



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 266—2018

卧式金属罐容量

Horizontal Metal Tank Capacity

2018-12-25 发布

2019-06-25 实施



国家市场监督管理总局 发布

卧式金属罐容量检定规程

Verification Regulation of
Horizontal Metal Tank Capacity

JJG 266—2018
代替 JJG 266—1996

归口单位：全国容量计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

参加起草单位：国家大容量第二计量站

河南省计量科学研究院

新疆维吾尔自治区计量测试研究院

安徽省计量科学研究院

北京光电技术研究所

本规程主要起草人：

刘子勇（中国计量科学研究院）

王金涛（中国计量科学研究院）

参加起草人：

介骏祥（国家大容量第二计量站）

崔耀华（河南省计量科学研究院）

李晓宇（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

孙秀良（安徽省计量科学研究院）

赵 岩（北京光电技术研究所）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 术语	(1)
3.2 计量单位	(2)
4 概述	(2)
4.1 卧式罐的结构	(2)
4.2 卧式罐的用途	(4)
4.3 卧式罐容量测量原理	(4)
5 计量性能要求	(4)
6 通用技术要求	(4)
6.1 建造要求	(4)
6.2 外观要求	(5)
6.3 安装要求	(5)
6.4 密封性要求	(5)
7 计量器具控制	(5)
7.1 检定条件	(5)
7.2 检定项目	(7)
7.3 检定方法	(7)
7.4 数据处理	(8)
7.5 容量表的编制	(9)
7.6 检定结果处理	(9)
7.7 检定周期	(9)
附录 A 手动几何测量法	(10)
附录 B 光电几何测量法	(32)
附录 C 三次均匀 B 样条插值算法	(35)
附录 D 卧式金属罐检定记录 (容量比较法参考格式)	(37)
附录 E 卧式金属罐检定记录 (光电几何测量法参考格式)	(38)
附录 F 卧式金属罐检定记录 (手动几何测量法外部测量参考格式)	(39)
附录 G 卧式金属罐检定记录 (手动几何测量法内部测量参考格式)	(41)
附录 H 检定证书内页参考格式	(43)
附录 I 卧式金属罐容量表参考格式	(44)

引 言

本规程是以 JJF 1002—2010《国家计量检定规程编写规则》为基础性规范进行制定。

本规程是以国际法制计量组织的国际建议 OIML R 71: 2008《固定储罐的通用要求》(Fixed storage tanks—General requirements)、国际标准 ISO 12917-1: 2002《石油及液体石油产品 卧式圆筒形储罐的标定 第1部分: 手动法》(Petroleum and liquid petroleum products—Calibration of horizontal cylindrical tanks—Part 1: Manual method) 和 ISO 12917-2: 2002《石油及液体石油产品 卧式圆筒形储罐的标定 第2部分: 光电内测距法》(Petroleum and liquid petroleum products—Calibration of horizontal cylindrical tanks—Part 2: Internal electro-optical distance-ranging Method) 为基础, 结合我国卧式金属罐容量计量的行业状况和实际需求, 对 JJG 266—1996《卧式金属罐容积》进行了修订。本规程与 JJG 266—1996 相比, 除编辑性修改外, 主要技术变化如下:

- 增加了引言部分;
 - 增加了引用文件;
 - 增加了术语和计量单位;
 - 增加了通用技术要求;
 - 细化了计量性能要求;
 - 修改完善了检定方法;
 - 修改完善了容量表的编制计算方法, “容量比较法”采用三次均匀 B 样条插值算法;
 - 修改了检定记录格式;
 - 修改了检定周期的文字表达。
- 本规程历次版本发布情况为:
- JJG 266—1996。

卧式金属罐容量检定规程

1 范围

本规程适用于卧式金属罐（以下简称卧式罐）容量的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 引用文件

本规程引用下列文件：

JJF 1009—2006 容量计量名词术语及定义

OIML R 71：2008 固定储罐的通用要求（Fixed storage tanks—General requirements）

ISO 12917-1：2002 石油及液体石油产品 卧式圆筒形储罐的标定 第1部分：手动法（Petroleum and liquid petroleum products—Calibration of horizontal cylindrical tanks—Part 1：Manual method）

ISO 12917-2：2002 石油及液体石油产品 卧式圆筒形储罐的标定 第2部分：光电内测距法（Petroleum and liquid petroleum products—Calibration of horizontal cylindrical tanks—Part 2：Internal electro-optical distance-ranging method）

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 术语和计量单位

3.1 术语

以下术语和定义适用于本规程。

3.1.1 直圆筒部分（筒体） horizontal cylinder

用钢板以对接式、搭接式或螺旋式焊接起来，截面呈圆或椭圆形的卧式罐体部分。

3.1.2 对接式卧式罐 butt-welded horizontal tank

直圆筒圈板间以对接形式焊接的卧式罐。

3.1.3 搭接（交互）式卧式罐 lap-welded horizontal tank

直圆筒圈板间以搭接形式焊接的卧式罐。

3.1.4 螺旋式卧式罐 spiral-welded horizontal tank

直圆筒圈板间以螺旋形式焊接的卧式罐。

3.1.5 检尺点内竖直径 inside vertical diameter at dip-hatch

从量油孔测量的直圆筒的竖向内直径。

3.1.6 套管尺 casing coupling meter

可伸长的管状测量装置，用于测量两点间长度。

3.1.7 自动液位计 automatic level gauge

用于自动测量和显示卧式罐内所存储液体相对于某固定参考（点）液位高度的仪器。自动液位计至少应包括：一个液体液位传感器、一个变送器和一个指示装置。

3.1.8 罐内水平横截面积 internal cross-sectional area of the tank

水平面横截卧式罐内部轮廓所得截面的面积。

3.1.9 标准金属量器 standard metal tank

按规定的结构，用金属（不锈钢、碳素钢等）制成，具有确定容积，可作为容量量值传递的计量器具。

3.1.10 参照高度 reference height

上、下计量基准点之间的垂直距离，也称检尺点高度。

3.2 计量单位

体积单位：升，符号 L；立方米，符号 m^3 。

长度单位：毫米，符号 mm；厘米，符号 cm；分米，符号 dm；米，符号 m。

温度单位：摄氏度，符号 $^{\circ}C$ 。

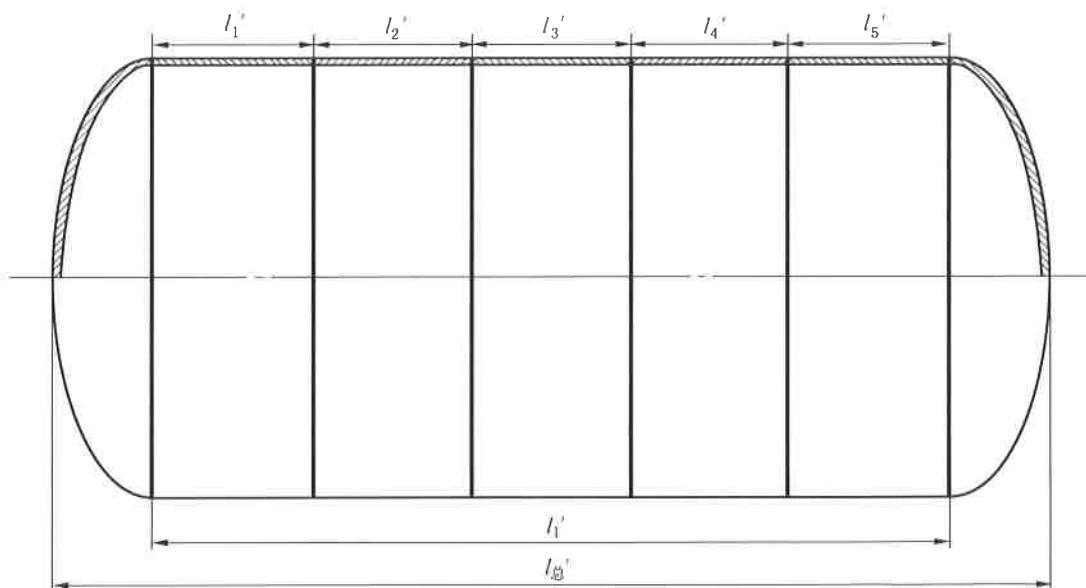
时间单位：秒，符号 s。

4 概述

4.1 卧式罐的结构

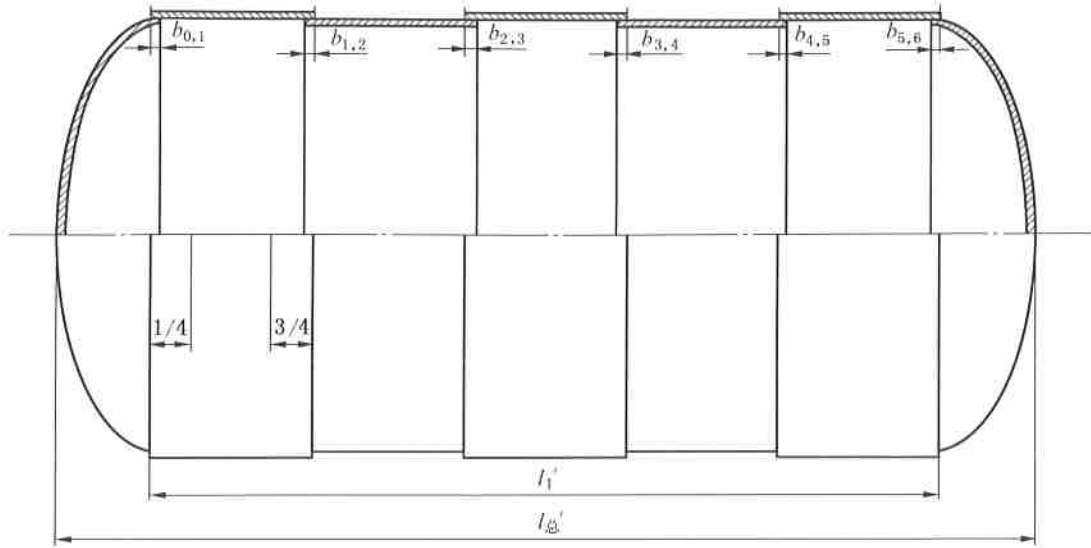
卧式罐是水平安装的圆筒形金属罐，由筒体和封头（顶板）、计量口、计量管、人孔、进出管线及其他附件组成。

按照筒体焊接形式的不同，一般分为对接式罐（见图 1）、搭接式罐（见图 2）或螺旋式罐（见图 3）；按封头类型一般有弧形顶、半椭球顶、球缺顶、平顶、圆台顶和圆锥顶（见图 4）。



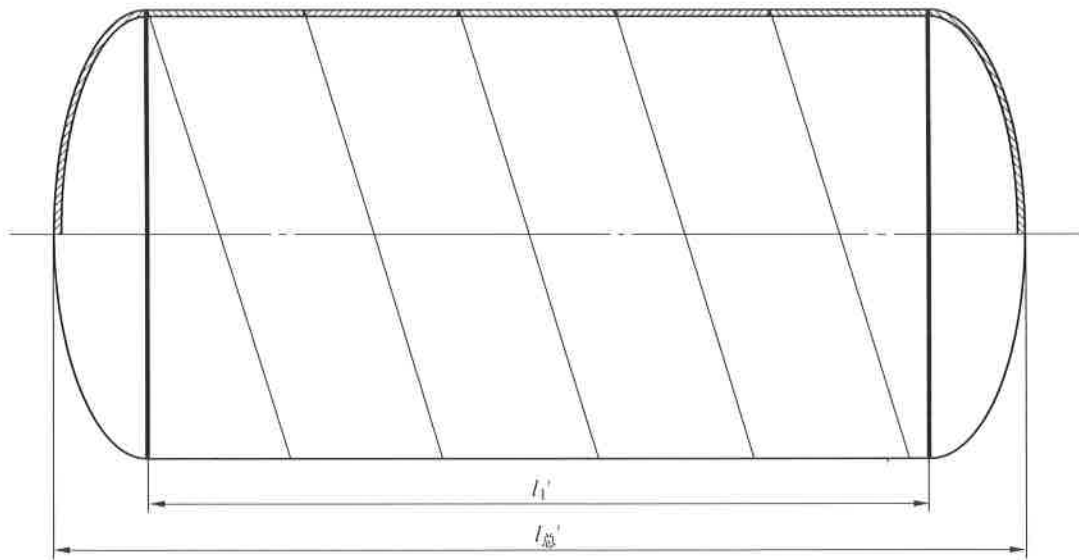
注： $l_1' \sim l_5'$ —筒体圈板宽度； l_1' —筒体圈板宽度之和； $l_{总}'$ —卧式罐外总长。

