

气体流量计

GAS METERS

主编/杨有涛 徐英华 王子钢

主审/王自和



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

气体流量计

杨有涛 徐英华 王子钢 主编
王自和 主审

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

气体流量计/杨有涛等主编. —北京: 中国计量出版社, 2007. 8

ISBN 978-7-5026-2705-8

I. 气… II. 杨… III. 气体流量计 IV. TH814

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 118963 号

内 容 提 要

本书分为六章, 较全面系统地介绍了各种气体流量计结构、工作原理和计量检定方法。内容包括常用流量计简介、流体力学基础理论、流体力学在流量计中的应用; 各种不同原理的速度式气体流量计、容积式气体流量计、差压式气体流量计、热式气体质量流量计和气体流量标准装置等。

本书可供气体流量计量检定人员、燃气公司及气体流量计制造厂商和使用者以及相关科技人员、高等学校学生培训和学习参考。

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

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

北京市媛明印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

787 mm × 1092 mm 16 开本 印张 13.5 字数 318 千字

2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

印数 1—3 000 定价: 36.00 元

编 审 委 员 会

主编：杨有涛 徐英华 王子钢

主审：王自和

编委：（按姓氏笔画顺序排列）

王子钢 王东伟 王韞韬 叶 朋 肖 强

孙华春 朱家顺 李吉男 沈文新 陈 梅

杨 静 杨有涛 段慧明 段 钢 徐英华

唐 蕾 陶朝建 新井敏也 (Toshiya Arai)

序 言

气体流量计是专门用于测量气体流量的一种计量器具，其用途主要是定量计量气体流量，是节能降耗、消除结算双方矛盾等必需的手段。我们要实施民生计量执法工程、计量节能服务工程，就应该充分发挥计量在构建社会主义和谐社会、建设资源节约型社会中的技术支撑作用。

气体流量计可用于测量气体流量，因而被广泛应用于科研、工业、商业和人民生活等各个领域。如医疗器械中的呼吸机、氧气吸入器，普通百姓日常生活中所用的家用膜式燃气表，航天飞行器在太空中依靠流量调整方向所需的流量计，现代工业生产流水线上用于生产工艺的气体流量计，环保部门检测大气采样需要的流量计等不胜枚举。天然气是我国今后能源发展的重点，西气东输沿线及周边大小用户都安装有各种不同类型的气体流量计。目前我们提倡开展节能降耗，特别是重点耗能企业加强节能，要围绕“节能降耗”的主题，把能源计量工作不断引向深入。要节能降耗，首先就要量化能源和损耗，要采用流量计量仪表准确计量能源的消耗。只有根据计量仪表所提供的准确数据来计算和考核能耗，才能依据能源计量的结果进行科学管理，提高经济效益，实现真正意义上的节能降耗。了解气体流量计的基本工作原理，有助于正确选择、使用合适的流量计。

正确使用和检定气体流量计，保证流量量值的准确和统一，不仅对于节约能源、提高经济效益具有重要作用，而且与人民利益密切相关。如果气体流量计计量不准确，会直接影响到国家和消费者的利益，同时还会影响到人民的生命、财产安全。因此，气体流量计被列入中华人民共和国强制检定的工作计量器具管理范围。

国际社会十分重视气体流量计，国际法制计量组织 OIML 为气体流量计专门编写了国际建议 R137 Gas meters。我国作为 OIML 成员国，有义务而且也应该认真地学习并执行国际建议。

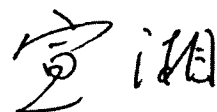
目前有关气体流量计方面的书籍和参考资料尚比较缺乏，本书的出版极好地弥补了这一不足。本书的作者都是设计、生产和计量检定第一线的有丰富经

验的工程师。本书内容新颖、实用，对于读者了解目前气体流量计的最新动态大有裨益。

本书较全面、系统、详细地介绍了与气体流量测量相关的基础知识，各种不同的气体流量计的结构、工作原理和计量检定方法，检定注意事项，型式评价试验，流量计优缺点、适用范围及场合，安装、使用及维修等方面的知识，还有相关的气体流量仪表、气体流量标准装置及测量不确定度分析等内容。

本书可供从事气体流量计科研、设计、制造、使用、计量检定、安装维修等相关工程技术人员阅读参考，也可作为培训教材使用。

国家质量监督检验检疫总局计量司司长

A handwritten signature in black ink, consisting of the characters '宣' and '浣' written in a cursive style.

