

化工园区甲类厂房防火间距与防火围护结构设计

丁秀丽

皇冠亚细亚工程技术（武汉）有限公司，湖北 武汉 430073

[摘要]化工园区甲类厂房涉及低闪点液体、可燃气体或具有爆炸危险的生产介质，火灾发展速度快，且易通过热辐射、爆炸冲击和飞散物作用引发相邻建筑次生事故。针对工程设计中仅按单一规范表格确定间距、围护结构与泄压构造相互割裂、节点封堵连续性不足等问题，本文建立“危险性定类—规范体系识别—法定间距校核—事故后果复核—围护结构协同设计—施工验收闭环”的设计方法。研究提出，甲类厂房防火间距应同时满足建筑防火、专项行业标准及园区整体安全风险评估要求，并以热辐射、超压和毒性影响计算结果进行补充校核；防火围护结构则应围绕耐火完整性、隔热性、抗爆与泄压方向控制，重点处理防火墙、钢结构防火保护、门窗洞口及管线贯穿节点。该方法能够提升总图布置与建筑构造之间的协调性，为化工园区新建及改扩建甲类厂房的消防设计提供技术依据。

[关键词]化工园区；甲类厂房；防火间距；防火墙；泄压设计；多米诺效应

DOI: 10.64635/ja.2026.1428

中图分类号: TU892

文献标识码: A

Design of Fire Separation Distance and Fire-Resistant Enclosure Structures for Class A Workshops in Chemical Industrial Parks

Ding Xiuli

Crown Asia Engineering Technology (Wuhan) Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430073, China

Abstract: Class A workshops in chemical industrial parks involve low-flash-point liquids, combustible gases, or production media with explosion hazards. Fires in such facilities develop rapidly and may easily trigger secondary accidents in adjacent buildings through thermal radiation, explosion impact, and flying debris. To address problems in engineering design, such as determining separation distances only according to a single code table, separating enclosure structures from pressure-relief structures, and insufficient continuity of node sealing, this paper establishes a design method involving “hazard classification—code system identification—statutory distance verification—accident consequence review—coordinated design of enclosure structures—closed-loop construction acceptance.” The study proposes that the fire separation distance of Class A workshops should meet the requirements of building fire protection, specialized industry standards, and overall safety risk assessment of the park, while supplementary verification should be conducted based on calculation results of thermal radiation, overpressure, and toxic impacts. Fire-resistant enclosure structures should focus on fire integrity, thermal insulation, explosion resistance, and control of pressure-relief direction, with emphasis on firewalls, fire protection of steel structures, door and window openings, and pipeline penetration nodes. This method can improve the coordination between general layout and building construction, providing a technical basis for fire protection design in newly built, reconstructed, and expanded Class A workshops in chemical industrial parks.

Keywords: chemical industrial park; Class A workshop; fire separation distance; firewall; pressure-relief design; domino effect

引言

甲类厂房是化工园区总图与建筑消防设计中的高风险对象，其危险性不仅取决于建筑面积和耐火等级，还与物料闪点、爆炸极限、反应放热、设备压力、在线存量及人员暴露密切相关。传统设计往往先在总平面图上套用防火间距表，再单独完成建筑专业防火墙和门窗选型，容易

造成两个问题：一是建筑防火间距虽满足常规最低值，但未覆盖装置爆炸超压、流淌火或毒性扩散形成的区域风险；二是围护结构名义耐火极限满足要求，实际却因钢梁穿墙、压型钢板收边、桥架孔洞和防火门联动不完善而失去连续性。现行工程应以《建筑防火通用规范》GB 55037—2022作为强制性底线，并根据项目属性分别衔接《建筑设计防

火规范》GB 50016—2014（2018 年版）、《精细化工企业工程设计防火标准》GB 51283—2020、《石油化工企业设计防火标准》GB 50160—2008（2018 年版）等标准。基于此，本文从风险边界和构造连续性两个维度展开设计分析。

