

ICS 19.100

J 04

团 体 标 准

T/GDCKCJH 001—2019

常压金属储罐底板腐蚀检测及评价

Corrosion testing and evaluation of atmospheric pressure metal storage tank floor

2019 - 05 - 15 发布

2019 - 06 - 01 实施

广东省测量控制技术与装备应用促进会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 方法类型	2
5 一般要求	2
6 在线检测操作步骤	6
7 开罐检测操作步骤	8
8 记录和报告	10

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由广东省测量控制技术与装备应用促进会提出。

本标准由广东省测量控制技术与装备应用促进会归口。

本标准起草单位：广东省特种设备检测研究院珠海检测院、广州承压设备检测研究院。

本标准主要起草人：李欢、罗汇果、孔令昌、张在东、陈韶斌、蔡勤、高峰、杨新健。

本标准首次发布。

常压金属储罐底板腐蚀检测及评价

1 范围

本标准规定了常压金属储罐底板腐蚀检测及评价的术语和定义、方法类型、一般要求、在线检测操作步骤、开罐检测操作步骤、记录和报告。

本标准适用于工作介质为液体、工作压力为常压或小于0.1 MPa的低压、在用地上铁磁性金属立式储罐底板的检测。对于非铁磁性材料金属立式储罐，可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证

GB/T 12604（所有部分）无损检测 术语

GB/T 20968 无损检测 目视检测辅助工具 低倍放大镜的选用

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 47013.3 承压设备无损检测 第3部分：超声检测

3 术语和定义

GB/T 12604 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

在线检测 online testing

常压储罐在运行过程中对储罐底板腐蚀状况的检测。

3.2

开罐检测 open tank testing

常压储罐在清罐后对储罐底板腐蚀状况的检测。

3.3

声发射检测 acoustic emission testing

通过接收和分析储罐底板腐蚀的声发射信号来评定储罐底板腐蚀状态的无损检测方法。

3.4

漏磁检测 magnetic flux leakage testing

通过采集漏磁场来评价储罐底板腐蚀状况的无损检测方法。

3.5

储罐底板下表面 soil-side
储罐底板与土壤接触的那一侧。

3.6

储罐底板上表面 product-side
储罐底板与介质接触的那一侧。

4 方法类型

4.1 检测类型

根据实际工况可分为在线检测方式、开罐检测方式。

4.2 方法选择

储罐底板腐蚀状况应采用可靠技术手段进行扫描检测。在线检测方式推荐采用声发射检测方法，开罐检测方式推荐采用目视检测、厚度测定、漏磁检测方法。对于漏磁检测发现的腐蚀异常区域，可采用其他辅助检测方法进行复检，若采用其他辅助方法进行检测，宜考虑检测结果的有效性。

4.3 其他辅助检测方法

4.3.1 表面无损检测

对底板搭接焊缝、对接焊缝、底板与壁板角焊缝进行表面无损检测抽查。

4.3.2 超声波检测

对下列部位进行超声波检测抽查：

- 底板的对接焊缝，底板与壁板角焊缝；
- 检验时发现焊缝表面裂纹，认为需要进行焊缝埋藏缺陷检查的部位；
- 使用中出現焊接接头泄漏的部位及其两端延长部位。

4.3.3 超声导波检测

超声导波检测作为在线检测的一种补充形式，可以通过在边缘板暴露在罐外的位置放置传感器，对边缘板的腐蚀状况进行抽查。

4.3.4 真空泄漏检测

对储罐底板搭接焊缝、对接焊缝、底板与壁板角焊缝及宏观检查发现可疑部位应进行真空试漏抽查，试验压力应不高于-53 kPa（表压）。

5 一般要求

5.1 检测人员

按照 GB/T 9445 的要求或储罐安全有关主管部门的规定,按本标准进行检测的人员应取得相应无损检测人员资格鉴定机构颁发或认可的声发射检测、电磁(涡流)或磁粉检测等等级资格证书,从事相应资格等级规定的检测工作。

