

基于工程对象的创新型工程实训教学研究

彭 刚¹ 何顶新¹ 周纯杰¹ 周凯波¹ 秦肖臻¹ 姚 昱² 秦志强³

(1. 华中科技大学自动化学院,湖北省武汉市 430074

2. 武汉大学计算机学院,湖北省武汉市 430072

3. 深圳市中科鸥鹏智能科技有限公司,广东省深圳市 518067)

摘 要: 提高本科工程教育质量以满足社会经济技术发展对工程人才的需求,是本科工程教育的一个重要问题。文章结合本科工程教育的发展规律,探讨基于工程对象法的创新型实训教学方法,提出创新型工程实训平台的构建原则、方法,具体说明基于工程对象法的实训教学内容的选取方法、组成形式,并介绍工程实训平台教学内容的编排形式,说明创新型实训平台所取得的教学成效。

关键词: 创新型工程实训平台; 工程对象教学法; 智能机器人教学

Teaching research on innovative engineering practice based on engineering object

Gang Peng¹, Dingxin He¹, Chunjie Zhou¹, Kaibo Zhou¹, Xiaozhen Qin¹, Yu Yao², Zhiqiang Qin³

(¹ School of Automation, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, Hubei Province, China;

² School of Computer, Wuhan University, Wuhan 430074, Hubei Province, China;

³ Zhongke Open Intelligent Technology Co. Shenzhen 518067, Guangdong Province, China)

Abstract: It is an important problem of undergraduate engineering education to improve the quality of engineering education in order to meet the demand of social and economic development of engineering talents. According to development law of undergraduate engineering education, innovative practice teaching methods is discussed based on engineering object, construction principle and method of innovative engineering training platform is put forward. Aiming at the construction of engineering training platform, the selection of teaching content, content, teaching effect also are introduced.

Key Words: Innovative engineering training platform; Engineering object teaching method; Intelligent robot teaching

引言

随着社会的发展,企业的技术革新速度越来

越快,高等院校本科工程教育的人才培养、教学内容迫切需要进一步适应创新型企业技术进步的要求。而目前高等院校本科的课程设置、教学内容却很大程度上经久不变,在一定意义上造成了本科教育对学生的培养与企业的实际需求严重不符

联系人: 彭刚. 第一作者: 彭刚(1973.10—),男,博士,副教授

基金项目: 华中科技大学教学研究基金项目,教育部高等学校自动化类专业教学指导委员会专业教育教学改革研究课题(2015A25)

的现象,本科工程(素质)教育所培养的人才与社会实际岗位需求差距明显^[1],其主要原因在于:教学方式与评价手段较为单一,难以考核学生的工程实践能力;实践教学条件不够完善,教学内容与企业需求有偏差;工程实践和创新氛围不浓,跟不上创新型企业的技术进步。因此,本科教学方法需改进教育教学过程,重视实践教学、项目教学和团队学习,强化学生的工程实践能力培养,提高学生学习的积极性和主动性。

工程对象教学法是一种基于典型工程对象,将理论讲解、实验教学、实践教学与创新活动等融为一体的创新型工程教学方法^[2]。现在的“项目教学法”、“案例教学法”、“基于问题的教学法”都是工程对象教学法的具体表现形式。为了培养出高素质的工程技术人才,构建创新型工程实训平台显得尤为必要^[3-4]。依托工程实训平台,基于工程对象法的创新型工程实训教学可以完善实践教学的体系,强化实践教学的理念;促进认知实践与理论学习的融合,强化应用能力培养;有利于建立以学生为中心人才培养体制机制,对提高教学质量有着重要的作用和意义。

1 工程实训平台的构建内容

工程实践能力和科技创新精神的培养重点不仅在于“制物”的过程,也要重视培养的目标——“励心”。因此,针对创新型工程实训平台构建原则和人才培养的要求,工程实训平台的构建内容主要包括教学方法、教师队伍、教学内容、工程实训条件、评价体系等的一系列相关的教学要素的有机结合。

1.1 教学方法

工程对象教学法的指导思想是提高学生的实践能力、创新能力和工程素质,培养具有较高工程素质的、符合现代工程系统应用需求的综合型工程技术人才^[2]。其核心是培养学生的系统的工程世界观与方法论,即培养学生掌握按照现代系统论的世界观与方法论分析工程问题、解决工程问题的基本方法。图1概况地反应了工程对象教学法的主要内容和各个环节的关系。

