

# 空间视角下有效创新与经济增长

张自然<sup>1</sup> 何 竞<sup>2</sup>

(1. 中国社会科学院 经济研究所, 北京 100836; 2. 中国社会科学院大学 经济学院, 北京 102401)

**摘要:** 在创新驱动发展战略的引领下, 提升技术创新水平、推动科技成果转化并将其转化为现实生产力, 对实现中国经济高质量发展具有重要意义。文章基于 1990—2022 年中国 284 个地级及以上城市的面板数据, 从空间视角出发, 实证考察了技术创新与有效创新对经济增长的影响及其作用机制。研究发现: (1) 一般意义上的技术创新与有效创新均对经济增长具有显著的促进作用。(2) 在不考虑空间矩阵的情况下, 有效创新的促进作用比常规意义上技术创新的作用更大; 在考虑空间矩阵之后, 有效创新对经济增长的促进作用相对较小。(3) 机制分析表明, 有效创新能够使其持有者获得直接的垄断利润和竞争优势, 因而受到更大力度的知识产权保护。有效创新的经济增长效应主要体现在本地区内部, 而对周边地区经济增长的溢出作用相对较小。(4) 在知识产权保护全面加强的背景下, 技术创新的空间溢出效应呈现减弱趋势。文章的研究为优化技术创新和资源配置、完善知识产权保护制度以及推动区域经济协调发展提供了重要的政策启示。

**关键词:** 科技成果转化; 有效创新; 经济增长; 发明专利

**中图分类号:** F124.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0257-0246 (2025) 10-0069-17

加快提升自主创新能力、实现高水平科技自立自强是培育新质生产力、推动我国经济高质量发展的必然要求。一直以来, 科技创新在现代化建设的全局中都处于核心地位。为了充分发挥科技创新的核心要素作用, 我国不仅出台了一系列创新激励政策, 还通过加强基础研究布局、突破关键核心技术、加深新技术与产业融合等方式积极推进科技创新成果的产业化, 使其加速转化为现实生产力。专利作为科技创新的重要载体, 其申请和授权状况通常在一定程度上反映了地区的技术创新水平, 是学术界衡量创新的常用指标。产业化的专利被投入生产实践, 可以视为实现了科技成果的转化, 完成了从生产知识到形成生产力的过程, 因此产业化的专利数量能够反映地区的有效创新水平, 我们将其称为有效技术创新或有效创新。与此同时, 未产业化的专利尽管没有直接进入生产过程, 还是促进了新知识和新理论的传播、共享与积累, 拓展了知识边界, 为潜在创新提供了必要条件。那么, 常规意义上的技术创新和用产业化来衡量的有效创新对经济增长的实际影响是否存在显著差异, 其影响渠道和作用机制如何? 这类问题的回答为我们明确科技成果转化的重要性、理解处于不同状态的创新成果之间的区别提供了新思路。由于技术创新和有效创新均具有空间正外部性, 本文采用空间计量模型验证二者对经济增长的贡献。

已有大量文献论证了技术创新对经济增长的促进作用。具体而言, 技术创新使分工更加专业化、生产效率更高, 在减少资源消耗的同时提高产品的附加值; ① 在企业层面形成规模效应, 在行业层面

基金项目: 国家社会科学基金重点项目 (24AZD074)。

作者简介: 张自然, 中国社会科学院经济研究所研究员, 研究方向: 城市化、技术进步与经济增长; 何竞, 中国社会科学院大学经济学院博士生, 专业方向: 经济增长。

① 白俊红、王林东 《创新驱动是否促进了经济增长质量的提升?》, 《科学学研究》2016年第11期。

形成集聚效应，在产业层面形成乘数效应；<sup>①</sup> 推动产业结构升级，<sup>②</sup> 进而实现更高层次和更高水平的经济增长。<sup>③</sup> 除此之外，由于技术创新外溢是报酬递增、生产率提升和经济增长的来源，也有部分研究从空间视角探讨了创新对经济增长的溢出作用：<sup>④</sup> 在应用研究及实验环节发生的科技创新，只有形成新产品或者新装置，并产生经济社会效益，才可以视为成果转化，即只有及时将科技创新成果应用到具体产业和产业链上，才能体现其技术价值。<sup>⑤</sup> 因此，有文献质疑技术创新的经济增长效应，认为创新成果未能有效转化限制了创新的正向作用。<sup>⑥</sup> 可以看出，大部分已有研究都认为技术创新对经济增长具有促进作用，<sup>⑦</sup> 并认可创新在不同区域间存在溢出效应，<sup>⑧</sup> 只有部分文献强调了科技成果转化的重要性。在此基础上，本文摆脱以专利申请量和授权量来衡量创新水平的传统思路，提出有效创新的概念，即用授权发明专利的产品化率或者实施率数据来代表有效技术创新，基于《中国专利调查报告》的数据，计算得到各城市的有效技术创新水平，探究在考虑空间效应时技术创新和有效创新的差异化影响路径。

## 一、理论分析与研究假设

### 1. 技术创新与有效创新

1990—2022 年我国各城市平均发明专利授权量呈现指数级上涨，技术创新水平不断提升。《世界知识产权指标》年度报告显示，2023 年我国以 164 万件的发明专利申请量位居全球首位。但 2022 年《中国专利调查报告》显示，我国发明专利的产业化率仅为 36.7%，实施率仅为 58.7%。这表明在当年授权的发明专利中仅有 1/3 左右实现了产业化，直接作用于生产实践；仅一半左右的发明专利在获得授权后进入市场。尽管发明专利的申请量和授权量逐年增加，但仍存在相当一部分未产业化的发明专利，且由于后续的运用情况存在差异，这部分未产业化的创新成果未直接作用于生产实践，只能通过信息价值来指导后续的技术研发，进而间接促进经济增长，其对经济增长的贡献和影响显著区别于有效创新。

### 2. 技术创新和有效创新对经济增长的影响

从微观视角来看，有效创新可以为将其产业化的主体带来新技术、新工艺、新设备和新产品，提高生产效率和市场份额。创新成果在市场上的广泛应用能够带动相关产业的发展，形成产业链和产业集群，进而推动经济增长。同时，发明专利具有独占性，只有持有该项专利的主体才可以将其应用于生产过程，获取更多的利润，因此有效创新仅对本地区的经济增长产生积极影响，不会对其他地区微观主体的生产过程产生直接影响。除了直接作用于生产过程外，有效创新还具备信息价值，可以指导后续的技术研发。公开的专利信息包含对新技术的详细描述和权利要求，能够在拓展知识边界、促进知识积累的同时，方便其他创新主体查阅，帮助其了解相关技术的发展趋势、热点、空白点等，避免

① 张林 《金融发展、科技创新与实体经济增长——基于空间计量的实证研究》，《金融经济学研究》2016 年第 1 期。

② 阎东彬 《科技创新与经济增长关系的实证：以京津冀城市群为例》，《统计与决策》2020 年第 2 期；贾洪文、张伍涛、盘业哲 《科技创新、产业结构升级与经济高质量发展》，《上海经济研究》2021 年第 5 期。

③ 奉胜阻等 《创新驱动与核心技术突破是高质量发展的基石》，《中国软科学》2018 年第 10 期。

④ 洪雪飞、李力、王俊 《创新驱动对经济、能源与环境协调发展的空间溢出效应——基于省域面板数据与空间杜宾模型的研究》，《管理评论》2021 年第 4 期；唐夕汐、夏青、陈非 《旅游发展、技术创新对经济增长的影响研究：基于省级空间面板数据分析》，《华东经济管理》2020 年第 10 期；郑威、陆远权 《财政压力、政府创新偏好与城市创新质量》，《财政研究》2021 年第 8 期。

⑤ 陈子韬、孟凡蓉、袁梦 《科技经济融合水平对经济增长的影响研究——基于科技资源、科技创新、经济增长的耦合视角》，《软科学》2020 年第 11 期；张红凤、黄璐、张新颖 《创新型城市建设对经济增长质量的影响机制研究》，《科研管理》2023 年第 7 期。

⑥ 庞瑞芝、范玉、李扬 《中国科技创新支撑经济发展了吗》，《数量经济技术经济研究》2014 年第 10 期。

⑦ 姜玉梅、孟庆春、李新运 《区域科技创新驱动经济高质量发展的绩效评价》，《统计与决策》2021 年第 16 期。

⑧ 徐换歌、蒋硕亮 《国家创新型城市试点政策的效果以及空间溢出》，《科学学研究》2020 年第 12 期。

重复工作导致的资源浪费。这表明有效创新可以通过发挥信息价值，增加知识存量，促进潜在创新。从空间视角来看，尽管信息价值的传递会在一定程度上受到地理距离的影响，但专利信息的公开与共享使其整体上不受行政区划的约束，可以通过知识溢出效应推动周边地区的经济增长。但是，对有效创新专利的知识产权保护可能会形成技术壁垒，产生技术垄断效应，阻止其他竞争者进入市场，使同类创新活动的前期固定投入变为沉没成本。从范围上看，有效创新的知识拓展效应大于技术垄断效应，有效创新对周边城市的正向溢出作用占据主导地位（见图1）。据此，本文提出如下假设：

