

# 城市基础设施、技术创新与区域经济发展

## ——基于中介效应与面板门槛模型分析

马昱<sup>1</sup> 邱苑华<sup>1</sup> 王昕宇<sup>2</sup>

<sup>1</sup> (北京航空航天大学经济管理学院, 北京 100191)

<sup>2</sup> (北方工业大学经济与管理学院, 北京 100144)

**摘要** 城市基础设施建设为区域经济的发展提供了重要的物质基础,是区域经济发展的重要先决条件。本文利用熵权 TOPSIS 法来衡量城市基础设施水平,基于 2005~2017 年间我国 30 个省市的面板数据,采用中介效应的分析方法对城市基础设施对我国区域经济发展的影响进行研究,运用面板门槛模型对两者之间的非线性关系进行探讨。结果表明:城市基础设施并非直接影响区域经济发展,技术创新在城市基础设施对区域经济发展的影响过程中起到了完全中介效应的作用,中介效应值为 46.3%;随着城市基础设施建设水平的提升,其对区域经济发展呈现出边际效应递减的规律;财政支出、人力资本、固定资产投资及城镇化水平对区域经济发展起到了促进作用,外商直接投资对区域经济的发展有抑制作用。在此基础上提出对策建议,以期为区域经济的发展提供理论和数据支持。

**关键词** 城市基础设施 区域经济发展 技术创新 中介效应 面板门槛模型 外商直接投资

DOI: 10.3969/j.issn.1004-910X.2019.08.014

(中图分类号) F294; F224 (文献标识码) A

### 引言

改革开放以来的 40 年,中国经济始终保持着较高的增长速度,1979~2017 年 GDP 增加 80 倍,平均增速约为 9.5%,明显高于同期世界平均水平,中国占全球经济总量由 1979 年的 1.75% 提升到 2017 年的 15%,创造了举世瞩目的中国速度。城市基础设施能够为城市的建设提供交通、环境、通信等服务,是保障区域经济发展的先决条件,在区域经济发展的同时,我国城市基础设施建设也有了较大改善,但不可忽视的是基础设施建设存在重短期轻长期、与经济发展不协调的问题,直接影响我国区域经济发展。在此背景下,我国实施了西部大开发、中部崛起等政策,力求促进城市基础设施建设水平再上新台阶,因此城市基础设施建设能否促进区域经济发展,通过何种路径来影响区域经济,这些问题已成为学术关注的

重点。研究城市基础设施建设对区域经济发展的影响,为完善国家基础设施投资规划,合理促进区域经济发展提供科学依据。

### 1 文献综述

城市基础设施建设与创新关系研究。交通基础设施建设能够降低运输成本,为区域间创新活动提供便利支持<sup>[1]</sup>,信息基础设施建设是创新的重要基础<sup>[2]</sup>。Jabbouri<sup>[3]</sup>、王鹏等<sup>[4]</sup>研究了基础设施建设对创新的作用,Czernich 等<sup>[5]</sup>认为信息基础设施建设有利于提升自主创新能力,Agénor 等<sup>[6]</sup>则认为一般基础设施会影响模仿创新。

创新与区域经济发展关系研究。技术创新对经济发展的研究由来已久,亚当斯密的《国富论》中提出创新对经济增长的促进作用<sup>[7]</sup>,Arrow<sup>[8]</sup>从技术创新内生性角度出发,指出技术创新是经济增长的内在因素,国内学者刘禹君<sup>[9]</sup>等认为技术

收稿日期: 2019-04-16

基金项目: 北京市教委社科计划面上项目“北京经济环境脱钩发展的驱动因素及政策治理机制研究”(项目编号: SM201710005004)。

作者简介: 马昱,北京航空航天大学经济与管理学院在站博士后。研究方向: 区域经济发展。邱苑华,北京航空航天大学经济与管理学院教授,博士生导师。研究方向: 决策分析与应用。王昕宇,北方工业大学经济管理学院讲师。研究方向: 区域经济与生态环境。

