**《高分子材料与工程专业实验》教学大纲**

1. **课程基本信息**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程号 | 300045070 | | 课程中文名称 | | | | 高分子材料与工程专业实验 | | | | |
| 学分 | 7 | | 课程英文名称 | | | | Specialization Experiments of Polymer Material and Engineering | | | | |
| 总学时 | 120 | | 周学时 | | | | 30 | | 上课周数 | | 4 |
| 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，四年级本科生 | | | | | | | | | | |
| 先修课程 | 高分子化学，高分子物理，高分子材料成型加工基础（双语），材料科学与工程基础（双语），聚合物合成原理及工艺学 | | | | | | | | | | |
| 课程负责人 | 秦家强 | | | 开课单位 | | 高分子科学与工程学院 | | | | | |
| 执笔人 | 周天楠 | 审核人 | | | 冉蓉 | | | 执行时间 | | 2018.1 | |

1. **课程简介**

**1. 中文课程简介**

高分子材料学科本质上是一门实验科学，实验教学是高分子学科的教学和人才培养中的重要环节。高分子材料的制备，加工，结构与性能，材料的应用等基本实验方法是高分子材料与工程专业学生必须具备的基本技能和素养。

本课程的任务：使学生实现高分子材料合成—高分子材料制备—成型加工—结构表征—性能测试的全过程实验训练。培养学生在高分子材料或制品的设计、制备和应用中分析和解决复杂工程问题的能力。

**2. 英文课程简介**

Polymer material subject is an experimental science, the experiment is very important for talent cultivation. Polymer material preparation, polymer material processing and material properties testing are basic experimental skill for undergraduates.

**Course objectives**: students could learn methods of polymer material synthesis, polymer material preparing, processing, characterization analysis and properties testing during the experiments training. Making students knowing how to deal with complex engineering problem when they design the polymer products, prepare and process polymer material.

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**：能够应用基础知识，工程科学的基本原理和方法，设计实验方案，分析并探究在高分子材料制备、加工及应用等环节中的工程问题，能够得到解决方案。

**课程目标2**：培养学生独立思考的能力，应用学到的科学知识，综合设计实验方案、解析和分析材料学领域及工程领域中复杂的工程问题。

**课程目标3**：培养学生解决问题的实践能力，通过应用现代化设备、工具、信息技术综合理论知识实施设计的实验方案，根据实验方案结果，解析并修订实验方案，再实施及分析直至解决实际工程问题。

**课程目标4：** 培养学生团队合作、协作能力，能够积极沟通，商定实验操作方案并执行。

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** | **课程目标4** |
| 实验理论 | **√** | **√** |  |  |
| 实验操作 | **√** |  | **√** | **√** |
| 实验讨论 |  |  | **√** | **√** |
| 实验报告考核 | **√** | **√** |  |  |

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** | **4** |
| 毕业要求2.  问题分析 | 毕业要求2.4： 具有综合应用基础知识，工程科学的基本原理和方法，能够掌握文献资料查询和分析的方法，并将所得信息用于高分子材料制备、加工及应用等环节复杂工程问题的解决过程，获得有效结论 。 | 0.7 |  | 0.3 |  |
| 毕业要求3. 设计/开发解决方案 | 毕业要求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。 |  | 0.8 | 0.2 |  |
| 毕业要求4.  研究 | 毕业要求4.4：能够基于自然科学和高分子材料科学相关原理，针对高分子材料领域的复杂工程问题，分析和解释实验数据，并在信息综合的基础上得到合理有效的结论。 |  |  | 0.7 | 0.3 |
| 毕业要求5.  使用现代工具 | 毕业要求5.3：能够选用或开发现代工具，对高分子材料及其制品的结构与性能等方面的复杂工程问题进行模拟与预测，并能够理解其局限性。 |  | 0.4 | 0.6 |  |
| 毕业要求9.  个人和团队 | 毕业要求9.3：能够在工程实践中，组织、协调和指挥团队开展工作，解决高分子材料与工程领域复杂工程问题。 |  |  |  | 1 |

