

《天然气计量系统技术要求》修订设想

黄 和¹, 杨文川¹, 徐 刚¹, 蒲旭辉², 唐 刚², 谈文虎¹

(1 中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司, 四川 成都 610017

2 中国石油西南油气田分公司川西北气矿, 四川 江油 621709)

摘 要: 论述了国内外天然气计量系统标准的进展和现状, 对比分析了国内外天然气计量系统标准, 阐明了 GB/T18603 标准的修订背景, 在调研基础上总结了国内天然气流量计量系统使用情况, 提出了 GB/T18603—2001 标准的修订设想和建议。

关键词: 天然气; 流量; 修订; 现状; 分析; 建议

文章编号: 1006-5539(2010)04-0048-06

文献标识码: A

1 天然气计量系统标准制修订情况简介

1.1 GB/T18603—2001 版标准制定背景

为了使天然气流量计量准确可靠, 天然气计量标准与国际接轨是非常重要的。在国际国内贸易计量中, 人们逐渐认识到单一对流量计进行研究、改进和标准化, 要提高流量计量的准确可靠是有限的。由于天然气计量的准确度与流量计量的各个环节密切相关, 因此必需从天然气计量系统的设计、建设、投产运行、验收、维护、校准及检定等一系列工作中系统地统筹考虑。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 于 1997 年制定了《气体燃料计量系统》国际建议, 并于 1998 年 10 月颁布了第 3 版; 欧共体经过二十多年的实验研究, 于 1998 年发布了 EN1776 1998《供气系统。天然气计量站。功能要求》标准。这两个标准文献提出了天然气计量站计量系统的组成内容及辅助设备的具体技术要求, 并按天然气计量站规模分级规定了系统配置要求。

在 2000 年以前, 我国商品天然气产量约为 $70 \times 10^8 \text{ m}^3$, 天然气长输管道长度约 1 000 km, 只有独立的气田管网和局部输配管网, 主要计量仪表为孔

板、漩涡和容积式流量计, 我国在天然气计量标准方面 SY/T 6143《天然气流量的标准孔板计量方法》和 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》等单一的计量标准, 既无完善的各种流量计标准也无覆盖各个方面的计量系统标准, 特别是在贸易计量中缺乏统一的计量系统技术要求的技术标准。

为了保证我国天然气生产及利用企业的贸易计量公平合理, 提高依法计量水平, 达到天然气计量标准与国际接轨, 实现天然气贸易计量的科学管理, 确保天然气计量系统的准确度, 按照国家质监总局、中国石油天然气集团公司的要求, 2000 年我们编写组根据我国天然气计量的实际经验和有关标准, 参考欧洲标准 EN1776 1998《供气系统。天然气计量站。功能要求》编制了 GB/T18603—2001 版^[1], 同时参考 OIML TC8/SC7《气体燃料计量系统》国际建议 1998 年 10 月第 3 版第 1.10.2 中表 B 和表 C 要求编制了该标准表 A2 计量系统配套仪表准确度。

1.2 GB/T18603 标准修订背景

最近几年来, 为保证天然气计量结果的准确性和可靠性, 参考相应的国际标准和国外标准, 制订或修订了一系列的天然气计量标准。在这一系列标准中, 最基本的标准是 GB/T18603—2001《天然气计量系统技术要求》包括新制定了涡轮、超声、旋转

收稿日期: 2010-01-18

作者简介: 黄 和 (1963-), 男, 四川资阳人, 高级工程师, 硕士, 主要从事石油天然气工艺设备及计量设计与研究工作。

©1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

容积、旋进漩涡和科里奥利流量计等五个方法标准和 GB/T22723—2008《天然气能量的测定》已经形成包括计量系统要求、能量测定和 6 种流量计计量天然气的标准体系,基本满足了天然气工业迅速发展的需要。

随着国际国内天然气工业的加速大力发展,到 2009 年,中国天然气产量已达 $760\times 10^8\text{ m}^3$,天然气管输管道总里程达到 30 000 km,初步形成天然气管网输气能力达 $600\times 10^8\text{ m}^3$,用于交接计量的主要仪表为超声、涡轮、孔板、容积式流量计等;GB/T 18603—2001 标准在规范我国天然气计量工作、天然气计量站的建设和改造等方面,起到了非常重要的规范作用;然而目前应用于天然气计量领域的新技术的日渐成熟,尤其是我国跨国天然气贸易量的急增,也带来了一些新的问题^[2~3],同时相关的能量测定标准、物性参数标准的制修订,有必要及时对该标准进行修订。

