

地铁火灾事故中乘客安全逃生设计探讨

李梅玲

(广州市公安消防局, 广东 广州 510660)

摘要: 分析了在地铁火灾事故中影响乘客安全逃生的客观因素, 指出了现行地铁设计中存在的缺陷, 并提出改进意见。

关键词: 地铁; 火灾事故; 乘客; 安全逃生; 设计

中图分类号: U12

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2006)09-0185-02

0 前言

地铁交通在城市公共交通中的优势不言而喻, 但历史告诫我们, 近 20 年来, 国内外发生的地铁火灾事故, 都以其惨痛的教训给我们以深刻警示。

广州市地下轨道交通建设已全面展开, 从地铁一号线到三号线, 不到 8 年的时间内, 3 条线路先后投入使用, 其投资规模、速度可谓国内空前。未来 10 年, 广州地铁将形成以地铁一、二、三号线为基本骨架, 北连广州新国际机场, 南抵南沙港, 加上科学城到大学城之间的四号线, 约 170km 左右的轨道交通网。

作为广州最早投入使用的地铁一、二号线, 从消防安全设计及施工方案而言, 两条线路仍存在一定的缺陷。对此, 通过分析影响乘客安全逃生的客观因素和现行地铁设计中存在的缺陷, 进而对消防部队在处置地铁火灾事故时如何有效实施救助进行初步的探讨。

1 影响乘客安全逃生的客观因素分析

地铁是构筑于地下的大容量轨道交通系统, 由于地铁运营环境的特定性等因素, 地铁突发火灾事故, 乘客紧急逃生极其困难, 群死群伤的可能性极大。

1.1 客流量大

广州地铁一、二号线目前建成的总长已超过 41km, 据有关资料显示, 2005 年“十一”黄金周, 一、二号线总客流达 68.8 万人次, 其中一号线 41.2 万人次, 二号线 27.6 万人次。在地铁突发火灾事故情况下, 这么大的客流量, 组织有序疏散很难, 若要确保所有乘客在安全允许的时间内全部逃生, 难度更大。

按《地铁设计规范》第 19.1.19 条规定: “出口楼梯和疏散通道的宽度, 应保证在远期高峰小时客流量时发生火灾的情况下, 6min 内将一列车乘客和站台上候车的乘客及工作人员全部撤离站台”。

现以二号线某站为例, 该站站台至站厅提升高度 3 层, 根据客流情况, 列车远期采取 6 列编组, 通过计算, 该站一列满载乘客列车总人数 1 860 人, 高峰期列车发车间隔 2min, 候车乘客 395 人, 工作人员按 10 人计算, 须疏散人数为 2 264 人, 设计 6min 内疏散能力为 4 470 人, 疏散设计完全可以满足要求。但如上所述, 据统计, 该站 2005 年“十一”黄金周期间瞬间客流达到 8 300 人, 大大超出了该站的疏散能力。

1.2 逃生条件差

(1) 垂直高度深。按《建筑设计防火规范》等消防设计规范的要求, 商业营业厅设置在地下层时, 不应超过地下 3 层, 按常规

最深只设置在地下 12m 左右。而地铁站台站厅一般埋深都在 15m 以下, 如二号线某换乘站, 深入地下达 28.3m, 光台阶就有 100 多级。现正施工的某号线因地质原因, 埋深已达 30 多 m。火灾发生后, 乘客从站台及站厅层仅凭体力往地面逃生, 既耗时, 又耗力, 再加上不可知因素, 安全逃生的把握性不大, 对老弱病残的乘客而言, 更是凶多吉少。

(2) 逃生途径少。地下民用建筑的人员密集场所, 每个分区面积都控制在 2 000m² 以内, 且每个分区安全出口不少于两个, 当与地面出入口地面的高差超过 10m 时, 每 100 人疏散宽度指标约达 1m, 且均为安全系数较大的封闭楼梯间。而按地铁疏散计算方式, 以某广场站为例: 站台至站厅设扶梯 5 台(第 4 号宽 600mm), 设开敞式步行楼梯一座, 宽 2m, 总宽为 5m, 需疏散人数为 2 338 人, 如不考虑扶梯继续运行, 每 100 人疏散宽度指标仅为 0.21m, 且人员均暴露在火场烟气中。

