

新工科背景下单片机课程理论与实践 一体化教学改革

童耀南, 管 琼, 邓己媛, 吴 柯

(湖南理工学院 信息科学与工程学院, 湖南 岳阳 414006;
电子信息与通信技术国家级实验教学示范中心, 湖南 岳阳 414006)

摘 要: 为响应新工科建设要求, 提高单片机课程教学效果, 对照工程教育专业认证标准设计了知识、能力和素质课程目标, 基于自制便携式实验系统构建书包实验室, 采用项目化教学方法和混合式考核方案, 并融入课程思政元素, 形成了理论与实践一体化的单片机课程教学模式, 有效提高了学生的学习兴趣、工程实践能力和工程伦理素养。

关键词: 新工科; 单片机; 书包实验室; 理论与实践一体化教学

中图分类号: G642

文献标识码: A

文章编号: 1672-5298(2023)04-0077-05

DOI:10.16740/j.cnki.cn43-1421/n.2023.04.015

Integration Teaching Reform of Theory and Practice Teaching of SCM Course Under the Background of Emerging Engineering

TONG Yaonan, GUAN Qiong, DENG Jiyuan, WU Ke

(School of Information Science and Engineering, Hunan Institute of Science and Technology, Yueyang 414006, China;
National Experimental Teaching Demonstration Center of Electronic Information and Communication Technology,
Yueyang 414006, China)

Abstract: In order to respond to the requirements of emerging engineering and improve the teaching effect of single chip microcomputer (SCM) course, the knowledge, ability and quality course objectives are designed according to the standard of engineering education accreditation. The schoolbag laboratory is constructed based on the self-made portable experiment apparatus. An integration teaching reform mode of theory and practice teaching of SCM course is formed, in which the project-based teaching method and mixed assessment scheme are adopted. The new mode can effectively excite students' learning interest, improve engineering practice ability and engineering ethics.

Key words: emerging engineering; SCM; schoolbag laboratory; integration of theory and practice teaching

0 引言

单片机原理与接口技术课程是高校电子信息 and 自动化类专业学生必修的专业课程, 具有理论与实践性强、应用价值高、软硬兼修等特点。单片机课程可与数字电子电路和模拟电路等知识有机结合, 在培养学生创新意识和工程实践能力方面发挥重要作用^[1]。传统的单片机课程教学通常采用理论与实验分离的方式, 受实验时间、地点、实验台套数等限制, 实验课程多以演示性、验证性实验为主, 导致学生积极性不高, 教学效果不佳^[2]。因此, “口袋式”单片机实验系统应运而生, 在促进理论与实践结合、锻炼动手编程能力、培养实验兴趣等方面具有良好效果^[3,4]。此外, 为突破硬件实验系统的局限性, 基于仿真技术的单片机教学方法也得到高度重视^[5-7]。现有文献多围绕单片机教学手段等方面进行改革探索。近年来, 教育部和各高校积极推进新工科建设^[8,9], 提出了持续深化工程教育改革, 全面落实“学生中心、成果导向、持续改进”的国际工程教育专业认证理念等指导意见^[10], 描绘了“问技术发展改内容, 更新工程人才知识体系”“问学生志趣变方法, 创新工程教育方式与手段”等行动路线^[11]。本文基于湖南理工学院信息学院单片机

收稿日期: 2021-10-12

基金项目: 湖南省教育科学规划课题(XJK19AGD007)

作者简介: 童耀南, 男, 博士, 教授。主要研究方向: 物联网技术、电网网络综合分析与信号处理、高等教育管理

课程组近年来开展的理论与实践一体化改革经验,在新工科背景下,融合产出导向(OBE)理念,结合产学研项目内容,探索教学模式改革,挖掘课程思政元素,提升学生工程实践能力和工程伦理素养,以期对相关课程教学改革提供一定的参考。

1 课程定位与目标

在湖南理工学院电子信息类和自动化等本科专业课程体系中,单片机原理与接口技术是必修的平台课程,全院采用统一的课程标准。本课程共3学分,64课时,其中理论和实践各32课时。教学内容除51单片机结构、原理和应用之外,还包括微机原理与接口技术课程的基础知识。

根据工程教育专业认证12条通用毕业要求^[12],结合湖南理工学院本科专业群建设实际情况,为本课程设计了6个教学目标,一对一支撑6个毕业要求指标点。

(1) 能专业分析单片机工程问题。能针对数据采集和传输、自动监测、自动控制等复杂工程问题进行模块分解,并从单片机应用系统设计的角度找出问题的本质要求,如单片机内外部资源分配、数据采集精度、控制时序、响应速度、功耗等要求;能正确分析单片机原理图,理解内部寄存器等资源和外部接口电路原理。中等支撑毕业要求2“问题分析”的问题识别判断指标点。

