

“一带一路”倡议是否提升了沿线国家的创新能力？

胡宗良¹, 罗鹏^{1*}, 王艳珍², 张威³

1. 深圳大学 数学科学学院, 广东 深圳 518060

2. 暨南大学 经济学院, 广东 广州 510632

3. 华南理工大学 数学学院, 广东 广州 510641

DOI:10.61369/ASDS.2025090002

摘要： 基于2009–2019年46个“一带一路”沿线国家的面板数据, 运用双重差分法(DID)考察“一带一路”倡议的创新效应。结果表明, “一带一路”倡议对沿线国家的创新具有促进作用。机制分析显示, “一带一路”倡议通过促进沿线国家与中国的贸易流动、合同合作以及信息技术进口, 对创新产生显著的正向影响。异质性检验表明, 高收入、地理距离近、社会治理能力强的“一带一路”沿线国家更有可能实现创新增长。本文最后就中国如何通过推进“一带一路”经贸合作, 提升沿线国家创新能力、构建高质量创新合作网络提出了见解。

关键词： “一带一路”倡议; 创新; 政策效应; 双重差分模型

Does the Belt and Road Initiative Improve the Innovation of Countries Along the Belt and Road?

Hu Zongliang¹, Luo Peng^{1*}, Wang Yanzhen², Zhang Wei³

1.School of Mathematical Sciences, Shenzhen University, Shenzhen, Guangdong 518060

2.School of Economics, Jinan University, Guangzhou, Guangdong 510632

3.School of Mathematics, South China University of Technology, Guangzhou, Guangdong 510641

Abstract : Based on the panel data of 46 BRI countries from 2009 to 2019, we apply difference-in-differences (DID) method to examine the innovation effects of the Belt and Road Initiative (BRI). The results suggest that the BRI motivates partner countries to innovate. The mechanism analysis indicates that a significant and positive effect of the BRI on innovation is mediated by promoting BRI countries' trade flows, contracts cooperation, and information technology imports from China. The examinations of heterogeneity demonstrate that BRI countries that are high-income, geographically close, and that with high social governance capacity are more likely to observe innovation increases. This paper concludes with insights into how China implements the BRI to enhance BRI countries' innovation and form a high-quality innovation collaboration network by facilitating economic and trade cooperation of the BRI?.

Keywords : The "Belt and Road" Initiative (BRI); innovation; policy effect; DID model

引言

2013年, 中国提出“一带一路”倡议。截至2023年8月, 中国已与152个国家、32个国际组织签署了200多份共建“一带一路”合作文件。“一带一路”倡议旨在积极发展与沿线国家的经济合作伙伴关系, 共同打造政治互信、经济融合、文化包容的利益共同体、命运共同体和责任共同体, 对促进更广泛、更深入的区域合作具有重要意义^[1]。

创新是科技进步的决定性因素, 是发展的首要动力, 是建设现代化经济体系的战略支撑。因此, 中国与“一带一路”沿线国家始终将科技创新合作作为“一带一路”建设的重点领域。2017年5月, 《“一带一路”科技创新行动计划》正式启动实施。通过联合研究、技术转移、科技人文交流、科技园区合作等务实举措, 提升了共建国家的创新能力。2023年11月, 在首届“一带一路”科技交流

基金项目: 2023年度广东省自然科学基金项目“高维小样本数据的均值检验新方法研究”(No.2023A1515010027)。

作者简介:

胡宗良, 深圳大学数学科学学院, 硕士生导师, 研究方向为高维数据与因果推断;

王艳珍, 暨南大学经济学院, 硕士生导师, 研究方向为国际贸易与因果推断;

张威, 华南理工大学数学科学学院, 硕士生导师, 研究方向为因果推断与最优化方法。

通讯作者: 罗鹏, 深圳大学数学科学学院, 硕士生导师, 研究方向为因果推断。

所有作者对本文均有同等贡献, 作者按字母顺序排列。

大会上，中国国家主席习近平指出，“科技合作是共建‘一带一路’的重要组成部分”，强调中国“将深入实施‘一带一路’科技创新行动计划，促进国际科技创新交流，同各国一道挖掘创新增长潜力，激发创新合作潜能，强化创新伙伴关系，让创新成果更多惠及各国人民”。可见，创新是共建“一带一路”高质量发展阶段的内在要求。因此，探讨“一带一路”倡议对沿线国家创新的影响具有重要意义。

现有大量文献关注“一带一路”倡议的经济成果，特别是贸易和投资方面^{[2][3][4]}。许多研究强调合作对创新绩效的重要性^{[5][6]}，也有一些研究考察了“一带一路”背景下合作对创新的影响^{[7][8][9]}。然而，关于“一带一路”倡议对创新影响的研究多侧重于相关性分析，较少强调定量的因果分析；且多讨论其他多国与“一带一路”沿线国家之间的创新合作，没有专门区分中国与“一带一路”沿线国家之间的创新合作活动。在此基础上，本文的贡献在于，运用双重差分法（DID）考察“一带一路”政策与沿线国家创新水平之间的因果关系，并从中国与沿线国家的国际经贸合作视角探讨其作用机制。

本文结构如下：第一部分为相关研究综述；第二部分提出研究假设；第三部分说明本文使用的模型和数据；第四部分估计基准模型并报告估计结果；第五部分主要进行机制分析和异质性分析；第六部分总结全文并提出重要启示。

一、文献综述

大量文献主要关注“一带一路”倡议的社会经济影响。例如，研究表明“一带一路”有效改善了参与国的营商环境^[10]；提高了国民收入水平^{[11][12]}；提升了国际贸易地位和贸易一体化水平^{[13][14]}。

