

# 收费公路运营效率测度及时空分异研究

魏晓,徐海成

(长安大学 经济与管理学院,陕西 西安 710064)

**摘要:**收费公路行业内部债务治理与外部减税降费均要求收费公路运营降本增效。为了探析收费公路运营效率水平及其空间分布格局,使用SBM模型测度了2014—2020年29个省份收费公路运营效率,进而采用泰尔指数和Moran's I指数分析了其时空分异特征。研究认为:收费公路运营存在着效率较低且在时间维度上没有明显增长的趋势,在空间上存在发展不平衡问题,收费公路运营效率的区域差异主要来源于区域内部差异,区域内差异的贡献率平均达到81.578%;收费公路运营效率具有空间正相关性,呈现出显著的“高-高”集聚和“低-低”集聚的空间特征,运营效率较高的省份对相邻省份具有正向溢出效应。研究表明,各省针对相邻省份或最近省份的运营效率现状,结合自身的比较优势探索产业升级或者物流发展模式,充分发挥相邻省份的经济发展和产业集聚对本省收费公路运营的辐射带动作用,推动建立起收费公路跨区域合作运营机制。

**关键词:**收费公路;运营效率;空间分布;区域差异;空间自相关;产业集聚;物流

中图分类号:F542.6

文献标志码:A

文章编号:1671-6248(2022)04-0079-09

## Research on operation efficiency measurement and temporal and spatial differentiation of toll roads

WEI Xiao, XU Haicheng

(School of Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

**Abstract:** Both internal debt management and external tax and fee reduction require to reduce the operation cost and improve the operation efficiency in toll roads. In order to explore the operation efficiency level and the spatial distribution pattern of toll roads, the SBM model was used to measure the

收稿日期:2022-04-28

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(300102232503)

作者简介:魏晓(1993-),女,山西长治人,工学博士研究生。

operation efficiency of toll roads in 29 provinces in China from 2014 to 2020, and then the Theil index and Moran's I index were used to analyze the spatial and temporal differentiation characteristics. The results show that: the operation efficiency of toll roads was low, and there was no obvious growth trend in the time dimension; there was a problem of unbalanced development in space, and the regional differences in the operation efficiency of toll roads mainly come from intra-regional differences, and the contribution of intra-regional differences reached 81.578% on average; the operation efficiency of toll roads had a positive spatial correlation, showing significant spatial characteristics of "high-high" agglomeration and "low-low" agglomeration. Provinces with higher operation efficiency have positive spillover effects on neighboring provinces. In terms of the status quo of operation efficiency of neighboring or nearest provinces, all provinces should explore industrial upgrading or logistics development mode in combination with their own comparative advantages, give full play to the radiation and driving effect of economic development and industrial agglomeration of neighboring provinces on the operation of toll roads in their own province, and promote the establishment of a cross-regional cooperative operation mechanism of toll roads.

**Key words:** toll road; operation efficiency; spatial distribution; regional difference; spatial autocorrelation; industrial agglomeration; logistics

在高质量发展和交通强国建设背景下,基础设施的持续建设和运营维护已经成为重要的研究议题<sup>[1-3]</sup>。改革开放 40 多年来,中国收费公路取得了快速发展,与此同时,收费公路的大规模建设也积累了不少债务。基础设施自偿率是基础设施可持续发展的关键指标<sup>[4]</sup>,收费公路运营效率直接关系到收费公路的偿债能力和可持续发展能力,提高收费公路的运营效率迫在眉睫。

收费公路运营效率的现有研究主要聚焦在收费公路行业层面和收费公路运营企业层面,关注问题主要在于收费公路行业政府行政垄断、规制失灵、租值耗散和 X-非效率问题<sup>[5]</sup>,大都从投融资、运营模式以及政府规制等方面提出改革路径。徐海成等使用三阶段 DEA 模型剔除外部环境因素的影响测度了收费公路行业的运营效率,进而采用 Tobit 回归模型分析了政府还贷公路里程对收费公路行业运营效率的影响,认为收费公路特许经营和政府收费“双轨制”运营模式下,政府收费模式比特许经营模式效率更低,因此特许经营是未来收费公

