



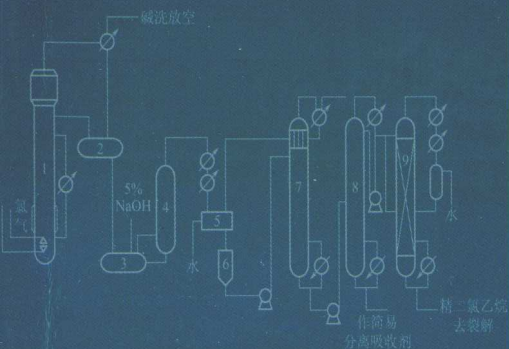
高职高专“十一五”规划教材

认识化工生产工艺流程

——化工生产实习指导

郭泉 编著

REN SHI HUAGONG
SHENGCHAN
GONGYI LIUCHENG
HUAGONG SHENGCHAN SHIXI ZHIDAO



化学工业出版社



高职高专“十一五”规划教材

认识化工生产工艺流程

—— 化工生产实习指导

郭 泉 编著

RENSHI HUAGONG
SHENGCHAN
GONGYI LIUCHENG
HUAGONG SHENGCHAN SHIXI ZHIDAO



化学工业出版社

· 北京 ·



本书是作者根据长期从事实践环节的教学和化工生产的经验编著而成,适合化工专业学生认识实习和生产实习课程使用。本书全面分析了化工生产工艺流程,介绍了认识化工生产工艺流程的基本原则、方法和步骤,揭示了化工生产工艺流程的内在规律。

全书共分11章,着重介绍了化工生产工艺流程的组成,构成化工生产工艺流程的基本要素,认识化工生产工艺流程的基本步骤,重点分析了化工生产过程中各单元操作的特点并建立了认识其流程的方法。为了确保知识的系统性,还对认识化工生产的公用工程系统和化工生产工艺流程图画法进行了简单表述。

本书题材新颖、图文并茂,有大量的现场生产设备图,采用彩色印刷,内容丰富多彩,每页都附有实用性很强的“小贴士”,涉及常识、安全、急救等方面的知识。本书便于教师指导,也适于学生自学,可作为化工及相关专业学生实训、实习的指导用书。

图书在版编目(CIP)数据

认识化工生产工艺流程——化工生产实习指导/郭泉
编著. —北京:化学工业出版社, 2009. 8

高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-06285-7

I. 认… II. 郭… III. 化工过程-生产实习-高等
学校:技术学院-教材 IV. TQ06

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第118451号

责任编辑: 襄 臻
责任校对: 徐贞珍

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装: 化学工业出版社印刷厂
850mm×1168mm 1/32 印张5³/₄ 字数264千字
2009年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00元

版权所有 违者必究

FOREWORDS 前 言

化工生产过程实习是指化工专业学生的认识实习和生产实习，这个过程是化工类专业教学最为重要的一个实践环节，是学生走出校门、踏上工作岗位的第一步。“认识化工生产工艺流程”就是我们通常说的“摸流程”，它是认识实习和生产实习最主要的内容，也是要成为合格化工生产工作者首先必须完成的任务之一。

进入大型化工企业工作首先是接受培训，主要培训内容就是对工艺流程的熟悉，最终要达到对生产现场每一个管道内流动介质的所有信息（名称、流向、温度、物化性质等）都掌握，对管路中的阀门、仪表的运行状况也要非常清楚，经多次考核合格后才能取得上岗资格。化工生产企业对员工是否掌握生产工艺流程的要求是非常高的，可见熟练掌握化工生产工艺流程是化工生产工作者最基本的工作能力。

