

doi:10.3969/j.issn.1672-6073.2013.06.005

城市轨道交通强可控大客流组织

张 正¹ 朱海军²

(1. 北京交通大学交通运输学院 北京 100044; 2. 北京铁路局丰台机务段 北京 100071)

摘 要 针对轨道交通运营过程中出现的突发大客流情况,从保证乘客安全、满足出行需求出发进行组织与控制。通过研究麦加轻轨的强可控大客流组织,探讨强可控大客流的特点,并针对这些特点采用物理切割法、提高流速法、源头控制法3种组织与控制措施,分析强可控大客流在实际中的组织与控制,为今后大型或特大型活动所形成的强可控大客流组织与控制提供参考。

关键词 城市轨道交通;麦加;强可控;大客流;组织

中图分类号 U492.4+33 **文献标志码** A

文章编号 1672-6073(2013)06-0017-003



图1 麦加轻轨线路

沙特麦加是伊斯兰教创始人穆罕默德的诞生地,被全世界穆斯林信徒奉为“第一圣城”。每年朝觐期间都有数百万人前往麦加参加朝觐,朝觐活动主要在米纳、穆茨达里法赫和阿拉法特等地举行,巨大的出行需求形成了大客流。2010年以前,朝觐活动主要依靠汽车或者步行来完成,曾多次发生严重的踩踏事故。为了满足朝觐者的出行需求,沙特政府建设了大运量、快速度、高效率的城市轨道交通轻轨系统,以解决朝觐的大客流出行问题。

1 麦加轻轨大客流组织

1.1 麦加轻轨概况

麦加轻轨是一条双线轻轨线路,分别称为南线和北线,全长18.25 km,正线长17.8 km,共设有9座车站,其中7座高架车站、2座地面车站。麦加轻轨途径朝觐活动的3个主要区域,每个区域分别设置3个车站:米纳区的加马拉站和米纳1、2站,穆茨达里法赫区的穆茨达里法赫1、2、3站以及阿拉法特区的阿拉法特1、2、3站,多个车站的设置有效地分散了朝觐区域内的到达人流,如图1所示。

在朝觐期间,麦加轻轨列车采取12辆编组,均按照一站直达的方式开行。为了提高列车的运输能力和效率,同一区域内车站列车成组运行,每组3列车几乎同时从一个地区的3个站发往另一地区对应的3个站。例如,阿拉法特1、2、3站分别发往穆茨达里法赫1、2、3站,高峰小时发车8组,间隔7.5 min,共24对/h。

1.2 车站设施组织控制

麦加轻轨为了快速高效地疏散客流,每个车站都设置候车区,在起终点站只设置一个方向的候车区,在中间其他站的两个方向都设置候车区。设置候车区可以阻止乘客全都往站台上挤,避免踩踏事件发生。每个车站都包含有一个上车台和下车台,上车台可以分为候车区和登车区两个主要区域,车站使用自动扶梯及垂直电梯。图2是一个典型起终点站的车站横断面,包括出站区、登车区、候车区以及进出站坡道等。

考虑到对冲流会减慢乘客流动速度,从而导致在瓶颈区发生冲突,因此麦加轻轨采取单向流动的原则。在列车以成组模式运动时,站台仅作为登车区或下车区,不同时作为登车区和下车区使用。单向客流设计见图3,蓝色箭头为进站上车客流方向,红色箭头为下车出站客流方向。

1.3 乘客登乘控制

车站设施的设计将乘客进站上车的路径划分为

收稿日期: 2013-03-27 修回日期: 2013-06-15

作者简介: 张正,男,硕士研究生,从事城市轨道交通客流组织研究,
12120954@bjtu.edu.cn

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2011BAG01B01)

