

产教融合背景下专业学位研究生精品教学案例开发与协同育人

——以《材料热力学》金刚石系列案例为例

刘世凯¹ 郑新华¹ 王 顺¹ 路继红² 郭明明³ 彭 进¹ 赵志伟¹

1. 河南工业大学 材料科学与工程学院, 河南 郑州 450001

2. 河南黄河旋风股份有限公司, 河南 长葛 461500

3. 河南飞孟金刚石股份有限公司, 河南 孟州 454763

[摘要]产教融合是专业学位研究生教育改革的核心方向,精品教学案例是连接课堂教学与产业实践的关键纽带。本文以河南工业大学材料与化工专业学位研究生《材料热力学》课程金刚石系列精品教学案例的开发实践为基础,系统阐述案例的开发原则、内容框架、协同育人机制及应用成效。案例开发秉持“源于产业、高于产业、服务产业”的理念,构建了“高校教师+企业工程师+教育专家”协同开发机制,形成了以高品质宝石级金刚石合成(平衡态热力学)、PECVD 金刚石膜生长(非平衡态热力学)和金刚石/铜导热复合材料(界面热力学)为核心的案例体系,并配套建设了教学资源库与多元化评价体系。实践表明,产教融合的精品教学案例有效提升了研究生的工程实践能力、创新思维和职业素养,促进了校企协同育人,为材料类专业学位研究生案例库建设提供了可借鉴的经验。

[关键词]产教融合;专业学位研究生;精品教学案例;金刚石;协同育人;材料热力学

DOI: 10.33142/fme.v7i8.20468

中图分类号: G647

文献标识码: A

Development and Collaborative Education of Excellent Teaching Cases for Professional Degree Graduate Students under the Background of Industry Education Integration — Taking the Diamond Series Case of "Thermodynamics of Materials" as an Example

LIU Shikai¹, ZHENG Xinhua¹, WANG Shun¹, LU Jihong², GUO Mingming³, PENG Jin¹, ZHAO Zhiwei¹

1. School of Materials Science and Engineering, He'nan University of Technology, Zhengzhou, Hen'an, 450001, China

2. He'nan Huanghe Whirlwind Co., Ltd., Changge, He'nan, 461500, China

3. He'nan Famous Diamond Co., Ltd., Mengzhou, He'nan, 454763, China

Abstract: The integration of industry and education is the core direction of professional degree graduate education reform, and high-quality teaching cases are the key link between classroom teaching and industrial practice. This article is based on the development practice of diamond series high-quality teaching cases for the course "Thermodynamics of Materials" for graduate students majoring in Materials and Chemical Engineering at He'nan University of Technology. It systematically elaborates on the development principles, content framework, collaborative education mechanism, and application effectiveness of the cases. The case development adheres to the concept of "originating from the industry, surpassing the industry, and serving the industry", and constructs a collaborative development mechanism of "university teachers + enterprise engineers + education experts", forming a case system centered on high-quality gem grade diamond synthesis (equilibrium thermodynamics), PECVD diamond film growth (non-equilibrium thermodynamics), and diamond/copper thermal conductive composite materials (interface thermodynamics), and supporting the construction of a teaching resource library and diversified evaluation system. Practice has shown that high-quality teaching cases integrating industry and education effectively enhance the engineering practice ability, innovative thinking, and professional ethics of graduate students, promote school enterprise collaboration in education, and provide valuable experience for the construction of case libraries for graduate students majoring in materials.

Keywords: integration of industry and education; professional degree graduate students; excellent teaching cases; diamond; collaborative education; materials thermodynamics

引言

产教融合是专业学位研究生教育改革的核心方向,也是提升培养质量的关键路径^[1]。国家相关文件明确提出深化专业学位教育改革,大力推进产教融合,培养应用型、复合型人才。案例教学作为连接理论与实践的有效教学方法,在专业学位教育中日益受到重视^[2]。教育部学位与研究生教育发展中心自 2012 年启动中国专业学位案例中心建设以来,已建成覆盖 27 个专业学位类别的案例库,在库案例 5900 余篇,服务 510 余家培养单位^[3]。各省级教育主管部门也纷纷设立精品教学案例项目,推动案例库建设和教学推广。

