

高含硫气田职工培训教材

# 天然气净化装置硫黄储运

马崇彦 编著



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

高含硫气田职工培训教材

# 天然气净化装置硫黄储运

马崇彦 编著

中国石化出版社

## 内 容 提 要

该书详细介绍了储运车间液硫罐区、硫黄成型、全自动称重包装码垛、硫黄产品散料储存、硫黄产品装车、散装皮带 6 个单元的装置概况、工艺原理、操作规程、常见故障及处理方法, 并包括全自动称重包装码垛、硫黄产品散料储存单元电气专业和散装储运辅助系统方面的知识, 涵盖了高含硫天然气净化硫黄储运操作人员需要掌握的专业知识和操作规程。可作为高含硫天然气净化职工培训使用, 也可作为天然气净化领域科研、设计、生产及管理技术人员的案头参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

天然气净化装置硫黄储运 / 马崇彦编著.  
—北京: 中国石化出版社, 2014. 8  
ISBN 978-7-5114-2960-5

I. ①天… II. ①马… III. ①硫黄-贮运  
IV. ①TQ125.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 180192 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

### 中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: [press@sinopec.com](mailto:press@sinopec.com)

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

\*

787×1092 毫米 16 开本 23 印张 351 千字  
2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷  
定价: 98.00 元

# 高含硫气田职工培训教材

## 编写委员会

主任:王寿平 陈惟国  
副主任:盛兆顺  
委员:郝景喜 刘地渊 张庆生 熊良淦 姜贻伟  
陶祖强 杨发平 朱德华 杨永钦 吴维德  
康永华 孔令启

## 编委会办公室

主任:陶祖强  
委员:马洲 王金波 程虎 孔自非 邵志勇  
李新畅 孙广义

## 教材编写组

组长:焦玉清 袁守民  
副组长:兰宦勤 曹英斌 马崇彦 于艳秋  
成员:潘涛 肖斌 黄子川 朱道庆 姚景武  
张立胜 张文斌 王拥军 刘炜 解更存  
胡文明 张忠慧 张永红 王金波 裴永述  
张鲁平

# 序

2003年,中国石化在四川东北地区发现了迄今为止我国规模最大、丰度最高的特大型整装海相高含硫气田——普光气田。中原油田根据中国石化党组安排,毅然承担起了普光气田开发建设重任,抽调优秀技术管理人员,组织展开了进入新世纪后我国陆上油气田开发建设最大规模的一次“集团军会战”,建成了国内首座百亿立方米级的高含硫气田,并实现了安全平稳运行和科学高效开发。

普光气田主要包括普光主体、大湾区块(大湾气藏、毛坝气藏)、清溪场区块和双庙区块等,位于四川省宣汉县境内,具有高含硫化氢、高压、高产、埋藏深等特点。国内没有同类气田成功开发的经验可供借鉴,开发普光气田面临的是世界级难题,主要表现在三个方面:一是超深高含硫气田储层特征及渗流规律复杂,必须攻克少井高产高效开发的技术难题;二是高含硫化氢天然气腐蚀性极强,普通钢材几小时就会发生应力腐蚀开裂,必须攻克腐蚀防护技术难题;三是硫化氢浓度达1000ppm( $1\text{ppm}=1\times 10^{-6}$ )就会致人瞬间死亡,普光气田高达150000ppm,必须攻克高含硫气田安全控制难题。

经过近七年艰苦卓绝的探索实践,普光气田开发建设取得了重大突破,攻克了新中国成立以来几代石油人努力探索的高含硫气田安全高效开发技术,实现了普光气田的安全高效开发,创新形成了“特大型超深高含硫气田安全高效开发技术”成果,并在普光气田实现了工业化应用,成为我国天然气工业的一大创举,使我国成为世界上少数几个掌握开发特大型超深高含硫气田核心技术的国家,对国家天然气发展战略产生了重要影响。形成的理论、技术、标准对推动我国乃至世界天然气工业的发展作出了重要贡献。作为普光气田开发建设的实践者,感到由衷的自豪和骄傲。