创新对经济增长有显著的门槛效应，李毓等<sup>[10]</sup>基于2007~2016年中国31个省市面板数据，得出技术创新具有空间溢出效应且对剩余经济增长有显著的正向促进作用。

城市基础设施建设与区域经济发展关系研究。投资、消费和出口是拉动我国经济发展的三驾马车，其中城市基础设施建设是投资的重要组成部分，是改善民生、改进城市运行效率和提升区域经济发展水平的重要途径<sup>[11]</sup>。Aschauer<sup>[12]</sup>采用新古典经济增长模型对美国1948~1987年时间序列数据进行分析，认为核心基础设施对经济增长具有显著的促进作用。宋春合<sup>[13]</sup>使用动态面板模型的系统GMM法考察城市基础设施及其结构对集聚经济的影响，结果表明城市基础设施的改善有利于提升集聚经济。曹萍<sup>[14]</sup>认为城市基础设施与区域经济发展的关系，二者相互影响、相互限制。赵鹏军等<sup>[15]</sup>通过对全国121个镇的调查数据进行分析，得出中国小城镇基础设施对社会经济发展的支撑作用相对较弱的结论。廖茂林等<sup>[16]</sup>选取1994~2016年间中省级面板数据进行研究，得出基础设施投资对中国经济增长有显著的正向影响。

已有文献研究偏向于城市基础设施建设、技术创新和区域经济发展三者之间两两变量的关系，未研究技术创新在城市基础设施建设对区域经济发展的作用，本文的创新点在于：采用熵权TOP-SIS法用多指标而非单指标来评价城市基础设施建设水平；运用中介效应模型分析技术创新在城市基础设施建设影响区域经济发展的中介作用，探讨城市基础设施建设通过技术创新而影响区域经济发展的机制和路径；研究城市基础设施建设与区域经济发展的非线性关系。

## 2 模型设定及指标选取

在城市基础设施影响区域经济发展的过程中，可能直接作用于区域经济，也可能经由技术创新来影响区域经济，技术创新在此处的功能为中介变量，城市基础设施经过技术创新来影响区域经济发展，三者之间的关系如图1所示。

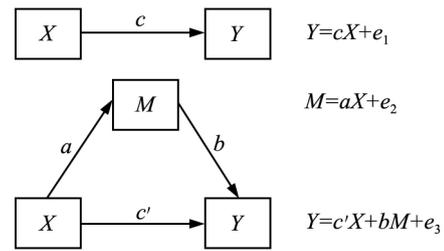


图1 三变量中介效应示意图

从图1中可以看出，三者之间的关系可以用方程组来衡量，其中，城市基础设施X对区域经济发展Y的总影响系数为c，城市基础设施经过技术创新M这一中介变量的影响区域经济发展的系数为ab，中介效应为 $ab/C=ab/(ab+c)$ 。

在Braon等<sup>[17]</sup>的基本中介模型的基础上，本文借鉴温忠麟等<sup>[18]</sup>的研究方法，结合前文研究内容，采用中介效应来测算技术创新在城市基础设施对区域经济发展中的作用。检验过程分为以下几步：(1) 计算城市基础设施对区域经济发展的总效应，如果该弹性系数显著，则进行(2)，否则中介检验不通过；(2) 对式(2)和(3)进行计算，如果城市基础设施对技术创新和区域经济发展的影响系数显著，则表明中介检验通过，如果有一个影响系数不显著，那么需要经由(4)来进行检验；(3) 如果系数c'显著，那么计算中介效应；(4) 进行Sobel检验，检验通过则说明中介检验通过，否则中介检验不通过。

