

天然气气质管理

与能量计量

「TIANRANQI QIZHI GUANLI
YU NENGLIANG JILIANG」

主 编 常宏岗
副主编 罗 勤
陈康良



石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

主要内容

天然气气质管理与能量计量

主 编 常宏岗
副主编 罗 勤 陈贻良

ISBN 978-7-5021-6494-2

I. 天…

II. 常…

III. ①天然气—气质管理—文献 ②天然气—产品—能量计量—文献

IV. TE833.3-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第023776号

出版发行：石油工业出版社

(北京安门内大街1号 100011)

网 址：www.petroph.com.cn

编辑：(010) 6423241 发行：(010) 6423240

经 销：全国新华书店

印 刷：石油工业出版社印刷厂

2008年3月第1版 2008年3月第1次印刷

787×1092毫米 开本：1/16 印张：23

字数：222千字 印数：1—1000册

定价：60.00元

(如出现质量问题，请与发行部联系)

石油工业出版社

内 容 提 要

本书收录了有关天然气气质管理与能量计量的论文共 30 篇, 分为分析测试、气质管理、标准化和能量计量三部分。

本书适合从事天然气计量的石油科技人员、管理人员及相关专业高校学生阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

天然气气质管理与能量计量/常宏岗 主编.

北京: 石油工业出版社, 2008. 3

ISBN 978-7-5021-6494-2

I. 天…

II. 常…

III. ①天然气—气质管理—文集②天然气—气体流量计量—文集

IV. TE832.2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 022776 号

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

编辑部: (010) 64523541 发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 石油工业出版社印刷厂

2008 年 3 月第 1 版 2008 年 3 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 23

字数: 555 千字 印数: 1—1000 册

定价: 60.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

前 言

进入 21 世纪以来,我国的天然气工业步入了快速发展的轨道。2001 年天然气的消费量仅 $274 \times 10^8 \text{ m}^3$,至 2005 年就已达到约 $500 \times 10^8 \text{ m}^3$,平均年增长率达到 20% 以上。按国家能源“十一五”规划的要求,至 2010 年天然气的消费量将进一步增加到 $1000 \times 10^8 \text{ m}^3$ 左右,届时天然气在一级能源消费量中所占比例将上升至 5.3%。

由于原油与天然气的形态、物性及加工处理方法完全不同,故从 20 世纪 70 年代起,欧美国家均随着天然气工业的迅速发展而使之从石油工业的附属工业中分离出来,逐步发展成为一种新兴的资金及技术密集型工业。鉴于此,国际标准化组织天然气技术委员会 (ISO/TC 193) 也于 1988 年 4 月宣布成立,并于 1989 年 6 月召开了第一届年会。

与石油工业传统意义的上下游之分不同,天然气从井口采出后一般不能直接输送给用户,应经过脱硫(或脱碳)、水露点控制、烃露点控制等一系列处理及加工,从而使其成为符合标准要求的产品。同时,无论对新发现气田进行气质评价以制定开发方案,还是对已建成投产的输配系统进行气质管理,都必须建立一整套完善的分析测试方法。此外,不同国家或地区生产的天然气因其组成可能在很大范围内变化,故目前欧美国家在大规模交接计量中已基本不采用体积计量方式,并逐渐在全球范围内为能量计量所取代。

综上所述,气质管理和能量计量是进一步发展我国天然气工业的重要环节。中国石油西南油气田公司天然气研究院从 20 世纪 90 年代初开始跟踪 ISO/TC 193 的发展动向,并以与国际接轨为目标,对商品天然气的气质管理和能量计量及其相关的标准化开展了较为全面而深入的研究,取得了丰硕成果。本文集将结合相关的科研成果,重点介绍国内外的技术发展状况,对我国的生产实践提出看法和建议。

限于编者的水平,不妥之处祈请广大读者不吝赐教。

张娅娜工程师自始至终参与了文集的编撰,做了大量细致而复杂的工作,在此深表谢意。

编者

2007 年 11 月

目 录

第一部分 分析测试

我国天然气产品及其分析测试技术的标准化	黄黎明	常宏岗	罗 勤	(3)
天然气组成分析精密度的评价研究	曾文平	迟永杰	张娅娜	鲁 春 (13)
油气田实验室天然气分析比对	曾文平	罗 勤	迟永杰	张娅娜 (37)
“天然气中硫化氢含量的测定”四项国家标准分析结果的比对研究	唐 蒙	张晓川	范 浩	李 彦 (58)
用气相色谱法测定天然气组成国内外标准对比研究	张娅娜	罗 勤	陈康良	曾文平 (64)
天然气分析溯源性与标准气混合物	陈康良	常宏岗	罗 勤	(73)
天然气甲烷值的计算方法及其标准化	陈康良			(79)
天然气气质指标的分析方法与仪器	陈康良	周志岐	罗 勤	(86)
天然气体积性质的测定及其标准化	常宏岗	陈康良	罗 勤	(91)
天然气密度在线测量方法	涂振权	许文晓	陈 勇	(99)
振动式密度计测定天然气的密度	陈康良	常宏岗		(106)