针对本科工程教育的现状及特点,传统的教学方法不能较好地达到现代工程教育的培养目

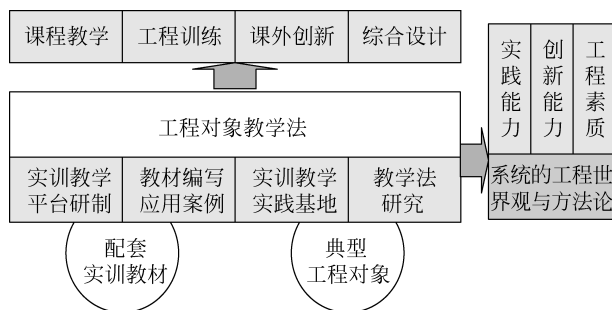


图1 工程对象教学法示意图

Figure1 Sketch map of Teaching of Engineering object

标,因此新的教学方法必须要将理论讲解、实验教学、实践教学与创新活动等融为一体。典型工程对象和配套实训教材是教学法的两大基础;应用方案包括课程教学、工程训练、学生课外科技创新活动、学生的综合设计如课程设计、毕业设计等,它们是分模块、多层次、系列化的。图2是基于工程对象教学法的工程能力与素质培养体系架构。培养对象是自动化、机电一体化、计算机、电信、电子、电力等专业的本科生,在整个大学学习过程中,有效地将工程对象体现在各个教学实践环节中。

基于工程对象教学法的创新型工程实训教学选用相关专业的典型工程对象作为整个教学环节的核心平台对象。智能机器人是典型的机电一体化系统,融合了控制、传感器、计算机、人工智能、电子、机械等众多的先进技术,是高等学校开展工程训练、课外科技创新活动理想的教学实验平台。

1.2 教师队伍

采用工程对象教学法组织教学,要求教师有较高的理论水平,具备专业实践经验,了解相关专业及相关行业的发展趋势,同时,也要具有运用新知识和新技术开展教学及教研的能力。由此采用工程对象教学法的教师要不断提高和更新自己,既要通过参加学术会议、与相关专家学者交流掌握工程教育理念,又要不断提高自身的专业理论水平和自身的实践创新能力。

1.3 教学内容构建

基于工程对象法的创新型工程实训教学内容是对教学目标、活动方式的规划和设计;是教学大纲、教学计划及其实施过程的总和;是学生获取知识、工程实践能力,提高综合素质的载体。对于一

个具体的专业,其教学内容的表现形式是在专业领

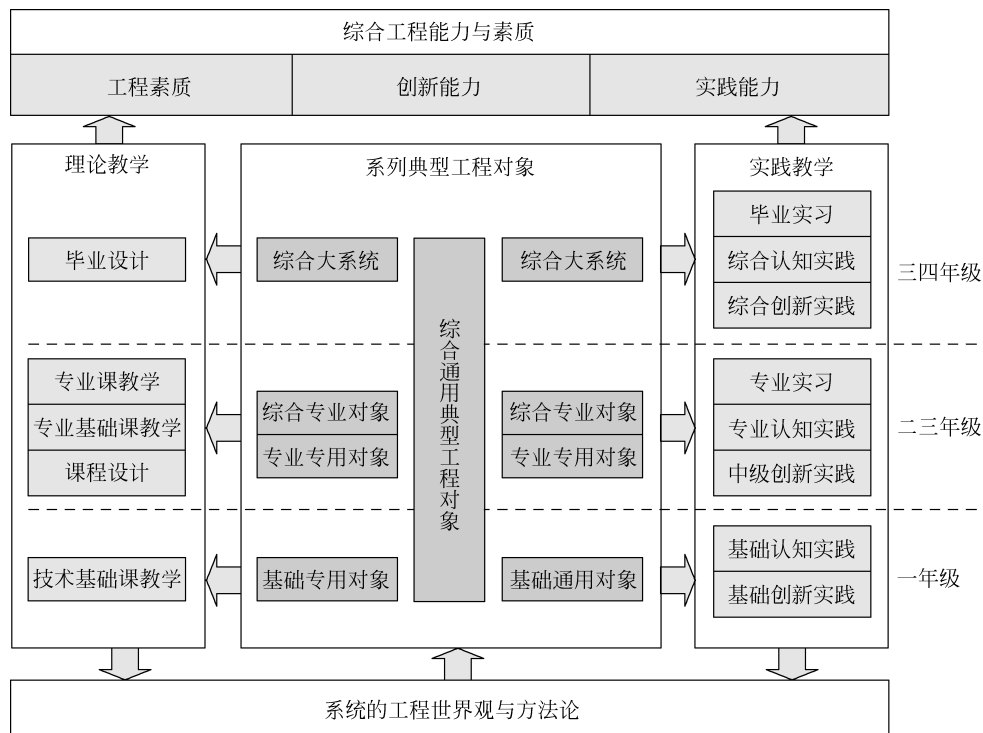


图2 基于工程对象教学法的工程能力与素质培养体系架构

Figure 2 The scheme of engineer capability and quality development based on Teaching of Engineering object