在普光气田开发实践中,中原油田普光分公司在高含硫气田开发、生产、集

输以及 HSE 管理等方面取得了宝贵的经验,也建立了一系列的生产、技术、操作标准及规范。为了提高开发建设人员技术素质,2007 年组织开发系统技术人员编制了高含硫气田职工培训实用教材。根据不断取得的新认识、新经验,先后于 2009 年、2010 年组织进行了修订,在职工培训中发挥了重要作用;2012 年组织进行了全面修订完善,形成了系列《高含硫气田职工培训教材》。这套教材是几年来普光气田开发、建设、攻关、探索、实践的总结,是广大技术工作者集体智慧的结晶,具有很强的实践性、实用性和一定的理论性、思想性。该教材的编著和出版,填补了国内高含硫气田职工培训教材的空白,对提高员工理论素养、知识水平和业务能力,进而保障、指导高含硫气田安全高效开发具有重要的意义。

随着气田开发的不断推进、深入,新的技术问题还会不断出现,高含硫气田开发和安全生产运行技术还需要不断完善、丰富,广大技术人员要紧密结合高含硫气田开发的新变化、新进展、新情况,不断探索新规律,不断解决新问题,不断积累新经验,进一步完善教材,丰富内涵,为提升职工整体素质奠定基础,为实现普光气田“安、稳、长、满、优”开发,中原油田持续有效和谐发展,中国石化打造上游“长板”作出新的、更大的贡献。



2013 年 3 月 30 日

# 前 言

在天然气工业中,为了将合格的商品天然气供应至用户,天然气净化是重要的一环。天然气净化通常是指脱硫脱碳、脱水、硫黄回收及尾气处理。脱硫脱碳与脱水是为了使天然气达到商品天然气或管输天然气的质量指标;硫黄回收与尾气处理是为了综合利用及满足环保要求。目前,天然气净化已形成一个独立的、系统的专业,其地位也越来越重要。

普光气田是我国已发现的最大规模海相整装高含硫气田,在国内没有成功开发同类气田的先例,在世界范围也属于难题。普光天然气净化厂是国内首座自主设计、建设的百亿方级高含硫净化厂,原料天然气高含硫化氢、二氧化碳与有机硫。中原油田普光分公司作为直接管理者和操作者,逐步积累了一套较为成熟的高含硫天然气开发、净化和 HSE 管理等方面的经验。为全面总结高含硫天然气净化管理与操作经验,固化、传承、推广好做法,夯实自身培训管理基础,同时也为同类天然气净化提供借鉴,我们组织了系统专业技术人员,以建立中国石化高含硫天然气净化职工培训示范教材为目标,在已有自编教材的基础上,编著、修订了系列《高含硫气田职工培训教材》。本套教材涵盖了净化装置、硫黄储运、分析化验和安全监控 4 个重要部分,突出高含硫净化装置的工艺特点,以反应典型性、针对性、实用性、先进性为原则,每个部分单独成册,总编陈惟国、朱德华。

《高含硫气田职工培训教材——天然气净化装置硫黄储运》为专业技术培训类教材,侧重于实际操作技能培训,介绍了液硫罐区、硫黄成型、全自动称重包装码垛、硫黄产品散料储存、硫黄产品装车、散装皮带 6 个单元的装置概况、工艺原理、操作规程、常见故障及处理方法,具有较强的适用性、先进性和规范性。本册教材由马崇彦编著,副主编黄子川、张忠慧。内容共分 9 章,涵盖了高含硫天然气净化硫黄储运操作人员需要掌握的专业知识和操作规程。第 1 章由张忠慧、李剑春编写;第 2 章由刘文辉、程艳会编写;第 3 章由文金轩、邱艳华

编写;第4章康秀杰、魏海军编写;第5章由吕晓明、潘涛编写;第6章由何文江、刘忠编写;第7章由周志杰、林杭编写;第8章由谢华昆、武麒麟编写;第9章由赵鹏翔、张泽祎编写。参加编审的人员有姚景武、郅修亮、郭永胜、王金波、权培丰、宋雷等。

