



三明学院
SANMING UNIVERSITY

2025级材料工程专业硕士研究生 课程教学大纲

资源与化工学院

2026 年 3 月

目 录

数理方法	1
高等有机化学	6
含氟精细化学品与绿色化学工艺	11
功能材料	17
纳米材料与纳米技术	25

三明学院研究生课程教学大纲

课程名称	数理方法		
课程英文名称	Mathematical Methods for Physics		
课程编码	0751320004	面向对象	25材料工程(硕士)/25化学工程(硕士)
先修课程或预备知识要求	要求学生已修完高等数学、线性代数、大学物理等先修课程，具备一元及多元函数微积分、矩阵运算、常微分方程、向量与场论等基础知识，掌握基本数学推导与物理建模思维，能够进行常规数学运算与简单方程求解，为学习本课程奠定理论基础。		
适用学科/专业	材料工程	课程内容分类（可多选）	<input checked="" type="checkbox"/> 理论讲授 <input type="checkbox"/> 实验 <input type="checkbox"/> 上机 <input type="checkbox"/> 课程实践 <input type="checkbox"/> 其他（请注明）
总学分/总学时	2 学分/32 学时	实践（含实验）学时	无
教学目的与要求	<p>本课程是材料工程专业硕士研究生的学科基础与核心理论课程，以武汉大学姚端正《数学物理方法》为主要教材，面向材料工程领域科研与工程实践需求开设。课程系统讲授复变函数、积分变换、数学物理方程的建立与求解等核心内容，重点突出数理方法在材料热传导、应力分布、扩散过程、信号处理、结构模拟等工程问题中的应用。通过课程学习，使学生掌握复变函数解析性、留数定理、傅里叶变换、拉普拉斯变换、分离变量法等关键理论与计算方法，理解各类数理方程的物理意义与工程背景。要求学生能够运用相关数学工具建立材料工程实际问题的数学模型，熟练完成方程推导、定解条件确定与模型求解，提升逻辑推理、抽象思维与工程建模能力。课程注重理论与科研实践相结合，强化严谨的科学思维与规范的推导训练，培养学生运用数学理论分析和解决材料科学与工程问题的综合素养，为后续开展材料性能模拟、工艺优化、数值计算、机理分析等科学研究及学位论文工作奠定坚实的数理基础。</p>		

教学主要内容	章节/ 单元	教学内容	预期学习成效	建议学时	主讲人	授课形式
	第一章 复变函数与解析函数	复数与复平面；复变函数的概念；解析函数的定义与充要条件；初等解析函数（指数函数、三角函数、对数函数、幂函数）；解析函数与调和函数的关系	掌握复数运算、复变函数极限与连续；理解解析函数定义与柯西-黎曼条件；熟练判别解析函数；会求调和函数；掌握初等解析函数性质	6	杨川宁	理论讲授、推导练习
	第二章 复变函数的积分	复积分的定义与计算方法；柯西积分定理；柯西积分公式；高阶导数公式；最大模原理	理解复积分的定义与计算方法；掌握柯西积分定理与积分公式；熟练应用高阶导数公式；理解最大模原理	6	杨川宁	理论讲授、例题精讲
	第三章 幂级数展开	复级数的基本性质；幂级数的收敛圆与收敛半径；泰勒级数展开；罗朗级数展开	理解复级数收敛性；掌握幂级数收敛半径求法；熟练将函数展开为泰勒级数及罗朗级数	6	杨川宁	理论讲授、讲练结合

	第四章 留数理论及其应用	孤立奇点的分类；留数的定义与计算规则；留数定理；实变积分的计算	掌握孤立奇点类型判别；熟练计算留数；应用留数定理计算复积分与实定积分	6	杨川宁	理论讲授、习题训练
	第五章 傅里叶变换与拉普拉斯变换	傅里叶级数与傅里叶变换；傅里叶变换的性质；卷积定理；拉普拉斯变换定义、性质与逆变换	掌握傅里叶变换与拉普拉斯变换计算；理解基本性质；会用变换法求解微分方程	4	杨川宁	理论讲授、案例教学
	第六章 数学物理方程的建立	数学物理方程的导出（波动方程、热传导方程、拉普拉斯方程）；定解条件与定解问题；方程的分类与化简	理解三类基本方程的物理背景；掌握定解条件建立方法；能将工程问题转化为定解问题	2	杨川宁	理论讲授、问题导向

	第七章 分离变量法	直角坐标系下的分离变量法；本征值与本征函数；极坐标下的拉普拉斯方程求解	掌握分离变量法步骤；会解直角坐标与极坐标下定解问题；理解本征值问题	4	杨川宁	理论讲授、探究学习
	第八章 行波法与积分变换法	一维波动方程的达朗贝尔公式；三维波动方程的泊松公式；积分变换法求解数理方程	掌握行波法求解波动方程；会用傅里叶、拉普拉斯变换法解数理方程	2	杨川宁	理论讲授、综合练习
教材或参考书、主要文献资料或相关数据库	<p>教材：《数学物理方法》，武汉大学出版社，姚端正 著，最新版。</p> <p>主要参考资料：</p> <ol style="list-style-type: none"> • 《工程数学：积分变换》，高等教育出版社，2019 年版。 • 《数学物理方法教程》，科学出版社，2020 年版。 • 《偏微分方程与数学物理问题》，机械工业出版社，2021 年版。 • 《材料工程中的数学模型与计算方法》，化学工业出版社，2022 年版。 • 《数值分析与数理方程》，清华大学出版社，2023 年版。 					
作业要求	<ul style="list-style-type: none"> • 每章结束后完成课后习题，重点训练复变函数运算、积分计算、级数展开、留数应用、变换求解及数理方程建模与解法。 • 按时独立完成作业，书写规范、步骤完整、推导严谨，按时提交。 • 中期提交 1 篇课程小论文，围绕材料工程中的数理方法应用展开，培养建模与分析能力。 • 认真参与课堂练习与阶段性小测，及时查漏补缺，巩固知识体系，提升解题与应用能力。 					
考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 笔试 <input type="checkbox"/> 口试 <input type="checkbox"/> 考察 <input checked="" type="checkbox"/> 论文 <input type="checkbox"/> 其他_____（请注明）					

