

# TOD模式下轨道交通站点运行情况的评估研究

## ——以上海轨道交通7号线顾村公园站为例

Evaluating the Operation of Rail Transit Station under TOD Mode: A Case Study of Gucun Park Station on Line 7 in Shanghai

姚存卓 YAO Cunzhuo

**摘要** TOD模式下轨道交通站点运行情况的评估工作是目前城市规划管理部门的薄弱环节。通过整理分析TOD模式已有的各类评价体系及指标组成,按照层次分析法提出较为普适且具有较强操作性的评估指标体系,并以上海外环线以北顾村大型居住社区附近顾村公园站为例,进行评估实践。评估体系和相应指标可作为单个站点TOD模式运行情况的衡量工具,发现其不足并提出改进建议,也可在采集到更多站点样本的基础上,通过设定各指标值的权重形成综合量化结果。

**Abstract** The evaluation of rail transit station operation under the TOD mode is a weak link in the current urban planning management department. Through sorting and analyzing the various evaluation systems and index composition of the TOD model, this study puts forward a more universal and operational evaluation index system, and takes Gucun Park Station in Shanghai as an example to carry out evaluation and promotion suggestions. The evaluation system and the corresponding indicators proposed in this study can be used as a measuring tool for the operation of a single site TOD model, finding its shortcomings and giving suggestions for improvement. On the basis of collecting more site samples, a comprehensive quantitative result can be formed by setting the weights of each index value.

**关键词** TOD模式;轨道交通站点;评估

**Key words** TOD mode; rail transit station; evaluation

文章编号 1673-8985 (2020) 05-0097-07 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20200516

### 作者简介

姚存卓

上海市宝山区规划和自然资源局 市政风貌科科长,硕士

从广义上来说, TOD是指以任何交通设施建设为主导的城市开发活动,而狭义的TOD则特指以公共交通设施为主导的开发<sup>[1]</sup>。它通过土地使用和交通政策来协调城市发展过程中产生的交通拥堵和用地不足的矛盾。

本文以上海市规模最大的大型居住社区顾村大型居住社区附近的顾村公园站为例,从土地使用和交通的双向交互视角对轨道交通站点TOD模式的实施情况进行分析研究,以期对

此类站点的后续建设改进提供一定的借鉴。

## 1 TOD站点评价体系建构

### 1.1 TOD评价体系的相关文献概述

自1993年TOD的创始人彼得·卡尔索普正式提出TOD模式以来,其理论内涵不断得到拓展,其中1997年确定的“3D”原则包括:密度(density)、多样性(diversity)、合理的设计(design), 1998年在“3D”原则的基础上补

充了两项:增加基于站点节点的空间影响拓展“距离”(distance to transit)原则和基于公共交通走廊与区域功能发展的“目的地可达性”(destination accessibility)原则。这些原则都反映出交通与土地使用的互动关系对TOD理论发展的影响。

同时,对TOD模式的评价体系研究也始终保持活跃,其中包括2004年Robert Cervero等<sup>[2]</sup>提出评价要素应包括空气质量、开放空间、步行环境、乘客数量和税收、减少城市蔓延、沿铁路和公交设施重塑城市发展格局等。2005年Renne J L等<sup>[3]</sup>进一步细化提出土地的混合利用、公共交通的搭乘率、密度、新建或恢复的办公零售空间、步行化的定位、人性化程度、车辆的行驶里程、空气质量、新建或恢复的住房、新建或改进的停车场面积、资产价值增长、住户的差异性、自行车停靠架或锁存设施、交通控制设施包括交通宁静化措施、可支付性的住宅、自行车专用道数量等要素。2007年Chapel K<sup>[4]</sup>提出的TOD评价要素包括覆盖区域、土地用途、密度、停车规划等,尤其侧重对土地开发密度的详细论述。

21世纪以来, TOD模式在国内蓬勃发展,国内学者结合国情对其评价体系进行了深入研究。2007年李森等<sup>[5]</sup>提出的评价体系包括基本功能评价、社会效益评价、经济效益评价、环境效益评价4个一级指标,及42个二级指标。陈吉发等<sup>[6]</sup>提出4个一级指标:交通系统效益、经济效益、社会效益和环境效益。2011年吴放<sup>[7]</sup>根据美国、澳大利亚学者对TOD评价指标的分类研究,结合杭州统计资料范围和深度的有限性,确定TOD评价的3类指标:土地利用——混合功能的城市结构数量,步行活动——可进入性,与公共交通的联系程度——多模式公共交通系统性能。2014年陈颖雪等<sup>[8]</sup>提出TOD模式下轨道交通车站的交通功能指标主要为:车站辐射范围、车站客流吸引力指数、特定交通功能以及站点周边土地发展变化率。2014年丁孟雄<sup>[9]</sup>根据3D原则的10项主题选取了建成地块密度、每平方公里人口数、辛普森

