

《化工原理》教学大纲

课程性质： 学科基础课

课程代码： 050002

学时： 64 （讲课学时： 48 实验学时： 16 课内实践学时： 0）

学分： 3.5

适用专业： 高分子材料与工程专业

一、课程教学基本要求

1. 基本知识和基本理论

了解化工单元操作过程的各个名称，理解化工单元操作以及各种传递过程的基本原理；懂得根据生产的不同要求进行操作调节，懂得寻找故障的原因及排除故障的能力；了解强化过程的途径。

2. 能力、技能培养目标

通过学习本课程，培养学生分析和解决有关化工单元操作各种问题的能力，了解化工生产、科研和设计工作中，如何达到强化生产过程、提高产品质量、提高设备能力及效率的方法，初步掌握降低设备投资及产品成本，掌握节约能源的方法；熟练掌握实验基本技能。

二、课程教学大纲说明

1、本课程的研究对象、性质；本门课的知识、技术在国内外的情况及发展前景。

《化工原理》课程是研究各种化工单元操作的基本原理、典型设备的构造及工艺尺寸计算的一门专业基础课。

本课程在国内外最早始于 20 世纪几百年前，期间经历了单个化学反应的工艺学阶段，到 1918 年科学家从单个化学工艺学中归纳、总结出单元操作的概念，她是化工原理发展的一个历程杯，标志着化工过程发展到了一个新的阶段；在单元操作的基础上，经过总结归纳，进一步提出了传递过程的概念，即动量传递、热量传递与质量传递，简称“三传一反”阶段，随着工业的发展，化工过程向反应过程学阶段发展，其发展前景非常广阔。

2、本门课在专业教学计划中的地位与其他课程关系

《化工原理》是继《高等数学》、《大学物理学》、《物理化学》等课程之后，开设的一门专业基础课程。对学生掌握以上三门课程的有关内容提出如下要求：

数学：要求熟悉微积分内容。

物理：要求对力学、热学等概念清楚，内容熟悉。

物化：要求对化学热力学、相平衡理论、分子运动理论等章节概念清楚，内容熟悉。

3、本门课教学目的、任务及基本教学方法与手段

通过本课程使学生掌握各种单元操作的原理及化工生产、科研等方面有一定的实际技能。

教学方法包括讲课、实验、讨论（课外）、习题（课外）、课程实习。

讲课在诸环节中的主要环节，讲课的内容应着重阐述基本概念、定律和分析解决问题的方法，实现本课各章节的教学目的。

实验是巩固所学重要理论知识、培养学生测试技能及丰富感性知识的主要方式。

讨论（课外）是巩固基本概念、掌握重要算式综合应用和培养分析思维能力的重要方式。

习题（课外）是学生运用所学的基本理论知识，独立解决简单实际问题的一种教学方式。

课程实习可以促进对本课程性质和内容的了解。对各种单元操作的设备增加感性知识。

三、各章教学结构及具体要求

绪论

[教学目的和要求]

主要介绍化学工业与化学工程的发展概况；化工原理在化学工业中的地位及其学习内容与方法。

[教学内容和要点]

化工原理课程的内容特点和性质；单元操作的概念、研究方法及单元操作的名称；单位制及其换算；重点为物料衡算与能量衡算的方法；介绍工程的理念及其应用；明确过程速度的计算方法。

第一章 流体流动

[教学目的和要求]

通过流体流动理论的学习，达到掌握四点：流体静力学方程、流体连续性方程、柏努力方程和流体流动阻力损失计算公式。

[教学内容和要点]

1.1 流体静力学方程：明确静压强及其性质；熟悉流体静力学基本方程及应用

1.2 流体流动的衡算方程：明确流量与流速；理解稳定流动与不稳定流动；学会流体流动的质量衡算及流体流动的总能量衡算；懂得流体流动的机械能衡算及其应用。

1.3 流体流动形态及流动阻力：知道两种流体形态及边界层；明确层流特征和管内速度分布的概念；懂得流动阻力和因次分析的方法。

1.4 管内流动的阻力损失：明确流体在直管中的阻力通式；理解摩擦因素 λ 的意义；学会非圆形直管的阻力计算。

1.5 局部（形体）阻力计算

1.6 非牛顿型流体简介：明确非牛顿型流体定义；懂得非牛顿型流体的分类。

要点：掌握稳定流动过程实际流体的柏努力方程、连续性方程及流体阻力的计算公式，各种情况的当量直径、局部阻力、当量长度的计算；各种流动类型的摩擦系数 λ 的计算。理解各种流量计的基本原理及应用方法。

