

计量检定参考丛书

# 容积式流量计

萧汉卿 谢纪敏 编著  
肖东 孔庆彦



中国计量出版社

计量检定参考丛书

# 容积式流量计

萧汉卿 谢纪绩  
肖 东 孔庆彦 编著

中国计量出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

容积式流量计/肖汉卿等编著. —北京:中国计量出版社,  
1997

(计量检定参考丛书)

ISBN 7-5026-0871-0/TB·491

I. 容… I. 肖… II. 容积式流量计 W. TH814

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 04918 号

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

北京怀柔燕文印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

\*

787×1092 毫米 32 开本 印张 8.375 字数 190 千字

1997 年 5 月第 1 版 1997 年 5 月第 1 次印刷

\*

印数 1—3500 定价:12.00 元

## 编 者 的 话

我国已经颁布或即将颁布用于测量气体和液体流量的容积式流量计检定规程,如测量液体的有:腰轮、椭圆齿轮、刮板、燃油加油机等;测量气体的有:皮膜式家用煤气表、工业煤气表、气体腰轮等。容积式流量计都用于贸易结算方面,其准确度较高。为达到流量值准确一致,就要求计量检定人员有较深的基础知识和较高的技术水平,在此基础上才能准确理解检定规程并严格执行检定规程。为了帮助广大计量检定人员深刻理解和正确贯彻执行这些检定规程,我们编写了这本书。

在编写过程中,我们遵循着两个原则。第一个原则是理论与实际相结合,本书既不写纯理论,又不只罗列实际应用。第二个原则是内容新,本书围绕着检定规程的内容,扩展许多必要的基础知识,其中不乏关于流量计及其特性的知识、国内外的先进经验与方法以及我们几十年的工作经验。按照这两个原则,我们在第一章中介绍了各种容积式流量计的原理和构造。在第二章中,简要阐述了流量计的特性。在第三章中较详细地叙述了流量测量系统及其对附加设备的计量技术要求,这对流量计检定人员是一个新的事物,应当有所了解。第四章阐述了流量计的检定,并举有检定实例,以帮助计量检定人员掌握流量计的检定方法,对数据处理不仅知其然,还知其所以然。第五章阐述了流量计的选型、安装和维护知识,结合附录1中列举的流量计的测量范围,可供工程技术人员和管理

ABD 79/04

人员参考使用。

质量流量计是本世纪 80 年代才发展起来的,由于能直接获得流体的质量流量,深受广大用户的青睐,在炼油、石化有广泛的应用,考虑到质量流量计是在体积流量计的基础上发展起来的,有一定的联系。为使广大工程技术人员和计量检定人员对质量流量计有一个较为全面的了解,我们在本书的第六章介绍了质量流量计的发展、分类、工作原理及其检定。

读者若要获得系统、全面的流量计量知识与技能,请结合阅读本套丛书的《气体流量标准装置》、《液体流量标准装置》及《差压型流量计》。

本书由河南省计量测试研究所萧汉卿高级工程师和孔庆彦工程师、北京市计量测试所谢纪绩高级工程师和河南省分析测试中心肖东工程师编写,其中第一章由肖东执笔编写,第二章由孔庆彦执笔编写,第六章由谢纪绩执笔编写,其余均由萧汉卿执笔编写。全书由萧汉卿、谢纪绩统稿。

本书在编写过程中,始终得到国家技术监督局李洪岭高级工程师和开封仪表厂王自和高级工程师的指导和帮助,我们在此深致谢意。

由于我们水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

1995 年 7 月 2 日

# 目 录

概述	(1)
第一章 流量计原理和构造	(3)
第一节 腰轮流量计	(3)
第二节 椭圆齿轮流量计	(6)
第三节 刮板流量计	(8)
第四节 旋转活塞流量计	(11)
第五节 往复活塞流量计	(13)
第六节 燃油加油机	(15)
第七节 圆盘流量计	(31)
第八节 螺杆流量计	(32)
第九节 双转子流量计	(33)
第十节 湿式气体流量计	(36)
第十一节 皮膜式气体流量计	(37)
第十二节 旋叶式气体流量计	(46)
第十三节 伺服式流量计	(48)
第十四节 测量系统	(49)
第二章 流量计特性	(53)
第一节 误差特性	(53)
第二节 漏流量特性	(55)
第三节 压力损失特性	(59)
第四节 液体粘度、密度对误差的影响	(64)
第五节 流量计误差曲线	(66)
第六节 误差调整	(75)

