

CDIO 理念下高职嵌入式系统课程改革探索

陈杰

(福州职业技术学院智能工程系 福州 350108)

摘 要 为培养学生的动手实践能力与工程素养,本文提出了从教学目标、实训平台、教学内容、学生组织与教学实施五个方面进行教学改革的方案。该方案的实践效果表明,本文的教学改革措施能够提高学生的创新意识与动手实践能力,有利于培养学生的工程素养与团队协作精神。

关键词 高职院校;电子信息类专业;CDIO 理念;嵌入式系统

中图法分类号 TP368 G642 DOI:10.16707/j.cnki.fjpc.2024.01.024

Exploration of Embedded System Curriculum Reform in Higher Vocational Colleges under the CDIO Concept

CHEN Jie

(Department of Intelligent Engineering, Fuzhou Polytechnic, Fuzhou, China, 350108)

Abstract To cultivate students' hands-on practical ability and engineering literacy, this article proposes a teaching reform plan from five aspects: teaching objectives, training platforms, teaching content, student organization, and teaching implementation. The practical effect of this plan indicates that the teaching reform measures proposed in this article can improve students' innovative awareness and hands-on practical ability, and is conducive to cultivating students' engineering literacy and team collaboration spirit.

Keywords Higher Vocational Colleges; Electronic Information Majors; CDIO Concept; Embedded System

1 引言

近年来,以智能硬件为核心的智能产业起步快速,行业呈现爆发式增长。智能家居、智能穿戴、智能汽车、智能装备等衍生产业潜力巨大。这些智能产品的核心都是嵌入式系统。随着企业对嵌入式技术人才的需求与日俱增,各高职院校电子信息类专业都开设了嵌入式系统的课程^[1]。

嵌入式系统是一门综合性很强的课程,融合了电子技术、计算机、通信技术、传感器原理、自动控制等多学科知识。学生不但要有一定的模拟数字电路硬件基础知识,能进行电路设计,还要具备 C 语言与数据结构知识,能进行编程开发。目前国内高校普遍采用基于 ARM 公司的 STM32 系列微控制

器进行嵌入式系统教学,是行业内主流平台。但其片内外设资源丰富,项目代码量大,开发过程较繁琐,学习周期长。

传统的高职嵌入式系统课程教学一般以教师讲授为主,学生分组操作为辅,并以理论考核或实操考核为主要考核方式。这种教学模式往往造成学生只会按照实训指导书上的步骤验证实验,被动的接受知识、死记硬背,无法调动学生的学习兴趣。

为了培养学生的动手实践能力与工程素养,满足企业对嵌入式领域的人才需求,本文开展嵌入式系统课程的教学改革探索,基于 CDIO 理念,从教学目标、实训平台、教学内容、学生组织与教学实施这五个方面,提出高职学校的嵌入式系统课程的教学改革方案。

2 CDIO 简介

CDIO 是构思 (Conceive)、设计 (Design)、实现 (Implement) 和运行 (Operate) 四个英文单词的缩写, 是由麻省理工学院和瑞典皇家工学院等四所大学创立的工程教育模式。核心内容包括一个愿景、一个大纲和十二条标准。其愿景是为学生提供一种强调工程基础的、建立在真实世界产品和系统的“构思、设计、实现、运行”过程的工程教育。CDIO 大纲以培养合格工程师为目标, 将能力分为四个层面, 包括工程基础知识、个人能力、人际团队能力和工程系统能力, 要求以综合化的培养方式使学生在这四个层面达到预定的学习目标。十二条标准对整个模式的实施和检验进行了系统的、全面的指引^[2]。

基于 CDIO 理念的教学模式与高职院校课程中所提倡的项目式教学, 以及人才培养的素质与能力目标基本一致, 是遵循高职学生的成长规律, 在国内许多院校得到应用, 取得良好的效果^[3-4]。

