

职业教育规划教材

化工企业培训教材

化工机械设备及维修基础

潘传九 主编



NLIC2970862655

JIXIE SHEBEI JI WEIXIU JICHU



化学工业出版社

各... 职业... 化工... 培训... 教材... 潘传九 主编

职业教育规划教材 化工企业培训教材

化工机械设备及 维修基础

潘传九 主编

ISBN 978-7-132-15834-2

化学工业出版社

2013.1

化工企业培训教材

ISBN 978-7-132-15834-2



NLIC2970862655

责任编辑：王...
封面设计：王...
版式设计：王...
文字编辑：王...
校对：王...
责任校对：王...
责任印制：王...
印刷：王...
装订：王...
发行：王...
经销：王...
地址：王...
电话：王...
邮编：王...
网址：王...
电子邮箱：王...
印刷厂：王...
装订厂：王...
发行所：王...
经销处：王...
地址：王...
电话：王...
邮编：王...
网址：王...
电子邮箱：王...

责任编辑：王...
封面设计：王...
版式设计：王...
文字编辑：王...
校对：王...
责任校对：王...
责任印制：王...
印刷：王...
装订：王...
发行：王...
经销：王...
地址：王...
电话：王...
邮编：王...
网址：王...
电子邮箱：王...

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区黄木厂173号 邮政编码 100011）
印 装：三河市延国印装厂
787mm×1095mm 1/32 印张 18 字数 491千字 2013年12月北京第1版第1次印刷

网上订购：010-64318838（传真）010-64318639
网 址：http://www.cip.com.cn
邮 政 寄 售：010-64318639



化学工业出版社

北京

本教材面向化工生产操作人员、化工设备维护检修人员或安全管理人员,针对化工生产企业机械设备的使用、维护、检修、管理的需要,学习与化工设备相关的知识,以利于职业岗位工作。主要涉及机械制图、机械材料、机械传动、化工动设备(机器)、化工静设备(设备)、安全用电与仪表、职业安全、环境保护、质量管理、劳动法规等相关内容。每章后面配有本章知识要点小结和复习思考题,以便于学习和总结。

本教材适用于职业院校学生使用,包括高职、中职、技校、职高,也适用于企业员工培训。主要适用于化工工艺操作、化工设备维修、化工安全管理类专业或职业岗位,针对不同情况,可以选学其中的内容,或有些作为详细学习,有些作为一般了解或一般阅读。

化工机械及维修基础

潘传九 主编

图书在版编目(CIP)数据

化工机械设备及维修基础/潘传九主编. —北京:化学工业出版社, 2013. 1

职业教育规划教材, 化工企业培训教材

ISBN 978-7-122-15834-5

I. ①化… II. ①潘… III. ①化工机械-机械维修-
高等职业教育-教材②化工设备-维修-高等职业教育-教材
IV. ①TQ050. 7

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第266968号

责任编辑:高钰

责任校对:王素芹

文字编辑:项激

装帧设计:刘丽华

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:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张18 字数451千字 2012年12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: 34.00 元

版权所有 违者必究

前 言

化工行业是我国国民经济的重要基础和支柱行业，化工生产在我国依然在快速发展，在宏观经济的发展中占有举足轻重的地位。多年来，在我国国民经济高速发展中，化工行业的自主创新、产业布局、结构调整、实施循环经济及资源节约与综合运用、环境保护、能源替代、安全生产、危险化学品管理、装备更新，以及新领域的发展包括核能应用、海洋发展等诸多方面得到了长足发展和进步，同时国家经济建设的发展也为化工行业创造了更广阔的发展空间和发展机会。我国的石油化工还实现了走出去战略，进入了世界大舞台。煤化工、生物能源和生物化工等发展迅速，促进了能源多样化。

国家经济建设需要发展化工，人们生活需要化工，化工生产中的设备多种多样，并且现代化工生产是高技术的集约化生产系统，需要长周期连续性运行，维护设备正常运行、提高设备维修质量显得非常重要。因此，无论是化工生产操作人员，还是化工设备维护检修人员，或者是安全管理人员，都必须了解化工设备，懂得化工设备，能用好化工设备，维护好化工设备，提高设备检修质量。

本教材正是面向化工生产操作人员、化工设备维护检修人员和化工安全管理人员，针对化工生产企业的设备使用、维护、检修、管理的需要，学习与化工设备相关的基本知识，以利于职业岗位工作。主要涉及机械图、机械材料、机械传动、化工动设备（机器）、化工静设备（设备）、安全用电与仪表、职业安全、环境保护、质量管理、劳动法规等相关内容。不同地区，不同人员（工艺操作、设备维修、安全管理），不同对象（院校学生、员工培训），可以根据具体情况，选学其中的内容，或有些作为详细学习，有些作为一般了解或一般阅读。

本教材编写前期，曾经得到中海石油海南基地人力资源部和检修部、化工职业技能鉴定指导中心，以及相关院校老师专家的大力帮助，积累了部分资料，在此表示衷心的感谢！本教材得以出版，包含了许多人员的心血，希望本教材的出版使用，能够在化工人才的培养方面，在各方面人员共同协作，确保安全生产、稳定生产、满负荷生产、连续性长周期生产、高质量地生产方面做出自己的贡献，尽到微薄之力。

