

天然气工程丛书

天然气矿场 集输与处理

苏建华 许可方 宋德琦 等编著

石油工业出版社

天然气工程丛书

天然气矿场集输与处理

苏建华 许可方 宋德琦 等编著

石油工业出版社

内 容 提 要

《天然气工程丛书》共分8个分册,《天然气矿场集输与处理》是其中之一。

本书对与天然气矿场集输与处理工程建设和生产运行管理有关的各项技术作了比较全面和系统地叙述。内容包括矿场集输管网、矿场集输站、天然气凝液回收、天然气矿场增压、天然气净化、腐蚀与防护、生产过程自动控制和SCADA系统的应用、集输及处理用工艺设备,以及安全生产、职业卫生和环境保护等方面的具体做法和要求。

本书可供天然气矿场集输工程建设和生产管理以及相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

天然气矿场集输与处理/苏建华等编著.

北京:石油工业出版社,2004.12

(天然气工程丛书)

ISBN 7-5021-4922-8

I. 天…

II. 苏…

III. 天然气输送:管道运输

IV. TE83

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第130980号

天然气矿场集输与处理

苏建华 许可方 宋德琦等编著

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.cn

总 机:(010) 64262233 发行部:(010) 64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2004年12月第1版 2004年12月第1次印刷

889×1194毫米 开本:1/16 印张:27.75

字数:831千字 印数:1—5000册

定价:125.00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

《天然气工程丛书》

编 委 会

主 任 黄 炎

副主任 王乃举 刘宝和 胡文瑞 夏鸿辉 魏宜清

茹 克 王志刚

成 员(以姓氏笔画为序)

马新华 王全生 王道富 冉新权 孙龙德 许可方

张卫国 李安琪 李海平 李鹭光 杜志敏 宋顺琼

沈 琛 孟慕尧 金忠臣 胡朝元 黄立功 阎存章

编辑组成员

组 长 孟慕尧

组 员 冉新权 张卫国 咸玥瑛

《天然气工程丛书·天然气矿场集输与处理》

编 写 组

主 编 苏建华

副主编 许可方 宋德琦

成 员(按姓氏笔画排列)

马国光 王开岳 王 澎 邓贻诵

陈光清 陈赓良 宫 静 夏典修

序一

近年来，我国天然气工业取得了很大的发展，已逐步进入了工农业生产和日常生活的方方面面，成为国民经济生活中的重要内容。经过几代人的努力，我国目前已经初步形成了四川、塔里木、鄂尔多斯、柴达木和海洋在内的五大气区基本格局，建设了以“西气东输”为代表的一批陆地及海上输气干线。“西气东输”宏大建设工程的实施，不仅是落实“西部大开发”战略的重要举措，而且也是我国在天然气生产建设能力和技术等方面的综合体现，标志着我国天然气的发展进入了一个新的阶段。

经过几十年的生产实践，我国在天然气的勘探、开发、储运和综合利用等方面，已经积累了丰富的经验，技术达到了较高的水平。认真总结这方面的经验和技術，展示我国天然气工业的成就和进步，指导和促进技术水平的提高，是一件十分有意义的工作，本套丛书的编写实现了这一愿望。

《天然气工程丛书》是一套按系统工程要求编写的丛书，它全面系统地总结了我国历年来在天然气方面的实践经验和成果，借鉴了国外有关天然气方面的先进理论和技术。编著者大多来自多年从事现场和科学研究有经验的专家、学者，在编写方法上强调了科学、实用及可操作性的特点，并有相当部分实例可供借鉴，使丛书成为一部信息量大、内容充实、涉及面广、有一定理论深度的技术专著。

《天然气工程丛书》的出版，对我国天然气的勘探、开发和综合利用具有很大的技术指导和推动作用，在此我表示衷心地祝贺。藉该书出版之际，我祝愿广大的科技工作者不断创新，不断进步，为促进我国工业技术水平的提高和发展做出更大的贡献。

