

高层建筑火灾疏散影响与方法改进

谢杰呈 陈云辉 柯雪

安徽理工大学

DOI:10.12238/btr.v6i5.4181

[摘要] 本文探讨了高层建筑火灾应急疏散的影响因素并提出改进方法。通过深入研究高层建筑疏散的复杂性,以及应急疏散策略和传统火灾探测器的应用,笔者旨在提出一种多元化火灾探测器,复合感烟和感温元件,实现烟雾和温度同时监测,以最大程度地保证居民的安全并最小化损失。最后展望高层建筑火灾应急疏散的未来研究和发展趋势。

[关键词] 高层建筑; 火灾; 应急疏散; 多元化; 火灾探测器

中图分类号: TU973 **文献标识码:** A

Evacuation Impact and Method Improvement of High-rise Building Fires

Jiecheng Xie Yunhui Chen Xue Ke

Anhui University of Science and Technology

[Abstract] This article explores the influencing factors of emergency evacuation in high-rise building fires and proposes improvement methods. Through in-depth research on the complexity of high-rise building evacuation, as well as the application of emergency evacuation strategies and traditional fire detectors, the author aims to propose a diversified fire detector with composite smoke and temperature sensing components to achieve simultaneous monitoring of smoke and temperature, in order to maximize the safety of residents and minimize losses. Finally, the future research and development trends of emergency evacuation for high-rise building fires are prospected.

[Key words] high-rise buildings; fires; emergency evacuation; diversification; fire detectors

引言

根据2023年应急管理部消防救援局最新数据显示,2022年全国消防救援队伍共接报处置各类警情209.2万起,其中高层建筑火灾事件数量达到1.7万起,所造成的死亡人数为260人,伤者252人,与2021年相比,高层建筑火灾的发生率增长了276%,死亡人数增加了44.4%,受伤人数上升了53.7%。由此可见,高层建筑火灾的发生呈上升趋势。社会经济的不断发展引领了高层建筑数量的逐年增长,而火灾作为一种具有高度突变性和危害性的事故,当其发生在高层建筑中时,由于火势蔓延迅速和人员疏散困难等原因,经常导致严重的人员伤亡和巨大的经济损失。鉴于此,本文致力于深入研究高层建筑火灾应急疏散的方法,旨在最大程度地减少火灾事故对人命和财产的损害。笔者希望通过这一重要问题的深入探讨,为我国的公共安全提供更高水平的保障。

1 影响高层建筑火灾应急疏散的主要因素

1.1 被困人员的因素

火灾的突发性通常会引起被困人员的恐惧和紧张等强烈的情绪反应,这些情绪反应不仅会削弱被困人员的判断力,甚

至可能使他们完全失去判断能力。据调查,高层建筑发生火灾时人们的心理特征体现在归巢性、趋光性、恐烟性和从众性四个方面^[1]。受心理特征作用影响,人们往往会在恐慌中做出危险的行为,如踩踏他人或跳楼等,从而加剧事故的严重程度。此外,人的生理因素,如被困人员的身体状况和疏散速度,也是影响火灾疏散效率的重要因素。一般而言,身体状况与疏散速度成正相关。然而,高层建筑发生火灾时,会产生大量的烟气,而烟气中含有一氧化碳、二氧化碳等气体,如果吸入大量烟气会引发中毒现象,甚至导致死亡。

1.2 高层建筑的因素

高层建筑具有楼层高、人员密集等特点。随着经济迅速发展,高层建筑的数量逐年递增,在同一疏散平面的同一时间内,被困人员的数量呈指数增长趋势,且高层建筑内部结构复杂,设备繁多,大多数建筑装饰材料是可燃材料,一旦发生火灾,火灾蔓延速度极快,烟气受烟囱效应快速向上蔓延,高楼层的人员无法及时撤离,容易造成特别重大事故。

1.3 安全通道不畅通

高层建筑一般有多个安全通道和出口,此结构设计的目的

是便于人员的疏散,但是部分高层建筑的安全通道堵塞、不畅通,造成被困人员无法撤离。往往建筑设计师在设计安全通道时只注意了通常条件下的使用功能而忽视了特殊条件下安全疏散的重要功能^[2]。

1.4 安全管理不到位

高层建筑发生火灾时,被困人员主要是通过安全通道疏散,部分物业的安全监督不到位,易造成安全通道堵塞,影响人员疏散。同时安全管理需要安全投入,该投入无法带来直接经济效益,大多数企业追求更高的生产利润并未将必要资金投入安全管理方面。且高层建筑内的消防设备需要进行定期的检查和维修,部分物业对此监督不到位,造成消防设备无法使用,给被困人员的应急疏散带来安全隐患。

2 高层建筑火灾应急疏散的方法改进

针对高层建筑火灾应急疏散现状,笔者对现存的火灾探测器进行改进:

2.1 设计合理的火灾探测器

目前,我国高层建筑普遍使用感烟探测器和感温探测器等。但现存的火灾探测器存在智能化程度低、探测反应时间长、易误报等不足。例如SD365火灾探测器、SD355T火灾探测器等等。

2.1.1 感烟探测器

在火灾探测过程中,烟雾是最重要的参数之一^[3]。因此,感烟探测器主要是通过监测火灾中出现的一氧化碳、二氧化碳等气体产生的电信号等物理特征实现报警,感烟探测器通常分为离子感烟探测器和光电感烟探测器两类^[4]。此探测器具有适用范围广、使用简单方便等优点,但同时存在误报、警报声音小和探测范围窄等缺点。误报不仅会带来消防人力和物力资源的消耗,还会使人们丧失对火警的紧迫感,从而引发更大的火灾隐患^[5]。

2.1.2 感温探测器

感温探测器可分为点型感温探测器和线型探测器,通过感知高层建筑内的温度实现报警,当温度超过设定的阈值时,感温探测系统会发出警报。其应用较为广泛且结构简单,但仍存在较多不足。现有的感温火灾探测器大都基于热敏电阻温度传感器实现温度探测,其抗电磁干扰能力较差^[6]。同时当高层建筑周围环境湿度过高,会影响感温探测器的响应,且传统的感温探测器的耐热性、耐腐蚀性较差,易发生误报。频繁的误报不但严重降低用户对探测系统工作性能的信任程度,而用户为免受误报干扰之苦,经常导致整个火灾探测系统被用户关闭^[7]。

2.1.3 多元复合火灾探测器

基于目前国内外普遍使用的火灾探测器,笔者设想了一种灵敏度高、耐热性强、误报率低的多元复合火灾探测器。此火灾探测器将烟感和温感传感元件串联连接,且采用双向传感器,感应精准灵敏。同时其采用PC+ABS外壳材质,耐高温、抗腐蚀性强。其还可以与上位机连接,当火灾发生时,火灾探测系统不仅能实现现场报警,而且能及时通知上位机。此外在上位机和现场都可以实现相关参数的设定,使用方便,显示直观^[8]。

高层建筑火灾日益多元化,传统的探测系统探测方式单一,不能满足应急疏散的需要,因此笔者设想了一种多元复合火灾探测器,其直径约98毫米,高度约43毫米,小巧轻便,有效探测范围高达 $30\sim 75\text{m}^2$,而目前普遍使用的火灾探测器的探测范围为 $30\sim 60\text{m}^2$,探测范围小,火灾发生时易出现未报警的现象,3米内报警声音高达85dB以上,且 360° 全方位检测,温感传感器采用高精度热敏传感器,警报响应快,灵敏度高,报警温度为 $55^\circ\text{C}\sim 60^\circ\text{C}$,相对湿度为 $\leq 95\%RH(42^\circ\text{C}\pm 3^\circ\text{C})$,工作温度为 $-20^\circ\text{C}\sim 70^\circ\text{C}$ 。基于火灾探测器的工作环境,采用PC+ABS的耐高温材料,传统火灾探测器普遍采用塑胶外壳,其不阻燃且柔韧性差,火灾发生时未能持续报警。与传统火灾探测器相比,本文提出的火灾探测器传感器探测精度可达0.1Bar,传感器探测速度可达0.06s,运行静态电流低于 $6\mu\text{A}$,节能低功耗,续航时间可达5年,装置具有故障自检的功能,采用304不锈钢,孔径0.5毫米的防虫网减少误报情况。且探测器中的CPU、接口电路等都可以共用,可以大幅度降低工程造价^[9]。在现行的火灾警报系统中,控制器与探测器之间的通讯采取巡检模式,然而在涉及大量探测器的每个回路上,警报的速度相对较慢。为了提高反应速度,笔者引入了一种中断警报的策略来加速警报速度,并在该火灾探测器中得以应用。

探测器的结构采用迷宫设计,迷宫性能的优劣决定了探测器检测烟雾灵敏度的指标^[10]。迷宫设计在火灾探测器中的主要作用是引导并集中烟雾,热空气或其他可检测的物质,从而提高传感器的响应速度和灵敏度。通过精细设计的迷宫结构,使烟雾更均匀地进入探测区,有利于减少误报。且迷宫设计有利于热量散发,防止探测器过热。

传统的感烟探测器普遍最小能够感应 $0.01\mu\text{A}$ 的颗粒,笔者设想的火灾探测器能够感应 $0.005\mu\text{A}$ 到 $10\mu\text{A}$ 的颗粒。且在探测器的结构上设置一个补偿电离室,是采用半封闭焊接结构,不允许烟雾进入,而空气则能缓慢流入用以补偿环境因素所引起的电源的变化^[11]。

复合型火灾探测器的灵活性是其一大优势,因为它可以根据不同的环境条件优先采用烟雾探测或温度探测,增加了探测器覆盖范围,提升了火灾探测的全面性。在一些高危环境,例如化工厂或仓库,复合探测器可以早期检测到火灾,提前进行疏散或灭火,大大提高了人身和财产安全。

复合型火灾探测器另一个创新之处在于其数据处理方式。传统的火灾探测系统通常会分别处理和分析各自传感器的数据。然而,串联的感烟传感器与感温传感器系统则将这两种数据进行集成和交叉分析。这种方法可以提供更全面、更精确的火灾警报,从而使得火灾的早期发现和应对更为及时和有效。

复合型火灾探测器可以根据特定环境或应用的需求,添加或移除特定类型的传感器,从而提供更高的灵活性和可扩展性。通过整合多种传感器技术,提供了更准确的火灾探测,同时减少误报,适应各种类型的火灾,并提供更丰富的火灾信息。这使它们在许多环境和应用中,都比传统的单一传感器火灾探测器更为有效和可靠。

2.2 其他应急疏散方法

高层建筑火灾应急疏散的方法还有制定火灾应急预案、强化防火设计和加强应急通道的监管等方法。例如2020年1月1日发生的一起火灾中,重庆市渝北区的加州花园高层住宅受到严重影响。该事件中,由于消防通道的阻塞而导致灭火救援的延迟,结果火势从该建筑物的第二层迅速蔓延到了第三十层。实际上,这种情况的频繁出现引起了社会深切的关注。因此,强化高层建筑火灾应急疏散的必要性迫在眉睫。

3 高层建筑火灾应急疏散的未来展望

面对高层建筑火灾应急疏散问题,我们持续探索和优化的道路仍然漫长。未来的研究和发展趋势可能会集中在以下几个方面:

3.1 科技支持的疏散策略

随着科技的发展,如人工智能、大数据和物联网等技术可能在火灾疏散策略中发挥重要作用。例如,人工智能可以用于模拟和预测火灾发展和人员疏散的情况,以提供更有有效的疏散指示。物联网设备,如智能疏散指示系统,可以实时监控和调整疏散路线和速度。