1 甲类厂房防火设计的基础条件

1.1 火灾危险性定类与设计边界

甲类厂房定类不能仅依据项目名称或产品类别，而应逐项核对生产过程中的原料、中间体、溶剂、尾气及副产物。设计阶段应形成物料危险性清单，至少包含闪点、沸点、自燃温度、爆炸下限与上限、相态、最大瞬时存量和操作温压，并将物料信息对应到投料、反应、精馏、过滤、干燥及包装等工序。当同一建筑内存在多种危险性工段时，应分析高危工段占比、分隔条件和事故影响能否局限，不能简单以建筑面积较大的低危工段覆盖局部甲类风险。对使用可燃气、低闪点溶剂或放热失控可能产生大量可燃蒸气的房间，应把正常工况、开停车、清洗置换及异常泄漏均纳入定类。设计边界还应明确厂房是否属于精细化工、石油化工或煤化工工程，因为专项标准对装置布置、控制室位置、承重结构耐火保护和人员集中场所的要求通常严于一般工业建筑。

1.2 规范体系与控制指标衔接

甲类厂房的消防设计应建立分层适用的规范矩阵。第一层为强制性工程建设规范，用于确定人员密集场所、明火地点、建筑耐火性能和基本防火分隔的不可突破底线；第二层为通用建筑设计标准，用于细化厂房之间、厂房与仓库及民用建筑之间的常规间距、建筑构件耐火极限和疏散要求；第三层为行业专项标准，用于解决装置区、罐区、控制室、管廊和辅助设施之间的专业布置；第四层为园区整体性安全风险评估及建设项目安全评价，用于识别热辐射、爆炸超压、毒性扩散和多米诺效应。需要强调的是，防火间距与外部安全防护距离并非同一概念。前者主要控制建筑之间的火焰蔓延和消防扑救条件，后者则面向厂界外人员及重要防护目标的可接受风险。总平面设计应分别计算，并取控制值较大者作为最终布置依

据。若不同标准对同一相邻关系给出的数值不一致，应先判断适用对象和条款层级，再按更严格且与项目工艺相匹配的要求执行。

2 甲类厂房防火间距设计与校核

2.1 总图布置与间距测量原则

甲类厂房应优先布置在生产区边缘或全年最小频率风向的上风侧，并与行政办公、集中控制、食堂宿舍等人员集中区域形成明确分区。总图布置顺序宜先确定不可移动的园区道路、公共管廊和消防设施，再确定高危装置及甲类厂房，最后布置低危险辅助建筑，避免由工艺物流倒逼消防间距。防火间距通常按相邻建筑外墙最近水平距离控制；当外墙存在凸出构件、可燃雨篷或与火灾传播有关的外露设备时，应结合其实际边界复核。厂外附设的可燃介质设备、装卸口、排放口和泄爆面不能机械地被建筑外墙“包络”后忽略，其与相邻目标的关系应按对应设备或装置规定校核。消防车道、扑救场地和管廊穿越区域应在满足净距的同时保持救援通行能力。对于改扩建项目，还应核实相邻企业现状装置、预留地块和规划道路，防止仅以当前空地作为间距终点，导致后续建设后形成新的不符合项。

2.2 法定间距基准与组合判定

在一般工业建筑体系下，甲类厂房通常采用一、二级耐火等级，其与相邻建筑的基准距离应按建筑类别、耐火等级和高度组合确定。表 1 列出常见相邻关系的设计校核基准，用于方案阶段快速筛查；实际工程仍需根据项目所属行业和现行标准逐项复核。甲类厂房与人员密集场所的防火间距不应小于 50m，与明火或散发火花地点不应小于 30m。与普通单、多层民用建筑之间常按不小于 25m 控制；与相邻甲、乙类厂房以及一、二级耐火等级的丙、丁、戊类厂房，常规基准多为 12m。相邻建筑耐火等级降低、建筑高度增加或存在外露可燃构件时，间距应相应增加。虽然相邻较高一侧设置防火墙可在部分建筑组合中获得间距优化，但甲类厂房不宜把“贴墙压缩”作为常规方案，尤其当两侧均存在爆炸危险或泄爆面相对时，应保留事故排散和消防作业空间。

