《高分子材料加工实验》课程教学大纲

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Processing Experiment in Polymer Materials | **课程代码** | MMEN1008 |
| **课程性质** | 专业必修课程 | **授课对象** | 高分子材料与工程专业学生  （学术型） |
| **学 分** | 5 | **学 时** | 5周 |
| **主讲教师** | 王耀荣、张明祖、秦传香 | **修订日期** | 2021.5 |
| **指定教材** | 戴礼兴 主编, 高分子材料专业实验教程, 化学工业出版社, 拟于2021年出版 | | |

**二、课程目标**

（一）**总体目标：**

本课程是高分子学科的一门重要学位课，是高分子材料与工程专业学术型学生必修的一门独立的综合实验课程。通过实验课程训练，巩固并加深对聚合物加工原理，加工工艺及加工设备等课程的理解，掌握高分子材料相关的制备方法及工艺，了解高分子材料结构与性能的之间的关系。同时，培养学生的团队合作、动手能力、观察能力、思维创新能力、表达能力和归纳处理、分析实验数据及撰写科学报告的能力。

（二）课程目标：

**课程目标1：**巩固聚合物加工原理，加工工艺及设备等课程的基本原理和概念的理解，能够熟练掌握高分子材料配方、混合、制备、成型加工工艺过程，掌握高分子材料合成与成型加工工艺原理；掌握高分子材料的分子量、流动行为、力学性能、热性能等分析测试方法；熟练操作高分子材料成型设备及分析测试仪器，能够规范地完成实验操作。

**课程目标2：**能应用工程数学方法处理实验数据，获得实验参数；采用图、表的形式规范地表达实验结果；能够有条理、有逻辑地表达和完成实验报告。

**课程目标3：**能运用高分子材料工程的思维方法，根据实验目的，选用合适的研究方法，设计实验方案并实施，通过分析实验结果研究材料与加工工艺及其参数对性能的影响等高分子材料工程问题，取得有效实验数据并进行分析。

**课程目标4：**能够团队合作完成实验任务；能够主动承担或积极配合解决实验过程中出现的情况，顺利完成实验。

（三）课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系

**表1：课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表** （五号宋体）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **对应课程内容** | **对应毕业要求** |
| 1 | 全部实验操作 | 2.3、3.3、4.1、4.2、5.3、7.3、9.2 |
| 2 | 全部实验操作 | 2.3、3.3、4.1、4.2、5.3、7.3、9.2 |
| 3 | 全部实验操作 | 2.3、3.3、4.1、4.2、5.3、7.3、9.2 |
| 4 | 全部教学内容 | 2.3、3.3、4.1、4.2、5.3、7.3、9.2 |

**三、教学内容**

高分子材料加工实验注重将课堂理论教学与实验研究相结合。实验前通过教师阐述实验目的、原理、操作流程、安全注意事项等。以学生实际操作为主，教师讲授为辅培养学生的实验动手能力，使学生掌握高分子材料结构、性能表征的基本操作和过程，加深学生对基础知识的理解，提高动手能力。要求学生准确记录实验数据和观察实验现象，开展团队合作，培养学生运用综合知识进行研究的能力，学会从工艺、工程角度分析问题和解决问题，提高学生的工程应用水平。

**实验项目1：绪论、学生实验安全要求和风险责任和团队合作教育（课程目标4）**

1.教学目标

（1）培养学生遵守验室规则，培养学生具备安全责任意识。

（2）掌握高分子材料工程各实验目的、基本原理、实验内容和安全要求。

（3）发挥课程思政作用，培养学生的团队合作意识与专业认同感。

2.教学重难点

培养学生具备安全责任意识。

3.教学内容

实验安全要求和风险责任和团队合作教育。

4.教学方法

课堂授课

5.教学评价

课堂提问、预习报告。

**实验项目2：高分子材料合成与加工虚拟仿真实验（课程目标1-4）**

1.教学目标

（1）了解高分子材料加工设备。

（2）熟悉聚合物材料的加工类型。

（3）掌握聚合物合成与加工的工艺流程与原理。

2.教学重难点

虚拟仿真实验。

3.教学内容

利用虚拟仿真实验教学中心现有的虚拟仿真软件，通过聚酯合成、聚酯纤维制备（直纺、切片纺）、聚酯纤维后处理、尼龙6合成及其短纤维制备、双螺杆共混挤出、注塑成型、轮胎制备等高分子材料的合成或加工全过程训练，提高学生发现、提出、分析和解决复杂工程问题的能力，支撑学生达成相关毕业要求，为后续的真实训练打下基础；通过拓展项目和背景资料学习，培养学生终身学习能力。

