

# 上海市轨道交通车站客流高峰特征研究

金昱

(上海市城市规划设计研究院, 上海200040)

**摘要:** 随着上海市轨道交通客流量日益增长, 部分车站运营过程中逐渐暴露出高峰集散能力不足等问题。基于运营超过5年的238座车站的刷卡数据, 从车站高峰小时时段分布、高峰小时系数取值范围、超高峰系数取值范围三个方面分析车站客流高峰小时特征。得到以下主要结论。1)车站进站客流高峰呈现集聚于早高峰的单峰分布特征, 出站高峰客流则呈现向早晚高峰集聚的双峰分布特征。2)进站客流高峰小时系数取值普遍高于出站客流高峰小时系数, 进出站客流高峰小时系数主要与车站周边用地特征、车站区位密切相关; 城市外围高强度单一居住功能为主的车站或周边高强度单一办公密集型车站存在较高高峰小时系数的可能。3)大部分车站超高峰系数位于规范推荐值范围内; 对于位于线路末梢同时承担周边一定范围内交通接驳功能的车站, 在客流预测中超高峰系数建议选用规范推荐范围中较高值。

**关键词:** 轨道交通; 车站客流; 高峰小时系数; 超高峰系数; 大数据; 上海市

Characteristics of Peak Hour Passenger Flow at Rail Transit Stations in Shanghai

Jin Yu

(Shanghai Urban Planning and Design Institute, Shanghai 200040, China)

**Abstract:** Along with the increasing passenger flow of Shanghai urban rail transit, many stations shows inadequate in passenger distribution during peak hours. Based on the smart card data of 238 stations which have been in operation for more than 5 years, this paper analyzes the characteristics of peak hour distribution, peak hour factors and extra peak hour factors. Firstly, arrival passenger volume peak hour tends to occur in the morning peak, while departure passenger volume peak hour clusters in both the morning and evening. Secondly, peak hour factor of arrival passenger volume is higher than that of departure passenger volume. The peak hour factor is closely related to both the characteristics of land use around stations and station location. Stations with single and high intensity of residence or office land use may bring high peak hour factors. Thirdly, extra peak hour factors of most station are within the recommended range of specifications. However, for those stations located at the end of lines and functioned as terminals, a higher value of extra peak hour factors are recommended.

**Keywords:** rail transit; passenger flow at stations; peak hour factor; extra peak hour factor; big data; Shanghai

收稿日期: 2018-06-02

作者简介: 金昱(1987—), 男, 福建宁德人, 硕士, 高级工程师, 注册城乡规划师, 咨询工程师(投资), 主要研究方向: 城市交通规划、轨道交通规划。E-mail: jinyu@supdri.com

## 0 引言

截至2017年底, 中国内地共开通165条城市轨道交通线路, 总长约5 033 km, 车站总数约3 234座<sup>[1]</sup>, 平均每1.6 km线路设置一座车站。车站是乘客进出轨道交通系统的唯一窗口, 也是轨道交通系统工程投资的重要组成部分之一。参考上海市近期某条地铁线路项目工程可行性研究报告造价估算成果,

车站建筑工程费用约占全线工程费用的40%。车站规划设计质量的好坏直接决定了线路功能的发挥。随着近年来城市轨道交通线网规模的增大和车站周边开发的日益成熟, 网络客流量日益增长, 部分车站在集散能力、站厅和站台通过能力、垂直通过能力、换乘通道能力等方面与客流需求间的矛盾日益凸显, 影响轨道交通线路乃至网络系统的运营安全和效率。

本文重点从客流预测角度开展分析。一方面,客流预测存在误差,其主要原因包括三个方面<sup>[2]</sup>:车站周边用地规划等预测基础条件发生变化,对机动车交通等道路交通发展估计不足,对高峰小时系数等客流分布规律认识不足。相对而言,前两个方面属于轨道交通系统的外部影响因素,对于高峰小时客流规律认识不足则属于轨道交通系统内部影响因素。另一方面,在客流预测过程中,往往存在重线路、轻车站的典型特征,对于车站层面客流特征的关注仍显不足。

本文立足已经投入运营超过20年、网络规模超过600 km的上海市轨道交通实际运营情况,开展车站层面进出站高峰客流特征基础性研究。希望通过本文的研究,加强对轨道交通车站高峰客流特征的认识,为后续轨道交通车站规划设计提供借鉴。

## 1 文献综述

在轨道交通客流预测过程中,车站高峰小时客流量和车站客流超高峰系数是合理确定车站规模的两个重要参数:前者是确定各个站台和楼梯宽度、自动扶梯数量等车站设施规模的直接依据;后者是优化站台宽度等设施规模的重要参考<sup>[3]</sup>。近年来,随着轨道交通运营中暴露出来的诸多不足,研究人员开始逐步重视车站客流高峰特征研究,主要围绕以下三方面内容开展:高峰小时出现时段、高峰小时系数取值以及超高峰系数取值。

