

浅谈城市轨道交通车站在应急状态下疏散的合理化设计

郭 霄

(沈阳地铁集团有限公司 规划与设计管理部)

摘 要:随着城市轨道交通系统建设的全面推进,现已在国内有超过 45 座城市建成投运,作为城市公共交通的重要组成部分,其承担了相当比例的客流。但随着城市轨道交通系统在城市中形成网络化运营,在火灾或其他事故发生时,车站及区间的建筑布局及设备实施的设计布置,都将极大的影响人员的有效疏散,本文将从应急疏散这一角度,分析城市轨道交通建筑布局的合理性,并提出合理化建议。

关键词:城市轨道交通;应急疏散;车站建筑布局

【DOI】10.12293/j.issn.1671-2226.2023.08.028

随着经济和社会的不断发展,越来越多的城市开始建设和运营城市轨道交通系统,而这一系统作为公共交通的重要组成部分,在城市公共交通中扮演的角色越来越重要,特别是在北上广深等一线城市,地铁和轻轨等城市轨道交通系统早已不可或缺,其在城市日常交通中的替代率基本达到了 70% 的水平。据城市轨道交通年度报告中所示的数据,多地的城轨系统日客运量也都已经突破了百万人次^[1]。但是,城轨交通虽然解决了城市交通的拥堵问题,但是日渐增长的巨量客流与相对局促的车站空间之间的矛盾,带来了较高的运营风险,特别是当出现火灾或其他极端事件的情况下,如何合理高效的疏散车站及区间内滞留的人员,是设计上的一大难点,也是必须要妥善解决的一个问题。如果发生火灾,会严重威胁在场人员的生命安全。因此,本文通过分析地铁车站火灾危险性成因,结合车站空间布局特点,从设计消防疏散能力、消防设施布置、施工管理等多方面提出要求,以望有效防范地铁火灾,进一步保障地铁车站的使用安全。

针对这一问题,涉及到的地铁相关专业不少于 9 个,分别是建筑专业、装修专业、通风环控、给排水、动力照明、电梯及自动扶梯、通信系统、智能楼宇系统和火灾自动报警系统专业,是一个庞大和复杂的整体性问题,本文主要针对诸多相关专业中的建筑专业和电梯的设计设置来进行讨论,同时对其余相关专业进行兼顾考虑,来分析并提出一个较为合理的设计思路,用以厘清矛盾的重点,提出解决问题和优化设计的方案。

根据《地铁设计规范》中的要求,要求车站乘客的疏散时间计算满足 $T=1+\frac{Q1+Q2}{0.9[A1(N-1)+A2B]} \leq 6\text{min}$, 从公式中不难看出,考量地下车站的疏散能力的参考指标,与车站设置的楼扶梯宽度及数量正相关,而与车站高峰时的客流负相关^[2]。随着城市的发展以及运营年限的增长,地铁车站的乘客会逐年增长,这就要求地铁车站在设计

之初,就要充分考虑设置足量的楼扶梯,用以连通车站内空间与安全区。然而,受限于地下空间的制约,地铁车站,特别是地下车站,其空间体量都不能无限制的扩张,多采用 11 米单柱到 14 米双柱的站台形制^[3],这就框定了一个较为确定的车站整体空间框架。在这一框架内,楼扶梯的布置的多少与公共区域的人员使用面积的多寡之间就形成了一对矛盾,既车站空间有效布局问题,而这一问题中,不仅仅要考虑到应急疏散的因素,同时也要兼顾日常服务客流的效率。

1 地铁车站建筑中楼扶梯设置设计的优选原则

首先,从应急疏散的角度,同时综合考虑乘客个体疏散路径计算和评估评价,不难得出地铁地下车站均应设计有可帮助乘客在紧急情况下从站台层公共区到达室外安全区的楼扶梯。但从车站整体分析,除考虑乘客疏散外还需考量车站火灾发展的因素,综合考虑,受限于车站规模和出入口整体宽度的限制,相关疏散路径中楼梯计算宽度不足时常发生,因此而需借用自动扶梯,通过自动扶梯疏散应不多于两次提升,以减少使用自动扶梯时在中间缓步台段两个客流流线的冲突可能性。

