

膜式燃气表技术手册

Moshi Ranqibiao Jishu Shouce

主 编 徐英华 主 审 王自和



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE





浙江工商 512 2 00557679

膜式燃气表技术手册

要 录 容 内

量法, 距游力度味宝器随步, 将钟量升, 取司量升, 因泰的春广燃先器丁限个世器基, 面全件本
。宝制麻膜量升徐英华 主编 其, 局成面成移移眼, 用势又宝制
壳产燃先器代升顶出, 因势员人器王自和 主审 环的器产燃先器事从增升本
。特选参参膜量升

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

膜式燃气表技术手册/徐英华主编. —北京:中国计量出版社,2004.12
ISBN 7-5026-2050-8

I. 膜… II. 徐… III. 煤气表—技术手册 IV. TH814-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 116892 号

内 容 提 要

本书全面、系统地介绍了膜式燃气表的结构、计量原理、计量特性、定型鉴定和型式批准、计量检定及使用、维修等方面的知识,其中重点介绍了膜式燃气表的计量原理和检定。

本书可供从事膜式燃气表的科研、制造、使用、计量检定、维修人员使用,也可作为膜式燃气表的计量培训参考教材。



中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

邮政编码 100013

电话(010)64275360

E-mail jilxb@263.net.cn

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787mm×1092mm 16开本 印张 11.25 字数 261千字

2004年12月第1版 2004年12月第1次印刷

*

印数 1—3000

定价:28.00元

序 言

为了保护环境、提高人民生活质量,国家对能源结构加以改善和优化,正在加快开发和利用天然气,实施“西气东输”,建设全国天然气管网,为各地输送天然气以保证我国国民经济的可持续性发展。“西气东输”工程已被国家发展改革委员会列为近期国民经济发展重点工程项目,随着天然气资源勘探开发的不断深入,以及天然气在现代工业和日常生活中应用的日益普及,燃气的计量贸易结算日显重要,直接关系到供需双方的经济利益。

膜式燃气表是一种广泛用于燃气计量的流量仪表,具有计量准确度较高、量程范围宽、稳定性好、价格低等优点。城市燃气飞速发展,燃气管道用户迅速增加,膜式燃气表会被更大范围地推广使用,相关人员迫切需要了解和学习膜式燃气表的知识。

膜式燃气表是量大面广的计量器具,其产品质量涉及安全及贸易结算,属于《中华人民共和国强制检定的工作计量器具目录》内的计量器具,而且是被列入国家质量监督检验检疫总局首批重点管理的六类与广大群众切身利益息息相关的计量器具之一。

目前国内有关介绍膜式燃气表的结构原理、计量检定、应用方面的专业技术资料比较缺乏。本书的出版弥补了这一不足。

本手册内容丰富,资料全面,技术理论阐述清楚,实用性强,对提高燃气计量人员的技术素质,推动燃气计量工作的发展将起到积极的作用。

全国流量容量计量技术委员会主任委员

北京市质量技术监督局副局长 景晓东

2004年10月

前 言

天然气资源在现代工业和日常生活中应用日益普及,在市场经济下,燃气的计量直接关系到供需双方的经济利益,准确地对燃气流量进行计量是企业生产经营者和消费者贸易结算的一项基础工作。膜式燃气表是一种应用最广泛的燃气计量仪器。

目前,国内尚无一本较系统地介绍膜式燃气表的书籍,为此,我们编写了本书,作为膜式燃气表流量计量操作人员的培训和管理人员的参考资料,以期提高燃气计量人员的技术素质,推动我国的燃气计量工作的发展。

手册系统地介绍了膜式燃气表的结构、原理、定型鉴定和型式批准、计量检定和维修等方面的知识。参与本书编写的都是从事流量计量工作的专业技术人员,其中第一、二、三章由杨有涛、王子钢高级工程师编写;第四、五章由徐英华高级工程师编写,其中第五章第一节计量器具的定型鉴定和型式批准由北京市质量技术监督局计量监督处处长姚娉高级工程师编写;第六章由范瑞华、杨有涛高级工程师编写。全书由徐英华统稿,王自和主审。

在编写过程中,国家水大流量计量站、开封仪表厂王自和高级工程师对书稿做了认真的审阅,提出了大量修改意见,保证了本书的质量和水平;北京市计量检测科学研究院王子钢高级工程师、浙江省质量技术监督检测研究院沈文新高级工程师从全书结构、流量计量要求等方面进行审核并提出了宝贵的意见;北京市计量检测科学研究院唐蕾参加了校稿工作,很多流量界同行也对本书给予了支持和关心。在此一并表示衷心的感谢。

