

# 国家高新区提升了城市创新效率吗？ ——基于空间集聚调节效应的实证检验

李婉红 刘芳 刘天森

(哈尔滨工程大学经济管理学院 哈尔滨 150000)

**摘要:** 基于我国 233 个城市 2000—2016 年的数据,采用 PSM-DID 模型检验设立国家高新区是否提升了城市创新效率,并从城市规模和城市等级层面分析国家高新区对城市创新效率影响的异质性。进一步,引入空间集聚作为调节变量,从要素集聚和产业集聚视角分别探讨国家高新区影响城市创新效率的内在机制。实证结果表明:国家高新区对城市技术研发效率和成果转化效率均产生显著的促进作用。同时,国家高新区对城市创新效率的影响与城市规模及城市等级有关,表现为国家高新区对大型、中型和小型城市创新效率的促进作用优于特大型城市;对二线和三线城市技术研发效率的促进作用优于四线和五线城市,但对成果转化效率的作用低于四线和五线城市。空间集聚调节效应的结果表明,要素集聚显著正向调节了国家高新区对于城市技术研发效率及成果转化效率的影响,产业集聚则显著负向调节了国家高新区对于成果转化效率的影响。此外,要素集聚和产业集聚对于东部和中西部城市创新效率的调节作用存在明显的异质性。本文扩展了国家高新区驱动效应的传导机制,也为探索城市创新效率提升路径提供了事实依据。

**关键词:** 国家高新区; 城市创新效率; 要素集聚; 产业集聚

DOI:10.14120/j.cnki.cn11-5057/f.2022.05.007

## 引言

作为战略性新兴产业的集聚地,国家高新区已成为实施创新驱动发展战略的核心引领区,并在区域经济发展、城市创新效率等领域发挥了重要的“政策试验田”作用。《中国火炬统计年鉴》(2017)显示,我国 2016 年共有 146 家国家高新区被纳入统计范围<sup>①</sup>,并且当年创造工业总产值达到 19.68 万亿元,占全国 GDP 总量的 26.70%。其中,高新技术企业 3.88 万家,占全国高新技术企业总量的 29.88%。在创新投入方面,园区拥有科技活动人员 338.59 万人,R&D 经费支出 4521.58 亿元,占科技活动经费总额的 63.11%。与此相对应,创新产出也取得持续突破。2016 年发明专利授权量达到 1793 件,实现技术合同交易额 11407 亿元。此外,通过分析 2007—2016 年国家高新区创新投入与产出的相关数据,10 年间国家高新区科技人员、R&D 经费投入、专利授权量、技术合同交易额以及工业总产值均呈现稳定增长趋势(如图 1 所示)。因此,国家高新区对科技成果产出和经济增长的驱动效应日益显著。

与此同时,学者们对国家高新区及其驱动效应也开展了广泛研究<sup>②</sup>,尤其是探讨了国家高新区与区域创新、企业创新的关系。一方面,诸多学者认同高新区对于区域创新的驱动作用。例如,Huang 和 Fernándezmaldonado<sup>[1]</sup>通过对比荷兰和中国台湾地区高新区空间战略的差异,发现即使实施不同的发展模式,高新区对区域发展的带动作用仍然显著。Chandrashekar 和 Mungila Hillemane<sup>[2]</sup>则以印度班加鲁鲁高新区为研究对象,提出高新区内企业吸收能力是提升区域创新效率的关键因素。国内学者程郁和陈雪<sup>[3]</sup>对国家高新区全要素生产率进行分解,认为高新区能够促进城市创新增长。另一方面,部分学者重点探讨了高新区对企业创新绩效的影响。例如,Lamperti 等<sup>[4]</sup>以意大利科技园区为例,探讨了企业专利产出和研发

收稿日期:2019-06-03

基金项目:国家社会科学基金项目(17BGL204)。

作者简介:李婉红,哈尔滨工程大学经济管理学院教授,博士生导师,博士;刘芳(通讯作者),哈尔滨工程大学经济管理学院博士研究生;刘天森,哈尔滨工程大学经济管理学院讲师,博士。

<sup>①</sup>苏州工业园区于 2006 年纳入火炬计划,但考虑到苏州工业园区数据在统计年鉴中单独列出,此处所展示的数据不包含苏州工业园区。因此,截至 2016 年底,国家高新区共包括 146+1 个。

<sup>②</sup>一般地,国外学者将高新区称为“科技园区”或者“科学园区”,本文将二者均作为国家高新区考虑。

活动与科技园区数量的正相关关系。Vásquez-Urriago 等<sup>[5]</sup>通过研究西班牙科技园区对企业产品创新的影响,证实了科技园区对企业创新绩效的促进作用。Díez 和 Fernández<sup>[6]</sup>则提出,即使处于经济衰退期,科技园区对企业研发活动仍然表现出促进作用。林毅夫等<sup>[7]</sup>指出国家开发区作为基于地点的产业政策,能够有效地促进企业生产率的进步。周国林等<sup>[8]</sup>认为国家高新区的科技型中小企业已然成为促进创新发展的重要主体。但是,也有学者质疑国家高新区对企业创新的促进作用。例如郑江淮等<sup>[9]</sup>指出受政策优惠的吸引,开发区内“扎堆”企业并不能享受靠近要素或市场带来的创新优势。袁其刚等<sup>[10]</sup>对包括国家高新区在内的经济功能区进行考察,发现经济功能区已无法促进企业生产率提升。吴一平和李鲁<sup>[11]</sup>则考察了开发区政策对企业创新能力的影响,明确指出开发区优惠政策抑制了企业创新能力。

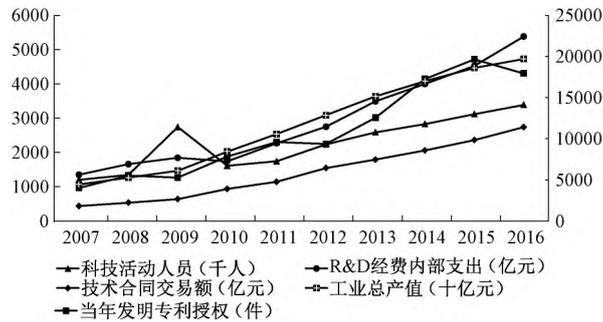


图 1 2007—2016 年国家高新区的发展趋势

此外,学者们对高新区驱动效应的内在机制也进行了深入探讨,但该领域研究成果主要源于国外学者。Cattapan 等<sup>[12]</sup>研究表明意大利的科学园区通过提供技术转让服务对企业技术和产品创新产生积极影响。Díez 和 Montoro<sup>[13]</sup>以西班牙马德里科技园区为研究对象,考察高等院校如何影响科技园区创新,认为企业与高等院校之间形成的正式或非正式关系是企业获得创新技术的关键路径。Albahari 等<sup>[14]</sup>证实了高等院校参与度对科技园区促进企业创新的正向调节作用。Ubeda 等<sup>[15]</sup>以企业吸收能力作为调节变量考察科技园区对企业创新绩效的影响,提出企业吸收能力表现出“倒 U 型”的调节作用,即具备中等吸收能力的企业才能实现最高的创新绩效。Albahari 等<sup>[16]</sup>考察了科技园区异质性的影响,发现科技园区的地理位置、规模及其成立年限均对企业技术创新产生作用。

综上所述,现有研究认为高新区的设立对于区域创新与企业创新均产生影响,并证实了高新区驱动效应的内在机制与高等院校、企业特征和园区属性有关,所取得的丰富成果为本文研究国家高新区驱动效应提供了有益借鉴。但结合现实情境而言,还需要在以下两方面进行深化:第一,我国国家高新区多设立于城市内,高新区技术研发和成果转化直接影响城市创新效率。然而,以往研究多集中于高新区与区域创新及企业创新的关系,仅有少数学者探讨了高新区与城市经济的互动效应,并且尚未发现基于技术创新过程细化二者关系的研究。第二,在探讨国家高新区驱动效应的内在机制时,相较于现有研究所涉及的变量,空间集聚更值得重点关注。其原因在于,我国高新区作为承载创新要素与高技术产业的集聚地,聚集了大批高技术人才、资金、信息等创新要素,已成为国家级科技企业孵化器、众创空间及独角兽企业的重要基地,其空间集聚效应正逐步凸显,已成为调节高新区与城市创新效率关系的关键机制<sup>[17]</sup>。因此,在探讨国家高新区驱动效应时,还需要考虑空间集聚作用的调节效应,以揭示国家高新区与城市创新效率关系的“黑箱”。

基于此,本文通过构建面板固定效应模型,以我国 233 个城市作为研究对象,运用倾向得分匹配法(propensity score matching, PSM)和双重差分法(difference-in-difference, DID)检验国家高新区对城市创新效率的影响。在此基础上,进一步引入空间集聚作为调节变量,探讨高新区对城市创新效率影响的内在机制,所取得的成果有助于拓展国家高新区与城市创新的研究范畴,为探索城市创新效率提升路径提供参考依据。相较于现有研究,本文具有以下三点创新之处:(1)从城市创新的视角拓展国家高新区政策效应的研究,将设立国家高新区视为一项准自然实验,运用 PSM-DID 模型解决样本选择偏差与内生性问题,估计国家高新区的设立对城市创新效率的净效应,丰富了国家高新区产业政策的研究成果。(2)根据城市规模和城市等级,对样本城市进行特征层面的划分,以探讨国家高新区对不同类别城市创新效率的异质性影响,将国家高新区政策效应评估范畴拓展至城市领域。(3)引入空间集聚作为调节变量,从要素集聚和产业集聚两个层面,探讨国家高新区对城市创新效率的内在机制,并结合东部和中西部城市检验空间集聚调节效应的异质性,为发挥国家高新区集聚效应提供参考。

