

国家计量技术法规统一宣贯教材

湿式气体流量计


国家质量监督检验检疫总局计量司 审定

廖新 杨有涛 李云麟 赵万星 主编

JJF 1357—2012

JJF 1357—2012

JJF 1357—2012

 中国质检出版社

国家计量技术法规统一宣贯教材

湿式气体流量计

国家质量监督检验检疫总局计量司 审定
廖 新 杨有涛 李云麟 赵万星 主编

中国质检出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

湿式气体流量计/廖新等主编. —北京: 中国质检出版社, 2013. 6

国家计量技术法规统一宣贯教材

ISBN 978-7-5026-3804-7

I. ①湿… II. ①廖… III. ①湿式气体流量计—教材 IV. ①TH814

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 056057 号

内 容 提 要

本书是 JJF 1357—2012《湿式气体流量计校准规范》的统一宣贯教材,对校准规范的条文进行了详细的解读。同时,还详细介绍了湿式气体流量计的工作原理、工艺生产、检测技术和使用维修等方面的内容。这些内容相互补充、相互支撑,可以帮助读者更好地了解具有悠久历史的湿式气体流量计的现代发展技术。

本书可为相关的科研、工程技术人员和实验室校准人员提供技术指导和支撑,同时也可作为大专院校相关专业师生的参考用书。

中国质检出版社出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号 (100013)

北京市西城区三里河北街 16 号 (100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室: (010)64275323 发行中心: (010)51780235

读者服务部: (010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 7 字数 206 千字

2013 年 6 月第一版 2013 年 6 月第一次印刷

*

定价 36.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 68510107

编 委 会

- 主 编** 廖 新 (重庆市计量质量检测研究院)
杨有涛 (北京市计量检测科学研究院)
李云麟 (重庆三协益新仪器仪表有限公司)
赵万星 (重庆市计量质量检测研究院)
- 顾 问** 沈文新 (浙江省计量科学研究院)
李绍谷 (重庆三协益新仪器仪表有限公司)
- 编 委** (按照姓氏笔画排序)
艾子蔚 (博益 (天津) 气动技术研究所有限公司)
伍 莉 (重庆市计量质量检测研究院)
李 红 (北京市计量检测科学研究院)
吴明清 (重庆市计量质量检测研究院)
张继元 (重庆市计量质量检测研究院)
郭 谏 (北京出入境检验检疫局信息处)
唐 蕾 (北京市计量检测科学研究院)
戚宁武 (重庆市计量质量检测研究院)
黄 勇 (云南省计量测试技术研究院)
黄冬虹 (北京市燃气集团有限责任公司)
赖咏岚 (重庆燃气集团股份有限公司)

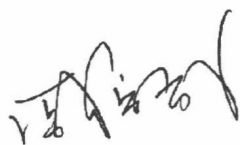
序 言

与其他流量计一样，湿式气体流量计也是一种来源于工程实践，联系测量理论与工程实践的纽带。自19世纪初，首次在英国用于城市煤气表测量以来，湿式气体流量计就以性能可靠、测量准确度高而被广泛采用。鉴于其在燃气计量和实验室量传中的突出作用，2009年，全国流量容量计量技术委员会决定由重庆市计量质量检测研究院和北京市计量检测科学研究院组成编制起草小组，共同编制了国家计量校准规范《湿式气体流量计》。本书则作为该校准规范的配套宣贯教材同步推出。

该校准规范和宣贯教材花费了编制起草组各位专家和技术人员2年多的辛苦工作而得以问世，凝聚了小组人员的辛勤汗水。目前，鲜有专门针对湿式气体流量计的技术规范和宣贯教材，本书在编写方法上，采用条文解读的方式向读者解释了规范制定的依据和技术特点，附以“编写说明”，阐明了任务来源、必要性、编制过程和技术特点等内容。很明显，作者的目的在于此，书中以大量翔实的案例和丰富的公式图表，向读者介绍了湿式气体流量计作为计量器具，在工作原理、设计工艺和检测技术等方面的内容，这些内容可以为科研、工程技术人员和实验室校准人员提供技术指导和支撑。

应该指出，湿式气体流量计除了具有悠久的历史——近200年，还是一种较为独特的气体容积式流量计——液体密封。因此，要全面认识这种流量计，不仅需要具备仪表设计和工艺制造等知识，还需要掌握气体、液体物理特性和流量测量的基本知识。这些工作不能仅仅依靠成熟的技术法规，还需要技术人员在设计、加工和检测等领域具有突破性的成果，为丰富和发展流量测量事业共同努力。

