

天然气净化生产管理丛书



# 天然气净化HSE管理手册

THE HSE MANAGEMENT MANUAL OF NATURAL GAS PURIFICATION

傅敬强 ◎ 主编

石油工业出版社

天然气净化生产管理丛书



# 天然气净化HSE管理手册

THE HSE MANAGEMENT MANUAL OF NATURAL GAS PURIFICATION

傅敬强◎主编

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书总结了天然气净化厂HSE管理经验,包括HSE管理体系、综合管理、日常管理、检维修HSE管理等内容,具有较强的系统性、适用性。本书对提高天然气净化厂HSE管理水平、促进天然气工业的发展起到了重要作用。

本书可作为天然气净化厂工程技术人员和管理人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

天然气净化HSE管理手册 / 傅敬强主编 .

北京 : 石油工业出版社, 2013.3

(天然气净化生产管理丛书)

ISBN 978-7-5021-9258-7

I . 天…

II . 傅…

III . 天然气净化 - 工业企业管理 - 安全管理 - 手册

IV . F407.226.2-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第203463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 : <http://pip.cnpc.com.cn>

编辑部 : (010) 64523613 发行部 : (010) 64523620

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

---

2013年3月第1版 2013年3月第1次印刷

787×1092毫米 开本 : 1/16 印张 : 12

字数 : 218千字

---

定价 : 22.00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

# 《天然气净化生产管理丛书》

## 编 委 会

主 任：傅敬强

副主任：杨培昌 唐荣武 岑 嶺

委 员：王晓东 陈邦海 江利民 张廷洲 熊川铤

郑 民 肖中成 苟兴中 万义秀 苏荣跃

熊 勇 宋文中 梁尚海

# 《天然气净化HSE管理手册》

## 编 写 组

主 编：傅敬强

副 主 编：陈邦海 王晓东

审 稿：傅敬强 杨培昌 陈邦海 苏荣跃 熊 勇

彭维茂 岑永虎 何沿江

编写人员：何沿江 李波音 杨 波 欧 艳 倪钟利

张晓云



# 丛书序

中国是最早发现和利用天然气的国家之一，早在东汉末年，在川西地区钻获了世界上的第一口天然气井——临邛火井。四川自流井气田，是中国最早开发利用的大气田，其开发历程和工艺技术，远远走在当时世界的前列。

新中国成立后，我国天然气勘探开发步入了快车道，2010年全国开发天然气近千亿立方米，比建国前天然气产量增长了8400余倍，有关专家认为，到2020年，我国的天然气产量有望与石油产量相当，将达2000亿立方米，我国天然气勘探开发步入黄金期。作为全国大型天然气产销基地之一的川渝油气田，经过几代川渝石油人的不懈努力，于2006年油气当量突破1000万吨，成为我国首个以天然气生产为主的千万吨级大油气田。

天然气的气质多种多样，大部分含有硫化氢、有机硫、二氧化碳及水等成分，特别是四川气田，含硫天然气占65%以上，需要脱除其中有害组分，使之达到商品天然气标准。我国为适应四川气田开发的要求，于20世纪60年代起开始天然气净化工艺的研究开发工作，1965年，四川石油管理局川东气矿东溪化工车间（现中国石油西南油气田公司重庆天然气净化总厂綦江分厂）建成国内第一套胺法脱硫装置，开创了我国天然气净化的先河。

重庆天然气净化总厂作为我国天然气净化工业的“摇篮”，经过40多年的发展壮大，现拥有天然气净化装置12套，年处理天然气能力超过100亿立方米，是综合配套齐全、技术先进的大型天然气净化基地；同时形成了一整套先进的天然气净化生产及管理理论，先后编制了《职业资格等级标准 天然气加工》中天然气净化分析工、天然气净化操作工的内容和《中国石油高技能人才培训丛书》的《天然气净化操作技师培训教程》、《天然气净化分析技师培训教程》及《石油石化职业技能鉴定试题集》的《天然气净化分析工》、《天然气净化操作工》，建成了具有仿真软件、仿真装置、实际培训装置的天然气净化培训基地，为天然气净化行业发展作出了突出贡献。

