

# “卓越计划”视域下的工程训练教学发展思路探析

鞠晨鸣

(南京理工大学 工程训练中心,江苏 南京 210014)

**摘要:**“卓越计划”是当前乃至今后十余年我国高等工程教育改革的指引。工程训练中心作为我国工科大学生在校内集中接受工程综合素养提升的实践教学部门,不仅要积极配合“卓越计划”的实施,更应该站在为我国国民经济培养更多适应性和领军型工程人才的高度,通过“重构工程训练课程内容体系”、“全面采用研究性教学方法”、“加强工程训练教学团队建设”、“完善工程训练教学质量管理体系”和“加强教学资源开发与整合”等举措,探索出一条新形势下工程训练教学的“卓越发展”之路,以扩大学生的受益面,并提升对我国工科人才培养的贡献度。

**关键词:**卓越计划;工程训练;教学发展

中图分类号:G521

文献标识码:A

文章编号:1008-2646(2015)04-0073-06

我国目前正处于从工业大国向工业强国转变的发展阶段,对工程人才的能力要求比以往任何时候都高,更加全面,这也对高等工程教育提出了新的更高要求。在这种大背景下,教育部于2010年6月启动实施了“卓越工程师教育培养计划”(简称“卓越计划”),积极响应了我国工业经济转型升级对人才的时代要求。工程训练中心作为高等工程教育体系中不可或缺的重要一环,理应主动转变发展思路并积极付诸实践,以更好地适应新形势下工程人才的素质养成需要。

近年来,教育部和各省教育厅开展了多次的国家级、省级示范中心以及虚拟仿真实验教学中心的评选,这是一个很好的“以评促建”机制,它既指明了工程训练中心建设的方向,引导工训人纷纷探索实践适合于自身实际的发展模式,同时也帮助中心争取到更多的建设投入(场地、设备、资金、政策等),推动着全国工程训练中心的建设整体上层。截至目前,全国共评出36个国家级工程训练中心、近200个省级工程训练中心。为

加强对全国工程训练教学的统一规范与指导,在国家级工程训练中心主任联席会这一教学学术交流机制的基础上,教育部于2013年成立了工程训练教学指导委员会,各省也纷纷成立了省级工程训练中心主任联席会,定期开展教学交流与研讨活动。但从笔者参加的几次活动来看,我国工程训练中心大多尚未意识到自身应在“卓越计划”的实施过程中实现怎样的教学转变、发挥怎样的作用。因此,剖析工程训练中心在“卓越计划”视域下存在的教学樊篱,进而探析出助推“卓越工程师”成长的工程训练教学建设新思路,对我国工程训练教学发展更好地匹配高等工程教育改革要求将具有一定的借鉴意义和促进作用。

## 一、准确把握“卓越计划”的核心要求

“卓越计划”是教育部贯彻教育规划纲要精神率先启动的一项重大改革计划,计划实施期限从2010年到2020年,主要目标是面向工业界、面向世界、面向未来,培养造就一大批创新能力强、

收稿日期:2015-06-04

作者简介:鞠晨鸣(1979—),男,山东烟台人,南京理工大学工程训练中心副研究员;研究方向:高等工程教育、教育管理。

基金项目:本论文受到中央高校基本科研业务费专项资金资助,项目号:2012YBXM089。

适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才;<sup>[1]</sup>其核心与难点是企业行业能够积极有效地参与到高校人才培养进程;其出发点与落脚点是卓越工程师将来能成为行业企业的精英人才,积极参与到国际化竞争。

笔者认为,“卓越计划”的实施关键是要紧紧盯住三个“面向”:

面向工业界,就是要求高校的工程人才培养目标要主动满足工业界的实际需求,要主动实时地与企业对接人才培养能力要求,及时、动态地调整人才培养方案;

面向世界,就是要求高校的工程人才培养目标要对接国际标准《华盛顿协议》,使“卓越工程师”具备走向世界、参与全球竞争的学术能力基础;

