



石油员工安全生产知识读本

SHIYOU YUANGONG ANQUAN SHENGCHAN ZHISHI DUBEN

采气工

应知应会

中国石油天然气集团公司安全环保与节能部 编

石油工业出版社



采气工

应知应会

中国石油天然气集团公司安全环保与节能部 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书主要包括:采气生产简介、采气工安全生产应知、采气工安全生产应会、采气生产应急处置,以图文并茂的形式列举了采气工的习惯性违章行为,通过采气岗位事故案例分析,警示采气工安全操作。此读本通俗易懂,可供采气工和有关人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

采气工应知应会/中国石油天然气集团公司安全环保与节能部编.
北京:石油工业出版社,2013.5
(石油员工安全生产知识读本)
ISBN 978-7-5021-9601-1

I. 采…
II. 中…
III. 采气—安全生产
IV. TE38

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第107842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) 64255590 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5月第1版 2013年5月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/32 印张:3

字数:62千字

定价:15.00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

编委会

主 任：张凤山

副 主 任：吴苏江 邹 敏 黄 飞 周爱国

委 员：王洪涛 付建昌 赵邦六 沈 钢 张 宏
吴世勤 黄永章 赵业荣 杨时榜 钟裕敏
闫伦江 王学文 邱少林 饶一山 郭喜林
卢明霞 张广智 杨光胜 刘景凯 宋 军

编写组

主 编：邱少林 王以朗

副 主 编：付建华 蒋长春

编写人员：朱 进 张 燕 谢代安 罗 伟 周建禄
黄 全 李显文 王 戎 谢国忠 胡月亭

前 言

石油天然气具有易燃、易爆、有毒、有害的特性，石油天然气开采使用的设备设施以及员工不规范操作都会带来安全风险。为确保安全生产，进一步强化安全理念，提高石油天然气开采企业员工的安全操作技能，规范安全操作，增强自我防范意识，有效规避生产过程中的各类风险，预防和纠正习惯性违章，中国石油天然气集团公司安全环保与节能部组织编写了本书。

本书是为采气工编写的安全生产应知应会知识读本，其特点是以安全生产为主线，以风险识别和措施为依据，以案例分析为警示，密切结合采气岗位实际，旨在有效指导采气工安全生产操作，杜绝违章、确保安全。主要包括：采气生产简介、采气工安全生产应知、采气工安全生产应会、采气生产应急处置，附录部分以图文并茂的形式列举了采气工的习惯性违章行为，通过采气岗位事故案例分析，警示采气工安全操作。此读本通俗易懂，可供采气工和相关人员学习参考。

中国石油西南油气田分公司承担了本书的编写工作，在此表示衷心感谢。由于时间仓促，难免有疏漏和不妥之处，希望有关专家和广大读者能够提出宝贵意见。

编 者

2013 年 4 月 26 日

目 录

第一章 采气生产简介	1
第一节 采气生产工艺	1
第二节 采气生产设备设施	7
第二章 采气工安全生产应知	13
第一节 采气生产风险	13
第二节 采气生产工艺介质安全特性	19
第三节 采气安全要求	24
第三章 采气工安全生产应会	27
第一节 通用工作安全操作	27
第二节 采气安全操作	41
第四章 采气生产应急处置	67
第一节 设备设施应急处置	67
第二节 人员伤害应急处置	71
附 录	79
附录 1 采气工操作常见不安全行为	79
附录 2 采气生产事故案例	84
参考文献	90



第一章 采气生产简介

天然气是指蕴藏于地层中的烃类和非烃类气体的混合物，主要成分是甲烷（ CH_4 ），具有易燃易爆的特性。天然气中常含有少量硫化氢、二氧化碳等有毒、腐蚀性气体。采气作为气田开发的重要组成部分，是利用一定的井下工艺技术措施和设备设施，将地层天然气采出到地面。高压天然气经节流、降压、加热、分离（低压天然气则不需节流、降压、加热，只需分离、增压）等预处理，通过计量后，由集气管线输送至下游精处理（净化），再分输给用户作为燃料或化工原料。

第一节 采气生产工艺

石油和天然气深埋在地下几百米至几千米的油气层中，要把它们开采出来，需要在地面和地下油气层之间建立一条油气通道，这条通道就是采油井或采气井。采气井井下设备技术措施和地面设备设施构成了采气生产工艺。

