中国科技资源导刊 ISSN 1674-1544
2022 年 11 月 第 54 卷第 6 期 39-51, 68

CHINA SCIENCE & TECHNOLOGY RESOURCES REVIEW
ISSN 1674-1544 Vol.54 No.6 39-51, 68 Nov. 2022

“一带一路”倡议对区域创新的影响研究

——基于国内285个地级市的经验证据

周娟美 崔粉芳
（中北大学经济与管理学院，山西太原 030051）

摘要：“一带一路”倡议是实现国内区域创新的新引擎。基于2008—2018年中国285个地级市的样本面板数据，通过双重差分法（DID）和倾向得分匹配（PSM）等方法实证检验倡议的区域经济效应。研究得到：“一带一路”倡议对区域创新具有积极效应，进一步稳健性检验，采用倾向得分匹配、安慰剂检验、工具变量法等，该结论依然成立。区位与规模异质性检验表明，区域创新水平提升在东部地区显著，且集中在大、中型城市。影响机制检验挖掘了内在影响区域创新的设施联通、产业升级及政府激励三大机制。据此，提出激发创新动力、坚持因地制宜、完善创新机制等相关政策建议。研究结果对于深化“一带一路”倡议、增强区域创新能力提供了理论借鉴。

关键词：“一带一路”倡议；区域创新；设施联通；产业升级；双重差分法

DOI：10.3772/j.issn.1674-1544.2022.06.005 **CSTR：**15994.14.issn.1674.1544.2022.06.005

中图分类号：F740 **文献标识码：**A

Research on the Impact of the “The Belt and Road” Initiative on Regional Innovation

—Evidence from the Empirical Test of 285 Prefecture-level Cities in China

ZHOU Juanmei, CUI Fenfang
(School of Economics and Management, North University of China, Taiyuan 030051)

Abstract: The Belt and Road Initiative (BRI) is a new engine for regional innovation and development. Based on the sample panel data of 285 prefecture level cities in China from 2008 to 2018, the regional economic effects of the initiative are empirically tested by means of double difference method (did) and propensity score matching (PSM) .The study found that BRI has positive effects on regional innovation, and the conclusion was still true after adopting the propensity score matching, placebo test, instrumental variable method and other robustness tests. The heterogeneity test of location and scale shows that the improvement of regional innovation level is significant in the eastern region, and concentrated in large and medium-sized cities. The impact mechanism test shows BRI promotes regional innovation development through facilities interconnection, industrial upgrading and government incentive mechanism. Therefore, the paper puts forward relevant policy

作者简介：周娟美（1974—），女，中北大学副教授，研究方向为科技金融、创新管理；**崔粉芳**（1997—），女，中北大学硕士生，研究方向为区域创新（通信作者）。

基金项目：教育部产学合作协同育人项目“基于新文科建设背景的校企深度协同创新人才培养”（202101143066）；山西省政府重大决策咨询项目“山西推进制造业数字化、智能化升级对策研究”（ZB20210805）；山西省研究生教育创新项目“山西省金融创新效率对制造业智能转型升级的空间效应研究”（2021Y636）。

收稿时间：2022 年 5 月 10 日。

suggestions such as stimulating innovation power, adhering to adjusting measures to local conditions and improving innovation mechanism. The research results will provide theoretical reference for deepening the BRI and enhancing regional innovation capability.

Keywords: "The Belt and Road" initiative, regional innovation, facility connectivity, industrial upgrading, difference-in-differences

0　引言

"一带一路"不仅是国际合作重要的创新协作平台，更是新时期中国全方位对外开放的发展战略，为国内区域创新发展提供了新契机。事实上，自"一带一路"倡议提出以来，通过调整开放战略，改变了原有"沿海—内陆"的开放格局，也改变了各区域的地位与作用，如基础设施的建设，增加了陕西、甘肃等内陆省份的发展机会，跃升成为对外开放的战略重地，区域创新能力得到明显提升。据统计，2020年，我国R&D经费投入较倡议提出前增长了105.91%，达到2.4万亿元，但仍存在发展不平衡等问题。主要表现：一是不同地区差距明显，西部地区R&D经费投入只有东部地区的17.4%；二是不同规模城市差异分明，在广东、江苏等R&D经费超过千亿元的省份中，广州、苏州等少数中心城市却贡献了绝对力量①。由此引发了以下思考："一带一路"倡议是否影响了国内区域创新？如果是，那具体是通过什么机理产生作用？不同地理规模、经济规模的区域是否存在异质性？厘清这些问题，不仅为不同区域精准发展定位、深入实施创新驱动战略提供了基本理论借鉴，而且对推进"一带一路"建设具有重要意义。

实证量化"一带一路"倡议对区域创新的政策效应，是精准评判倡议是否有效的重要内容。已有文献在经济增长、对外直接投资、出口贸易、民生发展等方面进行了深入探讨，但关于区域创新，鲜有学者关注，对于国内区域的研究尤其不足。作为经济增长的第一推动力，区域创新应充分依循科技拉动为主的发展路径，借助创新主体力量通过信息、知识等创新资源的流动实现技术创新，进而提升整体区域创新水平。在这一过程中，各区域创新水平会因基础设施、市场环境、金融市场等关键因素影响呈现差异化发展[1]。这些成果都为本文研究奠定了良好基础。然而，由于研究视角、方法的不同，加上政策实施可能带来的时滞性，仍存在以下两方面的问题：一是现有学者研究多数围绕沿线国家，国内区域作为倡议建设的重点组成部分之一，较少从国内区域层面评估"一带一路"对区域创新的影响，尤其是缺乏地级市层面证据；二是现有研究多数针对投资和贸易层面展开，较少涉及国内区域创新发展。可是区域发展并非仅限于出口方面，创新不仅是引领经济建设发展的关键动力，更是学术界关注的焦点话题。基于此，本文聚焦于"一带一路"倡议提出对区域创新的影响，重点探讨其中的作用机理和影响机制，并进一步从区域异质性和规模异质性分析政策效应。

与现有研究相比，本文的创新点是：①基于"一带一路"倡议准自然实验证据，考察其对沿线省份区域创新的影响。根据是否隶属于"一带一路"规划省份的地级市名单，区分参与和不参与倡议建设的实验组和控制组，利用双重差分法进行检验，分离政策实施的真正效应，丰富了"一带一路"倡议经济研究的内容。②根据地级市的地理位置和经济规模不同，识别检验"一带一路"倡议对区域创新的异质性影响。把285个地级市样本按照所处地理位置划分为东、中和西部三大区域，同时根据经济规模的大小，将城市由小到大依次划分为4个子样本，进一步丰富倡议对国内区域创新的影响研究，为经济新常态下各区域

① 资料来源：国家统计局、科学技术部、财政部发布的《2020年全国科技经费投入统计公报》，http://www.gov.cn/xinwen/2021-09/22/content_5638653.htm。

实现协调创新发展提供新思路。③探究“一带一路”倡议影响区域创新的内在机理，检验设施联通、产业升级以及政府激励3种机制的中介效应，拓展了区域创新和政策评价的研究空间。

