

单片机原理及应用



项目一：初识单片机

张立红

18520235986

645256536

知识目标

1. 了解单片机的概述;
2. 理解单片机产品简介;
3. 掌握单片机特点及应用;
4. 掌握单片机特点;
5. 熟悉单片机应用领域以及发展趋势。

技能目标

1. 会陈述单片机的概述;
2. 能认识单片机产品;
3. 能陈述单片机特点及应用;
4. 能陈述单片机特点;
5. 能知道单片机应用领域以及发展趋势。;

能力目标

1. 能根据提供的单片机的产品陈述其特点、发展、特点等;
2. 能够使用单片机的知识去解决相关问题。

课时建议

2 课时

1.1 单片机概述

单片微型计算机（ Single Chip Microcomputer ），是在一片集成电路芯片上集成中央处理器 CPU （ Central Processing Unit ）、存储器（ Memory ）、定时器、 I/O （ Input/Output ）接口电路等，简称单片机。单片机特别适合于控制领域，故又被称为微控制器 MCU （ Micro Control Unit ）。单片机具有体积小、价格低、可靠性高等特点，因此在领域有智能仪表、智能传感器、智能家电、办公设备、汽车电子和军事电子设备中得到广泛应用。



1.2 单片机产品

1. 简介

MCS51 是指由美国 INTEL 公司生产的一系列单片机的总称，这一系列单片机包括了好些品种，如

8031、8051、8751、8032、8052、8752 等，尽管单片机型号很多，但从目前来看，使用最为广泛的应该 MCS-51 单片机。MCS-51 系列单片机分为两大系列，即 51 子系列与 52 子系列。

51 子系列：基本型，根据片内 ROM 的配置，对应的芯片为

8031、8051、8751、8951。

52 子系列：增强型，根据片内 ROM 的配置，对应的芯片为

8032、8052、8752、8952。

表 1.1 MCS-51 系列主要特性表

分类		芯片型号	存储器类型及字节数		片内其它功能单元数量			
			ROM	RAM	并口	串口	定时/计数器	中断源
总线型	基本型	80C31	-	128	4 个	1 个	2 个	5 个
		80C51	4K 掩膜	128	4 个	1 个	2 个	5 个
		87C51	4K	128	4 个	1 个	2 个	5 个
		☆89C51	4K FLASH	128	4 个	1 个	2 个	5 个
		89S51	4K ISP	128	4 个	1 个	2 个	5 个
	增强型	80C32	-	256	4 个	1 个	3 个	6 个
		80C52	8K 掩膜	256	4 个	1 个	3 个	6 个
		87C52	8K	256	4 个	1 个	3 个	6 个
		☆89C52	8K	256	4 个	1 个	3 个	6 个
		89S52	8K ISP	256	4 个	1 个	3 个	6 个
非总线型		89C2051	2K FLASH	128	2 个	1 个	2 个	5 个
		☆89C4051	4K FLASH	0	2 个	1 个	2 个	5 个

1.2 单片机产品

1. 简介

从表中可以看到，80C31、80C32 片内是没有 ROM 的，51 系列的单片机的 RAM 大小为 128B，52 系列的 RAM 大小为 256B，51 系列的计数器为两个 16 位的，52 系列的计数器为三个 16 位计数器。51 系列的中断源为 5 个，52 系列的中断源为 6 个。

表 1.1 MCS-51 系列主要特性表

分类		芯片型号	存储器类型及字节数		片内其它功能单元数量			
			ROM	RAM	并口	串口	定时/计数器	中断源
总线型	基本型	80C31	-	128	4 个	1 个	2 个	5 个
		80C51	4K 掩膜	128	4 个	1 个	2 个	5 个
		87C51	4K	128	4 个	1 个	2 个	5 个
		☆89C51	4K FLASH	128	4 个	1 个	2 个	5 个
		89S51	4K ISP	128	4 个	1 个	2 个	5 个
	增强型	80C32	-	256	4 个	1 个	3 个	6 个
		80C52	8K 掩膜	256	4 个	1 个	3 个	6 个
		87C52	8K	256	4 个	1 个	3 个	6 个
		☆89C52	8K	256	4 个	1 个	3 个	6 个
		89S52	8K ISP	256	4 个	1 个	3 个	6 个
非总线型		89C2051	2K FLASH	128	2 个	1 个	2 个	5 个
		☆89C4051	4K FLASH	0	2 个	1 个	2 个	5 个

