



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 209—2010

体 积 管

Pipe Prover

2010—01—05 发布

2010—07—05 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

体积管检定规程
Verification Regulation of
Pipe Prover

JJG 209—2010
代替 JJG 209—1994

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2010 年 1 月 5 日批准，并自 2010 年 7 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

参加起草单位：国家水大流量计量站

开封仪表有限公司

上海方龙流量校验设备制造有限公司

河南省计量科学研究院

国防科技工业第一计量测试研究中心

本规程委托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：

徐英华（中国计量科学研究院）

参加起草人：

王自和（国家水大流量计量站）

孟 涛（中国计量科学研究院）

李永杰（开封仪表有限公司）

蒋耀龙（上海方龙流量校验设备制造有限公司）

崔耀华（河南省计量科学研究院）

刘彦军（国防科技工业第一计量测试研究中心）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和定义	(1)
4 概述	(1)
4.1 工作原理	(1)
4.2 组成	(1)
4.3 型式	(2)
4.4 用途	(5)
5 计量性能要求	(5)
5.1 重复性	(5)
5.2 复现性	(5)
6 通用技术要求	(5)
6.1 随机文件	(5)
6.2 外观	(5)
6.3 密封性	(6)
7 计量器具控制	(6)
7.1 检定条件	(6)
7.2 检定项目	(7)
7.3 检定方法	(7)
7.4 检定结果的处理	(11)
7.5 检定周期	(11)
附录 A 密封性试验方法	(12)
附录 B 标准表法	(13)
附录 C 水的体膨胀系数 β_w 表	(15)
附录 D 水的压缩系数 F_w 表	(16)
附录 E t 分布在置信概率 95% 与自由度 ν 的 $t_p(\nu)$ 值	(17)
附录 F 检定证书及检定结果通知书 (数据页) 格式	(18)

体积管检定规程

1 范围

本规程适用于以液体为介质的各种结构型式的体积管的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文献

下列标准、规范所包含的条文，通过引用而构成本规程的条文。

GB/T 17286.1—1998《液态烃动态测量 体积计量流量计检定系统 第1部分：一般原则》

GB/T 17286.2—1998《液态烃动态测量 体积计量流量计检定系统 第2部分：体积管》

GB/T 17286.4—2006《液态烃动态测量 体积计量流量计检定系统 第4部分：体积管操作人员指南》

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 术语和定义

下列术语和定义适用于本规程。

3.1 管体 pipe prover body

由横截面为圆形的管组成的环形管道或直形管道。

3.2 置换器 displacer

用于置换液体体积，在环形管道或直形管道内移动的球或活塞。

3.3 检测开关 detector switch

置换器通过标准容积段时，能精确测定置换器位置的开关或位移传感器。

3.4 标准容积段 standard volume section

体积管两个检测开关之间的容积段。

3.5 标准容积 standard volume

在标准状态下（20℃，101.325 kPa）标准容积段的容积。

4 概述

4.1 工作原理

当体积管内的置换器在液体推动下，以一定的速度先后触发两个检测开关时，将置换出的液体导进标准器内，由标准器的指示值经换算求得体积管的标准容积值。

4.2 组成

体积管是由管体、标准容积段、置换器、检测开关、阀和密封转换机构及控制系统

等组成。

4.2.1 管体

体积管管体的内表面需要进行加工或具有良好的耐磨、耐油和耐腐蚀性的涂层，其涂层与管壁要有较强的结合力并要求均匀，不得有皱纹、脱皮和疤痕。

4.2.2 标准容积段

标准容积段的管件和弯头要求是圆截面的、等直径的、光滑的，其管段的连接要保证同轴。

4.2.3 置换器

球式体积管一般采用表面光滑，无明显划痕的中空弹性球作为置换器，球内注满水或乙二醇等液体，注液充压时，可适当膨大。由充液后直径比体积管标准容积段的内径大2%~4%的球在其运行时与管壁有良好的密封性。

活塞体积管一般采用具有良好密封性能的圆柱形活塞作为置换器。

4.2.4 检测开关

检测开关具有足够的发讯灵敏度和可靠性。并对在正反两个方向上运行的置换器，都能准确无误地给出触发信号。

4.2.5 阀和密封转换机构

在体积管上完成流体方向或置换器动作转换的阀（换向阀或旁通阀等）或密封转换机构，置换器在到达检测开关之前和在标准容积段中运行时，这些阀或密封转换机构要保证密封。

4.2.6 控制系统

控制系统要稳定可靠地完成体积管的各种逻辑动作、数据采集和处理等过程。

4.3 型式

按置换器形式，体积管可分为球式体积管和活塞式体积管。球式体积管分为单向型体积管和双向型体积管。活塞式体积管可分为主动式体积管和被动式体积管两种型式。

4.3.1 单向型

单向型体积管，如图1所示。其置换器在体积管内沿着给定的一个方向运行，以置换器在一次运行中，从标准容积段所置换出来的液体体积，换算到标准状态下，作为体积管的标准容积值。

