



中华人民共和国国家标准

GB/T 18603—2001

天然气计量系统技术要求

Technical requirements of measuring systems for natural gas

2001-12-30 发布

2002-08-01 实施

中华人民共和国
国家质量监督检验检疫总局 发布

目 次

| | |
|------------------------------------|----|
| 前言 | I |
| 1 范围 | 1 |
| 2 引用标准 | 1 |
| 3 定义 | 2 |
| 4 物理原理和一般要求 | 3 |
| 5 设计和建设 | 4 |
| 6 发热量测量 | 8 |
| 7 天然气计量系统的可靠性与校准 | 11 |
| 8 投产试运 | 14 |
| 9 验收 | 16 |
| 10 运行和维护 | 16 |
| 附录 A(标准的附录) 仪器仪表配备指南 | 19 |
| 附录 B(标准的附录) 天然气体积、质量及能量的计算公式 | 20 |
| 附录 C(提示的附录) 性能特征 | 21 |
| 附录 D(提示的附录) 流量计选型指南 | 26 |
| 附录 E(提示的附录) 二次仪表测试程序 | 27 |
| 附录 F(提示的附录) 档案和记录 | 29 |

前 言

本标准参考欧洲标准 EN 1776:1998《供气系统 天然气计量站 功能要求》和国际法制计量组织流量计量技术委员会气体计量分委员会 OIML TC8/SC7《气体燃料计量系统》国际建议 1998 年 10 月第 3 版而编制的。在编写规则上遵循 GB/T 1.1—1993《标准化工作导则 第 1 单元：标准的起草与表述规则 第 1 部分：标准编写的基本规定》的规定。

根据我国天然气计量的实际经验和有关标准，将 EN 1776 的内容进行适当调整和增减而构成本标准的条文。本标准共分十章六个附录，本标准的物理原理和一般要求、设计和建设、发热量测量、天然气计量系统的可靠性与校准、投产试运、验收、运行和维护等技术内容与 EN 1776 基本一致。

本标准与 EN 1776 的不同在于：标准名称为《天然气计量系统技术要求》；将 EN 1776 的参考标准变为引用标准并将所参考的欧洲标准换为我国相应标准或国际标准；定义中删去计量准确度、最大允许误差、漂移、溯源性、系统误差、不确定度，增加实流校准；第 5 章增加防雷与接地要求；附录变动较大，将 EN 1776 附录 B 表 B1 计量站计量系统设计能力档次由 4 档变为 3 档并作为表 A1，参考 OIML TC8/SC7《气体燃料计量系统》国际建议第 1.10.2 中表 B 和表 C 要求编制表 A2，将表 A1 和表 A2 作为附录 A；将 EN 1776 附录 B 中 B2、附录 C、附录 D、附录 E 和附录 F 变为相应附录 D、附录 B、附录 E、附录 C 和附录 F，删去 EN 1776 附录 A 和附录 G。

本标准的附录 A、附录 B 是本标准的附录。

本标准的附录 C、附录 D、附录 E、附录 F 是提示的附录。

本标准由国家石油和化学工业局提出。

本标准由石油工业计量专业标准化委员会归口。

本标准负责起草单位：四川石油勘察设计研究院。

本标准参加起草单位：石油工业天然气流量计量站。

本标准主要起草人：黄和、张福元、游明定、郭绪明、张维臣、何衍、何敏、魏廉敦。

本标准于 2001 年 12 月 30 日首次发布。

本标准委托四川石油勘察设计研究院负责解释。

1 范围

本标准规定了新建的天然气贸易计量站计量系统的设计、建设、投产运行、维护方面的技术要求。输送的天然气气质应符合 GB 17820 标准的要求。

本标准适用于设计通过能力等于或大于 500 m³/h(标准参比条件下),工作压力不低于 0.1 MPa(表压)的天然气计量站贸易计量系统。年输送量等于或小于 300 000 m³(标准参比条件下)可以不包括在本标准范围之内。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB 3836—2000 爆炸性气体环境用电气设备
- GB 4824—2001 工业、科学和医疗(ISM)射频设备电磁骚扰特性的测量方法和限值
- GB/T 5274—1985 气体分析 校准用混合气的制备 称量法
- GB 9254—1998 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法
- GB/T 10627—1989 气体分析 标准混合气的制备 静态容积法
- GB/T 11062—1998 天然气发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法
- GB/T 13609—1999 天然气取样导则
- GB/T 13610—1992 天然气的组成分析 气相色谱法
- GB 13837—1997 声音和电视广播接收机及有关设备无线电干扰特性限值和测量方法
- GB 14023—2000 车辆、机动船和由火花点火发动机驱动的装置的无线电骚扰特性的限值和测量方法
- GB/T 17281—1998 天然气中丁烷至十六烷烃类的测定 气相色谱法
- GB/T 17611—1998 封闭管道中流体流量的测量 术语和符号
- GB/T 17626.1—1998 电磁兼容 试验和测量技术 抗扰度试验总论
- GB/T 17626.3—1998 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.6—1998 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
- GB/T 17626.9—1998 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- GB/T 17743—1999 电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法
- GB/T 17747—1999 天然气压缩因子的计算
- GB 17820—1999 天然气
- GB/T 18604—2001 用气体超声流量计测量天然气流量
- GB/T 19001—2000 质量管理体系 要求

- GB 50251—1994 输气管道工程设计规范
SY 0420—2000 石油天然气站内工艺管道工程施工及验收规范
SY/T 6143—1996 天然气流量的标准孔板计量方法
JJF 1001—1998 通用计量术语及定义
JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示
JJG 700—1999 气相色谱仪检定规程
ISO/DIS 9857 石油和液态石油产品 密度连续测量

3 定义

3.1 本标准采用下列定义。

3.1.1 计量站 measuring station

由入口和出口管道、截断阀及其他设备安装成可被封隔的、用于天然气贸易计量的设施。

3.1.2 计量设备 measuring instrument

单独或和其他辅助设备联合进行计量的设备。例如：压力变送器、密度计、流量计、计算机、显示器和记录仪等。

3.1.3 计量系统 measuring system

用于实现专门计量的全套计量仪表和其他设备。

3.1.4 核查流量计 master meter

只用于核查比对已知准确度的流量计。

3.1.5 安装影响 installation effect

计量设备或计量系统在实际安装后，工作条件不能完全达到标准规定的条件或校准（或检定）工作的条件而引起的计量结果偏差。

3.1.6 流量计算机 flow computer

计算和指示标准参比条件下的流量等参数的装置。

3.1.7 转换装置 conversion device

由一台流量计算机和各个传感器组成的装置。用于以压力、温度和气体组成或以密度或以发热量为参数进行标准参比条件下体积流量和质量流量及能量流量的转换。

3.1.8 有效性 availability

计量系统或组成计量系统的计量仪表，在任何时间根据技术条件能起作用的可能性。

3.1.9 可靠性 reliability

计量系统或计量仪表在规定的时间周期内完成规定功能的能力。

3.1.10 压力 pressures

3.1.10.1 最大工作压力 maximum operating pressures (MOP)

在正常工作情况下，计量系统能连续工作的最大工作压力。

3.1.10.2 临时工作压力 temporary operating pressures (TOP)

在调压装置控制下计量系统能够临时工作的压力。

3.1.10.3 最大瞬时压力 maximum incidental pressures (MIP)

在短时间内，计量系统能够承受安全装置极限内的最大工作压力。

3.1.10.4 设计压力 design pressures

设计计算时所依据的压力。

3.1.11 温度 temperatures

3.1.11.1 最高工作温度 maximum operating temperatures (T_{max})

在正常工作情况下，计量系统能连续工作的最高温度。

3.1.11.2 最低工作温度 minimum operating temperatures(T_{\min})

在正常工作情况下,计量系统能连续工作的最低温度。

3.1.12 自动安全保护 fail-safe

在发生事故时,能够提供安全操作条件的能力。

3.1.13 实流校准 actual flow calibration

以天然气、空气或水等为介质所进行的流量计校准。

4 物理原理和一般要求

4.1 标准参比条件

天然气体积计量的标准参比条件为 293.15 K 和 101.325 kPa,发热量计量的标准参比条件为 293.15 K。

也可采用合同规定的其他参比条件。

4.2 流量测量

可采用不同的物理原理确定天然气的体积和质量流量,本标准包括了最常用的技术。也可用其他的方法,但需保证所用方法具有溯源性和可靠性,并且满足气体流量测量和能量测量的基本要求,如准确度、安全及经济准则。

对于所有的流量计,都需要用工作条件下和标准参比条件下的密度,把流量计在工作条件下测得的体积流量转换成标准参比条件下的体积流量或质量或标准参比条件下的能量。工作条件下和标准参比条件下的密度可连续测量或通过气体组成计算。密度的计算要求连续测量温度和压力。

常用的转换和计算公式见附录 B(标准的附录)。

4.3 发热量测量

测量天然气在标准参比条件下体积(或质量)发热量,最常用的技术是采用发热量测定仪直接测量或气相色谱仪间接测量。

关于发热量测量见第 6 章。

4.4 能量测量

根据不同的要求,计量系统的输出量可以是能量单位,其值是气体量和相应发热量的乘积。

4.5 连续输气保障

天然气输送是连续的。为确保连续输气,必要时可增加附加设备。

4.6 环境条件

4.6.1 一般要求

天然气计量站的设计、建设和选址,应使干扰和危险因素对于站本身以及它的运行控制在一个可接受的极限之内。

4.6.2 环境噪音水平

计量站应保证运行期间的环境噪音水平控制在当地法规规定的范围内,任何设计或修改都不得超过既定噪音标准的范围。

4.6.3 工作区噪音

计量站应确保采取适当的措施防止噪音对操作人员产生伤害。

4.6.4 环境温度

某些设备,例如计算机及其他电子设备、标准器,只能在一定的温度范围内正常工作,为保证其准确度应控制环境温度。

4.6.5 环境压力

在某些计量站,特别是那些承担天然气处理的计量站,某些房屋内可要求正压通风防止天然气进入内部。当采用正压强制通风时,应确保正压通风符合要求。

4.6.6 放空

计量站的设计者和操作者必须把天然气向大气的排放量控制在最小极限范围内。设计时应满足此要求。

4.7 安全

4.7.1 安全管理

安全是一种责任,计量站所有的建设、投运、操作和维护人员均应是经过安全培训、考核合格的专业人员,应明确和落实不同区域的安全责任制。

4.7.2 警告事项

应在计量系统或附近设置警示标志并进行维护,还应关注系统特性。

应在计量系统或附近设置醒目标示,指出在气体泄漏时应采取的措施。

4.7.3 安全程序

计量站应制定系统操作和维护的安全程序,并经认可。

如果计量站位于一工厂内,该厂在进行危险操作演练时,应将该计量站考虑在内。

4.8 质量管理体系

在设计与建设阶段,质量管理体系对计量系统的完整性起决定作用。在整个运行期间,均应保持这种体系的完整性。

设计、建设、施工和投产、运行和维护的每一环节都要保持适宜的质量管理体系,并充分考虑危险区域的现状。这个质量管理体系宜经多方同意,可建立在 GB/T 19000 标准(ISO 9000)基础上。计量站应对装置的检查和测试负责。

