

团 体 标 准

T/CCSAS 042—2023

在役常压储罐检验与适用性评价技术规范

Technical specification for inspection and suitability assessment for
in-service atmospheric storage tank

2023-07-25 发布

2023-07-25 实施

中国化学品安全协会 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号和缩略语	2
5 总体要求	3
6 年度检查	3
7 定期检验与适用性评价	5
8 基于风险的检验与评价	14
9 检验/适用性评价报告	14
附录 A (资料性) 年度检查主要内容和检查结论报告格式	15
附录 B (资料性) 宏观检查主要内容	18
附录 C (资料性) 呼吸阀与紧急泄放阀检验方法	22
参考文献	26

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国化学品安全协会提出并归口。

本文件主要起草单位：中国特种设备检测研究院、中国职业安全健康协会化工专委会、中国石油天然气集团有限公司商业储备油分公司、中国石油天然气管道工程有限公司、南京普瑞泰格安全设备工程有限公司、北京中特航利科技发展有限公司、宁波市特种设备检验研究院、天津市特种设备监督检验技术研究院、广西壮族自治区特种设备检验研究院。

本文件主要起草人：赵彦修、石秀山、王十、陈彦泽、太文哲、都亮、邢述、赵世佳、郭洪、谢晓东、王大朋、韩利哲、闫河、王金龙、杜亮坡、张岩、董爱鸿、陈松生、司永宏、王春强。

引 言

立式圆筒形钢制焊接常压储罐是油气储运、危化品仓储、石油石化行业生产不可或缺的设备,其中大型储罐更是国家能源保障、战略储备的重要设施。随着国家能源战略的加快实施,国家石油战略储备、石油石化行业快速发展,在役储罐数量越来越多,服役年限越来越长,其安全管理和使用风险日益增加。

当前,储罐运行安全受到了全社会的广泛关注,但在役储罐检验尚无统一标准可依,相关检验要求散布在若干综合管理和检修维护标准中。为了解决上述问题,保证检验工作质量,中国化学品安全协会组织中国特种设备检测研究院等机构,总结多年来的检验工作经验和科研成果,编制了本文件,以期成为落实国家相关法规、规章以及现行标准要求的技术支撑,科学指导在役立式圆筒形钢制焊接储罐检验工作。

在役常压储罐检验与适用性评价技术规范

1 范围

本文件规定了在役立式圆筒形钢制焊接常压储罐检验与适用性评价要求。

本文件适用于公称容积不小于 100 m³,盛装石油、石油产品或化工液体介质的在役地上立式圆筒形钢制焊接常压储罐的检验和适用性评价。微内压或低压储罐的检验与评价可参照本文件执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件。不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 30578 常压储罐基于风险的检验与评价
- GB 30871 危险化学品企业特殊作业安全规范
- GB 50128 立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范
- GB 50341 立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范
- JB/T 10764 无损检测 常压金属储罐声发射检测及评价方法
- JB/T 10765 无损检测 常压金属储罐漏磁检测方法
- NB/T 47013(所有部分) 承压设备无损检测

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

常压储罐 atmospheric storage tank

设计压力大于或等于-490 Pa 且小于或等于 6.0 kPa 的储罐。

3.2

微内压储罐 micro-internal pressure storage tank

设计压力大于 6.0 kPa 且小于或等于 18 kPa 的储罐。

3.3

低压储罐 low pressure storage tank

设计压力大于 18 kPa 且小于 0.1 MPa 的储罐。

3.4

年度检查 annual check-up

在使用过程中,对储罐的安全状况和运行状况按年度进行的外部在线检查。

3.5

定期检验 periodic inspection

由检验机构按照一定的时间间隔,根据本文件的规定对在用常压储罐的适用性状况所进行的符合性验证活动。

3.6

开罐检验 off-line inspection

清空罐内介质后,检验人员进入罐内并对储罐内外部实施检验的定期检验方式。

3.7

在线检验 on-line inspection

不清除罐内介质,检验人员在罐外对储罐内外部实施检验的定期检验方式。

3.8

基于风险的检验 risk-based inspection

对储罐进行损伤模式分析和风险定量计算,并根据风险的高低(或损伤系数的大小)和检验方法的有效性确定储罐检验策略并予以实施的活动。

3.9

关键区域 critical zone

在罐内沿径向测定,距罐壁 76.2 mm 范围内的罐底板。

3.10

宏观检查 macroscopic inspection

采用目视方法或借助简单工具对储罐进行的直观检验。

3.11

适用性评价 suitability for service

当检验结果表明储罐部件的原始物理条件已发生变化时,对其进行评价并确定该部件是否满足继续运行条件的过程。

3.12

合于使用评价 fitness-for-service assessment

对含有超标缺陷或不满足标准相关要求的储罐或其部件进行评价,以确定其是否可以继续服役而不至立即失效的过程或方法。

3.13

检验员 inspector

经过专业培训、考核,确认具备常压储罐检验能力的检验人员。

3.14

检验机构 inspection agency

经相关机构进行能力评定,确认具备常压储罐检验能力的机构。

4 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

B :罐底板变形最大凸起高度或局部凹陷深度,单位为毫米(mm);

D :储罐直径,单位为米(m);

D_0 :罐底板变形凸起区域或局部凹陷内切圆的直径,单位为米(m);

H :高度,当评价某层罐壁时,指该层罐壁的底部边缘到最高允许液位高度,当评价某层壁板腐蚀区域时指罐壁腐蚀区 L 的底部边缘到最高允许液位高度,单位为米(m);

G :介质的最大相对密度;

L :临界长度,在局部不连续处环向应力假定为“平均值”的最大铅垂长度,单位为毫米(mm);

T :储罐运行时间间隔(到下一次检验的时间),单位为年;

TOFD:衍射时差法超声检测(time of flight diffraction);

- t : 第一层罐壁原始厚度,单位为毫米(mm);
- t_c : 经检验维修后罐底板当前最小剩余厚度,单位为毫米(mm);
- t_f : 罐底板未来(T 结束时)的最小剩余厚度,单位为毫米(mm);
- t_{\min} : 按强度要求计算出的罐壁最小允许厚度,单位为毫米(mm);
- t_1 : 腐蚀区域内的最小平均厚度,单位为毫米(mm);
- t_2 : 腐蚀区域内的最小剩余厚度(点蚀/凹坑部位除外),单位为毫米(mm);
- V_c : 罐底板最大计算腐蚀速率,单位为毫米每年(mm/a);
- $[\sigma]$: 最大许用应力,单位为兆帕(MPa);
- φ : 焊接接头系数。

5 总体要求

- 5.1 在役储罐的检验包括年度检查、定期检验和基于风险的检验。
- 5.2 年度检查可由常压储罐使用单位经过相关培训的人员实施,也可委托检验机构实施。
- 5.3 年度检查每年进行一次,实施定期检验的年份可不再进行年度检查。
- 5.4 年度检查完成后应给出允许使用、监控使用或停止使用的检查结论。
- 5.5 定期检验工作应由检验机构和检验员实施。
- 5.6 无损检测人员应持有相应项目的Ⅱ级或Ⅲ级特种设备无损检测人员资质证书。
- 5.7 定期检验可选择开罐检验、在线检验或基于风险的检验方式。首次定期检验宜选择开罐检验方式。
- 5.8 定期检验周期应根据实测的罐体腐蚀速率和罐体最小允许厚度确定,以保证下次检验时罐体实际厚度不小于标准所要求的最小厚度为原则。
- 5.9 基于风险的检验,应根据风险评估制定的检验策略和实际检验结果确定下次检验时间。

