



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 168—2005

立式金属罐容量

Vertical Metal Tank Capacity

2005 - 09 - 05 发布

2006 - 03 - 05 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

立式金属罐容量检定规程

**Verification Regulation of
Vertical Metal Tank Capacity**

JJG 168—2005
代替 JJG 168—1987

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2005 年 9 月 5 日批准，并自 2006 年 3 月 5 日起施行。

归 口 单 位：全国流量容量计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

国家大容量第一计量站

国家大容量第二计量站

本规程技术条文由全国流量容量计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

刘子勇 （中国计量科学研究院）

佟明星 （国家大容量第一计量站）

王 丁 （国家大容量第二计量站）

参加起草人：

孙金革 （国家大容量第一计量站）

申建国 （国家大容量第二计量站）

曹 兵 （国家大容量第一计量站）

暴雪松 （中国计量科学研究院）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(3)
4.1 立式金属罐结构	(3)
4.2 立式金属罐用途	(3)
4.3 立式金属罐检定原理	(3)
5 计量性能要求	(3)
5.1 检定结果扩展不确定度要求	(3)
5.2 罐体椭圆度要求	(3)
5.3 罐体倾斜度要求	(3)
6 通用技术要求	(3)
6.1 罐体建造要求	(3)
6.2 参照高度要求	(4)
6.3 计量口下尺槽要求	(4)
6.4 计量板要求	(4)
6.5 罐底板稳定性要求	(4)
6.6 基圆直径测量位置要求	(4)
7 计量器具控制	(4)
7.1 检定条件	(4)
7.2 检定项目	(6)
7.3 检定方法	(6)
7.4 数据处理	(14)
7.5 容量表的编制	(21)
7.6 检定结果处理	(21)
7.7 检定周期	(21)
附录 A 光学垂准仪自校方法	(22)
附录 B 水准仪自校方法	(23)
附录 C 具导轨光学径向偏差测量仪测量方法	(24)
附录 D 双盘式外浮顶测量方法	(27)
附录 E 检定记录参考格式及示例数据	(29)
附录 F 检定证书内页格式及示例计算结果	(36)
附录 G 容量表参考格式(一)及示例计算结果	(37)
附录 H 容量表参考格式(二)	(46)

立式金属罐容量检定规程

本规程等效采用了 OIML 国际建议 No.71 《固定贮存罐的通用要求》、ISO7507.1: 1993 《石油及液体石油产品——立式圆筒形油罐的标定（围尺法）》和 ISO7507.2: 1993 《石油及液体石油产品——立式圆筒形油罐的标定（光学参比线法）》。

1 范围

本规程适用于容量大于 20m^3 的立式金属罐（包括浮顶罐）的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文献

OIML 国际建议 No.71 “Fixed Storage Tanks General Requirements” 固定贮存罐的通用要求

API MPMS Chapter12.1 静态油量计算

ISO 7507.1: 1993 石油及液体石油产品——立式圆筒形油罐的标定（围尺法）

ISO 7507.2: 1993 石油及液体石油产品——立式圆筒形油罐的标定（光学参比线法）

GB/T 13235.1—1991 石油和液体石油产品——立式圆筒形金属油罐容积标定法（围尺法）

GB/T 13235.2—1991 石油和液体石油产品——立式圆筒形金属油罐容积标定法（光学参比线法）

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语

3.1 计量口

在罐顶部进行取样、检尺和测温的开口。

3.2 计量板

位于计量口正下方，检尺时承住量油尺锤的水平金属板。是下计量基准点的定位板。

3.3 上计量基准点（检尺点）

主计量口中下尺槽的垂线与上边沿的交点。也称为检尺点。

3.4 下计量基准点（零点）

通过上计量基准点的自由下垂线与计量板表面的相交点。也称为零点。

3.5 参照高度（检尺点高度）

上计量基准点与下计量基准点之间的垂直距离。

3.6 最小测量容量

在收发作业时，罐所排出或注入的最小液体体积。一般为 2m 液位高度所对应的容

量。

3.7 基圆

为推算其他圈板的周长或直径，需要将某一位置的圆周作为与其他圆周比较的基础，该圆周称为基圆。

3.8 径向偏差

某一圈板半径与基圆半径之差。

3.9 参照水平面

在对罐底和罐内的附件的起止高度进行测量时，由水准仪视准轴水平旋转形成的或由充装液体所形成的水平面。

3.10 底量

罐底最高点水平面以下的容量。

3.11 死量

下计量基准点水平面以下的容量。

3.12 附件体积

影响罐容量的装配附件所占的体积。当其体积使罐的有效容量增加时，称为正体积；当其体积使罐的有效容量减少时，称为负体积。

3.13 标高

由水准仪和标高尺所测量的某一点到参照水平面的高度。

3.14 倒尺

当测量点高度在参照水平面之上时，须将标高尺的零点向上，称为倒尺。

3.15 浮顶（盘）

由金属或其他材料制成的、浮在液体表面上的密封盖。浮顶（盘）可随液体表面的起伏而浮动，当液面降至一定高度时，浮顶（盘）由支柱支撑。

3.16 围尺法

通过钢卷尺直接测量各圈板的周长而得出各圈板直径的方法。若在罐内围尺，也叫内测铺尺法。

3.17 光学垂准线法

由光学垂准仪视准轴形成的垂直基准光线，称为光学垂准线。通过光学垂准线测量径向偏差，称为光学垂准线法。

3.18 全站仪法

用全站仪的电子测角、测距和数据自动处理等功能，来测量各圈板直径、高度等的方法。

3.19 水平测站

沿罐圆周方向设定的径向偏差测量位置。

3.20 垂直测量点

与水平测站相对应，在罐壁垂直方向设定的测量位置。

4 概述

4.1 立式金属罐结构

立式金属罐（包括浮顶罐）是由若干层圈板焊接而成，竖直安装的圆筒形金属罐。由罐底、罐壁、罐顶或浮顶（盘）、计量口、进出管线及其他附件所组成。

4.2 立式金属罐用途

立式金属罐是石油、液体石油产品以及其他液体货物的贸易结算、收发交接的重要计量器具。

4.3 立式金属罐检定原理

立式金属罐的罐体在理想状态下应是一圆筒式，分为若干层，从下至上依次称为第一圈板，第二圈板……第 n 圈板，则每圈板容量 V_i 为

$$V_i = \frac{\pi}{4} d_i^2 h_i \quad (1)$$

式中： d_i ——第 i 圈板的内直径，mm；

h_i ——第 i 圈板的内高，mm；

$i = 1、2、3、\dots、n$ ——为圈板的序号。

若考虑液体静压力引起的罐壁弹性变形的修正值、罐内附件体积、罐底容量和罐体的倾斜修正等，则罐的总容量 V 为

$$V = \sum_{i=1}^n V_i + \Delta V_p + \Delta V_A + \Delta V_B + \Delta V_L \quad (2)$$

式中： ΔV_p ——液体静压力容量修正值；

ΔV_A ——罐内附件的体积，当它的体积使罐的有效容量增加时， ΔV_A 为正值；反之，为负值；

ΔV_B ——罐底容量；

ΔV_L ——罐倾斜的修正值。

5 计量性能要求

5.1 检定结果扩展不确定度要求

容量为 $20\text{m}^3 \sim 100\text{m}^3$ （含 100m^3 ）的立式金属罐，检定后总容量的扩展不确定度为 0.3% （ $k=2$ ）；容量为 $100\text{m}^3 \sim 700\text{m}^3$ （含 700m^3 ）的立式金属罐，检定后总容量的扩展不确定度为 0.2% （ $k=2$ ）；容量为 700m^3 以上的立式金属罐，检定后总容量的扩展不确定度为 0.1% （ $k=2$ ）。

5.2 罐体椭圆度要求

新建罐罐体椭圆度不得超过 1% 。

5.3 罐体倾斜度要求

罐体倾斜度不得超过 1° 。

6 通用技术要求

6.1 罐体建造要求

罐应按照正确的工程规范建造，应符合油罐的相关安全要求；在罐体的明显位置上应有永久性铭牌，铭牌上应注明：油罐名称、规格型号、设备编号、制造厂、建造日期等；罐体应有足够的强度，在正常情况下，不应有影响容量的永久变形；对于浮顶罐，应保证浮顶随液面上下自由移动。

6.2 参照高度要求

无论罐内装液及温度等情况如何变化，参照高度只允许有微小改变，而这种改变对计量不确定度的影响可以忽略不计。

6.3 计量口下尺槽要求

罐的计量口内必须有下尺槽，以确定检尺位置。

6.4 计量板要求

罐必须安装计量板，并使下计量基准点位于计量板上。

6.5 罐底板稳定性要求

罐的地基必须稳定，罐地基与罐底板之间不允许有影响计量不确定度的间隙。

6.6 基圆直径测量位置要求

第一圈板外高或内高的 $3/4$ 上下 100 mm 处为基圆直径测量位置。在其位置上不允许有障碍物存在。

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验。

7.1 检定条件

7.1.1 检定环境要求

检定应在非雨雪天气、风力不大于 4 级、相对湿度不大于 85% 的情况下进行。

7.1.2 检定技术要求

7.1.2.1 新建或改建后的罐必须经水压试验后进行首次检定，其水压试验应将水充装到罐总容量的 80% 以上，稳定时间不少于 72h，排空后进行。后续检定时如果罐内有液体，要求罐内气相温度与液相温度相差不得大于 10°C ，否则应将罐清空或充满后才能进行检定。在检定过程中不允许有收发作业。

7.1.2.2 罐检定一般应连续进行，如受干扰而中断检定也可继续进行，但必须做到：

- a. 检定时与中断前的液体平均温度差和气温差均应在 10°C 以内。
- b. 罐内液面高度应与中断前基本保持一致。
- c. 如仪器和人员发生变化，应进行多点复核测量，以保证中断前后测量结果的连续性。
- d. 中断前的测量记录必须完整清晰。

7.1.2.3 如果罐体变形明显，应在记录中注明，并画出变形部位的草图，还应增加测量点数以达到要求的不确定度。

7.1.3 检定安全要求

7.1.3.1 在整个检定过程中，必须遵守相关的安全规程。

7.1.3.2 进罐测量时，罐内有害气体的浓度必须符合安全规定，并得到申检单位安全

部门的进罐许可。

7.1.3.3 关闭所有进出罐的管线，做到无任何泄漏。

7.1.3.4 使用的电气设备应符合防爆要求。

7.1.3.5 检定人员必须戴好安全帽，认真检查扶梯和罐顶的护栏以及能检查到的其他附着在罐壁或罐顶的附件，确定其是否牢固，以保证检定人员和仪器的安全。

7.1.3.6 检定人员的衣服鞋帽等必须符合有关规定，避免静电与火花的产生。

7.1.3.7 当高空作业人员使用吊架或吊椅时，滑轮、绳子等在安装前要仔细检查，安装后也要检查是否可靠，应使用牢固耐磨的安全带。检定时若要用脚手架，可采用钢管、圆木等材料进行搭接，并应安装牢固。

7.1.4 检定设备

检定设备及主要技术参数见表1和表2。表1中设备必须经检定合格且在检定周期内方可使用。

表1 主要检定设备及技术参数

设备名称	测量范围	准确度等级或最大允许误差	备注
钢卷尺	(0~50) m (0~100) m (0~150) m	2级	钢卷尺检定证书必须有以米为间隔的修正值，使用时必须修正
量油尺	(0~25) m	2级	使用时必须修正
光学垂准仪	(0.9~25) m	在规定的测量范围内(>20m): 分辨力为1mm、垂准单次测量最大误差优于 $\pm 2\text{mm}$	自动补偿
具导轨光学径向偏差测量仪	(0~180) mm	$\pm 2\text{mm}$	——
移动式径向偏差测量仪	(0~300) mm	$\pm 0.3\text{mm}$	与光学垂准仪配套使用
自动安平水准仪	(1~50) m	3"	自动补偿
超声波测厚仪	满足要求	$\pm (1\%L + 0.1)\text{mm}$	使用温度 $-20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$
拉力计	(0~98) N	最小分度值1.96N	——
标高尺	(0~2) m	$\pm 1\text{mm}$	最小分度值1mm，与水准仪配套使用
温湿度计	$-20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 10% RH ~ 90% RH	$\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 7% RH	——
标准金属量器	100L ~ 2000L	0.025%	选用
流量计	满足要求	0.2%	选用
全站仪	1.7m ~ 80m	$(2 + 2 \times 10^{-6}L)\text{mm}$ 注：L是测量距离，单位m	选用
激光测距仪	0.5m ~ 100m	1.5mm	选用

