

称量法储罐液体计量系统 试行检定规程

Verification Regulation of Metrological System for Tank Liquid Stock by Weighing Method

JJG 372—85

本检定规程经国家计量局于1985年1月31日批准，并自1985年12月1日起施行。

归口单位：吉林省标准计量局

起草单位：哈尔滨石油采购供应站

石油化工科学研究院

总后勤部油料研究所

大连石油七厂

本规程技术条文由起草单位负责解释。

称量法储罐液体计量系统 试行检定规程

本规程适用于新安装、使用中和检修后的称量法储罐液体计量系统的检定。

一 概 述

1 称量法储罐液体计量系统（以下简称 计量系统）的设计、安装、验收、检定、校验、维护、操作均应符合本规程。

2 计量系统由储罐液体称量仪（简称称量仪）变送器及显示器、切换系统、引压系统、储存罐等部分组成，主要用于立式固定顶储罐内粘度不大于 $20 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (20 cSt) 的液体的计量。

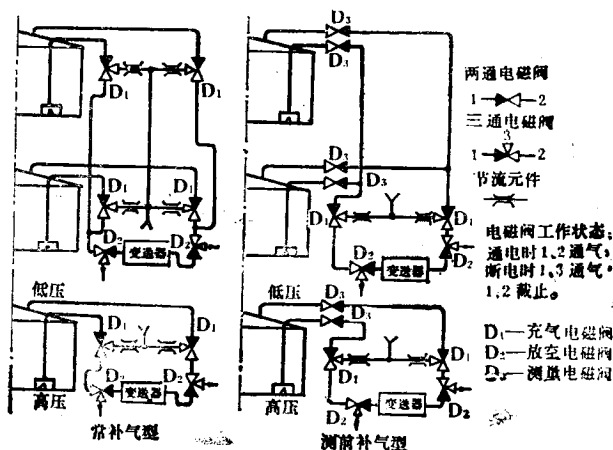


图 1

该系统的操作流程,分为常补气型和测前补气型两种,如图1所示。

3 计量系统的计量结果以数字显示。其数值为容器底部单位面积上的被称量液体的商业质量(符合GB1885—80技术标准)。

$$R = m/s = H \cdot \rho \cdot F \quad (1)$$

$$m = R \cdot s = H \cdot \rho \cdot F \cdot s$$

式中: R ——称量仪显示器读数 (kg/m^2);

ρ ——储存液体的密度 (kg/m^3);

H ——储存液体的高度 (m);

s ——储存罐的截面积 (m^2);

F ——商业质量换算系数;

m ——被测量液体的商业质量 (kg)。

二 技 术 要 求

(一) 总 体

4 总体方案的选择应根据以下两点确定:

a 计量任务的繁简程度;

b 测量的目的。

5 称量仪的量程应与储罐的储量相匹配,罐的最大储量应不低于称量仪满量程的80%;在一台仪表计量多个储罐的计量系统中,各储罐均应符合此要求。为了增加计量系统的可靠性,可以两台仪表并联使用。取其中一台仪表读数,另一台仪表的读数作为参考。

6 计量系统与计算机联用时,无论采用何种算式,其计算结果与直接查商业质量换算表计算结果之间的误差不得大于0.02%。

7 正式安装前,对全部仪表、配件、材料要进行质量检

验。其技术参数均应符合本规程的有关规定。

(二) 仪表室

8 仪表室应建在生产作业区内距罐区较近的地方, 并应考虑以下三点:

8.1 称量仪变送器与引压钟罩之间的引压管应尽量短, 以不超过500mm为宜。

8.2 仪表室与储罐之间应有不少于25m的防火距离。

8.3 仪表室供电、供气、供热要方便。

9 仪表室光线应充足并不得有腐蚀性气体和强磁辐射的干扰。室内应有足够的工作面积, 以便于操作和维修。

10 称量仪变送器的安装环境应满足表1的要求。

表 1

温 度	相 对 湿 度	振 幅	振 频
0~+40℃	<80%	<3μm	<25Hz

(三) 仪表台和仪表盘

11 称量仪变送器应避免热源, 并放置在稳固的平台上。平台的高低应便于操作、检查和维修。每台仪表所占的面积应不小于750mm×350mm。

12 安装称量仪显示器的仪表盘应避免阳光直接照射。

(四) 切换系统

13 切换系统由电磁阀、管组等组成。在设计控制电路和气路时应使切换系统操作简单, 减少气路、电路的迂回并通过联锁达到:

a 充气时, 气源不准直接冲击称量仪变送器; 测量时, 停止吹气后再接通仪表;

b 放气时, 先关闭测量电磁阀, 然后再打开放气电磁阀, 防止

把钟罩内气体放空。

14 在现场安装非防爆电磁阀时,其位置应选择在靠近罐区的安全区内,并应将电磁阀置于封闭式(防雨、防尘)箱体内部。

15 连接电磁阀的电缆线径,要不小于电磁阀额定电流所要求的线径容量的两倍。

16 连接仪表、电磁阀、信号灯等电路的接线、包扎、绝缘处理均应按电气线路敷设方法的有关规定进行。金属引压管与电路之间应留有一定距离。

17 安装在非安全区的电磁阀必须采用防爆型。其防爆等级应按《石油库设计规范》的规定执行。

(五) 引压系统

18 引压系统由管路、钟罩、节流元件、支撑件等组成。其设计的基本要求是:

引压管路应尽量缩短;管路走向应减少弯曲、迂回;管路敷设要避开震源、热源及其它易受机械损伤和有腐蚀性介质的地方。

19 引压管的选择与连接:

19.1 引压管路要求密封性好,坚固耐久(最好采用紫铜管或带有防护层的尼龙管)。管的内径应不小于4 mm,并以不大于8 mm为宜。

19.2 紫铜管的连接应以焊接为主,并应以套管的形式焊接,

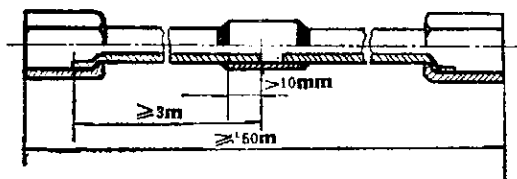


图 2

两个焊点的距离以不小于3m为宜。必要时亦可采用螺纹接头，但直管路上两螺纹接头之间的管段长度以不短于50m为宜，如图2所示。

19.3 紫铜管安装时应做退火或半硬处理。

19.4 采用尼龙管、塑料管安装时应采取有效措施防止虫咬、鼠伤。

20 金属管路与称量仪变送器的连接，中间必须加一段绝缘管；上罐的引压管路应采用金属管，对易燃易爆并能产生静电的被测介质，采用尼龙管或塑料管时必须做好防静电处理。

21 金属引压管路必须接地，其接地电阻应不大于 10Ω ，也可与储罐共用一个接地装置。

22 计量系统中 D_1 电磁阀或阀组至变送器的管路长度应按下式计算。

$$L_{\max} = 3\left(\frac{D}{d}\right)^2 \quad (2)$$

式中： D ——钟罩内径 (mm)；

d ——引压管内径 (mm)；

$L_{\max}$ —— D_1 至称量仪变送器的最大距离 (mm)。

23 常补气型工艺，测量电磁阀管组选用的配管，内径应不大于6mm，各电磁阀至管组的管路全部长度应不大于3m。具

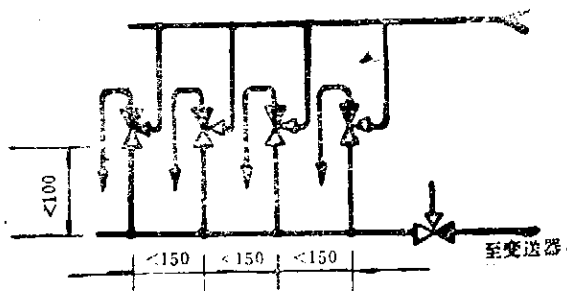


图 3

体设计参考图3。

24 引压钟罩的设计使用表2所列参数：

表 2

内径 ϕ (mm)	缺口角度与光洁度	缺口以上高度 (mm)
>200	90° $\nabla 3$	100~150

钟罩必须安装牢固，安装位置必须避开储罐进出液口直接冲击的部位；钟罩中心至罐壁的距离应大于0.7m；钟罩缺口的安装高度必须在储罐底部最高点之上，并尽可能在进出液管下沿之下，如图4所示。

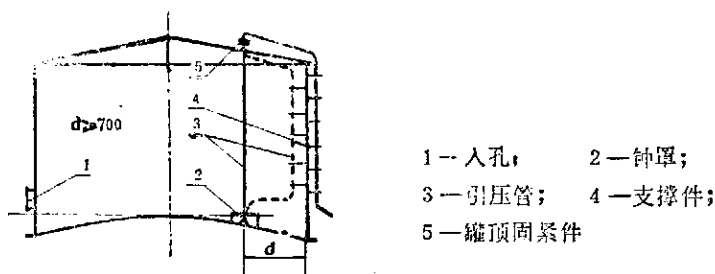


图 4

25 恒节流孔元件应安装在测量电磁阀进气口螺纹接头处。节流孔内径以0.4~0.6mm，长度以25~35mm为宜。

26 引压管路的敷设与支撑

引压管路敷设方法一般有两种：一是敷设在地下管沟内，管沟的设计应便于检查、维修，可参照图5设计；另一种是架设在地面上，架设在地面上的引压管应采取防护措施。山洞油库可将引压管挂在洞壁上。引压管支架的距离不宜超过2m。上罐的引压管应沿罐壁或洞壁架设，并应固定于罐壁或洞壁上。罐顶必须有牢

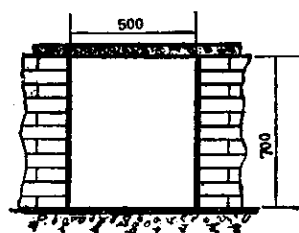
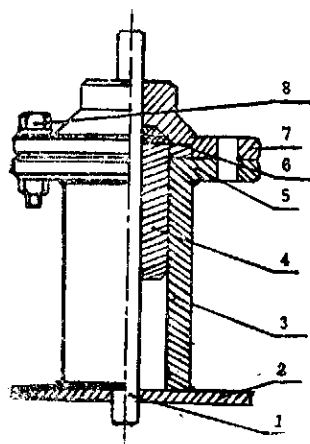


图 5

固的固紧件，可参照图6设计。



- 1—引压管； 2—储罐顶板；
3—外套管； 4—固紧垫；
5—法兰盘； 6—密封垫；
7—法兰上盖； 8—固紧螺栓

图 6

(六) 计量系统

27 计量系统的基本误差 (E) 为实际储量 (L) 的相对误差，在正常工作条件下，基本误差不应大于表3的规定。

表 3

实际储量 L	$L \geq 2/3 M_b$	$1/3 M_b \leq L < 2/3 M_b$	$L < 1/3 M_b$
基本误差 (E) %	$\pm 0.25\%$ 以 L 为基数	$\pm 0.35\%$ 以 L 为基数	$\pm 0.35\%$ 以 $1/3 M_b$ 为基数

M_b 为与仪表满量程相对应的储量。

储量大于或等于 $1/3M_b$ 时 E 的定义为:

$$E = \frac{X - L}{L} \times 100\% \quad (3)$$

储量小于 $1/3M_b$ 时 E 的定义为:

$$E = \frac{X - L}{1/3M_b} \times 100\% \quad (4)$$

式中: X ——计量系统测量值 (kg);

L ——真值或标准值 (即实际储量) (kg)。

28 计量系统的复现性、气密性技术指标应符合表4的规定。

表 4

检 验 项 目	复 现 性	气 密 性
检 验 条 件	四次间断测量	罐内液体储量大于仪表满量程80%时相应的压力保持10min
技 术 要 求	误差小于系统基本误差的1/3	仪表读数下降值 $\leq 0.02\%$

29 新安装或检修后计量系统的主管路及电磁阀气密性技术指标应符合表5规定。

表 5

检验项目	主管路试漏	电磁阀反向试漏	充气电磁阀正向试漏
检验条件	加490kPa ($\approx 4\text{kgf/cm}^2$) 气压	加实际使用 压力的80%	加仪表满量程的 140%压力
气压稳定 时 间	30min		

30 计量系统中的储罐应按照 JJG168—76《立式金属罐容积检定规程》进行检定,并取得有效证书。

31 计量系统中的所有计量仪表均应进行检定并取得检定证书。

32 每个储罐必须按下式编制商业质量换算表。

$$R = B \cdot \rho \cdot F \cdot H \cdot K_h \quad (5)$$

$$B = \frac{R_{\max}}{M_{\max}}$$

式中: R ——仪表读数 (kg/m^3);

B ——仪表读数量程比;

ρ ——储存液体平均温度下的密度 (kg/m^3);

F ——商业质量换算系数 (见附录3);

$R_{\max}$ ——仪表满量程读数 (kg/m^3);

$M_{\max}$ ——仪表满量程的量 (kg/m^3);

H ——储液高度 (m);

K_h ——储罐、仪表位差系数 (见附录5)。

(七) 储罐液体称量仪

33 仪表的基本误差、变差、灵敏限、差压补偿误差应符合表6的规定。

表 6

基本误差 Δ_f	变 差 Δ_b	灵 敏	差压补偿误差
$\leq \pm 0.10\%$	$\leq 0.05\%$	不劣于0.05%	$\leq 0.01\%$

34 储罐液体称量仪的复现性误差、温度附加误差应抽查检验,其技术指标应符合表7的规定。

35 当仪表在符合要求的环境下运行时,称量仪显示器的误差应是零级。

36 称量仪的量程种类不应少于表8的规定,仪表的每一单位读数所代表的储量应不大于 $2 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。

表 7

检验项目	复现性误差 Δ_f	温度附加误差 Δ_t
检验条件	对同一被测值间隔地进行五次测量	$0 \sim 40^\circ\text{C}$
误差	$\leq$ 基本误差的 3/5	$\leq 5 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$

表 8

量 程 (kg/m^2)	相当于压力 (Pa)
0 ~ 5000	$\approx 50\text{kPa}$
0 ~ 10000	$\approx 100\text{kPa}$
0 ~ 15000	$\approx 150\text{kPa}$
0 ~ 20000	$\approx 200\text{kPa}$

(八) 电磁阀

37 电磁阀的技术指标应符合表 9 规定。

表 9

试漏压力 (Pa)		电压	寿命	允许洩温升	喷嘴通径
正 向	反 向	(V)	动作万次	漏 量 ($^\circ\text{C}$)	(mm)
600kPa ($\approx 6\text{kgf}/\text{cm}^2$)	200kPa ($\approx 2\text{kgf}/\text{cm}^2$)	12 36	150	0	< 65
					1 ~ 2

注：当采用量程为 200kPa ($\approx 2\text{kgf}/\text{cm}^2$) 的仪表时，应配装反向压力为 250kPa ($\approx 2.5\text{kgf}/\text{cm}^2$) 的电磁阀。

三 检定条件和检定方法

(一) 检定条件

38 检定工作必须具备下列条件：

a 具有二等准确度的储罐液体称量仪标准器,或等于及高于二等准确度的其他型式标准压力计一台;

b 压力为250~400kPa($\approx 2.5 \sim 4 \text{ kgf/cm}^2$)的净化仪表气源;

c 交、直流电源;

d 气源连接管、管件,仪表调、校、检修工具及不同粘度的阻尼油;

e 量程为0~600kPa($\approx 0 \sim 6 \text{ kgf/cm}^2$)的0.4级精密压力表一只。

(二) 检定方法

39 总体方案及安装工艺检查:主要检查其方案是否合理;是否符合规程要求;材料选择是否适当;运行是否正常。

40 申检单位应向检定机关提供如下技术资料:工艺流程图、总平面图、立面图、主要配件加工图、总电路图以及试运行30天以上或使用不少于10次的测量数据。

41 引压系统的检查:主要检查其管路走向是否合理;支撑是否牢固;接地是否良好;排列是否整齐。

42 切换系统的检查:主要检查其防爆处理是否妥当;电缆敷设是否符合要求;电磁阀排列是否整齐有序;标志是否清楚;系统是否便于检查和维修。

43 称量仪安装的检查:主要检查其环境是否符合要求;安装是否水平;接地是否良好;位置是否合适。

44 系统气密性检定:按照正常的使用程序,对系统中储罐逐一进行测量,仪表平衡后30min内读数的变化量不得超过表4规定值。

45 主管路及电磁阀气密性检验方法

45.1 主管路试漏方法:将称量仪与引压系统分开,封闭主管路终端,在主管路上临时安一只0.6级、量程为0~600kPa

($\approx 0 \sim 6 \text{ kgf/cm}^2$) 的精密压力表,加 400kpa ($\approx 4 \text{ kgf/cm}^2$) 气压,切断气源后,30min内压力不变为合格。

45.2 测前补气工艺中测量电磁阀 D_3 反向试漏方法:在测量电磁阀至钟罩的管路中加相当于满罐储量80%以上的压力,将 D_3 断电,再将测量电磁阀至称量仪变送器的管路中的气压排空,切断气源,将高压侧放空电磁阀通电,低压侧放空电磁阀断电,仪表平衡于零位,30min内仪表读数不变为合格。

45.3 常补气型工艺中充气电磁阀 D_1 反向试漏方法:首先将 D_1 至钟罩管路中的气体排空,切断气源,在高压放空电磁阀 D_2 的第三通气孔加气至相当于满罐储量80%以上压力,再给 D_2 通电,接通仪表,平衡后30min内仪表读数不变为合格。

45.4 充气电磁阀气源口3试漏方法:将引压管内气压全部排空,使充气电磁阀至气源的管路内保持仪表满量程140%以上的气压,然后将测量电磁阀断电和高压侧放空电磁阀通电,低压侧放空电磁阀断电,仪表零位保持30min不变为合格。

46 系统复现性检定:系统中每个储罐应逐一进行复现性检定,每个罐取一个检定点,检定点应该选在仪表满量程的50%以上。

对每一检定点测量四次,四次测量的时间为:

第一、二两次连续进行;

第三次在第二次测量后2h进行;

第四次在第三次测量后4h进行;

对同一检定点进行四次测量,四次测量结果之间的差值以不大于表4的规定为合格。

47 储罐液体称量仪基本误差与变差的检定

47.1 首先把称量仪变送器稳定在平台上,调好水平、阻尼和零位后与显示器连接好,接通电源,让砝码往返运行两次,然后,标准器与气路连接,进行检定。

47.2 基本误差与变差的检定：在仪表全量程上每1/5处取一个检定点，并作正、反两个行程的检定。

47.3 检定时应从零位开始，逐渐增加压力（不应超过检定点再向下降），最高一个检定点（即满量程）检定完后，压力继续升高（最高不应超过满量程的20%），待砝码超过满量程后再依次降低压力，检定仪表的反行程。检定时要缓慢降压，不要超过检定点再向上升压。

47.4 基本误差 Δ_f 与变差 Δ_b 计算公式为：

$$\Delta_f = \frac{R_b - R_a}{R_{\max}} \times 100\% \quad (6)$$

$$\Delta_b = \frac{R_s - R_f}{R_{\max}} \times 100\% \quad (7)$$

式中： R_a ——与标准器示值相对应的标准读数；

R_b ——仪表读数；

R_s ——仪表正行程读数；

R_f ——仪表反行程读数；

$R_{\max}$ ——仪表满量程读数。

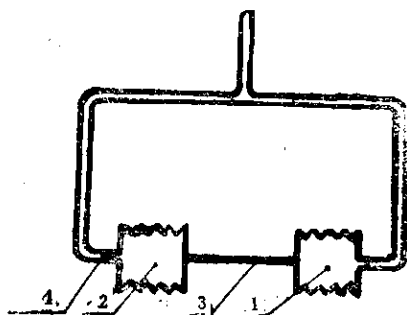
47.5 仪表各检定点基本误差与变差都不应大于表6的规定。

48 仪表灵敏限检定：在仪表全量程上选1/6、1/2和5/6三点进行灵敏限测试。

首先将仪表平衡于某一检定点上，在标准器的砝码盘上，加放相当于仪表满量程的0.05%砝码，观察仪表读数有无变化，待仪表稳定后，再继续加两次同样的砝码，仪表读数变化应随同每次所加砝码而递增。递增量与所加砝码实际值的误差不大于仪表的变差为合格。超过变差和读数变化方向相反时为不合格。

49 差压补偿检定：按照图7的气路连接方法，将称量仪变送器上的两个波纹管与标准器连接好，加10kPa ($\approx 0.1 \text{ kgf/cm}^2$)

的气压,保持5 min,读数变化不大于仪表满量程的0.01%为合格。



- 1 —— 引压波纹管;
- 2 —— 补偿波纹管;
- 3 —— 刚性连杆;
- 4 —— 引压胶管

图 7

50 标准读数的修正

采用活塞式压力计(即:其砝码已按当地重力加速度修正后的压力计)作为标准时,对标准读数(即:第47.4条公式中的 R_a)必须按下式进行修正:

$$R'_a = R_a \frac{9.80665}{g} \quad (8)$$

式中: R'_a —— 修正后的仪表标准读数;

