

# Analysis on the Status of Cleaning and Maintenance of In-service Oil Tanks

Xiaoyan Yu

Technology Service Center of China Petroleum Pipeline Engineering Co. Ltd., Langfang Hebei  
Email: yuxiaoyan@cnpc.com.cn

Received: Apr. 5<sup>th</sup>, 2019; accepted: May 25<sup>th</sup>, 2019; published: Oct. 15<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

Oil tank was one of the indispensable equipments in petroleum and petrochemical industry, the cleaning, inspection and maintenance of oil tanks played an important role in ensuring oil quality and operation safety. This paper introduces the domestic standard, technology and main requirements of tank cleaning and maintenance, analyzes the development trend of the industry and puts forward corresponding suggestions.

## Keywords

Oil Tank, Cleaning, Maintenance

---

# 在役储油罐清洗、检修现状与分析

俞晓艳

中国石油管道局工程有限公司技术服务中心, 河北 廊坊

作者简介: 俞晓艳(1971-), 女, 工程师, 现主要从事油气管道技术服务等方面的工作。

Email: yuxiaoyan@cnpc.com.cn

收稿日期: 2019年4月5日; 录用日期: 2019年5月25日; 发布日期: 2019年10月15日

## 摘要

储油罐是石油石化行业中不可或缺的设备之一, 储油罐的清洗、检测与维修对保证油品质量和运营安全起到了重要作用。介绍了国内储油罐清洗、检修的标准和工艺及检修过程中的主要要求, 分析了行业发展趋势并提出了相应建议。

## 关键词

储油罐, 清洗, 检修

Copyright © 2019 by author(s), Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

储油罐是油库、炼厂和油品输送过程中不可或缺的设备之一, 在使用过程中, 油品中的重组分会在重力作用下逐渐下沉形成一定量的沉积物, 影响其有效容量和储运安全[1]。另外, 运行 3 至 5 年后, 储油罐会出现底板腐蚀、罐体变形、基础不均匀沉降等问题, 需要定期对其进行清洗和检修。国内石油天然气行业的现有标准规定, 新建油罐的清洗、检修周期不宜超过 10 年, 在役使用油罐的清洗、检修周期一般为 5 至 7 年。其他国家对于储油罐也有类似规定, 如德国要求原油罐每隔 5 年必须清洗、检修 1 次; 俄罗斯要求航空燃料类储罐每年清洗不少于 2 次, 汽油类、润滑油类储罐每年不少于 1 次, 发动机油、重油类储罐根据使用情况确定清洗频次。

## 2. 国内储油罐清洗标准与工艺

### 2.1. 国内储油罐清洗标准

目前国内仅针对储油罐清洗作业的标准与规范并不太多, 专门针对清洗作业的标准主要有 SY/T 6820—2011《石油储罐的安全进入与清洗》、SY/T 6696—2014《储罐机械清洗作业规范》、Q/SY 1796—2015《成品油储罐机械清洗作业规范》、AQ/T 3042—2013《外浮顶原油储罐机械清洗安全作业要求》、Q/SY 165—2007《油罐人工清洗作业安全规程》等(表 1)。上述标准由不同的单位编制、发布, 最早开始实施的年份是 2007 年, 适用范围差别也比较大。

**Table 1.** The domestic standard and scope of application for tank cleaning  
**表 1.** 国内储罐清洗标准及适用范围

标准名称	标准内容	适用范围
SY/T 6820—2011《石油储罐的安全进入与清洗》	石油储罐从停运到投用过程中的安全进入与清洗作业要求	适用于地上常压及低压(最高至 0.1 MPa)石油储罐的清洗工作; 不适用于压力容器、低温冷冻、冷藏容器或储罐、真空状态下的容器或储罐、工艺装置上的容器和地下储罐
SY/T 6696—2014《储罐机械清洗作业规范》	钢制储罐机械清洗的基本条件、技术规范、安全防范控制措施以及验收要求	适用于所有地面钢制储罐
Q/SY 1796—2015《成品油储罐机械清洗作业规范》	成品油储罐的机械清洗作业要求	适用于成品油储罐在常压条件下的机械清洗。标准中的机械清洗作业只针对物理清洗
AQ/T 3042—2013《外浮顶原油储罐机械清洗安全作业要求》	外浮顶原油储罐的机械清洗安全作业的一般要求和工艺要求	适用于地面常压外浮顶原油储罐的机械清洗作业; 内浮顶油罐、卧式油罐和拱顶油罐的机械清洗可参照使用
Q/SY 165—2007《油罐人工清洗作业安全规程》	油罐清洗前的准备、清洗作业过程及验收中的安全要求	适用于成品油、半成品油金属立式油罐、卧式油罐和移动油罐; 不适用于原油罐、球罐等压力储罐