表 2 配套设备

设备名称	型号规格	要求
拉绳	满足要求	质地为棉、麻
钢直尺	500mm ~ 1000mm	3 支
夹尺器	——	——
防爆灯具	符合防爆场所要求	2 个以上
试水（油）膏	——	——
跨越规	满足要求	——
磁性表座	垂直吸力不小于 588N	——
计算机及打印机	满足要求	
容量表计算软件	数学模型必须符合本规程的计算要求	

7.2 检定项目

检定项目见表 3。

表 3 立式金属罐检定项目一览表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观及一般性能的检查	+	+	+
圈板直径测量	+	+	-
各圈板高度、总高及板厚测量	+	+	-
罐底量测量	+	+	-
倾斜测量	+	+	-
罐体椭圆度测量	+	-	-
参照高度测量	+	+	+
内部附件测量	+	+	-
浮顶测量	+	+	-
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 外观及一般性能检查

7.3.1.1 观察罐体的建造情况，应符合 6.1 的要求。

7.3.1.2 检查参照高度，应符合 6.2 的要求。

7.3.1.3 检查罐的计量口，应有下尺槽，应符合 6.3 的要求。

7.3.1.4 检查罐底是否安装计量板，并使下计量基准点位于计量板上，应符合 6.4 的要求。

7.3.1.5 进入罐内，在罐底板上走动，观察罐地基与罐底板之间是否稳定，应符合 6.5 的要求。

7.3.1.6 观察第一圈板外高或内高的 3/4 上下 100 mm 处，在其位置上不允许有障碍物存在，应符合 6.6 的要求。

7.3.2 圈板直径测量

7.3.2.1 围尺法

(1) 位置选取：第一圈板在板高的 3/4 处围尺，其他圈板各围两条圆周，位置分别为：

第一条在圈板板高的 1/4 处；

第二条在圈板板高的 3/4 处；

如果不能在选定位置围尺，可以在靠近这一位置附近测量。

(2) 按选定的围尺位置，在罐壁上用色笔每隔 1.0m ~ 1.5m 画出水平标记作为围尺轨迹，并清除围尺轨迹上影响测量结果的杂物，以保证测量时钢卷尺贴紧罐壁。用磁性表座或其他方法将钢卷尺的尺头固定，沿罐壁放尺，使尺带紧贴罐壁并大致围绕在围尺轨迹附近，用磁性表座固定 5min 左右，使尺带与罐壁达到温度平衡，以消除尺带与罐壁的温差所造成的测量误差。当罐壁的材质为非碳钢等其他材料时，应记录其罐壁温度、材质和线膨胀系数。

(3) 在围尺轨迹上距离竖直焊缝或其他障碍物 300mm 外的地方，在罐壁上用钢针划一条垂直于围尺轨迹的细线作为围尺起点竖线，将钢卷尺的零刻度线与起点竖线重合，用磁性表座或其他方法固定尺带。在距磁性表座不超过 3m 处，使用夹尺器夹住尺带，并用拉力计给尺带施加与尺检定状态下相同的拉力，同时观察尺带零刻度与起点竖线是否发生位移。有位移时需增加磁性表座的数目，重新测量。无位移即以此点作为围尺起点。

(4) 从围尺起点沿围尺轨迹按不超过 3m 的间隔，依次用夹尺器和拉力计沿罐壁的切线方向给尺带施加与尺检定状态下相同的拉力，用磁性表座或其他方法固定尺带，一直到起点，读数估读到 0.5mm。在测量过程中尺带上缘要始终和围尺轨迹对齐。每次围尺过程完毕时，应检查尺带零刻度线是否发生位移，如有位移需重新测量。

(5) 距离第一次围尺起点 300mm 以上建立新起点，按 (3)、(4) 步骤进行第二次测量，两次测量结果应不大于表 4 规定的允差：

表 4 圆周长 (C) 测量允差

$C \leq 100\text{m}$	3mm
$100\text{m} < C \leq 200\text{m}$	4mm
$C > 200\text{m}$	6mm

(6) 如果两次测量结果超过规定的允差，需继续测量一直到连续两次测量结果符合规定的允差，取两次测量的平均值即为该位置的圆周长。

(7) 按 (1) 中所选取的各圈板圆周的位置逐一测量，得出各圈板 1/4 处的外圆周

长 C_F 和 $3/4$ 处的外圆周长 C_E 值。

7.3.2.2 光学垂准线法

(1) 基圆测量

基圆测量包括围尺法和内铺尺法。围尺法见 7.3.2.1, 基圆为第一圈板的 $3/4$ 处, 如该处无法测量, 可选在第二圈板的 $1/4$ 处作为基圆。当无法外测时, 则可进行内部测量, 用内铺尺法测量基圆周长, 其方法如下: 内铺尺法的铺尺位置与围尺法一样, 清除此位置范围内的罐壁障碍物, 画出基圆圆周的轨迹。在距离竖直焊缝大于 300mm 的位置, 用钢针划一条垂直于基圆圆周轨迹的细线作为起点竖线, 将钢卷尺的零刻度线与起点竖线对齐, 尺带的上缘应与圆周轨迹上水平横线的下缘对齐, 将尺带靠在罐壁上, 用磁性表座或其他方法将尺带固定, 用钢直尺依次压紧尺带, 使它同罐壁紧紧贴合。每次压尺长度不大于 1m , 每压紧一次, 就将已经铺好的尺子终端用磁性表座或其他方法固定, 在铺尺过程中, 如发生移动则应在最近的磁性表座之前, 重新铺尺, 直至最初的起点竖线。铺尺至最初的起点竖线后, 读取起点竖线对应的尺带的读数, 估读至 0.5mm 。在起点竖线 300mm 以上的水平位置重新建立起点, 按以上步骤重新测量, 两次测量结果应符合 7.3.2.1. (5) 的要求, 取平均值作为圆周的内周长。

(2) 其他各圈板直径的测量

测量时使用光学垂准仪, 如果条件允许时, 也可采用具导轨光学径向偏差测量仪。具导轨光学径向偏差测量仪测量的方法见附录 C。

a) 水平测站的建立, 根据罐体的变形情况, 确定水平测站数, 其总数应为偶数, 周长小于或等于 100m 时, 相邻水平测站的弧长不得超过 3m , 最小测量点数不得少于 12 点; 周长大于 100m 时, 相邻水平测站的弧长不得超过 4m , 最小测量点数不得少于 36 点。水平测站应沿圆周方向均匀分布, 在垂直方向上距任一竖直焊缝的距离不得小于 300mm , 且不受障碍物影响, 如受影响应适当调整水平测站点。

b) 垂直测量点分别选在基圆圆周的轨迹上和各圈板高度的 $1/4$ 处和 $3/4$ 处。

c) 光学垂准仪使用前应进行自校, 自校方法见附录 A。

d) 将光学垂准仪安装在第一个水平测站处, 在罐顶部固定好滑轮。通过绳子悬挂好移动式径向偏差测量仪, 调整滑轮位置, 使其位于光学垂准仪的正上方。调节光学垂准仪方向, 使目镜中的十字丝横线与标尺刻度线平行, 旋转调焦旋钮使标尺刻度线清晰地呈现于目镜中, 读取数值 (见图 1)。保持光学垂准仪静止不动, 拉绳使移动式径向偏差测量仪按垂直方向向上运动, 停于各圈板的垂直测量点上 (见图 2), 逐一读取各圈板的移动式径向偏差测量仪标尺的读数。第一水平测站上的各垂直测量点逐一测量完成后, 将整套测量设备移至下一水平测站点。按以上步骤逐一测量各水平测站点上全部垂直测量点的径向偏差, 直至全部完成。

当需要内部测量时, 需将滑轮固定在支撑杆上将支杆立于罐内部, 使支撑杆顶端靠于罐壁, 按 7.3.2.2 项中 (2) 进行测量。

7.3.2.3 全站仪法

将仪器稳定安装在罐底或浮盘大约几何中心的三角架上, 调整水平, 输入测量点位置参数, 利用全站仪的电子测角、测距和数据自动处理等功能, 自动测量各圈板直径、

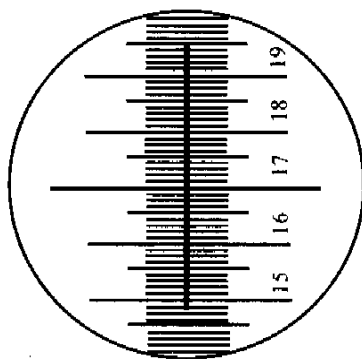


图1 光学水准仪读数示意图

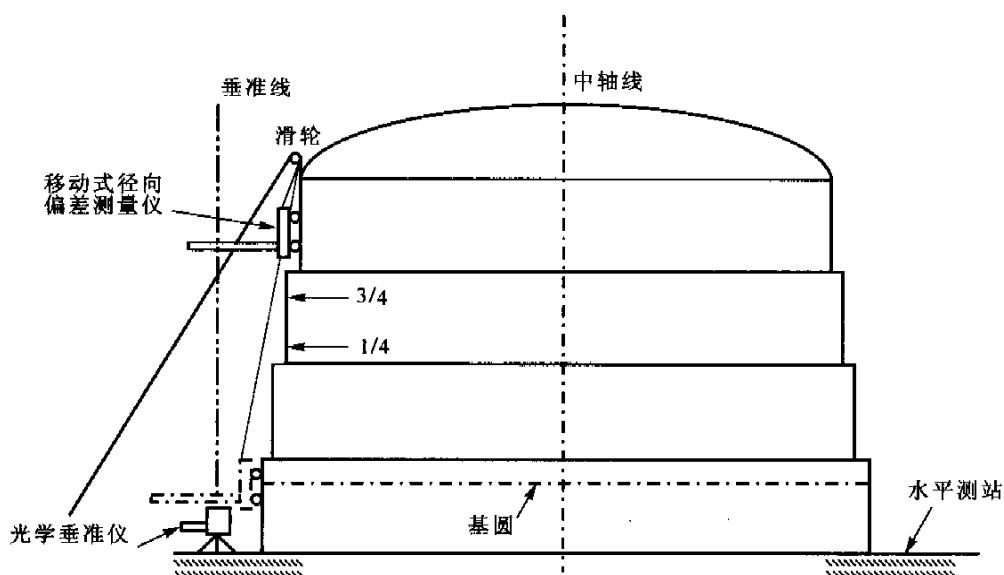


图2 光学水准仪测量径向偏差示意图

高度等。

7.3.3 周长修正测量

在测量周长时，应使用跨越规对围尺轨迹上经过的焊缝或障碍物进行跨越测量，以便对周长进行修正。

7.3.3.1 测量无障碍弧长

在围尺部位选择二个无障碍弧，用跨越规测出二个无障碍弧，记录对应的钢卷尺长度。取二个弧长的平均值作为圆周部位的无障碍弧长。

7.3.3.2 测量有障碍弧长

在钢卷尺越过障碍物的部位，以障碍物作为弧的中心，保持测量无障碍弧长时跨越

规的弦长不变,用其测出有障碍弧长,记录相对应的围尺长度,即是该障碍物的有障碍弧长。

7.3.3.3 圆周修正

测量的无障碍物弧长和有障碍弧长之差,为所测圆周相对该障碍物的跨越修正值。

7.3.4 各圈板高度、总高及板厚测量

7.3.4.1 各圈板高度测量

立式金属罐的焊接结构形式通常有四种,搭接式、对接式、交互式和混合式。沿扶梯依次测得各圈板下水平焊缝中心到上水平焊缝中心的距离,应测两次取平均值,精确到1mm,作为各圈板的外部板高。对有搭接的罐还应测量两圈板之间的搭接高度。各圈板板高测完之后,使用量油尺或激光测距仪测量罐圆筒部分的高度,作为罐的总高,并与各圈板高度之和相比较,若有差值,应对各圈板高度按总高进行修正。

