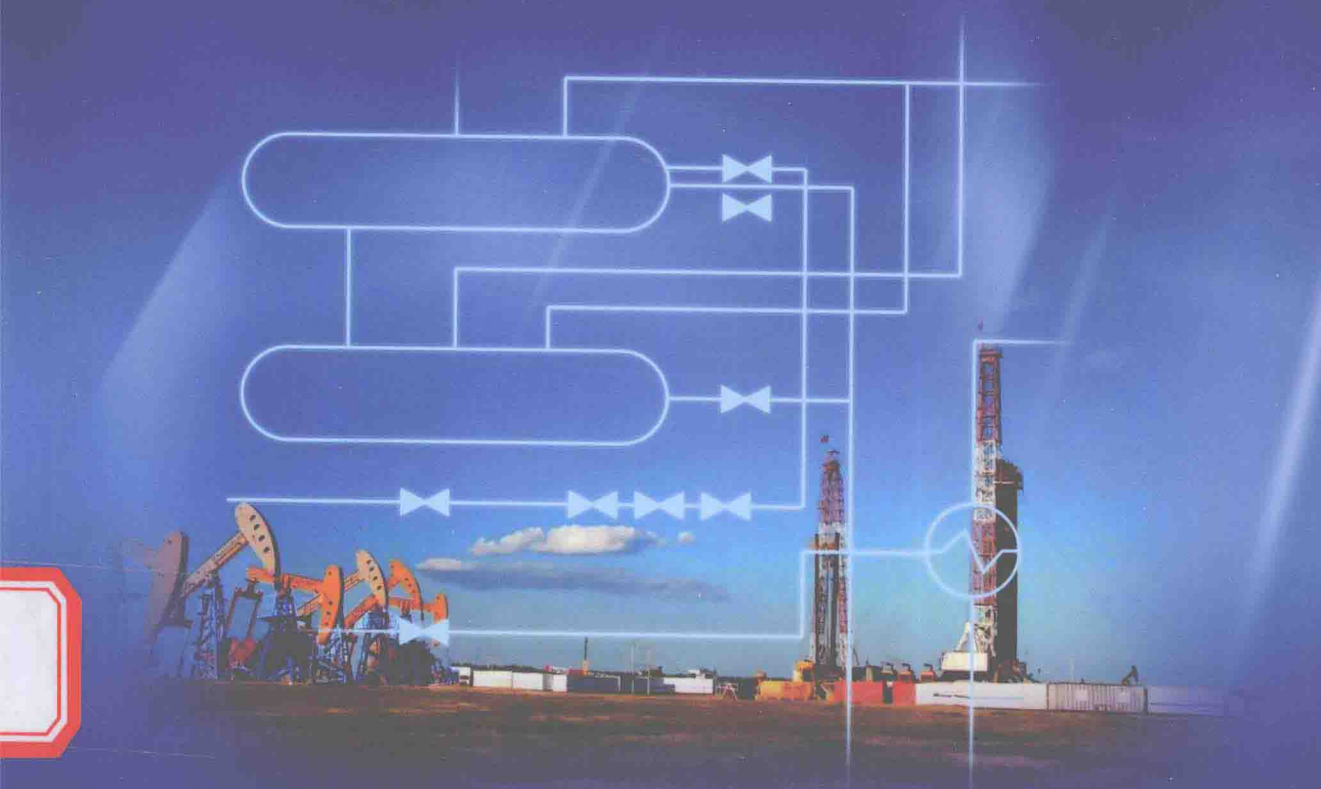


YUANYOU WENDING ZHUANGZHI CAOZUO JICHU

原油稳定装置 操作基础

马 波 姜德华 周太文 主编



石油工业出版社

原油稳定装置操作基础

马 波 姜德华 周太文 主编



石油工业出版社

内 容 提 要

本书主要包括原油稳定工艺技术、化工机械设备、化工电气和化工仪表的维护保养,以及安全生产及制度规范等。

本书可作为原油稳定装置操作工岗位培训教材,也可作为专业技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

原油稳定装置操作基础/马波,周太文,姜德华主编.