表1 TOD模式下站点运行情况评估体系表

Tab.1 Evaluation system of station operation under TOD mode

评估目标	第一准则	第二准则	指标层	
TOD站点运行水平	密度	开发强度	年均供地占比值*	
		站点客流量	容积率*	
			人口密度	日均客流量自然对数
		多样性	用地多样性	每平方公里人口数*
			人口多样性	土地利用混合度*
	距离	职住平衡	居住人口辛普森指数*	
		交通影响力	站点客流集聚程度	站点辐射距离*
				站点辐射范围
				客流吸引力指数*

注:带“\*”的测算范围以站点辐射范围为准。

资料来源:笔者自制。

指数、用地模式分析、道路平面布局、道路网络连接性、机动车/自行车圈数、交叉口平均距离、公交站点覆盖率、换乘节点等22项评价因子。

对上述评价体系进行总结,发现土地开发强度和使用混合情况、公共交通辐射和分担比例、公交衔接方式及效率等是各评价体系中的高频评价指标,其他指标则根据评估的不同侧重点各有增减。此外,在评价方式方面,量化打分和定性判断都存在一定的薄弱环节,前者在数据采集、提取的过程中难免受主观判断的影响,后者虽然从解决问题导向上具有借鉴价值,但欠缺说服力。

本文根据已有的评估研究成果,结合定性、定量的方式建立一套操作性较强的评估体系,既包括利用数据计算出的分值性指标,也有依据图形判断的定量分析结果。

## 1.2 指标体系框架

评估体系结构按照层次分析法构成,目标层为TOD站点运行水平。本文以站点作为整体对象进行评估,故涉及微观层面的设计类和宏观层面的目的地可达性类指标不纳入本次评估范围。第一准则为3项,分别是密度、多样性和有节点的空间影响拓展“距离”原则。第二准则从第一准则中进一步提取主导性因素,包括开发强度、用地多样性、人口多样性等7个主题。密度取决于开发强度和人口密度,并可通过站点客流量辅助观察。多样性可以通过土地多样性、

居住人口多样性和职住平衡来进一步表达其意义所在。距离取决于交通影响力。

## 1.3 指标因子遴选

本文从TOD3大原则的7项第二准则中选取10项评价因子(见表1)。

(1) 年均供地占比值。住宅、商业、办公建筑是构成城市建设总量的主要组成部分,也是决定城市整体开发强度的主体。根据Aloson竞租理论,商业办公和居住对区位可达性的要求和敏感度最高,因此站点辐射范围内的年均供地占比值主要统计的用地类型为住宅、商业和办公,可利用轨道站点实施前后某站点辐射范围内的开发用地年均增幅表示,计算公式为:

$$\alpha = \frac{(\sum a_i + a_{\text{站点}})}{i} \times 100\% \quad (1)$$

式中, $\alpha$ 为站点辐射范围年均用地增长值; $a_i$ 为站点实施第*i*年站点辐射范围内新增用地面积; $a_{\text{站点}}$ 为站点辐射范围总用地面积; $i$ 为实施的第*i*年。

(2) 容积率。相对于年均供地占比值指示供地规模,容积率侧重于考察用地的供地强度。该指标的运算方式与地块容积率的计算方式相同,统计用地类型同年均供地占比值。计算这一指标并与上海开发强度分区指标进行横向比较,可以掌握该站点对周边地区开发强度的带动水平。

表2 上海市不同类型站点客流特征对比表

Tab.2 Comparison of passenger flow characteristics of different station types in Shanghai

类别	低早高峰型		低双峰型		无高峰型		高双峰型		高早高峰型		晚高峰型	
	均值	方差										
日均客流量自然对数	8.35	0.58	8.89	0.43	7.47	0.86	10.06	0.52	9.38	0.42	10.16	0.62
早高峰小时系数	21.3%	0.03	12.7%	0.03	8.9%	0.03	15.1%	0.04	24.2%	0.03	6.9%	0.02
晚高峰小时系数	7.4%	0.02	12.1%	0.03	17.8%	0.06	10.8%	0.03	5.8%	0.02	17.2%	0.02

