



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

面向

21世纪

高级应用型人才

中国高等职业技术教育研究会推荐
高职高专系列规划教材

单片机应用技术 (第二版)

刘守义 主 编

杨宏丽 王静霞 副主编

西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>



XDUP 215800

华信教育信息网 共享教育资源
www.hxedu.com.cn
欢迎登录 获取优质教学资源

封面设计：雅树

面向21世纪IT类高职高专系列规划教材

- 计算机网络（第二版）
- 数据结构
- 计算机应用基础（第三版）
- 计算机文化基础（第二版）
- 计算机操作系统（第二版）
- Visual Basic 程序设计（第二版）
- 《Visual Basic 程序设计》习题解答
- 多媒体技术与应用（第二版）
- 信息系统开发与设计（第二版）
- 图形处理与3D动画制作
- C++程序设计（第二版）
- C语言程序设计实例教程（第二版）
- 汇编语言程序设计（第二版）
- PowerBuilder 技术教程
- Delphi 面向对象程序设计及应用开发
- 互联网实用技术与网页制作（第二版）
- Internet/Intranet 应用与网页制作实训教材
- SYBASE数据库实例教程
- 电子商务基础与实务
- 微型计算机组成与接口技术（第二版）
- 电脑组装与维护（第二版）
- 单片机应用技术（第二版）
- 信号与线性系统
- 应用电路分析（第二版）
- 数字电子技术（第二版）
- 数字电子技术及应用
- 模拟电子技术（第二版）
- 高频电子线路（修订版）
- 高频电子技术
- 电视技术（第二版）
- 电子工程制图（含习题集）（第二版）
- 电子电路CAD程序及其应用
- 计算机专业英语（第二版）
- 最新实用英语（上、中、下册）
- 应用数学基础（上、下册）
- 机械制图（含习题集）
- 工程制图（含习题集）

ISBN 978-7-5606-1866-1



9 787560 618661 >

定价：30.00元

TP3-81
191.522

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

中国高等职业技术教育研究会推荐

高职高专系列规划教材

单片机应用技术

(第二版)

主 编 刘守义

副主编 杨宏丽 王静霞

西安电子科技大学出版社

2007

内 容 简 介

本书是中国高等职业技术教育研究会与西安电子科技大学出版社联合策划、组织编写的高职高专应用电子技术系列规划教材之一。

本书采用教、学、做相结合的教学模式,以理论够用、着眼应用的观点,通过实训引入、不断拓宽思路的方法讲述掌握单片机应用技术所需的基础知识和基本技能。本书共10章,内容包括单片机硬件系统、单片机开发系统、MCS-51指令系统、汇编语言程序设计、定时与中断系统、单片机显示和键盘接口、A/D与D/A转换接口、串行口通信技术、单片机系统扩展及单片机应用设计与实例。

本书选材合理,文字叙述清楚,可作为高职高专、成人教育机电类相关专业单片机技术课程理论与实践教学的教材。

★本书配有电子教案,需要者可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术/刘守义主编.—2版.—西安:西安电子科技大学出版社,2007.8

普通高等教育“十一五”国家级规划教材.中国高等职业技术教育研究会推荐
高职高专系列规划教材

ISBN 978-7-5606-1866-1

I. 单... II. 刘... III. 单片微型计算机—高等学校:技术学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第108807号

策 划 马乐惠

责任编辑 阎 彬 马乐惠

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2007年8月第2版 2007年8月第9次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 23.25

字 数 548千字

印 数 46 001~50 000册

定 价 30.00元

ISBN 978-7-5606-1866-1/TP·0971

XDUP 2158002-9

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

序

在即将跨入 21 世纪的前夕，中共中央、国务院召开了第三次全国教育工作会议，并颁发了《中共中央、国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》；进一步明确了高等职业教育的重要地位，指出“高等职业教育是高等教育的重要组成部分。要大力发展高等职业教育”。在这一方针的指引下，我国高等职业教育取得了空前规模的发展。至 1999 年，从事高等职业教育的高等职业学校、高等专科学校和独立设置的成人高校已达 1345 所，占全国高校总数的 69.2%；专科层次的在校生占全国高校在校生的 55.37%，毕业生占高校毕业生总数的 68.5%。这些数字表明，高等职业教育在我国高等教育事业中占有极其重要的地位，在我国社会主义现代化建设事业中发挥着极其重要的作用。随着社会的发展、科技的进步，以及我国高等教育逐步走向大众化，我国的高等职业教育必将进一步发展壮大。

