

基于工业化与信息化深度融合的自动化专业课程体系改革

王 平 蔡林沁 吕霞付 虞继敏 向 敏
(重庆邮电大学自动化学院,重庆 400065)

摘 要: 面向“中国制造 2025”国家重大发展战略需求,构建了基于工业化与信息化深度融合的自动化专业课程新体系。该体系紧跟自动化领域的最新发展趋势,突破传统的课程设置概念,以知识点为主线,设置九大模块,加强各模块间的逻辑关系;突破理论教学与实验教学的概念,将理论与实验深度融合,适应新形势下自动化专业人才培养需要

关键词: 自动化专业; 课程体系改革; 中国制造 2025; 工业化与信息化

Automation Course System Reform Based on Deep Integration of Informationization and Industrialization

Ping Wang, Linqin Cai, Xiafu Lv, Jimin Yu
(Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, Chongqing, China)

Abstract: Oriented “Made in China 2025”, a new automation professional course system was constructed based on deep integration of informationization and industrialization. The proposed course system follows the latest trends in the field of automation and breaks through the traditional curriculum concept, which consists of nine modules according to knowledge points and strengthens the logic relationship among various modules. Moreover, the new course system breaks through the Concept of theory teaching and experiment teaching and achieves the deep integration of theory and experiment to meet the need of automation professional talent training under the new situation.

Key Words: Automation; Course System Reform; Made in China 2025; Informationization and Industrialization

引言

21 世纪以来,自动化所处的环境与以往大为不同,(被控)物理系统和信息网络的规模和复杂程度已大大超出了传统自动化(理论)的应用范围。2005 年信息物理融合系统(CPS)概念的提出;2012 年德国工业 4.0 与美国工业互联网的出

世与大力推进;2015 年《中国制造 2025》的规划与实施;既向自动化(学科、专业)提出了挑战,更为自动化发展提供了前所未有的机遇。在此背景下,教育部高等学校自动化类专业教学指导委员会(下简称教指委)牵头开展了“自动化专业课程体系改革与建设试点”工作,期望对现有课程体系进行大力度的改革,尝试建设全新的专业课程体系,摸索出一套完整的适应当前自动化发展需求

联系人: 蔡林沁. 第一作者: 王平(1963—),男,博士,教授
基金项目: 教指委自动化专业课程体系改革与建设试点(2016A05).

的“自动化专业新课程体系”[1]。

2016年3月,我们抓住教指委专业课程体系改革与建设的机会,深入分析当前自动化专业面临的机遇与挑战,以及“中国制造2025”国家发展战略对自动化人才培养的需求[2],充分结合我校在信息技术领域的特长,提出了“基于工业化与信息化深度融合的自动化专业课程体系建设”方案,并有幸通过教指委的遴选,被批准成为全国5所试点院校之一。经过1年多的建设,形成了较完善的自动化专业新课程体系,并已在我校2016级自动化专业卓越工程班进行试点。本文主要介绍了课程改革总体思路、体系架构及实施情况。

1 基于工业化与信息化深度融合的自动化专业课程体系

课程体系面向《中国制造2025》国家重大发展战略需求,充分利用我校在信息技术方面的特长

和我院产学研结合方面的优势,强化自动化技术在“工业化与信息化深度融合”中的桥梁作用,突破了传统的课程设置概念,以知识点为主线,系统设置九大模块,各模块按照知识点进行优化与组织教学,教学时间可以跨多个学期,强调各知识点的连贯性和系统性;突破理论教学与实验教学的概念,将理论与实验深度融合,不划分理论课与实验课,边讲理论、边做实验或通过实验引出理论问题,再讲解基本原理和方法,通过实验加深对理论问题的理解;极大压缩了课程总学时,为学生工程实践能力、自主学习能力的培养留出更多时间与空间。同时,结合我国当前“卓越工程师教育培养计划”的现状[2-3],该课程体系制定了各模块对学生工程实践能力培养的具体要求,以适应当前我国工程教育专业认证的大趋势及其对人才培养课程体系的总体要求,具体如图1所示。该体系由A学分和B学分两部分组成,共157学分,其中B学分由学校统一规划,共设置7学分。

