**《聚合物合成原理及工艺学》教学大纲**

1. **课程基本信息**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程号 | 300032030 | 课程中文名称 | | 聚合物合成原理及工艺学 | | | |
| 学分 | 3 | 课程英文名称 | | Principle and Technology of Polymer Synthesis | | | |
| 总学时 | 48 | 周学时 | | 4 | | 上课周数 | 13 |
| 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 | 高分子化学，高分子物理，化工原理 | | | | | | |
| 课程负责人 | 吴锦荣 | | 开课单位 | | 高分子科学与工程学院 | | |
| 执笔人 | 郑静 | 审核人 | | 冉蓉 | | 执行时间 | 2018.1 |

1. **课程简介**

**1. 中文课程简介**

“聚合物合成原理及工艺学” 是高分子材料与工程专业的本科学生继有机化学、化工原理、高分子物理、高分子化学等专业基础课以后所开设的一门专业主干课程。本课程以三大合成材料及精细和功能高分子材料的工业生产为模型，以聚合物的分子设计与合成 ──结构控制 ── 性能控制贯穿整个课程的始终，集中介绍了工业生产的重要品种的生产工艺技术,合成高分子材料的新方法；各种聚合方法进行工业化生产的特点、配方原理、流程组织原理和典型工业生产过程、聚合反应的基本化工单元及典型生产设备；不同实施方法中，关键设备的选用，传热传质和分离提纯的有效措施，最能体现工艺意图的设备组合，获得预定性能和结构的聚合物生产的工艺方法和工艺技术。本课程旨在培养学生的工程意识，使其熟悉工业合成高分子材料的一般过程，掌握工业生产高聚物的技能技巧，具备从事高分子材料工业化生产和开发新型高分子材料的能力，是高分子材料与工程专业学生必不可少的重要知识板块。

**2. 英文课程简介**

"Principle and technology of polymer synthesis" is a major course for undergraduate students majoring in polymer materials and engineering after the professional basic courses of organic chemistry, chemical engineering principle, polymer physics, polymer chemistry, etc. This course takes the industrial production of three major synthetic materials and fine and functional polymer materials as the model, and teaches the molecular design and synthesis, structure control and performance control of polymers throughout the whole course. This course focus on the production technology of important industrial products and new methods for synthesizing polymer materials, involving formulation principles, process organization principles, typical industrial production processes, basic chemical units and typical production equipment of various polymerization methods for industrial production. This course also includes the selection of key equipment, effective measures of heat and mass transfer, separation and purification in different implementation methods, equipment combination that can best reflect the process intention, and process method and technology for production of polymer with predetermined performance and structure. This course aims to cultivate students' engineering awareness, make them familiar with the general process of industrial synthesis of polymer materials, master the skills of industrial production of polymers, and have the ability to engage in the industrial production of polymer materials and develop new polymer materials. It is an essential and important knowledge platform for students majoring in polymer materials and engineering.

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**：培养学生的工程意识， 具有工科思维，能将理论学习知识和实际应用结合起来，能解决简单的本专业工艺生产上的实际问题。

**课程目标2**：熟悉工业合成高分子材料的一般过程，掌握工业生产常见高聚物材料的技能技巧。能看懂高聚合合成生产工业中流程，设备等相关图纸，能根据基本的技术手册从事高分子合成领域相关工作。

**课程目标3**：具备从事高分子材料工业化生产和开发新型高分子材料的能力，能初步进行高分子材料基本的流程设计，配方设计和设备选择，能根据生产情况和产品性能调整工艺参数。

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/实验教学 |  | √ |  |
| 互动探究 | √ |  |  |
| 课外作业 |  | √ | √ |
| 拓展学习 | √ |  |  |
| 线上线下考核评价 |  | √ | √ |

