

化工企业压力管道腐蚀分析

陆顺宁（广西壮族自治区特种设备检验研究院〔百色分院〕，广西 百色 533600）

摘 要：化工企业压力管道运行管理时，工作人员应当意识到管道腐蚀问题的严重性，通过对管道腐蚀的诱因解析可知，主要包含以下几种因素：技术落后、环境原因、人为因素、管道应力等。为确保化工企业压力管道运行的安全性与可靠性，应采取针对性解决对策，如防腐新技术、加强环境管理、防腐责任细化、控制管道应力、科学选择材料等。

关键词：化工企业；压力管道；腐蚀病害分析；主要类型；防治策略探究

0 引言

在化工企业生产管理工作开展阶段，为保证化工生产的安全性、可靠性，应当重视管道防腐工作，因为化工企业存储运输的介质较为特殊，若由于管道腐蚀问题导致泄漏，将影响到周边的生态环境。为此，在压力管道运营检修维护管理时，应当采取针对性的防腐措施，提高压力管道运行的安全性与可靠性。

1 化工企业压力管道腐蚀类型

1.1 物理腐蚀

通过对化工企业压力管道的腐蚀情况分析可知，物理腐蚀是最常见的腐蚀形式之一，因为压力管道中包含部分特殊的金属材料，相关成分会与大气环境产生反应，在长期的物理腐蚀作用下，直接影响到化工企业压力管道运行的安全性与可靠性。

1.2 化学腐蚀

在化工企业压力管道运行时，由于传输介质的特殊化学性质、外界环境的特殊性，使得管道与其他物质产生化学反应，在特殊的还原反应、氧化反应、酸碱反应下，使得管道材料出现腐蚀，降低管道运行的安全系数^[1]。

1.3 电化学腐蚀

电化学腐蚀与物理腐蚀、化学腐蚀进行比较，可发现电化学腐蚀病害更为严重，因为在电化学反应作用下，将在特定的环境下营造出电解质反应场景，进而导致电解质溶液离子回流，对压力管道造成严重腐蚀。

2 压力管道腐蚀的诱因分析

2.1 技术落后

压力管道腐蚀问题直接影响到化工企业的安全生产运行，通过对部分化工企业的压力管道腐蚀防护管理工作开展现状分析可知，在实际工作进行时，并未引进防腐新技术与新理念，仍旧采取传统落后的防腐方案，导致压力管道腐蚀工作质量始终无法提升，

阻碍了化工企业相关工作的升级转型，且给企业发展埋下了安全隐患，不利于化工企业的可持续安全发展^[2]。

2.2 环境原因

压力管道运行的环境，将直接影响到管道的安全与质量，因为化工生产的特殊性，压力管道将处于高温高湿或强酸强碱的环境，增加了管道腐蚀的可能性。如在高温高湿的环境下，将在压力管道的表面形成一层水膜，致使管道腐蚀问题的加剧，而在强酸强碱的特殊环境下，将导致管道出现化学反应、电化学反应，使得管道出现腐蚀病害。

2.3 人为因素

压力管道防腐蚀工作开展时，应当让每一项工作得到有效落实，如管道检查、安装管理、检修维护、防腐保护等。但通过对部分化工企业的压力管道防腐工作开展情况分析可知，由于很多人为因素的影响，导致管道腐蚀问题并未得到有效解决，如管道腐蚀责任不清晰、管道防腐专项培训工作落实不到位、管理人员的责任感不强等，给管道腐蚀管理工作的开展成效造成一定不利影响。

2.4 管道应力

压力管道应力的异常，将导致管道腐蚀问题的出现。若按照管道应力发生的方向进行划分，可将其细分轴向应力、径向应力、环向应力、剪切应力；而按照内应力的性质进行划分，则可以将其细分为一次应力、二次应力、峰值应力。当压力管道应力集中或分布不均等情况出现时，在特定的腐蚀环境下导致压力管道应力腐蚀开裂，如材料裂纹、裂缝等^[3]。

3 压力管道的防腐策略

3.1 防腐新技术

新时期化工企业经营管理过程中，为使得压力管道的防腐工作质量得到质的提升，应当积极引进防腐新技术，以解决压力管道腐蚀问题，如防腐涂层技术

的引入,通过应用此技术,可在压力管道的表面形成一层特殊的保护薄膜,从而实现对外界环境与管道材质的有效隔离,降低压力管道腐蚀的发生率。鉴于不同涂层材料的性能各不相同,为使得压力管道达到最佳的防腐效果,应当根据压力管道的运行环境与安全要求,选择最适宜的涂层材料。

在部分化工企业开展压力管道防腐时,引入了阴极保护技术,以实现对压力管道的有效防腐处理。在具体防腐作业时,将金属材料设定为阴极,并适当降低阴极的电位,在电化学反应的影响下,可实现对金属腐蚀的有效抑制。通过对此法分析可知,在阴极电流保护的作用下,可使得金属始终保持负电位,避免金属由于电化学反应而出现腐蚀问题。

