

城市交通基础设施建设 对绿色发展效率的影响 研究

王若飞

重庆大学, 公共管理学院, 重庆

收稿日期: 2021年12月8日; 录用日期: 2022年1月11日; 发布日期: 2022年1月18日

摘要

中国经济面临着高质量转型, 绿色发展效率成为其重要衡量指标。城市交通基础设施是城市经济发展的重要“动脉”, 也是影响绿色发展效率的重要因素。本文利用2012~2018年长江经济带101个城市面板数据, 采用非期望产出SBM模型对长江经济带沿线城市的绿色发展效率进行测度。采用Tobit模型实证分析了城市交通基础设施建设对绿色发展效率的影响及其作用机制, 结果发现: 1) 城市交通基础设施建设能够促进绿色发展效率的提升。2) 城市交通基础设施建设能够吸引生产性服务业的集聚, 促进城市的绿色发展效率的提升。这一发现不仅表明交通基础设施在城市绿色发展中起到了重要推动力, 也突出了生产性服务业对于绿色发展的重要性。因此, 各地政府应充分认识交通基础设施的重要性以及生产性服务业的行业性质, 对交通基础设施进行投资和建设, 并大力引进新兴产业, 推动生产性服务业的集聚。

关键词

交通基础设施, 生产性服务业, 绿色发展效率, 长江经济带

Impact of Urban Transportation Infrastructure Construction on Green Development Efficiency

Ruofei Wang

School of Public Administration, Chongqing University, Chongqing

Received: Dec. 8th, 2021; accepted: Jan. 11th, 2022; published: Jan. 18th, 2022

Abstract

The Chinese economy is facing a high-quality transformation, and the efficiency of green development has become an important indicator of its measurement. Urban transportation infrastructure is an important “artery” of urban economic development and an important factor affecting the efficiency of green development. This paper uses the panel data of 101 cities in the Yangtze River Economic Belt from 2012 to 2018 and uses the undesired output SBM model to measure the green development efficiency of cities along the Yangtze River Economic Belt. Using Tobit model to empirically analyze the impact of urban transportation infrastructure construction on the efficiency of green development and its mechanism, the results found: 1) Urban transportation infrastructure construction can promote the improvement of green development efficiency; 2) The construction of urban transportation infrastructure can attract the agglomeration of producer services and promote the efficiency of urban green development. This finding not only shows that transportation infrastructure has played an important role in urban green development, but also highlights the importance of producer services to green development. Therefore, local governments should fully understand the importance of transportation infrastructure and the nature of the producer service industry, invest and construct transportation infrastructure, and vigorously introduce emerging industries to promote the agglomeration of producer service industries.

Keywords

Transport Infrastructure, Productive Service Industry, Efficiency of Green Development, Yangtze River Economic Belt

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

长江经济带横跨中国东中西三大区域，面积约占全国的 21.4%，是我国综合实力最强、战略支撑作用最大的区域之一，其建设具有巨大的发展潜力(陆大道，2014) [1]。随着其经济的快速增长，人口集聚、产业发展、资源消耗等使得长江经济带环境污染负荷一直很大，生态环境问题日益突出(杨桂山等，2015) [2]。面对严峻的生态环境，2016 年《长江经济带发展规划纲要》正式印发，指出把保护和修复长江生态环境摆在首要位置，共抓大保护，不搞大开发。2018 年，习近平同志在考察长江经济带时指出“推动长江经济带绿色发展，关键是要处理好绿水青山和金山银山的关系”。且 2020 年，习近平总书记在全面推动长江经济带发展座谈会上强调要推动长江经济带高质量发展，谱写生态优先绿色发展新篇章，会就山水人城和谐相融新画卷，使长江经济带成为我国生态优先绿色发展主战场。这为长江经济带的发展指明了方向，为加强长江经济带生态系统保护修复做出了重大安排部署。而如何实现长江经济带的环境与经济的协调发展，即以绿色作为发展底色、发展也能更好的改善生态环境，是一个需要不断探索实践的过程。长江经济带能否成功实现转型升级、绿色发展，事关国家可持续发展的全局。

改革开放 40 多年以来，中国经济迅速发展，同时我国的交通基础设施也取得了巨大的发展，在交通基础设施规模方面，1949 年我国的铁路运营里程数仅 2.18 万公里、公路里程数仅 8.07 万公里，2019 年则分别达到了 13.98 万公里和 501.25 万公里。且随着城市化进程的加快推进，近些年开始倡导绿色、低碳出行，使得城市内的交通基础设施进入了快速发展期，我国很多城市已经初步形成了公交、地铁等设