编者

2012年10月

目 录

绪论	1	3. 化工设备图的阅读	36
1. 化学工业与过程工业、化工机械与过程机械	1	4. 工艺控制流程图	37
2. 化工生产与化工机械	1	5. 设备布置图	37
3. 化工机械与化工设备	4	知识要点	40
4. 化工生产操作和化工设备维护、修理	4	复习思考题	40
5. 学习化工机械设备及检修课程的目标与注意事项	6	第二章 金属材料与热处理	41
第一章 识图与公差配合	7	第一节 金属材料的性能	41
第一节 制图的基本知识	7	1. 力学性能	41
1. 图纸幅面及格式	7	2. 物理性能	42
2. 比例	7	3. 化学性能	42
3. 字体	8	4. 加工工艺性	43
4. 图线	9	第二节 铁与碳钢的成分和组织	43
5. 尺寸标注	9	1. 铁的组织与结构	43
第二节 正投影与三视图	11	2. 纯铁的同素异构转变	44
1. 投影法	11	3. 碳钢的基本组织	44
2. 三视图的形成与投影规律	11	4. 铁碳合金状态图	45
第三节 图样表示方法	12	第三节 碳钢的种类与牌号	46
1. 视图	13	1. 碳钢中的杂质元素	46
2. 剖视图	14	2. 碳钢的分类	47
3. 剖面图和局部放大图	16	3. 常用碳钢的牌号、性能及用途	48
第四节 零件图	17	4. 优质碳素钢牌号、性能及用途	48
1. 零件图的作用与内容	17	5. 高级优质钢	49
2. 零件图图面表达的选择	18	第四节 低合金钢与合金钢	49
3. 零件图的尺寸标注	18	1. 合金元素对钢的影响	49
4. 零件图的技术要求	20	2. 合金钢的分类	49
第五节 公差与配合	24	3. 合金钢的编号	50
1. 公差与配合的基本术语	24	4. 常用合金钢的性能及用途	50
2. 公差与配合	25	5. 不锈钢	52
3. 公差与配合的标注和选用	26	6. 耐热钢和高温合金	53
4. 形状与位置公差	26	7. 钢的品种及规格	54
第六节 装配图	27	第五节 钢的热处理	55
1. 装配图的内容	28	1. 退火和正火	55
2. 装配图的识读	29	2. 淬火和回火	56
第七节 化工设备图与工艺控制流程图	31	3. 钢的表面处理	56
1. 化工设备图的内容	32	第六节 铸铁	56
2. 化工设备图视图的表达特点	32	1. 白口铸铁	57
		2. 灰铸铁	57
		3. 可锻铸铁	57

4. 球墨铸铁	57	第三节 压缩机	123
5. 蠕墨铸铁	58	1. 压缩机应用与分类	124
第七节 有色金属及其合金	58	2. 离心式压缩机的结构及工作原理	124
1. 铝及其合金	58	3. 活塞式压缩机的结构及工作原理	128
2. 铜及其合金	59	4. 螺杆式压缩机的结构及工作原理	139
3. 铅及其合金	60	第四节 汽轮机	143
4. 钛及其合金	61	1. 汽轮机应用与分类	143
5. 镍及其合金	61	2. 汽轮机工作原理	145
知识要点	61	3. 汽轮机结构及系统组成	145
复习思考题	61	第五节 燃气轮机	147
第三章 机械传动基础	63	1. 燃气轮机的应用	147
第一节 机械摩擦、磨损及润滑	63	2. 燃气轮机的工作原理	147
1. 摩擦	63	3. 燃气轮机的结构及系统组成	148
2. 磨损	64	第六节 离心机	153
3. 润滑	65	1. 离心机工作原理	153
第二节 传动的分类和功用	68	2. 常见离心机分类	154
1. 传动的概念	68	3. 常见离心机的结构	154
2. 传动的功用及形式	68	第七节 搅拌机	164
3. 传动比和效率的概念	68	1. 搅拌机工作原理	165
4. 带传动	69	2. 搅拌机分类	165
5. 链传动	73	3. 搅拌机结构	168
6. 齿轮传动	75	知识要点	168
7. 蜗杆传动	77	复习思考题	169
8. 液压传动	78	第五章 化工设备基础	171
第三节 常用机械零件	79	第一节 压力容器及锅炉	171
1. 螺纹连接	80	1. 压力容器的基本结构	171
2. 键与键连接	85	2. 压力容器的分类	171
3. 销与销连接	87	3. 化工生产对化工设备的要求	173
4. 联轴器与离合器	87	4. 法兰连接	174
5. 弹簧	90	5. 容器附件	180
6. 轴承	91	6. 锅炉	186
知识要点	97	第二节 换热器	191
复习思考题	97	1. 换热设备的应用	191
第四章 化工机械基础	99	2. 换热设备的类型	191
第一节 常用化工用泵	99	3. 管壳式换热器的类型及特点	192
1. 化工用泵分类、要求及性能参数	99	4. 其他类型换热设备	194
2. 叶片式泵	101	第三节 塔设备	198
3. 容积式泵	109	1. 板式塔	198
4. 其他类型泵	114	2. 填料塔	201
第二节 风机	117	第四节 反应设备	205
1. 风机工作原理及分类	117	1. 固定床反应器	206
2. 离心式风机	117	2. 流化床反应器	207
3. 轴流式风机	120	3. 管式反应器	208
4. 罗茨鼓风机	122	4. 搅拌反应器	208

5. 裂解炉	212
第五节 化工管路与阀门	215
1. 化工管路	215
2. 阀门	218
知识要点	221
复习思考题	222
第六章 电工与仪表基础	223
第一节 直流电路基础知识	223
1. 电路的概念	223
2. 电路的基本物理量	223
3. 简单直流电路	225
4. 基尔霍夫定律	228
5. 电功率及电气设备额定值	230
6. 焦耳定律	230
7. 电容器	231
第二节 正弦交流电路基础知识	232
1. 正弦交流电的基本概念	232
2. 正弦交流电的主要参数	232
3. 三相交流电路	233
4. 三相异步电动机	234
第三节 安全用电与节约用电	235
1. 触电	235
2. 安全用电常识	236
3. 触电急救措施	236
4. 节约用电	236
第四节 常用测量仪表	237
1. 温度测量仪表	237
2. 压力测量仪表	239
3. 液位测量仪表	240
4. 流量测量仪表	242
5. 常用电工测量仪表	244
复习思考题	248