根据理论分析以及经济增长理论，结合中介检验方法，并加入相应的控制变量，具体设置模型如下：

$$\text{LnGdp}_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \text{Infra}_{i,t} + \beta_2 \text{Fin}_{i,t} + \beta_3 \text{Hum}_{i,t} + \beta_4 \text{Open}_{i,t} + \beta_5 \text{Fdi}_{i,t} + \beta_6 \text{Inv}_{i,t} + \beta_7 \text{Urb}_{i,t} + \varepsilon 1_{i,t} \quad (1)$$

$$\text{LnPat}_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 \text{Infra}_{i,t} + \gamma_2 \text{Fin}_{i,t} + \gamma_3 \text{Hum}_{i,t} + \gamma_4 \text{Open}_{i,t} + \gamma_5 \text{Fdi}_{i,t} + \gamma_6 \text{Inv}_{i,t} + \gamma_7 \text{Urb}_{i,t} + \varepsilon 2_{i,t} \quad (2)$$

$$\text{LnGdp}_{i,t} = \eta_0 + \eta_1 \text{LnPat}_{i,t} + \eta_2 \text{Infra}_{i,t} + \eta_3 \text{Fin}_{i,t} + \eta_4 \text{Hum}_{i,t} + \eta_5 \text{Open}_{i,t} + \eta_6 \text{Fdi}_{i,t} + \eta_7 \text{Inv}_{i,t} + \eta_8 \text{Urb}_{i,t} + \varepsilon 3_{i,t} \quad (3)$$

其中，i、t分别代表省市和年份， $\varepsilon 1_{i,t}$ 、 $\varepsilon 2_{i,t}$ 、 $\varepsilon 3_{i,t}$ 为残差。

被解释变量区域经济发展水平(GDP)。本

文选取区域生产总值来衡量区域经济发展水平。

中介变量技术创新 (*Pat*)。代表技术创新的指标一般分为创新投入和创新产出两大类,本文选取创新产出指标来衡量技术创新,采用万人发明、实用新型和外观设计专利授权数作为衡量技术创新的指标,与申请量相比,授权数更能反映区域的创新能力。

核心解释变量城市基础设施建设 (*Infra*)。城市基础设施建设是一个复杂的系统的指标<sup>[19]</sup>,对区域经济可持续发展起着重要的推动作用<sup>[20]</sup>,为了使研究尽可能贴近实际,已有文献将各种基础设施一同纳入回归分析,缺陷在于变量数量众多且各变量高度相关<sup>[21]</sup>,因此本文选取指标体系而非单一指标来衡量这一变量,构建了城市基础设施水平指标体系(如表1所示),进而采用熵权TOPSIS方法,分别计算2005~2017年各省市的城市基础设施水平,并作为衡量城市基础设施水平建设的综合指数。

控制变量。财政支出 (*Fin*)。财政支出是对提升经济数量和质量、实现国家长治久安的重要手段<sup>[22]</sup>。本文选取财政支出占GDP比重来衡量财政支出规模。

人力资本 (*Hum*)。经济增长过程中最重要的一环是人力资本的累积,它能够持续推进区域经济稳步增长<sup>[23]</sup>。郭英彤等<sup>[24]</sup>认为,人力资本水平不仅能够促进经济增长,还能为未来经济增长增添新的活力。本文参照温涛等<sup>[25]</sup>的做法,将文盲与半文盲的受教育年限设定为0年,小学为6年,初中为9年,高中和中专为12年,大专及以上学历为15年,用以衡量各地区人力资本水平。

贸易开放度 (*Open*)。新增长理论认为贸易开放度能够通过提升本国技术而促进经济增长<sup>[26 27]</sup>,本文选取进出口额占GDP比重来衡量贸易开放度。

固定资产投资 (*Inv*)。龚曙明等<sup>[28]</sup>认为固定资产投资对经济发展的推动作用非常重要。本文选取各省市固定资产投资占GDP比重作为衡量固

表1 城市基础设施发展水平评价指标体系

子系统	指标
环境生态	城市每万人拥有公共厕所数量
	生活垃圾无害化处理率
	城市污水日处理能力
交通出行	城市道路面积
	公路密度
	铁路密度
	公共汽车营运数量 出租车数
基础设施长效性	城市建设投资额
	城市供水管道长度
	城市排水管道长度
通信设施	邮电业务总量
	邮政所数
	邮政业务总量
	电信业务总量
医疗卫生条件	医院数 每万人占有的医院床位数
	公共图书馆藏书量
教育资源	高等院校数
	普通高中数
	普通初中数
	普通小学数
	特殊教育数

