

新工科专业核心课程教学方法改革研究—从实践到理论

赵烁¹, 吕静彩², 柴保明¹, 葛阳阳¹

(1. 河北工程大学 材料科学与工程学院, 河北 邯郸 056038; 2. 河北工程大学 学校办公室, 河北 邯郸 056038)

[摘要] 为解决工科学生对专业课程学习兴趣不大的问题,以某普通高校的材料类专业教学过程为例,本研究立足于激发学生的求知欲和好奇心,不同于传统教学顺序先从教材讲解晶体和原子模型然后再进行相图的学习,而是由老师直接带学生在实验室开始二元合金的冷却曲线试验。通过动手实践,学生能够掌握如何制作金相样品并进行冷却。在他们学习理论之前,实践经历先让学生学会观察二元合金相变过程中的转化现象、数据测量、验证和收集。通过这种教学方法,学生提前懂得了理论学习对促进科学研究活动的重要性,而不是预先灌输给他们固化的知识。因此,当求知欲作为课堂上的激励能量介入时,认知过程可以被高度激活。

[关键词] 学生;教学法;材料学;求知欲;相图

doi:10.3969/j.issn.1673-9477.2020.03.025

[中图分类号] G64

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-9477(2020)03-125-04

“新工科”是为了应对新经济的挑战,面向未来发展、服务国家战略和满足产业需求,提出的一项持续深化工程教育改革的重大行动计划^[1]。2017年以来,教育部相继发布《关于开展新工科研究与实践的通知》等文件,全力探索新形势下工科教育的模式及变革。因此新工科建设受到了高校广泛关注。新工科的推动和实施,对深化我国工程教育改革、建设教育强国、服务和支撑经济转型升级等诸多方面具有重大意义^[2-3]。新工科的“新”主要体现在教育理念新和学科专业结构新等。随着社会高速发展,传统工科需要进行变革与升级。新工科的建设和发展,需要的是富有创新性、综合化、全周期的工程教育“新理念”及新旧工科相结合的学科专业“新结构”。工科新结构不仅包括前沿学科专业,还应加快对传统工科专业的改革和创新,使其体现工程教育的新要求。推动传统工科交叉融合和跨界整合,对培养科学基础厚、工程能力强、综合素质高的人才至关重要^[4-5]。工科较之于理科最大的区别就是实践性。实践环节是工程教育中尤为重要的一环,这对增强学生的实践和双创能力,胜任相关行业的适应能力有着直接作用^[6]。所以,构建各学科交叉融合的新工科实践教学体系显得尤为重要。

为了使实践教学更加丰富多彩,高校引入了“互联网+”和虚拟仿真等信息技术,它们的确为教

育带来了新的可能性,同时也衍生了诸多新的问题,特别是给大学生的学习造成巨大冲击。在丰富的网络信息包围下,一切问题都能通过网络直接或间接解决,学生遇到不懂的知识,动动手指就能查询到想要的结果,他们会逐渐丧失亲身实践获得知识的满足感与成就。长此以往造成学生对于事物的兴趣缺失,也就意味着教师很难在课堂上吸引学生注意力,对教学来说无疑是毁灭性打击,这已经成为新工科教学实践改革的重点方向^[7-8]。本文研究目的是通过介绍一种新的先实践后理论的方法论来激发学生的求知欲,使之成为治愈注意力分散和无意识行为的良药。

随着各类高性能材料的应用越来越广泛,国内急需材料类的专业人才。本文提出的方法论首先基于学生知道如何做事,将正在学习或有目的学习的个体归类为施教和被教导对象,由此引申出学以致用教学模式。将此方法论或模式应用到材料类专业的基本教学活动中,不仅为学生们提供了一种工具,可以使其获得学术和智力上的成长,在课堂上完成具有挑战性任务的满足感,还可以吸引他们注意力,帮助他们实现自我价值,提高自尊自信,避免他们成为互联网统治下的牺牲品。在借鉴阿根廷理工大学工科专业教学改革经验的基础上,本研究以材料类专业为例,教学改革升级先从金属铸造实验开

[投稿日期] 2020-03-12

[基金项目] 河北省高等教育教学改革研究与实践项目(编号:2017GJJG129);河北省高等教育学会高等教育科学研究十三五规划课题(编号:GJXH2019-099);河北工程大学教育教学研究重点项目(编号:JG2019003)

[作者简介] 赵烁(1984-),男,河北晋州人,副教授,博士,研究方向:材料科学;通讯作者:吕静彩(1984-),女,河北邯郸人,助理研究员,硕士,研究方向:教育管理。

