

# 团 体 标 准

T/CASEI 0××-2022

---

## 立式圆筒形钢制焊接常压储罐在用检验技术规范

Technical specification for inspection of vertical cylindrical steel welded  
atmospheric storage tanks in-service

(征求意见稿)

2022 - ××- ××发布

2022 - ××-××实施

---

中国特种设备检验协会发布

# 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 总则..... 3

6 年度检查..... 3

7 定期检验..... 5

8 检验结果评价..... 8

9 检验报告出具..... 14

附录 A 年度检查主要内容与检查结论报告格式..... 15

附录 B 宏观检验主要内容..... 18

附录 C 定期检验结论报告格式..... 22

## 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。

本文件由中国特种设备检验协会常压容器检验工作委员会提出。

本文件由中国特种设备检验协会标准化工作委员会归口。

本文件负责起草单位：略

本文件参与起草单位：略

本文件主要起草人：略

本文件主要审查人：略

本文件为首次制定。

## 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、石油化工有限公司生产不可或缺的设备，其中大型常压储罐是国家能源保障、战略储备的重要设施，随着国家能源战略的加快实施，国家石油战略储备库、石油化工快速发展，在用储罐数量越来越多，服役年限越来越长，其安全管理和使用风险日益增加。

由于各种各样的原因，立式圆筒形钢制焊接常压储罐的法规标准体系尚不完善，主要标准缺失。目前与常压储罐直接相关的标准不足百项，其中专业的检验标准为 0 项，储罐的检验要求散布在仅有的几个检维修标准中，而且标准之间互不协调，相互矛盾，有的标准适用性不强，有的条款要求有待商榷，个别标准要求不合理或不具备可操作性，给广大储罐用户的应用带来了诸多不利影响。为了给广大的储罐用户、检验机构和监管部门提供一个科学、合理的检验和检查依据，提高检验工作质量，保证储罐运营安全，中国特种设备检验协会组织中国特种设备检测研究院等机构，总结了 20 年的检验工作经验和科研成果，编制了本标准，希望能够成为国家相关法规、规章以及现行标准要求的具体落实和有力补充，指导和规范各机构的检验工作行为。

如果本文件的规定与任何法律法规相违背，则以法律法规规定为准，如果本文件的要求高于法律法规，则以本文件要求为准。

检验机构实施储罐检验时，应评估工作人员可能面临的风险，包括人员健康、安全，按照相关法规标准要求制定作业规则，防止发生火灾、爆炸以及财产损失等。

# 立式圆筒形钢制焊接常压储罐在用检验技术规范

## 1 范围

本文件规定了立式圆筒形钢制焊接常压储罐在用检验及其结果评价的基本要求。

本文件适用于公称容积不小于100m<sup>3</sup>，盛装石油、石油产品或液体化工介质的立式圆筒形钢制焊接常压储罐的在用检验及其结果评价。微内压或低压储罐的检验与结果评价可参照本文件执行。

本文件不适用于储存毒性程度为极度和高度危害介质储罐的检验。

## 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 19624 在用含缺陷压力容器安全评定

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 50341 立式圆筒形钢制焊接储罐设计规范

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

SY/T 5921 立式圆筒形钢制焊接油罐操作维护修理规范

## 3 术语和定义

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

**常压储罐 atmospheric storage tank**

设计压力大于等于-490Pa 小于等于 6.0kPa 的储罐。

#### 3.1.2

**微内压储罐 slight internal pressure storage tank**

设计压力大于 6.0kPa 小于等于 18kPa 的储罐。

#### 3.1.3

**低压储罐 low pressure storage tank**

设计压力大于 18kPa 小于 0.1MPa 的储罐。

3.1.4

**年度检查 annual check-up**

在运营过程中，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。

3.1.5

**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。

3.1.6

**开罐检验 out-of-service 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。

3.1.7

**在线检验 in-service inspection**

不清除罐内介质，检验人员在罐外对储罐实施检验的定期检验方式。

3.1.8

**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（或损伤系数）的大小和检验方法有效性确定储罐检验策略并予以实施的定期检验方式。

3.1.9

**宏观检验 macroscopic inspection**

不借助工具或仅借助简单工具对设备进行的以目视为主的直观检验。

3.1.10

**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。

3.1.11

**授权检验员 authorized inspector**

按照本文件规定，经过培训、考核，取得培训合格证书，经中国特种设备检验协会能力评定，确认具备常压储罐检验能力并得到检验机构授权的人员。

## 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，mm；

*C*——腐蚀裕量，mm；

- $D$ ——储罐直径，m；
- $D_0$ ——罐底板变形凸起区域或局部凹陷内切圆的直径，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，m；
- $G$ ——介质的最大比重；
- $L$ ——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，mm；
- $RBI$ ——基于风险的检验；
- $T$ ——储罐运行时间间隔（到下一次检验的时间），a；
- $t_c$ ——经检验维修后罐底板当前最小剩余厚度，mm；
- $t_f$ ——罐底板未来（ $T$ 结束时）的最小剩余厚度，mm；
- $t_{min}$ ——按强度要求计算出的罐壁最小允许厚度，mm；
- $t_1$ ——腐蚀区域内的最小平均厚度，mm；
- $t_2$ ——腐蚀区域内的最小剩余厚度（点蚀/凹坑部位除外），mm；
- $V_c$ ——罐底板最大计算腐蚀速率，mm/a；
- $[\sigma]$ ——最大许用应力，MPa；
- $\phi$ ——焊接接头系数。