2007年6月1日

前 言

本书主要介绍各种不同工作原理的气体流量计，从各种气体流量计结构特点及基本测量工作原理、优缺点、适用范围场合、检定规程项目、检定装置及检定方法、测量不确定度分析、安装使用及维修等方面进行了详细阐述。

发展天然气是我国今后能源发展的重点，西气东输沿线及周边大小用户都安装有各种不同类型的气体流量计。目前我们提倡节能降耗，首先就要量化能源和损耗，要采用流量计量仪表准确计量能源的消耗。只有根据计量仪表所提供的准确数据来计算和考核能耗，才能真正依据能源计量的结果进行科学管理，提高经济效益，实现真正意义上的节能降耗。了解气体流量计的基本工作原理，有助于正确选择、使用合适的流量计。

正确使用和检定气体流量计，保证流量量值的准确和统一，不仅对于节约能源、提高经济效益具有重要作用，而且与人民利益密切相关。如果气体流量计计量不准确，会直接影响到国家和消费者的利益，同时还会影响到人民的生命、财产安全。因此，气体流量计被列入中华人民共和国强制检定的工作计量器具管理范围。

国际社会十分重视气体流量计，国际法制计量组织 OIML 为气体流量计专门编写了国际建议 R137-1: 2006 Gas meters。我国作为 OIML 成员国，有义务而且也应该认真地学习并执行国际建议。

为了满足需求，帮助大家更好地了解气体流量计，保证流量量值的准确和统一，我们组织编写了这本《气体流量计》。目前国内有关介绍气体流量计专业方面的技术资料比较缺乏，本书的出版弥补了这一不足。本书的作者都是设计、生产和计量检定第一线的有丰富经验的工程师，所述内容新颖、实用，对于读者了解目前气体流量计的最新技术动态大有裨益。

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，正确准确地计量直接关系到供需双方的经济利益。

在此，对给予本书出版支持的单位和关心的人员，表示诚挚的谢意！

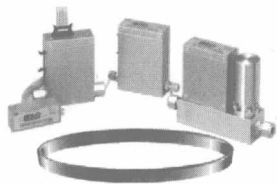
由于编者水平有限，编写时间仓促，因此书中难免有不完善与遗漏之处，

恳请读者批评指正。

本书是从事气体流量专业计量检定工程技术人员、制造厂商、燃气公司及气体流量计使用者的必备技术资料。也可作为科研单位从事气体计量检定、维修及气体流量计量有关操作人员培训参考教材。