成绩构成	本课程成绩由平时成绩（包括课后作业、课堂出勤）和课程论文成绩组合而成，采用百分制。期末以笔试形式考核。平时成绩占30%，笔试成绩占70%。
备注	

执笔人：杨川宁

审核单位（学院）：资源与化工学院

审定人：石庆会

三明学院研究生课程教学大纲

课程名称	高等有机化学		
课程英文名称	Advanced Organic Chemistry		
课程编码	0751320003	面向对象	25材料工程(硕士)/25化学工程(硕士)
先修课程或预备知识要求	先修课程：《高等无机化学》，《材料现代研究方法》		
适用学科/专业	材料工程/化学工程	课程内容分类（可多选）	<input checked="" type="checkbox"/> 理论讲授 <input type="checkbox"/> 实验 <input type="checkbox"/> 上机 <input type="checkbox"/> 课程实践 <input type="checkbox"/> 其他（请注明）
总学分/总学时	2 学分/32 学时	实践（含实验）学时	无
教学目的与要求	<p>教学目的</p> <p>本课程旨在深化学生对有机化学核心理论的理解，培养其运用有机化学原理解决材料设计、化工生产等领域复杂问题的能力。通过系统学习反应机理、结构-性能关系及前沿技术，为学生从事材料合成、工艺优化、绿色化工等研究奠定理论基础，同时强化科研思维与创新意识，助力其成长为具备跨学科视野的研究型人才。</p> <p>教学要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 知识掌握：熟练掌握有机化合物结构理论（如价键理论、分子轨道理论）、电子效应与空间效应，以及典型反应机理（如亲核取代、加成反应等）。能运用机理分析预测反应结果，设计简单合成路线。 2. 技能培养：具备文献检索与专业英语阅读能力，能追踪有机化学前沿动态（如TADF材料、绿色合成技术）；掌握有机反应机理研究方法，提升实验设计与数据分析能力 3. 应用能力：结合材料化学与化工需求，将有机化学知识应用于材料分子设计、工艺优化（如催化剂开发、溶剂选择）及绿色化工技术（如无溶剂反应、生物质转化）。 4. 创新思维：通过案例分析与专题讨论，培养学生发现问题、提出解决问题的能力，鼓励探索有机化学在材料、能源等领域的交叉应用。 本课程要求学生具备扎实的基础有机化学、物理化学知识，通过理论学习与实践结合，为后续科研与工程应用提供支撑。 		

教学主要内容	章节/单元	教学内容	预期学习成效	建议学时	主讲人	授课形式
	第一章: 化学键与分子结构	1.1 键长、键能、偶极矩 1.2 诱导效应与场效应 1.3 分子轨道理论 1.4 前线轨道 1.5 共轭效应 1.6 芳香性和休克尔规则	通过本章学习, 学生应掌握共价键参数(键长、键能、偶极矩)、电子效应(诱导、共轭、场效应)、分子轨道理论及芳香性规则, 能运用电子效应分析反应活性, 结合前线轨道理论预测反应方向, 为材料设计与化工工艺优化奠定理论基础。	3	赵炎	理论讲授 授案例教学 启发互动
	第二章: 立体化学原理	2.1 对称性与分子结构 2.2 旋光化合物的分类 2.3 含两个及多个手性碳原子化合物的旋光异构 2.4 构型保持与构型反转 2.5 外消旋化 2.6 外消旋体的拆分 2.7 立体专一反应和立体选择反应 2.8 潜手性分子 2.9 不对称合成 2.10 构象分析	通过本章学习, 学生应掌握分子对称性与旋光异构分类, 理解多手性中心化合物构型变化规律, 能分析立体专一/选择反应机制, 掌握外消旋体拆分与不对称合成策略, 为手性材料设计与立体选择性合成提供理论支撑。	3	赵炎	理论讲授 授案例教学 启发互动
	第三章: 有机化学反应机理研究	3.1 反应机理的类型 3.2 确定有机反应机理的方法 3.3 动力学控制与热力学控制 3.4 取代基效应和线性自由能关系 3.5 有机酸碱 3.6 有机反应中的溶剂效应	通过本章学习, 学生应掌握有机反应机理类型与研究方法, 理解动力学/热力学控制规律, 运用取代基效应、线性自由能关系分析反应活性, 结合溶剂效应优化反应条件, 为材料合成与化工工艺设计提供理论指导。	3	赵炎	理论讲授 授案例教学 启发互动
	第四章: 亲核取代反应	4.1 亲核取代反应的类型 4.2 亲核取代反应的机理 4.3 碳正离子与非经典碳正离子 4.4 影响亲核取代反应速率的因素 4.5 邻基参与作用 4.6 亲核试剂的类型和反应	通过本章学习, 学生应掌握亲核取代反应类型与机理(SN1/SN2), 理解碳正离子稳定性及邻基参与作用, 能分析底物结构、亲核试剂等因素对反应速率的影响, 为材料合成中选择性官能团转化提供理论依据。	3	赵炎	理论讲授 授案例教学 启发互动
第五章:	5.1 亲电加成反应	通过本章学习, 学生应			赵炎	

	加成与消除反应	5.2 消除反应 5.3 钯等过渡金属催化的偶联反应	掌握亲电加成、消除反应的机理与立体化学，理解钯催化偶联反应（如Suzuki、Heck）的催化循环，能分析反应选择性及条件优化，为材料合成中碳-碳键构建提供关键理论与实践指导。	3		理论讲授案例教学启发互动
	第六章：羰基化合物的反应	6.1 羰基化合物的反应机理 6.2 羰基加成反应及产物 6.3 加成-消除反应 6.4 羰基化合物的反应活性和加成的立体选择性 6.5 碳负离子 6.6 各种重要的缩合反应 6.7 羰基与叶立德的反应 6.8 羧酸及其衍生物的亲核取代 6.9 亲核性碳 6.10 特殊和普遍的酸碱催化 6.11 分子内催化作用	通过本章学习，学生应掌握羰基化合物反应机理与立体选择性，理解碳负离子、缩合反应及叶立德反应的应用，能分析羧酸衍生物亲核取代规律，结合酸碱催化优化反应，为复杂有机分子合成提供理论与实践支撑。	3	赵炎	理论讲授案例教学启发互动
	第七章：分子重排反应	7.1 缺电子重排 7.2 富电子重排 7.3 芳环上的重排	通过本章学习，学生应掌握缺电子/富电子重排及芳环重排的机理与驱动力，理解基团迁移规律及立体化学影响，能分析重排反应在材料合成中的应用，为复杂分子骨架构建提供关键理论与实践指导。	3	赵炎	理论讲授案例教学启发互动
	第八章：芳香亲电和亲核取代反应	8.1 亲电取代反应 8.2 结构与反应活性 8.3 同位素效应 8.4 离去基团效应 8.5 芳香亲核取代反应	通过本章学习，学生应掌握芳香亲电/亲核取代反应机理，理解结构、离去基团对反应活性的影响，能分析同位素效应在反应动力学中的应用，为功能材料合成中芳环官能团活化提供理论与实践指导。	3	赵炎	理论讲授案例教学启发互动

