

doi:10.13582/j.cnki.1674-5884.2023.03.011

基于 OBE 理念的应用研究型本科院校 专业课程教学改革

——以“汽车电子及控制”课程为例

杨新桦

(重庆理工大学 车辆工程学院,重庆 400054)

摘要:汽车产业的快速发展引领了汽车电子控制技术的飞跃式发展,大量新技术的应用对高等院校汽车电子控制技术课程教学提出了新的要求。在以成果为导向的 OBE 理念指导下开展专业课程教学改革是汽车电子控制课程改革的必然选择。重庆理工大学“汽车电子及控制”课程组以 OBE 理念为指导进行了课程目标与课程定位的设置,以教材建设为核心持续开展了课程教学内容和课程评价体系的改革。经过多年教学改革实践,课程很好地达成了教学目标,支撑了人才培养体系,达到了为地方产业培养急需专业人才的目。

关键词:OBE 理念;教学改革;持续改进;汽车电子控制;课程建设

中图分类号:G642.0

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2023)03-0067-06

随着我国现代化进程的不断推进,当代高等教育也在不断向前发展。在国家创新创业战略大背景下,以成果为导向的 OBE 教育理念融入应用型本科院校教学改革对于提高学生的综合素质有着重要意义^[1]。作为应用研究型地方院校,重庆理工大学着力于服务地方经济,培养地方产业需要的高素质技术人才。车辆工程专业是学校最能体现办学特色的国家级特色专业,多年来在为地方企业培养合格的专业人才方面取得了令人瞩目的成绩。在现代汽车产业和技术不断发展的时代背景下,如何跟随时代步伐,基于 OBE 教育理念对人才培养体系特别是专业核心课程进行教学改革,是专业持续发展的根本。在学校车辆工程专业 2019 版人才培养方案中,“汽车电子及控制”已经成为一门 3 学分的专业核心课程。该课程在培养方案中地位的改变体现了其在人才培养体系中的重要性。为迎合技术的发展、行业的需求及

人才培养方案改革,学校“汽车电子及控制”课程组在 OBE 理念指导下开展了课程教学内容的持续改进,探索了适应行业人才需求的课程内容体系改革道路,取得了一些成效。本文主要介绍重庆理工大学“汽车电子及控制”课程基于 OBE 理念的教学改革思路和做法,为相关专业、同类课程教学改革提供一定的参考。

1 应用研究型本科院校“汽车电子及控制”课程目标与定位

1.1 国家的需求

习总书记在全国高校思想政治工作会议上指出,我们对高等教育的需要比以往任何时候都更加迫切,对科学知识和卓越人才的渴求比以往任何时候都更加强烈。《国家教育事业发展规划“十三五”规划》确定了“十三五”时期教育发展的总目标:教育现代化取得重要进展,教育总体实力

收稿日期:2022-12-05

基金项目:重庆理工大学本科教育教学改革研究项目(2021YB10)

作者简介:杨新桦(1976—),男,重庆人,副教授,博士,主要从事汽车电子控制系统与技术研究。

和国际影响力显著增强,推动我国迈入人力资源强国和人才强国行列,为实现中国教育现代化2030远景目标奠定坚实基础。规划同时指出,国家深入实施创新驱动发展战略,推进大众创业、万众创新,实施“中国制造2025”“一带一路”等战略,迫切需要教育优化人才培养结构,加快培养各类紧缺人才。

汽车产业已经成为国家经济支柱产业之一,并随着智能网联汽车技术的不断发展成为创新创业的主战场。汽车电子控制技术是现代汽车新技术中的核心技术。因此,加快培养能够参与自主研发的汽车电子控制技术专业人才,对进一步提高国家汽车产业自主创新和自主创造的能力具有举足轻重的意义。