重庆市计量质量检测研究院院长



二〇一三年元月 重庆

前 言

湿式气体流量计是一种较早用于燃气计量的仪表。早在 19 世纪初，湿式气体流量计已被用于英国城市水煤气的计量，至今已经有近 200 年的历史，由于其具有性能稳定可靠、测量准确度高明显优点，目前仍广泛用于实验室的流量量值传递。例如，荷兰 NMI、德国 PTB 等著名实验室就建有以湿式表为传递标准和工作标准的流量测量装置。

在我国，湿式气体流量计大量用于计量标准、工作标准的量值传递。近年来，由于各类高性能流量计的出现，湿式气体流量计的市场份额有所减小，但仍然承担了中小流量的量值传递作用，如膜式燃气表的量值传递，其计量性能不仅仅局限于实验室的气体流量量值传递，而且还关系到千家万户的切实利益和国家节能降耗的政策，因此国家也极为重视这类流量计的设计生产、检测和应用。为此，2009 年，国家质量监督检验检疫总局开始组织相关专家编制湿式气体流量计的计量校准规范。

2010 年，重庆市计量质量检测研究院和北京市计量检测科学研究院共同申报编制国家计量技术规范《湿式气体流量计校准规范》。鉴于湿式气体流量计在燃气计量中的作用和计量技术发展需求，全国流量容量计量技术委员会于 2010 年 5 月 6 日批准了该制定工作；同年，依照批复文件“国流容计技委函〔2010〕003 号”的要求，重庆市计量质量检测研究院和北京市计量检测科学研究院组成了编制起草小组。编制起草小组通过两年多的考察和论证，多次讨论后形成报审稿，并于 2012 年 6 月通过审定，于 2012 年 9 月，国家质量监督检验检疫总局颁布了 JJF 1357—2012《湿式气体流量计校准规范》。

本书就是作为 JJF 1357—2012 的宣贯材料同步推出。编制本书的目的有两个：一是宣贯《湿式气体流量计校准规范》，向读者介绍编制目的、过程和条文等细节；另一方面，向读者介绍作为计量器具的湿式气体流量计，其工作原理、设计生产、检测技术和使用、维修等方面内容。

本书的结构如下：第一章，包括 JJF 1357—2012《湿式气体流量计校准规范》的编写说明和条文解读，阐明制定该校准规范的必要性及其主要特点，以逐条逐句的方式向读者解释该规范制定的依据和技术内容；第二章，介绍流量测量的基本理论和湿式气体流量计的工作原理；第三章，介绍湿式气体流量计的基本结构和加工工艺；第四章，介绍了湿式气体流量计的校准和检测技术，包括用于校准湿式气体流量计的气体流量标准装

置；第五章，介绍湿式气体流量计的使用和使用过程中的注意事项，以及湿式气体流量计的常见故障和维修方法，以确保实验室条件下，湿式气体流量计能维持较高的准确度和较长的使用寿命。这样安排，既可以让读者全面了解 JJF 1357—2012 的要求和方法，同时也可以很方便地查找到所需内容。

本书力图以科学、严谨的方式向读者全面介绍湿式气体流量计的最新发展技术。编写此校准规范的宣贯教材是一个尝试，也是基于湿式气体流量计在国内生产和使用的实际情况，对其进行的整理、归纳和总结。

虽然在制定规范的过程中，广泛征求了专家、学者和实际工作者的意见，但限于作者的水平，在理论和实际应用方面仍存在不足，望广大读者提出批评和建议，以便于共同丰富和发展湿式气体流量计技术，完善相关技术规范。

编者

2013年1月

目 录

| | |
|-----------------------------------|---------|
| 第一章 JJF 1357—2012《湿式气体流量计校准规范》的解读 | (1) |
| 第一节 编写说明 | (1) |
| 第二节 条文解释 | (4) |
| 第二章 流量基础和湿式气体流量计的工作原理 | (20) |
| 第一节 湿式气体流量计的发展史 | (20) |
| 第二节 流体的物理特性 | (21) |
| 第三节 常用流量计简介 | (36) |
| 第四节 湿式气体流量计的工作原理 | (40) |
| 第五节 湿式气体流量计误差特性 | (43) |
| 第三章 湿式气体流量计的结构设计与制造 | (48) |
| 第一节 湿式气体流量计的基本结构 | (48) |
| 第二节 湿式气体流量计的设计与选材 | (55) |
| 第三节 脉冲信号发生器 | (61) |
| 第四章 湿式气体流量计的检测技术 | (69) |
| 第一节 流量检测技术 | (69) |
| 第二节 湿式气体流量计的校准 | (78) |
| 第三节 湿式气体流量计作为标准表的气体流量标准装置的应用 | (84) |
| 第四节 湿式气体流量计在使用过程中的校准和注意事项 | (89) |
| 第五章 湿式气体流量计的使用和维修 | (92) |
| 第一节 湿式流量计的使用 | (92) |
| 第二节 湿式气体流量计的存储、运输和维修 | (97) |
| 参考文献 | (101) |