7.3.4.2 各圈板板厚测量

用超声波测厚仪沿扶梯依次测得各圈板厚度。在同一圈板应测两次,精确到0.1mm,取平均值作为该圈板的厚度。当板厚无法测量时,可采用竣工图纸的数据。

7.3.5 罐底量测量

测量方法有容量比较法和几何测量法。在测量中应优先采用容量比较法,在容量比较法条件不具备的情况下,采用几何测量法。对于带液测量的罐,其底量可采用上周期的数据,但应在检定证书上注明:罐底最高点以下不得作为计量容积使用。

7.3.5.1 容量比较法

将水或液体石油产品从标准金属量器或流量计注入到被检定罐内,同时用量油尺测出罐底注入的液面高度,直至液体分别浸没至下计量基准点和罐底最高突起部分,即注入被检定罐中的液体体积分别为死量和底量,下计量基准点的液高为底量高度。

7.3.5.2 几何测量法

(1) 测量点的确定

测量点是在罐底上确定同心圆(I、II、III、…、m)和半径(O—1, O—2、…、O—n, n为半径测量系数)的交点的位置[图3(a)]。测量点的数目由罐的标称容量和它凹凸不平的程度确定,一般情况下测量点数见表5,同心圆到罐底中心的距离按照所分圆环面积相等的条件来确定,各圆环的半径按公式(3)计算。

同心圆环至中心距离:

$$\begin{aligned}
 R_I &= R \sqrt{1/m} \\
 R_{II} &= R \sqrt{2/m} \\
 &\vdots \\
 R_{m-1} &= R \sqrt{(m-1)/m} \\
 R_m &= R
 \end{aligned} \tag{3}$$

式中: R ——第一圈板内半径, mm;

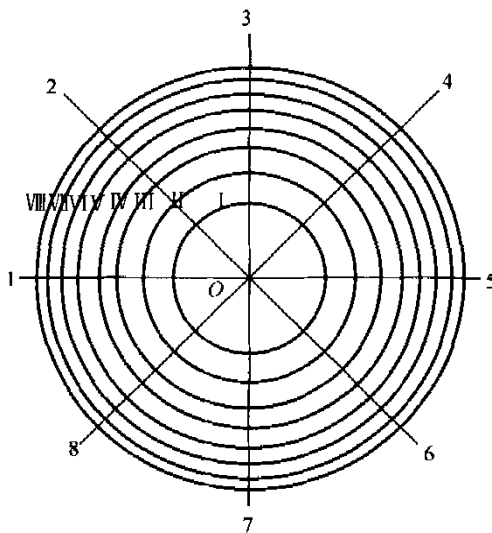
m ——等分圆环的数量。

(2) 测量点标高测量

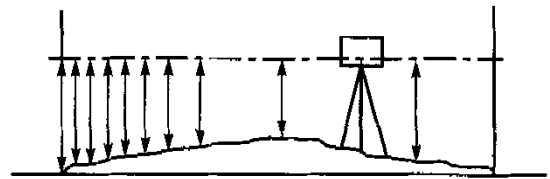
将水准仪架设在罐底靠近中心的稳定点上, 用标高尺逐一直立于各测量点、罐底中心点和下计量基准点上, 由水准仪读出标尺的读数, 记录各测量点的标高 [图 3 (b)]。

表 5 罐底测量点数量

标称容量	m	n
$V \leq 700\text{m}^3$	1	8
$700\text{m}^3 < V \leq 10000\text{m}^3$	8	8
$10000\text{m}^3 < V \leq 50000\text{m}^3$	8	16
$V > 50000\text{m}^3$	16	16



(a) 罐底量测量点分布示意图



(b) 罐底量标高测量示意图

图 3

7.3.6 罐体倾斜测量

罐体倾斜是指罐的中轴线偏离铅垂线的角度, 可以采用水准仪在罐外或在罐内测量。

7.3.6.1 水准仪罐外测量

在罐壁外用色笔画出八个对称方向的标记点, 选取适当位置安平水准仪。将标尺沿标记点立于罐底边沿或第一圈板水平焊缝下沿, 用水准仪在罐的不同方向依次测量各点的标高如图 4 所示。每次移动水准仪后应重复测量上一测站最后一个测量点的标高, 使其能修正到同一水平面, 计算出两对称点的最大差值。

7.3.6.2 水准仪罐内测量

在罐内第一圈板位置用色笔画出八个对称方向的标记点。用水准仪逐次测量罐底边

部八点的标高，计算出两对称点的最大差值。当底量采用几何测量法时，这一数据可采用罐底边部八个对称方向点的测量数据。

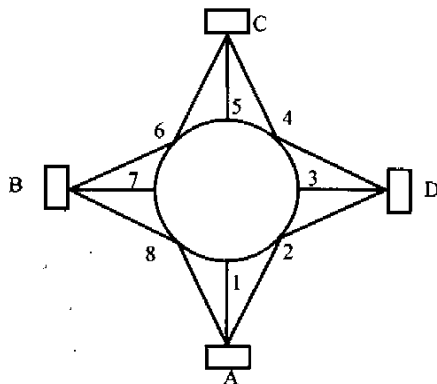


图4 水准仪罐外测量罐体倾斜

7.3.7 椭圆度测量

根据第一圈板的 3/4 处的内周长，将其圆周分成八等份，用钢卷尺或激光测距仪测出两对称点之间的距离即长短直径，长短直径的差值除以基圆直径得罐的椭圆度。

7.3.8 参照高度和液面高度测量

7.3.8.1 参照高度的测量

将量油尺尺锤放入计量口中，使尺带紧贴下尺槽，缓慢放下尺带，让尺带在尺锤的重力作用下垂直下落，尺锤顶部刚好接触到下计量基准点，并确认尺锤直立，此时读取上计量基准点所对应的尺带刻度，即为参照高度。收回尺带按以上步骤重新测量，两次测量之差不得超过 1mm，取平均值作为参照高度。

7.3.8.2 液位高度的测量

将量油尺按 7.3.8.1 测量参照高度的方法下尺，然后缓慢拉出，确定液位的大致位置，在其上下 100mm 范围内涂抹试油膏或试水膏，重新沿下尺槽缓慢放松尺带，当尺锤顶部刚好接触到下计量基准点时，提起尺带，查看试液膏变色线所对应的尺带数值即为液位高度。用干布擦去试液膏重新涂抹，重复测量，两次液位高度之差不得大于 1mm，取第一次测量值作为罐内液位高度。如测量罐内液体实高有困难时，也可用测量空高的方法来确定罐内液位高度。

7.3.9 罐内附件测量

罐内附件一般具有规则的几何形状，测量出其几何尺寸即可求出其体积。同时还需确定各附件的起点高度和止点高度，即测量各附件的最低点和最高点到下计量基准点所在平面的高差。对于不能实际测量的附件，也可采用竣工图纸标注的数据。

7.3.10 浮顶测量

根据浮顶的构造，可分为内浮顶（筒）和外浮顶，外浮顶又分单盘式和双盘式。浮顶测量包括浮顶质量、浮顶最低点和起浮高度，其中浮顶质量测量有容量比较法和几何测量法。

7.3.10.1 内浮顶（筒）测量（见图 5）

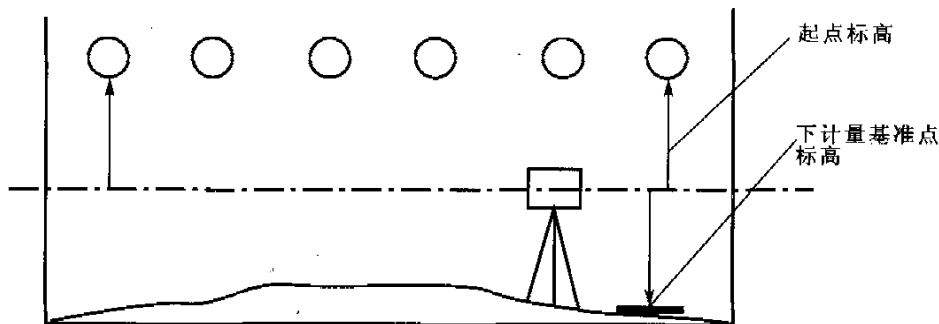


图 5 内浮顶（筒）测量

(1) 浮顶最低点的测量

用水准仪和标高尺测量下计量基准点处标高，用倒尺分别测量 8 个方向浮筒底部的标高，数值最小者为浮顶的最低点。最低点倒尺标高与下计量基准点的标高之和，作为浮顶最低点的高度。

(2) 浮顶质量测量

采用容量比较法，即将一定量的水或石油产品从标准金属量器或流量计中注入到被检定罐中，使其液面位于浮顶的最低点，此时罐内液位高度为 h_0 ，体积为 V_{h_0} ，然后再向被检定罐中注入体积为 V_f 的液体，使浮顶浮起，则此时罐内液位高度为 h ，体积为 V_h 。液位高度用量油尺测量两次，两次之差不得超过 1mm，取其平均值。

如采用容量比较法确有困难时，也可采用竣工图纸标注的浮顶质量。

(3) 起浮高度的测量

根据浮筒的形状，测量其浮筒的外直径、总高度等几何尺寸，计算其起浮高度。

7.3.10.2 单盘式外浮顶测量（见图 6）

(1) 浮顶最低点的测量

将罐周长分成八等份，在此八个半径方向上，用水准仪逐次测量出浮顶船舱内、外沿和单盘上中心积水坑下沿的倒尺标高。以最小倒尺标高值的位置，作为浮顶最低点。最低点倒尺标高与下计量基准点的标高之和，作为浮顶最低点的高度。

(2) 浮顶质量及起浮高度的测量

a) 采用容量比较法测量见 7.3.10.1 (2)。

b) 采用几何测量法：首先测量能随浮顶移动的附件体积，并测量出浮顶的船舱宽、单盘半径、单盘板厚、单盘与船舱连接角铁厚度，然后待浮顶完全起浮后，将水准仪安装在浮顶上部相对稳定的位置，将单盘按等面积分圆环的方法分成八等份，画出标记并测量标高。将单盘上人孔或取样口打开，以能看到液面为宜，测量读取液面标高。测量时船舱上的人员及仪器质量也应做好记录。

7.3.10.3 双盘式外浮顶测量见附录 D。

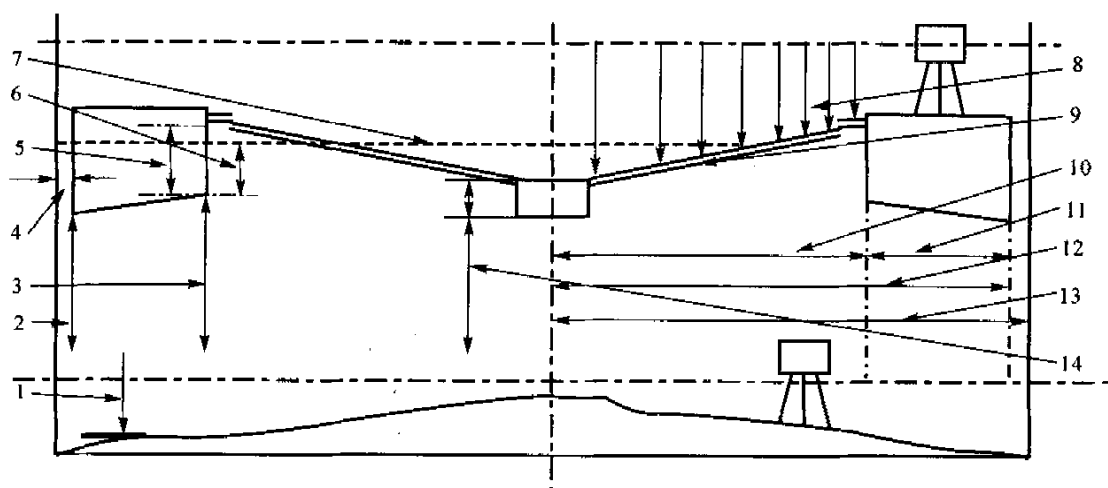


图6 单盘式浮顶测量示意图

- 1—下计量基准点标高；2—船舱外沿标高；3—船舱内沿标高；4—船舱至罐壁距离；5—内沿高；
6—环船体浸没高度；7—液面；8—单盘某一点标高；9—单盘板厚；10—环船体内半径；
11—船舱宽；12—环船体外半径；13—罐的内半径；14—积水坑起点标高

