

煤气表原理及检定

赫荣光 编著



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

煤 气 表 原 理 及 检 定

赫 荣 光 编 著

化 学 工 业 出 版 社

工业装备与信息工程出版中心

• 北 京 •

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

煤气表原理及检定/赫荣光编著. —北京: 化学工业出版社, 2003. 9

ISBN 7-5025-4784-3

I. 煤… II. 赫… III. ①煤气表-理论②煤气表-检定 IV. HT814

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 082770 号

煤气表原理及检定

赫荣光 编著

责任编辑: 刘 哲 周国庆

文字编辑: 徐卿华

责任校对: 凌亚男

封面设计: 关 飞

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京管庄永胜印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 11 $\frac{3}{4}$ 字数 246 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4784-3/TH·144

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

城市煤气事业的飞速发展使煤气的计量工作摆到相当重要的地位上。煤气计量仪表不仅用在煤气管道的传输计量以及工矿企业、福利事业的用气计量,而且普及到城市千家万户的居民家庭中。煤气计量仪表的在用量已经超过了 2000 万台,特别是我国天然气的开发与应用,将为广大居民提供更为经济实用的绿色能源。预计每年将以数百万户的速度普及应用。煤气计量仪表在煤气事业上的投资虽然是个小数,但它在巨大的贸易结算中却起着关键的用气计算量的作用,所以它已成为人们生活中不可或缺的计量仪表。

本书着重介绍煤气表的结构原理与计量检定方面的技术知识。由于煤气计量仪表的种类很多,本书仅就湿式流量计、腰轮流量计、叶轮流量计、涡轮流量计、孔板与音速喷嘴等几种容积式、速度式、差压式计量仪表作一简单介绍。对于使用量大面广的膜式煤气表从它的结构原理、性能检定、设计制造等作一系统介绍。全书共分五章十八节:第一章煤气表的发展史及其现状;第二章煤气表的技术标准及检定规程;第三章膜式煤气表的结构分析与设计;第四章煤气表的制造与维修;第五煤气表智能化的发展状况与前景;附录中列出了有关煤气表的技术文件、计量用的单位及其换算表、空气与煤气的物理参数等。

本书可供从业的工程技术人员、制造使用人员、计量检定部门的管理人员及检定员以及维修部门的技术人员、技工等阅读参考用。

本书得到了鞍山科技大学机械学院院长陈忠基教授的亲自修改和指点,得到了上海工业自动化仪表研究所流量室原主任沈钦熙的亲自指导,才予以定稿。在此仅向几位老师致以诚挚的谢意。

由于本人水平所限,书中差错在所难免,恳请读者批评指正。

作者

2003 年 6 月

内 容 提 要

本书共分六章，主要对煤气表的计量原理、技术标准和检定规程、结构性能与设计、误差分析、制造工艺、质量保证及维护管理等方面作了详细介绍，并简要介绍了气体的物理性质与流量测量基本概念，具有一定的使用价值。

本书适用于从事煤气表制造、使用及计量检定的人员参考。

目 录

第一章 煤气的发展史及其现状	1
第一节 煤气的应用与计量.....	1
第二节 常用煤气表的计量原理与结构特点.....	2
一、湿式煤气表.....	3
二、膜式煤气表.....	4
三、腰轮气体流量计	12
四、涡街流量计	19
五、叶轮流量计	23
六、涡轮流量计	24
七、差压式流量计	27
八、煤气计量仪表的名称、规格及其技术指标的建立.....	31
第二章 煤气表的技术标准和检定规程	34
第一节 膜式煤气表技术标准的成熟过程	34
一、类型及基本参数	35
二、技术要求	35
三、试验方法	39
四、检验规则	41
五、标志、包装、运输、储存	41
第二节 膜式煤气表的技术标准与性能要求	42
第三节 检定规程及检测仪器装置	49
一、煤气表的检验方法	50
二、出厂必备条件	55
三、检定条件	55
四、压力损失的测定	56
五、检定误差的分析与计算	57
六、密封试验方法	58
七、型式试验和出厂检定	60
八、标准计量仪器的计量原理、使用方法及其标定	61
第四节 煤气表试验装置	65
一、分类、设备、作用原理和对煤气表试验装置的一般要求	65
二、使用规则和维修	69
三、检定	70
第五节 煤气表检定规程	73

