

中等专业学校教材



化工原理课程设计

汤金石 编

化学工业出版社

中等专业学校教材

化工原理课程设计

汤金石 编

化学工业出版社

内 容 提 要

为进一步推进教学改革的发展，化工部化工中专化工原理课程教材编审委员会组织编写了本教材。

本教材共分十章，比较系统地讲述了化工原理课程设计的教学内容，主要包括绪论、化工设计、化工计算基础、化工原理课程设计、定型设备的选用、化工管路设计、换热设备设计、蒸发设计、吸收装置设计、精馏装置设计、干燥装置设计等章，书后附录列出了四十条设计过程中常用的数据图表。

本教材可作为开设化工原理课程设计课程的全专业的教学用书，也可供新走上设计工作岗位的技术人员作为入门的阅读资料。

中等专业学校教材
化工原理课程设计
汤金石 编

责任编辑：徐世峰
封面设计：任 辉

化学工业出版社出版
(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

开本787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张22插页2 字数557千字
1990年6月第1版 1990年6月北京第1次印刷

印 数 1—14,000

ISBN 7-5025-0707-8/G·186(课)

定 价3.95元

说 明

1981年5月,作者受化工部化工中专化工原理教材编审委员会(以下简称“编委会”)的委托,编写《化工原理课程设计参考资料》,于1982年12月铅印成册,在全国化工中专校际间交流使用,对各校恢复和加强化工原理课程设计起了一定的作用。随着化工中专教学改革的深入进行,化工原理课程设计的课题越来越多、内容越来越丰富。为满足不同课题设计的需要,从1983年开始,作者又先后编出《列管换热器设计》、《浮阀精馏塔设计》、《蒸发设计》等单元操作设计参考资料,在内部交流使用。在此期间,兄弟学校同行们对资料的选材、课题的设置等方面都提出了很多宝贵意见,并提供了不少原始材料,使所编资料日趋完善。1985年后,“编委会”组织制定了《化工原理课程设计教学大纲》,并对上述各资料组织了多次评审。作者根据大纲要求和审稿意见,在试用过程中对资料进行了反复的修改和补充,汇集成一册。1987年11月经“编委会”再次审稿后确定书名为:《化工原理课程设计教材》,经化工出版社审定同意出版发行。可以说,本教材的问世,既是多年来作者从事《化工原理课程设计》教学工作的总结,也是各兄弟学校同行们共同劳动的结晶。

《化工原理》是化工学校各专业的一门重要技术基础课。长期以来,教学计划均将课程设计作为完成本课程教学任务的一个重要的实践性教学环节,它对确保本课程的教学质量,培养和提高学生从事化学工程技术工作的能力起了重要作用。

近年来,国家教委职教司、化工部教育司多次明确指出,中专教学改革的重点是加强实践性教学环节,着重培养从事技术工作的能力。为此,不少学校已将课程设计单独记分考核,并逐步过渡到单独设课。本教材正是为了满足《化工原理课程设计》课程的教学要求而出版的。无疑,它对于仍将课程设计作为《化工原理》课程一个教学环节的学校也同样适用。

《化工原理课程设计》的教学目的主要是培养学生从事工程设计工作的能力,教学过程的重点是:学生在教师指导下独立完成一个课题的设计。课堂讲授的时间不宜过多,以占整个课程教学时数的20~30%为宜。本教材的第一~四章为不同课题通用的课堂讲授内容,第五~十章为常见化工单元操作设计,教师可根据设计课题的具体内容进行选讲,大部分应由学生自己阅读。

第五~十章是对学生进行相关课题设计的技术性指导,告诉学生完成化工单元操作设计的基本原则和要求,并提供必要的数据、资料,使学生掌握进行课程设计的一般程序和方法。实践证明,从事化工设计的基本技能只能通过学生自己的实践才能真正获取。所以,本书设有介绍设计示例。

目前,已公开出版发行的化工设计资料、手册种类很多,而各学校现有的图书资料则很有限,一般均无法满足设计需要。为此,本教材的附录仍针对课程设计的需要摘编了部分物性数据和有关参数。