腐蚀抑制技术较为特殊,该技术主要是在化工压力管道运行时,加入适量的抑制剂,从而优化管道运输介质的化学性能,有效避免介质腐蚀,实现对压力管道的保护,该技术可以改善介质的性质,进而实现对管道腐蚀的有效抑制,并不能完全改变介质的化学情况,因此在实际应用过程中,应当科学评估,将腐蚀抑制剂的应用优势充分发挥^[4]。为提高化工企业压力管道的防腐工作成效,可采取腐蚀监测新技术,以保证工作人员能够第一时间发现管道腐蚀,并采取针对性的防治策略,有效消除管道腐蚀隐患。在该技术应用过程中,工作人员常用电化学腐蚀监测技术、超声波监测技术等,确保能够第一时间采取方案,保证化工企业压力管网整体运行的安全性与可靠性。

3.2 加强环境管理

现代化工企业在对管道运行管理时,为实现管道防腐工作开展的预期目标,应当对管道运行的环境开展精细化管理,有效管控管道运行的环境,消除管道腐蚀的隐患。在对管道运行环境开展精细化管理时,应当对腐蚀介质、温度、湿度等环境因素进行合理管理,降低管道腐蚀病害的发生率。鉴于化工企业生产运行配置的管网非常复杂,在对长距离、高密度的压力管道进行环境管理时,应当加强环境监测工作,并合理运用现代科学技术,如人工智能、5G 移动通信技术、物联网技术、大数据技术、智能监控设备、仿真模拟技术等,实现对压力管道运行环境与状态参数的实时收集整理,便于技术人员开展智能监测与管理,及时发现压力管道运行的异常数据信息,并采取相应的解决对策,保证压力管道整体运行的安全性与可靠性。

压力管道运输介质的腐蚀性,将对管道的整体运行安全性产生直接的影响。为此,在化工企业开展压

力管道防腐工作时,应对生产工艺流程进行优化,从而有效控制腐蚀性介质的排放量,进而避免腐蚀性介质对管道造成一定损伤。此外,管道运行环境的湿度与温度,将影响到管道的运行质量与安全。因为,在高温高湿的运行环境下,管道的腐蚀问题将会加剧,给管道的安全运行造成直接的不利影响。为此,在压力管道的运行环境管理时,需要对压力管道运行的温度与湿度进行合理控制,如在压力管道的外围空间设置保温层与隔离层,有效控制管道运行环境,抑制温湿度异常变化对管道腐蚀的负面影响。

压力管道运行过程中可能会沾染到部分具有腐蚀性的物质,如强酸、强碱等,一旦发现此类情况,必须及时对压力管道进行清洗,去除管道表面的附着物,并采取相适宜的防腐措施,避免压力管道再次发生类似的腐蚀问题。在对压力管道进行防腐处理时,可采取合适的涂层材料对管道的表层进行均匀涂抹。此外,在压力管道的环境监测管理时,一旦发现腐蚀问题,应当立即采取相应的防腐措施,防止管道腐蚀问题的恶化,给压力管道的安全运行造成不利影响。

3.3 防腐责任细化

压力管道腐蚀问题不容忽视,化工企业对压力管道进行腐蚀管理时,为确保防腐工作落实到位,提高化工企业压力管网的整体运行安全性。在防腐工作开展过程中,应当推动防腐责任细化,使得防腐工作职责、义务、要求、标准细化到人、细化到岗,增强防腐人员的工作责任感与使命感,使其能够全身心投入到工作岗位当中。此外,在防腐责任细化的同时应当加强对防腐培训工作的落实,围绕防腐新技术、管道腐蚀检修、管道腐蚀监测等内容进行专项培训,提升相关工作人员的专业技能与职业素养,能够主观意识到压力管道防腐工作的必要性与重要性,统一相关工作人员的工作理念,从而令行禁止,严格执行管道防腐工作的各项要求,确保防腐工作落实到位,推动化工企业的安全高质量可持续发展。

3.4 控制管道应力

应力对压力管道的安全运行非常重要,而化工企业生产运行的管道承压较高,若对相关压力管道应力控制不当,将影响到化工企业的整体安全生产。技术人员在对压力管道的应力进行控制时,应当了解不同压力管道设计的各个应力值。因为压力管道不同位置需设定相应的应力,实现对管道压力的安全分散。由此可见,设计人员开展压力管道设计时,应当选择合适的材料,并根据管道的造型、运行环境、使用要求,对设计方案进行