本书内容全面、系统,实用性强,是从事气体流量专业计量检定工程技术人员、制造厂商、燃气公司及广大膜式燃气表使用者的必备工具书。

由于编写时间仓促,加之编者水平有限,书中难免有不完善的地方,错误和遗漏在所难免,因此本书诚恳希望读者批评指正。

编者

2004年10月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 流量计的分类	(1)
第二节 常用气体流量计简介	(3)
第三节 气体流量的基本知识	(18)
第二章 膜式燃气表的结构原理	(23)
第一节 膜式燃气表工作原理	(23)
第二节 膜式燃气表的分类和构造	(28)
第三节 膜式燃气表的设计、选材	(35)
第四节 膜式燃气表的制造工艺	(37)
第三章 智能 IC 卡膜式燃气表	(42)
第一节 IC 卡膜式燃气表的性能及特点	(42)
第二节 IC 卡燃气表的工作原理及其主要部件	(44)
第四章 膜式燃气表的检定	(51)
第一节 膜式燃气表的技术要求及检定	(51)
第二节 燃气表检定装置	(54)
第三节 膜式燃气表检定项目和检定方法	(66)
第四节 膜式燃气表的测量不确定度分析	(73)
第五章 定型鉴定和型式批准样机试验	(77)
第一节 计量器具的定型鉴定和型式批准	(77)
第二节 膜式燃气表的定型鉴定	(83)
第三节 膜式燃气表的全性能试验	(97)
第六章 膜式燃气表的安装使用及维修	(100)
第一节 膜式燃气表的安装及要求	(100)
第二节 膜式燃气表的使用及注意事项	(103)
第三节 膜式燃气表的修理	(105)
第四节 膜式燃气表的选型	(112)
第五节 城市燃气	(114)
附录 A 中华人民共和国国家标准 GB/T6968—1997 膜式煤气表	(121)
附录 B 中华人民共和国城镇建设行业标准 CJ/T112—2000 IC 卡家用膜式燃气表	(137)
附录 C 城市燃气的相关标准和参数	(146)
附录 D 膜式燃气表产品介绍	(155)
参考文献	(170)

第一章 概 述

燃气表是被列入国家强制检定的六类重点管理的工作计量器具之一,它的用途是计量燃气消耗量。正确使用燃气仪表,保证仪表流量量值的准确和统一,不仅对于节约能源,提高经济效益有重要作用,而且与人民生活密切相关。燃气表的失准,直接影响到国家和消费者利益;同时还会影响到人民的生命、财产的安全。

第一节 流量计的分类

所有的测量流体流量的仪表统称为流量计或流量表。流体流过一定截面的量称为流量(flow rate)。在一段时间内流体流过一定截面的量称为累积流量,也称总量;当时间很短时,流体流过一定截面的量称为瞬时流量,在不会产生误解的情况下,瞬时流量也可简称流量。流量用体积表示时称为体积流量,用质量表示时称为质量流量。气体流量仪表一般是以气体体积流量来反映气体流量的。

计量气体的主要流量仪表从工作原理上分为:①容积式流量计;②速度式流量计;③差压式流量计;④质量流量计等几大类。传统的容积式流量计量仪表有膜式煤气表、腰轮流量计等。速度式流量计量仪表有涡轮流量计、涡街流量计、旋进旋涡流量计及近年来快速发展的超声波流量计。随着大管道流量计的发展,超声流量计、电磁流量计以其无可动部件、无压损的特点得到越来越多的应用。涡轮流量计较多用做标准流量计及装置比对,而差压式流量计、涡街流量计则更多用于蒸汽流量的计量。

以节流装置为检测件的差压式流量计,是历史悠久、理论与实践资料丰富、使用成熟的一类流量计。由于其具有结构简单、安装方便、工作可靠、成本低廉且具有一定准确度的特点,在大、中口径管道的流量计量中得到广泛的应用。

质量流量计则由于可以直接得到质量流量,较多用于生产过程参数计量、检测和控制。

转子流量计以其结构简单、无直管段要求、压力损失恒定等特点,较多用于小流量的流量测量。

各种流量计,又分有很多小类,应该说每种流量计都在某一限定的条件和场合适用,具有其优越性。

各类表的工作原理如下:

一、容积式流量计

容积式流量计属于定排量类流量计,在流量仪表中是准确度较高的一类。在容积式流量计内部具有构成一定标准体积的空间,通常称其为容积式流量计的“计量空间”或“计量室”。这个空间由仪表壳的内壁和流量计转动部件一起构成。当流体通过流量计时,流体不断充满具有一定容积的计量室,由于在流量计进出口之间存在一定的压力差,流量计的转动部件在这个压力差作用下将产生旋转,并将流体由流量计的入口排向出口。在这个过程中,流体一次次

地充满流量计的“计量空间”,然后又不断地被送往出口。在给定流量计条件下,该计量空间的体积是确定的,并推动活塞(或转鼓、齿轮、膜片等)往复摆动(或转动)。只要测得转动部件的转动次数,或者由计数器累积流体充满计量室的次数就可以得到通过流量计的流体体积的总流量累积值。

这种流量计以被测流体压差作为动力。

该类流量计一般用来测量低压气体、液体流量。

膜式燃气表、活塞表、齿轮表、腰轮表、湿式流量计等属于容积式流量计。

容积式流量计由于具有对上游流动状态不敏感(不需要安装前后直管段)、计量准确度高、性价比高等优点,多用于燃气、油料等贸易结算。

注:在本书中,膜式燃气表和膜式煤气表相互通用,含义一样。使用膜式燃气表代替膜式煤气表。因为以前的燃气是以人工煤气为主,但是今天的燃气种类较多,按照中华人民共和国国家标准 GB/T 13611—1992《城市燃气分类》燃气可以分为:天然气、液化石油气(LPG)、人工燃气等。膜式煤气表的定义从字面上理解以偏概全,膜式燃气表的定义能较好地字面上理解;其次国际建议 OIML R31—1995《Diaphragm gas meters》直接可以翻译成《膜式燃气表》;而且国内很多企业用的名称是膜式燃气表;中华人民共和国城镇建设行业标准 CJ/T 112—2000《IC 卡家用膜式燃气表》也是使用膜式燃气表的称谓。

