

# 基于站点客运量的轨道交通站点土地利用绩效评价——以上海为例

王 鹤<sup>1</sup> 杨 超<sup>1,2</sup> 颜奋帆<sup>3</sup>

(1. 浙江省交通运输科学研究院, 310023, 杭州; 2. 同济大学城市交通研究院, 200092, 上海;  
3. 上海市发展与改革委员会, 200003, 上海)

**摘 要** [目的]《上海市城市总体规划(2017—2035 年)》中使用全市单位地区生产总值建设用地使用面积指标来评价土地利用绩效,但由于轨道交通站点更关注客运量,用该指标评价土地利用绩效并不合适,因此有必要选择合适的指标对轨道交通站点的土地利用绩效进行评价。[方法]通过使用上海市轨道交通站点的进出站客运量数据,结合 AOI(兴趣面)数据、POI(兴趣点)数据及周边土地规划利用情况,定义单位面积服务客运量作为站点土地利用绩效评价指标。对上海市中心城区(外环内区域)轨道交通站点的土地利用绩效进行评价,对比一般站点和换乘站点的土地利用绩效,并对不同站点的土地利用绩效结果进行致因分析。[结果及结论]站点周边土地利用类型与强度对站点绩效表现有较大的影响,依托大型客运枢纽、经济开发区、工业开发区、大型商圈等优势条件的轨道交通站点具有较高的土地利用绩效表现,而周边土地开发强度较低、住宅小区密集的轨道交通站点则土地利用绩效表现较低。

**关键词** 轨道交通; 站点客运量; 土地利用绩效  
**中图分类号** U293

DOI:10.16037/j.1007-869x.2024.07.028

## Performance Evaluation of Rail Transit Station Land Use Based on Passenger Throughput-A Case Study of Shanghai

WANG He<sup>1</sup>, YANG Chao<sup>1,2</sup>, YAN Fenfan<sup>3</sup>

(1. Zhejiang Scientific Research Institute of Transport, 310023, Hangzhou, China; 2. Urban Mobility Institute, Tongji University, 200092, Shanghai, China; 3. Shanghai Municipal Development & Reform Commission, 200003, Shanghai, China)

**Abstract** [Objective] Shanghai Master Plan (2017-2035) evaluates land use performance using the index of land use area for construction of GDP per unit area across the city. However, since rail transit stations are more concerned with passenger throughput, this index may not be suitable for evaluating land use performance at the stations. Therefore, it is necessary to select appropriate indicators to evaluate the land use perform-

ance of rail transit stations. [Method] By utilizing data on passenger throughput at Shanghai rail transit stations and combining with AOI (area of interest) data, POI (point of interest) data, and surrounding land use planning and utilization situation, the passenger throughput per unit area is defined as the indicator for evaluating the land use performance of stations. The land use performance of rail transit stations in central urban area (within the Outer Ring Inner Region) of Shanghai is evaluated, the performance of general stations and interchange stations is compared, and a causal analysis of the land use performance results of different stations is conducted. [Result & Conclusion] The type and intensity of land use around the stations have a significant impact on station performance. Rail transit stations located near major transportation hubs, economic development zones, industrial parks, and large commercial districts exhibit higher land use performance. Conversely, stations surrounded by areas with lower land development intensity and dense residential communities demonstrate lower land use performance.

**Key words** rail transit; station passenger throughput; land use performance

《上海市城市总体规划(2017—2035 年)》对提高土地利用绩效给出了具体的指导意见。《上海市城市总体规划(2017—2035 年)》在要求提升土地利用的经济效益、社会效益和生态效益的同时,针对这一要求给出了具体的指标:至 2035 年,全市单位地区的 GDP(本文的 GDP 指某特定区域的生产总值)建设用地使用面积不超过 4.2 hm<sup>2</sup>/亿元。

轨道交通站点是人与轨道交通发生和结束联系的节点,人流的集中和疏散都是通过轨道交通站点来实现的,其土地利用类型属于交通运输用地中的公共交通场站用地。从轨道交通站点的功能定位和土地利用类型方面进行分析,其土地利用绩效不宜直接使用 GDP 来评价。本文使用 AOI(兴趣