北京:石油工业出版社,2016.7

ISBN 978-7-5183-1377-8

I. 原…

II. ①马… ②周… ③姜…

III. 原油稳定装置-操作

IV. TE931

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 162612 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)64523546 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 7 月第 1 版 2016 年 7 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:17.75

字数:450 千字

定价:88.00 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

《原油稳定装置操作基础》

编 委 会

主 任：郑 军

副主任：施迎春 牛占文

成 员：于宝才 袁海涛 谭剑慈 姜新风 沈晓峰
刘 涛

主 编：马 波 姜德华 周太文

编 写 组

组 长：牛占文

副组长：刘 涛

成 员：马 波 姜德华 周太文 朱宏丰 马 亮
王 超 张静伟 杨 建 高明明 肖林东
张立红 张振德 杨晓东 赵来文 朱 庆
王春梅 陈 文 夏勇心 赵 勇 肖北梅
袁 赫 温建阳 肖华庆 李 庆 徐 峰
董春雨 郭苏敏 潘晓庆 贾程巍 李奕飞

前 言

为了进一步强化石油化工行业技能人才队伍建设,提高油气处理厂职工理论和实践水平,满足职业技能鉴定的需要,大庆油田化工有限公司东昊分公司油气处理厂抽调工艺、设备、仪表、电器、安全等专业人员组织编写本书。全书的编写以涵盖岗位员工应该掌握的知识为出发点,以针对性提高岗位人员技能水平为目的,以实用、适用为编写原则,并结合了岗位应知应会、技能鉴定教材和相关工具书及原油稳定装置的技术发展现状。

本书的编写突出适用岗位人员的原则,注重理论与实际结合,涵盖的专业知识点较多,包括工艺、设备、仪表、电器、安全制度规范等专业内容,但深度较浅,对一些名词解释仅停留在简单的物理性质和化学性质,未引入过多岗位人员不了解的概念和计算,语言言简意赅、通俗易懂,图表清晰明了。编者期望这样一本图书能够为从事原油稳定装置操作的人员提供有效的专业知识,方便快捷地解决实际工作中的问题。

本书共分五章,第一章介绍工艺技术,第二章至第四章分别介绍了化工机械设备、化工电气与化工仪表,第五章介绍了安全生产及制度规范。

本书主编马波、姜德华和周太文,参加编写的主要人员有朱宏丰、王超、张静伟、杨建、高明明、肖林东、张立红、张振德、杨晓东、赵来文、朱庆、王春梅、陈文、夏勇心、赵勇、肖北梅、袁赫、温建阳、肖华庆、李庆等。石油工业出版社对本书的编写和出版给予了通力协作和配合,在此表示感谢。

由于本书涉及的专业面较广,再加上编者的水平有限,书中疏漏和不当之处在所难免,恳请有关专家及读者批评指正。

目 录

第一章 工艺技术	(1)
第一节 石油、天然气、轻烃基础知识	(1)
第二节 原油稳定装置概述	(8)
第三节 原油稳定装置工艺控制	(12)
第四节 工艺管道识图	(28)
第五节 简单工艺计算	(36)
第二章 化工机械设备	(43)
第一节 化工机械设备概述	(43)
第二节 常用化工设备	(47)
第三节 常用阀门、管件和工具	(89)
第四节 化工设备的腐蚀与防护	(98)
第五节 设备的密封	(101)
第六节 设备的维护与监测	(104)
第三章 化工电气	(108)
第一节 油气处理厂电气系统简介	(108)
第二节 电工基础	(108)
第三节 异步电动机	(125)
第四章 化工仪表	(132)
第一节 油气处理厂原油稳定装置 DCS 系统介绍	(132)
第二节 自动控制系统基础知识	(135)
第三节 化工仪表在工艺管路中的表示方法	(139)
第四节 测量元件及变送器	(150)
第五节 执行器	(169)
第六节 FGI-3B 可燃气体报警器	(172)
第五章 安全生产及制度规范	(177)
第一节 安全基础知识	(177)
第二节 健康基础知识	(219)
第三节 环境基础知识	(226)

第四节 安全标志及其使用导则 (233)

第五节 应急管理 (244)

附录 原油稳定装置操作与维护技术问答 (255)

参考文献 (275)

第一章 工艺技术

本章共五节:主要介绍了石油、天然气、轻烃的物理、化学性质及组成分类,油气处理厂原油稳定装置的工艺控制方法以及工艺管道识图,常用简单的化工计算。

第一节 石油、天然气、轻烃基础知识

在介绍工艺基础之前,首先介绍一下石油、天然气、轻烃的基础知识。

一、石油

1. 石油的物理性质

石油是由各种碳氢化合物混合而成的一种可燃有机油状液体。石油分天然石油和人造石油两种。天然石油是从油气田中开采出来的,人造石油是利用煤或油页岩等干馏出来的。石油在提炼以前称原油。原油一般为淡黄色到黑色,流动或半流动的黏稠液体,是一种烃类物质的混合物,其倾点为 28°C ,凝点为 25°C ,含有一些不稳定的轻组分,相对密度为 $0.8 \sim 1.0$ 。不稳定原油是指未经处理,含有轻烃组分的原油。不含轻烃组分的原油称为稳定原油。地层原油的物理性质,直接影响原油在地下的存储状况和流动性能。分析地层原油的物理性质,一般要获得以下几个参数。

