

自动化专业实验实践教学体系和教学模式改革与探索

张莉君 陈 鑫 张晶晶 王广君

(中国地质大学(武汉)自动化学院,湖北,武汉,430074)

摘 要: 具有明确应用背景的实验实践教学体系是高质量应用型人才培养的保障。中国地质大学(武汉)自动化专业在建设过程中,在专业培养定位、创新实践教学体系构建、实践教学平台和相关教学案例建设、实践教学模式和实践能力评价等方面进行了一系列改革和探索,对相关专业建设的推进具有一定借鉴意义。

关键词: 自动化专业;实验实践教学体系;教学模式;改革

Innovation and Investigation on Practical Teaching System and Teaching Mode for Automation Discipline

Zhang Lijun, Chen Xin, Zhang Jingjing, Wang Guangjun

(School of Automation, China University of Geosciences, Wuhan, 430074, China)

Abstract: A definite practical teaching system is the guarantee for the cultivation of high-quality practical talents. With the development of Automation discipline at China University of Geosciences (Wuhan), we innovated and investigated much for major cultivation location, development of innovative practical teaching system, development of practical teaching platforms and cases, practical teaching mode, and the assessment of practical abilities. These teaching ideas and methods has certain referential significance for the education of relative disciplines.

Key Words: Automation; Practical Teaching System; Teaching mode; Innovation

引言

当前,新一轮科技革命和产业变革与我国加快转变经济发展方式形成历史性交汇,新一代信息技术与制造业深度融合,正在引发影响深远的产业变革。国家层面国务院去年出台了《中国制造 2025》,力争在新一代信息技术产业、高档数控机床和机器人、航空航天设备等多个领域取得突

破。这些领域与我校自动化专业的应用方向高度重叠;学校层面多个专业已经实施了“学术卓越计划”,工程专业认证和新工科专业建设等也正提上工作日程。所有这些,都为自动化专业的学科发展和技术成果应用提供了极好的政策支持。如何利用现有资源,将我院本科生“实践-创新-国际化”的能力培养模式落到实处,进一步深化教学改革,强化实践教学环节,提高教学质量,培养出更多国际互认的、具有创新创业意识、基础扎实的、满足

联系人:张莉君.第一作者:张莉君(1965.11—),女,博士,副教授

基金项目:自动化类教指委专项教学改革课题——面向制造业智能化和网络化发展需求的自动化专业课程体系改革与建设(2016A02);2016年中国地质大学本科教学工程项目——面向制造业自动化人才需要的专业培养改革与建设(ZL201608);2016年中国地质大学本科教学工程项目——自动化学院可编程技术课程群教学团队建设;2017年中国地质大学本科教学工程项目——卓越计划导向的自动化专业应用型人才培养改革与实践(ZL201746)。

工程应用和研发应用需求的高质量应用型自动化专业技术人才,参与到中国制造 2025 的实践中去,为后续自动化专业的工程专业认证做准备,是摆在我们自动化专业面前的急迫任务。

1 现状及存在的主要问题

自动化专业是理论性和实践性都很强的工科专业,根据行业需求,以行业为导向,培养大量的具有一定的理论基础,工程意识强,具有良好的综合能力、动手能力和解决问题能力为主要特征的新型本科工程应用型人才,是经济发展的要求。目前,一方面企业和社会需要大量有项目经验的各类工程技术人才,而高校的课程学习很难让学生达到用人单位需求。这其中实训不够应是主要原因之一。反映在实践教学上,主要体现在以下几个方面:

① 教学组织没有明确和具体的行业背景。各教学模块讲授的知识缺乏确定性应用目标,以原理知识为主,难以形成面向应用领域技术链条的整体认知;大部分实验课教学理念相对陈旧,几乎是针对某一门理论教学的知识性检验,缺少相关课程之间的联系与印证,使学生无法建立系统的观点。

② 缺乏结合具体行业应用背景的综合型和设计型实验实践教学案例。实践环节难以从系统角度综合应用计算机、器件、工业控制系统等相关技术解决工程问题,学生们难以形成对自动化应用系统结构、主流技术和工具、行业背景下的设计过程等的完整性认知,课程实验可利用的资源少,大多为独立知识点验证性实验,综合大作业也相对简化,以流程认知为主,学生缺乏在真实应用背景下进行系统开发的实操训练,无项目实训,综合设计能力训练欠缺,项目经验更是无从谈起。