其次,兼顾到服务质量的提升,在站厅站台间,以及在车站出入口应布置不少于两组自动扶梯,同时满足乘客上下行的需求。但由于自动扶梯参与疏散的必须是运行方向与疏散方向相一致,而结合运营的实际,自动扶梯经常会进行上下行切换来保障负载均衡,综合这一应用实际,对应的自动扶梯均应采用一级负荷的消防耐火电缆进行供电,用以保障使用安全。但是,北方城市地铁出入口自动扶梯若采用双电缆供电,则为扶手带及桁架加热的电缆可不考虑采用耐火电缆,用以节省工程直接投资。

站厅到站台间的自动扶梯多位于站台中间区域,扶梯对于站台层整体客流流线的分割作用明显,鉴于其设备的倾斜角度是固定的,且为 30° 的角度,对于扶梯下部投影面积的应用就显得十分必要,通过取消梯下三角房,

以及大提升高度站厅到站台自动扶梯中间支撑下移设计等方式,最大化利用扶梯下空间,可起到优化站台层客流流线的作用,减少非必要的空间分隔。

另外,也由于站厅到站台间的自动扶梯多位于站台中间区域,当电客车出现异常工况,需同时开启站台门应急门进行疏散,开启的应急门与上下楼扶梯的客流流线也会产生较大干涉。设计过程中,单侧站台门的应急门数量与车辆编组数相一致,多数地铁为6扇门,均匀布置对应不同车厢,楼扶梯在站台层的下端应避免设置在站台门的应急门处,避免相关客流扰动产生不利影响。

2 规避建筑布局对楼扶梯设置的不利影响

在施工图设计阶段,楼梯及自动扶梯的设置原则均涉及到与建筑专业的深度配合。其中,根据布置位置的差异,自动扶梯又可以分为站内公共区和附属出入口楼扶梯两个大类。

车站出入口由于受到市政道路规划红线的影响,其设计宽度常常无法满足同时设置两部上下行自动扶梯和一部楼梯的标准化设计要求,故经常针对特殊部位采用针对性设计,例如在出入口设置两组自动扶梯,在出入口尾部通过多次折返楼梯来满足设计规范的要求(详见图1)。如此设计,虽能满足规范及消防应急疏散的要求,但在日常运营使用中,使用效率大大降低,且增加了运营管理的难度。在设计时应规避此类设计,不应采用较窄宽度的出入口作为疏散用途。或者考虑特殊设计,将特殊出入口设为单向上行的两部自动扶梯,同时在进行土建预留时,对自动扶梯的下底板等进行特殊设计,使其耐火极限不低于三小时。使用的自动扶梯的运动部件均采用特殊设计,为不燃材料,如此,可利用上行自动扶梯进行应急疏散的同时,兼顾日常使用的效率,又避免出入口尾部增建楼梯通道的管理不便问题。

地铁车站内公共区的自动扶梯设置应根据不同车站类型进行合理化设计。对于多层车站,特别是提升高度超过13米的自动扶梯,应避免选用一次提升的大提升高度自动扶梯来进行站台站厅间的连接。在间隔层或车站设备夹层做好与自动扶梯走行区域间的防火隔墙的同时,宜采用分段提升的方式,一方面降低建设成本和难度,同时也减少乘客在使用过程中的恐惧心理。

3 标准布置车站的楼扶梯设置优化

地铁车站内楼扶梯的使用频率是有明显差异的,自动扶梯的使用频率要显著高于楼梯。因此自动扶梯在站台层的布置位置就显得十分重要。

标准布置三层地下车站,站厅至站台层的自动扶梯如采用八字形布置,自动扶梯下端延伸至站台两端,将对乘客进出站产生不利影响,造成人员堆积影响上下车的

转化效率,同时也对紧急情况下的人员疏散产生极其不利的影响。结合车站建筑布局,合理分配自动扶梯和楼梯布置,是保证车站应急疏散安全的必要举措,也是提高车站整体运行效率的关键(详见图2)。