4.3.2 双向型

双向型体积管，如图2所示。其置换器在体积管内作往返运行，并且以置换器在标准容积段内所置换出来的液体体积，换算到标准状态下，作为体积管的标准容积值。

4.3.3 活塞式

活塞式体积管也称为小体积管，图3、图4所示为被动式活塞体积管，图3为带内提升阀的单向活塞体积管，图4为带外旁通阀的单向活塞体积管。其一端有测量杆，使活塞在移动相同距离的情况下，不同运行方向上所置换出来的液体的容积不相等，对这种形式的体积管要根据检定流量计的需要检定其上游容积或下游容积。图5为主动式活塞体积管结构示意图。

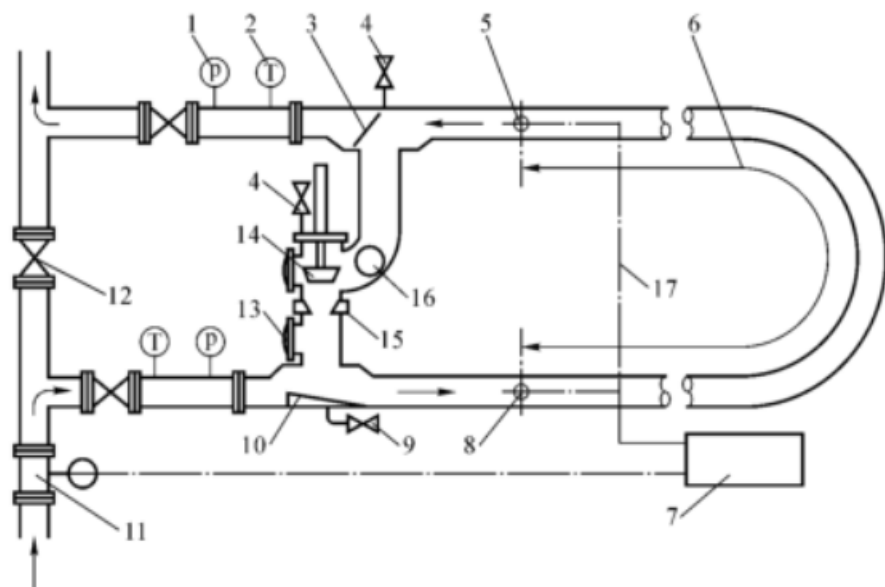


图 1 单向型体积管

- 1—压力测量仪表；2—温度测量仪表；3—挡球栅；4—排气阀；5—检测开关Ⅱ；
6—标准容积段；7—脉冲计数器或计算机控制系统；8—检测开关Ⅰ；9—排液阀；
10—置换器导板；11—被检流量计；12—双关断阀；13—快开盲板；14—推球器；
15—密封机构；16—置换器；17—信号电缆

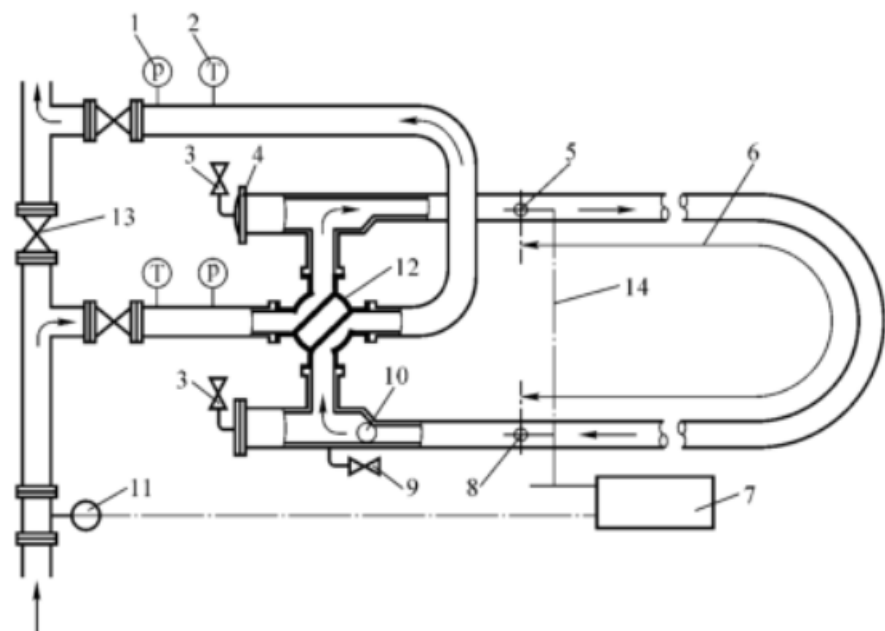


图 2 双向型体积管

- 1—压力测量仪表；2—温度测量仪表；3—排气阀；4—快开盲板；5—检测开关Ⅰ；
6—标准容积段；7—脉冲计数器或计算机控制系统；8—检测开关Ⅱ；9—排液阀；
10—置换器；11—被检流量计；12—四通换向阀；13—双关断阀；14—信号电缆

