

基于检测的储罐年度检验与安全性评估

刘斌

中海石油技术检测有限公司, 天津 300452

[摘要] 通过分析总结储罐的失效特点, 针对储罐开展以年度检验为核心的安全性评估管理, 建立年度检验的储罐安全指标体系, 为找出储罐安全管理的不足和安全管理决策提供依据, 提高储罐安全控制水平, 保障安全生产。

[关键词] 储罐; 年度检验; 安全评价

DOI: 10.33142/ec.v3i1.1322

中图分类号: F426.22

文献标识码: A

Annual Inspection and Safety Assessment of Storage Tanks Based on Inspection

LIU Bin

CNOOC Technology Inspection Co., Ltd., Tianjin, 300452, China

Abstract: Based on the analysis and summary of the failure characteristics of the storage tank, the safety assessment management centered on the annual inspection is carried out for the storage tank, and the safety index system of the annual inspection is established to provide the basis for finding out the shortage of the safety management of the storage tank and the decision-making of the safety management, so as to improve the safety control level of the storage tank and ensure the safety production.

Keywords: storage tank; annual inspection; safety evaluation

引言

储罐是油气生产和加工利用过程中油品储存及周转的专用设施, 广泛用于油气生产的各个环节。由于储罐储存的是具有易燃、易爆和带毒性的石油衍生危险化工产品, 一旦发生泄漏, 会导致严重的安全生产事故, 造成环境污染, 社会影响恶劣, 因此储罐历来是所属企业安全管理的重点。由于储罐建造年代不同、结构种类繁多、管理水平参差不齐, 存在安全状况也难以准确了解。因此, 需要建立储罐年度检验安全状况评价方法及安全性等级评估, 目的是通过年度检验和安全评价查找各类储罐存在的危险、有害因素并确定危险、有害程度, 提出合理可行的隐患治理措施及建议, 并形成安全管理办法, 提高安全水平, 保障安全生产。

1 储罐的检验方式

储罐的在用检验包括例行检查、年度检验、定期检验三种形式, 储罐的检测包括罐底、罐壁、罐顶以及相关附件的检测。例行检查通过目视直接检查储罐结构损坏情况; 年度检验是保证储罐在定期检验周期内的安全而进行的在线检验, 检测率较低, 不能全面、准确的检验; 定期检验又分为在线检验和开罐检验, 在线检验在不停产的情况下进行检测, 主要采用宏观检测、超声波测厚和声发射检测等方法, 检测周期较长, 检测数据较少, 准确度差; 开罐检验需停产、置换清洗等工序, 检验人员进入罐内采用漏磁、超声等检测方法检验, 检验费时费力, 浪费大^[1, 2]。

通过分析国内外大量的储罐安全事故案例, 总结储罐失效因素及其失效后果, 确定储罐年度检验的初选标准, 借鉴 RBI 风险评价技术体系, 建立基于年度检验的储罐风险安全评价体系, 完成年度检验的定评估分析过程, 并为储罐的日常安全管理提供决策依据, 在保障安全运行的前提下, 同时满足企业长期运行的需求。

2 年度检验评估技术方法的建立

为了制定出科学、实际的年度检验安全评价方法, 首先收集与储罐安全相关的法规标准等数据资料, 分析形成初筛标准, 根据初筛标准对储罐安全现状进行分析; 再次制定基于年度检验的储罐安全现状评价指标体系, 并确定其指标与权重; 然后选取试点储罐, 对其安全现状进行评价, 根据储罐体积、介质类型等对评价结果进行调整; 最后根据评价结果修正完善所建立的指标体系, 设定的合理的分级标准, 对储罐的安全现状进行分类。

3 年度检验评估技术方法的实现过程

储罐安全现状的筛选标准是在国家及行业法律法规的意见函所涉及到的关于常压储罐保护的法规和标准的内容调

研的基础上，通过横向比对，从中筛选了对常压储罐安全直接造成危害的行为。

除了从法律法规和标准的角度进行初筛之外，为确保安全现状评价方法的顺利实施。还从数据完备性的角度确定了初筛的标准，具体包括储罐数据（基础数据，工艺参数，结构和材料数据）和储罐资料。储罐资料应包含储罐设计、施工、验收资料，储罐基础沉降观测记录，检验、检测记录，检维修情况记录，安全附件检验、修理和更换记录，事故记录资料和处理报告等。

储罐安全现状评价指标体系是基于年度检验开展的。年度检验以外部宏观检验为主，采用目视法和锤击法，并辅以焊缝检验尺、放大镜、全站仪等检验工具辅助检验。通过宏观检验检查结构是否存在变形、凹陷、鼓包防腐层是否完好等情况，了解储罐总体情况；对罐壁及罐顶辅以测厚检验，对罐底辅以声发射检验，查找腐蚀隐患及腐蚀规律。年度检验应满足对包括储罐基础、罐底、罐壁及附件、罐顶及附件等的检查，采用定量分值的方法对储罐安全现状进行定量评估。在进行定量评估时，按照不同损伤因子及损伤程度，赋予不同的检查分值，汇总总体得分并划分不同的风险等级，获得储罐安全现状总的评价结果。