第七章 职业安全与环境保护	249
第一节 职业安全	249
1. 设备检修安全管理的意义	249
2. 职业安全规范	249
3. 事故预防	252
第二节 环境保护	256
1. 环境保护的意义	256
2. 环境保护的常识	257
知识要点	258
复习思考题	258
第八章 质量管理与相关法规	259
第一节 质量与质量管理	259
1. 质量	259
2. 质量管理	260
第二节 劳动法	263
1. 劳动法的概念	263
2. 劳动法的适用范围	263
3. 劳动者的权利和义务	263
第三节 合同法	264
1. 合同法的概念	264
2. 合同法的特征	264
3. 劳动合同	264
知识要点	266
复习思考题	267
附录	268
附录一 国际单位制与工程单位制的单位 换算表	268
附录二 化工常见气体的热力学特性表	269
附录三 化工机械相关英语词汇	270
参考文献	282

圖，器機空，業其互，料料提的益直變，器機與，器空更未空固下院用器技汽出
表外工外機之及門

绪 论

化学工业从 19 世纪初开始形成，并且是发展较快的一个工业部门。化学工业是属于知识和资金密集型的行业。随着科学技术的发展，它由最初只生产纯碱、硫酸等少数几种无机产品和主要从植物中提取茜素制成染料的有机产品，逐步发展为一个多行业、多品种的生产部门，出现了一大批综合利用资源和规模大型化的化工企业。现代化学工业涉及方方面面，从航天工业到人们日常生活的每个角落，都在使用化工产品。今天的世界和生活在现代社会中的人们，已经离不开化工了。如果没用了化工，现代社会将无法运转，陷于瘫痪。

1. 化学工业与过程工业、化工机械与过程机械

化学工业 (chemical industry) 又称化学加工工业，泛指生产过程中化学方法占主要地位的工业，是利用化学反应改变物质结构、成分、形态等生产化学产品的部门。基本化学工业包括无机酸、碱、盐、稀有元素等，广义的化工包含炼油、石油化工、轻化工、化肥、农药、医药原料、染料、涂料、橡胶、塑料、合成纤维以及各种精细化工行业。

化工机械是指使用于化工生产之中的各种机械。因此，化工机械是一个应用比较广泛的机械门类。

推而广之，在很多工业生产中，处理的物料是流动性物料（也称流程性物料），如气体、液体、粉体等；在生产过程中，要对原材料、中间产物进行输送，并使物料发生一系列化学、物理过程，在这些过程中改变物质的状态、结构、性质并得到最终产品；这种以流动性物料为主要处理对象、完成其生产过程的工业生产总称为过程工业。过程工业中进行的各种化学、物理过程往往在密闭状态下连续进行，几乎遍及所有现代工业生产领域，而化学工业是最传统、最典型的过程工业。化肥、石油化工、生物化工、煤化工、制药、农药、染料、食品、炼油、轻工、热电、核工业、公用工程、湿法冶金、环境保护等生产过程大多数是处理流动性物料，处理过程中几乎都包含改变物质的状态、结构、性质的生产过程。这些工业都属于过程工业。因此，化学工业与过程工业关系最为密切，其内涵互相包容得最多。过程工业的任何一个生产装置都需要使用多种机器、设备和管道，如各种类型的压缩机、泵、换热设备、反应设备、塔设备、干燥设备、分离设备、储罐、炉窑、管子、管件等，以完成生产过程中的各种化学反应、热交换、不同成分的分离、各种原料（包括中间产物）的传输、气体压缩、原料和产品的储存等，这些设备几乎也就是化工设备。因此，化工机械与过程机械也是关系最为密切，其内涵互相包容得最多。

2. 化工生产与化工机械

化工生产要在一定条件下进行，不管其生产过程相对简单还是复杂，都需要在一定的“设备”或由设备组成的“装置”中进行，就像化学实验要在试管、烧杯等玻璃器皿中进行，或在这些器皿组成的实验装置中进行一样。例如，合成氨生产中，由天然气（或石脑油、重油）为原料经裂解等反应得到 H_2 、 CO 等混合物料，但氨 (NH_3) 的合成需要高纯度的 H_2 ，实际生产中是经过“变换”反应，将 CO 和加入的水蒸气变成 CO_2 和 H_2 ，再经过“脱碳”，将 CO_2 分离掉。图 0-1 是 CO 变换工艺流程，图 0-2 是脱碳工艺流程。由图可见，该

