

系统性防患原则下的石油化工仓库建筑设计

何茹艺

北京博鼎诚工程设计有限公司新疆分公司，新疆 乌鲁木齐 830019

DOI:10.61369/ADA.2026010003

摘 要： 石油化工仓库作为储存高危物料的关键场所，时刻都需要防范事故的发生。本文以建筑设计角度，运用系统性防患的设计思维，从石油化工仓库的平面、结构、构造、材料等方面入手，探讨了石油化工仓库设计的关键问题。本文首先通过提炼规范中的技术要点，进行科学的风险量化，再结合石油化工行业的实际需求，着重阐述了分类分级、平面布置、建筑结构选型、防火防爆、安全疏散设计等方面多维度下应对石油化工生产风险的建筑设计策略，简述了系统性防患原则下石化仓库设计的关键细节，归纳了系统性防患原则下石油化工仓库建筑的设计框架，构建出基本的风险防控体系，为更好地实现石油化工仓库建筑高质、安全、可靠的设计目标提供思路。

关键词： 仓库建筑；石油化工；系统性防患原则

Architectural Design of Petrochemical Warehouse under the Principle of Systematic Prevention

He Ruyi

Beijing Bodingcheng Engineering Design Co., Ltd. Xinjiang Branch, Urumqi, Xinjiang 830019

Abstract： As critical facilities for storing hazardous materials, petrochemical warehouses require constant accident prevention. This paper examines key design challenges through architectural design principles, employing systematic risk mitigation strategies. By analyzing warehouse layouts, structural configurations, material selection, and other critical aspects, the study first identifies technical specifications and quantifies risks scientifically. It then proposes multidimensional design solutions addressing classification systems, spatial planning, structural selection, fire/explosion protection, and emergency evacuation protocols. The paper details essential design elements under systematic risk management principles, establishes a comprehensive framework for petrochemical warehouse architecture, and develops a foundational risk control system. These insights provide actionable guidance for achieving high-quality, safe, and reliable design objectives in petrochemical warehouse construction.

Keywords： warehouse building; petrochemical industry; principle of systematic risk prevention

引言

在建筑设计方面，系统性防患原则涵盖平面、结构、构造、材料等方面，站在全局视角进行全面完善的考虑，提前进行风险的预防与控制，使建筑更加稳定、安全、耐久。具体到石油化工仓库建筑，我们可以借助质量抗风险设计、合规化控制等设计手段，主动防范和化解石油化工产品在生产、运输与贮存过程中存在的燃爆、毒害、腐蚀、和泄漏等隐患。系统性防患原则下，科学合理的石油化工仓库设计以“防火抗爆、防腐防害、防渗耐久、功能适配”为核心，从平面布置、结构设计、构造设计、材料选型到细节设计形成系统性防护，有助于建筑在起火、爆炸等极端状况下仍能维持结构完整性与功能有效性。在设计阶段提前采取预防措施，为石油化工生产筑牢安全防线。

一、综合规划平面布置

(一) 布局与控制间距

石油化工仓库选址须确保与周边环境的安全距离，依据《石油化工企业设计防火标准》，仓库与人口密集场所的防火间距一般不小于100m^[1]。地形条件方面，应选地势较高且平坦开阔

区域，避免地势低洼导致积水，同时进行地质勘察，确保地基稳固。仓库装卸区须与储存区紧密衔接，设计环形道路，主干道转弯半径根据车辆类型设计，大型槽罐车需要考虑其转弯半径和衔接处设缓冲区域，消防车道需要考虑其宽度、高度以及与设施距离，合理规划确保畅通。

储存区作为核心区域，须按化学品危险性类别划分。危险化

作者简介：何茹艺（1995.01-），女，汉族，硕士研究生，工程师，研究方向：建筑设计。

学品如汽油、氢气等应设独立封闭储存区，采用防爆设备及通风设施，设置防泄漏等安全设施，不同存储区域间设防火墙或隔离带。各仓库间间距须严格遵循标准，甲乙类仓库、高层仓库需根据高度和耐火等级增加间距。危险化学品的仓库在平面布置及堆放货物时，还需要考虑仓库内“五距”的要求，即保证顶距、灯距、墙距、柱距、垛距不小于规范要求的最小间距^[1]。此外，石油化工仓库还须结合厂区内的生产装置、管道布局等整体规划，以保障整个厂区的消防安全。

（二）风向与泄压设计

风向和泄压设计对石油化工仓库至关重要，合理布局可有效减少爆炸和火灾事故的危害。将仓库布置在厂区全年最小频率上风侧，这一旦发生火灾、爆炸等事故，有害烟雾和火焰蔓延到厂区其他区域的概率会大大降低。仓库的泄压面，如轻质屋盖、泄压窗等，应统一朝向厂区边缘并避开人员密集区和主要道路。这样爆炸瞬间产生的冲击波不仅能够通过泄压面及时释放，避免在仓库内部积聚造成更大破坏，还能将冲击波导向相对安全的厂区边缘方向，防止其扩散至人员密集处，能最大程度保障人员生命安全和减少损失。

