

高等职业教育教材

MCS-51 单片机原理与应用

天津市高等教育自学考试委员会 组稿

李维祥 主编

李维祥 孙秀强 孙桂玲 郭法楼 编

天津大学出版社

内 容 提 要

本教材是按照天津市高等教育自学考试委员会拟定的大纲编写的。主要内容有单片机应用基础、MCS-51 单片机结构的工作原理、MCS-51 单片机指令系统、MCS-51 单片机程序设计举例、存储器及其扩展、中断系统、输入和输出、MCS-51 定时器 计数器及其应用、MCS-51 单片机串行口及应用、键盘和 LED 显示接口和 D/A 与 A/D 接口。

本书是高等职业教育电子类专业教材,也可供相关专业高自考生及各类培训班人员选用。

前 言

计算机技术是 20 世纪最卓越的科技成就之一。20 世纪 70 年代,微型计算机的面世极大地推动了各行各业技术的飞速发展。如今,学习、掌握计算机应用技术,无疑已成为人们生产和生活的一种迫切需求。个人计算机(PC机)以其强大的运算能力、海量存储能力和卓越高效的信息管理与处理能力,正在不断地改变着人们的生产和生活方式。与个人计算机同步发展起来的单片微型计算机,以其特有的结构、优良的性能和很高的性能价格比,在测量、控制领域中独树一帜。

从计算机的角度来看,单片机是一个芯片级的微型计算机,它具有微机的基本结构与功能,是微型计算机的一个品种;而从电子技术的角度来看,单片机是一块具有微机功能的、可编程序的大规模集成电路芯片,可以将它嵌入电子系统中起到一个“电脑”作用。所以,我们学习单片机是从电子系统设计的角度来审视它、应用它的。

电子系统设计,从方法到部件选用已发生和正在发生着巨大变化,电子设计自动化方法(EDA)正在代替传统设计方法。而具有不同功能的、以 CPU 为内核的电子部件层出不穷,单片机、嵌入式微处理器、数字信号处理器(DSP)以及各种可编程序逻辑部件,已促使电子系统设计进入了一个更高的层次。

简捷与优良的控制功能是单片机所具有的特点,所以单片机也称为微控制器(MCU)。单片机作为一门课程,已成为理、工科电子类专业的一门基础课程,这是从电子系统设计角度考虑的,它体现了电子系统设计的方法和硬件结构的变化。因此,以单片机为内核,分析和设计一个简单的电子应用系统是我们学习本课程要达到的目的。本教材以 MCS-51 单片机为主,阐述了单片机原理及应用,具有很强的实用性和广泛的代表性。它可以作为电子类专业学生学习单片机的入门教材。

本教材的编写大纲是在天津市高等教育自学考试中心组织下,征求天津市有关兄弟院校老师的意见而制定的,是集思广益的结果。李维祥主编全书。参加本教材编写的人员有李维祥(第 1、4、9 章)、孙秀强(第 2、6、7、8 章)、孙桂玲(第 3、5 章)、郭法楼(第 10、11 章)、隋燕、武洪娟进行了有关图表的制作和编辑。本教材的出版是在天津大学出版社大力支持下完成的,在此表示感谢。

因作者水平有限,时间仓促,难免有错误和不妥之处,敬请广大读者提出宝贵意见。

编 者
2001 年 1 月 20 日

目 录

第 1 章 单片机应用基础	(1)
1.1 什么是微处理器？什么是单片机？	(1)
1.2 单片机的特点	(3)
1.3 单片机应用系统组成及开发方法	(4)
1.3.1 单片机应用系统的组成	(4)
1.3.2 单片机应用系统的仿真与调试	(7)
1.4 二进制运算及其编码	(8)
1.4.1 二进制、十进制、十六进制	(8)
1.4.2 二进制运算	(9)
1.4.3 原码、补码及补码运算	(11)
1.4.4 BCD (Binary-Coded Decimal) 码	(16)
1.4.5 ASCII (American National Standard Code for Information Interchange) 码	(17)
本章小结	(18)
习 题	(18)
第 2 章 MCS-51 单片机结构和工作原理	(20)
2.1 MCS-51 单片机的基本结构	(20)
2.2 MCS-51 内部中央处理器 CPU	(21)
2.2.1 控制器	(21)
2.2.2 运算器	(23)
2.3 MCS-51 存储器组织	(25)
2.3.1 数据存储器 (RAM)	(25)
2.3.2 程序存储器	(29)
2.4 并行输入/输出口电路结构	(29)
2.4.1 P ₀ 口	(29)
2.4.2 P ₁ 口	(31)
2.4.3 P ₂ 口	(31)
2.4.4 P ₃ 口	(31)
2.5 MCS-51 的信号引脚	(31)
2.5.1 信号引脚介绍	(31)
2.5.2 信号引脚的第二功能	(32)
2.6 MCS-51 的外部总线结构	(33)
2.7 时钟电路与时序	(34)
2.7.1 时钟电路	(34)
2.7.2 时序定时单位	(35)
2.7.3 MCS-51 指令时序	(36)

