

民用建筑设计中建筑防火设计要点

赵德昌

乌鲁木齐建筑设计研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 民用建筑设计, 建筑防火设计至关重要。设计需遵循相关规范, 合理布局总平面, 确定恰当防火间距, 留出消防车道与救援场地。平面布局上, 科学划分功能分区与防火分区, 设置有效防火分隔。保障安全疏散, 控制疏散距离, 科学配置消防救援设施。建筑构造注重构件耐火极限与封堵。利用BIM、人工智能等新技术提升设计精准度与消防系统智能化水平, 保障安全。

关键词: 民用建筑设计; 建筑防火设计; 设计要点

引言: 在城市化进程加速推进的当下, 民用建筑如雨后春笋般不断涌现, 其规模日益庞大、功能愈发复杂。火灾作为威胁建筑安全的重大灾害之一, 一旦发生, 往往会造成严重的人员伤亡与财产损失, 给社会带来极大负面影响。建筑防火设计作为保障民用建筑安全的关键环节, 不仅关乎建筑自身的结构安全与使用功能, 更与人们的生命财产息息相关。因此, 深入研究民用建筑设计中建筑防火设计要点, 具有重要的现实意义。

1 民用建筑防火设计基础理论

1.1 火灾发展机理与危害

(1) 火灾三要素是构成火灾的基本条件, 三者缺一不可。可燃物涵盖建筑内的木材、塑料、纺织品等各类易燃材料, 其数量与分布直接影响火灾规模; 氧气主要来源于空气, 正常环境中氧气含量约21%, 当含量降至15%以下时火灾会逐渐减弱; 热源即点火源, 常见类型包括电气故障产生的电弧、明火、高温物体热辐射等, 不同热源的点火能力决定火灾发生的概率与初始强度。(2) 火灾蔓延路径通过三种热传递方式实现。热辐射是火灾向远处传播的主要形式, 高温火焰以电磁波形式向周围物体传递热量, 可引发远处可燃物起火; 热对流借助空气流动传播, 火灾产生的热气流上升后, 冷空气补充形成循环, 加速火势在建筑内部空间扩散; 热传导则通过固体构件传递, 如火灾通过墙体、楼板等结构件, 导致火势跨区域蔓延^[1]。

1.2 防火设计核心目标

(1) 保障人员安全疏散是首要目标, 需确保建筑内人员在火灾烟气未蔓延至疏散通道前, 能通过合理设置的安全出口、疏散楼梯等设施, 在安全时间内撤离至室外安全区域。(2) 控制火灾蔓延范围要求通过划分防火分区(防火单元)、设置防火门、防火墙、防火卷帘等防火分隔设施, 将火灾限制在初始区域, 防止火势扩大,

为灭火救援争取时间。(3) 减少财产损失与环境破坏需考虑建筑结构耐火性能, 避免建筑坍塌造成更大损失, 同时减少火灾产生的有毒有害气体对环境的污染。

1.3 防火设计规范体系

(1) 国家标准与地方性法规的衔接中, 国家标准是全国通用的基础标准, 地方性法规需结合当地气候、建筑特点、火灾风险等实际情况, 在国家标准框架下制定更具体的要求, 如寒冷地区对消防水源的特殊规定, 确保规范落地更贴合地方实际。(2) 规范中强制性条款与推荐性条款的区分明确了设计底线与优化方向。强制性条款以“必须”“应”等表述明确, 如疏散楼梯的设置要求, 设计必须严格遵守; 推荐性条款以“宜”“可”等表述提出, 如优先采用自动喷水灭火系统, 设计单位可根据项目实际情况选择, 兼顾安全性与经济性。

2 民用建筑设计中建筑防火设计关键要点

2.1 总平面布局与防火间距

(1) 建筑位置选择需优先避开危险源, 如远离易燃易爆仓库、燃气调压站等设施, 避免火灾交叉影响; 同时考虑地形因素, 地势低洼处需防范雨水倒灌影响消防水源, 坡地建筑需结合坡度规划消防车道, 防止地形阻碍灭火救援。(2) 防火间距计算需按建筑高度与使用功能分级确定: 民用建筑之间最小防火间距通常为6-13m; 幼儿园、医院等人员密集场所, 与其他建筑间距需在此基础上适当加大, 确保火灾时人员疏散与救援空间。(3) 消防车道与救援场地设计需满足实用需求: 消防车道宽度和高度不应小于4m, 坡度不宜大于8%, 尽头式车道需设置不小于12m×12m的回车场(高层民用建筑回车场不应小于15m×15m); 救援场地应与建筑外墙距离5-10m, 长度需覆盖建筑长边或周边长度1/4, 确保消防车停靠与作业^[2]。