第二部分 气 质 管 理

天然气输配系统气质管理方案研究	陈康良	罗 勤	周志岐	唐 蒙 (115)
管输天然气气质数据管理系统研究	迟永杰	陈 勇	罗 勤	马志强 (155)
俄罗斯商品天然气气质和分析测试方法标准研究	缪明富	陈康良	罗 勤	(189)
管输天然气的质量指标及其标准化	常宏岗	陈康良		(201)
GB 17820—1999 在天然气气质管理中的实践和修订建议	罗 勤	常宏岗	陈康良	许文晓 (207)

第三部分 能 量 计 量

天然气能量计量的有关法制问题	陈康良	常宏岗		(221)
对实施天然气能量计量的认识	陈康良	常宏岗	罗 勤	(225)
天然气能量计量调研	张福元	罗 勤		(232)
天然气能量计量的溯源性	陈康良	常宏岗		(239)
关于在我国实施天然气能量计量的思考	郭绪明	罗 勤	张福元	陈康良 (249)

第四部分 标 准 化

天然气专业标准体系研究 (2001 年)	罗 勤	原青民	周志岐	迟永杰 (263)
我国天然气工业标准化的现状与发展方向	黄黎明	常宏岗	罗 勤	(281)
“十一五”石油天然气行业天然气专业标准化发展规划简介	常宏岗	罗 勤	陈康良	周志岐 (291)

第一部分 分析测试

我国天然气产品及其分析测试技术的标准化

黄黎明 常宏岗 罗 勤

摘要 本文简要介绍了 ISO/TC 193 在天然气产品和分析测试技术标准化方面的发展,叙述了中国天然气产品和分析测试技术标准体系的建立过程和标准在天然气从生产(井口)到用户全过程的术语、质量、测量方法、取样、试验和分析方法等专业领域的覆盖情况,指出目前中国已经初步具有了与国际接轨的、以 GB 17820 为核心的天然气产品和分析测试技术标准体系,有力地促进了中国天然气工业的发展。同时明确提出为满足中国快速发展的天然气工业对标准化的需求,需要进一步完善天然气产品和分析测试技术标准体系。

关键词 天然气 产品 分析 测试 标准化

一、引言

中国石油西南油气田分公司天然气研究院(以下称“天然气研究院”)自 20 世纪 50 年代就开始进行天然气分析测试技术研究。改革开放以后,天然气分析测试技术研究及标准化也进入了一个全新的发展时期。为了适应当时天然气工业发展的需要,天然气研究院(RINGT)于 1985 年开始研究适合我国国情的商品天然气气质指标及其分析测试方法,最终确定气质指标由高位发热量、 H_2S 含量、总硫含量、 CO_2 含量和水露点 5 项指标构成。1988 年原石油工业部发布了中国第一个商品气气质标准(SY 7514—1988)及与之配套的分析和取样方法等 9 项标准。1992 年以来,根据 ISO/TC 193 的发展和中国的实际情况,又陆续制订了一系列标准,为建立中国天然气产品和分析测试技术标准体系奠定了基础。

二、中国天然气产品和分析测试技术标准体系的建立

1. 国际和国外发展情况

天然气工业的快速发展已促使天然气产品和分析测试从石油工业的附属工业中分离出来,成为一种新兴的资金和技术密集型产业。世界天然气贸易量不断增长,建立天然气产品和分析测试技术标准体系问题也就应运而生。在此背景下,国际标准化组织(ISO)于 1988 年成立天然气技术委员会(ISO/TC 193),从事天然气及天然气代用品(气体燃料)从生产到送交最终用户的各个侧面的术语、质量规范、测量方法、取样、试验和分析的标准化。TC 193 自成立以来共制修订 44 项 ISO 标准,发表 1 份技术规范(TS)和 2 份技术报告(TR)(现行有效的有 39 项,即将发布的有 2 项,见表 1),对管输商品气已形成较完整的产品和分析测试技术标准体系,目前正向天然气上游领域(主要指井口)的取样、计量和测试技术标准化扩展。

美国材料与试验协会 ASTM、美国气体加工协会 GPA、美国气体协会 AGA、美国石油

学会 API、欧盟 EN 和俄罗斯的标准化组织为适应本国天然气工业的发展,均制订了大量的天然气产品和分析测试技术标准,从而满足天然气生产、储运、贸易和使用的需要。