4.教学方法

课堂授课、上机操作。

5.教学评价

课堂提问、实验报告。

**实验项目3：熔体纺丝及其性能测试实验（课程目标1-4）**

1.教学目标

（1）了解熔融纺丝工艺流程和设备。

（2）掌握纺丝工艺参数的设定和纺丝基本操作。

（3）能够根据性能测试结果分析评价并优化工艺参数。

2.教学重难点

学生对纺丝工艺参数的设定及上机操作的熟练度。

3.教学内容

本实验以聚合物切片为主要原料，干燥后利用熔体纺丝机制备纤维并对纤维的线密度、应力应变曲线以及弹性回复率进行表征测试。

4.教学方法

老师演示、学生现场操作

5.教学评价

课堂提问、实验报告。

**实验项目4：湿法纺丝及其性能测试实验（课程目标1-4）**

1.教学目标

（1）了解湿法纺丝工艺流程和设备。

（2）掌握聚丙烯腈湿法纺丝原理和实施方法。

（3）能够根据性能测试结果分析评价并优化工艺参数。

2.教学重难点

学生对纺丝工艺参数的设定及上机操作的熟练度。

3.教学内容

本实验首先配制聚合物纺丝液，静置脱泡后利用湿法纺丝机制备纤维并对纤维的线密度、应力应变曲线进行表征测试。

4.教学方法

老师演示、学生现场操作

5.教学评价

课堂提问、实验报告。

**实验项目5：聚合物阻燃改性及其性能测试实验（课程目标1-4）**

1.教学目标

（1）了解高分子材料阻燃的基本原理。

（2）掌握高分子材料阻燃改性的方法。

（3）能够根据性能测试结果分析评价并优化工艺参数。

2.教学重难点

阻燃机理和改性机理。

3.教学内容

本实验利用双螺杆挤出机，将阻燃剂与聚合物复合从而提高其阻燃性能，注塑成样条后利用极限氧指数仪测定产物的阻燃效果。

4.教学方法

老师演示、学生现场操作

5.教学评价

课堂提问、实验报告。

**实验项目6：玻璃纤维增强聚合物及其性能测试实验（课程目标1-4）**

1.教学目标

（1）了解纤维增强高分子材料的基本原理。

（2）掌握高分子材料增强改性的方法。

（3）能够根据性能测试结果分析评价并优化工艺参数。

2.教学重难点

纤维增强高分子材料的基本原理。

3.教学内容

本实验利用螺杆挤出机，将玻璃纤维与聚合物复合从而提高其机械性能，然后利用万能材料试验机测定产物的机械性能。

4.教学方法

老师演示、学生现场操作

5.教学评价

课堂提问、实验报告。

**实验项目7： 高分子合金制备及其性能测试实验（课程目标1-4）**

1.教学目标

（1） 了解制备高分子合金的基本原理。

（2） 掌握高分子合金的制备方法。

（3） 能够根据性能测试结果分析评价并优化工艺参数。

2.教学重难点

高分子合金材料的制备原理及测试分析手段。

3.教学内容

本实验利用螺杆挤出机，将两种不同的高分子材料复合制备合金，并测试其机械性能及抗应力开裂性能。

4.教学方法

老师演示、学生现场操作

5.教学评价

课堂提问、实验报告。

**实验项目8：线性低密度聚乙烯吹膜成型及其性能测试实验（课程目标1-4）**

1.教学目标

（1）了解吹塑成型的基本原理和吹塑设备的基本结构。

（2）掌握薄膜挤出吹塑的操作方法。

（3）能够根据性能测试结果分析评价并优化工艺参数。

2.教学重难点

学生对挤出吹塑工艺流程的理解及上机操作的熟练度。

3.教学内容

本实验以线型低密度聚乙烯为原料，利用吹膜机制备薄膜并进行相关性能检测。

4.教学方法

老师演示、学生现场操作

5.教学评价

课堂提问、实验报告。

