

基于 OBE 的“材料科学基础实验”教学改革

郭智兴¹, 杨 梅², 鲜 广¹, 熊 计¹

(1. 四川大学 机械工程学院, 四川 成都 610065; 2. 成都理工大学 材料与化学化工学院, 四川 成都 610059)

摘 要: 针对目前“材料科学基础实验”教学中存在的问题, 提出基于 OBE 理念的教学改革。从知识、技能和能力三个层次定义了预期学习成果, 对教学策略进行反向设计并采用阶梯型实验教学、团队教学和开放教学等方式确保学习目标实现, 进行了基于过程的多元化能力评价, 并利用评价结果进行持续改进。基于 OBE 理念的教学改革可提高学生的工程实践能力, 为工科实验教学改革提供了参考。

关键词: OBE 理念; 材料科学基础; 实验教学; 学习成果

中图分类号: G642.423 文献标识码: A doi:10.3969/j.issn.1672-4305.2022.02.034

Teaching reform of experiment of material science fundamentals based on OBE

GUO Zhixing¹, YANG Mei², XIAN Guang¹, XIONG Ji¹

(1. School of Mechanical Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China; 2. College of Materials and Chemistry & Chemical Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: In view of the existing problems in the teaching of “experiment of materials science fundamentals”, the teaching reform based on the OBE concept is proposed. The expected learning outcomes are defines ranged from knowledge, skills and ability to define, reverse design of teaching strategy and the step type experiment teaching, team-based teaching and open teaching mode are adopted to ensure the realization of the goal of learning, the ability evaluation is conducted based on the learning process, and the results are used for continuous improvement. The teaching reform based on the OBE concept can improve the students' practical ability in engineering practice and provide reference for the reform of engineering teaching.

Key words: OBE; material science fundamentals; experimental teaching; learning outcomes

OBE(Outcome-based Education)是一种基于学习成果的新型教育模式^[1],1981年由 Spady 等人提出并将其定义为“清晰地聚焦和组织教育系统,使之围绕确保学生获得在未来生活中获得实质性成功的经验”^[2-3]。OBE 提出后很快成为美国、英国、加拿大、澳大利亚等国家教育改革的主流理念,并取得了良好的效果^[4]。美国工程教育认证协会(A-BET)全面接受了 OBE 理念,并将其贯穿于工程教

育认证标准的始终^[5]。

OBE 理念的核心是“以学生为中心”、“成果导向”和“持续改进”^[6]。目前的实验教学中通过改革实验内容和教学方式等取得了一些成绩,但仍存在着以教师为中心,学生过分依赖教师,学生实践与创新能力培养不足等问题^[7]。本文基于 OBE 理念对“材料科学基础实验”课程进行改革,包括实验课程学习成果、实验教学策略、实验成果评价和持续改进等方面。

1 预期学习成果定义

在基于 OBE 的教育模式中,定义学生的预期学习成果是贯彻成果导向理念的第一步。“材料科学

收稿日期:2020-05-26 修改日期:2020-08-31

作者简介:郭智兴,博士,高级实验师,主要研究方向为粉体材料成型技术。E-mail:mastergzx@163.com。

基金项目:四川大学新世纪教改项目(项目编号:SCU9159)。

基础实验”的开设是配合材料工程专业学生学习专业基础理论课之后开设的,预期学习产出包括学习后获得的知识、技能和能力^[8]。知识性成果指学生通过实验深入理解和掌握关于平衡结晶和热处理原理等基础理论知识;技能性成果指在掌握了理论知识之后,学生能够熟练地完成金相试样制备、金相组织的显微镜观察、热处理工艺等操作;能力成果指学生最终能综合运用知识和技能解决工程问题—不同工程用途钢的热处理工艺设计及组织性能控制。