一、煤气表的描述和作用原理	73
二、煤气表使用规则	78
三、煤气表的检定	78
第三章 膜式煤气表的结构分析与设计	84
第一节 计量室隔膜的形式与性能要求	84
第二节 滑阀的作用与阀座的配合	86
第三节 汇交力系的作用与传递效率	88
第四节 计量指示装置与误差调整方法	96
第五节 煤气表计量的稳定性与可靠性的试验分析	100
第六节 煤气表内流体通道的优化选择	103
第七节 可靠性设计	104
第四章 煤气表的制造与维修	110
第一节 制造过程的质量保证	110
第二节 煤气表的制造技术	111
一、煤气表材料的选用及零部件强度等的要求	111
二、滑阀及阀座（简称阀系）	113
三、隔膜	115
四、计量室	118
第三节 煤气表的防护处理工艺	118
第四节 煤气表的组装工艺与调整方法	119
一、煤气表的组装过程	119
二、调整方法	119
第五节 煤气表的检定技术	121
一、检定温度的控制与修正	121
二、煤气表的串联检定方法	122
三、煤气表误差特性曲线的测绘	124
四、压力损失的测量与分析	124
第六节 煤气表的保养与维修	125
第五章 煤气表智能化的发展状况与前景	127
第六章 气体物理性质与流量测量基本概念	130
一、密度	130
二、流体黏度	132
三、气体基本定律与气态方程	133
四、气体等熵指数和绝热指数	135
五、管道雷诺数	135
六、速度分布	136
七、连续性方程和伯努利方程	137

八、流量计的静态特性.....	138
九、流量测量的不确定度.....	140
附录一 国际法制计量组织 OIML 国家推荐 R 31 膜式煤气表	145
附录二 中华人民共和国国家标准 GB/T 6968—1997 膜式煤气表	150
附录三 膜式煤气表检定规程 (JJG 577—1994)	165
附录四 体积流量单位换算表.....	175
附录五 质量流量单位换算表.....	176
附录六 压力单位换算表.....	177
附录七 各种燃气成分及特性表.....	178
附录八 主要符号表.....	179
参考文献.....	180

煤气是一种可应用的气体燃料（也称燃气）。它可分为天然煤气和人工煤气两大类，天然煤气主要是指地下蕴藏的天然气（多数是指气井天然气、石油伴生气、石油凝析气）、矿层气（煤矿的煤气）、沼气（地表有机物发酵产生的）等，人工煤气主要包括焦炉煤气（炼焦中回收的）、发生炉煤气、水煤气、液化气（炼油厂的副产品）、油制气（炼油厂的头油裂解出来的烷类气体）以及人工合成的可燃烧的其他气体等。人们更多使用的还是天然气，焦炉煤气和人工合成燃气。随着天然气田的发现和开采，天然气将越来越多地占据煤气市场。

煤气的应用有着悠久的历史，公元前的前汉时期，我国的四川盆地就发现了天然气，晋朝时已有人掌握了凿井取卤、气火熬盐的技术，即用天然气熬盐。18 世纪在英国伦敦街道上代替烛光的煤气灯，就是人工煤气的应用。而应用技术的发展也是在 18 世纪就已开始了。1888 年前苏联人 Д. И. 门德雷也夫曾论证了地下煤层汽化的新观念，并得到了列宁在 1913 年 5 月 4 日《真理报》发表的《技术上又一伟大胜利》一文的肯定。

第一节 煤气的应用与计量

煤气的计量伴生于煤气的应用，1815 年英国工程师塞缪尔·克莱格和塞缪尔·科恩莱兄弟一同研制湿式（水封滚筒式计量方式）煤气表，并几经改进，应用于煤气厂的制气量和送气量的测量上，也就是现在的湿式煤气表的原型。1833 年英国人詹姆斯·博格达斯发明了干式煤气表，用的就是两个皮膜和两个滑阀。现在的膜式煤气表就是在此基础上不断改进完善起来的。

当初的煤气表的流量规格是以“灯”为计量单位的，这和伦敦街头上的煤气灯是不无缘份的。1 灯为 $0.17\text{m}^3/\text{h}$ ，也就是 $6\text{ft}^3/\text{h}$ ($1\text{ft}^3=0.0283\text{m}^3$)。后来传到东方国家也是以灯为规格型号的，如 3 灯表的流量为 $0.51\text{m}^3/\text{h}$ 等。随着煤气事业的发展和煤气表的用量增加，人们所说的“嘎斯表”（Gasometer）就是普遍公认的煤气表。计量体系中已不再用“灯”这个计量单位，而普遍采用的是立方米（也有国家采用立方英尺）制。