编者

2007年5月于北京



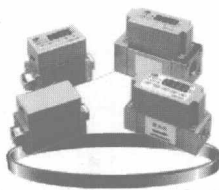
CMQ-V

高速响应气体质量控制器

空气·氮气·氧气·氩气·二氧化碳

城市煤气·丙烷·氢气等

0.2~1 000L/min



CMS

高精度气体质量流量计

空气·氮气·氧气·氩气·二氧化碳

城市煤气·丙烷·氢气等

0.5~2 000L/min



MPC

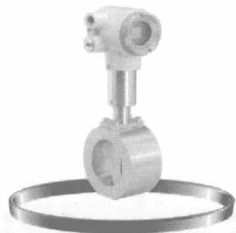
小型气体质量控制器

空气·氮气·氧气·氩气·二氧化碳等

0.5~20L/min

山武的流量计群实现了高功能。

进行不受温度、压力影响的气体流量检测。



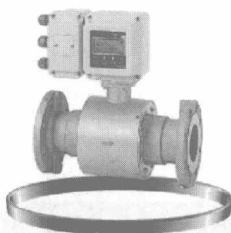
MVF

宽测量范围的涡流流量计

空气·氮气·氧气·氩气·二氧化碳

城市煤气·丙烷等

2 302~16 839m³/h



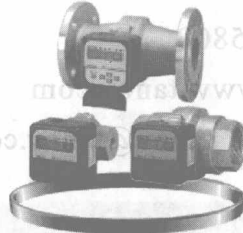
CML

高精度的大流量质量流量计

空气·氮气·氧气·氩气·二氧化碳

城市煤气·丙烷等

160~1 600m³/h



CMG

燃气流量管理用监视器

空气·城市煤气·丙烷·丁烷等

4~150m³/h



山武上海代表处

上海市徐汇区虹桥路3号港汇中心二座1108室

电话: 021-64485987

传真: 021-64485973

山武自动化仪表(上海)有限公司

上海市虹桥路3号港汇中心2座2608室

电话: 021-61132335

传真: 021-61132331

上海山武控制仪表有限公司

上海市徐汇区虹桥路3号港汇中心二座1102室

电话: 021-64485981

传真: 021-64485984

公司坐落于浙闽交界的苍南县城，创建于1995年3月，是专业生产流量仪表、标准装置、城市燃气相关系统设备的股份制企业。2002年，公司在上海奉贤综合经济开发区全资创建了上海天信仪表有限公司（集科研、生产、销售于一体，与浙江大学流体传动自动控制国家重点实验室共建——天信仪表科研基地）。现公司资产总值2亿元，2006年实现产值1.65亿元，销售收入1.5亿元，人均劳动生产率65万元。

公司主要生产TBQZ/TBQ系列智能气体涡轮流量计、TDS系列智能旋进流量计、B3系列气体罗茨流量计（与美国德莱赛合作开发）、LXH系列智能气体流量标准装置、智能旋进蒸汽流量计等十二大系列产品。现产品广泛应用于城市天然气、石油、石化、轻工、冶金、电力、煤炭等行业的各种气体、电机保护、流量计检定等，产品享誉全国各地各行业，并已出口印尼、孟加拉国、哈萨克斯坦等国家。

浙江天信仪表有限公司

地址：浙江省苍南县灵溪镇工业园区一路

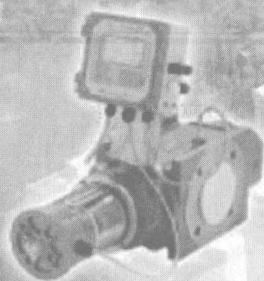
电话：0577-64839431

传真：0577-64839862

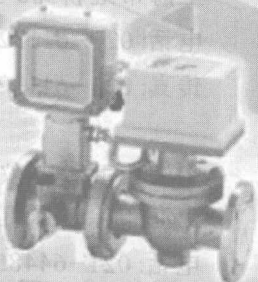
邮编：325800

网址：[//www.tanoy.com](http://www.tanoy.com)

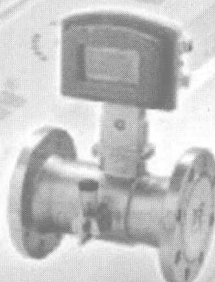
电子信箱：tancy@tancy.com



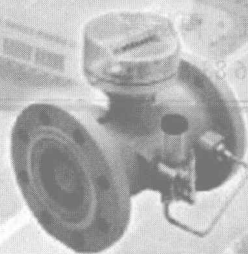
B3系列罗茨流量计



CPU卡智能流量计系列



TBQZ系列智能气体涡轮流量计



TBQJ系列气体涡轮流量计

大连中隆仪表有限公司

大连中隆仪表有限公司是中国计量测试学会流量专业委员会理事单位，辽宁省计量测试学会流量专业委员会所在地。公司自一九九三年成立以来不断发展壮大，目前已拥有固定资产2 200万元，具有流量计年产3 000台，其他仪表4 000台的生产能力。为解决流量计生产、测试的关键技术，提高企业的创新能力，公司建有多套标准表流量标准装置和完整的流量传感器制造、加工封装设备。大连市气体流量计检定站就设在本公司，是一家专门从事流量仪表生产制造的高新技术企业，主要产品如下：