图 1 对接式卧式罐结构示意图



注： $b_{0,1}$ 、 $b_{1,2}$ 、 $b_{2,3}$ 、 $b_{3,4}$ 、 $b_{4,5}$ 、 $b_{5,6}$ —搭接宽度； l_1' —筒体圈板宽度之和； $l_{总}'$ —卧式罐外总长。

图 2 搭接式卧式罐结构示意图



注： l_1' —筒体圈板宽度之和； $l_{总}'$ —卧式罐外总长。

图 3 螺旋式卧式罐结构示意图

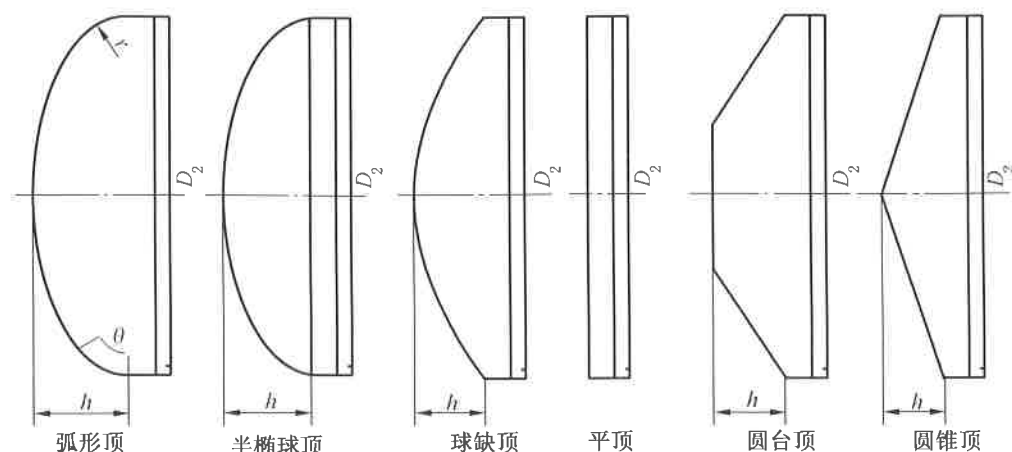


图4 卧式金属罐封头示意图

4.2 卧式罐的用途

卧式罐是广泛应用于石油化工等行业中作为贸易计量和储存液体的计量器具。

4.3 卧式罐容量测量原理

卧式罐容量测量分为容量比较法和几何测量法。

容量比较法是通过使用自动或手动标准金属量器装置，向卧式罐内注入一定体积的检定介质，并测量注入卧式罐前、后检定介质的温度，以及注入卧式罐后罐内液体的液位高度（空高或实高），通过计算得到卧式罐的容量表。

几何测量法是通过采用光电内测距法，或者手动法测量卧式罐的几何尺寸，通过计算得到卧式罐的容量表。采用光电内测距法及自动水平横断面扫描测量各规定高度内水平横截面面积的方法，称为光电几何测量法；采用手动法测量卧式罐的圈板直径、圈板长度、罐总长、圈板厚度、封头高度、过渡曲线体半径、检尺点内竖直径、倾斜角度等数据，称为手动几何测量法。

5 计量性能要求

卧式罐容量测量结果的相对扩展不确定度（总容积的75%以上）：

容量比较法：不大于0.25% ($k=2$)；

几何测量法：不大于0.40% ($k=2$)。

6 通用技术要求

6.1 建造要求

卧式罐必须按照相关规范制造，其结构、外形、材料强度等均应符合规定要求。

在罐体的明显位置上应有永久性铭牌，标注内容包括：规格型号、设备编号、制造厂、建造日期等内容。

卧式罐计量口应在罐顶部竖直安装，其内部应有计量管，一般采用直径为（50～100）mm的钢管，管壁应开有交叉的洞孔或条形孔，洞孔直径应大于10 mm，任两孔

间距不大于 100 mm，条形孔宽为 (8~10)mm。

6.2 外观要求

卧式罐的封头和直圆筒体不应有明显的凹凸现象和影响容量的永久变形。

6.3 安装要求

卧式罐应安装于坚固的地基上，使罐的底座不随时间发生较大的变形；罐体应安装成水平状态。特殊要求的罐可按设计安装。

6.4 密封性要求

卧式罐出口口应密封性好，各阀门及连接件应灵活可靠无渗漏。

7 计量器具控制

计量器具控制包括：首次检定、后续检定和使用中检查。

7.1 检定条件

7.1.1 技术要求

7.1.1.1 新建、大修和重新安装的卧式罐，均需在装水为罐总容积的 80% 以上，保持 72 h，并在试压确认合格后，方可进行检定。

7.1.1.2 检定使用中的卧式罐，应在无收发作业或不影响正常检定的情况下进行。

7.1.2 安全要求

7.1.2.1 在整个检定过程中，必须遵守相关的安全及操作规范。

7.1.2.2 检定中使用的电气设备应符合相应等级的防爆要求。

7.1.2.3 现场测量时，检定人员的衣服、鞋、帽以及各种测量设备必须符合相关安全要求，避免静电与火花的产生。进入罐内测量，梯子必须牢固。

7.1.2.4 进罐测量时要求清洗罐内，且罐内不应有残留液体或沉积物，使得有毒和易燃气体的浓度符合安全规范的要求，并应得到有关部门的进罐作业许可。

7.1.3 环境要求

7.1.3.1 容量比较法检定应在室内或遮阳棚内进行，室内或遮阳棚内温度应在 (5~40)℃ 范围内。

7.1.3.2 检定介质应采用循环水或在用液体，在一次测量过程中液体温度变化不应超过 5℃。

7.1.3.3 标准金属量器放置在工作台上，其排液口应高于卧式罐进油口，排液时不应有液体溅出卧式罐，连接管路应无渗漏。

7.1.3.4 检定场地应坚实平整。

7.1.4 检定设备

主要检定设备及参数见表 1，配套设备见表 2。表 1 中设备必须经检定或校准，并经检定或校准结果确认，且在溯源周期内方可使用。

表 1 主要检定设备及参数

检定方法	设备名称		测量范围	准确度等级 或最大允许误差	备注
容量比较法	容量比较法卧式罐容积检定装置	标准金属量器	(100~2 000)L	$\pm 2.5 \times 10^{-4}$	标准金属量器可按照需要配置； 带有液位、温度测量功能和有进、排液电磁阀的标准金属量器，应满足防爆要求
		测深钢卷尺	(0~5)m	Ⅱ级	证书必须有以米为间隔的修正值，使用时必须修正； 若使用自动液位计，应满足防爆要求，准确度等级应等同测深钢卷尺Ⅱ级要求
		温度计	(0~50)℃	± 0.2 ℃	2支
		框式水平仪	200 mm× 200 mm	± 0.02 mm/m	1支
几何测量法	光电几何测量法卧式罐容积检定装置	卧式罐容积检测仪	角度测量范围： (0~360)°； 距离测量范围： (500~10 000) mm	角度测量： $\pm 10''$ ； 距离测量： ± 1 mm	满足在爆炸性气体危险场所 0 区使用防爆要求
		测深钢卷尺	(0~5) m	Ⅱ级	证书必须有以米为间隔的修正值，使用时必须修正
		框式水平仪	200 mm×200 mm	± 0.02 mm/m	1支
	手动几何测量法卧式罐容积检定装置	钢卷尺	(0~20) m	Ⅱ级	证书必须有以米为间隔的修正值，使用时必须修正
		测深钢卷尺	(0~5) m	Ⅱ级	证书必须有以米为间隔的修正值，使用时必须修正
		套管尺	(1.2~4.5) m	± 0.5 mm	分度值 1 mm
		半径三角仪或半径规	跨度为 160 mm、 200 mm、250 mm、 400 mm	± 1.0 mm	分度值 0.1 mm

表 1 (续)

检定方法	设备名称		测量范围	准确度等级 或最大允许误差	备注
几何测量法	手动几何测量法卧式罐容积检定装置	自动安平水准仪	(0.9~∞) m	DSZ3 级	自动补偿
		超声波测厚仪	(0~50) mm	测量范围≤10 mm ±0.1 mm; 测量范围>10 mm ±(0.1 mm+10 ⁻⁵ L)	使用温度(-20~50)℃, 带穿越涂层功能(2~50)mm
		手持激光测距仪	(0.5~100) m	±1.5 mm	满足防爆要求

注: 主要检定设备及参数, 可根据检定方法需要配置。

表 2 配套设备

根据检定方法需要配置	设备名称	测量范围	要求
	游标卡尺	(0~300) mm	分辨力 0.02 mm
	标高尺	(0~3) m	最小分度值 1 mm
	拉力计	(0~98) N	最小分度值 1.96 N
	秒表	(0~3 600) s	分度值 0.01 s
	钢直尺	300 mm、1 000 mm	±0.5 mm
	夹尺器		—
	防爆灯具	符合防爆场所使用要求	
	计算机及打印机	满足编制打印容量表要求	

7.2 检定项目

检定项目见表 3。

表 3 检定项目一览表

序号	检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
1	外观检查	+	+	+
2	密封性检查	+	+	+
3	容量测量	+	+	—

注: 表中“+”表示需要检定的项目; “—”表示不需要检定的项目。

7.3 检定方法

7.3.1 外观检查

7.3.1.1 检查罐体的建造情况, 应符合 6.1 的要求。

7.3.1.2 检查罐体的外观, 应符合 6.2 的要求。

7.3.1.3 检查罐体的安装，应符合 6.3 的要求。

7.3.2 密封性检查

在检定过程中观察罐体出油口等密封是否良好，罐体阀门及连接件有无渗漏，应符合 6.4 的要求。

7.3.3 容量测量

卧式罐容量测量方法分为容量比较法和几何测量法。规程正文中采用容量比较法，几何测量法见附录 A（手动几何测量法）和附录 B（光电几何测量法）。

7.3.3.1 测量前准备

a) 确定被检卧式罐基本信息：罐号、标称容积、注液安全高度、卧式罐内油品类型，并记录；

b) 用测深钢卷尺测量参照高度、检尺点内竖直径、卧式罐内余液高度并记录；

c) 根据标称容积、注液安全高度、检尺点内竖直径和卧式罐内液位高度设定检定点数和液位高度间隔：检定点数不得少于 10 个；液位高度间隔应使每点之间的液位上升高度尽量一致，且不大于 250 mm，不小于 150 mm；

d) 计算并生成检定操作序列。

7.3.3.2 测量操作步骤

a) 将标准金属量器检定装置置于被检卧式罐附近位置，调平并可可靠接地；

b) 将检定介质源出液口与标准金属量器的注液口连接，标准金属量器的排液口与待检卧式罐连接；

c) 开启注液泵，使管路系统充满检定介质；

d) 按照标准金属量器的使用要求，完成注液和排液、滴流等待等操作；

e) 测量并记录对应的标准金属量器容积 V_{Bi} 、液体温度 t_{1i} ；

f) 测量卧式罐内液体温度 t_{2i} 和液位高度 h_i ，液位高度每次测量不得少于 2 次，其差值不得超过 1 mm，取其平均值，并对其按照检定或校准证书修正值进行修正；

g) 按照检定操作序列，重复 d)、e) 和 f) 直到卧式罐注液至安全高度；

h) 对于新制造和修理后的卧式罐应进行不少于两遍的容量值测量，取其平均值；第二遍测量方法与第一遍相同，测量结果的差值不得大于规定扩展不确定度的一半，否则重测。后续检定可进行一遍。

