

项目驱动

中等职业教育规划教材

任务引领

单片机应用 基础项目教程

王喜云 主编

DANPIANJI YINGYONG JICHU XIANGMU JIAOCHENG



赠电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

掌握就业的技能

体验学习的快乐



中等职业教育规划教材

单片机应用基础项目教程

主编 王喜云
参编 杨志辉 邹小平
主审 周 坚



机械工业出版社

本书结合 WXY-S51-PC 单片机实验板, 通过 9 个单元 24 个项目, 介绍了单片机的一般概况和用单片机实现对发光二极管、按键、电动机、数码管等器件或设备的控制方法, 并给出了单片机的几个常见应用实例, 在最后安排了单片机课程设计来检验学习效果。

本书改变了以往以“单片机为蓝本学习计算机原理”的教材编写模式, 按照实际应用的需要, 以“够用、实用、能用”为原则进行编写, 以提高学生的操作技能, 增强学生的学习兴趣; 将需要掌握的单片机知识点融合于趣味横生的项目中。

本书可作为职业院校机电类、电工电子类专业教材, 亦可作为普通高中通用技术课程教材及职工岗前培训和自学用书, 并可供相关专业工程技术人员参考。

为方便教学, 本书配有免费电子教案, 凡选用本书作为教材的学校, 均可来电索取, 咨询电话: 010-88379195。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用基础项目教程/王喜云主编. —北京: 机械工业出版社, 2009. 3

中等职业教育规划教材
ISBN 978-7-111-26212-1

I. 单… II. 王… III. 单片微型计算机—专业学校—教材 IV. TP368. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 014648 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王 娟 责任编辑: 张值胜

版式设计: 霍永明 责任校对: 王 欣

封面设计: 马精明 责任印制: 李 妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2009 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·10.25 印张·253 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-26212-1

定价: 19.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010)68326294

购书热线电话: (010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010)88379934

封面无防伪标均为盗版

前 言

单片机以其体积小、功能完善、抗干扰能力强、价格低廉等优点而广泛应用于工业控制、可编程序控制器、通信、家电等领域。因此对于从事控制类工作的人员来说，或多或少地都应学习和掌握单片机原理及应用的相关知识。而怎样将自己的设想，哪怕是极简单的设想，如通过单片机控制实现点亮一个发光二极管是初学者最感兴趣的事情；再者依靠自己掌握的技术来构成一个单片机应用系统也是大家的愿望。因此编者认为，单片机的学习应以应用为目的。在学习过程中，要勤做实验，最好是边学边练。这就要求设置好项目，并通过努力逐步实现它，使单片机的学习成为一个不断增强自信心的过程。

本书从一个初学者的角度，借助不同的项目，结合 WXY-S51-PC 单片机实验板，由浅入深地对单片机进行了介绍，在内容上符合项目式教学的特点。全书共分 9 个单元、24 个项目，每个项目都设计了 6 个栏目，分别是学习目标、学习任务、背景知识、软硬件设计、项目验证及质量评价标准，让读者知道学什么、如何学、有何用、怎么用，同时提高学生的学习兴趣及自我评价水平。

第一单元安排两个项目，主要介绍什么是单片机，单片机有什么用，单片机怎么用以及 WXY-S51-PC 单片机实验板的组成与作用，怎样使用 WXY-S51-PC 单片机实验板等内容；目的是让读者尽快走近单片机、了解单片机，进而喜欢上单片机，提高学习兴趣。

第二单元至第七单元安排了 19 个项目实例，结合 WXY-S51-PC 单片机实验板，介绍了如何用单片机控制按键、发光二极管、数码管、电动机，以及如何实现单片机与单片机间的通信，并从实际应用出发、以解决问题的形式来轻松学习单片机相关知识。

第八单元中介绍了 3 个实用的单片机应用系统实例，目的是了解单片机开发的全过程，为今后更加熟练地使用单片机打下基础。最后一个单元课程设计目的是检验学习效果。

本书由王喜云担任主编并统稿，参加编写的还有杨志辉，邹小平。其中杨志辉编写了第五单元，邹小平编写了第四单元，其余部分由王喜云编写。在本书的编写过程中，主审周坚认真审阅了全稿，并提出了许多有指导意义的修改意见。此外，邵启湖、钟爱民、李二喜、叶培宾、毛仕军、马高峰等也提出了很好的修改建议，钟新锐做了大量录入工作，在此一并表示由衷谢意。

本书在出版编辑过程中得到了机械工业出版社的大力支持，在此表示衷心感谢。同时对在编写过程中参考的多部单片机著作作者表示深深谢意。

另外，本书中用到的实验板可向编者有偿索取，联系电话：13875102733。

由于编写时间仓促，作者水平有限，书中难免有不足和错误之处，恳请读者批评指正。

编著者

目 录

前言	
第一单元 单片机概述	1
项目 1 初识单片机	1
项目 2 认识 WXY-S51-PC 单片机 实验板	9
第二单元 用单片机控制发光二极管 ..	20
项目 1 点亮发光二极管	20
项目 2 发光二极管闪烁	32
项目 3 牛刀小试: 模拟“猫眼”	38
项目 4 发光二极管跑动	42
第三单元 用按键向单片机下达指令 ..	48
项目 1 键控点亮 LED	48
项目 2 键控 LED 灯的亮灭	50
项目 3 键控多功能 LED 灯的设计	53
第四单元 用单片机实现数字电路 功能	60
项目 1 实现基本逻辑门功能	60
项目 2 实现编码器功能	66
项目 3 实现译码器功能	71
第五单元 用单片机控制电动机	77
项目 1 键控直流电动机	77
项目 2 让步进电动机转动起来	81
项目 3 给定步进角控制	85
第六单元 用单片机控制数码管	91
项目 1 单个数码管显示“0”	91
项目 2 数码管显示“000”	95
项目 3 单片机帮我计数	99
项目 4 定时中断控制数码管“8”、 “0”循环	106
第七单元 用单片机控制单片机	113
项目 1 双机系统	113
项目 2 多机系统	123
第八单元 单片机实际应用举例	130
项目 1 火灾报警控制器	130
项目 2 单片机陪我做游戏	134
项目 3 单片机帮我测心跳	140
第九单元 课程设计	146
一、单片机应用系统设计技术简介	146
二、课程设计总体要求	150
三、课程设计课题	150
附录	152
附录 A MCS-51 指令表	152
附录 B MCS-51 寻址方式	156
附录 C WXY-S51-PC 单片机实验板 电路图	158
参考文献	160

