

### 钢制固定式危险化学品常压容器 定期检验规范

Steeliness type dangerous chemical stationary atmospheric pressure vessel periodical  
inspection specification

2015 - 06 - 18 发布

2015 - 07 - 01 实施

---

天津市市场和质量管理委员会 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 总则 .....	2
5 检验前的准备 .....	2
6 检验项目与方法 .....	3
7 检验结论 .....	5
附录 A（规范性附录） 壁厚测量评定标准 .....	6
附录 B（规范性附录） 沉降曲线绘制方法 .....	8
附录 C（规范性附录） 储罐基础检测评定标准 .....	9

## 前 言

本标准编写格式符合 GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构与编写》的规定。

本标准由天津市安全生产监督管理局提出。

本标准由天津市安全生产监督管理局归口。

本标准起草单位：天津市安全生产技术研究中心、天津市特种设备监督检验技术研究院。

本标准主要起草人：辛志学、高军、高利慧、吴建水、周富建、王恒、庞梦霞。

# 钢制固定式危险化学品常压容器定期检验规范

## 1 范围

本标准规定了钢制固定式危险化学品常压容器定期检验的总则、检验前的准备、检验项目与方法及检验结论。

本标准适用于最高工作压力（顶部表压）小于0.1MPa，几何容积 $10 \times 10^4 \text{m}^3$ 及以下且不小于 $0.5 \text{m}^3$ ，用于盛装液态危险化学品的钢制常压容器及其安全附件的定期检验。

本标准不适用于以下容器：

- a) 移动式容器
- b) 直接或半埋入地下的容器
- c) 粉末普通绝热容器

## 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。

JB/T 4730.4	承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测
JB/T 4730.5	承压设备无损检测 第5部分：渗透检测
JB/T 10764	无损检测 常压金属储罐声发射检测及评价方法
NB/T 47003.1	钢制焊接常压容器

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**危险化学品 dangerous chemicals**

是指具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质，对人体、设施、环境具有危害的剧毒化学品和其他化学品。

### 3.2

**常压 Atmospheric pressure**

是指最高工作压力（顶部表压）小于0.1MPa的非真空状态。

### 3.3

**容器 Vessel**

是指盛装介质的贮存器，包括槽、罐、釜。

### 3.4

**定期检验 Periodical inspection**

是指检验机构按照一定的时间周期,根据本规范的规定对在用常压容器的安全状况所进行的符合性验证活动。

## 4 总则

### 4.1 检验周期

检验周期一般不超过三年。有下列情况之一的,定期检验周期可以适当缩短:

- a) 使用单位设备档案不完整,相关管理规章制度、规程不健全的;
- b) 使用单位设备运行记录不全或不真实的;
- c) 改变使用介质并且可能造成腐蚀现象恶化的;
- d) 介质对容器材料的腐蚀情况不明或者腐蚀情况异常的;
- e) 使用单位未按规定进行运行检查或安全附件检验的;
- f) 检验中对其他影响安全的因素有怀疑的。

### 4.2 检验机构

危险化学品常压容器定期检验应由具有相应资质的安全技术检测检验机构进行。

### 4.3 使用单位职责

4.3.1 危险化学品常压容器使用单位应建立健全安全管理规章制度、安全操作规程和设备档案。

4.3.2 危险化学品常压容器设备档案应包括设备设计、制造、安装、验收、改造、运行维护、检查、检验及安全附件等相关资料。

### 4.4 检验程序及检验项目

4.4.1 检验程序包括检验前的准备、检验实施、检验结果的汇总、缺陷及问题的处理意见、出具检验报告等。

4.4.2 检验项目一般包括资料审查、宏观检查、壁厚测量、无损检测、泄漏性试验、储罐基础检测、防雷和防静电接地检测、安全附件检查与校验。

## 5 检验前的准备

### 5.1 检验方案制定

5.1.1 检验前,检验机构应根据常压容器的使用情况,失效模式等,依据本标准的要求制定检验方案,检验方案由检验机构授权的技术负责人审查批准。

5.1.2 检验人员根据现场需要,可增加或减少检验项目。

### 5.2 检验现场的准备

使用单位和相关的辅助单位,应当按照要求做好停机后的工艺处理和检验前的安全检查,确认现场条件符合检验工作要求,做好有关的准备工作。检验前,现场至少具备以下条件:

- a) 影响检验的附属部件或者其他物体,应当按检验要求进行清理或者拆除;
- b) 容器内有可转动部件,必须锁住开关,固定牢靠;切断与检验容器有关的电源,设置明显的安全警示标志;
- c) 为检验而搭建的脚手架、轻便梯等设施必须安全牢固;

