

自动化专业课程体系建设研究

——以湖南大学为例

梁桥康^{a,b}, 陈洁平^a, 袁小芳^a, 肖昌炎^a, 孙炜^{a,b}

(湖南大学 a.电气与信息工程学院; b.电子制造业智能机器人技术湖南省重点实验室, 湖南 长沙 410082)

摘要:课程体系是改进和保障教育质量的关键要素之一。针对自动化学科发展对人才培养模式所提出的最新问题,介绍了湖南大学自动化专业的课程体系现状,具体分析了课程体系与工程教育认证标准的吻合度课程设置具体情况、实践教学体系设置情况、毕业设计(论文)设置等。最后对自动化专业课程体系建设提出了若干思考。

关键词:课程体系;工程教育专业认证;能力培养

中图分类号:G423

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2019)01-0085-06

1 湖南大学自动化系简介

湖南大学自动化系起源于1921年成立的湖南公立工业专门学校电机科,1963年开设本科专业,1981年获全国首批硕士学位授予权,1990年获博士学位授予权,2000年设立博士后科研流动站,2005年获“控制科学与工程”一级学科博士学位授予权,2007年“控制理论与控制工程”二级学科被评为国家重点学科。自动化专业2009年被评为国家本科教学特色专业,2015年获准建设“机器人视觉感知与控制技术”国家工程实验室,2016年获批共建“模式识别与智能系统”国防特色学科。本专业2011年第一次参加全国工程教育专业认证,结论为:通过认证,有效期6年(2012年1月~2017年12月)。2017年本专业参加了第二次专业认证。经过多年来的发展,本学科已形成5个稳定且具有特色的研究方向:智能控制与机器人、机器视觉信息处理与计算智能、复杂系统优化与控制理论、先进传感与检测技术和现代电气自动化技术与装备。

2 湖南大学自动化专业课程体系

课程体系决定了学生获得的知识结构,因此,适时调整课程体系,以达到符合自动化行业发展的目的十分关键。学校应定期对培养方案和课程体系进行修订,原则上2~4年修订一次,每年微调。2010~2016年,湖南大学自动化专业在2009版培养方案的基础上,结合2011年湖南大学自动化专业工程教育认证报告中的改进建议,对照国内外一流专业,结合社会发展需求,完善培养目标,优化课程结构,落实课程与能力培养的对应关系,加强实践教学环节,规范培养方案的审核和修订,相继制订了2011版、2015版自动化专业培养方案,目前正在实施2018版的培养方案和课程体系的改革。各版本的课程模块学分分布如表1所示。

按照培养方案要求,自动化专业本科基本学制4年,弹性学习年限3~6年,按照学分制度管理,学生毕业最低学分数为170学分。每学年分为3个学期,即2个长学期,1个短学期。短学期在暑假,用于安排社会实践、工程实践、企业实习

收稿日期:20180507

基金项目:教育部产学合作协同育人项目(201702177032);国家自然科学基金面上项目(61673163);电子制造业智能机器人技术湖南省重点实验室(IRT2018003)

作者简介:梁桥康(1982-),男,湖南娄底人,副教授,博士,主要从事人工智能与机器人技术研究。

和选修课程。现行的培养方案中各类课程模块学分比例及与工程教育认证通用标准对比如表2所示。

数据表明,培养方案中各类课程学分比例均满足工程教育认证通用标准的要求。

表1 2009,2011,2015版培养方案中课程模块学分分布对比

课程类别	通识必修	通识选修	学门核心	学类核心	专业核心	专业选修	集中实践	合计
2009版学分分布	37	8	27.5	31.5	26.5	16.5	25	172
2011版学分分布	32+2	4	24+2	23+6	18	28	30+1	170
2015版学分分布	27	8	24	43	10	26	32	170

表2 培养方案中各类课程学分比例及与工程教育认证通用标准对比

序号	通用标准课程类别		标准 要求	学分		占总学分比例/%		
				必修	选修	必修	选修	小计
1	数学与自然科学		至少 15%	26	0	15.29	0	15.29
2	工程基础类、专业基础类与专业类课程	工程基础	至少 30%	35	0	20.59	0	20.59
		专业基础		13	0	7.65	0	7.65
		专业课		6	21	3.53	12.35	15.88
		小计		54	21	31.76	12.35	44.11
3	工程实践与毕业设计	至少 20%	40	0	23.53	0	23.53	
4	人文社会科学	至少 15%	25	4	14.71	2.35	17.06	
小计				145	25	85.29	14.71	100
总计				170		100		

