



中华人民共和国国家标准

GB/T 18603—2014
代替 GB/T 18603—2001

天然气计量系统技术要求

Technical requirements of measuring systems for natural gas

2014-12-05 发布

2015-05-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
天 然 气 计 量 系 统 技 术 要 求
GB/T 18603—2014

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

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 2.75 字数 77 千字
2015年4月第一版 2015年4月第一次印刷

*

书号: 155066·1-51371 定价 39.00 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

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 物理原理和一般要求	4
4.1 标准参比条件	4
4.2 流量测量	4
4.3 发热量测量	4
4.4 能量测量	4
4.5 连续输气保障	4
4.6 环境条件	4
4.7 安全	5
4.8 质量管理体系	5
5 设计和建设	5
5.1 设计	5
5.2 计量站的建设	8
6 发热量测量	9
6.1 概述	9
6.2 测量系统	10
6.3 性能要求	11
6.4 操作与维护	12
6.5 赋值	12
7 天然气计量系统的可靠性与校准	13
7.1 准确度要求	13
7.2 安装要求	14
8 投产试运	17
8.1 概述	17
8.2 测试设备	17
8.3 试运行	17
8.4 测试和校准程序	17
9 验收	20
9.1 概述	20
9.2 投产后检查	20
10 运行和维护	20
10.1 概述	20
10.2 流量计	21

10.3	转换装置	22
10.4	维护后的检查	22
10.5	一致性	23
10.6	资料档案	23
附录 A (资料性附录)	天然气体积、质量及能量的计算公式	24
A.1	总则	24
A.2	体积计算	24
A.3	质量计算	25
A.4	能量计算	25
附录 B (规范性附录)	仪器仪表配备指南	26
B.1	计量系统	26
B.2	配套仪表	26
附录 C (资料性附录)	流量计选型指南	27
C.1	流量计选型指南	27
附录 D (资料性附录)	计量系统性能特征	29
D.1	总则	29
D.2	测量仪表准确度的技术要求	29
D.3	准确度要求:最大允许误差(MPE)	30
D.4	不确定度评估示例	31
附录 E (资料性附录)	配套仪表测试程序	35
E.1	差压传感器	35
E.2	压力传感器	36
E.3	温度传感器	36
附录 F (资料性附录)	档案和记录	37
F.1	档案	37
F.2	记录	37
F.3	档案确认	37
参考文献	38
图 D.1	最大允许误差随时间变化而变化的情况——无重新校准	33
图 D.2	最大允许误差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	33
图 D.3	最大允许误差随时间变化——压力传感器(2 年)重新校准,流量计(6 年)重新校准	34
表 A.1	符号和代号	24
表 B.1	不同等级的计量系统	26
表 B.2	计量系统配套仪表准确度	26
表 C.1	流量计选型指南表	27
表 D.1	符号和代号	29
表 D.2	不确定度参数举例	31
表 D.3	用表 D.2 的值随时间变化而变化的不确定度	32

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 18603—2001《天然气计量系统技术要求》。

本标准与 GB/T 18603—2001 相比,除编辑性修改外主要技术内容变化如下:

- 增加了赋值、干基的定义(见 3.13 和 3.14);
- 对天然气计量站计量系统按规模进行了重新分级,修改了不同等级计量系统的准确度要求和不同准确度等级计量系统配套仪表的准确度要求(见 5.2 和附录 B);
- 增加了在线实流检定或校准接口和计量系统的要求(见 5.1.2);
- 取消了 5.2.6 密度直接测量和 6.2.3.1 发热量直接测量的内容;
- 增加了在线色谱仪性能评价的要求(见 6.3.1);
- 增加了发热量赋值的要求(见 6.1 和 6.5);
- 增加了在计量系统设计阶段和选择流量计时应考虑不稳定流动影响的要求(见 7.2.2.5);
- 增加了利用核查流量计比对方法来保证流量计的现场计量性能内容(见 8.4.4);
- 增加了旋进旋涡流量计、科里奥利质量流量计的内容(见 10.2 和附录 C);
- 取消了附录 E 密度传感器内容。

本标准在起草过程中参考了 OIML R 140:2007(E)“气体燃料计量系统”和 EN1776:1998(2007)《供气系统 天然气计量站 功能要求》。

本标准由中国石油天然气集团公司提出。

本标准由全国石油天然气标准化技术委员会(TC 355)归口。

本标准起草单位:中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司、国家石油天然气大流量计量站成都分站和南京分站、中国石油西南油气田分公司。

本标准主要起草人:黄和、宋德琦、段继芹、张福元、文代龙、何敏、任佳、杨文川、张维臣、钟小木、徐刚、何衍、李峰、黄永忠。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 18603—2001。

天然气计量系统技术要求

1 范围

本标准规定了新建和改扩建的天然气计量站贸易计量系统的设计、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 的要求。

本标准适用于设计通过能力不小于 $100 \text{ m}^3/\text{h}$ (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。

