

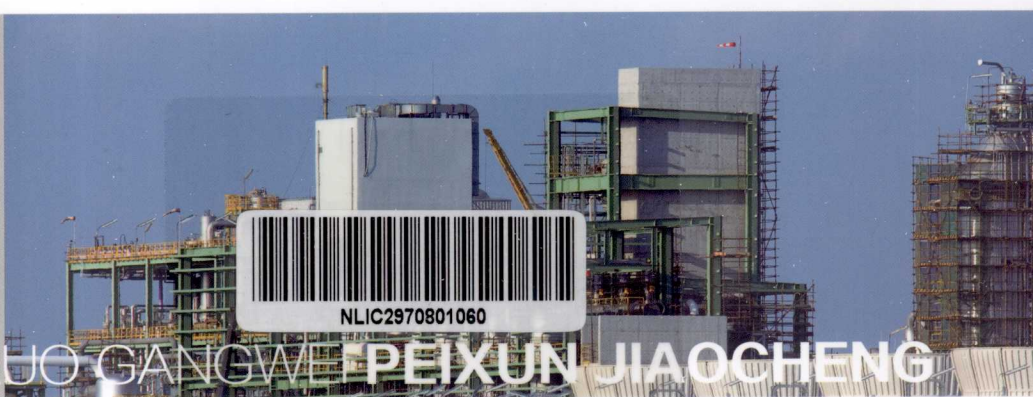
化工操作岗位 培训教程

童孟良 主编

HUAGONG CAOZUO GANGWEI PEIXUN JIAOCHENG



HUAGONG



CAOZUO GANGWEI PEIXUN JIAOCHENG



化学工业出版社

本书是化工行业职业技能鉴定培训教材，也是化工行业职业技能鉴定考核命题的依据。本书共分10章，主要介绍了化工生产的基本知识、化工生产的安全知识、化工生产的环保知识、化工生产的节能知识、化工生产的卫生知识、化工生产的劳动保护知识、化工生产的消防知识、化工生产的急救知识、化工生产的事故处理知识、化工生产的设备维护知识。本书可作为化工行业职业技能鉴定培训教材，也可作为化工行业职业技能鉴定考核命题的依据。

化工操作岗位培训教程

童孟良 主编



NLIC2970801060



化学工业出版社

北京

本书是根据国家有关标准并结合化工企业的需要而编写的技术工人培训教材。全书介绍了化学工业概况、化工生产过程与生产工艺流程、化学基础知识、流体与化工管路、化工生产中的热过程、化工单元操作、化工设备基础、化工仪表及自动化、化工生产分析基础、化工安全、化工环境保护等内容,同时给出了化工岗位操作培训题库与答案,便于培训和自学。本书的编写注重内容范围和深浅程度的把握,紧紧围绕化工生产的实际,坚持够用为度,由浅入深、由易到难地提出问题、分析问题、解决问题,贴近实际,具有实用价值。

本书可作为化工企业技术工人的培训教材,也可供高职化工专业学生和化工企业生产管理部门人员学习与参考。

主 编 童孟良

图书在版编目(CIP)数据

化工操作岗位培训教程/童孟良主编. —北京:化学工业出版社, 2012. 6

ISBN 978-7-122-14136-1

I. 化… II. 童… III. 化工单元操作-技术培训-教材 IV. TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 082773 号

责任编辑: 窦 臻 张双进

文字编辑: 冯国庆

责任校对: 边 涛

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 18½ 字数 480 千字 2012 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: 39.00 元

版权所有 违者必究

前 言

化学工业是通过化工生产技术将原料转化为化学产品的工业。它是为满足人类生活和生产的需要而发展起来并随其生产技术的进步不断推动着社会的发展。化工产品种类多、数量大、用途广，与国民经济各行业紧密相关，为工农业、交通运输、国防军事、航空和信息等技术领域提供各类基础材料、结构及功能材料、能源和丰富的必需化学品，保证并促进了这些部门的发展和科技进步。化学工业与人类生活息息相关，人类生活离不开化工产品。

本书是根据国家有关标准，结合化工企业的需要而编写的技术工人培训教材。本书介绍了化学工业概况、化工生产过程与生产工艺流程、化学基础知识、流体与化工管路、化工生产中的热过程、化工单元操作、化工设备基础、化工仪表及自动化、化工生产分析基础、化工安全、化工环境保护等内容。最后一章给出了培训试题库，并给出了相应答案，便于培训和自学。