第三章 计量技术要求 .....	(79)
第一节 流量计(含流量传感器)的技术要求 .....	(79)
第二节 液体流量测量系统 .....	(84)
第四章 流量计检定 .....	(94)
第一节 检定条件 .....	(95)
第二节 检定项目与检定设备 .....	(104)
第三节 流量示值检定 .....	(121)
第四节 流量计的随后检定与周期检定 .....	(184)
第五章 流量计的选型、安装和维护 .....	(190)
第一节 选型 .....	(190)
第二节 流量计的安装 .....	(196)
第三节 使用与维护 .....	(198)
第六章 质量流量计 .....	(202)
第一节 分类及其工作原理 .....	(203)
第二节 质量流量计检定的特殊要求 .....	(233)
附录一 容积式流量计流量测量范围 .....	(244)
附录二 科里奥里力质量流量计性能规格比较表 .....	(257)
参考文献 .....	(261)

## 概 述

容积式流量计出现已有一百多年，开始主要用于测量水流量。最初的流量计是一种排水泵或水压机，后来发展成为流量计。到本世纪 30 年代后期，广泛用于油品计量。目前广泛用于石油类流体（如原油、汽油、柴油、液化石油气等）、饮料流体（如酒类、食用油等）、气体（如空气、低压天然气及煤气等）、以及水的计量。使用极为普遍，用量甚大。

容积式流量计是利用机械测量元件把流体连续不断地分隔成单位体积并进行累加计量出总体积而实现流体计量。由于流量计是一种无时基的仪表（测量时间间隔是任意选取的），因此一般不用它来测量瞬时流量，而是常用来计量累积流量（又称总量）。流量计的准确度较高，可达到 0.5 级或 0.2 级，甚至更高。流量计一般不受流动状态的影响，不受雷诺数大小的限制。除脏污介质和特别粘稠（运动粘度  $\nu \geq 8 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ）的流体外，流量计可用于各种液体和气体的计量。流量计的工作压力可高达 10MPa，测液体时工作温度可至 300℃，测气体时可至 120℃。目前流量计产品的计量口径为 10～500mm，液体流量范围达  $(0.4 \sim 3\,000) \text{ m}^3/\text{h}$ 。典型的流量范围度（即量程比）为 10:1。流量计准确度范围为 0.1%～2.5%。

目前已广泛地使用容积式流量计作为强制检定的工作计量器具，如用于计量原油、汽油、柴油、煤油以及工业煤气或家用煤气等。采用特殊材料制造的流量计，可用于计量清



洁水和各种工业液体。多数为用于贸易结算方面的计量器具。因此流量计必须按国家的计量法律法规进行强制检定和管理。

容积式流量计的结构形式很多，根据其测量元件的结构特点，主要有椭圆齿轮流量计、腰轮（罗茨）流量计、刮板流量计、旋转活塞流量计、往复活塞流量计、圆盘流量计、皮膜式气体流量计及湿式（又叫转筒式或鼓轮式）气体流量计等。由容积流量计与辅助设备、附加设备可以组成多种测量系统，广泛用于流体流量测量。

## 第一章 流量计原理和构造

容积式流量计一般由三种基本组件构成：(1) 外壳（包括度盘）；(2) 内部测量元件；(3) 计数器及其驱动齿轮机构。由外壳、内部测量元件和计数输出的高速输出轴组成容积式流量传感器。

外壳带有入口和出口接头，外壳又分单壳体或双壳体两种结构。单壳体结构的外壳既用作压力室，又作为测量元件的外侧壁，即测量室；而在双壳体构造中，外壳只作为压力室。双壳体构造的优点是：

- (1) 管道应力不会传给测量元件；
- (2) 测量元件易于拆卸，便于维修和冲洗管道；
- (3) 通过测量元件壁产生的差压最小，因此消除了因系统压力变化引起测量元件尺寸的变化。