各个类别的课程具体设置情况如表3所示。在课程体系的改革和调整中,本专业还根据行业的发展和需求,先后设置了数据挖掘技术、大数据

处理、复杂网络导论、计算机视觉导论、移动平台嵌入式系统设计与应用、机器视觉检测、现代自动化新技术等课程。

表3 课程设置具体情况

序号	课程类别	培养方案中各类课程设置
1	数学与自然科学基础	高等数学A(1)、高等数学A(2)、线性代数A、概率论与数理统计A、工程数学1(积分变换)、工程数学2(复变函数)、普通物理A(1)、普通物理A(2)
2	工程基础知识	工程制图、软件技术基础、计算机概论A、程序设计基础、科学与工程计算方法及应用、电路、模拟电子技术、数字电子技术、电磁场、微机原理及其应用、自动控制原理
3	专业基础知识	过程控制与仪表、计算机控制技术、电力电子技术基础、信号处理技术、现代控制理论
4	专业知识	检测与转换技术、电机与拖动基础、系统辨识、可编程逻辑控制技术应用、数据挖掘技术、数字图像处理、智能控制、机器人及其控制、现代自动化新技术、智能信息处理、计算机网络技术、控制系统仿真技术、EDA技术、模式识别、其他专业选修课程
5	实践环节	普通物理实验A、电路实验、电子技术实验、微机原理及其应用实验、程序设计训练、金工实习、电工电子实习、电子技术综合设计、微机应用系统综合设计、专业课程设计、认识实习、生产实习与毕业实习
6	毕业设计(论文)	毕业设计(论文)根据内容分为工程设计型、理论研究型、软件开发型共三类,每类都涵盖了本专业基本技能训练要素

湖南大学自动化专业为培养理论基础扎实、实践能力突出、创新意识和能力强的专业人才,近几年大幅度地加强了实践教学的内容,促进了课程教学和实践教学的相互协调与融合,提出并实施了在4年学习中持续强化实践教学、带动学生

实践能力大幅提升的教学理念。

实践教学体系包括工程训练、课程设计、实习环节、课程实验和毕业设计(论文)等环节。培养方案中集中实践环节学分为40学分,占总学分的23.53%,满足工程教育认证标准的要求。其中,

工程训练包括程序设计训练、金工实习和电工电子实习;实习环节包括认识实习、生产实习与毕业实习;课程设计包括电子技术综合设计、微机应用系统综合设计 and 专业课程设计;实验课程包括普

通物理实验 A、电路实验、电子技术实验、微机原理及其应用实验。培养方案中实践教学体系设置情况如表 4 所示。

表 4 培养方案中实践教学体系设置情况一览表

标准要求	课程名称		课程类型	学分
工程实践与毕业设计 (论文)(至少占总学 分的 20%)	工程训练(3 门)	程序设计训练、金工实习、电工电子实习	必修	6
	实习环节(2 门)	认识实习+生产实习、毕业实习	必修	4
	课程设计	电子技术综合设计、微机应用系统综合设计、专业课程设计	必修	6
	课程实验	普通物理实验 A、电路实验、电子技术实验、微机原理及其应用实验	必修	6
	毕业设计	自动化专业毕业设计(论文)	必修	16
合计				40
占总学分比例/%				23.53

毕业设计体现了毕业生对专业综合知识的总体掌握程度和系统知识的应用能力,是大学四年学习效果的整体检验。本专业本科毕业设计(论文)实现了“一人一题”,并充分利用本专业教师与企业和行业的紧密联系,设计(论文)题目大多数来源于工程实际问题。学生在毕业设计(论文)过程中参与企业的工程实际项目研究,能够真切地体验所学知识的实际应用。同时,毕业设计实行校企双导师指导模式,发挥校内导师和企业导师的优势共同指导学生,培养学生掌握设计标准和规范,面对工程实际问题,综合利用所学的知识提高分析问题和解决问题的能力。