1.2 单片机产品

1. 简介

51 单片机芯片还具有 PDIP、TQFP 和 PLCC 等三种封装形式，以适应不同产品的需求。

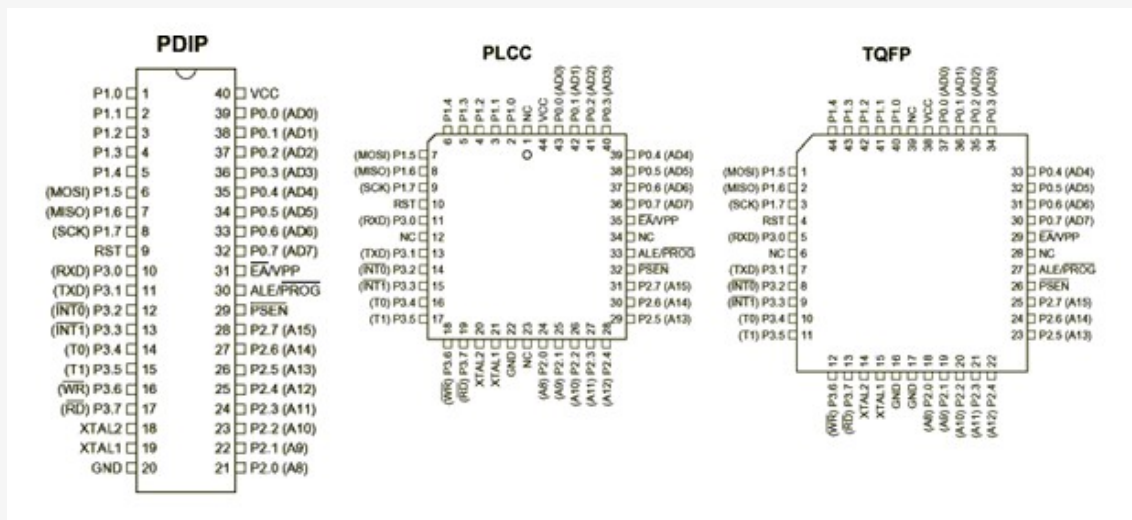


图 1.1 51 单片机的三种封装图

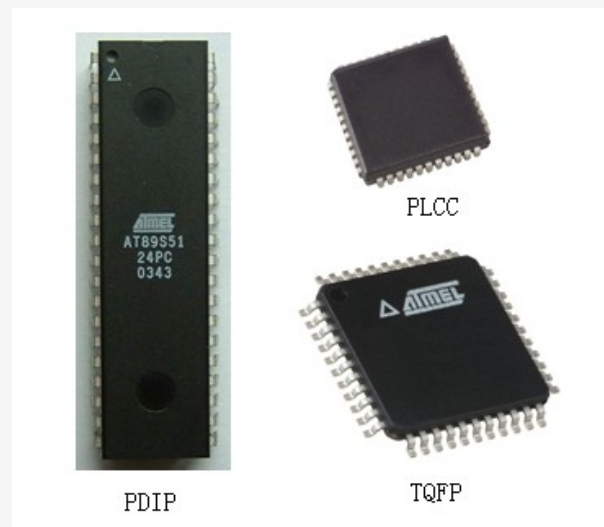


图 1.2 51 单片机的实物芯片图

1.2 单片机产品

2. 功能特性

MCS-51 系列单片机有 40 个引脚，内置 4k Bytes Flash 片内程序存储器、128 bytes 的随机存取数据存储器（RAM），集成 32 个外部双向输入 / 输出（I/O）口，5 个中断优先级 2 层中断嵌套中断，2 个 16 位可编程定时计数器，2 个全双工串行通信口，看门狗（WDT）电路，片内时钟振荡器资源。此外，AT89S51 设计和配置了振荡频率可为 0Hz 并可通过软件设置省电模式。空闲模式下，CPU 暂停工作，而 RAM 定时计数器，串行口，外中断系统可继续工作，掉电模式冻结振荡器而保存 RAM 的数据，停止芯片其他功能直至外中断激活或硬件复位。

1.2 单片机产品

3. 主要技术参数

- 8031 CPU 与 MCS-51 兼容
- 4K 字节可编程 FLASH 存储器 (寿命: 1000 写 / 擦循环)
- 全静态工作: 0Hz-24KHz
- 三级程序存储器保密锁定
- 128*8 位内部 RAM
- 32 条可编程 I/O 线
- 两个 16 位定时器 / 计数器
- 6 个中断源
- 可编程串行通道
- 低功耗的闲置和掉电模式
- 片内振荡器和时钟电路

4. 功能及引脚

MCS-51 是标准的 40 引脚双列直插式集成电路芯片。

40 个引脚大致可分为 4 类：电源、时钟、控制和 I/O 引脚

- 电源：2 根
- 时钟：2 根
- 控制线：4 根
- I/O 线：32 根

4. 功能及引脚

（1）电源线

Vcc（40脚）：电源端，接+5V。

GND（20脚）：接地端。

（2）时钟线

XTAL1（19脚）：接外部晶振和微调电容的一端，在片内它是振荡器倒相放大器的输入，若使用外部TTL时钟时，该引脚必须接地。

XTAL2（18脚）：接外部晶振和微调电容的另一端，在片内它是振荡器倒相放大器的输出，若使用外部TTL时钟时，该引脚为外部时钟的输入端。

4. 功能及引脚

（3）控制线

ALE（30脚）：地址锁存允许。系统扩展时，**ALE** 用于控制地址锁存器锁存 **P0** 口输出的低 8 位地址，从而实现数据与低位地址的复用。

$\overline{PSEN}$ （32脚）：外部程序存储器读选通信号。是读外部程序存储器的选通信号，低电平有效。

/VPP（31脚）：外程序存储器地址允许输入端。当为高电平时，**CPU** 执行片内程序存储器指令，但当 **PC** 中的值超过 **0FFFH** 时，将自动转向执行片外程序存储器指令。当为低电平时，**CPU** 只执行片外程序存储器指令。

RST（9脚）：复位信号输入端。该信号高电平有效，在输入端保持两个机器周期的高电平后，就可以完成复位操作。

4. 功能及引脚

（4）并行输入 / 输出端口

单片机共有 4 个输入 / 输出端口，分别是 P0、P1、P2 和 P3，而每一个端口又有 8 个双向输入 / 输出的引脚。

P0 口 (P0.0 ~ P0.7)：双向 8 位三态 IO 口，每个口可独立控制。51 单片机 P0 口内部没有上拉电阻，为高阻状态，所以不能正常地输出高 / 低电平，因此该组 I/O 口在使用时务必要外接上拉电阻，一般我们选择接入 10k Ω 的上拉电阻。

P1 口 (P1.0 ~ P1.7)：准双向 8 位 I/O 口，每个口可独立控制，内带上拉电阻，这种接口输出没有高阻状态，输入也不能锁存，故不是真正的双向 I/O 口。之所以称它为“准双向”是因为该口在作为输入使用前，要先向该口进行写 1 操作，然后单片机内部才可正确读出外部信号，也就是要使其先有个“准”备的过程，所以才称为准双向口。对 52 单片机 P1.0 引脚的第二功能为 T2 定时器计数器的外部输入，P1.1 引脚的第二功能为 T2EX 捕捉、重装触发，即 T2 的外部控制端。