第一单元 单片机概述

单片机全称单片微型计算机(Single Chip Micro Computer), 又称微控制处理器(Micro Controller Unit), 它作为微型计算机的一个重要分支, 以其独特结构和性能, 越来越普及地应用到国民经济的各个领域, 因此世界上许多集成电路生产厂家相继推出了各种类型的单片机。在单片机家族众多成员中, MCS-51 系列(包括 8031、8051、8751、80C31、80C51 等型号)单片机以其优越的性能, 占领了工业测控和自动化工程的主要市场, 成为我国单片机应用的主流。而 ATMEL 单片机 AT89 系列中的 AT89S51 是一种低功耗、高性能的 CMOS 8 位微控制器, 与 80C51 指令和引脚完全兼容。本单元将以 AT89S51 为例, 借助 WXY-S51-PC 单片机实验板, 以初学者为起点对单片机进行介绍。

项目 1 初识单片机

一、单片机含义及应用

1. 单片机的含义

单片机从字面意思理解, “单”就是“一”的意思, “片”就是集成芯片(块), “机”即计算机。单片机就是一块集成芯片计算机, 即一台微型计算机。它把组成微型计算机的各功能部件(中央处理器 CPU、随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM、I/O 口接口电路、定时器/计数器以及串行通信接口等)制作在一块集成芯片中, 构成一个完整的微型计算机。由于单片机原来就是为了实时控制应用而设计的, 因此它又叫单片微控制器。

2. 单片机的应用

单片机自问世以来, 性能不断提高和完善, 能满足很多应用场合的需要; 再加上单片机具有集成度高、功能强、速度快、体积小、功耗低、使用方便、性能可靠、价格低廉等优点, 因此它已成为科技领域有力工具、人类生活得力助手。应用遍布各个领域, 主要有以下几个方面:

(1) 在人类生活中的应用 自从单片机诞生以来, 它就步入了人类生活, 在洗衣机、电视机、电子玩具等家用电器中获得了广泛应用。这些产品配上单片机, 提高了它们的智能化程度, 增加了功能, 方便了人们的日常生活。可以预见, 单片机必将使人类生活更加方便、舒适、丰富多彩。

(2) 在智能仪表中的应用 单片机广泛应用于各种仪器仪表, 使仪器仪表智能化, 并可以提高测量的自动化程度和精度、简化其硬件结构、提高性价比。

(3) 在实时控制中的应用 单片机广泛应用于各种实时控制系统中, 例如在工厂测控、航空航天、机器人等领域都可以用单片机作为实时控制器。利用单片机的实时数据处理能力和控制功能, 可以使系统保持在最佳工作状态, 从而大大提高了系统的工作效率。

(4) 在机电一体化产品中的应用 机电一体化是机械工业的发展方向。机电一体化产

品是指集机械技术、微电子技术、计算机技术于一体,具有智能化特征的机电产品,例如微机控制的机床等。单片机作为机电一体化产品中的控制器,能充分发挥它体积小、可靠性高、功能强等优点,大大提高产品的自动化、智能化程度。

由此可见,单片机的应用是十分广泛的。另外,单片机应用的重要意义还在于它从根本上改变了传统的控制系统设计思想和设计方法。以前必须由模拟电路或数字电路实现的大部分功能现在已能用单片机通过软件方法来实现了。这种用软件代替硬件的控制技术也称为微控制技术,是对传统控制技术的一次革命。

二、单片机的选择

由于单片机技术在各个领域正得到越来越广泛的应用,世界上许多集成电路生产厂家相继推出了各种类型的单片机。在单片机家族的众多成员中,MCS-51系列单片机(包括8051、8031、8751、80C51、80C31等型号)以其优越的性能、成熟的技术、高可靠性和高性价比,迅速占领了工业测控和自动化控制的主要市场,成为我国单片机应用领域的主流。目前,可用于MCS-51系列单片机开发的硬件越来越多,与其配套的各类开发系统、各种软件也日趋完善,因此,可以方便地利用现有资源,开发出用于不同目的的各类应用系统,下面我们就来介绍MCS-51单片机。

1. MCS-51 单片机组成

MCS-51单片机在一块芯片上集成了CPU、RAM、ROM、定时/计数器和多种功能的I/O线等一台计算机所需的基本功能部件。其内部包含下列几个部件:一个8位的CPU、一个片内振荡器和时钟电路、4KB(千字节)程序存储器(ROM)、128B(字节)数据存储器(RAM)、两个16位定时/计数器、32条可编程的I/O线(4个8位并行I/O端口)、一个可编程全双工串行口、5个中断源。MCS-51单片机结构框图如图1-1-1所示。