面)面积来表征轨道交通站点的土地使用面积,结合上海轨道交通站点客流数据计算上海市中心城区(外环内区域)轨道交通站点的单位面积服务客运量。此外,本文还对比了不同站点的土地利用绩效,并对轨道交通站点进行分类比较(如换乘站、一般站等)。针对所分析的各类站点绩效情况,识别出土地利用绩效低的轨道交通站点,结合站点周边土地的利用情况和 POI(兴趣点)数据进行致因分析,并对未来站点周边的土地利用规划调整提出改善建议。

## 1 研究背景

“绩效”包含了“成绩”和“效率”两个方面的含义,这一概念来源于管理学,用于表征个人或组织为了实现某种目标而开展的各种活动在不同层面的有效输出。土地利用绩效是不同的土地利用方式和利用程度产生的利用效率与利用效果的综合表现。

文献[1]从土地利用程度、土地利用效率、生态环境绩效和土地投入水平等四个方面对厦门市土地利用绩效水平进行了分析。文献[2]从土地投入水平、土地利用程度、土地利用效益和生态可持续性等方面对 2007—2017 年郑州市城市土地利用现状进行了分析。文献[3]从经济发展、社会服务、生态维护、正直公平和文化科技等五个方面对珠三角城市群的城市建设用地绩效进行了评价,获得了珠三角城市群城市建设用地综合功能绩效整体水平较高的结论。

土地利用绩效的研究尺度可分为 3 个层次:①国家、城市群及省(州)域等区域的宏观尺度;②具体城市的中观尺度;③开发区、宗地的微观尺度。从宏观尺度和中观尺度进行土地利用分析的研究较多,而针对微观尺度的土地利用绩效研究较少。轨道交通站点的土地利用绩效研究属于微观尺度的土地利用研究,且其土地利用类型属于交通设施用地,用于提供居民的出行服务。当进行土地利用绩效分析时,若直接套用《上海市城市总体规划(2017—2035 年)》对土地利用的要求,使用 GDP 进行评价,将偏离其土地利用类型和功能定位。同理,也不宜直接使用土地利用效率、经济绩效、生态绩效等宏观指标对土地利用绩效进行分析。基于此,本文提出以轨道交通站点单位利用面积服务客运量作为评价其土地利用绩效的评价指标。

## 2 研究方法数据来源

截至 2021 年 12 月,上海轨道交通系统运营线路共 20 条,共设车站 508 座,运营里程共 831 km(统计数据中含上海磁浮列车示范运营线,不含金山铁路)。在 2020 年,上海轨道交通日均客运量 774.51 万人次,总客运量达到 28.34 亿人次。本文以 2019 年 11 月 14 日(星期四)上海轨道交通站点全天进出站客运量数据为例进行分析,由于站点的进出站客运量基本平衡,故分析中均采用进出站客运量之和作为轨道交通站点的服务客运量。

AOI 是指电子地图数据中区域状的地理实体。AOI 在 POI 的基础上补充了边界坐标列表的地理信息数据,其所包含的基本信息与 POI 一致(即名称、地址、类别、经纬度坐标)。此外,AOI 可以额外表征地理实体的面积和外部轮廓,但其无法直接表征土地利用类型。本文通过高德地图的 API 工具获取上海轨道交通站点的 POI 数据及其 ID(身份标识号)信息,通过站点 ID 信息获取各站点的 AOI 边界在地理图层的投影坐标列表,并将投影坐标导入 ArcGIS 软件计算站点的 AOI 面积。与建筑面积相比,AOI 面积能够更好地表现出站点的土地占用情况和利用情况,能够更精确地表现站点的土地利用绩效。

结合上海轨道交通站点客运量数据,同时利用站点 AOI 面积计算上海市中心城区(外环内区域)轨道交通站点单位用地面积的服务客运量  $P$ (即不同站点的土地利用绩效)。

$P$  可以表示为:

$$P = \frac{V}{S} \quad (1)$$

式中:

$V$ ——站点的服务客运量;

$S$ ——站点的 AOI 面积。

## 3 具体数据分析

在上海市中心城区(外环内区域)轨道交通站点中,除了上海轨道交通 13 号线华鹏路站、下南路站、北蔡站、陈春路站、莲溪路站、中科路站、学林路站和张江路站的 AOI 数据未能获得外,本次研究共获取 222 个轨道交通站点的 AOI 数据,其中包括 57 个换乘站点和 165 个一般站点。轨道交通站点数据情况如表 1 所示。