应用型技术人员的工作岗位在生产现场,所从事的主要是常规技术工作。为此,本教材所涉及的主要是化工设计常规。其内容不仅适合化工工艺、化工机械、化学工程、造纸、制

糖、酿造、染整等专业的中专学生使用，也可供电大、职大及相关专业的专科学生使用。对于化工企业现场技术人员也有一定的参考价值。

本书在编写和试用过程中，先后得到广西化校、福建化校、泸州化校、广州化校、南京化校、上海化校、陕西化校、杭州化校、北京化校等兄弟学校同行的大力支持和帮助，华南理工大学、成都科技大学赠阅的《化工原理课程设计参考资料》对作者的启发、帮助很大。借此机会，特向以上各校的前辈和同行们表示衷心感谢。

限于作者水平，书中错误及不妥之处定将不少，敬希读者批评、指正。

汤金石

1989.1.于株洲

目 录

绪论	1
第一章 化工设计	7
第一节 基本概念	7
第二节 化工设计的几个阶段	8
第三节 化工工艺设计	9
第四节 设计中的制图规则	10
一、生产流程图的绘制规范	10
二、设备配置图的绘制规范	15
三、设备装配图的绘制规范	16
四、管道配置图的绘制规范	17
第二章 化工计算基础	19
第一节 概述	19
第二节 物性数据的搜集与整理	19
第三节 物性数据的估算	20
一、理想气体的 $p-V-T$ 关系	20
二、临界常数的计算	21
三、蒸汽压的计算	23
四、热容的计算	24
五、汽化潜热的计算	26
六、焓值计算	27
第四节 混合物物性的计算	28
第五节 物料衡算	32
第六节 热量衡算	36
第三章 化工原理课程设计	42
第一节 课程设计的对象与内容	42
第二节 化工原理课程设计的进行	42
第三节 设计方案的确定	44
第四节 设计参数的调整	47
第五节 设计过程中的分析、论证	47
第六节 设计说明书的编制	49
第七节 课程设计图纸	50
第八节 设计成果的评价	52
第四章 定型设备的选用	53
第一节 泵的选择	53

第二节	风机的选用	54
第三节	换热器的选型	57
第四节	化工容器规范	67
第五章	化工管路设计	83
第一节	管路设计的内容与方法	83
第二节	管子	83
第三节	管道附件	86
第四节	测量仪表	94
第五节	管道计算	100
第六节	管道保温	101
第七节	管路布置	103
第八节	课程设计任务书选	109
第六章	换热设备设计	111
第一节	概述	111
第二节	列管换热器设计概论	114
第三节	列管换热器的工艺设计	116
第四节	列管换热器的结构设计	138
第五节	列管换热器的装配图	153
第六节	设计中应考虑的两个问题	155
第七节	冷凝器的设计计算	161
第八节	课程设计任务书选	163
第七章	蒸发设计	165
第一节	概述	165
第二节	设计任务的确定	166
第三节	蒸发流程	167
第四节	蒸发器的类型及其选择	168
第五节	传热系数 K 的计算与经验值	170
第六节	工艺计算中的几个问题	172
第七节	蒸发装置的热能利用	179
第八节	物流图与热流图	182
第九节	蒸发器工艺尺寸的确定	185
第十节	辅助设备的选择	188
第十一节	典型蒸发器工艺条件图	193
第十二节	课程设计任务书选	198
第八章	吸收装置设计	200
第一节	概述	200
第二节	设计任务的确定	201
第三节	吸收流程	202
第四节	吸收剂的选择	204

第五节	填料	205
第六节	填料塔工艺计算过程中应注意的几个问题	209
第七节	填料塔工艺尺寸的确定	222
第八节	输送机械功率的计算及设备选型	225
第九节	附属设备的选择	226
第十节	填料塔结构图	230
第十一节	课程设计任务书选	230
第九章	精馏装置设计	234
第一节	概述	234
第二节	板式精馏塔设计中的几个基本问题	235
第三节	浮阀精馏塔工艺设计的基本程序与要点	244
第四节	浮阀塔工艺尺寸的计算	251
第五节	浮阀塔操作负荷性能图	261
第六节	精馏装置辅助设备选型	268
第七节	浮阀塔板计算示例	269
第八节	浮阀塔装配图	275
第九节	课程设计任务书选	275
第十章	干燥装置的设计	278
第一节	概述	278
第二节	干燥流程与设计方案的确定	278
第三节	干燥器的分类与选型	280
第四节	干燥过程的工艺计算	285
第五节	干燥器操作条件的确定	289
第六节	气流干燥器工艺尺寸的确定	291
第七节	转筒干燥器工艺尺寸的确定	294
第八节	旋风分离器的选择	296
第九节	袋滤器的选用	299
第十节	课程设计任务书选	300
附录:		304
一、	法定计量单位	304
二、	常用单位制及其换算表	306
三、	通用气体常数	307
四、	常见无机物、有机物的热容方程	307
五、	常压下 $0 \sim t$ °C 的气体平均定压热容	309
六、	烟气的热物理性质	309
七、	常见气体的热物理性质	310
八、	干空气的热物理性质	311
九、	干饱和水蒸气的热物理性质	312
十、	氨的平衡溶解度	313