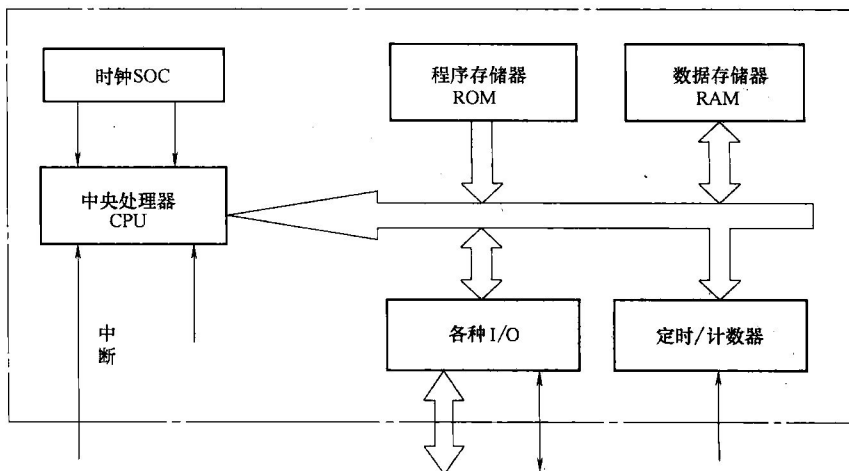


图 1-1-1 MCS-51 单片机的结构框图

(1) CPU CPU是单片机的核心部件,它由运算器和控制器等部件构成。运算器的功能进行算术运算和逻辑运算。8051运算器中还包含一个布尔处理器,用来处理位操作(具体应用见第四单元)。

控制器是单片机的神经中枢，它包括时钟电路、复位电路、指令寄存器、译码器以及信息传送控制部件。控制器在 CPU 时序的作用下，对指令进行译码，然后发出各种控制信号，完成一系列定时控制的操作，控制单片机各部分的运行。

(2) 存储器 存储器是用来存储程序和处理结果的。MCS-51 存储器结构与常见计算机配置方式不同。它把程序存储器(ROM)和数据存储器(RAM)分开，各自有各自的寻址系统、控制信号和功能。

MCS-51 的存储器在物理结构上分为片内、片外 ROM 和片内、片外 RAM。其结构如图 1-1-2 所示。从图中可看出，这 4 个存储空间存在地址冲突问题。ROM 与 RAM 的 64KB 地址重叠，ROM 中片内与片外的低 4KB 地址重叠、RAM 中片内与片外最低的 128B 地址重叠。

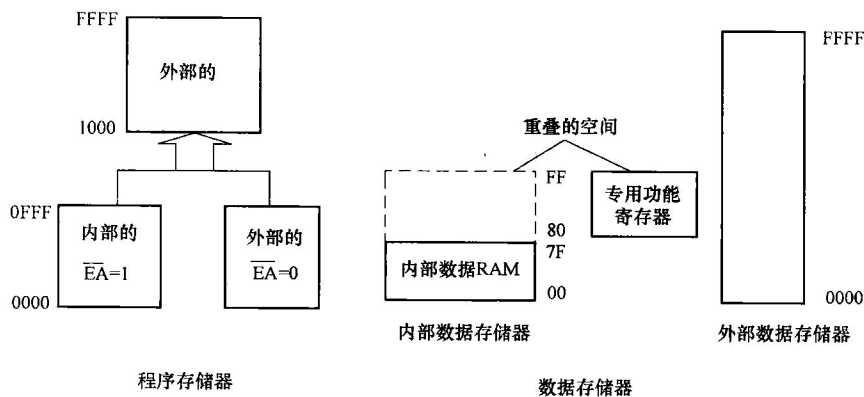


图 1-1-2 MCS-51 存储器结构框图

1) 程序存储器(ROM)。ROM 用于存储调试好的应用程序、表格及常数等。在 8051/8751 片内，有 4KB 字节 ROM/EPROM 程序存储器，而在 8031 片内，则无内部程序存储器，需外部扩展 EPROM。由于片内、片外地址统一编码，所以片内 4KB 存储空间地址 0000H ~ 0FFFH 与片外存储器地址 0000H ~ 0FFFH 发生冲突。CPU 访问片内存储器还是片外存储器是由 \overline{EA} 引脚上所接电平的高低决定的：当 \overline{EA} 引脚接高电平时单片机执行片内 ROM 中的程序，若程序计数器值超出片内存储空间则自动转向片外程序存储空间执行程序；当 \overline{EA} 引脚接低电平时单片机只能执行片外 ROM 中程序。而 8031 中 \overline{EA} 必须接低电平。

在 MCS-51 单片机的 ROM 中，0000H 单元为系统启动地址，MCS-51 单片机复位后，程序计数器内容为 0000H，系统将从 0000H 单元读取指令并开始执行程序，程序设计时一般在该地址存放一条绝对转移指令转入主程序的入口地址；0003H ~ 002AH 被均匀地分为 5 段，用于 5 个中断服务程序入口，其中 0003H、000BH、0013H、001BH、0023H 为 5 个中断源中断服务程序的入口地址，即当中断产生时，相应中断服务程序起始地址被装入程序计数器，系统将从该地址取指令，并执行程序。因此在具体的项目设计中，我们一般将主程序放在 0030H 处开始执行。

2) 数据存储器(RAM)。RAM 用于存储实时输入数据及运算中间结果等。RAM 分为片内 RAM、片外 RAM。其中，片内 RAM 有 128B 或 256B；片外 RAM 最大可扩展到 64KB。访问内部 RAM 用 MOV 指令，访问外部 RAM 用 MOVX 指令。

内部 RAM 是最灵活的空间，它分成物理上独立的且性质不同的几个区，其中 00 ~ 7FH

(0~127)为片内随机存储器 RAM 区,也叫低 128B 的 RAM 区; 80H~FFH(128~255)为高 128B 的 RAM 区(仅在 8032/8052 单片机中有这一区); 以及 128B 的专用寄存器(或特殊功能寄存器)区。