国际标准和国外发达国家所制定的天然气产品和分析测试技术标准主要包括商品天然气通用的基础标准、涉及不同类别商品天然气所通用的标准和各类别商品天然气所涉及的产品标准和方法标准。方法标准主要包括试验方法标准和性质测定标准两类。同时,这些标准多数是围绕天然气气质指标标准(ISO 13686:1998)所规定的一系列重要的涉及健康、安全、环保和经济利益的指标而制定的配套试验方法标准和通用基础标准,包括溯源性、标准参比条件、操作性能评价、取样导则、天然气组成分析、有害物和有毒物分析、杂质分析以及利用组分计算物性等标准,以及围绕这些标准所制订的技术实施报告。

表 1 TC 193 已出版的 ISO 标准与技术报告

序号	标准号	标准名称
1	ISO 6326—1:1989	天然气 硫化化合物的测定 第 1 部分:一般介绍
2	ISO 6326—3:1989	天然气 硫化化合物的测定 第 3 部分:电位法测定硫化氢、硫醇、硫氧化碳等
3	ISO 6326—5:1989	天然气 硫化化合物的测定 第 5 部分:林格奈燃烧法
4	ISO 6327:1981	气体分析 天然气水露点的测定 冷却镜面凝析湿度计法
5	ISO 6570:2001	天然气 潜在烃含量测定 称量法
6	ISO 6974—1:2000	天然气 在一定的不确定度下用气相色谱法测定组成 第 1 部分:分析指南
7	ISO 6974—2:2001	天然气 在一定的不确定度下用气相色谱法测定组成 第 2 部分:测量系统特性和数理统计
8	ISO 6974—3:2000	天然气 在一定的不确定度下用气相色谱法测定组成 第 3 部分:用二根填充柱测定氢、氮、氧、氮、二氧化碳和直至 C ₈ 的碳氢化合物
9	ISO 6974—4:2000	天然气 在一定的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二根色谱柱测定氮、二氧化碳、C ₁ 至 C ₅ 和 C ₆ + 碳氢化合物
10	ISO 6974—5:2000	天然气 在一定的不确定度下用气相色谱法测定组成 第 5 部分:实验室和在线处理应用中用三根色谱柱测定氮、二氧化碳、C ₁ 至 C ₅ 和 C ₆ + 碳氢化合物
11	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
12	ISO 6975:1997	天然气 延伸分析 气相色谱法
13	ISO 6976:1995	天然气 由组成计算发热量、密度、相对度和沃泊指数
14	ISO 6978:1992	天然气 汞含量的测定
15	ISO 6978—1:2003	天然气 汞含量的测定 第 1 部分:利用碘化学吸附取样
16	ISO 6978—2:2003	天然气 汞含量的测定 第 2 部分:利用金/铂合金铝汞齐法取样
17	ISO 8943:1991	冷冻轻烃 液化天然气的取样 连续法
18	ISO 10101—1:1993	天然气 用卡尔费休法测定天然气中的水 第 1 部分:导论
19	ISO 10101—2:1993	天然气 用卡尔费休法测定天然气中的水 第 2 部分:滴定法
20	ISO 10101—3:1993	天然气 用卡尔费休法测定天然气中的水 第 3 部分:库仑法
21	ISO 10715:1997	天然气 取样导则
22	ISO 10723:1995	天然气 在线分析系统的操作性能评价

第一部分 分析测试

续表

序号	标准号	标准名称
23	ISO 11541:1997	天然气 高压下水含量的测定
24	ISO 12213—1:1997	天然气 压缩因子的计算 第1部分：导论和指南
25	ISO 12213—2:1997	天然气 压缩因子的计算 第2部分：用摩尔组成计算
26	ISO 12213—3:1997	天然气 压缩因子的计算 第3部分：用物理性质计算
27	ISO 13443:1996	天然气 标准参比条件
28	ISO 13686:1998	天然气 质量指标
29	ISO 13734:1998	天然气 有机硫化物添加剂 要求和检测方法
30	ISO 14111:1997	天然气 分析溯源性准则
31	ISO 14532:2001	天然气 词汇
32	ISO 15403:2000	天然气 作为车用压缩燃料天然气的质量指标
33	ISO/TS 16922:2002	天然气 气体添加剂准则
34	ISO 18453:2004	天然气 水含量和水露点的关系
35	ISO 19739:2004	天然气 利用气相色谱法测定含硫化合物
36	ISO 20765:2005	天然气 热力学性质计算 第1部分：应用与分配系统的气相性质
37	ISO/TR 24094:2006	天然气分析 气体标准物质的验证方法
38	ISO/TR 15403—2:2006	天然气 作为车用压缩燃料的天然气 第2部分：质量规范
39	ISO 6142:2000	气体分析 校准用气体混合物的制备 称量法
40	ISO/FDIS 15112	天然气能量的测定
41	ISO/FDIS 15971.1	天然气 性质测定 燃烧性质 第1部分：发热量

