

《化工原理实验》实验课程教学大纲

课程代码：NANA2059

课程学分：1.00

课程名称（中/英）：化工原理实验/Experiments of Unit operation

课程学时：36

实验学时：36

适用专业：纳米

实验室名称：化工原理实验室

一、课程简介：

化工原理实验是根据教育计划制定的一门独立专业必修课。根据专业不同、培养计划的不同，设置的学时数有 72 学时、36 学时和 18 学时。化工原理实验的实验内容涵盖了流体传输、分离过程和传递过程等多个单元操作实验内容。

化工原理实验课程设置的目的是为各专业的学生在学习化工原理（单元操作）之外，结合相关的理论知识，学习多种单元操作实践，并在实验基础上能够对单元操作机及其相关工艺设备有基本了解，甚至能够在实验基础上进行基础性的工艺探索。

二、实验项目及学时分配

| 序号 | 项目名称 | 实验类型 | 学时分配 | 每组人数 | 必修/选修 |
|----|---------------------|------|------|------|-------|
| 1 | 离心泵性能特性曲线测定实验 | 验证性 | 3 | 2 | 必修 |
| 2 | 流体流动阻力测定实验 | 综合性 | 6 | 2 | 必修 |
| 3 | 总传热系数测定及换热器基本设计实验 | 综合性 | 3 | 2 | 选修 |
| 4 | 对流给热系数测定实验 | 验证性 | 6 | 2 | 必修 |
| 5 | 精馏塔效率的测定 | 综合性 | 6 | 2 | 选修 |
| 6 | 特殊体系特种精馏的操作及塔效率测定实验 | 综合性 | 6 | 2 | 必修 |
| 7 | 恒压过滤速率曲线测定实验 | 验证性 | 6 | 2 | 必修 |
| 8 | 特殊体系恒压过滤速率曲线测定实验 | 综合性 | 6 | 2 | 选修 |
| 9 | 干燥速率曲线的测定实验 | 综合性 | 6 | 2 | 必修 |

三、实验内容及教学要求

实验项目 1：离心泵性能特性曲线测定实验

- (1) 实验内容：离心泵的操作和离心泵性能特性曲线的测定
- (2) 实验要求：
 - 1). 了解离心泵结构与特性，学会离心泵的操作。
 - 2). 测定恒定转速条件下离心泵的有效扬程 (H)、轴功率 (N)、以及总效率 (η) 与有效流量 (V) 之间的曲线关系。
 - 3). 测定改变转速条件下离心泵的有效扬程 (H)、轴功率 (N)、以及总效率 (η) 与有效流量 (V) 之间的曲线关系。
 - 4). 测定串联、并联条件下离心泵的有效扬程 (H)、轴功率 (N)、以及总效率 (η) 与有效流量 (V) 之间的曲线关系。
 - 5). 掌握离心泵流量调节的方法 (阀门、转速和泵组合方式) 和涡轮流量传感器及智能流量积算仪的工作原理和使用方法。
 - 6). 学会轴功率的两种测量方法：马达天平法和扭矩法。
 - 7). 了解电动调节阀、压力传感器和变频器的的工作原理和使用方法。
 - 8). 学会化工原理实验软件库 (组态软件 MCGS 和 VB 实验数据处理软件系统) 的使用。

实验项目 2：流体流动阻力测定实验

- (1) 实验内容：直管、局部阻力的测定方法
- (2) 实验要求：
 - 1). 掌握流体流经直管和阀门时阻力损失的测定方法，通过实验了解流体流动中能量损失的变化规律。
 - 2). 测定直管摩擦系数 λ 与雷诺准数 Re 的关系，将所得的 $\lambda \sim Re$ 方程与经验公式比较。
 - 3). 测定流体流经阀门时的局部阻力系数 ξ 。
 - 4). 学会倒 U 形差压计、1151 差压传感器、Pt100 温度传感器和转子流量计的使用方法。
 - 5). 观察组成管路的各种管件、阀门，并了解其作用。
 - 6). 掌握化工原理实验软件库 (组态软件 MCGS 和 VB 实验数据处理软件系统) 的使用。