施为主体的公共交通基础设施系统。同时国家统计局数据显示,2019年居民人均可支配收入达到了30733元,城市的发展、经济的繁荣、收入的增加,使得居民对通勤出行等交通的便利程度有着更高的要求。作为公共物品,城市交通基础设施的重要性不言而喻,它是整个城市经济发展的持久动力,紧密联系了物资的生产、流通,以及人们各方面的生活,保持了城市功能的正常运转,是提升城市综合竞争力的关键(林伯强和杜之利,2018) [3]。而城市交通基础设施的建设不仅能够有效地带动周边地区土地价值的提高、产业结构的调整和生产要素布局的改变,对城市经济的发展有重要的影响。同时,城市交通基础设施的建设改变了城市的居住条件,有利于加快人口流动,提高城市居民的生活水平、促进社会发展进步。此外,公交、地铁等城市交通基础设施也为居民的出行带来便利,一定程度上可以减少私人交通的使用,对保护城市环境有着积极的影响。而长江经济带作为中国经济综合实力最强、战略支撑作用最大的地区之一,对人口、产业等的吸引力巨大,不可避免的会面对交通拥堵、环境建设等方面的问题。那么在长江经济带实现转型升级、绿色发展的过程中,城市交通基础设施的建设能否提升其沿线城市的绿色发展效率?这种影响的传导路径又是怎样的?本文将围绕解决以上问题展开研究。

2. 相关研究与理论分析

(一) 绿色发展效率

1) 绿色发展的内涵

在1987年,联合国提出了可持续发展的观念,把可持续发展定义为“既满足当代人的需要,有不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展”。且1989年,英国经济学家Pearce在《绿色经济的蓝图》中首次提出了“绿色经济的概念”,要求发展要注意经济与环境的协调,注意可持续发展。而我国虽然对于绿色发展的研究起步较晚,但研究进展快速,学者们对绿色发展的理念、内涵等进行了分析。王玲玲和张艳国(2012) [4]提出绿色发展是在生态环境容量和资源承载能力的制约下,通过保护环境实现可持续发展的新兴发展模式。蒋南平和向仁康(2013) [5]认为绿色发展的内涵不能单纯定义在“节约能源资源、保护生态环境”上,应该定义在“资源能源合理利用,经济社会适度发展,损害不长互相平衡,人与自然和谐相处”理念的基础上。并且胡鞍钢和周绍杰(2014) [6]从功能界定上表明,绿色发展观是第二代可持续发展观,强调经济系统、社会系统和自然系统间的系统性、整体性和协调性,且绿色福利、绿色财富、绿色增长分别是绿色发展的目标、基础和手段。同时,黄建欢等(2014) [7]指出绿色发展强调经济发展与环境保护的统一与协调,应以更少的资源投入实现更高的经济产出,同时减少环境污染。朱龙波(2020) [8]从经济学意义上表示绿色发展是认可生态自然的价值,以绿色作为发展底色,发展才是有质量、可持续发展的,同时也表明发展是为了更好的改善生态环境。基于此,本文将绿色发展定义为是一种强调以人为本,注重资源节约型和环境友好型的社会建设的可持续发展。

2) 绿色发展效率的影响因素

国内外学者围绕绿色发展效率做出了大量的研究,不仅分析了绿色发展效率的空间特征和区域差异(车磊等,2018 [9]; Wang和Zhao,2018 [10]; 周亮等,2019 [11]),还逐渐关注到了绿色发展效率的影响因素,如环境规制、城镇化发展、金融集聚等(钱争鸣和刘晓晨,2014 [12]; 王兵等,2014 [13]; Zhang等,2018 [14]; 袁华锡和刘耀彬,2019 [15])。殷宝庆(2012) [16]利用SBM模型测算了中国2002~2010年27个制造行业的绿色全要素生产率,并以面板数据实证发现环境规制强度与制造业绿色全要素生产率整体上符合“U”型关系。Tao等(2016) [17]针对非期望产出(SO₂排放),采用SBM方法对中国省级绿色经济效率进行了测度,实证发现绿色经济效率存在较大的区域差异。刘贯春等(2017) [18]采用了非径向方向距离函数测算了2000~2013年中国的省级绿色发展效率,并通过实证发现金融发展显著改善了纯技术效率,并足以弥补其对规模效率造成的损失,从而促进绿色发展效率的增长。李毅等(2020) [19]利用中国

273 个地级市 2003~2018 年面板数据进行实证,发现环境规制强度与绿色经济发展之间存在“U”型曲线关系。张爱君和张娜(2020) [20]统计 1997~2017 年中国大陆 30 个省的数据采用全要素非径向方向距离函数和 SBM-DEA 模型测度省域绿色发展效率,研究发现市场化总指数对绿色发展效率的影响呈显著的“U”型路径。