我国的城市煤气是在 19 世纪 60 年代陆续建立起来的，最早的上海煤气公司先是由英国人经营的，后来的大连、沈阳、鞍山、长春、哈尔滨、丹东、抚顺、锦州等城市也陆续有了城市煤气（这大多是从日本引入的），当时多是以人工的发生炉煤气为主。有了城市煤气，同时也就有了计量煤气的煤气表，当时煤气表都是由煤气公司组

装或修理的，也都是用锡焊钢板壳的皮膜式煤气表。从 20 世纪 50 年代末 60 年代初开始，我国的城市煤气事业才有了质的发展，特别是进入 80 年代发展的速度更快，由原来的上海、大连、沈阳、长春等 9 个煤气城市发展到目前的 200 多个城市，部分县、村镇也有了管道煤气，煤气的居民用户由几万户猛增到近 2000 多万户，煤气表由煤气公司自行装修发展到由专业化生产厂制造，如今全国已有 30 多个专业化生产厂家，年生产能力超过 400 万只。城市煤气已成为居民不可或缺的主要生活能源，煤气的计量也从低压的用户计量发展到中压、高压计量，由制气输配到分区分户计量，成为一个计量体系，并逐步形成规范化、法制化管理。

————— 第二节 常用煤气表的计量原理与结构特点 —————

随着煤气事业的高速发展，煤气应用种类的增加，使用中压力、温度的不同及流量大小等不同的要求，出现了计量方式不同、结构各异的煤气计量仪表，如表 1-1 所示。

表 1-1 几种常用的煤气计量仪表

仪表品种 性能特点	容积式					差压式		速度式	
	湿式	膜式	腰轮	涡街	双转子 (CVM)	孔板	喷嘴	叶轮	涡轮
小流量 ($\leq 10\text{m}^3/\text{h}$)	○	○					○	○	
中等流量 ($100\sim 1000\text{m}^3/\text{h}$)		○	○	○	○		○		○
大流量 ($> 10000\text{m}^3/\text{h}$)			○	○		○	○		○
低压力 ($\leq 5\text{kPa}$)	○	○	○		○			○	
中等压力			○	○	○	○			○
中高压 ($> 30\text{kPa}$)			○	○	○	○	○		○
低温 ($\leq 50^\circ\text{C}$)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
中高温 ($> 50^\circ\text{C}$)			○	○	○	○	○		○
特点	精度 高，微小 流，压损 小，量程 宽，适应 性差	精度 中，微小 流，压损 小，量程 宽，适应 性强	精度 中，压损 中，量程 中，安装 有要求	精度上 中，压损 低，量程 中，安装 有条件	精度 高，压损 低，量程 宽，安装 有条件	精度 中，应用 广，压损 大，耐力 强，安装 条件高	精度 高，压损 大，耐力 强，安装 条件高	体 积 小，成本 低，精度 中，量程 窄	精度 高，体 积 小，量程 窄，安装 有条件

由于煤气质量的提高和对计量工作的迫切要求，煤气计量仪表也在变革中。一些新型流量计量仪表，特别是智能装置仪表（如涡街流量计、双转子涡轮流量计等）开始涉足于煤气计量，一些不太适应于煤气计量的仪表（如转筒湿式、椭圆齿轮式流量

计等)也已陆续转为它用。下面将分别介绍几种专用或用量较多的煤气计量仪表。

一、湿式煤气表

湿式煤气表于 1815 年诞生在英国,经多次改进和完善变成现在的样式(见图 1-1)。它是一个圆形封闭的壳体,后边有进气管,上边是出气管,进气和出气以水封闭隔离。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,底下是 3 个可调到整机呈水平状态的底脚,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,它是一个分成 4 (或 5) 瓣螺旋状隔离腔的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。从后侧插入水中的进气管,向滚筒瓣腔中充气,扣在水中瓣腔里充满气后向水面上浮(转)动,将气体释放到水面上,通过出气管排出。4 个瓣腔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。其累计流量 q_v 为

$$q_v = n U_0 Z_2 / Z_1 \quad (1-1)$$

式中 n ——滚筒的转数;