**实验项目9：橡胶炼胶实验（课程目标1-4）**

1.教学目标

（1）了解橡胶塑炼及混炼加工的原理。

（2）掌握橡胶炼胶加工的操作方法。

2.教学重难点

学生对橡胶炼胶机理的理解及上机操作的熟练度。

3.教学内容

本实验以开炼机对天然橡胶进行炼胶。

4.教学方法

老师演示、学生现场操作

5.教学评价

课堂提问、实验报告。

**实验项目10：橡胶的硫化成型及其性能测试（课程目标1-4）**

1.教学目标

（1）了解硫化成型的基本原理和设备的基本结构。

（2）掌握硫化成型以及制备标准样条的操作方法。

（3）能够根据性能测试结果分析评价并优化工艺参数。

2.教学重难点

学生对橡胶硫化工艺参数的设定及上机操作的熟练度。

3.教学内容

本实验将塑炼后的橡胶进一步硫化成型，并制成不同的标准测试样条进行性能测试。

4.教学方法

老师演示、学生现场操作

5.教学评价

课堂提问、实验报告。

**实验项目11：聚酯合成及表征实验（课程目标1-4）**

1.教学目标

（1）了解熔融缩聚反应的原理和特点。

（2）熟悉并能够操作聚酯合成设备以及相关表征仪器。

（3）掌握聚酯合成工艺及影响其分子量和性能的因素。

2.教学重难点

学生对聚合反应工艺参数的设定及上机操作的熟练度。

3.教学内容

本实验以对苯二甲酸（PTA）和乙二醇（EG）为主原料，通过熔融缩聚合成聚对苯二甲酸乙二醇（PET），然后使用乌氏黏度计法测量产物的特性粘数并计算分子量，利用傅里叶红外光谱仪（FTIR）表征产物的结构，利用热重分析仪（TGA）和差示扫描量热仪（DSC）测量产物的分解温度和熔点等。

4.教学方法

老师演示、学生现场操作

5.教学评价

课堂提问、实验报告。

**实验项目12：尼龙6开环聚合及表征实验（课程目标1-4）**

1.教学目标

（1）了解并掌握开环聚合的基本原理和实验操作。

（2）熟悉并掌握聚合物增韧机理和实验操作。

（3）能够根据性能测试结果分析评价并优化工艺参数。

2.教学重难点

学生对尼龙6聚合反应工艺参数的设定、聚合物材料增韧机理的理解及实验操作的熟练度。

3.教学内容

本实验以己内酰胺为基料，在适当的温度和活化剂（或称开环剂、催化剂）存在下，熔融聚合法合成尼龙6，在此基础上进行增韧改性并表征其相关性能。

4.教学方法

老师演示、学生现场操作

5.教学评价

课堂提问、实验报告。

**实验项目13：聚乙烯吡咯烷酮静电纺丝实验（课程目标1-4）**

1.教学目标

（1）了解静电纺丝原理及纤维形成的原理。

（2）掌握聚合物静电纺丝实验技术。

（3）能够根据性能测试结果分析评价并优化工艺参数。

2.教学重难点

学生对静电纺丝工艺参数的设定及实验操作的熟练度。

3.教学内容

本实验以聚乙烯吡咯烷酮（PVP）为原料，利用静电纺丝装置纺制PVP纳米纤维膜并观察纤维膜的表面形貌、测试其力学性能。

4.教学方法

老师演示、学生现场操作

5.教学评价

课堂提问、实验报告。

**实验项目14：聚氨酯泡沫成型及其性能测试（课程目标1-4）**

1.教学目标

（1）了解制备聚氨酯泡沫的反应原理。

（2）掌握聚氨酯发泡材料的制备工艺。

（3）能够根据性能测试结果分析评价并优化工艺参数。

2.教学重难点

学生对泡沫材料成型机理的理解。

3.教学内容

本实验采用一步法聚合制备聚氨酯泡沫材料，依次将聚醚多元醇、催化剂三乙基二胺、匀泡剂硅油、发泡剂去离子水和4，4-二苯基二异氰酸酯室温下搅拌发泡，高温熟化后测量其性能。