探讨“一带一路”对伙伴国创新能力影响的文献揭示了其多维度作用和内在复杂性。研究强调“一带一路”如何通过经贸合作在宏观和微观层面促进创新。

在微观层面，一方面，学者们考察了“一带一路”对参与国企业创新的影响，发现外国投资是主要渠道。“一带一路”鼓励中国企业在伙伴国进行直接投资，带来技术溢出和资源转移，促进技术升级^{[7][15]}，进而推动创新^[16]。另一方面，国际贸易在“一带一路”对参与国创新的影响中也发挥着重要作用。“一带一路”通过加强国际合作协议等“软联通”和中欧班列等“硬联通”基础设施，促进高质量跨国贸易和深度区域合作，帮助当地企业开拓新市场，保持技术溢出和规模经济效应，从而降低创新成本，积极激励企业创新，提升企业可持续创新能力^[17]。

接下来，我们从宏观层面总结“一带一路”对国家技术创新的影响。从国际贸易角度看，“一带一路”通过改善交通基础设施^[13]和贸易便利化^{[18][19]}，减少文化壁垒、运输时间和贸易成本^{[20][21]}，显著加强了参与国之间的贸易关系，深化了中国与这些国家的贸易联系^{[14][22][23]}。而国际贸易通过市场规模、竞争、比较优势和知识溢出影响内生创新^[24]。国际投资也是“一带一路”影响沿线国家创新的重要渠道。“一带一路”使沿线国家通过对外直接投资从中国获得技术溢出效应和产业关联效应^{[8][25]}，弥补自身资本缺口，提高生产能力，调整产业结构^[26]。“一带一路”还可以通过国际技术和创新合作影响沿线国家的创新。有研究者指出，“一带一路”沿线国家的科学合作频繁从西向东转移，创新是主要目标^[9]。还有研究者发现，“一带一路”能够促进东南亚国家之间的技术转移和经济合作，推动其创新水平稳步提升^[27]。通过国际合作，“一带一路”优化了技术创新的市场环境，提升了伙伴国的创新能力^[28]，促进了跨国合作和技术转移^{[29][30][31]}。

综上所述，“一带一路”倡议的提出，促使学者们对沿线国家的经济社会发展、创新水平、技术转移等进行了多维度研究。然而，这些研究多侧重于相关性分析，对定量的因果分析重视不够。此外，在机制研究方面，往往从沿线各国的贸易、投资、技术合作等方面探讨创新提升，没有专门区分中国与这些国家之间的创新合作活动，导致研究缺乏针对性。

在此背景下，本文提出对现有研究的潜在拓展：（1）运用双重差分（DID）模型实证检验“一带一路”对沿线国家创新水平的影响；（2）以中国与沿线国家的经贸合作为中介变量，分析创新合作在“一带一路”框架下对提升创新能力的作用，从而更精准地聚焦研究问题。

二、研究假设

（一）“一带一路”倡议对沿线国家创新的影响

本文基于供给推动和需求拉动创新机制理论框架^[32]展开分析。

从供给推动机制来看，创新源于生产要素的新组合。“一带一路”显著降低了参与国之间的制度和运输成本，从而促进创新要素在地理和政策层面的流动与集聚^[18]。新经济地理学强调，贸易成本的降低是区域创新活动的关键驱动力^[33]。新制度经济学也强调，较低的制度成本能提高要素配置效率^[34]。基于这些理论，“一带一路”能够优化创新资源配置，促进技术和知识的跨境流动^{[35][36]}。此外，“一带一路”的实施，特别是通过加强政策沟通和国际合作，提供了稳定的政策环境，减少了政策不确定性，从而鼓励更广泛的研发投入和技术开发活动^[37]。

在需求拉动创新机制方面，外部市场需求的扩大为企业创新提供了直接动力。“一带一路”不仅加强了欧亚大陆的物流联通，还拓宽了沿线国家的市场准入和外部需求。这降低了物流成本和时间，提升了沿线国家产品的市场竞争力，进而刺激了对高科技、高附加值产品的需求^[38]。这种需求的增加促使当地企业和研究机构投入更多资源用于新技术研发和创新活动，以满足国际市场的高标准^[39]。因此，我们提出以下假设。

假设1：“一带一路”倡议对提升沿线国家的创新水平具有积极作用。

(二) “一带一路”倡议影响沿线国家创新的机制

首先，“一带一路”通过与中国的国际贸易提升沿线国家的创新能力。“一带一路”通过大规模基础设施建设，显著降低了成员国之间的物流和交易成本^{[18][40]}。这些成本的降低，加上“五通”框架的实施，有效扩大了市场准入。这为沿线国家获取资源和技术进口机会提供了更多可能，促进了技术的本土化和应用^[41]。此外，“一带一路”的贸易自由化政策和提供的广泛贸易平台，使企业能够更有效地进入和利用国际市场^[42]，资源可得性的增加使企业能够将更多资源分配到生产和创新领域^[43]。而且，“一带一路”加剧了参与国之间国际贸易的市场竞争，从而促使企业更倾向于投资研发和创新活动，以在激烈的市场竞争中保持优势^[44]。

其次，“一带一路”通过获取中国的合同项目提升参与国的创新能力。中国在“一带一路”框架下的合同项目大多集中在沿线国家的基础设施建设领域。这些合同项目不仅依赖先进的工程技术，还涵盖项目管理和运营技能。先进技术和管理知识的流入为参与国的技术进步和创新奠定了基础^{[45][46]}。此外，与中国的合同项目合作还促进了沿线国家相关产业的发展。随着这些产业的发展，沿线国家实现了产业升级和经济结构调整^[47]，进一步推动了技术创新。除此之外，中国的工程师、技术专家和管理人员被派往合作国家，提供必要的技术培训和知识转移，直接促进了沿线国家技能、技术能力乃至创新人力资本的提升^[48]。

最后，信息通信技术（ICT）产品的进口已成为促进创新的重要途径。ICT提高了信息处理和传播效率，是新兴经济体现代化和全球化的关键驱动力^[49]。作为技术出口大国，中国通过这一倡议向伙伴国提供先进的ICT设备和解决方案^[50]，使这些国家能够快速获取和部署最新技术。随着ICT产品进口的增加，沿线国家的企业和政府有更多机会接触和学习先进技术，从而促进数字解决方案和互联网应用方面的创新^{[51][52]}。