一、典型采气工艺

(一) 常温分离工艺流程

1. 单井常温分离工艺流程

在单个采气井井场, 安装一套包括天然气加热、调压、分离、计量和放空等设备的流程, 称为单井常温分离工艺流程, 见图 1-1、图 1-2。

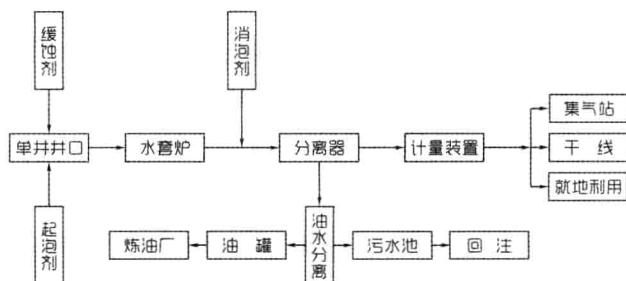


图 1-1 单井常温分离工艺流程（高压天然气）

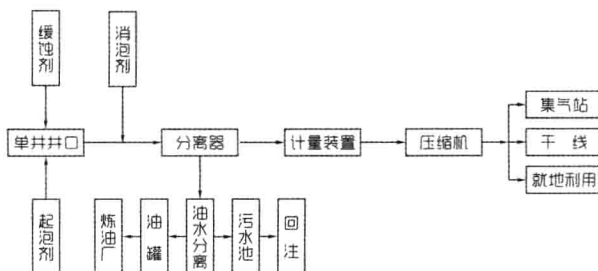


图 1-2 单井常温分离工艺流程（低压天然气）

气井采出的天然气, 经井口节流阀节流后进入加热设备, 升温后的天然气经再次节流降压后进入分离器, 除去液体和固体杂质, 经计量后进入集气支线输至集气站或就近用户。分离

出来的液（固）体从分离器下部进入计量罐计量，再分别排入油罐和污水池中；如果气井不产油，则分离出的液体直接排入污水池。

2. 多井集气流程

将几口单井的采气流程集中在气田某一适当位置进行集中采气和管理的流程，称为多井集气流程，具有这种流程的站称为集气站，见图 1-3。

多井集气工艺包括两大部分，一是单井工艺，二是集气站工艺。各单井站天然气经高压管线或节流降压后输至集气站。集气站的工艺过程一般包括加热—节流—分离—计量等几部分，为防止节流降压过程中气体温度过低形成水合物，也可采取在单井站进行加热—降压—节流—分离—计量后，经集气支线直接进入集气站汇管输出。若气体压力较低，节流后不会形成水合物，集气站的流程也可适当简化为节流—分离—计量，然后输出。

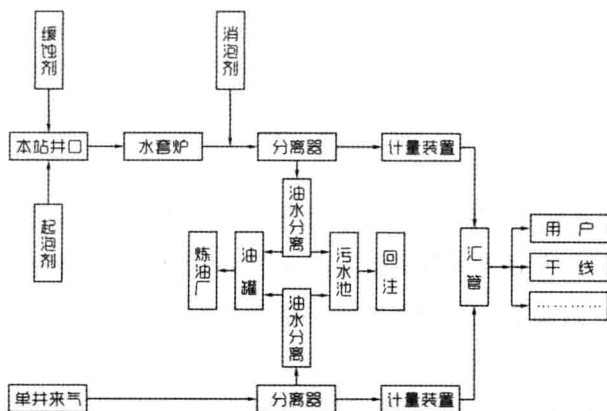


图 1-3 多井集气流程

(二) 低温分离工艺流程

低温分离工艺流程主要用于含凝析油的气藏开发。该工艺对高压天然气节流制冷，大幅度降低天然气的温度，使天然气中的重烃（丙烷以上组分）和水蒸气变成液态凝析出来，进行回收。低温分离包括集气站低温分离和小压差大温降脱烃两种工艺，小压差大温降脱烃工艺又包括先分离后节流工艺和先节流后分离工艺两类。

集气站低温分离工艺流程主要由注醇单元、加热/预冷单元和低温分离单元三部分组成。从井口来的高压天然气经加热/预冷、节流阀节流制冷，进入计量或分离器进行一级低温气液分离，再进入预过滤器进行二级低温过滤分离，最后进入气液聚集器进行三级低温气液分离，经露点检测合格后计量外输，见图 1-4。