二、确定防火分区

（一）按仓库火灾危险性类别分类

石油化工行业涉及大量易燃易爆化学品的仓储和运输，确定仓库火灾危险性类别尤为重要。仓库内化学品的火灾危险性类别由存储或生产物质的性质、状态划分。储存不同种类化学品的仓库或化学品库的任一防火分区，应按照危险性最大的物品确定其火灾危险性类别^[2]。甲、乙类仓库存储的多为闪点低、爆炸下限小，危险性较高，分区面积限制较为严格。而丁、戊类仓库存储非燃烧物品，危险性较低，一、二级耐火等级的单层戊类仓库分区面积不限^[3]。石油化工仓库在存放分区上也应提前做好设计，有些特殊的石油化工物料相互接触会产生化学反应，在存放爆炸危险的、腐蚀性和易燃物料时，宜合理划区分开储存，并设置各自的出入口^[4]。

（二）判断仓库耐火等级与耐火极限

石油化工仓库耐火等级直接影响防火分区面积的大小。在仓库设计中，对耐火等级的最低要求可以确保仓库建筑在高温、高压等特殊工况下，仍能具备一定的防火能力。因此，耐火等级一、二级的仓库构件耐火性能较好，可设计面积较大的防火分区；耐火等级三级的仓库耐火性能较弱，因此一般设计为单层；耐火等级四级的仓库多设计为临时或小规模仓库。在设计仓库建筑时，较高耐火等级的仓库对应设计较高燃烧性能、耐火极限的承重构件，在设计中甲、乙、丙类石油化工仓库须保证其防火墙耐火极限在4小时以上，一、二级单层仓库柱子耐火极限须分别高于2.5小时、2小时^[5]。足够的耐火极限能够确保在火灾中仓库结构安全完整，为人员疏散和火灾扑救争取时间，因此需要做一些适当的冗余设计。

（三）考虑仓库建筑类型与层数

仓库建筑类型和层数也会影响防火分区的设计。单层仓库火

势蔓延相对易控制，分区面积的影响相对不大^[6]。而多层、高层石油化工仓库因火灾扑救和人员疏散困难，需要把防火分区控制到一个较小的面积范围内，还需要结合厂区内的生产装置、管道布局等整体划分防火分区。优先采用防火墙分隔相邻两个防火分区，使用防火卷帘、防火门等替代时必须保证其耐火极限达标，并设置自动报警和联动控制装置，确保在火灾发生时能迅速响应，阻止火势蔓延。

三、安全疏散与应急设计

在石化仓库火灾、爆炸等紧急情况下，合理的疏散通道设计能确保人员快速、有序撤离^[7]。每个防火分区设多个安全出口，疏散门按规定方向开启，宽度和间距达标，并采用便于逃生的门锁，疏散楼梯的疏散宽度和耐火时间需严格满足规范要求。仓库出入口设抗爆避难间设计，墙体须满足坚固耐火，配备能过滤有害气体的新风系统、应急通讯设备和照明。石化仓库一旦发生有害气体泄露，避难间的新风系统可进行过滤，为避难人员提供安全空气；应急通讯设备确保人员与外界联系畅通；照明和应急物资满足人员临时避险需求，为无法及时撤离的人员提供安全庇护。

四、建筑结构抗风险设计

（一）抗爆承重体系与泄压设施

石化仓库常面临潜在爆炸风险，主体结构常采用钢筋混凝土框架，通过加密梁柱节点箍筋、加大柱子尺寸并选用高强度混凝土，构建稳固承重骨架。抗爆墙与主体结构柔性连接，能有效吸收大部分爆炸冲击力，降低爆炸对仓库其他区域的影响^[8]。防爆屋盖是利用轻质泄压设计，借助石化仓库存储规模与介质特性，合理设置泄压面积，铺设易碎材料。爆炸发生时屋盖会优先破碎泄压，将爆炸能量及时释放，使得爆炸时仅屋盖受损，主体结构便得以保全。泄压窗设计中采用抗爆玻璃和耐高温窗框并设自动开启装置，在其受到冲击时快速打开泄压可及时释放爆炸压力。上述设计能有效抵御爆炸冲击力，确保仓库在极端情况下仍能保持基本框架完整，防止爆炸能量积聚对仓库结构造成毁灭性破坏。

（二）地基与基础可靠性

石化仓库的储罐区对地基稳定性要求严苛。设计时应进行沉降计算，严格控制相邻基础沉降差，避免因沉降不均导致储罐倾斜、管道破裂等严重后果。不同地质采用桩基、筏基等合适的基础形式，确保储罐区长期使用过程中基础沉降稳定。对于储存酸性介质的石化仓库，为防基础腐蚀，可在基础垫层做防腐涂层，并在混凝土中添加防腐外加剂，形成双重防腐保护。多重防腐设计可以延长基础使用寿命，减少因基础损坏带来的安全隐患与后期维修加固成本。

