

危险化学品生产企业从业人员安全技术培训教材



石油化工生产

安全操作技术 (常减压、催化)

Shiyou Huagong Shengchan

Anquan Caozuo Jishu (Changjianya, Cuihua)

《危险化学品生产企业从业人员
安全技术培训教材》编委会



化学工业出版社

危险化学品生产企业从业人员安全技术培训教材

石油化工生产安全 操作技术

(常减压、催化)

《危险化学品生产企业从业人员安全技术培训教材》编委会

化学出版社

内 容 提 要

在对石油炼制的常减压装置、催化装置的工艺、装置进行简要介绍的基础上,详细介绍了常减压装置、催化装置的开车、停车操作程序;加热炉、换热器、冷凝冷却器、真空泵、电脱盐系统、主风机组、气压机组、余热锅炉、高温取热炉、烟机操作等设备的具体操作规程;不同岗位、设备的常见异常现象及其形成原因、处理方法;安全设施、仪器的使用;安全检修、安全动火;应急救援,等等。

本书内容全面,条理清晰,技术先进,科学性强,可供广大石油炼制企业常减压、催化装置的技术人员及操作人员学习运用。

图书在版编目(CIP)数据

石油化工生产安全操作技术. 常减压、催化 / 《危险化学品生产企业从业人员安全技术培训教材》编委会编. 北京:气象出版社, 2006. 4

危险化学品生产企业从业人员安全技术培训教材

ISBN 7-5029-4139-8

I. 石... II. 危... III. ①石油化工-安全生产-技术培训-教材②减压-安全生产-技术培训-教材③催化-安全生产-技术培训-教材 IV. TE687

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 044781 号

气象出版社出版

(北京中关村南大街 46 号 邮编:100081)

总编室:010-68407112 发行部:010-62175925

网址:<http://cmp.cma.gov.cn> E-mail:qxcsbs@263.net

责任编辑:成秀虎 彭淑凡 终 审:陆同文

封面设计:刘 扬 责任技编:都 平 责任校对:程金霞

*

北京京科印刷有限公司印刷

气象出版社发行

*

开本:850×1168 1/32 印张:7.5 字数:195 千字

2006 年 5 月第一版 2006 年 5 月第一次印刷

定价:15.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社
发行部联系调换

《危险化学品生产企业从业人员 安全技术培训教材》编委会

顾 问：张广华

主 编：李万春

副 主 编：刘 强 张世昌

执行主编：赵正宏 成秀虎

编 委：程云书 牛开建 李秀琴 王海军

魏高翔 宫振宇 李菽娟 马 克

张小印 洪 宇 张德全 严新风

杨震音 陈宏民 梁家骏 杨保和

唐昌德 冯中毅

编 写：赵正宏 宫振宇 李菽娟 洪 宇

王 彪

前 言

安全生产事关人民群众的生命财产安全,事关改革发展和社会稳定的大局,是全面建设小康社会、统筹经济社会和人的全面协调发展的重要内容。党中央国务院历来重视安全生产工作,以胡锦涛为总书记的党中央和新一届中央政府把安全生产工作摆到了极其重要的位置。胡锦涛总书记强调:各级党委和政府要牢牢树立“责任重于泰山”的观点,坚持把人民群众的生命安全放在第一位,进一步完善和落实安全生产的各项措施,努力提高安全生产水平。温家宝总理也强调:进一步完善和落实安全生产的各项政策措施,强化安全监管,坚决遏制重特大安全事故频发的势头。党的十六届五中全会更是把“促进安全生产状况进一步好转”作为“十一五”时期我国经济社会发展的主要目标之一。

危险化学品是安全生产工作的重点行业、热点领域。然而,由于经济成分的多元化、从业人员的复杂化、生产工艺的多样化带来了诸多新问题,以及从业人员总体素质不高、基础设施建设不完善、安全投入欠账严重等因素的影响,违章操作、违章指挥现象屡禁不止,事故隐患层出不穷,最终导致各类事故频发,给国家财产和人民的安全健康造成了重大的损失,社会影响较大。

