

# 工业建筑设计中防火分区划分与疏散通道优化策略

宋 雷

湖北省化工研究设计院有限公司 湖北 武汉 430070

**摘要:** 工业建筑生产工艺复杂、物料多样,火灾风险高于民用建筑,防火分区与疏散通道设计是其消防安全核心。性能化设计理念为突破传统规范局限、实现精准设计提供新路径。本文系统梳理防火分区划分理论与方法,明确概念、依据及原则;深入分析疏散通道组成、规范要求与现存短板,构建疏散时间模型与安全评估体系;重点提出防火分区与疏散通道协同优化策略,涉及风险动态分区、布局优化、智能技术应用及特殊场景方案,助力工业建筑消防安全设计精细化、智能化转型。

**关键词:** 工业建筑;防火分区;疏散通道;性能化设计

引言:工业现代化进程加速,工业建筑向大跨度、高层化、功能复合化发展,传统经验式防火与疏散设计难以应对复杂火灾风险。火灾统计表明,防火分区失效和疏散通道拥堵是事故损失扩大的主因。性能化设计以火灾场景模拟和风险量化评估为核心,追求设计方案与实际风险的精准匹配,正成为工业建筑消防安全设计主流。本文聚焦防火分区划分与疏散通道优化,剖析核心理论与设计痛点,构建协同优化体系,弥补传统设计不足,为设计人员提供系统方案,对提升工业建筑消防安全水平意义重大。

## 1 工业建筑防火分区划分理论与方法

### 1.1 防火分区的基本概念与作用

防火分区是指采用具有一定耐火性能的分隔设施,将工业建筑内部空间划分为若干独立区域,以限制火灾蔓延范围、为人员疏散和消防救援争取时间的核心消防设计手段。其核心作用体现在三个方面:一是阻止火灾横向与竖向蔓延,避免火势快速扩散至整个建筑;二是控制火灾产生的烟气扩散,减少有毒有害气体对人员的危害;三是划分消防救援责任区域,便于消防人员精准开展灭火作业。相较于民用建筑,工业建筑的防火分区还需兼顾生产工艺连续性,避免过度分隔影响生产流程。合理的防火分区能平衡消防安全与生产需求,是工业建筑消防安全体系的基础支撑,直接决定火灾事故中的人员生存概率与财产保护效果。

### 1.2 防火分区划分依据

工业建筑防火分区划分需以多维度依据为支撑,核心包括现行消防规范、建筑自身特性及生产工艺需求。现行《建筑设计防火规范》明确规定了不同火灾危险性类别、不同耐火等级工业建筑的防火分区最大允许面积,是划分的基本依据。建筑自身特性方面,需结合建筑结

构形式(如钢结构、钢筋混凝土结构)、建筑高度、建筑面积等参数调整,例如钢结构建筑耐火极限较低,需缩小防火分区面积。生产工艺需求是工业建筑特有的划分依据,需根据物料火灾危险性(如易燃液体、可燃气体)、生产设备布局、工艺流程连续性等因素优化分区边界,避免分区划分破坏生产流水线<sup>[1]</sup>。另外,消防设施配置情况(如是否设置自动灭火系统、防排烟系统)也会影响分区面积,符合条件时可按规范适当扩大分区面积。

### 1.3 防火分区划分原则

工业建筑防火分区划分需遵循合规性、科学性、经济性与协调性四大核心原则。合规性原则是前提,所有划分方案必须严格符合国家及地方现行消防规范,确保分区面积、分隔设施耐火性能等关键指标达标。科学性原则要求结合火灾蔓延规律与建筑空间布局,合理设定分区边界,确保火灾发生时能有效阻隔火势与烟气,例如针对散发可燃气体的区域需独立划分防火分区。经济性原则强调在满足消防安全的前提下,减少分隔设施的建设与维护成本,避免过度设计造成资源浪费。协调性原则聚焦防火分区与生产工艺的适配,划分方案需充分考虑生产设备安装、物料运输、人员流动等需求,确保消防安全与生产效率的平衡,不得因分区划分影响生产流程的连续性与合理性。

## 2 工业建筑疏散通道设计基础

### 2.1 疏散通道的组成与功能

工业建筑疏散通道是由疏散走道、安全出口、疏散楼梯(或室外疏散梯)、避难间等部分组成的完整疏散网络,是火灾发生时人员安全撤离的核心路径。疏散走道作为基础组成部分,需连接建筑各功能区域与安全出口,保障人员通行顺畅;安全出口是人员离开建筑的最终出口,需直接通向室外安全区域或疏散楼梯间;疏散楼梯

(尤其是高层工业建筑)是垂直方向疏散的关键,需具备足够的耐火性能与通行能力;避难间则为高层或大跨度工业建筑提供临时避难空间,为救援争取时间。其核心功能包括:为人员提供清晰、通畅的撤离路径;阻隔火灾烟气侵入,保障疏散过程中的人员呼吸安全;承载疏散高峰期的人员流量,避免拥堵踩踏事故;为消防救援人员提供进入建筑的通道,提升救援效率。