3 CDIO 理念下的课程设计

针对目前高职嵌入式系统教学中存在的问题, 基于 CDIO 理念, 从教学目标、实训平台、教学内容、学生组织与教学实施五个方面进行教学改革。

根据 CDIO 大纲制定工程基础知识、个人能力、人际团队能力和工程系统能力四个层面的教学目标。整个教学改革思路如图 1 所示。在实训平台选择上, 采用图形化开发软件 STM32CubeMX 与模块化的传感器、控制器套件简化开发流程, 降低课程难度, 同时选择能贯穿整个课程全部知识点的嵌入式产品案例作为教学内容, 激发学生的学习热情。根据职业倾向对学生分组, 进行项目式教学。教学

实施过程中按照“构思、设计、实现、运行”四个阶段开展教学活动, 改变传统教学模式, 充分培养学生的创新能力与团队合作精神^[5]。采用过程性考核方式, 对小组任务完成情况进行评分, 突出项目的展示与汇报环节。

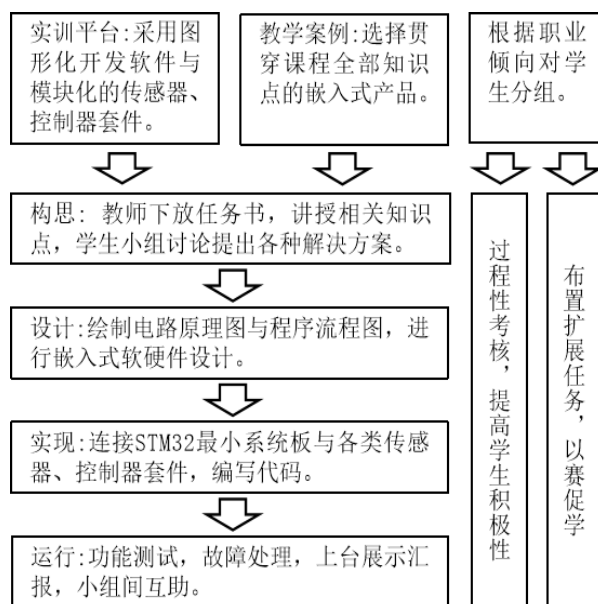


图 1 CDIO 理念下嵌入式系统教学改革框架图

3.1 教学目标

课程的具体内容包括: 体系结构、程序设计、GPIO、定时器、中断、接口技术、DMA 系统等知识。充分考虑嵌入式产品制造、维护与安装调试岗位的特点和职业技能需求, 培养学生嵌入式产品应用、软件测试、硬件故障处理与软硬件协同开发能力, 使学生在嵌入式开发这一具有广阔就业前景的领域创造有利条件。

根据 CDIO 大纲, 课程将学生工程基础知识、个人能力、人际团队能力和工程系统能力四个层面能力培养作为主要教学目标, 具体内容如表 1 所示。

表 1 课程教学目标

名称	内容
工程基础知识目标	了解嵌入式微控制器体系结构, 熟悉 GPIO、定时器、中断、串口、ADC 等片内外设资源的功能、结构与应用场景。
个人能力目标	能看懂电路原理图, 并查找芯片手册, 熟练使用开发环境进行编码, 具备一定的嵌入式系统软件测试、硬件故障处理能力, 养成耐心细致的工作作风与诚实、守信、吃苦耐劳的品德。学习过程中提醒学生爱护设备, 任务完成后要求其整理工作台、打扫卫生, 养成良好的职业素养。
人际团队能力目标	在小组学习中培养学生的组织能力、沟通协作能力与责任心。
工程系统能力目标	通过实际案例培养学生善于动脑, 勤于思考, 及时发现问题的学习习惯, 使学生成长为具备创新意识及娴熟技能电子工程师。

3.2 实训平台

目前各高校普遍使用的实验箱进行项目教学,

开发板内线路已经固定，学生无法根据自己的创意，增加元器件实现各种新功能。近年来，随着创客文化的兴起，出现各种价格低廉的传感器套件，Arduino 陆续出现在各高校的课堂教学中^[6]。Arduino 是一个开源软硬件平台，主要包括主控板和编程软件两部分。主控板是一个最小系统板，用杜邦线和面包板连接各种传感器和控制器即可快速实现自己的创意和想法，搭建各类基于微控制器的智能系统。借鉴 Arduino 平台的优点，使用 STM32 最小系统板与各类传感器、控制器套件作为实训设备。学生在实训时既能训练编程技能，也能进行电路设计与硬件连接，训练电路设计与硬件调试技能。课后还能外借最小系统板进行扩展性学习。这些实训设备价格低廉，属耗材范畴，因此在发生故障时可以指导学生使用万用表、示波器进行检测维修，或直接更换整个模块，锻炼了学生的电子产品维修检测能力。