路运营改革的必经之路<sup>[6]</sup>。WEI et al. 等使用超效率 SBM (Slacks-Based Measure) 模型测度了高速公路上市公司的运营效率,并从产权结构、资产负债率和规模等方面探究了高速公路上市公司运营效率的影响因素<sup>[7]</sup>。徐海成等使用半参数估计法测度了以政府还贷公路运营维护为主营业务的国有收费公路企业的全要素生产率,并进一步基于 Sequential-Malmquist 指数法对效率进行分解研究,提出了收费公路投融资改革和企业市场化改革的建议<sup>[8]</sup>。XU et al. 通过实证检验规模增长对收费公路运营效率的影响,发现收费公路规模扩张并没有带来显著的规模经济效应,根源在于政府收费模式下,地方政府分区域运营本省收费公路破坏了收费公路运营的最优规模<sup>[9]</sup>。

收费公路运营效率研究的现有成果对于实施有效的收费公路运营管理具有重要意义,然而,运营效率的空间分布和演化方面的研究尚有不足。收费公路运营效率不仅取决于运营管理和维护费用,而且受经济发展和车流量水平的影响。收费公

路是典型的网络性基础设施,不仅通过影响本地的可达性从而吸引生产要素流动,而且还会通过沿线网络影响其他地区的经济活动<sup>[10]</sup>,收费公路运营具有较强的路网空间关联性<sup>[11]</sup>。因此,研究收费公路运营效率及其时空特征可以从宏观层面为收费公路降本增效提供决策支持。本文采用 SBM 模型测度了中国 29 个省份收费公路的运营效率,进而采用泰尔指数和 Moran's I 指数分析了收费公路运营效率的时空演化规律。

一、模型与变量

(一) 运营效率测度模型及投入产出变量

1. SBM 模型

SBM 模型已经被广泛应用于收费公路和其他基础设施的运营效率测算<sup>[12]</sup>。传统 DEA 模型假定投入或产出只能以相同的比例同时减小或者增大,这一设定使得投入产出的调整缺乏灵活性并且与现实情况不太一致。SBM 模型通过引入松弛变量有效克服了传统 DEA 模型基于径向和角度的距离函数的不足,使得测算结果更加精确。本文使用非导向的 SBM 模型测度收费公路运营效率。SBM 模型测度收费公路运营效率的距离函数通过如下线性规划式求解:

$$\begin{aligned} \min \rho = & \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{ik}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{rk}} \\ & \sum_{j=1, j \neq k}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{ik} \\ \text{s. t.} \quad & \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{rk} \\ & \lambda, s^-, s^+ \geq 0 \\ & r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \tag{1}$$

式中: $\rho$  为效率值, $x, y, s_i^-$  和  $s_r^+$  分别表示投入、产出、投入松弛和产出松弛, $i$  表示第  $i$  项投入, $r$  表示

第  $r$  项产出, $m, s$  分别表示投入变量的总数和产出变量的总数; $j$  和  $k$  分别表示第  $j$  个决策单元和第  $k$  个决策单元,并且  $j \neq k, n$  表示决策单元的总数; $\lambda$  为权重向量。 $\rho$  关于  $s_i^-$  严格单调递减,且满足  $0 \leq \rho \leq 1$ ,对于某一决策单元,当  $\rho = 1$ ,且  $s_i^- = 0, s_r^+ = 0$  时,该决策单元生产是有效率的,否则该决策单元仍存在效率提升的空间。

2. 投入产出变量

参考现有针对收费公路行业整体运营效率测度研究进行投入产出变量的选择,现有对中国各省份收费公路行业整体运营效率进行测度的研究都是选取了通行费收入作为产出变量,而将收费公路运营环节中的运营管理支出和养护支出作为投入变量<sup>[6-7]</sup>。本文在此基础上,将收费公路里程纳入投入变量,最终选择了收费公路里程、运营管理支出和养护支出作为投入变量。同时,考虑到收费公路不可避免地承担着部分社会职能,收费公路免收通行费政策力度不断加大,尤其是 2020 年以来全球新冠肺炎疫情的影响下交通运输部实行了一系列免收通行费政策。因此,本文将通行费减免与实际通行费收入之和作为收费公路运营环节的产出变量。

本文选择的所有用于测度收费公路运营效率的投入产出变量及其包含的详细支出项目如表 1 所示。

表 1 收费公路运营效率测度的投入产出指标

变量	指标	具体事项
产出	通行费收入	实际通行费收入 + 通行费减免
	里程	收费公路里程
投入	运营管理支出	收费业务、日常管理、路政管理及治超工作支出总和
	养护支出	公路日常养护、大中修工程、预防性养护、养护设施设备购置等支出总和

