

石油化工储运系统的罐区管道设计策略

张蕊姿 (中国石化工程建设有限公司, 北京 100000)

摘要: 石油化工储运系统中, 罐区配管设计尤为关键, 科学、有效的配管设计可以保障油品储存与运输的顺利安全, 降低不必要的成本耗费。对此, 文章将以储运系统罐区配管设计为核心, 详细分析罐区配管设计的影响因素, 探索罐区配管设计基本原则, 之后在管道布置设计、管道连接设计、管道支撑设计等多个方面入手, 论述罐区配管设计措施, 希望可以在文章的说明下, 有效地为相关设计员提供建议。

关键词: 石油化工; 储运系统; 罐区配管设计

中图分类号: TE973

文献标识码: A

文章编号: 1674-5167 (2026) 007-0130-03

Pipeline Design Strategies for Tank Farm Areas in Petrochemical Storage and Transportation Systems

Zhang Ruizhi (Sinopec Engineering Construction Co., Ltd. Beijing 100000, China)

Abstract: In the petrochemical storage and transportation system, the design of pipeline layout in tank areas is particularly crucial. Scientific and effective pipeline design ensures the smooth and safe storage and transportation of oil products while minimizing unnecessary cost expenditures. Focusing on the pipeline layout design in tank areas, this article provides a detailed analysis of the influencing factors, explores the fundamental principles of tank area pipeline design, and subsequently discusses various measures for pipeline layout, connection, and support design. The aim is to effectively offer recommendations to relevant designers through this article.

Keywords: Petrochemical industry; Storage and transportation system; Piping Design for Tank Farm

石油化工产业属于我国经济发展进程中不可或缺的重要支柱, 保障其储运系统的安全性与稳定性有着重要意义。纵观实际可知, 作为油品储运和中转的核心区域——罐区, 其配管设计成效的优劣将直接影响着油品储存是否安全、输送效率是否可观。在经济持续进步与社会不断发展的背景下, 石油化工行业也开始向着更加创新、改革的方向前进, 这就对罐区配管设计提出了严苛要求, 若配管设计不科学, 将导致油品泄露、爆炸等安全事故出现, 还会在一定程度上加剧运营成本消耗。相关设计员需认识到这一情况, 深入探索石油化工储运系统的罐区配管设计要点, 以此为行业发展做出贡献, 也为社会进步提供助力。

1 罐区配管设计的影响因素

1.1 工艺要求

不同的油品性质, 如粘度、密度与闪点等, 都在一定程度上决定了管道的直径、材质与流速。如高粘度油品需要较大管径和较低的流速, 以保障油品输送过程中的顺利、流畅。而工艺过程中的流量、压力与温度变化也对配管设计提出了严苛要求。在装卸进程中, 流量的波动需要科学设计管道的管径与阀门, 以此来控制流速和压力。若受到温度变化因素的影响, 会使得管道出现热胀冷缩的情况, 需要设计人员设置补偿器来消除压力。由此可以得见, 精确把控工艺要求是保障配管设计满足生产需求的核心与重点^[1]。

1.2 安全规范

在罐区配管设计中, 安全规范属于不可逾越的一道红线。现阶段国家与行业对石油化工罐区也制定出了一系列严格的安全准则, 力求有效预防火灾、爆炸与泄露等事故问题。在管道选材方面来看, 设计人员必须选用满足安全要求的材质, 如具备较强耐腐蚀性与抗压性的钢材。而进行管道连接时, 则需应用可靠、稳定的连接方法, 保障管道密封性能。除此以外, 还应设置防火、防爆等安全设施, 如防火堤、安全阀等, 严格遵循安全规范降低事故风险, 保障人员生命与财产安全^[2]。

1.3 地形地貌

地形地貌对罐区配管设计造成了不可忽略的影响, 如若罐区属于山区环境中, 地形起伏相对较大, 那么在铺设管道时就需要考量坡度与高差。在爬坡或者下坡时, 也应科学设置支撑和相应的补偿装置, 否则会导致管道因为受到重力影响和热胀冷缩而损坏。如若罐区处于软土地基环境中, 设计人员应对地基展开处理, 以保障管道基础的稳定性和可靠性。除此以外, 地形因素还会影响管道的走向与布局, 在有限的空间中, 应全面发挥出地形的优势与特点, 促使配管设计在满足工艺流程的基础上, 也为施工和维护提供便利。

1.4 经济性

在满足工艺和安全要求的基础上, 设计人员需尽

可能削减不必要的成本投入。在进行管道选材时，应全面比对不同材质的价格与性能，优选性价比高的材料。在此基础上科学规划管道的长度与走向，减少弯头与分支，这样可以削弱管道的阻力，实现降低能耗的目标。除此以外，还应考量施工成本与维护成本，积极应用于施工与维护的设计方案，提升经济效益。可以说，只有借助优化设计，才可以实现经济效益和安全性能的平衡。

