

# A Preliminary Study on Teaching Reform of "Embedded System" Based on CDIO Engineering Education Mode

LUO Yong

School of Electrical & Information Engineering, Jinan University, Zhuhai, China

**Keywords:** Embedded system; CDIO; Teaching reform; Talent training

**Abstract.** In view of the problems existing in the embedded system education in colleges and universities, this paper analyzes the characteristics of the "embedded system" curriculum based on the CDIO engineering education mode, in order to cultivate the compound embedded development talents which accord with the enterprise's needs, take the project development practice as the dominant idea, To explore the "embedded system" curriculum system, teaching materials, teaching methods and so on. Through the project-driven teaching methods to comprehensively enhance the students' engineering practice ability, so that students master the basic principles of embedded systems, while with embedded products, engineering development capabilities to meet the business of innovative, complex talents needs.

## 基于CDIO工程教育模式的“嵌入式系统”教学改革初探

罗勇

暨南大学电气信息学院, 珠海, 中国

**关键词:** 嵌入式系统; CDIO; 教学改革; 人才培养

**摘要.** 针对目前高校嵌入式系统教育中存在的问题, 为培养符合企业需求的复合型嵌入式开发人才, 基于 CDIO 工程教育模式, 分析“嵌入式系统”课程的特点, 以工程项目开发实践为主导思想, 探讨“嵌入式系统”的课程体系、教材建设、教学方法改革等。通过项目驱动的教学方式, 全面提升学生的工程实践能力, 使学生深入掌握嵌入式系统的基础原理, 同时具备嵌入式产品的工程开发能力, 满足企业对创新型、复合型人才的需求。

### 1. 引言

CDIO 工程教育模式是国际工程教育改革的最新成果, 2010 年其创始人 Edward Crawley 由于该模式荣获被誉为“工程界的诺贝尔奖”的美国工程院“戈登奖”。CDIO 工程教育模式是 2000 年由美国 MIT、瑞典 KTH 等 4 所工科强校合作开发的一种新型教育模式, 代表着当代高等工程教育的发展趋势[1]。我国高等工科教育的迫切任务是尽快培养与国际接轨的中国工程师, 然而我国工科的教育实践中还存在着重理论轻实践、强调个人学术能力而忽视团队协作精神、重视知识学习而轻视开拓创新的培养等问题。

随着嵌入式技术在智能通讯、电子商务、医疗设备、航空航天等领域的广泛应用, 市场对于熟练掌握嵌入式技术的人才需求日益增长[2]。在此背景下, 嵌入式系统课程受到了许多高校的青睐。该课程是一门理论与实践相结合的课程, 特别注重学生实践能力的培养, 因而 CDIO 工程教育模式为嵌入式系统课程提供了新的教育思路与方法。它以项目的构思、设计、实施、运行生命周期为载体让学生以主动的方式在实践中学习, 通过做中学等方式, 全面提升学生的综合素质和创新精神[3], 满足社会对创新型高级工程技术人才的需求。

作为一个新兴的课程, “嵌入式系统”的课程体系、教材建设、教学方法、教学内容(包

括硬件平台与软件平台)的选择、实验教学与实践环节组织等问题依然处于建设初期[4]。如何将先进的 CDIO 工程教育理念应用到“嵌入式系统”课程建设中是值得探讨的问题。

## 2. “嵌入式系统”的课程特点

根据 IEEE 定义,嵌入式系统为用于控制、监视或辅助设备、机器运行的装置。嵌入式系统的主要特点是软、硬件结合,面向应用;其三个基本要素是嵌入性、专用性和计算机系统[4]。

嵌入式系统产品开发需要设计者具有较强的综合理论知识和动手能力,是一门综合性强、知识覆盖面大的课程,既涉及模电、数电、微机原理与接口等硬件知识,又涉及操作系统、应用程序等软件知识。嵌入式系统的开发过程需要汇编语言、C/C++、Linux、ADS、KEIL MDK 等多种软件配合,其过程极其复杂、繁琐[5]。如果过分依赖课堂讲解与课程内的实验教学,不利于充分培养学生的实践能力和激发学生的创新潜能,很难达到预期教学效果。

## 3. “嵌入式系统”教学的现状与主要问题

与其他工科课程相比,“嵌入式系统”课程具有以下两个显著特点:(1)学科综合性强;(2)课程实践性强。传统嵌入式系统的课堂教学,无法满足不同专业学生对嵌入式系统学习的要求[6]。在教学实践中,教学效果也不理想。主要存在以下几个方面的原因:

1. 传统的课程组织结构以学科知识为中心,偏重理论学习,缺少解决实际问题能力的培养;

2. 经典教材缺失,当今嵌入式系统的教材及其嵌入式微处理器种类繁多,普遍存在着理论性强、操作性差的缺点,为嵌入式系统教材的建设带来了困难;

3. 实验教学环节中,验证性实验较多;综合开发性的实验少;培养自主创新能力由学生创新实践的设计性实验少;体现领域最先进技术的实验内容少;

4. 缺乏性价比高且实践性强的嵌入式系统教学平台。高校目前多数使用的是企业提供的成套教学实验箱,不仅成本较高,而且极大限制了学生动手自主研发设计能力的发挥;

5. 部分高校对实验教学环节中的设备更新速度缓慢,严重影响学生对最新设备和技术的学习和了解;且管理制度死板僵化,学生能够接触实验设备并进行探索性学习的时间有限。

## 4. 基于CDIO工程教育模式的“嵌入式系统”教学改革初探

针对目前高校嵌入式系统教育中存在的问题,为培养符合企业需求的复合型嵌入式人才,作者所在的教学团队以下方面做出了一些尝试。

### 4.1. 构建 CDIO 模式的课程教学体系

根据 CDIO 工程教育模式的思想,构建嵌入式系统课程教学体系如图 1 所示,其内容不仅涉及最基础的硬件、软件等知识,也涵盖了嵌入式系统综合设计与实际工程项目训练,系统、连贯地形成完整的嵌入式系统知识体系。

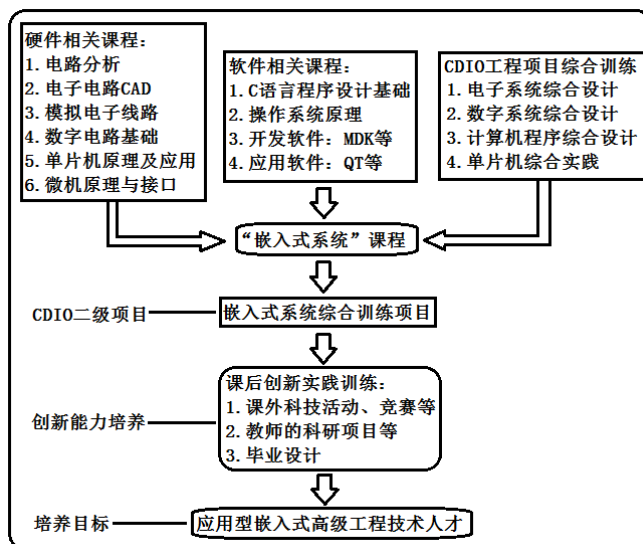


图1. CDIO 模式下嵌入式系统课程教学体系

## 4.2 选用主流且易于实践的教学实验平台

现有高校嵌入式系统教学实验平台众多,为使软硬件平台适应我校学生学习需求,对市面上主流实验平台进行了综合分析和比较最终确立:(1)选择正点原子 STM32F103 开发板作为主要硬件实验平台。Cortex-M3 系列的 STM32F103 芯片易于学习与使用,被广泛应用于成本和功耗敏感的嵌入式终端产品;(2)选用 RealView MDK 作为嵌入式软件开发环境,MDK-ARM 集成了业内最领先的技术,包括 uVision4 集成开发环境与 RealView 编译器 RVCT。支持自动配置启动代码,集成 Flash 烧写模块,强大的 Simulation 设备模拟,性能分析等功能,相比 ADS, RealView 编译器可将性能改善超过 20%;(3)选择  $\mu C / OS-II$  作为教学中主要使用的嵌入式操作系统。 $\mu C / OS-II$  操作系统代码短小精悍,易读易懂,也包含实时内核、任务管理、任务间通信同步等功能。可以满足大多数学生掌握嵌入式操作系统原理、多任务程序设计方法、任务间同步与通信方法等学习需求[7]。

## 4.3 非标准教材的探索与尝试

目前关于嵌入式系统方面的教材数目众多,结构大多类似。本课程选用了正点原子 STM32F103 实验开发板,其实验部分有详细而完备的文档且配有浅显易懂的视频教程。故在课堂教学中并没有指定教材,仅仅推荐了若干参考教材,让学生自由选择,同时鼓励学生自主上网络查资料,让学生开始建立自主寻找相关资料的实践方法。

