

金属材料工程专业综合实验教学的改革与探索

臧树俊, 张建斌, 贾建刚

(兰州理工大学 材料科学与工程学院, 甘肃 兰州 730050)

摘要 该文综述了金属材料工程专业综合实验改革的意义、存在问题, 提出了金属材料工程专业综合实验改革的内容。通过对教学大纲、教学内容、考核机制、实验计划及反例教学应用等方面进行改革, 全新设计的专业综合实验不再是基本内容的拼凑和堆积, 它将原来孤立、分散的实验内容进行优化整合, 以项目形式进行操作。新的专业综合实验提高了学生的动手能力、主动思考的能力以及工程实践能力, 同时也为同类型专业综合实验的开展提供了借鉴意义。

关键词 金属材料工程; 综合实验; 教学; 改革

中图分类号 G463

文献标志码 B

doi: 10.3969/j.issn.1672-4550.2019.01.026

Reform and Exploration of Comprehensive Experimental Teaching of Metal Materials Engineering

ZANG Shujun, ZHANG Jianbin, and JIA Jiangang

(College of Materials Science and Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

Abstract In this paper, the significance and problems of comprehensive experimental reform was summarized and the reform content of metal materials engineering was proposed. Through the reform in teaching syllabus, teaching content, assessment mechanism, experimental plan and counterexample teaching application, the newly designed professional comprehensive experiment is no longer a patchwork and accumulation of basic content. It optimizes and integrates the original isolated and scattered experimental content and operates in the form of projects. And the new comprehensive experiment was carried out in project form. Besides, the students' practical ability, active thinking ability and engineering practice ability were improved.

Key words metal materials engineering; comprehensive experimental; teaching; reform

改革开放以来,我国的高等工程教育取得了巨大成就,党的十七大后,党中央、国务院作出了走中国特色新型工业化道路、建设创新型国家、建设人才强国等一系列重大战略部署,这对高等工程教育改革发展提出了迫切要求。因此,高等工程教育的主要目标就是要“面向工业界、面向世界、面向未来,培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才,为建设创新型国家、实现工业化和现代化奠定坚实的人力资源基础,增强我国的核心竞争力和综合国力。并以实施卓越计划为突破口,促进工程教育改革和创新,全面提高我国工程教育人才培养质量,努力建设具有世界先进水平、中国特色的社会主义现代高等工程教育体系,促进我国从工程教育大国走向工程教育强国,强化培养学生的工程能力和创新能力”^[1]。

基于此,我们以专业综合实验为抓手,大力探索学生工程实践能力与创新精神培养为导向的专业综合实验课程体系及内容的优化与重构^[2]。

金属材料工程专业是一个理论与工程实践并重且涉及知识面较广的工程应用型专业,培养具有较强实践能力的综合素质人才是培养材料创新人才的重要特征^[3-5]。金属材料工程专业的核心是通过热处理工艺改善和提高金属材料的使用性能。热处理工艺及其操作过程是根据金属材料的相变规律即热处理原理而制定的。根据金属材料化学成分与性能的关系以及金属材料的热处理原理来制定热处理工艺是金属材料工程专业必须掌握的内容。因而,专业综合实验是一个知识和技能的综合。

收稿日期: 20170907; 修回日期: 20171122

基金项目: 兰州理工大学 2016 年度学校高等教育研究项目(20162)。

作者简介: 臧树俊(1979),男,硕士,讲师,主要从事高温合金的研究及教学工作。

1 金属材料工程专业综合实验改革的意义

1.1 树立正确的实验教学理念

重理论、轻实验,重理论教学、轻实验教学向来是高校普遍存在的现象^[6-8]。很多高校虽然已经认识到了实验教学的重要性,但是专业的落实性却远远不够,专业在具体的实验教学中仍然遵从以前的实验模式,验证型或演示型实验偏多,综合设计型实验和研究创新型实验过少,说到底还是教师没有树立正确的实验教学理念。因此树立正确的实验教学观念,就是要全面理解以学生为本的实验教学理念;要正确处理理论知识与综合素质的关系;要准确理解实验的科学性和严密性问题;要正确引导学生向科学的方向思考问题;要尊重学生个体的智能差异,给学生以多样化的选择,从而激发学生潜能,充分发展学生的个性。