始,将实践作为理论课程教学的前提。传统教学认为实践只是理论的一种副产品,通过这种从实践到理论的方法打破了传统的教学顺序,从某种意义上使得学生开始正视学习,克服了任何可能影响他们分心的障碍。

一、从实践到理论的过程和方法

本文提出的新工科教学方法,是指运用理论教学作为试验教学的进一步阐述,用以解释在实验过程中所观察现象的成因,而不仅仅是将实验课程作为理论知识的补充验证。实践主要尝试在《金属学与热处理》核心课程中开展,本课程原为 80 学时,其中 64 理论学时,16 实验学时。在工程认证的培养方案中调整为纯 56 理论学时,本次改革刚好通过试验(模拟)环节指导理论教学过程,既可以由亲手试验解释抽象的公式定律,也能强化纯理论知识的记忆程度。因此,学习活动以安排研究任务为主要形式,根据教学方法步骤的改变,首先需要把学习场所从教室转移到实验室,在实验的同时下达学习任务。以认识二元合金相图这一节内容为例,需要使用以下材料:马弗炉(温度最高为 1500℃),碳化硅坩埚,热电偶,热电偶箱,数字温度计,制作金相试样的材料和设备,诸如 Pb、Sn、Bi、Cd、Mg、Cu 等,抛光机,研磨机,试样腐蚀剂,金相显微镜,专用硬度计(根据金属手册绘制相图),投影仪(显示金相标本、图表或任何其他图片),并且要严格遵循说明书和注释中所列举的操作程序。

该方法包括直接指导学生完成两种不同质量分数的金属铸造过程。学生被要求自己切割金属材料并称重。然后,老师指导他们加热金属直到完全熔化。同时也鼓励他们参与辅助工序,如浇注金属,添加焊接剂和在内炉体内安装便于拆卸的热电偶。当金属达到所需温度时,坩埚被取出并放置到一个保温箱内以避免立即冷却。学生保持金属继续冷却,并

跟踪观察到的不同温度点和对应的冷却时间。详细的过程数据记录将帮助学生顺利地绘制冷却曲线,找出临界点并将它们单独标出来。每个小组仔细记录下获得的数据、使用的材料和比例。

一旦学生获得临界点,教师就马上翻转回理论教学,解释其相关性及其如何在相图中应用,通过向学生介绍不同的相图,学习与它们相关的各种概念,例如杠杆法则,共晶冷却及其类型,熔化热,凝固热, α 和 β 固溶体等。完成本节讲解,我们再返回实验室,学生从获得的金属片上切割金相试样并进行观察,以得到不同的转折阶段与相图之间的对应关系。由于之前学了如何从相图中获取数据,当大多数学生观察金相照片时,他们对于理论知识和试验获得的实际结果之间的区别已有所了解。如果少数学生无法独立做到这一点,为了避免失真,老师可指导他们完成试验过程。作为闭环活动,学生可以在随后的课程或评估中重新调阅存储的电子记录。

学生完成的工作都是从物理模型的起点开始,他们在实验室看到的这些现象以及建立的模型已经被教师和学者们周密的论证并解释。这意味着,学习的重点内容首先从凝固、树枝晶生长开始介绍,然后引入晶体网络、晶胞,最后讲解原子、原子模型和元素周期表。同样,班级再返回实验室制造不同类型的钢的回火样品。在马弗炉中对试样进行加热,试样必须放到一个去除氧化铁层的盒子内,以保证它们不会脱碳。

基于这一知识点,学生要学习如何对一小块金属进行回火处理,见图 1。每个金属棒被切成两个,但只有一个进行回火处理。这两部分试样稍后被用于学习制作金相试样及测量硬度(回火处理和非回火处理)。在钢铁回火过程中,教师可以通过使用黑板或铁/碳相图来教授学生关于同素异形体的知识,如何改变金属的组织。当到达试验终点,回火处理样品在油或水中冷却。

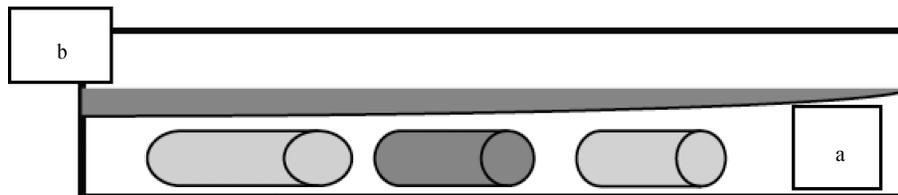


图 1 试样进行回火处理

在随后的理论研讨课上,Fe-C 二元相图也以同样的方式进行讨论,除了模拟冷却曲线外,其他相图的知识将在 Fe-C 图的基础上展开讲解。通过这

种方式,教师可以根据学生的兴趣,期望的工作或未来的研究方向,继续拓展这些项目的内容。

二、实践结果与讨论

(一) 从实践到理论的教学效果

为了验证学生在实践环节的表现有助于提高知识的掌握程度,教师可以通过课后小测试对其进行评估,想要达到此目的,教师可以布置一组课外任务,这些任务与课堂上完成的工作类型相匹配,以便学生可以在家中自行检查主要问题。比如在学生完成测试的基础上补充以下内容,图2所示为Bi-Cd合