生产过程用到了固定床反应器、换热器、变直径的填料塔，还有泵、空气冷却器、管路、阀门及多种化工仪表。

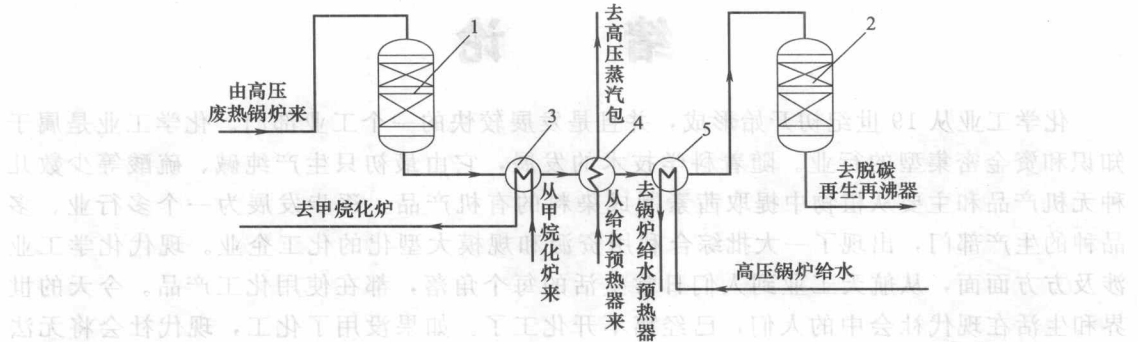


图 0-1 CO 变换工艺流程

1—高温 CO 变换炉；2—低温 CO 变换炉；3—甲烷化炉调整加热器；4,5—高压 BFW 预热器

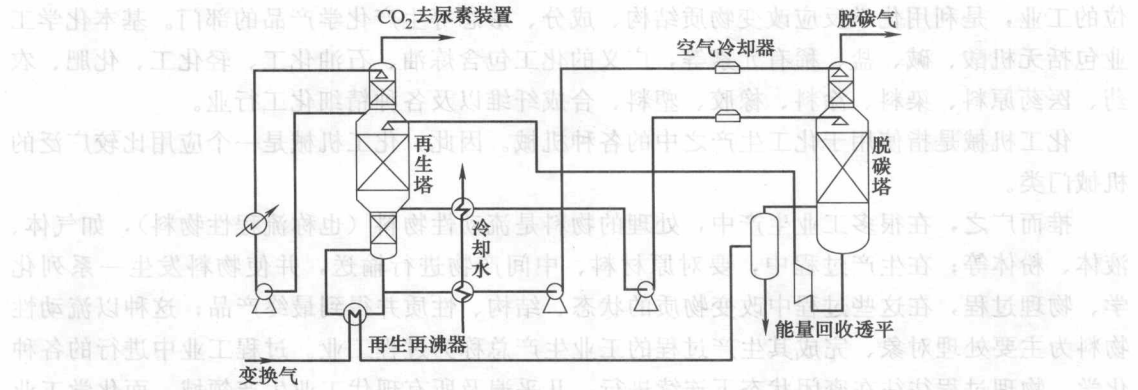


图 0-2 脱碳工艺流程

图 0-3 是管式炉乙烷裂解制乙烯生产流程。乙烯是重要的石油化工基础原料，主要用于生产聚乙烯、聚氯乙烯、苯乙烯、乙丙橡胶、乙醇、乙醛、环氧乙烷、乙二醇等。

原料乙烷和循环乙烷经热水预热后，到裂解炉对流层，加入一定比例的稀释蒸汽进一步预热，然后进入裂解炉辐射段裂解，裂解气到余热锅炉迅速冷却，再进入骤冷塔进一步冷却，其中水和重质成分冷凝成液体从塔底分出。冷却后的裂解气经离心式压缩机一、二、三段压缩，送碱洗塔除去酸性气体，再进乙炔转换塔除去乙炔，然后经压缩机四段增压后到干燥塔除去水分，接下来到乙烯/丙烯冷冻系统，烃类物质降温冷凝，分出氢气。冷凝液先分出甲烷，再在碳二分馏塔得乙烯产品，乙烷循环使用。碳三以上成为燃料。流程中使用的机器有离心式压缩机，设备有裂解炉、余热锅炉和各种塔。所有机器、设备之间全部用管子、管件、阀门等连接。

随着工业的发展，工业生产产生的废气、废液、废渣越来越多，严重污染人类的生存环境。“三废”治理已越来越引起人们的广泛重视，已经逐步与主产品生产放到同等的重要位置。其中很多治理过程也往往是流程性的。图 0-4 是从废有机氯化物中盐酸的回收流程。整个工艺包括燃烧、急冷、吸收和除害等工序。所用的设备主要是燃烧炉、塔设备、换热设备、泵和管路阀门。

