



# 四川轻化工大学课程实施大纲

课程名称：化工原理

---

授课班级：2018 级安全工程 1-3 班

---

任课教师：张峰榛

---

工作部门：化学工程学院

---

联系方式：校内短号（62140）

---

四川轻化工大学制

2020 年 9 月

# 《化工原理》课程实施大纲

## 基本信息

课程代码:

课程名称: 化工原理

Principles of Chemical Engineering

学 分: 3

总 学 时: 48

学 期: 2020-2021-1

上课时间: 周 1 第 7、8 节, 周 3 第 1、2 节

上课地点: 周 1: N1-410; 周 3: N1-309

答疑时间和方式: 课前、课间答疑; 电话答疑;

邮件答疑; 考前集中答疑。

答疑地点: 授课教室或汇南第一实验楼 230 (化学工程教研室)

授课班级: 2018 级安全工程 1-3 班

任课教师: 张峰榛

学 院: 化学工程学院

邮 箱: 20293976@qq.com

联系电话: 校内短号(62140)

# 目 录

<b>1. 教学理念</b> .....	<b>1</b>
<b>2. 课程描述</b> .....	<b>2</b>
2.1 课程的性质.....	2
2.2 课程在学科专业结构中的地位、作用.....	2
2.3 课程的历史与传统文化.....	2
2.4 课程的前沿及发展趋势.....	2
2.5 课程与经济社会发展的关系.....	3
2.6 课程内容可能涉及到的伦理与道德问题.....	3
2.7 学习本课程的必要性.....	4
<b>3. 教师简介</b> .....	<b>5</b>
3.1 教师的职称、学历.....	5
3.2 教育背景.....	5
3.3 研究方向（兴趣）.....	5
<b>4. 先修课程</b> .....	<b>6</b>
<b>5. 课程目标</b> .....	<b>7</b>
<b>6. 课程内容</b> .....	<b>8</b>
6.1 课程的内容概要.....	8
6.2 教学重点、难点.....	9
6.3 学时安排.....	11
<b>7. 课程教学实施</b> .....	<b>12</b>

<b>7.1 教学单元一</b> .....	12
7.1.1 教学日期 .....	12
7.1.2 教学目标 .....	12
7.1.3 教学内容（含重点、难点） .....	12
7.1.4 教学过程 .....	12
7.1.5 教学方法 .....	13
7.1.6 作业安排及课后反思 .....	13
7.1.7 课前准备情况及其他相关特殊要求 .....	13
7.1.8 参考资料 .....	13
<b>7.2 教学单元二</b> .....	13
7.2.1 教学日期 .....	13
7.2.2 教学目标 .....	13
7.2.3 教学内容（含重点、难点） .....	13
7.2.4 教学过程 .....	14
7.2.5 教学方法 .....	14
7.2.6 作业安排及课后反思 .....	14
7.2.7 课前准备情况及其他相关特殊要求 .....	14
7.2.8 参考资料 .....	14
<b>7.3 教学单元三</b> .....	14
7.3.1 教学日期 .....	14
7.3.2 教学目标 .....	14
7.3.3 教学内容（含重点、难点） .....	14
7.3.4 教学过程 .....	15
7.3.5 教学方法 .....	15
7.3.6 作业安排及课后反思 .....	15
7.3.7 课前准备情况及其他相关特殊要求 .....	15
7.3.8 参考资料 .....	15
<b>7.4 教学单元四</b> .....	16
7.4.1 教学日期 .....	16
7.4.2 教学目标 .....	16
7.4.3 教学内容（含重点、难点） .....	16
7.4.4 教学过程 .....	16
7.4.5 教学方法 .....	16
7.4.6 作业安排及课后反思 .....	17
7.4.7 课前准备情况及其他相关特殊要求 .....	17
7.4.8 参考资料 .....	17
<b>7.5 教学单元五</b> .....	17
7.5.1 教学日期 .....	17
7.5.2 教学目标 .....	17

7.5.3 教学内容（含重点、难点） .....	17
7.5.4 教学过程 .....	17
7.5.5 教学方法 .....	18
7.5.6 作业安排及课后反思 .....	18
7.5.7 课前准备情况及其他相关特殊要求 .....	18
7.5.8 参考资料 .....	18
<b>7.6 教学单元六</b> .....	<b>19</b>
7.6.1 教学日期 .....	19
7.6.2 教学目标 .....	19
7.6.3 教学内容（含重点、难点） .....	19
7.6.4 教学过程 .....	19
7.6.5 教学方法 .....	20
7.6.6 作业安排及课后反思 .....	20
7.6.7 课前准备情况及其他相关特殊要求 .....	20
7.6.8 参考资料 .....	20
<b>7.7 教学单元七</b> .....	<b>20</b>
7.7.1 教学日期 .....	20
7.7.2 教学目标 .....	20
7.7.3 教学内容（含重点、难点） .....	20
7.7.4 教学过程 .....	21
7.7.5 教学方法 .....	21
7.7.6 作业安排及课后反思 .....	21
7.7.7 课前准备情况及其他相关特殊要求 .....	21
7.7.8 参考资料 .....	21
<b>7.8 教学单元八</b> .....	<b>21</b>
7.8.1 教学日期 .....	21
7.8.2 教学目标 .....	21
7.8.3 教学内容（含重点、难点） .....	22
7.8.4 教学过程 .....	22
7.8.5 教学方法 .....	22
7.8.6 作业安排及课后反思 .....	22
7.8.7 课前准备情况及其他相关特殊要求 .....	22
7.8.8 参考资料 .....	22
<b>7.9 教学单元九</b> .....	<b>23</b>
7.9.1 教学日期 .....	23
7.9.2 教学目标 .....	23
7.9.3 教学内容（含重点、难点） .....	23
7.9.4 教学过程 .....	23
7.9.5 教学方法 .....	24
7.9.6 作业安排及课后反思 .....	24

7.9.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	24
7.9.8 参考资料.....	24
<b>7.10 教学单元十</b> .....	<b>24</b>
7.10.1 教学日期.....	24
7.10.2 教学目标.....	24
7.10.3 教学内容（含重点、难点）.....	25
7.10.4 教学过程.....	25
7.10.5 教学方法.....	25
7.10.6 作业安排及课后反思.....	25
7.10.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	26
7.10.8 参考资料.....	26
<b>7.11 教学单元十一</b> .....	<b>26</b>
7.11.1 教学日期.....	26
7.11.2 教学目标.....	26
7.11.3 教学内容（含重点、难点）.....	26
7.11.4 教学过程.....	26
7.11.5 教学方法.....	27
7.11.6 作业安排及课后反思.....	27
7.11.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	27
7.11.8 参考资料.....	27
<b>7.12 教学单元十二</b> .....	<b>27</b>
7.12.1 教学日期.....	27
7.12.2 教学目标.....	27
7.12.3 教学内容（含重点、难点）.....	27
7.12.4 教学过程.....	28
7.12.5 教学方法.....	28
7.12.6 作业安排及课后反思.....	28
7.12.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	28
7.12.8 参考资料.....	28
<b>7.13 教学单元十三</b> .....	<b>28</b>
7.13.1 教学日期.....	28
7.13.2 教学目标.....	29
7.13.3 教学内容（含重点、难点）.....	29
7.13.4 教学过程.....	29
7.13.5 教学方法.....	30
7.13.6 作业安排及课后反思.....	30
7.13.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	30
7.13.8 参考资料.....	30
<b>7.14 教学单元十四</b> .....	<b>31</b>

7.14.1 教学日期.....	31
7.14.2 教学目标.....	31
7.14.3 教学内容（含重点、难点）.....	31
7.14.4 教学过程.....	31
7.14.5 教学方法.....	32
7.14.6 作业安排及课后反思.....	32
7.14.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	32
7.14.8 参考资料.....	32
<b>7.15 教学单元十五.....</b>	<b>32</b>
7.15.1 教学日期.....	32
7.15.2 教学目标.....	32
7.15.3 教学内容（含重点、难点）.....	32
7.15.4 教学过程.....	33
7.15.5 教学方法.....	33
7.15.6 作业安排及课后反思.....	33
7.15.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	33
7.15.8 参考资料.....	34
<b>7.16 教学单元十六.....</b>	<b>34</b>
7.16.1 教学日期.....	34
7.16.2 教学目标.....	34
7.16.3 教学内容（含重点、难点）.....	34
7.16.4 教学过程.....	34
7.16.5 教学方法.....	35
7.16.6 作业安排及课后反思.....	35
7.16.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	35
7.16.8 参考资料.....	35
<b>7.17 教学单元十七.....</b>	<b>35</b>
7.17.1 教学日期.....	35
7.17.2 教学目标.....	35
7.17.3 教学内容（含重点、难点）.....	35
7.17.4 教学过程.....	36
7.17.5 教学方法.....	36
7.17.6 作业安排及课后反思.....	36
7.17.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	36
7.17.8 参考资料.....	36
<b>7.18 教学单元十八.....</b>	<b>36</b>
7.18.1 教学日期.....	36
7.18.2 教学目标.....	37
7.18.3 教学内容（含重点、难点）.....	37
7.18.4 教学过程.....	37

