

高层建筑消防安全设计中的应急疏散优化与技术应用

许平平

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]伴随着城市高大建筑物的增多,消防疏散管理以及人员撤离问题成为了当前建筑设计中迫切需要解决的问题之一,而高大建筑物发生火灾的复杂性与疏散的困难性导致了传统的消防疏散设计方案存在着很多不足之处,在此有必要在前期设计时采取科学智能化的设计方案来改善现状。文中以高层建筑消防安全原理为基础,对接收应急疏散路径、疏散口设置、疏散标志指引体系以及人员运动轨迹进行综合研究分析,并结合智能科技手段应用于火警探测、人群检测、实时指引以及决策辅助等方面的应用情况开展阐述。研究发现,在对场所进行合理布局的基础上科学规划疏散路径以及利用现代化科学技术手段可以大大提升场所内人群逃生速度、保护生命安全的同时也给高层公共建筑物消防管理工作提供了理论依据和技术支持。

[关键词]高层建筑;消防安全;应急疏散;优化设计;智能化技术

DOI: 10.33142/ec.v9i3.19270

中图分类号: TU976

文献标识码: A

Emergency Evacuation Optimization and Technical Application in Fire Safety Design of High-rise Buildings

XU Pingping

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the increasing number of tall buildings in cities, fire evacuation management and personnel evacuation have become one of the urgent problems that need to be solved in current building design. The complexity of fires in tall buildings and the difficulty of evacuation have led to many shortcomings in traditional fire evacuation design schemes. Therefore, it is necessary to adopt scientific and intelligent design schemes in the early stage of design to improve the current situation. Based on the principles of fire safety in high-rise buildings, this article comprehensively studies and analyzes the reception of emergency evacuation routes, evacuation exit settings, evacuation sign guidance systems, and personnel movement trajectories. It also elaborates on the application of intelligent technology in fire detection, crowd detection, real-time guidance, and decision assistance. Research has found that scientifically planning evacuation routes and utilizing modern scientific and technological means based on a reasonable layout of the venue can greatly improve the evacuation speed of people in the venue, protect life safety, and provide theoretical basis and technical support for fire management in high-rise public buildings.

Keywords: high-rise buildings; fire safety; emergency evacuation; optimization design; intelligent technology

引言

近年来,伴随城市化发展进程,高楼大厦建设数量剧增,而其结构复杂、人员众多、用途广泛等使得火灾危险性大大增大了,在火灾事件中,由于高层楼宇逃生线路远,逃生停留时间长以及浓烟能迅速蔓延等问题极易造成群死群伤事故的发生,目前传统的消防措施很难适应突发性的复杂的火灾形势。相关研究显示,高层建筑物消防的安全并不是依靠于建筑本身的安全设备,还需要在设计的时候就要合理化的考虑好疏散的问题,并结合一些智能手段加强动态控制处理的能力。本文主要是通过全面的研究高层建筑设计中消防安全的设计原理以及应急疏散设计的方法,在此基础上探索智能化技术对于火灾预警、人员指引、决策辅助的应用,并且给高层建筑防火防灾和逃生避难提供相应的理论指导及技术支持,其文章结构依次是:消防安全设计理念、应急疏散设计思路、智能化技术运用、管理改进措施等几个方面,在此基础上得出结论并对进一

步发展做出展望。

1 高层建筑消防安全设计理论基础

高层建筑消防设计是保证人员生命财产安全的重要一环,在理论方面主要有火灾特性解析、消防法规、人员逃生疏散行为以及安全设置分布等几个部分组成,高层建筑火灾一般具有的特点是火源点无法预知、烟雾弥漫速度快、热辐射温度大、结构火灾扩散途径多变等,以上特征都对人员的安全疏散设计有很大影响,在设计时需要根据建筑类别、层高、用途以及人员数量等信息来确定,并参考国内、外的相关消防条款的规定来进行安全出口个数的确定、安全通道尺寸大小的选择以及消防器材配备情况等能否达到规定的要求。此外,人员疏散行为的研究也为设计提出了行为模型参考,如疏散速率、心理应激、群体效应及拥挤影响等,在此基础上进行疏散走道的设计以及疏散指示标志的设计都有了理论依据。总结起来,高层建筑消防设计不仅仅是对结构及消防设施的布置,更是注重根据合理计算及规则规定来

保证人员的有效迅速的安全撤离,在此基础上也为未来应急疏散的进一步改善以及智能技术的应用打下了理论基础。

2 高层建筑应急疏散优化设计

2.1 疏散路线规划与空间布局优化

疏散通道布置是应急疏散改善的关键所在,在进行疏散通道的设计时必须结合建筑平面形状、功能区划、使用属性以及人群聚集程度等多方面信息来保证着火或者发生紧急情况时人员可以迅速、安全撤出。把疏散通道平均分布在各出口处不仅可以减轻通道压力,避免拥堵、停滞的情况出现,同时也能起到分流疏散人流的效果,从而提升整体疏散速度,而空间组织设计不仅要注重水平面的空间划分,还要关注竖向层面的楼梯、走道、连廊、避难层等部分的设计,使人员能有序、安全地往安全场所撤离。同时,在疏散路线的选择上也要充分考虑火灾发生时烟气流动及视线受阻等情况下的识别可见度和易辨识度,设立统一清晰醒目的疏散指示标志牌、应急灯、导向标示牌、必要的灯光音响警报装置等,帮助人们在混乱情况下能及时辨别出正确的逃生方向做出相应的应对措施,以达到提高疏散速度和空间利用率两方面效果的目的。

2.2 安全出口设置与疏散宽度设计

安全出口是高层建筑物疏散系统的主体部分,它所占的数量多少、设置的位置以及出口宽度都会影响到在发生火灾的时候人员能够顺利的疏散出去的程度和速度。所以在进行建筑的设计时要充分考虑到建筑物的高度、层数、用途与人流密度等因素合理设定出口的数量以及所在的位置,防止出现通道过于集中和拥挤的问题。而对于疏散宽度的设定也必须通过合理的计算得出,要在高峰期能够达到最大的疏散流量的基础上还要严格遵守国家和行业的消防安全的相关规定,在进行出口的布局也要注意结构的安全性以及操作的便捷性,使门能够在火灾的情况下可以方便的打开、顺利通过并且不会因为开关困难而造成堵塞的情况发生。此外,在科学规划楼梯间防火分隔、排烟与通风方面,有助于减少烟气蔓延对于逃生路线的影响,使人们可以在各个层面上以及不同的逃生路径上迅速、安全地抵达安全地带,达到高层建筑疏散系统的设计的最佳方案。

2.3 疏散指示与导向系统优化

疏散指示和导向系统是高层建筑发生火灾时很重要的疏散指导系统,在这方面应该做到有很高的可见度、识别度以及稳定的安全性,保证人们在突发状况下可以及时快速有效的找到疏散的方向。疏散指示导向系统应当使用统一的标志标示、应急灯、荧光灯带、荧光箭头等来达到全方位无死角的指引效果,即使是在浓烟滚滚、黑暗一片、断电的情况下也可以辨别方向。对于指示系统的规划也应当考虑建筑物的功能区分、疏散道路的设计以及人流量的多少等因素,主要集中在疏散出口、走廊转弯处、人员密集区等地方,减少疏散阻塞的现象。智能化导向技术的应

用包括智能指示标志牌、LED 显示屏以及广播播报装置等,在此基础上依据当前的人流状况、火势蔓延程度以及烟雾蔓延状况来调节疏散方向,有序疏散人群,避免拥挤堵塞,进而提高逃生速度,极大化提高了安全系数,使高层建筑疏散指示标志系统朝着更加合理、高效的方向发展。