综合以上分析，我们提出以下机制假设。

假设2：“一带一路”倡议对沿线国家创新的积极影响通过与中国的贸易流动、合同项目和ICT产品进口产生中介作用。

三、实证模型、变量与数据

(一) 方法与样本选择

本文采用双重差分法（DID）来识别“一带一路”倡议这一政策干预与沿线国家创新之间的因果关系。运用双重差分法需要确定处理组和控制组、政策干预前后的时间。本文利用2009–2019年46个国家的面板数据构建实证模型，识别政策效应及其作用机制。考虑到“一带一路”倡议于2013年底提出，且政策效果可能存在时滞，选择2014年作为政策时间节点。鉴于2008年金融危机的爆发和2020年以来新冠肺炎疫情的影响，本文样本的起始时间为2009年，截止时间为2019年。在实证研究中，处理组和控制组国家应具有可比性。因此，本文以与中国签署双边“一带一路”合作协议作为国家正式参与“一带一路”的标准。参与国家

及参与时间信息来源于中国“一带一路”官方网站^[53]。由于样本量、数据可得性以及政策效果时滞的限制，选择2018年下半年前签署合作协议的国家作为处理组，共确定28个国家为处理组，其余18个国家为控制组。

(二) 实证模型

本文构建的双重差分模型如下：

$$Innov_{it} = \beta_0 + \beta_1 DID_{it} + X_{it} + \lambda_i + \sigma_t + u_{it} \quad (1)$$

其中，下标*i*和*t*分别表示国家和年份。 $Innov_{it}$ 为被解释变量，表示*i*国*t*年的创新水平。 DID_{it} 为核心解释变量，代表“一带一路”政策的虚拟变量。 X_{it} 表示影响创新的其他控制变量。 β_1 为“一带一路”政策效应系数，若 $\beta_1 > 0$ ，说明“一带一路”的实施对沿线国家的创新有正向影响。 λ_i 和 σ_t 分别为国家固定效应和年份固定效应。 u_{it} 为随机误差项。

为进一步探究“一带一路”与创新之间因果关系的影响机制，本文采用三步法。第一步验证“一带一路”是否有助于提升沿线国家的创新水平（方程1）。第二步检验“一带一路”对中介变量的影响。第三步考察“一带一路”和中介变量对被解释变量的影响：

$$M_{it} = a_0 + a_1 DID_{it} + X_{it} + \lambda_i + \sigma_t + u_{it} \quad (2)$$

$$innov_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 DID_{it} + \gamma_2 M_{it} + X_{it} + \lambda_i + \sigma_t + u_{it} \quad (3)$$

其中， M_{it} 为中介变量，包括与中国的贸易流动、合同项目以及ICT产品进口。方程(2)中的系数 a_1 表示“一带一路”对中介变量的影响，方程(3)中的系数 γ_2 表示中介变量对创新的影响。若 a_1 显著，则说明核心解释变量对中介变量有显著影响；若 γ_2 显著，则说明中介变量在“一带一路”促进沿线国家创新中发挥了机制作用。同时，若方程(3)中的系数 γ_1 显著，则中介变量仅起到部分中介作用；若该系数不显著，则中介变量起到完全中介作用。

(三) 变量与数据

1. 被解释变量 ($Innov_{it}$)

现有研究中常用的创新指标包括专利授权数、研发支出占比、研发人员数或科学论文数。考虑到数据可得性，本文选取专利授权数（除以10000）来衡量一个国家的创新水平。

2. 解释变量 (DID_{it})

DID_{it} 是政策变量($Treat_{it}$)和时间变量($Time_{it}$)的交互项。 $Treat$ 为处理组虚拟变量，处理组取值为1，控制组取值为0。 $Time$ 为时间虚拟变量，“一带一路”政策干预后取值为1，干预前取值为0。

3. 控制变量

(1) 城市化水平(Urban)，指城镇人口占总人口的比重。随着城市化的不断推进，创新要素的集聚以及成果的传播有助于提升创新活力。

(2) 经济规模(PerGDP)。考虑到各国人口差异，采用人均GDP衡量一个国家的经济规模。良好的经济状况为创新提供了良好的发展环境，增加创新领域的投入。

(3) 资本份额(GCF)，指资本形成总额占GDP的百分比。

资本规模和资本份额的不断扩大，带动了各类高新技术产业的增长。

(4) 公共教育支出 (PEE)，指公共教育支出占政府总支出的比重。教育不仅能提高公民的知识水平，还有助于培养高素质专业人才，从而促进科技创新能力的提升。

(5) 货物和服务进出口 (Import 和 Export)。出口企业需要满足目的国对产品质量、设计和技术的高标准和规定，这可能迫使当地企业进行创新和技术改进。进口企业可以学习和吸收其他国家的先进产品和技术，激发自身的创新能力。为平滑数据并减少方差，在实证部分对 PerGDP、Import 和 Export 取对数。

4. 中介变量

(1) 沿线国家与中国的贸易流动 (Trade_with_China)。以中国与每个沿线国家的贸易总额的对数值来衡量中国与伙伴国的贸易关系。

(2) 沿线国家从中国获得的合同项目 (Contracts)，以中国在每个沿线国家的合同完成营业额总额的对数值来衡量。

(3) 沿线国家从中国进口的 ICT 产品 (ICT)，以沿线国家从中国进口的 ICT 产品占其总进口的比重来衡量。

主要变量的说明如表1所示。

表1：变量定义与统计描述

Table 1: Variable definition and descriptive statistics

Variable	Variable explanation	Mean	Std	Data sources
innov	Number of patents granted (is divided by 10000)	1.132	1.976	World Intellectual Property Organization (WIPO)
Urban	The proportion of urbanization population in the total population	59.364	18.618	World Bank Database
PerGDP	GDP per capita (in logarithm)	8.711	1.140	World Bank Database
GCF	The percentage of total capital formation to GDP	24.772	6.6134	World Bank Database
PEE	The proportion of public education expenditure in total government expenditure	15.374	5.149	World Bank Database
Import	Imports of goods and services (in logarithm)	24.275	1.275	World Bank Database
Export	Exports of goods and services (in logarithm)	24.161	1.448	World Bank Database
Trade-with-China	Total value of trade flows between China and each BRI country (in logarithm)	13.083	1.627	National Bureau of Statistics of China
Contracts	Total value of fulfilled turnover of China's contracts in each BRI country (in logarithm)	9.945	2.360	National Bureau of Statistics of China
ICT	The proportion of BRI countries' ICT products imports from China in BRI countries' total imports	7.773	6.210	World Bank Database