编者适应市场经济发展和行业发展对职工教育培训的需要，积极配合化工企业技术工人进行职业技能鉴定及培训，提高工人理论知识水平和操作技能，根据国家有关部门职业技能鉴定标准，结合湖南化工职业技术学院近几年开展企业培训的经验，注重教材内容范围和深浅程度的理解及把握，在写作上兼顾高级技术工人在操作技能上的差别及其在基本技术理论知识上的共性，并考虑成人学习的特点，注重理论联系实际，紧紧围绕化工生产的实际，坚持够用为度，由浅入深、由易到难地提出问题、分析问题、解决问题，贴近实际，具有实用价值。本书在文字表述方面注意做到语言通俗易懂，图表清晰，术语、名词及符号符合国家、行业最新规定。

本书可作为化工企业技术工人的培训教材，也可供高职化工专业学生和化工企业生产管理部门人员学习和参考。

由于编者水平有限，书中难免挂一漏万，敬请同行指教与匡正！

编者

2012年2月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 化学工业在国民经济中的地位与作用	1
第二节 化学工业的分类与特点	1
一、化学工业的分类	1
二、现代化学工业的特点	2
第二章 化工生产过程与生产工艺流程	4
第一节 化工生产过程	4
一、化工生产过程	4
二、化工生产过程中常用指标	7
第二节 化工生产工艺流程	9
一、工艺流程的组成	9
二、工艺流程图	10
第三节 工艺流程的配置	11
一、工艺流程配置的一般原则	11
二、工艺流程配置的方法	12
第四节 工艺流程的分析、评价与优化	15
一、技术的先进性、适用性和可靠性	16
二、经济合理性	16
三、工业生产的科学性	17
四、操作控制的安全性	17
第五节 化工识图	17
一、化工设备图	17
二、化工工艺图	18
第三章 化学基础知识	25
第一节 化学基本概念	25
一、物质	25
二、物质的变化和性质	25
三、物质的组成	25
四、相对原子质量、相对分子质量和摩尔	28
第二节 化学反应	29
一、分子式	29
二、化学反应方程式	29
三、热化学方程式	29
四、化学平衡	30
第三节 溶液	31
一、溶液的定义	31
二、饱和溶液和不饱和溶液	31

三、饱和蒸气压	31
四、溶解度	31
五、溶液浓度	32
六、溶液的 pH 值	33
七、常见溶液	33
八、晶体	34
第四节 无机化学基础	35
一、无机化合物的分类	35
二、重要的无机化学反应	37
三、非金属元素及其重要化合物	38
四、重要的金属及其化合物	44
第五节 有机化学基础	48
一、有机化合物概述	48
二、基本有机化学反应	50
三、有机高分子化合物	53
第四章 流体与化工管路	55
第一节 流体基础知识	55
一、基本概念	55
二、流体静力学方程式	57
三、流体流动的阻力	58
第二节 化工管路	59
一、管路的分类	59
二、管路的标准化	59
三、管路的组成	60
四、管路的连接方法	63
五、管路的安装与故障排除	64
六、管路吹洗和试压、试漏	65
七、管路的绝热、伴热和涂漆	66
第五章 化工生产中的热过程	68
第一节 传热基础知识	68
一、基本定义	68
二、传热在化工生产中的应用	68
三、传热的基本方式	68
四、化工生产中的换热方法	69
五、载热体及其选择	69
第二节 热传导	70
一、热传导基本规律	70
二、热导率	71
第三节 对流传热与热辐射	71
一、对流传热的分类	71
二、影响对流传热膜系数的因素	72
三、提高对流传热膜系数的途径	72
四、强化传热的途径	73

051 五、热辐射	74
052 第四节 冷冻	74
053 一、冷冻的基本原理	74
054 二、冷冻剂及载冷体	76
055 三、冷冻的主要设备	77
056 第五节 热量衡算	77
057 第六章 化工单元操作	79
058 第一节 非均相物系的分离	79
059 一、常见非均相物系分离的方法	79
060 二、非均相物系分离在化工生产中的应用	79
061 三、气-固分离	80
062 四、液-固分离	83
063 第二节 蒸发	89
064 一、蒸发在化工生产中的应用	89
065 二、蒸发操作的特点	90
066 三、蒸发操作的分类	90
067 四、蒸发流程	91
068 五、蒸发器	92
069 六、蒸发器的节能措施	95
070 第三节 结晶	96
071 一、结晶在化工生产中的应用	96
072 二、结晶操作的特点与分类	97
073 三、结晶过程	97
074 四、结晶器的型式与结构	99
075 五、结晶器的选用	101
076 第四节 干燥	102
077 一、干燥在化工生产中的应用	102
078 二、干燥操作的分类	102
079 三、影响干燥速率的因素及干燥器的选用	103
080 四、常用的工业干燥器	104
081 五、干燥操作的节能	106
082 第五节 吸收	107
083 一、工业生产中的吸收操作过程	107
084 二、吸收在化工生产中的应用	108
085 三、吸收操作的分类	108
086 四、吸收的传质机理与吸收剂的选择	110
087 五、吸收操作分析	112
088 第六节 蒸馏	115
089 一、蒸馏在化工生产中的应用	115
090 二、蒸馏操作的分类	115
091 三、蒸馏方式	116
092 四、精馏操作的分析	117
093 五、精馏操作的节能	120