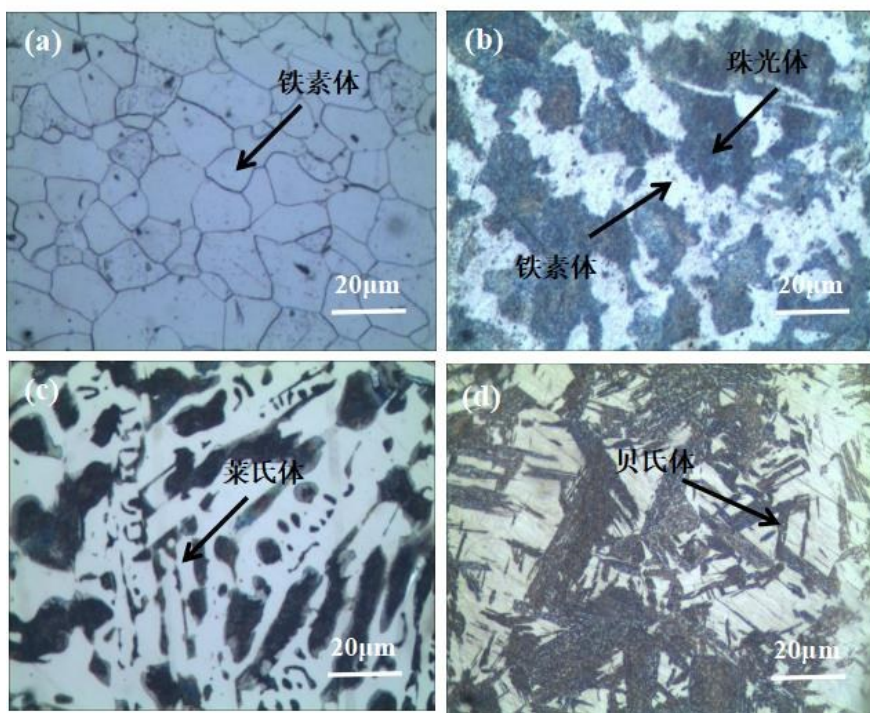
2 学习成果实现策略设计

明确了本课程的预期学习产出,需要进行教学策略反向设计^[9]。本课程采用阶梯型实验教学、团

队教学和开放教学等教学策略,以实现本课程知识、技能和能力等三方面的学习目标。

2.1 阶梯型实验教学模式

理论课程中学习了平衡凝固和非平衡结晶的知识,因此,实验课程中安排了“铁碳合金平衡组织观察”和“铁碳合金非平衡组织观察”两个实验。学习重点是通过通过对不同材料的金相组织特征的识别,实现对理论知识的深化理解。图1是部分典型铁碳合金的金相组织图(包括铁素体、珠光体+铁素体、莱氏体、贝氏体等),学生通过观察能熟悉组织特征并能正确识别。



(a) 铁素体, (b) 珠光体+铁素体, (c) 莱氏体, (d) 贝氏体

图1 金相组织图

技能方面,除了各种设备之外,材料金相试样的制备与观察是学生进行后续材料工程专业学习、研究等工作中必要的技能。实验课程中设置了“金相试样制备技术”、“金相显微镜的结构与使用”实验,包括金相试样制备、显微镜观察和材料类别判定等环节,并通过小型金相竞赛的形式考察学生的基本技能,金相制备与观察技能标准要求见表1所示。

能力方面,本课程关注的是学生综合运用知识解决复杂工程问题的能力。基于本课程在培养方案中的定位,本课程设置“工程材料与零件的热处理工艺设计与组织性能控制实验”探究性实验,针对钢构、轴、齿轮、螺栓、弹簧、轴承、热作模具、冷作模

具、刀具等不同工程用途,要求学生进行热处理工艺设计和组织性能控制。实验采用CDIO模式,学生团队拿到项目题目后,根据项目目标经过构思、设计、实施、运行等环节完成实验^[10]。图2a是项目“齿轮用渗碳钢的热处理工艺设计”的工艺曲线。设计的热处理工艺为渗碳→预冷→淬火→低温回火。获得的组织中最表层(图2b)为过共析层,白色基体为P,黑色网络为 Fe_3C_{II} ;次表层(图2c)为(亚)共析层,几乎全部为黑色片状P;第三层(图2d)为亚共析过渡层,含碳量逐步下降,一直到心部,其组织特征,白色F逐渐增多,黑色P相应较少,一直到20钢原始组织。

表 1 金相制备与观察技能标准要求

序号	金相技能项目	具体标准
1	金相制备	金相制样操作符合安全、环保与健康要求。包括个人防护穿戴完备,合理节约使用金相耗材,磨抛时试样飞出方向上无人,整理砂纸、清洁场地,浸蚀后不乱扔药棉、不乱倒腐蚀液等
2	金相试样	金相试样应倒角、样品表面平整无明显斜面、样品表面无明显划痕、污渍、凹坑等缺陷
3	金相图像	能独立按精密仪器操作规程使用金相显微镜、金相图像清晰、无假象、划痕、能显示正确的组织
4	材料判定	能根据金相组织特征和相对含量,正确判定材料的类别(钢或铸铁)、成分(碳含量)和热处理状态(退火、正火、淬火、回火)