6 年度检查

6.1 一般要求

年度检查以目视检查为主,目视检查按 NB/T 47013.7 的规定执行;年度检查一般不必拆除保温层,当保温层损坏严重可能造成罐体腐蚀或有其他异常情况时,可根据需要局部拆除。

6.2 年度检查内容

6.2.1 罐底检查主要内容如下:

- 裸露的底板与壁板连接的角焊缝有无开裂、泄漏或其他损伤;
- 罐壁外侧裸露的边缘底板延伸部分的腐蚀情况;
- 罐壁外侧裸露的边缘底板有无异常变形;
- 罐壁外侧边缘底板延伸部分的防水裙有无破损;
- 防雷防静电接地设施有无损伤。

6.2.2 罐壁检查主要内容如下:

- 铭牌或标识是否完整、清楚;
- 保温层有无破损、脱落、潮湿;
- 裸露部分罐壁防腐层有无脱落、起皮;
- 裸露部分本体、接管、焊接接头、抗风圈、盘梯等有无开裂、明显变形、泄漏等损伤;
- 罐壁有无明显倾斜或变形;

- f) 附属管线有无明显变形；
- g) 定点测厚部位厚度有无明显变化；
- h) 环向通气孔有无堵塞；
- i) 罐前阀、罐根阀、紧急切断阀等阀体有无泄漏，防火罩有无破损。

6.2.3 固定顶检查主要内容如下：

- a) 有无明显变形、积水、凹陷、鼓包及渗漏穿孔等缺陷；
- b) 保温层及防水檐是否完好，有无明显损坏，有无渗漏痕迹；
- c) 裸露部分防腐层有无脱落、起皮等缺陷；
- d) 裸露部分焊缝有无腐蚀、开裂等缺陷；
- e) 金属元件的等电位连接有无损坏、脱落；
- f) 罐顶附件有无损伤；
- g) 氮封阀、呼吸阀、紧急泄放阀、阻火器、通气孔有无堵塞或严重腐蚀；
- h) 定点测厚部位厚度有无明显变化。

6.2.4 外浮顶检查主要内容如下：

- a) 浮盘有无明显腐蚀、渗漏穿孔、异常变形、积水、凹陷、鼓包等缺陷；
- b) 浮顶密封有无渗漏或损伤痕迹；
- c) 防腐层有无脱落、起皮等缺陷；
- d) 焊缝有无腐蚀、开裂等缺陷；
- e) 转动浮梯、导向装置有无异常或损坏，浮梯、踏步板有无明显腐蚀；
- f) 浮顶支柱密封是否严密，橡胶帽有无老化；
- g) 排水装置有无阻塞，水封是否有效；
- h) 呼吸阀、阻火器、自动通气阀有无阻塞或严重腐蚀；
- i) 浮顶等电位连接导线是否完好、等电位连接有无损坏、接头是否牢固；
- j) 导向柱、量油管有无明显变形、腐蚀；
- k) 浮舱内隔板、肋板和桁架是否完好，浮舱内有无介质渗漏；
- l) 定点测厚部位及浮舱底板厚度有无明显变化。

6.2.5 储罐基础检查主要内容如下：

- a) 基础检漏孔有无介质泄漏；
- b) 承台或基础有无损坏、下沉、倾斜、开裂；
- c) 地脚螺栓有无腐蚀、损伤。

6.2.6 储罐运行检查主要内容如下：

- a) 储罐与相邻管道或者构件有无异常振动、响声或者相互摩擦；
- b) 有无超安全液位运行；
- c) 液位测量装置有无异常。

6.3 年度检查报告

年度检查工作完成后，检查人员应根据实际检查情况出具检查报告（主要检查内容和检查结论报告格式见附录 A），给出下述之一的结论意见：

- a) 允许使用：指未发现或者只发现了不影响正常使用的轻微缺陷，可以在允许的参数范围内继续使用；
- b) 监控使用：指发现了采取措施后能保证正常使用的缺陷，可以有条件地监控使用，结论中应注明监控使用需要解决的问题及其完成期限；
- c) 停止使用：发现了严重缺陷，不能保证储罐正常使用时，应停止运行。

7 定期检验与适用性评价

7.1 一般要求

7.1.1 定期检验可采用开罐检验或在线检验方式。

7.1.2 检验项目一般可包括宏观检查、罐体腐蚀检测、变形检测、防腐层检测、保温层检测、附件检测、焊缝缺陷检测和基础检测,检验项目应与检验方式相适应。

7.1.3 检测方法以目视检测、超声波测厚、漏磁检测、声发射检测、焊缝表面检测为主,检验员认为必要时还可采用高频导波检测、焊缝埋藏缺陷检测、真空试漏检测、三维扫描检测以及其他适用的方法。

7.1.4 检验程序包括资料审查、检验方案制定、检验条件准备、检验实施、适用性评价、检验报告出具等。

7.2 资料审查

资料审查是制定检验方案、实施检验的前提条件,检验人员应在检验实施前进行资料审查。资料审查主要内容包括:

- a) 设计、施工及验收资料,包括设计文件、质量证明书、竣工图、无损检测报告、竣工验收报告等;
- b) 检验周期内的改造或者重大维修资料,包括施工方案及其施工记录、验收记录;
- c) 使用管理资料,包括运行记录、盛装介质变更情况、运行中出现异常情况的记录等;
- d) 检验资料,包括检验周期内的年度检查报告和上次检验报告;
- e) 其他相关资料。

其中 a)项资料,在首次检验时应进行审查,非首次检验时根据实际需要决定是否进行审查。

7.3 检验方案制定

检验人员应根据资料审查结果、储罐的使用情况及其可能的损伤模式,依据本文件要求制定检验方案,明确检验方式、检验内容、检验方法、合格判定准则以及检验结果处理、检验报告要求等。

7.4 检验条件准备

定期检验至少应具备以下条件。

- a) 符合 GB 30871 要求。
- b) 清理或者拆除影响检验的罐体附属部件或者其他物体,需要登高检验时搭设脚手架或轻便梯。
- c) 需要实施检验的罐体表面,特别是腐蚀部位和可能产生裂纹性缺陷的部位,应彻底清理干净,需要实施磁粉、渗透、超声等无损检测的表面应打磨平滑,需出金属光泽。
- d) 开罐检验时应打开罐壁和罐顶人孔(透光孔),将罐内介质清理干净,拆除浮顶密封,断开或用盲板隔断进出料管道,设置明显的隔离标志,按要求配备通风、安全救护等设施。
- e) 实施漏磁检测的,应清除可能影响检测的固态或液态障碍物(如焊疤等),宜采用喷砂/抛丸等方法对罐底板进行预处理。
- f) 实施声发射检测的,检测时液位不宜低于半年来最高操作液位的 85%。特殊情况下,检测液位应高于传感器安装位置 1 m 以上。检测前应关闭进出口阀门及其他干扰源,如搅拌器、加热设施、雷达液位计等。保持液位稳定静置 2 h 以上。

