

浅谈泵配管设计

张雪雯 薛冰

中石化中原石油工程设计有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 泵配管设计是确保流体传输系统高效、稳定运行的关键环节。它涉及管道的密封性、布置合理性及材料选择等多个方面。在实际设计中,常遇到管道密封不严、布置混乱、材料不适用等问题,影响系统性能。因此,需采取加强密封、优化布置、合理选材及强化施工管理等措施,以提升泵配管设计的整体质量。通过综合考量与精细设计,确保泵配管系统满足实际需求,实现高效、安全的流体传输。

关键词: 泵配管;设计;措施

引言

泵配管设计作为流体传输系统的重要组成部分,其合理性与可靠性直接关系到整个系统的运行效率与稳定性。在工业生产、市政工程等领域,泵配管系统承担着输送液体、气体等介质的重要任务。在实际设计过程中,常面临诸多挑战,如管道密封性不足、布置不合理、材料选择不当等,这些问题均可能对系统的正常运行造成不利影响。因此,深入探讨泵配管设计的相关问题及其解决措施具有重要意义。

1 泵配管设计概述

泵配管设计是确保流体输送系统中泵高效、稳定运行的关键环节,该设计过程需综合考虑泵的进出口管道布局、管径选择、阀门及附件的配置,以及管道支撑与柔性分析等多个方面。在泵的进出口管道布局上,需确保管道走向合理,避免过长、过多拐弯,以减少流体阻力损失。管道布置应便于泵的操作与维修,同时不影响起重机的运行,泵的进出口管道管径通常应较泵的进出口直径高出1~2级,以确保流体顺畅通过。应根据泵的类型和介质特性,在管道上设置合适的切断阀、止回阀、压力表等附件,以满足工艺需求。阀门及附件的配置也是泵配管设计的重要组成部分,对于离心泵或漩涡泵,应在出口与切断阀之间设置止回阀,以防止流体倒流。容积式泵则通常无需此设置,每台泵的出口都应装设压力表,确保位于出口和首个阀门之间的直管段上,以便实时监测流体压力。还需根据介质特性和工艺需求,配置过滤器、缓冲罐、安全阀等附件,以保护泵免受杂质损害,确保系统安全运行。管道支撑与柔性分析同样不可忽视。泵的管道必须得到有效的支撑,以承受管道的重量和热应力产生的力及力矩。应根据泵的类型、管道走向及介质特性,在合适的位置设置支吊架或弹簧支吊架,还需进行管道柔性分析,确保管道在各种工况下的

变形均在允许范围内,避免对泵产生过大的附加应力。泵配管设计是一个综合性的技术问题,需综合考虑多个方面的因素,以确保泵的高效、稳定运行。

2 泵配管设计中的常见问题

2.1 管道密封性问题

在泵配管设计里,管道密封性是关键要点。泵在运行时,管道内部会承受一定压力,若密封性不佳,介质便可能泄漏,这不仅会造成物料浪费,还可能引发一系列后续问题。如输送的是有毒有害或易燃易爆介质,一旦泄漏,将对周围环境和人员安全构成严重威胁,特别是在化工生产中,输送具有腐蚀性的化学液体时,即使微小的泄漏,长期积累也会腐蚀周边设备和地面,影响整个生产系统的稳定运行。管道连接部位是密封性问题的多发区,焊接时,工艺不达标易形成泄漏通道,如未焊透、夹渣、气孔等缺陷。法兰连接中,密封垫片的选择和安装至关重要,垫片材质与介质不匹配或法兰螺栓拧紧程度不均匀,都会导致密封失效。螺纹连接亦存在风险,加工精度不足、配合不紧密或振动导致的松动,都可能引发泄漏。管道自身的质量也直接影响密封性,管壁厚度不均匀、存在砂眼等制造缺陷,会在压力作用下导致薄弱部位破裂泄漏,安装过程中受外力撞击、过度拉伸或弯曲,也可能使管道局部受损,破坏其密封性。值得注意的是,即便管道初始密封性良好,长期运行中受温度变化、介质冲刷等因素影响,管道材料性能会逐渐变化,如产生疲劳裂纹,这些裂纹的扩展最终也会导致泄漏^[1]。

2.2 管道布置不合理

泵配管设计中,管道布置不合理会给系统运行带来诸多隐患,管道布置需契合泵的运行特点与工艺流程要求,管道走向若混乱,会增大流体阻力,影响泵工作效率。在复杂工业装置里,管道纵横,若走向规划不佳,