在此形势下,国家安全生产监督管理局按照党中央、国务院的要求,不断贴近实际、贴近基层、贴近群众,切实实现工作重心的下移,从事故频发的根本原因出发,本着以人为本的原则,为提高危险化学品生产企业从业人员的安全素质和操作技能,组织编写了这套适合危险化学品生产企业一线操作人员的安全操作培训教材,旨在提高他们的安全意识、操作技术和防范技能,努力消除由于人为因素引发的事故,推动危险化学品行业安全生产形势好转。

本套教材,完全依据国家安全生产监督管理局《关于生产经营

单位主要负责人、安全生产管理人员及其他从业人员安全生产培训考核工作的意见》(安监管人字[2002]123号)的要求,由富有理论知识和实践经验的专业人员分专业进行编写,并经专家组审定通过。为了突出实用性、科学性、超前性,该书编委会充分考虑了当前从业人员的总体文化水平,力求做到语言简明、通俗易懂。首批教材共出版9本,它们分别是:《危险化学品安全生产基础知识》、《石油化工生产安全操作技术》(常减压、催化)、《石油化工生产安全操作技术》(乙烯、丙烯)、《氯碱生产安全操作技术》、《纯碱生产安全操作技术》、《氮肥生产安全操作技术》、《磷肥生产安全操作技术》、《农药生产安全操作技术》、《煤化工生产安全操作技术》。

希望这套培训教材的出版,能让每一位岗位工人用最新的理念引导自己,用最新的操作知识武装自己,通过实现每一个岗位的安全,实现整个系统的安、稳、长、满、优周期运行,从而促进企业经济效益的提高。

目 录

前言

上篇 常减压装置生产安全技术

第一章 综述	3
第一节 工艺及装置简介	3
第二节 设备防腐	7
第二章 岗位安全技术	12
第一节 装置开、停车	12
第二节 加热炉、换热器、冷凝冷却器、真空泵操作	21
第三节 电脱盐系统安全技术	25
第四节 机泵安全技术	29
第五节 常见异常情况处理	32
第三章 安全设施仪器使用	45
第四章 安全检查	51
第五章 安全检修与安全动火	54
第一节 安全检修	54
第二节 安全动火	60
第六章 职业卫生防护	63
第七章 应急救援	69

下篇 催化装置生产安全技术

第一章 工艺及装置概述	77
第二章 反应岗位安全技术	80
第一节 反应岗位概述	80
第二节 正常操作步骤、事故处理及控制标准	80

第三节	影响反应再生系统的主要因素分析·····	94
第三章	分馏岗位安全操作技术·····	122
第一节	岗位概况及正常操作步骤与控制标准·····	122
第二节	异常现象及事故原因的判断和处理程序·····	134
第四章	稳定岗位安全操作技术·····	145
第一节	稳定岗位概况及正常操作步骤·····	145
第二节	各类异常现象及事故原因的判断和处理程序 ·····	146
第三节	正常控制指标及分析·····	151
第五章	双脱岗位安全操作技术·····	159
第一节	双脱工艺概况·····	159
第二节	双脱开工操作·····	161
第三节	岗位正常操作·····	171
第六章	主风机组岗位安全操作技术·····	177
第七章	气压机组岗位安全操作技术·····	189
第八章	司泵岗位安全操作技术·····	192
第九章	余热锅炉岗位安全操作技术·····	199
第十章	外取热器系统安全操作技术·····	215
第十一章	高温取热炉安全操作技术·····	220
第十二章	烟机安全操作技术·····	224
第十三章	其他·····	231

上 篇

常减压装置生产安全技术

第一章 综 述

第一节 工艺及装置简介

一、基本原理

所谓蒸馏,就是将一种液体混合物加热,使它全部或部分汽化,然后将形成的气体部分或全部进行冷凝。这种汽化与冷凝经过多次重复,就可按照一定的要求,使原始物料得到一定程度的分离或提纯。