六、其他蒸馏方式	120
第七节 萃取	123
一、萃取在化工生产中的应用	123
二、萃取操作及其特点	123
三、萃取流程	124
四、萃取剂的选择	125
五、萃取塔的类型与结构	125
第七章 化工设备基础	128
第一节 液体输送机械	128
一、离心泵	128
二、风机	134
三、鼓风机	136
四、压缩机	137
第二节 换热器	140
一、换热器的类型、构造	140
二、换热器的选择	145
三、换热器的使用	145
四、换热器的维修	146
五、换热器的清洗	146
六、常用换热器常见故障与处理方法	147
七、常用的加热和冷却方法	147
第三节 塔设备	148
一、填料塔	149
二、板式塔	155
三、塔设备常见机械故障及排除方法	159
第四节 化学反应器	160
一、化学反应器及要求	160
二、化学反应器分类	161
三、典型化学反应器	162
第五节 化工材料	174
一、材料的性能	174
二、化工常用材料	176
第六节 设备的腐蚀与防护	179
一、金属的腐蚀	179
二、设备的防腐蚀	180
第七节 设备的使用和管理	180
一、设备的使用	180
二、设备的维护保养	180
三、设备的润滑“五定”	181
四、设备计划检修	181
五、设备的日常管理和设备事故的处理	181
六、设备的综合管理	182
七、设备的更新	183

第八章 化工仪表及自动化	184
第一节 化工自动化的主要内容	184
一、化工过程自动化	184
二、自动控制系统的组成	185
三、工艺管道及控制流程图	187
第二节 检测仪表与传感器	189
一、测量过程与测量误差	189
二、仪表的主要性能指标	191
三、工业仪表的分类	192
四、检测仪表	193
第三节 精馏塔的自动控制方案	204
一、工艺要求	204
二、精馏塔的干扰因素	205
三、精馏塔的控制方案	206
第九章 化工生产分析基础	209
第一节 化工分析概述	209
一、分析方法分类	209
二、化验室常用仪器及使用	209
三、采样及其注意事项	212
第二节 分析误差	213
一、测量误差的分类和产生的原因	213
二、准确度	214
三、精密度	214
四、提高分析结果准确度的方法	214
第三节 酸碱滴定法	215
一、缓冲溶液	215
二、常用指示剂	217
三、指示剂的选择	217
第四节 仪器分析	218
一、仪器分析的基本特点	219
二、仪器分析的分析方法应用概述	219
第十章 化工安全	221
第一节 化工生产危险源和危险物质	221
一、重大危险源及范围	221
二、化学危险物质	221
三、化学危险物质的运输安全	223
第二节 防火防爆技术	224
一、燃烧类型	224
二、爆炸的分类	224
三、点火源的控制	225
四、火灾爆炸危险物质的处理	227
五、消防安全	227
第三节 工业防毒技术	229

一、工业毒物及其分类	229
二、工业毒物的毒性	230
三、工业毒物的危害	232
四、综合防毒措施	232
第四节 压力容器安全技术	235
一、压力容器的分类	235
二、压力容器的安全附件	236
三、压力容器安全使用	238
四、气瓶的安全技术	239
第五节 工业锅炉安全技术	242
一、锅炉安全附件	243
二、锅炉水质处理	243
三、锅炉运行的安全管理	244
第六节 劳动保护技术常识	246
一、化学灼伤及其防护	246
二、噪声的危害与预防	247
三、辐射的危害与防护	248
第十一章 化工环境保护	250
第一节 化学化工的发展与环境保护	250
一、人类与环境	250
二、化工与环境污染	250
三、化工污染的防治途径	252
第二节 化工“三废”的污染与治理	252
一、化工“三废”的来源、分类和排放标准	252
二、“三废”的处理和利用	254
三、“三废”处理的前景	258
第三节 清洁生产	258
一、清洁生产的含义	258
二、开展清洁生产的意义	259
三、清洁生产与末端治理有何不同	260
第十二章 化工岗位操作培训题库	262
一、选择题(300题)	262
二、判断题(100题)	282
参考文献	286