定资产投资的指标。

城镇化水平 (*Urb*)。伴随着城镇化发展,各种需求随之而来,为区域经济的发展提供了诸多发展动能,城镇化建设能够打破现有的城乡二元化结构、提升中国内需和增长动力<sup>[29]</sup>。本文选取城镇人口占比来衡量城镇化水平。

外商直接投资(*FDI*)。外商直接投资对地区经济增长具有积极作用,对经济的贡献比较大<sup>[30]</sup>。

产业结构 (*Ind*)。产业结构合理化是推动经济发展的重要结构要素<sup>[31]</sup>,本文选取第二产业增加值占区域生产总值的比重作为衡量产业结构的指标。

本文数据主要来自2005~2018年《中国统计

年鉴》、各省市《统计年鉴》、《中国城市统计年鉴》、《新中国 60 年统计资料汇编》、《中国固定资产投资统计年鉴》以及《中国知识产权年鉴》,

缺失值按移动平均法进行处理。表 2 为描述性统计结果。

表 2 变量的描述性统计

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations
GDP	16921.91	15357.21	543.3	89705.23	390
Pat	6.108	8.656	0.145	49.269	390
Infra	0.209	0.177	0.008	0.947	390
Fin	0.217	0.095	0.080	0.627	390
Hum	8.734	1.003	6.378	12.502	390
Open	0.334	0.456	0.012	5.104	390
FDI	0.024	0.018	0.0004	0.082	390
Inv	0.684	0.231	0.246	1.371	390
Urb	0.530	0.140	0.269	0.896	390

### 3 中介效应检验及结果分析

#### 3.1 单位根检验

为避免出现伪回归现象,需要对面板数据进行单位根检验。根据数据所选取的特点,本文采

用 LLC、IPS 以及 HADI 检验对各变量样本数据进行检验,检验结果见表 3。两种及以上方法检验得出的结果通过检验,表明此变量具有一定的平稳性。

表 3 各变量的平稳性检验

变量	LLC	IPS	HADRI	单位根判断
lnGDP	-1.3330 (0.0913)	3.3664 (0.9996)	14.4910 (0.0000)	否
lnPat	-14.6422 (0.0000)	-9.3060 (0.0000)	13.8150 (0.0000)	否
Infra	-16.8411 (0.0000)	-44.6583 (0.0000)	14.4026 (0.0000)	否
Fin	-13.4131 (0.0000)	-3.3988 (0.0003)	14.5569 (0.0000)	否
Hum	-4.8850 (0.0000)	-2.9774 (0.0015)	5.5517 (0.0001)	否
Open	-3.5092 (0.0002)	-6.2366 (0.0000)	3.6482 (0.0001)	否
FDI	-4.2718 (0.0000)	2.2181 (0.9867)	14.6577 (0.0000)	否
Inv	-1.7703 (0.0383)	-6.8710 (0.0000)	8.5032 (0.0000)	否
Urb	-9.6071 (0.0000)	-17.5122 (0.0000)	11.2450 (0.0000)	否

#### 3.2 中介效应分析

本文根据 2005~2017 年我国 30 个省市的面板数据,采用中介效应分析方法,得到检验结果,如表 4 所示。

对本文中中介效应模型中的 3 个方程进行面板回归,对各方程做 Hausman 检验,发现 P 值均小

于 0.001,因此 3 个方程均采用固定效应模型。第 1 个方程是检验城市基础设施建设对区域经济发展的影响,可以发现,城市基础设施建设水平的影响系数显著为正,表明城市基础设施对区域经济的发展具有促进作用,其系数为 0.198;第 2 个方程是检验城市基础设施对区域技术创新的影响,根据