资料来源:参考文献[11]15。

(3) 每平方公里人口数。该指标是TOD评价的常用指标,轨道站点周边人口数量与进出站客流显著正相关<sup>[10]</sup>。该指标可以通过与其他地区或其他站点的横向比较,掌握该站点周边地区的人口集聚水平。计算公式为:

$$r = \frac{\sum a_{居i} \div \text{全市人均住房面积}}{a_{\text{站点}}} \quad (2)$$

式中,  $r$ 为站点辐射范围内每平方公里人口数; $a_{居i}$ 为站点辐射范围内第*i*块居住用地的建筑面积; $a_{\text{站点}}$ 为站点辐射范围总用地面积。

(4) 日均客流量自然对数。该指标指征客流量水平,指标值越高,说明站点客流量越大。计算方式采用金昱<sup>[11]15</sup>提出的日均客流量自然对数,并与其提出的不同类型站点客流特征对比表进行横向比较(见表2)。

计算公式为:

$$P = \ln Q_{\text{均}} \quad (3)$$

式中,  $P$ 为日均客流量自然对数; $Q_{\text{均}}$ 为观察日内日均客流量。

(5) 土地利用混合度。土地利用混合度采用Bhat和Guo<sup>[12]</sup>提出的计算方法,  $LUMIX$ 值越大,说明土地利用混合度越高,反之越低。计算方式如下:

$$LUMIX = 1 - \left\{ \frac{\left| \frac{R-1}{L-4} \right| + \left| \frac{O-1}{L-4} \right| + \left| \frac{C-1}{L-4} \right| + \left| \frac{OT-1}{L-4} \right|}{4} \right\} \quad (4)$$

式中,  $LUMIX$ 为土地利用混合度; $R$ 为站点辐射范围内住宅用地面积; $O$ 为站点辐射范围内办公用地面积; $C$ 为站点辐射范围内商业用地面积; $OT$ 为站点辐射范围内其他用地面

积,  $L$ 为4类用地面积的总和。

(6) 居住人口辛普森指数。人口多样性与用地多样性一样,是TOD发展多样性的一项重要指标。根据丁孟雄<sup>[9]</sup>所述,辛普森指数是一种简便的测定群落中物种多样性的指数,如果群落中种数越多,各种个体数量分配越均匀,该指数越高,指示群落多样性越好。人口辛普森指数以性别、生理、心理、职业、年龄、收入等多种因素作为考察对象,指数越接近1,说明不同收入人群的混合度越高。该指标的局限性在于受考察对象的分类方式的影响较大。计算方式如下:

$$D = 1 - \sum \left( \frac{n_i}{N_{\text{站点}}} \right)^2 \quad (5)$$

式中,  $D$ 为人口辛普森指数; $n_i$ 为站点辐射范围内第*i*类人群数量; $N_{\text{站点}}$ 为站点辐射范围总居住人数。

由于出行的时间成本和交通成本相较于其他人口因素而言对于交通出行方式的选择更具有相关性,因此本文以月收入作为居住人口辛普森指数的特征指标。

(7) 站点客流集聚程度。该指标可以通过考察轨道交通站点标准化后的小时客流方差情况得出。方差越小,说明站点客流越稳定,客流来源多样性越高,职住关系处于良好平衡状态。标准化过程采用归一化方法。根据金昱<sup>[11]15</sup>的研究结果,计算方式如下:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (\chi_i - \bar{\chi})^2}{m} \quad (6)$$

式中,  $S^2$ 为站点标准化后的小时客流方差; $\chi_i$ 为标准化后的某时段客流量; $\bar{\chi}$ 为标准化后的时段客流量; $m$ 为总时段数。

(8) 站点辐射距离。站点辐射距离是考

察站点服务水平的常用指标,关于这一指标的计算方式包括陈颖雪等<sup>[8]15</sup>提出用不同换乘交通工具按照平均速度和平均集散时间得出不同换乘交通工具的集散距离,再乘以分担率加和可得;叶益芳<sup>[13]</sup>利用出行时间、出行成本作为核心要素的计算方法;杨京帅等<sup>[14]74</sup>在研究吸引范围时提出需要对集散距离作折算处理等。

基于数据收集的可能性和样本比较分析的需要,本文采用陈颖雪<sup>[8]15</sup>提出的计算方法,同时参考杨京帅等<sup>[14]74</sup>的折算系数,计算方式如下:

$$\theta = \sum (\omega_i T_i V_i) \cdot Z \quad (7)$$

式中,  $\theta$ 为站点辐射距离; $\omega_i$ 为第*i*种车站集散交通方式的分担率(通过调查获得); $T_i$ 为第*i*种车站集散交通方式的平均集散时间(通过调查获得); $V_i$ 为第*i*种车站集散交通方式的平均速度; $i$ 为第*i*种集散交通方式; $Z$ 为折算系数。