2 罐区配管设计基本原则

2.1 安全性原则

安全是罐区配管设计的核心与基础，相关设计人员必须严格遵循国家与行业规范，力求整个储运系统处于安全、稳定的状态。在设计进程中，设计人员需选用适配介质特性与工况的优质管材和管件，促使其具备充足的耐腐蚀和机械强度，对于管道连接处而言，应做到紧固、严密，避免泄漏事故发生^[3]。在此基础上，精细分析管道的应力，可借助设置自然热补偿亦或是波纹管等形式来吸收热胀冷缩与位移产生的应力，规避疲劳破损。除此以外，在配管设计时，应注重工艺流程的安全控制，科学配置紧急切断阀、止回阀与必要的安全泄放设施，这样才可以在事故工况下快速隔离并控制事态。值得关注的是，静电接地设施必须保持完善、可靠，打消静电积聚引发火灾爆炸的隐患，全方位构建起安全可靠的储运环境。

2.2 经济性原则

进行罐区配管设计时，设计人员需对管道路由进行优化，形成“短而直”的理念，精准计算出管道的长度，尽可能消除不必要的管件和阀门数量，直接降低材料购买与安装施工所需要的费用。在这一基础上，合理选择管道直径，经由详细的水力计算在初期投资与运行能耗之间找寻平衡点，避免因管径过大导致资金浪费或者管径过小造成泵送能耗激增^[4]。除此以外，需着眼于整体考量不同管材与阀门的性价比，在满足耐腐蚀和寿命要求的基础上选用经济适用的材料。在设计过程中，占地面积的节约也是重要一环，可借助紧凑、合理的布局方式减少管廊与储罐区的土地占用费用。整体上来看，优良的配管设计可简化后期维护流程，降低日常维修与更换部件的长期运营成本，达成经济效益最大化的目标。

2.3 可操作性原则

管道阀门、仪表等设备需布置在便于操作与观察的位置，便于操作人员可以便利地进行阀门开关、数据读取等操作。与此同时，设计合理、易懂的操作流程与指示标志，让操作人员可以精确、快速地完成各项操作任务。而对于管道的布置上来看，应考量操作

人员的通信与检修空间，规避因为空间狭隘导致操作不便。为提升可操作成效，还需配备必要的自动化控制系统，提升操作准确度与效率，降低操作人员的劳动强度，保障罐区配管系统可以安全、正常运行。

3 罐区配管设计措施

3.1 管道布置设计

在罐区配管设计进程中，管道布置设计属于核心一环，其设计成效的优劣将直接关系着罐区整体运行效率与安全性。在实际工作中，应结合罐区的工艺流程科学规划，将同类介质的管道统一、集中布置，以此为后续进行的管理和操作提供便利。设计人员可以将油品输送管道和蒸汽伴热管道相互分开设置，以避免出现互相扰动、影响的情况^[5]。与此同时，还需考量管道的走向，尽可能减少弯头与分支，否则将受到流体阻力的影响出现能量损失。在这一基础上，设计人员应全面考量管道的操作和维护需求，留出充足、宽敞的操作空间与检修通道，便于操作人员进行阀门操作、设备检修等工作。如可以在阀门较为密集的区域预留出大小适宜的通道，保障操作人员可以快速、安全地到达操作位置。除此以外，还应根据罐区的地形地貌展开布置设计，如若罐区地形存在起伏，那么应结合地势情况科学调整管道的坡度，以此为排水和防止积液提供条件。对于穿越道路、铁路等特殊地段的管道而言，需做好有效的保护措施，如设置套管等，保障管道的安全与稳定。

3.2 管道选材设计

选择管道材料时，设计人员应着眼于整体，全方位考量多种方面的要素，如介质的性质、工艺条件等。前者要求在面对腐蚀性较强的油品时，优选耐腐蚀性强的材料，如不锈钢管道，其具有优异的抗腐蚀能力，可避免管道因为受到腐蚀影响而损伤，加长管道的使用寿命。后者要求在面对高温、高压的工况时，优选强度充足、耐热能力强的管道材料。如在高温蒸汽管道中，可选择合金钢管道，其可以承受高温与高压，保障管道安全、顺利运行。除此以外，经济性条件也是选材进程中不可忽略的重要因素，设计人员需在满足工艺和安全要求的基础上，尽可能选用价格合理的材料，节约成本。值得一提的是，材料的可获取性和加工性能也是设计人员需要关注的重点，只有具备优异可加工、获取特征的材料，才可以在管道制造和安装的过程中顺利、快速。若部分管道的规格较为特殊，则需预先与供应商之间进行沟通交流，以保障材料及时供应^[6]。

