

卓越工程师教育培养计划配套教材

电气工程系列

单片机应用技术

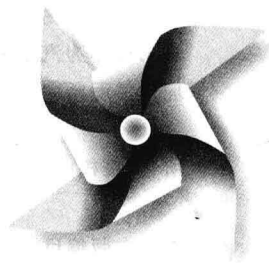


张颖 罗晓 编著

清华大学出版社

卓越工程师教育培养计划配套教材

电气工程系系列



单片微机应用技术

张颖 罗晓 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是为满足卓越工程师实践能力培养目标要求而编写的,内容包括三个方面。(1)基础篇: MCS-51 系列 8 位机,讲述了 8 位基本单片机 51 系列的原理、结构、指令系统、程序设计与仿真方法。(2)提高篇: Freescale-DG128/XS128 16 位机,介绍了目前汽车中的电子控制产品大量使用的嵌入式 16 位/32 位单片机。以 Freescale-DG128/XS128 16 位机为核心,讲述了嵌入式 16 位单片机的基本系统和实用 CodeWarrior 开发工具的使用方法。(3)扩展篇: 应用案例——Freescale 嵌入式 16 位单片机在汽车电子控制系统中的应用案例,介绍了 Freescale 嵌入式 16 位单片机在汽车电子控制系统中的应用。

本书可作为汽车工程等工程类专业本科阶段开设嵌入式系统和单片机类课程的教材,也可作为相关领域应用工程师和业余爱好者的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

单片微机应用技术/张颖,罗晓编著. --北京:清华大学出版社,2013.2

(卓越工程师教育培养计划配套教材·电气工程系列)

ISBN 978-7-302-31115-7

I. ①单… II. ①张… ②罗… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 304831 号

责任编辑: 庄红权 赵从棉

封面设计: 常雪影

责任校对: 刘玉霞

责任印制: 沈 露

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 保定市中华美凯印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 22.5

字 数: 531 千字

版 次: 2013 年 2 月第 1 版

印 次: 2013 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 42.00 元

产品编号: 049017-01

卓越工程师教育培养计划配套教材

总编委会名单

主 任：丁晓东 汪 泓

副主任：陈力华 鲁嘉华

委 员：（按姓氏笔画为序）

丁兴国	王岩松	王裕明	叶永青	刘晓民
匡江红	余 粟	吴训成	张子厚	张莉萍
李 毅	陆肖元	陈因达	徐宝纲	徐新成
徐滕岗	程武山	谢东来	魏 建	

卓越工程师教育培养计划配套教材

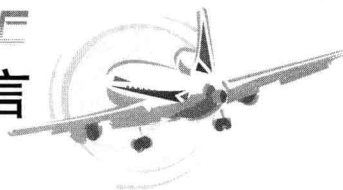
——电气工程系列子编委会名单

主 任：王裕明 李 毅

副主任：陆肖元 史志才 张莉萍

委 员：（按姓氏笔画为序）

孔 勇	方易圆	王永琦	邓 琛	余朝刚
张 瑜	张 颖	陈宇晨	陈益平	卓郑安
罗 晓	高 飞	黄润才		



教育部于2010年开始实施的“卓越工程师教育培养计划”是要培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量工程技术人才,为国家走新型工业化发展道路、建设创新型国家和人才强国战略服务。为培养学生的工程意识、工程素质、工程实践能力、工程设计能力和工程创新能力,培养面向未来、高素质、具有国际竞争力的创新型卓越工程师,上海工程技术大学在办学过程中,始终以服务国家和地区经济建设为宗旨,坚持“学科链、专业链对接产业链”的办学模式。2010年,上海工程技术大学车辆工程等专业被列为教育部“卓越工程师教育培养计划”首批试点专业。2011年,电子信息工程(广电通信网络工程)等专业也被列为教育部“卓越工程师教育培养计划”试点专业。