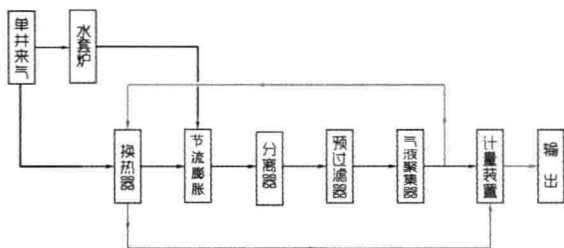


图 1-4 集气站低温分离工艺流程

小压差大温降先分离后节流工艺：天然气首先经分离器Ⅰ分离部分游离水，通过板式换热器换热后，经分离器Ⅱ进行分离，然后经节流阀节流，再经预过滤器、气液聚集器进一步分离，经换热器与来气进行换热后，输至配气站汇管，计量后外输，见图 1-5 实线部分。先节流后分离工艺是来气经分离器Ⅰ分离

和板式换热器换热后, 先进行节流, 再经分离器Ⅱ、预过滤器、气液聚集器进行低温三级分离后, 经换热器换热, 然后输至配气站汇管, 计量后外输, 见图 1-5 虚线部分。

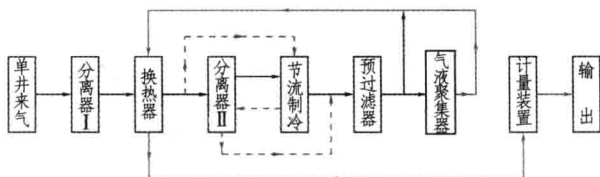


图 1-5 小压差大温降低温分离工艺流程

二、天然气气田脱水工艺

天然气从气井采出虽通过单井分离器分离, 但由于分离器只能实现预处理, 天然气输至集气管线中, 环境温度低, 管道内天然气温度下降, 其中的游离水和部分水蒸气凝析积聚在集气管线中, 不仅降低管输效率, 还会因酸性气体等因素腐蚀集输设备, 威胁天然气生产安全。对天然气实施气田脱水就是为了提高管输效率, 确保集输设备安全。

(一) 三甘醇脱水工艺

三甘醇脱水工艺是利用三甘醇对水的溶解度大和对水汽吸收能力强的特点, 使天然气中的液态水及水汽溶解和吸收。三甘醇富液通过加热再生、干气汽提, 得到浓度大于 98.7% 的三甘醇贫液, 返回系统中循环使用。

1. 三甘醇脱水工艺流程

湿天然气经集气站两相分离器分离后, 进入吸收塔脱除水分。天然气从吸收塔底部自下而上, 经塔盘泡罩与自上而下流

动的三甘醇贫液逆流接触，气体与三甘醇充分接触，天然气中的水被三甘醇吸收，实现天然气脱水的目的。三甘醇脱水工艺流程见图 1-6。

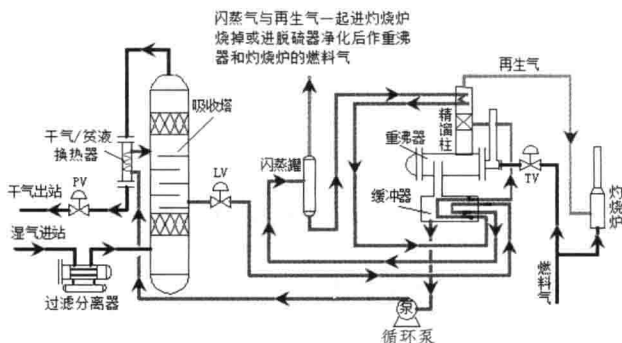


图 1-6 三甘醇脱水工艺流程图

2. 三甘醇再生系统工艺流程

三甘醇贫液从顶层塔盘下流，变成三甘醇富液流至塔底集液箱，再经精馏柱顶部回流至冷凝盘管，然后进入闪蒸罐。闪蒸后的三甘醇经换热器后进入过滤器。过滤后的三甘醇进入富液精馏柱内换热，三甘醇蒸气被冷凝回流，水蒸气从顶部排出，换热后的三甘醇富液从富液精馏柱进入重沸器再生。再生后的贫液进入循环泵，经泵打入吸收塔顶部与天然气换热后进入吸收塔顶层塔盘。

