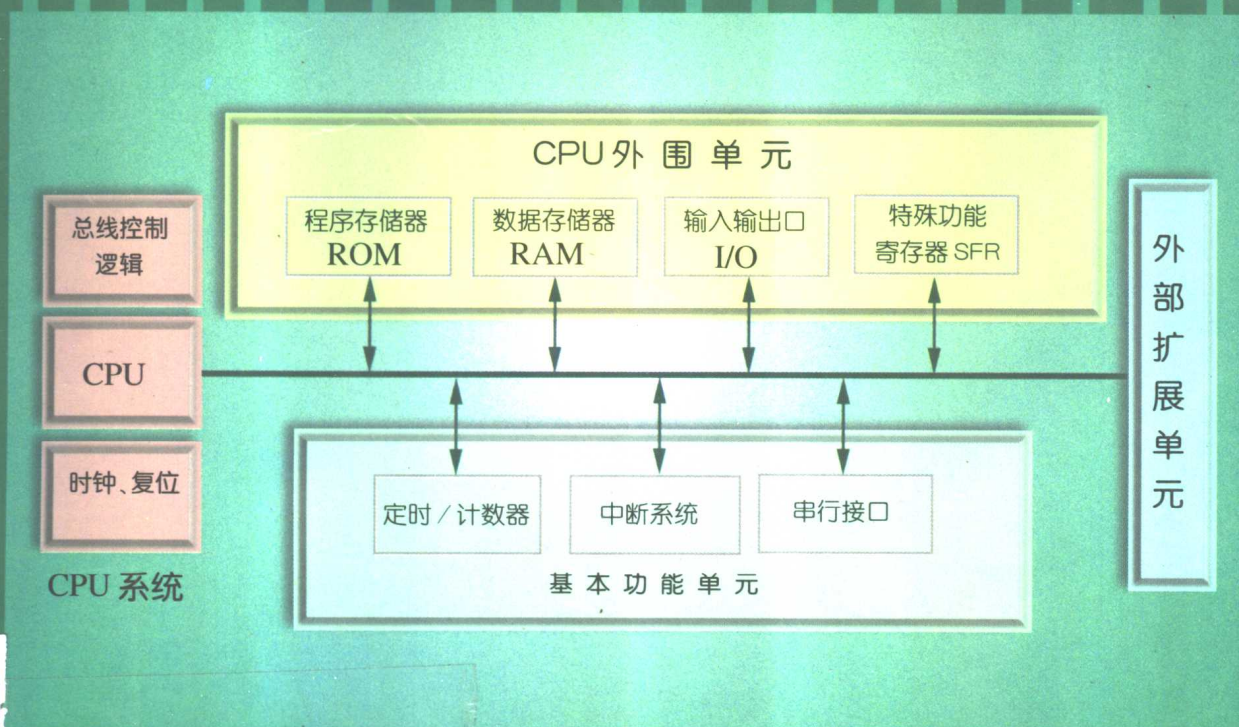


80C51单片机

原理与应用

吴炳胜 王桂梅 等编著



冶金工业出版社

80C51 单片机原理与应用

吴炳胜 王桂梅 等编著

北 京

冶金工业出版社

2001

图书在版编目(CIP)数据

80C51 单片机原理与应用/吴炳胜等编著. —北京:

冶金工业出版社, 2001. 10

ISBN 7-5024-2874-7

I. 8... II. 吴... III. 单片微型计算机, 80C51-
基本知识 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 067682 号

80C51 单片机原理与应用

出 版 人 曹胜利 (北京市东城区沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)
编 著 者 吴炳胜 王桂梅 等编著
组稿编辑 张 卫 (联系电话: 010-64027930; E-mail: bull.zw@sina.com.cn)
责任编辑 李 梅 (联系电话: 010-64027928; E-mail: lee.m@263.net)
美术编辑 李 心
责任校对 白 迅
责任印制 牛晓波
版式设计 张育红
出 版 冶金工业出版社
发 行 冶金工业出版社发行部 电话: 010-64044283; 传真: 010-64027893
冶金书店地址: 北京东四西大街 46 号 邮编: 100711; 电话: 010-65289081
经 销 全国各地新华书店
印 刷 北京源海印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 15.75 印张
字 数 381 千字
页 数 244 页
版 次 2001 年 10 月第 1 版
印 次 2001 年 10 月第 1 次印刷
印 数 1~3000 册
书 号 ISBN 7-5024-2874-7/TP·288
定 价 29.80 元

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

在我国，单片机已不是一个陌生的名词，它的出现是近代计算机技术发展史上的一个重要里程碑。单片机的诞生标志着计算机正式形成了通用计算机系统和嵌入式计算机系统两大分支。通用计算机系统以发展海量高速数值计算为己任，而作为典型嵌入式计算机系统的单片机则以面向对象的实时控制为己任，不断增强控制功能。