5 设计和建设

5.1 设计

5.1.1 概述

天然气计量站所有设计、建设和安全方面的要求应符合相应的国家、行业标准和有关规定的要求。

5.1.1.1 计量站的设计应在所规定的压力、温度(即 MOP、TOP、MIP 进站最低压力、 T_{\min} 、 T_{\max} 、环境温度等)范围内正常工作,同时也应考虑气流中的杂质、粉尘和冷凝物对计量的影响。

5.1.1.2 计量系统应安装成独立的装置或与其他系统安装在一起。

5.1.1.3 计量站的设计应保证在事故发生时可以安全操作。紧急情况时可以安全关闭计量站。

5.1.1.4 计量系统宜室内或半露天设置,如不影响操作和准确度,也可露天设置。

5.1.1.5 检定或校准和核查场所应具有适宜和稳定的环境条件,并应消除振动。

5.1.1.6 为防止发生回流,应考虑安装单流阀或类似装置。

5.1.2 设计基本准则

5.1.2.1 附录 A(标准的附录)中表 A1 提供了不同等级计量系统的准确度要求,表 A2 提供了不同准确度等级计量系统配套仪表的准确度要求。

5.1.2.2 所选择的计量系统应充分减少随机误差和系统误差,履行法制性或合同性职责,并通过技术与经济论证。

5.1.2.3 应注意避免脉动流和振动。

5.1.2.4 可按供气合同要求设旁通。确定并行管路的数量应遵循如下原则:当某一流量计暂停工作时,其余流量计应在其技术要求范围内运行并能测量最大流量。

5.1.2.5 如果流量计带有测量管,应将其安装在符合要求的上、下游直管段之间。

5.1.2.6 一般情况下,每条计量管路应至少安装一只上游截断阀和一只下游截断阀。

5.1.2.7 计量管路中安装快速启闭阀的地方或仪表入口阀差压超过 0.1 MPa(表压)的地方应安装一个小口径旁通,旁通管应通过一只小阀慢速开启来控制,以促使流量计和相关管道缓慢增压,避免设备、

流量计等仪器仪表的损坏。如果流量计安装有旁通,应能检查密封。

5.1.2.8 根据计量站的规模和技术要求,为提高计量结果的有效性,重要的仪器仪表或计量系统应有备用并可独立操作。该设计准则应经有关各方一致同意。

5.1.2.9 加入添味剂不应影响计量系统的性能。

5.1.2.10 计量系统任何外围设备的设计都不能影响计量过程。如果添味剂的添加位置和天然气计量位于同一计量站内,宜在流量计下游注入添味剂。流量调节阀或类似装置引起的气体压力和流量的波动,可能影响一次计量仪表的准确度,在设计阶段应将其影响控制在最小。

5.1.2.11 安装加热器的计量站,流量计上游管段的气流温度应控制在一个可接受的范围内,这个范围是在正常的工作条件下额定流量的5%~100%流量之间设定的。这个设定温度可接受的范围取决于所指定的主要仪表及转换装置的温度范围。

5.1.2.12 仪表读数设备和记录仪以及监控设备可与通信系统连接。

5.1.3 计量站的设备

根据需要,计量站主要配置如下:

- a) 确定天然气标准参比条件下的体积流量或质量流量或标准参比条件下的能量流量的计量设备;
- b) 确定天然气特性的气分析设备;
- c) 控制天然气气流的截断阀;
- d) 监视系统,如记录仪器和仪表;
- e) 管道、管件、衬垫和热绝缘等;
- f) 天然气分离器、过滤器;
- g) 预热天然气的加热设备;
- h) 降低噪音的消声设备;
- i) 控制流量、压力的设备;
- j) 用来选择流量计量管路的适当数量以满足计量站实际负荷的切换设备;
- k) 防止水合物和防止结冰的防冻设备;
- l) 降低脉动和减振的阻尼设备(脉动衰减器或缓冲装置);
- m) 防雷及其他设备。

5.1.4 计量站设计能力

计量站的设计应依据以下各参数的最大值和最小值。

- a) 天然气的标准参比条件下的体积流量或质量流量或标准参比条件下的能量流量和流速;
- b) 设计压力和工作压力;
- c) 工作温度以及环境温度;
- d) 天然气的组成。

5.1.5 计量系统

5.1.5.1 概述

每座计量站都需要安装进行测量和计算所需变量的必要设备,以满足计量准确度要求。

计量系统由流量计和带不同参数变送器的转换装置组成,以确定各输出参数。根据系统的组成,输出量可以是:

- a) 标准参比条件下的体积;
- b) 质量;
- c) 标准参比条件下的能量。

在特定的情况下,对压力、温度和气体组成使用定值也是有效的。

应当适当考虑进行现场维护、检查、校准的可能性。

5.1.5.2 流量计

孔板流量计符合 SY/T 6143, 超声流量计符合 GB/T 18604。也可使用符合要求的其他流量计。

流量计应这样选择, 在系统出现可预见故障的状态下, 都不超过流量计设计和试验的最大工作压力; 流量计应在所有规定的压力、温度和流量范围内正常运行。

几种天然气常用流量计选型见附录 D(提示的附录)。

5.1.5.3 转换装置

在现场工作条件下, 应考虑在计量系统中安装一台转换装置(或一台流量计算机)。转换装置的输出可以是标准参比条件下的体积、质量或标准参比条件下的能量。

体积转换装置及其他类型的转换装置需经过论证, 在可用的条件下使用。

5.1.5.4 附加设备

计量系统中可安装脉冲发生器, 为传输被测天然气体积和质量产生相应适当的脉冲至累加器、记录器和远传设备。

计量站的被测变量可以是模拟量或数字量的形式进行显示和记录, 并可以通过适当的装置进行记录和存储。

5.1.6 管道

计量站管道内径应依据最大流速 20 m/s 进行初算。

管道的布置应满足入口速度分布要求, 见 7.2.2。

5.2 计量站的建设

5.2.1 一般规定

流量计和相关仪表应妥善处置, 将它们储存于干燥洁净的环境, 在堆放和装卸过程中应充分考虑制造厂的建议。安装前流量计的进口端和出口端应一直加以保护, 以防外来物和水分进入。

所有仪表的安装都应确保其标识醒目易见。

计量开孔不应用作任何其他目的。

5.2.2 流量计安装

流量计在管道上的安装应避免对管道产生附加的安装应力。必要时, 设置支架(座)。流量计安装应易于拆卸更换。在一般情况下临时使用的过滤器/筛网安装于流量计所要求上游直管段外的管道上。

5.2.3 腐蚀防护

计量站的所有设备都应抗腐蚀或做防腐处理, 可采用设备涂漆和镀层, 或通过就地阴极保护系统达到要求。

5.2.4 温度

5.2.4.1 温度传感器的安装应符合我国相应的标准和制造厂的要求。

5.2.4.2 除旋转式容积流量计(或孔板流量计)以外的流量计, 其温度计插孔宜设置于流量计下游规定的位置上, 以避免对入口速度分布造成干扰。

5.2.4.3 安装温度计插孔时应考虑安置一个备用温度计插孔, 用来进行校准, 它应与原来的插孔成同一角度。

5.2.4.4 温度计套管应伸入管道至公称内径的大约三分之一处, 对于大口径管道(大于 300 mm, 温度计套管会产生共振)温度计的设计插入深度应不小于 75 mm。

5.2.4.5 为保证在温度计插入处测得的温度与流过流量计的天然气的真实温度相一致, 根据天然气与其环境之间的预计温差及所需的准确度, 必要时将温度计插孔的外部 and 流量计的上下游适当的管段进行隔热。

5.2.4.6 如温度计设有插孔套, 应避免水的浸入, 且应使用导热物质填充。

5.2.5 压力和差压

5.2.5.1 压力传感器的安装应符合我国相应的标准和制造厂的要求。

5.2.5.2 应注意压力和差压变送器的安装。除孔板以外的其他流量计, 压力应从流量计测压孔获取, 并

标记为“P₊”。

5.2.5.3 安装时,不应将安装应力或通过导压管将机械应力传入传感器。应避免在导压管低处安装仪表,以防止液体或污物沉积及出现错误压力读数。

5.2.5.4 安装传感器应避免机械振动。

5.2.5.5 压力测量系统应进行维护、检查和校准。在检查和校准时,要求压力传感器能与导压管隔开,为其提供标准的压力信号。

差压测量仪表宜与压力测量仪表的取压口和导压管分开设置,在保证双重联接不导致差压测量误差时,允许将上游静压(或下游静压)取压口与差压测量仪表的上游(或下游)取压口共用。

为避免差压、静压测量的错误,导压管与气分析的取样导管不能共用。为便于检查和校准,差压与压力仪表之间,仪表与导压管之间应用阀(或阀组)隔开。阀(或阀组)应有封记,以防未经许可的操作影响整个测量准确度。

5.2.6 密度

天然气的密度可直接测量或间接测量。

5.2.6.1 用于工作条件下的密度传感器

密度传感器的安装应符合 ISO/DIS 9857。

应对管道内工作条件(温度、压力)和取样导管中工作条件间的差异给予补偿。应给密度传感器提供干燥洁净的样品气。

除孔板以外的其他流量计,密度传感器气流应从流量计测压孔获得,标记为“P₊”。对于孔板流量计,SY/T 6143 中推荐用上游测压孔。

供给密度传感器的样品气流速应低至不影响其他测量。

除旋转式容积流量计以外的其他流量计,在线密度传感器宜安装在流量计下游,以避免干扰流量计入口速度分布。如果安装在流量计上游,流量计和包括它的上游直管段组装后进行校准。