（二）固体吸附法脱水

固体吸附法脱水是利用天然气与固体粒子相接触，天然气中的水分子被固体内孔表面吸附以达到分离水分的目的。常用固体吸附剂有：硅胶、活性氧化铝、活性铝矾土和分子筛等。

分子筛脱水是目前国内外广泛使用的深度脱水方法。

(三) 低温冷却法脱水

将天然气冷却可使大部分水蒸气冷凝出来。低温分离法一般作为辅助脱水措施。为防止冰堵，在低温分离的同时还应加入某种防冻剂（如甲醇、乙二醇、二甘醇等）吸收水分，进一步降低露点。目前降低天然气温度的方法包括自然冷却、节流膨胀制冷、膨胀机制冷、热分离机工艺。

三、天然气站场脱硫工艺

当含硫气井附近没有天然气净化厂时，为保证生活、生产用气均为净化气，天然气站场常采用干法脱硫工艺进行脱硫。流程为：含硫天然气从脱硫塔下部进入，与脱硫剂接触脱硫。

含硫天然气经过滤、调压、脱硫、计量后，一部分供水套炉用气，另一部分供井站员工生活用气，流程见图 1-7。

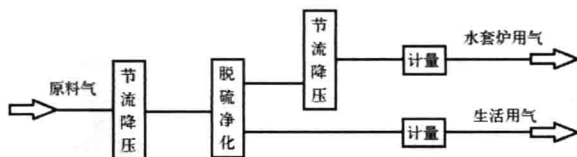


图 1-7 天然气站场脱硫工艺流程

第二节 采气生产设备设施

由于采气生产设备设施类别较多，本节仅介绍气井井口、井口安全系统、天然气加热炉、分离器、天然气压缩机及主要

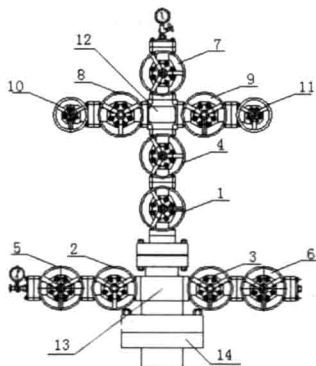


图 1-8 气井井口装置阀门配置及编号

- 1—1号总闸阀；2—套管左翼1号闸阀；
3—套管右翼1号闸阀；4—油管2号总闸阀；
5—套管左翼2号闸阀；6—套管右翼2号闸阀；
7—测压闸阀；8—油管左翼1号闸阀；
9—油管右翼1号闸阀；10—左翼角式节流阀；
11—右翼角式节流阀；12—小四通；
13—大四通；14—底法兰

二、井口安全系统

为防止井口超压、站内外管线泄漏导致严重事故，一般在气井井口安装井口安全系统，使事故发生时井口自动截断。井口安全系统由控制部分和截断阀两部分组成，其中，截断阀结构见图 1-9。井口安全系统的功能是当发生异常各感测点检测到有超高

阀门的原理和结构，便于对采气生产设备设施做初步了解。

一、气井井口

气井井口装置是控制气井生产的重要地面设备之一，主要作用是实现采气压力控制、流量控制、工艺技术措施实施操作等。它主要由套管头、油管头和采气树三大部分组成，结构见图 1-8。

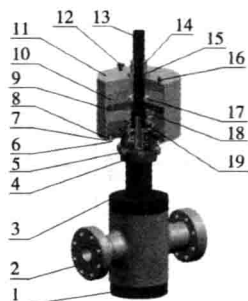


图 1-9 井口安全系统截断阀结构图

- 1—下阀盖；2—阀体；3—上阀盖；
4—气缸座；5—固定螺钉；6—定位螺钉；
7—垫片；8—锁紧圈；9—活塞O形环；
10—活塞；11—气缸；12—安全阀；
13—活塞杆；14—清洁环；15—活塞杆O形环；
16—进气接头；17—锁紧螺母；
18—主弹簧；19—副弹簧

压、超低压、火灾等不合格信号时，或在紧急情况下，通过远程控制给出关井信号使井口截断阀迅速关闭，实现集输气管线爆炸、井口火灾、气井下游管线设备超压自动安全截断保护。

三、天然气加热炉

为防止水合物生成，广泛采用水套加热炉提高气流温度，其结构见图 1-10。

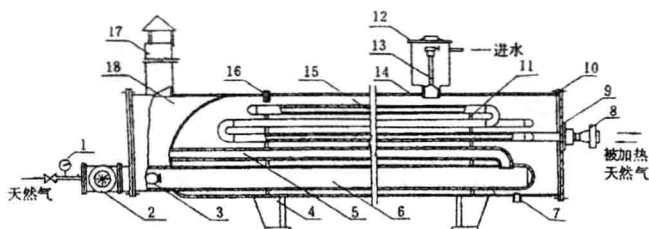


图 1-10 水套加热炉结构图

- 1—压力表；2—调风阻火器；3—燃烧器；4—支座；5—烟气出口管；
6—烟火管；7—排污口；8—法兰；9—填料压盖；10—法兰盖；
11—支撑板；12—水箱；13—水位计；14—筒体；15—气盘管；
16—温度计管嘴；17—烟囱；18—烟箱

