

面向“卓越一线工程师”教育培养的专业课程建设与改革探索

何柏青¹, 梁玉英¹, 李晓芳¹, 赵 慧¹, 胡荣群², 黄建军²

¹南昌理工学院电子与信息学院, 江西 南昌

²南昌理工学院计算机信息工程学院, 江西 南昌

收稿日期: 2022年3月28日; 录用日期: 2022年4月22日; 发布日期: 2022年4月29日

摘 要

面向工业界、面向世界、面向未来, 主动应对新一轮科技革命和产业变革挑战, 树立创新型、综合化、全周期工程教育理念。以构建“学科基础通识课 - 专业核心课 - 创新创业专业课 - 实践课”一体化培养标准和课程体系为主线, 以专业核心课程建设为抓手, 创新应用型本科院校“卓越一线工程师”培养模式, 强化校企合作环节, 着力提高学生的工程基础能力、个人发展能力、团队协作能力、工程系统能力。本文在介绍本科高校专业课程建设与改革的背景基础上, 以南昌理工学院电子与信息学院为例, 分析和讨论有关探索“卓越一线工程师”教育培养的新机制、专业课程建设与改革创新的实施路径及措施, 以及实施结果的评估与分析。

关键词

工程教育, 工科人才培养, 课程建设与教学改革, 实施路径

Exploration on the Construction and Reform of Professional Curriculums for the Education and Training of Excellent Front-Line Engineers

Baiqing He¹, Yuying Liang¹, Xiaofang Li¹, Hui Zhao¹, Rongqun Hu², Jianjun Huang²

¹School of Electronics and Information, Nanchang Institute of Technology, Nanchang Jiangxi

²College of Computer Information and Engineering, Nanchang Institute of Technology, Nanchang Jiangxi

Received: Mar. 28th, 2022; accepted: Apr. 22nd, 2022; published: Apr. 29th, 2022

文章引用: 何柏青, 梁玉英, 李晓芳, 赵慧, 胡荣群, 黄建军. 面向“卓越一线工程师”教育培养的专业课程建设与改革探索[J]. 创新教育研究, 2022, 10(4): 851-857. DOI: 10.12677/ces.2022.104139

Abstract

Facing the industry, the world and the future, the challenges of the new round of scientific and technological revolution and industrial transformation is actively responded, and an innovative, comprehensive, full-cycle engineering education concept is established. To build “basic general education curriculums-professional core curriculums-innovation entrepreneurship curriculums-practice curriculums” the professional training standard and curriculum system as the main line, integrated with professional core curriculum construction as the gripper, training mode for “excellent front-line engineers” in application-oriented institutes is innovated, the link of university-enterprise cooperation is strengthened, while improving the students’ abilities of engineering foundation, personal development, team cooperation and engineering system ability are focused. On the basis of introducing the background of specialty curriculum construction and reform in undergraduate universities, this paper analyzes and discusses the new educational mechanism of “excellent front-line engineers” in local application-oriented undergraduate colleges in the School of Electronics and Information, Nanchang Institute of Technology in recent years, as well as the implementation path of professional curriculum construction and reform, and the evaluation and analysis of implementation results.

Keywords

Engineering Education, Engineering Personnel Training, Curriculums Construction and Teaching Reform, Implementation Path

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在“美国 NNMI 计划”、“德国工业 4.0”、“中国制造 2025”、工业互联网等新一轮科技革命和产业变革大背景下，作为培养工科专业人才的源头，我国工程教育如何培养新工业时代、新经济和新兴产业发展的人才，正迎来从量变到质变的新阶段[1] [2] [3] [4]。

