

城市轨道交通车站建筑消防设计技术研究

陈时洋

中国铁路设计集团有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i7.8261

[摘要] 由于城市轨道交通车站是人员密集的地方，其建筑结构和功能具有特殊特点，一旦出现火灾，极易导致。然而，现有的消防设计技术在应对复杂重大人员伤亡和财产损失。因此，科学合理的车站建筑消防设计至关重要。城市轨道交通车站随着环境变化千变万化，诸多问题，本文就是要对此城市轨道交通车站建筑消防设计技术研究，并对其特征做了解析，对其关键设计要素及技术的发展趋势作探析，以期提升城市轨道交通车站消防安全性能和取得理论、实践的指导性，为确保城市轨道交通系统安全可靠的运行提供一定的帮助。

[关键词] 城市轨道交通；车站建筑；消防设计技术

Research on fire protection design technology of urban rail transit station building

Chen Shiyang

China Railway Design Group Co., LTD.

[Abstract] Given that urban rail transit stations are densely populated areas, their architectural structures and functions have unique characteristics. In the event of a fire, these areas can easily become hazardous. However, current fire protection design technologies struggle to handle complex situations involving significant casualties and property damage. Therefore, it is crucial to develop scientifically sound and reasonable fire protection designs for urban rail transit stations. Urban rail transit stations are subject to numerous environmental changes, leading to various issues. This paper aims to study the fire protection design technology of urban rail transit stations, analyze their characteristics, and explore key design elements and technological trends. The goal is to enhance the fire safety performance of urban rail transit stations and provide theoretical and practical guidance, thereby ensuring the safe and reliable operation of the urban rail transit system.

[Key words] urban rail transit; station building; fire protection design technology

近年来，城市轨道交通建设规模扩大，加上城市现代化的发展，车站具有建筑规模复杂、客流量大、高峰集中、设备设施多等特点，火灾风险较大，火灾发生后迅速蔓延、烟气扩散，难以疏散。传统消防设计技术在应对这些复杂情况时存在一定局限性，为更好保障车站消防易造成重大人员伤亡和财产损失安全，对城市轨道交通车站建筑消防设计技术展开深入研究十分必要且紧迫。

1.城市轨道交通车站建筑特点

城市轨道交通车站通常呈现大空间、多层结构。站厅作为乘客集散、购票的区域，往往拥有开阔的空间，以容纳大量人流。站台直接服务于列车停靠与乘客上下车，与站厅通过楼梯、自动扶梯等相连，形成多层布局。^[1]此外还有设备管理区，主要是用来安放各种保障车站正常运行的设备设施，各个区域的性质不同、空间布局也不尽相同。车站人流密度大而且集中，特别是早晚高峰期，车站涌动着大量客流，使得车站的人员密度显著增大，需要车站的消防设计能充分考虑到人员密度问

题。分考虑不同时段的人员疏散需求。车站内电气设备众多，从列车运行的动力系统到站内的照明、通信、监控等。车站防火控制的基本条件均是包含大量电线电气以及一些设备，而通风机以及空调系统则非常繁杂，其用于对空气中及温度进行控制调节，但是在火灾事故中将会成为助燃剂以及火灾发展的途径。

2.城市地铁站建筑消防设计的重要因素

2.1 防火分区设计

地铁车站的站台和站厅公共区域应设为一个防火分区，并且站厅公共区域的面积最好不要超过 5000 平方米。地下换乘车站当共用一个，其中消防水泵站厅时，也遵循此面积限制设备和管理用房区域内，每个防火分区的使用面积上限不得超过 1500 平方米。特殊用途房间如房和污水泵房面积可不计入防火分区面积内。地上车站站厅公共区域采用机械排烟时，其防火分区建筑面积最大不大于 5000 平方米，其他部位每个防火分区建筑面积最大不大于 2500 平方米。两防火分区之间应采用。