为有效保证本专业毕业设计(论文)质量,对整个毕业设计过程包括毕业设计(论文)命题、审题、选题、任务书下达、开题检查、中期检查、过程管理、毕业答辩等多种环节进行质量监控。建立了毕业设计(论文)题目审查、任务书审查、开题报告审查、中期答辩、论文盲审、设计论文查重和毕业二次答辩制度,由学院督导组组织执行各项审查,专业组织答辩小组举行答辩,在答辩中有企业导师参加,确保毕业设计(论文)质量。毕业论文二次答辩是保障毕业设计(论文)质量,达成毕业设计(论文)培养毕业要求的重要举措。二次答辩有两种形式:一是优秀毕业设计(论文)在由专业组织的常规答辩后,由毕业生申请,由学院督导组集中组织的答辩;二是对常规答辩认定质量较差的毕业设计(论文),在学生整改后,由学院督导组组织的再答辩。自动化专业近 3 年完成毕业设计(论文)的学生共计 351 人。其中,优秀 30

人占总数 8.55%,良好 177 人占 50.43%,中等 84 人占 23.93%,及格 4 人占 1.14%;二次答辩(一次答辩不符合要求)56 人,占 15.95%。图 1 和图 2 分别给出了近 3 年毕业设计(论文)成绩等级的总体和分年度分布情况。

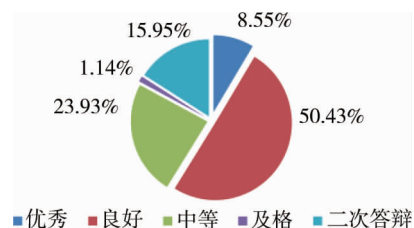


图 1 近 3 年毕业设计(论文)成绩等级分布

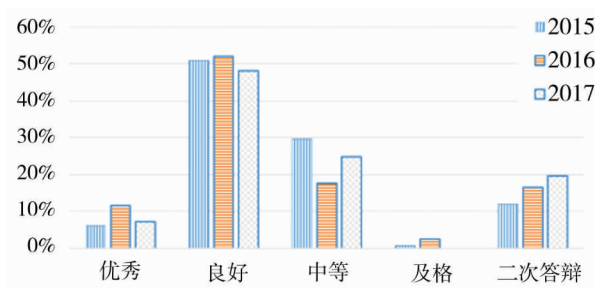


图 2 近 3 年毕业设计(论文)成绩分布

课程体系的构建应灵活运用教育学理论与系统工程知识,从不断的探索、评价和优化着手,确定课程体系的目标、课程选择和组织。以下是课程体系几点经验规律的总结:(1)课程体系的设置和教学计划应适当呈现出开始松、中间紧、大四散的波动规律,在第一学期增设专业介绍性质的导师课程,使得学生对本专业有所了解,结合系里

和学校的各级资源,引导学生设定自己的职业目标和人生规划。在学生第一学期开设信息类的自学+实践探索型的课程,以帮助学生尽快形成大学与学类的认识和兴趣。(2)积极探索弹性学制和灵活教学活动开展,为自主性学习以及卓越工程教育的企业实践时间留出更多的弹性时间。加深探索双学期和半学期开课方式,目前自动化专业结合师生的要求,已灵活安排部分课程在半学期中结束理论教学活动。(3)在修订自动化专业的课程体系时,应参照《自动化专业教学质量国家标准》与工程教育论证的相关要求,进一步修订“基本规格要求”,以利于后续的工程教育专业论证与教育部本科教学评估。(4)专业的选修课程较多,应进行适当的分类,如按照专业方向分成若干课程组,并列出各专业方向的专业限选课程组。自动化专业根据自己的研究现状,编写了学生选课指导,引导学生根据自己选定的专业方向,在专业限选课程组中选修规定的学分。(5)在通识选修课的设计时,应适当增加经济、管理、环境保护和可持续发展等相关课程,并利用通识选修课引导学生四年中听一定次数的特定题目的学术报告和讲座。目前,湖南大学及电气与信息工程学院组织了丰富多彩的学术报告活动,如岳麓讲坛等。

3 国内一流大学课程体系比较分析

湖南大学自动化专业的课程体系和人才培养方案的修订任务建立在广泛调研国内外相关院校同专业的基础之上进行。

清华大学自动化系的教学计划很注重数学与自然科学基础课程的培养(不少于40学分),其中数学类课程有一元微积分(4学分)、多元微积分(4学分)、高等微积分B(2学分)、几何与代数1(4学分)、几何与代数2(2学分)、随机数学方法(3学分)、概率论与数理统计(3学分)、复变函数引论(2学分)、复分析(3学分)、数理方程引论(2学分)、数值分析课组(3学分)、离散数学1(3学分)、离散数学2(3学分)、随机过程(4学分)、应用随机过程(3学分)、泛函分析1(3学分)、流形上的微积分(4学分)、代数编码理论(3学分)、初等数论与多项式(2学分)、应用统计(3学分)等。相对而言,湖南大学自动化专业现行课程体