另外, 向上的疏散方式、检票闸机等障碍物挡道, 也严重影响乘客快速逃生。列车若在隧道内发生火灾, 乘客逃生的唯一通道是列车首尾一扇宽度仅为 80cm 的直通式紧急疏散门或宽 60cm 侧平台, 其后果更为严重。1995 年阿塞拜疆巴库发生地铁列车在隧道内起火事故, 造成多人死亡、269 人受伤。

(3) 逃生口不清晰、距离长。城市建成区

地铁站大部分均设有通道连通地下商场(通道中间设有防火卷帘与地铁分隔)。每个站均设有不少于2个直通地面出口,疏散距离普遍较长。如某中心站,设有3条通道和地下商业场所相连通,另设两个直通地面出口,疏散距离均在80m以上。一旦突发火灾事故,乘客往往习惯性从平常行走相对熟悉的路线或盲目跟随他们逃生,这对选择较长路线逃生的乘客来说,被困受害的可能性也就随之增大。

1.3 允许逃生时间短

针对地铁火灾事故,现使用的车厢虽然都是由非燃或难燃材料制造,但车厢内有大量电器产品、有机材料使用的广告牌,特别是站厅层普遍设置有商铺,起火后,快则1.5min,慢则8min之后就会出现对人体有害的气体。2-5min内,车厢内烟雾弥漫就无法看清楚逃生出口,相邻的车厢在5-10min内也会出现相同情形。试验证明,允许乘客逃生只有5min左右的时间。另外,如果乘客的衣物一旦引燃,火势能在短时间内扩大,允许逃生的时间则更短。如韩国大邱庄地铁火灾,大批乘客因吸入有害气体葬身车厢。

1.4 乘客逃生意识差异大

地铁站台(厅)或列车内突发火灾事故后,险恶的灾害环境,使乘客容易产生恐慌及焦虑心理,这对逃生意识较强、通道较熟悉的乘客来说,还能冷静判断险情,相对准确地采取自救措施,安全逃生的可能性也就较大。但就自救意识较差的乘客而言,从众是多数人的选择,争先恐后拥向出口处时,被踩、挤、压倒地后,易导致群死群伤。另外,因恐惧迷失方向后,易导致被困直接致伤或致死。

综上所述,在地铁消防安全设计、使用过程消防监督中,虽然有许多无法避免的困难,如埋深、人员密集等等,但如果能较好地控制可燃材料的使用,保证消防设施完好,提高地铁员工的管理水平,加大安全宣传培训力度,有效防止事故的发生,地铁还是快捷、舒适、安全的最佳城市交通选择。事实证明,地铁在广州市运行将近10年来,仅发生过几起火警事故。未造成人员伤亡,损失较小。

2 现行地铁设计中存在的缺陷及改进意见

2.1 排烟方式介绍

2.1.1 排烟方式介绍

地下铁道区间隧道内的空间相对封闭,一旦发生火灾,产生的热烟气较难控制排除且火灾不易于扑救,容易造成较大伤亡事故。因此,有必要对地铁隧道内火灾发生情况进行分析,找出国产完善的烟气控制方式。

针对现行规范对防排烟方式不够明确的情况,有必要根据各线路地铁的特点作出多种不同方案的防排烟方式,从而加以比较、选择。我们在对二号线验收时,曾对现有的系统进行多种排烟机开启部位和方式、不同吊顶设置方式的测试,才得出现行的地铁防排烟方式较为有效的结论。

(1)隧道发生火灾时的防排烟方式。地铁站建筑构造一般由站厅层、站台层、行车隧道、设备管理用房组成,站台、站厅、管理用房均设置独立排烟系统。当隧道发生火灾时,防排烟方式设定为:关闭全站的通风空调系统,打开隧道屏蔽门和排烟风机,背着乘客方向排走烟气,迎着乘客疏散方向送新风,并通过排烟产生压差,由站厅层出入口,经站台层进行补风。这就要求在建筑结构上,地铁直通地面的出入口、站台、站厅上下连通部位保持畅通无阻。

