**《聚合过程及设备》教学大纲**

1. **课程基本信息**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程号 | 300056020 | 课程中文名称 | 《聚合过程及设备》 | | |
| 学分 | 2 | 课程英文名称 | Polymerization Processes and Equipments | | |
| 总学时 | 32 | 周学时 | 2 | 上课周数 | 16 |
| 课程属性 | ☑ 必修课 **□** 选修课 | | | | |
| 课程类别 | □ 公共基础课 □ 通识模块课 □ 学科基础课  ☑ 专业核心课 □ 专业选修课 □ 实践教育课程 | | | | |
| 面向对象 | 高分子材料与工程专业，三年级本科生 | | | | |
| 先修课程 | 无 | | | | |
| 课程负责人 | 刘习奎 | 开课单位 | 高分子科学与工程学院 | | |
| 执笔人 | 刘习奎,吴锦荣 | 审核人 | 冉蓉 | 执行时间 | 2018.1 |

1. **课程简介**

**1. 中文课程简介**

《聚合过程及设备》是高分子材料科学与工程专业的一门专业课，它是一门理论联系实际、应用性较强的课程。本课程以聚合反应工程为主要研究对象，以反应动力学和反应器设计与分析为基本内容，研究过程速率及变化规律、反应条件及其对化学反应的影响。以搅拌釜式反应器为重点，进行反应器的开发、设计、放大及优化操作。通过本课程学习，使学生能够牢固掌握聚合反应工程的基本概念、基本原理和计算方法，能够运用所学理论知识合理确定反应器型式和进行反应器的设计计算。并根据工厂情况对反应器的操作进行优化。对反应过程中的某些现象进行分析，从而指导设计与生产。为学生将来从事聚合反应设备与聚合过程研究、开发等奠定基础。

**2. 英文课程简介**

"Polymerization processes and equipments" is a basic specialty course for students majoring in polymer materials and engineering. It is a course that combines theory with practice and has strong engineering orientation. This course takes polymerization reaction engineering as the main research object, takes reaction kinetics and reactor design and analysis as the basic content. Through the study of this course, students can firmly grasp the basic concepts, basic principles and basic calculation methods of polymerization reaction engineering, and can reasonably determine the type of polymerization reactors and carry out the design and calculation of polymerization reactors by using the theoretical knowledge learned. This course will lay a solid foundation for students to engage in the research and development of polymerization reactors and polymerization processes in the future.

1. **课程目标及其对毕业要求的支撑**
2. **课程目标**

**课程目标1**：培养学生掌握化学反应工程基础知识，要求学生了解化学反应的类型，化学反应器的类型，每类反应器在聚合物工业中的典型应用。能够应用化学动力学方程与物料衡算方程计算间歇反应器、平推流反应器、单级或多级串联反应器。

**课程目标2**：培养学生掌握化工流变学基础知识。要求学生掌握高分子材料的结构与材料流变性质之间的关系；了解研究高分子材料流变性质的基本数学方法，为分析和改进聚合物生产工艺提供一定的理论基础。

**课程目标3**：培养学生掌握聚合反应器特别是釜式聚合反应釜的基本构造原理，搅拌与混合原理与计算，传热与传质原理与计算，以及聚合反应器的放大原理与方法等。

1. **课程教学方法对课程目标的支撑**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程教学方法** | **课程目标1** | **课程目标2** | **课程目标3** |
| 课堂理论教学 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| 课后作业 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 线上线下考核评价 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |

**（三）课程目标对毕业要求的支撑**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** | | |
| **1** | **2** | **3** |
| 毕业要求1. 工程知识 | 1.3 能够将相关知识和数学模型方法用于推演和分析高分子材料领域的复杂工程问题； | 0.3 | 0.2 | 0.5 |
| 毕业要求2. 问题分析 | 2.3 能够对高分子材料领域中的复杂工程问题进行分析、评价，并对解决方案进行优化、改进 ； | 0.3 | 0.2 | 0.5 |
| 毕业要求3.  设计/开发解决方案 | 3.3 能够针对高分子材料及制品的复杂工程问题，设计解决方案，设计系统和单元。 | 0.3 | 0.2 | 0.5 |
| 毕业要求5. 使用现代工具 | 5.2 能够选择使用恰当的技术、方法和现代工具对高分子材料的结构、性能进行分析、计算与设计，用于解决高分子材料制备、加工与应用中的复杂工程问题； | 0.1 | 0.1 | 0.8 |