第一章 绪 论

第一节 化学工业在国民经济中的地位与作用

化学工业是指在工业生产过程中以化学方法为主要手段，将原料转化为化学产品的工业。化学工业随着人们的生活和生产的需要而逐渐发展，化学工业技术的不断进步，不仅改善了生产条件，提高了人类的生活质量，而且也推动了其他工业的快速发展。可以说没有化学工业的发展就没有其他工业的技术进步，也没有今天多姿多彩的幸福生活。所以，化学工业是我国工业的基础，是国民经济发展的支柱产业。

化工产品种类繁多、数量极大、用途广泛，与国民经济各部门、各行各业都存在着千丝万缕的联系，在国民经济建设中具有十分重要的地位与作用。化学工业是国民经济的基础产业，它与其他工业、农业、交通运输业、国防军事、航空航天和信息技术等领域提供了丰富的基础材料、结构材料及功能材料、能源和丰富的必需化学品，保证并促进了这些工业门类的发展和技术进步。化学工业又与人类的生活息息相关，无论是衣、食、住、行、医疗、教育等物质生活，还是文化艺术等精神生活都离不开化工产品，所以说化学工业是国民经济的支柱产业。

化学工业是一个技术、资本、人才密集型的工业体系，劳动生产率高、经济效益显著，已初步实现了集约化、连续化、大型化、自动化、智能化。化学工业可以充分地利用资源和能源，实现循环经济，走可持续发展的道路，不再是往日那种有毒、有害、污染严重的工业代名词，它已经是可以实现零排放的绿色工业。人们的就业观念已经悄悄地发生了变化，化工行业成为人们向往的行业之一。在 20 世纪 60~70 年代，美国、日本、德国、英国、法国及前苏联等发达国家的化学工业迅猛发展，而我国的化学工业直到 20 世纪 80 年代才得到迅速的发展。经过了近 30 年的努力，我国化学工业发展突飞猛进，已处于世界前列。目前，石油化工是我国优先发展的支柱产业之一，而精细化工、农用化学品，特别是生物化工已经成为我国化学工业发展的重点。21 世纪初，纳米材料、生物化工的兴起为石油化工、新型合成材料、精细化工、微电子化工、橡胶加工业、化工环保业注入了新的活力。化学工业在我国国民经济建设和提高人们物质文化生活方面，已经发挥了越来越重要的作用，显现出无限的生机与活力。

第二节 化学工业的分类与特点

一、化学工业的分类

化学工业既是原材料工业，又是加工工业；既有生产资料的生产，又有生活资料的生产，所以化学工业的范围很广，在不同时代和不同国家里不尽相同，其分类也比较复杂。但是，通常所说的化学工业就是指基础原料、基本原料或中间产物经化学合成、物理分离或化学的、物理的复配得到化工产品的工业。这些化工产品可以是其他工业的原料，诸如冶金、建材、造纸、食品等工业，也可能是最终的化工产品，诸如肥料、农药、染料、涂料、各种助剂或添加剂等。

1. 按产品的结构和性质分类

在习惯上按产品结构和性质不同将化学工业分为无机化学工业和有机化学工业。其中无机化学工业又可分为酸、碱、盐以及无机肥料等；有机化学工业又可分为基本有机化学工业、精细有机化学工业、高分子有机化学工业等。

2. 按起始原料分类

按起始原料不同化学工业可分为煤化工、天然气化工、石油化工、盐化工和生物质化工等；煤化工早期是以煤焦油生产芳烃、萘、蒽等化工原料和产品，后来又用电石法生产乙炔，由乙炔生产化工产品，所以也叫做乙炔化工；近期由煤或天然气蒸汽转化生产合成气，利用合成气可以生产氨、甲醇等一系列化工产品。石油化工是原油经一次加工和二次加工后，生产一系列化工产品。盐化工是以电解食盐水溶液生产烧碱、盐酸，以联碱法生产纯碱、氯化铵等化工产品；盐化工与乙炔化工结合生产氯乙烯、聚氯乙烯等重要化工产品。传统的生物化工就是利用生物发酵技术通过发酵的方法，将植物的秸秆、籽粒、下脚料用来生产化工产品，而现代生物发酵技术已经能够利用转基因工程以玉米为原料生产生物塑料，它解决了一般塑料不可降解和油价居高不下的困境。

