



煤化工生产安全操作技术

——煤焦油、粗苯的回收与精制

Meihuagong Shengchan
Anquan Caozuo Jishu

《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

煤化工生产安全操作技术

——煤焦油、粗苯的回收与精制

《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

内 容 简 介

本书详细介绍了煤焦油和粗苯的回收与精制操作人员应知应会的安全操作基本原理、操作技术和分析处理事故的方法。主要内容包括煤焦油和粗苯回收与精制工艺操作、重点设备及安全设施的使用、化工单位检修安全等。

本书结构条理清晰,理论深度适中,实践操作性强,与生产实际密切结合,可操作性、实用性强,很多操作和检修经验都是前所未有并被实践证明是非常有效的,煤焦油和粗苯回收与精制从业人员在安全操作中可直接借鉴运用。

本书特别适宜煤焦油和粗苯回收与精制工艺操作工人阅读,也可供从事煤焦油和粗苯回收与精制管理的安全、技术人员及有关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤化工生产安全操作技术 / 《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,2006.3

危险化学品生产企业从业人员安全技术培训教材

ISBN 7-5029-4113-4

I. 煤... II. 危... III. 煤化工-安全生产-技术-培训-教材 IV. TQ53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 020514 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:汪勤模

封面设计:刘 扬 责任技编:陈 红 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:7.75 字数:201 千字

2006 年 3 月第一版 2006 年 3 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 王鹏彦 梁善久

编 著：李玉财 王 彪 周金文 宋晚霞

陈亚芹 王利娟

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:各级党和政府要牢固树立“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》(催化、常压)、《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

第一章 煤气的冷凝、冷却和输送	(1)
第一节 炼焦煤气组成及化学产品产率、回收率	(2)
第二节 煤气的冷凝、冷却和输送	(4)
思考题	(13)
第二章 煤焦油蒸馏	(14)
第一节 焦油蒸馏前的准备	(15)
第二节 焦油蒸馏	(17)
第三节 焦油蒸馏的操作与安全	(26)
思考题	(35)
第三章 粗酚、粗重吡啶及粗蒽的提取与精制	(36)
第一节 粗酚及粗重吡啶的提取	(36)
第二节 粗酚盐的净化、分解	(42)
第三节 粗蒽的制取与精制	(51)
第四节 粗酚、粗重吡啶及粗蒽生产的操作与安全	(54)
思考题	(59)
第四章 工业萘及精萘的生产	(60)
第一节 生产工业萘的原料及产品	(60)
第二节 工业萘的生产	(61)
第三节 精萘的生产	(70)
第四节 萘生产的操作与安全	(74)
思考题	(81)
第五章 煤沥青的加工利用	(83)
第一节 黏结剂沥青	(84)
第二节 浸渍剂沥青的生产	(92)
第三节 沥青焦和针状焦的生产	(96)

第四节	中间相沥青和碳纤维	(102)
第五节	筑路和建筑用煤沥青生产	(103)
第六节	煤沥青涂料和燃料油	(104)
第七节	耐火材料用沥青	(105)
第八节	沥青生产的操作与安全	(106)
	思考题	(112)
第六章	粗苯回收	(113)
第一节	粗苯的组成、性质及回收方法	(113)
第二节	煤气的最终冷却	(115)
第三节	用洗油吸收煤气中的苯族烃	(120)
第四节	富油脱苯生产工艺	(126)
第五节	粗苯回收的操作与安全	(133)
	思考题	(139)
第七章	粗苯的精制	(140)
第一节	粗苯的组成及精制产品	(140)
第二节	粗苯蒸馏及古马隆-茚树脂的生产	(143)
第三节	轻苯的初馏及初馏分的加工	(149)
第四节	未洗混合分连续洗涤	(153)
第五节	已洗混合馏分的连续吹苯与精馏	(160)
第六节	再生酸的处理	(164)
第七节	粗苯催化加氢精制	(165)
第八节	粗苯精制的操作与安全	(168)
	思考题	(176)
第八章	重点设备及安全设施的使用	(177)
第一节	管式加热炉的正确操作与故障处置	(177)
第二节	精(蒸)馏塔的正确操作与故障处置	(188)
第三节	离心泵的正确操作与故障处置	(195)
第四节	换热器的正确操作与故障处置	(197)
第五节	贮罐及罐区安全	(200)

