

嵌入式系统及应用课程教学大纲

课程代码：050163

课程名称：嵌入式系统及应用/Embedded System and Application

开课学期：6

学分/学时：2/48 (理论学时：32，实验学时：16)

课程类型：学科专业选修课

适用专业/开课对象：测控/三年级本科生

先修/后修课程：微机原理及接口技术 A/课程设计(嵌入式控制)，DSP 原理及应用

开课单位：自动化学院

团队负责人： **责任教授：**

执笔人：王玲 **核准院长：**李擎

一、课程的性质、目的和任务

本课程研究自动控制装置或系统的嵌入式计算机硬件设计、实时操作系统应用及控制程序开发。嵌入式控制系统一般由嵌入式微处理器、外围电路及硬件、嵌入式操作系统以及应用程序四个部分组成，用于实现对机器或者设备的控制、监视和管理等功能。它是控制技术、计算机技术、通信技术、微电子技术等集成的产物，面向特定应用，技术密集，资金密集，发展迅速，已成为工业自动化的重要基础。因此，本课程的地位十分重要，在了解该领域发展动态、掌握领域专业技术、培养学生动手能力等方面都具有重要的作用。是测控专业的一门重要的

专业必修课，授课对象是测控专业的三年级本科生。课程着重介绍 ARM 微控制器体系结构、微控制器在控制系统中的应用选型、微控制器外围电路的设计、实时操作系统、应用控制程序设计与编程及其调试方法、符合各类标准和安规的控制装置或系统的抗干扰设计方法。通过本课程的学习，使学生从控制工程需要出发，通过 PLC (Programmable Logic Controller : 可编程控制器) 及电梯一体化控制器、工业机器人控制器、电动机变频调速控制器等实例总体设计，在理论和实践上掌握控制装置或系统的总体设计概念及方法；学会 ARM 微控制器的选型方法；掌握微控制器外围电路的设计方法；了解实时操作系统的基本原理；熟悉常用的实时操作系统及其配置方法；学会 BSP (Board Support Package : 板级支持包) 的开发；学会应用 C 语言进行控制装置或系统的应用程序设计与开发的方法；掌握嵌入式控制系统硬件与软件的协同调试方法；了解控制装置或系统硬件与软件设计和开发过程中的抗干扰及信号完整性知识。本课程目的是培养学生嵌入式控制装置或系统的硬件系统设计和应用软件开发的实际动手能力。本课程的任务是使学生融会贯通、综合运用所学过的基础与专业课程知识解决具体控制装置或系统问题，为分析和设计控制装置或系统、从事嵌入式控制装置或系统的硬件与软件工作奠定基础。

本课程重点支持以下毕业要求指标点：

指标点 1.3 掌握工程基础知识，以用于解决测控专业领域的复杂工程问题；

体现在学习控制装置或系统的总体设计概念及方法、学会 ARM 微控制器的选型方法、了解实时操作系统的基本原理、熟悉常用的实时操作系统及其配置方法、学会 BSP (Board Support Package : 板级支持包) 的开发等基础知识，为解决测控专业领域的复杂工程问题能够设计自动化装置或自动化系统打下基

础。

指标点 1.4 掌握专业知识，以用于解决测控专业领域的复杂工程问题。

体现在通过学习 PLC (Programmable Logic Controller : 可编程控制器) 及电梯一体化控制器、工业机器人控制器、电动机变频调速控制器等实例的设计，在理论和实践上掌握控制装置或系统的总体设计概念及方法，为解决测控专业领域的复杂工程问题能够设计自动化装置或自动化系统打下基础。

指标点 3.2 能够针对测控专业领域的复杂工程问题，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素，设计/开发满足特定需求并具有创新意识的自动化装置或自动化系统；

体现在掌握嵌入式系统硬件与软件的协同调试方法、了解控制装置或系统硬件与软件设计和开发过程中的抗干扰及信号完整性知识。使学生具有根据各类标准、安规、环境等因素进行嵌入式装置或系统的硬件系统设计和应用软件开发能力，为今后分析和设计控制装置或系统、从事嵌入式控制装置或系统的硬件与软件工作奠定基础。

指标点 5.1 能够开发、选择与使用恰当的技术、资源，以便解决测控专业领域的复杂工程问题，并能够理解其局限性。

体现在学习嵌入式系统总体设计内容和方法，了解 ARM 微控制器的体系结构和系列以及典型系列型号，学会 ARM 微控制器的选型方法；通过了解实时操作系统的基本原理，熟悉常用的实时操作系统及其配置方法，学会操作系统的选择以及应用，掌握嵌入式系统的软件设计内容和方法。

指标点 12.2 具有进行自主学习和终身学习的基本素质，能够通过不断学习，突破自我，与时俱进，提高自身的发展能力。

体现在通过指导下的 ARM 微处理器典型型号的学习，建立自主学习其它型号的基本能力，经过实验训练，突破课程局限，能够自主、自觉学习、跟踪 ARM 微控制器的技术发展；通过典型控制系统 PLC（Programmable Logic Controller：可编程控制器）及电梯一体化控制器、工业机器人控制器、电动机变频调速控制器等实例的学习，能够掌握嵌入式系统的设计与开发的基本要领，培养控制装置或系统的设计与开发的基本能力。