3. 按产品的用途分类

按产品用途不同可分为化学肥料工业、染料工业、农药工业等；按生产规模或加工深度不同又可分为大化工、精细化工等。这种分类方法最直观，闻其名，知其用。

在我国，按照国家统计局对工业部门的分类，将化学工业分为基本化学原料、化学肥料、化学农药、有机化工、日用化学品、合成化学材料、医药工业、化学纤维、橡胶制品、塑料制品、化学试剂等。

二、现代化学工业的特点

现代化学工业有很多区别于其他工业部门的特点，主要体现在以下几个方面。

1. 化学工业生产的复杂性

化学工业生产的复杂性主要体现在：用同一种原料可以制造多种不同用途的化工产品，即虽然原料相同，但生产方法、生产工艺不同可以生产出不同的化工产品，这叫做不同的生产路线。如上所述，天然气既可以生产合成氨，也可以生产甲醇。同一种产品可采用不同的原料、不同方法和不同的工艺路线来生产，即可以采用不同的原料路线、不同的生产路线生产出同一种产品，如同是生产甲醇产品，既可以采用煤作为原料，也可以采用天然气作为原料。采用煤作为原料时就利用煤气化技术生产合成气，在催化剂的作用下合成甲醇；若采用天然气为原料，就是在催化剂的作用下利用天然气蒸汽转化生产合成气，再进一步合成甲醇。同一种原料可以通过不同生产方法和技术路线生产同一种产品。如乙烯氧化生产乙醛，乙醛氧化生产乙酸；乙烯水合生产乙醇，乙醇氧化生产乙醛，乙醛氧化生产乙酸。同一种产品可以有不同的用途，而不同的产品又可能会有相同用途。由于这些多方案性，化学工业能够为人类提供越来越多的新物质、新材料和新能源。同时，由于它的复杂性，多数化工产品的生产过程是多步骤的，有的步骤及其影响因素很复杂，生产装备和过程控制技术也很复杂。

2. 生产过程综合化

坚持走可持续发展、科学发展、循环经济的道路，化工产品生产过程的综合化、产品的网络化是化工生产发展的必由之路。生产过程的综合化、产品的网络化既可以使资源和能源得到充分合理的利用，就地将副产物和“废料”转化成有用产品；又可以表现为不同化工厂的联合及其与其他产业部门的有机联合；这样就可以降低物耗、能耗，减少“三废”排放。例如，用煤生产合成气，合成气可以作为合成氨的原料，也可以作为合成甲醇的原料；合成氨可以生产氮肥、复合肥；甲醇可以作为二甲醚、甲醛、甲酸、二甲基甲酰胺的原料。经过

综合化的利用,将合成氨生产过程中必须作为有害物质脱除的一氧化碳,通过联醇法生产甲醇,变害为利,变废为宝,综合利用,大大提高了企业的经济效益。

3. 装置规模大型化

装置规模的大型化,使装置的有效容积在单位时间内的产出率随之显著增大,有利于提高原料的综合利用率和能量的有效综合利用,降低产品生产成本和能量消耗。例如,在我国改革开放之初,引进的乙烯装置均为30万吨/年,目前我国现有乙烯装置的生产能力有的已经达到100万吨/年。装置规模的大型化虽然对生产成本的降低是有利的,但是,考虑到设计、仓储、运输、安装、维修和安全等诸多因素的制约,装置规模的增大也应有度。

4. 化工产品精细化

精细化是提高化学工业经济效益的重要途径,这主要体现在它的附加值高。精细化工产品不仅是品种多,相对于大化工规模小,而更主要的是生产技术含量高,如何开发出具有优异性能或功能,并能适应快速变化的市场需求的产品,是我国精细化学品工业能否快速发展的关键所在。除此之外,在化学工艺和化学工程上也更趋于精细化,人们已能在原子水平上进行化学品的合成,使化工生产更加高效、节能和环保。

5. 技术、资金和人才的密集性

高度自动化和机械化的现代化学工业,正朝着智能化方向发展。它越来越多地依靠高新技术并迅速将科研成果转化为生产力,如生物与化学工程、微电子与化学、材料与化工等不同学科的相互结合,可创造出更多优良的新物质和新材料;计算机技术的高水平发展,已经使化工生产实现了自动化和智能化的DCS控制,也将给化学合成提供强有力的智能化工具,由于可以准确地进行新分子、新材料的设计与合成,节省了大量的人力、物力和实验时间。现代化学工业虽然装备复杂,生产流程长,技术要求高,建设投资大,但化工产品产值较高,成本低,利润高,因此化学工业是技术和资金密集型行业,更是人才密集型行业。在化工产品的开发和生产过程中不仅需要大批具有高水平、创造性和具有开拓能力的多种学科、不同专业的科学家和工程技术专家,同时又需要更多的、受过良好教育及训练、懂得生产技术和管理的的高素质高技能人才。