2.7.4	从外部程序空间读取指令的时序	(38)
2.7.5	外部数据空间读写时序	(38)
2.8	MCS-51 单片机的复位操作	(39)
2.8.1	复位操作的主要功能	(39)
2.8.2	复位信号及其产生	(39)
2.9	MCS-51 单片机的节电方式	(40)
2.9.1	待机方式	(41)
2.9.2	掉电保护方式	(41)
	本章小结	(41)
	习 题	(41)
第 3 章	MCS-51 单片机指令系统	(43)
3.1	指令格式	(43)
3.2	MCS-51 的寻址方式	(43)
3.2.1	立即寻址	(43)
3.2.2	直接寻址	(43)
3.2.3	寄存器寻址	(44)
3.2.4	寄存器间接寻址	(44)
3.2.5	变址寻址	(45)
3.2.6	相对寻址	(45)
3.2.7	位寻址	(46)
3.3	指令系统	(47)
3.3.1	数据传送类指令	(47)
3.3.2	算术运算类指令	(50)
3.3.3	逻辑操作类指令	(52)
3.3.4	控制转移类指令	(54)
3.3.5	位操作类指令	(59)
	本章小结	(61)
	习 题	(61)
第 4 章	MCS-51 单片机程序设计举例	(63)
4.1	数据传送及处理程序	(63)
4.2	算术运算类程序	(64)
4.3	逻辑运算类程序	(66)
4.4	查表程序	(68)
4.5	软件延时程序	(71)
4.6	代码转换程序	(71)
4.7	数据块处理程序	(73)
4.8	I/O 接口程序	(77)

本章小结	(79)
习 题	(79)
第 5 章 存储器及其扩展	(81)
5.1 常用存储器介绍.....	(81)
5.1.1 随机存取存储器 (Random Access Memory—RAM)	(81)
5.1.2 只读存储器 (Read Only Memory—ROM)	(82)
5.1.3 典型存储器芯片	(82)
5.2 地址译码与控制.....	(91)
5.2.1 地址锁存器	(91)
5.2.2 线选法	(93)
5.2.3 地址译码法	(95)
5.3 单片机与 RAM 连接方法	(99)
5.3.1 外扩 2k 字节 RAM	(100)
5.3.2 外扩 4k 字节 RAM	(101)
5.4 单片机与 EPROM 连接方法	(101)
5.4.1 扩展 2k 字节 EPROM 的连接方法	(102)
5.4.2 扩展 4k 字节 EPROM 的连接方法	(102)
5.4.3 扩展 8k 字节 EPROM 的连接方法	(103)
5.4.4 扩展 64k 字节 EPROM 的连接方法	(103)
5.4.5 单片机与 E ² PROM 的连接方法	(107)
本章小结.....	(107)
习 题.....	(108)
第 6 章 中断系统.....	(109)
6.1 中断的基本概念	(109)
6.1.1 中断	(109)
6.1.2 中断系统的功能	(109)
6.2 8051 单片机的中断系统	(110)
6.2.1 中断源	(111)
6.2.2 中断控制	(111)
6.2.3 中断处理过程	(114)
6.2.4 中断请求的撤除	(116)
6.2.5 中断响应时间	(117)
本章小结.....	(117)
习 题.....	(117)
第 7 章 输入和输出.....	(119)
7.1 微型计算机 I/O 接口技术简述	(119)

7.1.1	I/O 接口电路的功能	(119)
7.1.2	I/O 接口的构成	(119)
7.1.3	数据总线隔离技术	(120)
7.1.4	I/O 端口的编址	(121)
7.2	微型机与外设之间的数据传送方式	(122)
7.2.1	程序传送	(122)
7.2.2	中断传送	(123)
7.2.3	直接存储器存取传送 (DMA)	(123)
7.3	MCS-51 单片机 I/O 口直接应用	(123)
7.3.1	有关 I/O 口的操作指令	(123)
7.3.2	I/O 口的直接应用	(124)
7.4	单片机简单的 I/O 扩展	(126)
7.4.1	简单输入接口扩展	(126)
7.4.2	简单输出接口扩展	(127)
7.5	8255A 作单片机的可编程 I/O 扩展	(128)
7.5.1	8255A 的逻辑结构和信号引脚	(128)
7.5.2	总线接口电路	(129)
7.5.3	控制逻辑电路	(130)
7.5.4	8031 和 8255A 的接口	(130)
7.5.5	8255A 的工作方式及数据 I/O 操作	(130)
7.5.6	8255A 的控制字及初始化编程	(132)
7.6	8155 作单片机的可编程 I/O、RAM 存储器和定时器 计数器扩展	(134)
7.6.1	8155 基本结构及工作方式	(134)
7.6.2	8155 与 MCS-51 单片机的连接	(136)
7.6.3	8155 的命令 状态字	(137)
7.6.4	8155 的定时器 计数器简介	(137)
	本章小结.....	(139)
	习 题.....	(140)
第 8 章	MCS-51 定时器/计数器及其应用.....	(141)
8.1	定时方法概述	(141)
8.2	定时器/计数器的定时和计数功能	(141)
8.3	定时器/计数器的控制寄存器	(142)
8.4	MCS-51 的定时器/计数器工作方式	(143)
8.4.1	定时器/计数器工作方式 0	(143)
8.4.2	定时器/计数器工作方式 1	(146)
8.4.3	定时器/计数器工作方式 2	(147)
8.4.4	定时器/计数器工作方式 3	(149)
8.5	门控位 GATE 的功能和使用方法	(150)

