

石油化工储运系统罐区配管设计探究

高云鹏 (安徽实华工程技术股份有限公司, 安徽 安庆 246001)

摘要: 自工业化进程加速以来, 石油化工储运系统作为能源与化工产业的关键, 随着生产规模扩大, 罐区配管设计的优化升级已势在必行。基于此, 将对储罐布置、管道布局、阀门设置、泵的布置以及特殊介质配管设计等要素深入分析, 以期对石油化工企业安全生产、高效运行提供支持。

关键词: 石油化工; 储运系统; 罐区配管设计

中图分类号: TE68

文献标识码: A

文章编号: 1674-5167 (2025) 018-0121-03

Study on Piping Design of Tank Area in Petrochemical Storage and Transportation System

Gao Yunpeng (Anhui Shihua Engineering Technology Co., LTD., Anqing Anhui 246001, China)

Abstract: Since the acceleration of industrialization, petrochemical storage and transportation system as the key to the energy and chemical industry, with the expansion of production scale, the optimization and upgrading of tank area piping design has been imperative. Based on this, the elements of storage tank layout, pipeline layout, valve setting, pump layout and special medium piping design will be deeply analyzed, in order to provide support for the safe production and efficient operation of petrochemical enterprises.

Key words: Petrochemical industry; Storage and transportation system; Tank area piping design

石油化工储运系统作为能源与化工产业的重要基础设施, 其罐区配管设计与生产安全、物流效率及环境保护有直接关联。配管设计连接储罐、泵、阀门等设备桥梁, 保证生产流程稳定运行, 石油化工储运系统罐区配管设计还需注重节能减排与可持续发展, 以提高经济效益^[1]。

1 石油化工储运系统罐区配管设计原则

在石油化工储运系统的罐区配管设计中, 对于易燃易爆的液体, 配管应采用防爆设计, 并设置紧急切断阀, 保证在意外情况下可迅速隔离风险。考虑到介质腐蚀性, 管道材质选择需严格筛选, 既要耐腐蚀, 保证管道强度。在设计时, 应预留足够接口和空间, 便于增加新管线或设备。管道布局应简化, 减少弯头和阀门, 以降低流体阻力, 提高输送效率。通过优化管道布局, 减少能源损耗, 如合理设置管道保温层, 以减少热损失。设计应考虑废液和废气处理, 保证其被安全、高效收集处理, 符合环保标准。管道标识应清晰明了, 便于操作人员快速识别, 检修平台和通道的设置应合理, 使操作人员可安全进行日常巡检和紧急维修。

2 石油化工储运系统罐区配管设计注意事项

2.1 管道标识

在石油化工储运系统罐区配管设计中, 管道标识需具备高辨识度, 采用鲜明对比颜色搭配及规范字体大小, 保证即使在复杂罐区环境中, 操作人员也可准确识别管道内介质种类、流向及压力等级等信息, 降

低误操作风险, 提升应急响应速度。可采用耐候性强、耐腐蚀材料制作标识牌, 保证其在恶劣气候及介质腐蚀下清晰可见。标识位置选择应便于日常巡检及定期维护, 以免遮挡, 也可在管道标识中融入智能元素, 如二维码或 RFID 标签, 提升管理效率, 涉及管道基本信息, 还可链接到详细维护记录、安全操作规程等电子文档, 使操作人员通过手机等设备可快速获取所需信息, 实现信息化、智能化储运管理^[2]。

2.2 管道保温

保温材料如具备热导率低、防火性能好、耐候性强等特性, 保温层可有效减少热损失, 提升能源利用效率, 还可提供额外安全防护, 防止火灾蔓延, 因罐区环境复杂, 保温材料还需具备较强防水防潮性能, 保证在潮湿或雨水环境下保温效果不受影响。保温层结构设计应与管道贴合, 避免产生空隙或脱落现象。通过采用缠绕、喷涂或预制块安装方式, 可使保温层与管道之间形成热封闭系统, 减少热量散失。选择可回收或生物降解的保温材料, 可减少对环境的影响。通过优化保温层厚度, 也可实现能效与成本最佳平衡, 推动石油化工储运系统向绿色、低碳方向发展。