石油又称原油,是从地下深处开采的棕黑色可燃黏稠液体。石油是古代海洋或湖泊中的生物经过漫长的演化形成的混合物,与煤一样属于化石燃料。石油的性质因产地而异,密度为 $0.8 \sim 1.0 \text{g/cm}^3$,黏度范围很宽,凝固点差别很大($30 \sim 60^\circ\text{C}$),沸点范围为常温到 500°C 以上,可溶于多种有机溶剂,不溶于水,但可与水形成乳状液。组成石油的化学元素主要是碳($83\% \sim 87\%$)、氢($11\% \sim 14\%$),其余为硫($0.06\% \sim 0.8\%$)、氮($0.02\% \sim 1.7\%$)、氧($0.08\% \sim 1.82\%$)及微量金属元素(镍、钒、铁等)。由碳和氢化合形成的烃类构成石油的主要组成部分,占 $95\% \sim 99\%$,含硫、氧、氮的化合物对石油产品有害,在石油加工中应尽量除去。不同产地的石油中,各种烃类的结构和所占比例相差很大,但主要属于烷烃、环烷烃、芳香烃三类。通常以烷烃为主的石油称为石蜡基石油;以环烷烃、芳香烃为主的称环烷基石油;介于二者之间的称中间基石油。我国主要原油的特点是含蜡较多,凝固点高,硫含量低,镍、氮含量中等,钒含量极少。除个别油田外,原油中汽油馏分较少,渣油占 $1/3$ 。组成不同的石油,加工方法有差别,产品的性

能也不同,应当物尽其用。大庆原油的主要特点是含蜡量高,凝点高,硫含量低,属低硫石蜡基原油。要想从石油中得到一系列的石油产品,蒸馏是最合适的一种手段,它能够将液体混合物按其所含组分的沸点或蒸汽压的不同而分离为各种不同的馏分。正因为如此,几乎在所有炼油厂中,原油的第一个加工装置就是蒸馏装置。

原油的分类很多,常见的有下列两种,见表 1-1。

表 1-1 原油常见分类表

分 类 方 法	分 类 标 准	类 别	种 类
化学分类	特性因数 K	>12.1	石蜡基
		$11.5 \sim 12.1$	中间基
		$10.5 \sim 11.5$	环烷基
工业分类	原油比重 (kg/m^3)	<830	轻质原油
		$830 \sim 904$	中质原油
		$904 \sim 966$	重质原油
		>966	特重原油
	原油的含硫量 (m/m)	$<0.5\%$	低硫原油
		$0.5\% \sim 2\%$	含硫原油
		$>2\%$	高硫原油
	原油的含蜡量 (m/m)	$0.5\% \sim 2.5\%$	低蜡原油
		$2.5\% \sim 10\%$	含蜡原油
		$>10\%$	高蜡原油

一般的原油蒸馏装置,是以加热炉和蒸馏塔为主体而组成的所谓管式蒸馏装置。原料油在蒸馏塔里按蒸发能力分成沸点范围不同的油品(称为馏分),这些油有的经调和、加添加剂后以产品形式出厂,相当大的部分是后续加工装置的原料。它的基本原理是:经过预处理的原油,用泵输送,流经一系列换热器,与温度较高的

蒸馏产品换热,进入一个闪蒸塔(初馏塔),蒸出一些轻组分及大部分的水蒸气。再在加热炉中被加热至 363°C 左右,此时,原油中的一部分就汽化成油蒸气,再进入一个精馏塔,此塔在接近大气压下操作,故而被称为常压精馏塔,相应的加热炉被称为常压炉。在常压塔里,原油被分馏切割,从塔顶馏出汽油馏分,由塔侧馏出煤油及轻、重柴油等馏分。塔底产物被称为常压重油,沸点一般高于 350°C 。为了把高于 350°C 的产品从重油中分离出来,又不能使重油结焦,为此将常压重油在减压(真空)条件下进行蒸馏。降低压力使物质的沸点有相应的降低,故而可进一步从常压重油中馏出重质油料(润滑油料和催化料)。这些相应的设备被称为减压炉和减压塔。减压塔内的蒸馏温度一般限制在 386°C 以下,塔顶真空度一般在 93.3kPa 以上,减压塔底产物被称为减压渣油。这种配有常压和减压精馏的装置被称为常减压精馏装置。