域知识的框架下,针对一个专业的典型工作任务,结合工程要求、技术特点、持续发展等方面确定的教学内容。一般由若干能具体实施的学习情境组成,包括“情形”和“环境”,一般是综合性的学习任务,能融入具体的知识和技能,能将理论教学和实

践学习结合成一体。

(1) 学习情境构建模式

创新型工程实训教学内容构建方法有直线式和螺旋式两种。直线式就是把学习内容组织成一条在逻辑上前后联系的直线,前后内容基本上不重复,要求逻辑思维,注重构成整体的部分和细节。螺旋式(又称圆周式)是在不同学习情境中相关知识重复出现,但逐渐扩大范围和加深程度,螺旋式地反复逐渐提高,从而使学生全面、扎实地掌握相关知识和技能。

(2) 知识与技能编排准则

知识与技能编排包括连续性、顺序性和整合性三个基本准则。连续性是指直线式地编排教学内容;顺序性是强调后继内容的编排以前面的内容为基础,并对有关内容逐渐深入、广泛地展开;

整合性是指各种教学内容之间横向联系编排,有助于学生获得统一的知识与技能。

1.4 工程实训条件的构建

工程实训教学条件的构建包括教室构建和工程实训平台构建两个部分,教室为具体的学习情境或岗位要求设置,融入了工程元素,把工程实现过程通过教学过程来体现;工程实训平台为实施教学做一体而构建,分解了具体知识和任务,操作设计过程就是学习过程。工程实训的条件要求有足够的实训平台、配套的教学设置、体现工程实践特点的氛围等。当然不同的学习领域、不同的学习情境、不同的训练任务要具有不同的设备和环境。

(1) 教室建设模式

工程实训教室的构建要尽量与当前工程技术的实际情况相符合,工作环境的布置、空间的划分、设备的规格型号、布局方式等要尽量满足工程实训的要求。针对不同类型的课程教学需要,可以采取“学做一体”、“做学交替”等不同侧重点的教室建设模式。

(2) 工程实训平台构建

创新型工程实训平台是为教学内容的实践操作和训练而构建的,学生能在“做中学,学中做”感知和体会,从而获得相应的工程技术能力。通过进一步的实践效果分析,提升解决实际问题的能力。创新型工程实训平台一般有虚拟教学平台和真实教学平台,其中虚拟教学平台可以对所讲授的知识通过仿真来实现。

1.5 评价体系构建

创新型工程实训平台的特点是理论与实践同时进行,教师教学、学生实践同时进行。针对本科学生特点以及工程实训教学内容的要求,应构建教师、学生、社会三位一体的评价体系,知识和工程技术能力的评价体系,以促进教学改革,提高教学质量。

评价形式采取自评和他评相结合、过程性评价和定期评价相结合、定性评价和定量评价相结合等方案。学校人才培养的目标之一是造就一批适应社会发展需要的人才,学生能力高低要通过用人单位进行检验,因此在评价中,有条件地可以考虑将行业、企业的评价作为衡量学生能力的一个重要指标。

2 工程实训平台构建实例

基于 STM32 单片机的智能机器人小车工程实训平台,是在工程实训平台的构建原则、内容和方法的基础上,面向自动化、机电一体化、计算机、电信、电子、电力等专业的创新型工程实训

平台。

2.1 教学内容与教学条件

基于 STM32 单片机的创新型智能机器人小车工程实训平台教学内容主要包括智能机器人小车软硬件系统、基本运动控制、中断编程与触觉系统导航、接口设计与红外导航、定时器编程与距离检测、串行通信系统设计、LCD 显示接口编程、光感测系统的制作与调试、模数转换模块的设计与编程、DMA 编程与应用、实时时钟编程与应用,看门狗编程与应用。

在基于智能机器人小车工程实训平台的教学过程中,需要满足的教学条件包括:要具备万用表、智能小车组装套件和模块、导线、常用电阻、电容、电感等器件,配套教材,智能机器人小车实践教学平台及 MDK 集成开发环境、串口调试助手等软件。

