

内 部
参 考 资 料

流量标准装置

译文选编

(二)

中 国 计 量 科 学 研 究 院
第 一 力 学 室

1974.5.

目 录

奥巴尔流量计的校验与调整	1
精密流量计的校验	39
高效能的流量装置	44
气体流量计校验方法	49
气体质量流量测量剂 0.1%	71

奥巴尔流量计的校验与调整

奥巴尔新闻

一、前 言

根据奥巴尔流量计的用途，必须经常使它保持最高精度。因此，必须对它进行定期的校验。奥巴尔流量计是经过横滨工厂流量计校验设备严格校验合格出厂的。对于已出厂的流量计，就要送到本工厂，或到各地的计量研究所、计量检定所进行校验，这样，一方面手续麻烦，另一方面还造成较大的经济损失。因此，最近有越来越多的单位建立了自己的校验设备。校验设备一般有标准容器方式的和标准流量计方式的。而最近随着工厂设备的大型化和贸易量的增大，用标准体积管校验方式也开始普及了。这样随之而来的对校验方法就提出了很多问题，因此，在这期里我们介绍一下用标准容器、标准体积管、标准台秤、标准流量计等校验流量的方法。

二、概 要

(一)、误差

误差的定义:

1、根据计量器检定检查法(通乎友)第三条,计量器的表示量超过真实量的那个超过量,或计量器的表示量小于真实量的那个不足量叫做误差。

2、根据JIS-Z 8103(计划用语)

1) 计量器的表示值减去真实值的值,叫做计量器的误差。

2) 标准器的公称值减去真实值的值,叫做标准器的误差。

用公式表示为:

$$E = I - Q \quad \text{--- (1.1)}$$

其中:

E: 误差

Q: 真实量(实际通过量)

I: 计量器的表示量

但对于容积型流量计,要用百分率表示误差:

$$E = \frac{I - Q}{I} \times 100 (\%) \quad \text{--- (1.2)}$$

这是由计量法统一起来的,是常用的公式。

E的符号: 正号表示量超过真实量;

负号表示量小于真实量;

(二)、奥巴尔流量计的误差特性

奥巴尔流量计的误差 在整个测定范围内,不是一定的,而是有像图1那样的误差特性。当流量计用于计量时,流入侧与流出侧产生压差,叫做压力损失。图2中表示的就是流量与压力损失的特性曲线。