本标准不涉及与其应用有关的所有安全问题。在使用本标准前,使用者有责任制定相应的安全和保护措施,并明确其限定的适用范围。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求
- GB/T 5274 气体分析 校准用混合气体的制备 称量法
- GB/T 10248 气体分析 校准用混合气体的制备 静态容积法
- GB/T 11062 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 天然气取样导则
- GB/T 13610 天然气的组成分析 气相色谱法
- GB 13837 声音和电视广播接收机及有关设备无线电骚扰特性 限值和测量方法
- GB/T 14023 车辆、船和由内燃机驱动的装置 无线电骚扰特性 限值和测量方法
- GB/T 17281 天然气从丁烷至十六烷烃的测定 气相色谱法
- GB/T 17626.1 电磁兼容 试验和测量技术 抗扰度试验总论
- GB/T 17626.3 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 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 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- GB/T 17743 电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限制和测量方法
- GB/T 17747(所有部分) 天然气压缩因子的计算
- GB 17820 天然气
- GB/T 18604 用气体超声流量计测量天然气流量
- GB/T 19000 质量管理体系 基础和术语
- GB/T 21391 用气体涡轮流量计测量天然气流量
- GB/T 21446 用标准孔板流量计测量天然气流量
- GB/T 22723—2008 天然气能量的测定
- GB 50251 输气管道工程设计规范
- GB/T 50540—2009 石油天然气站内工艺管道工程施工及验收规范
- SY/T 6658 用旋进旋涡流量计测量天然气流量

SY/T 6659 用科里奥利质量流量计测量天然气流量

SY/T 6660 用旋转容积式气体流量计测量天然气流量

JJG 700 气相色谱仪

JJG 1003 流量积算仪

JJG 1055 在线气相色谱仪

ISO 10723 天然气 在线分析系统的性能评定(Natural gas—Performance evaluation for on-line analytical systems)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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。

3.2

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。

3.3

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。

3.4

核查流量计 check flow meter

只用于核查比对已知准确度的流量计。

3.5

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。

3.6

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。

3.7

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标准参比条件下能量流量的转换。

3.8

有效性 availability

在任何时间,计量系统或组成计量系统的计量仪表,能按照其技术指标要求运行的可能性。

3.9

可靠性 reliability

计量系统或计量仪表在规定的时间内完成规定功能的能力。

3.10

压力 pressure

3.10.1

最大工作压力 maximum operating pressure

p_{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。

3.10.2

临时工作压力 temporary operating pressure

p_{top}

在调压装置控制下计量系统能够临时工作的压力。

3.10.3

最大瞬时压力 maximum incidental pressure

p_{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。

3.10.4

设计压力 design pressure

设计计算时所依据的压力。

3.11

温度 temperature

3.11.1 最高操作温度 minimum operating temperature

T_{min}

在正常工作情况下,计量系统能连续工作的最高温度。

3.11.2 最低操作温度 minimum operating temperature

T_{min}

在正常工作情况下,计量系统能连续工作的最低温度。

3.12

实流检定或校准 actual flow verification or calibration

以天然气等为介质所进行的流量计检定或校准。

3.13

赋值 assignment

3.13.1

固定赋值 fixed assignment

对于在某个特定的发热量测量站测定的发热量,或者为通过一个或多个界面的气体预先公告的发热量,在使用期间其值不进行修正。

3.13.2

可变赋值 variable assignment

基于发热量站的测量值,以一种赋值程序确定通过一个或多个界面发热量的方法。

注:所应用的发热量可能会涉及将气体从发热量测定站输送到相应体积计量站所需要的时间和其他影响因素,以获得管网的平均发热量,及整个管网发热量变化的状态重构等。

3.14

干基 dry basis

含水蒸气摩尔分数不大于 0.000 05 的天然气；在进行天然气发热量计算时，水的含量设定为零。

4 物理原理和一般要求

4.1 标准参比条件

本标准采用的天然气流量计量的标准参比条件为：20 ℃（热力学温度为 293.15 K）、压力为 101.325 kPa、干基。也可采用合同规定的其他压力和温度作为标准参比条件。

4.2 流量测量

可采用不同的物理原理确定天然气的体积流量和质量流量，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流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，因此所用温度和压力参数同样要求连续测量。

常用的转换和计算公式参见附录 A。

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单位发热量的乘积。

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、选址和建设，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 环境噪声水平

计量站应保证运行期间的环境噪声水平控制在国家相关标准和当地相关法规的范围内，任何设计或修改都不得超过既定噪声标准的范围。

4.6.3 工作区噪声

计量站应确保采取适当的措施防止噪声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

计量站设备一般应安装在大气环境压力条件下,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,并考虑到特殊情况下排放时安全措施。

4.7 安全

4.7.1 安全管理

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,工厂的危险操作分析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认可,可建立在 GB/T 19000 标准(ISO 9000)基础上。

5 设计和建设

5.1 设计

5.1.1 概述

5.1.1.1 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标准、行业标准和有关规定的要求。计量系统的设计应满足流量计的安装、使用、操作和运行等要求。

5.1.1.2 计量站的设计应在所规定的压力、温度(即 p_{mop} 、 p_{top} 、 p_{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。