7.4 数据处理

7.4.1 容量比较法计算

7.4.1.1 单次注入液体体积换算

将标准金属量器单次注入的液体体积换算为 20 °C 下的体积 V_{20i} ，见式 (1)：

$$V_{20i} = V_{Bi} [1 + \beta_1 (t_{1i} - 20) + \beta_w (20 - t_{1i})] \quad (1)$$

式中：

V_{20i} ——第 i 次注入的 20 °C 液体体积值，L；

V_{Bi} ——标准金属量器的 20 °C 容积，L；

β_1 ——标准金属量器的体胀系数，°C⁻¹；

β_w ——检定介质的平均体胀系数，°C⁻¹；

t_{1i} ——标准金属量器内检定介质的温度,℃。

7.4.1.2 卧式罐液位高度 h_i 处 20℃ 容积值计算, 见式 (2):

$$V_{20hi} = \sum V_{20i} \times [1 + \beta_2(20 - t_{2i}) + \beta_w(t_{2i} - 20)] \quad (2)$$

式中:

V_{20hi} ——卧式罐液位高度 h_i 处 20℃ 容积值, L;

$\sum V_{20i}$ ——与液位高度 h_i 对应的前 i 个注入的 20℃ 液体体积值之和, L;

β_2 ——卧式罐的体胀系数, ℃⁻¹;

β_w ——检定介质的平均体胀系数, ℃⁻¹;

t_{2i} ——卧式罐内与液位高度 h_i 对应的检定介质温度,℃。

7.4.1.3 液位高度在两测点之间的容积计算

依据卧式罐内液位高度 h_i 和其对应 20℃ 容积值 V_{20hi} , 采用三次均匀 B 样条插值算法, 计算相应高度 (单位为 mm) 所对应的容量值 (单位为 L), 见附录 C。

7.4.2 几何测量法计算

几何测量法容积计算: 手动几何测量法见附录 A; 光电几何测量法见附录 B。

7.5 容量表的编制

7.5.1 容量表的高度最小分度可以是毫米或厘米, 容量最小分度为立方分米 (升)。容量表的起点高度一般为零点, 但液位计有测量盲区时, 容量表也可从液位计的最小高度作为容量表的起点, 但该液位以下高度和本次检定最高液位以上高度的容量值只作为参考, 不作计量使用。

7.5.2 容量表应使用计算机软件进行编制。软件可以使用内置于测量系统或测量仪内的软件, 或独立的容量计算软件。软件的数学模型应符合本规程的计算要求。

7.6 检定结果处理

7.6.1 经检定符合本规程要求的卧式罐, 发给检定证书和容量表, 作为计量罐使用。检定证书内页格式见附录 H。

7.6.2 经检定不符合本规程要求的卧式罐, 发给检定结果通知书, 并注明不合格项目, 不得作为计量罐使用。

7.7 检定周期

卧式罐的检定周期首次检定一般不超过 2 年, 后续检定一般不超过 4 年。

附录 A

手动几何测量法

手动几何测量法分为外测法和内测法两种。外测法一般用于地面卧式罐的容量测量；内测法一般用于地理卧式罐或半地理卧式罐的容量测量。

本方法适用于大于 10 m^3 的卧式金属罐容积测量。

A.1 测量原理

A.1.1 外测法

通过使用钢卷尺等测量各圈板的外周长，大、小圈板长度，搭接长度，圈板厚度，顶板的外高，罐体倾斜，检尺点距液面高端的距离，量油口外高等数据，通过计算得到容量表。

外测法可以在罐内任意的液位高度和液体压力条件下进行。测量时，应记录液体的高度、温度、密度和液体压力等数据。测量时，液位以上与液位以下罐壁的温度差值不得大于 $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 。否则，应完全注满或排空卧式罐。

A.1.2 内测法

通过使用套管尺等测量各圈板的水平内直径，竖向内直径，大小圈板长度，顶板的内高、罐体倾斜，检尺点距液面高端的距离，量油口外高，附件等数据，通过计算得到容量表。

A.2 测量方法

A.2.1 外测法

A.2.1.1 直圆筒部分外周长

a) 确定测量位置

- 1) 筒体是搭接或对接的罐，为每一圈板长度的 $1/4$ 、 $3/4$ 处；
- 2) 筒体由整块钢板螺旋焊接的，为筒长的 $1/8$ 、 $3/8$ 、 $5/8$ 、 $7/8$ 处。

b) 测量步骤

1) 清除测量轨迹上的污物、铁锈屑及影响测量的杂物。若轨迹上存在的障碍物不能用跨越规方便地跨越，则应重新选择另一可替换的轨迹，且该轨迹应尽可能靠近原轨迹。

2) 用递尺钩将钢卷尺按测量轨迹紧贴罐壁绕筒体一周，等待 5 min ，以使罐壁与尺带间充分进行热交换，然后利用夹尺器及拉力计给尺带施加与检定该尺带时一致的拉力，读取数据精确到 1 mm ，记录数据。

3) 释放尺带的拉力，并将之再回到要求的位置及拉力状态。重新读取并记录读数。若两次测量值之差不超过 1 mm ，取其平均值。

4) 若两次测量值之差超过 1 mm ，则应重新进行测量，重复步骤 2)、3)，直到连续两次测量之差不超过 1 mm 。

A.2.1.2 直圆筒内总长与外板宽

a) 确定测量位置

- 1) 对接罐：为直圆筒两端钢板边缘处焊缝上，具有代表性的 4 个点；
- 2) 搭接罐：为两端顶板外伸长上与直圆筒壁相切的点，同一侧的两测点间连线应与直圆筒中轴线相平行。

b) 测量步骤

- 1) 在罐壁上的测量位置做标记。
- 2) 用钢卷尺测量两端同侧测点（连线与轴线平行）间距离，测量时给钢卷尺施加与检定一致的拉力。
- 3) 测量至少重复两次，测量数据读数精确到 1 mm，并记录。两次连续测量的读数偏差不超过 1 mm，取两次的平均值作为整个长度。
- 4) 若圈板焊接方式为对接或搭接，则应同时测量各圈板外宽，以保证圈板外宽之和与直圆筒外筒长测量数值相一致。对于搭接卧式罐，应利用搭接板的焊痕测量多个搭接宽度，取平均值作为搭接宽度。

A. 2. 1. 3 顶板直圆筒部分长度

除平顶外，卧式罐的顶板均具有一小段直圆筒部分。该段直圆筒的有效长度就是直圆筒体的伸长量，如图 A. 1 所示。

测量步骤：

- 1) 用长钢直尺在罐顶顺轴线方向紧贴罐身，用另一短钢直尺在顶板上左右移动至最窄处 P（即切点）；
- 2) 从长钢直尺上读取直圆筒钢板边缘到最窄点的距离，即为该处外伸长；
- 3) 测量时，每端顶板测量部位不少于四个对称点，测量结果的平均值作为该端的顶板外伸长，取两端外伸长的平均值之和为总的外伸长 t_y 。

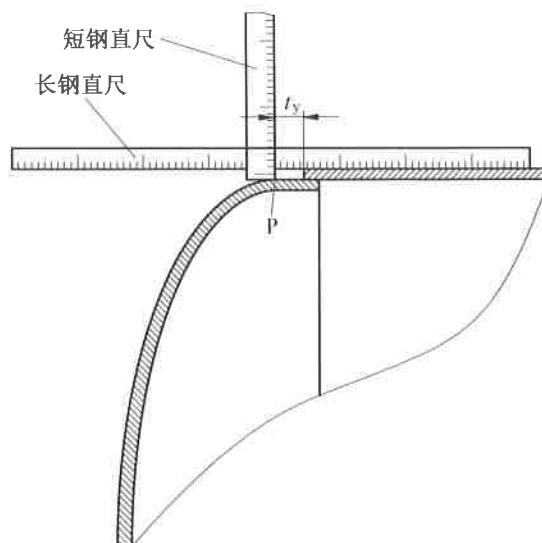


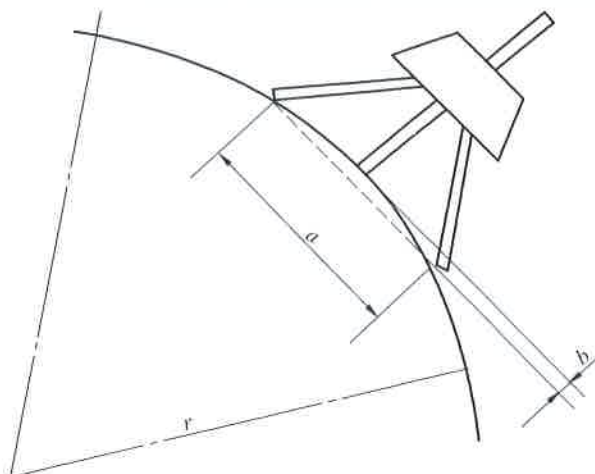
图 A. 1 搭接焊外伸长测量

A. 2. 1. 4 顶板直圆筒部分的外周长

用钢卷尺在顶板接近焊缝处测外周长。

测量方法：与直圆筒外周长测量方法相同。

A. 2. 1. 5 顶板外高

图 A.3 弧形顶过渡曲线体内半径 r 测量示意图

A.2.1.7 检尺点内竖直径

测量步骤：

- 1) 用测深钢卷尺测量检尺点包括计量口在内的总高度 $H_{\text{总}}$ ；
- 2) 再用钢直尺测量计量口检尺点至罐体上部的外高 $h_{\text{外}}$ ；
- 3) 总高度 $H_{\text{总}}$ 减去外高 $h_{\text{外}}$ 与计量口处的圈板厚度之和，即为检尺点内竖直径。

A.2.1.8 倾斜及检尺点到液面高端距离

如图 A.4 所示。

1) 倾斜的测量步骤：在罐外壁的上部或下部的中央位置架设水准仪，并调平；测量一端圆筒边缘的标高值 h_y ；测量另一端圆筒边缘的标高值 h_z 。

2) 检尺点到液面高端距离的测量步骤：通过倾斜测量，确定罐的倾斜情况，找到液面高端 P 点；使用钢卷尺测量计量口检尺点到切点 P 的距离 L_G ，记录该值。

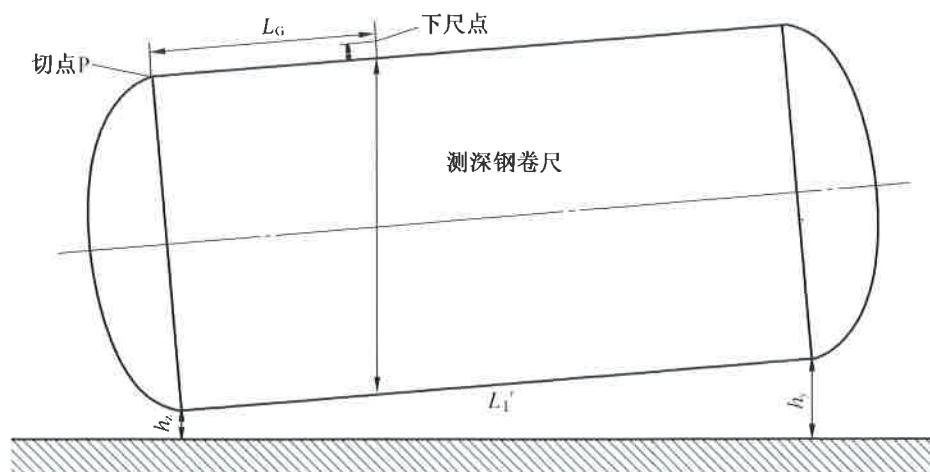


图 A.4 倾斜测量示意图

A.2.1.9 圈板厚度

使用超声波测厚仪，测量每一圈板及顶板的钢板、油漆以及所有涂层的厚度，每一钢板和油漆的厚度应记录精确到 0.1 mm。不能测量时，也可从制造图纸上得到。

A.2.2 内测法

A.2.2.1 直圆筒部分内直径

a) 测量位置

- 1) 对筒体是搭接或对接的罐，为每一圈板长度的 1/4、3/4 处；
- 2) 用整块钢板进行螺旋焊接的筒体，为筒长的 1/8、3/8、5/8、7/8 处。

b) 测量步骤

- 1) 在罐壁上的测量位置做标记；
- 2) 将套管尺一端顶在罐壁的标记处使之不能移动，另一端在横截面上前后稍微摆动，当数值最小时上下稍微摆动，数值最大者为该测量位置处的内横直径；在纵剖面上左右稍微摆动，当数值最大时前后稍微摆动，数值最小者为该测量位置处的内竖直径；
- 3) 在每一测量位置处对内横直径（或竖直径）进行连续两次测量，测量结果相差不超过 1 mm，取两次测量的平均值，作为内横直径（或竖直径）数据；
- 4) 若两次测量值之差超过 1 mm，则应重新进行测量，重复步骤 2)，直到连续两次测量之差不超过 1 mm。

