

一、 课程的性质

本课程是化工及相关专业的一门专业基础课。通过本课程的教学使学生掌握流体流动、传热和传质基础理论及主要单元操作的典型设备的构造、操作原理；工艺设计、设备计算、选型及实验研究方法；培养学生运用基础理论分析和解决化工单元操作中的各种工程实际问题的能力。并通过实验教学，使学生能巩固加深对课堂教学内容的理解，强调理论与实际结合，综合分析问题、解决问题的能力。

二、 课程的基本要求和内容

绪论

本课程的性质、任务、研究对象和研究方法，本课程与其他有关课程的关系。

△ 物理量的因次、单位与单位换算：单位制与因次的概念。几种主要单位制（SI、CGS 制、MKS 工程单位制）及我国的法定计量单位。单位换算的基本方式。

第一章 流体流动

流体的性质：连续介质的假定、密度、重度、比重、比容、牛顿粘性定律与粘度。

牛顿型与非牛顿型流体。

流体静力学：静压强及其特性；压强的单位及其换算；压强的表达方式；重力场中静止流体内部压强的变化规律及其应用；离心力场中压强的变化规律。

流体流动现象：流体的流速和流量；稳定流动与不稳定流动；流体的流动型态；雷诺准数；当量直径与水力半径；滞流时流体在圆管中的速度分布；湍流时的时均速度与脉动速度；湍流时圆管中时均速度的分布；边界层的形成、发展及分离。

流体流动的基本方程：△ 物料衡算——连续性方程及其应用；△ 能量衡算方程；柏势利方程；△ 能量衡算方程和柏势利方程的应用。

流体阻力：△ 阻力损失的物理概念；边界层对流动阻力的影响；粘性阻力与惯性阻力；湍流粘度系数；△ 沿程阻力的计算；滞流时圆管直管中沿程阻力计算；滞流时的摩擦系数；湍流时的摩擦系数；因次分析法：用因次分析法找出表示摩擦阻力关系中的数群；粗糙度对摩擦系数的影响；△ 局部阻力的计算。

管路计算：管径的选择；△ 简单管路、并联管路及分支管路的计算；管路布置中应注意的主要事项。

流量与速度的测量：测速管、孔板、文丘里流量计及转子流量计的构造、原理及应用；流量计的选型、安装及使用。

第二章 流体输送机械

概述：流体输送问题的重要性，流体输送机械的类别，泵的主要性能参数（扬程、流量、效率与功率）。

离心泵：△ 离心泵的基本构造与作用原理（包括轴向推力的平衡方法及气缚现象）；△ 离心泵的理论分析（离心泵基本方程，从基本方程分析离心泵的结构和性能）；离心泵内各

种损失)； Δ 离心泵的特性曲线及其应用；不同条件下离心泵特性曲线的换算；离心泵的气蚀现象与允许安装高度； Δ 离心泵的工作点与理论调节； Δ 离心泵的类型与选择。

其他类型泵： Δ 往复泵的基本构造、作用原理及理论调节方法； Δ 齿轮泵、螺杆泵及旋涡泵的作用原理及理论调节方法；各种泵的适用场合； Δ 正位移泵与离心泵的比较。