2 国内外标准对比分析

2.1 国际标准的跟踪研究

跟踪了 EN 1776 1998《供气系统·天然气计量站·功能要求》该标准发布以来一直未修订,2007 年对 EN 1776 1998 进行了复审确认^[4]。OML TC8/SC7 于 2007 年发布了最新的 OML R 140 2007 年版(E)《气体燃料计量系统》^[5],中国石油工程设计有限公司西南分公司对最新的 OML R 140《气体燃料计量系统》进行了翻译整理工作。

2.2 国内外标准对比分析

对国外先进标准 EN 1776 1998 OML TC8/

SC7 国际建议 OML R 140 2007 年版(E)《气体燃料计量系统》和 OML TC8/SC7 国际建议 1997 年版、GB/T 18603—2001 版进行了深入比较和分析,重点针对几个标准中关于天然气测量系统准确度等级分级、天然气测量系统配置仪表和计量结果的最大允许误差等关键技术指标进行了分析比较。

2.2.1 EN 1776 1998 和 OML 1997 年版

EN 1776《供气系统·天然气计量站·功能要求》,规定了天然气测量系统的基本要求,包括天然气计量站的设计、建设、投产、操作和维修方面的基本要求。计量站的设计处理能力应等于或大于 $500\text{ m}^3/\text{h}$ (标准状态),操作压力等于或大于 0.1 MPa(表压),见表 1。

该标准提供了依据不同流量确定不同规模测量系统的设计准则。

表 1 天然气计量站测量系统仪表配套指南(EN 1776 1998)

设计流量 / $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ (标准状态)	≥ 500	$\geq 5\,000$	$\geq 10\,000$	$\geq 100\,000$
计量条件下流量测量	*	*	*	*
温度测量	*	*	*	*
压力测量	*	*	*	*
Z 系数确定		*	*	*
热值和气体质量测定				*
每一时间间隔的流量记录			*	*
用于温、压测量和 Z 系数确定项的交替验证的密度测量			*	*
在线流量计检验校准			*	*

表 2~3 是 OML TC8/SC7《气体燃料计量系统》国际建议 1998 年 10 月第 3 版对燃气测量系统

表 2 天然气测量系统准确度等级分级表(OML 建议)

标准条件下设计流量 / $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$	$< 1\,000$	$1\,000 < 10\,000$	$10\,000 < 50\,000$	$\geq 50\,000$
流量计的曲线误差校正		*	*	*
就地检定(校准)系统			*	*
温度测量	*	*	*	*
压力测量		*	*	*
压缩因子转换		*	*	*
就地发热量和气质测量			*	*
远距离发热量值测定(取样或计算)		*		
每间隔时间内流量记录			*	*
密度测量(代替 P、T、Z)			*	*
准确度等级	C(3%)	B(2%)	B(1%~2%)	A(1%)

表 3 天然气计量系统配置仪表准确度 (OML建议)			
测量参数	最大允许误差 / (%)		
	A级	B级	C级
温度	0.5 K	0.5 K	1.0 K
压力	0.20	0.50	2.0
密度	0.50	1.0	1.0
热值	0.50	1.0	1.0
压缩因子	0.30	0.3	0.50
体积或质量 (在计量条件下)	0.75	1.2	1.5
计量结果	1.0	2.0	3.0

的基本要求。EN 1776和 OML国际建议,都是为了提高和确保天然气计量准确度而对输配计量站的

表 4 天然气测量系统准确度等级分级表 (OML R140 2007)				
标准条件下设计流量 / m ³ · h ⁻¹	< 1 000	1 000 < 10 000	10 000 < 100 000	≥ 100 000
流量计的曲线误差校正		*	*	*
就地检定 (校准) 系统			*	*
温度测量	*	*	*	*
压力测量		*	*	*
压缩因子转换		*	*	*
就地发热量和气质测量			*	*
远距离发热量值测定 (取样或计算)	*	*	*	
每间隔时间内流量记录			*	*
密度测量 (代替 P、T、Z)			*	*
准确度等级	C (3%)	B (2%)	B (1% ~ 2%)	A (1%)