3.2 个性化的疏散策略

考虑到建筑物内可能存在的不同人群,例如老年人、儿童、残疾人等。未来的疏散策略可能需要更加个性化,以满足不同人群的疏散需求。

3.3 全球化的视野

火灾是全球性的问题,不同地区的高层建筑可能面临着不同的火灾风险和挑战。因此,将全球化的视野融入到火灾应急疏散的研究中,借鉴和学习不同地区的成功经验,可能会成为未来研究的一个重要趋势。

3.4 跨学科的研究合作

火灾应急疏散是一个涉及到多个学科的问题,包括但不限于建筑学、心理学、社会学、计算机科学等。因此,未来的研究可能会增加跨学科的合作,以便从多个角度和层面理解和解决火灾应急疏散的问题。

高层建筑火灾应急疏散的未来仍然充满了挑战,但也充满了机遇。我们期待通过科技的发展、社会的进步以及全球的合作,能够实现更安全、更有效的火灾应急疏散。

4 结论

综上所述,高层建筑火灾的应急疏散不仅需要考虑人们的心理因素,也必须关注人的生理条件。我们期待通过深入的研究和探讨,为高层建筑火灾的管理和应急疏散提供更有效、更科学的策略和方法,以最大限度地减少人员伤亡和财产损失。近年来,

火灾探测器体积趋向小型化,功能趋向智能化^[12]。因此,笔者提出一种结合感烟和感温功能的复合型火灾探测器,旨在提供精确且迅速的警报反馈,以减少人员伤亡和财产损失。且其适用于环境复杂,易有误报的地方,如厨房、车库、机房等。同时,对于易燃物质较多、火灾风险较高的地方,如化工厂、仓库、电力设施等,也适合使用。

此火灾探测器能有效地同时检测到烟雾和温度的变化,提高了火灾预警的准确度和及时性,降低了误报的可能性。总的来说,感烟感温复合火灾探测器在火灾预警和安全防护方面的应用前景非常广阔。通过本次研究,我们更深入地了解了其工作原理和性能优势,为今后在实际应用中的优化和改进提供了重要的理论依据。

未来进一步的研究可以关注如何将这种复合探测器更好地融入到智能家居和建筑安全系统中,使其性能发挥到极致,最大程度地提高火灾预警的准确性和及时性,从而保护人民的生命财产安全。

[参考文献]

[1]潘燕红.高层建筑消防安全疏散现状问题与对策研究[D].华南理工大学,2013.

[2]张叶,何嘉鹏,谢娟.高层建筑火灾中安全疏散的评价分析[J].中国安全科学学报,2006,(08):115-118+145.

[3]施志成,周勇,程旭东.基于不对称比的火灾烟雾探测器散射角优化[J].中国安全科学学报,2022,32(04):107-112.

[4]揭景耀,刘激扬.感烟火灾探测器[J].传感器技术,1997,(03):19-22.

[5]曹振,刘晓鹏.光电感烟探测器技术及发展趋势[J].消防科学与技术,2023,42(07):986-988+994.

[6]张森.一种点型光纤感温火灾探测器的研究[J].消防科学与技术,2021,40(04):551-553+565.

[7]谢启源,袁宏永,吴龙标.潮湿引起感烟火灾探测器误报研究[J].中国安全科学学报,2004,(01):87-90+1.

[8]田树仁,张铁壁.一种智能火灾探测器系统的设计探讨[J].消防科学与技术,2017,36(10):1407-1409.

[9]冯勇.感烟感温复合探测器[D].合肥工业大学,2007.

[10]邢君玲.感烟感温复合探测器设计[D].燕山大学,2015.

[11]高柏英.介绍两种烟雾探测器[J].消防科技,1983,(04):40-43.

[12]胡君健,谢启源,袁宏永.复合与智能火灾探测技术展望[J].消防科学与技术,2005,(02):199-201.