

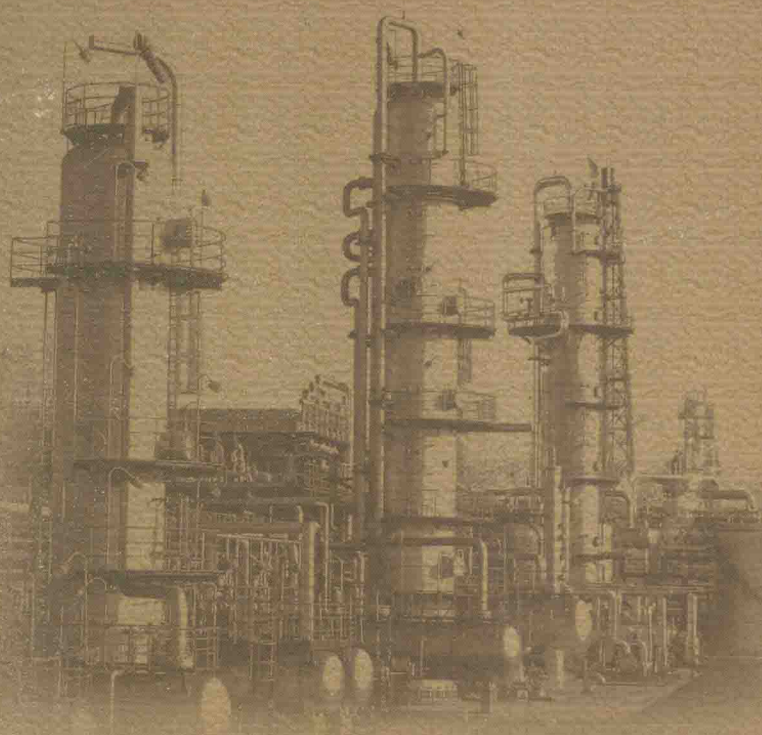
“十一五”国家重点图书出版规划项目

天然气工程手册

NATURAL GAS ENGINEERING HANDBOOK

天然气处理与加工手册

孟宪杰 常宏岗 颜廷昭 主编

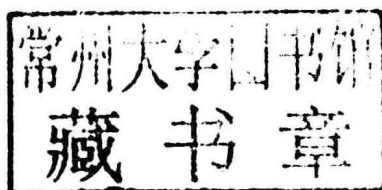


石油工业出版社

天然气工程手册

天然气处理与加工手册

孟宪杰 常宏岗 颜廷昭 主编



石油工业出版社

内 容 提 要

本手册内容主要包括天然气物性、产品质量标准与试验、天然气脱水工艺技术、天然气脱硫工艺技术、天然气脱碳工艺技术、硫黄回收与尾气处理、天然气凝液回收、天然气液化、自动控制仪表、腐蚀及腐蚀控制、辅助及公用工程和 HSE 体系等。

本书可供从事天然气处理、加工的技术人员与管理人员使用,也可供石油院校教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

天然气处理与加工手册/孟宪杰,常宏岗,颜廷昭主编.
北京:石油工业出版社,2016. 10

(天然气工程手册)

ISBN 978 - 7 - 5183 - 1530 - 7

I. 天…

II. ①孟…②常…③颜…

III. 天然气处理 - 手册

IV. TE64 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 245654 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

编辑部:(010)64523583 图书营销中心:(010)64523633

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2016 年 10 月第 1 版 2016 年 10 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:57.25

字数:1465 千字

定价:300.00 元

(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)

版权所有,翻印必究

《天然气工程手册》

编 委 会

李海平	马新华	吴 奇	张卫国	何江川
张明禄	宋德琦	张守良	汤 林	任 东
陈建军	郭 平	章卫兵		

专 家 组

孟慕尧	金忠臣	袁愈久	刘同斌	陈赓良
许可方	魏顶民	孟宪杰	李士伦	闵 琪
张 化	杨莉娜	胡光灿	颜光宗	冈秦麟
李颖川	杨川东			

序

近十多年来,我国天然气产业快速发展,天然气市场需求旺盛。天然气消费年均增速高达16%。天然气占能源消费总量的比重从2000年的2.2%升至2014年的5.6%。按照《能源发展战略行动计划(2014—2020年)》,到2020年,天然气消费比重将达10%以上。天然气开发利用不仅对我国能源保障具有重要意义,而且对改善能源结构、促进环境保护也具有重大意义,我国政府高度重视天然气的发展,将天然气发展摆在国民经济发展的战略位置。