5.1.1.3 计量系统在设计 and 安装时,宜作为一个独立的系统。与计量系统配套的其他装置也可与其安装在—起。

- 5.1.1.4 计量站的设计应保证在故障模式下可以安全操作。紧急情况时可以安全关闭计量站。
- 5.1.1.5 计量系统的设置应在不影响操作和准确度情况下根据实际环境条件安装于室内或室外。
- 5.1.1.6 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。
- 5.1.1.7 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 B 中表 B.1 提供了不同等级计量系统的准确度要求,表 B.2 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,履行法制性和合同性职责,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 A 级和 B 级贸易计量站应设置备用回路,C 级贸易计量站可设置旁通。确定并行管路的数量应遵循如下原则:当某一流量表暂停工作时,其余流量表应在其技术要求范围内运行并能测量最大流量。
- 5.1.2.5 如果流量表带有测量管,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开关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,以促使流量表和相关管道缓慢增压,避免设备、流量表等仪器仪表的损坏。
- 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 加入加臭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。如果加臭剂的添加位置和天然气计量位于同一计量站内,宜在流量表下游注入加臭剂。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,流量表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% 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。
- 5.1.2.13 在计量系统设计中,流量表口径大于或等于 DN250 及以上,宜设置在线实流检定或校准接口。
- 5.1.2.14 应提供计量系统的量值溯源图。量值溯源应简捷方便,能满足计量器具的检定或校准要求。
- 5.1.2.15 计量系统可按成橇的方式设计,应根据对工程投资、建设周期、道路条件、环境条件、站场地质条件等诸多因素进行综合分析和统筹考虑,确定计量系统是否成橇。

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,如色谱仪、水露点检测仪、硫化氢检测仪等;
- 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、垫片和热绝缘等;

- f) 天然气分离器、过滤器；
- g) 预热天然气的加热设备；
- h) 降低噪声的消声设备；
- 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) 天然气在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(双方合同约定)，对压力、温度和气体组成使用定值也是有效的。

应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

计量站采用孔板流量计应符合 GB/T 21446，采用涡轮流量计应符合 GB/T 21391，采用超声流量计应符合 GB/T 18604，采用旋进旋涡流量计应符合 SY/T 6658，采用科里奥利质量流量计应符合 SY/T 6659，采用旋转容积式气体流量计应符合 SY/T 6660。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参见附录 C。

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。

计量系统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 概述

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(包括测温孔、测压孔、取样口等)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 除旋转容积式流量计(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,用来进行比对,各个温度计插孔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,对于大于 300 mm 口径的管道,设计插入深度应在 75 mm~150 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 如设有温度计套管,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。除孔板流量计以外的其他流量计,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,导压管与气体组分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

天然气的密度采用间接测量方法,按 GB/T 11062 和 GB/T 17747(所有部分)的计算方法获得。

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 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 $10\ \Omega$;
- 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) 计量站应采用联合接地设计,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

6.1.1 天然气的发热量采用直接或间接的测量方法获得,推荐使用组成分析数据计算的间接测量方法。对于管网系统当使用在线色谱仪分析组成数据不经济时,其结算用的发热量应该使用赋值计算方法获得,见 B.1。

6.1.2 选用的发热量测量方法应至少符合附录 B 要求的准确度,应能准确地将不确定度减小至满足合

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,应设置专用离线取样口,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发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,天然气处理后应不影响测量结果。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导则见 GB/T 13609。

6.2.3 测量装置

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。

示例 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。

示例 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资在内的校准方法。这个校准系统组成如下:

- a) 储存于钢瓶内标出发热量和(或)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。气相色谱仪的检定采用 JJG 700,在线色谱仪在使用前应该参照 ISO 10723 和 JJG 1055 进行性能评价。

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符合附录 B 中对应计量系统等级的要求。

6.3.2 校准要求

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:为防止高碳烃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值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

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。有在线色谱仪和实验室色谱仪。后者可用来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) 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/T 5274 或 GB/T 10248 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

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。

6.5 赋值

6.5.1 赋值方法

赋值是解决没有发热量测定站点获取发热量的方法之一。从赋值数学模型分,可分为固定赋值和可变赋值两种。从气源分,可分为单气源赋值、双气源赋值和多气源赋值。

固定赋值是所赋的值不随气体流量、气质变化和距离而变,在一定时间内赋给一个固定值。可变赋值是所赋的值与赋值源有一个时间差,该时间差与赋值源和赋值点之间的管道体积(距离)、气体流动速度、压力和温度等因素有关。

具体赋值方法参见 GB/T 22723—2008 中第 9 章。

6.5.2 赋值准确性

赋值的准确性取决于:

- a) 赋值源的准确性和稳定性;

- b) 赋值的数据模型的代表性；
- c) 赋值源至赋值点之间管道体积计算的准确性；
- d) 赋值源至赋值点之间气体流量测量的准确性；
- e) 赋值源至赋值点之间气体流流速计算的准确性。

6.5.3 赋值方法选择

赋值方法的选择应该遵循如下原则：

- a) 固定赋值方法只能用于 C 级计量系统和气质比较稳定的小流量 B 级计量系统；
- b) 双气源或多气源的固定赋值方法只能用于 C 级计量系统；
- c) 除非能够证明气质的变化和赋值结果的准确性能保证符合要求，否则 A 级计量系统不应该使用赋值方法获取发热量或组成数据，并应该选择可变单气源赋值方法。