MPA (Multi-Point Averaging Flow meter) 流量计(多点测量平均流速流量计)：是一种用于测量管道中液体、气体或蒸汽等流体流量的新型的差压式流量计，可以测量范围一般可达到 1:12或更大的流量测量。技术参数：测量介质：洁净的液体、气体、蒸汽，公称压力：4MPa、20MPa，准确度： $\pm 0.5\%$ 1.0%R，测量范围度：12:1，表体材质：1Cr18Ni9Ti；SUS 316，适用流体雷诺数： 5×10^4 以上，安装形式：法兰夹装式。

LUGB型应力式涡街流量传感器：全部采用不锈钢材料制作具有较好的耐腐蚀性能，特殊的机械结构及信号处理使仪表具有较好的抗震动性能，DSP技术的采用使仪表具有稳定可靠的信号，多种规格输出信号可任意选择使用，高温结构可适用于350℃介质流量的测量，大口径内节流式结构可以较方便地实现测量范围的改变，方便用户选用、改用，并提高流量计的信号分辨率，该机基本功能：可实现流量参数的测量、信号转换输出，可实现流量参数的测量、显示与积算，可实现流量参数的测量、显示及信号转换输出。主要技术指标包括被测介质：液体、气体、蒸汽；温度：普通型-40~+280℃，高温型-40~+350℃；材料：1Cr18Ni9Ti（其他材料协议供货）；准确度：0.5；1.0；1.5；范围度：1:8~1:30；安装形式：法兰夹装式。

科氏质量流量计：是一种直接式的质量流量测量仪表，具有较高的准确度；在测量流量的同时，可以测量温度、密度。科氏质量流量计敏感管内无阻流元件及可动组件，故适应范围广，主要技术指标：被测介质：液体、气体、糊状物，被测介质密度： $0.5 \sim 2.0 \text{g/cm}^3$ ，介质粘度包括 $0.01 \sim 200 \text{mPa} \cdot \text{s}$ ；介质温度： $-50 \sim 200^\circ\text{C}$ ；质量流量基本误差： $\pm 0.15\%$ ±（零点稳定性/瞬时流量） $\times 100\%$ ；温度测量基本误差： $\pm 1^\circ\text{C} \pm t \times 0.5\%$ （ t 为仪表示值，单位 $^\circ\text{C}$ ）；密度测量基本误差： $\pm 0.003 \text{g/cm}^3$ ，表体材质：SUS 304；SUS 316，法兰安装式。

DMI-300系列智能型产品：主要特点：设有密码锁，记录仪表断停电时间，具有多种流量积算功能，可实现条件累计功能及小信号按协议量计量功能，具有对压力、温度信号自动判断处理功能，防止不正常引起的补偿测量误差，具有打印机及通讯接口，仪表可做高级智能数据采集器使用，具有单位累计流量输出计数信号的功能可配置表内UPS电源控制板，较方便的组成UPS电源系统。

地址：大连市高新园区七贤岭世达街12号

电话：0411-84790638 传真：0411-84793705

E-mail: cndlzl@163.com 请在线购买: www.ertongbook.com



银环仪表 流量专家



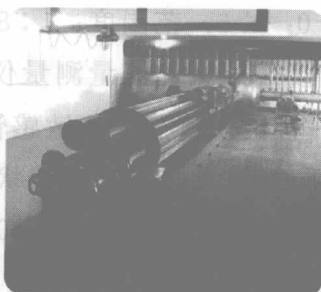
无论过去、现在或将来，
银环都是可靠的。

关于我们

余姚市银环流量仪表有限公司前身为余姚市流仪表厂及中国四联集团余姚流量仪表联营公司，是国家二级企业，专业生产流量仪表和其他工业自动化仪表。拥有国内先进的水流量、油流量、气流量标准校验装置。



液体校验装置



气体校验装置

(水流量测试能力达到 $D_N \geq 200\text{mm}$ ，不确定度：容积法0.1%，标准表法0.2%，瞬时流量精度达到0.08%；气流量测试能力达到 $D_N \geq 300\text{mm}$ ，最大流量达到 $15000\text{m}^3/\text{h}$ ，系统不确定度0.25%，系统稳定性0.1%，测定温度变化小于 0.1°C)。