四、实证结果与分析

(一) 基准结果

基于上述实证模型，本文首先运用双重差分法考察“一带一路”对沿线国家创新水平的影响，结果如表2所示。列(1)为未加入控制变量的回归结果，列(2)为加入控制变量后的回归结果。结果显示，“一带一路”的政策效应 (DID) 显著为正，表明“一带一路”的实施对提升沿线国家的创新水平具有积极作用。因此，假设 H1 得到验证。

表2: 基准回归结果
Table 2: Benchmark regression results

	(1) Innov	(2) Innov
DID	0.1306* (0.1476)	0.2397* (0.0535)
Urban		0.1259** (0.0406)
PerGDP		1.1724** (0.3725)
GCF		-0.0115* (0.0134)
PEE		0.0145** (0.0133)
Import		1.1416* (0.4920)
Export		-0.4352*

Constant	1.383*** (0.1190)	(0.4053) -32.7487 (8.2694)
Year FE	YES	YES
Country FE	YES	YES
R ²	0.1647	0.2558
Observation	506	506

注：(1) 括号内为国家层面聚类的稳健标准误。(2)*、**、*** 分别表示 10%、5%、1% 的显著性水平。

(二) 稳健性检验

1. 平行趋势检验

进行双重差分估计必须满足平行趋势假设，即处理组和控制组在政策干预前不存在可能影响政策效果的差异。因此，本研究考察了2014年“一带一路”倡议提出前五年至样本最后一年的趋势变化。为检验平行趋势假设，本文在基准双重差分回归中加入倡议提出前后各年份的虚拟变量^[54]，如下方程所示：

$$Y_{it} = \alpha_0 + \sum_{n=1}^N \alpha_{1n} DID_{n, it} + \alpha_2 DID0_{it} + \sum_{m=1}^M \alpha_{3m} DID_{m, it} + \beta X_{it} + \lambda_i + \sigma_i + \mu_{it} \quad (4)$$

$DID_{n, it}$ 表示政策实施前 n 年政策虚拟变量与时间虚拟变量的交互项， $DID0_{it}$ 表示政策实施当年的交互项， $DID_{m, it}$ 表示政策实施后 m 年的交互项。若 $DID_{n, it}$ 的估计系数不显著，则满足平行趋势假设。

“一带一路”倡议于2013年提出，但沿线国家与中国签署合作协议的时间并非同步，而是陆续进行的。具体而言，在“一带一路”倡议的实施过程中，相关国家与中国签署合作协议的时间节点主要集中在2014至2015年。因此，本文在进行平行趋势检验时，剔除了2014年政策节点与次年2015年的数据。回归系数及其95%置信区间结果如图1所示。可见，2014年之前，回归系数的置信区间均跨越“y=0”水平线，表明估计结果不显著。这说明在政策干预前，“一带一路”对创新的政策效应不显著，而在“一带一路”实施后显著，即处理组和控制组在趋势上不存在事前差异。因此，平行趋势假设成立。

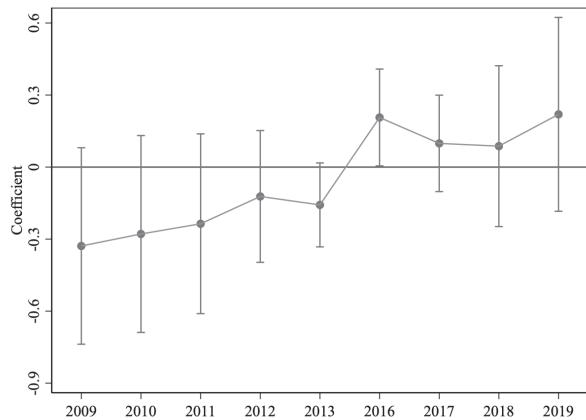


图1：平行趋势检验

Figure 1: Parallel trend test

2. 政策唯一性检验

在“一带一路”倡议提出之前，中国与沿线国家已有较为密切的互动与合作，沿线国家的创新水平可能受到同期其他政策的影响。其中，金砖国家（巴西、俄罗斯、印度、中国、南非）之间的合作是最重要的合作之一。密切的经贸往来有助于金砖国家之间的技术溢出和创新提升。为排除金砖国家合作政策的潜在干扰，本文剔除了属于金砖国家体系的国家。估计结果如表3列(1)所示。结果显示，剔除金砖国家体系的国家后，DID的回归系数仍为正且显著。因此可以得出结论，在排除金砖国家合作政策的潜在影响后，“一带一路”仍对参与国的创新有显著的促进作用。

3. 时间随机性检验

将政策时间节点人为提前至2013年，对双重差分模型进行回归估计，以检验基准估计结果的稳健性。表3列(2)的回归结果显示，基于全样本的DID估计系数为-0.054，且不显著。因此，政策时间唯一性的稳健性检验结果表明“一带一路”的政策效应显著。综上，考虑政策时间的随机性后，“一带一路”促进沿线国家创新的结论仍然成立。

4. 安慰剂检验

为进一步消除遗漏变量对回归结果有效性的潜在影响，本文随机选择国家作为处理组进行安慰剂检验^[54]。具体而言，从总样本中随机选取28个国家作为处理组，其余18个国家作为控制组。然后构建伪双重差分项，并根据基准模型进行估计。该过程随机

