

● 电/子/技/术/轻/松/入/门/丛/书

单片机编程与 应用入门

● 杨西明 朱骐 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电子技术轻松入门丛书

单片机编程与应用入门

杨西明 朱 骐 主编



机械工业出版社

本书面向广大单片机技术的初学者,分为三个阶段。第一阶段包括第一章到第三章内容,除介绍单片机的基础知识外,重点讲述以DIY方式制作一套单片机编程和实验用的学习工具,并利用这套学习工具进行简易编程和实验。第二阶段包括第四章内容,进一步学习MCS-51系列单片机指令、汇编语言及编程实例,嵌入式系统的组成实例。第三阶段包括第五章和第六章内容,介绍单片机C语言编程和应用。通过这三个阶段的学习,即可以较顺利地进入单片机广阔的应用领域。本书起点低、操作性强,同时具有相当的高度。其中,简易编程、GAL芯片应用及单片机的C语言编程,对于初学者来说都是较新的知识,是广大初学者学习单片机的良好入门读物。

图书在版编目(CIP)数据

单片机编程与应用入门/杨西明,朱骥主编. —北京:
机械工业出版社, 2004.5

(电子技术轻松入门丛书)

ISBN 7-111-14290-X

I. 单... II. ①杨...②朱... III. 单片微型计算机
IV. TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第027440号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:徐明煜 版式设计:张世琴 责任校对:张玉琴

封面设计:陈沛 责任印制:施红

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004年9月第1版·第2次印刷

890mm×1240mm A5·8.25印张·241千字

4001—8000册

定价:16.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

编委会名单

主任：宋贵林

副主任(以姓氏笔画为序)：

孟贵华 姜有根

委员(以姓氏笔画为序)：

马广月 朱 骐 任瑞良

宋贵林 吴培生 杨西明

孟贵华 姜有根 胡春萍

郭晋阳

电子技术轻松入门丛书

序 言

跨入新世纪,随着我国科学技术的迅速发展和人民生活水平的不断提高,各种家用电器已经大量进入千家万户。我国的电子爱好者是一支庞大的队伍,而且每年都有很多初学者加入这个行列。如何帮助这些初学者更快地进入这个五彩缤纷的电子世界,这是众多科普工作者都十分关心和考虑的问题。

过去,我们也曾为初学者举办过各种类型的培训班,并编写了很多本不同层次的培训教材。但是,我们觉得初学者参加培训班学习,总要受到时间、经济、地域等多种条件的限制。因此,为初学者编写一套自学的入门读物,可以说是一种很好的办法,也是我们多年的心愿。为此,我们编写了这套初学者的入门读物——电子技术轻松入门丛书。

本丛书的作者均为电子爱好者、专业教师、职业技术培训考评员,他们不仅具有丰富的实践经验,而且具有多年从事各种培训班的教学经验。由他们根据自己多年学习的心得体会、实践操作经验及丰富的教学经验,针对初学者的特点,运用通俗的语言,由浅入深地阐明电子技术各个方面的基本原理、实际操作及维修方法,编写成这套电子技术轻松入门丛书,奉献给各位初学者,以满足初学者随时随地学习的需求,这就是我们的愿望。

本丛书第一次出版了《电子元器件选用入门》、《电子元器件检测入门》、《现代音响技术入门》、《电子电路识图入门》、《单片机编程与应用入门》、《万用表使用入门》等六本。根据读者的需要,今后我们还将陆续出版。

本丛书既是电子爱好者的入门读物,也可作为职业学校相应

专业及业余技术培训班的教材，还可供电工、电子维修人员参考。

我们衷心希望广大读者对这套丛书提出宝贵的意见和建议。

“电子技术轻松入门丛书”编委会

前 言

在电脑、飞机、因特网、数控机床上，都有单片机的身影。这些体积只有指甲般大小的芯片默默无闻、不知疲倦地工作着。它的商品名称为微控制器单元，即 MicroController Unit，简称 MCU。它能嵌入被控对象，进行各种复杂控制，在机器中发挥着重要作用。

单片机体积小、价格低廉、功能强、购买容易，为学习和应用提供了良好的基础。在前三章，本书用通俗的语言，由浅入深地讲述了单片机的基础知识，并向初学者介绍了一种可自制的编程简易的学习工具。可以利用这种学习工具方便地进行单片机的编程、调试，在实验板上进行各种控制实验。通过动手实践，既能加深概念的理解，又可以锻炼和提高解决实际问题的能力。第四章简述了 MCS—51 系列单片机的指令集及汇编语言实例。后两章介绍了单片机 C 语言编程的集成开发环境(IDE)及简单应用。

本书具有探索性、实验性、前瞻性等特点。以实验手段普及单片机的运用，可加深对单片机技术基本原理的理解，活跃创新性思维，锻炼读者将学习的理论知识运用于解决实际问题的能力。