5.2 设备

5.2.1 在线检测设备

罐底腐蚀声发射检测方法如图1所示。

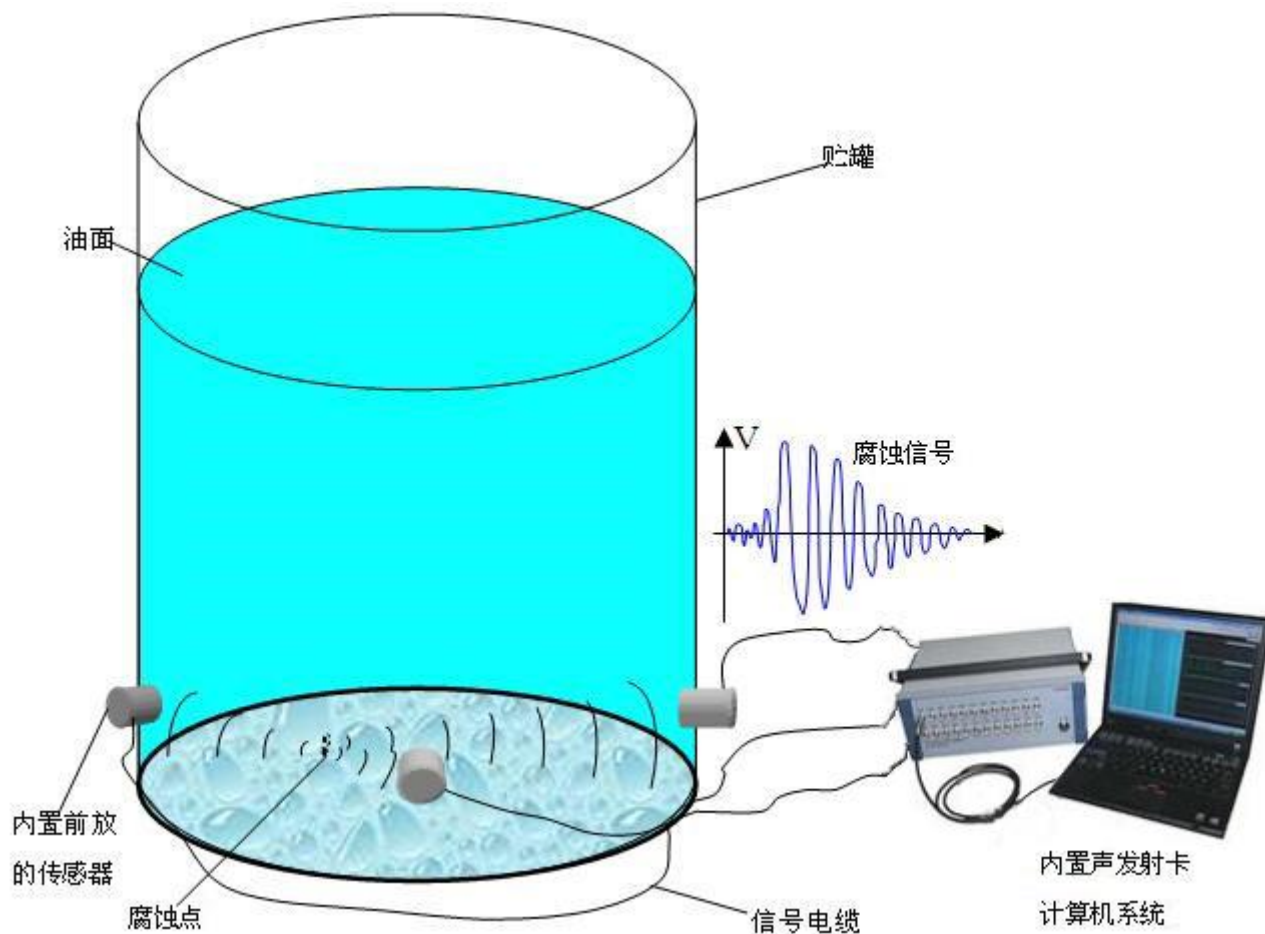


图1 罐底腐蚀声发射检测方法简图

声发射检测应采用计算机系统进行处理,该计算机系统应具有多个独立的通道,且均具有滤波、测量、模数转换、显示和储存的功能。应采用诸如磁盘等数据贮存装置来保证数据的重放和存档,应满足 JB/T 10764 中要求。

