

# 地铁车站大客流组织优化的措施研究

杨 灵

深圳市地铁集团有限公司 广东深圳 518000

**摘要：**伴随着城市化进程加快，公共交通需求日益提高，地铁这一高效环保的城市轨道交通方式在国内主要城市发挥着日益显著的作用。近年来由于客运量迅速增长，地铁站点高峰期客流压力较大，特别是节假日，重大活动时和换乘站这一关键节点极易产生客流饱和乃至拥挤现象。这样既影响旅客出行体验又会造成安全隐患。本文以城市轨道交通大客流为研究对象，深入分析了大客流的形成影响因素、辨识依据和管控思路。从运输组织方案和车站客流控制两方面进行研究，包括大客流运输组织现状、对运输组织方案的影响、列车运输组织计划的编制、其他调整方案、车站大客流组织管理现状、疏散能力分析、控制协调优化研究、等方面，旨在提高城市轨道交通大客流应对能力，保障运营安全和效率。

**关键词：**地铁车站；大客流；组织优化

## 引言

随着我国经济快速发展和城市人口的不断增长，地铁系统的建设规模不断扩大。据统计，我国多座城市的地铁线路运营里程和客运量已跻身世界前列。然而，在地铁客流快速增长的背景下，车站高峰客流问题逐渐显现。一些车站在日常运营中已呈现出超负荷运转的状态，尤其是在上下班高峰期间、特殊活动或气候突变等情况下，地铁站内客流量骤增，可能导致站厅拥堵、站台积压，甚至引发安全事件。

## 一、大客流的内涵及特征

### 1. 大客流的内涵

大客流就是在一定时空范围内客运量集中发生，并超出正常运行工况下站点或者线路承载能力而造成交通拥堵、运行效率下降甚至安全隐患。按成因分类可将大客流划分为常规性与突发性两种类型。常规性客流是日常通勤，高校开学或者假期等可以预计到的出行要求，突发性客流是由自然灾害，恶劣天气或者线路故障等无法预计到的条件构成。

### 2. 大客流的特征

从时间维度来看，大客流一般呈现出周期性高峰与非周期性高峰并存的特征。周期性高峰主要出现在工作日的早晚通勤时段；在非周期性的高峰时段，主要是在节假日、大型活动或突发情况下。从空间维度来看，大客流多发生于换乘站，枢纽站和出入口有限的站点，主

要发生在车站安检处、电扶梯口、站台候车区等。

## 二、大客流的形成影响因素及辨识依据

### 1. 大客流形成的影响因素

(1) 车站疏散能力和客流组织水平：车站疏散能力是车站最大客流容纳量，通过研究乘客乘坐轨道交通的流程，结合轨道交通的实际情况，可分析出影响车站疏散能力的因素。

(2) 线路运输能力和运输组织方案的调整：运输能力体现为列车在单位时间内输运客流量，不同的列车间隔、停站时分、列车交路、停站方案等都决定着列车单位时间对客流的疏散程度。

(3) 线网的结构变化：城市轨道交通线网每增加一条线路，其线网可达性及换乘能力大大提升，吸引的客流量几何式增长，往往带来“1+1>2”的效果。

(4) 票价的变化：价格往往是决定供需关系的决定性因素，轨道交通定价过高，“非刚需”乘客经过价格分析，采用高峰期提高价格、低峰期降价的手段有利于减少高峰期客流需求、提高低峰期列车运能利用率。

(5) 大型活动、恶劣天气的变化等。

### 2. 大客流的辨识依据

通过对大客流流量、流速、密度分析发现，流量与流速与密度的大小密切相关，而流速会由于客流密度的变大而降低，因此，在大客流辨识中，客流密度是判断核心依据，反应到车站实际，就是乘客的动态排队人数及静态等候面积区域。结合车站疏散能力及列车满载率，

总结出以下规律:

(1) 根据车站区域内客流密度辨识

1) 出入口区域: 客流集中到达, 达到出入口通过能力70%且有持续增长势态, 判断出入口发生大客流;

2) 通道区域: 客流在通道内步行速度均低于0.75m/s, 且后续客流仍在持续进入通道, 判断站内通道发生大客流;

3) 进、出站闸机区域: 每台闸机前排队超过15人且客流持续到达, 判断站内发生大客流;

4) 站台区域: 同方向连续2列列车发出后, 岛式站滞留乘客候车区域占站台宽度1/4, 侧式站台滞留乘客候车区域占站台宽度1/3, 判断站台发生大客流;