7.18.5 教学方法.....	37
7.18.6 作业安排及课后反思.....	38
7.18.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	38
7.18.8 参考资料.....	38
<b>7.19 教学单元三.....</b>	<b>38</b>
7.19.1 教学日期.....	38
7.19.2 教学目标.....	38
7.19.3 教学内容（含重点、难点）.....	38
7.19.4 教学过程.....	39
7.19.5 教学方法.....	39
7.19.6 作业安排及课后反思.....	39
7.19.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	40
7.19.8 参考资料.....	40
<b>7.20 教学单元二十.....</b>	<b>40</b>
7.20.1 教学日期.....	40
7.20.2 教学目标.....	40
7.20.3 教学内容（含重点、难点）.....	40
7.20.4 教学过程.....	41
7.20.5 教学方法.....	41
7.20.6 作业安排及课后反思.....	41
7.20.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	41
7.20.8 参考资料.....	41
<b>7.21 教学单元二十一.....</b>	<b>42</b>
7.21.1 教学日期.....	42
7.21.2 教学目标.....	42
7.21.3 教学内容（含重点、难点）.....	42
7.21.4 教学过程.....	42
7.21.5 教学方法.....	43
7.21.6 作业安排及课后反思.....	43
7.21.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	43
7.21.8 参考资料.....	43
<b>7.22 教学单元二十二.....</b>	<b>43</b>
7.22.1 教学日期.....	43
7.22.2 教学目标.....	43
7.22.3 教学内容（含重点、难点）.....	43
7.22.4 教学过程.....	44
7.22.5 教学方法.....	44
7.22.6 作业安排及课后反思.....	44
7.22.7 课前准备情况及其他相关特殊要求.....	44
7.22.8 参考资料.....	44



7.23 教学单元二十三	44
7.23.1 教学日期	44
7.23.2 教学目标	45
7.23.3 教学内容（含重点、难点）	45
7.23.4 教学过程	45
7.23.5 教学方法	46
7.23.6 作业安排及课后反思	46
7.23.7 课前准备情况及其他相关特殊要求	46
7.23.8 参考资料	46
7.24 教学单元二十四	46
7.24.1 教学日期	46
7.24.2 教学目标	46
7.24.3 教学内容（含重点、难点）	46
7.24.4 教学过程	47
7.24.5 教学方法	47
7.24.6 作业安排及课后反思	47
7.24.7 课前准备情况及其他相关特殊要求	47
7.24.8 参考资料	47
<b>8. 课程要求</b>	<b>48</b>
8.1 学生自学要求	48
8.2 课外阅读要求	48
8.3 课堂讨论要求	48
8.4 课程实践要求	48
<b>9. 课程考核</b>	<b>49</b>
9.1 出勤（迟到、早退等）、作业、报告等的要求	49
9.2 成绩的构成与评分规则说明	49
9.3 考试形式及说明（含补考）	50
<b>10. 学术诚信</b>	<b>51</b>
10.1 考试违规与作弊处理	51
10.2 杜撰数据、信息处理等	51

10.3 学术剽窃处理等 .....	51
<b>11. 课堂规范 .....</b>	<b>52</b>
11.1 课堂纪律 .....	52
11.2 课堂礼仪 .....	52
<b>12. 课程资源.....</b>	<b>53</b>
12.1 教材与参考书 .....	53
12.2 专业学术著作 .....	53
12.3 专业刊物 .....	53
12.4 网络课程资源 .....	53
<b>13. 教学合约.....</b>	<b>54</b>
13.1 教师作出师德师风承诺 .....	54
13.2 阅读课程实施大纲，理解其内容 .....	54
13.3 同意遵守课程实施大纲中阐述的标准和期望 .....	54
<b>14. 其他说明 .....</b>	<b>55</b>

## 1. 教学理念

大学教育围绕一个“育人目标”核心，着眼于人的全面发展需要，重点培养学生的自学能力、实践能力和创新能力。即以学生为“中心”，教师为“主体”的教与学的关系。在具体的教学中，以“课”为教学活动单位，将学生能力锻炼作为核心，遵循理论联系实际、学以致用和因材施教的原则，使学生在循序渐进的教学过程中短时、优效地获得系统的科学知识。

化工原理是化学工程、应用化学、安全工程、环境工程专业必修的一门专业基础课程。主要运用数学和物理知识分析、解决过程工业生产涉及到的各物理过程的工程问题，该课程具有较强的理论性和实践性。

我校培养应用型工程技术人才的培养目标，并考虑到我校学生数学、物理基础较薄弱的特点，教学过程重点强调理论知识的应用，弱化各种公式的推导，以通俗易懂的方式将课程内容传达给学生。课程实施主要采用讲授法、引导法、提问法、对比法、练习法以及案例分析法等多种教学方法，同时结合教师自身的研究，充分调动学生的学习热情，使学生通过积极的思维、操作、演练，主动地获取知识，确保学生学有所得。在上课形式上，运用多媒体教学手段，方便对新近前沿研究领域、成果的介绍，以实现良好的教学效果。

整个教学实施过程中，我将秉承以下的教学风格：

(1) **公平对待每一位学生**。在教学过程中，我将对学生持民主与尊重的态度，对不同出身、性别、智力、相貌、年龄、个性以及关系密切程度不同的学生尽量做到一视同仁，同等对待，对每一位学生都关心、爱护、无偏袒、不以个人的私利和好恶作标准；

(2) **以一种有趣的教学方式传递知识**。在教学过程中，我尽量寻求有趣的方式向学生传递知识，例如：教学讲授环节，尽量多举与实际生活息息相关的例子，用最浅显易懂、幽默的语言表达课程中比较复杂抽象的概念。其目的是让学生积极参与整个教学环节，通过参与和体验，高效的学习该课程；

(3) **积极引导学生的主动学习**。在教学过程中，我将通过案例分析、知识点对比、归纳等多种讲授方式引导学生积极主动的学习，使学生深刻体会所学知识对实际工程、未来科研道路或职场工作的价值。

## 2. 课程描述

### 2.1 课程的性质

化工原理属于工程科学课程，即用自然科学的原理分析和处理实际工程问题；课程内容是化工生产过程中的物理操作过程及其设备；课程主要任务是：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以及实验技能和设计能力。课程的主要特点是：(1)兼有“科学”与“技术”的双重特点，(2)实验科学，强调理论课与实验课相结合，(3)实践性强，辅以多种实践环节。

### 2.2 课程在学科专业结构中的地位、作用

化工原理是化工及其相近专业的一门主干课，也是一门很重要的技术基础课，本课程担负着由理论到工程、由基础到专业、由理及工的桥梁作用。该课程教学水平的高低，对化工类及相近专业学生的业务素质 and 工程能力的培养起至关重要的作用。

### 2.3 课程的历史与文化传统

继 1915 年 Little. A. D 提出了“单元操作”的概念，1923 年 Walker. W. H、Lewis. W. K 和 Mcadams. W. H 合著了第一部以“单元操作”为线索的《化工原理》著作，包括了流体流动、过滤、传热、蒸发、蒸馏、干燥等单元操作。该著作从以产品来划分的化工生产工艺中抽象出各种单元操作，从特殊性中总结出普遍性，是对化学工程认识上的一个飞跃。

### 2.4 课程的前沿及发展趋势

随着对单元操作物理本质更深入的认识人们希望能从中得出更为一般性的规律指导实践，由此推动了“传递过程”理论的发展。即在质量守恒、动量守恒、能量守恒三大定律的基础上，按“单元操作”的物理本质将其归纳为动量传递、热量传递和质量传递三大类传递过程，并以物理学中普遍遵循的“唯象方程”来统一描述过程传递机理，可称之为“化工原理的原理”。

近来随着人们对化学工程进一步认识，学界将化学工程视为一种复杂系统，并试图在高层次组织化学工程的知识基础，为此不断在寻找易于进入化工复杂系统研究的切入

点。

## 2.5 课程与经济社会发展的关系

随着经济全球化的到来，各国都面临着不同的机遇与挑战，提高自己国家的经济实力，提高国家的文化软实力，提高国家的综合实力等都需要和国家民族工业相联系，而且化学工业在又是国家基础工业之一，因此化学工业与国民经济有着不可分割的关系。

化学工业（包括化工、轻工、食品、生物等工程学科）属于实业工业，它能够直接创造出非凡的经济价值，直接提高国家 GDP 水平。从各国的经济增长速度和工业发展状况的比照表中可以了解到，国家的经济增长速度有相当一部分得益于化学工业的直接推动，现在中国的 GDP 已经超过了美国，从工业能源的消耗情况可以看到，中国的化学能源消耗已经超过美国，当然化学能源消耗大并不代表着一个国家的经济一定强盛，但它多多少少可以从一个侧面反映出国家当前的经济发展状况，是处于高速发展，还是处于低迷状态。