十一、二氧化硫的平衡溶解度	314
十二、常压下CO ₂ 在水中的溶解度	314
十三、不同压力下CO ₂ 在水中的溶解度	315
十四、Cl ₂ 在水中的溶解度	315
十五、氢氧化钠溶液的相对密度	316
十六、乙醇-水溶液的密度	317
十七、乙醇-水混合蒸汽在沸腾温度下的密度	317
十八、氢氧化钠溶液的粘度	317
十九、乙醇-水溶液的粘度	318
二十、乙醇-水溶液的比热	318
二十一、乙醇-水溶液的热焓	319
二十二、某些双组分混合液的汽液平衡数据	319
二十三、糖汁的有关性质	320
二十四、各种常用材质管道内壁绝对平均粗糙度	321
二十五、管壳式换热器的传热系数	321
二十六、管子规格	322
二十七、泵规格	324
二十八、风机规格	328
二十九、列管式热交换器系列标准	329
三十、液体粘度和20℃时的密度	331
三十一、常压下气体的粘度	333
三十二、液体比热列线图	334
三十三、气体比热列线图	336
三十四、液体汽化潜热列线图	337
三十五、冷凝器规格表	338
三十六、管子在管板上排列的数目	340
三十七、以内径为公称直径的椭圆形封头尺寸	341
三十八、单流型塔板系列参数	342
三十九、双流型塔板系列参数	343
四十、小直径塔板参数表	344

绪 论

一、课程的性质、内容与任务

《化工原理》所研究的是化学工业生产过程中带共性的几个基本过程（单元操作）的基本原理、基本规律及常用设备的结构、性能和设计计算方法。因此，它是一门讲授原理与设备的技术基础课。而要培养合格的应用型技术人才，不仅要向学生传授这些技术知识，更重要的是要使学生学会如何运用这些知识去解决工程实际问题。实践证明，学生从接受技术知识到运用知识来解决工程实际问题，必须经过反复的锻炼和实践。实验、习题、实习、设计均是工科学生运用基础理论知识解决工程实际问题的有效实践过程。化工原理课程设计是化工类各专业学生运用自己已学课程的知识来解决常规化工设计中的实际问题的一次很好的、全面的锻炼过程。从事常规技术工作的能力主要包括：综合知识的能力、运用知识解决工程实际的能力、全面分析问题的能力等。

设计离不开计算，但课程设计并不等于做习题。二者间最显著的不同有两点：

1. 课程设计不仅要进行一系列的计算，而且要确定工艺流程；确定保证过程正常进行的措施；确定对过程进行检查和调节的方法。此外，还须对设备的结构进行安排和计算，并用工整的图形将这些结果表达出来。设计的全过程是一个进行充分分析、论证的过程，设计结束，要编写出有计算、有论述的技术文件——设计说明书。

2. 设计任务书所提供的数据与习题相比是不充分、不完全的，某些数据要设计者自己确定，或由设计者通过查资料、手册而获取，有些甚至要通过实验或生产实践去测定。这些数据是不能随意选取的，必须运用设计者已有的各项知识（包括生产实践知识），经过详细的、周密的分析、论证，进行筛选后才能最后确定。《化工原理课程设计》的教学目的之一就是训练学生获取查阅资料、筛选数据的基本技能。

工程技术观念的建立和培养，也是本课程的重要教学目的之一。课堂讲授，可以使学生了解什么是工程技术观念。而怎样从工程技术观点出发来考虑和处理工程实际问题，则只有通过自己动手完成一个课题的设计实践才能真正掌握。