7.5 检验实施

7.5.1 宏观检查

宏观检查时可采用 5~10 倍放大镜、检验锤、焊缝尺、样板尺等辅助工具;检查内容应包括罐体腐

蚀、渗漏、变形、沉降、防腐层、保温层、附件以及罐区环境,其中防腐层、保温层检查应符合 7.5.4、7.5.5 的规定。

详细内容见附录 B。

7.5.2 罐壁板、罐顶板厚度测定

7.5.2.1 厚度测定宜采用具备带涂层测厚功能的超声波测厚仪,高温罐应采用高温检测仪,保温罐宜采用具备带保温层测厚功能的检测仪。在保证检测有效性的前提下,亦可采用其他适宜的检测工具。

7.5.2.2 测点数量以能准确反映被测板块的实际厚度为原则。一般情况下,每个检测区(一块板或一块板上的一个局部腐蚀区)不少于 5 点,根据不同区域的腐蚀情况,可以适当调整测点数量。当测定结果异常时,应在异常点周围增加检测点,以确定检测部位的真实厚度。

7.5.2.3 测点位置可按下列三种情况布置:

- a) 按排板的每块板布点;
- b) 按每块板的局部腐蚀区域布点;
- c) 按点蚀布点。

前两种情况检测每一块板或每一个腐蚀区内的平均减薄量,后一种情况检测腐蚀严重部位的腐蚀深度。

7.5.2.4 壁板测厚重点为罐底板向上 1 m 范围内和宏观检查发现的可疑部位,顶板(浮舱底板)的测厚重点为宏观检查发现的腐蚀严重部位。检验员或使用单位认为必要时还需对浮顶集水坑实施厚度测定。

7.5.3 罐底板腐蚀检测

7.5.3.1 漏磁检测

漏磁检测应符合以下要求。

- a) 漏磁检测主要用于开罐条件下罐底板腐蚀检测,漏磁检测按 JB/T 10765 的规定执行。
- b) 宜对整个罐底板可接触部位进行检测。经过在线监测、声发射在线检测或其他方法预检测确定的可疑或腐蚀明显部位,应作为重点部位进行检测。
- c) 对于超过可接受程度的腐蚀缺陷或可疑部位,宜采用双晶直探头超声检测或超声 C 扫描等方法进行复验,以精确检测实际腐蚀程度。超声检测按 NB/T 47013.3 的规定执行。

7.5.3.2 声发射检测

声发射检测应符合以下要求:

- a) 声发射检测用于在线条件下罐底板的腐蚀检测,声发射检测按 JB/T 10764 的规定执行;
- b) 当声发射检测结果显示边缘底板有严重腐蚀时,宜对边缘底板相应部位进行高频导波检测抽查,以定量检测实际腐蚀状态。

7.5.4 保温层检测

保温层检测采用目测和选点取样检查方法,主要检查保温结构、材料破损情况、护板变形和固定情况。

7.5.5 防腐层检测

7.5.5.1 以目视检测为主,检查防腐层有无破损、脱落、粉化等损伤情况。

7.5.5.2 当目视检测发现异常,检验员认为必要时需进行防腐层漏点检测:

- a) 导静电涂层采用低压检漏仪检测；
- b) 绝缘涂层宜采用电火花检测仪检测，当涂层厚度小于 200 μm 时，可采用低压检漏仪检测。

7.5.6 罐体变形检测

罐体变形检测以目视检查为主，当发现罐体有明显异常或检验人员/使用单位认为必要时，应采用全站仪、三维扫描仪等检测仪器进行垂直度、圆度、局部变形量等测定。

7.5.7 焊缝检测

7.5.7.1 表面检测

表面缺陷检测应符合以下要求。

- a) 检测部位：大角焊缝、边缘底板对接焊缝、第一层壁板纵焊缝、第一、二层壁板丁字焊缝和钢制中央排水管焊缝。
- b) 开罐检验时检测比例不宜低于 20%，在线检验时应根据现场情况决定是否实施表面检测。宏观检查中发现的渗漏或可疑部位、进出料接管和罐根阀与壁板连接角焊缝、浮顶集水坑角焊缝 100% 检测。
- c) 检测发现裂纹类缺陷的，应加倍扩检，扩检后再发现缺陷的则 100% 检测。
- d) 铁磁性材料优先选用磁粉检测方法，无法实施磁粉检测的和非铁磁性材料制罐宜采用渗透检测方法。
- e) 表面检测按 NB/T 47013.4 或 NB/T 47013.5 的规定执行。

7.5.7.2 内部埋藏缺陷检测

埋藏缺陷检测应符合以下要求：

- a) 检测部位：检验中发现的焊接接头渗漏部位及其两端延长部位、焊缝裂纹部位和检验员认为需要进行焊缝埋藏缺陷检测的其他部位；
- b) 埋藏缺陷检测应根据现场条件，按 NB/T 47013 的规定选择射线、超声、TOFD 或相控阵超声等检测方法。

7.5.7.3 渗漏检测

宏观检查发现罐底板、浮顶单盘板焊缝、浮舱底板焊缝、浮舱底板与壁板连接焊缝异常或有怀疑时，应进行渗漏检测。渗漏检测可采用真空试漏法、充气试漏法或煤油试漏法，真空试漏负压值不低于 53 kPa，充气试漏时应向密封舱鼓入压力不小于 785 Pa 的压缩空气。

7.5.8 附件检查

附件检查以目视为主，必要时采用仪器进行测试。附件检查主要内容如下：

- a) 浮顶排水管有无堵塞、渗漏，其附件有无异常；
- b) 宜采用窥镜对浮顶排水管进行内部腐蚀状况检查并进行水压试验；
- c) 加热盘管、除蜡加热盘管有无损伤、变形，必要时进行腐蚀检测、水压试验；
- d) 导向柱有无卡阻、磨损，变形；目视检测发现明显异常时应测定导向管、量油管垂直度；
- e) 浮顶支柱有无腐蚀，套管、垫板、套管加强板有无损伤；
- f) 转动浮梯及其导轨有无明显变形、损伤；
- g) 浮梯滚轮外缘铜皮是否完好；

- h) 浮顶密封带有无变形、穿孔、翻卷、撕裂,密封压板是否齐全、完整;
- i) 刮蜡装置是否完整、灵活、有无变形损坏,刮蜡板与罐壁间隙有无异常;
- j) 组装式内浮顶有无明显腐蚀、开裂,浮筒、浮箱等浮力元件有无破损渗漏;
- k) 氮封阀、呼吸阀、液压安全阀、紧急泄放阀、阻火器有无堵塞、损伤;相关标准或法规有要求的应按要求进行检验(呼吸阀、紧急泄放阀检验方法见附录 C);
- l) 液位计、温度计有无损坏;
- m) 防雷防静电设施是否完好、导电性能是否符合技术要求;
- n) 罐体静电导出装置及人体静电导出装置是否完好;
- o) 紧急排水装置有无堵塞、渗漏;
- p) 挡雨板和泡沫堰板有无损坏;
- q) 消防设施、喷淋装置是否完好,有无明显腐蚀、渗漏;
- r) 侧壁式搅拌器有无渗漏;
- s) 罐前阀开关是否灵活,密封部位有无渗漏,阀门执行机构是否完好;
- t) 紧急切断阀阀体有无泄漏,防火罩有无破损;
- u) 油气连通设施上的阻火器、单向阀、切断阀等设施是否完好;
- v) 阴保系统有无异常;
- w) 金属软管或波纹管有无严重腐蚀和变形;
- x) 抗风圈、盘梯有无严重腐蚀和变形;
- y) 人孔、清扫孔、量油孔及孔盖有无渗漏痕迹,靠近罐体侧出入口管道阀门是否完好,阀门法兰有无渗漏痕迹;
- z) 盘梯/罐顶护栏有无断裂、变形或严重腐蚀,罐顶操作平台、人行踏步有无严重腐蚀。