特殊功能寄存器(SFR)综合地反映了 MCS-51 单片机基本系统内部工作状态和工作方式。除程序计数器(PC)和 4 个工作寄存器区外,其余 21 个特殊功能寄存器都离散地分布在片内数据存储器 80H~FFH 地址中,这些寄存器的功能具有专门规定。表 1-1-1 列出了这些特殊功能寄存器助记标示符、名称及地址,其中带“+”号的寄存器是与定时器/计数器 2 有关的寄存器,仅在 8032/8052 芯片中存在。

表 1-1-1 特殊功能寄存器(除 PC 外)

标 示 符	名 称	地 址
A _{CC}	累加器	0E0H
B	B 寄存器	0F0H
PSW	程序状态字	0D0H
SP	堆栈指针	81H
DPTR	数据指针(包括 DP _H 和 DP _L)	83H 和 82H
P0	口 0	80H
P1	口 1	90H
P2	口 2	0A0H
P3	口 3	0B0H
IP	中断优先级控制器	0B8H
IE	允许中断控制	0A8H
TMOD	定时器/计数器方式控制	89H
TCON	定时器/计数器控制	88H
+T2CON	定时器/计数器 2 控制	0C8H
TH0	定时器/计数器 0(高位字节)	8CH
TL0	定时器/计数器 0(低位字节)	8AH
TH1	定时器/计数器 1(低位字节)	8DH
TL1	定时器/计数器 1(低位字节)	8BH
+TH2	定时器/计数器 2(高位字节)	0CDH
+TL2	定时器/计数器 2(高位字节)	0CCH
+RLDH	定时器/计数器 2 自动再装载(高位字节)	0CBH
+RLDL	定时器/计数器 2 自动再装载(高位字节)	0CAH
SCON	串行控制	98H
SBUF	串行数据缓冲器	99H
PCON	电源控制	97H

注意：PC 程序计数器用于安放下一条要执行的指令地址，是一个 16 位专用寄存器，可寻址范围为 0 ~ 65536(64KB)，PC 在物理上是独立的，不属于 SFR。

在 8032/8052 单片机中高 128B 的 RAM 与 SFR 区的地址是重合的，究竟访问哪一个 RAM 区是通过不同的寻址方式加以区分的。

低 128B 的 RAM 又分为工作寄存器区(00 ~ 1FH)、位寻址区(20H ~ 2FH)和用户 RAM 区(30H ~ 7FH)，其各自功能如下：

工作寄存器区：00H ~ 1FH 共 32 个单元，被均匀地分成 4 个通用工作寄存器区，每个区包含 8 个 8 位工作寄存器，均以 R0 ~ R7 来命名。在使用时由程序状态字寄存器(PSW)中的 RS0、RS1 来选择工作寄存器区。在程序中未被使用的寄存器都可用于一般 RAM 单元。CPU 复位后，第 0 区工作寄存器被选中。PSW 的状态和工作寄存器区对应关系见表 1-1-2。

表 1-1-2 PSW 的状态和工作寄存器区对应关系

PSW. 4(RS1)	PSW. 3(RS0)	当前使用的工作寄存器区 R0 ~ R7
0	0	0 区(00 ~ 07H)
0	1	1 区(08 ~ 0FH)
1	0	2 区(10 ~ 17H)
1	1	3 区(18 ~ 1FH)

位寻址区：片内数据存储区 20H ~ 2FH(位地址范围为 00H ~ 7FH)存储区为位寻址区，CPU 能直接寻址这些位，执行如置 1、清 0、取反、转移、传送和逻辑等操作。

用户 RAM 区：30H ~ 7FH 这个存储区用来存放数据及作为堆栈区。通常堆栈区被设置在这块存储区，由堆栈寄存器 SP 指定，CPU 复位时 SP = 07H，使得堆栈实际从 08H 开始，但 08H ~ 1FH 属于工作寄存器区。因此，若编程时需要用到这些数据单元，必须对堆栈指针 SP 进行初始化，如可以设置堆栈从 70 单元开始，指令为 MOV SP, #70H。

(3) 定时/计数器 MCS-51 共有两个 16 位的定时/计数器，即 T0 和 T1。它们既可用作定时器，又可用作计数器。

(4) I/O 端口 MCS-51 单片机设有 4 个 8 位双向 I/O 端口(P0、P1、P2、P3)，每一条 I/O 线都能独立地用作输入和输出。

P0 口为三态双向口，在访问外部存储器时，它是分时多路转换的地址(低 8 位)和数据总线、在访问期间激活了内部的上拉电阻。它也可以作为输入或输出口，但在实际应用中需接上拉电阻。

P1 口每一位都能作为通用的输入或输出线，内部带上拉电阻。

P2 口可以作为输入或输出口使用，外接 I/O 设备时，又作为扩展系统的地址总线，输出高 8 位地址，与 P0 口一起组成 16 位地址总线。在访问外部存储器时，它送出高 8 位地址。它内部也带上拉电阻。

P3 口为双功能口。作为第一功能使用时，其功能同 P1 口；当作为第二功能使用时，每一位功能定义见表 1-1-3。

表 1-1-3 P3 口的第二功能

端口引脚	第二功能	端口引脚	第二功能
P3.0	RXD(串行输入)	P3.4	T0(定时器0外部输入)
P3.1	TXD(串行输出)	P3.5	T1(定时器1外部输入)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (外部中断0输入)	P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (外部数据存储器写选通信号输出)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (外部中断1输入)	P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (外部数据存储器读选通信号输出)