表4 中介效应检验结果

变量	lnGdp	lnPat	lnGdp
lnPat			0.265*** [10.47]
Infra	0.198** [2.03]	0.345* [1.93]	0.106 [1.24]
Fin	1.723*** [5.89]	2.376*** [4.42]	1.093*** [4.16]
Hum	2.796*** [9.98]	3.716*** [7.22]	1.810*** [6.90]
Open	-0.0420 [-1.30]	-0.0763 [-1.28]	-0.0218 [-0.77]
FDI	-2.422*** [-2.85]	-2.031 [-1.30]	-1.884** [-2.53]
Inv	0.196** [2.42]	0.401*** [2.69]	0.0898 [1.25]
Urb	4.583*** [11.54]	8.831*** [12.10]	2.240*** [5.42]
_cons	0.390 [0.84]	-12.48*** [-14.71]	3.700*** [7.22]
N	390	390	390
adj. R <sup>2</sup>	0.9250	0.9083	0.9428
Hausman 检验	147.73 (0.0000)	76.13 (0.0000)	106.85 (0.0000)
F <sup>2</sup>	170.45 (0.0000)	57.38 (0.0000)	129.98 (0.0000)

注: 括号内为t统计量; \*表示 $p < 0.1$ , \*\*表示 $p < 0.05$ , \*\*\*表示 $p < 0.01$ 。

计算结果可以发现城市基础设施对区域技术创新的影响系数  $a$  为 0.345; 第3个方程是检验城市基础设施和区域技术创新对区域经济发展的影响, 从中可以发现中介变量区域技术创新对区域经济发展的影响有显著的正向作用, 弹性系数为 0.265, 城市技术设施对区域经济发展的影响不显著, 系数估计值为 0.106, 表明中介变量起到了完全中介效应即自变量城市基础设施建设对区域经济发展的影响是完全通过区域技术创新来实现的。此外, 财政支出、人力资本、固定资产投资和城镇化水平的系数显著为正, 外商直接投资的影响系数为负, 可能的原因是外商直接投资受到的优惠过高、

税收偏低、使用成本过高, 投资的企业多集中于污染产业, 由此造成的环境污染治理需要政府买单。

### 3.3 中介效应的稳健性检验

为了确保结果的稳定性, 本文加入一个新的控制变量  $Ind$  (产业结构) 进行稳健性检验, 回归结果如表5所示, 对比表4和表5可以发现, 模型结果基本一致, 模型的拟合度较高, 城市基础设施建设以及中介变量技术创新的显著性以及促进作用基本一致, 表明上述研究结果可靠, 且中介变量技术创新是城市基础设施影响区域经济发展的重要渠道, 城市基础设施与区域经济发展之间存在完全中介效应。根据中介效应模型的检验方法, 区域技术创新在城市基础设施促进区域经济发展过程中起到了部分的中介效应, 区域技术创新的中介效应可以采用公式来测算, 值为 0.463。表明城市基础设施对区域经济发展的促进作用, 有 46.3% 是通过区域技术创新来实现的, 这充分验证了区域技术创新在促进区域经济发展过程中的中介作用。

表5 中介效应的稳健性检验

变量	lnGDP	lnPat	lnGDP
lnPat			0.268*** [10.58]
Infra	0.199** [2.03]	0.342* [1.91]	0.107 [1.25]
Fin	1.732*** [5.91]	2.336*** [4.35]	1.106*** [4.21]
Hum	2.817*** [9.98]	3.621*** [7.00]	1.845*** [7.02]
Open	-0.0432 [-1.33]	-0.0714 [-1.20]	-0.0240 [-0.85]
FDI	-2.457*** [-2.88]	-1.878 [-1.20]	-1.953*** [-2.62]
Inv	0.193** [2.37]	0.415*** [2.78]	0.0821 [1.14]
Urb	4.584*** [11.53]	8.824*** [12.12]	2.216*** [5.37]

续 表

变量	lnGDP	lnPat	lnGDP
<i>Ind</i>	0.0659 [0.62]	-0.291 [-1.48]	0.144 [1.54]
_cons	0.315 [0.66]	-12.14*** [-13.86]	3.574*** [6.89]
N	390	390	390
adj. R <sup>2</sup>	0.9173	0.8993	0.9371
Hausman 检验	139.87 (0.0000)	72.34 (0.0000)	106.64 (0.0000)
F <sup>2</sup>	169.53 (0.0000)	56.46 (0.0000)	130.41 (0.0000)