2.4 疏散速度与流量分析

疏散速率及流量计算是对进行高层建筑疏散方案可行性和安全性评价的主要方式,通过在各种人流量、疏散路径、通道环境中仿真人流流量来估计潜在拥堵点、滞留区以及疏散瓶颈。分析时要考虑到人流的心理行为因素、群体间的相互作用、通道间产生的摩擦力、行为上的滞后性以及突发事件下的急躁情绪对疏散速率影响等,从而得到更准确的数据。依据分析得出的结论,设计师能合理的布置通道尺寸大小、出入口数量以及疏散走向的设计来合理安排人流,使疏散效果达到最好。另外,疏散速度及流速研究为应急方案的编写,疏散演习以及智能化疏散指引系统的设计提供具体依据,使得建筑的设计能将理论计算与实际疏散需要紧密结合起来,进而提高整个高层建筑综合疏散安全性以及对火灾的处置水平。

2.5 疏散效率评价体系

疏散效能评估标准是高层建筑物突发紧急情况疏散计划制定的一个重要参考标准,利用多层次因素来对多种疏散策略做出合理的评判对比,时间参数是指人员从疏散开始点到安全地点所用平均疏散时间和最短疏散时间差,可以体现出存在的滞留隐患;流量参数测定的是走道、楼梯和出口的最高通过量以及在最大疏散情况下能达到的流量限制,为走道大小、出口多少的改进提供参考;危险程度参数以火势蔓延速率、烟雾流动路线、人群行为特性等作为基础,对疏散安全性进行全面评定。^[1]这样一套评价标准能给设计师提供数量化的参考建议,对多个疏散方案进行比较客观地衡量每个方案的好坏,同时也能建立起一个闭环式的改进过程,使从理论推演到方案制定再到最后的应用都有所联系,不断地改进和完善,保障该体系下的疏散方案在复杂的环境中具有极强的操作性以及可靠性,为高层建筑安全管理工作提供科学指导。

3 智能化技术在应急疏散中的应用

3.1 智能火灾报警与监测系统

智能化的火灾探测报警设备采用高灵敏度的传感装置,可以进行实时地监测温度、烟气浓度以及气体种类等情况下的火灾相关指标信息,及时发出火灾警报。通过互联网平台对相关的信息进行传达,从而达到了全方位多角度的监控目的。同传统的火灾报警装置相比较而言,智能化的报警装置具有即时反馈、准确定位以及分析处理等功能,在发生火灾的时候就可以下发逃生命令,而且还可以传递给管理人员火灾蔓延的趋势及危险区域的信息,辅助管理人员做出合理判断并指引群众安全撤离,在很大程度

上减少了延误的时间,降低了火灾的发生概率。

3.2 视频监控与人员行为分析技术

视频监控技术应用于高层大厦应急逃生具有动态监视以及行为分析的作用。利用高清摄像头以及智能视频分析算法可以即时感知人群密度、走动趋势以及可能出现堵塞的地方,解析人群的行为模式来制定最佳的逃生通道,可以在火灾初期探测到滞留、逆向行走或者堵塞等不良举动并及时启动指示装置改变逃生路线,使逃生的过程更加的安全,有条不紊。视频流资料也可以用于事后评价以及对逃生路径进行完善,为以后的设计提出借鉴。

3.3 人员定位与动态疏散引导系统

人员定位技术和无线通讯、RFID、移动设备相互结合,做到建筑物中人员的实时定位,在发生火灾时,逃生指示系统依据当前的人群布局以及逃生状况自动规划逃生路线与疏散标识牌位置,引领人员远离火源点以及拥堵点等危险地带。这种方式可以根据现场的情况及时对逃生路径作出改变,提高了逃生速度以及安全性减少了管理者在突发事件中的指导力度。

3.4 虚拟仿真与数字孪生技术

虚拟仿真及数字孪生技术在设计上给予高层建筑疏散方案最优选择的支持。搭建大楼数字样机并对火灾发生及人类行为进行仿真,可以分析出疏散瓶颈口位置,疏散速率以及停留时间等,进而对疏散路径规划及出入口分布进行调整。数字孪生技术更进一步做到实时数据分析更新模型,使得设计方案及运营管理阶段的疏散管理相链接,给智能化指示系统提供实时参照保障建筑综合安全系数。