难点：湍流流动的摩擦系数 λ 的讨论。

[思考题]

- 1) 稳定流动与不稳定流动的区别？流体静力学方程应用的条件是什么？何谓等压面？
- 2) 实际流体的柏努力方程的应用范围及条件，流体流动阻力的计算。
- 3) 层流与湍流的本质区别是什么？
- 4) 牛顿型流体与非牛顿型流体的区别是什么？

第二章 流体输送设备

[教学目的和要求]

介绍化工常用流体输送机械的作用及特征，要求学生具有选用和使用这类机械的知识。

[教学内容和要点]

2.1 概述：了解泵和风机在化工中的应用；明确泵和风机的分类。

2.2 离心泵（本章重点）：了解离心泵的主要部件；掌握离心泵的工作原理。

2.3 离心泵的主要性能参数：明确流量，离心泵的压头，离心泵的有效功率与轴功率，转速等概念。

2.4 离心泵特性曲线及应用：明确离心泵性能参数间的关系——离心泵的特性曲线及其

应用；了解离心泵特性曲线的应用；掌握离心泵的设计点意义。

2.5 离心泵基本方程——理论压头：了解两个基本假设；了解离心泵基本方程的推导；懂得结论与应用。

2.6 离心泵的性能改变及换算：明确被送液体密度的影响及被送液体粘度的影响；了解转速的影响及叶轮尺寸的影响。

2.7 安装高度和汽蚀现象：了解离心泵的汽蚀现象的概念；明确离心泵的安装高度与汽蚀现象的关系；懂得循环离心泵安装高度的计算方法；

2.8 离心泵的运行和调节：掌握离心泵的运行中的管路的特性曲线与离心泵的工作点；明确工作点与设计点的区别；明确离心泵的调节中懂得阀门调节及其特点及其它调节方法的利与弊。

2.9 离心泵的类型与选用：明确离心泵的类型；懂得离心泵的选用；了解离心泵的安装与运转。

2.10 了解其他泵类——往复泵、齿轮泵等；

2.11 了解输送气体机械——风机类：通风机、鼓风机、罗茨鼓风机等。

要点：离心泵是本章的重点，要求学生熟练掌握离心泵的原理及选用。

难点：离心泵基本方程即理论压头。

[思考题]

- 1) 离心泵的扬程与液体的升扬高度有何关系？
- 2) 离心泵的安装高度有几种计算方法？
- 3) 汽蚀现象与气缚现象区别。

第三章 沉降与过滤

[教学目的和要求]

本章介绍非均相混合物分离的主要方法和设备性能。

[教学内容和要点]

3.1 沉降：重力沉降及其设备；离心沉降；离心沉降设备。

3.2 过滤：基本概念；过滤设备；过滤计算。

要点：

- 1、了解重力沉降速率及重力沉降器的概念和原理；主要设备掌握旋风分离器、旋液分离器的作用及工作原理。
- 2、重点掌握过滤的基本概念及过滤设备中的板框过滤机。

难点：

- 1、离心沉降分离性能的估算及分离效率的计算。
- 2、过滤理论及过滤计算。

[思考题]

- 1) 何谓重力沉降速率？何谓离心沉降速率？
- 2) 旋风分离器与旋液分离器的工作原理是什么？
- 3) 过滤设备中的板框过滤机操作形式是什么？
- 4) 怎样计算完成一个过滤操作的周期的时间？

第四章 传热

[教学目的和要求]

本章内容是化工原理基础内容之一，也是重点内容之一。本章着重介绍三种传热方式的基本定律和计算方法。在综合传热部分，要重视传热方式的分析和控制热阻概念。

[教学内容和要点]

4.1 概述：明确传热方式及其区别；了解传热在化工生产中的应用；掌握稳定传热和不稳定传热的概念。

4.2 热传导：明确傅立叶定律的内容；了解导热系数的物理意义；理解稳定热传导；单层及多层平壁导热；单层及多层圆筒壁导热串联导热分析。

4.3 对流传导：了解对流传热的机理及传热边界的概念；理解牛顿冷却定律的内容；了解传热膜系数及影响因素和研究方法——因次分析法。

4.4 各准数的物理意义：了解各个准数的物理意义及计算公式

4.5 传热计算：明确总传热速率方程的推导；掌握能量换算的方法；掌握传热速率与热负荷的计算；明确传热总系数 K 的计算及讨论；明确传热面积、平均温差 Δt_m 及总传热系数的计算。