## 2.2 疏散设计规范要求

现行消防规范对工业建筑疏散通道设计提出明确要求,核心涵盖疏散距离、疏散宽度、安全出口数量及设施配置四大方面。疏散距离方面,根据生产火灾危险性类别与建筑耐火等级,规范明确了最远工作点至安全出口的最大允许距离,例如甲类厂房内任一点至最近安全出口的直线距离不应超过30米。疏散宽度需根据疏散人数计算确定,厂房疏散走道净宽度不应小于1.4米,疏散楼梯净宽度不应小于1.1米。安全出口数量要求厂房每个防火分区或每个楼层的安全出口不应少于2个,且相邻安全出口间距需符合规范,避免同时被火灾封堵。设施配置方面,规范要求疏散通道设置应急照明与疏散指示标志,应急照明连续供电时间不应少于90分钟,疏散指示标志间距不应大于20米,确保火灾时人员能快速识别疏散方向<sup>[2]</sup>。

## 2.3 疏散时间模型与安全评估

疏散时间模型是评估工业建筑疏散通道设计合理性的核心工具,主要包括疏散预动作时间、疏散行动时间与安全裕量三部分。预动作时间涵盖人员感知火灾、确认险情、启动疏散的时间,需结合工业建筑人员密度、岗位分布等因素测算;疏散行动时间是人员从工作点通过疏散通道到达安全区域的时间,可通过人员流量与通道宽度的匹配关系计算。常用的疏散时间模型包括水力模型、离散模型等,通过模拟不同火灾场景下的人员疏散过程,量化疏散时间。安全评估以疏散时间模型结果为基础,判断总疏散时间是否小于建筑耐火极限与烟气危险来临时间的最小值,同时评估疏散通道的拥堵风险、烟气侵入风险等。性能化设计中,可通过调整通道布局、优化出口数量等方式,确保评估指标满足安全要求。

## 2.4 现有疏散通道设计问题

当前工业建筑疏散通道设计仍存在诸多共性问题,制约疏散安全性与效率。一是通道布局不合理,部分建筑为追求生产空间最大化,将疏散通道设置在偏僻区域或存在过多转弯,延长疏散距离;二是通行能力不足,未根据生产高峰期人员密度精准计算通道宽度,易导致疏散拥堵;三是安全出口设置不足或分布不均,部分厂

房仅依赖单一安全出口,或多个出口集中在建筑一侧,增加火灾封堵风险;四是设施配置不完善,应急照明亮度不足、疏散指示标志模糊或被遮挡,影响火灾时人员识别路径;五是与生产功能冲突,部分通道被临时堆放物料、设置设备操作台等占用,严重缩减通行空间;六是特殊区域设计缺失,大跨度、高层工业建筑未针对自身特性优化疏散路径,增加疏散难度。

## 3 工业建筑设计中防火分区与疏散通道的协同优化策略

### 3.1 基于火灾风险的分区动态调整

基于火灾风险的动态分区调整是实现防火分区与疏散通道协同优化的核心手段,需结合性能化设计理念开展。首先通过火灾风险评估,明确工业建筑各区域的火灾危险性等级、火势蔓延速度、烟气扩散路径等核心参数;其次根据风险等级划分基础防火分区,高风险区域(如原料仓库、反应车间)缩小分区面积,采用更高耐火性能的分隔设施;再次建立动态调整机制,结合生产工艺变化(如物料更换、产能调整)实时更新风险评估结果,优化分区边界与面积。同时,动态分区需与疏散通道精准匹配,确保高风险区域的疏散通道更短、更通畅,设置独立安全出口,避免与低风险区域疏散路径交叉,通过分区与通道的动态协同,实现火灾风险的精准防控与疏散效率的提升。

### 3.2 疏散通道的布局优化

疏散通道布局优化需以防火分区划分为基础,构建“分区独立、全局连通”的疏散网络。在分区内部,采用直线型或环形布局,减少通道转弯次数,缩短最远工作点至安全出口的距离;合理设置疏散支线,避免单一通道拥堵影响整体疏散。在分区之间,确保不同防火分区的疏散通道通过疏散楼梯间、避难间等实现连通,形成冗余疏散路径,当某一分区通道被火灾封堵时,人员可通过相邻分区通道撤离<sup>[3]</sup>。同时,优化安全出口分布,确保每个分区至少有2个独立安全出口,且出口均匀分布在建筑两侧;结合防火分区边界设置疏散缓冲区域,避免火势直接蔓延至通道入口。另外,严格划分通道功能边界,严禁占用疏散通道,确保通行空间符合规范要求。