四、分离器

分离器是天然气采气过程中不可缺少的重要设备之一。主要作用是除去天然气中液体、固体微粒杂质，保证管道及设备正常运行。按结构原理分为重力式分离器、过滤分离器、旋风分离器、混合式分离器四种。

（一）重力分离器

重力分离器是利用液体（固体微粒）和气体之间的密度差和流速流向的突变分离气体中的液（固）体杂质，然后通过捕

雾器清除未沉降的部分游离水滴和固体微粒。重力分离器是组合使用沉降分离、折流分离、丝网过滤分离的原理而设计的。

采气站场常采用的重力分离器分为立式和卧式两种，结构分别见图 1-11 和图 1-12。

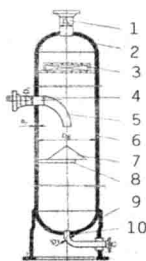


图 1-11 立式重力分离器结构图

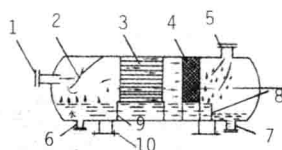


图 1-12 卧式重力分离器结构图

1—气出口；2—上封头；3—捕雾器；
4—进气口；5—进气管；6—筒体；
7—伞形罩；8—伞形罩支架；
9—裙座；10—排污管

1—天然气进口；2—导向板；3—整流板；
4—捕雾器；5—出口；6—排污口；7—排液口；
8—溢流板；9—支架；10—底座

（二）过滤分离器

过滤分离器是一种高精度分离设备，一般用在压缩机前端或分离要求较高的分离中。天然气进入分离器后，通过沉降、过滤、捕雾三个阶段实现高精度分离。主要靠微孔过滤元件，实现超滤分离，将天然气中杂质分离出来。采气站场常采用的过滤分离器见图 1-13。

（三）旋风分离器

旋风分离器的主要功能是尽可能除去流体中携带的固体颗粒杂质和液滴，达到固液气分离的目的。天然气通过分离器入口以切线方向进入设备内，沿筒体内呈螺旋状下旋的导向叶片

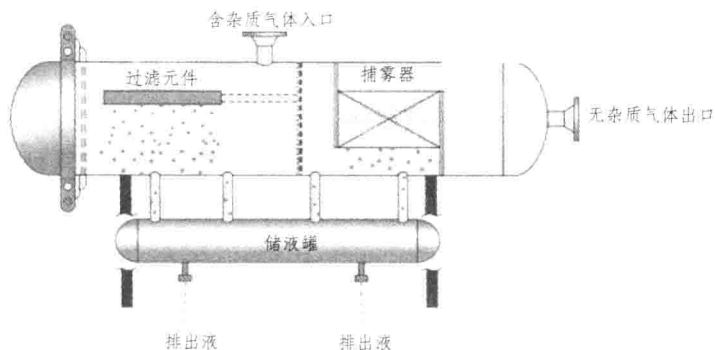


图 1-13 过滤分离器

高速下旋，在离心力和重力的作用下，密度大的液滴和固体颗粒沿筒壁下落流出旋风管排污口，分离后的气流在筒体内收缩向中心流动，向上形成二次涡流流经导气管经顶部气体出口排出。采气站场常采用的旋风分离器结构见图 1-14。

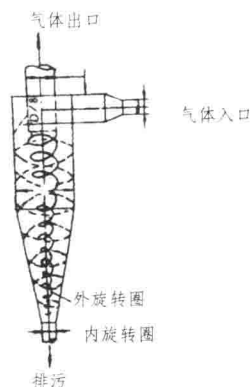


图 1-14 旋风分离器结构图

五、天然气压缩机

油气田低压天然气增压采气使用的天然气压缩机主要是活塞式压缩机，部分油气田也使用螺杆式压缩机。

这两种压缩机都是容积式压缩机，通过往复运动部件或旋转部件在工作腔内周期性运动，使吸入工作腔的气体体积缩小而提高压力。