

# 高层工业厂房建筑防火设计研究

周永法

江苏省淮安市消防救援支队, 江苏 淮安 223005

[摘要]在我国制造业不断趋于高端化、智能化背景下,“工业上楼”模式已然转变成城市工业的一个重要发展方向,由此让高层工业厂房建筑逐步增多。与此同时,鉴于高层工业厂房建筑楼层多、体量大、功能复杂、人员聚集且生产材料堆积,让厂房面临极大的火灾风险。因此,在对高层工业厂房建筑开展设计时,应做好防火设计,以提升厂房消防水平。基于此,文章首先阐述了高层工业厂房基本内涵及其种类划分,然后分析了高层工业厂房建筑防火设计影响因素,最后探讨了高层工业厂房建筑防火设计实践路径,以期提升高层工业厂房建筑防火设计水平提供有益参考。

[关键词]高层工业厂房;建筑防火设计;结构耐火;消防救援

DOI: 10.33142/ucp.v2i6.18546

中图分类号: TU270

文献标识码: A

## Research on Fire Protection Design of High-rise Industrial Buildings

ZHOU Yongfa

Huai'an Fire Rescue Detachment, Huai'an, Jiangsu, 223005, China

**Abstract:** With the continuous trend towards high-end and intelligent manufacturing in China, the "industrial upgrading" model has become an important development direction for urban industry, leading to a gradual increase in high-rise industrial buildings. At the same time, given the large number of floors, volume, complex functions, gathering of people, and accumulation of production materials in high-rise industrial buildings, the factory faces a great risk of fire. Therefore, when designing high-rise industrial buildings, fire prevention design should be done well to improve the fire protection level of the factory. Based on this, the article first elaborates on the basic connotation and classification of high-rise industrial buildings, then analyzes the influencing factors of fire protection design in high-rise industrial buildings, and finally explores the practical path of fire protection design in high-rise industrial buildings, in order to provide useful references for improving the level of fire protection design in high-rise industrial buildings.

**Keywords:** high-rise industrial buildings; building fire protection design; structural fire resistance; fire and rescue

新时期,随着我国城市化进程的不断加快,工业用地资源日益紧张,传统单层厂房已难以适应现代工业发展要求。在此背景下,“工业上楼”模式应运而生,并发展成我国制造业高质量发展的一条重要路径。作为一种在高层建筑中开展工业生产、办公、研发的产业空间创新形态,该种模式不仅能够有效缓解土地资源紧张、产业转型升级压力,还可推动产城融合,助力城市高质量发展。其中涉及的高层工业厂房主要指的是楼层高度在24m以上,或者楼层达到多层的工业建筑。高层工业厂房一方面以其集约利用土地、能够很好满足企业生产及发展要求等方面的优势,而受到众多企业的青睐,另一方面鉴于其火灾防控复杂也带来了严峻的火灾隐患<sup>[1]</sup>。从近年火灾事故统计来看,高层工业厂房因疏散困难、扑救难度大,易导致严重人员伤亡与财产损失,这进一步凸显了科学防火设计的紧迫性。对此,在对高层工业厂房建筑开展设计时,必须要提升厂房建筑防火设计水平,保障防火设计可满足厂房的投入使用需求,防止因火灾给企业带来难以估量的损失。

### 1 高层工业厂房概述

高层工业厂房,主要指的是建筑高度在24m以上的

非单层仓库、厂房及其他工业建筑,或者尽管建筑高度没有达到24m以上,但楼层数达到多层及以上的工业建筑。基于《建筑设计防火规范》相关规定,依据火灾危险性不同,可将工业建筑划分成甲、乙、丙、丁、戊类,其中,甲类是指建筑含有爆炸下限小于10%的气体、闪点小于28℃的液体等极易燃烧爆炸的物质;乙类是指建筑含有爆炸下限在10%及以上的气体、闪点在28℃~60℃之间的液体等极易燃烧爆炸的物质,此类建筑火灾风险偏高但次于甲类;丙类是指建筑涉及纸张、木材等可燃固体或含有闪点在60℃及以上的液体,火灾蔓延速度稍慢;丁类是指建筑包含难燃物质,火灾时,不易燃烧;戊类是指建筑含有不燃物品,基本没有火灾风险。在高层工业厂房中,尤以丙类、丁类、戊类相对常见<sup>[2]</sup>。近年来,随着“工业上楼”模式的不断推广,各大城市大量丙类、丁类或戊类高层工业厂房拔地而起,这些厂房同时可实现生产、研发、仓储等功能,功能复合性突出,火灾荷载分布复杂,防火设计同时应对其安全性、灵活性综合考量。值得注意的是,同一栋厂房内可能容纳不同火灾危险性的生产环节,这要求设计时必须进行细致的危险性评估与区域划分,实现风险的有效隔离与管理。