7.4 数据处理

7.4.1 空罐时各圈板内直径的计算

7.4.1.1 当用围尺法测量罐的内直径时，第一圈板内直径（ d_1 ）即为

$$d_1 = \frac{C_{\text{外}} + \Delta l_1 + \Delta l_{R1}}{\pi} - 2\delta_1 \quad (4)$$

式中： d_1 ——第一圈板内直径，mm，保留一位小数；

$C_{\text{外}}$ ——第一圈板 3/4 处的外圆周长，mm；

Δl_1 ——钢卷尺的跨越修正值之和，mm；

Δl_{R1} ——钢卷尺围尺长度的修正值，mm；

δ_1 ——第一圈板平均钢板板厚，mm。

当罐的材质不为碳钢时：

$$C_{\text{外罐}} = C_{\text{外尺}} [1 + (\alpha_{\text{尺}} - \alpha_{\text{罐}})(t - 20)] \quad (5)$$

式中： $\alpha_{\text{尺}}$ ——钢卷尺的线膨胀系数， $1/^\circ\text{C}$ ；当钢卷尺材质为碳钢时

$$\alpha_{\text{尺}} = 0.000012/^\circ\text{C}；$$

$\alpha_{\text{罐}}$ ——罐的线膨胀系数， $1/^\circ\text{C}$ ；

t ——罐壁温度，以环境温度代替， $^\circ\text{C}$ 。

其他各圈板的内直径为

$$d_i = \frac{(C_{i\text{上}} + C_{i\text{下}}) / 2 + \Delta l_i + \Delta l_{Ri}}{\pi} - 2\delta_i \quad (6)$$

式中： d_i ——第 i 圈板的内直径，mm，保留一位小数；

$C_{i上}$ ——第 i 圈板 3/4 处的外圆周长, mm;

$C_{i下}$ ——第 i 圈板 1/4 处的外圆周长, mm;

Δl_i ——第 i 圈板钢卷尺的跨越修正值之和, mm;

$\Delta l_{尺_i}$ ——第 i 圈板钢卷尺围尺长度的修正值, mm;

δ_i ——第 i 圈板平均钢板板厚, mm。

7.4.1.2 用光学垂准仪测量径向偏差的计算

$$\Delta r_i = \frac{F \left(2 \sum_{i=1}^n W_{基} - \sum_{i=1}^n W_{3,i} - \sum_{i=1}^n W_{1,i} \right)}{2n} \quad (7)$$

式中: Δr_i ——第 i 圈板径向偏差, mm, 保留一位小数;

$W_{基}$ ——基圆径向偏差标尺读数, mm;

$W_{3,i}$ ——第 i 圈板 3/4 处的径向偏差标尺读数, mm;

$W_{1,i}$ ——第 i 圈板 1/4 处径向偏差标尺读数, mm;

n ——水平测站数;

F ——常数, 内测时取 -1 , 外测时取 $+1$ 。

当基圆圆周用围尺法测量时, 基圆外直径 $D_{基}$ 为

$$D_{基} = \frac{C_{外} + \Delta l_1 + \Delta l_{尺1}}{\pi} \quad (8)$$

式中: $C_{外}$ ——基圆外圆周长, mm, 材质不同时, 按 7.4.1.1 处理;

各圈板内直径 (d_i) 为

$$d_i = D_{基} + 2\Delta r_i - 2\delta_i \quad (9)$$

式中: $D_{基}$ ——基圆外直径, mm;

Δr_i ——第 i 圈板径向偏差, mm;

δ_i ——第 i 圈板平均板厚, mm。

基圆周长用内铺尺法测量时, 各圈板内直径 (d_i) 为

$$d_i = \frac{C_{内} - \frac{PC_{内}}{E_c S} + \Delta l_1 + \Delta l_{尺1}}{\pi} + 2\Delta r_i \quad (10)$$

式中: $C_{内}$ ——基圆内周长, mm, 材质不同时, 按 7.4.1.1 处理;

P ——检尺时的拉力, N;

E_c ——尺带的弹性模量, $E_c = 2.06 \times 10^7 \text{ N/cm}^2$;

S ——钢卷尺截面积, cm^2 。

7.4.1.3 带液测量各圈板内直径的计算

带液测量时, 因液体静压力的作用, 各圈板直径产生径向增大值 ($\Delta d_{i静}$), 其径向增大值用下式计算:

$$\Delta d_{i静} = \frac{j(h_{液} - B_{基})}{\delta_{基}} \times 10^{-4}$$

$$\Delta d_{i\text{静}} = \frac{j(h_{\text{液}} - B_i)}{\delta_i} \times 10^{-4} \quad (11)$$

式中: $j = \frac{g(\rho - 0.0011)d^2}{2E}$

$\Delta d_{i\text{静}}$ ——基圆内直径的径向增大值, mm;

$h_{\text{液}}$ ——检定时的液面高度, mm;

$B_{\text{基}}$ ——基圆所在水平面到下计量基准点的高度, mm;

$\delta_{\text{基}}$ ——基圆所在圈板的平均板厚, mm;

$\Delta d_{i\text{静}}$ ——第 i 圈板内直径的径向增大值, mm;

B_i ——第 i 圈板中部到下计量基准点距离; 当液体未充满该圈板时, 为该圈板所装液体高度的 1/2 到下计量基准点的高度, mm;

d ——所求圈板储液状态下的内直径, mm;

δ_i ——所求圈板平均板厚, mm;

ρ ——测量时的液体平均密度, g/cm³;

g ——重力加速度, $g = 9.80665\text{m/s}^2$;

E ——圈板的弹性模量, $E = 2.06 \times 10^7\text{N/cm}^2$ 。

则空罐时, 各圈板的内直径为

$$d_i = d_{i\text{实}} - \Delta d_{i\text{静}} \quad (12)$$

式中: $d_{i\text{实}}$ ——实罐下测得的内直径, mm;

$\Delta d_{i\text{静}}$ ——第 i 圈板内直径的径向增大值, mm。

7.4.1.4 全站仪测得各圈板内直径的计算

全站仪测得各圈板内直径, 需按照测量时罐体钢板的温度修正到标准温度 20℃ 下的内直径。

7.4.2 各圈板内高计算 (见图 7)

7.4.2.1 对接式罐圈板内高计算

对接罐的内高等于它的外高, 即

$$h_i = H_i \quad (13)$$

注: 第一圈板的内高是指第一圈板上水平焊缝到下计量基准点的高度。

7.4.2.2 套筒式罐圈板内高的计算

套筒式罐各圈板的内高为本圈板高度减上搭接高再加下搭接高度, 即“减上加下”;

$$h_i = H_i - b_{i+1} + b_{i-1} \quad (14)$$

式中: H_i ——第 i 圈板外高, mm;

b_{i+1} ——第 i 圈板的上搭接高度, mm;

b_{i-1} ——第 i 圈板的下搭接高度, mm。

7.4.2.3 交互式、混合式内高计算

按实际结构形式进行计算。

7.4.3 底量计算

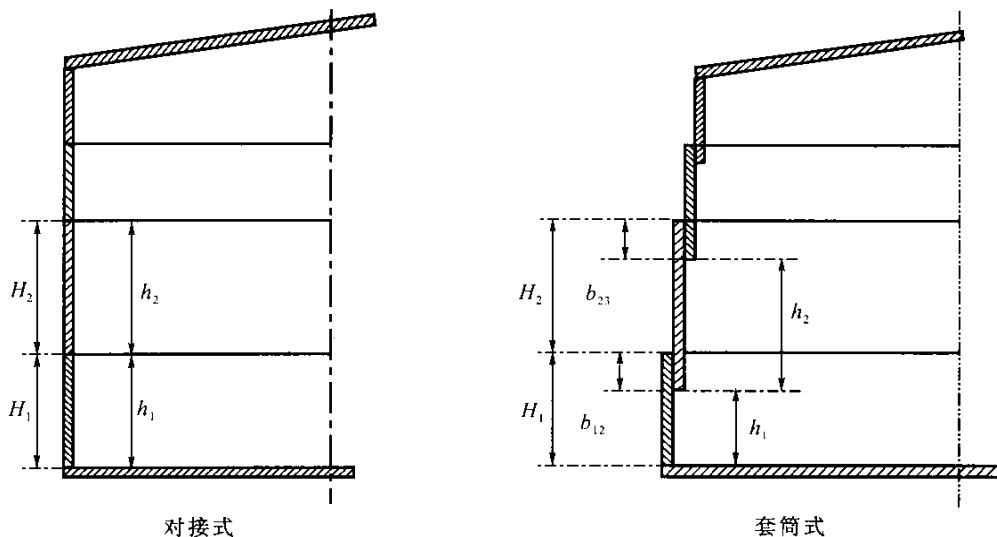


图7 板高测量与计算

7.4.3.1 用容量比较法测量罐底，根据实际测量数据，用线性插值法计算出相应高度容量。注液为水的情况下，注水前后温差小于 10°C 时，可不进行温度修正。

7.4.3.2 用几何测量法测量罐底，其罐底最高点以下容量 (ΔV_B) (如图3) 按下式计算：

$$\Delta V_B = \frac{\pi d^2}{4} \times \left\{ \frac{1}{3mn} \sum_{i=1}^n F_0(h_d, B_{0,i}, B_{\text{基}}) + \frac{7}{6mn} \sum_{i=1}^n F_1(h_d, B_{1,i}, B_{\text{基}}) + \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^n F_2(h_d, B_{2,i}, B_{\text{基}}) + \cdots + \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^n F_{m-1}(h_d, B_{m-1,i}, B_{\text{基}}) + \frac{1}{2mn} \sum_{i=1}^n F_m(h_d, B_{m,i}, B_{\text{基}}) \right\} \times 10^{-6} \quad (15)$$

式中：

ΔV_B ——罐底容量，为高度 h_d 的函数， dm^3 ；

h_d ——编制底量容量表的高度（区间为下计量基准点至罐底最高点），mm；

d ——第一圈板内直径，mm；

$B_{0,i}$ 、 $B_{1,i}$ 、 $\cdots$ 、 $B_{m,i}$ ——各测量点标高，mm；

$B_{\text{基}}$ ——下计量基准点标高，mm；

$F(h_d, B_{m,i}, B_{\text{基}})$ ——自定义函数，定义如下：

$$F(h_d, B_{m,i}, B_{\text{基}}) = \begin{cases} B_{m,i} + h_d - B_{\text{基}} & (B_{m,i} + h_d > B_{\text{基}}) \\ 0 & (B_{m,i} + h_d \leq B_{\text{基}}) \end{cases}, \text{ mm}。$$

当 $m=1$ ， $n=8$ 时，可用下式计算：

$$\Delta V_B = \frac{\pi d^2}{4} \times \left\{ \frac{1}{24} \sum_{i=1}^8 F_0(h_d, B_{0,i}, B_{\text{基}}) + \frac{1}{12} \sum_{i=1}^8 F_1(h_d, B_{1,i}, B_{\text{基}}) \right\} \times 10^{-6}$$

7.4.4 罐体倾斜容量修正的计算

7.4.4.1 用水准仪外测时倾斜角 (β) 的计算

$$\beta = \arctan\left(\frac{|B_{\text{左}} - B_{\text{右}}|_{\text{max}}}{D_{\text{外}}}\right) \quad (16)$$

式中: $B_{\text{左}}$ ——标记点处的水平标高, mm;

$B_{\text{右}}$ ——与 $B_{\text{左}}$ 对应点处的水平标高, mm;

$D_{\text{外}}$ ——测量点所在的圈板外直径, mm。

7.4.4.2 用水准仪内测时, 倾斜角 (β) 的计算

$$\beta = \arctan\left(\frac{|B_{\text{左}} - B_{\text{右}}|_{\text{max}}}{d_{\text{内}}}\right) \quad (17)$$

式中: $d_{\text{内}}$ ——测量点所在的圈板内直径, mm。

7.4.4.3 罐体倾斜容量修正 ΔV_L 的计算

$$\Delta V_L = \frac{\pi}{4} d^2 \left(\frac{1}{\cos \beta} - 1 \right) h \times 10^{-6} \quad (18)$$

式中: ΔV_L ——罐体倾斜容量修正值, dm^3 ;

d ——罐的基圆内直径, mm;

h ——编制容量表的高度, mm。

7.4.5 静压力容量修正计算

$$\Delta V_p = Kh^2 \quad (19)$$

式中: $K = \frac{\pi g (\rho - 0.0011) d^3}{8 E \delta} \times 10^{-4}$;