- d) 需要进行检验的表面，特别是腐蚀部位和可能产生裂纹性缺陷的部位，必须彻底清理干净，母材表面应当露出金属本体，进行磁粉、渗透检测的表面应当露出金属光泽；
- e) 需要进入常压容器内部进行检验的，使用单位必须对内部介质排放、清理、置换、中和、消毒、清洗，取样分析，分析结果合格且在有效期内。盛装易燃介质的，应用惰性气体置换；用盲板从被检容器的第一道法兰处隔断所有介质的来源，同时设置明显的隔离标志。不得用关闭阀门代替盲板隔断；必要时，应配备通风、安全救护等设施；
- f) 检验时，使用单位的相关人员应到场配合，协助检验工作，负责安全监护。

## 6 检验项目与方法

### 6.1 资料审查

6.1.1 检验前，检验人员一般需要审查以下资料：

- a) 设计、制造、安装及验收资料，包括设计图样，质量证明书、竣工图等；
- b) 改造或者重大维修资料，包括维修方案、维修记录等；
- c) 使用管理资料，包括运行记录、盛装介质记录、运行中出现异常情况的记录等；
- d) 检验资料，主要包括企业年度检查记录和历次的定期检验报告；
- e) 其他相关资料。

6.1.2 本条 a) 项的资料，在常压容器投用后首次定期检验时必须进行审查，以后的检验视需要进行审查。

### 6.2 宏观检查

宏观检查主要采用目视方法(必要时利用其它辅助仪器设备和工具)检查常压容器的外观、结构、几何尺寸、表面情况等。

#### 6.2.1 外观检查

- a) 检查容器本体是否变形，有无严重的凹陷、鼓包、折皱及渗漏穿孔；
- b) 对有保温层的容器，保温层无明显损坏、无渗漏痕迹时，可不拆除保温层进行检查。若发现保温层破损严重时应检查罐壁腐蚀程度；
- c) 用 5~10 倍放大镜目检罐体焊缝是否有渗漏和裂纹，检查中应特别注意角焊缝、T 型焊缝、接管焊缝、搭接焊缝；
- d) 检查容器外部裸露部分防腐层有无脱落、起皮等缺陷；
- e) 检查容器基础有无下沉，罐体有无倾斜，基础紧固螺栓是否齐全、完好；
- f) 检查防雷、防静电接地设施，导线是否完好，接头是否牢固。

#### 6.2.2 结构检查

检查容器的结构是否符合相关设计验收规范要求。主要包括：罐体与顶盖的连接，开孔与补强，焊缝布置，角接，搭接，顶盖，浮盘，浮顶，基础，法兰，排污口等。

#### 6.2.3 几何尺寸检查

几何尺寸应符合设计规定，主要包括错边量、棱角度等。

### 6.3 壁厚测量

6.3.1 壁厚测量一般采用超声测厚方法，测量位置应有代表性以及足够的测点数。测量部位应有明确记录，具有可追溯性。

6.3.2 测量仪器使用超声波测厚仪进行测量。测定部位一般应选择以下部位：

- a) 液位经常波动的部位；
- b) 易受腐蚀、冲蚀的部位；
- c) 制造成型时壁厚减薄部位和使用中易产生变形及磨损的部位；
- d) 表面缺陷检查时，发现的可疑部位；
- e) 接管部位。

6.3.3 检测点数量的确定，应以能准确反映被测板的实际平均厚度为原则。一般情况下，一个检测区检测点数不应少于3个。

6.3.4 经进行表面检查或定点测厚，发现可疑部位或壁厚平均减薄量大于设计壁厚的10%时，应有针对性进行加倍增加检测点测量。

6.3.5 壁厚测量评定标准应符合附录A的要求。

### 6.4 无损检测

- a) 当发现容器有渗漏或泄漏情况或检验员认为有必要时，应对容器相应部位进行渗透或磁粉检测，检测方法依据 JB/T 4730 执行，合格标准参照原设计制造标准执行；
- b) 当发现罐体（或罐底）存在明显腐蚀情况时或检验员认为有必要时，应对容器腐蚀区域及相邻位置进行漏磁检测，检测中发现异常信号时，应增加测厚比例并结合其他无损检测方式进行复查；
- c) 若由于特殊原因，使用单位无法进行停机开罐检验时，可采用声发射检测方式对容器整体或局部进行腐蚀程度检测。声发射检测方法及相关标准依据 JB/T 10764 执行；
- d) 检验人员认为有必要时对紧固螺栓进行表面无损检测，有损伤或裂纹时要进行更换，重点检查螺纹及过渡部位有无环向裂纹。