## 理论分析与研究假设

### 1、国家高新区与城市创新效率

早期研究将“创新”视为独立过程而忽略了创新活动之间的内在联系,这种割裂导致对于创新行为与效率的认知尚不清晰。针对该问题,Hansen和Birkinshaw<sup>[18]</sup>将创新理论与价值链结合,首次提出创新价值链(innovation value chain)的概念,强调知识转化为商业价值的过程性。基于创新价值链理论,本文从创新过程视角分析城市创新活动,并结合现有研究将城市创新过程分解为技术研发阶段和成果转化阶段<sup>[19-20]</sup>,以考察国家高新区对不同阶段城市创新效率的影响。其中,技术研发阶段主要将资金和人员的投入转化为知识或技术层面的产出,以创造具有社会经济价值的科技成果<sup>[21]</sup>。成果转化阶段则结合外部资本将科技成果转化为新产品或服务,并推向市场以实现经济价值<sup>[22]</sup>。从二者关系而言,技术研发阶段是创新价值链的前端,是知识和技术的产出过程,其主体是高等院校和科研机构等。成果转化阶段是创新价值链的后端,其主体是企业,将知识和技术转化为产品并投向市场。简言之,技术研发阶段为成果转化阶段提供技术准备,成果转化阶段为技术研发阶段实现经济价值。

将城市创新活动与国家高新区的设立相结合进行分析,不难发现,作为国家区域性“政策试验田”,设立国家高新区的关键目标在于通过聚集创新要素、吸引高技术企业入驻,进而提升城市技术研发效率和成果转化效率<sup>[23]</sup>。从技术研发效率来看,国家高新区的设立有助于发挥“集聚经济”效应,能够迅速集中技术研发所必需的资金、科技人员、信息等关键要素。尤其是随着高技术企业的入驻,技术研发要素被进一步聚拢在企业内部,并在企业创新平台的支撑以及园区创新政策的支持下有效地转化为创新产出,最终实现企业技术研发效率的提升,并叠加形成城市技术研发效率。从成果转化效率来看,国家高新区的设立能够通过发挥“地理邻近”效应为成果转化提供便利。在国家高新区内,往往会产生多条以高技术企业为主导、其他相互关联的配套企业集聚而成的共生产业链。产业链中的下游企业因“地理邻近”带来的便利性与低运输成本首先成为上游企业技术研发成果的接收者与转化者。此外,未入驻国家高新区但同处城市内的其他下游企业也会受到“地理邻近”效应的影响,更大可能选择采纳园区企业的技术研发成果。据此,本文提出以下假设:

H1a: 设立国家高新区有助于促进城市技术研发效率的提升。

H1b: 设立国家高新区也可促进城市成果转化效率的提升。

### 2、不同城市类别下国家高新区对城市创新效率的异质性作用

城市类别可根据城市规模和城市等级进行划分,其中城市规模异质性主要来源于优势资源引力的不同,城市等级异质性则来源于经济发展实力的不同,而这些异质性又会通过要素与政府的“偏爱效应”,导致不同城市类别下国家高新区与城市创新效率的关系产生差异。

一方面,城市规模的异质性往往源自地区优势资源所带来的“要素偏爱效应”,即部分学者认为优势资源禀赋越高的城市,会通过优势资源引力吸引更多诸如人力、资本、技术等创新要素的进入。与此同时,在规模效应的驱使下,要素也可能更偏爱于向大规模城市集聚,并形成循环累积因果关系,导致城市规模越大,国家高新区越能够集聚到技术研发要素并带动城市创新效率的提升。但也有学者提出,城市规模超过一定阈值时,可能会产生挤占效应,即过高的城市规模往往因庞大的社会体系及更多的社会责任,导致其对于社会功能类项目投入更高,从而挤占城市创新要素投入。因此,不同城市规模下国家高新区对城市创新效率的作用会产生异质性<sup>[24]</sup>。

另一方面,城市等级的异质性主要源自经济发展实力的不同。通常城市经济发展实力越强,城市等级则越高,反之亦然。而伴随城市等级异质性的效应之一即为“政府偏爱效应”,亦即等级越高的城市不仅能够获得相对更多的政府资金及政策支持,还拥有由政府“偏爱”带来的溢出效应,使得教育、科技、交通设施等城市基础条件更为优越。因此,等级越高的城市其国家高新区越能促进城市创新效率的提升<sup>[25]</sup>。但“政府偏爱效应”也并非总是高度显著,过多的政府“偏爱”反而会抑制城市创新内生动力,加大城市创新对政府“偏爱”行为的倚重,从而影响城市创新效率的提升。

基于上述分析,本文提出以下假设:

H2a: 不同城市规模下国家高新区对城市创新效率具有异质性作用。

H2b: 不同城市等级下国家高新区同样对城市创新效率具有异质性作用。

### 3、空间集聚的调节作用

空间集聚通常表现为创新活动在空间层面的高度集聚特征,具有要素集聚和产业集聚两种表现形式,也

是二者的集聚综合体<sup>[26, 27]</sup>。从要素集聚层面而言,空间集聚多指特定区域内人力、资本、信息等创新要素的集中<sup>[28]</sup>,即特定空间吸引了大量创新要素,并通过要素流动强化区域内企业合作,进而发挥要素集聚效应,带动区域发展<sup>[29]</sup>。从产业集聚层面而言,由于产业集聚能够充分发挥资源共享优势与专业分工优势,因此,具有战略关联或业务关联的企业通常会选择集聚在特定区域内,并通过协同效应带动产业集聚的形成<sup>[30, 31]</sup>,但也有学者提到,产业集聚同样存在一定阈值,当集聚过度时又会带来拥挤效应。因此,本文从要素集聚和产业集聚两个视角分别考察空间集聚如何调节国家高新区设立对于城市创新效率的影响。

从要素集聚层面分析,要素集聚是创新要素在特定空间的集合,并经过技术研发活动后以新知识或新技术等创新成果形式进入市场,通过创新成果的有效转化带动区域创新效率的提升。而国家高新区无疑对创新要素集聚、技术研发开展以及创新成果转化具有“加速器”作用。一方面,由于创新要素的逐利性特征,要素在流动过程中必然不断寻求价值增值<sup>[32]</sup>。然而,地区间创新要素价值增值率存在差异,这种差异很可能来源于该地区是否存在能够发挥要素集聚效应的平台。因此,国家高新区的平台功能使其成为创新要素流入的不二选择。与此同时,要素集聚效应又成为提高城市技术研发效率与创新成果转化效率的推力。另一方面,根据要素输入量的距离衰减规律,要素输入地与输出地之间的距离对要素集聚具有重要影响<sup>[33]</sup>。通常要素在输出过程中更容易选择转移成本低的区位,这无疑会提高要素的最终收益率。国家高新区的设立能够通过“地理邻近”效应降低创新要素流动的中间成本,从而吸引要素向园区内集聚,并通过促进要素在园区内充分流动与有效配置,带动城市创新效率的提升。基于上述分析,本文提出以下假设:

H3a: 要素集聚正向调节国家高新区对技术研发效率的促进作用。

H3b: 要素集聚同样正向调节国家高新区对成果转化效率的促进作用。

从产业集聚层面分析,城市既是空间集聚的基本单位,也是产业集聚的直接作用对象<sup>[34]</sup>。然而,产业集聚对城市创新效率的影响同时表现为正外部性和负外部性,即协同效应和拥挤效应<sup>[35]</sup>。一方面,产业集聚是大量相互关联的企业在地理上的集中,这种“集中”需要在特定的区域形态内完成。而国家高新区作为以产业链耦合为基础的经济组织,具有布局集中、功能互补、设施配套、规模合理、分工协作的特点,能充分体现产业集聚的内在要求,是产业集群发展的重要载体和平台。同时,国家高新区内的产业集群可根据产业链分工与合作,实现技术创新活动中的资源共享和专业分工带来的协同效应,从而通过这种正外部性促进城市创新效率的提升。然而另一方面,当企业、人口和生产要素在城市过度集聚而形成拥挤效应时,产业集聚又会产生负外部性,将城市集聚经济转变为城市集聚不经济现象<sup>[36]</sup>。需要明确的是,这种拥挤效应可分为“绝对拥挤效应”和“相对拥挤效应”,其中“绝对拥挤效应”是指高新区内大量同质性企业入驻导致公共服务边际成本提升,生产运营及创新成本增加<sup>[37, 38]</sup>,抑制了城市创新效率的提升<sup>[39]</sup>。“相对拥挤效应”则体现在特定区域内,同一产业链中不同环节的同质企业数量过度增加,加剧了企业间对创新资源的恶性抢占,使得企业难以将有限的创新资源投入到技术研发活动中,进而产生低水平重复性创新现象,导致创新成果转化效率低下<sup>[40]</sup>。考虑到当前我国产业集聚多缺乏成熟化运营模式,并且企业同质化现象比较严重,更多表现为相对拥挤效应,因此本文提出以下假设:

H4a: 产业集聚对国家高新区与技术研发效率的关系呈现负向调节作用。

H4b: 产业集聚同样对国家高新区与成果转化效率的关系具有负向调节作用。

综合上述研究假设所反映的变量关系,本文构建理论模型如图 2 所示。

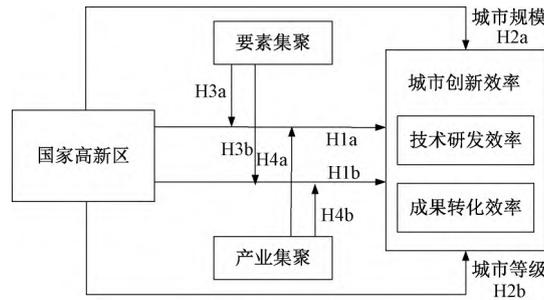


图 2 理论模型

### 变量设计与模型设定

基于上述理论假设,结合创新价值链理论及 DID 基本原理,进行变量选取与模型设计。

## 1、变量设计

### (1) 被解释变量:城市创新效率(*Innoefficiency*)

借鉴创新价值链理论,并参考朱雪珍等<sup>[41]</sup>、钱丽等<sup>[19]</sup>、王栋和赵志宏<sup>[20]</sup>的研究,本文将城市创新活动划分为技术研发和成果转化两个子过程。其中,技术研发阶段主要涉及新知识或新技术的开发,是提升城市创新效率的根本<sup>[42]</sup>;成果转化阶段是将新知识或新技术转化为新产品并推向市场,最终实现创新成果的转化,是提升城市创新效率的关键。本文采用 DEA 模型测算城市创新效率,其中技术研发阶段的投入要素为科研人员(科研综合技术服务业从业人员数 *personal*)和科研经费(科学事业费支出 *fund*)。此外,根据现有研究发现,专利申请数量通常被作为技术研发阶段的产出指标,虽然该指标并不能反映创新质量和经济差异,但因为专利申请数量保证知识的原创性,更容易转化为市场价值,因此被认为更适用于作为创新效率的替代指标<sup>[43]</sup>。基于此,本文选择专利申请数(*patent*)作为技术研发阶段的产出指标,并测算技术研发效率(*tech\_effic*)。在成果转化阶段,本文将技术研发阶段的专利产出作为投入。同时,参考 Guan 和 Chen<sup>[44]</sup>的研究,选择平均从业人数(*employee*)和科教费用支出(*expense*)作为人力和资本的中间投入<sup>[45,46]</sup>,成果转化阶段的最终产出以人均 GDP(*pergdp*)和产品销售收入(*revenue*)进行衡量<sup>[47,48]</sup>,并得到成果转化效率(*conver\_effic*)。

### (2) 解释变量:国家高新区虚拟变量(*treated*)

国家高新区虚拟变量的赋值参考中国科技部火炬高技术产业开发中心发布的国家高新区名单,并将其与所在城市进行匹配。若截至 2016 年该城市内设立国家高新区,则赋值为 1,否则为 0。

### (3) 调节变量:空间集聚(*spatial\_agglo*)

结合邵宜航和李泽扬<sup>[49]</sup>、Beers 等<sup>[50]</sup>有关空间集聚的研究,本文从要素集聚和产业集聚两个视角考察城市空间集聚效应。其中,要素集聚(*factor\_agglo*)分别从资金投入、物质资本、教育投入、基础设施水平和人力资本<sup>[28,51,52]</sup>五个方面进行衡量,并选取地方财政预算内支出、限额以上工业企业销售收入、教育支出、客运总量和普通高等学校在校学生数<sup>[53]</sup>五个指标,采用熵值法赋权测算要素集聚水平。产业集聚(*indus\_agglo*)则借鉴祁毓等<sup>[54]</sup>提出的测度方法,采用区位熵(*location quotient, LQ*)进行衡量。同时,考虑到我国正处于工业化阶段,国家高新区多以工业企业为主,因此本文取第二产业区位熵作为产业集聚的代理指标,具体计算公式如下:

$$LQ_j = \frac{q_{ij} / \sum_{j=1}^m q_{ij}}{\sum_{i=1}^n q_{ij} / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m q_{ij}} \quad (1)$$

其中  $LQ_j$  代表第  $j$  个地区的区位熵,  $q_{ij}$  代表第  $j$  个地区第  $i$  产业的产值,  $m$  代表地区 ( $m=1, 2, \dots, 233$ ),  $n$  代表产业 ( $n=1, 2, 3$ )。

(4) 控制变量:结合现有文献,并考虑到城市特征因素,本文选取以下控制变量,以控制其对城市创新效率的影响。第一,开放水平(*open*),采用人均外商直接投资进行测度,参考当年汇率将其折算为人民币<sup>[55]</sup>。第二,产业结构(*structure*),使用第二产业占 GDP 的比重进行测度<sup>[54]</sup>。第三,人口密度(*lnpopu\_den*),采用地区年末总人口与地区总面积之比进行测度<sup>[54]</sup>。第四,人力资本(*lnpopu\_qua*),采用每万人高等学校在校学生数进行测度<sup>[55]</sup>。第五,工业发展水平(*indus\_deve*),利用限额以上工业企业总产值与地区 GDP 的比值进行测度<sup>[56]</sup>。第六,政府规模(*gove\_scale*),采用地方政府预算内支出与地区 GDP 的比值进行测度<sup>[57]</sup>。第七,信息化水平(*information*),采用地区人均邮电业务总量与地区人均 GDP 的比值进行测度<sup>[58]</sup>。第八,固定资产投资水平(*lnasset*),使用固定资产投资额进行测度<sup>[59]</sup>。第九,金融发展水平(*lnfinancial*),采用金融机构各项贷款余额进行测度<sup>[60]</sup>。

## 2、样本处理与数据来源

截至 2016 年,我国共成立 147 家国家高新区。同时,结合研究内容,本文进行了如下样本调整与筛选:

(1) 考虑到若将 2000 年前批复成立的高新区纳入样本,则由于缺少前期数据作为对比,此时得到的结果仅仅是差分估计而不是双重差分,会影响估计结果的准确性,因此剔除 2000 年之前成立的 57 家国家高新区<sup>③</sup>,并将研究初始期设定为 2000 年。(2) 剔除 3 家位于县级市的高新区以及 3 家数据缺失严重的高新区,共获得 84 家高新区。(3) 因存在一市多区情况,84 家高新区分布于 77 个城市,因此本文所研究的实验组为 77 个城

③剔除位于县级市的延吉高新区、仙桃高新区和璧山高新区;剔除数据缺失严重的昌吉高新区、新疆生产建设兵团石河子高新区和玉溪高新区;剔除 2000 年之前成立的中关村科技园区、天津滨海高新区、石家庄高新区等 57 家高新区。

市。(4)截至2016年末设立高新区的156个城市为对照组,最终确定总样本为233个城市。本文数据主要来源于《中国城市统计年鉴》(2001-2017)、EPS数据库、专利云网站、各城市统计局官网或统计公报等,采用线性插值法进行缺失值补充,并在回归中对总量数据进行了对数处理。变量描述性统计分析结果如表1所示。

表1 变量描述性统计

| 变量类型  | 变量符号                | 观测值  | 均值     | 标准差    | 最小值    | 最大值    | 单位     |
|-------|---------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 解释变量  | <i>treated</i>      | 3961 | 0.194  | 0.396  | 0.000  | 1.000  | —      |
| 被解释变量 | <i>tech_effic</i>   | 3961 | 0.134  | 0.167  | 0.001  | 1.000  | —      |
|       | <i>conver_effic</i> | 3961 | 0.240  | 0.205  | 0.011  | 1.000  | —      |
| 调节变量  | <i>factor_agglo</i> | 3961 | 8.878  | 1.135  | 5.558  | 11.963 | —      |
|       | <i>indus_agglo</i>  | 3961 | 1.015  | 0.260  | 0.003  | 2.235  | %      |
|       | <i>lnopen</i>       | 3961 | 4.664  | 1.871  | 2.639  | 9.782  | 元/人    |
|       | <i>structure</i>    | 3961 | 47.028 | 11.676 | 1.930  | 90.970 | %      |
| 控制变量  | <i>lnpopu_den</i>   | 3961 | 5.611  | 0.937  | 1.548  | 9.356  | 人/平方千米 |
|       | <i>lnpopu_qua</i>   | 3961 | 3.797  | 1.086  | 1.023  | 7.318  | 人      |
|       | <i>indus_deve</i>   | 3961 | 1.093  | 0.605  | 0.035  | 4.415  | %      |
|       | <i>gove_scale</i>   | 3961 | 0.124  | 0.119  | 0.000  | 2.349  | %      |
|       | <i>information</i>  | 3961 | 0.032  | 0.076  | 0.033  | 3.730  | %      |
|       | <i>lnasset</i>      | 3961 | 14.568 | 1.322  | 10.817 | 17.855 | 万元     |
|       | <i>lnfinancial</i>  | 3961 | 15.045 | 1.048  | 9.350  | 19.132 | 万元     |

### 3、DID 模型设定与 PSM 样本匹配

根据准自然实验相关原理,本文将77个设有国家高新区的城市作为实验组( $treated=1$ ),其他156个城市作为对照组( $treated=0$ )。考虑到国家高新区为逐年批复,该城市成立国家高新区当年及之后的时期取 $period=1$ ,成立国家高新区之前的时期取 $period=0$ 。两个虚拟变量的交互项 $did=treated \times period$ 代表成立国家高新区对城市创新效率的净效应。本文基准模型设定如下:

$$Innoefficiency_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 did + \alpha_2 x_{i,t} + \beta_i + \gamma_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

其中 $Innoefficiency_{i,t}$ 为被解释变量,代表城市 $i$ 在 $t$ 年的创新效率。 $x_{i,t}$ 为控制变量。 $\beta_i$ 为个体固定效应, $\gamma_t$ 为时间固定效应, $\varepsilon_{i,t}$ 为误差项。本文重点关注系数 $\alpha_1$ ,若 $\alpha_1$ 显著为正则说明国家高新区的设立有效提升了城市创新效率,否则存在抑制作用或者无影响。