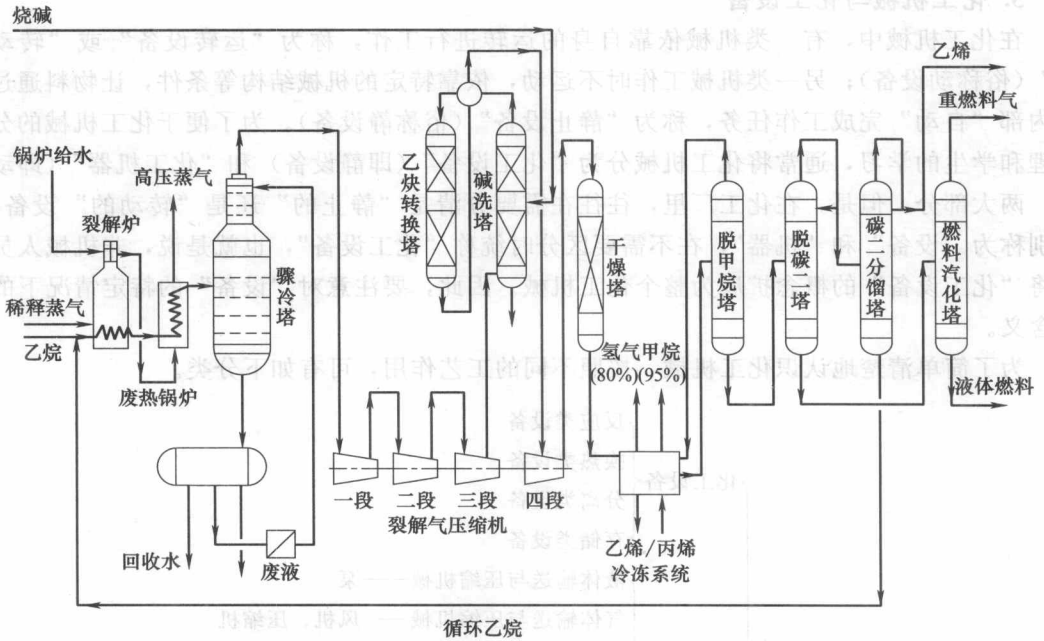


图 0-3 管式炉乙烷裂解制乙烯生产流程

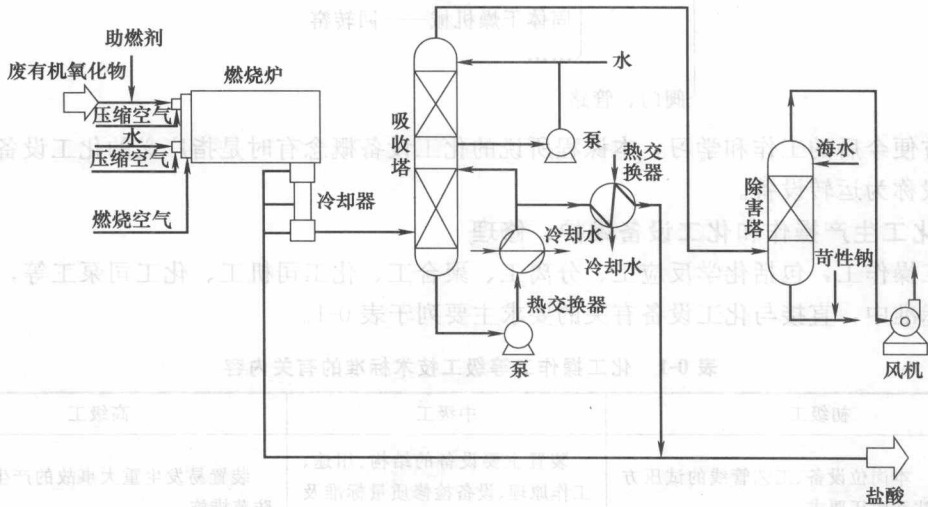


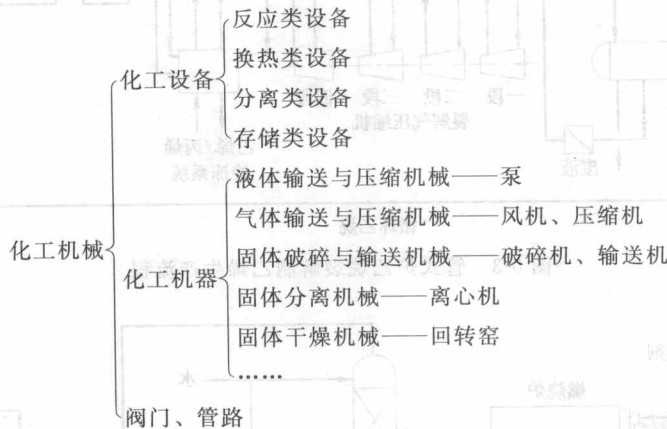
图 0-4 废有机氯化物中盐酸的回收流程

化工机械是以上举例和没有举例的各种化工生产中使用的各种机械设备的统称。可见，化工生产离不开化工机械，化工机械是为化工生产服务的。现代化工生产追求安全、稳定、长周期、满负荷运行，并优化生产组合和产品结构，这就需要化工工艺和化工机械之间很好地配合，当然，还有仪表控制在内。历史经验证明，新的化工工艺过程需要有性能优良的化工机械与之配合；反之，化工机械领域新的突破，能够促使化工生产跨上新台阶，出现新飞跃。为了密切配合，确保化工生产的“安、稳、长、满、优”，工艺人员必须具有一定的化工机械方面的知识和能力，同样，机械人员也需要具有一定的化工工艺过程的实际知识。

3. 化工机械与化工设备

在化工机械中，有一类机械依靠自身的运转进行工作，称为“运转设备”或“转动设备”（俗称动设备）；另一类机械工作时不运动，依靠特定的机械结构等条件，让物料通过机械内部“自动”完成工作任务，称为“静止设备”（俗称静设备）。为了便于化工机械的分类管理和学生的学习，通常将化工机械分为“化工设备”（即静设备）和“化工机器”（即动设备）两大部分。但是，在化工厂里，往往在需要分清是“静止的”还是“转动的”设备时，分别称为“设备”和“机器”，在不需要区分时统称“化工设备”，也就是说，非机械人员往往将“化工设备”的概念扩展为整个化工机械。因此，要注意对“设备”的特定情况下的特定含义。

为了简单清楚地认识化工机械，按照不同的工艺作用，可有如下分类。



为方便今后的工作和学习，本课程所说的化工设备概念有时是指广义的化工设备；化工机器一般称为运转设备。

4. 化工生产操作和化工设备维护、修理

化工操作工，包括化学反应工、分离工、聚合工、化工司机工、化工司泵工等，其等级工技术标准中，直接与化工设备有关的要求主要列于表 0-1。

表 0-1 化工操作工等级工技术标准的有关内容

	初级工	中级工	高级工
应 知	本岗位设备、工艺管线的试压方法和耐压要求	装置主要设备的结构、用途、工作原理、设备检修质量标准及验收要求	装置易发生重大事故的产生原因和防范措施
	本岗位设备、工艺管线的开、停车安全置换知识和规定	装置主要设备、工艺管线的大修安全知识和规定	装置的全部设备的结构、性能及安装技术要求 装置的仪表、反应设备、机泵选用原则和技术要求 装置的大修、停车、置换方案和大修计划修订要求
	本岗位有关安全技术、消防、环保知识和规定	装置一般生产管理知识(全面质量管理、经济核算等)	装置的有关生产技术管理的知识(全面质量管理、经济活动分析、技术管理知识)

