

面向卓越工程师培养的项目制课程改革与实践

尚小燕, 梁海峰, 王国晖, 李宏, 王青松*

西安工业大学光电工程学院, 陕西 西安 710021

摘 要 : 面对卓越工程师的培养要求, 借鉴 CDIO 工程教育理念, 以项目制课程为例, 从课程实践方式, 实践内容, 实践过程运行方法, 考核评价方式进行改革与实践, 提高学生的工程实践能力, 进一步提升卓越工程师的培养质量, 为同类学校的卓越工程师培养提供一定的思路与参考。

关 键 词 : 卓越工程师; CDIO; 课程改革

Project-based Curriculum Reform and Practice for Cultivating Excellent Engineers

Shang Xiaoyan, Liang Haifeng, Wang Guohui, Li Hong, Wang Qingsong

School of Opto-electronical Engineering, Xi'an Technological University, Shaanxi, Xi'an 710021

Abstract : Facing the cultivation requirements of excellent engineers, drawing on the concept of CDIO engineering education and taking the project-based curriculum as an example, we carry out reform and practice from the way of curriculum practice, practice content, operation method of practice process, assessment and evaluation method to improve the engineering practice ability of students, so as to further enhance the quality of cultivation of excellent engineers, and to provide certain ideas and references for the cultivation of excellent engineers in the same kind of schools.

Key words : engineer excellence; CDIO; curriculum Reform

一、序言

2010 年国家教育部提出了“卓越工程师教育培养计划”(简称“卓越计划”), 该计划是贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020 年)》和《国家中长期人才发展规划纲要(2010-2020 年)》的重大改革项目。目的是培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才, 为国家走新型工业化发展道路、建设创新型国家和人才强国战略服务。因此, 其核心目标是培养一大批具有较高工程实践能力和创新能力的工程技术人才, 它强调学生的现场工作能力、设计能力、工程项目实施能力以及新产品开发与技术改造能力的培养与形成^{[1][2]}。现有的工程实践大多安排学生逐次进行各个课程的单独训练, 学生经过工程实践后所学技能难以融会贯通, 而企业的实际工作是多种技能的高度融合, 为了使我们的学生走向工作岗位能更好的胜任工作, 迫切需要在工程实践课程中紧密与实际生产结合, 构建符合企业实际状态的工程训练模式。

CDIO 工程教育最早于 2000 年由美国麻省理工学院和瑞典皇家工学院等四所大学提出, 是近年来国际工程教育改革的最新成果。CDIO 代表构思 (Conceive)、设计 (Design)、实现 (Implement) 和运作 (Operate), 它以产品从研发到运行的生命周期为载体, 让学生以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式学习工程^[2]。以工程项目为主线, 教师的指导和学生的学习都围绕项目展开,

强调学生在项目研发过程中的实践, 通过实践深刻领会课本所学理论知识, 完成从简单到综合、从知识到能力的转化。不仅增强了学生专业知识, 而且培养了其工程技能、工程素质和创新精神。因此, CDIO 工程教育模式符合卓越工程师的培养需要, 符合企业对人才培养的需求, 代表了当代工程教育的发展趋势。

为此, 针对测控技术与仪器专业卓越工程师培养计划中的工程技术实践课程进行项目制工程训练的教学改革, 克服以光, 机, 电, 算分模块训练, 难以形成系统思维方面的不足, 借鉴 CDIO 工程教育模式, 以项目制的形式开展实践教学, 培养学生的综合能力。

二、卓越工程师培养的项目制课程改革与实践

(一) 采用校内校外相结合多样化的实践模式, 基于 CDIO 理念改革实践内容

按照测控专业培养具有能够在光电仪器、光学测试、测量与控制等相关领域从事相应的设计开发、生产制造、应用研究和运行管理等工作的人才特色, 为了满足学生的不同需求, 适应不同的教学形势, 灵活采用校内校外相结合的实践形式, 部分学生参加校内实习基地实践, 指导老师由副教授以上职称且具有丰富工程经验的教师担任, 实践内容由指导老师团队根据 CDIO 理念, 选取符合光电行业发展趋势, 具有典型的相关光电类工程项目, 如光学元件加

* 作者简介: 尚小燕, 西安工业大学副教授, 主要从事光电测试技术研究
基金项目: 校级本科教学改革研究项目 (22JGY05)