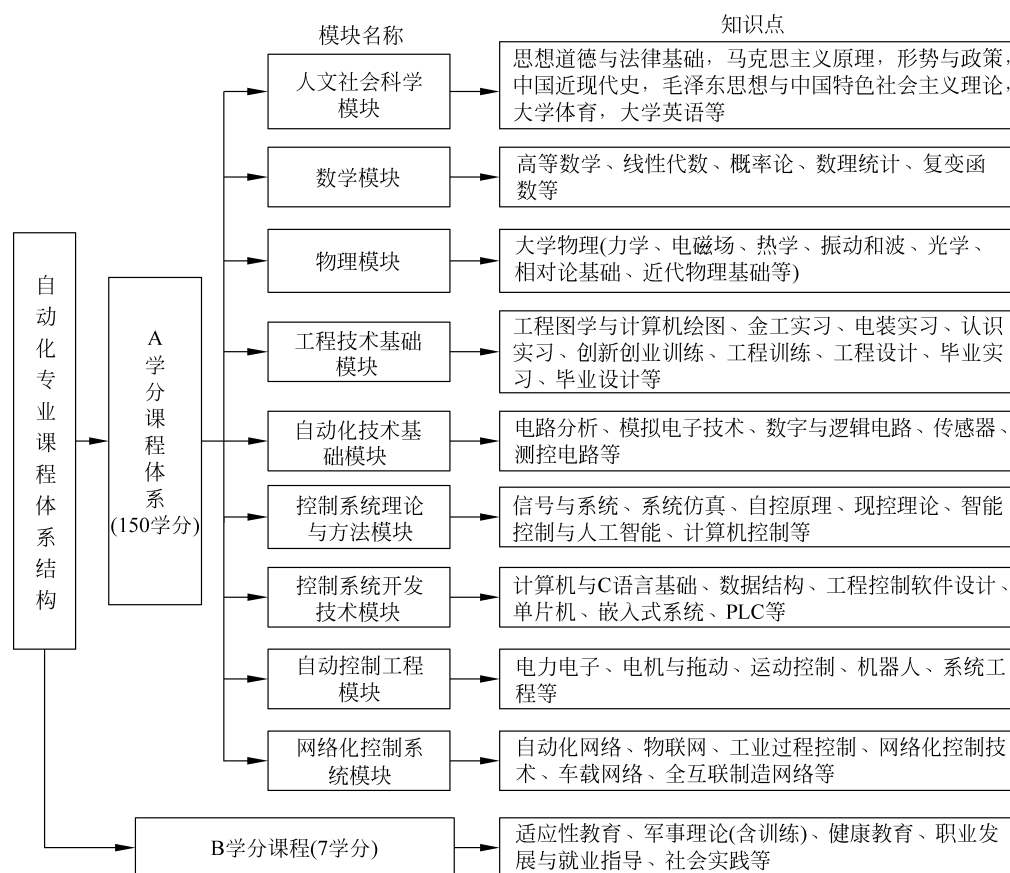


图1 自动化专业课程体系

(1) 人文社会科学模块

本模块包含外语、政治、体育、经济、法律与管理等知识,按学校 2016 版培养方案统一执行,向学生推荐适合本专业培养目标的课程。

(2) 数学模块

本模块有效整合高等数学、线性代数、概率论与数理统计、复变函数等知识体系,按高等数学、工程数学基础进行设置,积分变换的内容结合控制理论与方法模块讲授,概念、理论和方法的引入注重阐明实际背景,每章节后增加相关数学欣赏,用以开阔学生视野,激发求知欲。每单元知识结束前安排一次与工程相关的综合问题练习,提升学生运用数学知识解决分析工程问题的能力。同时,将 Matlab 等仿真软件的计算方法恰当地融入课程教学内容中,对相关基本原理、概念、数学问题进行验证和求解,通过数学软件应用实例,培养学生运用数学软件进行数学建模的能力。

