

第1章 概述

本章教学要求:

- (1) 了解单片机与微型计算机的区别。
- (2) 熟悉单片机的结构组成。
- (3) 了解单片机的特点与指标。
- (4) 了解单片机的发展历史、常用产品及应用领域。
- (5) 了解单片机基本应用系统的组成。

1.1 单片机的结构组成、特点和指标

微型计算机由运算器、控制器、存储器、输入/输出接口 4 个基本部分和输入/输出设备等组成。如果把运算器与控制器封装在一小块芯片上,则该芯片称为微处理器。如果将 CPU 与大规模集成电路制成的存储器和输入/输出接口电路在印制电路板上用总线连接起来,再配以适当的输入/输出设备(如磁盘存储器、键盘和显示器等),就构成了微型计算机。如果在一块芯片上,集成了一台微型计算机的 4 个基本组成部分,则这种芯片就称为单片微型计算机(Single-Chip Microcomputer),简称单片机。以单片机为核心的硬件电路称为单片机系统。

1.1.1 微型计算机的基本结构

微型计算机的基本结构如图 1-1 所示。

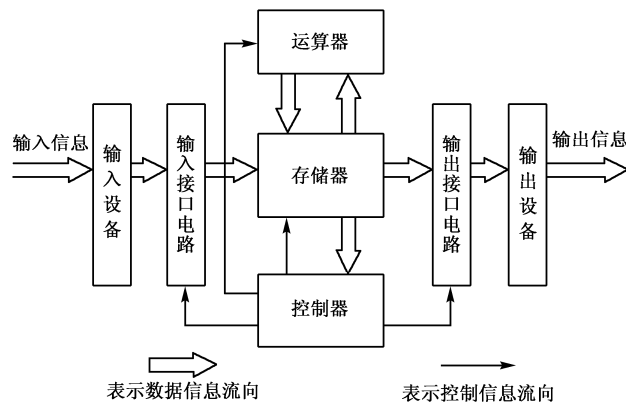


图 1-1 微型计算机的基本结构

1. 控制器

控制器 (Controller) 是计算机的控制核心,它的功能是负责从内部存储器中取出指令,对指令进行分析、判断,并根据指令发出控制信号,使计算机有条不紊地协调工作。

2. 运算器

运算器的核心部件是算术/逻辑单元 (ALU),主要完成算术运算和逻辑运算。

3. 存储器

存储器 (Memory) 是具有记忆功能的部件,用于存储程序和数据。存储器根据其位置不同可分为两类:内部存储器和外部存储器。内部存储器 (简称内存) 和 CPU 直接相连,存放当

前要运行的程序和数据，故称主存储器（简称主存）。它的特点是存取速度快，基本上可与 CPU 处理速度相匹配，但价格较高，存储容量较小。外部存储器（简称外存），主要用于保存暂时不用但又需长时间保留的数据和程序。存放在外存的程序必须调入内存才能运行。外存的存储容量大，价格较低，但存取速度较慢。

4. 输入/输出接口

输入/输出接口（Input/Output, I/O）又称 I/O 接口，是 CPU 与外设相连的逻辑电路，外设必须通过接口才能和 CPU 相连。不同的外设所用接口不同。每个 I/O 接口有一个地址，CPU 按照地址通过对不同的 I/O 接口进行操作来完成对外设的操作。

5. 输入和输出设备

输入和输出设备（如键盘、鼠标、显示器、打印机等）用于和计算机进行信息交流的输入和输出操作。

6. 总线

总线（Bus）是控制器、运算器、存储器、I/O 接口之间相连的一组线。数据总线（Data Bus, DB）是用于传送程序或数据的总线；地址总线（Address Bus, AB）用于传送地址，以识别不同的存储单元或 I/O 接口；控制总线（Control Bus, CB）用于传输控制信号，这些控制信号控制计算机按一定的时序有规律地自动工作。

1.1.2 单片机的基本结构

单片机的基本结构可用图 1-2 所示的框图描述。图 1-2 与图 1-1 的对应关系是：中央处理器（CPU）包含了控制器和运算器；只读存储器（ROM）和随机存储器（RAM），ROM 存放程序，RAM 存放数据；I/O 对应输入接口和输出接口。另外，在单片机内部还集成了定时/计数器（T/C）、中断控制器和系统时钟电路等。单片机用总线实现 CPU，ROM，RAM，I/O 各模块之间的信息传递。其实，具体到某一种型号的单片机，其芯片内部集成的 ROM 和 RAM 的大小、I/O 端口的多少、定时/计数器的多少和位数都不尽相同，但 CPU 只有一个，各模块的功能大致相同。

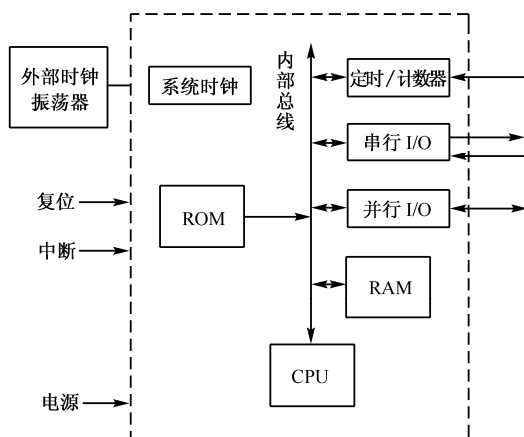


图 1-2 单片机的基本结构

1. 中央处理器

中央处理器(CPU)是单片机的核心单元，由算术/逻辑运算部件和控制部件构成。

2. 程序存储器

程序存储器采用 ROM，用来存放用户程序，可分为 EPROM，Mask ROM，OTP ROM 和 Flash ROM 等。

3. 数据存储器

数据存储器采用 RAM，用来存放程序运行中的工作变量和数据。

4. 并行输入/输出端口

并行输入/输出端口通常为独立的双向 I/O 口，一般既可以用作输入方式，又可以用作输出方式，通过软件编程设定。I/O 口是单片机的重要资源，也是衡量单片机功能的重要指标之一。