单片机具有体积小、重量轻、应用灵活且价格低廉等特点，越来越得到广泛的应用。在全国高等工科院校中，已普遍开设单片机及相关课程。许多单片机类课程教材都是以51系列为基础来讲授单片机原理及其应用的，这是因为MCS-51系列单片机奠定了8位单片机的基础，形成了单片机的经典体系结构。可以预言，8位单片机在今后相当长的时期内，在单片机应用领域中仍会占据主导地位，鉴于此，本教材仍以80C51系列为基础进行讲述。

本教材的主要内容为：第1章和第2章介绍单片机基础知识，80C51系列单片机的结构、原理及分析方法；第3章介绍80C51系列单片机的指令系统；第4章介绍单片机的汇编语言及应用程序设计方法；第5章介绍80C51单片机基本功能单元结构、操作原理及应用（包括定时/计数器、串行接口和中断系统）；第6章介绍80C51单片机系统扩展；第7章介绍80C51单片机接口技术；第8章介绍单片机应用系统的设计与开发。在附录中主要介绍了51系列单片机集成调试软件，供单片机仿真实验时参考。

本书由吴炳胜、王桂梅担任主编，张兰锁、吴开兴担任副主编，第2章和第7章由吴炳胜编写，第3章和第4章的第1、2节由王桂梅编写，第5章由张兰锁编写，第1章、第6章和第8章的第1、2节由吴开兴编写，第4章的第3、4、5节和第7章的第3节由岳中山编写，第8章和附录部分由张常全、崔继馨编写。全书由吴炳胜负责统稿，王桂梅负责排版。

本书讲稿已在大学本科、专科中多次使用，本书是在讲稿的基础上经过了大量的修改和补充，力求做到通俗易懂、层次分明、便于自学，每章的最后均附有思考与练习题，以利于读者对所述内容的理解、掌握与应用。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2001年8月

EJS20/10

目 录

1 绪论	1
1.1 嵌入式计算机系统	1
1.1.1 嵌入式计算机系统的概念	1
1.1.2 嵌入式计算机系统的种类	1
1.2 单片微型计算机	2
1.3 单片微型计算机的发展概况	2
1.4 80C51 单片微型计算机的特点	3
1.5 单片微型计算机的分类	3
1.6 单片微型计算机的应用	5
1.7 单片微型计算机的发展趋势	6
思考与练习题	6
2 80C51 系列单片机内部基本结构与工作原理	7
2.1 80C51 系列单片机简介	7
2.2 80C51 单片机内部基本结构及引脚功能	7
2.2.1 80C51 单片机内部基本结构	7
2.2.2 80C51 单片机的引脚功能	9
2.3 80C51 单片机 CPU 结构	11
2.3.1 运算器	11
2.3.2 控制器	12
2.3.3 80C51 时钟系统	13
2.3.4 CPU 时序	14
2.4 80C51 存储器结构	15
2.4.1 程序存储器	15
2.4.2 数据存储器	16
2.5 输入/输出 (I/O) 端口	20
2.5.1 P0 口	20
2.5.2 P1 口	21
2.5.3 P2 口	21
2.5.4 P3 口	22
2.6 单片机的工作过程	22
2.7 80C51 的低功耗方式	24
2.7.1 电源控制寄存器 PCON	24
2.7.2 待机方式	24
2.7.3 掉电方式	25
思考与练习题	25
3 80C51 指令系统	27
3.1 概述	27
3.1.1 指令系统与编程	27
3.1.2 汇编语言	27
3.1.3 80C51 指令系统简介	29

3.2	80C51 单片机寻址方式	30
3.2.1	立即寻址	30
3.2.2	直接寻址	30
3.2.3	寄存器寻址	31
3.2.4	寄存器间接寻址	32
3.2.5	变址寻址	33
3.2.6	相对寻址	33
3.2.7	位寻址	34
3.3	80C51 指令系统	34
3.3.1	数据传送类指令(29 条)	34
3.3.2	算术运算指令(24 条)	37
3.3.3	逻辑操作指令(24 条)	40
3.3.4	控制转移指令(17 条)	42
3.3.5	位操作指令(17 条)	46
3.3.6	指令系统速解表	48
3.3.7	指令系统速查表	53
	思考与练习题	57
4	汇编语言程序设计	59
4.1	顺序结构程序	59
4.2	分支结构程序	61
4.2.1	分支程序设计综述	61
4.2.2	无条件/条件转移程序	61
4.2.3	散转程序设计	63
4.3	循环结构程序	66
4.4	子程序结构	70
4.5	综合程序举例	73
4.5.1	查表程序	73
4.5.2	代码转换程序	75
4.5.3	运算类程序	78
	思考与练习题	86
5	80C51 基本功能单元结构与操作原理	87
5.1	定时/计数器	87
5.1.1	定时/计数器工作方式及控制	88
5.1.2	定时/计数器的工作方式	89
5.1.3	定时/计数器应用举例	91
5.2	串行接口	94
5.2.1	串行口的结构和工作原理	94
5.2.2	串行通信的工作方式	96
5.2.3	串行口应用举例	99
5.3	中断系统	104
5.3.1	中断的概念	104
5.3.2	80C51 单片机中断系统	104
5.3.3	中断系统应用举例	108
	思考与练习题	119

