



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 17286.4—2006/ISO 7278-4:1999

---

## 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

Liquid hydrocarbons—Dynamic measurement—  
Proving systems for volumetric meters—  
Part 4: Guide for operators of pipe provers

(ISO 7278-4:1999, IDT)

2006-01-18 发布

2006-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	I
ISO 前言 .....	II
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 原理 .....	1
3.1 流量计性能表示方法的表示方法 .....	1
3.2 影响流量计性能的因素 .....	2
3.3 修正系数 .....	3
4 流量计和体积管 .....	4
4.1 带脉冲输出的流量计 .....	4
4.2 流量计的误差来源 .....	4
4.3 脉冲插入装置 .....	5
4.4 常规体积管 .....	5
4.5 小容积体积管 .....	8
4.6 体积管安装方法 .....	10
4.7 体积管操作中的误差来源 .....	11
4.8 体积管检定 .....	11
4.9 流量计系统 .....	11
5 安全要求 .....	13
5.1 总则 .....	13
5.2 许可 .....	14
5.3 机械安全 .....	14
5.4 电气安全 .....	16
5.5 防火措施 .....	16
5.6 其他安全措施 .....	16
6 操作体积管 .....	17
6.1 移动式体积管的安装 .....	17
6.2 体积管预热 .....	17
6.3 定期检查影响准确度的因素 .....	18
6.4 实际操作 .....	18
6.5 结果验证 .....	18
6.6 查找故障 .....	19
附录 A(资料性附录) 参考文献 .....	21

## 前 言

在国家标准 GB/T 17286《液态烃动态测量 体积计量流量计检定系统》总标题下,包括以下 5 部分内容:

- 第 1 部分:一般原则(已发布)
- 第 2 部分:体积管(已发布)
- 第 3 部分:脉冲插入技术(已发布)
- 第 4 部分:体积管操作人员指南
- 第 5 部分:小容积体积管

其中第 1 部分至第 3 部分已经颁布,本标准是第 4 部分,第 5 部分正在制定中,正式发布后将成为 GB/T 17286 的组成部分。

本标准等同采用 ISO 7278-4:1999《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》(英文版)。

本标准的附录 A 是资料性附录。

本标准由中国石油天然气股份有限公司提出。

本标准由石油工业标准化委员会油气计量及分析方法专业标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:中国石油天然气股份有限公司计量测试研究所。

本标准主要起草人:郑琦。

## ISO 前言

国际标准化组织(ISO)是各国标准化团体(ISO 成员团体)的世界性联合会。国际标准的制定工作通常是由 ISO 各技术委员会进行的。对已建立了技术委员会的研究主题感兴趣的每个成员团体都有权派代表参加该委员会。与 ISO 保持联系的政府性和非政府性组织也可参与这项工作。ISO 与国际电工委员会(IEC)在所有关于电工技术标准化工作方面紧密合作。

各技术委员会所采用的国际标准草案都分发给各成员团体进行表决。至少要有 75% 的成员团体投票赞同,国际标准才能出版。

国际标准 ISO 7278-4 是由 ISO/TC 28“石油产品及润滑剂技术委员会”SC2“石油动态计量分委员会”起草的。

ISO 7278 在《液态烃动态测量体积计量流量计检定系统》总标题下,包括以下 5 个部分:

第 1 部分:一般原则

第 2 部分:体积管

第 3 部分:脉冲插入技术

第 4 部分:体积管操作人员指南

第 5 部分:小容积体积管

ISO 7278-4 的附录 A 仅作为资料。

## 引 言

所有符合某一准确度要求的测量仪表都需要周期性地校验,即必须进行一次或一系列测试,将该仪表的读数与具有更高准确度的独立测量值相比较。石油流量计也不例外,根据国家法律,每隔一段时间几乎所有用于销售或征税的石油流量计都要进行校验。在有些场合,这些流量计所涉及的金額较大,可能要更频繁地进行校验。在石油工业领域,用检定这一术语描述对原油和石油产品的体积计量仪表进行校验的过程。

最常用的流量计检定方法是让一定量的液体通过流量计,然后进入被称为标准器的体积测量设备。对于口径特别小的流量计,检定设备可能是已知其准确容积的量瓶或标准金属量器。例如,用标准量器检定加油站内带有流量计的汽油加油机,如果足量的汽油已充满 10 L 的量器,但加油机的指示值为 10.2 L,则表明流量计的读数偏高 2%。

在大型计量系统中,情况要复杂得多,单台流量计通过的流量能达到几千升每秒。流量计不同于汽油加油机,其测量元件通常不直接驱动以体积刻度的机械表盘,但能产生一系列由电子计数器记录的电脉冲。对于此类流量计,检定的目的是确定所产生和记录的脉冲数与通过流量计的液体体积之间的关系,该关系随流量计结构和尺寸改变,且受流量和液体性质的影响。

这些大口径流量计安装在管线上,通常不能随意关停或启动,这是检定遇到的另一个困难,要求流量计和标准器必须能够动态地同步读数,即在液体流过流量计和标准器时读数。因为存在油品的温度膨胀及可压缩性、体积管材质的温度膨胀及弹性变形等影响因素,所以进一步增加了检定的复杂性。

本标准只涉及被称为体积管的标准器。当必须检定测量原油和石油产品的流量计时,通常使用体积管。就原理而论,体积管只是内部容积经过准确测量的一段管道或一个缸体,其内部有一个配合良好的活塞或一个配合紧密的球体,当稳定的液流通过串联安装的流量计和体积管时,能够对活塞或球体推出的液体体积与流量计指示的体积进行比较。实际上,要形成能有效工作的体积管,还必须在简单的管道和活塞结构上增加各种附属部件。

# 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

#### 1 范围

本标准提供了用体积管检定涡轮流量计和容积式流量计的操作指南,适用于 GB/T 17286.2 中所规定的被称为常规体积管的各类体积管和被称为小容积体积管的其他类型体积管。

本标准可用作体积管操作的参考手册,也可用于人员培训。本标准不涉及不同生产厂家制造的结构类似体积管之间的具体差异。

#### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而构成本标准的条文。凡是注明日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注明日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 9109.5—1988 原油动态计量 油量计算(eqv ISO 4267-2:1988)

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(idt ISO 7278-2:1988)

GB/T 17286.3—1998 液态烃动态测量 体积计量流量计检定系统 第3部分:脉冲插入技术(idt ISO 7278-3:1995)

GB/T 17287—1998 液态烃动态测量 体积计量系统的统计控制(idt ISO 4124:1994)

GB/T 17288—1998 液态烃体积测量 容积式流量计计量系统(idt ISO 2714:1980)

GB/T 17289—1998 液态烃体积测量 涡轮流量计计量系统(idt ISO 2715:1981)

GB/T 17746—1999 石油液体和气体动态计量 电和(或)电子脉冲数据电缆传输的保真度和可靠度(idt ISO 6551:1982)

#### 3 原理

##### 3.1 流量计性能的表达方法

用体积管检定流量计的目的是提供一个通常为4位或5位的数字,例如1.0029、0.9998或21586等,利用该数字能将流量计的读数准确地转换为通过流量计的液体体积值。

用数值表示流量计性能的方式有多种,但其中3种对体积管操作人员至关重要,下面对其进行讨论。

##### 3.1.1 流量计系数

最初使用的石油流量计是可以直接读数的带机械表盘的容积式流量计(见4.1),体积量以升(L)或立方米(m<sup>3</sup>)表示;表盘指示的读数通常为近似值。通过改变指示机构的齿轮传动比或使用一个流量计系数,可对近似值进行修正,得到更为准确的数值。因为通过更换齿轮得到一个给定的体积值比较困难,所以更多地使用流量计系数。

流量计系数MF被定义为通过流量计的液体实际体积值(V)与流量计指示体积值(V<sub>m</sub>)的比值,即:

$$MF = V/V_m \quad \dots\dots\dots (1)$$

在进行检定操作时,  $V$  值直接由体积管给出,  $V_m$  值直接从流量计读取。当以后再用量计测量体积时, 将其读数乘以流量计系数  $MF$ , 得到经修正的液体体积值。

流量计系数是一个纲量为 1 的量, 即是一个纯数, 因此其数值不会随所用测量单位改变。

3.1.2 K 系数

近 20 多年来, 涡轮流量计(见 4.1)在石油工业中获得广泛应用。因为涡轮流量计的一次输出简化为一系列电脉冲, 所以通常没有以体积单位读数的表盘。脉冲由电子计数器采集, 所累计的脉冲数( $n$ )正比于通过流量计的体积量。