二、速度式流量计

这类流量计利用被测流体流过管道时的速度,有的是利用流体速度冲动流量计叶轮或涡轮,使它们转动。流体速度快,单位时间内叶轮或涡轮转数就多;速度慢,叶轮或涡轮转数就少。叶轮或涡轮的转数与流量有较稳定的函数关系。测得叶轮或涡轮单位时间转数就可获知流体流量,水表、叶轮和涡轮气表属该类流量计。

电磁流量计在流体流动的管道内装有一对电极,使管道置于磁场中。导电流体在管道内流过时,切割磁场磁力线产生感应电势。该电势通过导线引出,流量大,电势高;反之亦然,流量小,电势低。测出电势大小,就可得知流体流量。仅适用于导电介质。

除上述四种外,还有利用超声波、激光、同位素作媒介的流量计。

三、差压式流量计

这类流量计是在流体流动的管道中装有一特制装置(如孔板、喉管等)。流体流过时,该装置前后两部分产生差压,差压大小与流量有一定函数关系。即差压大,流量大;差压小,流量小。测量出差压即可计算出流量。

差压流量计分为定差压式和变差压式两类。转子流量计属于定差压式流量计;节流装置与差压变送器组成的流量计属于变差压式流量计。

四、质量流量计

质量流量计是用于计量流过管道流体的质量流量。质量流量计主要有:

1. 科里奥利式质量流量计

这种流量计是利用流体在振管内产生的科氏力,采用直接测量科氏力的方法得到流体质

量流量。

2. 量热式质量流量计
这种流量计是在流体管壁外设置热源,利用流动气体传递的热量与质量的关系,在其上下游产生温度变化而得到气体的质量流量。

3. 冲量式质量流量计
这种流量计是利用物料流体在一定的高度下落的冲量产生的力,采用直接测力方法而得到流体质量流量。

(1) 质量流量计可以直接得到质量流量,较多地用于生产过程参数计量、检测和过程控制。

各类流量计各有其优缺点。速度式流量计结构简单,体积小,成本低。但是小流量时准确率低,甚至叶轮(或涡轮)不转动,容易造成“死表”。节流式流量计较适合于高压流体的测量,通用性强,易于大批量生产,但是对于小管径、小流量的流体使用困难,准确度较低。容积式流量计准确度高,但体积大,装配测试的技术要求较高,对测试环境的条件要求严格,成本较高。

综上所述,一般在输配网络的初端使用节流式流量计,中部使用速度式流量计,终端使用容积式流量计。所以一般家用燃气表选择使用物美价廉的膜式燃气表。

第二节 常用气体流量计简介

一、腰轮式气体流量计(roofs gas meter)

(一) 结构

腰轮式气体流量计也称罗茨流量计(以人名 Roots 译音命名),其结构特征为在流量计的壳体内有一个计量室,计量室内有一对或两对可以相切旋转的腰轮(由此得名为腰轮流量计),在计量室壳体的外面与两个腰轮同轴各安装了一个传动齿轮,它们相互啮合联动。如图 1-1 所示。它是容积式流量计的一种,也用作液体流量的计量。气体腰轮流量计应用于燃气计量的时间是较早的,适用于中低压燃气的大流量计量。

(二) 计量工作原理

腰轮流量计的运行工作原理如图 1-1 所示,是利用测量元件两个腰轮,把流体连续不断地分割成单个的体积部分,利用驱动齿轮和计数指示机构计量出流体总体积量。它有两个腰轮(酷似 8 字形)状的共轭转子,分别控制在各自的转轴上。有一个腰轮转动,另一个就跟着(齿轮联接)反向转动,相互间始终保持着一条线接触(准确说是接近),既不能相互卡住,又不能有泄漏间隙。当在进气口充入气体时,两个腰轮都向外转,如图 1-1 (A)所示,当下边的腰轮放横(水平状态)时,在它下边存有一定体积量的气体。连续转动时,一定体积量的气体从排气口进入[见图 1-1 (B)]所示,上边的腰轮又将进来的气体存入上腔中[见图 1-1 (C)],并准备将气体送出排气口。当进气压力高于排气压力时,两个腰轮将连续转动,一次次地排出气体。当两个腰轮各完成一周的转动时所排出的气体为一回转量 V ,在腰轮转轴上带动一副蜗轮副和一套变速齿轮组合传送到计数装置进行累积流量计量。

腰轮流量计由壳体、腰轮转子组件(即内部测量元件)、驱动齿轮与计数指示组件等构成。腰轮的组成有两种:一种是只有一对腰轮,此种为普通腰轮流量计;另一种是由两对互成 45° 角的组合腰轮,此种称为 45° 角组合式腰轮流量计。普通腰轮流量计运行时产生的振动较大,组

合式腰轮流量计振动小,适合用于大流量计量。

流量计的工作过程是由腰轮的外侧壁、壳体的内侧壁以及腰轮两端盖板之间,形成一封闭间(即计量室),空间内的流体即为由测量元件将连续流体分割成的单个体积。从流入口流入流体时,下面的腰轮虽然受到流入流体的压力,但不产生旋转力,而上面的腰轮受到流体流入的压力后沿箭头方向旋转便排出四个计量室的体积量,并将流体从流入口送到流出口。只要知道计量室空间的容积和腰轮转动的转数,就可得到被计量流体的体积量。设计量室的容积为 V_1 ,流体流过时,腰轮的转数为 N ,则在 N 次动作的时间内流过流量计的流体体积 V 为