目前在国内尚没有专门指导化工专业学生认识化工生产工艺流程的教材，学生“摸流程”时，往往总是不得要领，同时也给实习指导老师和工厂的工人师傅带来了很大困扰。特别是随着高等职业院校教学改革不断深入，纷纷建成了很多化工生产实训装置和实训基地，为了节省资源，一般都把很多功能融合在一套实训装置上，其结果是管路走向非常复杂，更增加了学生“摸流程”的难度。因此，作者根据长期从事实践环节教学和化工生产的经验，编写了这本供化工专业学生认识实习和生产实习课程使用的教材，以便让学生通过本教材的学习，在实习和实训过程中，少走一些弯

路，达到事半功倍的效果。

本教材在编写过程中得到了常州工程职业技术学院各级领导的大力支持，特别是得到了化工系很多专业老师的指导，在此一并表示感谢！

考虑到这是一本指导实践课程的教材，为便于教师指导和学生学习，本书采用了通俗的语言进行介绍，选用了很多从生产现场拍摄的生产设备图片以增强直观性，全书每页都附有实用性很强的“小贴士”，涉及常识、安全、急救等方面的知识。

由于时间仓促，本人水平有限，本书难免存在不足之处，敬请有识之士批评指正。

郭 泉

2009年6月

CONTENTS 目 录

第一章 绪 论	001
第二章 化工生产工艺流程概况	006
一、化工工艺流程图简介	006
二、化工生产工艺流程说明	007
三、化工生产工艺流程的组成	008
第三章 构成化工生产工艺流程的基本要素	012
一、关键设备	012
二、化工管路	013
三、化工测量仪表	041
第四章 认识化工生产工艺流程的方法	049
一、认识准备	049
二、关键设备的查找和识别	052
三、流程的分解	053
四、确定管路中物料的名称及其走向	054
五、绘制单元式化工工艺流程图	054
六、流程的组合并绘制工艺流程总图	054
第五章 物料输送工艺流程的认识方法	056
一、基本信息的采集	056
二、确定关键设备	057

三、确定管路中物料的走向	073
四、确定管路中的辅助设备	074
五、绘制工艺流程图	076

第六章 传热工艺流程的认识方法..... 079

一、基本信息的采集	079
二、确定关键设备	081
三、确定管路中物料的走向	096
四、绘制工艺流程图	098

第七章 化学反应工艺流程的认识方法..... 100

一、基本信息的采集	100
二、确定关键设备	101
三、确定管路中物料的走向	114
四、绘制化学反应工艺流程图	114

第八章 混合物料分离工艺流程的认识..... 116

一、基本信息的采集	116
二、确定关键设备	122
三、确定物料的走向	144
四、绘制工艺流程图	145

第九章 计量、包装工艺流程的认识..... 146

一、基本信息的采集	146
二、确定关键设备	147
三、确定物料的走向	153
四、绘制工艺流程图	154

第十章 公用工程系统简介	155
一、供电系统简介	155
二、供、排水系统简介	157
三、供风系统简介	158
四、供汽系统简介	160
五、供氮系统简介	160
六、废水处理系统简介	161
第十一章 化工工艺流程图画法简介	163
一、全厂总工艺流程图	164
二、方案流程图	165
三、施工流程图	169
参考文献	174

第一章 绪 论

化学工业是世界各国国民经济重要的支柱产业。从20世纪50年代起,在全球迅猛发展的石油化学工业更使得这一具有悠久历史的产业有了长足的发展。我国的化学工业在进入改革开放的三十多年里,其结构和规模均发生了巨大变化,化学工业的产业结构已从以化肥和酸碱盐为主的无机化工发展成为门类齐全的工业体系。自20世纪70年代以来,随着我国石化工业的发展,有机化工原料和三大合成材料的生产迅猛崛起,从而带动了化纤、橡胶、塑料、染料、涂料、农药、医药、精细化工、国防化工等行业的全面发展。目前,我国的化肥和染料的产量已跃居世界第一,合成氨、硫酸、纯碱、农药居第二位,乙烯、合成材料、醋酸、烧碱等产品也居世界的前列。在我国,化学工业是国民经济最重要的基础产业,也是最重要的制造产业之一。根据国家行业分类标准,在制造业所包括的30个行业中,化学工业占有其中的7个行业(炼焦及核燃料加工业、化学原料及化学品制造业、医药制造业、化学纤维制造业、塑料制造业、橡胶制造业、专用设备制造业等)。