经过几代石油人的努力,我国天然气工业取得了很大的发展。目前已经形成了川渝、塔里木、长庆和青海等几大生产气区,建设了以“西气东输”、“陕京二线”等为代表的一批输气干线。这些都极大地促进了我国天然气技术的进步,尤其在低渗透致密砂岩气藏、疏松砂岩气藏、碳酸盐岩气藏、异常高压气藏、酸性气藏、火山岩气藏、凝析油气藏开发方面都取得了长足进步。

在20世纪80年代以四川气田开发为背景编写的《天然气工程手册》,曾在天然气发展过程中发挥了重要作用,但伴随着天然气开发技术的快速发展,该手册已不能适应现场和科研单位工程技术人员的需求。同时从事天然气各个领域工作的工程技术人员和管理人员越来越多,他们迫切需要一套与天然气工程紧密相关的工具书,因此,全面修订出版《天然气工程手册》非常必要。

由中国石油勘探与生产分公司组织编写的新版《天然气工程手册》,既考虑了手册类书籍的编写特点,又较全面地概括了当前国内外成熟的天然气工程技术和管理要求,充分体现了手册应有的科学性、实用性和可操作性。《天然气工程手册》丛书的出版,一定会对从事天然气各个领域工作的工程技术人员和管理人员具有很好的指导作用,并为促进我国天然气开发利用做出更大的贡献。



丛书前言

《天然气工程手册》丛书作为一套用于天然气开发工程专业的工具书,由《气藏工程手册》《采气工程手册》《天然气集输工程手册》《天然气处理与加工手册》四个分册组成。在中国石油勘探与生产分公司的支持下,从 2007 年开始,中国石油咨询中心、石油工业出版社组织国内有关科研院所、高校以及油气田企业百余名专家学者历时 8 年编写完成。该套丛书可用于指导各类复杂气藏开发的技术管理、设计、生产操作,对从事天然气开发与利用的技术人员具有较强的应用价值,对高校相关专业师生也有较好的参考价值。

编写《天然气工程手册》丛书,是我国天然气工业快速发展的需要。早在 20 世纪 80 年代,中国天然气工业的发展已经在四川独树一帜。1982 年四川石油管理局组织编写了《天然气工程手册》,对推动我国天然气工业的发展、培养现场技术人才起到了重要作用。进入 21 世纪以来,天然气作为清洁能源,在我国进入快速增长阶段,全国天然气消费由过去不足百亿立方米迅速上升到千亿立方米以上。产量的快速增长,国外天然气的规模引进、大力度的开展输气管网建设以及天然气消费市场的形成,为经济发展、环境改善做出了积极贡献。这个时期天然气开发的突出特点是:

- (1) 中国主要的气藏类型如碳酸盐岩、异常高压砂岩、高含硫、低渗透致密砂岩、疏松砂岩、火山岩等气藏得到全面开发,取得很多新的成果和经验;
- (2) 围绕经济有效快速上产,单井高产、区块接替稳产等一批新的天然气开发理念得到实施;
- (3) 水平井、大型压裂酸化改造等工程技术得到广泛应用;
- (4) 天然气高压集输、油气混输、脱水、脱硫、脱碳等大规模处理技术和设备的广泛应用,使地面系统建设向标准化设计、模块化建设方向快速发展;
- (5) 适应天然气平稳保供的多种季节调峰和应急调峰手段建设正处在重要实施阶段;
- (6) 天然气安全生产和 HSE 建设不断落实和完善;
- (7) 天然气开发队伍快速扩大,人才队伍的培养越来越受到重视。