	第九章： 氧化还原反应	9.1 碳碳双键的氧化 9.2 醇的氧化 9.3 醛酮的氧化 9.4 其他化合物的氧化 9.5 还原反应 9.6 金属还原	通过本章学习，学生应掌握碳碳双键、醇、醛酮等化合物的氧化还原机理，理解金属还原的选择性及条件优化，能分析反应在材料合成中的应用，为复杂有机分子的官能团转化提供理论与实践支撑。	3	赵炎	理论讲授 案例教学 启发互动
	第十章： 周环反应	10.1 电环化反应 10.2 环加成反应 10.3 σ 迁移反应 10.4 1,3-偶极加成 10.5 反Diels-Alder 反应	通过本章学习，学生应掌握电环化、环加成、 σ 迁移等周环反应机理，理解前线轨道理论对反应选择性的指导作用，能设计1,3-偶极加成及反Diels-Alder反应路径，为复杂环状分子合成提供理论与实践支撑。	2	田民权	理论讲授 案例教学 启发互动
	第十一章： 自由基和光化学反应	11.1 自由基 11.2 自由基的反应特点及机理 11.3 自由基反应 11.4 光化学反应 11.5 羰基的光化学反应 11.6 烯和二烯的光化学 11.7 烯炔的光氧化反应 11.8 芳烃光化学 11.9 巴顿(Barton)反应	通过本章学习，学生应掌握自由基反应机理与光化学特性，理解羰基、烯炔等化合物的光化学反应规律，能设计巴顿反应等光诱导合成路径，为光催化材料开发及复杂分子官能团化提供理论与实践支撑。	2	田民权	理论讲授 案例教学 启发互动
	第十二章： 多步骤有机合成路线设计	12.1 有机合成的概念及其意义 12.2 逆合成分析法 12.3 导向基 12.4 保护基 12.5 立体化学的控制 12.6 合成问题简化 12.7 多步骤有机合成实例	通过本章学习，学生应掌握逆合成分析、导向基/保护基策略及立体化学控制方法，能设计多步骤有机合成路线，为复杂分子（如光电材料）的高效合成提供理论与实践支撑。	2	田民权	理论讲授 案例教学 启发互动

教材或参考书、主要文献资料或相关数据库	<p>教材：《高等有机化学》（第三版）（汪秋安 编著），化学工业出版社，2015年</p> <p>主要参考资料：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 《高等有机化学习题解析》（汪秋安、汪钢强、范华芳 编著），化学工业出版社，2018年 2. 《高等有机化学》（第四版）（汪秋安 编著），化学工业出版社，2022年 3. 《March高等有机化学：反应、机理与结构》（Michael B. Smith、Jerry March），化学工业出版社出版，2018年 4. 《物理有机化学》英柏宁，化学工业出版社，2009年
作业要求	<p>作业类型：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 文献综述：需涵盖研究背景、前沿进展、争议问题及未来方向，字数≥3000字。 <p>提交要求：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 格式规范：图表需标注来源，参考文献≥20篇（近5年占比≥50%）。 <p>评分标准：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 创新性（30%）：研究问题的独特性及方法创新。 • 学术规范（25%）：格式、引用及逻辑严谨性。 • 内容深度（45%）：对理论的理解及应用能力。
考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 笔试 <input type="checkbox"/> 口试 <input type="checkbox"/> 考察 <input checked="" type="checkbox"/> 论文 <input type="checkbox"/> 其他_____（请注明）
成绩构成	<p>本课程成绩由课后作业20%、小组作业20%、章节论文40%、期末考试20%。</p>
备注	

执笔人：赵炎 田民权

审核单位（学院）：资源与化工学院

审定人：石庆会

三明学院研究生课程教学大纲

课程名称	含氟精细化学品与绿色化学工艺		
课程英文名称	Fluorine-containing Fine Chemicals and Green Chemical Processes		
课程编码	0751420002	面向对象	25材料工程/25化学工程专业硕士研究生
先修课程或预备知识要求	先修课程：《高等无机化学》，《材料现代研究方法》		
适用学科/专业	材料工程/化学工程	课程内容分类（可多选）	<input checked="" type="checkbox"/> 理论讲授 <input type="checkbox"/> 实验 <input type="checkbox"/> 上机 <input type="checkbox"/> 课程实践 <input type="checkbox"/> 其他（请注明）
总学分/总学时	2 学分/32 学时	实践（含实验）学时	0
教学目的与要求	<p>教学目的</p> <p>本课程是面向“材料与化工”领域材料工程、化学工程专业硕士研究生的专业选修课程，以李和平主编的《含氟、溴、碘精细化学品》和以朱宪、张彰主编的《绿色化工工艺导论》(第2版)为核心教材，系统教学含氟精细化学品的理化性质、合成原理与工艺、用途和毒性，以及绿色化学、清洁生产和绿色工艺技术。课程聚焦含氟精细化学品的分子结构与性能、绿色化学与绿色工艺技术的内在联系，通过专题化教学，帮助学生掌握含氟精细化学品的合成反应原理与工艺、绿色化学工艺技术，并结合含氟精细化学品的实际用途、各领域的绿色化工工艺的前沿案例，培养学生分析问题和解决实际问题的能力。</p> <p>教学要求</p> <p>4. 知识掌握：熟练掌握含氟精细化学品的分子结构、理化性质、合成原理与工艺、用途和毒性，以及绿色化学、清洁生产和绿色工艺技术等相关专业知识，培养家国情怀。</p> <p>5. 技能培养：运用含氟精细化学品的性质及其构效关系分析相关化合物潜在的物理化学性质及其制备方法。</p> <p>6. 应用能力：针对实际问题应用文献检索查询相应的化学工艺知识，分析复杂反应机制，设计含氟精细化学品的合理可行的绿色合成工艺路线，强化绿色化学意识。</p> <p>4. 创新思维：通过案例分析与专题讨论，培养学生发现问题、提出解决方案的能力，鼓励探索绿色化学工艺在含氟精细化学品的各个领域中的应用，培养学科交叉思维，重视以人为本理念，强化学以致用意识，树立大国工匠精神和精益求精的实操思维。养成良好的学习和从业习惯、开拓进取的科学精神，坚守化学工程师的基本职业操守</p>		