6	80C51 单片机系统扩展	120
6.1	程序存储器的扩展	120
6.1.1	扩展器件选择	120
6.1.2	程序存储器 EPROM 的扩展方法	121
6.1.3	用 E ² PROM 的扩展电路	122
6.2	数据存储器扩展	123
6.2.1	扩展器件选择	123
6.2.2	数据存储器的扩展方法	123
6.3	I/O 口的扩展	124
6.3.1	概述	124
6.3.2	简单 I/O 口扩展	128
6.3.3	用多功能芯片扩展 I/O 口	128
6.4	串行总线接口扩展	139
6.4.1	I ² C 总线	139
6.4.2	SPI 串行总线	141
	思考与练习题	142
7	80C51 系列单片机接口技术	144
7.1	键盘与显示器接口	144
7.1.1	键盘接口	144
7.1.2	显示器接口	146
7.1.3	8279 可编程键盘显示器接口的扩展	151
7.2	打印机接口	163
7.2.1	TP μ P-40A 主要技术性能、接口要求与操作	163
7.2.2	TP μ P-40A 工作方式及打印命令	165
7.2.3	TP μ P-40A 打印机与 80C51 单片机接口	166
7.3	A/D 和 D/A 转换器接口	168
7.3.1	D/A 转换器接口	168
7.3.2	A/D 转换器接口	173
	思考与练习题	178
8	单片机应用系统的设计与开发	179
8.1	应用系统研制过程	179
8.1.1	总体设计	179
8.1.2	硬件设计	180
8.1.3	软件设计	182
8.2	开发工具和开发方法	183
8.2.1	单片机开发系统的功能	184
8.2.2	单片机应用系统的调试	186
8.3	应用系统实例	188
	思考与练习题	218
附录 I	MCS-51 系列集成调试软件简介	219
附录 II	二进制逻辑单元图形符号对照表	241
附录 III	ASC II (美国标准信息交换码) 表	242
参考文献		244

1 绪 论

单片机的出现是计算机技术发展史上的一个重要里程碑，它使计算机从海量数值计算进入到控制领域。从此，计算机技术在两个重要领域——通用计算机领域和嵌入式（Embedded）计算机领域都获得了极其重要的发展。

1.1 嵌入式计算机系统

1.1.1 嵌入式计算机系统的概念

计算机是应数值计算要求而诞生的。通常我们将满足海量高速数值计算的计算机称为通用计算机系统；而将面对工控领域对象，嵌入到工控系统中，实现嵌入式应用的计算机称为嵌入式计算机系统，简称嵌入式系统（Embedded System）。

与通用计算机系统相比，嵌入式系统最显著的特点是面对工控领域的测控对象。工控领域的测量对象都是一些物理参量，如力、热、速度、加速度、位移等；控制对象都是一些机械参量，这些参量要求嵌入式计算机系统采集、处理、控制的速度是有限的，而要求控制方式与控制能力是无限的。与此相反，在通用计算机系统中，为了实现海量高速数值计算，对计算机运行速度的要求是无限的，而对计算机控制功能的要求是有限的。从典型嵌入式系统——单片机的“8位机现象”可以证实以上所述。从1976年8月单片机诞生以来，在单片机应用领域中一直以8位机为主流机型，预计这种现象还将持续下去。而通用计算机的CPU却迅速从8位过渡到16位、32位，并向64位发展。

1.1.2 嵌入式计算机系统的种类

嵌入式计算机系统通常有工控计算机、通用CPU模块、嵌入式微处理器（Embedded Processor）和嵌入式微控制器（Embedded Microcontrollers）。前两者是基于通用CPU的计算机系统；而后两者则是芯片形态的计算机系统。

1.1.2.1 工控机

工控机是早期嵌入式计算机系统常常采用的方式。大多将通用计算机系统进行机械加固、电气加固后构成。工控机适用于具有大空间嵌入应用的环境中，如舰船、大型试验装置、分布式测控系统等。

1.1.2.2 通用CPU模块

通用CPU模块是由通用CPU构成的各种形式的主机板系统。通用CPU模块与工控机相比体积较小，常用在需要进行大量数据处理及逻辑判断的系统中，如中、大型试验系统和收银机等。

1.1.2.3 嵌入式微处理器

早期的微处理器MPU（Micro Processor Unit）主要用来构成通用计算机系统，而后随着嵌入式应用的发展及其庞大的市场潜力，众多的MPU生产厂家开始发展嵌入式微处理器。

嵌入式微处理器是在通用微处理器MPU的基核上,添加MPU外围单元和满足对象测控要求的外围接口电路,构成一个嵌入式应用的单芯片形态计算机系统。嵌入式微处理器由于其总线、I/O口地址与微处理器构成的PC机兼容,易于开发,有较好的操作系统支持,又是单片形态的嵌入式系统,因此在许多中小型嵌入式应用系统中被广泛使用。

1.1.2.4 单片机(微控制器)

在四种嵌入式系统中,单片机有专门为嵌入式应用设计的惟一的体系结构与指令系统,因此它最能满足嵌入式的应用要求。目前,国内外公认的标准体系结构是Intel公司的MCS-51系列,其中8051已被许多厂家作为基核,发展了许多兼容系列,所有这些兼容系列都统称为80C51系列。