2005 年我国开始建设工程教育认证体系；2005 年汕头大学率先引入美国麻省理工学院和瑞典皇家理工学院等几所高校创立的 CDIO (Conceive-Design-Implement-Operate)理念，开始实施 CDIO 工程教育改革模式[5] [6] [7]，2016 年成立 CDIO 工程教育联盟(Alliance of CDIO)，现已有成员高校和企业单位近 200 个；2010 年启动实施“卓越工程师教育培养计划”；2016 年正式加入国际工程联盟(IEA)《华盛顿协议》组织，标志着我国工程教育认证体系实现了国际实质等效，工程教育质量与美欧等发达国家实现互认[8]。为适应新一轮科技革命和产业变革，支撑服务创新驱动发展、“中国制造 2025”等一系列国家战略和举措，紧密对接经济带、城市群、产业链布局，以加入《华盛顿协议》组织为契机，2017 年以来，教育部拓展实施“卓越工程师教育培养计划 2.0”，积极组织推进“新工科”建设[9] [10] [11]，先后形成了新工科建设的“复旦共识”、“天大行动”和新农科建设“北京指南”等指导性文件，全力探索着从跟跑、并跑到领跑全球工程教育的中国模式和中国经验[2] [3] [6] [12] [13] [14] [15] [16]。

本文基于新一轮科技革命和产业变革的视域，树立适应于新工业时代、新经济和新兴产业发展的工程教育新理念，以专业核心课程建设为抓手，强化校企合作环节，提升“卓越一线工程师”培养质量。后续的内容组织安排：首先简要介绍专业课程建设与改革的背景；然后分析和讨论南昌理工学院电子与

信息学院新一轮的人才培养方案修订、专业课程建设、改革创新实施路径和措施,以及成效评价等。

2. 专业课程建设与改革创新的实施路径及措施

2.1. 专业课程建设与教学模式改革的背景

推动本科高校向应用型转变,是党中央、国务院重大决策部署,是教育领域人才供给侧结构性改革的重要内容。《国民经济和社会发展的第十三个五年规划纲要》明确提出推动具备条件的普通本科高校向应用型转变。《国家职业教育改革实施方案》进一步提出“一大批普通本科高等学校向应用型转变”的发展目标[17]。教育部、工业和信息化部、中国工程院“关于加快建设发展新工科实施卓越一线工程师教育培养计划 2.0 的意见”提出目标要求:经过 5 年的努力,建设一批新型高水平理工科大学、多主体共建的产业学院和未来技术学院、产业急需的新兴工科专业、体现产业和技术最新发展的新课程等,培养一批工程实践能力强的高水平专业教师,20%以上的工科专业点通过国际实质等效的专业认证,形成中国特色、世界一流工程教育体系,进入高等工程教育的世界第一方阵前列。“关于加快建设发展新工科实施卓越一线工程师教育培养计划 2.0 的意见”中提出了八项改革任务和重点举措:① 深入开展新工科研究与实践;② 树立创新型、综合化、全周期工程教育理念;③ 创新工程教育教学组织模式;④ 完善多主体协同育人机制;⑤ 强化工科教师工程实践能力;⑥ 健全创新创业教育体系;⑦ 深化工程教育国际交流与合作;⑧ 构建工程教育质量保障新体系[9]。

课程是教学活动的重要载体,适应于新工业时代、新经济和新兴产业发展的高校人才培养及教育理念的体现,贯穿于课程设置(特别是在专业课程设置)及具体的教学过程中,对保障应用型本科高校“卓越一线工程师”类型的人才培养质量起关键作用[2] [12]。近年来,以教育部相关文件精神为指导,南昌理工学院电子与信息学院与计算机信息工程学院合作,从学院新一轮的人才培养方案修订工作入手,面向“卓越一线工程师”教育培养,对专业课程建设与教学模式改革进行了积极的探索。