(二) 城市交通基础设施建设对绿色发展效率的影响

目前,国内外学者对城市交通基础设施建设与绿色发展效率之间的关系尚未进行系统的研究,但是从其作用机理分析,城市交通基础设施建设对绿色发展效率的影响主要通过经济与环境两方面来影响。国内外学者普遍认为大力发展城市交通基础设施能够促进城市发展(Bowes 和 Ihlanfeldt, 2011 [21]; Efthymiou 和 Antoniou, 2013 [22]; 马晓蕾和马延吉, 2016 [23]; 邹璇等, 2020 [24])。刘生龙和胡鞍钢(2010) [25]利用 1987 年~2007 年中国 28 个省市区的的面板数据实证发现交通基础设施对中国的经济增长有着显著的正向促进作用,不同的地理位置和交通基础设施条件在我国区域经济发展差距中扮演了重要的角色。魏巍等(2014) [26]基于 2000~2010 年省级面板数据,采用静态和动态面板实证发现交通基础设施的改善对经济增长具有促进作用。郝伟伟和张梅青(2016) [27]基于京津冀区域 13 个地级市统计数据,运用系统 GMM 模型实证发现交通的改进与完善能够有效促进城市紧凑度的提高,并发现交通能够通过城市紧凑度间接影响城市生产率。郑腾飞和柯善咨(2019) [28]将劳动技能匹配引入 Venables 理论模型中,实证发现城市交通条件能够改变技能匹配水平,提高企业生产率。Mayer 和 Trevien (2017) [29]通过对巴黎都市圈开放和逐步扩建的区域快速铁路(RER)的研究发现 RER 的开放提高了与该网络相连的市镇的就业人数。并且除了关注城市交通基础设施对经济发展的影响,国内外学者还逐渐关注到了城市交通基础设施在解决环境问题中的作用。如 Dirgahayani (2013) [30]通过对印度尼西亚的 Trans-Jogia 公交系统为例,研究了公共交通改善计划的环境共同效益,发现公共交通有助于减少当地的环境污染。梁若冰和席鹏辉(2016) [31]利用 DID、RD 以及 RDID 等准实验方法实证发现轨道交通的开通具有显著且稳健的污染治理效应。类似的,高明等(2018) [32]利用断点回归方法,实证发现开通轨道交通能降低空气污染物浓度,并且现有轨道交通的积累里程越长,新开通轨道交通线路对空气质量的改善作用越强。Nanaki 等(2017) [33]调查了影响欧洲 9 个主要城市中二氧化碳和空气污染物产生的因素,并发现公交出行能够减少碳排放量。孙传旺等(2019) [34]运用 2000~2012 年 83 个城市的面板数据进行实证研究,发现增加交通基础设施投资能够改善城市空气质量,且大于城市机动车保有量增加对空气污染的边际影响。并且与道路投资相比,道路面积的增长对空气质量的改善效应更好。同时,林澍坤等(2019) [35]构建动态空间杜宾模型,通过实证发现以公共交通出行占比表示的交通客运结构在现有条件下显著降低了本省和邻近省份的生态效率,但随着结构的进一步提高,这一抑制作用会逐步减弱并转变为促进作用。

从以上文献回顾中可以看出,目前学者们对于绿色发展的内涵、绿色发展效率的测度和影响因素以及城市交通基础设施均做出了丰富的研究,为本文起到了启迪作用。但通过梳理现有文献的主要内容,本文也发现已有研究仍存在一定的改进空间:1) 已有文献研究了城市交通基础设施分别对经济和环境影响,但在城市交通基础设施、经济与环境的综合协调发展的问题上缺少探讨。2) 从绿色发展效率的影响因素来看,已有研究从环境规制、城镇化、技术进步等方面来研究其对绿色发展效率的影响,但缺乏从城市交通基础设施建设的角度对绿色发展效率的影响研究及其机制。3) 已有文献对绿色发展效率的研究多从行业、国家层面,而研究经济带的较少。基于此,本文以长江经济带 101 个地级市作为研究对象,测度各个城市的绿色发展效率并分析城市交通基础设施建设对绿色发展效率的影响及作用机制。

3. 机制分析

(一) 城市交通基础设施对绿色发展效率的影响机制

一方面,城市交通基础设施的改善会优化城市的公共交通结构,提高城市整个综合交通体系的运行效率,有助于降低交通成本,提高城市的社会福利水平(林伯强和杜之利,2018) [3]。降低交通成本将会导致规模经济和聚集经济,促使厂商生产规模的扩大,既可以提高产出效率促进经济增长效率的提高,又可以通过引导发达区域对落后区域经济增长的溢出效应来促进经济增长(刘生龙和胡鞍钢,2010) [36]。另一方面,城市公共汽车和轨道交通的发展具有集约高效、节能环保的优点,交通基础设施的完善能够降低人们的出行成本,能够以其较高的运输能力和效率来提高其交通分担率促使居民选择公共交通作为出行方式,减少对私人交通的使用。不仅可以缓解城市交通压力,同时可以减少污染物排放,达到保护城市自然环境、改善空气质量的的目的,从而促进城市绿色发展。由此提出:

假说一:城市交通基础设施能够促进绿色发展效率的提升。

(二) 城市交通基础设施、生产性服务业集聚与绿色发展效率

城市交通基础设施建设对企业选址和经济活动集聚具有显著积极的影响。根据城市经济理论,城市内多种因素影响企业的区位选择,而交通可达性和出行成本的降低是其中重要的一项因素。城市交通基础设施的改善能够降低交通成本,企业为加强和相邻地区和中心城市经济联系,倾向于选择靠近公共交通站点的区位,从而产生集聚经济效益,进而在沿线及站点产生交通、客流等廊道经济效应。这种效应能够促使区域各种资源、各产业为选择最佳区位在空间地域发生流动和转移,改变城市生产要素的空间布局,对其进行重新组合和配置。而区域交通发展又是生产性服务业集聚的先决条件,因此在廊道经济效应下,交通基础设施的改善能够加速人力、资金等要素的流动,提高可达性,正向促进生产性服务业的发展(蒋荷新,2017) [37]。而生产性服务业拥有高生产率、高附加值、低能耗的绿色清洁特质(张月友等,2018) [38],因而当城市交通基础设施不断优化完善从而促进生产性服务业的集聚时,不仅能够提高企业的生产效率,也能降低能源的消耗和污染的排放,促进城市绿色可持续发展。由此提出:

假说二:城市交通基础设施通过生产性服务业集聚促进绿色发展效率的提升。

4. 模型设定与数据来源

(一) 绿色发展效率测度

本文借鉴 Tone 的做法,采用非期望产出的 SBM 模型测度绿色发展效率。将每个城市看作一个生产决策单元(DMU),每个决策单元均包含三类要素:投入(资源与非资源投入)、期望产出和非期望产出(undesirable out-put),分别由 x 、 y^g 、 y^b 三个向量来表示。假设有 n 个同质决策单元,其中, $x \in R^m$, $y^g \in R^{p_1}$, $y^b \in R^{p_2}$, 定义矩阵为 X 、 Y^g 、 Y^b , 即 $X = [x_1, \dots, x_n] \in R^{m \times n}$, $Y^g = [y_1^g, \dots, y_n^g] \in R^{p_1 \times n}$, $Y^b = [y_1^b, \dots, y_n^b] \in R^{p_2 \times n}$, 其中 m 、 p_1 、 p_2 分别表示三种变量的个数;假定 $X > 0, Y^g > 0, Y^b > 0$ 。含有非期望产出的生产可能集定义为 $P = \{(x, y^g, y^b | x \geq X\lambda, y^g \leq Y^g\lambda, y^b \geq Y^b\lambda), \lambda \geq 0\}$ 。

其中 λ 表示权重向量。根据托尼的观点,非期望产出 SBM 模型可以表达为:

$$p^* = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{s_1 + s_2} \left[\sum_{r=1}^{s_1} \frac{s_r^g}{y_{r0}^g} + \sum_{r=1}^{s_2} \frac{s_r^b}{y_{r0}^b} \right]}$$

$$s.t. \begin{cases} x_0 = X\lambda + s^- \\ y_0^g = Y^g\lambda - s^g \\ y_0^b = Y^b\lambda + s^b \\ s^- \geq 0, s^g \geq 0, s^b \geq 0, \lambda \geq 0 \end{cases}$$

其中向量 s^- , s^s , s^b 分别表示投入、期望产出和非期望产出的松弛变量。目标函数 p^* 是个严格递减函数, 并且 $0 \leq p^* \leq 1$, 对于每一个决策单元, 当且仅当 $p^* = 1$, 即 $s^- = 0$ 、 $s^s = 0$ 、 $s^b = 0$ 时投入产出是有效率的, 该决策单元既不存在投入和非期望产出过多, 也不存在产出不足, 处于最佳生产前沿面。当 $p^* < 1$ 时, 表明该决策单元存在投入冗余或产出不足, 是低效率的, 可以通过优化资源配置改进投入产出比来提高有效性。

综合绿色发展的内涵以及本文要研究的内容, 参考李江龙和徐斌(2018) [39]、卢丽文(2016) [40]等学者的做法来构建绿色发展效率测度指标, 如表 1。在投入指标方面分为非资源投入要素(劳动力和资本)、资源投入要素(能源), 其中劳动力投入用年末就业人数来表示; 资本投入的变量选择, 本文借鉴周亮等(2019) [11]、郭艳花(2020) [41]等用固定资产代替资本存量的方法, 采用全社会固定资产投资总额作为资本投入; 能源投入方面, 采用供水总量、城市建成区面积、全社会用电量、人工和天然气供气量、液化气供应量。产出指标方面分为期望产出和非期望产出。其中, 期望产出分为经济效益、社会效益和环境效益。经济效益选取各城市的 GDP 衡量, 并以 2012 年为基期对各个城市的 GDP 进行平减计算出各城市实际 GDP。社会效益选取城市职工平均工资、社会消费品零售总额。环境效益采用城市绿地面积、绿地覆盖率、工业固体废物综合利用率、污水处理厂集中处理率、生活垃圾无害化处理率; 非期望产出选用工业废水排放量、工业二氧化硫排放量和工业烟(粉)尘排放量来衡量。并运用熵值法综合计算个城市的能源投入、社会效益指数、环境效益指数以及非期望产出指数。