第一章 JJF 1357—2012《湿式气体流量计校准规范》的解读

第一节 编写说明

一、任务来源

根据国家质量监督检验检疫总局（以下简称国家质检总局）的《关于做好国家计量技术法规制修订工作有关事项的通知》（国质检量函〔2010〕193号），依照全国流量容量计量技术委员会《关于2010年规程及起草的通知》（国流容计技委函〔2010〕003号）的工作安排，《湿式气体流量计校准规范》被列入了2011年度制定计划。

由重庆市计量质量检测研究院、北京市计量检测科学研究院和浙江省计量科学研究院作为主要起草单位，同时考虑到湿式气体流量计的生产和检测情况，又吸收了部分生产企业和检测机构作为参加起草单位，共同组成《湿式气体流量计校准规范》（以下简称《规范》）起草小组，接受了《规范》的制定任务，归口全国流量容量计量技术委员会。

起草小组于2010年5月正式启动《湿式气体流量计校准规范》制定工作，严格按照《国家计量检定规程管理办法》，以及JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》和JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1004《流量计量名词术语及定义》和JJF 1059《测量不确定度评定与表示》等文件的要求，确保技术法规制定项目按时保质完成。

二、规范制定的必要性

湿式气体流量计是记录一段时间流过流体总量的累积式流量仪表，它是一种高准确度的气体计量仪表，可作为检定工作用标准，检定次一级标准流量计，又可以作为实验室精密测量用仪表，广泛使用在计量部门、燃气器具制造行业及化工单位。国外的主要生产家有日本品川、爱拓利和Elster，而国内也有多家高准确度的湿式气体流量计和工作计量器具的湿式气体流量计生产商。

JJG 633—2005《气体容积式流量计》中对湿式气体流量计有检定要求，规程是按湿式气体流量计作为计量器具要求规定的，但现在国内大量使用的湿式气体流量计是作为标准器使用的，而湿式气体流量计的特性是流量越大，表内液位差也越大，计量容腔体积增大，故示值误差趋负值，因此湿式气体流量计在量值传递时应根据实际使用的流量点进行校准，并在使用时按各流量点校准系数修正使用。显然JJG 633—2005只作三个流量点检定并给出示值误差是不能满足作为标准使用的要求的，重庆市于2003年制定了湿式体流量计地方校准规范。从标准表法燃气表气体流量标准装置的快速发展来看，编制湿式气体流量计校准规范是很有必要的。

三、规范制定过程

《湿式气体流量计校准规范》国家计量技术规范主要的制定工作基本按照预定计划执行，具体过程如下：

(1) 2010年6月，起草小组编写《湿式气体流量计校准规范》国家计量技术规范草案，讨论需要进行的实验验证的项目（如环境参数影响试验、湿式气体流量计水平液位影响试验和检测方法等需要验证试验）；对各项规范需要验证实验内容进行分工，布置实验方案和完成日期；学习JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》；初步形成一个制定参照的小组意见。并在小组内召开预备会议，

明确指出了整个规范从制定起草到宣贯直至实施需要做的工作步骤和过程。正式启动《湿式气体流量计校准规范》起草制定工作。

(2) 2010年7月,《规范》起草小组对《规范》草案进行了首次起草研讨会议,根据首次会议提出的建议,修改了草案,形成了制定稿初稿。2010年8月~9月,完成技术规范的验证试验,通过电子邮件方式在小组内部修改后形成了第二稿。

(3) 2010年10月,《规范》起草小组在重庆市深入生产湿式气体流量计企业进行调研,并与2个浙江省湿式气体流量计的生产企业代表对《规范》第二稿进行了研讨,对生产企业制造厂提出的建议和意见,进行了部分采纳和解析并进行了修改,形成了第三稿。

(4) 2010年11月,起草小组在重庆召开了含2家西南地区制造企业共有6个代表参加的小范围会议,对《规范》第三稿进行研讨,形成了第四稿(即征求意见稿)。

(5) 按照国家质检总局要求,编制组通过在中国计量协会网站公布征求意见稿,在互联网上向全国公开征求意见;同时通过全国流量容量计量技术委员会向各个省级技术机构以电子邮件方式征求意见。

