



## 职业技能鉴定培训教程

# 化工生产基础

化学工业职业技能鉴定指导中心 组织编写  
周莉萍 主编

● 依据 **国家职业标准** 编写

● 面向 **国家职业资格** 培训



化学工业出版社

职业技能鉴定培训教程



# 化工生产基础

化学工业职业技能鉴定指导中心 组织编写  
周莉萍 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书以初中毕业为起点,围绕化工企业操作工人职业技能鉴定和岗位培训的要求编写,介绍了化学基础、物理基础、流体力学、传热、传质、化工设备、识图、安全、消防、环保、仪表、电器、计量、分析检验、班组管理等相关知识,依据相关工种国家职业标准,覆盖相关工种题库的知识点,密切结合企业生产运行实际。

本书适用于化工企业操作工人技能鉴定培训和岗位培训,也可供相关技术人员和管理人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

化工生产基础/周莉萍主编. —北京:化学工业出版社,2006.9

职业技能鉴定培训教程

ISBN 978-7-5025-9442-8

I. 化… II. 周… III. 化工产品-生产工艺-职业技能鉴定-教材 IV. TQ072

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 117932 号

---

责任编辑:李玉晖 辛 田

文字编辑:贾 婷

责任校对:顾淑云

装帧设计:于 兵

---

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 刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市延风装订厂

720mm×1000mm 1/16 彩插1 印张24 字数515千字 2007年3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:38.00 元

版权所有 违者必究

## 前言

为适应化工行业技术工人技术鉴定的要求,促进化工工人技术培训的规范化发展,化学工业职业技能鉴定指导中心受劳动和社会保障部的委托,组织制定了29项国家职业标准,包括《无机化学反应工》《有机合成工》《压缩机工》《气体净化工》《蒸发工》《蒸馏工》《萃取工》《吸收工》《结晶工》《干燥工》《气体深冷分离工》《化工工艺试验工》《化工总控工》《硝酸铵生产工》《碳酸氢铵生产工》《硫酸生产工》《硝酸生产工》《纯碱生产工》《烧碱生产工》《橡胶炼胶工》《橡胶半成品制造工》《橡胶成型工》《橡胶硫化工》《涂料合成树脂工》《制漆配色调制工》《染料分析工》《染料合成工》《农药生物测试试验工》和《化工仪表维持工》。根据化工行业的特点,还制定了3项化工行业职业标准,包括《化工三废处理工》《化工水处理工》《化学清洗工》。上述标准对化工行业特有职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平做了明确规定。

根据职业标准的基本要求,将化工操作工人共性的基础知识综合起来,《职业技能鉴定培训教程·化工生产基础》介绍了化学基础、物理基础、流体力学、传热、传质、识图、安全、消防、环保、仪表、电器、计量、分析检验及化工管路、换热器等知识。本书围绕化工操作岗位工作的实际要求选取内容,作为化工特有工种职业技能鉴定培训教材,初级、中级、高级可以根据鉴定要求和企业的生产实际选学其中内容,也可以作为化工企业操作工人岗前培训教材。

本书的编写得到刘红宇、吴云龙、李建树、任继玲、张旭艳、郭彦、林建国等的帮助和支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,缺点不足在所难免,深望读者给予批评指正。

编 者

2006年12月

# 目录

|                     |    |
|---------------------|----|
| 绪论                  | 1  |
| 一、化工生产概况            | 1  |
| 二、单元操作和单元反应         | 2  |
| 三、化工生产过程            | 3  |
| 四、化工生产过程中的物质转换与能量转换 | 4  |
| 第一章 化学基础知识          | 6  |
| 第一节 化学基本概念          | 6  |
| 一、物质                | 6  |
| 二、物质的变化和性质          | 6  |
| 三、物质的组成             | 7  |
| 四、原子量、分子量和摩尔        | 11 |
| 第二节 化学反应            | 13 |
| 一、分子式               | 13 |
| 二、化学方程式             | 14 |
| 三、热化学方程式            | 14 |
| 四、化学平衡              | 15 |
| 第三节 无机化合物基础         | 18 |
| 一、无机化合物的分类          | 18 |
| 二、重要的无机化学反应         | 21 |
| 第四节 常见元素及其重要化合物     | 22 |
| 一、非金属元素及其重要化合物      | 22 |
| 二、重要的金属及其化合物        | 31 |
| 第五节 溶液              | 36 |
| 一、溶液的定义             | 36 |
| 二、饱和溶液和不饱和溶液        | 37 |
| 三、饱和蒸气压             | 37 |
| 四、溶解度               | 37 |
| 五、溶液浓度              | 39 |
| 六、溶液的 pH 值          | 40 |
| 七、常见溶液              | 42 |

|                   |    |
|-------------------|----|
| 八、电解质溶液 .....     | 42 |
| 九、晶体 .....        | 45 |
| 第二章 物理基础知识 .....  | 47 |
| 第一节 基本概念 .....    | 47 |
| 一、力 .....         | 47 |
| 二、运动 .....        | 48 |
| 三、物体的平衡 .....     | 50 |
| 四、功和能 .....       | 51 |
| 五、物态变化 .....      | 51 |
| 六、电及磁场 .....      | 52 |
| 七、振动 .....        | 57 |
| 八、波 .....         | 58 |
| 九、其他 .....        | 58 |
| 第二节 基本定律 .....    | 59 |
| 一、力的定律 .....      | 59 |
| 二、运动定律 .....      | 60 |
| 三、功和能定律 .....     | 61 |
| 四、电和磁场定律 .....    | 61 |
| 五、气体的性质 .....     | 63 |
| 六、动量 .....        | 63 |
| 第三节 基本方程式 .....   | 64 |
| 一、理想气体状态方程 .....  | 64 |
| 二、气体状态方程式 .....   | 64 |
| 三、克拉珀龙方程 .....    | 65 |
| 第三章 有机化学知识 .....  | 66 |
| 第一节 有机化合物概述 ..... | 66 |
| 一、有机化合物的特性 .....  | 66 |
| 二、有机化合物的分类 .....  | 66 |
| 三、有机化合物的结构 .....  | 67 |
| 第二节 烃 .....       | 68 |
| 一、烃的定义 .....      | 68 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 二、烯烃 .....           | 68  |
| 三、炔烃 .....           | 69  |
| 四、芳香烃 .....          | 69  |
| 第三节 基本有机化学反应 .....   | 69  |
| 一、氧化和还原反应 .....      | 69  |
| 二、氢化和脱氢反应 .....      | 70  |
| 三、水合和脱水反应 .....      | 71  |
| 四、水解反应 .....         | 72  |
| 五、卤化、硝化和磺化反应 .....   | 72  |
| 六、胺化和酯化反应 .....      | 74  |
| 七、烷基化和脱烷基化反应 .....   | 74  |
| 第四节 合成有机高分子化合物 ..... | 75  |
| 一、基本概念 .....         | 75  |
| 二、高分子化合物的特性 .....    | 76  |
| 三、高分子化合物的合成反应 .....  | 76  |
| 四、重要的合成高分子材料 .....   | 77  |
| 第四章 流体力学知识 .....     | 78  |
| 第一节 基础知识 .....       | 78  |
| 一、基本概念 .....         | 78  |
| 二、流体静力学方程式 .....     | 81  |
| 三、连续性方程式 .....       | 84  |
| 四、伯努利方程式 .....       | 86  |
| 五、流体阻力 .....         | 88  |
| 第二节 化工管路 .....       | 96  |
| 一、管路的分类 .....        | 96  |
| 二、管路的标准化 .....       | 96  |
| 三、管路的组成 .....        | 97  |
| 四、管路的连接方法 .....      | 104 |
| 五、管路布置和安装 .....      | 105 |
| 六、管路吹洗和试压、试漏 .....   | 106 |
| 七、管路的绝热、伴热和涂漆 .....  | 108 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 八、技术方案.....        | 109 |
| 第五章 传热传质知识.....    | 113 |
| 第一节 概述.....        | 113 |
| 一、基本定义.....        | 113 |
| 二、传热在化工生产中的应用..... | 114 |
| 三、传热的基本方式.....     | 114 |
| 四、化工生产中的换热方法.....  | 115 |
| 第二节 热传导.....       | 115 |
| 一、热传导基本规律.....     | 115 |
| 二、热导率.....         | 116 |
| 三、多层平壁的热传导.....    | 117 |
| 四、圆筒壁的稳态热传导.....   | 117 |
| 五、应用举例.....        | 120 |
| 第三节 对流传热.....      | 122 |
| 一、对流传热的分类.....     | 122 |
| 二、对流传热方程式.....     | 122 |
| 三、影响对流传热的因素.....   | 123 |
| 四、提高传热膜系数的途径.....  | 124 |
| 五、应用举例.....        | 126 |
| 第四节 传热方程式.....     | 127 |
| 一、传热基本方程式.....     | 127 |
| 二、传热过程的热负荷计算.....  | 128 |
| 三、传热温度差.....       | 129 |
| 四、传热系数.....        | 132 |
| 五、强化传热的途径.....     | 135 |
| 六、热辐射.....         | 136 |
| 七、应用举例.....        | 137 |
| 第五节 换热器.....       | 139 |
| 一、换热器的类型、构造.....   | 139 |
| 二、换热器的选择.....      | 146 |
| 三、换热器的使用.....      | 147 |