1 文献综述

随着“一带一路”倡议的推进，关于其研究逐渐从定性分析转为定量分析。首先是定性分析。倡议的实施加强了与其他各国的经贸合作，在这一过程中，机遇与挑战并存。就机遇而言，从区域经济发展的角度看，基础设施建设是刺激内需增长的重要手段，同时也创造了就业岗位，带来了商业发展，缩小了各地区之间的空间距离，经济联系更加紧密，从而促进了产能优化调整[2]，但是也面临诸多挑战，如政治、文化、法律、经济等风险[3]，尤其是数字经济兴起，各企业走出去、产能合作包括地方发展都需要构建符合自身发展的路径及建议。其次是定量研究。具体包括两部分：一是在“一带一路”倡议这一特殊背景下围绕沿线国家测度投资风险[4]、经济增长[5]，围绕倡议沿线省份展开研究的较多，包括绿色全要素生产率，测算了整体发展水平及区域间差异[6]，还有绿色金融发展水平，并分析导致内部差异的具体影响因素；二是直接分析倡议本身的政策效应，研究对象大多聚焦于国外，涉及国际贸易、对外直接投资、产业升级与企业创新等方面。

区域创新的内涵不断丰富，研究视角十分庞杂，本文重点梳理了影响因素和指标测度两方面。关于影响因素，现有文献主要从政府支持、产业集聚、互联网发展、金融发展等方面进行探究，认为政府的科技投入在一定程度上会对创新效率产生抑制作用，深化财政体制改革影响了政府参与行为，提出要通过调动政府积极性促进区域创新[7]。产业结构高级化和合理化对区域创新效率兼具直接影响和间接效应。并且，某特定区域内数字金融的发展存在空间溢出效应，不仅能直接鼓励本地区创新，而且能间接刺激其他区域创新[8]。关于测度，采用创新产出专利数、新产品销售收入衡量区域创新较为普遍[9-10]，其中新产品除了包括在科技领域的重大发现外，还包含因形态发生改变生产销售的产品，考虑到不同区域对新产品的界定不同，很少有学者使用新产品销售收入这一变量来衡量区域创新水平。相比新产品，专利数据更具科学性和合理性，借助生产函数，通过创新投入、创新产出构建指标体系，并采用数据包络分析法和随机前沿等测算方法[11-12]。

梳理区域创新与“一带一路”的相关文献，发现主要涉及国际和国内两类完全不同的区域范围，由此出现分析视阈和分析重点的分野。在国际区域内，方维慰[13]认为要推进“一带一路”长效化发展，各国建立科技合作与协同创新机制是关键。岳立等[14]进一步研究发现，倡议沿线各国的区域创新水平不仅会受外商直接投资、基础设施建设等的干扰，还会受对外开放水平等因素影响。在国内区域内，有学者从定量角度进行指标评价，如吴宏超等[15]以倡议沿线省市高校为主要研究对象，采用DEA-Malmquist模型构建高校科技创新指数生产函数，发现科技创新效率在时空上分布不均衡，横向来看具有明显的动态变化特征。还有学者从实证角度研究倡议与企业的经济效应，如杨波等[16]运用PSM-DID从不同视角检验倡议影响企业创新升级的异质性影响。

综合现有文献，区域创新的影响因素和指标测度等相关研究已较为丰富，现有的理论框架也较为成熟，在“一带一路”的研究方面也取得了诸多共识，但仍存在不足之处。首先，倡议为国内区域发展格局提供了重大契机，但从国内区域层面研究倡议对区域创新影响的文献却较少。其次，已有文献全面考察区域创新的影响因素，但较少从“一带一路”视角研究政策的有效性。最后，缺乏“一带一路”与区域创新之间的作用机理和实证检验，来自地级市的经验证据尤其不足。因此，深入探讨倡议对中国区域创新的影响效应和理论机制，具有重要的理论和现实意义。

2 理论假说

基于国内外文献梳理，本文认为倡议可能对区域创新产生影响，那么其中具体的作用机制如

何？根据区域创新理论和新经济地理学理论，各主体之间、各要素之间关联互动形成比较优势，并依赖要素在区域间的溢出效应和跨区域流通提升区域创新能力[17]。同时，要素的空间流动由外力推动所决定，而倡议的内核在于区域合作，主要围绕“五通”建设，是推动区域创新要素空间流动的强大外力，为区域创新发展提供了新契机。本节将以此为基础，尝试从设施联通机制、产业升级机制、政府激励机制3个方面分析“一带一路”倡议促进区域创新的传导机制，并提出相关的假设。

（1）设施联通机制。“一带一路”倡议可能通过设施联通机制提升区域创新水平。据世界银行统计，基础设施建设为倡议沿线各国GDP的增长贡献了3.35%①。在之前，由于不同区域的经济社会发展水平不同，人流、物流等重要生产要素流动方向不同，很大程度上制约了跨区域基础建设的积极性、创新经济活动的活跃度。自“一带一路”建设以来，设施联通形成了铁路空等多方面的复合型基础设施网络，改变了地区经济间的联通方式，重塑了地区经济地理格局[18]。一方面，有力改善了资本、劳动、技术等创新要素的空间流动便利化条件，提高了区域间的有序流动与配置优化，大幅降低了区域间交易成本，有助于知识溢出，促进了区域创新[19]；另一方面，设施联通尤其是作为地区经济运行必备条件的基础设施建设强化后，不仅能够吸引更多创新要素集聚，形成物质资本积累和人力资本积累，而且创造了一种开放性强、集聚作用强的创新环境[20]。毋庸置疑，设施联通是“一带一路”倡议促进区域创新水平提升的关键路径之一。由此提出以下假设：

假设1：“一带一路”倡议通过设施联通机制提升区域创新水平。

（2）产业升级机制。“一带一路”倡议可能通过产业升级机制提升区域创新水平。产业升级一般表现为三次产业结构改善与产业要素配置效率提高，通过加强各地区的贸易、投资交流，利用“引进来”和“走出去”方式提升区域技术创新水平和生产经营效率。产业升级机制存在技术提升、产业转移、产业发展三大核心。一是企业积极参与“一带一路”建设，包括对外投资、贸易等经济活动，以内外联动的方式，吸引并模仿先进的技术，刺激技术提升，实现地区产业升级[21]；二是基于“一带一路”政策引导，要素流动以产业转移为载体，在各区域间动态流通，使更多生产要素释放汇集于高新技术产业[22]；三是通过参与“一带一路”建设，地区文旅、物流、金融、信息服务等产业交流融合进一步加强，从而推动第三产业整体发展，促进了产业升级[23]。创新要素资源的持续积累并向高级化、合理化推进，加强了区域联动，强化了区域创新。由此提出以下假设：

假设2：“一带一路”倡议通过产业升级机制提升区域创新水平。

（3）政府激励机制。“一带一路”倡议可以通过政府激励机制提升区域创新水平。首先，“一带一路”沿线地区的知识产权保护制度和企业发展特点不尽相同[24]，各地融入倡议建设的目标定位、禀赋优势、发展前景、紧密程度亦各自有别。对于微观经济个体而言，为推进倡议而出台的创新补贴、平台创建、项目、土地、金融支持等各地特色化政府激励，不仅可以弥补其信息不完全、知识外溢造成的市场损失，引领创新方向，增强企业研发活动持续性与研发投入强度，而且可以提升企业核心竞争力，助力应对各种风险。面对激烈的外部市场环境变化，在此基础上，企业有能力也有意愿持续加大研发投入，开展研发创新活动，以此类推，形成良性循环，在质与量两方面进一步激励企业创新产出。其次，“一带一路”沿线地方政府增加创新投入补贴、多元化创新风险和成本分担等“信号传递”，可

① 资料来源：世界银行发布的《“一带一路”经济学：交通走廊发展机遇与风险2020》报告，https://www.worldbank.org/en/topic/regional-integration/publication/belt-and-road-economics-opportunities-and-risks-of-transport-corridors.

