

# 化工仓储罐区腐蚀防护技术的研究与应用

姜前磊

盛虹炼化(连云港)有限公司 江苏 连云港 222000

**摘要:** 化工仓储罐区作为存储和转运化工原料及产品的重要设施,其安全性和稳定性直接关系到企业的生产效率和环境保护。然而,储罐在运行过程中常受到多种介质的腐蚀作用,导致罐体材料性能下降,甚至引发泄漏事故。本文旨在探讨化工仓储罐区腐蚀防护技术的研究现状、腐蚀机理及有效的防护策略,为提升罐区防腐能力提供理论支持和实践指导。

**关键词:** 化工仓储罐区; 腐蚀防护技术; 腐蚀机理; 防腐材料; 监测管理

## 引言

随着化工行业的快速发展,化工仓储罐区的规模不断扩大,储罐的腐蚀问题日益凸显。腐蚀不仅缩短储罐的使用寿命,增加维护成本,还可能引发环境污染和安全事故。因此,深入研究化工仓储罐区的腐蚀防护技术,对于保障罐区安全稳定运行具有重要意义。

## 1 化工仓储罐区腐蚀机理分析

### 1.1 腐蚀类型

化工仓储罐区的腐蚀,从本质上来划分,主要分为化学腐蚀和电化学腐蚀两大类。化学腐蚀,顾名思义,是指金属表面与周围介质直接发生化学反应,这种反应导致金属材料的逐步破坏。具体来说,介质中的某些化学物质,如酸、碱、盐等,与金属发生反应,生成了不同于原材料的化合物,如氧化物、硫化物等,从而改变了金属的性质和外观,使其逐渐失去原有的强度和韧性。电化学腐蚀则更为复杂,它是金属在电解质溶液中,由于电位差的存在,形成了原电池反应。在这个反应中,金属作为阳极,被氧化成金属离子进入溶液,而溶液中的阴离子则在金属表面得到电子,发生还原反应<sup>[1]</sup>。这种腐蚀过程是由于金属表面与电解质溶液中的离子发生电化学反应,导致金属离子的不断溶解和腐蚀产物的逐渐积累,最终使金属材料受到破坏。

### 1.2 腐蚀部位及原因

#### 1.2.1 罐体外壁腐蚀

罐体外壁的腐蚀是一个多种因素共同作用的结果。首先,大气中的氧气、水蒸气以及污染物质,如二氧化硫、氯化氢等,会与罐体金属表面发生化学反应,生成相应的腐蚀产物,如氧化物、硫化物等。这些腐蚀产物不仅改变了金属的外观,还降低了其机械性能和耐腐蚀性。其次,土壤中的盐分、水分、微生物以及酸碱度等因素也会对罐体金属产生腐蚀作用。土壤中的盐分和水

分形成了电解质溶液,为电化学腐蚀提供了条件。微生物在金属表面附着并产生代谢产物,进一步加速了腐蚀过程。此外,土壤的酸碱度也会影响金属的腐蚀速率。最后,罐体附近的杂散电流也是导致外壁腐蚀的重要原因。这些杂散电流可能来自电气设备的漏电、雷电等,它们在罐体金属中产生电位差,引发电化学腐蚀。这种腐蚀往往呈现为局部腐蚀,如点蚀、缝隙腐蚀等,对罐体的安全性和使用寿命构成严重威胁。

#### 1.2.2 罐体内壁腐蚀

罐体内壁的腐蚀主要由储存介质引起。对于存储原油的罐体来说,原油中的水分、无机盐、硫化物、氮化物等腐蚀性杂质是主要的腐蚀源。这些杂质在罐底沉积,形成了含有电解质溶液的沉积物层。这层沉积物不仅为电化学腐蚀提供了条件,还加速了罐体内壁的腐蚀过程。具体来说,沉积物中的电解质溶液与罐体金属表面形成微电池反应,导致金属离子的溶解和腐蚀产物的积累。同时,原油中的硫化物和氮化物等腐蚀性物质还会与金属表面发生化学反应,生成相应的腐蚀产物。这些腐蚀产物不仅降低了金属的耐腐蚀性,还可能对原油的品质产生不良影响。此外,罐顶气相部位也是内壁腐蚀的重要区域。由于罐顶气相部位与罐内液相部位之间存在氧浓度差异,形成了氧浓差电池。这种电池作用导致罐顶金属的电化学腐蚀加速,出现减薄和穿孔等现象。这不仅影响了罐体的密封性能,还可能引发泄漏事故,对环境和安全构成严重威胁。

## 2 化工仓储罐区腐蚀防护技术研究与应用

### 2.1 防腐涂层技术

#### 2.1.1 传统防腐涂层

传统防腐涂层主要包括环氧树脂、聚氨酯等材料。环氧树脂涂层具有良好的附着力和耐腐蚀性,其分子结构中的环氧基团能够与金属表面形成紧密的化学键合,

形成一层致密的屏障,有效阻止腐蚀介质如氧气、水分、化学物质等渗透到金属表面,从而保护金属不受腐蚀。聚氨酯涂层则具有优异的耐磨性和弹性,能够在一定程度上抵抗机械应力和变形,同时也具备一定的耐腐蚀性。然而,传统防腐涂层在复杂环境下易受到多种因素的影响,导致防腐效果有限。例如,在高温、高湿或紫外线照射下,环氧树脂和聚氨酯涂层可能会发生老化,导致涂层性能下降,甚至出现龟裂、剥落等现象,从而失去防腐效果。此外,传统涂层对于某些强腐蚀性介质,如强酸、强碱等,可能无法提供足够的防护。