ΔV_p ——液体充到 h 高度时静压力容量修正值, dm^3 ;

h ——编制容量表的高度, m;

g ——重力加速度, $g = 9.80665 \text{ m/s}^2$;

ρ ——罐内液体平均密度, 编制液体为水的静压力容量修正表时, $\rho = 1.0 \text{ g/cm}^3$;

d ——罐的基圆内直径, mm;

E ——圈板钢材的弹性模量, $E = 2.06 \times 10^7 \text{ N/cm}^2$;

δ ——罐壁的平均板厚, mm;

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^n h_i \delta_i}{\sum_{i=1}^n h_i}$$

h_i ——第 i 圈板的内高, mm;

δ_i ——第 i 圈板平均板厚, mm;

7.4.6 罐内附件的体积 ΔV_A 计算

罐内附件体积按几何形状计算, 在编制容量表时, 应在其起点高度 H_a 与止点高度 H_b 之间平均扣除; 当它的体积使罐的有效容量增加时则应平均增加。

罐内附件的起止点高度用下式计算:

$$\text{起点高度} \quad H_a = B_{\text{基}} - B_{\text{起}} \quad (20)$$

$$\text{止点高度} \quad H_b = B_{\text{基}} - B_{\text{止}} \quad (21)$$

式中: $B_{\text{基}}$ ——下计量基准点处标高, mm;

$B_{\text{起}}$ ——附件起点标高, mm;

$B_{\text{止}}$ ——附件止点标高, mm。

7.4.7 浮顶计算

7.4.7.1 内浮顶计算

(1) 浮顶的质量计算

a) 浮顶浮起时浸没于液体的体积为

$$V_{\text{浸}} = (V_b - V_a) - V_F \quad (22)$$

式中: V_b ——液位高度为 h_b 时被检罐的容量, dm^3 ;

V_a ——液位高度为 h_a 时被检罐的容量, dm^3 ;

V_F ——液高在 h_a 至 h_b 之间注入的液体体积, dm^3 。

b) 浮顶的质量

$$M = V_{\text{浸}} \rho \quad (23)$$

式中: ρ ——罐内液体的密度, g/cm^3 。

(2) 浮顶起止点高度计算

a) 浮顶浸没高度计算:

$$V_{\text{浸}} = M / \rho \quad (24)$$

$$V_{\text{总}} = \frac{\pi}{4} D^2 L \times 10^{-6} \quad (25)$$

$$H_{\text{浸}} \approx DV_{\text{浸}} / V_{\text{总}} \quad (26)$$

式中: $V_{\text{浸}}$ ——浮顶的浸没体积, dm^3 ;

$V_{\text{总}}$ ——浮筒的总体积, dm^3 ;

$H_{\text{浸}}$ ——浮筒的浸没高度, mm;

D ——浮筒的外直径, mm;

L ——浮筒的总长度, mm。

当浸没高度偏离浮筒中心位置较大时, 应采用圆筒的弓形面积计算浸没高度。

b) 浮顶起止点高度计算

$$\text{浮顶起点高度:} \quad H_{\text{起}} = B_{\text{基}} + B_{\text{倒}} \quad (27)$$

$$\text{浮顶止点高度:} \quad H_{\text{止}} = H_{\text{起}} + H_{\text{浸}} + A \quad (28)$$

式中: $B_{\text{基}}$ ——下计量基准点处标高, mm;

$B_{\text{倒}}$ ——浮顶最低点倒尺标高, mm;

$H_{\text{浸}}$ ——浮顶浸没高度, mm;

A ——为确保浮顶正常起浮所设定的高度区间, 一般取 $A = 50\text{mm}$ 。

7.4.7.2 单盘式外浮顶计算

(1) 浮顶质量测量采用容量比较法时, 计算见式 (22)、(23)。

(2) 几何测量法计算

a) 浮顶浸没体积的计算

① 浸没高度计算

三角旋转体浸没高度:

$$H_{\Delta} = B_{\text{内}} - B_{\text{外}} \quad (29)$$

式中: $B_{\text{内}}$ ——船舱的内沿标高平均值, mm; $B_{\text{外}}$ ——船舱的外沿标高平均值, mm。

环船体浸没高度:

$$H_{\text{环}} = H_{\text{内}} - (B_{\text{液}} - B_{\text{g}} - \delta_{\text{角}}) \quad (30)$$

式中: $H_{\text{内}}$ ——浮顶船舱的内沿高的平均值, mm; $B_{\text{液}}$ ——在浮顶上测得的液体标高平均值, mm; B_{g} ——浮顶上测得的单盘边部标高平均值, mm; $\delta_{\text{角}}$ ——单盘与船舱连接的角铁厚度, mm。

② 浸没体积计算

三角旋转体浸没体积:

$$V_{\Delta} = \frac{\pi}{3} H_{\Delta} (2r_1^2 - r_2^2 - r_1 r_2) \times 10^{-6} \quad (31)$$

式中: r_1 ——环船体外半径, mm; r_2 ——环船体内半径, mm; H_{Δ} ——三角旋转体高度, mm。

环船体浸没体积:

$$V_{\text{环}} = \pi H_{\text{环}} (r_1^2 - r_2^2) \times 10^{-6} \quad (32)$$

单盘浸没体积:

按式(15)的计算方法计算 $V_{\text{单}}$, 但各点的标高需先加上相应的板厚, h 取 0, $B_{\text{基}}$ 取 $B_{\text{液}}$ 。

浮顶附件浸没体积:

 $V_{\text{附}}$ 按罐内附件计算方法计算体积即可, 并确定它们的起止点。

浮顶浸没体积:

$$V_{\text{浸}} = V_{\text{单}} + V_{\text{环}} + V_{\Delta} + V_{\text{附}} \quad (33)$$

b) 浮顶质量的计算:

$$M = V_{\text{浸}} \rho \quad (34)$$

式中: M ——浮顶质量, kg; $V_{\text{浸}}$ ——浮顶浸没体积, dm^3 ; ρ ——罐内液体的平均密度, g/cm^3 。

c) 起止点高度计算

三角旋转体的起点:

$$H_{\Delta\text{起}} = B_{\text{基}} + B_{\text{外}} \quad (35)$$

式中： $B_{基}$ ——下计量基准点处标高，mm；

$B_{外}$ ——船舱外沿倒尺标高平均值，mm。

三角旋转体的止点：

$$H_{\Delta止} = B_{基} + B_{内} \quad (36)$$

式中： $B_{内}$ ——船舱内沿标高平均值，mm；

环船体的起点：

$$H_{环起} = B_{基} + H_{内} \quad (37)$$

环船体的止点：

$$H_{环止} = B_{基} + B_{内} + H_{环} \quad (38)$$

式中： $H_{环}$ ——环船体的浸没高度，mm。

单盘的起点：

$$H_{盘起} = B_{基} + B_{积} + H_{积} \quad (39)$$

式中： $B_{积}$ ——中心积水坑下沿倒尺标高，mm；

$H_{积}$ ——中心积水坑的高度，mm。

单盘的止点：

$$H_{盘止} = B_{基} + B_{内} + H_{环} \quad (40)$$

浮顶起点：三角旋转体和单盘等倒尺测量数据中的最小数值处为浮顶起点，单位为mm。

浮顶止点：单盘止点 $H_{盘止} + 50$ 为浮顶止点，单位为mm。

7.5 容量表的编制

7.5.1 容量表的高度最小分度为毫米，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，对应的容量为死量。不得在容量表中直接将浮顶的浸没体积扣除，浮顶起点至浮顶止点之间的液位高度不得作为计量交接使用。静压力容量修正表应按密度为 1g/cm^3 的液体单独编制，使用时按实际密度进行修正。

7.5.2 容量表应使用计算机软件编制，其软件的数学模型必须符合本规程的计算要求，并经验证无误后方可使用。示例见附录 E、附录 F 和附录 G。

7.6 检定结果处理

7.6.1 经检定符合本规程要求的立式金属罐，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 F。

7.6.2 经检定，不符合本规程要求的立式金属罐，发给检定结果通知书，并注明不合格项目，其内页格式同检定证书内页格式，不得作为计量罐使用。

7.7 检定周期

立式金属罐检定周期：首次检定一般不超过 2 年，后续检定一般不超过 4 年。若罐体发生严重变形、大修后或检定结果受到怀疑时，须按照首次检定的要求进行检定。

附录 A

光学垂准仪自校方法

A.1 外观检查

外表以及接合部、密封处是否良好，光学部件表面是否清洁，不应有污迹、脱胶、脱膜等现象。各运动机构应转动灵活，不应有松动、卡滞等影响操作的现象。

A.2 内部检查

目镜读数视场内亮度应足够且均匀，目镜分划线成像清晰，调节望远镜目镜时，镜内影像应无晃动。

A.3 绝对垂直的确认

使用调整旋钮调整水准器使之气泡居中，然后将仪器旋转 180° ，确认水准器中的气泡仍居中，如出现偏差需进行调整。

设定观测点：将仪器设置水平，将标靶尺设置在被测物体最高点。

检查垂直补偿装置：按下补偿装置按钮，标尺图像经短暂晃动后仍回到原处，表明垂直补偿装置正常。

检查绝对垂直：首先进行正观测，以目镜十字线中心对准标靶尺刻度，读取数据，接着将仪器旋转 180° 进行反观测，读取标靶尺刻度，两次读数之差应不大于 1mm 。

A.4 对于光学垂准仪各部分自校时超差，但经调整后合格可继续使用；对于自校时超差经调整后仍达不到要求，应进行维修，并经重新检定合格后方可使用。

附录 B

水准仪自校方法

B.1 外观检查

查看仪器外表及仪器密封性能是否良好，光学部件表面是否清洁，不应有脱胶、脱膜等现象。各运动机构应转动灵活，不应有松动、卡滞等影响操作的现象。仪器安装牢固，目镜十字丝分划线应成像清晰。调整望远镜目镜时，镜内影像应无明显晃动现象。查看自动安平补偿机构应能正常工作。

B.2 内部检查

B.2.1 圆水准器轴平行于竖轴的校验

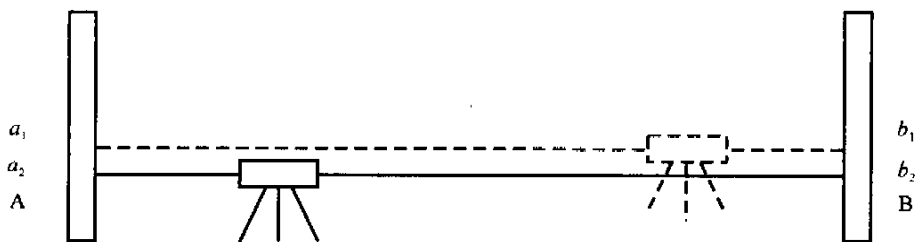
转动调整旋钮使圆水准器气泡居中，然后将望远镜旋转 180° ，如气泡仍居中，则圆水准器轴线平行于竖轴，如果气泡产生偏移则需要校正。

B.2.2 目镜十字丝的校验

置平仪器使目镜十字丝的横丝一端对准距仪器约 40m 处的一固定点，用微动手轮使目镜在水平方向缓慢转动，观察十字丝横丝是否总在该点上，如果不在该点上说明十字丝倾斜了，必须进行校正。

B.2.3 i 角的校验

见图 B.1，在相距约 50m 的两点处，树立标尺 A、B，将仪器置于两标尺联机之中点，整平仪器，用望远镜在 A、B 标尺上各照准读数两次，设 A、B 标尺上两次读数的平均数为 a_1 、 b_1 ，将仪器移至一端标尺距 2m ~ 3m 处，整平仪器，用望远镜在 A、B 标尺上各照准读数两次，这时 A、B 标尺上的两次读数平均数为 a_2 、 b_2 ，如 $a_1 - b_1 = a_2 - b_2$ 说明 i 角符合要求，如不相等，必须进行校正。