为了消除样本选择偏差,本文选择人口密度、政府规模等作为匹配变量,并采用Logit模型进行k近邻卡尺匹配,倾向得分匹配前后样本标准偏误结果如图3所示。

根据图3可知,匹配前样本变量标准偏误较大,匹配后接近于0,说明匹配后的样本特征更加接近,采用配对对样本进行双重差分能够减少样本的组间差异,从而消除样本选择偏差对估计结果的干扰。

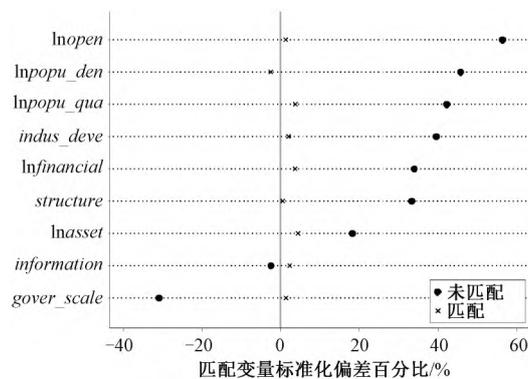


图3 匹配前后样本标准偏误对比

### 4、双重差分法的适用性检验

#### (1) 随机性假设检验: 选择设立国家高新区的城市符合随机性

本文采用Logit回归模型检验国家是否会根据城市创新效率而设立国家高新区,其中以是否成立国家高新区为被解释变量,以技术研发效率和成果转化效率分别作为解释变量,考察城市创新效率是否会影响一个地区成立国家高新区,结果如表2所示。

表 2 二元选择模型回归结果

| 变量                  | did                   |
|---------------------|-----------------------|
| <i>tech_effic</i>   | 0.187<br>(1.442)      |
| <i>conver_effic</i> | -3.819<br>(0.503)     |
| 常数项                 | -11.660***<br>(0.566) |
| $R^2$               | 0.007                 |
| 观测值                 | 3961                  |

注: 括号内为 Robust 调整后的稳健标准误; \*\*\* 表示系数在 1% 的置信水平下显著。

表 2 中的回归结果显示回归系数均不显著, 说明批准一个城市内设立国家级高新区并不是以该地区创新效率为前提, 从而满足双重差分样本选择随机性原则。

(2) 平行趋势假设检验: 实验组与对照组在政策实施前的发展趋势是相同的

本文参考 Autor<sup>[61]</sup> 的研究, 在回归中加入各时点虚拟变量与政策变量的交互项, 验证实验组与对照组是否满足平行趋势, 结果如图 4 所示, 其中横轴代表政策实施的时点, B1 是政策实施前一年, Adopt 是政策实施当年, A1 是政策实施后一年; 纵轴代表实验组与对照组被解释变量的差值, 以政策干预前一年作为参照基准 (取值为 0)。由图 4 检验结果可知, 政策实施前的实验组与对照组的结果变量在 0 附近波动, 说明政策实施之前实验组与对照组发展趋势相同, 但政策实施之后两组的创新效率表现出明显的差距, 而这种差异很可能来自于国家高新区的成立。因此, 样本符合平行趋势假设。

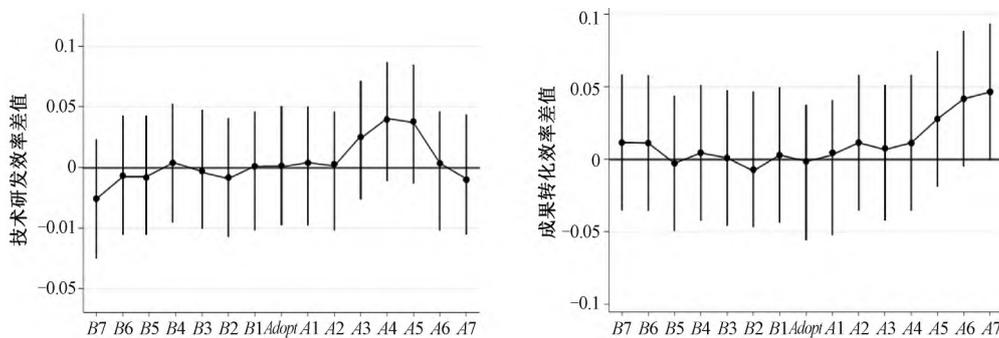


图 4 平行趋势假设检验

### 实证结果分析

#### 1、基准回归结果

采用 HT 检验对数据进行面板单位根检验, 结果显示各变量数据均为平稳序列。基于此, 本文结合双固定效应面板数据模型, 分别运用 DID 和 PSM-DID 估计国家高新区对城市创新效率的净效应, 以比较消除样本选择偏差前后的影响, 基准回归结果如表 3 所示。

由表 3 可知, 无论是否加入控制变量, 模型(1)~模型(4)的 *did* 系数均为正, 并且通过了 5% 的显著性水平检验, 尤其匹配后模型(5)和模型(6)的 *did* 系数明显高于匹配前模型(3)和模型(4)的系数, 说明匹配之后实验组和对照组的样本特征更加接近。该结果表明, 国家高新区的设立对城市技术研发效率和成果转化效率均具有显著提升作用, 假设 H1a 和 H1b 得以验证。其原因可能在于: 一是国家高新区在政府政策的扶持下, 能够对创新要素产生强大的吸引力, 即通过吸引大量高新技术企业入驻以及创新人才、资金、信息等进入, 实现要素集聚效应。同时, 国家高新区的建立也会带来高等院校、科研机构的集聚, 为企业的技术研发活动提供充足的智力资源, 国家高新区内金融机构、中介机构也为城市的创新发展保证了必要的资金支持, 从而带动了技术研发效率的提升。二是国家高新区内部的“地理邻近”效应使得产业链上下游企业间的合作更为便利, 降低了创新成果转化成本。此外, 国家高新区的成立促进了园区内外企业之间、企业和市场、企业和政府、政府和市场之间的互动合作, 进而提高了创新成果转化效率, 推动了城市创新效率的提升。

表 3 国家高新区设立对城市创新效率的总体影响结果

| 变量                        | DID                 |                     |                      |                      | PSM-DID              |                      |
|---------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                           | 技术研发效率              | 成果转化效率              | 技术研发效率               | 成果转化效率               | 技术研发效率               | 成果转化效率               |
|                           | 模型(1)               | 模型(2)               | 模型(3)                | 模型(4)                | 模型(5)                | 模型(6)                |
| <i>did</i>                | 0.046**<br>(0.016)  | 0.040**<br>(0.022)  | 0.039**<br>(0.009)   | 0.035**<br>(0.015)   | 0.041***<br>(0.015)  | 0.037***<br>(0.021)  |
| <i>open</i>               |                     |                     | -0.008**<br>(0.002)  | 0.007***<br>(0.004)  | -0.138**<br>(0.025)  | 0.138***<br>(0.041)  |
| <i>structure</i>          |                     |                     | -0.002*<br>(0.001)   | -0.004***<br>(0.001) | -0.002**<br>(0.004)  | -0.005**<br>(0.004)  |
| <i>popu_den</i>           |                     |                     | 0.020*<br>(0.018)    | 0.010**<br>(0.014)   | 0.173***<br>(0.046)  | 0.344***<br>(0.044)  |
| <i>popu_qua</i>           |                     |                     | -0.001<br>(0.006)    | -0.001<br>(0.009)    | 0.162***<br>(0.003)  | -0.006***<br>(0.038) |
| <i>indus_deve</i>         |                     |                     | 0.024*<br>(0.016)    | 0.013***<br>(0.017)  | 0.361***<br>(0.129)  | 0.013***<br>(0.036)  |
| <i>gove_scale</i>         |                     |                     | -0.104***<br>(0.021) | 0.123*<br>(0.062)    | -0.029***<br>(0.079) | 0.124*<br>(0.062)    |
| <i>information</i>        |                     |                     | 0.003<br>(0.012)     | -0.060**<br>(0.025)  | 0.747<br>(0.529)     | -0.060*<br>(0.024)   |
| <i>lnasset</i>            |                     |                     | -0.027***<br>(0.006) | 0.043***<br>(0.007)  | -0.033***<br>(0.007) | 0.039***<br>(0.011)  |
| <i>lnfinancial</i>        |                     |                     | 0.002***<br>(0.011)  | -0.011***<br>(0.019) | 0.002**<br>(0.043)   | -0.108*<br>(0.057)   |
| 地区效应                      | Yes                 | Yes                 | Yes                  | Yes                  | Yes                  | Yes                  |
| 时间效应                      | Yes                 | Yes                 | Yes                  | Yes                  | Yes                  | Yes                  |
| <i>_cons</i>              | 0.064***<br>(0.007) | 0.236***<br>(0.011) | 0.384***<br>(0.196)  | 0.018**<br>(0.334)   | 0.964*<br>(0.198)    | -0.937<br>(0.769)    |
| <i>N</i>                  | 3961                | 3961                | 3961                 | 3961                 | 3961                 | 3961                 |
| <i>Adj. R<sup>2</sup></i> | 0.275               | 0.205               | 0.297                | 0.244                | 0.294                | 0.243                |

注: 括号内为 Robust 调整后的稳健标准误; \*、\*\*、\*\*\* 分别表示系数在 10%、5% 和 1% 的置信水平下显著。下同。

## 2、异质性检验

基于现阶段我国城市发展的基本情况,并结合前文假设,本文从城市规模和城市等级两个方面,考察不同城市类别下国家高新区与城市创新效率的关系。

### (1) 基于城市规模的异质性检验

根据国务院 2014 年颁布的《关于调整城市规模划分标准的通知》(〔2014〕51)④,本文将样本城市划分为四种规模,即 5 个特大型城市(*megacity*)、34 个大型城市(*bigcity*)、103 个中型城市(*mediumcity*)和 91 个小型城市(*smallcity*),并通过引入城市规模(*city\_scale*)虚拟变量进行异质性检验,模型如下:

$$Innoefficiency_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 did \times city\_scale + \alpha_2 x_{i,t} + \beta_i + \gamma_t + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