4.教学方法

老师演示、学生现场操作

5.教学评价

课堂提问、实验报告。

**实验项目15：聚合物材料3D打印成型实验（课程目标1-4）**

1.教学目标

（1）了解3D打印成型的原理。

（2）掌握3D打印成型的操作方法。

（3）能够根据性能测试结果分析评价并优化工艺参数。

2.教学重难点

学生对3D打印成型机理的理解、工艺参数的设定及上机操作的熟练度。

3.教学内容

本实验以不同的高分子线材在3D打印机上打印成标准样条，了解打印工艺对制品性能的影响。

4.教学方法

老师演示、学生现场操作

5.教学评价

课堂提问、实验报告。

**实验项目16：吹塑成型塑料瓶实验（课程目标1-4）**

1.教学目标

（1）了解塑料吹塑成型机理。

（2）掌握塑料吹塑成型制备塑料瓶的操作方法。

（3）能够根据性能测试结果分析评价并优化工艺参数。

2.教学重难点

学生对吹塑成型机理的理解、工艺参数的设定及实验操作的熟练度。

3.教学内容

本实验以PET为基本原料，利用吹瓶机制备塑料瓶。

4.教学方法

老师演示、学生现场操作

5.教学评价

课堂提问、实验报告。

**实验项目17：聚合物流延成膜及其性能测试（课程目标1-4）**

1.教学目标

（1）了解聚合物流延成膜成型机理。

（2）掌握流延成膜机的操作方法。

（3）能够根据性能测试结果分析评价并优化工艺参数。

2.教学重难点

学生对聚合物流延成膜成型机理的理解、工艺参数的设定及上机操作的熟练度。

3.教学内容

本实验以低密度聚乙烯为基本原料，利用流延成膜机制备聚乙烯薄膜并进行相关性能测试。

4.教学方法

老师演示、学生现场操作

5.教学评价

课堂提问、实验报告。

**四、学时分配**

具体实施时间为5周，小组成员共同完成设计任务，分别完成设计说明书、图纸、修改与答辩。

**表2：设计课程具体内容和学时分配表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **教学基本内容** | **周时** |
| 1 | 绪论、学生实验安全要求和风险责任和团队合作教育 | 0.5天 |
| 2 | 高分子材料合成与加工虚拟仿真实验 | 4.5天 |
| 3 | 熔体纺丝及其性能测试实验 | 2天 |
| 4 | 湿法纺丝及其性能测试实验 | 3天 |
| 5 | 聚合物阻燃改性及其性能测试实验 | 1.5天 |
| 6 | 玻璃纤维增强聚合物及其性能测试实验 | 1天 |
| 7 | 高分子合金制备及其性能测试实验 | 1.5天 |
| 8 | 吹膜成型及其性能测试实验 | 1天 |
| 9 | 橡胶开炼与密炼实验 | 3天 |
| 10 | 橡胶的硫化成型及其性能测试 | 2天 |
| 11 | 聚酯合成及表征实验 | 3天 |
| 12 | 尼龙6开环聚合及表征实验 | 3天 |
| 13 | 聚乙烯吡咯烷酮静电纺丝实验 | 1天 |
| 14 | 聚氨酯泡沫成型及其性能测试 | 1天 |
| 15 | 聚合物材料3D打印成型实验 | 0.5天 |
| 16 | 聚合物吹塑成型实验 | 0.5天 |
| 17 | 聚合物流延成膜及其性能测试实验 | 1天 |

**五、教学进度**

**表3：教学进度表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 周次 | 内容提要 | 授课时数 | 作业及要求 | 备注 |
| 1 | 理论教学；高分子材料合成与加工虚拟仿真实验。 | 5天 | 预习报告、实验报告 | 全部 |
| 2-4  循环 | 塑料成型 | 5天 | 预习报告、实验报告 | 小组成员分工 |
| 纤维成型 | 5天 | 预习报告、实验报告 | 小组成员分工 |
| 橡胶成型 | 5天 | 预习报告、实验报告 | 小组成员分工 |
| 5 | 其它选修实验（实验项目11-17） | 5天 | 预习报告、实验报告 | 小组成员分工 |