(2) 能设计单片机实验方案。能针对单片机I/O端口、中断系统、定时器与计数器、串行口、ADC和DAC接口扩展等专业问题,采用查阅资料、研读芯片数据手册等方法完成实验方案设计,包括绘制硬件框图、程序流程图,撰写设计测试方案等。强支撑毕业要求4“研究”的实验方案设计指标点。

(3) 会规范开展单片机实验。能针对单片机I/O端口、中断系统、定时器与计数器、串行口、ADC和DAC接口扩展等专业问题的实验方案,规范开展实验操作,包括硬件电路搭建、软件编程、仿真分析、程序下载与调试、数据与现象记录等。强支撑毕业要求4“研究”的实验操作指标点。

(4) 能正确分析单片机实验结果。能针对单片机I/O端口、中断系统、定时器与计数器、串行口、ADC和DAC接口扩展等专业问题的实验数据和实验现象,分析硬件设计和软件编程的合理性、预期功能的可行性等,并综合得到合理有效的结论,完成实验报告。强支撑毕业要求4“研究”的实验结果分析指标点。

(5) 会熟练使用单片机开发工具。能熟练使用Keil uVision开发软件、Proteus仿真软件、Hnlist-II单片机实验系统等软硬件工具,完成单片机应用系统和模块的设计开发,并能理解这些工具的局限性。中等支撑毕业要求5“使用现代工具”的专业平台工具指标点。

(6) 能理解并遵守电子工程师职业操守。理解诚实公正、诚信守则的工程职业道德和职业规范,并能在单片机应用设计开发和实验过程中自觉遵守,理解公众安全、健康福祉、环境保护等社会责任,践行社会主义核心价值观。中等支撑毕业要求8“职业规范”的工程职业道德指标点。

本课程前5个目标强调应用单片机知识对复杂工程问题进行分析 and 研究的工程能力培养,第6个目标旨在加强工程职业道德和工程伦理等素质教育。

2 改革思路与举措

2.1 理论与实践一体化改革思路

为促进课程理论与实践的融合,提升学生单片机工程应用能力和工程素养,单片机原理与接口技术课程自2014年开始推行基于OBE理念的理论与实践一体化教学改革^[13]。即基于学院自主研发的便携式单片机实验系统,学生自备笔记本电脑,搭建“书包实验室”,在课内课外均可进行实践。同时将校企合作项目转换为教学内容,探索基于兴趣、知识和实践三大创新要素驱动的项目化教学模式^[14,15],加强工程伦理教育,强化电子工程师职业规范和社会责任感培养。基于上述总体思路,在教学过程中采取以下举措。

2.2 多维度全方位教学改革举措

(1) 研制便携式实验系统。学院组织教师和学生自主研发了520余套便携式单片机实验系统,如图1

所示。根据实验系统资源,基于工程案例设计了具有高阶性、创新性与挑战性的实验项目,编写了实验指导书。同时,课程组教师深入研究国际工程教育 OBE 理念和 CDIO(构思、设计、实现、运行)教学模式,为课程教学改革奠定理论基础。



图1 湖南理工学院 HNIST-II 型单片机实验系统

(2) 打破“教师中心”“教室中心”模式。基于自制的便携式单片机实验系统,全面推行以“学生为中心”的教学模式改革。将课程内容切分为若干个教学专题,每个专题根据产学研课题的模块内容设计一个小型工程训练项目,要求学生课前完成理论自修和基础验证实验,课堂时间主要用于研讨问题、编程改进、总结分析和项目验收。课堂未完成的内容课后依托“书包实验室”在宿舍、图书馆等地方补充完善。

(3) 添思政之“盐”增新工科之“味”。在教学过程中,实时添思政之“盐”,融入新工科内容增课程之“味”。如在介绍单片机现状时,以“华为芯片事件”为例说明中国科技创新实力不容小觑的事实,但也敲响了要突破“卡脖子”技术的警钟,引导学生树立科技报国理想。再如在单片机驱动多位数码管教学时,通过显示建党日期/国庆日期等具有重要含义的数字,培养学生爱国精神。此外,根据社会热点、实际工程案例等,创设训练项目情景,提升课堂趣味性和挑战性。如在单片机并行接口扩展专题教学时,以教师自身经历的某工程案例为原型^[15],引导学生进行理论分析、仿真观察,充分认识单片机接口电路控制时序的重要性,以此培养学生的工程思维和工匠精神。

(4) 推行“无纸化”课后作业。课后布置小作业,模拟工程项目模块开发,学生在下一次课堂上展示、汇报、交流作业完成情况,任课教师做好记录,作为平时成绩依据。为巩固教学效果,每完成一个大专题教学后,通过网络课堂布置一次大作业,含理论题和实践题,有效将“纸上谈兵”式传统书面作业转变为“沙场练兵”式新工科实践作业。