单片机是发展最快、品种最多、数量最大的嵌入式系统。

1.2 单片微型计算机

单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)简称单片机。它是在一块芯片上集成了中央处理器(CPU)、存储器(RAM, ROM)、定时/计数器和各种输入输出(I/O)接口等。随着计算机技术和集成电路技术的进步,它还可包含A/D、D/A转换器、DMA通道、浮点运算等特殊功能部件。它的结构及功能均是按工业控制要求设计的,它已发展成Microcontroller的体系结构,目前国外已普遍称之为微控制器(Microcontrollers Unit)。本书因为主要介绍80C51系列的机器,它属于单片机的概念范畴,所以如果没有特殊说明,则一律用单片机这一提法。

1.3 单片微型计算机的发展概况

单片微型计算机虽然历史非常短暂,但发展十分迅猛。自1971年美国Intel公司首先研制出4位单片机4004以来,它的发展大致分为5个阶段:

第一阶段(1971~1976年):属萌芽阶段,发展了各种4位单片机,多用于家用电器、计算器、高级玩具等。

第二阶段(1976~1980年):为初级8位机阶段,发展了各种低档8位单片机。典型的如Intel公司的MCS-48系列单片机,这个系列的单片机在片内集成了8位CPU、多个并行I/O口、一个8位定时/计数器、RAM等,无串行I/O口,寻址范围不大于4K。其功能可以满足一般工业控制和智能化仪器仪表的需要,这时将单片机推向市场,促进了单片机的变革。

第三阶段(1980~1983年):高性能单片机阶段,发展了各种高性能8位单片机。以MCS-51系列为代表,这个系列的单片机均带有串行I/O口,具有多级中断处理系统,多个16位定时/计数器,片内RAM和ROM容量相对增大,且寻址范围可达64K。这一阶段进一步拓宽了单片机的应用范围,使之能用于智能终端、局部网络的接口,并挤入个人计算机领域。所以该类单片机的应用领域极其广泛,又由于其优良的性价比,特别适合我国的国情,故在我国得到广泛的应用。

第四阶段(1983~1986年):16位微控制器阶段,发展了MCS-96系列等16位单片机。除了CPU为16位之外,片内RAM和ROM容量进一步增大,片内RAM增加为232字节,ROM为8K字节,

且片内带有高速输入输出部件、多通道10位A/D转换器,具有8级中断等。其网络通信能力提高,且可用于高速的控制系统。近年来,16位单片机已进入实用阶段。

第五阶段(1986年至今):1986年英国Inmos公司推出32位IMST414单片机;1990年2月美国推出i80860 32位超级单片机轰动了整个计算机界,它的运算速度为1.2亿次/秒,可进行32位整数运算,64位浮点运算,同时片内具有一个三维图形处理器,可构成超级图形工作站,随着半导体技术的发展,巨型计算机单片化将成为现实。

目前国际市场上8位、16位单片机系列已有很多,需用时可查阅其他资料。在国内使用较多的是Intel公司的产品。Intel公司自1976年推出8位单片机MCS-48系列至今,相继推出了三个系列几十种产品,详见表1-1。MCS-48单片机已逐步趋于淘汰,MCS-51系列单片机可以满足用户的一般要求,其用途极为广泛,MCS-96系列单片机的应用也日趋增多。

1.4 80C51单片微型计算机的特点

80C51单片微型计算机的特点如下:

(1) 体积小、重量轻、价格低、耗电少、电源单一。

(2) 抗干扰能力强,可靠性高。芯片本身是按工业测、控环境要求设计的,其抗工业噪声干扰优于一般的通用CPU;程序指令及常数、表格固化在ROM中,不易被破坏;许多信号通道均在一个芯片内。

(3) 面向控制,控制功能强,运行速度快。其结构组成与指令系统都着重满足工控要求。指令系统中均有极丰富的条件分支转移指令,I/O口的逻辑操作及位处理功能。一般来说,单片机的逻辑控制功能及运行速度均高于同一档次的微处理器。

(4) 受集成度限制,片内存储器容量较小。一般ROM少于8KB,RAM少于256字节,但可在外部扩展,通常ROM、RAM可分别扩展至64KB。

(5) 开发应用方便,研制周期短。片内具有计算机正常运行所必须的部件,芯片外部有许多供扩展用三总线及并行、串行输入/输出管脚,很容易构成各种规模的计算机应用系统。

1.5 单片微型计算机的分类

根据发展情况单片机可以分为以下几种:

(1) 按适用范围划分为通用型与专用型。

通用型把可开发资源(如ROM、I/O口等)全部提供给使用者,如80C51属通用型,它并不是为某一种专门用途设计的单片机;专用型是针对某一类产品甚至某个产品需要而设计、生产的单片机。如为满足电子体温计的要求,在片内集成有热敏电阻、ADC接口和段式液晶驱动器接口的温度计量控制用单片机以及录音机机芯控制器等。