3.5 数据驱动的应急管理决策支持

基于数据分析的应急管理平台收集火灾报警、人员定位、视频监控和环境监测信息以实现火灾危险性和逃生状况的监测、实时告警、智能调度、指挥、决策等功能。通过算法和可视化界面,管理人员可以及时掌握火灾趋势以及人群位置,随时调整疏散方案和调配资源等。这一系统可以完成从预警到处置再到疏导再到决策的一系列智能化过程,提升高层楼宇应急处置能力、保障人民群众生命财产安全。

4 高层建筑消防安全管理与优化策略

4.1 设计阶段的安全管理措施

对于建筑设计而言,高大建筑应采取系统的消防安全管理办法来保证疏散路线的设计、出口配置以及标志系统,灭火器等设备均要达到相关要求;同时,在此基础上根据建筑物的具体结构形式、人流量大小以及使用性质来进行疏散演练和风险测算,合理布置室内空间和疏散口的位置等。另外还要建立完整的安全管理制度以及操作程序,使设计内容可以顺利地落实成为实际的操作性的疏散手段,以实现设计中的全方位消防安全。

4.2 智能技术在日常运维中的应用

智能化技术应用于日常维护工作当中起到了重要作

用,利用了火灾预警、人员定位、视频监控、数据库管理等技术手段来实时跟踪建筑的安全状况^[2]。实时的数据收集以及解析可使我们第一时间获知设备出现故障或者存在其它隐患并做出警报或者自主改变疏散指引方案。智能技术的应用提升了日常管理的效果并且保证发生火灾时疏散系统的迅速反应、精确引导,从而给高层建筑中的人员生命安全做出有力的保护。

4.3 疏散演练与应急预案优化

疏散演习是检验疏散预案可实施性及人员紧急处置能力的有效途径。对定期进行模拟火灾演习,以观测疏散通道是否畅通、逃生指示牌是否有效、人员发生火灾时行为表现如何等。并将演习的结果应用于完善疏散程序和预案内容、修正疏散指挥及资源分配、增强群体整体紧急处理能力^[3]。演习同改进两者相辅相成,构成良性循环的调整模式,让高层楼宇消防安全管理工作更为合理有效。

4.4 综合安全管理与持续改进

综合安全管理注重制度建设与技术创新及持续性改进相配合,在制度上明确一系列规章制度、规程以及检修计划等来保障疏散系统与消防设施的有效运转;持续改进依靠对日常观察、训练演习和技术更新,对疏散预案、安全保障做出及时修订和完善,建立一种动态化的闭环式的管理体系。不仅提高了高层建筑物的防火水平而且为应对各种紧急事故提供了合理有效的参考建议,做到建筑火灾预防工作的规范化、智能化和长效化。

5 结语

本文全面探讨了高层建筑设计中消防设计的基本理论知识、逃生疏散的设计改进及智能化技术的应用研究。研究发现,通过合理的设计疏散路径,对安全出口和指示标志进行有效的优化以及结合人员流量统计与效率评估体系,会大大提高疏散速度,减少火灾隐患;智能火灾监测报警、视频监控、人员定位、虚拟仿真、大数据分析等手段,使得高层建筑的逃生疏散具有实时化、智慧性的辅助作用,做到设计、管理与救援相互联系。将来在技术发展和大数据处理方面的不断提高,高层建筑消防安全的设计会越来越注重信息化、数字化、实时化的发展趋势,从而更好地保护人民的生命健康安全以及建筑的安全运行。

[参考文献]

- [1]李亚萍.高层建筑消防安全疏散设计中存在的不足及管理对策[J].中国建筑装饰装修,2022(4):78-79.
- [2]何伟东.高层建筑消防安全设计的核心问题与技术应用[J].工程建设与设计,2025(24):34-36.
- [3]唐就.高层建筑消防安全管理存在的问题及对策[J].今日消防,2025,10(6):67-69.

作者简介:许平平(1992.7—),女,汉族,毕业院校:河北农业大学,现就职单位:河北建筑设计研究院有限责任公司。