第六节 消防安全设施·····	(203)
思考题·····	(208)
第九章 岗位安全检查与安全检修·····	(209)
第一节 煤焦化工的不安全因素与事故特点·····	(209)
第二节 岗位安全检查内容·····	(211)
第三节 检修安全·····	(215)
思考题·····	(222)
第十章 职业危害及其预防·····	(224)
第一节 煤焦化工生产性毒物及中毒·····	(224)
第二节 职业危害治理及防护·····	(226)
思考题·····	(228)
第十一章 化学及热力烧伤应急处理·····	(229)
第一节 化学烧伤的应急处理·····	(229)
第二节 热力烧伤的应急处理·····	(232)
思考题·····	(234)
附表 1 ·····	(235)
附表 2 ·····	(236)
参考文献·····	(237)

第一章 煤气的冷凝、冷却和输送

煤是我国储量较为丰富的一种矿产资源,在人民的日常生活和国民经济建设中发挥着举足轻重的作用,近年来,随着石油资源的日益紧张,煤在国民经济建设中的地位更加突出。

煤在传统工业生产中的作用,主要是用来炼制焦炭,为钢铁、冶炼企业提供焦炭、焦炉煤气等燃料。在炼焦生产过程中,75%左右变成焦炭,另有约25%生成粗煤气、煤焦油、粗苯等各种化学产品。煤焦油和粗苯都是成分很复杂的混合物,经精制加工后,得到的各种产品是塑料工业、建筑业、合成纤维、燃料、合成橡胶、医药、农药、耐辐射材料、耐高温材料以及国防行业的极为宝贵的原料。粗煤气经冷却及采用各种吸收剂处理,可以提取出焦油、氨、萘、硫化物及粗苯等物质,并得到净焦炉煤气。随着科学技术的飞速发展,炼焦产生的大量副产化学品正越来越多地被回收利用,并迅速发展成蒸蒸日上的煤化学工业。

当前,煤化工产业面临着良好的发展机遇:一是随着钢铁工业的发展和国家能源政策的逐步实施,焦炭作为高炉炼铁的基本燃料,需求量将不断提高;二是由于西方工业国家焦炉日益老化,焦炭生产能力逐年下降,而这些国家的环保标准日趋严格,新建和扩建焦炉受到限制,迫使这些国家转向其他地区寻求焦炭资源。在此形势下,中国焦炭消费量和出口量迅速增加,当前已经位居世界前列,国际焦炭需求的提高必将大大刺激我国煤化工产业的发展;三是在能源紧张的形势下,科学技术的进步,使得副产品的回收利用、深加工技术越来越成熟,煤化工产业的形成,既为化学工业、国

防工业提供了更为丰富的原料,同时,又因产品具有良好的市场需求,为深加工企业创造了巨大的经济效益,加速了煤化工产业的发展壮大。

但是,煤化工的安全生产也是一个令人困扰的问题。煤化工从原料到产品大都是甲、乙、丙类液体和易燃易爆气体;作业环境大都是高温、尘毒、噪声;生产工艺控制要求严格;相当一部分化工厂技术装备水平低、工艺落后;员工素质普遍较差等。这些不安全因素的制约,致使该行业火灾、爆炸、中毒等事故屡有发生,职业病亦呈严重发展趋势,给国家和人民的生命财产带来了很大的威胁,与全面建设小康社会的宏伟目标极不谐调。因此,必须加强对煤化工生产岗位工人的安全教育,提高他们的安全生产意识和安全操作技能,有效防范各类事故的发生,从而保障煤化工产业的持续健康发展。

煤焦油和粗苯的回收与精制,是煤化工最为典型的产品加工工艺,危险性大,由于篇幅所限,本书着重阐述煤焦油和粗苯的回收与精制生产工艺及安全操作。

第一节 炼焦煤气组成及化学产品产率、回收率

一、炼焦煤气组成

煤气的成分并不稳定,炼焦温度是决定煤气成分特别是氢和碳氢化合物之间关系的重要因素。炼焦温度和炼焦炉炉顶空间温度愈高,则煤气中的氢愈多,甲烷和重烃愈少。焦炉的压力对煤气组成的影响也很大,如碳化室吸入的空气和废气量增加,会造成不可燃组分和一氧化碳增多。煤料性质对煤气组成的影响一般是变质程度愈深,煤气中氢愈多,甲烷和重烃愈少。