系对数学理论基础知识的重视性程度较轻。因此,在教学计划的修订过程中,新增了复变函数和积分变换两门核心课程及应用随机过程选修课程。另外,清华大学自动化系的教学计划中的核心课与本校自动化系中的核心课基本相似,但是选修课程的可选择范围更大,共开设专业任选课34门、限选课18门,而本校自动化专业任选和限选课共开设20门。

浙江大学自动化专业应用型卓越工程师培养计划实行3+1模式,保证1年(累计)在企业学习、实习及毕业设计,其就业率达100%。国外高校一般由任课老师指定一些材料和范围让学生自己预习,这部分时间也算入学分中。例如:麻省理工学院的人工智能(Artificial Intelligence)课程,学分标注为5-3-4,学时包括每周讲课5小时、每周实验3小时、每周预习4小时。

在基础课程的设置上,中国科学技术大学自动化系的教学计划对数学、物理、程序设计及一些专业通识课程比较重视,加上学校定期举办的各类软件设计比赛,使得学生对Java和VC等程序设计语言掌握程度普遍较好,广受国外高校青睐。因为自动化学科发展越来越快,中国科学技术大学自动化系的教学计划将专业细化为三个方向,一是自动控制方向(系统辨识、嵌入式系统、运动控制、过程控制),二是智能系统方向(信号与图像处理基础、模式识别导论、机器人概论、人工智能导论),三是系统与工程方向(数字信号处理基础、面向对象技术、系统工程导论、工程最优化),为每个方向量身定做一定的指导方案,并在学生选课时指导侧重某一个方向进行选修,也可从多个方向中任选课程。其他课程设置与本校自动化专业类似,有特色的课程包括力学与热学、理论力学、光学与原子物理等,其中设置的自动化前沿课程会讲由国内外自动化领域著名的教授、专家来讲学。最后,中国科学技术大学自动化系的某些课程如自适应控制、随机估计与控制、非线性控制系统等课程为本硕贯通课程。

基本上国内所有自动化专业都将工程制图或工程图学作为工程技术基础课,清华大学、东北大学等高校都设有电子商务、商务谈判技巧、企业经济管理、环境概论等课程。

上海交通大学自动化系、清华大学自动化系分别开设有计算机操作系统、计算机网络、数据结

构、数据库原理与应用等计算机相关课程,总学分达8个,本校自动化专业将相关课程如数据结构、操作系统、数据库等课程融合在软件技术基础课程中,学分仅有3个。在本次修订过程中,增设了计算机网络等相关课程。相对而言,上海交通大学课程总数较少,更注重大类基础教育。

国内大学的自动化专业实践课程体系基本类似,值得一提的是,清华大学和中国科技大学自动化系在实践课程体系设计上,注重程序设计训练及其实践类教学安排,如Java、C++、Matlab、汇编语言、程序设计实践类环节。

基于以上对比分析,自动化系目前正在实施2018版的培养方案和课程体系的改革,主要的改革措施包括:(1)结合本学科已形成的5个稳定且具有特色的研究方向(智能控制与机器人、机器视觉信息处理与计算智能、复杂系统优化与控制理论、先进传感与检测技术、现代电气自动化技术与装备),对旧版培养方案和教学计划进行相应的修订,形成一种宽口径专业教育以及厚基础、宽专业面、硬件与软件结合、具有自主学习能力的复合应用型人才培养模式。(2)学类核心课程总学分由原来的23学分扩充到42学分,课程数由原来的8门变为16门。新增的课程有自动控制原理、复变函数、积分变换、普通化学、工程图学、信号与系统、传感与检测技术、电力电子技术基础。(3)专业核心学分减少为10学分,分别为计算机控制技术、电机与拖动基础、过程控制与仪表。(4)选修课全院打通,门数和学分均增多(学分由原计划的24调整为27),增加了自适应控制、复杂网络导论、C++面向对象程序设计和智能车设计等,以跟踪当前自动化专业的新发展。(5)虽然本科毕业设计设置在第8学期,但将本科毕业设计的选题提前至第7学期,让学生更早接触指导老师,以便为更好地完成本科毕业设计做好充分的准备工作,提高本科毕业设计的总体水平。(6)重视程序设计技能和思维的能力培养,将选修课“软件技术基础”由第4学期调整到第3学期,拟增设“Python程序设计语言”等课程。

