

《材料化学与工程》研究生课程教学改革探讨

何汉兵

中南大学冶金与环境学院, 湖南 长沙 410083

[摘要] 《材料化学与工程》课程是中南大学采矿、选矿、冶金和材料专业主干选修课之一, 主要针对材料化学定义、基础理论、材料性能、材料制备和检测方法、复合材料和功能材料进行讲解。为了更好地培养材料专业高级人才, 提出了如下改进建议: (1) 案例式教学; (2) 讨论式教学; (3) 课程思政元素融入课堂; (4) 课程教学与毕业论文选题陈述相结合。通过以上改革探索和实践, 进一步满足双一流高校现代材料化学工程课程的要求。

[关键词] 材料化学与工程; 案例式; 讨论式; 课堂思政; 课程改革; 探索

DOI: 10.33142/fme.v2i2.4439

中图分类号: G642;TB30-4

文献标识码: A

Discussion on Teaching Reform of Postgraduate Course of Material Chemistry and Engineering

HE Hanbing

School of Metallurgy and Environment, Central South University, Changsha, Hunan, 410083, China

Abstract: Material chemistry and engineering is one of the main elective courses of mining, beneficiation, metallurgy and materials in Central South University. It mainly explains the definition of material chemistry, basic theory, material properties, material preparation and testing methods, composite materials and functional materials. In order to better train senior talents of materials specialty, the following improvement suggestions are put forward: (1) Case teaching; (2) Discussion teaching; (3) Integrating Ideological and political elements into the classroom; (4) The course teaching is combined with the topic selection statement of the graduation thesis. Through the above reform exploration and practice, we can further meet the requirements of modern material chemical engineering courses in double first-class colleges and universities.

Keywords: material chemistry and engineering; case type; discussion type; classroom ideology and politics; curriculum reform; exploration

1 《材料化学与工程》研究生课程现状

《材料化学与工程》研究生课程一直是采矿、选矿、冶金和材料专业的全校性选修专业基础课, 32 个学时。系统讲述材料化学的建立和定义, 以及材料化学学科主要研究对象与学科内容; 材料化学基础理论(晶体、非晶体和高分子的结构与性能); 固体材料性能学(物理性能、化学性能和力学性能); 材料制备化学(各种材料合成方法); 复合材料(定义、特点、应用领域、种类以及界面问题等)和功能材料(超导材料、储氢材料、形状记忆合金、光学材料、半导体陶瓷材料和生物材料)^[1-3]。

2 《材料化学与工程》研究生课程改革探索

《材料化学与工程》研究生课程在讲授过程中, 提出了如下改革探索: (1) 案例式教学; (2) 讨论式教学; (3) 课程思政元素融入课堂; (4) 课程教学与毕业论文选题陈述相结合。

2.1 案例式教学

为了培养研究生的材料设计、材料制备及材料产业化实践方面的素养, 在材料设计、制备和性能评价以及工程化等方面的教学一直是冶金工程专业硕士/博士培养的核心目标, 因此案例教学将成为研究生人才培养的核心教学方式之一。

针对研究生材料方向知识的培养, 项目组成员通过十多年的实践, 在材料设计、材料制备和产学研产业化实践及产业化创新案例方面积累了大量的工作经验。首先, 在材料设计案例方面, 整合师生创新团队资源, 设计了各种复合材料: 金属基复合材料、陶瓷基复合材料和高分子基复合材料, 这些案例非常贴合学生认知水平。其次, 在材料制备方面, 项目组成员通过横向委托项目合作成果, 构建了丰富的材料制备产学研实践教学案例。最后, 在各种产业化材料案例方面, 主要涉及全球前沿材料进展。

围绕材料化学与工程课程建设教学案例库, 同时该库也可适合复合材料和功能材料课程。从三个层级(材料设计, 材料制备和材料产业化创新案例)建设面向材料方向的教学案例库。案例编写过程中, 将结合前期的研究基础, 围绕冶金材料工程类的特殊性, 建立基于情境的案例知识表达框架, 为案例知识系统明确阐述提供支撑。

具体拟建设案例如下所示：材料设计案例 3 个。

案例 1：金属基复合材料。根据金属基复合材料的要求，从金属基体与增强相的成分设计入手，综合考虑制粉、成形、烧结以及后处理过程中的技术问题，同时分析界面反应机制与材料失效机制，考察研究生全面分析问题的能力。以铝基和镍基复合材料为例，分组剖析材料设计及制备过程中各阶段的案例。