|                  |     |
|------------------|-----|
| 四、换热器的维修         | 148 |
| 五、换热器的清洗         | 148 |
| 六、常用换热器常见故障与处理方法 | 148 |
| 七、常用的加热和冷却方法     | 149 |
| 第六节 传质知识         | 150 |
| 一、传质的基本概念        | 150 |
| 二、传质的基本原理        | 151 |
| 第七节 冷冻知识         | 152 |
| 一、冷冻的基本原理        | 152 |
| 二、冷冻剂及载冷体        | 154 |
| 三、冷冻的主要设备        | 155 |
| 第八节 物料衡算和热量衡算    | 156 |
| 一、物料衡算           | 156 |
| 二、热量衡算           | 159 |
| 第六章 设备知识         | 162 |
| 第一节 泵            | 162 |
| 一、化工生产对泵的使用要求    | 162 |
| 二、离心泵的工作原理       | 164 |
| 三、离心泵的主要部件       | 165 |
| 四、离心泵的主要性能参数     | 167 |
| 五、离心泵的特性曲线       | 169 |
| 六、离心泵的调节         | 170 |
| 七、离心泵的汽蚀现象和安装高度  | 171 |
| 八、离心泵的运行与维护      | 173 |
| 九、离心泵常见故障及排除方法   | 174 |
| 十、离心泵常见操作事故及防范措施 | 175 |
| 十一、离心泵的串联与并联操作   | 175 |
| 十二、往复泵           | 176 |
| 十三、其他类型泵         | 179 |
| 第二节 风机           | 183 |
| 一、构造             | 184 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 二、工作原理·····                | 184 |
| 三、主要性能参数·····              | 184 |
| 四、性能曲线·····                | 185 |
| 五、常用通风机的代号·····            | 185 |
| 六、离心式通风机的选用·····           | 185 |
| 七、离心式通风机的性能故障、原因及消除方法····· | 186 |
| 八、鼓风机·····                 | 187 |
| 第三节 压缩机·····               | 188 |
| 一、基本结构·····                | 189 |
| 二、工作原理·····                | 189 |
| 三、主要性能参数·····              | 191 |
| 四、多级压缩·····                | 192 |
| 五、理论示功图·····               | 193 |
| 六、实际示功图·····               | 194 |
| 第四节 机械传动·····              | 195 |
| 一、机械传动的基本知识·····           | 195 |
| 二、带传动·····                 | 196 |
| 三、链传动·····                 | 197 |
| 四、齿轮传动·····                | 199 |
| 五、齿轮减速器·····               | 200 |
| 第五节 化工常用零件·····            | 202 |
| 一、轴承·····                  | 202 |
| 二、连接件·····                 | 205 |
| 第六节 其他化工机械·····            | 210 |
| 一、搅拌机械·····                | 210 |
| 二、物料分离设备·····              | 214 |
| 第七节 化工常用材料·····            | 218 |
| 一、材料的性能·····               | 218 |
| 二、常用材料·····                | 220 |
| 第八节 设备的腐蚀与防护·····          | 226 |
| 一、金属的腐蚀·····               | 226 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 二、设备的防腐蚀·····                | 226 |
| 第九节 设备的使用和管理·····            | 227 |
| 一、设备的使用·····                 | 227 |
| 二、设备的维护保养·····               | 228 |
| 三、设备的润滑“五定”及润滑油“三级过滤”制度····· | 228 |
| 四、设备计划检修·····                | 229 |
| 五、设备的日常管理和设备事故的处理·····       | 229 |
| 六、设备的综合管理·····               | 230 |
| 七、设备的更新·····                 | 231 |
| 第七章 识图知识·····                | 232 |
| 第一节 基础知识·····                | 232 |
| 一、国家标准《机械制图》的基本规定·····       | 232 |
| 二、投影的基本知识·····               | 234 |
| 三、三视图·····                   | 236 |
| 四、基本视图和辅助视图·····             | 238 |
| 五、剖视图与剖面图·····               | 240 |
| 第二节 基本图·····                 | 241 |
| 一、化工设备图·····                 | 241 |
| 二、化工工艺图·····                 | 243 |
| 第八章 安全、消防、环保知识·····          | 251 |
| 第一节 安全知识·····                | 251 |
| 一、防毒面具的种类、结构与使用·····         | 251 |
| 二、防护器材的维护·····               | 255 |
| 三、监护与抢救技术·····               | 256 |
| 四、用电安全·····                  | 261 |
| 五、停车检修前的安全处理·····            | 266 |
| 六、化工装置的检修作业安全·····           | 268 |
| 七、压力容器的安全使用·····             | 278 |
| 八、工业锅炉安全技术·····              | 286 |
| 第二节 消防知识·····                | 294 |
| 一、灭火基本方法·····                | 294 |

