

 全国高职高专**石油化工类专业**“十二五”规划教材

□ □ □ □ □ □

国家级精品课程教材

 免费提供电子教案

有机产品生产 运行控制

YOUJI CHANPIN SHENGCHAN YUNXING KONGZHI

马长捷 刘振河 主编



化学工业出版社

全国高职高专石油化工类专业“十二五”规划教材
国家级精品课程教材

有机产品生产运行控制

马长捷 刘振河 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

全书分为8个学习情境,除第1个学习情境对化工生产过程与组织外,其余每个学习情境均以典型有机化工产品为项目作为学习的载体,围绕典型化工产品生产的基本过程,在掌握产品工艺原理的基础上,使学生能够正确选择工艺参数,进行化工产品生产过程参数调节训练,掌握催化剂的选择与使用、生产设备的选择、生产工艺流程的组织,形成生产操作与控制能力、生产异常现象及故障排除能力,培养学生解决实际问题的方法和能力,并注重培养学生的规范操作、团队合作、安全生产、节能环保、爱岗敬业、吃苦耐劳等职业素质。

本书针对高职教育的特点,配合相应的仿真软件及化工生产装置,突出与生产现场密切结合的理论分析及实际操作,为学生获得化工生产岗位技能奠定了基础,同时进行了知识拓展,提高了学生的学习兴趣。

本书作为石油化工、炼油专业课教材,也可作为化工类相关专业的学生教材,同时也可供相关技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机产品生产运行控制/马长捷,刘振河主编. —北京:化学工业出版社,2011.8

全国高职高专石油化工类专业“十二五”规划教材
国家级精品课程教材

ISBN 978-7-122-12031-1

I. 有… II. ①马…②刘… III. 有机化工-化工产品-生产工艺-高等职业教育-教材 IV. TQ207

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第154266号

责任编辑:张双进 窦臻 提岩
责任校对:宋 玮

文字编辑:冯国庆
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:大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张16½ 字数423千字 2011年9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:32.00元

版权所有 违者必究

全国高职高专石油化工类专业“十二五”规划教材

编审委员会

主 任 曹克广

副主任 陈炳和 潘正安 张方明 徐继春 杨永杰

秘书长 温守东

委 员 (按姓氏汉语拼音排列)

曹克广	陈炳和	丁玉兴	方绍燕	冯文成
甘黎明	康明艳	郎红旗	冷士良	李晓东
李 勇	李志贤	刘建成	刘琼琼	刘耀鹏
刘振河	卢永周	马长捷	潘正安	齐向阳
尚秀丽	沈发治	孙乃有	索陇宁	王芳宁
王 伟	王英健	温守东	徐继春	徐忠娟
杨兴锴	杨永杰	尹兆明	张方明	郑哲奎

序

高等职业教育是随着社会经济的发展而逐步成熟起来的现代高等教育形式。经过 20 多年的实践和建设,特别是近十年随着我国教育的不断深入,高等职业教育发展迅速,已经发展成为一种重要的教育类型,进入到一个新的发展阶段,为我国经济建设培养了一批急需的技术应用型人才和高技能型人才。

石油化学工业是基础性产业,它为农业、能源、交通、机械、电子、纺织、轻工、建筑、建材等工农业和人民日常生活提供配套和服务,是化学工业的重要组成部分,是国民经济最重要的支柱产业之一,关系到国家的经济命脉和能源安全,在国民经济、国防建设和社会发展中具有极其重要的地位和作用。世界经济强国无一不是石油化工工业强国。近年来,我国石油化学工业发展迅速,2010 年全行业总产值已位居世界第二位,仅次于美国。石油化学工业规模的扩大和技术水平的提高,对石油化工类的专业技术人才培养提出了新的要求,需要我们高等职业院校为之培养一大批实用型、操作型技术应用人才,这不仅为我们石油化工类高职院校的大力发展提供了良好机遇,更是对我们提出了更高的要求和挑战。

