

炼油厂锅炉主蒸汽管道安全状况与处理措施

张 燕 尹方娜 (洛阳瑞泽石化工程有限公司, 河南 洛阳 471000)

李 晋 (中国石油化工股份有限公司洛阳分公司, 河南 洛阳 471000)

摘 要: 管道在石油工业中扮演着至关重要的角色。这些管道起到输送石油、天然气、液化石油气和其他介质的作用, 其中炼油厂锅炉主蒸汽管道安全状况直接关系到炼油生产过程的顺利进行以及人员和环境的安全。炼油厂锅炉主蒸汽管道面临着一系列的安全风险, 例如管道泄漏、腐蚀、高温和高压等问题可能导致事故发生。因此, 务必采取相应的处理措施来确保管道的安全运行。这些措施包括定期检查管道的完整性, 进行防腐处理, 合理设计和布局管道, 设立安全阀和直流阀, 以及实施紧急预案和培训等。基于此, 本篇文章对炼油厂锅炉主蒸汽管道安全状况与处理措施进行研究, 以供参考。

关键词: 炼油厂; 蒸汽管道; 输送介质; 安全状况

0 引言

炼油厂锅炉主蒸汽管道的安全状况对于整个炼油过程至关重要。保障管道的安全性, 不仅能保证设备的正常运行, 还能有效防范事故的发生。及时发现和处理蒸汽管道的安全问题是十分重要的。

1 炼油厂锅炉主蒸汽管道特征

炼油厂锅炉主蒸汽管道运输的是高温高压蒸汽, 通常工作条件下温度可达到 200–400℃, 压力可达到几十至上百兆帕。对于管道材质和设备的要求非常严格。炼油厂需要大量的蒸汽用于提供热能, 锅炉主蒸汽管道通常具有较大的断面积, 以满足工艺过程的需求。管道内部的流速较高, 对管道的抗腐蚀和阻力等方面提出了更高的要求。炼油厂的锅炉主蒸汽管道通常呈现复杂的布局, 连接锅炉、凝汽器、加热器、蒸汽分发系统等多个设备和装置。管道布局需要考虑到保持合理的管道长度和直径, 减少对整体系统运行的影响。炼油厂锅炉主蒸汽管道通常要长时间运行, 要求管道及附件具有良好的耐久性和可靠性。对于材质的选择、防腐措施和定期的检修维护都是确保管道安全运行的重要环节。

2 炼油厂锅炉主蒸汽管道面临的安全问题

2.1 管道泄漏

当水蒸汽管道泄漏时, 热蒸汽会以高温和高压喷出, 造成烫伤和其他身体损伤。人们在附近工作或经过时可能会因此受伤。水蒸汽在泄漏过程中可能会与周围环境发生互动, 导致环境污染。这些污染物可能会对空气质量、水源和土壤造成潜在影响, 对生态系统和生物多样性产生不利影响。管道泄漏可能会导致

管道系统内部和周围设备的损坏。高温和高压水蒸汽的泄漏可能会导致设备损坏甚至爆炸, 造成生产中断和财产损失。

2.2 腐蚀和腐蚀疲劳问题

腐蚀可能导致管道壁厚减少、管道结构削弱甚至裂缝形成, 进而引发泄漏和管道事故的发生。氧气是引起金属腐蚀的主要原因之一。当蒸汽管道中存在氧气, 特别是在高温条件下, 氧气会与金属发生氧化反应, 形成金属氧化物并逐渐腐蚀管壁。锅炉水中的杂质和化学物质也可能导致蒸汽管道的腐蚀。水中的硬度和碱性物质会与金属产生反应, 并导致腐蚀的发生。当不同金属或金属与非金属接触, 形成一个电池系统时, 腐蚀问题可能加剧, 这被称为借电腐蚀。如果蒸汽管道中使用了不同类型的金属组件, 如不锈钢和碳钢, 而且在湿润的条件下, 就可能发生借电腐蚀。腐蚀疲劳是指在循环应力的作用下, 金属材料由于腐蚀而逐渐受损和失效。蒸汽管道的温度和压力变化会对管道施加循环应力, 而腐蚀则会削弱管道的抗循环疲劳性能, 导致管道出现裂纹、漏洞甚至破裂。

2.3 高温高压问题

在炼油过程中, 锅炉主蒸汽需要在高温高压的条件下输送, 因此管道必须能够承受这些极端工况, 以确保安全运行。高温下, 管道材料会发生热膨胀, 如果没有适当的膨胀补偿措施, 可能导致管道承受过大的应力, 引发管道变形、裂纹或破裂。系统运行过程中的异常温度和压力变化, 例如突然的压力增加或逆流状况, 可能导致管道承受超负荷的应力, 进而引发破裂。长时间的高温高压工作环境会引起管道金属的