(2) 按是否提供并行总线分为总线型与非总线型。

总线型设置有DB、AB、CB三种引脚,用于扩展并行外围器件;非总线型的外围器件通过串行接口连接。

(3) 按大致的应用领域分为工控型与家电型。

表1-1 Intel/公司主要单片机系列

系列	型号	片内存储器 (字节)		片内存储器直接 寻址范围(字节)		I/O 口线		中 断 源	定时/计数器 (个×位)	晶振 /MHz	典型指令周期 /μs	封装 (DIP)	其 他
		ROM/ EPROM	RAM	RAM	EPROM	并行	串行						
MCS-48 (8 位机)	8048	1K/ /1K	64	256	4K	27		2	1×8	2~8	1.9	40	
	8748		64	256	4K	27		2	1×8	2~8	1.9	40	
	8035		64	256	4K	27		2	1×8	2~8	1.9	40	
	8049	2K/ /2K	128	256	4K	27		2	1×8	2~11	1.36	40	
	8749		128	256	4K	27		2	1×8	2~11	1.36	40	
MCS-51 (8 位机)	8039		128	256	4K	27		2	1×8	2~11	1.36	40	
	8051	4K/ /4K	128	256	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	
	87511		128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	
	8031		128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	
	8052AH	8K/ /8K	256	64K	64K	32	UART	5	3×16	2~12	1	40	
	8752AH		256	64K	64K	32	UART	5	3×16	2~12	1	40	
	8032AH		256	64K	64K	32	UART	5	3×16	2~12	1	40	
	80C51BH	4K/ /4K	128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	
	80C31BH		128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	
	87C51BH		128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	
	80C252	8K/ /8K	256	64K	64K	32	UART	7	3×16	2~12	1	40	CHMOS, 有脉冲调制输出, 高速输出
	87C252		256	64K	64K	32	UART	7	3×16	2~12	1	40	片内固化有 BASIC 解释程序
	83C252		256	64K	64K	32	UART	7	3×16	2~12	1	40	
MCS-96 (16 位机)	8094		232	64K	64K	32	UART	8	4×16 软件	12	1~2	48	4×10A/D
	8095		232	64K	64K	32	UART	8	4×16 软件	12	1~2	48	
	8096		232	64K	64K	48	UART	8	4×16 软件	12	1~2	68	8×10A/D
	8097		232	64K	64K	48	UART	8	4×16 软件	12	1~2	68	
	8394	8K/ /8K	232	64K	64K	32	UART	8	4×16 软件	12	1~2	48	4×10A/D
	8395		232	64K	64K	32	UART	8	4×16 软件	12	1~2	68	
	8396	8K/ /8K	232	64K	64K	48	UART	8	4×16 软件	12	1~2	68	8×10A/D
	8397		232	64K	64K	48	UART	8	4×16 软件	12	1~2	48	8×10A/D
	8095BH		232	64K	64K	48	UART	8	4×16 软件	12	1~2	68	
	8096BH	8K/ /8K	232	64K	64K	48	UART	8	4×16 软件	12	1~2	68	8×10A/D
准 16 位机	8097BH		232	64K	64K	48	UART	8	4×16 软件	12	1~2	68	8×10A/D
	8098		232	64K	64K	32	UART	8	4×16 软件	12	1~2	48	4×10A/D

工控型满足工业控制用机；家电型多数为专用单片机。

(4) 按含有的ROM形式分为以下几种类型：

内含厂家已用掩膜编好程序的ROM (MaskROM供应状态)。属专用单片机，ROM内的程序已在出厂前固化好，不可改变。如较流行的MCS-51系列的8051，MCS-96系列的8398，Philps公司的83C552等。

内含EPROM (EPROM供应状态)。属通用型单片机，如8751、87C552、MC68C05M4FN等，芯片带有透明窗口，可通过紫外线擦除存储器中的程序代码。用户可将自己的程序写入其中。

无ROM (ROMLess供应状态)，需外接EPROM或E²PROM，如8031、80C31、8098等。

OTP (One Time Programmable) ROM 供应状态。这是用户可一次性编程写入的程序存储器供应状态。用户可通过专用写入器将应用程序写入 OTPROM 中，但只允许写入一次。

FlashROM (MTPROM) 供应状态。这是一种可由用户多次编程写入的程序存储器供应状态。与 EPROM 相比，不需紫外线擦除，成本低，开发调试十分方便，是目前大力发展的一种供应状态，有替代 EPROM 的趋势，能满足一般应用系统要求，但在恶劣环境下的可靠性不如 OTPROM。

1.6 单片微型计算机的应用

单片机具有体积小、使用灵活、成本低、易于产品化、抗干扰能力强、可在各种恶劣的条件下工作等特点。特别是它强大的面向控制的能力，使它在工业控制、智能仪表、外设控制、家用电器、机器人、军事装置等方面得到了广泛的应用。根据使用情况，大致可分为以下几类：

(1) 单片机在智能仪器仪表中的应用。

在各类仪器仪表中，引入单片机使得仪器仪表数字化、智能化、微型化且功能大大提高，例如精密数字温度计、智能电度表、智能流速仪、微机多功能 PH 测试仪等等。

(2) 单片机在工业测控中的应用。

用单片机可以构成各种工业测控系统、自适应控制系统、数据采集系统等，例如 MCS-51 单片机控制电镀生产线、温室人工气候控制、报警系统控制、IBM-PC/XT 和单片机组成的二级计算机控制系统等。