《材料热力学》是材料与化工专业学位研究生的核心基础课程,在研究生专业知识体系构建和能力拓展中具有重要地位^[4]。然而,该课程理论性强、概念抽象,平衡态与非平衡态热力学模型晦涩难懂,传统教学中理论与实践脱节问题突出,学生难以将热力学理论应用于实际材料研发和工程问题。产教融合为解决这一困境提供了新思路:将企业生产中的真实热力学问题转化为教学案例,使学生在分析实际案例中理解和运用热力学理论,实现理论学习与工程实践的有机统一^[5]。

河南工业大学材料科学与工程学院依托超硬材料和磨料磨具河南省特色行业学院、河南省新型金属陶瓷基复合材料工程研究中心等平台,与河南黄河旋风、河南飞孟金刚石、郑州磨料磨具磨削研究所等企业保持紧密的产学研合作关系^[6]。河南省是全球超硬材料产业核心集聚区,“世界金刚石看中国,中国金刚石看河南”,产业集群为案例开发提供了丰富素材。在河南省专业学位研究生精品教学案例项目支持下,课程组以金刚石系列案例为核心,系统开展了产教融合背景下的案例开发与协同育人实践。本文系统阐述项目的开发原则、内容框架、协同育人机制及应用成效,以期对材料类专业学位研究生案例库建设提供参考。

2 精品教学案例的开发原则与流程

2.1 开发理念与原则

本研究以“源于产业、高于产业、服务产业”作为案例开发核心理念。案例素材均取自企业实际生产与研发过程中的热力学问题,保证内容真实可靠、贴合工程实际,体现产业应用价值。在原始素材基础上,课题组结合课程教学目标进行内容提炼与理论升华,聚焦核心热力学原理的落地应用,突出案例的课堂教学功能^[7]。

案例开发遵循的原则主要有:(1)真实性;所有案例均依托真实材料研发与工业生产场景构建,杜绝虚构化内

容。(2)典型性;案例内容紧扣课程核心知识点,具备良好的代表性教学示范效果。(3)前沿性;结合领域最新科研成果与技术动态更新案例内容,帮助学生及时掌握学科发展趋势。(4)启发性;通过设置开放性、探究性问题,引导学生主动思考,激发创新意识。(5)思政性。在教学内容中有机融入家国情怀、科学精神与工程伦理等育人要素,实现知识传授与价值引领的有机统一^[8]。

2.2 开发流程

案例建设按照需求调研、素材收集、案例编写、专家审核、试用优化的完整流程分步推进,形成系统化、规范化的开发体系^[9]。

在需求调研阶段,通过面向研究生开展问卷调查,掌握学生的专业基础水平与课程学习需求。同时深入合作企业开展调研,梳理工业生产中亟待解决的热力学相关问题。

素材收集依托多渠道完成,涵盖中外文献、行业报告、在研科研项目以及企业一线生产数据。课程教师结合自身科研积累梳理相关素材,合作企业工程师提供金刚石合成、薄膜制备研发等一手工程资料。所有收集素材均按照材料类型、热力学研究主题及难度梯度完成分类整理,为案例编写奠定基础。

案例编写环节结合学生认知水平与课程教学目标开展教学化加工,适当简化复杂工程细节,突出热力学核心原理的应用逻辑,搭配启发式思考问题,并融入学科前沿内容与课程思政元素^[10]。

案例初稿完成后实施交叉审核机制,由学科专家核查内容的科学准确性、企业工程师验证工程场景的真实性、教育专家评估教学设计的合理性,结合各方修改意见进行完善等。

最终通过课堂试点教学完成案例迭代优化。教学过程中持续观察学生课堂反馈,记录学生普遍存在的难点问题,结合师生综合反馈调整问题设计方式与教学引导思路,使案例内容与教学节奏更加适配学生实际学习情况。

3 金刚石系列精品教学案例的内容设计

3.1 案例体系构建

结合学校超硬材料特色学科优势,本文构建了以金刚石为核心的系列化教学案例体系,具体由两个核心案例和一个辅助拓展案例构成。核心案例架构完整,系统涵盖工程背景、理论应用、教学实施、结果分析及思政育人等核心教学模块;辅助案例则聚焦课程重难点与典型工程场景,起到针对性拓展补充的教学作用。