针对目前工科大学生工程能力弱,理论水平与实践能力不匹配,相关教材的理论和实验与工程实际有一定距离,不能满足卓越工程师的培养目标要求等问题,上海工程技术大学电子电气工程学院组织有丰富教学经验和实践能力的骨干教师,联合业内专家,合作编写了“卓越工程师教育培养计划”电气工程系列教材。

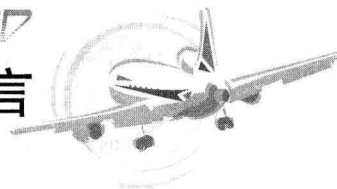
本系列教材以社会需求为导向,以实际工程应用为背景,以工程技术为主线,着眼于提高学生的工程意识、工程素质和工程实践能力,按照理论与实践相结合的原则,参阅了大量的中、外文参考书籍和文献资料,吸收借鉴国内外同类教材的优点,参考电子信息产业的相关材料,综合各方面考虑,进行编写。全书坚持加强基础理论,并对基本概念、基础知识和基本技能进行详细阐述,同时强调企业和社会环境下的综合工程应用。

本系列教材注重基本概念、突出工程应用、内容编排新颖,具有基础性、系统性、应用性等特点,能够满足电子信息工程(广电通信网络工程)专业以及车辆工程等专业“卓越工程师教育培养计划”的电气工程类课程的教学目标和要求。体现了“面向工业界、面向世界、面向未来”的工程教育理念,凸显出上海工程技术大学“学科链、专业链对接产业链”和“面向生产一线,培养优秀工程技术人才”的办学特色。

朱仲英

上海交通大学电子信息与电气工程学院

2012年3月15日



本书是为适应上海工程技术大学实行卓越工程师试点的专业“汽车工程”所开设的选修课程的教学改革目标要求而编写的。内容包括三大部分,共8章。

(1) 基础篇: MCS-51 系列 8 位机(第 1~4 章)

作为入门,这一部分起点定在 MCS-51 系列 8 位机。以 ATMEL 公司中档产品 89C52 为典型来阐明单片机的一般原理和应用技术,便于学生理解单片机的基本概念和基本结构。另外为加强工程实践能力,还介绍了 WAVE6000 仿真软件,通过仿真和程序举例来掌握简单程序的编写,熟悉程序设计的步骤和过程,同时进行编程和程序调试的训练。其中,第 1 章介绍单片机的基本部件、基本概念、基础知识和典型产品;第 2 章介绍单片机的系统结构;第 3 章介绍 51 系列指令系统、程序设计方法和 WAVE6000 仿真软件仿真程序实例;第 4 章介绍 51 系列单片机的功能模块及其应用。

(2) 提高篇: Freescale-DG128/XS128 16 位机(第 5~7 章)

根据汽车工程专业卓越工程师实践能力培养目标要求,本篇选用 Freescale 嵌入式 16 位单片机进行介绍。为提高理论基础和实践能力同时介绍了实际应用在线开发工具 Code Warrior 的使用,便于学习者熟悉汽车电子产品的实际开发环境。其中,第 5 章介绍 16 位单片机 DG128 基本系统和其在智能车控制系统中的应用;第 6 章介绍 16 位单片机 MC9SXS128 基本系统和其在智能车控制系统中的应用;第 7 章介绍 CodeWarrior 开发工具及应用实例。

(3) 扩展篇: 应用案例——Freescale 嵌入式 16 位单片机在汽车电子控制系统中的应用案例(第 8 章)

这一部分与汽车工程专业相结合,考虑单片机在汽车电子控制系统中的实际应用,主要以燃油喷射系统、点火系统、电子油门和 CAN 总线系统为例进行讲述,介绍了这些系统的硬件组成和软件设计。