## 2 高层工业厂房建筑防火设计影响因素

### 2.1 建筑特性

高层工业厂房建筑防火设计,受其建筑特性很大程度影响。首先,高层工业厂房楼层高度一般在 24m 以上,由此使得火灾时,热量、浓烟极易经由设备管道井、楼梯间、电梯井等竖向孔洞迅速蔓延,大幅加大人员撤离及火灾扑救难度。其次,高层工业厂房大多采用钢结构或者混凝土结构,尽管施工便捷,但钢结构受高温影响会迅速软化,会引发坍塌风险,要求采取防火板或防火涂料等保护手段,提升其耐火性能;同时混凝土结构具备良好的耐火性,但应保证其构件耐火极限达标。除此之外,高层工业厂房内部空间大多为大开间、大跨度布局,如果防火分区划分不合理,很容易使得火灾水平迅速扩散。针对于此,高层工业厂房建筑防火设计应合理把控防火分区面积,做好竖向防火分隔,并保证建筑主体结构及相关耐火等级要求相符。此外,厂房的外立面构造、幕墙系统以及外墙保温材料的燃烧性能,也是影响火灾竖向蔓延的关键因素,必须在设计初期予以严格规定。

### 2.2 功能需求

高层工业厂房功能复杂,同样是高层工业厂房建筑防火设计的一项重要影响因素。首先,一些生产工艺可能涉及高温设备、易燃易爆物质,大幅提升火灾隐患。同时,厂房内部存在物料、成品密集堆放情况,特别是生产区、仓储等区域倘若未能做到优化分隔,则可能会加剧火势蔓延。还有一些生产工序要投入大型设备或连续生产线,由此可能影响防火分区的有效分隔,或影响疏散通道的畅通性。其次,高层工业厂房还可能设置洁净车间、有限空间等特殊区域,对于其建材、通风及工艺要求也是防火设计需要考虑的影响因素。例如,洁净车间往往要求密闭且使用特定装修材料,其排烟和疏散设计需与洁净要求相协调;而仓储区域的高堆垛存储方式则对自动灭火系统的选型与效能提出了更高挑战。针对于此,高层工业厂房建筑防火设计应当结合实际火灾危险性种类,对厂房物料存储、工艺布局以及疏散体系等进行科学规划。

### 2.3 环境条件

高层工业厂房建筑防火设计还受到厂房周边环境、地理条件等因素一定程度影响。首先,倘若高层工业厂房选址于大风地区,不仅会让火灾迅速蔓延,还会对灭火射流造成不利影响。同时,倘若厂房选址于地震带,则应当对建筑结构、消防设施的抗震性能进行综合考虑。还有厂房周边供水管网能力及消防力量可达性很大程度上影响着外部救援支持力度,倘若外部救援支持有限,则应当保障厂房内部消防系统可靠性。其次,高层工业厂房相邻建筑的特性、距离及方位可能诱发火灾辐射热或者飞火风险,对厂房外墙防火构造、防火间距设计提出了较高要求。特别是在城市建成区,高层工业厂房可能与住宅、商业建筑

毗邻,其防火设计必须充分考虑对周边社区的安全影响,并确保消防车道、救援场地等外部条件得到满足。针对于此,高层工业厂房建筑防火设计还应当对厂房周边环境、地理条件、城市消防基础设施等因素进行综合分析,建立配套完善的被动防火与主动消防方案。