2. 基于 MCS-51 单片机的典型产品简介

在单片机领域,出现了许多不同的产品以适应不同的应用需求。许多厂家生产的单片机都与 Intel 公司的 MCS-51 兼容。不同的单片机,其内部资源配置不同,使用时应根据需要加以选择。在此,简要介绍一下表 1-1-4、1-1-5、1-1-6 所列出的典型产品。

表 1-1-4 Intel 公司单片机典型产品

型 号	简 介
8031	NMOS 型, 32 根 I/O 口线, 2 个定时/计数器, 5 个中断源/2 级优先中断级, 无 ROM, 128B RAM
8051	NMOS 型, 32 根 I/O 口线, 2 个定时/计数器, 5 个中断源/2 级优先中断级, 4KB 掩膜 ROM, 128B RAM
8751	NMOS 型, 32 根 I/O 口线, 2 个定时/计数器, 5 个中断源/2 级优先中断级, 4KB EPROM, 128B RAM
80C31BH	CMOS 型, 32 根 I/O 口线, 2 个定时/计数器, 5 个中断源/2 级优先中断级, 无 ROM, 128B RAM
80C51BH	CMOS 型, 32 根 I/O 口线, 2 个定时/计数器, 5 个中断源/2 级优先中断级, 4KB 掩膜 ROM, 128B RAM
87C51BH	CMOS 型, 32 根 I/O 口线, 2 个定时/计数器, 5 个中断源/2 级优先中断级, 4KB EPROM, 128B RAM

注意:掩膜 ROM 也称为固定 ROM,存在其中的程序是在出厂时由生产厂家一次性写入的,用户不能修改。其价格较低,适用于大批量成熟产品的生产。8051、80C51 片内的 ROM 就是掩膜 ROM。

EPROM 即可擦除可编程 ROM,可由用户通过专门的编程器将自己编写的程序写入。如果需要修改,则可用专门的擦除器通过紫外光照射芯片一段时间(一般为几分钟到二十几分钟不等),将程序擦除后再重新写入。系统运行时仍然是只能读不能写。一般 1 个 EPROM 芯片可改写几十次。这种 ROM 适合小批量产品或研发阶段使用。

表 1-1-5 Philips 公司单片机典型产品

型 号	简 介
80C31	CMOS 型, 32 根 I/O 口线, 2 个定时/计数器, 5 个中断源/2 级优先中断级, 无 ROM, 128B RAM
80C51	CMOS 型, 32 根 I/O 口线, 2 个定时/计数器, 5 个中断源/2 级优先中断级, 4KB 掩膜 ROM, 128B RAM

(续)

型 号	简 介
87C51	CMOS 型, 32 根 I/O 口线, 2 个定时/计数器, 5 个中断源/2 级优先中断级, 4KB EPROM, 128B RAM
80C32	CMOS 型, 32 根 I/O 口线, 3 个定时/计数器, 6 个中断源/4 级优先中断级, 无 ROM, 256B RAM

表 1-1-6 Atmel 公司单片机典型产品

型 号	简 介
AT89C51	CMOS 型, 32 根 I/O 口线, 2 个定时/计数器, 6 个中断源, 4KB FLASH ROM, 128B 片上 RAM
AT89C52	CMOS 型, 32 根 I/O 口线, 3 个定时/计数器, 8 个中断源, 8KB FLASH ROM, 256B 片上 RAM
AT89C2051	CMOS 型, 15 根 I/O 口线, 2 个定时/计数器, 6 个中断源, 2KB FLASH ROM, 128B 片上 RAM, 片上模拟比较器
AT89S51	AT89C51 的替代品, 带 ISP 功能(在系统可编程)
AT89S52	AT89C52 的替代品, 带 ISP 功能(在系统可编程)

注意: FLASH ROM 即闪速只读存储器, 它是近年来发展最快的电擦除可编程只读存储器, 擦写次数达上万次, 最高可达 100 万次。FLASH ROM 在通用计算机上也大有用途, 我们熟悉的 U 盘就是 FLASH ROM。

ISP(在系统可编程)功能, 即电路板上的空白器件可以通过编程写入最终用户代码, 而不需要从电路板上取下, 已经编程的器件也可以用 ISP 方式擦除或再编程。

3. AT89S51 单片机的特点

AT89S51 单片机是一种低功耗、高性能的 CMOS 8 位微控制器, 具有 4KB 在系统可编程 Flash 存储器。使用 Atmel 公司高密度非易失性存储器技术制造, 与 80C51 产品指令和引脚完全兼容。片上 Flash 允许程序存储器在系统可编程, 也可适用于常规编程器编程。在单芯片上, 拥有灵巧的 8 位 CPU 和在系统可编程 Flash, 使得 AT89S51 为众多实际控制应用系统提供了灵活, 有效的解决方案。因此, 本书选用 AT89S51 单片机为例进行讲解。

三、单片机应用系统设计

单片机应用系统就是利用单片机为某些应用所设计的、专门的单片机系统。其开发过程包括总体设计、硬件设计、软件设计等几部分, 如图 1-1-3 所示。各部分不是绝对分开的, 有时需要交叉进行。

1. 系统总体方案设计

在进行具体设计之前, 首先要明确设计任务, 确定系统要达到的技术指标; 然后确定总体设计方案, 包括使用何种单片机(本书所有项目均选用 AT89S51 单片机), 系统哪些功能