(1)饱和压力:地层原油在压力降低到开始脱气时的压力称为饱和压力。原始饱和压力是指油田开采初期,地层保持在原始状况下测得的饱和压力。一般所说的饱和压力均指原始饱和压力,它是确定开发决策的依据之一,以 MPa 为单位。

(2)溶解气油比:在地层原始状况下单位质量(或体积)原油所溶解的天然气量称为原始气油比,以 m^3/t 或 m^3/m^3 为单位。油井生产时,每采出 1t 原油伴随采出的天然气量称为生产气油比,以 m^3/t 为单位。

(3)原油密度和相对密度:原油密度是指单位体积原油的质量,以 kg/m^3 为单位。原油的相对密度是指原油在 20°C 与 0.101MPa 时的标准状态下脱气原油的密度与温度为 4°C 时同样体积纯水密度的比值,为无量纲量。

(4)原油黏度:石油在流动时,其内部分子之间产生的摩擦阻力称为原油黏度。影响黏度的因素有很多,地层中的原油由于温度、压力高,且溶解有大量的天然气,因此黏度小;而地面原油由于温度低,溶解气少,因此黏度比地层条件下原油大很多。

(5)原油凝点:原油冷却到失去流动性时的温度,称为原油的凝点。凝点在 40°C 以上的原油称为高凝油。

(6)原油收缩率:地层原油取到地面后,天然气逸出使体积缩小,收缩的体积占原体积的百分数称为收缩率。

(7)原油压缩系数(又称压缩率):单位体积的地层原油的压力每增加或减小 1Pa 时,体积

的变化率称为压缩系数,以 MPa^{-1} 为单位。

2. 石油的化学性质

胶质是原油中相对分子质量较大的烃类,并含有氧、氮、硫等杂质。它溶解性较差,只能溶解于石油醚、苯、三氯甲烷、乙醚和四氯化碳等有机溶剂中,能被硅胶吸附。石油蒸发或氧化后,胶质成分增加。密度较小的石油一般含胶质 4% ~ 5%,而较重的石油胶质含量可大于 20% 或更多。原油中所含胶质的质量分数称为胶质含量。

原油中的沥青质为暗褐色至黑色的脆性物质,是含有碳、氢、氧、氮、硫等元素的高分子多环化合物,其相对分子质量比胶质大许多倍,不溶于石油醚或乙醇,可溶于苯、三氯甲烷及二硫化碳,也可被硅胶吸附。原油中所含沥青质的质量分数称为沥青质含量。

3. 石油的组成分类

1) 石油的组成

石油主要由碳、氢、氧、氮等元素组成,其中碳(C)和氢(H)所占比例最大。一般碳占 83% ~ 87%,氢占 10% ~ 14%。此外,原油中还含有微量的其他元素,如钒(V)、镍(Ni)、铁(Fe)、铜(Cu)、铅(Pd)、钙(Ca)等 20 多种元素。各元素在原油中不是呈游离状态,而是结合成不同的化合物而存在,多以烃类化合物为主。另外,还有少量的含氧、硫、氮的非烃化合物。

碳和氢组成的化合物称为烃,原油 95% 以上是由碳和氢组成的,因此说,原油主要是由烃类组成的。碳原子个数为 15 ~ 42,常温下呈固态的烷烃称为蜡。原油中含蜡的质量分数称为含蜡量。

2) 原油的分类

原油的分类常见有 4 种方法,即按相对密度分类,按含硫、含蜡量分类,按特性因数分类以及按关键馏分特性分类。

原油按相对密度,可分为轻质原油(相对密度小于 0.878)、中质原油(相对密度为 0.878 ~ 0.884)和重质原油(相对密度大于 0.884,一般含轻馏分很少,含蜡、硫和胶质多);按含硫量,分为低硫原油(含硫量小于 0.5%)、含硫原油(含硫量 0.5% ~ 2.0%)和高硫原油(含硫量大于 2.0%);按含蜡量,可分为低蜡原油(含蜡量 0.5% ~ 2.5%)、含蜡原油(含蜡量 2.5% ~ 10%)和多蜡原油(含蜡量大于 10%)。

4. 原油评价基本知识

确定一种原油的加工方案是炼厂设计和生产的首要任务。人们根据所加工原油的性质、市场对产品的需求、加工技术的先进性和可靠性以及经济效益等方面的大量信息,进行全面的综合分析、研究对比,制订出合理的加工方案。在上述诸多考虑因素中,原油性质是最基本的因素。原油评价就是通过各种实验和分析,取得对原油性质的全面认识。

原油评价按其目的不同,大体可分为如下 3 个层次:

(1) 基本评价。先测定原油的含水量、含盐量和机械杂质。若原油含水量大于 0.5%,应

先脱水,然后测定原油基本性质。

(2)常规评价。除了原油基本性质外,还包括原油实沸点蒸馏数据及窄馏分性质。实沸点蒸馏是用规定的试验装置和操作条件来考察原油馏分组成的实验方法。原油在实沸点蒸馏装置中按沸点高低被切割成多个窄馏分和渣油。一般按 3% ~ 5% 取作一个窄馏分,目前,大多按照 25℃ 或 30℃ 沸点范围作为一个窄馏分。将窄馏分按馏出顺序编号、称重及测量体积,然后测定各窄馏分和渣油性质。

(3)综合评价。除上述两项内容外,还包括直馏产品的产率和性质。根据需要,也可增加某些馏分的化学组成、某些重馏分或渣油的二次加工性能等。

二、天然气

1. 天然气的组成

天然气是指自然界中天然存在的一切气体,包括大气圈、天然气水圈、生物圈和岩石圈中各种自然过程形成的气体。而人们长期以来通用的“天然气”的定义,是从能量角度出发的狭义定义,是指天然蕴藏于地层中的烃类和非烃类气体的混合物。

天然气的主要成分是烷烃,其中甲烷占绝大多数,另有少量的乙烷、丙烷和丁烷,还有硫化氢、二氧化碳、氮、水气,以及微量的惰性气体氦、氩等。在标准状况下,甲烷至丁烷以气体状态存在,戊烷以上为液体。甲烷是最短和最轻的烃分子。

2. 天然气的分类

根据天然气中重烃的含量,可将天然气分为干气和湿气。干气中甲烷含量在 95% 以上,重烃含量很少,不与石油伴生;湿气中含有较多的气态重烃,常与石油伴生。在油气勘探过程中,确定天然气的“干”“湿”性质很重要。湿气有微弱的汽油味,燃烧时火焰呈黄色,通入水中,水面常出现彩色油膜;干气燃烧时火焰呈蓝色,通入水中无油膜出现。根据天然气与石油的存在关系,可将天然气分为油田气和气田气。油田气常与石油伴生,或溶于石油之中,或以自由气顶析出于油藏之上,或以单独气藏形式与油藏共处于同一油田之中。它是典型的石油气,也有人称它为气态石油。在油田气的组成中,除含大量甲烷以外,更以含有显著的重烃为特征,重烃含量一般为百分之几至百分之几十,有时还含有相当浓度的氮气、二氧化碳、硫化氢、氦、氢气及稀有气体。气田气与典型油田气的成分是有区别的,气田气所含烃类气体中,重烃含量极少,一般在 3% 以下,但甲烷含量则常在 90% 以上。

干气和湿气也可按天然气中含凝析油多少来区分,含凝析油多的称为湿气,含凝析油少的称为干气。

干气与湿气的划分界限,目前世界尚无统一标准,有的地区把 1m^3 天然气中 C_5 以上的重烃液体含量低于 13.5cm^3 的称为干气;把 1m^3 天然气中 C_5 以上重烃液体含量高于 13.5cm^3 的称为湿气。

天然气还可分为酸性天然气和洁气。含有显著的硫化氢和二氧化碳等酸性气体,需要进行净化处理才能达到管输标准的天然气称为酸性天然气。硫化氢和二氧化碳含量甚微,不需

要进行净化处理的天然气称为洁气。

3. 天然气的物理性质

1) 密度和相对密度

常温、常压下甲烷的密度为 0.7174kg/m^3 ，相对密度为 0.5548 。天然气的密度一般为 $0.75 \sim 0.8\text{kg/m}^3$ ，相对密度一般为 $0.58 \sim 0.62$ 。

2) 着火温度

甲烷的着火温度为 540°C 。天然气着火温度为 $270 \sim 540^\circ\text{C}$ 。

3) 燃烧温度

甲烷的理论燃烧温度为 1970°C 。天然气的理论燃烧温度可达到 2030°C 。

4) 热值

热值是指 1m^3 某种气体完全燃烧放出的热量，属于物质的特性，以符号 q 表示，单位为 J/m^3 。热值有高位热值和低位热值两种。高位热值是指 1m^3 气体完全燃烧后其烟气被冷却至原始温度，而其中的水蒸气以凝结水状态排出时所放出的热量。低位热值是指 1m^3 气体完全燃烧后其烟气被冷却至原始温度，但烟气中的水蒸气仍为蒸汽状态时所放出的热量。燃气的高位热值在数值上大于其低位热值，差值为水的汽化潜热。由于天然气是混合气体，不同的组分以及组分的不同比例，都会有不同的热值。