### 2.1.2 新型防腐涂层

近年来,随着材料科学的不断进步和化工仓储罐区腐蚀防护需求的不断提高,一系列新型防腐涂层应运而生。其中,氟碳涂料和乙烯基树脂因其优异的耐候性、耐化学性和机械性能而受到广泛关注。氟碳涂料是一种具有极高交联强度和化学稳定性的涂料。其分子结构中的氟原子能够形成强大的化学键,使涂层具有出色的耐腐蚀性,能够抵抗多种腐蚀性介质的侵蚀,如酸、碱、盐等。同时,氟碳涂料还具有优异的耐候性,能够在极端的气候条件下,如高温、低温、紫外线照射等,保持稳定的性能,不易老化、龟裂或剥落。在化工仓储罐区防腐中,氟碳涂料展现出了良好的效果,能够有效延长罐体的使用寿命,降低维护成本。乙烯基树脂则是一种具有优异机械性能和耐化学性的防腐涂层材料。其分子结构中的乙烯基团能够赋予涂层良好的柔韧性和耐磨性,使涂层在受到机械应力或化学腐蚀时仍能保持完整,不易破损或脱落<sup>[2]</sup>。此外,乙烯基树脂还具有优异的附着力和耐水性,能够在潮湿环境中保持稳定的防腐性能,不易被水分渗透或破坏。在化工仓储罐区防腐中,乙烯基树脂涂层能够有效阻止腐蚀介质的渗透,保护罐体金属不受腐蚀,同时提高罐体的机械强度和耐久性。

### 2.2 阴极保护技术

阴极保护技术是一种有效的电化学防腐方法,其核心原理是通过向被保护的金属结构施加一个负电位,使其极化至腐蚀电位以下,从而抑制腐蚀电池的反应过程,达到减缓或阻止金属腐蚀的目的。在化工仓储罐区的腐蚀防护中,阴极保护技术具有显著的应用价值。特别是对于大型储罐和管网等金属结构,由于其表面积大、易受腐蚀介质的影响,因此更需要采取有效的防腐措施。网状阳极阴极保护技术因其独特的优点而被广泛应用于这类金属结构的防腐保护中。网状阳极阴极保护技术采用网状阳极作为电流的分布器,将被保护的金属结构置于阴极区域,通过施加一定的负电位,使金属结

构表面形成一层致密的保护膜,从而抑制腐蚀反应的发生。该技术具有电流分布均匀、输出可调、使用寿命长等优点,能够确保被保护金属结构在恶劣的腐蚀环境中仍能保持稳定的性能。具体来说,网状阳极的设计使得电流能够在金属表面均匀分布,避免了局部过保护或保护不足的情况。同时,通过调整输出电流的大小,可以根据实际的腐蚀情况和防护需求,灵活地调整保护效果。此外,网状阳极阴极保护技术还具有较长的使用寿命,能够在长期的使用过程中保持稳定的保护效果,降低了维护成本和更换频率。在化工仓储罐区的实际应用中,网状阳极阴极保护技术已经取得了显著的效果。通过施加合适的负电位,大型储罐和管网等金属结构的腐蚀速率得到了有效降低,延长了其使用寿命。同时,该技术的应用还提高了化工仓储罐区的整体安全性,降低了因腐蚀导致的泄漏和事故风险。阴极保护技术特别是网状阳极阴极保护技术在化工仓储罐区腐蚀防护中具有重要的应用价值。通过不断地研究和实践,该技术将进一步发展和完善,为化工仓储罐区的长期安全运行提供更加可靠的保障。同时,在实际应用中也需要根据具体的腐蚀环境和防护需求选择合适的阴极保护技术方案,并定期进行维护和检测,以确保其长期有效的防腐效果。

### 2.3 无尘防腐技术

无尘防腐技术是一种创新的金属表面预处理技术,其核心在于利用超高压水射流对金属材料表面进行深度清洗,有效去除表面的附着物,并为后续的防腐涂层施工提供一个洁净、无污染的基础。在化工仓储罐区,金属储罐和管网长期暴露在腐蚀性介质中,表面容易附着各种污垢、油脂和腐蚀性物质。这些附着物不仅会影响防腐涂层的附着力和均匀性,还可能成为腐蚀的起点,加速金属的腐蚀过程。因此,在施加防腐涂层之前,对金属表面进行彻底的清洗是至关重要的。无尘防腐技术正是针对这一问题而提出的解决方案。它利用超高压水射流(通常压力在数百至数千帕之间)对金属表面进行冲击和剥离,将表面的附着物彻底清洗干净。由于超高压水射流具有极强的冲击力和剥离能力,它能够有效去除金属表面的顽固污垢和油脂,同时不会损伤金属基材,保持金属表面的完整性和光洁度。相比传统的清洗方法,无尘防腐技术具有显著的优势。首先,它不需要使用任何化学清洗剂或溶剂,避免了二次污染和环境污染的问题。其次,该技术操作简便、成本低廉,只需要普通的超高压水设备和操作人员即可进行<sup>[3]</sup>。此外,由于无尘防腐技术不会损伤金属表面,因此它能够为后续的防腐涂层施工提供一个理想的基础,提高涂层的附着力