化工产品早已渗透到人们的衣、食、住、行、用等各个领域,将人们带进一个五彩缤纷、姹紫嫣红的世界,极大地丰富了人们的生活,化工产品无时无刻不出现在人们的生活中,化学工业在国民经济中所占的比例还会越来越大。伴随着化学工业的飞速发展,各化工企业对人才的需求也是空前旺盛,特别是对高素质、能熟练操作的优秀化工技术人才更是求贤若渴。

什么样的人才才算得上是化工企业急需的优秀人才呢?作为一名优秀的化工技术人才必须在掌握一定理论知识的同时,还要熟悉化工生产的特点,对化工生产工艺流程要做到了如指掌。

一般来说,生产过程复杂、生产工序多、操控要求高是化工生产的主要特点,有些产品需要几十个生产工序才能完成,涉及物料的输送、化学反应及反应产物的分离等过程。图1-1~图1-4为某化工厂生产车间一角。从图上来看,设备林立,管道纵横交错,密如蛛网。



图1-1 生产车间一角(1)

化工生产过程中的化学反应条件、产物分离条件多比较苛刻,原料、产品也都是易燃易爆的物质,因此对生产过程的操控要求是相当高的,稍有不慎非但得不到合格产品,还有可能引起重大事故。客观上化工生产企业必须要有一批高素质生产者来维持生产的进行。

事实上,当一名化工生产的初学者来到化工生产车间时,面对形形色色的管道、各式各样的设备,就好像刘姥姥进入了大观园,摸不着头脑,有些人还会产生恐惧感。而对一名优秀的化工生产工作者来说,面前的一切,就犹如一头牛在庖丁眼里一样,

忠告:

进入车间,请戴安全帽



图1-2 生产车间一角(2)

对其结构成竹在胸。

能否正确地认识化工生产工艺流程对一名化工生产初学者来说是非常重要的。形象一点说,从原料到产品之间的化工生产工艺流程就好像是人们旅途中的起点到目的地之间的行程一样,在起点和目的地之间会有很多支路、三岔路,前进时必须看准方向认清道路,这样才能快速准确到达目的地,否则就会有差之毫厘失之千里的可能。同样,只有正确地认识好化工生产工艺流程才能正确地了解、熟悉化工生产过程,为以后的生产过程中较快地进入角色,为培养自己在实际生产过程及时地发现问题并解决问题、确保稳定生产、提高生产效率的能力,打下坚实的基础。



图1-3 生产车间一角(3)

为了能使化工生产初学者在短时间内对化工生产工艺流程有较好的了解,掌握化工生产工艺流程的认识规律,在后面的章节里,将对化工生产工艺流程进行分解,确立构成化工生产工艺流程的基本要素和认识化工生产工艺流程的基本原则,并建立化工生产各单元操作工艺流程的认识方法。

另外,为了使化工生产初学者在认识化工生产工艺流程的同时能够全面了解化工生产过程,在以后的章节中还将介绍化工生产原

忠告:

不带火种进入化工厂

料的性质、计量；化工产品包装；公用工程系统及安全生产的一些相关知识。



图1-4 生产车间一角（4）

第二章 化工生产工艺流程概况

辞海里说：流程是水流的过程。在工业生产中，从原料到制成成品各项工序安排的程序，叫工艺流程。将化工原料制成化工产品各项工序安排的程序称之为化工生产工艺流程。通常用化工工艺流程图和工艺说明来表达化工生产工艺流程。

一、化工工艺流程图简介

化工工艺流程图是化工技术人员用图来表达化工生产过程的一种方式。化工生产工艺流程图主要包括方案流程图（工艺流程示意图）和带控制点流程图，其特点是简明、直观，一目了然。具体画法将在第十一章介绍。图2-1为乙烯氯化生产二氯乙烷的