## 5 总则

- 5.1 储罐的在用检验包括年度检查和定期检验。
- 5.2 年度检查可由常压储罐运营单位经过专业培训的人员实施，也可委托有资质的检验机构实施。
- 5.3 年度检查每年进行一次，定期检验可替代当年的年度检查。
- 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 定期检验工作应由经中国特种设备检验协会能力评定，具备常压储罐检验能力的检验机构实施。
- 5.6 定期检验人员应为常压储罐授权检验员；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。实施  $RBI$  的人员需经  $RBI$  相关知识和能力培训，具备相应的  $RBI$  能力和 3 年以上的  $RBI$  工作经验。
- 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际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。

## 6 年度检查

- 6.1 年度检查以宏观检查为主，必要时可借助放大镜、检验锤、检验尺等工具。
- 6.2 年度检查内容
- 6.2.1 罐底检查主要内容：
- 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；
  - 裸露的底板外露部分的腐蚀情况；
  - 裸露的底板边缘板有无明显变形；

- d) 底板外侧的防腐防水保护层有无破损;
- e) 防雷接地设施有无损伤。

6.2.2 罐壁检查主要内容如下:

- a) 铭牌或标识是否完整、清楚;
- b) 保温层有无破损、脱落、潮湿;
- c) 裸露部分罐壁防腐层有无脱落、起皮;
- d) 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;
- e) 罐体有无明显倾斜或变形;
- f) 附属管线有无明显变形;
- g) 对定点测厚部位进行厚度测定。

6.2.3 固定顶检查主要内容:

- a) 有无明显变形、积水、凹陷、鼓包及渗漏穿孔等现象;
- 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) 金属元件的跨接有无损坏、脱落;
- f) 罐顶附件有无损伤;
- g) 对定点测厚部位进行厚度测定抽查。

6.2.4 浮顶检查主要内容如下:

- a) 浮顶有无明显腐蚀、渗漏穿孔、异常变形以及有无严重的积水、凹陷、鼓包等现象;
- b) 浮顶密封有无渗漏损伤痕迹;
- 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、踏步板有无明显锈蚀;
- f) 浮顶支柱密封是否严密, 橡胶帽有无老化现象;
- 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;
- i) 浮顶等电位连接导线是否完好、跨接有无损坏、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痕迹;
- l) 对定点测厚部位及浮舱底板进行厚度测定抽查。

6.2.5 储罐基础检查主要内容:

- a) 基础检漏孔有无介质泄漏痕迹;
- 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。

6.3 年度检查时, 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, 可以根据需要局部拆除保温层。

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

6.4.1 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。

6.4.2 监控使用：指发现了采取措施后能保证正常运行的缺陷，可以有条件的监控使用，结论中应注明监控运行需要解决的问题及其完成期限。

6.4.3 停止使用：指发现了不能保证储罐正常运行的缺陷，应停止运行。

## 7 定期检验

### 7.1 一般规定

检验程序包括资料审查、检验方案制定、检验准备、检验实施、检验结果评价、检验报告出具等，检验人员应依据经批准的检验方案实施检验。

### 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。资料审查主要包括：

- a) 设计、施工及验收资料，包括设计图样、设计计算书、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和检验记录；
- 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，在首次检验时必须进行审查，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

7.3.1 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、检验方法以及检验结果处理、检验报告要求等。

7.3.2 常用检验方式包括开罐检验、在线检验和 RBI 三种方式。对于单台储罐宜优选开罐检验方式，不具备开罐检验条件时可选择在线检验方式，对于储罐群宜优选 RBI 方式。

7.3.3 储罐检验内容应与检验方式相适应，一般包括宏观检验、罐体腐蚀检测、变形检测、焊缝缺陷检测、防腐保温检测、附件检测和基础检测及其结果评价。

7.3.4 检验方法以目视检测、超声波测厚、漏磁检测、声发射检测、焊缝表面检测为主，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。

### 7.4 检验准备

7.4.1 开罐检验至少应具备以下条件：

- a) 符合 GB30871《危险化学品企业特殊作业安全规范》要求；
- b) 罐壁和罐顶人孔（透光孔）打开，罐内介质清理干净，浮顶密封拆除，进出料管道断开或用盲板隔断，设置明显的隔离标志，按要求配备通风、安全救护等设施；
- 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，彻底清理干净，需要实施磁粉、渗透、超声等无损检测的表面打磨平滑，露出金属光泽；需要实施漏磁检测的，应清除可能影响检测的固态或液态障碍物，如焊疤等。法规政策允许时，宜采用喷砂/抛丸等手

段对罐底板进行处理。

7.4.2 在线检验至少应具备以下条件：

- a) 清理或者拆除影响检验的罐体附属部件或者其他物体，为检验而搭设的脚手架、轻便梯等设施安全牢固；
- b) 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，彻底清理干净，需要实施磁粉、渗透、超声等无损检测的表面打磨平滑，露出金属光泽；
- c) 声发射检测液位不宜低于近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 1m 以上，为保证检测结果的准确性，检测液位不宜低于最高操作液位的 50%。检测前应关闭进出口阀门及其它干扰源，如搅拌器、加热设施、雷达液位计等，保持液位稳定静置 2 小时以上。

7.4.3 RBI 至少应具备以下条件：

- a) 运营单位应向检验机构提供与储罐相关的技术资料作为检验机构风险评估的数据来源；
- b) 需要实施检验的，应满足 7.4.1 或 7.4.2 的要求。

## 7.5 检验实施

### 7.5.1 宏观检验

宏观检验以目视为主，必要时可采用 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，详细内容见附录 B《宏观检验主要内容》。