Z_1, Z_2 ——分别为滚筒轴上的主动齿轮和与计数器连接的被动齿轮的齿数,当改变它们的齿数时就调整了湿式表的计量误差。

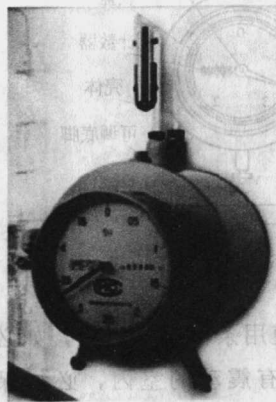


图 1-1

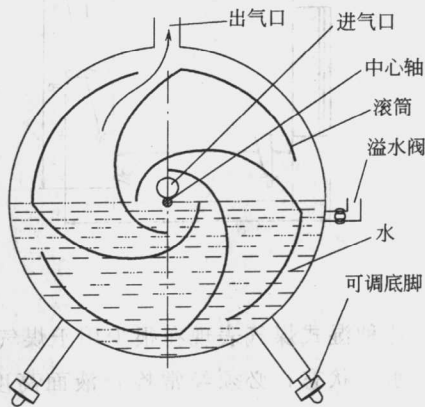


图 1-2

量而它的计量容积主要是靠溢水阀控制,当安装到位并调整到水平(调整底脚螺柱)状态后,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了。这项操作很重要,溢水阀的位置高低是在出厂时已调定的,无需改动。根据需要表中的水也可换成(密度接近水)白油。由于湿式表中只有一根主轴转动,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 0.5、1、5、10、20L 等规格(见表 1-2),工作压力不高于 1500Pa,计量范围内

的精度可达 0.5%~0.2%，外形尺寸参考表 1-3 和图 1-3。

表 1-2 技术指标

规格	测量范围/(m ³ /h)	指针最小分度/(L/格)	接口尺寸/mm	质量/kg
0.5	0.5~150	0.002	φ11	3.7
1	4~300	0.005	φ11	4.5
5	20~1500	0.01	φ16.5	10.5
10	40~3000	0.05	φ21.5	16

表 1-3 外形尺寸

规格	A	B	C	D	E
0.5	197	223	139	173	229
1	232	258	161	208	251
5	355	390	229	331	319
10	418	450	286	391	336

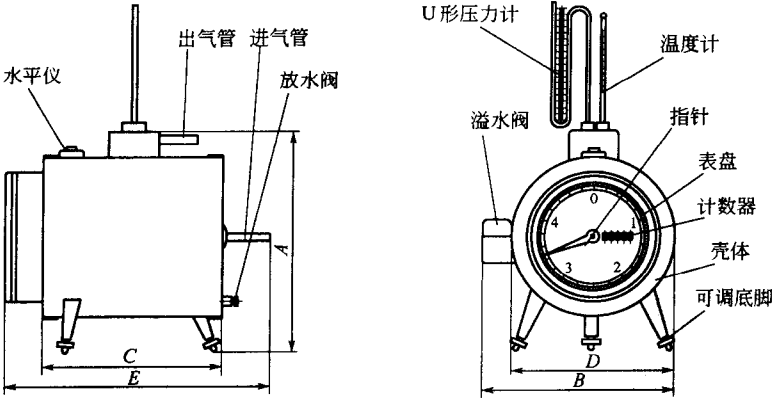


图 1-3

这种湿式煤气表现在很少用于煤气计量，由于它的使用条件要求较高，如必须校准到水平状态，必须经常检查液面高度，必须安放在没有震动的室内，必须保持恒温，要求被测气体的气质干净，而且还须注意防冻，工作压力又不能太高，所以用起来麻烦，至今它也没有一个通用的技术标准。但是由于它的计量精度可以做到很高 ($\leq 0.2\%$)，压力损失小，是一种不大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，可达 1:100。所以常用在实验室里，或作为标准表来校验膜式煤气表等小型气体流量计，它可以同时串测多台膜式煤气表，作为生产膜式表的厂家用它来作标准表，可提高检测效率。

二、膜式煤气表

膜式煤气表以前称干式（对湿式表而言）皮膜（囊）表或干式表，它是为计量煤

气流量而发明设计的，在计量应用中又不断得到改进，它的外壳由当初的镀锡钢板焊接而成，中间有横隔板的箱式整体，改进为现在的冲压成形或压铸成形的壳体；皮膜由当初用浸油的绢纱或用铬酸法鞣制的羊皮膜，改进为用聚酯纱涂双面胶的人工合成隔膜等现代技术材料，做成规格系列化的两囊四室式膜式煤气表。以下就以它的结构来分析它的计量性能。

