

钢制成品油储罐腐蚀机理与维修管理

杨双凯（中国石化销售股份有限公司华南分公司，广东 广州 510620）

摘要：虽然钢制成品油储罐的设计使用年限较高，但在其投入使用10年左右就普遍存在腐蚀漏油情况，所以做好防腐工作至关重要。鉴于此，本文聚焦钢制成品油储罐防腐，围绕钢制成品油储罐的腐蚀机理以及维修管理展开研究。文章从实际出发，分析钢制成品油储罐的腐蚀机理，探讨开展钢制成品油储罐防腐维修管理的必要性，并以提高防腐实效为目标提出钢制成品油储罐维修管理要点，以供参考。

关键词：钢制成品油储罐；腐蚀机理；防腐处理；维修管理

中图分类号：TQ055.8；TU990.3

文献标识码：A

文章编号：1674-5167(2025)025-0166-03

Corrosion mechanism and maintenance management of steel refined oil storage tank

Yang Shuangkai(China Petrochemical Sales Co., Ltd. Guangzhou Guangdong 510620, China)

Abstract: Although the design service life of steel product oil storage tanks is relatively long, corrosion and oil leakage are common after it has been put into use for about 10 years, so it is very important to do a good job in anti-corrosion. In view of this, this paper focuses on the corrosion prevention of steel product oil storage tanks, and studies the corrosion mechanism and maintenance management of steel product oil storage tanks. Based on the actual situation, this paper analyzes the corrosion mechanism of steel product oil storage tanks, discusses the necessity of carrying out anti-corrosion maintenance management of steel product oil storage tanks, and puts forward the key points of maintenance management of steel product oil storage tanks for reference with the goal of improving anti-corrosion effectiveness.

Key words: steel product oil storage tank; Corrosion mechanism; Anticorrosion treatment; maintenance management

在工业生产中，腐蚀性问题一直备受关注。金属腐蚀情况不仅普遍存在，而且容易对生产安全与经济效益产生重大影响，若未能有效预防和处理往往会让生产单位蒙受巨大损失。在油品生产与储运环节，腐蚀性问题也同样引人注意，以钢制成品油储罐为代表的常规用具都面临被腐蚀的风险。这一视域下，促进腐蚀防护与控制提质增效是行业发展的重要目标，积极探索钢制成品油储罐的腐蚀防护路径以及维修策略尤为关键。因此，对钢制成品油储罐腐蚀机理与维修管理展开研究具有重要意义。

1 钢制成品油储罐的腐蚀机理分析

为做好钢制成品油储罐的防腐工作尤为关键，相关工作人员需要掌握引发油储罐腐蚀的原因和常见腐

蚀情况，结合实际需求做好针对性处理。为此，深入研究钢制成品油储罐的腐蚀机理十分必要。

1.1 底板腐蚀

从当前情况来看，底板是钢制成品油储罐使用过程中极易受到腐蚀的部位。底板腐蚀往往与基底座断裂和微生物聚集有关。在钢制成品油储罐使用环节，一旦罐底的混凝土基座出现均匀沉降或直接断裂情况，便会为大气、雨水侵入创造机会，还会导致罐底直接接触腐蚀性土壤，最终加速腐蚀。目前来看，土壤不均质性、混凝土基座表面沥青老化都容易导致罐底被腐蚀；油储罐施工质量不达标或在油储罐使用中存在长时间的高低液位转换运行情况，也容易造成底板腐蚀。钢制成品油储罐底板的遭受的腐蚀也与涂层