(9) 站点辐射范围。确定辐射范围的最简单方式即以辐射距离为半径*R*形成规则影响区。但是这种方法忽视了河道、交通干道和邻近站点辐射范围的交叉重叠等阻抗因素的影响。因此,辐射范围需要在以辐射距离为半径*R*形成规则影响区的基础上,结合上述因素进行修正。有研究提出修正的计算方式,如郭鹏等<sup>[15]</sup>基于GIS技术和矢量栅格化处理计算城市轨道交通站点客流辐射区等,但此类研究多以单一阻抗因素作为研究对象,难以在实际操作中运用。本文采取实地调查和问卷调查相结合的方式对各类阻抗因素进行分析,确定站点辐射范围。

(10) 客流吸引力指数。陈颖雪等<sup>[9]15</sup>研究提出轨道交通车站客流吸引力指数可以显示站点交通辐射范围内的人群对轨道交通方式的选择概率,以指示轨道交通的吸引力。它可通过车站辐射范围内站点一天进出站客流量与站点交通辐射范围内居民一天出行总量的绝对比值获得。计算方式如下:

$$\beta_1 = \frac{Q}{Q_{\text{总}}} \quad (8)$$

式中,  $\beta_1$ 为站点辐射力度绝对值;Q为车站单日进出站客流量均值(由站点检票机系统获得); $Q_{\text{总}}$ 为车站辐射范围内居民单日出行总量均值。

由于居民一天的出行总量的调查难度极高,操作性不强,因此本文提出可用人口密度、站点辐射范围以及人均出行次数来估算居民一天的出行总量。计算方式如下:

$$\beta_2 = \frac{Q}{r\theta q} \quad (9)$$

式中,  $\beta_2$ 为站点辐射力度估算值;Q为车站单日进出站客流量均值(由站点检票机系统获得);r为站点辐射范围每平方公里人口数; $\theta$ 为站点辐射范围;q为人均出行次数(按上海第五次综合交通调查成果计算)。

## 1.4 评价体系应用方法

本文采用的评价体系涉及不同类型的指标因子。这些指标因子多为相对指标,可对其分配权重并赋值,从而对站点总体发展水平进行量化打分,也可作为单个站点TOD运行情况的衡量工具,发现其不足并提出改进建议。

## 2 顾村公园站TOD评价指标获取与分析

上海轨道交通7号线北延伸段规划方案于2005年正式获批。在顾村大型居住社区附近共设有3个站:顾村公园站、刘行站、潘广路站,全部位于顾村大型居住社区主要通道——陆翔路沿线。顾村公园站启用于2008年12月5日,设置的主要目的是以轨道交通

带动整个大居建设,方便市民交通生活,也就是“TOD”模式核心理念。本文以顾村公园站为例,探讨站点TOD模式运行情况的评估方法。

基础数据获得来源包括市区统计局网站公布数据、宝山区历年出让数据、站点检票机系统数据等,同时就顾村公园站周边居民的居住分布、收入结构、轨道交通出行选择、交通接驳等信息开展问卷调查,获取相关基础数据。

### 2.1 密度分析

#### 2.1.1 年均供地占比值

根据2005—2016年顾村公园站周边土地出让情况,由公式(1)可得站点辐射半径内年均供地占比为0.82%。该数值高于宝山区的平均水平0.56%(见表3-表4)。

#### 2.1.2 容积率

顾村公园站辐射半径范围内2005—2016年已出让住宅用地、商业、办公用地共227.15 hm<sup>2</sup>,建筑量为351.38万m<sup>2</sup>,开发容积率为1.55,其中居住为1.52,商业为2.10,办公为2.50(见表5),按照上海市新城、新市镇开发强度分区,此3类用地属于基本强度地区,均属于II级强度区(见表6)。

#### 2.1.3 每平方公里人口数

根据顾村大型居住社区控制性详细规划,规划站点辐射半径内居住用地366.5 hm<sup>2</sup>,规划住宅总建筑量约439万m<sup>2</sup>,人均住房面积35 m<sup>2</sup>/人。按公式(2)计算,得r=19 279人/km<sup>2</sup>,该数值高于长宁区人口密度(见表7)。

### 2.2 多样性分析

#### 2.2.1 日均客流量自然对数

表3 2005—2016年顾村站点辐射半径内出让地块情况

Tab.3 Land transfer within radiation radius of Gucun Park Station from 2005 to 2016

年份	出让地块面积/hm <sup>2</sup>	供地占比值/%
2005年	43.05	1.87
2006年	64.30	2.79
2007年	42.21	1.83
2008年	24.18	1.05
2009年	6.12	0.27
2010年	11.46	0.50
2011年	8.55	0.37
2012年	2.64	0.11
2013年	17.15	0.74
2016年	7.49	0.32
合计	227.15	9.85