5) 爆炸极限

可燃气体和空气的混合物遇明火而引起爆炸时的可燃气体浓度范围称为爆炸极限。在这种混合物中，当可燃气体的含量减少到不能形成爆炸混合物时的含量，称为可燃气体的爆炸下限；而当可燃气体含量一直增加到不能形成爆炸混合物时的含量，称为爆炸上限。

表 1-1 为常见几种气体的热值表和爆炸极限。其中热值是在 273.15K 与 101325Pa 条件下测定，其爆炸极限是在 293.15K 与 101325Pa 条件下测定。

表 1-1 常见气体的热值表和爆炸极限

气体	分子式	高位热值 (MJ/m^3)	低位热值 (MJ/m^3)	爆炸下限 (%)	爆炸上限 (%)
甲烷	CH_4	39.842	35.902	5.0	15.0
乙烷	C_2H_6	70.351	64.397	2.9	13.0
乙烯	C_2H_4	63.438	59.477	2.7	34.0
丙烷	C_3H_8	101.266	93.240	2.1	9.5
丙烯	C_3H_6	93.667	87.667	2.0	11.7
正丁烯	C_4H_8	133.886	123.649	1.5	8.5
异丁烷	C_4H_{10}	133.048	122.853	1.8	8.5
正戊烷	C_5H_{12}	169.377	156.733	1.4	8.3

续表

气体	分子式	高位热值(MJ/m ³)	低位热值(MJ/m ³)	爆炸下限(%)	爆炸上限(%)
一氧化碳	CO	12.636	12.636	12.5	74.2
氢气	H ₂	12.745	10.786	4.0	75.9
硫化氢	H ₂ S	25.348	23.368	4.3	45.5

由于天然气的组分不同,爆炸极限存在差异,例如,大庆石油伴生气的爆炸极限为4.2%~14.2%,大港石油伴生气的爆炸极限为4.4%~14.2%。通常将甲烷的爆炸极限视为天然气爆炸极限,因此天然气的爆炸极限为5%~15%。

4. 天然气的相关概念

1) 压缩天然气

压缩天然气(Compressed Natural Gas,CNG)通常是指经净化后压缩到20~25MPa的天然气。CNG在20MPa时体积约为标准状态下同质量天然气的1/200。由于CNG生产工艺、技术、设备比较简单,运输装卸方便,而且在环境保护方面有明显优势,因此是值得大力推行的车用燃料及城镇居民用气。CNG作为一种理想的车用替代能源,其应用技术比较成熟,具有成本低、效益高、污染少及使用安全便捷等特点。CNG作为城镇居民的替代气源,具有便携的特点,尤其是在难觅优质民用燃料的城镇应用尤为显著。

2) 液化天然气

天然气在常压下,当冷却至约-162℃时,则由气态变成液态,称为液化天然气(Liquefied Natural Gas,LNG)。LNG的主要成分为甲烷,还有少量的乙烷、丙烷以及氮气等。天然气在液化过程中进一步净化,甲烷纯度更高,几乎不含二氧化碳和硫化物,且无色、无味、无毒。LNG的密度取决于其组分和温度,通常为430~470kg/m³,但是在某些情况下可高达520kg/m³,密度随温度的变化梯度约为1.35kg/(m³·℃)。LNG的体积约为同质量气态天然气体积的1/600。

3) 液化石油气

液化石油气(Liquefied Petroleum Gas,LPG)是开采和炼制石油过程中,作为副产品而获得的一部分碳氢化合物。其主要成分为丙烷、丙烯和丁烷,习惯上又称C₃与C₄,即只用烃的碳原子(C)数表示。这些碳氢化合物在常温、常压下呈气态,当压力升高或温度降低时,很容易转变为液态。从气态转变为液态,其体积约缩小为气态时的1/250。

4) 沼气

沼气,顾名思义就是沼泽里的气体。人们经常看到在沼泽地、污水沟或粪池里有气泡冒出来,如果我们划着火柴,可把它点燃,这就是自然界天然发生的沼气。沼气,是各种有机物质在隔绝空气(还原条件)及适宜的温度、湿度条件下,经过微生物的发酵作用产生的一种可燃烧气体。沼气是混合气体,主要成分是甲烷,其性质与天然气相似。沼气由50%~80%甲烷(CH₄)、20%~40%二氧化碳(CO₂)、0~5%氮气(N₂)、小于1%的氢气(H₂)、小于0.4%的氧

气(O_2)与0.1%~3%硫化氢(H_2S)等气体组成。由于沼气含有少量硫化氢,因此略带臭味。沼气的爆炸极限为8.6%~20.8%。沼气的热值为20.8~23.6MJ/m³。