- 转子流量计
 - LZ₂系列 玻璃转子流量计
 - LZT系列 面板(管道)式转子流量计
 - LZ系列 金属管浮子流量计
- 明渠流量计
 - LSQ系列 超声波明渠流量计
- 电磁流量计
 - LD系列电磁流量计
- 涡街流量计
 - LUGB系列 涡街流量变送器
- 容积式流量计
 - LC11系列 椭圆齿轮流量计
 - LC22系列 小口径椭圆齿轮流量计
 - LS系列 旋转活塞式流量计
- 其他
 - XLT-5000系列 智能流量积算仪
 - 流量设定器
 - 流量监控器
 - 瑞士Digma流量计

余姚市银环流量仪表有限公司
YUYAO YINHUAN FLOWMETER CO., LTD.

地址：浙江省余姚市彩虹路1号 邮编(P.C.): 315400
电话(Tel): +86 574 62689077 62689099 传真(Fax): +86 574 62689088 E-mail:yinhuan@mail.nbptt.zj.cn





天津新科成套仪表有限公司

TIANJIN XINKE WHOLE SET INSTRUMENT & METER CO., LTD.

天津新科成套仪表有限公司，是坐落在天津西青开发区的高科技企业。拥有现代化的产品加工和检测手段。目前产品广泛应用于燃气、石化、军工等行业。

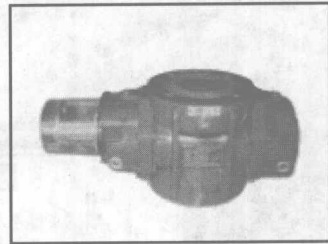
JLQ A 系列气体腰轮流量计

应用范围

- ◆ 适用于天然气、煤制气、惰性气体、空气等气体的测量。
- ◆ 广泛应用于城镇燃气的贸易计量，特别适用于机关、学校、企事业单位、宾馆、饭店等用气大户的贸易计量。也可用于各种工业原料气的主计量、配气站、主要供气站等场合。

主要技术指标

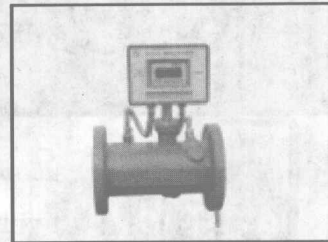
- ◆ 压力等级：0.6、1.0MPa
- ◆ 公称通径：25~200mm
- ◆ 流量测量范围：0.6~1 600m³/h
- ◆ 量程比：31：1~124：1
- ◆ 测量的准确度：1.0、1.5级



LWQ 系列气体涡轮流量计

应用范围

- ◆ LWQ-A 气体涡轮流量计适用于各种无腐蚀性气体的测量，如天然气、空气等。
- ◆ LWQ-A 气体涡轮流量计广泛应用于天然气的贸易计量，也可用于各种工业原料气的主计量、配气站、主要供气站等场合。



主要技术指标

- ◆ 压力等级：1.0~4.0MPa
- ◆ 公称通径：25~300mm。
- ◆ 流量测量范围：1~6 500m³/h（工况流量）。
- ◆ 量程比：10：1~40：1。
- ◆ 重复性：典型值不大于±0.2%
- ◆ 测量的准确度：全量程1.0或1.5级



天津新科成套仪表有限公司

TIANJIN XINKE WHOLE SET INSTRUMENT & METER CO., LTD.

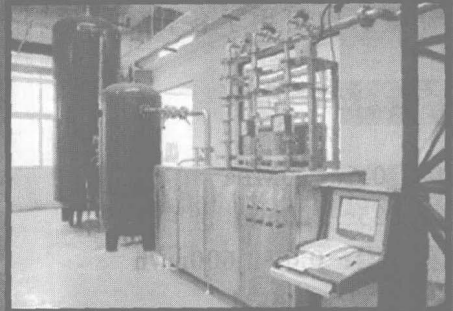
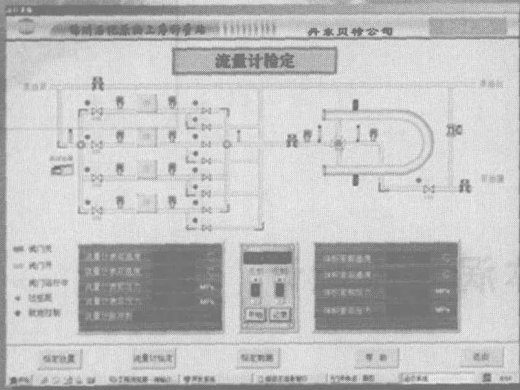
地址：天津西青开发区兴华一支路4号
 电话：022-23962677 23961649 23961663
 传真：022-23962672 邮编：300385
 网址：www.tj-xinke.com.cn