2. 中国天然气产品和分析测试技术标准体系的建立

如前所述，中国天然气产品和分析测试技术标准化工作始于1985年。为适应当时中国天然气工业发展的需要，在1985—1989年间，制定了SY 7514—1988《天然气》产品行业标准指导生产。在此期间，围绕天然气气质指标要求，天然气研究院先后开展了“天然气常规组分分析技术”等9项分析测试技术研究，在此基础上起草制定了9项试验方法标准（3项行业标准和6项国家标准）。这些标准的制定标志着中国天然气产品和分析测试技术标准体系的起步。1990年，天然气研究院通过国家计量认证，开始按SY 7514的要求，对中国各大油气田生产和管道输送的商品天然气质量进行检测。

在ISO/TC 193于1988年成立后，1989年中国作为投票成员（P-member）加入ISO/TC 193。而天然气研究院作为国内技术归口单位，也开始了对国际标准化组织天然气技术委员会（ISO/TC 193）标准化发展动态长期和紧密的跟踪研究，以充分了解世界天然气分析测试技术和标准化的发展状况、技术水平及发展方向，在此基础上提出天然气分析测试技术及标准化应重点关注的技术和标准化领域及采标建议，组织开展研究，形成具有中国特色的、具有自主知识产权的技术，并实施标准化。天然气研究院通过跟踪研究和技术攻关，先后形成了天然气取样技术，天然气及相似气体气质评价及检测技术，天然气及相似组分气体

物性参数（水露点、发热量、压缩因子、相对密度、沃泊指数等）测试技术，压缩天然气分析测试技术，天然气凝析气藏井流分析技术，带压液烃组成分析技术，天然气中有机硫化化合物单体和族组成测定技术，轻质油品和污水中有机硫化化合物测定技术，天然气中硫化氢、粉尘、汞、甲醇和水等有毒、有害杂质测定技术，天然气发热量和密度测定技术，天然气能量计量技术，天然气气质管理及信息化技术，实验室间天然气组成分析精密度评价和比对技术，天然气在线气相色谱分析系统性能评价技术，净化厂气体及溶液分析技术，硫磺分析技术，液化石油气分析测试技术，稳定轻烃分析测试技术，在线/离线分析仪器设备检定和校验技术，硫化氢和可燃气体报警仪检定技术；提出了天然气、车用压缩天然气技术要求，研制开发了 12 种用于天然气气体分析的烃及非烃类国家一级和二级标准气、硫化氢和二氧化硫国家二级标准气体及用于气体报警仪检定的低浓度标准气体。这些技术为建立中国天然气产品和分析测试技术标准体系打下了坚实的基础。

为加快天然气工业标准化技术与国际接轨的步伐，1998 年在石油工业标准化技术委员会（CPSC）内成立了天然气标准化委员会（NGSC）。1999 年 3 月为促进天然气工业的发展，满足天然气工业快速发展对标准化日益增长的要求，推进天然气工业采用国际标准，国家批准成立全国天然气标准化技术委员会（SAC/TC 244）。该委员会是一个全国性的标准化技术组织，其主要职责是根据国家标准化法律、法规和有关政策，在天然气专业领域内，从事天然气（包括井口天然气、管输天然气、液化天然气、压缩天然气、煤层气）及天然气代用品从生产（井口）到用户全过程的术语、质量、测量方法、取样、试验和分析方法的标准化。业务上负责对各行业制、修订天然气专业有关标准的各项事宜进行协调，并承担国际标准化组织天然气技术委员会（ISO/TC 193）对口的标准化技术工作。同时，为顺应国内液化天然气工业的蓬勃发展，满足液化天然气生产、使用和贸易过程中对液化天然气技术标准需要，打开液化天然气引进建设过程中国内相关标准尚为一片空白的局面，以及使中国天然气能量计量方式与国际接轨，分别于 2000 年和 2003 年在 TC 244 下成立了“液化天然气”标准技术工作组和“天然气能量的测定”标准技术工作组，全面负责重点领域和重点技术的采标工作和国际标准化的相关工作。由于天然气研究院在天然气测试技术发展和商品天然气检测方面的突出成就，承担了该委员会秘书处的工作，并按照国际标准体系和国内天然气工业的发展，完成了天然气产品和分析测试技术标准体系研究，制订了“天然气产品和分析测试专业技术标准体系表”、“全国天然气标准化技术委员会“十五”标准制修订规划”和“全国天然气标准化技术委员会“十一五”标准制修订规划”，制定了中国第一个商品天然气国家强制性标准 GB 17820—1999，在 1999 年由国家技术监督局发布实施（其主要技术指标如表 2 所示）。自此，中国天然气产品和分析测试技术标准化工作步入了一个快速发展时期。