发展化学工业，对于改进工业生产工艺、发展农业生产、合成新材料、巩固国防建设、发展高精尖技术、提高国家的综合实力都有很大作用，它是国民经济中的一个重要组成部分。

## 2.6 课程内容可能涉及到的伦理与道德问题

化学工业具有一般工程的特点，同时高危险性高污染性使其与一般工程又不尽相同。化学工业对环境和人类健康的影响更为迅速和直接，与公众的生存环境和自身健康息息相关。因此，化学工业的伦理规范要高于一般工程。

化工伦理规范的构建应该考虑生产和社会实践两方面。从生产方面看，首先应降低化学原料的威胁；其次应确保生产过程的规范和安全；再次应治理和修复化工对环境的危害。从社会实践方面看：应明确不同角色的不同权利义务。如：化学工程师应保证化工科学合理的论证和设计，全力参与、全程跟踪化学工程活动，同时对化学工程的每个生产环节进行监督，从而降低化工风险；工程决策者应根据针对工程中可能存在的问题和风险进行分析，制定不同的备选方案，选择合适方案，实现工程最优化；政府部门应该在道德约束和伦理规范尚不完善的情况下，对工程中的每个参与者进行监督，明确他们的权利义务，监督和管理工程的实施；公众是有权监督化工的运行和实施，捍卫自身健康和生存环境安全，对其工程的负面影响提出正当的伦理诉求。

## 2.7 学习本课程的必要性

化工原理是化学工程及相近工程学科的技术基础课，它在基础课和专业课之间起着承前启后、由理及工的桥梁作用，它是综合运用数学、物理、化学等基础知识分析和解决化工过程中各种单元操作问题的工程学科。从基础理论、设备构造、设计方法、工程操作及组织实施实验等方面对学生进行全面训练。该课程在教学内容上强调工程观点，强调理论和实际相结合，提高学生分析、解决实际工程问题的能力等方面有着重要的作用。

### 3. 教师简介

#### 3.1 教师的职称、学历

任课教师：张峰榛；职称：副教授；最终学历：工学博士研究生

#### 3.2 教育背景

1999-2003 年 西南师范大学（现西南大学） 心理学系 心理学专业 理学学士；

2005-2008 年 四川大学化学工程学院 化学工程专业 工学硕士；

2008-2012 年 四川大学化学工程学院 化学工程专业 工学博士；

2015-2016 年 清华大学化学工程系 国内访问学者。

#### 3.3 研究方向（兴趣）

化工传质与分离；

化工多相流技术（含多相化学反应过程）；

化工计算流体力学（CFD）。

#### 4. 先修课程

高等数学、大学物理、物理化学。



## 5. 课程目标

化工原理课程教育目标如下：

- ① 掌握工程实际问题的分析处理方法及选用；
- ② 掌握单元操作的基本原理、典型设备的结构特点及性能； 培养学生的工程技术经济观，通过单元操作设备设计、选型原则和方法的学习，掌握不同单元操作的选用方法、典型设备的设计（选型）计算方法；
- ③ 培养学生初步分析、解决工程实际问题的能力，能够分析过程影响因素，提出调节过程的措施；
- ④ 培养学生组织、实施工程实验，获取设计、计算所需数据的能力；
- ⑤ 培养学生阅读化工相关关文献、使用化工常见图表的基本能力。

## 6. 课程内容

### 6.1 课程的内容概要

化工原理授课内容包括：绪论、第1章 流体流动、第2章 流体输送机械、第3章 传热、第4章 蒸馏共五部分内容。各部分主要教学内容如下：

#### 绪论

##### 主要知识点：

- ① 化工原理的性质、内容、任务和研究方法；
- ② 物、热衡算，平衡及速率关系；
- ③ 单位及单位换算；
- ④ 因次及因次式。

#### 第1章 流体流动

##### 主要知识点：

- ① 流体的性质，牛顿型流体与非牛顿型流体的概念；
- ② 流体的静压强、静力学方程式及其应用；
- ③ 流量、流速的各种表达方式及计算，定常流动与非定常流动的概念；
- ④ 流动系统的物料衡算与连续性方程；
- ⑤ 流动系统的能量衡算与机械能衡算式；
- ⑥ 流动类型及特点，边界层的概念；
- ⑦ 管内流速分布；
- ⑧ 管路能耗的原因、计算及影响因素；
- ⑨ 管路计算的方法；流量、流速的测量方法。

#### 第2章 流体输送机械

##### 主要知识点：

- ① 离心泵的结构、工作原理及类型；
- ② 气缚现象产生的原因及消除措施；
- ③ 离心泵的理论流量与理论扬程、离心泵的基本方程式及影响扬程、流量的主要因素；
- ④ 离心泵的主要性能参数以及特性曲线的测定

- ⑤ 离心泵的工作点及其调节；
- ⑥ 汽蚀现象及泵的安装高度的确定；
- ⑦ 泵的主要型号及选择原则；
- ⑧ 正位移式输送设备的特点及操作要点。

### 第3章 传热

#### 主要知识点：

- ① 传热的基本方式及特点，定常传热及非定常传热的概念；
- ② 傅立叶定律，导热系数及其影响因素，一维定常导热的计算；
- ③ 对流传热过程分析，牛顿冷却定律，传热基本方程式及其应用；
- ④ 对流传热的主要影响因素，对流传热系数准数关联式；
- ⑤ 壁温估算；
- ⑥ 辐射传热的基本概念，热损失的计算；
- ⑦ 常用换热器的结构特点，换热器设计原则、步骤。

### 第4章 蒸馏

#### 主要知识点：

- ① 两组分物系的汽液平衡关系， $t$ - $x$ - $y$ 图， $x$ - $y$ 图，拉乌尔定律，泡点方程、露点方程、相对挥发度及其影响因素；
- ② 精馏原理；双组分连续精馏塔的物料衡算，恒摩尔流假设，理论板的概念，操作线方程，进料热状况， $q$ 的意义及计算，最小回流比的概念及确定，回流比对精馏过程的影响；
- ③ 理论板数的确定（图解法，逐板算法及简捷法）；
- ④ 点效率、板效率和塔效率的概念，精馏塔全塔效率及点效率的测定方法，实际塔板数的确定；
- ⑤ 精馏装置的热衡算；
- ⑥ 平衡蒸馏、简单蒸馏的特点及计算，间歇精馏的特点及计算步骤；
- ⑦ 恒沸精馏、萃取精馏的概念；

## 6.2 教学重点、难点

化工原理授课内容包括：绪论、第1章 流体流动、第2章 流体输送机械、第3章 传热、第4章 蒸馏共五部分内容。各部分教学重点、难点如下：

## 绪论

重点:

① 化工原理的工程性及研究方法。

难点:

② 物、热衡算。

## 第 1 章 流体流动

重点:

① 连续性方程;

② 机械能衡算式。

难点:

① 柏努利方程式的应用;

② 边界层的形成与分离。

## 第 2 章 流体输送机械

重点:

① 离心泵的特性和选用。

难点:

① 离心泵的基本方程式;

② 离心泵的安装高度;

③ 离心泵的组合操作。

## 第 3 章 传热

重点:

① 传热基本方程式;

② 对流传热系数的影响因素及计算。

难点:

① 对流传热过程分析;

② 最小值流体。

## 第 4 章 蒸馏

重点:

① 两组分的相平衡关系;

② 两组分联系精馏的计算;

③ 影响精馏过程的主要因素。

**难点：**

① 单板效率；

② 确定回流比；

③ 间歇精馏。

### **6.3 学时安排**

各教学章节的参考学时安排如下：

绪论 2 学时

第 1 章 流体流动：12 学时

第 2 章 流体输送机械：8 学时

第 3 章 传热：10 学时

第 4 章 蒸馏：16 学时

## 7. 课程教学实施

《化工原理》课程教学实施如下：

### 7.1 教学单元一

#### 7.1.1 教学日期

课次/学时：1/2

#### 7.1.2 教学目标

- (1) 了解化工原理的目的、任务、性质；
- (2) 了解贯穿化工原理课程的四个基本概念；
- (3) 了解单位制和单位换算。

#### 7.1.3 教学内容（含重点、难点）

**知识点：**

- (1) 什么是化工原理；
- (2) 化工原理课程的性质；
- (3) 物料衡算、能量衡算、平衡关系、速率关系；
- (4) 单位制及单位换算。

**重点：**

- (1) 化工原理课程的性质。

**难点：**

- (1) 四个基本关系在工程实际中的应用。

#### 7.1.4 教学过程

- (1) 以不同工业生产实例(结合生物工程专业特点)引出化工原理定义
- (2) 重点讲解化工原理的工程性，强调工程实际问题的研究方法
- (3) 讲解物理量中单位  
引导学生回忆基本物理单位。