表 1 甲类厂房常见相邻关系的方案校核基准

相邻对象	常用控制值/m	设计说明
甲类厂房（一、二级）	12	不得将泄爆面相对布置；两座甲类厂房即使采用防火墙措施也应保留必要净距
乙类厂房或仓库（一、二级）	12	三级耐火等级时应增大，需核对专项标准

相邻对象	常用控制值/m	设计说明
丙、丁、戊类厂房（一、二级）	12	三级、四级耐火等级通常分别按 14 m、16 m 复核
高层工业建筑	13	同时核查消防扑救面、外墙开口及高位坠落物风险
普通单、多层民用建筑	25	生产辅助生活用房按民用建筑性质判定
人员密集场所	50	属于强制性底线，不应通过一般防火墙措施折减
明火或散发火花地点	30	包括固定火源及正常运行可能产生火花的工艺地点

注：表中数值用于一般方案筛查，不替代精细化工、石油化工、煤化工等专项标准及安全评价结论。

2.3 间距不足条件下的优化路径

当用地受限导致间距不足时，设计应先通过平面重排解决，而不是直接以防火墙作为唯一补偿。可优先采用四类措施：其一，旋转厂房或调整设备布置，使泄爆面、门窗洞口和高热负荷设备背离相邻建筑；其二，将储量较大的中间罐、溶剂计量罐外移至独立设施，降低厂房内事故源强；其三，把非危险辅助房间布置在靠近相邻低风险建筑一侧，形成内部缓冲带；其四，通过缩短物料管线、设置远程切断和泄漏收集设施，限制泄漏持续时间。若仍需采用防火墙优化，应验证墙体高度、长度、耐火极限及与屋面的封闭关系，并核查墙后区域是否仍受爆炸超压或有毒气体影响。防火墙只能削弱火焰和热辐射传播，不能替代外部安全防护距离，也不能消除泄爆冲击。对园区内企业边界相邻的情形，还应开展跨企业多米诺效应分析，明确相邻装置停工、消防联动和应急疏散接口。最终方案应同时通过总图消防审查、安全设施设计审查和园区规划条件核验，形成可追溯的间距校核表。

3 防火围护结构与关键节点设计

3.1 防火墙与外墙体系构造

甲类厂房围护结构设计应把“防火分隔”和“爆炸泄压”分开处理。防火墙承担阻止火焰、烟气和高温向相邻防火分区传播的功能，应采用不燃材料并保持从基础、楼板至屋面体系的连续性；泄压墙或轻质屋面则用于在爆炸初期释放压力，应布置在人员较少、无重要设备且不面向相邻建筑和主要道路的方向。两种构造不能互相替代，更不应在同一墙段上同时追求高刚度防火分隔与低开启压力泄压。钢筋混凝土防火墙宜重点验算高温下的稳定性和墙顶侧向约束，砌体防火墙应设置可靠拉结并避免由钢柱变形拉裂。采用钢框架与轻型围护体系时，防火墙宜独立支承或采取允许主体结构变形的滑移连接，防止火灾中钢梁挠曲将墙体推倒。彩钢夹芯板应采用不燃芯材，墙面檩条、收边件和保温层在防火墙两侧不得形成连续可燃通道；屋面与防火墙交接处应设置不燃封堵和可靠泛水，避免火