假设1：有效创新对本地区经济增长和周边地区经济增长均具有促进作用。

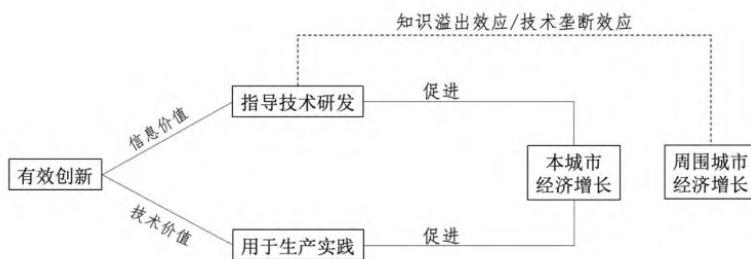


图1 有效创新影响经济增长的路径

一般意义上的技术创新还包含未产业化的创新，由于其并未直接进入生产实践过程，因此对经济增长的影响路径较为单一。具体而言，未产业化的创新不具备技术价值，但拥有信息价值。未能产业化的原因，一是该项创新较为理论化，与当前市场需求脱节；二是缺乏有效的中试和工业性实验，无法满足产业化的条件；三是存在一部分为实现数量目标而申请的专利，这部分专利对经济增长的贡献度较低。因此，未产业化的创新可以发挥其信息价值促进本地区和周边地区的经济增长，但其直接效应可能小于有效创新的直接效应。同时，由于未产业化的创新没有用于生产实践，专利持有者无法通过技术独占性获得垄断收益，其他竞争者仍然可以继续开展类似的创新活动，发掘该项创新的不同应用场景，寻找潜在的产业化机会。因此，未产业化的创新可能更具启发性和延展性，且几乎不存在技术垄断效应（见图2）。据此，本文提出如下假设：

假设2：技术创新对本地区经济增长和周边地区经济增长均具有促进作用。

假设3：在不考虑空间效应时，有效创新对本地区经济增长的贡献大于技术创新；考虑空间效应时，有效创新对周边地区经济增长的贡献小于技术创新。

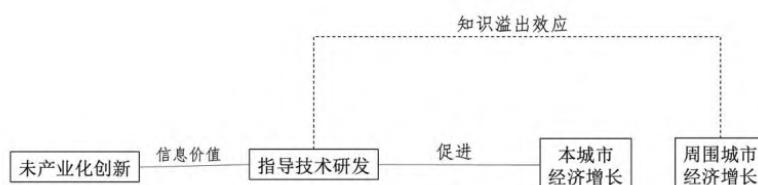


图2 未产业化创新影响经济增长的路径

## 二、模型设计

### 1. 空间计量模型构建

本文基于1990—2022年我国284个地级及以上城市的数据，在考虑空间关联性的前提下探究技术创新对经济增长的影响。综合考虑数据的空间特性和各模型的假设条件后，本文选取空间杜宾模型

进行实证分析，模型构建具体如下：

$$pgdp_u = \rho \sum_{j=1}^N \omega_{ij} gdp_{ju} + \alpha_1 patents_{iu} + \alpha_2 \sum_{j=1}^N \omega_{ij} patents_{ju} + \alpha_3 Controls_{iu} + \alpha_4 \sum_{j=1}^N \omega_{ij} Controls_{ju} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{iu} \quad (1)$$

$$pgdp_u = \rho \sum_{j=1}^N \omega_{ij} gdp_{ju} + \beta_1 eff\_patents_{iu} + \beta_2 \sum_{j=1}^N \omega_{ij} eff\_patents_{ju} + \beta_3 Controls_{iu} + \beta_4 \sum_{j=1}^N \omega_{ij} Controls_{ju} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{iu} \quad (2)$$

(1) 式和 (2) 式分别刻画了技术创新和有效创新对经济增长的影响。其中， $i$  和  $t$  分别表示城市和年份。被解释变量  $pgdp_u$  为各城市的人均 GDP，代表经济增长， $\rho$  为空间自回归系数，表示周边地区经济增长对本地区经济增长的影响程度。核心解释变量  $patents_{iu}$  和  $eff\_patents_{iu}$  分别代表技术创新水平和有效创新水平。 $\omega_{ij}$  为空间权重矩阵  $W$  当中第  $i$  行第  $j$  列的元素，本文在基准回归中使用反距离空间矩阵进行分析，代表城市间相互影响的程度随着距离的增加而降低，其具体形式如下：

$$\omega_{ij} = \begin{cases} 1/d_{ij}, & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases}$$

其中， $d_{ij}$  为城市  $i$  与城市  $j$  之间的空间地理距离。 $\alpha_1$  和  $\beta_1$  分别表示在不考虑空间权重的情况下，技术创新和有效创新对经济增长的影响； $\alpha_2$  和  $\beta_2$  分别表示在考虑空间权重的情况下，技术创新和有效创新对经济增长的影响。上述两对系数之间的差异是本文的研究重点。 $Controls_{iu}$  为城市层面的其他控制变量， $\mu_i$ 、 $\lambda_t$  和  $\varepsilon_{iu}$  分别表示城市固定效应、年份固定效应和扰动项，其中  $\varepsilon_{iu}$  服从正态分布。

## 2. 数据来源

为保证数据来源的可靠性和指标的相对完整性，本文删除了西藏地区和部分城市的数据样本，最终得到我国 284 个地级及以上城市在 1990—2022 年的面板数据。数据来源主要包括三类：一是历年《中国统计年鉴》《中国城市统计年鉴》、各省市的统计年鉴以及各地《国民经济和社会发展统计公报》；二是中华人民共和国民政部公布的各城市行政区划的变更情况；三是专利信息平台公示的国内授权发明专利信息，涵盖专利的申请号、申请日期、名称、权利人、IPC 分类号、公告日期、详细地址、摘要、权利要求书和法律状态等。为了保证数据的质量，本文在原始数据的基础上依次进行了如下处理：依据发明专利的“详细地址”字段将其汇总至各城市；考虑到样本期内城市行政区划经历了数次调整，本文以最新的行政区划为基准，列出 284 个地级及以上城市，逐个搜索并标注其曾用名，将发明专利数据匹配至各地级市；根据地级市合并和拆分的实际情况，对各指标进行同步的合并和拆分处理，增强其在不同年份之间的纵向可比性；对缺失值采用多项式拟合法、类比法和算术平均法等多种方法进行补齐处理。

## 3. 变量选取与指标说明

(1) 被解释变量：经济增长 ( $pgdp_u$ )。本文采用各城市人均 GDP 的对数作为城市经济发展水平的代理变量，综合反映城市的经济增长情况。

(2) 核心解释变量：技术创新 ( $patents_{iu}$ ) 和有效创新 ( $eff\_patents_{iu}$ )。考虑到在发明、实用新型和外观设计这三种类型的专利中，发明专利的创新性和技术含量最高，且审查程序最严格，因此大部分研究以发明专利数量来衡量技术创新水平。但是，发明专利的申请数量有时只能反映创新动机的强弱，若其最终未获得授权则无法反映实际的技术创新水平。为了避免上述情况，本文以各城市当年授权的发明专利数量加 1 取对数作为城市技术创新的代理变量。

为了进一步识别产业化的发明专利和未产业化的发明专利在经济增长过程中发挥的不同作用，本文以当年产业化的授权发明专利数量加 1 取对数来衡量各城市的有效创新。该指标基于历年《中国专利调查报告》中公布的全国高校、科研机构、企业和个人的发明专利产业化率，并结合各城市不同主体的授权发明专利数量，加权计算得到城市-年份层面数据，以反映各城市的有效创新水平。

《中国专利调查报告》还公布了发明专利的实施率数据，其定义为获得国家知识产权局授权、用于实际生产、进行许可或转让的发明专利数量占全部发明专利的比重。根据定义可知，实施率的范围略宽于产业化率，不仅涵盖了投入生产的发明专利，还包括用于许可和转让的发明专利。但二者在本质上都依据后续是否进入市场而对发明专利进行划分，都能在一定程度上反映城市的有效创新水平。因此，本文在后续的稳健性检验中使用已实施的创新 ( $imp\_patents_{it}$ ) 来替代有效创新 ( $eff\_patents_{it}$ ) 进行分析，该指标的计算方法与有效创新相同。

(3) 控制变量。除了技术创新之外，其他宏观经济变量也会影响经济增长。因此，本文选取以下变量作为城市层面的控制变量：城市规模 ( $pop$ )、城市规模对数的平方 ( $pop^2$ )、城市人口密度 ( $density$ )、经济发展质量 ( $devQuality$ )、GDP 波动率 ( $fluct$ )、地方财政收入占比 ( $rev$ )、外国直接投资占比 ( $fdi$ )、第三产业比重 ( $gdp\_3$ )、地方财政支出占比 ( $exp$ )、城市化率 ( $urban$ )、第二产业就业人数占比 ( $employ\_2$ )、资本产出比 ( $K/Y$ )、研发经费 ( $RD\_exp$ )、教育支出占比 ( $edu$ )、研发人员数量 ( $RD\_per$ )、基础设施指数 ( $infra$ ) 和房价收入比 ( $house$ )。各变量的定义和描述性统计如表 1 所示。