中国科学院院士
中国工程院院士

侯祥麟

序二

在我担任中油股份公司总裁期间，油气田开发方面的几位老同志，建议编写出版一套“天然气工程丛书”，以适应我国天然气迅猛发展的需要，我非常赞同和支持这件事。

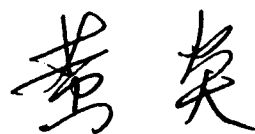
三年来，在中石油、中石化、中海油、石油院校等部门的数十名专家和上百名工程技术人员的辛勤努力下，克服了专业门类多、地域跨度大、编著人员不稳定等诸多困难，完成了丛书的编写出版任务。

本“丛书”的内容涵盖了全国各主要产气区，按照上下游一体化的总体思路，从资源勘探到综合利用，编辑为8个分册，约500万字。它凝结着我国从事天然气工作的几代人的辛劳和智慧，并把丰富的实践经验与近代科技进步相结合，是目前国内较为全面系统又有一定理论概括的系列丛书。

进入新世纪以来，我国天然气发展形势很好。预期在不久的将来，天然气在国民经济和社会生活中的地位和影响将越来越大，从事天然气工业的各个领域的工程和管理人员也将越来越多，他们迫切需要站在一个更高的起点上，了解和掌握比较系统的天然气技术；石油院校师生，也需要有更更新的教材。我认为丛书的出版，一定能够给予他们以有力的帮助，并为促进天然气勘探、开发、采气工程、气田建设、管道输送、天然气综合利用等技术的发展与创新做出贡献。

在“丛书”出版的时候，特向参与编著和出版的各位专家、教授、工程师及全体工作人员致以衷心的感谢！

丛书编委会主任
中国石油学会理事长



编 著 说 明

我国是世界上发现和利用天然气历史最悠久的国家之一。新中国成立以来,经过半个多世纪的努力,在天然气的勘探、开发、储运和综合利用等方面,积累了丰富的实践经验,有了一套适合于我国天然气工业发展特点的技术和理论。特别是“九五”、“十五”期间,天然气得到了迅猛发展,目前已初步形成四川、塔里木、鄂尔多斯、柴达木和海洋五大气区格局的天然气现代工业体系,“西气东输”——国家西部大开发战略序幕性工程的实施,标志着我国天然气的发展进入了一个新的阶段。

我国天然气的勘探和开发,有其自身的特点。气田的地质条件复杂,开采的技术难度较大,绝大多数气田的储层为低渗透、低孔隙,具有边、底水,非均质性严重;气田规模多为中小型且地域分散;有些主力气田含硫,这就使气藏工程、采气工程、地面工程及综合加工利用等,面临一系列技术难题。正是在这种复杂和困难的条件下,我国的科技人员,经历了多年的探索和实践,研究和利用新技术、新方法和新装置,加深了对我国天然气工业勘探、开发和加工基本规律的认识,发展了天然气上、下游工程,使我国天然气工业得到了迅速的发展。这些成就包含着从事天然气工作的广大工程技术人员、生产经营管理者的辛劳和智慧。

国民经济的快速增长和天然气工业的大发展,要求我们必须系统总结中国天然气工业丰富的实践经验,同时借鉴国外天然气工业先进的理念与技术,编辑出版一套既有理论指导又有现实可操作性的科技论著,给这一方兴未艾的大好形势以有力的技术指导。

1999年,经中国石油天然气集团公司原开发生产局局长王乃举、总工程师孟慕尧和石油工业出版社张卫国等同志提议,成立“天然气工程丛书”编写筹备组,同时将这一想法向当时担任中国石油天然气股份有限公司总裁的黄炎作了汇报,得到了黄炎同志的大力支持,组建了“丛书”编委会。经与多方协商,由黄炎担任编委会主任,王乃举、刘宝和、胡文瑞、夏鸿辉、魏宜清、茹克、王志刚任编委会副主任;编委有:马新华、王全生、王道富、冉新权、孙龙德、许可方、张卫国、李安琪、李海平、李鹭光、杜志敏、宋顺琼、沈琛、孟慕尧、金忠臣、胡朝元、黄立功、阎存章。