### 7.5.2 罐壁、罐顶厚度测定

7.5.2.1 罐壁、罐顶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方法。

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) 按排版的每块板布点；
- 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 壁板测定重点为罐底板向上 1m 范围内和宏观检验发现的可疑部位，顶板（浮舱底板）的检测重点为宏观检验发现的腐蚀严重部位。检验员或运营单位认为必要时还需对浮顶集水坑实施厚度测定。

### 7.5.3 漏磁检测

7.5.3.1 漏磁检测主要用于开罐条件下罐底板腐蚀检测，条件具备时，也可用于壁板、顶板腐蚀检测。漏磁检测执行 JB/T10765《无损检测 金属常压储罐漏磁检测方法》。

7.5.3.2 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

可疑或腐蚀明显部位的，应对所有可疑或腐蚀明显部位进行漏磁检测。

7.5.3.3 当漏磁检测发现不可接受的腐蚀缺陷时，宜采用双晶直探头进行超声检测或超声 C 扫描等方法确认漏磁检测结果。

#### 7.5.4 声发射检测

7.5.4.1 声发射检测是在线条件下罐底板腐蚀的主要检测方法，声发射检测执行 JB/T 10764《无损检测 金属常压储罐声发射检测及评价方法》。

7.5.4.2 当声发射检测结果显示底板有较严重的腐蚀迹象时，宜对边缘板相应部位进行高频导波检测抽查，以确认实际腐蚀状态。

#### 7.5.5 保温层检查

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

#### 7.5.6 防腐层检查

7.5.6.1 以目视检查为主，检查防腐层是否完好，有无破损、脱落、粉化等损伤情况。

7.5.6.2 当目视检查发现异常，检验员认为必要时可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漏，当涂层厚度小于 200 $\mu\text{m}$ ，可采用低压检漏仪检测。

#### 7.5.7 罐体变形检测

罐体变形以目视检查为主，发现明显异常时宜采用全站仪、三维扫描仪等仪器进行检测。

#### 7.5.8 焊缝检测

##### 7.5.8.1 表面检测

- 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，开罐检验时检测比例不宜低于 20%，在线检验时由检验员根据现场情况判定是否实施表面检测，或仅对怀疑部位进行抽检，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；宏观检验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；
- b) 铁磁性材料制罐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；
- c) 表面检测执行 NB/T47013 相关部分的规定。

##### 7.5.8.2 内部埋藏缺陷检测

- 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，或检验员认为需要进行焊缝埋藏缺陷检测的其他部位；
- b) 埋藏缺陷检测可根据现场条件，按 NB/T 47013 规定选择射线、超声或 TOFD 检测方法。

##### 7.5.8.3 渗漏检测

目视检查发现可疑部位时，可对罐底板、浮顶单盘板焊缝、浮舱底板的焊缝、浮舱底板与壁板连接焊缝进行渗漏检测，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 53kPa，充气试漏时应向密封舱鼓入压力不小于 785kPa 的压缩空气。

#### 7.5.9 附件检查

附件检查以目视为主（详见附录 B），必要时进行测试或试验：

- a) 浮顶排水管及其出口阀、回转接头运行有无异常，浮顶排水管应进行水压试验；
- b) 加热盘管、除蜡加热盘管有无损伤、变形，并进行水压试验；

- c) 导向柱有无卡阻、磨损，变形；目视发现明显异常时应测定导向管、量油管垂直度；
- d) 浮顶支柱有无腐蚀，套管、垫板、套管加强板有无损伤；
- e) 转动浮梯及其导轨有无明显变形、损伤；
- f) 浮梯滚轮外缘铜皮是否完好；
- g) 浮顶罐浮顶密封装置，检查密封带有无变形、穿孔、翻卷和撕裂，密封压板是否齐全、完整；
- h) 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；
- i) 呼吸阀、液压安全阀、紧急泄放阀、阻火器是否正常，有无堵塞；标准有要求的应按标准要求实施检验；
- j) 液位计、温度计有无损坏；
- k) 储罐防雷接地接地极位置、距离和接地电阻值；
- l) 储罐静电导出装置及人体静电导出装置是否完好；
- m) 紧急排水装置有无堵塞、渗漏；
- n) 挡雨板和泡沫堰板有无损坏；
- o) 消防设施、喷淋装置是否完好，有无明显腐蚀、泄漏；
- p) 搅拌器运转是否灵活；
- q) 罐前阀开关是否灵活，密封部位有无泄漏，电动阀门执行机构是否完好；
- r) 油气联通设施上的阻火器、单向阀、切断阀等设施是否完好；
- s) 阴保系统有无异常；
- t) 金属软管或波纹管有无过度腐蚀和变形；
- u) 抗风圈、盘梯有无过度腐蚀和变形；
- v) 其他附件：人孔、清扫孔、量油孔及孔盖有无渗漏痕迹。

#### 7.5.10 储罐基础检查

基础检查以目视为主，发现明显沉降时应进行基础沉降观测和评定。目视检查内容详见附录 B，罐底沉降评定按 SY/T5921 规定。

- a) 检查基础上有无介质渗漏痕迹；
- b) 检查与基础相接触的罐底边缘板下的基础状况；
- c) 检查基础及周围排水情况；
- d) 检查罐底与基础之间的防水裙等密封情况；
- e) 检查基础沉降情况；
- f) 测量基础水平度和罐底标高。

#### 7.5.11 风险评估

对于采用 RBI 方式的，由运营单位相关人员协助检验人员采集相关数据，按照 GB/T30578《常压储罐基于风险的检验及评价》的规定实施风险评估，根据储罐的损伤模式和运营单位的风险可接受水平制定检验策略。需要实施检验的，根据本文件 7.5.1~7.5.9 规定实施开罐或在线检验。