在高等职业教育大发展的同时，也有着许多亟待解决的问题。其中最主要的是按照高等职业教育培养目标的要求，培养一批“双师型”的中青年骨干教师；编写出一批有特色的基础课和专业主干课教材；创建一批教学工作优秀学校。

为解决当前高职教材严重匮乏的问题，西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会联合策划、组织编写了计算机及应用电子技术两个专业的教材，现已出版。本系列教材，从策划到主编、主审的遴选，从成立专家组反复讨论大纲，研讨职业教材特色到书稿的字斟句酌，每走一步都比较扎实、精心。作者在编写中紧密联系实际，尽可能地吸收新理论、新技术、新工艺，并按照案例引入、改造拓宽、课题综合(通过一个大型的课题，综合运用所学内容)的思路，进行编写，努力突出高职教材的特点。本系列教材内容取材新颖、实用；层次清楚，结构合理；文笔流畅，装帧上乘。这套教材比较适合高等职业学校、高等专科学校和成人高校等高等职业教育的需要。

教材建设是高等职业院校基本建设的主要工作之一，是教学内容改革的重要基础。为此，有关高职院校都十分重视教材建设，组织教师积极参加教材编写，为高职教材从无到有，从有到优而辛勤工作。但高职教材的建设还刚刚起步，还需要做艰苦的工作，我们殷切地希望广大从事高等职业教育的教师，在教书育人的同时，组织起来，共同努力，编写出一批高职教材的精品，为推出一批有特色的、高质量的高职教材作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

李宗尧

前 言

《单片机应用技术》一书自 2002 年出版后, 以其全新的编写思路、鲜明的高职教育特色, 受到了广大教师与学生的欢迎。该书被教育部确定为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

为使该书更加适合高职院校使用, 编者认真听取了广大师生的意见, 在保留第一版主体框架与特色的基础上, 对其内容作了如下调整:

(1) 以 MCS-51 单片机的内部资源、常用键盘、显示接口和 A/D、D/A 转换接口为教学重点, 将第一版中的第 6 章(单片机系统扩展)内容安排在了第 9 章。考虑到目前存储器技术的飞速发展, 在该章中还增加了 Flash Memory 和串行口的 I/O 口扩展等内容。

(2) 为了突出键盘、显示接口技术和 A/D、D/A 转换接口技术, 将第一版中的第 7 章(单片机接口技术)内容拆分为两部分, 即现在的第 6 章(单片机显示和键盘接口)和第 7 章(A/D 与 D/A 转换接口)。这两章均安排有相关的实训项目与理论内容配套, 并且还增加了一些例题, 以方便读者学习。

(3) 除第 4、10 章外, 在各章的习题中还增加了填空题和(或)选择题, 可用于教师的课堂训练, 这极大地方便了读者的自学。

(4) 将原附录 1 的内容替换为 SCM12 单片机组合教具各模块原理图。该教具附带有二十多个组合实验方案范例, 这些范例可与本书配套使用。

使用本书的院校如果在准备电路板与器件时有困难, 可与深圳职业技术学院联系。

本书虽是再版, 但书中的错误仍在所难免, 恳请读者提出宝贵意见。

编者

2007 年 5 月

于深圳职业技术学院

第一版前言

本书是中国高等职业技术教育研究会与西安电子科技大学出版社联合策划、组织编写的高职高专应用电子技术系列教材之一。深圳职业技术学院在组织编写了《应用电路分析》、《数字电子技术》两本教材后,又承担了本书与《电子技术实训教程》的编写工作。在本书编写过程中,作者总结了几年来不同院校、不同专业单片机技术课程的教学经验,力求在内容、结构、理论教学与实践教学的衔接方面充分体现高职教育的特点。

单片机技术是一门应用性很强的专业课,其理论与实践技能是从事机电类专业技术工作的人员所不可缺少的,理论与实践的密切结合,是本课程的重要特点。几年来,我们在单片机技术课程的教学中,一直采用教、学、做相结合的教学模式,效果令人满意。本书将这种经验在内容的编排上充分体现出来,完全按照理论教学与实践教学的实际进程编写教材。书中,每章均从最基本的应用系统出发,由实际问题入手,通过技能训练引入相关知识和理论,由实训引出相关概念、硬件设计与编程技巧。实践部分有理论分析,理论部分以实践作为依托,理论与实践融于一体,互相补充,循环深入。这种按照人们的认识规律,用实际应用系统,通过问题引导而不是靠理论体系的逻辑关系引导的叙述体系,是本书的最大特点。