$$V = NV_1 \quad (1-1)$$

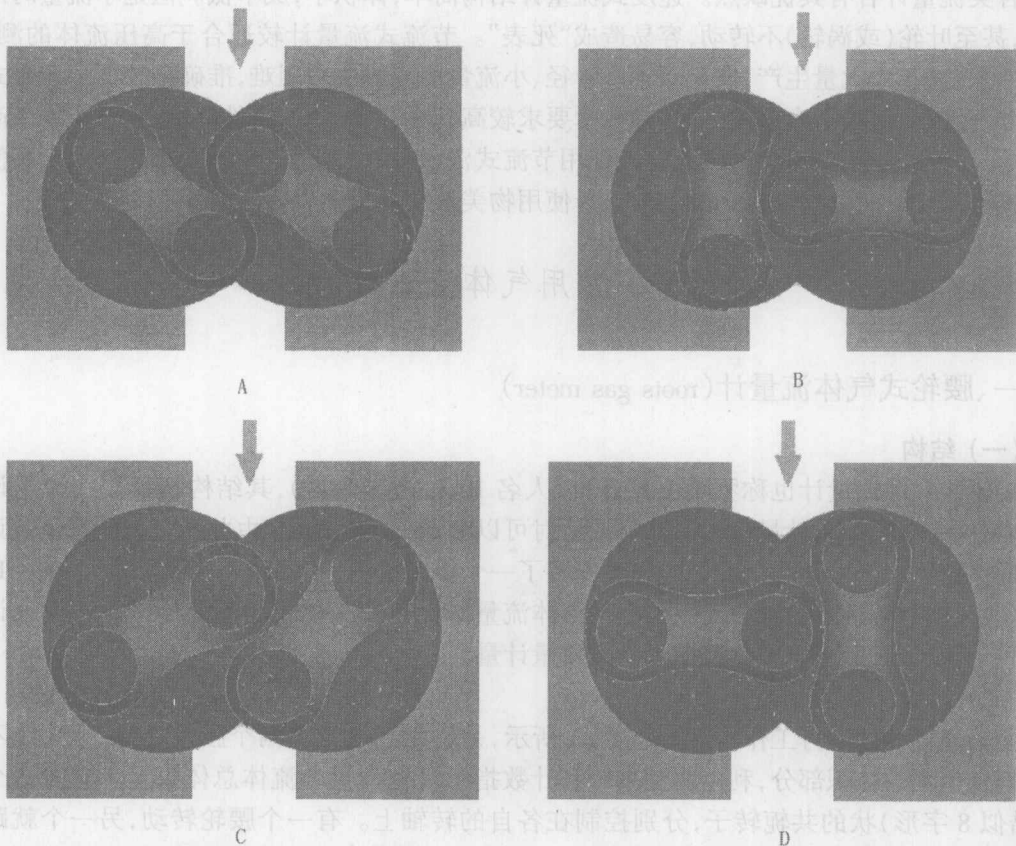


图 1-1 腰轮流量计原理示意图

(三) 性能与特点

腰轮流量计能用于各种清洁液体的流量计量,尤其适用于原油等的油品计量,也可适用于测量气体的流量计。它的计量准确度高,可达 1.5 级 ~ 0.2 级。腰轮流量计不仅适合于低压燃气计量,也能适应中高压计量,而且体积较小,不需要安装前、后直管段,所以占用安装空间也较少,成本较低。它也适合于其他惰性气体或弱腐蚀气体的计量。在量程比 10:1 范围内,它的计量准确度和线性度都很好,计量准确度可达 0.2%。当量程比扩展时(20:1 或 50:1),它的计量准确度明显变差,而且压力损失随流量的增大而显著加大(压力与流量的平方成正比)。

腰轮流量计有立式和卧式两种结构形式,立式流量计结构紧凑,能有效的利用空间,减少

占地面积。它的缺点主要是体积偏大、笨重、进行周期检定较困难。大流量下,运行中有振动。腰轮流量计的量程范围较窄(20:1),压力损失偏高,间隙泄漏量较大(在小流量下特别明显),因为转子与转子、转子与外壳间是有间隙运行的,但其转速不宜过高,在小流量计量不准确,甚至不能转动计量,而且它的机械压力损失也很大。

近年来,一些生产厂在提高改进它的性能方面作了很大的努力,通过改善其壳体与腰轮加工精度、质量、结构形状以及阻尼、侧隙等方面并在轴承密封材料的选用等方面来提高性能和耐用程度;还利用非接触磁感应器件、干簧管或霍尔元件等取出表内转子的转动信号,并通过开发单片微处理器组成流量智能积算仪,予以误差修正后的计量累积值再送到计数指示装置,也可打印或远传计量。加装线性补偿装置的腰轮流量计的量程比可扩展达 50:1,甚至高达 100:1,这是腰轮流量计在技术上的一次革命。另外,腰轮流量计也可在计数装置上加装温度压力补偿器,并装有温度压力传感器。用可编程积算仪将测得管道中的温度、压力值与累积流量指示值,直接计算出标准状态下的体积流量值(或质量流量值),这样比手工修正更为简便、精确。

(四) 气体腰轮流量计的技术标准和检定规程

随着气体腰轮流量计的广泛应用,在原有企业技术标准的基础上,又有了行业技术标准 JB/T 7385—1994,如标准中的基本参数项,流量计的公称通径、精确度等级、公称工作压力、介质温度范围以及流量的上限,使企业在生产制造与技术开发上有了一定的规范和遵循依据。