8.6 用定时器/计数器进行外部中断扩展	(51)
本章小结.....	(51)
习 题.....	(51)
第 9 章 MCS-51 单片机串行口及应用	(53)
9.1 串行通信的基本概念	(53)
9.1.1 异步通信方式 ASYNC (Asynchronous Data Communication)	(53)
9.1.2 通用异步收发器 UART (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter).....	(53)
9.1.3 波特率	(54)
9.1.4 奇、偶校验	(54)
9.1.5 串行通信传送方式	(54)
9.2 MCS-51 单片机串行口的结构及工作原理	(55)
9.2.1 MCS-51 单片机串行口结构.....	(55)
9.2.2 串行口控制寄存器 SCON	(55)
9.2.3 特殊功能寄存器 PCON	(57)
9.2.4 串行发送、接收缓冲器 SBUF	(57)
9.2.5 串行通信中波特率设置	(58)
9.3 串行口工作时序及应用举例	(59)
9.3.1 方式 0	(59)
9.3.2 方式 1	(62)
9.3.3 方式 2、方式 3	(66)
本章小结.....	(71)
习 题.....	(71)
第 10 章 键盘和 LED 显示接口.....	(72)
10.1 键盘接口.....	(72)
10.1.1 键盘的基本工作原理	(72)
10.1.2 键盘接口的任务	(73)
10.1.3 键盘的种类	(73)
10.2 独立式按键接口.....	(74)
10.2.1 独立式按键与 8051 的接口	(74)
10.2.2 独立式按键与扩展的 I/O 口连接	(76)
10.2.3 独立式按键的编码接口与 8051 的连接	(77)
10.3 矩阵式键盘接口.....	(78)
10.3.1 矩阵式键盘的工作原理	(78)
10.3.2 矩阵式键盘与 8051 的接口	(79)
10.3.3 矩阵式键盘与 8051 扩展 I/O 端口的连接	(84)
10.4 LED 显示接口	(84)
10.4.1 七段 LED 显示器	(85)

10.4.2	LED 显示器的静态显示	(188)
10.4.3	LED 显示器的动态显示	(190)
	本章小结.....	(192)
	习 题.....	(193)
第 11 章	D/A 与 A/D 接口	(196)
11.1	D/A 转换器的概述.....	(196)
11.1.1	D/A 转换的基本方法	(196)
11.1.2	D/A 转换器的技术参数.....	(197)
11.2	DAC0832 接口与应用	(198)
11.2.1	DAC0832 的工作原理	(198)
11.2.2	DAC0832 和 8051 的连接	(200)
11.3	A/D 转换器概述.....	(203)
11.3.1	A/D 转换的原理	(203)
11.3.2	A/D 转换器的主要技术指标	(204)
11.3.3	A/D 转换器和系统连接时要考虑的问题.....	(205)
11.4	ADC0809 接口与应用	(206)
11.4.1	ADC0809 电路组成	(206)
11.4.2	ADC0809 与单片机 8051 查询方式的接口电路	(208)
11.5	MC14433 的接口	(211)
11.5.1	双积分型 A/D 转换器 MC14433 的功能	(211)
11.5.2	MC14433 与单片机 8051 的接口	(213)
	本章小结.....	(215)
	习 题.....	(216)
附 录	MCS-51 单片机指令系统表	(218)
	参考文献.....	(222)

第 1 章 单片机应用基础

70 年代微型计算机的问世,极大地推动了各个领域技术的发展。人们学会了使用 PC 机处理办公事务,或用高级语言编写程序,或上网浏览各种信息。但是,当从事应用电子技术及相关专业学习或工作时,将会看到微型计算机在测量和控制领域同样具有着“神奇”的功能。由于测量和控制领域的特殊性,应用于该领域的微型计算机往往以集成电路的形式嵌入到电子应用系统中。

回顾电子技术的发展历史,在 20 世纪 40、50 年代,组成电子产品或构成电子系统的主要部件是电子管,在 60 年代是晶体管,在 70 年代是集成电路。70 年代,微型计算机的出现进一步引起了电子产品与系统设计的深刻变革。将具有微机功能的集成电路或部件嵌入到电子产品或系统中去,已经成为电子技术专业人员使用的一项常规的技术。

从图 1-1 中可以清楚地看出,通用微处理器和单片机是计算机技术发展中的两个主要分支,它们适用于各种不同的应用领域。

1.1 什么是微处理器?什么是单片机?