众所周知，学习单片机的编程和调试，传统方式必须用 PC + 仿真器 + 编程器的三件式模式，不仅花费大，而且结构复杂，无法适应初学者的思维和能力。而本书介绍的学习内容和学习工具，将这一过程简易化、自装化、廉价化、普及化，将它从昂贵、复杂、专业的平台降低到普通学习者的平台上，但仍保留单片机的全部系统特点，包括程序的输入、汇编、通信、运行，只不过指令已是简易化了。

本书具有起点低、易于学习、技术新颖、理论结合实际等特点，又有一定的高度和实用性，便于自学，又可用于科技馆、少年宫、普通中小学及中等职业学校作为教材使用，也可作为电子技术爱好者的自学参考书。为保持与实物的一致性，本书中个别图形符号和文字符

号仍采用旧标准，特此说明，请读者阅读时加以注意。

本书是“电子技术轻松入门丛书”中的一册，在编写过程中得到了编委会主任宋贵林老师的支持和帮助，在此对宋贵林老师表示感谢。本书在编写过程中学习和参考了一些单片机方面的书籍、教材和产品资料，在此特向作者表示感谢。本书由杨西明、朱骐任主编，王鑫、张渤洋同志也参加了本书的编写工作。由于时间仓促，加之编者水平有限，缺点和错误在所难免，恳切希望广大读者批评指正。

读者查询本书的有关器材情况请联系：

单位：北京市宣武区第二职业学校

地址：北京市宣武区宣外大街 203 号

邮编：100052

电话：(010)63033458

E-mail: diykjg55113005@Yahoo.com.cn Zhuqi-321@163.com

联系人：杨西明 朱 骐

目 录

电子技术轻松入门丛书序言

前言

第一章 单片机概述	1
第一节 单片机简述	1
一、认识单片机	1
二、单片机的发展	1
三、单片机的应用领域	2
第二节 单片机的基本组成原理	3
一、计算机的组成	3
二、单片机的组成	6
第三节 单片机的应用特点	8
一、单片机控制系统	8
二、单片机的应用特点	9
三、单片机应用的重要意义	10
第四节 单片机程序设计初论	11
一、计算机程序设计语言	11
二、单片机程序设计语言	12
三、单片机程序设计方法简述	14
第五节 计算机中的数制与运算	15
一、十进制、二进制和十六进制	15
二、各种进制数的转换	16
三、二进制数算术运算	18
四、二进制数逻辑运算	21
第六节 单片机的学习方法	23

一、学习特点	23
二、典型学习方法	23
三、实验学习法	23
第二章 学会 DIY	26
第一节 常用工具和元器件	26
一、DIY 的意义	26
二、常用工具	27
三、常用元器件	29
四、HZL—2003a/b 型机装焊须知	39
第二节 HZL—2003a 型机装机与检测	40
一、HZL—2003a 型机装机	40
二、HZL—2003a 型机检测	43
第三节 HZL—2003b 型机装机与检测	50
一、HZL—2003b 型机介绍	50
二、HZL—2003b 型机装机	51
三、HZL—2003b 型机检测	52
第四节 逻辑笔的制作	61
一、逻辑笔电原理图	61
二、逻辑笔工作原理	61
三、测试点电压计算	62
四、逻辑笔制作	63
五、逻辑笔元器件表	65
第三章 单片机编程练习及实践	66
第一节 软件介绍	66
一、简易指令集	66
二、采用 C 语言	68
第二节 编程练习	68
一、单元编程准备	69
二、单元编程示范	75

三、单元编程练习	89
第三节 端口扩展实践	107
一、扩展用元器件	107
二、扩展实验	119
第四章 MCS—51 系列单片机	133
第一节 概述	133
一、基本系列	133
二、80C51 系列	134
三、AT89C 系列	134
第二节 MCS—51 系列单片机的内部总体结构	135
一、MCS—51 系列单片机系统组成介绍	135
二、MCS—51 系列单片机的引脚布置及功能	136
三、MCS—51 系列单片机的内部存储器	138
四、MCS—51 系列单片机的并行输入/输出端口(I/O 端口)	141
五、MCS—51 系列单片机的时钟电路	142
六、MCS—51 系列单片机的工作方式	143
第三节 AT89C 系列单片机的硬件组成	146
一、AT89C2051 单片机硬件的组成特点	146
二、AT89C2051 单片机的引脚配置	147
第四节 MCS—51 系列单片机的指令系统	148
一、指令系统概述	148
二、MCS—51 指令系统分类	148
第五节 MCS—51 汇编语言程序设计及实验	154
一、汇编语言的语句格式	154
二、寻址方式	155
三、汇编语言程序设计练习	156
第五章 用 C 语言为单片机编程序	180
第一节 C 语言与单片嵌入式系统(SOC)	180
一、为什么要用高级语言	180

