089$ 个元素

(4) 研究发现创新

- “线上交流”与“面对面交流”并非完全互相替代关系
- 与“面对面交流”相结合，“线上交流”能有效发挥正向空间溢出效应

五、指标体系与实证分析

(一) 指标体系

被解释变量：区域创新水平:发明专利授权量对数 (lnINN)

- 稳健性检验：**城市创新指数**（寇宗来和刘学悦，2017）

核心解释变量：生产性服务业专业化集聚——Krugman专业化指数

$$MAR_{it} = \sum_{j=1}^n \left| \frac{E_{ijt}}{\sum_j E_{ijt}} - \frac{\sum_{i=1}^m E_{ijt}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n E_{ijt}} \right|$$

生产性服务业多样化集聚——改进的相对多样化指数

$$Jacobs_{it} = \frac{1/\sum_{j \neq j'}^n \left[\frac{E_{ijt}}{\sum_{j=1}^n E_{ijt}} - E_{ijt} \right]^2}{1/\sum_{j \neq j'}^n \left[\frac{\sum_{i=1}^m E_{ijt}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n E_{ijt}} - \sum_{i=1}^m E_{ijt} \right]^2}$$

E 表示 i 地区 j 产业第 t 年就业人数； m 为地区总数； n 为产业总数

互联网信息化水平

电信业务总量对数 (lnTTS)

电信业务总量：以货币形式表示的电信企业为社会提供的各类电信服务的总数量
相较“国际互联网用户数”单纯“量”的角度，能更加真实反映地区实际应用的信息化水平

(一) 指标体系

控制变量：地区经济发展水平：地区人均GDP对数 ($\ln PGDP$)

- 经济发展水平越高，创新需求与强度均更大（李军花，2020）
- 经济发展为创新要素投入提供物质基础（柳卸林和杨博旭，2020）

人力资本投资效应：每万人普通高等学校在校人数对数 ($\ln perSTU$)

- 人力资本推动区域技术创新的必要物质条件（李勇辉等，2021）
- 人们间知识传播与创新思想交流（彭向和蒋传海，2011）

科研财政投入力度：地区R&D投入额对数 ($\ln RD$)

- 确保创新科研活动顺利开展的主要资金来源（李勇辉等，2021）

市场扩张效应：社会消费品零售总额对数 ($\ln Market$)

- 本地市场需求规模扩大可以有效激发市场活力（Gu，2016）

环境规制效应：工业二氧化硫排放量对数 ($\ln SO_2$)

- 环境规制促进企业绿色技术创新能力（董景荣等，2021）

2007—2019年中国283个地级及以上城市面板数据

数据来源：历年《中国城市统计年鉴》和《中国环境统计年鉴》

(二) 空间自相关检验

表5.1 区域创新水平的莫兰指数空间自相关检验

(Y=lnINN)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	$W_T(pre)$	$W_T(post)$	$W_F(pre)$	$W_F(post)$	$W_{(pre)}$	$W_{(post)}$
2007	0.071***	0.066***	0.103***	0.079***	0.087***	0.073***
	[4.955]	[5.249]	[3.883]	[3.872]	[4.288]	[4.424]
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
2008	0.092***	0.089***	0.129***	0.111***	0.110***	0.100***
	[6.308]	[6.986]	[4.821]	[5.362]	[5.379]	[6.017]
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
2009	0.106***	0.098***	0.149***	0.122***	0.128***	0.110***
	[7.263]	[7.664]	[5.581]	[5.861]	[6.213]	[6.588]
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
2010	0.114***	0.100***	0.159***	0.120***	0.137***	0.110***
	[7.775]	[7.806]	[5.927]	[5.781]	[6.621]	[6.593]
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
2011	0.109***	0.104***	0.151***	0.124***	0.130***	0.114***
	[7.432]	[8.041]	[5.619]	[5.982]	[6.298]	[6.809]
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
2012	0.113***	0.110***	0.153***	0.133***	0.133***	0.121***
	[7.684]	[8.506]	[5.696]	[6.388]	[6.438]	[7.239]
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
2013	0.120***	0.122***	0.166***	0.152***	0.143***	0.137***
	[8.161]	[9.454]	[6.185]	[7.282]	[6.925]	[8.159]
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
2014	0.115***	0.114***	0.156***	0.138***	0.135***	0.126***
	[7.822]	[8.830]	[5.807]	[6.637]	[6.560]	[7.519]
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
2015	0.121***	0.132***	0.159***	0.165***	0.140***	0.148***
	[8.219]	[10.150]	[5.908]	[7.879]	[6.767]	[8.797]
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
2016	0.127***	0.131***	0.168***	0.162***	0.148***	0.147***
	[8.628]	[10.132]	[6.249]	[7.738]	[7.134]	[8.703]
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
2017	0.111***	0.111***	0.150***	0.138***	0.131***	0.124***
	[7.585]	[8.587]	[5.602]	[6.613]	[6.342]	[7.410]
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
2018	0.115***	0.122***	0.147***	0.150***	0.131***	0.136***
	[7.802]	[9.456]	[5.470]	[7.185]	[6.334]	[8.099]
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
2019	0.129***	0.129***	0.179***	0.166***	0.154***	0.147***
	[8.728]	[9.927]	[6.668]	[7.904]	[7.441]	[8.727]
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)

