

文章编号:1005-0523(2013)03-0101-06

成都地铁火车北站站内超大客流流线优化研究

骆晨,刘澜

(西南交通大学交通运输与物流学院,四川成都610031)

摘要:通过研究超大客流,针对实际情况给出超大客流新定义,整合各项超大客流优化设计原则,提出超大客流优化方案,并以糖酒会期间火车北站作为研究对象进行实例优化。对保证地铁安全高效运营、提高人民生活水平,方便市民出行有着积极的意义。

关键词:地铁;超大客流;客流优化;客流组织

中图分类号:U291.69

文献标志码:A

成都市地铁火车北站为枢纽型车站,是城北综合交通枢纽的重要组成部分,存在着大量火车—地铁、公交—地铁以及未来地铁不同线路之间的换乘客流。站点周围由于交通枢纽的存在,形成了由里向外密度递减的环形区域,用地构成以交通用地及其配套服务设施用地为主。随着成都地铁线路的开通,火车北站客流激增,导致本站出超客流现象。本研究以成都市糖酒会期间火车北站超大客流为基础分析超大客流成因,通过现场数据采集、整理进行量化判断,系统性分析北站站内超大客流并进行客流流线优化。

1 超大客流分析

1.1 超大客流定义

城市轨道交通超大客流是与车站容纳能力、闸机通过能力、线路运输能力有关的一个相对概念,取决于一段时间内车站各空间最大容纳人数、各闸机最大通过人数,到站列车的承载能力三者的匹配关系。

目前,学术界尚未有超大客流的精准定义。本文借鉴大客流定义,结合大客流和超大客流的比较关系,界定超大客流为是某一种运输方式在一定时期、一定区域内,旅客流量大大超出其运输能力所能承受的水平,但为达到交通运输方式瘫痪水平^[1]。用定性的公式可以表示为

$$\partial_1 \cdot \min\{C_{\text{站}}, C_{\text{闸}}, C_{\text{列}}\} \leq Q_{\text{mass}} \leq \partial_2 \cdot \min\{C_{\text{站}}, C_{\text{闸}}, C_{\text{列}}\}$$

式中: ∂_1, ∂_2 为大客流扩大系数,根据现场调研分析以及历史数据统计分析得出扩大系数一般取值为1.3~1.7之间; $C_{\text{站}}$ 为该时段地铁站内付费区、非付费区的最大容纳人数; $C_{\text{闸}}$ 为该时段地铁站内各闸机最大通过人数; $C_{\text{列}}$ 为该时段到站列车的承载能力。

一般情况下,大客流定义为:当车站/列车空间内的个体平均占有空间为0.20 m²/人时,就可以认为此时

收稿日期:2013-04-14

作者简介:骆晨(1989—),男,硕士研究生,研究方向为交通运输规划与管理。

的客流达到并逐渐超过了地铁设施能正常服务的行人数量标准,达到大客流标准。针对超大客流,根据大客流扩大系数并结合人体空间尺寸,则可定义为车站/列车空间内的个体平均占有空间小于 $0.16\text{ m}^2/\text{人}$ 。在超大客流期间,车站服务水平与安全度迅速降低,其主要表现为:非常拥挤或极度拥挤、乘客流动速度明显减缓、客流交叉干扰严重等。

1.2 成都地铁火车北站超大客流成因

在成都地铁的运营过程中,超大客流产生的原因是多种多样的,特别是在成都地铁火车北站中,因其客流量大、客源复杂、客流分布不均等特点,导致其呈现出整体特性不相同的超大客流。

1) 节假日超大客流。针对成都地铁火车北站,节假日期间的超大客流主要由周边购物休闲、旅游观光和返乡探亲等乘客构成,在国家法定的元旦、春节、清明节、劳动节、中秋节和国庆节假期内,造成地铁各站客流较平时有大幅上升。站内客流特点是购买单程票的人数和初次乘坐地铁的乘客居多,部分客流对地铁不熟悉,使智能化设备利用率降低,较多的需要其他引导措施;特别在高峰期的时间与工作日不同且持续时间长;与春运重叠之时,北站乘客的行李量大增,列车输送乘客能力降低,客流移动速度较慢。

2) 大型活动超大客流。大型活动客流的特点是客流在特定时间段(如大型活动结束后)急剧增加,其特性受到活动时间、地点、规模的影响。在大型活动期间,火车北站通常受附近活动地点的影响较大,因时空分布不均,站内客流峰值明显且流量巨大,导致站内经常出现交通短时聚集,消散的现象,加上客流出行目的一致,交通来源比较分散,综合造成车站进出口利用率不均。