疲劳损伤,当疲劳受损累积到一定程度时,可能导致管道破裂。

2.4 设计和施工问题

设计和施工可能导致管道强度不足、接头不牢固以及其他结构缺陷,从而增加了管道发生泄漏和事故的风险。管道布局应与周围环境和设备相协调,避免过于复杂或拥挤,以便进行维修和检修工作。如果管道布局不合理,会增加维修和操作的难度,同时也可能增加泄漏和事故的风险。使用不适当的材料会使管道在高温高压环境下无法承受工作条件,可能导致结构失效、腐蚀和破裂等问题。接头是管道系统中的薄弱环节,如果接头连接不可靠或设计不合理,容易发生泄漏和断裂等问题。管道在使用过程中容易受到机械冲击、外力碰撞等因素的影响,如果缺乏防护措施,容易引发管道损坏和泄漏。

3 炼油厂锅炉主蒸汽管道安全状况处理措施

3.1 定期检查和维护

制定详细的检查计划,包括检查的频率、内容、检查方法等。根据管道的情况和运行环境,确定适当的检查周期,可以是每月、季度或年度。检查管道的外观和表面,寻找可能存在的泄漏、裂纹、变形或破损等问题。使用非破坏性检测方法如超声波、红外热成像等,对管道进行内外部的检测。检查管道的防腐涂层是否完好,并进行必要的修复和补漆。对暴露在外的部分,特别是接触酸性介质的部分,需要定期检查腐蚀情况。检查管道的支撑系统和固定装置,确保其稳定和牢固。定期检查管道的支撑材料和焊缝,修复或更换受损的支撑部件。定期进行管道的清洗和冲洗,清除积聚的污垢和沉淀物,以减少管道内部的腐蚀和堵塞风险。在每次检查后,及时记录检查结果和发现的问题,并进行跟踪处理。建立管道的历史档案,查看管道的变化和问题演变情况。

3.2 防腐蚀措施

在管道表面涂覆专用的防腐蚀涂层,如环氧、聚乙烯、聚酰胺等。这些涂层可以隔绝管道与外界介质的直接接触,有效防止腐蚀。通过将金属管道表面进行电镀或采用电化学方法,在管道上形成保护膜或更改金属表面的电位,从而减少腐蚀的发生。在设计和修复管道时,选择具有良好耐腐蚀性能的材料,如不锈钢、镍合金等。这些材料能够有效抵抗腐蚀介质的侵蚀。在暴露于湿润环境的管道上,采用外部电位保护系统来抵消腐蚀,例如将金属阳极通过电流供给保

护。定期清理管道内的污垢和沉积物,避免积累引起腐蚀。定期检查防腐蚀涂层的完整性,进行必要的修复和补漆。控制管道周围环境因素,如湿度、温度和气体组成等。避免过高的湿度和暴露于腐蚀性气体,以减少腐蚀的风险。

3.3 合理设计和布局管道

根据需输送的介质、流量和压力,合理选择管道的直径和壁厚,确保管道具有足够的强度和稳定性。考虑到未来可能的扩容需求,对管道直径和壁厚进行适度的留余。为管道设置合适的支撑和固定装置,确保管道在运行中不会发生振动和位移。根据管道的长度和重量,合理布置支撑点和支撑材料,提供稳定的支撑。在管道布局中,合理安排弯头和接头的位置和数量,减少过多的弯头和接头,以降低压力损失和维护成本。确保弯头的曲线半径符合标准要求,避免过度弯曲引起应力集中。对于高温的蒸汽管道,在设计阶段考虑隔热和保温措施,以减少热损失和保护周围设备和人员的安全。选择适当的隔热材料和保温结构,确保管道表面温度在安全范围内。在管道布局中,要保持合适的安全间距,以防止管道之间发生冲撞或受到外力影响。为了便于维护和检修,合理规划通道和入口,保证操作人员能够安全进入和维护管道。在设计和布局管道时,要考虑周围环境因素,如温度、湿度、气体腐蚀等。根据环境特点选择合适的材料和防腐蚀措施,确保管道能够适应恶劣环境的要求。

3.4 安全阀和直流阀

安全阀和直流阀是炼油厂锅炉主蒸汽管道安全状况处理措施中的重要组成部分。它们的作用是确保管道在超过设计压力范围或发生逆向流动时,能够及时释放过多压力,保护管道和设备的安全运行。安全阀是一种自动装置,当管道压力超过预设值时,它会打开并释放过多的压力。安全阀应根据设计压力、介质性质和流量计算和选择,并定期检查和维修,以确保其性能和敏感度。直流阀是一种防止逆向流动的装置,可以防止蒸汽倒流或因其他因素造成的压力变化冲击。直流阀通常安装在管道的关键位置,如进出口之间,通过合理的布局和设计,形成有效的流体控制和阻止逆向流动。这些阀门需要经过合格的工程技术人员进行选型、安装、调试和维护,以确保其性能和可靠性。相关的安全规程和标准应该得到严格遵守。炼油厂应定期对安全阀和直流阀进行检查、校验和定期的维护保养,保证其正常工作和准确的响应。