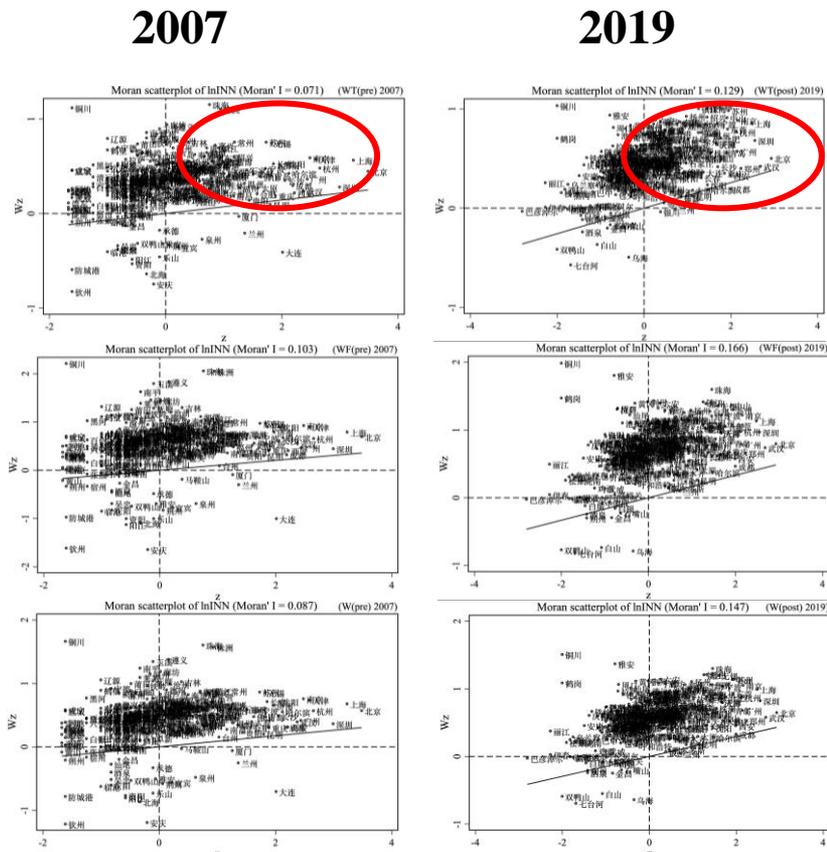


图5.1 区域创新水平的全局莫兰指数散点图 (Y=lnINN)