2.3 管道防腐

防腐策略制定基于介质分析, 通过引入先进介质分析技术, 如电化学测试、腐蚀速率监测等, 可评估管道腐蚀风险, 传统防腐材料虽满足防腐需求, 但存在环境污染及生态破坏风险。开发生物基涂料、无机防腐涂层等环保型防腐材料, 实现无害化处理, 降低

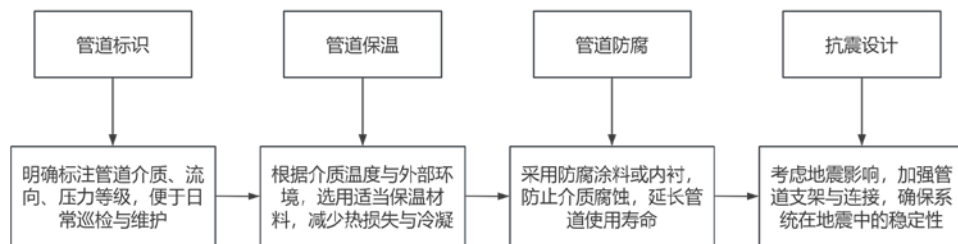


图1 石油化工储运系统罐区配管设计注意事项

对环境影响。通过优化管道布局,减少介质在管道内的滞留时间,降低腐蚀风险,采用阴极保护技术,为管道提供额外防腐屏障,引入智能监测系统,实时监测管道腐蚀状况,及时发现并处理潜在隐患。

2.4 抗震设计

抗震设计需理解地震对管道系统的影响机制,地震波会引起地面震动,还会通过土壤传递至管道,引发管道应力集中、变形及断裂。在材料选择上,抗震设计采用高强度、韧性好的管道材料,以增强管道抵抗地震冲击的能力。管道连接采用柔性接头、抗震支架等,以减少地震对管道系统整体破坏。通过优化管道走向,减少管道悬空段及应力集中点,降低地震对管道冲击,加强管道支撑结构,确保在地震发生时,管道可保持稳定,减少变形和位移。石油化工储运系统罐区配管设计注意事项如图1所示。

3 石油化工储运系统罐区配管设计要点

3.1 储罐布置

不同类型的储罐应根据其储存介质特性、工艺流程需求及操作便利性进行合理分区。例如,将储存易燃易爆介质的储罐相对集中,远离人员密集区和重要设施,以降低安全风险。储罐间连接管道应短直,减少弯头阀门,以降低物料输送阻力和能耗,提高物流效率。安全方面,除遵循基本防火、防爆规范外,还应考虑设置紧急切断阀、泄漏检测系统等安全措施,保证在紧急情况下可迅速响应,防止事态扩大。考虑到地基沉降对管道连接的影响,储罐与管道的连接部分应采用柔性设计,如设置金属软管或波纹管,以适应地基沉降,避免管道应力集中导致损坏^[3]。

环保方面,储罐区应设置完善雨水收集系统及废水处理设施,防止泄漏介质对土壤和水体的污染。储罐选址应尽量避免开生态敏感区及饮用水源地,保护自然环境。储罐进出口管线、人孔、液位计等部位应便于操作人员日常巡检维护。例如,人孔位置应便于人员进出及设备的检修,液位计的安装位置应便于观察读数,储罐区应设置合理通道及作业平台,保证操作人员可安全进行各项操作。在罐区周围设置雨水收集系统与废水处理设施,保证在雨季或泄漏情况下,可及时收集并处理污染物,防止对环境造成污染。还应