3.3 管道连接设计

管道连接设计将直接关系着整个管道系统的密封

程度和可靠性,经分析研究发现,应用频率较高的连接方式为焊接、法兰连接与螺纹连接等,对于焊接而言,其展现出了强度稳定、密封性优良的特点,适合应用在对于密封性要求严苛的场合中,如输送易燃易爆介质的管道。

若选用焊接技术,那么应严控焊接工艺,保障焊接质量,规避产生焊缝等缺陷问题。而对于法兰连接技术来说,其具有安装、拆卸方便的特点,便于管道检修与更换处理。在选用法兰连接技术时,需结合管道的压力情况、温度等参数应用适宜的法兰类型与密封垫片,以此保障密封成效。对于螺纹连接来说,其更加适合应用在口径较小的管道中,其连接方式简单,但是密封性能相对较差,在实际应用的过程中需做好密封措施,如利用密封胶带等。除此以外,不论选择哪一种连接方法,都需要做好严格的质量检验与审查,保障连接位置的可靠、安全。

3.4 管道支撑设计

支撑设计是保障管道稳定性与安全性的的重要举措,在面对不同类型的管道时,设计则需应用不同的支撑方法,如若要想达成限制管道位移的目标,就需应用固定支架进行支撑,保障管道在热胀冷缩的情况下不会出现过大的变形。

在设置固定支架时,需结合管道的走向和受力情况科学确定其所处位置和间距。而要想允许管道在一定范围中自由移动,那么就可以选择活动支架进行支撑,以补偿管道的热胀冷缩。面对管道垂直位移较大的情况,可应用弹簧支架进行支撑,其可以在管道出现热胀冷缩时提供适当的支撑力。

需要提高关注的是,为保障支撑效能,应在分析管道的管径、重量和介质等多种要素的基础上科学设置支撑间距,若管道的管径较大、重量较重,那么支撑间距就需要适当缩减,否则会降低管道稳定性。除此以外,支撑的结构设计需做到科学合理,可承载管道的重量与各种外力冲击,以保障管道在运行进程中不会产生晃动亦或是下沉等问题。

3.5 管道防腐设计

防腐设计是加长管道的应用寿命、保障管道安全稳定运行的必要举措之一,纵观实际情况可以发现,罐区管道所处的空间环境较为复杂,容易受到多种腐蚀因素的影响和侵害,如土壤腐蚀、大气腐蚀与介质腐蚀等。在进行防腐处理时,常用防腐技术为涂层防腐,该技术原理就是在管道的表面涂刷一层防腐涂料,以此形成一层致密保护膜,阻隔腐蚀介质和管道相接触。

设计时在选用防腐涂料的进程中,应结合管道所

处环境和介质的性质选用适宜的涂料类别,如对于埋地类型的管道,可应用具有良好耐土壤腐蚀能力的环氧煤沥青涂料。

除这一技术外,阴极保护也属于一种行之有效的防腐手段,这一技术原理为向管道施加阴极电流,以此促使管道表面的金属电位下降,这就减缓了管道腐蚀速度。对于部分具有重要价值的管道,可将涂层防腐和阴极保护技术有机结合起来,以提升防腐有效性。除此以外,还应定期对管道展开防腐检测与维护处理,第一时间发现并处理防腐层的损伤和腐蚀问题。

4 结束语

综上所述,在国民经济持续增长和能源结构持续调整的背景下,石油化工行业的建设规模也开始向着集约化和现代化方向迅速发展。储运系统属于石油化工产业链中连接上下游工序的重要枢纽,担负着原料与成品接收、储存运输的重要任务,保障其运行安全可靠尤为关键。但是纵观实际情况可以发现,因为受到多种因素影响,使得其设计难度大、设计成效无法保障,需要设计者结合实际情况进行全面考量,如若设计不到位、不合理,必然会引发一系列安全事故问题,只有科学规划,才可以保障储运系统安全,实现企业经济效益最大化。本篇文章也在多个方面入手,详细分析了储运系统的设计原则和设计要点,希望可以在本文的探索之下,为我国石油化工行业的稳步前进提供助力。

参考文献:

- [1] 许京波. 石油化工油气储运设备的有效管理与维护策略研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(18): 67-69.
- [2] 胡建, 曲广顺, 林晓朋. 浅析石油化工产品储运系统安全排放技术措施 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(05): 157-159.
- [3] 林晓朋, 胡建, 曲广顺. 石油化工企业油气储运工程安全性问题的探究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(05): 84-86.
- [4] 许强, 黄国林, 陈元源. 石油化工工程油品储运过程安全环保问题及对策分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(04): 43-45.
- [5] 孟庆亮. 关于石油化工储运定量装车系统与罐区泵控系统一体化应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(04): 94-96.
- [6] 马文贺, 张振祖, 王疆, 等. 石油原油储运过程中常见危险有害因素与防范 [J]. 化工管理, 2022, (23): 107-110.