编委会的具体组织领导工作由王乃举、孟慕尧同志负责。为了加强经常性的工作指导,还成立了编辑工作组,组长为孟慕尧,成员有冉新权、张卫国、戚瑛瑛。

在“丛书”编写期间,编委会先后组织了多次研讨会,邀请各油气田、石油院校、科研院所的领导、专家、工程技术人员参加,确定了“丛书”的框架结构和编写提纲。每一分册都组建了各自的主编及编辑小组,聘请了一大批著名专家撰稿,他们都做了大量艰苦细致的文献查阅、专题研究及亲临现场调研工作。中国石油天然气集团公司、中

国石油化工集团公司、中国海洋石油总公司、西南石油学院、石油大学等单位，在编写资料、编写人员等方面积极给予协调帮助；中国石油天然气股份有限公司、西南油气田分公司、长庆油田分公司在经费上给予了支持，保证了“丛书”编写工作的正常运行。石油工业出版社在稿件审查、编辑加工和组织出版方面高度重视，将该套“丛书”列入了石油工业出版社“十五”重点丛书，并上报国家新闻出版总署，将此“丛书”作为精品图书出版。

本套“丛书”是系列性科技专著，共分8个分册，约500万字，分别为《天然气资源勘探》、《气藏地质》、《气田与凝析气田开发》、《气藏工程分析方法》、《采气工程》、《天然气矿场集输与处理》、《天然气输送与储存工程》、《天然气综合利用》。“丛书”既有理论概念，但更多地偏重于适用的工程技术方法的阐述。它是天然气勘探、开发、集输、储运、综合利用系统有代表性的专家和技术人员的集体创作，主要面对从事天然气工业的中高级科技人员和经营管理者，也可作为大专院校及企业在职教育培训的参考教材。

在本“丛书”出版的时候，编委会对所有参加本“丛书”的编写、研讨、出版和曾经给予大力支持的各界人士，谨致衷心的感谢！

前 言

我国的天然气资源丰富，全面、大规模的工业性开采正处于发展阶段。但天然气作为清洁的优质能源，在支持国民经济可持续发展、方便城乡人民生活和改善大气环境质量方面已开始发挥重要作用，它在国家能源总用量中所占的比例正在逐步提高。西气东输工程的建成投产和正在进行的全国性天然气供气管网建设表明，我国的天然气工业已进入快速发展的新阶段，陆上和海上气田开发的地域范围和生产规模在近期都将有很大的发展。

天然气矿场集输及处理是气田开发不可缺少的重要生产过程之一，集输及处理工程建设的技术水平、工程质量和建设投资额，生产运行费用，生产中安全和环境保护措施的有效性，直接影响到气田开发目标的实现，甚至影响到具体气田开发的可行性。

本书是《天然气工程丛书》之一，在全面总结现有天然气矿场集输及处理生产实践经验的基础上，对这一生产过程所使用的各项技术的原理、具体做法和应用中与气田实际情况相适应要求做了比较全面的叙述。

全书共十一章，由苏建华主编，许可方、宋德琦为副主编。各章的编写人如下：

第一章 苏建华 宫 静

第二章 苏建华 边云燕

第三章 马国光 边云燕 宫 静 黄 坤

第四章 王开岳

第五章 陈光清 单吉全 田 静

第六章 陈赓良

第七章 游明定 黄 和 张维臣

第八章 夏典修 施岱艳

第九章 邓贻诵

第十章 王 澎 马国光 刘承昭 文代龙 张春燕 汤智昀

第十一章 苏建华 丘 恺

余洪骥、龙庆晏、林秀芝、魏廉敦、龚树鸣、张乐长等同志参与了本书编写中的部分工作。

在编写过程中，得到了中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司、中国海洋石油总公司等相关单位、专家及技术人员的大力支持和帮助，王乃举、孟慕尧、金裕方、金忠臣、章申远、游开诚等同志在本书编写的全过程中提出了许多宝贵的意见，促