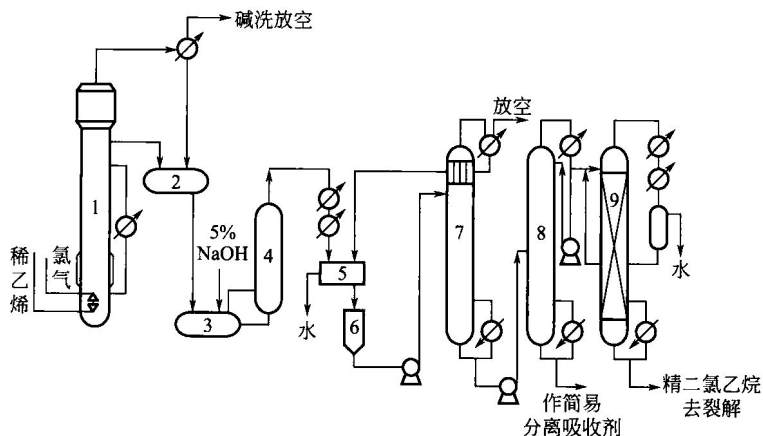


图2-1 乙烯氯化生产二氯乙烷工艺流程示意图

- 1-氯化塔；2-中间槽；3-卧式储槽；4-闪蒸塔；5-分层槽；6-低沸塔进料槽；
7-低沸塔；8-高沸塔；9-脱水塔

忠告：

不穿带铁钉的鞋子进入车间

生产工艺流程示意图。

化工流程图对描述化工生产工艺流程有着不可替代的作用，对于一个优秀化工生产工作者来说，学会识图、画图（化工工艺流程图）是必不可少的。

二、化工生产工艺流程说明

工艺流程说明是用文字的方式对化工生产工艺流程进行描述的另一种方式，其特点是详细、透彻，在表述过程中可以将原材料、辅助材料的名称，工艺条件等一并表达出来。下面就是乙烯氯化生产二氯乙烷的工艺流程说明。

稀乙烯与氯气一起通过喷嘴鼓泡通入氯化塔1底部。氯化塔属于气液相鼓泡反应器，该塔内充满二氯乙烷，乙烯和氯气在二氯乙烷中进行反应。催化剂 FeCl_3 由塔本身腐蚀产生，反应温度为 $308 \sim 313\text{K}$ ，常压操作，为了保证气液相良好的接触，还采用了外循环冷却器。外循环冷却器中的液体和塔内液体因塔内的鼓泡作用和温度不一致，使液体的相对密度不同，而形成循环，能起到搅拌的作用，改善氯化效果。塔下部分设有夹套冷却器，协助移走反应热。氯化反应液含有1, 2-二氯乙烷及一些低沸点、高沸点副产物和酸性无机杂质，从塔上侧溢流管流入中间槽2。塔顶扩大部分的作用是减少雾沫夹带。反应尾气由塔顶流出，经冷凝器把尾气中带出的一部分二氯乙烷冷凝回入中间槽。残余气体经碱洗后放空。

氯化液由中间槽2进入卧式储槽3中，用氢氧化钠溶液中和酸性杂质后进入闪蒸塔4。闪蒸塔塔釜内装有U形蒸汽加热管，把二氯乙烷和水蒸出，以除去 FeCl_3 等无机杂质。闪蒸塔塔顶蒸汽冷凝后入分层槽5，上层水回入水槽作为配碱用，下层为纯度 $90\% \sim 95\%$ 的粗二氯乙烷，入低沸塔进料槽6。

