

# 《化工单元操作技术》课程标准

课程名称：化工单元操作技术

课程类别：专业核心课程

课程学时：90

课程学分：5

标准撰写人：王宜民

适用专业：石油化工技术

## 一、课程性质

本课程是应用化工技术专业必修的一门专业核心课程，是具体体现和实现化学化工专业人才培养目标的重要课程。本课程强调工程观点、定量运算、实验技能、设计能力和模拟优化能力的训练，强调在理论和实际的结合中，提高分析问题、解决问题的能力。

本课程是在化学等先修课程基础上开设的一门专业核心课程，通过该课程的学习，不仅使学生掌握流体流动、流体输送、传热、蒸馏、吸收等单元操作的基本原理及典型设备的设计计算方法，同时培养学生的综合能力和实践能力，为学习《化工原理实验》、《化工仪表及自动化》及毕业论文（设计）奠定必要的理论基础。

## 二、目标要求

### （一）总体目标

本课程通过理论讲授，并与实训教学、课程实习等实践性环节相结合，提高理解工程实际问题的能力。学生通过本课程学习，发展自主学习能力，养成良好的思维习惯和职业规范，能运用相关的专业知识、专业方法和专业技能进行工程生产。培养学生的团队合作精神，激发学生的学习热情，提高学生的实践能力。

### （二）具体目标

#### 1.知识目标

能正确理解各单元操作的基本原理；了解典型设备的构造、性能和操作原理，并具有设备选型及校核的基本知识。

#### 2.能力目标

掌握主要单元操作过程及设备的基本计算方法；掌握基本计算公式的物理意义、应用方法和适用范围；具有查阅和使用常用工程计算图表、手册、资料的能力。掌握常见化工单元操作要领。