重复1000次，得到伪DID系数的估计核密度。如图2所示，伪DID的估计结果分布在0附近，更符合正态分布，均值接近0，且大多数p值大于0.1，表明“一带一路”对随机选择的处理组没有显著的创新效应。此外，真实的DID系数（垂直实线）偏离了主要分布范围，表明这只是小概率下的随机结果，原始处理组的创新提升得益于“一带一路”倡议。

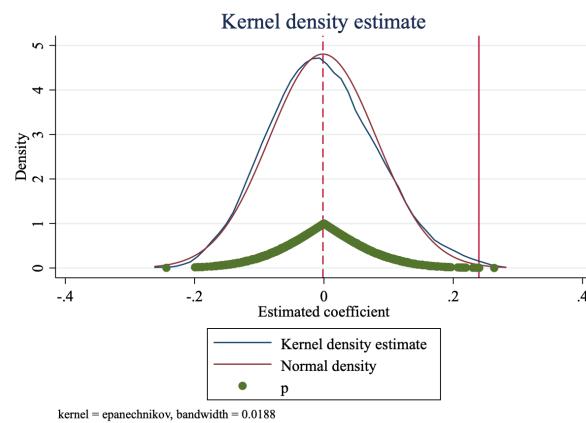


图2：安慰剂检验

Figure 2: Placebo test

5. 替换被解释变量

高新技术产品出口与创新密切相关。一个国家的高新技术产品出口能够反映其科技创新能力。因此，本文采用高新技术产品出口占制成品出口的比重(MHTecPor)作为被解释变量的替代变量。高新技术产品出口和制成品出口数据来源于世界银行数据库。估计结果如表3列(3)所示，DID的回归系数显著为正，表明“一带一路”确实对促进参与国的创新有显著的正向作用，与基准双重差分模型的研究结果一致。

表3：稳健性检验

Table 3: Robustness test

	(1) Policy uniqueness test	(2) Counterfactual test	(3) MHTecPor
DID	1.5672* (0.2091)	-0.1004 (0.2075)	2.2822* (0.9359)
Control Variables	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES
Country FE	YES	YES	YES
R ²	0.2128	0.1128	0.2979
Observations	451	506	506

注：(1)括号内为国家层面聚类的稳健标准误。(2)*、**、***分别表示10%、5%、1%的显著性水平。(3)控制变量与表2相同。

五、机制与异质性分析

(一) 机制分析

前文的实证结果基本证实了“一带一路”有助于提升沿线国家的创新水平。本节将从贸易流动、合同项目和ICT产品进口三

个维度探讨其中介效应。

1. 与中国的双边贸易

中国贸易关系中介效应的回归结果如表4列(1)和(2)所示。列(1)中“一带一路”政策的系数显著为正，表明“一带一路”促进了中国与沿线国家的双边贸易流动。同时，列(2)中Trade_with_China的系数显著为正，表明贸易关系在“一带一路”政策促进沿线国家创新的过程中发挥了积极的中介作用。此外，列(2)中“一带一路”政策的系数仍显著但小于基准结果，表明双边贸易在提升沿线国家创新中起到部分中介作用。

通过与沿线国家的贸易往来，中国与沿线国家的产业建立并培育了密切的联系，促进了先进设备和技术向这些国家的引进。这一过程进一步刺激了沿线国家技术和产品质量标准的更新与提升，从而推动了这些国家创新水平的提高。

2. 来自中国的合同项目

中国合同对沿线国家创新的中介效应回归结果如表4列(3)和(4)所示。列(3)中“一带一路”政策的系数显著为正，表明“一带一路”政策有利于沿线国家获得中国的合同。同时，列(4)中Contracts的系数显著为正，表明合同项目合作在“一带一路”政策促进沿线国家创新的过程中发挥了积极的中介作用。此

外，列(4)中“一带一路”政策的系数仍显著但小于基准结果，表明中国的合同在提升沿线国家创新中起到部分中介作用。

与其他沿线国家的企业相比，参与工程项目的中国企业拥有先进的技术和管理经验。因此，与中国的工程项目合作使沿线国家能够学习和模仿，形成技术溢出效应。从而，通过项目合作，其他沿线国家能够实现技术改造、升级和产品更新。

3. 从中国进口ICT产品的比重

我们还考察了从中国进口ICT产品的中介作用。如表4列(5)和(6)所示，列(5)中“一带一路”政策的系数显著为正，表明“一带一路”增加了从中国进口的ICT产品。同时，列(6)中从中国进口的ICT产品的系数显著为正，表明ICT产品进口在“一带一路”政策促进沿线国家创新的过程中发挥了积极的中介作用。此外，列(6)中“一带一路”政策的系数仍显著但小于基准结果，表明ICT产品进口在提升沿线国家创新中起到部分中介作用。

通过从中国进口ICT及相关产品，沿线国家有更多机会接触先进的信息通信技术，这在一定程度上提高了其技术水平。ICT产品的进口还能促进不同领域的交流与合作，加快知识的转移与应用，从而提高沿线国家的创新水平。

表4：机制检验的回归结果
Table 4: Regression results of mechanism tests

	(1) Trade_with_China	(2) Innov	(3) Contracts	(4) Innov	(5) ICT	(6) Innov
DID	0.0212*** (0.0399)	0.1523* (0.1841)	0.0200* (0.0405)	0.2061** (0.0118)	1.8024*** (0.0359)	0.2296** (0.1591)
Trade_with_China		0.2365** (0.0547)				
Contracts				0.0526** (0.0557)		.0002* (0.0204)
ICT						
Control Variables	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Country FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
R ²	0.7008	0.2693	0.2696	0.2608	0.3199	0.2557
Observations	506	506	506	506	506	506