1. **课程教学内容**
2. **绪论 （2学时）**

简要介绍《高分子材料与工程专业实验》课程在本专业学习中的重要地位，专业实验的实验教学体系和基本内容。使学生对本课程的学习内容和学习方法建立整体概念。同时，着重强调实验中涉及的安全问题和注意事项，使学生提高安全意识。最后，对进行交叉实验的项目进行学生分组，便于实验课程有条不紊的进行。

重点：专业实验的重要性及学习方法

专业实验的实验教学体系和基本内容

涉及的安全问题和注意事项

1. **高分子材料制备工程实验 （60学时）**

选择几个制备实验项目，从基本原料出发，开展几种典型的高分子材料及制品的制备试验，使学生了解高分子材料的典型制备方法和技术。并结合高分子材料理论课中的主要制备技术分类，涉及高分子材料的主要制备技术如本体聚合，乳液聚合，悬浮聚合，溶液缩聚，热固性复合材料，聚合物改性等知识领域。使学生加深对理论课程的理解，并培养学生高分子材料制备的工程化意识。本章的实验项目均由学生自主操作。

1. 甲基丙烯酸甲酯的本体聚合及有机玻璃的制备（15学时）

**重点：**MMA自由基聚合反应的操作原理和方法

甲基丙烯酸甲酯(MMA)本体聚合预聚体的制备

PMMA的预聚体测试

PMMA预聚体的浇铸聚合

有机玻璃的性能测试

1. 苯乙烯和二乙烯苯的悬浮聚合及离子交换树脂的制备（15学时）

**重点：**苯乙烯和二乙烯苯的悬浮聚合，包括悬浮聚合的基本原理和方法

磺酸型阳离子交换树脂的制备方法和操作步骤

磺酸型阳离子交换树脂的性能实验，包括树脂含水量和交换当量

1. 苯-丙乳液的合成及乳胶漆型涂料的制备（15学时）

**重点：**苯-丙乳液的合成原理和方法

苯-丙乳液性能表征方法和测试步骤

涂料性能指标及测试方法

1. 不饱和聚酯树脂及玻璃纤维增强复合材料（玻璃钢）的制备（15学时）

**重点：**线型不饱和聚酯树脂的合成原理和方法

不饱和聚酯树脂的的制备和性能测试

不饱和聚酯的固化过程及凝胶现象

玻璃纤维增强复合材料的制备原理和影响因素。

复合材料试样的性能试验方法

1. 聚氨酯水乳液的制备（12学时）

**重点：**聚氨酯水乳液的制备原理和操作方法

聚氨酯制备过程的控制

聚氨酯成膜工艺操作

聚氨酯膜的性能测试方法（力学性能，热性能）

聚氨酯膜的结构分析表征（玻璃化转变，微相结构观察）

1. 聚合物改性材料的制备（3学时）

**重点：**聚乙烯的填充改性的原理和装备

填料的表面改性方法和步骤

改性料的预混合与捏合过程

填充改性PE粒料双螺杆挤出混炼法制备过程

填充剂含量的测定

**以上实验中，在2,4实验项目中每年只选一个。其他实验项目每年开出。共60学时。**

1. **高分子材料加工工程实验（15学时）**

本章从高分子材料的加工特性入手，涉及高分子材料主要成型方法——口模成型，模塑成型，二次成型等经典成型技术，同时，引入近年来发展起来的3D打印成型技术。使学生熟悉聚合物的各种成型方法和操作技能及应用范围。

