

# 工程教育认证背景下 单片机原理及应用课程教学改革研究

华东交通大学电气与自动化工程学院 徐春辉

**摘要:** 单片机原理及应用是自动化专业本科生的一门重要专业基础课程,在基础课与专业课之间起着承上启下的作用。工程教育认证标准对本课程在知识、能力和学生个人素质等多个方面都提出了较高的要求,传统教学模式已难以胜任。针对此问题,采取 BOPPPS 教学模型与翻转课堂有机整合的教学改革方案,根据实验组和对照组的实绩数据分析,证实改革效果良好。

**关键词:** 工程教育认证 单片机原理 教学改革 BOPPPS 模式 翻转课堂

**文章编号:** 2095-6711-10-2022-04-0029

## 一、单片机原理及应用课程工程教育认证培养目标和现存问题

工程教育认证制度是一项保障工程教育质量的国际通用制度。我国在 2016 年 6 月正式加入了《华盛顿协议》,这标志着我国工程教育认证水平和国际认可度不断提高,对提高我国工程教育认证质量和提升中国工程教育认证国际竞争力具有重要意义。工程教育认证核心理念是:以学生为中心,对全体学生进行工程能力的培养。该理念贯穿培养目标制定、教育教学资源建设评估和质量监控机制的全过程中。落实到对学生的毕业要求,包括如下 12 个方面:工程知识掌握、问题分析能力、提供综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素的设计/开发解决方案的能力、对本专业领域复杂工程问题进行研究并得到合理有效结论的能力、使用现代工具并理解其局限性的能力、能评价本专业领域具体工程对社会的影响并理解应承担的责任、能够理解和评价本专业领域的具体工程实践对环境和社会可持续发展的影响、遵守工程职业道德和规范、团队协作能力、有效沟通能力、项目管理能力、终身学习能力。具体到工程教育认证指标中,华东交通大学电与自动化工程学院所开设的单片机原理及应用课程对自动化专业毕业要求的支撑为如下四点:

1. 能够针对自动化专业领域的复杂工程问题,根据用户特定需求,设计/开发满足需求的自动化装置或系统、单元部件或工艺流程。

2. 能够基于科学原理并采用科学方法,针对自动化专业领域复杂工程问题进行分解,设计合理的实验方案,搭建实验平台,采集实验数据。

3. 能够针对具体复杂工程的研究对象,选用合适的现代工具,模拟与预测自动化领域问题,并能分析其局限性。

4. 能够将管理原理、技术经济分析方法应用于自动化装置的开发、控制系统设计、施工和系统运行维护等过程。

在传统教学模式中,单片机原理及应用这门课程以教师为中心,采取“教师讲、学生听”的教学方式,教师依据课程大纲,凭借自己的知识和经验来设计教学过程,讲课顺序也是按知识点从前到后依次讲解。虽然安排有课内实验,但也主要是验证性的实验项目,教师的理论讲授在教学过程中

占据绝对主导位置。这种教学模式缺乏单片机理论知识与实际应用的联系,与工程教育专业认证中强调培养学生的实践创新能力和解决自动化工程领域中复杂工程问题能力的要求具有很大的差距。

工程教育认证标准对课程目标的要求是多方面的,要达到这些目标,只依靠课内学时是远远不够的。以华东交通大学电气学院开设的单片机原理及应用课程为例,总学时为 48,除去实验学时只有 38 学时。授课对象没有先修微机原理课程,因此,理论教学内容除了 51 系列单片机原理及其接口技术外,还包括需另外补充的微机原理的基本知识和概念。显然,传统教学模式是难以完成这样的课程任务的。翻转课堂的兴起,为解决课时不足的问题提供了有力的手段。主要线上教育平台也提供了许多各具特色的相关慕课,通过选择合适的慕课,学生可以在线上完成基本概念和基本原理的学习。但是,仅仅把教学内容分成线上和线下两部分,还难以形成有效教学的效果。为解决这个问题,需引入 BOPPPS 教学模型,将两者有机结合起来。