B.1 i 角的校验示意图

B.2.4 对于水准仪各部分自校时超差，但经调整后合格可继续使用；对于自校时超差经调整后仍达不到要求，应进行维修，并经重新检定合格后方可使用。

附录 C

具导轨光学径向偏差测量仪测量方法

C.1 具导轨光学径向偏差测量仪结构及测量原理

C.1.1 具导轨光学径向偏差测量仪是由基座轴系、导轨转动系、照准部及智能运算器(选件)等四部分组成(见图 C.1)。照准部包括望远镜、垂直度盘和读数显微镜三部分,安装在滑动导轨上沿固定导轨移动,以望远镜视准轴的平行移动来测量罐的径向偏差,移动距离由游标尺读出。望远镜视准轴与导轨移动方向垂直,并随着望远镜的上下转动扫出的是一个垂直光学平面。智能运算器随着现场测量可以算出被测罐体各圈板的高度和各测点对应的天顶距,并能计算出径向偏差测量结果的平均值。

C.1.2 测量原理如图 C.2 所示。图中 A 点为罐的基本直径 AA'上的一点, B 点是与 A 点位于同一垂线上的被测径向偏差 r_{i-1} 某圈板上的测点,由于望远镜视准轴回转构成的平面与滑动导轨移动方向垂直,若先瞄准 A 点,移动滑动导轨使视准轴再瞄准 B 点,则视准轴平行移动的距离即为所求的径向偏差 r_{i1} 。

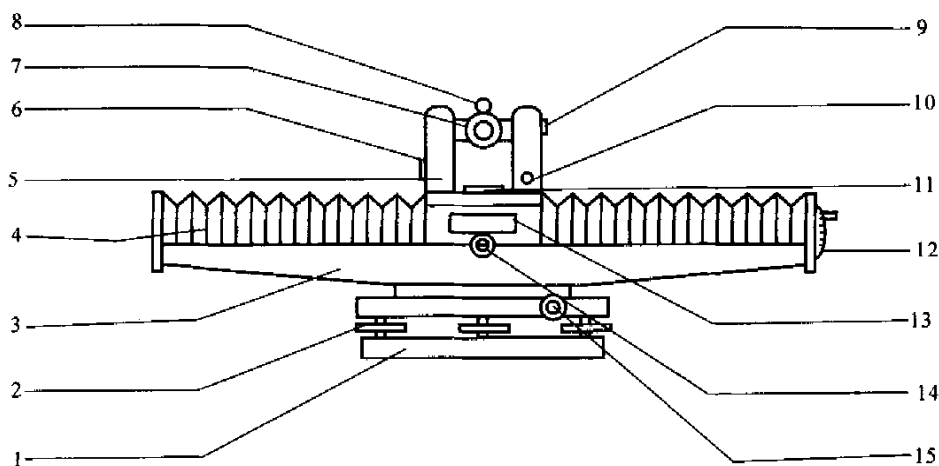


图 C.1 具导轨光学径向偏差测量仪结构原理图

- 1—基座; 2—调平螺旋; 3—导轨系; 4—防尘罩; 5—光学垂直度盘; 6—进光反射镜;
7—望远镜, 读数显微镜; 8—粗瞄器; 9—望远镜控制手轮; 10—望远镜微调手轮;
11—长水准器; 12—丝杠手轮; 13—容栅数显器; 14—智能器接口; 15—锁紧手轮

C.2 测量方法

C.2.1 选取测站

首先根据罐的测点观察大致定出仪器放置的位置, 使在测站点不挪动仪器, 即可对罐的左右两条垂线上各测点进行径向偏差测量。

C.2.2 安置三角架

将三角架安置在测站点, 使其高度与人体的观测高度相适应, 并尽量使架面水平,

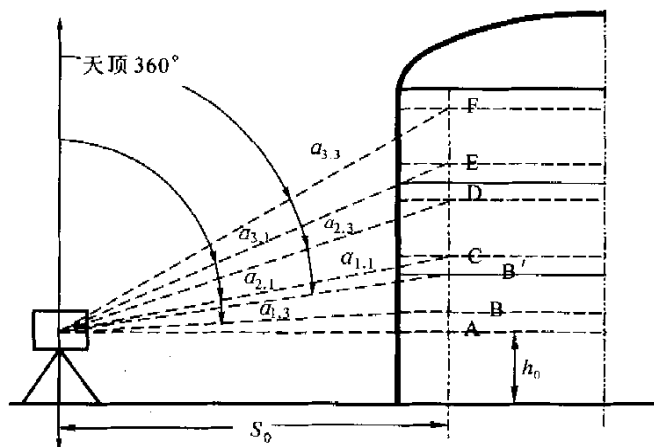


图 C.2 测量定位示意图

角架安置牢固，防止在观测过程中发生变动。若地面是水泥或其他硬质地面而脚尖无法插入，则可利用三向定位平面架（平放在地面上），将三角架的三个脚尖插入它的三个定位孔中。

C.2.3 仪器基座与三角架的联结

将基座放置在三角架面上，通过拧紧中心螺旋手把将二者联结在一起，等仪器调平后再拧紧中心螺旋。

C.2.4 整平仪器

根据被测径向偏差最大值和测定方向，确定照准部在导轨上的位置，松开基座锁紧手轮转动仪器，使望远镜的上长水准器与基座两个调平螺旋的连线平行，以相反方向同时转动两个调平螺旋，使气泡居中。先后将仪器旋转 90° 使水准仪垂直于该两调平螺旋的连线，转动第三个调平螺旋使气泡居中，如此反复多次，直至旋转到任何位置上气泡最大偏离值不超过 $1/3$ 格为止。

C.2.5 测点定位

确定罐的被测圈板截面圆上各个测点的位置，以便准确测量测点的径向偏差，其原理如图所示，将仪器置于某一测站调平（仪器在盘右情况下使用）以水平切线方向瞄准被测垂线的 A 点，旋转望远镜以其视准轴瞄准 1—2 圈板焊缝与 A 处于同一垂线上的 B' 点，量取 AB' 之长度，求出仪器距被测罐垂线的水平距离 (S'_0)：

$$S'_0 = AB' \tan (360^\circ - \alpha_1) \quad (\text{C.1})$$

式中： α_1 ——仪器相应焊缝 B' 点的天顶距。

$$\text{各测点相应的天顶距为} \quad \alpha_{ij} = 270^\circ + \arctan \frac{h_{ij} - h_0}{S'_0} \quad (\text{C.2})$$

式中： h_0 ——水平测点 A 距罐底的距离，mm；

h_{ij} ——第 i 圈板测点至罐底的高度，mm；由圈板累计高度来确定， $j = 1、3$ ，分别代表第 i 圈板 $1/4$ 和 $3/4$ 处的高度。

C.2.6 径向偏差测量

径向偏差的测量在测点定位之后的各测站上进行。以仪器的视准轴瞄准被测垂线基圆上的测点，将此时仪器的显示器读数复零，根据公式 (C.2) 计算各测点相应的天顶距 α_{ij} ，移动滑动导轨，让视准轴由下至上依次瞄准其他各测点，则视准轴平行移动的距离即为所求各测点的径向偏差（平行移动的距离以容栅技术数字化显示），然后旋转仪器，对罐右（左）侧垂线上的各测点进行同样操作。用以上方法，在不同测站上对各垂线上的测点进行径向偏差测量。

C.3 内直径计算

被测圈板 1/4 和 3/4 高度处的径向偏差平均值 r_{i1} 和 r_{i3} 分别为

$$r_{i1} = \frac{\sum r_{i1右} - \sum r_{i1左}}{n_{右} + n_{左}} \quad (C.3)$$

$$r_{i3} = \frac{\sum r_{i3右} - \sum r_{i3左}}{n_{右} + n_{左}} \quad (C.4)$$

式中： $n_{右}$ ——右侧测量点数；

$n_{左}$ ——左侧测量点数。

第 i 被测圈板 1/4 和 3/4 处的内径 d_{i1} 和 d_{i3} 即为

$$d_{i1} = \frac{C}{\pi} + 2r_{i1} - 2\delta_i \quad (C.5)$$

$$d_{i3} = \frac{C}{\pi} + 2r_{i3} - 2\delta_i \quad (C.6)$$

由此得出第 i 圈板的平均内直径 d_i 为

$$d_i = \frac{d_{i1} + d_{i3}}{2} = \frac{C}{\pi} + r_{i1} + r_{i3} - 2\delta_i \quad (C.7)$$

式中： C ——基圆外周长，mm；

δ_i ——第 i 圈板板厚，mm。

附录 D

双盘式外浮顶测量方法

D.1 浮顶最低点的测量

在浮顶下部八个对称的半径方向上,用水准仪逐次测量浮顶船舱下部外沿至中心点的倒尺标高,以最小倒尺标高值,作为浮顶最低点标高。最低点倒尺标高与下计量基准点的标高之和,作为浮顶最低点的高度。

D.2 浮顶质量及起浮高度的测量:

(1) 采用容量比较法测量见 7.3.10.1 (2)。

(2) 采用几何测量法 (图 D.1)

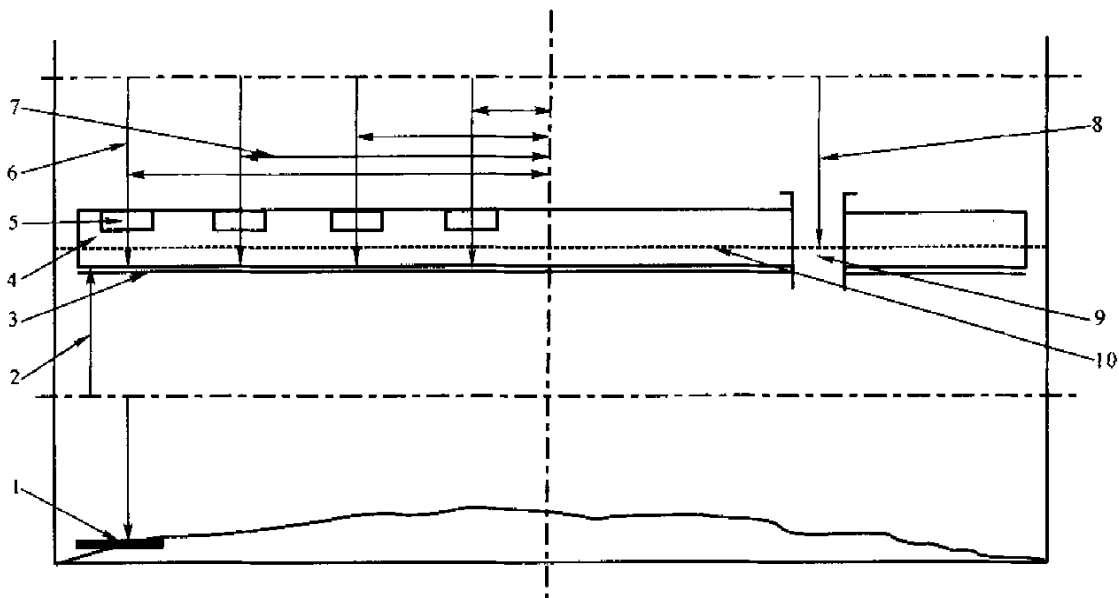


图 D.1 双盘式外浮顶测量示意图

1—下计量基准点；2—浮顶最低点倒尺标高；3—浮顶船舱底板；4—双盘式外浮顶；5—船舱舱口；
6—船舱底板标高；7—舱口至浮顶中心半径；8—液面标高；9—人孔或取样孔；10—液面

a) 浮顶半径测量

在浮顶上部,按 8 个对称方向测量出半径,取其平均值作为浮顶半径。

b) 浮顶的起浮高度测量

当罐内液体使浮顶完全起浮后,在浮顶上稳定位置处安装好水准仪,将浮顶上各船舱的舱口全部打开,标尺通过舱口垂直立于船舱底板上,用水准仪读取各舱口底板标高。按照舱口沿半径方向距离的不同,将浮顶分为多个圆环,每一圆环进行多点测量,取其平均值作为此环的标高,同时用钢卷尺或激光测距仪测量每环与浮顶圆心之间的距离。