注：(1) 括号内为bootstrap标准误。(2)*、**、***分别表示10%、5%、1%的显著性水平。(3)控制变量与表2相同。

明“一带一路”对高收入沿线国家有显著的创新促进作用，而对低收入沿线国家则不然。

(二) 异质性分析

本文认为，由于样本国家的特征不同，“一带一路”的政策效应可能存在异质性。因此，本文进一步从沿线国家的收入水平、与中国的距离以及社会治理三个方面研究“一带一路”对创新的异质性影响。

1. 收入水平

参考世界银行的分类(2017–2018标准)，根据国民总收入水平(GNI)将国家分为低收入国家和高收入国家。表5列(1)和(2)的结果显示，“一带一路”对高收入国家创新的政策效应为正且显著，而对低收入国家的政策效应在统计上不显著。这表

这一结果背后可能有三个原因。首先，高收入国家产业结构更先进，产品质量更高，与中国的需求重叠度更高，贸易关系更密切。因此，这些国家更有可能从中国获得创新成果。其次，与低收入国家相比，高收入国家提供了更好的合作平台，在相关专业技术和管理理念方面与中国有更多的交流与合作。一般来说，高收入国家更有可能吸引中国的合同项目，特别是在高科技领域。第三，高收入国家有能力从中国进口更多的ICT产品，从而获得更多的技术溢出。

表5：收入水平异质性分析估计结果

Table 5: Estimation results of heterogenous analysis on income level

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Income level		Geographical proximity	
	Low	High	Neighboring	Non-neighboring
DID	-0.0359	0.4292 *	0.4344**	0.1019*
	(0.1093)	(0.0830)	(0.0725)	(0.0997)
Control Variables	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES
Country FE	YES	YES	YES	YES
R ²	0.2491	0.2372	0.2758	0.2312
Observations	176	330	66	440

2. 地理邻近性

我们基于国家是否为中国的邻国进行分组，分析其异质性效应。表5列(3)和(4)的结果表明，“一带一路”对邻国和非邻国沿线国家创新的政策效应均显著为正，但两组系数存在较大差

表6：门槛显著性检验及门槛估计结果
Table 6: Threshold significance test and threshold estimation results

Threshold variables	Hypothesis test	Threshold value	95% Confidence Intervals
Government_Efficiency	Single variable	0.0093*	[0.0075, 0.0111]
Regulatory_Quality	Single variable	0.0356*	[0.0353, 0.0359]

表7列(1)和(2)显示了以政府效能为门槛变量时“一带一路”对创新的影响。回归结果表明，门槛两侧的DID系数均显著为正，但与政府效能低(≤ 0.0093)的组相比，政府效能高(>0.0093)的组从“一带一路”中获得的创新增长更多，表明“一带一路”对政府效能较高的沿线国家有更强的创新促进作用。

以监管质量为门槛变量的表7列(3)和(4)回归结果也得

异。具体而言，与非邻国相比，邻国从“一带一路”政策中获得的创新增长更多。

大量文献表明，地理距离对双边贸易^[55]和技术合作^[56]有负面影响。因此，我们关于与中国地理距离的异质性分析结果与现有研究和机制分析一致，表明邻国更有可能与中国开展贸易和合同合作，从而促进其创新。

3. 社会治理

本研究从全球治理指标(WGI)的六个指标中选取政府效能和监管质量两个指标。考虑到社会治理指数是连续变量，此处采用面板门槛计量模型进行异质性分析：

$$Innov_{it} = \alpha_0 + \beta_1 DID? I(Thr \leq \phi) + \beta_2 DID? I(Thr > \phi) + \theta_i X_{it} + \lambda_i + \sigma_i + \mu_{it} \quad (5)$$

其中， $I(\cdot)$ 为门槛指示函数， Thr 表示门槛变量， ϕ 为具体门槛值。

表6显示，当以Government_Efficiency和Regulatory_Quality为门槛变量时，“一带一路”对沿线国家创新水平的影响通过了单一门槛检验，门槛值分别为0.0093和0.0356。

出了类似结论。门槛两侧的DID系数均显著为正，但监管质量高($R>0.0356$)的组在“一带一路”实施后获得的创新增长多于监管质量低的组。

综上所述，“一带一路”对社会治理水平较高的沿线国家有更显著的创新促进作用，这可能是因为这些国家更容易与中国建立高质量的经贸合作平台，从而取得更好的创新绩效。

表7：社会治理异质性分析估计结果
Table 7: Estimation results of heterogenous analysis on social governance

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Government_Efficiency		Regulatory_Quality	
	≤ 0.0093	>0.0093	≤ 0.0356	>0.0356
DID	0.1826** (0.0172)	0.3417** (0.0861)	0.0682* (0.0518)	0.2718* (0.0973)
Control Variables	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES
Country FE	YES	YES	YES	YES
R ²	0.2357	0.2357	0.2974	0.2974
Observations	254	252	226	280

注：(1)括号内为bootstrap标准误。(2)*、**、***分别表示10%、5%、1%的显著性水平。(3)控制变量与表2相同。

六、结论

本文基于2009–2019年46个“一带一路”沿线国家或地区的数据，将“一带一路”倡议视为一项准自然实验，运用双重差分模型验证了“一带一路”的创新效应。研究结果支持我们的假

设，即“一带一路”有助于提升沿线国家的创新水平，且经过一系列稳健性检验后，该结论仍然成立。机制分析结果表明，“一带一路”通过增加与中国的贸易流动、合同项目以及ICT产品进口，显著提高了沿线国家的创新水平。此外，异质性分析显示，“一带一路”对收入水平较高、社会治理较好、与中国地理距离较近的沿线国家，其提升创新水平的政策效应更强。