选择的赋值方法在使用前，应该进行评价，以保证赋的值满足附录 B 对应计量系统准确度要求。

注：本条和 GB/T 22723—2008 中第 9 章介绍的赋值方法的对象都只是发热量，当使用在线色谱仪分析数据作为赋值源时，建议赋值对象采用组成分析数据，由流量计算机计算发热量，所赋的天然气组成数据还可以用于流量测量和体积换算所需的物性参数计算。

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 通则

组成计量系统的流量计和配套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 B 的规定。

计量系统应遵循附加的合同职责。

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(参见附录 D)。

注：过高的准确度要求会增加不合理的费用。

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：

- a) 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；
- b) 整个计量系统(如果合同要求)。

示例 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体积量等转换装置。

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用另一台计量仪表的相反系统误差去消除。

示例 2：

一个压力传感器的 2% 的读数误差不应用一个温度传感器的读数误差 -2% 予以补偿。

7.1.3 最大允许误差的符合性要求

计量站能以一个两倍标准偏差的水平表明，用来表示计量系统最大允许误差的各个计量仪表的误差和/或整个计量系统的误差在规定的最大允许误差范围内。因此，至少需要一份完整的计量系统测量不确定度分析报告。不确定度分析包括：

- a) 基于仪表校准给出的测量结果经修正后的示值误差；
- b) 基于说明书或校准证书和确认的安装影响引起的不确定度；
- c) 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；
- d) 评估安装影响引起的不确定度；
- e) 评估校准装置的不确定度影响。

7.1.4 校准

7.1.4.1 通则

计量系统中具有相应测量准确度的仪表应通过校准溯源至国家标准。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。校准证书还应对校准结果的不确定度加以说明。

7.1.4.3 校准间隔时间

应根据用于计量系统中各仪表的型式试验和/或这类的经验资料，评估首次校准结果的漂移和漂移造成的不确定度。在此基础上，确定核查和校准的间隔。

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。即使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，旋转容积式流量计对速度分布的要求敏感性较小。

注：附录 C 中表 C.1 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

在 7.2.3~7.2.7 中分别对几种不同的仪表型式给出有关的专门说明，并非所有仪表对抗流剖面同

样敏感。其他的评估方法见 7.2.2.4。为获得可接受的速度分布,采取以下的管路布置要求:

- a) 所需上、下游直管段和流量计的公称直径应相同;
- b) 流量计上、下游截断阀内径应与管道内径一致,宜采用全通径阀;
- c) 如果在流量计上游安装调节阀,那么应采取预防措施;
- d) 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。

流动调整器的下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:

- a) 可以测量速度分布以证实流量计入口的流动状况;
- b) 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、流速脉动和振动现象可能引起流量测量中的较大误差。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等。在计量系统设计阶段和选择流量计时应考虑不稳定流动的影响。

7.2.2.5.1 脉动

当流量计安装在以下装置的上、下游时,应检查脉动的影响:

- a) 活塞式压缩机;
- b) 旋转活塞式流量计;
- c) 产生共振的管道盲肠段;
- d) 不稳定的压力调节阀。

增加流量计和脉动源之间的距离或使用适当的脉动衰减器可以减少脉动对流量测量的影响。

7.2.2.5.2 振动

在管道系统的固有频率等于或接近由如上(7.2.2.5.1)所述装置、流量计本身或天然气流动所造成的脉动的频率时,就可能产生振动。为了防止或尽量减少流量计的振动影响,最好是在设计阶段就应对整个计量系统进行适当的考虑。特别应注意的是,超声流量计不应安装在振动频率(或其谐振)可能接近超声波传感器工作频率的环境。

7.2.3 旋转容积式流量计

7.2.3.1 上游速度分布的影响

旋转容积式流量计在低压时对管路形状不是很敏感。高压(工作压力大于 0.4 MPa)时,应确保流量计入口的气流为充分发展流。安装要求见 SY/T 6660 的有关规定。

7.2.3.2 流量计引起的压力脉动

由于流量计的工作原理,可能产生小的压力脉动,但对流量计自身工作没有影响。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,设计时不要将旋转容积式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。安装要求见 GB/T 21391 的有关规定。

7.2.5 涡街流量计

涡街流量计对上游管路布置比较敏感,校准涡街流量计时宜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。安装要求见 SY/T 6658 的有关规定。

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 GB/T 21446 的有关规定。

7.2.8 旋进旋涡流量计

旋进旋涡流量计的安装要求见 SY/T 6658 的有关规定。

7.2.9 科里奥利质量流量计

科里奥利质量流量计安装要求见 SY/T6659 的有关规定。

7.2.10 电子仪器

7.2.10.1 通则

流量计和传感器的信号传输应消除干扰,处理接收到的信号应不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 7.2.10.2 和 7.2.10.3:

- a) 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;
- b) 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;
- c) 仪表盘经过全面检验后得出一份报告表明该仪表盘性能符合要求;
- d) 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。

7.2.10.2 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:

- a) 对单独电缆没有严格要求;
- b) 数据线可不经过滤进入;
- c) 仪表的接地可与动力线的安全接地相连接;
- d) 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:

- a) 系统对警报或跳闸不作出反应;
- b) 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。

7.2.10.3 电磁辐射要求

GB 4824、GB 9254、GB 13837、GB/T 14023 和 GB/T 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辐射水平足够低,以保证仪表自身电子系统正常工作,且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进行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 的有关要求。