本套教材可作为高含硫天然气净化职工培训使用,也可作为天然气净化领域科研、设计、生产及管理技术人员的案头参考书,还可供从事炼厂气及其他气体净化的工艺技术人员参考。

在本套教材编著过程中,各级领导给予了高度重视和大力支持,陈惟国同志对做好教材编著工作多次作出指导,刘地渊、熊良淦、张庆生、尹琦岭、商剑峰、杨作海、王和琴、陶祖强对教材进行了审定,多位管理专家、技术骨干、技能操作能手为教材编审贡献了智慧、付出了辛勤的劳动,中国石化出版社对教材的编审和出版工作给予了宝贵的支持和指导,在此一并表示感谢!

普光天然气净化厂在管理经验方面还需要不断积累完善,恳请同志们在使用过程中提出宝贵意见,为进一步完善、修订提供借鉴。

书中不当及疏漏之处尚祈业内专家及同志们赐正。



# 目 录

## 第 1 部分 液硫罐区

第 1 章 液硫罐区及图幅工艺流程 .....	( 3 )
1.1 液硫罐区工艺流程 .....	( 3 )
1.2 液硫罐区工艺指标 .....	( 6 )
1.3 图幅工艺流程 .....	( 8 )
1.4 图幅工艺指标 .....	( 9 )
第 2 章 罐区各单体设备工作原理及结构 .....	( 10 )
2.1 液硫罐的结构及伴热 .....	( 10 )
2.2 换热器的工作原理 .....	( 11 )
2.3 换热器的结构 .....	( 11 )
2.4 离心泵的工作原理 .....	( 12 )
2.5 离心泵的结构 .....	( 12 )
第 3 章 单体设备启停操作步骤 .....	( 15 )
3.1 液硫泵开机前的检查步骤 .....	( 15 )
3.2 液硫泵的开机步骤 .....	( 16 )
3.3 液硫泵的停机步骤 .....	( 16 )
3.4 液硫罐的启用步骤 .....	( 17 )
3.5 液硫罐的改罐及停用步骤 .....	( 18 )
第 4 章 现场仪表的工作原理及相关联锁关系 .....	( 20 )
4.1 差压液位计的工作原理 .....	( 20 )
4.2 雷达液位计的工作原理 .....	( 21 )
4.3 罐区的相关联锁关系 .....	( 23 )
第 5 章 相关的安全知识 .....	( 25 )
5.1 硫化氢的防护 .....	( 25 )
5.2 二氧化硫的防护 .....	( 28 )

## 第 2 部分 液硫成型单元

第 6 章 装置概述 .....	( 33 )
6.1 装置工艺说明 .....	( 33 )
6.2 装置流程简图 .....	( 35 )
6.3 装置设备明细表 .....	( 36 )
6.4 装置界区条件表 .....	( 38 )
6.5 公用工程指标消耗 .....	( 38 )
第 7 章 装置操作 .....	( 39 )
7.1 开机前的准备、检查及条件确认 .....	( 39 )
7.2 开机操作步骤 .....	( 40 )
7.3 成型单元工艺卡片 .....	( 43 )
7.4 操作应急预案 .....	( 47 )
第 8 章 单项操作 .....	( 49 )
8.1 液硫泵启停操作 .....	( 49 )
8.2 过滤器的切换和清洗操作 .....	( 51 )
8.3 凝结水泵启停及切换操作 .....	( 51 )

## 第 3 部分 全自动称重包装码垛生产线

第 9 章 全自动称重包装码垛生产线 .....	( 55 )
9.1 设备简介 .....	( 55 )
9.2 设备相关参数 .....	( 55 )
9.3 单体设备工作原理 .....	( 56 )
9.4 生产线控制部分 .....	( 66 )
9.5 生产线运行检查 .....	( 100 )
9.6 设备故障与处理 .....	( 109 )
9.7 操作安全注意事项 .....	( 121 )