- 区域创新水平具有典型空间自相关
- 随时间推移高高集聚现象不断增强

注：***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著；方括号内为z值；圆括号内为p值。

(三) 空间计量模型估计形式设定

表5.2 普通面板OLS估计结果

(Y=lnINN)	Coefficient	Std. error	t	P>t	[95% conf. interval]	
lnMAR	0.2791***	0.0457	6.10	(0.000)	0.1894	0.3687
lnJacobs	0.0829***	0.0280	2.96	(0.003)	0.0280	0.1379
lnTTS	0.0754***	0.0225	3.35	(0.001)	0.0313	0.1196
lnPGDP	0.4231***	0.0302	14.02	(0.000)	0.3639	0.4823
lnSTU	0.2083***	0.0143	14.56	(0.000)	0.1802	0.2364
lnRD	0.4234***	0.0177	23.91	(0.000)	0.3886	0.4581
lnMarket	0.7981***	0.0255	31.32	(0.000)	0.7481	0.8480
lnSO2	-0.0859***	0.0110	-7.84	(0.000)	-0.1073	-0.0644
_cons	-16.8736***	0.3504	-48.15	(0.000)	-17.5607	-16.1866
N	3679		Adj. R ²		0.8464	

注：***, **和*分别表示在1%, 5%和10%水平上显著；括号内为p值，右同。

LM及稳健LM检验

- 既有空间误差效应，又有空间滞后效应

LR检验和Wald检验

- 仅采用SAR或SEM都易导致估计偏误

Hausman检验

- 拒绝随机效应

联合显著性（约束模型）检验

- 采用个体时间双固定效应

个体时间双固定效应空间杜宾模型

表5.3 空间计量模型估计形式检验与设定

(Y=lnINN)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	$W_{T(pre)}$	$W_{T(post)}$	$W_{F(pre)}$	$W_{F(post)}$	$W_{(pre)}$	$W_{(post)}$
LM Test						
Spatial error:						
<i>Moran's I</i>	37.545*** (0.000)	39.482*** (0.000)	27.184*** (0.000)	29.793*** (0.000)	31.158*** (0.000)	33.805*** (0.000)
<i>LM statistic</i>	1365.332*** (0.000)	1495.775*** (0.000)	725.960*** (0.000)	863.581*** (0.000)	949.408*** (0.000)	1106.338*** (0.000)
<i>Robust LM statistic</i>	1361.840*** (0.000)	1507.482*** (0.000)	687.075*** (0.000)	850.852*** (0.000)	925.458*** (0.000)	1104.802*** (0.000)
Spatial lag:						
<i>LM statistic</i>	32.119*** (0.000)	21.265*** (0.000)	53.302*** (0.000)	33.487*** (0.000)	44.875*** (0.000)	28.217*** (0.000)
<i>Robust LM statistic</i>	28.628*** (0.000)	32.973*** (0.000)	14.417*** (0.000)	20.758*** (0.000)	20.924*** (0.000)	26.681*** (0.000)
LR Test						
Spatial error	61.46*** (0.000)	115.35*** (0.000)	53.84*** (0.000)	113.61*** (0.000)	56.96*** (0.000)	114.30*** (0.000)
Spatial lag	30.12*** (0.000)	76.50*** (0.000)	25.96*** (0.001)	72.85*** (0.000)	27.03*** (0.001)	73.77*** (0.000)
Wald Test						
Spatial error	61.13*** (0.000)	112.23*** (0.000)	53.84*** (0.000)	112.45*** (0.000)	56.77*** (0.000)	112.43*** (0.000)
Spatial lag	29.64*** (0.000)	74.82*** (0.000)	25.65*** (0.001)	71.38*** (0.000)	26.71*** (0.001)	72.55*** (0.000)
Hausman Test						
Hausman test	2914.54*** (0.000)	868.42*** (0.000)	2323.42*** (0.000)	438.76*** (0.000)	1880.43*** (0.000)	557.27*** (0.000)
Joint Significance Test						
Fixed effect	32.85*** (0.001)	39.76*** (0.000)	122.35*** (0.000)	79.89*** (0.000)	65.17*** (0.000)	54.74*** (0.000)
ind or both						
Fixed effect	3409.80*** (0.000)	3603.53*** (0.000)	3602.78*** (0.000)	4180.12*** (0.000)	3489.04*** (0.000)	3857.08*** (0.000)
time or both						

(四) 区域创新发展的影响效应分析

空间自回归效应 (ρ)

- 邻近地区创新显著促进本地区创新
- 地理距离约束弱化后进一步增强

生产性服务业专业化集聚 ($\ln MAR$)