3. 样本与数据来源

交通运输部自 2013 年开始连续发布收费公路统计公报数据,由于 2013 年较多省份收费公路统计公报数据缺失,为了确保数据的准确性和一致性,

使用了2014—2020年29个省份完整的收费公路运营数据,由于海南省实行年票制,并且西藏自治区没有收费公路,因此,海南省和西藏自治区没有纳入本文的研究范围。按照国家统计局的划分标准,进一步将所有研究样本分为东部、中部和西部3个区域。数据来源于2014—2020年各省份收费公路统计公报及收费公路统计公报解读。

## (二) 时空分析模型

### 1. 泰尔指数

使用泰尔指数测度收费公路运营效率的区域差异程度。泰尔指数可以将区域差异分解为区域内差异和区域间差异,进而分别衡量区域内差异和区域间差异对总体差异的贡献率。参照王军等的研究<sup>[13]</sup>,泰尔指数的计算公式

$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{y} \log \left( \frac{y_i}{y} \right) \quad (2)$$

式中: $T$ 为收费公路运营效率的泰尔指数, $i$ 表示第 $i$ 个省份, $n$ 为研究样本中省份总数, $y_i$ 表示第 $i$ 个省份的收费公路运营效率, $\bar{y}$ 为研究样本中所有省份收费公路运营效率的均值, $T \in [0, 1]$ , $T$ 的大小代表收费公路运营效率的差异程度。泰尔指数分解为区域内差异和区域间差异的公式

$$T = T_b + T_w = \sum_{k=1}^K y_k \log \frac{y_k}{n_k/n} + \sum_{k=1}^K y_k \left( \sum_{i \in g_k} \frac{y_i}{y_k} \log \frac{y_i/y_k}{1/n_k} \right) \quad (3)$$

$$T_b = \sum_{k=1}^K y_k \log \frac{y_k}{n_k/n} \quad (4)$$

$$T_w = \sum_{k=1}^K y_k \left( \sum_{i \in g_k} \frac{y_i}{y_k} \log \frac{y_i/y_k}{1/n_k} \right) \quad (5)$$

式中: $T_b$ 为区域间差异, $T_w$ 为区域内差异; $k$ 表示第 $k$ 个区域, $K$ 为研究样本中区域总数, $y_k$ 表示第 $k$ 个区域的收费公路运营效率, $n_k$ 表示第 $k$ 个区域中省份总数, $i \in g_k$ 表示第 $k$ 个区域内的省份 $i$ 。进而可以计算出区域内差异和区域间差异对总体差异的贡献率,区域间差异对总体差异的贡献率用 $D_b$ 表示,区域内差异对总体差异的贡献率用 $D_w$ 表示,公式如下

$$D_b = \frac{T_b}{T} \quad (6)$$

$$D_w = \frac{T_w}{T} \quad (7)$$

### 2. Moran's I 指数

使用局部 Moran's I 指数检验邻近省份之间收费公路运营效率的关联性,从而刻画各省份收费公路运营效率的空间相关性和空间集聚状态。全局 Moran's I 指数可以检验所有省份收费公路运营效率的整体集聚情况,而局部 Moran's I 指数可以进一步识别收费公路运营效率形成集聚的具体位置和局部省份之间收费公路运营效率的空间相关性。参照许庆等的研究<sup>[14]</sup>,全局 Moran's I 指数和局部 Moran's I 指数的计算公式

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} (x_i - \bar{x}) (x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (8)$$

$$I_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sum_{j=1}^n \omega_{ij} (x_j - \bar{x})^2 \quad (9)$$

式中: $x_i$ 和 $x_j$ 分别表示第 $i$ 和第 $j$ 个省份的收费公路运营效率, $i \neq j$ ; $\bar{x}$ 表示收费公路运营效率均值, $n$ 为省份总数; $\omega_{ij}$ 为邻接空间权重矩阵,即第 $i$ 和第 $j$ 个省份为相邻省份则赋值为1,不相邻则赋值为0; $I \in [-1, 1]$ , $I < 0$ 表示收费公路运营效率具有负的空间相关性, $I = 0$ 表示收费公路运营效率空间不相关, $I > 0$ 表示收费公路运营效率具有正的空间相关性, $I$ 的绝对值越大表示空间相关程度越大。