二、教学内容、基本要求及学时分配

1. 嵌入式系统基本概念（4 学时）

主要讲授嵌入式系统的定义与基本特征、控制装置或系统的总体设计概念及方法、发展现状与趋势、软硬件协同设计过程、实例 PLC 硬件软件分析。要求学生掌握嵌入式系统的基本概念，学习嵌入式系统设计的基本方法，了解主要的设计工具，知晓嵌入式系统的研究现状与发展趋势以及应用。

重点支持毕业要求指标点 1.3，也支持毕业要求指标点 1.4，5.1，12.2。

2.ARM 嵌入式微处理器（6 学时）

主要讲授 ARM 嵌入式微处理器的体系结构、特点、分类；ARM 嵌入式微处理器的指令系统；适用于控制装置或系统的典型 ARM 嵌入式微处理器、发展趋势及选择原则。要求学生掌握 ARM 嵌入式微处理器的基本情况、特点、分类；掌握 ARM 的选型方法 结合专用 PLC 或一体化电梯控制装置总体设计实践 ARM 微处理器的选型。

重点支持毕业要求指标点 1.3，也支持毕业要求指标点 1.4，5.1，12.2。

3.嵌入式系统基本硬件电路设计（6 学时）

主要讲授电源、时钟、复位电路设计；存储设备组织以及典型存储器，存储器接口及硬件设计；人机接口电路设计。要求学生掌握电源管理、时钟及复位电路设计，了解存储器的基本特点、组织、时序及接口，掌握 LCD、LED 显示，矩阵键盘的设计。

重点支持毕业要求指标点 1.3，1.4，也支持毕业要求指标点 5.1，12.2。

4.嵌入式系统功能电路设计（8 学时）

主要讲授总线定义、分类，总线、通信、以太网、Wifi 无线网络、控制模块接口电路。要求学生了解总线的定义、功能、组成；熟悉基本总线标准：PCI 总线、PC104 总线、RS-485 类总线；了解 10/100M 以太网接口和 Wifi 无线网络基本知识。配合交流电动机调速装置--变频器的实例提高对功能电路的认识。接口电路主要讲授 GPIO，中断控制器，DMA 控制器，定时/计数器，PWM 模块，QEP 模块，SPI、I2C、UART，SCI 接口及硬件设计。要求学生了解各类控制接口在嵌入式系统的主要应用模式，各类控制接口的基本工作原理，较好掌握各类控制接口技术。

重点支持毕业要求指标点 1.3，也支持毕业要求指标点 5.1，12.2。

5.嵌入式实时操作系统（4 学时）

主要讲授嵌入式操作系统的定义、分类以及构成；实时系统及实时操作系统；要求学生掌握嵌入式实时操作系统的关键技术；熟悉 WindowsCE 操作系统开发平台的构成及开发过程；了解嵌入式实时操作系统结构、现状、发展趋势。

重点支持毕业要求指标点 1.3 ,1.4 ,也支持毕业要求指标点 1.4 ,5.1 ,12.2。

6.板级支持包与系统引导（2 学时）

主要讲授嵌入式控制软件运行过程，板级支持包，RTOS 的引导模式，Boot Loader 的概念，以及 BSP 和驱动程序的开发。使学生能够掌握 BSP 和驱动程序的开发过程、内容以及基本方法。

重点支持毕业要求指标点 1.3 , 1.4 , 也支持毕业要求指标点 5.1 , 12.2。

7.嵌入式系统应用软件设计与编程（2 学时）：

主要讲授嵌入式控制软件工程思想、开发过程、一些基本的设计原则、通用的设计方法；嵌入式控制程序设计常用语言有汇编语言（不推荐）、C 语言（推荐）、C 与汇编混合编程（为满足特定控制功能需要时采用）在嵌入式系统中的应用特点；嵌入式系统应用软件的编程规范。使学生掌握嵌入式软件的基本设计原则和通用的设计方法，了解 C 语言在嵌入式系统应用软件编程中的应用特点，学会按照编程规范编写应用程序。

重点支持毕业要求指标点 1.3 , 1.4 , 也支持毕业要求指标点 5.1 , 12.2。

三、教学方法

为使学生更好地掌握嵌入式系统及应用的基本原理、方法以及实现技术，培养学生自主学习的能力，本课程在教学上采用讲授、讨论、案例、指导以及项目设计研究等多种教学方式方法并举的形式。

在嵌入式系统基础部分的教学过程中，先利用讲授教学的模式，向学生简介嵌入式系统的发展史以及嵌入式系统的基本结构。在学生对嵌入式系统有了基本

的了解后,采用指导教学的方式,引导学生查阅课外文献资料,了解目前嵌入式系统的发展状况,并与课堂中所介绍的系统进行对比并展开讨论,让学生了解计算机技术日新月异的发展状态,从而建立自主学习和终身学习的意识。