为了及时总结天然气开发已取得宝贵经验和科研成果,并为今后一个时期我国气田开发实现有质量、有效益、可持续和科学发展提供技术支持,中国石油勘探与生产分公司组织编写了这套《天然气工程手册》丛书。

考虑《天然气工程手册》丛书既要符合专业手册类书籍的特点,也要适应天然气开发技术发展和管理进步的需求,在组织编写中坚持了以下 4 个原则:

(1)顶层设计,系统架构。通过顶层设计,构架了《天然气工程手册》的系统内容,明确了各分册的内容与重点,划分了工作界面,基本统一了手册的写作风格。

(2)技术为主,兼顾管理。手册重点内容涵盖了天然气开发各专业、各环节的技术问题,包括名词术语、公式原理、参数求取、开发指标、工艺方法等,也对天然气规划计划、开发技术经济评价、HSE等重要管理工作进行了阐述与归纳。

(3)共性集述,分类详解。在每个章节编写时,将章节中出现的共性内容放在前面集中阐述,然后根据不同气藏类型、不同开发过程、不同工艺方法等将特殊性内容分开详细阐述,使阐述的内容更有针对性。

(4)突出重点,体现实用。手册编写力求语言简练,尽量多的采用图表、公式等简洁的方式表达。在方法、公式的选择中尽量选用成熟、先进、实用技术,同时兼顾国内外新的标准、技术、规范,以及可预见的未来发展方向。

《天然气工程手册》第一分册《气藏工程手册》主要内容包括流体的物理化学性质与储层参数、气体渗流与试井、气藏工程设计、地质建模与数值模拟、动态监测与分析等,由李海平、任东、郭平、陈建军任主编,以西南石油大学、中国石油勘探开发研究院廊坊分院为主,并邀请西南油气田、长庆油田、塔里木油田、青海油田等主要油气田有关开发技术骨干参加编写。第二分册《采气工程手册》主要内容包括采气工程基础、完井试气、压裂酸化、采气和修井等,由张守良、马发明、徐永高任主编,以中国石油西南油气田公司采气工程研究院为主,并邀请其他主要油气田单位参加编写。第三分册《天然气集输工程手册》主要内容包括天然气集输管道、站场、设备、防腐与保温、自动控制、安全与环境等,由汤林、汤晓勇、刘永茜任主编,以中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司为主,并邀请其他油气田设计单位参加编写。第四分册《天然气处理与加工手册》主要内容包括产品质量标准与试验方法、天然气脱水、天然气脱硫、天然气脱碳、凝液回收、天然气液化等,由孟宪杰、常宏岗、颜廷昭任主编,以中国石油西南油气田公司天然气研究院为主,并邀请其他主要油气田单位参加编写。

《天然气工程手册》内容广泛,涵盖气藏类型多,内容涉及从开发到天然气集输处理加工的各专业,为了完成好手册的编写工作,使其充分反映我国天然气开发方面取得的技术进步,确保内容的准确性和实用性,在编写组织上采取了产、学、研、管相结合编写的办法,充分调动现场工程技术人员积极参与,成立了手册编委会和专家组,多次召开编写讨论会、专家审稿会,请一批老专家进行了细致把关审阅,尤其针对国内外天然气工程标准的差异导致计算系数的变化情况进行了严格审查和复核。

本手册在编写、出版过程中得到了中国石油勘探与生产分公司、中国石油咨询中心、中国石油西南油气田公司、中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司、中国石油勘探开发研究院廊坊分院、中国石油长庆油田公司、西南石油大学、石油工业出版社有限公司等单位的大

力支持,在此表感谢。尤其对孟慕尧、金忠臣、袁愈久、刘同斌、陈赓良、许可方、魏顶民、孟宪杰、李士伦、闵琪、张化、杨莉娜、胡光灿、颜光宗、冈秦麟、李颖川、杨川东等专家付出的辛勤劳动,表示衷心感谢!