(2) 根据列车满载率辨识

1) 乘客上下车完毕后, 发出列车满载率达到100%及以上的车站;

2) 连续3趟列车的满载率超过100%的上游相关车站;

3) 换乘站换入线路列车驶出该站的满载率达到100%及以上, 以及换出线路的相关车站。

(3) 根据客流预测提前辨识

### 三、大客流的管控思路

大客流形成的根本原因在于城市轨道交通系统内部供应(运输能力)无法满足外部需求(客流需求), 可考虑从系统内部供应与外部控制相结合的方式。新线建设周期长, 设备改造需考虑兼容性和对日常运营的干扰, 运输组织方案调整技术性较强, 降低需求和转移需求时间难以大幅度减少客流。因此, 从运输组织方案及车站客流控制两方面进行研究。运输组织方案是以列车运行调整为主的运能优化, 车站控制主要是以单个车站及线路、网络上多个车站限流为主的进站客流控制, 两者相互结合, 可及时、高效地解决大客流带来的安全性风险。

### 四、大客流运输组织方案研究

当城市轨道交通系统内发生大客流时, 要安全、及时、有效的完成“点”(车站)、“线”(线路)和“网”(线网)的大客流疏散。

目前, 在发生大客流时, 对于客流在时间上分布的不均衡性, 一般通过全日行车计划来解决, 而对于客流在空间上分布的不均衡性, 一般通过列车交路计划和停站方案来解决。

在突发情况下, 尤其是高峰期, 往往没有时间进行详细客流预测及特征分析, 必须立即进行运输方案调整。

可通过列车停运、下线; 列车加开、替开; 车站扣车、区间临时停车; 限速、增加停站时间; 列车越站通过; 大改小、小改大; 压缩停站时间; 空车套跑等方式开展临时行车调整。

### 五、车站大客流组织管理研究

车站是客流进出轨道交通系统的重要窗口, 换乘站作为系统内客流周转的主要节点, 也是客流网络传播的重要枢纽。当城市轨道交通系统运输能力达到饱和, 短时间内难以匹配巨大的客流需求时, 单纯依靠运输组织调整已不能提高系统运输效率, 且易造成秩序紊乱, 产生较大的安全风险。

目前客流控制判定标准主要从车站能力及列车满载率来衡量, 车站管理者一般仅结合自身车站客流情况进行客流控制。虽然可以缓解该车站的拥挤状态, 但可能降低整个运输网络系统运能利用率。在实际运营中, 部分车站大客流爆发往往不是因为进站客流激增, 而是由于列车满载率过高, 站台乘客无法上车, 客流积压导致。若仅从自身车站客流状况来进行控制往往“治标不治本”, 并不能有效缓解客流压力, 需协调前方车站或者相邻线路车站进行协同控制。根据实时波动的大客流数据, 结合车站能力和运能情况, 研究具体客流控制措施, 制定灵活多变的客流组织方案, 是车站运营管理的重点。

#### 1. 车站最大疏散能力的优化思路

车站各类设备设施、组织方式都可能是制约疏散能力的瓶颈环节, 但在发生大客流时, 瓶颈环节也不一定产生不良的制约影响。因此, 可利用现有可调控瓶颈能力协同控制车站客流情况, 具体可从调整出入口、通道、乘降设备(楼梯、电扶梯、垂直电梯)的通过能力; 调整车站闸机通过能力; 调整安检能力; 调整车站自动售票能力等方式。

#### 2. 车站大客流控制协同组织优化研究

大客流协同组织是当线网上多个区间断面客流超过系统运能, 下游多个车站候车乘客由于列车满载率过高而无法上车, 或换乘车站换乘客流较大, 导致换乘线路后续车站乘客留乘等情况发生时, 立足于整个线网, 考虑客流拥挤在相邻车站及线路的传播特点和控制措施, 对线路上客流拥挤和关联车站采取多车站协同组织措施, 同时, 还要结合列车运输组织方案的调整, 以实现轨道交通系统的最大运输客流量和运输均衡性的目的。其核心思想在于“节源”, 对拥挤区间的客流源发车站进行摸排, 针对性的对源头车站及上游车站进行控制, 进而实