基于模型(3),本文分析了不同城市规模下国家高新区对城市创新效率的异质性作用,结果如表 4 所示。

根据表 4 回归结果,模型(1)、模型(2)表明设立国家高新区对特大型城市技术研发效率和成果转化效率的作用均不显著,模型(3)~模型(8)则表明设立国家高新区对大型城市、中型城市 and 小型城市技术研发效率和成果转化效率均具有显著的促进作用,说明不同城市规模下国家高新区对城市创新效率的作用具有异质性,因此假设 2a 得到验证。究其原因,第一,特大型城市因其创新环境更为优越,对创新要素的吸引力更大,换言之,更容易得到“要素偏爱”,因此是否设立高新区并不一定对城市创新效率产生显著影响。此外,特大型城市具有更为庞大的社会体系,担负更多的社会责任,因此为了保障其社会功能的顺利

④该项通知基于空间分布和常住人口等指标将城市规模划分为五类:超大型、特大型、大型、中型和小型,相较于之前的划分标准,该通知科学地反映城市规模的等级结构。其中,由于上海、北京、深圳三个超大型城市于 2000 年之前建立国家高新区,已从样本中剔除,故城市规模异质性的研究样本不包括超大型城市。

实现,在教育、医疗、基础设施等方面的投入挤占了城市创新投入,进而在这类城市中设立高新区并未显著促进城市创新效率提升。第二,相对于特大型城市,国家高新区对大中型城市创新效率则表现出显著的促进作用,说明这类城市规模尚依赖于通过设立国家高新区对创新要素形成吸引力,尤其是中型城市规模下国家高新区对城市创新效率的影响更为明显。第三,虽然小型城市创新环境尚需进一步优化,但由于具有较大的发展潜力,在该类城市设立高新区仍然能够促进城市创新效率的提升。该结果与魏守华等<sup>[62]</sup>的观点一致,即由于中小城市的实际规模偏离最优规模的程度相对较高,可考虑将偏离程度合理的中小城市纳入优先发展范畴。

表 4 国家高新区设立对城市创新效率影响的异质性检验: 不同城市规模

| 变量                             | 技术研发效率<br>模型(1)    | 成果转化效率<br>模型(2)    | 技术研发效率<br>模型(3)     | 成果转化效率<br>模型(4)     | 技术研发效率<br>模型(5)    | 成果转化效率<br>模型(6)    | 技术研发效率<br>模型(7)     | 成果转化效率<br>模型(8)   |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| <i>did</i> × <i>megacity</i>   | 0.016<br>(0.018)   | 0.080<br>(0.034)   |                     |                     |                    |                    |                     |                   |
| <i>did</i> × <i>bigcity</i>    |                    |                    | 0.014***<br>(0.036) | 0.077***<br>(0.034) |                    |                    |                     |                   |
| <i>did</i> × <i>mediumcity</i> |                    |                    |                     |                     | 0.054**<br>(0.022) | 0.082**<br>(0.024) |                     |                   |
| <i>did</i> × <i>smallcity</i>  |                    |                    |                     |                     |                    |                    | 0.008***<br>(0.018) | 0.019*<br>(0.041) |
| 控制变量                           | Yes                | Yes                | Yes                 | Yes                 | Yes                | Yes                | Yes                 | Yes               |
| 地区效应                           | Yes                | Yes                | Yes                 | Yes                 | Yes                | Yes                | Yes                 | Yes               |
| 时间效应                           | Yes                | Yes                | Yes                 | Yes                 | Yes                | Yes                | Yes                 | Yes               |
| <i>-cons</i>                   | 0.328**<br>(0.197) | -0.182*<br>(0.334) | 0.325**<br>(0.195)  | -0.191**<br>(0.334) | 0.341*<br>(0.195)  | -0.203<br>(0.336)  | 0.337***<br>(0.199) | -0.168<br>(0.326) |
| <i>N</i>                       | 3961               | 3961               | 3961                | 3961                | 3961               | 3961               | 3961                | 3961              |
| <i>Adj. R</i> <sup>2</sup>     | 0.291              | 0.242              | 0.292               | 0.245               | 0.298              | 0.242              | 0.291               | 0.242             |

(2) 基于城市等级的异质性检验

为进一步考察国家高新区对不同等级城市创新效率的异质性作用,本文参考新一线城市研究所在 2017 年发布的中国城市等级划分名单<sup>⑤</sup>,将样本城市划分为四个等级,即 6 个二线城市(*secondtier*)、42 个三线城市(*thirtier*)、117 个四线城市(*fourthtier*)和 68 个五线城市(*fifthtier*)。基于此,在基准模型(2)中引入城市等级(*city\_grade*)虚拟变量进行城市等级的异质性检验,模型如下:

$$Innoefficiency_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 did \times city\_grade + \alpha_2 x_{i,t} + \beta_i + \gamma_t + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

基于模型(4),本文分析了不同城市等级下国家高新区对城市创新效率的异质性作用,结果如表 5 所示。

根据表 5 回归结果,模型(1)、模型(3)、模型(5)、模型(7)表明,国家高新区显著促进二线和三线城市技术研发效率的提升,但是对四线和五线城市技术研发效率的促进作用并不明显。此外,模型(2)、模型(4)、模型(6)、模型(8)表明,国家高新区抑制了二、三线城市成果转化效率的提升,但是对四、五线城市成果转化效率具有显著的促进作用,因此假设 2b 得到验证。究其原因,一方面,城市等级越高,越可能得到“政府偏爱”,该城市也将拥有更为充足的创新资源,并通过园区内完善的基础设施,迅速开展技术研发活动。而在城市等级较低的四、五线城市,城市对创新要素的吸引力偏弱,交通和基础设施完善程度相对较低,导致对城市技术研发效率的促进作用并不明显。另一方面,二、三线城市存在技术研发效率较高但成果转化不足的现象,说明该类城市可能更重视技术开发活动,而忽略了创新成果的有效转化。但值得关注的是,国家高新区的设立对四、五线城市成果转化效率却表现出显著的促进作用。该结论似乎与现实相悖,但实际上也恰恰说明,等级低的城市可能更多地通过技术引进或技术外溢进行创新成果的直接转化,而较少开展技术研发活动,这也验证了模型(7)的结果,即为何低等级城市国家高新区对城市技术研发效率的作用并不显著。

⑤2017 年 5 月 25 日,第一财经·新一线城市研究所举办“新一线城市峰会暨 2017 中国城市商业魅力排行榜发布仪式”,根据商业资源集聚度、城市枢纽性、城市人活跃度、生活方式多样性和未来可塑性五大指标,将全国 338 个城市划分为一线城市、新一线城市,以及二、三、四、五线城市。其中,由于一线和新一线城市于 2000 年之前建立国家高新区,已从样本中剔除,故城市等级异质性的研究样本不包括一线和新一线城市。

表 5 国家高新区设立对城市创新效率影响的异质性检验: 不同城市等级

| 变量                             | 技术研发效率<br>模型(1)     | 成果转化效率<br>模型(2)      | 技术研发效率<br>模型(3)    | 成果转化效率<br>模型(4)     | 技术研发效率<br>模型(5)    | 成果转化效率<br>模型(6)    | 技术研发效率<br>模型(7)    | 成果转化效率<br>模型(8)    |
|--------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <i>did</i> × <i>secondtier</i> | 0.030**<br>(0.064)  | -0.213***<br>(0.054) |                    |                     |                    |                    |                    |                    |
| <i>did</i> × <i>thirddtier</i> |                     |                      | 0.029*<br>(0.027)  | -0.052**<br>(0.032) |                    |                    |                    |                    |
| <i>did</i> × <i>fourthtier</i> |                     |                      |                    |                     | 0.037<br>(0.021)   | 0.051**<br>(0.022) |                    |                    |
| <i>did</i> × <i>fivehtier</i>  |                     |                      |                    |                     |                    |                    | 0.009<br>(0.028)   | 0.123**<br>(0.043) |
| 控制变量                           | Yes                 | Yes                  | Yes                | Yes                 | Yes                | Yes                | Yes                | Yes                |
| 地区效应                           | Yes                 | Yes                  | Yes                | Yes                 | Yes                | Yes                | Yes                | Yes                |
| 时间效应                           | Yes                 | Yes                  | Yes                | Yes                 | Yes                | Yes                | Yes                | Yes                |
| <i>_cons</i>                   | 0.326***<br>(0.196) | -0.200***<br>(0.332) | 0.355**<br>(0.194) | -0.246**<br>(0.335) | 0.357**<br>(0.196) | -0.237*<br>(0.372) | 0.322**<br>(0.198) | -0.239<br>(0.327)  |
| <i>N</i>                       | 3961                | 3961                 | 3961               | 3961                | 3961               | 3961               | 3961               | 3961               |
| <i>Adj. R</i> <sup>2</sup>     | 0.292               | 0.250                | 0.293              | 0.244               | 0.294              | 0.250              | 0.291              | 0.250              |

### 3、稳健性检验

#### (1) 反事实假设

考虑到城市创新效率的提升可能并非仅由国家高新区所致,因此,本文构造反事实假设,分别将国家高新区成立时间提前 1 年(*advance1*)和 2 年(*advance2*),进一步验证国家高新区对城市创新效率影响的稳健性,结果如表 6 所示。