1. 煤气表的结构形式与计量原理

(1) 两膜四室式煤气表

膜式煤气表多是由两个囊室、两个隔膜（简称两膜四室式）、两个滑阀（或组合成一体的转阀）、两套摆杆曲柄机构（合称为汇交力系）和与之联动的计数器组成。两个囊室中各有一个定位在中间的可往复翻转运动的皿型隔膜，将其分割成容积可变的4个空腔，如图1-4所示。

膜式煤气表是一种机械式自动化仪表，它的源动力是由高于常压的被测气体进入隔膜的一侧腔内，所产生的压强推动隔膜向另一侧移动而产生的推动力（也就是隔膜所牵动的立轴原地转动的扭矩），当隔膜移到另一侧的极限（也有称作死点的）位置时，力矩不再产生，能让隔膜返回来的力，就必须靠第二个隔膜相继产生同样的力来带动前一个隔膜作返回移动；当改变第一个隔膜的出气口为进气口时，这个隔膜的另一侧又有了气体的推动力而继续作往返运动，并也能改变第二个隔膜的移动方向。隔膜所牵动的立轴作往复的摆动运动，通过其各自的摆杆、连杆去牵动一个共用的曲柄轴，当曲柄轴接收到的扭矩相差一定的周期（ 90° ）时，就能做到连续转动，并由它带动滑阀来改变进排气口的方向和带动一个指示（计数）装置，从而达到连续自动计量的目的。

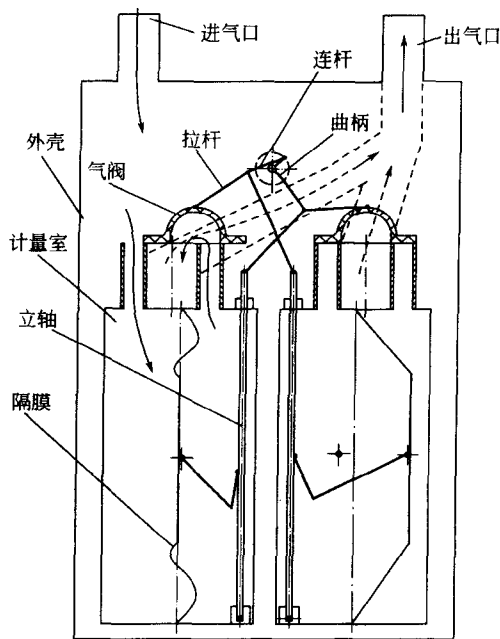


图 1-4

图1-5 (a) ~图1-5 (d) 是膜式煤气表进排气变换过程的一个周期。具体是当滑阀2运行到中间位置，即在封闭进排气口状态（隔膜2运动到极限位置）时，隔膜1的前腔进气，后腔排气，滑阀1在向右移动，如图1-5 (a)。当阀1左移至封闭状态时（隔膜1到极限位置）时，联动的阀2已离开封闭状态向左移动，隔膜2变成后腔进气、前腔排气，如图1-5 (b)。阀1继续右移，隔膜1的后腔变为进气，前腔变为排气，阀2右移处在封闭状态（隔膜2到极限位置），如图1-5 (c)。当阀2继续右移使隔膜2的前腔变为进气、后腔变为排气，这时阀1右移至封闭状态，（隔膜1到极限位置），如图1-5 (d)。这种两囊四腔式的隔膜各作一次往复运动，完成了进排

