《化工原理》（下）课程教学大纲

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Principle of Chemical Engineering  （the second volume） | **课程代码** |  |
| **课程性质** | 专业必修课程 | **授课对象** | 化学工程与工艺专业 |
| **学 分** | 3 | **学 时** | 54 |
| **主讲教师** | 李娜 | **修订日期** | 2022年11月 |
| **指定教材** | 《化工原理》下册第三版．柴诚敬．高等教育出版社，2017 | | |

**二、课程目标**

（一）**总体目标：**

《化工原理》是苏州大学化学工程与工艺专业的核心课程及专业必修课程。其教学目标是使学生获得常见化工单元操作过程及设备的基础知识、基本理论和基本计算能力；具有运用标准、手册、图册等有关技术的能力；能够完成相应的化工过程设计和计算，并受到必要的基本操作技能训练。为学生学习后续专业课程和将来从事工程技术工作，打好基础。通过本课程的学习，培养学生有分析和解决单元操作中各种问题的能力，即在科学研究和生产实践中对设备应具有操作管理、设计、强化与过程开发的本领。

（二）课程目标：

《化工原理》是一门工程类学科的课程，是运用物理化学、高等数学、化工热力学等基本知识来分析化工生产过程中的动量传递、热量传递及质量传递的基本原理，以及“三传”原理在各单元操作中的应用。使学生掌握化工、生物等生产过程中各种单元操作的的内在规律、基本原理；在此基础上具有正确选择适宜单元操作的能力，正确运用物料衡算、能量衡算等对基础设备进行设计计算选型等。进而在后续的科学研究或生产实践中对设备应具有操作管理、设计、强化与过程开发的本领。

具体课程目标如下：

**课程目标1：**能够运用数学、物理化学、化工热力学、等学科知识分析化工单元操作，掌握主要单元操作的特点、流程和典型设备结构与设计。熟悉各种单元操作在技术上和经济上的特点，具有对其进行选择、过程计算和设备设计的能力等。

**课程目标2：**掌握常见单元操作的基本原理，工艺计算设备选型的理论基础，并能在此基础上配合文献查阅等，在单元过程操作发生故障时寻找原因并加以解决，形成解决方案并以书面和口头的形式准确表述。

**课程目标3：**掌握质量传递、物料衡算和热量衡算等基本理论，并能在此基础上利用相关知识推导出吸收、萃取及精馏等单元操作过程中的流量、压力等重要的相关参数，掌握安全的环保的操作条件，可以解决操作过程中可能遇到的一些相关安全、环保等方面的问题。

**课程目标4：**根据生产任务的要求选用相应的理论和模拟方法；对常见单元操作有操作管理、设计、强化与过程开发的本领。按要求按规则进行相关的生产，掌握安全环保的操作条件，有效的处理废气废水等排放，符合国家排放要求等。有自主学习和探索创新的能力。

（三）课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系

**表1：课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **对应课程内容** | **对应毕业要求** |
| 课程目标1 | 各个单元操作基本概念、原理和分离方法 | 1-2熟悉化工系统的传递过程、分离技术及动态控制，并能够应用于复杂工程问题的解决 |
| 课程目标2 | 常见单元操作的设计、分析和计算 | 2-3能够正确表述一个工程问题的解决方案并分析其合理性 |
| 课程目标3 | 单元操作设备发展进程及更新换代。设备选型、设计及操作条件的选择 | 6-1了解与化工生产过程有关的社会、健康、安全、法律及文化方面的知识 |
| 课程目标4 | 传质传热设备的设计和选型、安全操作条件的确定等 | 8-2能够在化学工程与工艺生产过程中遵守工程职业道德规范并履行责任 |

1. **教学内容**

《化工原理》是研究和探讨化工生产中大规模改变物质物理性质的工程技术学科，它以化工生产中的物理加工过程为背景，研究物理加工过程的基本规律，应用这些规律解决化工生产中的实际问题，并将这些规律按其操作原理的共性归纳成若干单元操作。本课程主要任务是培养学生掌握各单元操作的基本原理，具有比较、选用和计算过程及设备的基本能力，以教师课堂讲授为主，以学生课堂讨论为辅。

**第七章 传质与分离过程概论**

7.1 传质与分离过程概述

7.1.1 传质与分离方法

7.1.2 相组成的表示方法

7.2质量传递的方式与描述

7.2.1分子传质(分子扩散)

