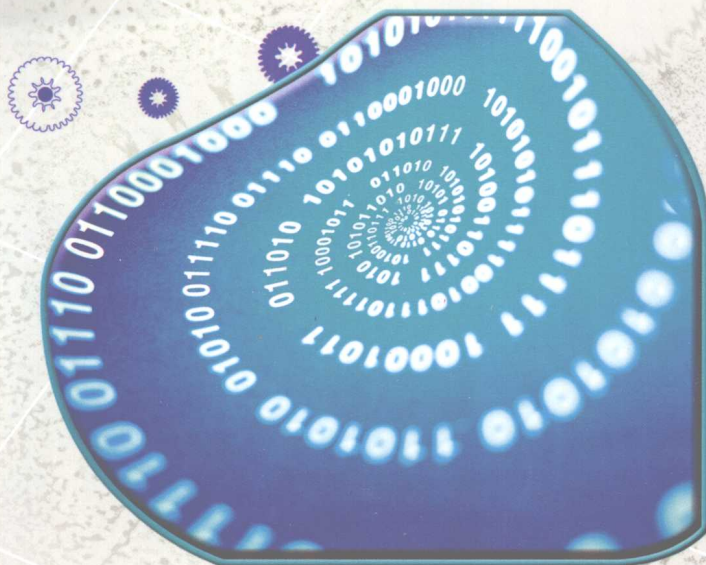


高等职业教育“十一五”规划教材
21世纪高职高专机电类规划教材



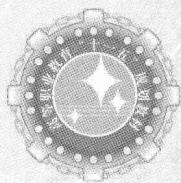
单片机应用技术

陈玉平 牟应华 主 编
张 捷 主 审



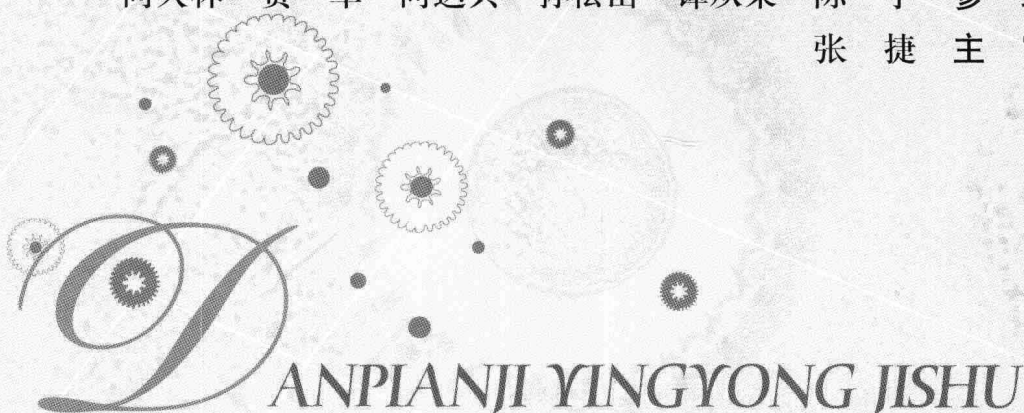
华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

高等职业教育“十一五”规划教材
21世纪高职高专机电类规划教材



单片机应用技术

	陈玉平	牟应华	主 编
	熊建云	杨学智	副主编
向久林	费 军	向达兵	参 编
	孙松山	谭从荣	主 审
		张 捷	



华中科技大学出版社

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术/陈玉平 牟应华 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2008年9月
ISBN 978-7-5609-4878-2