Table 1. The measure index of efficiency of green development

表 1. 绿色发展效率测度指标

类型	一级	二级	三级
投入指标	资本要素	资本投入	全社会固定资产投资总额
	劳动力要素	单位从业人数	单位从业人数
	技术要素	技术投入	各地科技与教育事业财政支出
	资源要素	水、土、能源消费总量	供水总量、城市建成区面积、全社会用电量、人工和天然气供气量、液化气供应量
产出	期望产出	经济效益	国内生产总值
		社会效益	城市职工平均工资、社会消费品零售总额
		环境效益	城市绿地面积、绿色覆盖率、工业固体废物综合利用率、污水处理厂集中处理率、生活垃圾无害化处理率
	非期望产出	环境污染	工业废水排放量、工业 SO ₂ 排放量、工业烟(粉)尘排放量

(二) 指标选取与数据来源

本文基于数据可得性选用 2012~2018 年长江经济带 101 个城市面板数据。数据来源于 EPS 数据库, CEIC 数据库、《中国城市统计年鉴》、《中国城市建设统计年鉴》、《中国区域统计年鉴》以及各个城市的统计公报收集得到, 缺失值采用线性插值法处理。基准回归模型为:

$$gde = \alpha_0 + \beta_1 tran_{it} + \beta_2 fdi_{it} + \beta_3 pd_{it} + \beta_4 gov_{it} + \beta_5 pgdp_{it} + \varepsilon_{it}$$

其中下标 i 和 t 分别代表地区和年份, 解释变量为城市交通基础设施($tran$): 参考韩峰等(2019), 采用每万人拥有公共汽车数、人均城市道路面积、城市路网密度三个指标, 并采用熵值法进行综合测算来代表城市交通基础设施水平。被解释变量即长江经济带城市的绿色发展效率(gde), α_0 是常数项; β_k 为变量系数;

ε_{it} 为扰动项。其余为控制变量：1) 对外开放程度(fdi)：用当年利用外资总额来表示，并根据各年度平均汇率调整为人民币，并取对数。2) 人口密度(pd)：本文采用城市人口和面积的比值来表示，并取对数。3) 经济发展水平($pgdp$)：本文采用各地区人均生产总值来表示，并取对数；4) 政府干预(gov)：利用地方财政支出占地区生产总值的比重作为衡量指标。变量的描述性统计如表 2 所示。

Table 2. Descriptive statistics of variables
表 2. 变量的描述性统计

指标名称	观测值	中间值	标准差	最小值	最大值
gde	707	0.753	0.197	0.277	1
tran	707	0.34	0.128	0.004	0.738
aggl	707	0.821	0.306	0.094	2.573
lnpgdp	707	10.671	0.571	9.262	12.084
lnpd	707	6.056	0.581	4.009	7.743
lnfdi	707	12.409	1.667	3.008	16.325
gov	707	0.194	0.079	0.076	0.572

(三) 中介模型设定

为实证检验城市交通基础设施建设影响绿色发展效率的理论机制，采用 Tobit 模型构建中介效应逐步回归模型：

$$gde_{it} = \beta_0 + \beta_1 tran_{it} + \beta_2 fdi_{it} + \beta_3 pd_{it} + \beta_4 gov_{it} + \beta_5 pgdp_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$aggl_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 tran_{it} + \alpha_2 fdi_{it} + \alpha_3 pd_{it} + \alpha_4 gov_{it} + \alpha_5 pgdp_{it} + \mu_{it} \quad (2)$$

$$gde_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 aggl_{it} + \gamma_2 tran_{it} + \gamma_3 fdi_{it} + \gamma_4 pd_{it} + \gamma_5 gov_{it} + \gamma_6 pgdp_{it} + \rho_{it} \quad (3)$$

其中式(2)为产业集聚分析方程，被解释变量 $aggl_{it}$ 为第 i 市第 t 年的生产性服务业集聚水平。式(3)中核心解释变量为 $aggl_{it}$ 和 $tran_{it}$ 。

对于以上模型，首先需要对方程(1)进行回归，检验系数 β_1 是否显著为正，即检验交通基础设施对绿色发展效率的总效应，如果系数显著为正，则意味着交通基础设施对绿色发展效率具有提升效果，且继续进行下一步检验；否则，停止检验。接下来，对方程(2)进行回归，检验系数 α_1 是否显著为正，如果系数显著为正，说明交通基础设施能够促进产业；最后检验 γ_1 和 γ_2 是否同时显著，如果 γ_1 和 γ_2 均显著为正且系数 γ_1 比 β_1 更小，说明交通基础设施对绿色发展效率存在部分中介效应；如果 γ_1 不显著但 γ_2 显著，则说明产业集聚具有完全中介的作用。

