

# 广州地铁车站进站客流超高峰系数实证分析

彭磊<sup>1</sup> 李昱澄<sup>2</sup> 赵丹彤<sup>3</sup>

(1. 广州地铁设计研究院股份有限公司, 510010, 广州; 2. 上海城市综合交通规划科技咨询有限公司, 200040, 上海;  
3. 同济大学道路与交通工程教育部重点实验室, 201804, 上海)

**摘要** [目的]超高峰客流量是设计城市轨道交通车站内各部位通过能力所需的重要参数,由高峰小时客流量乘以超高峰系数得到。而超高峰系数目前还没有合理的确定方法,在实际设计中通常基于《地铁设计规范》给出的建议值并结合设计者的经验进行取值,需研究其分布规律和取值方法。[方法]基于广州地铁现状客流数据,按照全日进站量和所在区位对车站进行分类,基于此,分析了不同类型车站进站客流超高峰系数分布范围的差异,探讨了进站客流超高峰系数的分布规律和确定思路。[结果及结论]周边以岗位用地为主的车站,其晚高峰进站客流超高峰系数宜在《地铁设计规范》中建议值的低限附近取值;周边以居住用地为主的车站,其早高峰进站客流超高峰系数,可根据车站早高峰进站客流的出行距离分布集中程度来取值,如果出行距离分布集中程度高,则宜在《地铁设计规范》中建议值的高限附近取值。

**关键词** 广州地铁; 车站; 进站客流超高峰系数; 实证分析  
**中图分类号** U292.5\*1

**DOI**:10.16037/j.1007-869x.2024.03.025

## Empirical Analysis of Ultra-peak Coefficient of Inbound Passenger Flow in Guangzhou Metro Station

PENG Lei<sup>1</sup>, LI Yucheng<sup>2</sup>, ZHAO Dantong<sup>3</sup>

(1. Guangzhou Metro Design & Research Institute Co., Ltd., 510010, Guangzhou, China; 2. Shanghai Urban Comprehensive Transportation Planning Institute Consulting Company 200040, Shanghai, China; 3. Key Laboratory of Road and Traffic Engineering, Ministry of Education, Tongji University, 201804, Shanghai, China)

**Abstract** [Objective] Ultra-peak passenger flow is an important parameter for designing the capacity of various parts in urban rail transit station, which is obtained by multiplying the peak-hour passenger flow by the ultra-peak coefficient. However, there is no appropriate method to determine the ultra-peak coefficient at present. In practical design, its value is usually calculated based on the recommended one given by “Code for design of Metro” and the designer’s experience. Therefore, it is necessary to study the distribution rule and value calculation

method of the coefficient. [Method] Based on the current passenger flow data in Guangzhou Metro stations, the stations are classified by the daily inbound passenger flow and the location. The differences in distribution range of the above ultra-peak coefficient at different stations are analyzed, and the distribution pattern and determination approach are discussed.

[Result & Conclusion] For the stations surrounded by employment land, the ultra-peak coefficient of inbound passenger flow during evening peak hours should be taken around the lower limit of recommended value given by “Code for design of metro”. For the stations surrounded by residential land, the ultra-peak coefficient during morning peak hours should be taken according to the concentration of travel distance distribution of inbound passenger flow. If the distribution of travel distance is highly concentrated, the coefficient value should be taken around the upper limit of the recommended value in the “Code for design of metro”.