|                |     |
|----------------|-----|
| 二、爆炸           | 296 |
| 三、消防器材         | 297 |
| 第三节 环保知识       | 303 |
| 一、化工生产污染物的来源   | 303 |
| 二、污染途径         | 303 |
| 三、化工污染的特点      | 304 |
| 四、控制污染的方法      | 304 |
| 五、污染物的治理方法     | 305 |
| 六、噪声及其危害       | 311 |
| 七、防暑降温         | 314 |
| 八、工业粉尘危害及预防    | 315 |
| 第四节 安全生产禁令     | 318 |
| 一、生产区内十四个不准    | 318 |
| 二、操作工的六个严格     | 319 |
| 三、动火作业六大禁令     | 319 |
| 四、进入容器、设备的八个必须 | 319 |
| 五、机动车辆七大禁令     | 320 |
| 第九章 仪表、电器、计量知识 | 321 |
| 第一节 仪表知识       | 321 |
| 一、测量误差         | 321 |
| 二、仪表的主要性能指标    | 323 |
| 三、常用图形符号       | 324 |
| 四、检测仪表         | 327 |
| 五、化工自动控制系统     | 338 |
| 六、集散控制系统       | 340 |
| 七、信号联锁报警系统     | 342 |
| 第二节 电器知识       | 344 |
| 一、电动机          | 344 |
| 二、变压器          | 346 |
| 三、变频器          | 348 |
| 第三节 计量知识       | 349 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 一、国际单位制            | 349 |
| 二、法定计量单位及其基本换算     | 350 |
| 三、法定计量单位与词冠的使用注意事项 | 351 |
| 第十章 分析检验知识         | 353 |
| 第一节 化学分析操作         | 353 |
| 一、常用分析仪器的使用知识      | 353 |
| 二、采样及其注意事项         | 355 |
| 第二节 分析误差知识         | 356 |
| 一、测量误差的分类和产生的原因    | 356 |
| 二、准确度              | 357 |
| 三、精密度              | 358 |
| 四、提高分析结果准确度的方法     | 358 |
| 第三节 酸碱滴定法          | 358 |
| 一、缓冲溶液             | 359 |
| 二、常用指示剂            | 361 |
| 三、指示剂的选择           | 362 |
| 第四节 定量分析           | 362 |
| 一、配位滴定法（原络合滴定法）    | 362 |
| 二、氧化还原滴定法          | 363 |
| 三、沉淀滴定法            | 365 |
| 四、一般物质的定量分析        | 367 |
| 附录 常用单位换算          | 368 |
| 参考文献               | 370 |