8.2 测试设备

用于投产的所有测试设备应符合有效性要求,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、气流进入并升压至流量计入口阀。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。

应对所有电气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容积式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 旋转容积式流量计

应检查润滑剂等级、质量和黏度符合制造厂要求;

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、质量和黏度是否符合制造厂要求;

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。在工作条件稳定的情况下,测量声速与理论声速间的偏差、各声道间的最大声速差在 GB/T 18604 规定的范围内。

8.4.3.5 科里奥利质量流量计

应对流量计的安装进行检查,尽量减少流量计的管道应力的影响。应对管道进行初步吹扫后安装质量流量计,以减少固体颗粒对测量管的磨蚀。

8.4.3.6 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 GB/T 21446 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。

8.4.3.7 旋进旋涡流量计

应缓慢地升压和启动,防止瞬间气流冲击损坏管路和仪表。

智能流量计应注意比对压力和温度测量值。

8.4.4 实流校准

为保证流量计的计量性能,应对流量计进行实流校准。实流校准的工作条件应接近现场工作条件,实流校准的安装条件应尽量与现场安装条件一致,由于安装条件差异带来的不确定度应不超过 0.3%。其余详细要求见相关国家标准或规程。

8.4.5 核查

为进一步保证流量计的现场计量性能,可以串联安装核查流量计对流量计进行在线比对核查,在线比对核查应符合以下要求:

- a) 在考虑核查流量计和工作流量计间的压差和温差的情况下,体积测量结果的计算误差应小于认可的极限值。这个极限值在计量站投运时就应建立,并且在以后的核查中两个流量计间的差值均应在此极限值范围内。
- b) 核查流量计和工作流量计宜采用不同工作原理的流量计,两者的流量范围应匹配。
- c) 在进行安装设计时应注意防止上游流量计对下游流量计入口流速成分布的影响。

8.4.6 配套仪表

8.4.6.1 通则

所有影响最终测量结果的配套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。为了防止出现运输过程中的不利影响,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气设备,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。

其余参见附录 E。

8.4.6.2 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 个以上指定点值的测试。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、下行程的测试中应过载至 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。

8.4.6.3 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、下行程的测试中应过载至 110%。

8.4.6.4 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测温孔。

8.4.6.5 气相色谱仪

气相色谱仪按 ISO 10723 进行校准。

8.4.6.6 流量计算机

流量计算机应符合 JJG 1003 和其他相关标准及规范的要求,以确保相关的参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(8.4.6.7)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) 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) 脉冲输入测试。

8.4.6.7 全功能校准

在对配套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 GB/T 50540—2009 中 9.3.2 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) 交接计量设施运转正常;
- 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,配套仪表测试程序参见附录 E。

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 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(包括配套仪表)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(核查系统),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。

10.1.10 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,如噪声过高、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 旋转容积式流量计

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内端口进行目视检查。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 科里奥利质量流量计

应定期检查仪表的工作状态,如仪表出现报警信息,需及时检查流量管内部是否有脏污物附着或测量管的磨蚀。发现仪表出现报警信息时,要及时查明原因,必要时需对仪表零点示值漂移进行检查,以便及时消除管道安装应力及流量管内部是否有脏污物附着或测量管的磨蚀影响程度。

10.2.7 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 8.4.3.6。

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,应及时更换。并且还应检查其他所有的部件,以满足 GB/T 21446 标准规定的技术要求。

10.2.8 旋进旋涡流量计

如果旋进旋涡流量计出现故障,多数可能是在电路部分,因为它无转动部件。一般来说计量回路的管道系统在计量站建设、验收和投产时经多次查证符合生产厂和相应标准的安装要求,除非周围新安装了有强磁场干扰和强机械振动的设备。

应根据出现故障现象予以检查,主要是根据流量计显示值与输出信号之间出现的各种情况检查相应的电路和电源。同时要注意检查压力和温度传感器安装是否恰当,线路有否毛病等问题。

如果发现流量计超差,应将流量计从管道上拆下来进行内部检查。应注意检查附着物、磨蚀、管壁损伤等不正常情况。

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、检查流量计及配套仪表(见 8.4.6)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。

详情参见附录 F。

附录 A
(资料性附录)

天然气体积、质量及能量的计算公式

A.1 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(m³)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 m³ 为单位的天然气体积 V_f。孔板流量计的计算见 GB/T 21446。

本附录使用的符号列于表 A.1。

表 A.1 符号和代号

代号	名称	量纲	单位符号
ρ_f	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 ² T ⁻²	J
H_{sm}	标准参比条件下的质量发热量	L ² T ⁻²	J/kg
H_{sv}	标准参比条件下的体积发热量	ML ⁻¹ T ⁻²	J/m ³
m	质量	M	kg
M_m	摩尔质量	Mmol ⁻¹	kg/kmol
p_f	工作条件下的压力	ML ⁻¹ T ⁻²	Pa
p_n	标准参比条件下的压力	ML ⁻¹ T ⁻²	Pa
R_a	通用气体常数	ML ² T ⁻² mol ⁻¹ θ ⁻¹	J/K·kmol
T_f	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_f	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_f	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。

