

## 北京化工大学攻读硕士学位研究生入学考试

# 《高分子材料科学与工程基础》复试大纲

### 一. 适用的招生专业

化学、材料科学与工程、材料工程。

### 二. 考试的基本要求

#### “聚合物制备工程”部分：

要求考生系统地掌握聚合物制备工艺与流程的基本概念，聚合反应器及其附件的基本原理与选择、连锁聚合和逐步聚合的聚合实施方法及其基本原理、三大合成材料主要品种的合成原理与工艺流程以及聚合反应过程、分子结构参数、性能指标等的调控方法、特种或高性能聚合物品种的合成原理和实施方法。要求考生具有抽象思维能力、逻辑推理能力和综合运用所学的知识分析问题和解决问题的能力。

1. 掌握聚合物制备工程的基本概念、聚合物生产过程和单体原料来源。

2. 掌握聚合物制备工程中的反应器的设计原则、选型原则、操作评价方法；掌握相关的基本定律、基本设计方程；掌握搅拌器的基本概念、选择原则；掌握聚合反应器的类型和特点，了解其选用原则；掌握聚合反应工程分析的基本概念。

3. 掌握连锁聚合反应实施方法的特点、聚合工艺的共性及其主要考虑的工程问题与解决思路；

4. 掌握逐步聚合反应实施方法的特点、聚合工艺的共性及其主要考虑的工程问题与解决思路；

5. 掌握通用塑料、通用工程塑料、通用热固性树脂的品种、合成方法与聚合工艺；掌握特种工程塑料的品种和聚合实施方法；

6. 掌握通用合成橡胶的品种、合成方法与聚合工艺；掌握特种橡胶的品种和聚合实施方法；

7. 掌握通用纤维的品种与合成方法、聚合工艺；掌握高性能纤维的品种和聚合实施方法。

#### “聚合物加工工程”部分：

本课程以数学、物理、物理化学、高分子化学、高分子物理等课程为基础，以聚合物流变学为切入点，系统讲授聚合物共性加工方法、原理及工艺等内容，具体包括聚合物加工流变学基础理论、混合与混炼、挤出成型、压延成型、注射成型及最新成型技术进展等。要求考生掌握高分子材料的共性加工方法、原理及工艺特点，学会用流变学理论分析加工过程及其原理，了解加工工艺控制与制品质量之间的相互制约关系，学会用聚合物加工原理指导聚

合物加工成型方法和工艺的选取和设计。要求考生具有抽象思维能力、逻辑推理能力以及综合运用所学知识解决聚合物加工工程问题的能力。

1、建立场和连续介质的概念；了解张量的物理意义及其运算规则；熟练掌握应力张量、应变张量及应变速率张量的数学表达式、各分量物理意义及其基本性质；掌握连续性方程、运动方程和能量方程以及牛顿流体和幂律流体流变状态方程的推导思路、数学表达式和物理意义，并能够运用流变学基础方程求解简单的流变学。

2、掌握在聚合物加工中物料混合与混炼的基本理论，了解混合与混炼设备的结构类型，掌握各种设备的工作原理和应用领域，掌握混合与混炼相关工艺要点，在此基础上能够解决聚合物共混改性及加工的实际问题。

3、了解挤出成型的工艺流程和设备种类，掌握单螺杆挤出理论，包括固体输送理论、熔融理论以及熔体输送理论，熟悉排气挤出机和双螺杆挤出机的工作原理，在此基础上能够解决聚合物挤出成型加工中的实际问题。

4、了解注射成型生产工艺过程及其特点，注射机的基本结构、分类方法；熟悉注射机注射系统和合模系统的作用、结构组成及工作原理；掌握注射成型工艺过程中物料温度和压力变化规律、重要工艺参数及其选择原则，注射成型过程中制品取向、结晶及内应力产生的原因及有关改善措施。

5、了解聚合物熔体在压延机辊隙流道流动的基本规律；熟练掌握用流体的连续性方程、运动方程和牛顿流体的本构方程描述等温流体在辊间流道的压力、速度分布状态，并在此基础上学会调整压延工艺条件和控制制品质量的措施。

### **“聚合物表征”部分**

用于研究分析聚合物材料所使用的各种光谱、色谱、质谱、能谱及显微镜等实验技术；测定聚合物基本参数如聚合物分子量及其分布、熔点、玻璃化转变、结晶度、光学性能、热性能、力学松弛、各向异性等方面的方法。

内容涉及红外光谱 FT-IR、聚合物分子量及分子量分布表征 GPC，热分析 DSC 及 TGA，X 射线衍射，动态力学，静态力学和聚物流变学分析等）和实验课内容，并结合实际实验及课题研究中的应用。符

试题中综合多种能力的考察，有给出谱图，让学生给出合理分析解释方面的试题；也有描述实验过程，让学生对应画图题目，交叉考察学生对知识点的掌握程度。

注意知识点的综合能力考查。在出题中在单独对某一种表征手段考察的基础上，还融合综合分析判断的题目，让学生针对具体问题选择适合的表征手段，并说明其选择的原因，仪器的机理，表征结果如何分析等。