本模块主要培养学生正确利用数学基础知识与方法,识别和表述复杂自动化系统的工程问题,明确其关联因素和本质特征,构建合适的数学模型,提高学生对复杂工程问题的数学计算、逻辑推理、数学抽象及数学建模能力。

(3) 物理模块

本模块包含大学物理中力学、电磁场、热学、振动和波、光学等基础知识,并以专题形式介绍相对论和近代物理基础。在梳理现行大学物理中的定律、定理和原理的基础上,注重介绍物理学与其他学科的密切联系,特别是物理学与自动化专业相关课程的衔接,在章节体系上将电磁学知识相对提前讲授,为学生参加科技竞赛及自动化专业课程学习提供支撑,并增加前沿性与先进性教学内容,建立“传统教学课堂”、“网络虚拟教学课堂”和“实践创新课堂”三位一体的大学物理教学模式,强调理论教学与实验教学的结合,优化大学物理实验教学内容,注重学生创新能力和科学思维方式的培养。

本模块培养学生对物理系统原理、结构的认知能力,能够对自动化工程问题存在的各类物理现象进行观测和分析,明确其中的关联因素和本质特征,能够设计物理实验方案,对实验数据进行分析与解释,提高学生应用物理知识解决复杂工程问题的分析、研究能力。

(4) 工程技术基础模块

本模块包含工程图学与计算机绘图、金工实习、电工实习、创新创业训练、工程训练、工程设计、毕业实习、毕业设计等知识点,采用模块化构建课程体系,结合具体的工程设计实例,培养学生基本的工程设计能力和标准化意识;以自动化产品生产制造企业的实际生产为背景,开展典型机械产品加工、电子产品设计制造全链条的工程实习和实训,培养学生的实践能力和创新能力;以科研课题和企业项目需求为基础,结合本专业的工程实际问题开展工程设计和工程实现,培养学生的工程意识、协作精神以及综合应用所学知识解决实际问题的能力。其中,创新创业训练项目包括学生在课外参加的各级各类科技竞赛、科研活动、学术活动、创新创业训练、课外实验活动,社会实践、文体活动等。按照学校创新创业拓展项目学分认定标准计入学分,要求学生至少修满 5 学分。

本模块培养学生具备自动化专业所需的机械工程基础、设计/开发能力和创新意识,能够针对工程问题,开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具,通过个人和团队,能够设计针对复杂工程问题的解决方案,设计满足特定需求的系统或单元(部件),并能够在设计环节中综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素,以及自动化装置及工程项目的相关标准和规范,应用工程管理原理与经济决策方法,分析评价设计方案的可行性。提高学生问题分析、设计/开发解决方案、使用现代工具、团队协作、沟通交流、工程项目管理等综合能力及工程与社会、环境与可持续发展意识。

(5) 自动化技术基础模块

本模块有效整合了电路分析、模拟电子技术、数字与逻辑电路、传感器、测控电路等知识体系,突出电路基本定理、定律、基本分析方法及应用。结合典型电子仪器和汽车电子仪表案例,引出基本原理、概念与方法,强调理论问题的具体化,边讲理论、边做实验或通过实验引出理论问题,实现将理论与实验深度融合。同时,紧密围绕各章节关键内容,设计综合性实验,采用随堂实验与堂下作业相结合的方法,提高学生对实验实践能力。

本模块培养学生具备自动化专业所需的电子电路基础,能选择合适的传感器,设计合适的测量

电路,利用电路仿真工具,对电路进行设计、修正和测试,能正确识别和表述复杂自动化系统中信息检测工程问题,观测和分析其中的关联因素和本质特征,能正确采集、整理、分析与解释信息检测系统的实验数据,并结合测量对象特征获得合理有效的结论,提高学生对复杂工程问题的识别、分析能力,以及工程应用和实验研究等能力。