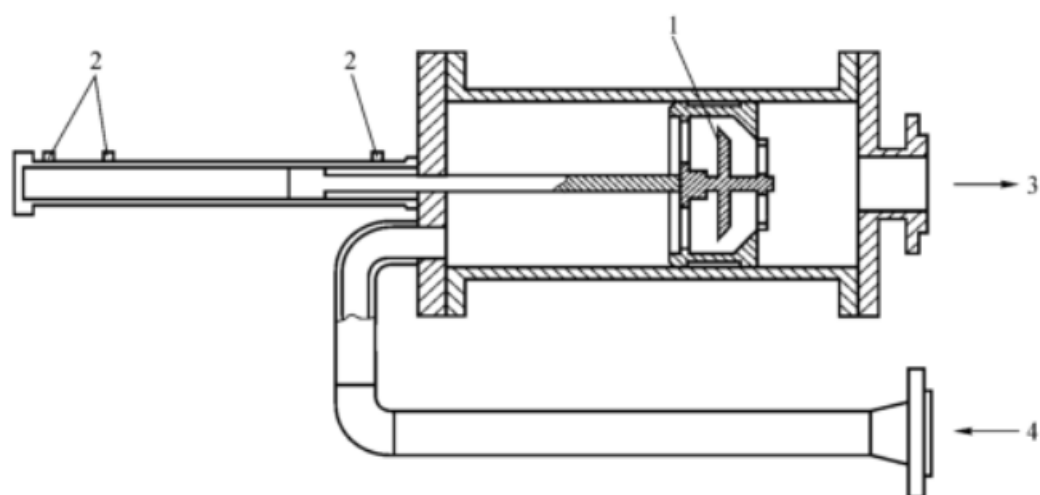


图3 带内提升阀的单向活塞体积管

1—活塞及提升阀；2—检测开关；3—出口；4—入口

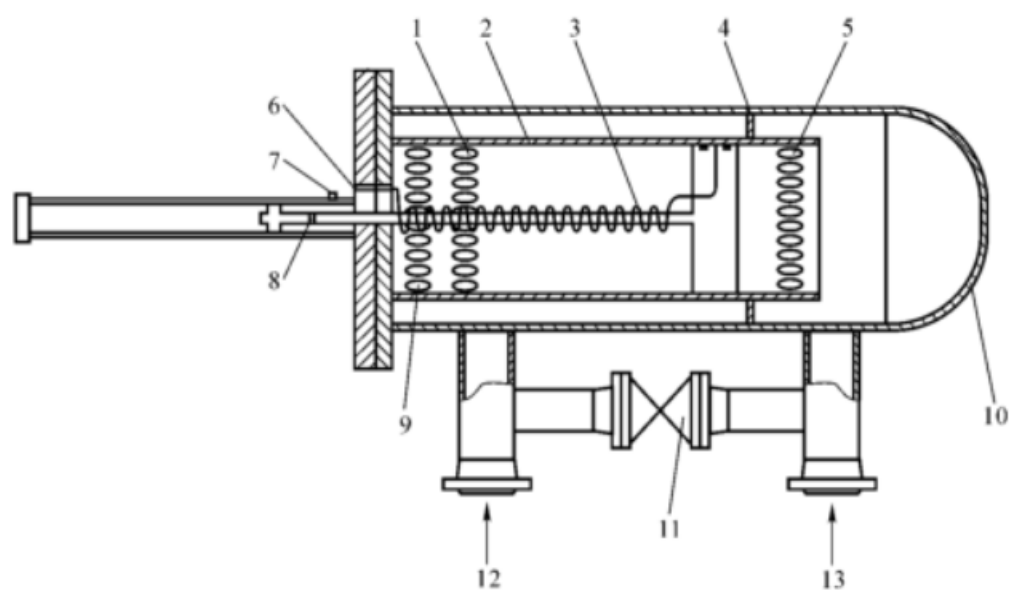


图4 带外旁通阀的单向活塞体积管

1—出口旁通孔；2—计量缸体；3—软管；4—环形密封；5—入口旁通孔；6—活塞密封检查孔；
7—检测开关；8—触发标记；9—制动孔；10—外缸体；11—旁通阀；12—出口；13—入口