1.2 促进学科和专业发展

金属材料工程是与工程实际具有紧密联系的材料学科方向的一门专业课^[9],兰州理工大学主要涉及金属材料基础理论和材料热处理领域。但是金属材料热处理是机械产品从原材料到成品的一项中间环节,就材料领域来讲,其上有冶金、铸造,下有金属压力加工与焊接。因此,让学生充分了解整个材料的成型及加工过程是很必要的。在做金属材料热处理的过程中穿插一些冶金、铸造实验及知识有利于学生知识系统性和完整性的培养。专业综合实验的开设能将本学科以及相关学科的知识综合起来,进而能促进学校材料学科及相关专业的发展。

1.3 培养学生专业综合素质和创新能力

长期以来,本专业大多实验均遵循实验随课程走的传统实验教学模式,实验内容单一,学生的实验知识过于狭窄,综合分析问题、解决问题的能力,特别是创新能力得不到充分培养;而专业综合实验的整个过程则涉及金相试样制备、热处理、显微组织观察、材料性能测试等相关知识和实验技能。通过开展专业综合实验,可以让学生了解常用热处理设备及温度控制方式;让学生根据材料成分与组织性能的关系,制定合理的热处理工艺,掌握热处理操作过程;加深学生对于不同热处理工艺获得不同硬度及金相组织的理解。同时通过开展专业综合实验,还对增强学生的安全意识,培养学生的动手能力、科学思维能力和创新能力及养成良好的科研习惯起到积极的推进作用^[10]。所以说专业综

合实验的开展是对学生基本技能和创新能力的一次综合性训练。

1.4 培养具有工程意识的卓越工程师

众所周知,具有丰富工作经验的员工对于企业项目管理、产品质量、生产安全,以及设备的操作与维修都起到了很关键的作用。企业也迫切需要具有上述品质的大学毕业的优秀工程师,以减少毕业生在企业的磨合期,降低企业培养成本,尽快适应岗位,为企业带来效益。基于此,国家开始大力推行卓越工程师教育培养计划,使在校大学生毕业后都能成为合格的优秀工程师。虽然丰富的实践经验只能在企业或工作当中获得,但就目前的情形来看,大量的本科生进入企业进行实践的可能性不大,因此,我们必须在校内开展能够增加学生工程经验的实践活动。而专业综合实验就是一个非常好的载体,通过对该载体进行有效设计与运作,就可以达到在企业实践的部分效果,实现学生工程意识的培养,造就一批优秀的工程师。

2 金属材料工程专业综合实验存在的问题

2.1 实验材料种类少,学生综合能力培养受限

金属材料工程专业的核心是通过热处理工艺改善和提高金属材料的使用性能,而金属材料工程专业综合实验主要针对低碳钢、中碳钢、高碳钢,并根据材料成分与组织性能的关系,制定合理的热处理工艺,让学生掌握热处理操作过程,理解“特定合金的化学成分→平衡组织形态→热处理工艺特点→微观组织形态→材料最终性能”的材料四面体结构。但由于种种因素,很多高校在实验中往往只提供1-2种金属材料供学生实验。由于实验材料种类少,学生虽然能够掌握热处理的操作过程,并对微观组织有一定的了解,但无法比较同一类合金中化学成分对组织性能的影响,不能让学生直观地理解合金元素对 c 曲线的影响,这使得学生综合分析问题能力的培养受限。

2.2 实验分组人数多,实验效果不佳

受实验材料、实验设备、实验场地等因素的限制,原专业综合实验由于参与学生较多,实验分组数较少,每个学生承担的实验内容相应较少,有的组几个学生同时完成一个实验项目。部分考研学生甚至委托别的学生做实验,自己不到实验现场,这使得实验的效果大打折扣。因此,每组实验人数过多是造成实验效果下降的主要原因。

2.3 实验方案雷同,变化少

由于实验材料种类少,以往的综合实验只能是同一种材料供多组学生进行实验。加之实验设备有限,各组学生的实验参数,如热处理保温时间、保温温度等几乎相同,使学生无法体会实验参数对实验结果的影响,导致同学们的实验报告撰写与分析过程极度相似,这背离了本实验的初衷,而且也无法调动学生创新的积极性。

2.4 学生自主参与度低

本专业综合实验开设时间为每年12月份,正好处于学生考研前冲刺的一个月内,致使很多考研的学生无法全身心地投入到实验中^[11]。另外,由于各组实验方案及计划较相近,导致很多学生不愿意自己动手查阅资料、设计实验方案,等别人、靠别人、用别人实验方案的现象很严重,使很多学生不能主动地参与到实验当中。另外,专业综合实验内容年年重复,虽然能够起到锻炼学生综合运用知识及操作技能的作用,但实验的相对单一与单调也是造成学生参与度低的主要原因。