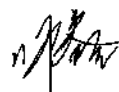
《天然气净化生产管理丛书》适时总结了我国天然气净化管理、技术经验和理论成果，这对提高净化厂员工技术水平、提高净化厂管理水平，促进天然气工业的

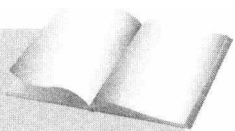
发展是非常必要的。本套书在近50名管理人员、科技工作者的辛勤努力下，历时一年半的时间，以大量的图、表形式比较全面、系统、科学地总结了天然气净化专业方面的知识、技术和管理经验，具有广泛的适用性，是一套很好的工具书。

这套书的出版，填补了我国此类书籍的空白，加强了天然气净化厂基础建设，很有意义，值得庆贺。

中国石油西南油气田分公司副总经理

2011年8月





# 丛书前言

随着天然气工业步入高速发展的黄金期，作为天然气开发利用重要环节的天然气净化也在飞速发展。天然气净化技术在改善经济性、实践新课题、适应环保要求等方面开发了越来越多的新工艺，天然气净化厂管理在历经几十年的沉淀后积累了丰富的经验。

为适应天然气净化厂发展需要，2010年初，中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司重庆天然气净化总厂（以下简称总厂）傅敬强，在广泛调研、认真分析的基础上提出了编纂《天然气净化生产管理丛书》（以下简称《丛书》）的建议，用以总结提炼天然气净化厂生产运行、装置检维修、HSE管理经验和汇编天然气净化工艺技术。此建议很快得到了西南油气田分公司领导和总厂全体员工的大力支持，2010年3月，总厂成立了包括高级工程师、技能专家、专业技术人员、管理人员近50人组成的《丛书》编委会，召开了第一次编委全体会议，标志着《丛书》编纂工作全面展开。

《丛书》编纂工作伊始，编委会就明确提出要努力把《丛书》编纂成一套高质量、适用性强的工具书。参加《丛书》编写和审稿的近50名人员是长期坚守在生产一线的技能专家、管理人员、科技工作者，他们多数是第一次从事图书编写工作，大家克服了重重困难，反复推敲内容，大到篇章结构、小到释文条目，不断完善，努力提高质量。特别是在校审阶段，总厂组织人员集中攻关，严格按照“规范、科学、实用”的要求，审核人员逐条逐句，反复修改，精益求精，力求做到语言精炼，数字准确。

经过编审人员的辛勤劳动，通力合作，历时一年半，圆满地完成了《丛书》的编纂。《丛书》分为《天然气净化生产运行管理手册》、《天然气净化检维修管理手册》、《天然气净化HSE管理手册》、《天然气净化工艺技术手册》四本，约90万字，涵盖了天然气净化工艺技术、生产管理多方面的知识，具有较强的系统性、适用性。《天然气净化生产运行管理手册》包括了生产计划、生产运行组织、工艺技术、设备、装置开停产、生产应急、生产运行保障、防洪防汛防震减灾等管理内容；《天然气净化工艺技术手册》包括原料气预处理、脱硫脱碳、脱水、脱烃、硫

黄回收、尾气处理、酸水汽提、凝析油稳定等主体单元，硫黄成型、消防、污水处理、火炬及放空等辅助装置，以及新鲜水处理、循环冷却水、锅炉及蒸汽、空气氮气、燃料气等公用系统的工艺技术；《天然气净化检维修管理手册》包括日常检维修、系统性检维修、临时停产检维修等管理内容；《天然气净化HSE管理手册》包括综合管理、日常管理、检维修HSE管理等内容。本套书可作为天然气净化厂工程技术人员、管理人员的参考书。

《丛书》编纂工作始终得到了西南油气田公司各有关部门的大力支持和热情帮助，在此表示诚挚的感谢。在编写《丛书》过程中参考了大量的资料文献，特别是《工艺技术手册》引用了大量的技术数据，借此机会，谨向原著作者表示衷心的感谢！《丛书》涉及内容较广，参编人员较多，由于编者学识及认知水平有限，书中不当及疏漏之处敬请业内专家及读者赐正。