**六、教材及参考书目**

1. 何曼君主编， 《高分子物理 第3版》, 上海：复旦大学出版社, 2007 年

2．徐德增 主编，《高分子材料生产加工设备》.北京：中国纺织出版社，2009年

3. 唐颂超 主编，《高分子材料成型加工 第3版》. 北京：中国轻工业出版社，2013年

4. 沈新元 主编，《高分子材料加工原理 第3版》.北京：中国纺织出版社，2014年

5. 李光 主编.《高分子材料加工工艺学 第3版》.中国纺织出版社.2020年

**七、教学方法**

1．主讲教师课堂讲解、师生讨论

2．学生分组实验

**八、考核方式及评定方法**

**（一）课程考核与课程目标的对应关系**

**表4：课程考核与课程目标的对应关系表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核要点** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 实验操作 | 平时成绩 |
| 课程目标2 | 原始数据、数据处理 | 实验报告 |
| 课程目标3 | 实验原理和实验步骤、数据处理、结果讨论等 | 平时成绩、实验报告 |
| 课程目标4 | 安全与团队合作 | 平时成绩 |

**（二）评定方法**

**1．评定方法**

课程成绩评定：平时成绩（占 30％）和实验报告成绩（占 70％）。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 评定内容 | 对应课程目标 |
| 平时成绩  （占 30%） | 预习（含实验设计）（10%）A | 课程目标 3 |
| 实验操作（10%） B | 课程目标 1 |
| 安全与团队合作（10%） C | 课程目标 4 |
| 实验报告  （占 70%） | 实验原理和实验步骤（20%） D | 课程目标 3 |
| 原始数据及数据处理（25%） E | 课程目标 2 |
| 结果分析与讨论（25%） F | 课程目标 3 |

**2．课程目标的考核占比与达成度分析**

**表5：课程目标的考核占比与达成度分析表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **考核占比**  **课程目标** | **平时成绩** | **实验报告** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 0.1（B） | 0 | 课程目标1达成度={0.1\*平时成绩B目标1成绩}/目标1总分。 |
| 课程目标2 | 0 | 0.25（E） | 课程目标2达成度={0.25\*实验报告E目标1成绩}/目标2总分。 |
| 课程目标3 | 0.1（A） | 0.2（D）+0.25（E） | 课程目标3达成度={0.1\*平时成绩B目标3成绩+0.2\*实验报告D目标3成绩+0.25\*实验报告F目标3成绩}/目标3总分。 |
| 课程目标4 | 0.1（C） | 0 | 课程目标4达成度={0.1\*平时成绩C目标4成绩}/目标4总分。 |

**（三）评分标准** （小四号黑体）

| **课程**  **目标** | **评分标准** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **90-100** | **80-89** | **70-79** | **60-69** | **＜60** |
| **优** | **良** | **中** | **合格** | **不合格** |
| **A** | **B** | **C** | **D** | **F** |
| **课程**  **目标1** | 掌握工艺过程及工艺原理、材料性能测试方法，能规范完成实验操作。 | 理解工艺过程及工艺原理、材料性能测试方法，能规范完成实验操作。 | 理解工艺过程及工艺原理、材料性能测试方法，基本规范完成实验操作。 | 理解工艺过程及工艺原理、材料性能测试方法，能规范完成部分实验操作。 | 不能掌握工艺过程及工艺原理、材料性能测试方法，或不能规范完成实验操作。 |
| **课程**  **目标2** | 熟练处理实验数据；规范完成实验报告。 | 比较熟练处理实验数据；规范完成实验报告。 | 能够处理实验数据；规范完成实验报告。 | 不能正确处理实验数据；规范完成实验报告。 | 不能处理实验数据；或不能规范完成实验报告。 |
| **课程**  **目标3** | 能够选用合适的方法来分析实验结果、得出有效结论。 | 能够选用比较合适的方法来分析实验结果、得出有效结论。 | 能够选用比较合适的方法来分析实验结果、得出比较有效结论。 | 能够选用某些方法来分析实验结果、得出部分有效结论。 | 不能选用合适的方法来分析实验结果、不能得出有效结论。 |
| **课程**  **目标4** | 具有团队合作精神，能够主动承担试验任务、积极配合解决实验过程中出现的情况，顺利完成实验。 | 参与团队合作，能够承担试验任务、积极配合解决实验过程中出现的情况，顺利完成实验。 | 能够承担试验任务、配合解决实验过程中出现的情况，顺利完成实验。 | 能够承担试验任务、配合解决实验过程中出现的情况，基本完成实验。 | 不具备团队合作精神，不愿承担试验任务或配合解决实验过程中出现的情况，实验进展不顺利。 |