检定此类流量计的目的是确定  $n$  与  $V$  之间的关系, 使用一个称为  $K$  系数的参数是表示该关系的方法之一, 其定义是单位液体体积通过流量计时其发出的脉冲数, 即:

$$K = n/V \quad \dots\dots\dots(2)$$

在检定流量计时, 要同时获得  $n$  和  $V$  值, 其中  $n$  来自流量计,  $V$  来自体积管。在使用流量计时, 用  $K$  系数除以流量计发出的脉冲数, 得到所通过的体积值。

$K$  系数不是一个纯数, 其量纲为体积的倒数( $1/V$ ), 其数值取决于体积测量单位。例如, 以脉冲数每立方米表示的  $K$  系数, 是以脉冲数每升表示值的 1 000 倍。

3.1.3 单位脉冲体积

由于乘法运算比除法相对简单, 因此在采用手工计算(不是采用计算机计算)时,  $K$  系数的倒数是现场采用的有效参数。该倒数被称为“单位脉冲体积”, 它表示发出一个脉冲时通过流量计的体积(平均值), 其定义为

$$q = 1/K = V/n \quad \dots\dots\dots(3)$$

$q$  的量纲为体积/脉冲。用该值乘以流量计发出的脉冲数, 其结果是通过流量计的体积值。

3.1.4 流量计系数、 $K$  系数和单位脉冲体积的选择使用

前面已说明流量计系数最初是如何用于容积式流量计的, 而  $K$  系数及其倒数  $q$  与涡轮流量计一起使用, 其输出为脉冲计数器所显示的数值。如今这种差别已基本不存在。一方面是与体积管一起使用的容积式流量计通常都配备电子脉冲发生器, 所以可以像涡轮流量计一样进行检定, 检定结果也能以  $K$  系数或单位脉冲体积表示; 另一方面是某些大规模的涡轮流量计系统配备有被称为“换算器”的数据处理模块, 能将所发出的脉冲数转换成所通过的标称体积值。对于这样的系统, 早期流量计系数的概念在某些情况下又变得有用了。

有关使用流量计系数、 $K$  系数和单位脉冲体积的详细说明见 GB/T 9109.5。

3.2 影响流量计性能的因素

生产厂家的资料经常有所夸张地介绍某一流量计的  $K$  系数, 似乎可将其视为一个恒定值, 这种说法并不完全正确。  $K$  系数在某种程度上受多个变量影响, 其中一部分影响因素在 3.2.1~3.2.6 中讨论。

3.2.1 流量影响

流量计设计能保证其系数在一个相当宽的流量范围内近乎常数, 该范围上限流量与下限流量的比值称为流量计的“范围度”或“量程比”。尽管某些特殊流量计的范围度可能更大, 但用于烃类测量的涡轮流量计和容积式流量计的范围度一般不超过 10 : 1。在该有效工作范围内,  $K$  系数相对于其平均值的变化不应超过某一小量, 如  $\pm 0.25\%$  或  $\pm 0.15\%$ , 其实际变化程度称为流量计线性度。当需要流量计性能的完整信息时, 有必要在几个不同流量点检定流量计, 确定其范围度和线性度。超过或低于流量计的有效工作范围, 其  $K$  系数随流量的改变趋于明显, 流量计实际上已不能用于准确测量。

3.2.2 黏度影响

各种类型的流量计在某种程度上都受到被测液体黏度变化的影响, 但某些特定类型和结构的流量计所受到的影响会更加严重。当被测介质的黏度改变时, 有必要重新检定流量计。是否有必要重新检定, 取决于下列因素:

- 黏度的改变量；
- 黏度改变对流量计  $K$  系数的影响程度；
- 所要求的准确度等级。

### 3.2.3 温度影响

温度变化以两种方式影响  $K$  系数。温度膨胀会引起流量计尺寸和间隙的改变，温度变化还会引起液体黏度的变化，这会导致如 3.2.2 中所述的影响。除非温度变化较大，否则可以忽略涡轮流量计的温度膨胀影响。由于测量室及转子部件常使用不同的金属材料，温度膨胀导致间隙的变化，因此对容积式流量计的影响比较严重。

### 3.2.4 压力影响

压力变化会导致流量计尺寸改变和液体黏度改变，这都会影响  $K$  系数。但压力对黏度的影响很小，在大多数计量应用中不明显。当运行压力较高时，对某些结构的流量计的几何尺寸影响通常很小，但对另一些流量计可能很大。压力变化对  $K$  系数的影响通常不足以成为判断是否重新检定流量计的依据。

### 3.2.5 磨损、损坏和沉积物的影响

即使因黏度和温度变化的影响较小而不必重新检定流量计，但随着流量计的磨损，其  $K$  系数也要逐渐改变，因此每隔一段时间应重新检定用于交接的流量计。蜡、杂质等沉积物也能造成与磨损类似的结果。

流量计的意外损坏可能会明显改变  $K$  系数。如果流量计被解体修理，则应在重新组装后再次进行检定。

### 3.2.6 检定间隔

必要的检定间隔或周期会有很大差异，从 1 天几次到 1 年 1 次或更少。当所计量的液体总量很大时，例如在原油贸易计量场合或在主要的输油站，一般应合理地增加检定次数。在这些情况下，通常要为计量系统配备永久性连接和固定安装的大型体积管，只要足以证明流量、温度和黏度的变化量超出规定的范围，或只要输送新品种的原油或石油产品，就能立即检定流量计。

在不需要很高准确度等级，或黏度、温度变化不大的场合，一般按规定的周期重新检定流量计。例如，对于新计量系统，每个月或每两个月进行 1 次检定；对于已稳定的流量计系统，检定周期可以延长到半年或 1 年。虽然也可使用标准流量计和移动式标准量器进行日常检定，但是目前使用移动式体积管相当普遍。因此，本标准包括固定式体积管和移动式体积管的操作。

### 3.3 修正系数

体积管的容积随压力和温度变化，介质密度也随之变化，要采用 4 个修正系数考虑这些变化。这些系数既可以由操作人员手工计算，也可以在体积管数据处理器中编程计算。

#### 3.3.1 体积管容积变化的修正

每台体积管都有一个被称为标准容积  $V_0$  的重要参数，要通过检定过程确定。体积管出厂时应进行检定，以后应进行周期检定。标准容积是经过检定确定的体积管在某一规定压力和温度下的容积，一般规定参比压力为 101.325 kPa，参比温度为 15℃ 或 20℃。

然而，体积管操作人员应知道，在每次检定操作过程中，体积管的容积是在其实际运行压力和温度下的容积。运行压力几乎总是高于大气压力，附加的压力会引起体积管轻微膨胀；温度可能高于或低于参比温度，其影响是引起体积管膨胀或收缩。

为得到体积管在适当压力和温度下经修正的体积，要使用系数  $C_{ps}$  或 CPS（钢材的压力修正）和  $C_t$  或 CTS（钢材的温度修正）。详细说明见 GB/T 9109.5。

#### 3.3.2 液体密度变化的修正

为补偿压力和温度对液体密度的影响，要使用相应的系数  $C_{\rho}$  或 CPL（液体的压力修正）和  $C_t$  或 CTL（液体的温度修正）。其作用是将观测压力和温度下得到的油品体积转换为标准体积，即油品在绝

对压力为 1 个标准大气压(101.325 kPa)和某一规定参比温度(例如 15℃或 20℃)下的体积。有关这两个系数的详细说明见 GB/T 9109.5。

注：3.3.1 和 3.3.2 中涉及的修正系数是液体类别及其黏度、压力、温度和参比压力、参比温度的函数。在不能确认修正系数在当时条件下的正确数值时，不应使用任何修正系数。

## 4 流量计和体积管

### 4.1 带脉冲输出的流量计

在石油工业准确度要求高的液体计量中，目前使用的带脉冲输出的流量计一般分为两种基本类型。一种是涡轮流量计，其主要部件是能自由旋转的转子或“涡轮”，它安装在流量计内部的轴向轴承上。当液体沿管道流动时，涡轮以几乎正比于流量的速度旋转，并发出一连串电脉冲。脉冲被输出到电子计数器，推算出通过流量计的总体积。其他信息见 GB/T 17289。

另一种流量计是容积式流量计，它以前被称为“定排量”或“PD”流量计。这种流量计有许多类型，详见 GB/T 17288。可以把这种流量计看作类似于往复泵或旋转活塞泵的装置，或大致近似于齿轮泵或叶片泵的装置，但它由液体推动而不是由外部电机驱动。流量计的转数与通过流量计的液体体积基本上成正比，通常在齿轮组驱动的机械计数器上显示体积量。如果流量计上安装有电子脉冲发生器，则同涡轮流量计一样处理其输出信号，特别是能用体积管直接检定这样的流量计。