金刚石作为已知硬度最高的功能材料,在高端装备、

电子信息、节能环保、航空航天等战略性新兴产业中应用广泛。我国 2025 年人造金刚石产量占全球总量的 95%，整体产业总产值达千亿规模。其中，河南省是全球唯一具备超硬材料完整全产业链的地区。河南工业大学依托区域得天独厚的产业资源，积淀形成了特色鲜明的超硬材料学科体系与人才培养模式，为本课程案例的开发与应用提供了坚实支撑。

3.2 核心案例一：平衡态热力学助力高品质宝石级金刚石合成

对应知识模块：平衡态热力学、热力学基本定律、相变热力学；核心知识点：吉布斯自由能、相平衡、化学势、相图。

3.2.1 案例背景

金刚石被誉为“工业牙齿”和重要战略功能晶体，在精密加工、半导体、光学、量子科技等领域不可替代。天然金刚石稀缺，长期受国外技术封锁。我国老一辈科学家艰苦攻关，1963 年研制出第一颗人造金刚石，成为世界上第六个掌握该技术的国家^[6]。王光祖等前辈在艰苦条件下完成上千次试验，奠定了产业根基。目前，我国 HPHT 工业金刚石产量占全球 90% 以上，河南形成全球最大产业集群。但高品质宝石级大单晶合成仍面临杂质控制、晶体质量、能耗等工程难题。

石墨→金刚石的固-固相变，传统工艺因对相平衡和化学势调控理解不足，常出现晶体缺陷多、杂质含量高、能耗大、尺寸受限等问题。企业需要以平衡态热力学理论指导工艺窗口优化。本案例源于河南黄河旋风真实研发课题。

3.2.2 热力学原理应用

案例结合平衡态热力学，聚焦宝石级金刚石合成，核心原理应用如下：

(1) 吉布斯自由能判定相变方向。依 Berman-Simon 相图，仅当温压处于平衡曲线上方（5~6GPa、1300~1600℃）时金刚石稳定，据此界定可行工艺窗口。

(2) 化学势调控抑制杂质掺杂。氮、硼在物相中化学势差异明显，通过调温压与触媒组分，减少其固溶掺杂；添加钛、铝等吸气剂固定氮元素，提升晶体纯度。教学中可引导学生思考化学势差异在工业杂质管控中的应用。

(3) 熵变规律优化热场与能耗。合成腔体为不可逆过程，依熵增分析能量耗散，优化热场分布，减少熵产损耗，在保证质量的同时降低能耗，兼顾品质与绿色制造。

3.2.3 案例结果与工程启示

将平衡态热力学用于金刚石合成工艺迭代后，晶体完整性提高，杂质减少，单晶尺寸与品级提升，能耗可控，

综合效益显著提升。

教学上，相变方向由吉布斯自由能变判断，相图与化学势调控是工艺研发核心。热力学指导优化，减少试验盲目性，降低研发成本，凸显理论对工程的现实支撑。

思政方面，老一辈科研工作者在技术封锁与艰苦条件下实现我国人造金刚石从无到有，彰显自立自强、科技报国精神^[6]。当前我国超硬材料产业规模全球领先，但高端宝石级大单晶技术仍有差距。案例可增强学生产业自信，清醒认知短板，投身关键材料攻关；同时，能耗优化与绿色制造理念，有助于培养绿色工程意识和社会责任感。

3.3 核心案例二：PECVD 金刚石膜生长的非平衡态热力学分析

对应知识模块：非平衡态热力学；核心知识点：非平衡体系、粒子输运、反应速率、等离子体热力学。

3.3.1 案例背景

金刚石膜在半导体热沉、光学窗口、刀具涂层、量子器件等领域价值巨大。CVD 法可在低压下生长金刚石膜，主流技术包括 HFCVD、直流电弧等离子体喷射 CVD 和 MPCVD。MPCVD 因无电极污染、等离子体密度高，是生长高品质大单晶和厚膜的首选；直流喷射沉积速率高（可达 100μm/h 以上），但均匀性控制更难。我国已掌握热丝、直流喷射及辅助等离子体 CVD 技术，近年也掌握 915 MHz MPCVD，跟上了世界先进水平。

CVD 体系远离平衡态，电子、离子、基团温度不同，不能用平衡相图直接判断产物。国内企业在 CVD 单晶和厚膜制备中常遇生长速率低、缺陷多、晶向失控、应力大等问题，需借助非平衡热力学分析活性物种生成、扩散输运和界面反应。本案例源于河南飞孟金刚石真实研发问题。