《天然气净化生产管理丛书》编委会

2011年8月



# 目 录

第一章 概述	1
第二章 天然气净化厂质量与HSE管理体系	5
第一节 质量与HSE管理体系简介	5
第二节 质量与HSE管理体系建立	5
第三章 天然气净化厂质量与HSE基础管理	13
第一节 质量与HSE机构设置及职责	13
第二节 质量与HSE制度建设	17
第三节 质量与HSE目标责任制管理及绩效考核	21
第四节 HSE信息系统管理	22
第四章 天然气净化厂质量与HSE日常管理	23
第一节 职业健康安全管理	23
第二节 环境保护管理	40
第三节 质量管理	50
第五章 天然气净化厂质量与HSE综合管理	53
第一节 质量与HSE培训	53
第二节 HSE“三同时”管理	57
第三节 承包商HSE管理	61
第四节 HSE合规性评价管理	65
第五节 质量与HSE检查和隐患管理	66
第六节 质量与HSE事件和事故管理	69
第七节 典型工具方法	70
第六章 天然气净化厂日常检维修质量与HSE管理	88
第一节 主要风险分析与削减措施	88
第二节 装置临时停产检修主要风险及削减措施	94

第三节 检维修过程HSE控制 .....	95
<b>第七章 天然气净化厂系统性检修质量与HSE管理</b> .....	<b>97</b>
第一节 职业健康安全管理 .....	97
第二节 环保管理 .....	121
第三节 质量管理 .....	123
<b>附录</b> .....	<b>125</b>
附录1 天然气净化厂作业许可管理规定 .....	125
附录2 天然气净化厂工业动火作业安全管理规定 .....	142
附录3 天然气净化厂高处作业安全管理规定 .....	145
附录4 天然气净化厂进入受限空间作业安全管理规定 .....	150
附录5 天然气净化厂移动式起重吊装作业安全管理规定 .....	155
附录6 天然气净化厂临时用电作业安全管理规定 .....	161
附录7 天然气净化厂动土作业安全管理规定 .....	166
附录8 天然气净化厂管线与设备打开作业安全管理规定 .....	171
附录9 天然气净化厂事故隐患报告奖励实施细则 .....	174
附录10 名词解释 .....	178

# 第一章

## 概述

天然气工业由地下工程和地面工程两部分构成，涉及勘探、开发、采气、净化、管输等环节。天然气净化是指脱除原料天然气中有害组分，使之达到商品天然气标准的过程，通常含天然气预处理、脱硫脱碳、脱水、脱烃、硫黄回收及尾气处理等工艺过程。在为数众多的净化工艺中，脱硫是核心，其次是脱水。尽管对某些气田采出的天然气而言，必须先脱除部分氮气，但此类工艺为数较少，不在本手册讨论范围之内。为达到气质标准要求，有时二氧化碳也是应部分脱除的组分，但一般均与脱硫过程结合考虑。

### 一、天然气净化年的发展

从 20 世纪 30 年代发表第一个醇胺法脱硫专利以来，天然气净化工艺已经历了 70 多年的发展历程。在 20 世纪 80 年代前，天然气净化工艺发展的主要推动力是改善经济性以及解决实践新课题。此后，环保要求也成为技术发展的重要推动力。

我国为适应四川气田开发的要求，于 20 世纪 60 年代起开始天然气净化工艺的研究开发工作，1965 年，四川石油管理局川东气矿东溪化工车间（现中国石油西南油气田公司重庆天然气净化总厂綦江分厂）建成国内第一套胺法脱硫装置，开创了我国天然气净化的先河。20 世纪 70 年代末，卧引装置（现重庆天然气净化总厂引进分厂）成套引进萨菲诺（Sulfinol-D）脱硫、三甘醇（TEG）脱水、克劳斯（Claus）硫黄回收、斯科特（SCOT）尾气处理及酸水汽提装置，使我国天然气净化工艺基本赶上国外的先进水平。21 世纪初，重庆天然气净化总厂陆续引进了具有国际先进水平的超级克劳斯（Super Claus）、等温亚露点（Clinsulf-SDP）、冷床吸附（CBA）硫黄回收技术，硫黄收率达到 99.2%。通过对引进技术不断消化吸收加上自主研发，2009 年，具有自主知识产权的中国石油硫黄回收工艺（CPS）成功开发，并在重庆天然气净化总厂万州分厂首次工业应用，硫黄收率达到 99.25%，实现了天然气净化脱硫、脱水、硫黄回收等技术全面国产化，我国天然气净化技术具备国际一流水平。

