"材料科学基础"课程研究型教学改革与实践

王红洁,徐 彤,席生岐,吴志敏 (西安交通大学 材料科学与工程学院,陕西 西安 710049)

摘 要:"材料科学基础"是材料科学与工程专业一门重要的专业基础理论课,为了提高课程教学水平,加强本科生的创新意识和能力培养,对本课程进行了研究型教学模式改革与实践的探索。通过从教学内容、教学方法及教学活动中师生的角色定位等角度,对该课程的研究型教学进行了改革与实践,提出将顶尖科研成果引入课堂、将前沿研究与课程教学实践相结合等做法,拓宽了学生的视野,培养了学生的科研思维能力,提高了学生的创新意识。

关键词: 材料科学基础; 研究型教学; 教学改革

中图分类号: G642 文献标志码: A 文章编号: 1672-8874 (2015) 04-0117-04

The Reform and Practice of the Research-typed Teaching Method of Fundamentals of Materials Science

WANG Hong - jie, XU Tong, XI Sheng - qi, WU Zhi - min

(School of Materials Science and Engineering, Xi' an Jiaotong University, Xi' an 710049, China)

Abstract: In this paper, the reflections on the reform of the research-typed teaching method based on Fundamentals of Materials Science were put forward. Especially, problems on teaching content, teaching methods, the role of the teachers and students in the class were emphasized. In this method, the top achievements in scientific research were introduced into the class. And the combination of the advanced research and the teaching practice will broaden the students' view, and further improve the cultivation of students' scientific thinking.

Key words: Fundamentals of Material Science; research-typed teaching; teaching reform

19世纪初德国教育学家洪堡提出研究型教学的精髓是"教学与科研相统一",即把学生作为教学活动的中心,将老师的研究型教学与学生的研究型学习相结合并将之作为教学平台。老师在教学活动中要注重融入学科知识与研究方法,指导学生围绕某一科学问题进行发现问题、分析问题和解决问题的能力训练。这种教学模式强调学生对所学知识、技能的实际应用,注重学生主动参与学习的过程,充分发挥老师的主导地位和学生的主体地位[1]。这是一种以学生为中心,老师为主导的教学模式。

"材料科学基础" (以下简称"材科") 是一

级学科材料科学与工程下设的最重要的一门专业基础理论课,也是该学科本科生开始专业课学习的第一门必修课,是所有材料科学与工程专业课程的基础。课程内容涉及原子结构、晶体结构、晶体缺陷、相图、扩散、金属和合金的凝固、塑性变形与再结晶以及材料性能等知识。该内容具有"三多一少"的特点,即:内容头绪多、概念定义多、原理规律多、理论计算少^[2],加之多数概念抽象、乏味,不像大家日常生活中所接触到的普遍事物形象易懂,因此更让人难以理解。本文是西安交大材料科学基础课程教学团队结合本

收稿日期: 2015-06-02

基金项目: 西安交通大学重点教改项目"具有国际视野的材料学科本科人才培养体系探索与实践"

作者简介:王红洁(1968-),女,安徽明光人。西安交通大学材料科学与工程学院教授,博士,博士生导师。

校教学特色,经过多年的探索,在对该课程的研究型教学进行深入改革与实践之后的总结。

一、"材科"课程教改的局限性

"材科"这门课程给学生的普遍感觉是知识面太广太深,学习难度很大,被学生私下称作"天书"^[3]。要做到将"天书"的关键知识讲授的生动形象,又不为了降低课程难度而删繁就简^[4],如何激发学生学习的主观能动性,这就对教学工作提出了很高的要求。

针对这个问题,各个学校就"材科"这门课程的教学方法进行了研究。据粗略统计,仅 2009年至 2013年的 5年时间里,有关"材科"教学改革发表的研究论文多达 80余篇,其教学改革主要关注教学方法和教学手段两个方面。使用 Flash 动画对晶体微观形态进行直观的表现,采取比喻教学法、实践教学法等手段加深学生对抽象内容的理解,引入哲学、人文思想增强师生之间的交流,对实验和实践环节进行加强^[5-6]等等,这些措施在很大程度上提升了"材科"课程的教学效果,也加强了学生对"材科"课程中知识点的理解和掌握。近年来的课程考试效果,已经反映出学生对知识的掌握程度有所加深。