取样口至密度传感器之间的联接导管应尽量短。导管应隔热以减少环境温度对样品气的影响。

为确保密度传感器所测密度值与流经流量计的密度值相同,应将密度传感器的露出部分和流量计的上、下游适当长度的管路进行隔热。

密度传感器要避免过度的机械振动,以确保把附加的测量误差控制在校准时规定极限范围内。

应重视现场维护、检查和校准。检查和校准时,将密度传感器与导管隔开,并提供参比测试压力或把密度传感器抽真空。如用于检查的实际密度要由气体压力和温度以及组成计算得来,则应测量压力和温度并得到一个有代表性的样品气。

密度传感器应包括温度测量设备,当测量出管道天然气和密度传感器内的天然气有温差时,应进行修正。

5.2.6.2 标准参比条件下的密度传感器

用来测量标准参比条件下密度的开孔都是为获得具有代表性的样品气。GB/T 13609 中描述了采样系统设计与操作准则。

为避免样品气流动滞后,取样导管应尽量短,一般选择直径为 6 mm~10 mm 符合要求的不锈钢管。

进入在线密度传感器或取样器的样品气应干燥和洁净。

应重视现场维护、检查和校准。应将密度传感器与管线隔开,并能用标准气进行检验,推荐使用排放阀和截断阀。

供给密度传感器的样品气流速应低至不影响其他测量。

5.2.7 附加设备

5.2.7.1 加热器、过滤器、阀和其他设备以及组件等应不影响计量操作。

5.2.7.2 流量计上、下游的截断阀和旁通阀宜采用位置指示器,清楚的标出操作方向,以便打开或关

闭。阀安装处,宜再安装一个检漏试验装置(例如截断阀和放气阀)。宜选用带控制器操作和手动操作任选的阀。

5.2.7.3 如天然气中液体或(和)粉尘可能影响计量结果时,应在流量计上游管道尽可能远的位置安装适宜的分离器或(和)过滤器、除尘器。

5.2.7.4 如降低压力或控制流量产生的水合物影响计量站的正常工作,应安装加热器或其他适宜的设备。

5.2.7.5 在计量站正常工作时,不允许天然气经旁通绕行工作流量计而造成非计量漏失。更换、检修流量计需拆、装时,应缓慢启动备用计量管路阀或旁通阀,以使天然气平稳流动。

5.2.7.6 应确保流量计旁通阀处于关闭状态,宜就近设置一标示牌,指导紧急情况下阀的操作。

计量系统应有泄压措施。

5.2.8 电气设备

电气设备应遵循相应的国家或行业标准。

5.2.8.1 防爆要求

可能的危险区域应按 GB 3836.1 进行分级。在危险区域内,任何电气设备安装都应符合 GB 3836 的规定。

5.2.8.2 防雷与接地要求

a) 应设有适宜的防雷装置。防雷保护接地电阻不应大于 $10\ \Omega$,处在有防雷设施的建筑群中可不设此接地;

b) 屏蔽接地,应选择合适的接地点;

c) 交流工作接地电阻不应大于 $4\ \Omega$;

d) 安全保护接地电阻不应大于 $4\ \Omega$;

e) 采用联合接地系统接地电阻为 $1\ \Omega$ 。

6 发热量测量

6.1 概述

天然气的发热量可采用直接或间接的测量方法获得。对于管网系统当使用直接测量不经济时,其结算用的发热量也可以用计算方法获得。

选用的发热量测量方法应至少符合法规要求的准确度,应能准确地将随机误差和系统误差减小至满足合同要求,并满足技术可行和经济合理的要求。

6.2 测量系统

6.2.1 系统组成

发热量测量系统组成如下:

a) 天然气的取样系统;

b) 测量(直接或间接)和计算的设备;

c) 校准装置(包括标准气);

d) 数据的存储和记录设备。

6.2.2 取样

安装处理设备作为取样设备的一部分。

根据天然气组成的稳定性和性质,可以采用在线或离线测量装置。

在线测量装置应连续直接取样。

对于离线测量装置,根据取样天然气组成与性质的波动情况,应采用如下取样技术:

a) 周期定点取样;

b) 累积取样。

周期性定点取样和累积取样可以用来获取被测天然气的单个或累积样品气。如果累积取样是按流动体积比例取样,那么这些样品气可以周期性地传送给发热量测量系统。

连续测量时,取样器应获得有代表性的天然气。取样器应从合适的位置取得样品气。取样点和分析器之间的滞后时间应尽量短,至少要少于分析周期。应采用小口径不锈钢管减压输送。

应清除天然气中固体、液体和凝析物,天然气处理后不应影响测量结果。取样导管中的流动要稳定,且应和其他测量过程变量(如压力、温度和流速等)保持独立。减压应紧靠取样点。

取样系统的设计和操作规程见 GB/T 13609。

6.2.3 测量装置

6.2.3.1 直接测量

天然气发热量采用可记录式发热量测定仪直接测量。

应采用标准物质(如高纯度的甲烷或具有可溯源性、有证的发热量标准气)对发热量测定仪进行校准。可记录的发热量测定仪一般是连续工作,并提供发热量的连续记录。数据系统应能提供一段时间(如每小时,每6小时,每天)的平均发热量。

可记录发热量测定仪应控制环境条件以获得最好的准确度。

6.2.3.2 间接测量

间接测量可分为组成计算法和关联技术法。

用组成计算法需分析气体的组成。分析方法通常采用离线或在线的气相色谱法,采用的标准为 GB/T 13610、GB/T 17281。用组成数据可计算天然气发热量及其他物性参数,计算方法采用 GB/T 11062。

通过天然气的一个或多个物化参数的测量,采用关联技术法计算获得天然气发热量。

例 1:仅含有烷烃的天然气作为燃料时,可利用化学计量配比特性来计算发热量。

例 2:可利用天然气密度和声速来确定发热量。

6.2.4 校准

发热量测量系统应提供一种包括校准用标准物质在内的校准方法。这个校准系统组成如下:

- a) 储存于钢瓶内标出发热量和气体组成、可溯源的有证标准气,此标准气用于校准气相色谱仪。
- b) 必要的减压设备和连接标准气体钢瓶和测量仪器的专用管线;
- c) 必要时对标准气进行加热的设施。

6.2.5 数据的储存和记录

所有相关数据(如测量数据、校准因子、运行状况)均应根据规定或合同要求的时间间隔储存在适当的记录装置内并可输出和远传,可由计算机、打印机和记录装置等完成。气体发热量和其他物性参数既可遥测,也可就地计算。

6.3 性能要求

6.3.1 测量系统

测量系统的性能特征可由下述指标表示:

- a) 准确度;
- b) 重复性;
- c) 分辨力;
- d) 灵敏度;
- e) 可靠性;
- f) 有效性。

气相色谱仪分离天然气组成的能力是极重要的。根据 GB/T 13610 设置气相色谱仪对天然气组成进行分析。气相色谱仪的性能评定采用 JJG 700。

测量系统的准确度受多种因素影响,主要来自使用中的测量系统,其余的因素有:

- a) 工作条件；
- b) 维护周期和质量；
- c) 标准气；
- d) 取样/净化；
- e) 气质变化；
- f) 测量仪器的老化。

发热量测量系统的不确定度应小于1%。

6.3.2 校准

校准用标准气的气质是测量系统测量结果准确与否的关键。校准系统的性能要求应与发热量测量系统总不确定度的要求相一致。

作为校准标准使用的混合气，其组成在预定储存和使用条件下应保持稳定。适合校准用的单一组成气的纯度应有明确规定。例如：用来校准记录式发热量测定仪的甲烷的纯度应为99.999%。

在设计校准系统时，如需使用混合气就应采取消除随使用条件变化而变化的可能性。例如：为防止高碳化合物在预定环境温度下冷凝，可以加热钢瓶及与测量仪器相连接的管线。

校准过程的不确定度影响被测发热量总的不确定度，该不确定度影响因素如下：

- a) 有证标准气的发热量、气体组成的不确定度；
- b) 根据标准气导出校准因子测量值的重复性；
- c) 仪表的线性、发热量的误差、标准气和测试气的组成。

以下各种方法可以减小上述影响：

- a) 燃烧法发热量测定仪和其他仪表，标准气可以是已知发热量不确定度的纯气，如高纯度甲烷；
- b) 对于气相色谱仪，需采用多组分标准气，高准确度标准气可用称量法配制；
- c) 可采用多点读数平均值而不是单点读数来尽量减小测量重复性的影响；
- d) 标准气的发热量和组成应尽可能接近测试气或采用多点校准以减小仪表的非线性影响。

6.4 操作与维护

6.4.1 测量

发热量测量系统的操作与维护应符合设计规定。设计规定应符合国家法规的要求、性能要求和制造厂的操作指南。

定点取样或累积取样进行发热量测量，可用离线气相色谱仪。有过程色谱仪和实验室色谱仪。后者可用于对天然气进行延伸分析，所有组成都可单独测定和量化。

在线气相色谱仪和发热量测定仪大多应用在远控计量站，并且和管道天然气适当的取样点相连接。电子控制器一般不宜用于危险区，具有防爆结构的过程色谱仪可安装在危险区。

6.4.2 校准

制定校准程序应考虑如下因素：

- a) 发热量测量的最大允许不确定度；
- b) 有证标准气发热量或组分的不确定度；
- c) 覆盖测量范围的标准气的数量；
- d) 测量设备的重复性；
- e) 取决于测量设备稳定性和重复性的校准时间间隔；
- f) 可记录式发热量测定仪和化学计量装置的校准运行时间，气相色谱仪系统的校准次数；
- g) 校准要求。

对于气相色谱仪，标准气组成应接近于预设的被测气组成，也可采用多点校准程序。后一种情况需要用几种标准气校准超出已规定的预计被测发热量和组成的测量范围。

标准气按 GB 5274 或 GB/T 10627 进行配制。

标准气应具有可溯源性。

6.4.3 系统检查和数据验证

用标准气对系统再次进行独立的检查,保证校准因子漂移不能超过预定值。检查系统时应使用一种已知组分或发热量的独立气(验证气)。如果超过了预定值,应检查发热量测量系统。

6.4.4 验收准则

当在线测量发热量时,应设置适合的验收准则以确定被测发热量的正确性。验收准则可抽取最大、最小发热量值。此验收准则可应用于任何型式的发热量测量系统,或只为系统气相色谱仪设定的组分最大、最小浓度。其他验收准则可用于指示测量系统的合格性能。

对于气相色谱仪,对未归一摩尔分数的总和与归一结果的差值应设定一个限定值。

操作程序具有已定义极限值的专用指令。如果发现连续测量值的一个预定百分数被做了标记,操作程序应明文规定采用的措施。程序将清楚的指定在发热量确定时,是否自动使用或拒绝使用测量结果。