<产生压力损失的原因>

1. 由流体的粘滞力所引起的

- { 间隙中流体的粘滞力偶;
- { 计量室内流体的粘滞力偶。

2. 由回转子的机械摩擦所引起的。

- { 回转子所受的摩擦扭矩
- { 回转子齿面的摩擦扭矩
- { 其它扭矩 (计数装置、减速部、传动部)。

3. 流体通过流量计时, 的流动损失。

<产生器差特性的原因>

流体通过计量室的间隙时, 由于液体的压力损失就会产生泄漏。这个泄漏量在小流量范围内, 因回转数小而相应的变小, 这是产生器差特性的主要原因。

答) 由压力损失可以推定器差的大小, 以监视流量计的变化。

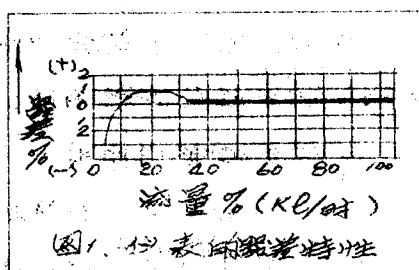


图1. 1% 表的器差特性

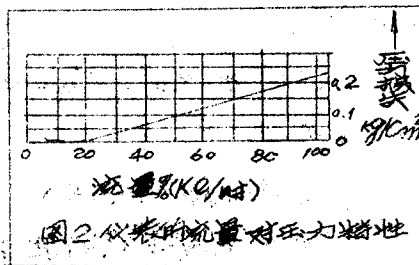


图2 仪表的流量对压力特性

<三> 器差校验方法

<标准容器法>

使流过被校准的液体流入标准容器, 比较标准容器和被校准表的指示量。

<标准体积管法>

使流过被校准的液体流经体积管, 使球在一定容积的管子中行走。记下该仪表在这段时间发出的脉冲数后, 求出器差。

〈标准称法〉

把通过被校表的液体用台秤精确测得质量，再根据它的强度值称出容积（这一强度值与通过被校表时液体的温度有关）。然后把称出的容积值与被校表的指示量进行比较。

〈标准流量计法〉（用标准容积称或体积计方法）

把标准表与被校表串联起来。每通过一定量液体后，比较两表的指示值。

〈注〉标准表也包括基准油表。

〈四〉、器差调整

所谓器差调整就是使随差特性的线平行地移动，最后让实用时的器差在允许范围内。

〈器差调整的种类〉

1. 单纯调整：在试验液中把器差调整至允许范围内。
2. 温度修正：修正由于试验液与实用液的温度差所产生的器差变化。
3. 粘度修正：修正由于试验液与实用液的粘度差所产生的器差变化。

〈器差调整的方法〉

可以采用改变从回授子磁送到指针（计数装置）的齿轮变速比的方法来进行器差调整。

调整装置有如下2个方式

1. 齿轮调整装置（AG）
2. 多段齿轮调整装置。

三. 校 验 方 法

校验应遵循1967.12.11.制定的, 1968.11.1.修订的
日本流量计工业会标准「容积流量计误差校验方法」。

(一). 校验准备

校验时应注意下面几点:

1. 试验液的选定,
2. 标准器的型式
3. 液体输送设备及其附属装置。

< 试验液的选定 >

试验液原则上应是流量计使用的实际液体, 或与实用液体
粘度相同的液体。但实在不得已的情况下, 必须采用粘度差
异很大的液体时, 就应根据第四节中对「粘度修正」的要求进
行粘度的误差修正。

< 实用液以外的试验液的选定 >

1. 与实用液粘度相同或接近的试验液。
2. 常温常压下的液体
3. 危险性小的液体
4. 对一般金属装置腐蚀性小的液体。
5. 容易得到的便宜的液体。

参). 本公司使用的试验液有水、煤油、汽油、重油等四
种。

注). 请注意不要用危险物质法中所限制的液体。

< 标准器 >

校验中所使用的标准器, 必须符合通商产业省令第45号
(第一次修订) 标准器检查规则。对于标准器以外的其它仪表
原则上应按照与计量研究所等相同的检查办法, 检查合格后,
才能使用。

1. 标准器的种类:

1)、标准容器

2)、标准体积管

3)、标准秤

4)、标准容积式体积计 (标准水表、标准油表)

5)、其它标准器

注: 在4)、中也包括基准油表

2. 标准器的选择

最好的标准器应具备设备费、维修费低、操作简单、准确等条件。

表1 所示为标准器比较表。

标准器的比较表

比 较 项 目 \ 标 准 器	标准容器	标准体积管	标准台称	标准表 (包括标准容积式体积计基准油表)
计量法规定的标准器公差	表示量的 $\frac{1}{200}$	表示全量的 $\frac{1}{200}$	表示量的 $\frac{1}{5000}$	表示量的 $\frac{1}{200}$
计量法规定的检定期限	五年	三年	三年	标准水表一年 标准油表二年
设备场所	大	大	大	小
操 作	复杂	很简单	很复杂	简单
设 备 费	高	高	很高	低
连续计量	不能	能	不能	能
流量范围	广	广	广	窄

粘度影响	没有	没有	没有	有一些
搬运	原则上不能	可以	不能	可以
强度影响	有	有	没有	有一些
压力限制	有	没有	有	比较少
气密性	不容易	容易	不容易	容易
轻质油的测定	不能	可以	可以	可以