## 8 检验结果评价

### 8.1 一般规定

8.1.1 检验人员应根据检验结果和发现的缺陷性质，分析其产生原因、发展趋势及其对储罐安全运行

可能产生的影响，按照本章给出的评价方法，对检验结果进行评价，给出缺陷处理建议、允许继续运行的参数和下次检验时间建议。

8.1.2 检验结果评价需要考虑的因素包括但不限于：

- a) 由于储存介质或积水层造成的内部腐蚀；
- b) 由于暴露于环境中造成的外部腐蚀；
- c) 应力水平超过许用应力；
- 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) 外部罐顶的动载荷、风载荷、地震载荷；
- g) 储罐基础、土壤和沉降情况；
- 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。

## 8.2 罐顶评价

### 8.2.1 一般规定

8.2.1.1 当罐顶腐蚀明显时，应对罐顶进行整体强度和稳定性校核；

8.2.1.2 当罐顶有开裂或穿孔，或到下次检验之前腐蚀程度可能达到任意 600cm<sup>2</sup> 面积上平均剩余厚度小于 2.3mm 顶板区域，应进行修补或更换相应板块。

### 8.2.2 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。

### 8.2.3 浮顶

8.2.3.1 对于点蚀/坑蚀部位应单独评价，对于在下一检验之前可能导致穿孔的点蚀/坑蚀部位应予维修或更换；

8.2.3.2 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评价，以确定是否需要维修或更换。

## 8.3 罐壁评价

### 8.3.1 一般规定

8.3.1.1 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。

8.3.1.2 罐壁均匀腐蚀和点蚀/坑蚀应分别进行评价。

8.3.1.3 当罐壁腐蚀超出腐蚀裕量时，应评价剩余厚度是否适于继续服役。

8.3.1.4 当罐壁剩余厚度不能满足最小厚度要求时可以采取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。

8.3.1.5 罐壁适于继续运行的最小厚度的计算方法见第 8.3.2 条。

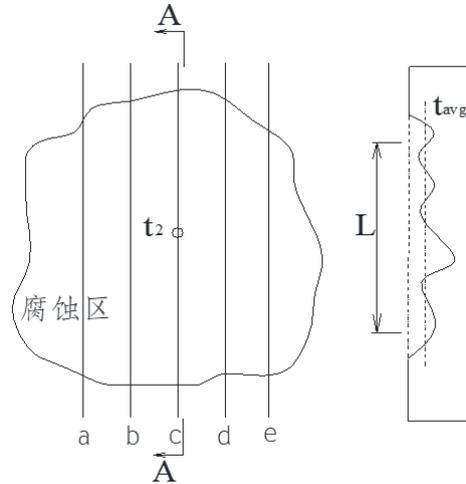
### 8.3.2 实际厚度的确定

8.3.2.1 当腐蚀区域的面积足够大时，按下述步骤确定每层罐壁的剩余厚度，求平均值（见图 8.1）。

- a) 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）；
- b) 计算临界长度  $L$

$L=33.8\sqrt{Dt_2}$ ， $L$  最大值取 1000mm，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  $t_1$ 。



其中：a~e 为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 8.1 腐蚀区域的检验

c) 当  $t_1$ 、 $t_2$  满足下述条件时储罐可以继续运行：

- 1)  $t_1 \geq t_{min}$ ;
- 2)  $t_2 \geq 60\%t_{min}$ 。

注： $t_{min}$  许可值及其计算方法见第 8.3.3 条，到进行下次检验时为止，服役所需的腐蚀裕量应增加至  $t_{min}$  和  $60\%t_{min}$  中。

8.3.2.2 在满足下述条件时，分散的点蚀/坑蚀可忽略不计：

- a) 点蚀/坑蚀形成的剩余壁厚  $\geq$  罐壁最小可接受厚度的 1/2（不含腐蚀裕量）；
- b) 在任意 200mm 长度的铅垂线上腐蚀的总长度  $\sum h_i \leq 50\text{mm}$ （见图 8.2）。

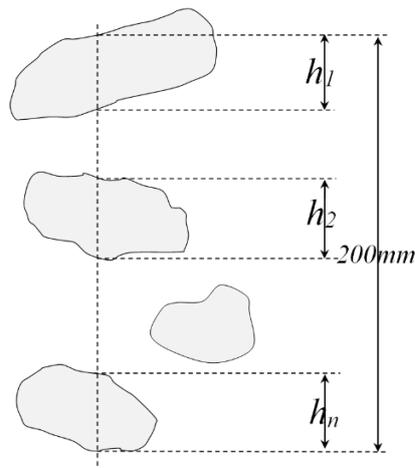


图 8.2 腐蚀凹坑的测量

### 8.3.3 罐壁最小允许厚度

8.3.3.1 当罐体直径小于等于 60m 时，罐壁最小可接受厚度用下列公式计算：

- a) 某层罐壁整个壁板的最小允许厚度  $t_{min}$ :

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

- b) 某层罐壁任意其他位置的最小可接受厚度:

$$t_{min} = \frac{4.9HDG}{[\sigma]\phi}$$

其中:

注: 按上式计算出来的罐壁厚度仅考虑了在介质载荷下的强度要, 任何情况下任何一层罐壁的  $t_{min}$  取值不小于 2.5mm。当条件适用时, 还应考虑风力载荷(稳定性), 地震载荷等附加载荷。