教学主要内容	章节/ 单元	教学内容	预期学习成效	建议学时	主讲人	授课形式
	第1章 含氟精细化学品概论	1.1 氟精细化学品概述 1.2 氟精细化学品的分类 1.3 氟及其精细化学品的特征 1.4 含氟精细化学品的命名 1.5 氟精细化学品的应用 1.6 氟精细化学品的发展前景	通过本章学习,学生应掌握氟精细化学品的分类、特性、命名、应用和发展前景,为材料设计与化工工艺优化奠定理论基础。	2	田民权	理论讲授 案例教学 启发互动
	第2章 引入氟原子的反应原理	2.1 利用加成反应引入氟原子 2.2 利用取代反应引入氟原子 2.3 电解氟化反应 2.4 通过其他含氟小分子合成含氟精细化学品	通过本章学习,学生应掌握利用加成反应和取代反应引入氟原子、电解氟化反应、通过其他含氟小分子合成含氟精细化学品等原理、方法,培养 创新思维 ,为材料设计与化工工艺优化提供理论支撑。	4	肖旺钊	理论讲授 案例教学 启发互动
	第3章 脂肪族氟碳精细化学品	3.1 脂肪族氟碳精细化学品的物理性质及热力学数据 3.2 脂肪族氟碳精细化学品的化学性质 3.3 脂肪族氟碳精细化学品的合成原理与工艺 3.4 脂肪族氟碳精细化学品的用途 3.5 脂肪族氟碳精细化学品的毒性	通过本章学习,学生应掌握脂肪族氟碳精细化学品的物理性质、化学性质、合成原理与工艺、用途和毒性,为材料合成与化工工艺设计提供理论指导。	3	田民权	理论讲授 案例教学 启发互动
	第4章 氟芳杂环精细化学品	4.1 氟芳杂环精细化学品的物理性质及热力学数据 4.2 氟芳杂环精细化学品的化学性质 4.3 氟芳杂环精细化学品的合成原理与生产工艺 4.4 氟芳杂环精细化学品的用途 4.5 氟芳杂环精细化学品	通过本章学习,学生应掌握氟芳杂环精细化学品的物理性质、化学性质、合成原理与生产工艺、用途和毒性,为材料合成与化工工艺设计提供理论指导。	4	田民权	理论讲授 案例教学 启发互动

		的毒性				
	第5章 氟烃基硅烷精细化学品	5.1 氟烃基硅烷精细化学品的物理性质 5.2 氟烃基硅烷精细化学品的化学性质 5.3 氟烃基硅烷精细化学品的合成原理与生产工艺 5.4 氟烃基硅烷精细化学品的用途和毒性	通过本章学习，学生应掌握氟烃基硅烷精细化学品的物理性质、化学性质、合成原理与生产工艺、用途和毒性，为材料合成与化工工艺设计提供关键理论与实践指导。	1	田民权	理论讲授案例教学启发互动
	第6章 氟醇精细化学品	6.1 氟醇精细化学品的物理性质及热力学数据 6.2 氟醇精细化学品的化学性质 6.3 氟醇精细化学品的合成原理与生产工艺 6.4 氟醇精细化学品的用途 6.5 脂肪族氟醇精细化学品的毒性	通过本章学习，学生应掌握氟醇精细化学品的物理性质、化学性质、合成原理与生产工艺、用途和毒性，为材料合成与化工工艺设计提供理论与实践支撑。	1	程德书	理论讲授案例教学启发互动
	第7章 氟醚精细化学品	7.1 氟醚精细化学品的物理性质及热力学数据 7.2 氟醚精细化学品的化学性质 7.3 氟醚精细化学品的合成原理与生产工艺 7.4 氟醚精细化学品的用途和毒性 7.5 特种氟醚精细化学品简介	通过本章学习，学生应掌握氟醚精细化学品的物理性质、化学性质、合成原理与生产工艺、用途和毒性，为材料合成与化工工艺设计提供关键理论与实践指导。	1	程德书	理论讲授案例教学启发互动
	第8章 氟酸精细化学品	8.1 氟酸精细化学品的物理性质及热力学数据 8.2 氟酸精细化学品的化学性质 8.3 氟酸精细化学品的合成原理与生产工艺 8.4 氟酸精细化学品的用途和毒性	通过本章学习，学生应掌握氟酸精细化学品的物理性质、化学性质、合成原理与生产工艺、用途和毒性，为材料合成与化工工艺设计提供理论与实践指导。	1	程德书	理论讲授案例教学启发互动

	<p>第9章</p> <p>氟烷磺酸精细化学品</p>	<p>9.1 氟烷磺酸精细化学品的物理性质及热力学数据</p> <p>9.2 氟烷磺酸精细化学品的化学性质</p> <p>9.3 氟烷磺酸精细化学品的合成原理与生产工艺</p> <p>9.4 氟烷磺酸精细化学品的用途</p> <p>9.5 氟烷磺酸精细化学品的毒性</p>	<p>通过本章学习，学生应掌握氟烷磺酸精细化学品的物理性质、化学性质、合成原理与生产工艺、用途和毒性，为材料合成与化工工艺设计提供理论与实践支撑。</p>	1	程德书	理论讲授案例教学启发互动
	<p>第10章</p> <p>氟酮和氟醛精细化学品</p>	<p>10.1 氟酮和氟醛精细化学品的物理性质及热力学数据</p> <p>10.2 氟酮和氟醛精细化学品的化学性质</p> <p>10.3 氟酮和氟醛精细化学品的合成原理与生产工艺</p> <p>10.4 氟酮和氟醛精细化学品的用途</p> <p>10.5 氟酮和氟醛精细化学品的毒性</p>	<p>通过本章学习，学生应掌握氟酮和氟醛精细化学品的物理性质、化学性质、合成原理与生产工艺、用途和毒性，为材料合成与化工工艺设计提供理论与实践支撑。</p>	1	程德书	理论讲授案例教学启发互动
	<p>第11章</p> <p>氟氮精细化学品</p>	<p>11.1 氟氮精细化学品的物理性质及热力学数据</p> <p>11.2 氟氮精细化学品的化学性质</p> <p>11.3 氟氮精细化学品的合成原理与生产工艺</p> <p>11.4 氟氮精细化学品的用途</p> <p>11.5 氟氮精细化学品的毒性</p>	<p>通过本章学习，学生应掌握氟氮精细化学品的物理性质、化学性质、合成原理与生产工艺、用途和毒性，为材料合成与化工工艺设计提供理论与实践支撑。</p>	1	程德书	理论讲授案例教学启发互动
	<p>第12章</p> <p>含氟精细高分子</p>	<p>12.1 氟乙烯类精细高分子</p> <p>12.2 三氟氯乙烯类精细高分子</p> <p>12.3 氟烷氧基磷氮烯精细高分子</p>	<p>通过本章学习，学生应掌握含氟精细高分子的物理性质、化学性质、合成原理与生产工艺、用途和毒性，培养家国情怀，为材料合成与化工工艺设计提供理论与实践支撑。</p>	2	程德书	理论讲授案例教学启发互动