4. 功能及引脚

P2 口 (P2.0 ~ P2.7)：准双向 8 位 IO 口，每个口可独立控制，内带上拉电阻，与 P1 口相似。

P3 口 (P3.0 ~ P3.7)：准双向 8 位 I/O 口，每个口可独立控制，内带上拉电阻。作为第一功能使用时就当做普通 I/O 口，与 P1 口相似。作为第二功能使用时，各引脚的定义如表 1.3 所示。值得强调的是，P3 口的每一个引脚均可独立定义为第一功能的输入 / 输出或第二功能。

表 1.3 P3 第二功能引脚表

端口引脚	第二功能
P3.0	RXD (串行输入口)
P3.1	TXD (串行输出口)
P3.2	$\overline{INT0}$ (外部中断 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (外部中断 1)
P3.4	T0 时/计数器 0)
P3.5	T1 时/计数器 1)
P3.6	$\overline{WR}$ (外部数据存储器写选通)
P3.7	$\overline{RD}$ (外部数据存储器读选通)

5. 单片机特点

- ① 功能够用
- ② 价格便宜
- ③ 集成度高，体积小，可靠性好
- ④ 低功耗、低电压
- ⑤ 易扩展

6. 单片机应用领域

- (1) 在智能仪器仪表上的应用
- (2) 在工业控制中的应用
- (3) 在家用电器中的应用
- (4) 在计算机网络和通信领域中的应用
- (5) 在医用设备领域中的应用
- (6) 在办公自动化设备中的应用

7. 单片机发展趋势

SCM

SCM 即单片微型计算机（ Single Chip Microcomputer ）阶段，主要是在最佳的单片形态嵌入式系统的最佳体系结构进行探索，采用“创新模式”，奠定了 SCM 走一条与通用计算机完全不同的发展里程。在这一阶段， Intel 公司起到了重要作用。

MCU

MCU 即微控制器（ Micro Controller Unit ）阶段，在不断扩展满足嵌入式应用时，丰富了各种外围电路与接口电路，更突出智能化控制能力，更加注重涉及的领域都与对象系统相关，因此，电气、电子技术厂家受到了青睐，其中最著名的厂家当数 Philips 公司。

SoC

SoC 即片上系统（ System-on-a-Chip ）阶段，单片机是嵌入式系统的独立发展之路，寻求应用系统在芯片上的最大化解决；因此，专用单片机的发展自然形成了 SoC 化趋势。

7. 单片机发展趋势

可分为四个阶段：

第一阶段：单片机探索阶段（1976～1978）：初级单片机阶段，代表：Intel 公司的 MCS—48 系列

第二阶段：单片机完善阶段（1978～1982）：高性能单片机阶段，代表：MCS—51 系列

第三阶段：8 位机和 16 位机争艳阶段，也是单片机向微控制器发展的阶段（1982～1990）：8 位机巩固完善及 16 位机推出阶段

第四阶段：微控制器全面发展阶段（1990～）。32 位和专用型单片机推出。

目前，应用广泛的主流机型是 80C51 系列 8 位单片机。

1.6 项目总结

本章节主要介绍了单片机的概念、单片机产品、单片机的特点、单片机应用领域和单片机技术发展趋势，让读者对单片机有个初步的认识，为以后学习打下基础。

项目提升

- 1、什么是单片机？
- 2、简述 MCS51 单片机的典型产品及其型号。
- 3、单片机的特点有哪些？
- 4、单片机的发展经过哪几个阶段？
- 5、单片机有哪些应用领域？

知识目标

1. 熟悉单片机的内部组成;
2. 掌握单片机的存储结构;
3. 掌握时序和工作方式;
4. 掌握单片机的最小系统以及典型的应用系统。

技能目标

1. 能够阐述单片机的内部组成;
2. 能够阐述单片机的存储结构;
3. 能够阐述时序和工作方式;
4. 能够阐述单片机的最小系统以及典型的应用系统;

能力目标

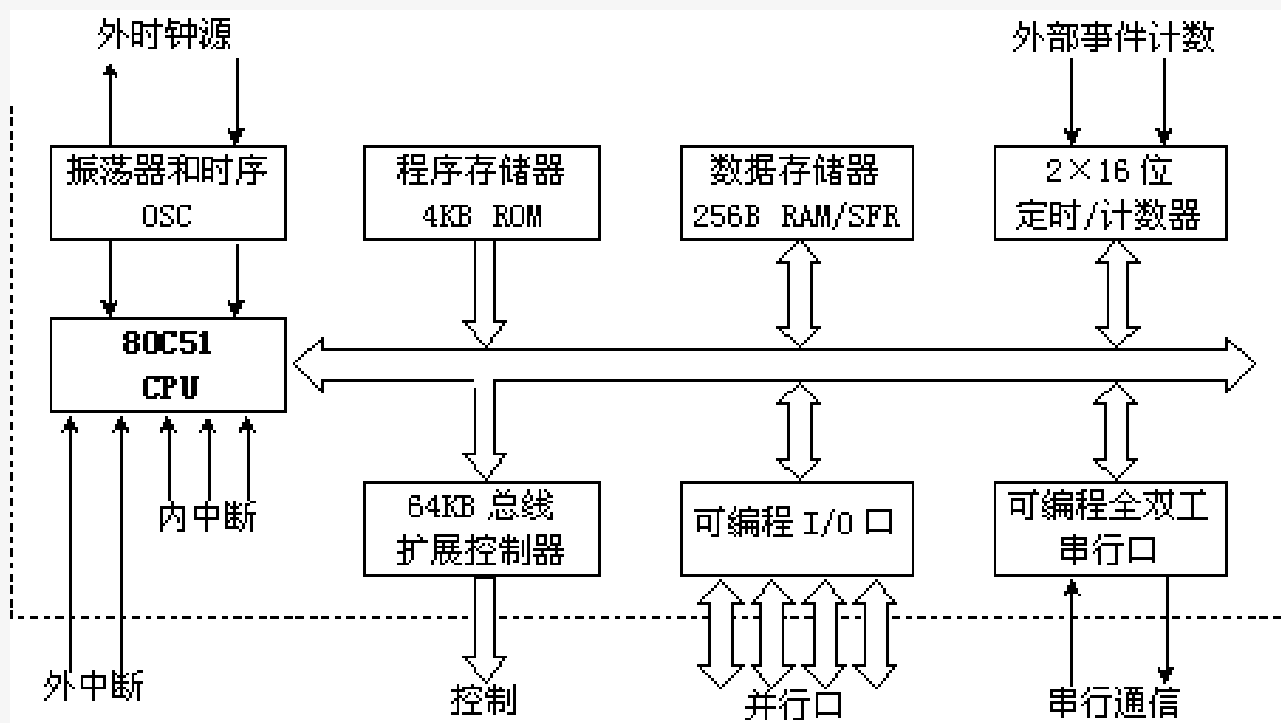
1. 能根据提供的单片机产品型号陈述其内部组成、存储结构、以及典型的应用领域;
2. 能够使用单片机的最小系统去解决实际问题。