和防腐效果。在化工仓储罐区的实际应用中,无尘防腐技术已经取得了显著的效果。通过使用该技术对金属储罐和管网进行预处理,可以有效去除表面的附着物,提高防腐涂层的附着力和均匀性。同时,由于该技术不会损伤金属表面,因此还能够延长金属结构的使用寿命,降低维护成本。

## 2.4 监测与管理技术

### 2.4.1 在线监测技术

在线监测技术是化工仓储罐区腐蚀防护的重要手段。这一技术通过在罐区的关键部位,如罐底、罐壁、管道接口等,安装传感器和监测系统,实现了对罐区腐蚀状况的实时、连续监测。传感器能够精确采集各部位的腐蚀数据,包括腐蚀速率、腐蚀深度、腐蚀面积以及腐蚀环境的温湿度、pH值等关键指标。这些数据通过无线或有线方式传输至中央控制系统,为制定和调整防腐策略提供了科学依据。在线监测技术的优势在于其实时性和准确性。传感器能够24小时不间断地监测罐区的腐蚀状况,一旦发现潜在腐蚀问题,系统会立即发出警报,并通过短信、邮件等方式通知工作人员。这样,工作人员可以迅速定位腐蚀部位,采取及时的处理措施,有效避免腐蚀问题的进一步扩大<sup>[4]</sup>。同时,通过长期的数据积累和分析,我们还可以对罐区的腐蚀状况进行趋势预测,为未来的防腐工作提供指导。

### 2.4.2 管理系统优化

除了在线监测技术外,管理系统优化也是化工仓储罐区腐蚀防护的重要一环。建立完善的防腐管理体系是确保防腐工作有效执行的关键。这个体系应包括防腐档案的建立、定期巡检、维护保养、人员培训等多个环节。防腐档案的建立是对罐区腐蚀状况进行全面记录和管理的基础。档案应详细记录罐区的腐蚀数据、防腐措施执行情况、巡检记录、维护保养记录等信息。通过定期对档案进行更新和分析,可以了解罐区的腐蚀状况变化趋势,为制定和调整防腐策略提供有力支持。定期巡检是确保罐区腐蚀状况得到及时发现和处理的重要措施。巡检人员应按照预定的巡检路线和频率对罐区进行

巡检,重点检查罐底、罐壁、管道接口等易腐蚀部位。在巡检过程中,巡检人员应使用专业的检测工具对腐蚀状况进行检测,并记录巡检结果。如果发现潜在的腐蚀问题,应立即报告并采取相应的处理措施。维护保养是确保防腐措施长期有效执行的关键。维护保养工作应包括定期对防腐涂层进行检查和修补、对传感器和监测系统进行校准和维护、对罐区进行清洁和除锈等。通过定期的维护保养,可以保持防腐涂层的完好性,延长其使用寿命,确保传感器和监测系统的准确性和可靠性。此外,加强人员培训和技能提升也是管理系统优化的重要内容。我们应定期对工作人员进行腐蚀防护知识的培训,提升他们的技能水平和防腐意识。通过培训,工作人员可以更好地理解防腐工作的重要性,掌握专业的检测和维护技能,提高他们的工作积极性和责任心。同时,我们还可以建立激励机制,鼓励工作人员积极参与防腐工作,提高防腐工作的效果和质量。

## 结语

化工仓储罐区的腐蚀防护是一个系统工程,需要从材料选择、涂层应用、阴极保护、监测管理等多个方面综合考虑。未来,随着新材料、新技术的不断涌现,化工仓储罐区的腐蚀防护技术将更加先进、高效。同时,加强防腐管理的标准化和信息化建设,也将进一步提升罐区的安全性和稳定性。

## 参考文献

- [1]张世英,李隆飞.结合EPC项目对某沿海化工储罐区防腐地面做法的优化[J].天津化工,2022,36(04):133-135.
- [2]晁岱清,张庆红,杜玲.化工罐区压力管道保温层下腐蚀与防护技术[C]//中国腐蚀与防护学会石油化工腐蚀与安全专业委员会,美国腐蚀工程师协会NACE STAG P72炼化防腐技术专家委员会.第三届(2018)石油化工腐蚀与安全学术交流会议论文集.中国石化齐鲁分公司;2018:3.
- [3]刘宇.石油化工储罐区管道工艺与配管工艺[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(15):143-144.
- [4]时丕宏.化工企业储罐区风险评价及安全管理对策的研究[D].大连交通大学,2019.