(6) 2011年2月,根据在中国计量协会网站上公开征求的意见和全国流量容量计量技术委员会向各个省级技术机构征求的意见,起草小组再次开会讨论,在综合了返回意见后,形成了第五稿。

(7) 2011年3月11日~14日,在四川省成都市召开了由中国计量科学研究院和各省技术机构专家及湿式气体流量计生产企业的专家共50多人参加的讨论会,在会上对《规范》第五稿进行了热烈讨论,共提出了12处需要修改的地方,会后起草组根据会议意见,修改形成了报审稿初稿。

(8) 2011年8月,提交报审稿初稿和所有试验数据、征求意见稿等附件到全国流量容量计量技术委员会秘书处。

(9) 2012年6月6日~9日,全国流量容量计量技术委员会在江苏省连云港市召开了《规范》审定会,与会代表41人,其中委员28人。经技术委员会全体委员和代表充分讨论审定后,形成以下集体决议:会议审定了《规范》起草组提供的大纲技术规范送审稿、编写说明、征求意见稿汇总表及相关的资料数据。专家们一致认为起草组提供的技术资料齐全、数据充分、校准试验方法科学、计量单位使用规范、《规范》的编写格式符合JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》。与会委员一致认为该规范通过了审查。建议规范起草组按照审定意见修改后,形成报批稿。

四、规范制定的主要技术依据及原则

本规范是参考了国家检定规程JJG 633—2005《气体容积式流量计》、国际法制计量组织(OIML)的国际建议R137—1&2:2012《气体流量计》(Gas Meters),并结合了我国湿式气体流量计生产企业和检测机构的现状,进行制定的。在主要的技术指标上与国家技术规范、国际建议等效。

规范修订的主要技术依据:

- JJG 633—2005 气体容积式流量计
- JJG 643—2003 标准表法流量标准装置
- JJF 1004—2004 流量计量名词术语及定义
- JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示
- JJF 1071—2010 国家计量校准规范编写规则
- OIML R137—1&2:2012 气体流量计 (Gas Meters)

五、规范制定说明

《规范》在制定时,综合考虑了湿式气体流量计的特性和用作标准表的湿式气体流量计是定流量点使用的特点。例如,标准表法燃气表检定装置上所用的湿式气体流量计就是按JJG 577—2012《膜式燃气表》规定的流量点使用而制定。而作为工作计量器具的湿式气体流量计,通常是按使用状态在

流量范围内非定点使用而制定。

(1) 外观、附件和密封性一般不属于“计量性能”，在校准时可不考虑。但湿式气体流量计的某些附件和密封性，对示值准确度影响很大，因此在准确度等级优于0.5级的湿式气体流量计校准项目中列入了外观检查和密封性试验。

(2) 为了把湿式气体流量计和其他容积式气体流量计区别开来，本规范给出了“湿式气体流量计”的术语。有的湿式气体流量计安装有脉冲信号发讯器，为了明示脉冲信号和示值的关系，本规范引入了“脉冲当量”的术语。为了说明湿式气体流量计的结构，本规范引入了“鼓轮”、“计量室”、“吹入（出）管”等术语。

(3) 通常仪表系数的计算方法是仪表的示值除以实际值，本规范规定的系数计算方法是用实际值除以仪表的示值。在实际使用中，只要读出了仪表的示值，乘以这个系数就可以算出实际值，非常方便。为了和仪表系数相区别，本规范将这个系数称为“修正系数”。

(4) 湿式气体流量计是实验室仪表，通常实验室仪表的示值误差是可以修正使用的。标准湿式气体流量计的示值误差完全可以通过改变液位来减小甚至消除。因此，标准湿式气体流量计的示值误差不是主要的计量性能，而修正系数的扩展不确定度是一个主要的计量性能，本规范着重考核标准湿式气体流量计的修正系数及其扩展不确定度。但是，对于具有碗形液位指示器的工作用湿式气体流量计，其示值误差不能通过改变液位来消除，一般情况下，使用者也不对其示值进行修正，此时，湿式气体流量计的计量性能主要由示值误差决定。本规范对这两种情况都做了规定。

(5) 根据JJG 643—2003《标准表法流量标准装置》对标准装置的计量要求和湿式气体流量计作为标准器具使用的特点，本规范将校准流量点分为定点使用和非定点使用，以满足不同使用者对下传表的检定要求，并在湿式气体流量计术语中对定点使用和非定点使用加以定义。