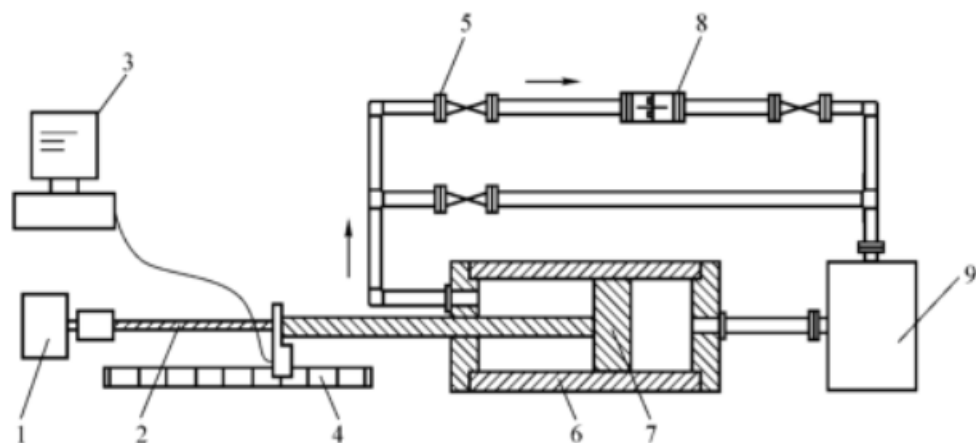


图 5 主动式活塞体积管

1—电机；2—丝杠；3—计算机；4—光栅；5—阀门；
6—体积管缸体；7—活塞；8—被检流量计；9—油箱

4.4 用途

体积管是用于对液体流量计（以下简称流量计）检定、校准的标准设备。

5 计量性能要求

5.1 重复性

体积管的重复性应优于 0.02%。

5.2 复现性

对于后续检定体积管应进行复现性检定，其复现性应优于 0.05%。

6 通用技术要求

6.1 随机文件

体积管应附有使用说明书和生产合格证。周期检定的体积管还应有前次的检定证书。

6.2 外观

6.2.1 体积管的所有管段（不锈钢管材除外）外表面均应涂防护漆，涂层应均匀，体积管管体不得有明显损伤。

6.2.2 体积管管段连接部分应同心、平滑无台阶。所有的焊接处应平整光洁，不得有任何严重的缺陷。

6.2.3 铭牌和标识

体积管应有铭牌，一般应标识出如下信息：

- a) 制造厂名称；
- b) 产品名称及型号规格；

- c) 出厂编号;
- d) 制造日期;
- e) 公称通径、公称压力;
- f) 额定流量;
- g) 管道材质、壁厚、弹性模量等;
- h) 防爆等级及防爆合格证编号 (使用于爆炸性气体环境)。

6.2.4 排气阀

排气阀应安装在体积管的最高部位。

6.2.5 排液阀

排液阀应安装在体积管的最低部位。

6.3 密封性

在检定压力下, 体积管管段各连接处和阀门应无渗漏。

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验。

7.1 检定条件

7.1.1 检定环境条件

一般条件下:

温 度: $(5\sim 35)^{\circ}\text{C}$

相对湿度: $30\%\sim 85\%$

大气压力: $(86\sim 106)\text{ kPa}$

7.1.2 检定用介质要求

7.1.2.1 对体积管一般采用水作为检定介质, 要求水质清洁, 无气泡、杂质等。

7.1.2.2 检定时应使用循环水, 要求有足够的水量, 水量应该不少于体积管设计容积量的 $2\sim 3$ 倍。

7.1.2.3 在检定过程中水温应保持稳定, 一次试验中, 温度变化不得超过 1°C 。

7.1.3 试验管路要求

7.1.3.1 从被检体积管出口到标准器之间的辅助管线应尽可能短, 弯头应尽可能少。其容积与体积管标准容积之比一般应小于 $1/10$ 。并要求泵的吸入口远离回水管的出口, 回水管的出口应浸于水中。

7.1.3.2 检定装置管路的设置应使被检体积管有一定的背压。

7.1.4 对检定装置的要求

7.1.4.1 检定装置的主要标准器及其辅助设备应具有有效的检定证书。

7.1.4.2 检定用主要仪器设备

检定用主要仪器设备应符合或优于表 1 的规定。

表 1 检定用主要仪器设备

检定方法	仪器名称	测量范围	最大允许误差
	温度测量仪表	(0~50)℃	±0.1℃
	压力测量仪表	根据检定压力确定	±0.4% (对应检定点)
容积法	标准金属量器	根据标准容积确定	±0.025%
	标准金属量器 (测量余量)	小于总量 1/10	±0.1%
质量法	标准衡器	根据标准容积确定	±0.02%
	密度计	根据检定介质确定	±0.2 kg/m ³
	秒表	(1~999) s	±0.01 s

7.1.4.3 换向设备要求

- a) 检定装置中若配有换向器，则在检定流量下，换向器应无溅水、漏水的现象。
- b) 检定装置中若配有流量换向阀，则换向阀的开、关性能应一致。
- c) 开始测量和结束测量时，换向器或流量换向阀的动作应由检测开关控制，换向应可靠、无误并动作时间足够短。

7.1.4.4 在检定装置进出口的工作压力下，双向体积管的四通阀、单向体积管推球器兼阀栓与阀座之间、活塞式体积管旁通阀均应密封良好，不得泄漏。

7.1.4.5 检定装置上的排气阀应将管内所有的气体排放出去。排液阀将管内所有的液体排放出去。在检定过程中，所有的排气阀和排液阀应处于关闭状态。

7.2 检定项目

体积管的检定项目列于表 2 中。

表 2 检定项目

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
随机文件和外观检查	+	+	+
密封性试验	+	+	+
重复性	+	+	—
复现性	—	+	—
注：“+”表示需检项目，“—”表示可不检项目。			