### 4.2 流量计的误差来源

要使带脉冲输出的流量计给出准确测量结果，应满足以下 3 项要求：

- 流量计应处于良好的机械状态和电气状态；
- 流体条件应适于计量和检定；
- 系统布局应保证计数器记录的脉冲数与流量计发出的脉冲数相一致，不多也不少。

上面第一项显而易见，但其余两项涉及到一些十分棘手的问题，要在 4.2.1 和 4.2.2 中说明。

#### 4.2.1 流动条件

与流动液体有关的 4 个主要问题是：夹带固体、夹带气体、气蚀和旋涡。

在流量计上游应提供充分的过滤。

液体中夹带空气或其他气体对各种流量计都有影响，但与容积式流量计相比，对涡轮流量计的影响一般更加严重且更难预测。空气或其他气体可通过几种方式进入被测液体，当液体进入系统时，应排空最初存在的空气。如果不能有效排气，气泡会留在管道中并进入流量计。如果油泵正从储罐中抽取液体且罐内液位过低，则可能形成“浴盆”状旋涡，将空气吸入油泵中。在可能出现这种危险的场合，通常在流量计上游安装气体分离器(消气器或除气器)，除去全部气体，防止气体进入流量计。空气或其他气体同样会进入处于真空状态下的其他系统。

在气蚀发生过程中，液体内部同样能形成空气泡或气泡。只要存在能导致溶解空气或其他气体从液体中溢出的局部低压，就会出现气蚀，气蚀一旦形成，总是产生大量的微小气泡。分离器不能除去这些微小气泡，所以没办法消除气蚀的影响，只能预防气蚀。因此，流量计下游压力不应小于流量计生产厂家针对被测液体规定的最低压力值。

还存在另外一种形式的气蚀，它能影响诸如原油、天然汽油、汽油、液化石油气等易挥发液体。如果流量计内的压力暂时降低到液体的蒸气压以下，则液体出现蒸发，即在流量计内部液体发生闪蒸。为防止闪蒸发生，临近流量计的下游管线的压力应保持适当高于液体蒸气压。大多数流量计生产厂家提供流量计背压高于蒸气压的设计参数值。在 GB/T 17289 中，也给出了有关涡轮流量计背压的通用准则。

在临近半开阀门、弯头或多种其他管件形式的下游管路中，液体易产生旋涡，即液体可能呈旋涡状运动而不是沿直线轨迹运动。旋涡对容积式流量计的性能影响很小或没有影响，但会严重影响涡轮流量计的性能。为消除可能出现的旋涡，一般在涡轮流量计上游安装流动调整装置(整流器)。

#### 4.2.2 电子干扰

计数器可能丢失流量计发出的脉冲，导致读数偏低，它也可能因电子干扰多计几个流量计并未发出

的脉冲,造成读数偏高。

如果记录的脉冲数偏少,通常是灵敏度控制器的设置不合适,或电路存在缺欠,只要调整灵敏度控制器或矫正可能存在的任何电路缺欠,一般能完全消除这一故障。

如果记录了干扰脉冲,问题可能比较严重,GB/T 17746 对此有详细讨论,下面只给出简要介绍。

干扰脉冲可能有两种来源:

- 计数器电源的浪涌;
- 电磁辐射。

前者称为“电源传播噪声”,后者称为“空中传播噪声”。电气焊接设备和无线电发射器是常见的空中传播噪声来源。生产厂家十分清楚这些问题,一般可以制造出能很好防御干扰脉冲的计量系统。

防御方法通常包括:

- 专用于消除电源传播噪声的电源过滤器;
- 流量计前置放大器。它能确保传输线路有较高的信噪比,使空中传播噪声不被检测到;
- 适当的屏蔽信号电缆。只在一端接地,以避免出现接地回路。

信号传输电缆的走向十分重要,它应尽可能远离交流动力电缆。如果不得不跨过电源电缆,也应呈直角交叉。操作人员对系统的接线做非授权的变动,可能会无意间破坏这些规则,经常导致计入干扰脉冲。计量系统有时会配备脉冲发生、传输和计数的双重系统,指示是否有干扰脉冲计入。这些系统并非绝对可靠,只是对操作人员自身警惕性的有效补充。

#### 4.3 脉冲插入装置

脉冲插入装置是能将流量计脉冲记录到小数值的电子装置,它可以减小圆整误差。当检定操作时间较短,只能记录最接近的整数脉冲时,会出现圆整误差。在流量计脉冲间隔均匀时,这种装置的性能最好。

使用脉冲插入装置的目的,是在置换器一次行程所产生的独立脉冲不足 10 000 个时,计数的分辨率达到万分之一。各种脉冲插入装置见 GB/T 17286.3。

#### 4.4 常规体积管

##### 4.4.1 工作原理

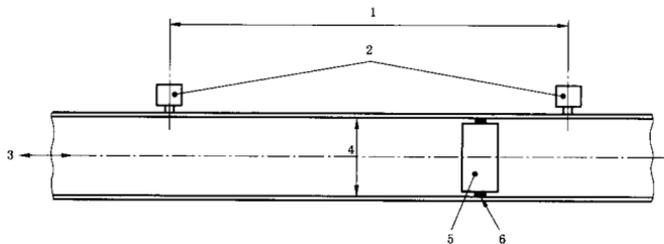
体积管的基本工作原理如图 1 所示。在经过特别加工的管段内,安装一个被称为置换器的活塞或球体,置换器可在管段内自由移动,但与管内壁形成滑动密封,其在管内的移动速度与流经管道的液体速度完全相同。当体积管与流量计相串联时,置换器所置换的容积与通过流量计的液体体积相同。

在某些常规体积管中,置换器是具有双重弹性密封的钢质活塞,但对于大多数常规体积管,置换器是嵌入管道中略有过盈的弹性球体。为保证密封良好和摩擦适当,管段内壁应是光滑的,因此常规体积管内壁通常有涂层或镀层。

体积管管壁上安装有两个或多个被称为检测开关的装置,在置换器抵达检测开关的时刻,它们能立即发出电信号。当置换器抵达第一个检测开关时,其信号用于开启体积管计数器记录流量计脉冲;当置换器抵达第二个检测开关时,其信号用于停止计数器。因此,该计数器显示的总脉冲数就是置换器在两个检测开关之间移动时流量计所发出的脉冲数。通过预先对体积管进行检定,可以准确地知道置换器经过这两个检测开关时所置换的标准容积。因此,当一定体积的液体流过流量计时,体积管能够确定流量计所发出的脉冲数。

##### 4.4.2 常规体积管的类型

在一次运行结束后,置换器应靠某一方式返回其起始点,主要有两种方式实现置换器的返回。对于单向体积管,置换器在一个封闭的环路内运动,因此它几乎在起始点结束运行。对于双向体积管,能够使体积管内的液体反向流动,从而使置换器返回。这两种体积管是目前最常见的,也是本标准所涵盖的。详细描述见 4.4.2.1 和 4.4.2.2。

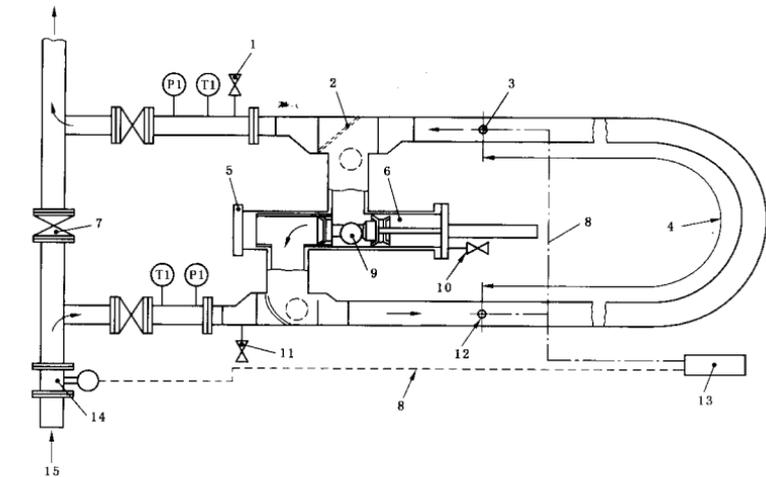


- 1—检定段长度；
- 2—检测开关；
- 3—液流方向；
- 4—管道内壁；
- 5—置换器；
- 6—密封件。

图 1 体积管工作原理

4.4.2.1 常规单向体积管

典型的单向体积管用弹性球体作置换器,并安装有置换球控制阀,当推球器动作时可将置换球从阀体中推出,使球体进入液流中,沿环状管路运动。在行程终端,置换球立即进入控制阀上方的停球位置并一直处于静止状态,直到推球器下一次推球。



- |           |         |            |
|-----------|---------|------------|
| 1—放空阀；    | 6—推球器；  | 11—放空阀；    |
| 2—置换球导板；  | 7—双关断阀； | 12—检测开关 1； |
| 3—检测开关 2； | 8—信号电缆； | 13—脉冲计数器；  |
| 4—检定容积；   | 9—置换球；  | 14—被检流量计；  |
| 5—铰接端盖；   | 10—排气阀； | 15—流向。     |