### 7.1.5 教学方法

本节主要采用讲授法、引导法。

### 7.1.6 作业安排及课后反思

课后作业：P8 绪论第 1、3 题。

### 7.1.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

无

### 7.1.8 参考资料

本课程使用教材：“绪论”部分。

## 7.2 教学单元二

### 7.2.1 教学日期

课次/学时：2/2

### 7.2.2 教学目标

- (1) 理解连续介质模型；
- (2) 理解流体粘度的定义、意义、影响因素及求取；
- (3) 理解牛顿粘性定律。

### 7.2.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 连续介质模型；
- (2) 流体粘度及牛顿粘性定律；
- (3) 非牛顿型流体。

重点：

- (1) 连续介质模型；
- (2) 流体粘度及牛顿粘性定律。

难点：

- (1) 流体粘度及牛顿粘性定律。

#### 7.2.4 教学过程

- (1) 抽问复习上节课知识点
- (2) 讲授连续介质模型及意义
- (3) 视频加动画解释流体粘性，牛顿粘性定律、粘度的定义、意义、影响及求取
- (4) 举例讲解非牛顿型流体及其特征。

#### 7.2.5 教学方法

本节主要采用提问法、讲授法。

#### 7.2.6 作业安排及课后反思

课后作业：教材 P78，1。

#### 7.2.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

- (1) 连续介质模型。

#### 7.2.8 参考资料

本课程使用教材：第 1 章“流体流动”部分。

### 7.3 教学单元三

#### 7.3.1 教学日期

课次/学时：3/2

#### 7.3.2 教学目标

- (1) 掌握流体的性质之密度；
- (2) 掌握压强之定义、表达、单位；
- (3) 掌握静力学方程式；
- (4) 掌握静力学方程式的应用。

#### 7.3.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 密度的定义、影响因素、计算；压强的定义、表达、单位；



(2) 静力学方程式、意义及应用。

重点：

(1) 密度、压强、静力学方程式。

难点：

(1) 压强的单位。

#### 7.3.4 教学过程

(1) 复习上节课知识点

① 连续介质模型

② 牛顿粘性定律

(2) 密度、压强(工程上称为压力)

**讲授**密度、压强，强调压强的表达在工业应用中的意义；

(3) 流体静力学方程式

**引导**学生思考流体压强计算公式，引出流体静力学方程式。

(4) 静力学方程式的应用

课堂讨论静力学方程式在工程实际中的应用实例

讲授 1~2 个静力学方程式应用的例题

#### 7.3.5 教学方法

本节主要采用讲授法、引导法。

#### 7.3.6 作业安排及课后反思

课后作业：教材 P78，1、3；

课后思考流体静力学方程式。

#### 7.3.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

(1) 连续介质模型；

(2) 牛顿粘性定律。

#### 7.3.8 参考资料

本课程使用教材：第 1 章“流体流动”部分。

## 7.4 教学单元四

### 7.4.1 教学日期

课次/学时：4/2

### 7.4.2 教学目标

- (1) 掌握连续性方程；
- (2) 掌握物料衡算、能量衡算的三要素。

### 7.4.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 定常流动与非定常流动；
- (2) 连续性方程；
- (3) 定常流动的能量衡算式。

重点：

- (1) 连续性方程；
- (2) 定常流动的能量衡算式。

难点：

- (1) 定常流动的能量衡算式。

### 7.4.4 教学过程

- (1) 复习上节课知识点
  - ① 1atm 是什么意思？ 1at 是什么意思？
  - ② 流体静力学基本方程表达及适用条件。
- (2) 定常与非定常流动的定义
- (3) 连续性方程  
引导学生从质量守恒导出连续性方程
- (4) 能量衡算得出定常流动的总能量衡算式

### 7.4.5 教学方法

本节主要采用提问法、讨论法、讲授法。

#### 7.4.6 作业安排及课后反思

课后作业：教材 P79，5、6、7、8。

#### 7.4.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

- (1) 复习静力学方程式的应用。

#### 7.4.8 参考资料

本课程使用教材：第 1 章“流体流动”部分。

### 7.5 教学单元五

#### 7.5.1 教学日期

课次/学时：5/2

#### 7.5.2 教学目标

- (1) 掌握机械能衡算式及其应用；
- (2) 理解边界层相关描述。

#### 7.5.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 机械能衡算式及其应用；
- (2) 层流、湍流的实质、边界层的概念、成因、发展、分离；
- (3)  $Re$  的计算及意义。

重点：

- (1) 机械能衡算式的应用；
- (2) 流体的粘性，层流与湍流的区别。

难点：

- (1) 机械能衡算式的应用；
- (2) 边界层。

#### 7.5.4 教学过程

- (1) 复习上节课知识点

① 不可压缩流体稳定流动过程机械能衡算式的讨论

② 单位质量、重量、体积流体为基准的柏努利方程的表达：

$$\text{单位质量流体: } \frac{u_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} + gz_1 + W_e = \frac{u_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho} + gz_2 + \sum h_{f1-2}$$

$$\text{单位重量流体: } \frac{u_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} + z_1 + H_e = \frac{u_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \sum H_{f1-2}$$

$$\text{单位体积流体: } \frac{\rho u_1^2}{2} + p_1 + \rho gz_1 + \rho W_e = \frac{\rho u_2^2}{2} + p_2 + \rho gz_2 + \rho \sum h_{f1-2}$$

(2) 机械能衡算式的应用

① 确定输送设备的有效功率

② 判断文丘里管喉颈处分支管内流体的流向

③ U型管测量管路阻力损失

(3)  $Re$  的计算及意义

以  $Re$  为例讲述方法，分析层流、湍流的特点、起因

(4) 边界层概念、形成、发展及边界层分离

动画观看流体通过几个典型管件、阀件时边界层分离的实例

讲授边界层概念、形成、发展及边界层分离，为流动阻力分析埋伏笔。

### 7.5.5 教学方法

本节主要采用提问法、讲授法。

### 7.5.6 作业安排及课后反思

课后作业：教材 P80，12。

### 7.5.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

(1) 复习伯努利方程。

### 7.5.8 参考资料

本课程使用教材：第 1 章“流体流动”部分。

## 7.6 教学单元六

### 7.6.1 教学日期

课次/学时：6/2

### 7.6.2 教学目标

- (1) 掌握流体在管内流动阻力(能耗)的产生原因；
- (2) 掌握范宁公式；
- (3) 掌握直管阻力、局部阻力计算方法，理解化工原理课程的工程性。

### 7.6.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 流动阻力产生的原因；
- (2) 层流、湍流的直管阻力计算；
- (3) 局部阻力计算。

重点：

- (1) 层流、湍流的直管阻力计算；
- (2) 局部阻力计算。

难点：

- (1) 层流、湍流的直管阻力计算；
- (2) 局部阻力计算。

### 7.6.4 教学过程

- (1) 复习上节课知识点
  - ①  $Re$  的计算及意义
  - ② 边界层概念、形成、发展及边界层分离
- (3) 层流时直管阻力计算公式
- (4) 湍流时直管阻力计算公式