### 6.5 泄漏性试验

泄漏性试验应根据容器的设计文件规定及储存介质、结构型式、所处场合条件等选择以下方法之一进行试验。泄漏性试验由使用单位负责实施，检验机构负责检验。

#### 6.5.1 气密或气液试验

- a) 试验介质应符合 NB/T 47003.1 的相关规定；
- b) 试验压力为容器的最高工作压力；
- c) 进行试验时，应封闭容器的所有接管，压力缓慢升到试验压力后保持 10 min，检查有无渗漏。

#### 6.5.2 煤油试漏

将焊缝能够或方便检查的一面清理干净，涂以白粉浆，晾干后，在焊缝另一面涂以煤油，使表面得到足够的润湿，经 30min 后以白粉上没有油渍为合格。

### 6.5.3 盛水试验

试验前应将焊缝的外表面清除干净，并使之充分干燥，试验的时间应根据观察与检查所需的时间决定，但不应少于1h，试验中焊缝应无渗漏。不锈钢制容器试漏时，试验后应立即将水渍去除干净，当无法达到这一要求时，应控制用水的氯离子含量不超过25mg/L。

## 6.6 储罐基础检测

### 6.6.1 基本要求

新建储罐投产后三年内，应每年对基础进行一次检测，以后至少每隔三年检测一次；在储罐运行过程中，发现罐体或基础存在异常现象，应立即对基础进行检测。

### 6.6.2 基础检测

6.6.2.1 储罐的基础检测主要包括罐壁沉降检测和罐底板局部凹陷（凸起）检测。

6.6.2.2 罐壁沉降检测方法：在罐壁底端沿环向以不大于10m的间距均匀布置沉降观测点，且直径大于等于22m时，每罐不少于8个测点。根据测量结果绘制沉降曲线，沉降曲线绘制方法应符合附录B的要求。

6.6.2.3 罐底板局部凹陷（凸起）检测方法：测量罐底板凹陷（凸起）的最大值及凹陷（凸起）区域的内切圆半径。

6.6.3 储罐基础检测评定标准应符合附录C的要求。

## 6.7 防雷和防静电接地检测

6.7.1 检验人员应核查防雷设施是否符合相应的技术规范要求。

6.7.2 盛装易燃易爆危险液体的容器当有防静电接地要求时，应对其静电导除装置进行检查和测量。重点检查静电导除装置完好情况和接地电阻值是否满足要求。

6.7.3 静电接地电阻测量应使用接地电阻测量仪，对每个容器单独测量。直径不小于2.5m或容积不小于50m<sup>3</sup>的容器，其接地点应不少于2处。接地电阻值应符合图纸和相应技术规范要求且不大于100Ω。

## 6.8 安全附件检查与校验

6.8.1 容器的安全附件主要包括直接设置在容器上的压力表、液位计、温度计、阻火器、呼吸阀、液压安全阀等。

6.8.2 安全附件的配置和安装应符合相关规范和设计文件的要求，应与介质的性质、温度、工作压力等相适应，外观应良好，铭牌清晰，并安装在便于操作人员观察和维护的位置。

6.8.3 需要进行计量检定的安全附件的检定和维护，应符合国家有关规定。

6.8.4 检验人员应核查安全附件的检定、校验报告及检查记录等。

## 7 检验结论

7.1 检验工作完成后，检验人员根据实际检验情况出具检验报告，并做出如下结论：

- a) 可以使用：全部检验项目合格或整改后检验合格；
- b) 监护使用：暂无条件进行停车检验，由使用单位确认，并保证其在监护期内安全运行，监护期满，应检验；
- c) 不得使用：系指检验项目不合格，不能保证常压容器安全运行的情况。

7.2 检验人员对于不合格检验项目应提出整改建议，并对该项目整改后情况进行复查或重新检验。

附 录 A  
(规范性附录)  
壁厚测量评定标准

A.1 储罐除应满足强度、稳定性和刚度的要求外，还应满足最小壁厚要求（不包括腐蚀裕量）：对碳素钢和低合金钢为 3mm，对高合金钢为 2mm。

A.2 壁板厚度评定：

- a) 壁板最小厚度不得小于该壁板的计算厚度加腐蚀裕量；  
b) 立式储罐壁板的计算厚度按下式计算：

$$\delta = \frac{4.9(H - 0.3)D\rho}{[\sigma]\varphi} \dots\dots\dots (A.1)$$

- c) 1000m<sup>3</sup> 及以下圆筒容器和钢制卧式容器计算厚度按下式计算：

$$\delta = \frac{P_c D}{2[\sigma]\varphi} \dots\dots\dots (A.2)$$

- d) 壁板上局部腐蚀区的计算厚度按下式计算：

$$\delta = \frac{4.9HD\rho}{[\sigma]\varphi} \dots\dots\dots (A.3)$$

上述 A.1、A.2、A.3 公式中：

- $\delta$ —计算厚度，mm；  
 $D$ —容器内径，m；  
 $H$ —计算液位高度，m；局部腐蚀时为最严重区域底部至最高液位的高度，m；  
 $P_c$ —计算压力，MPa；  
 $\rho$ —介质相对密度；  
 $[\sigma]$ —设计温度下材料的许用应力，MPa；  
 $\varphi$ —焊缝系数。