(2)站台层发生火灾时的防排烟方式。当站台层发生火灾时,防排烟方式设定为:关闭全站的通风空调系统,打开站台层相应防烟分区的排烟风机、打开屏蔽门和隧道风机进行排烟,并通过排烟产生压差,由站厅层出入口进行补风。

(3)设备管理用房发生火灾时的防排烟方式。当设备管理用房发生火灾时,防排烟方式设定为:关闭全站的通风空调系统,设备用房气体灭火系统动作,灭火结束后开启排烟风机进行排气。管理用房发生火灾时,排烟风机开启进行排烟。

2.1.2 现行防排烟方式的缺陷及改进意见

经在二号线隧道、站台、站厅现场发烟进行发烟、防排烟实验,从测试数据看,上述防排烟方式基本能保证20min内能将烟气排完,但仍存在一些有待解决的问题:

(1)出现烟气倒灌现象。《地下铁道设计规范》中要求站外送风、排烟口间距不小于5m,实践证明,5m的距离太近,广州市一、二号线在关闭送风空调系统,开启排烟系统时,非排烟区普遍出现烟气倒灌现象,在室

外观察现场风口,可明显看出排烟口排出烟气因受外界风力影响,部分漂入送风口。

对此,广州市地铁公司高度重视,就排烟口设置问题作了专题实验,并进行科学评估论证,得出:排烟口与进风口、人员出入口应尽可能拉开距离。如不能实现,则应反方向布置,人员出入口应布置在上风向。排烟口百叶建议设置为排烟向上,有利于烟气尽快排向高空。在排烟口处设置挡烟板,形成烟囱效应,强制烟气向上排放。

(2)顶棚设置方式影响排烟效果。站台、站厅顶棚设置方式对排烟效果影响较大,建议尽量减少吊装顶棚。

2.2 现行《地下铁道设计规范》存在的缺陷及改进意见

2.2.1 建议制定消防专项设计技术标准

在《地下铁道设计规范》中有条文提及消防安全设计标准,但不够明确,且严格程度用词多用“宜”表述,可操作性不强,且因各人对规范理解不同,容易造成设计标准不统一。

2.2.2 部分条例提出的要求不全

如《地下铁道设计规范》仅对地下部分提出防火要求,但对地上部分外部出口周围空间,与相邻商铺等可燃物的间距,及室外消防栓设置距离、数量没有规定。

2.2.3 有关内容缺少

现在广州市从公共区至室外最远点疏散距离已达200余m,太不安全,因此设计规范中对室外最远点至车站公共区的直线距离应有所限制,或规定在一定长度内增设辅助出口。此外,对如三号线的长区间,其疏散模式也应列入规范。

广州地铁四号线设置多个地上高架站,现行规范对地下站消防安全设计描述较多,但对地上站未有明确要求,如防火分区的划分方式、疏散距离的计算、消防系统的设置方式等均无法参照执行。经请示,《地铁设计规范》管理组就上述问题给予答复,明确《地铁设计规范》未有明确的地上部分防火要求可按《建筑设计防火规范》执行。

2.2.4 其它设计存在的缺陷及改进

(1)站台、站厅检票系统过多,疏散出口过少。站厅层设置了防止未购票乘客从非购票区进入购票区的自动启闭检票系统,平时只能凭票出入,紧急状态下释放其识别系统,可自由进出,但由于规范对检票口的阻

企业制造柔性理论研究综述

许守任, 何 谦

(重庆大学 经济与工商管理学院, 重庆 400044)

摘 要: 制造柔性是近 20 年来国外管理学者探讨的热点。介绍了国外相关文献中的若干研究方向及其主要成果, 从制造柔性的定义、分类维度、与环境变量的关系等方面对其理论研究进行了回顾; 对制造柔性与企业绩效关系的实证研究进行了归纳总结; 指出了现有研究的不足, 对未来的研究进行了展望。