本手册涉及的内容十分广泛,书中必定会存在不足或错误之处,请读者不吝赐教,以便于今后的修订完善。

编者前言

岁月匆匆,原四川石油管理局于 20 世纪 80 年代初组织编写的《天然气工程手册》出版已 30 多年了! 30 多年来,我国天然气工业经历了天翻地覆的变化,年产量和消费量从当时的 $120 \times 10^8 \text{ m}^3$,至目前已双双攀升至千亿立方米的水平。作为天然气工业的重要分支——天然气处理与加工,经过筚路蓝缕,茁壮成长。

手册是一种工具书,随着科技进步必须不断更新和充实其内容。鉴此,中国石油勘探与生产分公司启动了《天然气工程手册》的重新编写工作,其中《天然气处理与加工手册》由中国石油西南油气田公司天然气研究院牵头,中国石油集团工程设计有限责任公司(CPE)西南分公司参加编写完成。

手册系统全面阐述了天然气处理与加工各个方面的技术概要。其中,由中国石油西南油气田公司天然气研究院完成第一章至第十章,内容包括:第一章“常用术语和换算因子”给出了天然气处理及加工常用术语与定义,给出了换算因子;第二章“天然气物性”介绍了天然气组分、天然气物性的计算方法以及临界参数、气体状态方程、压缩因子的计算方法、天然气的水露点和烃露点;第三章“产品质量标准与试验方法”介绍了商品天然气及其他产品的质量标准、天然气取样、烃类组成分析、含硫化合物测定、天然气中其他杂质测定和天然气净化厂的在线分析;第四章“天然气脱水”介绍了甘醇溶剂法脱水工艺、固体吸附剂法脱水工艺等;第五章“天然气脱硫”阐述了醇胺法、直接氧化法等脱硫工艺技术和装置,重点介绍了近年来天然气脱硫技术开发动向及其成果;第六章“天然气脱碳”介绍了化学溶剂法、物理溶剂法、物理分离法等脱碳工艺技术,以及 CO_2 驱伴生气中 CO_2 的回收及利用;第七章“数学模型与模拟计算”论述了 H_2S 和 CO_2 在醇胺水溶液中的溶解度,给出了酸性气体溶解度的热力学模型、气液吸收传质过程的动力学模型,以及脱硫脱碳工艺的模拟计算软件及其应用;第八章“克劳斯法硫黄回收与尾气处理”阐述了克劳斯工艺的热力学基础、克劳斯法工艺技术与操作、硫黄回收技术的发展方向、液硫加工与成型、尾气处理、硫黄回收与尾气处理催化剂等;第九章“天然气凝液回收”介绍了凝液回收的理论基础、油吸收工艺、低温分离工艺、天然气凝液回收的工艺选择、天然气凝液的稳定与分馏和处理;第十章“天然气液化”介绍了液化天然气特性、天然气液化工艺、天然气液化装置、液化天然气储运、液化天然气利用、天然气提氮和压缩天然气。由 CPE 西南分公司完成第十一章至第十四章,全面介绍了近年来天然气处理与加工厂的设计经

验。第十一章“自控仪表”介绍了天然气处理厂控制系统及仪表、检测控制方案、安全仪表系统设计、火灾和气体检测报警系统；第十二章“腐蚀及腐蚀控制”概述了腐蚀的主要机理、腐蚀影响因素、腐蚀破坏类型，介绍了天然气处理厂腐蚀控制设计中遵循的主要标准和规范，给出了腐蚀控制方法；第十三章“辅助及公用工程”介绍了天然气处理厂供配电、通信、热工、给排水、污水处理、总图运输、空氮站、火炬及放空系统、消防等诸方面的设计；第十四章“健康、安全与环境保护(HSE)”介绍了健康、安全、环境保护等方面的设计。

本书由孟宪杰、常宏岗和颜廷昭主编，其中第一章由陈赓良、常宏岗、钟国利编写；第二章由缪明富编写；第三章由陈赓良、常宏岗、颜廷昭编写；第四章由陈赓良、常宏岗、龙晓达编写；第五、六章由龙晓达编写；第七章由陈赓良、常宏岗编写；第八、九章由颜廷昭编写；第十章由钟国利编写；第十一章由王沁等人编写；第十二章由曹晓燕、张平等编写；第十三章由李正才、董子健、唐林、赵淑珍等人编写；第十四章由张津、赵琼等人编写。全书由陈运强、朱利凯初审，孟宪杰、常宏岗和颜廷昭审定。手册在编写过程中得到了中国石油咨询中心李海平、袁愈久等教授级高级工程师及张化、龙泽智、龙庆晏、李延春、王东军、李爽等专家的大力帮助和指导；中国石油勘探与生产分公司副总工程师汤林多次组织审稿会对稿件质量进行把关。在此对各位专家的关心和帮助深表感谢。

