

“机械工程材料基础 B” 教学改进探讨

李 强, 刘旭燕

(上海理工大学 机械工程学院, 上海 200093)

摘要:“机械工程材料基础 B”作为机械设计制造及其自动化专业的学科基础课程,需要按照工程教育认证的要求开展教学和考察工作。介绍了该课程的课程目标及其对毕业要求的支撑。按照“评价—反馈—改进”的持续改进机制,随机抽取 100 名本科生的试卷进行分析,随后从教学内容和方法等方面阐述了教学改进的方案。

关键词:工程教育认证; 机械工程材料; 考卷分析; 教学改进

中图分类号: G 420 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-895X(2018)04-0393-04

DOI: 10.13256/j.cnki.jusst.sse.2018.04.017

Reflections on the Teaching Approach of “Engineering Materials for Manufacturing Engineering”

Li Qiang, Liu Xuyan

(School of Mechanical Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: “Engineering Materials for Manufacturing Engineering” is a basic course for the major of mechanical design, manufacturing and automation. It is necessary to carry out teaching according to the requirements of engineering education accreditation and to adhere to the course objectives of the course and to support graduation requirements. Adopting a continuous improvement mechanism of “evaluation-feedback-improvement” in teaching, we randomly selected and analyzed 100 examination papers of undergraduate students and expound the teaching content and methods to promote teaching reform.

Keywords: engineering education accreditation; mechanical engineering materials; Examination paper analysis; teaching reform

工程教育认证是一种国际通行的工程与质量保障制度,我国于 2006 年开始全面构建国际实质等效的工程教育认证体系,于 2013 年 6 月成为《华盛顿协议》预备成员。2016 年 6 月 2 日,成为正式成员,全面参与《华盛顿协议》各项规则的制定,我国工程教育认证的结果和通过认证专业的毕业生学位将得到国际认可。工程教育认证有三大核心

理念: 1) 以学生为中心 (Student Centered, SC), 将全体学生学习效果作为关注的焦点; 2) 产出导向教育 (Outcome-Based Education, OBE), 教学设计和实施目标保证学生取得好的学习效果; 3) 持续改进 (Continuous Quality Improvement, CQI), 建立“评价—反馈—改进”的质量监控和持续改进机制,能够推进专业人才培养质量不断提升^[1-2]。

收稿日期: 2018-08-13

基金项目: 上海理工大学教师教学发展研究重点项目 (CFTD18009Z)

作者简介: 李 强 (1984-), 男, 讲师。研究方向: 金属材料。E-mail: liqiang@usst.edu.cn

“机械工程材料基础 B”是由上海理工大学机械工程学院开设的一门学科基础课程,授课对象是非材料类的学生,主要包括能源与动力学院和机械工程学院。这些学院的学生在今后学习专业课和进行科研工作的时候,不需要应用高深的材料学方面的知识,但却要掌握应用需要选择材料的方法和改进材料性能的手段,以及运用理论知识解释工程实际中的现象等。根据机械设计制造及其自动化专业工程认证的要求,按照“评价—反馈—改进”的质量监控和持续改进机制,以“机械工程材料基础 B”的课程目标及其对毕业要求的支撑为依据,随机抽取该专业学生的考试结果进行分析和达成度

计算,探讨改进教学质量的途径,培养符合工程认证要求的毕业生。

一、课程目标及其对毕业要求的支撑

在课程大纲和课程体系对毕业要求支撑强度的课程矩阵中,“机械工程材料基础 B”的课程目标及其对应支撑的毕业要求和指标点见表1。其中,课程目标1对毕业要求“研究”方面及其指标点提供主要支撑,侧重于材料科学知识理论体系的构建与应用;课程目标2对毕业要求“工程知识”方面提供次要支撑,侧重于运用基础知识解决工程实际问题。

表1 课程目标及其支撑的毕业要求与指标点

Tab.1 Course objectives and its supporting graduation requirements and index points

课程目标	支撑毕业要求	指标点
1.掌握铁碳合金相图及典型铁碳合金的平衡结晶过程;掌握常用金属材料的成分、组织、性能、热处理工艺之间的关系;掌握机械工程材料的特性及选用原则;掌握常用工程材料的热处理方法及工艺规范,能在工程应用中制定典型零件的热处理工艺路线	“研究”方面:能够基于科学原理并采用科学方法对机械领域复杂工程问题机械研究,包括设计实验、分析和解释数据、通过信息综合得到合理有效的结论	能够对机械工程相关的物理现象、材料特性进行研究和实验验证
2.熟悉常用机械工程材料的分类、用途和特点;掌握典型机械工程材料选用、热处理工艺的制定;能够解决机械工程领域零部件材料选用及热处理相关问题	“工程知识”方面:能够将数学、自然科学、具有解决机械领域复杂工程基础和专业用于解决机械设计、工程问题的设计、制造制造及其控制过程中的复杂工程问题	和控制的专业知识