**Key words** Guangzhou Metro; station; ultra-peak coefficient of inbound passenger flow; empirical analysis

城市轨道交通车站进站客流超高峰系数是指车站进站客流高峰时段内最大 15 min 进站客流量的 4 倍与高峰小时进站客流量的比值。

在进行城市轨道交通车站设计时,车站的站厅、站台、出入口通道、楼梯、自动扶梯和售检票口(机)等部位的通过能力,应按该站超高峰设计客流量确定<sup>[1-3]</sup>。而目前对于超高峰系数暂无明确的确定方法,通常是根据《地铁设计规范》中建议的 1.1 ~ 1.4 的取值范围,结合设计者经验确定,缺乏科学、准确的依据,由此可能因超高峰系数取值不当而导致车站设计能力的不足或富余<sup>[4-6]</sup>。

因此,本文基于广州地铁现状客流数据,进行车站客流超高峰系数的实证分析,探讨进站客流超高峰系数的分布规律,提出进站客流超高峰系数确定方法的新思路,为后续有关车站进站客流超高峰系数的取值和研究提供参考。

1 数据来源与处理

1.1 数据来源

本文的数据来源于广州地铁集团有限公司提供的2018年5月14—20日(周一—周日)的以1 h为时间粒度的广州地铁全天车站OD(起讫点)矩阵和以15 min为时间粒度的早晚高峰(07:00—09:00、17:00—19:00)车站OD矩阵。

1.2 数据处理

基于上述原始数据,需通过以下处理步骤,最终得到各车站进站客流的超高峰系数。

1) 根据不同时间粒度下的车站OD数据得到各车站的全日进站量、高峰时段各小时进站客流量、高峰时段各15 min(07:00—07:15、07:16—07:30、07:31—07:45等)进站客流量;

2) 由于实际OD矩阵的对角线数据多数情况不为0,考虑到其占车站全日进站量较小,暂时按清零处理;

3) 目前未考虑换乘客流的影响,故将换乘站在不同线路中的OD量合并处理;

4) 由于OD矩阵为时刻数据,但某一次出行包含进站、出站两个时间,可能跨越不同的1 h或15 min,故仅考虑进站情况,OD矩阵的时刻被认为是进站时刻;

5) 按照超高峰系数的计算方法计算各车站的进站客流超高峰系数。

2 不同类型车站客流超高峰系数的分布范围分析

2.1 车站分类

本文按照全日进站量大小和车站所在区位对各车站进行分类,分类依据和结果如表1和表2所示。

表1 按全日进站量分类的车站分类依据	
Tab.1 Station classification criteria based on daily inbound passenger flow	
车站	全日进站量/万人次
极小客流车站	>0~1
较小客流车站	>1~3
中等客流车站	>3~5
较大客流车站	>5~10
极大客流车站	>10

表2 按车站区位分类的车站分类依据	
Tab.2 Station classification criteria based on the location	
车站	车站区位
核心区车站	内环路以内的车站
中心城区车站	内环路以外,广州环城高速以内的车站
郊区车站	广州环城高速以外的车站
对外交通枢纽车站	与广州的火车站、机场、港口、省级客运站形成接驳的车站

2.2 不同类型车站进站客流的超高峰系数

以2018年5月14—18日(周一—周五)的车站进站客流数据为研究对象,得到2018年不同类型车站进站客流的周平均超高峰系数箱型图,如图1所示。不同类型车站进站客流的周平均超高峰系数分布情况如表3和表4所示。

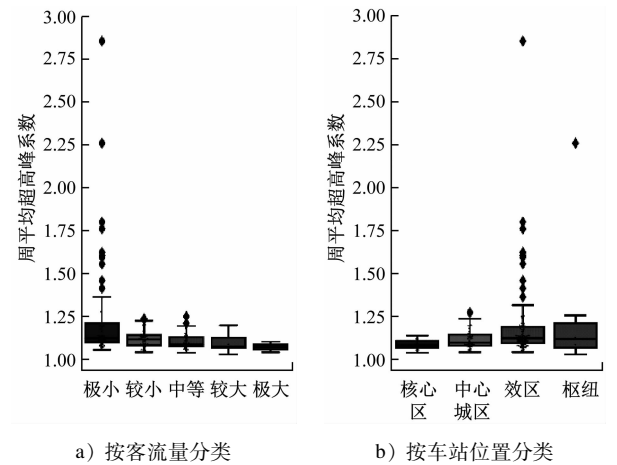


图1 不同类型车站进站客流的周平均超高峰系数箱型图  
Fig.1 Box plot of weekly average ultra-peak coefficient for inbound passenger flow in different types of stations

