

“新工科”背景下的材料科学与工程专业教学改革探讨

田真¹ 王晓敏²

(1. 中北大学 材料科学与工程学院 山西太原 030051;

2. 太原理工大学 材料科学与工程学院 山西太原 030024)

摘要: 科技的革新和产业的发展, 迫使我国对新型工程技术人才的需求增加, 因此, 对高等教育的改革与发展提出了新的挑战。材料科学与工程作为高校本科生的一门重点专业, 在“新工科”的背景下, 优化课程体系与培养方案, 对激发学生对材料工程的探索和培养工科思维具有重大意义。本文将从材料科学与工程专业现状、改革路线和改革措施三个方面探讨我国高校材料科学与工程体系的优势和不足, 提出相应的建议和措施, 培养面向产出和适应社会需求的创新工程人才, 以推动我国本科生教学体系的发展。

关键词: 教学改革 新工科 OBE理念 虚拟仿真 教学评价

中图分类号: G642 **文献标识码:** A

DOI: 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.45.143

材料科学与工程是我国高校现有的传统工科专业, 主要涉及材料的微观性能与宏观性能之间的关系, 以及材料的本征特性在其他领域的应用。近年来, 随着新一轮科技革命和产业变革的加速进行, 迫切地需要培养具有科技创新力的工程人才, 为我国产业发展提供支持。因此, 教育部适时地提出了“新工科”建设。在这样的背景下, “新工科”建设已成为高等工程教育发展战略研讨的重点课题。材料科学与工程的发展对材料的更新换代起着引领作用, 借助“新工科”的发展机遇, 对高等学校培养模式进行探讨, 实现教学水平的提高, 加强创新人才培养目标, 对培养高质量专业人才有着不可替代的作用^[1]。因此, 合理构建和开发材料科学与工程专业课程, 改善培养目标、课程体系、教学资源, 在改革和实践中, 不断地创新和丰富内容, 有助于培养多学科交叉、创新应用能力强、多元化发展的新工科人才。

一、材料科学与工程专业现状

教学理念方面, 大学生的课堂模式多以知识说教的形式编排进行基础课程或专业课程, 复杂的理论知识体系缺少层次感 and 系统性, 使得学生难以掌握。此外, 学生缺乏配套的实践指导, 单凭理论知识, 难以对专业性强的课程有深层次的理解。大多数学生更希望教师采用理论知识与实践相结合的教学模式, 而不仅仅是单纯的理论课堂。

内容设置方面, 目前的课程设置以基础课程为主, 大多数的课时用在了对基础理论知识的解释, 而对材料的前沿技术缺乏关注与教学, 致使学生的学术视野没有得到拓展。此外, 课堂内容的设计也缺乏创新性, 主要表现为课程内容陈旧、教学理念与行业最新发展不匹配, 课堂教学模式缺乏创

新性。这并不符合“新工科”背景下创新型人才的培养模式。

教学方法方面, 就目前的调查情况来看, 我国大部分高校的材料科学与工程专业, 仍采用传统的按部就班的教学方法, 对所有学生进行无差别培养。虽然这种方法具有一定的普适性, 使学生较为容易接受。但对一些有专业偏好的学生来说, 这种教学方法不利于其创新意识和发散思维的培养。目前, 我国高校的创新训练主要体现在毕业设计部分, 其他教学部分的创新培养存在严重不足^[2]。

二、材料科学与工程专业教学改革路线

高校应采用科学、合理的方法, 清晰明确材料科学与工程专业的定位, 对工程人才进行分类层次培养, 开展有针对性的大学生教育。定时开展材料科学前沿讲座, 让学生能够及时地了解材料最新发展动态。同时, 目前材料相关领域的发展瓶颈也要面向本科生进行普及, 培养学生们对相关问题的兴趣, 优化培养与诱导相结合的教学模式。根据学生的兴趣, 培养他们的职业规划能力, 从多方面让学生充分地了解该专业的就业情况和市场供需关系, 同时从开展多层次教学, 针对不同职业规划的学生进行不同方案的培养, 在注重教学特色的基础上, 摸索更合理的教改路线。