1.2 社会、行业、产业发展和从业的需求

第四次工业革命对人类社会产生了深刻的影响,而新能源汽车技术、智能网联汽车技术的兴起使汽车产业面临全新的变革,这既是机遇也是挑战。一方面,汽车行业对从业人员的知识储备和能力结构提出了新的需求,使得行业内高端技术复合型人才的就业机会大量增加。另一方面,随着“工业4.0”的发展,传统汽车制造过程中大量引入机器人,传统生产线上只需要承担一个岗位工作量的工人现在需要负责整条生产线的监控,相应地,传统工作岗位迅速减少。从2019年的财务报表来看,一汽、广汽、上汽、比亚迪、长城等我国汽车制造企业前十名中涉及智能网联汽车研发的8家企业研发费用投入占其总投入的百分比为6%—16%不等^[2]。其中,比亚迪2016—2018年研发费用年平均增长率为34.43%^[3]。从目前汽车行业的发展来看,汽车行业特别是新能源与智能网联汽车企业的研发投入相比其他行业要大得多。目前,汽车企业,特别是新创企业的岗位更多是面向新技术研发的,整个行业对基础创新性、创造性人才的需求在急剧扩大。因此,在应用型本科院校人才培养过程中轻视知识的传授而奢谈能力的培养是不切实际的。“只有那些能够将所掌握的大量专业理论知识运用到实际生产中并且能够实现知识迁移的人,才能适应‘工业4.0’背景下的智能工作环境,直面技术革命带来的强力冲击。”^[4]智能化时代,单一的熟练型工种将不断减少,汽车行业新的工作岗位更强调技术的创新性和创造性,从业人员将面临更多的新问题,其工作的广度和深度也将更大。在此背景下,掌握某项

职业岗位的单一技能已经不能满足现代企业的需求。因此,扎实的基础理论知识及先进的技术理念和工作方法是构建学生知识体系和能力结构的关键。

随着我国人口出生率的不断降低,在可以预见的将来,用工荒将是困扰我国产业界的一大难题,其直接结果是用工成本的不断增加。此外,毕业生通常需要企业先进行半年到一年的再培训才能正式上岗,而积累了一定工作经验的员工又往往因为个人职业发展的需要主动离职另谋发展,这导致企业前期投入的再培训成本漂没,企业招收应届毕业生的意愿降低。如果企业无需对新招收的员工进行再培训,其用工成本和风险将大大降低。这要求应用型本科院校在人才培养过程中重视理论结合实践能力的培养,尽可能做到人才培养目标与企业需求一致。

福特最新推出的电动汽车Volt上安装了100多个控制器,其中的代码超过1千万行,比空客A380的代码还要多。以汽车电动化、智能化和网联化为特征的现代汽车技术正深刻塑造百年汽车产业。汽车产业对汽车电子技术相关人才的需求一直在急剧扩大。从目前对用人单位的调研来看,企业很难招到有经验的从事汽车新技术开发的工程师,而刚毕业的学生又往往很难直接从事项目研发工作。从近十几年汽车产业新型技术的专利申请情况不难发现,在智能网联汽车等新兴技术领域,企业申报的专利数量已经远超高校。应用研究型高等院校旨在为产业培养既能从事工程实践活动又能进行创新研发的合格应用型技术人才,若其发展不能顺应时代的发展,企业将不再对其产生更多的人才需求,其发展也必将严重受限。这是关系到高校生死存亡的问题。

1.3 学生职业发展和家长的期望

在与学生和家长的沟通过程中,笔者发现他们的问题通常涉及专业就业前景、毕业后的职业发展方向等。作为应用研究型高校,重庆理工大学车辆工程专业毕业生有相当大一部分会进入企业,从事车辆工程相关的研发、测试、管理等工作。从学生职业发展的角度来看,知识与能力只有达到足够的宽度和广度才能支撑学生的职业发展达到相应的高度。因此,“汽车电子及控制”课程内容不仅需要包括必需的控制理论基础知识,还需要涵盖汽车电子软件工程、汽车电子学的相关知识和控制系统研发常用工具软件的使用,

以及通行的开发方法、流程和行业标准、规范。这些内容的设置考虑了一个合格汽车电子控制系统研发工程师应当具备的知识和能力,以及学生在大三学习本门课程时对照培养目标所欠缺的知识和能力。