计算机在基本结构上是由中央处理器 (Central Processing Unite,简称 CPU)、存储器 (Memory)、输入/输出电路 (I/O 电路)组成的。CPU 是计算机的核心,它的基本组成部件是运算器、控制器及寄存器。

随着微电子技术的发展,70 年代将组成 CPU 的部件集成在一块半导体芯片上。这个具有 CPU 功能的大规模集成电路芯片就称之为微处理器 (Microprocessor Unit,简称 MPU)。

微处理器的出现,推动了微型计算机的发展,同时也引起了电子设计技术领域的深刻变革。电子技术专业人员,可以把微处理器部件像其他集成电路一样嵌入到电子系统中,使电子系统具有可程序的智能化特点,开辟了计算机技术在电子技术领域应用的广阔天地。

微处理器是计算机系统中的核心部件,将其应用于电子系统中,仍需外接存储器及接口电路。

70 年代末、80 年代初,将微处理器、存储器、I/O 电路集成到一块半导体芯片的技术再次推动了这种嵌入式技术的发展。单片微型计算机是这种设计技术中的一个典型代表。

单片微型计算机 (Single Chip Microcomputer)简称单片机,也称为微控制器 (Microcontrollers Unit),通常记为 MCU。它是将 CPU、存储器、I/O 接口电路集成在一块芯片上的芯片级微机。单片机和微处理器是计算机技术发展中的两大分支。单片机适用于测量和控制领域,它以芯片形式嵌入到电子产品或系统中起到“电脑”作用,受到电子专业技术人员的青睐。单片机以其体积小、可靠性高、功能的专门化为特点,沿着与通用微处理器不同的方向发展。它的出现和发展,标志着单片嵌入式技术已经成为电子系统设计中的一个重要发展方向。