(6) 本规范在起草过程中，起草小组对以下问题存在争议。

争议1：修正系数是否是计量性能，能否作为校准结果。

经过讨论，起草小组一致认为：修正系数是修正值的一种表达方式，因此修正系数是计量性能，可以作为校准结果。

争议2：修正系数的不确定度和仪表的准确度等级是否有必然的联系，能否用修正系数的不确定度来判定仪表的准确度等级。

经过讨论，起草小组一致认为：0.2级和0.5级的湿式表只能经过修正后方能使用。所谓修正，就是用修正系数乘以湿式气体流量计的示值，得到流过湿式气体流量计的气体体积实际值。经过修正后，湿式气体流量计示值误差不含已确定的系统误差，在这种情况下，难以用示值误差来判定湿式气体流量计的准确度等级。然而，修正系数中的不确定度是无法消除的，它代表着湿式气体流量计的计量性能，因此用修正系数的不确定度来判定湿式气体流量计的准确度等级是合理的，且符合JJG 643—2003中对标准表准确度的要求。考虑到我们起草的是校准规范，校准规范只给出校准方法，不给出判定准确度等级的结论，因此这个争论在规范中没有体现。

争议3：能否用示值误差来判定湿式表的准确度等级。

经过讨论，起草小组一致认为：对于1级和1.5级的工作用计量器具湿式表，使用时一般不需要进行修正，校准结果不用给出修正系数，只需给出测量时相应的示值误差即可。因此，仪表的准确度等级可以由最大示值误差来决定。考虑到校准规范只给出校准方法，不给出判定准确度等级的结论，因此这个争论在规范中没有体现。

(7) 在不确定度评定时，通常应根据自由度和包含概率确定包含因子，我们经过多次计算，认为合成标准不确定度的自由度足够大，因此在规范中直接规定取包含因子为2。

(8) 根据JJF 1071—2010中“5.14 附录”的要求，附录可包括：校准记录内容、校准证书内页内容及其他相关表格、推荐的校准方法、有关参考数据等，也应给出测量不确定度评定实例。

总之，考虑到起草的是校准规范，校准规范只给出校准方法，不给出判定准确度等级的结论，因此判定准确度等级的争论在规范中没有体现。

第二节 条文解释

1 范围

本规范适用于湿式气体流量计的校准。

【解释】 JJF 1357—2012 规范适用于湿式气体流量计首次（新制造）校准和后续（使用中或修理后）校准，并且按使用状态分为标准表或者工作计量器具的湿式气体流量计的校准。

注：对于实验室用湿式表作为标准装置时，其校准宜参考本规范；而作为贸易结算的计量工作器具，其检定宜参照 JJG 633。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 633—2005 气体容积式流量计

JJG 643—2003 标准表法流量标准装置

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1004 流量计量名词术语及定义

OIML R137—1&2: 2012 气体流量计 (Gas Meters)

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

【解释】 上述文件的部分均被本规范直接或间接引用。

3 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 湿式气体流量计 wet gas meter

依靠密封液将进出气端完全隔离开的容积式气体流量计。

【解释】 作为容积式气体流量计之一的湿式气体流量计，它和其他容积式气体流量计的区别在于：其内部灌注有密封液，而且依靠密封液把进出气端完全隔离开来。因此，湿式气体流量计理论上各个计量室之间不会有泄漏现象。

这个定义指明了湿式气体流量计的本质特征。

注：根据使用特点，将湿式气体流量计分为两种：

1) 定点使用的湿式气体流量计：只在固定的流量点使用的湿式气体流量计。

2) 非定点使用的湿式气体流量计：在流量范围内任意流量点均可使用的湿式气体流量计。

【解释】 很多用作标准表的湿式气体流量计是定流量点使用的。例如，标准表法燃气表检定装置上所用的湿式气体流量计就须按 JJG 577《膜式燃气表》规定的流量点使用。而作为工作计量器具的湿式气体流量计通常是按使用状态在流量范围内非定点使用。

3.1.2 鼓轮 drum

鼓轮是湿式气体流量计的机芯，它是一端被中间有孔的端盖盖住的形状如鼓的圆筒。

【解释】鼓轮俗称滚筒，有的叫转筒或转鼓。它形如一只鼓所以称“鼓轮”，因此在本规范中，将其名称统一为“鼓轮”，它是湿式气体流量计的机芯，是湿式气体流量计的最关键部件。

3.1.3 回转体积 cyclic volume

湿式气体流量计鼓轮完成一个工作循环所通过的气体体积。

【解释】湿式气体流量计的回转体积就是鼓轮中各个计量室容积进出气一次，鼓轮旋转一周所通过出气口排出的气体体积量称做回转体积。所谓“完成一个工作循环”就是鼓轮转一圈。