## 二、结果分析

### (一) 运营效率的变化趋势及空间分布特征

借助 Stata 软件,基于 SBM 模型和本文选择的收费公路投入产出数据对2014—2020年中国29个省份收费公路运营效率进行了测算,结果如表2所示。

#### 1. 时序演化

从中国收费公路行业整体来看,全国收费公路

表 2 2014—2020 年收费公路运营效率

地区	省份	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	均值
东部地区	北京	0.723	1.000	1.000	1.000	0.726	0.708	0.576	0.819
	天津	1.000	0.685	0.754	0.742	0.755	0.686	0.743	0.766
	河北	0.616	0.607	0.642	0.693	0.632	0.749	0.747	0.669
	辽宁	0.663	0.635	0.656	0.616	0.639	0.572	0.646	0.632
	上海	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	江苏	0.846	1.000	1.000	0.975	0.864	0.887	1.000	0.939
	浙江	0.884	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.983
	福建	0.862	0.860	0.772	0.703	0.782	0.734	0.795	0.787
	山东	0.667	0.669	0.678	0.652	0.646	0.777	0.763	0.693
	广东	0.810	0.888	0.867	1.000	1.000	1.000	0.885	0.921
	均值	0.807	0.834	0.837	0.838	0.804	0.811	0.815	0.821
中部地区	山西	0.591	0.455	0.527	0.594	0.701	0.608	0.542	0.574
	吉林	0.442	0.444	0.439	0.390	0.400	0.371	0.435	0.417
	黑龙江	0.314	0.401	0.307	0.261	0.284	0.328	0.437	0.333
	安徽	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	江西	0.629	1.000	0.614	0.580	0.596	0.607	0.579	0.658
	河南	1.000	0.902	1.000	1.000	1.000	0.919	0.829	0.950
	湖北	0.759	0.942	0.791	0.730	1.000	0.906	0.718	0.835
	湖南	0.616	0.707	0.696	0.707	0.800	0.740	0.678	0.706
	均值	0.669	0.731	0.672	0.658	0.723	0.685	0.652	0.684
西部地区	内蒙古	0.331	0.390	0.284	0.440	0.428	0.492	0.407	0.396
	广西	0.471	1.000	1.000	0.837	0.828	0.715	0.658	0.787
	重庆	0.889	0.888	0.763	0.643	0.630	0.780	0.875	0.781
	四川	0.678	0.808	0.808	0.737	0.755	0.729	0.713	0.747
	贵州	0.770	0.723	0.722	1.000	1.000	0.764	0.643	0.803
	云南	1.000	0.662	1.000	0.830	0.922	0.738	0.555	0.815
	陕西	0.764	0.698	0.612	0.541	0.599	0.659	0.701	0.653
	甘肃	0.431	0.418	0.384	0.497	0.363	0.430	0.369	0.413
	青海	0.243	0.253	0.215	0.207	0.220	0.244	0.271	0.236
	宁夏	0.417	0.353	0.349	0.382	0.363	0.367	0.410	0.377
	新疆	0.393	0.334	0.318	0.388	0.470	0.396	0.461	0.394
	均值	0.581	0.593	0.587	0.591	0.598	0.574	0.551	0.582
全国均值		0.683	0.715	0.697	0.695	0.704	0.686	0.670	0.693

运营效率的均值为 0.693,说明中国收费公路运营效率整体上偏低。这一结果与已有收费公路行业运营效率的测度结果相比差异不大<sup>[6]</sup>。图 1 展示了全国、东部、中部和西部地区收费公路运营效率均值的变化趋势。全国、东部、中部和西部地区收费公路运营效率在 2014—2020 年之间没有明显的增长趋势,却于 2017 年和 2020 年出现了明显的下降。

这一现象可能是收费公路里程的变化所导致。

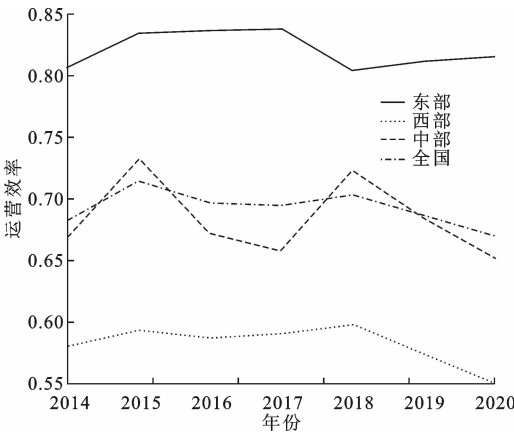


图 1 全国、东部、中部和西部地区收费公路运营效率均值的时变趋势

第一,存量收费公路的车流量和通行费收入随着经济的快速发展逐年增加。第二,新增收费公路虽然也在大幅增加,然而,近年来随着路网的完善,新增收费公路大多处于地理位置偏远、车流量较小的贫困地区,收费公路的建设更多地出于社会效益或者乡村振兴考虑,这些新增收费公路的经济效益较差,这样就会平抵经济效率较好的收费公路通行费收入的增加。第三,大量政府还贷二级公路在这一期间取消收费。政府还贷二级公路收费的取消,意味着这些已有的可以收费的公路失去了通行费收入,使得产出下降,而且现有实证研究表明,取消二级公路收费之后,不仅没有增加公路的吸引力从而分担更多其他运输方式的货运量,反而造成一些车辆的“绕道”行为<sup>[15]</sup>,部分车辆避开收费的高速公路转而从取消收费的二级公路通行,这无疑使得收费的高速公路车流量被分散,车流量的下降造成通行费收入降低,运营效率大幅下降。