7 天然气计量系统的可靠性与校准

7.1 准确度要求

7.1.1 概述

组成计量系统的流量计和二次仪表的准确度至少应满足国家法规或合同要求,计量系统准确度及配套仪表准确度应符合附录 A(标准的附录)的规定。

计量系统应遵循附加的合同职责。

应注意,过分准确的要求会增加不合理的费用。

计量系统中的每一种仪表特性应与预期的被测量特性及所要求的准确度水平相匹配。应注意仪表所使用的量程范围,以及对被测量波动的动态响应,见附录 C(提示的附录)。

7.1.2 最大允许误差

按下列方法确定测量结果的最大允许误差:

- 计量系统中可分别予以校准和调整,并在出现故障时可以更换的独立计量仪表;
- 整个计量系统(如果合同要求)。

例 1:对于大型计量系统,它可以是一个单传感器,对于小型计量系统,它可以是一套完整的带所有传感器的转换装置。

应将最大允许误差规定为一个测量结果的百分数或规定为一个绝对值。

计量系统中一台计量仪表的系统误差不应应用另一台计量仪表的相反系统误差去消除。

例 2:一个读数误差为 2% 的压力传感器不应应用一个读数误差为 6 K 即 -2% 的温度传感器予以补偿。

7.1.3 最大允许误差的符合性要求

计量站应确定一个二倍的标准偏差,该误差对于已规定最大允许误差的计量系统的每一台仪表和(或)作为一个整体的计量系统均应在最大允许误差范围内。在这种情况下,计量系统的多种资料的不确定度分析是有效的。不确定度分析包括:

- 基于仪表校准给出的测量结果的剩余系统误差;
- 基于技术条件、校准证书和确认的安装影响引起的不确定度;
- 根据重复校准的结果或已知的性能,评估计量系统随时间的漂移和漂移引起的不确定度;
- 评估安装影响引起的不确定度;
- 评估校准设备的不确定度影响。

7.1.4 校准

7.1.4.1 概述

对于计量系统及其各单台仪表,要求具有相应的测量准确度,它应使用可溯源至国家基准的方法进

行检定、校准。用于贸易计量系统的计量仪表应按国家有关法规进行强检。校准应在与实际工作条件相近的条件下进行。如果在计算不确定度时考虑到这个因素,也可在不同条件下对计量仪表进行校准。

用于校准的标准设备应在法定计量机构进行检定,应使用有证标准气。

7.1.4.2 校准证书

如果与校准范围的功能相关,校准证书应规定测量结果的系统误差。校准证书还应应对校准结果的不确定度加以说明。

7.1.4.3 校准间隔

由型式试验,或用于计量系统的仪表类型已知的经验资料,首次校准结果的漂移和漂移造成的不确定度将是可评估的。基于这一点,检查和校准间隔可以被确定。

7.1.5 有效性

应对计量仪表和计量系统的有效性进行评估。计量站应当指明:如果某一计量仪表或整个计量系统发生故障,测量结果应采用什么方式予以替代。应对代替值的不确定度给测量值的不确定度造成的影响进行评估。既在使用代替值的情况下,整个规定时间周期内的测量结果都应处于有关各方认可的范围内。

7.2 安装要求

7.2.1 基本要求

流量计的安装应遵循相关国家标准或行业标准或国际标准的要求,并满足制造厂要求。

7.2.2 入口速度分布的要求

7.2.2.1 条件

当旋涡角小于仪表制造厂或适当的产品标准指标规定时,所产生的涡流及速度分布畸变是可以接受的。

对于所有的流量计,一个充分发展的轴对称的速度分布和消除涡流对获得准确的流量测量是至关重要的,旋转式容积流量计对速度分布的要求敏感性较小。

注:附录D(提示的附录)表D1中列出的典型管段长度只适用于上游流动条件可以接受的安装。如果存在严重的不对称流或涡流,要获得一个充分发展的速度分布,规定的管段则还不够。除非试验已经表明处于上述情况下的流量计能准确计量,否则就要求长得多的直管段或安装流动调整器。

7.2.2.2 管路布置要求

为获得可接受的速度分布,采取以下的测量方法。在7.2.3~7.2.7条中分别对几种不同的仪表型式给出有关的专门说明,并非所有仪表对扰流剖面同样敏感。其他的评估方法见7.2.2.4。

- 所需上、下游直管段和流量计的公称直径应相同;
- 流量计上、下游截断阀内径应与管道内径一致,宜采用全开孔阀;
- 如果安装流动调整器,流量计上游应采取预防措施;
- 应根据流量计类型避免使用会产生非对称速度分布和涡流的管件或设备(如:单弯管、U型管、不同平面的双弯管、部分关闭阀等),否则应保证流量计上游有足够的直管段或加装流动调整器。

7.2.2.3 流动调整器

如果上游条件不能保证所用流量计要求的准确度,则应使用适当的流动调整器。

流动调整器的上游应安装符合要求的直管段。

7.2.2.4 可接受速度分布的评估

如采用直管段、流动调整器仍达不到规定要求,有两种方法可供选择:

- 可以测量速度分布以证实流量计入口的流动状况;
- 可以考虑对流量计、包括其上游管道和流动调整器进行校准。

7.2.2.5 不稳定流

压力脉动和流速脉动现象可能引起流量测量中的严重误差。影响性能的频率范围和幅度取决于流

量计的类型、流量计的设计以及气体密度。在选择流量计时应考虑到这些因素。

7.2.3 旋转式容积流量计

7.2.3.1 上游速度分布的影响

旋转式容积流量计在低压时对管路形状不是很敏感。高压时必须确保流量计入口的气流为充分发展流。一般情况下,在上游用与流量计法兰直径 D 相同的 $4D$ 直管段,在下游用 $2D$ 直管段便能达到要求。

7.2.3.2 流量计引起的压力脉动

由于计量计的因素,可以产生小的压力脉动,但对自身操作没有影响。当有另外的管路联入流量计管路,或者流量计被用在管汇处,要注意避免共振的可能性。由于压力脉动,设计时不要将旋转式容积流量计和其他流量计混合使用。

7.2.4 涡轮流量计

保持准确度所需的上游速度分布取决于流量计的设计。应考虑有上游干扰涡轮流量计灵敏度的测试结果。

7.2.5 涡街流量计

涡街流量计对上游管路布置比较敏感,校准涡街流量计时应连同其上游直管段一并校准。并且在流量计安装时应保持同样的管路布置。

7.2.6 超声流量计

超声流量计的安装要求见 GB/T 18604 的有关规定。

7.2.7 孔板流量计

孔板流量计的安装要求见 SY/T 6143 的有关规定。

7.2.8 电子仪器

7.2.8.1 一般要求

流量计和传感器的信号传输应消除干扰,处理接收到的信号不应引入系统误差或噪声。

以下方法可用来评价电子系统是否符合 7.2.8.2 和 7.2.8.3:

- 仪表有适当标记指明:一份试验报告表明该仪表性能符合要求;
- 仪表无适当标记,但制造厂提供了一份书面陈述和一份报告表明该仪表性能符合要求;
- 仪表盘经过全面检验后得出的一份报告表明该仪表盘性能符合要求;
- 一个仪表盘上每台仪表都应有适当的标记标明:一份试验报告表明这些仪表的性能均符合要求。仪表盘内电缆的安装应使仪表盘符合抗电磁干扰要求。

7.2.8.2 抗电磁干扰要求

为了与 EMC (电磁兼容) 的要求相符,仪表的安装应符合 GB/T 17626.3、GB/T 17626.6、GB/T 17626.9 的规定。

大多数气体计量站应达到 GB/T 17626.1 中严酷度等级水平 3 的要求。

注 1: 3 级环境条件的计量站可由以下因素表示出来:

- 对单独电缆没有严格要求;
- 数据线可不经过滤进入;
- 仪表的接地可与动力线的安全接地相连接;
- 室内较大的感应负荷可开启和关闭。

注 2: 符合 EMC 的指标就意味着所有电子仪表连续工作,在功能上不会受 3 级环境中可能发生电磁干扰的影响,尤其意味着:

- 系统对警报或跳闸不作出反应;
- 任何传感器的测量结果在任何时候都不偏离真值(处于传感器的准确度范围内)。

注 3: 可能有局部环境必须符合 4 级。

7.2.8.3 发射要求

GB 4824、GB 9254、GB 13837、GB 14023 和 GB 17743 中给出了与 EMC 指示相符的最大允许输出值。

一般来说,这就要求仪表的设计和安装应使其电磁发射水平足够低,以保证仪表自身电子系统正常工作,不会对其他电子设备造成电磁辐射干扰。

8 投产试运

8.1 概述

气体计量站由复杂的机械及电子设备组成,应进行适当的试运行以保证它们满足正式运行的设计要求。在运抵现场之前,应在制造厂内尽可能对系统全面的出厂验收测试。这种详细的系统测试包括机械部件,进行系统的二次仪器仪表和流量计算机检验,证实不同电子元件间的信号处理和数据传输。安装后,在系统投产前还应进行试运的检查,计量站的机械完整性应符合 GB 50251 标准的有关要求。

8.2 测试设备

用于投产的所有测试设备应具有由权威实验室颁发的有效检定证书,或者使用已校准合格的、参与投产的各方都认可的测试设备。这个要求不包括只用来产生电流或电讯号的设备。然而,这种设备的输出应稳定并具有重复性。

用于调试的测试设备,其测量的不确定度,至少应为被测试仪表中特定项目的不确定度的三分之一(在测试条件下)。在所用之处,测试设备测量的不确定度应符合国家法规。

所有测试设备均应用于其所用的环境。如果要把这种设备用于危险区域,它应具有适当的安全合格证。

8.3 试运行

安装就位之后,应确保所有的切屑和残渣均已清除,系统已经吹洗、试压、气流进入并升至流量计入口阀。应对系统进行目测检查以保证其完整性符合设计要求。特别是对自动、手动截断阀和放空阀要认真检查以确保安全可靠地操作。

应对所有电器系统及其危险区域电缆电路的设备合格证书进行检查以确保它们符合相关的标准。

所有参与投产的人员均应是专业的。

开启出口阀时应避免流量计过高差压或过高流速。当通过涡轮流量计和旋转式容积流量计给下游大管道升压时,更应注意。

制造厂规定的任何特别的试运行检查都必须进行。

8.4 测试和校准程序

8.4.1 概述

测试和校准程序应依赖于安装设计,视计量管路是否安装旁通而定。应确保计量系统良好运行和不确定度满足计量要求,测试和校准程序应在计量站投入正常使用前进行。应制订明确的测试和校准程序。