表 1 城市轨道交通站点数据情况  
Tab.1 Data of urban rail transit stations

项目	数量/ 个	占比/ %	AOI 面积 平均值/ $\text{m}^2$	进站客运量 平均值/(人次/d)	出站客运量 平均值/(人次/d)	服务客运量 平均值/(人次/d)	单位面积服务 客运量/(人次/ $\text{m}^2$ )
全部站点	222	100.0	5 100.93	23 167	23 372	46 539	9.12
换乘站点	57	25.7	6 162.77	38 269	38 725	76 994	12.49
一般站点	165	74.3	4 734.11	17 950	18 068	36 018	7.60

根据式(1)计算全部站点的土地利用绩效,对各轨道交通站点的绩效表现结果进行分析,并对比换乘站点和一般站点的数据情况,可以获得以下结论:

1) 换乘站点的  $P$  值高于一般站点的  $P$  值,绩效表现排序前 100 座站点中,有 70 座站点属于换乘站点,这主要是因为换乘站点的服务客运量明显高出一般站点。虽然,换乘站点的 AOI 面积也高于一一般站点,但服务客运量超出的幅度更大。

2) 换乘站点和一般站点中均有绩效表现较为极端的站点,表明两类站点的绩效水平均存在较大的差距。

3) 服务客运量与站点绩效表现呈正相关关系。

4) 绩效表现较高的站点 AOI 面积主要分布在 3 000 ~ 6 000  $\text{m}^2$ ,过高或过低的 AOI 面积并不能有效提高绩效表现。

5) 部分站点虽然服务客运量较低,但由于其站点对应的 AOI 面积也较低,反而使得站点的绩效表现很好(如 2 号线金科路站、9 号线商城路站等)。

6) 分别将一般站点与换乘站点依  $P$  值排序,除 2 号线陆家嘴站外,换乘站点的绩效表现均领先相同顺位的一般站点,但领先幅度不大。

7) 部分换乘站点存在出站换乘的情况(如 2 号线、12 号线、13 号线的换乘站南京西路站,以及 3 号线和 4 号线的换乘站曹杨路站等),这会导致站点对应的服务客运量更高。但在进行 AOI 面积计算时,该类站点不同地铁线路对应的站厅 AOI 面积是累加计算的,即站点 AOI 面积约为两个一般站点的 AOI 面积之和,导致对应站点的绩效表现较低。

8) 一般站点绩效指标的下降速度比换乘站点更快。

整体来看,轨道交通站点的绩效表现受进出站客运量的影响更大。换乘站点的 AOI 面积虽然高于一一般站点,但其服务客运量更高,使该类站点的绩效表现更好。

## 4 站点绩效及致因分析

将站点分为高绩效表现站点和低绩效表现站点两类进行分析,特别是出现 AOI 面积和进出站客运量极值的站点。除了站点 AOI 数据、进出站客运量数据外,通过高德地图获取以站点为圆心、半径为 800 m 范围内的 POI 数据,对餐饮服务、购物服务和生活服务三类设施的数量进行分析。

针对换乘站点与一般站点,分别选择高、低绩效的代表性站点。一般站点中,高绩效站点包括:2 号线陆家嘴站、金科路站,9 号线商城路站、漕河泾开发区站;低绩效站点包括:11 号线武威路站、12 号线复兴岛站、3 号线张华浜站、10 号线邮电新村站、11 号线御桥站。换乘站点中,高绩效站点包括:2 号线和 10 号线的换乘站南京东路站,1 号线和 3 号线的换乘站上海南站站,2 号线和 7 号线的换乘站静安寺站,2 号线、4 号线、6 号线、9 号线的换乘站世纪大道站;低绩效站点包括:9 号线和 12 号线的换乘站金海路站,13 号线和 16 号线的换乘站华夏中路站,11 号线和 16 号线的换乘站罗山路站,6 号线和 12 号线的换乘站巨峰路站。

### 4.1 高绩效站点分析

高绩效站点数据情况如表 2 所示。结合表 2 和上述站点周边土地开发情况可知:① 所有站点的  $P$  值均超过了 20 人/ $\text{m}^2$ ;② 绩效表现好的一般站点多通过相对较低的 AOI 面积来提高绩效表现,而换乘站点多通过更高的服务客运量来提高绩效表现;③ 直接服务于国家级开发区(如 2 号线陆家嘴站、9 号线漕河泾开发区站)或科技园区(如 2 号线金科路站)的站点,由于这些区域开发密度较高,拥有较高的岗位密度和服务设施数量,故能够产生并吸引较多的轨道交通客流;④ 紧邻大型商圈且其出入口位于商圈内的站点,(如 2 号线和 10 号线的换乘站南京东路站、2 号线和 7 号线的换乘站静安寺站、9 号线商城路站),这些区域的商业设施密集,有非常高