资料来源:笔者根据宝山区土地出让公告整理。

表4 2005—2016年宝山区出让地块情况

Tab.4 Land transfer in Baoshan District from 2005 to 2016

年份	出让地块面积/hm <sup>2</sup>	供地占比值/%
2005年	335.21	1.43
2006年	174.57	0.74
2007年	129.95	0.55
2008年	113.67	0.48
2009年	226.28	0.96
2010年	171.81	0.73
2011年	71.90	0.31
2012年	71.80	0.31
2013年	92.10	0.39
2014年	64.04	0.27
2015年	78.28	0.33
2016年	57.55	0.24
全区土地开发规模年均值	132.26	0.56

注:供地占比值为出让地块面积与宝山总体规划开发边界规模(235 km<sup>2</sup>)的比值。

资料来源:笔者根据宝山区土地储备中心提供的历年出让土地数据整理。

表5 顾村公园站辐射半径内开发强度情况表

Tab.5 Development intensity within radiation radius of Gucun Park Station

用地性质	用地面积/hm <sup>2</sup>	建筑量/万m <sup>2</sup>	容积率
居住	219.44	334.19	1.52
商业	4.78	9.86	2.10
办公	2.93	7.33	2.50
总计	227.15	351.38	1.55

资料来源:笔者根据宝山区土地出让公告整理。

表6 上海新城、新市镇开发强度指标表  
Tab.6 Development intensity index table of new towns in Shanghai

用地性质	开发强度	强度区		
		I级强度区	II级强度区	III级强度区
住宅组团用地	基本强度	≤1.2	1.2—1.6 (含1.6)	1.6—2.0 (含2.0)
	特定强度	≤1.6	≤2.0	≤2.5
商业服务业用地和商务办公用地	基本强度	1.0—2.0 (含2.0)	2.0—2.5 (含2.5)	2.5—3.0 (含3.0)
	特定强度	≤2.5	≤3.0	≤4.0

资料来源:上海市控制性详细规划技术准则(2016年修订版)。

表7 顾村公园站辐射半径内人口密度类比表  
Tab.7 Analogy of population density in radiation radius of Gucun Park Station

地区	年末常住人口 /万人	人口密度 / (人/km <sup>2</sup> )
全市	2 423.78	3 823
崇明区	68.81	580
金山区	80.50	1 374
奉贤区	115.20	1 676
青浦区	121.90	1 819
松江区	176.22	2 910
嘉定区	158.89	3 423
浦东新区	555.02	4 585
闵行区	254.35	6 860
宝山区	204.23	7 536
长宁区	69.40	18 120
顾村站点辐射半径内	12.50	19 279
徐汇区	108.44	19 803
杨浦区	131.27	21 615
普陀区	128.19	23 380
静安区	106.28	28 818
黄浦区	65.38	31 955
虹口区	79.70	33 944

资料来源:笔者结合2019年上海统计年鉴以及本次研究结果整理。

采集顾村公园站2018年3月5日—3月16日的工作日客流数据可知,日均客流量为5 113人次/d,按公式(3)计算可得日均客流量自然对数为8.54。根据金昱<sup>[11]15</sup>对上海不同类型站点客流特征的对比分析以及分类情况,顾村公园站属于低客流站点。

### 2.2.2 土地利用混合度

按照顾村公园站站点辐射距离2.7 km计算,住宅用地面积366.5 hm<sup>2</sup>,办公用地面积14.7 hm<sup>2</sup>,商业用地面积26.43 hm<sup>2</sup>,按照公式(4)计算结果为X=0.29,低于0.37这一全市各类站点土地利用混合度水平<sup>[11]16</sup>。

表8 顾村公园站辐射范围内居民收入水平分布表  
Tab.8 Income distribution of residents within the radiation scope of Gucun Park Station

收入梯度/元	分布比例/%
6 000以下	18.89
6 000—8 000	24.72
8 000—10 000	14.52
10 000—15 000	18.51
15 000—20 000	12.57
20 000—30 000	8.21
30 000以上	2.58

资料来源:笔者根据顾村公园站点周边居民出行调查问卷结果整理。

表9 2018年上海市薪资水平报告  
Tab.9 Salary level report of Shanghai residents in 2018

收入梯度/元	分布比例/%
6 000以下	2.2
6 000—8 000	12.1
8 000—10 000	17.8
10 000—15 000	37.5
15 000—20 000	16.3
20 000—30 000	12.3
30 000以上	1.8