气的一次全过程，也就是作了一回转的运动，它所排出的气体体积量，叫作一回转（体积）量。

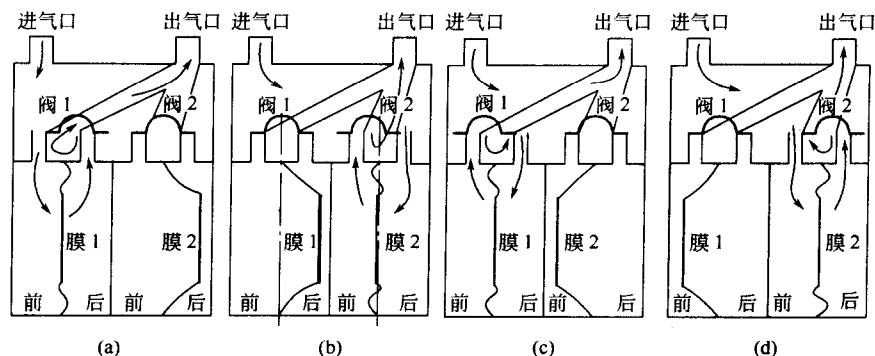


图 1-5

两膜四室（腔）式结构是现今用得最普遍的一种，就计量室的数量分，还有一膜两室式、两膜三室式等。

(2) 一膜两室式煤气表

一膜两室式煤气表是一种特殊类型。它的进口和出口处各有一个气门盖（见图 1-6），它的移动（变换进出气方位）是通过弹簧片的动作来控制的。通过皮膜的移动，使弹簧片产生弯曲，当皮膜移动到反曲点（接近极限位置）时，弹簧片的支撑端即行脱扣，凭借弹力的作用，在瞬间即刻使气门改变位置。只有一个隔膜联动的轴不可能旋转，只能往复摆动，所以它是靠一个棘轮来达到旋转运动的。以前法国的米利叶·滨奇式煤气表就是这种结构。由于它的一些弱点（如压力损失大等）现在已很少见到它了。

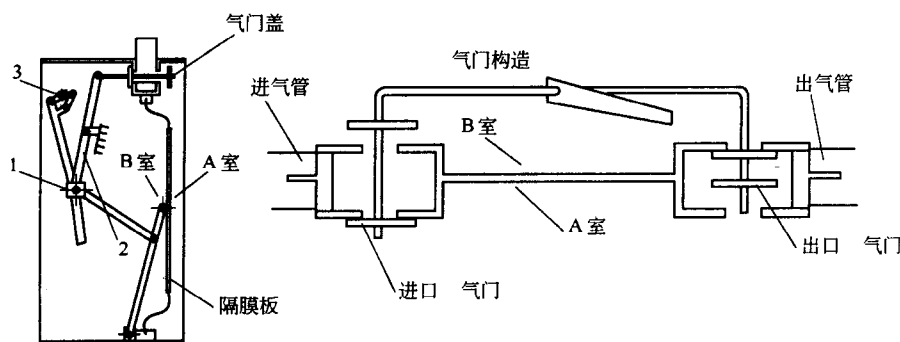


图 1-6

(3) 两膜三室式煤气表

两膜三室式煤气表也是不多见的，美国的斯藩拉基式煤气表是这种结构。它的滑阀和联动机构不同于其他型式的煤气表（见图 1-7），当两个皮膜 1, 1' 运动时，通过铰链轴 2, 2' 和曲柄销 3, 3' 使曲柄轴 4 转动。而曲柄轴上端的气门臂 5 又使气门销 6

旋转，圆形的滑阀 7 在阀门座 8 上作卫星式运动，将气体分配到前、后和中央的计量室内，同时气体又依次通过中央排气口排至出气管。为了保持各构件能平稳地连续运转，应使阀门孔、曲柄销和气门销的相对位置保持特定的角度，如图 1-7 上方的视图所示。