关于高峰小时出现时段,文献[4]对比了上海和大阪轨道交通客流数据,指出线路和车站的客流高峰时段并不重叠,车站高峰时段的确定应结合车站位置、性质及其周边用地特征综合确定。更多的研究人员则通过将车站分类进而研究高峰小时分布特征及对应的高峰小时系数。文献[5]根据车站周边用地特征将北京市231座轨道交通车站划分为8类,包括居住类、办公类、对外枢纽类等,并分析了不同类型车站进站客流的高峰时段分布特征和高峰小时系数。文献[6]从车站进站客流时变特征的角度入手,将上海市轨道交通232座车站划分为双峰型、早高峰型、晚高峰型、无峰型4类,并计算了不同类型车站的高峰小时系数取值。文献[7]选取深圳市30座典型轨道交通车站,根据车站周边用地功能将车站分为商品房居住类、商业类、办公类等6类,分析了各类车站进出站客流的高峰小时系数取值范围,并对超高峰

系数进行了初步研究。

综上,近年来国内研究人员对于城市轨道交通车站客流特征逐渐重视,希望通过分析车站客流间的差异性,为车站规划设计提供更为合理的定量化依据。但是,对于轨道交通车站客流高峰特征的基础性、系统性研究仍较为缺乏,尤其是对高峰小时系数、超高峰系数的取值分析十分有限。

## 2 数据与方法

### 2.1 概念界定

#### 2.1.1 高峰小时系数

高峰小时通常用以描述一天中客流量最大的某一小时。在轨道交通规划设计领域,为了确定车站设施规模,通常使用车站客流高峰小时系数(记作PHF)衡量一天内交通量的高峰特征,其计算公式为

$$PHF = \frac{\text{高峰小时进站或出站人次}}{\text{全日进站或出站人次}} \quad (1)$$

通常采用整点一小时作为研究对象,即将一天24 h中客流最高的某个整点一小时作为高峰小时(记作 $PHF_{60\text{min}}$ )。考虑到轨道交通客流波动性特征较为明显,采用整点一小时进行分析存在一定偏差。本文在以60 min作为研究对象的基础上,同步研究以15 min作为分析单元,取客流最大的连续一个小时作为高峰小时(记作 $PHF_{15\text{min}}$ ),即分析可能出现的8:15—9:15为早高峰的情况。

#### 2.1.2 超高峰系数

由于进出站客流在高峰小时内仍有一定不均衡性、突发性,为了避免高峰时段超高峰客流在车站内部阻塞而影响乘客安全和列车运营,需要对车站高峰小时内的客流时间分布特征进行深化研究。一般采用超高峰系数(记作EPHF)作为衡量车站超高峰期客流量的指标,其计算公式为

$$EPHF = \frac{\text{超高峰时段进站或出站人次}}{\text{高峰小时进站或出站人次}} \quad (2)$$

式(2)中超高峰时段可选取高峰小时中客流量最大的15 min。根据《地铁设计规范》(GB 50157—2013),超高峰系数一般取值1.1~1.4,实际操作中,在首末站、换乘站等取较高值,一般站取较低值<sup>[8]</sup>。

### 2.2 数据处理

本文以2016年初上海市轨道交通网络14条线路(不含磁浮线、金山支线)、303座车站(同名换乘车站视为一座车站)作为研究

对象。首先选取2016年上半年某一周的全网智能交通卡日均近千万次的刷卡数据进行分析。全网刷卡量从星期一至星期五逐日增大,周末逐渐回落,这与伦敦<sup>[9]</sup>、北京<sup>[10]</sup>的轨道交通客流数据规律类似。因此,本文选取客流量数据最大的星期五作为分析对象。随后,研究通过跟踪同一张卡的刷卡数据,判断每一次刷卡数据属于进站客流还是出站客流,进而按照刷卡数据所属车站,分别计算一天内每个车站每15 min、60 min以及全日进出站客流量。在此基础上,分析每座车站的进出站高峰客流特征。

考虑到新建车站客流特征存在较大不稳定因素,数据处理过程中将全网车站根据运营时间 $\geq 5$ 年、 $< 5$ 年分为两类,两类车站的平均客流量分别为2.0万人次 $\cdot d^{-1}$ 和0.9万人次 $\cdot d^{-1}$ 。本文重点关注车站全日客流量、高

峰小时系数、超高峰系数等多重因素叠加下出现的高峰时段极端客流及由此产生的设施服务水平严重不足问题。运营期 $< 5$ 年的车站总体上全日客流量较小,仍处于客流增长期,分析此类车站高峰时段的相关系数意义不大,也不能完全体现客流成熟后的实际客流特征。因此,最终选取投入运营 $\geq 5$ 年的238座车站进行具体的客流分析。

### 3 车站高峰客流特征

#### 3.1 高峰小时时段分布

##### 3.1.1 全网情况

采用60 min和15 min两种分析单元分析得出的全网车站进出站客流量时变情况如图1所示。全网进出站客流时间分布均呈现典型的双峰型特征,且早高峰进出站客流量均大于晚高峰相应客流量。相比于进站客流,出站客流时变图存在一定的滞后特征,可以看成是进站客流时变图向右移动一定距离(即滞后时间)形成,滞后时间约为30~45 min。根据上海市第五次综合交通大调查,2015年上海市居民轨道交通出行平均时耗为62 min,其中轨道交通系统内时耗为35 min<sup>[11]</sup>。由此可见,这个滞后时间基本上也反映了乘客乘坐轨道交通的平均时耗。