表 1 变量定义和描述性统计

变量名称	变量定义	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
$pgdp$	城市人均 GDP 取对数	9372	9.112	1.088	6.035	11.98
$patents$	当年的授权发明专利数量加 1 取对数	9372	3.074	2.306	0	11.403
$eff\_patents$	当年产业化的授权发明专利数量加 1 取对数	9372	2.169	2.027	0	10.278
$imp\_patents$	当年已实施的授权发明专利数量加 1 取对数	9372	2.646	2.093	0	10.726
$pop$	全市常住人口总数取对数	9372	5.802	0.699	2.383	8.075
$pop^2$	全市常住人口总数对数的平方	9372	34.152	7.944	5.679	65.202
$density$	全市每平方公里常住人口总数取对数	9372	5.736	1.003	1.397	9.126
$devQuality$	经济发展质量指数	9372	0.036	0.27	-0.574	1.142
$fluct$	GDP 波动率	9372	0.359	0.875	0	20.455
$rev$	地方财政收入占 GDP 的比重	9372	0.064	0.033	0.002	0.268
$fdi$	外国直接投资占 GDP 现价的比重	9372	0.017	0.029	0	0.593
$gdp\_3$	第三产业占 GDP 的比重	9372	0.368	0.1	0.067	0.807
$exp$	地方财政支出占 GDP 的比重	9372	0.117	0.099	0.002	1.027
$urban$	城镇常住人口占全市总常住人口的比重	9372	0.432	0.196	0.045	1
$employ\_2$	第二产业人数占总就业人数的比重	9372	0.427	0.14	0.005	0.844
$K/Y$	资本产出比	9372	0.858	0.595	0.069	8.12
$RD\_exp$	内部研发经费取对数	9372	7.584	1.899	0.904	13.524
$edu$	地方财政支出中教育支出的比重	9372	0.027	0.019	0	0.298
$RD\_per$	研发人员数量取对数	9372	10.858	1.655	1.737	17.085
$infra$	基础设施指数	9372	4.864	2.402	0.196	14.155
$house$	房价收入比	9372	0.23	0.134	0.001	1.918

说明：  $devQuality$  是利用主成分分析法综合各变量计算的综合得分，可以为负数。

#### 4. 模型适用性检验

空间计量模型的使用前提是各变量之间存在空间相关关系，而传统的计量模型则假定各变量之间是空间独立的。本文的被解释变量为各城市的人均 GDP，考虑到城市之间的要素流动、产业关联和制度环境存在相似性，经济发展水平也必然存在一定程度的空间关联。为了进一步检验该空间关联是否在统计意义上显著，进而验证空间计量模型的适用性，本文采用莫兰指数来检验人均 GDP 的全局空间自相关性，具体计算方式如下：

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij}} \times \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} (pgdp_i - \bar{pgdp}) (pgdp_j - \bar{pgdp})}{\sum_{i=1}^n (pgdp_i - \bar{pgdp})^2} \quad (3)$$

其中,  $pgdp_i$ 、 $pgdp_j$  和  $\bar{pgdp}$  分别表示某年城市  $i$  的人均 GDP、城市  $j$  的人均 GDP 和各城市人均 GDP 的均值,  $\omega_{ij}$  的含义与上文相同,  $n$  为城市的个数。根据 (3) 式可以分别计算出样本期内各年份人均 GDP 的莫兰指数, 其数值大小和变动趋势如图 3 所示。检验结果显示, 历年人均 GDP 的莫兰指数均在 1% 的条件下显著为正, 表明各城市间的人均 GDP 存在显著的正向空间关联, 即经济发展水平较高的城市, 其周围城市的经济发展水平通常也较高, 而经济发展水平较低的城市, 其周围城市的经济发展水平也较低, 形成“高—高”和“低—低”的空间布局。莫兰指数的检验结果说明, 若忽略该空间关联特征会导致估计偏误, 因此采用空间计量模型是恰当的。

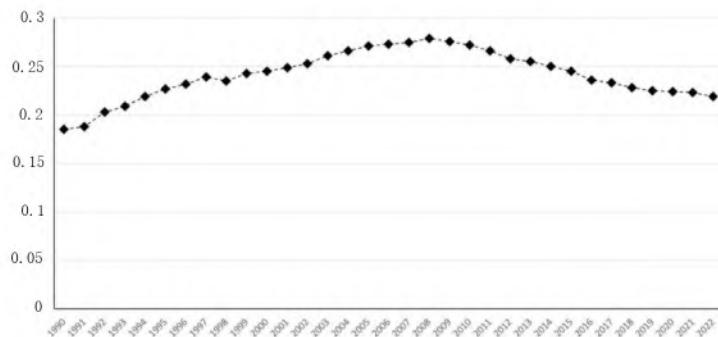


图 3 人均 GDP 的 Moran's I 指数

上述检验为使用空间计量方法的合理性提供了有力支撑, 为了进一步验证选取空间杜宾模型 (SDM) 的合理性, 本文分别对 (1) 式和 (2) 式进行实用性检验 (见表 2)。Wald SAR 和 Wald SEM 检验结果显示, 技术创新和有效创新回归方程的  $p$  值均在 1% 的水平上显著, 表明空间杜宾模型不会退化为空间滞后模型或空间误差模型。LR 检验结果显示, 技术创新回归方程中 LR-lag 和 LR-error 统计量的值分别为 1046.55 和 1002.46, 有效创新回归方程中 LR-lag 和 LR-error 统计量的值分别为 864.92 和 830.03, 均在 1% 的水平上拒绝了原假设, 再次证实了应当选择空间杜宾模型进行分析。Hausman 检验结果显示, Hausman 统计量均为负数, 表明随机效应模型的渐进性假设无法得到满足, 进而应该采用固定效应模型。<sup>①</sup> 使用 Levin-Lin-Chu test 和 Im-Pesaran-Shin test 两种方式进行单位根检验, 结果显示所有解释变量和被解释变量的一阶差分均平稳。

表 2 模型适用性检验结果

检验	patents		eff_patents	
	统计量	P 值	统计量	P 值
Wald SAR	42.84	0.000	42.70	0.000
Wald SEM	42.02	0.001	43.16	0.000
LR-lag	1046.55	0.000	864.92	0.000
LR-error	1002.46	0.000	830.03	0.000

① 连玉君、王闻达、叶汝财 《Hausman 检验统计量有效性的 Monte Carlo 模拟分析》, 《数理统计与管理》2014 年第 5 期。

### 三、实证结果与稳健性检验

#### 1. 基准实证结果

基于式(1)和式(2)构造的固定效应空间杜宾模型(SDM)估计结果如表3所示。第(1)列和第(4)列显示,空间效应均在1%的水平上显著,且技术创新系数的绝对值更大。这表明在考虑空间矩阵时,技术创新和有效创新能够显著促进经济增长。模型1中部分控制变量的空间效应并不显著,这可能是由宏观经济变量的多重共线性导致的。因此,本文在模型1的基础上剔除了研发人员数量(*RD\_per*)、基础设施指数(*infra*)和房价收入比(*house*),得到模型2。

表3 基准实证结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	模型1	模型2	模型3	模型1	模型2	模型3
<i>patents</i>	0.002***	0.007***	0.008***			
<i>eff_patents</i>				0.004***	0.013***	0.013***
<i>pop</i>	-0.662***	-0.654***	-0.661***	-0.663***	-0.638***	-0.642***
<i>pop<sup>2</sup></i>	0.014**	0.014**	0.015***	0.014**	0.012**	0.013**
<i>density</i>	-0.008*	-0.008*	-0.007*	-0.008**	-0.008*	-0.007*
<i>devQuality</i>	-0.036**	-0.015		-0.037**	-0.019	
<i>fluct</i>	-0.005***	-0.006***	-0.006***	-0.006***	-0.007***	-0.006***
<i>rev</i>	-0.077	0.026	0.024	-0.08	0.015	0.012
<i>fdi</i>	-0.082	-0.035	-0.038	-0.083	-0.036	-0.039
<i>gdp_3</i>	-0.428***	-0.374***	-0.375***	-0.43***	-0.381***	-0.382***
<i>exp</i>	-0.129***	-0.207***	-0.2***	-0.122***	-0.18***	-0.173***
<i>urban</i>	0.507***	0.576***	0.579***	0.51***	0.572***	0.573***
<i>employ_2</i>	0.006***	0.01***	0.01***	0.087***	0.069***	0.010***
<i>K/Y</i>	0.007**	0.007**	0.007**	0.007**	0.006**	0.007**
<i>RD_exp</i>	0.086***	0.065***	0.062***	0.006***	0.01***	0.065***
<i>edu</i>	-1.39***	-1.367***	-1.377***	-1.399***	-1.383***	-1.397***
<i>RD_per</i>	0.013***			0.013***		
<i>infra</i>	0.024***			0.024***		
<i>house</i>	-0.154***			-0.154***		
空间效应	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>w* patents</i>	0.033***	0.03***	0.035***			
<i>w* eff_patents</i>				0.027***	0.014***	0.021***
<i>w* pop</i>	2.302***	2.339***	2.418***	2.337***	2.337***	2.433***
<i>w* pop<sup>2</sup></i>	-0.198***	-0.192***	-0.202***	-0.199***	-0.188***	-0.199***
<i>w* density</i>	0.099***	0.092***	0.086***	0.096***	0.086***	0.082***
<i>w* devQuality</i>	0.192***	0.111***		0.176***	0.114***	
<i>w* fluct</i>	0	-0.006*	-0.004	0	-0.008**	-0.006**
<i>w* rev</i>	-0.275**	-0.502***	-0.451***	-0.304***	-0.475***	-0.467***
<i>w* fdi</i>	-0.2	0.366**	0.253*	-0.273	0.282*	0.196*
<i>w* gdp_3</i>	0.453***	0.499***	0.514***	0.453***	0.507***	0.514***
<i>w* exp</i>	0.201***	0.423***	0.437***	0.196***	0.397***	0.425***
<i>w* urban</i>	-0.085	-0.267***	-0.204***	-0.048	-0.209***	-0.160***
<i>w* employ_2</i>	0.024***	0.023***	0.024***	-0.014	0.081*	0.026*
<i>w* K/Y</i>	0.066***	0.084***	0.085***	0.061***	0.077***	0.079***