7.2.2对流传质

7.2.3相际间的传质

7.3传质设备简介

7.3.1传质设备的分类与性能要求

7.3.2典型的传质设备

7.4分离过程的研究重点

要求理解和掌握：1、相组成的常见表示方法，各相浓度的不同表示房门；2、分子传质的基本定律菲克定律的基本公式及应用；3、对流传质的基本概念及过程；4、典型传质设备的分类和性能要求，熟悉常见的传质设备。

重点：对传质过程有一个总体的理解和掌握

难点：分子传质和对流传质过程的公示表达的不同

**第八章气体吸收**

8.1气体吸收过程概述

8.1.1 气体吸收过程与流程

8.1.2 气体吸收的分类

8.1.3吸收剂的选择

8.2吸收过程的相平衡关系

8.2.1气体在液体中的溶解度

8.2.2亨利定律

8.2.3相平衡关系在吸收过程中的应用

8.3吸收过程的速率关系

8.3.1膜吸收速率方程

8.3.2总吸收速率方程

8.3.3吸收速率方程小结

8.4低组成气体吸收的计算

8.4.1物料衡算与操作线方程

8.4.2 吸收剂用量的确定

8.4.3 塔径的计算

8.4.4吸收塔有效高度的计算

8.5吸收系数

8.5.1吸收系数的测定

8.5.2吸收系数的经验公式

8.5.3 吸收系数的量纲为1数群关联式

8.6其他吸收与解吸

8.6.1高组成气体吸收

8.6.2 化学吸收

8.6.3解吸

8.7填料塔

8.7.1塔填料

8.7.2 填料塔的流体力学性能与操作特性

8.7.3填料塔的内件

要求理解和掌握：1、气体吸收过程和分类；2、气体吸收过的相平衡关系，亨利定律不同的表达形式及换算；3、吸收过程膜吸收速率和总吸收速率的计算方法和换算；4、低组成吸收的物料衡算，操作线方程等；5、吸收塔高度直径等的计算；6、吸收系数的不同计算方法；7、其他吸收方法

重点：低组成吸收过程的物料衡算及吸收塔高度的计算

难点：掌握吸收过程中的物料衡算及其应用

**第九章 蒸馏**

9.1蒸馏过程概述

9.2两组分溶液的气液平衡

9.2.1两组分理想物系的气液平衡

9.2.2两组分非理想物系的气液平衡

9.2.3气液平衡的应用

9.3单级蒸馏过程

9.3.1 平衡蒸馏

9.3.2 简单蒸馏

9.4精馏--多级蒸馏过程

9.4.1精馏原理

9.4.2精馏操作流程

9.5两组分连续精馏的计算

9.5.1理论板的概念和恒摩尔流

9.5.2 物料衡算与操作线方程

9.5.3 理论板层数的计算

9.5.4 回流比的影响及选择

9.5.5 简捷法求理论板层数

9.5.6 几种特殊情况理论板层数的计算

9.5.7 连续精馏装置的热量衡算与精馏过程的节能

9.5.8 精馏过程的操作型计算和调节

9.6间歇精馏

9.6.1 回流比恒定时的间歇精馏

9.6.2馏出液组成恒定时的间歇精馏

9.7特殊精馏

9.7.1共沸精馏

9.7.2萃取精馏

9.7.3盐效应精馏

9.8板式塔

9.8.1塔板的类型及性能评价

9.8.2塔高和塔径的计算

9.8.3塔板的结构

9.8.4板式塔的流体力学性能和操作特性

要求理解和掌握：1、蒸馏的定义和发展过程；2、两组分气液平衡方程的应用；3、简单蒸馏和平衡蒸馏的定义和计算；3、精馏的原理和操作流程；4、两组分连续精馏的物料衡算，操作线方程的应用5、最小回流比的推导和计算；6、计算理论板数的不同方法及塔高的计算和应用；7、几种特殊情况理论板数的计算；8、精馏过程的热量衡算；9、板式塔的计算和其流体力学性能的掌握