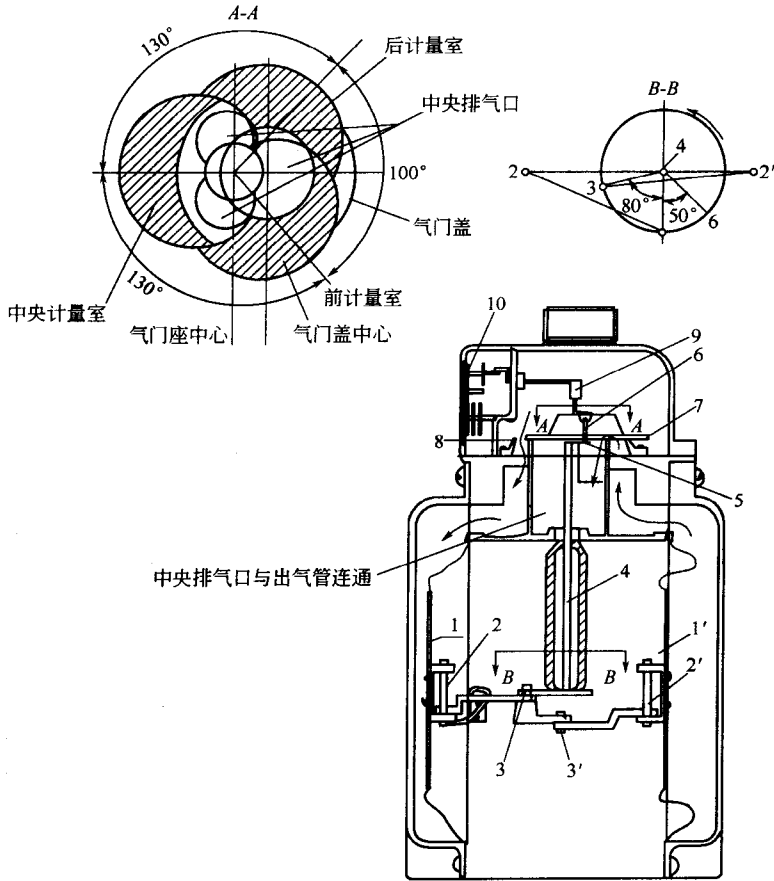


图 1-7

曲柄的转数通过气阀上部的蜗杆和蜗轮 9 转换成指针刻度盘 10 上指示的气体通过量。调整可自外壳上的孔口处，用调节螺丝 3' 改变曲柄臂的长度，使计量容积增加或减少。

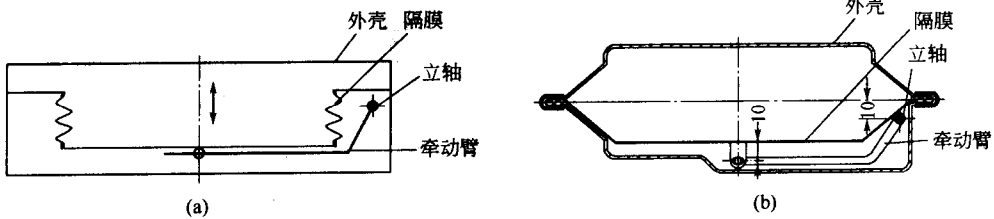


图 1-8

以上两种结构的煤气表历史地发挥过作用，但由于其计量性能欠佳，已不再应用了。

计量室中的隔膜运动形式也有不同种类，如风箱式和翻转式两种形式（见图 1-8）。翻转式的隔膜多为皿形，其外形几何形状有方形、长方形、圆形、椭圆形几种（见图 1-9）。