<i>w</i> * <i>RD_exp</i>	0.017	0.102 **	0.071	0.025 ***	0.026 ***	0.052 ***
<i>w</i> * <i>edu</i>	2.061 ***	1.234 ***	1.241 ***	2.14 ***	1.329 ***	1.306 ***
<i>w</i> * <i>RD_per</i>	-0.022 ***			-0.024 ***		
<i>w</i> * <i>infra</i>	-0.002			0		
<i>w</i> * <i>house</i>	-0.016			-0.01		
<i>Spatial</i>						
$\rho$	0.806 ***	0.848 ***	0.851 ***	0.814 ***	0.86 ***	0.86 ***
$\sigma$	0.011 ***	0.012 ***	0.012 ***	0.011 ***	0.012 ***	0.012 ***

说明: \*\*\*表示在 1% 水平上显著, \*\*表示在 5% 水平上显著, \* 表示在 10% 上显著。以下表同。

模型 2 中所有控制变量的空间效应均具有统计显著性, 表明模型设定最合理, 因此选取模型 2 作为基准模型进行分析。第(2)列和第(5)列结果显示, 在不考虑空间矩阵时, *patents* 的系数为 0.007, *eff\_patents* 的系数为 0.013; 考虑空间矩阵后, *patents* 的系数为 0.03, *eff\_patents* 的系数为 0.014; 以上系数均在 1% 的水平上显著, 验证了假设 1 和假设 2。同时, 在不考虑空间矩阵时, 有效创新对人均 GDP 的影响更大; 考虑空间矩阵后, 有效创新对人均 GDP 的影响相对较小, 证实了假设 3 的成立。该结论表明, 若忽略空间权重而采用传统计量模型, 会产生一定的估计偏误。

经济发展质量 (*devQuality*) 变量是基于主成分分析法通过计算 61 个指标得出的, 在模型中纳入该变量可以在很大程度上缓解遗漏变量问题, 因此通过模型 3 与模型 2 的对比可以反映遗漏变量问题的严重程度。可以看出, 无论是在技术创新还是有效创新的回归中, 模型 3 的核心解释变量的系数和显著性均未发生较大变动, 大部分控制变量的系数符号和显著性水平与模型 2 保持一致, 仅有个别控制变量的空间效应不显著。因此, 本文加入经济发展质量 (*devQuality*) 是恰当的, 模型 2 仍是最优的。

在考虑空间矩阵的情况下, 城市规模 (*pop*) 对人均 GDP 的影响呈现“倒 U 型”特征, 城市人口密度 (*density*)、经济发展质量 (*devQuality*)、外国直接投资 (*fdi*)、第三产业比重 (*gdp\_3*)、地方财政支出占比 (*exp*)、第二产业就业人数占比 (*employ\_2*)、资本产出比 (*K/Y*)、研发经费 (*RD\_exp*) 和教育支出占比 (*edu*) 对人均 GDP 增长具有显著的促进作用, GDP 波动率 (*fluct*)、地方财政收入占比 (*rev*) 和城市化率 (*urban*) 对人均 GDP 增长具有显著的负向影响。

根据上述估计结果可知, 技术创新和有效创新均能显著促进人均 GDP 增长。然而点估计方法在解释空间效应方面具有一定的局限性, 因此本文进一步采用偏微分方法构造雅可比矩阵, 将模型 2 中各解释变量对人均 GDP 的空间效应分解为直接效应、间接效应和总效应, 矩阵构造和效应分解过程如下:

$$\frac{\partial pgdp}{\partial x} = \begin{bmatrix} \frac{\partial pgdp_1}{\partial x_1} & \dots & \frac{\partial pgdp_1}{\partial x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial pgdp_n}{\partial x_1} & \dots & \frac{\partial pgdp_n}{\partial x_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial pgdp_1}{\partial x_1} & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \frac{\partial pgdp_n}{\partial x_n} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & \dots & \frac{\partial pgdp_1}{\partial x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial pgdp_n}{\partial x_1} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

(4) 式中的 *x* 表示某一个具体的解释变量, 其脚标对应不同的城市。在考虑空间矩阵时, 某一解释变量对人均 GDP 的总体影响可以从空间视角分解为直接影响和间接影响。直接影响是指各城市的 *x* 变量对本地区人均 GDP 的影响, 间接影响是指各城市的 *x* 变量对其他地区人均 GDP 的影响。对应到上述矩阵中, 主对角线元素反映了 *x* 变量的直接效应, 非主对角线元素反映了 *x* 变量的间接效应。平均直接效应和平均间接效应分别为主对角线元素和非主对角线元素的平均值, 具体如下:

$$\text{平均直接效应} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\partial pgdp_i}{\partial x_i} \quad (5)$$

$$\text{平均间接效应} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n \frac{\partial pgdp_i}{\partial x_j} \quad (6)$$

$$\text{平均总效应} = \text{平均直接效应} + \text{平均间接效应} \quad (7)$$

表 4 显示了依据上式的分解结果，有效创新的直接效应更大，技术创新的间接效应更大，且上述效应均在 1% 的水平上显著。该结果表明有效创新对本地区人均 GDP 增长的促进作用大于技术创新，这可能是由于有效创新直接作用于本地区的生产实践，对经济增长起到了更大的推动作用。技术创新中包含一部分未产业化的创新，未直接作用于本地区的生产过程，对经济增长的贡献较小。创新对经济增长的空间溢出效应主要是通过城市间的知识溢出实现的，而知识溢出的程度取决于该城市知识产权保护的力度，二者之间存在负相关关系。有效创新能够为其持有者带来直接的垄断利润和竞争优势，因此持有者具有更强的知识产权保护动机，导致其对周边地区人均 GDP 的溢出效应有限。

表 4 空间效应分解结果

	直接效应	间接效应	总效应	直接效应	间接效应	总效应
<i>patents</i>	0.014 ***	0.233 ***	0.247 ***			
<i>eff_patents</i>				0.018 ***	0.176 ***	0.194 ***
<i>pop</i>	-0.349 ***	11.441 ***	11.092 ***	-0.311 ***	12.499 ***	12.187 ***
<i>pop</i> <sup>2</sup>	-0.016 **	-1.154 ***	-1.17 ***	-0.02 ***	-1.241 ***	-1.261 ***
<i>density</i>	0.007	0.54 ***	0.547 ***	0.007	0.555 ***	0.562 ***
<i>devQuality</i>	0.002	0.629 ***	0.631 ***	-0.002	0.675 ***	0.673 ***
<i>fluct</i>	-0.008 ***	-0.074 ***	-0.083 ***	-0.009 ***	-0.094 ***	-0.103 ***
<i>rev</i>	-0.055	-3.059 **	-3.114 ***	-0.068	-3.207 ***	-3.276 ***
<i>fdi</i>	0.019	2.146 **	2.166 **	0.007	1.752 *	1.759 *
<i>gdp_3</i>	-0.341 ***	1.157 ***	0.816 ***	-0.346 ***	1.241 ***	0.895 ***
<i>exp</i>	-0.164 ***	1.57 ***	1.406 ***	-0.136 ***	1.669 ***	1.533 ***
<i>urban</i>	0.612 ***	1.407 ***	2.02 ***	0.622 ***	1.961 ***	2.583 ***
<i>employ_2</i>	0.015 ***	0.202 ***	0.218 ***	0.095 ***	0.98 ***	1.075 ***
<i>K/Y</i>	0.022 ***	0.576 ***	0.598 ***	0.021 ***	0.577 ***	0.598 ***
<i>RD_exp</i>	0.092 ***	1.005 ***	1.098 ***	0.016 ***	0.237 ***	0.253 ***
<i>edu</i>	-1.355 ***	0.665	-0.69	-1.358 ***	1.178	-0.18

## 2. 稳健性检验

(1) 采用随机效应模型。表 5 第 (1) 列和第 (2) 列显示，技术创新和有效创新对人均 GDP 的影响仍在 1% 的水平上显著为正，且在考虑空间矩阵前，有效创新对人均 GDP 增长的促进作用更大，而在考虑空间矩阵后，技术创新对人均 GDP 增长的促进作用增强。其他控制变量的系数符号和显著性水平与基准模型大致相同，说明基准模型的结论是稳健的。