表 5 天然气计量系统配置仪表准确度 (OML R140 2007)			
测量参数	最大允许误差 / (%)		
	A级	B级	C级
温度	0.5 K	0.5 K	1.0 K
压力	0.20	0.50	1.0
密度	0.35	0.7	1.0
压缩因子	0.30	0.3	0.50
热值	0.50	1.0	1.0
有代表性热值	0.60	1.35	2.0
体积或质量 (在计量条件下)	0.70	1.2	1.5
计量结果	1.0	2.0	3.0

表 6 流量标准分类比较表				
序号	内容	美国	欧洲 (ISO/EN)	中国
1	节流装置		ISO 5167—1用差压装置测量流体流量——第一部分: 安装在充满流体的圆形截面管道中的孔板	GB/T 2624—2006 流量测量节流装置用孔板、喷嘴和文丘里管测量充满圆管的流体流量
	通用标准			
	天然气专用标准	API ANS b530/AGA No. 3 天然气流体计量同心直角孔板流体计量		GB/T 21446—2008 用标准孔板流量计测量天然气流量
2	气体涡轮流量计	AGA No. 7 燃料气测量用涡轮流量计	ISO 9951 密闭管道气体测量涡轮流量计; EN12261 2002和涡轮气体流量计	GB/T 21391—2008 用涡轮流量计测量天然气流量

设计、建设、投产、操作和维修等方面提出的基础技术要求。国际建议中将计量站分为 A、B、C三个等级,对不同的流量规模配备的二次测量仪表就不同。该建议适用于流量等于或大于 100 m³/h运行压力不低于 0.2MPa;对于热值测量、测温、测压、取样和包括指示、打印、存储、转换和积算等系统部件或设备都作了相应的技术规定,其流量计量最终结果的最高准确度 A级,可以达到 ±1.0%。

2.2.2 OML R140 2007年版
OML TC8/SC7于 2007年发布了最新的 OML R140 2007年版 (E)《气体燃料计量系统》,对表 2和表 3进行了局部修改,见表 4和表 5。

2.2.3 国内外标准对比分析
近十年来,为保证天然气计量结果的准确性和可靠性,参考相应的国际标准和国外标准,制订或修订了一系列的天然气计量标准。在这一系列标准中,最基本的标准是《天然气计量系统技术要求》,而 6个方法标准涵盖了目前常用的涡轮、超声、旋转容积、旋进漩涡、孔板和科里奥利流量计,基本满足了天然气工业迅速发展的需要,见表 6。

续表 6 流量标准分类比较表				
序号	内容	美国	欧洲 (ISO EN)	中国
3	气体超声流量计	AGA No 9 气体测量用超声流量计	ISO/DIS 17089—2008 ^[6]	GB/T 18604—2001 用超声流量计测量天然气流量 ^[7]
4	涡街流量计		ISO/TR 12764 密闭管道内流体流量测量用涡街流量计测量充满	SY/T 6658—2006 用旋进漩涡流量计测量天然气流量
5	容积式流量计	AGA No 6 大流量的容积式仪表测试方法, ANSI B109.3 旋转容积式流量计	欧洲标准 EN 12480 2002	SY/T 6660—2006 用旋转容积式流量计测量天然气流量
6	科氏流量计	AGA No 11 用气体质量流量计测量天然气流量 A	ISO 10790 密闭管道内流体流量的测量—科里奥利质量流量计	SY/T 6659—2006 用科里奥利质量流量计测量天然气流量
7	临界流流量计	ASME/ANSI MFC—7 1987 用临界流文丘里喷嘴测量气体流量	ISO 9300 用临界流文丘里喷嘴测量气体流量的方法	GB/T 21188—2007/ISO 9300 2005 用临界流文丘里喷嘴测量气体流量
8	能量测量	AGA No 5 燃烧气体的能量测量	ISO 15112 2007 天然气——能量测定	GB/T 22723—2008 天然气能量的测定
9	计量系统标准		EN 1776 供气系统·天然气计量站·功能要求 OML R140 2007 气体燃料计量系统	GB/T 18603—2001 天然气计量系统技术要求