- 本地区和邻近地区专业化集聚均对创新水平提升有显著促进作用
- 地理距离约束弱化后进一步增强

生产性服务业多样化集聚 ($\ln Jacobs$)

- 本地区多样化集聚对创新有显著促进作用
- 邻近地区多样化集聚对创新没有促进作用
- 地理距离约束弱化的促进效应不明显
- 促进效应 **专业化集聚 > 多样化集聚**

互联网信息化水平 ($\ln TTS$)

- 本地区和邻近地区信息化水平对创新没有显著影响
- **地理距离约束弱化显著促进邻近地区创新**

表5.4 时空双固定效应下空间杜宾模型回归结果

(Y=lnINN)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	$W_T(pre)$	$W_T(post)$	$W_F(pre)$	$W_F(post)$	$W(pre)$	$W(post)$
Spatial						
ρ	0.6896*** (0.0553)	0.6984*** (0.0628)	0.3946*** (0.0459)	0.4939*** (0.0687)	0.5183*** (0.0549)	0.5901*** (0.0713)
Main						
$\ln MAR$	0.1645*** (0.0592)	0.1645*** (0.0565)	0.1666*** (0.0601)	0.1690*** (0.0568)	0.1660*** (0.0596)	0.1674*** (0.0565)
$\ln Jacobs$	0.1280*** (0.0404)	0.1260*** (0.0397)	0.1309*** (0.0406)	0.1309*** (0.0397)	0.1299*** (0.0404)	0.1289*** (0.0396)
$\ln TTS$	0.0162 (0.0270)	-0.0003 (0.0269)	0.0184 (0.0271)	-0.0030 (0.0269)	0.0176 (0.0271)	-0.0022 (0.0269)
$\ln PGDP$	0.0329 (0.1016)	0.0188 (0.1036)	0.0533 (0.0988)	0.0218 (0.1033)	0.0432 (0.1002)	0.0181 (0.1038)
$\ln perSTU$	0.0620 (0.0523)	0.0493 (0.0492)	0.0574 (0.0513)	0.0410 (0.0472)	0.0588 (0.0518)	0.0440 (0.0481)
$\ln RD$	0.1498*** (0.0366)	0.1228*** (0.0341)	0.1714*** (0.0380)	0.1408*** (0.0351)	0.1621*** (0.0374)	0.1320*** (0.0346)
$\ln Market$	0.0513 (0.0371)	0.0404 (0.0339)	0.0571 (0.0396)	0.0457 (0.0350)	0.0546 (0.0384)	0.0431 (0.0343)
$\ln SO2$	0.0304 (0.0239)	0.0447* (0.0239)	0.0290 (0.0239)	0.0453* (0.0238)	0.0297 (0.0238)	0.0453* (0.0238)
Wx						
$\ln MAR$	0.5046* (0.2669)	0.4840* (0.2717)	0.2813* (0.1476)	0.3195** (0.1553)	0.3598* (0.1903)	0.3840* (0.1981)
$\ln Jacobs$	0.0350 (0.1818)	-0.0065 (0.2143)	0.0134 (0.0993)	0.0329 (0.1296)	0.0191 (0.1291)	0.0222 (0.1629)
$\ln TTS$	0.0526 (0.1231)	0.4019** (0.1761)	0.0158 (0.0675)	0.2729** (0.1130)	0.0255 (0.0871)	0.3272** (0.1386)
$\ln PGDP$	0.0310 (0.3685)	-0.2630 (0.3783)	0.0994 (0.2328)	-0.0459 (0.2580)	0.0903 (0.2879)	-0.1165 (0.3080)
$\ln perSTU$	-0.0621 (0.1320)	-0.3741* (0.2100)	-0.0143 (0.0648)	-0.2080 (0.1289)	-0.0297 (0.0871)	-0.2740* (0.1605)
$\ln RD$	0.2210* (0.1254)	0.3987*** (0.1373)	0.1006 (0.0763)	0.2435** (0.0982)	0.1410 (0.0958)	0.3062*** (0.1155)
$\ln Market$	0.0167 (0.2288)	0.0377 (0.4057)	0.0144 (0.1221)	-0.0095 (0.2698)	0.0144 (0.1602)	0.0018 (0.3265)
$\ln SO2$	-0.0571 (0.0798)	-0.0919 (0.0824)	-0.0400 (0.0453)	-0.0461 (0.0517)	-0.0482 (0.0580)	-0.0618 (0.0638)
Variance						
σ^2_e	0.1926*** (0.0114)	0.1905*** (0.0112)	0.1970*** (0.0117)	0.1926*** (0.0114)	0.1953*** (0.0116)	0.1914*** (0.0113)
Fixed ID	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Fixed TIME	Y	Y	Y	Y	Y	Y
N	3679	3679	3679	3679	3679	3679
R^2	0.573	0.536	0.760	0.679	0.713	0.636