## 第 4 部分 全自动称重包装码垛电气篇

第 10 章 概述 .....	( 127 )
第 11 章 包装码垛机基本结构及电气控制 .....	( 128 )
11.1 控制系统划分 .....	( 128 )
11.2 包装码垛机的基本流程 .....	( 128 )

第 12 章 插板阀控制系统 .....	(131)
12.1 电源与控制 .....	(131)
第 13 章 定量秤除尘系统 .....	(135)
13.1 各类电源在系统中的应用 .....	(135)
13.2 工作原理 .....	(135)
13.3 电气控制箱的操作 .....	(138)
第 14 章 包装机控制系统 .....	(140)
14.1 电源部分 .....	(140)
14.2 控制及联锁 .....	(143)
14.3 变频器在系统中的应用 .....	(146)
14.4 电气控制箱的操作 .....	(149)
第 15 章 输送检测系统 .....	(153)
15.1 电源部分 .....	(153)
15.2 控制及联锁 .....	(153)
15.3 工作原理及控制过程 .....	(153)
第 16 章 高架码垛机控制系统 .....	(155)
16.1 电源部分 .....	(155)
16.2 控制与联锁 .....	(157)
16.3 码垛机电机控制 .....	(158)
16.4 电气控制箱的操作 .....	(166)

## 第 5 部分 硫黄产品散料储存系统

第 17 章 装置概况 .....	(169)
第 18 章 工艺过程说明 .....	(172)
18.1 工艺流程图 .....	(172)
18.2 堆料作业工艺 .....	(173)
18.3 取料作业工艺 .....	(173)
第 19 章 圆形料仓主要部件 .....	(174)
19.1 堆取料机概述 .....	(174)
19.2 悬臂堆料机 .....	(174)
19.3 中心立柱 .....	(176)
19.4 堆料回转 .....	(176)
19.5 中心料斗 .....	(177)

19.6	刮板取料机	(177)
19.7	液压系统	(178)
19.8	电气司机室	(178)
19.9	检测装置	(178)
19.10	安全保护装置	(179)
<b>第20章</b>	<b>圆形料仓主要技术参数</b>	<b>(180)</b>
<b>第21章</b>	<b>圆形料仓堆取料机作业</b>	<b>(182)</b>
21.1	堆取料机操作方式	(182)
21.2	堆取料机工作准备	(182)
21.3	堆取料机操作	(183)
21.4	运转时特别注意事项	(185)
21.5	作业后的结束工作	(186)
<b>第22章</b>	<b>设备的维护保养和故障处理</b>	<b>(187)</b>
22.1	设备的维护保养	(187)
22.2	设备检查、常见故障及处理方法	(188)
<b>第23章</b>	<b>堆取料机电气控制系统使用、维护说明书</b>	<b>(195)</b>
23.1	概述	(195)
23.2	圆形料仓堆取料机电气控制系统使用、维护说明	(195)
<b>第24章</b>	<b>红外线自动寻的消防水炮灭火系统</b>	<b>(211)</b>
24.1	系统主机启动	(211)
24.2	各区功能和操作方法介绍	(214)
24.3	消防泵控制盘操作	(225)
24.4	消防炮现场手动控制盘(炮控箱)	(225)
<b>第25章</b>	<b>圆形料仓消防 PLC 系统操作说明</b>	<b>(227)</b>
25.1	系统概述	(227)
25.2	系统功能描述	(227)
25.3	系统操作说明	(228)
<b>第26章</b>	<b>隔膜雨淋阀</b>	<b>(239)</b>
26.1	说明	(239)
26.2	规范和性能	(240)
26.3	雨淋阀的两种性能特点	(240)
26.4	安装	(241)
26.5	调试	(242)

26.6	操作	(243)
26.7	产品结构原理图	(244)
26.8	系统原理图	(245)

## 第6部分 圆形料仓电气篇

第27章	概述	(249)
第28章	圆形料仓内堆取料机	(250)
28.1	堆取料机电源	(250)
28.2	电气系统的布置	(250)
28.3	电气设备常见故障及处理方法	(252)
第29章	防雷防静电	(254)

