

建筑结构防火关键技术与工程应用探究

刘小兵

江西欣语水利工程有限公司 江西 宜春 330800

【摘要】：随着材料科学、结构工程、信息技术的发展，建筑结构防火技术已经从传统静态防护逐渐转变为动态、综合防护。现代建筑结构防火技术不仅关注防火材料的选择与应用，更注重系统集成与智能化管理，以适应更高层次的安全需求。随着全球对安全标准的重视，建筑防火规范也在不断更新，推动着防火技术不断创新。本文旨在探讨通过关键技术应用与实践，希望提升建筑结构的防火安全性能。

【关键词】：建筑结构；防火关键技术；工程应用

DOI:10.12417/2811-0528.24.18.020

随着城市化进程的加速和人们安全意识的提高，建筑防火设计已经成为民用建筑设计中的一项重要内容。建筑防火技术的运用不仅关乎建筑本身的安全，更关乎人们的生命财产安全。因此，对民用建筑设计中建筑防火技术的运用进行深入分析，具有重要的现实意义和理论价值。

1 结构的火灾特性

1.1 强度变化

随着温度的升高，钢材的强度呈现出逐步减弱的趋势。在温度较低时，即 $0\sim 250^{\circ}\text{C}$ 之间，钢材的强度基本保持稳定，甚至在接近 250°C 时还会略有增强。然而，一旦温度超过 300°C ，钢材的强度便开始显著下降。达到 500°C 时，其强度降至原来强度的 $1/2$ ；到 600°C 时，强度更是锐减至原来的 $1/6$ 至 $1/7$ 之间。这种强度降低的主要原因是，高温导致钢材晶粒的长大和晶粒界面的移动，使得金属整体强度减弱。同时，高温还激发了钢材内部的扩散、恢复和再结晶等现象，进一步削弱了钢材的强度。

1.2 塑性变化

当温度升高时，钢材的塑性会发生改变。在较低的温度范围内，钢材的塑性变化相对较小。然而，随着温度的持续上升，钢材的塑性逐渐增强。如在 250°C 左右时钢材会出现蓝脆现象，此时塑性有所下降。一旦温度持续升高，超过这一范围后，塑性又会显著上升。这是因为高温使得钢材内部的原子活动能力增强，位错移动更加容易，从而提高了钢材的塑性变形能力。

1.3 硬度变化

温度对钢材硬度的影响较为复杂。一般来说，随着温度的升高，钢材的硬度通常会逐渐降低。在低温阶段，硬度变化相对较小。当温度超过一定值后，如 300°C 以上，硬度下降速度加快，主要是高温促使钢材内部组织结构发生改变，如马氏体

分解、碳化物的转变和聚集等，导致硬度降低。然而，对于含碳量较高的钢材，在 100°C 左右回火时，硬度可能会略有升高，这是由于马氏体中碳原子的偏聚及 ϵ -碳化物析出引起的弥散硬化所致。综上，高温下钢材的物理和力学变化，使得钢结构在火灾中容易发生变形、失稳，甚至坍塌。因此，为了避免建筑中钢结构的火灾危险，需对钢结构进行科学的防火设计，并采取可靠、安全、成本合理的防火保护措施。

2 引发建筑火灾的主要因素

2.1 消防安全宣传不到位

消防安全宣传不到位可能导致建筑火灾的发生和扩大。主要体现在以下 5 个方面：①缺乏消防安全知识和意识的居民、工作人员可能无法正确应对起火时的紧急情况，错失最佳逃生时机，造成人员伤亡和生命财产损失。②由于建筑物内部没有明显的消防标识和指示，居民可能不清楚安全出口的位置，导致起火时发生混乱和堵塞，阻碍逃生。③建筑内的居民或工作人员缺乏防火认识和意识，容易出现一些引发火灾的行为。例如，在建筑内使用易燃物品；未按要求安全使用电气设备，造成电器短路起火甚至爆炸。④缺乏完善的消防宣传和培训容易使建筑物发生火灾，并且难以有效应对火灾事故，从而提高了火灾的风险和危害程度^[1]。⑤消防设施需要定期检查、维护和更新，以确保其有效性。如果缺乏消防安全意识，忽视消防设施的维护，会导致建筑物内部消防设施，如消防水源、灭火器、消防栓等因缺乏维护而老化、失效，在起火时无法起到有效的灭火和救援作用，导致火势得不到控制而迅速蔓延。

2.2 建筑设计不合理

①建筑内电气设计不当可能导致建筑火灾的发生。建筑物的电气系统设计不合理，如电线过载、短路、接地不良等，可能导致电气设备着火。同时，建筑内部电气设备老化严重、维护不及时或者存在设计缺陷。例如，插座、开关、配电箱设计