## 二、天然气净化厂的分布

我国目前天然气净化厂主要集中在长庆、塔里木、川渝地区。

长庆油气田天然气主要为低含硫天然气， $H_2S$ 含量一般低于 $1g/m^3$ ，有的天然气甚至不含硫，但 $CO_2$ 含量较高，一般在5%（体积分数）左右。长庆油气田第一、二、三天然气净化厂主要是脱硫脱碳、脱水、硫黄回收；脱硫脱碳采用甲基二乙醇胺（MDEA）水溶液化学吸收工艺，脱水采用TEG工艺，硫黄回收采用直接氧化（Clinsulf-DO）工艺，设计年处理能力为 $80 \times 10^8 m^3$ ；榆林、长北、米脂及苏里格天然气处理厂设计年处理能力为 $145 \times 10^8 m^3$ ，原料气不含硫化氢，主要是脱烃、脱水，多数采用丙烷制冷工艺。

塔里木盆地天然气资源十分丰富，天然气资源量达 $8.93 \times 10^{12} m^3$ ，占全国天然气总资源量的22%。塔中气田第一处理厂设计年处理能力 $10 \times 10^8 m^3$ ，原料气含 $H_2S$ 约 $12g/m^3$ ，脱硫脱碳采用MDEA法，脱水脱烃采用丙烷制冷工艺，硫黄回收采用CPS工艺。桑南净化厂原料气中 $H_2S$ 含量较少，低于 $1g/m^3$ ，脱硫脱碳仍采用MDEA法，脱水脱烃采用丙烷和节流阀（J-T阀）联合工艺。克拉2处理厂设计年处理能力为 $100 \times 10^8 m^3$ ，原料气不含 $H_2S$ ，主要是脱烃、脱水，采用J-T阀工艺。其他如迪那、牙哈、英买、塔中六等天然气处理场站原料气均不含硫，脱水脱烃多数采用J-T阀工艺。

川渝气田天然气主要为含硫天然气，必须经过净化处理后才能外输，所属天然气净化厂主要分布在重庆长寿、垫江、忠县、万州、江津、綦江及四川渠县、大竹、江油、遂宁、仪陇、隆昌、荣县等地，截至2011年5月底，有天然气净化厂14座共22套净化装置，设计年处理能力达 $150 \times 10^8 m^3$ ，主要采用MDEA、Sulfinol-D、CT8-5等化学吸收法脱硫，TEG法脱水，Claus及其延伸工艺回收硫黄，SCOT法处理尾气。

## 三、天然气净化装置简介

一座完整的天然气净化装置通常包括原料气预处理、脱硫脱碳、脱水、脱烃、硫黄回收、尾气处理、酸水汽提、凝析油稳定等主体单元和辅助装置（硫黄成型、消防、污水处理、火炬及放空）及公用系统（新鲜水处理、循环冷却水、锅炉及蒸汽、空气氮气、燃料气）。为了使天然气净化装置正常运转，自动化控制、化验分析、供配电和维修等配套设施也必须设置。

## (一) 主体单元

### 1. 原料气预处理单元

采用重力分离和过滤分离等方法去除原料天然气中夹带的化学药剂、游离水、固体杂质等物质。

### 2. 脱硫脱碳单元

通过气液吸收、气固吸附和直接转化等途径除去天然气中的含硫化合物和部分  $\text{CO}_2$ ，使其达到商品天然气标准。天然气脱硫脱碳工艺类别较多，但主要是化学吸收法。