课时建议

4 课时

1.1 单片机基本组成

单片机由中央处理器 CPU、存储器、输入 / 输出口、定时 / 计数器、中断系统等组成。



1.1 单片机基本组成

1. 中央处理器

中央处理器（CPU）是整个单片机的核心部件，是 8 位数据宽度的处理器，能处理 8 位二进制数据或代码，CPU 负责控制、指挥和调度整个单元系统协调的工作，完成运算和控制输入输出功能等操作。

2. 数据存储器（RAM）

MCS-51 系列单片机内部有 128 字节数据存储器 and 21 个专用寄存器单元，它们是统一编址的，专用寄存器有专门的用途，通常用于存放控制指令数据，不能用作用户数据的存放，即用户能使用的 RAM 只有 128 个字节，可存放读写的数据、运算的中间结果或用户定义的字型表。

3. 程序存储器（ROM）

MCS-51 系列单片机内部共有 4K 字节程序存储器（ROM），用于存放用户程序和数据表格。

4. 定时 / 计数器

8051 有 2 个 16 位的可编程定时 / 计数器，以实现定时或计数，当定时 / 计数器产生溢出时，可用中断方式控制程序转向。

5. 并行输入输出（I/O）口

8051 共有 4 个 8 位的并行 I/O 口（P0、P1、P2、P3），用于对外部数据的传输。

1.1 单片机基本组成

6. 全双工串行口

8051 内置一个全双工异步串行通信口，用于与其他设备间的串行数据传送，该串行口既可以用作异步通信收发器，也可以当同步移位器使用。

7. 中断系统

8051 具备较完善的中断功能，有五个中断源（两个外中断、两个定时 / 计数器中断和一个串行中断），可基本满足不同的控制要求，并具有 2 级的优先级别选择。

8. 时钟电路

8051 内置最高频率达 12MHz 的时钟电路，用于产生整个单片机运行的时序脉冲，但需外接晶体振荡器和振荡电容。

1.2 单片机存储结构

1. 程序存储器（ROM）

程序存储器一般用来存放固定程序和数据，还包括初始化代码固件，为只读存储器，特点是程序写入后能长期保存，不会因断电而丢失。MSC-51 系列单片机内部有 4KB 的程序存储空间（0x0000~0x0FFF），可以通过外部扩展到 64KB，通过引脚 EA 在硬件电路上控制。8051 片内有 4kB 的程序存储单元，其地址为 0000H—0FFFH，单片机启动复位后，程序计数器的内容为 0000H，所以系统将从 0000H 单元开始执行程序。

其中一组特殊的是 0000H-0002H 单元，系统复位后，PC 为 0000H，单片机从 0000H 单元开始执行程序，如果程序不是从 0000H 单元开始，则应在这三个单元中存放一条无条件转移指令，让 CPU 直接去执行用户指定的程序。

另一组特殊单元是 0003H-002AH，这 40 个单元各有用途，它们被均匀地分为五段，它们的定义如下：

0003H-000AH 外部中断 0 中断地址区。
时 / 计数器 0 中断地址区。

0013H-001AH 外部中断 1 中断地址区。
计数器 1 中断地址区。

0023H-002AH 串行中断地址区。

000BH-0012H 定

001BH-0022H 定时 /

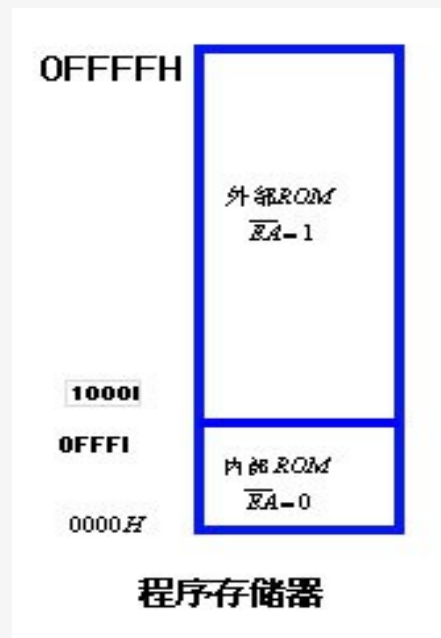


图 1.4 程序存储器结构图

1.2 单片机存储结构

2. 数据存储器（RAM）

数据存储器主要用于存放各种数据，具有内部数据存储器 and 外部数据存储器之分，断电后内容消失。内部数据存储器主要是为程序中的变量和常量分配存储空间。外部数据存储器主要用于存储程序运行时产生的重要数据，一般需要外加电源进行掉电保护，可以扩展到 64KB，除了可以扩展外部 RAM 外，还可以扩展外部 I/O 设备

校准 MSC-51 单片机片内 RAM 共有 256 个单元（00H-FFH），这 256 个单元共分为两部分，从 00H-7FH 单元（共 128 个字节）为用户数据 RAM，片内 RAM 前 32 个单元是工作寄存器区，通常称为通用寄存器，地址从 00H-1FH，片内 RAM 有 128 个可按位寻址的位，占 16 个单元，位地址编号为 00H-7FH，分布在 20H-2FH 单元；从 80H-FFH 地址单元（共 128 个字节）为片内 21 个特殊寄存器（SFR）单元。