从因次分析入手，引出湍流时直管阻力计算公式，分析 $\lambda=f(Re, \varepsilon/d)$ 关系曲线。

- (5) 局部阻力计算

类比直管阻力计算，引出局部阻力计算的两种方法：局部阻力系数法、当量长度法。

### 7.6.5 教学方法

本节主要采用讲授法、引导法、案例法。

### 7.6.6 作业安排及课后反思

课后作业：教材 P81，20。

### 7.6.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

- (1)  $Re$  的计算及意义；
- (2) 伯努利方程的应用。

### 7.6.8 参考资料

本课程使用教材：第 1 章“流体流动”部分。

## 7.7 教学单元七

### 7.7.1 教学日期

课次/学时：7/2

### 7.7.2 教学目标

- (1) 理解复杂管路计算基本方法；
- (2) 了解常用流量计的结构特点和原理；
- (3) 掌握节流型流量计的计算方法。

### 7.7.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 复杂管路的特点及计算；
- (2) 常用流量计的结构特点；
- (3) 节流型流量计的计算及选用。

重点：

- (1) 流量计的原理及计算。

难点：

- (1) 流量计的原理及计算。

#### 7.7.4 教学过程

(1) 复习上节课知识点

① 直管阻力计算

② 局部阻力计算

(2) 不同复杂管路的特点

讲授简单(串联)管路、并联管路和分支管路的特点。

(3) 不同类型流量计及其测定原理

视频、动画演示不同类型流量计及其测定原理。

(4) 节流型流量计的计算式

推导节流型流量计的计算通式

(5) 不同流量计的选用、安装注意事项

#### 7.7.5 教学方法

本节主要采用提问法、讲授法。

#### 7.7.6 作业安排及课后反思

课后作业：教材 P82，22；P83，29。

#### 7.7.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

(1) 伯努利方程的应用；

(2) 阻力损失的计算。

#### 7.7.8 参考资料

本课程使用教材：第1章“流体流动”部分。

### 7.8 教学单元八

#### 7.8.1 教学日期

课次/学时：8/2

#### 7.8.2 教学目标

(1) 了解流体输送设备分类特点；

(2) 掌握离心泵结构特点、工作原理及主要性能参数。

### 7.8.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

(1) 离心泵的主要部件及作用；

(2) 离心泵的工作原理；

(3) 离心泵的主要性能参数。

重点：

(1) 离心泵的主要性能参数。

难点：

(1) 离心泵的工作原理。

### 7.8.4 教学过程

(1) 离心泵结构特点，主要部件及作用

视频、动画演示离心泵结构特点，主要部件及作用。

(2) 离心泵的工作原理

讲授离心泵的工作原理，如何开车停车，气缚现象。

(3) 离心泵的主要性能参数

讲授离心泵的主要性能参数(流量、扬程、效率、轴功率、汽蚀余量)。

### 7.8.5 教学方法

本节主要采用讲授法、演示法。

### 7.8.6 作业安排及课后反思

课后作业：教材 P138，1。

### 7.8.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

(1) 复习伯努利方程。

### 7.8.8 参考资料

本课程使用教材：第2章“流体输送机械”部分。



## 7.9 教学单元九

### 7.9.1 教学日期

课次/学时：9/2

### 7.9.2 教学目标

- (1) 了解离心泵基本方程；
- (2) 掌握影响离心泵性能的主要参数；
- (3) 掌握离心泵的特性曲线。

### 7.9.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 离心泵基本方程；
- (2) 流体性质、泵结构参数对离心泵性能的影响；
- (3) 离心泵特性曲线及其修正。

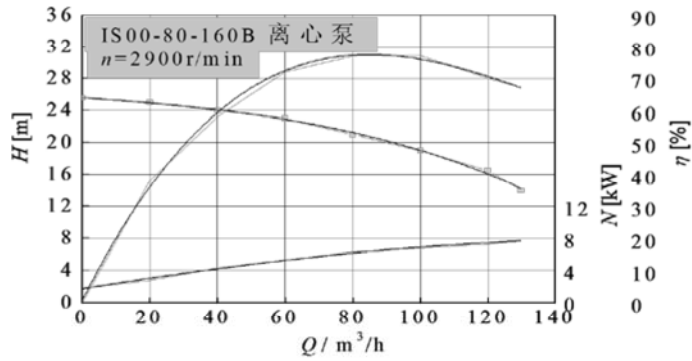
### 7.9.4 教学过程

- (1) 复习上节课知识点
  - ① 离心泵的主要部件及作用
  - ② 离心泵如何开车停车
  - ③ 气缚现象
  - ④ 离心泵的主要性能参数。

#### (2) 离心泵基本方程

讲授离心泵基本方程，着重分析方程的工程实用意义，为什么离心泵多采用后弯式叶片。

- (3) 影响离心泵性能参数的因素
  - ① 流体物性参数的影响：密度、粘度；
  - ② 操作条件：转速；
  - ③ 设备因素：叶轮直径。
- (4) 离心泵特性曲线的构成、特点及测定。



### 7.9.5 教学方法

本节主要采用提问法、讲授法。

### 7.9.6 作业安排及课后反思

课后思考：影响离心泵性能参数的因素及离心泵特性曲线。

课后作业：教材 P138，6。

### 7.9.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

- (1) 离心泵的主要部件及作用；
- (2) 气缚现象。

### 7.9.8 参考资料

本课程使用教材：第2章“流体输送机械”部分。

## 7.10 教学单元十

### 7.10.1 教学日期

课次/学时：10/2

### 7.10.2 教学目标

- (1) 掌握汽蚀现象的成因；
- (2) 掌握汽蚀余量 NPSH、吸上真空高度  $H_s$  的概念及意义；
- (3) 掌握离心泵安装高度的计算公式。

### 7.10.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 汽蚀现象、成因；
- (2) 汽蚀余量 NPSH、吸上真空高度 Hs 的概念及意义；
- (3) 离心泵安装高度的计算。

重点：

- (1) 汽蚀现象；
- (2) 离心泵安装高度的计算。

难点：

- (1) 汽蚀现象的理解。

### 7.10.4 教学过程

(1) 复习上节课知识点

- ① 为什么离心泵多采用后弯式叶片？
- ② 影响离心泵性能参数的因素？
- ③ 离心泵特性曲线的构成、特点及测定。

(2) 汽蚀现象、成因

视频理解什么叫汽蚀？

引导学生思考沸腾如何产生；讲授为什么会产汽蚀。

(3) 汽蚀余量 NPSH、吸上真空高度 Hs 及离心泵安装高度

推导汽蚀余量、吸上真空高度，以及与离心泵安装高度的关系。

$$H_g = \frac{P_0 - P_v}{\rho g} - \sum H_{f_{0-1}} - [(NPSH)_r + 0.5]$$

### 7.10.5 教学方法

本节主要采用提问法、引导法、讲授法。

### 7.10.6 作业安排及课后反思

课后作业：教材 P139，2

### 7.10.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备:

- (1) 影响离心泵性能参数的因素;
- (2) 离心泵特性曲线的构成、特点及测定。

### 7.10.8 参考资料

本课程使用教材: 第2章“流体输送机械”部分。

## 7.11 教学单元十一

### 7.11.1 教学日期

课次/学时: 14/2

### 7.11.2 教学目标

- (1) 掌握离心泵的工作点及其调节方法;
- (2) 掌握离心泵的选型原则及方法;
- (3) 了解其他流体输送设备。

### 7.11.3 教学内容(含重点、难点)

知识点:

- (1) 离心泵的工作点及其调节方法;
- (2) 泵的型号表达及选型方法;

重点:

- (1) 离心泵的工作点及其调节方法。

难点:

- (1) 离心泵工作点的调节。

### 7.11.4 教学过程

(1) 复习上节课知识点

① 汽蚀现象、成因;

② 根据离心泵实际安装高度方程  $H_g = \frac{p_0 - p_v}{\rho g} - \sum H_{f_{0-1}} - [(NPSH)_r + 0.5]$ , 试分析

为了提高离心泵的安装高度，可采取什么措施？

(2) 管路特性方程、离心泵工作点

通过伯努利方程讲授管路特性方程、离心泵工作点，即：管路特性曲线与离心泵特性曲线的交点。

(3) 工作点调节方法

引导学生分析离心泵工作点调节方法：管路调节、泵调节及泵的组合。

### 7.11.5 教学方法

本节主要采用提问法、讲授法、引导法、归纳法。

### 7.11.6 作业安排及课后反思

课后要求自学其他输送设备；

课后作业：教材 P139，8。

### 7.11.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

(1) 汽蚀现象；

(2) 离心泵实际安装高度。

### 7.11.8 参考资料

本课程使用教材：第 2 章“流体输送机械”部分。

## 7.12 教学单元十二

### 7.12.1 教学日期

课次/学时：12/2

### 7.12.2 教学目标

(1) 了解工业传热的基本方式；

(2) 掌握热传导计算。

### 7.12.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 工业传热的基本方式，对流传热的过程含义；
- (2) 典型间壁式换热器的结构特点；
- (3) 傅里叶定律。

重点：

- (1) 傅里叶热传导定律。

难点：

- (1) 温度场。

#### 7.12.4 教学过程

- (1) 基本换热方式

视频演示直接混合、蓄热及间壁式换热。

- (2) 换热器结构，分析其特点

视频、动画演示各类换热器结构，分析其特点。

- (3) 导热概念、温度场、温度梯度、傅里叶热传导定律。

#### 7.12.5 教学方法

本节主要采用讲授法。

#### 7.12.6 作业安排及课后反思

课后思考：传热的基本方式以及傅里叶热传导定律。

#### 7.12.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

- (1) 复习牛顿粘性定律。

#### 7.12.8 参考资料

本课程使用教材：第4章“传热”部分。

### 7.13 教学单元十三

#### 7.13.1 教学日期

课次/学时：13/2

### 7.13.2 教学目标

- (1) 掌握平壁、圆筒壁的热传导计算。
- (2) 了解对流传热影响因素；
- (3) 了解牛顿冷却定律。

### 7.13.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 单层、多层平壁热传导；
- (2) 单层、多层圆筒壁热传导；
- (3) 牛顿冷却定律；
- (4) 对流传热过程分析。

重点：

- (1) 导热速率方程；
- (2) 对流传热过程分析；
- (3) 牛顿冷却定律。

难点：

- (1) 牛顿冷却定律。

### 7.13.4 教学过程

- (1) 复习上节课知识点
  - ① 传热的基本方式
  - ② 傅里叶热传导定律
- (2) 单层及多层平壁导热计算

单层平壁导热：
$$Q = \frac{t_1 - t_2}{\frac{b}{\lambda S}} = \frac{\Delta t}{R}$$

多层平壁导热：
$$Q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\sum_{i=1}^n \frac{b_i}{\lambda_i S}} = \frac{\Sigma \Delta t}{\Sigma R}$$

- (3) 单层及多层圆筒壁导热计算

单层圆筒壁导热: 
$$Q = \frac{S_m \lambda (t_1 - t_2)}{b} = \frac{(t_1 - t_2)}{\frac{b}{S_m \lambda}} = \frac{(t_1 - t_2)}{\frac{r_2 - r_1}{S_m \lambda}} = \frac{\Delta t}{R}$$