由于天然气计量系统标准不仅对计量站的设计、建设、投产、操作和维护方面作了技术要求,还对天然气体积流量、质量流量、能量流量作了详细规定,这些标准均可在电动仪表加计算机条件下进行三方面的流量计量。天然气计量系统标准比较,见表 7。

表 7 天然气计量系统标准比较表				
序号	内容	OML R140 2007	欧洲	中国
1	不同流量不同规模计量系统的准确度	按设计流量分 4 档	按设计流量分 4 档	按设计流量分 3 档
2	仪表选型准确度	有规定		有规定
3	流量计选型指南		有规定	有规定
4	二次仪表校程序		有规定	有规定
5	站场工艺设计	有规定	有规定	有规定
6	设计、施工、验收标准方面	有规定	有规定	作了详细的技术规定
7	脉动和振动		有参考资料	
8	性能特征		有规定	有规定
9	设计能力 m ³ /h 标准参比条件)	1 000~100 000	500~100 000	500~50 000

天然气流量计量标准中,除流量计量标准外,还包括天然气密度(直接测量)及为获得密度而进行的间接测量如压力、温度、天然气组份测试及计算标准,还有为计算天然气偏离理想气体程度的压缩因子计算标准,以及相关的检定规程等,在此不在详述。

3 天然气流量计量系统使用情况调研

调研了国内天然气贸易计量中不同工况条件下的流量计量系统使用情况和现场适应性,了解在现场使用中存在的主要问题,收集相关数据及信息。

调研共包括了 10 多个贸易交接计量站,覆盖了我国西气东输、广东 LNG 川渝地区、川气东输、长庆油田等的输气干线、大型城市门站及地方终端用户使用的流量计量系统,包括不同等级、不同流量规模计量站的计量系统。

通过调研,较为系统地掌握了这些地区在天然气贸易交接中计量系统的配置和使用情况,并结合国内外最新标准和我国标准及规程的相关技术要求进行了全面的分析。重点针对每个计量站可能存在的计量影响因素、具备的使用中检验和在线实流校准条件进行了分析,结合国内外标准和规程的技术要求,分析在我国的使用情况和存在的主要问题。

3.1 天然气流量计量系统总体情况

通过对我国现场使用情况的调研,共收集了百余台超声流量计相关信息、工艺管路安装形式和数据等,详细了解了我国现有超声流量计在天然气贸易计量中不同工况条件下的使用情况、安装条件、计量性能主要影响因素以及超声流量计现场使用中存在的主要问题和国内现有的研究成果等。

GB/T18603—2001的颁布实施大大推进了我国天然气流量计量系统及其配置仪表的准确度要求。尤其是2002年以来,随着我国天然气工业的发展,我国天然气计量站的计量系统设置水平已相当高。但是,由于现场工况条件的复杂性和计量管理人员技术水平的不同,其计量在保证现场计量性能方面存在一定的差异。

3.2 气质条件差影响计量性能

在对调研结果的分析中,发现气体超声流量计在西南地区(包括中石油和中石化下属油田公司)的使用情况相对较差,这个地区是国内较早使用超声流量计的地区,在2001年就开始使用气体超声流量计。而这一地区的天然气管网也相对建立较早,如西南油气田的输气干线有相当一部分是20世纪70年代建设,由于管道内腐蚀造成天然气中含有FeS等粉尘。同时,由于气井较为分散,因此,输气干线的进气点较多,气质的控制相对比较困难。定期清洗超声探头和表体也没有完全解决超声流量计内壁和换能器脏污的问题。

根据现有的标准,天然气气质对气体超声流量计有较大影响,尤其是粉尘、凝析油等对气体超声流量计计量性能的影响较大。这些脏污在管壁和换能器上的附着和堆积,如果现场清洗维护工作不及时,可能会带来较大的计量偏差。一些研究表明,脏污可对某些流量计流量输出带来0.3%以上的偏差。