标准布置两层地下车站,站厅至站台层的楼梯的提升高度基本控制在5-6米间,也就是标准站台的净空高度,考虑到其布置在车站付费区内,其不同布置产生站内出现局部堵点的可能性不高,且依据运营经验,乘客使用楼梯的频次较低,建议选择布置方案时考虑与站内垂直电梯井道结合考虑,采用环绕电梯井道的布置方式,通过一到两次折返,连通站厅站台。如此,可较好地节省站台空间,同时垂直电梯的选型也可以做混凝土井道,进一步有效降低站台层火灾状态下,站台和站厅层两个不同防烟分区间的烟气蔓延。

4 换乘车站的楼扶梯设置优化

换乘车站的定义多种多样,本文着重探讨的是三种,既地铁线路间换乘车站、地铁与空铁换乘车站及地铁与其他市域公共交通的换乘车站。

对于地铁线路间换乘车站,除极少数位置条件优越,可进行同厅换乘或者同台换乘,多数换乘车站的采用通道换乘。探讨换乘车站的应急疏散的现实意义也在不断强化,目前不少穿越主城区的线路,其换乘车站与普通车站的比例甚至达到了60%,同时换乘车站的客流密度,特别是高峰时段的换乘客流远高于普通车站,对于应急疏散的设计提出了很高的挑战。优化出入口设置是设计布置中的一个重点,另外的一大难点就是通道的设置。由于地铁设计规范的要求,地铁线路消防设计均只考虑应对同时间发生的一次火灾,故要考虑不同线路间人员的疏与隔,换乘通道内的无障碍设计要严格落实。还要注意的是换乘车站的站厅层,付费区与非付费区间的自动售检票闸机和安检设备的联动也要注意客流流线的合理设置及应急疏散时反向客流的有效疏散。

对于地铁与空铁换乘车站,由于对接的站点多为地理区域级别的大交通枢纽节点,客流特点的呈现与城市通勤客流有较大不同,一是人员随身大件行李较多,导致疏散核算过程中要求的宽度不同,二是由于地铁与空港及铁路安检无法做到互信免检,导致进出站的安检设备对应急疏散起到不利影响。对比地铁车站的规模与换乘空港或国铁车站的规模,建议地铁车站的安检尽可能考虑布置在站外安全空间,以最大程度减少客流拥堵造成的次生风险。