7.3 检定方法

7.3.1 随机文件和外观检查

- 7.3.1.1 检查随机文件，应符合 6.1 的要求。
- 7.3.1.2 外观检查采用目测的方法进行，其结果应符合 6.2、6.3 的要求。

7.3.2 密封性试验

检查体积管各连接处的密封性，要求在检定压力下持续 10 min，若体积管各连接

处无渗漏，则密封性合格。对各种形式的体积管进行的密封性试验，具体操作方法见附录 A。

7.3.3 体积管的复现性

体积管示值检定可采用容积法、质量法和标准表法。容积法的标准器为标准金属量器，质量法的标准器为秤。标准表法见附录 B。

7.3.3.1 容积法

a) 选择分配标准器

容积法检定装置如图 6 所示。体积管的入口直接与水泵相连，出口与检定装置相连。根据体积管的标准容积选定并分配标准器，选用一台或几台标准器，并确定使用次数。用于测量总量和测量余量的标准器，其最大允许误差应符合表 1 的要求。

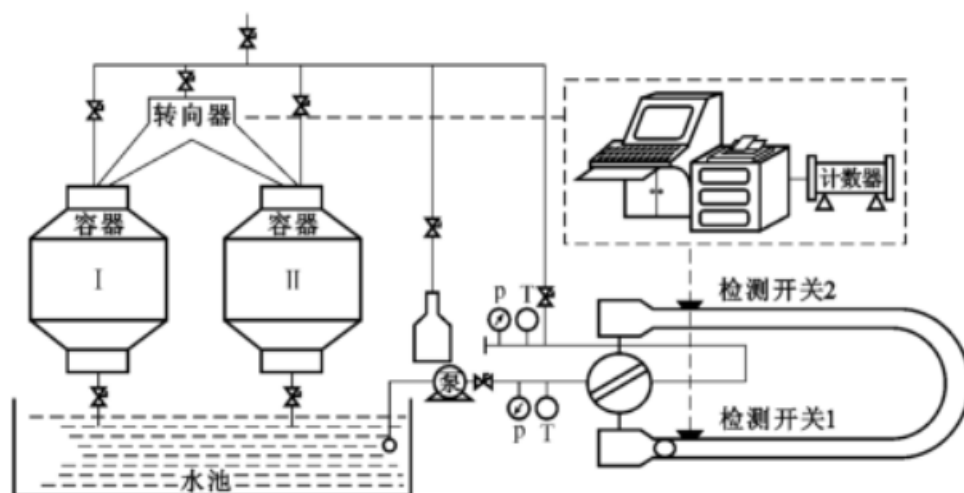


图 6 容积法体积管检定装置

b) 排气，启动水泵，向体积管注水，打开各个排气阀，使水历经体积管、换向器和标准量器流回水池。进行一段时间的水循环，确认排气阀已无气体排出时，关闭排气阀。

c) 在进行水循环过程中，测量体积管入口、出口、标准器处及水池的水温，确认整个水循环系统的水温基本达到恒定时，即可进行检定。为加速系统的水温趋于一致，可以使置换器运行。

d) 采用容积法进行检定时，应按规定湿润标准量器的内壁，使标准量器处于准备状态。

e) 用调节阀调节流量，以确定置换器通过检测开关 D_1 、 D_2 时的流量。为保证置换器能够以同一速度经过 D_1 、 D_2 ，在一次检定过程中调节阀的开度应保持一致。置换器在检测开关 D_1 、 D_2 之间运行时，可以适当加大流量，流量大小应以所用标准量器能连续倒换及由换向器行程差引起的误差可以忽略为原则。（ D_1 为第一个检测开关， D_2 为第二个检测开关。）

7.3.3.2 检定程序

a) 初始位置为换向器将水流导向旁通侧，启动置换器的投入按钮，使置换器运行。

b) 当置换器按一定的流量触发检测开关 D_1 时，启动换向器将水流从旁通侧换至

标准量器侧,开始计量。

c) 当置换器触发检测开关 D_1 时,读取体积管出口处的压力值,作为该次检定时体积管的压力,读取体积管进、出口处的温度,取平均值作为该次检定时体积管的平均温度。

d) 置换器在两个检测开关之间运行的时间应不少于 5 min,以减少换向造成的误差。

e) 压力测量仪表和温度测量仪表的最大允许误差应符合表 1 的规定。

f) 置换器在检测开关 D_1 、 D_2 之间运行时,可适当加大流量。但应以调定的流量触发检测开关 D_2 同时将水流换至旁通侧,完成一次检定。

g) 按以上程序连续进行检定,检定次数应不少于 3 次。

7.3.3.3 体积管标准容积值的计算

体积管标准容积值的计算,需要将测得的水的体积换算到标准状态下的体积。

a) 不带测量杆的体积管容积法检定容积的温度、压力换算公式的计算:

$$V_{ps} = V_s \left[1 + \beta_s(t_s - 20) + \beta_w(t_p - t_s) - \beta_p(t_p - 20) - p_p \left(\frac{D}{Et} + F_w \right) \right] \quad (1)$$

式中: V_{ps} ——体积管在标准状态下的容积值, L;

V_s ——标准器指示值, L;

β_s, β_p ——标准量器材质、体积管材质的体膨胀系数, $1/^\circ\text{C}$;

β_w ——水的体膨胀系数, $1/^\circ\text{C}$ (见附录 C);

t_s, t_p ——标准量器和体积管的壁温 (用量器内和体积管内测得的水温代替), $^\circ\text{C}$;

p_p ——体积管内液体的表压力, Pa;

D ——体积管标准容积段的内径, m;

E ——体积管材质的弹性模量, Pa;

t ——体积管标准容积段的壁厚, m;

F_w ——水的压缩系数, $1/\text{Pa}$ (见附录 D)。

b) 带测量杆的体积管容积法检定容积的温度、压力换算公式的计算:

$$V_{ps} = V_s \left[1 + \beta_s(t_s - 20) + \beta_w(t_p - t_s) - 2\alpha_p(t_p - 20) - \alpha_r(t_r - 20) - p_p \left(\frac{D}{Et} + F_w \right) \right] \quad (2)$$

式中: α_p ——体积管材质的线膨胀系数, $1/^\circ\text{C}$;

α_r ——测量杆材质的线膨胀系数, $1/^\circ\text{C}$ 。

7.3.3.4 质量法

采用质量法检定体积管示值与容积法检定体积管示值的方法相同,只是将标准量器换为标准秤。质量法检定体积管标准容积的计算如下式:

a) 不带测量杆的体积管质量法检定容积的温度、压力换算公式的计算:

$$V_{ps} = \frac{M}{\rho_w} (1 + \epsilon) \left[1 + \beta_w(t_p - t_s) - \beta_p(t_p - 20) - p_p \left(\frac{D}{Et} + F_w \right) \right] \quad (3)$$

式中: M ——检定条件下秤的示值, kg;

ρ_w ——检定条件下称量容器内水的密度, kg/m^3 ;

ϵ ——空气浮力修正系数:

$$\epsilon = \rho_a \left(\frac{1}{\rho_w} - \frac{1}{\rho_{wc}} \right) \approx 0.001\ 06$$

式中: ρ_a ——空气密度, kg/m^3 ;

ρ_{wc} ——检定时衡器的标准砝码密度, kg/m^3 。

b) 带测量杆的体积管容积法检定容积的温度、压力换算公式的计算:

$$V_{ps} = \frac{M}{\rho_w} (1 + \epsilon) \left[1 + \beta_w(t_p - t_s) - 2\alpha_p(t_p - 20) - \alpha_r(t_r - 20) - p_p \left(\frac{D}{Et} + F_w \right) \right] \quad (4)$$

7.3.4 体积管的标准容积

7.3.4.1 单向体积管取置换器在两个检测开关 D_1 、 D_2 之间一次运行所置换出来的水的体积量。

7.3.4.2 双向体积管取置换器在两个检测开关 D_1 、 D_2 之间两个方向上, 从检测开关 D_1 到 D_2 和 D_2 到 D_1 之间所置换出来水的体积量之和。

7.3.4.3 对于活塞式体积管, 由于活塞的一端有测量杆, 致使活塞在移动相同距离的情况下, 不同运行方向上所置换出来的水的体积不相等。对活塞式体积管应根据检定流量计的需要, 选择检定体积管的上游容积或下游容积。

7.3.5 体积管标准容积的平均值

$$\bar{V}_{ps} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_{ps})_i \quad (5)$$

式中: \bar{V}_{ps} ——体积管标准容积的平均值, L;

$(V_{ps})_i$ ——第 i 次检定体积管的标准容积, L;

n ——检定次数, $n \geq 3$ 。

7.3.6 重复性计算

7.3.6.1 标准偏差

$$\sigma = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n [(V_{ps})_i - \bar{V}_{ps}]^2}{n-1} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

7.3.6.2 重复性

$$E_r = \frac{t_p(\nu)\sigma}{\bar{V}_{ps}} \times 100\% \quad (7)$$

式中: $t_p(\nu)$ —— t 分布系数, $t_p(\nu)$ 数值表见附录 E;

ν ——自由度, $\nu = n - 1$ 。

7.3.7 体积管的复现性

7.3.7.1 复现性计算

体积管的复现性按下式计算:

$$S = \frac{|\bar{V}_{ps} - V_0|}{V_0} \times 100\% \quad (8)$$

式中：S——体积管的复现性；

V_0 ——上一检定周期体积管的标准容积值，该值应由检定证书中获取。

7.3.7.2 若在上一检定结束后至本次检定结束前，进行过有可能改变体积管标准容积操作的体积管，将不进行复现性检定。

7.4 检定结果的处理

7.4.1 经检定符合本规程要求的体积管发给检定证书（检定证书内容见附录 F），并应在其检测开关上进行封印，封印有编号的应记下编号，在下个周期检定时对封印编号进行检查。