6. 注重能量合理利用,积极采用节能技术

化工生产过程不仅是将原料经由化学过程和物理过程转化为满足人们需求的化工产品,同时生产过程中伴随有能量的传递和转换,如何节能降耗,提高效率显得尤为重要。在生产过程中,力求采用新工艺、新技术、新方法,淘汰落后的工艺、技术和方法,关键是要开发出新型高效的催化剂。例如,合成甲醇工艺,原有采用的锌铬基催化剂,压力在30~35MPa,温度在340~420℃;采用新型的铜基催化剂后,压力在5MPa,温度在175℃。由于新型催化剂的采用,压力和温度都大大地降低,设备投资费用和能量消耗都明显地下降。所以化工生产的核心技术就是催化剂技术,它是一个国家的化学工业是否具有核心竞争力重要标志。

7. 安全生产要求严格

化工生产的特点是具有易燃、易爆、有毒、有害、高温(或低温)、高压(负压)、腐蚀性强等;另外,工艺过程多变,不安全因素很多,如不严格按工艺规程生产,就容易发生事故。但只要采用安全的生产工艺,有可靠的安全技术保障、严格的规章制度及监督机构,事故是完全可以避免的,甚至是在可控范围内的。尤其是连续性的大型化工装置,要想发挥现代化生产的优越性,保证高效、经济地生产,就必须高度重视安全,确保装置长期、连续地安全运行。安全为了生产,生产必须安全,安全生产就是经济效益。

采用无毒无害的清洁生产方法和工艺过程,生产环境友好的产品,创建清洁生产环境,大力发展绿色化工,是化学工业赖以持续发展的关键之一。

第二章 化工生产过程与生产工艺流程

第一节 化工生产过程

一、化工生产过程

化工生产就是将若干个单元反应过程、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，经过一系列的化学和物理的加工程序，最终才能转化为合格的产品。因此，化工生产过程是若干个加工程序的有机组合，而每一个加工工序又由若干个（组）设备组合而成。

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。

1. 原料的预处理

原料的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) 必须满足工艺的要求 例如气固相反应中，为了增大反应接触面积，固相的粒度应尽量小，但太小可能夹带严重，所以在工艺上要寻找一个最佳的范围以满足工艺要求。

(2) 尽可能选用净制后的原料，简便可靠、先进的预处理工艺 大多数情况下，生产原料的厂家从源头上和过程中对产品的纯度加以控制，比使用厂家再次进行精制或净制要经济得多。对于原料预处理的方法的选择注重简练、实用、可靠，不宜使用复杂的、大型化的化工单元过程。应尽量采用先进技术，提高处理能力和处理效率。

(3) 应考虑能量的充分利用，尽量减少“三废”的产生 在化工生产过程中，常常要用到换热操作，换热操作中的能量可以充分利用，作为原料预处理的能量来源。在选择方案时应尽量减少在原料处理过程中产生“三废”。

2. 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。

3. 产物的分离和提纯

产物的分离和提纯是化工生产过程中的重要环节，大多数反应产物都是混合物，它包括

未反应的原料和反应生成物，它不仅可以由产物中分离出所需要产品，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，在选择分离方法时，应充分了解被分离混合物中各组分在物理、化学以及生物学方面的性质，避免在分离过程中产物的分解、聚合、变质和被污染。在化工产品分离系统设计中，首先要确定产品的质量指标、纯度要求、对杂质含量的要求等。一般而言，产品纯度是根据产品的使用目的来确定的，而回收率或产品总收率则在很大程度上决定着分离过程的经济性，所以经济性最佳就成为确定回收率的主要依据。

在选择分离方法时，还需要考虑分离规模和能量的消耗。分离所需的能量代谢消耗，最好能够利用自然的能量。

确定分离流程的经验规则和注意事项如下。

① 反应产物有固体物的，不论它们是目的产物还是废弃物，一般要率先分离出来，以免使管道设备堵塞，流程不顺。

② 反应产物中对目的产物尤其是有害的物质必须除去，甚至不惜能量的利用合理与否，这是工艺的要求。通常在经济方面产品的收率是最重的砝码，因为最终的产品利润最大，不能因为考虑能量的“合理”，而牺牲了产品的收率。