(2) 调整样本区间。为了验证实证结论的稳健性，将样本区间调整为 2010—2022 年，估计结果如表 5 第 (3) 列和第 (4) 列所示。可以看出，无论是否考虑空间矩阵，技术创新都显著促进了人均 GDP 的增长。但相较于基准模型而言，2010—2022 年技术创新的空间效应明显减弱，有效创新的空间效应不再显著。这是由于我国知识产权保护力度不断加大，使创新对周边地区人均 GDP 的溢出效应逐渐减弱，直接的技术价值和经济价值使有效创新成为知识产权保护的重点，进一步限制了其空间溢出效应。该结果依然表明基准模型的结论具有稳健性。

(3) 替换核心解释变量。为了避免特定指标带来的结论偶然性，本文进一步以各城市已实施的发明专利数作为有效创新的代理变量，即已实施的创新 (*imp\_patents<sub>ii</sub>*)。尽管衡量口径存在细微差异，但产业化的发明专利数量和已实施的发明专利数量在本质上都代表了获得授权后流入市场的创新成果数量，都能在一定程度上反映有效创新水平。表 5 第 (5) 列显示，在不考虑空间矩阵时已实施创新的系数大于基准模型中技术创新的系数，而已实施创新的空间效应系数小于基准结果中技术创新的空间效应系数。

(4) 改变空间权重矩阵。为了进一步验证基准实证结论并不完全依赖于空间权重矩阵的选择，本文使用其他空间权重矩阵进行了重新估计。表 6 中第 (1) 列和第 (2) 列提供了采用反经济距离矩阵的估计结果，反经济距离矩阵是基于城市间人均 GDP 差异绝对值的倒数而构建的，其内在逻辑是认为两个城市的经济发展水平越接近，就越容易实现技术、资金、人才等方面的流动，联系越密切。第 (3) 列和第 (4) 列是采用经济地理距离矩阵的估计结果，经济地理距离矩阵综合了反距离空间矩阵与反经济距离矩阵的特点，认为地理距离和经济发展水平的差距会同时影响城市之间联系的紧密程度。与基准模型的系数对比后发现，替换空间权重矩阵后结论保持不变。

表 5 部分稳健性检验结果 (I)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	随机效应模型		2010—2022 年		替换核心解释变量
<i>patents</i>	0.009 ***		0.01 ***		
<i>eff_patents</i>		0.013 ***		0.012 ***	
<i>imp_patents</i>					0.01 ***
<i>pop</i>	-0.625 ***	-0.61 ***	-0.666 ***	-0.665 ***	-0.649 ***
<i>pop<sup>2</sup></i>	0.017 ***	0.015 **	0.015 **	0.015 **	0.014 **
<i>density</i>	-0.007	-0.007	-0.006	-0.005	-0.008 *
<i>devQuality</i>	-0.009	-0.013	0.071 ***	0.071 ***	-0.017
<i>fluct</i>	-0.006 ***	-0.007 ***	0	0	-0.006 ***
<i>rev</i>	0.01	-0.001	0.211 ***	0.204 **	0.022
<i>fdi</i>	0.002	0.001	-0.103	-0.124	-0.036
<i>gdp_3</i>	-0.371 ***	-0.377 ***	-0.205 ***	-0.206 ***	-0.376 ***
<i>exp</i>	-0.191 ***	-0.167 ***	-0.378 ***	-0.378 ***	-0.197 ***
<i>urban</i>	0.614 ***	0.611 ***	0.476 ***	0.483 ***	0.574 ***
<i>employ_2</i>	0.01 ***	0.078 ***	-0.004 ***	0.083 ***	0.01 ***
<i>K/Y</i>	0.007 **	0.006 *	-0.053 ***	-0.054 ***	0.007 **
<i>RD_exp</i>	0.075 ***	0.01 ***	0.084 ***	-0.004 ***	0.066 ***
<i>edu</i>	-1.429 ***	-1.444 ***	-0.945 ***	-0.927 ***	-1.371 ***
空间效应	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>w* patents</i>	0.029 ***		0.008 *		
<i>w* eff_patents</i>		0.013 ***		0.003	
<i>w* imp_patents</i>					0.024 ***
<i>w* pop</i>	2.267 ***	2.262 ***	0.827 ***	0.854 ***	2.329 ***
<i>w* pop<sup>2</sup></i>	-0.189 ***	-0.185 ***	-0.042 **	-0.044 **	-0.191 ***
<i>w* density</i>	0.091 ***	0.085 ***	0.174 ***	0.171 ***	0.093 ***
<i>w* devQuality</i>	0.111 ***	0.114 ***	0.076 ***	0.073 ***	0.125 ***
<i>w* fluct</i>	-0.006 *	0.013 ***	-0.008 ***	-0.008 ***	-0.006 *
<i>w* rev</i>	-0.487 ***	-0.008 **	-0.385 **	-0.39 **	-0.472 ***
<i>w* fdi</i>	0.355 **	-0.458 ***	0.917 ***	0.898 ***	0.341 **
<i>w* gdp_3</i>	0.497 ***	0.269 *	0.542 ***	0.533 ***	0.505 ***
<i>w* exp</i>	0.414 ***	0.505 ***	0.247 ***	0.258 ***	0.417 ***
<i>w* urban</i>	-0.313 ***	0.389 ***	-0.182 **	-0.175 **	-0.256 ***
<i>w* employ_2</i>	0.023 ***	-0.256 ***	0.019 ***	0.156 ***	0.024 ***
<i>w* K/Y</i>	0.084 ***	0.068	-0.041	-0.045 *	0.08 ***
<i>w* RD_exp</i>	0.087 *	0.077 ***	0.16 ***	0.019 ***	0.086 *
<i>w* edu</i>	1.291 ***	0.026 ***	2.525 ***	2.593 ***	1.349 ***
<i>Spatial</i>					
$\rho$	0.845 ***	0.858 ***	0.737 ***	0.741 ***	0.854 ***
$\sigma$	0.012 ***	0.012 ***	0.002 ***	0.002 ***	0.012 ***

表 6 部分稳健性检验结果 ( II )

	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )
	反经济距离矩阵			经济地理距离矩阵
<i>patents</i>	0.009 ***		0.003	
<i>eff_patents</i>		0.012 ***		0.006 ***
<i>pop</i>	- 1.106 ***	- 1.073 ***	- 1.358 ***	- 1.341 ***
<i>pop<sup>2</sup></i>	0.045 ***	0.042 ***	0.058 ***	0.056 ***
<i>density</i>	0.001	0.001	0.003	0.003
<i>devQuality</i>	- 0.019	- 0.025 *	- 0.019	- 0.022
<i>fluct</i>	- 0.009 ***	- 0.009 ***	- 0.009 ***	- 0.009 ***
<i>rev</i>	- 0.448 ***	- 0.458 ***	- 0.392 ***	- 0.393 ***
<i>fdi</i>	0.199 ***	0.196 ***	0.161 ***	0.159 ***
<i>gdp_3</i>	- 0.250 ***	- 0.255 ***	- 0.256 ***	- 0.260 ***
<i>exp</i>	0.005	0.012	0.037	0.040
<i>urban</i>	0.604 ***	0.606 ***	0.484 ***	0.483 ***
<i>employ_2</i>	0.014 ***	0.014 ***	0.011 ***	0.010 ***
<i>K/Y</i>	0.014 ***	0.014 ***	0.011 ***	0.011 ***
<i>RD_exp</i>	0.165 ***	0.163 ***	0.111 ***	0.108 ***
<i>edu</i>	- 1.175 ***	- 1.161 ***	- 0.995 ***	- 0.988 ***
空间效应	( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )
<i>w* patents</i>	0.028 ***		0.029 ***	
<i>w* eff_patents</i>		0.012 **		0.014 ***
<i>w* pop</i>	2.395 ***	2.365 ***	2.897 ***	2.837 ***
<i>w* pop<sup>2</sup></i>	- 0.147 ***	- 0.141 ***	- 0.183 ***	- 0.175 ***
<i>w* density</i>	- 0.005	- 0.007	0.003	0.002
<i>w* devQuality</i>	0.141 ***	0.154 ***	0.048 *	0.059 **
<i>w* fluct</i>	0.002	0.000	0.005	0.004
<i>w* rev</i>	0.249 **	0.252 **	0.290 ***	0.308 ***
<i>w* fdi</i>	0.243 **	0.215 *	0.169 *	0.143
<i>w* gdp_3</i>	0.366 ***	0.376 ***	0.298 ***	0.305 ***
<i>w* exp</i>	0.464 ***	0.457 ***	0.231 ***	0.218 ***
<i>w* urban</i>	0.394 ***	0.467 ***	0.305 ***	0.368 ***
<i>w* employ_2</i>	0.045 ***	0.048 ***	0.034 ***	0.036 ***
<i>w* K/Y</i>	- 0.013	- 0.019 *	0.012	0.005
<i>w* RD_exp</i>	- 0.172 ***	- 0.163 ***	- 0.108 ***	- 0.104 ***
<i>w* edu</i>	- 1.207 ***	- 1.051 ***	- 0.335	- 0.227
<i>Spatial</i>				
$\rho$	0.661 ***	0.674 ***	0.752 ***	0.764 ***
$\sigma$	0.014 ***	0.014 ***	0.012 ***	0.012 ***