基于上述结论，我们提出以下促进沿线国家创新的建议。

首先，中国已成为国际科技合作的重要参与者。与其他参与

“一带一路”的国家相比，中国在许多领域具有明显的技术优势，“一带一路”框架下的科技合作前景广阔。新一轮科技革命和产业变革正在重塑世界经济结构和竞争格局，利用技术促进经济社会发展已成为国际共识。根据研究发现“一带一路”有利于提升沿线国家创新能力，中国应继续推进“一带一路”建设，呼吁更多国家参与，深化“五通”合作，特别是继续促进中国与沿线国家的贸易和基础设施互联互通，旨在形成高质量的“一带一路”创新合作网络。

其次，“一带一路”倡议提出以来，中国与沿线国家的国际贸易持续扩大，中国已成为25个沿线国家的最大贸易伙伴。2019年，中国对外承包工程业务完成营业额11930亿元，同比增长6.6%，新签合同额17950亿元，同比增长12.2%。在此基础上，中国与沿线国家仍需积极推动双边贸易相关协议和合同的签署或续签，不断完善和简化双边贸易便利化流程，降低通关成本，挖掘

新的贸易增长点。此外，中国还应发挥与沿线国家承包工程的技术溢出效应，推动全方位、多层次、宽领域的合作，从而提高沿线国家的技术和创新水平。

此外，中国与沿线国家合作时，建议根据参与国的发展水平开展有针对性的差异化合作，注重发挥双边比较优势。具体而言，需要制定差异化的合作策略。对于收入较高、增长动力较强的沿线国家，应促进高科技和结构复杂的贸易与合作。对于收入较低的国家，引进中国的先进设备和技术支持是首选。通过因地制宜的国际贸易和合同项目，沿线国家不仅可以利用中国的技术溢出效应，通过模仿和学习实现技术升级，还可以利用中国的产品和合同项目标准，促使企业提高技术水平和管理能力，从而提升创新水平。

参考文献

- [1] 陈曙光. “一带一路”蕴含人类文明大道[R/OL]. (2023-08-07). (2023-11-07). <https://www.yidaiyilu.gov.cn/p/0BL5JNCV.html>.
- [2] Du J, Zhang Y. Does one belt one road initiative promote Chinese overseas direct investment? [J]. China Economic Review, 2018, 47: 189–205.
- [3] Yu L, Zhao D, Niu H, et al. Does the belt and road initiative expand China’s export potential to countries along the belt and road? [J]. China Economic Review, 2020, 60: 101419.
- [4] Shao X. Chinese OFDI responses to the B&R initiative: Evidence from a quasi-natural experiment [J]. China Economic Review, 2020, 61: 101435.
- [5] Wen H, Chen W, Zhou F. Does digital service trade boost technological innovation?: International evidence [J]. Socio-Economic Planning Sciences, 2023, 88: 101647.
- [6] González-Benito Ó, Muñoz-Gallego P A, García-Zamora E. Role of collaboration in innovation success: differences for large and small businesses [J]. Journal of Business Economics and Management, 2016, 17(4): 645–662.
- [7] Zhang Y, Zhang Z, Jin H, et al. Innovation and OFDI along the Belt and Road [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2024, 200: 123136.
- [8] Wang H, Zhong X. An empirical study on the impact of China’s OFDI on the industrial structure upgrading of countries along the Belt and Road and the threshold effect of infrastructure levels [J]. The Singapore Economic Review, 2024, 69(07): 2143–2183.
- [9] Wang H, Zhong X. An empirical study on the impact of China’s OFDI on the industrial structure upgrading of countries along the Belt and Road and the threshold effect of infrastructure levels [J]. The Singapore Economic Review, 2024, 69(07): 2143–2183.
- [10] Chen J, Liu Y, Liu W. Investment facilitation and China’s outward foreign direct investment along the belt and road [J]. China Economic Review, 2020, 61: 101458.
- [11] Bird J, Lebränd M, Venables A J. The belt and road initiative: Reshaping economic geography in Central Asia? [J]. Journal of Development Economics, 2020, 144: 102441.
- [12] Yang G, Huang X, Huang J, et al. Assessment of the effects of infrastructure investment under the belt and road initiative [J]. China Economic Review, 2020, 60: 101418.
- [13] Herrero A G, Xu J. China’s belt and road initiative: Can Europe expect trade gains? [J]. China & World Economy, 2017, 25(6): 84–99.
- [14] Wang J, Tian X. Impacts of the belt and road initiative on China’s bilateral trade [J]. Journal of the Asia Pacific Economy, 2022, 27(3): 400–424.
- [15] Ahmad M, Khattak S I, Khan S, et al. Do aggregate domestic consumption spending & technological innovation affect industrialization in South Africa? An application of linear & non-linear ARDL models [J]. Journal of Applied Economics, 2020, 23(1): 44–65.
- [16] Razzaq A, An H, Delpachitra S. Does technology gap increase FDI spillovers on productivity growth? Evidence from Chinese outward FDI in Belt and Road host countries [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2021, 172: 121050.
- [17] Li J, Qin X, Tang J, et al. Foreign trade and innovation sustainability: Evidence from China [J]. Journal of Asian Economics, 2022, 81: 101497.
- [18] Huang Y. Understanding China’s Belt & Road initiative: motivation, framework and assessment [J]. China Economic Review, 2016, 40: 314–321.
- [19] Zhai F. China’s belt and road initiative: A preliminary quantitative assessment [J]. Journal of Asian Economics, 2018, 55: 84–92.
- [20] De Soysa F, Mulabdic A, Murray S, et al. How much will the Belt and Road Initiative reduce trade costs? [J]. International Economics, 2019, 159: 151–164.
- [21] Chen Z, Wei Y. The impact of China–Europe Railway Express on regional development: Evidence from China [J]. Applied Economics, 2019, 51(58): 6230–6243.
- [22] Liu W, Dunford M. Inclusive globalization: Unpacking China’s belt and road initiative [J]. Area Development and Policy, 2016, 1(3): 323–340.
- [23] Yu H. Motivation behind China’s ‘one belt, one road’ initiatives and establishment of the Asian infrastructure investment bank [M]/China’s new global strategy. Routledge, 2020: 3–18.
- [24] Melitz M J, Redding S J. Trade and innovation [R]. National Bureau of Economic Research, 2021.
- [25] Deng F, Wang Y, Li Z, et al. China’s technology spillover effects in the countries along the Belt and Road—evidence from 49 BRI countries [J]. Applied Economics, 2020, 52(51): 5579–5594.