以引导科技、人才等优质创新资源集聚，并借助政府声誉进一步促进民间资本投向企业研发，缓解现实严峻的创新活动融资约束[25]。最后，“全面构建开放新格局”等倡议的精神内核通过各地政府激励主导建设区域创新系统，不仅可以打破交通、信息化等硬性基础设施障碍，还可以健全政企合作、成果保护等制度完善软性创新环境[26]并可以支持高校、科研机构和企业搭建合作桥梁，共同承担知识研究与技术攻关，以推动区域创新。由此提出以下假设：

假设 3：“一带一路”倡议会通过政府激励机制提升区域创新水平。

综上所述，“一带一路”倡议影响区域创新的传导机制如图 1 所示。

3 研究设计

3.1 模型设定

双重差分法（DID）作为政策效应评估工具倍受学者青睐，主要原理是政策前后实验组和控制组横向纵向两次差分。相比于其他模型，不仅可以避免遗漏变量，缓解内生性问题，而且虚拟变量的设置可有效分离政策，探讨政策本身的真正影响效应，使设计更加科学严谨，政策效应估计更加准确。故本文将“一带一路”倡议是否发生设为虚拟变量，采用DID模型估计倡议政策实施对国内区域创新的净效应。

DID模型的具体应用涉及两大关键，即政策冲击时间节点和控制组与实验组的选择。关于政策冲击时间节点，参考王桂军等[27]的做法，充分考虑政策贯彻实施的滞后性，确定时间为 2014 年，即倡议写入政府工作报告的那一年。关于控制组和实验组，虽然从长期来看，倡议可带动全国区域的创新发展，但在短期内，更多的是《愿景与行动》中涉及的 18 个省份发挥地区比较优势，积极主动参与倡议建设，这为本文划分实验组和处理组地区提供了依据，也减少了实证结果受金融危机因素的影响。DID方法本身需要政策时间前后划分，确定以 2008 年为基期，加上省级样本数据量较少，故本文使用 2008—2018 年连续 10 年的地级市数据，选用上述提到的 18 个省级行政区（直辖市）为实验组，剩余为控制组。具体模型设计如下：

$$\ln ric_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 treat_{i,t} \times time_{i,t} + \beta_2 control_{i,t} + \gamma_t + \mu_i + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

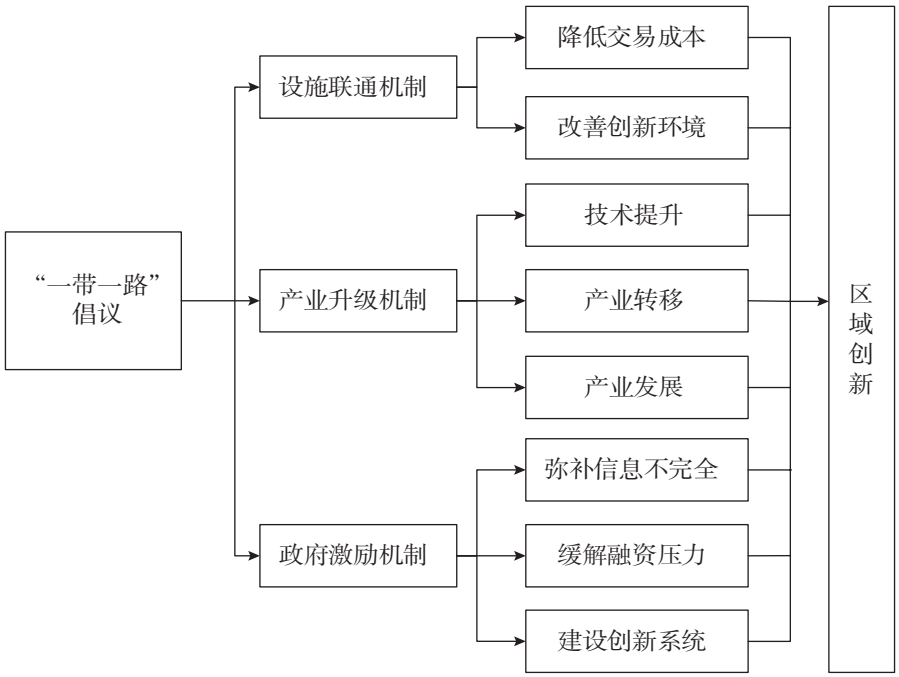

图 1 “一带一路”倡议对区域创新的影响机制

在式（1）中，i表示区域，即某地级市；t为时间；$\ln ric$代表区域创新；$treat$是地区虚拟变量，若为实验组地区，则$treat=1$，否则为控制组，$treat=0$；$time$代表时间虚拟变量，2008—2013年即倡议实施前为0，倡议实施后2014—2018年取值为1；$control$代表控制变量，具体包括对外贸易水平、金融发展水平、外商直接投资水平、人力资本水平以及固定资产投资水平；γ_t、μ_i分别衡量时间和个体固定效应；$\varepsilon_{i,t}$为随机扰动项；α_0为常数项；β_1、β_2为回归系数，其中β_1反映倡议对区域创新水平的净影响。

3.2　变量和数据说明

3.2.1　被解释变量

区域创新是指某一特定区域内科技创新的成果，现有研究常用新产品销售收入、研发投入、专利申请量等指标衡量[9-10]。其中，研发投入属于创新投入端指标，新产品销售收入、专利数属于创新产出端指标。相比于投入，产出端指标对经济发展的作用更突出，更能直接反映区域创新能力。略有遗憾的是除了少数发达城市对于新产品销售收入有统计记录外，大部分地区并未对该指标列入公报进行公示，而地级市层面的专利数据记录是连续的，容易获得，并且在一定程度上可以表征区域创新能力。综合考虑，本文借鉴王琴梅等[28]的研究，使用专利申请数作为区域创新代理变量。如图2所示，选择2008年、2013年、2014年及2018年4个截面可视化，展示中国地级市区域创新水平的分布格局，利用四分位法对研究时序内地级市进行制图。在时间演化上，