#### 3.素质目标

具有选择适宜操作条件、探索强化过程途径和提高设备效能的初步能力；具有运用工程技术观点分析和解决化工单元操作中一般问题的初步能力。

### 三、课程内容

#### 第一单元 绪论

##### (一) 课程教学内容

##### 第一章 绪论 4 学时

##### 1.基础内容

教学内容：

##### 第1节 化工过程与单元操作

1. 化工过程的特点
2. 单元操作
3. 课程的任务与学习方法

##### 第2节 SI制介绍与单位换算

##### 第3节 化工过程的基本概念

1. 物料衡算
2. 能量衡算
3. 平衡关系
4. 过程的速率
5. 经济核算规律

重点与难点：

“三传”及化工过程的基本概念

教学要求：

1. 了解化工生产过程的特点；
2. 了解单元操作及化工工艺概念；
3. 掌握化工过程的基本概念及 SI 制单位。

##### 第二章 流体流动 16 学时

##### 1.基础内容

教学内容：

液体静力学方程

1. 密度、相对密度
2. 压力
3. 液体静力学方程的应用

液体流动的基本方程

1. 物料衡算——连续方程
2. 柏努利方程

能量的形式

能量衡算——柏努利方程

柏努利方程的应用

液体流动现象

1. 粘度、粘性定律
2. 流动类型及判定
3. 层流与湍流性
4. 边界层概念

管内流动阻力计算

1. 摩擦阻力产生的原因——圆管内流动
2. 层流与湍流摩擦阻力分析
3. 局部阻力计算

管路计算

1. 简单管路计算
2. 复杂管路计算

流量测量

1. 变压头流量计
2. 变截面流量计

重点、难点：

1. 机械能衡算和阻力损失计算；
2. 流体流动内部结构和因次分析法。

教学要求：

1. 了解静力学、动力学的基本概念；
2. 掌握三个方程：静力学方程、连续性方程和机械能衡算方程；
3. 学会简单管路与复杂管路的计算。

第三章 流体输送机械 8 学时

### 1.基础内容

教学内容：

#### 第 1 节 离心泵

1. 离心泵的结构与工作原理
2. 离心泵的性能参数
3. 离心泵的特性曲线及应用
4. 离心泵的安装高度
5. 几个概念：气缚、汽蚀、扬程等

第2节 其他类型泵 正位移泵、非正位移泵  
第3节 气体输送机械 通风机、鼓风机、压缩机

重点与难点：

1. 离心泵（泵的选择和操作）；
2. 离心泵基本方程的推导和离心泵安装高度。

教学要求：

1. 掌握扬程、气缚、汽蚀等概念；
2. 掌握离心泵工作点和安装高度的计算；
3. 了解其他类型的液体输送机械和气体输送机械。

## 2.提高、拓展内容

走访化工设计院和化工生产企业，了解流体输送设备构造、安装和使用方面的知识，增强学生感性认识，可将课堂学习的知识与生产实践结合起来。

## 第四章 传热 12 学时

### 1.基础内容

教学内容：

#### 第1节 概述

1. 传热现象的普遍性
2. 传热的三种基本方式
3. 传热过程的几个概念：速率、热通量等

#### 第2节 热传导

1. 傅立叶定律
2. 关于导热系数
3. 平面壁的稳定热传导
4. 圆筒壁的稳定热传导

#### 第3节 热交换计算

1. 热交换形式
2. 间壁热交换过程分析
  - (1) 热负荷计算
  - (2) 总传热系数的确定
  - (3) 平均温差 $\Delta t_m$  的求算

#### 第4节 对流传热

1. 影响对流传热系数的因素
2. 求算对流传热系数的方法
3. 沸腾与冷凝时的传热系数
4. 强化传热的途径与措施

#### 第5节 辐射传热

1. 热辐射的基本概念
2. 斯蒂芬——波尔茨曼定律
3. 克希霍夫定律
4. 两固体间辐射及气体辐射的特点

重点与难点：

1. 各种传热过程数学描述和计算；
2. 因次分析法在建立对流传热系数关联式的应用；
3. 总传热速率方程和总传热系数的计算。

教学要求：

1. 熟悉三种传热方式的特点及规律；
2. 学会利用总传热方程进行计算；
3. 掌握强化传热的途径与措施。

## 2.提高、拓展内容

1. 间壁式换热器的设计；
2. 实际生产中换热器的类型及计算。

第六章 传热设备 4 学时

## 1.基础内容

教学内容：

第 1 节 热交换器的类型

第 2 节 间壁式换热器介绍

1. 套管式换热器
2. 蛇管式换热器
3. 列管式换热器
4. 板式换热器
5. 螺旋板式换热器等

重点与难点

1. 管壳式换热器设计和选用。

教学要求：

1. 重点了解列管式换热器的结构及换热原理；
2. 掌握列管式换热器的设计步骤。

## 2.提高、拓展内容

发散思维，以强化传热为目的设计一种新型换热器并阐明强化原理。

第六章 吸收 12 学时

## 1.基础内容

教学内容：

第 1 节概述

1. 吸收操作的依据
2. 吸收操作的应用
3. 吸收操作的分类

第 2 节吸收基本理论

1. 吸收过程平衡
2. 溶解度概念
3. 传质速率方程

### 第3节 吸收操作的计算

1. 物料衡算——操作线方程
2. 填料层高度（一）低浓度气体吸收计算
3. 传质单元数的求算
4. 填料层高度（二）高浓度气体吸收计算
5. 理论塔板及板数
6. 脱吸计算

### 第4节 其他类型吸收

1. 多组分吸收
2. 化学吸收
3. 非等温吸收

### 第5节 传质系数和传质理论

1. 传质系数关联式
2. 传质理论概况

#### 重点与难点：

1. 低含量气体吸收过程数学描述和计算；
2. 各种传质速率方程之间的联系；
3. 平衡关系与操作线方程；
4. 传质系数准数关联。

#### 教学要求：

1. 了解吸收操作的分类和应用；
2. 熟悉膜理论要点；
3. 掌握填料层高度的计算方法。

### 2. 提高、拓展内容

1. 掌握吸收塔操作要点，在工业见习中与工程师探讨实际操作经验；
2. 明确物系的性质、几何形状、流动状况等因素对传质系数的影响，阐明强化传质的措施及原理。

## 第七章 蒸馏 14 学时

### 1. 基础内容

教学内容:

### 第 1 节二元物系的汽液平衡

1. 理想溶液
2. 挥发度与相对挥发度

### 第 2 节蒸馏方式

1. 简单蒸馏
2. 平衡蒸馏
3. 平衡级蒸馏和精馏方法

### 第 3 节 二元连续精馏的分析与计算

1. 全塔物料衡算
2. 精馏段的分析
3. 提馏段的分析及进料状况的影响
4. 理论塔板概念
5. 填料塔填料层高度
6. 回流比的影响与选择
7. 理论塔板的捷算法

### 第 5 节其他蒸馏方式

1. 水蒸汽蒸馏
2. 间歇蒸馏
3. 恒沸蒸馏和萃取蒸馏
4. 多组分精馏

重点与难点:

1. 双组分精馏过程数学描述和计算;
2. 精馏过程的其它类型。

教学要求:

1. 熟悉  $y-x$  相图与  $t-x-y$  相图;
2. 熟悉蒸馏原理;
3. 了解理论板、回流比等概念;
4. 学会理论塔板数的求算方法。

### 2.提高、拓展内容

1. 根据物性手册绘制苯-甲苯的  $x-y$  相图;

2. 根据本章学习内容确定具体生产任务的精馏流程。

## 第八章 干燥 10 学时

### 1. 基础内容

教学内容：

#### 第 1 节 概述

#### 第 2 节 湿空气的性质及湿度图

1. 湿空气的性质
2. 空气温度图及用法

#### 第 3 节 干燥器的衡算

1. 空气干燥器的干燥原理
2. 空气干燥器的物料衡算和热量衡算
3. 干燥过程的计算及图示

#### 第 4 节 干燥速度与时间

1. 水分在空气与物料间的关系
2. 恒定干燥条件下的干燥速度
3. 恒定干燥条件下恒速降速干燥时的计算
4. 干燥速度

#### 第 5 节 干燥器

1. 干燥器的分类
2. 系列干燥器介绍

重点与难点：

1. 干燥过程的热量衡算与热效率；
2. 干燥速率与干燥时间计算。

教学要求：

1. 了解去湿的方法；
2. 了解干燥过程的传热传质机理；
3. 掌握干燥过程的物料衡算和热量衡算计算；
4. 掌握干燥过程的干燥速率和干燥时间计算；
5. 熟悉干燥设备。

### 2. 提高、拓展内容

1. 查阅文献，了解干燥器的发展历程，阐明每代干燥器的优缺点；

2. 干燥为减湿过程，根据本章学习的干燥原理和公式，推导增湿过程的相关原理和公式。

#### 四、本课程的实训内容

序号	实训项目名称	实训学时	实训类型
1	流体流动综合实验	3	仿真
2	传热实验	3	仿真
3	精馏实验	3	仿真
4	喷雾干燥实验	3	实操
5	筛板精馏实操	3	实操
6	返混吸收与解吸	3	实操

#### 五、课程实施

##### (一) 教学组织

授课教师根据教学实际使用启发式教学法、问题式教学法、案例教学法和归纳教学法。充分利用多媒体课件、视频和互联网等现代化教学手段，发挥信息化教学的特点和优势，增强学生的学习兴趣，进一步强化学生的知识与实践操作技能，开扩视野，培养科学的思维方式。多媒体课件的内容应与课标的设计紧密相关，使一些抽象的、难以理解的、微观的、不易口头表达清楚的教学内容通过多媒体课件的演示变成生动具体的、有趣的、简单明了的、宏观的、一目了然的知识，可以缩短学生与教材之间的距离，起到意想不到的效果。但板书等传统的教学方法也必不可少，起到相得益彰的作用。

充分利用已有的各类教学资源，选用符合教学要求的录像、多媒体课件、电影、资料文献、企业生产现场参观等资源辅助教学，以提高教学效率和质量。针对教学重点和难点，对理论性强且较为抽象的内容；技术性强且培养能力滞后的内容；尚未开发但能切实提高教学效率和质量的相关教学资源，准备组织教学力量，开发相应的影像资料、多媒体课件、PPT 文本资料等辅助教学资源。发挥我院校企结合的优势，逐步实现资源共享，共同提高。

组织年轻教师集中备课，老教师对教学准备和教案编写等给予指导把关，弥补青年教师的经验不足，提高教学水平。分不同时间点对教师的教学质量进行评估，作为保障高质量和完成教学任务的手段。

##### 六、考核与评价

学生最终成绩由期末考试成绩与平时成绩二部分组成。

学期末考试，考试形式为闭卷，卷面分 100 分，占最终成绩 70%。

平时成绩包括课堂考情、课堂学习、笔记整理情况评价，占最终成绩 30%。