采用高效节能的储罐与管道材料,减少能源消耗与碳排放,推动石油化工行业绿色发展。

3.2 管道布置

以某石油化工储运系统为例,其轻质油品的输送管道直径设计在DN200-DN500之间,保证在高流量下维持稳定压力与流速,减少能耗磨损。为应对介质温度变化引起的热胀冷缩,管道需设置膨胀节,其间隔距离依据管道材质与直径,控制在50m-100m之间,储罐至泵站的输油管道长度不宜超过200m,以减少压降与摩擦损失。以重型管道为例,其支架间距需依据管道自重、介质压力及操作温度综合计算,一般控制在6m-8m之间,保证管道在长期使用中稳定安全。

在特殊区域,防火堤内管道应沿堤壁敷设,以减少对堤内空间占用,确保在紧急情况下,防止火势蔓延。为应对泄漏风险,防火堤的管道需设置双重阀门与紧急切断装置,控制泄漏源。在管道材料选择上,对于腐蚀性介质,如硫酸、盐酸等,需选用耐腐蚀合金或塑料管道,对于高温介质,如蒸汽、热油等,选用耐高温材料,如合金钢或不锈钢,避免材料热膨胀导致管道破裂^[4]。

在罐区内部,管道有序布置在各储罐与工艺装置之间,满足生产需求,设计时应充分考虑物料流向、流量及压力损失,合理规划管道直径、壁厚与材质,保证物料可高效、稳定输送。在罐区高风险区域,管道设计要符合防火、防爆基本规范,例如,在管道节点设置紧急切断阀,一旦检测到异常情况,可迅速切断物料流动,防止事态扩大。管道连接处应采用高质量密封材料,防止泄漏事故发生。在罐区设计中,应考虑管道对周围环境影响,采取隔音、隔热与防护措施,减少噪声、热量与污染物的排放。

3.3 阀门设置

对于易燃易爆、有毒有害介质,应选用具有高性能密封结构的阀门,如金属密封球阀或闸阀,并设置双阀系统以增强安全性。双阀设计可在紧急情况下快速切断,减少泄漏风险。在罐区进出口管道储罐根部、物料进出口管道及放空、放净管道上,应合理布置阀门。放水管和脱水管涉及大量液体排放,应设置双阀以加强控制,集中布置,并设置明显标识与操作平

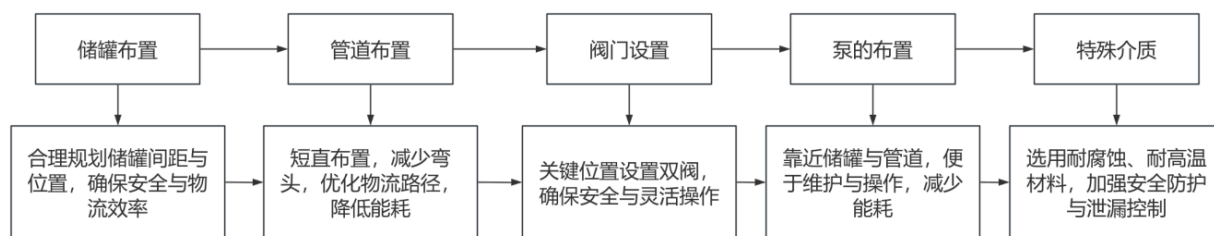


图2 石油化工储运系统罐区配管设计要点

台, 便于操作人员快速准确执行开关操作。对于罐区内特殊区域, 如液化烃储罐区、低温储罐区等, 阀门设置需谨慎。由于介质的特殊性, 阀门需考虑防冻、防凝等措施, 在液化烃储罐的脱水管道上设置双阀, 加装伴热或保温设施, 以防止管道冻裂, 阀门选型布置应便于清洗排污, 以减少因阀门堵塞或泄漏带来安全隐患。

3.4 泵的布置

在露天环境下, 泵的选址应避免直射阳光和恶劣天气的影响, 以减少泵体的热应力和机械应力。若泵操作温度较高, 或介质具有腐蚀性, 应选择适当材质及防护措施, 如使用耐高温、耐腐蚀的材料, 或在泵体周围设置防护罩。在罐区内, 泵通常与储罐、管道等设备相连, 形成复杂物流网络。在布置泵时, 需充分考虑操作人员作业空间与视线范围, 保证泵体进出口、仪表盘、检修口等部位易于接近操作。泵的周围应设置标识与警示牌, 以提高操作安全。