单壳体构造较简单，成本较低。

常见的容积式流量计都具有计数器驱动齿轮机构，以用于接收测量元件发出的讯号（例如转动部件的旋转动作或活塞的位移动作等），并把它传到指示机构，以指示出流量值。

因为内部测量元件的不同，而产生了各种不同的容积式流量计，以下各节逐一介绍。

### 第一节 腰轮流量计

腰轮流量计又叫罗茨流量计，其原理图如图 1-1 所示，其结构特征为：在流量计的壳体内有一个测量室，测量室内有

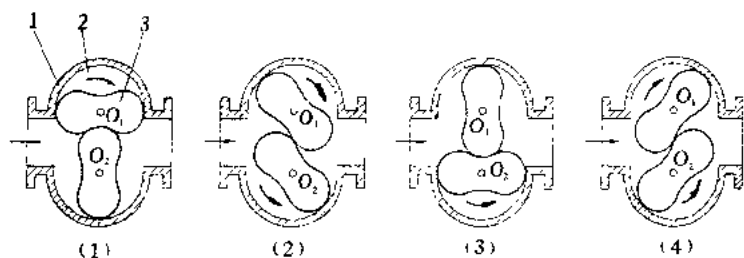


图 1-1

1—壳体；2—计量室；3—腰轮

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，它们互相啮合进行联动。流量计的工作原理为：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以计量出流体总体积量。流量计工作过程具体分析如下：在图 1-1 (1) 中，由腰轮  $O_1$  的外侧壁、壳体的内侧壁以及腰轮两端盖板之间，形成一封闭空间（即计量室），空间内的流体即为由测量元件将连续流体分隔成的单个体积。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入流体的压力后沿箭头方向旋转，由于与两个腰轮同轴安装的两个齿轮互相啮合，因此两腰轮各自以  $O_1$  和  $O_2$  为轴按箭头方向旋转。当旋转变成 (2) 的状态时，两个腰轮上都产生了沿箭头方向的旋转力，使旋转到 (3) 的状态。此时与 (1) 的状态相反，下面的腰轮产生旋转力，使旋转到 (4) 的状态。继续旋转，又变成了 (1) 的状态，从而腰轮连续不断地进行转动。两个腰轮各旋转一周，完成从 (1) 到下一个 (1) 以前的运转过程，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：

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

流量计构造框图如图 1-2 所示。流量计有立式和卧式两种结构形式，立式流量计（见图 1-3）结构紧凑，能有效地利用空间，减少占地面积。

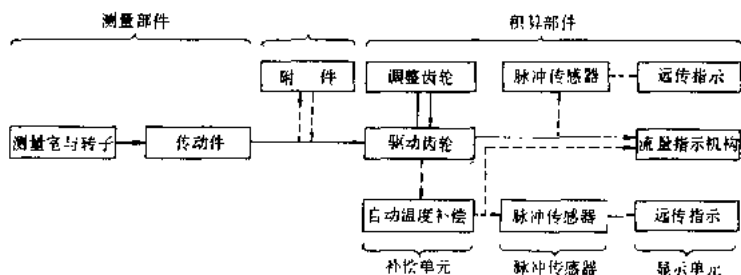


图 1-2 腰轮流量计构造框图

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（图 1-4），此种为普通腰轮流量计。另一种是由两对互成  $45^\circ$  角的组合腰轮（图 1-5），此种称为  $45^\circ$  角组合式腰轮流量计。其原理图见图 1-6。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。

腰轮流量计能用于各种清洁液体的流量测量，尤其适用于油品计量，也可制成测量气体的流量计。它的计量准确度高，可达  $0.5 \sim 0.1$  级。它的缺点主要有：体积大、笨重，进