资料来源:根据<https://www.jobui.com/salary/shanghai-jiegou/>上海数据整理。

### 2.2.3 居住人口辛普森指数

本文基于在顾村大型居住社区范围内收集到的有效调查问卷1 188份,对顾村公园站辐射范围内的居民收入水平进行梯度聚类调查(见表8)。

由公式(5)计算可得顾村公园站周边的居住人口辛普森指数为0.8247,高于全市平均水平0.7705。该数值还可结合多个站点的同类数据作进一步的聚类分析,获得该数值在所有站点所处的相对水平。同时,采集全市收入梯度分布情况,用于比较分析(见表9)。

### 2.2.4 站点客流集聚程度

表10 顾村公园站小时客流分布情况表  
Tab.10 Distribution of hourly passenger flow at Gucun Park Station

时间段	客流/人次	小时系数/%
5:00—6:00	1 231	4.37
6:00—7:00	3 437	12.20
7:00—8:00	7 369	26.16
8:00—9:00	4 765	16.92
9:00—10:00	2 158	7.66
10:00—11:00	1 315	4.67
11:00—12:00	1 244	4.42
12:00—13:00	1 223	4.34
13:00—14:00	837	2.97
14:00—15:00	826	2.93
15:00—16:00	744	2.64
16:00—17:00	831	2.95
17:00—18:00	807	2.87
18:00—19:00	492	1.75
19:00—20:00	316	1.12
20:00—21:00	335	1.19
21:00—22:00	186	0.66
22:00—23:00	45	0.16
23:00—24:00	4	0.01
总计	28 165	100.00

资料来源:笔者根据顾村公园站站点检票机系统数据整理。

本文采用2018年3月5日—3月16日之间共12天的小时客流数据,由公式(6)可得顾村公园站点标准化后的小时客流方差9.3,其处于金昱<sup>[11]15</sup>研究中的高值范围。同时也可以发现站点早高峰小时系数为26.2%,晚早高峰小时客流比仅为0.11(见表10)。因此,早高峰客流高度聚集是导致方差值变大的主要原因。

## 2.3 距离分析

### 2.3.1 站点辐射距离

在顾村大型居住社区范围内收集到的1 188份问卷中,选择顾村公园站乘坐轨道交通的共575份,调查内容涉及接驳方式、接驳时间等,各种交通方式的平均速度及使用经验见表11。顾村公园站附近路网基本为方格网,参考杨京帅等<sup>[14]74</sup>研究中的折算系数取0.798计,根据公式(7)可得顾村公园站的辐射距离为2.7268 km。

该结果可与其他郊区站点进行比较分析,如本文与陈颖雪等<sup>[8]16</sup>对轨道交通2号线站点的研究结果(见表12)相比较。与同样位于外环线

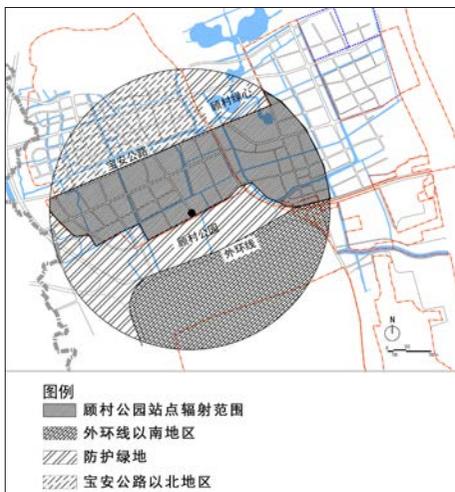


图1 顾村公园站点实际辐射范围分析图

Fig.1 Actual radiation range of Gucun Park Station  
资料来源:笔者自绘。

附近的唐镇站相比,顾村公园站的辐射距离只有唐镇站的一半。

### 2.3.2 站点辐射范围

本文在以辐射距离2.7268 km为半径形成的规则影响区内进行实地调查。现状沪太路以北的宝安公路段为红线宽度50 m的城市快速路,交通阻抗强度较高,且与刘行站相距较近,对沪太路以西宝安公路以北区域居民的问卷调查显示,573人中仅有1人乘坐顾村公园站,符合实地调查判断。因此,该区域不划入顾村公园站的辐射范围。此外,外环线和蕴藻浜的交通阻抗强度也较高,问卷调查中无人过蕴藻浜乘坐轨道交通7号线。因此,外环线以南地区无法划入顾村公园站的辐射范围,而顾村公园和顾村绿心属于开发边界外,也无法划入顾村公园站的辐射范围。故顾村公园站的实际辐射范围约735 hm<sup>2</sup>(见图1)。