5. 串行输入/输出端口

串行输入/输出端口用于单片机和串行设备或其他单片机系统的通信。串行通信有同步和异步之分，可用硬件或通用串行收/发器件实现。

6. 定时/计数器

定时/计数器（T/C）用于单片机内部精确定时或对外部事件进行计数，有的单片机内部有多个定时/计数器。

7. 系统时钟

系统时钟通常需要外接石英晶体或其他振荡源提供时钟信号输入，也有的使用内部 RC 振荡器。系统时钟相当于 PC 中的主频。

以上只是单片机的基本结构，现代的单片机又加入了许多新的功能部件，如模数转换器（ADC）、数模转换器（DAC）、温度传感器、液晶驱动电路、电压监控、“看门狗”电路、低压检测电路等。

1.1.3 单片机的特点

单片机除了具备体积小、价格低、性能强大、速度快、用途广、灵活性强、可靠性高等优点外，它与通用微型计算机相比，在硬件结构和指令功能方面还具有以下独特之处。

1. 存储器 ROM 和 RAM 严格分工

ROM 用作程序存储器，只存放程序、常数和数据表格；而 RAM 用作数据存储器，存放临时数据和变量。这样的设计方案使单片机更适合用于实时控制（也称为现场控制或过程控制）系统。配置较大的程序存储空间，将已调试好的程序固化（即对 ROM 编程，也称为烧录或者烧写），这样不仅掉电时程序不会丢失，还避免了程序被破坏，从而确保了程序的安全性。实时控制仅需容量较小的 RAM，用于存放少量随机数据，这样有利于提高单片机的操作速度。

2. 采用面向控制的指令系统

单片机的指令系统有很强的端口操作和位操作能力，在实时控制方面，尤其是在位操作方面单片机有着不俗的表现。

3. I/O 端口引脚具有复用功能

I/O 端口引脚通常设计有多种功能，以充分利用数量有限的芯片引脚。在应用时，究竟使用多功能引脚的哪一种功能，可以由用户编程确定。

4. 品种规格的系列化

属于同一个产品系列、不同型号的单片机，通常具有相同的内核、相同或兼容的指令系统。其主要的差别仅在于片内配置了一些不同种类或不同数量的功能部件和容量大小不同的 ROM 或 RAM，以适用于不同的被控对象。

5. 硬件功能具有广泛的通用性

单片机的硬件功能具有广泛的通用性。同一种单片机可以用在不同的控制系统中，只是其中所配置的软件不同而已。换言之，给单片机固化上不同的软件，便可形成用途不同的专用智能芯片。

1.1.4 单片机的重要指标

1. 位数

位数是指单片机能够一次处理的数据的宽度，有 1 位机（如 PD7502）、4 位机（如 MSM64155A）、8 位机（如 MCS-51）、16 位机（如 MCS-96）、32 位机（如 IMST414）。

2. 存储器

存储器包括程序存储器和数据存储器。程序存储器空间较大，字节数一般从几 KB 到几十 KB ($1\text{KB} = 2^{10}\text{B} = 1024\text{B}$)，另外还有不同的类型，如 ROM, EPROM, EEPROM, Flash ROM 和 OTP ROM。数据存储器的字节数则通常为几十字节到几百字节之间。程序存储器的编程方式也是用户选择的一个重要因素，有的是串行编程，有的是并行编程，新一代的单片机有的还具有在系统编程 (In-System-Programmable, ISP) 或在应用编程 (In-Application re-Programmable, IAP) 功能，有的还有专用的 ISP 编程接口 JTAG 口。

3. I/O 端口

I/O 端口即输入/输出端口，一般有几个到几十个，用户可以根据自己的需要进行选择。

4. 速度

速度指的是 CPU 的处理速度，以每秒执行多少条指令衡量，常用单位是 MIPS (百万条指令每秒)，目前最快的单片机可达到 100MIPS。单片机的速度通常是和系统时钟 (相当于 PC 的主频) 相联系的，但并不是频率高的处理速度就一定快，对于同一种型号的单片机来说，采用频率高的时钟一般比频率低的速度要快。

5. 工作电压

单片机的工作电压通常是 5V，范围是 $\pm 5\%$ 或 $\pm 10\%$ ，也有 3V/3.3V 电压的产品，更低的可在 1.5V 工作。现代单片机又出现了宽电压范围型，即在 2.5~6.5V 内都可正常工作。

6. 功耗

低功耗是现代单片机所追求的一个目标，目前低功耗单片机的静态电流可以低至微安 (μA , 10^{-6}A) 或纳安 (nA , 10^{-9}A) 级。有的单片机还具有等待、关断、睡眠等多种工作模式，以此来降低功耗。

7. 温度

单片机根据工作温度可分为民用级 (商业级)、工业级和军用级 3 种。民用级的温度范围是 $0\sim 70^{\circ}\text{C}$ ，工业级是 $-40\sim 85^{\circ}\text{C}$ ，军用级是 $-55\sim 125^{\circ}\text{C}$ (不同厂家的划分标准可能不同)。

1.2 单片机的发展历史和产品类型

1.2.1 单片机的发展历史

在 1970 年微型计算机研制成功之后，单片微型计算机就随之出现了。1976 年，Intel 公司首先推出了 MCS-48 系列的单片微型计算机，它具有体积小、功能全、价格低等特点，获得了广泛的应用，为单片机的发展奠定了基础。

单片机的发展历史大致可分为 3 个阶段。

第 1 阶段 (1976—1978 年): 这是单片机刚开始出现时的初级阶段，以 Intel 公司的 MCS-48 系列为代表，此系列单片微型计算机具有 8 位 CPU、并行 I/O 端口、8 位时序同步计数器，寻址范围不大于 4KB，但没有串口。