本课程教学的中心环节是：学生在教师指导下独立完成一个课题的设计。设计的实践，可使学生获得如下几方面的锻炼和提高：

- (1) 学会从资料、手册中查找有关的计算公式和数据；
- (2) 学习确定和评价化工单元操作工艺流程及保证过程实现的措施；
- (3) 进行一系列的、转为全面的化工工艺过程的计算，并通过准确、严密的分析、论证，表达出自己的设计思想；
- (4) 能根据工艺计算的结果确定设备的结构尺寸及进行有关附属设备的选型；
- (5) 能根据自己对设备结构的安排和计算结果，对设备内所进行的过程进行流体力学条件的校核；
- (6) 能从理论上的正确性、技术上的可能性和经济上的合理性等方面对设计成果进行可行性和先进性的评价；

(7) 学习绘制工艺流程图、设备的工艺条件图及简单设备的结构图；

(8) 学习编写设计说明书。

二、化工生产工艺过程

任何一个化工产品都是用二种或二种以上的原料通过一个或多个不同的化学反应及一系列的前、后处理而得到。由于原料来源广泛，所以化工产品种类繁多，加工过程也复杂多样。但是，在众多的生产过程中，除化学反应外，其余步骤均可归纳为若干种基本的过程。如流体输送、沉降、过滤、换热、蒸发、吸收、蒸馏、干燥等。这些过程的共同特征是：没有复杂的化学反应，一般可视为纯物理过程。常统称为化工单元操作。《化工原理课程设计》所讨论的正是这些单元操作过程的设计。

化工产品生产工艺过程中的任何一个单元操作都不是孤立的，而与前、后单元操作紧密相关。设计者在进行某一单元操作设计时，应了解此单元操作在全过程中的作用、地位及该产品生产过程的的基本特征。

化工产品的生产过程常按其操作特征分为间歇、连续和半间歇三种，也可根据过程的情况分为稳态操作和非稳态操作。

1. 间歇过程

生产操作开始时将物料一次投入系统，待操作过程结束后，立即将产品一次取出。在投料与出料之间，系统内外无物料量的交换。

2. 连续过程

进料、出料连续不断地流过生产装置，进、出物料量相等。

3. 半间歇过程

操作过程一次投料，而连续不断地出料；或连续不断地加料，而在操作一定时间后一次出料。半间歇过程又常归入间歇过程。

如果在生产过程中的固定位置处，所有参数（温度、压力、流量等）不随时间而变（或除少数变量有轻微波动外，大部分变量稳定），此种过程称为稳态操作，否则就称为非稳态操作。一般说来，间歇或半间歇过程为非稳态操作；连续过程则可以是稳态操作，也可以是非稳态操作。通常，连续过程的开车、停车或发生操作故障时为非稳态操作。

实际化工生产过程一般均为连续的稳态操作过程。《化工原理课程设计》只讨论连续的稳态单元操作。

合成氨生产工艺是化工生产中常见的、典型的生产工艺过程之一，主要由四个步骤组成。

1. 原料气的制备

如利用固体燃料（焦炭或煤）的燃烧将水蒸汽分解，并将空气中的氧与焦炭（或煤）反应而制得氮气、氢气、一氧化碳、二氧化碳等气体的混合物，称为半水煤气。

2. 原料气的净化

无论通过什么途径制备的原料气，其中除含有合成氨所需要的氮、氢气体外，还含有一定量的硫化物（包括硫化氢、各种有机硫如COS、CS₂等）、二氧化碳、一氧化碳等气体杂质以及一定数量的灰尘、焦油等固体、液体杂质，对这些杂质必须采取有效措施进行清除，称为原料气的净化。