7.5.9 储罐基础检查

基础检查以宏观检查为主,检查内容详见附录 B“储罐基础部分”。

当发现基础存在异常,发生塌方、地震等自然灾害或检验人员/使用单位认为必要时,应进行基础沉降观测。基础沉降观测按 GB 50128 规定执行。

7.6 适用性评价

7.6.1 基本要求

7.6.1.1 检验人员应根据检验结果和发现的缺陷性质,发展趋势及其对储罐运行可能产生的影响,按照本章给出的评价方法,确定储罐的服役适用性、缺陷处理建议、允许继续运行的参数和下次检验时间建议。

7.6.1.2 适用性评价需要考虑的因素包括但不限于:

- a) 储存介质或积水层造成的内部腐蚀;
- b) 环境暴露造成的外部腐蚀;
- c) 应力和许用应力;
- d) 储存介质的性质,如相对密度、温度和腐蚀性;
- e) 储罐使用环境下的金属设计温度;
- f) 罐顶外部的动载荷、风载荷、地震载荷;
- g) 储罐基础、土壤及其沉降情况;
- h) 建造材料的理化性能;

- i) 罐体变形；
- j) 运行条件,如进/出料速率和频次。

7.6.2 罐顶评价

7.6.2.1 一般规定

罐顶评价应符合以下要求:

- a) 当罐顶腐蚀严重时,应对罐顶进行整体强度和稳定性校核;
- b) 对有开裂、穿孔或到下次检验之前腐蚀程度可能达到任意 600 cm² 面积上平均剩余厚度小于 2.3 mm 的区域,应进行修补或更换相应板块。

7.6.2.2 固定顶

对于损坏或腐蚀、变形明显的支撑件(如支柱)应单独进行评价,必要时应进行修补或更换。

7.6.2.3 浮顶

浮顶评价应符合以下要求:

- a) 对于点蚀/坑蚀部位应单独评价,对于在下次检验之前可能导致穿孔的点蚀/坑蚀部位应予维修或更换;
- b) 对罐顶支撑系统、周边密封系统、附件(如罐顶浮梯)、防转动装置、排水系统和通气系统等进行评价,以确定是否需要维修或更换。

7.6.3 罐壁评价

7.6.3.1 一般规定

罐壁评价应符合以下要求:

- a) 对可能影响罐壁功能或结构完整性的腐蚀、劣化或损伤均应进行评价;
- b) 罐壁均匀腐蚀和点蚀/坑蚀应分别进行评价;
- c) 到运行期末,如果罐壁腐蚀可能超出腐蚀裕量,应评价剩余厚度是否适于继续服役;
- d) 当罐壁剩余厚度不能满足最小厚度要求时,可以修补腐蚀或损坏的区域、降低储罐的运行高度或停用的处理方法;
- e) 罐壁适于继续运行的最小厚度的计算方法见 7.6.3.2。

7.6.3.2 罐壁最小厚度的计算

罐壁最小厚度的计算应符合以下要求。

- a) 当罐体直径小于或等于 60 m 时,罐壁最小允许厚度按公式(1)和公式(2)计算:

- 1) 某层罐壁整个壁板的最小允许厚度 t_{\min} :

$$t_{\min} = \frac{4.9D(H - 0.3)G}{[\sigma]\varphi} \dots\dots\dots(1)$$

- 2) 某层罐壁任意其他位置的最小允许厚度:

$$t_{\min} = \frac{4.9HDG}{[\sigma]\varphi} \dots\dots\dots(2)$$

按公式(1)或公式(2)计算出来的罐壁厚度仅考虑了在介质载荷下的强度要求,条件适用时,还应考虑风力载荷(稳定性)、地震载荷等附加载荷;任何情况下, t_{\min} 取值不小于 2.6 mm。

- b) 当罐壁实际厚度不满足最小允许厚度要求时,应按公式(1)或公式(2)反算出最高允许使用液位。

注:实际厚度包含到下次检验前的腐蚀裕量。

- c) 当罐体直径大于 60 m 时,应采用变设计点法或分析设计法进行计算。罐壁厚度的变设计点法计算按 GB 50341 的规定执行。

7.6.3.3 剩余厚度的确定

应按以下两种情况进行剩余厚度确定。

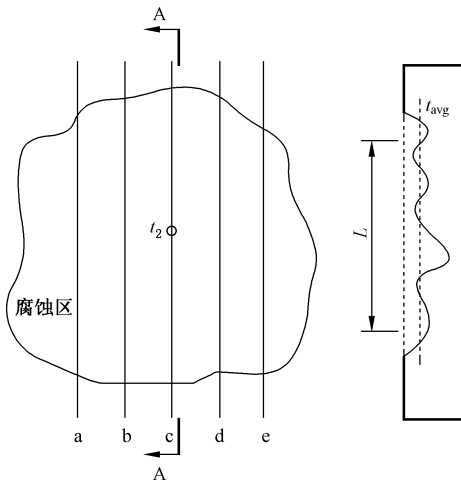
- a) 在存在大面积腐蚀区域时,按下述步骤确定每层罐壁的剩余厚度,求平均值(见图 1)。

- 1) 确定每个腐蚀区域内的最小厚度 t_2 (分散的点蚀/凹坑除外)。
- 2) 按公式(3)计算临界长度 L 。

$$L = 33.8 \sqrt{Dt_2} \dots\dots\dots (3)$$

L 最大值取 1 000 mm,腐蚀区的实际铅垂长度可能超过 L 。

将腐蚀区域至少分成 5 个等间距的铅垂平面,用目视检测或其他方法判定该区域中哪些铅垂平面受腐蚀影响最大。在每个铅垂平面长度 L 的范围内测定其平均厚度 t_{avg} ,各个铅垂面平均厚度的最小值即最小平均厚度 t_1 。



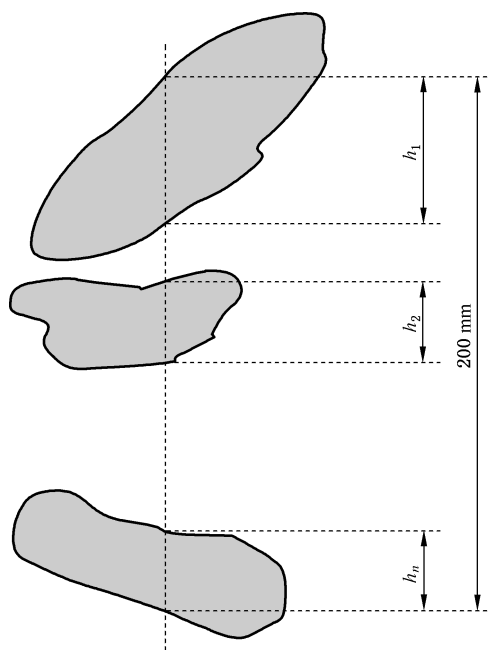
标引序号说明:

a~e——检验员选定的检验铅垂平面。

t_2 为不包括点蚀/坑蚀的整个区域的最小厚度。

图 1 腐蚀区域的检验

- 3) 当 $t_1 \geq t_{min}$ 且 $t_2 \geq 0.6 t_{min}$ 时储罐可以继续运行。
- b) 在满足下述条件时,分散的点蚀/坑蚀可忽略不计:
 - 1) 点蚀/坑蚀形成的剩余壁厚不小于罐壁最小可接受厚度的 1/2(不含腐蚀裕量);
 - 2) 在任意 200 mm 长度的铅垂线上腐蚀的总长度 $\sum h_i \leq 50$ mm(见图 2)。