的 POI 数量,能够吸引大量客流;⑤ 结合表 1 和表 2 数据可知,高绩效站点的 AOI 面积显著低于 AOI 面积平均值(如 1 号线和 3 号线的换乘站上海南站站、2 号线金科路站、9 号线商城路站),但其服务客运

量超出平均值。

用上述特征对其他高绩效表现的站点进行分析可以发现,大部分绩效表现较好的站点均具有上述原因中的一个或多个。

表 2 高绩效站点数据情况  
Tab.2 Data of high performance stations

站点名称	AOI 面积/ m <sup>2</sup>	服务客运量/ 人次	单位面积服务 客运量/(人次/m <sup>2</sup> )	POI 数量/个		
				餐饮服务	购物服务	生活服务
陆家嘴站(2 号线)	5 119.93	171 969	33.59	571	561	425
* 南京东路站(2 号、10 号线)	6 530.92	192 880	29.53	1 082	2 244	1 130
* 上海南站站(1 号线、3 号线)	4 782.70	127 445	26.65	235	228	190
* 静安寺站(2 号线、7 号线)	7 218.49	190 296	26.36	866	1 253	1 088
金科路站(2 号线)	2 935.23	76 537	26.08	180	249	198
商城路站(9 号线)	3 228.06	80 938	25.07	945	1 301	1 061
* 世纪大道站(2 号线、4 号线、6 号线、9 号线)	5 967.99	144 359	24.19	657	592	695
漕河泾开发区站(9 号线)	4 490.74	107 500	23.94	185	128	184

注: \* 表示换乘站,余类同。

4.2 低绩效站点分析

低绩效站点数据情况如表 3 所示。结合表 3 和上述站点周边土地开发情况可知:① 所有站点的  $P$  值均低于 3 人/m<sup>2</sup>,且最低的三个站点的  $P$  值低于 1 人/m<sup>2</sup>;② 结合表 1 与表 3 的数据可知,低绩效站点的服务客运量低于全部站点的服务客运量的平均值,且分别低于各自类别的站点服务客运量平均值;③ 位于林地、草地、湿地等土地占比较高区域的站点(如 11 号线武威路站,11 号线和 16 号线的换乘站罗山路站等),站点周边自然地貌丰富,可进行土地开发的面积较少,人口密度较低,所产生的轨道交通客运量较少,导致绩效表现较低;④ 服务岗

位密度较低的工厂或仓储公司,(如 3 号线张华浜站)由于缺乏商业设施,使得该区域缺乏对客流的吸引力,导致绩效表现偏低;⑤ AOI 面积过大的站点,如 10 号线邮电新村站、11 号线御桥站,这两个站点的进出站客运量和 POI 数据在低绩效表现站点中非常好,但由于站点 AOI 面积过大,导致其绩效表现较低。在轨道交通线路规划时,10 号线邮电新村站与 11 号线御桥站的服务目标群体为周边密集的住宅小区居民,为了方便居民出行,将上述两站点出入口设置在更靠近小区出入口的位置,导致站点 AOI 面积过大,进而导致站点的绩效表现较低。

表 3 低绩效站点数据情况  
Tab.3 Data of low performance stations

站点名称	AOI 面积/ m <sup>2</sup>	服务客运量/ 人次	单位面积服务 客运量/(人次/m <sup>2</sup> )	POI 数量/个		
				餐饮服务	购物服务	生活服务
* 巨峰路站(6 号线、12 号线)	9 080.26	14 364	3.04	94	157	215
御桥站(11 号线)	13 758.20	16 816	2.44	160	191	203
* 罗山路站(11 号线、16 号线)	4 181.26	5 050	2.40	5	13	10
邮电新村站(10 号线)	11 390.75	12 667	2.20	290	488	499
* 华夏中路站(13 号线、16 号线)	3 865.80	4 252	2.11	20	8	12
* 金海路站(9 号线、12 号线)	8 313.76	10 142	1.22	18	24	18
张华浜站(3 号线)	3 648.24	3 622	0.99	44	39	36
复兴岛站(12 号线)	4 877.58	3 368	0.69	43	58	68
武威路站(11 号线)	4 651.92	2 105	0.45	1	10	14