A.2.2.2 直圆筒内总长与内宽

a) 测量位置的确定

- 1) 对接罐：为直圆筒两端钢板边缘处焊缝上，具有代表性的 4 个点；
- 2) 搭接罐：为两端顶板内伸长上与直圆筒壁相切的点。

注意：同一侧的两测点间连线应与直圆筒中轴线相平行。

b) 测量步骤

同外测。

A.2.2.3 直圆筒体伸长量

内伸长的测量：通过测量焊痕得到。

A.2.2.4 内总长

测量步骤：

- 1) 用钢卷尺的一端，顶紧顶板的顶点，将尺带沿着罐体轴线方向，以与检定该尺带时相同的拉力将其拉直。
- 2) 用钢直尺零点端顶在罐体另一端顶板中心（顶点）处，将两尺刻度靠拢，并以尺上某一结合点为准，读取两尺数值，求和，即为卧式罐的内总长。
- 3) 测量两次，且连续两次测量读数相差不超过 1 mm。否则，重复步骤 1)、2)，直到连续两次测量结果之差不超过 1 mm 为止。取两次测量结果平均值作为内总长。

A.2.2.5 顶板内直径

使用套管尺测量在顶板圆筒边缘处测量出内横直径和内竖直径，并取其平均值作为顶板平均内直径。

测量方法：与直圆筒的直径测量相同。

A. 2. 2. 6 顶板高度

两顶板高度即顶板顶点至该端直圆筒横截面的距离。

顶点位置的确定：

- 1) 有顶点标记时，以此标记为顶点；
- 2) 无顶点标记时，以顶板焊缝线（或延长）的交点为顶点；
- 3) 无焊缝时，可在内测时用套管尺测顶板竖直径时，在竖直径的中点处沿着罐体轴线将测深钢卷尺拉直，此时钢卷尺与顶板接触位置即为顶点。

两端顶板高度之和等于罐内总长与直圆筒总长之差。

A. 2. 2. 7 检尺点内竖直径

测量步骤：

- 1) 用测深钢卷尺测量检尺点包括计量口在内的总高度 $H_{\text{总}}$ ；
- 2) 再用钢直尺测量计量口检尺点至罐体上部的外高 $h_{\text{外}}$ ；
- 3) 总高度 $H_{\text{总}}$ ，减去外高 $h_{\text{外}}$ 与计量口处的圈板厚度之和，即为检尺点内竖直径。

A. 2. 2. 8 倾斜及检尺点到液面高端距离

a) 倾斜的测量步骤

- 1) 在罐内部的中央位置架设水准仪，并调平；
- 2) 测量一端圆筒边缘的标高值 $h_{\text{左}}$ ；
- 3) 测量另一端圆筒边缘的标高值 $h_{\text{右}}$ 。

b) 检尺点到液面高端距离的测量步骤

- 1) 通过倾斜测量，确定罐的倾斜情况，找到液面高端 P 点；
- 2) 使用钢卷尺测量计量口检尺点到切点 P 的距离 l_{G} ，记录该值。

A. 2. 2. 9 罐内附件

罐内附件通常有扶梯、加强板、加强筋、进出油管等。

测量附件的几何尺寸，以及相对计量基准点的起始点高度。

A. 2. 3 其他测量

包括液位高度、工作压力、液体温度、罐体温度等。

A. 3 数据处理

A. 3. 1 基本数据

A. 3. 1. 1 直圆筒平均内直径——外测时

(1) 对接卧式罐

$$D_1 = \frac{\sum_{i=1}^n C_i' / l_i'}{\pi \sum_{i=1}^n l_i'} - 2s_1 \quad (\text{A. 1})$$

式中：

D_1 ——直圆筒平均内直径，mm；

C_i' ——第 i 圈板外周长，mm；

l_i' ——第 i 圈板外板宽，mm；

s_1 ——直圆筒体平均板厚, mm;

n ——直圆筒圈板数。

(2) 搭接卧式罐

$$D_{\text{大}} = \frac{\sum_{i=1}^p C'_{(2i-1)} l'_{(2i-1)}}{\pi \sum_{i=1}^p l'_{(2i-1)}} - 2s_1 \quad (\text{A. 2})$$

$$D_{\text{小}} = \frac{\sum_{i=1}^q C'_{2i} l'_{2i}}{\pi \sum_{i=1}^q l'_{2i}} - 2s_1 \quad (\text{A. 3})$$

式中:

$D_{\text{大}}$ ——大直圆筒平均内直径, mm;

$C'_{(2i-1)}$ ——第 $(2i-1)$ 圈板外周长, mm;

$l'_{(2i-1)}$ ——第 $2i-1$ 圈板外板宽, mm;

C'_{2i} ——第 $2i$ 圈板外周长, mm;

$D_{\text{小}}$ ——小直圆筒平均内直径, mm;

l'_{2i} ——第 $2i$ 圈板外板宽, mm;

s_1 ——直圆筒体平均板厚, mm;

p ——大直圆筒圈板数;

q ——小直圆筒圈板数。

A.3.1.2 直圆筒平均内直径——内测时

(1) 对接卧式罐

$$D_a = \frac{\sum_{i=1}^n D_{ai} l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} \quad (\text{A. 4})$$

$$D_b = \frac{\sum_{i=1}^n D_{bi} l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} \quad (\text{A. 5})$$

式中:

D_a ——分别为直圆筒的平均内竖直径, mm;

D_b ——分别为直圆筒的平均内横直径, mm;

D_{ai} ——分别为第 i 圈板的内竖直径, mm;

D_{bi} ——分别为第 i 圈板的内横直径, mm;

l_i ——第 i 圈板的圈板内宽, mm;

n ——直圆筒的圈板数。

(2) 搭接卧式罐

$$D_{a大} = \frac{\sum_{i=1}^p D_{a(2i-1)} l_{(2i-1)}}{\sum_{i=1}^p l_{(2i-1)}} \quad (\text{A. 6})$$

$$D_{b大} = \frac{\sum_{i=1}^p D_{b(2i-1)} l_{(2i-1)}}{\sum_{i=1}^p l_{(2i-1)}} \quad (\text{A. 7})$$

$$D_{a小} = \frac{\sum_{i=1}^q D_{a2i} l_{2i}}{\sum_{i=1}^q l_{2i}} \quad (\text{A. 8})$$

$$D_{b小} = \frac{\sum_{i=1}^q D_{b2i} l_{2i}}{\sum_{i=1}^q l_{2i}} \quad (\text{A. 9})$$

式中：

- $D_{a大}$ ——大直圆筒的平均内竖直径，mm；
- $D_{a小}$ ——小直圆筒的平均内竖直径，mm；
- $D_{b大}$ ——大直圆筒的平均内横直径，mm；
- $D_{b小}$ ——小直圆筒的平均内横直径，mm；
- $D_{a(2i-1)}$ ——第 $2i-1$ 圈板的内竖直径，mm；
- $D_{b(2i-1)}$ ——第 $2i-1$ 圈板的内横直径，mm；
- p ——大直圆筒圈板数；
- D_{a2i} ——第 $2i$ 圈板的内竖直径，mm；
- D_{b2i} ——第 $2i$ 圈板的内横直径，mm；
- $l_{(2i-1)}$ ——第 $2i-1$ 圈板内板宽，mm；
- l_{2i} ——第 $2i$ 圈板内板宽，mm；
- q ——小直圆筒圈板数。

A.3.1.3 直圆筒内总长

(1) 对接式卧式罐

$$L_1 = L'_1 - (L_Y + L_Z) \quad (\text{A. 10})$$

式中：

- L_1 ——直圆筒内总长，mm；
- L'_1 ——直圆筒外总长，mm；
- L_Y ——右端顶板与直圆筒搭接宽度，mm；
- L_Z ——左端顶板与直圆筒搭接宽度，mm。

对接式卧式罐直圆筒内总长即直圆筒圈板内宽之和。

(2) 搭接式卧式罐

$$L_1 = L'_1 - (L_Y + L_Z) \quad (\text{A. 11})$$

式中:

L_1 ——直圆筒内总长, mm;

L'_1 ——直圆筒外总长, mm;

L_Y ——右端的顶板与直圆筒搭接宽度, mm;

L_Z ——左端的顶板与直圆筒搭接宽度, mm。

搭接式卧式罐直圆筒内总长即大直圆筒圈板内宽之和加小直圆筒圈板内宽之和。

A. 3. 1. 4 顶板圆筒内直径

(1) 外测法

$$D_2 = \frac{C'_Y + C'_Z}{2\pi} - 2(s_1 + s_2) \quad (\text{A. 12})$$

式中:

D_2 ——顶板圆筒平均内直径, mm;

C'_Y ——罐体右端直圆筒边缘处的外周长, mm;

C'_Z ——罐体左端直圆筒边缘处的外周长, mm;

s_1 ——直圆筒圈板的平均厚度, mm, 当顶板与圈板对接焊接时, 取 $s_1 = 0$;

s_2 ——顶板的平均厚度, mm。

(2) 内测法

$$D_2 = \frac{D_{aL} + D_{bL} + D_{aR} + D_{bR}}{4} \quad (\text{A. 13})$$

式中:

D_2 ——顶部底圆筒平均内直径, mm;

D_{aL} ——左端底圆筒边缘处内测的竖直径, mm;

D_{bL} ——左端底圆筒边缘处内测的横直径, mm;

D_{aR} ——右端底圆筒边缘处内测的竖直径, mm;

D_{bR} ——右端底圆筒边缘处内测的横直径, mm。

A. 3. 1. 5 顶板内高

(1) 外测法

$$L_2 = \frac{u_1 + u_2}{2} - e \quad (\text{A. 14})$$

式中:

L_2 ——顶板外高, mm;

u_1 ——测点 1 至细线间距离, mm;

u_2 ——测点 2 至细线间距离, mm;

e ——细线至顶板间距离, mm。

两端外测法顶板外高平均值减去顶板平均厚度 s_2 , 即得顶板内高 h 。

(2) 内测法

$$h = \frac{1}{2} [L_{1Y} + L_{1Z} - (t_Y + t_Z) - 2s_2] \quad (\text{A. 15})$$

式中:

h ——顶板内高, mm;

L_{1Y} 、 L_{1Z} ——左、右两端顶板外高, mm;

t_Y 、 t_Z ——左、右两端顶板外伸长, mm;

s_2 ——顶板平均厚度, mm。

A. 3. 1. 6 弧形顶附加测量计算

弧形顶附加测量计算包括弧形顶过渡曲线体内半径 r 、弧形顶球缺部分内半径 R_3 和弧形顶过渡曲线体所对圆心角 θ 计算。

a) 弧形顶过渡曲线体内半径 r

$$r = \frac{a^2 + 4b^2}{8b} - s_2 \quad (\text{A. 16})$$

式中:

r ——过渡曲线体内半径, mm;

a ——弦长, mm;

b ——弓高, mm;

s_2 ——顶板厚度, mm。

b) 弧形顶球缺部分内半径 R_3

$$R_3 = \frac{h^2 + R_2^2 - 2R_2r}{2(h-r)} \quad (\text{A. 17})$$

式中:

R_3 ——弧形顶球缺部分内半径, mm;

R_2 ——顶部直圆筒内半径, mm;

h ——弧形顶内高, mm;

r ——弧形顶过渡曲线体内半径, mm。

c) 弧形顶过渡曲线体所对圆心角 θ

$$\theta = \arcsin \left(\frac{R_3 - h}{R_3 - r} \right) \quad (\text{A. 18})$$

式中:

θ ——弧形顶过渡曲线体所对圆心角, rad;

R_3 ——弧形顶球缺部分内半径, mm;

h ——弧形顶内高, mm;

r ——弧形顶过渡曲线体内半径, mm。

A. 3. 1. 7 检尺点内竖直径

$$D_{\text{竖}} = H_{\text{总}} - h_{\text{外}} - s \quad (\text{A. 19})$$

式中:

$D_{\text{竖}}$ ——检尺点内竖直径, mm;

$H_{\text{总}}$ ——参照高度, mm;

$h_{\text{外}}$ ——计量口外高, mm;

s ——计量口处圈板厚度, mm。

A. 3. 1. 8 罐体倾斜角 β

(1) 外测时

$$\beta = \arctan \left| \frac{2(h_y - h_z) \pm (D'_y - D'_z)}{2L_1} \right| \quad (\text{A. 20})$$

式中:

β ——罐体倾斜角, rad;

h_y 、 h_z ——水准仪在直圆筒右、左两端读出的标高值, mm;

D'_y 、 D'_z ——直圆筒右、左两端的外直径, mm;

L_1 ——直圆筒总长, mm;

注: 当标尺放在罐体上方测量时取“—”, 否则取“+”。

(2) 内测时

$$\beta = \arctan \left| \frac{2(h_y - h_z) - (D'_y - D'_z)}{2L_1} \right| \quad (\text{A. 21})$$

式中:

β ——罐体倾斜角, rad;

h_y 、 h_z ——水准仪在直圆筒右、左两端读出的标高值, mm;

D'_y 、 D'_z ——直圆筒右、左两端的内直径, mm;

L_1 ——直圆筒总长, mm。

A. 3. 1. 9 液高修正

当计量口检尺点内竖直径与直圆筒平均内竖直径不一致时, 则在计算直圆筒部分容积时应对检尺点处所测出液高利用式 (A. 22) 进行修正:

$$H = H_{\text{液}} + \Delta H_2 \quad (\text{A. 22})$$

式中:

H ——修正后的计量高度, mm;

$H_{\text{液}}$ ——检尺点处测出的液高, mm;

ΔH_2 ——液高修正值, $\Delta H_2 = \frac{1}{2}(D_a - D_{\text{竖}})$, mm;

D_a ——计算部分容积的平均竖直径, mm;

$D_{\text{竖}}$ ——检尺点内竖直径, mm。

A. 3. 1. 10 高端液高 H_G

$$H_G = (L_G - H_{\text{总}} \sin \beta) \tan \beta + \frac{H_{\text{液}}}{\cos \beta} \quad (\text{A. 23})$$

式中:

H_G ——高端液高, mm;

$H_{\text{总}}$ ——检尺点处总高度, mm;

$H_{\text{液}}$ ——检尺点处的液高, mm;

L_G ——检尺点至液面高端距离, mm;

β ——罐体倾斜角, rad。

A. 3. 2 容积的计算——处于水平状态时

A. 3. 2. 1 直圆筒容积

a) 直圆筒的部分容积

1) 正直圆筒

如图 A. 5 所示。

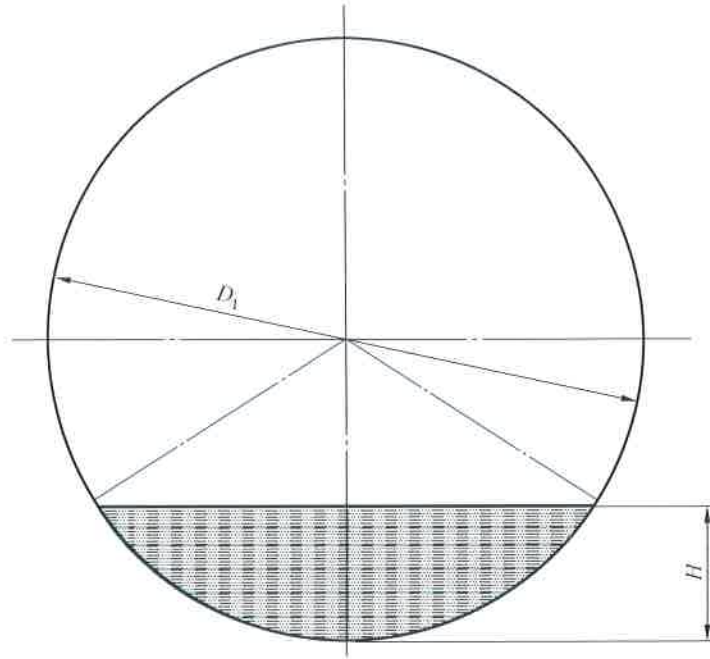


图 A. 5 直圆筒容积计算示意图

$$\begin{aligned}
 V_{1H} &= \frac{L_1}{4} \left[2(2H - D_1) \sqrt{D_1 H - H^2} + D_1^2 \arccos \left[1 - \frac{2H}{D_1} \right] \right] \times 10^{-6} \quad (\text{A. 24}) \\
 &= L_1 \left[(H - R_1) \sqrt{2R_1 H - H^2} + R_1^2 \arccos \left[1 - \frac{H}{R_1} \right] \right] \times 10^{-6}
 \end{aligned}$$

式中:

V_{1H} ——正直圆筒在计算高度为 H 时的部分总容积, L;

D_1 ——正直圆筒的平均内直径, mm;

R_1 ——正直圆筒的平均内半径, mm;

L_1 ——正直圆筒的总长, mm;

H ——计算高度, mm。

2) 对接式椭直圆筒

水平直椭圆筒在计算高度为 H 时的部分容积 [见式 (A. 25)]

$$\begin{aligned}
 V_{1H} &= \frac{L_1 D_b}{4 D_a} \left[2(2H - D_a) \sqrt{D_a H - H^2} + D_a^2 \arccos \left[1 - \frac{2H}{D_a} \right] \right] \times 10^{-6} \quad (\text{A. 25}) \\
 &= \frac{L_1 D_b}{D_a} \left[(H - R_a) \sqrt{2R_a H - H^2} + R_a^2 \arccos \left[1 - \frac{H}{R_a} \right] \right] \times 10^{-6}
 \end{aligned}$$

式中:

V_{1H} ——正椭直圆筒在计算高度为 H 时的部分总容积, L;

D_a 、 D_b ——椭直圆筒的平均内竖、横直径, mm;

R_a ——椭直圆筒的平均内半径, mm;

L_1 ——椭直圆筒的总长, mm;

H ——计算高度, mm。

b) 直圆筒总容积

1) 正直圆筒

① 对接式卧式罐

$$V_1 = \frac{\pi D_1^2 L_1}{4} \times 10^{-6} = \pi R_1^2 L_1 \times 10^{-6} \quad (\text{A. 26})$$

式中:

V_1 ——对接式正直圆筒部分的总容积, L;

D_1 ——正直圆筒的平均内直径, mm;

R_1 ——正直圆筒的平均内半径, mm;

L_1 ——正直圆筒的总长, mm。

② 搭接式卧式罐

$$V_1 = \frac{\pi D_{\text{大}}^2 L_{\text{大}} + \pi D_{\text{小}}^2 L_{\text{小}}}{4} \times 10^{-6} = (\pi R_{\text{大}}^2 L_{\text{大}} + \pi R_{\text{小}}^2 L_{\text{小}}) \times 10^{-6} \quad (\text{A. 27})$$

式中:

V_1 ——对接式正直圆筒部分的总容积, L;

$D_{\text{大}}$ 、 $D_{\text{小}}$ ——大、小直圆筒的平均内直径, mm;

$R_{\text{大}}$ 、 $R_{\text{小}}$ ——大、小直圆筒的平均内半径, mm;

$L_{\text{大}}$ 、 $L_{\text{小}}$ ——大、小直圆筒的总长, mm。

2) 椭直圆筒总容积

① 对接式椭直圆筒

$$V_1 = \frac{\pi D_a D_b L_1}{4} \times 10^{-6} = \pi R_a R_b L_1 \times 10^{-6} \quad (\text{A. 28})$$

式中:

V_1 ——对接式正直圆筒部分的总容积, L;

D_a 、 D_b ——椭直圆筒的平均内竖直径和平均内横直径, mm;

R_a 、 R_b ——椭直圆筒的平均内竖直径和平均内横半径, mm;

L_1 ——椭直圆筒的总长, mm。

② 搭接式椭直圆筒

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{\pi(D_{a\text{大}} D_{b\text{大}} L_{\text{大}} + D_{a\text{小}} D_{b\text{小}} L_{\text{小}})}{4} \times 10^{-6} \\ &= \pi(R_{a\text{大}} R_{b\text{大}} L_{\text{大}} + R_{a\text{小}} R_{b\text{小}} L_{\text{小}}) \times 10^{-6} \end{aligned} \quad (\text{A. 29})$$

式中:

- V_1 ——对接式正直圆筒部分的总容积, L;
- $D_{a大}$ 、 $D_{b大}$ ——大椭直圆筒的平均内竖、横直径, mm;
- $R_{a大}$ 、 $R_{b大}$ ——大椭直圆筒的平均内竖、横半径, mm;
- $D_{a小}$ 、 $D_{b小}$ ——小椭直圆筒的平均内竖、横直径, mm;
- $R_{a小}$ 、 $R_{b小}$ ——小椭直圆筒的平均内竖、横半径, mm;
- $L_{大}$ 、 $L_{小}$ ——大、小椭直圆筒总长, mm。

A.3.2.2 伸长筒体容积计算

将伸长筒体视为正直圆筒筒体。

a) 部分容积

$$\begin{aligned} V_{2H} &= \frac{L_2}{4} \left[2(2H - D_2) \sqrt{D_2 H - H^2} + D_2^2 \arccos \left[1 - \frac{2H}{D_2} \right] \right] \times 10^{-6} \\ &= L_2 \left[(H - R_2) \sqrt{2R_2 H - H^2} + R_2^2 \arccos \left[1 - \frac{H}{R_2} \right] \right] \times 10^{-6} \end{aligned} \quad (\text{A. 30})$$

式中:

- V_{2H} ——正直圆筒在计算高度为 H 时的部分总容积, L;
- D_2 ——正直圆筒的平均内直径, mm;
- R_2 ——正直圆筒的平均内半径, mm;
- L_2 ——两端伸长之和, mm;
- H ——计算高度, mm。

b) 总容积

$$V_2 = \frac{\pi}{4} D_2^2 L_2 \times 10^{-6} = \pi R_2^2 L_2 \times 10^{-6} \quad (\text{A. 31})$$

式中:

- V_2 ——两端伸长筒体总容积, L;
- D_2 ——两端顶板底圆筒平均内直径, mm;
- R_2 ——两端顶板底圆筒平均内半径, mm;
- L_2 ——两端伸长之和, mm。