<p>第13章 绿色化学与清洁生产</p>	<p>13.1 环境保护与可持续发展 13.2 绿色化学概念 13.3 典型绿色化学反应 13.4 清洁生产概念 13.5 化工清洁生产实施 13.6 化工清洁生产实例 13.7 生态工业园区</p>	<p>通过本章学习，学生应掌握绿色化学、化工清洁生产的概念与实例，为材料合成与化工工艺设计提供理论与实践支撑。</p>	1	田民权	理论讲授案例教学启发互动
<p>第14章 化工模拟与人工智能</p>	<p>14.1 基本概念 14.2 分子模拟 14.3 单元模拟 14.4 流程模拟 14.5 主要发展动向 14.6 未来发展趋势</p>	<p>通过本章学习，学生应掌握化工模拟（分子模拟、单元模拟、流程模拟）及人工智能的应用技巧，为材料合成与化工工艺设计提供理论与实践支撑。</p>	1	田民权	理论讲授案例教学启发互动
<p>第15章 绿色能源技术与工艺</p>	<p>15.1 概述 15.2 生物质能源基础 15.3 锂离子电池基础 15.4 燃料电池基础 15.5 绿色能源技术</p>	<p>通过本章学习，学生应掌握生物质能源、锂离子电池、燃料电池、超级电容器、全钒液流电池的原理、特点及发展方向，为材料合成与化工工艺设计提供理论与实践支撑。</p>	2	程德书	理论讲授案例教学启发互动
<p>第16章 绿色催化技术与工艺</p>	<p>16.1 环境友好的固体酸 16.2 环境友好的固体碱 16.3 新型分子筛 16.4 生物酶催化剂</p>	<p>通过本章学习，学生应掌握环境友好的固体酸和固体碱、新型分子筛、生物酶催化剂的原理、特点及应用，强化绿色化学意识，为材料合成与化工工艺设计提供理论与实践支撑。</p>	2	肖旺钊	理论讲授案例教学启发互动
<p>第17章 超临界流体技术与工艺</p>	<p>17.1 超临界流体热力学相图和特性 17.2 超临界水技术的应用 17.3 超临界二氧化碳技术应用</p>	<p>通过本章学习，学生应掌握超临界流体热力学相图和特性、超临界水技术的应用、超临界二氧化碳技术的应用，为材料合成与化工工艺设计提供理论与实践支撑。</p>	2	程德书	理论讲授案例教学启发互动

	第18章 电化学合成技术与工艺	18.1 电化学概论 18.2 电化学理论基础 18.3 电化学合成方法 18.4 电化学工程与工业应用	通过本章学习，学生应掌握电化学合成特点、电化学理论基础、电化学合成方法、电化学工程与工业应用，为材料合成与化工工艺设计提供理论与实践支撑。	2	田民权	理论讲授案例教学启发互动
教材或参考书、主要文献资料或相关数据库	教材： 1. 《含氟、溴、碘精细化学品》，李和平 主编，化学工业出版社，2010年9月第1版 2. 《绿色化工工艺导论》（第2版），朱宪、张彰 主编，中国石化出版社，2019年 主要参考资料： 1. 《现代有机氟化学：合成、反应、应用》（原著第二版，全面修订和扩展版），[德]皮尔·基尔施（Peer Kirsch）著，吴永明、邢春辉 译校；化学工业出版社，2014年7月第1版（2018年9月重印） 2. 《现代化绿色化学工艺的理论及应用探究》，蔡菁 著，中国大地出版社，2022年 3. 《有机氟化学》，卿凤翎、邱小龙 编著，科学出版社，2007年3月第1版 4. 《当代有机氟化学》，[德]皮尔·基尔施（Peer Kirsch）著，华东理工大学出版社，2006年3月第1版 5. 学术期刊《Journal of Fluorine Chemistry》（中国科学院SCI期刊分区：4区），Elsevier BV出版社					
作业要求	课后作业8-10次，阶段测试2次					
考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 笔试 <input type="checkbox"/> 口试 <input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 论文 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>考勤、作业</u> （请注明）					
成绩构成	平时考核：课堂表现（考勤+提问共5%）、课后作业（10%）、阶段测试（15%） 期末考核：期末考试（70%）					
备注						

执笔人：田民权、肖旺钊、程德书 审核单位（学院）：资源与化工学院 审定人：石庆会

三明学院研究生课程教学大纲

课程名称	功能材料					
课程英文名称	Functional Materials					
课程编码	0751420010	面向对象	25材料工程（硕）			
先修课程或预备知识要求	科研伦理与学术规范、如何写好科研论文、材料现代研究方法、高等无机化学					
适用学科/专业	材料工程专业	课程内容分 类（可多选）	<input checked="" type="checkbox"/> 理论讲授 <input type="checkbox"/> 实验 <input type="checkbox"/> 上机 <input type="checkbox"/> 课程实践 <input type="checkbox"/> 其他（请注明）			
总学分/总学时	2 学分/32 学时	实践（含实验） 学 时	无			
教学目的与要求	<p>本课程旨在使材料工程专业硕士研究生在本科学习的基础上，系统深入地掌握各类现代功能材料的基本原理、制备方法、结构表征、性能调控及其工程应用。通过本课程的学习，要求学生：</p> <p>课程目标1：深入理解电子材料与元器件、光功能材料、磁功能材料、传感材料、能源材料及智能材料等主要功能材料体系的基础理论和物理化学本质。</p> <p>课程目标2：培养学生根据工程应用需求，进行功能材料设计、选型、制备工艺优化及性能评价的能力。能够运用所学知识分析和解决功能材料在工程应用中的实际问题。</p> <p>课程目标3：了解功能材料领域的最新研究进展和前沿动态，树立创新意识和工程伦理观念。能够通过文献调研和小组研讨，培养独立思考和团队协作的科研素养。</p>					
教学主要内容	章节/ 单元	教学内容	预期学习成效	建议学时	主讲人	授课形式
	绪论	1.教学内容、评分标准。 2.材料分类与功能材料定义；功能材料与结构材料的区别；功能材料的物理效应（如光电效应、磁光效应、压电效应等）；功能材料的发展趋势与社会需求；本课程内容、学习方法及考核要求。	1.能够熟悉本课程的教学要求。 2.能够准确复述功能材料的定义，并举例说明其与结构材料的本质区别。 3.能够列举并简要解释至少5种功能材料所依赖的关键物理效应。	2	任士钊	启发式讲授+课堂提问互动