- [26] Kim K S, Leblebicioğlu A. The Impact of Multinational Presence on Domestic Investment: Firm - Level Evidence from South Korea[J]. *Southern Economic Journal*, 2017, 84(2): 525–547.
- [27] Abidin S Z, Yazdanifard R. BRI and innovation in ASEAN countries[J]. *The Journal of Developing Areas*, 2018, 52(3): 181–193.
- [28] Wang Y, Tang J, Luo P, et al. Does the Belt and Road Initiative (Bri) Improve Innovation Level of Bri Countries? Evidence from a Quasi-Natural Experiment[J]. *Evidence from a Quasi-Natural Experiment*.
- [29] Panibratov A, Kalinin A, Zhang Y, et al. The belt and road initiative: a systematic literature review and future research agenda[J]. *Eurasian Geography and Economics*, 2022, 63(1): 82–115.
- [30] Lv X, Wang M. The Belt and Road Initiative and innovation in China's high-speed rail industry[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 208: 166–176.
- [31] Gao, Y. The Belt and Road Initiative and cascading innovation in China's domestic railway ecosystem[J]. *Journal of International Business Policy*, 2022, 5(2): 236–258.
- [32] Schmockler, J. Economic sources of inventive activity[J]. *The Journal of Economic History*, 1962, 22(1): 1–20.
- [33] Fujita M, Thisse J F. Agglomeration and market interaction[J]. Available at SSRN 315966, 2002.
- [34] North D C. Institutions, institutional change and economic performance[M]. Cambridge university press, 1990.
- [35] Chen J, Wan Z, Zhang F, et al. Evaluation and comparison of the development performances of typical free trade port zones in China[J]. *Transportation research part A: policy and practice*, 2018, 118: 506–526.
- [36] Ge Y, Dollar D, Yu X. Institutions and participation in global value chains: Evidence from belt and road initiative[J]. *China Economic Review*, 2020, 61: 101447.
- [37] Alam A, Uddin M, Yazdifar H. Institutional determinants of R&D investment: Evidence from emerging markets[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, 138: 34–44.
- [38] Lee H L, Shen Z J M. Supply chain and logistics innovations with the Belt and Road Initiative[J]. *Journal of Management Science and Engineering*, 2020, 5(2): 77–86.
- [39] Li J, Kozhikode R K. Developing new innovation models: Shifts in the innovation landscapes in emerging economies and implications for global R&D management[J]. *Journal of International Management*, 2009, 15(3): 328–339.
- [40] De Soyres F, Mulabdic A, Ruta M. Common transport infrastructure: A quantitative model and estimates from the Belt and Road Initiative[J]. *Journal of Development Economics*, 2020, 143: 102415.
- [41] Jackson K, Shepotylo O. Belt and road: The China dream[J]. *China Economic Review*, 2021, 67: 101604.
- [42] Zou L, Shen J H, Zhang J, et al. What is the rationale behind China's infrastructure investment under the Belt and Road Initiative[J]. *Journal of Economic Surveys*, 2022, 36(3): 605–633.
- [43] Wernerfelt B. A resource - based view of the firm[J]. *Strategic management journal*, 1984, 5(2): 171–180.
- [44] Aghion P, Bloom N, Blundell R, et al. Competition and innovation: An inverted-U relationship[J]. *The quarterly journal of economics*, 2005, 120(2): 701–728.
- [45] Dasgupta K. Learning and knowledge diffusion in a global economy[J]. *Journal of International Economics*, 2012, 87(2): 323–336.
- [46] Thüller M, Tomašević I, Stevenson M, et al. A systematic review of China's belt and road initiative: Implications for global supply chain management[J]. *International Journal of Production Research*, 2020, 58(8): 2436–2453.
- [47] Zou L, Shen J H, Zhang J, et al. What is the rationale behind China's infrastructure investment under the Belt and Road Initiative[J]. *Journal of Economic Surveys*, 2022, 36(3): 605–633.
- [48] Wang B, Gong S, Yang Y. Innovation capability, global cooperation, and sustainable development along the Belt and Road Initiative[J]. *Sustainable Development*, 2023, 31(5): 3490–3512.
- [49] Steinmueller W E. ICTs and the possibilities for leapfrogging by developing countries[J]. *Int'l Lab. Rev.*, 2001, 140: 193.
- [50] Li C, Li M, Zhang L, et al. Has the high-tech industry along the belt and road in China achieved green growth with technological innovation efficiency and environmental sustainability?[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019, 16(17): 3117.
- [51] Di Vaio A, Palladino R, Hassan R, et al. Artificial intelligence and business models in the sustainable development goals perspective: A systematic literature review[J]. *Journal of Business Research*, 2020, 121: 283–314.
- [52] Czernich N, Falck O, Kretschmer T, et al. Broadband infrastructure and economic growth[J]. *The Economic Journal*, 2011, 121(552): 505–532.
- [53] Xinhua.China unveils action plan on Belt and Road Initiative(R/OL). (2015-03-28). (2023-11-07). http://www.china.org.cn/china/2015-03/28/content_35181779.htm.
- [54] Ferrara E L, Chong A, Duryea S. Soap operas and fertility: Evidence from Brazil[J]. *American Economic Journal: Applied Economics*, 2012, 4(4): 1–31.
- [55] Brancaccio G, Kalouptsidi M, Papageorgiou T. Geography, transportation, and endogenous trade costs[J]. *Econometrica*, 2020, 88(2): 657–691.
- [56] Reuer J J, Lahiri N. Searching for alliance partners: Effects of geographic distance on the formation of R&D collaborations[J]. *Organization Science*, 2014, 25(1): 283–298.