4 课程体系建设的几点思考

1)如何在课程体系中体现复杂工程问题。随着自动化学科不断发展,工程要素越来越庞

杂,各要素之间相互作用越来越复杂,集成结果的工程系统也越来越需要具有开放性、可靠性和适应性^[1]。此外,自动化专业的学生培养应鼓励宽口径的基础教育,同时也应积极引导学生积极学习具体研究方向的知识体系。因此,自动化专业的课程体系改革不应局限于传统的自动化基础课程的数量增加,而是相关基础知识和基础理论在传授过程中与实际自动化复杂工程的设计和开发有机融合。按照复杂工程问题的培养要求,分别设计理论和实践课程内容,开展教学活动和评价,探索有效的教学方法,是课程体系改革的当务之急^[2]。

2)人工智能在自动化专业课程体系改革中的体现。人工智能涉及控制论、信息论、神经生理学、心理学、哲学、统计学等多个学科,在机器学习、模式识别、机器人、机器视觉等领域取得了突破性的进展。国务院发布《新一代智能发展规划》推动完善人工智能学科布局,旨在加快我国人工智能学科人才培养^[3]。目前,人工智能的理论基础、研究方法、知识体系和应用研究等都日趋完善。湖南大学目前暂时没有设立智能科学与技术专业和学科,培养人工智能方面的任务主要依靠自动化和信息等相关专业完成。自动化专业目前虽然有机器学习、数据挖掘、智能控制、模式识别、复杂网络等方面的人工智能相关课程,但是人工智能相关专业课程不是重点学习内容,学时占比少,存在碎片少、简单重复等问题^[4]。如何尽快建立独立的人工智能专业方向的课程体系,及时开设人工智能、记忆与推理、智能博弈、群体智能、深度学习等课程,完善自动化+人工智能课程体系,是课程体系建设和改革的重点。

3)新工科与课程体系改革。“新工科”的提出是现代工程教育发展的必然结果^[5]。在“新工科”理念下,教学改革的基础是课程体系的更新。如何适应自动化行业“工业4.0”“中国制造2025”“机器换人”等热潮^[6],体现自动化行业标准与企业需要,积极与现有其他工科交叉融合,扩展自动化专业的内涵和建设重点,树立自动化专业创新型、综合化、全周期的工程教育课程新体系,通过专业教师、行业专家、企业工程师、教学管理职能部门的协同,以培养具有自动化工程思维与综合能力的工程科技创新和产业创新人才,服务自动化产业转型升级,是当前自动化学科需要

重点考虑的问题。

参考文献:

- [1] 林健.面向“卓越工程师”培养的课程体系 and 教学内容改革[J].高等工程教育研究,2011(5):1-9.
- [2] 尚大军.大学生创新创业教育的课程体系构建[J].教育探索,2015(9):86-90.
- [3] 黄兆信,赵国靖.中美高校创业教育课程体系比较研究[J].中国高教研究,2015(1):49-53.
- [4] 李茂国,朱正伟.面向工程过程的课程体系研究[J].教育科学文摘,2014(5):58-59.
- [5] 鞠志宇,陈新华,贾晓红,等.应用型本科高校创新创业教育课程体系的构建[J].创新与创业教育,2015(1):74-76.
- [6] 李晓东,肖腾飞.智能控制课程在智能科学与技术专业课程体系中的地位 and 作用[J].计算机教育,2017(10):57-59.

Research on Construction of Curriculum System of Automation Specialty: A Case Study of Hunan University

LIANG Qiaokang^{a, b}, CHEN Jieping^a, YUAN Xiaofang^a, XIAO Changyan^a, SUN Wei^{a, b}

(a. Automation, College of Electrical and Information Engineering;

b. Hunan Key Laboratory of Intelligent Robot Technology in Electronic Manufacturing, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract: Curriculum system is the core component and concrete means of personnel training objectives and training programs, and it is one of the key elements for improving and ensuring the quality of education. This paper introduces the present situation of the curriculum system of automation department in Hunan University, and analyzes the anastomosis analysis of the curriculum system and the engineering education certification standard, the specific situation of the course setting, the setting of the practice teaching system and the setting of graduation design (thesis). Besides, this paper also puts forward some thoughts on the construction of automation specialty curriculum system. The research results will provide more references for the reform and practice of the curriculum system of the automation.

Key words: curriculum system; professional accreditation of engineering education; ability training

(责任校对 刘兰霞)