( 5 ) 考虑滞后项的影响。无论是技术创新还是有效创新，获得授权后都不会对经济增长产生即时的影响，而体现出一定的滞后性。表 7 第 ( 1 ) 列和第 ( 2 ) 列考虑滞后项的检验结果显示，核心解释变量的系数仍在 1% 的水平上显著，且不考虑空间矩阵时，有效创新滞后项的系数大于技术创新滞后项的系数。考虑空间矩阵后，技术创新滞后项的系数大于有效创新滞后项的系数，印证了基准实证结论的可靠性。

表7 部分稳健性检验结果(Ⅲ)

	(1)	(2)	(3)	(4)
	考虑滞后项		广义空间两阶段最小二乘法	
<i>L. patents</i>	0.005**			
<i>L. eff_ patents</i>		0.009***		
<i>patents</i>			0.008***	
<i>eff_ patents</i>				0.011***
<i>pop</i>	-0.644***	-0.637***	-0.289***	-0.244***
<i>pop</i> <sup>2</sup>	0.013**	0.012**	-0.009*	-0.013**
<i>density</i>	-0.009**	-0.008**	-0.008*	-0.008*
<i>devQuality</i>	0.010	0.008	-0.001	-0.006
<i>fluct</i>	-0.006***	-0.006***	-0.006***	-0.006***
<i>rev</i>	0.141**	0.135**	-0.045	-0.079
<i>fdi</i>	-0.042	-0.042	-0.108*	-0.100*
<i>gdp_ 3</i>	-0.383***	-0.388***	-0.236***	-0.236***
<i>exp</i>	-0.183***	-0.164***	-0.112***	-0.085***
<i>urban</i>	0.567***	0.564***	0.486***	0.491***
<i>employ_ 2</i>	0.009***	0.009***	0.012***	0.012***
<i>K/Y</i>	0.006*	0.005	0.006*	0.005*
<i>RD_ exp</i>	0.066***	0.068***	0.029*	0.030*
<i>edu</i>	-1.641***	-1.652***	-1.118***	-1.152***
空间效应	(1)	(2)		
<i>w* L. patents</i>	0.026***			
<i>w* L. eff_ patents</i>		0.010**		
<i>w* pop</i>	2.371***	2.336***		
<i>w* pop</i> <sup>2</sup>	-0.194***	-0.188***		
<i>w* density</i>	0.089***	0.084***		
<i>w* devQuality</i>	0.066**	0.089***		
<i>w* fluct</i>	-0.006*	-0.008**		
<i>w* rev</i>	-0.655***	-0.595***		
<i>w* fdi</i>	0.279*	0.230		
<i>w* gdp_ 3</i>	0.469***	0.486***		
<i>w* exp</i>	0.343***	0.314***		
<i>w* urban</i>	-0.211***	-0.168***		
<i>w* employ_ 2</i>	0.023***	0.026***		
<i>w* K/Y</i>	0.080***	0.075***		
<i>w* RD_ exp</i>	0.101**	0.086*		
<i>w* edu</i>	1.920***	2.056***		
<i>Spatial</i>				
<i>ρ</i>	0.862***	0.871***		
<i>σ</i>	0.011***	0.011***		

(6) 使用广义空间两阶段最小二乘法 (GS2SLS)。参考 Drukker 和 Xu 等的做法, 以一阶空间滞后项作为工具变量, 采用广义空间两阶段最小二乘法缓解模型的内生性问题,<sup>①</sup> 估计结果如表 7 中第 (3) 列和第 (4) 列所示。在技术创新的回归中, Sargan 检验和 Basmann 检验的统计量分别为 519.21 和 548.90, 而在有效创新的回归中, 这两个统计量分别为 497.20 和 524.32, 均在 1% 的水平上拒绝了模型过度识别的假设, 表明使用一阶空间滞后项作为工具变量是恰当的。估计结果显示, 在缓解内生性问题后, 有效创新对本地区经济增长的贡献大于技术创新, 与基准实证结论相符。

### 3. 工具变量检验

技术创新与经济增长可能存在由反向因果导致的内生性问题, 使基准模型的系数估计出现偏误。因此, 本文参照王桥、柏培文等的做法, 以脱离经济系统之外的城市地形起伏度 ( $slope_i$ ) 作为外生工具变量。<sup>②</sup> 城市的地形起伏度越低, 表明该城市的地形地貌越平坦, 交通运输、要素流动和信息传递效率越高, 创新水平也越高。然而, 考虑到各城市的地形特征不随时间变动, 不满足基准模型当中双维度的动态特征。本文参考 Nunn 和 Qian 的处理方式, 将各城市地形起伏度与全国研究与试验发展经费 ( $funds_i$ ) 交乘, 使其满足时变性。<sup>③</sup> 由于地形起伏度与技术创新负相关, 而全国研究与试验发展经费与技术创新正相关, 本文构造的工具变量如下:

$$iv_{it} = \frac{1}{slope_i} \times funds_i \quad (8)$$

以地形起伏度的倒数和全国研究与试验发展经费的交乘项作为技术创新和有效创新的工具变量。表 8 第 (1) 列和第 (2) 列提供了技术创新的两阶段最小二乘估计结果, 第一阶段工具变量的估计系数显著为正, Cragg–Donald F 统计量为 28.05, 远高于 Stock–Yogo 弱工具变量检验的 10% 临界值 16.38。同时, Anderson–Rubin Wald test 的统计量为 18.48, 在 1% 的显著性水平上拒绝了弱工具变量假设。检验模型识别不足问题的 Anderson canon. corr. LM 统计量为 28.01, 在 1% 的水平上拒绝了模型识别不足的原假设。第 (3) 列和第 (4) 列提供了有效创新的两阶段最小二乘估计结果, 第一阶段中工具变量的系数在 1% 的水平上显著, Cragg–Donald F 统计量为 80.8, Anderson canon. corr. LM 统计量为 80.24, 表明模型不存在弱工具变量和识别不足问题。对比技术创新和有效创新第二阶段的估计系数发现, 二者对人均 GDP 的影响仍然显著为正, 这说明在缓解模型内生性问题的情况下技术创新和有效创新仍有效推动了经济增长。

## 四、机制检验

为了证实知识产权保护的中介作用, 本文一方面需要验证有效创新与知识产权保护之间的关系, 证实知识产权保护力度越大的地区, 有效创新水平越高; 另一方面需要验证知识产权保护的空间效应, 证实知识产权保护力度越大, 有效创新对周边地区经济增长的空间溢出效应越有限。本文参考沈国兵和黄铄珺的做法, 基于显性比较优势法构造城市层面的知识产权保护强度指数 ( $IPP_i$ ),<sup>④</sup> 具体构造方法如下:

① David Drukker, Ingmar R. Prucha, Rafal Raciborski, “Maximum Likelihood and Generalized Spatial Two-stage Least-squares Estimators for a Spatial-autoregressive Model with Spatial-autoregressive Disturbances,” *Stata Journal*, Vol. 13, No. 2, 2013, pp. 221–241; Jiabin Xu, et al., “Impact of Industrial Agglomeration on Carbon Emissions from Dairy Farming—empirical Analysis Based on Life Cycle Assessment Method and Spatial Durbin Model,” *Journal of Cleaner Production*, Vol. 406, No. 6, 2023, 137081.

② 王桥、刘修岩、李迎成《空间结构、城市规模与中国城市的创新绩效》, 《中国工业经济》2021年第5期; 柏培文、张云:《数字经济、人口红利下降与中低技能劳动者权益》, 《经济研究》2021年第5期。

③ Nathan Nunn, Nancy Qian, “US Food Aid and Civil Conflict,” *The American Economic Review*, Vol. 104, No. 6, 2014, pp. 1630–1666.

④ 沈国兵、黄铄珺《城市层面知识产权保护对中国企业引进外资的影响》, 《财贸经济》2019年第12期。

$$IPP_{it} = \frac{court_{it} / GDP_{it}}{court_t / GDP_t} \quad (9)$$

其中,  $court_{it}$  代表  $i$  城市  $t$  年的知识产权审判结案数,  $GDP_{it}$  代表  $i$  城市  $t$  年的 GDP 水平,  $court_t$  和  $GDP_t$  分别为  $t$  年我国整体的知识产权审判结案数和 GDP 水平。图 4 展示了各城市知识产权保护强度与有效创新水平之间的关系, 可以看出, 知识产权保护力度越大的城市, 有效创新水平越高, 二者之间呈现正相关关系。