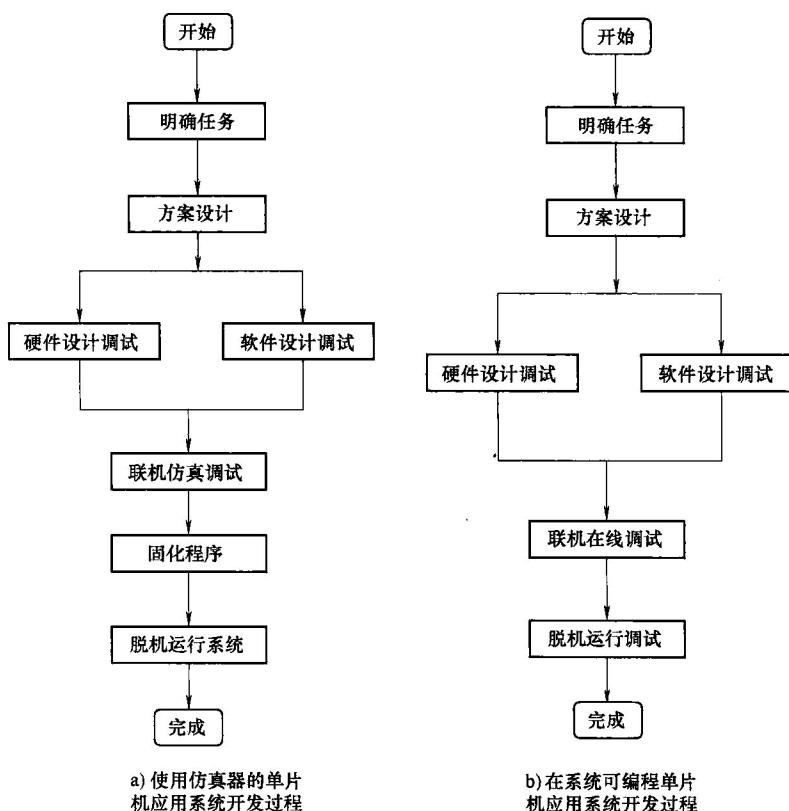


图 1-1-3 单片机系统开发过程框图

用硬件实现，哪些功能用软件实现等。

2. 硬件设计与调试

总体方案确定后，就要分别进行硬软件设计。在进行硬件设计时，首要问题是确定电路总体方案，并需进行详细技术论证。主要包括系统供电、外围电路(如键盘、显示器)等部分设计。在硬件设计过程中要用到 Protel 等印制电路板辅助设计软件完成电路图设计、PCB 印制板绘制，检查无误后将 PCB 图交给印制电路板生产厂家，印制电路板生产好后，将元器件焊接到印制电路板上。在没有和软件联调前，应先进行硬件调试，排除一部分硬件故障。

3. 软件设计与调试

软件设计一般是工作量最大、最重要的任务。在进行单片机系统开发时，硬件和软件设计应统一考虑、结合进行，当系统电路硬件定型后，软件的任务也就明确了。下面介绍软件设计的一般方法与步骤。

(1) 系统定义 系统定义是指在软件设计前，首先要进一步明确软件所要完成的任务，然后结合硬件结构，进一步弄清软件所承担的任务细节。

- 1) 定义和说明各输入/输出口功能。
- 2) 在程序存储器区域中，合理分配存储空间。
- 3) 合理分配数据存储器。

4) 面板开关、按键等控制输入量的定义与软件编制密切相关, 系统运行过程的显示、运算结果的显示、正常运行和出错显示等也由软件实现, 所以事先也必须充分考虑。

(2) 软件结构设计 软件开发最常用的设计方法是模块化设计, 即将一个程序分解为若干个功能相对独立的较小的程序模块, 再对各个模块分别设计、调试, 最后将它们拼接成完整的大程序。这种方法的优点是单个程序模块的设计和调试比较方便、容易完成, 一个模块可以被多个程序所共享。缺点是各个模块的拼接有时有一定的难度。

还有一种方法是自上向下设计程序, 即从主程序开始设计, 主程序编好后, 再编制各从属的程序和子程序。这种方法比较符合人们的日常思维。其缺点是上一级的程序错误将对整个程序产生影响。

(3) 程序设计 在软件结构确定之后就可以进行程序设计了, 一般程序设计过程如下: 根据问题定义、描述出各个输入变量和各个输出变量之间的数学关系, 即建立数学模型。根据系统功能及操作过程, 画流程图。

流程图的正确画法是先粗后细, 一步一个脚印, 只考虑逻辑结构和算法, 不考虑或少考虑具体指令, 先从根本上保证程序的合理性和可靠性。剩下的任务是进行指令代换, 这时只要消除语法错误, 一般就能顺利编出源程序来。

4. 软硬件联调

软件设计完成后, 借助仿真器、编程器和配套开发软件进行软硬件联调。在开发软件的配合下, 仿真器能模拟目标系统中的 CPU 和存储器, 按照计算机上设计好的程序, 像实际 CPU 一样在制作好的硬件电路上运行, 即对实际的 CPU 进行仿真。通过仿真器调试可以发现软硬件设计中的绝大部分错误。

5. 脱机调试

仿真调试成功后, 还需要专门的编程器将调试好的程序固化到单片机中, 然后将固化有程序的芯片插入电路中的相应位置, 上电独立运行。若成功则完成开发, 否则应找出问题、重新仿真、固化程序、上电独立运行, 直至成功为止。

由于 Flash ROM 可以方便地修改其内容。调试时, 计算机直接与实际系统的 CPU 及其外围电路进行沟通, 程序可以从计算机随时下载到目标系统 CPU 的 Flash ROM 中, 不需要再用编程器进行程序固化。断开计算机与目标系统的连接, 重新给系统上电, 即可进行脱机独立运行。AT89S51 单片机即采用了此项技术。这也就是本书我们为什么选择 AT89S51 单片机的原因之一。