进了本书的编写工作，在此一并表示深切的谢意。

受编者技术业务水平和文字表达能力的限制，书中难免有不足甚至错讹之处，恳请读者批评指正。

本书编写组

2004 年 10 月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 矿场集输及处理的目的、工作内容和作用	(1)
第二节 矿场集输及处理工程建设的特点和一般要求	(3)
第三节 矿场集输及处理技术的现状和发展趋势	(8)
第二章 矿场集输管网	(19)
第一节 管网的构成、设置原则和优化	(19)
第二节 集输管网的水力计算	(25)
第三节 与集输管道运行有关的热力计算	(37)
第四节 承压管道和管件的强度计算	(52)
第三章 矿场集输站	(61)
第一节 种类、作用和一般要求	(61)
第二节 集输站和井站	(62)
第三节 矿场脱水场	(79)
第四节 清管站	(82)
第五节 阀室	(89)
第四章 天然气凝液的回收	(91)
第一节 回收天然气凝液的目的	(91)
第二节 天然气凝液回收原理	(95)
第三节 天然气凝液回收工艺	(114)
第四节 天然气凝液的稳定分馏和产品规格	(139)
参考文献	(142)
第五章 矿场增压	(144)
第一节 增压目的、特点和增压方法	(144)
第二节 气田增压站的工艺设计	(145)
第三节 增压工艺流程和燃料气处理	(150)
第四节 压缩机厂家和产品规格型号	(152)
第五节 压缩机、原动机及压缩机组的辅助生产系统	(156)
第六节 往复式压缩机运行中的主要工艺参数	(163)
第七节 往复式压缩机变工况工作和流量的调节方法	(173)
第六章 天然气的净化	(178)
第一节 概述	(178)
第二节 脱硫工艺	(182)
第三节 脱水工艺	(197)
第四节 硫磺回收工艺	(207)
第五节 尾气处理工艺	(217)
参考文献	(227)
第七章 天然气矿场集输及处理中的流量计量	(228)
第一节 气体的流量、性质及其状态方程	(228)

第二节	天然气流量计量方法分类	(239)
第三节	天然气流量计量用流量计	(242)
第四节	天然气用流量计校准	(271)
参考文献		(276)
第八章	腐蚀与防护	(277)
第一节	硫化氢的腐蚀	(277)
第二节	硫化氢腐蚀的防护	(289)
第三节	二氧化碳的腐蚀与防护	(296)
第四节	脱硫及硫磺回收设备的腐蚀及防护	(303)
第五节	缓蚀剂及其应用	(304)
第六节	管道的外腐蚀及防护	(308)
第七节	在线腐蚀监测技术与腐蚀防护工程建设的评价方法	(310)
参考文献		(317)
第九章	天然气集输工程中的自动控制和 SCADA 系统的应用	(319)
第一节	概述	(319)
第二节	检测仪表及控制设备	(321)
第三节	矿场集输及处理过程中的 SCADA 系统	(336)
第四节	集输场、站和天然气脱水的自动控制及计量	(345)
第十章	集输及处理用工艺设备	(352)
第一节	过滤、分离设备	(352)
第二节	加热和热交换设备	(357)
第三节	塔设备	(363)
第四节	泵	(366)
第五节	压缩机	(373)
第六节	阀	(376)
第十一章	安全生产、职业卫生 and 环境保护	(390)
第一节	天然气矿场集输及处理中的安全生产	(390)
第二节	职业卫生	(414)
第三节	天然气矿场集输及处理中的环境保护	(420)

第一章 绪 论

第一节 矿场集输及处理的目的、工作内容和作用

一、矿场集输及处理生产的目的、主要工作内容和集输及处理用生产设施

1. 目的和主要工作内容

1) 目的

在符合安全、经济、环境保护要求和能够充分利用随天然气采出地面的各种有用资源的情况下，按照合理的天然气总体流向，把气田或一定产气区域内各气井产出的天然气汇集到集中设置的天然气净化厂，并通过最终的净化处理将矿场形态的天然气转化为满足用户使用和管道输送要求的商品天然气。