3.1.4 计量室 measurement room

在鼓轮内部由呈螺旋状的叶片分割而成的、在理论上容积相等的腔体。

【解释】鼓轮是由多个计量室组成的，一个鼓轮内部可以分为三到五个计量室，通常大多数鼓轮由四个计量室组成。计量室和计量室之间用呈螺旋状的叶片隔开。在理论上，每个计量室容积相等。在鼓轮旋转时，各个计量室依次轮流充气和排气。鼓轮旋转一圈，每个计量室都充气和排气一次，即完成一个循环。

3.1.5 吹入（出）管 blow-in (out) tube

吹入（出）管是弯曲的金属管，它一端连接外壳上的进（出）气口，另一端通过鼓轮端盖上的圆孔插到鼓轮中，将气体吹入（出）计量室。

【解释】各种湿式气体流量计的结构各不相同。进排气形状分为两类：一类金属管子和进气口相连，称为吹入管，吹入管将气体引入鼓轮中心；另一类金属管子和出气口相连，称为吹出管，吹出管则将鼓轮中的气体引向出气口。

3.1.6 修正因子 correction factor

通过湿式气体流量计的气体体积实际值与湿式气体流量计示值之比。

【解释】修正因子是修正值的一种表达方式。设修正因子为 k ，按公式 (1-1) 计算：

$$k = \frac{V_{\text{ref}}}{V} \quad (1-1)$$

式中： V_{ref} ——通过湿式气体流量计的气体体积实际值；

V ——湿式气体流量计示值。

修正因子 k 和示值误差 E 的关系满足公式 (1-2)：

$$E = \frac{1}{k} - 1 \quad (1-2)$$

校准仪表时，如果给的校准结果是修正因子，使用这个仪表将非常方便。因为将仪表示值 V 乘以修正因子 k 就可以得到流过仪表的气体体积实际值 V_{ref} 。

3.1.7 平均修正因子 average correction factor

在某一校准流量点多次测量所得修正因子的平均值。

【解释】对某量进行多次重复测量，测量结果的算术平均值就是测量结果的数学期望，也就是消除了很多随机误差的值，更接近于真值的值。因此，本规范规定要计算平均修正因子。

3.1.8 分辨力 resolution

指示装置上能分辨的最小的有意义的值。

注：

- 1 对数字式指示装置，最小的有意义的值为最后一个数字的变化量。
- 2 对机械式指示装置，最小的有意义的值为两分度间隔的 1/2。

【解释】按 JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》7.14 的解释：引起相应示值产生可觉察到变化的被测量的最小变化。

3.1.9 测量体积 measurement volume

在校准和使用时，通过湿式气体流量计的最小气体体积。

【解释】在部分气体流量检定规程中，把测量体积称为“最小通气量”。考虑到在使用时通过湿式气体流量计的气体体积也不能小于校准时的最小通气量，因此把最小通气量改称为测量体积。在校准时和使用时通过湿式气体流量计的气体体积必须大于或等于测量体积，才能保证校准时得到的湿式气体流量计的准确度。

3.1.10 脉冲当量 pulse equivalent

湿式气体流量计输出的单位脉冲信号所代表的体积量。

【解释】脉冲当量表示湿式气体流量计所发出的脉冲信号与湿式气体流量计示值之间的关系，按公式 (1-3) 计算：

$$c = \frac{V}{N} \quad (1-3)$$

式中：c——脉冲当量；

V——湿式气体流量计示值；

N——与示值 V 对应的湿式气体流量计所发出的脉冲数。

3.2 计量单位

3.2.1 体积单位：立方米，符号 m³；或升，符号 L。

3.2.2 流量单位：立方米每小时，符号 m³/h；或升每分钟，符号 L/min。

3.2.3 压力单位：帕 [斯卡]，符号 Pa；或千帕，符号 kPa。

3.2.4 温度单位：摄氏度，符号℃；或热力学温度：开尔文，符号 K。

【解释】上述计量单位均为湿式气体流量计标识或使用的计量单位，也是国家法定计量单位。

4 概述

4.1 工作原理

当被测气体通过湿式气体流量计时，在湿式气体流量计的进出气端形成差压。差压迫使鼓轮转动，从而使气体逐次充满计量室。计量室离开液面时充气，进入时密封液将气体排出。鼓轮每转一圈，每个计量室将被气体充满和排空一次。由于计量室的容积是一定的，因此记录计量室被充满和排空的循环次数，可得通过湿式气体流量计的气体累积流量。