二、MCS—51 系列单片机的 C 语言编译器	181
三、嵌入式系统与 SOC	181
第二节 C 语言入门	183
一、C 语言的常见书写格式	183
二、C 语言基本规则	184
三、程序结构	186
第三节 Keil C51 的集成开发环境 (IDE)	191
一、界面和菜单	191
二、输入程序并编译	198
第四节 解决编译中的错误 (警告)	200
一、常见的错误	200
二、警告	202
第五节 软件仿真	203
一、Keil C 中的软仿真	203
二、软仿真的步骤	204
第六节 应用实例	206
一、项目计划和分析	206
二、通用服务函数	206
三、显示模块	207
四、串行存储器读写模块	208
五、键盘读取函数	211
六、蜂鸣器函数	211
七、完成主函数	212
第六章 单片机与实时操作系统	216
第一节 操作系统简介与分类	216
一、操作系统的概念	216
二、操作系统的功能	216
三、操作系统的简单分类	217
四、单片机上的实时操作系统	218
第二节 RTX51 Tiny 操作系统的应用	220

一、建立一个基本应用	220
二、配置 RTX51Tiny 基本参数	222
第三节 RTX51 Tiny 应用实例	223
一、问题	223
二、解决	223
三、程序	223
第四节 单片机与网络	225
一、网络的发展与应用	225
二、网络的概念	226
三、单片机上网的实现	227
第五节 应用实例	228
一、智能语音报警电子钟	228
二、CTCSS 信号发生器	236
附录 MCS—51 系列单片机指令表	240
参考文献	249

第一章 单片机概述

第一节 单片机简述

一、认识单片机

按冯·诺依曼计算机体系结构框架，计算机是由运算器、控制器、存储器、输入和输出设备五个部分组成的。其中，运算器和控制器构成计算机的中央处理器，简称 CPU (Central Processing Unit)。单片机是将 CPU 系统、程序存储器、各种 I/O 端口、定时器/计数器以及中断系统等主要微型机部件功能集成在一块芯片上。虽然单片机只是一块芯片，但它具有计算机的基本功能部件，因此，单片机实际上是一台简单的微型计算机。

单片机主要应用于控制领域，以实现各种测试和控制功能。为了强调其控制属性，单片机的商品名称叫做“微控制器”，即 MCU (MicroController Unit)。在国际上，“微控制器”的叫法似乎更通用一些，而在我国则比较习惯于“单片机”这一名称，也就是“单一芯片微计算机”的简称，因此本书使用单片机这一名称。

由于单片机在应用时通常是处于被控系统的核心地位并融入其中，即以嵌入的方式进行使用，为了强调其嵌入的特点，也常常将单片机称为嵌入式微控制器，即 EMCU (Embedded MicroController Unit)。在单片机的电路和结构中有许多嵌入式应用的特点。

二、单片机的发展

1971 年美国 Intel 公司首次把中央处理器(CPU)制作在一块芯片上，研制出了第一个 4 位微处理器，这标志着微型计算机的诞生。此后，微型计算机呈现出两个发展趋势：一是向高速、多位数、功能复杂的方向发展；另一个趋势是向体积微小、面向控制的方向发展。单片机属于后一种发展趋势。1976 年 Intel 公司推出了 8 位的 MCS—48 系列单片机，单片机真正进入实用和不断发展的阶段。单片机的发展

大致经历了三代。

(1) 以 MCS—48 系列单片机为代表的第一代。MCS—48 系列单片机是一种低档的 8 位机, 它将一个 8 位的 CPU、1KB ROM、64B RAM、一个 8 位定时器/计数器和一些输入/输出接口电路集成在一块芯片上, 以体积小、功能全、价格低等特点得到了广泛应用, 为单片机的进一步发展奠定了基础。

(2) 以 MCS—51 系列的 8051、8052 单片机为代表的第二代。MCS—51 系列单片机是在总结 MCS—48 系列单片机的基础上发展起来的, 虽然它仍是 8 位单片机, 但是其功能有了很大的增强。MCS—51 系列单片机扩大了片内存储容量, 程序存储器和片外数据存储器的寻址都增加为 64KB, 增强了并行口, 增设了全双工串行 I/O 口, 增加了定时器/计数器的个数并扩展了长度, 增加了中断系统。另外还增设了布尔处理器, 具备了较强的指令寻址和运算功能, 共有 111 条指令。

(3) 以 80C51 系列单片机为代表的第三代。它包括 Intel 公司开发的 MCS—51 系列单片机的新一代产品, 如 8XC152 子系列、8XC51FX 子系列以及以 80C51 为核心推出的大量各具特色并与 MCS—51 系列兼容的单片机。80C51 系列单片机保留了 MCS—51 系列单片机, 采用 CMOS 技术制造, 具有集成度高、速度快、功耗低等特点。另外还增设了一些外部接口功能单元, 如 A/D (模/数转换)、PWM (脉宽调制)、PCA (可编程计数器阵列)、WDT (监视定时器)、高速 I/O 端口等, 并且为系统扩展提供了完善的总线结构。