### 2.3.3 客流吸引力指数

采集顾村公园站2018年3月5日—3月16日的工作日客流数据可知,日均出站客流量为43 110人次(由站点检票机系统获得),站点辐射范围人口规模为12.5万人。按照上海第五次综合交通调查的人均出行次数2.267,由公式(9)计算出 $\beta_2=15.2\%$ ,顾村公园站点辐射范围内的轨道交通客流吸引力指数要优于全市水平(见表13)。

表11 顾村公园站接驳情况一览表

Tab.11 Connection of Gucun Park Station

接驳方式	平均时耗/min	速度经验值/(km/h)	平均接驳距离/km	接驳方式分担率/%
步行	11.24	5	0.94	45.74
自行车	11.83	10	1.97	8.17
电动车	12.29	20	4.10	4.52
小汽车	11.07	35	6.46	1.22
常规公交	16.21	25	6.75	37.22
出租车	8.50	35	4.96	0.35
其他	13.90	5	1.16	2.78

资料来源:根据顾村公园站点周边居民出行调查问卷结果整理。

## 2.4 分析结果及建议

由“密度”的3项指标项可知,顾村公园站的用地开发规模优于宝山区全区水平,开发强度处于全市新城二级开发强度,人口密度处于全市中等水平,站点客流水平处于低区间。

从“多样性”的3项指标项分析,土地利用混合度数值较低。人口多样性按照收入结构的分布情况要优于全市平均水平。客流集聚程度呈现出明显的双峰型趋势,通勤客流特征明显,职住的用地平衡关系有待提高。

“距离”中的辐射距离处于中等水平,低于外环线同区位的其他站点;吸引力指数优于全市水平,在调查关于不愿乘坐轨道交通的理由中,发车间隔太长、乘坐环境不舒适以及没有合适常规公交位于前3位。

鉴于顾村公园站周边已基本成为建成区,本文主要从提高站点客流、完善客流时段分布结构的角度,针对提高轨道站点辐射范围、吸引力和缓解客流集聚程度提出相关建议。

(1) 提高高峰时段发车频率。用更好的乘坐体验吸引客流,如舒适的等候环境、较少的排队人数和宽裕的座位数量。

(2) 提高地区多模式交通一体化建设力度。站点周边要提高常规公交、自行车及步行等各类交通方式的换乘环境。提升自行车道和步行道的连续性和舒适度,提高常规公交车辆保有水平、运营时速和站点覆盖率。

(3) 提高用地布局与地面公交的关联度。要进一步提高用地布局与公交网络的匹配度,尽量围绕轨道站点布局主要公交站点,并高精度设置地面公交与轨道交通站点连接。轨道站点周边要作为社区公共活动的核心区域,侧重

表12 站点辐射距离比较分析表

Tab.12 Comparison and analysis of station radiation distance

站点	辐射距离/km
唐镇站	5.4264
创新中路站	5.3466
华夏中路站	3.9900
广兰路站	3.1920
顾村公园站	2.7268
远东大道站	1.6758
凌空路站	1.5960
海天三路站	0.7182

资料来源:结合陈颖雪等<sup>[8]16</sup>研究成果以及本次研究结果整理,表格中其他站点数据已根据周边路网情况作折算处理。

表13 上海市出行方式结构表(2014)

Tab.13 Travel mode structure in Shanghai (2014)

交通方式	出行比例/%
轨道交通	8.30
小客车	17.30
自行车	7.20
电(助)动车	20.20
摩托车	1.50
地面公交	45.50
合计	100.00

资料来源:笔者根据上海第五次综合交通调查整理。

集聚办公、商业、社区医疗文化、基础教育等混合用途用地。通过双向联动,进一步提升轨道交通站点的集聚度。

(4) 提高顾村地区整体职住平衡水平。加快顾村地区商办、产业等非居住用地供应,提升就业属地化率,削减高峰通勤交通需求,提高站点运行质量和整体经济性。

## 3 结语

国内关于站点TOD模式运行情况的评估研究尚处于发展阶段。本文通过综合分析各类评估

方式的异同点,得出TOD站点运行评估的指标体系,即3项、7主题、10指标,并以轨道交通7号线顾村公园站为例进行评价。本文提出的TOD模式下轨道交通站点的评价指标和办法具有普遍性,数据采集渠道也较为容易,可为管理部门的日常管理使用,有利于发现站点建设的薄弱环节,进而有针对性地提出改进措施,提高站点整体运行水平。

由于本文收集的站点数据样本有限,参考数据多以宝山区以及全市总体情况为主,无法就各类站点展开进一步的聚类分析和综合评定。此外,本文未将绿色低碳等内容纳入评估范围。上述内容可作为该评估系统后期深化完善的研究方向。