1.4 应用研究型本科院校“汽车电子及控制”课程定位

应用研究型本科院校大多是地方性本科院校,具有很强的区域性,在区域社会发展中占据十分重要的地位。其主要职能是围绕区域经济、社会发展需求,为地方经济建设与社会发展培养大批下得去、留得住、用得上的高层次应用型人才^[5]。相较于专科教育,应用研究型本科教育要求学生具有宽广的理论基础和可供迁移的知识,具备较强的终身学习能力和发展潜力;相较于学术研究型教育,应用研究型本科教育更多地强调实际应用能力、实践能力和创造力,着力于培养实践能力强、创造力突出的高素质、高水平、高层次应用型人才。通俗地讲,应用研究型本科院校培养的是产业需要的工程师,即能够把想法变成现实的人。这样的人不仅要具有创新意识,还应具有创造的能力。

作为应用研究型地方大学,重庆理工大学依

托重庆市汽车产业大力推动产学研深度合作,其车辆工程专业产学研结合的办学特色使其在西南地区乃至全国都具有一定的影响力。作为车辆工程专业重要的核心课程,“汽车电子及控制”课程也应当定位于服务地方汽车产业,培养地方企业用得上、用得好的专业人才。具体来讲,就是本课程需要支撑车辆工程专业人才培养方案中有关汽车电子控制系统的知识传授与能力培养,能够使具备足够的控制工程相关基础理论知识,并能理解与分析先进汽车电子控制系统的工作原理,能够培养学生按照行业通行标准和规范进行汽车电子控制系统的分析、设计、测试等的的能力。因此,如何提高学生工程实践能力、降低企业用人成本是本课程的主要目标。

1.5 “汽车电子及控制”课程培养目标

从以上分析得出结论:学生能力的提高,特别是工程应用能力的提高,是国家、社会、产业、应用型院校及学生和家长的共同期望。因此,本课程应以学生工程能力培养为中心,以传授的知识为支持,构建基本完整的、符合企业用人需求的课程知识体系。课程目标及其支撑的毕业要求指标见表1。

表1 课程目标及其与毕业要求的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求指标点	支撑权重
1 学生能够掌握汽车电子控制系统基础知识和原理,能够理解与分析汽车电子控制系统工程原理	1.3 专业知识:掌握用于制定复杂工程问题解决方案的专业知识	H
2 学生能够了解和掌握现代汽车电子控制系统开发的“V”形流程,能够使用计算机控制系统辅助设计工具建立控制系统仿真模型并进行系统开发和设计。控制系统开发应满足与环境、社会可持续发展相关的法律、法规,并符合行业相关标准	5.2 运用工具:能开发、选择与使用恰当的车辆工程技术、软硬件资源、现代开发与测试工具、信息获取与处理工具对汽车设计、工艺、测试中的复杂工程问题进行分析、预测与模拟,并理解其局限性	H

课程目标1的达成途径是:通过课堂讲授让学生掌握经典控制理论和现代控制理论的基本概念、基本原理和基本分析方法,了解智能控制技术及其发展趋势,了解汽车电子学相关知识。其主要考核方式是平时作业、课堂表现及期末考试。课程目标2的达成途径是:教师在课堂上讲解基于MATLAB/SIMULINK的计算机辅助控制系统开发方法和需要遵循的行业标准,以及现代汽车电子控制系统开发的基本流程;学生通过上机实验对开发工具和开发方法进行实操。其主要考核方式是上机实验、平时作业和期末考试。

该课程在车辆工程专业人才培养体系中属于

专业核心课程,对毕业要求中对应指标点的支撑度非常高。

2 “汽车电子及控制”课程教学内容的改革

2.1 以教材建设为核心的教学内容改革

内容大于形式。对学生来说,最重要的是学到了什么,而不是以何种形式学习。因此,是否使用了现代教学手段、是否精心设计了每一堂课并不是本科教育的核心价值。好比厨师做菜,色香味固然是吸引食客的法宝,但是饭食的核心价值