现拥挤区间的疏解和运能均衡协调。在确定疏解能力瓶颈区间的同时，反向确定控制车站及控制时段。

多车站大客流协同组织流程如图1所示。

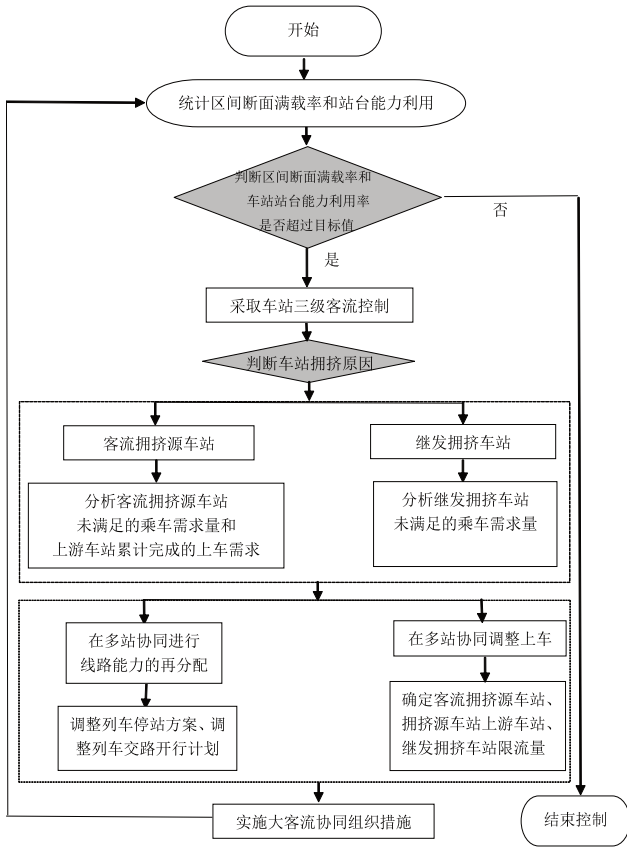


图1 多车站大客流协同组织流程

(1) 线路多车站进站客流过大，列车运能不足。主要表现为区间断面客流量过大，列车满载率较高，乘客在连续多趟列车到达后均无法上车，考虑对上游多个车站进行协同客流控制，较少进入站台候车客流，主要手段为多个车站的三级客流控制；

(2) 线路间换乘客流较大，运能不足。主要表现为换乘客流较大导致接入线车站站台候车人数激增，列车满载率较高，下游多个车站乘客无法乘车，考虑在保证重点车站客流需求的基础上，对双方换乘站上游车站进行三级客流控制，同时对换乘站进站客流进行控制，在换乘通道内设置围栏进行客流分流，分方向对换乘客流进行协调控制。

在早晚高峰期常态化客流控制中，常见于此种情况，大量客流散布在整个线网，尤其在连通市郊的线路表现明显，此时，制定合理的线网客流控制方案，提前进行客流控制准备，能有效进行大客流运营管理；但在突发大客流发生时，如设备故障、突发恶劣天气、道路交通瘫痪等事件发生引发的不可预见性大客流时，在现有运能和车站配置基础上，考虑网络运输组织方案调整和车站协同客流控制，以上措施同样适用。

多站协同组织的控制车站选择对整个系统运能影响重大，车站现场控制方法多为根据系统运能，结合现场客流进行灵活的客流控制。因此，有必要进行适应性评价研究，用以评价大客流协同控制方法对于大客流的适用程度。

### 结束语

综上所述，地铁车站大客流的组织优化是一项复杂而系统的工程，需要综合考虑多种因素，并结合实际运营情况进行不断调整和优化。未来，随着技术的进步与城市化进程的持续推进，相信地铁系统将能够在客流管理上取得更为显著的成效，为市民的出行提供更加安全、便捷和高效的服务。

### 参考文献

- [1] 曹可. 可预见性大客流下城市轨道交通列车开行方案优化方法及应用研究[D]. 成都: 西南交通大学. 26-40;
- [2] 刘喜祥. 突发大客流城市轨道交通列车停站方案优化研究[D]. 北京: 北京交通大学. 2012.13-14;
- [3] 刘小霞. 城市轨道交通网络突发客流传播影响分析[D]. 北京: 北京交通大学. 2011.11-20;
- [4] 周艳芳, 周磊山, 乐逸祥. 城市轨道交通客流高峰传播影响研究[J]. 2010(6). 67-70;
- [5] 牛龙飞. 城市轨道交通大客流的网络传播特性及运输组织协调研究[D]. 成都: 西南交通大学. 2013.57-58;
- [6] 陈瑾. 大客流的城市轨道交通运营研究[D]. 成都: 西南交通大学. 2016.32-38.