重点：精馏塔通过塔板的计算来设计计算塔高，直径等重要参数

难点：不同操作情况下利用图解法计算板式塔的塔板数

**第十章 液-液萃取和液-固浸取**

10.1 液-液萃取概述

10.2液-液相平衡

10.2.1三角形坐标图及杠杆规则

10.2.2三角形相图

10.2.3萃取剂的选择

10.3液-液萃取过程的计算

10.3.1单级萃取的计算

10.3.2多级错流萃取的计算

10.3.3多级逆流萃取的计算

10.3.4 微分接触逆流萃取的计算

10.4液-液萃取设备

10.4.1萃取设备的传质特性

10.4.2萃取设备的基本要求与分类

10.4.3萃取设备的主要类型

10.4.4萃取设备的选择

10.5其他萃取技术简介

10.5.1超临界流体萃取

10.5.2液膜萃取

10.5.3回流萃取

10.5.4 化学萃取

10.6液-固浸取

10.6.1液-固浸取概述

10.6.2 浸取过程中的平衡关系

10.6.3 单级浸取

10.6.4 多级逆流浸取

10.6.5浸取设备

要求理解和掌握：1、液液萃取的定义和分类等；2、三角形坐标、杠杆规则；3、单级萃取的计算，物料衡算的理解和运用；4、多级错流和多级逆流萃取的计算；5、相关萃取设备的特性和选择；6、其他萃取设备的了解

重点：单级萃取的物料衡算

难点：三角形坐标、图解法计算萃取过程中的物料衡算

**第十一章 固体物料的干燥**

11.1湿空气的性质及湿度图

11.1.1 湿空气的性质

11.1.2湿空气的H-I图

11.2干燥过程的物料衡算与热量衡算

11.2.1 湿物料的性质

11.2.2干燥过程的物料衡算与热量衡算

11. 2.3 空气通过干燥器时的状态变化

11.2.4干燥系统的热效率

11.3干燥速率与干燥时间

11.3.1物料中水分的性质

11.3.2恒定干燥条件下干燥时间的计算

11.3.3变动条件下的干燥过程

11.4 真空冷冻干燥

11.4.1真空冷冻干燥原理

11.4.2冷冻干燥过程

11.4.3 冻干程序与冻干曲线

11.5干燥器

11.5.1干燥器的主要型式

11.5.2 干燥器的设计

11.6增湿与减湿

11.6.1 增湿与减湿过程的传热、传质关系

11.6.2空气调湿器与水冷却塔

要求理解和掌握：1、干燥定义、湿空气、湿物料的性质表达参数；2、干燥过程的物料衡算和热量衡算；3、干燥速率和时间的计算；4、其他干燥方式和干燥设备

重点：湿空气湿物料的性质和计算，物料衡算的计算过程

难点：干燥过程中的物料衡算和热量衡算

**第十二章 其他分离方法**

12.1结晶

12.1.1基本概念

12.1.2结晶过程的相平衡

12.1.3 结晶动力学简介

12.1.4 溶液结晶方法与设备

12.1.5溶液结晶过程的计算

12.1.6 其他结晶方法

12.2膜分离

12.2.1概述

12.2.2膜材料及膜性能

12.2.3典型膜过程简介

12.2.4膜分离设备(膜组件)

12.3吸附

12.3.1吸附现象与吸附剂

12.3.2吸附平衡与吸附速率

12.3.3工业吸附方法与设备

12.4离子交换

12.4.1离子交换原理与离子交换剂

12.4.2 离子交换平衡与传质速率

12.4.3工艺方法与设备

要求理解和掌握：1、其他的一些分离方法的定义和原理

重点：其他一些分离方法的分离原理

难点：分离过程的原理和相关操作设备

**四、学时分配**

**表2：各章节的具体内容和学时分配表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 章节 | 章节内容 | 学时分配 |
| 第七章 | 传质与分离过程概论 | 6 |
| 第八章 | 气体吸收 | 15 |
| 第九章 | 蒸馏 | 15 |
| 第十章 | 液-液萃取和液-固浸取 | 6 |
| 第十一章 | 固体物料的干燥 | 9 |
| 第十二章 | 其他分离方法 | 3 |