然而,将"天书"读清楚就达到我们的教学目 标了吗? 笔者认为要想学生能够主动运用"材科" 所学知识分析问题和解决问题,并能进行创新性研 究, 这样的教学效果远远不能达到我们的教学目标。 经笔者多年从事相关专业课程的教学、本科生毕业 设计及研究生指导工作的实践经验发现, 学生在课 堂上所学到的知识并不足以支撑他们独立分析问题、 解决问题以及后续的科学研究。经常出现这样的状 况:老师在课堂上要求学生就某一实验现象作出解 释, 多数学生根本无从下手, 当提示可以运用"材 科"的相关知识点时,学生才恍然大悟。经过后期 进一步交流发现,尽管学生很重视这门课程的学习, 老师的课堂讲授和教学手段也不存在问题,但是大 家仍不清楚知识的实际运用方法,这就导致学生在 后续相关课程学习以及毕业设计过程中出现理论与 实际相脱节的问题。

二、西安交大"材科"课程研究 型教改实践及成效

种种迹象表明, 传统的教学理念和教学方法

已经不能适应新形势下"材科"的教学要求。为此,西安交大"材科"课程教学团队对该课程的研究型教学进行了深入改革与实践,从多个角度进行了探索,基本实现了基础知识与学科前沿相结合、传授知识与培养能力相结合、教学过程师生角色转变的目标,拓宽了学生的视野,培养了学生的科研思维。

在过去几十年,特别是近十年来,材料科学的发展异常迅猛,新材料、新工艺层出不穷。"材科"作为一门技术基础课,是深层次专业知识的奠基石之一,但主要介绍相关知识的基本概念、基本原理,其内容相对固定、枯燥。为了使其教学内容跟上时代的步伐,让学生在掌握基本理论的同时,又能由实际问题联系到理论问题,并运用所学材科知识进行分析,感受到材料科学的发展及运用与日常生活密切相关。为此,我们从教学内容、教学手段及方法、老师及学生的角色定位等方面进行了深度探索。

(一) 优化教学内容, 科研成果进课堂

跟踪学科前沿,紧密结合我校科研特色,我们精选与"材科"密切相关的理论、技术及研究成果,将新知识、新理论不断补充到教学内容中:一方面在课堂上介绍相关理论知识,培养学生的学习兴趣;另一方面引导学生深入思考,培养学生的创新思维能力。

在课堂教学时介绍研究成果, 讲授固态相变 时,介绍我校周惠久先生的低碳马氏体理论及其 在国际上首创将低碳马氏体钢用于石油机械行业, 取得了重大的经济效益,并获得国家科技进步一 等奖: 讲授位错及其对材料力学性能的影响时, 推荐学生阅读我校金属材料强度国家重点实验室 单志伟教授课题组发表在《Nature》上的文章 "Mechanical annealing and source-limited deformation in submicrometre-diameter Ni crystals", 使学生真正 体会位错对材料性能影响的双重性[7];讲授金属 材料的强化手段及机制时, 联系我校金属材料强 度国家重点实验室孙军教授课题组 2013 年度获得 的国家技术发明二等奖涉及的相关内容进行讲解, 深入探讨其在《Nature Materials》上发表的文章 "Nanostructured high-strength molybdenum alloys with unprecedented tensile ductility" [8]

通过展示身边这些科研成果,学生不仅能牢固掌握理论知识,也能了解到如何运用"材科"中的知识解决国民经济中的重大问题。当了解到研究人员运用"材科"的知识发展了材料科学,

同学们都深深的感受到"课本知识向外跨出一步就是前沿"。通过引入大量案例,学生不仅对材料科学与工程专业的学习充满了兴趣,也了解了材料科学基础在实际工程中的应用,以及如何利用材料相关知识分析和解决实际问题。这样一来,教学取得了良好的效果。

(二) 创新教学手段,知识能力相结合

1. 采用"启发式"、"批判式"教学手段,培 养学生创造性思维能力

在课程的重点和难点章节(晶体结构、位错、相图、塑性变形)各安排一次讨论课,题目提前发给学生,让他们有充足的思考和准备时间。具体内容由课程组老师提前准备,由浅入深,既包含基本概念,又包含能力训练。此外,设置一定比例的开放性题目,不固定答案。在讨论过程中,由老师启发学生,学生主动思考,共同讨论得到结果。比如晶体结构方面,对于"标注六方晶系晶向指数,你有什么更好的方法?"这一论题,同学们通过讨论得到了答案,并且根据讨论结果发表了两篇论文^[9-10],这样的互动教学达到了令人满意的效果。