3. 标准器的用途

1)、标准容器……校验计量石油产品(轻质油)用的流量计; 计量水或化学液体的流量。

2)、标准体积管……校验安装在管线上的、计量石油产品输入输出用的流量计

3)、标准台秤……计量密度变化的液体

4)、标准表……校验所有石油产品交易用的流量计; 校验带有容积刻度的, 工业管理用的流量计。

(注) 标准器的选择应参照“第五节试验设备”来决定。

(二) 用标准容器校验

<观察>

被校流量计的指示量 I (升)

标准容器标尺读出的体积量 Q (升)

通过被校流量计时试验液的温度 t_1 ($^{\circ}\text{C}$)

标准容器内试验液的温度 t_2 ($^{\circ}\text{C}$)

<器差计算>

器差

$$E = \left(\frac{I - (Q - e_s)}{I} \times 100 + \alpha (t_2 - t_1) \right)$$

$$+ \beta (15 - t_a) \} \%$$

其中: e_s : 标准容器的误差 (升)

α : 试验液的膨胀系数 %/度

β : 标准容器材料的膨胀系数 %/度

参) 1) 对于钢板及不锈钢板, β (标准容器材料的膨胀系数) 平均为 35×10^{-6} /度 (0.0035 %/度)

2) 对于 α (试验液的膨胀系数)

汽油: 0.11 %/度

煤油: 0.08 %/度

重油: 0.07 %/度

水: 0.015 %/度

关于 α , 或用实测值, 或查找 JIS-K2250 「原油及石油产品比重及容积换算表」。

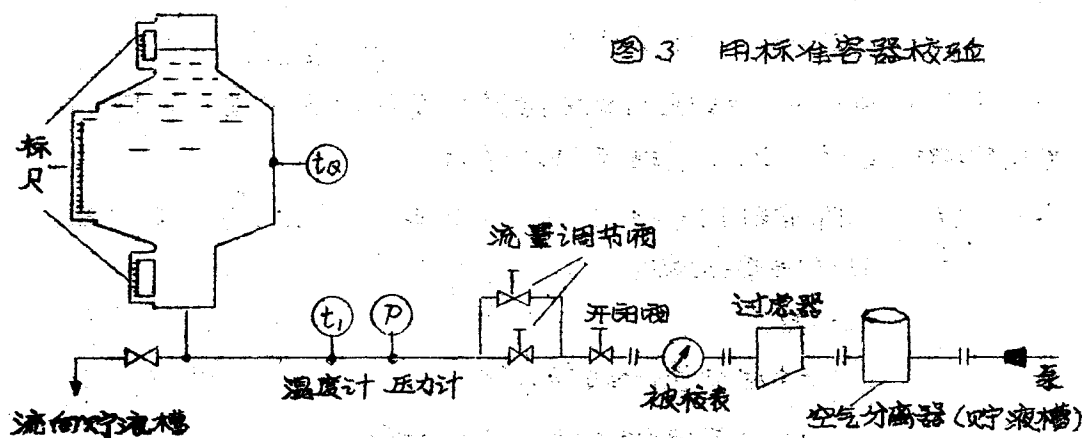


图3 用标准容器校验

(三) 用标准体积管校验

<观察>

被校表的脉冲计数器所指示的体积

I (升)

标准体积管的标准容积

Q (升)

标准体积管内部的温度

T_p ($^{\circ}\text{C}$)

标准体积管内部的压力

P_p (Kg/cm^2)

被校表中的温度

T_m ($^{\circ}\text{C}$)

被校表中的压力

P_m (Kg/cm^2)

<器差计算>

$$E = E' + E_\beta + E_K + E_\alpha + E_F \%$$

其中:

$$E' = \frac{I - Q}{I} \times 100\% \dots\dots \text{表观器差}$$

$$E_\beta = \beta (15 - T_p) \% \dots\dots \text{标准体积管温度膨胀修正率。}$$

$$E_K = K \cdot P_p \% \dots\dots \text{标准体积管压力膨胀修正率。}$$

$$E_\alpha = \alpha (T_p - T_m) \% \dots\dots \text{液体温度的膨胀修正率。}$$

$$E_F = F (P_m - P_p) \% \dots\dots \text{液体压力的膨胀修正率。}$$

在这些器差计算式中所采用的各种器差修正率, 如下面给出的那样:

1、因体积管的温度膨胀所引起的器差修正率:

$$\beta = \text{管体使用材料的体胀系数} \times 100 \% \dots\dots$$

$$\beta = 0.0035 \% / ^{\circ}\text{C}。$$

2、因体积管的压力膨胀所引起的器差修正率:

$$K = \frac{(\text{管的内径 } cm)}{(\text{管材料的纵向弹性系数 } kg/cm^2) \times (\text{管的厚度 } cm)} \times 100\%$$

$$K = 0.003\% / kg/cm^2$$

3. 因液体温度膨胀所引起的器差修正率

根据JIS-K 2250规定的石油类的容积换算系数, 计算每1°C的温度膨胀率。

单位 %/°C

油类	比重	温 度 范 围 (°C)		
		15 ~ 25	25 ~ 35	35 ~ 45
煤油	0.800	0.00092	0.00090	0.00091
重油	0.915	0.00072	0.00072	0.00071

$$\alpha_{\text{煤油}} = 0.09\% / ^\circ\text{C}, \quad \alpha_{\text{重油}} = 0.07\% / ^\circ\text{C}$$

4. 因液体压缩所引起的器差修正率

在一般情况下, 都是采用与试验液种相应的固有的压缩系数。至于石油类的情况, 则可根据下表(此表是根据API 1101制订的)。进行选择。

单位 %/kg/cm²

油类	比重	温 度 范 围 (°C)				
		0 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 40	40 ~ 50
煤油	0.800	0.008	0.008	0.009	0.010	0.011
重油	0.915	0.005	0.005	0.006	0.007	0.008

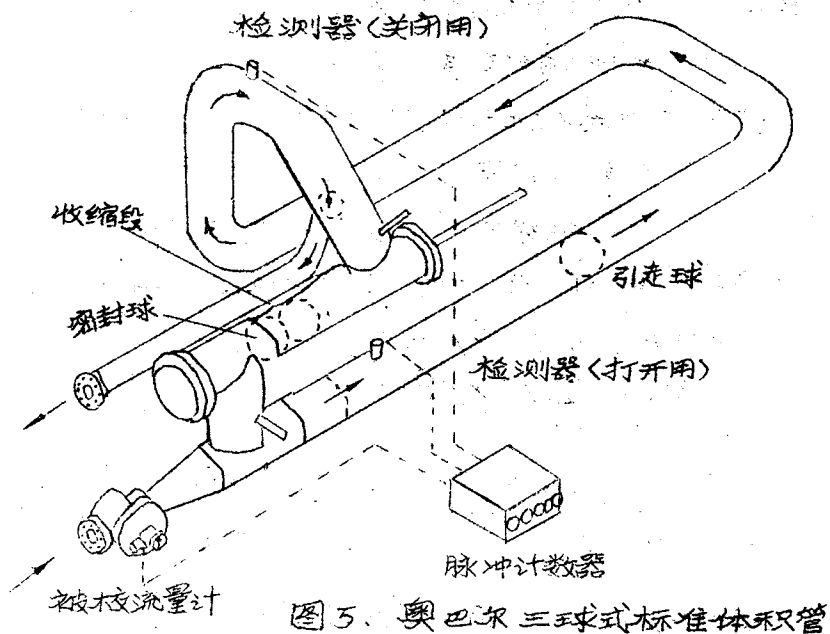
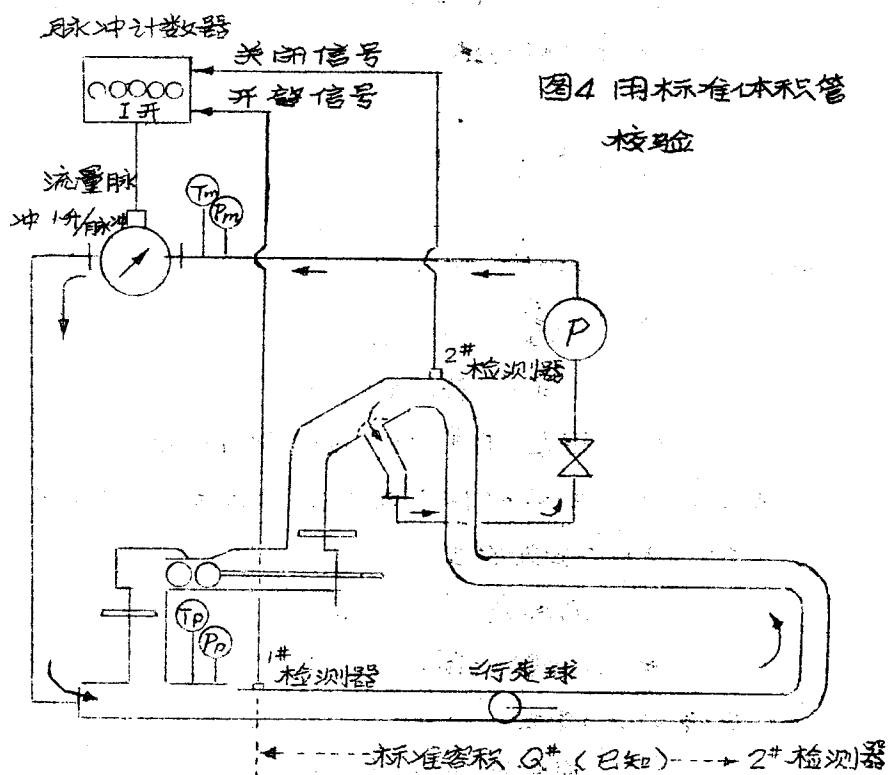