I. 单… II. ①陈… ②牟… 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(2008)第 142008 号

单片机应用技术

陈玉平 牟应华 主编

策划编辑:张 毅

封面设计:刘 卉

责任编辑:张 毅 朱怡捷

责任监印:周治超

责任校对:祝 菲

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉金翰林工作室

印 刷:仙桃市新华印务有限责任公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:15.5 插页:2

字数:368 000

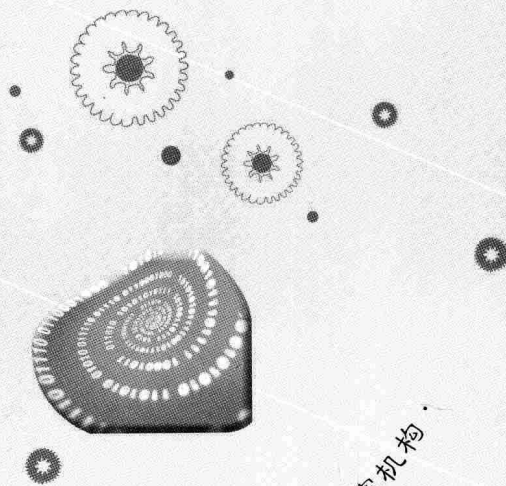
版次:2008年9月第1版

印次:2008年9月第1次印刷

定价:27.00元

ISBN 978-7-5609-4878-2/TP·665

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)



· 好书源自精密机构 ·

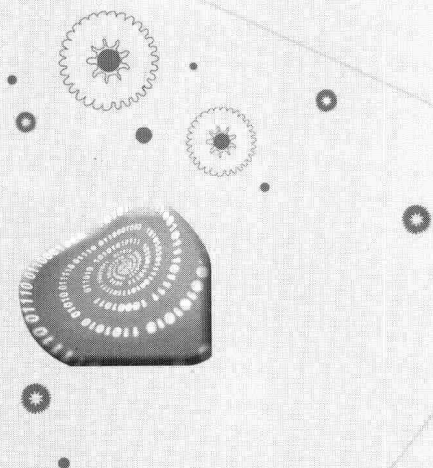
高等职业教育“十一五”规划教材 21世纪高职高专机电类规划教材 编审委员会

顾 问 陈吉红（教授，华中科技大学博导）

委 员 （以姓氏笔画为序）

丁原廉 王 瑞 尹玉珍 刘合群 牟应华 许小明
李传军 李正峰 李振斌 余小燕 苏 明 吴水萍
陆全龙 陈新耘 张晓娟 张 健 张安全 邱文萍
杨继宏 杨晓光 林承全 明志新 周卫东 娄 琳
俞礼钧 洪 霞 贺 剑 郭建农 徐国洪 游英杰
崔梁萍 盛国林 熊裕文 熊光荣 熊建云 管 剑

秘 书 张 毅

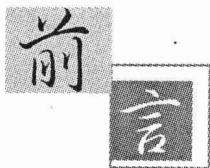


内 容 简 介

本书以 AT89S51 单片机为主线,基于工作过程的学习理念,以实际任务为载体,指导读者学习和使用单片机。

全书共分为 3 个模块 5 个单元。基础模块分为 3 个单元讲述单片机内部资源,包括单片机的原理与结构、指令系统及汇编语言程序设计、定时与中断、串行通信等。综合应用模块一个单元,包含单片机系统扩展、系统开发方法及过程实例。提高模块一个单元,包括 C51 编程和 PIC 单片机应用简介。最后的附录提供了 51 系列单片机指令速查表,方便读者优化设计程序时快速查阅。

本书各单元由浅入深,前后呼应,使读者能够在理解单片机原理的基础上,很快掌握单片机的应用技能。本书可作为高职高专机电一体化技术、电气自动化技术、应用电子等专业的教材,也可作为从事单片机应用的工程技术人员的培训教材或参考用书。



高职高专教育的根本任务是培养高技能人才,学生应重点掌握从事本专业领域实际工作所需的基本知识和职业技能。为适应高职高专教育的需要,根据高职教育的特点,作者参考大量国内外文献资料,并结合多年积累的单片机教学与科研经验,特别是理论实践一体化教学经验,从培养学生的职业能力的角度出发,编写了本书。

本书与同类单片机书籍相比较,具有以下特点。

(1) 本书以培养学生的职业能力为主线,适应理论实践一体化教学的需要,符合高职高专课程建设与改革的要求。

(2) 本书采用模块化单元式结构,按照基本知识与实训项目合一的体例,以任务为载体,将基本理论与技能融入到各工作任务中,使学生在工作过程中掌握必要的理论知识和应用技能,即学即用,为实现“零距离”就业奠定基础。