五、建筑构造防火设计

（一）防火墙与防火分隔

石油化工仓库火灾一旦发生，火势蔓延迅猛，且有化学品引

爆风险。因此,存放不同化学品的两个相邻防火分区之间采用防火墙分隔十分必要。防火墙采用钢筋混凝土材质,其厚度、配筋等设计均须满足严格的防火规范要求,保证达到规定的耐火时间,甲、乙、丙类石油化工仓库严格限制防火墙耐火极限在4小时以上,使其与屋面一起形成完整防火屏障。当必须开设门窗洞口时,配备防火门和防火卷帘等防火分隔,并设置自动报警和联动控制装置。防火墙与防火分隔能有效阻止火势蔓延,避免火灾波及相邻区域,为消防救援争取时间^[9]。

(二) 防渗漏与排水设计

石化仓库储存的化学药品若发生泄漏,渗入土壤会造成环境污染,引发安全事故,而完善的防渗漏与排水设计可及时收集泄漏介质,防止其扩散。仓库地面找坡排水,四周设明沟,沟内铺设防渗膜,排水口设阻火设施,这些措施都能有效地防止渗漏。阻火设施还能避免火灾通过排水系统传播,从细节处保障石化仓库的质量安全与环境安全。

六、建筑材料综合选型

(一) 耐火材料与不发火材料

在石化仓库中,屋顶可采用岩棉板等耐火保温材料,吊顶选用防火石膏板等,减少火灾时热量传递和火焰穿透风险^[10]。吊顶材料的耐火性能可防止火灾向上蔓延,保护仓库顶部设施,维持仓库空间结构的完整性。仓库的防火墙、防爆墙须采用耐火砌体材料或耐火板材,耐火极限须符合规范要求,防止火势跨区域蔓延。甲类仓库整体采用不发火材料,如不发火水泥砂浆土等,覆盖范围包括存储区、装卸区、通道等,确保叉车行驶、货物搬运、人员走动摩擦时不产生火花。在油罐区、桶装易燃液体堆放区、阀门操作平台等风险极高的部位,可选用更耐磨、抗冲击的

不发火材料,并确保地面平整无凸起,减少摩擦撞击概率。

(二) 抗腐蚀与抗老化材料

石化仓库储存的腐蚀性气体对建筑材料侵蚀严重,若要保证良好的耐久性,须结合石油化工仓库的使用环境,选用耐化学腐蚀、抗老化的建筑材料。防腐设计可以针对不同危化品的腐蚀特性,选用耐酸碱、抗化学侵蚀的涂料和建材。对金属构件、混凝土表面等进行防腐处理,避免因材料腐蚀导致结构损坏或功能失效。例如外墙选用耐腐蚀性强的涂料,采用专业工艺施工形成防护层;屋面使用拼接牢固且耐候性好的材料,并使用正确的铺贴方式。设计过程中同时保证材料的选型合适、铺贴方式合理,能有效增加建筑主体及各类设施的使用年限。

七、总结

石油化工仓库的系统性防患,本质是通过风险设防、分区量化、材料分级等方式将安全目标转化为可落地的技术指标。首先,建筑设计须以防火防爆设计为重点,合理划分防火分区,采用防火隔墙、防火门等隔绝火势蔓延;其次,选择抗爆性能良好的结构形式,做好抗爆承重体系与泄压设施设计,减少爆炸等事故带来的二次伤害和损失;在细节方面,进行全面的建筑耐久性设计,结合石油化工仓库的使用环境,优先使用耐火、防渗、抗腐蚀、抗老化的建筑材料,并在结构设计中考虑长期荷载与环境因素的影响,确保建筑主体及构筑物在设计使用年限内保持稳定性能;仓库地面、墙面、屋盖等部位须进行整体系统的设计考虑,既要防止生产过程中引起大的灾害还要避免产生小的泄漏污染。设计过程中紧密围绕系统性防患原则,不仅为石油化工仓库安全运营、高效生产提供了有力支撑,还能从源头保障石油化工仓库建筑功能稳定耐久,满足安全生产的基本要求。

参考文献

- [1] 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(2018年版):GB 50160-2008(2018年版)[S]. 中国计划出版社,2018.
- [2] 中华人民共和国应急管理部. 危险化学品仓库储存通则:GB 15603-2022[S]. 中国标准出版社,2022.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑设计防火规范(2018年版):GB 50016-2014[S]. 中国计划出版社,2018.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 石油化工全厂性仓库及堆场设计规范:GB 50475-2008[S]. 中国计划出版社,2008.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑防火通用规范:GB 55037-2022[S]. 中国计划出版社,2022.
- [6] 李雁飞. 危险化学品仓库堆垛安全布局建模及优化研究[D]. 北京石油化学工业学院,2018.
- [7] 刘丽. 石油化工厂房的建筑结构设计特点[J]. 中国石油和化工标准与质量,2020,40(13):122-123.
- [8] 刘玉梅. 浅谈石油化工企业全厂化学品库的设计[J]. 化工设计,2022,32(04):43-45+2.DOI:10.15910/j.cnki.1007-6247.2022.04.005.
- [9] 蒋庆君. 石油化工建筑防爆设计注意事项与措施分析[J]. 化工管理,2019,(20):93-94.
- [10] 房淑媛. 石油化工建筑防爆设计时需要注意的问题[J]. 当代化工研究,2019,(03):44-45.