A.2 体积计算

标准参比条件下的体积 V_n 由式(A.1)计算：

$$V_n = V_f \times \frac{\rho_f}{\rho_n} \dots\dots\dots (A.1)$$

或者,用式(A.2)计算工作条件下的天然气密度 ρ_f :

$$\rho_f = \frac{p_f \times M_m}{T_f \times Z_f \times R_a} \dots\dots\dots (A.2)$$

变换为式(A.3):

$$V_n = V_f \frac{p_f \times T_n \times Z_n}{p_n \times T_f \times Z_f} \dots\dots\dots (A.3)$$

A.3 质量计算

质量 m 由式(A.4)计算:

$$m = V_f \times \rho_f \dots\dots\dots (A.4)$$

或者把式(A.2)所得的工作条件下的密度再代入后得式(A.5):

$$m = \frac{V_f \times p_f \times M_m}{T_f \times Z_f \times R_a} \dots\dots\dots (A.5)$$

A.4 能量计算

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

按体积计算为式(A.6):

$$E_n = V_n \times H_{snv} \dots\dots\dots (A.6)$$

式中:

V_n 由式(A.1)或式(A.3)计算求得。

按质量计算式(A.7)为:

$$E_n = m \times H_{snm} \dots\dots\dots (A.7)$$

式中:

m 由式(A.4)或式(A.5)计算求得。

附录 B
(规范性附录)
仪器仪表配备指南

B.1 计量系统**表 B.1 不同等级的计量系统**

设计能力(标准参比条件) $q_n/(m^3/h)$	$q_n \leq 1\ 000$	$1\ 000 < q_n \leq 10\ 000$	$10\ 000 < q_n \leq 100\ 000$	$q_n > 100\ 000$
流量计的曲线误差校正		√		√
在线核查(校对)系统				√
温度转换	√	√		√
压力转换	√	√		√
压缩因子转换		√		√
在线发热量和气质测量				√
离线或赋值发热量值测定	√	√		
每一时间周期的流量记录				√
密度测量(代替 P、T、Z)				√
准确度等级	C(3%)	B(2%)	B(2%)或 A(1%) ^a	A(1%)
^a 按 6.5.3 选择 A 级或 B 级计量系统。				

B.2 配套仪表**表 B.2 计量系统配套仪表准确度**

测量参数	最大允许误差		
	A 级	B 级	C 级
温度	0.5 °C ^a	0.5 °C	1.0 °C
压力	0.2%	0.5%	1.0%
密度	0.35%	0.7%	1.0%
压缩因子	0.3%	0.3%	0.5%
在线发热量	0.5%	1.0%	1.0%
离线或赋值发热量	0.6%	1.25%	2.0%
工作条件下体积流量	0.7%	1.2%	1.5%
计量结果	1.0%	2.0%	3.0%
^a 当使用超声流量计并计划开展使用中检验时,温度测量不确定度应该优于 0.3 °C。			

附 录 C
(资料性附录)
流量计选型指南

C.1 流量计选型指南

表 C.1 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。在流量计选型时,应根据各种流量计的优、缺点以及流量计流量范围、操作压力、流动状态、介质洁净程度、物性参数、环境条件、检定条件和工程投资等因素综合考虑选用合适的流量计。所选用的流量计在正常的流量、压力、温度操作条件下,应性能稳定、计量准确。

表 C.1 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	超声流量计	科里奥利质量流量计	旋进旋涡流量计	孔板流量计
操作条件下的气体密度	影响不大	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	影响不大	影响不大	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,非流线性可能受侵蚀,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;气体中有粉尘,对超声流量计换能器存在冲蚀影响	可能会有磨损,会影响仪表的长期使用,建议加装过滤器	有沉积,可能影响测量值需装过滤器	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	影响不大	影响不大	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。因为转子的惯性,流量的突变会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	影响不大	影响较大	增大测量误差	压力突变会造成损坏

表 C.1 (续)

应用因素	旋转式容积流量计	涡轮流量计	涡街流量计	超声流量计	科里奥利质量流量计	旋进旋涡流量计	孔板流量计
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	不受影响	准确度受影响,其大小取决于脉动频率和幅度	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	30 : 1	12 : 1 气体密度大测量范围大	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	短时间超量程可以	可过载至孔板上的允许压差
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	同前	同前	同前	同前	加大流量计的口径或增加计量回路或提高计量压力	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	同前	同前		同前	同前
流量计及其管道所需配管设置要求	依据 SY/T 6660,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	依据 GB/T 21391,上下游需直管段长度	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	上下游不需直管段	依据 SY/T 6658,对上下游管道无特殊要求,遵照制造厂的说明	依据 GB/T 21446,上下游需直管段长度
典型直管长度: 上游 下游	(依据配置) 4D 2D	(依据配置) 10D 5D	20D 5D	(依据配置) 10D 5D		(依据配置) 4D 2D	(依据配置) 30D 7D
<p>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。</p> <p>注 2: D 为流量计内径。</p>							

附 录 D
(资料性附录)
计量系统性能特征

D.1 总则

本附录阐述了计量系统的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 D.1。

表 D.1 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	合成不确定度	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	漂移引起的不确定度	1	—
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。