3) 日常通勤高峰期超大客流。火车北站通勤客流主要特点是出行时间比较固定、客流量大、客流方向固定。北站通勤客流主要发生在北站附近住宅、办公区域。早晚高峰客流具有明显的方向性,且客流分布在时间上具有双峰型,这种客流动态在许多城市都是很典型的。

4) 恶劣天气超大客流。针对成都恶劣天气而产生的北站超大客流是指北站旅客出行遭遇酷暑、大雨、台风等恶劣天气时,火车北站附近地面交通受到较大影响,附近市民改乘地铁或进入地铁车站避雨,造成地铁车站客流明显增加,对车站客流组织带来一定困难。

5) 线路成网运营超大客流。线路成网运营超大客流是指地铁线网形成后对每一条单线的客流量都有巨大的拉动作用,地铁线路覆盖越多自然越会吸引线路周边市民,这是刚性的,而线路成网却带来一种柔性吸引力,这种引力更加不容低估。一条线路通过时,带动沿线数百米的出行需求,但目的地也较单一。火车北站作为换乘枢纽大站,其地铁、铁路等轨道交通线路本身吸引的客流外,由于自身同台换乘等原因,与其他轨道线形成联动,增加的客流往往超过一倍,随着线路持续增加,由线成网,越来越多的市民选择地铁出行,乘客数量几何级递增。

2 糖酒会期间火车北站客流分析

运营两年时间内,成都地铁1号线一期工程经历了2010年国庆节单日客流26.9万人次、2011年国庆节单日客流26.1万人次。在2012年糖酒会期间地铁一号线单日客流31.14万人次,大大超过成都地铁一号线的运输能力水平,这在成都地铁火车北站个体平均占有空间进行分析时发现,其数值为 $0.117\text{ m}^2/\text{人}$,符合本文定义的超大客流的标准。

2.1 糖酒会期间火车北站进出站客流时间分布

由图1可知,火车北站在糖酒会第1天进站客流和出站客流最多,后面3天客流量逐渐减少。进站客流在糖酒会第1天峰值突出,进站客流时间段主要集中在7:00-11:00,11:00以后进站客流稳定在2000~3000人/h之间;糖酒会第2天和第3天进站客流较接近,且无明显的峰值;糖酒会第3天火车北站进站客流有所减少。糖酒会期间,出站客流在前3天规律较为明显,8:00-13:00保持在2000~3000人/h之间,13:00之后,客流呈逐步增长趋势,18:00客流逐渐减少,但都没有明显的峰值。

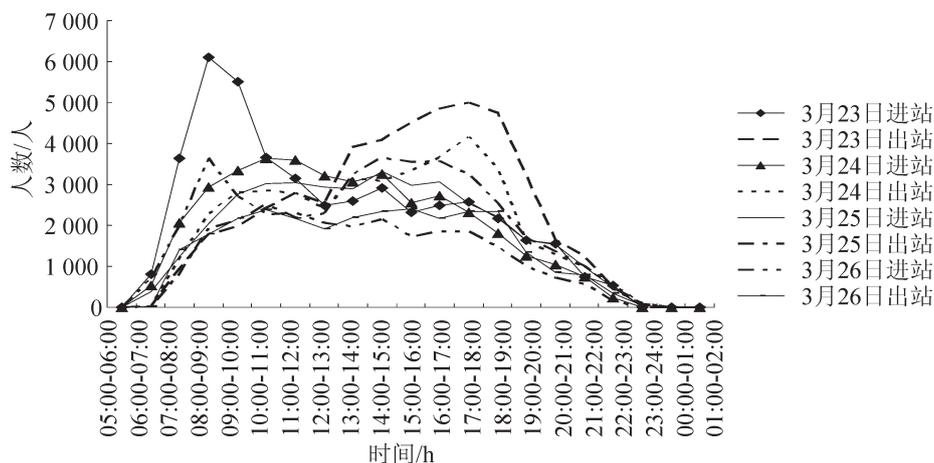


图1 糖酒会火车北站客流时间分布图

Fig.1 Time distribution of passenger flow during rum at north railway station

2.2 糖酒会期间火车北站每天进出站客流时间分布

糖酒会第一天,火车北站客流呈现出明显的潮汐现象。7点之后,进站客流迅猛增加,8:00-9:00进站客流到达峰值6 112人/h。9:00之后,进站客流呈逐步减少的趋势,11:00-19:00稳定在2 000~3 000人/h。