5. 实证结果分析

(一) 基准回归结果

表 3 报告了城市交通基础设施建设对绿色发展效率的逐步回归结果。从表 3 可以看出，在逐步回归分析法下， β_1 始终显著为正。并从第(5)列可以看到，在控制了各种因素之后，城市交通基础设施对绿色发展效率的回归系数为 0.198，并且在 5% 的水平下显著，这表明在长江经济带沿线城市中交通基础设施的建设能够提高绿色发展效率，从而验证假说 1。说明在长江经济带沿线的各个城市中，各城市内的交通基础设施的建设不仅降低了运输成本，提高了城市内企业的产出效率，而且减少了污染物排放，达到保护城市自然环境、改善空气质量的的目的，从而促进了长江经济带沿线各个城市的绿色发展。

Table 3. The direct impact of urban transportation infrastructure construction on the efficiency of green development
表 3. 城市交通基础设施建设对绿色发展效率的直接影响

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
变量名称	gde	gde	gde	gde	gde
tran	0.243*** (0.094)	0.243** (0.095)	0.224** (0.095)	0.238** (0.095)	0.198** (0.093)
lnpgdp		-0.062* (0.037)	-0.084** (0.039)	-0.066 (0.040)	-0.067* (0.036)
lnpd			0.097* (0.054)	0.122** (0.055)	0.049 (0.055)
lnfdi				-0.024** (0.010)	-0.027*** (0.010)
gov					-1.196*** (0.278)
Constant					1.743*** (0.439)
Observations					707
Number of id					101

注：表中*、**和***分别表示在 10%、5%和 1%的显著水平下显著。

(二) 城市交通基础设施建设对绿色发展效率影响的机制检验

长江经济带沿线城市交通基础设施建设对绿色发展效率的直接影响及其通过生产性服务业集聚产生的中介效应可以通过表 4 中(1)、(2)、(3)进行检验，具体结果如下表 4 所示。

Table 4. The regression result of intermediary effect
表 4. 中介效应实证结果

	(1)	(2)	(3)
变量名称	gde	aggl	gde
tran	0.198** (0.093)	0.114* (0.069)	0.191** (0.093)
aggl			0.085** (0.042)
lnpgdp	-0.067* (0.036)	-0.110*** (0.025)	-0.057 (0.036)
lnpd	0.049 (0.055)	0.055 (0.044)	0.039 (0.054)
lnfdi	-0.027*** (0.010)	0.006 (0.007)	-0.028*** (0.010)

Continued

gov	-1.196*** (0.278)	-0.452** (0.202)	-1.165*** (0.276)
Constant	1.743*** (0.439)	1.613*** (0.329)	1.635*** (0.437)
Observations	707	707	707
Number of id	101	101	101

注：表中*、**和***分别表示在 10%、5%和 1%的显著水平下显著。

表 4 报告了中介效应模型下的回归结果。在表 4 中可知，在第(2)列中，城市交通基础设施的系数为 0.114，且在 10%的水平下显著，说明城市交通基础设施建设能显著提高生产性服务业集聚水平。在第(3)列中，城市交通基础设施的系数和生产性服务业集聚水平的系数均显著为正，其系数分别为 0.191 和 0.185，均在 5%的水平下显著，说明存在部分中介效应，说明城市交通基础设施建设通过提高生产性服务业集聚水平来提高了绿色发展效率，假说 2 得到验证。这表明在长江经济带各个城市中，交通基础设施的优化改善确实促进了长江经济带沿线各个城市的生产性服务业的集聚，提高了生产效率，又以生产性服务业低能耗的特点降低能源消耗和污染排放，从而促进长江经济带沿线各个城市的绿色发展。

(三) 稳健性检验

直辖市在经济发展方面有着其他地级市不可比的优势，因此，本文删除样本中重庆、上海这两个直辖市，对城市交通基础设施与绿色发展效率之间的关系重新回归检验。结果如表 5 所示，在删除直辖市样本后，结果依然显著，说明前文分析结果是稳健的。

Table 5. The regression results after deleting municipalities

表 5. 删除直辖市后的实证回归结果

	(1)	(2)	(3)
变量名称	gde	aggl	gde
tran	0.220** (0.093)	0.127* (0.069)	0.212** (0.092)
aggl			0.070* (0.042)
lnpgdp	-0.060* (0.035)	-0.117*** (0.025)	-0.052 (0.035)
lnpd	0.006 (0.053)	0.034 (0.045)	0.003 (0.052)
lnfdi	-0.031*** (0.010)	0.006 (0.007)	-0.032*** (0.010)
gov	-1.308*** (0.274)	-0.446** (0.203)	-1.276*** (0.273)
Constant	1.971*** (0.437)	1.794*** (0.333)	1.862*** (0.439)
Observations	693	693	693
Number of id	99	99	99