面向未来,就是要求高校的工程人才培养要对接科技前沿,及时将先进技术转化为学生的工程素养。

王玲、雷环在撰写的《〈华盛顿协议〉签约成员的工程教育认证特点及其对我国的启示》一文中,详细描述了《华盛顿协议》对工科学生应该具备的核心能力建议,它们是:

1. 工程科学知识; 2. 问题分析能力; 3. 解决问题的设计与发展; 4. 信息检索与调研; 5. 现代工具的应用; 6. 独立工作及在团体中的工作能力; 7. 交流能力; 8. 职业道德; 9. 对环境保护和可持续发展的关注; 10. 工程与金融领域的管理; 11. 在工程实践中相关的责任; 12. 终身学习。<sup>[2]</sup>

《华盛顿协议》中明确的核心能力很好体现了“三个面向”的内在要求,可以作为“卓越工程师”工程能力要求的国际标准参考,而这也应该成为我国高等工程教育教学努力达成的目标。当然,在贡献于“卓越工程师”达到国际等效性各种能力的过程中,需要高等工程教育体系中各环节的齐心协力,工程训练中心只是“必要型”角色,而绝非“充分型”角色。虽然,工程训练中心只是“卓越计划”众多实施主体中的一个必要环节,且参与“卓越计划”的专业有限、学生量少,但“卓越计划”的人才培养要求无疑代表了我国当前高等工程教育教学改革的方向。如果工程训练中心能够按照“卓越计划”的要求来全面改革工程训练教学,必然会使更多的工科学生受益。

## 二、工程训练教学发展历程及存在的问题

工程训练中心的终极目标是为学生提供一个有效提升工程综合素养的锻炼环境,这也是其建设的出发点和落脚点。归根结底,这个环境由软、硬两个方面组成——硬的方面包括实习场所、机器装备等等;软的方面主要指教学体系,具体包括课程内容、教学方法、教学组织、教学质量保障机制及师资队伍建设等。软硬两方面需要协调发展、相互匹配,方能发挥出育人的最佳效果。

从历史上来看,工程训练的前身是金工实习,大多由原来的校办工厂承担。在当时的环境下,校办工厂承担着大量的生产任务,工程实际的氛围逼真,可以为学生提供最真实的生产实习环境。起初,学生通过亲手完成小榔头、小飞机等典型产品的制作,亲身经历传统冷、热加工的机械加工方法,体验了当时的工业生产过程。随着时代的发展,陆续增加了数控车、数控铣、特种加工等先进制造技术的训练,使学生能够及时跟上工程技术的发展。后来,随着电子工艺实习的加入,崭新的工程训练中心应运而生。应该说,这一路走来,工程训练为学生搭建了一个通向未来真实工程环境的桥梁,学生了解了机械或电子的工业生产工艺及基本流程,获得了实践能力的锻炼和一定程度上的工程素质养成。

但是,如果我们把工程训练置于“卓越计划”的实施要求下来看,现行的工程训练教学对学生的工程能力训练还不够,难以满足工业界对人才的工程素养要求,具体表现在以下几个方面:

1. 学生动手实践训练不足。随着高校扩招和学时的压缩,场地、设备及师资配备等难以跟上学生人数增长所带来的训练需要,导致部分工种出现了“1人干、多人看”的现象。即使在“人手一机”的工种,也因学时的减少,导致动手训练“蜻蜓点水”,效果不佳。

2. 学生创新设计训练严重不足。工程训练教学中大部分的工种主要仍以“临摹”练习为主,提供的创新设计训练主要集中在各类科技制作竞赛的参赛过程中,学生受益面很小,为大部分学生提供的自主创新设计训练机会很少。

3. 课程内容先进性较弱。当前的制造业面临比以前更为复杂的加工对象、更为苛刻的交付要求和瞬息万变的市场,普遍采用了数字化设计

与制造技术,大多实施了信息化管理,协同生产能力达到较高水平。而在现行的工程训练课程中,传统训练内容占比较多,虽然增加了一些新技术和新工艺内容,但改观不大。

4. 学科知识内容偏窄。工程本身是一个多学科、宽技术领域的集成性知识体系,因而需要卓越工程师具备较宽泛的知识储备和跨学科的视野,而目前的工程训练课程仍以机械类和电子类两大学科的衍生技术为主,尚未形成“大工程”集成的训练体系,无法满足现代工程发展对人才的知识需要。