(3) 本书把硬件选择、软件设计贯穿始终,不仅解决了相关课程的衔接问题,更重要的是为应用单片机技术解决实际问题提供了基本思路,克服了就单片机而讲述单片机的缺陷。

(4) 本书采用提出任务—分析任务—学习相关知识—完成任务—归纳总结与技能拓展这样一种学习过程,从实践—理论—再实践循序渐进,逐步提高,符合认知规律。

(5) 本书在内容的组织方面,去掉了如 8279、8255 等不太常用的内容,增加了 C51 和 PIC 单片机内容,有利于学生就业和可持续发展能力的提高。书中所选实例新颖、真实、操作性强。在综合篇中选择的真实应用实例是完整的单片机应用系统,对读者具有示范和借鉴作用,使读者很快学会单片机开发的全过程。

建议采用任务驱动教学法。以本书提供的实际任务为目标,整个教学过程围绕完成相关任务展开,以学生为主体,突出知识的应用性。在任务演示中建议采用软硬件仿真教学,若能做到一体化教学则效果更好。

本书的单元 1 由熊建云和费军编写,单元 2、单元 3、单元 4 由陈玉平和牟应华编写,单元 5 由杨学智、陈慈艳编写。向久林、向达兵、孙松山、谭从荣、陈宇等参与了本书部分内容的编写、绘图和编辑。全书由陈玉平、牟应华统稿,张捷审核,在此表示感谢。

由于时间仓促和水平有限,书中难免存在错误与不妥之处,恳请广大读者批评指正。

主编邮箱:cyp8855@163.com。

目

录

模块1 基础篇

单元1 单片机的硬件结构	(3)
1.1 任务一 单片机最小系统认识	(3)
1.2 任务二 单片机开发系统的使用	(19)
单元小结	(32)
习题1	(33)
单元2 单片机的指令系统与编程基础	(34)
2.1 任务三 输入/输出开关量	(34)
2.2 任务四 灯光报警	(45)
2.3 任务五 运料小车控制	(53)
2.4 任务六 彩灯控制	(63)
2.5 任务七 电动机运行状态控制	(73)
单元小结	(86)
习题2	(87)
单元3 单片机内部资源	(89)
3.1 任务八 流水灯的实时控制	(89)
3.2 任务九 交通信号灯控制器设计	(107)
3.3 任务十 频率测量	(124)
3.4 任务十一 两车间数据通信控制	(132)
单元小结	(157)
习题3	(157)

模块2 综合应用篇

单元4 单片机应用系统设计与开发	(161)
4.1 应用系统设计与开发过程	(161)
4.2 任务十二 温度控制系统设计与制作	(166)

单元小结	(188)
习题 4	(189)

模块 3 提 高 篇

单元 5 单片机 C51 程序设计	(193)
5.1 任务十三 Keil C51 开发系统及使用	(193)
5.2 任务十四 用 PIC 单片机输出方波	(211)
单元小结	(232)
附录 MCS-51 单片机指令速查表	(234)
参考文献	(242)

模块 1 基础篇

本模块以组装单片机最小系统等十一项任务为载体,在完成十一项任务的过程中,了解单片机的概念、单片机的内部结构,理解单片机各组成部分的作用;熟悉 AT89S51 单片机的指令系统及汇编语言程序设计方法,以及单片机中断系统、定时器和串行通信口等内部资源的应用。

通过这一模块的学习,要求读者能达到如下能力:熟练组装单片机最小系统,熟练按图接线并进行应用程序调试,能正确解释结果和正确分析运行过程。同时还要求读者能编写较简单的应用程序,并能排除软、硬件调试过程中的常见故障。

单元 / 单片机的硬件结构

本单元以用单片机最小系统实现发光二极管闪烁控制的任务为载体,让读者熟悉单片机最小系统的组成。

本单元的学习目标:

- ① 了解单片机的用途和发展趋势;
- ② 熟悉 AT89S51 单片机的内部结构及各部分的功能;
- ③ 熟悉 AT89S51 单片机外部引脚及其功能;
- ④ 能够灵活地充分利用单片机的存储空间和 SFR 解决比较简单的实际问题。