然而我们也清醒地认识到高职高专院校所培养的人才与行业企业的需求还存在一定的偏差。虽然很多学校校园面积、建筑面积、教学仪器设备、图书等硬件办学条件得到大大改善,一批院校形成了相当优质的教学资源,为培养高素质、高水平的人才奠定了物质基础,但是影响教学质量提高的核心——专业建设、课程建设这些软件条件却不能完全满足人才培养的需要,其中作为课程建设和专业建设重要内容的教材建设滞后于高等职业教育发展的步伐,是造成这种偏差的直接原因之一。教材是教学思想与教学内容的重要载体,是教学经验的结晶,体现了教学方式与方法,也是提高教育教学质量的重要保证,具有广泛的辐射和带动作用。教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高【2006】16 号)明确提出要“加强教材建设,重点建设好 3000 种左右国家规划教材,与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材,并确保优质教材进课堂。”纵观目前我国高职高专石油化工类专业教材建设主要存在:教材缺乏系统性,落后于教育教学改革;内容陈旧,先进性与针对性不强;缺乏以能力培养为核心的特色专业教材;没有形成高水平教材编写团队,编写人员实践经验缺乏,未能体现“工学结合”、“校企结合”的职业教育理念和“工作过程系统化”、“教学做一体”、“项目导向、任务驱动”等先进教学模式;教材没有立体化的教学资源相配套等问题。

为了适应我国高职高专石油化工类专业教学的需要,在总结近十年高职高专教学改革成果的基础上,组织建设一批满足我国石油化工行业高技能人才培养需要的高质量规划教材不仅必要而且非常迫切。因此,教育部高职高专化工技术类专业教学指导委员会、中国化工教育协会全国化工高等职业教育教学指导委员会联合化学工业出版社共同规划并组织了“全国高职高专石油化工类专业‘十二五’规划教材”。为保证本套规划教材编写工作有序高效和教材编写质量,教指委在广泛调研的基础上组织有关专家就教材建设方案进行了研讨,提出规划教材的建设原则与要求;出版社依据此建设原则与要求组织全国石油化工高职高专院校专业老师进行教材编写项目的申报,公开征集编写方案;并在教指委的指导下组织了高职教育领域的课程专家按照“工学结合,理论实践一体化设计思想”的教材建设评审标准,对申报的编写方案进行了答辩,最终在全国范围内遴选出 16 所院校从事石油化工职业教育的优

秀骨干教师编写这套规划教材，并在教指委的领导下成立了“全国高职高专石油化工类专业‘十二五’规划教材编审委员会”。

这套规划教材主要体现了如下特色：

1. 坚持理论实践一体化，避免了理论与实践相隔离的现象。重在基本概念的阐释、科学方法的结论和理论的应用方面，减少大篇幅的理论阐述和推导过程。教材编写符合高职高专学生实际，充分考虑学生学习能力之特长。

2. 以学生能力培养为核心，与“工学结合”、“校企结合”等先进教育模式相适应。

3. 以当前高职教育的课程改革为基础，突出教材编写体系的创新性，同时注意把握创新教材的通用性，便于教师的教学设计，教材的结构安排、编排方式，符合教师教学的需要和学生学习的需要。

4. 反映了生产实际中的新技术、新工艺、新方法、新设备、新规范和新标准，基本保证了教学过程与生产一线的技术同步。

5. 立体化教学资源配套齐全。本套规划教材均配有供教师使用的电子课件、课程标准、习题解答等教学资源。

本套教材根据教育部教高〔2006〕16号文件的精神，吸收了先进的高职高专教育教学改革理念，特别是石油化工、炼油等专业国家示范性高等职业院校建设的成果，汇集了全国众多石油化工类院校优秀教师的教学经验，也得到了行业企业专家、相关院校的领导和教育教学专家的指导与大力支持。相信它的出版不但能够满足高职高专当前石油化工类专业教学的需要，并且对于该类专业的课程建设与改革也能起到一定的示范和引领作用，对于提高职业教育教学质量将起到积极的推动作用。

总之，希望通过我们的工作能够为我国的高职高专教育工作和石油化学工业的发展贡献绵薄之力。在此向所有积极参与本套规划教材建设及给予热情支持的领导、专家和教师们表示衷心的感谢！殷切期望广大读者提出宝贵意见和建议！

曹克广
2011年7月

前 言

本教材是根据教育部高职高专化工技术类专业教学指导委员会、中国化工教育协会全国化工高等职业教育教学指导委员会规划组织的全国高职高专石油化工类专业“十二五”规划教材之一。

本教材依据高职高专人才培养目标,遵循学生的认知规律,强化学生能力的培养,采用以工作过程为导向的学习情境模式编写。参照化工产品生产过程的特点来设计教学活动,采用任务驱动的形式,以学生为主体,不仅仅突出知识目标,而且使能力的训练贯穿始终,同时强化素质目标的培养。通过学习情境的学习,达到培养学生学习兴趣、学习主动性以及专业能力、社会能力和方法能力的目的。