以60 min作为分析单元,全网进出站早高峰均出现在8:00—9:00,晚高峰则分别出现在17:00—18:00和18:00—19:00(见图1a)。以15 min作为分析单元,全网进出站早高峰分别为7:45—8:45和8:15—9:15,晚高峰分别出现在17:30—18:30和18:00—19:00(见图1b)。对比得出,15 min分析单元比60 min分析单元的进站客流高峰小时略有提前,出站客流高峰小时则略有延后。

##### 3.1.2 车站分布

实际工作中往往更关注车站层面的最高峰客流所在时段的分布情况。对于进站客流而言,超过1/2的车站进站高峰小时出现在早上,出现在傍晚的比例相对较低,呈现单峰集聚特征。如表1所示,超过60%的进站高峰客流出现在7:00—9:00,仅30%出现在17:00—19:00。

出站客流的高峰小时分布则呈现出双峰集聚特征。如表1所示,以60 min作为分析单元,高达43.0%的车站出站高峰客流出现在8:00—9:00,同时高达46.6%的车站出站高峰客流出现在18:00—19:00;以15 min作为分析单元,出站客流高峰小时位于8:00—9:00、

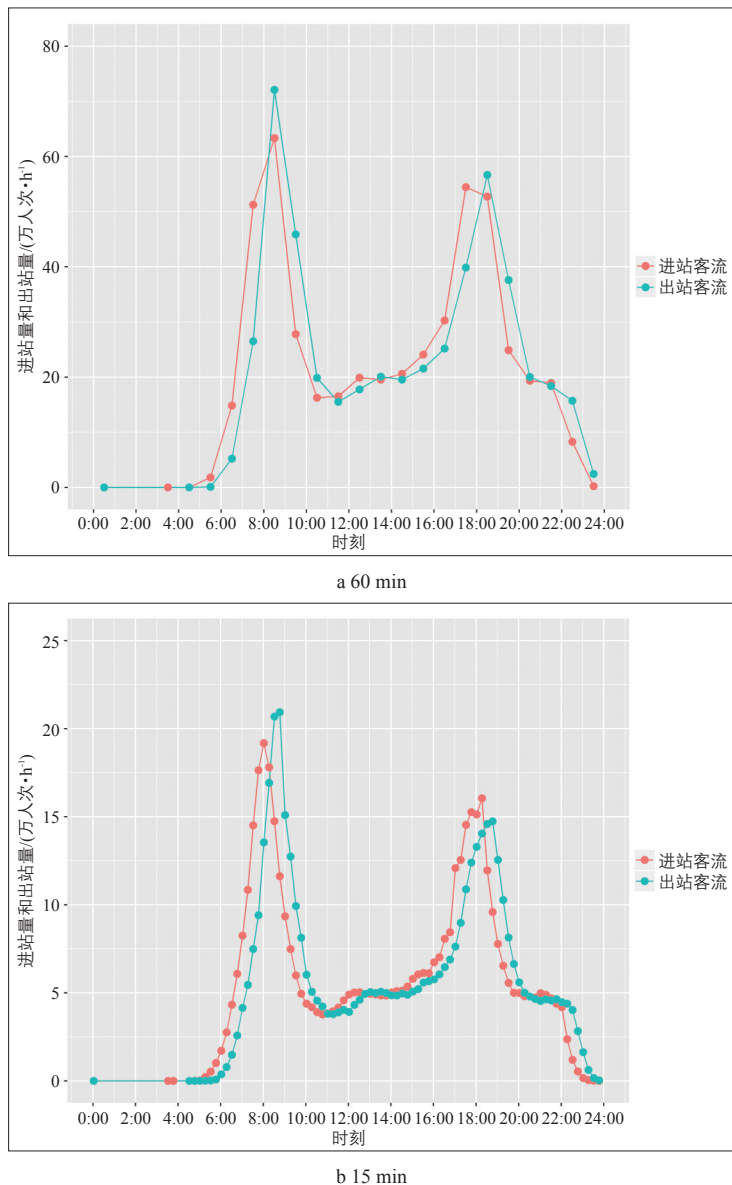


图1 车站进出站客流时间分布

Fig.1 Temporal distribution of arrival/departure passenger volume

18:00—19:00的比例均超过1/3。

## 3.2 高峰小时系数取值范围

### 3.2.1 全网情况

由于全网早高峰客流集聚度更高，早高峰小时系数取值较大幅度高于晚高峰小时系数。这可能与早高峰客流更多是通勤客流直接相关，通勤客流的上班时间相对比较稳定、集中；晚高峰的形成则受更多的因素干扰和影响，时间跨度更长、客流分布亦更平缓。文献[12]对于城市道路交叉口车流量高峰小时系数的研究也发现了类似的特征。

对比两种分析单元，进站客流的 $PHF_{15\min}$ 均值比 $PHF_{60\min}$ 均值高10%左右，出站客流的对应增幅相对有限(见表2)。可见，全网层面进站客流存在较大的波动性特征，采用15 min的分析精度十分必要。