2) 矿场集输及处理生产的主要工作内容

(1) 天然气的矿场采集和输送。

天然气在矿场条件下的采集和输送长期以来被统称为矿场集输，但其中的“输”不包括净化处理以后的商品天然气输送。严格地讲，天然气从井口通过集气站到达净化厂入口的整个密闭流动过程（其间需要接受矿场预处理）都可视为集气过程。在矿场条件下的“集”和“输”是既有一定区别又相互关联的两个概念，难以截然分开。“集”可以理解为天然气从气井到集气站的汇集过程，但“集”中有输，天然气通过从气井到集气站的采气管道输送到了集气站。“输”可以理解为把已在集气站经过矿场预处理的天然气输送到净化厂作原料，但“输”中有集，在各集气站和单井站经矿场预处理的天然气在输送中进一步汇集到净化厂入口处。两者的区别仅在于气质条件上的差异，“集”的是气井产出后未经矿场预处理的天然气；“输”的却是经过矿场预处理后已符合净化厂原料气要求的原料气。

(2) 矿场预处理。

天然气矿场预处理是指天然气在接受集中的净化处理前，在集气站或单井站内进行的各种预处理，主要有3个方面的工作：一是节流降压、气—液分离、调压、计量、进行腐蚀控制以及防止天然气水合物生成等处理，保证集气过程正常连续进行，满足净化厂对原料气的要求和集输生产管理上的需要；二是回收、利用已随天然气采出地面的其他各种有经济利用价值的资源；三是全面采集天然气矿场集输及处理生产中与气田开发直接相关的各种生产数据，为不断调整和优化已有的气田开发方案提供可靠的资料。

(3) 天然气净化。

目的是脱除天然气中对使用有害和无效的组分；降低天然气中易凝组分的含量；使商品天然气满足用户的使用要求，并能在输送过程中始终保持干燥状态。

有害组分指 H_2S 和 CO_2 ，无效组分主要指 N_2 和 CO_2 。有害组分的过量存在妨碍用户对使用功能、

使用中的安全和环境保护要求；无效组分的过量存在既影响使用功能，又浪费输送过程中的能量消耗，还会降低天然气作燃料使用时的热效率。

易凝组分指天然气中处于气相状态的重烃和水。在系统压力一定的情况下天然气中易凝组分的露点温度随该组分在气相中的分子分率的降低而下降，将它们的含量脱除到一定的限度以内就能使天然气的烃露点和水露点温度下降到要求的数值以下，保证天然气在预计的最高输送压力和可能达到的最低输送温度下仍能保持无腐蚀的干燥状态，最大限度发挥管道的输送能力。

天然气净化是天然气地面生产过程中必不可少的过程之一。即使天然气中不含过量的有害和无效组分，除去天然气中的部分气相水以降低水露点也仍然是必经的净化处理过程。

2. 主要的矿场集输及处理生产设施

1) 集输管网

矿场集输管网是对气田或一定产气区域内，由气井井口到集气站的采气管道和由集气站、单井站到天然气净化厂之间的原料气输送管道所构成的网状管路系统的统称。它覆盖所有产气井，为天然气采集、采集过程中以相对集中的方式对天然气进行矿场预处理和最终将天然气汇集到净化厂作原料提供通道，是天然气地面生产过程中必不可少的生产设施。其结构形式与气井的分布状况、采用的集气工艺技术、气田所在地的地形和公路交通条件、产气区与净化厂间的相对位置关系等因素有关，但所有的集输管网都是密闭而统一的连续流动通道系统，在使用功能上是一致的。

2) 集输场站

集输场站是为了满足天然气采集和矿场预处理以及与集输及处理生产直接有关的其他生产操作的需要而定点设置的专用生产场所。按使用功能的不同，可分为集气站（含单井站）、矿场脱水站、矿场增压站、清管站和阴极保护站等。场站的种类、数量、布点以及站内的生产工艺流程和设备配置等，与天然气的气质条件、气井的分布状况和采用的集输及矿场预处理工艺的具体需要有关。在同一位置设置不同功能的集输场站时，大都统一建设成一个具有综合功能的场站。

3) 天然气净化厂

净化厂是对经过矿场预处理的天然气进行最终的集中净化处理的场所。净化工作的内容、所需采用的净化工艺方法、各生产装置的生产流程和工艺设备的配置，主要由气质条件和由气质条件所决定的净化要求来确定。净化含有酸性气体的天然气（尤其是酸性气体中包含有 H_2S ）时净化过程复杂，既要脱除 H_2S ，又要将脱除下来的 H_2S 转化为元素硫或其他有用的产品，需要设置酸性气体脱除、脱水、硫回收、尾气灼烧以及其他的各种辅助生产装置。当采用的硫回收工艺方法不足以使灼烧后排放的尾气中 SO_2 的含量符合大气污染物排放标准的要求时，还需要在硫回收装置的后面再后续尾气处理装置，进一步降低尾气灼烧前其中的 H_2S 含量。