开发工具选择上，使用意法半导体的图形化开发软件 STM32CubeMX。用户可以通过图形化界面对微控制器进行硬件配置与片内外设初始化，生成代码。在此基础上进行二次开发，实现自己的项目，降低编程难度，非常适合基础薄弱的高职学生学习嵌入式技术。

3.3 教学内容

表 2 课程教学内容

知识点	智能小车任务	智能家居任务
通用 IO 口(GPIO)	智能小车转向灯	家用灯光照明系统
	直流电机驱动	
外部中断(EXTI)	智能小车按键控制	门禁报警系统
通用同步异步收发器(USART)	蓝牙串口控制智能小车	串口液晶屏驱动
定时器	智能小车超声波测距	家用通风系统开发
	PWM 控制智能小车调速	
ADC 转换	智能小车电池电量监控	厨房燃气监控系统

选择能够贯穿整个课程全部知识点的嵌入式产品设计与实现作为教学案例，能够极大激发学生 学习热情。国内高校应用较多的案例包括智能家居、智能小车、机械臂、四轴飞行器等。可以根据教授专业的特点选择一到两个案例开展教学。现使用智能小车与智能家居设计与实现作为教学案例，根据知识点把复杂的嵌入式产品项目拆分成多个小的项目逐步实现，教学项目如表 2 所示。同时通过建设与课程同步的线上教学资源库，包括知识点

与任务讲解视频、各类比赛真题、互动答疑等内容，方便学生课后继续学习。

3.4 学生组织

高职学生学情复杂，文化基础参差不齐。学生并不了解自己的兴趣与适合从事的工作类型。因此课程以小组为单位进行项目式教学。每个小组由 3-4 名水平相近、不同职业倾向的成员组成。教师在教学过程中进行引导，每个小组对项目进行构思、设计、实现和运行，并撰写实训报告、上台演示汇报，充分突出学生的主体地位。水平较高的小组完成课堂任务后帮助水平低的小组，可获得额外得分，既可以解决不同小组间的水平差异的问题，也减轻了教师课堂教学负担。

在分组过程中，通过霍兰德职业兴趣测试来检测学生的职业倾向。根据霍兰德职业兴趣理论^[7]，性格可以分为六种类型，分别是现实型(R)、研究型(I)、艺术型(A)、社会型(S)、企业型(E)和常规型(C)。每个人的性格都是这六类性格不同程度的组合。通过霍兰德职业兴趣测试，人们会得到一个由三个字母组成的代码（霍兰德代码），表明其个性特点更接近三个字母所指向的性格。在分组时，每个小组的成员尽量要有不同职业倾向，确保每个小组均具有这六类性格的学生，分工完成课堂任务。小组组长由企业型学生担任，项目的展示与汇报由社会型学生负责，创意设计由艺术型学生负责。软硬件设计、硬件安装连接、调试与运行维护分别由研究型、现实型与传统型学生负责。一个学生可以担任多个角色。每个学生都能在课堂任务中找到自己的位置，从而得到锻炼，并发现自己的兴趣与适合从事的工作岗位。

3.5 教学实施

改变传统的以教师讲授为主、学生分组操作为辅教学模式，按照“构思、设计、实现、运行”四个阶段开展教学活动，落实学生主体地位。

（1）构思阶段：主要向学生说明项目要求，演示项目运行效果，下放任务书，讲授相关知识点，明确小组成员分工。学生小组讨论提出各种解决方案，其他小组与教师进行评价。同时通过随堂练习、提问等方式考察学生对相关知识点的掌握情况。

（2）设计阶段：学生根据任务书与小组讨论提出的解决方案，绘制电路原理图与程序流程图，进行嵌入式软硬件设计。该过程可以根据学生的基础水平进行提示（如：给出部分电路原理图、程序