项目 2 认识 WXY-S51-PC 单片机实验板

一、WXY-S51-PC 单片机实验板组成及作用

1. 实验板的组成

WXY-S51-PC 单片机实验板结构图如图 1-2-1 所示, 图中各标号对应器件名称见表 1-2-1。

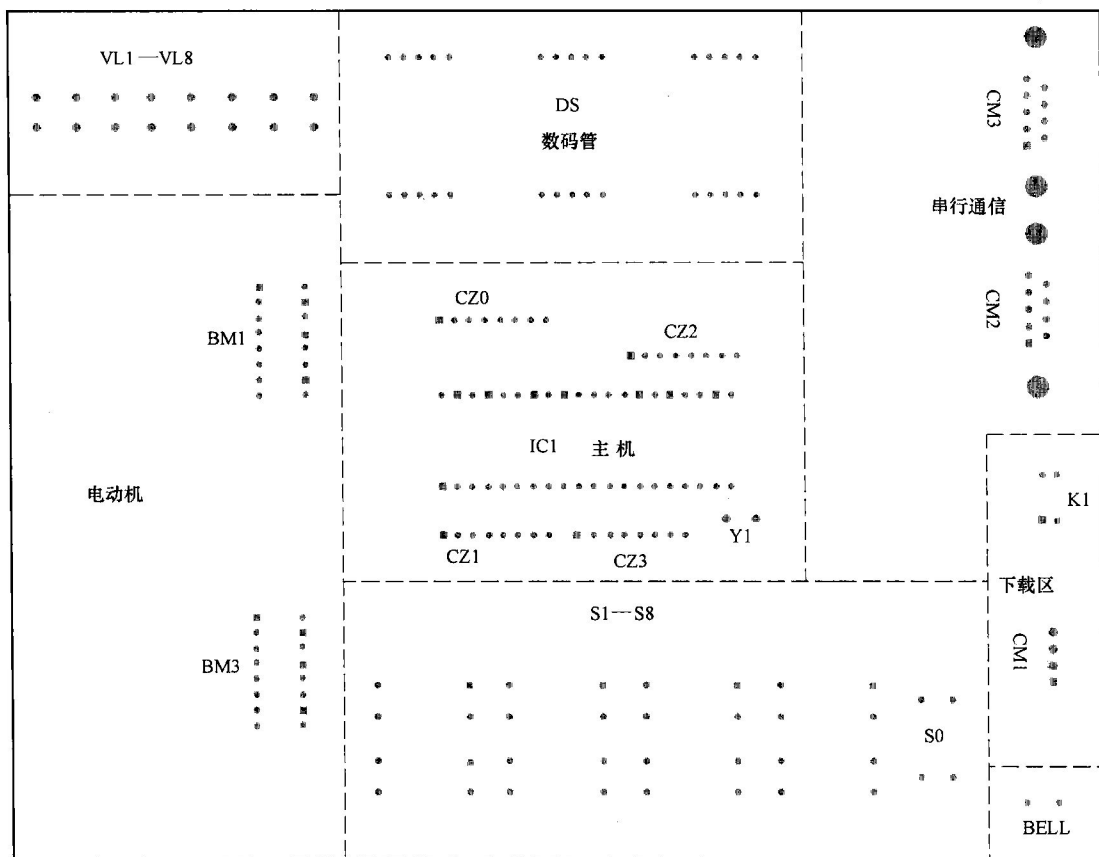


图 1-2-1 WXY-S51-PC 单片机实验板结构图

表 1-2-1 器件名称表

标号	名称	标号	名称
CM1	程序下载插座	K1	“下载/运行”转换开关
CM2	串行通信插座 1	DS	数码管
CM3	串行通信插座 2	Y1	晶振
BM1	直流电机拨码盘/步进电机 拨码盘	S0	复位键
		S1 ~ S8	按键
BM3	数字电路输入拨码盘	BELL	蜂鸣器
IC1	单片机 AT89S51	VL1 ~ VL8	发光二极管
CZ0	输出插座(P0)	CZ1	输出插座(P1)
CZ2	输出插座(P2)	CZ3	输出插座(P3)

为了更好地了解、使用它，我们使用框图(如图 1-2-2 所示)形式来示意它的组成。

从图 1-2-2 所示可知 WXY-S51-PC 单片机实验板由输入、主机、输出、串行通信和程序下载 5 部分组成。

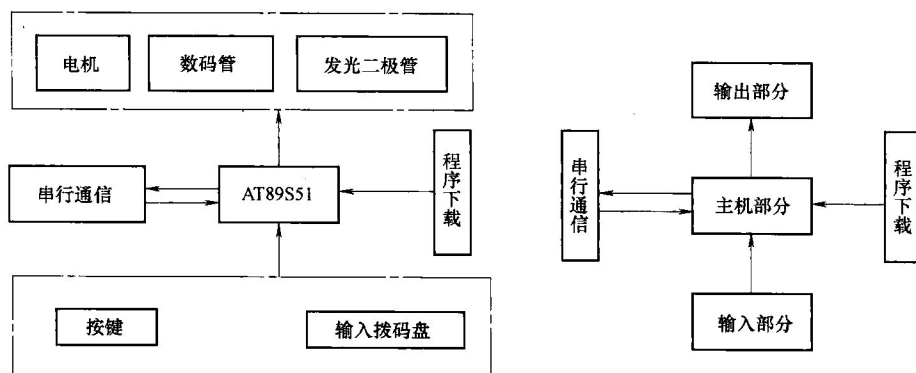


图 1-2-2 WXY-S51-PC 单片机实验板示意框图

(1) 输入部分 包括 9 个按键(S0 ~ S8)和输入拨码盘。复位键(S0)的功能相当于计算机中的复位键，它能使 WXY-S51-PC 单片机实验板恢复到初始状态。其余 8 个按键(S1 ~ S8)一端同 P3 口引脚分别相连，另一端相互连接在一起后接地；它们可以向单片机输入数据、传送命令，是人工干预单片机运行过程的主要手段之一；输入拨码盘 BM3 一端与 P3 口引脚分别相连，另一端相互连接在一起后接地，它们也可向单片机输入数据、传送命令。