当原料天然气中不含酸性气体或酸气中不含有 H_2S 时净化过程得到简化，最简单的净化厂中主要生产装置只有脱水装置这一种。

4) 自动控制和数据采集系统

各种集输及处理生产过程在生产场所高度分散的条件下同步进行，工作参数相互紧密相关，任何一个部位的工作异常都会对其他部分产生影响。天然气特有的物性、苛刻的集输及处理工作条件又使整个生产过程面临大的安全风险。因此，对生产安全和各生产过程间的工作协调一致性有很高的要求。只有具备统一的、贯穿集输及处理全过程的生产自动控制和信息传输系统，能够对各生产过程和它们之间的工作关系做全面的实时监控，才能保证集输及处理生产在安全和各部分间协调一致的情况下进行，并提高生产管理工作的水平和减少生产操作人员的人数。

对集输及处理过程的监视、控制是在连续采集、传递、储存和加工处理各种生产数据的基础上进行的。适用于对分散进行而又彼此相关的工业生产过程作自动控制的监视控制和数据采集（SCADA）技术，已在集输及处理生产中得到了广泛应用。

二、矿场集输及处理工程建设在气田开发工作中的作用

1. 形成符合要求的天然气地面配套生产能力

气田开发方案依据天然气资源条件、市场需求和勘探开发投入与产出间的最佳匹配关系规定了气田开发的生产规模和采气计划。按预期的建设投资和工期控制要求,通过矿场集输及处理工程建设形成符合要求的天然气地面配套生产能力,是实现天然气勘探开发目标的必要条件之一。

2. 体现和提高气田开发工作的总体经济效益

1) 直接体现气田开发工作的经济效益

气田开发是一项工程建设投资额高、建设周期和建设资金回收期长、投资风险性高的工程建设工作。其经济效益只能最终通过在能源市场销售商品天然气来实现。在天然气地质勘探和钻井工程完成后,正是集输及处理生产使气井产出的天然气完成了从矿物到商品的转变,集中体现了天然气勘探开发全过程的经济效益。有了经济效益,才能为天然气勘探开发事业积累更多的资金,推动和加快它的发展。

2) 集输及处理生产费用是影响天然气生产成本和天然气在能源市场竞争能力的主要因素

和一切工业产品生产一样,降低商品天然气的生产成本是提高天然气在能源市场的竞争能力和提高生产工作经济效益的关键。由于矿场集输及处理工程建设的工程量大、建设投资额高、建设周期长,生产运行期间安全生产的风险程度高,天然气勘探开发的天然气总生产成本中有相当多的部分是在矿场集输及处理过程中形成的,因而提高矿场集输及处理工程建设的技术水平和工程建设质量、缩短工程的建设周期,降低生产运行期间的能量、物料和人工消耗,提高集输及处理生产的安全可靠性和生产设施的使用寿命,对提高天然气勘探开发的总体经济效益有十分重要的作用。

第二节 矿场集输及处理工程建设的特点和一般要求

一、矿场集输及处理工程建设的特点

1. 生产工作条件比较苛刻

1) 工作介质中含有腐蚀性物质和有毒物质

天然气是地层中自然形成的矿产品中的一种,在未经净化处理前其中常含有某些不利于集输及处理生产安全的有害物质,如 H_2S 、 CO_2 、有机硫和存在于天然气所携带的液相水中的氯离子等。这些腐蚀性物质对金属材料的腐蚀作用以及 H_2S 对人体的高度危害作用,使集输及处理生产面临生产设施和人身安全的风险。