离心式风机的特性曲线及选型。

第三章 非均相物系的分离及固体流态化概念

概念：气态非均相物系与液态非均相物系；非均相物系分离在化工生产中的应用。

重力沉降： Δ 颗粒沉降的基本规律(沉降过程的力学分析，自由沉降时沉降速度的计算) 重力沉降器，悬浮液的沉聚过程；沉降过程的强化途径。

离心沉降：惯性离心力作用下的沉聚速度； Δ 旋风分离器(基本构造、作用原理、分离效率、流体阻力、结构型式与选用)；旋液分离器；沉降式离心机。

其他除尘方法及设备：电除尘、湿法除尘器、惯性除尘器、袋滤器；除尘方法的选择与比较。

过滤操作的基本概念：过程的特点；推动力与阻力；过滤介质；助滤剂。

过滤设备：板框压滤机、加压液滤机、转筒真空过滤机、过滤式离心机等。

过滤计算：过滤基本方程； Δ 恒压及恒速过滤方程； Δ 间歇式及连续式过滤机的计算；过滤常数的测定。

第四章 传热

概述：化工生产中常见的传热过程；实现传热过程的三类设备(直接混合式，间壁式及蓄热式)；加热和冷却方法；载热体和冷却剂的选择；水蒸气的生产过程及其特性；饱和水蒸气表；传热的三种基本方式及其特点；化工中如常见的组合传热方式；稳定传热与不稳定传热。

热传导：热传导的基本概念；傅立叶定律； Δ 导热系数；平壁(单层与多层)的稳定热传导； Δ 圆筒壁(单层与多层)的稳定热传导；串联热阻的概念。

对流传热：对流传热的分析；传热边界层；对流传热速率方程；对流传热系数及其影响因素；因次分析在对流传热中的应用；有关准数的物理意义； Δ 流体无相变时的对流传热系数(采用准数关联式综合实验数据的好处，使用公式时的注意事项)； Δ 蒸汽冷凝时的对流传热(两种冷凝方式)； Δ 影响冷凝传热的因素，冷凝水除器及不凝性气体的排除； Δ 蒸汽冷凝时对流传热系数的关联式；液体沸腾时的对流传热(液体沸腾传热的规律——自然对流、核状沸腾与液状沸腾，影响沸腾传热的因素，大容器沸腾及管内沸腾时对流传热系数的关联式)； Δ 工业用换热器中对流传热系数的大致范围。

热辐射：基本概念：斯蒂芬-玻尔茨曼定律；克希科夫定律、两固体间的相互辐射传热；高温测定中的辐射误差、设备热损失。

Δ 两流体间壁传热过程的计算：传热速率方程、传热速率或热负荷的计算、平均温度差的计算、传热系数计算式的推导、总热阻与分热阻、主要热阻与非主要热阻的概念、污垢热阻、工业用换热器中传热系数的大致范围、壁温的估算、利用传热效率和传热单元效法进行传热计算；传热的强化与削弱。

换热器：换热器的型式（夹套式、蛇管式、套管式、列管式、板式、板翅式、螺旋板式与翅片管式）；特点及选型； Δ 列管式换热器（结构、热应力及其消除方法、设计方法）。

第五章 蒸馏

精馏过程的主要问题： Δ 精馏原理；双组分溶液的气液相平衡（理想溶液与非理想溶液，拉乌尔定律；气液平衡图； $t-x(y)$ 图与 $x-y$ 图；总压对 $x-y$ 图的影响；恒沸点概念；挥发度与相对挥发度；平衡蒸馏、简单蒸馏及精馏的区别；利用 $t-x(y)$ 图说明精馏原理。

Δ 双组分连续精馏塔的计算：全塔物料衡算；理论塔板的概念；求取理论塔板数的途径；精馏段操作线方程；提馏段操作线方程；两操作线交点的轨迹—— q 线方程；逐板法及图解法求理论塔板数；不同进料状态的比较；回流比的确定（最小回流比，全回流与操作回流比）；进料装置的热量衡算；确定操作压强的原则；多侧线精馏塔的操作线；塔釜采用直接蒸汽加热时的操作线；理论塔板数的捷算法；等板高度；分凝器应用场所。

间歇精馏的基本概念：特殊精馏，萃取精馏与恒沸精馏的原理、流程、应用和场合；水蒸汽蒸馏的基本概念及适用场合。

多组分精馏的特点。

第六章 吸收

概述：吸收在化工中的应用；吸收剂、吸收质与惰性气体；填料塔的构造；吸收过程的主要问题。

Δ 吸收的基本理论：吸收过程的相平衡关系（相组成的各种表示方法与相互换算；气体在液体中的溶解度与亨利定律；影响吸收相平衡的因素）；吸收过程的调节。

Δ 单相流体中的传质机理（分子扩散与费克定律；扩散系数及其影响因素，在气相及液相中的稳定分子扩散、涡流扩散、对流扩散）；两相流体间的传质机理；双膜理论；吸收速率方程（以不同浓度表示推动力的吸收速率方程，传质系数和推动力的严格对应关系及传质系数的换算，传质系数和传质分系数的关系）。