第 2 阶段 (1978—1982 年): 高性能单片微型计算机阶段，如 Intel 公司的 MCS-51、Motorola 公司的 6801 和 Zilog 公司的 Z-8 等系列。该类单片微型计算机具有串口、多级中断处理系统和 16 位时序同步计数器，RAM 和 ROM 容量加大，寻址范围可达 64KB，有的芯片还有 A/D 转换接口。

第 3 阶段 (1982 年至今): 8 位单片微型计算机改良型及 16 与 32 位单片微型计算机阶段，如 Intel 公司的 16 位单片机 MCS-96 系列、32 位单片机 ARM 系列。

Intel 公司在 20 世纪 80 年代初发布了 MCS-51 系列单片机，其代表芯片包括基本型 8051/8751/8031 和增强型 8052/8752/8032，随后几年又相继推出了 80C51/87C51/80C31 和 80C52/87C52/80C32，这些统称为 51 系列单片机。

到目前为止，世界各地厂商研制出大约 50 个系列、300 多个各具特色的单片机产品。尽管目前单片机的品种繁多，但其中最具典型性的仍当属 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机和以 51 技术为内核的众多派生单片机产品，目前市场上流行并占据主导地位的仍是 51 内核及其兼容单片机。这些单片机和 MCS-51 单片机的指令完全兼容，资料和开发设备比较齐全，价格也比较便宜。另外，从学习的角度来看，有了 51 单片机的基础后，再学习其他单片机时则非常容易。这也正是学习单片机技术要从学习 MCS-51 开始的原因。

1.2.2 单片机的产品类型

自从 8 位单片机诞生至今已 30 多年，在百花齐放的单片机家族中，Intel 公司的 MCS-51 以其典型的结构和完善的总线专用寄存器的集中管理，众多的逻辑位操作功能及面向控制的丰富的指令系统，堪称为一代“名机”，为以后的其他单片机的发展奠定了基础。正因为其优越的性能和完善的结构，导致后来的许多半导体厂商多沿用或参考 MCS-51 体系结构，以 8051 为基核，推出了许多兼容性单片机产品，丰富和发展了 MCS-51 单片机，形成了品种丰富的 80C51 系列产品。MCS-51 系列在 Intel 公司转让技术给 Philips 公司后也产生出很多型号，产品性能也有所提高。

1. 80C51 系列单片机产品

80C51 系列单片机产品繁多，已成为单片机应用的主流产品。除了 Intel 公司的 80C51 系列产品之外，近年来各半导体厂商相继推出的与 80C51 兼容的主要产品有：Atmel 公司融入 Flash 存储器技术的 AT89 系列；宏晶公司的成本低、高性能 STC89 系列；SST 公司的 SST89 系列；Siemens 公司的高抗扰性和电磁兼容性 C500 系列；Philips 公司的 80C51、80C552 系列；Winbond（台湾华邦）的 W78C51、W77C51 高速低价系列；ADI 公司的 AD μ C8XX 高精度 ADC 系列；LG 公司的 GMS90/97 低压高速系列；Maxim 公司的 DS89C420 高速（50 MIPS）系列；Cygnal 公司的 C8051F 高速 SOC 系列。

2. 非 80C51 结构的单片机产品

非 80C51 结构的单片机新品不断推出，给用户提供了更为广泛的选择空间，近年来推出的非 80C51 系列的主要产品有：Intel 的 MCS-96 系列 16 位单片机；Microchip 的 PIC 系列 RISC 单片机；德州仪器公司的 TMS370 和 MSP430F 系列 16 位低功耗单片机；Atmel 公司的 AT90 系列 AVR 单片机；Uvicom 公司的 Scenix 单片机；Zilog 公司的 Z86 系列单片机；美国国家半导体公司的 NSCOP8 单片机；台湾义隆电子的 EM78 系列单片机；以及 Motorola、ARM、NEC、EPSON、东芝、三星、富士通等单片机。

1.2.3 80C51 系列单片机

1. MCS-51 系列

MCS-51 是 Intel 公司生产的单片机系列名称，属于这一系列的单片机有 8051/8751/8031、8052/8752/8032、80C51/87C51/80C31、80C52/87C52/80C32 等。该系列生产工艺有 HMOS（具有高速度和高密度的特点）和 CHMOS（具有 CMOS 低功耗和 HMOS 高速度、高密度的特点）两种工艺。在产品型号中凡带有字母“C”的即为 CHMOS 芯片。CHMOS 芯片的电平既能与 TTL 电平兼容，又与能 CMOS 电平兼容。

在本书的其他章节论述中，常用到 MCS-51 或 8031 这两个词。前者的含义包括了 8051/8751/8031 和 80C51/87C51/80C31 这一系列产品。

本书在第 2~5 章中通过详细讲解 MCS-51 的结构、原理和使用方法，以使读者详细了解 MCS-51 单片机的应用技术，并作为应用其他 51 内核单片机的基础。

2. 80C51 系列

80C51 是 MCS-51 系列中 CHMOS 工艺的一个典型品种，其他厂商以 8051 为基核开发出的 CMOS 工艺单片机产品统称为 80C51 系列。当前常用的 80C51 系列单片机产品种类繁多，性能各异，各有所长。

1) Intel 公司的 MCS-51 系列单片机

MCS-51 系列单片机是 Intel 公司生产的功能较强、价格较低、较早应用的单片机，目前仍被广泛应用。MCS-51 系列单片机的主要产品及其性能见表 1-1。