1. **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2. 问题分析 | 毕业要求2.2:能够对高分子材料制备、加工及应用等方面的复杂工程问题进行提炼、分析，判断关键技术问题 。 | 0.3 | 0.5 | 0.2 |  |
| 毕业要求3.设计/开发解决方案 | 毕业要求3.1：能够针对高分子材料合成与制备的工程问题，能够设计合理的解决方案，设计满足特定需求的系统和工艺流程。 |  | 0.5 | 0.5 |  |
| 毕业要求11.  项目管理 | 毕业要求11.2：了解高分子材料工程及产品全周期、全流程的成本构成，理解其中涉及的工程管理与经济决策问题。 | 1.0 |  |  |  |

1. **课程教学内容**

**第一章 高分子合成原理及工艺学绪论（2学时）**

以高分子材料发展的历史沿革和最新发展趋势的介绍，激发学生的学习热情，进行学习本课程的动员；再通过介绍高分子工业合成的一般过程，使学生获得对本课程的主要教学内容和课程组织方式的整体概念。在此基础上提出对各知识点不同层次的要求。难点在于一开始就讲述合成高分子生产的主要过程，学生可能难于完全理解消化。

1. 高分子合成工业的历史沿革和发展趋势
2. 工业合成高分子的一般过程(重点）
3. 本课程对不同知识点的具体要求

**第二章 生产单体的原料路线（3学时）**

本章主要介绍从石油，煤炭和农副产品制备高分子原料的主要技术路线，目的是使学生系统了解从自然资源获取工业高分子合成原料的生产过程，了解来自不同原料路线的单体或其它化学品的特性。由于石油化工路线是目前合成高分子工业的单体和溶剂等原料的主要来源，因此石油裂解制烯烃的原理方法与主要工艺流程设计，是本章教学重点。

1. 石油化工原料路线（重点）
2. 二．煤炭原料路线
3. 三．农副产品及天然气路线

**第三章 自由基聚合工艺基础和本体聚合工艺（6学时）**

以目前本体聚合工业化产品的生产过程为例，从自由基引发剂的选择开始，解析本体聚合工业化生产中采取不同措施实现本体聚合工业生产的配方原理，技术方法及设备组合。目的是为了让学生了解工业生产中本体聚合的实施技术，掌握以自由基本体聚合实现高分子树脂合成的方法，技术和调控产品质量的主要因素。高压聚乙烯的工业合成是本体聚合解决聚合物散热难题的典型范例，结合其它方法如氯乙烯聚合中引发剂半衰期控制，甲基丙烯酸甲酯的分段熔融聚合，讲述工业上本体聚合解决反应热的控制，使本体聚合反应平稳进行，是教学重点。

1. 工业生产中引发剂的选择原则
2. 工业实施本体聚合的特点及难点
3. 气相法本体聚合—高压聚乙烯的生产工艺（重点，难点）
4. 非均相本体聚合—聚氯乙烯的本体聚合生产工艺
5. 熔融本体聚合和本体浇铸聚合—聚苯乙烯和有机玻璃的生产工艺

**第四章 自由基悬浮聚合生产工艺（6学时）**

以PVC和PSt等均相和非均相悬浮体系的聚合生产工艺为范例讲述悬浮聚合的工业化生产过程，并结合工艺技术讲述主要设备的组合原理及方式及聚合反应条件对产品质量的影响。本章的目的是使学生掌握采用自由基悬浮聚合的原理进行高分子合成工业的配方设计，流程设计，生产设备组合及影响产品质量的工艺因素，掌握聚合反应釜散热方式，搅拌器形状、安装方式及搅拌速度，以及干燥原理和树脂干燥设备的选型和组合应用的原理及原则。本章的重点是PVC的生产工艺技术。

1. 悬浮聚合的特点、成粒机理与树脂粒子形态的控制
2. 悬浮聚合的物系组成，悬浮剂的类型、结构与性质
3. 悬浮聚合的工艺流程和工艺控制因素\*
4. 水溶性高分子化合物作悬浮剂的氯乙烯非均相聚合工艺（重点，难点）
5. 无机化合物作悬浮剂的苯乙烯悬浮聚合工艺

