

大型外浮顶原油储罐综合性维修要点及管理对策

付 闯 (中国石油辽河油田油气集输公司, 辽宁 盘锦 124000)

摘 要: 大型外浮顶原油储罐在到达维修周期后, 应开罐进行全面的修理维护, 企业应根据储罐运行实际, 科学制定检修内容, 严密组织检修过程, 确保检维修质量、安全受控。本文以某大型油库开展的储罐综合性维修为例, 介绍了该油库储罐综合性维修作业内容、组织模式, 总结经验, 旨在提高储罐综合性维修管理水平, 减少储罐在生产运行和检维修作业过程中的安全生产事故。

关键词: 原油储罐; 外浮顶储罐; 综合性维修; 储罐大修

近年来, 石油石化行业发生了多起原油储罐安全生产事故。分析事故原因主要有两个方面, 一是由于储罐年久失修或检维修质量不合格导致隐患整改不及时、不彻底。二是由于检维修作业组织不力导致施工作业风险控制措施不全面、落实不到位。本文介绍了储罐综合性维修的要点及管理对策, 旨在实现专业化、规范化、标准化的储罐综合性维修工作, 防止安全生产事故的发生。

1 综合性维修

①大型外浮顶原油储罐。本文提到的大型外浮顶原油储罐指的是容量不小于 10 万 m^3 的储罐 (以下简称储罐); ②综合性维修。本文提到的综合性维修指的是储罐到达修理周期并经彻底的清洗后, 进行全面的检查、检验、维护、修理、防腐工作。

2 综合性维修的意义

目前, 我国大型原油储备库建设规模越来越大, 受油品储存及库存等诸多因素的限制, 储罐修理周期普遍长于行业推荐的 6-9 年。以国内一座建设规模为 400 余万 m^3 的油库为例, 该油库有 40 余座 10 万 m^3 的外浮顶原油储罐, 若要保证所有储罐在规定的周期内完成检修, 需要在投产后的第一年每年修理 5 个罐, 这样的过度维修方式即不符合客观实际, 也是一种资源的浪费, 降低油库运营效益。因此, 大型油库储罐超期服役的现象非常普遍。储罐在超期服役期间, 通常会存在各种隐患, 部分隐患只有在开罐后才能发现和治理。因此, 企业应充分利用储罐清罐后的检修机会, 进行系统、全面、彻底的维护、检修, 确保储罐在下一修理周期内的安全运行。

3 综合性维修要点及管理对策

3.1 储罐综合性维修内容

企业应基于储罐历史数据及风险确定检维修内容, 应重点考虑如下因素: ①开罐检验情况; ②历年储罐年度检查情况; ③专业检查情况; ④储罐腐蚀情

况及腐蚀速率; ⑤储罐历史运行数据; ⑥安全评价报告; ⑦国家行业有关的标准规范。

经判定为隐患的必须整改, 对于不影响储罐运行的问题, 企业应对储罐运行进行风险评估, 必要时进行定量风险评价, 并结合成本投入, 优先实施风险等级高的问题。储罐综合性维修包括储罐及附件的检修及防腐。

3.2 储罐及附件的检修要点

3.2.1 储罐密封的维修

目前, 国内仍有部分储罐的一次密封选用机械密封的方式, 由于该密封结构形式的缺点, 导致发生了多起装有机密封的储罐雷击起火事故。因此, 在综合性维修时应将机械密封更换成囊氏软密封。对于采用囊氏软密封的, 建议在一个修理周期之后对一、二次密封进行更换。

3.2.2 浮舱维修

浮舱下表面长期接触油品, 腐蚀情况较为严重, 且储罐在运行过程中, 浮盘频繁升降, 焊缝集中受力, 容易导致浮盘下表面焊缝渗漏。由于在役储罐本体动火作业属于特级动火作业, 风险等级高, 且无有效的控制措施, 行业内通常采用磁堵片和冷焊棒的方式进行临时处理。因此, 在综合性维修时应进行彻底修复, 维修内容应包括: 漏油浮舱补焊维修; 对补焊区域除锈防腐; 浮舱气密性测试。

3.2.3 浮盘顶板的维修

储罐在运行过程中, 由于浮盘变形导致排水不畅, 浮盘环带一圈会长期存在积水, 该区域浮盘顶板存在严重锈蚀问题。当顶板平均减薄量小于 20% 或点蚀深度大于 30% 时, 应对顶板进行局部更换。

3.2.4 中央排水系统的维修

近年来, 国内出现了多起储罐中央排水管漏油或集水坑漏油事件。由于中央排水管在罐内安装, 因此在不清罐的情况下没有办法进行检修。当储罐中央排

水系统故障，罐内原油会流进库区排水系统，造成环境风险。同时，中央排水系统的故障也会影响罐顶排水，在降雨量较大时，容易发生储罐浮盘沉盘的风险。因此，在综合性维修时应应对中央排水管进行系统维修，维修内容应包括：中央排水管打压实验，浮顶小积水坑至中央集水坑排水管打压试验；中央排水管焊口进行无损检测；集水坑除锈防腐，浇筑沥青；结合中央排水管无损检测结果及使用寿命对中央排水管进行更换，建议更换频率不小于两个检修周期。