在每个学习情境中,以具体的典型有机化工产品的生产为载体,以学生的活动为主线,注重学生能力的培养。本教材通过8个学习情境的学习,使学生掌握信息和文献资料的检索方法、化工生产过程及常用指标、工艺指标的确定、化工生产催化剂的选择与使用;掌握典型有机产品合成路线选择、工艺原理及工艺参数的确定、生产典型设备和生产工艺流程组织等知识,在此学习过程中形成生产操作与控制能力、生产异常现象及故障排除能力,培养学生解决实际问题的方法和能力,同时注重培养学生的规范操作、团队合作、安全生产、节能环保、爱岗敬业、吃苦耐劳等职业素质。

为了便于教师的教学和学生的学习,教材中学习情境以及工作任务的开始提出了“教学目标”,在学习情境后附有“问题与思考”、“知识拓展”等板块,以期达到明确学习目标和技能训练目标,巩固所学知识、锻炼提高能力、增加学生学习兴趣和了解化工产品生产的新成果、新技术的目的。

本教材每个学习任务中设置的教学活动说明和考核建议,其形式没有统一的标准,仅作为教师在实际教学时的参考。使用该教材的院校,建议至少有一个学习情境配备相应的大工段仿真软件,以便组织教学,并采取单元设备模拟、模型模拟、真实装置模拟的现场教学方式,实现设定的教学目标。本书有配套PPT课件,欢迎广大师生登陆 www.cipedu.com.cn 下载。授课教师可联系 ciphge@163.com 索取其他辅助教学资料。

本教材由马长捷、刘振河主编,学习情境1和学习情境6由吉林工业职业技术学院马长捷编写;学习情境2由扬州工业职业技术学院李瑞编写;学习情境3由中沙(天津)石化有限公司冯玮、郑大鹏编写;学习情境4由天津石油职业技术学院刘振河编写;学习情境5和学习情境8由吉林工业职业技术学院宋艳玲编写;学习情境7由中国石油华北石化公司李建伟、张连棠编写。全书由常州工程职业技术学院陈炳和教授主审。

在编写教材的过程中,参考了大量的文献资料,在此特向文献资料作者表示感谢。由于我们在基于工作过程课程开发建设方面的经验尚有欠缺,在内容的选择和任务的设计上可能存在不足之处,欢迎广大专家和同行批评指正。

编者

2011年7月

目 录

学习情境 1 化工生产过程与组织

工作任务 1	化工生产过程组成	1
	一、化工生产过程	2
	二、化工生产过程的组成	2
工作任务 2	化工生产操作与控制	8
	一、化工生产过程的操作控制	9
	二、化工生产中开、停车的一般要求	10
工作任务 3	化工生产常用工艺指标确定	11
	一、反应时间和操作周期	12
	二、生产能力与生产强度	12
	三、反应转化率、选择性和收率	13
	四、消耗定额	15
	五、化工产品生产成本核算	16
工作任务 4	化工生产催化剂选择与使用	16
	一、催化剂的基本特征	17
	二、固体催化剂的组成	17
	三、催化剂的性能指标	18
	四、催化剂的使用	19
	五、催化剂的制备	20
	问题与思考	21
	【知识拓展】	21

学习情境 2 乙烯生产运行控制

工作任务 1	乙烯产品认识及合成路线选择	23
	一、乙烯的性质及用途	24
	二、乙烯的原料来源及生产方法	25
	三、乙烯的生产状况	26
工作任务 2	管式炉裂解生产乙烯的原理及工艺参数的确定	27
	一、烃类热裂解的反应原理	28
	二、工艺参数确定	30
工作任务 3	管式炉裂解生产乙烯的典型设备和生产工艺流程组织	32
	一、典型设备	32
	二、管式炉裂解生产乙烯的工艺流程	33
工作任务 4	管式炉裂解生产乙烯的操作控制	43
	一、装置流程简述	43
	二、主要工艺指标	44
	三、开车操作	46

	四、停车操作	48
	五、紧急停车	49
工作任务 5	管式炉裂解生产乙烯的异常现象及故障排除	51
	一、乙烯的贮运和应急处置方法	51
	二、乙烯生产过程中的防火防爆	52
	三、乙烯生产过程中的异常现象及处理方法	53
	问题与思考	54
	【知识拓展】	54

