

现代工业厂房的消防安全疏散设计优化研究

王晓龙

山西沐风设计有限公司洛阳分公司 河南 洛阳 471000

【摘要】：工业厂房在产线更新、仓储周转、设备夹层和夜班检修中形成复合疏散条件，消防安全疏散设计应同时回应防火分区、人员负荷、出口净宽、消防联动。甲乙类厂房因涉及易燃易爆物质，其疏散距离、出口布置和防爆隔断须执行比丙类厂房更严格的专门要求。本文分析厂房疏散设计背景，梳理分区疏散、快速疏散、消防联动和空间集成原则，提出人数负荷测算、分区路线控制、报警照明排烟联动和冗余出口配置等做法。厂房平面和消防设施进入同一口径后，疏散路线更清晰，出口失效时的备用能力更稳定。

【关键词】：现代工业厂房；消防安全；疏散设计；防火分区；消防联动

DOI:10.12417/2811-0528.26.20.044

现代工业厂房承载生产加工、原料暂存、成品周转、设备检修和人员管理等功能，消防安全疏散设计直接影响火灾初期人员能否在烟气扩散前离开危险区域。传统设计容易把出口数量、疏散距离和应急照明分别校对，产线调整、自动化设备布置和仓储密度变化却会同步改变人员路线。疏散设计优化应以强制性防火规范为底线，把工艺平面、人员负荷、防火分区、消防联动和既有厂房改造纳入同一论证链。火灾危险性为甲、乙类的厂房更应将泄压条件、防爆隔断和疏散路径的协同关系作为设计优化的前置约束。

1 现代工业厂房消防安全疏散设计的应用背景

现代工业厂房疏散设计已从校对出口数量，转向生产组织、储存方式、设备更新与消防联动的空间协同问题。多层丙类厂房、局部夹层、自动化产线及密集货架并存时，工作点位随班组、订单和检修任务动态变化，可用出口与烟气控制状态亦随之改变^[1]。GB55037-2022 确立强制性防火底线，GB50016-2014（2018年版）部分强制条文已被替代。设计优化须将分区划分、疏散距离、净宽尺寸、应急照明及防排烟启动前置至工艺布置阶段。对甲乙类厂房的出口间距、疏散距离及楼梯形式均有专项规定，与丙类厂房存在明显差异。设计优化须按火灾危险等级分类施策，严禁将丙类厂房通用做法直接套用于甲乙类场景。

2 现代工业厂房消防安全疏散设计优化原则

（1）分区疏散原则：出口合理、路线连续。分区疏散原则要求每个防火分区在局部火灾、设备停用或某一出口受阻时仍保留清晰外移路径。生产区与仓储区之间若只用宽通道连接而缺少防火分隔，烟气会沿物流开口进入疏散走道；分区边界过度切割，又会把人员引向折返路线和狭窄门洞^[2]。厂房平面应把安全出口A、安全出口B和封闭楼梯间分散布置，作业点至最近出口的路线不穿越高火灾荷载仓储带，跨分区通行处

设置常闭防火门或火灾时自动关闭的分隔构件。标识和照明要与墙体、货架保持一致。

（2）快速疏散原则：人数负荷匹配净宽。快速疏散原则的核心，是让班组人数、步行距离、走道净宽和出口净宽处于同一计算口径。按现代厂房配置条件，普通生产区按120人班组、38m最大步行距离、1.50m疏散走道净宽和1.20m出口净宽组织；密集装配区人数最多（180人），走道和出口净宽也最大（2.20m/1.50m）；设备夹层人数虽少（24人），但步行距离压缩至28m、指示间距缩至12m，说明净宽和距离须同时响应人员密度、竖向转换和遮挡条件。疏散净宽与人员负荷配置见表1。

表1 现代工业厂房疏散净宽与人员负荷配置

功能区	班组人数 (人)	最大步行距离 (m)	疏散走道净宽 (m)	出口净宽 (m)	疏散指示间距 (m)
普通生产区	120	38	1.50	1.20	20
密集装配区	180	32	2.20	1.50	15
仓储拣选区	90	42	1.80	1.20	18
设备夹层	24	28	1.20	0.90	12
夜班检修区	36	35	1.20	0.90	20
改造施工区	60	30	1.50	1.10	10

（3）消防联动原则：报警确认、防排烟启动。消防联动原则把报警确认、应急照明、防排烟启动和广播指引纳入同一控制序列。火灾早期由探测器、手动按钮或喷淋动作触发信号，消防控制室须识别报警点位所在区域。报警确认后，疏散指示与应急照明先保证人员识别出口方向，防排烟系统再控制烟气侵入走道和楼梯间，广播按分区和出口可用状态发布指令。联动设计不宜全楼一次启动，分区报警和排烟可降低误导。

(4) 空间集成原则：出口、楼梯间和走道顺接。空间集成原则关注出口、楼梯间、走道、门禁和物流开口之间的连续性。现代厂房常把多种功能压缩在紧凑平面内，若安全出口位于货架背后、检修门旁或叉车转弯半径内，平面上满足数量的出口在火灾时会被遮挡或反向拥堵。楼梯间前室、首层外门和室外集结区应形成顺接关系，疏散门完全开启后不能侵占走道有效净宽，门禁和卷帘在火灾状态下应释放或转入可手动开启状态，消防车道也要保持清楚边界。