5. 天然气的应用

能源是人类生存和社会发展的基本条件之一。天然气不单是优质的燃料,而且是化学工业的重要原料。在世界燃料结构中,天然气已超过20%,在我国经济建设中显示出重要作用。

1) 天然气是一种优质的能源

天然气具有热值大、运输使用方便、燃烧完全、无烟无渣、价格较为便宜等优点。广泛应用于交通冶金、电力、轻工等行业,同时大量供给居民作为生活燃料。

2) 天然气是宝贵的化工原料

天然气与其他固体、液体化工原料相比,具有含水、粉尘、硫化物少等优点。因此,天然气作为化工原料可使生产成本降低,提高劳动生产率。

(1) 天然气在化学工业中,可以生产近千种化工产品。目前国内外大规模生产的天然气化工产品有数十种,其中有一部分中间产品,主要有合成氨、甲醇、甲烷氯化物、硝基甲烷、乙炔、二硫化碳、炭黑、氢氰酸等。利用上述产品,可以进一步加工制造氮肥、有机玻璃、合成纤维、合成橡胶、塑料、医药溶剂、电影胶片、炸药、高能燃料等。

(2) 天然气工业的发展还对黑色金属冶炼及压延加工工业、非金属矿物制品业、专用设备制造业、武器弹药制造业、普通机械制造业、电气机械及器材制造业、非金属矿采选业等的发展起到直接的推动作用。

(3) 天然气在工业中另一个不可替代的重要作用是特殊工艺用气。如优质钢、有色金属电子器材、玻璃、建筑陶瓷、卫生洁具、搪瓷制品、仪器仪表等产品,使用天然气作燃料,在产品质量、技术保证、产量提高、科学管理等方面具有较强的竞争力,使经济效益明显提高。

(4) 从天然气中提取宝贵的氮气和氩气作为航天和电气工程的重要原料;利用天然气生产出石油蛋白,作为饲料代替粮食喂养家畜、家禽和鱼类;回收单质硫以制造硫酸及硫化物产品。

科学的迅猛发展,促使天然气利用领域不断扩大。根据近期研究领域和实验目的的发展趋势,在以下几个领域将有所扩大:热电联产和联合循环发电中作为燃料应用;替代汽车等运输工具的燃料油;天然气空调系统;天然气燃料电池;天然气合成油及化学品等。

总之,天然气不仅在工业、农业、国防等各方面发挥重要作用,而且天然气及其产品已广泛应用于人们生活的各个领域。

三、轻烃

1. 轻烃的组成

“烃”就是碳、氢两种元素以不同比例混合而成的一系列物质。其中较轻的部分,就称为轻烃。天然气的主要成分为甲烷(C_1),含少量的乙烷(C_2),液化石油气的主要成分为丙烷

(C₃)、丁烷(C₄)，它们在常温常压下呈气态，称为气态轻烃。C₅—C₁₆的烃在常温常压下为液态，称为液态轻烃。

2. 轻烃的物理、化学性质

轻烃是一种重要的基本有机化工原料，其基本特征是：无色澄清，易燃、易爆、易挥发，系混合有机化合物液体，不溶于水，其蒸气与空气形成爆炸性混合物，遇明火、高温、氧化剂有燃烧爆炸危险。

1) 沸点

液体物质沸腾时的温度称为沸点，一般沸点与外界压力条件有关，随着压力升高，沸点增加。轻烃组分沸点见表 1-2。

表 1-2 轻烃组分沸点

轻烃	甲烷	乙烷	丙烷	异丁烷	正丁烷	异戊烷	正戊烷	己烷
沸点(℃)	-161.49	-88.63	-42.07	-11.27	-0.50	27.85	36.07	68.74

从表 1-2 中可以看出，由于丁烷以下的轻烃组分的沸点都很低，在常温下（如 20℃）早已全部汽化，不可能以液态存在。总之，轻烃类产品成分较轻，极易挥发，大量的挥发气可使人窒息。轻烃易燃、易爆，给天然气工业带来许多困难，在轻烃的储存、输送及生产过程中，要防止泄漏和静电。

2) 密度

轻烃产品的密度比一般油品的密度小，在 0.5 ~ 0.6kg/m³ 之间。其密度随着温度的升高而减小。也就是说，同样质量的液态轻烃随着温度的升高，其体积要增大。因此，在轻烃的储存中要慎重地考虑这一特性，为了防备因温度升高轻烃的体积膨胀而破坏设备，要求储存容器必须留有充分的余量。