全书共安排了8个实训项目和2个课程设计,插于不同章节。为保证教材的通用性,书中设计的实训、实验项目一般院校都有条件完成。

本教材十分适合边教、边做、边学的教学方法,书中设计的实训内容,在可能的情况下应尽量完成。因条件所限不能进行的实训可以通过其他手段完成。理论教学与实训教学应有机结合,也可以分开,但内容上应尽可能衔接。

本书参考学时数在72~90之间(含实训),具体安排如下。第1章:6~8学时;第2章:8~10学时;第3章:8~10学时;第4章:8~10学时;第5章:8~10学时;第6章:8~10学时;第7章:8~10学时;第8章:8~10学时;第9章:10~12学时。使用者可根据具体情况增减学时。

刘守义对本书的编写思路与大纲进行了总体策划,指导全书的编写,并对全书统稿。杨宏丽与王静霞协助刘守义完成上述工作,并分别编写了第6、8两章与第3、4两章,韩秀清编写了第1、2两章与第7章的部分内容,张博夫编写了第5章与第7章的部分内容,毛丰江编写了第9章。

深圳职业技术学院邹波高级工程师、郑州经济管理学院王修武副教授审核并校对了全书,深圳职业技术学院工业中心电子技术实验室也为本书的编写提供了很大的帮助。在此

向为本书出版做出贡献的朋友表示感谢。

由于时间紧迫和编者水平的限制，书中的错误和缺点在所难免，热忱欢迎使用者对本书提出批评与建议。

深圳职业技术学院为本教材配备了全套实训所需的电路板与器件，使用本教材的院校如自己准备电路板与器件有困难，可与深圳职业技术学院电子通信工程系联系。

编者

2002年4月

于深圳职业技术学院

目 录

第 1 章 单片机硬件系统.....1	2.3.2 软件调试方法..... 34
实训 1 信号灯的 control 11	2.4 Keil 软件的使用..... 35
1.1 概述.....3	本章小结..... 40
1.1.1 单片机及单片机应用系统3	习题 2 41
1.1.2 MCS-51 单片机系列.....5	第 3 章 MCS-51 指令系统 42
1.2 MCS-51 系列单片机结构和原理.....8	实训 3 指令的应用..... 42
1.2.1 MCS-51 内部组成及信号引脚.....9	3.1 简介..... 45
1.2.2 MCS-51 内部数据存储器.....12	3.1.1 指令概述..... 45
1.2.3 MCS-51 内部程序存储器.....17	3.1.2 指令格式..... 46
1.3 并行 I/O 口电路结构18	3.2 寻址方式..... 46
1.3.1 P0 口18	3.3 指令系统..... 52
1.3.2 P1 口19	3.3.1 指令系统中的符号说明 52
1.3.3 P2 口20	3.3.2 数据传送类指令..... 53
1.3.4 P3 口20	3.3.3 算术运算类指令..... 57
1.4 时钟电路与复位电路21	3.3.4 逻辑运算及移位类指令 60
1.4.1 单片机的时钟电路与时序21	3.3.5 控制转移类指令..... 62
1.4.2 单片机的复位电路23	3.3.6 位操作类指令..... 67
1.5 单片机的工作过程24	3.3.7 常用伪指令..... 70
本章小结.....25	本章小结..... 72
习题 126	习题 3..... 72
第 2 章 单片机开发系统.....28	第 4 章 汇编语言程序设计 76
实训 2 单片机开发系统及应用28	实训 4 信号灯的 control 2..... 76
2.1 单片机开发系统30	4.1 概述..... 78
2.2 单片机开发系统的功能30	4.2 简单程序设计..... 79
2.2.1 在线仿真功能30	4.3 分支程序设计..... 81
2.2.2 调试功能31	4.3.1 分支程序实例..... 81
2.2.3 软件辅助设计功能32	4.3.2 分支程序结构..... 87
2.2.4 程序固化功能33	4.4 循环程序设计..... 88
2.3 单片机应用系统的调试33	4.4.1 循环程序实例..... 88
2.3.1 硬件调试方法33	4.4.2 循环程序结构..... 93