5. 教学质量尚未建立起有效的监控机制。工程训练中心普遍在教学的“量”上投入较多精力,而在教学的“质”方面关注不够,具体表现在未健全学生训练效果的反馈、原因分析及持续改进机制,缺乏教师的教学效果反馈、评价机制等。

6. 教学队伍的工程能力欠缺。在工程训练教师队伍中,具有硕士以上学历的年轻教师占比较大,且基本上是从学校→学校,对工业生产实际没有深刻的体验与感悟,解决复杂工程问题的能力欠缺,加之科研任务较少,故难以将最新的工程技术与丰富的工程经验精准地传授给学生。<sup>[4]</sup>

### 三、工程训练教学发展的“卓越”思路

我们培养的“未来工程师”能否“卓越”,其检验的终极标准是学生通过学习和受训是否能够真正获得“核心能力”,所以这要求工程训练教学建设要逐步实现从知识技能的传授到“核心能力”获得的转变。<sup>[3]</sup>具体来说,就是要求工程训练中心根据“卓越计划”的实施要求,真正打破教学樊篱,确立“努力提高学习产出”的质量观,设计工科人才“核心能力”培养的教学实现矩阵,以课程内容改革为抓手,千方百计走好内涵发展之路,扎实做好以下七个方面的工作:

#### 1. 重构工程训练课程内容体系

课程是实现人才培养目标的载体,针对预期的能力目标来规划、设计与开发课程是非常有必要的。目前,工程训练课程体系中主要包含两大类课程:一是必授课程,包括金属工艺实习、工程技术实习、电子工艺实习和工程技术实习(卓工)等;二是选授课程,包括开放性实验、科研训练、公共选修课、合作项目课程及竞赛指导等。工程训练中心有必要结合“核心能力”要求和自身职能定

位,重新明确、细化学生的工程素质培养选项,进而对课程体系进行重构。

工程训练课程在内容逻辑上可按照“全貌→局部”与“基础→提高”的进阶,大致可分为基础工程实训(工程导论+各分技术模块实训)、综合工程训练和创新设计训练等三大部分。

基础工程实训定位于让学生了解基本的制造工艺及技术,大力度引入当前主流的新技术、新工艺(如数字化测量、三维扫描、模具设计与制造、激光雕刻、加工中心、网络化制造、PLM技术等和机械技术安全等),使学生与现今的工业主流技术无缝对接。本实训主要通过必授课来实现培养目标。

综合工程训练定位于让学生对各模块的技术进行遴选、整合,强化工程问题的分析能力及解决问题的设计、规划与实施能力,养成学生的工程系统观念及优化思想。本训练的载体为“产品全生命周期现代企业角色体验教学”课程,可先纳入“卓越计划”实施来积累成功经验,进而以公选课的形式面向全校开设,而受益面最广的形式应该是将其加入必授课(这需要调整相关专业的培养方案)。

创新设计训练定位于锻炼学生的创新思维方法、创新设计能力与项目领导力,主要通过为学生提供丰富多元的创新项目和多学科的技术指导,使其“真刀真枪”受到实训。本训练主要以科研训练、合作项目课程、竞赛指导等三种形式向学生开放。

#### 2. 建好“产品全生命周期现代企业角色体验教学”课程

本课程的教学目标是让学生了解当前世界500强知名制造企业所普遍采用的生产组织方式及PLM技术,对企业信息化管理技术、协同设计与制造技术等有所深刻领会和较为熟悉的掌握,增强学生的团队合作意识、责任感及对未来岗位的适应性。

本课程的组织实施过程是以一个具体的产品(如“无碳小车”或“智能小车”)为对象,学生以当前主流的PLM软件(如Windchill)为“业务流”运行载体,通过历经产品设计、工程及可靠性分析、工艺规划、物料准备、制造实施、装配调试、成本核算、市场营销等不同岗位的角色,来体验、感悟产品的主要生命周期流程,进而实现教学目标。