对于地铁与其他市域公共交通的换乘车站,相关类型更加丰富,长短途公交枢纽、轻轨、智轨等车站多与商业综合体联建,且位置多位于市中心繁华商业区域中,换

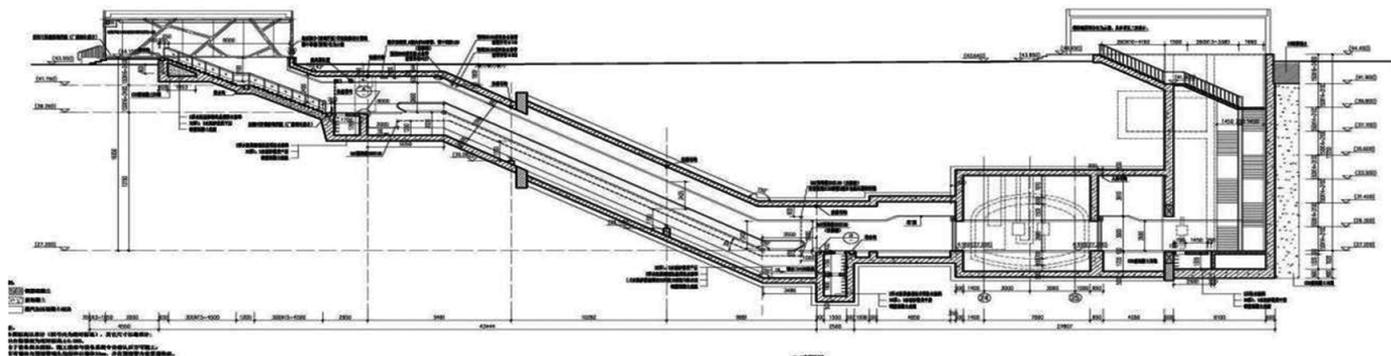


图 1

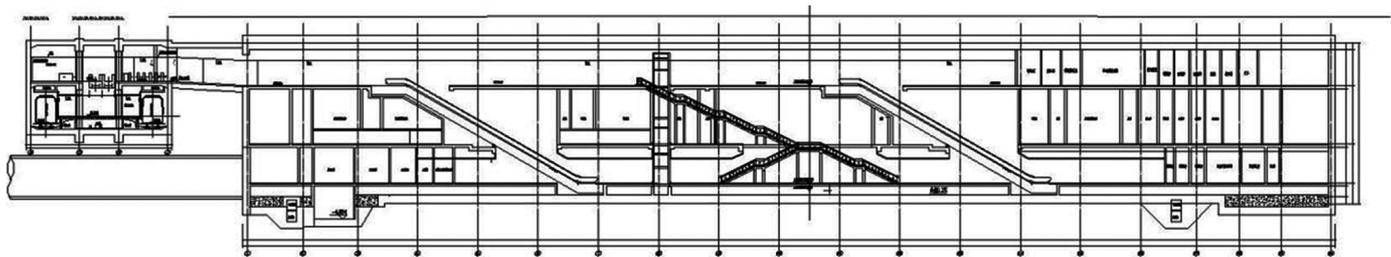


图 2

乘多在地面进行。综上,一方面要注意换乘流线与周边环境的相互位置关系,另要注意车站出地面风亭风井,避免火灾烟气的外排影响区域。

5 地下及高架区间应急疏散的注意要点

地铁中还有一种比较极端和罕见的应急疏散的情况,就是车辆滞留区间,乘客被迫在区间就地进行疏散,最为广为人知的实例就是 2021 年 7 月郑州内涝影响地铁 5 号线的事件。本文仅对在火灾状况下产生区间人员疏散的情况进行分析。

除少数城市的少数快线工程站间距可达 3-5 公里外,城轨系统站间距多处在 1-2 公里的范围内,车辆在尚有动力或有惰行条件下,均应就近进站疏散乘客。但若确无相应条件,地铁司机被迫在区间疏散乘客,应统筹考虑应急手段,合理编制对应预案,充分调动相关设备设施和人员对乘客及滞留人员开展救助。

在地下区间内进行应急疏散时,电客车司机应在第一时间开启全部车门及 TC 车头的逃生门,通过区间疏散平台和轨道间平面进行疏散乘客,并在通知行调后,应尽快寻找区间隧道壁上的 FAS 系统手动消防报警按钮,以帮助控制中心环调人员确认区间火灾位置,启动相邻车站和区间的 SVF、TVF 风机进行通风排烟联动。确保人员顺风疏散至就近车站的安全空间。

在高架区间上进行应急疏散时,相对地下空间要简单一些,但不同的是,司机在疏散乘客之前要先通知行调,确保乘客在疏散的对侧行车区间时的人身安全,避免对向车辆的二次伤害。

6 结语

地铁车站作为轨道交通线网中客流集散的重要节点,结构复杂,内部活动空间有限且相对密闭,容易发生各类安全事故。其中,车站火灾应急疏散一直是研究热点,本文结合多条地铁线路项目的建设运营经验,梳理总结出施工图设计中涉及建筑专业、电梯专业、站台门专业以及相关弱电系统专业应注意的难点和问题,探讨了优化的方案方向,还需要结合现行国家规范和标准,和后续技术发展,进一步持续研究,为地铁车站应急预案优化提供理论参考。

参考文献

- [1]刘江红.基于地铁轨道交通运输能力的影响因素及其策略研究[J].消费导刊,2020,08.
- [2]GB50157-2013.地铁设计规范.
- [3]李伟.地铁车站设计主要原则及内部布局要素分析[J].建筑设计,2021,15.

作者简介:郭霄(1989,10-),女,主要从事沈阳地铁规划设计管理工作。