8.3.3.2 当罐壁实际厚度不满足最小厚度要求时, 应按上式反算出最高允许使用液位(注意实际厚度包含了到下次检验前的腐蚀裕量)。

8.3.3.3 当罐体直径大于 60m 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见 GB50341。

## 8.4 罐底评价

### 8.4.1 一般规定

中幅底板、边缘底板应根据允许的最小厚度分别进行评价。

### 8.4.2 罐底板的最小剩余厚度

- a) 一般按下式计算到下次检验前整个或部分罐底板最小剩余厚度:

$$t_f = t_c - T \times V_c$$

(罐底最小剩余厚度 = 当前最小剩余厚度 - 使用时间 × 最大腐蚀速率)

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。

- b) 根据上式的计算结果, 如果到运行周期末的最小罐底厚度小于表 8.1 所要求的厚度, 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)。

表 8.1 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
2.54	储罐罐底/基础设计没有探测和抑制罐底渗漏的设施
1.27	储罐罐底/基础设计有探测和抑制罐底渗漏的设施
1.27	储罐罐底设置有加强衬里, 厚度大于 1.27mm

### 8.4.3 边缘板的最小厚度

- a) 边缘板最小厚度不得小于 2.54mm, 局部点腐蚀可以忽略不计;
- b) 当储液比重小于 1.0 时, 到运行周期末边缘板最小厚度不得小于表 8.2 规定;

表 8.2 环形边缘板最小允许厚度 (一)

第一层罐壁原始厚度 <sup>a</sup> (mm)	第一层罐壁的应力 <sup>b</sup>			
	<168	<186	<205	<223
$t \leq 19$	4.3	5.1	5.8	7.6

第一层罐壁原始厚度 <sup>a</sup> (mm)	第一层罐壁的应力 <sup>b</sup>			
	<168	<186	<205	<223
$19 < t \leq 25$	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

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

- c) 当储液比重不小于 1.0 时，到运行周期末边缘底板最小厚度不得小于表 8.3 规定。

表 8.3 环形边缘板最小允许厚度（二）

第一层罐壁原始厚度 <sup>a</sup> (mm)	第一层罐壁的应力 <sup>b</sup>			
	$\leq 190$	$\leq 210$	$\leq 220$	$\leq 250$
$t \leq 19$	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

注：1、板厚是指壁板设计的腐蚀厚度（公称厚度减去腐蚀裕量）和水压试验设计的公称厚度。  
2、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厚度“a”中的厚度，再乘以适用的许用应力来确定。

## 8.5 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：

- 罐壁变形对外观无明显影响并且不影响浮顶升降；
- 罐壁垂直度不应大于罐壁高度的 1%，且不应大于 127mm；
- 拱顶局部变形对外观无明显影响；
- 浮顶的局部凹凸变形对外观及浮顶排水无明显影响；
- 与罐体相连的进出料管无肉眼可见的弯曲变形；
- 罐底板的局部凹凸变形以  $B \leq 15.4D_0$  为合格。

## 8.6 焊缝检测结果评价

焊缝无损检测结果按 NB/T47013 要求进行评价，表面检测以 I 级为合格，射线检测以 III 级为合

格，超声检测和 TOFD 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。

### 8.7 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，不影响正常使用或运行时，可适当放宽：

- a) 浮顶排水管无堵塞和泄漏现象，其出口阀、回转接头运转正常，耐压试验合格；
- b) 加热盘管、除蜡加热盘管无明显损伤、变形，耐压试验合格；
- c) 量油管、导向柱无明显变形、倾斜、磨损，其附件转动灵活，浮船升降无卡阻；
- d) 浮顶支柱无倾斜、腐蚀，其套管、垫板、套管加强板等完好；
- e) 转动浮梯及其导轨无明显变形、损伤；
- f) 浮梯滚轮外缘铜皮完好；
- g) 浮顶密封带无变形、穿孔、翻卷和撕裂，密封压板齐全、完整；
- h) 浮顶罐刮蜡机构无损坏，刮蜡板与罐壁间隙贴合紧密；
- i) 呼吸阀、液压安全阀、阻火器、紧急泄放阀启闭正常，无堵塞，按标准要求实施检验；
- j) 液位计、温度计、压力表完好；
- k) 油罐防雷接地极位置、距离和接地电阻值符合要求；
- l) 浮顶罐静电导出装置及人体静电导出装置完好，导电性能符合要求；
- m) 紧急排水装置无堵塞、渗漏；
- n) 挡雨板和泡沫堰板无损坏；
- o) 消防设施、喷淋装置完好，无明显腐蚀、无泄漏；
- p) 搅拌器运转灵活；
- q) 罐前阀开关灵活，密封部位无泄漏，电动阀门执行机构完好；
- r) 油气联通设施上的阻火器、单向阀、切断阀等设施完好；
- s) 阴保电系统无异常；
- t) 金属软管或波纹管无过度腐蚀和变形；
- u) 抗风圈、盘梯无过度腐蚀和变形；
- v) 其他附件：人孔、清扫孔、量油孔及孔盖有无渗漏痕迹。

### 8.8 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；不影响正常使用或运行时，可适当放宽。

### 8.9 保温层评价

保温层应无脱落、破损、开裂、渗水，护板表面无严重锈蚀，不影响正常使用或运行时，可适当放宽。

### 8.10 储罐基础评价

储罐基础原则上应符合下列要求，不影响正常使用或运行时，可适当放宽，罐底沉降评价按 SY/T5921 规定。

- a) 散水坡或承台完好无损坏；

- b) 混凝土环墙无开裂、碎石或其他损伤;
- c) 环墙上的检漏孔、环墙表面无介质泄漏痕迹;
- d) 罐体与基础间防水完好无损坏;
- e) 防雷防静电接地设施完好无损坏;
- f) 地脚螺栓无明显腐蚀、损伤;
- g) 罐底板与基础贴合、罐底下侧无植被生长;
- h) 罐区排水正常;
- i) 围堰内无易燃物。