图 2 常规单向体积管的结构

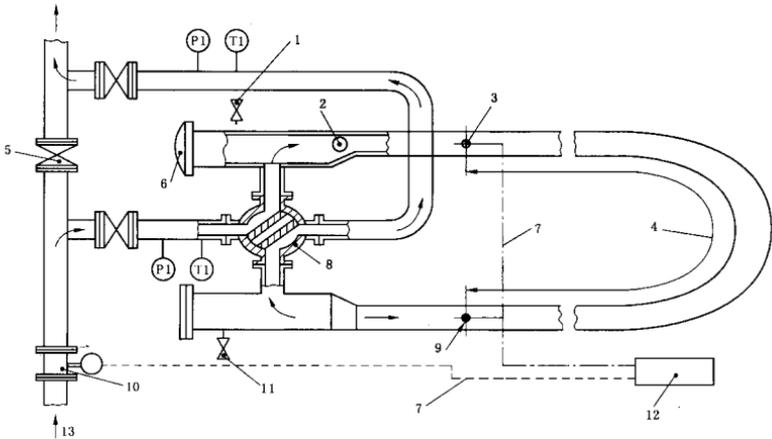
十分重要的是,在控制阀完全密封前,阀体内会形成旁流通道,部分流体经通道“短路”体积管。只有当旁流停止后,置换球才应进入体积管的检定段。因此,必须在置换球进入管道处和第一个检测开关之间设置预备段,以保证置换球到达检测开关前有时间使控制阀关闭和密封。这种体积管决不能在大于额定流量的条件下使用,否则预备段是不够的。作为另一种选择,有些体积管采用某种机械方法,能够在控制阀完全密封前使置换球停留在行程起点。通过采取这种措施,有可能大大缩短预备段。

还有一种不常用的体积管结构,它采用2个或3个置换球代替控制阀。

#### 4.4.2.2 常规双向体积管

双向体积管用球体或活塞作为置换器,但置换球能通过弯管,使得体积管能制作成紧凑的环路结构。这种体积管更为常见,图3是双向体积管的例子。

在这种结构中使用了倒流阀或四通阀(某些体积管采用4个联动的开关阀代替四通阀,实现液流换向),使得液体能在体积管内沿一个方向连续流过流量计后反向流动。图3所示置换球的位置,是其在—个行程结束时所处的位置,一旦四通阀旋转使液流换向,球体就开始返程运动,但直到四通阀停止旋转时它才达到全速运动。预备行程应足够长,以保证置换球进入体积管检定段前四通阀完成操作。



- 1 放空阀;
- 2—置换球;
- 3—检测开关 1;
- 4—检定容积;
- 5—双关断阀;
- 6—铰接端盖;
- 7—信号电缆;
- 8—换向阀;
- 9—检测开关 2;
- 10—被检流量计;
- 11 放空阀;
- 12—脉冲计数器;
- 13—流向。

图3 常规球式双向体积管的结构

有的体积管能在四通阀转动时使置换球处于静止位置,当液流完全换向后才释放置换球,使置换球迅速进入以全速流动的液体中。由于置换球也被迫立即加速至液体速度,因此这种体积管的预备段可以缩短。

由于检测开关的动作不能完全对称,因此置换球从检测开关1向检测开关2运动时,体积管的有效检定容积( $V_{1,2}$ )不能与从检测开关2向检测开关1运动时体积管的有效检定容积( $V_{2,1}$ )完全相同,所以通常以两个容积之和( $V_{1,2}+V_{2,1}$ )作为体积管的检定标准容积,可称其为全程容积。同样地,通常将计数器与双向体积管连接,累计双向运动的脉冲( $n_{1,2}+n_{2,1}$ ),给出全程脉冲数。

#### 4.4.3 检测开关

最常用型的检测开关采用一个端部圆滑的钢柱塞,突入管内壁约1 cm,当与置换器接触时,它被迫向外移动并压迫弹簧动作,直到与管内壁平齐。柱塞在其短暂行程中的某一预定点,驱动一个机械控制的微型开关或电磁开关。活塞式体积管可以采用其他非接触型的检测开关。

尽管在其两端各安装一个检测开关体积管就能顺利运行,但作为预防一个检测开关可能失灵的措施,某些体积管的两端各安装两个检测开关。在GB/T 17286.2的附录A中,介绍了两对检测开关的使用。

#### 4.4.4 置换器

多数置换器是由耐油性弹性材料制成的厚壁空心球,如氯丁橡胶、聚氨酯等材料。置换球上有充液阀,用于向球内注入水或乙二醇,使球体达到在体积管内有密封的尺寸,且不能产生过大的滑动摩擦。生产厂家通常规定过盈量(一般为2%~4%),即球体直径超出管内径的数值,但有时可能只规定充液压力。小容积体积管也可以采用实心的弹性球。

备用球不应充液后存放,也不能放在平面上。应按照生产厂家的要求,将球悬挂在网内或吊袋内,或放在由沙窝支撑的保护片内。

如果置换器为活塞,它可能采用杯型密封,老式体积管更是如此。许多新型体积管,特别是用于液化气体的体积管,活塞都具有比较精细的密封。

#### 4.4.5 阀门

在单向体积管中,收发球器十分重要;在双向体积管中,四通阀或四阀系统则十分关键。管线中能对体积管形成旁通的任何阀门,在关闭时都应完全密封,因为这些阀门出现的任何泄漏都会使部分液体旁通过体积管,导致体积管给出的液体体积值偏小。

因此,这些阀门总是采用带泄漏检测的双关断阀,即具有双密封结构的阀。在两个密封之间留有与小口径检漏阀连接的空间,打开检漏阀后操作人员能够检查主阀是否泄漏,因为经过密封间的任何泄漏都会通过检漏阀检测出来。在某些双关断-检漏系统中,允许泄漏液自由流过检漏阀,排放到能够看得见的地方;有时将检漏阀与压力计连接在一起,压力的升高或下降能指示是否存在泄漏。

#### 4.5 小容积体积管

在过去的几年里,开始推广几种新型结构的体积管,且使用范围在逐步扩大。在相同设计流量下,这些体积管较常规体积管小许多,因此通常被称为小容积体积管或紧凑型体积管。

##### 4.5.1 工作原理

小容积体积管与常规体积管的基本工作原理相同,见4.4.1。通过采用下面两项近期开发的技术,才使得小容积体积管的尺寸大大减小:

##### 1) 制造技术

内表面精密加工的缸体及匹配良好的活塞,以及采用光电、电磁、超声、电感、电容等方法之一的电子检测开关。在这些检测方法中,检测精度优于常规体积管所用机械式检测开关20倍以上,因此有可能把两个检测开关之间的距离缩短至1 m左右。

##### 2) 脉冲插入技术

在4.3中介绍的脉冲插入技术能使脉冲计数达到一个脉冲的很小部分,通常为小数点后两位,但这

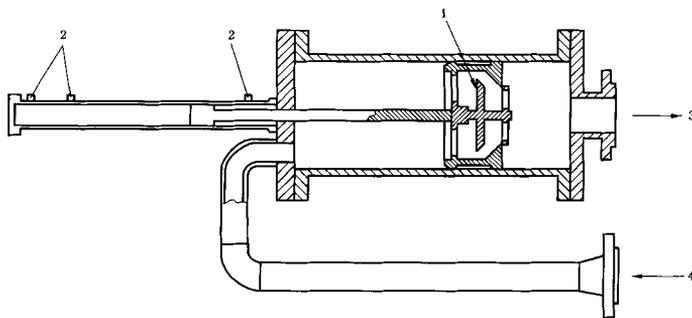
并不是说插值的脉冲数可以准确到小数点后两位,所获得的准确程度取决于所采用的插值方法和流量计脉冲间隔的规则程度。对于一台设计优良的涡轮流量计,连续两个脉冲间隔的变化通常不超过平均脉冲间隔的 $\pm 2\%$ 。对于有的容积式流量计,这一变化量能达到 $\pm 20\%$ ,甚至更高,因此很难用小容积体积管检定这些容积式流量计。在某些流通能力下,使用脉冲插入技术能够将小容积体积管的容积降低至常规体积管标准容积的 $5\%$ 左右。

在活塞运动的起点和终点,小容积体积管的加速段和减速段很短,因此要使用快动阀门或采用机械结构限制活塞运动,直到阀门完成动作并立即发射活塞。

有单向和双向两种小容积体积管。

#### 4.5.2 单向小容积体积管

单向小容积体积管见图4和图5。正确理解小容积体积管的单向不同与常规体积管的单向是十分重要的。在常规体积管中,球在封闭的环形管路内运动,当完成一次循环后球返回其起始点。在单向小容积体积管中,活塞不能通过弯管,因此只能通过限制其行程使其返回起始点,所谓单向是指液体只能通过体积管缸体沿一个方向流动,所以只有活塞沿该方向运动时才能进行检定。