以教学内容为基础, 以创新为主要任务, 多种举措全面实施, 优化专业的创新意识, 培养学生的独立探索能力。采用多种人才培养模式, 构建全新的课程教育体系和人才培养模式。着重培养学生的实践能力, 加强实践课程教育, 让学生能及时地将所学知识用于实践。开展校园实验室, 培养学生动手能力。积极推行校企合作, 鼓励学生进行校外实践, 增加学生对相关行业理解与认知, 为以后与社会接轨奠定基础。

三、基于OBE理念的材料科学与工程专业教学改革措施

OBE (Outcome Based Education) 是基于成果导向的教育模式, 以学生学习产出驱动整个课程活动和评价教学。基于OBE理念的材料科学与工程专业的教改, 应以材料工程的知识结构为出发点, 教学内容和教学方法与之相呼应, 以学生的学习效果为导向, 注重评价达成度, 如图1所示, 具体内容如下。



图1 基于OBE理念的材料科学与工程专业教学改革设计

(1) 成果导向的课程体系优化

为了更好地契合我国高校教育的发展现状, 材料科学与工程专业要进行课程设计和专业优化, 建立更加完善的大学课程体系。针对目前我国高校本科生教育而言, 增开一系列的研讨课、创新实践课、研修班等, 避免传统的“填鸭式输出”教学模式。同时, 将这种创新创业意识整合到人才培养方案中, 贯穿整个培养全过程。在理论与实践教学中, 不断地诱导学生的创新能力, 提升学生的发散思维和独立自主能力, 为以后从事相关事业奠定实践基础^[9]。材料科学与工程专业课程设置应秉承多样性和系统性的原则, 不能只教授单一的专业知识, 还应融入一些社会科学、自然科学和人文科学, 有利于全面地提升工程人员的综合素质, 增加学生对社会问题的处理能力。只有理论知识而缺乏实践技能的工程人才不是人才培养的目标, 也并非进行教学改革的初衷。同时, 以材料科学与工程前沿技术为基础, 融入实际问题, 开设创新思维相关课程, 增强培养学生的批判性、创新性和逻辑性思维。此外, 在材料科学与工程专业相关课程教改实施期间, 应充分依托教学研究型大学人才培养目标: 选拔高层次拔尖人才进行培养的同时, 注重具有专业特长和创新精神的优秀人才的培养。教学研究型大学大多数是省属大学, 以山西省属重点大学中北大学为例, 在科研发展和人才培养方面的主体对象是本省学生, 在进行教改的同时, 要考虑山西转型发展, 为山西经济发展服务的目的。

新型工程人才的培养还须与科学研究相结合。材料科学与工程是强势的科研学科, 在实施教改过程中, 应充分地利用这一优质资源。以无机非金属材料工程专业课程为例:

“无机材料现代测试方法”一直是无机非金属材料工程专业的专业必修课程, 其中包含了诸多仪器设备的原理、用途介绍, 以及多学科知识汇总。因此, 该课程较为枯燥, 容易使学生失去学习兴趣。与此同时, 随着材料测试手段的迅速发展、不断更新, “无机材料现代测试方法”的知识更迭十分迅速, 如同步辐射X射线吸收谱技术可以得到吸收原子的电子结构, 包括价态、对称性、轨道占据等信息; 同步辐射X射线衍射技术可以获得样品内电子密度起伏, 研究样品内缺陷和颗粒的尺寸、形状及其分布; 球差校正透射电子显微镜可以观察到无机纳米材料的微观原子排布, 微区结构和元素分布信息等。然而, 新的测试技术尚未列入书本或教材中, 这就需要授课老师在调研文献的基础上, 及时地去更新自己的专业知识, 将前沿的、高端的测试方法与手段介绍给学生, 帮助学生拓宽视野, 真正做到知识来源于教材又不仅仅局限于教材。再如, 笔者将自己的研究课题(碳基新能源高功率储能材料)引入课堂, 鼓励材料科学与工程专业的本科生进入课题组进行科研, 通过相对专业的科研训练和教学指导, 提高学生的综合能力。以讲解无机材料性能中无机材料电导知识为例, 在课堂授课过程中, 讲解影响无机材料电导的因素的同时, 引入笔者所研究的石墨烯材料, 让学生分析石墨烯电导高的原因, 了解石墨烯材料的应用, 达到将理论知识与实际科研应用相结合的目的。此外, 指导对相关研究方向感兴趣的学生进行文献调研, 然后进行石墨烯相关材料制备的实验设计, 实施实验, 引导学生结合科研项目进行创新性研究项目。学生在进行科研的过程中, 可以通过扫描电子显微镜观察石墨烯的微观形貌, 通过电子透射电镜观察石墨烯的原子排列、边缘缺陷, 通过电化学工作站进行电学性能的探究, 进而理解微观结构与性能的构效关系, 帮助学生更好地掌握无机材料性能的相关知识。学生在科研与教学结合学习模式中, 能够增强学生主动探究无机材料性能的意识, 使学生能够真正地运用无机非金属材料工程的基本原理, 并通过文献研究等方法获取必要相关知识, 分析无机非金属材料等领域的相关复杂工程问题。这一举措, 不仅能够拓展本科生的学术视野和知识面, 而且还能够激发学生参与科学研究的热情, 符合“新工科”背景下培养学生解决实际问题的能力目标, 能够更好地培养“新工科”所需的智能类专业人才。此外, 积极举办参与材料领域相关的高水平学术交流会议、赛事以及相关活动, 增加与行业的接触机会, 在学术讨论中来探讨行业发展方向, 开阔学生眼界, 加深学生对专业领域的深层次理解。