关键词: 制造柔性; 分类维度; 实证研究

中图分类号: F270

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2006)09-0187-02

0 前言

国外学者对柔性的研究最早源于经济学领域。Hart(1937)认为, 柔性是企业对不确定性的反应, 特别是对需求的波动性和市场的不完善性所做出的反应。Stigler(1939)把柔性定义为“能够支撑较大的产出变动的生产技术特性”, 并从企业成本曲线的角度来研究柔性。20世纪80年代以后, Hayes和Wheelwright(1984)提出了制造柔性的概念, 从此制造柔性的研究得到了迅速发展^[1]。众多学者基于不同的行业背景, 从不同角度对制造柔性进行了相关研究。本文希望通过介

绍国外相关文献中的研究方向及其主要成果, 从制造柔性的定义、分类维度、与环境变量的关系等方面对其理论研究进行回顾, 对制造柔性与企业绩效关系的实证研究进行归纳总结, 以便更深入、全面地了解该领域的理论探讨和实证研究成果, 并为国内制造柔性的研究提供一个基础平台。

1 制造柔性概念的界定

制造柔性最早的概念是由 Hayes 和 Wheelwright(1984)提出的, 他们首先提出制造柔性是市场竞争的一个基本策略。后来的学者从企业不同的战略层次对制造柔性进

行了定义。

(1) 战略管理层面的定义。Gupta 和 Goyal(1989)在 Buzacott 和 Mandelbaum(1985)研究的基础上提出制造柔性的定义: “制造系统应对环境变化或应对由环境变化引起的不确定性而采取不同制造战略的能力”。

(2) 作业管理层面的定义。Nagarur(1992)从运作管理的角度提出制造柔性的定义: “制造系统快速调整相关要素来适应环境变化的能力, 这些要素包括产品、生产工艺、工作负载和机械故障等”。

(3) 基于关键因素的定义。Cox(1989)提出制造柔性的定义是“工厂应对市场条件变

碍设施没有统一规定, 各地铁公司作法亦五花八门, 有些设施直接影响了人员的快速疏散要求。如一号线检票口采用的是转杆式阻碍设施, 释放其识别系统后, 转杆依然横在检票口, 不能形成无阻碍通道, 大大降低了疏散能力, 甚至因有障碍物使乘客不能主动利用检票口作为疏散出口, 或因转杆转速过慢在检票口发生拥挤事件。这个问题在二号线得到改善, 二号线的检票口采用的是平开门式阻碍系统, 但报警后其单一检票口宽度只允许一人通过。

一、二号线紧急疏散出口均不能实现自动开启功能。检票口要通过控制中心手动操作开启, 其它分隔栏栅要工作人员到现场机械操作开启。可靠性和快速反应性均得不到保证。

(2) 应急照明方面所要求的照度太低。在应急照明方面, 虽然规范只要求 0.5-1LX, 能见度只有 10m 左右, 这一点应提高, 并建议将部分(不少于 30%)照明灯接入消防电源, 在火灾时转为事故照明用。

(3) 疏散指示效果不显著。疏散指示标

志应根据公共场所特殊性进行标准化(尺寸放大)。一号线的这个问题比较严重, 在人流密集的时候不能起到连续的作用, 所以在二号线增设了连续性的地面发光疏散指示标志, 效果有了明显改善。

(4) 疏散模式不统一。规范要求距离地面 10m 以上站的扶梯, 事故发生时应上行, 笔者认为应做到全线统一疏散模式, 因为群众很难去分别深浅站, 疏散模式不统一, 容易造成混乱。

(责任编辑: 岑 公)

收稿日期: 2005-12-12

基金项目: 教育部优秀青年教师资助计划(教外师留[2003]406)

作者简介: 许守任(1979-), 男, 云南腾冲人, 重庆大学经济与工商管理学院硕士生; 何谦(1967-), 男, 四川巴中人, 德国马尔堡大学博士, 重庆大学经济与工商管理学院副教授。