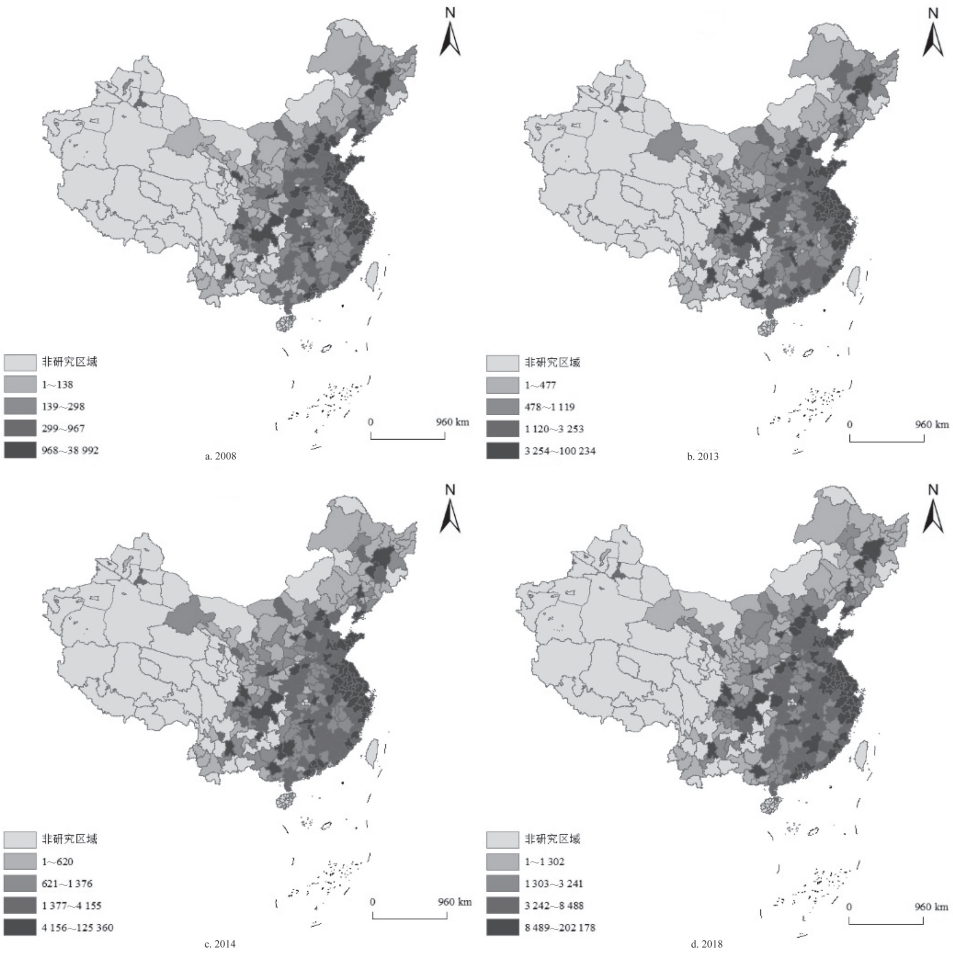

图2　2008—2018年中国地级市区域创新水平的分布格局

注：该图基于全国地理信息资源目录服务系统下载的审图号为GS（2019）1822号的标准地图制作，底图无修改。

2008—2018 年大部分地区的创新水平与基期相比均得到了明显提高；在空间格局上，较高创新水平的地级市多聚集在东部地区，可能是因为与中西部地区相比，东部地区率先改革开放，具有良好完备的创新基础。中西部地区相较于倡议初期，增长发展趋势较为明显，由原先的普遍较低水平到目前出现零星较高水平的分布，这与近几年“一带一路”政策的实施密不可分。从整体来看，局部差异化现象仍然存在，但中国区域创新水平“东—中—西”的分化演变格局逐渐衰弱，西部和中部连片发展格局凸显。

3.2.2　解释变量

“一带一路”倡议采用虚拟变量的交互项衡量，即*treat*和*time*相乘。关于地区，借鉴张涵等[29]的做法，《愿景与行动》明确提及的 18 个省级行政区（直辖市）中的地级市取 1，其余为 0；关于时间，2008—2013 年为 0，2014—2018 年为 1。

3.3　控制变量

对外贸易水平（*trade*）用货物进出口总额来表征，一个地区的对外贸易水平与区域创新水平成正比，对外贸易水平越高，其技术溢出效应和市场规模效应越有利于促进该地区创新。金融发展水平（ln*fin*）用金融机构各项存贷款余额总和来衡量，金融发展可通过缓解融资约束、刺激消费需求促进区域创新水平提升[30]。外商直接投资水平（ln*fdi*）使用各地级市历年外商直接投资额来表征，对外直接投资有助于区域创新，但是存在“门槛效应”[31]。固定资产投资水平（ln*far*）用固定资产投资完成额进行表示，在一定程度上增加固定资产投资，可以拉动经济增长、促进地区创新发展。人力资本水平（ln*edu*）选用普通高等学校专任教师数表征，一个地区教育层次不同，对区域创新水平产生的影响也不同[32]。

主要变量的解释和计算方法见表 1。

3.4　数据说明

本文的样本数据为 2008—2018 年的中国地级市数据。各地级市专利申请数、固定资产投资完成额及外商直接投资使用额数据来自国泰安、Wind、EPSDATA 等数据库，其他变量的原始数据来自《中国城市统计年鉴》，个别缺失数据由插值法或均值替代进行补充。因数据的可获得性，为方便实证检验，剔除关键变量缺失严重的西藏自治区和港澳台地区以及因行政区划调整、样本时间内数据不完整的巢湖等地级市，最终整理得到 285 个地级市共 3 135 个样本。表 2 为主要变量的描述性统计。

4　实证结果

4.1　PSM 结果分析

考虑到“样本选择偏差”问题，即倡议政策实施的地区样本相较于未实施地区样本存在着某些因素的显著差异而导致结论偏差。为准确估计政策有效性，本文借鉴方慧等[33]的方法，使用逐年匹配方法估计。其一，匹配协变量的选择要满足可以同时影响处理效应和结果变量的控制变量，在此基础上进行匹配，满足可忽略性假设；其二，采用一对一的有放回近邻PSM匹配，匹配

表 1　主要变量及其计算方式

变量类别	变量名称	变量表示	变量计算方式
解释变量	区域创新	ln*ric*	每万人专利申请数的对数
被解释变量	地区虚拟变量	*treat*	一带一路沿线省份地级市为 1，其余为 0
	时间虚拟变量	*time*	一带一路政策年 2013 年之前为 0，之后为 1
	政策效应	*treat* × *time*	在不同时期内一带一路倡议对实验组和控制组的影响
控制变量	对外贸易水平	ln*trade*	货物进出口总额与*GDP*之比的对数
	金融发展水平	ln*fin*	各项存贷款余额之和与*GDP*之比的对数
	外商直接投资水平	ln*fdi*	外商直接投资使用额与*GDP*之比的对数
	固定资产投资水平	ln*far*	固定资产投资额与*GDP*之比的对数
	人力资本水平	ln*edu*	普通高等学校专任教师数与总人数之比的对数

从第一年到政策发生的上一年，避免样本变量存在系统性差异。如图3所示，是2011年“一带一路”倡议实施地区和非实施地区匹配前后的核密度图。2008年我国经济结构调整，逐步开始战略转型。2011年，作为“十二五”开局之年，各项经济政策初具成效，故选取2011年这一典型年份进行分析。由此可以看到，匹配结果较为理想，匹配前实施“一带一路”倡议地区和未实施倡议地区两组样本存在较大不同，匹配后两组样本分布非常接近。

