

“单片机原理及应用技术”实践教学内容设计与改革

蔡夫鸿¹, 蔡於灿²

1、海南大学生物医学工程学院 海南 三亚 572000; 2、三亚智谱仪器有限公司 海南 三亚 572000

[摘要]单片机是一种集成中央处理器、存储器、输入/输出接口以及多种外设到单一芯片的重要元器件。以单片机为基础,通过外设电路的辅助,可以形成一个小巧、低成本的“片上系统”,广泛应用于嵌入式控制领域。另一个方面,单片机的入门以及提升相对容易,非常适合于本科生学习。因此,《单片机原理及应用技术》广泛被设置为大学电子类专业的必修课或专业选修课。然而,当前的单片机相关课程的实践教学内容相对基础,未能达到深入浅出的教学效果。本文基于单片机课程的教学需求,从GPIO、I²C和串口通信三个模块出发,提出创新的教学改革设计。通过结合新颖小型化的硬件模块和应用案例,提升学生的动手能力和解决实际问题能力。每个模块的实践教学设计不仅深化基础知识的掌握,还强化了工程实践和应用层面的探索。本课程实践内容的改革,旨在培养学生的创新思维和实践能力,锻炼学生自主、深入思考能力。

[关键词]单片机; GPIO; I²C; 串口; 实践教学设计; 教学改革

[中图分类号] G641 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1687-9534(2025)-0074-51 **[收稿日期]** 2025-03-27

一、引言

单片机凭借其低成本、低功耗和高性能的特点,已经成为现代电子电路的核心器件。《单片机原理及应用技术》的教学通常围绕各个主要模块与功能进行展开,诸如GPIO、I2C、DAC/ADC、PWM等模块的学习,通过开发板、杜邦线与简单元器件的连接,实现并测试上述模块和功能。然而,传统的单片机实践教学模式往往局限于基础功能的实现,教学过程中缺乏具体的应用场景和工程背景,这导致学生对这些模块和功能的实际价值缺

乏深刻的理解,不利于激发学生的学习热情,不利于教学工作的开展。

造成上述问题的核心在于实践设计环节,缺乏工程应用考虑。传统的功能模块的实现,仅聚焦于功能本身,没有考虑其在科研与工业中的真实用途,使得单片机的应用效果没有充分体现。从另一个角度看,如果选配科研级或工业级的系统模块开展实践教学,虽然可以提高实践教学的深度,但其价格昂贵,且难度较高,也不具有可推广性。为了改变这一现状,本文从传感与检测的应用出发,提出了一种新的单片机实践教学内容设计与

改革方案。通过综合考虑科研与工程具体应用, 兼顾本科教学成本, 该方案不仅在各个模块与功能的基础学习上增加具有显著科研与工业意义的实验内容, 使学生在学单片机基础内容的同时, 能够了解单片机在相关领域的具体应用。在此过程中, 学生不仅能更深入地理解单片机模块的功能与作用, 还能够鼓励利用上述模块在后续的创新创业竞赛、本科毕业设计中继续深入研究。

具体而言, 本论文从 GPIO (General Purpose Input Output)、I²C (Inter-Integrated Circuit)、串口通信三个模块举例, 说明《单片机原理及应用技术》实践教学内容的创新设计, 具体针对的是单片机的学习。在实践教学内容的设计中, 主要从重要应用、实践设计以及拓展思考三个层次开展。

二、实践教学内容设计

(一) GPIO 实践教学内容设计

GPIO 是单片机最基本的外设之一, 学生在学习 GPIO 时, 主要学习 GPIO 的不同工作模式, 具体的实践环节通常只进行简单的点亮 LED 或读取按键的操作。通常在 GPIO 的设置中, 会接触到输出速率参数 GPIO_Speed。常用的芯片的 GPIO_Speed 可以设置为 2MHz 及以上的频率。但本科教学中极少在围绕 GPIO_Speed 深入开展教学。本论文提出, 可以在 GPIO 基础操作的实践教学后, 提出结合光通信实践环节, 深入了解 GPIO 的应用。光通信实践环节, 可以紧接着 GPIO 基础操作环节, 也可以放在课程后半段, 作为一个综合

实践教学环节。此处光通信并不是为了实现 GHz 量级的高速传输, 仅是通过光通信的模式, 帮助学生更好理解 GPIO 的作用。因此本环节主要采用 KHz 量级的传输速率。

光通信实践环节需要包括 LED 以及光电传感器。采用国产的白光或绿光 LED (包括 LED 铝基板, 单价在 10 元以内, 驱动电压 3.3V 左右), 可以直接被 GPIO 驱动。且单片机的 GPIO 可以提供 >10mA 驱动电流, 足以产生足够的光强信号。仅上述的设计, 就可以让学生深入了解 GPIO 驱动能力, 这也是在本科教学中极少涉及的。

为了能快速的驱动 LED 产生被调制信号, 可以将待发送的信号转为数组 (数组元素是 0 和 1 的二进制元素的组合), 并经单片机的 DMA 模块将数组元素高速传递到 GPIO 接口, 产生与信号数组相同的高电平-低电平电压序列, 上述电压序列经 LED 转化为相应的光强信号。通过上述设计, 既在极低成本前提下完成了光通信信号的产生, 也可以让学生深入了解 DMA 编程思路。

在光电信号的探测方面, 可以选配国产的光电二极管及跨阻放大器 (某电商品牌的总售价 <100 元), 即可完成光电信号的快速检测并转化为可被收集的电压信号, 改电压信号可以由单片机的 ADC 模块接收。需要指出的是, 为了兼顾单片机 ADC 的采样率, 光通信的信号不宜过高, 可以考虑 10KHz 量级。通过光电信号的采集, 也帮助学生进一步了解 ADC 的模块功能。

在拓展思考方面,上述的光通信设计环节,仅仅包括了二进制信号发送和接收,但是在真实的通信环节,还需要考虑到误码,尤其是在大数据量、长时间的传输实验中,误码的概率会更高。因此在扩展思考方面,可以鼓励学生学习 LED 光通信相关的协议,自主的加入信号帧的理念,在信号传输同时,将帧头、帧尾以及校验码进行打包,对通信的概念进行更深入的学习。

(二) I²C 总线实践教学内容设计

I²C 总线是一种常用的串行通信协议,广泛应用于各种传感器、显示模块等外设的连接。在传统的教学中,I²C 主要侧重于外设接口的定义、作用以及简单的代码实现,既不能让学生了解总线的重要作用,也无法体会 I²C 与串口等其他接口的区别。I²C 总线模块教学中,可以引入 AS7341 光谱芯片和 AS7331 紫外传感芯片。上述两个模块性价比高(成本均小于 200 元),可以在日常的实验环境中开展测试。

首先,AS7341 光谱芯片可以通过 I²C 总线与单片机连接,通过 AS7341 提供的指令代码,可以经过 I²C 总线设置 AS7341 的增益、曝光实践、探测通道。学生在学习的过程中,既能体会到 I²C 在外设器件控制中的重要应用,也能熟悉光谱仪传感器的基本操作。并且,该传感器可以在太阳光、日光灯、LED 灯等生活中不同光源的照射下,产生不同的光谱信号。学生可以充分的感受该传感器的重要应用,也可以联系到部分高端手机摄像

头中光谱传感器的应用。上述实践内容将书本知识与生活实际紧密联系起来,对于提高学生的热情,激发学生在日常生活中常观察、常思考具有重要的作用。

AS7341 光谱芯片主要针对可见光-近红外波段,无法探测太阳光中残余的紫外线。可以增加 AS7331 紫外传感芯片到 I²C 总线上,通过总线地址的不同,分别的完成 AS7341 和 AS7331 的控制。这样的设计可以让学生更好的理解总线思维。同时,AS7331 的增加使得实验功能更加的全面,学生可以从中对选芯片、用芯片的思路有具体的了解,对于学生日后主动的开展设计工作,而不是被动接受教师给予的模块,有重要的示范作用。

在拓展思考方面,AS7341 和 AS7331 是极小的模块,本身具备成为便携式传感器的潜力,而单片机、放充电模块、锂电池等体积和成本均不大。通过本课程的学习,可以让学生朝便携式、穿戴式传感器的创新创业项目开展深入学习。

(三) 串口通信实践教学内容设计

串口通信是单片机中常用的通信方式之一,传统的串口通信的实践环节,主要通过串口转 USB 驱动以及经典的串口小助手程序完成。诚然,通过串口小助手可以让学生非常全面的理解串口通信的特点,包括端口、波特率、校验码等相关设置,以及串口信息的显示。但是,串口事实上已经不是日常生活中主流的端与端通信方式。而主流的 USB 通信不适合于单片机的基础教学,USB 硬件

的兼容性以及难度均无法在当前的单片机基础教学中使用。

因此,在传统的教学设计中,学生对于串口通信是相对陌生的,这种陌生感不利于教学的开展。课程中可以由共享单车的扫描开锁作为引导,让学生思考一种可以在远程无线控制方法。在这个基础上,可以引入 4G 无线通信模块。在 4G 无线通信高度发达的今天,城市、乡镇以及村均覆盖无线信号。如果可以有效的利用这种无线信号,就可以实现诸如“扫描开锁”的控制。

通过串口通信与 4G 无线通信模块结合,学生可学习如何通过串口向 4G 模块发送数据,4G 模块在接受到串口数据后,如何向远程的设备进行数据通信,实现信号的无线发送,进而实现物联网应用。虽然上述设计相对简单,实验过程与单片机向电脑发送串口信息本质上相同,但是通过引入 4G 信号后,学生会具有更强的学习热情,也可以让学生深入了解 IP 地址、广域网与局域网之间的区别。

在扩展学习方面,当前大部分 4G 无线模块都会集成 GPS 或北斗定位功能,可以让学生进一步通过单片机进一步获取卫星的定位信号,甚至是实现与北斗进行短报文的收发的实验,可以帮助学生加深物联网相关应用的理解。

三、结论

通过本文提出的单片机创新实践教学设计,学生在学习过程中既可以掌握各个模块

的基础知识和功能,还能通过实际应用场景的引入,深刻理解单片机在科研和工业中的重要作用。这种教学方法有效避免了传统教学模式中学生“盲人摸象”的困境,即仅停留在功能实现的表面,缺乏对知识内涵和实际应用的全面理解。

通过具体的应用案例,例如光通信、光谱仪模块、4G 无线通信等,学生能够看到各个模块如何协同工作,在实际工程问题中如何逐步解决问题,并由此激发他们深入探究和解决实际问题的兴趣。随着教学的逐步深入,学生还能提升自己在电路设计、硬件调试及程序编写方面的能力,掌握如何将多个模块、多种功能结合起来,进行系统设计。比如,上述设计中,光谱仪模块和 4G 无线通信就可以进一步的结合,实现一个无线式高度自动化的硬件系统。这一过程将帮助学生从电学基础、程序设计、系统集成等方面,获得更加全面的知识,在未来善于将所学的知识应用到更多的项目和科研工作中。

本论文所述课程设计主要偏向电子信息相关专业,对于其他专业(如生物医学工程),可以在实践教学中增加脑电、肌电、心电、脉率以及血氧饱和度等常见生理参数的监测实验,帮助学生自主动手将核心的传感模块和单片机进行有机的组合,形成一套可工作的简易人体生理监测系统。笔者相信,相关的设计思路也可以在其他专业中应用,深化单片机在各个专业中的实践教学工作。

基金项目：本文系海南省高等学校教育教学改革研究项目“新工科背景下生物医学工程学生实践工作室的建设改革与实践（Hnjg2023-26，hdjy2322）”支持。

参考文献：

[1]唐炜，“基于‘项目驱动’的单片机类课程实践教学改革”实验室研究与探索 5(2010)：130-132.
[2]魏芬，邓海琴，“项目教学法在单片机实践教学中的探索与实践”实验室科学 19.1(2016)：119-121.

[3]曹建树，薛龙，蒋力培，焦向东，俞建荣，黄爱峰，“单片机创新实践教学改革与实验室建设”实验室研究与探索 24.9(2005)：4-6.
[4]施国英，李天华，刘晓松，“浅谈‘单片机’实践教学”中国电力教育：下 4(2009)：124-125.
[5]龙志强，施晓红，谢云德，“‘任务驱动法’在单片机系统设计教学中的实践”实验室研究与探索 27.3(2008)：101-102.
[6]周向红，李建军，“单片机实践教学的探讨与研究”实验技术与管理 24.7(2007)：120-122.

Design and reform of SCM principle and Application Technology

Cai Fuhong 1, Cai Yucan 2

1. School of Biomedical Engineering, Hainan University, Sanya, Hainan 572000; 2. Sanya Zhipu Instrument Co., Ltd. Hainan Sanya 572000

Abstract: SCM is a kind of important components integrating central processor, memory, input / output interface and a variety of peripherals to a single chip. Based on the microcontroller, through the peripheral circuit assistance, can form a small, low-cost "on-chip system", widely used in the field of embedded control. On the other hand, the introduction and improvement of MCU is relatively easy, which is very suitable for undergraduate learning. Therefore, "SCM principle and Application Technology" is widely set as a required course or professional elective course for university electronics majors. However, the current practical teaching content of SCM related courses is relatively basic, failing to achieve the teaching effect of simple terms. Based on the teaching demand of SCM course, this paper proposes the innovative teaching reform design starting from three modules: GPIO, I2C and serial port communication. By combining novel and miniaturized hardware modules and application cases, students' practical ability and practical problem solving ability are improved. The practical teaching design of each module not only deepens the mastery of basic knowledge, but also strengthens the exploration of engineering practice and application level. The reform of the practical content of this course aims to cultivate

students 'innovative thinking and practical ability, and exercise students' independent and deep thinking ability.

Key words: single-chip microcomputer, GPIO, I2C, serial port, practice teaching design, teaching reform