(5) 探索“项目式”实验教学。在课堂教学、课后小作业、专题大作业的基础上,进一步完成难度系数更大、综合性更强、挑战度更高的实验项目。要求学生在两节课的时间内构思方案、绘制硬件框图和程序流程图、编写和调试程序,并现场运行展示。课后补充实验结果和现象分析,完成实验报告。

(6) 运用“信息化”教学手段。课程教学团队通过超星平台构建了多功能网络课堂。团队教师分工负责某专题的资源建设以及课后作业和实验项目的研制、发布、批改和答疑。网络课堂方式极大地拓展了师生互动范围,提升了教师工作效率,该网络课堂年均学生访问量为 20000 余次。

(7) 开展“混合式”考核改革。除了强化过程考核之外,基于新工科和 OBE 理念对期末考核进行了全面改革。2014 年至 2017 年开展无纸化考核改革,学生基于实验系统或仿真软件完成试题规定的项目内容,监考教师现场验收赋分。该模式可有效考核学生的单片机应用能力,但难以考核学生的设计、分析、总结能力。因此,从 2018 年开始,重新探索现场编程加答卷撰写设计方案和编程思路的混合考核模式,并增加工程伦理等方面的素质目标考核。

2.3 期末考核试卷设计

期末考核试卷模拟工程项目开发的形式,包括项目分析、方案设计、项目实现、项目拓展四部分内容,其中项目实现考场直接评分,其余根据答卷评分。开卷考试,时间为 120 分钟,可以用学校自制便携式单

片机实验系统或 Proteus 仿真软件展示结果. 现以 2020 上学期期末考核试卷为例进行说明.

(1) 项目背景

一场突如其来的疫情打乱了人们的正常生活. 在排查应对疫情时, 各国使用的方法虽然不尽相同, 但体温检测是抗击疫情的“第一道防线”. 在疫情防控的非常时期, 体温计、额温枪、红外热成像仪等测温“利器”纷纷上阵, 各展其能, 我国多家电子科技企业为全球抗疫提供了优质高效的“中国方案”. 请你参照电子工程项目开发流程, 基于单片机原理与技术模拟设计开发一款简易红外线体温计.

(2) 项目内容与要求

1) 项目分析(在答题纸上作答)

请根据后续拟实现内容和要求, 列举拟采用的单片机原理及接口技术关键知识点(5 分).

2) 项目设计(在答题纸上作答)

① 绘制项目硬件的总体方案框图, 标注各核心器件名称(5 分).

② 根据后续具体要求, 绘制主程序流程图、相关中断服务程序流程图(5 分).

③ 若 AD 采样值用 D_x 表示, 请根据后续体温检测要求给出体温 T 的计算式(5 分).

3) 项目实施(现场验收评分)

① 体温检测功能: 用单片机实验箱上的滑动变阻器 RP9 抽头电压模拟红外线体温传感器的线性输出电压, 即 0~5 V 对应 0~50 °C. 单片机实验箱上 8 位数码管第 1~2 位显示 AD 采样字节内容(即显示 AD 值的十六进制数); 第 3 位用“_”隔开 AD 值和体温值; 第 4~6 位显示体温, 保留一位小数; 第 7~8 位显示体温单位 °C. 体温测量结果如图 2 所示(40 分).



图 2 体温测量结果显示

② 体温异常报警功能: 若体温超过 38.5 °C 则发出报警信号, 可选择点亮某个发光二极管或驱动蜂鸣器发声(10 分).

③ 人机交互功能: 利用单片机实验箱上的按键 K19, 编写中断服务程序, 按一次键关闭报警功能, 再次按该键, 恢复报警功能(10 分).

④ 显示切换功能: 利用单片机实验箱上的按键 K20, 按一次键显示考生学号的后 8 位, 如图 3 所示. 再次按该键, 恢复体温测量显示(10 分).



图 3 学号显示

4) 项目拓展(在答题纸上作答)

① 若需进一步完成体温数据的存储和远程通信传输, 请给出设计思路(5 分).

② 本项目产品生命周期结束后, 建议用户如何处理? 目前尚存在随意丢弃电子废弃物的现象, 请从工程师的社会责任角度谈谈自己的想法(5 分).