(3) 单片机在计算机网络与通信技术中的应用。

MCS-51 系列单片机具有通信接口，为单片机在计算机网络与通信设备中的应用提供了良好的条件，例如 MCS-51 系列单片机控制的串行自动呼叫应答系统、列车无线通信系统、MCS-51 单片机无线遥控系统等。

(4) 单片机在日常生活及家电中的应用。

单片机愈来愈广泛地应用于日常生活中的智能电器产品以及家电中。例如电子秤、银

行计息电脑、电脑缝纫机、心率监护仪、电冰箱控制、彩色电视机、洗衣机控制等等。

机电一体化(Mechtronics)是机械工业发展的方向。它是通过机械技术与微电子技术、信息技术紧密结合而形成的一个新的学科领域。这种结合形成一种技术趋势,涌现了崭新的产品及先进的制造技术,因而使整个机械、仪表、控制的产品结构发生根本变化。机电一体化产品是指集机械、微电子技术、机电转换技术、自动控制技术与计算机技术于一体,具有智能化特征的机电产品。采用单片机作为机电产品的控制器,可充分发挥其体积小、功能强、可靠性高、价格低、安装灵活方便等优点,提高产品的自动化、智能化水平。

1.7 单片微型计算机的发展趋势

近年来,单片机的发展速度很快,就其整体的发展趋势而言,应该说是大容量高性能化,小容量低价格化和外围电路内装化。

大容量高性能化是指 CPU 的功能强,内存容量大,多用于复杂控制的场合。CPU 功能强,主要体现在其数据处理速度快,精度高和系统控制的可靠性好等方面。目前单片芯片内 ROM 可达 6~8KB, RAM 可达 128~256 字节。

小容量低价格化是指数字逻辑集成电路组成的控制电路单片化。这类单片机产品, CPU 多为 4 位, ROM 容量只有 0.5~1KB, 它借助于软件的灵活编程来实现单片机的多功能性,是目前单片机发展的另一方向。

外围电路内装化旨在增加单片机的内部资源,以降低成本,提高系统的可靠性。如多路 8~10 位 A/D 转换器、DMA 通道、D/A 输出电路及系统故障监视器等都可封装在片内。

随着半导体集成工艺的进步,外围电路也将是大规模的,这样在应用时,可把所需的外围电路全部装入单片机内,可以预言,未来的单片机将会使系统单片化。

思考与练习题

1. 什么是嵌入式系统?它有哪些类型?为什么说单片机是典型的嵌入式系统?
2. 通用计算机系统与嵌入式(计算机)系统的主要区别在哪里?
3. 什么是单片机?为什么在未来较长一段时间内,8 位单片机仍是主流机型?
4. 简述单片微型计算机的发展概况。
5. MCS-51 单片微型计算机特点是什么?
6. 单片机的类型有哪些?
7. 单片机的供应状态主要是指哪些技术状态?通常单片机有哪几种供应状态?
8. 单片机主要应用于哪些领域?
9. 单片机的主要技术发展方向是什么?

2 80C51 系列单片机内部基本结构与工作原理

本章首先简要介绍80C51系列单片机，然后重点以经典单片机80C51为例，介绍80C51系列单片机的基本结构与工作原理，并详细介绍80C51的CPU及CPU外围电路结构和应用原理。对于要使用大量汇编指令的基本功能单元结构及操作原理，放在第5章介绍。

2.1 80C51系列单片机简介

80C51单片机系列源于MCS-51系列。Intel公司将MCS-51系列单片机实行技术开放政策后，许多公司，如Philips、Dallas、Siemens、ATMEL、华邦、LG等都以MCS-51中的基础结构8051为基核推出了许多各具特色、各具优越性能的单片机。这样，把所有厂家以8051为基核推出的各种型号80C51兼容型单片机统称为80C51系列。8051是MCS-51系列中最基础的单片机型号，其供应状态有8051（MaskROM）、8751（EPROM）、8031（ROMless）。本书后面提到的80C51不是专指MaskROM供货状态的型号，而是泛指80C51系列中的基础结构。80C51系列则是在8051基础结构通过不同资源配置而推出的一系列CHMOS单片机。

80C51系列中80C51BH、80C31BH、87C51BH是MCS-51系列典型产品8051、8031、8751采用CHMOS工艺的产品。80C51BH是MaskROM型，片内有4K ROM；80C31BH是ROMless型，片内无ROM；87C51BH是EPROM型，片内有4K EPROM。除此之外，三者的内部结构及引脚完全相同。

2.2 80C51单片机内部基本结构及引脚功能

2.2.1 80C51单片机内部基本结构

80C51是经典的单片机系列，具有典型的单片机结构体系，其基本结构如图2-1所示。它由CPU系统、CPU外围单元、基本功能单元等组成，各组成部分通过内部单一总线相连。