		<p>教学重点：理解“功能”的本质，掌握关键物理效应的概念。</p>	<p>4.了解功能材料在当代科技发展中的战略地位，对课程全貌有清晰认知。</p>			
	电功能材料	<p>导电与电阻材料：导体、半导体、绝缘体的能带论解释；高导电材料（Cu, Al, Ag 等）的选择原则；精密电阻合金、电热材料的特点。</p> <p>超导材料：零电阻与完全抗磁性；临界参数（T_c, H_c, J_c）；低温超导与高温超导材料（NbTi, Nb₃Sn, YBCO, Bi系等）及应用（MRI, 磁悬浮, 超导电缆）。</p> <p>介电与铁电材料：介电常数、介电损耗、击穿场强；极化机制（电子、离子、偶极子转向、空间电荷极化）；铁电性、压电性、热释电性的内在联系与区别；典型材料（BaTiO₃, PZT, PVDF）及其在MLCC、传感器、红外探测器中的应用。</p> <p>半导体材料基础：元素半导体（Si, Ge）与化合物半导体（GaAs, SiC, GaN）；能带工程与异质结；集成电路工艺中的衬底、栅介质、互连材料简介</p>	<p>能够从能带理论出发，解释导体、半导体、绝缘体的导电行为差异。</p> <p>能够对比不同类型超导材料的特性，并分析其在特定应用场景（如强电、弱电）中的适用性。</p> <p>能够建立“结构-性能”关联，理解钙钛矿结构（ABO₃）与铁电性的关系，并解释压电传感器的工作原理。</p> <p>了解半导体材料在微电子工业中的核心地位。</p>	4	任士钊	<p>讲授+案例分析（MLCC多层陶瓷电容器为什么越做越小？）</p>
	磁学功能材料	<p>物质磁性基础：抗磁性、顺磁性、铁磁性、反铁磁性、亚铁磁性的原子起源（电子自旋）与宏观特征；磁畴、磁化曲线、磁滞回线、居里温度。</p>	<p>能够利用磁滞回线，准确区分和描述软磁、硬磁材料的关键磁学参数。</p> <p>能够根据应用需求（如高频、高功率、高</p>	4	任士钊	<p>讲授+案例教学（剖析硬盘容量指数级增长背后的</p>

	<p>软磁材料：高磁导率、低矫顽力特性；纯铁、硅钢、坡莫合金、软磁铁氧体的特点及应用（变压器铁芯、电感、磁屏蔽）。</p> <p>硬磁（永磁）材料：高矫顽力、高剩磁、高磁能积；AlNiCo,铁氧体永磁, SmCo, NdFeB 稀土永磁的发展与性能对比；在现代电机、扬声器、混合动力汽车中的应用。</p> <p>新型磁功能材料：巨磁电阻（GMR）与隧穿磁电阻（TMR）效应的物理原理；自旋阀结构；磁性随机存储器（MRAM）和硬盘读头的工作原理；磁致伸缩材料（Terfenol-D）及其应用；磁性液体。</p>	<p>存储密度），初步选择合适的磁性材料。</p> <p>能够解释GMR/TMR效应的微观机制，并阐明其在信息存储技术革命中的关键作用。</p>			材料科学)
光学功能材料	<p>光与物质相互作用：光的反射、透射、吸收、散射；吸收光谱、激发光谱与发射光谱；位形坐标模型解释斯托克斯位移。</p> <p>发光材料：发光中心的能级结构（稀土离子、过渡金属离子）；光致发光（荧光粉、长余辉材料）与电致发光；照明与显示应用（LED荧光粉、PDP、ELD）；量子点发光材料。</p> <p>激光材料：粒子数反转与受激辐射光放大；三能级与四能级系统；固体激光材料（Nd:YAG, Ti:Al2O3）、气体激光器（He-Ne, CO2）、半导体激光器（LD）的工作原理与典型材料。</p> <p>非线性光学材料与光导纤维：非线性光学效应（倍频、和频、光参量振荡）的原理与材料</p>	<p>能够解释发光、激光产生的物理过程，并绘制简单的能级跃迁示意图。</p> <p>能够对比不同显示技术（如LCD背光与OLED）对发光材料的不同要求。</p> <p>了解非线性光学材料和光纤在现代光通信网络中的核心支撑作用。</p>	4	任士钊	讲授+研讨式学习（显示技术的材料演进：从CRT到QLED）

		(KDP, LiNbO ₃)；光纤通信的窗口；光纤材料的组成（石英、氟化物玻璃）、制备与传输损耗。				
	功能转换材料	<p>功能转换概述：功能转换的内涵——能量形式转换（电、磁、光、热、机械、化学能之间）与信号转换；转换效率与耦合因子；功能转换材料在现代信息系统（传感、采集、处理、执行）中的枢纽地位。</p> <p>力-电转换材料：正/逆压电效应（力学量与电量的线性转换）；压电方程与耦合系数kk；典型压电材料体系（PZT压电陶瓷、PVDF压电聚合物、PMN-PT弛豫铁电单晶）及其在换能器、能量采集器中的应用；摩擦纳米发电机——机械能→电能的新机制。</p> <p>热-电转换材料（深化）：Seebeck效应与Peltier效应的工程化应用；热释电效应——温度变化→表面电荷（与压电效应的区别）；热释电材料（DTGS, LiTaO₃, PZT）及其在红外探测、非接触测温（如人体感应灯、测温枪）中的应用。</p> <p>光-电/电-光转换材料（深化）：光电探测材料——光信号→电信号（PN结、PIN、APD）；电光材料——电场→光信号变化（线性电光效应Pockels效应、二次电光效应Kerr效应）；典型电光晶体（LiNbO</p>	<p>能够归纳总结不同形式能量/信号之间相互转换的物理本质，绘制“功能转换六边形”示意图。</p> <p>能够对比分析压电效应、热释电效应、热电效应的区别与联系（例如：输入量分别是力、热均匀变化、热梯度）。</p> <p>能够举例说明磁电耦合、光电探测等前沿转换材料的工作原理，并预见其在物联网、智能传感领域的应用前景。</p> <p>能够运用转换材料的思想，理解一个完整的智能系统（如智能手机）中涉及哪些关键的功能转换环节。</p>	4	任士钊	讲授+综合研讨

		<p>3 ,GaAs, KDP) 在光调制器、光开关中的应用。</p> <p>磁-电转换材料 (深化): 磁电耦合材料——磁场→电极化 (或电场→磁化); 单相多铁性材料 (BiFeO₃) 与磁电复合材料 (压电/磁致伸缩叠层) 的原理; 在新型存储器 (多铁性存储器)、高灵敏度磁传感器中的潜在应用。</p> <p>化学-电转换材料 (回顾与提升): 电化学储能 (电池、超级电容器) 与燃料电池本质上均为化学能与电能的转换; 电化学传感器的工作原理。</p>				
	能源功能材料	<p>能源材料导论: 全球能源格局与材料创新的关系。</p> <p>锂离子电池材料: 嵌入/脱出机制; 正极材料 (LiCoO₂, LiMn₂O₄, LiFePO₄, 三元NMC/NCA) 的结构、性能对比与发展趋势; 负极材料 (石墨、硅基、锡基、LTO) 的特点; 电解质 (液态、固态、凝胶态) 与隔膜; 固态电池关键材料 (氧化物、硫化物电解质)。</p> <p>超级电容器材料: 双电层电容与赝电容储能机理; 碳基材料 (活性炭、石墨烯、碳纳米管)、过渡金属氧化物/氢氧化物 (RuO₂, MnO₂)、导电聚合物电极材料。</p> <p>燃料电池材料: 质子交换膜燃料电池 (PEMFC) 工作原理; 关</p>	<p>能够描述锂离子电池充放电过程中, 锂离子在正负极材料中的嵌入/脱出行为。</p> <p>能够对比分析不同正极材料 (如LFP与NMC) 在能量密度、安全性、成本方面的优劣。</p> <p>理解固态电池作为下一代技术的核心材料挑战。</p> <p>能够区分超级电容器与二次电池在储能机理和应用场景上的不同。</p>	4	任士钊	讲授 + 案例分析 (新能源汽车动力电池的技术路线之争)