5.2.2 开罐检测设备

5.2.2.1 目视检测设备

目视检测使用的设备主要有照明光源、反光镜、放大镜、照相机以及其他适合的目视辅助器材。

5.2.2.2 厚度测定设备

厚度测定设备包括超声波测厚仪和电磁超声波测厚仪等。

5.2.2.3 漏磁检测设备

罐底腐蚀漏磁检测方法如图2所示。

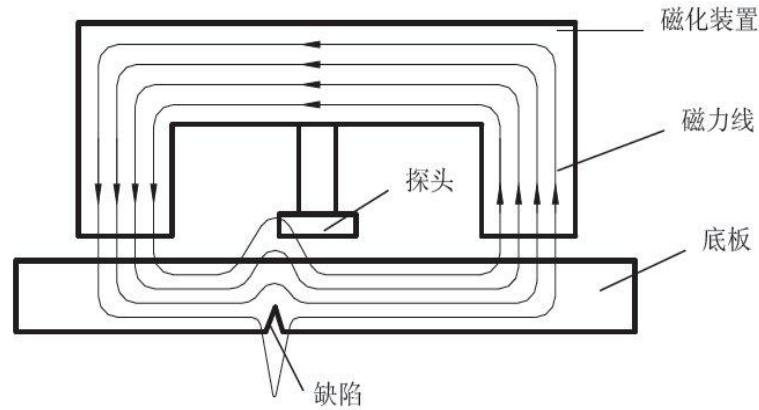


图2 罐底腐蚀漏磁检测方法简图

漏磁检测设备应至少包括磁化装置、磁场探头、信号显示和机械扫描装置，具有显示缺陷位置和深度的功能，应满足 JB/T 10765 中要求。

5.3 检测作业指导书

5.3.1 在线检测作业指导书应至少包括如下内容：

- 适用范围；
- 应用法规、执行标准和参考标准；
- 检测人员资格；
- 检测设备器材；
- 检测对象；
- 传感器的布置：布置阵列（示意图）和安装方式；
- 加压程序及检测时机；
- 通道灵敏度测试；
- 检测过程和数据分析；
- 检测结果的评定；
- 编制者（级别）和审核者（级别）；
- 编制日期。

5.3.2 在线检测设备及检测对象附表，见表1。

表1 在线检测设备及检测对象附表

仪器系统主机		仪器型号		传感器数量	
传感器型号		检测频率		耦合剂	
模拟源		传感器耦合表面要求		固定方式	
储罐名称		储罐编号		几何尺寸	
设计压力/液位		设计温度		工作介质	
操作压力/液位		材质		公称壁厚	
公称容积		试验压力		试验介质	
技术要求					
传感器布置示意图					

5.3.3 开罐检测作业指导书应至少包括如下内容：

- 适用范围；
- 应用法规、标准；
- 检测人员资格；
- 检测设备器材
- 检测对象
- 扫查方向、扫查速度和扫查覆盖区域；
- 重叠区域；
- 提离；
- 对比试件和校准试件的材料、厚度；
- 编制者（级别）和审核者（级别）；
- 编制日期。

5.3.4 开罐检测设备及检测对象附表，见表2。

表2 开罐检测设备及检测对象附表

检测仪器		仪器编号		储罐名称	
储罐编号		主体材质		工作介质	
储罐型式		储罐规格（mm）		底板编号	
表面状态		涂层厚度（mm）		底板厚度（mm）	
技术要求					

5.4 安全要求

- 5.4.1 在线检测时如果气温低于 0℃，应注意消除在检测期间结冰可能引起的声发射信号。
 - 5.4.2 在线检测场地附近不应有影响一切设备正常工作的电磁干扰。
 - 5.4.3 在线检测时的环境温度不应低于储罐材料的脆性转变温度。
 - 5.4.4 检测人员应根据检测地点的要求穿着防护工作服和佩戴有关防护设备。
 - 5.4.5 如有要求，使用的电子仪器应具有防爆功能。
 - 5.4.6 应特别关注诸如人孔、阀门和盲法兰等螺栓或丝扣连接的部位。应在检测前对这些部位进行检查，以确保螺栓或其他附件牢固，能承受足够的检测压力和适当的扭矩，不存在严重的腐蚀或其他变形。
 - 5.4.7 应注意磁场吸力导致的人员受伤和设备损坏。
 - 5.4.8 应注意磁场对其他辅助电子设备的影响。
- 注：“5.4 安全要求”未完全列出进行检测时的所有安全要求。