续表

	初级工	中级工	高级工
应 会	能及时处理本岗位事故,会紧急处理本岗位停水、电、汽、风等故障	组织处理装置多岗位事故,并能作出分析和提出防范措施	组织处理现场事故和技术分析
	会正确进行本岗位的设备清洗、防冻、试压、试漏等工作 会维护和保管本岗位设备,确保生产安全进行	组织装置大修后主要设备的质量验收和仪表检修安装后使用验收	提出装置的大修内容和改进方案
	熟练使用安全、消防急救器材	组织装置主要设备检修前的准备工作 组织装置主要设备、管线大修前后的安全检查	组织装置大修前后的安全检查和落实安全措施
		具有对初级工传授技能的能力	具有对中级工传授技能的能力
		绘画装置多岗位带控制点的工艺流程图,识工艺管线施工图	绘画压缩机装配图、管线施工图

对于机、泵岗位的操作工(指压缩机、泵等运转设备),还有相应的零配件、轴承、润滑等知识。仔细分析,等级工标准中与设备有关的约占50%,而且中、高级工标准中对设备方面的要求的比例更大,表中没有列出的其他条目,大多数与化工设备间接有关。由此可知:化工工艺和化工设备是紧密联系的,化工生产操作的好坏是和化工设备的状态无法分开的。结论是:在化工生产操作中做好设备的维护管理确实非常重要,否则,难保不出事故。请看一例:某厂聚丙烯车间,用注射泵从储罐往外输送甲醇,随着液面的下降,卧式储罐变瘪而报废。这件事故的原因是操作工在启动泵之前没有打开往罐内补氮气的阀,在运行中也没有检查罐内的压力,致使抽成负压,设备变形而报废。

很明显,该操作工缺乏设备维护意识,只是简单地考虑开泵送液这个工艺要求,而且,责任心也差,既违反操作规程,又缺少巡回检查。

在化工生产厂,设备经过检修,经检验合格交付使用后,其使用过程包括以下几个步骤。

- 启动(开车):开车前准备,严格执行开车程序。
- 正常运行维护。
- 异常情况处理:对某种异常的现象进行原因分析和处理。
- 停车:正常停车;紧急停车(包括紧急全面停车和紧急局部停车);停车后保护。

另外,要特别注意特殊设备的启动开车安全守则及注意事项;还有冷天(冬季)的防冻要求等等。

在以上这些使用过程中,操作和操作维护及维修始终是连在一起,密不可分的。所以,要生产,要操作,就要了解设备、懂得设备;要操作得好,就要维护好设备、维修好设备。“安、稳、长、满、优”是很多现代化工企业追求的生产运行目标,实现这一目标的基础在于坚持优良的工艺操作和优良的设备维护与维修。可以说工艺人员的任务是使用和维护设备,机械人员的任务是维护和修理设备。所以,无论是工艺人员还是机械人员,学好本课程都是非常重要的,是胜任化工职业技术人才工作的基础之一,也是从胜任化工职业技术人才工作出发,进而向高技能人才、技术创新型人才、技术管理型人才迈进的起点。

5. 学习化工机械设备及检修课程的目标与注意事项

① 化工生产离不开化工机械，化工厂的工艺人员和检修人员都必须具有一定的化工机械设备知识和能力，与机械工作人员有共同语言，以便更好地开展工作和协调合作。

② 本教材主要以化工检修岗位职工培训应当涉及的知识为线索进行内容编排，故同时适用于职业院校以胜任化工检修岗位工作为目标或工作起点的学生进行学习，以及以胜任化工生产操作岗位工作为目标或工作起点的学生进行学习，当然，对于这部分学生，可以有选择性地学习部分内容，或有部分内容可以作为阅读性内容，扩展知识面即可。

③ 课程学习中，尽可能结合化工实际，结合已具有的工业和机械知识，结合化工认识实习、化工单元操作课程等，结合参观与实物、模型，注意实际效果，注意实际能力的提高。

④ 可灵活安排学习内容，不追求系统完整，重点学习和扩展知识结构相结合。

第一章 识图与公差配合

本章主要介绍机械制图、公差配合相关的基础知识，为后续内容的学习打下一定的基础。

第一节 制图的基本知识

在工程实践中，无论是设备安装、检修还是使用机器和设备，都离不开机械图样，能够识读各种常用的机械设备图样，是设备检修人员的基本功。

1. 图纸幅面及格式 (GB/T 14689—1993)

为了合理使用图纸和便于装订保管，国家标准《技术制图》对图纸幅面尺寸和图框格式做了统一规定。

(1) 图纸幅面

图纸幅面指的是图纸宽度与长度组成的图面。绘制技术图样时应优先采用表 1-1 推荐的 A0、A1、A2、A3、A4 五种规格尺寸，必要时可以沿长边加长。

表 1-1 图纸幅面

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

其中 A1 是 A0 的一半（以长边对折裁开），其余后一号是前一号幅面的一半，一张 A0 图纸可裁 $2n$ 张 n 号图纸。绘图时图纸可以横放或竖放。

(2) 图框格式

图纸上面限定绘图区域的边框称为图框。图框用粗实线画出。图样必须绘制在图框内，按表 1-1 所示尺寸绘制图框，如图 1-1 所示。 a 为左边框线与图纸边界的距离， c 为上边、下边、右边与图纸边界的距离。不需要装订的图样，图框的上下左右与图纸的边界都一样，按表 1-1 中 e 尺寸绘制图框。图 1-1 (a)、(b) 为留装订边的，图 1-1 (c)、(d) 为不留装订边的。