3.3 没有在线色谱仪评价标准

在调研中,项目组发现,大多计量站都能按GB/T18603—2001《天然气计量系统技术要求》的要求在A级站配置在线色谱仪。由于我国对在线色谱仪只是使用离线色谱仪的检定规程进行检定,获得合法的使用证书(检定证书),而没有对在线色谱仪进行系统的评价,分析出来的天然气组成数据的偏差因气质的复杂情况而定,如果在使用过程中不及时更新天然气组分,那么流量计在标准参比条件下

体积流量将会有一定偏差。ISO在1995年发布了ISO10723:1995 Natural gas—Performance evaluation for on-line analytical systems^[8],为在线色谱仪的评价提供了标准方法。20世纪末西南油气田分公司天然气研究院就对该标准进行了跟踪研究,由于当时在线色谱仪使用的较少,没有进行采标,目前已启动了该项目。

4 GB/T18603—2001的修订设想和建议

4.1 修订原则

根据工作组对国际国内有关天然气计量系统的最新技术标准发展研究,针对OML TC8/SC7:2007《气体燃料计量系统》的特点和要求,从标准先进性和适用性出发修订GB/T18603—2001《天然气计量系统技术要求》主要考虑两个原则:

a采用国外最新标准成果,尽可能做到与国际先进标准接轨;

b充分考虑天然气介质的特殊性及其我国天然气计量长期实践的经验和做法,考虑国家标准的连续性,做到执行标准的循序渐进性。

4.2 修订设想和建议

在GB/T18603—2001《天然气计量系统技术要求》的基础上,根据翻译、整理并分析的最新版OML R14Q:2007《气体燃料计量系统》的特点和要求;结合对我国多年来实施GB/T18603—2001标准的实际情况调查研究的结果;通过对大量资料的收集和分析,在充分掌握第一手资料的基础上进行修订编制工作;并继续参考EN1776:1998《供气系统·天然气计量站·功能要求》,同时参考OML R14Q:2007《气体燃料计量系统》国际建议。主要内容修改如下:

a物理原理和一般要求、设计和建设以GB/T18603—2001为基础,补充OML R14Q:2007的最新技术要求;

b发热量测量部分参考OML R14Q(重点为6.4.7.4和8.8)和GBT22723(重点为9)的内容,以及国内实际情况进行修改,重点内容为赋值和在线色谱仪;

c天然气计量系统的可靠性与校准、投产试运、

运行和维护等部分, 结合最新国家检定规程和流量计方法标准方面的内容进行修改;

 d 附录 A 仪器仪表配备指南表 A1 不同等级的计量系统和表 A2 计量系统配套仪表准确度部分参照 OML R140 (重点为 6 中的表 1、表 2、表 3—1 和表 3—2) 的内容, 以及国内实际情况进行修改;

 e 附录 C 性能特征 JJF1059 为基础, 参照 OML R140 (重点为附录 C) 的内容, 以及相应计量器具检定规程的要求和国内实际情况进行修改;

 f 附录 D 流量计选型指南国内最新流量计方法标准结合国内实际情况进行修改;

 g 附录 E 参照 OML R140 的内容, 以及相应计量器具检定规程的要求和国内实际情况进行修改, 重点考虑该附录存在的必要性。

参考文献:

[1] GB/T18603—2001, 天然气计量系统技术要求[S].

[2] 黄 和, 游 岚, 罗旭翠, 等. 从天然气的经济价值谈如何准确计量[J]. 天然气与石油, 2007, 25(2): 37-42.

[3] 黄 和, 徐 刚, 余汉成, 等. 国内外天然气流量计量检测技术现状及进展[J]. 天然气与石油, 2009, 27(2): 42-47.

[4] EN 1776: 1998 (2007), Gas Supply Systems, Natural Gas Measuring Stations, Functional Requirements[S].

[5] OML R 140 Edition 2007 (E), Measuring Systems for Gaseous Fuel[S].

[6] ISO/DIS 17089 Part 1: 2008 Measurement of Flow in Closed Conduits— Ultrasonic Meters for Gas Meters for Custody Transfer and Allocation Measurement[S].

[7] GB/T18604—2001, 用气体超声流量计测量天然气流量[S].

[8] ISO 10723: 1995 Natural Gas Performance Evaluation for on-Line Analytical Systems[S].