### 3.3 智能化技术应用

智能化技术为防火分区与疏散通道协同优化提供技术支撑,可实现动态防控与精准疏散。在防火分区方面,安装智能防火分隔设施(如电动防火卷帘、智能防火门),结合火灾探测器数据自动启动分隔,精准阻隔火势;通过物联网技术实时监测分区内物料堆放、设备运行温度等风险因素,及时预警并调整分区防控策略。在疏散通

道方面,部署智能疏散指示系统,结合火灾场景动态调整指示方向,引导人员避开火灾与烟气区域;利用视频监控与人员定位技术,实时掌握通道内人员密度,预警拥堵风险;通过应急广播系统精准推送疏散指令,结合语音导航指导人员快速撤离。另外,构建消防安全智能管理平台,整合分区与通道的监测数据,实现优化策略的动态调整与远程管控。

### 3.4 特殊场景的针对性策略

#### 3.4.1 大跨度厂房的疏散网络优化

大跨度厂房因空间开阔、人员分布分散,需构建网格化疏散网络实现优化。首先按生产区域功能划分多个小型防火分区,每个分区设置独立疏散通道与安全出口,避免疏散路径过长;其次在厂房中部设置贯穿式疏散走道,连接两侧安全出口,形成“横向贯通、纵向分区”的布局;采用高空疏散通道与地面通道相结合的方式,在大型设备上方设置疏散平台,通过疏散楼梯连接地面安全区域,解决设备遮挡导致的通道拥堵问题。同时,配置智能疏散引导系统,结合烟气扩散模拟数据动态调整指示方向;在通道关键节点设置应急照明增强装置,确保开阔空间内人员能清晰识别路径,提升疏散效率与安全性。

#### 3.4.2 高层工业建筑的避难层设计

高层工业建筑疏散距离长、垂直疏散难度大,避难层设计是协同防火分区与疏散通道的关键。避难层需按规范每15-20层设置一层,其位置需与防火分区边界精准匹配,确保每个防火分区均能快速通达避难层。避难层内部划分独立防火区域,配备充足的应急照明、通风排烟系统、应急物资与通讯设备,保障人员临时避难安全。疏散通道设计需围绕避难层构建垂直疏散网络,每个防火分区设置独立疏散楼梯间,直通避难层与地面安全出口;采用防烟楼梯间设计,阻隔烟气侵入。同时,在避难层设置疏散中转平台,优化楼梯间布局,避免不同楼层人员疏散交叉拥堵;结合智能技术实时监测避难层人员密度,引导人员合理分配避难空间,提升垂直疏散的安全性及效率<sup>[4]</sup>。

#### 3.4.3 地下工业建筑的疏散照明与标识强化

地下工业建筑因空间封闭、自然采光差,火灾时烟气积聚迅速,疏散难度大,需强化疏散照明与标识设计以提升安全性。首先,疏散照明需满足高亮度与长续航要求,主疏散通道地面最低照度不应低于5勒克斯,重要设备区域及转弯处照度需提升至10勒克斯以上;采用双回路供电与应急电源(如EPS),确保断电后持续供电时间不少于180分钟,避免因照明中断引发恐慌。其次,疏散标识需具备高可见性与动态指引功能,除常规固定标识外,应在通道关键节点(如出口、交叉口)设置智能发光标识,结合火灾探测数据动态调整亮度与颜色(如红色警示、绿色指引);利用投影技术或地面荧光标识,在开阔区域形成连续疏散路径引导线,解决传统标识易被遮挡的问题。针对地下空间信号弱的特点,部署无线定位系统,通过人员佩戴的定位卡实时反馈位置信息,辅助智能标识系统精准指引疏散方向,降低火灾事故中的人员伤亡风险。

### 结束语

工业建筑防火分区划分与疏散通道设计的协同优化是提升其消防安全水平的核心路径,需依托性能化设计理念,兼顾消防安全与生产需求。本文明确了防火分区划分的理论与依据,剖析了疏散通道设计的基础与痛点,提出涵盖动态分区、布局优化、智能应用及特殊场景专项方案的协同策略。未来,需进一步结合BIM、人工智能等技术,深化性能化设计的应用,针对新兴工业建筑类型(如智能工厂)开展专项研究,推动工业建筑消防安全设计向更精准、更智能的方向发展,为工业生产安全提供更坚实的保障。

### 参考文献

- [1]张小玲.基于建筑功能需求的消防疏散系统设计研究[J].居业,2024,(05):105-107.
- [2]施艺飞.高层建筑的安全疏散设计分析[J].工程建设与设计,2023,(10):49-51.
- [3]张华毓,许崇崑.刍议机械工业厂区的建筑防火设计[J].工程建设与设计,2023(17):77-80.
- [4]袁爱军.高层建筑防火与安全疏散设计探讨[J].中国住宅设施,2023(3):73-75.