### 3.2.2 车站分布

实际工作中往往更关注车站层面的最高峰客流分布情况。以每个车站作为分析对象，分析全网238座车站的高峰小时和高峰小时系数可以发现：1)进站客流高峰小时系数均值高于出站客流，采用15 min和60 min分析单元得出的进站客流高峰小时系数均值比出站客流对应值分别大15.6%和9.0%(见图2)，这可能与早高峰大量通勤客流的集中进站有关；2)采用15 min分析单元更能反映高峰客流的特征，这与全网高峰小时系数取值特征类似。

表1 进出站客流高峰小时时段分布

Tab.1 Temporal distribution of arrival/departure passenger volume peak hours %

客流方向	分析单元	时段				
		7:00—8:00	8:00—9:00	17:00—18:00	18:00—19:00	19:00—20:00
进站	60 min	21.7	40.2	15.7	14.9	0
	15 min	28.7	35.6	17.8	14.6	0
出站	60 min	0.4	43.0	0	46.6	2.8
	15 min	3.2	34.1	2.2	41.4	11.1

注：为方便对比，将15 min分析单元计算得出的高峰小时转换为整点一小时内的实际分布，即若某车站早高峰小时为7:15—8:15，则分析时该车站高峰小时位于7:00—8:00、8:00—9:00的比例分别为0.75和0.25。

表2 全网进出站客流高峰小时系数取值

Tab.2 Peak hour factor of arrival/departure passenger volume within the rail transit network

客流方向	分析单元	早高峰时段	早高峰系数/%	晚高峰时段	晚高峰系数/%
进站	60 min	8:00—9:00	13.1	17:00—18:00	11.2
	15 min	7:45—8:45	14.3	17:30—18:30	12.5
出站	60 min	8:00—9:00	14.8	18:00—19:00	11.9
	15 min	8:15—9:15	15.2	18:00—19:00	11.9

### 1) 进站客流。

进站客流高峰小时系数分布如图3a所示。进站高峰小时系数最低的车站位于两大交通枢纽内——虹桥火车站( $PHF_{15\min}=10.7\%$ )和浦东国际机场( $PHF_{15\min}=10.8\%$ )，这主要与对外交通客流分布相对平稳有关。上海市传统商业区内的车站高峰小时系数大多为15%~20%，包括静安寺、南京西路、人民广场、南京东路、徐家汇等车站。这主要与这些车站周边地区商业、办公、居住等多种功能的配置相对复合有关。

进站高峰小时系数超过20%的车站占50%。这类车站在空间分布上主要位于两类典型区域：①4号线环线以外、放射型线路的外围车站，周边用地以居住为主；②4号线环线以内、周边用地以高强度办公开发为主。

进站高峰小时系数超过30%的车站占

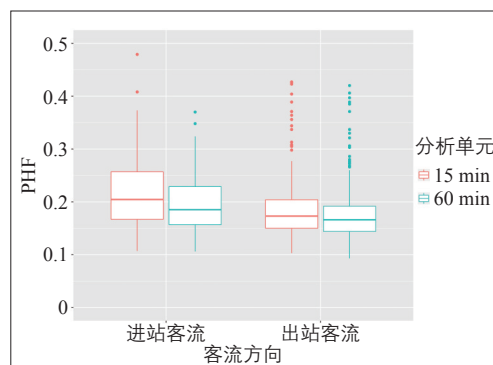


图2 车站客流高峰小时系数箱形图

Fig.2 Box plot of peak hour factors at stations

12%。这类车站的典型特征是周边用地性质十分单一。例如，1号线通河新村站、6号线巨峰路站、7号线锦绣路站、8号线杨思站、11号线桃浦新村站等为居住密集型车站，其600 m范围内居住用地面积比例均超过30%，最高甚至达50%；2号线陆家嘴站、9号线漕河泾开发区站等为办公密集型车站，其600 m范围内商业、办公用地面积均超过30%(见图4)。

2) 出站客流。

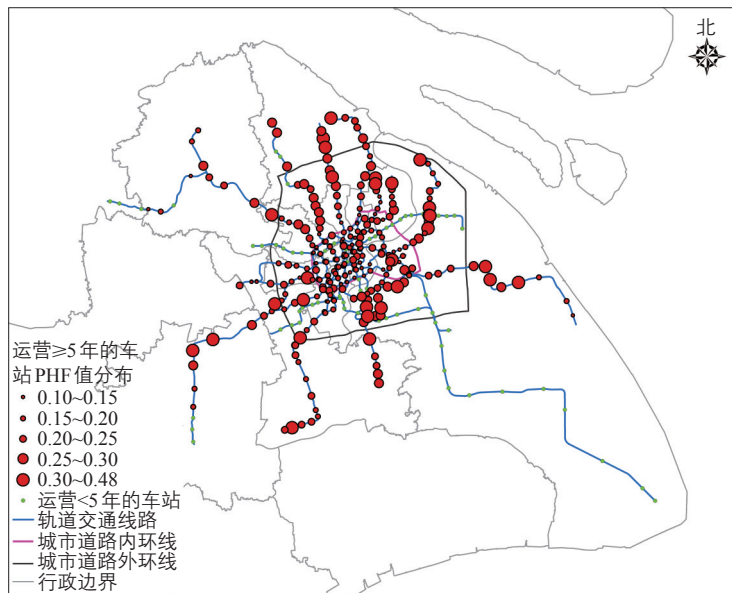
出站客流高峰小时系数分布如图3b所示。与进站客流类似，出站高峰小时系数低值车站多为大型对外交通枢纽，最低为浦东国际机场站(PHF<sub>15min</sub>=10.3%)，虹桥火车站、上海火车站等车站的高峰小时系数介于10%~15%。