图 1.5 数据存储器结构图

1.2 单片机存储结构

（1）通用寄存器

通用寄存器共有 32 个单元，均匀地分为四块，每块包含 8 个 8 位寄存器，均以 R0-R7 来命名。可以通过设置程序状态字寄存器（PSW）的 D3 和 D4 位（RS0 和 RS1），即可选中这四组通用寄存器。对应的编码关系见表 1.4 所示。

表 1.4 通用寄存器分配表

组	RS1	RS0	R0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
0	0	0	00H	01H	02H	03H	04H	05H	06H	07H
1	0	1	08H	09H	0AH	0BH	0CH	0DH	0EH	0FH
2	1	0	10H	11H	12H	13H	14H	15H	16H	17H
3	1	1	18H	19H	1AH	1BH	1CH	1DH	1EH	1FH

1.2 单片机存储结构

（2）位寻址区（20H-2FH）

片内 RAM 的 20H-2FH 单元为位寻址区，既可作为一般单元用字节寻址，也可对它们的位进行寻址。位寻址区共有 16 个字节，128 个位，位地址为 00H-7FH。位地址分配如表 1.5 所示。

表 1.5 位寻址区的位地址映象表

单元地址	位地址							
	高位							低位
2FH	7FH	7EH	7DH	7CH	7BH	7AH	79H	78H
2EH	77H	76H	75H	74H	73H	72H	71H	70H
2DH	6FH	6EH	6DH	6CH	6BH	6AH	69H	68H
2CH	67H	66H	65H	64H	63H	62H	61H	60H
2BH	5FH	5EH	5DH	5CH	5BH	5AH	59H	58H
2AH	57H	56H	55H	54H	53H	52H	51H	50H
29H	4FH	4EH	4DH	4CH	4BH	4AH	49H	48H
28H	47H	46H	45H	44H	43H	42H	41H	40H
27H	3FH	3EH	3DH	3CH	3BH	3AH	39H	38H
26H	37H	36H	35H	34H	33H	32H	31H	30H
25H	2FH	2EH	2DH	2CH	2BH	2AH	29H	28H
24H	27H	26H	25H	24H	23H	22H	21H	20H
23H	1FH	1EH	1DH	1CH	1BH	1AH	19H	18H
22H	17H	16H	15H	14H	13H	12H	11H	10H
21H	0FH	0EH	0DH	0CH	0BH	0AH	09H	08H
20H	07H	06H	05H	04H	03H	02H	01H	00H

1.2 单片机存储结构

（3）用户 RAM 区（30H-6FH）

在片内 RAM 低 128 个单元中，30H-6FH（80 个）单元就是供用户使用。对这部份区域的使用不作任何规定和限制。

1.3 单片机时序和工作方式

1. MCS-51 单片机的时序

MCS-51 单片机的时序定时单位共有 4 个。AT89C51 单片机典型指令时序如图 1.6 所示。

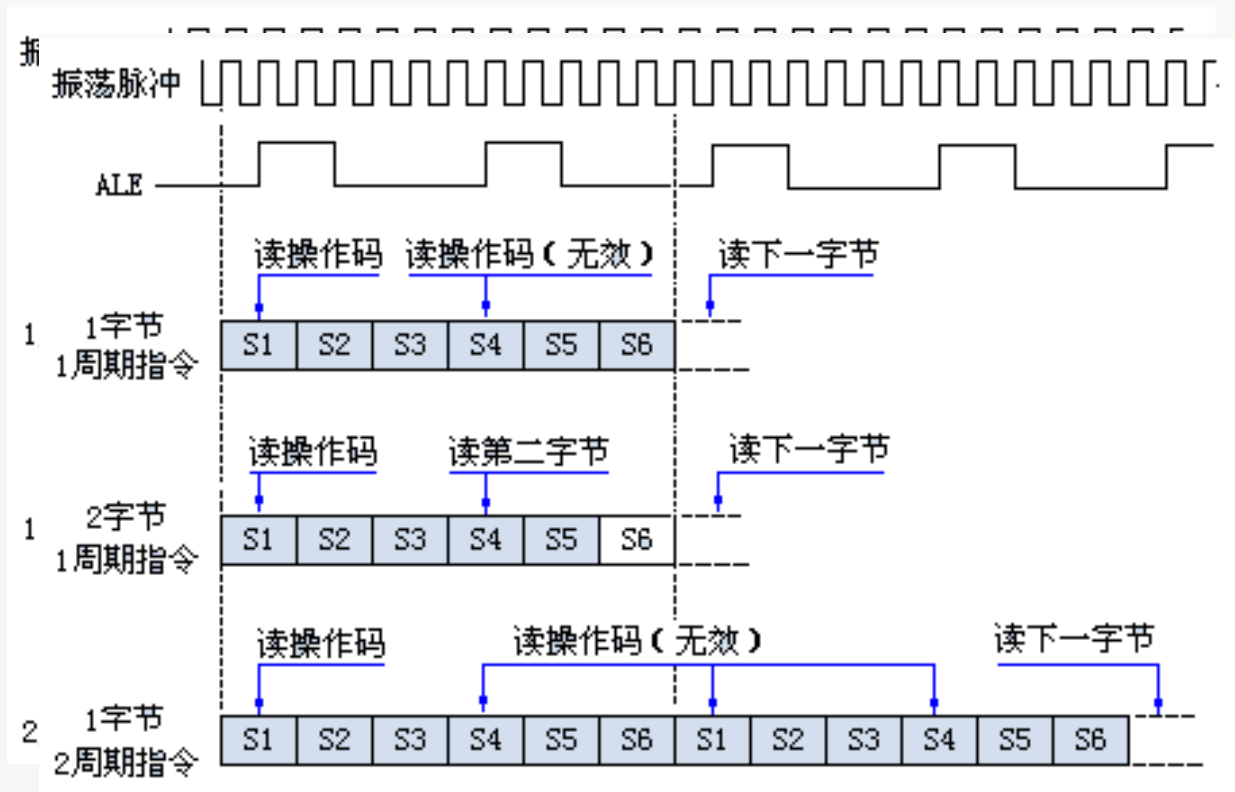


图 1.6 AT89C51 单户片机典型指令时序图

1.3 单片机时序和工作方式

1.MCS-51 单片机的时序

(1) 振荡周期

振荡周期指由单片机片内或片外振荡器所产生的,为单片机提供的时钟源信号的周期。设时钟源信号的频率为 f_{osc} , 则振荡周期为 $1/f_{osc}$ 。通常在分析单片机时序时,把振荡脉冲的周期定义为节拍(用 P 表示)。