		键材料：催化剂（Pt/C及低Pt/非Pt催化剂）、质子交换膜（Nafion）、双极板。				
	智能材料与新型功能材料	<p>智能材料概述：智能材料的定义、特征（感知、驱动、反馈）与系统组成。</p> <p>形状记忆合金（SMA）：热弹性马氏体相变；形状记忆效应（单程、双程、全程）与超弹性；NiTi合金的特性与应用（血管支架、管路接头、驱动器）。</p> <p>压电材料与电致/磁致伸缩材料：逆压电效应在驱动器中的应用；压电陶瓷、压电聚合物（PVDF）；磁致伸缩材料（Terfenol-D）的巨应变效应。</p> <p>电流变液与磁流变液：流变特性在外场下的快速可逆变化；悬浮液组成与工作机理；在智能减震、离合器中的应用。</p> <p>梯度功能材料：概念提出背景（缓解热应力）；组成与结构在空间上连续变化；设计与制备方法（气相沉积、粉末冶金）。</p> <p>生物医用功能材料（简介）：生物相容性；组织工程支架材料（可降解高分子、生物陶瓷）；药物缓释载体材料；纳米材料在生物医学成像与治疗中的应用（如磁性纳米粒子、量子点）。</p>	<p>能够阐释形状记忆效应的微观机理。</p> <p>能够列举智能材料在航空航天、生物医学领域的典型应用案例。</p> <p>理解梯度功能材料的设计思想是如何解决传统复合材料中的界面问题的。</p> <p>了解功能材料在生命健康领域的广阔前景。</p>	6	任士钊	讲授+研讨式学习（畅想4D打印、自修复材料等未来智能材料）

	<p>功能材料薄膜化技术： 物理气相沉积（蒸发、溅射）、化学气相沉积（CVD, MOCVD）、分子束外延（MBE）、脉冲激光沉积（PLD）的原理、特点及适用材料体系。</p> <p>功能材料低维化技术： 溶胶-凝胶法合成纳米颗粒；静电纺丝法制备纳米纤维；模板法、自组装法制备纳米阵列。</p> <p>功能材料先进制备技术： 3D/4D打印技术在复杂结构功能器件制备中的应用；放电等离子烧结（SPS）快速致密化技术。</p> <p>功能材料结构与性能表征方法回顾： X射线衍射（XRD）、扫描电子显微镜（SEM）、透射电子显微镜（TEM）、X射线光电子能谱（XPS）等在揭示材料“构效关系”中的作用与应用选择。</p> <p>课程知识体系梳理与展望： 绘制课程知识图谱，强调各功能材料之间的内在联系与交叉融合。</p> <p>期末考核说明与答疑</p>	<p>能够根据所需制备的材料类型和形态（薄膜、粉体、块体），初步选择合适的制备技术。</p> <p>能够理解“制备-结构-性能”之间的关系，并知道用何种表征手段去验证这种关系。</p> <p>能够在头脑中构建起本课程的知识框架，为后续的科研或工程实践奠定基础。</p>	4	任士钊	讲授+互动答疑
教材或参考书、主要文献资料或相关数据库	<p>教材：《现代功能材料》，陈玉安，王必本，廖其龙。重庆大学出版社，2021年，第三版。</p> <p>主要参考资料：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 《功能材料学》，周馨我 主编。北京理工大学出版社，2011年，第2版。 2. 《材料科学与工程基础》，William D. Callister, Jr., David G. Rethwisch 著；郭福 等译。化学工业出版社，2021年，第10版。 3. 《新型功能材料导论》，顾家山等编著。中国科学技术大学出版社，2019年，第1版。 4. 《锂离子电池——应用与实践》，吴宇平，戴长松，陈军 等著。化学工业出版社，2011年，第2版。 5. 《智能材料——21 世纪的新材料》，姚康德，许美萱 等著。天津大学出版社，2011年，第1版。 				

作业要求	完成课后作业及展示报告
考核方式	<input checked="" type="checkbox"/> 笔试（40%） <input type="checkbox"/> 口试 <input checked="" type="checkbox"/> 考勤及课堂表现（10%） <input checked="" type="checkbox"/> 论文（30%） <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>文献报告</u> （20%）
成绩构成	笔试（40%），考勤及课堂表现（10%），论文（30%），文献报告（20%）。期末以答题形式考核。平时成绩占60%，期末考核40%
备注	

执笔人：任士钊

审核单位（学院）：资源与化工学院

审定人：石庆会

三明学院研究生课程教学大纲

课程名称	纳米材料与纳米技术		
课程英文名称	Nanomaterials and Nanotechnology		
课程编码	0751420011	面向对象	25材料工程（硕）
先修课程或预备知识要求	《材料科学基础》、《固体物理》、《物理化学》		
适用学科/专业	材料工程	课程内容分类（可多选）	<input checked="" type="checkbox"/> 理论讲授 <input type="checkbox"/> 实验 <input type="checkbox"/> 上机 <input type="checkbox"/> 课程实践 <input type="checkbox"/> 其他（请注明）
总学分/总学时	2 学分/32 学时	实践（含实验）学时	无