(3) 标题栏

标题栏是由名称、代号区、签字区、更改区和其他区域组成的栏目。标题栏的基本要求、内容、尺寸和格式在国家标准 GB/T 10609.1—1989《技术制图标题栏》中有详细规定。许多单位亦有自己的格式。标题栏位于图纸右下角，底边与下图框线重合，右边与右图框线重合，如图 1-1 所示。

2. 比例 (GB/T 14690—1993)

图中所画机件要素（零件或装配体）的线性尺寸与实际尺寸之比，称为比例，如图 1-2 所示。

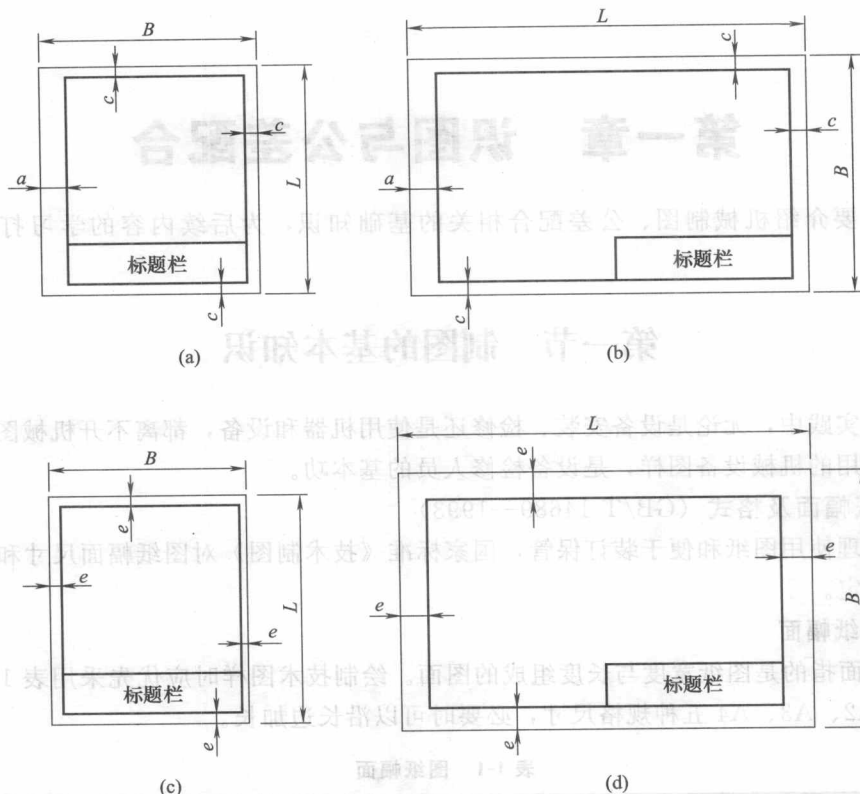


图 1-1 图框格式

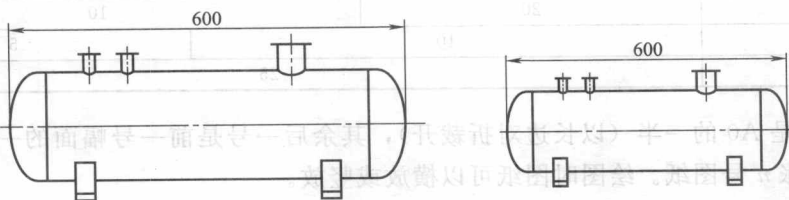


图 1-2 用不同比例画出的图形

绘制图样时，一般应采用表 1-2 中规定的比例。绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题的比例一栏中填写。为了反映机件的真实大小和便于绘图，尽可能选用 1:1 的比例。

表 1-2 比例系列

种类	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	1:1	
缩小比例	1:2 1:5 1:10 1:2×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ 1:1×10 ⁿ	1:1.5 1:2.5 1:3 1:1.5×10 ⁿ 1:2.5×10 ⁿ 1:3×10 ⁿ 1:4 1:6 1:4×10 ⁿ 1:6×10 ⁿ
放大比例	5:1 2:1 5×10 ⁿ :1 2×10 ⁿ :1 1×10 ⁿ :1	4:1 2.5:1 4×10 ⁿ :1 2.5×10 ⁿ :1

注：n 为正整数。

3. 字体 (GB/T 14691—1993)

图样中书写的汉字、数字、字母必须做到：字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均

匀。字体的号数（用 h 表示），即字体的高度（单位为 mm）分别为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 八种，字体宽度约为字高的 $2/3$ 。汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布使用的汉字。书写时应做到：横平竖直、起落露锋、结构均匀、写满方格，汉字的高度 h 不应小于 3.5mm。如图 1-3 所示。

横平竖直、注意起落
结构匀称、填满方格

图 1-3 长仿宋体汉字字体示例

字母和数字均可写成正体和斜体，斜体字的字头向右倾斜，与水平基准线成 75° ，图样上一般采用斜体。图 1-4 所示为斜体字母和数字的示例。

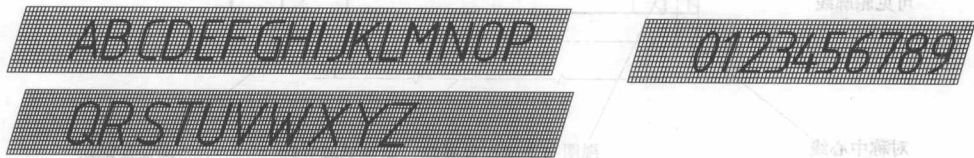


图 1-4 斜体字母和数字的示例

4. 图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

(1) 图线型式及应用

设备的图样是用各种不同粗细和线型的图线画成的。不同的线型有不同的用途，表 1-3 介绍了国家规定的七种图线的应用。

表 1-3 常见的图线及应用

图线名称	线型	图线宽度	一般应用
粗实线		b	可见轮廓线, 可见过渡线
细实线		$b/3$	尺寸线及尺寸界线, 剖面线, 重合断面轮廓线, 螺纹牙底线及齿轮的齿根线
波浪线		$b/3$	断裂处的边界线, 视图和剖视的分界线
双折线		$b/3$	断裂处的边界线
虚线		$b/3$	不可见过渡线, 不可见轮廓线
细点画线		$b/3$	轴线, 对称中心线, 轨迹线, 节圆及节线
双点画线		$b/3$	相邻辅助零件的轮廓线, 极限位置的轮廓线, 坯料的轮廓线