1. 热固性塑料模压成型（3学时）

重点：模压成型热固性塑料的原理和工艺控制过程

1. 标准测试试样的注射成型实验（3学时）

重点：注射成型标准测试试样的模具结构、成型过程及成型条件等

1. 聚乙烯泡沫塑料的成型实验（3学时）

重点：聚乙烯的发泡成型过程原理

控制塑料泡沫密度、泡孔结构和强度的方法

1. 热成型实验（3学时）

重点：热成型的粘弹性原理及成型过程

掌握片材性能与热成型工艺参数的关系

控制制品的性能和外观质量的方法

1. 塑料挤出吹塑薄膜的成型实验（3学时）

重点：掌握吹塑薄膜成型方法、工艺过程

影响其成型和质量的因素

1. 中空容器的吹塑成型实验（3学时）

重点：透明高分子材料单层瓶的吹塑设备工作原理

掌握中空吹塑成型操作工艺参数对制品性能的影响

1. 熔融堆积型3D打印实验（3学时）

重点：3D打印技术的发展历史和未来趋势；

3D打印技术的基本原理，以及常见的3种成型工艺方法；

通过现场实验，掌握熔融堆积成型3D打印成型工艺技术

1. 普通聚乙烯管材的挤出成型实验（3学时）

重点：聚乙烯管挤出成型原理、挤出机和挤管辅机工作特性

挤出成型工艺参数对制品质量的影响

掌握挤出成型过程操作方法。

1. 挤出流延薄膜成型实验（3学时）

重点：挤出成型的基本原理及基本操作

单螺杆挤出机的基本结构

流延膜成型的原理及基本操作

流延膜机的基本结构

**本章实验内容每年级选择实验项目5个，共15学时。**

1. **高分子材料的性能测试实验（24学时）**

本章主要涉及高分子材料性能的各种测试和表征方法，涉及的领域十分广泛。主要测试高分子材料在应力、热、电等外界因素的作用下，所表现出来的宏观性质、破坏形式、及其变化规律。是学生了解高分子材料各类宏观物理机械性质的定义及测试和评价方法，掌握材料结构与性能关系的基本规律，了解高分子材料性能特征，为高分子材料的设计和应用奠定基础。