此外，高峰小时系数低值车站还包括1号线延长路站、3号线赤峰路站、8号线江浦路站、13号线金沙江路站等位于中心城区内的车站。这类车站出站客流高峰位于傍晚，但是出站客流并未十分集聚。这可能与其位于中心城的区位以及周边用地功能相对较为复合有关，车站周边除了居住用地以外，还布局了三甲医院、高等院校等，使得进出站客流比较均衡。

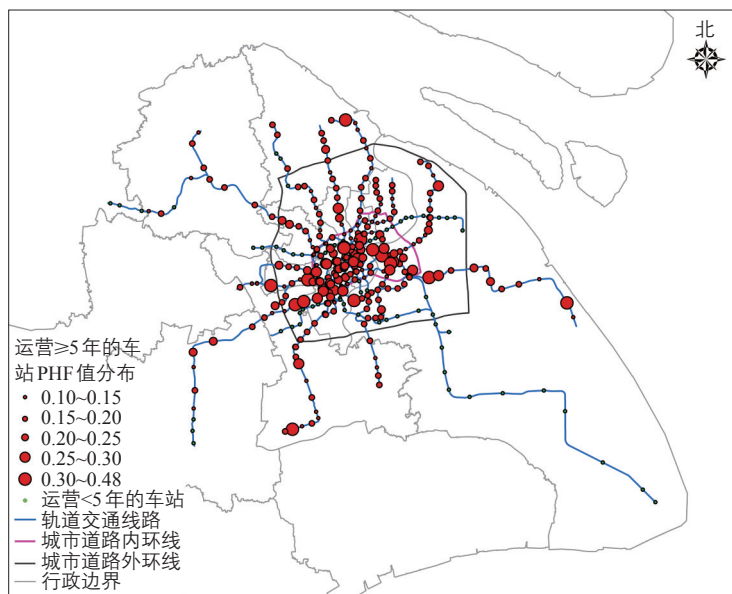
主要商业办公区内的车站出站高峰小时客流系数集中于20%~25%，高峰客流集中度高于进站客流。与进站高峰小时系数相比，出站高峰小时系数总体较小，超过20%的车站比例约为27%。这类车站主要位于两类区域：①4号线环线及周边区域内的1号线、2号线、9号线等骨干线路的车站，周边用地以高强度商业办公开发为主，尤其是张江高科、漕河泾开发区等典型的办公密集型车站，出站高峰客流系数超过30%；②4号线环线外围车站，包括2号线海天三路、3号线铁力路、5号线文井路等，车站位置处于远郊，周边开发成熟度较低，客流总量低(日均进出站客流量总计不足7000人次·d<sup>-1</sup>)。

3) 小结。

综合进站和出站客流高峰小时系数空间分析来看，进出站高峰小时系数主要与车站周边用地特征、区位密切相关。如果车站位于城市外围且以高强度单一居住功能为主，或者周边以高强度单一办公功能为主，则车站存在较高高峰小时系数的可能，需要在规划设计阶段予以关注。对于这类车站，可以研究通过优化调整车站周边用地功能布局、适当增设车站等方式规避单点大客流风险，也可以研究通过增设相邻区间贯通式多列位停车线、增加站台宽度和数量(如设置一岛两侧式车站)、提高出入口通行能力等方式，提高车站对于大客流的应对能力。



a 进站客流



b 出站客流

图3 进出站客流高峰小时系数分布

Fig.3 Distribution of peak hour factors of arrival/departure passenger volume

3.3 超高峰系数取值范围

考虑到车站超高峰客流对车站规模的影响，在采用15 min分析单元计算高峰小时时段及高峰小时系数取值的基础上，对车站进出站客流的超高峰系数进行研究。

3.3.1 全网情况

车站客流超高峰系数取值分布如表3所示。大部分车站超高峰系数位于规范推荐范围内。进出站客流超高峰系数为1.1~<1.4的车站分别达71%，75%。与此同时，相比于进站客流，出站客流超高峰系数分布更为离

散，这可能与高峰时段进站客流出行目的、出行时间相对统一，以通勤为主，而出站客流出行目的、出行时间更为分散有关。

### 3.3.2 车站分布

#### 1) 进站客流。

进站客流超高峰系数分布如图5a所示。进站客流超高峰系数取值较高、介于1.3~<1.4的车站共有6座，其中仅龙华中路站、蓝村路站两座车站日均进站客流超过1万人次·d<sup>-1</sup>，其余4座车站进站客流量均偏低。超高峰系数高于规范推荐值的车站比例不足2%，仅有4座，其中3座为放射型线路外围居住型车站，受开发强度、开发时序等因素影响，全天进站量不足1万人次·d<sup>-1</sup>；另1座为上海体育场站(EPHF=1.77)，为举办大型赛事时产生极端高峰客流。经统计，进站客流超高峰系数低于规范推荐值的车站约为27%，这类车站主要是网络中外围的一些居住型车站，也包括一些典型的办公型车站，如南京东路站、漕河泾开发区站等。可以看出，采用15 min分析单元计算得出的进站客流超高峰系数超过1.4的车站比例低。考虑到这其中大部分车站全天进站量不大，其对应的超高峰系数取值尚不具参考价值。

