

天然气国家标准 实施指南

全国天然气标准化技术委员会秘书处 编著
罗勤 陈赓良 等



 中国标准出版社

天然气国家标准 实施指南

全国天然气标准化技术委员会秘书处

罗勤

陈赓良

等编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国标准出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

天然气国家标准实施指南/全国天然气标准化技术委员会秘书处编著. —北京: 中国标准出版社, 2006

ISBN 7-5066-4131-3

I. 天… II. 国… III. 天然气—标准—中国—指南 IV. P618.13-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 046668 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

网址 www.bzcbs.com

电话: 68523946 68517548

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 787×1092 1/16 印张 15.5 字数 260 千字

2006 年 8 月第一版 2006 年 8 月第一次印刷

*

定价 33.00 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)68533533

编委会名单

主编：罗 勤 陈赓良

编委：何 勇 常宏岗 王学文

李广月 徐晓明 王 斌

陈效红 唐 蒙 迟永杰

罗鉴生 刘业孝 毛筑貽

张光泽 韩 桥 李春璞

主审：黄维和 黄黎明 李海元

张 勇 邱健勇 朱 姝

天然气作为我国新兴的清洁能源,也是一种特殊商品。它不仅与国民经济的发展密切联系,也与千家万户的生活息息相关。同时,天然气本身又是一种组成复杂的气体混合物,对其中有害物质和杂质组分必须严加控制。加之,天然气从生产、输配到利用的各个层面上涉及分析、测试、计量等一系列操作和管理,具有相当的复杂性。因此,对天然气从开发到利用的全过程实施气质管理是发展天然气工业的关键之一,而实施全面气质管理的核心问题则是制定科学且实用的管输商品气气质标准,及其相应分析测试技术的标准化。

为了适应天然气工业迅速发展的需要,我国于1999年8月20日发布了强制性国家标准GB 17820—1999《天然气》;在此基础上又于2000年4月3日发布了强制性国家标准GB 18047—2000《车用压缩天然气》;并于2003年6月18日发布了推荐性国家标准GB/T 19204—2003《液化天然气的一般特性》。以GB 17820为基础的这3个国家标准在其实施过程中,必须同时解决取样准则、标准参比条件、烃类组分与杂质组分的分析方法、物性参数直接测量及其计算方法等一系列配套的通用基础标准和分析测试方法标准。迄今为



止,全国天然气标准化技术委员会已组织起草了 27 个国家标准(含 4 个国家标准报批稿),形成了一个较为完善的标准体系。

上述各项标准目前已在中国石油、中国石化、中国海洋石油等天然气生产和输送企业,以及用天然气为原料的化肥厂、发电厂、城市燃气公司等用户单位得到广泛应用,基本满足了天然气工业对气质管理的要求。这些标准的全面实施,在规范销售市场、促进国际贸易、合理利用资源和组织安排生产等方面发挥了巨大作用,且为天然气工业的 HSE 管理奠定了基础。

为使 GB 17820 等 27 项标准得到深入贯彻,全国天然气标准化技术委员会秘书处和中国石油西南油气田公司天然气研究院组织相关专家编写了本书。该书系统介绍了 GB 17820 等标准的起草背景及其依据,并对相关的配套标准进行了详细的说明,也指出了贯彻实施标准过程中应注意的问题,故本书具有很强的针对性、适用性和操作性。相信本书的出版将进一步推动我国天然气标准化工作的技术进步。

全国天然气标准化技术委员会

主任委员

目 录

第一章 天然气工业及其专业标准体系	(1)
第一节 天然气专业标准体系	(1)
第二节 制定天然气气质指标的目标与要求	(7)
第二章 《天然气》与《车用压缩天然气》概述	(10)
第一节 制定标准的依据	(10)
第二节 GB 17820—1999《天然气》标准简介	(11)
第三节 GB 18047—2000《车用压缩天然气》标准简介	(13)
第四节 国内外气质标准的比较与分析	(17)
第五节 全面贯彻实施气质标准	(23)
第三章 通用基础标准	(25)
第一节 天然气标准参比条件	(25)
第二节 天然气分析的溯源性准则	(31)
第三节 天然气在线分析系统的操作性能评价	(38)
第四节 天然气分析用标准气混合物的制备	(46)
第五节 以称量法制备 RGM 的实例	(56)
第六节 天然气取样导则	(67)
第四章 天然气的烃类组成分析	(82)
第一节 概述	(82)
第二节 GB/T 13610—2003 简介	(86)
第三节 GB/T 17281—1998 简介	(100)