## 二、BOPPPS 模型与翻转课堂有机结合的教学模式

1. BOPPPS 教学模型。BOPPPS 模型起源于北美地区,是有效教学的研究成果。该模型将教学过程划分为引入 B (Bridge-in)、目标 O (Objective)、前测 P (Pre-Test)、参与式学习 P (Participatory Learning)、后测 P (Post-assessment) 以及总结 S (Summary) 共 6 个阶段。其中引入是课程的开始,有效而巧妙的引入可以吸引学生的注意力,进而帮助学生将要学习的内容产生浓厚的学习兴趣;目标是本门课程的教学目标,教师需要准确清楚地描述本课程的学习目标,确定学习的方向,并将该目标贯穿整个教学过程。前测是在学生明确学习目标之后所接受的摸底测试,通过这个学习之前的摸底测试,可以了解学生目前的状态,有助于调整教学内容的深度和进度。参与式学习则是教学过程的主要阶段,通过教师与学生之间、学生与学生之间的互动,完成课堂教学。这部分完成之后,是课程后测,也就是课后评价环节,课后评价可以帮助教师了解学生的学习效果是否与预期的教学目标相符。总结是 BOPPPS 教学模型的最后一个环节,在此环节,教师整合课堂内容,再次强调学习目的,

总结学习效果。整个教学流程不仅能帮助教师有效地设计教案和组织教学活动,也能帮助教师及时有效地反思教学过程和检查教学效果。

2. 基于慕课教学平台的翻转课堂构建。翻转课堂构建的核心在于网络课程的建立和有效运作。近年来,MOOC 建设如火如荼,国内外著名的慕课平台有:Coursera、edX、Udacity、中国大学 MOOC、Udemy、网易云课堂、学堂在线、Future Learn、华文慕课等。争奇斗艳的众多慕课平台成为翻转课堂构建的有力助手,其中中国大学 MOOC 是国内慕课教学平台中资源最多影响最大的一个。中国大学 MOOC 作为在线学习平台,它所包含的课程资源是开展网络教学的核心。该平台上的绝大多数课程都可免费供公众学习使用。因此,教师可以选择平台上的合适课程作为所教学生的线上学习资源,但是,无法直接获得这些学生线上学习的后台数据。为了获得学生线上学习的详细情况,教师必须在平台上建立自己的课程。中国大学 MOOC 平台有以下三种建课模式:“独立 SPOC”“同步 SPOC”“异步 SPOC”。

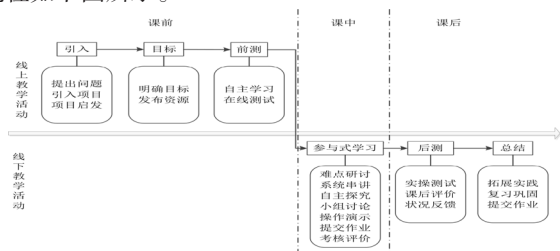
(1)“独立 SPOC”建课模式。“独立 SPOC 建课”模式,又称“本校自建课程”模式,建课教师需要提供完整的课程资源(微课、辅助材料、作业测验等等),并且需要一定的经费支持,具有一定的难度。

(2)“同步 SPOC”建课模式。“同步 SPOC”建课模式,又称“使用他校正在进行的课程资源”建课模式,也是引用其他学校的课程资源,但课程控制权在其他学校手上,相当于“蹭课”,效果不甚理想。

(3)“异步 SPOC”建课模式。“异步 SPOC”建课模式,又称“使用他校已结束的课程资源”建课模式,就是引用其他学校的课程资源,并且可以根据本校实际教学情况删改原有内容和新增补充内容,控制权仍在教师本人手上。适合暂时没有数字化课程资源的教师,但在中国大学 MOOC 平台上有与所授课程相关的 MOOC 课程。这种建课模式,投入少、见效快、教学内容柔性大,适合大部分学校采用。

完成慕课平台建课后,翻转课堂线上平台就搭建起来了。

3. BOPPPS 模型与翻转课堂的有机结合。翻转课堂把教学活动分为课前、课中、课后 3 个阶段,这里基于慕课教学平台,以 BOPPPS 模型的流程来组织教学内容,根据教学内容的特点选择合适的教学手段,将课前——课中——课后,线上——线下的教学内容形成一个有机整体,相互之间的关系流程如下图所示。