**五、教学进度**

**表3：教学进度表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **周次** | **起讫 日期** | **教 学 内 容** | **授课时数** | **目的要求** | **备注** |
| 1 | 9月6日-9月12日 | 第七章；7.1 传质分离过程的概论（传质分离的方法、相组成的表示方法）7.2 分子扩散 | 3 | 了解常见的传质分离的方法；掌握不同表示浓度的方法；掌握描述分子扩散的基本定律：菲克定律。 |  |
| 2 | 9月13日-19日 | 7.2 对流传质及相际间传质；7.3 传质设备  7.4小结 | 3 | 掌握对流传质概念及基本公式；了解相际间传热的过程及模型，掌握双膜理论；了解常见传质设备，掌握板式塔和填料塔。 |  |
| 3 | 9月20日-26日 | 8.1 气体吸收概论（流程、分类、吸收剂选择）  8.2 吸收过程中的相平衡（溶解度、亨利定律等）8.3吸收过程的速率关系 | 3 | 掌握关于吸收流程，一般分类及如何选择合适的吸收剂；掌握并理解溶解度曲线，及亨利定律，并能熟练运用该定律进行相关的平衡计算。掌握膜吸收速率方程、总吸收速率方程；理解不同膜吸收系数和总吸收系数之间的关系。 |  |
| 4 | 9月27日-10月3日 | 十月一放假 | 3 | 自行复习 |  |
| 5 | 10月4日-10日 | 8.4 低组成气体吸收的计算（物料衡算、操作线方程、吸收剂用量的确定等） | 3 | 掌握物料衡算在吸收过程中的应用和相关计算；掌握吸收操作线方程的计算和应用；理解最小液气比的概念，掌握如何计算最小溶剂量。 |  |
| 6 | 10月11日-17日 | 8.4、（2）塔径计算、有效高度的计算；8.5 吸收系数的计算 | 3 | 理解塔径计算的公式；掌握两种塔有效高度的计算方法。 |  |
| 7 | 10月18日-24日 | 8.6 其他吸收与解吸；8.7 填料塔 本章复习。 | 3 | 掌握吸收系数的测定方法并了解其经验计算公式；理解其他吸收和解吸的概念和区别；对本章进行小结复习。 |  |
| 8 | 10月25-31日 | 9.1蒸馏过程概论  9.2 两组分溶液的气液平衡9.3 单级蒸馏过程 | 3 | 掌握两分组溶液的气液平衡关系式及平衡相图；理解蒸馏过程；掌握平衡蒸馏和简单蒸馏过程的物料衡算和热量衡算。 |  |
| 9 | 11月1日-07日 | 9.4 精馏-多级蒸馏过程；9.5 两组分精馏过程计算（物料衡算、操作线方程等） | 3 | 理解工业上精馏过程是一个多级蒸馏过程；掌握理论班的概念及恒摩尔流假定；掌握精馏过程的物料衡算和操作线方程。 |  |
| 10 | 11月8日-14日 | 9.5 两组分精馏过程计算（2）（理论板层数的计算、回流比的影响，特殊情况下理论板的计算，热量衡算） | 3 | 理解理论板和最小回流比的概念；掌握理论板图解计算法，及最小回流比的计算方法；了解集中特殊情况下理论板层数的计算；掌握精馏过程中的热量衡算和如何节能。 |  |
| 11 | 11月15日-21日 | 9.6 间歇精馏；9.7 特殊精馏 | 3 | 熟悉间歇精馏和几种特殊精馏如共沸精镏、萃取精馏的定义和流程；了解其相关的计算。 |  |
| 12 | 11月22日-28日 | 9．8 板式塔及本章复习 | 3 | 了解精馏过程常用板式塔的类型布局等；掌握板式塔有效高度，塔板效率的计算等；理解常见板式塔的操作特性等。本章复习。 |  |
| 13 | 11月29日-12月5日 | 10.1液-液萃取概述  10.2液-液平衡  10.3液-液萃取过程的计算 | 3 | 掌握液-液萃取定义和流程；理解液-液平衡中的三角形相图及应用；掌握基本单级萃取的计算； |  |
| 14 | 12月6日-12日 | 10.3液-液萃取过程的计算（2）；10.4 萃取设备  10.5 其他萃取技术简介 | 3 | 了解多级萃取的计算；掌握常见萃取的设备及其传质特性；了解其他萃取技术； |  |
| 15 | 12月13日-19日 | 11.1 湿空气的性质及湿度图；11.2 干燥过程的物料衡算与热量 | 3 | 掌握湿空气的性质及湿空气的H-I图；掌握干燥过程的物料和热量衡算。 |  |
| 16 | 12月20日-26日 | 11.3 干燥速率与时间；11.4真空冷冻干燥；11.5 干燥器；11.6 增湿和减湿 | 3 | 掌握平衡水分和自由水分的概念；了解恒定干燥条件下干燥时间的计算（干燥实验和干燥曲线）；了解真空冷冻干燥的定义等。 |  |
| 17 | 12月27日-1月2日 | 11.5 干燥器；11.6 增湿和减湿 本章复习 | 3 | 了解常见干燥器的主要类型和操作流程；理解增湿和减湿的概念。 |  |
| 18 | 1月3日-9日 | 12 其他分离方法：结晶、膜分离、吸附离子交换等；期末串讲 | 3 | 了解常见的其他传质分离方法，如结晶，膜分离及吸附的基本定义。回顾本课程的重点内容 |  |
| 19 | 1月10日-1月16日 | 停课考试复习 | | | |

