

# 《化工原理》上教学大纲

## 一 课程基本目标

化工原理是化学工程与工艺专业及与其相近专业的一门主干核心课程，是一门很重要的专业技术基础课，它在基础课和专业课之间起着承前启后、由理及工的纽带作用。

化工原理课程运用数学、物理和物理化学等基础科学的理论研究化工生产过程中的单元操作过程及其设备。研究方法主要是理论解析和理论指导下的实验研究。

化工原理的主要任务是：培养学生运用辩证唯物主义观点和科学方法考察、分析和处理工程实际问题；培养学生的工程观点、实验技能和设计能力。

学习化工原理课程的基本目标如下：

一是掌握单元操作基本过程原理、单元操作设备计算与设计，加强对单元操作过程的认识，并为与化工有关的技术科学的发展提供专业基础；

二是学习化工原理的科学思维方法，培养学生获得知识及用所学知识解决工程实际问题的能力。

## 二、 教学基本内容

### 第0章绪论

- 单元操作历史沿革，和工艺学、三传及传递过程关系；

### 第1章 流体流动（14学时含绪论）

- 概述：流体流动两种考察方法、流体的作用力和机械能、牛顿黏性定律；

- 静力学：静止流体力平衡的研究方法、压强和势能的分布、压强的表示方法和单位换算、静力学原理的工程应用。

- 守恒原理：质量守恒；流量、平均流速；流动流体的机械能守恒（柏努利方程）；压头；机械能守恒原理的应用；动量守恒原理及其应用\*。

- 流体流动的内部结构：层流和湍流的基本特征；定态和稳态的概念；湍流强度和尺度的概念；流动边界层及边界层分离现象；管流数学描述的基本方法；剪应力分布。

- 流体流动的机械能损失：沿程阻力损失（湍流阻力）的研究方法——“量纲分析法\*”；当量概念（当量直径，当量长度，当量粗糙度）；局部阻力损失。

- 管路计算：管路设计型计算的特点、计算方法（参数的选择和优化、常用流速）；管路操作型计算的特点、计算方法；阻力损失对流动的影响；了解可压缩流体管路阻力的计算方法；了解简单的分支管路和汇合管路的计算方法。

- 流量和流速的测量：毕托管、孔板流量计、转子流量计的原理和计算方法。

- 非牛顿流体的流动\*：了解非牛顿流体的基本特性；了解流动阻力计算。

### 第2章 流体输送机械（6学时）

- 管路特性：被输送流体对输送机械的能量要求；管路特性方程；带泵管路的分析方法——过程分解法。

- 离心泵：输液原理；影响离心泵理论压头的主要因素（流量、密度及气缚现象等）；泵的功率、效率和压头；离心泵的工作点和流量调节方法；了解离心泵的并联和串联；离心泵的安装高度，汽蚀余量；离心泵的选用。

- 其它泵：容积式泵的工作原理、特点和流量调节方法（以往复泵为主）。

- 气体输送机械：气体输送的特点及全风压的概念；气体输送机械的主要特性；风机的选择；压缩机和真空泵的工作原理，获得真空的方法。

### 第3章 液体搅拌(2学时)

●典型的工业搅拌问题；搅拌的目的和方法；搅拌装置，常用搅拌浆的型式，挡板及其它构件；混合效果的度量（均匀性的标准偏差、分割尺度和分割强度）；混合机理；搅拌功率；搅拌器经验放大时需要解决的问题；了解其它混合设备介绍\*。

### 第4章 流体通过颗粒层的流动(6学时)

●固定床：当量和平均的方法；颗粒和床层的基本特性；固定床压降的研究方法——数学模型法；影响压降的主要因素。

●过滤：过滤方法及常用过滤机的构造；过滤过程数学描述（物料衡算和过滤速率方程），过滤速率、推动力和阻力的概念；过滤速率方程的积分应用——间接实验的参数综合法；洗涤时间；过滤机的生产能力；加快过滤速率的途径。

### 第5章 颗粒的沉降和流态化(6学时)

●绕流基础：两类流动(内部流动和外部流动)问题；表面曳力和形体曳力；球形颗粒的曳力系数及斯托克斯定律。

●自由沉降：沉降运动（极限处理方法）；沉降速度及其计算；降尘室的流量、沉降面积和粒径的关系；颗粒分级概念；旋风分离器的工作原理及影响性能的主要因素，粒级效率的概念。了解力学分离方法的选择。

●流态化：流化床的工业应用和典型结构；流化床的主要特性；流化床的操作范围(起始流化速度和带出速度)。了解气力输送的实际应用\*。

### 第6章 传热(10学时)

●传热过程：加热和冷却方法；传热速率。

●热传导：傅利叶定律；常用工程材料的导热系数；导热问题分析方法(热量衡算和导热速率式)；一维导热的计算。

●对流给热：牛顿冷却定律——变量分离法；自然对流的起因和影响因素；管内层流给热、管内强制对流(湍流)给热系数经验式；沸腾给热和沸腾曲线；蒸汽冷凝给热。

●辐射：单个物体的辐射和吸收特性(Stefan Boltzmann 定律, Kirchhoff 定律)；黑体和灰体；两黑体间的相互辐射；两物体组成封闭系统中的辐射换热计算。

●间壁换热过程：热量衡算和传热速率式——换热过程的数学描述方法；传热平均温度差，热阻和传热系数——工程处理方法；垢层热阻、壁温计算方法。

●传热计算：传热设计型问题的参数选择和计算方法；传热操作型问题的讨论和计算方法(传热单元数)；间歇传热过程计算的基本方法。

●换热器：列管式换热器的设计与选型；常用换热器的结构；换热设备的强化和其它类型。

### 第7章 蒸发(4学时)

●蒸发过程及设备：工业蒸发实例；蒸发过程的目的、方法及特点；常用蒸发器的结构；管内气液两相流动型式；二次蒸汽和加热蒸汽的能位差别；沸点升高和传热温度差损失；加热蒸汽的经济性；蒸发设备的生产强度。

●单效蒸发的计算：物料衡算、热量衡算和传热速率方程。

(注：标注\*为机动内容，要求教师可依据授课对象选择)

## 三、考核方式

考试以闭卷笔试为主，并参考平时成绩。

#### 四、成绩评定方法

考核以百分制记分。总成绩由考试卷面成绩和平时成绩构成，其中考试卷面成绩占 70%，平时成绩占 30%。平时成绩构成（暂定）：期中考试 50%+线上学习 25%+书面作业 15%+章节总结 10%。

#### 五、建议教学进度

教学内容（上）	学时
流体流动	14
流体输送机械	6
搅拌	2
流体通过颗粒层的流动	6
颗粒的沉降和流态化	6
传热	10
蒸发	4
合计	48