表 2 天然气的技术指标

项 目	一 类	二 类	三 类	仲 裁 标 准
高位发热量, MJ/m ³		>31.4		GB/T 11062—1998
总硫（以硫计）, mg/m ³	≤100	≤200	≤460	GB/T 11061—1997
硫化氢, mg/m ³	≤6	≤20	≤460	GB/T 11060.1—1998

续表

项 目	一 类	二 类	三 类	仲 裁 标 准
二氧化碳, % (体积分数)		≤ 3.0	—	GB/T 13610—1992
水露点, °C	在天然气交接点的压力和温度条件下, 天然气的 水露点应比最低环境温度低 5°C			GB/T 17283—1998

注: ①本标准中气体体积的标准参比条件是 101.325kPa, 20°C。

②本标准实施之前建立的天然气输送管道, 在天然气交接点的压力和温度条件下, 天然气中应无游离水。无游离水是指天然气经机械分离设备分不出游离水。

③作为民用燃料的天然气, 总硫和硫化氢含量应符合一类气或二类气的技术指标。

④在天然气交接点的压力和温度条件下, 天然气中应不存在液态烃。

⑤天然气中固体颗粒含量应不影响天然气的输送和利用。

⑥天然气在输送、储存和使用的过程中, 应符合 GB 50183 和 GB 50251 的有关规定。

在天然气研究院和相关单位形成的天然气分析测试技术的基础上, 截至 2007 年 7 月, 已经制定并发布实施国家标准 29 项, 行业标准 6 项, 这些标准中有 27 项采用了国际标准和国外先进标准, 其中等同采用 8 项, 修改采用 10 项, 非等效采用 9 项; 采用 ISO 标准 17 项, 采用 ASTM 和 EN、NFPA 等国外先进标准 10 项 (表 3)。天然气研究院完成了国家标准制修订项目 23 项, 行业标准制订项目 4 项。目前在进行的 22 项国家、行业标准制修订计划中, 计划等同采用 12 项, 修改采用 7 项, 非等效采用 2 项, 完成后采标率将达到 87%; 其中采用 ISO 标准 16 项, 采用 EN 等国外先进标准 5 项。所有这些标准涵盖了天然气、液化天然气和车用压缩天然气的技术要求、液化天然气的生产、储存和装运、天然气取样、天然气的组成分析、天然气中硫化合物分析、天然气的水露点和水含量的测定、天然气物性的测定和计算、天然气中其他有毒物、有害物分析、天然气分析用气体标准物质、天然气通用基础、天然气 HSE 管理 11 个方面, 在整体技术上达到了国内领先和国际先进水平, 形成的天然气产品技术要求和分析测试技术标准初步构建了以 GB 17820 为核心的天然气产品和分析测试技术标准体系, 已经成为指导天然气开发、加工、输送和应用的指南, 为中国天然气工业气质和 HSE 的规范化管理奠定了基础, 为控制中国商品天然气质量提供了准则, 对保证天然气输送管道、车用压缩天然气 (CNG) 加气站和以 CNG 为燃料的交通工具的安全运行起到了重要作用, 对保证用户的安全和环境友好起到了关键作用, 对天然气和液化天然气国际合作和贸易起到了积极的促进作用, 有力地推动了中国天然气技术标准与国际接轨, 促进了中国天然气工业的发展。以上各项标准已在中国石油、中国石化和中国海油等天然气生产和输送企业, 以及以天然气为原料的化肥厂、发电厂、城市燃气公司等用户单位和质量监督检验中心得到广泛应用。

表 3 天然气产品和分析测试技术标准汇总表

序号	标 准 名 称	标准代号和编号	采用的或相应的国际国外标准号
1	天然气	GB 17820—1999	ISO 13686:1998
2	车用压缩天然气	GB 18047—2000	ISO 15403:2000
3	气体分析 校准用气体混合物的制备 称量法	GB/T 5274—1985	MOD ISO 6142
4	天然气中硫化氢含量的测定 碘量法	GB/T 11060.1—1998	NEQ ASTM D 2385