A.3.2.3 顶板部分的容积

a) 球缺顶

1) 部分容积

$$\begin{aligned} V_{3H} &= 2R_3^2 \left\{ \arccos \left[1 - \frac{H}{R_2} \right] \times \left[\left(\frac{R_2}{R_3} \right)^2 \left(\frac{h}{R_3} - 1 \right) - \frac{2}{3} \left(1 - \frac{h}{R_3} \right)^3 + \frac{2}{3} \right] + \right. \\ &\quad \left. \frac{(R_2 - H) \times \sqrt{2R_2 H - H^2}}{R_3^2} \times \left[\frac{1}{120} \left(\frac{R_2}{R_3} \right)^4 + \frac{1}{12} \left(\frac{R_2}{R_3} \right)^2 - \left(\frac{h}{R_3} \right) \right] + \right. \\ &\quad \left. \sqrt{\frac{2H}{R_2} - \left(\frac{H}{R_2} \right)^2} \times \left(1 - \frac{H}{R_2} \right)^3 \times \left[\frac{1}{6} \left(\frac{R_2}{R_3} \right) + \frac{1}{90} \left(\frac{R_2}{R_3} \right)^6 \right] + \right. \\ &\quad \left. \frac{1}{45} \left(\frac{R_2}{R_3} \right)^6 \times \sqrt{\frac{2H}{R_2} - \left(\frac{H}{R_2} \right)^2} \times \left(1 - \frac{H}{R_2} \right)^5 + \dots \right\} \times 10^{-6} \end{aligned} \quad (\text{A. 32})$$

式中:

V_{3H} ——计算高度为 H 时两端球缺体部分容积, L;

R_2 ——球缺顶底部圆筒平均内半径, mm;

R_3 ——球缺顶平均内半径, mm;

h ——球缺顶平均内高, mm;

H ——计算高度, mm。

2) 总容积计算

$$V_3 = \frac{\pi h}{3} (3R_2^2 + h^2) \times 10^{-6} \quad (\text{A. 33})$$

式中:

V_3 ——两端球缺顶总容积, L;

R_2 ——球缺顶底圆筒内半径, mm;

h ——球缺顶平均内高, mm。

b) 椭球顶

1) 部分容积

$$V_{3H} = \pi h H^2 \left[1 - \frac{H}{3R_2} \right] \times 10^{-6} \quad (\text{A. 34})$$

式中:

V_{3H} ——计算高度为 H 时两端椭球顶的部分容积, L;

R_2 ——椭球顶平均内半径, mm;

h ——椭球顶平均内高, mm;

H ——计算高度, mm。

2) 总容积计算

$$V_3 = \frac{4\pi R_2^2 h}{3} \times 10^{-6} \quad (\text{A. 35})$$

式中:

V_3 ——两端椭球顶总容积, L;

R_2 ——椭球顶平均内半径, mm;

h ——椭球顶平均内高, mm。

c) 圆锥顶

1) 部分容积

当 $0 \leq H \leq R_2$ 时

$$V_{3H} = \frac{2hR_2^2}{3} \left[\arcsin \left[\sqrt{\frac{2H}{R_2} - \left(\frac{H}{R_2} \right)^2} \right] + 2 \left(\frac{H}{R_2} - 1 \right) \sqrt{\frac{2H}{R_2} - \left(\frac{H}{R_2} \right)^2} \right. \\ \left. + \left(1 - \frac{H}{R_2} \right)^3 \ln \left[\frac{R_2 + \sqrt{2R_2H - H^2}}{R_2 - H} \right] \right] \times 10^{-6} \quad (\text{A. 36})$$

当 $R_2 < H \leq 2R_2$ 时

$$V_{3H} = \frac{2hR_2^2}{3} \left[\pi - \arcsin \left(\sqrt{\frac{2H}{R_2} - \left(\frac{H}{R_2}\right)^2} \right) + 2 \left(\frac{H}{R_2} - 1 \right) \sqrt{\frac{2H}{R_2} - \left(\frac{H}{R_2}\right)^2} + \left(1 - \frac{H}{R_2} \right)^3 \ln \left[\frac{R_2 + \sqrt{2R_2H - H^2}}{H - R_2} \right] \right] \times 10^{-6} \quad (\text{A. 37})$$

式中:

V_{3H} ——计算高度为 H 时两端圆锥顶的部分容积, L;

R_2 ——圆锥顶底圆筒的平均内半径, mm;

h ——锥顶的平均高度, mm;

H ——计算高度, mm。

2) 总容积计算

$$V_3 = \frac{2\pi R_2^2 h}{3} \times 10^{-6} \quad (\text{A. 38})$$

式中:

V_3 ——两端圆锥顶总容积, L;

R_2 ——两端底圆筒的平均内半径, mm;

h ——圆锥顶平均高度, mm。

d) 圆台顶

圆台顶可以看作是大圆锥截掉一个小圆锥得到的。其大圆半径为 R_2 , 小圆半径为 r , 高为 h , 且具有以下关系式, 见式 (A. 39) 和式 (A. 40):

$$h_D = hR_2 / (R_2 - r); \quad (\text{A. 39})$$

$$h_d = hr / (R_2 - r); \quad (\text{A. 40})$$

式中:

h_D ——以 R_2 为内半径的大圆锥平均内高, mm;

h_d ——以 r 为内半径的小圆锥平均内高, mm。

1) 部分容积

计算可以分为:

当 $0 \leq H \leq (R_2 - r)$ 时可以使用式 (A. 41) 计算:

$$V_{3H} = \frac{2h_D R_2^2}{3} \left[\arcsin \left(\sqrt{\frac{2H}{R_2} - \left(\frac{H}{R_2}\right)^2} \right) + 2 \left(\frac{H}{R_2} - 1 \right) \sqrt{\frac{2H}{R_2} - \left(\frac{H}{R_2}\right)^2} + \left(1 - \frac{H}{R_2} \right)^3 \ln \left[\frac{R_2 + \sqrt{2R_2H - H^2}}{R_2 - H} \right] \right] \times 10^{-6} \quad (\text{A. 41})$$

式中:

V_{3H} ——计算高度为 H 时圆台顶的部分容积, L;

R_2 ——圆台大圆平均内半径, mm;

H ——计算高度, mm。

当 $(R_2 - r) < H \leq R_2$ 时可以使用式 (A. 42) 计算:

$$\begin{aligned}
 V_{3H} = & \frac{2h_D R_2^2}{3} \left[\arcsin \sqrt{\frac{2H}{R_2} - \left(\frac{H}{R_2}\right)^2} + 2 \left(\frac{H}{R_2} - 1\right) \sqrt{\frac{2H}{R_2} - \left(\frac{H}{R_2}\right)^2} + \right. \\
 & \left. \left(1 - \frac{H}{R_2}\right)^3 \ln \left[\frac{R_2 + \sqrt{2R_2 H - H^2}}{R_2 - H} \right] \right] \times 10^{-6} - \\
 & \frac{2h_d r^2}{3} \left[\arcsin \sqrt{\frac{2H_1}{r} - \left(\frac{H_1}{r}\right)^2} + 2 \left(\frac{H_1}{r} - 1\right) \sqrt{\frac{2H_1}{r} - \left(\frac{H_1}{r}\right)^2} + \right. \\
 & \left. \left(1 - \frac{H_1}{r}\right)^3 \ln \left[\frac{R_2 + \sqrt{2rH_1 - H_1^2}}{r - H_1} \right] \right] \times 10^{-6}
 \end{aligned} \tag{A.42}$$

式中：

V_{3H} —— 计算高度为 H 时圆台顶的部分容积，L；

R_2 —— 圆台大圆平均内半径，mm；

r —— 圆台顶端小圆平均内半径，mm；

H —— 计算高度， $H_1 = H - (R_2 - r)$ ，mm。

当 $R_2 < H \leq R_2 + r$ 时可以使用式 (A.43) 计算。

$$\begin{aligned}
 V_{3H} = & \frac{2h_D R_2^2}{3} \left[\pi - \arcsin \sqrt{\frac{2H}{R_2} - \left(\frac{H}{R_2}\right)^2} + 2 \left(\frac{H}{R_2} - 1\right) \sqrt{\frac{2H}{R_2} - \left(\frac{H}{R_2}\right)^2} \right. \\
 & \left. - \left(1 - \frac{H}{R_2}\right)^3 \ln \left[\frac{R_2 + \sqrt{2R_2 H - H^2}}{H - R_2} \right] \right] \times 10^{-6} \\
 & - \frac{2h_d r^2}{3} \left[\pi - \arcsin \sqrt{\frac{2H_1}{r} - \left(\frac{H_1}{r}\right)^2} + 2 \left(\frac{H_1}{r} - 1\right) \sqrt{\frac{2H_1}{r} - \left(\frac{H_1}{r}\right)^2} \right. \\
 & \left. + \left(1 - \frac{H_1}{r}\right)^3 \ln \left[\frac{r + \sqrt{2rH_1 - H_1^2}}{H_1 - r} \right] \right] \times 10^{-6}
 \end{aligned} \tag{A.43}$$

式中：

V_{3H} —— 计算高度为 H 时圆台顶的部分容积，L；

R_2 —— 圆台大圆平均内半径，mm；

r —— 圆台顶端小圆平均内半径， $H_1 = H - (R_2 - r)$ ，mm。

当 $R_2 + r < H \leq 2R_2$ 时可以使用式 (A.44) 计算：

$$\begin{aligned}
 V_{3H} = & \left\{ \frac{2h_D R_2^2}{3} \left[\pi - \arcsin \sqrt{\frac{2H}{R_2} - \left(\frac{H}{R_2}\right)^2} + 2 \left(\frac{H}{R_2} - 1\right) \sqrt{\frac{2H}{R_2} - \left(\frac{H}{R_2}\right)^2} \right. \right. \\
 & \left. \left. - \left(1 - \frac{H}{R_2}\right)^3 \ln \left[\frac{R_2 + \sqrt{2R_2 H - H^2}}{H - R_2} \right] \right] - \frac{2\pi h_d r^2}{3} \right\} \times 10^{-6}
 \end{aligned} \tag{A.44}$$

式中：

V_{3H} —— 计算高度为 H 时两端椭球顶的部分容积，L；

R_2 —— 圆台大圆平均内半径，mm；

r —— 圆台顶端小圆平均内半径，mm。

2) 总容积计算

2) 两端弧形顶的总容积

$$\begin{aligned}
 V_3 &= 2 \int_0^h A_H(x) dx = 2 \left(\int_0^{r \sin \theta} \pi R_x^2 dx + \int_{r \sin \theta}^h \pi R_x^2 dx \right) \\
 &= 2 \left(\int_0^{r \sin \theta} \pi [(R_2 - r + \sqrt{r^2 - x^2})^2 dx + \int_{r \sin \theta}^h \pi [(R_3^2 - (R_3 - h + x)^2)] dx \right) \\
 &= \pi \left[h(R_2^2 - 2R_2r + 2r^2 + \frac{1}{3}h^2) + r \sin \theta (R_2^2 - 2R_2r + 2r^2 - h^2) \right. \\
 &\quad \left. + 2(h \cos \theta + r \theta)(R_2 - r)r \right] \times 10^{-6}
 \end{aligned}
 \tag{A.47}$$

式中:

- V_3 ——两端弧形顶总容积, L;
- h ——弧形顶平均内高, mm。
- r ——弧形顶过渡曲线体内半径, mm;
- R_2 ——两端顶板平均内半径, mm;
- R_3 ——弧形顶球缺部分内半径, mm;
- θ ——过渡曲线体所对圆心角, rad。

A.3.2.4 附件体积

罐内扶梯、加强圈等, 可视其为自下而上均匀分布, 按实测数据计算其体积, 也可按施工图纸(外测时)提供的钢材质量计算其体积。附件体积要在相应部分容积内扣除。附件的体积计算见式(A.48):

$$V_4 = \frac{m}{\rho} \tag{A.48}$$

式中:

- V_4 ——附件体积, L;
- m ——附件质量, kg;
- ρ ——附件密度, kg/L。

对于罐底设有一个凹陷部分作为沉降分离设施的卧式罐, 其凹陷部分的容积可作为罐底计量基准点以下的“死量”编入容积表中。

A.3.3 容积的计算——处于倾斜状态时

A.3.3.1 直圆筒容积

此时, 可将直圆筒作为正直圆筒处理; 与顶板伸长筒体部分的容积合并计算见图 A.7。

a) 直圆筒的部分容积

1) 当 $0 \leq H_G \leq L_1 \tan \beta$ 时可以使用式(A.49)计算:

$$\begin{aligned}
 V_{1H} &= \frac{R_1^3}{\tan \beta} \left\{ \frac{1}{3} \left[3 - \frac{2H_G}{R_1} + \left(\frac{H_G}{R_1} \right)^2 \right] \sqrt{\frac{2H_G}{R_1} - \left(\frac{H_G}{R_1} \right)^2} \right. \\
 &\quad \left. - \left[1 - \frac{H_G}{R_1} \right] \arccos \left[1 - \frac{H_G}{R_1} \right] \right\} \times 10^{-6}
 \end{aligned}
 \tag{A.49}$$

式中:

V_{1H} ——正直圆筒在高端液高为 H_G 时的部分容积, L;

R_1 ——正直圆筒的平均内半径, mm;

H_G ——高端液高, mm;

β ——罐体倾斜角, rad。

2) 当 $L_1 \tan \beta < H_G \leq 2R_1$ 时可以使用式 (A. 50) 计算:

$$V_{1H} = \frac{R_1^3}{\tan \beta} \left\{ \frac{1}{3} \left[3 - \frac{2H_G}{R_1} + \left(\frac{H_G}{R_1} \right)^2 \right] \sqrt{\frac{2H_G}{R_1} - \left(\frac{H_G}{R_1} \right)^2} - \left[1 - \frac{H_G}{R_1} \right] \arccos \left[1 - \frac{H_G}{R_1} \right] \right. \\ \left. - \frac{1}{3} \left[3 - \frac{2H_D}{R_1} + \left(\frac{H_D}{R_1} \right)^2 \right] \sqrt{\frac{2H_D}{R_1} - \left(\frac{H_D}{R_1} \right)^2} + \left[1 - \frac{H_D}{R_1} \right] \arccos \left[1 - \frac{H_D}{R_1} \right] \right\} \times 10^{-6} \quad (\text{A. 50})$$

式中:

V_{1H} ——正直圆筒在高端液高为 H_G 时的部分容积, L;

R_1 ——正直圆筒的平均内半径, mm;

H_G ——高端液高, mm;

H_D ——低端液高, $H_D = H_G - L_1 \tan \beta$, mm;

β ——罐体倾斜角, rad。

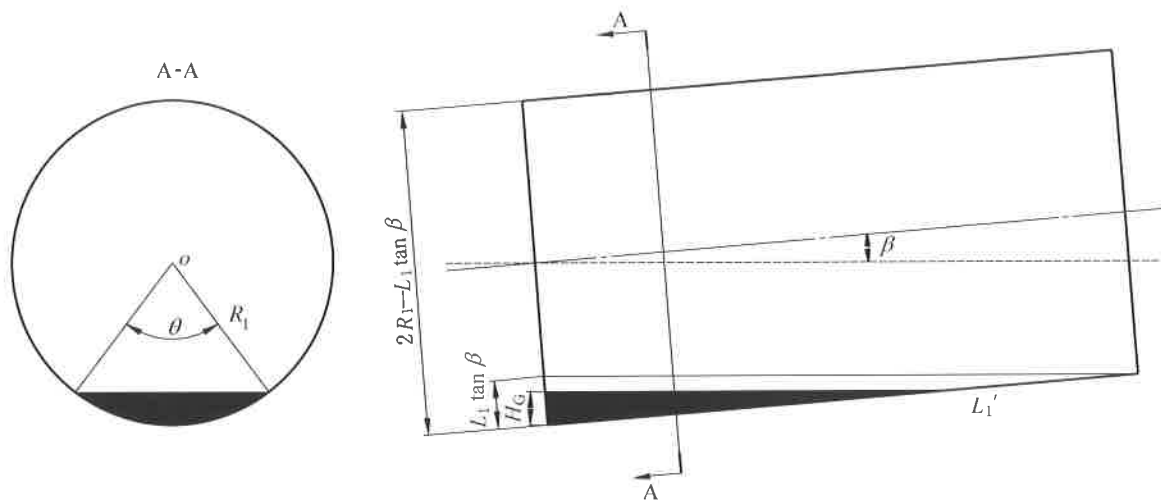


图 A.7 倾斜状态直圆筒部分容积计算示意图

3) 当 $L_1 \tan \beta < H_G \leq 2R_1$ 时可以使用式 (A. 51) 计算:

$$V_{1H} = \frac{R_1^3}{\tan \beta} \left\{ \frac{1}{3} \left[3 - \frac{2H_G}{R_1} + \left(\frac{H_G}{R_1} \right)^2 \right] \sqrt{\frac{2H_G}{R_1} - \left(\frac{H_G}{R_1} \right)^2} - \left[1 - \frac{H_G}{R_1} \right] \arccos \left[1 - \frac{H_G}{R_1} \right] \right. \\ \left. - \frac{1}{3} \left[3 - \frac{2H_D}{R_1} + \left(\frac{H_D}{R_1} \right)^2 \right] \sqrt{\frac{2H_D}{R_1} - \left(\frac{H_D}{R_1} \right)^2} + \left[1 - \frac{H_D}{R_1} \right] \arccos \left[1 - \frac{H_D}{R_1} \right] \right\} \times 10^{-6} \quad (\text{A. 51})$$

式中:

V_{1H} ——正直圆筒在高端液高为 H_G 时的部分容积, L;

- R_1 ——正直圆筒的平均内半径, mm;
 H_G ——高端液高, mm;
 H_D ——低端液高, $H_D = H_G - L_1 \tan \beta$, mm;
 β ——罐体倾斜角, rad。

4) 当 $H_G > 2R_1$ 时

$$V_{1H} = V_1 - \frac{R_1^3}{\tan \beta} \left\{ \frac{1}{3} \left[3 - \frac{2H_K}{R_1} + \left(\frac{H_K}{R_1} \right)^2 \right] \sqrt{\frac{2H_K}{R_1} - \left(\frac{H_K}{R_1} \right)^2} - \left[1 - \frac{H_K}{R_1} \right] \arccos \left[1 - \frac{H_K}{R_1} \right] \right\} \times 10^{-6} \quad (\text{A. 52})$$

式中:

- V_{1H} ——正直圆筒在高端液高为 H_G 时的部分容积, L;
 V_1 ——正直圆筒总容积, L;
 R_1 ——正直圆筒的平均内半径, mm;
 H_K ——低端液面空高, $H_K = 2R_1 - H_D$, mm;
 β ——罐体倾斜角, rad。

b) 直圆筒总容积

与卧式罐处于水平状态时计算相同。

A. 3. 3. 2 顶板部分的容积

a) 部分容积

对球缺顶、弧形顶、半椭球顶的部分容积, 在使用式 (A. 51) 对液高进行以下修正后, 仍使用水平状态下的部分容积计算公式。

$$\Delta H_1 = \frac{4h \sin \beta}{3\pi} \sqrt{\frac{2H_G}{R_2} - \left(\frac{H_G}{R_2} \right)^2} \quad (\text{A. 53})$$

式中:

- ΔH_1 ——倾斜时的液高修正值, 液面高端取“+”, 液面低端取“-”, mm;
 β ——罐体倾斜角, rad;
 h ——顶板内高, mm;
 H_G ——高端液高, mm。

b) 总容积

使用水平状态下各顶板的总容积计算公式计算。

A. 3. 4 椭圆度计算

1) 计算横向内直径的平均值 (单位为 mm)

$$D_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_{ai}$$

2) 计算竖向内直径的平均值 (单位为 mm)

$$D_b = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_{bi}$$

3) 计算内直径的平均值 (单位为 mm)

$$D = \frac{1}{2}(D_a + D_b)$$

4) 直圆筒部分的椭圆度 = $\frac{|D_a - D_b|}{2D}$

A.4 容量表的编制

见 7.5。

附录 B

光电几何测量法

本方法适用于（20~100）m³卧式金属罐的容积测量。

B.1 检定前准备

- a) 确定被检卧式罐的有关信息：卧式罐编号、标称容量、封头类型、卧式罐内残留液体体积等；
- b) 测量检尺点内竖直径、卧式罐内余液高度等数据；
- c) 在安全区设定角度间隔、垂直步长、有效行程即测量起点高度（支撑立柱的顶尖至下限位开关的上表面的垂直距离）和测量最大高度等参数；
- d) 根据卧式罐的内竖直径等数据，从具有顶尖的最下段开始顺次将各段支撑立柱拼接为一体；
- e) 立柱拼接完成后，按照有效行程在立柱上固定上、下限位开关；
- f) 将自动几何法检定装置缓慢的放置到卧式罐中，调整立柱的垂直度使其与水平面垂直；
- g) 固定装置，使立柱保持垂直；
- h) 连接电源盒和检测仪之间的供电线缆，打开电源盒的开关。

B.2 检定操作

- a) 按动开启按钮，启动自动测量操作；
- b) 激光测量系统首先在最下部位置开始，按照预设角度间隔进行距离测量并自动记录每个测点的水平角度和到罐壁的距离，直至本高度位置的所有测点测量完毕；
- c) 激光测量系统按照垂直步长距离上升，开始下一位置所有测点的距离和角度测量并自动记录；
- d) 重复执行 c)，直到激光测量系统上升到上限位开关位置，测量完成，从卧式罐中取出自动几何法检定装置。

B.3 数据处理

自动几何测量法测量系统如具有符合本规程规定数学模型的容量计算软件，可自动生成检定数据记录及卧式罐容量表。

B.3.1 长度和高度修正

将激光测量系统测量得到的罐壁距离和各截面间隔高度（垂直步长）修正到标准温度 20℃下。

B.3.2 各高度处水平截面积 S_i 的计算

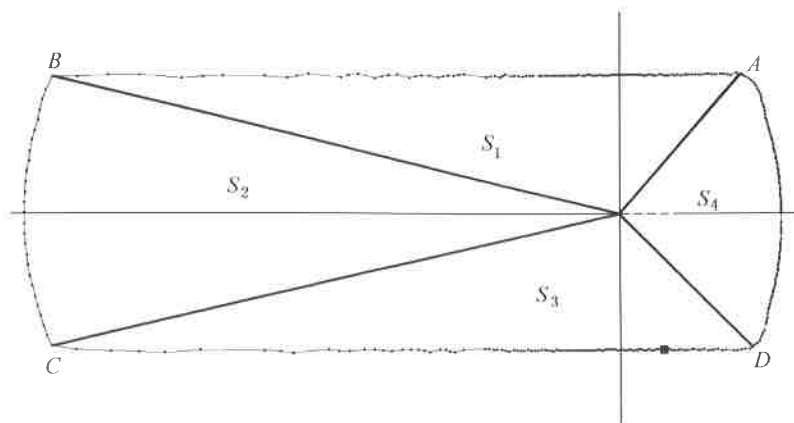


图 B.1 单层面积计算示意图

(1) 直圆筒区域水平横截面积 $S_{筒}$ 计算

直圆筒区域水平横截面积 $S_{筒}$ 为直圆筒区 S_1 、 S_3 面积之和，可按式 (B.1) 计算：

$$S_{筒} = \sum S_{i\Delta} = \sum \left[L_{i-1} \times L_i \times \frac{\sin \frac{\pi \times \theta}{180}}{2} \right] \times 10^{-6} \quad (\text{B.1})$$

式中：

$S_{筒}$ ——圆筒区域水平横截面积， m^2 ；

$\sum S_{i\Delta}$ ——第 i 个小三角形的面积， m^2 ；

L_{i-1} ——第 $i-1$ 次测量的到罐壁的距离， mm ；

L_i ——第 i 次测量的到罐壁的距离， mm ；

θ ——步进角度， $(^\circ)$ 。

(2) 封头区域水平横截面积 $S_{顶}$ 计算

封头区域水平横截面积 $S_{顶}$ 为封头区域 S_2 、 S_4 面积之和，可按式 (B.2) 计算：

$$S_{顶} = \sum S_{i顶} = \sum \left[(L_{i-1} + L_i)^2 \times \pi \times \frac{\theta}{1440} \right] \times 10^{-6} \quad (\text{B.2})$$