学习情境 3 丁二烯生产运行控制

工作任务 1	丁二烯产品认识及合成路线的选择	57
	一、丁二烯的性质及用途	58
	二、丁二烯的原料来源及生产方法	58
工作任务 2	丁二烯生产的原理及工艺参数的确定	60
	一、丁二烯生产的工艺原理	60
	二、萃取精馏的工艺条件	61
工作任务 3	丁二烯生产典型设备和生产工艺流程组织	62
	一、ACN 法	62
	二、DMF 法	64
	三、NMP 法	64
工作任务 4	丁二烯生产操作的控制	65
	一、装置流程简述	66
	二、操作控制主要工艺指标	68
	三、开车操作	68
	四、停车操作	72
工作任务 5	丁二烯生产中的异常现象及故障排除	77
	一、丁二烯的贮运和应急处置方法	77
	二、丁二烯生产中的防火防爆	78
	三、丁二烯生产异常现象及处理	79
	问题与思考	81
	【知识拓展】	82

学习情境 4 氯乙烯生产运行控制

工作任务 1	氯乙烯产品认识及合成路线的选择	85
	一、氯乙烯的性质	86
	二、氯乙烯的产品规格及用途	86
	三、氯乙烯的生产方法简介	87
工作任务 2	乙炔法生产氯乙烯的原理及工艺参数的确定	88
	一、工艺原理	88
	二、工艺条件的选择和控制	89
工作任务 3	乙炔法生产氯乙烯的典型设备和生产工艺流程组织	91
	一、乙炔气相法合成氯乙烯的工艺流程图	91
	二、原料准备流程	92

	三、反应过程	93
	四、产物分离过程	94
工作任务 4	乙烯氧氯化法生产氯乙烯的原理及工艺参数的确定	96
	一、乙烯氧氯化法生产氯乙烯的原理	96
	二、热力学和动力学分析	97
	三、工艺条件的选择	98
工作任务 5	乙烯氧氯化法生产氯乙烯的典型设备和工艺流程组织	101
	一、氧氯化反应器	101
	二、工艺流程组织	102
工作任务 6	氯乙烯生产开车操作与控制	104
	一、开车前准备	105
	二、开车操作	105
	三、正常运行操作	105
	四、正常停车操作	105
	五、紧急事故停车	106
工作任务 7	氯乙烯生产异常现象及故障排除	106
	一、氯乙烯的贮运和应急处置方法	106
	二、氯乙烯生产的防火防爆	108
	三、生产中的异常现象及处理方法	109
	问题与思考	113
	【知识拓展】	113

学习情境 5 乙酸生产运行控制

工作任务 1	乙酸产品认识及合成路线选择	115
	一、乙酸的性质及用途	116
	二、乙酸的原料来源及生产方法	117
	三、国内乙酸生产状况	118
工作任务 2	乙醛氧化法生产乙酸的原理及工艺参数的确定	119
	一、乙醛氧化法生产乙酸的原理	119
	二、工艺参数确定	121
工作任务 3	乙酸生产典型设备选择和生产工艺流程组织	122
	一、典型设备——氧化反应器	123
	二、乙醛氧化生产乙酸的工艺流程	124
	三、工业生产乙酸的其他典型流程	125
工作任务 4	乙醛氧化法生产乙酸的操作控制	127
	一、装置流程简述	127
	二、主要工艺指标	127
	三、开车操作	129
	四、正常停车	132
	五、紧急停车	133
工作任务 5	乙酸生产异常现象判断及故障排除	136
	一、乙酸的贮运和应急处置方法	136
	二、乙酸生产防火防爆	137

三、乙酸生产的异常现象及处理方法	138
问题与思考	138
【知识拓展】	138

学习情境 6 丙烯腈生产运行控制

工作任务 1	丙烯腈产品认识及合成路线的选择	143
	一、丙烯腈的性质及用途	144
	二、丙烯腈的原料来源及生产方法	145
	三、国内丙烯腈工艺技术的开发	147
工作任务 2	丙烯腈的生产原理及工艺参数的确定	147
	一、生产原理	148
	二、工艺参数的确定	149
工作任务 3	丙烯腈生产典型设备选择和生产工艺流程组织	151
	一、典型设备——氨氧化反应器	151
	二、丙烯腈氨氧化法生产丙烯腈工艺流程	152
工作任务 4	丙烯腈生产的操作控制	156
	一、合成岗位操作及控制	157
	二、精制岗位操作及控制	161
	三、空压制冷岗位操作及控制	166
工作任务 5	丙烯腈生产的异常现象判断及故障排除	169
	一、丙烯腈的贮运和应急处置方法	170
	二、丙烯腈生产防火防爆	171
	三、丙烯腈生产异常现象及处理方法	172
	问题与思考	173
	【知识拓展】	174

