



研究生课程教学大纲（模板）

课 程 名 称：	功能复合膜材料		
	Functional Composite Membrane Materials		
课 程 编 号：	ZX14411D		
开 课 单 位：	材料科学与工程学院	开 课 学 期：	第二学期
课 内 学 时：	32	学 分：	2
适 用 学 科 专业及层次：	材料科学与工程专业，博士研究生		
授 课 语 言：	中文		
先 修 课 程：	高分子化学		
负 责 人：	张晓云	团 队 成 员：	孙海翔

一、课程简介

本课程是材料科学与工程专业博士研究生专业选修课程。复合膜材料在目前急需解决的能源和环境问题，有着重大的应用潜力。相对于传统的分离技术，膜分离过程具有低能耗、高效率、易操作和连续工作等优势，符合国家可持续发展的要求。通过本课程的学习，主要使学生掌握水处理膜材料、气体分离膜、渗透汽化膜、电池隔离膜、光电膜等膜材料以及膜技术领域的现状和进展。熟悉新型膜材料制备技术、膜集成技术以及高性能膜材料和膜技术的典型应用案例。具备设计和制备特定功能复合膜材料的能力。

二、课程大纲

（一）课程目标

目标 1：掌握膜及膜分离技术的基本概念，掌握膜分离技术的特点，了解国内外膜分离技术的发展现状及存在的主要问题，使学生具有国家使命感和社会责任心。

目标 2: 掌握水处理膜材料、气体分离膜、电池隔离膜、光电膜等膜材料的制备方法 & 最新研究进展。

目标 3: 掌握不同膜分离过程的基本理论及影响因素，能够运用科学原理，基于膜分离过程的基本理论，设计和制备特定的功能复合膜材料，并能够解决复杂的工程问题。

(二) 课程内容

第 1 章 概论 (2 学时)

本章重点难点: 掌握功能复合膜常见的种类及应用领域。

1.1 膜的分类

水处理膜、气体分离膜、渗透汽化膜、特种分离膜、民生膜等

1.2 膜技术的工业应用领域

水资源领域、能源领域、生态环境领域、传统产业改造

1.3 膜技术发展状况

第 2 章 水处理膜与膜过程 (6 学时)

本章重点难点: 掌握水质净化膜、海水淡化膜以及污水处理膜的特点及制备方法。

2.1 水质净化膜

水质净化膜的发展历程、分离原理、主要水质净化膜材料及制备方法、典型工艺等。

2.2 海水淡化膜

反渗透膜的发展历程、分离原理、膜材料、制备方法、海水淡化工艺及预处理工艺

2.3 污水处理膜

主要污水处理膜材料及构型、制备方法、典型工艺等。

第 3 章 气体分离膜与膜过程 (6 学时)