- 1—活塞及提升阀;
- 2—光电开关;
- 3—出口;
- 4—入口。

图4 带内提升阀的单向小容积体积管的实例

为了使活塞返回进行下一次检定,必须打开旁通阀迫使活塞反向运动,这通常要借助于有外部动力的活塞杆。还可以采用另外的方法,使活塞前后产生反向的压差,迫使活塞返回。

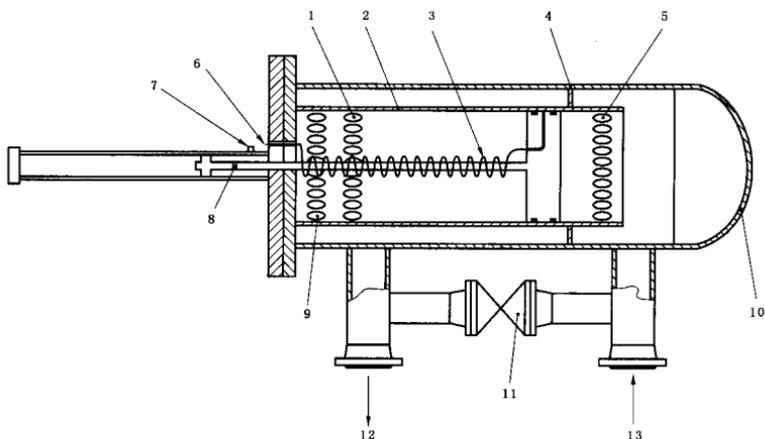
图4所示为一种单向小容积体积管,体积管内配置有旁通阀系统,允许液体旁通流过活塞的阀门本身就设置在活塞内,这样的布置能使结构特别紧凑。检测开关安装在位于缸体外的活塞杆上,为光电型,精密度高,实际响应迅速。

其他结构的单向小容积体积管都采用外旁通阀,通常在活塞杆上安装外部检测开关。

对于有些单向小容积体积管,其缸体外侧还有一个承压外壳,见图5所示结构。这种双层缸体结构能避免标准容积因压力导致的膨胀,有助于保持缸体温度的稳定。

许多单向小容积体积管都有检漏措施,定期检查旁通阀和活塞两处密封的严密性,如果这两个密封处的任何一个存在检测不到的泄漏,都会导致测得体积的误差。

在相同的行程内,活塞具有活塞杆的一侧所排出的液体体积必然要小于另一侧排出的体积,因此一个小容积体积管都有两个稍有不同的体积值,在进行计算时只能使用与被检流量计直接相连一侧的标准体积。



- 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—光电传感器；
- 8—触发标记(2)；
- 9—制动孔；
- 10—外缸体；
- 11—旁通阀；
- 12—出口；
- 13—入口。

图5 带外旁通阀的单向小容积体积管的实例

#### 4.5.3 双向小容积体积管

实际上,双向小容积体积管是带活塞置换器的小型化常规双向体积管的小型化。双向小容积体积管没有活塞杆,由于检测开关安装在缸体内壁,因此也不能使用光电检测开关,只能依赖高精度的电子或超声检测开关。

用四通阀(或普通阀门组)使主液流反向通过体积管缸体,实现完整的双向运行,但要配置四通阀旋转完成后迅速发射活塞的机构。体积管缸体可以是单层的,也可以是双层的,但双层结构具有如4.5.2所述的优点。

四通阀应具备双关断和检漏装置,以检查其密封性,这一点与常规体积管相同。另外,要有检测活塞密封是否泄漏的手段。

#### 4.6 体积管安装方法

##### 4.6.1 专用体积管

通过管线和阀门,体积管与一个计量系统永久性地连接成系统,成为计量站的组成部分,任何一台

流量计的检定都无须任何接管,因此这台体积管是专门用于该计量系统的。

#### 4.6.2 移动式或车载体积管

移动式体积管安装在卡车或拖车上,能运输到计量站,用胶管或柔性管与计量站的预留管临时连接起来,而预留管通过阀门与计量站永久性地相连。

#### 4.6.3 中心体积管

在具备一种或多种液体的系统中安装体积管,开启阀门可使液体进入体积管。从安装场所临时拆卸下被检流量计,送到检定中心并安装在系统中,用中心体积管进行检定。

### 4.7 体积管操作中的误差来源

#### 4.7.1 夹带空气和气泡

液流中夹带空气和气泡会导致体积管给出错误结果,流量计也会遇到同样的问题,见 4.2.1。有两个途径可产生这种情况:液体第一次进入系统时空气没有完全排净,或存在气蚀。

#### 4.7.2 温度变化

对于体积管而言,温度稳定是获得准确检定结果的前提。如果体积管曾与管线断开,则当油品重新开始循环时需要一段时间才能达到温度平衡。

#### 4.7.3 流量波动

流量计的性能与流量有关,在体积管运行期间应尽可能维持流量的稳定。

#### 4.7.4 误动检测开关

安装在常规体积管上的检测开关是高度灵敏的测量装置,只有经过培训的人员才能对其进行维修和调整。维修检测开关能改变体积管的标准容积,因此必须重新检定体积管。

对于单向体积管,错误调整检测开关所引起的误差尤为严重。如果误动了一个检测开关,当置换球沿一个方向运动时可能导致正误差,沿相反方向运动时又可能导致负误差。在双向体积管中,两个不同方向的行程累加为全行程,这两个误差能部分抵消。但在单向体积管中,总是体现出全部影响。

#### 4.7.5 置换器滑漏

置换器与体积管内壁之间应始终保持完全密封,这一点至关重要。如果不完全密封,则会出现经过置换器的液体滑漏或内漏,置换器所置换的液体体积也就不同于体积管的检定体积。

为保证不出现这种麻烦,应按照生产厂家或作业公司规定的周期,从体积管中取出置换器并进行检查。如果为活塞式置换器,当有迹象表明密封出现机械损伤或因化学作用而软化时,应检查并更换密封。另外,应对静止在体积管内的活塞进行内漏测试。应目视检查球式置换器,还要用卡尺检查球的直径。

在打开体积管检查置换器的同时,也有机会检查体积管内壁涂层。涂层损坏并不常见,但有时确实会遇到,有时要清除并更换损坏严重的涂层。

从体积管内取出置换器之前,应注意 5.3.8 中的警告。

#### 4.7.6 阀门泄漏

如 4.5.5 中所述,体积管阀门不能完全关断液流会导致严重的误差。这些阀门应具有双关断和检漏系统,以保证经常对其密封性进行检查。对于有些体积管,其双关断和检漏系统是自动操作的,因此在每次检定过程中可进行一次检查。

### 4.8 体积管检定

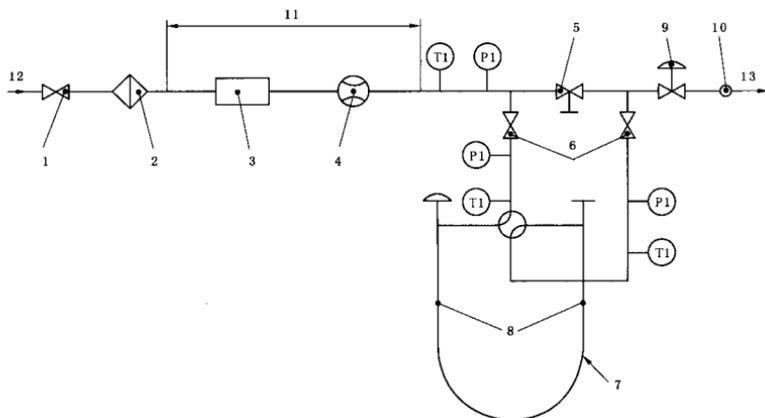
在体积管首次运行前,应根据 GB/T 17286.2 中讨论的方法对体积管进行首次检定,确定标准容积。以后,要根据管理部门和与计量有关的各方认同的检定周期,对体积管进行后续检定。当对体积管进行改进、修复或维修,且影响到体积管的标准体积或计量性能时(例如,对检测开关进行维修、重新给体积管涂层等),同样要求重新检定体积管。

### 4.9 流量计系统

两种典型的计量系统如图 6 和图 7 所示。这里只给出了实例,因为实际遇到的系统结构会有许多

变化。

涉及到连接活动式体积管的系统常常较为简单,在图6中只有一个流量计台位。包括一台专用体积管的系统通常针对多个流量计台位,在图7中一台体积管能够依次检定几台并联安装的流量计。



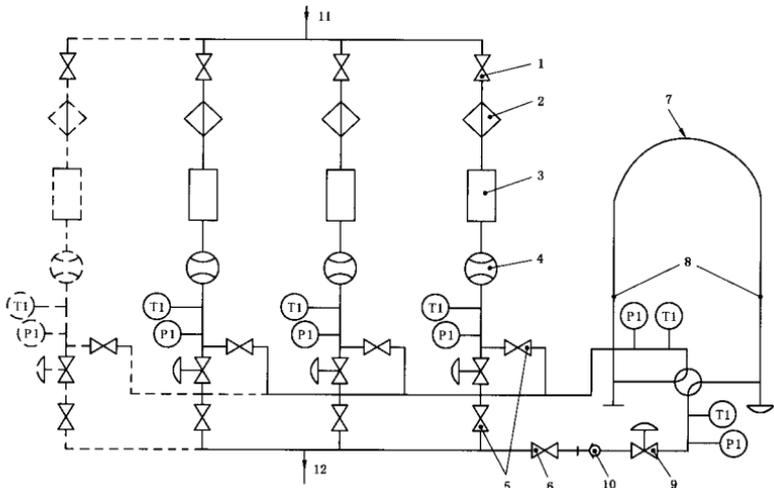
- 1—上游关断阀;
- 2—过滤网/过滤器/除气器(根据需要);
- 3—流动调整器;
- 4—涡轮流量计;
- 5—主关断阀(双关断密封阀);
- 6—体积管隔离阀;
- 7—体积管;
- 8—检测开关;
- 9—流量调节阀(根据需要);
- 10—止回阀(根据需要);
- 11—计量台位;
- 12—液流入口;
- 13—液流出口。

图6 一台涡轮流量计配体积管构成的简单计量系统

当检定流量计时,这两类系统有以下3个优点:

- 1) 流量计保持原位,不存在任何干扰;
- 2) 不影响流量计的日常运行,在被检定的过程中流量计继续累计流量;
- 3) 在实际使用条件下检定流量计,在同样的压力、温度和流量下使用相同的介质。

这些系统通常有在线数据处理装置,可以采用专用微处理器的方式,也可以采用对一台大型计算机共享访问的方式,或两者兼有。



- 1—上游关断阀；
- 2—过滤网/过滤器/除气器(根据需要)；
- 3—流动调整器；
- 4—涡轮流量计；
- 5—主关断阀(双关断密封阀)；
- 6—体积管隔离阀；
- 7—体积管；
- 8—检测开关；
- 9—流量调节阀(根据需要)；
- 10—止回阀(根据需要)；
- 11—液流入口；
- 12—液流出口。

图7 典型的多回路计量系统

## 5 安全要求

### 5.1 总则

在所有工业领域,安全操作方法都是十分重要的,石油工业涉及大量的可燃或易燃流体,因此安全更为重要。有关安全的长期经验都体现在各种安全规定和标准中,许多规定涉及体积管的操作。熟悉和掌握适用于其工作环境的所有规定并严格遵守,是体积管操作人员的责任。

这些规则分为3类。第一是政府部门制定的安全法规,因此具有法律效力;第二是有国际和国家标准组织发布的有关石油工业安全操作规程的标准,这些标准也应该严格执行。第三是每家石油公司自己制定的安全程序,通常针对某台特殊设备,要求体积管操作人员不断查阅本公司的安全手册,直到能自觉执行所有这些规定。

限于篇幅,本标准只能列出安全操作规程的部分要点。这里所列内容并不详尽,绝不允许操作人员执行上述规则的责任。

## 5.2 许可

在许多场合如果没有体积管所属公司的书面许可,就不能操作体积管(如果体积管所在场地归其他公司所有,则该公司要发出书面许可)。除非操作人员获得所需的必要许可,否则不应开始工作。

但在有些情况下,若不放宽常规的安全规则就不可能开展工作。如果出现这种情况,应与当地安全负责人协商,在开始工作前应获得其对放宽之处的书面许可。不应轻易地发放这种许可,许可申请应针对某一特定目的,并在许可中明确特定期限。如果工作完成前该许可过期,则应从安全负责人处获得新的许可。

## 5.3 机械安全

### 5.3.1 体积管额定压力和温度

操作人员应熟练掌握所规定的体积管额定压力、温度参数,绝不能使其在额定值以上工作(对于移动式体积管,也包括其连接软管)。在实际工作中,考虑到安全余量,总是希望压力和温度适当低于额定值。对于移动式体积管,在运到现场之前应保证额定指标足以符合使用条件。

### 5.3.2 连接软管试压

操作体积管的公司所遵循的安全程序应包括对连接软管进行压力试验的规定,规定的试验周期不应超过2年且最好为1年。如果需要,周期还可大幅缩短。有些公司要求检定机构每次都进行现场试压。软管试压应优先选用水做介质,不能用液化气。如果用轻烃试压,应采用手压泵加压,不能引入高压管线。如果有要求,操作人员应向安全负责人出示软管的最新试压合格记录。盐水或碱性水能损伤不锈钢管,试压时要采取一些特殊措施。

### 5.3.3 移动式体积管的连接

在拆卸计量站预留接管的盲板之前,应确保已经泄压。首先要检查关断阀是否处于全关状态,如果在关断阀和盲板之间有放空阀,在拆卸盲板过程中要打开,拆下盲板后再关上。另外,在全部卸下螺母前,要将所有螺母先拧松几圈,然后将油品排净。

把移动式体积管连接到计量系统前,应首先检查软管。如果存在过度磨损或损坏的迹象,要向安全负责人或监督人员报告,必要时更换软管。

移动式体积管和计量系统之间的软管接头应采用适当的材料,且已被证明满足具体的使用要求。软管更应采用适用的材料,所用的连接材料或垫圈也应如此。对于法兰连接,应按连接要求配齐螺栓,并使用尺寸合适、没有缺欠的垫圈。

### 5.3.4 体积管充压和进液

有时专用体积管或中心体积管与压力管线总是相通的,油品通过系统不断循环。然而,如果体积管与压力管线已经断开并放空,或移动式体积管才与计量系统连接起来,则应特别小心地打开阀门。在这些情况下,要采取以下步骤使系统充压:

- 1) 检查并确认所有端盖和其他可打开的管件适当紧固,体积管上所有排气和放液阀都关闭;
- 2) 依此打开计量系统的检定入口阀和体积管入口阀,小心地给体积管充压。当液体的蒸汽压较高时,在进液之前应先用蒸气给体积管充压;若允许液体进入处于大气压力下的体积管,阀门和体积管的密封处可能出现冻结;
- 3) 按5.3.5中所述细节打开排气阀;
- 4) 在观察系统是否泄漏和排气的同时,缓慢地使液体进入体积管。在体积管与压力管线完全相通之前,要等待系统完全充满液体,并确认所有连接没有泄漏;
- 5) 可安全地打开口阀;
- 6) 在打开所有连接阀后,可安全地关闭连接体积管进出口的干线开关阀;
- 7) 运行体积管几分钟但不读取数据,然后再次排气;
- 8) 检查所有的双关断检漏阀。

### 5.3.5 体积管排气

在体积管与压力管线相通后,给体积管排气应十分小心,对于从排气口放出的空气和油品混合物没有通过管线连接到储罐的系统更要如此。在这种情况下,必须采用临时容器接收排出的油气。应配带防护镜,并缓慢打开排气阀。不应将液化气排放到大气中,但可以排放至放空火炬或其他安全的处理系统。

安装将流体直接排放至大气的放空阀时,应使排出气流避开操作人员。在打开放空阀前,应对此进行检查,如果不能做到这一点,则应采取的措施,以实现安全地放空。

### 5.3.6 体积管泄压和排液

应按照以下步骤从系统中拆下体积管:

- 1) 与当地的作业管理部门讨论液体处置问题,特别要核实排放系统是否足以处理所排放的液量及放空阀刚开启后出现的冲击。对于蒸汽压较高的石油产品,要有处理液体和蒸气两相流的特殊方法;
- 2) 打开计量系统中连接体积管进出口的干线开关阀;
- 3) 关闭连接管线上的入口和出口阀;
- 4) 关闭体积管上的进口和出口阀;
- 5) 依此缓慢地打开放液阀和排气阀;
- 6) 体积管放空后关闭放液阀;
- 7) 拆除软管;
- 8) 在计量系统中连接软管的预留接口上安装盲板。

### 5.3.7 专用体积管或中心体积管的停运

如果将没有排空的专用体积管与主计量系统断开,或将没有排空的中心体积管与液源系统断开,必须保证体积管不是封闭在两个关闭的阀门之间。关断体积管前,应核实压力释放阀能正常地泄放因限定区域内液体热膨胀产生的过高压力。

如果因维护而排空专用或中心体积管,则应按照 5.3.6 中针对移动式体积管的要求进行操作。

### 5.3.8 从体积管中取出置换器

当必须取出置换器时,对于双向体积管,应把置换器送至两端任一合适的收发球桶;对于单向体积管,则应将其送至收发球器。然后按照 5.3.6 中的要求,排空体积管并打开端盖。如果置换器已到位,则能轻易地用手取出小的置换器,或借助于机械取出大的置换器。