学习情境 7 苯乙烯生产运行控制

工作任务 1	苯乙烯产品的认识及合成路线的选择	177
	一、苯乙烯的性质	178
	二、苯乙烯的产品规格、用途及贮存	178
	三、苯乙烯生产原料来源和生产方法	179
工作任务 2	苯乙烯生产的原理及工艺参数的确定	180
	一、乙苯脱氢生产苯乙烯的工艺原理	180
	二、工艺参数确定	182
工作任务 3	苯乙烯生产典型设备和生产工艺流程组织	183
	一、原料准备过程——乙苯生产技术	184
	二、反应过程	188
	三、粗苯乙烯的分离与精制流程	190
	四、乙苯脱氢反应器	191
工作任务 4	苯乙烯生产操作控制	193
	一、流程简述	193
	二、操作控制工艺指标	195
	三、开车操作	198

	四、正常停车	206
工作任务 5	苯乙烯生产中的异常现象及故障排除	210
	一、事故处理原则	210
	二、紧急停工方法	210
	三、事故处理预案	211
	四、典型事故分析	213
	问题与思考	214
	【知识拓展】	215

学习情境 8 苯酚生产运行控制

工作任务 1	苯酚产品认识及合成路线选择	218
	一、苯酚的性质及用途	219
	二、苯酚的工业生产方法	220
	三、原料来源	222
工作任务 2	异丙苯法合成苯酚的工艺原理及工艺参数的确定	222
	一、苯烷基化合成异丙苯	223
	二、异丙苯的氧化反应	224
	三、CHP 的分解反应	226
工作任务 3	苯酚生产的典型设备和生产工艺流程组织	228
	一、典型设备——氧化反应器	229
	二、苯酚生产工艺流程	230
工作任务 4	异丙苯法生产苯酚的操作控制	232
	一、烃化岗位操作	233
	二、氧化提浓分解岗位操作	236
	三、精馏岗位操作	241
工作任务 5	苯酚生产中的异常现象判断及故障排除	246
	一、苯酚的防护及应急处置方法	246
	二、苯酚的运输、贮存及安全	248
	三、苯酚生产中的异常现象及处理方法	248
	问题与思考	249
	【知识拓展】	249

参考文献	251
------------	-----

学习情境 1 化工生产过程与组织

教 学 目 标

[知识目标]

1. 了解化工原料及化工产品;
2. 了解化工生产原料路线的选择及原料预处理方案;
3. 理解化工生产工序及化工生产过程的组成;
4. 理解固体催化剂的特征及使用;
5. 理解化工生产中的“三废”治理及综合利用;
6. 理解化工生产中反应时间、操作周期、生产能力和生产强度等指标;
7. 掌握化工生产中转化率、选择性和收率的计算方法。

[能力目标]

1. 能初步对化工生产原料路线进行选择;
2. 能对化工生产过程进行初步分析评价;
3. 能够确定和计算化工生产转化率、选择性和收率等工艺指标;
4. 能运用专业工具书、期刊和网络资源等;
5. 能对收集的资料进行合理的分类和归纳。

[素质目标]

1. 培养严格遵守岗位操作规程的精神,具有安全生产和生态化工的意识;
2. 培养良好的团队合作、爱岗敬业、忠于职守、吃苦耐劳的意识;
3. 培养良好的语言表达和文字表达能力;
4. 培养节能减排、降低能耗的意识。

工作任务 1 化工生产过程组成

[知识目标]

1. 了解化工原料及化工产品;
2. 了解化工生产原料路线的选择及原料预处理方案;
3. 理解化工生产工序及化工生产过程的组成。

[能力目标]

1. 能运用专业书籍查找所需资料;
2. 能对产品的原料路线进行选择 and 比较;
3. 能对化工生产过程进行初步分析评价。

[素质目标]

1. 培养安全生产和生态化工的意识;

2. 培养良好的语言表达和文字表达能力；
3. 培养节能减排、降低能耗的意识。

[教学任务说明]