3.5 紧急预案和培训

紧急预案和培训是炼油厂锅炉主蒸汽管道安全状况处理措施中的重要部分。它们的目的是确保在发生紧急情况时,能够迅速、有效地响应并采取适当的措施来保障人员和设备的安全。炼油厂应制定并实施紧急预案,明确管道事故的应急处置程序和责任分工。预案应包括管道事故的报警、疏散人员、封闭管路、切断能源和介质供应、应对泄漏等具体步骤和措施,确保事故能够迅速得到控制和处理。炼油厂应对相关人员进行紧急情况培训,提供必要的知识和技能,让他们能够快速反应并正确应对管道事故。培训内容包括紧急预案的熟悉和实施,紧急设备的操作和使用,急救知识等。保持培训的定期性和及时性,以应对新的风险和挑战。定期组织紧急情况的模拟演练,通过实际操作和应急演练,检验和提升人员的应急反应能力和团队协作能力。演练内容应涵盖各种可能的管道事故情景,并根据演练结果进行评估和改进。

4 炼油厂锅炉主蒸汽管道安全状况未来发展方向

4.1 先进材料和技术应用

选择具有良好耐腐蚀性能的材料。这样材料能够更好地抵抗炼油厂中存在的腐蚀性介质和高温高压环境,延长管道的使用寿命。对于高温工况下的炼油厂锅炉主蒸汽管道,采用高温合金材料可以保证材料在高温环境下具备足够的强度和耐腐蚀性能,防止管道的形变和失效。应用先进的防腐涂层和涂覆技术,如高温耐腐蚀涂层、耐酸碱涂层、陶瓷涂层等,能够形成保护层,减少管道受腐蚀的风险。纳米技术在材料和涂层方面的应用日益广泛。纳米材料具有较高的表面积和活性,可以提高材料的力学性能和耐腐蚀性能。

4.2 智能监测和预警系统

使用各种类型的传感器,如压力传感器、温度传感器、流量传感器等,监测管道关键参数的变化。这些传感器可以实时采集数据,并将其发送到数据处理和分析平台。利用现代信息技术,实现对传感器数据的采集和汇总。通过无线通信技术,将传感器数据传输到中央监控系统,并支持远程监测和控制。应用数据分析和机器学习算法,对传感器数据进行实时分析和处理,以识别潜在问题和异常情况。通过建立模型和规则,系统能够自动检测管道的偏离正常运行状态的情况,并发出预警信号。

4.3 自动控制和远程监控

利用自动化控制系统,实现对炼油厂锅炉主蒸汽

管道的自动控制和调节。这些自动化控制系统可以根据预设的参数和设定值,自动调节流量、压力和温度等关键参数,确保管道系统在安全范围内运行。通过远程监控系统,可以实时监测管道系统的关键参数。使用传感器和数据采集设备,将数据从现场传输到中央监测站或云平台,实现对管道状态的远程监控。运维人员可以随时查看管道运行情况,及时发现异常并做出相应的措施。利用远程控制系统,运维人员可以通过网络或云平台远程控制和操作管道设备。可以通过远程控制阀门、泵站和调节仪表等设备,实现管道流量和压力的调节和控制,保证管道运行在安全范围内。

4.4 数据分析和预测维护

收集和整合管道运行过程中的各种数据,包括温度、压力、流量、振动等。这些数据可以来自传感器、监测设备、巡检记录等。将这些数据汇总,创建数据集,为后续的数据分析和预测建立基础。利用数据处理和分析技术,对历史和实时数据进行分析。统计方法、机器学习、人工智能等技术可以应用于数据分析,识别出异常情况、规律和潜在问题。通过分析数据,可以提取特征,并建立模型,预测管道设备的故障概率。基于数据分析的结果,可以采取预测性维护策略。通过建立故障预测模型,可以预计设备故障发生的概率和时间,由此制定相应的维护计划。提前维修或更换可能发生故障的零部件,避免意外事故和停机时间。

5 结束语

炼油厂锅炉主蒸汽管道的安全状况关系到整个炼油过程的稳定性和效率,也事关员工的生命财产安全。通过定期检查和维修,强化安全管理,更新技术设备以及建立应急预案等措施,可以有效保障管道的安全,为炼油过程提供可靠的支持。

参考文献:

- [1] 李瑶. 试论电锅炉主蒸汽管道安全状况与处理措施[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(06): 240-241.
- [2] 童良怀, 刘震杰, 蒋文煊. 热电锅炉主蒸汽管道安全状况分析与应对[J]. 工业锅炉, 2018(03): 42-44.
- [3] 李岚. 炼油厂锅炉给水系统的优化与节能[J]. 石油化工自动化, 2019, 45(05): 79-81.
- [4] 周丽霞, 薛锦, 邵潭华等. 炼油厂催化裂化装置余热锅炉主蒸汽管道开裂失效分析[J]. 焊接技术, 2020(02): 26-28.