2.2. 学院人才培养方案修订、专业课程建设的指导思想

新一轮的学院修订人才培养方案的指导思想:坚持以全面推进素质教育为宗旨,以社会主义核心价值观为指导,以社会发展和市场需求为导向,以建设高水平应用技术型本科高校为目标,以深化创新创业教育改革作为推进教育教学改革的突破口,认真调查研究人才培养的新特点和新要求,本着“夯实基础、强化应用、对接市场、服务地方”的原则重构和调整课程体系,更新教学内容,调整实践教学比例,突出创新创业教育改革,培养创新创业精神和意识,强化教学过程质量体系监控,努力构建符合学校发展定位、特色鲜明的应用型本科人才培养体系。

学院以 2018 年学校教务处部署的全面修订人才培养方案为契机,以构建“学科基础通识课 - 专业核心课 - 创新创业专业课 - 实践课”一体化专业培养标准和课程体系为主线,以专业核心课程建设和建设为抓手,着力提高学生的工程基础能力、个人发展能力、团队协作能力、工程系统能力,创新人才培养模式,强化校企合作环节,近年来探索了专业课程建设与改革创新实施路径及措施。

2.3. 实施路径及措施

专业课程建设与改革创新的实施路径及措施包括:学院的专业课程建设定位与建设目标的设立;建立一体化的专业培养标准和课程体系;探索专业交叉融合、着力提升学生解决复杂工程问题的能力;改进学生学习能力考评办法;持续提升教师教学能力等内容。

2.3.1. 学院的专业课程建设定位与建设目标的设立

南昌理工学院是 2005 年经教育部批准设置的本科高校。按照学校发展定位、坚持立足江西,面向长

珠闽，辐射全国的服务面向，体现应用型本科高校人才培养及教育理念，突出“一线”特征。基于“卓越一线工程师”教育培养目标，根据“目标导向”结合“课程统整”方式，突出职业接口课程特色，对学院的专业课程建设做出相应定位和设定建设目标。推进形成适应于“中国制造 2025”和新工业时代、经济和新产业的学生所需要的知识结构、综合素养、创新创业精神和意识，以及满足“卓越一线工程师”的高质量培养标准和保障体系。

2.3.2. 建立一体化的专业培养标准和课程体系

学院设有电子信息工程、通信工程、物联网工程、机器人工程、电气工程及其自动化等五个本科专业，分属于现行的普通高等学校本科专业“08 学科门类：工学”下的电子信息类(0807)、计算机类(0809)、自动化类(0808)和电气类(0806)专业目录。现有在校生近 1500 人。根据学院设有五个本科专业这一现状，改造这种各专业间条块分割、细粒度的“小专业”模式，从专业核心课程结构调整与内涵建设两方面入手，按“产业需求牵引、跨界、融合、提升”总体设计思想调整各个专业的传统课程，以“整体性、系统性”方式加以重构，构建“基础通识课 - 专业核心课 - 创新创业专业课 - 实践课”融为一体的、相互支撑的一体化培养标准和课程体系。

2.3.3. 探索专业交叉融合、着力提升学生解决复杂工程问题的能力

在“基础通识课 - 专业核心课 - 创新创业专业课 - 实践课”一体化培养标准和课程体系框架下，基于“目标导向”方式“统整”专业核心课程。探索专业交叉融合、注重综合性项目训练、注重提升学生多学科的技能，着力提升学生解决复杂工程问题的能力。具体措施包括：

1) 探索专业交叉融合、设置“共享”课程

打破电子信息工程、通信工程、物联网工程、机器人工程、电气工程及其自动化各专业间条块分割、细粒度“小课程”的局限性，注重以项目教育和学习为导向的专业核心课程设置及教学模式改革。考虑到与“中国制造 2025”和新工业时代、经济和新产业相适应的新知识、项目等将越来越复杂和多学科性质，在学院的一体化专业培养标准和课程体系中给予了应有的重视。例如，在修订人才培养方案中，重构了“传感网”、“微处理器与嵌入式系统设计”、“自动控制原理与系统”等“共享”课程。在这些专业核心课程中，分别划分了共性基础、专业、领域应用、新技术发展知识点模块以及基于项目教育和学习的 mini 课程/项目设计等模块，可以“搭积木”方式按照不同专业按需组合拼接成知识点集群。如在“传感网”课程中设置了传感器/执行器、短距离无线通信与 5G 移动通信网接入、大规模流数据的处理与分析、跨平台中间件、应用系统软件等知识点模块；在“微处理器与嵌入式系统设计”课程中除设置满足教学大纲基本要求的知识点模块外，还增设了 SOPC (可编程片上系统)设计、DSP (数字信号处理器)设计、SOPC 与 MCM (多芯片组件)高速互连设计验证等新技术发展知识点模块；可根据各个专业培养计划要求、年级阶段和课时情况做出知识点模块的取舍。