当缺少原始资料时,净煤气组成可用表 1-1 数据。

表 1-1 净煤气成分

名称	成分及体积百分数(%)							
	氢	甲烷	一氧化碳	氮	二氧化碳	重烃	氧	水汽
干煤气	58.0	26.0	6.2	4.5	2.2	2.5	0.6	
20℃饱和煤气	56.7	25.42	6.07	4.41	2.15	2.44	0.59	2.22

二、炼焦煤气化学产品产率及回收率

(一)化学产品产率

炼焦生成的化学产品产率,一般情况下的数据见表 1-2。

表 1-2 炼焦化学产品及其产率

单位	焦油	粗苯	氢	硫化物	氰化物	吡啶	萘	化合水
g/Nm ³ 干煤气	80~120	25~40	7~12	3~15	1~2	0.5~0.7	10~15	
对干煤(%)	2.5~ 4.5	0.7~ 1.4	0.25~ 0.35	0.1~ 0.5	0.05~ 0.07	0.015~ 0.025		2~4

装炉煤料挥发分是决定化学产品产率的主要因素。一般挥发分愈高,产率愈高,对焦油和粗苯尤为明显。炼焦温度和炉顶空间温度的增高,会加剧化学产品的分解,使其数量和质量发生变化。如温度过高则焦油产率降低,比重增大,游离碳、沥青、萘、蒽含量增加,馏分中酚类、轻吡啶及中性油含量降低,对粗苯而言是苯含量增加,甲苯、二甲苯含量减少。

(二)化学产品回收率

化学产品回收率除受配煤炼焦的因素影响外,还与煤气净化回收工艺过程有关。一般回收率见表 1-3。

表 1-3 计算产量用的化学产品回收率(对干煤)

名称	回收率(%)	名称	回收率(%)
焦油	3~4	粗苯	1
硫铵	1.0(折算成纯氨是 0.258)	轻吡啶	0.008

第二节 煤气的冷凝、冷却和输送

煤气的冷凝、冷却和输送,是炼焦化学产品回收工艺过程的基础,其操作运行的好坏,不仅对回收工段的操作有影响,而且对焦油蒸馏工序及炼焦炉的操作也有影响。

一、冷凝鼓风回收工段的任务

冷凝鼓风回收工段的任务是:煤气的冷凝、冷却和输送;煤气中焦油雾的清除;氨水、焦油和焦油渣的分离,从而回收煤焦油。

在炼焦过程中,从焦炉碳化室经上升管逸出的粗煤气温度为 $650\sim 750^{\circ}\text{C}$,此时煤气中含有焦油气、苯族烃、水汽、氨、硫化物及其他化合物。为了回收这些化合物并净化煤气,首先应该将煤气进行冷却,这是因为:①从煤气中回收化学产品,要在较低的温度($25\sim 35^{\circ}\text{C}$)下进行,才能保证较高的回收率和产品质量;②煤气经冷却后,体积变小,从而使鼓风机以较少的动力消耗将煤气送往后续的净化工序;③煤气在冷却时,不但水蒸气被冷凝,而且大部分焦油、萘也被冷凝下来,部分硫化物、氰化物等腐蚀性介质溶于冷凝液中,从而可减少回收设备、管道的堵塞和腐蚀,有利于安全生产。同时有利于改进硫铵质量和减少对洗苯循环洗油质量的影响。

冷凝鼓风工序对煤气的冷却分为集气管冷却和初冷器冷却两个步骤。

二、煤气在集气管内的冷却

煤气在桥管和集气管内的冷却,是用表压为 147~196kPa 的循环氨水,通过喷头的强烈喷洒进行的,当细雾状的氨水与煤气充分接触时,由于煤气温度很高湿度又很低,故煤气放出大量显热,氨水大量蒸发,快速进行着传热和传质过程。传热过程取决于煤气与氨水的温度差,所传递的热量为显热,约占煤气冷却所放出总热量的 10%~15%。传质过程的推动力是循环氨水液面上的蒸气分压与煤气中蒸气分压之差,使氨水部分蒸发,煤气温度急剧下降,以供给氨水蒸发所需的潜热,此部分热量占煤气冷却所放出总热量的 75%~80%。另外,约占所放出热量的 10%的热量由集气管表面损失。