二、装置的地位与作用

炼油工业的主要目的是从原油中提炼出各种燃料、润滑油、化工原料和其他石油产品,常减压装置将原油用蒸馏的方法分割成为不同沸点范围的组分,以适应产品和下游工艺装置对原料的要求,常减压蒸馏是炼油厂加工原油的第一道工序,即原油的一次加工,在炼油厂加工总流程中有重要作用,常被称之为“龙头”装置。主要产品有直馏汽油、连续重整料、轻裂料、灯油馏分、航煤馏分、柴油馏分、裂解料、中压加氢料、催化料、渣油等。本装置运行平稳与否、半成品质量如何直接影响一系列下游工序的生产,装置能否安、稳、长、满、优地运行,对炼油厂的安全生产起着十分重要的作用。

三、装置类型

常减压蒸馏装置是原油加工的第一道工序,它一般包括电脱盐、常压蒸馏、减压蒸馏三部分。常压蒸馏一般可切割出重整原料、溶剂油、煤油(或航空煤油)、轻柴油等产品;在减压蒸馏中可切

割出几个润滑油馏分或催化裂化或加氢裂化原料。剩下的减压渣油根据生产总流程的安排可有不同用途,如用做溶剂脱沥青原料、焦化或减黏裂化原料,或直接出厂做燃料油或生产沥青的原料。

根据目的产品不同,常减压蒸馏装置可分为燃料型、燃料—润滑油型和燃料—化工型三种类型。这三者在工艺流程上并无本质区别,只是在侧线产品数目和分馏精度上有些差异。燃料—润滑油型常减压蒸馏因侧线数目多且产品都需要汽提,流程比较复杂;而燃料型、燃料—化工型则比较简单。

1. 燃料型常减压蒸馏

(1)常压塔顶出重整原料或汽油馏分。

(2)常压塔设 3~4 个侧线,出溶剂油(或航煤)、轻柴油、重柴油(或催化裂化原料)。

(3)常压各侧线都设有汽提塔(催化裂化原料除外),以保证产品的闪点和馏分轻端指标。

(4)减压塔设有 2~3 个侧线,出催化裂化原料或加氢裂化原料,分馏精度要求不高,主要是从热回收和全塔气液负荷均匀的角度设置侧线。

(5)减压各侧线一般不需要汽提塔。

(6)为尽量降低最重侧线的残碳和重金属携带量,需在最重侧线与进料段之间设置 1~2 个洗涤段。

(7)减压塔操作有干式和湿式之分,干式的减压塔底不吹蒸汽,湿式的吹蒸汽以降低油气分压。

(8)干式操作时减压塔顶一般设有蒸汽抽真空,减压塔顶一般抽到残压 1.33kPa(10mmHg),湿式操作一般按两级抽真空设计。

2. 燃料—润滑油型常减压蒸馏

(1)常压塔与燃料型基本相同。

(2)减压塔一般设有 4~5 个侧线,每个侧线对黏度、馏分宽度、油品颜色和残碳都有指标要求。

(3)减压各侧线一般都有汽提塔以保证产品的闪点和馏分轻

端符合指标要求。

(4)减压加热炉出口温度控制在 400°C ，并且炉管逐级扩径尽量减少油品受热分解，以免润滑油品质下降。

(5)为使最重润滑油侧线的残碳和颜色尽可能改善，在最重润滑油侧线与进料段之间需要设置 1~2 个洗涤段，以增加洗涤效果。

(6)燃料—润滑油型减压塔，国内外当前以湿法操作为主，塔顶二级抽真空。

3. 燃料—化工型常减压蒸馏

(1)常压塔设有 2~3 个侧线，产品可作裂解原料，分馏精度要求不高，塔盘数目也比较少。

(2)各侧线不设汽提塔。

(3)减压塔与燃料型基本相同。

四、装置设备构成

常减压蒸馏装置主要由原油电脱盐、初馏塔、常压分馏塔、减压分馏塔、常压附属汽提塔、减压附属汽提塔、常压炉、减压炉、烟气余热设备等构成。

思 考 题

1. 原油的工业分类有几种？
2. 常减压装置的基本工艺原理是什么？

第二节 设备防腐

由于我国国民经济快速发展，能源需求大幅度增长，2001 年全国加工原油 20964 万吨，其中进口原油 6092 万吨，占 29.06%，2001 年中国石化集团公司进口原油数量占全国数量的 82.32%。随着加工硫含量、酸值较高的进口原油种类及数量的增加，装置工