## 2.2. 国内储油罐清洗工艺

20 世纪 90 年代以前, 人工清罐是国内的主要作业方式[2]。90 年代以后, 国内开始逐渐引进日本、丹麦等国外公司的机械清洗技术和设备。与人工清罐相比, 机械清洗安全系数高、环保效果好, 清洗效果、底油回收率等方面也更胜一筹, 因其经济效益和社会效益良好, 在国际上被公认为安全、环保、节能的施工方法。人工清罐工艺落后, 施工设备简陋, 施工周期长且存在较大安全隐患, 因此从专业、安全及环保等角度考虑, 自 2014 年开始中石油集团强制推行储油罐机械清洗技术, 要求容积在 1000 m<sup>3</sup> 及以上的原油、成品油罐必须采用机械方式清洗, 对小型储油罐及其他介质储罐积极研究开发机械化清洗设备, 逐步扩大机械化清洗范围。据了解, 国内 3 大石油公司长输管线首末站的油库储罐、炼厂储罐目前已基本全部实现机械清洗。

## 2.3. 储油罐清洗的新工艺和新理念

2011 年油气储运杂志上介绍了一种在线清罐技术, 在西部原油管道的鄯善首站开展了在线热油清罐的探索试验[3]。在线清罐是在储油罐底部安装利用来油压力驱动的旋转喷射式搅拌器, 或者在罐侧部安装电力驱动的叶轮式搅拌器, 通过机械搅拌和热油循环相结合的工艺, 使底部沉积的油泥悬浮起来, 然后作为掺混油与管输原油一起掺混外输。上述措施能够有效防止油泥的沉积, 清洗过程安全、简单、零排放, 并且清罐费用低。中国石油天然气管道局设计院近几年负责设计的储罐, 已有部分安装了旋转喷射式搅拌器, 使用效果良好。

另外, 为解决储油罐内储存介质的沉积问题, 一些设计单位也在进行技术创新和研究, 有单位已开始设计带中央集水坑的自清洁式下锥底罐, 将油罐的底部设计成坡度为 1:100 的下锥体, 并且在罐底中心位置设置一中心集水坑, 排污管线直接伸入中心集水坑抽取污油。该结构能够实现在线自动排底油的功能, 可以有效地减少清罐频率, 为储罐运营单位节省大量清罐费用。

最近几年, 国内一些专家和技术人员开始研究使用机器人清洗内部结构复杂的油罐, 虽然尚未有相关产品在商业中的应用, 但已经进行了大量试验并形成了不少专利[4]。目前储油罐机器人清洗技术在国内还处于研究探索阶段, 但使用新技术、新设备代替人工劳动, 是未来的发展趋势。

### 3. 储油罐检修标准及工作范围

#### 3.1. 国内储油罐检修标准

国内现阶段针对储油罐检修工作的标准主要有 SY/T 5921—2017《立式圆筒型钢制焊接油罐操作维护修理规程》、SY/T 6620—2014《油罐的检验、修理、改建及翻建》、Q/SY 1485—2012《立式圆筒型钢制焊接储油罐在线检测及评价技术规范》、Q/SY 05011—2016《在役立式圆筒型钢制焊接油罐检测与评价》、Q/SY 08007—2017《石油储油罐附件检测技术规范》(表 2)。

**Table 2.** The domestic standard and scope of application for tank maintenance

**表 2.** 国内储油罐检修标准及适用范围

标准名称	标准内容	适用范围
SY/T 5921—2017《立式圆筒型钢制焊接油罐操作维护修理规范》	立式圆筒型钢制焊接油罐操作、维护和修理的技术要求	$15 \times 10^4 \text{ m}^3$ 及以下立式圆筒形焊接油罐, 其他储存介质和容量的油罐可参照执行
SY/T 6620—2014《油罐的检验、修理、改建及翻建》	限于油罐基础、罐底、罐壁、构架、罐顶、附件和接管	依照 API Std 650 及其前身 API Std 12C 建造的钢制储油罐, 提出了在安装使用后保持其完整性的最低要求
Q/SY 1485—2012《立式圆筒型钢制焊接储油罐在线检测及评价技术规范》	声发射技术、超声平板导波技术、超声爬行者技术和机器人技术在储油罐底板、壁板与灌顶在线检测应用中的技术要求、检测流程及评价方法	$15 \times 10^4 \text{ m}^3$ 及以下且介质为液体的常压立式圆筒型钢制焊接储油罐
Q/SY 05011—2016《在役立式圆筒型钢制焊接油罐检测与评价》	立式圆筒型钢制焊接油罐在线检测、开罐检测、检测分析与评价以及检测报告编制的技术要求和方法	不大于 $15 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的在用和投用后闲置的立式圆筒型钢制焊接油罐, 其他储存介质和容量的油罐可参照执行
Q/SY 08007—2017《石油储油罐附件检测技术规范》	储油罐呼吸阀、液压安全阀、阻火器技术要求和检测方法等内容	新购置安装前、使用中及修理后的原油、成品油及其他石油类液体储油罐上安装的呼吸阀、液压安全阀、阻火器的检测