(6) 控制系统理论与方法模块

本模块有效整合了积分变换、信号与系统、自动控制原理、现代控制理论、智能控制与人工智能、系统仿真、计算机控制技术等知识体系,以倒立摆控制为主线,贯穿整个模块,加强信号与系统、控制理论的基础实验,强化 Matlab/Simulink 对控制系统的分析与仿真方法,各部分内容有机衔接,有效减少冗余、重复内容。通过典型实验与案例,引出控制理论基本原理、概念与方法,强调理论问题的具体化,加深学生理解,提升学习兴趣;紧密围绕各章节关键内容设计综合性实验,采用随堂实验与堂下相结合的方法,培养学生的自主学习与系统思维能力。

本模块课程培养学生正确利用控制理论与方法,识别、表述复杂控制系统的工程问题,明确其关联因素和本质特征,设计合适的研究方案,并建立合适的数学模型,能利用 Matlab/Simulink 等工具,对系统特性进行分析、预测和校正,提高学生对复杂工程问题的识别、分析、研究的能力,培养学生系统的思维能力。

(7) 控制系统开发技术模块

本模块整合计算机与编程语言基础、数据结构、单片机、嵌入式系统、PLC 和工程控制软件设计等知识,以“单片机最小系统--智能小车--智能小车协同控制(车联网/车载仪表)--立体车库”为主线,构造一个由立体仓库、多个搬运机器人与智能小车以及车联网组成的复杂自动化系统作为综合性开发/实验平台,教学过程的各环节,包括理论教学、实验以及课外设计/开发均与该平台密切结合。其中,单片机部分要求组装并开发智能小车及其控制系统,嵌入式部分要求开发车联网终端系统并与智能小车及其控制系统集成来支持智能小车的协同控制,PLC 部分要求开发出立体仓库及搬运机械手控制系统,工程控制软件设计部分要求能为相应子系统软件的开发提供合适的解决方案。整个题目

持续一学期,贯穿本模块的主要知识点,而且要求多个课外综合型开发实验的结果最终要求能集成运行。

本模块培养学生具备自动控制系统设计/开发能力所需的软硬件知识和创新意识,使学生能够针对工业过程控制、嵌入式系统、智能仪器仪表等领域复杂工程问题,制定解决方案,并通过元件/模块、部件/子系统、系统级多个层次的开发与实验,设计满足特定需求的部件或系统,培养学生对复杂控制工程的开发能力。

(8) 自动控制工程模块

本模块整合电力电子、电机与拖动、运动控制、机器人等知识点,通过单片机控制直流电动机调速与正反转、机械臂控制、一环到三环的位置伺服系统等实例强化控制对象的数学模型、控制方法与系统设计技术,以工业机器人、焊接机器人为对象介绍高精度复杂控制对象模型的用法和物理意义,实现单关节轨迹控制、多关节的计算力矩控制、多关节的 PD 控制和不同精度的位置控制,提高学生对自动化系统复杂工程问题的识别、分析、研究能力。

本模块培养学生运动控制工程基础与应用能力,能够利用机电及控制等基本原理和方法,能够综合运用所学对复杂运动控制系统的工程问题进行识别、分析、研究,并构建合适的数学模型;能够针对自动化领域复杂运动控制工程问题提出系统解决方案,分析评价设计方案的可行性,提高学生工程应用、设计/开发解决问题的能力。

(9) 网络化控制系统模块

本模块有效整合自动化网络技术、物联网、工业过程控制、网络化控制、车载网络、全互联制造网络等知识体系,以工业过程控制系统、网络化控制为主线,加强各部分内容的衔接,有效减少重复冗余内容。以中药萃取控制系统、汽车 CAN 网络和核反应堆控制系统为主要实验对象/平台,贯穿整个模块的教学活动,结合典型实验与案例引出网络化控制的基本原理、概念与方法,提高学生对网络化控制系统的分析、设计、开发能力与创新意识。