打开取样口或人孔,将标尺零点紧贴在液体表面,使标尺垂直,用水准仪读取液面标高数值,重复测量两次,两次之差不得大于1mm;更换标高尺位置,再次测量液面标高,与上次测量平均值之差不得大于2mm,取不同位置测量的液面标高的平均值。

c) 浮顶底板钢板厚度的测量

调整好超声波测厚仪,测量浮顶底板钢板的厚度,测量多点取平均值。

d) 人员、仪器设备质量

将测量浮顶起浮高度时在浮顶上的人员、仪器设备的质量做好记录。

D.3 浮顶的计算

(1) 浸没深度计算:

$$h_{\text{浸}i} = B_i + \delta_{\text{浮}} - B_{\text{液}} \quad (\text{D.1})$$

式中: $h_{\text{浸}i}$ ——各舱口分割圆环浸没深度, mm;

B_i ——同一圆环各测点标高平均值, mm;

$\delta_{\text{浮}}$ ——浮顶底板的平均板厚, mm;

$B_{\text{液}}$ ——液面标高平均值, mm。

(2) 浸没体积计算

$$V_{\text{浸}i} = \pi \left[\left(\frac{R_{i+1} + R_i}{2} \right)^2 - \left(\frac{R_i + R_{i-1}}{2} \right)^2 \right] h_{\text{浸}i} \quad (\text{D.2})$$

$$V_{\text{浸}} = \sum V_{\text{浸}i} \quad (\text{D.3})$$

式中: $V_{\text{浸}}$ ——浮顶浸没体积, dm^3 ;

$V_{\text{浸}i}$ ——浮顶中各环的浸没体积, dm^3 。

(3) 浮顶质量计算

$$M = V_{\text{浸}} \rho \quad (\text{D.4})$$

式中: M ——浮顶质量, kg;

$V_{\text{浸}}$ ——浮顶浸没体积, dm^3 ;

ρ ——罐内液体的平均密度, g/cm^3 。

(4) 浮顶起止点计算

$$\text{浮顶起点: } H_{\text{起}} = B_{\text{基}} + B_{\text{浮}} \quad (\text{D.5})$$

式中: $H_{\text{起}}$ ——浮顶的起点高度, mm;

$B_{\text{基}}$ ——下计量基准点标高, mm;

$B_{\text{浮}}$ ——浮顶最低点的倒尺标高, mm。

$$\text{浮顶止点: } H_{\text{止}} = H_{\text{起}} + h_{\text{浸}} + 50 \quad (\text{D.6})$$

式中: $H_{\text{止}}$ ——浮顶的止点高度, mm;

$h_{\text{浸}}$ ——各圆环浸没深度的平均值, mm。

附录 E

检定记录参考格式及示例数据

立式金属罐罐体检定记录 (单位: mm)

客户名称: 罐号: 检定日期: 年 月 日

检定证书编号		023076		径向差方法: 光学垂准仪		简图: 									
立式罐 ☐ 内浮顶罐 ☒ 外浮顶罐 ☐		初检 ☐ 复检 ☒													
汽油 ☒ 柴油 ☐ 化工品 ☐ 其他 ☐		油品密度/(g/cm³)		0.73											
钢卷尺编号		5529		钢卷尺修正值				+4.1							
量油尺编号		012		量油尺修正值				-0.4							
径向差测量点数		18		径向差测量点距		2974									
总高		14775		参照高度		15839		油品高度	0		修正后参高	15839			
第 1 圈板 1240 处 (内、外/) 圆周长						第 圈板 处 (内、外) 圆周长									
第一次		第二次		焊缝修正		净圆周长		第一次		第二次		焊缝修正		净圆周长	
53529		53529		0		53533.1									
圈板序号		圈板外 (内) 高		搭接高度		圈板净高		圈板厚度		圆周 (内直径)					
12				—											
11				—											
10		1497		—		1497 + 5		5.0		17015.1					
9		1462		—		1462 + 1		5.0		17014.1					
8		1456		—		1456 + 1		5.0		17015.1					
7		1462		—		1462 + 1		5.0		17017.6					
6		1479		—		1479 + 1		5.0		17019.5					
5		1463		—		1463 + 1		6.0		17019.3					
4		1462		—		1462 + 1		6.0		17021.9					
3		1460		—		1460 + 1		8.0		17018.3					
2		1452		—		1452 + 1		8.0		17017.7					
1		1568		板高修正		1532 + 1		10.0		17020.1					
				- 36											

检定负责人: 检定员: 记录人: 计算人: 审核人:

立式金属罐底部检定记录 (单位: mm)

客户名称: 罐号: 检定日期: 年 月 日

计量基准点标高 = 86.4		计量基准点标高 - 边部标高平均值 = - 36							
圆序号 距离 半径 序号	0	I IX	II X	III XI	IV XII	V XIII	VI XIV	VII XV	VIII XVI
	0	3009	4255	5211	6018	6728	7370	7960	8510
0 - 1	809	855	899	895	914	935	905	900	926
0 - 2	809	872	892	920	924	918	897	886	919
0 - 3	809	816	835	879	874	878	867	869	901
0 - 4	809	861	866	864	847	832	828	855	885
0 - 5	809	835	874	891	887	885	854	858	872
0 - 6	809	838	856	882	875	857	842	852	881
0 - 7	809	844	894	895	905	903	888	885	899
0 - 8	809	827	865	879	892	900	881	879	916
0 - 9									
0 - 10									
0 - 11									
0 - 12									
0 - 13									
0 - 14									
0 - 15									
0 - 16									

倾斜度测量	a_1	A_2	椭圆度测量	a	B	罐内标高测量	加热器起点标高	—	容量法底量测量	死量
	926	872		17021	17002		加热器起点高	—		—
	919	881		17032	17019		加热器止点标高	—		底量
	901	899		16993	17007		加热器止点高	—		—
	885	916		17010	17015		浮子标高(反尺)	594 (R)		制表高度
	倾斜角 α	0.18°		椭圆度	0.2%		浮顶起点高	—		55

检定负责人: 检定员: 记录人: 计算人: 审核人:

立式金属罐径向偏差（内、外）测记录（单位：mm）

客户名称：

罐号：

检定日期：

年 月 日

测量点 位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合计	平均
1 圈板上	455	456	455	457	455	452	454	453	461	460		
2 圈板下	452	452	448	454	455	450	447	447	452	451		
2 圈板上	452	454	450	457	454	450	447	444	452	449		
3 圈板下	448	446	451	460	454	448	448	438	452	454		
3 圈板上	452	443	446	459	455	448	444	431	454	448		
4 圈板下	478	465	452	461	462	448	443	427	446	441		
4 圈板上	476	460	452	458	462	445	435	426	452	447		
5 圈板下	479	462	441	462	460	447	439	422	453	452		
5 圈板上	480	462	440	461	461	445	438	418	452	447		
6 圈板下	489	466	449	449	464	440	428	419	450	439		
6 圈板上	489	471	449	456	466	441	429	417	448	443		
7 圈板下	482	470	451	455	465	442	435	414	461	441		
7 圈板上	482	470	453	456	463	438	412	416	440	430		
8 圈板下	487	470	454	459	465	439	416	410	442	423		
8 圈板上	492	473	451	457	459	437	412	413	442	417		
9 圈板下	496	474	454	460	463	437	413	411	440	415		
9 圈板上	496	473	452	460	461	433	411	406	435	408		
10 圈板下	497	476	455	463	463	431	413	407	437	406		
10 圈板上	501	479	455	461	470	435	410	403	442	409		
11 圈板下												
11 圈板上												
12 圈板下												
12 圈板上												
13 圈板下												

检定负责人：

检定员：

记录人：

计算人：

审核人：

立式金属罐径向偏差（内、外）测记录（单位：mm）

客户名称：

罐号：

检定日期：

年 月 日

测量点 位 置	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	合计	平均
1 圈板上	459	458	455	455	456	456	460	457			8214	8214.0
2 圈板下	458	447	444	450	450	457	468	454			8136	8156.5
2 圈板上	462	440	437	463	470	468	472	456			8177	
3 圈板下	455	439	439	462	481	465	479	465			8184	8162.0
3 圈板上	453	441	433	450	467	466	482	468			8140	
4 圈板下	456	423	410	448	468	468	489	473			8158	8158.0
4 圈板上	458	422	414	447	468	472	492	472			8158	
5 圈板下	443	427	413	449	469	465	489	477			8149	8135.0
5 圈板上	443	427	412	442	465	466	488	474			8121	
6 圈板下	440	424	418	435	454	466	502	472			8104	8118.5
6 圈板上	440	422	421	441	456	465	498	481			8133	
7 圈板下	440	419	419	441	458	460	504	487			8144	8105.5
7 圈板上	430	419	416	437	458	460	505	482			8067	
8 圈板下	431	415	411	442	457	466	512	498			8097	8078.5
8 圈板上	414	412	411	436	454	471	511	498			8060	
9 圈板下	417	406	403	437	452	470	516	510			8074	8069.5
9 圈板上	411	412	409	435	458	471	519	515			8065	
10 圈板下	404	411	413	434	457	466	517	521			8071	8079.0
10 圈板上	403	412	410	439	456	464	518	520			8087	
11 圈板下												
11 圈板上												
12 圈板下												
12 圈板上												
13 圈板下												

检定负责人：

检定员：

记录人：

计算人：

审核人：

立式金属罐罐内附件检定记录 (单位: mm)

年 月 日

[illegible]

浮子测量

圆筒 (✓)		圆周 (直径)		640	浮顶质量/kg		1900	工作密度/ (g/cm ³)		0.73
长度	数量	长度	数量	长度	数量	长度	数量	长度	数量	
2205	6	1170	4	2010	2					
2110	8	2150	2							
2105	6	2610	2							
2605	8	1545	6							
2120	4	1555	2							
2200	2	2210	2							
浮子 总长度	浮子 总体积/L		浸没 高度	浮子浸 没体积/L	浸没体 积起点	浸没体 积止点	浮顶附 加体积/L	附加体 积起点	附加体 积止点	
111480	3643.74		146	- 2602.74	1458	1604	2602.74	1604	1654	

审核人:

立式金属罐外浮顶检定记录（1）（单位：mm）

客户名称： 罐号： 检定日期： 年 月 日

浮顶起浮前：		单盘厚度 =			单盘与船舱连接角铁厚 =				
序号 名称	1	2	3	4	5	6	7	8	平均
浮船距罐壁距									
浮船外沿标高									
浮船内沿标高									
浮船内沿高									
浮船舱宽									
浮顶附件	长度	宽度 (圆周)	高度 (直径)	数量	标高	起点	止点	总体积/L	
积水坑									
移动排水管									
固定排水管									
平衡锤支架									
浮顶人孔									

浮盘测量及标高计算简图：

检定负责人： 检定员： 记录人： 计算人： 审核人：

立式金属罐外浮顶检定记录 (2) (单位: mm)

申检单位:

罐号:

年 月 日

浮顶起浮后单盘等距标高测量:				各测量点之间距离 =					
液标序号 距离	1	2	3	4	5	6	7	8	平均值
距中心序号									
R_0									
R_1									
R_2									
R_3									
R_4									
R_5									
R_6									
R_7									
R_8									
液面标高				人员及仪器重量/kg					
浮顶质量/kg				测量时液体密度/(g/m ³)					
容量比较法测量浮顶									
浮顶最低点 液位高度 H_0	浮顶最低点 液体体积 V_H /L	浮顶浮起后 液位高度 H	浮顶浮起后 液体体积 V_m /L	注入液体 体积 V /L	浮顶浸没 体积 $V_{浸}$ /L				
浮顶计算:									

检定负责人:

检定员:

记录人:

计算人:

审核人:

第 页 共 页

附录 F

检定证书内页格式及示例计算结果

检定结果及说明

1 检定结果

总容量: 3354.712m^3 , 扩展不确定度: 0.1% ($k=2$)

罐死量: 4.006m^3 , 罐底量: 14.616m^3 ,

倾斜度: 0.18° 。

2 说明

2.1 附容量表共 9 页。

2.2 静压力容量修正表若是用水在 4°C 时的密度 ($1\text{g}/\text{cm}^3$) 编制的, 在使用时应将相应的静压力容量修正值乘于液体实际密度与 4°C 时水的密度 ($1\text{g}/\text{cm}^3$) 的比值, 得其修正值 ΔV_p ;

2.3 本容量表所示为 20°C 时的容量, 在罐壁温度为 $t^\circ\text{C}$ 时, 需按以下方法计算容量:

2.3.1 非保温罐

$$V_t = (V_B + \Delta V_p)[1 + 2\alpha(t - 20)]$$

注: 量油尺应进行温度修正 $h_t = h_0[1 + \alpha_R(t_y - 20)]$

式中: V_B ——容量表示值;