注: 括号内为 *t* 统计量; \* 表示  $p < 0.1$ , \*\* 表示  $p < 0.05$ , \*\*\* 表示  $p < 0.01$ 。

### 3.4 城市基础设施对区域经济发展是否存在门槛效应

前文已经验证得出区域技术创新的中介作用和城市基础设施能够提升区域经济发展水平,那么本文将进一步研究这种促进作用是不是一成不变的,是线性还是非线性的。参照姜弘等<sup>[32]</sup>的做法,本文将通过门槛模型来检验两者之间的关系,模型具体描述如下:

$$\ln GDP_{i,t} = \mu_0 + \mu_1 \ln Fra_{i,t} \cdot I(\exp \leq \theta) + \mu_2 \ln Fra_{i,t} \cdot I(\exp > \theta) + \mu_3 \ln Pat_{i,t} + \mu_4 \ln Fin_{i,t} + \mu_5 \ln Hum_{i,t} + \mu_6 \ln Open_{i,t} + \mu_7 \ln FDI_{i,t} + \mu_8 \ln Inv_{i,t} + \mu_9 \ln Urb_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

在式(4)中,  $\theta$  为待估的门槛值,  $I(\cdot)$  为示性函数,如( ) 内的表达式为真,则  $I$  取 1,否则  $I$  取 0。

本文以城市基础设施建设为门限变量,这样做的好处是能够将城市基础建设水平设为分段函数,测算不同水平区间下城市基础设施建设对区域经济发展影响,通过观察可以发现城市基础设施与区域经济发展之间存在分段函数关系,根据模型检验结果,采用三重门槛模型比较合适,门槛值检验如表 6 所示。

门槛模型估计结果如表 7 所示,可以发现,随着城市基础建设水平的增加,区域经济发展水平的增速逐渐趋缓,当城市基础设施建设水平较落后时,拉动工程性基础建设和社会性基础建设的发展,促进了投资和消费,且对教育、医疗卫生

表 6 门槛值检验

门槛类型	F 统计量	P 值	门槛值
单一门槛	12.065**	0.073	0.179
双重门槛	4.764*	0.087	0.265
三重门槛	1.056	0.453	/

进行改善,对提升区域经济发展有显著影响,但随着城市基础设施的增加,过多的投资会造成产能过剩,消费也会被挤占,因此,区域经济发展水平会有所下降。这与前文结论并不冲突,表明城市基础设施建设与区域经济增长处于边际效应递减关系。

表 7 门槛模型估计结果

变量	lnGDP
<i>lnPat</i>	0.257*** (10.29)
<i>Fin</i>	1.253*** (4.79)
<i>Hum</i>	1.788*** (6.94)
<i>Open</i>	-0.015 (-0.54)
<i>FDI</i>	-1.981*** (-2.70)
<i>Inv</i>	0.091 (1.28)
<i>Urb</i>	2.180*** (5.31)
$0.179 < \ln Fra$	0.907*** (3.91)
$0.179 \leq \ln Fra < 0.265$	0.513*** (3.55)
$\ln Fra \geq 0.265$	0.221** (2.46)
_cons	4.214*** (8.00)
R <sup>2</sup>	0.9452
F 值	132.98 (0.0000)
N	390

注: 括号内为 *t* 统计量; \* 表示  $p < 0.1$ , \*\* 表示  $p < 0.05$ , \*\*\* 表示  $p < 0.01$ 。

## 4 结论与政策启示

本文采用中介效应检验和门槛模型,考虑了技术创新在城市基础设施影响区域经济发展过程中所起的中介作用,使用 2005~2017 年间中国 30 个省市的平衡面板数据进行分析,研究发现:城市基础设施建设通过技术创新能够间接提升区域经济发展水平,稳健性检验对此也进行了证实;技术创新在城市基础设施促进区域经济发展这一过程中起到了完全中介效应的作用,中介效应大