标引序号说明：

h_1, h_2, \dots, h_n ——腐蚀区高度。

图 2 腐蚀凹坑的测量

7.6.4 罐底评价

7.6.4.1 一般规定

中幅底板、边缘底板应分别进行评价。到运行期末,底板各部分的实际剩余厚度均不应小于最小允许厚度。如果剩余厚度小于最小允许厚度,则应在罐底板增加衬里、修补、更换相应的罐底板或缩短储罐的运行周期(检验间隔时间);实施声发射检测的,执行 JB/T 10764 的规定。

7.6.4.2 罐底板的剩余厚度计算

一般可按公式(4)计算到下次检验前整个或部分罐底板最小剩余厚度:

$$t_f = t_c - T \times V_c \quad \dots\dots\dots(4)$$

注:罐底板的腐蚀包括均匀腐蚀和点蚀/坑蚀,经修复后,孤立的点蚀/坑蚀可以不作为腐蚀因素考虑。

7.6.4.3 罐底板的最小允许厚度

7.6.4.3.1 任意情况下罐底板最小厚度不应小于表 1 规定。

表 1 罐底板最小允许厚度

下次检验前罐底板最小厚度/mm	储罐罐底/基础设计
2.6	储罐罐底/基础设计没有探测和抑制罐底渗漏的设施
1.3	储罐罐底/基础设计有探测和抑制罐底渗漏的设施
1.3	储罐罐底设置有加强衬里,厚度大于 1.3 mm

7.6.4.3.2 边缘板的最小允许厚度如下:

- a) 边缘板最小厚度不应小于 2.6 mm,局部点腐蚀可以忽略不计;
 b) 当储液相对密度小于 1.0 时,到运行周期末边缘板最小厚度不应小于表 2 的规定。

表 2 环形边缘板最小允许厚度(一)

第一层罐壁原始厚度 t^a /mm	第一层罐壁的应力 δ^b			
	168	186	205	223
$t \leq 19$	4.3	5.1	5.8	7.6
$19 < t \leq 25$	4.3	5.6	7.9	9.7
$25 < t \leq 32$	4.3	6.6	9.7	12.2
$32 < t \leq 38$	5.6	8.6	12.0	15.0
$t > 38$	6.9	10.2	13.5	17.3

^a 储罐建造时的厚度。
^b 壁板内的应力值按 $\delta = 4.41D(H - 0.3)/t$ 计算。

- c) 当储液相对密度大于或等于 1.0 时,到运行周期末边缘底板最小厚度不应小于表 3 规定。

表 3 环形边缘板最小允许厚度(二)

第一层罐壁原始厚度 t^a /mm	第一层罐壁的应力 δ^b			
	190	210	220	250
$t \leq 19$	6	6	7	9
$19 < t \leq 25$	6	7	10	11
$25 < t \leq 32$	6	9	12	14
$32 < t \leq 40$	8	11	14	17
$40 < t \leq 45$	9	13	16	19

^a 第一层罐壁厚度指产品设计工况下的公称厚度减去腐蚀余量或水压试验工况下的公称厚度中的较大者。
^b 采用的应力是第一层壁板最大应力(产品设计或水压试验工况下应力较大者)。应力通过所需厚度除以第一层罐壁厚度 t ,再乘以适用的许用应力来确定。

7.6.4.3.3 关键区域最小厚度应为罐底板原始厚度(不含腐蚀裕量)的 1/2 或者按公式(3)计算得到的最下层罐壁 t_{\min} 的 1/2 中的较小者。

7.6.5 罐体变形评价

罐体变形原则上应符合下列要求,不影响正常使用或运行时,可适当放宽:

- a) 罐壁变形对外观无明显影响并且不影响浮盘升降;
 b) 罐壁垂直度应不大于罐壁高度的 0.4%,且不大于 127 mm;
 c) 拱顶局部变形对外观无明显影响;
 d) 浮顶局部凹凸变形对外观及浮顶排水无明显影响;
 e) 与罐体相连的进出料管无肉眼可见的弯曲变形;
 f) 罐底板的局部凹凸变形以 $B \leq 15.4D_0$ 为合格。

7.6.6 焊缝检测结果评价

焊缝无损检测结果按照 NB/T 47013 相关部分规定进行评价,表面检测以 I 级为合格,射线检测以 III 级为合格,超声检测、TOFD 检测和相控阵超声检测以 II 级为合格;真空试漏或煤油试漏检测以无渗漏为合格。

7.6.7 附件评价

附件评价应依据检测结果并结合油罐运行状况进行。原则上应符合下列要求,不影响安全使用和正常运行时,可适当放宽:

- a) 浮顶排水管无堵塞、渗漏,其附件无异常;
- b) 排水管内部无严重腐蚀,耐压试验合格;
- c) 加热盘管、除蜡加热盘管无损伤、变形,耐压试验合格;
- d) 量油管、导向柱无明显变形、倾斜、磨损,其附件转动灵活,浮顶升降无卡阻;
- e) 浮顶支柱无腐蚀,套管、垫板、套管加强板无损伤;
- f) 转动浮梯及其导轨无明显变形、损伤;
- g) 浮梯滚轮外缘铜皮完好;
- h) 浮顶密封带无变形、穿孔、翻卷、撕裂,密封压板齐全、完整;
- i) 刮蜡装置无损坏,刮蜡板与罐壁贴合紧密;
- j) 组装式内浮顶无明显腐蚀、开裂,浮筒、浮箱等浮力元件无破损渗漏;
- k) 氮封阀、呼吸阀、液压安全阀、紧急泄放阀、阻火器启闭正常,无堵塞;按标准要求实施检验(校验);
- l) 液位计、温度计无损坏;
- m) 防雷防静电设施完好、导电性能符合技术要求;
- n) 罐体静电导出装置及人体静电导出装置完好;
- o) 紧急排水装置无堵塞、渗漏;
- p) 挡雨板和泡沫堰板无损坏;
- q) 消防设施、喷淋装置完好,无肉眼可见的腐蚀、渗漏;
- r) 侧壁式搅拌器无渗漏;
- s) 罐前阀开关灵活,密封部位无渗漏,阀门执行机构完好;
- t) 紧急切断阀阀体无泄漏,防火罩完好;
- u) 油气连通设施上的阻火器、单向阀、切断阀等设施完好;
- v) 阴保系统无异常;
- w) 金属软管或波纹管无肉眼可见的腐蚀和变形;
- x) 抗风圈、盘梯无肉眼可见的腐蚀和变形;
- y) 其他附件:人孔、清扫孔、量油孔及孔盖无渗漏痕迹;
- z) 盘梯/罐顶护栏无断裂、变形或严重腐蚀,罐顶操作平台、人行踏步无严重腐蚀。

7.6.8 防腐层评价

防腐层应无锈斑、鼓包、粉化、龟裂和剥落,漏点检测无异常;不影响安全使用和正常运行时,可适当放宽。

7.6.9 保温层评价

保温层应无脱落、破损、开裂、渗水,护板表面无锈蚀;不影响正常使用时,可适当放宽。

7.6.10 储罐基础评价

储罐基础原则上应符合下列要求,不影响正常使用时,可适当放宽:

- a) 散水坡或承台无损坏,混凝土环墙无开裂、碎石或其他损伤;
- b) 环墙上的检漏孔无堵塞、环墙表面或储罐基础无介质渗漏痕迹;
- c) 罐底与基础之间的防水裙无损坏;
- d) 地脚螺栓无明显腐蚀、损伤;
- e) 基础沉降值应符合 GB 50128 的规定。

7.6.11 综合评价

- a) 综合罐顶、罐壁、罐底的评价结果,以对功能要求、正常运行影响最严重的项目来判定下次检验时间;
- b) 对返修部位或部件,按照返修后的复检结果进行评价。

7.6.12 下次检验时间的确定

- a) 储罐检验周期应根据罐体实际腐蚀速率和最小允许厚度来确定;
- b) 首次定期检验时间,不宜超过投用后 10 年;
- c) 实施开罐检验的,根据罐体前期实际腐蚀速率并考虑储罐盛装介质、运行条件等因素计算下次检验时间,最长检验周期不宜超过 9 年;
- d) 实施声发射在线检验的,按照 JB/T 10764 规定确定检验周期;
- e) 如果储罐关键资料缺失,应在充分考虑其对检验结论影响的基础上,确定下次检验时间;
- f) 当存在不能修复的超标缺陷时,宜采用合于使用评价方法判定储罐能否继续服役及其可继续服役的时间。合于使用评价可参照 GB/T 19624 或其他适用的标准进行。

8 基于风险的检验与评价

8.1 基于风险的检验按照 GB/T 30578 的规定执行。

8.2 使用单位应向检验机构提供设计、施工、运行、维修、检验以及罐区的地质、环境等相关技术资料;实施检验的应满足 7.4 的要求。

8.3 检验人员应在使用单位相关人员协同下采集数据,实施风险评估,制定检验策略。

8.4 检验策略的实施应符合 7.5.1~7.5.9 的规定。

8.5 适用性评价应符合 7.6 的规定。

8.6 基于风险的检验周期应根据风险评估结果确定。

9 检验/适用性评价报告

完成全部工作后,检验人员应如实出具检验报告和/或风险评估报告,按照检验实施机构质量体系的要求完成审批后,提交给运营或委托单位。

附 录 A

(资料性)

年度检查主要内容和检查结论报告格式

年度检查结论报告见表 A.1,年度检查主要内容见表 A.2。

表 A.1 年度检查结论报告

储罐名称		储罐编号	
罐顶形式		公称容积	
几何尺寸		投用时间	
使用单位			
检查依据			
检查发现的问题、缺陷描述及处理建议(可附图片或附页)			
检查结论	<input type="checkbox"/> 允许使用 <input type="checkbox"/> 监控使用 <input type="checkbox"/> 停止使用		
备 注			
检 查		年 月 日	检验专用章
审 核		年 月 日	
批 准		年 月 日	

表 A.2 年度检查主要内容

序号	年度检查主要内容
罐底检查主要内容	
1	裸露的底板与壁板连接的角焊缝有无开裂、泄漏或其他损伤
2	裸露的底板外露部分的腐蚀情况
3	裸露的底板边缘板有无明显变形
4	底板外侧的防腐防水保护层有无破损
5	防雷接地设施有无损伤
罐壁检查主要内容	
6	铭牌或标识是否完整、清楚
7	保温层有无破损、脱落、潮湿
8	裸露部分罐壁防腐层有无脱落、起皮
9	裸露部分本体、接管、焊接接头等有无开裂、明显变形、泄漏等损伤
10	罐体有无明显倾斜或变形
11	附属管线有无明显变形
12	对定点测厚部位进行厚度测定
13	环向通气孔有无堵塞
14	紧急切断阀阀体是否有泄漏,防火罩是否破损、老化
固定顶检查主要内容	
15	有无明显变形、积水、凹陷、鼓包及渗漏穿孔等现象
16	保温层及防水檐是否完好,有无明显损坏,有无渗漏痕迹
17	裸露部分防腐层有无脱落、起皮等缺陷
18	裸露部分焊缝有无腐蚀、开裂等缺陷
19	金属元件的等电位连接有无损坏、脱落
20	罐顶附件有无损伤
21	氮封阀、呼吸阀、紧急泄放阀、阻火器、通气孔有无堵塞或严重腐蚀
22	对定点测厚部位进行厚度测定抽查
外浮顶检查主要内容	
23	浮盘有无明显腐蚀、渗漏穿孔、异常变形以及有无严重的积水、凹陷、鼓包等现象
24	浮顶密封有无渗漏损伤痕迹
25	防腐层有无脱落、起皮等缺陷
26	焊缝有无腐蚀、开裂等缺陷
27	转动浮梯、导向装置有无异常或损坏,浮梯、踏步板有无明显锈蚀
28	浮顶支柱密封是否严密,橡胶帽有无老化现象
29	排水装置有无阻塞,水封是否有效
30	呼吸阀、阻火器、自动通气阀有无阻塞

表 A.2 年度检查主要内容（续）

序号	年度检查主要内容
31	浮顶等电位连接导线是否完好、等电位连接有无损坏、接头是否牢固
32	导向柱、量油管有无明显变形、腐蚀
33	浮舱内隔板、肋板和桁架是否完好,浮舱内有无介质渗漏痕迹
34	对定点测厚部位及浮舱底板进行厚度测定抽查
基础检查主要内容	
35	基础检漏孔有无介质泄漏痕迹
36	承台或基础有无损坏、下沉、倾斜、开裂
37	地脚螺栓有无腐蚀、损伤
运行检查主要内容	
38	储罐与相邻管道或者构件有无异常振动、响声或者相互摩擦
39	有无超安全液位运行
40	液位测量装置有无异常

附 录 B
(资料性)
宏观检查主要内容

宏观检查主要内容见表 B.1。

表 B.1 宏观检查主要内容

序号	检查内容
储罐基础部分	
1	基础有无明显下沉(雨水可能渗入罐底部)
2	散水坡或承台有无损坏
3	罐体与基础间防水有无损坏
4	防静电接地设施有无损坏
5	地脚螺栓有无腐蚀、损伤
6	罐体外部罐底板边缘腐蚀状况
7	混凝土环墙有无开裂、破损或其他损伤
8	环墙上的检漏孔、环墙表面有无介质泄漏痕迹
9	罐底板与基础是否贴合、罐底下侧有无生长植被
10	沿罐体流下的雨水能否排到罐体外面
11	罐区排水是否正常
12	围堰内有无堆放垃圾或其他易燃物
罐壁外部	
13	保温层有无破损、撕裂或剥落,上部防水檐有无破损(注意雨水可能进入保温层)
14	涂层有无变色、脱落、起皮或其他损伤
15	壁板有无凹陷、鼓包或其他变形(注意接管附近壁板是否有由于接管沉降、偏转而导致的凹陷变形)
16	壁板有无明显腐蚀或损伤(包括点蚀、坑蚀)
17	壁板或焊缝有无渗漏痕迹
18	罐壁通气孔有无异常堵塞或损坏(内浮顶罐)
19	可接触部位罐体焊缝有无裂纹和渗漏痕迹(特别注意罐壁与罐底间的角焊缝、下部二圈壁板及最上部一圈壁板的纵、横焊缝以及进出口接管与罐体的连接焊缝)
20	罐体有无明显倾斜或变形(可能需要测量垂直度或圆度)
21	锤击检查有无异常声响(可能有明显减薄或腐蚀)
22	盘梯涂层有无变色、脱落、起皮等损伤
23	盘梯及其护栏有无腐蚀、变形、开裂等损伤
24	盘梯与罐体连接焊缝部位有无腐蚀、开裂或渗漏迹象
25	抗风圈(加强圈)及其与罐体连接部位有无腐蚀或其他损伤(涂层失效、点蚀、腐蚀产物堆积)