在本教学任务中，通过分组的形式，以一个典型有机产品生产过程为学习载体，查找相关文献资料和网络资源，获得化工生产过程组成及化工产品的相关信息和知识，然后相互交流。

[考核建议]

在本教学任务中，以小组学习中资料收集的情况、资料整理加工及相互交流情况、汇报总结和总结报告完成情况为依据，对学生进行综合考核与评价。

一、化工生产过程

化工生产就是将若干个单元反应过程和若干个化工单元操作，按照一定的规律组成生产系统。通过化工生产过程可将原料转变成人们所需要的各种各样的新物质。在化工生产过程中，原料转化成产品需通过各种设备，经过一系列化学和物理的加工程序，最终才能转化为合格的产品。

化学工序：即以化学的方法改变物料化学性质的过程，也称单元反应过程。化学反应千差万别，按其共同特点和规律可分为若干个单元反应过程。例如，磺化、硝化、氯化、酰化、烷基化、氧化、还原、裂解、缩合和水解等。

物理工序：只改变物料的物理性质而不改变其化学性质的操作过程，也称化工单元操作。例如，流体的输送、传热、蒸馏、干燥、结晶、萃取、吸收、过滤等加工过程。

二、化工生产过程的组成

不同的化工产品，其生产过程不尽相同；同一种化工产品，原料路线和加工方法不同，其生产过程也不尽相同。但一个化工生产过程一般都包括原料预处理、化学反应过程、产品的分离与提纯、“三废”处理及综合利用等环节。为了保证化工生产的正常运行，还需要动力供给、机械维修、仪器仪表、分析检验、安全和环境保护、管理等保障和辅助系统。

(一) 原料预处理

生产化工产品的起始原料称为化工原料。化工原料的共同特点就是原料的部分原子必须进入化工产品当中。一种原料经过不同的化学反应可以得到不同的产品，不同的原料经过不同的化学反应也可以得到同一种产品。这一点决定了化学工业的丰富多彩和强大的生命力。原料在化工产品生产中是牵一发而动全身的一环，在产品生产成本中原料成本所占的比例很高，有时高达60%~70%。

1. 化工原料

(1) **基础原料** 基础原料就是用来加工化工基本原料和产品的天然资源。通常是指石油、天然气、煤和生物质以及空气、水、盐、矿物质和金属矿等自然资源。

这些天然资源的来源丰富，价格低廉，但经过一系列化学加工以后，就可得到很多、很有价值的、更方便利用的化工基本原料和化工产品。

(2) **化工基本原料** 化工基本原料是指自然界不存在，需经一定加工得到的原料。通常是指低碳原子的烷烃、烯烃、炔烃、芳香烃和合成气、三酸（盐酸、硝酸和硫酸）、二碱（氢氧化钠和碳酸钠）、无机盐等。如有机化工生产常用的乙烯、丙烯、丁二烯、苯、甲苯、二甲苯、乙炔、甲烷、一氧化碳、氢气等。这些基本原料都是通过石油、天然气、煤等基础

原料经过一定的途径生产而来。

由化工基本原料出发，可以合成一系列化工中间产品和最终产品。

(3) 辅助材料 在化工企业生产中，除必须消耗原料来生产目的产品外，还要消耗一些辅助材料，通常将这些材料与原料一起统称为原材料。辅助材料是相对于原料而言的，它是反应过程中辅助原料的成分，可能在反应过程中进入产品，也可能不进入产品，这是与原料的本质区别。化工生产中常用的辅助材料有助剂、添加剂、溶剂和催化剂等。

2. 化工产品

化工企业使化工原料经过单元过程和单元操作而制得的可作为生产资料及生活资料的成品，都是化工产品。但是习惯上往往把不再供生产其他化学品的成品，如化学肥料、农药、塑料、合成纤维等称为化工产品。而把再生产其他化学品的成品称为化工原料。因此，根据使用的目的，称为化工原料或化工产品。由于化工产品是原料经化学反应转化而来的，因此化学反应的多样性就决定了化工产品的多样性。其中基本有机化工产品是以碳氢化合物及其衍生物为主的通用型化工产品，如乙烯、丙烯、丁二烯、苯、甲苯、二甲苯、乙炔、萘、合成气等。这些产品是以石油、天然气、煤等为原料，经过初步化学加工制造的有机化工基本产品。由这些基本产品出发，经过进一步的化学加工，可生产出种类繁多、品种各异、用途广泛的有机化工产品。例如，醇、酚、醛、醚、酮、酸、酯、酐、酰胺、腈以及胺等重要的基本有机化工产品。