4.2　基准回归

根据设定的基准模型，估计“一带一路”倡议对区域创新的政策效应。应用Stata 16.0软件进行DID检验，基准回归见表3。在表3中，模型（1）、模型（3）分别表示有无控制时间固定效应的估计，结果显示在1%的水平上显著为正，表明“一带一路”倡议会积极影响所及地区的区域创新水平。加入一系列控制变量后可以看到，模型（5）、模型（7）的回归系数分别为0.845 5和0.850 3，且显著为正，比较稳定，再次佐证了“一路一带”倡议对区域创新的正向政策效应。为了消除DID模型中可能存在的异方差和自相关关系，本文根据上述倾向得分匹配后的结果，采用PSM−DID方法进一步分析。模型（2）、模型（4）、模型（6）、模型（8）分别为是否进行样本匹配、是否控制时间固定效应、是否加入人力资本水平等系列控制变量后的结果，系数均显著为正，再次验证了“一带一路”政策的有效性。

4.3　稳健性检验

4.3.1　平行趋势检验

双重差分模型的重要前提是“一带一路”倡议实施之前未实施地区和实施倡议地区创新水平的变化趋势相同，即保持平行趋势。具体来看，即若不存在“一带一路”倡议政策的冲击，区域创新水平不会有显著差异，证明存在平行趋势。故本文借鉴Du等[34]的做法，刻画了如图4所示“一带一路”倡议前后实验组和控制组区域的创新水平趋势变化。纵轴对应置信区间，表示不同

表2　主要变量的描述性统计

变量	观测值	平均值	标准差	最小值	Q1	中位数	Q3	最大值
treat × *time*	3 135	0.223	0.417	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
ln*ric*	3 135	1.333	1.571	−4.126	0.288	1.221	2.359	8.339
ln*edu*	3 135	1.699	1.098	−1.854	0.950	1.591	2.341	6.828
ln*trade*	3 135	−2.748	1.605	−12.336	−3.732	−2.711	−1.692	3.703
ln*fdi*	3 135	−4.572	1.429	−12.938	−5.311	−4.342	−3.581	0.698
ln*far*	3 135	−0.260	0.706	−4.496	−0.580	−0.295	−0.007	15.648
ln*fin*	3 135	0.788	0.533	−1.920	0.424	0.679	1.045	4.634

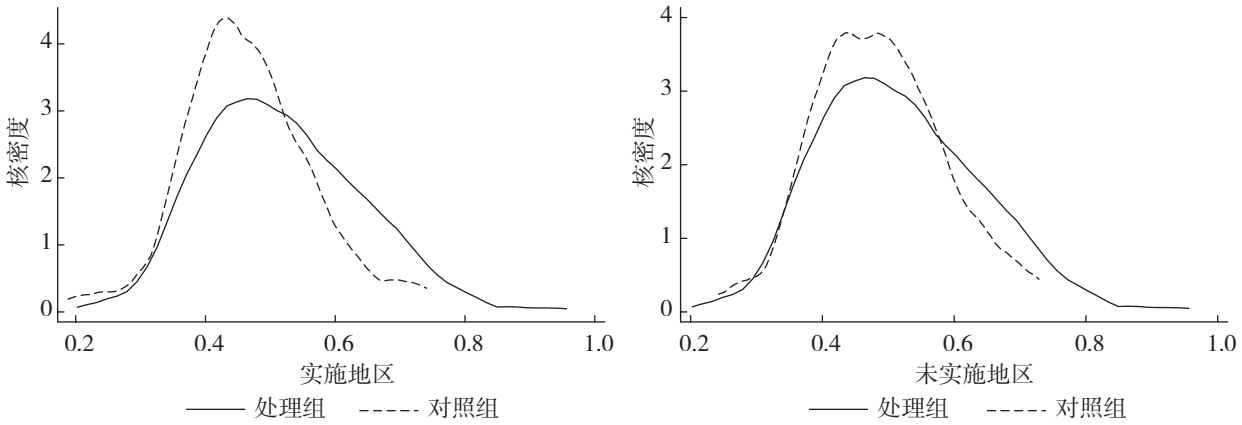

图3　处理组与对照组逐年匹配前后倾向得分核密度图（2011年）

时间与实验组地区的交互项估计系数大小的显著性水平；横轴从左到右依次是 2008 年至 2018 年，为“一带一路”政策实施前后的年份。可以看到，2008—2014 年间的交互项系数保持在稳定水平，且不显著，表明在政策实施前，实施地区和未实施地区区域创新水平变化趋势一致，满足平行趋势假定。在“一带一路”倡议实施的 2014 年后，交互项显著，系数值正向发展，并逐年稳步提升。该检验支持了双重差分方法的有效性。

表 3　基准回归

变量	匹配前 DID	匹配后 PSM-DID	匹配前 DID	匹配后 PSM-DID	匹配前 DID	匹配后 PSM-DID	匹配前 DID	匹配后 PSM-DID
	（1）	（2）	（3）	（4）	（5）	（6）	（7）	（8）
treat × *time*	1.250 5*** （0.034 9）	0.210 1*** （0.050 4）	1.246 6*** （0.035 1）	0.216 9*** （0.039 6）	0.845 5*** （0.043 9）	0.195 1*** （0.047 7）	0.850 3*** （0.044 0）	0.194 9*** （0.039 6）
ln*edu*					0.284 1*** （0.034 4）	0.219 9*** （0.032 8）	0.280 7*** （0.034 5）	0.125 7*** （0.030 8）
ln*trade*					0.011 9 （0.017 3）	0.025 6* （0.015 2）	0.008 8 （0.017 2）	0.060 4*** （0.013 8）
ln*fdi*					−0.140 1*** （0.018 0）	−0.112 6*** （0.015 6）	−0.139 6*** （0.018 1）	−0.048 3*** （0.013 9）
ln*far*					0.294 3*** （0.067 0）	0.127 1*** （0.042 7）	0.288 9*** （0.066 0）	0.093 8*** （0.027 9）
ln*fin*					0.552 9*** （0.078 9）	0.363 1*** （0.052 6）	0.544 9*** （0.078 4）	0.084 8*** （0.050 9）
_cons	6.876 4*** （0.669 1）	4.936 7*** （0.549 1）	17.071 3 （1.255 8）	4.393 7*** （0.550 8）	4.801 2*** （0.748 4）	3.368 7*** （0.606 9）	10.741 6*** 0.145 5	4.101 7*** （0.595 4）
个体固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	否	否	是	是	否	否	是	是
N	3 135	2 838	3 135	2 838	3 135	2 838	3 135	2 838
R^2	0.760 8	0.852 1	0.764 8	0.911 3	0.810 3	0.868 9	0.812 5	0.914 9