续表

序号	标准名称	标准代号和编号	采用的或相应的国际国外标准号
5	天然气中硫化氢含量的测定 亚甲蓝法	GB/T 11060.2—1998	NEQ ASTM D 2725
6	天然气中总硫的测定 氧化微库仑法	GB/T 11061—1996	NEQ ASTM D 3246
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	NEQ ISO 6976:1995
8	天然气取样导则	GB/T 13609—1999	MOD ISO 10715:1997
9	天然气中汞含量的测定 原子吸收光谱法	GB/T 16781.1—1997	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—1997	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	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	MOD ISO 6327:1981
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	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	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	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	MOD ASTM D 4084—1994
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	NEQ ASTM D 4084—1994
18	天然气中水含量的测定 卡尔费休—库仑法	GB/T 18619.1—2002	MOD ISO 10101—1, 3:1994
19	天然气标准参比条件	GB/T 19205—2003	NEQ ISO 13443:1996
20	天然气的组成分析 气相色谱法	GB/T 13610—2003	MOD ASTM D 1945—1996
21	天然气中总硫的测定 氢解速率比色法	GB/T 19207—2003	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	IDT ISO 13734:1998
23	液化天然气的一般特性	GB/T 19204—2003	IDT CEN EN 1160: 1997
24	液化天然气 (LNG) 生产、储存和装运	GB/T 20368—2006	IDT NFPA 59a: 2001
25	天然气词汇	GB/T 20603—2006	IDT ISO 14532:2001
26	冷冻液烃 液化天然气的取样 连续法	GB/T 20604—2006	IDT ISO 8943:1991
27	LNG 密度计算模型规范	GB/T, 已报批	IDT ASTM D 4784—2003
28	天然气高压下水含量的测定	GB/T, 已报批	IDT ISO 11541:2001
29	天然气水含量和水露点之间的换算	GB/T, 已报批	IDT ISO 18453:2004
30	油田气中 C ₁ ~C ₁₂ 、N ₂ 、CO ₂ 组分的测定 关联归一气相色谱法	SY/T 0529—93 (2001)	
31	油田气组成分析 低温冷凝取样色谱分析法	SY/T 7502—1999 (2006)	
32	天然气中二氧化碳含量的测定 氢氧化钡法	SY/T 7506—1996	
33	天然气中水含量的测定 电解法	SY/T 7507—1997 (2004)	
34	天然气净化厂气体及溶液分析方法	SY/T 6537—2002	
35	配方型选择性脱硫溶剂	SY/T 6538—2002	

三、中国天然气产品和分析测试技术标准体系的完善

经过 20 余年的努力,中国已经初步建立了以 GB 17820 为核心的天然气产品和分析测试技术标准体系,满足了天然气开发利用生产的急需,为天然气长输管道的安全有效运行提供了技术保障,促进了压缩天然气汽车的发展,为液化天然气的利用做好了必要的技术准备,在规范市场,促进贸易,合理利用资源和组织生产发挥了巨大的作用。但是与 ISO 所建立的天然气产品和分析测试技术标准相比,产品技术指标尚有缺失,要求尚需要提高,在测试方法和计算方法方面尚不能覆盖天然气产品所涉及的各项控制性技术指标和物性参数,溯源性和在线/离线分析系统性能评价等通用基础标准尚未形成,天然气组成分析溯源链尚未建立,缺少针对井口天然气的取样和分析测试技术标准,不能完全满足天然气工业发展对分析测试技术标准化的需求,需要投入更大的人力和物力,对现行的天然气产品和分析测试技术标准体系进行完善。

1. 规划的标准体系简介

根据中国天然气工业的发展,结合 SAC/TC 244 工作范围,中国天然气产品和分析测试技术标准体系涉及 6 类产品:井口天然气、管输(商品)天然气、压缩天然气(CNG)、液化天然气(LNG)、天然气代用品和煤层气(coal gas)。其结构如图 1 所示。主要标准化对象和定位是天然气及天然气代用品从生产(井口)到用户全过程的术语、质量、测量方法、取样、试验和分析方法的标准化。这也是 ISO/TC 193 的定位,体现了天然气产品和分析测试技术标准全面与国际标准和国外先进标准接轨和积极采标的原则。

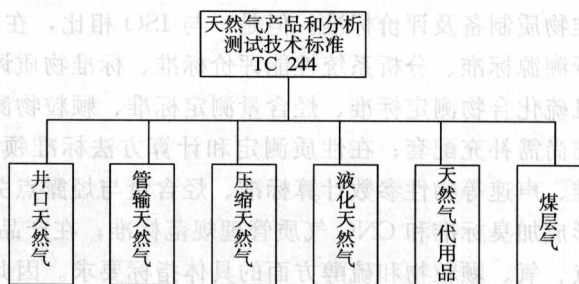


图 1 天然气产品和分析测试技术标准体系结构框图

规划的标准体系将以 ISO 国际标准为主,ASTM 标准、EN 标准和其他国外先进标准为补充作为体系建立的基础,围绕天然气气质管理和 HSE 管理的要求制定和完善与国际先进技术接轨的、相应的产品标准和配套的分析测试标准和通用基础标准,包括溯源性、标准参比条件、操作性能评价、取样导则、天然气组成分析、性质测定、杂质分析、物性计算、能量测定、液化天然气、HSE 管理和天然气上游领域相关取样和测试方法等标准,全面覆盖了天然气从生产到用户全过程的术语、质量、测量方法、取样、试验和分析方法的标准化。