化工生产过程中所得到的目的产物在很多情况下是作为下一道工序的原料，把这种产物称为中间产品。中间产品一般不能直接应用，需经过进一步加工才能变成可直接利用的产品。

一套装置在生产过程中可以同时得到两种或两种以上的目的产物，将两种或两种以上的目的产物互称为联产品。

由于化学反应的多样性和复杂性，一个化工生产过程在得到目的产物的同时，往往会伴随着生成几种非目的产物，即副产物。将这些副产物进行回收，提供给其他生产过程或部门，称这样的产品为化工副产品。化工生产过程中副产物非常多而且复杂，如何进行有效回收，是降低产品成本和减少环境污染非常重要的问题，必须引起重视。

3. 原料预处理的原则

原料预处理是化工生产工艺流程中的一个重要组成部分，它包括反应所需的各种原、辅料的贮存、净化、干燥、加压和配制等操作。原料预处理的原则是先解决化学上纯度的问题，用物理的方法或化学的方法率先制成在化学上合乎要求的物料，再去解决其他问题，既可以节省能量，又可以减少所含杂质在流程中的循环时间，减少一些副作用。原料的预处理应符合以下的原则。

(1) 必须满足工艺要求 主要是满足反应的要求，比如通常气固相反应，为了增大接触面积，固相的粒度应尽量小，但太小可能夹带严重，所以在工程上要寻找一个最佳的范围以满足工艺要求。

(2) 简便可靠的预处理工艺 通常对于原料的某一种预处理要求，有不只一种可供选用的方案，一般不要弄得太繁杂，步骤不宜多，应简练实用可靠，不主张使用复杂的、大型的化工单元过程。因为毕竟是原料的预处理，不必小题大做。

(3) 充分利用反应和分离过程的余热及能量 许多反应往往是放热的，一般分离过程常有精馏，塔顶冷凝器需要换热冷却，这些能量的充分利用，是原料预处理的一个重要的环节。

(4) 尽量不要产生新的污染，不要造成损失 原料预处理，有的可能出现一些废弃物，

在方案研究时,应尽量减少在原料过程中的“三废”,一旦有不可避免的“三废”产生,应研究处理方案,不要留“尾巴”,并防止泄漏,防止原料被破坏,产生不必要的损失。

(5) 尽量研究和采用先进技术 原料能不处理而直接使用当然最好,应尽量采用先进技术,淘汰落后的处理工艺,提高处理能力。

(6) 投资节省,设备维护简便 原料处理的设备台件数应尽量少,流程应尽量短,在满足工艺要求的前提下,设备应尽量简化,通用化,落实到装置的投资上,要尽量节省。

(7) 尽量由原料生产厂家精制 对于生产原料的厂家来说,原料就是他们的产品,产品在生产过程中加以精制、净化。大多数情况下,生产原料的厂家可以从源头上和过程中加以控制,比使用厂家另起炉灶进行精制、净化要省事。

(二) 化学反应过程

化工生产过程既包括物理过程又包括化学反应过程,其中化学反应过程往往是生产过程的关键。反应过程进行的条件对原料的预处理提出了一定的要求,反应进行的结果决定了反应产物的分离与提纯任务和未反应物的回收利用。一个产品的反应过程的改变将引起整个生产流程的改变。因此,反应过程是化工生产全局中起关键作用的部分。