表 6 反事实假设检验

| 变量                         | 技术研发效率<br>模型(1)     | 成果转化效率<br>模型(2)     | 技术研发效率<br>模型(3)      | 成果转化效率<br>模型(4)     |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| <i>advance1</i>            | 0.039<br>(0.015)    | 0.036<br>(0.021)    |                      |                     |
| <i>advance2</i>            |                     |                     | 0.043<br>(0.015)     | 0.077<br>(0.019)    |
| 控制变量                       | Yes                 | Yes                 | Yes                  | Yes                 |
| 地区效应                       | Yes                 | Yes                 | Yes                  | Yes                 |
| 时间效应                       | Yes                 | Yes                 | Yes                  | Yes                 |
| <i>_cons</i>               | 0.389***<br>(0.196) | 0.235**<br>(0.3195) | -0.767***<br>(0.126) | 0.774***<br>(0.174) |
| <i>N</i>                   | 3961                | 3961                | 3961                 | 3961                |
| <i>Adj. R</i> <sup>2</sup> | 0.299               | 0.245               | 0.251                | 0.104               |

表 6 中的研究结果显示,将成立国家高新区的时间分别提前 1 年和 2 年时,国家高新区对技术研发效率和成果转化效率的影响均不显著。以此推断,城市创新效率的提升确实源自国家高新区的成立,也表明基准模型回归结果的稳健性。

#### (2) 基于创新效率不同测度指标的稳健性检验

此外,本文以工业企业从业人员数代替科研综合技术服务业从业人员数测度技术研发阶段的人力投入,并分别以地区 GDP 总量代替人均 GDP、产品销售收入增长率代替产品销售收入测度成果转化阶段的产出进行稳健性检验,结果如表 7 所示。

由表 7 结果可知,即使更换变量的测度指标,并且无论是否加入控制变量或使用 PSM 匹配,国家高新区对技术研发效率和成果转化效率的影响依然显著为正,进而验证了本文回归结果的可靠性。

表 7 国家高新区对于城市创新效率的影响结果: 基于创新效率不同测度指标

| 变量                         | DID                 |                     |                     |                    | PSM-DID             |                     |
|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|                            | 技术研发效率              | 成果转化效率              | 技术研发效率              | 成果转化效率             | 技术研发效率              | 成果转化效率              |
|                            | 模型(1)               | 模型(2)               | 模型(3)               | 模型(4)              | 模型(5)               | 模型(6)               |
| <i>did</i>                 | 0.041**<br>(0.015)  | 0.078***<br>(0.012) | 0.032**<br>(0.014)  | 0.039**<br>(0.012) | 0.0349**<br>(0.047) | 0.061**<br>(0.038)  |
| 控制变量                       | No                  | No                  | Yes                 | Yes                | Yes                 | Yes                 |
| 地区固定                       | Yes                 | Yes                 | Yes                 | Yes                | Yes                 | Yes                 |
| 时间固定                       | Yes                 | Yes                 | Yes                 | Yes                | Yes                 | Yes                 |
| <i>_cons</i>               | 0.070***<br>(0.007) | 0.425***<br>(0.006) | 0.251***<br>(0.212) | 0.536*<br>(0.223)  | 0.145***<br>(0.032) | 0.046***<br>(0.027) |
| <i>N</i>                   | 3961                | 3961                | 3961                | 3961               | 3961                | 3961                |
| <i>Adj. R</i> <sup>2</sup> | 0.239               | 0.478               | 0.263               | 0.489              | 0.197               | 0.187               |

### 空间集聚的调节效应检验

依据上述实证结果可知,国家高新区的设立能够有效提升城市技术研发效率和成果转化效率,那么促使二者呈现正相关关系的“黑箱”,即内在机制是什么?同时,由于区域经济发展的差异,不同区域中的国家高新区对城市创新效率是否存在异质性作用?为了回答上述问题,本部分引入空间集聚这一调节变量,从要素集聚和产业集聚两个视角进行详细讨论。

#### 1、调节效应的实证检验

本文从要素集聚(*factor\_agglo*)和产业集聚(*indus\_agglo*)两个视角分别考察空间集聚(*spatial\_agglo*)在国家高新区与城市创新效率间的调节效应,构建如下模型:

$$Innoefficiency_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 did \times spatial\_agglo + \alpha_2 x_{i,t} + \beta_i + \gamma_t + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

基于模型(5),要素集聚与产业集聚的调节效应结果如表8所示。

表 8 调节效应结果

| 变量                               | 技术研发效率              | 成果转化效率              |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|
|                                  | 模型(1)               | 模型(2)               |
| <i>did</i> × <i>factor_agglo</i> | 0.028***<br>(0.012) | 0.071***<br>(0.014) |
| <i>did</i> × <i>indus_agglo</i>  | -0.042<br>(0.032)   | -0.099**<br>(0.044) |
| 控制变量                             | Yes                 | Yes                 |
| 地区固定                             | Yes                 | Yes                 |
| 时间固定                             | Yes                 | Yes                 |
| <i>_cons</i>                     | 0.391***<br>(0.191) | -0.277<br>(0.329)   |
| <i>N</i>                         | 3961                | 3961                |
| <i>Adj. R</i> <sup>2</sup>       | 0.297               | 0.245               |

表8结果表明,要素集聚正向调节国家高新区对城市技术研发效率和成果转化效率的促进作用,且均通过了显著性水平检验,假设H3a和H3b均得到验证。其原因可能在于:一是国家高新区为要素集聚提供了平台,有助于实现要素在该区域内的价值增值。二是由于国家高新区的“地理邻近”效应,能够有效减少要素间的流动成本,加速了要素流动和合理配置,且要素集聚水平越高,越能够发挥国家高新区对城市创新效率的促进作用。

由表8可知,产业集聚显著负向调节国家高新区对成果转化效率的促进作用,假设H4b得到验证,但对技术研发效率的负向调节作用不显著,假设H4a未得到验证。分析原因可能在于,国家高新区的产业集聚更多体现为同质企业的过度集聚,这种过度集聚形成“相对拥挤效应”,加剧了企业间的恶性竞争,降低企业参与创新合作的意愿和投入,也使得企业难以有效进行技术研发活动。此外,同质企业的过度集聚也意味着国家高新区企业创新活动的同质性,导致重复性创新成果的产出,进而降低创新成果转化效率,且产业集聚水平

越高,即“相对拥挤效应”越突出,国家高新区对城市创新效率的促进作用则会越低。

## 2、空间集聚调节效应的区域异质性检验

考虑到我国区域间经济发展的不均衡性,本文通过引入地区位置(*reg\_location*)虚拟变量,将处于东部地区(*east*)的76个城市(以下称之为东部城市)与处于中西部(*midwest*)地区的157个城市(以下称之为中西部城市)进行对比,检验不同区域中要素集聚和产业集聚调节效应的差异,回归模型设定如下:

$$Innoefficiency_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 did \times spatial\_agglo \times reg\_location + \alpha_2 x_{i,t} + \beta_i + \gamma_t + \varepsilon_{i,t} \quad (6)$$

基于模型(6),要素集聚与产业集聚的调节效应的区域异质性结果如表9所示。

表9 调节效应的区域异质性分析

| 变量  | 技术研发效率              | 成果转化效率               |
|---|---------------------|----------------------|
|   | 模型(1)               | 模型(2)                |
| <i>did</i> × <i>factor_agglo</i> × <i>east</i>    | 0.042***<br>(0.016) | 0.009***<br>(0.014)  |
| <i>did</i> × <i>factor_agglo</i> × <i>midwest</i> | -0.010<br>(0.009)   | -0.031<br>(0.028)    |
| <i>did</i> × <i>indus_agglo</i> × <i>east</i>     | 0.064<br>(0.061)    | -0.102***<br>(0.085) |
| <i>did</i> × <i>indus_agglo</i> × <i>midwest</i>  | 0.014<br>(0.029)    | -0.052**<br>(0.044)  |
| 控制变量  | Yes                 | Yes                  |
| 地区效应  | Yes                 | Yes                  |
| 时间效应  | Yes                 | Yes                  |
| <i>_cons</i>                                      | 0.370*<br>(0.186)   | -0.351<br>(0.321)    |
| <i>N</i>  | 3961                | 3961                 |
| <i>Adj. R</i> <sup>2</sup>                        | 0.302               | 0.271                |

表9回归结果表明,要素集聚正向调节国家高新区对东部城市技术研发效率和成果转化效率的促进作用,但对中西部城市技术研发效率和成果转化效率的调节作用均不显著。分析原因,由于技术创新的高成本特征,城市创新活动通常以丰裕的创新资源、成熟的市场机制、完善的创新环境作为支撑。因此,相较于中西部城市,东部城市在上述方面均具有优势,从而更易发挥国家高新区对城市创新效率的提升作用。具体而言,一方面,从东部城市来看,这些城市具有强大的“虹吸效应”,将大量创新要素聚拢其中。跨国企业、科研院所和金融机构等组织的进入更是形成了高质量的产学研关系网,为城市创新活动提供了完善的支撑体系。此外,东部城市中的国家高新区发展相对成熟,园区内网络化的研发环境为多要素交互共享提供了空间,缩短了创新成果转化周期,加速了创新成果的推广和扩散,并带动东部城市创新效率的提升。另一方面,从中西部城市来看,这些城市往往囿于创新资源约束,企业创新发展动力不足,尤其是创新人才的匮乏,更是限制了国家高新区内创新研发活动的有效开展。还需关注的是,中西部城市中的国家高新区为了短时间内吸引企业集中,往往盲目实施优惠政策,而未充分考虑企业的发展方向与城市目标产业的匹配程度,致使创新价值链的关联性较弱、技术研发活动和成果转化活动脱节,导致国家高新区对城市创新效率的带动作用并不显著。