(4) 甲乙类厂房疏散的特殊约束原则：甲乙类厂房使用易燃易爆物质，疏散设计须遵循更严格约束。GB55037-2022第7.2.2条规定其安全出口间距、疏散楼梯及泄压面积须单独核算，不得套用丙类指标。核心约束：出口应避开泄压面正对方向，疏散门宜向外开启并设于厂房长轴两端；疏散走道与生产区间须设防爆隔墙或抗爆门斗，延缓有毒烟气蔓延；作业点至最近出口距离甲类 $\leq 25\text{m}$ 、乙类 $\leq 30\text{m}$ 。每层至少设两个不同方向出口，间距 $\geq 5\text{m}$ ，禁用袋形走道尽端布置；楼梯间采用防烟楼梯间，前室 $\geq 4.5\text{m}^2$ 。电气及照明须防爆，应急照明持续供电 $\geq 90\text{min}$ 。生产区靠外墙布置，疏散门净宽 $\geq 1.20\text{m}$ ，主要走道 $\geq 1.80\text{m}$ 。既有厂房升级危险等级须重新核算，不得降低标准。

3 现代工业厂房消防安全疏散优化策略

(1) 引入人数负荷测算，实现净宽调节：人数负荷测算应随生产组织变化滚动调整，而不是在竣工图阶段固定一次。自动化产线扩容、包装工位增加、仓储拣选临时用工和设备大修都会改变同一分区内的瞬时人数，疏散走道和出口净宽若仍按原班组配置，局部瓶颈会出现在设备之间、货架端部和楼梯前室^[4]。设计调整可把班组人数、岗位分布、最大步行距离和楼梯平台净宽纳入同一校验表，人员增加时优先调整工位排布和货架退距，再判断是否增设出口或改变分区边界。既有厂房不能拓宽时，应配合班次分流。

(2) 利用分区控制优化疏散路线效率：分区控制将疏散路线从“最近出口”修正为“当前可用且烟气风险较低的出口”。生产区火警时，仓储人员沿外围走道撤至安全出口B；仓储区起火时，生产人员避开仓储开口，经中部走道转向安全出口A或楼梯间。设计要点是让火灾报警分区、防排烟分区、防火分区与人员导向分区对应，避免信号冲突，同时减少折返和烟气

暴露。甲乙类厂房还应将防爆分区与疏散分区叠合，非危险区疏散不得穿越危险区边界，宜利用两侧外墙设独立通道，并以抗爆墙或防爆门斗过渡。

(3) 结合报警与照明，实现指示与排烟联动：报警与照明联动可以把人员可见路径和烟气控制响应同时呈现。消防控制室确认火灾分区后，疏散指示灯按出口可用状态切换方向，应急照明保证走道和门洞处的最低识别条件，排烟风机控制烟气不向主要撤离路径集中。各功能区和疏散路径的联动序列统一响应，便于比较报警、照明、排烟和广播对不同撤离方向的影响。疏散路线与消防联动关系见图1。

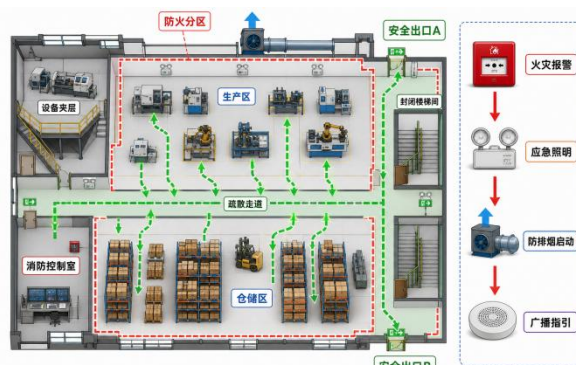


图1 现代工业厂房疏散路线与消防联动示意图

(4) 配置冗余出口，提高疏散可靠性与稳定性：冗余出口解决单一出口失效后的可靠性问题。门洞被烟气、火焰或倒塌货物阻断后，另一出口须承担相邻区域外移需求。冗余设计不是简单增加门洞数量，而是让出口保持分散距离，使通向不同出口的走道不在同一高风险节点汇合，并保证应急照明、疏散指示与门禁释放具备备用关系。既有厂房改造应先清理占用出口的设备货架，再调整防火门方向。

3 结语

现代工业厂房疏散设计优化，核心是让防火分区、疏散走道、安全出口、应急照明、防排烟及广播指引形成一致空间关系。分区疏散保证路线连续，负荷测算控制净宽，消防联动统一报警、照明与排烟，冗余出口提升失效可靠性。甲乙类厂房须将防爆隔断、泄压面避让、防烟楼梯间及防爆设施作为强制性配套，疏散距离和出口按专用指标独立核算，严禁参照丙类标准折减。既有改造与新建项目均应纳入人员组织变化，减少图纸合规而现场不可达的风险。

参考文献：

- [1] 林晖.现代工业厂房建筑设计的优化方案[J].中国建筑金属结构,2023,22(4):117-119.
- [2] 欧阳天泽.现代工业厂房建筑设计策略及实践研究[J].居舍,2025,(32):97-100.
- [3] 陈启新.基于“简洁·安全·绿色”的现代工业厂房设计——以宝树丰厨卫科技有限公司厂房项目为例[J].四川水泥,2025,(7):84-85+147.
- [4] 雷锦锋,米海军,王正高,等.现代工业厂房电气接地系统的可靠性与安全性优化分析[J].中国氯碱,2025,(8):54-56+64.