

石油化工管道设计的影响因素与对策

刘路通 姜洪磊（黄河三角洲京博化工研究院有限公司，山东 博兴 256500）

摘要：丰富的石油资源带动了石油化工行业的发展，使其成为社会经济中的重要组成部分。随着石油化工行业生产规模逐渐扩大，对管道的需求量也逐渐增多。作为石油化工行业的主要运输工具，管道设计效果直接影响行业的发展，同时也关系着石油资源能够顺利、安全地运输到指定位置。因此，石油化工企业应关注管道设计，夯实自身发展基础。基于此，文章围绕着石油化工管道设计展开了叙述，在明确优化石油化工管道设计必要性的基础上，分析了温度、腐蚀、密封等因素对石油管道设计的影响，并探讨了优化石油化工管道设计的对策，包括遵循设计原则、考虑温度因素、注重密封设计、提升设计人员专业素养、优化结构布局等。

关键词：石油化工；管道设计；影响因素；对策

行业规模的扩大使得石油运输量也随着增长，为了保障石油资源的运输效率，石油化工行业不可避免地要开展管道设计工作。由于管道设计的特殊性，要求整个行业高度重视设计的优化，不断提升设计效果，从而避免在石油运输中出现因泄漏等原因引发的环境污染以及其他安全事故。

1 优化石油化工管道设计的必要性分析

随着石油化工行业规模的扩大，管道数量也逐渐增多，部分管道也经过了升级改造，提升了运输效率。但由于管道长期输送易燃易爆物质，并且这些物质具有一定的腐蚀性等，很容易造成运输期间出现安全事故、环境污染事件等，不仅造成了企业经济效益的损失，又会威胁人们的生命财产安全。因此，要求整个行业额外地注重管道设计。由于管道铺设的实际环境复杂多样，对管道设计的要求存在些许差异，因此也要求整个行业不断地优化管道设计，以满足不同地区、不同环境下对管道设计的不同需求。

优化石油化工管道设计，有助于针对现阶段的问题加以改善，有利于进一步消除安全隐患，降低故障发生率，保障行业的经济收益和人们的生命财产安全。科学的管道设计，还能够避免石油资源浪费，比如，选择耐腐蚀性良好的石油管道，避免石油资源泄漏，减少经济损失。有助于避免出现因管道泄漏引起的环境污染问题、爆炸等安全事故，从而保障石油化工生产的安全性。优化石油化工管道设计也是推动行业改革的必然选择，在行业健康、持续发展发挥着积极的促进作用。

2 石油化工管道设计的影响因素

2.1 受温度因素影响

在长时间的运行过程中，石油化工管道的温度会

发生较为明显的变化，而这种温度的不断改变会对石油化工管道的安全运行与运输产生一定程度的影响。具体而言，当石油化工管道长时间在低温环境中运行时，其实际所具备的韧性会随之降低，引发石油化工管道破损问题的概率也就有所提高。若是运行温度超过极限温度值，则势必会产生更为严重的管道损坏，甚至可能导致管道破裂，明显降低石油化工管道运行安全。同时，当石油化工管道长时间在高温环境中运行时，受到内部运输石油容易发生气化的影响，容易出现管道爆炸事故；受到各种不良因素的叠加影响，很可能发生管道脆化、破损，石油泄漏等问题的发生概率明显提高。总体来看，在石油化工管道运行温度呈现出周期性变化的情况下，不仅可能导致管道出现不同程度的破损，还可能引发安全危险事故，降低石油化工管道整体运行的安全性与稳定性。

2.2 受腐蚀因素影响

外部腐蚀以及内部腐蚀是石油化工管道在使用期间可能发生的两种类型腐蚀问题。其中，从外部腐蚀的角度来看，引起这种管道腐蚀问题发生的主要原因为，石油化工管道运行的周边自然环境中，可能存在着导致管道腐蚀的因素，包括降雨、土壤的酸碱度失调等等。从内部腐蚀的角度来看，引起这种管道腐蚀问题发生的主要原因为，其内部运输的石油所具有的理化性质可能对管道产生腐蚀。对于管道腐蚀而言，无论是内部腐蚀还是外部腐蚀，均不会在较短时间内导致石油化工管道出现明显损伤，而是在石油化工管道运行时间逐渐增加的条件下，腐蚀程度逐渐提高，促使石油化工管道运输的安全性下降，容易发生石油泄漏问题。特别在未对石油化工管道腐蚀问题进行及时、有效处理的情况下，运输物质泄漏风险明显提高，