2) 注重综合性项目训练

结合校企合作模式，突出职业接口的专业课程特色，充分利用校内外各种优质资源，主动服务行业企业需求，按照“学生中心、职业导向、能力本位”的要求，适当调整了部分职业接口专业课程，增加了校企共同设置专业课程，共同制定培养标准。

3) 注重提升学生多学科的技能、引导学生以主动的、实践的方式学习工程

全面落实“学生中心、产出导向、持续改进”的先进理念，面向全体学生，关注学习成效，建设质量文化，持续提升教学培养水平。重点解决以往存在的诸如先理论后实践串行分块的教学模式问题突出、重视单项技术的深入而轻多学科交叉和系统思维，强调个人学术能力而忽视团队协作精神、重视知识学习而轻视开拓创新的培养、重视技术基础而轻管理和经济等问题。通过建立一体化的、相互支撑的以及

有联系的专业培养标准和课程体系,努力改变以往由孤立的专业课程组成、与项目/专业实践和学生学习过于松散地结合在一起的所谓“烟囱式(stovepipe)”学习方式,让学生以主动的、实践的方式学习工程,体现了“做中学和学中做”、“基于项目教育和学习”的集中概括。

① 对专业课程体系进行了全面的集成、精简和优化;以专业为导向,调整课程结构,加强创新创业课程建设,注重课程间的逻辑延续性和整体结构完整性,适当减少课内学时和理论学时,增加课外学时和实践学时;通过压缩课程总学时,改造陈旧课程,更新了部分教学内容,增设了适应于“中国制造 2025”和新工业时代、新经济和新兴产业发展的新型课程/内容、行业课程/内容。对现有的学科基础课程做适当修改,向学生介绍新一轮科技革命和产业变革背景和增加相关的知识维度,例如,在宏观层面介绍引领新一轮科技革命和产业变革的国家战略性技术——人工智能,介绍大数据和数据分析应用知识,以及培养学生的数字素养、时间和资源管理等个人和人际交往技能的能力等。

② 对现有的学科基础课程做适当修订,向学生介绍新一轮科技革命和产业变革背景和增加相关知识维度,例如,在宏观层面介绍引领新一轮科技革命和产业变革的国家战略性技术——人工智能,介绍大数据和数据分析应用知识,以及培养学生的数字素养、时间和资源管理等个人和人际交往技能的能力等。

③ 专业核心课程(如“传感网”、“微处理器与嵌入式系统设计”等课程)、均包括了初级和较高级水平的两种或两种以上的“小型(mini)”课程设计/项目;另外,因现有课程计划已经挤满,因此,不再增加新的课程/项目,而是通过仔细审查现有课程/项目所能提供的涉及物联网、云计算、大数据、人工智能、无人系统等新知识应用,包括利用校企合作的实训平台,为学生提供更多的与企业相关的合作项目,提升学生多学科的技能,包括适应于“中国制造 2025”和新工业时代、新经济和新兴产业发展所需的新技能集。

④ 基于项目教育和学习的课程设计环节与相互支持的专业核心课程建设,有明确的计划,整合学生个人和人际技能,以及产品、过程、系统和服务建设技能。有关工业物联网、云计算、工业大数据、人工智能和工业机器人等知识,已包含在各专业相应的模块中或安排在高年级时段,其知识深度和学习阶段的安排已充分考虑到每个专业的需要。

2.3.4. 改进学生学习能力考评办法、持续提升教师教学能力

1) 学生学习能力的考评

注重对学生在学科知识方面的学习,以及多学科的技能、个人和人际交往技能、解决复杂工程问题能力的综合考核评价,促进学生以主动的、实践的方式学习工程,是专业课程建设与改革创新的重要方面。近年来学院探索建立了过程性评价与终结性考核相结合的多元化学习考核评价模式。在设置的“传感网”、“微处理器与嵌入式系统设计”等 7 门专业核心课程中,均设计了“线上”和“线下”考评的具体标准。通过“学习-结对-分享”学习小组形式,以案例/项目设计讨论、提交实验实物/软件/程序演示和实验报告、提交“模拟市场需求分析报告”、“模拟车间级生产计划管理书”,或者撰写自拟题目的 1000 字左右小论文(包括中英文摘要、关键词、正文、参考文献)等,采用非标准答案形式进行考评。

2) 持续提升教师教学能力

专业课程建设与改革创新的首要在于持续提升教师教学的能力。在注重提高教师的课程讲授、学生培养、课程建设水平的同时,也注重提高教师的工程意识、学科知识水平,以及再学习新知识、个人和人际交往等技能。依托众多的校企合作资源和产学研合作平台,大面积实施了专业教师挂职锻炼、与校企合作企业的总工程师/高级工程师双向交流,教师工程实践能力得到进一步提升。借助学校与德国梅泽堡应用科技大学、宾根应用技术大学等签署的办学合作协议,通过积极引进国外专家定期交流和外派短期访问等形式,拓展了教师国际视野。以教授或副教授领衔组建了“传感网”、“微处理器与嵌入式系

统设计”、“自动控制原理与系统”等专业核心课程建设小组,各教师小组专项负责1门或2门课程的建设,并定期组织教学研讨和教学经验交流。

3. 专业课程建设与改革实践结果的评估与分析

学院专业课程建设与改革创新实践也是一个探索和不断完善的过程。改革创新实践结果与成效评估分析,主要通过自查自评方式进行。

① 学院重点规划建设了“传感网”、“微处理器与嵌入式系统设计”、“短距离无线通信”、“自动控制原理与系统”等7门专业核心课程,制定了相应的专业课程考核评价标准,强化教学过程质量体系监控。通过三届学生的课程教学改革实践,取得了较好的成效。

② 学院专门设立了专业课程建设与改革实践指导小组,指导小组由教学副院长兼任,包括由校级教学督导组督导教师、学院教授和校企合作企业导师参与组成。学院教务科作为职能的具体执行部门,依据专业课程建设定位与建设目标、学习效果(综合性学习、主动学习效果)、一体化教学计划、工程学习场所、教师教学能力等方面进行评估分析,并与任课教师一起提出修正措施。如,“自动控制原理与系统”课程,在有关领域应用知识教学模块中,基于主动学习和经验学习方法的教与学效果的评估,学生提交学习成果形式由提交“实验报告”,调整为提交自拟题目的“小论文”。又如,“传感网”课程,在“城市交通流视频监控网络系统”案例教学实践中,根据工程学习场所的变化,原有的企业实训虚拟平台版本升级,调整了“流数据处理与智能分析技术模块”的学习形式,学生提交学习成果形式由提交“实验设计报告”和“小论文”,调整为提交“实验程序演示”、“模拟市场需求分析报告”;对学生学习效果的过程性评价和终结性考核标准也做出相应修正。

③ 通过对即将毕业的学生进行座谈、已毕业的学生线上问卷调查和走访用人单位等形式,重点针对强化培养学生的工程能力和创新创业能力的调查研究,对专业课程建设与改革实践的成效进行评价。经分析统计,为学院学生就业率提升2~3个百分点做出了重要贡献。