### 8.11 综合评价

8.11.1 综合罐顶、罐壁、罐底、附件的评价结果，以对功能要求、安全运行影响最严重的项目来判定下次检验时间;

8.11.2 对于返修部位或部件，按照返修后的复验结果进行评价。

### 8.12 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) 在线检验采用声发射方法的，宜参照 JB/T10764 规定确定检验周期;
- e) 实施 RBI 的，按照风险评估给定的检验策略确定检验时间;
- f) 对于存在超标缺陷而不能修复时，可采用合于使用评价方法确认储罐能否继续服役及其可运行时间。合于使用评价宜参照 GB/T 19624 或其他适用的标准进行。

## 9 检验报告出具

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，按照检验实施机构的质量体系要求完成审批后，提交给运营或委托单位。

## 附录 A

(资料性)

年度检查主要内容与检查结论报告格式

年度检查结论报告见表 A.1，年度检查内容见表 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	公章或检验章
审核		年月日	
批准		年月日	

表 A.2 年度检查主要内容

序号	主要检查内容
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
固定顶检查主要内容	
13	有无明显变形、积水、凹陷、鼓包及渗漏穿孔等现象
14	保温层及防水檐是否完好，有无明显损坏，有无渗漏痕迹
15	裸露部分防腐层有无脱落、起皮等缺陷
16	裸露部分焊缝有无腐蚀、开裂等缺陷
17	金属元件的跨接有无损坏、脱落
18	对定点测厚部位进行厚度测定抽查
浮顶检查主要内容	
19	浮顶有无明显腐蚀、渗漏穿孔、异常变形以及有无严重的积水、凹陷、鼓包等现象
20	浮顶密封有无渗漏损伤痕迹
21	防腐层有无脱落、起皮等缺陷
22	焊缝有无腐蚀、开裂等缺陷

表 A.2 年度检查主要内容

序号	主要检查内容
23	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
24	浮顶支柱密封是否严密，橡胶帽有无老化现象
25	排水装置有无阻塞，水封是否有效
26	呼吸阀、阻火器、自动通气阀有无阻塞
27	浮顶等电位连接导线是否完好、跨接有无损坏、接头是否牢固
28	导向柱、量油管有无明显变形、腐蚀
29	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
30	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	
31	基础检漏孔有无介质泄漏痕迹
32	承台或基础有无损坏、下沉、倾斜、开裂
33	地脚螺栓有无腐蚀、损伤
运行检查主要内容	
34	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
35	有无超安全液位运行
36	液位测量装置有无异常

**附 录 B**  
(资料性)  
宏观检验主要内容

宏观检验内容见表 B.1。

表 B.1 宏观检验主要内容

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），抗风圈、加强圈处保温层是否存在“倒吸水”现象。
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）

表 B.1 宏观检验主要内容

序号	检查内容
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）
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	呼吸阀有无异物堵塞，是否按年度实施检验
37	罐顶有无变形和严重积水痕迹 （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）
38	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
39	浮舱有无渗漏痕迹
40	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
41	浮顶罐浮梯有无腐蚀
42	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

表 B.1 宏观检验主要内容

序号	检查内容
43	浮顶与壁板间距有无明显异常
44	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。
45	呼吸阀、液压安全阀、紧急泄放阀、阻火器是否正常，有无堵塞，是否按相关规定实施检验
46	浮梯斜梁有无严重腐蚀
47	固定梯级与斜梁焊缝有无明显腐蚀或开裂
48	浮梯与量油平台连接位置有无明显腐蚀或磨损
49	枢轴杆、活动部件的明显有无腐蚀或磨损
50	浮梯与罐顶导轨架有无明显错位
51	浮梯导轨顶面有无明显磨损
52	浮梯滚轮外缘铜皮是否完好
53	浮梯导轨的焊缝有无明显腐蚀
54	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	
55	防腐层有无变色、脱落、起皮或破损
56	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)
57	母材表面有无渗漏痕迹
58	焊缝有无损伤及表面渗漏痕迹
59	有无未磨平的焊缝、焊疤(适用于浮顶罐)
60	浮顶与罐壁间隙有无明显异常(适用于浮顶罐)
61	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	
62	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
63	防腐层有无变色、脱落、起皮或破损等缺陷
64	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
65	焊缝损伤及表面有无渗漏痕迹(特别注意大角焊缝)

表 B.1 宏观检验主要内容

序号	检查内容
66	固定部件、支架、支柱下面的垫板有无开焊或损伤
67	内部排液槽有无异常（减薄、腐蚀、开裂、渗漏）
68	牺牲阳极消耗情况
69	罐底板下侧有无明显空穴
70	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）
71	浮顶支柱有无变形、倾斜
72	浮顶防转钢丝绳有无腐蚀、断裂
73	导向管、量油管有无倾斜、外壁划伤
74	加热盘管、除蜡加热盘管有无损伤、变形，是否进行水压试验
75	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
76	浮顶支柱有无腐蚀，套管、垫板、套管加强板有无损伤
77	锤击检查有无异常声响（明显减薄或腐蚀）
其他附件	
78	液位计、温度计有无损坏
79	储罐防雷接地接地极位置、距离和接地电阻值
80	高高液位报警/低低液位报警设备是否完好
81	储罐静电导出装置及人体静电导出装置是否完好
82	紧急排水装置无堵塞、渗漏
83	挡雨板和泡沫堰板无损坏
84	防设施、喷淋装置完好，无明显腐蚀、无泄漏
85	罐前阀开关灵活，密封部位无泄漏，电动阀门执行机构完好
86	油气连通设施上的阻火器、单向阀、切断阀等设施完好
87	阴保系统有无异常
88	金属软管或波纹管有无过度腐蚀和变形
89	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)