目前国内与储油罐检修相关的现行标准不多, 且大部分还是推荐性标准, 标准中对检测项目、检测方法等内容规定也不够统一, 缺乏科学性和体系性, 给标准的执行带来了一定困难。在实际工作中, 通常是根据客户要求、由甲乙双方协商确定适用检测指标的, 因此在通用性和实用性方面亟待改进[5]。

#### 3.2. 储油罐检修工作范围

储油罐维修前, 需要对储油罐进行综合全面的检测, 以确定维修的工作范围。储油罐检测有在线检测和开罐检测两种方式。在线检测是在油罐生产运行工况下实施的检测, 开罐检测是在油罐清罐后, 检测人员进入罐内进行的全面检测。

由专业储油罐检测队伍在维修前对罐基础、油罐罐底沉降、罐体的腐蚀、罐体的几何形状和尺寸、油罐附件、油罐焊缝、防腐层、保温层、阴极保护、防雷防静电设施等进行综合检测, 在检测工作结束后提交完整详尽的油罐检测评价报告, 对油罐状况进行描述说明, 使维修更具针对性。

油罐维修的工作范围一般包括罐底、罐壁及附件, 如阀门、进出油管、人孔、排水系统、电器仪表、盘梯、抗风圈等部分的修理或更换, 需要根据检测报告和设计文件确定维修方式, 一种是对附件进行修补加固, 另一种是拆除损坏严重的原附件, 进行更换处理。施工图纸是现场施工的重要依据, 按图施工也是维修施工的基本原则, 设计单位按照维修施工要求针对储油罐需要维修的具体部件编制维修图纸, 一般常规的维修图纸包含: 工艺部分、机械部分、防腐部分、仪表部分、电力部分、给排水(消防)部分、

暖通部分、土建部分、阴极保护部分等。

施工方须按照相关标准的要求及业主最终批准的储罐维修方案, 维修或更换有缺陷或损坏的储罐部件、阀门, 以及罐区内相关的土建设施, 维修完成后业主及监理对施工质量进行现场验收, 合格后对储罐进行水压试验, 试压完成后进行维修施工整体验收。油罐检维修作业危险性较大, 需严格规范油罐检维修作业程序, 落实油罐检维修过程的安全措施, 有效避免和减少事故发生, 必须有效地进行风险识别, 加强管理人员、操作人员的培训, 加强施工作业安全监督, 杜绝违章, 保证油罐区检维修作业安全。

#### 4. 结论

1) 随着国内能源用量的持续增加, 特别是国家及地方政府石油储备量的提升, 原油储罐的使用数量不断增多。据统计, 国内已有 7000 多座大型原油储罐, 单台罐容积最大的为  $15 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。现阶段, 前期建设的储罐已进入第 1 或第 2 清洗、检修期, 其工作量大、任务重。

2) 储罐的清洗、维修工作属于高风险行业, 国家和部分地方政府已开始重视该项工作, 为规范作业标准、保障作业安全和环境保护, 颁布或修订了相关的标准、规范, 如北京市 2010 年曾制订了《石油储罐机械化清洗施工安全规范》, 并在 2017 年进行了更新修订; 河南省在 2017 年发布实施了《金属常压储罐检验规范》。国家市场监督管理总局会同国家标准化管理委员会在 2019 年 3 月份发布了新的国家标准《常压储罐完整性管理》, 要求 2019 年 10 月份开始实施。为满足储罐安全、长周期运行的客观需要, 在标准规范、管理制度、检测评估等方面形成了体系性文件, 建立了储罐群的长周期动态风险管理体系, 以减少泄露、燃爆等环境事故。

3) 为保证储罐清洗、检维修工作的连续性, 应成立储罐清洗、检测、维修一体化的作业公司, 能够充分保障施工的整体质量, 便于工程项目管理, 也能降低管理成本。同时, 在设计、建设阶段应采用一些新技术, 尽可能延长储罐清洗周期, 减少、节省运营费用, 使储罐维护更加安全高效。

#### 参考文献

- [1] 王美茹, 蔡业彬. 原油储罐清洗技术分析[J]. 当代化工研究, 2017(1): 12-15.
- [2] 金勇. 原油储罐机械清洗技术及应用[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2014(3): 101.
- [3] 周会萍, 王凯, 胡江锋. 原油储罐在线清罐实践[J]. 油气储运, 2011, 30(6): 458-459.
- [4] 郑霄峰, 代峰燕, 李冬冬, 等. 内浮顶储油罐清洗机器人研究现状与发展[J]. 油气田地面工程, 2015, 34(10): 4-7, 14.
- [5] 蒋治强, 蒋文新, 张蔚, 等. 常压储罐检验检测标准现状分析[J]. 水道港口, 2017, 38(6): 610-614.

[编辑] 孙巍