BOPPPS 模型与翻转课堂有机结合教学模式

(1) 课前。在翻转课堂的课前阶段,教师首先明确教学目标,根据教学目标,确定课前、课中和课后的教学活动。课前一周,教师通过慕课教学平台发布学习任务、提出需要

思考和解决的问题,布置慕课学习任务,学生通过慕课教学平台自主完成慕课学习任务并完成在线测试。教师通过慕课教学平台查看学生的学习和测试情况,及时给出反馈,学生间和师生间可通过慕课教学平台讨论交流。教师根据学生的测试和交流情况调整教学策略和课堂教学内容。如此设计的教学项目针对性强,容易激发学生的学习兴趣。

(2) 课中。在 BOPPPS 翻转课堂的课中阶段,教师首先对课前收集到的共性问题进行集中讲解和分析,进行课前测试情况讲评,强化重难点,引导学生如何用课前的知识解决问题,再次强调本次的课的学习目标。然后在课堂上布置新的提高性任务,要求学生在完成基本任务的基础上再做提高性任务,组织学生开展参与式学习活动,进行项目任务的实施,学生以自主探究或以小组方式完成相关任务。在项目实施过程中,教师指导学生分析问题和解决问题,在碰到学生的共性问题时,集中讲解并要求学生进行操作演示。项目完成后要求学生上传作业到慕课教学平台,作业提交完后各小组将遇到的问题、解决问题的思路及心得和其他组进行汇报交流,然后组内、组间以及教师进行考核评价。

(3) 课后。教师完成课堂教学后,利用慕课教学平台进行随堂测试,并通过慕课教学平台的分析数据分析和总结学生的学习情况和学习效果,总结经验并反思值得改进提升之处。学生根据大数据分析的结果,了解自己的学习情况,做好课后复习工作。最后,教师在慕课教学平台上布置拓展任务,并要求学生将项目的硬件图、程序清单、实物运行视频或仿真视频上传到慕课教学平台上,完成本单元的学习。

### 三、教案设计举例

以单片机模拟量接口技术为例,引入 BOPPPS 模型与翻转课堂有机结合的教学模式进行项目单元设计。

1. 引入。首先提出问题:模数转换器在单片机测控系统中的作用是什么?这样的引入可以激起学生的好奇心,同时起到回顾前期所学知识和课程衔接的作用,可以提高学生的参与度,在讨论中让学生认识模数转换器的应用场合。其次,以图片或视频形式展示模数转换器的实际应用。最后,提出问题:如何用单片机构建一个数据采集系统?这将再次激起学生学习的热情。

2. 目标。在引入问题思考后,介绍本单元的学习目标:熟练掌握单片机对模数转换器的接口设计和编程。达成教学目标的方法采用课上与课下、线上与线下、理论与实践相结合的方式。教师讲解学习目标、学习任务、学习方法等,帮助学生明确此次学习需要完成的任务。

3. 前测。在正式进行单片机模拟量接口技术的讲解之前,根据前期讲授的知识提出如下问题作为前测:

(1) 常用模数转换器 ADC0809 的内部结构是怎样的? ADC0809 是具有八路通道,采用逐次逼近转换原理的 8 位模数转换器。内部带有八选一多路转换开关,由具有三维地址输入信号的地址锁存与译码电路控制,需要输入时钟信号。

(2) ADC0809 的操作过程及时序是怎样的? ADC0809 需要给其 ALE 引脚提供一个正脉冲以锁定当前需要进行转换的模拟量通道,然后给 START 引脚提供一个正脉冲,即



可启动对该模拟量的模数转换。转换结束后,EOC 引脚电平会由低转高,这也是转换结束的标志。转换结束后,只要给 OE 引脚提供一个高电平,即可使转换后的数字量出现在数据线上,供 CPU 读取。

(3) 单片机如何提供控制信号以实现 ADC0809 的控制与操作?引导学生回忆单片机访问片外数据存储器的时序,知道在执行对片外数据存储器的操作过程中,输出的信号可实现对通道地址锁存的同时作为 AD 转换的启动信号,而输出的信号可作为 ADC 转换数据的输出选通信号。另外,为使这两个时序信号只在需要对本片 ADC 进行操作时有效,还需要引入双输入的或非门和用于选通控制的地址信号线,而此地址信号线也参与了 ADC 通道地址的确定。