(2) 时钟周期

振荡脉冲经过二分频后,就是单片机的时钟信号的周期,称为时钟周期,又称为状态周期,简称为状态(用 S 表示)。这样,一个状态就包含两个节拍 P1 和 P2。前半周期 P1 节拍信号有效,后半周期 P2 节拍信号有效,每个节拍完成不同的逻辑操作。

(3) 机器周期

机器周期是单片机的基本操作周期,通常记为 T_{CY} 。一个机器周期由 6 个状态周期组成,并依次表示为 S1 ~ S6。由于一个状态包括两个节拍,因此,一个机器周期共有 12 个节拍即 12 个振荡周期。可用下面关系式表示:

$$\text{一个机器周期} = 12 \text{ 个振荡周期} = 12/f_{osc}$$

1.3 单片机时序和工作方式

1.MCS-51 单片机的时序

(4) 指令周期

执行一条指令所需要的时间称为指令周期。一个指令周期通常由 1 个、2 个或 4 个机器周期组成。

若外接晶振频率为 $f_{osc} = 12\text{MHz}$, 则 4 个基本周期的具体数值为:

$$\text{振荡周期} = 1/12 \mu\text{s}$$

$$\text{时钟周期} = 1/6 \mu\text{s}$$

$$\text{机器周期} = 1 \mu\text{s}$$

$$\text{指令周期} = 1 \sim 4 \mu\text{s}$$

1.3 单片机时序和工作方式

2.MCS-51 单片机的工作方式

（1）复位方式

在振荡电路工作时，在 RST 引脚加上一个至少保持 2 个机器周期的高电平，单片机完成复位。

复位可分为加电自动复位和按键复位两种方式。具体内容详见前面章节介绍。单片机复位期间不会有任何取指操作。

（2）程序执行方式

程序执行方式是单片机的基本工作方式。由于复位后 PC=0000，所以程序就从地址 0000H 开始执行单步执行方式，在外界脉冲的控制下，单片机每执行一条指令就暂停下来。

1.3 单片机时序和工作方式

2.MCS-51 单片机的工作方式

(3) 低功耗操作方式

低功耗方式主要是为了降低电池的功耗，有两种方式：待机方式和掉电方式。低功耗方式是由电源控制寄存器 PCON 寄存器中的 PD 和 IDL 位来控制。IDL=1，进入待机方式；PD=1，进入掉电方式。

在待机方式下，CPU 停止工作，但时钟信号仍提供给 RAM、定时器、中断系统和串行口，同时堆栈指针 SP、程序计数器 PC、程序状态字 PSW、累加器 ACC 以及全部的通用寄存器都被冻结起来；单片机的消耗电流从 24mA 降为 3.6mA。采用引入中断的方法，在中断程序中安排一条 RETI 的指令就可退出待机方式。退出待机方式可以采用引入中断的方法，在中断程序中安排一条 RETI 的指令就可以。

在掉电时的工作方式，单片机的一切工作都停止，只有内部 RAM 的数据被保持下来；掉电方式下电源可以降到 2V，耗电仅 50uA。采用复位退出掉电工作方式，复位时间要大于 10ms。

1.3 单片机时序和工作方式

2.MCS-51 单片机的工作方式

（4）编程和加密方式

单片机的编程与加密是由专门的编程器或烧录器来完成。单片机加密有两种方法：一种是软件加密，另外一种为硬件加密。软件加密可以使用 MCS-51 中的 A5 命令来完成，具体方法是在 A5 后加一个二字节或三字节的操作码。硬件加密的方法就是不让他读你的程序，具体的方法有用高电压或激光烧断某引脚，不读其内部程序；也可以采用电池保护重要 RAM 数据的方法，拔出电池芯片数据丢失。

1.4 单片机最小系统

所谓单片机最小系统，是指用最少的元件能使单片机工作起来的一个最基本的组成电路。对 51 系列单片机来说，最小系统一般应该包括：单片机、晶振电路、复位电路等。单片机要正常运行，还必须具备电源正常、时钟正常、复位正常三个基本条件。