如果防火墙上安装了观察窗,则需使用甲级防火窗。防火分区的楼板应使用耐火极限不少于3小时的防火墙和甲级防火门进行分隔。楼板的耐火时间不得少于1.5小时。关键设备用房需要与其他区域用耐火时间不少于2小时的隔墙和耐火时间不少于1.5小时的楼板进行分隔。在站内设置的商业网点须相对独立,站厅每个商业面积不大于100平方米、每个商业单位不大于30平方米,且与站厅其他区域需用耐火极限不低于2.00h的防火隔墙或耐火极限不低于3.00h的防火卷帘分隔。站厅每个公共区所需安全出口数量应经计算确定,且每个公共区至少应有2个直通地面的安全出口。车站地下设备及管理区的安全出口不应少于两个,且其中有人值守的防火分区应设置一个直通地面的安全出口。安全疏散的距离。设备及管理用房,站台至安全出口的最远距离和公共区至安全出口的最远距离均不超过50m。设备及管理用房疏散至临近设备及管理用房的疏散通道,房间内疏散的最远距离:从疏散门至最近安全出口的距离,疏散在袋形走道两侧和尽端房间的疏散门至最近安全出口距离,均不超过40m;站厅公共区的每个防火分区的允许建筑面积 ≤ 2000 平方米,站厅设备及管理区每个防火分区的允许建筑面积应满足要求。750平方米以上的挡烟垂壁,其下缘到地面、楼梯或扶梯踏步面的垂直距离必须不少于2.3米。^[2]

2.2 防烟分区设计

烟幕区面积划定应结合车站建筑结构和通风系统,每个烟幕区所占用的建筑面积不宜超过2000m²。比如在一个大站厅空间范围内,结合空间布置和功能分区,将其分成不超过2000m²的数个烟幕区,使每个烟幕区在发生火灾时,均可以独立进行防烟与排烟功能。站厅与站台公共区,根据空间形状、客流路线,运用挡烟垂壁、结构梁及防火门进行分隔,作为小尺度空间独立的烟幕区。在设备管理区,对于面积较小的设备用等进行划分挡烟垂壁的下边缘到达楼层地面或台阶面的垂直高度不得小于2.3米。单独作为一个防烟分区,对于较大的区域,按照规范要求进行合理划分。挡烟垂壁的材质应采用不燃材料制作,长度应根据防烟分区的周长和实际需求确定。根据防烟分区的面积和空间高度,计算所需的排烟量。一般来规定排烟量按不小于60m³/(h·m²)计算,且总排烟量不得小于15000m³/h。例如一个1500m²的防烟分区,排烟量不得小于1500×60=90000m³/h。排烟口位置按计算应为防烟分区顶上设置,且位于走道附近安全出口一侧。为了确保人员在疏散时不会受到影响,相邻边缘之间的水平距离应至少为1.5米。^[3]

2.3 安全疏散设计

每座车站公共区域均至少有2个直通地面的安全出口,且应分散布置,两出口间净距不得小于10米。当换乘车站共用一个公共区时,则按每条线路公共区内至少有2个安全出口计算。地下一层侧式站台车站,每个侧式站台均需设置至少有2个直通地面或其他开敞空间安全出口。公共区出入口应与商业开发等出入口分设,若共用则公共区每个出口必须设置至少有2个安全出口直通地面,且其疏散距离不得超过50米。凡有人值守设备管理区的

每个防火分区至少应有2个安全出口,其中1个直通地面;无人值守设备管理区每个防火分区均应设置1个直通相邻防火分区的防火门作为安全出口或通向公共区安全出口。站台和公共区任何点的疏散距离不宜超过50米。房间的疏散门位于两个安全出口之间时,疏散门距最近安全出口不应超过40米;位于袋形走道两端时,不应超过22米。当站台或楼层的尽头时,疏散通道到最近的安全出口的距离不得超过22米,无论是站台到站厅还是站厅到地面的楼梯和扶梯,均应采用。自动扶梯运营时段增开人行楼梯或备用自动扶梯。供事故疏散的自动扶梯应为一级负荷供电。自动检票机应联动于火灾自动报警系统中,在车站控制室设紧急控制按钮。自动检票机在火灾或断电时处于打开状态,自动检票机和栅栏门的设计在总体上符合安全规范。安装高度不超过8米的消防应急灯具应选择A型灯具,工作电压为直流36伏。车辆的疏散能力应确保乘客能够安全撤离。在各个地点如站厅、站台和通往站外的出入口通道,安装疏散照明设备和疏散指示标志灯,其照度应依照相关标准执行。车站区间隧道内的疏散方向标志灯应以不超过10米的间距进行设置。