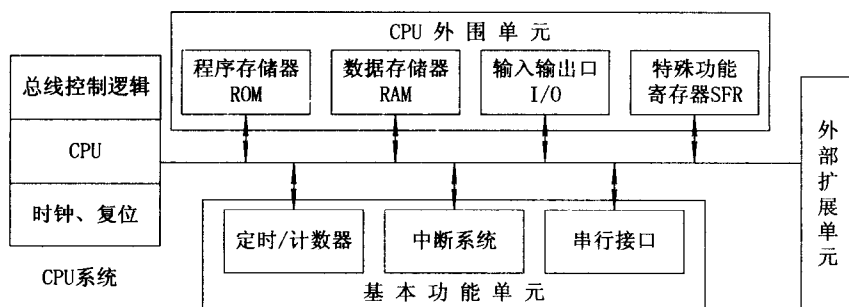


图 2-1 80C51 单片机内部结构

2.2.1.1 CPU 系统

CPU系统是80C51单片机的核心部分,它包括CPU、时钟系统和总线控制逻辑。

(1) 80C51的CPU是专门为面向测控对象、嵌入式应用特点而设计的,有突出控制功能的指令系统。

(2) 时钟系统主要满足CPU及片内各单元电路对时钟的要求,对80C51单片机还要满足功耗管理对时钟系统电路的可控要求。

(3) 总线控制逻辑主要用于管理外部并行总线的时序以及系统复位控制,复位控制引脚为RST,高电平有效,用于系统的复位;外部总线控制引脚为ALE、 $\overline{\text{EA}}$ 、 $\overline{\text{PSEN}}$,ALE用于数据总线复用管理, $\overline{\text{EA}}$ 用于外部与内部程序存储器选择, $\overline{\text{PSEN}}$ 用于外部程序存储器的取指令控制。

2.2.1.2 CPU外围单元

CPU外围单元是与CPU运行直接相关的单元电路,与CPU构成单片机的最小系统。它包括程序存储器ROM、数据存储器RAM、输入/输出(I/O)口、操作管理寄存器SFR(特殊功能寄存器)。

(1) 80C51的程序存储器ROM,其供应状态有MaskROM、EPROM、ROMLess。早期的MCS-51系列中的8031为ROMLess型,8751为EPROM型,8051为MaskROM型。

(2) 80C51的数据存储器RAM的寻址范围为00H~7FH,它包括通用寄存器区、位寻址区、用户RAM区。80H~FFH为特殊功能寄存器区。

(3) 80C51有4个8位I/O端口,分别为P0、P1、P2、P3口。功能见本章2.5节。

(4) 特殊功能寄存器(SFR)位于80H~FFH中,是单片机的重要控制、指挥单元。CPU对所有片内功能单元的操作、控制都是通过对SFR访问实现的。

2.2.1.3 基本功能单元

基本功能单元是满足单片机测控功能要求的基本计算机外围电路,是用来完善和扩大计算机功能的一些基本电路,它包括定时/计数器、中断系统、串行通信接口等。

(1) 80C51有两个16位定时/计数器,分别为T0和T1。定时/计数器可以作为内部定时器或外部脉冲计数器使用。作内部定时器时,是靠对时钟振荡器的12分频脉冲计数方式实现定时的;作为计数器时,外部脉冲通过引脚T0(P3.4)、T1(P3.5)输入。

(2) 80C51的中断系统中有5个中断源,即两个外部中断源、两个定时/计数器T0、T1溢出中断源和一个串行通信发送/接收完毕的中断源。五个中断源有高级、低级两种优先状态。两个外部中断源由引脚 $\overline{\text{INT0}}$ (P3.2)、 $\overline{\text{INT1}}$ (P3.3)输入。

(3) 80C51的串行接口是一个带有移位寄存器工作方式的通用异步收发器UART(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)。因此,80C51的串行接口UART不仅可用作串行通信,还可以用于移位寄存器方式的串行外围扩展。串行接口RXD(P3.0)、TXD(P3.1)。

上述CPU系统、CPU外围单元和基本功能单元构成了80C51系列单片机的基核,即80C51。

80C51内部结构展开图如图2-2所示。其结构特点如下:

8位CPU,片内振荡器;

4K字节ROM,128字节RAM;

21个特殊功能寄存器;

32根I/O口线;

可寻址各64K外部程序、数据存储器空间;

2个16位定时/计数器;

具有5个中断源, 两个优先级;

1个全双工串行口;