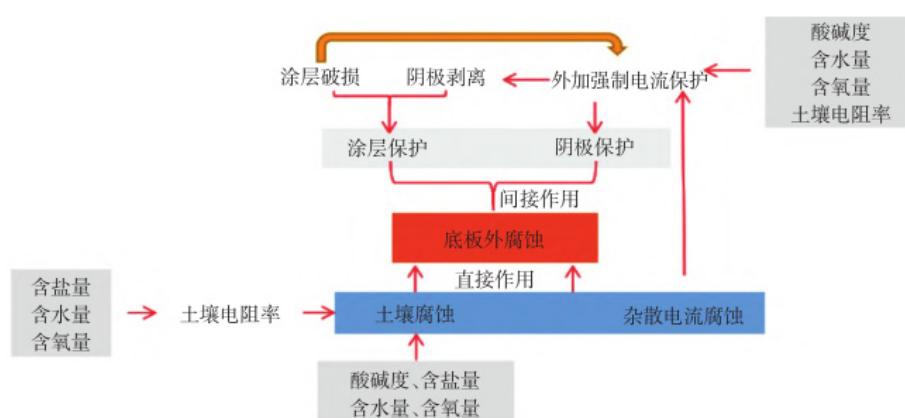


图1 罐底板腐蚀原因作用机理图

保护和阴极保护失效有关，罐底腐蚀的作用机理如图1所示^[1]。

1.2 罐内腐蚀

在对钢制成品油储罐的腐蚀机理加以分析时，必须高度重视罐内腐蚀问题。内部原油的腐蚀是引发储罐失效的重要原因，成品油当中的硫化物以及酸性物质具有腐蚀性，油品中的水分、溶解氧以及氯化物也在腐蚀过程中起到关键作用，都会对罐内部金属表面造成腐蚀。这种腐蚀既可能是化学腐蚀，也可能是电化学腐蚀。钢制成品油储罐的内部腐蚀大多集中在三个部位：

①罐底水相部位：在罐底的成品油与沉降水交接位置，容易形成水膜，水中的矿物质、有机质便会引发腐蚀。而且，罐内液体以及温度对底部焊接部位的长期影响，也容易导致该部位出现性能改变，加速腐蚀。若钢制成品油储罐本身存在焊缝质量问题，则遭受腐蚀的概率会大幅提升。

②油品与空气交接位置：钢制成品油储罐当中的氧气浓度越高，越容易发生腐蚀。所以，钢制成品油储罐内部的油空交接位置一直是腐蚀风险高发区。氧气是阴极去极化剂，能够直接参与腐蚀反应的阴极过程。这意味着，氧气浓度差异较大时，容易出现局部金属快速氧化的情况。钢制成品油储罐内部的油空交接位置，存在氧气浓度高且分布不均匀问题，十分容易引发氧气浓度差电池并造成腐蚀现象。

③气体空间：钢制成品油储罐内部存在气体空间，在其内部油品蒸汽会因温度变化而产生蒸发损耗。无论是油气逸出还是空气进入，都会对罐内的气体空间产生影响。这一位置的内壁腐蚀成因较为复杂，但十分容易发生。事实上，钢制成品油储罐当中存在气态烃，该物质具有腐蚀性会对油储罐内部造成化学腐蚀。而且，在油储罐所处环境出现变化时，水蒸气含量会增多，甚至在罐顶覆盖水膜。这种情况下，水与原油挥发物质将共同作用于内壁，引发腐蚀。

1.3 罐外腐蚀

钢制成品油储罐的外部腐蚀问题不容忽视，这种腐蚀往往源自外部环境和油储罐施工。通常来说，钢制成品油储罐投入使用前，必须做好防腐处理，在罐体表面涂刷防腐涂层便是这一工作的核心内容。但受到多方面因素影响，防腐涂层可能脱落或失效，一旦出现这种情况便会让罐身失去保护，最终因直接接触外部环境而被腐蚀。外部环境对钢制成品油储罐的影响，主要与大气、水、微生物等因素相关。当罐体表面的防腐保护层失效后，暴露在外的钢制成品油储罐便会与大气中的水分、微生物以及酸性物质直接接触，