表 8 工具变量检验结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	第一阶段	第二阶段	第一阶段	第二阶段
$iv$	0.001 *** ( 0.000)		0.001 *** ( 0.000)	
$patents$		0.411 *** ( 0.000)		
$eff\_patents$				0.266 *** ( 0.000)
$\ln p$	1.568 *** ( 0.000)	0.050 ( 0.753)	0.865 *** ( 0.000)	0.464 *** ( 0.000)
$\ln p2$	- 0.051 *** ( 0.000)	- 0.043 *** ( 0.000)	- 0.009 ( 0.412)	- 0.061 *** ( 0.000)
$\ln cityPopDens$	0.087 *** ( 0.000)	- 0.036 *** ( 0.000)	0.105 *** ( 0.000)	- 0.028 *** ( 0.001)
$devQuality$	3.027 *** ( 0.000)	0.311 ( 0.280)	3.090 *** ( 0.000)	0.732 *** ( 0.000)
$fluct$	- 0.027 ** ( 0.012)	- 0.004 ( 0.471)	- 0.010 ( 0.312)	- 0.013 ** ( 0.011)
$rev$	2.471 *** ( 0.000)	- 3.008 *** ( 0.000)	3.701 *** ( 0.000)	- 2.978 *** ( 0.000)
$fdi$	- 3.512 *** ( 0.000)	1.077 *** ( 0.003)	- 3.441 *** ( 0.000)	0.550 ** ( 0.030)
$gdp\_3$	1.615 *** ( 0.000)	- 1.146 *** ( 0.000)	1.428 *** ( 0.000)	- 0.862 *** ( 0.000)
$exp$	1.294 *** ( 0.000)	0.952 *** ( 0.000)	0.134 ( 0.296)	1.448 *** ( 0.000)
$urban$	2.223 *** ( 0.000)	0.831 *** ( 0.000)	1.496 *** ( 0.000)	1.347 *** ( 0.000)
$\ln RD\_exp$	0.314 *** ( 0.000)	0.042 ( 0.158)	0.271 *** ( 0.000)	0.099 *** ( 0.000)
$Koutput$	- 0.103 *** ( 0.000)	0.093 *** ( 0.000)	- 0.062 *** ( 0.000)	0.068 *** ( 0.000)
$L2Rate\_$	0.307 *** ( 0.000)	0.258 *** ( 0.000)	0.346 *** ( 0.000)	0.292 *** ( 0.000)
$finEdu\_$	1.269 * ( 0.062)	- 5.107 *** ( 0.000)	4.532 *** ( 0.000)	- 5.793 *** ( 0.000)
N	9372	9372	9372	9372
$R^2$		0.834		0.853

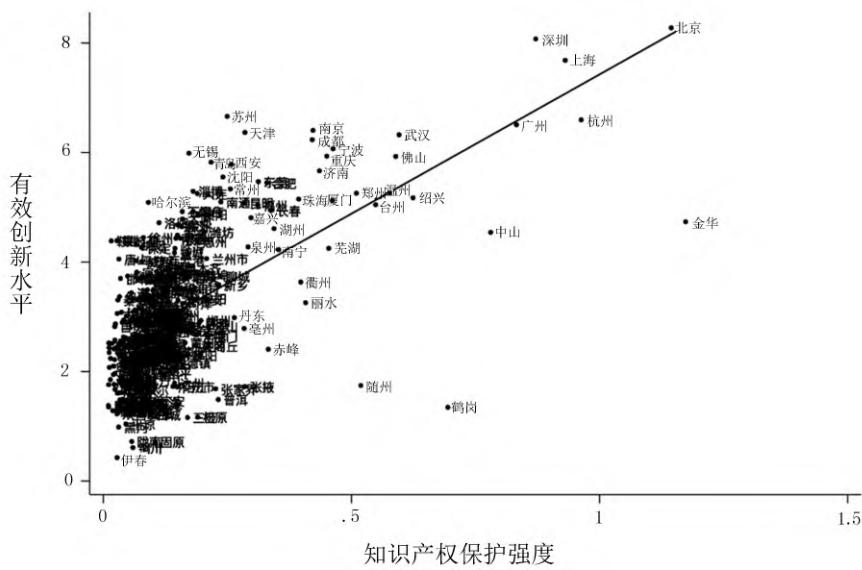


图 4 各城市有效创新水平与知识产权保护强度

理论分析表明，空间视角下技术创新对经济增长促进作用的大小取决于知识产权保护力度。在保持技术创新水平不变的情况下，城市的知识产权保护力度越大，对周边地区人均 GDP 的溢出作用越有限。为了证实知识产权保护的空间效应，本文以知识产权示范城市建设政策作为一项准实验，采用空间双重差分模型进行分析。国家知识产权局于 2011 年发布《国家知识产权试点和示范城市（城区）评定办法》，先后确定了 77 个知识产权示范城市。这些示范城市相继出台了一系列政策措施以完善知识产权保护制度，为防止侵权行为的发生提供了制度支撑。据此，本文构造了政策虚拟变量（ $did_{it}$ ），若某城市被确立为知识产权示范城市，则确立年份及之后年份均赋值为 1，否则为 0。空间双重差分模型充分考虑了政策变量的空间效应，不仅能够反映政策实施对本地区的影响，还能反映其对周边地区的溢出效应，模型具体如下：

$$pgdp_{it} = \rho \sum_{j=1}^N \omega_{ij} p_{j} gdp_{jt} + \gamma_1 did_{it} + \gamma_2 \sum_{j=1}^N \omega_{ij} did_{jt} + \gamma_3 Controls_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

其中， $\gamma_1$  和  $\gamma_2$  为考虑空间效应前后政策对人均 GDP 的影响系数，其他变量与基准模型相同。作为对照，本文在表 9 第（1）列展示了传统双重差分模型的估计结果，第（2）列为空间双重差分模型的估计结果。可以发现，在传统双重差分模型中，政策虚拟变量的系数显著为正，这表明在不考虑空间矩阵时，知识产权示范城市政策的实施能够有效促进经济增长。知识产权保护力度的加强会增加其他企业的侵权成本，进而减少知识产权侵权事件的发生，这一方面能够激励微观主体的创新行为，另一方面有助于充分发挥创新对经济增长的推动作用。空间双重差分模型的估计结果显示，不考虑空间矩阵时政策变量对人均 GDP 的影响在 1% 的水平上显著为正，考虑空间矩阵后政策变量对人均 GDP 的影响显著为负。加强知识产权保护后，不仅限制了本地创新成果在其他城市的技术运用，还使其他城市同类创新活动的前期固定投入变为沉没成本，产生技术垄断效应，进而对周边地区人均 GDP 产生负的空间溢出效应。

在上述分析基础上，本文进一步结合基准模型与 2010—2022 年空间效应分解结果，对理论机制进行双重验证。该做法的内在逻辑是，如果不同样本区间知识产权保护强度存在差异，那么不同时段内技术创新对经济增长的空间效应也应当有所不同。具体而言，若本文的理论机制成立，随着知识产权保护的不断加强，技术创新对人均 GDP 的空间溢出效应会逐渐减弱。图 5 显示，2010 年之后知识产权保护强度的均值明显高于以前年份。表 10 显示，2010—2022 年技术创新和有效创新的间接效应

均小于 1990—2022 年, 即随着知识产权保护力度的加大, 创新对经济增长的空间溢出作用显著减弱。因此, 侧面印证了知识产权保护在创新的空间溢出效应中所发挥的重要作用, 本文的理论机制成立。

表 9 空间双重差分法估计结果

	(1)	(2)
	双重差分模型	空间双重差分模型
<i>did</i>	0.054 ***	0.042 ***
<i>pop</i>	- 0.739	- 0.215 ***
<i>pop</i> <sup>2</sup>	0.016	- 0.009
<i>density</i>	- 0.006	- 0.004
<i>devQuality</i>	- 0.010	0.088 ***
<i>fluct</i>	- 0.008 ***	- 0.006 ***
<i>rev</i>	0.025	- 0.092 *
<i>fdi</i>	0.101	- 0.034
<i>gdp_3</i>	- 0.320 ***	- 0.158 ***
<i>exp</i>	- 0.396 ***	0.023
<i>urban</i>	0.610 ***	0.652 ***
<i>employ_2</i>	0.010	0.021 ***
<i>K/Y</i>	0.007	0.003
<i>RD_exp</i>	0.106 *	0.031 *
<i>edu</i>	- 1.157 ***	- 1.249 ***
空间效应		
<i>w* did</i>		- 0.081 ***
<i>Spatial</i>		
$\rho$		0.907 ***
$\sigma$		0.013 ***
N	9372	9372
R <sup>2</sup>	0.989	0.423

表 10 空间效应分解结果

	1990—2022 年		2010—2022 年	
	<i>patents</i>	<i>eff_patents</i>	<i>patents</i>	<i>eff_patents</i>
直接效应	0.014 ***	0.018 ***	0.012 ***	0.013 ***
间接效应	0.233 ***	0.176 ***	0.057 ***	0.046 ***
总效应	0.247 ***	0.194 ***	0.068 ***	0.059 ***