2. 中国天然气产品和分析测试技术标准体系的完善

从国际技术发展趋势来看,ISO/TC 193 在完成对管输天然气产品和分析测试技术标准化的后,目前已经将工作重点转向天然气上游领域,即井口天然气分析测试技术的建立和标准化工作,重点关注湿气测量、水合物抑制和上游领域气相色谱的应用等技术和标准化,同时根据技术发展,继续完善 ISO 13686《天然气质量指标》国际标准,建立天然气烃露点和烃含量测定技术并实施标准化,而且开始关注液化天然气相关标准的制修订。

目前,中国天然气工业也已经进入一个高速发展时期。龙岗气田、塔里木油田、吉林油

田、罗家寨气田等相继在勘探方面取得重大突破,已陆续进入开发和生产;西气东输二线、忠武管道二线建设即将启动,各连接线的建设已经逐步在进行,全国性的输配管网正在形成;随着广东液化天然气(LNG)项目的建成投产,中国LNG产业已经步入一个快速发展阶段,大连、唐山、江苏、上海、福建、广西、青岛都将陆续建设LNG接收站,广泛引进LNG。而天然气产品和分析测试技术及标准作为组织生产、促进贸易、规范市场和合理利用资源的基础,迫切需要尽快建立和完善以适应天然气工业发展对标准化的需求。因此,跟踪国际天然气分析测试技术标准化的发展,结合中国天然气工业发展的进程,在“十一五”期间和“十二五”初,完善现有管输天然气分析测试技术,积极实施天然气上游领域、液化天然气、天然气能量计量标准化成为我们当前迫切的任务。

1) 完善管输天然气分析测试技术和标准

图2给出了ISO和中国在天然气产品和分析测试技术标准方面的情况对比。可以看出现有的中国天然气产品和分析测试技术标准体系在分类、层次和专业上与ISO是一致的,覆盖了天然气产品技术要求、试验方法、性质测定和计算方法、HSE管理、通用基础等专业领域,包含了天然气烃类及非烃类组成分析标准、物性参数测定和计算标准、硫化物测定标准、水和烃含量测定标准、有害物测定标准、取样标准、术语标准、参比条件标准、标准物质制备及评价标准。但是,与ISO相比,在通用基础标准领域,未形成天然气组成分析溯源标准、分析系统性能评价标准、标准物质评价标准;在试验方法标准领域,未形成有机硫化物测定标准、烃含量测定标准、颗粒物测定标准,水含量、汞含量和硫化氢测定标准尚需补充配套;在性质测定和计算方法标准领域,未形成烃露点测定标准、能量测定标准、声速等物性参数计算标准、烃含量与烃露点关联关系标准;在HSE管理标准领域,未形成加臭标准和CNG气质管理规范标准;在产品标准领域,形成的标准尚需要增加在烃露点、氧、颗粒物和硫醇方面的具体指标要求。因此,形成天然气组成分析溯源技术、能量计量配套技术、天然气烃露点和烃含量测定技术、天然气中水含量和水露点测定技术、天然气中颗粒物含量和分布测定技术、管输天然气硫化氢含量快速检测技术、天然气加臭技术,研制高准确度的天然气工业用多组分标准混合物,制订实验室分析系统之间和实验室与现场分析系统之间对比试验方案,对完善管输天然气分析测试标准体系是非常必要的。在此基础上对GB 17820—1999《天然气》和GB 18047—2000《车用压缩天然气》国家强制性产品标准进行修订,从而建立科学而合理的输配气质管理系统和能量计量系统。

2) 建立井口天然气分析测试技术和标准

ISO/TC 193明确把天然气工业的标准化工作由下游领域向上游领域发展作为面向21世纪的重点任务,并和美国石油学会API合作开展关于湿气测量、水合物抑制和流体分析等方面的标准化工作。目前国内在对井口天然气的分析测试中,一般执行的都是管输天然气的取样和分析测试标准,几乎没有关于井口天然气的分析测试标准。在钻井作业、完井作业和增产作业后,如何保证现场取样的有效性和代表性,保证现场对重要组分快速和准确的测定是需要解决的关键技术和研究的核心标准。因此形成井口天然气取样技术及标准、井口天然气气质分析评价技术(包括硫含量的测定技术、硫化氢、二氧化碳、氮和烃类组成的现场快速而准确的测试技术、汞和砷含量的测定技术、放射元素含量的测定技术等)及标准、净化厂脱硫装置运转性能评价技术及标准,对满足生产和建设、对气质评价的需求至关重要,