1.1 任务一 单片机最小系统认识

一、任务目标

组装一个 AT89S51 单片机的最小系统,外接 8 个发光二极管,要求最小系统一上电,8 个发光二极管闪烁,闪烁频率为 10 Hz。

通过本任务的学习,认识 AT89S51 单片机最小系统的组成及外部引脚功能、了解单片机的晶振电路和复位电路。

二、任务分析

本任务的关键点:

- ① 认识 AT89S51 芯片及引脚功能;
- ② 单片机的晶振电路的连接方法;
- ③ 单片机的复位方法;
- ④ 单片机 I/O 端口的接线方法。

三、实现任务的硬件选择

1. AT89S51 芯片

AT89S51 芯片的外观如图 1-1-1 所示。AT89S51 型号的含义如图 1-1-2 所示。

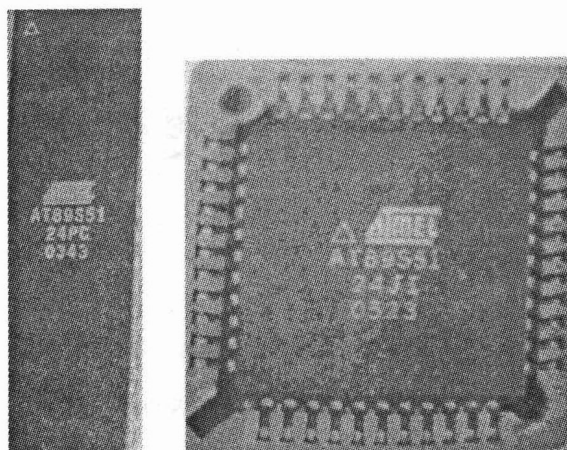


图 1-1-1 AT89S51 单片机外观图

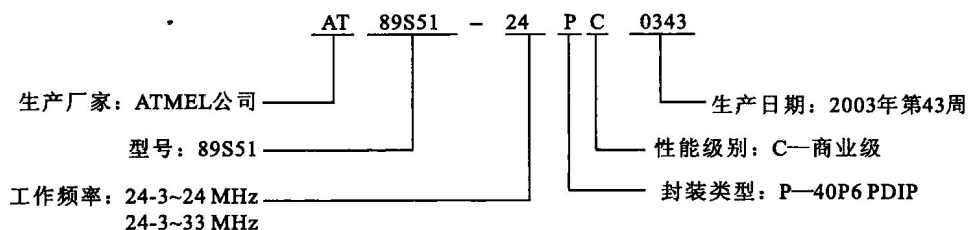


图 1-1-2 89S51 型号的含义

2. AT89S51 的外部引脚及 I/O 端口功能

AT89S51 的外部引脚如图 1-1-3 所示。89S51 外部有 32 条 I/O 口线可供用户使用,其中大部分具有两种功能。AT89S51 单片机的 I/O 端口及其功能如表 1-1-1 所示。

T2/P1.0	1	40	Vcc
T2 EX/P1.1	2	39	P0.0/AD0
P1.2	3	38	P0.1/AD1
P1.3	4	37	P0.2/AD2
P1.4	5	36	P0.3/AD3
MOSI/P1.5	6	35	P0.4/AD4
MISO/P1.6	7	34	P0.5/AD5
SCK/P1.7	8	33	P0.6/AD6
RST	9	32	P0.7/AD7
RXD/P3.0	10	31	$\overline{\text{EA}}/\text{VPP}$
TXD/P3.1	11	30	ALE/PROG
INT0/P3.2	12	29	$\overline{\text{PESN}}$
INT1/P3.3	13	28	P2.7/A15
T0/P3.4	14	27	P2.6/A14
T1/P3.5	15	26	P2.5/A13
$\overline{\text{WR}}/\text{P3.6}$	16	25	P2.4/A12
$\overline{\text{RD}}/\text{P3.7}$	17	24	P2.3/A11
XTAL2	18	23	P2.2/A10
XTAL1	19	22	P2.1/A9
PDIP GND	20	21	P2.0/A8