实验项目 3：总传热系数的测定及换热器基本设计实验

- (1) 实验内容：测定冷水-热水在列管式换热器中的总传热系数测定并在给定条件下进行换热器的基本设计
- (2) 实验要求：
 - 1). 观察列管式换热器的基本结构，探讨换热器类型对传热系数计算的影响。
 - 2). 测定冷水和热水在列管式换热器中传热的总传热系数的测定。
 - 3). 考查冷流体和热流体的相对流量变化对总传热系数的影响。
 - 4). 在测得总传热系数的基础上，在给定的热流体和冷流体流量和温度的条件下进行列管式换热器的基本设计。
 - 5). 掌握热电阻 (偶) 测温方法；
 - 6). 掌握涡轮流量传感器和智能流量积算仪的工作原理和使用方法；
 - 7). 了解电动调节阀、压力传感器和变频器的的工作原理和使用方法；
 - 8). 掌握化工原理实验软件库 (组态软件 MCGS 和 VB 实验数据处理软件系

统)的使用。

实验项目 4: 对流给热系数测定实验

(1) 实验内容: 测定水-蒸气和空气-蒸气体系的对流给热系数

(2) 实验要求:

- 1). 观察水蒸气在水平管外壁上的冷凝现象;
- 2). 测定空气或水在圆形直管内强制对流给热系数;
- 3). 测定蒸汽在水平管外冷凝给热系数;
- 4). 掌握热电阻(偶)测温方法;
- 5). 掌握计算机自动控制调节流量的方法;
- 6). 掌握涡轮流量传感器和智能流量积算仪的工作原理和使用方法;
- 7). 了解电动调节阀、压力传感器和变频器的的工作原理和使用方法;
- 8). 掌握化工原理实验软件库(组态软件 MCGS 和 VB 实验数据处理软件系统)的使用。

实验项目 5: 精馏塔效率的测定实验

实验内容: 实验内容:

1) 测定指定条件下, 实验用连续精馏塔的全塔效率, 部分同学可增加测定塔的单板效率内容;

2) 研究回流比改变对塔性能的影响;

3) 对 10-15% (m%) 并在规定时间内完成 200ml 的塔顶馏出液采出量。

实验要求:

1) 了解精馏装置的基本流程、设备及操作方法;

2) 学习精馏塔全塔效率及个别塔板效率测定方法;

3) 理解回流比, 温度, 蒸汽压力 等对精馏塔性能的影响, 观察塔内流体流动的现象及传质现象。

实验项目 6: 特殊体系特种精馏操作及塔效率、塔板效率的测定实验

实验内容: 实验内容:

1) 测定指定条件下, 实验用连续精馏塔的全塔效率和塔板效率

2) 研究回流比改变对塔性能的影响;

3) 对 10-15% (m%) 的乙醇/水进行精馏操作, 在全回流, 连续进料连续出料条件下, 在规定时间内完成 200ml 的塔顶馏出液采出量。

4) 对丁醇水(水含量 10%) 体系进行共沸精馏, 在全回流条件下在塔顶取得 200ml 采出量, 塔釜内丁醇的水含量低于 1%。

5) 对乙醇-水-乙二醇三元体系进行萃取精馏, 在塔顶获取 200ml 采出量, 乙醇的浓度大于 95%。

实验要求:

1) 了解精馏装置, 包括筛板式精馏塔、填料精馏塔的基本结构和工作原理。

2) 掌握常规全回流, 连续精馏的基本操作流程。

3) 学习精馏塔在全回流和连续精馏套件下全塔效率及个别塔板效率测定方法;