4.5 查表程序.....	94	本章小结.....	211
4.6 子程序设计与堆栈技术	95	习题 6	212
4.6.1 子程序实例	95	第 7 章 A/D 与 D/A 转换接口	214
4.6.2 堆栈结构	100	实训 7 简易数字电压表的制作	214
4.6.3 子程序结构	101	7.1 A/D 转换器接口.....	217
4.7 实用汇编子程序举例	102	7.1.1 典型 A/D 转换器芯片 ADC0809	217
4.7.1 代码转换程序	102	7.1.2 MCS-51 单片机与 ADC0809	
4.7.2 算术运算子程序	105	接口.....	219
4.7.3 查找、排序程序	110	7.1.3 应用举例.....	220
本章小结.....	115	7.2 D/A 转换器接口.....	223
习题 4	116	7.2.1 典型 D/A 转换器芯片 DAC0832	223
第 5 章 定时与中断系统.....	121	7.2.2 DAC0832 单缓冲方式的接口	
实训 5 信号灯的控制 3	121	与应用.....	225
5.1 定时/计数器	125	7.2.3 DAC0832 双缓冲方式的接口	
5.1.1 单片机定时/计数器的结构	125	与应用.....	227
5.1.2 定时/计数器的工作方式	128	本章小结.....	229
5.1.3 定时/计数器的编程和应用	133	习题 7	229
5.2 中断系统.....	134	第 8 章 串行口通信技术.....	231
5.2.1 MCS-51 的中断系统.....	134	实训 8 单片机之间的双机通信	231
5.2.2 中断有关概念和寄存器	136	8.1 串行通信基础.....	233
5.2.3 中断处理过程	139	8.1.1 串行通信的分类.....	234
5.2.4 外部中断源的扩展	144	8.1.2 串行通信的制式.....	235
5.2.5 中断系统的应用	145	8.1.3 串行通信的接口电路.....	236
本章小结.....	150	8.2 串行通信总线标准及其接口	236
习题 5	151	8.2.1 RS-232C 接口.....	236
第 6 章 单片机显示和键盘接口.....	154	8.2.2 RS-449、RS-422A、RS-423A	
实训 6 简易秒表的制作	154	标准接口.....	238
6.1 单片机与显示器接口	158	8.2.3 20 mA 电流环串行接口	239
6.1.1 LED 静态显示器.....	159	8.3 MCS-51 的串行接口.....	240
6.1.2 LED 动态显示器.....	163	8.3.1 MCS-51 串行口结构.....	240
6.1.3 LED 大屏幕显示器.....	170	8.3.2 MCS-51 串行口的工作方式.....	243
6.1.4 LCD 液晶显示器和接口	176	8.3.3 MCS-51 串行口的波特率.....	245
6.2 单片机与键盘接口	191	8.4 MCS-51 单片机之间的通信.....	246
6.2.1 键盘工作原理	191	8.4.1 双机通信硬件电路.....	246
6.2.2 独立式按键	193	8.4.2 双机通信软件编程.....	247
6.2.3 矩阵式键盘	194	8.4.3 多机通信.....	251
6.3 键盘与显示器综合应用	201	8.5 PC 机和单片机之间的通信.....	252
6.4 可编程键盘/显示器接口		8.5.1 接口设计.....	252
——Intel 8279	202	8.5.2 软件编程.....	253

本章小结.....	256	10.2 应用系统实例——单片机温度控制	
习题 8	256	系统.....	308
第 9 章 单片机系统扩展	258	10.2.1 技术指标.....	308
实训 9 信号灯的控制 4	258	10.2.2 控制方案.....	308
9.1 程序存储器扩展	260	10.2.3 硬件设计.....	309
9.1.1 单片机程序存储器概述	260	10.2.4 软件设计.....	311
9.1.2 EPROM 程序存储器扩展实例.....	261	10.3 单片机应用系统开发的一般方法	319
9.1.3 EEPROM 扩展实例	264	10.3.1 确定任务.....	319
9.2 数据存储器扩展	266	10.3.2 总体设计.....	320
9.2.1 数据存储器(RAM)概述.....	266	10.3.3 硬件设计.....	320
9.2.2 静态 RAM 的扩展实例	267	10.3.4 软件设计.....	322
9.2.3 快擦写型存储器(Flash Memory)		10.3.5 系统调试.....	322
的扩展.....	270	10.4 单片机应用系统实用技术	323
9.2.4 集成动态随机 RAM 简介	276	10.4.1 低功耗设计.....	323
9.3 I/O 口的扩展	277	10.4.2 加密技术.....	326
9.3.1 MCS-51 内部并行 I/O 口及其		10.5 抗干扰设计.....	329
作用.....	277	10.5.1 电源、地线、传输干扰及其	
9.3.2 简单的 I/O 口扩展	277	对策.....	330
9.3.3 串行口的 I/O 口扩展	278	10.5.2 硬件抗干扰措施.....	331
9.3.4 采用 PSD 芯片扩展 I/O 口.....	285	10.5.3 软件抗干扰措施.....	335
本章小结.....	290	本章小结.....	337
习题 9	291	习题 10	338
第 10 章 单片机应用设计与实例	294	附录	340
10.1 课程设计——电脑钟的设计与制作	294	附录 1: SCM12 单片机组合教具	
10.1.1 设计要求	294	各模块原理图.....	340
10.1.2 总体方案	294	附录 2: MCS-51 指令表.....	355
10.1.3 硬件设计	295	参考文献	360
10.1.4 软件设计	296		
10.1.5 系统调试与脱机运行	307		