# 结 论

## 一、化工生产概况

化学工业是国民经济的重要产业，化工产品广泛用于工业、农业、人民生活等各个领域。农业生产需要的化肥、农药和塑料薄膜等农用化学品，机械工业（航天、汽车、船舶、机械等）需要的合成材料、轮胎、涂料和胶黏剂等配套产品，纺织工业需要的合纤单体、合纤聚合物、染料及纺织助剂，电子工业需要的印刷电路板基材、塑封料、光刻胶、高纯试剂和特种气体等电子化学品，医药工业需要的基本化工原材料，军事工业需要的军用化工产品，人民生活需要的日用化学品，都离不开化学工业。

化学工业是以天然物质或其他物质为原料，通过化学方法和物理方法，使其结构、形态发生变化，生成新的物质，制成生产资料和生活资料的工业。例如，合成氨工业，以煤或石油、天然气等物质为原料，经过化学方法和多种物理方法加工处理后制成氨，不仅使物质形态发生了变化，而且物质结构也发生了变化，生成了新的物质。化工生产过程主要指从原材料进入化工生产装置，经过物理方法和化学方法的加工到制成合格产品的过程，也称化工工艺过程。

化工生产过程具有下述四个特点。

### 1. 生产过程连续性和间接性

化工生产是通过一定的工艺流程来实现的。工艺流程是指以反应设备为骨干，由系列单元设备通过管路串联组成的系统装置。

化工生产的连续性体现在两个方面：第一，空间的连续性，生产流程是一条连锁式的生产线，各个工序紧密衔接，首尾串通，无论哪个工序失调，都会导致整个生产线不能正常运转；第二，时间的连续性，生产长期运转，昼夜不停，各个班次紧密衔接，无论哪班出故障，都会影响整个生产过程的正常运行。间接性则体现在操作者一般不和物料直接接触，生产过程在密闭的设备内进行，对物料的运行变化看不见，摸不着，操作人员要借助管道颜色识别物料，依靠检测仪表、分析化验，了解生产情况，利用仪表或计算机控制生产运行。

### 2. 生产技术的复杂性和严密性

复杂性是指化工的工艺流程多数比较复杂，而且发展趋势是复杂程度越来越

高。当今的基础化学工业正朝着大型化和高度自动化发展；而应用化学工业正朝着精细化、专用化、高性能和深加工发展。

严密性是指由于化学反应对其应具备的条件要求非常严格，每种产品都有一套严密的工艺规程，必须严格执行，否则不仅制造不出合格产品，还会造成事故。

### 3. 原料、产品和工艺的多样性

目前我国生产的化工产品约有 4 万多种，全世界约有 5 万种以上，这个数字还在迅速增加。化工生产可以用不同原料制造同一产品，也可用同一原料制造不同产品。化工产品一般都有两种以上的生产工艺。即使用同样原料制造同一种产品，也常有几种不同的工艺流程。