3 金属材料工程综合实验改革的内容

金属材料工程专业综合实验重在体现知识体系的系统性和实践操作的专业性。针对上述问题,我们对原有的专业综合实验进行了优化。新的专业综合实验以项目形式进行操作,并将原来孤立、分散的实验内容进行优化整合,实验内容不再是基本内容的拼凑和堆积,而是全新实验设计。实验项目包括:硬度感知、查阅文献、工艺设计、实践操作、微观组织分析和实验报告等内容^[12]。

3.1 修订完善教学大纲

工程专业认证的目的是要完善学生解决复杂工程问题能力的培养和训练,而学校就本门课程针对专业认证所支撑的毕业要求为:能够正确表达一个工程问题的解决方案,并运用基本原理,分析过程的影响因素,证实解决方案的合理性;能够从系统的角度权衡金属材料工程领域复杂工程问题的解决方案和工艺设计中所涉及的社会、健康、安全、法律以及环境等相关因素;能够采用正确的方法对金属材料的性质、组织结构和性能进行实验检测;能够就复杂工程问题撰写报告和设计文稿,清晰表达工艺方案和设计思想;能够就复杂工程问题进行陈述发言和回答问题,阐述自己的思路,与业界同行进行有效沟通和交流。因为专业综合实验是集合了本专业——材料科学基础、热处理工艺与原理、

材料分析方法、金属材料学、材料力学性能等核心课程内容,如何将上述毕业要求在大纲中体现,就需要我们修订现有的教学大纲。在新大纲中,将教学内容、教学要求,对应的教学目标及支撑的毕业要求进行一一对应,这样有利于我们在实验教学中有针对性地进行操作。比如教学内容“根据钢的成分,计算钢的临界点温度 Ac_1 、 Ac_3 、 Ac_{cm} ”,我们的教学要求是,能够熟练掌握应用经验公式计算临界点,并利用国标对计算值与实际值间的误差进行解释。对应的教学目标是,掌握碳含量对硬度的影响规律,能正确选材;掌握不同热处理工艺对硬度的影响规律,理解淬火硬化和回火软化,实施热处理操作。支撑的毕业要求是,能够正确表达一个工程问题的解决方案,并运用基本原理,分析过程的影响因素,证实解决方案的合理性;能够从系统的角度权衡金属材料工程领域复杂工程问题的解决方案和工艺设计中所涉及的社会、健康、安全、法律以及环境等相关因素。

3.2 优化实验教学内容

针对新的教学大纲,我们将新的专业综合实验以学生感知—设计—实验操作—分析检测—数据整理分析为主线,训练学生知识的综合能力、动手能力、团队精神。在感知阶段,我们提供数十种不同成分的钢种,让学生通过手工锯样的方式,结合专业课程知识,深入体会不同碳含量及合金元素对金属硬度的影响;在设计阶段,学生根据国标提供的热处理数据及现有的经验公式计算热处理中的关键温度点(如 M_s 、 Ac_3 、 Ac_{cm} 等),并绘制热处理工艺卡。为最大限度地发挥学生的主观能动性,我们以国标热处理数据为评判依据,要求学生在不违背基本原理的前提下自行设计实验方案。指导教师仅对实验设计方案进行指导,不强行干预学生设计的工艺。比如课程中正火的温度选择是 Ac_3 以上 $30\sim 50^\circ\text{C}$,不同组之间,在对同一种材料进行热处理时,可以选择增加 30°C 、可以选择增加 40°C ,然后学生通过自己观察和性能测试,理解正火温度的选择,得出最合理的实验方案和工艺。在实验操作阶段,每位同学将根据自己设计的热处理工艺进行实验操作,通过与同组同学的数据和其他组同学的数据进行对比,加深热处理对材料组织与性能影响的理解。