表9回归结果也表明,产业集聚负向调节国家高新区对东部和中西部城市成果转化效率的促进作用,但是对这些城市技术研发效率的调节作用均不显著。结合现实情况进行分析,我国东部和中西部城市面临着集聚经济效应发展不平衡问题<sup>[63]</sup>。对于东部城市而言,产业集聚在促进知识溢出带来正效应的同时,也加剧了模仿创新带来的负效应。其原因在于,由于知识产权保护力度不足,产业集聚的技术外溢和人员流动使得模仿创新更容易获得,东部城市的创新投入得不到合理回报,导致研发主体的创新热情不足。与此相反,中西部城市通过模仿创新获得可观的短期收益,但长此以往会滋生企业的创新惰性,造成产业集群科技成果产出水平不高。此外,模仿创新会造成整体产品质量的下降,中西部城市的“逆向选择”行为会降低产业集群企业合作的信任,导致产业集聚带来的创新优势逐渐衰退。

## 结论及政策建议

本文以我国 233 个城市为研究对象,采用 PSM-DID 考察成立国家高新区对城市创新效率的影响,并引入空间集聚调节变量,从要素集聚和产业集聚两个视角分析国家高新区对城市创新效率的内在机制。研究结果表明:(1) 设立国家高新区能够有效促进城市技术研发效率和成果转化效率的提升,即国家高新区通过“要素集聚”效应提升技术研发效率,“地理邻近性”又推动了成果转化效率的提升。(2) 不同城市规模和城市等级下国家高新区对城市创新效率的作用呈现异质性,即相对于特大型城市,国家高新区对大、中、小型城市创新效率表现出更为显著的促进作用。同时,国家高新区对二、三线城市技术研发效率的促进作用更加显著,但对四、五线城市成果转化效率的促进作用则明显优于二、三线城市。(3) 要素集聚正向调节国家高新区对城市创新效率的促进作用,产业集聚负向调节国家高新区对成果转化效率的促进作用;空间集聚调节效应在东部城市和中西部城市均呈现出异质性。

基于上述研究结论,本文提出以下三点建议:

第一,考虑到设立国家高新区对城市创新效率具有促进作用,中央政府和地方政府应继续加大对国家高新区的扶持力度,为高新区的技术研发活动提供资金保障,并带动人才、信息、知识等创新要素的流入,通过集聚效应带动高端创新成果的产生。同时,应完善国家高新区的创新环境,通过构建资源环境的管控机制、社会治理的服务机制、创新创业的动力机制和人才教育的保障机制,加快建设国家高新区的全方位支撑体系,并形成企业带动产业、产业带动城市的联动发展模式,促进城市创新效率的有效提升。

第二,应考虑城市规模与城市等级的异质性,充分发挥不同城市类别下国家高新区对城市创新效率的促进作用。在城市规模方面,特大型城市应合理配置国家高新区的创新投入,实现高新区与城市创新效率的有效耦合,尤其重点关注共享经济、平台经济和智能经济等催生独角兽企业的新型经济领域,率先开始国家高新区的新技术革命。大中型城市应健全创新支撑体系,继续强化国家高新区的创新资源集聚作用,吸引高端创新要素的流入,实现城市创新活动升级与创新效率持续提升。小型城市则应注重科技、教育、基础设施等创新环境的改善,并进一步优化服务于科技型企业的创新创业生态,通过与周边城市的合作形成高新区集群,提升城市创新效率。在城市等级方面,应打通二、三线城市创新成果转化的“最后一公里”,通过搭建成果转化基地、强化园区内外合作、完善金融服务体系,提升城市创新成果转化效率。同时,还需激发四、五线城市技术研发动力,为技术研发提供基础设施等“硬件”保障以及制度机制等“软件”保障,充分释放企业创新潜能,提升城市技术研发效率。

第三,应考虑要素集聚与产业集聚在不同地区城市中的调节效应,推动地区间国家高新区的均衡设立、提升城市创新效率。首先,通过制定相对优惠的税收政策、人才政策等,适度扶持中西部地区国家高新区的技术创新活动,提升中西部地区对高技术企业及高水平创新要素的吸引力。其次,中西部城市政府应打破创新要素匮乏的束缚,加大与东部城市国家高新区的合作,通过形成跨区域的产业集聚,强化园区间的资源共享力度,实现“一加一大于二”的协同效应,提高技术研发与成果转化效率。最后,提升东部城市在国家高新区建设及城市创新领域的引领作用和示范带动效应,可通过推行国家高新区样板工程,推广高新区提升城市创新效率的成功经验,以点带面,从线到片,实现我国城市创新效率的总体提升。

总之,在国家创新驱动发展战略的引导下,无论是从科学评估国家高新区政策效应的角度,还是有效提升城市创新效率的角度出发,考察国家高新区对城市创新效率的影响及其内在机制均具有重要意义,不仅有助于充分发挥国家高新区在城市创新中的引擎作用,也将带动城市产业结构优化升级,最终实现现代化城市的发展目标。

### 参考文献:

- [1] Huang W. J., Fernándezmaldonado A. M. High-tech Development and Spatial Planning: Comparing the Netherlands and Taiwan from an Institutional Perspective [J]. *European Planning Studies*, 2016, 24(9): 1-22
- [2] Chandrashekar D., Mungila Hillemane B. S. Absorptive Capacity as a Determinant of Innovation in SMEs: A Study of Bengaluru High-tech Manufacturing Cluster [J]. *Small Enterprise Research*, 2017, 24(3): 290-315
- [3] 程郁, 陈雪. 创新驱动的经济增长——高新区全要素生产率增长的分解 [J]. *中国软科学*, 2013 (11): 26-39
- [4] Lamperti F., Mavilia R., Castellini S. The Role of Science Parks: A Puzzle of Growth, Innovation and R&D Investments [J].

- Journal of Technology Transfer , 2017 , 42( 1) : 1-26
- [5] Vázquez U. , Ángela R. , Barge G. A. , et al. The Impact of Science and Technology Parks on Firms' Product Innovation: Empirical Evidence from Spain [J]. Journal of Evolutionary Economics , 2014 , 24( 4) : 835-873
- [6] Díez V. I. , Fernández O. M. The Effect of Science and Technology Parks on Firms' Performance: How can Firms Benefit Most under Economic Downturns? [J]. Technology Analysis & Strategic Management , 2017 , 29( 10) : 1-14
- [7] 林毅夫, 向为, 余森杰. 区域型产业政策与企业生产率[J]. 经济学(季刊), 2018 , 17( 2) : 781-800
- [8] 周国林, 李耀尧, 周建波. 中小企业、科技管理与创新经济发展——基于中国国家高新区科技型中小企业成长的经验分析[J]. 管理世界, 2018 , 34( 11) : 188-189
- [9] 郑江淮, 高彦彦, 胡小文. 企业“扎堆”、技术升级与经济绩效——开发区集聚效应的实证分析[J]. 经济研究, 2008 , ( 5) : 33-46
- [10] 袁其刚, 刘斌, 朱学昌. 经济功能区的“生产效率效应”研究[J]. 世界经济, 2015 , 38( 5) : 81-104
- [11] 吴一平, 李鲁. 中国开发区政策绩效评估: 基于企业创新能力的视角[J]. 金融研究, 2017 , ( 6) : 126-141
- [12] Cattapan P. , Passarelli M. , Petrone M. Brokerage and SME Innovation an Analysis of the Technology Transfer Service at Area Science Park , Italy [J]. Industry & Higher Education , 2012 , 26( 5) : 381-391
- [13] Díez V. I. , Montoro S. Á. How Knowledge Links with Universities may Foster Innovation: The Case of a Science Park [J]. Technovation , 2016 , 50: 41-52
- [14] Albahari A. , Pérez-Canto S. , Barge-Gil A. , et al. Technology Parks versus Science Parks: Does the University Make the Difference? [J]. Technological Forecasting & Social Change , 2017 , 116: 13-28
- [15] Ubeda F. , Ortiz M. , Mora M. E. Do Firms Located in Science and Technology Parks Enhance Innovation Performance? The Effect of Absorptive Capacity [J]. Journal of Technology Transfer , 2019 , 44( 2) : 1-28
- [16] Albahari A. , Barge G. A. , Pérez C. S. , et al. The Influence of Science and Technology Park Characteristics on Firms' Innovation Results [J]. Papers in Regional Science , 2018 , 97( 2) : 253-279
- [17] Camagni R. , Capello R. , Caragliu A. Static vs. Dynamic Agglomeration Economies: Spatial Context and Structural Evolution Behind Urban Growth [J]. Papers in Regional Science , 2016 , 95( 1) : 133-158
- [18] Hansen M. T. , Birkinshaw J. The Innovation Value Chain [J]. Harvard Business Review , 2007 , 85( 6) : 121-130
- [19] 钱丽, 肖仁桥, 陈忠卫. 环境约束、技术差距与企业创新效率——基于中国省际工业企业的实证研究[J]. 科学学研究, 2015 , 33( 3) : 378-389
- [20] 王栋, 赵志宏. 金融科技发展对区域创新绩效的作用研究[J]. 科学学研究, 2019 , 37( 1) : 45-56
- [21] 王惠, 卞艺杰, 王树乔, 等. 地理禀赋、对外贸易与工业技术创新效率——基于面板分位数的经验分析[J]. 管理评论, 2017 , 29( 3) : 40-48
- [22] Roper S. , Arvanitis S. From Knowledge to Added Value: A Comparative , Panel-data Analysis of the Innovation Value Chain in Irish and Swiss Manufacturing Firms [J]. Research Policy , 2012 , 41( 6) : 1093-1106
- [23] 李婧, 管莉花. 区域创新效率的空间集聚及其地区差异——来自中国的实证[J]. 管理评论, 2014 , 26( 8) : 127-134
- [24] Florida R. , Mellander C. , Stolarick K. Inside the Black Box of Regional Development—Human Capital , the Creative Class and Tolerance [J]. Social Science Electronic Publishing , 2008 , 8( 5) : 615-649
- [25] Black D. , Henderson V. A Theory of Urban Growth [J]. Journal of Political Economy , 1999 , 107( 2) : 252-284
- [26] Runiewicz W. M. Localized Knowledge Spillovers , Agglomeration Externalities , and Technological Dynamics in High-tech Industries [J]. Evidence Based on the EU Regions , 2013 , ( 5) : 131-156
- [27] Fornahl D. , Brenner T. Geographic Concentration of Innovative Activities in Germany [J]. Structural Change & Economic Dynamics , 2009 , 20( 3) : 163-182
- [28] 周璇, 陶长琪. 要素空间集聚、制度质量对全要素生产率的影响研究[J]. 系统工程理论与实践, 2019 , 39( 4) : 1051-1066
- [29] Tang G. N. , Shen Q. , Guan Z. W. Study on the Spatial Agglomeration Suitability and Optimize the Input Structure of Production Factors of Manufacturing Industry in the Southeast Seaboard of China [J]. Scientia Geographica Sinica , 2010 , 30( 2) : 168-174
- [30] Cainelli G. Spatial Agglomeration , Technological Innovations , and Firm Productivity: Evidence from Italian Industrial Districts [J]. Growth & Change , 2010 , 39( 3) : 414-435
- [31] Yoon H. , Yun S. , Lee J. , et al. Entrepreneurship in East Asian Regional Innovation Systems: Role of Social Capital [J]. Technological Forecasting & Social Change , 2015 , 100( 11) : 83-95