第五章 天然气物性的计算方法	(112)
第一节 相对密度和密度的计算	(112)
第二节 发热量和沃泊指数的计算	(118)
第三节 压缩因子的计算	(124)
第四节 天然气甲烷值的计算及其标准化	(139)
第六章 天然气中杂质组分的分析	(147)
第一节 天然气中硫化合物的分析	(147)
第二节 天然气中水含量的分析	(168)
第三节 天然气中汞含量的测定	(171)
第七章 天然气物性的直接测定	(185)
第一节 天然气体积性质的测定	(185)
第二节 发热量的测定	(193)
第三节 水露点的测定	(197)
第四节 天然气的能量计量	(200)
第八章 天然气的互换性及其标准化	(213)
第一节 天然气的互换性和燃具的适应性	(213)
第二节 天然气的分类	(218)
第三节 我国陆上管输天然气的沃泊指数	(221)
第九章 加臭剂及其应用	(223)
第一节 天然气加臭技术发展概况	(223)
第二节 天然气加臭剂的技术要求	(225)
第三节 加臭剂及其测试方法	(226)
第四节 加臭技术	(232)
第五节 安全与防护	(234)
参考文献	(238)

第一章

天然气工业及其专业标准体系

第一节 天然气专业标准体系

天然气作为一种矿物能源和特殊商品,其生产与利用需经一系列复杂的工艺处理过程,并投入大量建设资金。但截至 20 世纪 80 年代末,天然气工业长期作为石油工业的附属工业而并未建立自身独立的标准体系。

石油工业和天然气工业在地质、勘探、开发和地面建设等专业领域由于工艺过程类似,标准体系可以结合考虑。但原油及炼制产品绝大多数是液体,而天然气及其加工产品则是气体,两者在组成与分析测试方法方面有很大差别,所涉及的基础标准也大不相同。另一方面,原油是一种产品,但天然气往往是多种产品的总称。通常气井采出的天然气不能作为商品出售,仅在原料天然气经加工处理后才能作为一种产品进行交易。

鉴于以上原因,天然气工业目前已作为一种新兴的资金和技术密集型产业,从石油工业中分离出来而得到了迅速发展,故建立天然气工业的专业标准体系问题也就应运而生。

1988 年国际标准化组织(ISO)决定将天然气工业的标准化工作从气体分析技术委员会(ISO/TC 158)分离出来,单独成立天然气技术委员会(ISO/TC 193)。迄今已制定和修订了 31 项 ISO 标准和 1 项技术规范(TS),形成了较为完善的标准体系(参见表 1-1)。

为了与国际标准全面接轨,原中国石油天然气总公司石油工业标准化技术委员会也于 1998 年决定单独成立天然气专业标准化技术委员会。1999 年原国家质量技术监督局又决定在原天然气专业标准化技术委员会的基础上成立全国天然气标准化技术委员会(CSBTS/TC 244)。目前由全国天然气标准化技术委员会制定的天然气专业标准体系表的结构如图 1-1 所示。截至 2004 年底,天然气专业标准体系中已建立了 27 项国家标准,7 项行业标准(参见表 1-2)。