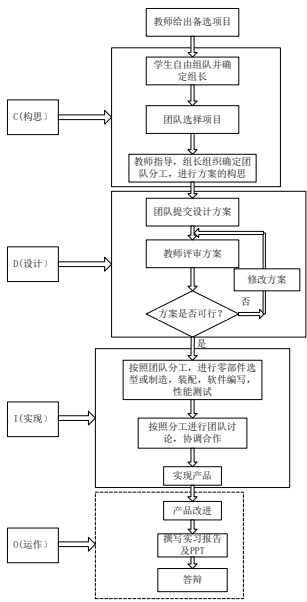
工工艺设计、制造与检测,激光位移传感器的设计与实现,立体视觉三维测量系统设计与重建,AGV智能小车的设计与实现,望远镜光学系统的设计与实现,红外测温系统设计与实现等;以工程项目为主线,从项目的构思、设计、实现和运作四个阶段,对内容进行讨论,细化及优化,完成项目整体制定。学生在教师的指导下,构思确定方案、做设计、买器件,备材料、进行制造及装配,并管理项目,完成一个完整的CDIO工程实践过程,成果以实物形式体现,并撰写实习报告,进行团队答辩。这样,学生在项目中自主学习,掌握各门课程知识之间的关联,形成了系统性思维,提升了解决问题的能力,在专业知识学习、个人能力发挥、团队协作和系统能力等四个层面都得到了有效培养。

对于校外实践方式,利用企业具备真实工程环境和先进的工程实践条件的优势,开展校企合作,学生在企业实习,由校企共建实践基地,学校和企业明确各方的职责、任务和利益,形成双赢的局面。基地聘请企业中具有扎实理论知识,丰富实践经验的高级工程师及校内具有丰富实践经验的教师共同指导学生,由企业的专家及校内指导老师共同制定学生的实习方案,实习内容;实践过程中,企业指导老师指导实践的各个环节,与校内导师各司其职,保持良好深入的沟通,提升学生的实践效果,共同完成实践考核。学生在企业中围绕其生产的产品,按照CDIO工程教育理念,了解、调研产品的市场需求、发展前景,参与工程设计,产品制造,产品改进,项目管理等实践环节,经历了产品从研发到运行的全周期过程,企业实践结束,学生独立完成实践报告,并由校内指导教师和企业指导教师进行评审答辩,完成企业实践培养的全过程。学生通过在企业工程实践活动,不仅了解了企业文化,组织架构,管理运营方式等,也深入实践了实际产品开发的全流程,锻炼了其工程素质,提升了实践能力,为成为卓越的工程师打下坚实的基础。到目前为止,我们与企业建立了五个实践基地,东莞市宇瞳光学有限公司福建福晶科技股份有限公司,南京波长光电科技股份有限公司,惠州市华阳多媒体电子有限公司,东莞高伟光学电子有限公司,实习基地的建设为我们项目制实践课程教学的开展提供有力保障。

（二）根据CDIO工程教育理念，优化实践过程运行方法

为了取得良好的教学效果,以项目为核心的工程实践需精心设计,合理组织管理,按照CDIO的工程教育理念,指导教师组根据科研及企业的实际产品开发提出项目,经讨论确定备选项目库,整个实践过程由学生为主,老师为辅。学生按照自己的兴趣,自行组织团队,按照4-5人进行分组,确定出组长,团队内明确角色、权利、职责;然后选择项目,根据项目要求,在老师指导下,组长组织进行团队项目分工,明确每位成员的任务和安排,做到分工明确、各尽所能,团队协作。老师给以项目构思建议与分析,学生自行查阅资料,构思方案,设计方案,方案经过教师评审,解决其不确定的问题,经过修改完善通过后,开始实施设计方案,每位同学按照分工完成相应工作,且要保证其在系统中的协调运行。为了培养学生项目管理能力,项目协调沟通能力,要求项目组定期召开小组会议,会议形式、地点不限,议题围绕着项目的进展,出现的问题,如何解决而展开研究及讨

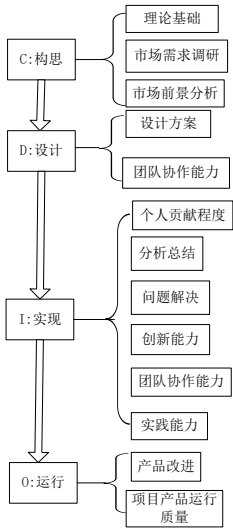
论,指导老师的作用是引导学生个性化思考和发挥,不直接给出解决的方法,并要求写会议记录,实习日志,老师定期检查掌握进度。最后成果以产品实物形式体现,并进行实物互评,进行产品改进。学生以团队形式撰写实习报告并准备PPT进行公开答辩。整体实践过程运行框图如图3所示。通过优化工程实践过程的运行方法,培养学生个人工程实践能力,团队组织协作管理能力,系统把控能力。