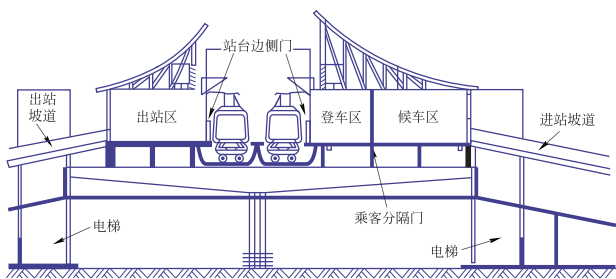


图2 典型起终点站的车站横断面

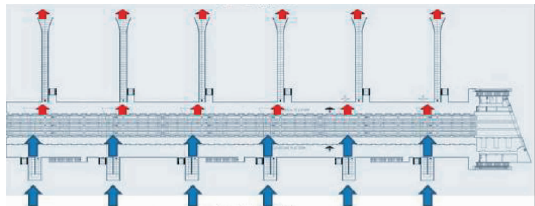


图3 麦加轻轨的单向客流设计

3 个可以容纳乘客的区域,分别是斜坡、候车区域及登车区域。这些区域由可控门隔开。利用这样的分割区域,能够方便地在各区域入口设置客流控制点。采用这种方式实现隔离,其关键是合理确定各控制点隔离门的开关门时机或控制人员的放行时机。

登车区域控制门的合理开门时间 $t_{合}$ 与下一列车到发时间、整列乘客上车时间和登车区消耗时间密切相关。若开门时间过晚,可能导致进入登车区的乘客来不及上车,使列车能力浪费或晚点;而过早开门,则会使乘客在站台停留过久。麦加轻轨的动车组列车采用 12 节编组的地铁 A 型车,列车按照 4.5 人/ m^2 站立人数设计,最大载客容量能够达到 3 000 人。因此,连续一次进入登车区域的人数最多可设为 3 000 人。为充分利用列车能力并缩短列车停站时间,可以认为理想情况是列车到达车站时 3 000 名乘客刚好全部进入登车区,而在停站时间内所有乘客均能上车。调查发现,一个年轻成年人在麦加轻轨登车所需的时间大概是 13.5 s,然而必须考虑参加朝觐的是一个混合了各种年龄乘客的群体,群体中存在着部分行动不便的乘客。在最不利的情况下,乘客的登车时间为 52 s;在正常情况下,平均登车时间为 30 ~ 52 s。在列车长度 300 m、60 个门(宽 1.4 m)的条件下,3 000 名乘客进入列车所需的登车时间即使在极端情况下仍小于 1 min。假定 3 000 名乘客从隔离门有序进入登车区消耗的最长时间为 $t_{登}$,由此可以认为登车区域的控制开门时间为

$$t_{合} = t_{登} + 1 \quad (\text{min})$$

1.4 加马拉站客流组织控制

加马拉站是麦加轻轨北线的终点站和南线的始发站。

北线站台设计为只有出站口、没有进站口,所有的乘客在到达北线加马拉站后全部下车,可以直接或通过延长区域到达活动区,而且在车站设置了多个出口,方便乘客快速地离开车站。南线站台则设计为只有进站口、没有出站口,并在站台设置了乘客等候区和登车区。在乘客较少时,可直接进入登车区;当有大量乘客到达南线站台时,就需要在站台的乘客等候区进行缓冲;当超过最大乘客容量时,可以通过乘客汽车通道进行控制,使部分乘客在延长的扩大入口区域等候,减轻车站内的客流压力,从而能够满足大客流的运输任务。加马拉站的客流设计如图 4 所示。



图4 加马拉站南线、北线单向客流设计

2 城市轨道交通强可控大客流组织

2.1 强可控大客流特点

结合麦加轻轨的大客流组织,可将其客流归为强可控大客流。强可控大客流是指呈现出较强可控性和组织性的客流,特点是密集量大、出行时间集中,并且出行目的地基本一致,对拥挤环境的容忍性较高,常出现在城市大型或特大型活动时期。从以上特点及产生的原因可以看出,强可控大客流与一般的城市轨道交通系统中出现的早晚高峰、节假日大客流不同,是存在于一段时间内、组织性和可预见性均较强的大客流。

2.2 客流组织控制措施

根据客流控制的基本原理,结合麦加轻轨的客流组织情况,提出 3 种措施对强可控大客流进行控制。

2.2.1 物理切割法

物理切割法可以将进出站客流和换乘客流在空间上进行分割,从而减少冲突点,降低客流间的干扰度,缩短换乘时间。物理切割法可以借助移动护栏或其他设施,将客流在平面上进行隔离,从而理顺车站内各客流的行走秩序,解决乘客行走习惯与车站布局的矛盾。此外,开辟新的行走通道也可以作为物理切割法的一种。

2.2.2 提高流速法

通过引导乘客选择最短径路来提高乘客的走行效

率,相对减少乘客对车站设施、设备的占用时间,从而提高设备利用率和流线的流动速度。同时,也可以调用站务员、车站警务人员维持各站台和通道的秩序,使通道内无人员长时间逗留,从而保持各区域的畅通无阻。