### 4. 安全生产的极端重要性

有些化学反应或物理变化要在高温、高压、真空、深冷等条件下进行，许多物料具有易燃、易爆、有毒等性质，这些特点决定了化工生产中的安全极其重要。学习化工生产知识，要特别注意学习掌握安全生产的知识和技能。

化工生产过程的运行要依靠良好的操作。化工操作是指在一定的工序、岗位对化工生产装置和生产过程进行操纵控制的工作。对于化工这种依靠设备作业的流程型生产，良好的操作具有特殊重要性。因为流程、设备必须时时处于严密控制之下，完全按工艺规程运行，才能制造出人们需要的产品。大量实践说明，先进的工艺、设备只有通过良好的操作才能转化为生产能力。在设备问题解决之后，操作水平的高低对实现优质、高产、低耗起关键作用。

化工生产过程种类繁多，很难完全掌握，但各种生产过程都有着共同的基本组成规律。其基本组成规律主要有：

- ① 化工生产过程是由若干单元操作和单元反应等基本加工过程构成的；
- ② 化工生产过程包括原料的预处理、化学反应和反应产物加工这三个基本步骤；
- ③ 化工生产过程贯穿着两种转换，即物质转换和能量转换。

## 二、单元操作和单元反应

在化工生产过程中，具有共同特点，遵循共同的物理学或化学规律，所用设备相似，作用相同的基本加工过程称为单元操作或单元反应，其中具有物理变化特点的基本加工过程称为单元操作（也叫物理过程）；具有化学变化特点的基本加工过程称为单元反应（也叫单元过程或化学过程）。

常用的单元操作有 18 种，如下表所示，按其性质、原理可分为五种类型。

常用单元操作

| 类别     | 名称              |                  | 作用                                                                       | 设备举例              |
|--------|-----------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 流体流动过程 | 流体输送            | 液体输送             | 把液体物料从一处输送到另一处                                                           | 泵                 |
|        |                 | 气体输送             | 把气体物料从一处输送到另一处                                                           | 风机                |
|        |                 | 气体压缩             | 提高气体压力,克服输送阻力                                                            | 压缩机               |
|        | 非均相物系分离         | 沉降<br>过滤<br>离心分离 | 用沉降的方法把悬浮颗粒从液体或气体中分离出来<br>用多孔物质阻挡固体颗粒,使之从气体或液体中分离出来<br>在离心力作用下,分离悬浮液或乳浊液 | 沉降槽<br>过滤机<br>离心机 |
|        | 固体流态化           |                  | 用流体使大量固体颗粒悬浮而具有流体特点                                                      | 流化床反应器            |
| 传热过程   | 传热              |                  | 使物料升温、降温或改变相态                                                            | 换热器               |
|        | 蒸发              |                  | 用汽化的方法,使非挥发性物质的稀溶液浓缩成较浓的溶液                                               | 蒸发器               |
|        | 结晶 <sup>①</sup> |                  | 使溶质成为晶体,从溶液中析出                                                           | 结晶器               |
| 传质过程   | 蒸馏              |                  | 通过汽化和冷凝将液体混合物分离                                                          | 精馏塔               |
|        | 吸收              |                  | 用液体吸收剂将气体混合物分离                                                           | 吸收塔               |
|        | 萃取              |                  | 用液体萃取剂将液体混合物分离                                                           | 萃取塔               |
|        | 干燥 <sup>①</sup> |                  | 一般指用加热汽化的方法除去固体物料所含水分                                                    | 干燥塔               |
| 热力过程   | 冷冻              |                  | 将物料温度降到比常温低的操作                                                           | 冷冻循环装置            |
| 机械过程   | 粉碎              |                  | 在机械外力作用下,使固体颗粒变小                                                         | 粉碎机               |
|        | 筛分              |                  | 将固体颗粒分为大小不同的部分                                                           | 网形筛               |
|        | 固体输送            |                  | 把固体物料从一处输送到另一处                                                           | 皮带运输机             |