2.4 消防设施设计

地铁站及其附属建筑和车辆基地需要安装室外消火栓系统。地下车站的室外消火栓数量应符合灭火救援的要求。车站的站厅、站台、设备层和地下区间的长度要求较大,且至少需要两个,其室外消火栓的设计流量不得低于20升每秒。在30米的人行通道等都要设室内消火栓。地下车站室内消火栓的流量不应小于20L/s,地下车站出入口通道也是如此。少于每秒10升。车站的公共区域、设备管理区、主变电所、其他隧道、地下折返线以及地下区间的室内消火栓设计流量应有人值守的设备房间需按高危险等级配备灭火器。对于地下或封闭的车站大厅、站台公共区域;同一防火区内总建筑面积超过200平方米的地下车站设备管理区,单个地下房间面积超过50平方米且人员经常停留或易燃物较多的地方;超过一列列车长度的地下连续区间和全封闭车道;车站设备管理区内长度超过20米的内部走道,以及超过60米的地下部分,都应符合此要求。换乘、连接及出入口的通道需要安装排烟系统。站厅公共区域内,每个防烟区域的建筑面积不得超过。设备管理区2000m²以内建筑中每个防烟分区的建筑面积不大于750m²。设置挡烟垂壁的部位,其底部距下部地面、楼梯或扶梯踏步面等的垂直距离不应小于2.3m。用于挡烟垂壁的挡烟构件和用于划分防烟分区的建筑结构应使用不燃材料,其耐火极限不应低于0.50h,凸出屋面。在一些特定场所,如车站内的商铺、地下停车场等,应设置自动喷水灭火系统。喷头棚或封闭吊顶不应小于0.5m的布置应依据场所面积、净空高度、物品摆放等进行合理设计,应保证喷水的覆盖面积和喷水强度符合灭火要求。应分别在车站各处设置火灾报警探测器、手动报警按钮、声光报警器等装置。探测器应根据各不同场所的环境特性、火灾危险性特点进行选择,及时准确地检测到火灾信号并报警。

3.城市地铁站建筑的消防设计案例研究

本次以2个典型市轨道交通站点为例, A为大型换乘车站, 主要开通3号线和10号线2条线路, 站厅层面积8000 m², 为“T”型换乘, 换乘3条线路, 日均客流达30万人次。B站为小型车站, 站厅层面积2500 m², 为岛式站台, 无换乘通道, 日均进站客流量为2万人次。换乘功能, 日客流量约5万人次。A站厅通过防火墙和特级防火卷帘划分为四个防火分区, 每个分区面积均控制在2000 m²左右。设备管理区按照管理功能划分防火分区, 重要设备用房成独立防火分区, 面积不超过1500 m²。站台至站厅楼梯4部自动扶梯、2部楼梯, 均匀分布在站台两端和中部。疏散通道按照计算宽度确定, 最窄处为3m。经过模拟测试结果表明, 在最不利工况下, 所有乘客于6min内疏散完毕, A站消防设施设置不合理, 部分设备间配置灭火器数量不符合要求, 依据规定每50m²应配置一具4kg的手提式ABC干粉灭火器, 但面积为100m²的设备间仅配置一具灭火器, 建议按照实际面积大小增加灭火器数量。防烟排烟系统部分防烟分区挡烟垂壁高度设计为2m, 稍低于规范2.3m, 应将挡烟垂壁进行更换。部分排烟口设计为风速达12m/s, 高于规范10m/s要求, 应调整排烟口面积或风机功率。B站厅防火分区面积未超过5000 m², 设备管理区按功能划分分区, 各防火分区面积较均匀合理, 用防火墙、甲级防火门隔断。站台至站厅楼梯2部自动扶梯、1部楼梯, 疏散通道宽度2m。疏散路线短捷, 站台至安全出口最长疏散距离为40m。B站消防设施设置不合理处: 消火栓间距达35m, 大于规范所允许的最大间距30m, 建议调整适当位置设置消火栓。自然通风口面积占防烟分区面积比例为1.5%, 低于规范要求2%, 建议调整自然通风口面积大小, 或者在一定条件下设置机械加压送风系统, 确保火灾状态下通风排烟。