图 1-1-3 AT89S51 引脚

表 1-1-1 89S51 I/O 口的功能

端口	引脚位置	第一功能		第二功能	
		符号	功能	符号	功能
P0	39~32	P0.0~P0.7	通用 I/O	AD0~AD7	地址/数据总线(低位)
P1	1~8	P1.0~P1.7	通用 I/O		
P2	21~28	P2.0~P2.7	通用 I/O	A8~A15	地址总线(高位)
P3	10	P3.0	通用 I/O	RXD	串行通信发送口
	11	P3.1		TXD	串行通信接收口
	12	P3.2		INT0	外部中断 0
	13	P3.3		INT1	外部中断 1
	14	P3.4		T0	计数器 0 输入端口
	15	P3.5		T1	计数器 0 输入端口
	16	P3.6		WR	外部存储器写功能
	17	P3.7		RD	外部存储器读功能

本任务使用了 AT89S51P1 口的 I/O 功能, P3.3 口线的第二功能($\overline{\text{INT1}}$)。

3. 外部端口的驱动能力

① AT89S51 直接驱动负载时每个端口可驱动的最大灌电流负载(I_{OL})为 10 mA。每组端口 8 个引脚的总灌电流负载允动能力为: P0 口 26 mA, P1~P3 口每组 15 mA, 4 组(P0、P1、P2、P3)端口 32 个引脚的总灌电流负载驱动能力为 71 mA。因此, 可直接用端口线驱动发光二极管。当然也可以选用驱动器 74LS240 芯片进一步提高出口的驱动能力。

② AT89S51 驱动其他器件时, P0 口可驱动 8 个 LS TTL 负载, 其他端口可驱动 4 个 LS TTL 负载。本任务为了提高 89S51 的驱动能力, 采用了 74LS240 反向驱动器。

外部端口用作通用 I/O 时, 应当注意: 由于 P0 口用做 I/O 口时为 OC 输出, 输出“1”时实际为开路状态, 如果需要驱动 CMOS 或 TTL 器件, 必须接上拉电阻; 端口用做输入时, 必须先向端口写“1”; 系统复位后所有外部端口状态为“1”。

4. AT89S51 单片机的晶振电路及其连接方法

CPU 工作时必须有一时钟脉冲。有两种方式可以向 89S51 提供时钟脉冲: 一是外部时钟脉冲, 即用外部电路向 89S51 提供时钟脉冲, 如图 1-1-4(a)所示; 二是内部时钟方式, 即使使用晶振由 89S51 内部电路产生时钟脉冲。一般常用内部时钟方式, 其电路如图 1-1-4(b)所示。内部时钟方式产生的时钟信号的频率就是晶振的固有频率, 常用 f_{soc} 来表示。如选择 12 MHz 晶振, 则 $f_{\text{soc}} = 12 \times 10^6 \text{ Hz}$ 。

在图 1-1-4 中, J: 一般为石英晶体, 其频率由系统需要和器件决定, 在频率稳定度要求不高时也可以使用陶瓷滤波器。C1、C2: 使用石英晶体时, $C1 = C2 = 30(\pm 10) \text{ pF}$; 使用陶瓷

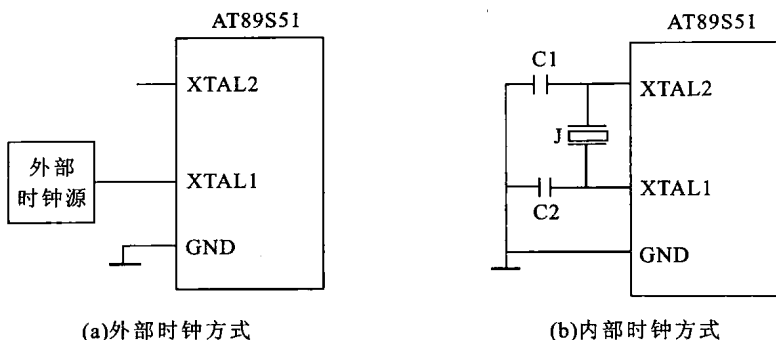


图 1-1-4 AT89S51 单片机的时钟电路

滤波器时, $C1=C2=40(\pm 10)\mu\text{F}$ 。

5. AT89S51 单片机的复位

使 CPU 开始工作的方法就是给 CPU 给一个复位信号。AT89S51 为高电平复位, CPU 收到复位信号后将内部特殊功能寄存器设置为规定值, 如表 1-1-2 所示, 并将程序计数器设置为“0000H”。复位信号结束后, CPU 从程序存储器“0000H”处开始执行程序。