本模块培养学生网络化控制技术基础,能够针对自动化领域复杂工程问题提出网络化系统解决方案,并综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素,分析评价设计方案的可行性,能了解工业网络发展方向和相关标准和规范,评价工业网

络工程实践对社会可持续发展的影响,提高学生工程应用、设计/开发解决问题的能力及工程与社会、环境与可持续发展意识。

2 课程体系的实施

该课程体系已在我校 2016 级自动化卓越工程师班开始试点,第一学年教学计划已具体实施。学校安排了专门教室,为试点班级固定教学和学习场地。目前学院正根据课程体系各模块的建设目标与要求,购置所需的教学设备,并根据各模块教学需要,将仪器设备安放在学校安排的固定教室,并 24 小时向学生开放,以满足理论教学与实验教学有机结合的需要,也方便学生课后练习与自主学习。同时,学院从 2016 级自动化卓越工程师学生入学开始,给每位学生发放了一套单片机最小系统,并通过专题讲座形式,讲授单片机系统的基本使用方法,引导学生自主学习,培养学生学习兴趣,为及早参加各类科技竞赛奠定基础。

在 2016(2) 学期的自动化技术基础(1)(电路分析)课程教学中,每个学生配发数电和模电口袋实验室,课堂为学生配置的电脑安装电路仿真软件,上课时边讲理论、边作实验或通过实验引出理论问题。实践表明:学生对各种概念有更直观的理解,对相关理论问题不再茫然,学习更有兴趣,特别是课堂非常活跃,互动性更好,提出了很多更实际的问题。期末测试也显示全班整体成绩也明显优于其他班级。

在试点学生的日常学习和管理中,学院除了给每 5-6 名学生安排一名指导老师,作为学生的学习导师,指导学生日常学习及课外科技创新实践活动外,还充分利用学校硕士研究生助教、助研、助管的“三助”政策,本学期为试点班级安排了两名研究生助教,协助教师对教学仪器设备、学生课后实践等进行管理,并将根据教学需求,从下学期开始每学

期为试点班级安排 5-6 名研究生助教,协助授课老师的课前实践教学准备、学生课后实践辅导、固定教室的教学设备管理等任务,切切实实为保障学生学习效果服务,也为硕士研究生提供实践锻炼机会。

3 结论

在教指委“自动化专业课程体系改革与建设试点”项目的总体规划下,我校自动化专业在教指委工作组专家的指导下,构建了“基于工业化与信息化深度融合的自动化专业课程体系”。目前该体系正式作为我校 2016 级自动化专业卓越工程师班的培养方案,第一学年教学任务已全面实施,本学期主要涉及人文社会模块、数学模块和物理模块的教学,学期结束后,我们将组织专家对方案实施效果进行评估,并不断优化实施方案。

从第三学期开始,该课程体系将逐步涉及专业基础/专业课程的教学,可以肯定实施中一系列传统问题将不断涌现,如何保障授课教师全身投入,以保证课堂教学不偏离预定的实施方案,如何建设适用于新体系的教材、实验环境及教学资源等,将是我们下一步课程体系建设的典型问题。

参考文献

- [1] 自动化教指委. 关于开展“自动化专业课程体系改革与建设试点”暨申报“自动化类教指委专项教学改革课题”工作的通知,2016. 3
- [2] 吴晓蓓.《中国制造 2025》与自动化专业人才培养,中国大学教学,2015 年第 8 期
- [3] 刘丁. 全国高校自动化专业“卓越工程师教育培养计划”调研报告,中国大学教学,2014 年第 4 期
- [4] 韩璞,林永君,刘延泉,等. 自动化专业卓越工程师课程体系的改革与实践,实验室研究与探索,2011. 10, 30(10)