表3 按车站区位分类的车站进站客流的周平均超高峰系数分布情况				
Tab.3 Distribution of weekly average ultra-peak coefficient for inbound passenger flow at stations classified by location				
车站	集中分布范围	最大值	最小值	备注
核心区车站	1.04~1.14	1.14	1.04	主要集中在1.09左右
中心城区车站	1.04~1.24	1.27	1.04	主要集中在1.10左右
郊区车站	1.04~1.32	2.85	1.04	比较分散,部分车站超过1.40
枢纽车站	1.03~1.26	2.26	1.03	无明显特征

从图1、表3和表4可以看出,广州地铁车站进站客流超高峰系数的集中分布范围与《地铁设计规范》中建议的1.1~1.4的取值范围相比整体偏低。

出现上述现象主要有以下三方面原因:一是,广州普遍实行错峰上下班制度,不同的单位或同一单位不同部门的上下班时间均有可能不同,由此引起早晚高峰客流相对分散;二是,与广州市市民的生活习惯有关,喝早茶等娱乐出行、其他目的的出行使得早高峰客流相对分散;三是,由于数据的局限性,本文所得到的高峰时段各 15 min 进站客流量有可能未包含高峰时段中以更小时间粒度为基础计算得到的 15 min 最大进站客流量。

表 4 按客流量分类的车站进站客流周平均超高峰系数分布情况

Tab. 4 Distribution of weekly average ultra-peak coefficient for inbound passenger flow at stations classified by daily inbound passenger flow

车站	集中分布范围	最大值	最小值	备注
极小客流车站	1.06 ~ 1.36	2.85	1.06	比较分散,部分车站超过 1.40
较小客流车站	1.04 ~ 1.23	1.24	1.04	较为集中,主要集中在 1.13 左右
中等客流车站	1.04 ~ 1.21	1.25	1.04	较为集中,主要集中在 1.09 左右
较大客流车站	1.03 ~ 1.20	1.20	1.03	系数普遍较小
极大客流车站	1.04 ~ 1.10	1.10	1.04	无明显规律

从不同全日进站客流量角度来看,广州地铁整体呈现出全日进站客流量越少其车站进站客流超高峰系数集中分布范围越大的趋势。其中,部分极小客流车站的进站客流超高峰系数超过了 1.80,主要是因为车站的全日进站客流量越小越容易出现高峰时段客流聚集的情况。而在确定城市轨道交通车站站台宽度时,一般而言,按实际超高峰系数计算得到的极小客流车站的站台宽度通常仍小于《地铁设计规范》中最小站台宽度要求,所以尽管该类车站的实际超高峰系数不在《地铁设计规范》中建议的 1.1 ~ 1.4 范围内,一般也不会对车站站台宽度设计带来影响。因此,在确定站台宽度时,车站进站客流超高峰系数按照《地铁设计规范》建议的 1.1 ~ 1.4 范围内取值是合理的。

从不同区位车站来看,广州地铁整体呈现出核心区车站进站客流超高峰系数的集中分布范围小于中心城区的、中心城区的又小于郊区的趋势。

枢纽车站的进站客流超高峰系数总体较低,但分布规律不太明显,这与对外客流时间分布相对均

衡以及枢纽车站周边土地利用程度差异较大有关。

### 3 车站进站客流超高峰系数确定思路探讨

从超高峰进站客流形成机理来看,车站进站客流超高峰系数能够衡量车站进站客流在高峰小时内部的集中性,而客流超高峰的形成一般与居民日常通勤时间特征有关。车站周边不同的职住关系将会给车站带来不同时间的潜在客流,居住型车站往往会表现出较高的早高峰进站客流,办公型车站则表现出较高的晚高峰进站客流。早晚高峰客流在 1 h 内的分布也会略有不同,一般早高峰时段因乘客出行目的相对单一,出行时间上更为集中,车站进站客流超高峰系数也就相对较大;晚高峰时段,乘客除下班回家外还有其他的出行目的,如聚餐、购物等需求,进站时间往往相对较分散,车站进站客流超高峰系数也就相对较小。