Δ 吸收塔的计算：吸收剂的选择；物料衡算与操作线方程；液气比及吸收剂用量。塔填料的选择；填料层高度的计算（图解积分法、对数平均推动力法、传质单元高度法等），板式吸收塔理论板数的计算。

吸收分系数与传质单元高度的经验式。

解吸过程与吸收过程的对比。

第七章 塔的设备

概述：塔设备的一般要求；塔设备的分类；填料塔与板式塔的特点。板式塔的基本结构，有降液管式（塔板流动型式，降液管及溢流堰，板型——泡罩塔、筛板塔、浮阀塔、舌形和浮舌形塔、浮动喷射塔等）；穿流式（筛孔及栅缝式穿流板）。

有降液管板式塔的流体力学计算，堰上的液流高度：降液管内液面高度；负荷性能图。

浮阀塔的设计计算：塔径、塔板间距、液流程数、溢流装置、塔板布置；板上的浮阀数和开孔率、塔板压降和淹塔情况校核、雾沫夹带和漏液的校核。浮阀塔的负荷性能图。

填料塔:填料: 填料塔内的流体力学特性; 液泛速度与塔径计算; 最小喷淋密度的校核; 填料层的压强降; 填料塔的其他构件。

板式塔与填料塔的比较及塔设备的选型。

第八章干燥

概述: 干燥过程的应用; 干燥方法(对流加热干燥、接触加热干燥、辐射加热干燥、介电加热干燥、冷冻干燥); 对流干燥的流程; 干燥过程的实质。

△湿空气的状态参数与湿度图; 湿空气的状态参数(湿含量、相对湿度、焓、比热、比热容、干球温度、湿球温度、绝热饱和温度、露点); 湿空气的湿度图的作法与应用。

△干燥过程的物料衡算与热量衡算; 湿物料中水分含量的表示法; 物料衡算; 热量衡算; 空气通过干燥器时的状态变化; 利用湿度图求空气状态变化的方法; 干燥器出口空气状态的选定原则; 干燥器的热效率。

△固体物料的干燥机理: 物料中所含水分的性质(平衡水分与自由水分; 结合水分与非结合水分); 干燥曲线与干燥速率曲线, 根据干燥速率曲线分析干燥过程的机理(等速干燥阶段、降速干燥阶段、临界湿含量及其影响因素); 影响干燥速率的因素; 干燥过程可能对物料质量产生的影响; 干燥条件的选择。

恒定干燥条件下干燥速率与干燥时间的计算。

干燥设备, 厢式干燥器、气流干燥器、沸腾床干燥器、喷雾干燥器; 干燥器的选型。

干燥器的设计举例, 气流干燥器的计算。

☆空气湿度的调节方法。

第九章 实验课程内容 (* 注: 初试不包括第九章实验课程的内容, 但复试包括)

- 1、绪论
2. 测量仪表及测量方法简介
- 3、流体流动型态的观察与测定、柏势利方程实验
- 4、管道阻力测定
- 5、离心泵性能的测定
- 6、过滤实验
- 7、传热实验
- 8、吸收实验
- 9、干燥实验
10. 精馏实验

参考书目:

《化工原理》(上册) 钟理, 伍钦, 马四朋主编, 化工出版社 2008

《化工原理》(下册) 钟理, 伍钦, 曾朝霞主编, 化工出版社 2008

伍钦, 钟理, 夏清, 熊丹柳改编, 化学工程单元操作

(Unit Operations of Chemical Engineering), 英文改编版. 化工出版社, 2008