1. **课程教学内容**

**第一章 绪论 学时2**

一、学习目的与要求：通过本章的学习，要求学生初步认识聚合反应工程的研究意义、研究内容以及研究方法等知识，了解聚合过程中反应体系的特点，以及聚合过程及设备课程主要学习内容。

二、主要知识点

1. 聚合反应工程的研究对象、内容及方法。化学反应工程和聚合反应工程的研究对象，研究内容和研究方法。 聚合反应工程与一般化学反应工程的异同之处。
2. 聚合过程的复杂性和反应器设计的重要性，聚合过程中反应体系的特点，聚合反应器的大型化、自动化的发展趋势。

**第二章 化学反应工程基础 学时数 10**

一、学习目的与要求：通过本章学习，要求学生了解化学反应的类型，化学反应器的类型，每类反应器在聚合物工业中的典型应用。掌握连续反应器和间歇反应器的定义， 平推流与理想混合流反应器的流动形态。能够应用化学动力学方程与物料衡算方程计算间歇反应器、平推流反应器、单级或多级串联反应器。能够比较不同类型反应器容积效率和按反应收率选择反应器。掌握连续反应器停留时间分步测量原理和数据处理方法。

二、主要知识点：

1. 化学反应和反应器的分类：着重介绍反应器的结构类型。
2. 连续反应器和间歇反应器的操作特点。
3. 反应速率方程：反应速率概念；反应级数以及反应速率常数表达的意义，重点掌握在均相反应中， 一、二级反应以及一级可逆反应的转化率与时间的关系。
4. 平推流反应器、单级或多级串联反应器的分类，返混的槪念，返混与混合的区别。
5. 理想反应器设计原理。
6. 不同类型反应器设计基本方程，要求掌握间歇反应器、平推流反应器单级或多级串联反应器的计算。
7. 反应器型式和操作方法的评价和选择。
8. 连续流动反应器的停留时间分布，停留时间分布的测定技术； 数学期望和方差；平推流和理想混合流连续流动反应器的停留时间分布。

**第四章 化工流变学基础 学时数 4**

一、学习目的与要求：通过本章学习，要求学生了解聚合物流变学基础概念，掌握高分子材料的结构与材料流变性质之间的关系；了解研究高分子材料流变性质的基本数学方法；掌握测量高分子材料流变性质的基本实验方法和手段，为分析和改进聚合物生产工艺提供一定的理论基础。

二、主要知识点：

1. 流变学的基本概念，流变学的研究方法与分类，聚合物流变学研究的内容和意义，聚合物流变行为的特性，聚合物的粘流态特征及流动机理。
2. 聚合物流变学基本物理量，应力与应变，弹性模量，剪切速率和速度梯度，应变速率张量与转动张量，各种粘度的含义。
3. 线性粘性与非线性粘性流体，简单剪切流动，牛顿定律与牛顿流体，线性粘性流动的特点；非牛顿流体的分类、流动曲线分析，影响聚合物熔体粘度的因次分析，剪切速率和剪切应力，温度，压力对高分子熔体粘度的影响，分子结构参数对高分子熔体粘度的影响。
4. 聚合物的线性粘弹性，高分子流动过程的弹性行为，广义牛顿流体的本构方程，简单形式的粘弹性模型，高分子多元粘弹模型简介。
5. 流变测量学，流体流变特性的测试方法与原理以及数据处理。
6. 非牛顶流体在圆管中的层流流动分析与湍流流动分析。

**第五章 搅拌器的搅拌与混合 学时数 6**

学习目的与要求：通过本章学习，了解搅拌釜式反应器在聚合物生产中的重要地位，了解搅拌聚合釜的基本构造，掌握搅拌器叶轮的基本结构及搅拌器的选型，挡板的作用和设置方法。了解釜内流体的流况类型，搅拌雷诺准数的定义，搅拌雷诺准数与流体流型的关系，打旋的危害和防止措施；掌握搅拌功率的因次分析方法，Rushton功率曲线图的应用和搅拌功率公式的推导，能运用公式计算层流和湍流状态的功率，叶轮层数的确定。掌握混合搅动操作条件下转速的计算。