3. 氨的合成

经过前面两个阶段之后，原料气成为比较纯净的氮氢混合气，将混合气中的氢、氮比控制为3:1，经加压后送入氨合成塔合成。

4. 压缩工段

在上述三个阶段中，由于工艺要求的操作压力各不相同，因此，合成氨厂还设置有一个压缩工段，由多段（一般为5~6段）压缩机将各段气体按不同要求压缩到应有压力。

为了获取所需要的产品，由合成塔出来的氨气还须经液化、分离及进一步的加工处理，常称为后处理。合成之前的原料气制备及净化则称为前处理。

《化工原理课程设计》所研究的正是这些前后处理阶段中的某一主体设备及相关辅助设备与连接管路的设计计算。如原料气净化过程中的脱硫工序。

图0-1所示为一氨水中和法脱硫流程。含硫半水煤气经罗茨鼓风机送入脱硫塔下部，与由塔顶喷下的稀氨水充分接触以吸收硫化氢；脱硫后的气体又送入清洗塔，用清水喷淋以洗涤回收其中的氨；清洗塔底引出的稀氨水又可用作脱硫塔的喷淋液；清洗塔顶引出的气体经气液分离器后送去压缩机。从合成氨厂各工段回收的稀氨水配制成一定浓度后，用泵打入脱硫塔。脱硫塔底部引出的吸收了硫化氢后的废氨水可放入指定贮槽供农业或其它用。

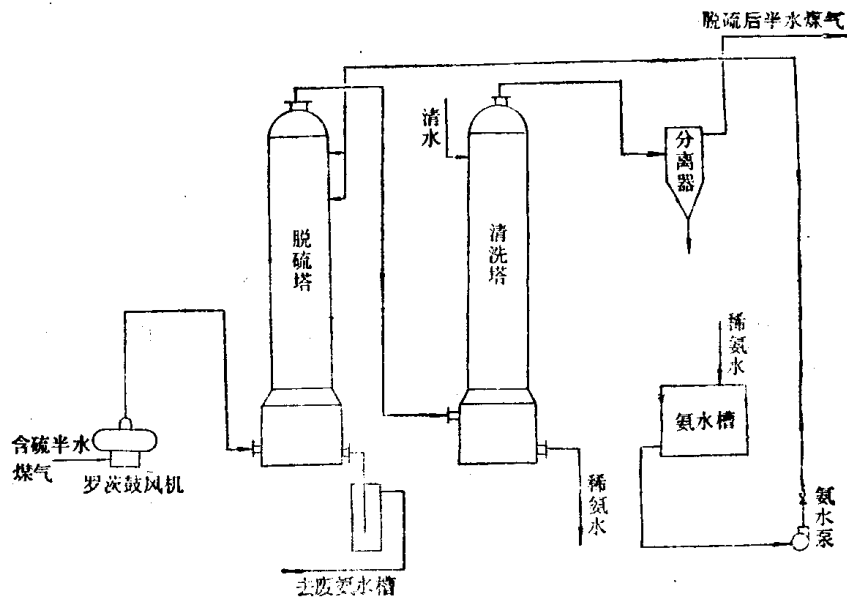


图 0-1 氨水中和法脱硫流程

上述流程中的脱硫塔、清洗塔均为物理吸收装置，可选为课程设计中的主体设备设计对象。然而，为了完成脱硫或清洗操作，仅有一个脱硫塔或清洗塔是不行的，还必须有风机、贮槽、泵、气液分离器、管道、阀门等一系列装置和构件同时工作才可达预期目的，这些装置和构件均属课程设计中的辅助装置设计内容。

必须指出的是：本课程所阐述的是单元操作设备的常规设计方法。所谓“常规”是指方法简单、适用，并为现场技术人员广泛采用。这里没有深奥的理论和复杂的数学运算，但有大量的实际生产经验总结。人们通过长期的生产实践所归纳出的常规设计步骤和方法正是本课程所要求掌握的基本知识。

三、设计参数

课程设计过程中，将涉及众多的物理量和生产控制指标，常将其统称为设计参数。

1. 物性参数

用来表达物料物理性质的参数称为物性参数。设计中常见的有：定压热容 (C_p)、密度 (ρ)、粘度 (μ)、导热系数 (λ) 等。纯物质的物性参数一般均由实验测定，设计时可从有关手册、资料中查取；混合物的物性参数可用有关经验公式进行计算。本书第二章介绍了常见混合物物性参数的计算式，设计时可以选用。

2. 过程参数

表明过程进行的状态和特征的物理量称为过程参数。常见的有：温度 (T)、压强 (p)、体积流量 (v)、组成 (c) 等。其中温度、压强又称状态参数。过程参数也常作为控制生产过程进行的主要操作控制指标。