当天火车北站出站客流在7点之后呈递增趋势,17:00-18:00到达峰值4 991人/h,18:00之后,出站客流迅速减少。进出站客流差在8:00-9:00为正最大值4321人/h,18:00-19:00为负最大值-2 571人/h。

糖酒会后3天,火车北站进出站客流在同一天内,时间分布相似,且无明显的进出站流量差。

3 火车北站超大客流流线优化设计原则

3.1 流线设计基本原则

火车北站站内流线设计的优劣,对火车北站旅客出行的快速性、便捷性、舒适性及安全性产生很大的影响。因此,针对火车北站客流量大、客流率分布不均、出站量大的特点,提出车站流线的布置应遵守客流交叉点减少、突点尽量消除、物理式分割的优化原则。其具体形式如下所示:

1) 站内客流互不交叉。尽量避免北站内各种流线相互交叉干扰,特别是北站铁路与地铁换乘客流,其以站内地铁与火车线路换乘为重点,这是北站车站流线设计的基本要求。

2) 旅客行走距离短捷合理。针对北站客流间断性大,客流量大的特点。最大限度的缩短北站旅客在站内的走行距离,避免客流流线迂回。特别是把缩短旅客进站和出站旅程放在重要位置。尽量避免出站人流拥挤,在北站布置多个出口,以最快的速度疏散旅客。

3) 站内标示清晰明确。成都北站车站建筑规模较大,不可避免的遇到冗长的旅客流线的问题,因此,旅客流线的布置要明确清晰,表示要明确,针对现有车站内线路标示不明确的缺点,要求北站内使旅客明确方向,避免旅客走错路,产生多余的走行距离。

3.2 流线优化基本原则

1) 优化方案易于实现,在尽量不改变现有北站建筑结构的情况下进行;

2) 从成都市北站超大客流在糖酒会期间的形成大型活动客流量大、客流分布集中于活动前后1小时、突发性强的特点和客流时空间断特性分析,进行流线的优化;

3) 为达到北站乘客能够轻松找到导向系统和指示信息,做到旅客不会迷失方向和标志明确的特点,而且要使北站乘客尽量少的迂回、折返,方便快捷的完成换乘。

4 成都地铁火车北站地铁站旅客客流流线优化方案

火车北站地铁站位于成都火车北站以南、二环路以北的火车站站前广场东侧,将来是地铁1号线与5号线的换乘车站。由于毗邻火车北站和北二环,火车北站承担了从公交和火车站到达的不同交通方式之间的换乘客流。针对火车北站的建筑特点,对客流引导、票务组织等进行优化设计。

4.1 站台层客流优化

火车北站地铁站属于典型的岛式站台,现有的北站站内布局共有4个自动扶梯和2个楼梯连接到站厅层,其中1个自动扶梯和1个楼梯用于进站客流,3个自动扶梯和1个楼梯用于出站客流。在不改变现有北站地铁车站布局结构的条件下,运用客流引导方法进行站台客流优化设计。在成都北站地铁站中,扶梯和楼梯设计要求按国家标准设定安装,即1m宽楼梯上行通行能力为3400人/h,下行为2900人/h,1m宽自动扶梯的通行能力为4800人/h。在进行方案设计时,按照各扶梯和楼梯标准进行设计,火车北站地铁站岛式站台负责列车上下行方向的进站和出站客流,从站台的容纳能力和出站客流的瞬时激增特性考虑,出站流线上设施的总通行能力要高于进站流线上设施的总通行能力,将底部的两个自动扶梯均用于疏散出站客流。通过分析火车北站地铁站站台层客流结构,主要是去往世纪城方向的进站客流和从世纪城方向到达的出站客流,结合站厅层的设施布局来看,火车北站地铁站站台流线设计如图2所示,图中空心线条表示进站流线,实心线条表示出站流线。