① 结晶过程也有传热,干燥过程也有传质。这两种单元操作也可归类于“热质传递过程”。

(1) 流体流动过程的单元操作 遵循流体动力学规律进行的操作过程,如液体输送、气体输送、气体压缩、过滤、沉降等。

(2) 热量传递过程的单元操作 遵循热量传递规律进行的操作过程,也叫传热过程,如传热、蒸发等。

(3) 质量传递过程的单元操作 物质从一个相转移到另一个相的操作过程,也叫传质过程,如蒸馏、吸收、萃取等。

(4) 热力过程的单元操作 遵循热力学原理进行的单元操作,如冷冻等。

(5) 机械过程的单元操作 依靠机械加工或机械输送进行的单元操作,如粉碎、固体输送等。

### 三、化工生产过程

化工生产过程一般都包括三个基本步骤。

(1) 原料预处理 将原料进行一系列的处理,达到化学反应所要求的状态。

(2) 化学反应 使反应物在反应器内发生化学变化,生成新的物质。

(3) 反应产物加工 将反应产物进行一系列加工,制成符合质量要求的成品,同时将未反应的原料、副产物和暂不需要的“废料”回收处理。

这三个步骤又都是由若干个单元操作和单元反应构成的。原料预处理和反应产物加工主要是由单元操作构成,有时也有一些化学反应;化学反应步骤主要是由单元反应构成,有时伴随有物理过程,如有的反应器附有搅拌。

三个基本步骤是化工生产过程的主干。了解一个生产过程,首先应分析它的三个基本步骤,抓住主干,然后进一步分析各基本步骤中的单元操作或单元反应,这样就能清晰地了解整个生产过程。

#### 四、化工生产过程中的物质转换与能量转换

所有化工生产过程都是物料转换与能量转换相伴进行的过程,这是化工生产的一个重要规律。

单元操作进行的物理过程都和能量转换紧密联系,如液体输送要消耗电能,粉碎要消耗大量机械能,蒸馏、蒸发要消耗大量热能。单元反应进行的化学过程也都伴随着能量转换,有的化学反应要输入能量,有的化学反应要输出能量。如电解反应要输入大量电能;有的硫黄制硫酸工艺过程安装了余热发电装置,以使反应放出的热量得到有效利用。

在生产中,要运用“两种转换”的规律来指导化工操作,从以下三个方面来以较少的物料消耗和能量消耗生产出优质的产品。

##### 1. 了解物料运行的状况

物料运行通常有下列三种表现形式。

(1) 物料的输入和输出 输入的有原料和辅助材料;输出的有产品、中间产品、副产品和“废料”。

(2) 物料的变化 物料在装置中发生化学变化和物理变化。

(3) 物料的循环 有些反应过程,反应物不可能完全转化成产物,因此,要将那些没有转化的反应物循环使用。

##### 2. 了解能量运行的情况

能量的运行也包括输入、转换和输出三种表现形式。能量的输入一般包括随物料带进的能量和外加能量,而外加能量则表现为向生产装置供给水、电、汽、气、冷五种动力资源。

(1) 水 指用于动力的水,如加热与冷却用的水。

(2) 电 包括用电力驱动生产设备,将电能转换为机械能;用电直接参与化学反应过程,如电解。

(3) 汽 指水蒸气。

(4) 气 指用于动力的压缩空气和仪表用气。

(5) 冷 指低温操作所需的冷量。