二、课程考核结果分析与达成度计算

期末考核试卷根据课程目标进行命题,试卷为百分制,其中课程目标1占88分,考察基本知识点及其应用,主要题型包括选择、填空、判断和综合题;课程目标2占12分,考察工程应用中的选材与工艺路线设计,主要题型为填表。课程为半开卷形式,允许学生携带一张A4纸资料。对两个教学班共计100名同学试卷进行分析,计算总分、课程目标1和课程目标2题目的得分率,绘制不同得分率的人数分布柱状图,如图1(见下页)所示。课程目标1的考核题目较多,题型全面,其人数分布基本符合正态分布规律,得分率在70%~79.9%最多,见下页图1(a)。总分88分的平均得分为65分,平均得分率为 $65/88=73.86\%$,即课程目标1的达成度为73.86%。课程目标2的考核题目较少,题型单一,题目相对简单,过半数同学得分率超过90%,见下页图1(b)。总分12分的平均得分

为9.72分,平均得分率为 $9.72/12=81\%$,即课程目标2的达成度为81%,见下页图1(c)。课程目标1所占的比重高,因此,总分得分率分布与课程目标1得分率分布情况相似。

课程采用的开卷考试可以避免使学生将过多的精力花费在记忆上,而更多地侧重于知识的应用。考卷情况分析表明,学生对知识点的掌握略显薄弱;对材料选择和应用方面的成绩较好,但由于题目形式单一,并不能全面反映学生的掌握情况。以此考核的结果为基础,提出不断改进教学质量的方法。

二、教学改进的措施

材料科学知识点涵盖面广,包括物理、化学、力学和热力学等多个方面,教学过程中应该以工程材料的结构—工艺—性能—应用贯彻教学过程;对必要的知识点,如主要力学性能、常见晶体结构和钢铁的各种转变等需要学生强化记忆。运用启发

式、案例式、参与式和讨论式等多种教学方法,使学生在课堂上就能够充分掌握知识,达到对融会贯通的目标。同时注意教学内容的前沿性,应在讲述

每类材料时都向学生介绍该类材料的发展、涉及的新技术、新工艺,以适应新时期科技发展对人才培养的要求。

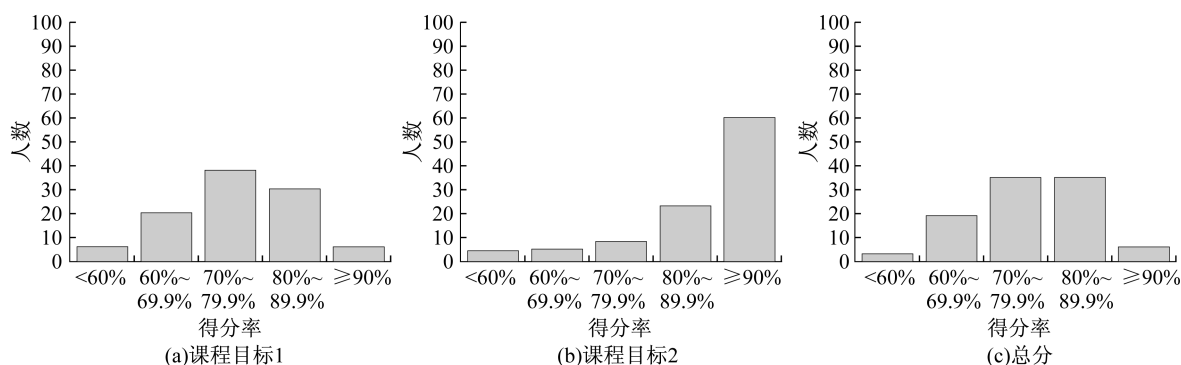


图1 不同得分率的学生人数分布柱状图

Fig.1 Histogram of student population distribution with different scoring rates

(一) 围绕毕业要求, 强化教学内容

毕业要求中提到“基于科学原理”进行研究,运用“自然科学、工程基础和专业知识”,可见机械工程材料的基本科学原理是教学的重点内容。课程体系中的主要原理包括:力学、晶体学、材料凝固过程和二元合金相图、钢的非平衡相变和钢的热处理原理等。这些内容较多且比较零碎,是重点又是难点。在教学过程中,需要把握抽象理论的内在联系规律,即以成分、组织、工艺和性能为主线讲解,最终目标是实现材料的应用。从晶体结构角度设计材料成分,通过制定和改进热处理工艺改变组织,达到期望的力学性能。

在授课过程中,结合实际生产进行举例阐述,例如根据所需性能,选择合适温度进行回火:工具、刀具、量具和模具等需要高的硬度和耐磨性,回火马氏体满足要求,适合进行低温回火;弹簧、发条、锻模、冲击工具需要较高的弹性极限、屈服点和一定的韧性,回火屈氏体满足要求,选择中温回火;连杆、螺栓、齿轮及轴类零件需要强度、塑性和韧性都较好,回火到回火索氏体满足要求,故选择高温回火。讲述新知识点的同时,回顾前期内容,并适当引出若干后期学习要点,使学生对教学内容达到融会贯通。

(二) 面对学生需求, 改革教学方法

目前,该课程采用传统教学的教学方式,即以

教师讲授为主。而工程认证要求是以学生为中心,产出导向式教育,突出体现学生能够“学到什么”。因而,需要根据课程目标,选择合适的教学方式,使学生能够自主学习,积极参与教学过程,获得科学知识,主要讨论如下。