随着石油化工技术不断进步及工艺需求不断变化, 罐区物流网络需不断调整优化。在布置泵时, 应预留足够接口, 为改造升级提供便利。通过集成传感器、执行器与远程控制系统, 实现泵的远程监控与自动调节, 可提高系统自动化水平, 还可在紧急情况下实现快速响应, 减少操作失误带来的风险。智能化泵应用还可实现能耗实时监测优化, 降低运行成本, 提高经济效益。在罐区设计中, 应尽量减少泵的排放和泄漏, 防止对周围环境造成污染。在泵的选型与布置中, 还应考虑其能效及环保性能, 选择高效、节能泵型, 降低能耗排放, 实现可持续发展。

3.5 特殊介质配管设计

对于高温高压特殊介质, 传统的碳钢材料无法满足高温高压环境下强度和耐腐蚀性要求, 需选用更加耐高温、耐压的材料, 如合金钢、不锈钢等。在管道的连接方式上, 考虑焊接连接, 以减少泄漏风险。为应对高温带来的热膨胀问题, 需在管道设计中合理设置补偿器, 以保证管道在温度变化时稳定安全。对于易燃易爆的液化烃等介质, 需要采用防爆等级高的阀门、法兰等连接件, 并设置泄漏检测和报警系统, 以便在发生泄漏时及时发现处理。在管道布局上, 应避

免形成袋形管或死角, 以减少介质积聚和爆炸的风险, 管道应敷设在防火堤或防火墙内, 以隔离火源, 确保安全。

对于有毒有害化学品介质, 在材料选择上, 应优先选用耐腐蚀、密封性能好的材料, 如特殊合金、塑料等。在连接方式上, 除焊接外, 还可考虑采用卡箍、法兰等易于拆卸和检修的连接方式。在管道部位设置泄漏检测装置和紧急切断阀, 在发生泄漏时可切断介质, 防止事态扩大, 还应在管道周围设置如安全淋浴器、洗眼器等警示标识及防护设施。在特殊介质的配管设计中, 还需考虑管道的清洗排放问题。为避免介质在管道内积聚和变质, 需要定期清洗管道, 在管道设计中应预留清洗口和排放口, 并设置相应清洗和排放系统。在排放口的设计上, 应保证介质可安全、合规地排放到指定的收集或处理系统中, 避免对环境造成危害。石油化工储运系统罐区配管设计要点如图2所示。

4 结论

合理的储罐布置与管道布局可提高物流效率, 降低能耗, 充分考虑储罐类型、规格及生产工艺需求, 优化管道路径, 减少弯头与交叉, 降低流体阻力与能耗。在关键位置设置双阀或紧急切断阀, 保证在紧急情况下迅速切断物料流动, 防止事故扩大。针对特殊介质如高温、高压、腐蚀性物料等, 配管设计需采用耐腐蚀、耐高温材料, 并加强安全防护措施。此外, 还需考虑节能减排与环境保护要求, 通过优化配管系统降低能源消耗与二氧化碳排放。

参考文献:

- [1] 韩雷. 浅谈石油化工储罐区管道工艺与配管工艺[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(02): 190-192.
- [2] 刘宇. 石油化工储罐区管道工艺与配管工艺[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(15): 143-144.
- [3] 王道远. 石油化工储罐区管道工艺与配管工艺[J]. 辽宁化工, 2020, 49(07): 865-866+878.
- [4] 张舒晗, 张剑歌, 张立民. 石油化工储运系统罐区配管设计[J]. 化工设计通讯, 2020, 46(06): 59-60.

作者简介:

高云鹏 (1991-), 男, 汉族, 安徽安庆人, 本科, 中级, 主要从事石油化工储运方向的设计工作。