是人体所需的能量和营养,而不是味蕾的享受。教学的核心价值是知识的传授和能力的培养,而不是知识传授和能力培养的方式、方法。因此,我们与其将主要精力放在如何提高课程教学效果上,不如将其放在教学内容的改革和创新上。

教材是人才培养的主要剧本。优化教学内容是以学生为中心开展教学的重要措施,而高质量的教材是教学计划实施与人才培养的基本保证^[6]。传统“汽车电子及控制”课程的教材内容局限于车辆各个系统控制技术的一般性介绍。例如,发动机的控制部分主要介绍发动机的控制原理,以及发动机控制系统中传感器、控制器和执行器的结构和原理。其内容的本质是解决“是什么”和“有什么”的问题,至于“如何做”的问题则没有涉及。显然,只学习此类课程的学生是无法直接从事相关控制系统研发工作的。要让学生知道“如何做”,就必须让其掌握基本控制理论,了解控制系统开发涉及的基本方法和通行的开发流程,了解并遵循行业标准和规范,学会使用常用的工具。因此,笔者认为“汽车电子及控制”课程的教学内容应以控制理论基础知识为铺垫,辅以汽车电子学相关基础知识,重点介绍汽车行业通行的基于模型的控制系统设计方法,以及在汽车电子控制系统开发过程中如何遵循功能安全标准(ISO 26262)和AUTOSAR(AUTomotive Open System Architecture)规范。这才是实现课程教学目标的正确途径。

按照以上思路,重庆理工大学车辆工程学院“汽车电子及控制”课程组重新编写并出版了课程教材^[7],该教材被列入教育部高等学校机械类专业教学指导委员会规划教材。教材以汽车电子控制系统设计必须具备的知识和能力为主线,分为3篇,共11章。第一篇主要介绍控制理论基础知识,包括古典控制理论、现代控制理论和智能控制技术。其内容安排上以基本概念、基础知识和基本方法为主,主要讲解汽车电子控制系统开发必须掌握的基础知识,同时增加了智能技术相关知识以兼顾智能汽车产业的发展,不过多涉及控制理论更深层次的知识 and 能力。第二篇介绍汽车电子学,包括汽车电子系统常用的硬件、软件及通行的AUTOSAR标准。第三篇介绍基于模型的控制系统设计方法(Model Based Design)、常用工具软件和功能安全标准。这部分内容与汽车电子行业最新、最前沿的开发技术紧密贴合。最后的附录中设计了7个循序渐进的以直流电机控制为主

线的上机实验,以配合各个章节内容的学习。学生可以通过这7个上机实验完成从理论学习到实操的过渡:掌握常用工具软件,深入理解MBD方法和流程,初步具备汽车电子控制系统开发能力。每个实验设计了一个或多个实验任务,学生按照实验指导书设计的步骤以多个小任务的形式完成上机实验。实验内容与汽车电子控制系统开发的流程和方法一致,学生通过上机实验就能直观体验控制系统的开发过程,实现学以致用、理实结合。

教材充分考虑了应用研究型本科学生的学习能力和水平,不过多涉及高深的理论,并举了简明的设计案例。通过课程学习,学生能够初步具备汽车电子控制系统设计与开发的基本能力,这大大减少了汽车电子类企业员工再培训的时间与成本。该教材在出版之前,已经作为校内讲义使用了4年,经过多次修改,学生反馈能够通过该课程获取知识,提高专业能力,掌握专业技能。课程内容与同类院校同类课程内容相比较^[8],更注重基础理论知识的系统化、全面化,更注重新技术与行业标准的介绍,更注重学生实践能力的培养。

2.2 教学内容改革的持续推进

基于OBE理念的教学内容改革是一个持续推进的过程。每年,课程组都会将与汽车电子相关的新技术、新方法等前沿内容融入课程。图1为本课程自2011年以来课程知识重大更新时间轴。教学内容与技术发展的同步,对学生创新意识的培养也有很大的促进作用,帮助毕业生顺利上手企业项目。