(1) 设计开放式题目,开展必要的课堂讨论,充分发挥学生的自主能动性。教师将班级学生进行分组,随后布置问题,学生通过查找资料和分组讨论,各小组给出各自答案,最后由教师归纳总结^[3]。例如,选择合适的材料制造厨房刀具并设计加工制造过程:厨房刀具需要满足高耐蚀性、高强度、高硬度和高耐磨性,可选择耐蚀性高刃具钢,也可以选择硬度高的不锈钢,恰当的元素使其保持高耐蚀性,通过淬火+低温回火等合适的热处理方式获得高强度、高硬度和高耐磨性。开放式课题的设计,既巩固了对“工程知识”的掌握,又运用基本知识展开相应的“研究”和探讨。

(2) 运用多种多媒体手段。如课程目标“铁碳合金相图及典型铁碳合金的平衡结晶过程”中,加热过程奥氏体化过程与冷却过程珠光体的形成等,在语言描述的同时,运用视频演示,给学生更直观的印象。运用微课和网络教学等,更好地促进学生对理论的理解,能获得较好的教学效果。

(3) 实验教学和工程实训作为课堂教学的有益补充。对于力学性能的测试方法,包括硬度测试、冲击韧性测试和拉伸测试等,可安排学生到实验室观摩和操作。对于材料的铸造、热处理和机加

工过程,可安排学生到工程实训中心进行课程实习。使学生更容易“掌握机械工程材料的特性及选用原则,掌握常用工程材料的热处理方法及工艺规范”。

(4) 使用数值模拟和虚拟现实技术进行教学。运用 ANSYS 和 SolidWorks 进行建模,运用 UG 进行数字化造型,运用 ABAQUS 和 ANSYS 等软件进行有限元模拟实现对材料性能的分析 and 虚拟制造加工等,如材料的冷加工及其再结晶、材料的模拟铸造等。计算机的运用既能吸引学生兴趣,又能够带给学生最前沿的知识^[4]。使学生“能在工程应用中制定典型零件的热处理工艺路线”,“解决机械工程领域零部件材料选用及热处理相关问题”。

(三) 针对课程目标,优化考核机制

目前该课程主要是采用期末考试为主、平时成绩为辅的评价方式。其中期末考试占 70%,为半开卷形式,允许学生携带一张 A4 纸资料;平时成绩占 30%,以出勤和作业为评价依据。

尽管采用半开卷的形式,但期末考试的试题主要对教材内容和知识点进行考核,强调对基础知识的掌握,而忽略了运用基本科学理论解决工程问题和解释应用中的现象,不利于学生的创造性思维的培养,尽管结果符合正态分布规律,但主要还是由知识点难易程度和复习情况所致。期末考试题目需要改变这种出题策略,仅少量题目考核基本知识点,较多题目考核以工程应用为基础,考核知识的灵活应用。设计开放性题目,答案可以不是唯一的,结合工程中常见的问题和现象,如工程材料的常用加工方式、工程材料常采用的热处理手段和材料的失效形式等,请学生给出各自见解,侧重学生对知识体系的理解。

平时成绩中,需要结合教学方式,突出对学生课堂表现的考查。除课堂提问外,针对工程实际中

的问题开展分组讨论,评价分组讨论的结果,并对每个同学在分组中的表现进行综合考评。

需要指出的是,工程认证教育不是精英教育,应在适当拉开梯度的同时避免难度过大。做好各考核的记录和分析,针对每个同学进行考试分析和达成度计算,确保考核的结果能科学评价学生的知识掌握情况,为改进教学质量提供依据^[5-6]。

三、结束语

本文依照工程教育认证中“评价—反馈—改进”的机制,分析学生期末考试试卷答题情况,寻找薄弱点,从教学内容、教学方法和考核机制三个方面,对“机械工程材料基础 B”的教学改进进行了探讨。期望通过这些教学改革,能够培养出符合工程教育认证要求、对社会有用的、能够参与国际竞争的创新型人才。

参考文献:

- [1] 林健.工程教育认证与工程教育改革发展[J].高等工程教育研究,2015(2):10-19.
- [2] 倪凯,金尚忠,孙彩霞,等.发达国家高等工程教育认证体系及其启示[J].高等理科教育,2011(5):51-55.
- [3] 王迎军,项聪,余其俊,等.材料科学与工程专业学生实践创新能力的培养[J].高等工程教育研究,2012(5):127-131.
- [4] 丁永红,俞强,朱梦冰,等.高分子材料工程实验教学示范中心的建设与实践[J].实验技术与管理,2010,27(11):130-132,136.
- [5] 张海龙,程龄贺.“材料科学基础”课程教学改革和考核改革探讨[J].科教文汇,2014(2):58-59.
- [6] 苏湛,艾均,沈昱明,等.基于 OBE 理念的高校毕业要求达成度评估研究[J],上海理工大学学报,2018,40(2):184-189.

(编辑:巩红晓)