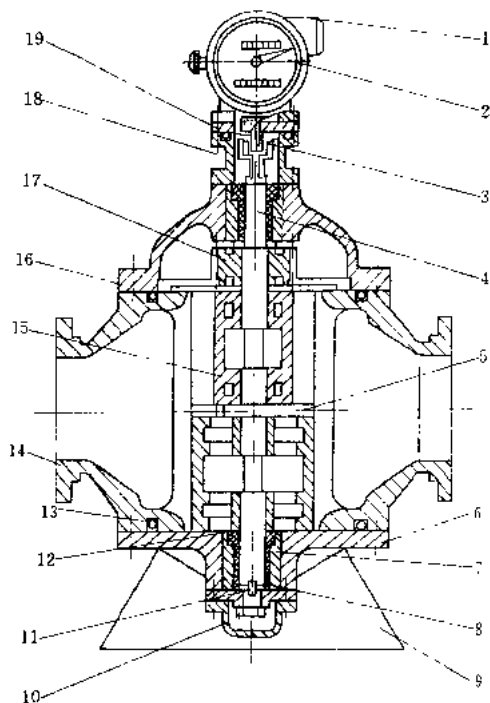


图 1-3 立式腰轮流量计

- 1—脉冲发生机构；2—指示计算部分；3—磁钢；4—腰轮轴；  
 5—中间隔板；6—下盖；7—石墨轴承；8—止推轴承；9—底座；10—盖；  
 11—可调止推轴承；12—垫圈；13—O形密封圈；14—壳体；15—腰轮；  
 16—上盖；17—驱动齿轮；18—螺栓；19—O形密封圈

行周期检定较困难；压损较大；运行中有振动。目前，我国生产的腰轮流量计产品规格见附录 1 表 1。

## 第二节 椭圆齿轮流量计

椭圆齿轮流量计的原理如图 1-7 所示，流量计的结构特

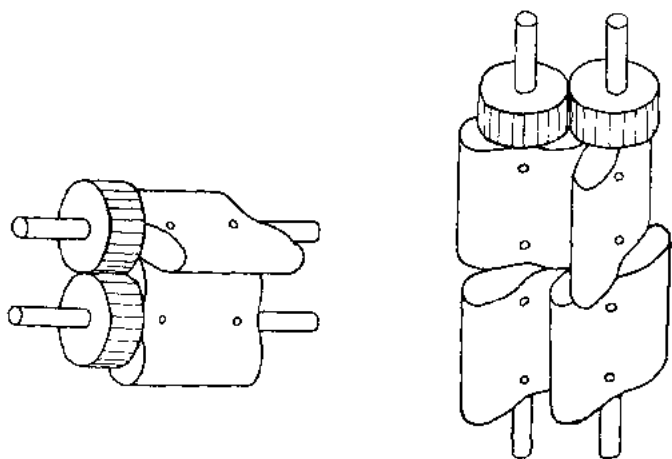


图 1-4 腰轮流量计转子结构示意图 图 1-5 45°角组合式腰轮流量计转子结构示意图

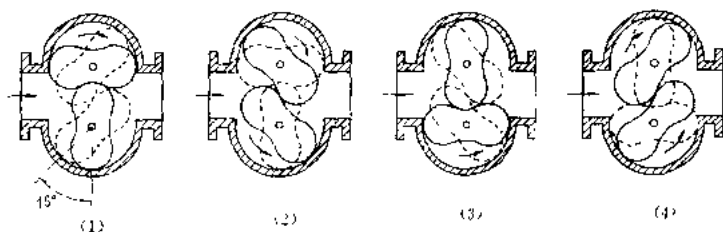


图 1-6 45°角组合式腰轮流量计原理图

征为：在壳体内部的测量室内有一对断面为椭圆形的齿轮柱体，它们相互啮合进行联动。其工作原理与腰轮流量计类同。其构造框图见图 1-2。

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由测量元件——一对椭圆齿轮转子直接联动，后者的测量

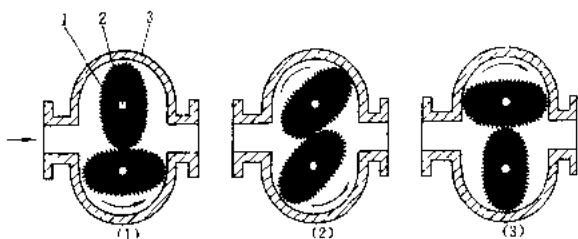


图 1-7 椭圆齿轮流量计原理图

1—椭圆齿轮；2—轴；3—壳体

元件——一对腰轮转子不能直接联动，而是由外接齿轮进行联动。

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。也有制成用于测量气体的椭圆齿轮流量计。

目前我国生产的椭圆齿轮流量计产品规格见附录1表2。

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。

### 第三节 刮板流量计

刮板流量计的结构有凸轮和凹线两种型式。它们的结构特征为：在流量计测量室内有两对（或三对）可旋转的刮板，在转子圆筒的槽内沿径向滑动。两对径向连接的两个刮板顶

端之间的距离为一定值。流量计工作原理为：在有压流体的作用下，推动刮板与转子旋转，测量元件刮板把流体连续不断地分割成单个的体积，然后利用驱动齿轮和计数指示机构计量出流体总量。图 1-8 所示为凸轮式流量计，其动作过程如