本课程的建设以与美国 PTC 公司合作共建的“PTC Academy”为支持基础,将学生参赛作品的相关信息作为对象产品数据,导入 Windchill 系统并生成基础案例库;由 PTC 产品的专业部署公司协助“中心”完成课程规划的实施,并完成师资培训,生成相关教学文件。

### 3. 大力开发合作项目课程

合作项目课程定位于锻炼学生的跨学科研究能力、创新设计能力、项目管理与协作能力、交流沟通能力,实施的过程是以项目管理的方式展开,最显著的特征是“合作”——包括教师团队的合作式指导和学生团队的合作式学习。<sup>[5]</sup>

合作项目课程的定位和特征决定了其必然以较为复杂的研究对象作为项目任务的牵引,必然会涉及到多个学科(或是工种)及专业,所以开放的形式主要以公共选修课、国内外知名综合性科技竞赛为主(备赛的过程即是完成课程的过程),还包括专门面向拔尖创新人才开设的必修课。此类课程一般会耗时较长,对学生的自主学习能力要求较高。对于指导教师团队来说,集中讲授式辅导和经常性的论辩式指导会穿插进行;对于参与的学生团队来说,团队的自主项目管理、同伴间的讨论启发式学习、个体的信息检索与调研学习将贯穿始终。

合作项目课程的开发建设,其首要是选取合适的研究对象,进而组织指导教师团队,关键是高效的协调运行机制。“研究对象”一是可从学校各“科研大户”从事的综合性科研项目等科研资源转化而来,二是可从企业发布的技术难题而来。工程训练中心应主动与科技处、各相关学院和国家级、省级工程实践教育中心加强联系,建立课题项目发布机制,不断拓展项目来源,并组建由多学科背景的学院教师、企业工程师、中心教师等组成的跨学科指导教师团队,负责项目课程的开发、技术指导与项目管理。合作项目课程是一个新生事物,也应该是一个能够实现预期培养目标的有效载体。要想使更多的学生从中受益,需要工程训练中心加强规划设计与资源的调配,尽快开发出范例课程,及时总结经验,形成成熟的运行机制,进而全面推广。

### 4. 全面采用研究性教学方法

教学方法是教师和学生为了实现共同的教学目标,完成共同的教学任务,在教学过程中运用的

方式与手段的总称。<sup>[6]</sup>教学方法多种多样,它的选择运用是一种创造性活动,是一种教学艺术。同样的教学内容,采用不同的教学方法,其教学效果可能会相差较大。因此,需要引起所有教学人员思考的是:我们应该综合运用哪些教学方法,才能更好地将教学内容传达给学生,学生接受的效果才会更好?实践表明,研究性教学是值得工程训练中心全面而深入推广的一种有效教学方法。<sup>[7]</sup>

研究性教学最显著的特征是以探究为基础,它以学生的发展为本,把学习与研究相统一,引导学生发现问题、思考问题和解决问题,使学生成为教学活动的中心,成为自我反思和自我发展的主体。<sup>[8]</sup>研究性教学是一种符合工程能力培养规律和综合素质形成逻辑的教学组织形式和教学方式,得到“卓越计划”的大力提倡和着力推广。作为一种教学方法体系,研究性教学主要有基于问题的探究式教学、基于案例的讨论式教学和基于项目的参与式教学等组织形式。

### 5. 加强工程训练教学团队建设

工程本身的多学科复合性和多技术集成性,要求工程教师除了对其“专修”领域有较深的研究外,还应该具备宽广的相关知识边界,同时要涉猎一些新兴、边缘交叉学科的知识。不断提高工程训练教师的科研、教学能力和工程素养,是确保工程训练教学质量稳步提升的重要保障。