表 1-1 ISO/TC 193 已出版的 ISO 标准与技术规范

序号	标 准 号	标 准 名 称
1	ISO 13443:1996	天然气 标准参比条件
2	ISO 13686:1998	天然气 质量指标
3	ISO 13734:1998	天然气 用作添味剂的有机硫化物 技术要求与试验方法
4	ISO 14532:2001	天然气 术语
5	ISO 15403:2000	天然气 作为车用压缩燃料的质量指标
6	ISO/TS 16922:2002 (技术规范)	天然气 气体添味准则
7	ISO 6326-1:1989	天然气 硫化物测定 第 1 部分:一般介绍
8	ISO 6326-2:1981	气体分析 天然气中硫化物测定 第 2 部分:用带电化学检测器的气相色谱仪测定臭味硫化物
9	ISO 6326-3:1989	天然气 硫化物测定 第 3 部分:电位法测定硫化氢、硫醇、硫氧化碳等
10	ISO 6326-4:1994	天然气 硫化物测定 第 4 部分:用带火焰光度检测器的气相色谱仪测定硫化氢、硫氧化碳、含硫添味剂
11	ISO 6326-5:1989	天然气 硫化物测定 第 5 部分:林格奈 (Lingener) 燃烧法
12	ISO 6570:2001	天然气 潜在烃含量测定 称量法
13	ISO 6974-1:2000	天然气 在一定不确定度下用气相色谱法测定组成 第 1 部分:分析准则
14	ISO 6974-2:2001	天然气 在一定不确定度下用气相色谱法测定组成 第 2 部分:测量系统特性与数据处理
15	ISO 6974-3:2000	天然气 在一定不确定度下用气相色谱法测定组成 第 3 部分:用两根填充柱测定氢、氮、氧、氮、二氧化碳和直至 C ₈ 的烃类
16	ISO 6974-4:2000	天然气 在一定不确定度下用气相色谱法测定组成 第 4 部分:实验室和在线测量系统中用两根填充柱测定氮、二氧化碳、C ₁ 至 C ₅ 以及 C ₆ + 烃类
17	ISO 6974-5:2000	天然气 在一定不确定度下用气相色谱法测定组成 第 5 部分:实验室和在线过程应用中用三根填充柱测定氮、二氧化碳、C ₁ 至 C ₅ 以及 C ₆ + 烃类

续表 1-1

序号	标准号	标准名称
18	ISO 6974-6:2002	天然气 在一定不确定度下用气相色谱法测定组成 第6部分:用三根毛细柱测定氢、氮、氧、氮、二氧化碳和C ₁ 至C ₈ 烃类
19	ISO 6975:1997	天然气 延伸分析 气相色谱法
20	ISO 6976:1995	天然气 由组成计算发热量、密度、相对密度和沃泊指数
21	ISO 6978:1992	天然气 汞含量测定
22	ISO 10101-1:1993	天然气 用卡尔费休法测定水分 第1部分:导论
23	ISO 10101-2:1993	天然气 用卡尔费休法测定水分 第2部分:滴定法
24	ISO 10101-3:1993	天然气 用卡尔费休法测定水分 第3部分:库仑法
25	ISO 10715:1997	天然气 取样导则
26	ISO 10723:1995	天然气 在线分析系统的操作性能评价
27	ISO 11541:1997	天然气 高压下水分的测定
28	ISO 12213-1:1997	天然气 压缩因子计算 第1部分:导论和指南
29	ISO 12213-2:1997	天然气 压缩因子计算 第2部分:用摩尔组成计算
30	ISO 12213-3:1997	天然气 压缩因子计算 第3部分:用物性数据计算
31	ISO 14111:1997	天然气 分析溯源性准则
32	ISO 6327:1981	气体分析 天然气水露点测定 冷却镜面凝析湿度计法