焰从屋面构造层绕越。

3.2 门窗洞口与贯穿节点控制

防火围护结构失效多发生于洞口而非墙体主体。甲类厂房防火墙原则上应减少开口，确因物流或疏散需要设置时，应选用与分隔等级匹配的甲级防火门，并配置闭门、顺序和状态反馈装置；常开防火门应与火灾报警系统联动关闭，门扇开启范围不得被管道、托盘或堆物占用。防火窗不宜兼作日常泄压窗，外墙泄压构件应单独设计并控制开启方向。电缆桥架、风管、工艺管线穿越防火分隔时，应按照贯穿物材质、孔洞尺寸和位移特点选用具有试验依据的防火封堵系统，不能仅用防火泥表面抹平。可燃介质管道应尽量避免穿越防火墙；无法避免时，应结合紧急切断、套管密封、耐火包覆和两侧支架设置，防止管道受热位移破坏封堵。风管穿越处应设置符合要求的防火阀，阀体与墙体之间采用不燃材料严密封堵。对钢梁穿墙、压型钢板波峰、檩条空腔及电缆密集区，应绘制 1：10 或 1：5 节点详图，并明确材料型号、填塞深度、锚固方式和允许变形量。

3.3 结构耐火保护与施工验收

甲类厂房常采用钢结构，承重构件的耐火性能应与建筑耐火等级、火灾荷载和自动灭火条件协调。设计阶段应根据构件截面系数和目标耐火时间确定防火涂层厚度，不能统一套用同一厚度；对柱脚、梁柱节点、支撑连接板和被设备遮挡区域，应保证涂层连续。存在溶剂蒸气、腐蚀性气体或频繁冲洗环境时，应核查防火涂料与防腐底漆的相容性，并设置耐候面层。施工验收宜形成材料进场、基层处理、过程测厚、粘结强度和外观缺陷五级控制。防火墙砌筑或浇筑完成后，应逐一检查墙顶、墙根、变形缝和洞口封堵；防火门应进行关闭时间、顺序器和反馈信号测试；防火封堵应按分区建立影像台账和二维码点位。对于改扩建工程，还应在设备安装完成后实施二次复查，因为新增桥架、仪表管和通风管最容易破坏原有分隔。竣工前可采用烟气可视化或局部压差试验检查隐蔽缝隙，并将围护结构缺陷纳入消防设施联动调试。通过“设计节点清单—样板先行—隐蔽验收—联动测试—运

维巡检”的闭环,可使图纸规定的耐火性能转化为实际可靠的防护能力。

4 结论

化工园区甲类厂房防火设计的核心,不是孤立追求某一项最小间距或某一种高耐火墙体,而是建立事故源、空间距离和围护结构之间的协同屏障。首先,应以物料与工艺为基础完成火灾危险性定类,并根据项目属性构建强制性通用规范、建筑标准、行业专项标准和安全评价相衔接的控制体系。其次,防火间距应在法定基准上叠加热辐射、爆炸超压、毒性扩散及多米诺效应校核,防火间距与外部安全防护距离分别计算并取严格值。最后,围护结构应明确防火墙与泄压面的功能边界,重点保证墙体、钢结构保护、门窗及贯穿节点的耐火连续性。对于间距不足的改扩建项目,应优先采用总图重排、危险源减量和朝向优化,防火墙仅作为经过论证的被动防护措施。该设计路径能够

减少“总图合规但事故风险未受控”以及“墙体合格但节点失效”的工程偏差。

【参考文献】

- [1]千春玲.聚烯烃催化剂装置工艺设备布置及防火间距控制研究[J].化工设计通讯,2026,52(4)101-103.
- [2]张媛媛.水泥工厂设计中建筑防火间距问题的探讨[J].中国水泥,2025,(10)46-49.
- [3]许同安,邓命,赵非.城市给水厂建筑防火防爆设计探讨[J].价值工程,2025,44(17)17-19.
- [4]中华人民共和国住房和城乡建设部.石油化工企业设计防火标准:GB 50160—2008(2018年版)[S].北京:中国计划出版社,2018.
- [5]国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会.危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法:GB/T 37243—2019[S].北京:中国标准出版社,2019.