完善优化,科学规避压力管道的异常应力。

鉴于化工压力管道运行环境的特殊性,在控制管道的应力时,可灵活配置加强筋,给予管道结构一定的支撑,使得压力管道的应力分布更加均匀,提升管道整体运行的稳定性。温度频繁变化的压力管道在实际运行过程中,最易出现因为温度变化引发的材料热膨胀导致热位移问题,进而导致管道应力出现异常。为此,在针对温度引发的热膨胀应力问题解决时,应当采取有效的措施控制管道运行的温度,避免管道运行环境出现较大的温度差^[5];合理布置管道结构,采用自然补偿或者补偿器补偿,降低热位移产生的异常应力。

此外,化工压力管道承受较大的荷载时,将引发管道内部的应力过度集中,届时将增加管道腐蚀朽烂的可能性。为避免管道腐蚀问题的发生,设计人员应当对压力管道运行的荷载环境进行评估,避免管道超负荷运行,从而降低腐蚀问题的发生率,部分设计人员采取增加管道壁厚的方式,以提升压力管道运行的安全性与稳定性。因为壁厚太薄将无法承受较大的应力,容易引发服饰损坏问题,但壁厚过大时,将增加管道的生产成本。因此,在控制化工压力管道的壁厚时,应当根据管道应力控制的预期要求,对壁厚进行精准控制。在对压力管道应力进行控制时,应当重视管道的安装工作与检修维护工作,避免由于安装不到位,导致管道的应力分布不均,同时,工作人员在对相关管道进行检修处理时,应当严格遵守检修维护的技术规范与操作要求,杜绝违章违规操作,增加管道腐蚀问题的发生率。

3.5 科学选择材料

管道是化工企业生产的关键组成部分,而管道运行的安全性与可靠性,将直接影响到化工企业的正常生产运行。为对压力管道腐蚀问题进行解决时,工作人员要科学选择压力管道制造新材料,进而提升管道的整体防腐能力。因为,压力管道运行的环境、运输的介质、管道材料的温度与力学性质等参数,均会影响到化工压力管道运行的安全性。鉴于此,在压力管道防腐工作开展阶段,应当选择防腐性能好的材料,有效提高压力管道运行的安全性与可靠性。

通过对现代化工压力管道常用的防腐材料分析可知,主要包含钛合金材料、镍基合金材料、不锈钢材料等,其中不锈钢材料由于氧化性、还原性相对稳定,且造价成本较低,因此在化工企业管网工程中应用广泛,如很多化工企业进行压力管道制造生产时,选择 304 不

锈钢、316 不锈钢,有效降低管道腐蚀病害的发生率。

镍基合金材料制造的压力管道抗腐蚀性耐高温性较好,而钛合金材料的耐腐蚀性与结构强度较好,可见在压力管道防腐工作开展阶段,为保证管道防腐工作开展的有效性,应当根据压力管道运行的具体环境,选择最适宜的防腐材料,从而发挥出相关材料的优势。比如,在酸性介质进行运输时,可选择高合金钢材料;当压力管道的运行环境温度不超过 315℃时,可选择钛合金材料;在高温环境下运行时,压力管道可选择铬钼合金耐热钢或镍基合金材料,以保证管道运行的安全性。在科学选择材料时,应当对材料的强度、耐高温性能、耐高压性能、韧性、疲劳值等指标进行客观评估,以根据压力管道运行的实际环境与安全要求,选择最适宜的材料,并对化工企业的管道工程建设运行成本进行合理控制,体现出防腐新材料应用的现实价值与意义。

4 结语

文中以化工企业压力管道腐蚀问题为例,阐述了腐蚀的类型、诱因与防治策略,旨在说明压力管道防腐工作开展的重要性与必要性。今后,在化工企业开展压力管道防腐时,应对防腐经验进行不断总结,推动压力管道防腐工作的规范化与科学化,充分发挥出该项工作开展的现实价值与意义,筑牢化工企业生产运营的安全基石。

参考文献:

- [1] 戴卓文. 化工企业压力管道腐蚀分析研究 [J]. 石油石化物资采购, 2021(15):29-30.
- [2] 丰玉玺, 窦晓玲. 化工企业特种设备安全管理问题及建议 [J]. 化工管理, 2024(7):112-114.
- [3] 李洪彬, 石珊珊. 石油化工压力管道设计期间安全问题及措施 [J]. 中国科技期刊数据库工业 A, 2024(2):14-17.
- [4] 王战辉, 龙蒙召, 齐丽萍, 李瑞瑞, 张智芳, 刘玲娜. 双圆柱形腐蚀缺陷油气管道失效压力研究 [J]. 当代化工, 2023, 52(7):1564-1567.
- [5] 朱海山, 王海锋, 柳歆, 路建鑫, 胡其会, 李玉星, 朱建鲁, 殷布泽, 列斯别克·塔拉甫别克. 高压 CO₂ 管道泄漏动态压力计算模型研究 [J]. 天然气与石油, 2024, 42(1):25-30.

作者简介:

陆顺宁 (1995 年—), 男, 本科, 助理工程师, 研究方向: 承压设备检验检测。