从而引起更为严重的环境污染问题，也阻碍着相关企业的正常生产。

2.3 受密封质量影响

现阶段，组织开展石油化工管道的密封设计期间，普遍会应用阀门装置密封、法兰阀密封这两种方案。这两种方案均具有设计与施工简单、容易操作的优势。但是，在实际的石油化工管道运行期间，这两种密封方式的应用也会随着管道运行时间的增长而显现出一定局限性^[1]。其中，从阀门装置密封的角度来看，很容易在石油化工管道运行期间出现内阀门泄漏或者是外阀门泄漏的问题。虽然在阀门泄漏前期不会对石油化工管道的运输产生明显影响，但是一旦泄漏量超出60%运输总量，就会导致管道密封效果明显降低的现象。从法兰阀密封的角度来看，无论是法兰的密封面还是刚度，均会对其密封效果产生不同程度的影响。同时，在实际的石油化工管道密封处理期间，这种基于法兰阀的密封方案仅在位置固定的管道密封中显现出较强的适用性。

3 优化石油化工管道设计的对策

3.1 遵循设计原则

为了保障石油化工管道设计符合实际需求，设计人员要始终遵循基本的设计原则。

第一，遵循全面性原则。设计人员要站在整体的角度去考虑管道设计，并根据石油资源的运输需求进一步优化设计方案。综合考虑各管道线路之间的关系，明确各管道线路的使用事项，要确保各管道线路在正常运行期间互不干扰。站在发展的视角设计管道。设计人员需要考虑到管道投入使用后很长一段时间的需，针对可能出现的问题优化设计方案。比如考虑到在不出意外情况的前提下，设计且铺设好的管道会长期负责运输石油，为了避免管道在腐蚀作用影响下出现局部泄漏等问题，在设计时要额外关注石油化工管道的防腐蚀性能或耐腐蚀性的方法。在设计时，要根据石油化工装置的安装环节以及运作程序设计管道，以确保管道能够执行预期的操作程序完成运输作业等。实地考察，基于环境因素挖掘并解决实际问题，根据解决方案进一步完善管道设计。在设计时，设计人员要考虑管道设计是否合规合法，是否符合现行的石油化工管道设计条例、规范等。根据相关规定对管道设计方案进行整改。

第二，遵循经济性原则。石油化工管道设计要体现经济性。执行成排成组的设计原则，保障管道的美

观度，同时也能够避免因管道重复交叉而造成的资源浪费、资金超支等问题，进而降低成本。石油管道外观应具有一定的美观度，设计布局时，多采用直排管道，避免管道重复弯曲，也要避免出现交叉，极特殊情况除外。管道连接处进行遵循短原则，以保障连接处设计的有效性。合理选择管道材料。有针对性地挑选质量合格的管道，以满足不同区域管道的不同置要求，促进管道成本的降低。

3.2 考虑温度因素

进行石油化工管道设计期间，应当重视对温度因素的考虑，提升管道应对温度变化的能力，并实施有目的地防控，降低温度影响。在实际展开石油化工管道设计方案的编制前，相关人员应当深入管道安装现场进行实地考察，详细、全面分析石油化工管道的埋设环境、土壤、温度等因素，确定管道埋设位置的最高温、最低温。同时，需要针对极端温度条件下石油化工管道可能发生的问题进行考量，并在实际的石油化工管道设计方案中纳入对相应问题的应对策略，尽可能保证石油化工管道在各种温度环境下均可以保持在长时间安全稳定运行的状态^[2]。

在此基础上，还要在综合考虑石油化工管道埋设土壤环境、环境温度变化、内部运输物质等因素的条件下，落实对管道材料的合理选定，最大程度保证在最高温、最低温情况下石油化工管道依然可以维持正常运行以及性能稳定。另外，针对一些需要埋设在特殊区域的石油化工管道，应当在实际的设计方案内引入必要的防护措施，确保石油化工管道可以更好地应对极端天气的威胁，促使管道本身所具有的隔热保温性能有所提高，避免石油化工管道实际运行中受到更多外部环境因素的严重影响，促使石油化工管道可以长期维持高效运行。

3.3 注重密封设计

应当从石油化工管道材料方面入手，落实对管道密封的优化设计。期间，充分考量石油化工管道的规模、使用要求以及形状，选择更为合适的材料，并提前完成对相应材料质量的检查，特别是要针对容易出现泄漏问题的位置实施反复性的检查，以此体现出对石油化工管道密封性的维护与提升。与此同时，还需要依托对石油化工管道内部运输物质、管道类型的考量，完成对密封方案的选定，以此促使在石油化工管道实际运行期间发生泄漏问题的概率大幅下降。