典型测试设备的测试和校准见 8.4.2~8.4.5。

流量计和其他仪器应在装入计量管路前进行检查。

流量计投入使用前,应按相应国家标准或规程进行检定或实流校准。

8.4.2 测试设备的温度稳定

在对使用温度有要求的测试设备进行测试和校准之前,测试和标准设备应在规定条件下保证充足的时间使其温度稳定。

8.4.3 流量计

8.4.3.1 旋转式容积流量计

应检查润滑剂等级、质量和粘度符合制造厂要求;

应检查通过给定指示流速的差压,以满足制造厂提出的要求;
应检查流量计的脉冲输出信号,并与一次指示装置进行对比。

8.4.3.2 涡轮流量计

应检查润滑剂等级、质量和粘度符合制造厂要求;
应目测观察涡轮流量计,包括自旋测试和检查是否有异常声音;
应检查涡轮流量计的脉冲输出信号,并与一次指示装置进行对比。

8.4.3.3 涡街流量计

应进行流量计和其相关的入口及出口管道的目测检查;
流量计安装应与管道同心;
应检查传感器的脉冲输出信号以及把信号转换成定标脉冲的转换装置。

8.4.3.4 超声流量计

应进行检查以确保产生适当的信号。在相同的温度条件下,声速在预设范围内在所有的声道上都应相同;

应进行检查以确保流量计在等温时和与任何流体隔开时每一声道上的读数为零。

8.4.3.5 孔板流量计

应对孔板流量计进行检查以确保安装过程中未受任何损伤。应特别注意孔板开孔的上游直角边和上游表面。应用直尺检查孔板的上游表面以确保无翘曲和变形。

应按照 SY/T 6143 进行检查。应在一特定环境中对尺寸和实际条件(孔板孔径、孔板平直度、粗糙度、上游直管段内径)进行确定并作为证据予以记录。

应对孔板装置进行检查以确保没有残渣,使孔板处于正常的密封配合。应对附件内任何流体的性质和数量予以注意并将其排空。应对取压孔进行检查,必要时可用一内孔检查设备,以确保已无黄油、防锈剂或淤泥存在。

在每项检查完毕后,应对孔板装置密封的良好性进行检查。

8.4.4 比对核查或实流校准

如安装了核查流量计,应进行比对核查或实流校准。在考虑几个流量计间的压差和温差时,体积测量结果的计算误差应小于认可的极限值。

8.4.5 二次仪表

8.4.5.1 概述

所有影响最终测量结果的二次仪表在现场安装前均应已按可溯源至国家标准的标准进行过校准。为了防止出现意外传递影响,还应进行一次现场测试。

传感器和所有相关元件,例如连接设备、信号转换器、供电设备,包括电缆线路和其他构成计量链的电器设备,均应作为一个整体进行测试和校准。

测量结果读数可从计量系统中的显示器、监视器、记录器或打印机上获取,并应与传感器上所处的实际条件相比较。

所有测试结果,包括环境温度,均应在测试时记录下来。每份记录报告应由正式参与的各方代表签字。

详细情况见附录 E(提示的附录)。

8.4.5.2 差压传感器

差压传感器应在其整个工作范围内进行 3 个或 3 个以上指定值的测试。差压传感器的输出应观察到既有上行程又有下行程的差压。差压传感器在上、下行程的测试中应超过其工作范围达 110%。

差压传感器最好是在工作条件下进行测试。如果不能进行测试,则应在压力从环境压力上升至工作压力时用修正值对传感器输出结果的漂移进行修正。

8.4.5.3 压力传感器

传感器应与管道隔开进行测试,测试应在该仪表的整个工作范围内 3 个指定点上,以获得既有上行程又有下行程的压力。压力传感器在上、下行程的测试中应超过其工作范围达 110%。

8.4.5.4 温度传感器

校准温度传感器的方法取决于传感器类型和是否有供校准用的温度计插孔。

8.4.5.5 工作条件下和标准参比条件下密度传感器

密度传感器应按照附录 E(提示的附录)中 E4 进行测试。

8.4.5.6 气相色谱仪

气相色谱仪按 6.3.2 进行校准。

8.4.5.7 流量计算机

流量计算机应进行测试,以确保相关的常数和公式可以被正常地输入软件,并且它可以根据相应的标准进行流量计算。

典型流量计算机的校准,应在全功能校准(8.4.5.8)前进行,它主要包括以下几项:

- a) 包括零和全量程在内的整个工作范围内进行 5 个指定点上的数字转换模拟测试,误差应在允许误差范围内;
- b) 密度传感器输入测试,计算的密度应与计算机在分辨范围内显示的计算密度相一致;
- c) 输入范围内以 5 个模拟温度进行的温度输入线性测试,模拟温度和计算温度应在允许范围内相一致;

d) 流量计算机显示的流量值应与按照适当标准计算的流量值一致;

e) 按照 ISO/DIS 9857 进行的密度计算,这种计算应在允许误差范围内与离线计算相一致,见附录 E(提示的附录)中 E4.1.4;

f) 脉冲输入测试。

8.4.5.8 全功能校准

在对二次仪表进行测试和校准之后,应用模拟输入对计量系统进行一次全面的功能测试。该测试应包括传感器、信号传输、模拟数字转换和流量计算在内的整个系统的不确定度的验证。

9 验收

9.1 概述

对计量站进行验收的基本要求应在有关各方达成的协议中明文规定。

强度和密封试验按 SYJ 4002 的 5.0.4 进行。

计量系统要通过技术上的验收,至少应满足以下条件:

- a) 系统的成功投产;
- b) 交接计量设施必要的整改;
- c) 所有全套文件。

9.2 投产后检查

计量站在经过有关各方一致同意的一段时间商业运行后,应进行投产后的检查,以确保它仍在技术要求范围内运行。检查应按照或接近 8.4 中详细叙述的测试和校准程序进行,见附录 E(提示的附录)。

10 运行和维护

10.1 概述

10.1.1 计量站应准备和提供一个可审查计量站的操作程序。这些程序应确保计量站在其使用寿命期限内始终在其设计性能范围内运行并保持这种性能。这些程序应经有关各方一致认可。

10.1.2 计量站所有的操作和维护人员应进行考核,并明文规定他们的责任和义务。

10.1.3 为了确保计量系统在要求的准确度范围内操作并保持高可靠性,应进行常规检查和校准。检查

和校准的周期应依据对计量系统不确定度的要求、计量设备性能和计量工艺参数变化情况而定。

检查和校准结果应进行记录,用来评价计量仪表的性能。

10.1.4 经认证后的电子设备的检查和校准应根据相应标准的有关规定和制造厂的要求进行。

10.1.5 对计量系统有影响的工艺设备,例如旁通阀、计量管道截断阀、调节阀和过滤器等,除经常性的常规检查外,还应定期检查。

10.1.6 所有维护工作都应按照国家健康安全法规进行。

10.1.7 定期检查实测流量和工作压力,以确保计量系统(包括二次仪表)在限定值内工作。

10.1.8 当使用一确定的压力系数转换值,调节阀的设定值和温度控制的设定值(如果预热)都应定期进行检查。

10.1.9 一种监测计量系统性能的方法是安装一套完整的附加计量系统,该系统既能连续持久地运行,也可在整个系统需要校准检查时进行串连接入。工作系统测量结果与核查系统(或实流校准系统)测量结果之间误差的最大允许值应明确规定。

为避免由不同标准的系统误差引起读数误差,应按照同一标准对系统进行检定。在估计工作系统和核查系统(或实流校准系统)间的误差时,应考虑系统的不确定度和可能出现的安装影响。

10.2 流量计

10.2.1 一般规定

应对流量计的外观进行检查,看是否有运行异常的迹象,如噪音过高、指针不规则运动,检查是否有腐蚀或其他损坏的情况出现。

对流量计需要定期润滑的,应按照国家制造厂的要求进行润滑。

如果计量站安装了核查流量计,则应定期进行比较核查。如果核查(或实流校准)流量计与工作流量计之间的读数误差(考虑计量条件下的误差)超出了许可的范围,则应再进行检查。

流量计如有电子脉冲输出结果应定期相互比对,并与流量计的累加器进行比对。

如果对流量计的性能有怀疑,则应查明原因。必要时需更换流量计。

应当对照制造厂的要求对流量计进行专门检查和调整以使流量计的不确定度维持在技术要求范围内。

10.2.2 旋转式容积流量计

如果压差明显上升,则表明可能出现机械故障或阻塞,这时应将流量计从管道中拆下并进行内部检查。

10.2.3 涡轮流量计

如果对涡轮流量计的运行有怀疑,必要时可将其拆下进行内部检查。同时注意检查安装中的附着物、磨蚀和对流量计内部的损伤以及入口衬套、流动调整器和叶轮等。

涡轮流量计的型号结构不同,污垢物对工作和计量性能的影响也不一样。

此外,应在自然通风环境中进行一次自转测试。把测得的自转时间和制造厂新的流量计所规定的值相比,了解流量计轴承的使用情况。

10.2.4 涡街流量计

如果对涡街流量计的运行情况产生怀疑,则应将其拆下进行内部检查。传感器(热电阻器)容易引起故障。应注意检查安装、附着物、磨蚀和对流量计管壁的损伤以及非流线体和非流线体边缘的尖锐度。

10.2.5 超声流量计

气体超声流量计内径应使用光学探头,对一个或多个换能器接口进行目视检查,流量计管内的任何残渣和可能集结于管壁上的任何附着物都应被清除掉。

检查超声波换能器孔,以确保孔内无阻塞。

应定期检查接收信号的信噪比。信噪比降低就意味着超声波换能器孔被污垢覆盖或磨蚀。如果检测机构漏掉部分脉冲,就会产生长时间的系统误差。这种情况可能发生至什么程度和流量计自身能检查

到什么程度,均取决于电子仪器的设计和流量计的信号检查程序。

10.2.6 孔板流量计

孔板、孔板夹持器以及相连的测量管应定期检查它们的磨蚀和粘污情况,看有否损坏,见 8.4.3.5。

对于孔板应特别注意:

- a) 孔板开孔直径;
- b) 孔板直角入口边缘尖锐度;
- c) 孔板平面度;
- d) 孔板上游表面应无脏物和残渣附着。

对于孔板夹持器和相连测量管应特别注意:

- a) 上游直管段内壁无脏物、残渣、磨蚀和损坏;
- b) 孔板夹持器密封情况良好;
- c) 孔板夹持器与孔板开孔以及上、下游直管段应同心同轴。

如果发现有明显的磨蚀和损坏情况,应及时修正。并且还应检查其他所有的部件,以满足 SY/T 6143 标准规定的技术要求。

10.3 转换装置

应定期对转换装置和校准情况进行检查。

10.4 维护后的检查

当维护、检查流量计及二次仪表(见 8.4.5)后,负责测试人员应确保计量系统的正常工作。

10.5 一致性

在计量站的整个运行寿命期限内,应确保它始终满足合同的要求。计量系统的任何明显的变化均应记录。

10.6 资料档案

10.6.1 一般要求

计量站应建立并保存一份档案,档案中应包括计量站操作维护所需的全部记录资料。

10.6.2 维护记录资料

维护记录应按有关各方一致同意的方式保存,至少应保存一年。

10.6.3 记录资料的认可

在检查、测试或校准期间的每个阶段,应由承担该项目工作的人员完成一份测试记录单。所有记录都应按照计量站的操作程序保持其持久性和完整性。

10.6.4 记录资料的检查

计量站应确保所有记录资料,特别是论证计量站性能所需的用于报表目的的记录资料,在授权人员和主管部门要求检查时应随时提供。

详情见附录 F(提示的附录)。

附 录 A
(标准的附录)
仪器仪表配备指南

A1 计量系统

表 A1 不同等级的计量系统

| 设计能力 $q_{nV}/(\text{m}^3/\text{h})$ (标准参比条件) | $q_{nV} \geq 500$ | $5\,000 \leq q_{nV} \leq 50\,000$ | $q_{nV} \geq 50\,000$ |
|-------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1. 用于测量的校验用系统 例如:串联标准流量计 | | | ✓ |
| 2. 温度转换 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3. 压力转换 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 4. Z-转换 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 5. 发热量和气体质量的确定 | | | ✓ |
| 6. 每一时间周期的流量记录 | | ✓ | ✓ |
| 7. 密度测量(代替 2,3,4) | | | ✓ |
| 准确度等级 | C 级(3.0) | B 级(2.0) | A 级(1.0) |
| 注 | | | |
| 1 规模较小的计量系统使用上述功能不受限制; | | | |
| 2 “✓”建议配套内容。 | | | |

A2 配套仪表

表 A2 计量系统配套仪表准确度

| 参 数 测 量 | 计量系统配套仪表准确度 | | |
|---------------------------|-------------|----------|----------|
| | A 级(1.0) | B 级(2.0) | C 级(3.0) |
| 温 度 | 0.5 C | 0.5 C | 1 C |
| 压 力 | 0.2% | 0.5% | 1.0% |
| 密 度 | 0.25% | 0.75% | 1.0% |
| 压缩因子 | 0.25% | 0.5% | 0.5% |
| 发热量 ¹⁾ | 0.5% | 1.0% | 1.0% |
| 工作条件下体积流量 | 0.75% | 1.0% | 1.5% |
| 1) 当供用气双方用能量流量交接时需要配套的项目。 | | | |

附录 B

(标准的附录)

天然气体积、质量及能量的计算公式

B1 总则

本附录提供的这组方程通常用来计算天然气的相关量,用立方米(m^3)表示标准参比条件下的体积;用千克(kg)表示质量,用焦耳(J)表示标准参比条件下的能量。

这些假设测量提供的是工作条件下以 m^3 为单位的天然气体积 V_i 。孔板流量计的计算见 SY/T 6143。

本附录使用的符号列于表 B1。

表 B1 符号和代号

| 代号 | 名称 | 量纲 | 单位符号 |
|-----------------|-----------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------|
| ρ_i | 工作条件下的天然气密度 | ML^{-3} | kg/m^3 |
| ρ_n | 标准参比条件下的天然气密度 | ML^{-3} | kg/m^3 |
| E_n | 标准参比条件下的天然气能量 | ML^2T^{-2} | J |
| H_{sm} | 标准参比条件下的质量发热量 | L^2T^{-2} | J/kg |
| H_{sv} | 标准参比条件下的发体积热量 | $\text{ML}^{-1}\text{T}^{-2}$ | J/m^3 |
| M | 质量 | M | kg |
| M_n | 摩尔质量 | $\text{M}(\text{mol})^{-1}$ | $\text{kg}/\text{K}(\text{mol})$ |
| P_i | 工作条件下的压力 | $\text{ML}^{-1}\text{T}^{-2}$ | Pa |
| P_n | 标准参比条件下的压力 | $\text{ML}^{-1}\text{T}^{-2}$ | Pa |
| R_u | 通用气体常数 | $\text{ML}^2\text{T}^{-2}(\text{mol})^{-1}\theta^{-1}$ | $\text{J}/\text{K}(\text{mol})$ |
| T_i | 工作条件下的热力学温度 | θ | K |
| T_n | 标准参比条件下的热力学温度 | θ | K |
| V_i | 工作条件下的体积 | L^3 | m^3 |
| V_n | 标准参比条件下的体积 | L^3 | m^3 |
| Z_i | 工作条件下的天然气压缩因子 | 1 | |
| Z_n | 标准参比条件下的天然气压缩因子 | 1 | |

注:在“量纲”栏中,长度、质量、时间、热力学温度、摩尔的量纲,分别用 L、M、T、 θ 、mol 表示。

B2 体积计算

标准参比条件下的体积 V_n 由以下公式计算:

$$V_n = V_i \times \frac{\rho_i}{\rho_n} \quad \dots\dots\dots (\text{B1})$$

或者,用以下公式计算工作条件下的天然气密度 ρ_i :

$$\rho_i = \frac{P_i \times M_n}{T_i \times Z_i \times R_u} \quad \dots\dots\dots (\text{B2})$$

变换公式为:

$$V_n = V_f \frac{P_f \times T_n \times Z_n}{P_n \times T_f \times Z_f} \dots\dots\dots (B3)$$

B3 质量计算

质量 M 由以下公式计算:

$$M = V_f \times \rho_f \dots\dots\dots (B4)$$

或者把方程(B2)所得的工作条件下的密度再代入后得:

$$M = \frac{V_f \times P_f \times M_m}{T_f \times Z_f \times R_a} \dots\dots\dots (B5)$$

B4 能量计算

能量 E_n 可以通过体积或通过质量与发热量 H_{snv} 的乘积计算得到。

按体积计算的公式为:

$$E_n = V_n \times H_{snv} \dots\dots\dots (B6)$$

式中: V_n 可由公式(B1)或公式(B3)计算求得。

按质量计算的公式为:

$$E_n = M \times H_{smm} \dots\dots\dots (B7)$$

式中: M 可由公式(B4)或公式(B5)计算求得。

附录 C

(提示的附录)

性能特征

C1 总则

本附录阐述了一种可用来详细说明计量站的性能特征,说明性能特征与计量设备之间关系的方法。所用的概念符合 JJF 1059 测量不确定度评定与表示。本附录依照最大允许误差处理测量不确定度与准确度要求之间的关系。

本附录使用的符号列于表 C1。

表 C1 符号和代号

| 代号 | 名称 | 量纲 | 单位符号 |
|---------|--------------|-----------------|------|
| β | 系统误差 | 1 | |
| D | 漂移 | 1 | |
| MPE | 最大允许误差 | 1 | |
| P | 压力 | $ML^{-1}T^{-2}$ | Pa |
| T | 时间 | T | s |
| T | 温度 | θ | K |
| U | 总不确定度 | 1 | |
| U_A | A类不确定度("随机") | 1 | |
| U_B | B类不确定度("系统") | 1 | |
| U_D | D不确定度 | 1 | |

表 C1(完)

| 代号 | 名称 | 量纲 | 单位符号 |
|----|------|----------------|----------------|
| V | 体积 | L ³ | m ³ |
| Z | 压缩因子 | 1 | |

注：在“量纲”栏中，长度、质量、时间、热力学温度量纲，分别用 L、M、T、θ 表示。

C2 测量仪表准确度的技术要求

C2.1 新仪表

对于计量仪表的准确度，一个可量化的表述可由系统误差 β 和不确定度 U 给出。

系统误差 β 定义为：同一被测量无数个重复测量结果的平均值减去该被测量的真值。

因为被测量的真值是未知的， β 可通过校准来近似取值，校准过程就是将测量结果与代表常规真值的某一标准值进行比较。校准的目的也是通过调整仪表或确定一个修正值或修正系数以消除系统误差的影响。由于 β 会在仪表的整个计量范围内变化且在整个范围内 β 不可能设定为零，所以系统误差的影响就不可能完全消除。

不确定度 U 是一个参数，它与测量结果有关，它表征了可能受被测量适当影响的测量结果值的离散程度，它可分为两类：

C2.1.1 A 类不确定度可以通过对一系列观测值进行统计分析予以确定，各个测量结果的离散性是由测量过程中出现的随机变化造成的。通常 U_A 表示标准偏差(或标准偏差的倍数，通常为系数 2)或者一个有规定置信水平区间宽度的一半(通常为 95%)。

注：A 类不确定度用来表示“随机不确定度”。

C2.1.2 B 类不确定度是不能根据统计分析进行评定的不确定度。

测量结果与真值有固定的但未知的偏差，重复测量值不能确定 B 类不确定度。如由仪表校准的不确定度产生的，或由安装效应产生的 B 类不确定度客观存在，但不能量化。 U_B 可以解释为对 β 的理解，B 类不确定度只能通过估计获得。一个好的方法是完全独立的重复测量(即：用不同的仪表、独立的可溯源性，由不同的操作人员进行，等等)。

注：B 类不确定度用来表示“系统不确定度”。

U_A 和 U_B 可以由以下公式合成为一个不确定度值：

$$U = \sqrt{U_A^2 + U_B^2} \quad \dots\dots\dots (C1)$$

β 和 U 表征的是计量仪表在其新的条件下的性能。其他所有可以量化的参数(例如滞后性、重复性、温度相关性)都可包括在这两个参数中。最终唯一关注的是测量结果与真值的偏差值及其可靠性。所有影响参数均可用于降低 β 或 U 的变化。

仪表的现场安装效应造成的附加系统误差有多种原因。流量计附加系统误差可能是流量计上游的实际速度分布与校准时的实际速度分布不一致造成的。传感器和电子仪器可能是环境温度影响或功率变化造成的。如安装影响是已知并稳定的、或可以通过现场检查予以确定，该安装影响经校准对 β 进行修正。通常安装影响不能确定，会导致 U 增大。