打开端盖后,时常会发现置换球并不在其行程的起始端,而是回到了体积管体内。如果发生这种情况,唯一可行的办法就是重新关闭端盖,向体积管内充液,并重新开始。

**警告:**在任何情况下都不应为节省时间而试图用压缩空气或气体推出置换器,因为这能导致置换器像炮弹一样射出的灾难性后果,其力量足以对人员造成严重伤害或对设施造成损坏。

### 5.3.9 用液化石油气(LPG)检定时特别防护措施

出于安全考虑,应将 LPG 流量计与专用体积管固定连接在一起。如果必须使用移动式体积管,则下列特别防护措施十分重要。当 LPG 进入或排出专用体积管时,这些内容同样适用。

5.3.9.1 不应用普通软管进行连接,应采用专用的织物强化软管、柔性金属软管或活式装油臂。当使用软管时,软管的弯曲半径应不小于生产厂家给出的允许值,并且应检查其腐蚀和机械损伤情况。当使用装油臂时,应经常检查各连接处的密封件,并使其保持在完好状态。

5.3.9.2 连接好体积管后,必须用低压氮气置换出管路内的空气,以避免液体进入体积管时在其内部形成可燃混合物。应遵守公司制定的操作要求。

5.3.9.3 如果有高压氮气,则在 LPG 开始进入体积管之前应将氮气压力提高到接近 LPG 的压力,这能防止 LPG 进入体积管之初的急剧膨胀及必然出现的冻结。另外,应让 LPG 足够缓慢地进入体积管,以避免出现冻结。

5.3.9.4 在 LPG 开始进入体积管时,体积管的放气阀应与防空火炬或其他安全处理系统(见 5.3.3)

相连通,直到体积管内完全充满 LPG。

5.3.9.5 检定操作结束后,应让氮气通过放气阀进入体积管,同时将体积管内残液排放至安全处理系统。绝对不允许为排空体积管而将 LPG 排放到大气中。在 LPG 进入体积管前,就应事先安排好放空。

5.3.9.6 当移动式体积管与充满 LPG 的系统连接时,应始终有人在场,在场人员应知道一旦出现紧急情况时如何对体积管实施隔离。

#### 5.4 电气安全

##### 5.4.1 聘用合格人员

体积管操作人员本身不应尝试任何电气操作,但应聘用合格的电工为其工作。这一原则适用于所有电气工作,其中包括 5.4.2 和 5.4.4 中所涉及的工作。

##### 5.4.2 使用选型正确的设备

在可能存在可燃气体的场所,普通的电气或电子设备能够引发火灾,因此禁止使用。在此类场合,应提供和使用分类等级为本安、防爆和防火的特殊电气或电子设备。

所有电缆也应为经过批准的类型。

**安全提示:**根据所涉及的危险程度,将防爆场合细分为不同的区域,不同类型的电气设备经检验合格后可适用于各种不同的区域。在任何新的设备引入这些区域之前,操作人员有责任确认该设备已经过批准,可用于某一特定的区域。在任何情况下,都不能使用未经批准的设备。

##### 5.4.3 关断电源

在下列时刻要保证电源被关断,且切断开关要有标记:

- 1) 临时连接移动式设备时;
- 2) 调整任何电气或电子设备时(除非这些设备是特别设计的,便于在运行时调整);
- 3) 打开防火或防爆接线盒时。

##### 5.4.4 接地和屏蔽

所有与体积管连接的电气或电子设备都应有效接地,这一点至关重要。所有永久性接地都应定期测试,在公司的操作程序中通常规定测试的时间间隔,以保证对地电阻低于法规确定的界限。

当体积管与计量系统连通时,应使用屏蔽电缆将体积管与计量系统相连并接地。在进行任何其他电气连接或管路连接前,应确保完全彻底屏蔽。

应按照公司的操作程序,定期(可能以 6 个月为周期)对屏蔽电缆和接头进行连续性测试,对每次屏蔽接线也应进行检查。屏蔽接线端子应保持洁净。

应按照规定的周期检查软管内的屏蔽连续性。

#### 5.5 防火措施

在临近专用体积管处应设置移动灭火器,以便随时使用。在运行专用体积管前,应核实灭火器是否处在恰当的位置,灭火器类型是否正确,操作人员是否知道如何使用灭火器。在体积管运行时,除非附近有火灾发生,否则不允许挪动任何一台灭火器。

如果移动式体积管没有自备灭火器,在核实现场临近处具有可供使用的合适灭火器之前,不允许使用体积管。

应定期检查移动灭火器,最后一次检查的日期应记录在灭火器上。在运行体积管前,应核实灭火器的检查日期。如果某一灭火器过期,应立即向监督人员或安全负责人报告,并更换灭火器。

**警告:**许多火灾都是由于不认真处置带油废物和擦布而引发的。在采用安全方法一次性地处理这些废物之前,应将其存放在专用的密闭金属容器内。决不能随地遗弃带油的擦布。

#### 5.6 其他安全措施

##### 5.6.1 防护服装

如果提供防护服装,操作人员则应着装,避免一旦发生意外事故时可能受到有害物质的伤害,穿防护服装应是强制性的。

在许多场合,可能有必要使用皮肤药膏,以避免手部皮肤接触能引起皮炎或其他皮肤病的物质。如果提供皮肤药膏,则应使用。

#### 5.6.2 含铅燃料

有机铅化合物是有毒的,因此有处理所有含铅物质的特别规定,这些含铅物质包括汽油等含铅燃料。操作以含铅燃料为介质的体积管之前,应了解相应的规定并严格遵守。

#### 5.6.3 移动式体积管的制动和支撑

对于装在拖车上的体积管,应定期测试拖车的制动器、稳固支架和导辊齿轮等,检测周期应为3个月或更短。在载有体积管的拖车与牵引车脱离前,也应对上述部件进行检查。安装在卡车上的体积管也要具有类似措施。

在连接体积管与计量系统之前,应对拖车制动,还应撑起稳固支架和导辊齿轮并锁定位置。当准备从现场拆下体积管时,应保证稳固支架和导辊齿轮已完全收回,并锁定在复位处。

#### 5.6.4 记录

每台体积管都应配备并携带其运行记录本,除非该体积管是某些装置的一个组成部分,且另有保持这些装置安全和维护记录的程序。体积管操作人员有责任记录所有影响安全、操作和维护的事故。不论是否有人身伤害,所有事故都应记录在案,对于可能会影响将来设备操作的非正常情况,也应记录。

记录中应包括安全规章中所要求的所有设备测试结果,特别是前已述及的测试内容。

操作人员应按程序要求呈交记录本,应随时保证记录本按要求接受检查。

### 6 操作体积管

#### 6.1 移动式体积管的安装

体积管在新场地安全就位并具备使用条件以前,要完成许多前期工作,因此安装移动式体积管有一些特殊要求。本章摘要叙述应按特定顺序完成的准备工作。

6.1.1 出发去现场之前,应对计量站的技术条件和生产厂家提供的移动式体积管的技术规格参数进行对比,以确保体积管适应此项工作,特别要核对流量、压力、温度和所涉及液体的性质。如果体积管以前所用液体与待用液体不可混合,可能要清洗体积管。同样要确保已通知检定所涉及的各方,并且已获得进站的安全许可。

6.1.2 到达现场后,操作人员应立即向现场监督人员报告,请求协助确认被检流量计和管线接口、安排电源(如果需要)和液体处理设施(如果液体不能返回系统)、设置交通路障等。按5.6.3中的规定制动并支撑体积管,按5.4.4中的规定进行接地连接,然后按5.3.3或5.3.9中的规定连接体积管和计量管路。

6.1.3 进行电气连接。

6.1.4 如果置换器不在体积管内,应装入置换器并确保端盖密封。

6.1.5 对于普通液态烃,应按5.3.4和5.3.5中的描述引入管线压力,给体积管充液并排放空气。

6.1.6 对于液化气,应按5.3.9中的描述进行。

6.1.7 有些移动式小容积体积管具有旋转调整功能,在抵达现场后应将缸体调整到垂直位置,可用于流体含有锈渣、管垢、沙粒或其他杂质等固体颗粒的系统中。这些颗粒可能会掉落并沉积在缸体内壁上,并能损坏置换器的密封。体积管的出口应位于底部,让流体将污染物带出。