设计时，过程参数一般由任务书给定，少数系由设计者根据设计目的和条件经反复调整后确定，有时也可由算图查取或用经验公式进行计算。

度量物体温度的温标有如下四种：

(1) 热力学温度 习惯上又称绝对温度。规定水的三相点温度为 273.16 K。K 代表开尔文 (Kelvin Scale)，简称“开”，是热力学温度单位。每一“开”是水的三相点热力学温度的 $1/273.16$ 。这一温度实际上是以理想气体定律与热力学定律为基础而得出的最低可能温度，并以此作为零点，而水的三相点温度则为 273.16 K。

开氏温度被定为 SI 制温度单位，也是我国法定单位制单位。

(2) 摄氏温度 (Celsius Scale) 以水的三相点温度作为 0°C ，水的正常沸点为 100°C 而规定的温标。它作为一个具有专门名称的导出单位而引入 SI 制，也是我国法定单位制规定可同时使用的温度单位。

当表示温度差和温度间隔时， $1^\circ\text{C} = 1\text{K}$ 。

(3) 华氏温度 (Fahrenheit Scale) 是英制采用的温标。它是以一种冰—盐混合物的温度作为零点，以健康人的血液温度为 96°F 的温标。其单位为华氏度 ($^\circ\text{F}$)。

(4) 兰金温度 (Rankine Scale) 与开氏温标相类似，也是以热力学最低可能温度作为零点的一种绝对温标，其温度间隔与华氏相同，单位为兰金度 ($^\circ\text{R}$)。华氏 0°F 为 -459.58°R (常取为 -460°R)。

不同温标间的换算关系为：

$$TK = t^\circ\text{C} + 273.16 = \frac{5}{9} (t^\circ\text{F} + 459.58) = \frac{5}{9} t^\circ\text{R};$$

$$t^\circ\text{C} = TK - 273.16 = \frac{5}{9} (t^\circ\text{F} - 32) = \frac{5}{9} (t^\circ\text{R} - 491.58);$$

$$t^\circ\text{F} = \frac{9}{5} TK - 459.58 = \frac{9}{5} t^\circ\text{C} + 32 = t^\circ\text{R} - 459.58;$$

$$t^\circ\text{R} = \frac{9}{5} TK = \frac{9}{5} t^\circ\text{C} + 491.58 = t^\circ\text{F} + 459.58.$$

资料、手册中常用的压强单位有：标准大气压 (又称为物理大气压, atm)；工程大气压 (at)；毫米汞柱 (mmHg)；毫米水柱 (mmH₂O)；磅/英寸² (lb/in²) 及 kgf/cm²。本教材使

用 $N/m^2(Pa)$ ，查取数据时要注意换算。

工程上用压力表测定的压力为系统的表压，它与外界大气压之和称为绝对压力。

当系统内的操作压小于外界大气压时，常用真空表测量，表上的读数称为真空度，其数值等于大气压强与系统绝对压强之差。

混合物组成的表达方式很多，如质量分率、体积分率、分压、摩尔分率、比摩尔分率、比质量分率等，使用时要注意换算。

3. 结构参数

表征设备形状和大小的几何尺寸称为结构参数。如塔器的内径(D)、高度(Z)、塔板间距(H_T)等。结构参数是设计者通过自己的设计计算而确定的，是为设备的机械设计、制作、施工和安装提供的基本数据。不同设计对象的结构参数不相同。

除上述三方面的设计参数外，设计过程中还将涉及如下一些生产指标。

(1) 生产能力 不同生产过程、不同生产设备表示生产能力大小的方法往往不相同，最常用的方法有两种。一种是用单位时间的处理量来表示，如某设备的生产能力为 1000 kg/h ，通常指该设备一小时内能将 1000 kg 原料生产成为一个数量的合格产品；另一种表示方法是指单位时间内获得了多少合格产品，如某合成氨厂的生产能力为 $5000\text{ 吨NH}_3/\text{年}$ ，表示该厂一年能生产折合成 $100\%\text{ NH}_3$ 的含 NH_3 产品 5000 吨 。有些设备的生产能力常根据其具体特性而定，如蒸发器的生产能力就常用单位时间内蒸发了多少水分量来表示；换热器的生产能力则用单位时间内完成的换热量来表示等等。设计任务书对设计对象的生产能力常有明确规定，设计者一定要按任务书的具体规定进行有关的设计计算。