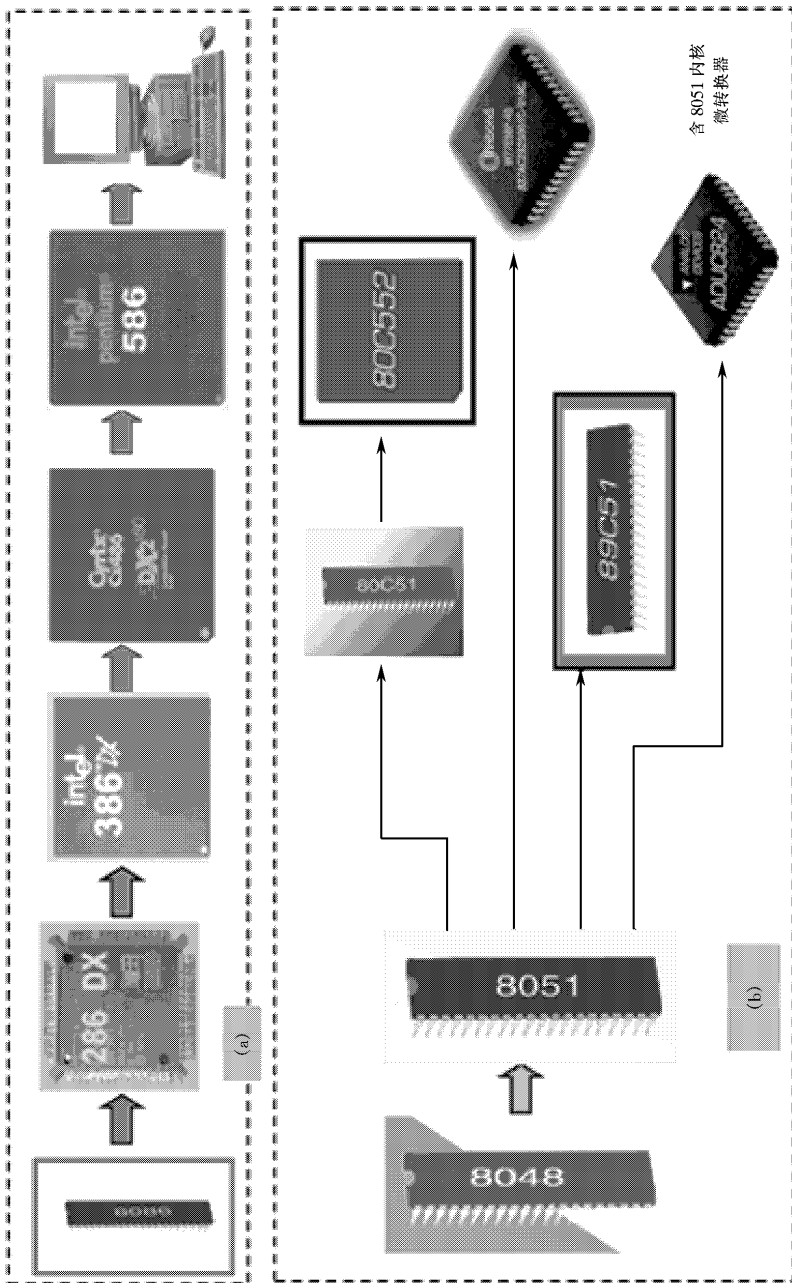


图 1-1 微处理器和单片机

⑥ 通用微处理器 ⑥ MCS-51 系列单片机

1.2 单片机的特点

单片机作为嵌入式应用的微型计算机,从硬件结构到软件指令系统都是针对测控领域的广泛需要和特点而设计的。因此,单片机也称为微控制器(MCU),它适用于嵌入电子系统中作为核心控制部件。作为一类产品,它们具有鲜明的特点。

1. 品种繁多,功能各异

在通用微处理器市场上,呈现出由一、二个品牌称雄市场的局面,但是在单片机市场上,众多单片机厂商纷纷推出自己独具特色的产品争奇斗艳。同一品牌的单片机包含众多品种而形成单片机家族式的系列产品,给用户提供了广泛选择。根据目前单片机发展情况可以分为通用型和专用型、总线型和非总线型等多种类型的单片机。

MCS-51 系列单片机是 Intel 公司继 MCS-48 之后最早推出的增强型的 8 位单片机,它是国内外单片机应用的一个主流产品,该系列产品在我国应用最为广泛。继 Intel 公司之后,Philips 公司、Atmel 公司、华邦公司、LG 与武汉力源等厂家在保持与 MCS-51 系列兼容的基础上,又推出了更具有特色的 80C31 系列、89C51 系列以及 W78、W77、GMS90/97 系列单片机。这些与 51 系列兼容的机种,在功耗、片内存储器以及 I/O 功能等方面都有了很大改进和提高,大大提高了产品的性能/价格比,提高了市场竞争能力。MCS-51 系列单片机作为单片机品种的典型代表,早已作为课程内容纳入到电子类专业的教学中。

1) Motorola 单片机 Motorola 是世界著名的半导体厂商,其产品以性能稳定而受到用户欢迎。它的 68HC05 单片机和升级产品 68HC08、68HC05 有 30 多个系列,200 多个品种,也是我国市场上应用广泛的品牌之一。

2) Microchip 单片机 Microchip 单片机的主要产品 PIC16C/17C 系列 8 位单片机,CPU 采用 RISC(精简指令集)结构,33 条指令,运行速度快,主要是一次可编程(OTP)品种。

3) Zilog 单片机 Zilog 公司的 8 位微处理器 Z80 曾在我国 8 位微处理器市场风靡一时。Z8 单片机是 Zilog 公司典型单片机产品,采用多累加器结构,有较强中断处理能力。Z86 系列单片机,内部集有 DSP 单元,大大提高了单片机运算处理能力。

4) Scenix 单片机 Scenix 公司推出的 8 位 RISC 结构 SX 系列单片机在指令运行速度上可达 50/75/100 MIPS(每秒百万条指令)具有虚拟外设功能。技术上有其独到之处,引起业内人士的注目。

单片机品种繁多、不胜枚举。各类单片机在开发应用上具有共同特点,举一反三是我们学习单片机应用系统设计的重要方法。

2. 多档并存,各得其所

单片机另一显著特点是,高低档并存,各得其所。这也是因为单片机应用领域的广泛性和多样性所决定的。以通用微处理器为核心部件的 PC 机,当新一代微处理器出现时,低一代微处理器就被淘汰出局,升级之快,已令用户目瞪口呆。然而在单片机市场上,目前 8 位机一直占据市场的大部分份额,随着移动通信、多媒体技术、网络技术的发展,也给 16 位、32 位机应用开辟了广阔空间。单片机作为测控领域中的一个主要机种,可靠的控制功能是其特点所在。而控制领域面对的对象多种多样,4 位、8 位、16 位、32 位机各有其不同的应用对象,因此,在相对较长的时间内,多位并存的局面是必然的。但是在同一年代,各种类型的单片机都

和同期的微处理器一样是高技术产品,而单片机所具有的功能专门化的特点更加鲜明。

3. 性能高,价格低

性能/价格比是衡量一个电子系统的一项主要技术和经济指标。单片机集 CPU、存储器和 I/O 功能于一身,像一块集成电路一样嵌入到系统中起到智能控制作用,但其价格像普通 IC 一样低廉。电子产品和系统的设计人员,把单片机定为首选部件作为控制核心,正在情理之中。

为了给用户研制开发新产品提供方便,同时降低产品造价,单片机厂商在结构形式上推出各种不同封装、不同片内存储器的各类产品:有供研究开发应用的可多次编程型的单片机,也有供批量生产的一次编程型单片机,还有定型而批量生产的掩膜型单片机。如今一片具有几 k~ 十几 k 存储容量和丰富 I/O 功能的单片机,在价格上低于单独一片同容量的存储器。所以,单片机优异的性能和低廉的价格,极大地推动了单片机市场的飞速发展。它为传统电子产品的智能化改造和新产品的研发提供了有力支持和保障。