7.4.2 检定不合格的发给检定结果通知书（检定结果通知书内容见附录 F），并注明不合格项目。

7.5 检定周期

对于首次检定、后续检定中复现性检定不合格，以及属于 7.3.7.2 规定的情况的体积管，其检定周期为 1 年；对于其他进行后续检定的体积管，检定周期不超过 3 年。

附录 A

密封性试验方法

A.1 双向一球一阀式

目的：在检定过程中，检查四通换向阀的密封性能。

操作方法：在阀门进出口的最大工作压力下，打开四通换向阀的检漏口阀门，将存水放出，然后观察有无水从阀门中漏出。若无泄漏，则密封性能合格。

A.2 单向一球一阀式

目的：在检定过程中，检查密封转换机构的密封性能。

操作方法：观察监视安装在密封转换机构上的压力仪表，若无渗漏，则压力仪表的示值高于体积管的进出口压力。或打开检漏口阀门，观察有无液体漏出，若无渗漏，则密封性能合格。

A.3 活塞式

目的：在检定过程中，检查旁通阀的密封性能。

操作方法：对于有检漏装置的体积管，应随时观察检漏装置的密封状态，如无泄露，则密封性能合格。

附录 B

标准表法

本附录适用于标准表法检定体积管，该方法中使用标准流量计作为被检定的体积管和计量标准器之间的传递标准。首先用计量标准器检定标准流量计，再用标准流量计确定需检定的体积管的标准容积。

B.1 对标准表法检定装置的要求

B.1.1 选一台体积管（称为主标准体积管）作为计量标准器，其标准容积应按本规程规定的容积法或质量法确定。

B.1.2 标准流量计应是带有脉冲发生器的容积式流量计或涡轮流量计，在一次检定过程中，其脉冲数应不少于 10 000 个，不应使用容差调整器或温度补偿器。

B.1.3 标准流量计的仪表系数，一般应用实际流体在实际流动条件下确定。标准流量计的仪表系数应是 5 个连续测量结果的平均值，其重复性应在 0.02% 以内。

B.2 检定前准备工作

B.2.1 根据现场的条件，将被检定的体积管、主标准体积管和标准流量计用管线串联连接在一起。

B.2.2 检定装置的各个连接管件应无泄漏现象，整个充液管线内的压力应始终保持高于液体在最高温度时的饱和蒸气压。

B.2.3 进行一段时间的预运行，使体积管、标准流量计中的液体温度达到恒定，并排净气体。

B.2.4 检定标准流量计时，应将标准流量计上的脉冲发生器和主标准体积管的计数器及检测开关连接起来；再用标准流量计检定被检体积管时，脉冲发生器、计数器应和被检体积管连接起来，检测开关也应同时开始工作。

B.2.5 先将流量调到需要的值，并保证在整个检定过程中，流量的变化量不超过 $\pm 2\%$ 的范围。

B.3 检定程序

B.3.1 使用主标准体积管多次试检标准流量计，通过试检标准流量计的数据，观察是否能够获得稳定的检定结果。

B.3.2 检定操作按下述 3 个步骤依次进行：

- (1) 用主标准体积管检定标准流量计；
- (2) 用标准流量计检定被检定的体积管；
- (3) 用主标准体积管再次检定标准流量计。

以上 3 项操作应依次连续完成，至少两项应在一天内进行，最好都在同一天进行。具体操作步骤如下：

第一步，检定标准流量计，应进行检定前的循环运行，待流量稳定后，检定次数应不少于 5 次，连续 5 次的检定结果重复性应在 0.02% 范围内，否则无效。将连续 5 次

有效的检定结果平均值作为“初始”流量计系数记录下来。

第二步，用标准流量计检定被检定的体积管，应进行连续的检定运行。只有连续 5 次检定结果的重复性在 0.02% 范围内，检定数据才有效。“初始”流量计系数是已知量（来自前面的流量计检定），体积管的标准容积为需要确定的量。

第三步，用主标准体积管再次检定标准流量计，检查标准流量计系数是否在运行期间发生明显的变化。再次进行连续的检定运行，只有 5 次连续检定运行结果的重复性在 0.02% 范围内，检定数据才有效。5 个有效检定结果的平均值作为“结束”流量计系数。

B.3.3 “初始”和“结束”流量计系数之差不能超过 0.02%，如果它们之差超过了 0.02%，应按上述 3 步程序重新进行检定。如果它们之差不超过 0.02%，用“初始”和“结束”流量计系数的平均值来计算被检定体积管的标准容积值。

B.3.4 按下式计算体积管在标准条件下的基本体积值 V_{ps} ：

$$V_{ps} = \frac{N_{ip}}{k} \left[1 + F_1(p_m - p_p) + \beta_l(t_p - t_m) - \beta_p(t_p - 20) - p_p \left(\frac{D}{Et} \right) \right] \quad (\text{B. 1})$$