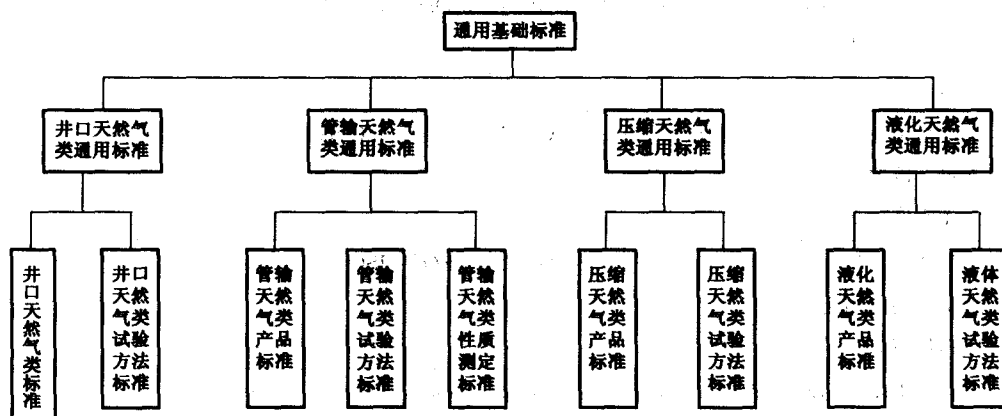


图 1-1 我国天然气专业标准体系表的结构



第一章 天然气工业及其专业标准体系

表 1-2 我国天然气专业标准体系中已建立的标准项目汇总表(至 2004 年底)

序号	标准名称	标准号	宣订级别	采用国际国外标准的程度(符号)	采用或相应的国际(国外)标准号	备 注
1	天然气	GB 17820—1999	GB		ISO 13686:1998	代替 SY/T 7514—1988
2	车用压缩天然气	GB 18047—2000	GB		ISO 15403:2000	代替 SY/T 7546—1996
3	气体分析 校准用 气体混合物的制备 称量法	GB/T 5274—1992	GB/T	MOD	ISO 6142:2001	
4	天然气中硫化氢含量 的测定 碘量法	GB/T 11060.1—1998	GB/T	NEQ	ASTM D2385	代替 GB/T 11060.1—1989
5	天然气中硫化氢含量 的测定 亚甲 蓝法	GB/T 11060.2—1998	GB/T	NEQ	ASTM D2725	代替 GB/T 11060.2—1989
6	天然气中总硫的测定 氧化微库仑法	GB/T 11061—1996	GB/T	NEQ	ASTM D3246	代替 GB/T 11061—1989
7	天然气发热量、密度、 相对密度和沃泊指数的 计算方法	GB/T 11062—1998	GB/T	NEQ	ISO 6976:1995	代替 GB/T 11062—1989
8	天然气取样导则	GB/T 13609—1999	GB/T	MOD	ISO 10715:1997	代替 GB/T 13609—1992
9	天然气中汞含量的测定 原子吸收光谱法	GB/T 16781.1—1996	GB/T	MOD	ISO 6978:1992	
10	天然气中汞含量的测定 冷原子荧光分光光度计法	GB/T 16781.2—1996	GB/T	NEQ	ISO 6978:1992	
11	天然气中丁烷至十六烷 烃类的测定 气相色谱法	GB/T 17281—1998	GB/T	NEQ	ISO 6975:1986	
12	天然气水露点的测定 冷却镜面凝析湿度计法	GB/T 17283—1998	GB/T	MOD	ISO 6327:1981	



表 1-2(续)

序号	标准名称	标准号	宜订级别	采用国际国外标准的程度(符号)	采用或相应的国际(国外)标准号	备 注
13	天然气压缩因子的计算 第1部分: 导论和指南	GB/T 17747.1—1999	GB/T	MOD	ISO 12213.1:1997	
14	天然气压缩因子的计算 第2部分:用摩尔组成进行计算	GB/T 17747.2—1999	GB/T	MOD	ISO 12213.2:1997	
15	天然气压缩因子的计算 第3部分:用物性值进行计算	GB/T 17747.3—1999	GB/T	MOD	ISO 12213.3:1997	
16	天然气中硫化氢含量的测定 醋酸铅反应速率双光路检测法	GB/T 18605.1—2001	GB/T	MOD	ASTM D4084—1990	
17	天然气中硫化氢含量的测定 醋酸铅反应速率单光路检测法	GB/T 18605.2—2001	GB/T	NEQ	ASTM D4084—1990	
18	天然气中水含量的测定 卡尔费休-库仑法	GB/T 18619.1—2002	GB/T	MOD	ISO 10101-1,3:1994	
19	天然气标准参比条件	GB/T 19205—2003	GB/T	NEQ	ISO 13443:1996	
20	天然气的组成分析 气相色谱法	GB/T 13610—2003	GB/T	MOD	ASTM D 1945—1996	修订 GB/T 13610—1992
21	天然气中总硫的测定 氢解速率计比色法	GB/T 19207—2003	GB/T	MOD	ASTM D 4468—1995	
22	天然气用有机硫化物加臭剂的要求和测试方法	GB/T 19206—2003	GB/T	IDT	ISO 13734:1998	