4. 高可靠,低功耗

单片机应用于测控领域,往往要接受恶劣环境的挑战。单片机在体系结构和指令系统方面都进行了针对性设计。它集成了存储器和 I/O 接口,极大地减少了外围引线和外接器件,大大降低了外界干扰对系统的侵入。在运行方式上增加了掉电保护和程序运行监视系统(WATCHDOG)功能,大大提高了用单片机构成系统工作的可靠性。

自 80 年代中期以来,NMOS 工艺单片机逐渐被 CMOS 工艺代替,功耗也大幅度下降,先进的工艺技术、全静态设计使时钟频率从直流到数十兆 Hz 任选,掉电方式和睡眠工作方式大大降低了系统功耗。单片机允许使用电源电压范围也越来越宽。一般单片机都能在 3 V~6 V 范围内工作。低压供电的单片机电源下限已由 2.7 V 降至 2.2 V、1.8 V。如今 0.9 V 供电的单片机已经问世。

5. 高技术,多领域

单片机面世 20 年来,从体系结构、运行速度、存储形式、接口功能等方面都有了长足的发展。单片机像同期微处理器一样都是高技术计算机产品。由于单片机特点显著、功能突出,故在众多领域中获得广泛应用,如图 1-2 所示。

1.3 单片机应用系统组成及开发方法

从电路设计角度来看,单片机是一块具有自己指令系统的、可程序的大规模集成电路芯片。由于它以丰富的多样的接口控制功能见长,在电子系统设计中,往往起到一个核心控制部件的作用。所以在一般工业、仪表、家电等以控制功能为主,不需要进行复杂的数字信号处理的系统中,单片机具有较高的配置/价格比和性能/价格比,从而使单片机系统得到广泛应用。

1.3.1 单片机应用系统的组成

单片机应用系统的一般构成如图 1-3 所示。

1) 单片机系统 单片机系统一般由一块嵌有单片机的功能板组成,在系统板上一般有扩展的程序存储器、数据存储器、前向通道接口电路、后向通道的接口电路以及地址译码电路。在单片机与存储器,前向、后向通道接口电路的连接中,特别注意时序匹配、负载能力匹配、电