③ 首先分离反应产物中对后续工艺有害的物质。

④ 尽量优先把产物中未反应的原料分离出来，循环使用。

⑤ 尽量选用简单的分离方法，一般按机械法分离—物理法分离—物理化学法分离—化学法分离的顺序进行选择。

4. 化工生产过程的操作控制

一个合格化工产品的生产是通过生产经理、化工工程师和操作人员及分析人员，对化工生产装置的工艺过程参数的控制、质量指标控制及相关管理来实现的，其中最为重要的是反应工艺过程的控制。化工生产过程的操作控制，重在对反应过程的控制，因此，反应器的选型完成后，必须正确选择反应器的主要工艺参数，才能使反应器的操作达到理想的技术经济指标。反应器的主要工艺参数包括反应压力、反应温度、反应物进口组成和空速。这些参数的确定和优化组合，通常需经过系统的工艺试验探索出来，或利用反应动力学模型作多种方案计算，再在工艺试验中加以检验。

一个产品生产的工艺流程中，都要明确规定主要控制点及主要工艺参数的控制范围。其中主要工艺控制点包括：①温度、压力、压差、流量、液面等；②所用测量仪表的型号、精度，一次仪表在现场的工艺位置，二次仪表在仪表盘上的位置；③测量指示、测量记录、自动控制、控制阀的位置、仪表自控、自调装置的位置及操作。

化工生产操作人员根据生产工艺操作规程所规定的控制点以及温度、压力、流量和液位等工艺参数的操作控制来实现合格产品的生产。操作人员的操作控制一般分为三个方面：①检测、观察仪表所显示的工艺参数；②把观察到的工艺参数值与工艺操作规程所规定的范围进行对比，并进行判断是否需要更换操作条件；③根据对比判断结果，进行实际操作，如通过加热或冷却、开大或关小阀门、提高或降低液位等来实现对工艺过程的控制。

化工生产操作控制中监测也是发挥工艺过程控制中的校验功能，监测内容包括工艺参数和取样分析测试。操作控制、巡回检查和监测的情况，要详细地做好原始记录。原始操作记录是技术管理的重要依据，是总结经验、改进工艺的依据，也是查清质量问题、安全事故的依据，所以原始记录应该是操作控制中很重要的组成部分。

5. 化工生产中开、停车的一般要求

在化工生产中,开、停车的生产操作是衡量操作工人水平高低的一个重要标准。随着化工先进生产技术的迅速发展,机械化、自动化水平的不断提高,对开、停车的技术要求也越来越高。开、停车进行得好坏,准备工作和处理情况如何,对生产的进行都有直接影响。开、停车是生产中最重要的一环。

化工生产中的开、停车包括基建完工后的第一次开车,正常生产中的开、停车,特殊情况(事故)下突然停车,大修、中修之后的开车等。

基建完工后的第一次开车,一般按4个阶段进行:开车前的准备工作、单机试车、联动试车和化工试车。

(1) 开车前的准备工作 开车前的准备工作大致如下:施工工程安装完毕后的验收工作;开车所需原料、辅助原料、公用工程(水、电、气等)以及生产所需物资的准备工作;技术文件、设备图纸及使用说明书和各专业的施工图,岗位操作法和试车文件的准备;车间组织的健全,人员配备及考核工作;核对配管、机械设备、仪表电气、安全设施及盲板和过滤网的最终检查工作。

(2) 单机试车 此项目的是为了确认转动和传动设备是否合格好用,是否符合有关技术规范,如空气压缩机、制冷用氨压缩机、离心式水泵和带搅拌设备等。单机试车是在不带物料和无载荷情况下进行的。首先要断开联轴器,单独开动电动机,运转48h,观察电动机是否发热、振动,有无杂音,转动方向是否正确等。当电动机试验合格后,再和设备连接在一起进行试验,一般也运转48h(此项试验应以设备使用说明书或设计要求为依据)。在运转过程中,经过细心观察和仪表检测,均达到设计要求时(如温度、压力、转速等)即为合格。如在试车中发现问题,应会同施工单位有关人员及时检修,处理好后重新试车,直到合格为止,试车时间不累计。

(3) 联动试车 联动试车是用水、空气或与生产物料相类似的其他介质,代替生产物料所进行的一种模拟生产状态的试车。目的是为了检验生产装置连续通过物料的性能(当不能用水试车时,可改用介质,如煤油等代替)。联动试车时也可以给水进行加热或降温,观察仪表是否能准确地指示出通过的流量、温度和压力等数据,以及设备的运转是否正常等情况。