#### 2) 出站客流。

出站客流超高峰系数分布如图5b所示。相比于进站客流，出站客流超高峰系数的分布更有规律。超高峰系数低于规范推荐值的车站约为21%。这类车站多分布于城市外围，周边用地以居住功能为主，超过85%的超高峰时段集中在17:30—19:00。超高峰系数取值较低、介于1.1~<1.2的车站约为38%。这部分车站除了一些居住密集型车站，还包括两类特殊车站：①办公密集型车站，如陆家嘴站、漕河泾开发区站、张江高科站等；②传统的商业办公混合型车站，如静安寺站、人民广场站等。这两类车站超高峰时段多位于8:45—9:15，超高峰系数取值并不突出，但高峰小时系数均较高，这可能与高峰时段出站客流总量较大、周边商业办公业态层次较为丰富有关。

出站客流超高峰系数取值较高、介于1.3~<1.4的车站约为11%。典型车站可以分为两类。一类是位于外环线外的居住密集型车站(如1号线富锦路站和宝安公路站、7号线顾村公园、9号线九亭站和松江新城站等)，出站高峰时段位于傍晚。上述车站均位于线路末梢，承担了周边一定范围内的交

通接驳功能。这类车站与规范推荐的超高峰系数取高值的首末站有点类似，在客流预测分析中超高峰系数宜取较高值。另一类是中心城内的换乘站(如徐家汇站、海伦路站、汉中路站等)。这几座换乘站出站高峰时段位于早上，超高峰系数亦较高，符合规范推荐的换乘站超高峰系数取较高值的建议。但是，考虑到全网共有50余座换乘站，仅上述个别换乘站出现了较高的超高峰系数，尚无法佐证换乘站客流都存在较高超高峰系数的论断。超高峰系数高于规范推荐值的车站比例仅为4%，典型车站是3号线殷高西路站和共富新村站。这两个车站出站高峰小时均位于傍晚，出现极端15 min高峰的原因可能在于两个方面，一是车站的区位均位于外环线附近，属于典型的4号线外围居住密集型车站；二是车站周边住宅建设年代、类型均十分接近，殷高西路站和共富新村站周边居住用地基本上都是20世纪90年代前后建设的老公房(见图6)。