流体频繁转向、迂回,能量损耗增加,泵需消耗更多能量克服阻力,降低系统能源利用率。管道间距设置不当也是常见问题。管道与管道、周围设备及建筑物间应保持合适间距,间距过小,安装、检修困难,还可能因摩擦、碰撞致管道损坏。像狭窄空间内管道密集,维修人员难接近检修部位,无法有效维护,且管道泄漏时,狭小间距不利于介质扩散,会加剧对周边设备和环境的影响,反之,间距过大则浪费空间,增加管道材料用量与建设成本。管道的支撑和吊架设置不合理同样属于布置问题,管道需合适支撑和吊架承受自身及介质重量,限制位移和振动。若支撑点数量不足或位置不当,管道因重力产生过大挠度,导致变形甚至破裂。高温或低温管道,要考虑热胀冷缩,合理设置补偿器和导向支架。补偿器设置不合理,管道热胀冷缩时无法自由伸缩,产生巨大热应力,可能使管道连接部位松动或损坏管道。吊架选型错误,如承载能力不足,运行中可能断裂,引发严重安全事故。

2.3 管道材料选择不当

泵配管设计时,管道材料选择不当会引发一系列不良后果。不同的泵输送不同介质,工作环境各异,需选择适配的管道材料,输送腐蚀性介质,如酸、碱等,若选普通碳钢管道,会快速被腐蚀穿孔。以电镀行业为例,其常输送强酸强碱溶液,倘若使用普通钢管,内壁会迅速被侵蚀,不仅影响正常输送,严重时甚至会因泄漏导致生产中断,还可能引发安全事故,危及人员生命和财产安全。输送高温介质时,材料耐高温性能必须达标,一旦选用不适合高温环境的材料,其力学性能就会下降,比如强度降低、蠕变加剧,进而导致管道出现鼓包、破裂等严重问题。就像热电厂蒸汽输送管道,若采用不耐高温材料,随着蒸汽温度升高以及长期运行,管道可能因无法承压而发生泄漏,对发电工作造成严重影响。管道材料承压能力也不容忽视,泵运行会使管道内部产生压力,所选材料必须能够承受相应压力。若材料公称压力低于实际工作压力,管道就存在破裂风险。例如高压液体输送系统,若为节省成本选用承压不足的管道,泵启动后,压力升高可能超出其承受极限,从而引发爆管,对周围设备和人员造成严重伤害。不同工作环境对管道材料耐磨损性能也有要求,输送含固体颗粒介质,如矿山尾矿浆输送管道,若材料耐磨性差,内壁很快就会被磨损变薄,不仅缩短管道使用寿命,还会增加维修更换成本^[2]。

3 泵配管设计问题的解决措施

3.1 加强管道密封性

(1) 密封材料的正确选用至关重要。针对不同的工况条件,如温度、压力以及输送介质的特性等,要精准挑选适配的密封材料。例如在高温环境下,需选用耐高温且不易老化变形的密封垫圈,像石墨复合垫片,其能承受较高温,保持良好的密封性能。对于输送腐蚀性介质的管道,应采用耐腐蚀的密封材料,如聚四氟乙烯垫片,防止因介质侵蚀导致密封失效。密封材料的规格尺寸要与管道接口严格匹配,确保安装后能形成紧密贴合。(2) 管道连接部位的密封处理是关键环节。在焊接连接时,要严格控制焊接工艺参数,确保焊缝饱满、无气孔、夹渣等缺陷,可通过无损检测手段如超声波探伤、射线探伤等进行检测,保证焊接质量。对于法兰连接,要保证法兰面平整、光洁,安装时垫片要放置正确且均匀压紧,螺栓拧紧力度要适中且对称进行,防止因受力不均导致密封不良。丝扣连接时,要在丝扣处涂抹合适的密封胶,并按照规定的旋紧力矩进行操作,增强连接的密封性。(3) 定期对管道密封性能进行检测和维护必不可少。可采用压力测试、泄漏检测等方法,定期对管道系统进行全面检查。压力测试时,要根据管道设计压力合理设定测试压力,保压时间要符合规范要求,观察压力变化情况,判断是否存在泄漏。泄漏检测可使用专业的检漏仪器,如气体检漏仪,对管道各连接部位进行细致检测,一旦发现泄漏点,及时分析原因并采取修复措施,如更换密封件、补焊等,确保管道始终保持良好的密封状态。

3.2 优化管道布置

(1) 依据工艺流程合理规划管道走向。要充分考虑设备的布局 and 运行操作要求,使管道走向简洁流畅,避免迂回曲折,例如,在泵的进出口管道布置时,应尽量减少弯头数量,缩短管道长度,以降低流体阻力。对于不同介质的管道,要根据其特性合理安排位置,如高温管道应与低温管道保持一定距离,防止热量传递影响其他管道及设备。要为管道的安装、检修和维护预留足够的空间,方便人员操作和设备进出。(2) 合理设置管道支撑和吊架。根据管道的重量、管径、介质温度等因素,选择合适的支撑和吊架形式及间距。对于大口径、重荷载的管道,应采用坚固的型钢支架,确保其承载能力。在高温管道上,要设置热补偿装置,如波纹管补偿器、方形补偿器等,同时合理布置导向支架和滑动支架,引导管道热位移方向,防止因热应力导致管道损坏。吊架的选型要考虑其垂直和水平方向的承载能力,保证管道在运行过程中的稳定性。(3) 考虑管道的空间布局 and 安全性。避免管道与建筑物结构、电气设备等发