(2) 强化以学生为中心的实践教学模式

在校内外举办丰富的学科竞赛,增加学生的创新能力。在参加竞赛过程中,涉及作品构思、材料制备以及最后的展示过程,有利于培养学生的统筹能力、独立思考能力、逻辑思维和专业实践能力。此外,竞赛的选题也应以接近实际工程为主,以解决实际问题为培养目标,这与工程教育培养方针相一致。例如,中国大学生创新创业大赛就是一个成功的举办案例。学生通过参与此类项目,不仅可以增强对材料科学与相关学科知识的理解,而且还可以增加学生对现有知识应用的能力和高效的知识转化能力。除此之外,校企合作也是培养学生实践技能和知识创新的有效方法。校企合作形成产学研结合,优势互补,有利于创新型人才的培养,扩展了学生的培养模式。加强学校与企业各部分之间的合作,创造一条完善的人才培养模式。同时,让企业走进校园,让企业中的高级人才定期去学校进行学术报告,增加学生对企业、社会生产、相关行业的理解,为学生以后的创业就业提供指导思路。

(3) 多元培养模式保障培养目标达成

采取课内与课外融合、线上与线下结合、虚拟仿真与实验协同的教学方式。在课堂讲授的教学模式基础上,加入具有可视性、具体性和互动性强的仿真平台,使枯燥的教学内容向实践内容转化。从多个维度出发,面向材料科学与工程专业本科生传授相关知识点。例如,太原理工大学材料科学与工程学院搭建的液态成型工艺技术虚拟仿真平台。通过演示性实验,学生对软件操作过程进行了解,将学生进行分组,各组指定一个铸件(如汽车发动机、油缸、斗齿等),让各组学生分工协作,确定工艺,进行模拟计算(可到实验

室直接操作模拟软件或通过网上预约、提交计算任务的方式完成),并根据模拟计算结果对原工艺进行优化,形成实验报告,培养了学生构建三维实体、利用信息技术工具对复杂工程问题进行模拟与预测的能力。仿真虚拟平台的引入,有助于提高课堂的互动性,能够有效提升学生的主动学习的能力,从而提高教学质量。此外,探索创新创业的人才培养模式,进一步实现多元培养体系。增加对学生毕业设计的过程考核,使学生对专业的意义得到深层次理解,提高学生的自主思考和创新创造能力。增加全程导师,带领学生进行课题调研,积极地引导学生对相关课题进行自主探索,定期组织交流讨论,积极构建学生实验实践平台,丰富其实验实践路径,保障课程教学目标的达成。

综上所述,材料科学与工程是一门实践性和综合性很强的学科,在经济和科技迅速发展的现时代社会中,不断地更新培养理念,提高教育理念,紧跟时代步伐,与国际接轨,引领学生了解最新行业发展情况,为输出高质量的,具有专业特色的新型工程人才提供强大的基础保障。

参考文献

- [1]李丽丽.材料科学与工程专业教学改革[J].西部素质教育,2021,7(11):129-131.
- [2]张强,刘丹,夏昕,等.优化创新创业教育改革人才培养模式——以材料科学与工程专业为例[J].高教学刊,2022,8(2):51-54.
- [3]刘大钊,王刚,段园培.浅谈材料科学与工程专业教育现状[J].科技视界,2021(14):5-7.