R_a —— 与标准活塞压力计示值相应的仪表标准读数;

g —— 标定地点的重力加速度 (m/s^2) 见附录4。

51 仪表复现性误差及温度附加误差应符合表9规定,其检验方法为:

51.1 仪表复现性误差 Δ_f 的检定

首先将仪表恒定在 $0 \sim 40^\circ\text{C}$ 内任一温度下,其恒温温度变化不大于 1°C ,按照测试基本误差的方法对同一被测值测量五次,五次之间的最大差值为复现性误差。五次测量的时间为:

第一、二两次测量连续进行;

第三次在第二次测量后 2 h 进行；

第四次在第三次测量后 4 h 进行；

第五次在第四次测量后，将输入压力维持在仪表满量程的约 70% 的压力下，24h 后再进行试验。

51.2 温度附加误差 Δ_t 的检定

首先将仪表放在恒温箱内，在 t_1 温度下对某一值进行测量，测量结束后，被测值不变，再将恒温箱内温度升到 t_2 温度下做第二次测量，两次测量结果的误差不应大于下式计算值：

$$\Delta = \pm (0.1 + 0.005 \times |t_2 - t_1|) \% \quad (9)$$

52 仪表变载、超负荷、连续运行等常规仪表的技术指标也应进行抽查，具体检验方法按常规仪表检验规定进行。

四 检定结果处理和检定周期

53 经检定合格的计量系统，发给检定证书，检定不合格的计量系统，发给检定结果通知书。

54 计量系统的储罐容积检定证书期满后应即复检取得有效证书，并根据新的容积表编制相应的商业质量换算表，否则，计量系统的检定证书自行失效。

55 检定证书有效期：初检为半年，复检为一年。

附录 1

检 定 证 书 格 式
(正 面)

机关名称: _____

检 定 证 书

字第 号

申 检 单 位:

系统中储罐编号:

称 量 仪 编 号:

标 准 器 号:

根据检定结果准予作

使用。

后附

附件共

页。

检定机关:

主 管:

核 验:

检定员:

检定日期

年 月 日

有效期至

年 月 日

(背 面)

检 定 结 果

项 目	检 定 内 容	误 差
计 量 系 统	复 现 性 误 差	%
	气 密 性	主 管 路
		电磁阀反向
		电磁阀正向
		系统测量
主 机	基 本 误 差	%
	灵 敏 限	%
	变 差	%
	差压补偿误差	%

附录 3

商业质量换算系数表

ρ_{20} 密 度 (kg/m^3)	F 换 算 系 数
500.0~509.3	0.99770
509.4~531.5	0.99780
531.6~555.7	0.99790
555.8~582.2	0.99800
582.3~611.4	0.99810
611.5~613.6	0.99820
613.7~679.5	0.99830
679.6~719.5	0.99840
719.6~764.5	0.99850
764.6~815.7	0.99860
815.8~874.1	0.99870
874.2~941.6	0.99880
941.7~1020.5	0.99890

附录 4

中国各主要城市重力加速度

序 号	地 区	重力加速度 (m/s^2)	9.80665	注
			g	
1	哈 尔 滨	9.8066	1.00001	
2	乌 兰 浩	9.8066	1.00001	
3	长 春	9.8048	1.00019	
4	沈 阳	9.8035	1.00032	
5	北 京	9.8015	1.00053	
6	天 津	9.8015	1.00053	
7	大 连	9.8011	1.00057	
8	保 定	9.8003	1.00065	
9	济 南	9.7988	1.00080	
10	大 同	9.7984	1.00084	
11	南 宁	9.7977	1.00091	
12	太 原	9.7970	1.00098	
13	徐 州	9.7967	1.00102	
14	郑 州	9.7966	1.00103	
15	洛 阳	9.7961	1.00108	
16	延 安	9.7955	1.00114	
17	蚌 埠	9.7954	1.00115	
18	南 京	9.7949	1.00120	
19	合 肥	9.7947	1.00122	
20	上 海	9.7946	1.00123	
21	西 安	9.7944	1.00125	
22	武 汉	9.7936	1.00133	
23	兰 州	9.7926	1.00143	
24	南 昌	9.7920	1.00150	
25	长 沙	9.7915	1.00155	
26	重 庆	9.7914	1.00156	
27	成 都	9.7913	1.00157	
28	西 宁	9.7911	1.00159	
29	福 州	9.7891	1.00179	
30	广 州	9.7883	1.00187	
31	昆 明	9.7836	1.00236	
32	拉 萨	9.7799	1.00274	

附录 5

储罐、仪表位差系数

h 位差	K_h	K_h
	储罐高于仪表	储罐低于仪表
0	1.00000	1.00000
1	1.00012	0.99988
2	1.00024	0.99976
3	1.00036	0.99964
4	1.00048	0.99952
5	1.00060	0.99940
6	1.00072	0.99928
7	1.00084	0.99916
8	1.00096	0.99904
9	1.00108	0.99892
10	1.00120	0.99880