储罐形式主要为拱顶罐、内浮顶罐和外浮顶罐，通过对比发现内浮顶储罐和拱顶储罐的检查项目几乎一致。因此，最终形成两套评价指标体系，其中拱顶储罐与内浮顶储罐为同一套（总分 330），外浮顶储罐为一套（总分 480）。检查项是在参考标准、规范以及实际情况制定。

年度检验的内容是对储罐损伤因子的检查，评分结果反应了储罐失效可能的概率。通过借鉴 RBI 技术的基本原理，即风险由失效概率和失效后果两个因素决定，因此在进行年度检验时，也可以考虑增加失效后果对评估等级的影响，主要考虑从存储介质、公称体积、介质腐蚀性等方面的调整评估系数。

评估系数调整的基本原则是：

(1) 储存介质危险性等级越高，失效后果约严重，年度检验安全评估相应评估系数要降低。介质危险性参考《石油化工企业设计防火规范》火灾危险性分类，甲 A 类介质火灾危险性越大对应评估系数降低；丙 B 介质火灾危险性降低对应评估系数相对提高。介质评估系数见表 3-1。

表 3-1 介质相对评估系数

介质火灾危险性	甲 A	甲 B	乙 A	乙 B	丙 A	丙 B
评估系数 Kf	0.97	0.98	0.99	1.00	1.01	1.02

(2) 储罐公称体积越大，危险性就增加，评估系数需相对提高。储罐公称体积的评估系数见表 3-2。

表 3-2 储罐公称体积评估系数

储罐公称体积	$V \leq 1000m^3$	$1000 < V \leq 5000m^3$	$5000 < V \leq 20000m^3$	$20000 < V \leq 50000m^3$	$50000m^3 < V$
评估系数 Kv	0.98	0.99	1.00	1.01	1.02

(3) 当实际使用过程中储罐存储物质与设计不符合时，安全现状评估系数相对降低，即评估系数 Kch=0.99，符合设计要求时 Kch=1。

年度检验风险安全评价得分应为 $Score = Score \times Kch \times Kf \times Kv$

考虑到两套全面检查表的总分不同，为设定统一的储罐年度检验风险安全评估等级标准，需对评估结果做标准化处理，得到标准分。其方法如下：

对拱顶储罐和内浮顶储罐：

标准分=调整后的得分/330×100

对外浮顶储罐：

标准分=调整后的得分/480×100

据此，建立年度检验的储罐风险安全评估等级标准。共分四级，如表 3-3 所示：

表 3-3 储罐风险安全评估等级标准

标准分	安全等级	描述
标准分 ≥ 90	I (允许运行)	指没有发现缺陷或者发现轻微缺陷, 但储罐本体结构质量完整, 能够安全运行至下一个检验周期
80 ≤ 标准分 < 90	II (监督运行)	发现了一般缺陷, 运行单位采取风险减缓措施后, 能够安全运行, 在结论中标明需要解决的问题, 及完成的时间限制
70 ≤ 标准分 < 80	III (暂停运行)	安全问题没有在限制时间内解决, 应在解决并检验确认后才能允许运行
标准分 < 70	IV (停止运行)	存在严重缺陷, 继续运行不能保证安全, 需要立即停产并交检验机构做全面的检验确认

4 年度检验测试结果

使用该方法选择 4 座内浮顶罐, 4 座固定顶罐进行试点。根据上述方法评价的结果如表 3-4 所示。

表 3-4 试点储罐评估结果

编号	原始得分	体积	介质	火灾等级	体积修正因子	介质评估系数	调整后得分	标准分	安全等级
201C	243	2000	凝析油	甲 B	0.99	0.98	240.5214	72.9	三类
207B	244	1000	燃料油	丙 A	0.98	1.01	251.3688	76.2	三类
209A	254	2000	塔残油	丙 A	0.99	1.01	259.1054	78.5	三类
209B	268	2000	塔残油	丙 A	0.99	1.01	273.3868	82.8	二类
207A	267	1000	燃料油	丙 A	0.98	1.01	275.0634	83.4	二类
201D	283	2000	凝析油	甲 B	0.99	0.98	280.1134	84.9	二类
205A	281	1000	石脑油	甲 B	0.98	0.98	280.8876	85.1	二类
201A	287	1000	石脑油	甲 B	0.98	0.98	286.8852	86.9	二类

最终共确认 II 类储罐 5 个, III 类储罐 3 个。根据年度检测情况, 储罐多存在基础沉降观测记录缺失、3 个储罐存在基础水平超标, 3 个储罐存在罐壁垂直度超标等情况, 8 个储罐的评分较为平均, 在一定程度上体现了企业安全管理整体现状。

5 结论

提出总结了储罐年度检验内容评价分数指标体系, 给出了年度检验评价现状分级标准, 使得储罐年度检验安全评价状态与过去的定性分析过渡到定量分析的过程。

对年度检验安全评估系统进行了现场实际应用, 应用此方法取得了不错的检验评估效果, 评估结果更加直观, 易于接受, 通过评分为储罐的安全管理提供了依据, 为储罐的运行及安全管理提供了必要的保障。

[参考文献]

- [1]AQ3053-2015, 立式圆筒形钢制焊接储罐安全技术规程[S].
 [2]陈健锋, 税瑞垣, 沈煜欣, 冯庆善. 储罐与工艺管道的完整性管理[J]. 油气储运, 2011, 30(4): 261.
 作者简介: 刘斌 (1988-), 男, 中级工程师, 主要从事无损检验工作。