气体腰轮流量计检定执行 JJG633—1990 国家检定规程(新的检定规程正在制定中)。由于标准计量装置和被检腰轮流量计的内部温度和压力等状态不同,应将标准装置的示值换算成被检腰轮流量计的状态,然后再代入检定规程公式计算被检腰轮流量计的基本误差。

二、椭圆齿轮流量计

(一) 结构

椭圆齿轮流量计的结构特征为在壳体内部的计量室内有一对断面为椭圆形的齿轮柱体,他们相互啮合进行联动。其工作原理与腰轮流量计类似。椭圆齿轮流量计与腰轮流量计在结构上不同之处在于前者的测量元件是一对椭圆齿轮转子直接联动,后者的测量元件是一对腰轮转子不能直接联动,而由外接齿轮进行联动。

(二) 椭圆齿轮流量计工作原理

椭圆齿轮流量计的计量特性与腰轮流量计相同,适用于石油及各种燃油的计量,用特殊材料制成的流量计,可用于饮料食品及食用油品的计量。其计量准确度较高,一般为 1~0.2 级。其计量口径范围较小,因为直接由测量元件齿轮转子啮合传动,所以被计量的液体必须清洁。为使流量计可靠运行,流量计前常安装过滤器。也可制成用于测量气体的椭圆齿轮流量计。

还有一种卵形齿轮流量计。其结构和工作原理与椭圆齿轮流量计完全一样,不同之处是将椭圆齿轮变成卵形齿轮。这里不再详述。

三、湿式气体流量计

(一) 结构原理

湿式气体流量计约在 1815 年诞生在英国,经多次改进和完善变成现在的样式(见图 1-2)。它一般是一个圆形封闭的壳体,后边有进气管,上边是出气管,进气和出气以水或油封

闭隔离(下面以水作密封液为例说明,油作密封液也是同样原理)。上边安装有水平仪和测量温度与压力的连接孔,后下侧有放水阀,侧面有一个控制液面的溢水阀口,底部有3个可调整高度的底脚,可调整使整机呈水平状态,前面是大圆盘的指针计数器和5位数字式计数器,它的内部结构如图1-2所示,湿式气体流量计的容积是被叶片和转筒分成4(或5)个螺旋状隔离腔的小计量室,滚筒平卧在壳内的水中(一半以上浸水),靠横轴支撑,转动灵活。原则上当一个计量室在充气时,至少有另外一个计量室在排气。一个计量室充满气体后,必须进入排气状态,所以一个计量室的排气口的起点和充气口的封闭点一定要同步地在液位线上。实际运行时,充气侧的液位线稍微低于排气侧的液位线(气压影响),排气口的起点比充气口的封闭点滞后一点。如图1-2所示,当气体从进气口进入转筒后,计量过程如下:

第一阶段:气体从进气管向滚筒腔中充气,倒扣在水中的计量室A,充满气后向水面上浮(转)动,计量室B、C液面上的空间开始充气,计量室D在液面下,不能充气,在气体压力作用下,转筒旋转,计量室B、C继续充气,计量室A排气,将气体释放到水面上,通过出气管排出;

第二阶段:计量室B充满气体后,转筒旋转到排气位置开始排气,计量室C继续充气,计量室D开始充气,计量室A在液面下,不能充气;

第三、四阶段同上道理运转,计量室连续交替进行充气、排气完成计量过程。转筒旋转(速度不能太快!否则会因为液位波动太大影响测量准确度)一周的计量容积是各个小计量室容积的总和。每个计量室依次都排出一定量的气体,称为一回转体积 U_0 。滚筒轴(经密封后传出)的前轴头上固定一个大指针(圆盘上有刻度)作小数计量,轴上有一齿轮副及一组伞齿轮与字轮计数器连接计量。