③ 实验教学方式方法单一,难以适应不断缩短的课上实验教学时间的大趋势。不能真正调动学生的主动性和创造性,很难真正培养学生的动手能力。

④ 缺乏学生实践动手能力评价手段。缺乏具体化、指标化的要求,实践能力的培养缺乏规范及系统管理。

此外,总体观念上重科研、轻教学,重课堂教

学、轻实践环节,也导致学生高分低能、实践动手能力不强。因此,必须转变人才培养观念,建立创新实验实践教学体系,探索实验实践教学模式,切实培养学生的系统观、控制观和工程实践应用能力,以适应时代发展的要求。

2 改革思路及目标

依据自动化专业的培养目标(2010年自动化专业规范)、自动化专业教学质量国家标准及教学知识结构基本要求、卓越计划工程能力和创新能力培养要求和自动化专业认证标准中的工程能力等毕业要求^[1],依托自动化学院控制科学与工程学科优势和特色,结合我校地学与地质工程等优势学科对自动化人才的需求,考虑湖北省流程工业和装备制造业是支柱产业的实际情况,针对目前实训不足问题,我们从以下几个方面,进行实验教学体系和教学模式的改革。

① 进一步明确专业培养定位。将培养目标定位在从自动化专业素养、专业知识和专业能力三个方面,进行制造业自动化专业人才的培养。面向制造业智能化和网络化需求构建自动化专业课程体系和实验实践教学体系,以地学地质工程控制系统、地学智能仪器设计为人才培养特色,重点培养学生对数字化、智能化、网络化控制系统的设计能力和工程应用能力。

② 构建创新实践教学体系。以实践促创新,以“重视基础理论、突出具体应用、强化工程实践”为主线,构建立体化实验实践教学体系。

③ 实践教学平台建设。建设过程中充分考虑适应自动化技术的发展,并能够充分体现数字化、智能化、网络化的特点。

④ 研究实践教学模式和评价方法。规范实践教学管理。

通过上述措施,实现如下目标:面向制造业数字化、智能化和网络化的发展需求,构建体现数字化、网络化、智能化特点的自动化专业实验实践课程体系,搭建自动化专业能力培养实践平台,利用模块化的教学方式,培养先进制造行业导向的具有显著工程实践能力的自动化专业应用型人才。通过上述实践平台和实践环节,要能使我们的学生对自动化系统结构、对主流技术和工具和对行

业背景下的设计过程建立完整性认知,达到知识点成体系,知识点对应的工具成体系,特定应用环境的设计技术成体系的目标。

3 实施方案

自动化专业是理论性和实践性都很强的工科专业,根据行业需求,以行业为导向,培养大量的具有一定的理论基础,工程意识强,具有良好的综合能力、动手能力和解决问题能力为主要特征的新型本科工程应用型人才,是经济发展的要求。同时,把一部分有潜质的人才培养成为具有一定基础理论知识、能力强、能够继续深造的专业技术研究人才,不仅能够使应用型人才满足经济发展就业的需求,也能满足研究开发应用的要求。这种本科复合型人才的培养模式是主动适应时代发展的要求,也是面向高新技术发展的迫切需要^[2-3]。本着“重视基础理论、突出具体应用、强化

工程实践”的理念,在具体实施方案的设计中,主要考虑结合制造业自动化专业人才培养的目标,在课程内容和相关实践环节的设计上,体现自动化理论、方法、技术、系统的主流发展和网络化、智能化特点。

3.1 实验实践教学体系、实践平台及教学案例建设

建设与面向制造业智能化和网络化的自动化专业课程体系配套的自动化专业实验实践教学体系。建设各课程群实验实践综合实训平台,进行体现主流技术和智能化网络化特色的综合实验实践案例建设,服务于学生综合实践能力和创新能力的培养。

3.1.1 多层次创新实验实践教学体系建设
开展多层次实践教学,建立学生科研训练机制,培养学生工程创新能力。创建了“本科专业科研训练+开放实验+学科竞赛+实物毕业设计+企业实习”多层次创新实践体系,其框架如下图1所示。