### 3. 脱水单元

通过甘醇、分子筛和其他如压缩、冷却、氯化钙吸收及膜分离等方法，脱除天然气中水分，使其达到商品天然气标准中水露点要求。

### 4. 脱烃单元

通过吸附、油吸收、低温分离等方法脱除天然气中轻烃组分。

### 5. 硫黄回收单元

对脱硫、尾气处理和酸水汽提单元产生的酸气进行处理，回收硫黄。目前工业上普遍采用的是各种形式的克劳斯工艺。

### 6. 尾气处理单元

尾气处理单元是 20 世纪 70 年代后为保护环境而发展起来的净化工艺，其目的是对硫黄回收装置的尾气作进一步处理，使大气污染物  $\text{SO}_2$  达到规定的排放要求。其工艺通常有还原类和氧化类。

### 7. 酸水汽提单元

对各单元来的酸水主要采用蒸汽加热汽提的方法将酸水中的  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{NH}_3$  等少量易挥发组分汽提出来，汽提出的酸气返回硫黄回收单元，处理后的酸水进入污水处理装置。

### 8. 凝析油稳定单元

凝析油稳定是通过一定的工艺方法把轻组分（主要是  $\text{C}_1 \sim \text{C}_5$  轻烃）从凝析油中分离出来，得到乙烷、丙烷、丁烷等烃类的过程。

## (二) 辅助装置和公用系统

### 1. 硫黄成型装置

对来自硫黄回收单元的液硫进行脱气、储存、冷却、成型、计量与包装，主要采用转鼓和钢带冷却成型。

### 2. 消防装置

根据生产特点，在全厂范围内设置消防水池、消防水泵、消防水管网，配备各

种消防器材及设施，以备发生火灾时使用。

### 3. 污水处理装置

污水处理装置对生产过程中排出的污水集中进行综合处理，使之达到国家排放标准，并力争满足中水回用的要求。

### 4. 火炬及放空系统

火炬及放空系统处理工厂开车、停车及紧急事故情况下排出的原料气、湿净化气、不合格净化气、酸气等，通过火炬燃烧排放，有效减少对环境的污染。

### 5. 新鲜水处理系统

新鲜水处理系统对原水进行处理，使水质、水量、水压满足生产需要。

### 6. 循环冷却水系统

循环冷却水系统为整个净化装置提供合格的冷却用水。

### 7. 锅炉及蒸汽系统

锅炉及蒸气系统负责供给全装置生产所需的蒸汽，并回收蒸汽凝结水。

### 8. 空气氮气系统

空气氮气系统为全装置提供工厂风、仪表风和氮气。工厂风主要用于装置开停工吹扫及其他用风；仪表风主要用于驱动各气动调节阀；氮气主要用于装置设备及管线置换、溶液保护、火焰监测保护等。

### 9. 燃料气系统

燃料气系统为全装置提供燃料气，用于锅炉、燃烧炉、火炬等。

## 第二章

# 天然气净化厂质量与 HSE 管理体系

### 第一节 质量与 HSE 管理体系简介

质量管理体系 (Quality Management System, QMS) 是企业为实现质量管理的方针目标, 有效开展各项质量管理活动而建立的管理体系。

健康、安全与环境管理体系 (Health Safety and Environment Management System), 简称为 HSE 管理体系, 是近几年出现的国际石油天然气工业通行的管理体系。它集各国同行管理经验之大成, 体现当今石油天然气企业在国际大环境下的规范运作, 突出预防为主、领导承诺、全员参与、持续改进的科学管理思想, 是石油天然气工业实现现代管理、走向国际大市场的准行证。HSE 管理体系的形成和发展是石油天然气勘探开发多年管理工作经验积累的成果, 它体现了完整的一体化管理思想。

净化厂质量与 HSE 管理体系建立依据是:

- (1) GB/T 19001—2008 质量管理体系 要求;
- (2) GB/T 24001—2004 环境管理体系规范 要求及使用指南;
- (3) GB/T 28001—2011 职业健康安全管理体系 要求;
- (4) Q/SY 1002.1—2007 健康、安全与环境管理体系 第 1 部分: 规范。