艺设备的腐蚀问题日趋严重,尤其是上游装置的工艺设备,腐蚀问题更加突出。

一、低温部位的腐蚀

1. 盐类水解腐蚀

如果说原油加工的第一道工序是蒸馏,那么蒸馏的第一个环节就是脱盐脱水。随着原油深度加工技术的发展和炼制含硫原油腐蚀问题的加重,这一观点已逐渐被人们认识和肯定。从地层中开采出来的原油往往含有一定量的水分和盐类,由于开采方法的原因,有些原油的含水量甚至可以达到很高的程度。此外,原油在海运过程中,压舱水也会混入油中,使原油中的水分和盐含量增加,这在进口原油中表现尤为明显。

原油所含水中溶解的盐类有氯化钠、氯化钙和氯化镁等。这些盐类在原油蒸馏过程中会发生水解反应生成氯化氢。

当原油中含有硫酸盐、环烷酸或某些金属元素时,温度低于 300°C 氯化钠便会发生水解反应。

各种盐类水解产生的氯化氢随挥发油气进入分馏塔顶及冷凝冷却系统,遇到冷凝水便溶于水中形成盐酸,这是造成常减压装置的初馏塔、常压塔和减压塔塔顶及其冷凝冷却系统设备腐蚀的重要原因。

2. 低温硫腐蚀

通常把炼油装置温度在 120°C 以下、有液相水存在部位的腐蚀,称为低温腐蚀。这些部位的腐蚀也称硫化氢或硫化氢水溶液状态下发生的腐蚀。这类腐蚀主要存在于常减压装置的初馏塔、常压塔和减压塔顶部包括连接管线、容器,如塔顶冷凝冷却系统,它是原油加工过程中由硫化物分解产生的硫化氢和盐类水解产生的氯化氢遇到冷凝水后形成的腐蚀体系。在未采取相应防护措施的情况下,腐蚀严重。对碳钢制塔顶、塔盘、挥发线、油水分离罐等表现为全面腐蚀和坑蚀;对 OCr13 、 1Cr13 塔盘、浮阀等内件表现

为点蚀；对 1Cr18Ni9Ti 等奥氏体不锈钢衬里、浮阀、空冷器和水冷器等，则会由于硫化氢的加速作用产生氯化物应力腐蚀开裂。

铁和硫化氢反应生成的硫化亚铁是一层致密的保护膜，对金属设备有一定的保护作用，因此，塔顶系统保持少量硫化物是有利的。但氯化氢又可与硫化亚铁反应，从而使保护膜遭到破坏并产生硫化氢，如此循环，使腐蚀程度不断加深。这也是炼制含硫原油时，对设备会造成严重腐蚀的主要原因。

二、高温部位的腐蚀

1. 高温硫化物腐蚀

高温硫化物的腐蚀，主要是指炼制含硫或高硫原油时发生在常减压蒸馏装置 240℃ 以上的高温重油部位的腐蚀，主要有常减压塔的下部及塔底管线、常压渣油及减压渣油的高温换热器、炉管和转油线等。腐蚀类型为均匀腐蚀。防止高温部位腐蚀的主要手段是选用耐腐蚀材料。

2. 硫化物与环烷酸共存

当温度超过 240℃ 时，环烷酸和硫化氢都是一种腐蚀性介质，碳钢在环烷酸腐蚀环境中的腐蚀速率要比在硫化氢腐蚀环境中高得多，可达 7~9mm/a。环烷酸腐蚀主要发生在常减压蒸馏装置的常压塔下部、减压塔等部位，环烷酸腐蚀与原油中的酸值、温度和介质流速有关。

环烷酸可与高温硫化物腐蚀时生成的硫化亚铁保护膜反应，生成环烷酸亚铁和硫化氢，环烷酸亚铁是油溶性的，从而使基体再次暴露。而生成的硫化氢可再次与基体发生强烈反应，这种腐蚀在高流速情况下更为严重，形成光亮无垢的沟槽，在低流速情况下则形成尖锐的孔洞。温度在 270~280℃ 和 350~400℃ 时，油品酸性大于 0.5mgKOH/g 和介质流速大于 37m/s 时，环烷酸腐蚀最为严重。采取原油注碱、加大转油线管径、降低流速和防止涡流等措施可减轻腐蚀。