

Under the Background of New Engineering, the Construction of Embedded System Course Group for Complex Engineering Problems

Junpeng Wu

College of Electrical Engineering, Northeast Electric Power University, Jilin
Email: wujpeng2010@126.com

Received: Aug. 24th, 2019; accepted: Oct. 8th, 2019; published: Oct. 15th, 2019

Abstract

Based on the combination and rapid development of modern science and engineering technology, the complexity, systematicness and connectivity of engineering problems are becoming more and more prominent. This paper focuses on the construction of electronic information courses group oriented to the cultivation of complex engineering problem solving ability. Taking the construction of embedded system course group as an example, it discusses the scheme and strategy of the cultivation of complex engineering problem solving ability and the deep integration of professional knowledge in the construction of specialized course group, so as to meet the new requirements and problem-solving ability of talents in the field of electronic information under the construction of "Emerging Engineering Education".

Keywords

Emerging Engineering Education, Embedded System Course Group, Complex Engineering Problems

新工科背景下面向复杂工程问题的嵌入式系统课程群建设

吴君鹏

东北电力大学电气工程学院, 吉林
Email: wujpeng2010@126.com

收稿日期：2019年8月24日；录用日期：2019年10月8日；发布日期：2019年10月15日

摘要

基于现代科学和工程技术的结合与快速发展，工程问题的复杂性、系统性、连通性特征愈加凸显，本文聚焦于面向复杂工程问题解决能力培养的电子信息技术课程群建设，以嵌入式系统课程群建设为例探讨专业课程群建设中复杂工程问题解决能力培养和专业深度融合的方案与策略，以达到满足“新工科”建设下对电子信息领域人才的新要求与问题解决能力。

关键词

新工科，嵌入式系统课程群，复杂工程问题

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 前言

随着全球新一轮科技革命、产业变革、新经济发展等问题的不断深化，虽然各自学科基础上具有高度分化的特征，但是面临实际工程问题的“整体”时，“整体”内部的复杂性、系统性、连通性特征却愈加凸显，多个不同学科知识在理论、方法、技术、手段等方面的交叉渗透促使工程问题的复杂性程度呈现高度综合化发展的趋势[1]。在此背景下，教育部于2017年初提出了“新工科”计划，旨在培养有跨学科能力和创新能力的新型科技人才以适应未来10~15年新技术、新业态、新产业发展中各工程领域“复杂工程问题”的挑战与需求。

2. 复杂工程问题解决能力培养的相关研究及改革

目前复杂工程问题的界定主要依据工程教育认证的华盛顿协议，其核心特征除了多学科交叉融合下工程原理的整合与综合运用，其附属特征主要包括：1) 问题的综合性涉及多方面的技术、工程等跨领域要素，包含多个相互关联的子问题，并在某些方面具有一定冲突性；2) 常用方法不能解决复杂问题，需创造性构建符合复杂工程问题的抽象模型；3) 复杂工程问题中涉及的因素可能没有完全包含在专业标准和规范中[2] [3] [4]。

在高等工程教育领域，国内外高校及学者高度重视如何培养学生具有复杂工程问题解决能力的研究。国外提升复杂工程问题解决能力相关研究主要包括：一、从课程整合角度对创新素质培养过程的研究，如麻省理工学院对比国外大学近20年工程教学改革的出发点、重心、教学方式和发展方向等内容[5]，于2016年10月形成“新工程教育转型计划”，设置与传统专业学习并存的串联教学方式(threads)以培养工程学习能力、系统思维方式等，德克萨斯理工大学则通过课内实践获得间接知识和课外实践获得直接经验的方式以实现学生在专业知识和实践能力的一致性[6]；二、创设支持学生学习的新途径及空间[7]，如南昆士兰大学通过充分考虑学生个体的认知风格、学习方式等的差异，选择最适合学生个体发展的学习方式，引导和激发学生的主动探究与自学能力，采取信息化教学、智慧学习等方式；三、对面向复杂工

程问题解决能力培养的非技术因素研究。伍斯特理工学院认为学生创新或创造活动相关的素质和能力与团队合作意识、现代工程意识、批判性思维、数字化能力等密切相关,从而培养具有实践能力、创新能力的合格科技人以真正适应社会发展[8]。

我国在结合复杂工程问题解决能力结构特征的新工科建设及相关实证也进行了大量的探索,其中汕头大学提出新工科建设的技术路径、组织实施方法概念框架和实施路径,中山大学以学科专业的布局和建设为例,提出利用多学科办学和区位优势发展新工科教育的路径,重庆大学通过有机结合通识教育与专业教育[9];另外,对于复杂工程问题解决能力培养过程中的理念、内涵、体制等方面存在障碍的研究,任务学科之间的断裂导致学生学习碎片化是形成知识能力体系断裂的主要原因,对学生解决复杂工程问题能力的培养需通过整个“培养体系”实现具体思想及方法,培养学生以系统观的视角去适应和解决具有复杂、综合、情景化等特征的工程问题[10]。

由上研究可知,复杂工程问题解决过程中的知识形式转化能力涉及对不同领域知识的多重交叉,复杂工程问题解决能力的培养在教学环节上涉及多个内容层面的综合,在学生角度涉及学生对处理问题联系角度与领域的多次转换、联系与解构能力。因此,在高等教育中这种能力的培养适合映射在课程群,而不是单纯局限于某一门具体的课程。

3. 电子信息嵌入式系统课程内容体系与培养目标

我国多数高校的电子信息工程专业在教学内容上基本涵盖电子技术、信息处理技术、计算机技术等多个领域的知识。在培养目标上,既需要学生掌握复杂的信号和信息处理的理论基础,同时也需要学生较强的工程实践能力。

电子信息工程专业的课程大致涵盖了电路和电子线路、信号和信息处理、通信原理和技术、微型机原理以及应用等几大模块知识,每个模块一般包含多个课程知识体系,例如微机原理以及应用,其知识领域下涵盖了高级语言程序设计、微型机原理及应用、嵌入式系统、DSP 处理器等多门课程的知识内容。对于电子信息工程专业的学生而言,上述知识内容的储备为学生解决电子信息领域的具体问题提供了必备的电子工具,而后续的电子测量信息和信号处理、通信和网络等课程中提供了计算的硬件基础。以上课程具有课程的实践性为主的特点,课程内容本身并不像电路、信号与系统等课程具有较强的数理逻辑,以微型机原理这门课程为例,主要讲授微型计算机的基本原理和接口技术,并以汇编语言和 C 语言的具体应用为核心侧重点。所以,在面向复杂工程问题的背景下,单一课程中无法实现对复杂工程问题的界定,相应的传统教学内容、教学形式以及考核方式也无法适应学生相应能力的考核,如果单纯注重强调知识的掌握而忽略实践,此类课程的学习无法有效辅助学生在复杂工程问题的解决上提供帮助。

4. 基于电子信息课程群建设的复杂工程问题解决能力培养研究

基于以上分析可知,由于复杂工程问题具有高度综合的知识与技术密集等特征,学生具备建立专业节点或信息源的关联是解决复杂工程问题和获取知识的重要途径,因此复杂工程问题解决能力的培养需要课程中学生对复杂工程问题的交叉与综合程度形成解决复杂工程问题的对应“关联”,理解复杂问题中“关联”的逐步形成原因与综合渐进过程。

本文以某省属高校的嵌入式系统课为例,构建适应学生对复杂工程问题解决能力提升规律的电子信息课程群,将培养学生分析和解决“复杂工程问题”能力融合到课程体系的教学内容、任务及学习成效评价方式中以提升学生对复杂工程问题的发现识别、工程原理分析和方案设计解决能力,尤其学生分析和解决复杂工程问题的动态适应能力及创新能力。如图 1 所示,其主要步骤及内容如下:

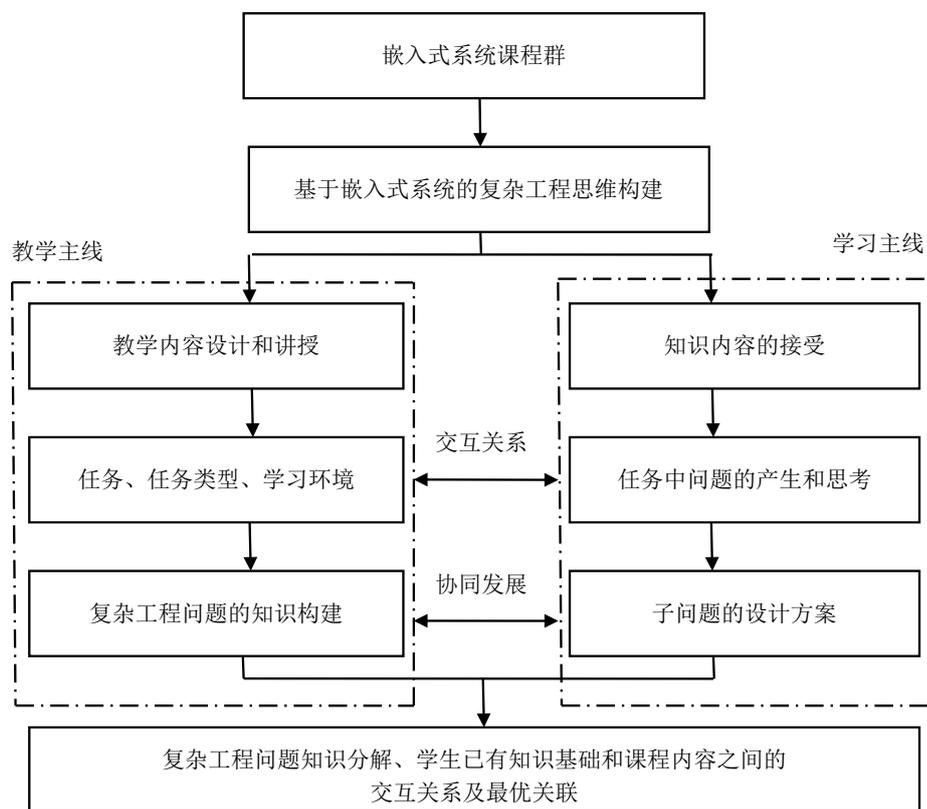


Figure 1. Embedded system course group

图 1. 嵌入式系统课程群

4.1. 构建课程群知识点网络与复杂工程问题的联系强度与适应程度

培养创新人才的实践教学方案应依据学生对知识内容难度和实践适应性的原则，所以整合和优化各学科专业的课程内容体系是满足与增强多学科交叉效果的重要途径。如前所述，嵌入式系统课程群中的微机原理、嵌入式系统设计、FPGA 和硬件描述语言等是电子信息专业知识体系中的重要专业基础课程和专业课程，其特点主要体现在其工程的实践特性，引导学生将理论知识向工程实践转化，因此此类课程内容的优化就显得尤为必要。首先，需对一些陈旧的知识内容进行弱化，以微机原理和接口技术为例，课程中主要是以 8051 单片机为主线，讲授汇编指令、汇编程序设计、接口电路等知识。8051 单片机作为一款经典的微处理器内核，具备满足电子信息专业学生本科教学需求，因此凸显课程特点，强化具体教学内容与复杂工程构建联系的前提条件及途径，形成以基本原理、计算思维、实际应用三方面内容统一的主线，实现基础知识与专业拓展的结合、专业理论与研究需求的结合；另外，在课程内容中所包含的程序设计及其程序设计的顺序、分支和循环的程序架构带入解决具体问题的过程中，将分散的知识点融合为知识网络，贯穿于解决复杂问题思维能力的培养，进而为后续的实际应用打下扎实的知识基础。

4.2. 构建课堂组织形式与复杂工程问题之间任务设计的多样化

复杂工程问题所具备的特征难以在一门课程中很好的体现出来，课堂教学如果拘泥于单一课程的知识讲授就无法体现出复杂工程问题的特点，尤其是在一些基础类课程中。嵌入式系统课程是在学生掌握微机原理的基础后，一门以 32 位处理器为核心，讲授嵌入式硬件设计、嵌入式软件设计和嵌入式操作系统应用的综合性课程。该课程通常设在大三或者大四学年，学生已完成多门课程的知识学习，因此该课

程具备将已学过课程的知识点综合到以嵌入式系统应用为核心的综合性设计中,避免单独以知识讲授为目标的课堂教学的枯燥乏味,不知何用的教学境地。因此,根据学生对课程内容难度接受适应性的发展规律,设置体现复杂工程问题的任务目标,依次在不同的阶段进行不同的任务设计与相应的实践活动,通过院系合作、校内实训平台、产学研合作企业等途径构建多学科交叉融合的工程实践平台,助力学生切实提高对工程实践复杂性的认知,形成教学主线和实践主线结合于复杂工程问题的任务设计,并强化理论内容与实践的交叉复合联系以激发学生的学习兴趣与主动探求精神。

4.3. 重视和鼓励学生参加以学科交叉为特色的学科竞赛活动

针对电子信息工程专业的学科类竞赛,广泛认可的电子设计竞赛是学生如何解决复杂工程问题的优秀样例,同时也是对学生跨界整合能力和综合素养能力的考察,如大学生电子设计竞赛等。以学科交叉为特色,鼓励学生积极参与如“机器人+人工智能/数学”、“计算机+大数据”等等平台,在解决复杂工程问题解决能力的培养过程中提供了一个良好的课外促进机制。因此重视此类竞赛,提供学科竞赛的场地、设备以及相应的奖励措施,有利于课内的复杂工程问题向课堂外有效延展,形成对复杂工程问题“知识体系-任务分解-基础实习-实验-创新竞赛-综合实践”的多元课程群交互体。

4.4. 形成面向“复杂工程问题”的多元考核方式

对学生的考核由以传统的知识掌握水平转向对学生综合能力的考察,重视学生在解决复杂工程问题过程中的发现、分析、综合和执行能力考核。根据“复杂工程问题”特征,定位学生对复杂工程问题的接受性与适应性,通过关联课程的整合和相应培养目标指标点的分解,设计支撑低、中、高层次“复杂工程问题”的方案设计、研究性学习与课程设计环节,构建“知识深度-技能水平-创新思维”的系统化考核方式,最终形成课程群的成效、评价与激励的循环联动机制。

5. 结论

基于复杂工程问题的研究视角的电子信课程群研究,对电子信息创新人才培养具有重要意义。首先,从知识层面的整合转向促成学生的深度学习,丰富了新工科课程改革的理论研究和实证依据;另外,通过构建复杂工程问题与电子信息课程群的依存关系,摆脱了传统的单向、线性、控制的学习模式,进化为多元、互动、开放的持续发展模式,为电子信息专业学生对复杂工程问题的适应和解决能力的相关研究提供了新的思路和改进途径,具有重要的参考和示范作用。

基金项目

吉林省教育科学“十三五”一般规划课题《新工科背景下面向复杂工程能力培养的电子信工程专业课程群建设》GH180318。

参考文献

- [1] 林健. 多学科交叉融合的新生工科专业建设[J]. 高等工程教育研究, 2018(1): 32-45.
- [2] 林健. 如何理解和解决复杂工程问题——基于《华盛顿协议》的界定和要求[J]. 高等工程教育研究, 2016(5): 17-26+38.
- [3] 林健. 林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 26-35.
- [4] 阎群, 李擎, 崔家瑞, 徐银梅, 王国霞. 大学生解决复杂工程问题能力的培养[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(11): 178-181+186.
- [5] 肖凤翔, 覃丽君. 麻省理工学院新工程教育改革的形成、内容及内在逻辑[J]. 高等工程教育研究, 2018(2): 45-51.
- [6] 彭洋. 后信息化时代信息技术人才培养理论与实践研究[D]: [博士学位论文]. 南京: 南京大学, 2012.

- [7] 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.
- [8] 陈柯蓓, 周开发, 倪家强. 美国工程伦理教育探析及对我国新工科建设的启示[J]. 重庆高教研究, 2017, 5(3): 36-43.
- [9] 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.
- [10] 蒋宗礼. 本科工程教育: 聚焦学生解决复杂工程问题能力的培养[J]. 中国大学教学, 2016(11): 27-30+84.