

# 《STM32 嵌入式开发》

## 教学大纲

信息工程系

**适用专业：物联网应用技术、电子信息技术等**

**课程学时：54**

**课程学分：3**

**授课老师：陈楚坤**

## 一、课程定位

《STM32 嵌入式技术应用》是面向电子信息大类（包括电子信息类、计算机类、通信类）和自动化类专业开设的专业核心课程，该课程面向嵌入式系统设计师工作岗位。本课程是先修课程是《51 单片机设计》和《C 语言程序设计》。本课程的主要任务是：使学生掌握嵌入式系统相关的通用知识、嵌入式硬件构件设计和嵌入式软件构件设计，并在此基础上根据系统功能需求进行嵌入式应用层程序设计，为《专业技能实训》、《毕业设计论文》等后续课程奠定坚实的嵌入式技术基础，为社会培养嵌入式智能产品设计、分析、调试与创新能力的高素质技术技能型人才。

## 二、课程目标

### 知识目标

1. STM32 基础知识：了解 STM32 微控制器的基本结构、特性及其在嵌入式系统中的应用。
2. 编程工具与语言：掌握 MDK5 的使用，以及 C 语言在嵌入式开发中的应用。
3. 输入/输出接口（GPIO）：学习 GPIO 的基础知识，能够使用 GPIO 进行 LED 点亮和按键检测。
4. 中断处理：理解中断的概念，学会使用 EXTI 中断检测按键。
5. 串行通信（USART）：掌握 USART 发送和接收数据的方法，包括查询模式和中断模式。
6. 模拟/数字转换（ADC）：学习使用 ADC 读取传感器数据，如气体传感器 MQ-2。
7. 定时器与 PWM：掌握使用通用定时器闪烁 LED 和产生 PWM 驱动蜂鸣器。
8. 通信协议：学习硬件 I2C、SPI、SDMMC 等通信协议，以及如何读取传感器数据和驱动外设。
9. 存储器接口：了解如何使用硬件 QSPI 读写 SPI Flash，以及使用 SDMMC 接口读写 SD 卡数据。
10. 模拟输出（DAC）与模拟输入（ADC）：学习使用 DAC 输出指定电压和使用 ADC 读取电压值。

### 能力目标

1. 实践操作能力：通过实训环节，提升学生的实际动手能力，能够独立完成 STM32 相关实验。
2. 问题解决能力：培养学生面对嵌入式开发中遇到的问题时，能够分析问题并找到解决方案的能力。
3. 创新思维能力：鼓励学生在掌握基础知识的基础上，进行创新设计和开发。
4. 团队协作能力：通过小组合作项目，培养学生的团队合作精神和沟通协调能力。
5. 项目管理能力：通过课程设计和项目实践，让学生学会如何规划和管理一个嵌入式开发项目。

### 素质目标

1. 专业精神：培养学生对嵌入式开发领域的专业兴趣和持续学习的热情。
2. 责任感：通过课程学习和项目实践，培养学生的责任感和对工作质量的追求。
3. 细心与耐心：在编程和调试过程中，培养学生的细心和耐心，以确保代码的准确性和稳定性。
4. 自我管理能力和时间管理能力：鼓励学生自我管理学习进度，合理安排时间，提高学习效率。
5. 终身学习能力：培养学生的终身学习能力，使其能够适应快速变化的技术环境。

### 三、课程设计

牢固树立以学习者为中心的教学理念，按照“以学生为中心、学习成果为导向、促进自主学习”思路进行课程教学设计，充分体现“做中学、学中做”、“教、学、做一体化”等职业教育教学特色，使学校教学过程与企业的生产过程相对接。以实际、实用、必需、够用为原则，采用项目化教学方式，以“项目、任务、活动”等理实一体教学模式呈现教学内容。

### 四、教学内容与学时分配

#### 1. 课程介绍与初识 STM32

教学内容：

STM32 微控制器概述

开发环境搭建

学时分配：4 学时

#### 2. MDK5 使用和 C 语言基础知识复习

教学内容：

MDK5 集成开发环境的使用

C 语言基础与嵌入式编程技巧

学时分配：2 学时

#### 3. GPIO 的基础知识与实践

教学内容：

GPIO 基本原理

使用 GPIO 点亮 LED

学时分配：4 学时

#### 4. 使用 GPIO 进行按键检测

教学内容：

按键接口原理

按键检测程序编写

学时分配：2 学时

#### 5. 中断知识与使用 EXIT 中断检测按键

教学内容：

中断机制

使用 EXIT 中断检测按键

学时分配：4 学时

#### 6. 使用 USART 发送和接收数据

教学内容：

USART 通信原理

查询模式与中断模式的数据发送和接收

学时分配：4 学时

7. 重定向 printf 函数到串口输出

教学内容：

串口输出函数重定向

实际应用案例分析

学时分配：2 学时

8. 使用 ADC 读取气体传感器数据 (MQ-2)