小为46.3%;城市基础设施对区域经济发展的影响并非一成不变,呈现边际效益递减规律。

基于以上研究,本文得到如下启示,在制定城市建设政策和经济发展政策时,应重点考虑以下三方面:(1)由于城市基础设施建设对区域经济发展具有门槛效应,政府应设置门槛识别管理警戒线;(2)从区域角度来讲,各地区应充分认识到城市基础建设发展水平并非越高越好,处于较高门槛区间的省市,应避免出现城市基础建设冗余,合理规划城市基础设施建设,作出科学、合理、长远的规划;(3)加大财政支出力度,提升地区人力资本质量,减少对外贸易依赖性,在加强城市化进程的同时,多管齐下,将区域技术创新能力保持在合理范围。

总体上看,本文结论为城市基础设施和经济发展规划的发展提供了数据支持。对于城市基础设施能否促进区域经济增长的问题,应该从线性和非线性结合的角度,充分考虑不同技术创新水平下的情形,要结合不同区域的特点,做到有的放矢,切实提升区域经济发展水平。

#### 参 考 文 献

[1] 马明,薛晓达,赵国浩. 交通基础设施、人力资本对区域创新能力影响的实证研究 [J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2018, 20 (1): 95~101.

[2] 孙早,徐远华. 信息基础设施建设能提高中国高技术产业的创新效率吗?——基于2002~2013年高技术17个细分行业面板数据的经验分析 [J]. 南开经济研究, 2018, (2): 72~92.

[3] Abbouri N I, Sin R, Zahari I, et al. Impact of Information Technology Infrastructure on Innovation Performance: An Empirical Study on Private Universities in Iraq [J]. Procedia Economics & Finance, 2016, (39): 861~869.

[4] 王鹏,王灿华. 创新生产技术效率、技术基础设施对区域创新的影响研究——基于省域面板数据的门槛回归分析 [J]. 研究与发展管理, 2014, 26 (5): 34~42, 119.

[5] Czernich N, Falck O, Kretschmer T, et al. Broadband Infrastructure and Economic Growth [J]. The Economic Journal, 2011, 121 (552): 505~532.

[6] Agénor P R, Alpaslan B. Infrastructure and Industrial Development with Endogenous Skill Acquisition [R]. Centre for Growth and Business Cycle Research Discussion Paper, 2014: 195.

[7] Smith E Cannam. An Inquiry Into the Nature and Causes of the

Wealth of Nations [J]. Journal of the Early Republic, 2014, 35 (25): 115~126.

[8] Arrow K J. The Economic Implications of Learning By Doing [J]. The Review of Economic Studies, 1962, 29 (3): 155~173.

[9] 刘禹君,刘雅君. 技术创新对经济增长的非线性影响 [J]. 江汉论坛, 2018, (4): 63~69.

[10] 李毓,周欢. 区域信贷、技术创新对经济增长影响的实证分析——基于空间面板视角 [J]. 经济问题, 2018, (11): 26~35.

[11] 李妍,赵蕾,薛俭. 城市基础设施与区域经济增长的关系研究——基于1997~2013年我国31个省份面板数据的实证分析 [J]. 经济问题探索, 2015, (2): 109~114.

[12] Aschauer D A. Is Public Expenditure Productive? [J]. Journal of Monetary Economics, 1989, 23 (2): 177~200.

[13] 宋春合,吴福象. 城市基础设施对集聚经济的影响研究——基于总量和结构的双重视角 [J]. 现代经济探讨, 2018, (8): 82~90.

[14] 曹萍. 城市基础设施与区域经济发展关系研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21 (S2): 451~453.

[15] 赵鹏军,刘迪. 中国小城镇基础设施与社会经济发展的关联分析 [J]. 地理科学进展, 2018, 37 (9): 1245~1256.

[16] 廖茂林,许召元,胡翠,等. 基础设施投资是否还能促进经济增长?——基于1994~2016年省际面板数据的实证检验 [J]. 管理世界, 2018, 34 (5): 63~73.

[17] Baron R M, Kenny D A. The Moderator-mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations [J]. Journal of Personality and Social Psychology, 1986, 51 (6): 1173.