注：上表的换算公式为：

$$K_h = 1 \pm \frac{\rho_a \cdot h}{P_a}$$

式中： ρ_a —— 空气密度取 0.0012 g/cm^3 ；

h —— 储罐罐底与一次仪表的位差（单位：m）；

P_a —— 大气压力（取 $10 \text{ mH}_2\text{O}$ ）。

储罐高于仪表时式中第二项取正号，低于仪表时取负号。

附录 6

商业质量换算表编表方法

儲罐液体称量仪显示的读数，是儲罐底部单位面积上的商业质量，以 kg/m^2 表示。

为了取得儲存液体的全部质量，需要编制能根据仪表读数直接查出商业质量的换算表。

《商业质量换算表》采用本规程第32条规定的算式编制。

一 商业质量换算公式

$$R = B \cdot \rho \cdot F \cdot H \cdot K_h$$

$$m = V \cdot \rho \cdot F$$

$$\text{令 } K = B \cdot \rho \cdot F \cdot K_h$$

$$\text{则 } R = K \cdot H$$

式中符号的含意与本规程中公式(5)相同。

K 的物理含意为：密度为 ρ 的液体，每毫米高度相应的仪表读数。而 $1/K$ 则表示密度为 ρ 的液体，每个读数所代表的液体的高度。

二 编表条件

编表前首先取得以下数据：

1 儲存液体的数据

液体平均密度： ρ ；

大致年平均温度： t 。

液体密度应取儲罐内液体的平均密度，按照采样法采取平均试样，测试密度并换算成年平均温度下的密度。年平均温度应取罐内液体的实际温度进行平均。

2 儲罐容积测量数据

儲罐每圈板高度： H ；

儲罐每圈板容积： V ；

儲罐静压力修正量： ΔV 。

这些数据可以在儲罐容积表中查取，但要注意，儲罐容积表给出的静压力修正量都是儲存水时的修正量，不能直接采用。儲存液体确定后，计算静压力修正量 V_{ji} 时，还要进行一次换算，即：根据儲液高度在静压力修正表中查出修正量 ΔV ，再乘以液体的比重 d ：

$$V_{ji} = \Delta V \cdot d \quad (\text{单位取m}^3)$$

3 计量系统的数据

仪表读数量程比 B ；

位差系数 K_h ，此值可以从附录5表中查取。

以上数据为编表的基本数据，列入表6—1中的粗线栏内。

三 编表步骤

现以实例来说明编表的具体步骤。

(一) 基本数据

- 1 儲存油品：柴油；
- 2 年平均温度：0℃；
- 3 平均密度：860.9kg/m³ (比重 $d = \frac{860.9}{1000}$)；
- 4 位差：11m；
- 5 位差系数：1.00132；
- 6 仪表量程：10000kg/m³；
- 7 仪表满量程读数：5000；

$$B = \frac{5000}{10000} = 1/2；$$

- 8 商业质量换算系数：0.9987
- 9 油罐各圈板高度 H 及各圈板容量 V ；如表6—3、表6—4；
- 10 静压力修正量如表6—5。

(二) 计算 K 值

$$\begin{aligned}
 K &= B \cdot \rho \cdot F \cdot K_h \\
 &= \frac{1}{2} \times 860.9 \times 0.9987 \times 1.00132 \\
 &\approx 430.458
 \end{aligned}$$

$$\rho \cdot F = 860.9 \times 0.9987 \approx 859.781 \text{ kg/m}^3$$

K 与 $\rho \cdot F$ 的计算结果取三位小数。

(三) 计算累计容量与合计容量

- 1 累计容量 V_{Li} 是储罐各圈板容量 V_i 累加的和:

$$V_{Li} = \sum_{j=1}^i V_j = V_1 + V_2 + \dots + V_i$$

具体数据见表6—1中第5栏。

- 2 合计容量 V_{hi} 是累计容量 V_{Li} 与静压力修正量 V_{ji} 的和:

$$V_{hi} = V_{ji} + V_{Li}$$

具体数据见表6—1第7栏。

- 3 静压力修正量是根据每圈板的高度在表6—5中查得 ΔV , 该值是储存水时产生的静压力修正量。要取得储油时的修正量, 还必须乘以油品的比重, 才能得到 V_{ji} , 其单位应取 m^3 ;

$$V_{ji} = \Delta V \cdot d$$

具体数据见表6—1第6栏。

(四) 计算商业质量

- 1 累计商业质量 m_i 是根据合计容量计算的:

$$m_i = V_{hi} \cdot \rho \cdot F$$

- 2 各圈板商业质量 Δm_i 是根据累计商业质量计算得来的:

$$\Delta m_i = m_i - m_{i-1}$$

具体数据见表6—1第8、9两栏。

(五) 累计仪表读数 R_i 、各圈板仪表读数 ΔR_i 和圈板斜率 α_i 的计算:

- 1 各圈板仪表读数 ΔR_i 是 K 与各圈板高度的乘积:

$$\Delta R_i = K \cdot H_i$$

计算结果, ΔR_i 取三位小数, 具体数据见表 6—1 第 10 栏。

2 累计仪表读数 R_i 是各圈板仪表读数 ΔR_i 的累加值,

$$R_1 = \Delta R_1 = 629.760$$

$$R_2 = R_1 + \Delta R_2 = 629.760 + 663.766 = 1293.526$$

$$R_3 = R_2 + \Delta R_3 = 1293.526 + 662.044 = 1955.570$$

$$\vdots$$

$$R_n = R_{n-1} + \Delta R_n$$

计算结果 R_i 取三位小数, 具体数据见表 6—1 第 11 栏。

3 各圈板斜率 α_i 的计算

α_i 的含意为: 该圈板内每一读数代表的液体的商业质量即,

$$\alpha_i = \Delta m_i / \Delta R_i$$

$$\alpha_1 = \Delta m_1 / \Delta R_1 = \frac{401712.0}{629.760} = 637.881$$

$$\alpha_2 = \Delta m_2 / \Delta R_2 = \frac{422115.5}{663.766} = 635.940$$

$$\alpha_3 = \Delta m_3 / \Delta R_3 = \frac{420604.0}{662.044} = 635.311$$

$$\vdots$$

$$\alpha_n = \Delta m_n / \Delta R_n$$

计算结果 α_i 取三位小数, 具体数据见表 6—1 第 12 栏。

以上五个步骤是编表的全部准备工作。

(六) 编表

编表就是计算出罐内液体任意读数下的商业质量并编成表。

仪表读数是自变量, 商业质量是因变量, 是仪表读数的函数, 编表就是找出读数与商业质量的对应关系。

因为仪表读数是自变量, 所以在编表时 首先确定 仪表 读数

R_i 的步距,一般为100;然后再根据 R_i 计算出对应的商业质量。

十位和个位的读数再编成一个小数表,可直接用 α_i 计算,列表时舍去小数(四舍五入)。

这里最重要的是计算各圈板第一个整数的商业质量。现以该罐第二圈板为例:

第一圈板最大读数: $R_1 = 629.760$

第二圈板圆整后第一个读数为: 630

第一圈板累计商业质量: $m_1 = 401712.0$

第二圈板斜率: $\alpha_2 = 635.940$

计算读数为630时的质量 m_{630} ,应为第一圈板的累计质量401712.0加上(630-629.760)这一部分的质量,而这部分属于第二圈板,因此应采用第二圈板的斜率 α_2 即:

$$\begin{aligned} m_{630} &= m_{629.760} + (630 - 629.760) \cdot \alpha_2 \\ &= 401712.0 + (630 - 629.760) \times 635.940 \\ &= 401864.62 \\ &\approx 401865 \end{aligned}$$

以后第一个整数为700,可用同样方法计算:

$$\begin{aligned} m_{700} &= 401712.0 + (700 - 629.760) \times 635.940 \\ &= 446380.42 \end{aligned}$$

以后每增加100读数, m 增加 $100\alpha_2$ 即63594.0

$$\begin{aligned} \text{如: } m_{800} &= 446380.42 + 63594.0 \\ &= 509974.42 \end{aligned}$$

$$m_{900} = 573568.42$$

$$m_{1000} = 637162.42$$

$$m_{1100} = 700756.42$$

$$m_{1200} = 764350.42$$

最后可以用下式核对一下计算是否有误:

$$(R_2 - 1200) \alpha_2 + m_{1200} = m_{1293.526}$$

商业质量换算表编表程序

表 6—1

罐号	油品、规格	年平均温度 $^{\circ}\text{C}$	量 程 读 数 比 B	位 差 系 数 K_A	平 均 密 度 ρ	$\rho \cdot F$	商业质量换算系数 F	$K = B \cdot K_A \cdot \rho \cdot F$
204	柴 油 35 $\#$	0	1/2	1.00132	860.9	859.781	0.9987	430.458

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
圈板 序号 i	圈板高 H_i (m)	圈板累计高 H_L $= \sum H_i$	圈板容量 V_i (m ³)	累计容量 V_L $= \sum V_i$	静压力修正量 V_{ji} $= \Delta V \cdot d$	合计容量 $V_{\Sigma i} =$ $V_{Li} + V_{ji}$	累计商业质量 m_i $= V_{\Sigma i} \cdot \rho \cdot F$	圈板商业质量 Δm_i $= m_i - m_{i-1}$	圈板读数 ΔR_i $= K \cdot H_i$	累计读数 R_i $= \sum \Delta R_i$	各圈板斜率 α_i $= \Delta m_i / \Delta R_i$
1	1.463	1.463	467.185	467.185	0.041	467.226	401712.0	401712.0	629.760	629.760	637.881
2	1.542	3.005	490.850	958.035	0.148	958.183	823827.5	422115.5	663.766	1293.526	635.940
3	1.538	4.543	488.994	1447.029	0.353	1447.382	1244431.5	420604.0	662.044	1955.570	635.311
4	1.545	6.088	491.122	1938.151	0.656	1938.807	1666949.4	422517.9	665.058	2620.628	635.310
5	1.535	7.623	488.282	2426.433	1.064	2427.497	2087115.8	420166.4	660.753	3281.381	635.890
6	1.560	9.183	496.827	2923.260	1.592	2924.852	2514732.2	427616.4	671.514	3952.895	636.794

$$(1293.526-1200) \times 635.940 + 764350.42 \\ = 823827.34$$

从表 6—1 查得 $m_{1293.526} = 823827.5$

$$823827.34 \approx 823827.5$$

二者十分接近，说明上述计算无误。

(七) 儲罐钢板溫度的修正，采用修正液体质量的方法，计算公式为：

$$m_t - m_{20} [1 + \beta(t - 20)]$$

- 式中： m_t —— 儲罐钢板溫度在 $t^\circ\text{C}$ 时，儲存液体的商业质量；
 m_{20} —— 儲罐钢板溫度在 20°C 时，儲存液体的商业质量；
 β —— 儲罐制作材料的体积膨胀系数（钢板取 33×10^{-6} ）
 t —— 儲罐钢板的平均溫度 $^\circ\text{C}$ （具体计算方法按国家立式金属罐检定规程的规定）。