教学内容：

ADC 原理与应用

气体传感器数据读取

学时分配：4 学时

9. 使用通用定时器闪烁 LED

教学内容：

定时器原理

LED 闪烁控制

学时分配：2 学时

10. 使用通用定时器产生 PWM 驱动蜂鸣器

教学内容：

PWM 原理与应用

蜂鸣器驱动

学时分配：4 学时

11. 使用硬件 I2C 读取环境光强度传感器数据

教学内容：

I2C 通信协议

环境光强度传感器数据读取

学时分配：4 学时

12. 使用硬件 I2C 读取温湿度传感器数据

教学内容：

温湿度传感器数据读取

数据处理与显示

学时分配：2 学时

13. 使用硬件 CRC 校验数据

教学内容:

CRC 校验原理

数据校验实践

学时分配: 2 学时

14. 使用硬件 SPI 驱动 TFT-LCD

教学内容:

SPI 通信协议

TFT-LCD 驱动与显示

学时分配: 4 学时

15. 使用硬件 QSPI 读写 SPI Flash

教学内容:

QSPI 通信协议

SPI Flash 读写操作

学时分配: 2 学时

16. 使用 SDMMC 接口读写 SD 卡数据

教学内容:

SDMMC 接口原理

SD 卡数据读写

学时分配: 2 学时

17. 使用 DAC 输出任意指定电压

教学内容:

DAC 原理与应用

电压输出控制

学时分配: 4 学时

18. 使用 ADC 读取电压值

教学内容:

电压值读取

数据采集与处理

学时分配: 2 学时

19. 课程知识总结和考核

教学内容:

课程知识点回顾

考核与评价

学时分配：2 学时

## 五、教学设计

### 教学内容：1 课程介绍与初识 STM32

#### 课程内容

STM32 微控制器系列介绍

STM32 在嵌入式系统中的应用

开发环境和工具链概述（如 MDK-ARM）

第一个 STM32 项目：LED 闪烁

#### 教学目标

知识目标：学生能够了解 STM32 微控制器的基本特性和应用领域。

能力目标：学生能够搭建 STM32 的开发环境，并运行第一个 STM32 项目。

素质目标：培养学生对嵌入式系统的兴趣和好奇心。

#### 教学重难点

重点：STM32 微控制器的基本特性和开发环境的搭建。

难点：理解 STM32 的内部结构和如何配置开发环境。

#### 课程思政

通过介绍 STM32 在国内外的应用案例，激发学生的民族自豪感和创新意识。

强调在技术发展中遵守国际规则和知识产权保护的重要性。

#### 课程习题

##### 理论题：

描述 STM32 微控制器的主要特点。

列举 STM32 在嵌入式系统中的应用场景。

### 教学内容：2 MDK5 使用和 C 语言基础知识复习

#### 课程内容

MDK5 集成开发环境的界面和功能介绍

C 语言基础：数据类型、控制结构、函数

C 语言在嵌入式编程中的应用

#### 教学目标

知识目标：学生能够熟练使用 MDK5 进行 STM32 开发。

能力目标：学生能够运用 C 语言进行基本的嵌入式编程。

素质目标：培养学生的编程习惯和代码规范意识。

#### 教学重难点

重点：MDK5 的基本操作和 C 语言的控制结构。

难点：理解 C 语言在嵌入式编程中的特定用法。

## 课程思政

强调编程规范和代码整洁的重要性，培养学生的工匠精神。

通过讨论开源软件和自由软件，培养学生的共享和协作精神。

## 课程习题

### 思考题：

讨论在嵌入式编程中，为什么需要特别注意内存管理和资源限制。

思考如何在编程中实现代码的可读性和可维护性。

## **教学内容：3 GPIO 的基础知识与实践**

### 课程内容

GPIO 的基本概念和工作原理

GPIO 的配置和控制

实验：使用 GPIO 控制 LED

### 教学目标

学生能够理解 GPIO 的工作原理，并能够进行基本的 GPIO 配置。

### 教学重难点

重点：GPIO 的配置方法。

难点：理解 GPIO 在不同模式下的行为。

## 课程思政

强调实践操作的重要性，培养学生的动手能力。

## 课程习题

实验：编写代码，实现不同模式下的 GPIO 控制 LED。

## **教学内容：4 使用 GPIO 进行按键检测**

### 课程内容

按键检测的原理和方法

消抖技术

实验：使用 GPIO 实现按键输入

### 教学目标

学生能够掌握按键检测和消抖技术。

### 教学重难点

重点：按键消抖技术。

难点：理解按键中断的原理。

## 课程思政

培养学生的耐心和细致，通过消抖技术学习精益求精的态度。

课程习题

实验：编写代码，实现按键中断和消抖。

### **教学内容：5 中断知识与使用 EXIT 中断检测按键**

课程内容

中断的基本概念

中断服务程序的编写

实验：使用 EXIT 中断检测按键

教学目标

学生能够理解中断机制，并能够编写中断服务程序。

教学重难点

重点：中断服务程序的编写。

难点：理解中断优先级和嵌套中断。

课程思政

通过中断处理的学习，培养学生的应急处理能力。

课程习题

实验：编写代码，实现中断服务程序。

### **教学内容：6 使用 USART 发送和接收数据**

课程内容

USART 通信原理

数据发送和接收程序编写

实验：使用 USART 进行数据通信

教学目标

学生能够掌握 USART 通信的基本操作。

教学重难点

重点：USART 的数据发送和接收。

难点：理解 USART 的中断模式。

课程思政

强调通信的准确性和及时性，培养学生的责任感。

课程习题

实验：编写代码，实现 USART 数据通信。

### **教学内容：7 重定向 printf 函数到串口输出**

课程内容

串口输出的原理

printf 函数重定向

实验：使用串口输出调试信息

教学目标

学生能够掌握串口输出调试的方法。

教学重难点

重点：printf 函数的重定向。

难点：理解串口输出的缓冲机制。

课程思政

通过串口输出的学习，培养学生的调试和问题解决能力。

课程习题

实验：编写代码，实现串口输出调试信息。

**教学内容：8 使用 ADC 读取气体传感器数据（MQ-2）**

课程内容

ADC 的工作原理

传感器数据读取

实验：使用 ADC 读取 MQ-2 传感器数据

教学目标

学生能够掌握 ADC 的使用和传感器数据的读取。

教学重难点

重点：ADC 的配置和使用。

难点：理解模拟信号与数字信号的转换。

课程思政

强调数据准确性的重要性，培养学生的科学精神。

课程习题

实验：编写代码，实现 MQ-2 传感器数据的读取。

**教学内容：9 使用通用定时器闪烁 LED**

课程内容

定时器的基本概念和工作原理

定时器的配置和使用

实验：使用定时器控制 LED 闪烁

教学目标

学生能够理解定时器的工作原理，并能够进行基本的定时器配置。

教学重难点

重点：定时器的配置和编程。

难点：理解定时器的中断和 PWM 功能。

课程思政

通过定时器的使用，培养学生的时间管理和效率意识。

课程习题

实验：编写代码，实现定时器控制 LED 的闪烁。

**教学内容：10 使用通用定时器产生 PWM 驱动蜂鸣器**

课程内容

PWM 的基本概念和工作原理

PWM 的配置和使用

实验：使用 PWM 驱动蜂鸣器

教学目标

学生能够掌握 PWM 的配置和应用。

教学重难点

重点：PWM 的配置和编程。

难点：理解 PWM 波形的生成和调整。

课程思政

通过 PWM 的应用，培养学生的创新思维 and 实践能力。

课程习题

实验：编写代码，实现 PWM 波形的生成和调整。

**教学内容：11 使用硬件 I2C 读取环境光强度传感器数据**

课程内容