不合理都可能成为火灾的潜在隐患。②建筑内部缺乏有效的火灾报警和自动灭火系统,并且没有针对电气火灾的应急预案和逃生指引,一旦起火,可能导致火势迅速蔓延无法有效控制,进而加重火灾的危害。③建筑材料的选择和使用不当可能导致火灾加剧。某些塑料、木材会在起火时迅速燃烧,助长火势的蔓延。建筑防火涂料涂抹不均或隔热材料失效,会降低建筑物的耐火性能,导致起火时难以有效阻止火势蔓延。此外,材料之间的接缝和连接部分如果处理不当,也可能成为火焰传播的途径。

2.3 缺乏合理防火分隔设计

在建筑消防过程中,防火分隔设计的合理与否是影响建筑消防安全性的重要因素。对于一些规模较大、结构复杂的建筑物来说,在进行防火分隔设计时,如果没有制定完善的防火分隔方案,就会增加建筑物发生火灾的概率。例如,部分建筑在进行防火分隔设计时,并没有按照规定要求进行设计,在实际的防火分隔设计中,仅仅是采用普通的防火分隔技术,这就导致建筑整体的消防安全性能降低,而且也无法达到对建筑内部的火灾进行有效控制和扑灭的目的。此外,部分建筑在进行防火分隔设计时,没有结合建筑物的实际情况,根据建筑物内部结构和功能要求,进行合理的防火分隔设计。例如,在一些多层、高层建筑中,其内部存在大量的楼梯间和电梯间,如果在这些空间内使用防火分隔技术进行防火分隔设计时,就会增加消防电梯和疏散楼梯之间发生火灾时的安全疏散距离。

3 建筑结构防火关键技术与工程应用

3.1 墙体防火技术

目前,部分建筑工程施工的过程中,为确保墙体结构的内部保温性能,会在外墙部分设置保温结构,但是外墙保温很容易发生火灾,且火灾的蔓延速度很快,材料燃烧后会产生大量有毒气体,导致救火的难度增加,火灾风险问题非常严重,因此,在建筑结构防火的过程中,应科学合理地采用墙体防护技术。1)外墙保温材料的选择。建筑工程外墙保温施工的过程中,为确保防火性能符合标准,按照我国相关规定要求,采用A级或者B级的保温材料,设置防火窗或是隔离带。对于已经建设完成的建筑工程项目,应合理进行外墙的防火改造,选择聚苯板保温材料进行贴面或是装饰物的制作,不仅能够确保施工的便利性、墙体的保温效果,还能改善外墙的美观度。与此同时,施工企业采用A级的保温材料,例如:岩棉板或是玻璃棉等,此类材料的吸水性能较高,但是抗风性能差,因此,应按照当地的环境特点,合理应用材料。另外,施工企业可在外墙保温材料中添加阻燃剂,使保温结构具备防火性能,在发生火灾事故之后阻止火势蔓延,减少着火的风险。2)防火墙的施工。建筑工程企业在墙体结构防火施工期间,应重点进行防火墙的

施工,按照国家标准和施工规范要求,严格控制墙壁的厚度和材料,确保防火墙能够充分发挥阻隔火灾的效用,防火极限在3h以上。在发生火灾的情况下,应保证防火墙具备建筑结构的支撑作用和防火作用,避免建筑工程倒塌,使居民有充足时间撤离或是等待救援。防火墙施工期间,应采用耐高温性能和支撑性能较为良好的空心砖、加气混凝土结构等,为保证防火性能符合标准,在施工后应严格进行检查,避免墙体有裂缝或是孔洞影响防火效果。

3.2 电气防火技术

建筑工程中电气设备和系统故障问题是发生火灾的主要原因,合理采用电气防火技术至关重要,因此,工程企业在建筑结构防火的过程中,应重视电气防火技术的应用。首先,在选择电力设备和材料的过程中,应认真仔细做好分析工作,保证所采用的产品能够与消防安全标准相符,合理设置防漏电的防护设施,以免因为电气设备漏电导致出现火灾事故;其次,电气系统的电缆、电缆横截面、截流,必须要进行校准处理,确保能够处于相对协调的状态;最后,定期开展电气线路的检修工作,按照消防标准规范科学进行自动化监测系统的设置,全面掌握和监测电气线路的变化情况,及时发现并处理电气线路短路或其他问题,以免发生火灾事故,维护建筑居民的生命财产安全。