#### 6.2 体积管预热

在实际检定开始前,应使体积管处于热平衡状态。虽然有时不是提高而是降低体积管温度,但这种操作通常都被称为“预热”。预热过程是让液体流过体积管,直到体积管温度尽可能地接近液体温度。让体积管连续地进行多次快速运行,即多次让置换器从体积管一端运行到另一端,但不读取任何数据。在多次空运行期间,应抓紧机会排净残存空气或蒸气,核实检测开关和计数器都功能正常。如果在体积管预热过程中还有空余时间,则可对双关断检漏阀进行检查。

在预热期间,应观察流量计和体积管的温度。如果流量计和体积管的温度相当接近或切实相同,且液体温度与周围空气温度相差不大时,则最终达到稳定状态。在任何情况下都要不断预热,直到温差达到不变值,然后立即进行检定,以保证在整个检定过程中都保持温度稳定的状态。

### 6.3 定期检查影响准确度的因素

为保持较高的准确度,应定期进行下列检查,公司的操作程序中还应规定检查的周期。

6.3.1 如果是置换球,应用量规检查其直径,并检查球表面的损坏情况。如果是置换活塞,应按 4.7.5 检查密封并进行内漏测试。

6.3.2 应经常检查双关断检漏阀是否泄漏。

6.3.3 应小心缓慢地打开排气阀,并保证体积管充满液体后不再有残存空气。

### 6.4 实际操作

6.4.1 核实压力、温度和流量处于稳定状态,然后立即发射置换器进行第一次检定。

6.4.2 对于单向体积管,在第一次检定结束时记录体积管计数器读数及流量、流量计与体积管处的液体温度和压力。如果系统中体积管进出口处都有温度计,则读取两个温度并记录其平均温度。

6.4.3 对于双向体积管,在第一个单向行程完成后,立即开始反向行程(许多体积管靠程序控制自动开始反向行程)。完成一次全行程检定后,按 6.4.2 记录检定结果。

6.4.4 至少快速地连续重复 5 次完整操作,以获得最少 5 次的全套检定结果(检定次数可按协议改变)。

6.4.5 按 6.5 确定该组结果的重复性,如果必要,追加检定次数,以得到好的重复性结果。如果还不能得到符合要求的重复性,则应停止操作,按照 6.5 和 6.6 查找出现问题的原因。

6.4.6 在某些系统中,需要改变油品品种或改变流量,或在某一条件范围内进行操作,此时有必要改变油品或流量,在几种不同条件下检定流量计。应在每种预定的条件下,按 6.4.1~6.4.5 进行完整的操作。

6.4.7 如果使用中心站体积管,则应在流量计预定的运行条件下对其进行检定。

6.4.8 在使用小容积体积管的场合,一次检定运行通常由置换器的多次往返组成,一般由体积管控制系统自动执行。

### 6.5 结果验证

状态不稳定或流量计、体积管出故障,通常使得计量系统的重复性变差,因此有必要立即检查 5 次或更多次的检定结果,这些结果应在相同条件下快速连续运行中得到。如果这些结果的一致性较好,则表明该结果是可接受的。

需要强调的是,重复性良好并不证明结果的正确。某些因素可能导致这些结果以相同的数量偏向某一错误值,此时一系列连续的测试仅仅在重复一个错误的结果。重复性良好至少能说明设备的功能正常,而重复性较差总能表明某些仪器存在严重问题。

确定一组读数的重复性是否可接受有多种方法。在体积管操作中,使用一种很简单的方法通常就足够了,即观察一组读数的接近程度是否在某一确定的范围内。在一组结果中,最大值和最小值之差被称为极差,5 个或更多结果的极差应不超出某一确定的百分数,如不超出 0.05%,这是测试重复性是否良好的最简单方法。在某些情况下,检定规程会给出一组检定结果的极差界限。

对于一组结果,如果极差大到不可接受,则必须再进行一系列检定获得另一组数据,以期导致重复性较差的某种因素已自行消除。如果第二组数据的重复性在规定的极差范围内,则可以接受该组数据。但如果其重复性依然不可接受,则有必要暂停检定,按 6.6 查找出现问题的原因。

对设备功能是否长期正常的其他测试建立在流量计系数及线性度的基础上,即当用同一台体积管对一台给定的流量计进行周期检定时其流量计系数的变化,以及在一段时间内某一流量计线性度的变化。通过控制图能对设备的长期性能给出最佳的评价,所谓控制图就是流量计系数与相应检定日期的曲线。图 8 给出了一个控制图实例,有关控制图的详细信息见 GB/T 17287。

## 6.6 查找故障

一般地说,发现故障比确定故障原因并能消除故障容易得多。为了帮助操作人员尽快找出故障,在表1中给出了故障查找指南,它收录了部分体积管操作人员的实际经验。表中列出了导致检定重复性较差和流量计线性不好的各种可能原因,介绍了查找可疑故障原因的方法,给出了确定故障原因后消除该故障所需的纠正措施。

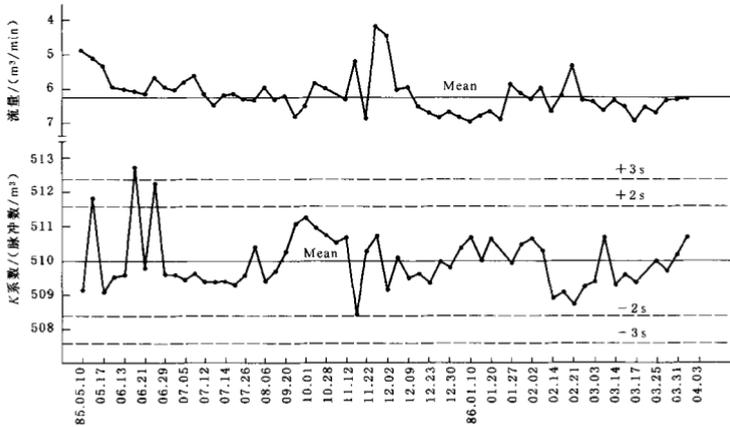


图8 统计控制图实例

表1 体积管操作人员故障查找指南

故障征兆	可能原因	测试方法	改正措施
重复性差 (根据不同情况,连续5次结果的极差大于0.05%或大于0.1%)。	<b>体积管</b>		
	1 有残存空气或蒸气。	边通球边排气,检查是否有空气或蒸气。	检查进入体积管的流体中是否有空气,在高点排气,运行几次体积管,清除气泡。
	2 隔离阀泄漏。	检查双关断和检漏阀的密封性。	1 增大执行器或手轮的扭矩,使阀门密封更严; 2 更换密封。
	3 倒向阀或四通阀泄漏。	检查双关断和检漏阀的密封性。	1 增大执行器或手轮的扭矩,使阀门密封更严; 2 更换密封。
	4 倒向阀或四通阀动作太慢。	在置换球到达第一个检测开关前,检查双关断和检漏阀的密封性。	增大阀门运行速度或降低通过体积管的流量。
5 倒向阀或四通阀中存在气蚀。	在最大流量下测量阀门处压力值,看是否符合指标。	用背压调节阀增高压力。	

表 1 (续)

故障征兆	可能原因	测试方法	改正措施	
线性度差,即在流量范围内每次检定的脉冲数变化(例如,大于0.05%或大于0.1%)。	6 检测开关。	对照外部信号源或另一对检测开关,检查检测开关。	检查检测开关内的微动开关或其他电气部件是否损坏或腐蚀,必要时用完全匹配的开关替代。	
	7 置换球。	取出置换球,检查并核实直径和压力。	必要时给置换球打压或泄压,如损坏则更换。	
	8 置换活塞。	进行密封性测试;取出活塞并检查密封。	必要时更换密封。	
	<b>流量计</b>			
	9 轴承磨损。	拆下轴承进行检查。	按要求更换或修理。	
	10 随机电气干扰。	测试是否结果不稳定。	探测并消除影响。	
	11 流量计处存在气蚀。	在最大流量下测量流量计下游几倍管径处的压力值,看是否符合指标。	用背压调节阀增高压力。	
	12 脉冲发生器失灵。	在稳定流量下检查脉冲频率的稳定性。	按要求更换或修理。	
	<b>体积管</b>			
	13 倒向阀或四通阀动作太慢。	在置换球到达第一个检测开关前,检查双关断和检漏阀的密封性。	增大阀门运行速度或降低通过体积管的流量。	
	14 温度不稳。	准确测量温度。	对流量计和体积管进行温度修正。	
	<b>流量计</b>			
	15 轴承磨损。	拆下轴承进行检查。	按要求更换或修理。	
	16 转子损坏。	拆下轴承进行检查。	按要求更换或修理。	
	注:本故障查找指南建立在常规体积管多年操作经验的基础上。小容积体积管还没有得到长期广泛地使用,其结构也不同于常规体积管。表1中的内容是否能像适用于常规体积管那样适用于小容积体积管,还有待观察。			

附 录 A  
(资料性附录)  
参 考 文 献

- [1] VIM, International vocabulary of basic and general terms in metrology, International Organization for Standardization, 1993.
-