基于以上因素的影响,2017 年全国和中部地区收费公路运营效率出现了明显的下降,2017 年政府还贷公路中二级公路里程由 17 196 公里减少到 4 996公里,减少 12 200 公里,下降幅度高达70.9%,由此看出,政府还贷二级公路取消收费对运营效率的影响主要集中在中部地区。2019 年和 2020 年建成通车收费公路项目较多,尤其是中西部地区<sup>[16]</sup>,2020 年全球新冠肺炎疫情对经济发展和交通运输带来了一定的影响<sup>[17]</sup>,导致全国及中西部地区收费

公路运营效率下降。而东部地区在 2018 年出现小幅下降之后并没有太大影响,反而有所回升。这说明,中国收费公路仍然处于建设投入阶段,大规模收费公路建设完成进入集中运营阶段之后,收费公路运营效率会出现一定的增长趋势。

2. 空间分布

从区域层面来看,东部、中部和西部地区收费公路运营效率均值分别为:0.821、0.684 和 0.582,区域层面上收费公路运营效率呈东部-中部-西部递减的分布形态,主要原因在于:一是东部沿海地区不论经济发展水平还是区位优势都使其收费公路具有较大的车流量,而中西部地区则经济发展较为落后、人口密度低以及地理位置偏僻因素导致收费公路车流量少;二是相较于东部地区,中西部地区收费公路中一级公路和二级公路较多而导致收费标准较低<sup>[18]</sup>。

从省际层面来看,各省份之间收费公路运营效率也具有较大的差异。收费公路运营效率排序前十的省份包括:东部地区的上海、浙江、江苏、广东、北京,中部地区的安徽、河南、湖北,以及西部地区的云南和贵州。虽然东中西部地区之间存在较大的差异,但并不是所有中西部省份收费公路运营效率均低于东部地区,东中西部各个地区内部均存在着收费公路运营高效的省份和运营效率较低的省份,收费公路运营效率同时存在着区域内部差距和区域之间的差距。可能与中国各项区域协调发展战略的实施有关,长三角城市群、长江中游城市群、成渝城市群、长江经济带、珠三角城市群、京津冀城市群等一系列政策的实施,使得收费公路运营效率的空间分布打破了早期的东中西部省份递减的分布形态,实现了在东中西部分省份之间的部分趋同。

(二) 运营效率的区域差异及其来源

为进一步识别收费公路运营效率的区域差异及其空间来源,计算得到 2014—2020 年收费公路运营效率的泰尔指数及其分解如表 3 所示。图 2 展示

了收费公路运营效率的泰尔指数、区域内差异、区域间差异的变化趋势,以及区域内差异和区域间差异对总体差异的贡献率。收费公路运营效率的泰尔指数均值为 0.059,区域内差异和区域间差异分别为 0.048 和 0.011。收费公路运营效率的泰尔指数较小,说明收费公路运营效率存在区域差异,但是差异不大。整体上收费公路运营效率的区域差异呈下降趋势,说明中国收费公路运营效率呈现出区域协调发展的趋势。

表 3 2014—2020 年收费公路运营效率的泰尔指数及其分解

年份	泰尔指数	区域内差异	区域内差异贡献/%	区域间差异	区域间差异贡献/%
2014	0.058	0.048	82.999	0.010	16.983
2015	0.062	0.051	83.058	0.010	16.942
2016	0.072	0.060	83.613	0.012	16.401
2017	0.064	0.052	81.565	0.012	18.435
2018	0.062	0.054	87.119	0.008	12.881
2019	0.052	0.041	79.249	0.011	20.771
2020	0.047	0.033	70.006	0.014	29.994
均值	0.059	0.048	81.578	0.011	18.425