1. 聚合物材料密度测定（3学时）

重点：高分子材料密度和堆砌密度的基本概念；

密度梯度法原理及仪器操作程序；

测定高分子材料密度及其堆砌密度的方法。

1. 熔体流动速率的测定（3学时）

重点：聚合物材料熔体流动指数与分子量大小的关系；

测定聚合物材料熔体流动指数的原理及操作。

1. 高分子材料塑化性能（转矩流变仪）（3学时）

重点：高分子材料塑化性能与成型加工性的关系；

由高分子材料塑化特性拟定成型加工工艺的方法；

测定高分子材料塑化性能的方法及原理。

1. 聚合物材料熔体流变曲线测定（3学时）

重点：高分子材料熔体流动变形特性以及随温度、应力、剪切速率变化规律，测定高分子材料流变性能的原理及操作；

高分子材料流变特性拟定成型加工工艺的方法

1. 热固性聚合物材料流动性（3学时）

重点：热固性聚合物材料在熔融状态下流动性与组成和温度、压力、时间等工艺参数之间的关系；

测定热固性聚合物材料熔体流动度的原理及操作。

1. 拉伸性能实验（3学时）

重点：高分子材料拉伸性能测试标准条件、测试原理及其操作；

测试条件对测定结果的影响。

1. 压缩实验（3学时）

重点：高分子材料压缩性能测试标准条件、测试原理及其操作；

测试条件对测定结果的影响。

1. 弯曲实验（3学时）

重点：高分子材料弯曲性能测试标准条件、测试原理及其操作；

测试条件对测定结果的影响。

1. 冲击实验（3学时）

重点：高分子材料冲击性能测试的方法、操作及其实验结果处理；

测试条件对测定结果的影响。

1. 硬度实验（3学时）

重点：高分子材料硬度表征和测定方法及原理，测定硬度实验的操作方法，

认识影响硬度测定值精确度的因素。

1. 剪切强度实验（3学时）

重点：测定塑料粘接材料剪却强度的方法原理；

提高塑料与金属界面粘接强度的方法。

1. 直角撕裂强度实验（3学时）

重点：高分子材料薄膜或薄片直角撕裂强度的测定原理及影响因素；

掌握制备试样的方法和测定操作。

1. 拉伸蠕变实验（3学时）

重点：硬质高分子材料拉伸蠕变现象及测定原理；

拉伸蠕变实验方法和影响材料耐蠕变性能的因素。

1. 维卡软化点测定（3学时）

重点：热塑性塑料软化点（维卡）测定的基本原理及测定方法。

1. 热变形温度测定（3学时）

重点：高分子材料弯曲负载热变形温度测定的基本原理及测定方法。

1. 击穿强度和耐电压实验（3学时）

重点：测定高分子材料击穿强度和耐电压值的基本原理及测定方法。

1. 介电系数和介电损耗角正切测定（3学时）

重点：测定高分子材料介电系数和介电损耗角正切的基本原理及测定方法。

1. 体积电阻系数和表面电阻系数测定（3学时）

重点：高分子材料体积电阻系数和表面电阻系数测定的基本原理及测定方法。

1. 氧指数测定（3学时）

重点：高分子材料氧指数测定的基本原理及测定方法。

1. 水平燃烧和垂直燃烧实验（3学时）

重点：高分子材料水平燃烧和垂直燃烧实验的基本原理及测定方法。

1. 橡胶硫化特性实验（3学时）

重点：橡胶的硫化特性及其意义；

橡胶硫化仪的结构和工作原理；

硫化仪和准确处理硫化曲线的方法。

**本章实验内容每年级选择实验项目8个，共24学时。**

1. **高分子材料成型加工设备剖析及模具组装实验（4学时）**

高分子材料具有独特的成型加工特性，其加工设备和模具也有其特点。本章通过加工设备的结构分析和设备特性参数的测定及模具组装，使学生了解高分子材料主要加工设备的结构原理，特性参数及控制方法，以及几种模具的基本结构形式。为学生进行加工设备的选择和模具的设计，改进打下坚实的基础。本章结合动画或图片演示进行。