纵观单片机近 30 年的发展历程, 可以认为单片机今后将向多功能、高性能、高速度、低电压、低功耗、低价格、外围电路内装化以及片内存储器容量增加的方向发展。但其位数不一定会继续增加, 尽管现在已经有了 32 位单片机, 但使用并不广泛。可以预言, 今后的单片机将功能更强, 集成度和可靠性更高, 而功耗更低, 使用起来更方便。此外, 专用化也是单片机的一个发展方向, 针对单一用途的专用单片机将会越来越多。

三、单片机的应用领域

1. 工业自动化领域 自动化能使工业控制系统处于最佳状态,

提高经济效益,改善产品质量和减轻劳动强度。因此,自动化技术广泛应用于机械、电子、电力、石油、化工、纺织、食品等工业领域中,而在工业自动化技术中,无论是过程控制技术、数据采集和测控技术,还是机电一体化技术,都需要单片机的参与。

在工业自动化领域,像分布式控制系统、生产线上的机械手等的应用中,单片机将发挥越来越大的作用。

2. 仪器仪表领域 现代仪器仪表(例如测试仪表和医疗仪器等)的自动化和智能化要求越来越高,对此最好使用单片机来实现,而单片机的使用又将加速仪器仪表向数字化、智能化、多功能化和柔性化方向发展。

此外,单片机的使用还有助于提高仪器仪表的精度和准确度,简化结构、减小体积及重量而易于携带和使用,并具有降低成本,增强抗干扰能力,便于增加显示及报警和自诊断等功能。

3. 家用电器领域 当前,家用电器的一个重要发展趋势是不断提高其智能化程度,而家电智能化的进一步提高就需要有单片机的参与,所以生产厂家常标榜“电脑控制”以提高其产品的档次,例如洗衣机、电冰箱、空调机、微波炉、电视机和音像视频设备等,这里所说的电脑实际上就是单片机。

智能化家用电器将给我们带来更大的舒适和方便,进一步改善我们的生活质量,把我们的生活变得更加丰富多彩。

4. 信息和通信产品领域 信息和通信产品的自动化和智能化程度很高,这当然离不开单片机的参与。例如,计算机的外围设备(键盘、打印机、磁盘驱动器等)和办公自动化设备(传真机、复印机、考勤机、电话机等)中,都有单片机在发挥作用。

5. 军事装备领域 科技强军、国防现代化都离不开计算机 在现代化的飞机、军舰、坦克、大炮、导弹火箭和雷达等各种军用装备中,都有单片机的参与。

第二节 单片机的基本组成原理

一、计算机的组成

从基本原理上看,单片机只是计算机的一个类别。因而要了解

它，离不开对计算机的基本概念了解。

1. 计算机的基本组成原理 尽管计算机科学技术得到了飞速发展，但它的基本组成仍然沿袭由冯·诺依曼提出的经典体系结构，即计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五部分组成。

运算器和控制器是 CPU 的一部分。输入和输出部分集成为一个 I/O 单元。基本组成实际就是三个部分：中央处理机(CPU)、随机存取存储器(RAM)和输入/输出(I/O)端口。这三部分用三种总线连接起来，如图 1-1 所示。

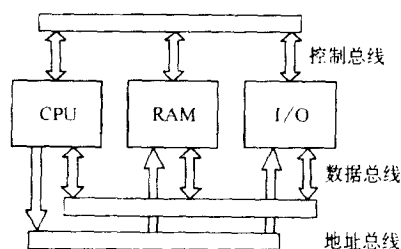


图 1-1 计算机的基本组成

(1) 中央处理器(CPU)，是计算机的核心。它负责对信息进行运算和处理。

(2) 随机存取存储器(Random Access Memory)简称 RAM，负责信息的存入和取出。它分为动态和静态两种。通用的台式计算机采用动态 RAM，容量大，要求有刷新。静态 RAM 容量小，使用简单，在单片机系统中广泛采用。

(3) 计算机的输入/输出(Input/Output)端口，简称 I/O 端口，是与外界进行信息交换的重要部分。所谓端口(port)，原意是“港口”，就是像空港和海港一样，是出入的必经之地。一般计算机上都装有并行口和串行口两种。新型的通用串行总线(USB)也是串行口。但台式计算机上的端口，必须通过专用程序才能使用，透明度很差。在单片机上的端口，可直接对外连接。后面将有详细介绍。

从以上介绍可以看出，CPU 是组成计算机的最重要的核心部件，