(2) 图线的画法

绘制图线时应根据图形的大小、复杂程度以及图的复制条件，在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 的范围内选用粗实线的宽度。在同一张图样上绘制图形，同类图线的粗细应保持基本一致，虚线、点画线及双点画线的线段长短和间距大小也应各自大致相等，图 1-5 是一图线的画法的示例。

5. 尺寸标注 (GB/T 16675.2—1996)

视图表达了物体的形状，而形体的真实大小是由图样上所注的尺寸来确定的。

任何物体都具有长、宽、高三个方向的尺寸。在视图上标注基本几何体的尺寸时，应将三个方向的尺寸标注齐全。但是，每个尺寸只在图上注写一次。

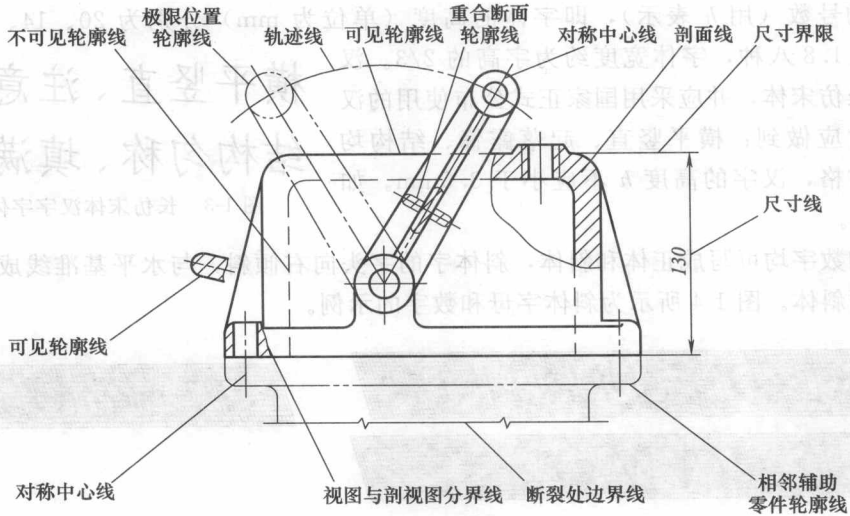


图 1-5 线型应用示例

平面立体的尺寸标注如图 1-6 所示。

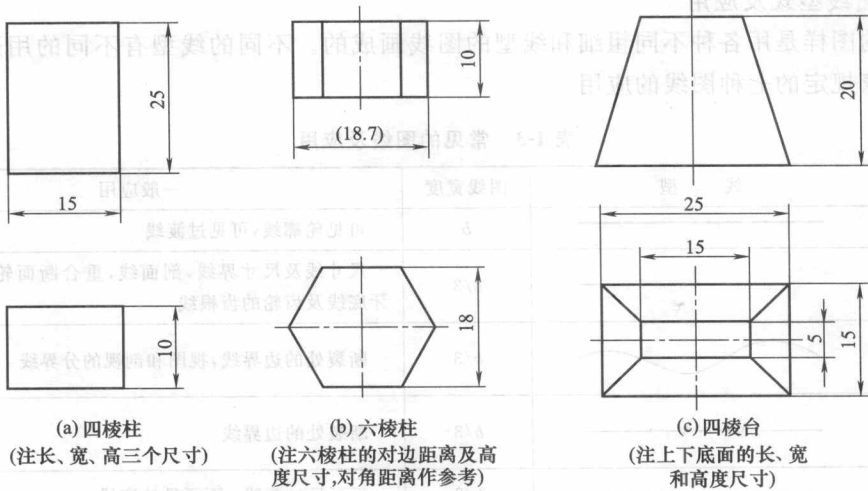


图 1-6 平面立体尺寸标注

曲面立体尺寸标注如图 1-7 所示。

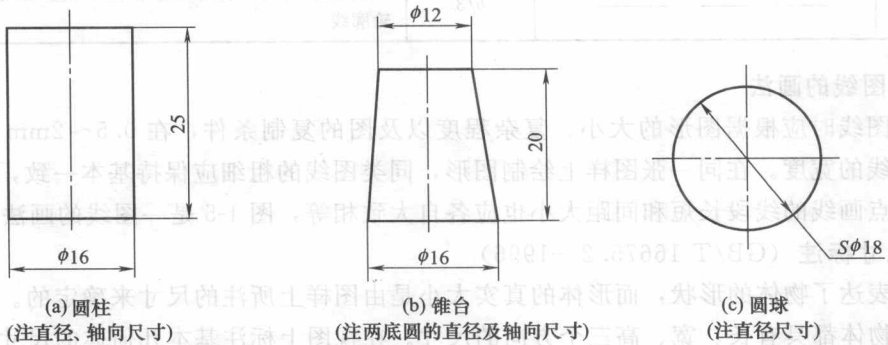


图 1-7 曲面立体尺寸标注