2.2 工程实训平台构建

(1) 系统结构

根据智能机器人小车的功能原理要求及单片机知识的拓展要求,硬件系统包括最小系统模块、电源管理模块、传感器电路模块、信号处理模块、电机控制模块、通信模块、显示模块等。

(2) 硬件电路设计

整个智能机器人小车系统基于 STM32F103 教学开发板,STM32F103 教学开发板是推出的基于 ARM Cortex-M3 内核的 32 位单片机教学开发实验平台,充分考虑了多种使用目的和应用需求,功能强大,可作为工程实训教学平台和开发平台,如图 3 所示。

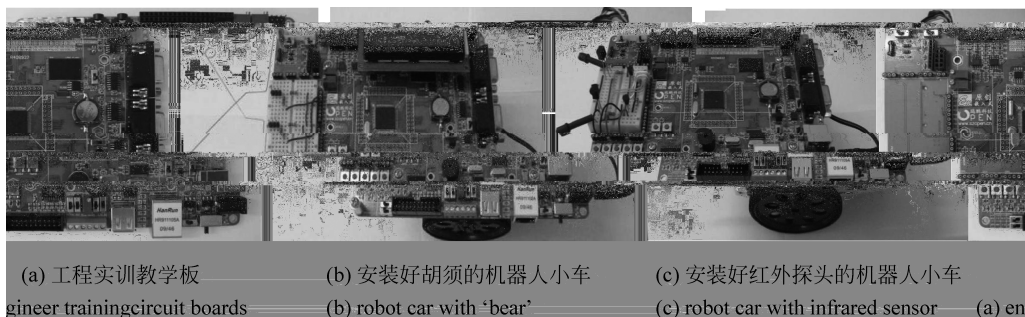


图 3 基于 ARM Cortex-M3 的 32 位单片机工程实训教学实验平台

Figure 3 engineer training and experiment platform based on ARM Cortex-M3 32bit MCU

将教学开发板接上机器人小车,并加上面包板,可以作为典型的工程对象,引导学生学习

STM32 系列微控制器单片机原理与应用开发,通过亲身动手搭建传感器以探测周边环境,控制电

机运动,完成一个智能机器人小车所需具备的基本能力;也可通过红外进行遥控,或通过麦克风语音控制;AD 接口可以应用于数据采集领域;大容量的 Flash 芯片可以作为数据存储器、中文字库,也可以存储音乐应用于多媒体;外接 SD 卡或 U 盘可以将存放的图片在触摸液晶屏上显示;板载的 RS485、CAN、以太网接口满足各类通信的需要;加上无线通讯模块还可以作为无线传感器网络接口,用于物联网领域。

(3) 情景任务设计与实现

基于 STM32 单片机的智能机器人小车工程实训平台可以为学生提供丰富的情景设计任务,典型的情景任务设计。比如基于胡须的机器人触觉导航、基于红外传感器的机器人避障设计、基于距离检测的机器人跟踪条纹带设计等。

2.3 知识技能编排

将学习情境包含的内容和技能,按照逻辑顺序梳理、组合,形成知识技能网络体系,便于记忆、理解和运用。针对基于 STM32 的智能机器人小车工程实训平台,编制了由浅入深、循序渐进的知识体系,其部分目录如下:

(1) 项目 1 ARM Cortex-M3 处理器编程环境与嵌入式系统

任务序列:获得并安装软件、硬件连接、创建工程并下载可执行文件到教学开发板,用串口调试软件查看单片机输出信息。

(2) 项目 2 STM32 单片机 IO 端口与伺服电机控制

任务序列:单灯闪烁控制、流水灯、机器人伺服电机控制信号、控制机器人运动。

(3) 项目 3 STM32 单片机中断编程与机器人触觉导航

任务序列:安装并测试机器人的触觉——胡须、基于胡须的机器人触觉导航、机器人进入死区后的人工智能决策。如图 3(b)所示。

(4) 项目 4 STM32 单片机输入/输出接口综合应用与红外导航

任务序列:搭建电路并测试红外发射和接收、高性能的红外导航。如图 3(c)所示。

(5) 项目 5 STM32 单片机定时器编程与机器人的距离检测

任务序列:距离探测与尾随小车、条纹带跟踪

设计。

3 教学实践

3.1 教学方法与手段

实际教学过程采用理论教学与实践操作结合,在各工作任务学习过程中,采取边学习、边实践,对于抽象的概念和原理,一般先要求学生利用实践平台进行测试或者仿真,老师根据学生记录的数据或者现象进行分析、讲解,然后再测试再总结,如单片机语言的学习,老师先进行知识讲解,接着学生对其验证和训练,使理论教学与实践操作有机结合,提高学生的学习积极性。