**六、教材及参考书目**

**教材**：《化工原理》第三版下册．柴诚敬．高等教育出版社，2017

**参考书**：

1、陈敏恒等 编著《化工原理》(上、下册) 第二版，化学工业出版社，1999年

2、谭天恩等编著《化工原理》(上、下册) 第二版，化学工业出版社，1998年

3、姚玉英等主编《化工原理例题与习题》第三版，化学工业出版社，1998年

4、黄婕等主编 《化工原理学习指导与习题精解》 第一版，化学工业出版社，2019年

**七、教学方法**

授课方式：陈述法，案例分析，师生互动，小组讨论等。

基本要求：

1. 课前通过雨课堂等教学平台观看小微课视频，阅读教材等做好预习。

2. 课堂上通过讲授重、难点，用案例分析、小组讨论等方式帮助学生理解知识点。

3. 课后通过习题的练习，巩固和加深对化工原理知识重点和难点的理解，融会贯通。

4. 通过作业批改、阶段测验、期中考试和期末考试检查教学效果。

**八、考核方式及评定方法**

**（一）课程考核与课程目标的对应关系**

**表4：课程考核与课程目标的对应关系表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核要点** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 知识储备 | 平时作业、填空题、选择题、简答题 |
| 课程目标2 | 能力达成 | 简答题、计算分析题 |
| 课程目标3 | 素质养成 | 课堂汇报、简答题、分析题 |
| 课程目标4 | 素质养成 | 课堂小组讨论、课程综述报告、分析题 |

**（二）评定方法**

**1．评定方法**

以教学过程考察为重点，结合阶段测验、期中考试、期末考试作为过程性评价的基础，在化工原理（下）中教学部分课程总评成绩中，总成绩（100分）=平时成绩（20分，其中：课后作业题、课堂分组讨论、课程报告）+期中成绩（30分）+期末成绩（50分）。

（1）平时成绩由平时作业、课堂小组讨论、考勤及课程报告等组成。

（2） 期中考试和期末考试以闭卷形式进行。试卷考核围绕课程目标考察学生专业基础知识、问题分析、解决问题的能力。

**2．课程目标的考核占比与达成度分析**

**表5：课程目标的考核占比与达成度分析表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **考核占比**  **课程目标** | **平时**  **（20%）** | **期中**  **（30%）** | **期末**  **（50%）** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 5% | 9% | 10% | 课程目标1达成度={5%×平时目标1成绩+9%×期中目标1成绩+15%×期末目标1成绩}/课程目标1总分。 |
| 课程目标2 | 5% | 9% | 10% | 课程目标2达成度={5%×平时目标2成绩+9%×期中目标2成绩+10%×期末目标2成绩}/课程目标2总分。 |
| 课程目标3 | 5% | 6% | 17.5% | 课程目标3达成度={5%×平时目标3成绩+6%×期中目标3成绩+17.5%×期末目标3成绩}/课程目标3总分。 |
| 课程目标 4 | 5% | 6% | 12.5% | 课程目标4达成度={5%×平时目标4成绩+6%×期中目标4成绩+12.5%×期末目标4成绩}/课程目标4总分。 |