多层圆筒壁导热: 
$$Q = \frac{t_1 - t_4}{\frac{b_1}{\lambda_1 S_{m1}} + \frac{b_2}{\lambda_2 S_{m2}} + \frac{b_3}{\lambda_3 S_{m3}}}$$

#### (4) 膜模型

讲授对流传热过程中虚拟膜的意义。

#### (5) 牛顿冷却定律

从虚拟膜引出牛顿冷却定律:  $Q = \alpha S (T_b - T_s)$ 。

#### (6) 对流传热过程分析

分析稳定传热条件下, 对流传热过程分析, “对流-导热-对流”。

$$Q = \frac{T - t}{\frac{1}{\alpha_1 S_1} + \frac{b}{\lambda S_m} + \frac{1}{\alpha_3 S_3}}$$

### 7.13.5 教学方法

本节主要采用提问法、讲授法、引导法。

### 7.13.6 作业安排及课后反思

课后思考:

- ① 单层及多层平壁、圆壁筒导热计算;
- ② 牛顿冷却定律及对流传热过程分析。

### 7.13.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备:

- (1) 传热的基本方式
- (2) 傅里叶热传导定律。

### 7.13.8 参考资料

本课程使用教材: 第4章“传热”部分。



## 7.14 教学单元十四

### 7.14.1 教学日期

课次/学时：14/2

### 7.14.2 教学目标

- (1) 掌握传热基本方程式；
- (2) 掌握传热速率、传热面积、传热推动力的计算。

### 7.14.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 相变传热、非相变传热量计算；
- (2) 传热面积计算；
- (3) 传热推动力的含义及计算。

重点：

- (1) 传热基本方程式的计算。

难点：

- (1) 推动力的理解。

### 7.14.4 教学过程

(1) 复习上节课知识点

- ① 牛顿冷却定律
- ② 对流传热过程分析？

(2) 相变传热、非相变传热量计算

① 非相变传热量计算： $Q = W_h \cdot c_{ph}(T_1 - T_2) = W_c \cdot c_{pc}(t_2 - t_1)$ ；

② 相变传热量计算： $Q = W_h \cdot r = W_c \cdot r'$ 。

(3) 换热面积

讲授换热面积在工程上如何定义及计算。

(4) 不同流向的定义，传热推动力的意义及计算式

讲授不同流向的定义，传热推动力的意义以及计算式推导。

$$Q = \frac{T - t}{\frac{1}{\alpha_1 S_1} + \frac{b}{\lambda S_m} + \frac{1}{\alpha_3 S_3}}$$

#### 7.14.5 教学方法

本节主要采用提问法、讲授法。

#### 7.14.6 作业安排及课后反思

课后思考：相变传热、非相变传热量计算。

#### 7.14.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

- (1) 对流传热过程分析。

#### 7.14.8 参考资料

本课程使用教材：第4章“传热”部分。

### 7.15 教学单元十五

#### 7.15.1 教学日期

课次/学时：15/2

#### 7.15.2 教学目标

- (1) 掌握传热基本方程式；
- (2) 了解对流传热系数的准数关联式中各准数的含义；
- (3) 了解关联式的选用方法。

#### 7.15.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 总传热系数的计算、污垢热阻、控制热阻；
- (2) 传热基本方程的应用；
- (3) 对流传热准数关联式之准数的意义、公式的选用。

重点：

- (1) 传热基本方程式应用。

难点:

- (1) 传热过程的操作型问题求解。

#### 7.15.4 教学过程

- (1) 复习上节课知识点

① 相变传热、非相变传热量计算。

- (2) 总传热系数

从总传热系数(总热阻)的表达引出污垢热阻以及如何控制热阻, 以及减小热阻的途径。

以管外表面为基准的总传热系数计算公式:

$$\frac{1}{K_o} = \frac{d_o}{\alpha_i d_i} + R_{si} \frac{d_o}{d_i} + \frac{bd_o}{\lambda d_m} + R_{so} + \frac{1}{\alpha_o}$$

- (3) 传热基本方程的应用

举例讲授传热基本方程的应用。

- (4) 强化传热过程的措施讨论

引导学生从传热基本方程入手  $Q = KS\Delta t_m$ , 讨论强化传热过程的三种措施。

① 减小热阻;

② 增大温差推动力;

③ 增加传热面积。

- (4) 对流传热系数准数关联式及选用

#### 7.15.5 教学方法

本节主要采用提问法、讲授法、引导法、讨论法。

#### 7.15.6 作业安排及课后反思

课后作业: 教材 P297, 6、10。

#### 7.15.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备:

- (1) 相变传热、非相变传热量计算。

### 7.15.8 参考资料

本课程使用教材：第4章“传热”部分。

## 7.16 教学单元十六

### 7.16.1 教学日期

课次/学时：16/2

### 7.16.2 教学目标

- (1) 了解辐射传热过程的特点；
- (2) 掌握辐射传热速率的计算。

### 7.16.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 热射线、热辐射、辐射传热、黑体、白体、透热体等概念；
- (2) 普朗克定律；
- (3) 克希霍夫定律；
- (4) 灰体间辐射传热速率的计算；
- (5) 换热器

重点：

- (1) 灰体间辐射传热速率的计算。

难点：

- (1) 判断物体间的辐射传热状况选择适宜参数。

### 7.16.4 教学过程

(1) 复习上节课知识点

- ① 传热基本方程的应用；
- ② 强化传热过程的措施。

(2) 辐射传热相关概念

讲授热射线、热辐射、辐射传热、黑体、白体、透热体等概念。

(3) 分析普朗克定律、克希霍夫定律

分析普朗克定律、克希霍夫定律。

(4) 灰体间辐射传热速率方程

推导灰体间辐射传热速率方程： $Q_{1-2} = C_{1-2} \phi S \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$ 。

(5) 自学换热器

### 7.16.5 教学方法

本节主要采用提问法、讲授法。

### 7.16.6 作业安排及课后反思

课后思考：克希霍夫定律。

教材 P298, 12。

### 7.16.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

(1) 传热的三种基本方式。

### 7.16.8 参考资料

本课程使用教材：第 4 章“传热”部分。

## 7.17 教学单元十七

### 7.17.1 教学日期

课次/学时：17/2

### 7.17.2 教学目标

- (1) 了解蒸馏的概念及分类；
- (2) 掌握相平衡关系。

### 7.17.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 两组分物系的汽液平衡关系；
- (2)  $t$ - $x$ - $y$  图及  $x$ - $y$  图；
- (3) 拉乌尔定律；

(4) 泡点方程、露点方程、相对挥发度及其影响因素。

**重点：**

(1) 两组分相平衡关系。

**难点：**

(1) 相平衡关系的应用。

#### 7.17.4 教学过程

(1) 讲授什么是蒸馏过程以及蒸馏的应用

(2) 蒸馏的特点及其分类

讲授蒸馏的特点及分类。

(3) 相律、拉乌尔定律

引导学生回忆物理化学中相律、拉乌尔定律。

(4) 两组分溶液的气液平衡

引导学生回忆物理化学中  $t$ - $x$ - $y$  图并讲授泡点方程、露点方程。

通过讲授  $x$ - $y$  图，引出相对挥发度及其影响因素。

#### 7.17.5 教学方法

本节主要采用讲授法、提问法。

#### 7.17.6 作业安排及课后反思

课后思考蒸馏的应用；复习  $t$ - $x$ - $y$  图、 $x$ - $y$  图以及拉乌尔定律。

#### 7.17.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

(1) 《物理化学》多组分热力学以及相平衡。

#### 7.17.8 参考资料

本课程使用教材：第 1 章“蒸馏”部分。

### 7.18 教学单元十八

#### 7.18.1 教学日期

课次/学时：18/2

### 7.18.2 教学目标

- (1) 理解平衡蒸馏特点及计算；
- (2) 理解简单蒸馏特点及计算。

### 7.18.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 平衡蒸馏的特点及计算；
- (2) 简单蒸馏的特点及计算。

重点：

- (1) 平衡蒸馏的特点及计算。

难点：

- (1) 非定态过程计算方法。

### 7.18.4 教学过程

(1) 复习上节课知识点

- ① 相律？
- ② 拉乌尔定律？
- ③ 什么是泡点方程、露点方程？
- ④ 影响相对挥发度的因素？

(2) 平衡蒸馏的流程

讲授平衡蒸馏的流程。

(3) 平衡蒸馏的计算

讲授平衡蒸馏的物料衡算及热量衡算。

(4) 简单蒸馏的特点与流程

对比平衡蒸馏，引出简单蒸馏的特点与流程。

(5) 简单蒸馏过程的计算

讲授简单蒸馏过程的计算。

### 7.18.5 教学方法

本节主要采用讲授法、对比法。

### 7.18.6 作业安排及课后反思

课后思考平衡蒸馏和简单蒸馏的特点。

### 7.18.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

- (1) 平衡蒸馏的物料衡算和热量衡算。

### 7.18.8 参考资料

本课程使用教材：第1章“蒸馏”部分。

## 7.19 教学单元三

### 7.19.1 教学日期

课次/学时：19/2

### 7.19.2 教学目标

- (1) 理解精馏原理；
- (2) 了解精馏操作流程；
- (3) 理解理论板概念以及恒摩尔流；
- (4) 掌握精馏过程全塔物料衡算；
- (5) 掌握精馏段操作线方程。