本书在内容设置上突出体现了汽车工程专业卓越工程师实践能力的培养目标要求,强调理论与实际相结合,以强化工程能力和实践能力的培养。

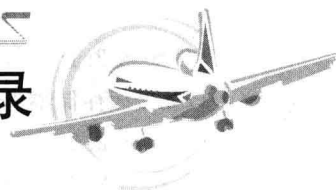


本书由上海工程技术大学张颖编写第1~4章和第6~7章,罗晓编写第5章和第8章。东华大学丁永生教授、李德敏教授和上海工程技术大学张莉萍教授审阅了全书,在此一并表示感谢。

由于时间仓促,编者水平有限,书中错误与不当之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编 者

2013年1月



基础篇 MCS-51 系列 8 位机

第 1 章 计算机基础知识	3
1.1 概述	3
1.1.1 计算机	3
1.1.2 微型计算机	4
1.1.3 单片机	4
1.1.4 嵌入式系统	6
1.2 单片机中数的表示方法	6
1.2.1 数制及其转换	6
1.2.2 BCD 码	11
1.2.3 ASCII 码	12
1.2.4 单片机中数的表示方法	13
1.3 单片机的内部结构	22
1.3.1 中央处理器	22
1.3.2 单片机中的数据运算	23
1.3.3 单片机的存储器	26
1.3.4 单片机的输入/输出(I/O)接口	28
1.4 典型单片机产品	29
1.4.1 单片机的类型和特性	29
1.4.2 典型的单片机产品	31
1.5 单片机的应用和应用系统结构	35
1.5.1 单片机的应用	35
1.5.2 单片机应用系统的结构	37
第 2 章 51 系列单片机系统结构	40
2.1 总体结构	40



2.1.1	51 系列单片机一般总体结构	40
2.1.2	89C52 的总体结构	46
2.2	存储器组织	49
2.2.1	程序存储器	49
2.2.2	内部 RAM 数据存储器	51
2.2.3	特殊功能寄存器	53
2.2.4	位地址空间	56
2.2.5	外部 RAM 和 I/O 端口	56
2.3	时钟、时钟电路、CPU 定时	58
2.3.1	89C52 的时钟电路	58
2.3.2	CPU 定时	59
2.3.3	89C52 的典型时序	60
2.4	复位和复位电路	64
2.4.1	外部复位	64
2.4.2	系统复位	64
2.5	中断系统	66
2.5.1	中断的概念	66
2.5.2	89C52 中断系统	69
2.5.3	外部中断触发方式选择	75
第 3 章	51 系列指令系统和程序设计方法	79
3.1	指令格式和常用的伪指令	79
3.1.1	汇编语言指令行格式	80
3.1.2	常用伪指令	82
3.1.3	常用的缩写符号	88
3.2	寻址方式	90
3.2.1	寄存器寻址	90
3.2.2	直接寻址	91
3.2.3	寄存器间接寻址方式	91
3.2.4	立即寻址	92
3.2.5	变址寻址	94
3.2.6	位寻址	94
3.2.7	相对寻址	95
3.3	程序状态字和指令类型	96
3.3.1	程序状态字 PSW	96
3.3.2	指令类型	97
3.4	数据传送指令	99
3.4.1	内部数据传送指令	100
3.4.2	累加器 A 与外部数据存储器传送指令	107



3.4.3 查表指令	108
3.5 算术运算指令	110
3.5.1 加法指令	110
3.5.2 减法指令	116
3.5.3 乘法指令(MUL, Multiplication)	117
3.5.4 除法指令(DIV, Division)	118
3.6 逻辑运算指令	118
3.6.1 累加器 A 的逻辑操作指令	119
3.6.2 两个操作数的逻辑操作指令	121
3.7 位操作指令	126
3.7.1 位变量传送指令	126
3.7.2 位变量修改指令	127
3.7.3 位变量逻辑操作指令	128
3.8 控制转移指令	129
3.8.1 无条件转移指令	129
3.8.2 条件转移指令(判跳指令)	131
3.8.3 调用和返回指令	137
3.9 程序设计方法	140
3.9.1 程序设计的步骤	140
3.9.2 程序结构	142
3.9.3 循环程序设计方法	150
3.9.4 子程序设计和参数传递方法简介	156
3.10 WAVE6000 仿真及实例	159
3.10.1 WAVE6000 仿真软件简介	159
3.10.2 仿真实例	166
第 4 章 51 系列单片机的功能模块及其应用	169
4.1 并行口及其应用	169
4.1.1 P1 口	169
4.1.2 P3 口	172
4.1.3 P2 口	173
4.1.4 P0 口	174
4.1.5 并行口的负载能力	175
4.2 定时器及其应用	176
4.2.1 定时器的一般结构和工作原理	177
4.2.2 定时器/计数器 T0、T1 的功能和使用方法	178
4.2.3 定时器 T2 的功能和使用方法简介	185
4.3 节电方式	188
4.3.1 节电方式操作方法	188