长此以往便会造成表面腐蚀。不同类型钢材的耐腐蚀性存在明显差异，若钢制成品油储罐投入使用前采取的外壁防腐处理效果并不能满足实际需求，就会加剧罐体被腐蚀的风险。

1.4 使用腐蚀

从现实角度来看，钢制成品油储罐的正常使用过程中也存在腐蚀风险。储油罐的维护保养以及使用过程监管不到位，是造成使用性腐蚀的关键原因。比如，钢制成品油储罐的定期清理以及维修方案执行不到位，便会形成易于发生腐蚀的环境，进而提升油储罐遭受腐蚀的概率。当然，钢制成品油储罐使用过程监管不到位，便会导致机械伤害以及自然老化问题处理不及时，最终让油储罐被腐蚀的概率也会大大增加。

2 钢制成品油储罐防腐维修管理的必要性

结合实践可知，油储罐的安全使用是避免油品泄漏的关键基础，在保护环境、避免污染和实现油储罐环保排放方面有着积极影响^[2]。为保证油储罐安全使用，加强油储罐防腐维修管理势在必行。钢制成品油储罐的防腐维修管理，在提高油储罐使用安全性、经济性、耐久性方面发挥突出作用。有效开展防腐维修管理，可以降低罐体被腐蚀的概率，有效降低腐蚀对储油罐结构安全的威胁，避免生产事故发生。事实上，防腐维修管理水平越高，越有利于促进钢制成品油储罐使用降本增效。有序有效地推进钢制成品油储罐，可以避免生产中断，不会因油储罐故障停运阻碍成品油供应，能够让企业免受损失。

3 钢制成品油储罐防腐维修管理的实践路径

3.1 科学使用预防性维修技术

3.1.1 阴极保护

在科学选择钢制成品油储罐的维系保护措施时，提高阴极保护技术应用的合理性至关重要。实践中，技术人员需要以实现防腐保护效果最大化为目标，充分利用区域性阴极保护措施延缓钢制成品油储罐被腐蚀的进度，延长油储罐维修周期。比如，使用外加电流阴极保护措施，以“油储罐+恒电位仪”的组合形式对罐底进行电位保护；采用柔性阳极保护手段，提高底板外侧位置的抗腐蚀性能。在运用阴极保护技术时，还可使用环形混凝土底座支撑钢制成品油储罐，并且在壁板下方设置沥青砂垫层^[3]。除此之外，在基于阴极保护技术的钢制成品油储罐防腐保护环节，技术人员也可使用牺牲阳极保护技术。比如，在罐底板内侧加装铝合金阳极块。

3.1.2 防腐技术

涂刷防腐材料是对钢制成品油储罐进行防腐保护的关键方法，施工便捷且实效性高，一直备受认可。

具体操作中，维修保护人员要结合实际需求做好防腐材料选择，以打造最具性价比的防腐涂层为目标开展实践。乙烯基酯树脂、防腐油漆、环氧树脂、环氧沥青等材料都是常用于制作钢制成品油储罐防腐涂层^[4]。随着时间推移，许多新型防腐材料也被运用到钢制成品油储罐防腐保护领域。比如，聚脲防腐材料、索雷CMI重防腐涂层。在打造防腐涂层时，施工人员必须严格按照技术规范作业，确保涂层与油储罐表面牢固粘结。当然，使用缓蚀剂也可以起到延缓钢制成品油储罐腐蚀进度的效果。实践中，主要使用油溶性缓蚀剂、水溶性缓蚀剂和气相缓蚀剂。比如，石油碳酸盐、六亚甲基四胺、氮和硫的杂环化合物、亚硝酸钠、硝基化合物。

3.2 规范运用腐蚀维修技术

3.2.1 腐蚀修复技术

面对已出现的腐蚀性问题，钢制成品油储罐防腐维修的重点应集中在修复被腐蚀区域，消除腐蚀风险方面。这一视域下，维修管理人员必须高度重视腐蚀修复技术的选择和运用管理，强调过程性控制与责任追踪，为高质高效地解决现实问题奠定坚实基础。具体操作中，可以采用涂层修复技术；即利用防腐涂层的重构的方式，解决涂层失效引发的腐蚀性问题，基于表面处理和防腐材料涂装保护钢制成品油储罐。