3.3.2 热力学原理应用

PECVD 金刚石薄膜生长属非平衡热力学过程，核心原理应用体现在以下三方面：

(1) 等离子体非平衡特性。微波与直流等离子体中，电子温度达数万开尔文，衬底仅 700~1100K，体系无统一热平衡温度，吉布斯自由能判据失效。高能电子裂解甲烷-氢气，生成甲基、氢原子等活性基团，其浓度配比决定薄膜质量。两类等离子体能量传递机制不同，可对比分析各自热力学调控特点。

(2) 非平衡输运调控沉积效果。浓度梯度与温度梯度驱动活性基团扩散及热传导，影响衬底表面成核、生长速率与膜均匀性。大尺寸单晶生长中，中心与边缘质量不均，根源在于边界层效应与温度梯度差异导致活性粒子通量分布不均衡。

(3) 反应动力学主导工艺窗口。产物生成不受热力学极限单一约束, 化学反应速率起决定作用。氢原子刻蚀 sp^2 石墨杂相, 甲基基团推动 sp^3 金刚石相生长, 二者竞争关系由热力学与动力学共同调控。调节放电功率、气压、碳源浓度、衬底温度等参数, 可精准控制基团生成与消耗速率, 抑制石墨相, 保障金刚石相稳定生长。

3.3.3 案例结果与工程启示

优化等离子体参数与热场分布后, 金刚石薄膜沉积均匀性改善, 缺陷减少, 厚膜品质提升, 为大尺寸高质量单晶制备提供理论依据与工艺参考。

教学方面, 材料制备分平衡与非平衡两类体系, 非平衡过程需结合输运与动力学综合分析, 关键在于活性物种的生成、输运及界面反应的全过程把控。

思政方面, 我国 CVD 装备与工艺已实现快速国产化, 但大尺寸高纯半导体级单晶技术仍存短板, 是行业攻关重点。本案例有助于学生认识热力学理论在新材料研发中的支撑作用, 增强创新意识; 金刚石薄膜用于芯片热管理, 支撑半导体产业发展, 引导学生理解材料学科与国家高新技术产业的紧密联系, 强化专业认同与科研责任感。

3.4 辅助案例: 金刚石/铜导热复合材料的界面热力学

本案例作为拓展辅助教学内容, 主要对应多相体系热力学、界面热力学及热输运相关核心知识点, 聚焦半导体热管理工程实际应用场景, 可有效补充完善本课程的金刚石系列案例教学体系。

3.4.1 案例背景

第三代半导体和高算力芯片发展使热管理成为瓶颈。金刚石热导率达 $2000 \sim 2300 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, 是理想热管理材料。应用路线有二: 金刚石膜直接作热沉; 金刚石颗粒增强铜基复合材料, 兼顾高导热与铜的易加工、可焊接性, 热膨胀系数可调。但工程中金刚石与铜润湿性差, 界面热阻大, 实测热导率远低于理论值。本案例源于企业热管理复合材料研发项目。

3.4.2 热力学原理应用

一是界面热力学与润湿性判据。利用界面自由能分析金刚石-铜界面, 计算界面能和浸润角, 解释不浸润的热力学根源——共价键晶体与金属键晶体界面能高、亲和力和弱。需在金刚石表面引入金属改性涂层 (W 、 Ti 等), 生成碳化物 (WC 、 TiC) 降低界面自由能, 改善浸润。

二是多组元相平衡判断反应产物。在高温烧结时, 分析 W-C 、 Ti-C 体系相平衡, 确定碳化物生成的温度-时间窗口, 避免温度过高或时间过长导致金刚石石墨化。研究表明, 经刻蚀和金属化处理、金刚石体积分数 50% 时,

热导率可达 $706 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$; 通过 Cr_3C_2 界面设计, 低成本微粉/铜复合材料热导率可达 $431 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

三是热输运与界面热阻。复合材料热导率受基体、增强相和界面热阻共同控制。界面热阻源于声子失配散射, 声子失配模型 (AMM) 和漫散射模型 (DMM) 是经典理论。即使本征热导率很高, 界面散射会严重拉低整体性能。