针对具体知识,采取了虚拟仿真与实际验证相结合的教学方法,如针对高级定时器输出 PWM 的编程,知识讲解后,利用集成开发环境自带仿真工具进行模拟仿真,接着学生用示波器测量观察输出的 PWM 波形,将其结果与模拟仿真的进行对比分析,从而达巩固和理解的作用;如控制语言的学习,老师先要对语法结构、程序设计思路以及程序的分析进行详细讲解,接着要求学生利用相应软件对程序实现功能进行仿真,接着将程序或模块电路下载到控制芯片中,最后利用工程实训平台搭建电路并测试。虚实结合,减少了不必要的消耗,降低了教学成本,增强了学生创新意识。

课内学习与课外训练有机结合,增加了创新型工程实训平台的利用价值,巩固了知识和技能、拓展了专业知识面。课堂上老师要对教学内容进行分析、讲解、演示操作,学生要将学习的内容进行消化、测试和验证;课外要按照老师布置的任务,收集资料、自行学习、利用好工程实训平台提供的资源,进行训练。

3.2 教学模式

通过项目导向、任务驱动的模式全面推行“做中学、学中做、学做合一”。根据本科工程教育的特点,创新教学形态,改革教学方式方法,倡导现场教学、仿真教学、虚拟情境教学等教学方式,采用任务实操法、角色扮演法、合作学习法等教学方法。通过改革,突出了教学过程的实践性、开放性和工程性,促进学生能力和素质的提升。

3.3 教学反馈和教学效果

根据评价体系构建的内容,教学反馈包括教师

评价、学生评价、社会评价。教师评价即学生成绩评定;学生评价主要体现为学生的自我评价和学生对教师的评价;社会评价主要是相关社会合作人员对教学内容、培养方式、教学效果等内容的

评价。
通过创新型工程实训平台的应用,学生的学习积极性发生了很大的变化,学习能力、创新能力得到了提高,主要表现在以下几个方面:

(1) 学生学习热情明显提高

对于学生而言,如果只是纯粹理论知识、逻辑推导、公式运用的讲解,他们的学习激情不高,但喜欢在玩中学,在操作的过程中学习,工程实训平台恰好符合学生的心理,可以满足学生边做边学的要求,另外学生还可以参与自身技术知识和技能评价。因此在教学过程中,学生很乐意去完成老师布置的各项任务,都主动的去查阅资料、认真实践,专心学习,学习热情明显提高。

(2) 学生实践能力明显增强

创新型工程实训平台在实施教学的过程中,学生通过“制物”的过程,也磨砺了“心智”。通过实际下载并运行程序,掌握了相关理论知识和工作原理;通过具体的情景任务设计,拓展了专业知识面。无论是仿真、测试、验证、还是设计,学生均要参与到实际操作之中,增加了学生自主学习和训练的机会,让他们在实践中掌握了各种知识,提高了解决问题的能力和韧性。

(3) 促进教学改革,提高教学质量

教学组织模式体现了做中学、学中做的思想,教师除了会教之外,还要能动手实际操作,这样一来,教师要不断地学习,经常参与企业的产品生

产、研发,提升工程实践能力,才能应对学生在实践中可能碰到的各种问题;另外教师在教学过程中,与学生一起参与实践,进一步了解了学生知识和技能

4 结论

制物励心,本文围绕本科工程教育发展规律、学生特点以及综合应用能力的培养需求,从教学内容入手,根据当前本科工程教育所面临的各种问题出发,提出了工程实训平台的构建原则,构建了面向自动化、机电一体化、计算机、电信、电子、电力等专业的创新型工程实训平台,以机器人嵌入式系统专业为例,详细介绍了工程实训平台的构建过程,并在具体教学中进行实践、总结。通过实践证明

References

- [1] 陈劲,胡建雄.面向创新型国家的工程教育改革研究[M].中国人民大学出版社,2006.12
- [2] 秦志强.论工程教育的科学主导与工程回归[J].高等工程教育研究,2005,05:87~90
- [3] 王沛民,顾建民,刘伟民.工程教育基础:工程教育理念和实践的研究[M].高等教育出版社,2015.1
- [4] 张宏伟,阎有运,王新.单片机实践教学改革的探索与实践[J].实验室研究与探索.2009,28(4):206-208