注：*、**、*** 分别代表在 10%、5% 和 1% 的显著性水平，括号中为聚类稳健标准误。下同。

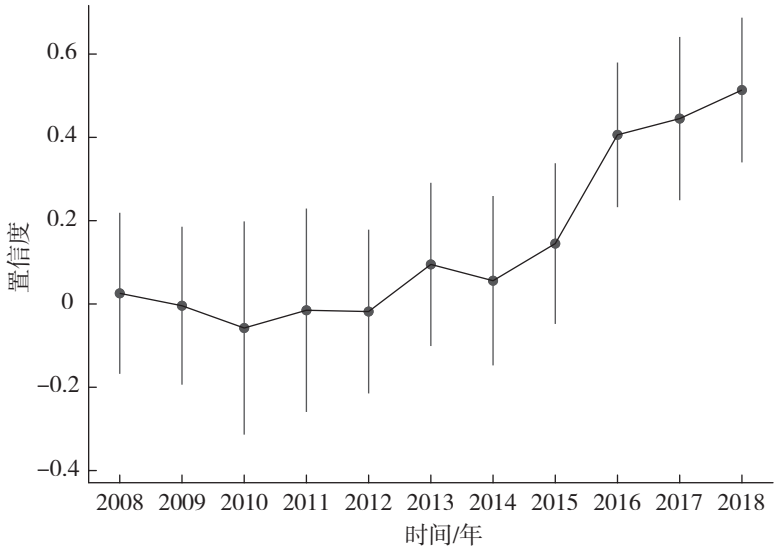

图 4　平行趋势检验

4.3.2　安慰剂检验

为检验DID和PSM−DID方法的有效性，剔除其他政策以及不可观测的缺失变量的影响，本文对“一带一路”倡议的区域创新效应进行安慰剂检验，即将倡议政策的冲击时间2014年依次提前3年，如表4，分别代表以2011年、2012年、2013年相应虚设政策年份的检验结果。*treat*×*time*的估计系数分别为−0.070 7、−0.169 1、0.000 9，核心解释变量系数基本上为负，且不显著，3种时间节点均未表现出积极促进作用，因此排除其他潜在因素对区域创新的影响。

4.3.3　工具变量法检验

本文使用DID模型时基于《愿景与行动》选取控制组与实验组，为非随机状态，使用工具变量法可有效避免因政策虚拟而产生的内生性问题。借鉴王桂军等[35]的做法，选用古代“丝绸之路”沿线地区中的地级市作为处理组的工具变量。一方面，“一带一路”倡议是基于古代“丝绸之路”而提出，二者具有较高相关性；另一方面，古代“丝绸之路”途经地区只占“一带一路”倡议地区很小的一部分，不会直接影响倡议对这些沿线区域的创新效应，满足外生性。如表5所示，使用2SLS对工具变量法进行估计，表5中第一阶段*Iv*×*time*的回归系数为0.544 3，显著为正，满足相关性条件。第二阶段*treat*×*time*的回归系数为0.476 1，在1%的水平上显著为正，这表明在控制政策实施可能存在的内生性问题之后，“一带一路”倡议仍然可以提升区域创新水平，结论不变。

表4　安慰剂检验结果

变量	（9）	（10）	（11）
虚拟政策年份*i*	提前3年	提前2年	提前1年
treat×*time*	−0.070 7 （0.123 0）	−0.169 1 （0.703 0）	0.000 9 （0.989 0）
控制变量	是	是	是
个体固定效应	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
N	3 135	3 135	3 135
R^2	0.905 6	0.905 5	0.170 2

4.4　异质性检验

4.4.1　区位异质性检验

上述基本回归结果表明，“一带一路”倡议对区域创新有显著的提升作用。考虑到随着倡议的推进，地方政府为更好地适应当地实际情况，所执行和配套的政策措施会受地理水平等因素影响[36]，导致倡议在各地呈现差异化政策效果。本文依据城市地理特征划分为东部、中部、西部3个子样本。表6中回归系数均为正。具体来看，东部地区交互项*treat*×*time*在1%的水平上显著，作用性最强，说明“一带一路”建设对东部地区区域创新的提升最强。模型（15）、模型（17）中中西部地区的回归系数分别为0.011、0.074，虽然为正，但不显著，说明在样本期内，“一带一路”倡议不能促进中西部的区域创新，这可能是因为中西部相比率先改革开放的沿海东部，创新基础较为薄弱，发展相对滞后，制约了影响效应。

4.4.2　规模异质性检验

除地理水平因素之外，城市经济发展水平和规模也可能对“一带一路”倡议的区域创新作用

表5　工具变量法检验结果

变量	第一阶段回归	第二阶段回归
	treat×*time*	ln*ric*
Iv×*time*	0.544 3***	
	（0.000 0）	
treat×*time*		0.476 1***
		（0.002 6）
ln*trade*	0.024 9***	0.392 8***
	（0.000 0）	（0.000 0）
ln*edu*	−0.019 1***	0.446 4***
	（−0.000 7）	（0.000 0）
ln*far*	−0.085 1***	−0.220 3***
	（0.000 0）	（0.000 0）
ln*fdi*	−0.045 9***	0.059 3***
	（0.000 0）	（−0.000 6）
ln*fin*	0.047 4***	0.227 6***
	（−0.000 5）	（0.000 0）
_cons	0.026	1.582 2***
	（−0.329 4）	（0.000 0）
N	3 135	3 135
Adj- R^2	0.209 8	0.488 5

产生影响。本文从城市规模入手，根据2014年《关于调整城市规模划分标准的通知》的分类标准①，将前文整理的地级市分为4个子样本，探讨"一带一路"倡议的规模空间异质性，回归结果如表7所示。"一带一路"倡议对不同经济规模城市的区域创新有不同程度的促进作用。具体而言，交互项$treat \times time$的系数在大型城市和中型城市更为显著，说明"一带一路"建设对大型和中型城市的区域创新提升作用更强，而小型城市可能因为竞争力较差，经济体量小，倡议的政策作用并不明显。

5 影响机制检验

实证分析已然证实，"一带一路"倡议对区域创新有明显的促进作用，那具体的作用机制是什么？根据前述理论分析，倡议影响区域创新的内在机制具体包括：设施联通机制、产业升级机制和政府激励机制，模型设定如下：

$$medium_{i,t} = \rho_0 + \rho_1 treat_{i,t} \times time_{i,t} + \rho_2 control_{i,t} + \gamma_t + \mu_i + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$\ln ric_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 treat_{i,t} \times time_{i,t} \times medium_{i,t} + \beta_2 treat_{i,t} \times time_{i,t} + \beta_3 medium_{i,t} + \beta_4 control_{i,t} + \gamma_t + \mu_i + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

式中，$medium$表示中介机制变量，包含设施联通（lninf）、产业升级（lnind）、政府激励机制（lnsub）。设施联通选用各地货运总量与GDP之比来表示，产业升级机制用第三产业、第二产业分别占GDP比重之比的对数衡量，政府激励机制用科学技术支出与政府预算一般公共支出之比的对数表征，其他变量参考式（1）。在本模型中，本文重点关注符号β_1，代表作用机制在"一带一路"倡议对区域创新影响的中介效应。

如表8所示，模型（22）到模型（27）分别代表3种机制有无控制变量的估计结果。$treat \times time \times medium$的系数均为正，模型（22）、

表6 区位异质性检验

变量	东部		中部		西部	
	（12）	（13）	（14）	（15）	（16）	（17）
$treat \times time$	0.385*** （0.056）	0.362*** （0.055）	0.067 （0.086）	0.011 （0.063）	0.085 （0.177）	0.074 （0.111）
控制变量	是	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	否	是	否	是	否	是
N	1 221	1 221	1 155	1 155	462	462
R^2	0.789	0.925	0.769	0.921	0.684	0.871