## 第7部分 装车系统

第30章	火车装车楼	(259)
30.1	装置概述	(259)
30.2	开、停机	(269)
30.3	单项操作	(273)
第31章	散装汽车	(275)
31.1	装置简介	(275)
31.2	电子汽车衡操作规程	(275)

## 第8部分 散装皮带系统

第32章	袋装皮带输送部分	(279)
32.1	皮带输送部分工艺流程	(279)
32.2	皮带输送机的组成	(280)
32.3	皮带输送的启停操作	(283)
32.4	皮带机的联锁	(289)
32.5	水浴式除尘器操作	(290)
32.6	设备相关参数	(294)
32.7	皮带输送系统喷雾抑尘	(295)
32.8	皮带输送系统实际操作要点	(295)
第33章	散装带式输送机	(297)
33.1	装卸工艺、设备布置及能力说明	(297)

33.2	技术条件和总的技术要求	(299)
33.3	皮带机部件	(300)
33.4	表面处理和涂装	(307)
33.5	安装、调试与试运转	(311)
33.6	操作规程与维护、保养	(317)
33.7	试运转中间能出现故障及排除方法	(318)
33.8	润滑	(320)

## 第9部分 散装辅助系统

<b>第34章</b>	<b>供电照明</b>	(323)
34.1	范围	(323)
34.2	供电	(323)
34.3	配电	(327)
34.4	照明	(329)
34.5	防雷	(330)
34.6	接地及安全	(331)
<b>第35章</b>	<b>仪表控制</b>	(333)
35.1	自控范围和自控水平	(333)
35.2	控制系统组成	(335)
35.3	系统维护说明	(337)
35.4	常用故障处理和试验方法	(338)
35.5	系统上电说明	(340)
<b>第36章</b>	<b>给排水、暖通、消防系统</b>	(341)
36.1	给水部分	(341)
36.2	排水部分	(342)
36.3	增压设备控制部分	(345)
36.4	消防部分	(346)
36.5	水浴除尘器系统及喷雾抑尘系统	(349)
36.6	通风系统	(352)

# 第 1 部分 液硫罐区







## 1.1 液硫罐区工艺流程

### 1.1.1 罐区装置简介

液硫罐区单元位于天然气净化厂第三台地东部中间位置，A10-A8路中间，场地标高380.01m，占地面积：731单元 $154\times 79\text{m}^2$ 、732单元 $165\times 79\text{m}^2$ 。液硫管线共有三条，在图幅六上层管架自南向北依次排列，DN200为第一、第二、第三联合装置的液硫；DN250为第四、第五、第六联合装置的液硫；DN300为第一到第六联合装置的液硫。依据石油天然气行业标准“气田天然气净化厂计算规范”（SY/T 0011—96）的规定，结合普光天然气净化厂实际情况，全厂共设10台液硫储罐，按照120亿产能液硫罐区最大储存天数为10天，使用单罐最大罐容 $5309\text{m}^3$ ，公称容积 $5000\text{m}^3$ ，设计温度 $160^\circ\text{C}$ ，操作温度 $130\sim 148^\circ\text{C}$ 。全厂液硫总罐容 $50000\text{m}^3$ ，分两个罐区设置（731单元和732单元），其中731单元有储罐四个（731-T-002/003/004/005），732单元有储罐六个（732-T-001/002/003/004/005/006）。单个液硫储罐罐顶设置4个通气孔、6个消防蒸汽口、2个液位计（雷达液位计和差压式液位计）、1个量油孔、2个透光孔。两个液硫罐区共设置液硫送料泵4台（731-P-001/002、732-P-001/002），单台液硫送料泵额定流量 $65\text{m}^3/\text{h}$ 。

凝结水系统包括1台凝结水冷却器、1台凝结水罐和2台凝结水输送泵（731-P-003A/B）。

正常条件下，液硫自上游的联合装置直接送往硫黄成型装置固化成型后外