此外,我们在教学中还安排了"读书思辨"活动,鼓励学生用怀疑的态度读书,用批判的精神学习,不要盲目崇拜教材。具体做法是:学生任选一本"材料"教材,针对书中某一部分进行阅读和纠错,并提交读书报告;老师与其讨论并给出分数,作为课程总成绩的一部分[11]。结果发现近50%的同学提交了报告,有的甚至找出了10余处"错误",尽管不完全正确,但通过师生互动,学生对相关知识点有了更深入的理解,老师的教学认知在此过程中也得到了不同程度的提高。

2. 引入课程设计,培养学生解决问题能力

除课程验证性试验外,我们还针对课堂上的知识点,结合材料学院承担的科研任务专门设计一些课题,要求学生查找文献,根据所学知识提出方案,进行可行性论证,并对可能出现的结果进行解释,然后完成一篇3000字左右的"学术报告",其中近10年内的参考文献不低于5篇。最后,同学在课堂上互相交流、打分。通过这样的"课程设计",在没有增加额外课时数的情况下,既培养了学生发现、分析和解决问题的能力,又为他们提供了运用知识的机会,提高了学习的积极性和主动性。这项"课程设计"也作为课程考核的重要参考。

(三) 转变教学角色, 主导主体共提高

老师的作用不能单纯的局限于传道、授业、解 惑,不能仅仅以传授知识经验为任务,而要注重培 养学生分析问题和解决问题的能力。老师的作用已经不仅仅是给学生提供标准答案,而是要引导学生思考和探索未知问题^[12]。当然,这就对老师提出了更高的教学要求,其中有一些值得深思的问题,如:(1)俗话说"巧妇难为无米之炊",首先要将"材科"中最基本的原理和方法教给学生,培养他们利用基本理论分析问题和解决问题的能力,但又不能讲得过多过细,使学生产生依赖心理而懒于思考。这其中的度该怎么把握?(2)如何给学生提出适当的命题,使其对知识点的掌握和运用效果达到最佳?(3)如何启发他们能运用所学知识,发现问题、分析问题甚至能够解决问题?

为此,课程组专门召开研讨会议。老师结合自己的科研工作,有目的的选择一些内容设计成题目,供学生思考。比如针对相图知识点,我们根据实际科研项目的要求,要求学生根据相图选择适当的成分,设计实验工艺,设想可能出现的结果并进行讨论。这些活动不仅提高了学生的学习兴趣和积极性,也让老师意识到要想成为一名合格的老师,在不断学习、更新知识的同时,更要理论联系实际,战斗在科研第一线,获得第一手资料和素材。

其次, 学生在"材科"教学活动中也应该从 课堂被动接受者的配角向主动学习的主角转变。 目前多数学生对知识的理解局限于知识本身,只 知其然,不知其所以然,更不知其何以用,所谓 学习的过程仅仅是"知识的搬家"。这说明,我们 多年的教学改革仍停留在学生仅能掌握和理解现 有知识的初级阶段。其结果是,尽管学生对材料 成分、组织和性能三要素本身有了进一步的了解, 但三者之间的关系如何、如何利用这种关系来指 导材料的设计及应用, 学生还不清楚。在课堂上, 学生仍是一个被动的接受者,不会主动运用"材 科"所学知识分析问题和解决问题,更谈不上创 新。为此,我们在教学过程中要留给学生足够的 空间,鼓励他们发表自己的见解,可以讨论甚至 争论。对于表现积极的学生,可以适当提高期末 成绩。这样一来,学生变被动为主动,增强了学 习"材科"课程的主动性和积极性。

三、结语

我校"材科"课程组经过近 10 年的努力,在 教学内容、教学手段及方法、师生的角色转变等方 面进行了探索与实践,特别是案例教学、顶尖科研 成果进课堂等做法,从教学效果来看初步达到了传 授知识与培养能力相结合的目的。学生学习"材科"这一课程的积极性和主动性也得到了很大提高,视野不断拓宽,科研思维也逐渐形成,利用所学理论解决现实问题的能力也逐步增强。然而,目前研究型教学模式和手段仍不完善,比如,如何提高学生主动发现问题的意识,如何培养学生勇于创新的能力,如何养成独立思考和解决问题的习惯,等等。这些都需要我们在教学过程中不断地实践和创新,只有这样,才能真正实现"研究型教学"。

参考文献:

- [1] 叶国荣,陈达强,吴碧艳. 高等本科教育中研究型教学模式探讨[J].中国高教研究,2009(3):90-91.
- [2] 杜双明. 材料科学基础课程教学质量保障系统[J]. 技术与创新管理,2008,29(6):649-651.
- [3] 贺哲丰,杨平.名人典故在材料科学基础教学中的作用[J].中国冶金教育,2011(5):38-40.
- [4] 陈扬,刘伟东,石萍,等.《材料科学基础》多媒体教学探索与应用[J]. 辽宁工业大学学报:社会科学版, 2014,6(1):126-128.
- [5] 陈扬,刘伟东,石萍,等.《材料科学基础》多媒体教学探索与应用[J]. 辽宁工业大学学报:社会科学版,2014,6(1):126-128.

- [6] 吴志方,吴润. 材料科学基础课程的比喻教学[J]. 中国科教创新导刊,2010,34:180.
- [7] Shan Z W, Mishra R K, Warren O L, et al. Mechanical annealing and source-limited deformation in submicrometrediameter Ni crystals[J]. Nature Materials, 2008, 7: 115-119.
- [8] Liu G, Zhang G J, Jiang F, et al. Nanostructured highstrength molybdenum alloys with unprecedented tensile ductility [J]. Nature Materials, 2013, 12:344 – 350.
- [9] 刘向东,徐彤,席生岐,等.以力轴指数观察法确定面心立方和体心立方晶体始滑移系[J]. 重庆大学学报:社会科学版,2009,15(Z):88-90.
- [10] 桂进秋,席生岐,张建勋,等.用平行投影修正系数法标注六方晶系晶向指数[J].重庆大学学报:社会科学版,2009,15(Z);85-87.
- [11] 范群成,徐彤,席生岐,等.研究型教学在"材料科学基础"课程的实践与思考[J].中国大学教学,2012 (8):61-62.
- [12] 李乐山. 高等学校进行研究型教学的方法和意义[J]. 西安交通大学学报:社会科学版,2008,28 (1):92-96.

(责任编辑:胡志刚)

(上接第36页)

参考文献:

- [1] 于建平,徐贵福,白凤霞.中国学生英语学术写作存在的问题与对策探究[J]. 教学研究,2011,34(6):41-44.
- [2] 于万锁.工科博士生英语科技论文写作的主要问题及解决建议[J].外语界,2014(3):55-62.
- [3] 徐昉. 学术英语写作过程与认知研究述评[J]. 外语教学理论与实践,2013(3):61-66.
- [4] Christine P C, Philip H. The Writing Assignments and Writing Problems of Doctoral Students: Faculty Perceptions, Pedagogical Issues, and Needed Research [J]. English for Specific Purposes, 1992 (11):33-49.
- [5] Cooley L, Lewkowicz J. Developing awareness of the rhetorical and linguistic conventions of writing a thesis in English: Addressing the needs of ESL/EFL postgraduate students [C]//In Duszak A (ed.). Culture and Styles of Academic Discourse. Berlin: Mouton de Gruyter, 1997: 113-140.
- [6] Dong Y. Non-native graduate students' thesis/dissertation writing in science; Self-reports by students and their advisors from two US institutions [J]. English for Specific

Purposes, 1998 (17): 369 – 390.

- [7] Ballard B. Through Language to Learning; Preparing Overseas Students for Study in Western University [C]// In Coleman H (ed.). Society and the Language Classroom. Cambridge: Cambridge University Press, 1996: 148-168.
- [8] 马晓雷,张韧,江进林.学术外语能力层级模型的理论与实践探讨[J].外语界,2013(1):3-10.
- [9] 徐昉. 非英语国家学者国际发表问题研究述评[J]. 外语界,2014(1):27-33.
- [10] 鲁会强. 研究生学术英语写作语篇错误分析[D]. 重庆:重庆大学,2007:27-44.
- [11] 章璇.英语专业研究生学术写作的困难及成因研究[D].武汉:华中师范大学,2013:19-36.
- [12] 于万锁.工科博士生英语科技论文写作的主要问题 及解决建议[J].外语界,2014(3):55-62.
- [13] 刘梅华,刘世生. 学术英语论文写作的过程、挑战与应对策略[J]. 解放军外国语学院学报,2014(4): 23-31.
- [14] 马晓雷,张韧,江进林. 学术外语能力层级模型的理论与实践探讨[J]. 外语界,2013(1):3-10.

(责任编辑:胡志刚)