另外，为了更好提升石油化工管道的密封性，需

要在安装管道与阀门期间,将密封脂涂抹在密封圈上。一般的润滑脂面对管道运输石油的情况下,会引起润滑脂失效,所以需要专用的耐油密封脂才能解决密封的功能。基于此,必须要在进行石油化工管道的密封设计中,选定更为专业的密封脂。例如,可以应用 BX-289 系列耐油密封脂,这种密封脂主要应用了优质合成油,并添加多种功能添加剂经特殊工艺精制而成,具有良好的耐油密封性、润滑性、粘附性和抗氧化性能,可以在接触油品和石油液化气等介质的机械设备、管道、阀门等的密封,以及低速滑动、转动密封面的密封与润滑中,显现出更为理想的抗化学稳定性和密封性能。

3.4 提升设计人员专业素养

第一,相关人员应高度重视管道设计。管道设计是石油化工企业稳定发展的基础,若管道设计无法满足实际要求,则无法保障石油资源的运输效率,行业的经济收益也会受到影响。基于此,要求相关人员高度重视管道设计。不仅要求相关人员关注管道的铺设质量,也要求相关人员给予设计足够的重视^[3]。设计是施工的基础,高水准的管道设计能够保障施工的顺利进行,同时也能够保障铺设质量,避免因设计方案变更而造成施工进度受损等。关注管道设计还能够有效防范安全隐患。在反复审核设计方案的过程中,会全方面地评估方案的可行性,分析其中的隐患问题,在这个环节能够提前将部分可规避的隐患问题及时排除,进而保障管道设计水准和施工质量,从而维护管道的综合效益。相关人员应优先选择高资质的设计人员,按照流程检查设计人员的资格证书,并做好对接,让设计人员充分了解管道设计的实际需求,并规范细节。管道设计应按照流程逐步进行,先汇报再审批,审批合格后汇总资料,并经过不断地审核后,设计出最佳的管道方案。

第二,加强人员培训,强化相关人员的责任意识,培养其综合素养,促进专业水平的提升。设计人员要注重量化学习,不断了解相关理论知识,包括但不限于管道耐腐蚀性设计方法。开展实训,锻炼和提升设计人员的设计水准。如图 1 所示,通过模拟演练的方式进行管道设计实训。培养和锻炼创新思维,不断尝试新技术优化管道设计,提升设计水平。探索和应用新型管道材料,提升管道综合性能。由于石油化工管道的铺设环境多样且复杂,部分管道还铺设在高原等环境相对恶劣的地区,因此,要求设计人员要考察管

道铺设环境,不断地学习地理知识,以提升设计的有效性。



图 1 石油化工管道设计实训图

3.5 优化结构布局

设计时,考虑石油化工管道布局是否合理。控制管廊余量,最佳余量范围是在 10%-20% 之间。预留补偿器安装位置,尤其是热应力管道。控制安全阀出口位置高度,通常情况下要求其泄压总管之间存在高度差,前者要低于后者。考虑可升降支座的应用,以保障管道阀门高度合理。设置手动阀。优化管架设计。良好的管架设计能够保障石油化工管道稳定运行。设计时避免使用大量的弹簧架。在选择管架时,考虑转向角,以免管道线路的稳定性受到影响^[4]。

4 结论

优化石油化工管道设计有助于提高石油运输效率,保障行业健康稳定发展。为了保障设计水准以及方案的可行性,应全面分析影响管道设计的因素,并采取措施规避不利因素,满足行业发展对石油化工管道的需求。

参考文献:

- [1] 韦近平. 石油化工管道设计的影响因素及解决措施[J]. 化工设计通讯, 2023, 49(4): 25-27.
- [2] 冯嘉恩. 浅析石油化工管道设计的影响因素及对策[J]. 新型工业化, 2022, 12(9): 25-2731.
- [3] 汪志鹏. 浅析石油化工管道设计的影响因素及对策[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2022(7): 0121-0123.
- [4] 郑廷鹏. 影响石油化工管道设计的因素及解决策略[J]. 中文科技期刊数据库(全文版) 工程技术, 2021(9): 0147-0149.

作者简介:

刘路通(1995.06-), 男, 民族: 汉, 籍贯: 山东省滨州市博兴县, 学历: 专科, 现有职称: 化工工程初级, 工作年限: 7 年; 研究方向: 化工管道设计。