本文定义车站直接覆盖范围内职住关系指标  $R$  的计算公式为:

$$R = \frac{P_r}{P_r + P_o} \quad (1)$$

式中:

$P_r$ ——住宅用地的全日出行量;

$P_o$ ——办公用地的全日出行量。

一般而言,车站直接覆盖范围内住宅用地的全日出行量越大,则该车站的早高峰进站量就越大;车站直接覆盖范围内办公用地的全日出行量越大,则该车站的晚高峰进站量就越大。如果某车站对应的  $R = 0.5$ ,该车站直接覆盖范围内的住宅出行量和办公出行量相等,则以通勤为目的的早晚高峰出行量应近似一致。如果某车站对应的  $R > 0.5$ ,则该车站直接覆盖范围内的住宅出行量大于办公出行量,在不考虑交通方式选择的情况下,早高峰的进站客流量应大于晚高峰的进站客流量,本文将此类车站归为 I 类车站;而将  $R < 0.5$  的车站归为 II 类车站。将极小客流车站从广州地铁 2018 年车站总量中剔除后,基于现状运营客流数据得到的车站进站客流超高峰系数与  $R$  之间的关系散点图如图 2 所示。

从图 2 可以看出:对于 I 类车站,进站客流超高峰系数从 1.05 ~ 1.36 均有分布,分布范围较广,上限值较大;对于 II 类车站,整体进站客流超高峰系数相互之间的差异性较小,基本分布在 1.10 ~ 1.15 附近,接近于《地铁设计规范》中的下限值。该特征



与上述理论判断基本吻合。本文将重点探讨 I 类车站进站客流超高峰系数的确定思路。

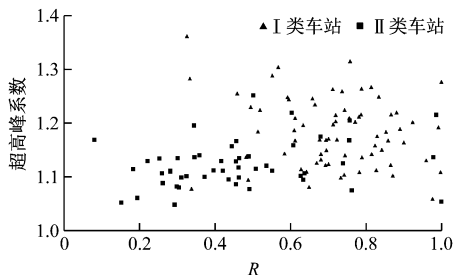


图2 车站进站客流超高峰系数与  $R$  的关系散点图

Fig.2 Scatter plot of the ultra-peak coefficient for inbound passenger flow and  $R$

一般而言,早高峰时段 I 类车站大部分的进站乘客其出行目的是前往工作单位上班,选择的进站时间与从出发车站到达目的地所需要的时间密切相关。通勤乘客一般会根据上班打卡时间、居住地前往工作单位的出行时间,推算居住地附近车站的进站时间,所以 I 类车站的进站客流在 1 h 内的集中程度与进站乘客在早高峰时段内前往目的地车站及从目的地车站到达工作单位所需的总时间分布有关。对于通勤乘客而言,选择出发站的进站时间主要会考虑以下因素:

1) 目的地规定到达时间。一般单位开始工作时间相对固定,除了弹性工作制外,一般的单位都不允许迟到。因此通勤乘客的出行目的决定了目的地规定到达时间是其出发时间选择的主要影响因素。

2) 乘客工作开始前预留时间。通勤乘客往往不会直接将目的地规定到达时间作为自己到达目的地的实际时间,而是会根据自己需要在此基础上为进入正常工作预留一段时间。

3) 乘客出站接驳时间。对于乘客而言,从目的地车站出站后仍需一段时间的接驳才能到达工作单位,因此在决定出发时间时会考虑出站接驳时间的影响。

4) 预估的旅行时间。旅行时间是乘客反推其出发时间时最重要的影响因素。乘客出行前,会根据已有城市轨道交通网络基础信息和自己以往的经验对所选择路径的旅行时间进行估计。