表 1-1 MCS-51 系列单片机的主要产品及其性能

子系列	型 号	片内存储器/B		I/O 口	UART	中断 源	定时/ 计数器	时钟频率/MHz	A/D 通道	空闲和 掉电模式
		ROM/EPROM	RAM							
8X51/ 52 系列	8031/32	ROMless	128/256	32	1	5	2/3	12	0	no
	8051/52	4/8K ROM	128/256	32	1	5	2/3	12	0	no
	8751/52	4/8K EPROM	128/256	32	1	5	2/3	12	0	no
8XC51/ 52 系列	80C31/32	ROMless	128/256	32	1	5/6	2/3	12 or 16/12 or 16 or 20 or 24	0	yes
	80C51/52	4/8K ROM	128/256	32	1	5/6	2/3	12 or 16/12 or 16 or 20 or 24	0	yes
	87C51/52	4/8K EPROM	128/256	32	1	5/6	2/3	12 or 16 or 20 or 24	0	yes
8XC54/ 58 系列	80C54/58	16/32K ROM	256	32	1	6	3	12 or 16 or 20 or 24	0	yes
	87C54/58	16/32K EPROM	256	32	1	6	3	12 or 16 or 20 or 24	0	yes
8XC51/ FA/FB/ FC 系列	80C51FA	ROMless	256	32	1	7	3+5PCA	12 or 16	0	yes
	83C51FA	8K ROM	256	32	1	7	3+5PCA	12 or 16	0	yes
	83C51FB/FC	16/32K ROM	256	32	1	7	3+5PCA	12 or 16 or 20 or 24	0	yes
	87C51FA/FB/FC	8/16/32K EPROM	256	32	1	7	3+5PCA	12 or 16 or 20 or 24	0	yes
8XL51/ FA/FB/ FC 系列	80L51FA	ROMless	256	32	1	7	3+5PCA	12 or 16 or 20	0	yes
	83L51FA/FB/FC	8/16/32K ROM	256	32	1	7	3+5PCA	12 or 16 or 20	0	yes
	87L51FA/FB/FC	8/16/32K OTP ROM	256	32	1	7	3+5PCA	12 or 16 or 20	0	yes
8XC51G X 系列	80C51GB	ROMless	256	48	1	15	3+10PCA	12 or 16	8	yes
	83C51GB	8K ROM	256	48	1	15	3+10PCA	12 or 16	8	yes
	87C51GB	8K EPROM	256	48	1	15	3+10PCA	12 or 16	8	yes
8XC152 系列	80C152JA/B	ROMless	256	40/58	1	11	2	16.5	0	yes
	83C152JA	8K ROM	256	40	1	11	2	16.5	0	yes

2) Philips 公司的 80C51 系列单片机

在 Intel 公司将 MCS-51 系列技术转让给 Philips 公司后，Philips 主要任务是改善其性能。在原来的基础上发展了高速 I/O 口、A/D 转换器、PWM（脉宽调制）、WDT、复位电路等增强功能，并在低电压、低功耗、掉电检测、扩展串行总线（I²C）和控制网络总线（CAN）等功能加以完善。

在同一时钟频率下，Philips 的 80C51 的运行速度是 8051 的 6 倍，在应用编程（IAP）和在线编程（ILP）功能允许用户 EPROM 实现简单的串行代码编程，使得程序存储器可用于非易失

性数据的存储，芯片仅有 8 个引脚。Philips 的增强型 80C51 系列单片机的主要产品及其性能见表 1-2。

表 1-2 Philips 的增强型 80C51 系列单片机的主要产品及其性能

子系列	型 号	片内存储器/B		I/O 口	UART	中断源	定时/ 计数器	时钟频率 /MHz	A/D 通道	其他 特性
		程序存储器	RAM							
通用型系列	P80C31/P80C32	ROMless	128/256	32	1	5/6	2/3	33	0	
	P80C51/52/54/58	4/8/16/32K ROM	128/256/256/256	32	1	5/6/6/6	2/3/3/3	33	0	
	P87C51/52/54/58	4/8/16/32K OPT	128/256/256/256	32	1	5/6/6/6	2/3/3/3	30 or 33	0	
Flash 型系列	P89C51/52/54/58	4/8/16/32K Flash	128/256/256/256	32	1	6	3	33	0	
	P89C51RX2	16~64K Flash	512	32	1	7	4	33	0	ISP/IAP

Philips 公司在发展 C51 的低功耗、高速度和增强型功能上做了不少贡献，当初主要由其来发展 C51 单片机，其 83Cxx 和 87Cxx 系列省去了并行扩展总线，适合于作为家用电器类控制的经济型单片机。

3) Atmel 公司的 AT89 系列单片机

Atmel 公司推出的 AT89 系列兼容 C51 的单片机，完美地将 Flash(非易失闪存技术)EEPROM 与 80C51 内核结合起来，仍采用 C51 的总体结构和指令系统，Flash 的可反复擦写程序存储器能有效地降低开发费用，并能使单片机作多次重复使用。在我国单片机应用产品中被大量使用。Atmel 公司的 AT89 系列单片机主要产品及其性能见表 1-3。

表 1-3 Atmel 公司的 AT89 系列单片机主要产品及其性能

子系列	型 号	片内存储器/B		I/O 口	UART	中断源	定时/ 计数器	时钟频率 /MHz	A/D 通道	其他 特性
		Flash	RAM							
8 位 Flash 系列	AT89C51/52	4/8K	128/256	32	1	5	2/3	33	0	
	AT89C51RC	32K	512	32	1	6	3	40	0	WDT
	AT89LV51/52/55	4/8/20K	128/256/256	32	1	6	2/3/3	16/16/12	0	
	AT89C1051/2051/4051	1/2/4K	64/128/128	15	1		2	24/25/26	0	
ISP_Flash 系列	AT89S51/52/53	4/8/12K	128/256/256	32	1	5/5/6	2/3/3	124/25/24	0	WDT/ISP
	AT89LS51/52/53	4/8/12K	128/256/256	32	1	6	2/3/3	16/16/12	0	ISP
	AT89S8252	8K	256	32	1	6	3	24	0	ISP
	AT89C5115	16K	256		1	6	2	40	8	WDT/ISP
I ² C_Flash 系列	AT89C51RB2/ED2	16/64K	256	32/44	1	6/9	3	60/40	0	WDT/SPI/ISP
	AT89C51RD2	64K	256	32/48	1	6	3	40	0	WDT/SPI/ISP
	AT89C51AC2	32K	256	34	1	6	3	40	8	WDT/ISP