式中： V_{ps} ——体积管在标准状态下的容积值，L；

N_{ip} ——标准流量计的累积脉冲数；

k ——标准流量计的仪表系数；

β_l, β_p ——检定介质和体积管材质的体膨胀系数， $1/^\circ\text{C}$ ；

t_m, t_p ——标准流量计和体积管内液体的温度， $^\circ\text{C}$ ；

p_m, p_p ——标准流量计和体积管内液体的表压力，kPa；

D ——体积管的公称内径，m；

E ——体积管材质的弹性模量，kPa；

t ——体积管的壁厚，m；

F_1 ——介质的压缩系数， $1/\text{kPa}$ 。

B.4 其他项目按本规程规定进行。

附录 C

水的体膨胀系数 β_w 表

$$\beta_w = \frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p$$

1/°C, $\beta_w \times 10^{-6}$

$t/^\circ\text{C}$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5	16.0	17.6	19.1	20.7	22.2	23.7	25.2	26.7	28.3	29.8
6	31.3	32.8	34.3	35.7	37.2	38.7	40.2	41.7	43.1	44.6
7	46.0	47.5	48.9	50.4	51.8	53.3	54.7	56.1	57.6	59.0
8	60.4	61.8	63.2	64.6	66.0	67.4	68.8	70.2	71.6	73.0
9	74.4	75.7	77.1	78.5	79.8	81.2	82.5	83.9	85.2	86.6
10	87.9	89.3	90.6	91.9	93.3	94.6	95.9	97.2	98.5	99.9
11	101.2	102.5	103.8	105.1	106.4	107.6	108.9	110.2	111.5	112.8
12	114.0	115.3	116.6	117.8	119.1	120.4	121.6	122.9	124.1	125.4
13	126.6	127.9	129.1	130.3	131.6	132.8	134.0	135.2	136.4	137.7
14	138.9	140.1	141.3	142.5	143.7	144.9	146.1	147.3	148.5	149.7
15	150.8	152.0	153.2	154.4	155.6	156.7	157.9	159.1	160.2	161.4
16	162.5	163.7	164.8	166.0	167.1	168.3	169.4	170.6	171.7	172.8
17	174.0	175.1	176.2	177.3	178.5	179.6	180.7	181.8	182.9	184.0
18	185.2	186.3	187.4	188.5	189.6	190.7	191.7	192.8	193.9	195.0
19	196.1	197.2	198.3	199.3	200.4	201.5	202.5	203.6	204.7	205.7
20	206.8	207.9	208.9	210.0	211.0	212.1	213.1	214.2	215.2	216.3
21	217.3	218.3	219.4	220.4	221.4	222.5	223.5	224.5	225.5	226.6
22	227.6	228.6	229.6	230.6	231.6	232.7	233.7	234.7	235.7	236.7
23	237.7	238.7	239.7	240.7	241.7	242.6	243.6	244.6	245.6	246.6
24	247.6	248.6	249.5	250.5	251.5	252.5	253.4	254.4	255.4	256.3
25	257.3	258.3	259.2	260.2	261.1	262.1	263.0	264.0	264.9	265.9
26	266.8	267.8	268.7	269.7	270.6	271.5	272.5	273.4	274.3	275.3
27	276.2	277.1	278.1	279.0	279.9	280.8	281.7	282.7	283.6	284.5
28	285.4	286.3	287.2	288.1	289.1	290.0	290.9	291.8	292.7	293.6
29	294.5	295.4	296.3	297.2	298.0	298.9	299.8	300.7	301.6	302.5
30	303.4									

附录 D

水的压缩系数 F_w 表

$p = (0.3 \sim 0.5) \text{ MPa}$

$t/^\circ\text{C}$	0	10	20	30	40	50
$F_w/\text{Pa}^{-1}, \times 10^{-12}$	508	481	461	448	442	440

附录 E

t 分布在置信概率 95%与自由度 ν 的 $t_p(\nu)$ 值

自由度 ν	95%	自由度 ν	95%
1	12.71	11	2.20
2	4.30	12	2.18
3	3.18	13	2.16
4	2.78	14	2.14
5	2.57	15	2.13
6	2.45	16	2.12
7	2.36	17	2.11
8	2.31	18	2.10
9	2.26	19	2.09
10	2.23	20	2.09

附录 F

检定证书及检定结果通知书（数据页）格式

F.1 检定证书（数据页）格式

检定条件	检定介质	
	介质温度	
	介质压力	
	置换器编号	
	检定方法	
检定结果	外观	
	密封性	
	标准容积值 (20℃, 101.325 kPa)	
	重复性	
	复现性	

F.2 检定结果通知书（数据页）格式

检定条件	检定介质	
	介质温度	
	介质压力	
	置换器编号	
	检定方法	
检定结果	外观	
	密封性	
	标准容积值 (20℃, 101.325 kPa)	
	重复性	
	复现性	

在检定结果通知书中需指明不合格项目。

F.3 下次送检时，请带此证书或证书复印件。