2) 集输及处理过程中的天然气通常处于被水饱和的湿状态,为腐蚀作用的发生和天然气水合物的生成提供了条件

天然气在井底处于温度和压力都很高的状态,温度高使天然气在井底时的饱和含水量大。采出井口的过程中天然气的温度大幅度下降到接近常温的程度,压力也有一定程度的降低。但温度下降带来的饱和含水能力下降幅度远大于压力降低带来的含水能力上升幅度,降温降压的综合效果是天然气在采出过程中有凝析水析出并由高速流动的气流带出地面。随后的气—水分离在平衡状态下进行,除去

液相水但不改变天然气所处的被水饱和的湿状态,除非在矿场对天然气进行了干燥处理。液相水的存在为腐蚀作用的发生提供了条件。天然气在降低温度的过程中,还会在 0℃ 以上的温度下与水形成冰雪状的水合物,阻塞气体流动通道,影响集输生产的连续进行。

3) 天然气易燃、易爆

天然气是可燃气体混合物,集输及处理生产中的泄漏和事故时的自然泄放易于引发燃烧事故。当外界的空气进入管道和设备内部或外泄的天然气在密闭的工作空间内与空气形成符合一定比例的均匀混合物时,还可能遇火发生着火爆炸事故。

4) 工作压力高

由于天然气的密度远低于原油,气井的井口压力比油井的井口压力高得多,一般为数十兆帕,国内个别气井的井口压力甚至高达 100MPa 以上。为了在矿场集输和这以后的商品天然气输送中充分利用天然气在井口处已自然具有的压力能,减少集输及处理生产设施的尺寸并降低集输及处理生产设施的占地面积和金属耗量,一般都使矿场集输及处理过程的工作压力维持在比较高的水平。高的工作压力使发生内压爆破事故的可能性和事故的危害作用加大。

2. 生产的分散性强、工程建设和生产运行管理涉及的地域范围大,不同生产设施之间在工作状态、工作参数上相互紧密相关

1) 集输管网覆盖整个产气区域,各种集输站场在管网的有关节点上分散设置

气井分散存在,集输管网覆盖所有的产气井,为使天然气采集过程能以不间断的方式连续进行,必须在采集的过程中以相对集中的方式即时对天然气进行必要的矿场预处理,在管网的某些节点处分散设置集输场站。这给集输及处理工程的建设 and 生产运行管理都带来一些困难,建设施工需要在大面积范围内以野外施工为主的方式进行,而且需要使管道通过某些自然和人为障碍区;露天埋地敷设的管道易于因自然环境条件变化或意外的人力作用受到损坏;管道发生爆破事故时还可能使邻近的居民受到人身伤害和蒙受财产损失。

2) 不同生产过程之间紧密相关和相互影响,要求生产过程中各部分间协调和一致

矿场集输及处理工作的对象是同一天然气物流。虽然工作场所有所不同,但所有的集输及处理工作都是在天然气通过相互连通的集输管网做连续流动的过程中完成的。在接受最终的净化处理前,相邻生产过程之间互为条件,在工作参数、运行状态、生产安全等方面彼此关联和相互影响,前一过程能正常顺利进行和达到预期要求是实现后一生产过程的必要条件。因此,对生产设施自身在使用功能上的完善和配套程度,不同生产设施之间在生产运行中的协调一致性,对整个生产过程的监视和自动控制水平,都有比较高的要求。

3. 事故的危害作用大,影响范围广

1) 危害作用大

管道、设备发生内压爆破时处在受压状态的天然气和其他气体一样在瞬间释放出它所有的压力能。由于集输中的天然气压力高、气量大,爆破会对周围环境形成很强的冲击破坏作用。爆破中外泄的天然气还有遇火发生燃烧、着火爆炸等后续事故的危险。由于天然气的热值比较高,燃烧事故发生时的高温辐射作用比较强,着火爆炸时的压力也比较高。当含有 H_2S 的天然气因事故外泄进入空气中时,还可能引发人体急性中毒事故。即使是 H_2S 燃烧后生成的 SO_2 ,当它在空气中达到一定浓度时,也能使人体出现急性中毒症状。

2) 事故危害作用的影响范围广

管道、设备发生爆破事故时大量自然外泄的天然气以及其中含有的有毒物质随空气流动向周围的地区扩散,使事故危害作用区的地域范围扩大。各类破坏性事故除使生产设施受到损坏,生产操作人