粗二氯乙烷由低沸塔进料槽流出，用泵打入低沸塔7上部，塔

顶温度控制在313 ~ 333K, 塔顶尾气经冷凝后放空。冷凝液回分层槽5。塔釜温度为365 ~ 367K, 釜温为含高沸物的二氯乙烷, 用泵打入高沸塔8中部。高沸塔塔顶温度为357 ~ 389K, 塔顶蒸出的二氯乙烷纯度大于99.5%, 其中尚含有水, 由脱水塔9塔顶进料, 脱水塔塔顶温度控制在二氧乙烷和水的共沸点345 ~ 349K, 得到二氯乙烷和水的共沸物, 静置分层, 分出水层, 二氯乙烷层回流入塔。脱水塔塔釜温度为363K左右。塔釜出料即为二氯乙烷产品。

通过化工生产工艺流程图及工艺说明, 可以对化工生产过程有一个全面的了解。要成为一名合格的化工生产工作者, 除了具备一定的理论基础, 还必须通晓产品生产的工艺流程, 对产品的生产工艺流程要了如指掌, 而在没有化工产品生产工艺图和工艺说明的情况下, 就必须要认真地对化工产品生产工艺流程进行摸索、认识, 并且能绘制出化工产品生产的工艺流程图、写出流程名。

三、化工生产工艺流程的组成

一般来说化工产品的生产过程都比较复杂, 主要体现在生产工序多、操控要求高。有时要得到一个化工产品需要经过几十个工序, 动用上百个设备。但有一点是不变的, 那就是任何化工产品的生产过程都包含若干个化学反应、产物分离、物料输送流程、热量传递等单元式的生产过程, 因此, 为了便于对化工生产工艺流程的认识, 可将化工生产工艺流程分割成化学反应、物料分离、物料输送流程及热量传递、物料的计量包装等单元式的工艺流程。在认识流程时, 从单个流程开始认识, 逐个击破, 最后再汇总, 达到认识整个流程的目的。

物料输送工艺流程 是在化工生产过程中将物料从一个设备输送到另一个设备工序安排的程序。在化工生产过程中会使用很多设备, 也就需要有将物料在各设备之间转移的工序。由管路、储罐和

忠告:

严格执行交接班制度

输送设备组成的工艺流程即为化工生产过程中的物料输送工艺流程。物料输送工艺流程是化工生产工艺流程中的纽带，是将各生产设备联系在一起的生命线，它的作用就好像生活中汽车、公路及桥梁，能及时将人们生产、学习、生活所需要的物资运送到目的地。合理的输送工艺流程不仅能提高生产效率而且能降低能耗，反之亦然。图2-1中的三只输送泵及管道、储槽构成的流程即流体输送工艺流程。

传热工艺流程 是在化工生产工艺过程中控制温度、压力工序安排的程序。化学反应和反应物料的分离都是在一定的温度、压力下进行的，用来控制化工生产过程中温度、压力的工艺流程即为能量传递工艺流程。能量传递工艺流程包括热量传递工艺流程和冷量传递工艺流程，能量传递工艺流程是化工生产工艺流程的控制部分，化工生产过程中的温度、压力可由它们来调节。合理的能量传递工艺流程能大大地提高生产效率而且能极大地减少能耗，降低生产成本，提高经济效益，它也是衡量该生产工艺水平的一个重要指标。图2-1中的三个加热器和八个冷却器及管路构成的工艺流程即为能量传递工艺流程。

化学反应工艺流程 是化工原料在反应装置里进行化学反应得到新产品工序安排的程序，它是化工生产工艺流程的核心部分，它的先进与否直接关系到该生产工艺技术水平。很明显，在化工生产过程中肯定会发生一个或多个化学反应，只有发生化学反应的生产过程才是化工生产过程。图2-1中的氯化塔即为生产二氯乙烷的反应装置，是生产二氯乙烷的核心部分。乙烯和氯气从塔的底部进入反应塔，经鼓泡反应后氯化液从塔的上部溢流进入中间槽。这一部分的流程就简单确定为化学反应工艺流程。

物料分离工艺流程 是将化学反应工艺流程中的生成物分离成高纯度产品各项工序安排的程序，有时也称之为传质工艺流程。我们知道，原料在发生化学反应时会同时发生很多副反应，也就会产