表 1-1-2 89S51 特殊功能寄存器的复位值

寄存器	复位值	寄存器	复位值	寄存器	复位值
ACC	00000000B	B	00000000B	PSW	00000000B
SP	00000111B	DPTR0	0000H	P0~P3	11111111B
IP	$\times\times 000000\text{B}$	IE	$0\times 000000\text{B}$	TMOD	00000000B
TCON	00000000B	TH0	00000000B	TL0	00000000B
TH1	00000000B	TL1	00000000B	SCON	00000000B
SBUF	$\times\times\times\times\times\times\times\text{B}$	PCON	$0\times\times\times\times\times\times\text{B}$	DPTR1	0000H
AUXR	$\times\times\times 00\times\times 0\text{BH}$	AUXR1	$\times\times\times\times\times 0\text{BH}$	WDTRST	$\times\times\times\times\times\times\times\text{B}$

表中的“ $\times$ ”表示保持原值不变。

CPU 的复位电路在调试单片机程序的执行时有两种工作方式。一是仿真器方式, 主要用于调试程序。此时程序的执行由仿真器控制, 复位电路不起作用, 系统时钟也经常设置为由仿真器产生, 此时用户的晶振也不起作用。二是用户方式, 即脱离仿真器的实际工作方式, 用户的时钟振荡电路和复位电路都必须正常工作。因此, 如果系统复位电路或晶振电路有故障, 就会出现仿真器方式正常工作, 而用户方式不工作的现象, 这是初学者常遇见的问题。

6. AT89S51 单片机最小系统控制发光二极管的接线图

根据原理图 1-1-5 可以看到, 因为 74LS240 为反向驱动器, 发光二极管状态的控制为: 当 P1 口输出为 0FFH 时, 8 个发光二极管全点亮; 当 P1 口输出为 00H 时, 发光二极管全灭。

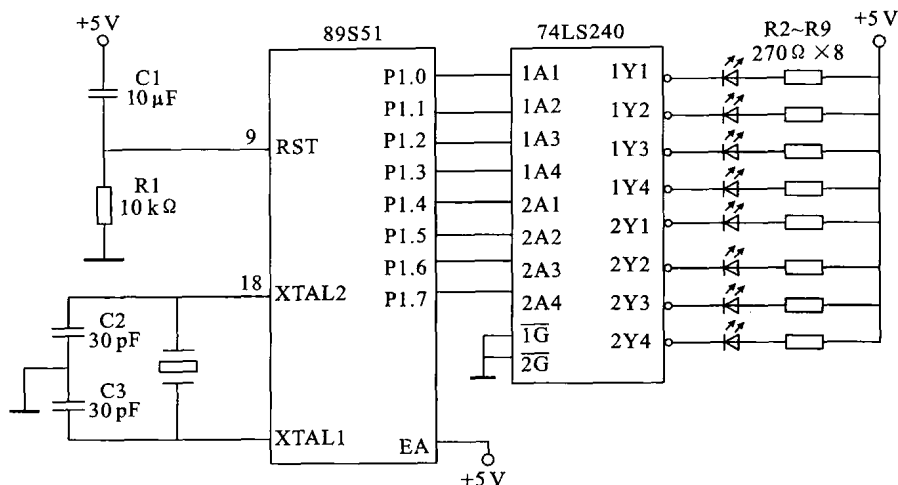


图 1-1-5 单片机最小系统应用电路

四、实现任务的软件

单片机控制系统与传统的模拟和数字控制系统的最大区别在于,单片机系统除了硬件以外还必须有程序支持。只有通过执行控制程序,单片机系统才能完成相应的控制功能。

本任务的参考程序为:

```

ORG 0000H
START:MOV P1, #00H
      LCALL DELAY
      MOV P1, #0FFH
      LCALL DELAY
      SJMP START
DELAY:MOV R1, #0C3H
DEL1:MOV R0, #0FFH
      DJNZ R0, $
      DJNZ R1, DEL1
      RET
      END
  