4.3.2 节电方式的应用	189
4.4 89C52 Flash 程序存储器简介	190

提高篇 Freescale-DG128/XS128 16 位机

第 5 章 16 位单片机 DG128 基本系统	195
5.1 DG128 最小系统	195
5.1.1 HCS12 内部结构	195
5.1.2 寄存器组	199
5.1.3 CAN 2.0 A、B 软件兼容模块	200
5.1.4 工作模式	200
5.2 DG128 系统的硬件	201
5.2.1 时钟电路	209
5.2.2 串行口的 RS-232 驱动电路	210
5.2.3 电源电路	212
5.2.4 复位电路	212
5.2.5 BDM 接口	212
5.2.6 并行口及驱动能力	213
5.2.7 调试显示	213
5.3 MC9S12DG128 在智能车控制系统中的应用	214
5.3.1 智能车控制中常用模块	214
5.3.2 基于摄像头的智能车设计	243
第 6 章 16 位单片机 MC9XS128 基本系统	258
6.1 MC9S12XS128 最小系统	259
6.1.1 CPU 的构成	259
6.1.2 CPU 的核心寄存器堆	259
6.2 MC9S12XS128 基本系统的硬件	260
6.3 MC9S12XS128 内部功能模块简介	267
6.3.1 通用输入输出模块	267
6.3.2 定时器(TIM)模块	267
6.3.3 A/D 转换模块(ATD)	269
6.3.4 SCI 串行通信模块	272
6.3.5 SPI 串行通信模块	272
6.3.6 PWM 模块	275
6.3.7 FLASH 模块	277
6.4 MC9S12XS128 在智能车控制系统中的应用	277
6.4.1 智能车控制系统的硬件	277
6.4.2 智能车控制系统的软件	287



第 7 章 CodeWarrior 开发工具	290
7.1 CodeWarrior 简介	290
7.1.1 工具条	290
7.1.2 菜单	291
7.1.3 CodeWarrior 集成开发环境的设置	294
7.2 显示和定制工程和目标文件	295
7.2.1 工程文件	295
7.2.2 工程窗口	295
7.3 编译	296
7.3.1 在 CodeWarrior 中选择编译器	296
7.3.2 在 CodeWarrior 中编译工程	296
7.4 连接	298
7.4.1 连接的类型	299
7.4.2 选择连接器	299
7.4.3 连接工程	299
7.5 定制	299
7.5.1 概述	299
7.5.2 CodeWarrior 定制示例	300
7.6 CodeWarrior 应用实例	301
7.6.1 建立工程文件	301
7.6.2 编写 main.c 程序	303
7.6.3 定义存储空间分配	304
7.6.4 应用程序的编译	305
7.6.5 向开发板下载程序	306
7.6.6 运行应用程序	306

扩展篇 应用案例

第 8 章 Freescale 嵌入式 16 位单片机在汽车电子控制系统中的应用案例	311
8.1 汽车电子系统设计特点	311
8.2 设计应用实例	312
8.2.1 Freescale16 位单片机在空燃比控制中的应用	312
8.2.2 Freescale16 位单片机在点火控制系统中的应用	327
8.2.3 Freescale16 位单片机在汽车电子油门系统中的应用	333
8.2.4 Freescale16 位单片机在汽车 CAN 总线系统中的应用	338
参考文献	342