### 7.19.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 精馏原理；
- (2) 精馏操作流程；
- (3) 理论板概念；
- (4) 恒摩尔流假定；
- (5) 精馏过程全塔物料衡算；
- (6) 精馏段操作线方程。

重点：

- (1) 精馏原理；



(2) 精馏过程全塔物料衡算；

(3) 精馏段操作线方程。

难点：

(1) 精馏原理；

(2) 恒摩尔流假定；

(3) 精馏段操作线方程。

#### 7.19.4 教学过程

(1) 复习上节课知识点

① 平衡蒸馏与简单蒸馏的特点？

(2) 精馏原理

引导学生从  $t$ - $x$ - $y$  图思考精馏的原理，并引出“精馏段”、“提馏段”；

(3) 精馏与简单蒸馏的区别

引导学生思考精馏与简单蒸馏的区别。

(4) 理论板概念

引导学生思考什么是理论板。

(5) 恒摩尔流假定

讲授什么是恒摩尔流假定，恒摩尔流满足的条件，为什么要有该假定。

(6) 精馏过程全塔物料衡算

以**稳定操作连续精馏塔**为例，讲授如何选控制体，并进行全塔物料衡算，并详细讲解全塔物料衡算的例题。

(7) 精馏段操作线方程

以**稳定操作连续精馏塔**为例，讲授如何选控制体，并对精馏段进行物料衡算，获得精馏段操作线方程。

#### 7.19.5 教学方法

本节主要采用提问法、讲授法、引导法。

#### 7.19.6 作业安排及课后反思

课后思考精馏的原理。

课后作业：教材 P73，5。

### 7.19.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

- (1)  $t$ - $x$ - $y$  图、 $x$ - $y$  图；
- (2) 平衡蒸馏和简单蒸馏的特点。

### 7.19.8 参考资料

本课程使用教材：第 1 章“蒸馏”部分。

## 7.20 教学单元二十

### 7.20.1 教学日期

课次/学时：20/2

### 7.20.2 教学目标

- (1) 掌握提馏段操作线方程；
- (2) 理解进料热状态；
- (3) 掌握  $q$  线方程。

### 7.20.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 提馏段操作线方程；
- (2) 进料热状态参数  $q$  的物理意义及表达式；
- (3)  $q$  线方程。

重点：

- (1) 提馏段操作线方程；
- (2) 进料热状态参数  $q$  的物理意义及表达式；
- (3)  $q$  线方程。

难点：

- (1) 进料热状态参数  $q$  的物理意义及表达式。

#### 7.20.4 教学过程

(1) 复习上节课知识点

- ① 什么是理论板？
- ② 满足恒摩尔流假定的条件？
- ③ 精馏段操作线方程的表达。

(2) 精馏段操作线方程

以**稳定操作连续精馏塔**为例，讲授如何选控制体，并对提馏段进行物料衡算，获得提馏段操作线方程。

讲解如何求提馏段操作线方程的例子。

(3) 进料热状态参数  $q$  的物理意义及表达式

讲授实际生产中，入塔原料可有五种不同的热状态：

- ① 温度低于泡点的冷液体， $I_F < I_L$ ；
- ② 泡点下的饱和液体， $I_F = I_L$ ；
- ③ 温度介于泡点和露点之间的汽液两相混合物， $I_L < I_F < I_V$ ；
- ④ 露点下的饱和蒸汽， $I_F = I_V$ ；
- ⑤ 温度高于露点的过热蒸汽， $I_F > I_V$ 。

(4)  $q$  线方程

讲授  $q$  线方程：
$$y = \frac{q}{q-1}x - \frac{x_F}{q-1}$$

#### 7.20.5 教学方法

本节主要采用提问法、讲授法。

#### 7.20.6 作业安排及课后反思

课后作业：教材 P73，5；P74，8。

#### 7.20.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

- (1) 复习如何通过物料衡算获得精馏段操作线方程。

#### 7.20.8 参考资料

本课程使用教材：第1章“蒸馏”部分。

## 7.21 教学单元二十一

### 7.21.1 教学日期

课次/学时：21/2

### 7.21.2 教学目标

- (1) 掌握理论板数的求取；
- (2) 理解精馏塔的适宜进料位置确定。

### 7.21.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 逐板计算法求解理论板数；
- (2) 图解法求解理论板数；
- (3) 精馏塔的适宜进料位置确定。

重点：

- (1) 逐板计算法求解理论板数；
- (2) 图解法求解理论板数。

难点：

- (1) 精馏塔的适宜进料位置确定。

### 7.21.4 教学过程

- (1) 复习上节课知识点

① 进料热状态参数  $q$  的物理意义及表达式。

- (2) 逐板计算法求解理论板数

讲授如何通过平衡线方程、精馏段操作线方程、提馏段操作线方程以及  $q$  线方程逐板计算理论板数。

- (3) 图解法求解理论板数

讲授如何绘制平衡线方程、精馏段操作线方程、提馏段操作线方程以及  $q$  线方程，并图解获得计算理论板数。

讲授利用图解法求解理论板数的例题。

- (4) 精馏塔的适宜进料位置确定

通过图例讲授如何确定精馏塔的适宜进料位置。

### 7.21.5 教学方法

本节主要采用提问法、讲授法。

### 7.21.6 作业安排及课后反思

课后作业：教材 P74，9。

### 7.21.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

- (1) 平衡线方程；
- (2) 精馏段与提馏段操作线方程；
- (3)  $q$  线方程。

### 7.21.8 参考资料

本课程使用教材：第1章“蒸馏”部分。

## 7.22 教学单元二十二

### 7.22.1 教学日期

课次/学时：22/2

### 7.22.2 教学目标

- (1) 掌握最小回流比的求解；
- (2) 理解适宜回流比的选择。

### 7.22.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 全回流与最少理论板层数；
- (2) 最小回流比以及适宜回流比的选择；
- (3) 简捷法求理论板层数。

重点：

- (1) 最小回流比以及适宜回流比的选择。

难点:

(1) 最小回流比以及适宜回流比的选择。

#### 7.22.4 教学过程

(1) 复习上节课知识点

① 求解理论板数的方法?

② 如何确定精馏塔的适宜进料位置?

(2) 全回流与最少理论板层数

(3) 最小回流比

通过图例讲解如何获得最小回流比。

讲授选择获取最小回流比的例题。

(4) 适宜回流比的选择

通过回流比的确定对操作费用与设备费用的影响讲解如何选择适宜回流比。

(5) 简捷法求理论板层数

通过吉利兰关联图讲解简捷法求理论板层数。

#### 7.22.5 教学方法

本节主要采用提问法、讲授法。

#### 7.22.6 作业安排及课后反思

课后作业: 教材 P74, 11、12。

#### 7.22.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备:

(1) 复习回流比的定义。

#### 7.22.8 参考资料

本课程使用教材: 第1章“蒸馏”部分。

### 7.23 教学单元二十三

#### 7.23.1 教学日期

课次/学时: 23/2

### 7.23.2 教学目标

- (1) 理解塔径、塔高的计算；
- (2) 掌握塔板效率及实际塔板数的计算；
- (3) 理解精馏塔的灵敏板；
- (4) 掌握精馏塔的操作与调节。

### 7.23.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 塔径、塔高的计算；
- (2) 塔板效率（包括全塔板效率、单板效率、点效率）及实际塔板数的计算；
- (3) 精馏塔的灵敏板；
- (4) 掌握精馏塔的操作与调节。

重点：

- (1) 塔径、塔高的计算；
- (2) 塔板效率（包括全塔板效率、单板效率、点效率）及实际塔板数的计算；
- (3) 精馏塔的操作与调节。

难点：

- (1) 塔板效率（包括全塔板效率、单板效率、点效率）及实际塔板数的计算；
- (2) 精馏塔的操作与调节。

### 7.23.4 教学过程

- (1) 复习上节课知识点
  - ① 什么是最小回流比，如何求解？
  - ② 如何选择适宜回流比？
- (2) 塔径、塔高的计算
- (3) 塔板效率及实际塔板数的计算