【解释】湿式气体流量计是容积式流量计，它的鼓轮里面有三到五个计量室。当被测气体通过湿式气体流量计时，在湿式气体流量计的进出气端形成差压。差压迫使鼓轮转动，被测气体通过计量室交替地充气和排气，“量出”通过湿式气体流量计的气体体积。因此，计量室就像量杯、量

瓶一样是一个小小的容量量具。计量室的容积决定湿式气体流量计的准确度，而密封液液位的高低又决定计量室容积的大小。液位越高，密封液进入计量室越多，计量室能容纳气体的体积就越小，鼓轮每转一圈，通过的气体体积就越少。于是示值误差就往正的方向偏，湿式气体流量计走得就越快。相反密封液液位越低，计量室容积越大，鼓轮每转一圈，通过的气体体积就越多。于是示值误差就往负的方向偏，湿式气体流量计走得就越慢。所以，液位计的准确度直接影响湿式气体流量计的示值。

4.2 用途

湿式气体流量计根据使用状况可分两类：

第一类是 1.0 级、1.5 级，非定点使用的工作湿式气体流量计，多用于一般气体的体积测量。

第二类是 0.2 级、0.5 级，定点使用的标准湿式气体流量计，主要用于高准确度的气体体积测量或用于量值传递。

【解释】湿式气体流量计的用途有两种：一种是作为工作用计量器具，这类湿式气体流量计主要用于气体体积一般测量，一般是按使用状态在流量范围内非定点使用，通常这类仪表的准确度等级为 1.0 级和 1.5 级；另一种是在量值传递中作标准表使用，由于在下传的气体流量计检定规程中通常规定了检定点，因此标准表通常是定点使用的仪表。作为标准表，其准确度等级为 0.2 级和 0.5 级。当然也有例外，标准表也可能非定点使用，一般测量用湿式气体流量计也可能要求 0.2 级和 0.5 级。可以根据用户要求进行校准。