表7 规模异质性检验

变量	特大及以上城市	大型城市	中型城市	小型城市
	（18）	（19）	（20）	（21）
$treat \times time$	0.162 3 （0.336 5）	0.264 7*** （0.097 1）	0.109 1** （0.092 2）	0.075 2 （0.063 9）
控制变量	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
N	88	803	979	968
R^2	0.758 5	0.765 8	0.760 9	0.869 7

① 城区常住人口1 000万人以上的城市为超大型城市；500万人以上至1 000万人以下的城市为特大型城市；100万人以上至500万人以下的城市为大型城市；50万人以上至100万人以下的城市为中型城市；50万人以下的城市为小型城市。

表 8　“一带一路”倡议对区域创新影响的作用机制检验结果

变量	设施联通机制		产业升级机制		政府激励机制	
	（22）	（23）	（24）	（25）	（26）	（27）
treat × time × medium	0.044 （0.026）	0.062* （0.026）	0.335*** （0.074）	0.328*** （0.073）	1.051*** （0.047）	0.509*** （0.045）
treat × time	0.335* （0.188）	0.221* （0.537）	0.021 （0.035）	0.037 （0.036）	4.850*** （0.245）	2.339*** （0.221）
控制变量	否	是	否	是	否	是
个体固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
Sobel检验	P=0.033 6		P=0.003 5			
N	2 838	2 838	2 838	2 838	2 838	2 838
R^2	0.910 3	0.914 0	0.911 6	0.915 1	0.264 2	0.567 0

模型（24）、模型（25）中设施联通和产业升级机制检验的结果存在核心解释变量不显著。进一步借鉴温忠麟等[37]的方法，对样本进行Sobel检验。Sobel检验的P值均小于0.05，认为中介效应显著，由此假说1、假说2、假说3均得到验证，表明“一带一路”倡议通过3种机制显著提高了区域创新能力，且作用效果大小依次为政府激励机制、产业升级机制、设施联通机制。具体而言，第一，政府在推动区域发展中天然具有创新激励，围绕“一带一路”倡议建立区域经济合作机制，给予贷款贴息、前期费用补助、培训补助，可以弥补信息不完全，引领企业创新方向，降低创新风险和融资成本，并且通过政府力量主导，合理配置创新资源，区域创新水平提升。第二，参与“一带一路”倡议的城市通过建立自贸区等方式加强贸易合作，促进产业升级。企业借助自贸区平台，通过刺激消费需求、提升技术水平等方式推动了传统产业转型和高新技术产业发展，显著提升了各区域的产业升级，从而提高创新能力。第三，设施联通作为跨区域合作的基础，具有经济先导性，如长三角地区干线铁路，构建形为放射状的铁路网络，连接上海、南京等重要城市，这串联起长三角人口大于29万人以上的县域城市与集镇，创新环境极大改善，交易成本显著降低，科技创新资源加速整合，这带动了跨区域流通交易，促进区域创新发展。

6　结论与建议

6.1　基本结论

本文基于DID模型和PSM−DID模型，采用2008—2018年285个地级市面板数据，考察“一带一路”倡议对区域创新的影响。通过理论分析与实证检验，得出以下结论：①双重差分（DID）和逐年匹配后双重差分（PSM−DID）的回归结果均显示，“一带一路”倡议会提升区域的创新水平，进一步通过安慰剂检验、工具变量法等稳健性检验后，实证结果均不变，强化了实证的严谨性。②异质性检验发现，“一带一路”对东部区域创新能力的提升效应比中西部区域明显。相较于特大城市与小城市，“一带一路”倡议对大中型城市的区域创新作用更强。③影响机制检验发现，设施联通、产业升级、政府激励是“一带一路”倡议影响区域创新水平的三大重要内在机制，且政府激励机制的作用效果更强。

6.2　政策建议

第一，激发创新动力，鼓励各区域积极参与建设。根据基准检验结果，“一带一路”倡议对区域创新具有明显的提升促进作用，故要积极鼓励各地区政府和企业参与。对于政府，要明确区域发展愿景，制定区域创新战略，以深度融入倡议建设，加快创新进程。同时要强化政企科技创新政策沟通，搭建信息服务平台，确保信息共享、资源共享，利用产学研协同教育平台，实现

政府与企业优势资源和协调对接。对于企业，要积极响应“一带一路”倡议，借助倡议带来的贸易便利化开拓市场，并寻找合适的转型路径，投身于创新型产业，激发区域创新活力。

第二，坚持因地制宜，促进区域协同创新发展。考虑到倡议在各地的差异化政策效果，一方面要健全跨区域创新合作、互利互助、功能平台等机制，加强各地区产业、人才等交流合作，形成南北联动、优势互补的协同发展模式；另一方面要充分考虑区域差异性，利用区位特点和规模城市资源优势，形成各具特色的区域创新格局。东部地区可继续利用本身具有的经济基础、创新基础设施和人才技术优势，发挥“领头羊”作用，引领并辐射周边地区；中西部地区可借助中欧班列的交通优势，多措并行主动融入倡议建设，如完善体制机制建设，加速成果转化效率，加强知识产权保护，吸引人才、外资，进一步扩大开放，建设地区特色创新平台、以点带面实施创新驱动战略。此外，基于不同规模城市的发展特色，大中型城市可以依托较大的物流贸易，发挥节点核心城市优势，持续扩大对外开放，培育规模产业。小型城市更要搭乘“一带一路”快车，积极参与建设，完善基础设施建设，形成创新资源集聚，享受政策红利。

第三，完善创新机制，推动创新要素流动。设施联通机制、产业升级机制以及政府激励机制的中介作用得以证实，要以这 3 种机制为精准着力点，发挥机制加强作用。首先，要完善跨省基础设施建设，打通跨区域创新资源流通通道。重点支持跨省跨区域间基础设施建设，如铁路、公路、水路、互联网、电网等，尤其是“最后一公里”，打破区域边界，保障区域间的互联互通、贸易合作。其次，要加强区域间不同层级产业合作，构建跨区域产业合作体系，共同研发创新，加快产业升级。政府要发挥信息优势和协调职能，合理利用补贴资金激励企业创新，完善奖惩机制、事前评估以及事后抽查机制，辨别创新行为，对于真正创新企业给予奖励，加快区域创新系统建设，整合创新资源，实现科学分配，为区域创新提供良好环境。最后，要进一步开拓尝试这 3 种机制以外的其他作用机制，如融资机制、资源配置机制等多元渠道，以推动区域发展，共建“一带一路”创新平台。

参考文献

[1] 兰海霞, 赵雪雁. 中国区域创新效率的时空演变及创新环境影响因素 [J]. 经济地理, 2020, 40(2): 97−107.

[2] 赵天睿, 孙成伍, 张富国. “一带一路”战略背景下的区域经济发展机遇与挑战 [J]. 经济问题, 2015(12): 19−23.

[3] 刘海泉. “一带一路”战略的安全挑战与中国的选择 [J]. 太平洋学报, 2015, 23(2): 72−79.