C2.2 在用仪表

仪表投入运行后，需再考虑其漂移 D 及漂移的不确定度 U_D 。仪表易漂移，漂移 D 是计量仪表的计量特性随时间发生的缓慢变化。

应对仪表的漂移 D 进行估计，随之产生漂移 D 的不确定度 U_D 。 U_D 可以是 A 类，也可以是 B 类，或是 A、B 两类的合成。

可用不同的方法来估计 D 值。很多仪表都将经过型式试验，这种测试结果会有指导意义。另一种信息来源是来自重复校准的数据。它们可以是对单台仪表的重复校准值，也可以是全部仪表的重复校

准值。

重复校准的数据的范围会造成 U_D 对 A 类的影响用两倍标准偏差表示。型式试验数据或技术条件会造成 U_D 对 B 类的影响。

注 1: D 和 U_D 可以按照公认的仪表使用经验进行调整。

注 2: 如未获得 D 的数据,将对 U 产生附加影响。

C2.3 总结

仪表的准确度可用 4 个参数进行量化描述: β 、 U 、 D 和 U_D 。 β 和 D 随着时间的变化而变化并影响系统误差, U 和 U_D 表示不确定度的变化情况。

注: 如标准给出了计算计量仪表或系统不确定度的导则(如 SY/T 6143 对孔板流量计),应遵循该标准估算 U 。此时不考虑可能的系统误差和性能随时间的变化。

C3 准确度要求:最大允许误差(MPE)

表达准确度要求的适当方法是规定最大允许误差。最大允许误差定义为:测量仪表读数与被测量的(常规)真值之间允许误差的极值。

C2 所描述的仪表,其最大允许误差用式(C2)、(C3)表示:

$$|\beta + U| < MPE \quad \dots\dots\dots (C2)$$

$$|\beta + D \times t + \sqrt{U^2 + (U_D \times t)^2}| < MPE \quad \dots\dots\dots (C3)$$

注 1: 原则上,最大允许误差的确定应考虑各方利益。理论上,最大允许误差取决于计量站仪表的性能。其性能还不可避免地受到其他因素的影响。特别是首次确定最大允许误差时,应考虑经济合理、技术可行。

注 2: 由多个仪表组成的计量站,最大允许误差可由整个系统确定;但由于实际原因,各个仪表的最大允许误差也可单独使用。

C4 不确定度评估示例

C4.1 概述

以使用涡轮流量计的计量站为例,进行压力、温度测量和压缩因子计算。

注: 本例仅为阐明参数的用法,并非实际数据。

C4.2 不确定度评定

涡轮流量计的不确定度按以下方法评定。

C4.2.1 经校准的涡轮流量计,其流量的系统误差是已知的,并始终存在。其实用方法是使用流量加权平均误差表示。本例假设 $\beta = +0.03\%$ 。

C4.2.2 校准证书规定校准结果的不确定度,通常在 2 倍标准偏差水平为 0.25%。

C4.2.3 应对安装引起的不确定度进行评定。假设非理想安装的影响估计达 0.20%。

C4.2.4 温度对流量计的影响估计为 0.05%。

C4.2.5 流量计 B 类不确定度应为:

$$U_B = \sqrt{(0.25^2 + 0.20^2 + 0.05^2)} = 0.32\%$$

C4.2.6 流量计性能的随机变化(重复性)可以估计为 0.05%,则 $U_A = 0.05\%$ 。

C4.2.7 通过相同类型的其他流量计的校准结果,可对 D 进行估计。假设此类流量计每 10 年漂移 -0.8% ,则每年 $D = 0.08\%$ 。

C4.2.8 从计算 D 的数据范围,可以计算出 D 不确定度为 2 倍标准偏差,其结果是:

$$U_D = 0.06\% / \text{年}$$

同理可估算出压力和温度传感器的不确定度。本例中使用的参数值全部列于表 C2 中。为了充实本例的内容,对压力传感器给予了一个 $+0.15\%$ / 年的大漂移。

表 C2 准确度参数举例

| | β | U_D | U_A | D | U_D |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|
| V | +0.03 | 0.32 | 0.05 | -0.08 | 0.16 |
| P | +0.10 | 0.30 | 0.10 | +0.15 | 0.16 |
| T | +0.02 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.05 |
| Z | 0.00 | 0.20 | 0.10 | | |
| 结果 | +0.11 | 0.51 | | +0.07 | 0.18 |

注：温度的影响是相反的，因此应当减去。

C4.2.9 压缩因子 Z 没有系统误差，但肯定有 B 类不确定度。如果流量计算机的程序中设置的是一个固定气体组成值而实际组成又在变化，则 Z 可以有一个 A 类不确定度。

C4.2.10 计量系统不确定度随时间的变化

表 C3 列出了整个计量系统的不确定度是怎样随着时间的变化而变化的。

表 C3 用表 C2 的值随时间变化而变化的不确定度

| 时间 | $\beta + D \times t$ | $U = \sqrt{U^2 + (U_D \times t)^2}$ |
|---------|----------------------|-------------------------------------|
| 新的 | +0.11 | 0.51 |
| 使用 1 年 | +0.18 | 0.54 |
| 使用 2 年 | +0.25 | 0.62 |
| 使用 5 年 | +0.46 | 1.03 |
| 使用 10 年 | +0.81 | 1.87 |

C4.3 与最大允许误差的关系

假设对计量系统已规定最大允许误差为被测量的 1%。

性能变化列于图 C1。

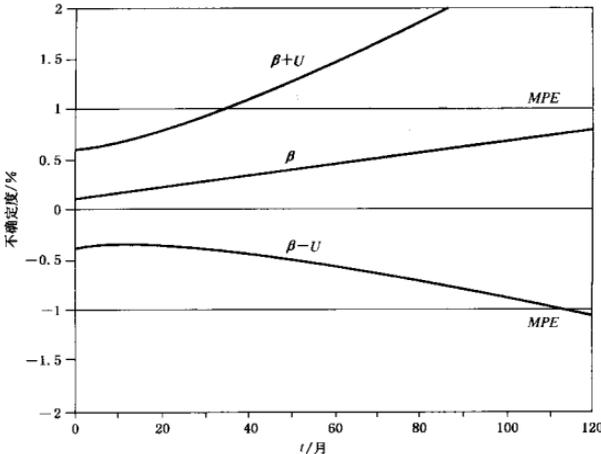


图 C1 不确定度随时间变化而变化的情况——无重新校准

在 $t=0$ 时，新系统投入运行，此时 $\beta=0.11\%$ ，不确定度为 0.51% 。显然，计量站在最大允许误差范围内运行。

随着时间的推移,性能按表 C3 发生变化。如果计量站自动运行,在实时的每一时刻,计量站所处的性能状态均可从图 C1 或表 C3 中找到答案。

很清楚,在大约 $t=34$ 个月时,不确定度与最大允许误差相交。因此从那以后,就不能再保证计量站的性能仍处于准确度要求的最大允许误差范围内,不确定度与最大允许误差相交,就表明那是计量站必须采取措施的最晚时间。利用表 C2,它可以制定重新校准方案以查看与极限交叉那一刻的影响。

在本例中,为压力传感器假设了一个相当大的漂移。通过重新校准,例如每 2 年校准一次,有效漂移就会变小。变化情况如图 C2 所示。当两线相交时,最大允许误差已变成了 $t=6$ 年,主要是由流量计的假定负漂移引起。如果流量计每隔 6 年再校准一次,其结果列于图 C3。计量站总的性能在波动,但仍处于合同认可的最大允许误差范围内。

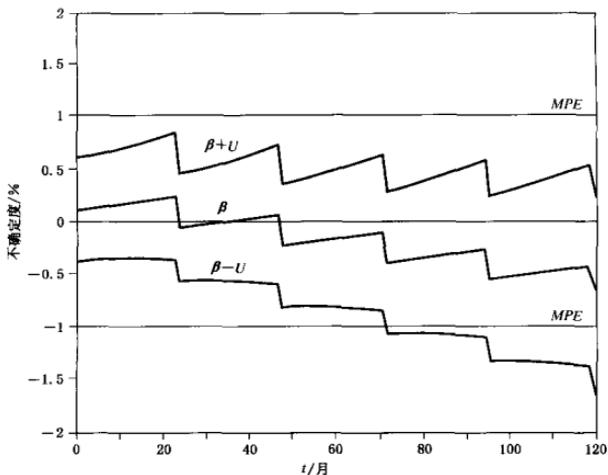


图 C2 不确定度随时间变化而变化的情况——压力传感器每 2 年重新校准一次

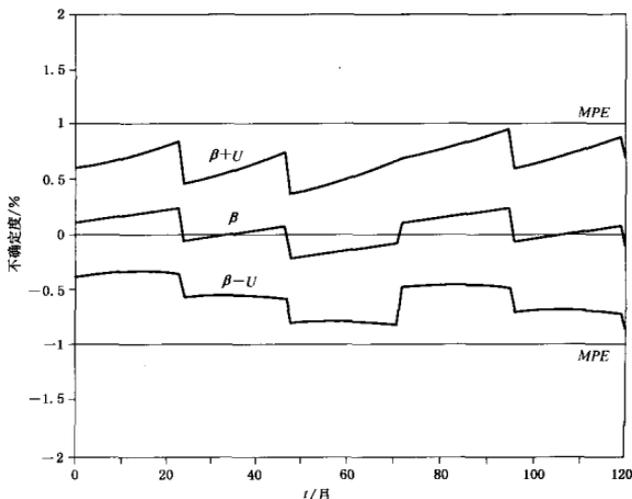


图 C3 不确定度随时间变化——压力传感器(2年)重新校准,流量计(6年)重新校准

附录 D

(提示的附录)