(2) 主机部分 单片机型号为 AT89S51，它采用 40 脚双列直插封装 (DIP) 形式，图 1-2-3 所示为其引脚排列图。该芯片不仅具有 MCS-51 系列单片机的所有特性，而且片内集成有 4KB 在系统可编程 Flash 存储器、128B 的 RAM，是目前性价比较高的单片机之一。

1) AT89S51 引脚名称和功能

- ① 电源引脚。电源 Vcc(40)、地 Vss(20)。
- ② 时钟电路引脚。时钟 XTAL1(19)、XTAL2(18)。
- ③ 控制信号引脚。

复位 RST(9)：其作用是在单片机启动时，使 CPU 和系统中的其他部件都处于一个确定的初始状态，并从这个状态开始工作；

ALE(30)：当访问外部存储器时，其输出用于锁存地址的低位字节，即使不访问外部存储器，ALE 仍以不变的频率周期性地输出脉冲信号，此信号的频率为振荡器频率的 1/6，因此可用作对外输出的时钟，或用于定时；

PSEN(29)：外部程序存储器读选通信号输出端；

EA(31)：外、内部程序存储器选择端。当 EA 为高电平时访问内部程序存储器，且当程序超出内部程序存储器容量时自动转向执行外部存储器内的程序，EA 为低电平时访问外部程序存储器。

9	RST	PSEN	29
19	XTAL1	XTAL2	18
31	EA	ALE	30
32	P0.7/AD7	P3.7/RD	17
33	P0.6/AD6	P3.6/WR	16
34	P0.5/AD5	P3.5/T1	15
35	P0.4/AD4	P3.4/T0	14
36	P0.3/AD3	P3.3/INT1	13
37	P0.2/AD2	P3.2/INT0	12
38	P0.1/AD1	P3.1/TXD	11
39	P0.0/AD0	P3.0/RXD	10
1	P1.0	P2.7/A15	28
2	P1.1	P2.6/A14	27
3	P1.2	P2.5/A13	26
4	P1.3	P2.4/A12	25
5	P1.4	P2.3/A11	24
6	P1.5	P2.2/A10	23
7	P1.6	P2.1/A9	22
8	P1.7	P2.0/A8	21

图 1-2-3 AT89S51 引脚排列图

- ④ 输入/输出引脚。P0 口：P0.0 至 P0.7(39 ~ 32)是一个 8 位漏极开路型双向 I/O 端

口, 在作通用 I/O 口时需外接上拉电阻;

P1 口: P1.0 至 P1.7(1~8)是一个带内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 端口, P1 口的某些引脚还具有第二功能, 具体见表 1-2-2。

表 1-2-2 P1 口的第二功能

端口引脚	第二功能	端口引脚	第二功能
P1.5	MOSI (在系统可编程用)	P1.7	SCK (在系统可编程用)
P1.6	MOSO (在系统可编程用)		

P2 口: P2.0 至 P2.7(21~28)是一个带内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 端口;

P3 口: P3.0 至 P3.7(10~17)是一个带内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 端口, 在整个系统中这 8 个引脚还具有专门第二功能, 每一位的功能定义见表 1-1-3。

2) 单片机正常工作的基本条件

电源: 为芯片提供能源;

振荡电路: 决定芯片的运行速度;

复位: 复位电路是单片机系统所必需的, 没有正确的复位信号单片机将不能正常工作。

3) AT89S51 最小应用系统连线。电源正极接 40 引脚、负极(地)接 20 引脚; 振荡电路接 18、19 引脚; 复位电路接 9 引脚; EA 引脚接到电源正极。

4) 单片机基本电路

① 振荡电路。MCS-51 单片机内部有一个用于构成振荡器的高增益反向放大器, XTAL1 和 XTAL2 引脚分别为这个放大器的输入端和输出端, 这个放大器与作为反馈元件的片外晶体一起构成一个自激振荡器。WXY-S51-PC 单片机实验板振荡电路由 AT89S51 内部放大器及外接晶体 Y1、电容 C_1 、 C_2 按如图 1-2-4 所示连接而成。

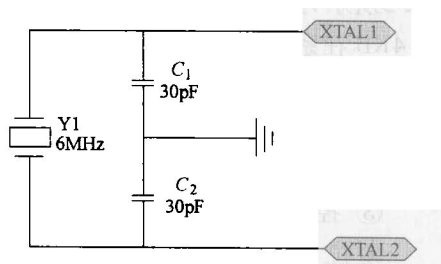


图 1-2-4 WXY-S51-PC 单片机实验板振荡电路

② 复位电路。单片机的复位都是依靠外部电路来实现的, 在时钟电路工作后, 为保证系统可靠复位, 通常使 RST 引脚保持 10ms 以上的高电平($R_1 = 10k\Omega$ 、 $C_3 = 10\mu F$)。只要 RST 保持高电平, 单片机将始终处于复位状态; 当 RST 由高电平变为低电平时, 单片机从 0000H 地址开始执行程序。在复位有效期内, ALE、PSEN 引脚输出高电平。复位后单片机初始状态见表 1-2-3。

表 1-2-3 初始复位状态表

寄存器	复位状态	寄存器	复位状态	寄存器	复状态位
PC	0000H	P0~P3	0FFH	TL0	00H
ACC	00H	TH1	00H	IP	×××00000
B	00H	TL1	00H	IE	0××00000
PSW	00H	TMOD	00H	SCON	00H
SP	07H	TCON	00H	SBUF	不定
DPTR	0000H	TH0	00H	PCON	0×××××××