3.3 优化考核机制

很多高校对综合实验的考核多以学生的考勤和

实验报告质量来进行评判,但在工程认证中,学生的成绩却是由教学目标对毕业要求的达成度来体现的。学校就本课程支撑的毕业要求有4点内容,因此我们对实验过程中的每一项与毕业支撑有关的内容都进行了考核与评定。实验成绩包括过程成绩(含实验中的每一项操作项目)、答辩成绩和报告成绩。为防止大家的实验报告雷同,我们以组为单位进行实验报告的撰写,这样报告成绩就只有一个,同组学生成绩都一样。这样做的优点是一损俱损,一荣俱荣。如果报告成绩不理想,整组同学的成绩都不理想,这样就会督促大家团结合作完成高质量的实验报告。过程成绩和答辩成绩属于个人成绩。我们在学生操作的每个环节均有成绩评定,这样给定的成绩既符合学生的真实状况,有利于学生成绩的判定和成绩的区分,又有利于本门课程达成度的计算。通过计算达成度,我们可以清楚地了解学生在实验中哪个环节存在不足,为我们后续持续改进提供依据。

3.4 制定科学合理的实验计划

实验计划的制定看似简单,实则对后续的实验具有很大的影响。我们以实验内容为基础,通过合理制定实验计划,在保证实验顺利进行的前提下,使每位同学都能有充足的时间参与到实验当中。科学合理的实验计划是学生在进入社会前对自我管理、自我实践的一种锻炼,也是向老师学习如何科学合理制定实验计划的有效途径。

3.5 加强反例在实验教学中的应用

失败的实验是走向成功的最好基石。我们可以通过失败的案例去对实验过程进行梳理和分析,从而找到正确的实验路径。在我们的大脑中记忆比较深刻的是一些刺激比较强烈的信息。比如我们在上课中给学生讲述的一些原理、知识,学生不一定能记住,但是我们列举一些事故,学生反而记忆深刻。由此我们在实验中为学生设置了一些错误的实验环节或工艺环节,通过错误的实验结果,加深学生对所学知识的理解,强化实验中工艺制定及实验操作的重要性。比如设置过高的正火温度产生过烧或过热,比如设置过低的淬火温度产生硬度过低的问题等等。

3.6 循环利用,提高教学质量

金属材料工程专业在大学二三年级开设材料科学基础及热处理工艺与原理两门课程的随课实验,实验所用于观察金相组织的样品均为市售的成品样。该专业在综合实验中就制作了大量的金相样

品,而且这些金相样品就同一种材料在不同热处理条件下的组织结构均能呈现,数十种材料就提供了几十种可供对比的实验结果。一方面解决了购买金相样品带来的经费紧张,另一方面激发了实验同学的成就感,同时还能够提高低年级学生学习该专业的兴趣,从而对提高教学质量具有积极的作用。

3.7 加强硬件建设,保障教学质量

2014年以来,学校、学院投入200多万元用于金属材料工程专业实验条件的改善,先后购置了包括洛氏硬度计、布氏硬度计、维氏硬度计等12台,万能试验机1台,箱式电阻炉17台,pcvd气相沉积炉5台,以及用于本专业热处理实验开展的其他实验设备。如盐浴炉、硝酸盐炉、渗碳炉、感应加热炉、回火炉等设备共计50余台套,极大地改善了本专业的实验条件。同时,学校还对该专业原有的实验室进行了改造维修,为金属材料工程专业综合实验的开展创造了良好的硬件环境,从而保障了教学质量。

4 结束语

通过上述改革,近几年来我们积累了大量的成功经验。新专业综合实验的开展提高了学生动手的能力、主动思考的能力以及工程实践的能力,也为同类型专业综合实验的开展提供了借鉴。同时,配合工程材料、材料科学基础与热处理工艺与原理课程成功申报获得省级精品课程称号,并获得省级教学成果奖一项。2017年,本专业在接受教育部工程认证专家组进校考察中获得了良好的评价。

参考文献

- [1] 韩辉,刘生发,缪花明.金属材料专业实践教学体系改革的探索[J].教育教学论坛,2012(S1):4647.
- [2] 孙小华,胡宗智,黄才华,等.金属材料专业综合实验教学改革与实践[J].中国电力教育,2013(14):118119.
- [3] 王松林,胡宪正.金属材料专业应用型人才工程素质培养的对策探讨[J].中国电力教育,2011(16):75-76.
- [4] 吴海江,刘龙飞,唐果宁,等.金属材料工程专业综合创新实验教学改革研究[J].当代教育理论与实践,2013,5(7):109111.
- [5] 苗润生,邵红红,王兰.金属材料工程专业综合实验课程的教学实践[J].实验科学与技术,2012,10(2):92-93.