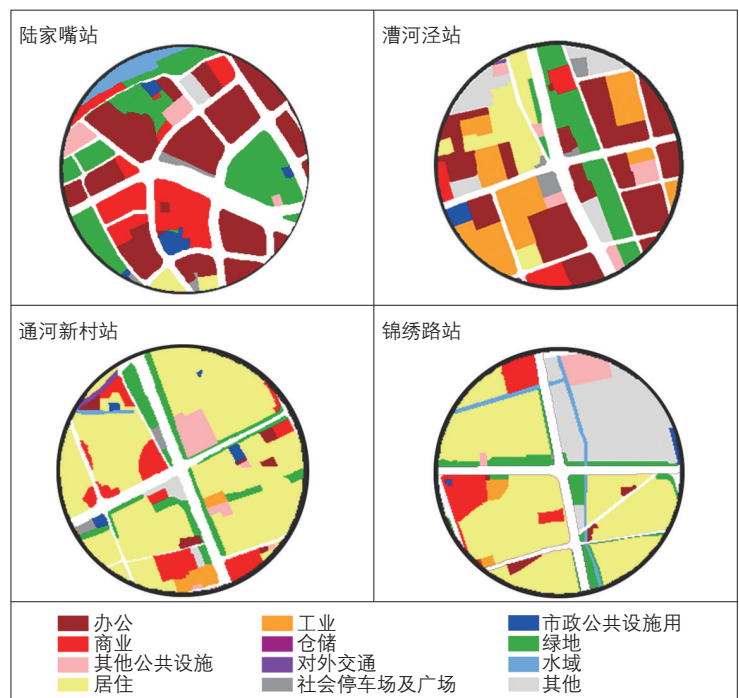


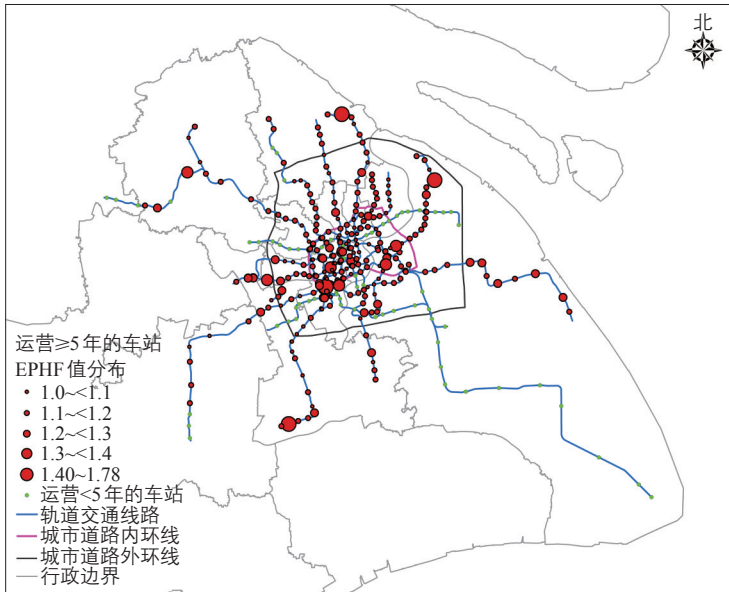
图4 高峰小时系数高值车站600 m范围现状用地性质

Fig.4 Land use of 600 meters around stations with the highest peak hour factors

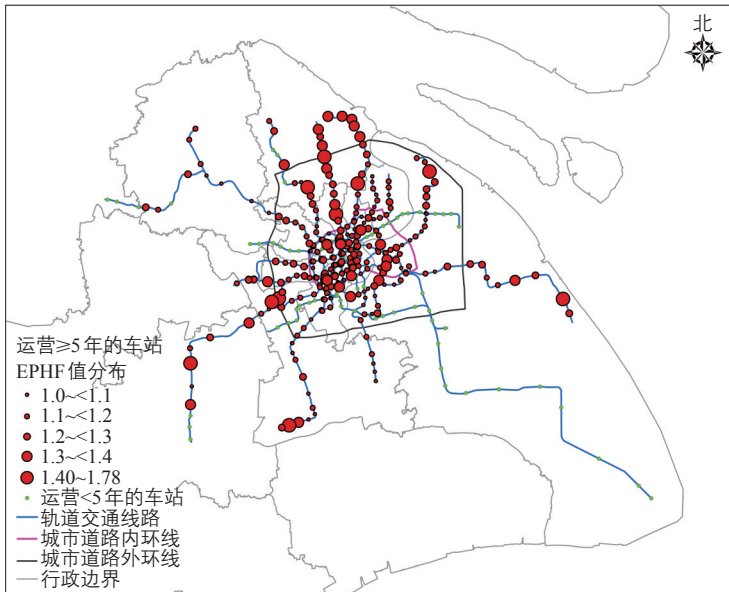
表3 车站客流超高峰系数取值

Tab.3 Passenger extra peak hour factors at stations

客流方向	EPHF					%
	1.0~<1.1	1.1~<1.2	1.2~<1.3	1.3~<1.4	≥1.4	
进站	26.9	56.7	12.2	2.5	1.7	
出站	20.6	38.2	26.1	10.9	4.2	



a 进站客流



b 出站客流

图5 进出站客流超高峰系数分布

Fig.5 Distribution of extra peak hour factors of arrival/departure passenger volume

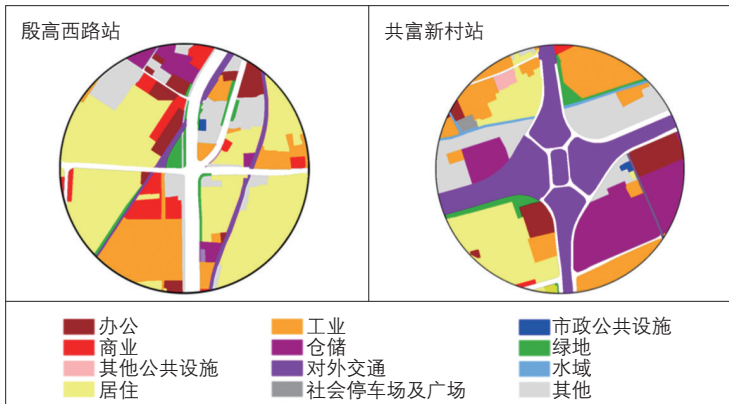


图6 超高峰系数高值车站周边600 m范围现状用地性质

Fig.6 Land use of 600 meters around stations with highest extra peak hour factors

3) 小结。

采用15 min分析精度得出的高峰小时系数精度高，由此计算得出的超高峰系数大多位于规范推荐区间内，一定程度上也佐证了规范推荐值的合理性。但倘若采用60 min计算精度，将有许多车站的超高峰系数超过规范推荐值范围。从超高峰系数取值来看，办公密集型车站往往存在较高的进出站总量和高峰小时系数，而超高峰系数偏低；居住密集型车站在各个细分区间内均有分布，超高峰系数取值与车站区位以及住宅建设年代、类型的混合程度相关，相对单一的住宅类型容易形成较高的超高峰系数。对比既有规范，虽然超高峰系数高于规范推荐值的车站数量较少，但是有两类车站需要引起重视：①大型体育场馆周边的地铁车站，存在散场时段的瞬时进站高峰客流；②城市轨道交通线网外围的相对单一住宅类型的居住密集型车站，存在下班时段的出站瞬时高峰。

4 结语

基于强化车站客流特征分析以提高车站规划设计科学性的基本思路，本文利用上海市运营超过5年的238座车站的智能交通卡刷卡数据，对轨道交通车站高峰小时客流特征进行了系统研究。得出以下基本结论：