注：括号内为标准误；***、**和*分别表示在1%，5%，10%水平上显著。

(五) 区域创新发展的空间效应分解

生产性服务业专业化集聚 (lnMAR)

- 专业化集聚对区域创新发展有显著直接促进效应和正向空间溢出
- 地理距离约束弱化后进一步增强

生产性服务业多样化集聚 (lnJacobs)

- 多样化集聚有效促进本地区创新
- 多样化集聚对邻近地区正向空间溢出效应不显著
- 地理距离约束弱化影响效应不明确
- 促进效应 **专业化集聚 > 多样化集聚**

互联网信息化水平 (lnTTS)

- 信息化水平对本地区和邻近地区创新不存在显著促进效应
- **地理距离约束弱化能有效发挥正向空间溢出效应**

表5.5 区域创新发展影响因素的直接效应、间接效应和总效应分解

(Y=lnINN)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	$W_{T(pre)}$	$W_{T(post)}$	$W_{F(pre)}$	$W_{F(post)}$	$W_{(pre)}$	$W_{(post)}$
LR_Direct						
lnMAR	0.1808*** (0.0623)	0.1812*** (0.0601)	0.1767*** (0.0624)	0.1808*** (0.0596)	0.1778*** (0.0622)	0.1809*** (0.0596)
lnJacobs	0.1306*** (0.0402)	0.1277*** (0.0394)	0.1319*** (0.0399)	0.1328*** (0.0391)	0.1313*** (0.0399)	0.1308*** (0.0391)
lnTTS	0.0203 (0.0264)	0.0115 (0.0260)	0.0217 (0.0262)	0.0058 (0.0259)	0.0211 (0.0262)	0.0077 (0.0259)
LR_Indirect						
lnMAR	2.1788** (1.0218)	2.2324* (1.1798)	0.5977** (0.2466)	0.8496** (0.3564)	0.9799** (0.4187)	1.2872** (0.5985)
lnJacobs	0.4752 (0.6385)	0.3358 (0.7687)	0.1224 (0.1655)	0.2157 (0.2589)	0.2076 (0.2769)	0.2778 (0.4133)
lnTTS	0.1953 (0.4204)	1.3739** (0.6695)	0.0350 (0.1114)	0.5340** (0.2284)	0.0673 (0.1842)	0.8044** (0.3639)
LR_Total						
lnMAR	2.3597** (1.0419)	2.4136** (1.2028)	0.7744*** (0.2675)	1.0303*** (0.3797)	1.1577*** (0.4385)	1.4681** (0.6212)
lnJacobs	0.6058 (0.6505)	0.4636 (0.7779)	0.2543 (0.1792)	0.3485 (0.2693)	0.3390 (0.2894)	0.4086 (0.4228)
lnTTS	0.2156 (0.4279)	1.3855** (0.6738)	0.0567 (0.1200)	0.5399** (0.2334)	0.0884 (0.1921)	0.8121** (0.3682)
Fix ID	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Fix TIME	Y	Y	Y	Y	Y	Y
N	3679	3679	3679	3679	3679	3679
R ²	0.573	0.536	0.760	0.679	0.713	0.636

注：括号内为标准误；***，**和*分别表示在1%，5%，10%水平上显著。

(六) 拓展研究：稳健性检验与内生性探讨

(1) 稳健性检验

替换反地理距离空间权重矩阵

模型(1)