- [6] 桑玮玮, 王鑫. 浅析金属材料专业的实验教学改革[J]. 教育教学论坛, 2012(24): 119-120.
- [7] 汪冬梅, 凤仪, 刘家琴. 金属材料工程专业实验教学改革探讨[J]. 合肥工业大学学报(社会科学版), 2009, 23(1): 2629.
- [8] 石继红, 武保林, 王洪顺, 等. 金属材料工程专业多层次实验教学的研究与实践[J]. 实验技术与管理, 2009, 26(9): 120122.
- [9] 赵芳霞, 魏无际, 丁毅, 等. 金属材料工程专业综合实验教学的探索[J]. 铸造设备与工艺, 2005(3): 52-54.
- [10] 王红侠, 李新星, 刘照文. 金属材料专业实验教学内容改革的改革[J]. 实验室科学, 2014, 17(5): 111-112.
- [11] 艾建平, 黄隆, 向军淮, 等. 基于卓越工程师培养的金属材料工程专业实践教学教学改革研究[J]. 山东化工, 2017, 46(2): 102104.
- [12] 蒋建清, 梅建平, 睢良兵, 等. 金属材料专业实验课的改革与实践[J]. 实验技术与管理, 2004, 21(1): 23-27.

编辑 张俊

(上接第 109 页)

通过对近 3 年参加磁性材料课程设计的电子科学与技术专业的 69 名本科生进行统计, 56 名本科生在本科结束以后继续从事科学研究, 占总人数的 81.16%, 远高于该专业的平均水平 64.03%。这表明通过磁性材料课程设计的基础实践能力教学, 学生的科研兴趣和水平有着明显的提升, 并且有些同学在本科期间就发表了高水平的研究论文, 这是在传统的实践教学方法下所不可能达到的水平。

4 结束语

通过开展磁性材料制备课程教学改革和实践, 总结出了解决课程设计问题的一系列有效的措施, 涵盖课程设计的流程设计、时间安排、过程管理及控制与评价等多方面, 对于培养学生的科研素质及能力取得了很好的效果, 并为学生进一步开展科学研究工作打下了良好的基础。以上措施能够有效地推广到电子科学与技术专业的其他材料制备课程设计中。

本科生创新创业已经成为一种时代的潮流和需求, 课程设计作为本科生创新的起点如何面向需求充分地发挥作用, 将成为磁性材料课程教学改革今后的主要研究内容。

参考文献

- [1] 朱梦冰, 刘晶如, 杨燕, 等. 应用型创新人才培养实践教学改革的改革[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(7): 186189.
- [2] 熊泽本. 创新、开放性物理实践教学体系的构建[J]. 实验科学与技术, 2013, 11(3): 6770.
- [3] 李娜, 贾方, 杨瀚宇, 等. 我国高校实践教学改革的困境及对策[J]. 大学教育, 2015(1): 1619.
- [4] PRIDEAUX D. Abc of learning and teaching in medicine: Curriculum design[M]. London: BMJ Books, 2003.
- [5] YAMAMOTO H, SAGAWA M, FUJIMURA S, et al. Process for producing magnetic materials: US4601875 [P/OL]. [1986-07-22]. https://www.researchgate.net/publication/259572079_Process_for_producing_magnetic_materials.
- [6] 张桂莲, 唐启源, 张海清. 实验教学中学生创新能力培养探析[J]. 实验科学与技术, 2013, 11(3): 122124.
- [7] 赵晶. 高校教学实验室绩效评价体系研究[J]. 实验科学与技术, 2011, 9(2): 146147.
- [8] LIN P C, LIN P K. Effects of curriculum design on students' creative potential developing: A case study on students in the department of business management[J]. Acta Oeconomica, 2015, 65(s2): 267277.
- [9] 肖靓, 刘凌, 谢青, 等. 培养学生科研素质的实验教学改革与实践[J]. 实验科学与技术, 2013, 11(1): 134136.
- [10] 刘晓彬. 以创新能力培养为导向的物理实验教学改革探索[J]. 实验室科学, 2013, 16(2): 5254.
- [11] BURRELL A R, CAVANAGH M, YOUNG S, et al. Team-based curriculum design as an agent of change[J]. Teaching in Higher Education, 2015, 20(8): H14.
- [12] CANTWELL B. Laboratory management, academic production, and the building blocks of academic capitalism[J]. Higher Education, 2015, 70(3): H16.
- [13] 王海欧, 苏昆朋, 黄帅, 等. 磁学基础与磁性材料课程的教学改革与探索[J]. 教育教学论坛, 2017, 20(5): 11912.

编辑 张莉