4. 结束语

基于当今新一轮科技革命和产业变革的大背景,本文简要介绍了我国工程教育专业认证体系、卓越一线工程师实施计划、推进“新工科”建设的发展过程,分析了我国工程教育改革新趋势。南昌理工学院电子与信息学院以教育部“关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划2.0的意见”为指导,树立创新型、综合化、全周期工程教育理念。在做好做实新一轮人才培养方案修订的顶层设计基础上,分析和讨论了专业课程建设、基于项目教育和学习的课程设计、提升教师教学能力等具体措施,分析和讨论了专业课程教学改革的实施路径和探索应用型本科院校“卓越一线工程师”创新培养模式的具体措施和经验。

基金项目

本文得到江西省高校人文社会科学项目(项目编号:JC20113)、南昌市智能制造电子装配创新开发重点实验室建设项目(项目编号:2021-NCZDSY-018)的资助。

参考文献

- [1] 中国制造2025(2022)中华人民共和国工业和信息化部[EB/OL]. <https://www.miit.gov.cn/ztzl/lstz/zgzz2025/index.html>, 2018-10-12.
- [2] 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.
- [3] 吴爱华, 杨秋波, 郝杰. 以“新工科”建设引领高等教育创新变革[J]. 高等工程教育研究, 2019(1): 1-7+61.

-
- [4] 李培根. 未来工程教育的几个重要视点[J]. 高等工程教育研究, 2019(2): 1-6.
- [5] CDIO. CDIO 工程教育联盟[EB/OL]. www.chinacdio.stu.edu.cn, 2019-04-25.
- [6] 顾佩华. 新工科与新范式: 概念、框架和实施路径[J]. 高等工程教育研究, 2017(6): 1-13.
- [7] 徐梦溪, 吴晓彬. CDIO 方法: 高等工程教育改革与新发展[J]. 教育进展, 2022, 12(3): 606-613. <https://doi.org/10.12677/AE.2022.123099>
- [8] 杨毅刚, 宋庆, 唐浩. 工程教育专业认证与 CDIO 模式异同分析与相互借鉴[J]. 高等工程教育研究, 2018(5): 45-51.
- [9] 中华人民共和国教育部. 教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/201702/t20170223_297158.html, 2017-02-20.
- [10] 中华人民共和国教育部. 关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201810/t20181017_351887.html, 2018-10-08.
- [11] 中华人民共和国教育部. 关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的意见[EB/OL]. <http://news.tju.edu.cn/info/1003/49508.htm>, 2018-10-18.
- [12] 李正良, 廖瑞金, 董凌燕. 新工科专业建设: 内涵、路径与培养模式[J]. 高等工程教育研究, 2018(2): 20-24+51.
- [13] 高丽, 崔满, 陈思, 吴峰华, 尹竞瑶. 新工科背景下应用型本科人才创新创业能力培养研究与探索[J]. 创新教育研究, 2022, 10(1): 86-90. <https://doi.org/10.12677/CES.2022.101016>
- [14] 陈继强, 高林庆, 马丽涛, 李志新, 张艳萍. 新工科背景下地方本科院校数据科学与大数据技术专业课程体系建设探索与实践[J]. 教育进展, 2022, 12(3): 662-666. <https://doi.org/10.12677/AE.2022.123108>
- [15] 周珂, 赵志毅, 李虹. “学科交叉、产教融合”工程能力培养模式探索[J]. 高等工程教育研究, 2019(3): 33-39.
- [16] 陈磊, 辜方清, 吴孟波. “新工科”背景下的人工智能课程建设[J]. 创新教育研究, 2021, 9(1): 237-241. <https://doi.org/10.12677/CES.2021.91037>
- [17] 中华人民共和国教育部. 教育部关于深入学习贯彻《国家职业教育改革实施方案》的通知[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A07/zcs_zhgg/201905/t20190517_382357.html, 2019-05-08.