替换城市创新指数为代理变量

模型(2)、(3)

(2) 内生性探讨

控制更多潜在影响因素

模型(4)、(5)

- 当年实际使用外资额对数 ($\ln FDI$)
- 金融机构年末存贷款余额对数 ($\ln FIN$)
- 行业竞争性环境 ($\ln Comp$)

工具变量两阶段回归缓解内生性问题

模型(6)、(7)

- 教育财政投入额对数 ($\ln EDU$)

表5.6 稳健性与内生性检验

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Y=	W_D	$W_{T(pre)}$	$W_{T(post)}$	$W_{T(pre)}$	$W_{T(post)}$	$\ln RD$	W_D
	$\ln INN$	$\ln INNI$	$\ln INNI$	$\ln INN$	$\ln INN$	$\ln RD$	$\ln INN$
Spatial							
ρ	0.8110*** (0.0261)	0.8895*** (0.0200)	0.9027*** (0.0167)	0.7337*** (0.0396)	0.7405*** (0.0407)		0.7904*** (0.0299)
Main							
$\ln MAR$	0.1615*** (0.0597)	0.0542 (0.0470)	0.0570 (0.0447)	0.1530** (0.0600)	0.1547*** (0.0582)	-0.0337 (0.0390)	0.1570** (0.0617)
$\ln Jacobs$	0.1144*** (0.0403)	0.0851*** (0.0295)	0.0774*** (0.0288)	0.1153*** (0.0414)	0.1124*** (0.0408)	0.0106 (0.0258)	0.1050*** (0.0407)
$\ln TTS$	0.0166 (0.0275)	0.0130 (0.0216)	0.0138 (0.0212)	0.0043 (0.0276)	0.0055 (0.0275)	-0.0299* (0.0179)	0.0175 (0.0284)
$\ln PGDP$	0.0593 (0.0963)	-0.1188 (0.0950)	-0.1052 (0.0862)	-0.0185 (0.1197)	0.0076 (0.1113)	0.6550*** (0.0464)	-0.0032 (0.1094)
$\ln perSTU$	0.0730 (0.0475)	0.0930*** (0.0336)	0.0964*** (0.0331)	0.0720 (0.0491)	0.0717 (0.0482)	-0.1042*** (0.0230)	0.0763 (0.0465)
$\ln RD^{(1)}$	0.1090*** (0.0347)	0.0589** (0.0280)	0.0465* (0.0262)	0.1198*** (0.0349)	0.1070*** (0.0338)		0.1424* (0.0851)
$\ln EDU$						0.9123*** (0.0493)	
控制变量	N	N	N	Y	Y	N	N
Wx							
$\ln MAR$	0.3525 (0.7509)	0.8958* (0.5143)	0.2458 (0.5095)	0.5817 (0.6278)	-0.0334 (0.5843)		0.4082 (0.7648)
$\ln Jacobs$	-0.1437 (0.4660)	0.3018 (0.3113)	-0.0259 (0.2731)	-0.0133 (0.4422)	-0.3940 (0.3872)		-0.1950 (0.4682)
$\ln TTS$	0.2625 (0.3067)	0.0415 (0.2345)	0.0699 (0.2009)	0.5734** (0.2862)	0.4963* (0.2853)		0.3300 (0.3180)
控制变量	N	N	N	Y	Y	N	N
Variance							
σ^2_e	0.1915*** (0.0111)	0.0703*** (0.0092)	0.0686*** (0.0091)	0.1928*** (0.0113)	0.1905*** (0.0111)		0.1923*** (0.0112)
$_{-cons}$						-9.2318*** (0.7661)	
Fixed ID	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Fixed TIME	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
N	3679	2830	2830	3679	3679	3679	3679
R ²	0.379	0.282	0.270	0.436	0.374	0.636	0.290