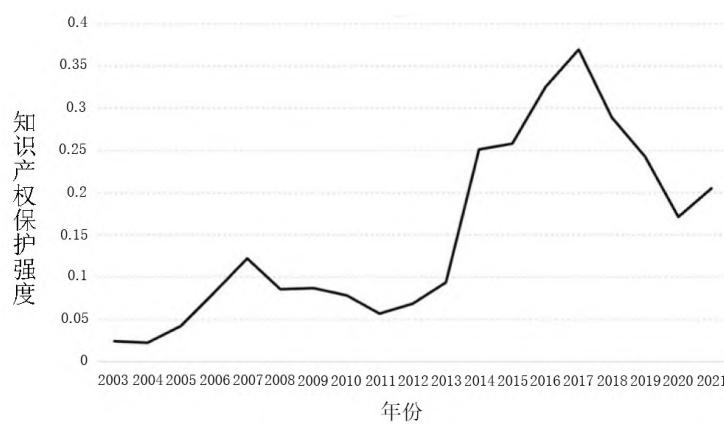


图 5 平均知识产权保护强度

## 五、结论与政策建议

技术创新在加快发展新质生产力、推进我国经济高质量发展的过程中具有至关重要的作用。其中，实现产业化的有效创新能够迅速转化为经济效益，而未产业化常规意义上的技术创新也会对经济增长产生潜在影响，探究二者的影响程度和作用路径差异有助于制定更精准的创新激励政策。本文基于空间视角分析了技术创新和有效创新对经济增长的影响，研究发现：技术创新和有效创新均能够推动经济增长；若不考虑空间矩阵，有效创新对经济增长的促进作用更明显；若考虑空间矩阵，技术创新对经济增长的影响更显著；上述结论在经过一系列稳健性检验和内生性处理后依然成立；代表有效创新的产业化发明专利具有较高的技术价值和信息价值，可以通过创新成果的广泛应用带动相关产业的发展，进而推动本地区的经济增长；常规意义上的技术创新中包含的未产业化发明专利最终并未投入市场，只能通过知识积累和指导后续研发的方式，发挥信息价值以促进本地区的经济增长。在机制分析方面，有效创新具有更高的技术和商业价值，因而受到更严格的知识产权保护，专利的持有者倾向于独占创新带来的竞争优势和超额利润，致使竞争对手同类创新活动的前期投入转化为沉没成本。由此产生的技术垄断效应会抵消部分知识溢出效应，进而减弱有效创新对周边地区经济增长的正向溢出效应。未产业化的专利持有者获取超额利润的动机较弱，竞争者受到的阻碍与限制较少，几乎不会形成由知识产权保护带来的技术垄断，可见，常规技术创新通过信息公开带来的知识溢出效应对周围城市产生积极的影响。因此在知识产权保护不断加强的背景下，有效创新的经济增长效应更多地体现在地区内部，而对周边地区经济增长的贡献相对有限。

根据上述研究结论，为了更好地发挥技术创新和有效创新对经济增长的推动作用，本文提出以下政策建议：第一，完善有关创新的政策体系，优化政策执行机制。根据国家发展战略和科技创新需求，制定具有针对性和可操作性的创新激励政策，内容包括完善科技评价体系、增加财政科技投入、支持创新平台建设和健全人才激励机制等。加快推动高水平科技自立自强，要充分发挥新型举国体制的优势，全面提升自主创新能力。建立科学、公正、透明的创新评价体系，要鼓励原创性、基础性研究和关键技术突破，保证技术创新的质量，避免“专利泡沫”的形成。第二，构建科技成果转化服务平台，为科技成果转化提供全方位的支持。第三，建设知识共享平台，加速知识在地理空间上的传播和扩散。由于创新的空间溢出效应来源于知识扩散，因此搭建区域性的知识共享平台，有利于区域内的创新主体获取和使用知识。应当鼓励高校、科研机构等创新主体将其知识成果上传到共享平台，实现知识的开放和共享。同时，利用现代信息技术手段如云计算和大数据等，提高信息传输速度和效率，减少知识传播的成本。只有充分发挥创新的知识溢出效应，才能增强创新对经济增长的空间溢出作用。第四，建立跨区域协作组织，强化区域创新政策的支持。除了加强城市之间的技术交流和知识溢出之外，还应当聚焦区域共同需求，完善科学设施和功能性平台的规划布局，避免重复建设，集中力量共同推动前沿基础研究，攻克关键核心技术和颠覆性技术。同时，完善区域创新协调发展的政策法规，消除不利于创新要素流动的政策壁垒，推动更高效、更深层次的区域协同创新。

责任编辑：孙中博

## ABSTRACTS

### **Major Challenges and Solutions in Constructing AI Ethics: From the Perspective of Emergency Ethics**

*Li Ping ( 1 )*

The main purpose of the construction of artificial intelligence ( AI) ethics is to enable AI agents to generate stable altruistic behavior by endowing them with human-like moral capacities. The current mainstream research approaches include “top-down” rule embedding, “bottom-up” machine learning, and “hybrid” approaches along with their derivative paradigms. However, these approaches have not yet thoroughly addressed the fundamental issues of human-AI coexistence: how to establish an intersubjective ethical relationship between humans and AI at the ontological level, and how to resolve the ontological dilemma of attributing moral status. These issues constitute a major bottleneck restricting the development of AI ethics. Furthermore, the mainstream approaches to AI ethics construction face several major challenges, namely “asymmetric risks,” “meme mutation,” and the intensification of the human existential crisis. From the perspective of evolutionary biology, humans are dual carriers of genes and memes, and their behavioral patterns are often regarded as those of “intelligent machines” driven by these two replicators. However, what distinguishes humans from other life forms is the ability to initiate a “cognitive revolution” through the awakening of moral reason. Each such awakening marks the emergence of emergency ethics, demonstrating humanity’s potential to transcend biological determinism. In view of this, the challenges of AI ethics construction can be addressed through emergency ethics—that is, by adopting “risk-sharing” strategies based on synthetic evolution to deal with asymmetric risks, advancing toward “endosymbiosis” to cope with meme mutation, and practicing a “theory of coexistence” to mitigate the human existential crisis.

### **Effective Innovation and Economic Growth from a Spatial Perspective**

*Zhang Ziran He Jing ( 69 )*

Under the guidance of the innovation-driven development strategy, improving technological innovation, promoting the commercialization of scientific and technological achievements, and transforming them into tangible productive capacity are of great significance for achieving high-quality economic development in China. Based on panel data of 284 prefecture-level cities in China from 1990 to 2022, this paper empirically examines the effects of technological and effective innovations on economic growth and their underlying mechanisms from a spatial perspective. The results show that: (1) Both technological and effective innovations generally have significant positive effects on economic growth. (2) Without considering spatial dependence, effective innovation has a greater effect on economic growth than conventional technological innovation. However, when spatial dependence is taken into account, the effect of effective innovation on economic growth is relatively smaller. (3) Mechanism analysis indicates that, compared with non-industrialized technological innovation, effective innovation enables its holders to obtain direct monopoly profits and competitive advantages because it is protected by stronger intellectual property rights, preventing imitation and follow-up by competitors. Consequently, under the context of intellectual property protection, the economic growth effect of effective innovation

is mainly concentrated within the city, while its spillover effect on surrounding cities is relatively limited. (4) With the overall strengthening of intellectual property protection in China, the spatial spillover effect of technological innovation tends to decline. This study provides important policy implications for optimizing technological innovation and resource allocation, improving the intellectual property protection system, and promoting coordinated regional economic development.

### **New Research on the Mingtang Sacrificial Rites in the Southern Dynasties**

*Niu Jingfei* (95)

The establishment of the Mingtang in Jiankang was the result of Emperor Xiaowu of the Liu-Song dynasty's persistent promotion of filial piety as a means to assert his political legitimacy. Thereafter, the Mingtang rites of the Southern Dynasties were further developed and refined. Following several adjustments during the Song and Qi dynasties, it was ultimately decided that the suburban sacrifices and the Mingtang rites would no longer be conducted on the same day. Wang Jian, a prominent statesman of the Qi dynasty, explicitly emphasized that sacrifices should be performed in the Mingtang even in the absence of a designated emperor. The rulers and officials of the Liang dynasty devoted greater attention to revising the details of ritual practice in order to underscore the function of Heaven worship inherent in the Mingtang rites. In the Southern Dynasties, the arrangement of seats in the Mingtang was closely tied to the construction of imperial legitimacy. During the reign of King Yulin of the Qi dynasty, it was proposed that Emperor Shizong, the posthumously honored Crown Prince Wenhui, be enshrined in the Mingtang. In the reign of Emperor He (Donghunhou), the Mingtang was dedicated to both his father, Emperor Ming, and Emperor Wu (Taizong). By the later Southern Dynasties, a new tradition gradually emerged in which the emperors enshrined in the Mingtang varied in accordance with the succession of the throne.

### **“Journeying toward There” and “Departing from Here”:**

### **A Comparative Analysis of Lu Xun's *The Passerby* and Kafka's *The Departure***

*Zeng Yanbing* (167)

In the 1920s, Franz Kafka and Lu Xun independently crafted works with strikingly similar themes and closely related genres: Kafka's *The Departure* and Lu Xun's *The Passerby*. The horseback-riding protagonist in Kafka's narrative and Lu Xun's wandering passerby function as partial spiritual self-portraits of their authors, a lineage of self-representation partially attributable to their shared intellectual mentor, Friedrich Nietzsche. In Kafka's story, the protagonist heeds a distant bugle call and resolves to embark on a journey, whereas in Lu Xun's poetic drama, the passerby is compelled to keep moving by a voice from ahead. These distant bugles and forward voices symbolize the authors' inner convictions and existential calling. The protagonist in Kafka's *The Departure* yearns for a true journey; this departure signifies not only his personal fate but also the eternal destiny of the Jewish people. In contrast, Lu Xun's *The Passerby*, compelled to move without rest, embodies the author's method of resisting despair. Although Kafka and Lu Xun grapple with analogous philosophical and existential concerns, their narrative techniques and expressive strategies diverge notably—a difference that reflects not only individual artistic sensibilities but also broader cultural divergences between East and West.