3.3 钢筋保护层

在民用建筑的结构设计中,钢筋是最常见的建筑材料之一。钢筋在火灾中的性能表现直接关系到建筑的整体安全。钢筋在高温下会失去强度,可能导致建筑结构的失效,因此在防火设计中,对钢筋进行保护显得尤为重要。钢筋保护层的设置是防火设计中的重要措施之一。保护层通常由耐火材料构成,如耐火混凝土、耐火砖等。这些材料能够在火灾中承受高温,保持钢筋的强度和稳定性,从而延缓建筑结构的破坏。钢筋保护层的厚度和耐火性能应根据建筑的防火等级和使用性质进行确定。对于一级防火等级的建筑物,钢筋保护层的厚度和耐火性能要求最高,需要能够承受较长时间的高温侵袭。而对于二级、三级和四级防火等级的建筑物,钢筋保护层的厚度和耐火性能要求则相对较低。除了钢筋保护层外,还可以采用其它防火措施来保护钢筋。例如,在钢筋表面喷涂防火涂料,形成一层防火隔离层,以防止高温直接作用于钢筋。

3.4 合理建筑防火分隔设计

严格控制火灾荷载。为确保防火分隔技术效果,应结合建筑设计要求,严格控制火灾荷载,并结合实际情况对防火分隔进行合理设计。如要在对建筑内部结构进行科学设计的基础上,确保建筑物的防火分区、疏散楼梯等区域的合理布局;对

建筑物内使用到的电缆、电线等进行严格管理,杜绝违规操作情况发生;在建筑物内部安装火灾自动报警系统等。第二,选择合适的耐火极限。耐火极限是指建筑物在受到火灾时保持完整的时间,通常情况下,耐火极限为6h。在进行防火分隔设计时,应根据实际情况选择合适的耐火极限,若建筑面积较大时,则应合理选择耐火极限较高的材料。第三,合理设置防火墙。在对建筑进行防火分隔设计时,建筑工程施工人员需要根据实际情况选择合适的防火分隔方式,满足防火分隔的相关要求。通常情况下,当建筑物的防火分区大于2个时,需要对防火分区之间的防火墙进行设置,即在建筑物的每层楼板与上一层楼板之间设置乙级防火门。

3.5 水平方向安全疏散系统的设计

在横向逃生系统中,走道是最关键的一环设施,因为它不仅是一个出口,它还提供照明以指示逃生方向,且具有灭火和排烟等功能。在进行具体的安全疏散过程中,一是要考虑人员的疏散距离,其中,详细内容包括人员的疏散时间和路线的宽度;二是应该为阶梯的结构做好有效的设计,一般状况下,根据不同的防火分区,设计两个或更多的安全出口,这样才能防止因火灾而造成的安全出口被堵住而无法逃生的状况;三是需要对高层建筑的通道形式展开设计与规划,通常,在高层建筑中,环形步行道是一种较为普遍的通道方式,但在具体条件不允许的情况下也能够采用袋式步行道,不过在设计时应合理地控制其长度。另外,应该在建筑物内设置竖向避难口或缓冲

通道,以方便人员撤离。

3.6 加强地下防排烟设计

通过对新余火灾案例的深刻反思,深知在地下商业建筑中,防止烟气蔓延和有效阻挡烟气,是减少伤亡的关键措施。地下空间由于封闭性强,无法依赖自然排烟,因此,加强地下商业建筑的防排烟设计至关重要。机械排烟系统是地下商业建筑防火设计的核心环节。它要求在任一排烟口(排烟阀)开启时,排烟风机能够自动启动,从而确保在火灾发生时,系统能够迅速响应,有效排出烟雾。这样的设计不仅提高了排烟效率,也为人员疏散提供了更为安全的环境。地下商业建筑的自然通风、正压送风和排烟问题也是不容忽视的难点。自然通风能够借助自然力量实现空气流动,但在火灾发生时,其效果往往有限。因此,需要通过科学的建筑设计提高地下商业建筑的自然通风性能。

4 结语

钢结构防火技术的研究对于确保钢结构建筑的安全具有至关重要的意义。目前,各类钢结构防火技术正处于不断发展和完善中,未来,应进一步加强对防火材料性能的探索,力求在提升其耐久性、环保性和适用性的同时,降低其成本,增强其实用价值。通过持续研究与创新,有望为钢结构建筑提供更加坚实、智能、高效的防火保障,为其在各类建筑领域中的广泛应用奠定坚实基础。

参考文献:

- [1] 栗欣.建筑结构防火关键技术与工程应用探究[J].中国建筑金属结构,2022,11(9):37-39.
- [2] 许清风,李国强,查晓雄,等.建筑结构防火关键技术与工程应用[J].建设科技,2022,15(7):31-33,37.
- [3] 徐琴琴,夏利国,喻春梅,等.建筑结构防火关键技术与工程应用探究[J].电脑爱好者(校园版),2021,23(13):232-233.
- [4] 李鑫辰.钢结构建筑防火保护关键问题及对策[J].模型世界,2022,22(15):122-124.
- [5] 王金平,叶一帆,储德文,等.钢结构建筑防火保护关键问题及对策[J].消防科学与技术,2022,41(4):478-480.