式中：

$S_{顶}$ ——封头区域水平横截面积， m^2 ；

$\sum S_{i顶}$ ——第 i 个小扇形的面积， m^2 ；

L_{i-1} ——第 $i-1$ 次测量的到罐壁的距离， mm ；

L_i ——第 i 次测量的到罐壁的距离， mm ；

θ ——步进角度， $(^\circ)$ 。

(3) 各高度处水平截面积 S_i 计算

水平横截面积 S_i 为直圆筒区域横截面积与封头区域横截面积之和，可按式 (B.3) 计算：

$$S_i = S_{筒} + S_{顶} \quad (\text{B.3})$$

B.3.3 测量区域累计容积 V_2 计算 [见式 (B.4)]

$$V_2 = \sum_{i=1}^{N-1} \Delta V_i = \sum_{i=1}^{N-1} \left[1/3 \times (S_i + S_{i+1} + \sqrt{S_i \times S_{i+1}}) \times \Delta H \right] \quad (\text{B.4})$$

式中：

V_2 ——测量区域累计容积，L；

S_i ——单层水平截面第 i 层面积， m^2 ；

S_{i+1} ——单层水平截面第 $i+1$ 层面积， m^2 ；

N ——截面总个数；

ΔH ——修正后截面间隔高度，mm。

B.3.4 液位高度 h 处卧式罐的容积 (20 ℃) [见式 (B.5)]

$$V_h = V_1 + V_2$$

(B.5)

式中：

V_h ——液位高度 h 处卧式罐的容积，L；

V_1 ——测量区域最低点以下残留液体容积，L；

V_2 ——测量区域累计容积，L。



$$\begin{bmatrix} 2 & -5 & 4 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 4 & -5 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_0 \\ s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \\ s_5 \\ s_6 \\ s_7 \\ s_8 \\ s_9 \\ s_{10} \end{bmatrix} = 6 \begin{bmatrix} 0 \\ 250 \\ 550 \\ 850 \\ 1\ 150 \\ 1\ 450 \\ 1\ 750 \\ 2\ 050 \\ 2\ 350 \\ 2\ 650 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (C.4)$$

求解该方程，可求得控制点列的横坐标序列：

$$S_i = [-50, 250, 550, 850, 1\ 150, 1\ 450, 1\ 750, 2\ 050, 2\ 350, 2\ 650, 2\ 950]^T$$

同理，可求得控制点列的纵坐标序列：

$$T_i = [-1\ 768, 1\ 876, 6\ 278, 12\ 198, 18\ 639, 25\ 494, 32\ 237, 38\ 580, 44\ 174, 48\ 450, 52\ 067]^T$$

则 11 个控制点坐标分别为 $P_0(-50, -1\ 768)$ 、 $P_1(250, 1\ 876)$ 、 $P_2(550, 6\ 278)$ 、 $P_3(850, 12\ 198)$ 、 $P_4(1\ 150, 18\ 639)$ 、 $P_5(1\ 450, 25\ 494)$ 、 $P_6(1\ 750, 32\ 237)$ 、 $P_7(2\ 050, 38\ 580)$ 、 $P_8(2\ 350, 44\ 174)$ 、 $P_9(2\ 650, 48\ 450)$ 、 $P_{10}(2\ 650, 52\ 067)$ 。将控制点列分别代入式 (C.1)，即可得到一条分段连续的均匀三次 B 样条曲线。要计算曲线上任意一点的横、纵坐标时，只需将控制点列的横、纵坐标和参数 t 的值分别代入式 (C.1) 即可。

附录 D

卧式金属罐检定记录(容量比较法参考格式)

记录编号:

申检单位	检定介质	<input type="checkbox"/> 水 <input type="checkbox"/> 汽油 <input type="checkbox"/> 柴油 <input type="checkbox"/> 其他
罐号	检定状态	<input type="checkbox"/> 首检 <input type="checkbox"/> 复检
制造厂	罐内余液高/mm	液位计: <input type="checkbox"/> 测深钢卷尺:
标称容积 (m ³)	罐内余液体积/L	
检定单位	参照高度/mm	量油口外高/mm
检定依据	检尺点内竖直径/mm	直圆筒钢板厚度/mm
检定员	注液安全高度/mm	
核验员	计划间隔高度/mm	
检定日期	年 月 日	1 编号 <input type="checkbox"/> 2 编号 <input type="checkbox"/> 3 编号 <input type="checkbox"/>

序号	标准金属量器测量数据				卧式罐测量数据				
	1 容积 V _b (L):		2 容积 V _b (L):		3 容积 V _b (L):		液位高度 h/mm		液体温度 t ₂ /°C
	量器液高 mm	液体温度 t ₁ °C	量器液高 mm	液体温度 t ₁ °C	量器液高 mm	液体温度 t ₁ °C	用液位计	用测深 钢卷尺	
1									
2									
3									
4									
5									
7									
8									
9									
10									

附录 E

卧式金属罐检定记录(光电几何测量法参考格式)

记录编号 _____

申检单位		检定依据	
罐号		标称容积	m ³
制造厂名		检定状态	<input type="checkbox"/> 首检 <input type="checkbox"/> 复检
顶板类型	<input type="checkbox"/> 弧形顶 <input type="checkbox"/> 半椭球顶 <input type="checkbox"/> 球缺顶 <input type="checkbox"/> 平顶 <input type="checkbox"/> 圆台顶 <input type="checkbox"/> 圆锥顶		
参照高度/mm:		量油口外高 (mm):	
直圆筒钢板厚度/mm:		检尺点内竖直径 (mm):	
计划间隔高度/mm:		注液安全高度 (mm):	
在现测量罐内液位高度数据			
液位计测得的高度/mm:		液位计编号:	
测深钢卷尺测得的高度/mm:		测深钢卷尺编号:	
罐内余液体积/L:		液体类型:	
检定单位:			
检定员:			
核验员:			
检定日期:	年 月 日		
备注			

附录 F

卧式金属罐检定记录(手动几何测量法外部测量参考格式)

记录编号:

申检单位		检定单位		检定依据								
罐号	制造厂名	圈板焊接类型		□对接 □搭接 □螺旋 □其他								
标称容积 (m ³)	检定状态	检定员		核 验 员								
顶板类型	□弧形顶 □半球顶 □平顶 □圆锥顶	检定日期		年 月 日								
测量位置	顶板 1	第 1 圈板	第 2 圈板	第 3 圈板	第 4 圈板	第 5 圈板	第 6 圈板	第 7 圈板	第 8 圈板	顶板 2		
	直圆筒	1/4	3/4	1/4	3/4	1/4	3/4	1/4	3/4	1/4	3/4	直圆筒
	1											
2												
平均												
测量位置	顶板 1	第 1 圈板	第 2 圈板	第 3 圈板	第 4 圈板	第 5 圈板	第 6 圈板	第 7 圈板	第 8 圈板	顶板 2		
	1											
	2											
平均												
外总长	第 1 次	mm	第 2 次	mm	平均值	mm				mm		
外伸长												

表 (续)

测量位置		顶板 1	第 1 圈板	第 2 圈板	第 3 圈板	第 4 圈板	第 5 圈板	第 6 圈板	第 7 圈板	第 8 圈板	顶板 2		
圈板厚度		1											
		2											
平均													
位置		顶板 0, 1	第 1, 2 板	第 2, 3 板	第 3, 4 板	第 4, 5 板	第 5, 6 板	第 6, 7 板	第 7, 8 板	第 8, 9 板	顶板 9, 2		
1													
2													
平均													
弧形顶过渡曲线测量													
		外弓高				外弦长				其他测量			
左端	1	2	3	4	1	2	3	4	量油口外高		mm		
		平均值			左端			平均值	参照总高		mm		
右端	1	2	3	4	1	2	3	4	检尺点内竖直径		mm		
		平均值			右端			平均值	环境温度		℃		
倾斜测量		左端标高		右端标高		检尺点到液面高端距离					mm		
			mm		mm								

表 (续)

圈板厚度		顶板 1	第 1 圈板	第 2 圈板	第 3 圈板	第 4 圈板	第 5 圈板	第 6 圈板	第 7 圈板	第 8 圈板	顶板 2	
测量位置												
1												
2												
平均												
弧形顶过渡曲线测量												
		内弓高				内弦长				其他测量		
左端	1	2	3	4	平均值	左端	1	2	3	4	平均值	量油口外高
												参照总高
右端	1	2	3	4	平均值	右端	1	2	3	4	平均值	检尺点内竖直径
												环境温度
倾斜测量		左端标高										mm
			mm	右端标高								mm
					mm							mm
												mm

附录 H

检定证书内页参考格式

检定结果及说明

1 检定结果:

外观检查: _____ ;

密封性检查: _____ ;

总容量: _____ m³; 扩展不确定度: _____ % ($k=2$)

测量方法: _____。

2 说明:

2.1 附容量表共 _____ 页。

2.2 本容量表所示为 20 ℃时的容量, 在罐壁温度为 t (以 ℃为单位时, 需按式 (H.1) 计算容量:

$$V_t = V_{20} [1 + 2\alpha(t - 20)] \quad (\text{H.1})$$

式中:

 V_{20} ——容量表示值, m³; α ——罐壁材料的线胀系数, 对于低碳钢取 $\alpha = 0.000\ 012$ (℃⁻¹); t ——罐壁温度, ℃。2.3 罐壁温度 t 可由式 (H.2) 计算:

$$t = [(7 \times t_y) + t_q] / 8 \quad (\text{H.2})$$

式中:

 t_y ——罐内液体温度, ℃; t_q ——罐外四周空气温度的平均值, ℃。

2.4 液位计的温度修正可由式 (H.3) 计算:

$$h_t = h_{20} [1 + \alpha_c(t_y - 20)] \quad (\text{H.3})$$

式中:

 h_t ——温度修正后的液位高度, mm; h_{20} ——液位计长度修正后的示值, mm; α_c ——液位计或测深钢卷尺材料线胀系数, ℃⁻¹。

2.5 罐的装液安全高度按设计要求决定。

2.6 若罐体大修或检定结果受到怀疑时, 需重新进行检定。

附录 I

卧式金属罐容量表参考格式

罐号：

高度/m	容量/m ³	高度/m	容量/m ³	高度/m	容量/m ³

检定单位：

申检单位：

证书编号：

有效日期：

中 华 人 民 共 和 国
国 家 计 量 检 定 规 程
卧 式 金 属 罐 容 量
JJG 266—2018
国 家 市 场 监 督 管 理 总 局 发 布

*

中 国 标 准 出 版 社 出 版 发 行
北 京 市 朝 阳 区 和 平 里 西 街 甲 2 号 (100029)
北 京 市 西 城 区 三 里 河 北 街 16 号 (100045)

网 址 www.spc.net.cn

总 编 室 : (010)68533533 发 行 中 心 : (010)51780238

读 者 服 务 部 : (010)68523946

中 国 标 准 出 版 社 秦 皇 岛 印 刷 厂 印 刷
各 地 新 华 书 店 经 销

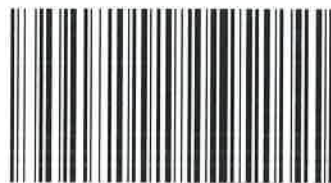
*

开 本 880×1230 1/16 印 张 3.25 字 数 68 千 字
2019 年 6 月 第 一 版 2019 年 6 月 第 一 次 印 刷

*

书 号 : 155066 · J-3374 定 价 45.00 元

如 有 印 装 差 错 由 本 社 发 行 中 心 调 换
版 权 专 有 侵 权 必 究
举 报 电 话 : (010)68510107



JJG 266—2018