流量计选型指南

表 D1 提供了常用流量计性能特征概要,它并不是一个用来选择某一用途流量计的严格执行的程序,而只是作为设计人员在设计气体计量站时应当注意的参考。

表 D1 流量计选型指南表

| 应用因素 | 旋转式容积流量计 | 涡轮流量计 | 涡街流量计 | 超声波流量计 | 孔板流量计 |
|---------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|
| 操作条件下的气体密度 | 危险增大 | 最小流量随密度增加而变得更低 | 最小流量随密度增加而变得更低 | 在规定密度范围内不受影响 | 决定测量结果 |
| 气中夹带固体 | 可能堵塞叶轮,需要过滤器 | 可能有沉积物、叶片可能受损可能影响旋转,需要过滤器 | 可能有沉积物,非流线体可能受侵蚀,需要过滤器 | 一般不受影响,如果传感器孔被污垢阻塞,流量计功能会受到影响,建议增加过滤器 | 可能有侵蚀和沉积物需加过滤器 |
| 气中夹带液体 | 可能有腐蚀、结垢,结构材料会受影响 | 可能有腐蚀、结垢,润滑油被稀释,转子出现不平衡 | 测量导管内可能有液体沉积物,这会影晌计量值 | 可能变坏的信噪比会影响功能,如果传感器孔受阻,流量计功能会受影响 | 由流量计腐蚀引起的磨损会造成流量误差,孔板端面和孔板取压孔内有沉积物会影响准确度 |
| 压力和流量变化 | 突然变化会造成损坏。因为叶轮的惯性,流量的突变会导致使上游或下游管道内压力时高时低 | 压力突变可能造成损坏 | 不会造成损坏,但可能造成计量误差 | 压力突变会造成超声换能器损坏 | 压力突变会造成损坏 |
| 脉动流 | 不受影响 | 流量快速的周期变化会使测量结果过高,影响取决于流量变化的频率和幅度,气体的密度和叶轮的惯性 | 准确度受影响。影响的程度取决于流量变化的频率和幅度 | 只要脉动的周期大于流量计的采样周期,就不会受影响 | 准确度取决于仪表响应速度。准确度要受影响 |
| 允许误差范围内典型的量程比 | 30 : 1 | 30 : 1,密度越高,流量比就越大 | 30 : 1,密度越高,流量比越大 | 30 : 1 | 10 : 1,如果采用双量程差压计 |
| 过载流动 | 可短时间过载 | 可短时间过载 | 可过载 | 可过载 | 可过载至孔板上的允许压差 |

表 D1(完)

| 应用因素 | 旋转式容积流量计 | 涡轮流量计 | 涡街流量计 | 超声波流量计 | 孔板流量计 |
|----------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------|-------------------------|-------------------------------|
| 增大公称设计能力 | 增大最大流量需要加大流量计,或增加气路,或提高压力 | | | | 增大最大流量需要加大孔板流量计内径,或增加气路,或提高压力 |
| 供气安全性 | 流量计故障可能中断供气 | 流量计故障不造成影响 | | | |
| 流量计及其管道所需配管设置要求 | 对上下游管道无特殊要求,遵照制造厂的说明,为保证连续供气需加旁通 | 上下游需直管段长度,长度根据适用标准的安装说明而定 | | 依据 GB/T 18604,上下游需直管段长度 | 依据 SY/T 6143,上下游需直管段长度 |
| 典型直管长度: | | | | (依据配置) | (依据配置) |
| 上游 | 4D | 5D | 20D | 10D | 30D |
| 下游 | 2D | 2D | 5D | 3D | 7D |
| 注 | | | | | |
| 1 流量计最初用的型号过大会影响小流量的测量准确度。 | | | | | |
| 2 D 为流量计内径。 | | | | | |

附录 E

(提示的附录)

二次仪表测试程序

E1 差压传感器

E1.1 总则

差压传感器应按以下方法之一进行测试:

- a) 高静压测试;
- b) “轨迹测试”;
- c) 常压校准。

采用哪种方法应取决于测量的静压,计量站的位置和适用的测试设备的可用性。

E1.2 高静压测试

每一台差压传感器都应使用一合格气动真重力校正器或具有合格不确定度(至少是被检传感器不确定度的 1/3)的另一标准仪表进行现场测试。应将它增压至与正常工作条件计量管线相同的压力。

考虑到当地重力和工作温度(如果它与真重力校正器的校准温度相差很大)的影响,应对真重力校正器的模压重力部件进行修正。

传感器和真重力校正器之间如果在标准上存在着差别,还应使用一个浮力校正系数。

应在整个工作范围的 3 个或多个公称点上对差压传感器的输出进行监测并和上、下行程的升降压力一道记录下来。差压传感器的范围应大于上、下行程升降测试中其工作范围的 110%。

应对零和刻度进行调整以使传感器中心处于认可的误差范围内。

E1.3 “轨迹测试”

要进行“轨迹测试”，首先应在与上述相同的基础下在一授权校准实验室内对差压传感器进行高压测试和调整，然后再在常压下进行校准并提供一份测试记录（“轨迹”）。

在计量站上应该用一合格真重压力校正器对每一差压传感器进行现场测试，测试时将其高压孔与校正器相连，低压孔放空。

在上述测试结束之后，应在工作静压下进行一次零点值检查。

应将上述测试所记录的测量结果与上述实验室所产生的“轨迹”上的结果进行比较，如果它们超过了允许误差范围，则应将差压传感器送回实验室进行再校准和调整。

E1.4 常压校准

作为上述方法中一种替代的方法是可以只在常压下测试差压传感器。每一差压传感器均应该用一合格的真重压力校正器进行现场测试，测试时将其高压孔与校正器相连接，低压孔放空。

应当注意：差压传感器往往对从常压转换到工作压力比较敏感，可能需对这种校准方法固有的输出结果的系统漂移进行修正。

如果所记录的测量结果超过了允许误差的范围，则应更换传感器，或者可对零位和刻度进行调整，使其处于允许范围内（如果计量站的操作程序允许这样做）。

E2 压力传感器

每一点上的测量结果都应处于允许误差范围内，否则就更应更换传感器。如果计量站的操作程序允许的话，可以对刻度和零位进行调整，使压力传感器处于允许误差范围内。

E3 温度传感器

E3.1 概述

如果没有测试用温度计插孔套，则应将铂电阻温度计从其插孔中取出并和一已校准的温度计装置一起置于常温下盛装流体的绝缘烧杯内。当温度计的读数稳定时，再按下述两种方法分别进行测试。

E3.2 铂电阻温度计(PRT)

铂电阻温度传感器的线性是在设计和制作时就已形成了，不易漂移和老化。因此，对这些传感器的校准只需在其操作范围内的某一个点上进行。

如果提供了测试用温度计插孔套，就应将一已校准的温度计装置置于插孔套中。当温度计读数稳定时，就将该读数与流量计算机显示的温度读数进行比较。如果比较结果在认可范围内，就将测量结果记录在测试记录单上。如果这个读数超过了仪表的测量限范围，则应更换该元件。

E3.3 其他温度传感器

对于其他半导体温度传感器，至少在操作范围的 2 点上进行测试，因为它们容易老化和漂移。在这种情况下，应将装置从温度计插孔套中取出，和一已校准的温度计装置一道，首先置于一正常温度下的冰水混和物中，再置于盛着油的绝缘烧杯内。然后再按上述步骤去做。或者可用温度校准仪建立并维持在所需的温度值上。

E4 密度传感器

E4.1 工作条件下的密度传感器

E4.1.1 概述

密度传感器应用以下方法之一进行测试：

- a) 真空测试；
- b) 甲烷或氮气测试；
- c) 组成计算方法。

方法的选择取决于现场安装的其他二次仪表和所用测试设备。

如果密度传感器的误差值超出了允许范围，则应取出重新校准。

E4.1.2 真空测试

密度传感器应与工艺过程隔开，将其与真空泵连接并将其中压力抽至 0.13 mPa 的绝对压力或更低。

密度传感器的温度应使用已校准的温度计装置插入密度传感器旁边的温度计插孔套或用其自身的温度计装置(若安装)进行测量。

稳定后，应使用已校准的计时器测量密度传感器的输出周期。测得的周期和真空测试的周期(取自密度传感器校准证书)均应处于认可的范围内，这些范围包括密度传感器的不稳定度和温度漂移的不稳定度。

E4.1.3 甲烷或氮气测试

向密度传感器提供质量合格的高纯度甲烷或氮气，并用真重力校正器施加参比压力。一旦条件稳定，应记录增加的压力、密度传感器温度和显示的周期。

然后将记录压力和记录温度的甲烷或氮气密度计算出来并与密度传感器读数比对，其误差应处于认可范围内。

E4.1.4 组成计算方法

在气体组成相当稳定，可用气相色谱仪确定气体组成的计量站，宜用以下方法对密度传感器进行检查：

- a) 测试前应确保密度传感器已经运行足够的时间，以确保样品气的温度保持稳定；
- b) 在已获得稳定条件时，将测得的工作密度与计算所得的参比工作密度进行比较。两种密度值之差应不超过认可的范围；
- c) 工作条件下密度的瞬时参比值应由气体压力、温度的测量结果和按 GB/T 17747 中的公式根据气体分析数据计算压缩因子 Z ，再计算求得。

E4.2 标准参比条件的密度传感器

用于标准参比条件的密度传感器应按照认可的程序和制造厂的说明进行校准。

用于标准参比条件的密度传感器应通过相继引入两种已知标准密度的气体至采样室在两个点上上进行校准。测试气体的纯度和标准密度都应按照适用标准明确规定。校准常数应按照制造厂的说明计算求得。

所显示的标准参比密度值与参比标准密度值之差应不超过允许误差。

附 录 F

(提示的附录)

档 案 和 记 录

F1 档案

F1.1 档案应包括(但不限于)以下内容：

- a) 所有设计文件资料，包括技术条件、计算结果、图纸和试验报告；
- b) 有关计量站安装、投产和后来运行情况的综合性记录；
- c) 损坏情况报告；

- d) 整改及设备更换详细记录;
- e) 故障及事故报告;
- f) 计量站日常供气报告(在适当之处);
- g) 计量站基本的计算机数据库资料(在适当之处)。

F1.2 测试记录单至少应包括:

- a) 记录人员的打印姓名及亲笔签名;
- b) 所有在场人员的打印姓名及亲笔签名。

F2 记录

计量站的记录应包括(但不限于)以下主要数据:

- a) 所有安装仪器仪表的标签号和序号;
- b) 仪器仪表和与之相关的标签号、序号以及流量计累加器读数更换或变化的日期及时间;
- c) 计量系统再次校准及流量计累加器读数变化的起、止日期和时间;
- d) 对流量计计算机键盘输入、报警设定和包括日期、时间及流量计累加器读数在内的常数的任何修改;
- e) 与计量系统相关的所有日常事务;
- f) 关于误差和对误差的修改报告;
- g) 组成、粘度、等熵指数等工艺参数的任何变化;
- h) 装置、仪表、计量系统的全部明细;
- i) 包括最后校准的日期在内的所用测试设备的全部明细;
- j) 所有测试和结果数据。

F3 档案确认

所有测试和维护报告都应由完成人员及计量站的负责人员签字。