主要知识点：

1. 聚合釜的机械结构，部件的名称，搅拌器的安装方式。
2. 掌握搅拌器叶轮的基本结构及根据搅拌操作的目的及体系黏度确定搅拌器的选型搅拌釜挡板的作用。全挡板条件，高黏度体系中导流筒的作用。
3. 搅拌的作用；切线、径向与轴向流况，釜内流体流动型态与搅拌雷诺准数的关系， 旋涡的危害和防止措施。
4. 搅拌功率是衡量搅拌强度的主要物理量，以幂函数形式作搅拌功率的因次分析， 结合实验方法绘制功率曲线，由功率曲线推导功率计算公式；推进式和涡轮式叶轮在水平面和垂直面作用半径的区别，叶轮层数的确定。
5. 示踪粒子应用于循环流动的测试方法，伴流量，排出流量与循环流量的关系， 循环次数的意义，利用排出流量准数曲线计算转速。

**第六章 搅拌聚合釜的传热和传质 学时数 4**

一、学习目的与要求：通过本章的学习，了解聚合反应的热效应，放热高峰与放热平均值区别，高粘度体系的搅拌热的概念，搅拌釜传热的布置形式，加热和冷却方法， 传热的计算，强化传热可采取的措施。连续搅拌釜的热稳定性和稳定平衡。牛顿流体与非牛顿流体的传热计算等。

二、主要知识点：

1. 几种典型聚合物的放热形式；搅拌釜传热面的构成，夹套的类型，内冷管的类型，大型釜采用的釜外气相冷凝和釜外循环热交换形式，加热反应釜的能量形式，工业常用冷却方式与加热方式。
2. 传热基本方程式和关联总传热系数的热阻方程。内壁传热膜系数关联式，外夹套加热时间计算。
3. 连续搅拌釜的热稳定性和稳定平衡的概念，由放热速率与移热速率曲线分析热平衡点，稳定平衡点的判据，调整平衡点的措施。

**第七章 搅拌聚合釜的放大 学时数 4**

一、学习目的与要求：通过本章学习，了解工业聚合反应器大型化的发展趋势，从而充分了解聚合釜放大的意义。放大的数模和相似放大方法，着重了解在几何相似放大情况下，传热面积，反应釜体积，传热系数的变化规律，初步了解放大准则的确定原理。 针对聚合反应传热困难，了解放大后改善传热，分散效果的措施。

二、主要知识点：聚合釜放大过程中，体积是按线尺度比的立方增加，而传热面积按平方增加。在按动力相似，叶端速度相等，单位体积搅拌功率相等条件下，传热系数都会下降。按经验方法，以操作目的选定放大准则，逐步放大求取放大准则的方法， ，最终掌握典型聚合反应过程的放大原理。

**第八章 聚合过程及聚合反应器 学时数 2**

一、学习目的与要求：通过本章学习，了解不同的聚合反应器对聚合过程以及聚合物结构与性能的影响。了解典型的工业聚合方法、聚合反应器的型式及特点，了解聚合反应器的选型原则。并以典型的工业聚合反应过程为实例，从聚合反应工程的角度进行分析与评述。

二、主要知识点：了解典型的溶液聚合、悬浮聚合物、分散聚合与乳液聚合等工业聚合方法、了解每一种聚合反应器的型式及特点，了解聚合反应器的选型原则。并以典型的工业聚合反应过程为实例，特别是苯乙烯本体聚合过程为实例，从聚合反应工程的角度进行分析与评述。

1. **课程目标对应的教学内容**

课程目标1对应本课程教学内容的第一章~第三章；

课程目标2对应本课程教学内容的第四章；

课程目标3对应本课程教学内容的第五章~第八章。

1. **考核方式及成绩评定标准**

课程考核包括课后作业、期中考试、期末考试等部分，各部分的比例分别如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **考核方式** | **所占成绩比例（%）** | **对应课程目标** |
| 1 | 课后作业 | 30 | 1，2，3 |
| 2 | 期中考试 | 20 | 1，2，3 |
| 3 | 期末考试 | 50 | 1，2，3 |

1. **教材与教学资源**

**（一）教材**

1. 《聚合反应工程基础》，史子瑾主编，化工出版社，2017年。

**（二）主要参考资料**

1. 《聚合过程及设备》, 计其达, 化工出版社 2003。
2. 《化学反应工程》, 陈甘棠, 化工出版社 1981
3. 《搅拌设备》, 王凯, 化工出版社 1989