上述冷却过程中,煤气温度由 650~750℃ 降至 82~86℃,同时有 60%左右的焦油气被冷凝下来,部分焦油与煤尘和焦炭颗粒混在一起构成焦油渣。

三、煤气的初冷流程

经过循环氨水喷洒后,煤气的温度虽然降到 80~86℃,但仍然过高,还有相当部分焦油气和水蒸气尚未被冷凝下来。为了进一步回收化学产品,便于煤气运输和减少风机的动力消耗,在鼓风机前将煤气通过初冷器进一步冷却。煤气经初冷器后温度可降至 30℃ 左右,此时,轻质焦油和氨水就冷凝下来。

工艺流程主要取决于煤气的初冷方式。初冷的良好效果将直接减轻煤气鼓风机的负荷,并为进一步回收化学产品创造有利条件。煤气初冷方式有间接冷却、直接冷却和间直混合冷却三种。这三种流程分别示于图 1-1、1-2、1-3。

煤气在集气管内冷却和初冷后,可使温度降至 30℃ 左右,为煤气输送和化学产品回收创造了条件,也完成了煤焦油的回收。

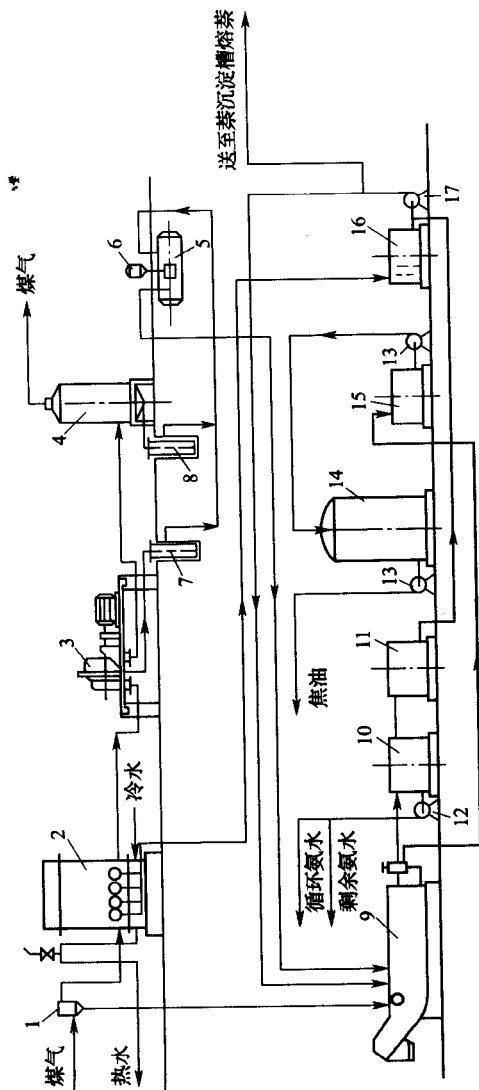


图 1-1 煤气间接初冷工艺流程

- 1—气液分离器;2—煤气初冷器;3—煤气鼓风机;4—电捕焦油器;5—冷氨液槽;
6—冷氨液槽下泵;7—鼓风机水封槽;8—电捕焦油器水封槽;9—机械化氨水澄清槽;
10—氨水中间槽;11—事故氨水槽;12—循环氨水槽;13—焦油泵;14—焦油贮槽;
15—焦油中间槽;16—初冷冷氨液中间槽;17—冷氨液槽