图5. 奥巴三球式标准体积管

(四) 用标准台秤校验

用标准台秤方法

$$E = \frac{I - \frac{W}{\alpha}}{I} \times 100$$

其中: E : 器差 (%)

I : 流量计指示值 (升)

W : 台秤的指示值 (kg)

α : 通过流量计液体的平均密度 (kg/升)

备注) 对 W (台秤的指示值) 必须作如下的修正:

① 标准秤的器差修正:

$$\text{真实量} = W - w$$

其中 w : 为标准器的器差 (kg)

② 空气浮力修正:

$$\text{真实量} = W \left\{ 1 + \rho \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\sigma} \right) \right\}$$

其中: ρ 为测定时的空气密度 (g/cm³)

σ 为砝码的密度 (g/cm³)

(参照标准器检定规则第三章第一节第4款第238条)。

ρ (空气密度): 0.0012 g/cm³

σ (砝码密度): 白金 21.5 g/cm³

不锈钢; 黄铜; 镍; 铜; 亚铅合金; 镍等 8.4 g/cm³。

铸铁: 7.0 g/cm³

铝: 2.7 g/cm³

$$\text{参) } E = \frac{I - Q}{I} \times 100 = \frac{I - \frac{W}{\alpha} \left\{ 1 + \rho \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\sigma} \right) \right\}}{I} \times 100 \quad (21)$$

一般可把 (21) 式简化成下式使用。

$$E = \frac{I - \frac{W}{\rho}}{I} \times 100 - e \quad (2.2)$$

e 用 d 、 ρ 示于表 2。

表 2. e 的值 (%)

$d \backslash \rho$	7.0 g/cm^3 (铸铁)	8.4 g/cm^3 (黄铜)
0.7 g/cm^3	0.15	0.16
0.8 g/cm^3	0.13	0.14
0.9 g/cm^3	0.12	0.12
1.0 g/cm^3	0.10	0.11