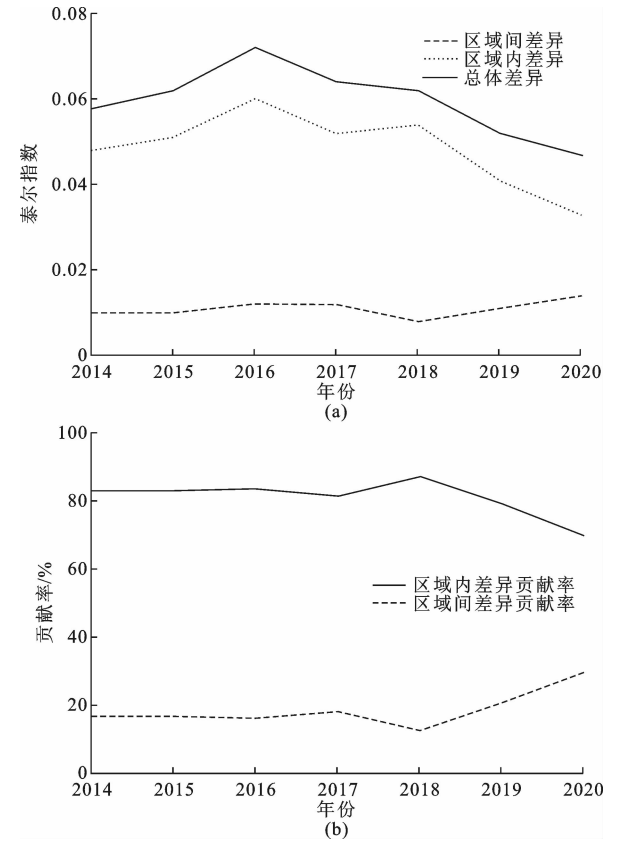


图 2 收费公路运营效率区域差异及来源

(三) 运营效率的区域相关性

为探索收费公路运营效率的空间自相关性,使用探索性空间数据分析得到 2014—2020 年中国收费公路运营效率的全局 Moran's I 指数,如表 4 所示。样本期内收费公路运营效率的 Moran's I 指数均为正,并且在 1% 的显著性水平上通过了检验,说明收费公路运营效率存在显著的正向空间相关性,即本省与相邻省份收费公路运营效率之间呈现出了空间集聚现象,相邻省份的收费公路之间会受益于彼此公路基础设施的完善和要素的流动,具有明显的空间集聚效应。这与交通基础设施和经济增长关系的相关文献研究结论是一致的,交通基础设施通过集聚或扩散作用对本地或相邻区域经济发展产生溢出效应<sup>[19]</sup>,也就引起了本地或相邻区域的经济活动和要素流动,收费公路的车流量增加,运营效率提高。

表 4 中国收费公路运营效率 Moran's I 检验

年份	Moran's I	Z 值	P 值
2014	0.450	3.926	0.001
2015	0.621	5.162	0.001
2016	0.601	4.978	0.001
2017	0.524	4.329	0.001
2018	0.564	4.662	0.001
2019	0.612	5.005	0.001
2020	0.608	5.029	0.001

中国收费公路运营效率局部空间集聚如表 5 所示,图 3 展示了收费公路运营效率的局部 Moran's I 指数散点图,可以看出,大部分省份都落在第一象限和第三象限,主要表现为“高-高”集聚和“低-低”集聚现象,少部分集中在第二象限和第四象限呈现出“高-低”和“低-高”集聚现象。“高-高”集聚省份主要是东部和中部地区,有上海、江苏、浙江、安徽、河南、湖北、福建等地,而“低-低”集聚主要是中部和西部地区,有内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、甘肃、青海、宁夏、新疆等地。

进一步,表 6 显示了 2014 和 2020 年收费公路运营效率空间自相关通过 5% 显著性检验的省份。可以看出,收费公路运营效率较接近的地区在地理

表 5 中国收费公路运营效率局部空间集聚

集聚区	2014 年	2020 年
高-高	北京、上海、江苏、浙江、安徽、河南、湖北、重庆、贵州、福建	上海、江苏、浙江、安徽、山东、河南、湖北、湖南、广东、重庆、福建
高-低	天津、广东、云南、陕西	天津、河北、四川、陕西
低-低	山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、四川、甘肃、青海、宁夏、新疆	内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、甘肃、青海、宁夏、新疆
低-高	河北、江西、山东、湖南、广西	北京、山西、江西、广西、贵州、云南