```

五、仿真调试程序

通过仿真调试,观察单片机执行的结果,其现象应是8个发光二极管以频率为10 Hz的速度闪烁。这一控制过程是靠单片机最小系统完成的,没有用到任何扩展资源。

六、基本知识与能力拓展

从 AT89S51 单片机最小系统控制发光二极管闪烁的任务中可以看到:单片机能够执行

程序、能输入/出、有中断功能、有定时功能等等。具有这些基本配置的单片机,即最小系统。下面结合本任务的实现方法和过程,对 AT89S51 单片机最小系统的相关知识进行总结归纳。

1. 单片机及单片机硬件组成

单片机是指把组成微型计算机的各种功能部件,包括 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(input/output)接口电路、串行口、定时/计数器、中断控制器等部件制作在一块集成芯片上,构成一个完整的微型计算机,从而实现微型计算机的基本功能。

单片机实质上是一个芯片。在实际应用中,通常很难直接和被控对象进行电气连接,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。AT89S51 单片机与 MCS-51 完全兼容,内部结构如图 1-1-6 所示。

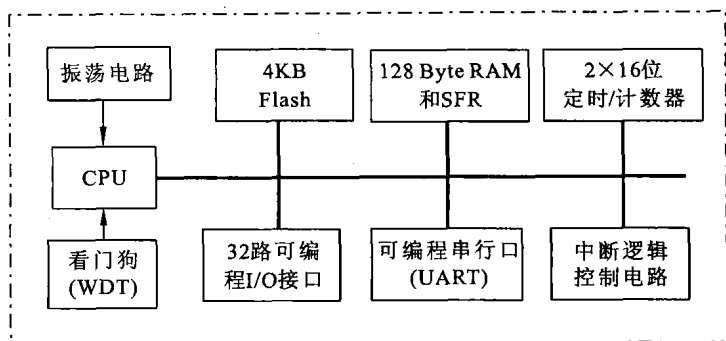


图 1-1-6 AT89S51 单片机的内部结构

从功能上分,它包括如下部件:一个 8 位中央处理器(CPU);4K 可在线编程 Flash;128 字节 RAM 与特殊功能寄存器;2 个 16 位定时/计数器;中断逻辑控制电路;一个全双工串行接口(UART);32 条可编程的 I/O 口线;另外,还包括一些寄存器如程序计数器 PC、程序状态寄存器 PSW、堆栈指针寄存器 SP、数据指针寄存器 DPTR 等部件。

① 运算器的功能是进行算术和逻辑运算。它主要由算术逻辑单元 ALU(arithmetic logic unit)和寄存器组成,实现“加、减、乘、除、比较”等算术运算和“与、或、异或、求补、循环”等逻辑操作。运算器中还包含一个布尔处理器,可以执行置位、清零、求补、取反、测试、逻辑与、逻辑或等操作,为单片机的应用提供了极大的便利。

② 控制器的主要功能是产生各种控制信号和时序。在 CPU 内部协调各寄存器之间的数据传送,完成 ALU 的各种算术或逻辑运算操作;在 CPU 访问外部存储器或端口时,提供地址锁存信号 ALE、外部程序存储器选通信号 PSEN 以及读(/RD)、写(/WR)等控制信号。

③ 寄存器。CPU 中还有一些寄存器,如累加器(ACC)、程序状态字(PSW)、B 寄存器、程序计数器 PC、堆栈指针(SP)、指令寄存器(IR)等,这些寄存器有的在片内特殊功能寄存器空间有地址映像,它们既可看做 CPU 的寄存器,也可看做具有确定单元的存储单元。

累加器 ACC(accumulator)。ACC 是一个 8 位的寄存器,也是 CPU 中最重要、最繁忙的寄存器,许多运算中的数据和结果都要通过累加器来完成。

程序状态字 PSW(program status word)。PSW 是一个 8 位的寄存器,用于存放程序运行结果的一些特征。