Atmel 的 8 位单片机有 AT89、AT90 两个系列。AT89 系列是 8 位 Flash 单片机，与 8051 系列单片机相兼容，静态时钟模式；AT90 系列单片机是增强 RISC 结构、全静态工作方式、内载在线可编程 Flash 的单片机，也称为 AVR 单片机。

4) 宏晶公司的 STC89 系列单片机

宏晶公司的 STC89 系列单片机是以 8051 为内核派生出的一款成本低、高性能单片机，增加了大量的新功能。STC89C51RC/RD+ 系列单片机支持 ISP（在系统编程）及 IAP（在应用编程）技术。使用 ISP 技术可不需要编程器，而直接在用户系统板上烧录用户程序，修改调试非常方便。利用 IAP 技术能将内部部分专用 Flash 当作 EEPROM 使用，实现停电后保存数据的功

能，擦写次数为 100 000 次以上，可省去外接 EEPROM（如 93C46、24C02 等）。而且指令代码完全兼容传统 8051，硬件无须改动，速度比传统 8051 快 8~12 倍，带 ADC，4 路 PWM，双串口，有全球唯一 ID 号，加密性好，抗干扰强。宏晶公司的 STC89 系列单片机主要产品及其性能见表 1-4。

表 1-4 宏晶公司的 STC89 系列单片机主要产品及其性能

型 号	最高时钟频率		Flash 存储器/B	RAM /B	串口 UART	DPTR	中断 源	定时 器	EEPROM/B	降低 EMI	WDT	双倍 数	P4 口	ISP	IAP	A/D
	/MHz															
	5V	3V														
STC89C51RC/52RC	0~80		4/8K	512	1	2	8	3	1K+	yes	yes	yes	yes	yes	yes	
STC89C53RC	0~80		15K	512	1	2	8	3		yes	yes	yes	yes	yes	yes	
STC89C54RD+/58RD+	0~80		16/32K	1280	1	2	8	3	8K+	yes	yes	yes	yes	yes	yes	
STC89C516RD+	0~80		63K	1280	1	2	8	3		yes	yes	yes	yes	yes	yes	
STC89LE51RC/52RC		0~80	4/8K	512	1	2	8	3	1K+	yes	yes	yes	yes	yes	yes	
STC89LE53RC		0~80	15K	512	1	2	8	3		yes	yes	yes	yes	yes	yes	
STC89LE54RD+/58RD+		0~80	16/32K	1280	1	2	8	3	8 K+	yes	yes	yes	yes	yes	yes	
STC89LE516RD+		0~80	64K	1280	1	2	8	3		yes	yes	yes	yes	yes	yes	
STC89LE516AD		0~90	64K	512	1	2	8	3		yes			yes	yes		yes
STC89LE516X2		0~90	64K	512	1	2	8	3		yes		yes	yes	yes		yes

5) SST 公司的 SST89 系列单片机

SST 公司生产的 SST89 系列单片机以 51 为内核，与 MCS-51 系列单片机完全兼容。SST89 系列单片机主要产品及其性能见表 1-5。

表 1-5 SST89 系列单片机主要产品及其性能

型 号	时钟频率/MHz		Flash 存储器/B	RAM/B	串 口		PCA	中 断		DPTR	降低 EMI	掉电 检测	WDT
	5V	2.7~3.6V			UART	SPI		源	优先级				
SST89C54	0~33	0~12	16K+4K	256	1ch		0	6	2	1			yes
SST89C58	0~33	0~12	32K+4K	256	1ch		0	6	2	1			yes
SST89E554RC	0~40		32K+8K	1K	1ch+	yes	5ch	9	4	2	yes	yes	yes
SST89E564RD	0~40		64K+8K	1K	1ch+	yes	5ch	9	4	2	yes	yes	yes
SST89V554RC		0~40	32K+8K	1K	1ch+	yes	5ch	9	4	2	yes	yes	yes
SST89V564RD		0~40	64K+8K	1K	1ch+	yes	5ch	9	4	2	yes	yes	yes

6) Siemens 公司的 C500 系列单片机

Siemens 公司也沿用 C51 的内核，相继推出了 C500 系列单片机，在保持了与 C51 指令兼容的前提下，其产品的性能得到了进一步的提升，特别是在抗干扰性能、电磁兼容和通信控制总线功能上独树一帜，其产品常用于工作环境恶劣的场合，也适用于通信和家用电器控制领域。

7) Winbond 公司的 W78/W77 系列单片机

中国台湾的 Winbond 公司也开发了一系列兼容 C51 的单片机，其产品具备丰富的功能特性，而且以其质优价廉在市场也占有一定的份额。W78 系列与标准的 8051 兼容，W77 系列为增强型 51 系列，对 8051 的时序作了改进，在同样时钟频率下，速度提高了 2.5 倍。Flash ROM 容量从 4~64KB，有 ISP 功能。

1.2.4 其他系列单片机

德州仪器公司有 TMS370 和 MSP430 两大系列通用单片机。TMS370 系列是 8 位 CMOS 单片机，具有多种存储模式、多种外围接口模式，适用于复杂的实时控制场合；MSP430 系列是一种超低功耗、功能集成度较高的 16 位低功耗单片机，特别适用于要求功耗低的场合。MSP430 的功能较强，是一种特低功耗的 Flash 微控制器，可用于三表（电表、水表、燃气表）及超低功耗场合。

Microchip 单片机是市场份额增长较快的单片机。它的主要产品是 PIC 系列 8 位单片机，CPU 采用 RISC 结构，运行速度快，价格低，适于用量大、档次低、价格敏感的产品。PIC 单片机的突出特点是体积小，功耗低，指令集精简，抗干扰性好，可靠性高，有较强的模拟接口，代码保密性好，大部分芯片有 Flash 程序存储器。