6 在线检测操作步骤

6.1 检测前准备

在安装检测仪器进行检测之前，检测人员应通过资料审查和现场实地考察获取如下信息：

- 审核设计文件，重点审阅图纸，以详细了解储罐底板的几何尺寸、接管位置和材料厚度等信息；
- 审核制造文件资料，重点了解被检储罐底板材料的特性、衬里或内部涂层的情况和储罐底板安装制造过程中的检验情况等；
- 审核储罐的运行记录，重点了解检验前 6 个月内储罐运行的详细信息，这些信息应包括所贮液体的类型、最大液位水平、操作温度变化范围、叠加的静水压力或气压的大小和可能发生的过载或异常情况；
- 审核历次检验记录及报告等资料，重点记录上次检验发现的问题；
- 审核有关修理或改造的记录与文件；
- 进行现场实地勘察，根据工艺运行状况，找出所有可能出现的噪声源，并设法排除；
- 制定检测方案，包括液位升高及稳定程序、传感器布置阵列和检测条件等。

6.2 检测条件确定

6.2.1 检测液位和要求

一般情况下，储罐底板的声发射在线检测液位宜位于最高操作液位的85%到105%之间。特殊情况下，检测液位应至少高于传感器安装位置1 m。检测前，应稳定保持该液位静置2 h以上，然后进行至少2 h的声发射检测。检测时关闭进出口阀门及其他干扰源，如搅拌器和加热设施等。

6.2.2 检测环境条件

- 6.2.2.1 找出所有可能出现的噪音源，如电磁干扰、振动、摩擦和流体流动等，对这些噪音源予以排除。
- 6.2.2.2 检查周围是否存在外部噪声干扰。
- 6.2.2.3 遇到强烈阵风、快速的温度变化和降雨情况，需要避免检测，选择其他时机进行检测。
- 6.2.2.4 声发射检测开始后，储罐处及周围禁止进行其他施工作业。

6.3 传感器布置

6.3.1 对储罐底板腐蚀状况进行检测时，传感器宜布置在距底板高 0.1 m~0.5 m 范围内的壁板上，而且要确保高于储罐内固体沉积物的高度，尽量采取同一高度，间距尽量保持均等，并呈闭合环状分布。

6.3.2 传感器的间距不宜大于 13 m。建议 5 000 m³ 以下储罐每圈安装 4~8 个传感器；5 000 m³~20 000 m³ 储罐安装 8~12 个传感器；20 000 m³ 以上储罐安装 12 个以上传感器。

6.4 系统调试

应采用断铅来验证系统的性能。断铅笔芯至少距离传感器 10 cm，对于所有的传感器平均峰值幅度的变化不应超过 ±4 dB，每个传感器标定 3 次以上，标定值记录表格内，见表 3。

表3 传感器的灵敏度标定记录表格

单位为dB

传感器编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
灵敏度															
灵敏度															
灵敏度															
平均灵敏度															

6.5 背景噪声测量

通过降低门槛电压来测量每个通道的背景噪声，设定每个通道的门槛电压至少大于背景噪声 6 dB，然后对整个检测系统进行背景噪声测量，进行常压储罐背景噪声测量的时间应不少于 15 min。如果背景噪声接近或大于被检测储罐腐蚀产生的声发射信号强度，应设法消除背景噪声的干扰，否则不宜进行声发射检测。

6.6 数据采集

对储罐按检测液位进行保压，对保压阶段进行声发射监测和数据采集。检测过程中，检测人员必须及时识别出现的噪声，并将其消除或降到最小程度，如果背景噪声太大，应停止检测，数据采集进行至少 2 h 的声发射检测。数据采集开始后，禁止无关人员靠近储罐和接触罐壁，以免对数据采集造成影响。

6.7 检测结果及评价

6.7.1 总则

对于底板进行声发射检测，其检测结果可以采用声发射定位源的时差定位分析及分级方法，也可采用声发射定位源的区域定位分析及分级方法，如对同一个储罐同时采用两种分级方法，则同一评定区域应取较大的级别。

6.7.2 定位分析及分级方法

6.7.2.1 时差定位分析及分级

对罐底板以不大于直径 10% 的长度划定出正方形或圆形评定区域，计算出每小时出现的定位事件数 E。根据罐底板的时差定位情况，对每个评定区域的有效声发射源级别按表 4 进行分级。