2.2 建筑平面布局与防火分区

(1) 民用建筑的平面布置应结合建筑的耐火等级、火灾危险性、使用功能和安全疏散等因素合理布置,需避免火灾荷载集中,如将厨房、锅炉房等明火区域与办公、居住区域分隔,商铺、仓库等易燃物品集中区域应独立划分等,减少火灾蔓延风险,同时保证功能分区之间疏散通道畅通。(2) 民用建筑应综合其高度(埋深)、使用功能和火灾危险性等因素,根据有利于消防救援、控制火灾及降低火灾危害的原则划分防火分区,防火分区面积需满足规范规定的要求。防火分区划分需依托有效分隔设施:防火墙应采用不燃材料,耐火极限不低于3.00h;防火卷帘需具备火灾时自动降落功能,耐火极限不低于3.00h;防火水幕可用于替代防火墙,需保证喷水强度与覆盖范围,有效阻断火势。(3) 特殊空间防火设计需针对性处理:中庭应设置防火卷帘或防火玻璃分隔,防止火灾竖向蔓延;一般消防设备房间、厨房等需采用防火隔墙和防火门与其他区域进行分隔,防止火灾水平蔓延;地下空间需要与地上空间进行有效防火分隔;避难层需与其他区域应采用防火墙分隔等。

2.3 安全疏散设计

(1) 疏散楼梯设置需满足数量与质量要求:综合建筑高度、功能等信息按照规范要求设置不同形式的楼梯间,每层楼梯数量不宜少于2部;疏散楼梯宽度应按每股人流 $0.55\text{m}+0.15\text{m}$ 计算,民用建筑室内疏散楼梯的净宽度一般不应小于1.1m。(2) 疏散距离控制需严格遵守限值:一般民用建筑两个安全出口之间走道两侧房间疏散门至安全出口距离不应大于40m,尽端房间门至安全出口距离不应大于22m(高层不应大于20m);住宅建筑户门至安全出口疏散距离不宜大于10m,住宅户内疏散距离不应大于15m,确保人员快速抵达安全区域。(3) 疏散路径的确立应坚持风险逐级降低(包含越级降低)的原则,应按照危险区域、次危险区域、相对安全区域、绝对安全区域(室外安全区域)的逻辑进行设计,杜绝疏散路径穿越功能房间。

2.4 建筑构造防火设计

(1) 结构构件耐火极限需按建筑耐火等级明确:一级耐火等级建筑,梁、柱耐火极限不应低于2.00h、3.00h,楼板不应低于1.50h;二级耐火等级建筑,梁、柱不应低于1.50h、2.50h,楼板不应低于1.00h,确保火灾时结构稳定,为疏散争取时间。(2) 防火分隔构件需合理选用:防火门按耐火极限分为甲(1.50h)、乙(1.00h)、丙(0.50h)级,疏散通道应采用乙级及以上防火门,常闭防火门需具备自动关闭功能;防火窗需采用防火玻璃,耐火极限与对应防火门一致,防止火焰与烟气穿透^[3]。(3)

管道井、电缆井的防火封堵要求需全面覆盖:井壁采用不燃材料,耐火极限不低于1.00h;每层楼板处需用不燃材料封堵,缝隙填充防火封堵材料;电缆井与其他井道之间需采用防火分隔,防止火灾沿井道竖向蔓延。

2.5 消防设施配置

(1) 消防给水系统需保障供水能力:消防水池有效容积应满足火灾延续时间内用水量;水泵接合器应设置在室外便于消防车使用的位置;室内消火栓应保证有2支水枪的2股充实水柱同时到达室内任何部位。(2) 自动灭火系统需按需配置:建筑高度大于100m的建筑、歌舞娱乐放映游艺场所等需设置自动喷水灭火系统;图书馆古籍库、配电室等不宜用水灭火的场所,应设置气体灭火系统;油罐、易燃液体仓库等场所,需设置泡沫灭火系统,针对性防控火灾。(3) 火灾自动报警系统需确保灵敏联动:根据不同的功能场景设置火灾探测器;系统具备联动控制功能,火灾时能自动启动消防水泵、防烟排烟设施、应急广播等,实现火灾防控一体化^[4]。(4) 防烟排烟系统需科学设计:根据不同的建筑可选择自然通风系统和机械加压送风系统;地下车库、建筑面积大于 500m^2 的无窗房间等,需设置机械排烟系统,确保有效排出烟气。(5) 应急照明与疏散指示系统需保障可靠性:应急照明地面最低水平照度,疏散走道和人员密集场所不应低于 3.0lx ,疏散楼梯间、疏散楼梯间前室、避难层、避难间、消防专用通道等不应低于 10.0lx ;连续供电时间,建筑高度大于100m的建筑不应少于90分钟,医疗建筑、老年人照料设施不应少于60分钟,其他建筑不应少于20分钟;疏散指示标志应设置在疏散走道及转角处距地面1m以下墙面上,间距不应大于20m,确保清晰引导疏散^[5]。