第1章 单片机硬件系统

本章首先以最简单的信号灯控制应用实验让读者对单片机及其应用系统有一个感性的认识,并对单片机的基本工作过程有一些大致的了解,然后介绍单片机的概念、MCS-51 单片机硬件结构和工作原理以及单片机最小应用系统的组成。

实训1 信号灯的控制1

1. 实训目的

通过最简单的应用系统实例了解单片机的基本工作过程。

2. 实训设备与器件

(1) 实训设备: 计算机、单片机仿真器、实验板。

(2) 实训器件与电路: 器件包括 AT89C51、74LS240、8 个发光二极管、8 个 $1\text{ k}\Omega$ 电阻, 电路如图 1.1 所示。

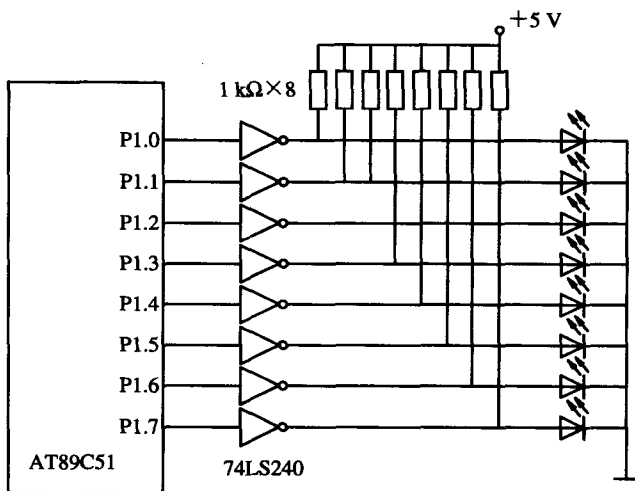


图 1.1 硬件电路图

3. 实训步骤及要求

(1) 连接电路。首先将计算机、单片机仿真器及实验板连接起来(参照图 1.1)。这一步是使用单片机开发系统的必需步骤。然后再将 AT89C51 的 P1 口与 8 个发光二极管一一连接(实训电路中 74LS240 为反相驱动器)。



注意仿真器和实验板电源的正确连接。

(2) 输入源程序。新建源文件，并输入源程序。保存文件时，程序名后缀应为.asm，例如 LED1.asm。注意，源程序中分号后面的文字为说明文字，输入时可以省略。

机器码	地址	源程序
		ORG 0000H ; 表示程序从地址 0000H 开始存放
75 90 00	0000H	START: MOV P1, #00H ; 点亮所有发光二极管
11 07	0003H	ACALL DELAY ; 延时一段时间，便于观察
75 90 FF	0005H	MOV P1, #0FFH ; 灭掉所有发光二极管
11 02	0008H	ACALL DELAY ; 延时
80 F4	000AH	SJMP START ; 返回，从 START 开始重复
7B C8	000CH	DELAY: MOV R3, #200 ; 一段延时子程序
7C FA	000EH	DEL2: MOV R4, #250
00	0010H	DEL1: NOP
00	0011H	NOP
DC FC	0012H	DJNZ R4, DEL1
DB F8	0014H	DJNZ R3, DEL2
22	0016H	RET ; 子程序返回
		END ; 程序结束

上述程序由以下部分组成：

左边两列是一组十六进制数——机器码和机器码所在存储器中的地址(0000H~0016H)。机器码是计算机可以识别的语言。这两列是我们写入单片机内部存储器的内容，表示的是一段程序。