D.2 测量仪表准确度的技术要求**D.2.1 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：

D.2.1.1 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”。

D.2.1.2 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)。

U_A 和 U_B 可以由式(D.1)合成为一个不确定度值:

$$U = \sqrt{U_A^2 + U_B^2} \dots\dots\dots (D.1)$$

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。

D.2.2 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。

D.2.3 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的不确定度导则(如 GB/T 21446 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。

D.3 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。

D.2 所描述的仪表,其最大允许误差用式(D.2)和式(D.3)表示:

$$|\beta + U| < \text{MPE} \quad \dots\dots\dots (\text{D.2})$$

$$|\beta + U \times t + \sqrt{U^2 + (U_D \times t)^2}| < \text{MPE} \quad \dots\dots\dots (\text{D.3})$$

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。

D.4 不确定度评估示例

D.4.1 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。

D.4.2 不确定度评定

涡轮流量计的不确定度按以下方法评定。

D.4.2.1 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 $\beta = +0.03\%$ 。

D.4.2.2 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%。

D.4.2.3 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%。

D.4.2.4 温度对流量计的影响估计为 0.05%。

D.4.2.5 流量计 B 类不确定度应为:

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

D.4.2.6 流量计性能的随机变化(重复性)可以估计为 0.05%,则 $U_A = 0.05\%$ 。

D.4.2.7 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 $D = 0.08\%$ 。

D.4.2.8 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 D.2 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 D.2 不确定度参数举例

参数	β	U_B	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。

D.4.2.9 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。

D.4.2.10 计量系统不确定度随时间的变化

表 D.3 列出了整个计量系统是怎样随着时间的变化而变化的。

表 D.3 用表 D.2 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

D.4.3 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 D.1。

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 D.3 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 D.1 或表 D.3 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 D.2,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 D.2 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 D.3。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。