- 1) 从分析精度来看，轨道交通车站客流分析应采用15 min作为基本分析单元，采用60 min分析单元容易抹平一些高峰客流特征。
- 2) 从高峰小时时段分布来看，更多车站的进出站高峰客流出现在早上，而且进站客流在晚高峰出现全日高峰客流的比例明显低于出站客流。因此，对于大多数车站而言，客流预测过程中应更多关注早高峰客流特征。
- 3) 从高峰小时系数取值来看，进站客流取值高于出站客流，而且进出站高峰小时系数主要与车站区位及周边用地特征相关。位于城市外围且以高强度单一居住功能为主，或者周边以高强度单一办公功能为主的車站，存在较高高峰小时系数的可能，需要引起重视。

4) 从超高峰系数取值分布来看，在采用15 min分析精度较好地识别高峰小时的前提下，大部分车站超高峰系数位于规范推荐值范围内。对于位于线路末梢，同时承担了周边一定范围内交通接驳功能的车站，超高

峰系数在客流预测中可以适当选用规范推荐的较高值,而对于车站周边存在体育场馆等设施的车站,应充分考虑瞬时高峰客流带来的高超高峰系数。

因此,车站选址过程中应充分重视区位特征、用地特征带来的客流影响。通过合理选择车站位置、优化周边用地功能等规划手法,规避极端客流高峰的出现。同时,采用增设停车线、优化站台和出入口设计等多种设计手法应对大客流冲击,保障后续轨道交通的运营安全。同时,围绕轨道交通车站的TOD开发以及结合车站进行城市有机更新时,应注重车站周边用地功能的混合,尤其在传统居住区中应注重增加的居住功能与既有居住功能的差异性。通过提升用地功能混合度,从源头上抑制极端高峰客流的出现。

由于上海运营时间超过5年的车站中约有30座进行了不同程度的限流,限流车站的实际刷卡客流数据无法完全体现车站客流需求特征,相应的高峰小时系数和超高峰系数可能偏低。这部分限流车站往往也是网络中客流量比较大的车站,如莘庄站、彭浦新村站、陆家嘴站等。若是简单将这些车站剔除,得出的车站整体高峰小时系数和超高峰系数将降低,更加偏离实际情况。后续可以结合手机信令等相关数据,深化分析限流车站的客流需求特征。此外,在高峰时段,除了进出站能力,换乘通道能力、站台能力亦是制约系统能力的重要因素。未来应对上述这些因素开展研究,有助于更加全面地认识车站高峰小时特征,为轨道交通车站规划设计提供更多的支撑。

#### 参考文献:

#### References:

[1] 中国城市轨道交通协会.城市轨道交通2017年度统计和分析报告[J].城市轨道交通,2018(4):6-25.

[2] 安栓庄,王波,李晓霞.北京地铁5号线运营对轨道交通客流预测的启示[J].都市快轨交通,2008,21(6):14-18.

An Shuanzhuang, Wang Bo, Li Xiaoxia. Inspiration for Rail Transit Passenger Flow Forecast from the Operation of Beijing Subway Line 5[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2008, 21(6): 14-18.

[3] 沈景炎.城市轨道交通客流预测内容和应用[J].城市轨道交通,2008,6(6):9-15+20.

Shen Jingyan. Forecasting and Application of

Rail Transit Passenger Volumes[J]. Urban Transport of China, 2008, 6(6): 9-15+20.

[4] 顾丽萍,叶霞飞.大阪市轨道交通车站进出站客流高峰时段研究[J].综合运输,2014(2):57-61.

[5] 王静,刘剑锋,马毅林,等.北京市轨道交通车站客流时空分布特征[J].城市轨道交通,2013,11(6):18-27.

Wang Jing, Liu Jianfeng, Ma Yilin, et al. Temporal and Spatial Passenger Flow Distribution Characteristics at Rail Transit Stations in Beijing[J]. Urban Transport of China, 2013, 11(6): 18-27.

[6] 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.

[7] 马亮,李智,谢明隆.轨道客流高峰小时特征分析[C]//中国城市规划学会城市交通规划学术委员会.协同发展与实践:2015年中国城市交通规划年会暨第28次学术研讨会论文集.北京:中国建筑工业出版社,2015:234.

[8] GB 50157—2013地铁设计规范[S].

GB 50157—2013 Code for Design of Metro [S].

[9] Zhong Chen, Batty M, Manley E, et al. Variability in Regularity: Mining Temporal Mobility Patterns in London, Singapore and Beijing Using Smart-Card Data[J]. PLoSONE, 2016, 11(2): e0149222.

[10] 李臣,陈艳艳,刘小明,等.基于多源数据的北京轨道交通客流特征分析[J].都市快轨交通,2017,30(5):7-16.

Li Chen, Chen Yanyan, Liu Xiaoming, et al. Passenger Flow Characteristics of Beijing Rail Transit Based on Multi-Source Data[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2017, 30(5): 7-16.

[11] 上海市第五次综合交通调查联席会议办公室,上海市城乡建设和交通发展研究院.上海市第五次综合交通大调查成果报告[R].上海:上海市交通委员会,2015.

[12] Tarko A P, Perez-Cartagena R. Variability of Peak Hour Factor at Intersections, Transportation Research Record[J]. Journal of the Transportation Research Board, 2005, 1920: 125-130.