基于上述分析结果,可考虑通过问卷调查来获取通勤乘客目的地规定到达时刻分布特征和乘客工作开始前预留时间分布特征,并通过手机信令数

据或问卷调查等获取乘客出站接驳时间分布特征。在上述基础上,结合远期小时站间 OD 预测结果,计算得到某一个出发车站不同时刻对应的进站量,并根据本文提供的方法计算得到某一个车站的进站客流超高峰系数。

## 4 结语

本文基于广州地铁现状客流数据,在对车站进站客流超高峰系数进行实证分析的基础上,探讨车站进站客流超高峰系数的分布规律和取值方法,提出了车站进站客流超高峰系数确定方法的新思路。

1) 广州地铁车站进站客流超高峰系数的集中分布范围与《地铁设计规范》中建议的 1.1~1.4 的取值范围相比整体偏低,这与广州实行错峰上班的制度 and 广州市居民的出行习惯基本吻合。因此,为缓解特大城市的轨道交通高峰时段线路和车站的客流压力,建议借鉴广州经验,适时推行错峰上下班制度。

2) 广州地铁车站进站客流超高峰系数总体呈现 3 个趋势:全日进站量越少其车站进站客流超高峰系数集中分布范围越大;核心区车站的进站客流超高峰系数整体小于中心城区的,中心城区车站的又小于郊区车站的;周边以居住用地为主的车站的进站客流超高峰系数相对大于以岗位用地为主的车站的进站客流超高峰系数。

3) 部分极小客流车站的进站客流超高峰系数超过了 1.80,尽管该类车站的实际进站客流超高峰系数不在《地铁设计规范》中建议的 1.1~1.4 范围内,但由于按实际车站进站客流超高峰系数计算得到的极小客流车站的站台宽度通常仍小于《地铁设计规范》中最小站台宽度要求,所以该类车站即使按照《地铁设计规范》建议取值也不会对车站站台宽度设计带来影响。

4) 探讨性地提出了基于通勤乘客目的地规定到达时刻分布特征、乘客工作开始前预留时间分布特征和乘客出站接驳时间分布特征,并结合远期小时站间 OD 预测结果来确定进站客流超高峰系数的基本思路。下阶段需在继续开展大量深化研究工作的基础上,提出车站进站客流超高峰系数的计算模型。

5) 周边以岗位用地为主的车站,其晚高峰进站客流超高峰系数宜在《地铁设计规范》中建议值的

(下转第 149 页)

目建设决策质量和综合性效益,助推城市轨道交通高质量发展。

参考文献

[1] 沈景炎. 对城市轨道交通线网规划的认识、实践、再认识[J]. 城市轨道交通研究, 2018, 21(5):16.  
SHEN Jingyan. Understanding, practice and re-understanding of urban rail transit network planning [J]. Urban Mass Transit, 2018, 21(5):16.

[2] 吴爽. 城市轨道交通前期规划工作关键要点分析[J]. 都市快轨交通, 2015, 28(5):104.  
WU Shuang. Analysis of key points of pre-planning work of urban rail transit[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2015, 28(5):104.

[3] 吕一平,赵民. 论《国土空间规划法》的立法视域、法律秩序与体系衔接[J]. 城市规划, 2023, 47(3):28.  
LYU Yiping, ZHAO Min. On the legislative perspective, legal order, and system connection of the territorial planning law[J]. City Planning Review, 2023, 47(3):28.

[4] 黄锡生,王中政. 我国《国土空间规划法》立法的功能定位与制度构建[J]. 东北大学学报(社会科学版), 2021, 23(5):81.  
HUANG Xisheng, WANG Zhongzheng. Function orientation and system construction of the legislation of China's spatial planning law[J]. Journal of Northeastern University (Social Science),

2021, 23(5):81.

[5] 毕湘利. 城市轨道交通的规划建设理念应适度超前[J]. 城市轨道交通研究, 2015, 18(9):1.  
BI Xiangli. Appropriately advanced concept for urban rail transit planning and construction [J]. Urban Mass Transit, 2015, 18(9):1.