案例 2：陶瓷基复合材料。以现代陶瓷粉体制备着手，从纳米粉体特点开始，引导学生类比分析其中原理和与其他物理、化学制粉技术的差异，拓展到块体材料的制备与应用，结合 Cu-Ni/NiFe₂O₄-10NiO 复合材料进行实例教学分析。

案例 3：高分子基复合材料。从高分子材料特性和注射成形产品的特点着手，分析高分子材料的成型与烧结以及加工内容及其影响；结合产学研成果和相关产品教学。

材料制备方法案例 3 个。

案例 4：固相法制备材料。该案例属于固体制备材料方法，从高温陶瓷法、自蔓延高温合成法和低温固相合成着手，分析各自材料制备方法的共同点和不同点。

案例 5：液相法制备材料。围绕溶剂蒸发法、沉淀-共沉淀法、溶胶凝胶法和水热合成法展开教学。具体而言，采用水热合成法在还原条件下合成超薄五氧化二钒，通过控制溶液浓度、反应时间、反应温度以及后处理工艺精准调控五氧化二钒的晶型与颗粒大小，实现材料制备的有效控制。

案例 6：气相法制备材料。气相法包括物理气相沉积和化学气相沉积，以硅纳米线的制备过程为例，在基体上通过化学气相沉积硅纳米线，通过控制气流速度、原料比例以及沉积温度控制硅纳米线的尺寸与排列结构，并将其用于催化、锂离子电池、传感器以及半导体等多个领域。

材料产业化实践案例 4 个。

案例 7：锂离子电池材料。开发磷酸铁锂-钛酸锂电极，案例产品立足于电池用户需求，在此基础上围绕电池的正极负极隔膜电解液钢壳等方面展开设计开发，提高电池容量并降低成本，成功整合供应链，最终投入到市场。

案例 8：脱硝催化剂。案例围绕冶金企业烟气排放问题，分别可以采取氨气、氢气、一氧化碳作为还原剂对其进行脱硝处理，脱硝效果的好坏主要取决于催化剂的能力。案例从催化剂设计与制备、脱硝机理探索研究出发，实现工艺技术精准调控，所得多孔催化剂达到中试生产条件，从真正意义上达到产学研一体化。

案例 9：形状记忆合金。以 Ti-Ni 合金为例探讨形状记忆合金，案例以马氏体相变理论为基础，结合无磁性、耐磨耐蚀、无毒性的优势，应用范围有电子、化工、宇航、能源和医疗等诸多领域。

案例 10：生物材料。案例围绕骨组织替代材料，常见材料主要有钛合金、镁合金、羟基磷灰石多孔陶瓷。从材料设计与制备、组织与力学性能测试、生物相容性以及经济成本等各个方面考察材料的商业化可能性。

通过研究生教学案例库的建设，提升冶金工程等专业材料方向的案例教学水平，打造冶金工程专业研究生特色案例教学体系，培养符合“双一流”标准的研究生。

2.2 讨论式教学

《材料化学与工程》研究生课程是一门兼具理论性实用性和实践性的课程，那么教师在教学过程中，不能灌输式教学，而是应该在教学中进行师生之间以及学生之间相互讨论，相互提高。例如在进行材料制备方法讲授过程中，当讲到材料制备方法有陶瓷法、自蔓延高温合成法、低温固相合成、溶剂蒸发法、沉淀共沉淀法、液相界面反应法、溶胶-凝胶法、水热合成法、物理气相沉积和化学气相沉积、超临界流体、插层法与反插层法时，同学们可以一起来探讨在自己的实验和实际生产生活中所使用的材料制备方法，让同学们学会融会贯通^[4-5]。

讲解储氢合金材料时，有同学就自己所做的镍氢电池进行全方位阐述，解释了储氢合金在镍氢电池中所起的作用以及工作原理，让所有研究生对镍氢电池有一个全方位的了解。当讲到锂离子电池正极材料时，有同学讲解自己做的三元正极材料 LiNi_{1/3}Co_{1/3}Al_{1/3}O₂ 过程，还有的同学陈述磷酸铁锂的制备过程和性能表征，并陈述电解液和电池负极材料制备和性能表征。总之，讨论式教学活跃了课堂，让同学们掌握了知识，也拓宽了各自的知识面。