中间一列是和机器码对应的源程序(一系列指令)。关于单片机的指令以及程序设计将在第 3、4 章详细介绍，在第 4 章的实训 4 中也会重点讨论上述程序。

最右边一列是对程序的简单说明，以便于读者阅读。

(3) 对源程序进行汇编和装载。在调试软件时完成以下操作：

- 将汇编语言源程序进行汇编(Assemble)，生成十六进制文件。
- 将汇编后生成的十六进制文件装载(Load)到单片机开发系统的仿真 RAM 中。

(4) 运行及调试程序：

- 运行(Execute)程序，观察实验板上 8 个发光二极管的亮灭状态。
- 单步运行(Step)程序，观察每一条指令运行后实验板上 8 个发光二极管的亮灭状态。

(5) 脱机运行程序。将写好程序的 AT89C51 芯片插入实训电路板的相应位置(固化程序的具体操作过程可参见相应的说明书)，接上电源启动运行，观察 8 个发光二极管的亮灭状态。

4. 实训分析与总结

(1) 实训结果：实训电路板中的 8 个发光二极管按照全亮、全灭的规律不停地循环变化。

(2) 本实训所涉及的电路参见图 1.1。单片机芯片 AT89C51 的 1~8 引脚通过集成芯片 74LS240(8 个非门)接到 8 个发光二极管上，8 个发光二极管的阳极在各接一个限流电阻后接



+5 V 电源, 阴极连在一起接地。单片机的这 8 个引脚对应其内部的一个并行 I/O 口——P1 口。有关 P1 口的具体结构在本章 1.3.2 小节介绍。这是本实训所涉及的硬件部分。

从图 1.1 可见, 当 P1 口的某个引脚为低电平时, 发光二极管变亮; 当 P1 口的某个引脚为高电平时, 发光二极管熄灭。这样我们可以通过向 P1 口写入一个 8 位二进制数来改变每个管脚的电平状态, 而向 P1 口写入数据可以通过相应指令来实现。

实训程序中的第一条指令 MOV P1, #00H(其中 # 表示其后面为常数, H 表示其前面的常数为十六进制数, 写成二进制形式为 #00000000B, B 表示二进制数), 对应机器码为 75H、90H、00H, 表示将 00H 的数据送给 P1 口。P1 口的 8 个管脚状态与写入数据之间的关系如下:

写入数据位	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	0	0	0	0	0	0	0	0
对应 P1 口管脚名称	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0
管脚电平状态	低	低	低	低	低	低	低	低
发光二极管状态	亮	亮	亮	亮	亮	亮	亮	亮

所以, 在通电运行后, 发光二极管会出现全亮的状态。

同理, 当执行程序中的第三条指令 MOV P1, #0FFH(即 #11111111B)时, 发光二极管会全灭。

由此可见, 我们可以通过程序来完成对硬件电路的控制。

(3) 实训中, 我们可以借用仿真器来调试程序, 也可以事先将程序(机器码)正确地固化到一个单片机芯片(如 AT89C51)中, 然后把 AT89C51 芯片插入实验板, 接上电源后发光二极管就会按照既定的规律点亮。这说明, AT89C51 中的 CPU 能将写入到芯片内 ROM 的内容依次读出, 并且送入到单片机内部完成相应的功能, 而这一切工作都是在单片机 CPU 的控制下实现的, 也就是说单片机在执行机器码。

(4) 从本实训可见, 单片机芯片内部具有一定容量的片内程序存储器, 也有连接外部设备的端口。单片机到底都具有哪些功能? 它是如何工作的? 这些就是本章重点讨论的内容。

1.1 概 述

单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)简称单片机, 是指集成在一块芯片上的计算机, 它具有结构简单、控制功能强、可靠性高、体积小、价格低等优点。单片机技术作为计算机技术的一个重要分支, 广泛地应用于工业控制、智能化仪器仪表、家用电器、电子玩具等各个领域。

1.1.1 单片机及单片机应用系统

1. 微型计算机及微型计算机系统

微型计算机(Microcomputer)简称微机, 是计算机的一个重要分类。人们通常按照计算机的体积、性能和应用范围等条件, 将计算机分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机等。微型计算机不但具有其它计算机快速、精确、程序控制等特点, 而且还具有体积小、重量轻、功耗低、价格便宜等优点。个人计算机简称 PC(Personal Computer)机, 是微



型计算机中应用最为广泛的一种，也是近年来计算机领域中发展最快的一个分支。PC 机在性能和价格方面适合个人用户购买和使用，目前，它已经像普通家电一样深入到了家庭和社会生活的各个方面。

微型计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。

硬件系统是指构成微机系统的实体和装置，通常由运算器、控制器、存储器、输入接口电路和输入设备、输出接口电路和输出设备等组成。其中，运算器和控制器一般做一个集成芯片上，统称为中央处理单元(Central Processing Unit, 简称 CPU)，是微机的核心部件。CPU 配上存放程序和数据的存储器、输入/输出(Input/Output, 简称 I/O)接口电路以及外部设备即构成微机的硬件系统。