(1) 提高教师的科研能力。深厚的知识背景是教师得以授业解惑的基本前提,而知识的更新是日新月异的。科研是确保教师能够跟得上学科发展步伐并不断更新教学内容的重要保障。同时,积极开展应用型的横向科研课题研究,也是确保教师能够始终与工业界保持紧密联系的重要纽带。工程训练中心应加强引导,协调资源,建立机制,鼓励教师与企业工程师一起共同参与技术攻关项目,并促进学校科研成果向生产力转化,使教师在科研的实干中不断增强科研能力。

(2) 提高教师的教学能力。不断提升教学能力,是一名教师职业生涯中永恒的主题,也对教学目标的达成起着关键作用。高校教师的教学能力包括教学认知能力、教学设计能力、教学调控能力、教学评价能力以及运用教学媒介能力。<sup>[9]</sup>工程训练中心应重视教学团队的教学能力建设,加强研究和统筹规划,以教学团队建设为抓手,以课程改革为牵引,以教学质量保障为保障,以激励机制

为促进,力争使教学队伍整体的教学能力获得持续提升。

(3) 提高教师的工程素养。工程素养只有深入工程实际才能切实提高。除了积极参与企业的技术攻关外,派教师赴企业进行“顶岗实习”也是一种可行途径。工程训练中心应积极探索实施机制,拓展、遴选合作企业,联合定制培养方案,确定考核办法、考核主体及教师在顶岗期间的待遇等。

#### 6. 完善工程训练教学质量管理体系

从整个教学的运行逻辑来看,确立教学目标→教学实施→教学评估→教学改进,这是一个完整的过程;而教学质量管理体系所涵盖的正是后三个阶段,也是教学目标能否很好实现的最重要阶段。工程训练教学质量管理体系的核心目标是保障教学目标的最优化实现,其组成包括教学规范制度、教师教学效果评价、学生学习效果评估、教学质量反馈及完善机制等。

近年来,国内很多知名高校的国家级工程训练中心都引入了 ISO9000 质量管理体系,如东南大学、合肥工业大学和上海大学等,在工程训练教学的质量控制方面进行了有益的尝试并取得了一定效果。工程训练中心可以借鉴成功经验,结合自身实际情况,尽快建立起高效可行的工程训练教学质量管理体系,边实施边完善,以期使教学质量得以持续提升。

#### 7. 加强教学资源的开发与整合

工程训练教学发展离不开各种资源的支撑,包括学科资源、企业资源、人力资源和组织资源等四个方面。这需要工程训练中心想方设法,建立起必要的机制,积极开发并有效整合各种资源,形成对教学发展的强力支撑环境。

(1) 建立资源有效整合的协调机制。运作成立学校层面的“工程训练中心建设工作委员会”,成员包括分管校领导和法规处、教务处、国资处、财务处、人事处、科技处、学工处、相关学院及工程训练中心等单位的主要负责人,负责审议中心发展改革等重大事项,给出建设性、指导性意见,提供扶持性政策、优势关联学科资源、科研资源及人员等实际行动支持。

(2) 尝试建立校企合作机制。工业企业拥有丰富的工程教育资源,包括当前最先进的技术、最真实的工业环境和经验丰富的工程专家等。工程训练中心应该尝试建立起有效的校企合作机制,

其坚持的原则与成功的保障是学生、学校、企业三者共赢,可以通过联合共建校企联合实验室、研究室等为纽带,建立起合作实体;可以通过帮助企业解决技术难题、培训员工、共享先进的科研设备等,建立起良好的合作关系;可以通过引入企业工程师进驻并参与教学设计与实施,派出教师、学生赴企业开展顶岗培训等,深化与企业的合作。除了利用好国家级、省级工程实践教育中心这些“法定”的企业资源外,充分挖掘校友资源和就业基地资源等来拓展合作企业范围也是可行的选择。

(3) 夯实多学科融合发展机制。工程训练中心走多学科交叉融合发展之路,是高等工程教育发展的客观要求和时代潮流。同时,合作项目课程建设、科研转化为教学、教师能力提升和校企合作等重大事件,都离不开学科资源的支持。中心可通过完善大学生团队项目工作室制度、大学生科技竞赛专题工作室制度、科研试制与竞赛加工服务机制和专业建设支持机制等举措,进一步提升与学科融合发展的质量,真正实现“优势互补、携手发展”。