表4 罐底板基于时差定位分析的声发射源的分级

源级别	评定区域内每小时出现的定位事件数 E	评定区域的腐蚀状态评价
I	$E \leq C$	无局部腐蚀迹象
II	$C < E \leq 10C$	存在轻微局部腐蚀迹象
III	$10C < E \leq 100C$	存在明显局部腐蚀迹象
IV	$100C < E \leq 1000C$	存在较严重局部腐蚀迹象
V	$E > 1000C$	存在严重局部腐蚀迹象

注：表中的C值需通过采用相同的检测仪器与设置工作参数，对相同规格和运行条件的储罐进行一定数量的检测实验和开罐验证实验来取得。

6.7.2.2 罐底板定位源的区域定位分析及分级

计算出各独立通道有效检测时间每小时出现的撞击数H。根据罐底板的区域定位情况，对每个通道区域的声发射源级别按表5进行分级。

表5 罐底板基于区域定位分析的声发射源的分级

源级别	每个通道每小时出现的撞击数 H	评定区域的腐蚀状态评价
I	$H \leq K$	无局部腐蚀迹象
II	$K < H \leq 10 K$	存在轻微局部腐蚀迹象
III	$10 K < H \leq 100 K$	存在明显局部腐蚀迹象
IV	$100 K < H \leq 1000 K$	存在较严重局部腐蚀迹象
V	$H > 1000 K$	存在严重局部腐蚀迹象

注：表中的K值需通过采用相同的检测仪器与设置工作参数，对相同规格和运行条件的储罐进行一定数量的检测实验和开罐验证实验来取得。

6.7.3 评价方法

腐蚀状态检测评价方法如下：

- 储罐底板腐蚀状态等级为 I、II 级的，一般 3 年内重新进行检测评价；
- 储罐底板腐蚀状态等级为 III 级的，一般 2 年内重新进行检测评价；
- 储罐底板腐蚀状态等级为 IV、V 级的，应立即进行开罐检测。

7 开罐检测操作步骤

7.1 检测前准备

在进行检测前，需要通过资料审查和现场实地考察获取相应的基本信息，至少应包括如下要素：

- 检验计划；
- 检测仪器设备、仪器校准状态、校准试板和验收准则；
- 信号记录；
- 记录表格和报告格式；
- 储罐制造、安装和检验资料；
- 储罐运行记录；
- 储罐底板规格、标称厚度和材料成分或等级；

- 表面状态；
- 涂层类型和厚度；
- 其他有助于缺陷判断的信息。

7.2 检测条件确定

7.2.1 清罐

对于在用储罐底板的检测，需要将储罐排空、置换和清洗，并达到进入储罐进行检测的要求。

7.2.2 储罐底板表面条件

储罐底板表面应无液体、厚的铁锈或污垢等固体残留物以及可能影响检测的其他障碍物。

如有影响底板扫查的焊瘤、加热管等障碍物，在允许的情况下应拆除障碍物后进行扫查，清除时不应损坏被检工件表面。

根据灵敏度的要求，底板表面可以有不大于6 mm的非金属涂层。如果仪器的灵敏度能得到保证，涂层厚度也可以大于6 mm。

7.2.3 安全条件确认

已按规定办理受限空间等涉及特殊作业的作业许可证，制定专人监护，可燃（或有毒）气体浓度、氧含量等经检测合格。

7.3 仪器调试

检测前应对仪器进行系统功能检查和调试。

7.4 系统校准

7.4.1 漏磁检测校准是通过检测仪器在对比试板上扫查人工钻孔缺陷来进行的。如果被检底板表面有涂层，试板表面应先放置上非导体弹性垫片，其厚度应相当于被检测储罐底板的涂层厚度。

7.4.2 漏磁检测通过调节仪器的设定值和传感器的高度，使仪器扫查对比试板的人工缺陷时，信号指示与所需板厚人工缺陷深度的百分比一致。每次扫查完成后，必须将仪器反转 180°，在相反的方向上重新扫查一次，以避免剩余磁场影响系统校准的准确性。