金的步冷曲线,与实验室研究Bi-Sn相图类似,要求准确回答以下问题:(1) Bi-Cd相图类型是什么。(2) 写出在b、c和d点发生的相变。(3) 找出各种组成合金的步冷曲线的转折点,并用标准工作曲线定出他们的温度。(4) 在 b_1 时,固体和液体物质的百分比是多少。(5) 根据相图中Cd的质量分数为0,0.2,0.4,0.7,1.0时,各系统步冷曲线转折点的温度及合金成分,考虑冷却曲线是什么样的并且画出来。

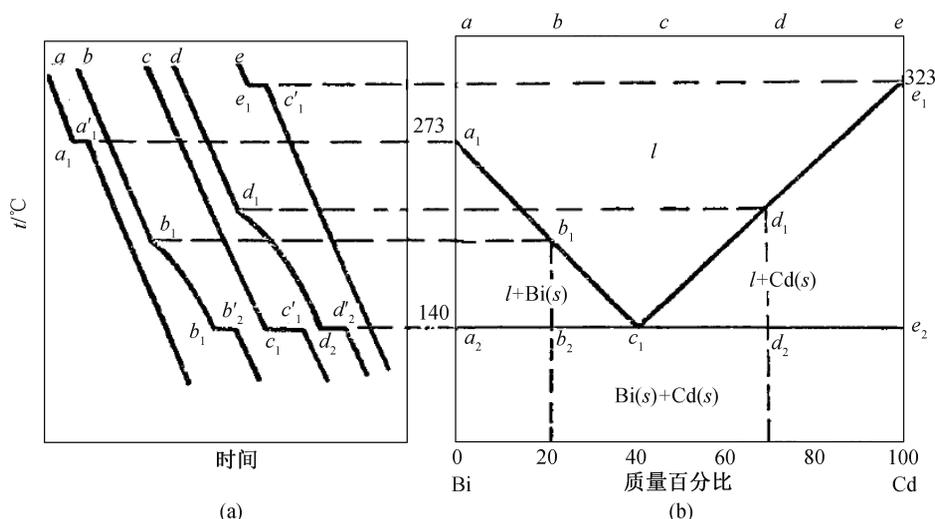


图2 Bi-Cd的冷却与结晶过程(a)冷却曲线(b)共晶相图

测试结果表明:在与该试验内容直接相关问题回答上,学生获得了100%的正确率,即便是在课外扩展部分内容(概念)也能获得50%以上的正确率。最后还应当制定激励策略来帮助学生自主学习或复习以前的课程笔记。尽管按照上述提出的方法进行课程规划可能会使教师的工作量有所增加,但根据本研究得到的结果满意度认为这项工作是值得开展的。在金属学与热处理课程结束时,几乎班上所有的学生都能够根据关键理论知识开展相关的试验。该班有80%的学生表示热衷于学习相关概念。不仅如此,一些不认真学习的甚至认为他们无法学习枯燥专业知识的学生,也改变了他们想法,重新对他们的未来职业生涯进行规划。

(二) 结果分析与讨论

在背景介绍时,我们参考了互联网产业所引发的社会问题尤其是对学生注意力行为的影响。运用所提出的方法有助于让学生参与到学习过程中来克服这种现象造成的学习障碍,并让老师有机会与学生保持关联而不中断。一旦学生的注意力放在课堂活动上,无论是冶金、材料还是其他工科专业,教师

都有不同的机会讨论学习对于人格健全的重要性。在碰到困难时,他们有机会向学生说明所谓的“我无法做到”不是一个有效的答案。如果通过向学生展示如何追求一个特定的目标,找到自己能够达到的满足感,他们需要依赖外部刺激才可能避免浪费时间。

现在的学生生活已经离不开互联网,高速便捷的网络在让生活变得更加便利的同时也存在着诸多隐患。作为教育工作者,想要让学生摆脱互联网是不现实的。所以开拓新思路、新理念是顺应时代发展的必要思路。本文提出的方法就是在响应新工科的“新理念”号召,对现有的教学方式进行调整,根据时代的要求,切实有效地解决工科学生对所学专业积极性缺失的问题。