讲授常用表达塔板效率有全塔板效率和单板效率，并引导学生思考实际精馏过程中在某一塔板上是否存在温度、浓度的分布不均，进而引出点效率。

讲授如何通过理论板数与塔板效率的关系获得实际塔板数。

- (4) 精馏塔的灵敏板

通过精馏塔内温度不同分布，引出精馏塔的灵敏板，并提问灵敏板通常在哪里？

#### (4) 精馏塔的操作性问题

引导学生定性分析在改变操作参数的条件下（如：回流比、进料热状态等），塔顶及塔底产品质量的变化。

### 7.23.5 教学方法

本节主要采用讲授法、引导法、案例法。

### 7.23.6 作业安排及课后反思

课后作业：教材 P75，15。

### 7.23.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

- (1) 复习如何求解理论板层数。

### 7.23.8 参考资料

本课程使用教材：第1章“蒸馏”部分。

## 7.24 教学单元二十四

### 7.24.1 教学日期

课次/学时：24/2

### 7.24.2 教学目标

- (1) 了解间歇精馏、恒沸精馏及萃取精馏。

### 7.24.3 教学内容（含重点、难点）

知识点：

- (1) 间歇精馏、恒沸精馏及萃取精馏；
- (2) 总复习。

重点：

- (1) 间歇精馏、恒沸精馏及萃取精馏。

难点：



(1) 间歇精馏、恒沸精馏及萃取精馏。

#### 7.24.4 教学过程

(1) 复习上节课知识点

塔板效率及实际塔板数的计算

(2) 间歇精馏、恒沸精馏及萃取精馏

介绍间歇精馏、恒沸精馏及萃取精馏的特点及应用。

(3) 总复习

#### 7.24.5 教学方法

本节主要采用提问法、讲授法、引导法、讨论法、归纳法。

#### 7.24.6 作业安排及课后反思

课后思考：间歇精馏、恒沸精馏及萃取精馏特点。

#### 7.24.7 课前准备情况及其他相关特殊要求

课前准备：

(1) 复习平衡线方程、精馏段操作线方程、提馏段操作线方程和  $q$  线方程。

#### 7.24.8 参考资料

本课程使用教材：第 1 章“蒸馏”部分。

## 8. 课程要求

我将根据自己多年来的学习经验总结与同学们交流分享如何学好《化工原理》这门专业基础课，希望能给同学们的学习提供一些启发。

### 8.1 学生自学要求

由于课时有限，教学过程中未涉及的部分，如教材后续章节萃取、结晶等需要学生自学。

### 8.2 课外阅读要求

课后根据自己的兴趣适当的阅读与本课程相关的书籍、论著以及资料等。这不仅能激发学习兴趣，还可以拓展知识面。

### 8.3 课堂讨论要求

上课时做好笔记，以备后续复习查阅们注意重点记下教科书中未出现而老师却一再强调的内容及知识点，积极参与课堂提问及课堂讨论，这是对所学知识加深理解的重要途径。

### 8.4 课程实践要求

课后及时复习是很有必要的，这不仅可以巩固所学知识，还可以加深对所学知识的理解以及很好的锻炼自己对知识的概括和总结能力。

课后复习遇到问题时，多问几个为什么，尽量依靠自己的能力解决这些问题。在解决问题的过程中会学到包括查阅文献资料、利用各种软件在内的各种知识。同时也可在保持自己意见的情况下与同学进行讨论。学会使用集体的力量解决问题，当然，也可以及时与老师讨论解决问题。

认真对待课堂及课后作业，每次作业都是对所学知识的检验，不仅检验了运用知识的能力，更在很大程度上强化记忆，让自己能对所学知识有系统的认识。

## 9. 课程考核

### 9.1 出勤（迟到、早退等）、作业、报告等的要求

**出勤：**本课程的学习中，选课同学应该主动遵守四川轻化工大学学生管理条例中关于出勤的相关政策规定。本课程将采用倒扣分的形式，即对无故缺席的同学（包括课后补假的同学），每缺席 1 次平时成绩扣 5 分，直至扣完。此外，本课程允许每一位同学无理由请假 5 次，但需在授课前提交请假条。

**迟到与早退：**上课铃后进入教室的同学算迟到，下课铃前擅自离开教室的同学算早退。5 次无故迟到 10 分钟及 10 分钟以内的同学算缺席 1 次，1 次无故迟到 10 分钟及 10 分钟以上的同学算缺席 1 次；1 次无故早退的同学算缺席 1 次。

**作业、报告：**根据教学要求，须按时保质保量完成作业或报告。

### 9.2 成绩的构成与评分规则说明

根据化工原理课程教学大纲要求，总评成绩 = 30~40% 平时成绩 + 70~60% 卷面成绩。

平时成绩主要由出勤、课堂发言和课后作业组成。出勤不加分，仅扣分，具体扣分细节详见 9.1 节出勤考核方式；课堂发言主要采用随机摇号程序随机抽点同学的方式，教师根据提问题目的难易程度以及抽点同学回答情况给出等级分数，等级分数与百分制分数换算详见表 1；每一次课后作业根据同学完成情况给出等级分数，未交者该次作业按等级“E”计，补交作业按等级“D”计。等级分数与百分制分数换算亦详见表 1。

表 1 等级分数与百分制分数换算

等级分数	百分制分数
A <sup>+</sup>	98
A	95
A <sup>-</sup>	90
B <sup>+</sup>	88
B	85
B <sup>-</sup>	80
C <sup>+</sup>	78

等级分数	百分制分数
C	75
C <sup>-</sup>	70
D	65
D 以下	0

在出勤不扣分的情况下，最终平时成绩为每一次课堂发言和课后作业换算成百分制分数的算术平均分。若存在出勤扣分，平时成绩为先按出勤不扣分的情况计算的算数平均分，然后再依出勤扣分标准计算最终平时成绩。

卷面成绩为期末考试试卷百分制成绩。

### 9.3 考试形式及说明（含补考）

通常情况下，化工原理课程考试为闭卷考试，具体考试要求按四川轻化工大学教务处规定执行。如果该课程总评成绩不及格（即该课程总评成绩 $<60$ 分），将有且仅有一次补考机会，如果补考仍不及格，则需要重修本课程。

## 10. 学术诚信

### 10.1 考试违规与作弊处理

考试违规、考试作弊、协助他人作弊视为违反学术诚信。考试作弊、协助他人作弊是指任何利用或企图利用不诚实、欺诈或未经认可的手段以力图获得学分或协助他人获得学分的行为。考试作弊行为一经证实，严格按四川轻化工大学相关规定处理。

### 10.2 杜撰数据、信息处理等

杜撰数据、信息亦视为违反学术诚信。杜撰数据、信息是指任何利用或企图利用不诚实或未经认可的手段抄袭、伪造数据、信息以力图获利的行为。杜撰数据、信息行为一经证实，按四川轻化工大学相关规定处理。

### 10.3 学术剽窃处理等

学术诚信问题零容忍。学术剽窃是指把他人的观点表达成自己的，而不注明引用来源的行为。学术剽窃一经证实，按四川轻化工大学相关规定处理。

## 11. 课堂规范

### 11.1 课堂纪律

- (1) 不迟到、缺席，有事、有病事先请假；
- (2) 课堂上发言应先示意；
- (3) 上课期间不得随意进出教室。

### 11.2 课堂礼仪

- (1) 师生间应相互理解相互尊重；
- (2) 进入课堂，不得穿拖鞋、背心；
- (3) 教室内不得吸烟；
- (4) 不在教室吃东西；
- (5) 爱护公物，不得随意在课桌椅、墙壁上乱写乱画；
- (6) 离开教室时随手带走自己的垃圾。

## 12. 课程资源

### 12.1 教材与参考书

本课程使用教材：

夏青等编，化工原理(上册)(第2版)[M]. 天津：天津大学出版社，2012。

参考书：

(1) 陈敏恒，丛德滋，方图南. 化工原理[M]. 北京：化学工业出版社，2006；

(2) 谭天恩. 化工原理[M]. 北京：化学工业出版社，2010；

(3) 柴成敬，王军，陈常贵，等. 化工原理课程学习指导[M]. 天津：天津大学出版社，2003；

(4) 马江权，冷一欣，韶晖，等. 化工原理学习指导(第二版)[M]. 上海：华东理工大学出版社，2012。

### 12.2 专业学术著作

(1) 中国科学技术协会主管、中国化工学会和化学工业出版社共同主办，*化工学报*；

(2) 中国科学院基础科学局、化学部、文献情报中心和国家自然科学基金委员会化学科学部共同主办，*化工进展*；

### 12.3 专业刊物

CNKI、万方各类期刊均可。

### 12.4 网络课程资源

(1) <http://bbs.hcbbs.com> 海川化工论坛；

(2) 各高校化工论坛。

## 13. 教学合约

### 13.1 教师作出师德师风承诺

我承诺不断努力完善自己，遵纪守法，履行教师应有的职责，按照本课程教学大纲的要求认真完成其教学工作。

### 13.2 阅读课程实施大纲，理解其内容

对课程实施大纲内容请认真阅读，不理解之处请与任课教师联系沟通。

### 13.3 同意遵守课程实施大纲中阐述的标准和期望

- (1) 我已经认真阅读了化工原理课程实施大纲，并清楚理解其中所陈述的内容；
- (2) 任课教师已预备足够的时间让我咨询课程实施大纲的相关内容；
- (3) 我认同任课教师针对课程实施所提的课程标准；
- (4) 我同意遵守本课程实施大纲中所阐述的课程考核方式、学术诚信规定、课堂规范等规定。

签名：

日期：



## 14. 其他说明

欢迎同学们对本课程教学实施提出意见和建议，我会在今后的教学过程中不断的完善课程实施大纲，以便进一步提高教学质量。