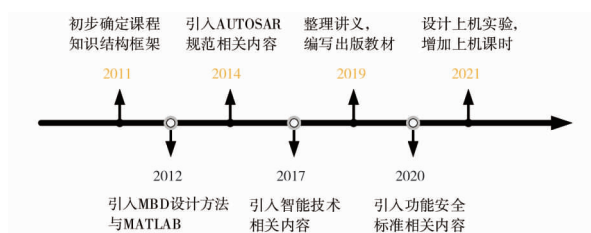


图1 课程内容更新迭代时间轴

3 “汽车电子及控制”课程教学评价体系改革

以前的课程考核方式以期末考试和平时成绩为主,考核方式单一,不能全方位考核学生的学习情况,此外,考核内容也没有紧密贴合课程教学目标。为了建立以学生能力培养为核心的教学评价体系,课程组采取多种考核方式对学生学习情况

进行评价,如课堂表现、课后作业、上机实验和期末考试(见表2)。多样化的评价方式不仅考核了学生对知识的掌握情况,还考核了学生上机实操能力。因为课程中应用了计算机工具软件,大量理论性的计算与推导可以借助 MATLAB 软件完

成,因此采取了多种考核评价方式。同时,将期末考试改为开卷考试,去除记忆性知识的考点,改为考核对知识的理解和应用能力,以及对问题的思考、推理能力。

表2 课程考核评价方式

考核方式	考核要求	占比	支撑课程目标
课堂表现	积极参与课堂讨论,积极回答问题,上机实验时全身心投入	10%	课程目标1、课程目标2
平时作业	较好地掌握了控制理论和方法,以及汽车电子控制系统功能安全分析方法	10%	课程目标1、课程目标2
上机实验	较好地掌握了控制系统工具箱的使用方法、控制系统调参、控制策略分析和设计工具、MBD建模方法及系统分析设计的方法和流程	20%	课程目标2
期末考试	理解和掌握了控制基础理论和方法的、汽车电子控制系统设计流程和方法,具备使用控制理论方法描述系统、分析系统的能力	60%	课程目标1、课程目标2

2022年3月9日,长安汽车动力研究院面向社会公开招聘10个岗位共20余人,这些岗位几乎都与汽车电控有关,其中多个岗位的工作职责和专业技能要求中出现了MBD、AUTOSAR、MATLAB/SIMULINK等本课程核心知识和技能的关键词,且大多数岗位与MBD开发流程的关键环节相关。从其他企业校招时的人才需求来看,他们对具备汽车电子相关知识和技能的人才需求也在迅速扩大。这些都说明本课程教学内容改革的方向与企业对人才的需求非常吻合,满足行业与企业对人才知识结构的需要。

4 师资队伍建设

随着教学内容改革的推进,我校“汽车电子及控制”课程在专业课程中的地位不断提高,教学课时增加到以前的1.5倍。然而,课程组师资队伍建设却相对落后,目前仅有3名专职教师从事该课程教学工作。重庆理工大学车辆工程学院每年都会引进很多优秀的人才,但是汽车电子技术领域的并不多。掌握汽车电子控制系统研发最新技术的年轻人往往偏好薪资更高的企业。新引进的年轻博士学术水平都是合格的,但是对汽车电子控制系统了解不够深入,还需要进一步进行学习和工程锻炼,因此很少有新进博士能够直接胜任该课程的教学。这种情况直接导致生师比过高,师资力量不足。教师在上机课堂上既要进行课堂管控,又要帮助学生调试模型,还要记录学生上机成绩。根据笔者实际教学经验,上机课堂生师比不应高于20:1。若生师比过高,教师将难以完成上机课堂上的监督、指导、成绩记录等基本