流程图)，降低项目难度，最后上台讲解设计方案，并根据教师与其他学生意见修改完善设计方案。

（3）实现阶段：学生根据电路原理图与程序流程图，使用杜邦线与面包板连接 STM32 最小系统板与各类传感器、控制器套件，编写代码。其中代码编写是任务难点，高职学生的英语数学基础薄弱，对其编程能力不应要求过高。教师可提供关键代码。学生只需在自己的项目中调用这些关键代码即可，或是要求学生以填空方式完成编码过程。

（4）运行阶段：学生对整个任务进行各项功能测试，处理各项问题与故障。此阶段除了完成实训报告外，还要求学生制作短视频或演示文稿上台展示汇报，充分调动其积极性。此时，技能水平较高、先完成任务的小组可以帮助有困难的小组，既锻炼了软硬件故障检测处理能力，又减轻了教师的负担。

课程采用过程性考核方式，主要对课堂任务完成情况与过程表现进行打分，学生上台汇报展示的效果、回答问题情况、职业素养、团队协作、学生互评、扩展任务完成情况等因素都作为考核评价的得分点。小组中不同职业倾向的学生分工完成任务，每一个学生都得到了锻炼。每次课堂任务考核都按一定比例计入最终成绩，一次提高学生学习的积极性。

教师在课堂任务完成后，还可布置扩展任务，保证有兴趣的学生在课后继续自主学习。“以赛促学”引导学生参加课程相关的各类电子信息类竞赛，进一步锻炼技能。

3.6 教学效果

2023 年实施教学改革后，与 2022 年的教学效果对比数据见表 3。从表 3 可以看出，学生的平均成绩、及格率与评教得分有明显提高。

学习效果调查问卷对比见表 4。从表 4 可以看出，在 2023 年采用 CDIO 理念的教学改革后，大部分学生认为课程难度设置合理，能够激其学习兴趣。通过课程学习，创新意识与动手实践能力得到提升。其中 95% 的学生认为对自己的职业倾向与未来发展方向有了更明确的认识。

表 3 教学效果数据对比

年份	人数	平均成绩	及格率	学生评教得分
2023	78	73.33	89%	94.2
2022	83	70.14	86%	92.1

表 4 学习效果调查问卷对比

问题	2022 年	2023 年
理解并掌握了课程的内容	82%	88%
课程难度设置合理	75%	93%
创新思维能力得到提升	82%	92%
动手实践能力得到提高	86%	97%
随着课程的进行，兴趣度不断增加	72%	85%
团队协作能力得到提高	82%	91%
对自己的职业倾向与未来发展方向有了更明确的认识	87%	95%

4 结语

本文探索并实践了基于 CDIO 理念的课程教学模式。这种教学模式解决了传统教学中学生被动的接受知识、死记硬背，无法激发其学习兴趣等问题，充分考虑每个学生个性化的学习和需求，做到了以学生为主体、教师为主导。教学改革后，学生对自己的职业发展方向有了更明确的认识，学习成绩、创新意识与动手实践能力得到提高，工程理念与团队协作精神得到培养，在一定程度上提升了学生在嵌入式行业的就业能力。

参 考 文 献

[1] 浦灵敏,胡宏梅.以智能家居为载体的高职物联网专业嵌入式微控制器课程改革探索.物联网技术,2021(10): 124-126

[2] 顾佩华,胡文龙,陆小华,等.从CDIO在中国到中国的CDIO: 发展路径、产生的影响及其原因研究.高等工程教育研究,2017(1):24-43

[3] 刘洪霞,陈丰,黄敏,张新伟,柳伟续.CDIO模式在电工电子技术课程教学中的应用.中国现代教育装备,2022(09):71-72

[4] 刘菊,靳宏,刘备.基于CDIO理念的“传感器检测技术”课程教学改革研究.山东电力高等专科学校学报,2023(6):53-56

[5] 张丽,王锋.基于CDIO的机械制图及数字化表达实践教学研究——以工业机器人技术专业为例.职业技术, 2022 (11) :91-96

[6] 王芸芸.基于Arduino单片机应用的高职课程改革.集成电路应用, 2020(3):52-53

[7] 吴文国,张琳琳,才立琴.霍兰德人格特质理论在大学生专业认知教育中的应用研究.吉林省教育学院学报,2023(6): 29-35