(2) 生产强度 评价生产设备的性能时，往往用生产强度而不用生产能力。所谓生产强度是指单位体积（或单位面积）设备的生产能力。如蒸发器的生产强度就是指单位传热面积上单位时间内所能蒸发的水分量。

生产强度也是评价设计成果经济性的重要指标，强化过程的主要途径是提高设备的生产强度。

(3) 转化率 生产过程中，通过某一系统（或某一设备）进料或进料中的某个组分转化为成品的百分数称为转化率。转化率的高低表明了过程进行的完善程度。工业生产总是希望过程的转化率尽量地高一些。

对于纯物理过程的化工单元操作，通常用回收率（或收率）来表示转化率。所谓回收率是指进入产品的组分量与原料中该组分含量的比值。

除此之外，设计中还可能涉及产率、效率等生产指标，计算时均应注意其概念的准确性。

四、计量单位

计量是工程技术的基础。由于种种原因，使我国计量系统形成了米制、市制、英制、国际单位制并用的局面，很不适应科学技术、经济文化事业的发展。为此，1984年2月27日国务院发布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》，用法律的形式规定：1990年以前，要完成向法定计量单位的过渡。

本教材采用法定计量单位。考虑计量单位过渡时期的特殊情况，也部分涉及目前工程上仍使用的米制、英制等计量单位，目的是要设计者注意单位换算。设计计算时要求一律使用法定单位制。

1. 单位换算

准确的单位换算是保证设计计算正确的重要环节。

设计时所遇单位换算问题主要有两大类。一类是绝对量度制与工程量度制的换算，其核心是力（重量）与质量的关系；另一类是英制与法定单位制间的换算。

进行物理量的单位换算时要乘以一定的转换系数。常见物理的单位换算系数可从本教材附录中查取。

2. 法定单位制

我国法定计量单位制（简称法定单位制）是以国际单位制（SI）为基础的。法定单位制的内容有如下六个方面：

- （1）国际单位制的基本单位；
- （2）国际单位制的辅助单位；
- （3）国际单位制中具有专门名称的导出单位；
- （4）国家选定的非国际单位制单位；
- （5）由以上单位构成的组合形式的单位；
- （6）由词头和以上单位所构成的十进倍数和分数单位。

以上六个方面的具体内容均载入本书附录，设计时应准确使用。

第一章 化工设计

化工原理课程设计虽不是一个完整的化工设计，但它的目的之一是要通过这一教学环节使学生受到一次化工设计专业技术方面的基本训练。因此，通过化工原理课程设计课程的学习，应该初步了解和掌握什么叫化工设计以及怎样进行化工设计等方面的一些基本知识。

第一节 基本概念

化工技术人员的责任在于设计、建造化工生产装置并维持其正常运转，在这些工作中，首要的又是设计。要把兴建一项化工工程（一条生产线、一个生产车间或工厂）的计划变成现实，第一道工序就是进行设计；在工艺技术路线合理的前提下，考察一项新建工程是否合理、是否先进，首先就要审查设计工作是否正确。因为任何一项工程，即使施工质量再好，生产操作的水平再高，也不可能改变已铸定于设计中的错误。设计工作的差错所带来的 是人、财、物的巨大损失，这是不能容允的。

随着科学技术的飞跃发展，为了使生产过程不断得到完善和强化。对于任何一个已建成投产的化工企业，都有测试、查定、挖潜、改造等经常性的化工工艺设计计算工作要做。

化工设计也同其他所有设计工作一样是一门政治、经济、技术三者相结合的综合科学。设计工作者对国家建设、人民的事业负有重大的责任，主人翁的责任感是搞好设计工作的前提。设计者进行设计工作时必须正确贯彻执行我们党的路线、方针、政策；必须依照国家有关政策和法令确定建厂宗旨；在确定原料路线、生产方法和车间布置等环节中都必须从整个国家、民族的根本利益出发，要符合国情；在技术经济上也必须认真考虑如何才能最合理、最大限度地利用国家和地方的财富和资源，如何才能符合国家的经济政策和经济核算原则；在技术上同样要结合我国国情，在充分利用国内先进技术的前提下引进一些外国先进技术，尽可能吸取现代科学技术的最新成就。另外，作为化工设计还要注意治理污染、保护环境；注意采取可靠的措施以保证操作人员的生产安全。在上述前提下，如何获取最高经济效益是高水平设计的重要标志。