[4] 唐晓彬, 王亚男, 张岩. “一带一路”沿线国家投资风险测度研究 [J]. 数量经济技术经济研究, 2020, 37(8): 140−158.

[5] 公丕萍, 姜超. “一带一路”建设对沿线国家经济增长的影响效果与中介路径 [J]. 世界地理研究, 2021, 30(3): 465−477.

[6] 张洪, 陶柳延, 方文杰. “一带一路”沿线省份旅游绿色全要素生产率区域差异及影响因素 [J]. 首都经济贸易大学学报, 2021, 23(5): 70−82.

[7] 杨柏, 陈银忠, 李爱国, 等. 政府科技投入、区域内产学研协同与创新效率 [J]. 科学学研究, 2021, 39(7): 1335−1344.

[8] 郑万腾, 赵红岩, 范宏. 数字金融发展对区域创新的激励效应研究 [J]. 科研管理, 2021, 42(4): 138−146.

[9] BETTENCOURT L, LOBO J, STRUMSKY D. Invention in the city: increasing returns to patenting as a scaling function of metropolitan size[J]. Research policy, 2007, 36(1): 107−120.

[10] PELLEGRINO G, PIVA M, VIVARELLI M. Young firms and innovation: a microeconometric analysis[J]. Structural change & economic dynamics, 2012, 23(4): 329−340.

[11] NAMAZI M, MOHAMMADI E.Natural resource dependence and economic growth: a TOPSIS/DEA analysis of innovation efficiency[J]. Resources policy, 2018, 59(SI): 544−552.

[12] 韩先锋, 宋文飞, 李勃昕. 互联网能成为中国区域创新效率提升的新动能吗 [J]. 中国工业经济, 2019(7): 119−136.

[13] 方维慰. “一带一路”国家科技合作与协同创新的机制研究 [J]. 重庆社会科学, 2020(12): 45−58.

（下转第 68 页）

[10] STERNITZKE C, BARTKOWSKI A, SCHRAMM R. Visualizing patent statistics by means of social network analysis tools[J]. World patent information, 2008, 30(2): 115−131.
[11] 夏琬钧, 江艳萍, 赵颖梅. 高校图书馆人才挖掘服务工作探索与实践: 以西南交通大学为例[J]. 大学图书情报学刊, 2020, 38(1): 76−80.
[12] 江艳萍, 夏琬钧, 赵颖梅, 等. 基于文献计量方法的全球潜力华人青年学者发现与评价策略研究[J]. 情报杂志, 2019, 38(7): 178−183.
[13] 毕玲玲. 高校图书馆助力学校海外人才挖掘方法探析[J]. 图书馆建设, 2020(S1): 225−226.
[14] 段宇锋, 刘璇. 社会网络分析运用于学术人才挖掘的研究[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2011, 17(5): 80−83.
[15] 王立杰. 基于Ucinet社会网络分析的专利发明人团队和核心发明人分析: 以华南理工大学高分子光电材料与器件研究所为例[J]. 农业图书情报学刊, 2016, 28(10): 72−76.
[16] 杨芳娟, 刘云. 青年高层次人才引进特征与质量分析[J]. 科研管理, 2016, 37(S1): 238−246.
[17] 王聪. 基于人才聚集效应的区域协同创新网络研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2017.

(上接第51页)

[14] 岳立, 曹雨暄. 人力资本投资对区域创新效率的影响研究: 基于“一带一路”沿线45国的实证分析[J]. 西北人口, 2021, 42(4): 71−81.
[15] 吴宏超, 马聪颖. “一带一路”沿线省份高校科技创新效率及影响因素: 基于DEA−Malmquist−Tobit模型的研究[J]. 重庆高教研究, 2020, 8(6): 34−47.
[16] 杨波, 李波. “一带一路”倡议与企业创新升级[J]. 科研管理, 2021, 42(1): 47−56.
[17] TURA T, HARMAAKORPI V. Social capital in building regional innovative capability[J]. Regional studies, 2005, 39(8): 1111−1125.
[18] THEES h .Towards local sustainability of mega infrastructure: reviewing research on the new silk road[J]. Sustainability, 2020, 12(24): 10612.
[19] 马蓉, 周亚梦. 交通基础设施、人力资本与区域创新产出研究[J]. 统计与决策, 2020, 36(24): 52−56.
[20] 张所地, 闫昱洁, 李斌. 城市基础设施、人才集聚与创新[J]. 软科学, 2021, 35(2): 7−13.
[21] 王巧, 佘硕. “一带一路”倡议实施的产业结构转型升级效应研究: 基于中国285个城市PSM+DID的检验[J]. 经济问题探索, 2020(2): 132−143.
[22] 郭爱君, 朱瑜珂, 钟方雷. “一带一路”倡议对我国沿线地区开放型经济发展水平的影响效应评估: 基于“准自然实验”分析[J]. 经济问题探索, 2019(9): 59−71.
[23] 方慧, 赵胜立. “一带一路”倡议促进了中国产业结构升级吗?: 基于285个城市的双重差分检验[J]. 产业经济研究, 2021, 4(1): 29−42.
[24] 宋砚秋, 齐永欣, 高婷, 等. 政府创新补贴、企业创新活力与创新绩效[J]. 经济学家, 2021(6): 111−120.
[25] 张治栋, 裴尔洁. 政府行为下创新要素流动及其空间溢出效应研究[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(15): 37−46.
[26] 李政, 杨思莹, 路京京. 政府参与能否提升区域创新效率?[J]. 经济评论, 2018(6): 3−14, 27.
[27] 王桂军, 卢潇潇. “一带一路”倡议可以促进中国企业创新吗?[J]. 财经研究, 2019, 45(1): 19−34.
[28] 王琴梅, 赵婧如. 基于专利的我国省域创新能力时空演变及影响因素研究[J]. 中国科技资源导刊, 2021, 53(6): 81−91.
[29] 张涵, 杨晓昕. “一带一路”倡议如何影响城市创新集聚方向: 来自我国地级市的经验证据[J]. 国际贸易问题, 2021(5): 127−142.
[30] 刘佳鑫, 李莎. “双循环”背景下数字金融发展与区域创新水平提升[J]. 经济问题, 2021(6): 24−32.
[31] 许晓芹, 周雪松, 张清正. 中国省域视角下对外直接投资、逆向技术溢出与创新能力研究[J]. 经济问题探索, 2019(12): 70−78.
[32] 陈晋玲, 张靖. 教育层次结构与产业结构优化效应的统计测度[J]. 科学学研究, 2019, 37(11): 1990−1998.
[33] 方慧, 宋玉洁. 中国对“一带一路”沿线直接投资会降低企业经营风险吗[J]. 现代经济探讨, 2021(3): 67−78.
[34] DU J L, ZHANG Y F. Does One Belt One Road initiative promote Chinese overseas direct investment?[J]. China economic review, 2018(47): 189−205.
[35] 王桂军, 卢潇潇. “一带一路”倡议与中国企业升级[J]. 中国工业经济, 2019(3): 43−61.
[36] 邓慧慧, 李慧榕. 区域一体化与企业成长: 基于国内大循环的微观视角[J]. 经济评论, 2021(3): 3−17.
[37] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731−745.