3 民用建筑设计中建筑防火设计优化与新技术应用

3.1 性能化防火设计方法

(1) 与传统规范设计的对比优势显著:传统规范设计以“一刀切”的固定参数为核心,如统一规定防火分区面积、疏散距离,难以适配复杂建筑形态;性能化设计则基于火灾场景模拟,结合建筑功能、人员密度、可燃物特性等个性化因素,通过计算火灾蔓延速度、烟气扩散规律、人员疏散时间等关键指标,制定针对性方案。例如,对造型特殊的异形建筑,传统规范可能限制其设计灵活性,性能化设计可通过验证火灾风险可控性,在满足安全目标的前提下,优化空间布局与构件选型,兼顾安全性与建筑创新性。(2) 典型场景应用以大型商业综合体中庭防火为例:此类中庭通常高度高、空间开阔,传统规范中“防火分区面积不超过 2000m^2 ”的要求难以直接适用。性能化设计通过FDS(火灾动力学模拟)软

件,模拟中庭火灾时热辐射强度、烟气层厚度变化,结合人员疏散模拟软件Pathfinder计算疏散时间。若模拟显示烟气在6分钟内不会蔓延至疏散通道,且人员可在安全时间内撤离,可采用“中庭设置高空消防水炮+分层排烟系统”的方案,替代传统防火墙分隔,既保障安全,又保留中庭的通透空间功能。

3.2 BIM技术在防火设计中的应用

(1) 三维建模辅助防火分区划分更精准高效:传统二维图纸易出现防火分区边界模糊、与其他构件冲突的问题,BIM技术通过建立包含建筑结构、墙体、门窗等信息的三维模型,可在模型中直接绘制防火分区边界线,自动计算分区面积,并实时检查分区是否跨越防火墙、防火卷帘等分隔构件。例如,在住宅项目中,若某防火分区因楼梯间位置调整导致面积超标,BIM模型会即时预警,设计人员可快速调整分区边界,避免后期施工返工。

(2) 疏散模拟与消防设施可视化检查提升设计可靠性:借助BIM模型与疏散模拟软件联动,可导入人员密度、疏散速度等参数,模拟火灾时人员疏散路径拥堵情况,优化疏散楼梯、安全出口的位置与宽度。同时,BIM模型可整合消火栓、喷淋头、火灾探测器等消防设施信息,通过可视化检查,确保设施布置符合要求,避免因二维图纸视角局限导致的设施遗漏或布置不当问题。

3.3 智能消防系统发展趋势

(1) 物联网(IoT)在火灾监测中的应用实现实时精准预警:传统火灾监测依赖手动巡检与定点探测器,存在监测盲区与响应滞后问题;IoT技术通过在建筑内布置温度、烟雾、可燃气体等无线传感器,将数据实时传输至云端平台。例如,在地下车库,IoT传感器可实时监测车辆电池温度,若出现异常升温,平台立即向管理人员发送警报,并联动排风系统启动;在配电室,可燃气体传感器可检测电缆绝缘层老化产生的气体,提前排查火

灾隐患,减少火灾发生概率。(2) AI算法优化疏散路径规划提升疏散效率:传统疏散路径多为固定路线,火灾时易因局部拥堵导致疏散延误;AI算法可结合实时火灾数据(如火灾位置、烟气蔓延方向)、人员分布数据(通过摄像头或手机定位获取),动态规划最优疏散路径。例如,在大型商场火灾中,AI系统可通过分析各区域人员密度与火灾影响范围,向不同区域人员推送差异化疏散指引,引导拥堵区域人员绕行次要通道,优先疏散老人、儿童等行动缓慢人群,缩短整体疏散时间,降低人员伤亡风险。

结束语

民用建筑设计中,建筑防火设计是守护生命与财产安全的坚固防线。从总平面布局的合理规划,到建筑内部防火分区的精细划分;从安全疏散通道的精准设计,到各类消防设施的科学配置,每个环节都紧密关联着建筑的整体消防安全性能。随着时代发展,新技术不断涌现,为防火设计注入新活力。我们必须紧跟步伐,持续优化设计方法,将防火理念贯穿建筑全生命周期,为人们营造更加安全、可靠的居住与工作空间,推动建筑行业稳健前行。

参考文献

- [1]柴慧超.民用建筑设计中建筑防火技术的应用[J].今日消防,2023,8(08):99-101.
- [2]潘炫霖.民用建筑设计中建筑防火设计的运用分析[J].水上安全,2023,(06):25-27.
- [3]秦凯.民用建筑设计中建筑防火设计要点[J].工程建设与设计,2025,(07):127-129.
- [4]严先盛.民用建筑设计中建筑防火技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(09):58-60.
- [5]李岩.民用建筑设计中建筑防火设计的运用分析[J].中国设备工程,2022,(19):251-253.