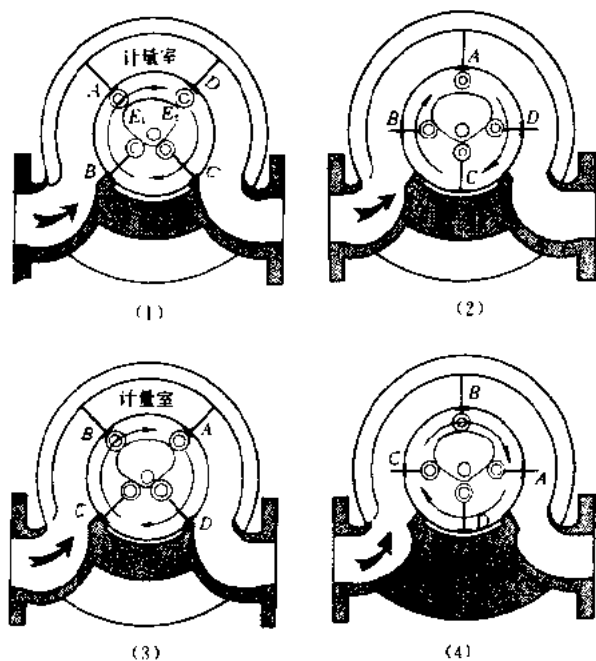


图 1-8 凸轮式刮板流量计原理图

下：如图 1-8 中 (1) 的状态时，刮板 A 和 D 全部伸出转子，与测量室内壁相接触，并形成密封，此时的刮板 C 和 B 则全部收缩到转子内。此时，由刮板 A、D 以及转子外壁、壳体内壁、上下盖板之间形成一封闭空间，该空间将流体分割出一个单元体积，以此实现对流体的计量。流体推动刮板和转子沿顺时针方向旋转，当旋转到 (2) 的位置时，A 仍为全部



伸出状态,  $D$  则开始收缩,  $C$  仍为全收缩状态,  $B$  则开始伸出, 此时  $A$ 、 $D$  刮板之间的流体开始流向出口。当旋转至 (3) 的位置时,  $B$ 、 $A$  之间形成封闭空间, 将流体分割出又一单元体积。此时  $A$ 、 $D$  之间的流体连续流出。旋转至 (4) 的位置时,  $B$ 、 $A$  之间的流体开始流向出口。当旋转回复到 (1) 的位置时, 转子旋转一周, 共排出 4 个单元体积。流量计若为三对刮板, 则排出 6 个单元体积。

图 1-9 所示为凹线式刮板流量计。其动作过程与凸轮式流量计基本相同。区别在于凸轮式刮板的滑动是靠凸轮控制转子按顺时针方向转动的, 而凹线式刮板的滑动是靠具有凹线的壳体来实现转子按逆时针方向转动的。流量计构造框图见图 1-2。

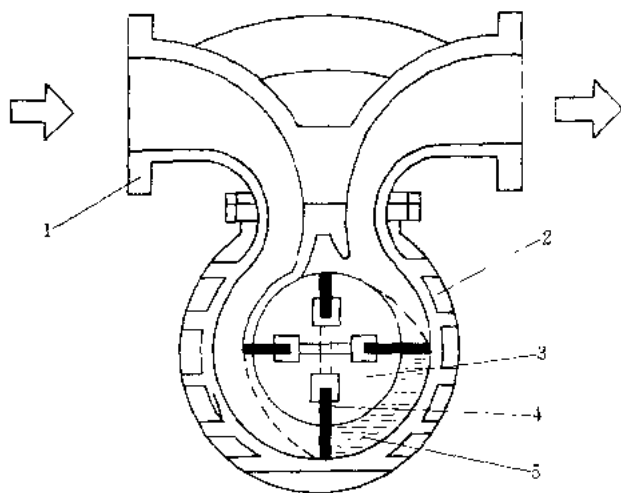


图 1-9 凹线式刮板流量计原理图

1-导管; 2-壳体; 3-转轮; 4-刮板; 5-计量室