可为中国积极参与国际标准的制订奠定坚实的技术基础。

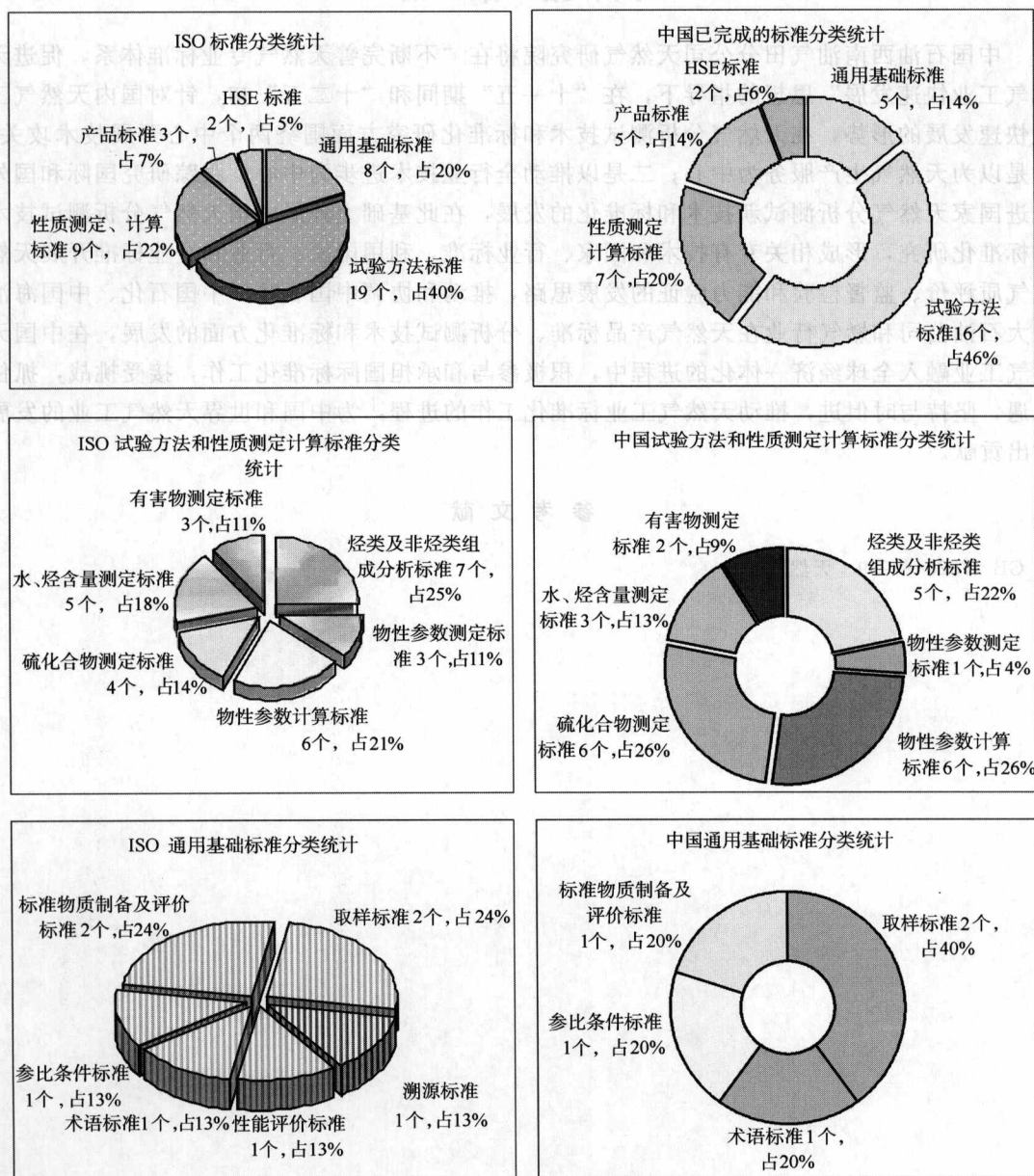


图 2 ISO 与中国天然气产品和分析测试技术标准制定情况对比

3) 建立液化天然气取样、测试、计量技术及标准

ISO、美国和欧洲都形成了完善的液化天然气建设、运行和贸易交接技术和标准。虽然有关液化天然气取样、测试、计量和 HSE 管理的部分国际标准已等同采用转化为中国国家标准，但覆盖面不够，同时对这些标准的实施尚需要加强。因此形成液化天然气取样、测试和计量技术，并应用到生产实际，将有力地促进中国液化天然气的发展和参与国际标准的制订。