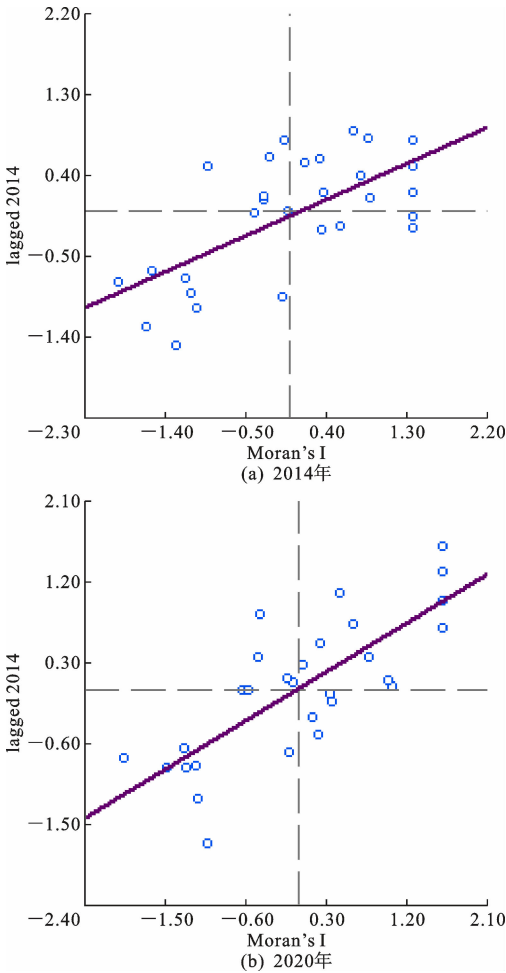


图 3 2014、2020 年收费公路运营效率 Moran's I 散点图  
空间分布上同样相对集中。中国收费公路运营效率呈现出显著的空间相关性和集聚趋势,具体而言,中国显著的“高-高”集聚区域为江苏和浙江等地,而内蒙古和甘肃等地表现为显著的“低-低”集聚。中国西北地区呈现出了收费公路运营效率的低值集聚区,而东部沿海地区则为收费公路运营效

表 6 2014、2020 年收费公路运营效率空间自相关显著性集聚

集聚区	2014 年	2020 年
高-高	江苏、浙江	江苏、浙江、上海、山东、安徽
高-低	-	-
低-低	吉林、黑龙江、内蒙古、甘肃	内蒙古、甘肃、新疆
低-高	-	江西

注：“-”表示该集聚模式下没有省份通过显著性检验。

率的高值集聚区。

从 2014 年到 2020 年,收费公路运营效率的 Moran’s I 指数从 0.450 增大到 0.608,收费公路运营效率的集聚性进一步增强,集聚区域中“高-高”集聚区域由江苏、浙江,扩大到江苏、浙江、上海、山东、安徽;“低-低”集聚区域由吉林、黑龙江、内蒙古、甘肃演化为到内蒙古、甘肃、新疆,这一过程中吉林和黑龙江“低-低”集聚不再显著,而新疆成为显著的“低-低”集聚区域;并且,2020 年由于安徽加入“高-高”集聚区域,邻近省份江西呈现出了“低-高”集聚现象,表明长三角城市群在迅速发展,并对周边省份产生的正向辐射作用越来越强。因此,总体来看,收费公路“高-高”集聚区域的扩大和“低-低”集聚省份的减少,说明本省收费公路运营效率与邻近地区收费公路运营效率密切相关,邻近省份的收费公路运营效率更为相近,随着经济以及物流产业的发展,收费公路运营效率具有更强的空间关联性<sup>[20-21]</sup>。

三、结语

本文首先测度了中国 2014—2020 年 29 个省份收费公路的运营效率,然后基于收费公路运营效率测度结果,利用泰尔指数分析了收费公路运营效率的区域差异及其来源,并使用 Moran’s I 指数探究了中国各省收费公路运营效率的空间集聚特征。本文主要结论有:第一,2014—2020 年收费公路运营效率没有明显的增长趋势,收费公路运营效率呈现出从东至西逐步降低的分布格局。第二,区域差异主要来源于区域内部差异,东中西各区域内部均存在收费公路运营效率较高和较低的省份,区域内部

差异平均贡献率达到 81.578%。第三,收费公路运营效率具有较强的正向空间相关性,东部地区和西北地区分别呈现出了显著的“高-高”和“低-低”集聚特征<sup>[22-23]</sup>。

据此,为提高收费公路运营效率,本文提出如下政策建议:第一,围绕收费公路运营效率呈现出的明显的空间格局制定差异化的发展策略。不同区域的省份可以参照本区域内收费公路运营高效的省份,针对相邻省份或最近省份的效率现状并结合本省自身的比较优势,探索相应的产业升级或者物流发展模式,充分发挥相邻省份的经济发展和产业集聚对本省收费公路运营的辐射带动作用。第二,建立收费公路跨区域合作运营机制。相邻省份之间建立并进一步增强城市群、经济带等区域协调发展战略的引领带动作用,搭建地区之间的产业合作平台从而形成各自新的增长极,通过不同地区之间要素流动与合作交流的增强,发挥收费公路运营空间联动性的同时,促进收费公路可持续发展能力协同提升。

参考文献:

[1] 秦山,荣朝和. 中国交通基础设施供需错配与公私合作困境及其对策——基于供给侧结构改革的视角[J]. 云南社会科学,2017(4):64-69.