上述样卷模拟工程项目的进阶方式, 全面考核了 I/O 口、定时器、中断、动态扫描显示、AD 转换、IIC 总线、按键检测、串行口通信等单片机原理及接口技术应用能力, 既融入了科技抗疫“中国方案”等思政元素, 又兼顾了职业道德等工程素养考核. 2018 年, 曾根据湖南理工学院历史建筑保护工程专业的“文物云”平台建设需求, 模拟设计岳阳楼温湿度在线监测系统; 2019 年, 以岳阳是全国有名化工城为背景, 根据国家标准《石油化学工业污染物排放标准: GB 31571—2015》对 CO₂、SO₂ 和 CH₂ 等的排放要求, 设计

一款简易工业废气排放检测系统等。在课程考核中融合人文素养、地域特色、社会热点、工程伦理等新元素,符合新工科对学科专业交叉融合的要求,且并不影响其对重点知识能力目标的考核。

3 结束语

经过多轮改革探索实践,单片机课程教学效果明显提升,学生工程应用能力大幅提升,教师教学能力不断增强。近年来,湖南理工学院电子信息类专业学生参加大学生电子设计竞赛成绩一直名列湖南省前茅,甚至在国内产生了较大的影响。如在2016年湖南省大学生电子设计竞赛中,获8个省一等奖,一等奖数量占全省的近1/4;在2017年和2019年两届全国大学生电子设计竞赛中分别获国家一等奖4项和3项,一等奖数量分别排名全国第13位和15位;在2020年全国大学生电子设计竞赛——模拟电子系统专题邀请赛(TI杯)中斩获全国一等奖1项(全国仅6项)。湖南理工学院电子信息类毕业生深受科技型企业的青睐,毕业生从事电子技术研发工作人数的占比逐年增加。本课程组教师在2016年湖南省高校教师课堂教学竞赛中以工科组第一名的成绩获得全省一等奖。

在新工科建设背景下,产教融合、OBE理念和课程思政等已成为当前高校工科专业课程教学改革的热点^[16]。本课程对照国际工程教育认证毕业要求,研制了知识、能力和素质类课程目标,并基于自制便携式单片机实验系统,推行理论与实践一体化的项目进阶式教学改革,强化学习过程监管和考核,在培养学生单片机应用能力、工程素养、创新思维和专业兴趣等方面产生了良好的效果。

参考文献:

- [1] 崔承毅,王开宇,赵冠男,等.基于能力培养的单片机控制系统设计[J].实验室研究与探索,2018,37(9):143-146.
- [2] 闫龙,张鑫,张顺堂,等.教学-实验-实训三位一体的单片机教学改革探讨[J].实验室研究与探索,2019,38(8):220-223.
- [3] 马春燕,郑剑海,王淑红,等.基于“口袋机”的“单片机原理与接口技术”课程开放式教学探索[J].实验技术与管理,2020,37(4):16-19+27.
- [4] 石飞,陈娟,王建英,等.口袋式单片机实验系统研制与应用[J].实验技术与管理,2019,36(4):92-95.
- [5] 王超,汤吉鸣,宋莉莉.基于Proteus的单片机模数转换电路的设计与仿真[J].实验室研究与探索,2019,38(1):123-127.
- [6] 李胜铭,颜科宇,吴振宇.基于Proteus与CCS仿真的音乐点阵频谱设计[J].实验室研究与探索,2019,38(8):71-75.
- [7] 孙万麟,宋莉莉,韩晨.基于Keil+Proteus的单片机实验设计及仿真[J].系统仿真技术,2020,16(3):181-184.
- [8] 王文成,侯崇升,吴小进,等.实验室开放管理的新工科人才培养探索[J].实验室研究与探索,2019,38(6):231-234.
- [9] 李志彬,王瑞荣,王春早.“新工科”建设背景下地方本科院校工程专业创新人才培养[J].实验室研究与探索,2019,38(5):169-172.
- [10] 新工科建设指南(“北京指南”)[J].高等工程教育研究,2017(4):20-21.
- [11] “新工科”建设行动路线(“天大行动”)[J].高等工程教育研究,2017(2):24-25.
- [12] 中国工程教育专业认证协会.工程教育认证标准解读及使用指南(2022版)[EB/OL].(2022-11-08)[2023-04-19].<https://www.ceeaa.org.cn/gcjyzyrzh/rzcxjzb/gjwj/gzzn/index.html>.
- [13] 管琼,陈进,张国云,等.单片机课程体系教学综合改革效果调查分析报告[J].课程教育研究,2017(3):19-20.
- [14] 童耀南,张国云,李宏民,等.创新驱动校企合作电子信息类人才培养模式探索[J].中国教育技术装备,2015(18):109-110.
- [15] 陈进,吴柯.从一个工程实例对“数字电路”教学的反思[J].电气电子教学学报,2012,34(2):112-114.
- [16] 童耀南,李武,涂兵,等.地方高校电子信息类新工科专业群模式研究与实践[J].湖南理工学院学报(自然科学版),2021,34(3):83-86.