ARTICLE

基础篇 ●

MCS-51 系列8位机

计算机基础知识

本章知识点与要求：

- (1) 理解微型计算机的组成、各部分的作用、工作原理与过程。
- (2) 了解单片机的产生、应用与发展趋势,理解单片机的特点。
- (3) 掌握进位计数制的表示及其相互转换方法。
- (4) 掌握机器数及其表示方法和运算。

1.1 概述

1.1.1 计算机

1. 计算机的发展历史

1946年2月15日,第一台电子数字计算机(ENIAC)问世,这标志着计算机时代的到来。ENIAC是电子管计算机,虽然它与现代的计算机相比有许多不足之处,但它的问世开创了计算机科学技术的新纪元,对人类的生产和生活方式产生了巨大的影响。

匈牙利籍数学家冯·诺依曼在计算机方案的设计上做出了重要的贡献。1946年6月,他又提出了“程序存储”和“二进制运算”的思想,进一步构建了计算机系统由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备组成这一计算机的经典结构,如图1-1所示。

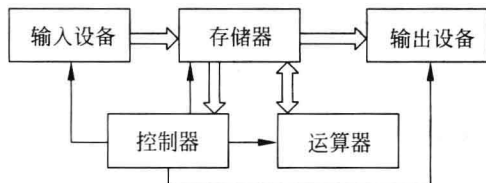


图 1-1 计算机的经典结构

按元器件的发展来划分,计算机技术的发展相继经历了5个时代:电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机、大规模集成电路计算机和超大规模集成电路计算机。

第一代:电子管计算机(1946—1958) 采用磁鼓存储器,使用机器语言汇编语言编程。如世界上第一台数字计算机 ENIAC。



第二代：晶体管计算机(1958—1964) 磁芯作主存储器,磁盘作外存储器,开始使用高级语言编程。

第三代：集成电路计算机(1964—1971) 使用半导体存储器,出现了多终端计算机和计算机网络。

第四代：大规模集成电路计算机(1971—1981) 出现了微型计算机、单片微型计算机,外部设备多样化。

第五代：超大规模集成电路计算机(1981 年至今) 集成度更高,功能日新月异。

虽然计算机在半个多世纪的时间里得到飞速发展,但是计算机的结构仍然没有突破冯·诺依曼提出的计算机的经典结构框架。

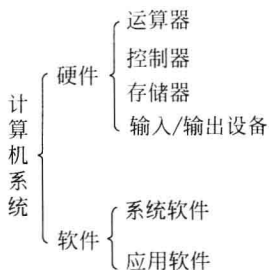
未来计算机的发展趋势是：微型化、网络化和智能化。

2. 计算机的种类

计算机可以按照不同的分类方法分为以下几种：

- (1) 模拟和数字型(按信号)；
- (2) 通用和专用型(按用途)；
- (3) 巨型机、大型机、小型机、微型机(按功能和规模)；
- (4) PC 和单片机。

计算机系统的组成如下：



小结：

- (1) 冯·诺依曼体系结构：有五大部件(硬件),包括运算器、控制器、存储器、输入和输出设备。
- (2) 计算机在系统组成上分为硬件和软件(Body and Soul,肉体 and 灵魂)。
- (3) 计算机信息：二进制形式,指令和数据。

1.1.2 微型计算机

微型计算机简称微机,由微处理器、存储器及 I/O 端口电路组成。各部分通过地址总线(AB)、数据总线(DB)和控制总线(CB)相连。微型计算机的结构如图 1-2 所示。

1.1.3 单片机

单片机即单片式微型计算机(micro computer unit, MCU),是将计算机主机(CPU、内存和 I/O 端口)集成在一小块硅片上的微型计算机。