Motorola 是世界上最大的单片机生产厂家之一，品种全、选择余地大、新产品多。其特点是噪声低，抗干扰能力强，比较适合于工控领域及恶劣的环境。

AVR 是增强 RISC 内载 Flash 的单片机，单片机内部 32 个寄存器全部与 ALU 直接连接，突破瓶颈限制，每 1MHz 可实现 1MIPS 的处理能力，为高速、低功耗产品。端口有较强的负载能力，可以直接驱动 LED。支持 ISP、IAP，I/O 口驱动能力较强。

Scenix 单片机除传统的 I/O 功能模块如并行 I/O、UART、SPI、I²C、A/D、PWM、PLL、DTMF 等外，还增加了新的 I/O 模块（如 USB、CAN、J1850、虚拟 I/O 等）。其特点是双时钟设置，指令运行速度较快，具有虚拟外设功能，柔性化 I/O 端口，所有的 I/O 端口都可单独编程设定。

Epson 单片机主要为日本爱普生公司生产的 LCD 配套。其单片机的特点是 LCD 驱动部分性能较好，低电压、低功耗。

Z8 单片机是 Zilog 公司的主要产品，采用多累加器结构，有较强的中断处理能力。

National 的 COP8 单片机片内集成了 16 位 A/D，内部使用了抗电磁干扰 EMI（Electro Magnetic Interference）电路，在看门狗电路及单片机的唤醒方式上都有独到之处。程序加密控制功能也比较好。

中国台湾义隆电子的 EM78 系列单片机采用高速 CMOS 工艺制造，低功耗设计，为低功耗产品。具有 3 个中断源、R-OPTION 功能、I/O 唤醒功能、多功能 I/O 口、优越的数据处理性能。有很大一部分与 PIC 8 位单片机兼容，且相兼容产品的资源相对比 PIC 的多，价格便宜，有很多系列可选，但抗干扰较差。

中国台湾盛扬半导体的 HOLTEK 单片机产品，种类较多，但抗干扰较差，价格便宜，适用于消费类产品。

中国台湾松翰公司的 SONIX 单片机，大多为 8 位机，有一部分与 PIC 8 位单片机兼容，价格便宜，系统时钟分频可选项较多，有 PMW、ADC、内振、内部杂讯滤波，抗干扰性能较好。但 RAM 空间过小。

1.3 单片机的应用

1.3.1 单片机应用领域

单片机的主要应用领域有以下几个方面。

1. 智能化产品

单片机与传统的机械产品相结合，使传统的机械产品结构简单化，控制智能化，构成新一

代的机电一体化产品。目前，单片机广泛用于工业自动控制（如数控机床、可编程顺序控制、电机控制、工业机器人、离散与连续过程自动控制）、家用电器（如微波炉、电视机、音响设备、游戏机）、办公设备（如传真机、复印机）、电信技术（如调制解调器、数字滤波、智能线路运行控制）等应用领域。在电传、打印机设计中，由于采用了单片机，可以节省近千个机械部件；用单片机控制空调机，使制冷量无级调节的优点得到了充分的发挥，并增加了多种报警与控制功能；用单片机还可以实现通信系统中的临时监控、自适应控制、频率合成、信道搜索等功能，从而构成自动拨号无线电话网、自动呼叫应答设备和程控调度电话分机等。

2. 智能化仪表

将单片机植入测量、控制仪表后，能促进仪表向数字化、智能化、多功能化、综合化和柔性化发展，并使监测、处理、控制等功能一体化，使仪表质量大大减小，便于携带和使用，同时降低了成本，提高了性能价格比，长期以来测量仪器中的误差修正、线性化处理等难题也可迎刃而解。单片机智能仪表的这些特点不仅使传统的仪器、仪表发生根本的变革，也促进了传统仪器、仪表行业的技术改革。

3. 智能化测控系统

测控系统特点是工作环境恶劣，各种干扰繁杂，而且往往要求测控实时性强、工作稳定可靠、抗干扰能力强。单片机最适合应用于工业测控领域，可以构成各种工业检测与控制系统，如温室气候控制、电镀生产线自动控制系统等。在导航控制方面，如导弹控制、鱼雷制导、智能武器装置、航天导航系统等领域中，单片机也发挥着不可替代的作用。

4. 智能化接口

在通用计算机的外部设备中，如键盘、打印机、绘图仪、磁盘驱动器、UPS、图形终端和各种智能终端等，都已实现了单片机控制和管理。在计算机应用系统中，通常都采用单片机对接口设备进行控制和管理，使主机和接口设备能并行工作。这不仅大大提高了系统的运算速度，而且接口设备在单片机的控制下还可以对接口数据进行预处理，如数字滤波、线性化处理、误差修正等，减小了主机和接口界面的通信密度，极大地提高了接口控制的管理水平。例如，在通信接口中采用单片机可以对数据进行编码/解码、分配管理、接收/发送控制等工作。

由上所述，单片机技术无疑将是 21 世纪最为活跃的电子应用技术之一。随着微控制技术（以软件代替硬件的高性能控制技术）的发展，单片机的应用必将导致传统控制技术发生巨大变革。

1.3.2 单片机应用举例

单片机应用系统是以单片机为核心构成的智能化产品。其智能化体现在以单片机为核心构成的微型计算机系统，保证了产品的智能化处理与智能化控制能力。

下面通过一个利用单片机技术实现水塔水位自动控制的简单应用实例，说明单片机的实际应用，以增强读者学习单片机技术的兴趣。

1. 水塔水位的控制原理

图 1-3 是一个水塔水位控制原理图。图中虚线表示允许水位变化的上下限。在正常情况下，应保持水位在虚线范围之内。为此，在水塔内的不同高度安装 3 根金属棒，以感知水位的变化情况。其中，A 棒处于水位下限以下，B 棒处于下限水位，C 棒处于上限水位。A 棒

