

材料化学专业卓越工程师人才培养的教学改革与实践

雷丽文, 吴春芸, 祝振奇, 顾少轩
(武汉理工大学 材料学院, 湖北 武汉 430070)

摘要:以卓越工程师为人才培养目标, 武汉理工大学材料化学专业进行了一系列改革。通过优化材料化学专业课程结构, 确定“大平台, 小模块”的两级教学模式; 调整课程内容, 确立“经典 + 前沿 + 应用”的原则; 改革实验实践体系, 建立综合性、研究性和设计性三个依次递进层次的新实验体系, 开展一系列多样的创新实践活动; 此外, 加强教师队伍建设, 提高教师创新能力和工程实践能力; 改革和完善实训环节, 让企业变成培养卓越工程师的基地。这些改革措施有效地提高了本专业学生的工程意识、工程实践能力和创新能力, 并可为高校材料化学专业卓越工程师的培养提供参考和借鉴。

关键词:卓越人才; 材料化学; 改革与实践
中图分类号:G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1674 - 5884(2014)09 - 0155 - 03

“卓越工程师教育培养计划”(“卓越计划”)是贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要》和《国家中长期人才发展规划纲要》的重大改革项目。该计划致力于改革工程人才培养的传统模式, 弥补传统工程教育的缺失, 创新高校与工业企业联合培养人才的机制^[1,2]。该计划的提出对高校的人才培养模式改革起到了巨大的推动作用, 针对目前高校人才培养的薄弱环节制定了一系列有效措施。

众所周知, 近些年来过窄的专业教育和过强的共性制约使得高校毕业生就业日趋困难, 其主要原因就在于学校的人才培养结果与就业市场的实际需求严重脱节, 学生普遍缺乏就业所需基本的应用能力和创新能力, 而缺乏的原因显然是传统的教学内容与模式忽略了这两大能力的培养, 很难适应当今经济社会的发展要求^[3,4]。

材料化学属交叉学科, 是该校材料学院的特色专业。该专业的培养目标是使学生掌握材料科学和化学的基本理论、基本技能和工程应用; 经过系统的材料的合成与加工、结构与性能分析技能、材料设计的基本训练, 掌握材料的组成、结构、性能与加工工艺、使用环境之间关系的基本规律。在该专业中实施“卓越计划”, 有助于专业课程体系实现由以理论为中心向以实践为中心、由学历中心向能力中心的转变。本文是基于材料化学的专业特

色, 在该专业培养模式及培养方案等方面进行一系列的改革, 并在实践中进行尝试和优化, 取得了一定的效果。

1 优化课程结构, 调整课程内容

材料类学生在经过一学年的通识必修课和学科大类必修课的学习, 同时进行 16 个学时的“专业导论”培训后, 从中选拔热爱材料化学专业, 化学基础扎实, 动手能力强、善于思考的本科生组成材料化学卓越工程师班。与传统班级的培养模式不同, 该班采用了“3 + 1”的校企培养模式, 即 3 年以在校理论学习为主, 最后一年的实践环节在企业实习。这种校企联合培养的模式将学校的理论实验课程体系与企业的生产实际需求紧密连接起来, 真正做到让学生学以致用。在实践过程中, 学校的课程体系与企业的需求实现了有效的对接, 以往普遍存在的学生缺乏学习目标与动力的现象得到了明显的改善。

在改革培养模式的基础上, 对课程结构进行了全面系统的优化。首先, 新的课程体系确定了“大平台, 小模块”的两级教学模式。大平台为专业课程中的必修课, 它包括材料科学基础, 材料物理, 结构化学, 计算化学, 材料腐蚀与防护, 材料表面与界面, 材料化学原理及应用, 材

料研究与测试方法,材料的合成与加工等材料类公共课程。这些专业必修课的设置主要是强调材料类专业的普适性、系统性和科学性。通过大平台的设置,使学生夯实了本专业的专业基础知识,旨在培养学生全面系统的知识与技能,综合分析解决问题的能力与方法。而小模块则是在大平台基础上设置不同方向的专业模块课,让学生有针对性地选择适合自己的专业方向。例如,结合本校材料化学的专业特点,我们在材料化学课程体系中添加燃料电池模块,太阳能电池模块和纳米化学模块。这样的设置使学生进一步明确了专业方向,同时,又突出了本校材料化学专业的特色。总之,按照“少而精”的原则设置必修课,确保学生具备更加扎实的基础知识。

在课程结构优化的同时,我们还对课程内容的选择做了精心的调整,以适应卓越计划的培养要求。以往的课程内容过于全面系统,部分内容陈旧,不仅难以适应材料化学的不断发展,也满足不了工程应用能力的培养需求。因此,针对材料化学学科高速发展的特点,结合卓越计划的要求,我们确立了“经典+前沿+应用”的原则,既选择该学科领域内的经典知识,又尽可能选择学科领域内的前沿教材,使学生有机会了解材料化学学科的国际前沿和发展趋势。近年来,由于材料和化学领域发展迅速,不断有新材料及新的合成方法报道出来且获得了广泛的应用,极大地推动了材料化学学科的发展。为了让学生更多地了解材料化学领域里的一些高新技术及最新的研究动态,在第五学期开设的“材料化学原理及应用”课程中,课程内容从原有的单一的仅传授固、液、气相合成原理的基础上重新进行教学内容编排,增加了依据材料的类型进行分类的教学内容,主要涉及介电材料、仿生材料、碳纳米管和石墨烯材料、纳米光催化材料、燃料电池、太阳能电池、纳米超级电容器、介孔材料等。这些新增的教学内容在丰富了教学内容的同时增加了学生的学习兴趣 and 动力。此外,这部分教学内容根据该专业的最新研究动态,定期会有部分的更新。

2 完善实验教学体系,全面培养学生的实践能力

为了顺利进行课程设置的优化、课程内容的调整、教学形式的改革,必须有相应的实践方法来支撑卓越计划的有效实施。因此,有必要打破基础课、专业基础课、专业课以知识传授为特征的传统结构,取而代之的是建立起以能力培养为主线,以工程训练为依托,以强化学生解决实际问题能力为突破口的实验教学体系。以往的实验教学多为与课程对应同步的验证性实验,由于理论课程内容本身的局限性,相对应的实验也存在着形式单一、内容陈旧、应用性差等缺点。为了适应卓越工程师的培养目标,新实验体系相应做了大幅度调整。新建立的专业实验课程体系包含有综合性、研究性和设计性三个依次

递进的层次。与传统实验教学体系相比,新体系删去了部分验证性实验,增加了研究性和设计性实验。根据新的培养计划,学生在前两年完成了四大化学基础化学实验后开设了以下专业综合性的实验课程:材料科学基础实验、材料的研究和测试方法实验、材料化学合成与表征实验。这些实验内容每年大约10%的更新,这部分更新的实验主要是将教师的科研成果进行精选、提炼而开设的。例如,2013年的材料化学合成与表征实验中,我们新开设了量子点掺杂染敏太阳能电池的制备及性能表征实验及气相沉积法制备气敏材料实验等综合性实验。在实验的开展过程中,每个班级分成8个小组,教师提供实验思路 and 设定实验的关键步骤后学生以小组为单位自行查阅相关资料,设计实验的具体流程及相关参数,经教师审核后进行实验。最终的实验结果班级共享,要求学生根据不同组的实验结果分析导致实验结果差异的原因。

这些综合设计性实验的开设都与学术研究和生产实际都联系紧密。通过这些实验的教学,学生对材料生产实际中的学术及技术问题都积累了一定的解决思路和方法,这对工程实践能力与素养的培养是非常有效的,并为今后解决生产实际中的具体技术问题打下了坚实的实践基础。更为重要的是,这些实验为综合设计性实验,并不是已有实验的简单重复,绝大多数实验都需要学生在自己查阅相关资料的基础上,进行实验思路 and 实验步骤上的某些创新。这种实验设计和方法的创新训练,不仅能巩固学生基础理论知识的学习,更能开发学生的创新思维。而这种创新思维也正是卓越工程师所必备的主要能力之一。此外,这样的实验安排这样在一定程度可促进学生开展自主学习和研究性学习,激发学生的学习兴趣 and 激情。

3 开展创新实践活动,培养学生创新能力

创新能力是一个优秀工程技术人才的基本特征,是卓越工程师之所以“卓越”的重要标志^[5]。基于实践能力培养的创新需要有多样化的创新科技活动作为载体,为学生提供良好的开展创新实践活动的条件和机会,形成创新能力培养的良好环境。因此,专业建设依托材料复合新技术国家重点实验室、硅酸盐建筑材料国家重点实验室、材料试验国家级教学示范中心及测试中心的仪器设备和师资力量开展了一系列与本专业相关的学科竞赛,如化学合成实验技能竞赛、材料性能设计与制备大赛等。这些竞赛要求学生利用课余时间进行设计思考,并在老师的指导和团队的协作下共同完成。在进行竞赛的过程中学生一方面要强化各种知识的综合运用,了解和熟悉各种仪器设备的使用方法;另一方面也要构思出各种可能的创新方案,进行反复的尝试,同时要对实验结果进行分析和总结。不论最终是否得奖,在整个竞

赛的参与实践过程中都使学生在主动学习能力,实际动手能力和创新能力上得到了很大的提高。

此外,注重实践教育与科技创新相结合,通过开展课外科技创新,鼓励和指导学生申报相关的科技项目和竞赛,如学校“本科生自主创新”项目,“节能减排”设计大赛和“国家大学生实践创新训练计划”等;在每年的本科生自主创新项目中拿出一定的项目份额提供给实施“卓越计划”的专业,鼓励这些学生在导师的指导下进行工程实践项目的探索和研究。

建立本科生“导师制”,开放老师的科研实验室,鼓励本科生参与相关老师的科研工作,以科研促教学,使学生在课堂上所学的知识能得到进一步的强化和延伸,在更高的层次上实现知识的获取。学生参加导师制并撰写科研报告可以获得 1.5 个创新学分。

4 加强队伍建设,提高教师完成创新能力

“卓越计划”作为一种全新的教学模式,必然对高校的任课教师提出了更高的要求。但目前,高校招聘的教师仍是以学历和海外学术背景为招聘指标,大多数教师缺乏工程实践能力。为了提高教师自身的工程素养,并渗透到相关课程的教学当中,最终提高学生的工程实践能力。学校针对提高青年教师的国际化与工程实践能力出台了一系列优惠政策,并从工作量减免或补贴等多方面给予支持。其具体措施有:定期将已有的教师轮换派至大型骨干企业从事 1 年以上实践能力培训,以提高其工程设计与应用能力;鼓励中青年骨干教师赴国际知名大学和研究机构做访问学者,提高其“国际化”能力;采用青年教师导师制和助课制,让有工程实践能力和经验的老师担任导师,在教学和科研上给予相应的指导,帮助青年教师提高其工程素养。

5 完善实训环节,企业成为培养卓越工程师基地

“卓越工程师”的培养目标是应用型人才,在应用型人才培养过程中,要改变过去重知识传授、轻能力和素质培养的状况,以实际工程为背景,以工程技术为主线,着力培养工程意识、工程素质和工程实践能力。这些能力的提高必须加强实践实训环节,将原来的本科教学计划及课程体系进行适当的调整。采用“3+1”的校企培养模式,即 3 年以在校理论学习为主,最后一年的实践环节在

企业实习。其中,校外实习实训方案由企业根据生产实际和现场工程师的要求并结合学校人才培养目标来制定,学生由学校专业教师和定点企业的工程师合作指导和培养。学生通过这一年的实习参与到企业的从采购到生产到营销等各个实践环节,能获得课堂和书本上学不到的实践经验,培养和提升了他们的工程实践能力和创新能力。

在实习基地的建立上充分利用了学院的资源优势。目前,材料化学专业已建立稳定的实习基地,其中包括中国建筑材料集团公司、宇能太阳能有限公司、长飞光纤光缆有限公司等。这些企业大多是国内知名的行业领军企业,这些企业不仅为学生提供了实习实训的场所,也是本专业学生重要的就业渠道。在企业学习采用“项目制”和“轮岗制”的模式,实行校内导师和企业导师的双导师制。学生在校内教师和企业导师的共同指导下完成毕业实习及设计工作。在实习过程中,指导老师和学生除完成实习教学任务外,还能主动帮助实习基地所在单位开展相应的职工技术培训及相关技术的科技开发工作,使实习基地同时成为科技开发和人才培训的基地,使校企双方能达到“共同合作、互惠互利”的双赢效果。

目前,材料化学专业实施“卓越计划”尚处于起步阶段,取得了一定的成果,但同时,也应根据本专业的专业特色和相应制度环境,在改革实践中不断总结经验并加以完善,探索出一条具有本校特色的材料化学专业的工程实践创新人才培养之路。

参考文献:

[1] 林 健. 面向“卓越工程师”培养的课程体系和教学内容改革[J]. 高等工程教育研究,2011(5):1-9.
[2] 张安富,刘兴凤. 实施“卓越工程师教育培养计划”的思考[J]. 高等工程教育研究,2010(4):56-59.
[3] 龚 克. 关于“卓越工程师”培养的思考与探索[J]. 中国大学教学,2010(8):4-5.
[4] 祝振奇,雷丽文,顾少轩. 卓越工程师教育背景下? 理论物理? 课程改革的探索[J]. 教育教学论坛,2012(17):184-186.
[5] 林 健. 卓越工程师创新能力的培养[J]. 高等工程教育研究,2012(5):1-17.

(责任校对 谢宜辰)