α ——罐壁材质线胀系数, 对于低碳钢取 $\alpha = 0.000012, 1/^\circ\text{C}$;

t ——罐壁温度:

$$t = [(7 \times t_y) + t_q]/8, \quad ^\circ\text{C}。$$

t_y ——罐内液体温度, $^\circ\text{C}$;

t_q ——罐外四周空气温度的平均值, $^\circ\text{C}$ 。

2.3.2 保温罐

$$V_t = (V_B + \Delta V_p)[1 + 3\alpha(t - 20)]$$

式中: t ——罐壁温度, 用罐内液体温度 t_y 代替, $^\circ\text{C}$ 。

2.4 液位高度在 1.458 m ~ 1.654 m 不得作为计量的依据。

2.5 浮顶质量 $M = 1900\text{kg}$, 当液面高度在 1.654m 以上进行油量计算时, 如果按体积计算, 则应从标准体积中扣除浮顶浸没于液体的体积 $V_{\text{浸}} = M/(\rho_{20} - 0.0011)$; 如果按表观质量计算, 则应从表观质量中扣除浮顶质量 M 。

2.6 罐的最小测量容量为液高 2m 所对应的容量表容积。

2.7 罐的装液安全高度按设计要求决定。

2.8 罐大修或严重变形后请申请进行后续检定, 必要时按首次检定进行。

附录 G

容量表参考格式（一）及示例计算结果

分米容量表

罐号：

参照高度：15839mm

高度/dm	容量/L	高度/dm	容量/L	高度/dm	容量/L	高度/dm	容量/L
0.55	14616	20.00	457166	41.00	934874	63.00	1435460
1.00	24855	20.02	457621	42.00	957621	64.00	1458209
2.00	47607	21.00	479917	43.00	980368	65.00	1480959
3.00	70358	22.00	502669	44.00	1003115	66.00	1503709
4.00	93110	23.00	525420	44.47	1013806	67.00	1526458
5.00	115871	24.00	548172	45.00	1025867	68.00	1549208
6.00	138633	25.00	570924	46.00	1048624	69.00	1571958
7.00	161394	26.00	593675	47.00	1071381	70.00	1594707
8.00	184155	26.02	594130	48.00	1094137	71.00	1617457
9.00	206916	27.00	616421	49.00	1116894	72.00	1640207
10.00	229678	28.00	639166	50.00	1139651	73.00	1662957
11.00	252429	29.00	661911	51.00	1162407	73.74	1679791
12.00	275181	29.86	681472	52.00	1185164	74.00	1685706
13.00	297933	30.00	684657	53.00	1207920	75.00	1708457
14.00	320685	31.00	707404	54.00	1230677	76.00	1731207
14.58	333881	32.00	730151	55.00	1253434	77.00	1753957
15.00	342688	33.00	752898	56.00	1276190	78.00	1776707
15.33	349608	34.00	775645	57.00	1298947	79.00	1799457
16.00	363653	35.00	798392	58.00	1321704	80.00	1822208
16.04	364491	36.00	821139	59.00	1344460	81.00	1844958
16.54	378467	37.00	843886	59.10	1346736	82.00	1867708
17.00	388930	38.00	866633	60.00	1367211	83.00	1890458
18.00	411675	39.00	889380	61.00	1389960	84.00	1913209
19.00	434421	40.00	912127	62.00	1412710	85.00	1935959

证书编号：

检定单位：

有效日期：

年 月 日

第 1 页

分 米 容 量 表

罐号:

参照高度: 15839mm

高度/dm	容量/L	高度/dm	容量/L	高度/dm	容量/L	高度/dm	容量/L
86.00	1958709	108.00	2459083	131.00	2982032		
87.00	1981459	109.00	2481821	132.00	3004768		
88.00	2004209	110.00	2504560	132.37	3013180		
88.54	2016495	111.00	2527298	133.00	3027505		
89.00	2026957	112.00	2550037	134.00	3050244		
90.00	2049702	113.00	2572775	135.00	3072982		
91.00	2072448	114.00	2595513	136.00	3095720		
92.00	2095193	115.00	2618252	137.00	3118459		
93.00	2117938	116.00	2640990	138.00	3141197		
94.00	2140683	117.00	2663729	139.00	3163936		
95.00	2163428	117.74	2680555	140.00	3186674		
96.00	2186173	118.00	2686467	141.00	3209413		
97.00	2208918	119.00	2709202	142.00	3232151		
98.00	2231664	120.00	2731938	143.00	3254890		
99.00	2254409	121.00	2754674	144.00	3277628		
100.00	2277154	122.00	2777410	145.00	3300367		
101.00	2299899	123.00	2800146	146.00	3323105		
102.00	2322644	124.00	2822881	147.00	3345844		
103.00	2345389	125.00	2845617	147.39	3354712		
103.17	2349256	126.00	2868353				
104.00	2368129	127.00	2891089				
105.00	2390867	128.00	2913825				
106.00	2413606	129.00	2936560				
107.00	2436344	130.00	2959296				

证书编号:

检定单位:

有效日期:

年 月 日

第 2 页

厘米毫米容量表

罐号:

参照高度: 15839mm

起止点 (dm)	高度/cm	容量/L	高度/mm	容量/L	起止点 (dm)	高度/cm	容量/L	高度/mm	容量/L
0.55	1	2275	1	228	10.00	1	2275	1	228
	2	4550	2	455		2	4550	2	455
	3	6826	3	683		3	6826	3	683
	4	9101	4	910		4	9101	4	910
	5	11376	5	1138		5	11376	5	1138
	6	13651	6	1365		6	13651	6	1365
	7	15926	7	1593		7	15926	7	1593
	8	18202	8	1820		8	18202	8	1820
4.00	9	20477	9	2048	14.58	9	20477	9	2048
4.00	1	2276	1	228	14.58	1	2097	1	210
	2	4552	2	455		2	4194	2	419
	3	6828	3	683		3	6291	3	629
	4	9104	4	910		4	8388	4	839
	5	11381	5	1138		5	10485	5	1048
	6	13657	6	1366		6	12581	6	1258
	7	15933	7	1593		7	14678	7	1468
	8	18209	8	1821		8	16775	8	1678
10.00	9	20485	9	2048	15.33	9	18872	9	1887

证书编号:

检定单位:

有效日期:

年 月 日

第 3 页

厘米毫米容量表

罐号:

参照高度: 15839mm

起止点 (dm)	高度/cm	容量/L	高度/mm	容量/L	起止点 (dm)	高度/cm	容量/L	高度/mm	容量/L
15.33	1	2096	1	210	16.54	1	2275	1	227
	2	4193	2	419		2	4549	2	455
	3	6289	3	629		3	6824	3	682
	4	8385	4	839		4	9098	4	910
	5	10482	5	1048		5	11373	5	1137
	6	12578	6	1258		6	13647	6	1365
	7	14674	7	1467		7	15922	7	1592
	8	16770	8	1677		8	18196	8	1820
16.04	9	18867	9	1887	20.02	9	20471	9	2047
16.04	1	2795	1	280	20.02	1	2275	1	228
	2	5590	2	559		2	4550	2	455
	3	8385	3	839		3	6826	3	683
	4	11180	4	1118		4	9101	4	910
	5	13976	5	1398		5	11376	5	1138
	6	16771	6	1677		6	13651	6	1365
	7	19566	7	1957		7	15926	7	1593
	8	22361	8	2236		8	18202	8	1820
16.54	9	25156	9	2516	26.02	9	20477	9	2048

证书编号:

检定单位:

有效日期:

年 月 日 第4页

厘米毫米容量表

罐号：

参照高度：15839mm

起止点 (dm)	高度/cm	容量/L	高度/mm	容量/L	起止点 (dm)	高度/cm	容量/L	高度/mm	容量/L
26.02	1	2275	1	227	44.47	1	2276	1	228
	2	4549	2	455		2	4551	2	455
	3	6824	3	682		3	6827	3	683
	4	9098	4	910		4	9103	4	910
	5	11373	5	1137		5	11379	5	1138
	6	13647	6	1365		6	13654	6	1365
	7	15922	7	1592		7	15930	7	1593
	8	18196	8	1820		8	18206	8	1821
29.86	9	20471	9	2047	59.10	9	20481	9	2048
29.86	1	2275	1	227	59.10	1	2275	1	228
	2	4549	2	455		2	4550	2	455
	3	6824	3	682		3	6825	3	683
	4	9099	4	910		4	9100	4	910
	5	11374	5	1137		5	11375	5	1138
	6	13648	6	1365		6	13650	6	1365
	7	15923	7	1592		7	15925	7	1593
	8	18198	8	1820		8	18200	8	1820
44.47	9	20472	9	2047	73.74	9	20475	9	2048

证书编号： 检定单位： 有效日期： 年 月 日 第 5 页

厘米毫米容量表

罐号：

参照高度：15839mm

起止点 (dm)	高度/cm	容量/L	高度/mm	容量/L	起止点 (dm)	高度/cm	容量/L	高度/mm	容量/L
73.74	1	2275	1	228	103.17	1	2274	1	227
	2	4550	2	455		2	4548	2	455
	3	6825	3	683		3	6821	3	682
	4	9100	4	910		4	9095	4	910
	5	11375	5	1138		5	11369	5	1137
	6	13650	6	1365		6	13643	6	1364
	7	15925	7	1593		7	15917	7	1592
	8	18200	8	1820		8	18190	8	1819
88.54	9	20475	9	2048	117.74	9	20464	9	2046
88.54	1	2275	1	227	117.74	1	2274	1	227
	2	4549	2	455		2	4547	2	455
	3	6824	3	682		3	6821	3	682
	4	9098	4	910		4	9094	4	909
	5	11373	5	1137		5	11368	5	1137
	6	13647	6	1365		6	13642	6	1364
	7	15922	7	1592		7	15915	7	1592
	8	18196	8	1820		8	18189	8	1819
103.17	9	20471	9	2047	132.37	9	20462	9	2046

证书编号：

检定单位：

有效日期：

年 月 日

第 6 页

厘米毫米容量表

罐号：

参照高度：15839mm

起止点 (dm)	高度/cm	容量/L	高度/mm	容量/L	起止点 (dm)	高度/cm	容量/L	高度/mm	容量/L
132.37	1	2274	1	227					
	2	4548	2	455					
	3	6821	3	682					
	4	9095	4	910					
	5	11369	5	1137					
	6	13643	6	1364					
	7	15917	7	1592					
	8	18190	8	1819					
147.39	9	20464	9	2046					

罐号: 参照高度: 15839mm 单位: L

单位: L

证书编号: 检定单位: 有效日期: 年 月 日 第 8 页

第 8 页

底 量 容 量 表

罐号：

参照高度：15839mm

单位：L

mm cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4006	4156	4306	4456	4610	4764	4918	5075	5237	5401
1	5574	5750	5926	6105	6285	6464	6644	6823	7006	7189
2	7373	7560	7747	7938	8129	8319	8510	8705	8900	9095
3	9298	9500	9703	9909	10115	10321	10528	10737	10951	11165
4	11379	11593	11807	12021	12235	12448	12662	12876	13090	13308
5	13526	13744	13962	14180	14398	14616				
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										

证书编号： 检定单位： 有效日期： 年 月 日 第 9 页

附录 H

容量表参考格式（二）

立式金属罐容量表

罐号：			参照高度：		m	
高度/m	容量/kL	高度/m	容量/kL	高度/m	容量/kL	毫米容量表
						(m ~ m) (mm) (kL)
						1
						2
						3
						4
						5
						6
						7
						8
						9
						(m ~ m) (mm) (kL)
						1
						2
						3
						4
						5
						6
						7
						8
						9
						(m ~ m) (mm) (kL)
						1
						2
						3
						4
						5
						6
						7
						8
						9

检定单位：
使用单位：
证书编号：
有效日期：

参照高度: m

高度/m	容量/kL	高度/m	容量/kL	高度/m	容量/kL	高度/m	容量/kL

有效日期:

底 量 容 量 表

罐号：

参照高度：m

高度/m	容量/kL	高度/m	容量/kL	高度/m	容量/kL	高度/m	容量/kL

检定单位：

使用单位：

证书编号：

有效日期：