表 B.1 宏观检查主要内容（续）

序号	检查内容
26	抗风圈水平铺板上泄水孔能否正常排水
27	接管、人孔和补强板有无开裂和泄漏迹象
28	法兰和螺栓周围有无泄漏痕迹
29	进出口阀门、人孔、清扫孔的紧固件有无松动
罐顶外部	
30	锤击检查有无异常声响(可能有明显减薄或腐蚀,通常首先腐蚀固定顶边缘和罐顶中心椽部位)
31	保温层有无破损、撕裂或剥落(雨水可能进入保温层)
32	顶板涂层有无变色、脱落、起皮等损伤
33	顶板有无凹陷、鼓包、腐蚀、穿孔等损伤
34	罐顶护栏有无腐蚀、变形、开裂等损伤
35	罐顶作业平台有无腐蚀、变形、开裂等损伤
36	罐顶有无变形和积水痕迹 (固定顶板明显凹陷表明椽梁失效,浮顶大面积积水表明排放设计不当或罐顶不水平,如果排向一侧,浮舱可能出现渗漏)
37	4个方向测量浮顶边缘板到上部水平焊缝之间的距离偏差(偏差过大表明浮顶没有保持水平,这可能表明罐体不圆度、垂直度超标、浮舱泄漏或堵塞;对于小直径油罐,意味着该水平面承受着不均匀载荷)(适用于在线检测)
38	浮舱有无渗漏痕迹
39	浮顶排水管、单向阀、回转接头运行有无异常,浮顶排水管是否进行水压试验
40	浮顶罐浮梯有无腐蚀
41	浮顶罐浮顶密封带有无变形、穿孔、翻卷和撕裂,密封压板是否齐全、完整
42	浮顶与壁板间距有无明显异常
43	浮顶罐刮蜡装置是否完整、灵活、有无变形损坏,刮蜡板与罐壁间隙有无异常
44	呼吸阀、液压安全阀、阻火器、紧急泄放阀启闭是否正常,有无堵塞,是否按年度实施检验
45	浮梯斜梁有无严重腐蚀
46	固定梯级与斜梁焊缝有无明显腐蚀或开裂
47	浮梯与量油平台连接位置有无明显腐蚀或磨损
48	枢轴杆、活动部件的明显有无腐蚀或磨损
49	浮梯与罐顶导轨架有无明显错位
50	浮梯导轨顶面有无明显磨损
51	浮梯滚轮外缘铜皮是否完好
52	浮梯导轨的焊缝有无明显腐蚀
53	导轨支架与顶板或补强板间焊缝有无开裂等损伤
罐壁内部	
54	防腐层有无变色、脱落、起皮或破损

表 B.1 宏观检查主要内容(续)

序号	检查内容
55	壁板有无明显腐蚀减薄、坑蚀、密集点蚀或其他损伤 (特别注意最下层壁板靠近罐底板部位,测量并记录其位置及大小、深度)
56	母材表面有无渗漏痕迹
57	焊缝有无损伤及表面渗漏痕迹
58	有无未磨平的焊缝、焊疤(适用于浮顶罐)
59	浮顶与罐壁间隙有无明显异常(适用于浮顶罐)
60	表面有无明显摩擦痕迹或沟槽(可能存在罐体变形或密封空间不当,适用于浮顶罐)
罐底上表面	
61	用手灯辅助观测罐底板有无明显变形[允许的变形高度 $B \leq 15.4D_0$ (D_0 为凸起区域或局部凹陷内切圆的直径)],记录不能正常排除积水的低陷区域
62	防腐层有无变色、脱落、起皮或破损等缺陷
63	有无明显的表面损伤(穿孔、坑蚀、密集点蚀、机械损伤),严重损伤应测量并记录
64	焊缝损伤及表面有无渗漏痕迹(特别注意大角焊缝)
65	固定部件、支架、支柱下面的垫板有无开焊或损伤
66	内部排液槽有无异常(减薄、腐蚀、开裂、渗漏)
67	牺牲阳极消耗情况
68	罐底板下侧有无明显空穴
69	浮顶支柱垫板有无侵蚀、焊缝开裂、过多凹痕(表明储罐承载过大)
70	浮顶支柱有无变形、倾斜
71	浮顶防转钢丝绳有无腐蚀、断裂
72	导向管、量油管有无倾斜、外壁划伤
73	加热盘管、除蜡加热盘管有无损伤、变形,是否进行水压试验
74	导向管有无卡阻、磨损,变形;目视发现明显异常时应测定导向柱、量油管垂直度
75	浮顶支柱有无腐蚀,套管、垫板、套管加强板有无损伤
76	锤击检查有无异常声响(明显减薄或腐蚀)
其他附件	
77	液位计、温度计有无损坏
78	储罐防雷接地接地极位置、距离和接地电阻值
79	高高液位报警/低低液位报警设备是否完好
80	储罐静电导出装置及人体静电导出装置是否完好
81	紧急排水装置无堵塞、渗漏
82	挡雨板和泡沫堰板无损坏
83	防设施、喷淋装置完好,无明显腐蚀、无泄漏
84	罐前阀开关灵活,密封部位无泄漏,电动阀门执行机构完好
85	油气联通设施上的阻火器、单向阀、切断阀等设施完好

表 B.1 宏观检查主要内容（续）

序号	检查内容
86	阴保系统有无异常
87	金属软管或波纹管有无过度腐蚀和变形
88	人孔、清扫孔、量油孔及孔盖有无介质渗漏痕迹
其他	

附 录 C

(资料性)

呼吸阀与紧急泄放阀检验方法

C.1 检验项目

呼吸阀与紧急泄放阀检验项目包括外观检验、动作性能检验、开启压力检验和泄漏量检验。

C.2 检验装置

检验装置一般由气源、通气管路、流量计、压力表和试验台等组成。在线检验装置宜采用储存有空气或氮气的气瓶作为气源,离线检验装置宜配备空气压缩机和储气罐;储罐或气瓶与被检阀门之间应装设减压阀,以保证压力稳定。

C.3 检验实施

C.3.1 外观检验

外观检验以目视为主,必要时可借助焊缝检验尺、放大镜等工具,以满足下述条件为合格:

- a) 紧固件无松脱;
- b) 阀罩或防雨罩无杂物堵塞,防护网无破损;
- c) 阀体无影响正常工作的裂纹、泄漏和严重腐蚀等损伤。

对阻火呼吸阀,还应增加下述阻火器部分外观检验内容:

- a) 无影响正常工作的损伤、裂纹、泄漏和锈蚀;
- b) 紧固件无松脱;
- c) 阻火盘及支架无损伤,孔隙无明显堵塞、变形。

C.3.2 动作性能试验

动作性能以阀盘启闭灵活、动作完成后能处于关闭状态为合格。

C.3.3 开启压力和泄漏量试验

C.3.3.1 在线检验

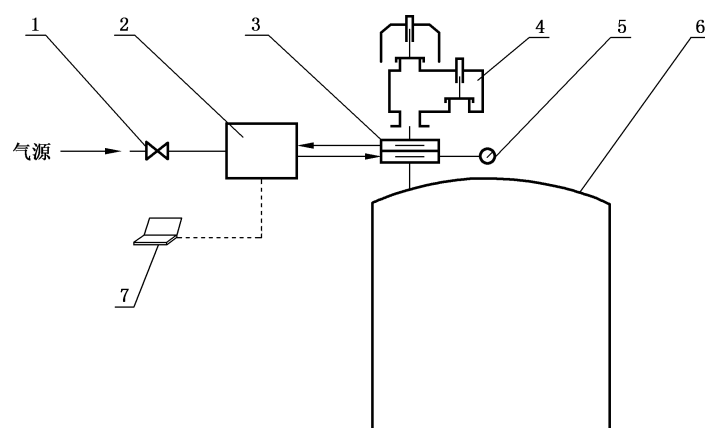
C.3.3.1.1 在线检验可采用压力法或反向压差法。

C.3.3.1.2 以检验接口或检验副阀截断罐内介质与待检阀门之间的连通,通过外部测试气源对待检阀门施加正负压力,进行开启压力和泄漏量检验的方法称为压力法。

压力法检验应符合以下要求。

a) 检验条件

- 1) 采用压力法实施在线检验的,需要在设计制造阀体时预留检验接口,未预留检验接口的,则需在阀门和储罐之间临时加装一个检验副阀;
- 2) 停止储罐进出物料作业,使罐内压力保持平稳;
- 3) 通过检验接口或检验副阀,连接检验气源、检验仪器和待检阀门,并使检验气源至待检阀门之间保持密封;
- 4) 压力法在线检验装置如图 C.1 所示。



标引序号说明：

- | | |
|-------------|------------|
| 1——调节阀； | 5——压力表； |
| 2——检验设备； | 6——储罐； |
| 3——检验接口/副阀； | 7——数据处理系统。 |
| 4——待检阀门； | |

图 C.1 压力法在线检验装置示意图

b) 开启压力检验

打开调节阀 1,使测试气体通过检验设备进入待检阀门,缓慢调整测试气体压力,驱动阀盘开启;当持续增加气体流量和压力/真空值而阀门入口处压力表 5 示值保持不变时,进口处压力值即为开启压力。

c) 泄漏量检验

调整测试气体压力,使阀门腔体压力稳定在测试压力,持续输入测试气体,所测到的气体消耗即为呼吸阀的泄漏量。

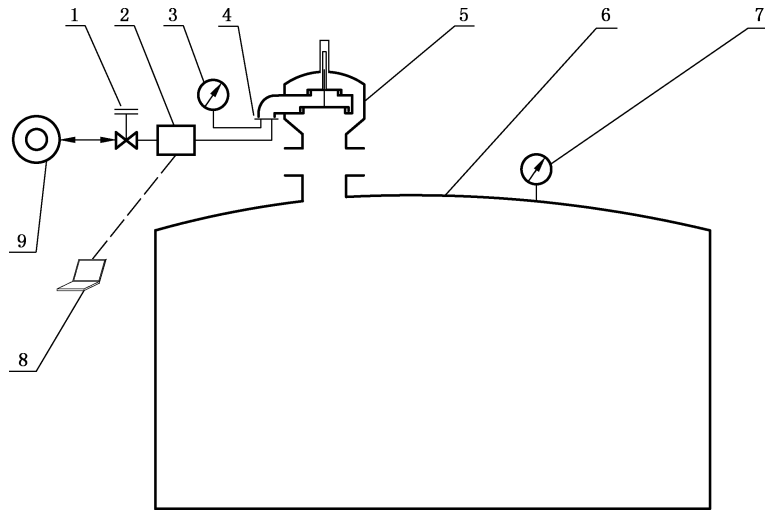
注：测试压力一般为 0.75 倍的开启压力,根据不同标准要求,也可以为 0.8 倍或 0.9 倍的开启压力。

C.3.3.1.3 保持罐内介质与待检阀门之间的连通,通过外部测试气源对待检阀门施加正负压力,进行开启压力和泄漏量检验的方法称为反向压差法。其中,开启压力需要通过罐内实时压力与外部施加的压力进行代数计算求得。

反向压差法检验应符合以下要求。

a) 检验条件：

- 1) 停止储罐进出物料作业,使罐内压力保持平稳；
- 2) 通过设有通气管和压力采集口的检验工装连接测试气源、检验仪器和待检阀门,并使待检阀门与检验气源之间保持密封；
- 3) 反向压差法试验装置如图 C.2 所示,试验装置应具备使阀门大气侧接口腔体产生正负压的功能。



标引序号说明：

- | | |
|-------------|--------------|
| 1——调节阀； | 5——待检阀门； |
| 2——检验仪器； | 6——储罐； |
| 3,7——压力真空表； | 8——防爆数据采集系统； |
| 4——检验工装； | 9——测试气源。 |

图 C.2 反向压差法试验装置示意图

b) 开启压力检验：

- 1) 打开调节阀1,调节通气量,缓慢升压或降压,当压力曲线出现拐点并有波动时,阀盘与阀座开始分离,阀盘开启；
- 2) 记录罐内实时压力 P ,为使阀门开启而对阀门压力端施加的负压或对真空端施加的正压 P_{o1} ；
- 3) 开启压力计算。

罐内实时压力与测试气源施加的负压/正压的差值即为相应的呼出开启压力和吸入开启压力见公式(C.1)：

$$P_k = P - P_{o1} \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

- P_k ——呼吸阀开启压力,单位为帕斯卡(Pa)；
- P ——储罐实时压力,单位为帕斯卡(Pa)；
- P_{o1} ——为使呼吸阀开启而对阀门压力端/真空端施加的压力,单位为帕斯卡(Pa)。

c) 泄漏量检验：

- 1) 通过调节阀1,调整测试压力 P_{o2} ,使储罐实时压力 P 与阀门压力端/真空端腔体内压力 P_{o2} 的差值 $P - P_{o2}$ 等于测试压力并保持稳定；
- 2) 记录流量计的气体进/出气流量值,该流量值即为呼吸阀的实时泄漏量。

注：测试压力一般为 0.75 倍的开启压力,根据不同标准要求,也可以为 0.8 倍或 0.9 倍的开启压力。

C.3.3.2 离线检验方法

离线检验方法按 SY/T 0511 的规定执行。

C.3.3.3 合格判定准则

合格判定准则应符合以下要求。

a) 开启压力以符合表 C.1 规定为合格。

表 C.1 开启压力误差允许值

设定开启压力值 P_s /Pa	与设定压力的偏差
$P_s \leq 1\ 000$	± 50 Pa
$P_s > 1\ 000$	$\pm 5\% P_s$

b) 泄漏量以符合相应的产品标准要求为合格,当其他标准或法规要求高于本文件时,从其规定。

参 考 文 献

- [1] GB/T 19624 在用含缺陷压力容器安全评定
 - [2] SY/T 0511 石油储罐附件
 - [3] SY/T 5921—2017 立式圆筒形钢制焊接油罐操作维护修理规范
 - [4] API 653 Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction Fifth edition, November 2014
-