## 3 高层工业厂房建筑防火设计实践路径

### 3.1 防火分区与平面布局设计

防火分区与平面布局设计作为高层工业厂房建筑防火设计至关重要的一环,其设计应当对建筑特性、功能需求及环境条件等因素进行综合分析。

首先,针对高层工业厂房楼层偏高、多为大开间、大跨度布局等特性,应构建网格化、立体化的防火分隔体系。在水平防火设计中,虽然工业生产需要大空间,但切忌以牺牲防火安全为代价。防火设计应严格遵照《建筑设计防火规范》相关规定,引入防火墙、防火水幕、防火隔板等防火设施,做好厂房防火分区。针对需要投入大型设备或连续生产线的生产工序,可通过对生产线核心设备及布局空间开展重点防火保护,在支持连续生产的同时,防范火灾风险。具体可采取设置防火卷帘分隔、在设备周边划定防火隔离带,或采用耐火极限更高的构件围合关键区域等方式。在竖向防火设计中,针对各竖向孔洞垂直穿孔部位应进行防火隔离规划<sup>[3]</sup>。一般而言,可对电梯井道进行密闭处理,但也可根据实际情况,借鉴防烟楼梯间设计方法进行设计。

其次,结合高层工业厂房功能需求,及秉承危险等级梯次布置,推进平面布局。在设计前期,做好对生产工序火灾风险的评估工作,对不同区域火灾危险性种类进行有效明确。在总平面规划上,应当将一些火灾危险性偏高的区规划于厂区边缘位置或者主导风向的下风侧,同时与其他建筑保持合理的防火间距。厂房内部布局应遵循“危险隔离”与“流程顺畅”相结合的原则,即用防火墙、防火门等将高风险区域(如危化品暂存间、喷漆车间)与其他区域严格分隔,同时确保物料和人员流动路线的安全性。

最后,基于高层工业厂房外部环境条件,推进平面布局。倘若厂房选址于大风地区,可选取固定防火窗,或合理控制迎风面开窗面积,减少空气对流对火势蔓延的影响。倘若厂房处于地震带区域,对于厂房防火分区划分则应尽量与结构变形缝、抗震缝进行协调设计,防范由于地震对厂房消防设施造成不利影响。同时,总图设计应确保环形消防车道畅通无阻,并设置不少于两个不同方向的出入口,保证消防救援的时效性。

### 3.2 结构耐火与材料防火设计

做好高层工业厂房结构耐火与材料防火设计,严重影响着建筑承载水平、火灾扑救效果及建筑被动防火能力。

首先,针对高层工业厂房广泛应用的钢结构,应做好对其的耐火保护设计。具体可结合构件的设计耐火极限,引入针对的保护手段。如引入膨胀型、非膨胀型防火涂料,

设计实践中除去要考虑厂房环境、美观要求进行选择,还应保证涂层质量、厚度符合标准。或者引入硅酸钙板、石膏板等防火板包覆,该种耐火保护设计特别适用于洁净厂房或者对涂料存在腐蚀影响的厂房环境。对于暴露在外的钢柱、钢梁等关键承重构件,还可考虑采用混凝土包覆或充水冷却等更为可靠的保护技术。针对高层工业厂房采用的混凝土结构,防火设计过程中应严格控制建筑梁、板、柱的截面尺寸及保护层厚度,确保与相关标准相符。同时,鉴于结构构件的连接节点属于防火薄弱区域,因此应当做好对该部分区域的防火保护处理,保证其耐火极限可达到结构构件的规范要求<sup>[4]</sup>。

其次,为了合理地控制火荷载、避免大火快速延展有必要合理选择建筑物内的装饰材料以及保温材料。在高层工业厂房内要尽量避免使用可燃性装饰材料,尤其是像楼梯间、疏散通道这些防火重点位置的装修材料一定要严格使用不燃材料。而车间生产区、仓库顶板也应该使用不燃材料,底板和侧墙至少要用难燃物品来装饰。购买材料的时候一定要检查燃烧性能等级标签而且尽量挑选产烟毒性较低,燃烧滴落物较少的产品。除此之外,在结构上也可以选择较小的甚至是无缝隙的贴合形式并且按需设定水平防火隔离带来进一步减缓火情蔓延的速度。而对于外墙的保温系统,坚决杜绝易燃产品的出现并保证保温层外面要有一定厚度的不燃材料保护层以此来阻挡外界火源的攻击。