### 第二节 质量与 HSE 管理体系建立

#### 一、成立体系建设组织机构

##### (一) 质量与 HSE 管理体系建设领导小组

质量与 HSE 管理体系领导小组成员包括领导层、副总师及各职能部门负责人, 厂长 (经理) 任组长, 分管质量与 HSE 工作的副厂长 (副经理) 任第一副组长,

其他副厂长（副经理）任副组长，成员由机关各职能部门负责人组成。其职责为：

- (1) 负责审定、决策体系建立过程中的重大事项。
- (2) 审定体系建立的总体计划或大纲、体系设计方案，协调并确认职能分配方案。
- (3) 确定质量与 HSE 方针、目标，规划体系建设的发展方向。
- (4) 解决人、财、物等资源配置。

质量与 HSE 管理体系建设领导小组下设办公室，负责组织质量与 HSE 管理体系策划、骨干培训、初始评审、拟定体系设计方案、职能分配、体系文件化等工作。

### （二）任命管理者代表

在领导层中指定一名成员作为专门的管理者代表，以确保质量与 HSE 管理体系的有效实施，并组织开展各项工作。其职责为：

- (1) 负责按标准建立、实施和保持质量与 HSE 管理体系。
- (2) 向最高管理者报告质量与 HSE 管理体系的运行情况和绩效，并提出改进建议。

### （三）确定联络人员

各单位或部门指定一名联络员，联络协调本单位质量与 HSE 管理体系建立过程中的具体工作。

### （四）建立工作机制

建立周报、例会、激励等制度，确保质量与 HSE 管理体系建设顺利开展。

## 二、体系培训

体系培训分三个层次、三个阶段。

三个层次是指领导层、管理层、操作服务层的培训。在全员开展意识培训的基础上，领导层侧重于理念及观念转变培训；管理层侧重于直线责任、体系专业知识和工具方法应用培训；操作服务层侧重于属地管理职责、操作技能培训。

三个阶段是指贯标前期、贯标中期、贯标后期的培训。贯标前期培训侧重于体系标准及相关法律法规；贯标中期培训侧重于体系建立方法；贯标后期培训侧重于体系文件、体系审核、管理评审。

## 三、初始评估

初始评估是指对照体系标准查找管理与标准之间的差距，为体系的科学设计、职能的合理分配及体系文件编制做好准备。评估内容包括：



- (1) 收集并确认质量与 HSE 管理相关的法律法规、标准。
- (2) 清理现有质量与 HSE 管理相关的规章制度。
- (3) 质量与 HSE 管理目标制定、实施和完成情况。
- (4) 确认对质量与 HSE 管理带来的主要危害和存在的风险。
- (5) 调查管理部门职责的履行情况。
- (6) 调查质量与 HSE 管理相关资源的配置情况。

#### 四、过程识别与控制

过程识别与控制分过程识别、过程运作、过程监测和过程评价四个步骤。

##### (一) 过程识别

过程识别分管理过程识别和作业过程识别两个方面。

(1) 管理过程识别：机关各职能部门针对业务管理范围内的过程进行识别，同时以职能分配的形式，明确每个过程的责任管理部门。

(2) 作业过程识别：基层单位按照作业流程开展作业过程识别，针对每一个作业活动的过程，明确相关岗位的职责。

##### (二) 过程运作

为使过程达到预期的目标或要求，应对多过程的输入、输出及开展的活动和投入的资源做出明确的规定，给出过程控制的准则和方法。

##### (三) 过程监测

收集充分和必要的信息，通过对信息的判定实现对过程的监控。

##### (四) 过程评价

过程评价是否已被识别并适当规定；职责是否已被分配；程序是否得到实施和保持；在实现所要求的结果方面，过程是否有效。

#### 五、危害因素识别与风险评价

危害因素包括职业健康安全类危害因素、环境类危害因素。风险评价应确定适合净化行业的辨识方法、评价方法，编制判别准则，确定辨识范围、辨识评价周期，制定控制措施，并建立动态台账。

#### 六、重大危险源判别与管理

按 GB 18218—2009《危险化学品重大危险源辨识》进行判别，对识别出来的重大危险源，编制管理方案和应急预案，并报属地安全生产监督管理部门备案。