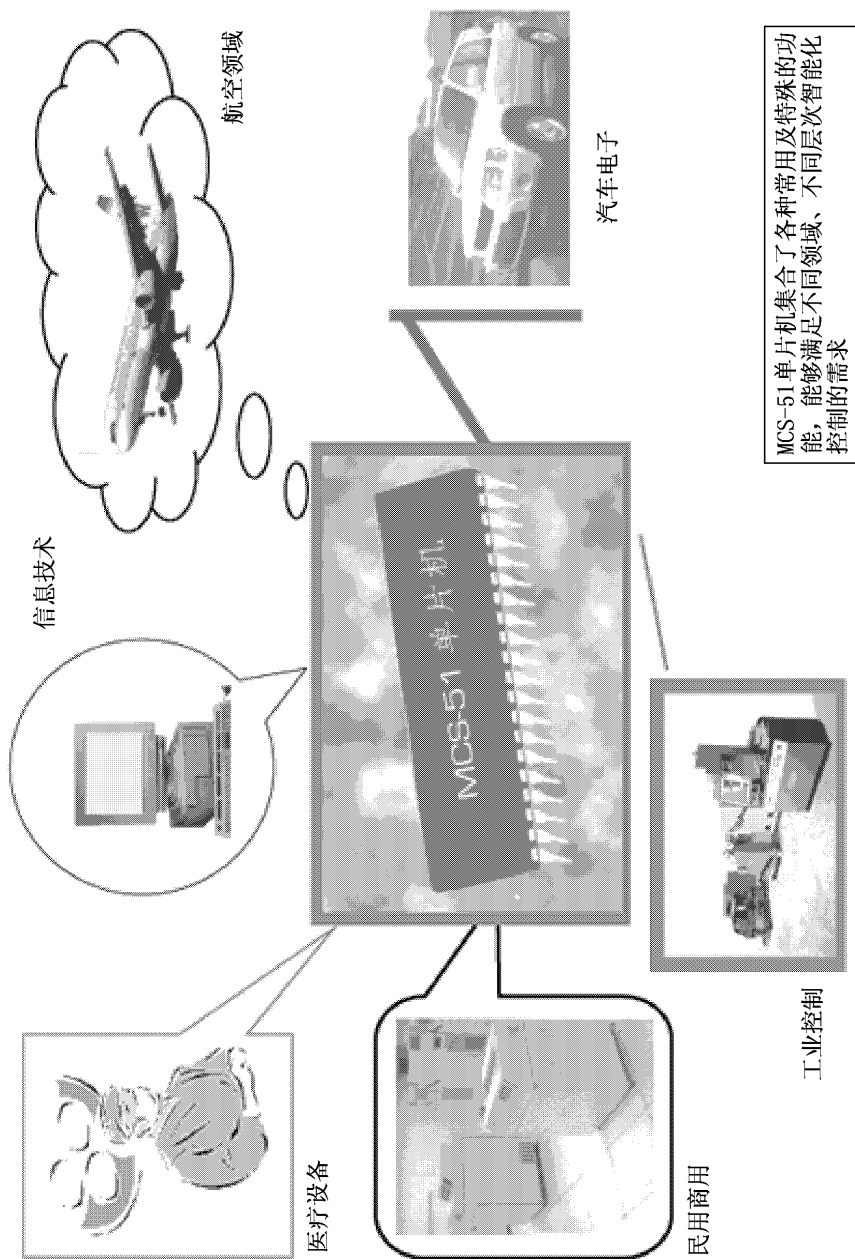


图 1-2 单片机应用领域示意图

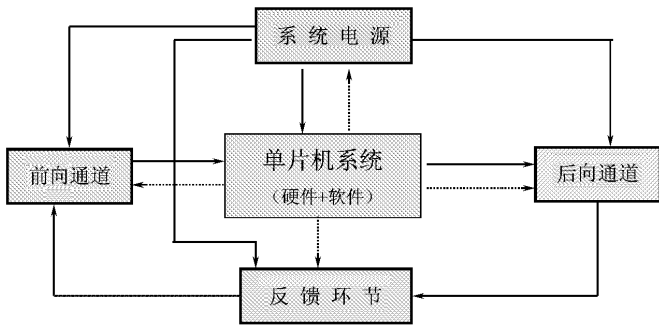


图 1-3 单片机应用系统结构示意图

平匹配以及数据形态匹配的设计,如图 1-4 所示。

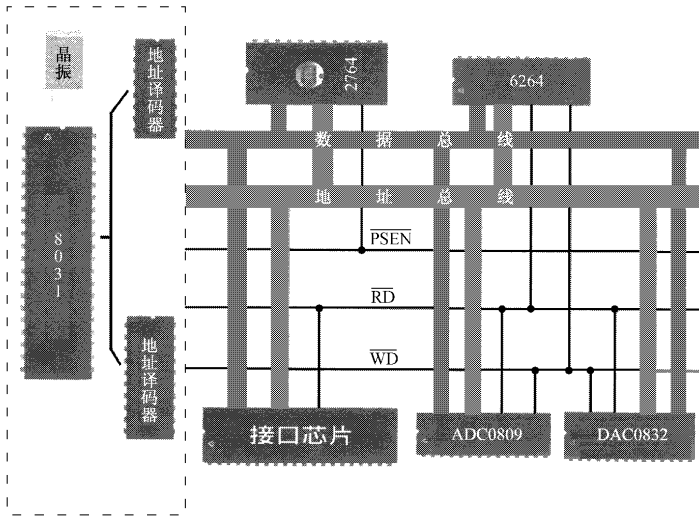


图 1-4 单片机系统板示意图

2)前向通道 前向通道一般可分为模拟量输入通道和开关量输入通道。在模拟量通道中包含有传感与信号变换电路、放大电路、滤波电路以及 A/D 转换及采样保持电路等;在开关量输入通道中一般有脉冲整形及变换电路以及人机联系的输入电路。

3)后向通道 后向通道一般也分为模拟量输出及开关量输出电路。在模拟量输出电路中一般包含 D/A 变换及驱动放大电路。在开关量输出电路中一般会有脉冲放大及驱动电路、串行通信电路以及显示电路等。

4)反馈环节 在闭环系统中反馈环节是必须在前向、后向通道设计中综合考虑的反馈通道。

5)系统电源 电源系统是整个系统的工作基础,在容量、隔离设计及抗干扰设计方面都是

要考虑的内容。

在每个部分的设计中都要考虑电磁兼容性设计,在硬件和软件系统中采用相应的各种抗干扰措施,以保证系统能稳定、可靠地工作。如果系统要求低功耗,那么在系统的各个部分的硬件及软件设计中必须采用低功耗设计,如果系统工作无人值守,在系统设计中应考虑程序监视系统的设计。

1.3.2 单片机应用系统的仿真与调试

单片机不像 PC 机一样配有丰富的硬件及软件资源,它作为系统的嵌入式部件,本身不具备自开发能力。因此,开发单片机应用系统,需要借助相应的开发工具,才能完成系统硬件及软件的仿真调试。从 80 年代中期单片机进入我国,十几年来单片机能够得到广泛应用,也得益于我国自行研制的各种价格适中的单片机开发工具。按结构形式分,单片机的开发工具,大体可分为两种基本形式。一种是具有仿真调试功能的单板机形式,另一种是可在集成环境中进行全仿真的在线仿真器形式。