注：括号内为标准误；***，**和*分别表示在1%，5%，10%水平上显著。

六、结论与政策启示

(一) 基本结论

(1) 城市创新发展水平具有典型空间自相关特征，知识空间溢出效应明显，随着时间推移不断增强

(2) 生产性服务业专业化集聚对本地和邻近地区创新发展水平提升均具有显著促进作用；地理距离约束弱化进一步有效提升影响效应

(3) 生产性服务业多样化集聚显著提升本地区创新发展水平，但弱于专业化集聚，对邻近地区的正向促进效应并不明显；地理距离约束弱化对其并没有显著改善效果

(4) 仅依靠互联网信息化发展对本地和邻近地区创新发展并没有显著影响；地理距离约束弱化带来“面对面交流”成本降低和效率提升，能够有效发挥互联网信息技术正向空间溢出效应

(二) 政策启示

(1) 合理规划全国以及地区层面的生产线服务业产业布局与结构优化，注重发挥产业专业化集聚独特优势，适度兼顾地区产业多样化发展

- 相较生产性服务业多样化集聚，专业化集聚对区域创新发展水平提升具有更加积极的直接促进和空间溢出效应这一基本事实
- 中央和地方政府在“十四五”及未来时期应当进一步做好产业集群发展战略规划
- 更加突出和注重利用当地经济基础和区位优势，形成具有本土特色的产业专业化与多样化集聚模式，致力于实现由产业集聚到创新集聚的优势转换和互补

(2) “线上交流”与“面对面交流”并非能够相互完全替代关系

- 既要持续推进工业互联网新型基础设施建设体系化，推进云改数转战略，提供数字基础设施新供给
- 又要重视以高铁为代表的国家综合立体交通网建设以及区域一体化发展规划的重要战略意义



重慶大學
CHONGQING UNIVERSITY



重慶大學經濟與工商管理學院
School of Economics and Business Administration, Chongqing University

懇請老師批評指正！

答辯人： 鄭維偉

專 業： 應用經濟學

(一) 指标体系

2007—2019年中国283个地级及以上城市面板数据

数据来源：历年《中国城市统计年鉴》和《中国环境统计年鉴》

表4.1 变量描述性统计表

变量名	变量含义	样本量	标准差	最小值	均值	最大值
lnINN	发明专利授权量取对数	3679	1.9631	0.0000	4.3813	10.8804
lnMAR	产业专业化集聚取对数	3679	0.4023	-2.7348	-0.9902	0.4820
lnJacobs	产业多样化集聚取对数	3679	0.7772	-6.2552	-0.8619	0.9516
lnTTS	信息化水平取对数	3679	1.0149	8.3121	12.1955	16.2120
lnPGDP	人均GDP取对数	3679	0.6403	4.5449	10.3130	12.8692
lnSTU	每万人大学生数取对数	3679	1.2214	-2.3656	4.5338	7.1787
lnRD	科研财政支出取对数	3679	1.4246	-1.0800	9.8546	15.2526
lnMarket	社会消费品零售总额取对数	3679	1.0889	5.2323	15.1341	18.5759
lnSO2	工业二氧化硫排放量取对数	3679	1.2350	0.6931	10.1990	13.4341

五、实证结果分析

(四) 区域创新发展的影响机制探讨

地区经济发展 (lnGDP)

- 潜在促进本地和邻近地区创新
- 地理距离约束弱化对本地区创新潜在促进，但对邻近地区有潜在虹吸效应

人力资本投资 (lnperSTU)

- 对本地区创新具有潜在正向影响
- 但对邻近地区存在潜在挤出效应

科研财政投入 (lnRD)

- 本地和邻近地区创新均存在显著激励效应

市场规模 (lnMarket)

- 本地与邻近地区均存在潜在正向扩张效应

环境污染排放 (lnSO₂)

- 地理距离约束弱化显著促进本地区创新
- 对邻近地区创新带来潜在负效应 (污染转移效应)