用上述特征对其他站点进行分析可以发现,大部分绩效表现较差的站点均具有上述原因中的一个或多个。

## 5 典型低绩效站点土地开发建议

针对绩效表现较低的轨道交通站点,结合站点的地理位置、周边土地开发利用情况及其 POI 数据情况,为提高其绩效水平提出规划建议:

1) 对于主要服务于住宅小区的轨道交通站点,绩效表现较差主要是站点 AOI 面积过大导致的。这些站点可以通过开展地铁商业等形式,对地铁站延伸至各出入口的通路进行商业开发,提高站点区域的活力,用商业手段提高站点的绩效表现。

2) 对于主要服务于低密度、高占地面积的土木建设、仓储类公司的轨道交通站点,公司一般会通过自建员工宿舍等方式为员工提供就近居住的条件,同时由于其岗位密度较低,各类服务设施的数量较少,会进一步影响站点的绩效表现。在线路规划时首先应避免站点周边产业形式过于单一的情况,并有序引入服务型企业,增加产业复合度,在提高地区活力的同时,提高轨道交通站点的绩效表现。

3) 对于站点周边土地类型以林地、湿地等为主的站点,在已建或未建公园、景区等情况下,可以与主营户外活动的公司进行合作,提供一定的开放场地进行露营、定向越野等活动,从运营方式上进行改变,提供能够吸引城市年轻人的户外活动场地,以及亲近自然的活动项目,提高整体区域的吸引力,进一步改善站点的绩效表现。

## 6 结语

本文综合分析了上海轨道交通进出站客运量及站点 AOI 面积,并以单位面积服务客运量作为绩效指标对站点服务能力进行评价。研究发现,不同站点之间的绩效表现存在巨大差距。依托大型客运枢纽、经济开发区、工业开发区、大型商圈等优势条件的轨道交通站点具有较高的绩效表现,而周边

土地开发强度较低、住宅小区密集的轨道交通站点则绩效表现较低。土地开发规划时,不仅需与城市区域规划协调,还需重视轨道交通站点周边区域的土地利用多样性和产业多样性,积极融入地铁商业运营方式,将地铁通道打造成小型地下商业区域。

在城市轨道交通快速建设发展的大背景下,不同轨道交通站点存在土地利用差异。本文提出一种数据需求量较低、且对站点土地利用绩效具有针对性的评价体系,可为政府制定相关政策措施提供一定的判断依据,有助于推动完善公交优先的城市发展战略。

## 参考文献

- [1] 李梦航, 阙翔, 苏少强. 厦门市土地利用绩效水平评价[J]. 农村经济与科技, 2021, 32(1): 34.  
LI Menghang, QUE Xiang, SU Shaoqiang. Evaluation of land use performance level in Xiamen city[J]. Rural Economy and Science-Technology, 2021, 32(1): 34.
- [2] 张艳, 胡征南, 李照华, 等. 国家中心城市土地利用绩效评价及障碍度因子诊断: 以郑州市为例[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(15): 265.  
ZHANG Yan, HU Zhengnan, LI Zhaozhua, et al. Evaluation of land use performance and diagnosis of obstacles in national central cities—taking Zhengzhou City as an example[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2020, 48(15): 265.
- [3] 王枫, 汤沛奎. 考虑区域发展阶段差异的城市建设用地多功能绩效评价: 以珠三角城市群为例[J]. 中国土地科学, 2020, 34(12): 87.  
WANG Feng, TANG Peiluan. Multi-function performance evaluation on urban construction land considering regional development stage differences: a case study on urban agglomeration in Pearl River Delta[J]. China Land Science, 2020, 34(12): 87.

· 收稿日期:2022-01-19 修回日期:2022-02-26 出版日期:2024-07-10  
Received:2022-01-19 Revised:2022-02-26 Published:2024-07-10  
· 第一作者:王鹤,工程师,321198527@qq.com  
通信作者:杨超,教授,tongjiyc@tongji.edu.cn  
· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议  
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

欢迎投稿《城市轨道交通研究》

投稿网址:tougao. umt1998. com