- e) 分散点蚀的最大深度不应大于原设计壁板厚度的 20%，且不应大于 3mm；密集点蚀最大深度不应大于原设计壁板厚度的 10%。点蚀数量超过 3 个，且任意两点最大距离小于 50mm 时可视为密集点蚀。

A.3 底板厚度评定：

- a) 边缘板的最小厚度不得小于原设计厚度的 85%；  
b) 中幅板的最小厚度不得小于原设计厚度的 80%；  
c) 点蚀最大深度不得大于原设计厚度的 40%；  
d) 当腐蚀深度超过以上规定，且腐蚀面积超过被检测板的 50%，需更换整块钢板；腐蚀面积小于 50%时，应进行补板或局部更换新板。

A.4 顶板厚度评定:

顶板厚度平均减薄量不能大于原设计厚度的20%。

**附 录 B**  
(规范性附录)  
**沉降曲线绘制方法**

- B.1** 将罐壁底端的各个沉降观测点，按顺序展开为横坐标（向右为正）；将沉降量或测量值作为纵坐标（向上为正，即向上时沉降量增加）；且将第 1 测点作为坐标原点（1，0）；
- B.2** 依点号及实测得到的各观测点的最终沉降量或测量值，按比例在坐标系中描点；将各点连接成一个连续的曲线或折线即为所示的实测最终沉降曲线；
- B.3** 实测最终沉降曲线中的最低点的沉降量（此为最小沉降量）即为整体均匀下沉量；
- B.4** 在已建立的坐标系中，以各测点的实测最终沉降量或测量值为数据，绘制与实测沉降曲线贴合的最佳余弦曲线（手绘或应用计算机绘制）；
- B.5** 各测点在最佳余弦曲线上对应的值，即为各测点在罐底产生整体均匀倾斜时的值；
- B.6** 实测最终沉降曲线与最佳余弦曲线之间的垂直距离，即为罐壁各点对应的不均匀沉降量。

附 录 C  
(规范性附录)  
储罐基础检测评定标准

C.1 罐壁整体均匀沉降应符合下述要求:

- a) 罐壁的整体均匀下沉量不应大于进出管道或柔性接头的允许下沉量;
- b) 罐壁的整体均匀下沉量不应超出罐壁处基顶标高与场地标高之差 0.3m 以上。

C.2 罐壁整体均匀倾斜量应符合下表要求:

表C.1 罐壁整体均匀倾斜量

浮顶罐与内浮顶罐		固定顶罐	
储罐直径 D (m)	任意直径方向最终沉降差许可值	储罐直径 D (m)	任意直径方向最终沉降差许可值
D≤22	0.007D	D≤22	0.015D
22<D≤30	0.006D	22<D≤40	0.010D
30<D≤40	0.005D	40<D≤60	0.008D
40<D≤60	0.004D	—	—
60<D≤80	0.0035D	—	—
D>80	0.003D	—	—

C.3 罐壁的不均匀沉降量应符合下述要求:

$$S_i = U_i - \frac{U_{i-1} + U_{i+1}}{2} \dots\dots\dots (C.1)$$

$$S_i \leq \frac{11 \times L^2 \times Y}{2 \times E \times H} \dots\dots\dots (C.2)$$

公式 C.1、C.2 中:

$S_i$ —罐壁测点  $i$  的相对竖向变形量, 单位为米 (m);

$U_i$ —罐壁测点  $i$  实测最终沉降曲线与最佳余弦曲线之间的垂直距离, 单位为米 (m);

$U_{i-1}$ —罐壁测点  $i-1$  的局部沉陷量, 单位为米 (m);

$U_{i+1}$ —罐壁测点  $i+1$  的局部沉陷量, 单位为米 (m);

$i$ —测点号;

$L$ —测点之间弧长, 单位为米 (m);

$Y$ —钢材的屈服强度, 单位为千帕 (kPa);

$E$ —钢材的弹性模量, 单位为千帕 (kPa);

$H$ —油罐高度, 单位为米 (m)。

**C.4 罐底板局部凹陷或凸起量限值（包含靠近罐壁的罐底沉降和远离罐壁的罐底沉降）**

$$B \leq 0.03R \dots\dots\dots (C.3)$$

公式 C.3 中：

$B$  —罐底板的最大局部凹陷深度或凸起高度，单位为米（m）；

$R$  —罐底板局部凹陷（或凸起）区域的内切圆半径，单位为米（m）。