反应过程的分类情况见表 1-1。

表 1-1 反应过程的分类情况

分类依据		类别	特 点
反应的特征	反应机理	简单反应	同一组反应物只生成一种特定生成物的反应,它不存在反应选择性问题
		复杂反应	有一种特定反应物同时或接连进行几个反应的过程。复杂反应的形式很多,主要有平行反应、连串反应、平行-连串反应和共轭反应等
	反应可逆与否	可逆反应	受化学平衡的限制,反应只能进行到一定的程度,反应产物需要分离和提纯,未反应物应该回收和循环使用
		不可逆反应	能进行到底,反应物几乎全部转变成产物
	反应分子数	动力学角度分为单分子反应、双分子反应和个别的三分子反应	
	反应级数	动力学角度分为零级反应、一级反应、二级反应和分数级反应等	
	反应热效应	吸热反应	两类反应的热特性不同,所以,反应过程要求的温度条件完全不同,使用的反应器类型也不同
		放热反应	
反应物相态	均相反应	反应组分在反应过程中始终处于同一相态	
	非均相反应	反应组分在反应过程中处于两相或三相	
反应条件	温度条件	等温过程、绝热过程和非绝热过程、变温过程	某些场合又分为低温、常温和高温过程。反应过程总是伴随着一定的热量变化,并且反应器和外界常有热交换和热损失,所以严格控制的等温过程和绝热过程都是不存在的。如果装置在保温良好的情况下操作,那么过程接近绝热
	压力状况	常压、负压和加压过程。加压过程根据压力的高低又分为高压、中压和低压过程	
操作方式	间歇过程	分批处理物料、周期操作。设备中的物料浓度等操作参数随时间变化,是一种非稳态操作过程	
	连续过程	与间歇操作相反,连续过程是均匀地加入物料、连续取出产品,设备内各处的物系参数不随时间而变,是一种稳态的操作过程	
	半连续过程	半连续半间歇或过程介于前两种之间,或是间歇加入物料、连续取出产品,或是连续加入物料,分批取出产品,仍然是一种非稳态操作过程	

在以上分类方法中,按操作方式的分类是最常用和最重要的一种。

反应过程通常是在特定的反应器内进行的,除了化学反应外,还伴随着动量传递和质量传递。因此,反应过程不仅涉及化学反应的理论和规律,而且还要涉及对反应进程有直接影

响的传递过程的理论和规律。

判断在规定的条件下反应过程可能达到的最高产率，需要借助于热力学化学平衡的理论；而为了判断在适当尺寸的反应器中实际能达到的产率，则必须依赖于化学反应的速率，即化学动力学的知识。

（三）产物的分离和提纯

产物是指从反应器中出来的物料。大多数反应产物都是混合物，它包括未反应的原料和反应目的产物及副产物。产物的分离和提纯是化工生产过程中的重要环节，它不仅可以由产物中分离出所需要的产品，还可以使未反应的物料得到循环利用。因此，产物的分离和提纯操作对保证产品质量和生产过程的经济效益起着极其重要的作用。

产物的分离方法多种多样，不同的反应过程得到产物形态和组成不同，采用的分离方法也就不同。

1. 气体产物的净制和分离

气体的净制是指除去气体产物中的固体颗粒和雾滴。气体的净制方法可以分为机械净制[重力沉降、旋风分离(图1-1)等]、湿法净制(湿式洗涤器)、过滤净制[上进风式袋滤器(图1-2)]、电净制(电除尘)四类。



图 1-1 旋风分离器

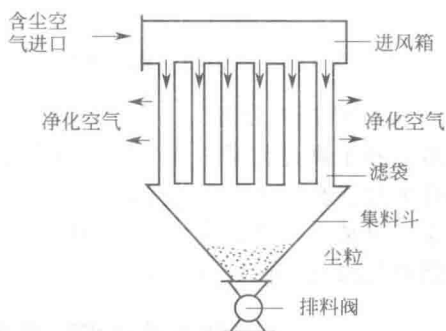


图 1-2 上进风式袋滤器

当气体产物成均一相时，分离方法可采用冷凝、吸收和吸附。冷凝是将压缩气体或饱和蒸气冷却降温，使气体或蒸气转变为液体的过程。通过控制一定的温度和压力，可以将气体中的某些组分转化为液体从而从气相中分离出来。吸收是指用适当的液体与气体产物相接触，使气体进入液体变为溶液的过程。选择不同的吸收剂和不同的操作要点，可使气体产物中某组分被吸收而进入溶液，从而使气体产物中不同组分分离。吸附是指某些分子在多孔性固体吸附剂表面上浓集的过程。选择适当的吸附剂就可以进行选择性的吸附，从而使气体产物得以分离。

2. 液体产物的分离和精制

液体产物中往往会含有两种以上的液体组分，有时还含有少量的固体杂质。根据液体组分的聚集状态不同，又可分为均相体系(溶液和乳液)和非均相体系。

(1) 液体产物中固体颗粒的除去 如果液体产物中的固体颗粒是有用的结晶，回收固体颗粒可以提高经济效益；若固体颗粒的存在会对后续产物的运输、处理等带来不便或危害，则必须将其除去，回收和除去液体产物中的结晶或固体杂质的方法包括过滤、澄清和重结晶等方法。

(2) 将溶液中的不同组分进行分离 萃取操作是溶液分离常用的方法，萃取是利用不同