1. 注射充模流动模型实验（1.5学时）

重点：注射成型中充模流动的模型及影响充模流动的模型的因素；

通过控制充模流动的形式，控制熔体缺陷和制品微观结构的均匀性的

方法。

1. 注射机注射特性参数测定（1.5学时）

重点：注射机主要注射性能参数（注射量、注射速率、注射功率）的测试方

法。

1. 注射机塑化特性参数测定（1.5学时）

重点：塑化装置主要塑化性能参数的测定方法；

分析影响塑化能力的因素，理解塑化能力的意义及其计算方法；

验证理论值与实际值的差距。

1. 注射机锁模力测定（1.5学时）

重点：锁模力的调整和测定方法；

加深理解肘杆式合模机构的工作过程和工作特性；

验证合模力与合模油缸推力的理论计算方法。

1. 注射模具型腔压力测定（1学时）

重点：塑料熔体压力测试的原理及方法；

影响熔体压力的因素及型腔压力对制品质量的影响及型腔压力的分

布状况。

1. 注射模具温度分布测定（1学时）

重点：测试模温的原理和方法，以及模具温度对注射成型工艺和制品性能的

重要性；

模具温度分布状况及模腔表面温度随时间变化的规律。

1. 挤出机转速－产量－功率测定（1学时）

重点：挤出机整机结构，理解挤出过程的基本理论；

挤出机转速、产量、功率的测量方法。

1. 挤出机口模特性曲线测定（1.5学时）

重点：测定口模特性曲线的方法；

分析压差和产量的关系，进一步加深对挤出理论的理解；

通过曲线分析机头性能，与螺杆特性曲线对照，找出机器工作点。

1. 挤出机螺杆特性曲线测定（1.5学时）

重点：通过实验，学会绘制螺杆特性曲线，评估挤出机螺杆的工艺性能；

测定螺杆特性曲线的方法。

1. 成型模具组装实验（4学时）

重点：高分子材料注射模具的主要结构、动作过程和作用；

观察模具成型零件、导向零件、分型面和顶出机构；

塑料注射模具的装配及拆卸方法；

模具零件的尺寸的测量方法；

模具零件的作用了解和掌握模具零件的材料选择方法；

根据模具零件的作用绘制零件图和模具装配图，并完成零件尺寸和技

术要求的标注。

**本章实验内容每年级选择实验项目1-4个，共4学时。**

1. **高分子材料的结构分析实验（9学时）**

高分子材料结构有化学结构。构象结构，聚集态结构和织态结构等。正是这些结构决定了材料的性能，本章通过几个结构分析实验，使学生了解高分子材料的几种常用结构分析方法。

1. 热台偏光显微观察聚合物结晶形态（4学时）

重点：偏光显微镜的结构及使用方法。

观察聚合物的结晶形态，估算聚丙烯球晶大小。

1. 聚合物材料动态（热）力学分析（DMA）（4学时）

重点：DMA的测量原理及仪器结构；

掌握DMA的试样制备方法及测试步骤

影响DMA实验结果的因素，正确选择实验条件；

掌握DMA在聚合物分析中的应用。

1. 聚合物的热失重分析（4学时）

重点：掌握热天平的结构和原理；

掌握热重分析的实验技术；

从热谱图求出聚合物的热分解温度Td及利用热谱图作动力学研究的

方法。

除了以上结构分析方法外，还有聚合物的X射线衍射实验；红外光谱分析实验；扫描电镜分析实验等。

**本章实验内容每年级选择实验项目3个，共9学时。**

1. **高分子材料的虚拟实验（12学时）**

虚拟实验是利用计算机方法，模拟聚合物制备或加工的实验方法，逼真的展现实际操作过程。本章选用两款聚合物加工模拟软件进行实验，使学生了解虚拟实验的基本原理和方法，为学生将来利用计算机模拟方法解决复杂的工程问题奠定基础。

1. DELCAM软件操作（9学时）

重点：掌握CopyCAD软件使用方法；

掌握使用CopyCAD使模型三角形化；

掌握在三角形化后的模型上建立曲面。

1. 注塑模CAE实验（9学时）

重点：应用注塑模CAE Moldflow MPI6.0软件技术，在模具制造之前，预测熔件在模型腔中的充模流动、保压和冷却情况以及制品中的应力分布、分子和纤维取向、制品的收缩和翘曲变形等，以能尽早发现问题，及时修改制件或模具设计，而不是等到模具做好且试模以后才拆修模具。

1. 乙丙橡胶的溶液聚合3D仿真实验（3学时）

重点：配位聚合的原理及乙丙橡胶生产原理；

虚拟仿真软件掌握乙丙橡胶生产工艺流程，及参数的调控；

典型化工生产工厂的车间和厂区布局；

安全生产知识。

**本章实验内容每年级选择实验项目1-2个，共12学时。**

1. **课程目标对应的教学内容**

课程目标1对应的本课程教学内容的第一章~第三章；

课程目标2对应的本课程教学内容的第一章~第七章；

课程目标3对应的本课程教学内容的第四章~第七章；

课程目标4对应的本课程教学内容的第一章~第七章。

1. **考核方式及成绩评定标准**
2. **课程考核方式**

课程考核包括二部分，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 | 实验操作及过程考核 | 50% | 1,2,3,4 |
| 2 | 实验报告 | 50% | 1,2,3 |

1. **评分标准**

**各项成绩构成评分标准如下：**

1. 实验操作及过程考核：

|  |  |
| --- | --- |
| **标准描述** | **得分** |
| 完成实验，实验过程正常，实验结果正常。 | 100~90（优） |
| 完成实验，实验过程正常，实验结果异常。 | 89~80（良） |
| 完成实验，实验过程不严谨有失误。 | 79~70（中） |
| 实验部分完成。 | 69~60（及格） |
| 没有完成实验。 | ＜60（不及格） |

1. 实验报告标准：

|  |  |
| --- | --- |
| **标准描述** | **得分** |
| 版面工整，实验报告内容详细，实验数据记录准确，数据分析准确，讨论充分，无抄袭拷贝粘贴复制他人实验报告或数据情况。 | 100~90（优） |
| 版面工整，实验报告内容详细，实验数据记录准确，数据分析基本准确，讨论基本充分，无抄袭拷贝粘贴复制他人实验报告或数据情况。 | 89~80（良） |
| 有实验报告内容，实验数据记录、数据分析、讨论等内容准确，无抄袭拷贝粘贴复制他人实验报告或数据情况。 | 79~70（中） |
| 有实验报告内容，实验数据记录、数据分析、讨论等内容基本准确，无抄袭拷贝粘贴复制他人实验报告或数据情况。 | 69~60（及格） |
| 有实验报告内容，实验数据记录、数据分析、讨论等内容缺失；或报告抄袭拷贝粘贴复制他人实验报告或数据情况，或空白报告。 | ＜60（不及格） |

1. **教材与教学资源**

**（一）教材**

1. 《高分子材料加工工程实验教程》 ，吴智华编，化学工业出版社，2004年
2. 《聚合物材料结构表征与分析实验教程》，周天楠等编，四川大学出版社，2016年

**（二）参考书**

1. 《高分子材料与工程实验》，刘长维主编，化学工业出版社，2004年
2. 《高分子科学实验》，张兴芳，李齐芳主编，化学工业出版社，2004年