3) 饱和蒸气压

液态轻烃的饱和蒸气压随着温度变化而变化。在一定的饱和温度条件下，若压力一直大于饱和蒸气压时，则饱和蒸气会液化，会有液体存在。饱和蒸气压是轻烃产品的重要质量指标，它与安全有着密切的关系。如瓶装的液化石油气燃料，在使用时随意加热或暴晒，则可能因温度升高而使饱和蒸气压上升，当其压力超过盛装容器的允许压力时，就会发生爆炸。

4) 闪点

轻烃产品的闪点一般不测定。由于轻烃产品成分的闪点很低，因此轻烃产品的闪点也很低。从安全的角度来说，轻烃产品的闪点很低就意味着它是极易引起爆炸着火的危险品。

3. 油气处理厂轻烃产品质量标准

油气处理厂轻烃产品质量标准见表 1-3。



表 1-3 油气处理厂轻烃产品质量标准

参数		指标
饱和蒸气压(37.8℃ ±0.1℃)(kPa)		≤120
密度(20℃)(kg/m ³)		680~730
水分(室温)		无游离水
硫含量(%)		≤0.10
铜片腐蚀(级)		≤2
组分(%)	$\sum C_1-C_4$	≤8
	$\sum C_5-C_9$	≥60
	$\sum C_{10+}$	≤32
颜色		≥23 赛波特颜色号
机械杂质		无机械杂质

第二节 原油稳定装置概述

为降低油气资源浪费及保护环境,20 世纪 80 年代后,我国油田相继建设了一批原油稳定装置,从净化原油内脱除挥发性极强的轻烃组分(C_1-C_4),使原油蒸气压降低。

一、原油稳定的目的、意义

经过脱水处理的净化原油中,含有大量在常温常压下为气态的溶解气(C_1-C_4),使原油蒸气压很高,在储运过程中,大量油蒸气排入大气,既浪费能源又污染环境。所谓原油稳定就是通过一系列工艺措施,比较完全地从原油中脱除所含的 C_1-C_4 等挥发性强的轻烃,降低原油的挥发性和饱和蒸气压,使原油保持稳定,减少原油在集输和储运过程中的蒸发损耗。同时,原油经过稳定后能够防止远距离外输时发生气阻现象,减小压力波动和计量输差,减少对设备和管线的损害,利于平稳操作。

二、原油稳定方法及加工工艺比较

原油稳定所采用的方法基本上可以分为闪蒸稳定法和分馏稳定法两大类。

1. 闪蒸稳定法

原料以某种方式被加热或减压至部分汽化,进入容器空间,在一定压力、温度下,气液两相迅即分离,得到气液相产物,称为闪蒸。

若在汽化过程中,气液两相有足够的接触时间和接触面积,气液相产物在分离时刻达到了平衡状态,则这种汽化方式称为平衡汽化。这样得到的气相产物内含有较多的低沸点轻组分,液相产物中含有较多的高沸点重组分,使轻重组分达到一定程度的分离。未稳定

原油的闪蒸分离过程,实质上就是一次平衡汽化过程。闪蒸稳定法又可根据操作压力分为负压和正压。

1) 负压闪蒸稳定法

原油经油气分离和脱水之后,再进入原油稳定塔,在负压条件下进行一次闪蒸脱除挥发性轻烃,从而使原油稳定。负压稳定法主要用于密度较大、含轻烃较少的原油,因为较重的原油中所含轻组分比较少,用负压稳定的方法能得到较好的稳定效果。负压稳定法与其他稳定方法的最大区别就在于稳定塔是在一定真空度的条件下进行操作。

2) 正压提馏原油稳定法

若原油中轻组分含量较多、气组分量较大时,利用气体压缩机抽吸耗功过多,会造成经济上的不合理,此时可以采用正压闪蒸稳定法。对于某一种未稳定原油,为了达到一定的稳定深度,进行正压稳定时,适当提高原油温度后进入稳定塔,使之达到稳定。

与负压闪蒸稳定法相比,正压闪蒸能耗较高,但系统在正压下操作,无须像负压原油稳定法那样保持系统的真空严密性。

2. 分馏稳定法

原油中轻组分蒸气压高,沸点低,易于汽化;重组分的蒸气压低,沸点高,不易汽化。按照轻重组分的挥发度不同这一特点,可以利用精馏原理,经过多次汽化、冷凝使轻重组分分离,将原油中的 $C_1—C_4$ 脱除,使原油稳定,这就是分馏稳定法。这种方法稳定的原油质量比其他几种方法都好,可以比较完整地脱除 $C_1—C_4$,且便于实现自动控制。但分馏稳定法设备多,流程比较复杂,一般来说,对操作过程的控制也比较严格。

三、油气处理厂原油稳定装置概述

1. 原油稳定装置的组成

油气处理厂原油稳定装置主要由原油系统、不凝气系统、轻烃系统、污水系统、循环水系统、空气压缩系统、锅炉系统、消防水循环系统和变配电系统组成。此外,还有化验分析、生活及办公设施。