《天然气处理与加工手册》是我国目前反映天然气处理与加工各方面内容最为详细的工具书，可供天然气处理厂设计人员、天然气处理厂技术人员、管理人员以及操作人员阅读，亦可作为石油院校教学参考书。

囿于执笔者的学识，书中谬误及不当之处在所难免，请广大读者不吝赐教。

目 录

第一章 常用术语和换算因子	(1)
第一节 天然气工业常用术语	(1)
第二节 天然气处理及加工常用术语	(7)
第三节 换算因子	(17)
参考文献	(27)
第二章 天然气物性	(28)
第一节 天然气组分及其性质	(28)
第二节 天然气物理性质的计算方法	(43)
参考文献	(60)
第三章 产品质量标准与试验方法	(61)
第一节 商品天然气质量标准	(61)
第二节 烃类组成分析	(65)
第三节 含硫化合物测定	(76)
第四节 天然气中其他杂质测定	(87)
第五节 其他产品的质量标准	(92)
参考文献	(101)
第四章 天然气脱水	(102)
第一节 水—烃体系	(102)
第二节 甘醇溶剂法脱水工艺	(108)
第三节 固体吸附剂法脱水工艺	(128)
参考文献	(146)
第五章 天然气脱硫	(147)
第一节 醇胺法	(147)
第二节 醇胺工艺技术进展及应用	(167)
第三节 脱硫溶液污染降解的预防和处理	(191)
第四节 直接氧化法	(199)
第五节 除硫剂法	(205)
参考文献	(210)

第六章 天然气脱碳	(213)
第一节 化学溶剂法	(214)
第二节 物理溶剂法	(231)
第三节 物理分离法	(243)
第四节 CO ₂ 驱伴生气中 CO ₂ 的回收及利用	(263)
参考文献	(277)
第七章 数学模型与模拟计算	(280)
第一节 H ₂ S 和 CO ₂ 在醇胺水溶液中的溶解度	(280)
第二节 酸性气体溶解度的热力学模型	(300)
第三节 气液吸收传质过程的动力学模型	(322)
第四节 脱硫脱碳工艺的模拟计算软件及其应用	(342)
参考文献	(355)
第八章 克劳斯法硫黄回收与尾气处理	(357)
第一节 单质硫的性质	(357)
第二节 克劳斯工艺的热力学基础	(372)
第三节 克劳斯法工艺技术与操作	(383)
第四节 硫黄回收技术新工艺	(417)
第五节 液硫加工与成型	(426)
第六节 尾气处理	(437)
第七节 硫黄回收与尾气处理催化剂	(452)
参考文献	(465)
第九章 天然气凝液回收	(467)
第一节 凝液回收的理论基础	(467)
第二节 油吸收工艺	(482)
第三节 低温分离工艺	(487)
第四节 天然气凝液回收的工艺选择	(530)
第五节 天然气凝液的分馏和处理	(535)
参考文献	(556)
第十章 天然气液化	(558)
第一节 液化天然气特性	(558)
第二节 天然气液化工艺	(566)
第三节 天然气液化装置	(582)