- [32] 李明珊,孙晓华,孙瑞. 要素市场化、结构调整与经济效益[J]. 管理评论, 2019, 31(5): 40-52
- [33] 李鹏. 要素流动对区域经济发展的推动效应[J]. 中国集体经济, 2011(33): 29-30
- [34] Ning L., Wang F., Li J. Urban Innovation, Regional Externalities of Foreign Direct Investment and Industrial Agglomeration: Evidence from Chinese Cities[J]. Research Policy, 2016, 45(4): 830-843
- [35] Combes P. P., Duranton G., Gobillon L., et al. The Productivity Advantages of Large Cities: Distinguishing Agglomeration from Firm Selection[J]. Econometrica, 2012, 80(6): 2543-2594
- [36] Zhu H., Dai Z., Jiang Z. Industrial Agglomeration Externalities, City Size, and Regional Economic Development: Empirical Research Based on Dynamic Panel Data of 283 Cities and GMM Method[J]. Chinese Geographical Science, 2017, 27(3): 456-470
- [37] 卢飞,刘明辉,孙元元. 集聚、全要素生产率与产业增长[J]. 科学学研究, 2018, 36(9): 1575-1584
- [38] 孙慧,朱俏俏. 中国资源型产业集聚对全要素生产率的影响研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(1): 121-130
- [39] 程中华,张立柱. 产业集聚与城市全要素生产率[J]. 中国科技论坛, 2015(3): 112-118
- [40] 李晓萍,李平,吕大国,等. 经济集聚、选择效应与企业生产率[J]. 管理世界, 2015(4): 25-37
- [41] 朱雪珍,施盛威,封亚. 基于价值链视角的创新效率评价——以江苏省为例[J]. 管理评论, 2013, 25(10): 120-128
- [42] Shefer D., Frenkel A. R&D, Firm Size and Innovation: An Empirical Analysis[J]. Technovation, 2005, 25(1): 25-32
- [43] Grigoriou. Organizing for Knowledge Generation: Internal Knowledge Networks and the Contingent Effect of External Knowledge Sourcing[J]. Technovation, 2017, 38(2): 395-414
- [44] Guan J. C., Chen K. H. Measuring the Innovation Production Process: A Cross-Region Empirical Study of China's High-tech Innovations[J]. Technovation, 2008, 30(5): 348-358
- [45] Roper S., Du J., Love J. H. Modelling the Innovation Value Chain[J]. Research Policy, 2008, 37(6): 961-977
- [46] Lee H., Park Y. An International Comparison of R&D Efficiency: DEA Approach[J]. Asian Journal of Technology Innovation, 2005, 13(2): 207-222
- [47] Maietta O. W. Determinants of University-Firm R&D Collaboration and Its Impact on Innovation: A Perspective from a Low-Tech Industry[J]. Research Policy, 2015, 44(7): 1341-1359
- [48] Spanos Y. E., Vonortas N. S., Voudouris I. Antecedents of Innovation Impacts in Publicly Funded Collaborative R&D Projects[J]. Technovation, 2015, 36(1): 53-64
- [49] 邵宜航,李泽扬. 空间集聚、企业动态与经济增长: 基于中国制造业的分析[J]. 中国工业经济, 2017(2): 5-23
- [50] Beers D. V., Corder G., Bossilkov A., et al. Industrial Symbiosis in the Australian Minerals Industry[J]. Journal of Industrial Ecology, 2010, 11(1): 55-72
- [51] 邹文杰. 研发要素集聚、投入强度与研发效率——基于空间异质性的视角[J]. 科学学研究, 2015, 33(3): 390-397
- [52] 齐亚伟,陶长琪. 环境约束下要素集聚对区域创新能力的影响——基于GWR模型的实证分析[J]. 科研管理, 2014, 35(9): 17-24
- [53] 陈红,纳超洪,雨田木子,等. 内部控制与研发补贴绩效研究[J]. 管理世界, 2018, 34(12): 149-164
- [54] 祁毓,陈建伟,李万新,等. 生态环境治理、经济发展与公共服务供给——来自国家重点生态功能区及其转移支付的准实验证据[J]. 管理世界, 2019, 35(1): 115-134
- [55] 唐红祥. 交通基础设施视角下西部地区制造业集聚的区位熵分析[J]. 管理世界, 2017(6): 178-179
- [56] 王宇澄. 基于空间面板模型的我国地方政府环境规制竞争研究[J]. 管理评论, 2015, 27(8): 23-32
- [57] 曹聪丽,陈宪. 生产性服务业发展模式、结构调整与城市经济增长——基于动态空间杜宾模型的实证研究[J]. 管理评论, 2019, 31(1): 15-26
- [58] 袁航,朱承亮. 国家高新区推动了中国产业结构转型升级吗[J]. 中国工业经济, 2018(8): 60-77
- [59] 熊波,金丽雯. 国家高新区提高了城市创新力吗[J]. 科技进步与对策, 2019, 36(4): 40-49
- [60] 张蕴萍,杨友才,牛欢. 山东省金融效率、溢出效应与外商直接投资——基于空间动态面板 Durbin 模型的研究[J]. 管理评论, 2018, 30(12): 32-41
- [61] Autor D. Outsourcing at Will: The Contribution of Unjust Dismissal Doctrine to the Growth of Employment Outsourcing[J]. Journal of Labor Economics, 2003, 21(2): 1-42
- [62] 魏守华,周山人,千慧雄. 中国城市规模偏差研究[J]. 中国工业经济, 2015(4): 5-17
- [63] 孟美侠,李培鑫,艾春荣,等. 城市工资溢价: 群聚、禀赋和集聚经济效应——基于近邻匹配法的估计[J]. 经济学(季刊), 2019, 18(2): 505-526

*Can National High-tech Zones Improve the Urban Innovation Efficiency?*  
—An Empirical Test Based on the Effect of Spatial Agglomeration Regulation

*Li Wanhong, Liu Fang and Liu Tiansen*

(School of Economics and Management, Harbin Engineering University, Harbin 150000)

**Abstract:** Based on the data of 233 urbans in China from 2000 to 2016, this paper examines whether national high-tech zones can improve urban innovation efficiency through the PSM-DID model, and then organizes the heterogeneity test from the insight of urban size and urban grade. Further, spatial agglomeration is introduced as a moderating variable to explore an internal path of national high-tech zones on urban innovation efficiency from the insight of production factor agglomeration and industrial agglomeration. Our empirical results indicate that national high-tech zones can significantly improve urban R&D efficiency and technology transformation efficiency. What's more, the effect of national high-tech zones on urban innovation efficiency varies with both urban size and urban grade, which is embodied in the fact that the improvement of national high-tech zones on innovation efficiency of large, medium-sized, and small cities is superior to mega-cities, and such improvement in second- and third-tier cities is better than that in fourth- and fifth-tier cities, while it does not affect the achievement transformation. Based on the results of spatial agglomeration regulation effect, it can be concluded that factor agglomeration significantly positively moderates the effect of national high-tech zones on R&D efficiency and technology transformation efficiency, but industrial agglomeration significantly negatively moderates the effect of national high-tech zones on technology transformation efficiency. In addition, factor agglomeration and industrial agglomeration have an obvious heterogeneity in moderating the innovation efficiency of cities in eastern and mid-western China. This paper expands the transmission mechanism of the driving role of national high-tech zone, and also provides factual evidence for exploring the path of improving urban innovation efficiency.

**Key words:** national high-tech zones, urban innovation efficiency, factor agglomeration, industrial agglomeration