<p>教学目的与要求</p>	<p>《纳米材料与纳米技术》课程旨在使材料工程专业硕士研究生系统建立纳米尺度的科学思维，深入理解表面效应、小尺寸效应及量子尺寸效应等核心理论的物理本质，全面掌握从零维到三维纳米材料的制备科学、表征手段及其构效关系；要求学生熟悉先进纳米加工技术的工艺流程，并能结合储能等前沿应用领域，运用纳米技术解决实际工程问题；通过本课程的学习，学生应具备独立检索和解读国际顶级期刊文献的能力，培养严谨的科研逻辑与创新实践能力，同时树立学术规范意识与科技报国的使命感，为未来从事微纳材料相关科研或技术开发工作奠定坚实的基础。</p>					
<p>教学主要内容</p>	<p>章节/ 单元</p>	<p>教学内容</p>	<p>预期学习成效</p>	<p>建议学时</p>	<p>主讲人</p>	<p>授课形式</p>
	<p>第一章 纳米材料的结构单元</p>	<p>一、纳米材料的定义与分类 二、纳米材料的基本结构单元</p>	<p>掌握纳米材料的科学定义，并根据空间维度的分类标准对不同的纳米材料进行正确归类；熟悉纳米材料的基本结构单元的几何特征与结构特点；了解维度、尺寸与材料功能之间的内在关联，初步建立“构效关系”的分析视角。</p>	<p>2</p>		<p>理论讲授 案例教学 启发互动</p>
	<p>第二章 纳米材料的基本理论</p>	<p>一、纳米材料的能带理论 二、表面与界面效应 三、小尺寸效应 四、量子尺寸效应 五、宏观量子隧道效应 六、纳米材料的其它效应</p>	<p>掌握纳米尺度的能带理论，能阐明能级分立与尺寸变化的定量关系；掌握五大核心效应的物理本质及其产生的微观机理；熟悉上述效应导致纳米材料表现出异于传统块体材料的奇异现象，并能</p>	<p>2</p>		<p>理论讲授 案例教学 启发互动</p>

			举例说明；了解如何综合运用相关理论，初步分析给定纳米体系中的尺度依赖性行为。			
	第三章 纳米材料的物理特性	一、纳米材料的力学性能 二、纳米材料的热学性能 三、纳米材料的光学性能 四、纳米材料的电学性能 五、纳米材料的磁学性能	掌握纳米材料在力学、热学、光学、电学及磁学等方面的特殊性能；掌握运用第二章的基本理论，解释纳米材料物理性能随尺寸变化的演化规律与物理机制；熟悉不同维度或不同结构的纳米材料在特定物理性能上的优劣，并能分析其潜在的应用方向。	4		理论讲授案例教学启发互动
	第四章 纳米材料的化学特性	一、纳米材料的自组装 二、纳米材料的吸附特性 三、纳米材料的催化特性 四、纳米材料的晶体特性 五、纳米材料的表面缺陷特性 六、纳米材料的团聚特性	掌握纳米材料自组装的基本驱动力及其在构筑有序结构中的作用；掌握纳米材料高吸附性能、高催化活性的本质原因，明确表面缺陷与活性位点的关联；熟悉纳米材料的表面晶体结构、缺陷类型及团聚行为对其化学稳定性和反应活性的影响；了解抑制纳米材料团聚的常见策略及其基本原理。	4		理论讲授案例教学启发互动

	第五章 纳米材料的制备	<p>一、零维纳米材料的制备</p> <p>二、一维纳米材料的制备</p> <p>三、二维纳米薄膜的制备</p> <p>四、纳米复合材料的制备</p>	<p>熟悉零维、一维、二维及纳米复合材料的主要制备方法及其工艺原理；掌握比较不同制备方法的优缺点，能够根据目标产物的形貌、尺寸和性能要求，合理选择或初步设计合适的合成路线；了解制备过程中影响产物质量的关键工艺参数。</p>	4		理论讲授 案例教学 启发互动
	第六章 纳米材料的分析表征	<p>一、纳米材料的结构分析</p> <p>二、纳米材料的粒度分析</p> <p>三、纳米材料的形貌分析</p> <p>四、纳米材料的成分分析</p> <p>五、纳米材料表面电子结构的分析</p>	<p>掌握常见分析表征技术（如XRD、SEM、TEM、EDX、XPS、Raman等）的基本工作原理及其所能获取的信息类型；掌握匹配待解决的科学问题与相应的表征手段；熟悉初步解读典型的表征图谱和数据，并提取关键的结构、形貌或成分信息；了解多种表征手段联用技术在全面解析纳米材料结构中的必要性与重要性。</p>	4		理论讲授 案例教学 启发互动
	第七章 先进纳米加工技术	<p>一、纳米减材制造技术</p> <p>二、纳米增材制造技术</p>	<p>掌握纳米减材制造（如光刻、刻蚀）与纳米增材制造（如薄膜沉积、纳米压印）两类技术的原理差异；熟悉曝光、刻蚀、沉积等核心微纳加工工艺的基本流程及其技术要点；了解当前先进纳米加工技术的精度极限及其在微电子、MEMS等领域的典型应用；了解加工工艺中影响图形精度和结构质量的关键因素。</p>	2		理论讲授 案例教学 启发互动

	第八章 纳米材料与纳米技术的应用	<p>一、纳米材料与纳米技术在能量收集领域的应用</p> <p>二、纳米材料和纳米技术在电化学能源领域的应用</p> <p>三、纳米材料与纳米技术在信息领域的应用</p> <p>四、纳米材料和纳米技术在无线传感领域的应用</p> <p>五、纳米材料和纳米技术在生物医学领域的应用</p>	<p>掌握纳米材料在能量收集、信息存储、无线传感及生物医学等前沿领域的具体应用实例；掌握在上述应用中，纳米材料的独特结构与性能是如何解决传统材料所面临的技术瓶颈的；熟悉特定应用场景下对纳米材料的结构、形貌及性能的特殊要求；了解综合评估纳米技术在实际应用中面临的挑战，并形成对纳米技术未来发展趋势的初步判断；了解通过文献研读，追踪纳米技术在特定领域的最新研究进展，并进行学术交流与展示。</p>	10		理论讲授 案例教学 启发互动
教材或参考书、主要文献资料或相关数据库	<p>主要参考资料：</p> <p>6. 《纳米材料与纳米技术》，杨维清、张海涛、邓维礼编著，2023年化学工业出版社出版。</p> <p>7. 《纳米材料与纳米技术》，徐志军、初瑞清编著，2010年化学工业出版社出版。</p>					
作业要求	<input type="checkbox"/> 笔试 <input type="checkbox"/> 口试 <input type="checkbox"/> 考察 <input checked="" type="checkbox"/> 论文 <input type="checkbox"/> 其他_____（请注明）					
考核方式	<p>本课程成绩由平时成绩（包括课后作业、课堂出勤、前沿文献汇）和课程论文成绩组合而成，采用百分制。期末以课程论文形式考核。平时成绩占50%，课程论文成绩占50%。</p>					

<p>成绩构成</p>	<p>1、平时成绩(50%): 包括课堂出勤(20%)、课后作业提问互动(10%)、前沿文献汇报(评估文献选择的前沿性、PPT制作逻辑、讲解清晰度以及研究背景的挖掘深度)(20%)。</p> <p>2、期末课程论文(50%):</p> <p>形式: 结合自身研究方向撰写一份“纳米材料”在“某特定领域”的应用综述。</p> <p>要求: 必须包含具体的研究背景、纳米材料的设计思路、性能优势以及面临的挑战。格式参考国内核心期刊。</p>
<p>备注</p>	

执笔人: 黄国斌、刘亚 审核单位(学院): 资源与化工学院 审定人: 石庆会