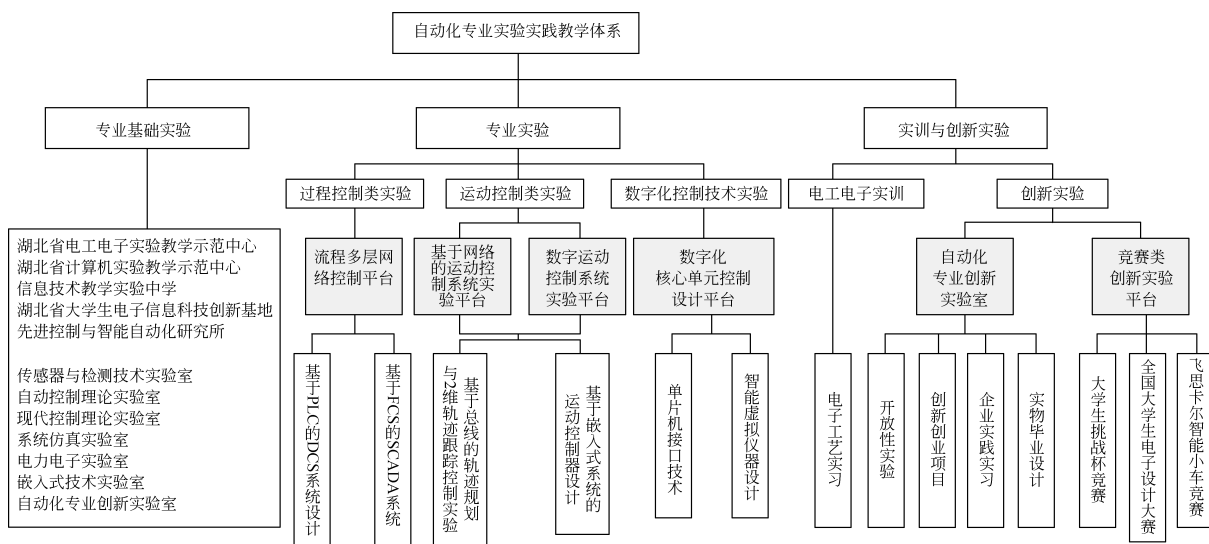


图1 自动化专业实验实践教学体系框架

该体系包括以验证性实验为主的专业基础实验,以过程控制、运动控制和数字化控制技术三个方向为主的具有真实明确应用背景的专业科研训练,以开放性实验、各种校内外学科竞赛、校内外实习和实物毕业设计组成的实训和创新实验三个组成部分。体系中所设置的基础实验、扩展实验和探索实验等都具有明确具体的目标^[2],具有突出具体应用,强化工程实践的特点。

3.1.2 实训平台及教学案例建设 针对流

程工业和制造业、地质工程装备与检测仪器设计领域中,网络化过程监控、数控加工及智能机器人等典型先进应用,对生产过程优化控制技术和数字伺服控制技术的需求,结合自动化专业内涵,从检测技术、建模方法、控制设计和系统集成几个方面确定知识框架,设计实验实训平台和相关模块化教学案例。

在上述思想指导下,结合现有实验室资源,进行了以下实训平台的建设。依托地大-台达共建实

实验室,开展多层网络控制系统过程控制实训平台的建设;以主流工业网络控制和编程技术为主线,以现场智能检测设备、智能控制设备为研究对象,开展可编程技术课程群实验室建设和基于网络的运动控制系统实训平台和数字运动控制系统实验平台的建设;依托地大-NI 共建实验室,开展数字化地学仪器核心单元控制设计平台建设。具体建设过程中,自主创新研发流程工业和装备制造业自动化应用系统教学案例。鼓励教师将在科学研究和工程应用中为解决重点问题、热点问题、新问题而创新开发的自动化应用系统引入到实验教学中,使学生通过学习并体验教师的创新开发成果而借鉴培养自身的创新思维和创新能力。结合教师科研成果转化,以多轴数控加工、数字伺服控制和智能地学装备为应用背景,进行体现主流技术和智能化网络化特色的综合实验实践案例建设,打造“网络化智能装备和系统”专业培养特色。服务于科研的同时,也为学生提供开放真实工程实践环境。既利于学生综合实践能力和创新能力的培养,同时有利于教师队伍的建设。