定期检验结论报告格式

定期检验报告格式见表 C.1。

表C.1 定期检验结论报告

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			
检验依据			
检验结果			
检验结论 及 建议			
备 注			
检 验		年 月 日	公章或检验章
审 核		年 月 日	
批 准		年 月 日	

参考文献

- 1、API 653 *Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction Fifth edition, November 2014*
- 2、SYT 5921-2017 立式圆筒形钢制焊接油罐操作维护修理规范

---

# 立式圆筒形钢制焊接常压储罐在用检验技术规范

(征求意见稿)

## 编制说明

标准编制组

## 一、工作简况

### （一） 任务来源与协作单位

本标准来源于中国特种设备检验协会常压容器检验工作委员会 2022 年度工作计划，由中国特种设备检验协会标准化工作委员会归口，由中国特种设备检测研究院负责起草，目的是规范常压储罐在用检验，提高检验工作质量，以保证常压储罐的安全运营。

### （二） 主要工作过程

本标准文本是在对国内部分国家石油储备基地、商业石油储备基地、中石油、中石化、中国中化等大型储罐用户单位进行了检验需求调研，对部分检验机构的检验情况进行了调研，充分掌握了用户的现有痛点和检验机构的供应能力基础上，结合中国特种设备检测研究院现行企业标准和国内外检验工作现状开始组织编写。本标准于 2022 年 4 月初完成初稿后，邀请部分储罐用户和检验机构的技术人员、管理人员进行了深入的讨论，听取大家意见后进行了多次修正，并于 6 月初再次召开会议，对标准内容进行审查，经再次修订后形成了本征求意见稿。计划于 2022 年 6 月通过中国特检协会网站等方式向广大用户、检验机构等行业单位、科研院所等广泛征求意见，再进一步修订完善。

## 二、标准编制原则和确定标准主要技术内容的论据

本标准具体内容以我国相关法律、法规和标准为依据，坚持以下标准编制原则：

（一） 本标准在结构编写和内容编排等方面依据 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》进行编写。在确定本标准要求时，坚持基于风险的原则，综合考虑储罐运营单位的风险可接

受能力和检验机构的技术能力，尽力寻求社会效益最大化。

## （二） 注重标准的系统性

本文件的内容包括前言、引言、适用范围、提出的检验要求包括了年度检查和定期检验，定期检验又包括开罐检验、在线检验和基于风险的检验，可以满足储罐用户不同条件下的检验要求要求。

## （三） 注重标准内容的代表性与适用性。

标准编制过程中，吸收不同单位、不同机构的人员进入编制组，充分听取相关行业、相关部门的意见，努力使标准内容具有充分的代表性和适用性。

## （四） 注重标准内容的科学性。

目前，国内常压储罐标准体系尚不完善，能够查询到的与常压储罐直接相关的标准不足百项，这些标准可分为综合、管理、设计施工、检测方法、防腐保温、检修维护、消防安全等九大类，其中最多的为设计施工类标准，共有 30 余项，而检验类标准则为空白，储罐的检验要求散布在仅有的几个综合、管理、检修维护标准中，而且标准之间互不协调，相互矛盾，个别标准要求不合理或不具备可操作性，这些问题给储罐用户、检验机构带来了很大困扰。本标准编写过程中，编制人员总结了 20 年来国内常压储罐检验工作经验和科研成果，既参考国内现行标准的体系和内容，吸取其精华，同时适当借鉴国际先进经验和标准，采纳新的技术，新的理念，力求标准的科学性。

### 1、 给出了常压储罐的术语

目前对于常压储罐的概念有不同的理解，本标准总结了不同行业、不同

部门、不同资料、不同标准的相关解释，以术语的形式给出了常压储罐、微内压储罐、低压储罐的定义：设计压力大于等于-490Pa 小于等于 6.0kPa 的储罐为常压储罐，设计压力大于 6.0kPa 小于等于 18kPa 的储罐为微内压储罐，设计压力大于 18kPa 小于 0.1MPa 的储罐为低压储罐。本标准适用于常压储罐，而微内压和低压储罐可参照执行。

## 2、 在线检验和基于风险的检验作为定期检验的方式可选

长期以来，我国对于常压储罐等设备的管理方式实行的是基于时间的模式，按照固定的时间、固定的内容、固定的方法对储罐实施开罐检验。基于时间的检验模式对于保障储罐安全运营具有重要的意义，但随着科学技术的不断发展，其弊病也逐步显示出来，比如检验过度与检验不足同时存在，检验内容、检验方法与其损伤机理、风险水平不匹配等，本标准引入了基于风险的理念，允许采用在线检验和基于风险的检验方式，提高了标准内容的科学性，可以在保障安全的前提下，减少检验及其辅助工作量，科学地延长或调整检验周期。

## 3、 明确了合于使用评价的方法

明确地提出了合于使用评价的理念和方法，通过合于使用评价可以允许部分含有超标缺陷或不满足标准相关要求的储罐或其部件在原有条件或某些监控条件下继续服役，从而节省资源。