**第五章 自由基乳液聚合生产工艺（6学时）**

本章以自由基乳液聚合中的连续聚合和间歇聚合为例，讲述乳液聚合的工业生产过程。要求学生掌握自由基乳液聚合的配方原理，流程组织原理及相应的生产设备组合；闪蒸和汽提等脱单体的技术的实施方法，工业上乳聚橡胶的后处理以及干燥的原理和方法。由于采用连续聚合低温反应生产丁苯橡胶，工业生产过程非常经典，怎样让学生掌握聚合-分离-后处理过程的流程组织原理和设备组合原理，闪蒸，汽提及破乳，分离-干燥在分离和后处理中的应用，是教学重点与难点。

1. 采用乳液聚合实施工业生产的特点、乳化剂的类型及工业生产中选择乳化剂的原则
2. 乳状液的稳定与破乳原理在乳液聚合工业生产中的应用
3. 低温乳液聚合生产工艺--丁苯橡胶的生产及工艺影响因素（重点，难点）
4. 高温乳液聚合--ABS的生产
5. 精细化工产品聚丙烯酸酯共聚乳液的生产工艺

**第六章 自由基溶液聚合生产工艺（4学时）**

聚丙烯腈纤维的分子设计及在两种工业方法中的实施，是本章的主要内容。本章要求学生掌握工业合成高分子中选择溶剂的基本原则；均相溶液和非均相溶液的聚合生产工艺技术，深入理解不同溶液聚合法之间的异同。对工艺意图得到很好实现的反应设备的组合及分离过程中闪蒸装置的特殊设计的清楚讲述是本章的难点。

1. 溶剂对聚合反应的作用及工业上选择溶剂的原则
2. 丙烯腈的均相溶液聚合生产工艺（重点，难点）
3. 丙烯腈的水相沉淀聚合生产工艺（难点）
4. 醋酸乙烯溶液聚合及聚乙烯醇的生产

**第七章 配位聚合生产工艺（5学时）**

高效催化剂是工业制造聚烯烃的新发展，也是Z-N催化剂甚至茂金属催化剂实现规模化工业生产的关键技术。本章以高效催化剂为切入点，以气相本体法，液相本体法和溶液聚合法，特别是兰化公司液相本体-气相本体联用等生产聚烯烃的现行技术为范列，系统解析其配方和流程设计原理，设备组合原理以及生产工艺因素对聚烯烃的结构性能的影响规律。本章要求学生理解高效催化剂在高分子合成工业中的重要意义，了解掌握高效催化剂的组成、各组成的功用及制备方法；掌握液相本体，气相本体，液气联等先进生产方法制备聚丙烯的合成工艺技术；理解不同方法之间的异同以及影响聚烯烃质量的工艺因素；了解淤浆法聚丙烯的合成工艺。本章内容丰富，技术先进，其中液气联用本体法制备聚丙烯的合成工艺是教学重点。

1. 高效催化剂的组成、性质及制备
2. 催化剂和高效催化剂在聚烯烃生产中的作用
3. 液相本体-气相本体联用制备聚丙烯（重点，难点）
4. 气相流化床法高密度聚乙烯的生产工艺

**第八章 离子型聚合生产工艺 （2学时）**

本章的目的是使学生了解由阴离子聚合和阳离子聚合生产工艺通过溶液聚合法制备热塑性弹性体和橡胶的生产工艺技术，解析列管式反应器，三步加料聚合，干法/湿法脱气塔等的工作原理。重点讲述超低温聚合在列管式反应器中制备丁基橡胶，利用阴离子聚合动力学链无终止的特点制备SBS。从而保证聚合物合成原理及工艺学覆盖所有连锁聚合大品种的经典工业制造技术。

1. 阳离子聚合与丁基橡胶的生产工艺
2. 阴离子聚合与SBS热塑性弹性体的生产工艺

**第九章 线性缩聚高聚物的生产工艺（5学时）**

简要介绍线性缩聚的发展，定义及分类，线性缩聚的品种及特点，在此基础上，以涤纶树脂生产实例为模型，解析熔融缩聚反应特点、影响因素及实施工艺。使学生对熔融缩聚的影响因素和工艺措施有较系统、深刻的理解。