当然，维修人员也可采用热喷涂技术对局部腐蚀严重的钢制成品油储罐进行维护^[5]。该技术在钢制成品油储罐内外部腐蚀修复领域较为常用，使用前需要做好杂质清理与清洁工作。现场施工人员，要利用阴极保护作用金属材料制作厚度约100μm的互渗层；然后，使用热喷涂处理技术在盖层上喷涂金属隔离，制作厚度在130–150μm屏蔽层；最后，基于热喷涂处理技术制作表面光滑的防腐面层，该层厚度约为380–400μm。除此之外，在腐蚀维修方面还可采用局部更换工艺，将受到严重腐蚀的结构替换成新材料，基于有效焊接保证钢制成品油储罐结构完整性以及罐体耐腐蚀性、密封性。

3.2.2 检测监测技术

钢制成品油储罐被腐蚀往往需要经过较长时间，所以对钢制成品油储罐的使用状态进行监控，基于动态化监测和针对性监测及时发现腐蚀因素，追踪腐蚀修复技术应用效果，可切实提升维修管理质效。实际作业环节，管理人员要注重基于无损检测技术的钢制成品油储罐探伤。比如，使用超声测厚技术、漏磁检测技术对钢制成品油储罐的完整性以及基本性能参数进行检测，为技术发现潜在腐蚀风险提供支持。

管理人员也要引入腐蚀监测系统，基于在线监测

技术支持实时采集钢制成品油储罐使用数据，对钢制成品油储罐各部位的腐蚀速率、环境参数加以把控，切实保证腐蚀异常发现及时，防腐方案制定科学。在运用检测监测技术时，管理人员需要树立数据驱动意识，用直观具体的数据辅助决策；还要运用全生命周期管理理念和精细化管理思维，提高管理全面性。

3.2.3 风险防控技术

在钢制成品油储罐防腐维修工作中，存在一定的安全风险，做好风险防控同样是管理人员的应尽职责。此环节，可健全风险防控体系，引入风险识别、评估技术，依托数据模型支撑高效管理。管理人员应当高度重视动火作业、油品泄漏以及人才操作风险的防控。从实际出发，制定风险评估标准，并建立自动化风险预警机制，依托在线防控系统辅助高效管理。当然，为降低安全风险，钢制成品油储罐防腐维修管理人员还要定期组织专业培训和安全防护演习，更要提前做好油品泄漏应急处理预案设计并加强预案执行管理。

4 结束语

综上所述，钢制成品油储罐被腐蚀的原因十分复杂，但腐蚀问题会对其使用性能以及使用寿命产生不良影响，所以做好腐蚀维修管理至关重要。为有效保护钢制成品油储罐，维修人员必须明确油储罐的腐蚀机理，以对症下药的方式做好预防与维护，切实解决潜在风险和已出现问题。现阶段，钢制成品油储罐腐蚀维修的重点在于正确选用防腐材料、关键保护技术以及技术应用质量控制，工作人员需要基于需求导向做好针对性处理。在未来，钢制成品油储罐腐蚀维修管理的标准会不断提升，积极探索新技术、新方法迫在眉睫。

参考文献：

- [1] 张龙,王立涛,赵盼婷,等.储油罐的腐蚀机理分析和保护措施[J].石油化工应用,2022,41(03):67-70.
- [2] 张建民.数字化赋能成品油销售企业落实环保责任的方法探索——基于数学模型强化储罐挥发性有机物排放监管的实践[J].北京石油管理干部学院学报,2025,32(01):53-58.
- [3] 赵九洲,高鹏.从汽油及航煤成品油储罐防腐工程返修谈防腐质量管控措施[J].石化技术,2023,30(06):285-286.
- [4] 侯明春.钢制成品油储罐的腐蚀机理与维修保护措施[J].化工设计通讯,2023,49(04):64-66.
- [5] 王冰.大型成品油储罐综合防腐蚀技术分析[J].全面腐蚀控制,2022,36(04):87-88.

作者简介：

杨双凯（1980-），男，汉，陕西三原人，本科，中级工程师，研究方向：项目施工管理。