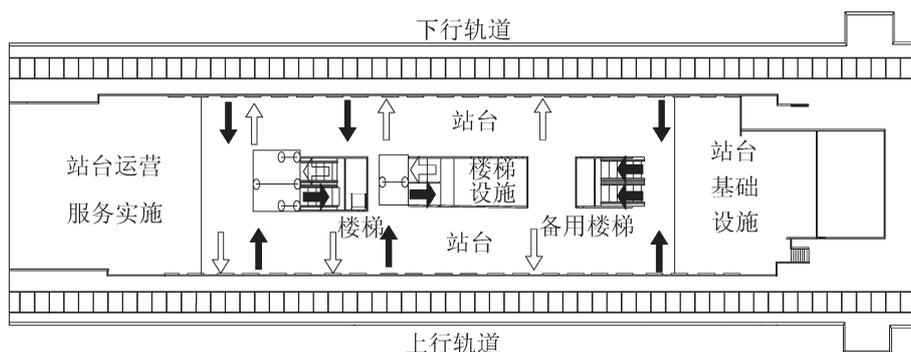


图2 火车北站地铁站站台层旅客客流线集合方向

Fig.2 Passenger flow direction of metro station platform layer at north railway station

由于出站客流到达的激增特性,经常导致站台层自动扶梯处出站客流拥挤在扶梯口,甚至挤占进站扶梯的端部区域,引起进站客流在扶梯端口的安全隐患,因此我们在上下行扶梯口中间区域设置隔离桩,中间隔离桩的长度要长于两侧隔离桩的长度,既避免出站客流占用进站扶梯端部区域,又将升仙湖方向到达的出站客流外移,给下扶梯的进站客流让出更多的区域,利于进站客流及时向两侧疏散,让出扶梯端部区域,避免发生踩踏事故。

4.2 站厅层客流优化

站厅层客流优化时,在保证现有站厅建筑结构基础上进行设计,通过客流引导等方式进行优化。在成都地铁北站中,进出口采用转栅形闸口,其通行能力为3660人/h。在糖酒会期间,北站最高峰客流4991人/h,但其余时间未超过进出口通行能力,本文对高峰小时进行客流优化。成都地铁1号线火车北站站厅一共有A2、C和D3个出入口,见图3,其中A2出入口连接火车北站广场,C出入口连通二环路北三段,D出入口连接火车北站售票大厅。针对火车北站地铁站应对超大客流的情形,在满足现有通行能力和建筑结构的基础上,本文设计2个方案:

方案1:该方案也是目前火车北站地铁站在应对糖酒会等原因引起的超大客流时所用的方案,在保证流线减少交叉的前提下,进站客流和出站客流共用通道等设施。主要是沿用面向普通客流时的流线,A2、C、D出入口全部既能进站也能出站。南端售票区域负责C出入口进站客流购票,乘客购票后,从南端进站

闸机进入付费区,由最近自动扶梯或中间的楼梯进入站台。北端售票区域负责A2和D出入口进站客流购票,乘客购票后,从北端进站闸机进入付费区,由中间的楼梯进入站台。

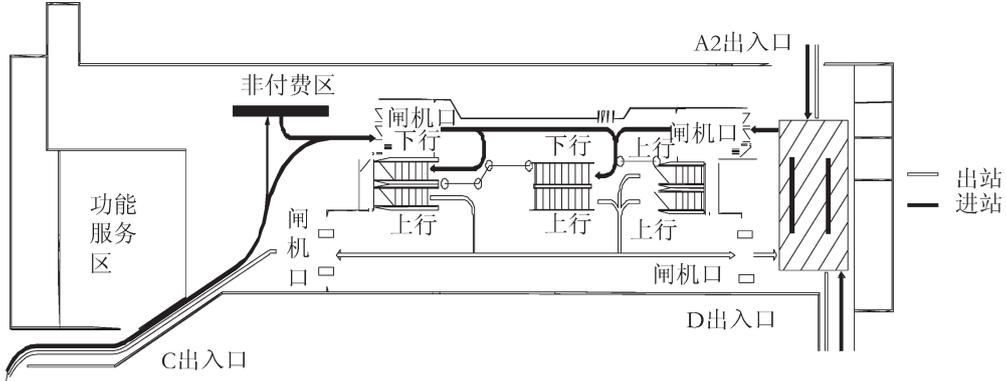


图3 火车北站地铁站站厅层旅客流线设计方案1

Fig.3 Metro station hall design of passenger flow at north railway station

出站客流从站台层到达站厅层后,就近选择出站闸机进入非付费区。从南端出站闸机出站的客流沿着出站通道由C出入口出站;由北端出站闸机出站的乘客从A2或D出入口出站。

方案1的进出站流线在付费区虽然没有出现交叉,但为了更好的引导乘客进出站,在自动扶梯和楼梯口设置一些隔离栏杆,避免乘客在自动扶梯和楼梯口的迟疑引发客流的阻滞,保证该区域客流流动的连续性和安全性。