要点：1. 缩聚反应的特点及分类

2. 缩聚反应工业上的主要实施方法

3. 熔融缩聚的反应特点、影响因素及生产工艺

4．涤纶树脂的生产工艺 （重点，难点）

**第十章 体型缩聚高聚物的生产工艺（4学时）**

本章以热塑性和热固性酚醛树脂，不饱和聚酯以及环氧树脂等典型体型缩聚的生产及其应用为模型，讲述体型缩聚树脂剂的生产工艺。由于学时数限制，以制备两种酚醛树脂的方法为重点，再以比较与其它品种体型缩聚方法的异同，以点带面，使学生掌握热固性树脂制备方法与结构与性能关系的基本规律，为树脂基复合材料的设计和应用奠定基础。

要点：1. 体型缩聚的概念、分类、生产步骤和凝胶点预测

2. 热塑性和热固性酚醛树脂的生产原理、工艺流程及影响因素三．（重点，难点）

3. 酚醛层压塑料和压塑粉的生产工艺

4. 不饱和聚酯和环氧树脂的生产工艺

**第十一章 逐步加成聚合生产工艺（5学时）**

从原料出发，讲述聚氨酯材料的制备原理和主要方法，使学生全面了解聚氨酯材料的制备技术。聚氨酯泡沫塑料的生产工艺是本章的重点。

要点：1. 逐步加成聚合概念、类型及工业上的应用

2. 异氰酸酯的化学反应

3. 合成聚氨酯的主要原理

4. 聚氨酯泡沫塑料生产工艺（重点，难点）

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~第十一章；

课程目标2对应本课程教学内容的第一章~第十一章；

课程目标3对应本课程教学内容的第一章~第十一章。

1. **考核方式及成绩评定标准**
2. **课程考核方式**

课程考核包括五等部分，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 | 考勤及学习态度 | 10% | 1,2 |
| 2 | 平时作业 | 15%~20% | 1,2,3 |
| 3 | 期中考试 | 25%~30% | 1,2 |
| 4 | 拓展论文 | 10% | 1，3 |
| 6 | 期末考试 | 35%~40% | 1,2 |

1. **评分标准**

各项成绩构成评分标准如下：

1. 考勤及学习态度评分标准：

|  |  |
| --- | --- |
| **标准描述** | **得分** |
| 约15次及其上签到 | 100~90（优） |
| 约12次左右签到 | 89~80（良） |
| 约9次左右签到 | 79~70（中） |
| 约6次左右签到 | 69~60（及格） |
| 6次以下签到 | ＜60（不及格） |

1. 平时作业评分标准

每次作业均有计分要求，按完成作业正确度计算百分值，最终作业成绩按所有作业总成绩除以总的作业次数。

|  |  |
| --- | --- |
| **标准描述** | **得分** |
| 作业成绩平均分在90~100 | 100~90（优） |
| 作业成绩平均分在80~89 | 89~80（良） |
| 作业成绩平均分在70~79 | 79~70（中） |
| 作业成绩平均分在60~69 | 69~60（及格） |
| 作业成绩平均分在＜60 | ＜60（不及格） |

1. 期末考试评分标准：试卷评分标准详见每学期“聚合我合成原理及工艺学试卷参考答案及评分标准”。
2. **教材与教学资源**

**（一）教材：**

聚合物合成工艺学，宁春花等编，化工出版社，2020.3第二版

**（二）参考书：**

1. 《聚合物合物合成原理及工艺学》 李克友，张菊华，向福如主编，科学出版社，1991
2. 《高聚物合成工艺学》，赵进修订，赵德仁，张蔚盛编，化学工业出版社，2018.9第三版

**（三）其他教学资源（如在线学习平台、视频资源等）**

教学录像，生产工厂图片和录像，生产工厂技术资料