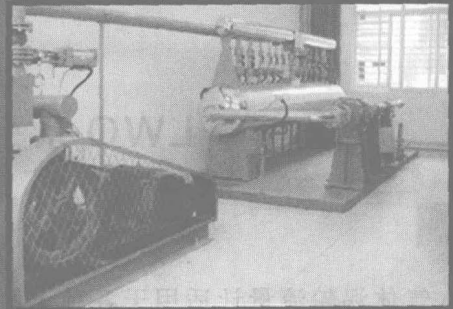
丹东贝特自动化工程仪表有限公司

DANDONG BEST AUTOMATIC ENGINEERING & METER CO.,LTD.

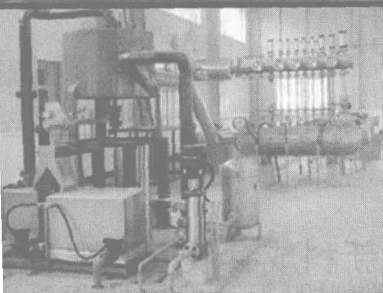
丹东贝特自动化工程仪表有限公司是一个专业从事流量计标准检定装置和系统的公司。在全国有上百家用户，覆盖各个领域，在计量检定机构、流量仪表生产厂、石油化工、航天航空、铁路家等国家科研机构有着广泛的应用。LJX系列微机自动流量检定装置可以用于液体流量计、气体流量计、燃气表、水表、热能表等方面的检定或校准使用。



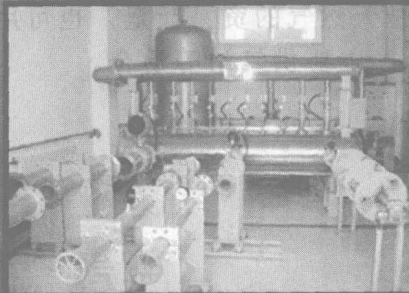
气体转子流量计标准装置



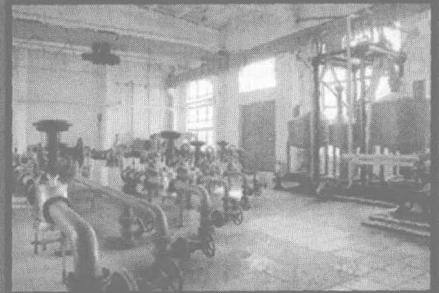
音速喷嘴法气体流量标准装置



法蒸汽与音速喷嘴法空气复用的气体流量标准装置



音速喷嘴气体流量标准装置



质量法与标准表法液体流量标准装置

地 址： 丹东市振兴区宝泉路20号（丹东市临港产业园区）

电 话： 0415-6279972/3/4

传 真： 0415-6279975

E-mail: ddbest@dbest.com.cn

网 址： www.dbest.com.cn

目 录

第一章 概 述	(1)
第一节 流量计的分类	(2)
第二节 流体力学基础理论	(4)
第三节 流体力学理论在流量中的应用	(14)
第二章 速度式气体流量计	(20)
第一节 气体涡街流量计	(20)
第二节 涡街流量计的检定	(36)
第三节 气体涡轮流量计	(45)
第四节 气体旋进旋涡流量计	(66)
第五节 超声波流量计	(80)
第六节 超声流量计的检定	(90)
第三章 容积式气体流量计	(95)
第一节 湿式气体流量计	(95)
第二节 气体腰轮流量计	(99)
第三节 容积式气体流量计的检定	(108)
第四节 膜式燃气表	(113)
第四章 差压式气体流量计	(120)
第一节 节流装置与差压计	(120)
第二节 皮托管	(129)
第三节 临界流流量计	(133)
第四节 浮子流量计	(138)
第五章 热式气体质量流量计	(154)
第一节 概 述	(154)
第二节 热式质量流量计	(157)
第三节 气体质量流量计的检定	(164)
第六章 气体流量标准装置	(168)
第一节 概 述	(168)
第二节 皂膜式气体流量标准装置	(170)