本章重点难点: 掌握不同气体分离膜的分离机理及制备方法。

3.1 氢分离膜

钯膜透氢机理及制备技术

3.2 氧分离膜

混合导体透氧膜材料及氧传输机理、透氧膜优化设计及应用实例。

3.3 二氧化碳分离膜

CO₂ 的捕集与封存、促进传递膜、聚合物膜与混合基质膜、沸石分子筛膜、炭膜

3.4 高温气固分离膜

气固分离与过滤再生原理、典型高温气固分离膜材料、高温过滤系统

第4章 渗透汽化膜与膜过程（4学时）

本章重点难点：掌握渗透汽化膜的分离机理、制备方法及应用领域。

4.1 渗透汽化膜分离技术

渗透汽化膜过程传质机理、渗透汽化膜分离技术的发展历程

4.2 典型的渗透汽化膜材料及其应用

透水型渗透汽化膜、透醇型渗透汽化膜、有机物/有机物分离渗透汽化膜

第5章 电池用膜材料（4学时）

本章重点难点：掌握锂离子电池隔膜、燃料电池隔膜及光电功能薄膜的特点及制备方法。

5.1 锂离子电池隔膜材料

多孔聚合物膜、无纺布隔膜、有机-无机复合隔膜、国内外锂离子隔膜研发及产业化现状

5.2 燃料电池隔膜

质子交换膜、阴离子交换膜材料

5.3 光电功能薄膜

纳米材料在结构方面的分类、纳米材料的功能和应用、纳米薄膜、光电功能薄膜及其制备

第6章 民生膜技术（2学时）

本章重点难点：掌握家用净水器、家用空气净化器、血液透析膜、血液供氧膜、药物控制释放膜及仿生膜的特点及性能要求。

6.1 家用净化技术

家用净水器、家用空气净化器

6.2 医用膜技术

血液透析膜、血液供氧膜、药物控制释放膜

6.3 仿生膜

仿生膜的结构、仿生膜的应用

第7章 新型膜材料及制备方法（4学时）

本章重点难点：掌握新型无机、有机膜材料的制备方法及应用领域。

7.1 新型膜材料

金属有机骨架、纳米碳材料、嵌段共聚物

7.2 制膜新方法

纳米纤维堆叠法制膜、分离膜改性和功能化的原子层沉积方法

第8章 膜集成技术（2学时）

本章重点难点：掌握膜集成技术的特点及应用领域。

8.1 膜与催化反应集成

催化膜反应器、固定床膜反应器、流化床膜反应器、悬浮床膜反应器
8.2 膜与传统分离技术集成
电除盐、膜蒸馏
8.3 膜过程集成
微滤/超滤-反渗透集成工艺、纳滤-反渗透集成工艺、膜生物反应器-反渗透集成工艺
第9章 课程报告（2学时）
本章的重点难点：指导学生完成膜分离相关英文文献的阅读和讲解，组织学生进行答辩环节。
9.1 学生就课程所学内容选择自己感兴趣的内容查找文献阅读并做成课件给大家讲解
9.2 教师和学生的讲评提问环节

三、教学安排及要求

内容	课内学时	教学方式	课外学时	课外环节	课程目标
1.1	1	讲授	0	-	目标 1、2
1.2	0.5	讲授	0	-	目标 1、2
1.3	0.5	讲授	0	-	目标 1、2
2.1	2	讲授	0	-	目标 2、3
2.2	2	讲授/讨论	0	-	目标 2、3
2.3	2	讲授/讨论	0	-	目标 2、3
3.1	1	讲授	0	-	目标 2、3
3.2	1	讲授/讨论	0	-	目标 2、3
3.3	2	讲授/讨论	0	-	目标 2、3
3.4	2	讲授/讨论	0	-	目标 2、3
4.1	2	讲授	0	-	目标 2、3
4.2	2	讲授/讨论	0	-	目标 2、3
5.1	2	讲授/讨论	0	-	目标 2、3
5.2	1	讲授	0	-	目标 2、3
5.3	1	讨论	0		目标 2、3
6.1	0.5	讲授	0		目标 2、3
6.2	0.5	讲授	0		目标 2、3
6.3	1	讲授/讨论	0		目标 2、3
7.1	2	讲授	0		目标 2、3
7.2	2	讲授/讨论	0		目标 2、3
8.1	1	讲授/讨论	0		目标 2、3
8.2	0.5	讲授	0		目标 2、3
8.3	0.5	讲授/讨论	0		目标 2、3

9.1	1	报告/讨论	0		目标 2、3
9.2	1	报告/讨论	0		目标 2、3

四、考核内容、方式及评分标准

（一）考核环节

考核环节		总成绩占比	支撑课程目标
课堂讨论	成绩采用百分制，考核学生对基本知识的掌握能力，综合运用所学知识分析问题、解决问题的能力。	30%	目标 1、2、3
课程报告	1. 本课程要求每个学生有 1 次课堂报告（专题报告）。 2. 成绩采用百分制，主要根据 PPT 准备、讲述表现、综合应用知识分析问题解决问题的能力、创新性等评分。	20%	目标 2、3
期末考试	1. 开卷考试，成绩采用百分制，卷面成绩总分 100 分。 2. 主要考核学生综合运用所学知识分析问题、解决问题的能力。	50%	目标 1、2、3

（二）评分标准

考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
课堂讨论	课堂讨论不积极，回答问题思路混乱。	课堂讨论较积极，语言表达一般。	课堂讨论较积极，具有一定的创新观点	课堂讨论积极，具有创新观点
课程报告	综述抄袭严重，或与课程内容不相关	部分内容抄袭，与课程内容相关，但论述浅显	能都较详细地综述复合膜的研究进展，有一定的见解	详细综述了复合膜的最新研究进展，有独到的见解，具有一定的学术研究潜质
期末考试	百分制评阅 <60	百分制评阅 60-75	百分制评阅 75-90	百分制评阅 90-100

五、教材与参考资料

（正文为宋体小四号字。正式出版教材要求注明教材名称、作者姓名、出版社、是否自编教材；自编教材要求注明是否成册、编写者姓名、编写者职称、字数等。

(一) 教材

邢卫红, 顾学红. 《高性能膜材料与膜技术》. 化学工业出版社, 2017 年。

(二) 主要参考资料:

1. 吴锦雷. 《光电薄膜材料》. 北京大学出版社, 2011
2. 汪洋. 《气体的吸附及薄膜材料的应用》. 国防工业出版社, 2017
3. 戴志飞, 岳秀丽, 王金锐. 《仿生膜材料与技术》. 科学出版社, 2010

六、其它说明

无。

大纲执笔人: 孙海翔

审核人(学位点负责人):

分管院长签字: