

能源与动力工程专业卓越计划实践教学探索与实践

赵海波¹, 吴坤²

(1. 烟台大学海洋学院, 山东烟台, 264005; 2. 烟台职业学院汽车与船舶工程系, 山东烟台, 264005)

摘要 为了更好地开展卓越计划实践教学, 本文结合卓越计划 2.0、新工科教学改革、专业认证、本科专业教学质量国家标准等新时代高等教育改革热点, 归纳总结实践教学的重要性, 指出重视实践教学是卓越计划、卓越计划 2.0、新工科教育改革、专业认证、教学质量国家标准等高等教育改革与建设项目的要求, 是普通高等学校本科专业的重要组成部分。本文分析了现有实验教学、课程设计、毕业设计、实习等实践教学环节中存在的单一陈旧、与工程实际脱节、教学效果不理想等问题, 以能源与动力工程专业为例, 从制度保障、条件保障、内容保障、措施保障四个方面介绍了卓越计划实践教学的探索与实践。

关键词 卓越计划; 实践教学; 能源与动力工程专业

中图分类号 G641

文献标志码 A

文章编号 2095-3712(2019)31-0094-04

DOI:10.16070/j.cnki.cn45-1388/g4s.2019.31.033

实践教学是卓越工程师人才培养计划的重要一环, 承担着让学生认识和深入了解专业的任务。卓越计划是一种新型教育改革试点。如何在实施过程中有效地开展实践教学, 避免流于形式, 是卓越计划试点专业共同面临的问题。继续沿用普通本科教育人才培养中的实践教学内容和模式将无法适应高水平工程人才的培养要求。为此, 高校必须采取措施变革实践教学内容与模式, 探索面向卓越计划的高水平实践教学模式, 培养高质量工程技术人才, 增强教育服务创新发展能力, 满足国家高质量发展对人才的更高要求。我们以能源与动力工程专业为例, 分析新时代背景下实践教学的重要性, 探索卓越计划实践教学模式, 总结相关经验。

一、实践教学的重要性

在新的时代背景和社会需求下, 实践教学的重要性更加突出, 具体表现在以下几个方面。

首先, 提高实践教学的质量, 是卓越计划实施的出发点和目的所在, 直接决定了高等工程教育人才的培养质量, 以及是否满足国家中长期发展的人才要求。卓越计划的实施就是为了培养造就一大批创新能力强的人才, 为我国建设工程教育强国、走新型工业化发展道路提供人才支持。^[1] 为了达到这个目的, 卓越计划人才培养方案中实践环节的内容必须大幅增加, 并且要强化与企业的合作。通过行业企业的深度参与, 建立卓越工程师人才的工程思维训练和工程知识体系。

第二, 重视实践教学是卓越计划 2.0 的要求。卓越工程师教育培养计划 2.0^[2] 的启动是为了更好地服务“创新驱动发展”国家战略, 提高学生的创新能力和动手能力, 满足大数据、人工智能、“中国制造 2025”等新工业革命及国家战略的人才要求, 解决工科毕业生在学科知识融合、实际动手能力不足等方面的问题。^[3] 这意味着必须进一步推动工程教育模式改革, 通过各种政策措施提高企业参与

的积极性, 高质量地开展各项实践课程。

第三, 重视实践教学是新工科教育改革^[4] 的要求。新工科教育改革与卓越计划的共同之处是都着眼于满足产业需要, 区别是新工科教育改革还要引领产业未来发展。新工科教育改革的基本思路是, 通过调整和转变学科专业建设思路, 推动工程教育的多学科交叉, 提升工程教育改革内涵, 培养具有较高创新能力和实践水平的应用型人才。因此, 在教学中需要重视实践与创新创业教育, 强化实验、实习与实训教学环节, 改变实践教学模式, 将培养的人才和社会的需求现状与未来趋势紧密衔接。

第四、重视实践教学是专业认证的要求。随着我国正式成为《华盛顿协议》成员国, 工程教育专业认证已正式成为我国工程教育质量保障的重要手段。通过专业认证也是卓越计划验收的基本前提。作为指导专业建设和促进教学改革的重要手段, 工程教育专业认证秉承以学生为中心、成果导向和持续改进的基本理念^[5], 着眼于提高学生解决复杂工程问题的能力。工程教育认证标准明确规定实践环节和毕业设计(论文)的学分约为总学分的 25%。这就要求高校在人才培养中必须建立包括校内实验与实训、企业实习与实训在内的完整实践教学体系, 明确各个环节在解决复杂工程问题中的角色和地位、能支撑的毕业要求以及在培养目标中的贡献。

第五、实践教学是普通高等学校本科专业教学质量国家标准的重要组成部分。标准中明确提出, 要体现以能力培养为核心的实践育人理念, 构建与理论教学有机结合的实践教学体系, 强化实践教学, 提高学生的实践能力和创新创业能力。^[6] 要求的实践教学环节要包括课程实验、金工实习、认知实习、生产实习、课程设计、科研训练、毕业设计(论文)等。国家标准对教育活动的水平和效果所做的统一规定, 是满足教育质量的最低要求。^[7]

基金项目 2017 年烟台大学教学研究与改革项目“地方院校卓越工程师教育实践教学探索与实践”(jyxm2017027)。

作者简介 赵海波(1979—), 男, 山东日照人, 烟台大学海洋学院副教授, 硕士生导师; 吴坤(1978—), 女, 山东招远人, 烟台职业学院汽车与船舶工程系高级工程师。

收稿日期 2019-08-26

二、实践教学存在的问题

实践教学在本科专业教学中的地位举足轻重。根据本科专业教学质量国家标准,实践教学体系课程种类多样,承担了培养学生动手能力和创新能力的任务,但在实施中存在不少问题,影响了学生工程实践能力的培养。

在实验教学中,存在的第一个问题是实验内容单一,演示性和验证性实验占绝大多数,综合性和设计性实验偏少甚至没有,无法充分调动起学生的学习积极性,导致其学习热情普遍不高。第二,对绝大多数高校而言,实验教学师资力量不足、实验室紧张、实验台套数少等问题也普遍存在。实验时,每组学生人数太多,大部分学生缺少直接动手实验的机会。实验结束后,学生对常用的实验测试仪器不了解,甚至一些基本的专业实验操作都无法掌握。

课程设计一般是针对特定的专业课程而设置的。专业课程设计包括制冷装置课程设计、空调工程课程设计、换热器课程设计等,主要是通过实施具体设计操作任务,培养学生设计制冷系统、空调系统和热交换器设备的能力。课程设计中,存在的首要问题是与实际工程严重脱节,具体表现在以下两个方面:设计题目多年不变、内容陈旧,设计总体工作量过少;部分学生对学习不够重视,理论知识薄弱,对专业课程设计一知半解,提出的设计方案保守陈旧、缺少创新性,甚至存在抄袭图纸和任务书现象。课程设计中还存在考核形式单一的问题,教师仅仅依据学生的图纸绘制和设计任务书撰写情况评定成绩,缺少过程性考核和持续性改进措施分析。

作为总结性实践教学环节,毕业设计要求学生综合运用所学的各种理论知识和技能,全面、系统地练习专业技能。毕业设计一般安排在大学最后一学期开展,但此时学生要同时准备研究生入学考试与工作面试,无法静下心来认真完成毕业设计。毕业设计也存在设计题目与工程实际脱节、设计内容单一等问题。

实习是学生获得基本专业技能训练的一个重要过程,^[8]能够帮助学生熟悉专业工作的内容与流程,加深对专业的了解和认识,使其毕业后能尽快适应工作要求,提升自身竞争力。能源与动力工程专业的实习课程主要有认识实习、生产实习和毕业综合实习,分别实现专业初步认识、单一技能锻炼和工作综合能力锻炼的功能。但在实施中,因时间过短和企业实际生产要求的限制,学生无法亲自参与到具体生产中去,只能以参观的形式开展,导致学生兴趣不大,无法真正地将所学知识运用到实际生产中去,实习效果不理想。

从上述分析可以看出,传统实践教学存在的问题较多,继续沿用这种实践教学模式,肯定无法满足卓越计划人才培养的需要。我们必须按照卓越计划人才培养的要求,探索与改进实践教学内容与模式,让学生有更多的机会参与到实践中,大力提高工程实践能力与创新能力。

三、探索与实践

烟台大学能源与动力工程专业主要侧重制冷空调方向,是教育部第三批卓越工程师教育计划试点专业。为了满足卓越计划人才培养的要求,我们在实践教学中开展了以下探索与实践。

(一) 制度保障

第一,建立校企协同实习育人机制,通过校内与校外企业双方的协同,推进卓越工程师人才的培养。立足于专业特色,我们充分利用区域内制冷空调企业众多、人才需求大的优势,与区域内 30 余家企业建立了卓越工程师人才培养合作关系,将实习课程完全放在企业进行,按照培养方案要求,校企双方合作为每位学生制定实习内容、确定实习岗位,为每位学生指定一名校内指导教师和企业指导教师,具体指导学生的实习过程,实现校企协同的实习育人。校企协同实习育人机制弥补了高校实习资源不足的缺陷,将企业的生产、技术、研发所需的生产设备和工程师资源应用到实习中,增强了学生的实践能力和水平。

第二,改进现有实践教学的制度体系,修订卓越工程师人才培养方案,进一步优化实践教学内容,增加实践教学比重。针对不同的实践内容,采取不同的实践教学手段。在实验教学中,教师应增加综合性和设计性实验内容,加强对学生的创新能力的锻炼。在上机和课程设计中,教师应增加针对工程实际的练习,以提高学生解决复杂性工程问题的能力。教师还应提炼每门课程的复杂性工程问题,明确本门课程在其中的地位和作用,制定课程目标,针对性地开展练习。通过增加实践课程,教师应提高实践课程学分、挖掘课程实践内容,将实践学分提高到总学分的 30% 以上,保障卓越计划人才的工程实践能力培养。

(二) 条件保障

教师是教学过程实施的责任人,在卓越计划实施中起重要的支撑作用。教师实践能力的高低直接决定了学生实践能力的培养效果的好坏。目前,专业教学队伍中,年轻博士较多,大都是毕业后直接任教,科研能力较强但实践能力偏弱,尤其是工程实践经验不足。有研究统计,近五年新入职青年教师中,约有 80% 缺乏工程实践经验,^[9]这无疑将直接制约着学生工程实践能力培养的达成。为此,我们一方面按照学校的规定,安排新教师在入职第一年里参加助教培养,在此期间不直接承担课程的教学,而是主要学习教学方法和参与工程实践,以提高新入职教师的工程实践能力。对其他青年教师,我们定期组织他们参加社会实践和工程实践,让青年教师进入企业从事研发、测试等技术岗位,直接参与企业生产经营活动,深入学习体验实际工程的设计、施工管理与产品的研发测试,在具体实践中锻炼、提高教师工程实践教学的能力。另一方面,我们积极拓宽工程教育师资队伍建设途径,聘请经验丰富、具有高级职称的企业技术人员作为兼职教师,担任实践课程主讲,直接指导学生的实践活动,培养其工程实践能力与创新能力。

能源与动力工程专业卓越工程师采用“3+1”培养模式,即 3 年理论学习加累计 1 年的实践课程学习。整个学习过程又分为校内学习和企业学习两个阶段。从实践课程学分组成上看,实验课程为 5.5 学分,实习课程有 17 学分,另外还有上机、社会实践和随理论课开始的实践教学。为了保障实践教学的顺利开展和学生工程实践能力的培养,我们在硬件建设方面采取了一系列措施。首先,我们利用高水平专业群、专业对接产业等专业建设经费,制定计划购置、升级专业实验仪器与设施,增加实验台套数,合理安排实验实践教学,并将每组实验人数控制在 4—

5人,以保障每位学生有充足的机会进行实际操作与开展各项实验。同时,我们利用学校政策,组织老师申请自制实验台项目,根据课程需要自行研制或改造实验台,并在此基础上,大幅增加设计性、综合性和创新性实验项目;还组织学生参与开放实验室项目,让学生充分利用实验室资源,开展实验项目,掌握各项专业实验技能。此外,我们积极与区域内企业联系,共建校外实习基地。企业的参与是卓越计划成功的关键。^[4]企业的真实工程环境是高校所不具备的,也是培养卓越工程师所必需的,这不仅包括企业的设备和制造技术,还包括工程经验丰富的工程师人才与场地。只有将学生放在真实的环境下实习与训练,才能培养出满足标准要求的卓越工程师。

在实习教学中,我们采取了集中实习和自主实习结合的方式。集中实习是由教师联系实习单位统一开展,自主实习则由学生自己联系实习单位完成,教师负责实习单位的审核。学生在实习单位需从事具体的工作岗位,进行专业顶岗实习,在企业导师的带领下,实际参与相关的设计、研发等生产工作。同时,我们采取了一系列措施来保障和监督学生实习的有效进行,检验实习效果。首先,我们将整个实习课程放在校友邦实习管理平台上,利用该平台对学生的实习进行统一管理。学生每天开始和结束实习都需要在平台上签到,每周要提交实习周志,全面总结实习情况。校内导师定期登陆平台批阅实习周志,并提出指导意见,让学生在实习过程中实时改进。其次,实习结束后,我们专门召开实习答辩会,由学生登台汇报实习岗位和工作情况。我们发现,通过长时间的顶岗实习,学生能够基本掌握企业工作需要的技能,熟悉相关流程,独立完成包括制冷新产品的性能测试、采暖工程的实际设计、多联机与热泵等新产品的工程设计等企业生产经营活动,顺利完成校内学习和企业学习两个阶段的良好衔接,解决了学与用脱节的问题,也受到了实习单位的欢迎和肯定,不少学生实习结束后直接与企业签约入职。

(三) 内容保障

为了提高学生解决复杂工程问题的能力、培养创新意识,我们依托校内实验室和校外实习基地,改变实践课程设置思路,优化调整实践教学课程体系,在单独开始实验、实习课程的基础上,充分挖掘课程中的实践内容,将实践内容融于课程,实现课程实践。新的卓越工程师人才培养方案充分体现了这一实践课程设置思路,实践内容分布于公共基础课程、学科基础课程、专业课程、实验实践课程和综合素质教育课程中。学分统计情况如表1所示。

表1 课程实践学分分布情况

	模块序号	学分	实践学分	实践学分比例%
公共基础课程	一	30	12	40
学科基础课程	二	42.5	2.5	5.9
专业课程	三	48.5	1	2.1
实验实践课程	四	40	40	100
综合素质教育课程	五	13	3	23.1
总学分		174	58.5	33.6

从表中可以看出,通过挖掘各课程的实践内容,实现了实践课程学分学时的整合重组。一方面,减少理论课程学分数和课时数,增加课程实践、随堂实验、上机、课程设计等设计性、综合性和创新性实验内容。另一方面,增加独立设课的实验实践课程。在课程实践的四个模块中,实践学分分别为12、2.5、1和3学分,各部分占总学分比值分别为40%、5.9%、2.1%和23.1%。最终实践内容的总学分达到58.5学分,占总学分比例为33.6%。可见,通过课程实践,将实践内容贯穿于整个课程体系,构建由课程实践、实验课程、课程设计、专业实训、企业实习、毕业设计在内的模块化实践教学体系,满足了卓越计划所需的实践教学内容设置要求。

(四) 措施保障

第一,高校增设能源与动力工程创新创业教育课程,培养学生创新创业能力。高校应以实实在在的課程为载体,面向全体学生,普及培养学生的创新创业意识,激发学生创新创业动力,促使学生学习掌握创新创业的基本知识、技巧、技能,将创新创业教育融入人才培养方案,推动创新创业教育的开展和全面实施。

第二,高校鼓励学生参加各类大学生科技与创新创业竞赛。立足于专业实际,以科技与创新创业竞赛为引导,利用学校政策支持,通过举办竞赛活动宣传、参赛辅导等方式,高校应充分调动学生参加科技与创新创业竞赛的积极性,鼓励学生根据自己的兴趣爱好并运用所学专业内容,将理论知识与工程实践结合起来,选择确定参赛的项目,通过自主组队、合理分工、协力完成项目的全过程,培养学生创新创业实际运用能力。学生可参加的竞赛包括全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛、国家级大学生创新创业训练计划、“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛、“挑战杯”中国大学生创业计划竞赛等。近年来,能源与动力工程专业每年都有学生参加上述竞赛活动,并获得多项奖励,形成了良好的参赛习惯,切实提高了学生的创新创业意识和工程实践与创新能力。