在 ARM 嵌入式微处理器及其指令系统知识的传授过程中,先利用讲授教学的模式,向学生介绍 ARM 嵌入式微处理器及其指令系统,经过 1~2 种型号的适用于控制系统应用的 ARM 微处理器学习后,指导学生阅读至少 2 份相似的不同厂家、不同型号的 ARM 微处理器说明书电子文档,解答学生的问题,逐步使学生了解 ARM 微处理器的体系结构、种类、系列、型号、厂家特色,应用适用性。为学生建立能够跟踪新型 ARM 微处理器的意识,养成学习应用新型 ARM 微处理器的习惯,培养学生自学新型 ARM 微处理器的能力。

嵌入式系统基本硬件电路和系统功能电路设计部分的教学,更注重培养学生理论联系实际的能力。在这个环节,根据工程问题提出的嵌入式系统设计项目作业要求,以工程课题引导学生运用所学知识、查阅各种文献资料、考虑工程要求,在完成作业要求的同时使自身的能力有一个大的提升。

嵌入式实时操作系统、板级支持包与系统引导、嵌入式系统应用软件设计与编程部分的教学,要使学生理解现代的嵌入式控制装置与系统的开发过程中采用操作系统的工程意义,了解嵌入式实时操作系统 WindowsCE 的运行机理,学习操作系统配置方法及板级支持包开发的内容和方法,掌握应用软件设计与编程的基本知识和方法,能够运用这些方法指导自己开发控制系统应用程序。

典型的嵌入式系统设计部分是嵌入式系统知识在工程实例的综合应用,这部分的教学应根据实际需要和专业特点,灵活采用各种教学方式,如讲解、引导、启发、问答、自主学习等教学方法。要注意通过典型实例的学习,使学生能够综

合运用所学过的相关课程知识，归纳出嵌入式系统的共同特点，从而进一步掌握嵌入式控制装置或系统的一般设计与开发方法。

四、课内外教学环节及基本要求

课内外理论教学环节及学时分配表见表 4-1，课内实验环节教学安排及要求见表 4-2。

表 4-1 课内外理论教学环节及学时分配表

序号	课程内容	课内学时						课外学时
		理论学时	上机学时	实验学时	实践学时	小计	其中课内研讨学时	
1	嵌入式系统基本概念	4				4	2	4
2	ARM 嵌入式微处理器	6				6	2	6
3	嵌入式系统基本硬件电路设计	6				6	2	6
4	嵌入式控制系统功能电路设计	4		4		4	2	4
5	嵌入式实时操作系统	4		4		4		4
6	板级支持包与系统引导	4		4		4		4
7	嵌入式控制系统应用软件设计与编程	4		4		4		4
合计		32		16		32	12	32

课外学习要求：

1、阅读教材上的或教师提供的扩充内容、查阅资料，完成以下各知识点的学习：更全面地了解嵌入式控制系统的发展历史；深入理解 ARM 微处理器的体系结构、系列、型号；明确嵌入式基本硬件电路和功能电路的实际意义；理解运用操作系统开发控制装置或系统的必要性；学会板级支持包的开发；弄懂书中设计实例题；掌握应用软件设计与编程。

2、教师在讲授完上述知识点后，针对各知识点布置作业，学生通过在图书馆查阅建议的参考书籍以及上网搜索独立完成。

五、考核内容及方式

目前嵌入式系统及应用课程的评分方法按如下设置：

评分项	评分权重
实验项目	25%
设计项目	20%
期末考试	55%

设计项目可以选择给定的题目，分值依据题目难易程度而定。要求学生提交正式的书面项目报告，包含文档、源代码和项目演示结果。在课程的期末考试阶段提交期末设计项目演示文稿，每个团队通常演示 10 到 15 分钟的 PowerPoint 演示文稿。

六、持续改进

本课程根据学生作业、课堂讨论、实验环节、平时考核情况和学生、教学督

导等反馈，及时对教学中不足之处进行改进，并在下一轮课程教学中改进提高，确保相应毕业要求指标点达成。

七、建议教材及参考资料

建议教材：

[1]桑楠, 等. 嵌入式系统原理及应用开发技术(第 2 版). 高等教育出版社, 2008 年.

参考资料

[1] 傅曦.WindowsCE 嵌入式开发入门—基于 Xscale 架构[M].北京：人民邮电出版社，2006 年

[2] 刘尚军.ARM 嵌入式技术原理与应用—基于 XScale 处理器及 WxWorks 操作系统[M]，北京：北京航空航天大学出版社，2007

[3] 罗蕾.嵌入式实时操作系统及应用开发（第 3 版）[M].北京：北京航空航天大学出版社，2011

[4] 张大波.新编嵌入式系统原理•设计与应用[M].北京：北京航空航天大学出版社，2010