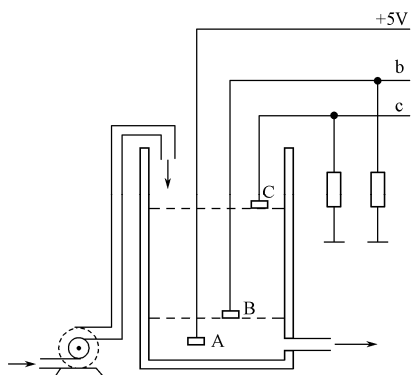


图 1-3 水塔水位控制原理图

接+5V 电源，B、C 棒各通过一个电阻与+5V 电源的地相连。水塔由电机带动水泵供水，单片机控制电机转动，以达到对水位控制之目的。

供水时，水位上升，当达到上限时，由于水的导电作用，B、C 棒与 A 棒导电，从而与+5V 电源连通。因此，b、c 两端均呈高电平状态，这时应使电机和水泵停止工作，不再给水塔供水。

当水位降到下限以下时，B、C 棒不能与 A 棒导电，从而断开与+5V 电源的连通。因此，b、c 两端均呈低电平状态。这时，应启动电机，带动水泵工作，给水塔供水。

当水位处于上下限之间时，B 棒与 A 棒导电，而 C 棒不能与 A 棒导电。因此，b 端呈高电平状态，c 端呈低电平状态。这时，无论是电机已在运转状态，带动水泵给水塔供水，使水位不断上升；还是电机在停止状态，水泵停止给水塔供水，用户用水使水位在不断下降，都应维持电机和水泵的现有工作状态，直到水位上升到水位上限或下降到水位下限。

2. 单片机控制器

应用 8031 单片机实现的水塔水位控制器如图 1-4 所示。

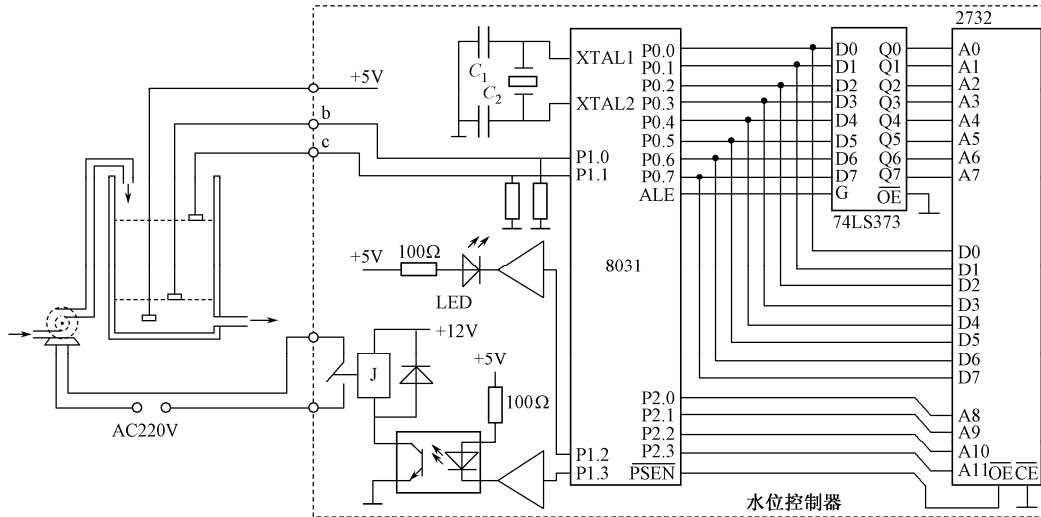


图 1-4 应用 8031 单片机实现的水塔水位控制器

该控制器的作用说明如下：

(1) 由于 8031 单片机没有内部 ROM，因此，需外扩展外部 ROM 作为程序存储器。本系统使用 2732 EPROM 构成 4KB 的外部扩展程序存储器，74LS373 作为地址锁存器。

(2) 两个高、低水位信号分别由 8031 单片机的 P1.1 口和 P1.0 口输入，这两个信号共有 4 种组合状态，见表 1-6。其中，第三种组合 (c=1、b=0) 在正常情况下是不可能发生的，但在设计中还是应该考虑到，并作为一种故障状态处理。

(3) 水泵电机的运转控制信号由 8031 单片机的 P1.3 口输出。为了提高控制的可靠性，使用了光电耦合器件。

(4) 由 8031 单片机的 P1.2 口输出报警信号，驱动一支发光二极管实现光报警。

3. 控制程序设计

硬件设计完成后，就该进行软件程序设计了。根据上述水位控制的要求和水位控制器的硬件设计，设计控制程序流程图和编写控制程序。程序设计可以用 51 汇编语言编程，也可用 C51 语言编程。下面分别给出用这两种语言的编程结果。

表 1-6 水位信号及操作状态表

状 态	c (P1.1)	b (P1.0)	操作 (P1.2, P1.3)
1	0	0	清除报警 (P1.2=1), 电机运转 (P1.3=0)
2	0	1	维持原状 (P1.2 和 P1.3 的状态不变)
3	1	0	故障报警 (P1.2=0), 电机停转 (P1.3=1)
4	1	1	清除报警 (P1.2=1), 电机停转 (P1.3=1)