表5.5 区域创新发展影响因素的直接效应、间接效应和总效应分解

(Y=lnINN)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	$W_{T(pre)}$	$W_{T(post)}$	$W_{F(pre)}$	$W_{F(post)}$	$W_{(pre)}$	$W_{(post)}$
LR_Direct						
lnPGDP	0.0329 (0.0984)	0.0119 (0.1007)	0.0544 (0.0962)	0.0196 (0.1010)	0.0442 (0.0974)	0.0144 (0.1012)
lnperSTU	0.0619 (0.0497)	0.0415 (0.0473)	0.0579 (0.0490)	0.0369 (0.0455)	0.0592 (0.0494)	0.0385 (0.0463)
lnRD	0.1586*** (0.0361)	0.1359*** (0.0338)	0.1768*** (0.0375)	0.1498*** (0.0348)	0.1685*** (0.0369)	0.1424*** (0.0342)
lnMarket	0.0529 (0.0403)	0.0424 (0.0367)	0.0585 (0.0422)	0.0466 (0.0371)	0.0561 (0.0411)	0.0443 (0.0366)
lnSO2	0.0288 (0.0227)	0.0426* (0.0227)	0.0275 (0.0229)	0.0440* (0.0227)	0.0282 (0.0228)	0.0438* (0.0227)
LR_Indirect						
lnPGDP	0.2837 (1.2700)	-0.7724 (1.3399)	0.2234 (0.3923)	-0.0384 (0.5196)	0.2790 (0.6177)	-0.2123 (0.7805)
lnperSTU	-0.0767 (0.3809)	-1.2176* (0.7251)	0.0106 (0.0897)	-0.3825 (0.2473)	-0.0036 (0.1537)	-0.6350 (0.3895)
lnRD	1.1021** (0.4654)	1.7152*** (0.6432)	0.2829** (0.1233)	0.6330*** (0.2037)	0.4803** (0.2016)	0.9761*** (0.3304)
lnMarket	0.1385 (0.7544)	0.1955 (1.3517)	0.0512 (0.1984)	0.0172 (0.5089)	0.0740 (0.3312)	0.0525 (0.7771)
lnSO2	-0.1143 (0.2663)	-0.1982 (0.2881)	-0.0445 (0.0730)	-0.0410 (0.1018)	-0.0649 (0.1192)	-0.0785 (0.1586)
LR_Total						
lnPGDP	0.3166 (1.2642)	-0.7604 (1.3357)	0.2778 (0.3937)	-0.0188 (0.5195)	0.3231 (0.6148)	-0.1979 (0.7778)
lnperSTU	-0.0148 (0.3731)	-1.1761 (0.7286)	0.0685 (0.0934)	-0.3456 (0.2551)	0.0556 (0.1517)	-0.5965 (0.3948)
lnRD	1.2607*** (0.4679)	1.8511*** (0.6461)	0.4597*** (0.1283)	0.7828*** (0.2068)	0.6488*** (0.2047)	1.1186*** (0.3331)
lnMarket	0.1914 (0.7708)	0.2378 (1.3621)	0.1097 (0.2166)	0.0638 (0.5169)	0.1300 (0.3481)	0.0968 (0.7857)
lnSO2	-0.0854 (0.2649)	-0.1556 (0.2852)	-0.0170 (0.0747)	0.0030 (0.1010)	-0.0367 (0.1194)	-0.0347 (0.1566)
Fix ID	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Fix TIME	Y	Y	Y	Y	Y	Y
N	3679	3679	3679	3679	3679	3679
R ²	0.573	0.536	0.760	0.679	0.713	0.636

注：括号内为标准误；***，**和*分别表示在1%，5%，10%水平上显著，下同。

（一）基本结论

（5）地区经济发展、人力资本投资、科研财政投入、市场规模扩张以及环境规制力度均在经济意义上促进本地区创新发展水平提升

科研财政投入和市场规模扩张对邻近地区创新发展存在正向激励效应

其余因素均具有潜在挤出效应

（二）政策启示

（3）重视科研财政投入和市场规模扩张对区域整体创新发展的促进作用，同时尽可能地避免地区经济增长的虹吸效应、人力资本投资的挤出效应及环境污染的区际转移效应等对邻近地区的潜在不利因素

- 后续区域创新要素合作共享过程中，需充分考虑地区间发展差异和空间溢出效应
- 避免形成具有“排他性”的新区域主义，避免出现“污染天堂”和“以邻为壑”等转嫁负面效益的不利局面
- 特别注意各地方政府的战略目标及其规划统一，促进地区间良性竞争和协调发展