[6] 杨永平,边颜东,周晓勤,等. 我国城市轨道交通存在的主要问题及发展对策[J]. 城市轨道交通研究, 2013, 16(10):1.  
YANG Yongping, BIAN Yandong, ZHOU Xiaoqin, et al. Problems and development strategy of urban rail transit in China[J]. Urban Mass Transit, 2013, 16(10):1.

[7] 于艳强,李明,李阳,等. 城市轨道交通可研现状分析和编制趋势[J]. 都市快轨交通, 2015, 28(6):110.  
YU Yanqiang, LI Ming, LI Yang, et al. On feasibility study of urban rail transit and suggestions on compilation [J]. Urban Rapid Rail Transit, 2015, 28(6):110.

· 收稿日期:2023-03-25 修回日期:2023-07-20 出版日期:2024-03-10  
Received:2023-03-25 Revised:2023-07-20 Published:2024-03-10

· 作者:刘子长,硕士,高级工程师,注册城乡规划师,注册咨询工程师,1744513166@qq.com

· ©《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

(上接第 143 页)

低限附近取值;周边以居住用地为主的车站,其早高峰进站客流超高峰系数,可根据车站早高峰进站客流的出行距离分布集中程度来取值,如果出行距离分布集中程度高,则宜在《地铁设计规范》中建议值的高限附近取值。

参考文献

[1] 王洋. 城市轨道交通车站内部疏散配流及疏散方案设计研究 [D]. 北京:北京交通大学,2014.  
WANG Yang. Study on internal evacuation distribution and evacuation scheme design of urban rail transit station [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University,2014.

[2] 马杰. 城市轨道交通车站通行设施通过能力研究 [D]. 北京:北京交通大学,2010.  
MA Jie. Study on capacity of traffic facilities in urban rail transit stations [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University,2010.

[3] 余丽洁,肖娜,陈宽民,等. 城市轨道交通车站高峰客流偏差研究[J]. 城市轨道交通研究, 2021, 24(1): 97.  
YU Lijie, XIAO Na, CHEN Kuanmin, et al. Study of peak passenger flow deviation in urban rail transit stations[J]. Urban Mass Transit, 2021, 24(1): 97.

[4] 钱卫力,叶霞飞,陶志祥. 东京、大阪、上海城市轨道交通高峰小时最大客流断面高峰系数对比分析[J]. 城市轨道交通

研究, 2012, 15(2): 50.  
QIAN Weili, YE Xiafei, TAO Zhixiang. Comparative analysis of the peak factor of the maximum passenger section during urban mass transit peak-hour in Tokyo, Osaka and Shanghai [J]. Urban Mass Transit, 2012, 15(2): 50.

[5] 颜湘礼,钱卫力,叶霞飞,等. 东京、大阪、上海城市轨道交通高峰小时最大客流断面空间分布规律分析[J]. 城市轨道交通研究, 2012, 15(11): 71.  
YAN Xiangli, QIAN Weili, YE Xiafei, et al. The spatial distribution regularities of the maximum passenger section during urban rail transit peak hour in Tokyo, Osaka and Shanghai [J]. Urban Mass Transit, 2012, 15(11): 71.

[6] 陈方红,张成. 城市轨道交通客流预测结果分析[J]. 铁道运输与经济, 2007, 29(6): 50.  
CHEN Fanghong, ZHANG Cheng. Analysis on passenger flow result of urban mass transit [J]. Railway Transport and Economy, 2007, 29(6): 50.

· 收稿日期:2022-06-16 修回日期:2022-08-04 出版日期:2024-03-10  
Received:2022-06-16 Revised:2022-08-04 Published:2024-03-10

· 第一作者:彭磊,高级工程师, penglei@ dtsjy.com  
通信作者:赵丹彤,硕士研究生,421579708@qq.com

· ©《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