7.4.3 漏磁检测校准检查至少应在检测开始和工况改变时进行，以保证检查结果的准确性。每次校准均应记录。

7.4.4 在下列情况下，应使用对比试件对漏磁检测设备的灵敏度进行检查：

- 每次检测开始前和结束后；
- 怀疑检测设备运行不正常时；
- 连续检测时，每 8 h 检查 1 次；
- 合同各方有争议或认为有必要时。

7.5 检测

7.5.1 目视检测

7.5.1.1 目视检测应使眼睛能够与被检件表面达到最佳的距离和角度。眼睛与被检件表面的距离不超过 600 mm，且眼睛与被检件表面所成的夹角不小于 30°。

7.5.1.2 目视检测可以采用反光镜改善观察的角度，并可以借助低倍放大镜来分辨细小腐蚀，低倍放大镜的选用按 GB/T 20968 执行。

7.5.1.3 目视检测的区域应有足够的照明条件,被检件表面至少要达到 500 lx 的照度,对于必须仔细观察或发行异常情况并需要做进一步观察和检测的区域,则至少要达到 1000 lx 的照度。

7.5.1.4 使用照明平行于储罐底板,目视检查整个储罐底板,判断储罐底板是否存在腐蚀,对发现腐蚀部位用锤击试验检测腐蚀部位。

7.5.1.5 为达到最佳检测效果,照明条件应满足以下要求:

- 使照明光线方向相对于观察点达到最佳角度;
- 避免表面眩光;
- 优化光源的色温度;
- 使用与表面反射相适应的照度级。

7.5.2 测厚检测

根据容器容积大小均匀分布测厚点,一般每块底板至少抽查5处进行厚度测量,对底板腐蚀严重时,应有针对性进行多点测量或者在采用超声波测量的基础上辅以厚度扫描。对于上表面缺陷,可采用深度尺直接测量腐蚀的深度。

7.5.3 漏磁检测

7.5.3.1 漏磁检测时一般应使仪器沿底板的长轴方向进行扫查,并在长轴两端距底板边沿等于磁场探头宽度的端部区域,沿底板短轴方向进行一次扫查,如有必要,也可对整个底板进行短轴方向扫查。

7.5.3.2 扫查可以采用手动或自动模式进行,扫查速度应尽量保持均匀。

7.5.3.3 扫描检测中应确认相邻扫描带之间的有效重叠(一般不低于 10%,可依据现场情况适当调整),确保不引起漏检,从而影响检测结果。

7.5.3.4 对于漏磁检测发现的腐蚀异常区域,可采用超声等方法检查复验。

7.5.3.5 对于检测设备无法到达的区域,可采用手动边角漏磁扫查器、超声连续测厚的方法进行检测。

7.6 检测结果及评价

7.6.1 漏磁检测时应根据用户的要求确定需报警的缺陷当量深度,在探测到超过此深度的缺陷信号时,仪器应报警。对于出现报警的部位,应在原扫查方向的垂直方向或其他多个方向进行再扫查验证,以确认是否为真实缺陷。若确定为真实缺陷,检测人员则应将发现的缺陷位置在底板和图纸上分别做出标识。

7.6.2 对于超过报警信号的真实缺陷信号,首先采用目视和小锤敲击的方法进行检测,用以分辨真实缺陷信号是来自于上表面或下表面的缺陷。

7.6.3 对于下表面缺陷,应采用超声波检测方法进行测量,以更精确地测量缺陷的深度,超声波检测方法参照 NB/T 47013.3。

7.6.4 当腐蚀深度超过以下规定或腐蚀面积大于一块被检测板的 50%,且在整块板上呈现分散分布时,宜更换整块钢板,面积小于 50%时,应考虑补板或局部更换新板:

- 边缘板腐蚀平均减薄量不大于原设计板厚度的 15%;
- 中幅板的平均减薄量不大于原设计厚度的 20%;
- 点蚀的最大深度不大于原设计厚度的 40%。

8 记录和报告

检测报告应至少包括如下内容:

- 储罐使用单位和编号;
- 储罐规格、几何尺寸、盛装介质及温度和使用年限;

- 储罐底板的材料牌号、公称厚度、涂层厚度和表面状态；
 - 执行标准和参考标准；
 - 检测仪器名称、型号、检测液位和扫描模式；
 - 校准试板的材料、尺寸和缺陷的形状；
 - 标准试板的校准结果或各通道灵敏度的校验结果；
 - 仪器检测状态参数的设置值或阈值、增益的设置值和背景噪声测量；
 - 储罐底板排版及其缺陷位置示意图或声发射信号数据图；
 - 检测软件名称、检测设置文件名称和数据文件名称；
 - 结论；
 - 检测日期、参加检测人员名单、报告编制和审核人签字；
 - 检测单位名称、检测单位相关检测资质。
-