第四节	液化天然气储运	(614)
第五节	液化天然气利用	(633)
第六节	压缩天然气	(645)
第七节	天然气提氮	(651)
参考文献		(655)
第十一章	自控仪表	(657)
第一节	控制系统及仪表	(657)
第二节	检测控制方案	(677)
第三节	安全仪表系统设计	(689)
第四节	火灾和气体检测报警系统	(694)
参考文献		(697)
第十二章	腐蚀及腐蚀控制	(698)
第一节	腐蚀概述	(698)
第二节	腐蚀控制	(705)
参考文献		(714)
第十三章	辅助及公用工程	(715)
第一节	总图运输	(715)
第二节	供配电	(728)
第三节	通信	(748)
第四节	热工	(765)
第五节	给排水	(793)
第六节	污水处理	(813)
第七节	空气氮气站	(821)
第八节	火炬及放空系统	(823)
第九节	消防	(827)
参考文献		(855)
第十四章	健康、安全与环境保护(HSE)	(857)
第一节	健康	(857)
第二节	安全	(863)
第三节	环境保护	(871)
附录一	天然气处理厂工程常用标准规范	(877)
附录二	单位换算表	(897)

第一章 常用术语和换算因子

第一节 天然气工业常用术语^[1-9]

一、一般术语

1. 天然气 NG, natural gas

地下采出的可燃气体称天然气。天然气是以石蜡族低分子饱和烃气体和少量非烃气体组成的混合物,最主要的组分是甲烷。

2. 气井气 well gas

纯气田和凝析气田采出的天然气。

3. 伴生气 associated gas

伴随原油共生,与原油同时被采出的天然气。

4. 凝析气 condensate gas

通常指气油比介于 $550 \sim 1800 \text{ m}^3/\text{m}^3$ 之间,在地面密度介于 $0.72 \sim 0.82 \text{ g/cm}^3$ 之间的烃类混物流体。其特征为在储层条件下呈气态、等温降压时会发生反凝析现象。采到地面后除大部分仍为气态外,还能凝析出液态烃类混合物。

5. 原料气 raw gas

由井口采出,经集输管道输往加工或处理设施的未经加工的天然气。

6. 贫气 lean gas

天然气处理厂回收天然气凝液之后的剩余天然气,也指含有很少或不含可回收液态烃产品的未处理天然气。

7. 富气 rich gas

进入天然气处理厂以回收天然气凝液的天然气。

8. 湿气 wet gas

没有经过脱水处理和凝液回收的天然气。

9. 干气 dry gas

水蒸气摩尔分数不超过 0.005% ($50 \times 10^{-6} \text{ mol}$) 的天然气。

10. 甜气 sweet gas

不需净化的、硫化氢和二氧化碳含量符合产品标准的天然气。

11. 酸性天然气 sour gas

含有水、硫化氢或二氧化碳的天然气,当气体总压大于或等于 0.45MPa(绝),硫化氢分压大于或等于 0.00035MPa(绝)或系统中二氧化碳含量大于或等于 600mg/L 时,称为酸性天然气。