> 图1 基于CDIO理念的实践过程运行框图

（三）建立符合CDIO理念，突出学生能力的考核评价方式

依据CDIO理念,从CDIO12条标准出发^{[3][4]},充分调研企业在项目开发过程中评价和管理员工的方法,结合学生具体特点,建立以突出学生能力为目标的考核评价方式,考核以项目实践中的构思,设计,实现,运行四个阶段,进行分段评分,既考核个人,也考核团队;既注重过程性考核,又关注终结性结果。按照项目进展的构思,设计,实现,运行四个阶段,构建评价要点内容^[9],如图5所示。在此基础上,将要点内容细化,研究评价要点对应的评价标准,评价权重及评价人。具体的评价细则内容如表1所示。



> 图2 符合CDIO理念的考核评价要点

整个评价方法中，除了考核掌握知识点的水平外，重点考核问题解决能力和实际工作进行中所需要的沟通协调能力、个人在工作中的能力发挥，以及工程系统能力，以此引导让学生提前进入工作状态，为他们今后的工作打下基础。

表1 考核评价方法内容

评价要点		评价标准	权重	评价人
C	理论基础	团队成员对项目所需的专业知识是否清楚	4%	指导老师
	市场需求调研	团队成员对项目产品市场需求是否清楚	3%	指导老师
	市场前景分析	团队成员对项目产品市场前景是否了解	3%	指导老师
D	设计方案	方案的科学性、系统性、合理性等情况	10%	指导老师
	团队协作能力	团队协作的默契度	5%	指导老师
I	个人贡献程度	个人对团队的贡献大小程度	10%	团队组长，组员
	分析总结能力	对实践中的数据、过程、结果分析是否准确完整	10%	指导老师
	问题解决能力	是否发现问题，是否主动想办法解决问题	10%	指导老师
	创新能力	是否在实践过程中有创新见解	10%	指导老师
	团队协作能力	团队协作的默契度	5%	团队组长，组员
	实践能力	实验操作、测试，仪器、传感器熟练使用程度	10%	指导老师
O	产品改进	产品是否有改进地方	10%	指导老师
	项目产品运行质量	产品运行性能是否优良	10%	各团队指导老师

（四）实践改革成效

通过开展基于 CDIO 工程教育理念的实践课程改革，围绕着项目，让学生在“做中学”，明显提高其综合实践能力，就业情况普遍较好。以2019级测控专业学生为例，学生普遍反映项目实践训练不仅夯实了专业知识，而且提高了其自主学习能力，实际动手能力及创新能力。在后续的跟踪调查表明，学生进入企业后，能较快的进入工作角色，承担起企业的任务。同时，企业反映面向卓越工程师的实践训练培养方式，与他们的需求契合，学生在专业技能、团队协作，项目规划方面有较强的能力，适应企业的发展。

三、结论

基于 CD IO 工程教育理念，采用校内外相结合的实践模式，以工程项目为主线，让学生在“做中学，学中研”，提高了学生的工程素质，实践能力，缩小了高校培养的人才与企业对人才需求的差距，收到了良好的教学效果。同时，今后也需要尽可能的派教师去企业进行学习实践交流，加强教师队伍建设。对于卓越工程师的培养，需要我们不断努力去研究、探索，改进教学方法，提升教学效果。

参考文献

[1] 王保建, 刘吉轩等. “卓越工程师教育培养计划”下的机械工程技术教学改革与实践 [J]. 实验室科学. 2014.17(5):120-123
[2] 黄亦申, 董晨晨等. 面向卓越工程师培养的 CDIO 实践平台建设探索 [J]. 浙江工业大学学报 (社会科学版). 2013.12(4):442-445
[3] 顾佩华, 包能胜, 康全礼等. CDIO 在中国 (上) [J]. 高等工程教育研究, 2012(03):24-40.
[4] 王伟, 杨莎莎, 许红晴. 基于 CDIO 理念与协同创新的物联网专业卓越工程师培养模式研究与实践 [J]. 软件导刊. 2017.16(1):185-188
[5] 王保建, 刘吉轩, 陈花玲. 卓越工程师教育培养计划”下的机械工程技术教学改革与实践 [J]. 实验室科学. 2014.17(5):120-123.