## 参考文献 References

- [1] 李珽,史懿亭,符文颖. TOD概念的发展及其中国化[J]. 国际城市规划, 2015 (3): 72-77.  
LI Ting, SHI Yiting, FU Wenyong. Evolving TOD concept and its sinicization[J]. Urban Planning International, 2015(3): 72-77.
- [2] CERVERO R, MURPHY S, FERRELL C, et al. Transit-oriented development in the United States: experiences, challenges, and prospects[M]. Washington DC: Transportation Research Board, 2004.
- [3] RENNE J L, WELLS J S, VOORHEES A M. Transit-oriented development: developing a strategy to measure success[R]. Washington DC: National Academy Press, 2005.
- [4] CHAPEL K. Transit-oriented for all: the case for mixed-income transit-oriented communities in the Bay Area[R]. Berkeley: The Non-Profit Housing Association of Northern California, 2007.
- [5] 李森,邓卫,陈敬敏. TOD成效影响分析与评价策略研究[J]. 道路交通与安全, 2007, 7 (4): 28-31.  
LI Sen, DENG Wei, CHEN Jingmin. Influence of TOD and a strategy to measure success[J]. Road Traffic and Safety, 2007, 7(4): 28-31.
- [6] 陈吉发,李文权. TOD模式效益分析及评价指标体系[J]. 城市公共交通, 2007 (3): 26-29.  
CHEN Jifa, LI Wenquan. Benefit analysis of TOD mode and evaluation index system[J]. Urban Public Transport, 2007(3): 26-29.
- [7] 吴放. 城市中心商业区TOD发展前期建成环境评价——以杭州武林商业中心地区为例[J]. 现代城市, 2011 (3): 18-21.  
WU Fang. An attempt evaluation in the built environment on TOD early development in downtown: an example of Wulin Commercial Center in Hangzhou[J]. Modern City, 2011(3): 18-21.
- [8] 陈颖雪,刘志钢,薛美根,等. 交通引导发展(TOD)模式下城轨车站交通功能后评价研究[J]. 城市轨道交通研究, 2014, 17 (4): 14-17.  
CHEN Yingxue, LIU Zhigang, XUE Meigen, et al. Post-evaluation on transport function of urban railway station in TOD mode[J]. Urban Mass Transit, 2014, 17(4): 14-17.
- [9] 丁孟雄. 从形态可持续的角度建构TOD评价体系初探[C]//2014中国城市规划年会论文集, 2014.  
DING Mengxiong. Building a TOD evaluation system from the perspective of sustainable development[C]//Proceedings of Annual National Planning Conference 2014, 2014.
- [10] 金昱. 上海轨道交通进出站客流影响因素与规划对策[C]//2012中国城市规划年会论文集, 2012.  
JIN Yu. Influence factors and planning countermeasures of passenger flow of Shanghai rail transit station[C]//Proceedings of Annual National Planning Conference 2012, 2012.
- [11] 金昱. 城市轨道交通站点客流时变特征及其影响因素研究——以上海为例[J]. 现代城市研究, 2015 (6): 13-19.  
JIN Yu. The influence of land use on diurnal pattern of urban mass transit station boardings: a case study of Shanghai City[J]. Modern Urban Research, 2015(6): 13-19.
- [12] BHAT C R, GUO J Y. A comprehensive analysis of built environment characteristics on household residential choice and automobile ownership levels[J]. Transportation Research Part B: Methodological, 2007, 41(5): 506-526.
- [13] 叶益芳. 城市轨道交通车站不同接驳方式合理吸引范围研究[J]. 铁道运输与经济, 2014, 36 (6): 77-81.  
YE Yifang. Study on reasonable attracting scope of different connection modes of urban rail transit stations[J]. Railway Transport and Economy, 2014, 36(6): 77-81.
- [14] 杨京帅,张殿业. 城市轨道交通车站合理吸引范围研究[J]. 中国铁路, 2008 (3): 72-75.  
YANG Jingshuai, ZHANG Dianye. Study on reasonable attraction scope of urban rail transit stations[J]. Chinese Railways, 2008(3): 72-75.
- [15] 郭鹏,陈晓玲. 基于GIS的城市轨道交通站点客流辐射区域算法[J]. 中国铁道科学, 2007, 28 (6): 128-132.  
GUO Peng, CHEN Xiaoling. Algorithm for generating the radiation service areas of passenger flow at urban mass transit stations based on GIS[J]. China Railway Science, 2007, 28(6): 128-132.