注：表中*、**和***分别表示在 10%、5%和 1%的显著水平下显著。

6. 研究结论与政策建议

(一) 研究结论

本文利用 2012~2018 年长江经济带 101 个城市面板数据,采用非期望产出 SBM 模型对长江经济带沿线城市的绿色发展效率进行测度。在此基础上,采用 Tobit 模型实证分析了城市交通基础设施建设对绿色发展效率的影响及其影响机制,主要研究结论如下:

第一,基准回归结果显示,在控制了一些影响因素后,城市交通基础设施建设对绿色发展效率的影响为正值,且通过了显著性水平检验,说明城市交通基础设施建设能够显著促进绿色发展效率。第二,影响机制检验中,在选用生产性服务业集聚水平为中介变量后,采取中介效应模型对样本数据进行实证分析后发现,结果均显著为正。说明城市交通基础设施建设能够显著提高生产性服务业集聚水平,城市交通基础设施建设对绿色发展效率存在部分中介效应。

(二) 政策建议

基于上述研究结论,本文具有以下政策启示:首先,充分发挥城市交通基础设施建设对绿色发展效率的促进作用,优先发展城市交通基础设施作为惠及全民的政策。而政府处于优先发展城市交通基础设施的主导地位,需要统筹和掌握发展全局,通过综合运用行政手段和政策制定等方式调控城市交通基础设施发展模式 and 方向。其次,公交优先、绿色公交。各地政府应提高新能源交通工具的比例,加大对绿色公交工具推广的政策指导和经济补贴,同时根据公交优先、绿色公交的要求,对城市道路的分类进一步细化,对城市快速路、主干路、次干路等按照新的交通结构与需求进行调整更新。最后,完善区域交通网络节点建设,地方政府制定相关政策,大力发展知识密集型、技术密集型等新兴服务业以及相关高端技术人才,促进城市内生产性服务业集聚发展。

参考文献

- [1] 陆大道. 建设经济带是经济发展布局的最佳选择——长江经济带经济发展的巨大潜力[J]. 地理科学, 2014, 34(7): 769-772.
- [2] 杨桂山, 徐晋保, 李平星. 长江经济带绿色生态廊道建设研究[J]. 地理科学进展, 2015, 34(11): 1356-1367.
- [3] 林伯强, 杜之利. 中国城市车辆耗能与公共交通效率研究[J]. 经济研究, 2018, 53(6): 142-156.
- [4] 王玲玲, 张艳国. “绿色发展”内涵探微[J]. 社会主义研究, 2012(5): 143-146.
- [5] 蒋南平, 向仁康. 中国经济绿色发展的若干问题[J]. 当代经济研究, 2013(2): 50-54.
- [6] 胡鞍钢, 周绍杰. 绿色发展: 功能界定、机制分析与发展战略[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(1): 14-20.
- [7] 黄建欢, 吕海龙, 王良健. 金融发展影响区域绿色发展的机理——基于生态效率和空间计量的研究[J]. 地理研究, 2014, 33(3): 532-545.
- [8] 朱东波. 习近平绿色发展理念: 思想基础、内涵体系与时代价值[J]. 经济学家, 2020(3): 5-15.
- [9] 车磊, 白永平, 周亮, 汪凡, 纪学朋, 乔富伟. 中国绿色发展效率的空间特征及溢出分析[J]. 地理科学, 2018, 38(11): 1788-1798.
- [10] Wang, M.X., Zhao, H.H., Cui, J.X., et al. (2018) Evaluating Green Development Level of Nine Cities within the Pearl River Delta, China. *Journal of Cleaner Production*, **174**, 315-323. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.328>
- [11] 周亮, 车磊, 周成虎. 中国城市绿色发展效率时空演变特征及影响因素[J]. 地理学报, 2019, 74(10): 2027-2044.
- [12] 钱争鸣, 刘晓晨. 环境管制、产业结构调整与地区经济发展[J]. 经济学家, 2014(7): 73-81.
- [13] 王兵, 唐文狮, 吴延瑞, 张宁. 城镇化提高中国绿色发展效率了吗?[J]. 经济评论, 2014(4): 38-49+107.
- [14] Zhang, J., Chang, Y., Zhang, L., et al. (2018) Do technological Innovations Promote Urban Green Development? A Spatial Econometric Analysis of 105 Cities in China. *Journal of Cleaner Production*, **182**, 395-403. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.067>
- [15] 袁华锡, 刘耀彬. 金融集聚与绿色发展——基于水平与效率的双维视角[J]. 科研管理, 2019, 40(12): 126-143.