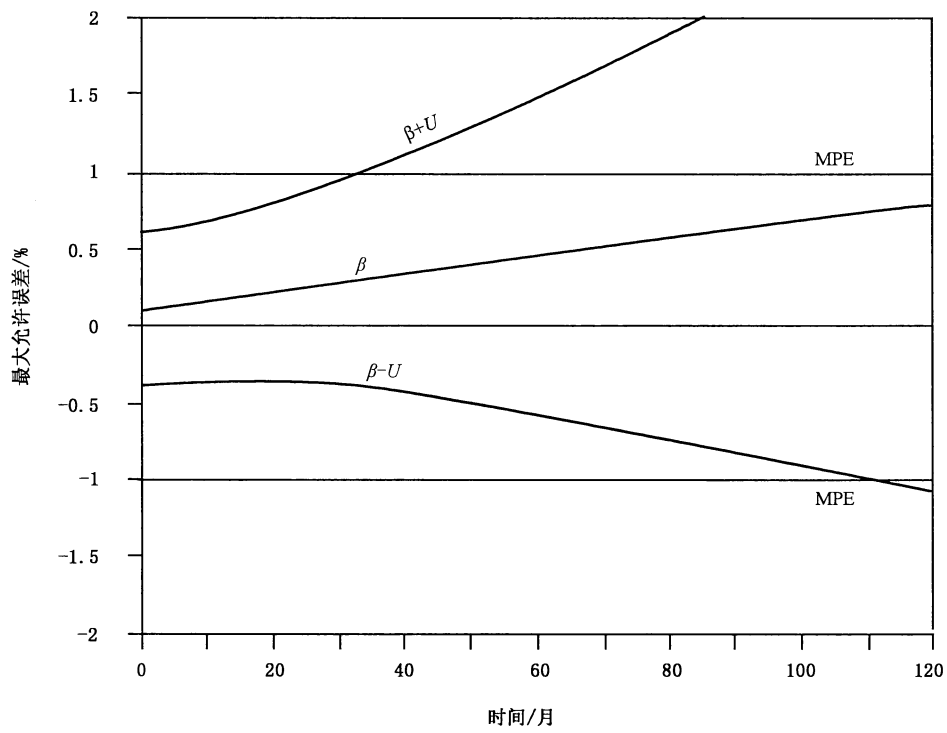


图 D.1 最大允许误差随时间变化而变化的情况——无重新校准

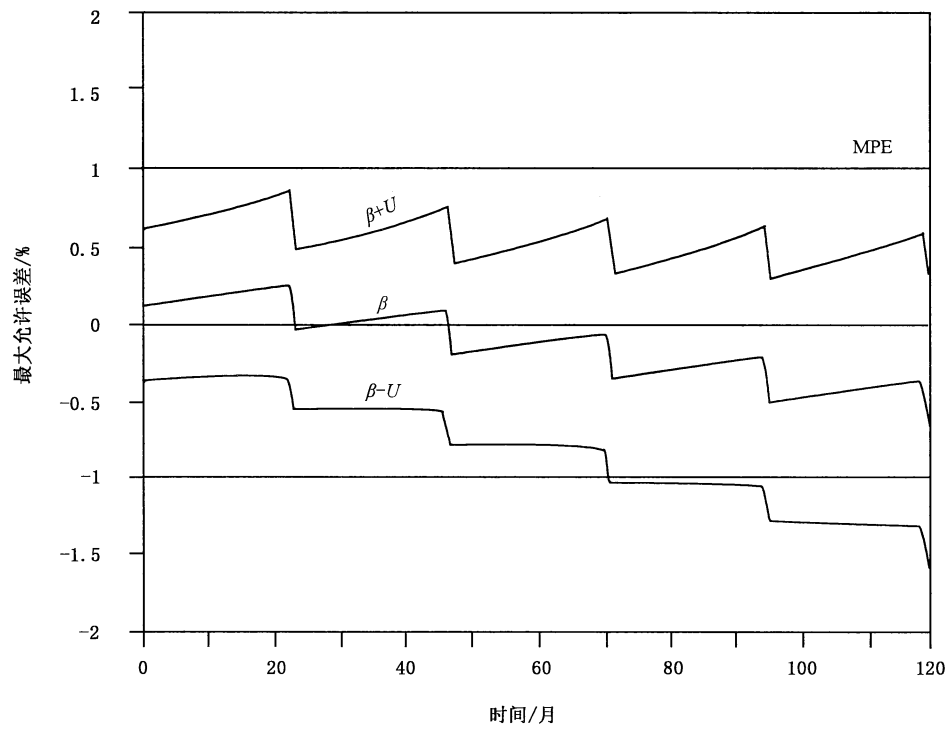


图 D.2 最大允许误差随时间变化而变化的情况——压力传感器,每 2 年重新校准一次

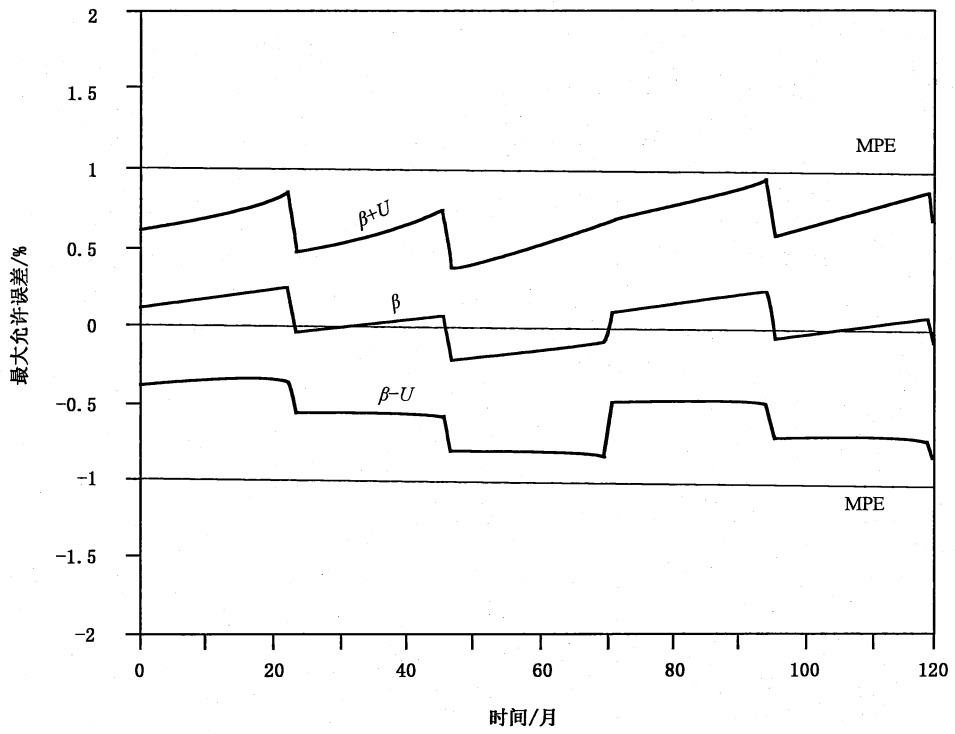


图 D.3 最大允许误差随时间变化——压力传感器(2年)重新校准,流量计(6年)重新校准

附 录 E
(资料性附录)
配套仪表测试程序

E.1 差压传感器**E.1.1 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。

E.1.2 高静压测试

每一台差压传感器都应使用一合格高静压气体差压活塞式压力标准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(如果它与高静压气体差压活塞式压力标准的校准温度相差很大)的影响,应对高静压气体差压活塞式压力标准的标准压力模块进行修正。

传感器和压力标准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 个或多个公称压力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%。

可能需要进行零点修正和量程调整,以使传感器的误差在允许的范围內。

E.1.3 “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静压测试和调整,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活塞式压力标准对每一差压传感器进行现场测试,测试时将其高压孔与压力标准相连,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。

E.1.4 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活塞式压力标准进行现场测试,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,以使其处于允许范围内(如果计量站的操作程序允许这样做)。

E.2 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。

E.3 温度传感器

E.3.1 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。

E.3.2 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。

E.3.3 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,应将该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。

附 录 F
(资料性附录)
档案和记录

F.1 档案

F.1.1 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)。

F.1.2 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。

F.2 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、黏度、比热比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。

F.3 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。

参 考 文 献

- [1] GB 4824 工业、科学和医疗(ISM)射频设备电磁骚扰特性 限值和测量方法
 - [2] GB 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法
 - [3] GB/T 19001 质量管理体系 要求
 - [4] OIML R 140:2007(E) 气体燃料计量系统
 - [5] EN1776:1998(2007) 供气系统 天然气计量站 功能要求
-



GB/T 18603-2014

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-51371

定价: 39.00 元