软件系统是微机系统所使用的各种程序的总称。人们通过它对微机进行控制并与微机系统进行信息交换，使微机按照人的意图完成预定的任务。

软件系统与硬件系统共同构成完整的微机系统，两者相辅相成，缺一不可。

微型计算机系统组成示意图如图 1.2 所示。

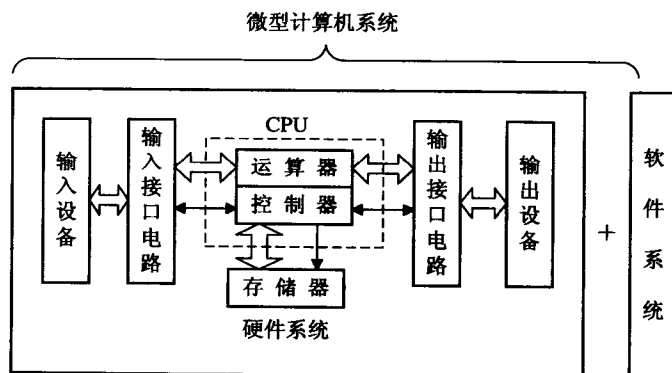


图 1.2 微型计算机系统组成示意图

下面对组成计算机的 5 个基本部件作简单说明。

(1) 运算器。运算器是计算机的运算部件，用于实现算术和逻辑运算。计算机的数据运算和处理都在这里进行。

(2) 控制器。控制器是计算机的指挥控制部件，它使计算机各部分自动、协调地工作。

(3) 存储器。存储器是计算机的记忆部件，用于存放程序和数据。存储器分为内存储器和外存储器，同时又有 RAM 和 ROM 之分。

(4) 输入设备。输入设备用于将程序和数据输入到计算机中。键盘就是一种输入设备。

(5) 输出设备。输出设备用于把计算机数据计算或加工的结果，以用户需要的形式显示或打印出来。显示器、打印机等都属于输出设备。

通常把外存储器、输入设备和输出设备合在一起称为计算机的外部设备，简称外设。

2. 单片微型计算机

单片微型计算机(简称单片机)是指集成在一个芯片上的微型计算机，它的各种功能部件，如 CPU(Central Processing Unit)、随机存取存储器 RAM(Random Access Memory)、只读存储器 ROM(Read-only Memory)、基本输入/输出(I/O)接口电路、定时器/计数器等都制作在



一块集成芯片上, 构成一个完整的微型计算机, 可以实现微型计算机的基本功能。单片机内部结构示意图如图 1.3 所示。

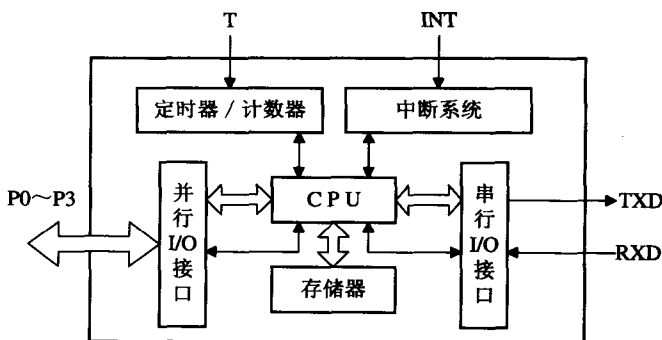


图 1.3 单片机内部结构示意图

单片机实质上是一个芯片。在实际应用中, 通常很少将单片机和被控对象直接进行电气连接, 而必须外加各种扩展接口电路、外部设备、被控对象等硬件和软件, 才能构成一个单片机应用系统。

3. 单片机应用系统及组成

单片机应用系统是以单片机为核心, 配以输入、输出、显示、控制等外围电路和软件, 能实现一种或多种功能的实用系统。与本书配套的单片机组合教具实验箱也是一个单片机的应用系统, 它除了主板(单片机最小应用系统)以外, 还有许多的扩展应用电路板, 利用它再配以后续章节的一系列实训项目, 便可以完成很多功能。所以说, 单片机应用系统是由硬件和软件组成的, 硬件是应用系统的基础, 软件则在硬件的基础上对其资源进行合理调配和使用, 从而完成应用系统所要求的任务, 二者相互依赖, 缺一不可。单片机应用系统的组成如图 1.4 所示。