联动试车能暴露出设计和安装中的一些问题,在这些问题解决以后,再进行联动试车,直至认为流程畅通为止。联动试车后要把水或煤油放空,并清洗干净。

(4) 化工试车 当以上各项工作都完成后,则进入化工试车阶段。化工试车是按照已制定的试车方案,在统一指挥下,按化工生产工序的前后顺序进行,化工试车因生产类型的不同而各异。

综上所述,化工生产装置的开车是一个非常复杂也很重要的生产环节。开车的步骤并非一样,要根据具体地区、部门的技术力量和经验,制定切实可行的开车方案。正常生产检修后的开车和化工试车相似。

在化工生产中停车的方法与停车前的状态有关,不同的状态,停车的方法及停车后处理方法也就不同。

生产进行到一段时间后,设备需要检查或检修进行的有计划的停车,称为正常停车。这种停车,是逐步减少物料的加入,直至完全停止加入,待所有物料反应完毕后,开始处理设备内剩余的物料,处理完毕后,停止供气、供水,降温降压,最后停止转动设备的运转,使生产完全停止。停车后,对某些需要进行检修的设备,要用盲板切断该设备上物料管线,以免可燃气体、液体物料漏过而造成事故。检修设备动火或进入设备内检查,要把其中的物料彻底清洗干净,并经过安全分析合格后方可进行。

从上述可知,化工生产中的开、停车是一个很复杂的操作过程,且随生产的品种不同而有所差异,这部分内容必须载入生产车间的岗位操作规程中。

二、化工生产过程中常用指标

在研究一个化工生产过程时,为了表明生产过程中化学反应进行的情况,说明某一反应系统中原料的变化情况和消耗情况,往往要引入一些常用的指标。

1. 转化率、选择性和收率

在化工生产过程中,衡量化学反应优劣的指标有两个:一个是加入反应器的反应物(原料)有多少参加了反应;另一个是这些参加反应的反应物有多少转变成成为所需要的目的产物。通常用转化率和产率表示这两个指标,用收率表示这两方面的综合指标,以评价化工生产反应过程的效果。

(1) 转化率 转化率是指化学反应体系中,参加化学反应的某一种原料量占通入反应体系中该种原料总量的百分率,定义式表示如下。

$$\begin{aligned}\text{转化率} &= \frac{\text{反应掉的原料量}}{\text{投入的原料量}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{投入的原料量} - \text{反应后原料剩余量}}{\text{投入的原料量}} \times 100\%\end{aligned}$$

在研究反应物料的转化率时,选择不同的反应体系范围,转化率有以下不同的表现形式。

① 单程转化率 是指以反应器为研究对象,参加化学反应的某种原料量占通入反应器中该种原料总量的百分率。

② 总转化率 是指以包括循环系统在内的反应器和分离器的反应体系为研究对象,参加化学反应的某种原料量占通入反应体系中该原料总量的百分率。

通常情况下,为了提高原料的利用程度,化工生产中经常采取把未参加反应的原料从反应后的混合物中分离出来循环使用的办法,来提高物料的转化率。

③ 平衡转化率 是指可逆化学反应到达平衡状态时,转化为产物的某种原料占该种原料量的百分数。它是在一定反应条件下,某种原料参加某一化学反应的最高转化率。

由于大多数化学反应尤其是有机化学反应达到平衡状态的时间相当长,因此,平衡转化率并不能反映实际生产过程中反应的效果,但平衡转化率作为一个理论值,可以作为一个参考标准,通过与实际单程转化率的比较,了解实际反应的转化情况,从而作为人们提高反应过程实际转化率、改进生产工艺过程与工艺条件的依据。

④ 实际转化率 是指在化学反应体系中,某一种原料在一定条件下参加各种主、副反应总的转化效果。实际转化率反映的是体系中某一原料参加所有反应的情况,但不能说明原料参加主反应的情况,即不能说明原料的有效利用程度,因此,用转化率衡量反应效果是有一定局限性的。

(2) 选择性 选择性是指反应过程实际所得目的产物产量占按照反应掉原料计算应得目的产物理论产量的百分率,即:

$$\begin{aligned}\text{选择性} &= \frac{\text{目的产物实际产量}}{\text{按反应掉的原料计算应得目的产物的理论产量}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{转化为目的产物的某种原料量}}{\text{反应掉的该种原料量}} \times 100\%\end{aligned}$$

化学反应过程中,往往有许多化学反应同时存在,不仅有目的产物的主反应,还有生成副产物的副反应,选择性表示的是参加主反应生成目的产物所消耗的某种原料量占参加全部反应转化了的该种原料量的百分比。说明了主、副反应的竞争过程中主反应所占的比例。选