- [16] 殷宝庆. 环境规制与我国制造业绿色全要素生产率——基于国际垂直专业化视角的实证[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(12): 60-66.
- [17] Tao, X., Wang, P. and Zhu, B. (2016) Provincial Green Economic Efficiency of China: A Non-Separable Input-Output SBM Approach. *Applied Energy*, **171**, 58-66. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.02.133>
- [18] 刘贯春, 张军, 丰超. 金融体制改革与效率提升——来自省级面板数据的经验分析[J]. 管理世界, 2017(6): 9-22+187.
- [19] 李毅, 胡宗义, 何冰洋. 环境规制影响绿色经济发展的机制与效应分析[J]. 中国软科学, 2020(9): 26-38.
- [20] 郭爱君, 张娜. 市场化改革影响绿色发展效率的理论机理与实证检验[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(8): 118-127.
- [21] Bowes, D. and Ihlanfeldt, K. (2001) Identifying the Impacts of Rail Transit Stations on Residential Property Values. *Journal of Urban Economics*, **50**, 1-25. <https://doi.org/10.1006/juec.2001.2214>
- [22] Efthymiou, D. and Antoniou, C. (2013) How Do Transport Infrastructure and Policies Affect House Prices and Rents? Evidence from Athens, Greece. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **52**, 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.04.002>
- [23] 马晓蕾, 马廷吉. 基于 GIS 的中国地级及以上城市交通可达性与经济发展水平关系分析[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(4): 8-13.
- [24] 邹璇, 林岚欣, 胡小渝. 轨道交通建设对城市创新产出影响的实证分析[J]. 经济地理, 2020, 40(8): 76-85.
- [25] 刘生龙, 胡鞍钢. 交通基础设施与经济增长: 中国区域差距的视角[J]. 中国工业经济, 2010(4): 14-23.
- [26] 魏巍, 李强, 张士杰. 交通基础设施、产业聚集与经济增长——基于省级面板数据的经验研究[J]. 地域研究与开发, 2014, 33(2): 46-50.
- [27] 郝伟伟, 张梅青, 刘宗庆. 交通、城市紧凑度与城市生产率关系实证研究——基于京津冀区域地级市面板数据计量分析[J]. 宏观经济研究, 2016(1): 109-120.
- [28] 郑腾飞, 柯善容. 交通条件、城市规模和劳动技能匹配效应[J]. 财经研究, 2019, 45(11): 4-19.
- [29] Mayer, T. and Trevien, C. (2017) The Impact of Urban Public Transportation Evidence from the Paris Region. *Journal of Urban Economics*, **102**, 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2017.07.003>
- [30] Dirgahayani, P. (2013) Environmental Co-Benefits of Public Transportation Improvement Initiative: The Case of Trans-Jogja Bus System in Yogyakarta, Indonesia. *Journal of Cleaner Production*, **58**, 74-81. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.07.013>
- [31] 梁若冰, 席鹏辉. 轨道交通对空气污染的异质性影响——基于 RDID 方法的经验研究[J]. 中国工业经济, 2016(3): 83-98.
- [32] 高明, 陈丽强, 郭施宏. 轨道交通、BRT 与空气质量——一个城市异质性的视角[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(6): 73-79.
- [33] Nanaki, E.A., et al. (2017) Environmental Assessment of 9 European Public Bus Transportation Systems. *Sustainable Cities and Society*, **28**, 42-52. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.08.025>
- [34] 孙传旺, 罗源, 姚昕. 交通基础设施与城市空气污染——来自中国的经验证据[J]. 经济研究, 2019, 54(8): 136-151.
- [35] 林澍坤, 罗能生, 杨钧. 交通结构对区域生态效率的影响——基于中国省际面板数据的经验分析[J]. 经济地理, 2019, 39(12): 21-30+38.
- [36] 刘生龙, 胡鞍钢. 基础设施的外部性在中国的检验: 1988-2007[J]. 经济研究, 2010, 45(3): 4-15.
- [37] 蒋荷新. 交通基础设施对生产性服务业发展的溢出效应——基于省际的空间计量模型分析[J]. 中南财经政法大学学报, 2017(3): 46-57+88+159-160.
- [38] 张月友, 董启昌, 倪敏. 服务业发展与“结构性减速”辨析——兼论建设高质量发展的现代化经济体系[J]. 经济学动态, 2018(2): 23-35.
- [39] 李江龙, 徐斌. “诅咒”还是“福音”: 资源丰裕程度如何影响中国绿色经济增长?[J]. 经济研究, 2018, 53(9): 151-167.
- [40] 卢丽文, 宋德勇, 李小帆. 长江经济带城市发展绿色效率研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(6): 35-42.
- [41] 郭艳花, 梅林, 佟连军. 产业集聚对绿色发展效率的影响机制——以吉林省限制开发区为例[J]. 地理科学, 2020, 40(9): 1484-1492.