### 3.3 安全疏散与消防救援系统设计

针对高层工业厂房火灾发生时,可能面临的疏散难、扑救难困境,应做好安全疏散与消防救援系统设计。

首先,安全疏散的设计应该以醒目、安全以及迅速为准则,进行系统化的设计。第一,要保证安全出口及疏散走道的醒目程度。车间内要有明显的应急灯以及疏散标识,在火灾的时候也要可以清楚地看到。疏散标识要有智能化的功能,在有火灾的情况下可以根据火灾情况自行改变疏散方向,以免误导人群进入危险区。第二,疏散路线一定要足够安全。针对车间的具体情况,需要合理设计疏散宽度与距离,以便车间内的工作人员可以及时撤离火灾现场。两侧墙壁以及门的耐火等级都需符合要求,同时还需要保证整个疏散过程中无障碍物堆积、楼梯台阶变化等情况出现。第三,根据车间的特点,合理设计相应的避难层以及疏散辅助设备。对于高层厂房来说,必须要设立避难层,除此之外还可以根据厂房的具体情况加装一些如逃生滑梯和消防缓降器等辅助疏散工具作为其他疏散方式的一种有效补充<sup>[5]</sup>。

其次,构建与车间危险性匹配的主动消防系统。第一,

可以根据不同的防火要求来安装一些智能式的感温、感烟探测器,形成一个可靠有效的火灾自动报警系统并与防火卷帘、通风排烟、应急广播等设备进行联动。系统的线路应该采用环形布置方式,并具有巡检及故障报警功能,做到万无一失。第二,建立室内消火栓系统,保证系统水压、水量,尤其在高层部分需要进行竖区分区给水,在合适部位设立消防水泵接合器。也可以建立自动喷水灭火系统,对整个车间内的高危火险部位进行全面保护。对于高货架仓库或者特殊生产工艺区则需要特殊灭火措施,如采用大流量喷头、雨淋系统或者气体灭火系统等。第三,建立防烟、排烟设施,严格按照规范的要求认真做好机械加压送风、机械排烟计算,对前室、楼梯间加压送风以防烟气侵入。而对于车间内部的大空间区域,则需要划分防烟区,并设置相关的机械排烟口、排烟风机,以确保一旦发生火灾,能够及时将里面的烟气、热量排除到室外。排烟系统应与报警系统联动开启,而排烟风机必须能够在 280℃条件下连续工作不少于半小时。

### 4 结束语

总之,高层工业厂房建筑防火设计作为一项复杂的系统工程,务必要充分把握其建筑特性、功能需求及环境条件,构建科学完备的防火体系。依托防火分区与平面布局设计、结构耐火与材料防火设计、安全疏散与消防救援系统设计,推进被动防火与主动消防有机融合,切实提升防火设计水平,保障高层工业厂房消防安全,让“工业上楼”模式得以效益更大化。未来,随着物联网、大数据和人工智能技术的成熟,高层工业厂房的防火设计还应向智慧消防方向发展,实现火灾风险的实时监测、智能预警与精准控制,从而构建更为坚韧高效的消防安全屏障。

#### [参考文献]

- [1]李静.高层工业厂房建筑防火设计要点分析[J].工程建设与设计,2023(12):46-48.
  - [2]赵乐乐.“工业上楼”类高层工业厂房标准化建筑设计研究[J].中国建筑装饰装修,2024(21):69-71.
  - [3]陈驰.综合性工业厂房建筑防火设计思路与实践[J].消防界(电子版),2021,7(20):56-57.
  - [4]张书念,吴戈,肖永健.新能源厂房给排水及消防系统设计关键技术研究——以太阳能电池板厂房为例[J].工程建设与设计,2025(22):40-43.
  - [5]衡武浩.高层工业厂房建筑防火设计探讨——以金山桥园工业园区项目 A 为例[J].住宅与房地产,2021(24):26-27.
- 作者简介:周永法(1972.2—),男,汉,江苏省淮安市,硕士,江苏省淮安市消防救援支队,高级工程师,研究方向:消防监督管理。