2.2.3 源头控制法

源头控制法是通过控制各种流线的流量达到疏解流线交叉的目的,减少客流冲突的可能性。车站协调组织各线运营计划,依据各线高峰时段客流量来确定各方向列车的到发点,尽量避免不同方向列车同时到达,以杜绝乘客密集到达,提高乘车的舒适性和安全性。

2.3 三阶段控制方法

从系统控制的角度出发,按照实施时机的不同,可将强可控大客流组织划分为事前、事中、事后3个阶段。在3个不同阶段,实施客流组织与控制具有不同的重点与相关的方法。

2.3.1 事前的客流组织

例如,麦加轻轨朝觐客流多数是按组团的方式成批集中地到达车站,客流量大而集中,因此,在运营前期配置基础设施并制订运营方案时,就应该考虑客流组织与控制问题。在这个阶段,可以重点采用物理切割法,安排乘客进出站流线 with 活动,设置客流在车站内的控制点,利用基础设施进行客流组织与控制。同时,为了与运营计划相配合,还可以提前预约与安排各客流组团的到站时间与地点,这属于源头控制法。

2.3.2 事中的客流控制

麦加轻轨朝觐客流的全程活动具有较强的可预见性,结合列车开行时刻以及客流量监控,就可以较准确地对车站控制点的开关状态进行动态控制。此外,在乘客流动过程中,还为乘客顺畅通行提供相应的引导服务。可见,在事中阶段可综合运用物理切割法和提高流速法进行控制。

2.3.3 事后的应急处置

事后的应急处置主要是根据应急事件的后果进行客流状态推算,并利用基础设施和管理人员实现客流的快速疏导。可见,提高流速法在事后应急处置中发挥重要作用。

三阶段控制方法的整体构成如图5所示。



图5 强可控大客流三阶段控制方法

3 结语

笔者对麦加轻轨大客流组织进行了实例分析,并根据麦加朝觐人群的特点归纳出强可控大客流的特

征;结合城市轨道交通可能出现的强可控大客流现象,提出了3种强可控大客流组织方法和三阶段控制法。

大客流组织是轨道交通客流组织的重中之重,强可控大客流的组织方式是大客流组织的典型方式。借鉴麦加轻轨大客流组织经验,希望能为今后城市中大型或特大型活动所形成的强可控大客流组织提供参考,并在实际运用过程中不断完善优化。

参考文献

[1] 费安萍. 大客流地铁运营组织[J]. 现代城市轨道交通, 2005(2):33-35.
[2] 张伦,陈扶崑. 地铁车站大客流运营组织探讨[J]. 城市轨道交通研究,2011,14(5):87-90.
[3] 李华灿. 地铁行车调度应急处理原则探讨[J]. 城市轨道交通研究,2011,14(7):28-30.
[4] 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.
[5] 符浩. 地铁车站瞬间大客流客运组织模式研究[J]. 交通企业管理,2010,25(6):46-47.
[6] 何理,钟茂华. 地铁突发事件下乘客疏散行为调查研究[J]. 中国安全生产科学技术,2009,5(1):53-58.
[7] 张国伍. 交通运输系统分析[M]. 成都:西南交通大学出版社,1991.
[8] 姜克锦,张殷业. 城市交通系统自组织与他组织复合演化过程[J]. 西南交通大学学报,2008,43(5):605-609.
[9] 毛保华. 城市轨道交通系统运营管理[M]. 北京:人民交通出版社,2006.

(编辑:郭洁)

Strong and Controllable Organization
of Large Passenger Flow in
Urban Rail Transit

Zhang Zheng¹ Zhu Haijun²

(1. School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044; 2. Locomotive Depot of Fengtai, Beijing Railway Bureau, Beijing 100071)

Abstract: In the process of urban rail transit operation sometimes there occurs a strong controllable large passenger flow (SCLPF). In order to ensure passenger's safety and meet the travel demand, to organize and control the flow is necessary. Through analysing SCLPF of Mecca light rail, this paper discusses the characteristics of SCLPF and adopts three measures including physical cutting method, increasing velocity method and source control method of organization and control, and analyses the SCLPF organization and control in reality, providing the experience to organize and control SCLPF for big events in the future.

Key words: urban rail transit; Mecca; strong controllable; large passenger flow; organization