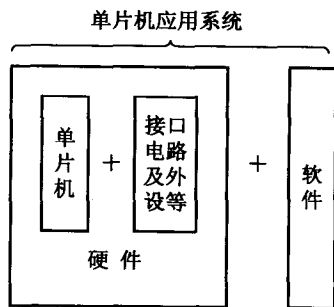


图 1.4 单片机应用系统的组成

单片机应用系统的设计人员必须从硬件和软件两个角度来深入了解单片机, 只有将二者有机结合起来, 才能形成具有特定功能的应用系统或整机产品。

自从 1974 年美国 Fairchild 公司研制出第一台单片机 F8 之后, 迄今为止, 单片机经历了由 4 位机到 8 位机再到 16 位机、32 位机的发展过程。单片机制造商很多, 主要有美国的 Intel、Motorola、Zilog、Atmel 等公司。目前, 单片机正朝着高性能、多品种方向发展。近年来, 32 位单片机已进入了实用阶段, 但是由于 8 位单片机在性能价格比上占有优势, 而且 8 位增强型单片机在速度和功能上并不逊色于 16 位单片机, 因此在未来相当长的时期内, 8 位单片机仍是单片机的主流机型。

1.1.2 MCS-51 单片机系列

尽管各类单片机很多, 但无论是从世界范围还是从全国范围来看, 使用最为广泛的应



属 MCS-51 单片机。基于这一事实，本书以 MCS-51 系列 8 位单片机(8031、8051、8751、89C51 等)为研究对象，介绍单片机的硬件结构、工作原理及其应用系统的设计。

1. Intel 公司的 MCS-51 系列单片机

Intel 公司可以说是 MCS-51 系列单片机的“开山鼻祖”，正是 Intel 公司的 8031 单片机开创了 MCS-51 单片机时代。

8031 单片机的技术特点如下：

- (1) 基于 MCS-51 核的处理器结构。
- (2) 32 个 I/O 引脚。
- (3) 2 个计数/定时器。
- (4) 分为 2 个优先级的 5 个中断源。
- (5) 128 字节的内部数据存储器(RAM)。

MCS-51 单片机片内的程序存储器有三种配置形式，即无 ROM、掩膜 ROM 和 EPROM。这三种配置形式对应三种不同的单片机芯片(8031、8051 和 8751)，它们各有特点，也各有其适用场合，在使用时应根据需要进行选择。一般情况下，片内带掩膜 ROM 的单片机适用于大批量定型产品；片内带 EPROM 的单片机适用于研制产品样机；片内无 ROM 的单片机必须外接 EPROM 才能工作。Intel 公司还推出了片内带 EEPROM 的单片机，可以在线写入程序。

Intel 公司的 8031 单片机没有内部程序存储器 ROM，在使用中需要用户自己外扩存储器。由于这样很不方便，因此现在该系列的单片机已经很少在实际中应用了，但是作为 MCS-51 系列单片机发展历史上的一个“里程碑”，其意义是重大的，可以说后来的系列单片机都是在它的基础上发展起来的。

2. Atmel 公司的 MCS-51 系列单片机

Atmel 公司可以说是现在 MCS-51 系列单片机的行业老大，它生产的系列单片机提供了丰富的外围接口和专用的控制器，可用于特殊用途，例如电压比较、USB 控制、MP3 解码及 CAN 控制等。另外，Atmel 公司还把 ISP 技术集成在 MCS-51 系列单片机中，使用户能够方便地改变程序代码，从而方便地进行系统调试。Atmel 公司还提供了各种产品的不同封装，以方便用户进行选择。下面将依次讲述 AT89C51、AT89C2051 和 AT89S51 等系列单片机，并且比较其不同的特点。

1) AT89C51 单片机

目前市场上最常用的单片机是 Atmel 公司的 AT89C51，它是一种带 4 KB 闪烁可编程可擦除只读存储器(Flash Programmable and Erasable Read Only Memory, FPEROM)的单片机芯片，它采用静态 CMOS 工艺制造，最高工作频率为 24 MHz，其封装形式有 PDIP/DIP、PQFP/TQFP 和 PLCC/LCC，用户可以根据不同的场合进行选择。

AT89C51 的资源如下：

- (1) 4 KB 的内部 Flash 程序存储器，可实现 3 个级别的程序存储器保护功能。
- (2) 128 字节的内部数据存储器。
- (3) 32 个可编程 I/O 引脚。
- (4) 2 个 16 位计数/定时器。