**（三）评分标准**

| **课程**  **目标** | **评分标准** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **90-100** | **80-89** | **70-79** | **60-69** | **＜60** |
| **优** | **良** | **中** | **合格** | **不合格** |
| **A** | **B** | **C** | **D** | **F** |
| **课程**  **目标1** | 能够灵活运用数学、物理化学、化工热力学、等学科知识掌握主要传质单元操作的特点、流程和典型设备结构与设计。熟练掌握各种单元操作的基本原理、计算设计过程，具有对其进行选择、过程计算和设备设计的能力等。 | 能够运用数学、物理化学、化工热力学、等学科知识掌握主要单元操作的特点、流程和典型设备结构与设计。掌握各种单元操作的基本原理、计算设计过程，具有对其进行选择、过程计算和设备设计的能力等。 | 能够较好地运用数学、物理化学、化工热力学、等学科知识掌握主要单元操作的特点流程和典型设备结构与设计。较好地掌握各种单元操作的基本原理、计算设计过程，可对其进行选择、过程计算和设备设计的能力等。 | 基本能够运用数学、物理化学、化工热力学、等学科知识掌握主要单元操作的特点、流程和典型设备结构与设计。基本掌握各种单元操作的基本原理、计算设计过程，具有对其进行选择、过程计算和设备设计的能力等。 | 不能运用数学、物理化学、化工热力学、等学科知识掌握主要单元操作的特点、流程和典型设备结构与设计。未能掌握各种单元操作的基本原理、计算设计过程，具有对其进行选择、过程计算和设备设计的能力等。 |
| **课程**  **目标2** | 能够熟练掌握常见单元操作的基本原理，工艺计算设备选型的理论基础，并能在此基础上配合文献查阅等，解决遇到的相关工程问题，当单元过程在操作中发生故障时可熟练并正确的寻找的原因并加以解决；能找出一些复杂工程问题的原因及解决方案等。 | 能够掌握常见单元操作的基本原理，工艺计算设备选型的理论基础，并能在此基础上配合文献查阅等，解决遇到的相关工程问题当单元过程在操作中发生故障时可正确的找出原因并加以解决；能找出一些复杂工程问题的原因及解决方案等。 | 能够掌握常见单元操作的基本原理，工艺计算设备选型的理论基础，并能在此基础上配合文献查阅等，能够解决遇到的相关工程问题当单元过程在操作中发生故障时可找出原因并加以解决；能找出一些复杂工程问题的原因及解决方案等。 | 基本能够掌握常见单元操作的基本原理，工艺计算设备选型的理论基础，并能在此基础上配合文献查阅等，基本能解决遇到的相关工程问题，当单元过程在操作中发生故障时可找出原因并加以解决；能找出一些复杂工程问题的原因及解决方案等。 | 不能掌握常见单元操作的基本原理，工艺计算设备选型的理论基础，并能在此基础上配合文献查阅等，不能解决遇到的相关工程问题当单元过程在操作中发生故障时无法找出原因并加以解决；无法找出一些复杂工程问题的原因及解决方案等。 |
| **课程**  **目标3** | 熟练掌握重要传质设备的发展过程及该过程中相关的一些安全、健康法律方面的相关常识。在此基础上结合热量传递、物料衡算和热量衡算等基本理论，可熟练并正确的推导出的部分单元操作过程中重要的操作条件，并能安全合理的设计及操作相关设备。 | 能掌握重要传质设备的发展过程及该过程中相关的一些安全、健康法律方面的相关常识。并能在此基础上结合热量传递、物料衡算和热量衡算等基本理论，推导出的部分单元操作过程中重要的操作条件，并能安全合理的设计及操作相关设备。 | 能较好掌握重要传质设备的发展过程及该过程中相关的一些安全、健康法律方面的相关常识。在此基础上结合热量传递、物料衡算和热量衡算等基本理论，可推导出的部分单元操作过程中重要的操作条件，并能设计及操作相关设备。 | 基本能掌握重要传质设备的发展过程及该过程中相关的一些安全、健康法律方面的相关常识。在此基础上结合热量传递、物料衡算和热量衡算等基本理论，基本能推导出的部分单元操作过程中重要的操作条件，可以设计及操作相关设备。 | 不能掌握重要传质设备的发展过程及该过程中相关的一些安全、健康法律方面的相关常识。在此基础上结合热量传递、物料衡算和热量衡算等基本理论，无法推导出的部分单元操作过程中重要的操作条件，不能设计及操作相关设备。 |
| **课程**  **目标4** | 能根据生产任务的要求熟练选用相应的理论和模拟方法；对常见单元操作可进行安全环保的操作能力。有极强的自主学习和探索创新的能力。 | 可根据生产任务的要求选用相应的理论和模拟方法；对常见单元操作可进行安全环保的操作能力。有自主学习和探索创新的能力。 | 能根据生产任务的要求基本能选用相应的理论和模拟方法；对常见单元操作可进行安全环保的操作能力。具有一定的自主学习和探索创新的能力。 | 根据生产任务的要求选用相应的理论和模拟方法；对常见单元操作可进行安全环保的操作能力。不具备自主学习和探索创新的能力。 | 根据生产任务的要求无法选用相应的理论和模拟方法；对常见单元操作不具备安全环保的操作能力。不具备自主学习和探索创 |