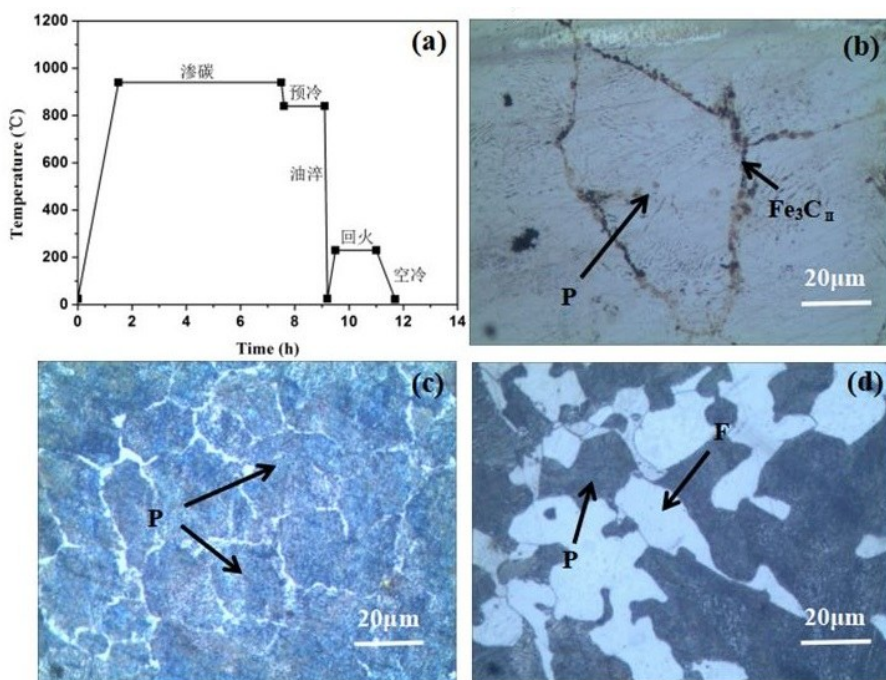


图 2 齿轮用渗碳钢的热处理工艺曲线及组织结构图

2.2 团队教学法

本实验课程采用团队教学法,这是因为在工程实际中通常会以团队协作的方式完成项目工作。因此,在实验课程的学习过程中有必要建立一个接近工程环境来培养学生的团队协作能力,即能够担任团队负责人或成员的职责,在团队中发挥作用,以实现整体大于个体之和的效果。另外,团队构成原则上自由组合,但教师从宏观上确保每个团队人员的能力上有差异,避免理论课学习成绩和实践能力较强的学生过于集中;鼓励团队中前期表现优秀的学生带动能力尚不足的学生,确保不同学习能力的学生都能完成任务^[11]。

2.3 开放式教学

本实验在组织方式上采用开放式教学模式,贯

彻“以学生为中心”的理念^[12-13]。一方面,实验室全天开放并有 2 名专职实验指导教师和 1 名助教进行实验室管理和实验指导,本实验课程集中在 2 周内进行,学生可根据团队(个人)的时间预约完成实验。另一方面,对于实验课所要求掌握的知识、技能和能力,不同团队(个人)进度不可避免地存在差异。以学生为中心的实验教学应正视这种差异,教师应进行有针对性的指导,在保证本课程总学时的前提下不限定单个实验项目的学时数。

3 学习成果评价

以教师为中心的实验教学,成绩评价主要是基于实验报告;而基于 OBE 的实验教学中则采用形成性评价机制,针对不同层次的能力要求实行多元化的过程考核^[14];本课程的能力评价内容、形式与比