人的大脑对于形象事物的理解能力远高于对于单纯文字的理解力。这是人类在几千万年进化中逐渐养成的。对于立体的事物人会有更高的理解力,也会显现出更强的好奇心。为了重新找回现代学生们的求知欲,加强实践能力是根本之路。先实践再理论的方法意在让学生在实验实践中自己去发现他们不懂的、未知的事物。学生们在实验中遇到的各

种理化反应,各种奇怪的实验结果会极大激起学生的求知欲,不在一开始就传授高深的理论知识,防止学生在对本专业不了解的情况下大大降低专业在他们心中的地位。一开始就让学生们自己动手,发现问题后再由教师解释其中的原理,让学生一步步接受专业的知识。这样既对所学专业有了立体的认识,也让学生在实验过程中获得知识。这种情况下学生对知识的记忆理解力远非传统教学方式所能比的。

当然先实践再理论的教学方式还能极大改善师生关系。不像传统教学中老师处在主动教授位,学生处在被动接受位,本方法通过平衡师生关系,让师生处在一个平台上,极大减少师生间关系存在的芥蒂。良好的师生关系会显著提升学生的学习能力,相比机械的传授与接受,在亦师亦友的师生关系里,教师只需在学生的实践学习过程中适当的为他们解答疑惑,这里教师的引路人的身份才能体现的淋漓尽致,这种亲近感会让学生对所学的东西不再有距离感与陌生感,学生会有更大的热情加入到学习中去。

三、结论

从实践到理论教学方法论的特点是通常要提前制定一个与学科长足发展和教学主题迫切需求相关的紧凑的大纲。通过这种方法获得的结果对于学生和教师都是积极向上的。一方面学生获得通常难以有效掌握的专业知识概念,假如将来他们决定从事技术管理或科研生涯,这将成为学科基础知识的必

要组成部分。在另一方面,学生也有机会体验自己学习态度的转变过程,消除由于过度依赖互联网和现代信息搜索而导致课堂上出现的消极怠慢行为。最后,这种方法论对教师的专业能力和执教能力提出新的挑战,因为他们必须重新组织教学理念和课程体系,以便拓宽自己的教学路径,同时有效加强学生学习和掌握知识的牢固程度。

参考文献

- [1] 邓义群,张超超,孙雯婧,肖宗梁,蒋鸿辉. 新工科建设背景下材料类专业实践教学改革研究[J]. 科教导刊: 学科探索, 2019, (6): 21-22.
- [2] 朱荣涛,胡炳涛,王艳飞,李延锋. 新工科下高校实验与实践教学体系改革与探索[J]. 教育教学论坛, 2019, (16): 72-74.
- [3] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017, (3): 1-6.
- [4] 张安富,刘超. “中国制造 2025”背景下的新工科构建[J]. 中国大学教学, 2017, (9): 21-24.
- [5] 徐晓飞,丁效华. 面向可持续竞争力的新工科人才培养模式改革探索[J]. 中国大学教学, 2017, (6): 6-10.
- [6] 黄贵秋,钟书明,王晓丽. 面向应用的能源化学工程专业实验教学改革探索[J]. 化工高等教育, 2019, 36(1): 71-74.
- [7] 惠芳,董维超,任书霞,郭献章. 创新思维理念指导下的无机化学实验教学改革[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(2): 204-207.
- [8] 李培根. 我国本科工程教育实践教学问题与原因探析[J]. 高等工程教育研究, 2012, (3): 1-3.

[责任编辑 王云江]

Study on teaching methods reform of core courses in emerging engineering majors-from practice to theory

ZHAO Shuo¹, LÜ Jing-cai², CHAI Bao-ming¹, GE Yang-yang¹

(1. College of Materials Science and Engineering, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China;

2. Administrative Office, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

Abstract: To resolve the teaching problems in Materials Engineering major, with students from the local university with low interest in learning and studying, this research is based on stimulating students' curiosity. Unlike the traditional sequence of teaching materials in which crystalline and atomic models are studied from the literature to later arrive at a phase diagram; this experience begins directly in the laboratory with students doing cooling curves for the two alloys. After this, students make metallographic samples with the cooling obtained. This experience results in a research activity by which students observe a phenomenon, measure values, verify changes and transform two metals in a number of phases before they study the theory. In this way, students understand the theoretical explanation as a necessary element to further delve into the scientific activity as opposed to pre-established knowledge that is imposed on them. Cognitive processes seem to be highly activated when curiosity intervenes as motivational energy in the classroom.

Key Words: students; didactics; materials science; curiosity; phase diagram