化工设计涉及的学科很多，它是由工艺、机械、自控、电气、运输、土建、供排水、采暖通风、三废处理及技术经济分析等众多专业密切合作、协同配合的过程。当然，在众多的专业中，化工工艺是核心，化工工艺设计是贯穿整个化工设计过程、并组织协调各专业设计工作的核心。化工原理课程设计所进行的是化工工艺设计。

设计工作也是一门科学，搞好设计工作必须尊重科学、按科学规律办事。化工生产本身是复杂的、影响因素很多。综合平衡、全面考虑各种复杂的影响因素；是设计成功与否的重要一环。而要获得这方面的知识和能力，唯一的途径是多次进行设计的实践。化工原理课程设计正是学生进行化工设计的一个很好的实践过程。

化学工业的迅速发展推动了化工设计工作的现代化。新产品、新设备、新型催化剂、新的工艺路线的不断涌现，促进了化工设计工作的不断更新；装置大型化、工厂整体化、系统最优化、控制自动化等，对化工设计提出了必须现代化的要求。

随着化学工程学科研究的不断深入发展，随着系统工程方法在化工中的不断应用和电子

计算机的广泛使用，化工设计的技术水平也在不断提高。化工模拟系统、化工系统最优化、装置最优化等软件的不开发，设计标准化、定型化等工作的进行，均标志着我国化工设计技术已进入了新的、更高层次的现代化。

第二节 化工设计的几个阶段

目前国内各设计单位所进行的化工工程设计一般分为三种，即：通用设计、“因地制宜”设计和工程设计。

通用设计是为全国或某一特定地区推广使用而进行的设计。当地使用此设计时，只需结合当地具体情况稍加修改即可。

“因地制宜”设计，是在采用通用设计时，根据建厂地区的具体情况对通用设计进行较大的修改和补充后所编制的设计。

工程设计则是在没有通用设计时为新建项目所进行的设计。通常所说化工设计就是指的工程设计。

一个完整的化工设计过程基本上可分为四个阶段：

一、编制设计任务书

设计任务书是上级机关向设计人员下达的一份简要、明确的指令性文件，它是设计工作的基本依据。

设计任务书的目的是向设计工作者指明有关的设计原则，提出具体的设计要求。其内容包括：确定建设规模、投资、建厂地区、建设速度、原材料供应、动力、燃料供应，以及协作关系和设计分工等。

设计任务书一般应由设计对象的主管单位进行编制。但由于化工产品的种类多、工艺流程复杂、外部联系广泛，所以也常常委托设计单位编制，报上级主管部门审核批准后执行。

作为设计工作的指令性文件，对设计任务书的要求就特别强调各项指示要明确、具体，否则将给设计工作带来很大的困难。

二、初步设计和总概算

初步设计应根据设计任务书进行。

初步设计的主要成果是初步设计说明书及有关图纸。作为化工工艺的初步设计文件应包括如下内容：概述、设计依据、指导思想、车间概况及特点、车间组成、设计范围、生产制度、年操作日、连续或间歇生产情况、生产班数、原材料、中间产品及成品规格、生产流程简述、主要操作条件、主要设备计算及选择、总定员、生产控制分析、设备表、材料表、物流图、工艺流程图、设备布置图、关键设备总图、环境保护、存在问题及解决意见等；须向有关单位提出的新产品、新材料等试制项目和要求；向科研单位提出的试验项目和要求；其它尚未解决的技术问题等也应在初步设计文件中提出。

一九七三年我国燃料化学工业部曾对石油化工企业初步设计各个项目的要求、深度作了统一的规定，目前仍是我们进行化工工程初步设计的主要依据。

总概算属于技术经济设计。总概算包括从筹建至建设安装完成，以及试车投产的全部建设费用的概算。总概算工作应该与初步设计协调完成。通过总概算可进行投资分析，主要分析各项投资比以及国内外同类工程比较，并分析投资高低的原因。

三、施工图设计