[2] TAN J,ZHAO J Z. The rise of public-private partnerships in China:an effective financing approach for infrastructure investment? [J]. Public administration review, 2019, 79(4):514-518.

[3] 周子栋,文静. 经济学视角下交通基础设施政府和社会资本合作(PPP)研究新进展[J]. 长安大学学报(社会科学版),2021,23(5):52-60.

[4] 李红昌,崔金丽,聂琼,等. 自偿率在城市轨道交通 PPP 项目运作中的应用[J]. 长安大学学报(社会科学版),2020,22(2):71-82.

[5] 樊建强,李丽娟. 收费公路行业行政垄断及其社会成本测度[J]. 经济问题,2012(2):56-60,95.

[6] 徐海成,王毅,贾锐宁. 基于三阶段 DEA 与 Tobit 回归模型的收费公路行业运营模式双轨制效率研究[J]. 中国公路学报,2017,30(9):125-132.



- [7] WEI X,XU H,ZHANG B,et al. Infrastructure operation efficiency and influential factors in developing countries:evidence from China[J]. Sustainability,2019,11(3):655.
- [8] 徐海成,徐兴博,安羽霏. 国有收费公路企业全要素生产率测度及提升路径研究[J]. 中国公路学报,2021,34(3):216-224.
- [9] XU Y,FAN J,XU H. Study on the operation efficiency of toll roads in China from the perspective of scale economy [J]. Journal of advanced transportation,2021(3):1-15.
- [10] 曹跃群,郭鹏飞,罗玥琦. 基础设施投入对区域经济增长的多维影响——基于效率性、异质性和空间性的三维视角[J]. 数量经济技术经济研究,2019,36(11):140-159.
- [11] 樊建强,李璐. 陕西省交通基础设施对经济增长的空间溢出效应[J]. 长安大学学报(社会科学版),2020,22(1):40-49.
- [12] YA C,MENGYUAN W,CHENPENG F,et al. Total factor energy efficiency in Chinese manufacturing industry under industry and regional heterogeneities [J]. Resources,conservation & recycling,2021,168(5):1-13.
- [13] 王军,朱杰,罗茜. 中国数字经济发展水平及演变测度[J]. 数量经济技术经济研究,2021,38(7):26-42.
- [14] 许庆,刘进,熊长江. 中国农村基础设施发展水平、区域差异及分布动态演进 [J]. 数量经济技术经济研究,2022,39(2):103-120.
- [15] 万威,龙小宇. 经济增长“绕道”而行了吗? ——二级公路收费取消的影响研究 [J]. 经济学(季刊),2020,19(3):897-912.
- [16] 刘华军,郭立祥,乔列成,等. 中国物流业效率的时空格局及动态演进 [J]. 数量经济技术经济研究,2021,38(5):57-74.
- [17] 刘斌,蒋桂芹,翁燕珍. 疫情防控常态化背景下收费公路成本补偿机制探索——基于收费公路准公共物品的有效市场供给分析 [J]. 财政科学,2021(7):76-83.
- [18] 王姣娥,莫辉辉,焦敬娟. 中国收费公路基础设施与财务状况的空间格局 [J]. 地理研究,2013,32(11):2079-2091.
- [19] 张学良. 中国交通基础设施促进了区域经济增长吗——兼论交通基础设施的空间溢出效应 [J]. 中国社会科学,2012(3):60-77,206.
- [20] 李玉涛,马德隆,乔婧,等. 我国收费公路制度改革的基本原则探讨[J]. 价格理论与实践,2019(7):52-56.
- [21] 魏文峰. 新形势下经营性收费公路投资效益分析与评价探讨[J]. 四川建材,2022,48(6):192-194.
- [22] 冯开,虞明远,汪奕坤. 日本收费公路改革的措施与经验[J]. 中国公路,2022(7):80-83.
- [23] 杜晓,叶子悦. 收费公路制度改革加减法[J]. 中国公路,2019(9):48-50.

(责任编辑:王佳)