4.6 换热器：明确换热器的分类及一般计算；了解间壁式换热器；了解新型换热器的发展。

要点：

传热的基本方式及其传热基本概念；要求学生掌握传热的基本理论。间壁式换热器是换热器的主体，种类多，应用广泛，是换热器的重点内容。其中列管式（管板式）换热器重点介绍。

难点：

稳定传热和不稳定传热的概念，稳定传热过程传热基本方程的推导。

列管式换热器、各种新型换热器的结构。

[思考题]

- 1) 何谓稳定传热与不稳定传热？
- 2) 怎样理解对流传热的实质？
- 3) 传热速率与热负荷的关系如何？
- 4) 传热速率方程的应用应该注意什么问题？
- 5) 换热器的类型有哪些？工业生产中常用的换热器是何种类型？

第五章 干燥与传质

[教学目的和要求]

传质过程分为汽液传质、液液传质、气固传质等过程。通过本章的学习，使学生能明确传质过程是研究均相物质的分离过程，涉及到相平衡在传质总作用等理论。

传质的应用——干燥是典型的热、质传递。着重在湿空气的性质、干燥的基本原理及干燥过程的特点。

[教学内容和要点]

5.1 概述：明确传质过程的意义；了解传质与传热的区别与联系。

5.2 了解干燥的意义；明确干燥操作分类；懂得干燥机理与研究方法。

5.3 湿空气的性质及湿度图：掌握湿空气的性质；明确空气的湿度图及其用法

5.4 干燥过程：明确空气干燥器操作原理；明确空气干燥器的物料衡算、水分蒸发量、空气用量；懂得空气干燥器的热量衡算；了解干燥过程的图解法，理论干燥器、实际干燥器。

5.5 干燥速率和干燥时间：明确物料中所含水分的性质；了解恒定干燥条件下干燥速率；理解恒定干燥条件下干燥时间、恒速阶段干燥时间及恒速阶段干燥时间的计算。

5.6 干燥器简介：明确干燥器分类；了解各种干燥器的结构特征。

要点：传质过程的基本概念、基本理论；熟练掌握湿空气的性质和空气的湿度图用法；掌握物料衡算和热量衡算。理解干燥动力学；

难点：湿度图的应用；干燥过程的图解法；干燥机理及有关的干燥计算。

[思考题]

- 1) 传质的实质是什么？
- 2) 为什么干燥过程是既传热又传质的双向过程？
- 3) 湿空气的性质又有哪些？计算公式怎样？如何用空气的湿度图表示？
- 4) 何谓湿空气的干球温度？湿球温度？绝热饱和温度及露点温度？其关系怎样？
- 5) 湿物料中的水分表示方法是什么？
- 6) 如何利用湿空气的湿度图确定等焓干燥？

四、各教学环节学时分配表

(一) 理论教学学时分配表

章序	讲授题目	学时	主要内容	学时分配
	绪论	2	单元操作及其单元操作的性质；单元制及其换算。化工原理的基本方法-物料衡算、能量衡算、过程速度、经济核算等	2
1	流体流动	10	第一节 流体静力学 第二节 管内流体流动的基本方程 第三节 管内流体流动现象 第四节 管内流动的阻力损失	2 4 2 2
2	流体输送机械	6	第一节 概述 第二节 离心泵 第三节 其他泵类	1 4 1
3	沉降与过滤	6	第一节 概述 第二节 重力沉降 第三节 离心沉降 第四节 过滤	1 1 1 3
4	传热	14	第一节 概述 第二节 热传导 第三节 对流传热 第四节 传热计算及传热基本方程 第五节 换热设备	1 2 4 4 3
5	干燥与传质	10	第一节 干燥与传质基本概念 第二节 湿空气的性质及湿度图 第三节 干燥器的物料衡算与热量衡算 第四节 干燥速率 第五节 干燥器简介	2 2 2 2 2
	合计	48		

(二) 实验教学学时分配表

序	实验项目名称	学时	实验类型	实验类别	每组学生数

1	伯努利方程实验	4	验证性实验	必修	3~4
2	流体流动类型及雷诺数的测定	4	验证性实验	必修	3~4
3	离心泵性能测定实验	4	验证性实验	必修	3~4
4	稳态平板法测定固体绝缘材料的导热系数	4	验证性实验	必修	3~4
合		16			

五、教材及主要参考书

教材:《化工原理》王志魁等编，化学工业出版社，2010年5月

《化工原理实验》陈欲晓编，东北林业大学自用教材，2010年

参考书:《化工原理》上、下册，夏青等编，天津大学出版社，2012年

大纲撰写人：陈欲晓
课程组负责人：陈欲晓
大纲审核人：高振华
撰写日期：2013.5.18