方案2:由2012年糖酒会期间火车北站地铁站的客流分布特征可以发现,糖酒会期间上午客流达到峰值后有所下降,但在12:00-19:00之间进站客流稳定在2000~3000人/h,但出站客流在这段时间却在不断增长,面对一定规模的进站客流和不断增长的出站客流,避免客流的交织和冲突显得更为重要。

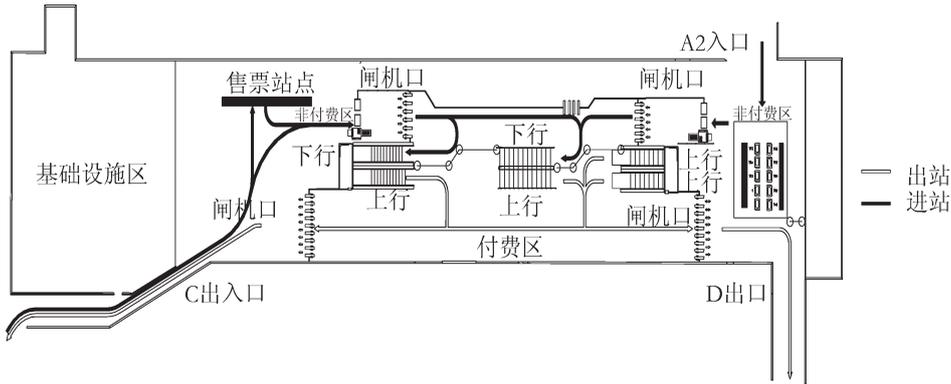


图4 火车北站地铁站站厅层旅客流线设计方案2

Fig.4 Metro station hall design of passenger flow at north railway station

方案2考虑到超大客流时进出站客流的时空特性,对某些进出口进行单向控制。由于火车北站地铁站C出入口临近二环路,附近有公交站点,吸引了大量客流从C口进入,同时站厅南端自动售票机承担了大多数乘客的购票任务,C出口附近的出站闸机承担了大量出站客流,因此不能对C出口进行单向控制。从减少流线交叉冲突的方向考虑,我们将D出入口设置为“只出不进”。将D口设置为只出不进,既能减少购票乘客和出站乘客在售票区的交织,又能使从北侧闸机出站的客流更加顺利地出站,减少在车站内部的停留时间。

参考文献:

- [1] 尹长明. 超大客流的边际效益和边际成本关系及应对策略[J]. 中国铁路, 1999, 12(9): 21-26.
- [2] 史小俊. 地铁车站应对客流组织的措施[J]. 城市轨道交通研究, 2009(10): 70-72.
- [3] 朱效洁. 上海轨道交通人民广场枢纽站大客流组织对策研究[J]. 城市轨道交通研究, 2010(1): 1-6.
- [4] 蒋永康. 城市轨道交通换乘方式探讨[J]. 城市轨道交通研究, 2003(3): 45-48.
- [5] 季令, 张国宝. 城市轨道交通运营组织[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2006: 135-180.
- [6] 唐寿成. 地铁车站客流组织工作探讨[J]. 铁路运输与经济, 2007(9): 48-50.
- [7] 周庆灏, 单建平. 地铁车站超大客流的运营组织[J]. 城市公共事业, 1998(3): 8-10.
- [8] 代宝乾, 汪彤, 陈娅. 七京地铁大客流安全问题分析及对策研究[C]//中国职业安全健康协会编, 中国职业安全健康协会2009年学术年会论文集, 北京: 煤炭工业出版社, 2009: 223-227.
- [9] 车宏安, 顾基发. 无标度网络及其系统科学意义[J]. 系统工程理论与实践, 2004(4): 11-16.
- [10] 王树杰, 杨新安, 张业炜, 等. 铁路施工组织优化设计系统研究与开发[J]. 华东交通大学学报, 2011, 28(4): 47-51.

Optimization of Large Passenger Flow for Chengdu Metro North Railway Station

Luo Chen, Liu Lan

(Southwest Jiaotong University Sichuan, Chengdu 610031, China)

Abstract: Based on the research of large passenger flow and the actual situation, this paper gives a new definition for it, integrates large passenger flow optimization design principles, then proposes the optimization scheme with Chengdu north railway station during the run as the research object. This proposed optimization has positive significance for the convenience of the public travel, ensuring the efficient operation of metro safety and improving people's living standard.

Key words: metro; large passenger flow; optimization; passenger organization