第三,高校积极探索虚实结合的实践教学模式。近年来,我们先后定制购买了压缩机拆装软件、制冷系统仿真软件、空调系统仿真软件等一批专业软件(表2),建立仿真平台(图1),用于专业实验和实习,探索开展虚实结合的实践教学模式,将真实环境的实践教学与虚拟仿真实实践教学结合用于工程教育实践教学环节。一方面,学校将压缩机拆装实训、认识实习等实验实习安排到校内实验室和校外实习基地进行,让学生开展真刀真枪的实践;另一方面,学校利用仿真软件开展仿真实验与实习,充分利用虚拟化、网络化、云计算等现代信息技术与教育教学的深度融合,实现实际实践教学与仿真教学的结合。仿真实验与实习作为真实实践教学的重要补充,让实践教学不再是“走马观花”,也避免了在制冷机房、制冷空调施工现场等场合实习时可能存在的危险,实现真实实践不具备或难以完成的教学功能。仿真实验与实习是一种绿色环保的实践教学方式,不仅不影响企业的实际生产,还丰富了实践教学内容,拓展实习实践领域,降低实习成本,保障学生的实习安全。

表2 能源与动力工程专业拥有仿真软件一览表

序号	专业仿真软件
1	制冷压缩机拆装虚拟仿真
2	冷库制冷系统仿真
3	中央空调系统仿真
4	二氧化碳制冷系统
5	吸收式制冷系统
6	复叠式制冷系统
7	动力装置仿真实验室
8	万维引擎模拟实验



图1 专业仿真平台

密切结合工程实际,“真刀真枪”地开展毕业设计是本科卓越工程师培养的重点所在。在毕业设计选题时,教师应鼓励学生结合企业实习情况,以实际的工程问题作为毕业设计题目。表3为能源与动力工程专业部分卓越计划学生毕业设计题目一览表。

表3 能源与动力工程专业部分毕业设计题目一览表

序号	毕业设计题目
1	新型变频多联式不降温除湿机性能实验研究
2	烟台某熟食加工库房二氧化碳系统设计
3	承德某矿区水源热泵供暖系统设计及调试
4	一体式变频地暖机实验研究
5	高新区财富中心冷暖项目
6	某办公楼多联机系统设计
7	空气制冷系统的模拟仿真
8	文登某花房别墅供暖通风空调设计
9	1000吨冷藏库制冷工程设计
10	新疆某小区电储热采暖示范工程
11	氮气、天然气、二氧化碳双级压缩机组设计

四、结论

实践教学在卓越计划中占据重要地位。本文结合卓越计划2.0、新工科教学改革、专业认证、本科专教学质量国家标准等新时代高等教育改革热点,归纳总结实践教学的重要性,分析了实验、课程设计、实习、毕业设计等实践教学环节中存在的问题。以能源与动力工程专业为例,本文介绍了卓越计划实践教学探索与实践:在制度保障上,建立校企协同实习育人机制,改进现有实践教学制度体系;在条件保障上,采取措施大力开展师资队伍和实验实习设施等软硬件建设;在内容保障上,开展课程实践,将实践内容融于课程之中;在措施保障上,增设能源与动力工程创新创业教育课程、鼓励学生参加各类大学生科技与创新创业竞赛、探索虚实结合的实践教学模式、开展真刀真枪的毕业设计等。卓越计划中实践教学开展的好坏,直接关系到高水平工程人才培养的成败。因此,开展相关教学改革与实践是非常必要的。由于学校定位、专业特色等方面的差异,在具体实施中无法直接照搬现成的实践教学模式,能源与动力工程专业将在后续教学实践中不断探索、改进、完善卓越计划实践教学,完成试点专业建设任务,培养符合社会需要的优秀工程人才。

参考文献:

- [1] 刘志军,夏远景,朱泓.以卓越计划2.0版为契机遇进高等工程教育改革[J].西北工业大学学报,2018(1):35-39.
- [2] 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.
- [3] 朱正伟,李茂国.实施卓越工程师教育培养计划2.0的思考[J].高等工程教育研究,2018(1):46-53.
- [4] 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.
- [5] 李虹,宋波,罗熊,等.基于工程教育专业认证的人才培养实践[J].中国冶金教育,2019(1):54-57.
- [6] 教育部高等学校教学指导委员会.普通高等学校本科专业类教学质量国家标准上[M].北京:高等教育出版社,2018:55.
- [7] 林健.国家高等教育质量标准体系及其构建[J].中国高等教育,2014(6):8-12.
- [8] 金听祥,李改莲.卓越工程师教育培养计划下能源与动力工程专业实践教学体系探讨[J].中国教育技术装备,2016(7):96-98.
- [9] 蔚婧,李道江,郭西京.新工科背景下的高校实践教学探索[J].物联网技术,2019(2):112-114.
- [10] 林健.“卓越工程师教育培养计划”专业培养方案研究[J].清华大学教育研究,2011(2):47-55.