### 三. 考试的方法和考试时间

考试为闭卷笔试，可以使用无字典和编程功能的电子计算器；考试时间为3小时。

### 四. 考试的主要内容与要求

“聚合物制备工程”部分：

#### 1. 聚合物制备工程的基本概念

聚合物制备工程的内容、聚合物生产过程、聚合物制备工程的相关过程对产品质量影响、聚合物制备工艺路线的选择原则、单体/原料的来源。

#### 2. 聚合物制备工程基础

反应器分类与特征；理想反应器的设计的基本要求；间歇反应器、平推流反应器和理想混合反应器的设计方程；多级串连反应器的特征与设计方程；理想混合反应器热稳定性的条件与合理的操作点选择；连续反应器的停留时间分布及其测定；反应器的型式和操作方法的评价与选择；聚合反应器的结构特征；搅拌器的类型与选择；搅拌附件的类型与安装形式；聚合反应工程分析；聚合物制备辅助工序的内容与相关设备选择。

#### 3. 连锁聚合实施方法

本体聚合的特点及产品；本体聚合反应器类型与特点；本体聚合面临的工程问题及其解决思路；

溶液聚合的特点及产品；溶剂选择依据；溶液聚合反应器类型与特点；溶液聚合面临的工程问题及其解决的思路；

悬浮聚合的特点及产品；悬浮聚合分类与成粒机理；树脂的颗粒特性与产品性能关系；悬浮聚合分散剂种类及其稳定作用机理；悬浮聚合影响颗粒特性的主要因素及其调控方法；

乳液聚合的特点及产品；乳液聚合主要组成与各组分的作用及其选择；乳液聚合反应机理及动力学；乳液聚合中组分的构成与作用及产品性能设计与各组分的关系；单体/引发剂/乳化剂/分子量调节剂；乳液聚合工艺与评价及选择；

连锁聚合实施方法的比较。

#### 4. 逐步聚合实施方法

熔融缩聚的特点及产品；熔融缩聚反应器类型与特点；熔融缩聚面临的工程问题及其解决的思路；

溶液缩聚的特点及产品；溶剂选择依据；溶液缩聚反应器类型与特点；溶液缩聚面临的工程问题及其解决的思路；

界面缩聚的特点及产品；界面缩聚基本原理；溶剂选择依据；界面缩聚反应器类型与特点；界面缩聚面临的工程问题及其解决的思路；

固相缩聚的特点及产品；固相缩聚基本原理；温度选择依据；固相缩聚反应器类型与特点；固相缩聚面临的工程问题及其解决的思路；

逐步聚合实施方法的比较。

#### 5. 合成树脂与塑料

树脂与塑料基本概念；通用塑料聚合工艺及流程，以及聚合反应过程、分子结构参数、性能指标等的调控方法，主要包括聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、PVC、ABS、聚甲基丙烯酸

酯等；

通用工程塑料聚合工艺及流程，以及聚合反应过程、分子结构参数、性能指标等的调控方法，包括聚甲醛、聚碳酸酯、聚苯醚等；

通用热固性树脂聚合工艺及流程，以及聚合反应过程、分子结构参数、性能指标等的调控方法，包括酚醛树脂、环氧树脂、不饱和聚酯树脂等；

特种工程塑料聚合工艺及流程，包括聚苯硫醚，PEEK，聚砜（聚醚砜）、聚酰亚胺等。

## 6. 合成橡胶

合成橡胶分类；

通用合成橡胶（7 大主要品种）：顺丁橡胶、丁苯橡胶、丁基橡胶、乙丙橡胶、异戊橡胶、丁腈橡胶、氯丁橡胶的聚合工艺及流程，以及聚合反应过程、分子结构参数、性能指标等的调控方法；

热塑性弹性体的聚合工艺及流程以及聚合反应过程、分子结构参数、性能指标等的调控方法，主要是 SBS（线形或星形）的合成方法、聚合工艺与流程；

特种合成橡胶的品种与实施方法，包括丙烯酸酯橡胶、聚氨酯橡胶、聚硫橡胶、硅橡胶、氟橡胶、氯醚橡胶等。

## 7. 合成纤维

纤维的分类；成纤聚合物的特点；

通用纤维的聚合工艺及流程以及聚合反应过程、分子结构参数、性能指标等的调控方法，包括聚酯、聚酰胺、聚丙烯腈、聚乙烯醇缩醛、聚氨酯纤维等；

高性能纤维的品种与实施方法，包括芳纶、PBI、PBO、PI、碳纤维等。

### 聚合物加工工程部分：

本课程以数学、物理、物理化学、高分子化学、高分子物理等课程为基础，以聚物流变学为切入点，系统讲授聚合物共性加工方法、原理及工艺等内容，具体包括聚合物加工流变学基础理论、混合与混炼、挤出成型、压延成型、注射成型及最新成型技术进展等。要求考生掌握高分子材料的共性加工方法、原理及工艺特点，学会用流变学理论分析加工过程及其原理，了解加工工艺控制与制品质量之间的相互制约关系，学会用聚合物加工原理指导聚合物加工成型方法和工艺的选取和设计。要求考生具有抽象思维能力、逻辑推理能力以及综合运用所学知识解决聚合物加工工程问题的能力。