4.3 结构

湿式气体流量计由外壳、鼓轮、吹入（出）管、计数器和密封液等组成，部分湿式气体流量计内部还安装有脉冲信号发生器，典型的湿式气体流量计结构如图 1 所示。

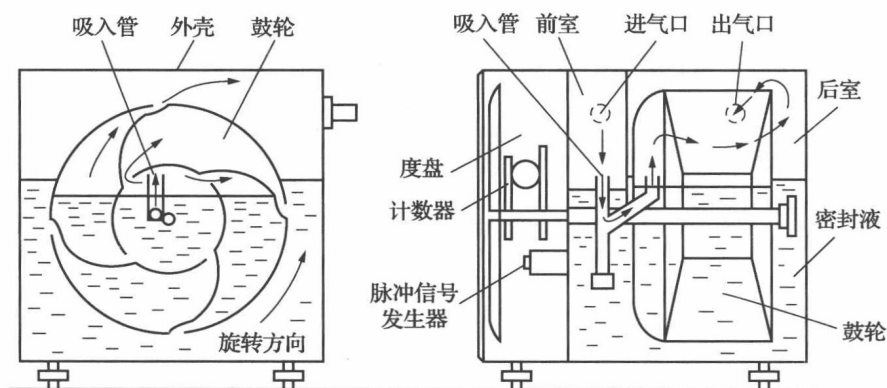


图 1 湿式气体流量计结构原理示意图

湿式气体流量计的外壳由进气口、排气口、注液口、排液口、水平仪、液位指示器、测温口和取压口等构成。

机械计数器包括齿轮传动机构、指针、度盘和字轮；电子计数器包括脉冲信号发生器、转换装置和显示部件。

脉冲信号发生器的作用是将气体体积量转化成脉冲信号，供二次仪表（包括计算机）使用。

【解释】湿式气体流量计的基本结构如图 1-1 所示。

由图 1-1 可见，湿式气体流量计的主要部件有三个：外壳、鼓轮和计数器，另外还有两个重要零件：吹入管（或吹出管）和轴承，密封液也是湿式气体流量计的一部分。

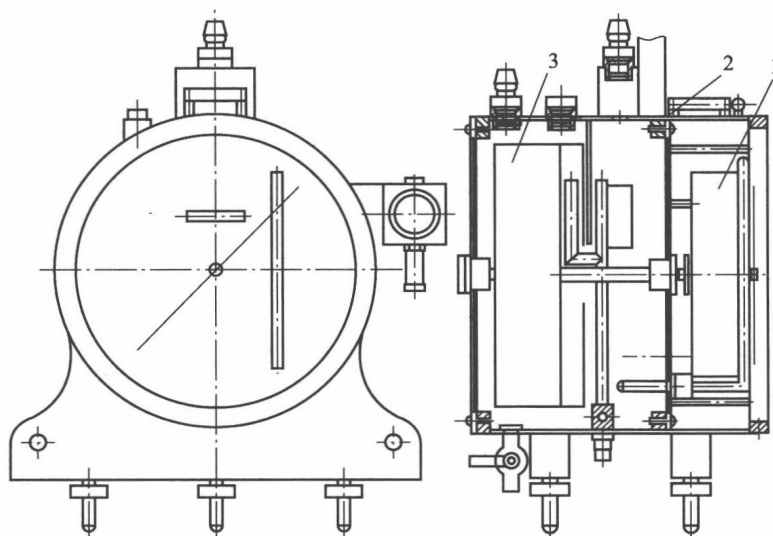


图 1-1 湿式气体流量计基本结构

1—计数器；2—壳体；3—鼓轮

5 计量特性

5.1 修正因子的扩展不确定度

标准湿式气体流量计修正因子的扩展不确定度见表 1。

【解释】标准湿式气体流量计修正因子取决于校准输出量示值的概率分布。

5.2 示值误差的扩展不确定度

工作湿式气体流量计示值误差的扩展不确定度见表 1。

【解释】工作湿式气体流量计示值误差取决于校准输出量示值的概率分布。

表 1 修正因子或示值误差的扩展不确定度

| 类别 | 扩展不确定度 | |
|-----------|------------------|------------------|
| | 修正因子的扩展不确定度 % | 示值误差的扩展不确定度 % |
| 标准湿式气体流量计 | ≤0.2 | — |
| | ≤0.5 | — |
| 工作湿式气体流量计 | — | ≤1.0 |
| | — | ≤1.5 |

注：以上指标不是用于合格判据，仅供参考。

【解释】标准湿式气体流量计在使用时应对其示值进行修正，因此校准结果应给出修正因子，其计量特性应是其修正因子的扩展不确定度。工作用湿式气体流量计在使用时一般不对其示值进行修正，因此校准结果应给出示值误差。计量特性为示值误差。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 校准环境条件

温度：(18~22)℃ (适用于标准湿式气体流量计)；
(15~25)℃ (适用于工作湿式气体流量计)。

一般大气压力：(86~106)kPa。

相对湿度：40%~95%。

6.1.2 一次校准过程中，室温、介质气温和密封液温度三者之差应满足表2的规定。

表2 允许温差

| | | | | |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 修正因子或示值误差的扩展 不确定度/% | 0.2 | 0.5 | 1.0 | 1.5 |
| 温差/℃ | 0.2 | 0.5 | 1.0 | 1.5 |

【解释】6.1.2的要求是在实验的基础上提出的。例如，对于0.2级的标准湿式气体流量计在校准过程中室温、介质气温和密封液温度三者之差超过0.2℃，标准湿式气体流量计修正因子的扩展不确定度根本无法达到0.2%。

6.2 主标准器及配套设备

主标准器及配套设备均应有有效的检定/校准证书。

6.2.1 主标准器

主标准器可选用活塞式气体流量标准装置、钟罩式气体流量标准装置和音速喷嘴法气体流量标准装置等，其流量范围应与被校准湿式气体流量计的流量范围相适应，其扩展不确定度应优于湿式气体流量计扩展不确定度的1/2。

【解释】所谓“其流量范围应与被校准湿式气体流量计的流量范围相适应”指的是装置的最大流量必须大于被校湿式气体流量计的最大流量。装置的最小流量必须小于被校湿式气体流量计的最小流量。

6.2.2 配套设备

配套设备见表3。

表3 配套设备

| 序号 | 设备名称 | 技术要求 | 用途 |
|----|------|------------------------------|----------------------|
| 1 | 温度计 | 分度值 $\leq 0.1^\circ\text{C}$ | 测量介质、液体和环境温度 |
| 2 | 压力计 | 分辨力 $\leq 10\text{Pa}$ | 测量标准器和被校准湿式气体流量计介质压力 |
| 3 | 气压计 | MPE: $\pm 2.5\text{hPa}$ | 测量大气压力 |
| 4 | 湿度计 | MPE: $\pm 10\%\text{RH}$ | 测量环境湿度 |

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

示值误差/修正因子的校准。

7.2 校准方法

7.2.1 一般检查

7.2.1.1 水平仪

为了保证湿式气体流量计在水平放置下使用，应配备水平仪，标准湿式气体流量计的水平仪应为呈T形安装的条形水平仪，工作湿式气体流量计也可采用盘形水平仪，水平仪应灵敏、可靠。