(4) 积极参与国家级虚拟仿真实验教学中心的申报与建设工作。教育部自 2013 年开始组织评审国家级虚拟仿真实验教学中心,这对工程训练中心开发与整合新的学科实验资源、拓展与加强自身的实训能力都是一个很好的契机。有条件的工程训练中心应抓住这个新的发展机遇,争取学校的实际性投入和政策支持,深化与知名企业的合作,进一步完善实验支撑网站的各项功能,加强日常维护,确保高效运行。研究建立可行的开放运行机制,包括学生在线学习、成绩登记、学分认定和教师在线辅导、工作量考核等。以专业建设和学科发展的高度来切入、加强与相关学院的合作,充分发挥工程训练中心“横跨、统筹”的优势,探索建立虚拟实验资源的开发、建设与维护机制,开发更多优质的虚拟实验资源,持续扩大学生的受益面。

作为承担工科学生工程素质培养的教学单位,教学工作永远都是工程训练中心的最核心工作,也是安身立命之本。“卓越计划”的实施,不但代表了当前我国高等工程教育教学发展的新方向,更是代表了国家与整个社会对工科人才素质期待的国家意志。这要求工程训练中心加强研究

谋划,紧盯“提升学生的学习产出”这一核心目标,以扎实、高效的行动进行积极的响应。

#### 参考文献

- [1] 教育部. 教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见 [EB/OL]. (2013 - 10 - 1) [2015 - 02 - 08]. <http://www.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/s3860/201102/115066.html>.
- [2] 王玲,雷环.《华盛顿协议》签约成员的工程教育认证特点及其对我国的启示[J].清华大学教育研究,2008(5):88-92.
- [3] 顾佩华,胡文龙,林鹏,等.基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式[J].高等工程教育研究,2014(1):27-37.
- [4] 马鹏举,王亮,胡殿明.工程实践教学现状分析与对策研究[J].高等工程教育研究,2011(1):143-147.
- [5] 鞠晨鸣,徐建成,居里错.工程训练合作项目课程开发建设[J].实验技术与管理,2012(4):189-191.
- [6] 百度百科.教学方法[EB/OL].(2013-7-1)[2015-03-10].<http://baike.baidu.com/view/424858.htm?fr=aladdin>.
- [7] 鞠晨鸣,徐建成.以“实践”为导向的研究性教学[J].中国大学教学,2012(9):69-71.
- [8] 崔丽影.高校实施研究性教学存在的问题及对策[J].沈阳工程学院学报(社会科学版),2010(1):130-132.
- [9] 西南科技大学高教研究与评估中心.高校教师应具备的教学能力[EB/OL].(2012-12-5)[2015-04-15].<http://www.pgzx.swust.edu.cn/s/83/t/854/a/35096/info.htm>.

(责任编辑、校对:徐广联)

## An Analysis to the Guiding Principles of Engineering Training Teaching from the Perspective of The Plan for Educating and Training Outstanding Engineers

JU Chenming

(*Engineering Training Center, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing, Jiangsu 210014*)

**Abstract:** The Plan for Educating and Training Outstanding Engineers (PETOE) is the guideline of China's higher engineering education at present and in the following ten years. The engineering training center is the educational practice sector to improve the overall engineering quality of university students during their formal campus schooling. The engineering training center should actively commits itself to PETOE implementation. While at the same time, it should also stand at the height of cultivating engineering talents with adaptability and leadership, to explore paths towards promoting PETOE engineering training education in this new situation. Measures include “restructuring the curriculum system of engineering training”, “adopting comprehensive and exploratory teaching methodology”, “strengthening staff construction for engineering training”, “improving the management system of engineering training quality”, and “strengthening the development and integration of teaching resources”. All of these are meant to expand training coverage of student population, and enhance our contribution to China's engineering talent cultivation.

**Key words:** The Plan for Educating and Training Outstanding Engineers; engineering training; teaching development