表 1-2(续)

序号	标准名称	标准号	宜订级别	采用国际国外标准的程度(符号)	采用或相应的国际(国外)标准号	备 注
23	液化天然气的一般特性	GB/T 19204—2003	GB/T	IDT	CEN EN 1160:1997	
24	液化天然气(LNG)生产、储存和装运		GB/T	IDT	NFPA 59a:2001	
25	天然气词汇		GB/T	IDT	ISO 14532:2001	
26	冷冻液烃 液化天然气的取样连续法		GB/T	IDT	ISO 8943:1991	已通过专家审查
27	LNG 密度计算模型规范		GB/T	IDT	ASTM D4784—2003	已通过专家审查
28	油田气中 $C_1 \sim C_{12}$ 、 N_2 、 CO_2 组分的测定 关联归一气相色谱法	SY/T 0529—2001	SY/T			代替 SY/T 0529—1993
29	油田气组成分析 低温冷凝取样色谱分析法	SY 7502—1999	SY/T			代替 SY/T 7502—1985
30	天然气(包括微量重烃)的分析方法 气相色谱法	SY 7503—1985	SY/T			
31	天然气中二氧化碳含量的测定 氢氧化钡法	SY/T 7506—1996	SY/T			代替 SY/T 7506—1994
32	天然气中水含量的测定 电解法	SY/T 7507—1997	SY/T			代替 SY/T 7507—1987
33	天然气净化厂气体及溶液分析方法	SY/T 6537—2002				
34	配方型选择性脱硫溶剂	SY/T 6538—2002				



从图 1-1 和表 1-2 可以看出,天然气专业标准体系分为 3 个层次:通用基础标准、门类通用标准和按产品质量标准、试验方法标准、物性测定标准分类的个性标准。体系中的核心部分是产品质量标准,其他绝大多数标准都是围绕产品质量标准的实施而制定的。

第二节 制定天然气气质指标的目标与要求

天然气作为我国新兴的清洁能源,它不仅与国民经济的发展密切相关,也与千家万户的生活息息相关。同时,天然气本身又是一种组成复杂的气体混合物,对其中有害杂质组分必须严格控制。加之天然气从生产、输配到使用的各个层面上涉及分析、测试、计量等一系列操作和管理,具有相当的复杂性。另外,也应看到我国长输管道及其输配系统尚处于发展的起步阶段,缺乏运行和管理经验,故必须予以充分重视。参照国内外的经验,制定天然气气质指标并实施质量管理的主要目标大致可归纳如下。

一、充分发挥环境效益

商品天然气中的硫化氢和总硫含量是与其环境效益密切相关的重要指标,因为保护环境以实现可持续发展是我国的基本国策。统计资料表明,我国最大的城市上海,其煤炭消费量和消费密度均居全国各城市之首,现已划入国家的酸雨控制区,若不能实现以气代煤则 10 年内二氧化硫排放量将增至目前的 3 倍,造成的严重后果可想而知^[1]。又如我国中部大城市武汉市,目前酸雨污染也十分严重,若能实现以气代煤则每年可减排 1/3 的二氧化硫。此外,天然气中经常含有的二氧化碳也是必须加以控制的温室气体;其他可能含有的如汞、放射性气体等杂质若超标,也会对环境造成不利影响。

二、保证生产和输配系统的长期稳定运行

天然气中硫化氢、二氧化碳等杂质组分均为金属材料的腐蚀性介质,当输配系统在低于天然气水露点的条件下运行时会出现严重的腐蚀。当天然气中硫化氢含量超过 20 mg/m^3 时,若其中还含饱和水,管道内壁将发生电化学腐蚀和硫化物应力腐蚀开裂(SSC)。电化学腐蚀会导致管壁减薄和点蚀穿孔等局部腐蚀破坏;而 SSC 的破坏力更大,会造成管道无征兆突然破裂,天然气大量泄漏,极易酿成重大恶性事故。