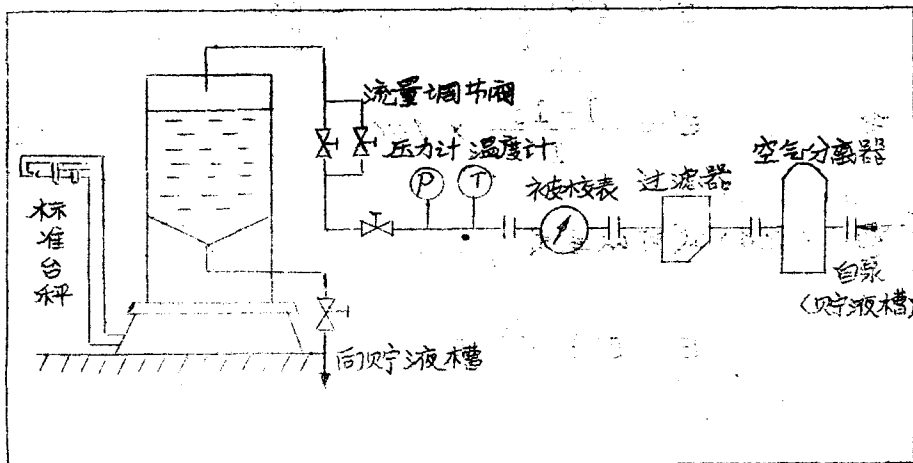
注) 本公司把 e 的值取作

0.12 %

即按

$$E = \frac{I - \frac{W}{\rho}}{I} \times 100\% - 0.12$$

算出器差。图 6. 用标准台秤校验。



(四) 用标准表校验:

$$E = \frac{I - I_s}{I} \times 100\%$$

其中: E : 器差 (%)

I : 流量计的指示值 (升)

I_s : 标准表的指示值 (升)

备注: 对 I_s (标准表的指示值) 必须进行如下的修正。

标准器的修正

$$\text{真实量} = I_s \left(1 - \frac{E_s}{100} \right)$$

其中: E_s : 标准器的器差 (%)

对于一台标准表, 可用下式表示:

$$I_s \left(1 - \frac{E_s}{100} \right) = I \left(1 - \frac{E}{100} \right) \quad (2.3)$$

用上式求 E 值有

$$\frac{I E}{100} = I - I_s + \frac{I_s E_s}{100}$$

$$E = \frac{100(I - I_s)}{I} + \frac{I_s E_s}{I} \quad (2.4)$$

$$\text{令} \quad E' = \frac{I - I_s}{I} \times 100 \quad (2.5)$$

则 (2.4) 式可以写成

$$E = E' + \frac{I_s}{I} E_s \quad (2.6)$$

由于 $\frac{I_s}{I} = 1$, 所以 $E = E' + E_s$ (2.7)

其中: I_s : 标准表的指示值

I : 被校表的指示值

E_s : 标准表的器差 (%)

E : 被校表的器差 (%)

E' : 被校表相对于标准表的器差 (%)

被校表的器差是被校表相对于标准表的器差 (%) 与标准表的器差 (%) 之和。

(五) 校验要领

<安装>

奥巴尔流量计应安装成使回转子处于水平, 流入方向的箭头与流动方向一致。

<予试运转>

为了排除校验装置内的空气, 应通入试验液进行予试运转, 原则上运转10分钟以上。

予试运转的流量应在被流量计最大允许流量的80%下运转10分钟以上。

参) 予试运转可以同校验装置内空气排除同时进行。

注) 对于液温变化的情况, 要待稳定后才能停止予试运转。

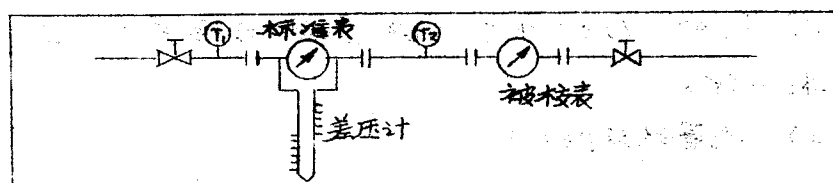


图7. 用一台标准表的方法。