4 号油罐商业质量换算表

表 6-2

仪表读数 <i>R</i>	商业质量 <i>m</i>	仪表读数 <i>R</i>	商业质量 <i>m</i>	仪表读数 <i>R</i>	商业质量 <i>m</i>
100	63788	10	6379	1	638
200	127576	20	12758	2	1276
300	191364	30	19136	3	1914
400	255152	40	25515	4	2552
500	318941	50	31894	5	3189
600	382729	60	38273	6	3827
630	401865	70	44652	7	4465
		80	51030	8	5103
		90	57409	9	5741
630	401865	10	6359	1	636
700	446380	20	12719	2	1272
800	509974	30	19078	3	1908
900	573568	40	25438	4	2544
1000	637162	50	31797	5	3180
1100	700756	60	38156	6	3816
1200	764350	70	44516	7	4452
1294	824129	80	50875	8	5088
		90	57235	9	5723
1294	824129	10	6353	1	635
1300	827941	20	12706	2	1271
1400	891472	30	19059	3	1906
1500	955003	40	25412	4	2541
1600	1018534	50	31766	5	3177
1700	1082065	60	38119	6	3812
1800	1145597	70	44472	7	4447
1900	1209128	80	50825	8	5086
1956	1244705	90	57178	9	5718

续表

仪表读数 R	商业质量 m	仪表读数 R	商业质量 m	仪表读数 R	商业质量 m
1956	1244705	10	6353	1	635
2000	1272658	20	12706	2	1271
2100	1336189	30	19059	3	1906
2200	1399720	40	25412	4	2541
2300	1463251	50	31766	5	3177
2400	1526782	60	38119	6	3812
2500	1590313	70	44472	7	4447
2600	1653844	80	50825	8	5082
2621	1667186	90	57178	9	5718
2621	1667186	10	6359	1	636
2700	1717421	20	12718	2	1272
2800	1781010	30	19077	3	1908
2900	1844599	40	25436	4	2544
3000	1908188	50	31795	5	3179
3100	1971777	60	38153	6	3815
3200	2035366	70	44512	7	4451
3281	2086873	80	50871	8	5087
		90	57230	9	5723
3281	2086873	10	6368	1	637
3300	2098972	20	12736	2	1274
3400	2162652	30	19104	3	1910
3500	2226331	40	25472	4	2547
3600	2290011	50	31840	5	3184
3700	2353690	60	38208	6	3821
3800	2417369	70	44576	7	4458
3900	2481049	80	50944	8	5094
3953	2514799	90	57311	9	5731

立式罐容积表

表 6-3

罐号: 4

[illegible]

立式罐小 数 表

表 6—4

罐号: 4

自0.000m至1.463m				自1.463m至3.005m				自3.006m至4.543m			
cm	容 积	mm	容 积	cm	容 积	mm	容 积	cm	容 积	mm	容 积
1	3193	1	319	1	3183	1	318	1	3179	1	318
2	6387	2	639	2	6366	2	637	2	6359	2	636
3	9580	3	958	3	9550	3	955	3	9538	3	954
4	12773	4	1277	4	12733	4	1273	4	12718	4	1272
5	15967	5	1597	5	15916	5	1592	5	15897	5	1590
6	19160	6	1916	6	19099	6	1910	6	19076	6	1908
7	22353	7	2235	7	22282	7	2228	7	22256	7	2226
8	25547	8	2555	8	25466	8	2547	8	25435	8	2544
9	28740	9	2874	9	28649	9	2867	9	28615	9	2862

自4.544m至6.088m				自6.089m至7.623m				自7.624m至9.183m			
cm	容 积	mm	容 积	cm	容 积	mm	容 积	cm	容 积	mm	容 积
1	3179	1	318	1	3181	1	318	1	3185	1	318
2	6358	2	636	2	6362	2	636	2	6370	2	637
3	9536	3	954	3	9542	3	954	3	9554	3	955
4	12775	4	1272	4	12724	4	1272	4	12739	4	1274
5	15894	5	1589	5	15905	5	1591	5	15924	5	1592
6	19073	6	1907	6	19086	6	1909	6	19109	6	1911
7	22251	7	2225	7	22267	7	2227	7	22294	7	2229
8	25430	8	2543	8	25448	8	2545	8	25478	8	2548
9	28609	9	2861	9	28629	9	2863	9	28663	9	2866

静压力容积修正表

表 6—5

单位: dm^3

罐号: 4

ΔV (水压) m	dm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		19	25	31	36	42	48	54	60	65	71
2		77	87	96	106	115	125	134	144	153	163
3		172	186	201	215	230	244	258	273	287	302
4		316	335	353	372	391	410	428	447	466	484
5		503	526	549	572	595	619	642	665	688	711
6		734	763	792	822	851	880	909	938	968	997
7		1026	1061	1097	1132	1167	1203	1238	1273	1308	1344
8		1379	1422	1465	1507	1550	1592	1635	1676	1720	1763
9		1805	1851								

注: 查表时dm以下四舍五入。