1970~1984 年美国输气干线发生的事故中,由内腐蚀造成的事故占 4.5%;1980~1990 年 10 年间,俄罗斯输气干线共发生事故 752 次,由内腐蚀造成的事故占 7%。四川的威远—成都输气干线在 1968~1997 年的 30 年间就发生过管道事故 110 余起,其中因内腐蚀造成的事故约占总数的 77%,主要原因则为天然气中硫化氢的含量超标,以及商品天然气的露点控制不严,大量饱和水进入输气干线。1980 年以后,通过加注缓蚀剂、加强清管等措施较有效地控制了管道的内腐蚀,管道事故率有所下降,但 20 世纪 90 年代川渝地区输气管道的平均事故率仍达到 $2.3 \text{ 次}/(10^3 \text{ km} \cdot \text{a})$,远远高于发达国家的平均水平(见表 1-3)。同时必须指出,事故高发的主要原因仍然与商品天然气中的腐蚀性介质所产生的对管道的内腐蚀密切相关。近年来,中国石油西南油气田公司按 GB 17820—1999 规定的气质要求,全面加强了对商品天然气中 H_2S 含量、 CO_2 含量和水露点的控制,管道事故率又有明显下降,取得的社会效益和经济效益相当巨大。

表 1-3 输气管道平均事故率比较

国家或地区	时 间	事故率/[次/($10^3 \text{ km} \cdot \text{a}$)]	备 注
前苏联	1981~1990 年	0.000 46	
欧 洲	1988~1992 年	0.000 38	8 家公司的统计
美 国	20 世纪 80 年代后期	0.000 60	
威远—成都管道	20 世纪 90 年代	2.3	统计至 1997 年

三、在经营上达到最佳的成本与效益

根据 GB/T 19001—2000 的要求,质量管理体系有相互关联的 2 个方面:一是用户的需要和期望;二是企业的需要和利益。鉴于此,天然气输配系统的气质管理的另一个要求是,在保障用户的需要和期望的前提下,企业在经营上达到最佳的成本和效益。

商品天然气气质对输配系统技术经济的影响主要反映在以下方面:

① 烃类组分的含量决定了天然气作为商品的重要技术经济指标——发热量。目前由于我国普遍采用体积计量,发热量与经济利益之间的关系尚未凸现出来。但随着天然气能量计量的逐步推广,发热量测定及其准确性将与体积计量的准确性一样,直接与经济利益挂钩^[2]。尤其天然气作为民用气、车用燃料等方面利用时,从气质管理的角度还存在发热量的调节问题。同时,从燃烧的角度考虑还存在沃泊指数的控制与调节,这是所有发达国家在气质管理方面明确规定的指标,但我国日前尚未制定。



② 准确测定天然气气质也是准确计算天然气物性参数的关键,而后者又是天然气体积计量或质量计量的基础。目前天然气计量上常用的若干重要物性参数,如密度、压缩因子、等熵指数等皆立足于各种状态方程,通过天然气组分测定数据进行计算。因此,气质管理也与计量管理密切相关。国家标准 GB/T 18603—2001《天然气计量系统的技术要求》已经对不同处理量的计量站,规定了必须开展的分析测试项目及其准确度的要求,故天然气的物性测定(或计算)也已成为气质管理的重要内容。

③ 我国生产的天然气有相当一部分含有硫化氢和二氧化碳,且部分气田所产天然气中两者的含量相当高。因此,净化处理是我国天然气生产的一个重要环节,而气质要求则与净化工艺要求密切相关。例如,我国国家标准 GB 17820—1999《天然气》中规定商品天然气中二氧化碳体积分数 $\leq 3\%$,高于发达国家普遍采用的指标(2%),很大程度上是出于提高净化厂商品率考虑。但在实施能量计量后,由于计价方式的改变,商品气过高的二氧化碳含量将会徒然浪费管道的输送能力和输气的动力消耗,这是应引起充分重视的技术经济问题。