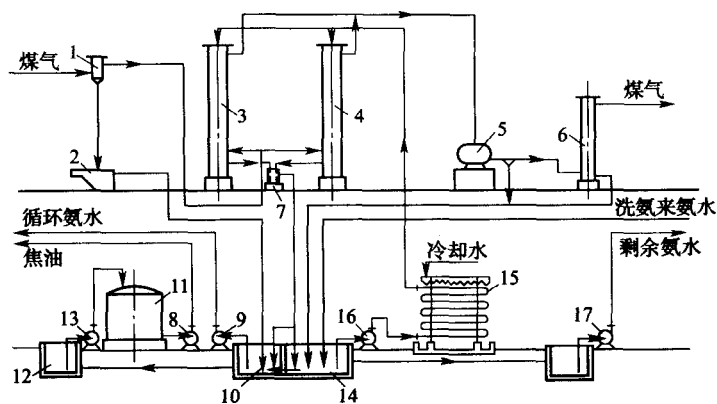


图 1-2 煤气直接初冷工艺流程

- 1—气液分离器；2—焦油盒；3、4—直接式煤气初冷塔；
 5—罗茨鼓风机；6—捕焦油器；7—水封槽；8—焦油泵；9—循环氨水泵；
 10—焦油氨水澄清池；11—焦油槽；12—焦油池；13—焦油泵；14—初冷循环氨水澄清池；
 15—初冷循环氨水冷却器；16—初冷循环氨水泵；17—剩余氨水泵

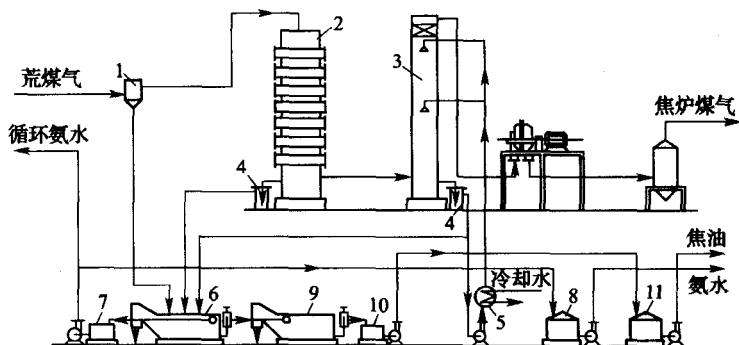


图 1-3 间冷直冷相结合的煤气初冷工艺流程

- 1—气液分离器；2—横管式间接冷却器；3—直冷空喷塔；4—液封槽；
 5—螺旋换热器；6—机械化氨水澄清槽；7—氨水槽；8—氨水贮槽；
 9—焦油分离槽；10—焦油中间槽；11—焦油贮槽

四、鼓冷操作与安全

(一)初冷后煤气集合温度

初冷后煤气温度应控制在工艺指标范围内,温度偏高会带来下列问题:

(1)煤气中蒸气含量增多,体积变大,致使鼓风机能力不足,影响煤气正常输送。

(2)焦油气冷凝率降低,初冷后煤气中焦油含量增多,影响其后工序生产操作。

(3)在初冷器内,煤气中萘蒸气遇冷时,有相当一部分呈细小薄片析出,很难从高速煤气中沉降下来,被煤气带走,以致煤气中实际含萘量比同温度下萘气饱和含量高1~2倍。当初冷后煤气温度高时,煤气中含萘量将更显著增大。这会造成煤气管道和设备堵塞,增加以后洗萘系统负荷,给洗氨、洗苯带来困难。

(4)由于煤气温度高,溶解于冷凝氨水中的氨、硫化氨、氰化氢量减少,随煤气带出量增多,从而增加脱苯设备的腐蚀。

(二)循环氨水泵的操作

循环氨水泵的出口应保持一定的压力,一般不小于196kPa,这样才能提高循环氨水在集气管内喷洒的雾化程度,保证出炉煤气冷却在82~86℃。

(三)机械化焦油氨水澄清槽的操作

1. 两种氨水的混合

冷凝鼓风机间有从气液分离器来的循环氨水和从煤气初冷器来的冷凝氨水,这两种氨水的化学组成是不同的。

循环氨水由于经常与高温的出炉煤气接触,氨水中易于挥发的铵盐大部分随蒸发的水汽一起进入煤气,故这种氨水中较为稳定的固定铵盐(如氯化铵、硫酸铵等)含量较多,一般可达30~40g/L。但冷凝氨水中易于分解的挥发性铵盐(如硫化铵、碳酸铵等)含量较多,而固定铵盐含量较少。