I2C 通信协议的基本概念和工作原理

I2C 的配置和使用

实验：使用 I2C 读取环境光强度传感器数据

教学目标

学生能够理解 I2C 通信协议，并能够进行基本的数据读取。

教学重难点

重点：I2C 的配置和编程。

难点：理解 I2C 通信协议的细节和错误处理。

课程思政

强调通信协议的重要性，培养学生的规则意识和合作精神。

课程习题

实验：编写代码，实现 I2C 通信和传感器数据读取。

### **教学内容：12 使用硬件 I2C 读取温湿度传感器数据**

课程内容

温湿度传感器的工作原理

I2C 通信在温湿度传感器中的应用

实验：使用 I2C 读取温湿度传感器数据

教学目标

学生能够掌握温湿度传感器的使用和数据读取。

教学重难点

重点：温湿度传感器的数据读取和处理。

难点：理解传感器数据的校准和误差分析。

课程思政

通过传感器的应用，培养学生的观察力和数据分析能力。

课程习题

实验：编写代码，实现温湿度传感器数据的读取和显示。

### **教学内容：13 使用硬件 CRC 校验数据**

课程内容

CRC 校验的基本概念和工作原理

CRC 的配置和使用

实验：使用 CRC 校验数据

教学目标

学生能够理解 CRC 校验的原理，并能够进行基本的数据校验。

教学重难点

重点：CRC 校验的配置和编程。

难点：理解 CRC 校验算法的实现。

课程思政

强调数据校验的重要性，培养学生的严谨态度和质量意识。

课程习题

实验：编写代码，实现 CRC 校验算法。

### **教学内容：14 使用硬件 SPI 驱动 TFT-LCD**

课程内容

SPI 通信协议的基本概念和工作原理

SPI 的配置和使用

实验：使用 SPI 驱动 TFT-LCD

教学目标

学生能够掌握 SPI 通信协议，并能够进行基本的显示控制。

教学重难点

重点：SPI 的配置和编程。

难点：理解 SPI 通信协议的细节和显示控制。

课程思政

通过 SPI 的应用，培养学生的创新思维和动手能力。

课程习题

实验：编写代码，实现 SPI 通信和 TFT-LCD 显示控制。

**教学内容：15 使用硬件 QSPI 读写 SPI Flash**

课程内容

QSPI 通信协议的基本概念和工作原理

QSPI 的配置和使用

实验：使用 QSPI 读写 SPI Flash

教学目标

学生能够理解 QSPI 通信协议，并能够进行 SPI Flash 的读写操作。

教学重难点

重点：QSPI 的配置和编程。

难点：理解 QSPI 与 SPI 的区别以及高速通信的实现。

课程思政

强调高速数据传输技术的重要性，培养学生的前瞻性和创新能力。

课程习题

实验：编写代码，实现 QSPI 读写 SPI Flash 的基本操作。

**教学内容：16 使用 SDMMC 接口读写 SD 卡数据**

课程内容

SDMMC 接口的基本概念和工作原理

SDMMC 的配置和使用

实验：使用 SDMMC 接口读写 SD 卡数据

教学目标

学生能够掌握 SDMMC 接口的使用，并能够进行 SD 卡的数据读写。

教学重难点

重点：SDMMC 接口的配置和编程。

难点：理解 SD 卡的文件系统和数据管理。

课程思政

通过 SD 卡的数据管理，培养学生的组织能力和责任感。

课程习题

实验：编写代码，实现 SDMMC 接口的文件读写操作。

### **教学内容：17 使用 DAC 输出任意指定电压**

课程内容

DAC 的基本概念和工作原理

DAC 的配置和使用

实验：使用 DAC 输出指定电压

教学目标

学生能够理解 DAC 的工作原理，并能够进行模拟信号的输出。

教学重难点

重点：DAC 的配置和编程。

难点：理解数字信号与模拟信号的转换。

课程思政

强调模拟信号处理的重要性，培养学生的细致观察力和精确操作能力。

课程习题

实验：编写代码，实现 DAC 输出不同电压值。

### **教学内容：18 使用 ADC 读取电压值**

课程内容

ADC 的高级应用

电压测量和数据处理

实验：使用 ADC 读取电压值

教学目标

学生能够掌握 ADC 的高级应用，并能够进行电压的精确测量。

教学重难点

重点：ADC 的高级配置和编程。

难点：理解 ADC 的精度和误差校正。

课程思政

通过电压测量的学习，培养学生的精确度意识和科学态度。

课程习题

实验：编写代码，实现 ADC 读取电压值并进行数据处理。

## 教学内容：19 课程知识总结和考核

### 课程内容

课程知识点的回顾和总结

考核方式和标准介绍

实验：综合应用所学知识完成项目

### 教学目标

学生能够全面回顾和总结所学知识，并能够综合应用。

### 教学重难点

重点：知识点的系统回顾和综合应用。

难点：理解和掌握知识的综合应用。

### 课程思政

通过课程总结和考核，培养学生的自我评估能力和终身学习意识。

### 课程习题

项目：设计并实现一个综合应用 STM32 知识的嵌入式系统项目。

## 六、考核评价

重视对学生学习全过程的质量监控和考评，关注评价的多元性，建立教师评价和学生自评、互评、过程评价和结果评价、课内评价和课外评价、理论评价和实践评价相结合的课程评价体系，采取知识、能力及素质三方面考核相结合的方式，最终对学生进行综合评价。学生最终的成绩由几个方面确定：

综合成绩（100%）=过程考评（70%）+期末考评（30%）

## 七、教学基本条件

### 1. 教学资源

（1）教材：嵌入式系统可靠性设计技术及案例解析. 北京航空航天大学出版社

（ISBN： 978-7-512-41894-3）

（2）参考教材：ARM Cortex-M3 与 Cortex-M4 权威指南. 清华大学出版社. （ISBN：978-7-302-40292-3）

（3）STM32F103 芯片资料、电路图及程序代码

（4）教学课件、微课视频等

### 2. 教学设施

- (1) 实验室：物联网实训室
- (2) 小熊派实验板、STM32 实验板、ST-Link 仿真器、USB-TTL 转换器、USB 延长线（可选）。
- (3) 电脑（含 Keil MDK 开发工具软件、上位机串口通信测试软件、参考程序）。