12. 净化天然气 purifide natural gas

经脱除硫化氢、二氧化碳、水分、液烃或其他有害杂质后符合产品标准的天然气。

13. 酸气 acid gas

从酸性天然气中脱除的酸性气体混合物,其主要成分为硫化氢和(或)二氧化碳,并含有少量烃类。

14. 克劳斯尾气 Claus tail gas

从克劳斯硫黄回收装置最后一级硫黄捕集设备流出的气体。

15. 汽提气 stripping gas

用于天然气或惰性气通过正在再生的甘醇,脱除仅靠蒸馏过程除不掉的水分的液体。

16. 再生气 regeneration gas

用来加热吸附剂,使其脱除水分的液体。

17. 液化石油气 LPG liquefied petroleum gas

在常温常压下为气态,经压缩或冷却后为液态的丙烷、丁烷及其混合物。

18. 压缩天然气 CNG, compressed natural gas

压缩到压力大于或等于 10MPa 且不大于 25MPa 的气态天然气。

19. 液化天然气 LNG, liquefied natural gas

一种低温液态的流体,主要组分是甲烷,含有少量的乙烷、丙烷、氮气或天然气中常见的其他组分。其液化温度一般在 -162°C 。

20. 蒸发气 BOG, boil-off gas

由于外界的热量引入,以及在容器进料过程中的闪蒸等原因引起液化天然气气化产生的气体。

21. 粗氦 raw helium

纯度较低,可供进一步加工提浓或销售的氦气产品。

二、天然气测量方法术语

1. 气质 gas quality

由其组成和物理性质所决定的天然气属性。

2. 直接测量 direct measurement

以从原理上定义此性质的量值来测量该性质。

3. 间接测量 indirect measurement

不以从原理上定义此性质的量值,而以此性质有已知关系的量值来测定该性质。

4. 气相色谱法 gas chromatographic method

把一个气体混合物的各组分用气相色谱进行分离的分析方法。

5. 直接取样 direct sampling

将被取样介质与分析单元(例如内置在线或外置在线仪器)直接相连接的取样方法。

6. 间接取样 indirect sampling

被取样介质与分析单元(例如非在线仪器)不直接相连接的取样方法。

7. 内置在线仪器 in-line instrument

仪器的功能(检测)元件安装在管道内部,故测定是在管道条件下进行。

8. 外置在线仪器 on-line instrument

导入仪器的样品气是从管道中直接采集的,但仪器则安装在管道外部。

9. 非在线(离线)仪器 off-line instrument

仪器与管道不直接相连接。

10. 点样 spot sample

在操作条件下,从气流中的一个特定位置取出的一定体积样品。

11. 累积取样器 incremental sampler

累积一系列点样而成为一个混合样的取样器。

12. 移动活塞气瓶 floating piston cylinder

用一个移动活塞分隔开样品气和缓冲气的取样容器。

三、天然气计量术语

1. 测量准确度 accuracy of measurement

测量结果与被测量真值之间的一致程度。

2. 真实度 trueness

由大量测量结果得到的平均值与测量真值之间的一致程度。

3. 偏差 bias

预期的测量结果与一个可接受的参比值之间的系统误差(差值)。

4. 精密度 precision

在规定条件下得到的独立测量结果之间的一致程度。

5. 重复性限 repeatability limit

用相同的方法,由同一操作者,用同一台仪器在同一实验室中,在较短的时间间隔内,以重复条件对同一物质进行两次单独测量时,预期所得结果之间的绝对偏差将以规定的概率低于

此限值。在未作其他说明的情况下,此概率为 95%。

6. 再现性限 reproducibility limit

用相同的方法,由不同的操作者,用不同的仪器在不同的实验室中,以再现性条件对同一物质进行两次单独测量时,预期所得结果之间的绝对偏差将以规定的概率低于此限值。在未作其他说明的情况下,此概率为 95%。

7. 不确定度 uncertainty

附加于测量结果的一个估计值,用以表征存在于其中的真值的数值范围。

8. 校准 calibration

在特定条件下进行的一系列操作,用于建立由测量仪器或测量系统指示的量值,或由实物量具或参比材料所提供的量值,与应用工作标准所得量值之间的关系。

9. 检定 verification

在不对测量系统进行调整或校正的前提下,定期或在必要时以规定的步骤和设备,用可溯源物质或仪器在限定范围内进行有限次数试验,从而检测该测量系统是否正常(或反常)的过程。

10. 实物量具 material measure

在其使用过程中,以一种固定的方式来复现或提供某一给定量的一个或多个已知量值的器具。例如,在以气相色谱法测定天然气组成的过程中,各种等级的标准气混合物(RGM)也是一种实物量具。

四、天然气分析术语

1. 质量(体积、摩尔)分数[mass(volume、mole) fraction]

每个组分的质量(规定的温度和压力下的体积、摩尔数)除以气体混合物中所有组分质量之和(混合气体规定温度和压力下的体积之和、摩尔数之和)所得的商。

2. 质量(摩尔)浓度 mass concentration(molarity)

在规定的温度和压力下,每个组分的质量(摩尔数)除以气体混合物体积所得的商。质量浓度和体积摩尔浓度与气体混合物的温度和压力有关。

3. 摩尔 mole

质量为相对分子质量时,任何化学物质所包含的(基本单元)数量。

4. 痕量组分 trace component

在商品天然气中含量极低的组分。通常指正戊烷以上的烃类,以及硫化氢、羰基硫、二硫化碳等含硫化合物。

5. 归一化 normalization

如果从未被测量的其他组分得到一个小的、固定的、可分辨的响应时,可以将组成数据规定为 100% 或某个略小的值。