3.2.5 转动浮梯的维修

储罐转动浮梯踏步轴和拉杆老化严重，特别是沿海地区的储罐，已发生了多起转动浮梯拉杆变形、踏步倾斜、踏步掉落的隐患，存在人员踏空的风险。因此，在综合性维修时应应对转动浮梯进行系统维修，维修内容应包括：转动浮梯重新防腐；更换转动浮梯长轴及踏步轴；更换转动浮梯拉杆；旋转部位润滑保养。

3.2.6 罐根阀的维修

由于罐根阀是紧邻罐壁的第一道阀门，如出现阀门内漏、阀门卡涩等故障在不清罐的情况不便于维修，因此在综合性维修时应应对罐根阀进行拆除、研磨、定压、更换填料、更换法兰垫片、更换法兰螺栓等维护工作。

3.3 储罐及附件的防腐要点

储罐在运行过程中，储罐本体和附件均会发生不同程度的腐蚀。按照腐蚀环境可分为大气腐蚀和介质腐蚀。按照腐蚀速率可分为无腐蚀、轻腐蚀、中腐蚀和强腐蚀四个等级。对于沿海地区的储罐，大气腐蚀较为严重。对于存储高含硫的储罐，介质腐蚀较为严重。因此，企业应根据储罐运行实际及预期的防腐使用寿命，有针对性的提出防腐蚀措施。

3.3.1 防腐蚀设计要点

①企业应首先根据开罐检验情况、腐蚀速率并结合储罐检修周期确定储罐各部位的防腐蚀设计寿命；②设计单位应根据业主提出的防腐蚀设计寿命，结合储罐不同部位的腐蚀环境，制定防腐蚀设计文件；③施工单位应根据防腐蚀设计文件制定防腐蚀施工方案；④供应商应根据防腐蚀设计文件提供合格的防腐蚀材料及产品说明书。

3.3.2 防腐蚀施工控制要点

①表面处理要点：除锈前，钢材表面污染物的清除；除锈工艺及除锈等级；除锈后，钢材表面清洁度；除锈后，钢材表面粗糙度；除锈后，钢材表面氯化物残留量；②钢材表面涂装要点：涂料等原材料的质量；涂装环境的温度和湿度；涂装间隔时间；涂层厚度。

3.3.3 储罐关键部位防腐要点

3.3.3.1 罐底板防腐

储罐底板上表面长期接触油品，介质腐蚀较为严重，储罐底板下表面与储罐基础接触，基础中的水分和潮气引起罐底板下表面的腐蚀。国内已发生多起罐底板腐蚀穿孔的漏油事故。特别是对于建设时间较早，没有安装牺牲阳极块和外加电流阴极保护装置的储罐罐底板腐蚀尤为严重。因此在综合性维修时应应对罐底板进行重新防腐，防腐内容应包括：采取填充焊接金属、焊接补板、更换底板等方式对腐蚀的底板的罐底板进行维修；增设牺牲阳极块。对于无牺牲阳极装置的储罐，应由设计单位对罐内牺牲阳极块的材质、规格、用量、安装位置进行专业设计，施工方根据图纸增设牺牲阳极块；更换牺牲阳极块。对于已有牺牲阳极块的储罐，应对腐蚀严重的牺牲阳极块进行更换。同时，对于罐内牺牲阳极块完全不溶解的异常情况，应对牺牲阳极块进行送检，检测其组分和性能，分析原因，制定维修方案；具备条件时，维修或增设外加电流阴极保护装置。

3.3.3.2 罐底边缘板防腐

储罐在运行过程中，由于储罐进行收发油作业，罐内载荷发生变化导致罐底边缘板发生形变，罐底边缘板容易破损，破损后雨水和潮气会进入储罐底板，加速边缘板的腐蚀，因此在综合性维修时应选择有效的边缘板防腐方式进行防腐。

3.3.3.3 罐外壁防腐

从历史数据来看，罐外壁腐蚀程度较轻，对于非保温储罐，腐蚀区域主要集中在焊缝，因此在综合性维修时应重点对罐壁板焊缝重新进行防腐。对于保温储罐，腐蚀区域主要是抗风圈上方20cm区域范围。主要原因是保温层坐落在抗风圈上方，抗风圈处雨水无法及时排出，保温棉吸收雨水，加剧了罐壁的腐蚀。以某沿海油库为例，某储罐运行11年后，抗风圈与壁板连接处严重腐蚀，每条抗风圈向上150mm内，第七带壁板由12mm减薄至9mm，第六带壁板由12mm减薄至9.5mm，第五带板由15mm减薄至13mm，上述位置壁板厚度均小于最小允许厚度。因此，企业应重点对上述部位进行检查、测厚并进行评定，从以下几个方面进行防腐处理：非保温储罐。焊缝处进行彻底的喷射处理防腐；保温储罐。维修腐蚀的罐壁板。同时，切割抗风圈、加强圈上方局部保温板（15-20cm），使罐壁外露。