[18] 温忠麟,张雷,侯杰泰,等. 中介效应检验程序及其应用 [J]. 心理学报, 2004, (5): 614~620.

[19] Blomquist G C, Berger M C, Hoehn J P. New Estimates of Quality of Life in Urban Areas [J]. The American Economic Review, 1988: 89~107.

[20] Gabriel S A, Rosenthal S S. Location and the Effect of Demographic Traits on Earnings [J]. Regional Science and Urban Economics, 1999, 29 (4): 445~461.

[21] Roback J Wages. Rents and the Quality of Life [J]. Journal of Political Economy, 1982, 90 (6): 1257~1278.

[22] 李娜,李秀婷,魏云捷,等. 财政支出的社会经济效应——基于面板随机森林的分析与优化 [J]. 管理评论, 2018, 30 (10): 258~269.

[23] 刘瑞翔,夏琪琪. 城市化、人力资本与经济增长质量——基于省域数据的空间杜宾模型研究 [J]. 经济问题探索, 2018, (11): 34~42.

- [24] 郭英彤, 郭辉. 空间视角下人力资本质量对区域经济增长收敛性的影响 [J]. 社会科学研究, 2017, (6): 31~38.
- [25] 温涛, 张梓榆, 王定祥. 农村金融发展的人力资本门槛效应研究 [J]. 中国软科学, 2018, (3): 65~75.
- [26] Lucas Jr R E. On the Mechanics of Economic Development [J]. Journal of Monetary Economics, 1988, 22 (1): 3~42.
- [27] Romer P M. The Origins of Endogenous Growth [J]. Journal of Economic Perspectives, 1994, 8 (1): 3~22.
- [28] 龚曙明. 中国固定资产投资与经济增长相互动态决定的实证研究 [J]. 统计与决策, 2007, (9): 104~106.
- [29] 郭晨, 张卫东. 产业结构升级背景下新型城镇化建设对区域经济发展质量的影响——基于 PSM-DID 经验证据 [J]. 产业经济研究, 2018, (5): 78~88.
- [30] 廉丽娜. 外商直接投资对甘肃省经济增长的影响 [J]. 西北民族大学学报 (哲学社会科学版), 2017, (5): 93~99.
- [31] 董黎晖, 杨平宇, 黄熙熙. 产业升级与区域经济发展的互动关系分析 [J]. 云南财经大学学报, 2017, 33 (1): 55~62.
- [32] 姜弘, 李程. 二元经济条件下的金融发展与消费需求研究 [J]. 财经问题研究, 2018, (9): 83~89.

## Urban Infrastructure , Technological Innovation and Regional Economic Development

——Analysis Based on Mediation Effect and Panel Threshold Model

Ma Yu<sup>1</sup> Qiu Wanhua<sup>1</sup> Wang Xinyu<sup>2</sup>

- (1. School of Economics and Manage , Beihang University , Beijing 100191 , China;  
2. School of Economics and Management , Northern University of Technology , Beijing 100144 , China)

**(Abstract)** Urban infrastructure construction provides an important material basis for the development of regional economy and an important prerequisite for regional economic development. Firstly, the entropy weight TOPSIS method is used to measure the urban infrastructure level. Based on the panel data of 30 provinces and cities in China during 2005~2017, the mediation effect analysis method is used to study the impact of urban infrastructure on China's regional economic development. The panel threshold model discusses the nonlinear relationship between the two. The results show that the impact of urban infrastructure on regional economic development is not a direct mediation effect in the process of urban infrastructure impact on regional economic development. The median effect value is 46.3%; with the level of urban infrastructure construction. The promotion has a law of diminishing marginal effect on regional economic development; fiscal expenditure, human capital, fixed asset investment and urbanization have played a role in promoting regional economic development, and foreign direct investment has a depressing effect on regional economic development. On this basis, countermeasures and suggestions are proposed to provide theoretical and data support for the development of regional economy.

**(Key words)** urban infrastructure; regional economic development; technological innovation; intermediary effect; panel threshold model; foreign direct investment

(责任编辑: 张舒逸)