例等见表 2 所示。

表 2 材料科学基础实验评价的的知识、技能与能力评价内容、形式与比例

评价层次	评价内容	评价形式	比例 (%)	对应实验项目
知 识	1. 平衡组织特征识别能力	答题竞赛	10	《铁碳合金平衡组织观察》
	2. 非平衡组织识别能力	答题竞赛	10	《铁碳合金非平衡组织观察》
技 能	1. 金相试样制备技能	金相竞赛	10	《金相试样制备技术》
	2. 金相显微镜的使用与材料类识别能力	金相竞赛	10	《金相显微镜的结构与使用》
能 力	1. 设计能力—进行材料成型技术的工艺设计,解决复杂工程问题	设计报告	15	
	2. 实践能力—能协作或独立开展实验,并符合安全、环保、健康要求	实验操作 过程评定	10	
	3. 研究能力—能通过实验获得有效的实验数据和结果	实验原始 数据记录	10	《工程材料与零件的热处理工 艺设计与组织性能控制》
	4. 研究能力—综合分析实验结果得出正确结论	实验报告	15	
	5. 团队能力—能够承担团队负责人或成员的责任	成员互评、 教师点评	10	

4 教学模式的持续改进

对学习产出进行评价后,应利用评价结果,作为“持续改进”依据,这是 OBE 理念的核心之一^[15-16]。学习成果评价表明,学完本实验课程后学生对材料科学基础知识的掌握程度较高,但金相制作与分析能力和解决材料工程复杂工程问题能力有待提高。后续在教学设计中拟通过制作金相制备分解动作视频、学习图像分析软件、项目开始前进行设计讨论、项目完成后进行汇报答辩等强化工艺设计能力和沟通能力的培养。

5 结语

基于 OBE 工程教育理念,在“材料科学基础实验”课程中进行改革探索。明确了在知识、技能和能力三个层次上的预期产出目标;设计了阶梯型实验教学、团队教学和开放教学等策略;进行了基于过程的多元化能力评价,并基于评价结果进行持续改进。基于 OBE 理念的实验教学将以教师为中心转变为以学生为中心,可更好地实现对学生解决复杂工程问题能力的培养。

参考文献 (References):

[1] 廖继海,李丽秀,张存芳,等. OBE 导向下电子工艺课程的研究性教学改革[J]. 实验科学与技术,2017,15(4):72-75,94.
[2] 屈霞,万军,韩学超,等. 基于 OBE 理念的“嵌入式系统及应用”课程设计教学改革探索[J]. 高校实验室工作研究,2017

(1):4-5.
[3] 张其亮,陈永生. 基于 OBE 的多维度阶梯式实践教学体系构建[J]. 实验室研究与探索,2018,37(3):206-209,225.
[4] 刘彬,周敏,佟春生. OBE 视角下的 PLC 纵向课程群建设[J]. 实验技术与管理,2016,33(3):197-201.
[5] 郑兆兆. 基于 OBE 模式的数字电路实验教学的探讨[J]. 实验科学与技术,2016,14(4):184-185,206.
[6] 梅林,杨丽君,孙玲玲,等. 基于 OBE 模式的电力系统综合实验教学改革[J]. 实验技术与管理,2018,35(1):218-220,237.
[7] 李擎,崔家瑞,阎群,等. 工程教育认证下自动化专业实践类课程改革[J]. 实验技术与管理,2016,33(12):225-228.
[8] 赵小强,孙爱晶. 卓越工程师实践教学体系的探索与实践[J]. 实验室科学,2014,17(6):135-138.
[9] 申天恩,斯蒂文·洛克. 论成果导向的教育理念[J]. 高校教育管理,2016,10(5):47-51.
[10] 王宏祥,曾红. 基于 CDIO 模式强化课程实践教学探索与实践[J]. 实验室研究与探索,2016,35(10):196-199.
[11] 葛培琪,毕文波,朱振杰,等. 基于机械综合实验的团队教学改革与实践[J]. 实验室研究与探索,2014,33(12):205-208,250.
[12] 卿剑波,陈松茂,鲁忠臣,等. “7-11”式工程训练开放实验室探讨及实践[J]. 实验室研究与探索,2017,36(8):166-168.
[13] 范哲意,刘志文,何冰松,等. 开放式实验教学管理模式的探索与实践[J]. 实验技术与管理,2017,34(12):203-205,217.
[14] 韩绍程,罗长杰,马银飞,等. 电类基础实验教学评价与考核方式改革设想[J]. 实验室科学,2017,20(3):112-114.
[15] 徐菊美,许琨,雷明,等. ABET 认证对实验教学的启示[J]. 实验技术与管理,2015,32(7):193-196,201.
[16] 付铁,郑艺,丁洪生,等. 工程训练课程的 OBE 教学设计与实践[J]. 实验技术与管理,2018,35(1):180-183.