课堂活动。

课程组针对人才梯队建设存在的困难,采取了以下措施:其一,积极引导新进博士参与课程教学,尽量吸收新鲜血液,培养后备师资队伍。但很少有新进教师愿意担任不太熟悉的课程教学工作,因此效果并不理想。学院需进一步加大相关专业人才引进,强化课程组师资队伍建设,采取积极的激励措施。经学院协调,本学年课程组新引进两名青年博士,其中包括一名新聘副教授,这极大地缓解了生师比过高的难题。其二,积极开展国际合作与交流。目前课程组与英国伯明翰大学车辆技术研究中心在车辆能量管理控制、驾驶员行为分析等技术领域开展了比较深入的科研和教学合作。该中心的博士后研究员在过去一学年为学生开设了2学时的课程讲授车辆能量管理的智能控制技术,教学效果良好,本学年学院将增加其授课课时到4学时。这种比较具体的、深入的合作交流,一方面拓展了学生的国际视野,另一方面也帮助课程组教师进行知识更新。在以后的教学活动中如何进一步通过国际交流合作促进课堂教学,也是值得进一步思考的问题。

5 结语

应用研究型本科院校汽车电子控制技术专业课程改革应当以国家、社会、行业对人才的需求及学生和家长的期望为目标,面向行业技术发展方向,以课程教学内容改革为主线,培养企业能用、好用的专业技术人才。重庆理工大学“汽车电子及控制”课程改革以教材内容建设为核心,以行业人才需求为导向,努力构建具有应用研究型地

方本科院校特色的专业课程。这种课程建设的思路和方法对 OBE 理念指导下的应用型高校专业课程教学改革具有较高的参考借鉴价值。

参考文献:

- [1] 周洪波,周平.基于 OBE 理念的高校教学模式改革研究[J].中国成人教育,2018(4):92-94.
- [2] 许学国,李文辉,张羽兮.投入产出视角下我国智能网联汽车企业技术创新路径研究[J].商业会计,2022(11):46-50.
- [3] 渠一飞.基于新能源汽车行业技术路线图的比亚迪研发费用控制研究[D].长春:长春工业大学,2019.
- [4] 李伟.“工业 4.0”背景下职业教育课程目标初探——基于知识与能力的视角[J].职业教育研究,2017(11):61-65.
- [5] 潘懋元,车如山.略论应用型本科院校的定位[J].高等教育研究,2009(5):35-38.
- [6] 孙立会,朱雅,李芒.大学教材建设的问题与政策建议[J].黑龙江教育,2020(8):1-5.
- [7] 杨新桦.汽车电子控制系统设计[M].北京:清华大学出版社,2022.
- [8] 钱炜,丁晓红,沈伟,等.应用研究型地方大学产教融合培养机制探索[J].高等工程教育研究,2020(2):130-134.
- [9] 李小文,夏建国.应用型本科院校课程改革的若干思考[J].高等工程教育研究,2018(1):107-110.
- [10] 樊继东.OBE 模式下 BOPPPS 模组在工程类课程教学中的应用——以汽车电子与控制教学实践为例[J].大学教育,2020(2):90-94.
- [11] 顾佩华,胡文龙,林鹏,等.基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J].高等工程教育研究,2014(1):27-37.

Teaching Reform of Professional Courses in Applied Research Universities Based on the OBE Concept: Taking the Course of “Automotive Electronics and Control” as an Example

YANG Xinhua

(School of Vehicle Engineering, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China)

Abstract: The rapid development of the automotive industry has led to the rapid development of automotive electronic control technology. The application of a large number of new technologies has put forward new requirements for the teaching of automotive electronic control courses in universities. It is an inevitable choice for the reform of automotive electronic control course to carry out the teaching reform of professional courses under the guidance of the Outcome Based Education(OBE) concept. The “Automotive Electronics and Control” course group at Chongqing University of Technology has designed the course objectives and course positioning based on the OBE concept. At the same time, the reform of course teaching content and evaluation system have carried out continuously with the textbook construction as the core. After years of teaching reform, the teaching of “Automotive Electronics and Control” in the university has well achieved the teaching objectives of the course, well supported the personnel fostering system and achieved the goal of cultivating urgently needed professionals for local industries.

Key words: OBE concept; teaching reform; continuous improvement; automobile electronic control; course construction

(责任校对 龙四清)