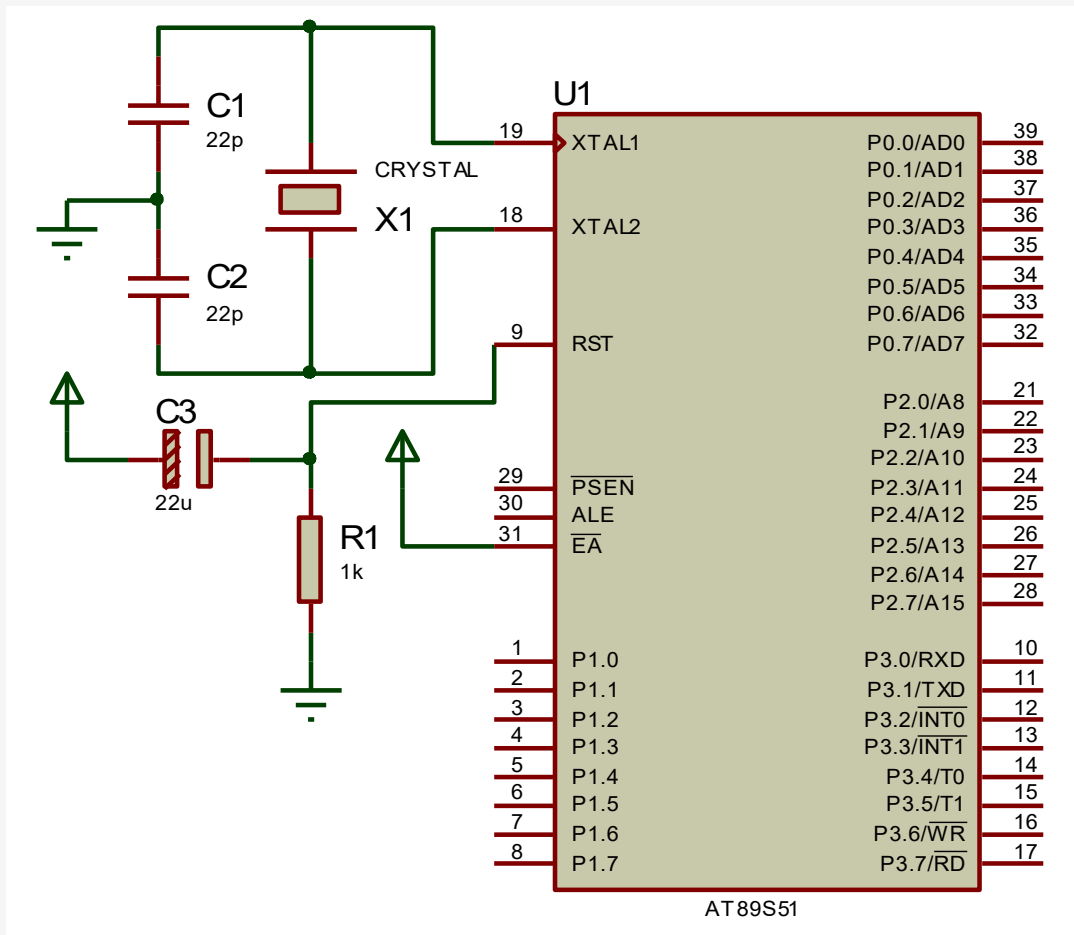


图 1.7 51 单片机最小系统图

1.4 单片机最小系统

① 电源电路：

接线方法为：40 脚（VCC）电源引脚，工作时接 +5V 电源，20 脚（GND）为接地线。

1.4 单片机最小系统

② 时钟电路：

时钟电路用于产生单片机工作所需要的时钟信号，单片机所有运算与控制过程都是在统一的时序脉冲的驱动下进行的。时钟产生的电路有两种方式：内部时钟振荡电路和外部时钟振荡电路。

1.4 单片机最小系统

② 时钟电路：

a. 内部时钟振荡电路。在 51 单片机内部有一个高增益相反相放大器，其输入端为芯片引脚 XTAL1，其输出端为引脚 XTAL2，外接晶体振荡器和微调电容，从而构成一个稳定的自激振荡器，如图 1.8 所示。

一般电容 C1 和 C2 取 30pF 左右，晶体的振荡频率范围是 1.2MHz ~ 12 MHz。晶体振荡频率高，则系统的时钟频率也高，单片机运行速度也就快。

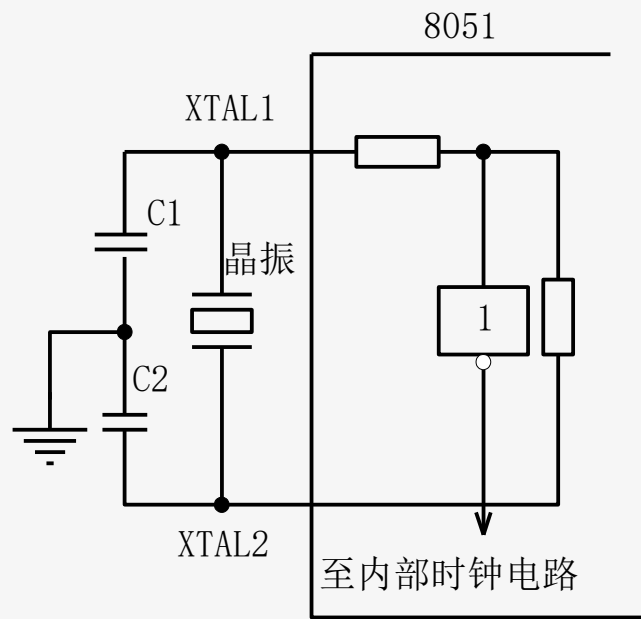


图 1.8 内部时钟振荡电路

1.4 单片机最小系统

② 时钟电路：

b. 引入外部脉冲信号。在由多片单片机组成的系统中，为了各单片机之间时钟信号的同步，应当引入唯一的公用外部脉冲信号作为各单片机的振荡脉冲，外部的脉冲信号是经 XTAL2 引脚注入，其连接如图 1.9 所示。

一般电容 C1 和 C2 取 30pF 左右，晶体的振荡频率范围是 1.2MHz ~ 12 MHz。晶体振荡频率高，则系统的时钟频率也高，单片机运行速度也就快。

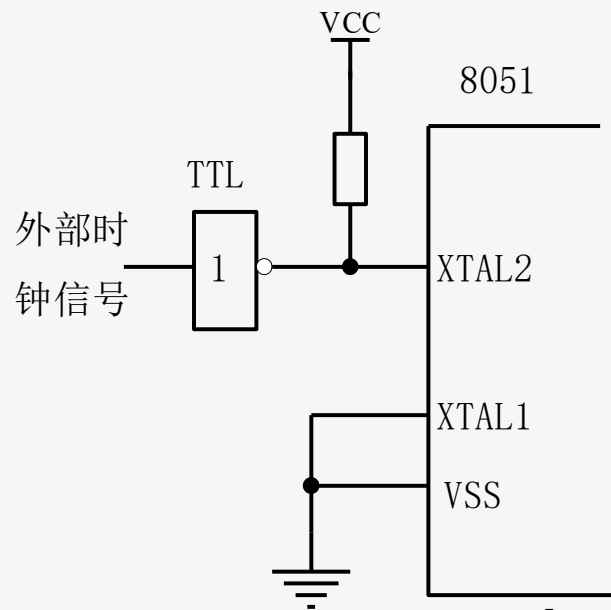
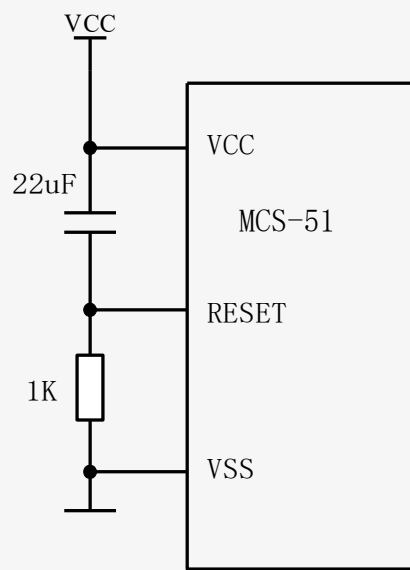