## 4、 明确了检验人员与检验机构资质要求

2015 年之前，当时的国家安监总局依据《安全生产检测检验机构管理规定》，颁发常压储罐检验资质，随着国家机构的改革，国家安监总局改组为应急管理部，2019 年应急管理部以 1 号令的形式，修改了《安全生产检测检

验机构管理规定》，自 2019 年 5 月起，政府部门不再颁发常压储罐检验资质，而现行标准如 AQ 3053 《立式圆筒形钢制焊接储罐安全技术规范》、SY/T5921 《立式圆筒形钢制焊接油罐操作维护修理规范》等均提出了检验机构和检验人员的资质要求，如何保证检验工作质量，满足相关标准要求，本标准参照美国石油学会的作法，提出由中国特检协会对检验机构和检验人员进行能力评定-该能力评定并非行政许可，只是确认其是否具备常压储罐检验能力，凡采用本标准实施检验的，检验机构和检验人员均应通过中国特检协会的能力评定。

#### 5、明确了检验项目、检验重点和检验比例的确定方法

API575 明确指出，腐蚀是钢制常压储罐及其辅助设施失效破坏的主要原因，因而常压储罐在用检验的重点是腐蚀检验。本标准明确了检验重点和确定检验内容的原则，同时给予检验员以一定的自由裁量权，允许检验员在自己的知识范围内对于检验项目、检验比例作出决断。

#### 6、尽量减少不必要的检验项目

焊缝缺陷也是储罐损伤的机理，但是储罐的受力情况决定了其并非主要机理，检验实践表明，表面缺陷对于储罐的危害性更大，而内部原始焊接缺陷相对较小，本标准根据储罐的受力情况提出了表面检测的主要部位和最小比例，需要时可以适当扩大，而焊缝内部检测则不作为重点，只是在检验中发现焊接接头渗漏部位、异常或检验员认为需要时才要求进行焊缝埋藏缺陷检测。

#### 7、明确了底板腐蚀的检测方法

超声波测厚的基本原理及其只能抽检的属性，决定了超声波测厚适用于

均匀腐蚀的检测，而常压储罐底板的腐蚀一般为坑状的非均匀腐蚀，因而本标准规定壁板、顶板可以采用超声波测厚法进行腐蚀检测，而底板腐蚀不宜采用超声波测厚法，对于底板腐蚀检测，开罐条件下采用漏磁检测方法，并用双晶直探头超声检测或超声 C 扫描等方法确认检测结果，在线条件下采用声发射检测方法，辅以边缘底板高频导波检测。

#### 8、 给出科学的检验结果评定方法

在现在检维修标准中，对于检测结果的评定，不同标准有不同要求，有的标准过于宽松，比如壁板最小剩余厚度要求，仅考虑了强度要求而未考虑稳定性要求，照此评定可能造成罐体失稳；有的标准过于严苛，如底板最小厚度要求或为原始厚度的 85%，或根据储罐直径最小为 5~12mm，这样要求有利于储罐运营安全，但是过大的裕量可能造成储罐提前报废，不符合节能的原则。SY/T6620-2014 等同采用 API653 第四版(2009 版)，其结果评定方法在现行检维修标准中，科学性最高，但其对于国内绝大多数储罐并不适用，而其评价方法则为我们提供了参考与启迪，因而，编制组在标准编写过程中，参考并采纳的现行 API653 的工况适用性评价方法，对检验结果进行评定，从而大大提高了结果评定的科学性。

9、 以附录形式给出了年度检查与宏观检验的主要内容，为检验机构提供参考，以逐步规范检验机构的检验内容。

### 三、与国际、国外有关法律法规和标准水平的对比分析

目前未检索到专门的常压储罐在用检验国际标准。API 653《储罐检验、维修、改造和重建》是获得国际认可的储罐检维修团体标准，本标准的检验项目更适合中国国情，比如明确了焊缝缺陷的检验，底板腐蚀检测方法也比

API653 要求更为明确；而检验结果评定方法与 API653 等同；关于检验机构和检验人员的资质认定，也参考了 API653 的做法。

#### 四、与现行有关法律、法规和标准的关系

本标准与《安全生产法》、《消防法》、《危险化学品安全管理条例》等法规相关，与下列标准存在相互关系，本标准是对相关法规、标准要求的补充和具体体现。

AQ 3053-2015 立式圆筒形钢制焊接储罐安全技术规范

SY/T 6620-2014 油罐的检验、修理、改建及翻建

SY/T 5921-2017 立式圆筒形钢制焊接油罐操作维护修理规范

GB/T 30578-2014 常压储罐基于风险的检验与评价

GB/T 37327-2019 常压储罐完整性管理

GB 50341-2014 立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范

GB 50128-2014 立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范

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

GB/T 19624 在用含缺陷压力容器安全评定

GB 30871-2022 危险化学品企业特殊作业安全规范

#### 五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

#### 六、标准性质建议

建议本标准为推荐性标准。

## 七、标准实施日期的施建议

建议年内实施。通过本标准的实施，促进储罐检验工作的规范、检验工作质量和储罐运营安全水平的提高。

## 八、标准实施的有关政策措施

建议发布后，由中国特种设备检验协会组织宣贯，必要时可联合化学品安全协会，交通运输部门等联合组织宣贯，消除不同行业之间分头管理的障碍，促进罐区安全水平。

## 九、废止现行有关标准的建议

无。

## 十、涉及专利的有关说明

本标准未涉及相关专利。

## 十一、标准所涉及的产品、过程和服务目录

无。

## 十二、其他应予以说明的事项

无。

《立式圆筒形钢制焊接常压储罐在用检验技术规范》

标准编制组

2022年6月10日