3.2 在教学和实验中开展工程案例教学法

实践意识的教育不应仅仅局限在实践教学环节,而应该在整個学习与教育过程中充满实践意识,在理论课教学中引导学生观察、思考实际问题⁰。通过设计系统化、模块化、积木化、实用化的工程案例,在教学和实验学时不变的情况下,在理论教学时合理使用教学案例,就可以完成项目综合实训练习,使学生获得项目经验,获得工程实践能力和自主创新能力的提升。

具体方法是在课堂讲授中将基本原理在项目中的实际应用作为课堂举例,由于具有具体应用背景,讲者生动有趣,学生也有兴趣学,理解快,掌握好,就可省去部分验证性实验,将省出的实验学时用于开展项目的综合设计实验。虽然项目比较复杂,似乎很难短时间内实现,但涉及的很多难点或重点在课堂举例时已经消化了,因此,课上实验学时+课外大作业时间+配套详细资料+教师指导,完全可以实现项目设计的综合实验。相当于将具体工程项目合理拆分成若干分模块,贯穿于整个课堂教学和实验教学中。课堂上分模块讲解项目,实验课学生加以实践操作,整个课程实际上就是老师一步一步带领同学共同做项目开发。这

样一来,理论教学和实验教学的学时没变,却增加了项目实训。学生通过学习,就可获得项目开发的经验,非常有利于学生找工作。

与此同时,还可采用探索启发式、探究式、讨论式等多元化教学模式,请校外名师和企业导师授课,辅以导师制和实验室全面开放等措施^[3],进一步提高学生了解、参与、参加专业实践的机会。

3.3 实践动手能力评价

学生从入学到毕业的4年大学时光中,会经历各种理论教学、实验教学、实践教学、设计和实训,结合专业学科课题、创新设计课题和企业项目,各种校内外竞赛,以及毕业实习与毕业设计。这种分层次、多阶段开展的实践创新教育,会始终不间断持续在各个学期期间展开,并且在这个过程中,实践教师会非常注意强调强化控制学科的数学基础和实验报告写作训练。报告不但要求内容具有正确性、创新性,而且要求文章具有完整性、清晰性和可读性。因此待到学生毕业时,应能够利用所学的检测技术、建模方法、控制设计方法和系统集成技术,完成对某类过程或装置的控制系统的工程设计和调试测试,真正实现对自动化系统结构、对主流技术和工具和对行业背景下的应用系统设计过程建立完整性认知,达到知识点成体系,知识点对应的工具成体系,特定应用环境的设计技术成体系的目标,以满足专业能力实践培养的基本要求。

4 课程案例建设及其在实验实践教学中的应用

以本科生“嵌入式系统设计”课程的实验实践教学为例,具体介绍课程案例的建设及其应用。

高校嵌入式相关课程的教学虽各具特色^[5],但之前我校的嵌入式课程教学,与目前国内大部分高校嵌入式相关课程的教学相似,对构建完整嵌入式系统所涉及的基本要素(平台开发板硬件软件资源、操作系统构建、驱动程序设计及应用软件开发等)均有相关的实验装置进行实验教学。但是,在进行嵌入式系统综合设计的教学时,只介绍通用流程和方法,并通过简单的大作业进行了体验,对于结合真实行业背景和具体需求的实际嵌入式应用系统的设计,由于缺乏相关的教学实

验装置,未能全面展开,只有少量同学在毕业设计时选择相关题目时,对这方面有所接触,因此大部分学生对嵌入式应用系统设计缺乏直观的认识和掌握。

为此,我们进行了实践案例的建设(如图2)和实验教学方法的改革,设计的案例一方面用于模块化课堂讲授,一方面作为实验项目提供给学生进行项目设计实训。

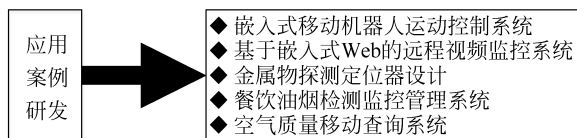


图2 “嵌入式系统设计”课程教学案例及实验项目

具体措施如下:

① 课程实验除验证性实验外,还提供若干实验项目以供课余时间完成,学生在一定范围内也可自拟项目。参照竞赛题目的要求,每个项目包括基本部分和提高部分。教师在课程开始时提供实验项目任务要求,及与实验项目相关的思考题,要求最多3名同学为一组共同协作,并对布置的内容设置完成任务时间表,在上课学期内利用课余时间完成实验项目,按照实物验收情况和项目报告情况取得实验成绩。

② 学生为了完成设计任务,首先要完成思考题,学生根据综合实验的要求,自行设计实验方案。教师根据学生的设计方案,并且加以引导,最后确定设计方案。

③ 各组对最后确定的设计方案进行实施,包括软硬件部分的实现,综合调试和实验等,根据实验结果写出项目设计报告并制作项目PPT,集中进行项目汇报。

通过上述实验过程,学生由原来的被动实验变成了主动参与,实验室成为实践锻炼的场所。

5 预期结果

通过上述理论教学、实验教学、实践教学、设计和实训,结合专业学科课题、创新设计课题和企业项目,以及毕业实习与毕业设计,使学生在本科学习的4年中,不断接受分层次、多阶段、不间断的各种实践创新训练,必将达到如下效果:

① 学生工程能力和创新能力的培养和提高。

以多轴数控加工、数字伺服控制和智能装备为应用背景,为学生提供真实工程实践环境,培养控制系统设计和工程应用能力,打造“网络化智能装备和系统”培养特色。待到学生毕业时,至少能够利用PC、PLC、嵌入式控制器或其他工控机中的一种及以上作为控制器,完成对一类简单对象(过程或装置)的控制系统工程设计与调试,达到实践能力培养的基本要求。

② 教师实验科研能力提升

建设优质特色教学资源,加强教学案例、教材、多媒体课件和网络教学资源的建设和有机结合,结合最新科研成果进一步优化现有教材及其授课内容,不断创新和改革,适应教育部卓越计划和工程认证对工程人才和创新人才的培养要求。教师在这一过程中,既培养了学生,又提升了自身服务社会的能力。

6 结论

本次实验实践教学体系和教学模式的改革和探索,虽然具体举措的建立过程中,广泛听取了一线教学教师和广大学生的意见和建议,但不可避免地存在各种各样预想不到的问题,在后续的实施过程中,我们还应注意全面收集教和学各方的意见,并加以归纳总结,以期不断完善提高。

我校自动化专业具有多年的教学经验,经过多年的发展,在学科建设方面取得了长足的发展,具有省级实验教学中心和湖北省复杂系统先进控制技术重点实验室,以及若干个校内外实习实训基地,与多家大型企业和科研院所建立了良好的合作关系,同时具有一支德才兼备、结构合理的教师队伍和较好的专业教学基础,近年来培养、引进了一批高素质的师资,优化了人才结构,形成了一支学术造诣较高,教学经验比较丰富的师资梯队。所有这些条件为培养面向第一线的研究应用型和工程应用型人才提供了有力的支持。只要我们围绕我们的培养定位,利用好我们的实训平台,并不断丰富充实具有数字化智能化网络化特点的实践教学案例,坚持多层次实践教学,一定能使我们培养的学生满足社会对自动化专业应用型人才的需求。

References

- [1] 全国工程教育专业认证标准(通用标准和专业补充标准). 中国工程教育专业认证协会网站 <http://www.ceeaa.org.cn/main!newsList4Top.w?menuID=01010702>
- [2] 曹荣敏,吴迎年,陈雯柏. 自动化专业卓越工程师培养的创新探索[J]. 中国电力教育, 2014(36): 55-56.
- [3] 陈以,杨青,王改云. 自动化学科专业人才培养实践创新体系的建设[J]. 实验室研究与探索, 2014, 31(4): 16-20.
- [4] 李培根. 未来工程教育中的实践意识[J]. 高等工程教育研究, 2010(6): 15-18.
- [5] 杨卫军,罗积军,樊莉,等. 伯克利嵌入式系统课程教学的特色与启示[J]. 实验室研究与探索, 2012, 31(5): 147-149.