3.4.3 案例启示

教学启示: 多相复合材料性能, 不仅取决于各组分本身, 界面热力学、界面反应、界面热输运往往成为性能的决定性因素; 热力学可以预判界面反应能否发生, 指导表面改性工艺设计。

思政启示: 金刚石热管理材料是我国算力芯片、第三代半导体国产化的关键配套材料, 产业急需大量懂材料基础理论的工程技术人员, 引导研究生关注国家电子信息产业对新材料的迫切需求。

3.5 案例的思政元素融入

金刚石系列案例深度融入了课程思政元素, 实现“润物无声”的育人效果^[8]。一是家国情怀与使命担当; 通过介绍我国在金刚石合成领域从跟跑到并跑再到部分领域领跑的发展历程, 以及河南黄河旋风、河南飞孟金刚石等民族企业在超硬材料领域的突出贡献, 回顾老一辈科研工作者在封锁条件下艰苦奋斗的科研历程, 激发研究生的民族自豪感和科技报国的使命感^[6]。二是科学精神与创新意识; 通过金刚石合成技术发展史上科学家攻坚克难、不断创新的事迹, 让研究生理解基础热力学理论是工程工艺创新的底层支撑, 培养研究生追求真理、勇于创新的科学精神。三是工程伦理与社会责任; 通过分析金刚石合成中的能耗、环保, 高端热管理材料支撑国产芯片发展等现实问题, 引导研究生树立绿色发展理念和工程伦理意识。四是产业自信与专业自信。介绍河南省超硬材料产业在全国乃至全球的领先地位, 增强研究生的产业自信与专业认同感。

4 产教融合协同育人机制

4.1 “高校教师+企业工程师+教育专家”协同开发机制

课程组建立了由高校教师、企业工程师和教育专家组成的协同开发团队。高校教师负责知识梳理、案例改编和教学设计; 企业工程师提供真实工程案例、生产数据和行业经验, 确保工程真实性; 教育专家指导审核案例设计, 确保符合教育规律^[11]。团队定期研讨, 共同确定主题、审核内容和优化设计。

团队中, 黄河旋风路继红工程师和飞孟金刚石郭明明工程师直接参与案例建设, 两位工程师长期从事金刚石材料合成及制品研发, 提供第一手工程资料, 提高案例与行

业发展的契合度。

4.2 校企协同教学实施机制

在案例教学实施过程中,建立了校企协同教学机制。一是企业工程师进课堂,邀请企业工程师通过线上或线下方式参与案例教学,为研究生介绍企业生产中的实际问题和技术需求,分享工程实践经验,使研究生了解产业前沿和岗位需求。二是研究生进企业,依托研究生创新培养基地,安排研究生0.5~1.5年时间深入企业实习,参与企业课题,将课程中学到的热力学分析方法应用于实际工程问题的解决。三是校企双导师指导,聘请企业硕导直接指导专业学位研究生,校内导师负责理论指导,企业导师负责实践指导,形成双导师协同育人格局^[12]。

4.3 案例资源共享与反馈机制

案例库在学院和学校网络教学平台共享,供其他教师参考或跨专业交流。建立案例教学效果跟踪机制,通过成绩分析、学习过程评估和毕业后反馈,长期跟踪影响,为持续改进提供依据。鼓励学生将案例分析形成的优化方案反馈企业,促进技术进步,实现双赢。

5 应用成效与展望

5.1 应用成效

金刚石系列案例已用于《材料热力学》研究生教学,经课堂检验,育人效果良好。

学生工程能力与创新素养提升。依托真实案例,学生能将热力学理论与工业实际问题结合,熟练用于材料制备与性能优化。多名研究生在实习和论文中,将热力学方法用于金刚石工艺优化、导热复合材料研发等课题,产出了有应用价值的结果。

专业素养与就业竞争力同步增强。产教融合案例教学帮助学生了解超硬材料行业态势和岗位需求,明确发展方向。反馈显示,本届毕业生在超硬材料、新能源、半导体热管理等领域就业比例提升,综合能力获用人单位认可。

校企协同育人稳步推进。联合开发案例增强了校企黏性,逐步形成共建、共育、共享模式。依托学科特色,学院获批河南省超硬材料与磨料磨具特色行业学院,建成河南省新型金属陶瓷基复合材料工程研究中心,为产教融合搭建了优质平台。