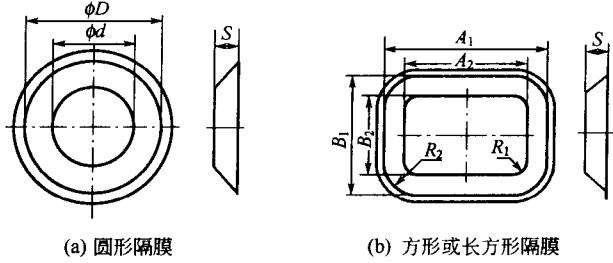


图 1-9

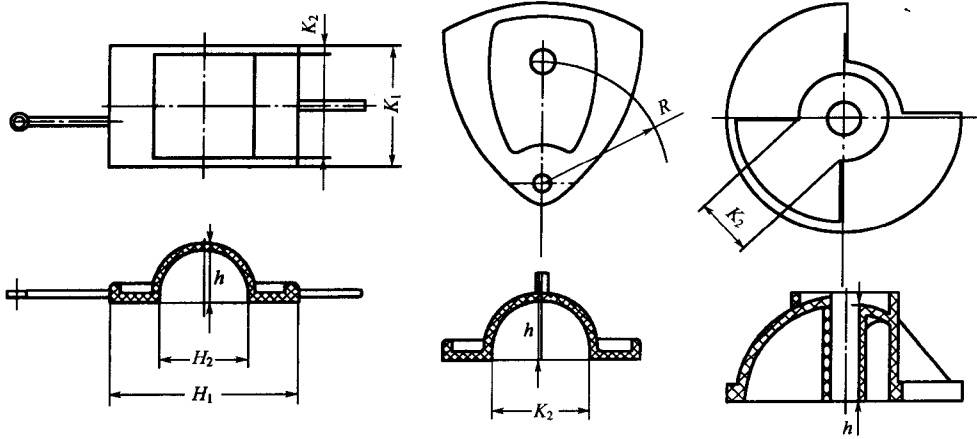


图 1-10

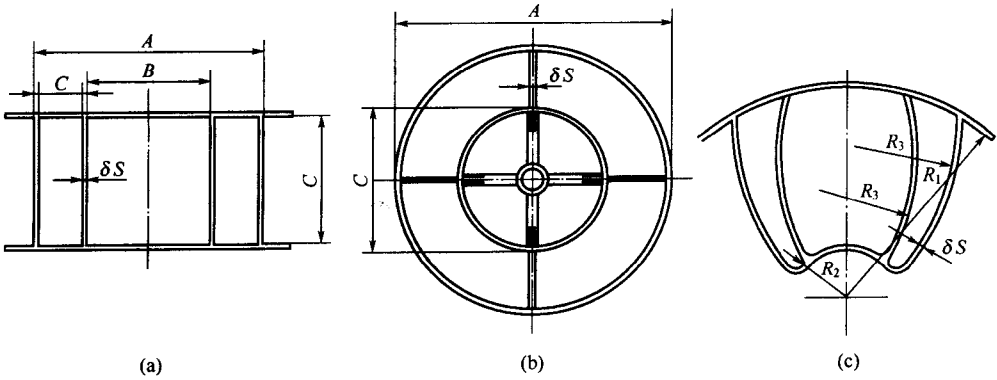


图 1-11

气阀的运动形式和形状也各有不同。往复直线运动的滑阀都是方形或长方形的,如图 1-10 所列;作旋转运动的是圆形阀;作偏摆运动的为扇形阀。与之配合的阀座的表面形状如图 1-11 所示。

两套摆杆、连杆与共用的曲柄轴组合成一套能连续自运转的汇交力系,它支配煤气表的运转与计量工作。这个汇交力系发展成多种形式,常用的有对角平行式(形状为字母 Z,简称 Z 式,下同),如图 1-12 (a);一侧平面运行的直角式(L 式),如图 1-12 (b);一侧平面运行的交叉式(X 式),如图 1-12 (c);一侧平面运行的外张式(V 式),如图 1-12 (d);立轴位于斜对角平面运行的 N 式,如图 1-12 (e)。汇交力系从隔膜得到了源动力,来支配气阀进排气的运转,又拨动指示(计数)装置,组成一个完整的膜式煤气表的机芯。

2. 膜式煤气表中隔膜产生的驱动力及其利用

(1) 隔膜的受力面积 E 和隔膜容积 U 的计算

① 圆形隔膜 [如图 1-9 (a)] 的近似计算方法

$$E = \pi(d+D)^2/16 \quad (\text{cm}^2) \quad (1-2)$$

$$U = SE = \pi S(d+D)^2/16 \quad (\text{cm}^3) \quad (1-3)$$

② 长方形(或矩形)计量室的隔膜 [如图 1-9 (b)] 计算法

$$E = [A_1 B_1 - (1 - \pi/4)R_2^2 + A_2 B_2 - (1 - \pi/4)R_1^2]/2 \quad (\text{cm}^2) \quad (1-4)$$

$$\text{简化成} \quad E = (A_1 B_1 + A_2 B_2)/2 - 0.2146(R_2 + R_1)^2 \quad (\text{cm}^2) \quad (1-5)$$

(2) 立轴上的扭矩与滑阀等牵动力的计算

① 立轴上扭矩 L_g 是通过牵动臂(与立轴成一刚性体)将隔膜上的位移动力传递过来的,是用这个力来牵动气阀和拨动计数器的,如图 1-12 所示。

$$L_g = p_1 E L \times 10^{-4} \quad (\text{N} \cdot \text{cm}) \quad (1-6)$$

式中 p_1 ——隔膜式煤气表的机械压力损失, Pa;

E ——隔膜的有效面积, cm^2 ;

L ——牵动臂的有效长度, cm。

② 气阀的单位面积牵动力是考核隔膜式流量计的一项关键技术指标。它首先应累算出气阀与阀座间的最大接触面积 F_c , 如图 1-11 所示。图 1-11 (a) 近似计算如下。

$$F_c = 2AS + 4CS \quad (\text{cm}^2) \quad (1-7)$$

图 1-11 (b) 的阀座表面积近似计算如下。

$$F_c = \pi(A-S)S + \pi(C-S)S + 2(A-S)S \quad (1-8)$$

图 1-11 (c) 的阀座表面积可近似计算如下。

$$F_c = 0.01745R_1\alpha_1 S + 0.01745R_2\alpha_2 S + 0.1396R_3 S \sin[(R_1 - R_2)/(2R_3)] \quad (\text{cm}^2) \quad (1-9)$$

从气阀的作用看,它既是在(往复或旋转)运动中将进气口和排气口变换位置,又不得将气流外泄,还要克服接触(阀座)面的摩擦力,所以在煤气表技术要求中限定的“机械压力损失”主要是将气体压力转换成立轴的扭矩,再用来牵动滑(气)阀的。