## 4.4 合理分配学时

嵌入式系统是一门实践性极强的课程,将部分理论知识带到实践开发环节中讲解将具有更高的效率。因此,我们尝试加重开发实践的学时比例。理论课仅占总学时的 1/8 左右,主要讲授最基础的知识与基本原理;剩余学时全部安排为工程实践开发课,把与工程开发与实践直接相关的理论通过项目案例的方式进行讲解。

## 4.5 实行分层次教学

嵌入式系统产品开发需要设计者具有较强的综合理论知识和动手能力,根据企业实际工程需求,针对学生专业知识水平层次不齐的特点,将实验项目根据难度进行了分类:具体分为基础类、拓展类和创新类,具体见表 1。

表1. 嵌入式实践项目分层安排表

实验类型	实验项目	组织管理
创新类实验	1.嵌入式系统内核移植	探索性实验, 在课外通过嵌入式系统 开发项目组织进行。
	2.任务调度管理	
	3.LCD驱动与触摸屏读取	
	4.综合嵌入式应用系统开发	
	5.智能mp3播放器设计	
	6.便携式示波器设计	
	7.简易手机开发	
拓展类实验	1.BSP 与硬件驱动	拓展性实验, 通过课外学习兴趣小组进行。
	2.嵌入式文件系统	
	3.嵌入式网络编程	
基础类实验	1.MDK开发环境建立	验证性实验,课堂完成, 课内学习小组进行。
	2.微处理器编程基础	
	3.系统应用基础	
	4.底层硬件驱动	

基础类实验属于验证性实验,难度低,满足应用性开发能力训练的最基本需要;拓展型实验具有一定的探索性,能够满足学生主要开发能力的要求;创新类实验内容主要来源于授课教师的横向科研项目,学生利用课外时间进行,教师主要引导学生学习相关知识点、组建项目组进行开发实践探索并进行讨论,教师仅给予必要的指导。

#### 4.6 设立课外开放性实验室。

课外开放实验室弥补了课内实践课时的不足,使得学生能够更多地接触嵌入式开发设备并进行探索性学习,有效地提高了学生工程实践和产品开发能力,特别针对进行嵌入式课程综合设计和毕业设计的高年级学生。

### 5. 结束语

“嵌入式系统”课程是一门理论与实践相结合的课程,特别注重学生实践能力的培养,因而 CDIO 工程教育模式为嵌入式系统课程提供了新的教育思路与方法。以 CDIO 工程教育模式为指导思想,针对目前教学中所存在问题,对课程体系、实验平台选择、非标准教材建设、和项目驱动的分层次工程实践教学模式进行了讨论,实践证明该课程的 CDIO 教学模式改革能够有效提升学生嵌入式产品开发的综合素养和创新精神。

### 致谢

本文为暨南大学第十八批教改项目《项目驱动教学法在嵌入式系统课程中的创新与实践》(JG2016022)的阶段性成果之一。

### References

- [1] WANG Shuowang, HONG Chengwen, CDIO: the Classic Mode of Engineering Education in MIT---An Unscrambling on the CDIO Syllabus. *Journal of Higher Education in Science & Technology*, Vol. 28(4),pp. 116-119, 2009.
- [2] Zhang Wenfen, Gao ShouPing, Lu Wukui, Teaching Reform and Practice for Embedded System Course in Application-oriented Colleges. *China Educational Technology & Equipment*, Vol. 204(18), pp. 39-40, 2010.
- [3] CHEN Chunlin, ZHU Zhangqing, Reform in Engineering Education Based on the Concept of CDIO Education. *Education and Modernization*, Vol. 94(1), pp. 30-33, 2010.

- [4] LI Jianqiang, WANG Zhiqiang, XUE Li-ping, Research of Embedded System Teaching Based on CDIO Mode. *Computer Education*, Vol.12, pp. 122-123, 2010.
- [5] XU Cundong, Discussion on Teaching Reform of Embedded System Course in CDIO Mode. *JOURNAL OF GUANGDONG BAIYUN INSTITUTE*, Vol.17(4), pp. 39-43, 2010.
- [6] WANG Zhichao, WANG Yihuai, Research on Creative Ability from the Aspect of Embedded System Teaching. *COMPUTER EDUCATION*, Vol. 3, pp. 150-152, 2010.
- [7] SONG Jun, WANG Yixiong, XU Feng, Reform of embedded system experiments teaching oriented IOT. *LABORATORY SCIENCE*, Vol. 14(1), pp. 20-22, 2011.