从学生的回答中,教师可了解学生对已学知识的掌握情况,并根据学生掌握的情况进行知识的梳理甚至是简要复习。该环节还可以帮助教师微调本单元课程讲解的深度和难度。

4. 参与式学习。这部分工作分为线上线下两部分。首先,学生依据教师发布的学习任务书,进行线上慕课学习并解答前测题。然后,教师根据学生线上学习和前测题的答题情况,组织课堂讨论并有针对性地讲解重点和难点知识,阐明各知识点之间的逻辑关系,形成系统的知识体系。最后,以建一个单片机数据采集系统为题目,组织学生开展参与式学习活动,让学生利用 Proteus 软件,在课堂上完成系统的构建与调试。在项目实施过程中,教师指导学生分析问题和解决问题,在碰到学生的共性问题时,集中讲解并要求学生进行操作演示。项目完成后要求学生上传作业到移动学习平台,作业提交完后各小组将遇到的问题、解决问题的思路及心得和其他组进行汇报交流,然后组内、组间及教师进行考核评价。

5. 后测。教师完成课堂教学后,给出动手操作的实验题目:设计一个数字电压表并分别通过 Proteus 软件和单片机实验板实现。如果学生在操作中出现错误,可以通过自己思考或求助同学、教师完成题目,在遇到问题—思考问题—解决问题的过程中培养分析问题、解决问题的能力,进一步巩固对知识的掌握。对于教师而言,这部分是对课程效果的一个检测,可以及时了解学生学习情况,并了解不同学生掌握程度的差异,以便确定后续课程的进度及深度。

6. 总结。本阶段对该教学单元的主要内容进行总结。对于本案例而言,就是总结模数转换器的使用方法和技巧以及应用场景。特别强调单片机与 ADC0809 时序配合的重要性。帮助学生反思整合巩固所学知识,总结学习经验。并预告下次课程的学习内容。最后结合所学知识布置课下拓展学习任务:设计基于单片机和 PID 算法的温度控制系统。该任务帮助学生在课下复习和巩固包括前修课程在内的知识,锻炼学生已有知识的综合运用能力。

#### 四、结束语

采用 BOPPPS 教学模型和翻转课堂相结合的综合教学模式,将整个课程的教学过程分为线上与线下、课内与课外,并将教学内容科学合理地分配到各个环节,使有限的课堂教学时间得到了优化配置,获得了高效教学的效果。在教学实践中,从教学目标、教学行为到学习效果按照 BOPPPS 教

学模型的指标和流程操作,使学生在一个教学单元中,能够完成知识与技能、过程与方法、工作态度与价值观等与工程教育认证标准相关的多维目标的整合,教师也能够在教学过程中及时了解教学效果,及时调整教学方法,使教学效果不断得到提升。经过一个学期的教学实践,对照班的考核总平均分数为:69,对工程认证四项毕业要求的达成度系数各为:0.65、0.73、0.89、0.79。而采取本教学模式的班级,课程考核总评平均分数为:80,对工程认证四项毕业要求的达成度系数各为:0.85、0.86、0.95、0.95,比对照组平均高出 18%。显示本教学模式对工程教育认证课程目标的达成有显著的帮助,具有较好的推广价值。

#### 参考文献:

- [1]汤 赐.以工程教育认证为导向的课程设置[J].中国电力教育, 2014
- [2]赵亦希, 陈佳妮, 陈关龙.以学生能力培养为导向是工程教育专业认证的基本准则[J].上海教育评估研究, 2014
- [3]陈玉琨, 田爱丽.慕课与翻转课堂导论[M].上海:华东师范大学出版社, 2014
- [4]李 敏, 武东英, 肖 达, 丁志芳.基于BOPPPS教学模型的计算机网络课程教学设计[J].计算机教育, 2015
- [5]宋 荣.基于BOPPPS教学模型的《阀门结构设计》课程教学改革研究[J].教育研究与实验, 2013
- [6]徐春辉, 陈忠斌, 章海亮.单片微型计算机原理及应用(第2版)[M].北京:电子工业出版社, 2017

(本文系江西省教育厅,江西省高等教育教学改革研究课题“基于工程教育认证的《单片机原理及应用》课程教学改革与实践”项目编号:JXJG-18-5-23)

作者简介:徐春辉(1963—),男,汉族,江西南昌人,硕士,华东交通大学电气与自动化工程学院副教授,研究方向:智能检测技术与自动化系统