生碰撞和干扰。在多层厂房中,不同功能的管道应分层布置,如工艺管道在上层,公用工程管道在下层。对于输送易燃易爆、有毒有害介质的管道,要设置明显的警示标识,并采取相应的防护措施,如增加防火、防爆、防腐涂层等。管道的布置要便于紧急情况下的切断和排放操作,保障人员和设备的安全^[3]。

3.3 合理选择管道材料

(1) 依据输送介质特性选择管道材料。对于输送腐蚀性介质,像硫酸、盐酸等,应选用耐腐蚀的金属材质如不锈钢,或非金属材料如玻璃钢、聚氯乙烯等。不锈钢中的铬元素能在表面形成致密氧化膜,有效抵抗腐蚀。玻璃钢具有良好的耐化学腐蚀性和轻质高强的特点。而对于输送高温高压蒸汽的管道,需选用耐热性能好、强度高的合金钢,如铬钼合金钢,其能在高温下保持良好的力学性能,防止管道因过热而变形损坏。(2) 考虑管道使用环境因素。在寒冷地区,管道材料要具备良好的低温韧性,防止因低温脆裂。例如,可选用含镍的低温钢,提高材料在低温下的抗冲击能力。在潮湿环境中,要注重材料的防锈性能,除了选择不锈钢等防锈材料外,也可对普通碳钢管道进行防腐处理,如涂漆、镀锌等。对于有防火要求的场所,要选用阻燃性能好的管道材料,如无机非金属管材,减少火灾隐患。(3) 结合经济成本因素选择。在满足工艺要求和安全性能的前提下,综合考虑材料的价格、使用寿命、维护成本等。一些高性能的特殊材料虽然性能优越,但价格昂贵,可通过技术经济分析,寻找性价比高的替代方案。例如,对于一些腐蚀性较弱的介质,在满足使用要求的情况下,可选用价格相对较低的碳钢衬塑管道,既能保证防腐效果,又能降低成本。要考虑材料的使用寿命,选择耐久性好的材料,减少后期更换和维护的费用。

3.4 加强施工质量和验收管理

(1) 施工人员技能培训与管理是基础。施工人员应具备专业的管道安装知识和技能,熟悉各类施工工艺和操作规程。在施工前,要对施工人员进行全面的技术交底,使其明确施工要求和质量标准。定期组织施工人员参加技能培训和考核,提升其业务水平。建立严格的人

员管理机制,对施工人员的工作态度和質量进行监督,对违规操作的人员进行严肃处理,确保施工队伍整体素质过硬。(2) 严格把控施工过程质量至关重要。管道安装需遵循设计图纸和规范,从切割、坡口加工至组对焊接,各环节均须严控质量,切割需确保切口平整垂直,坡口角度和钝边尺寸达标,为焊接打好基础。焊接时,需根据管道材质和壁厚选择适宜工艺和材料,精确控制焊接参数,确保焊缝优质。安装全程应进行即时质量检查,发现问题立即整改,防止质量问题累积,确保整体施工质量符合标准。(3) 完善验收管理流程。验收工作应包括材料验收、中间过程验收和竣工验收。材料验收时,要核对材料的规格、型号、质量证明文件等,确保材料符合设计要求。对材料的外观质量进行检查,如管材的表面不得有裂纹、砂眼等缺陷。中间过程验收要对管道安装的关键工序进行检查,如焊接质量、管道支吊架安装等,合格后方可进入下一道工序。竣工验收时,要对整个管道系统进行全面检查,包括压力测试、泄漏测试等功能性试验,确保管道系统满足设计和使用要求。只有验收合格的管道系统,才能投入使用^[4]。

结语

综上所述,泵配管设计是一个复杂而细致的过程,需要综合考虑多个因素。通过加强管道密封性、优化布置方案、合理选择材料以及强化施工质量和验收管理等措施,可以有效解决泵配管设计中的常见问题,提升系统的整体性能。未来,随着技术的不断进步和需求的日益多样化,泵配管设计将更加注重创新与实践的结合,为流体传输系统的高效、稳定运行提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]刘文娇.浅谈泵的配管设计[J].百科论坛电子杂志,2020(14):1428.
- [2]常莹.化工装置中泵配管设计与现场管道安装[J].工程技术研究,2021,3(11):198-199.
- [3]戴康群.石油化工厂中泵配管设计与现场泵管道安装中的问题[J].化工设计通讯,2023,49(4):7-9.
- [4]魏安娜.炼油厂中泵配管设计与现场泵管道安装分析[J].中国化工贸易,2021(2):21,23.