4) 理解回流比, 温度, 蒸汽压力 等对精馏塔性能的影响, 观察塔内流体流动的现象及传质现象。

5) 了解特种精馏（共沸精馏和萃取精馏）的基本原理和应用场合，学会基本的特种精馏体系的测定。

实验项目 7：恒压过滤常数的测定实验

(1) 实验内容：在特定条件下，通过过滤分离水中悬浮的碳酸钙的恒压过滤常数，学习板框式压滤机的结构和操作。。

(2) 实验要求：

- 1). 熟悉板框压滤机的构造和操作方法；
- 2). 通过恒压过滤实验,验证过滤基本原理；
- 3). 学会测定过滤常数 K 、 q_c 、 τ_c 及压缩性指数 S 的方法；
- 4). 了解操作压力对过滤速率的影响；
- 5). 了解压力定值调节阀和滤液量自动测量仪的工作原理和使用方法。
- 6). 学会化工原理实验软件库（组态软件 MCGS 和 VB 实验数据处理软件系统）的使用。

实验项目 8：特殊体系恒压过滤速率曲线测定实验

(1) 实验内容：

- 1) 了解恒压过滤体系的基本原理和操作规程
- 2) 了解板框式压滤机的基本结构和工作原理
- 3) 了解高粘度、低固含量、特殊滤饼条件下恒压过滤体系的基本设计

(2) 实验要求：

- 1). 熟悉板框压滤机的构造和操作方法；
- 2). 通过恒压过滤实验,验证过滤基本原理；
- 3). 学会测定过滤常数 K 、 q_c 、 τ_c 及压缩性指数 S 的方法；
- 4). 了解操作压力对过滤速率的影响；
- 5). 了解压力定值调节阀和滤液量自动测量仪的工作原理和使用方法。
- 6) 对高粘度、低固含量、特殊滤饼过滤体系进行基本设计，并进行试验操作，测量过滤常数 K 、 q_c 、 τ_c 及压缩性指数 S
- 7). 学会化工原理实验软件库（组态软件 MCGS 和 VB 实验数据处理软件系统）的使用。

实验项目 9：干燥速率曲线的测定

(1) 实验内容：

在指定的条件下测定热空气对吸水毛毡的干燥速率曲线；了解厢式干燥、流化干燥和喷雾干燥的基本原理和适用领域

(2) 实验要求：

- 1) 熟悉常压洞道式（厢式）干燥器的构造和操作；
- 2) 测定在恒定干燥条件（即热空气温度、湿度、流速不变、物料与气流的接触方式不变）下的湿物料干燥曲线和干燥速率曲线；
- 3) 测定该物料的临界湿含量 X_0 ；

四、考核方式及要求

考核方式分为平时成绩和期末考试两部分内容，平时成绩占 70%，期末考试

成绩占 30%。平时成绩主要是根据平时实验态度、实验操作和实验报告综合评定。实验报告必须符合要求，内容包括实验名称、实验原理、装置图、操作要点、实验现象与解释、结果与讨论、意见和建议等。期末考试将以笔试进行，考核对开设各个实验的实验原理、实验操作、实验注意事项等的掌握情况。

五、主要仪器设备及现有台套数

| | |
|------------------|-----|
| 1. 离心泵性能特性曲线测定实验 | 4 台 |
| 2. 流体流动阻力测定实验 | 4 台 |
| 3. 对流给热系数测定实验 | 2 台 |
| 4. 传热系数测定实验 | 4 台 |
| 4. 精馏实验 | 2 台 |
| 5. 萃取实验 | 2 台 |
| 6. 填料吸收塔及吸收实验 | 2 台 |
| 7. 过滤实验 | 4 台 |
| 8. 干燥速率曲线的测定实验 | 4 台 |
| 9. 演示实验 | 3 台 |

六、教材及参考书

1.教材:

化工原理实验. 程振平等, 南京大学出版社, 2016.3

高分子化学实验, 中国科技大学出版社, 2012

2.参考书:

《化工原理实验》杨祖荣等, 化学工业出版社, 2010.08

《化工原理实验》顾静芳,陈桂娥 化学工业出版社, 2015.01

《化工原理实验》梁亮 主编 中国石化出版社。2015.01

《化工原理实验》, 汪学军 李岩梅, 化学工业出版社, 2009

执 笔 人: 夏雪伟

审 批 人: 王穗东

完成时间: 2016.3.28