4 储罐综合性维修组织案例

下面，以某油库多年开展的综合性维修为例，简

要介绍一种储罐综合性维修的作业内容、组织方式和安全管理,供大家参考。

4.1 综合性维修准备工作

4.1.1 建立组织机构

成立以企业主要负责人为组长的综合性维修作业小组,小组成员包括建设单位设备、生产、安全部门专业人员,设计单位、储罐检验机构、产品供应商、施工单位、专业监理机构、第三方安全监管机构。明确各级人员的职责、工作流程和沟通协调机制。

4.1.2 全面检查、检验、评定

检验机构进行开罐检验,并组织安全、生产、设备部门进行联合检查,根据开罐检验和联合检查结果共同确定综合性维修内容。维修内容涉及到甲供材料的,组织材料的采购。

4.1.3 设计准备工作

根据确定的检维修及防腐蚀工程内容,组织施工单位制定施工方案。涉及到储罐本体重大修理的、关键区域修理、变更原设计的维修、变更原设计防腐蚀形式的内容,由具有资质的设计单位出具设计图纸,并交由检验机构、施工单位对维修方式进行复核。

4.1.4 危害辨识、风险评价、制定风险控制措施

建设单位组织各方开展风险评估,对作业全过程涉及的设备设施、作业人员、作业活动、环境、天气等方面进行系统性危害因素辨识,风险评价,制定有效风险控制措施,并形成记录。

4.1.5 编制施工组织设计及专项方案

根据风险辨识结果和综合性维修作业实际,储罐维修主管部门组织施工单位编制施工组织设计,施工组织设计应包括工程概况、编制依据、施工组织机构及职责、施工部署、专业/专项施工方案、质量管理、HSE管理、进度管理、成本管理、物资管理、信息化管理、文控管理、资源配置计划、施工总平面布置等内容。对于动火作业、受限空间作业、高处作业、临时用电作业、吊装作业等危险性较大的作业编制专项施工方案。编制完成后,报监理机构进行审核,建设单位进行审批。同时,针对火灾爆炸、原油泄露、人身伤害等风险等级较高的突发事件,编制专项应急预案,并在作业前至少开展一次实战联合演练。

4.1.6 安全技术交底及培训考核

作业前,建设单位对施工方进行安全技术交底,并进行入场前培训考核,考核合格方可作业,考核记录进行留存。

4.1.7 作业前检查

作业前,建设单位组织施工方对作业现场及作业

涉及的设备设施、工器具的安全性进行逐项检查,检查合格后粘贴合格证。同时,监理机构对入场材料、设备、构配件的质量证明文件进行逐一检查、核验。

4.2 综合性维修作业实施

①综合性维修作业落实作业预约制度,监理、第三方安全监管机构、建设单位共同对施工方上报的次日检维修计划进行审核,并对质量、安全风险进行提示;②施工方按照施工组织设计及专项施工方案开展综合性维修工作,每日记录施工日志,施工日志包括当日天气情况、异常特殊情况、材料到货及验收情况、设备设施到货及验收情况、主要施工内容、质量验收情况、质量安全检查情况;③施工过程中,监理人员每日至少对施工现场巡查两次,对关键工序、关键环节进行旁站监督。对施工方报验的检验批、隐蔽工程、分项工程进行验收。每日出具监理日报,每周组织监理例会;④第三方安全监管机构每日至少对施工过程开展两次安全监督检查,特级动火、特殊受限空间作业、IV级高处作业、一级吊装等高风险作业旁站监督,每日发布安全监督问题通报;⑤建设单位项目经理每日巡视两次施工现场,并对各级检查发现的安全质量问题进行管理追溯,每周召开项目例会,对各相关方进行协调。

4.3 综合性维修作业验收

4.3.1 验收标准

储罐综合性维修优先执行设计文件。对于设计文件未明确验收标准的,执行石油石化行业有关工程质量验收标准。当行业内也无相关验收标准时,应由建设单位、监理机构共同确定验收标准,并在项目开工前予以书面确认。

4.3.2 竣工验收

储罐综合性维修完成后,施工方自检合格后,由监理组织,建设单位设备、安全、生产专业部门分专业进行联合验收,验收完成后办理交接单,由设备主管部门交接至生产管理部门。

5 结论

为确保储罐长期的安全平稳运行,储罐在开罐后进行综合性维修是非常重要的。企业应针对储罐运行实际和检验检测结果,制定科学有效的检维修方案,精心准备,严密组织,严格落实风险控制措施,确保检维修作业安全、质量受控。

参考文献:

[1] 赵元林.大型原油储罐检修中的安全管控[J].化工管理,2020(19).