2. 原油稳定装置的特点

(1) 本装置采用正压提馏原油稳定技术,将原油内 $C_3—C_7$ 及少量 C_8 与 C_9 轻组分蒸馏出来,产品为轻烃及少量凝析液。

(2) 本装置所采用的正压提馏原油稳定技术是国内已经成型的技术,工艺流程简单,装置自动化程度较高,工艺参数可控范围较大,可随时根据轻烃市场销售情况控制轻烃产量。

(3) 本装置采用集中分散型控制系统(DCS系统),以提高装置的管理水平并实现过程的部分优化控制,提高收率,降低能耗,确保产品质量,提高经济效益。

(4) 本装置的噪声污染主要来自1[#]、2[#]稳前泵,1[#]、2[#]稳后泵,1[#]、2[#]压缩机,1[#]、2[#]空气压缩机,轻烃装车泵,循环水泵,锅炉及锅炉循环泵。最高噪声不大于97dB,根据GB 12348—2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》中的有关规定,为在高噪声场所的操作人员配备隔音耳

包,除每小时巡回检查 10 ~ 15min 外,都在隔音室内检测,避免了噪声对工人的危害。对于装置内其他各类地点的噪声检测结果,均达到了 GB/T 50087—2013《工业企业噪声控制设计规范》中有关规定要求。

(5) 本装置按 GB 50058—2014《爆炸危险环境电力装置设计规范》中的规定属于爆炸气体环境,属于一类 A 级易燃易爆防火单位。

3. 原油稳定工艺流程说明

1) 原油系统

联合站计量后的原油(0.45MPa, 50℃),首先进入原油缓冲罐 D-101/1 与 D-101/2,原油缓冲罐液位(30% ~ 70%)通过来油调节阀控制,来油经原油泵 P-101/1 与 P-101/2,加压至 1.5 ~ 2.2MPa 经原油换热器与稳定后原油换热升温至 170 ~ 190℃,分 4 路进出加热炉 H-101 升温至 190 ~ 225℃ 后进入原油稳定塔 T-101。原油稳定塔塔顶压力控制在 0.01 ~ 0.12MPa 之间,温度为 110 ~ 145℃,塔底的稳定后原油经泵 P-102/1 与 P-102/2,加压至 1.5 ~ 2.5MPa 后,与来油经原油换热器换热,温度降至 45 ~ 75℃ 后外输至联合站。

2) 不凝气系统

塔顶压力控制在 0.01 ~ 0.12MPa 之间,温度为 110 ~ 145℃。塔顶气相经空冷器 A-101 冷却至 20 ~ 60℃,再经水冷器 E-102 冷却至 15 ~ 50℃,然后进入塔顶回流罐 D-103 进行气液分离,液位控制在 20% ~ 40% 之间。回流罐分离出的气相经不凝气缓冲罐 D-106 进行气液分离,分离出的气相经压缩机 K-101/1 与 K-101/2,增压至 0.5 ~ 1.2MPa 后,经冷却器 E-103 冷却,然后进入三相分离器 D-105。三相分离器分出的气相调压至 0.5 ~ 1.2MPa,进入吸收塔经过吸收后进入燃料气缓冲罐 D-102,与天然气混合作为装置燃料气供加热炉使用,燃料气压力控制在 0.1 ~ 0.6MPa 之间。

3) 轻烃系统

回流罐分离出的液相(轻烃)经回流泵 P-103/1 与 P-103/2,加压至 0.6 ~ 1.0MPa 分两路:一路作为塔顶回流返回稳定塔,通过轻烃回流调节阀 TV-102 来控制稳定塔塔顶温度,以达到控制产品质量的目的;另一路作为轻烃产品,外输至吸收塔作为吸收剂,对不凝气中重组分进行吸收,吸收塔底抽出的轻烃外输至轻烃储罐,轻烃储罐共 6 个,每个 200m³,共能储存轻烃 960m³。三相分离器分出的液相(凝析液)经调节阀输送至凝析液储罐。不凝气缓冲罐分离出的液相(凝析液)经磁力泵 P-106 输送至凝析液储罐,凝析液储罐共两个,每个 130m³,共能储存凝析液 200m³。

4) 污水系统

回流罐分离出的含油污水经调节阀进入污水罐 D-104,凝析液储罐、轻烃储罐沉降下来的污水进入压力排污罐 D-202,经管道泵进入污水罐 D-104,经泵 P-104/1 与 P-104/2 加压至 0.4 ~ 0.8MPa,输入稳定后原油管道。

原油稳定工艺原则流程图如图 1-1 所示。