1. 单板机仿真调试

图 1-5 所示的仿真方式,是初级仿真方式,适用于比较简单的小系统的仿真与调试。这种形式通过十六进制键盘,输入程序代码,将用户板作为单板机的一部分,等于用户租用了单板机上的资源。这种方式,特别注意仿真地址与实际地址的变化,避免共享资源的冲突。沿此方式发展的仿真系统,是在单板机上通过串行方式与 PC 机进行通信,通过相应的仿真软件,进行仿真调试。这种单板机仿真调试方式的优点是使用灵活,特别适用于没有 PC 机的现场调试。

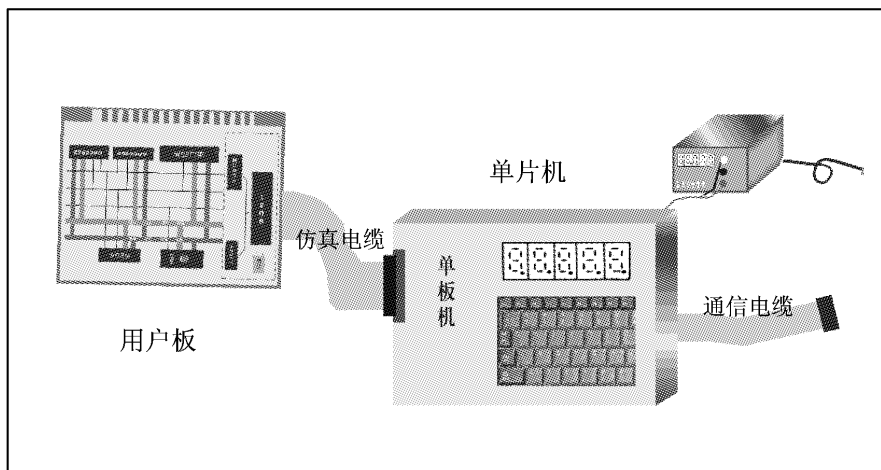


图 1-5 单板机仿真调试单片机应用系统示意图

2. 在线仿真器方式

这种方式以 PC 机作为开发平台,集编辑、汇编、编译、连接、装入为一个完整的集成开发环境,不占用户资源、支持高级语言,是一种较高档的开发工具。目前,在高档嵌入式微处理器

开发工具中,RTOS 实时多任务操作系统构成的开发平台,可以进行复杂的嵌入式微处理器系统的开发工作。一般在线仿真器方式如图 1-6 所示。

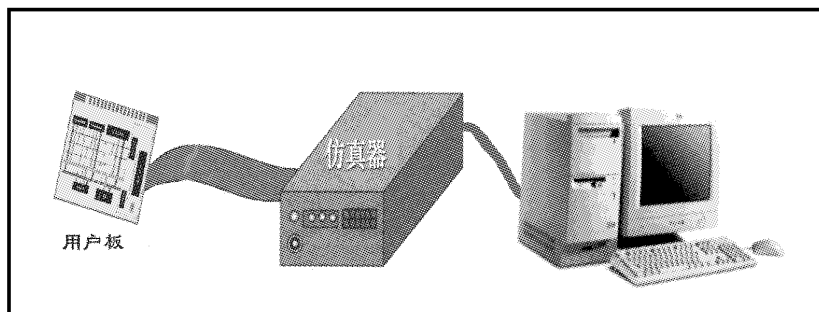


图 1-6 用仿真器调试单片机应用系统示意图

3. 程序的固化

用户板经过仿真调试,排除了软、硬件方面的错误,确定了系统的用户程序。为了用户系统能脱机(脱离仿真器)运行,必须将正确的用户程序固化到用户系统的程序存储器中,而这一固化过程也可通过具有程序固化功能的仿真工具或专门的编程器完成。

1.4 二进制运算及其编码

单片机是微型计算机发展中的一个重要分支,在结构及其应用方法上有自身的特点。但是它所遵从的基本原理依然是程序存储与程序控制。学习单片机原理及应用,主要有两个方面的内容:

- ①由硬件构成一个单片机应用系统;
- ②学习它们的指令系统,掌握软件编程方法。

在学习指令系统,编写软件过程中,必须熟悉计算机中计数与编码的基本方法及有关概念。

1.4.1 二进制、十进制、十六进制

二进制运算是计算机运算的基础。二进制有“0”和“1”两个码,用二值数字逻辑电路就可以实现二进制的各种运算,大大简化计算机结构;十进制是人们所熟悉的数制;十六进制是简化人、机对数字描述差别的一种过渡性的中间数制。因此,三者之间的相互转换是单片机系统软、硬件设计中经常遇到的问题。在二进制运算中经常用到位和字节的概念。

- 1)位 二进制中的一位称为位,也称 1bit,它是计算机可处理二进制的最小单位。
- 2)字节 通常称 8 位二进制为一个字节。

关于数制之间的一般转换方法在数字电路课程中已作了详细介绍。表 1-1 列出三种数制的常用数字。