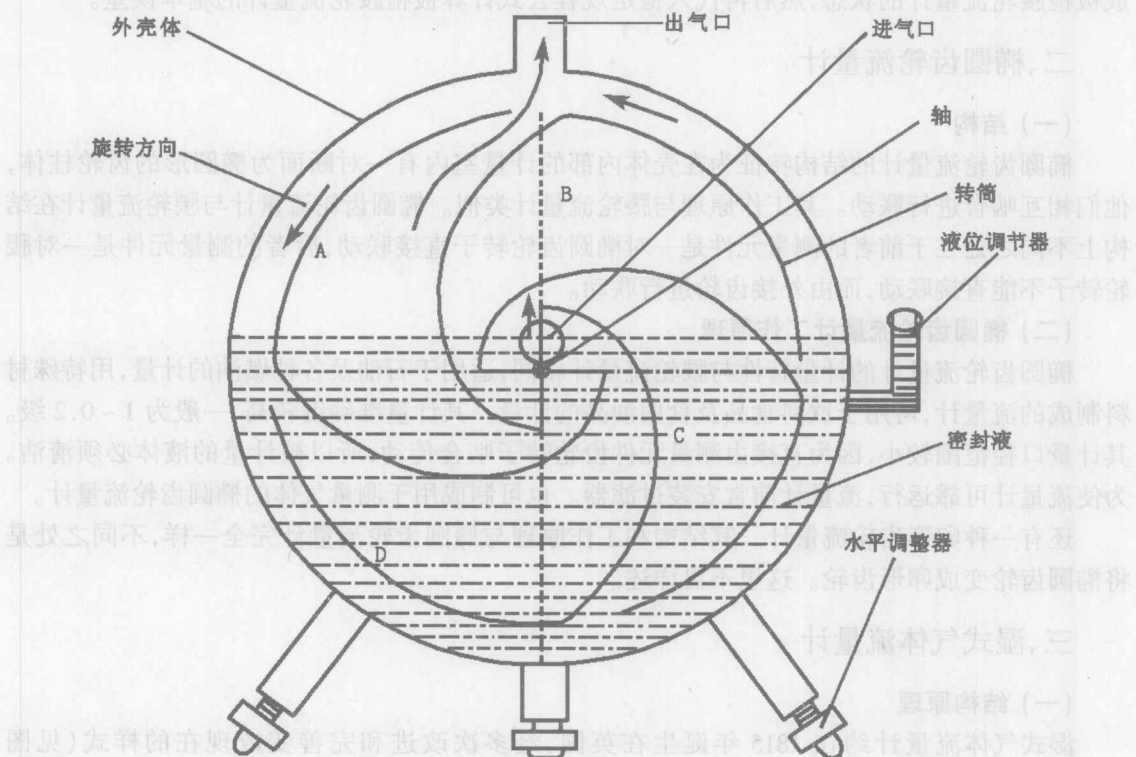


图 1-2 湿式气体流量计结构原理图

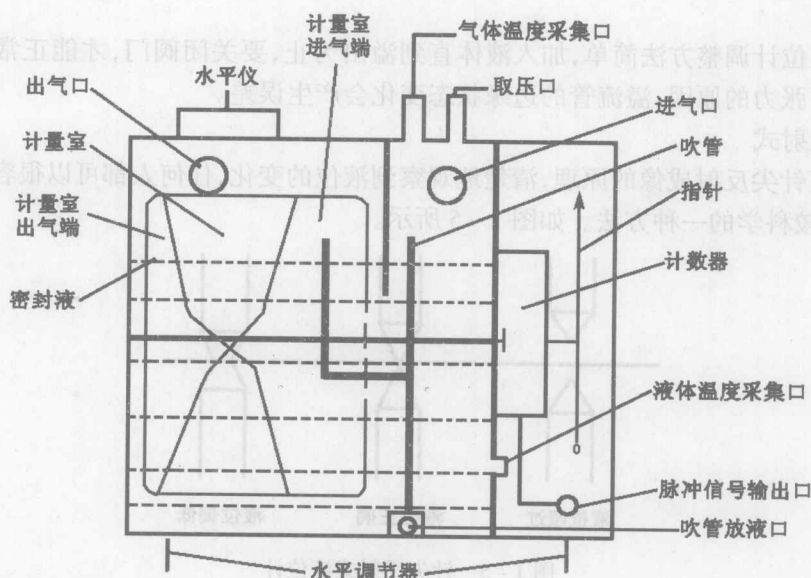


图 1-3 湿式气体流量计侧视图

(二) 水平及液位调整

湿式气体流量计计量容积主要靠液位调节器控制,当安装到位并调整到水平(调整底脚螺栓)状态后,要求湿式气体流量计上的横向及纵向的水平仪的气泡必须在零位。拧开溢水阀,从上边(温度计或 U 形压力计)口灌注一定量的纯净水,当水满(壳内外水平面呈同一水平状态)时会从溢水阀溢出,等不再溢出后,关闭溢水阀就可以进行检测。这项工作很重要,溢水阀的位置高低在出厂检定时已经调节好,一般无需改动。根据需要湿式气体流量计中的水也可换成白油。由于湿式表中只有一根中轴转动,机械摩擦小,气体的压力损失很低(只有几十帕),波动极小。它的规格通常有 0.5L,1.5L,10L,20L 等规格,工作压力不高于 1500Pa,计量范围内准确度等级可达 0.5 级,0.2 级。

液位是决定湿式气体流量计计量准确度的主要因素之一,直接影响计量准确度。使用湿式气体流量计要首先正确标出液位线的位置。液位计的类型如下:

1. 液面透明箱式

如图 1-4 所示,具有液面清晰的优点,但是观察员容易产生目测液面位置的不准确错误。

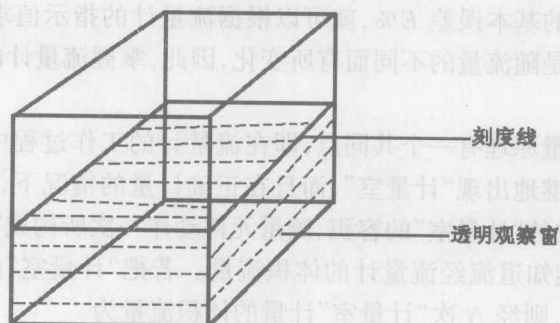


图 1-4 液面透明箱式液位计

2. 溢流式

溢流式液位计调整方法简单,加入液体直到溢出为止,要关闭阀门,才能正常使用。但是由于液体表面张力的原因,溢流管的边缘状态变化会产生误差。

3. 针尖反射式

利用液面针尖反射成像的原理,清楚地观察到液位的变化,任何人都可以很容易地对准液位,这是目前较科学的一种方法。如图 1-5 所示。

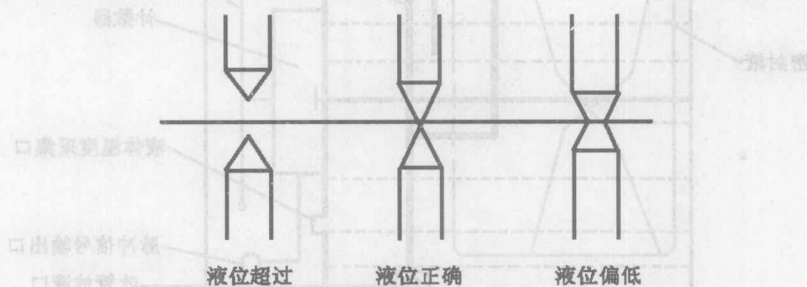


图 1-5 针尖反射式液位计

湿式气体流量计现在很少用于燃气计量,由于它的使用条件要求较高,如水平面必须校准,必须经常检查液面高度,必须安放在没有振动的室内,保持恒温、要求被测气体的气质干净,工作压力又不能太高,使用起来较麻烦。但是由于它的计量准确度可以达到很高(优于 0.2%),压力损失小,是一种不太受被测气体密度和动力黏度影响的容积式流量计,量程很宽(100:1),所以常用于实验室中,或作为标准表来校验膜式燃气表等小流量气体流量计,它可以同时串测多台膜式燃气表,生产膜式表的厂家用它来作为标准表,可提高检测效率。

容积式流量计的基本误差可用下式表示:

$$E = \frac{V_1 - V}{V} \times 100\% \quad (1-2)$$

式中: V_1 ——被检流量计示值, dm^3 ;

V ——流经流量计的实际值。

为便于比较,流量计的基本误差常用百分误差表示,有

$$E = \frac{V_1 - V}{V} \times 100\% \quad (1-3)$$

若已知一台流量计的基本误差 $E\%$,就可以根据流量计的指示值求出流经流量计的实际值。由于流量计的误差是随流量的不同而有所变化,因此,掌握流量计的误差特性是十分重要的。

容积式流量计的计量原理有一个共同点,即在流量计的工作过程中,其测量元件之间,测量元件与壳体之间会相继地出现“计量室”,而且在正确计量的情况下,要求流体充满整个“计量室”。只要知道所构成的“计量室”的容积、测量元件动作一次所构成“计量室”的次数以及测量元件动作的次数,就能知道流经流量计的体积流量。若把“计量室”的容积记作 V' ,把构成“计量室”的次数记作 N ,则经 N 次“计量室”计量的体积流量为

$$V = N \times V' \quad (1-4)$$

另外,测量元件在动作过程中所构成的 N 个“计量室”,是通过一系列齿轮传动机构的变

换最终以数字的形式指示出来。若把 N 个“计量室”计量后的、在流量计上显示的值记作 V_1 ，则 N 与 V_1 之间的关系可用下式表示：

$$N = V_1 / \alpha \quad (1-5)$$

式中： α ——是由传输 N 个“计量室”值的齿轮比和旋转一圈的刻度值所决定的常数，称作传输系数。

将式(1-5)代入式(1-4)，可得

$$V = V_1 \frac{V'}{\alpha} \quad (1-6)$$

将式(1-6)代入式(1-2)，可以得到容积式流量计的基本误差

$$E = \frac{\alpha}{V'} - 1 \quad (1-7)$$

式(1-7)就是容积式流量计的误差特性，很显然，这一误差特性完全由流量计中所构成的“计量室”容积 V' 和齿轮传输系数 α 的比值所决定的，是直接与流量计的工作原理、结构形式、齿轮传输方式有关，与流体的性状和流动状态无关，这是流量计的重要特性之一。从公式(1-7)不难看出，当传输系数 α 大于“计量室”容积 V' 时，出现正偏差，表示指示值大于实际流过的量。相反，当 $\alpha < V'$ 时，出现负偏差，表示指示值小于实际流过的量。当 $\alpha = V'$ 时，这时的误差为零，误差曲线是与流量大小无关的一条水平直线。但这仅仅是一种理想的情况，实际上这种流量计还会受到各种因素的影响，例如漏流量的影响、压力损失影响、流体粘度和密度的影响等。所以实际情况下，流量计的误差曲线不可能是一条与流量大小无关的直线。

四、涡轮流量计

涡轮流量计的原理是当流体通过叶片与管道之间的间隙时，叶片前后的差压产生的力推动叶片使涡轮旋转。在涡轮旋转的同时，叶片周期性地切割电磁铁产生的磁力线来改变通过线圈的磁通量。根据电磁感应的原理，在线圈内将感应出脉动的电势信号。此信号被放大后，送至显示仪表。脉动电势信号的频率正比于涡轮的转速，而涡轮的转速又正比于流体的瞬时流量，所以脉动电势信号的频率正比于流体的瞬时流量。

在流量范围内，流量计的输出脉冲数与累积流量成正比，其比值成为仪表系数，用 K 来表示， $K = \frac{N}{V}$ ，单位为 m^{-3} 或 L^{-1} 。

每一台涡轮流量计的计量合格证上都标明经过检测得到的仪表系数值，因此，当测得脉动信号的频率 f 和某一时间内的脉冲总数 N 后，分别除以仪表系数 K 便可求得瞬时流量 q 和累积流量 Q 。

涡轮流量计的主要特点是测量准确度高，其基本误差为 $\pm 0.2\% \sim \pm 0.5\%$ ，挑选后可达 $\pm 0.1\%$ 。在线性流量范围内，即使流量变化也不会降低流量准确度。所以有的标准表法流量装置使用的标准表采用涡轮流量计。

流量范围宽，流量量程比为 10:1，适用于流量变化幅度较大的现场测量。

由于结构简单，运动部件少，所以压力损失也比较小。在工作流量下的压力损失不超过 (0.015 ~ 0.05) MPa。另外还具有耐压高和温度范围宽等特点。

涡轮流量计虽然有以上诸多优点，但是它还具有如下缺点：

1. 如流量计的仪表特性和测量准确度受被测介质粘度变化及流动状态变化的影响较大;
2. 要求被测介质清洁、无杂质;
3. 最重要的是安装条件要求严格, 一是要求水平安装, 二是要求上、下游要有一定长度的直管段, 一般要求上游为 $20D$ 、下游为 $5D$ (D 为流量计的内径), 或者加流体整流器缩短直管段。