4. 城市地铁站建筑的消防设计技术发展方向

4.1 智能化消防技术应用

在城市轨道交通车站建筑消防设计领域, 智能化消防技术的应用正成为关键发展趋势。智能火灾监测与预警^[4]系统方面, 在车站各区域广泛部署各类智能传感器, 这些传感器通过物联网技术将数据实时传输至监控中心, 学习和分析正常运行状态下的数据模式, 一旦数据出现异常波动, 通过智能数据技术对海量监测数据进行深度分析算法, 准确辨识火灾发生地点和可能发生的概率, 并及时通知车站工作人员或消防机构报警; 消防设备自动控制技术, 发生火灾时, 通过对火灾发生位置、火灾程度等信息, 自动开启对应火场的自动喷水灭火系统, 进行控制喷水的范围和力度, 同时对防烟排烟系统依据火灾的发展情况, 自动调整风机的运转状态, 保证烟雾能尽快排出, 为人员疏散和消防救援争取时间。^[4]

4.2 新型建筑材料与防火技术

在建筑结构方面, 不燃、难燃材料的应用愈发广泛, 比如岩棉板属于不燃材料, 导热系数低, 能有效阻止热量传递, 钢结构建筑常采用防火性能优异的岩棉板作为墙体和屋面材料;

在混凝土结构中, 加入无机纤维等增强耐火材料。为提高耐高温性, 在混凝土中添加耐高温剂以增强混凝土的耐火性能, 使其在高温下还能达到一定的强度。建筑装修材料方面, 难燃木材开始出现, 另外, 不燃人造板材被普遍使用在建筑墙体和吊顶装修。为进一步提高材料的耐火性能, 相关研究人员在绝热材料中添加阻燃材料, 并通过专业设备、国家标准等在不同的火场景中对其进行模拟, 对材料的燃烧性能、耐火极限等进行准确测试。针对被动防火技术创新, 防火涂层技术也有了进一步发展, 新型防火涂料更耐火极限高、附着力强。超薄防火涂层一般常温时不影响建筑的外观, 遇到火时能够迅速碳化膨胀, 形成隔热层。防火封堵技术也有了巨大进步, 新型的防火封堵材料也具有好的堵火及阻火性能。的可塑性和密封性, 能快速填充孔洞、缝隙, 阻止火灾时火焰和烟雾蔓延。^[5]

4.3 虚拟现实与模拟技术在消防设计中的应用

在消防设计领域, 虚拟现实与模拟技术发挥着日益重要的作用, 尤其借助CFD(计算流体动力学)等专业软件的基础上, 逼真模拟火灾发展状况, 能够依据热释放率的大小设计所需的灭火量及类型; 依据烟气的发展流动走向合理设计建筑内防烟分区及排烟设计; 依据温度场分析判断建筑结构在火灾下的安全状态, 从而优化建筑结构防火设计。在疏散模拟中能够计算出不同疏散路径的通过量、人员疏散时间、疏散过程中存在的瓶颈地段等等, 不断优化疏散设计, 使疏散设计具有科学性。

5 总结

由于城市地铁站建筑结构复杂、空间封闭、设备繁多, 所以火灾危险系数大, 一旦发生火灾, 会带来人员伤亡、财产损失等问题, 传统的消防设计技术无法很好解决城市地铁站建筑结构复杂、空间密闭、设备繁多等特点。所以, 城市地铁站消防设计人员需加强先进技术方法的研究, 增强地铁站建筑的防火、灭火及人员疏散性能, 减少火灾事故, 提升轨道交通及乘客、职工的人身安全系数, 减少财产损失, 确保城市轨道交通系统安全运行。

[参考文献]

- [1]陈嘉颖.城市轨道交通车站建筑消防设计的技术难点探讨[J].工程建设与设计, 2023(20): 33-35.
- [2]周伟.轨道交通枢纽车站建筑消防设计研究[J].消防界(电子版), 2023, 9(19): 78-80.
- [3]唐桂林.城市轨道交通车站建筑消防安全研究[J].上海建设科技, 2023(03): 26-28.
- [4]杨莉.城市轨道交通车站建筑消防的技术难点研究[J].城市住宅, 2021, 28(1): 253-254.
- [5]张良.城市轨道交通车站建筑消防设计的技术难点[J].大众标准化, 2021(24): 86-88.

作者简介: 陈时洋(1989—), 男, 汉族, 安徽六安人, 硕士研究生, 研究方向: 轨道交通建筑, 职称: 工程师。