第三节	钟罩式气体流量标准装置	(177)
第四节	$p. V. T. t$ 气体流量标准装置	(187)
第五节	$m. t$ 法气体流量标准装置	(190)
第六节	其他类型气体流量标准装置	(191)
第七节	欧洲气体流量标准装置及溯源简介	(192)
参考文献	(197)

第一章 概 述

流量仪表是过程自动化仪表与装置中的大类仪表之一，它被广泛应用于冶金、电力、煤炭、化工、石油、交通、建筑、轻纺、食品、医药、农业、环境保护及人民日常生活等国民经济各个领域，它是发展工农业生产、节约能源、改进产品质量、提高经济效益和管理水平的重要工具，在国民经济中占有重要的地位。在过程自动化仪表与装置中，流量仪表有两大功用：作为过程自动化控制系统的检测仪表和测量物料数量的总量表。据统计，流量仪表的产值约占全部过程自动化检测仪表与装置产值的五分之一。

目前我们提倡节约型社会，开展节能降耗，特别是重点耗能企业加强节能，围绕“节能降耗”的主题把能源计量工作不断引向深入。要节能降耗，首先就要量化能源和损耗，要采用流量计量仪表准确计量能源的消耗。只有根据计量仪表所提供的准确数据来计算和考核能耗，才能依据能源计量的结果进行科学管理，提高经济效益，实现真正意义上的节能降耗。了解气体流量计的基本工作原理，有助于正确选择、使用合适的流量计。

城市气化率是现代化城市的标志之一，煤气的流量计量存在着介质脏、含湿高、大口径、低流速、宽范围度等测量问题，几十年来一直未能很好的解决，由于环保的原因国家不鼓励更多地发展煤气而尽量用天然气。

天然气是高效、清洁的燃料，优质的化工原料，并有望成为城市汽车的清洁燃料。发展天然气是我国今后能源发展的重点。我国天然气蕴藏量丰富，但目前产量很低，急剧增加产量以适应国民经济的需要已经势在必行。目前我国陆上已探明储量约 1.3 万亿立方米，主要分布在重庆、四川、陕甘宁、新疆等地。天然气从气井开采经处理(脱硫、脱水)集输到城市要经过许多复杂的工艺过程，从计量角度对被测介质可分为三种类型：第一种类型：气井到集气站、脱硫厂及脱水厂称为原料气，具有多相、高压、腐蚀、中小口径等特点；第二种类型：处理厂出来后称为净化气，经长输管线送到城市，具有单相、中压、大口径、要求高准确度计量的特点；第三种类型：城市广大用户使用的天然气，具有单相、低压或常压、中小口径、计量准确度适中等。

一般气田纵横数百公里，几百口井，几十个集气站及处理厂用管网连在一起，输送到城市更是需要庞大的管网覆盖，这些管网中的气量分配，调度、经济核算皆需设置天然气计量站，装备大量的流量测量系统。目前第一种类型尚无合适流量计可用，第二种类型采用孔板、涡轮、超声等，第三种类型除上述仪表外还有涡街、腰轮、膜式燃气表等。我国城市家用燃气表年产量在几百万只以上。

气体流量计被广泛应用于科研、工业、商业和人民生活等各个领域。如医疗器械中的呼吸机，氧气吸入器；人民日常生活中所用的家用膜式燃气表；航天飞行器在太空中依靠流量调整方向角度的流量计；现代工业生产流水线上用于生产工艺需要的气体流量计；环保部门检测大气采样需要的流量计等。

天然气、煤气是比较理想的气体燃料，气体流量计是专门用于测量燃气等体积流量或质量流量的仪表。