1、建立场和连续介质的概念；了解张量的物理意义及其运算规则；熟练掌握应力张量、应变张量及应变速率张量的数学表达式、各分量物理意义及其基本性质；掌握连续性方程、运动方程和能量方程以及牛顿流体和幂律流体流变状态方程的推导思路、数学表达式和物理意义，并能够运用流变学基础方程求解简单的流变学。

2、掌握在聚合物加工中物料混合与混炼的基本理论，了解混合与混炼设备的结构类型，掌握各种设备的工作原理和应用领域，掌握混合与混炼相关工艺要点，在此基础上能够解决聚合物共混改性及加工的实际问题。

3、了解挤出成型的工艺流程和设备种类，掌握单螺杆挤出理论，包括固体输送理论、熔融理论以及熔体输送理论，熟悉排气挤出机和双螺杆挤出机的工作原理，在此基础上能够解决聚合物挤出成型加工中的实际问题。

4、了解注射成型生产工艺过程及其特点，注射机的基本结构、分类方法；熟悉注射机注射系统和合模系统的作用、结构组成及工作原理；掌握注射成型工艺过程中物料温度和压力变化规律、重要工艺参数及其选择原则，注射成型过程中制品取向、结晶及内应力产生的原因及有关改善措施。

5、了解聚合物熔体在压延机辊隙流道流动的基本规律；熟练掌握用流体的连续性方程、运动方程和牛顿流体的本构方程描述等温流体在辊间流道的压力、速度分布状态，并在此基础上学会调整压延工艺条件和控制制品质量的措施。

### **“聚合物表征”部分：**

#### 1. 红外光谱原理及应用

分子运动形式，FTIR 的基本原理。聚合物 FTIR 解析基本原则

#### 2. 聚合物材料相对分子质量及分布表征

聚合物基本基本相对分子质量及其分布的公式，定义及其物理含义。表征聚合物相对分子质量的基本手段，GPC 的基本原理及应用。

#### 3. 聚合物材料微观结构表征

光学显微镜，原子力显微镜及电子显微镜的观测尺度，应用范围，应用侧重点。

#### 5. 聚合物材料静态力学分析

基本力学性能：拉伸，弯曲，冲击的表征方法，材料硬度的表征方法。对应得到的相关物理参数如拉伸强度，断裂伸长率，冲击强度，

#### 6. 聚合物材料动态力学分析

动态力学的基本物理含义及相关参数的意义，各种模量，损耗值的定义，公式及物理意义。动态力学测试的几种模式选择。时温等效的基本意义及实现方法。

#### 7. 聚合物材料热分析

包括差热扫描量热，热重分析。各种基本物理参数如熔点，玻璃化温度，结晶熔融过程描述，结晶度的计算等。DSC 升温及降温，热失重曲线的解析。实验条件，如升降温速度，样品形态等对实验结果的影响规律。

#### 8. 聚合物材料结晶性能表征

结晶的基本参数，如晶型，结晶度等。X 射线衍射分析的基本原理。布拉格衍射公式，谢乐公式的基本含义及其再晶体结构分析中的应用。

## 五. 试卷结构

试卷满分 200 分其中考试内容包括三部分:

- 《聚合物制备工程》占 80 分, 题型包括填空题、解答题、计算题;
- 《聚合物加工工程》占 80 分, 题型包括简答题、分析题及计算题;
- 《聚合物表征》占 40 分, 题型包括填空, 选择及简答题、综合分析题。

## 六. 主要参考书

“聚合物制备工程”参考书:

1. 赵德仁等, 高聚物合成工艺学 (第三版). 北京: 化学工业出版社, 2015.
2. 陈甘棠, 化学反应工程 (第三版). 北京: 化学工业出版社, 2010
3. 张洋, 马榴强, 聚合物制备工程. 北京: 中国轻工业出版社, 2001
4. 史子谨, 聚合反应工程基础. 北京: 化学工业出版社, 1991
5. 陈甘棠, 聚合反应工程. 北京: 中国石化出版社, 1991

“聚合物加工工程”参考书:

1. 赵素合、张丽叶、毛立新、张立群. 聚合物加工工程. 轻工业出版社, 2006
2. 赵素合、毛立新、张丽叶. 《聚合物加工流变学基础理论简介》. 校内讲义

“聚合物表征”参考书:

1. 张美珍, 《聚合物研究方法》, 中国轻工业出版社,
  2. 杨万泰, 《聚合物材料表征与测试》, 中国轻工业出版社, 978-7-5019-6420-8
  3. 吴刚, 《材料结构表征及应用》, 化学工业出版社
  4. 朱诚身著, 《高聚物结构分析》, 科学出版社