案例建设成果扎实。建成涵盖金刚石合成、薄膜生长、导热复合材料、镍基高温合金、钠离子电池正极五大方向的教学案例库,配套完善资源,形成标准化开发流程。

5.2 问题与展望

实践中仍存在不足。企业层面,工程师受生产任务限制,参与时间有限、深度不足,需建立激励机制调动企业

积极性。案例资源层面,材料技术更新快,案例存在滞后风险,需建立常态化更新机制。教学评价层面,当前多依赖主观反馈与成绩分析,缺乏量化体系,客观性和系统性不足。

后续课程组将持续深化建设:挖掘企业真实研发问题,吸纳前沿成果,丰富案例库;优化校企协同模式,建立长效激励机制;完善教学评估,构建量化指标;推动教学资源共享,向兄弟院校推广经验,扩大改革辐射范围,助力材料类研究生培养质量提升。

6 结语

产教融合是专业学位研究生教育改革的核心方向,精品教学案例是连接课堂教学与产业实践的重要桥梁。本文以河南工业大学《材料热力学》金刚石系列案例开发实践为基础,系统阐述了案例的开发原则、内容框架、协同育人机制和应用成效。案例开发秉持“源于产业、高于产业、服务产业”的理念,建立了“高校教师+企业工程师+教育专家”协同开发机制,形成了以高品质宝石级金刚石合成(平衡态热力学)、PECVD 金刚石膜生长(非平衡态热力学)和金刚石/铜导热复合材料(界面热力学)为核心的案例体系,配套建设了资源库和多元化评价体系。实践表明,产教融合的精品教学案例有效提升了研究生的工程实践能力、创新思维和职业素养,促进了校企协同育人,为材料类专业学位研究生案例库建设提供了可借鉴的经验。

基金项目:河南省研究生教育改革与质量提升工程项目(YJS2025AL42);河南工业大学研究生优质课程项目(HAUTYJS2022KC02);河南工业大学专创融合特色课程项目(2024ZCRH-10)。

[参考文献]

- [1]中华人民共和国教育部,国家发展改革委,财政部.关于加快新时代研究生教育改革发展的意见[J].中华人民共和国国务院公报,2020(34):72-76.
- [2]齐琨,梁帅统,欧康康,等.基于案例教学的材料与化工现代研究方法课程改革[J].化纤与纺织技术,2026,55(5):200-202.
- [3]教育部学位与研究生教育发展中心.发挥案例育人作用以案例建设服务实践创新人才培养[EB/OL].(2023-12-20)[2024-09-28].<https://yz.chsi.com.cn/kyzx/kydt/202312/20231220/2293236787.html>.
- [4]王群,李杨,霍华,等.工科化学类研究生材料热力学课程教学体系改革研究[J].大学化学,2018,33(2):12-17.
- [5]姜晓滨,肖武,彭冲,等.产教融合驱动的化工专业研究生课程案例教学探索——以大连理工大学为例[J].化工高等教育,2026,43(2):81-86.

- [6]罗锡裕,徐燕军,刘一波.中国人造金刚石的发展及其关键技术的进步[J].粉末冶金工业,2016,26(1):1-13.
- [7]井群,崔秀花,吉旭,等.科研案例教学法在《计算材料学》课程教学中的应用[J].大学化学,2025,40(11):175-183.
- [8]中华人民共和国教育部.高等学校课程思政建设指导纲要[Z].教高〔2020〕3号,2020-05-28.
- [9]刘永刚.“互联网+教育”背景下混合式教育模式在研究生学位课教学中的实践——以《能源材料化学》为例[J].教育现代化,2019,6(36):129-130.
- [10]谭红梅,曾勇,王小松,等.研究生课程混合式教学模式研究——以桥梁结构体系课程为例[J].高等建筑教育,2022,31(4):80-85.
- [11]夏健,王勇.基于成果导向教育理念的建筑类学科研究生培养体制改革[J].高等建筑教育,2017,26(3):13-17.
- [12]李志义,朱泓,刘志军,等.用成果导向教育理念引导高等工程教育教学改革[J].高等工程教育研究,2014,62(2):29-34.

作者简介：刘世凯（1979—），男，汉族，河南登封人，教授，博士研究生，毕业于吉林大学凝聚态物理专业，现主要从事先进无机材料与新能源材料研发工作等。