2.3 课程思政元素融入课堂

目前各级政府和教育部门重点强调课程思政，也就是解决好培养什么人、怎样培养人、为谁培养人这个根本问题。所以把课程思政元素引入课程，就像盐溶于水一样，让课程思政元素润物细无声地进入课堂进入教学内容。

例如在介绍晶体的结构与性能、晶体的能带理论、缺陷化学基础、非晶体的结构与性能和高分子材料的结构与性

能时，要重点介绍晶体非晶体以及高分子结构特点，以此融合通过现象看本质这个思政元素，让同学们做人做事不能浮于表面，要沉下心来认真思考认真做事；特别是在信息爆炸的新时代，使学生领悟透过现象看本质，不武断、不盲从，培养正确的认知。

当讲到材料制备方法时，重点介绍材料制备的规律，其过程曲折，材料成材之前，历经称量、溶解、混合、反应、过滤和烧结等重重难关，最后才百炼成材。那么看看人之成材，历经家庭、学校、社会多级熔炉的淬炼，才得以华丽的蜕变，让同学们从中学会和领会到一点人生哲理。

2.4 课程教学与毕业论文选题陈述相结合

在进行《材料化学与工程》研究生课程讲授过程中，也正是研究生在进行探索实验和毕业论文选题的关键时刻，根据课堂所学知识以及实验过程中所采用的材料制备方法和材料性能检测，可以让研究生就自己的毕业论文实验和选题进行课堂阐述，让大家给他们出谋划策，同时大家在课堂上既巩固了所学知识，又拓宽了知识面，还可以解决自己研究中的难点。

3 《材料化学与工程》研究生课程改革展望

研究生课程改革是一个复杂的系统性工程，要在不断教学过程中有所体会有所感悟，并且也要在教学中不断实践和探索。鉴于《材料化学与工程》研究生课程在改革探索实际情况，有些改革举措将会陆续实施。

3.1 课程与学科竞赛相结合

《材料化学与工程》研究生课程讲授了大量的材料化学理论基础、制备方法、材料性能和表征、复合材料和功能材料，这些知识点可以运用到材料实验中，并以此为契机参与学科性竞赛，让课堂促进竞赛，让竞赛为课程提供素材。

3.2 企业专业实践现场教学

《材料化学与工程》这门课程需要大量的专业实践，如果把课堂放在企业，让企业的研究生兼职导师们为研究生们上课，将会起到掌握书本知识和理论联系实际双重作用。

3.3 学校导师和企业兼职导师同时培养

老师们在与企业进行科研项目合作的过程中，一般是需要师生一起去企业进行联合科技攻关，同时也是培养学生理论联系实际的能力。那么企业为了配合师生科技攻关，一般也会配备工程师们，这样就形成了学校导师和企业工程师（兼职导师）联合培养的情况。在进行《材料化学与工程》研究生课程的讲述过程中，还可以邀请企业导师们来学校课堂进行理论教学，真正实现校内校外导师联合培养。

4 结语

通过以上的课程改革探索和实践，让学生们在学习《材料化学与工程》这门研究生课程过程中学有所获，在以后的研究生实验和论文阶段包括后面的工作都有所感悟，有所启发，同时也构建冶金工程等专业材料方向研究生人才的培养体系。

[参考文献]

- [1]何汉兵.《材料化学与工程》课程改革探索—以中南大学能器和冶金专业为例[J].教师,2018,10(368):107-108.
- [2]何汉兵.面向冶金与烟气环保交叉领域研究生培养模式探讨[J].教师,2019,10(404):102-103.
- [3]何汉兵.基于脱硫脱硝创客空间的冶金烟气环保人才培养探讨[J].教师,2021,7(466):115-116.
- [4]陈万平.材料化学课程内容与专业课程体系设置的探析[J].大学化学,2016,31(12):21-25.
- [5]许新江,朱立刚.关于材料化学专业课程建设的几点思考与实践[J].广州广工,2015,43(12):192-193.

作者简介:何汉兵(1980-),男,博士,副教授,现就职于中南大学冶金与环境学院,研究方向:材料冶金。

基金项目:2021年度中南大学研究生教育教学改革研究项目(2021JGB062);2021年度中南大学研究生教学案例库建设项目立项项目(2021ALK20);2020年研究生课程思政项目;2019年湖南省研究生优质课程建设项目。