图 1.9 外部时钟源接法

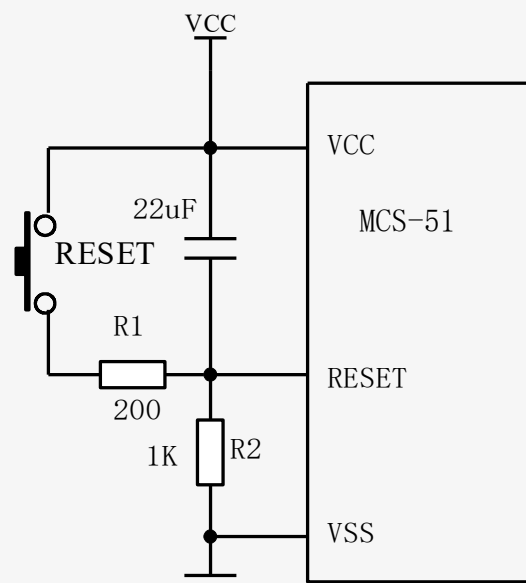
1.4 单片机最小系统

③ 复位电路：

在复位引脚（9脚）持续出现 24 个振荡器脉冲周期（即 2 个机器周期）的高电平信号才能使单片机复位。常见单片机的复位电路如图 1.10（a）、（b）所示。



（a）上电复位电路



（b）按键复位电路

图 1.10 单片机常见的复位电路

1.4 单片机最小系统

③ 复位电路：

图 1.13 (a) 为上电复位电路，它是利用电容充电来实现的。在接电瞬间，RST 端的电位与 VCC 相同，随着充电电流的减少，RST 的电位逐渐下降。只要保证 RST 为高电平的时间大于 2 个机器周期，便能正常复位。

图 1.13 (b) 为按键复位电路。该电路除具有上电复位功能外，若要复位，只需按图 1.3.6

(b) 中的 RESET 键，此时电源 VCC 经电阻 R1、R2 分压，在 RST 端产生一个复位高电平。

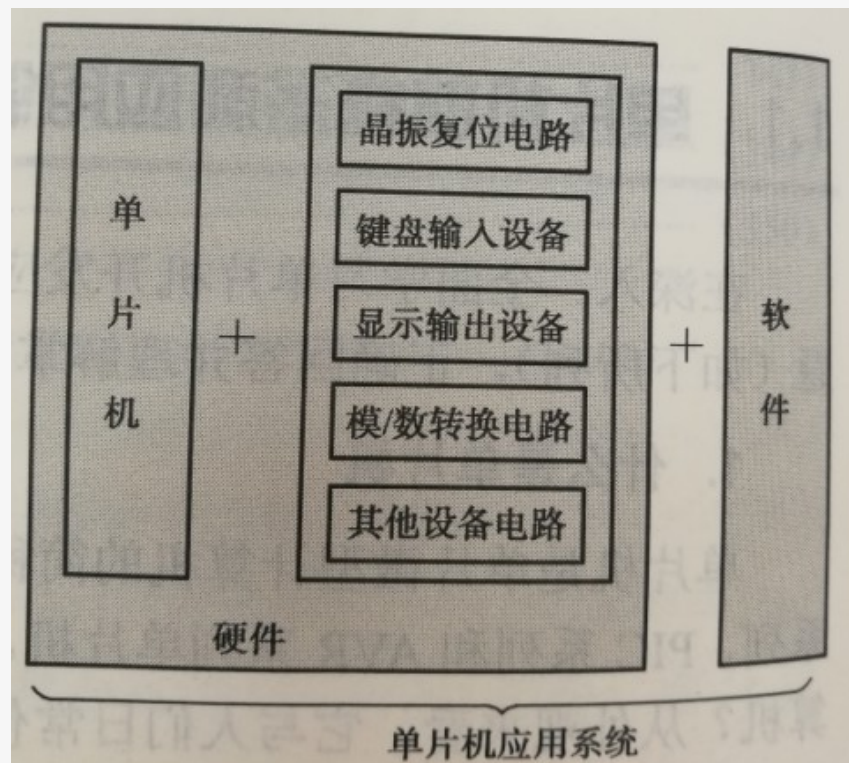
1.4 单片机最小系统

④ 控制引脚 EA 接高电平

EA/VPP（31 脚）为内外程序存储器选择控制引脚，当 EA 为低电位时，单片机从外部程序存储器取指令；当 EA 接高电平时，单片机从内部程序存储器取指令。

1.4 单片机应用系统

单片机应用系统是软件、硬件相结合的综合应用系统，软件和硬件二者缺一不可



1.6 项目总结

本章节主要介绍了单片机基本组成、单片机存储结构、单片机的时序和工作方式、单片机最小系统和单片机典型应用系统，使能够掌握单片机的内部结构、存储结构和最小系统等典型知识，让读者能够使用相关知识解决相关问题奠定了基础。

项目提升

- 1、单片机内部结构有哪几部分组成？
- 2、单片机振荡周期、时钟周期、机器周期、指令周期各指什么？
- 3、单片机的最小系统有哪些电路组成？
- 4、单片机工作方式有哪些？
- 5、单片机复位方法有几种？