1) 程序流程图

根据题意, 设计水塔水位控制程序流程如图 1-5 所示。

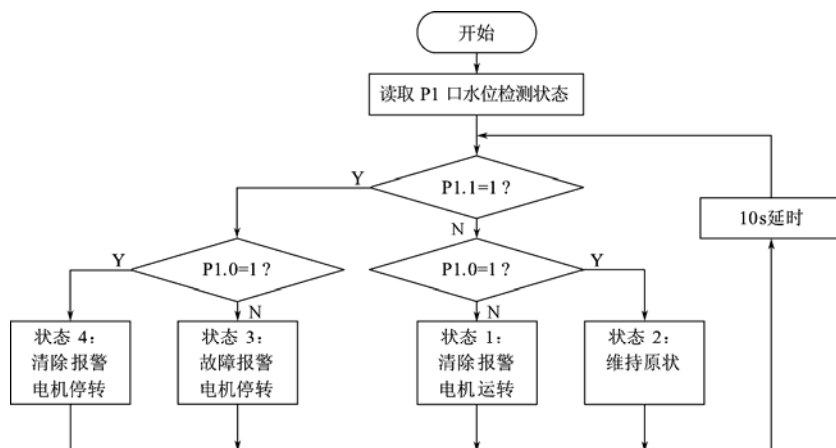


图 1-5 水塔水位控制程序流程图

2) 51 汇编语言程序

```

;****主程序****
                ORG      0100H
                ORL      P1, #03H      ;对 P1 口输入位初始化
                AJMP     Star
Loop:          ACALL    D10S          ;调用 10 s 延时程序
Star:         MOV      A, P1          ;读水位检测口的状态
                JB      ACC.1, St3_4   ;P1.1=1, 则转
                JB      ACC.0, State2   ;P1.1=0, P1.0=1, 则转状态 2

                ;****P1.1=0, P1.0=0, 状态 1****
State1:       SETB    92H             ;P1.2←1, 清除报警
                CLR     93H             ;P1.3←0, 电机运转
                AJMP    Loop

                ;****P1.1=0, P1.0=1, 状态 2****
State2:       AJMP    Loop            ;维持原状不变

St3_4:       JB      ACC.0, State4     ;P1.1=1, P1.0=1, 则转状态 4

                ;****P1.1=1, P1.0=0, 状态 3****
State3:       CLR     92H             ;P1.2←0, 故障报警
    
```

```

        SETB    93H            ;P1.3←1, 电机停转
        AJMP   Loop

        ;****P1.1=1, P1.0=1, 状态 4****
State4: SETB    92H            ;P1.2←1, 清除报警
        SETB    93H            ;P1.3←1, 电机停转
        AJMP   Loop

;****延时子程序 D10S (延时 10 s) ****
        ORG    0150H
D10S:  MOV    R3, #19H
Loop1: MOV    R1, #85H
Loop2: MOV    R2, #FAH
Loop3: DJNZ   R2, Loop3
        DJNZ   R1, Loop2
        DJNZ   R3, Loop1
        RET

```

3) C51 语言程序

```

#include <reg52.h>
#define uint unsigned int
sbit P10=P1^0;           //定义位变量 P10,表示 P1.0
sbit P11=P1^1;           //定义位变量 P11,表示 P1.1
sbit P12=P1^2;           //定义位变量 P12,表示 P1.2
sbit P13=P1^3;           //定义位变量 P13,表示 P1.3

/*10s 延时函数 (按照单片机的晶振为 12MHz 计算)*/
void delay10s()
{
    uint x, y, z;
    for (z=10;z>0;z--)
        {for(x=1000;x>0;x--)
            for(y=120;y>0;y--)
                {;}}
}

/*初始化函数*/
void init()
{
    P10=0x01;             //将 P1.0 初始化为输入位
    P11=0x01;             //将 P1.1 初始化为输入位
}

/*输入扫描和输出控制函数
扫描 P1.0 和 P1.1 的状态,进而进行相应输出控制操作*/
void scan_control ()
{

```

```

if(P11==1)
{
    if(P10==1)
        {P12=1; P13=1;}          //若 P1.1 为 1 并且 P1.0 为 1,则清除报警,电机停转
    else
        {P12=0; P13=1;}        //若 P1.1 为 1 并且 P1.0 为 0,则故障报警,电机停转
}
else
{
    if (P10==1)
        {;}                    //若 P1.1 为 0 并且 P1.0 为 1,则维持原状不变
    else
        {P12=1; P13=0;}        //若 P1.1 为 0 并且 P1.0 为 0, 则清除报警,电机运转
}
}

/*主函数*/
void main()
{
    init();                    //调用初始化函数
    while(1)                   //进入不断循环
    {
        scan_control();        //调用输入扫描和输出控制函数
        delay10s();            //调用 10s 延时函数
    }
}

```

1.4 单片机技术相关网站

在 Internet 上很多有关单片机技术的网站，其中有大量的关于各种单片机的技术和应用信息，下面列出一些常见的网址供读者参考。

- 单片机教程网 (www.51hei.com)
- 单片机学习网 (www.mcustudy.com)
- 单片机爱好者 (www.mcufan.com)
- 周立功单片机 (www.zlgmcu.com)
- 中源单片机 (www.zymcu.com)
- 嵌入开发网 (www.embed.com.cn)
- 老古开发网 (www.laogu.com)
- 武汉力源 (www.icbase.com)
- 新启点单片机 (www.mcu99.com)
- 中国单片机公共实验室 (www.Bol-system.com)
- 中国单片机在线 (www.mcuchina.com)
- 中国电子网 (www.21ic.com)

- 电子工程网 (www.embcom.net)
- Proteus 仿真论坛 (proteus.5d6d.com)
- 阿莫电子论坛 (www.amobbs.com)

有关单片机技术的网站有很多，读者可以通过各种搜索引擎搜索相关网站。

思考题与习题 1

- 1-1 微型计算机通常由哪些部分组成？各有哪些功能？
- 1-2 单片微型计算机与一般微型计算机相比较有哪些区别？有哪些特点？
- 1-3 简述计算机的工作过程。
- 1-4 简述单片机的几个重要指标的定义。
- 1-5 单片微型计算机主要应用在哪些方面？
- 1-6 为什么说单片微型计算机有较高的性能价格比和抗干扰能力？
- 1-7 简述单片机应用系统的基本组成。