五、涡街流量计

涡街流量计(见图 1-6)的工作原理是靠位于流体中的柱体下游两侧有规律的旋涡来检测流量。旋涡脱落频率与流体的流速相关。涡街流量计是在流体中垂直插入一根非流线型柱状物体, 即为旋涡发生体, 当流速大于一定值时, 在柱状物两侧将产生两排旋转方向相反、交替出现的旋涡(见图 1-7), 这两排平行的涡列成为卡门涡街, 当涡街稳定时所产生的旋涡频率 f 和流体速度 v_1 间有如下关系:

$$f = Sr \frac{v_1}{d} \quad (1-8)$$

式中: Sr ——斯特劳哈尔(Strouhal)数;

d ——旋涡发生体迎流面最大宽度。

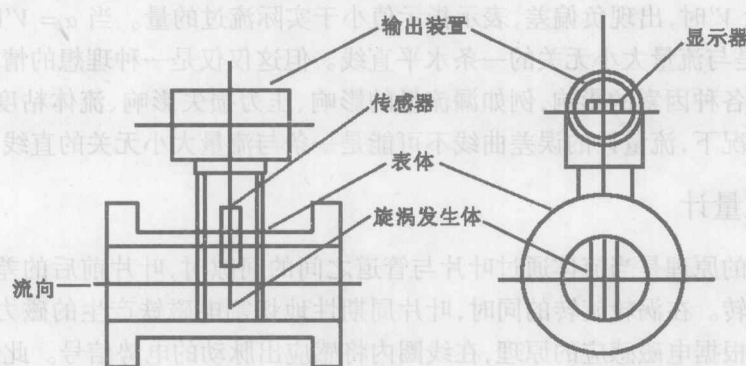


图 1-6 涡街流量计示意图



图 1-7 涡街流量计旋涡发生示意图

1. K 系数

K 系数是单位体积的脉冲数, 是涡街流量计的输出比率(脉冲数), 反映了在测量期间通过流量计的流体的总体积数。

K 系数的变化曲线体现了管线的雷诺数, 或者在特定的热力学条件下的流量。

K 系数的平均值 K_{mean} 由下式定义:

$$K_{\text{mean}} = (K_{\text{max}} + K_{\text{min}}) / 2 \quad (1-9)$$

式中: $K_{\max}$ ——在指明的线性范围内的最大 K 系数;

$K_{\min}$ ——在同样线性范围内的最小 K 系数。

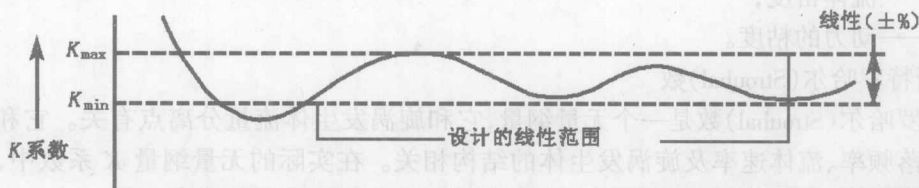


图 1-8 涡街流量计输出比率

K 系数会因管线的压力和热量而变化,这会影响流量计。

流量计制造商应考虑 K 系数变化的差别,即液体和气体的 K 系数的差别,邻近管线的分布安排的差别。

注意: K 系数反映了雷诺数。但是,在计量中,特性都和流量相关,流量是从雷诺数获得的。

2. 线性度 L

线性度 L 引用了在特定的量程范围内恒定的 K 系数,它由管线的雷诺数定义或由流量定义。通常在特定的量程内用 K 系数最大和最小值定义, K 系数等于 K_{mean} 。线性度 $L(\%)$ 定义如下:

$$L = \pm \frac{K_{\max} - K_{\min}}{2K_{\text{mean}}} \times 100\% \quad (1-10)$$

制造商应指定量程范围的上下限即雷诺数最大和最小值,或指定流体的流量范围,并指出其他影响因素如流动的速度,流体粘度、密度、压力、温度及安装事项。

3. 流量计的准确度

如果流量计作为一个整体单元测试,准确度如下式:

$$E_{\text{meter}} = (I - V)/V \quad (1-11)$$

如果流量计分别作为传感变换器和积算仪单元测试,准确度如下式:

$$\text{传感变换器:} \quad K_{\text{tran}} = N/V \quad (1-12)$$

$$\text{积算仪单元:} \quad K_{\text{cale}} = N/I \quad (1-13)$$

$$\text{流量计:} \quad E_{\text{meter}} = (K_{\text{tran}} / K_{\text{cale}}) - I \quad (1-14)$$

式中: I ——流量计示值;

V ——计量标称值(通过传感变换器的流体体积);

N ——传感变换器传感的脉冲数;

K_{tran} ——传感变换器标定出的常数;

K_{cale} ——积算仪标定出的常数;

E_{meter} ——流量计的准确度。

4. 雷诺数

管道的雷诺数是一个无量纲量,由流体粘度、密度及管道内速度表示。定义如下:

$$Re = D \times (u/\nu) = D \times u \times (\rho/\mu) \quad (1-15)$$

式中: D ——流量计的孔径;