有位寻址功能, 适于布尔处理的位处理机。

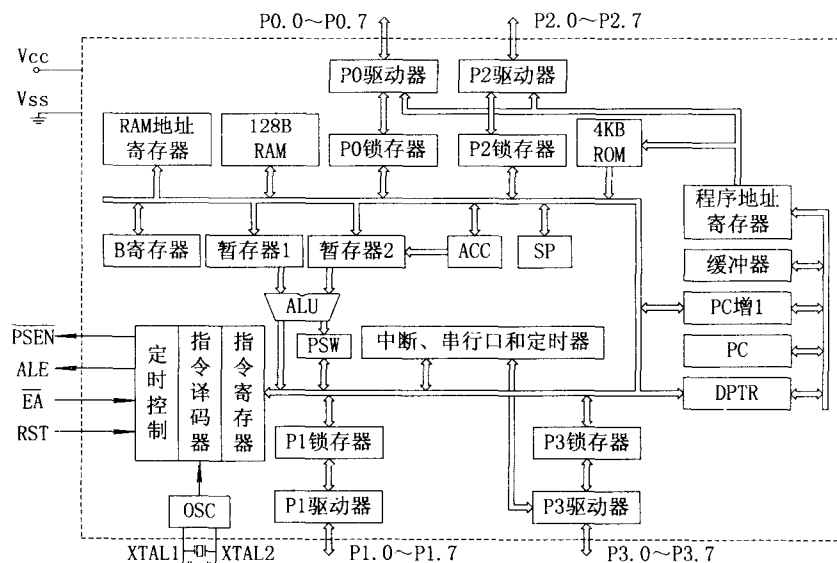


图 2-2 80C51 内部结构展开图

2.2.2 80C51单片机的引脚功能

80C51单片机采用40引脚双列直插封装 (DIP) 形式。图2-3为其引脚图, 下面介绍各引脚名称及功能。

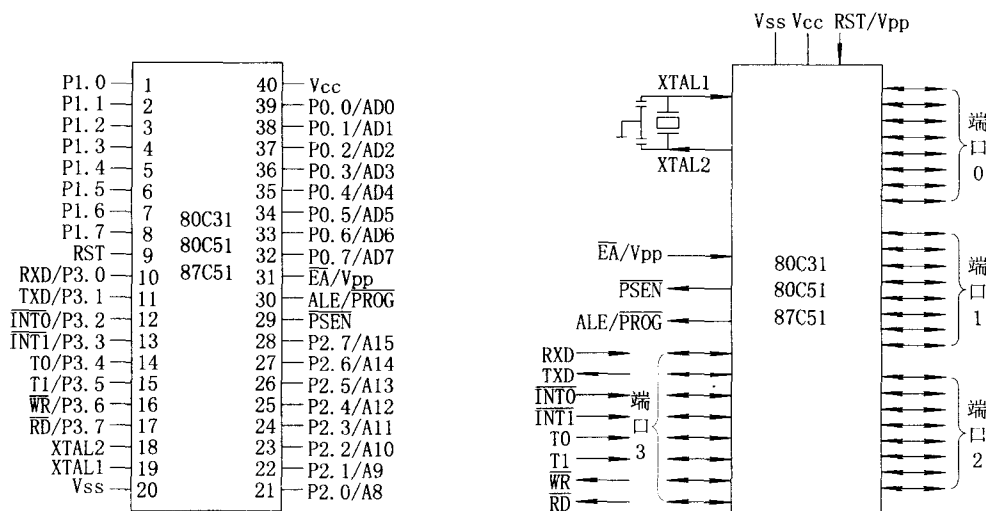


图 2-3 80C51 单片机引脚图

2.2.2.1 电源引脚 V_{CC} 和 V_{SS}

V_{CC} : 接+5V电源。

V_{SS} : 接地。

2.2.2.2 时钟电路引脚XTAL1和XTAL2

XTAL1: 接外部石英晶体和微调电容的一端。在片内它是振荡器的反相放大器的输入。若使用外部时钟时, 对于HMOS单片机, 该引脚必须接地; 对于CHMOS单片机, 该引脚作为驱动端。

XTAL2: 接外部石英晶体和微调电容的另一端。在片内它是振荡器的反相放大器的输出端, 振荡电路的频率是晶体振荡频率。若使用外部时钟时, 对于HMOS单片机, 该引脚输入外部时钟脉冲; 对于CHMOS单片机, 此引脚应悬浮。

2.2.2.3 控制信号引脚ALE、 $\overline{PSEN}$ 、 $\overline{EA}$ 和RST

ALE/ $\overline{PROG}$: 地址锁存允许信号输入端。在存取片外存储器时, 用于锁存低 8 位地址。当单片机上电正常工作后, ALE 端就周期性地以时钟振荡频率的 1/6 的固定频率向外输出正脉冲信号。第二功能 $\overline{PROG}$ 是对 87C51BH 编程时的编程脉冲输入端。

$\overline{PSEN}$: 程序存储允许输出端。是片外程序存储器的读选通信号, 低电平有效。CPU 从外部程序存储器取指令时, $\overline{PSEN}$ 在每个机器周期中两次有效。但在访问片外数据存储器时, 要少产生两次 $\overline{PSEN}$ 负脉冲信号。

$\overline{EA}/V_{PP}$: 程序存储器地址允许输入端。当 $\overline{EA}$ 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 $\overline{EA}$ 为低电平时, CPU 只执行片外程序存储器指令。对 80C31BH 单片机, $\overline{EA}$ 必须接低电平。第二功能 V_{PP} 用于 87C51BH 编程时输入编程电压。

RST: 复位信号输入端。高电平有效, 在此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。

复位后各内部寄存器初态见表2-1。

表 2-1 80C51 单片机复位后各内部寄存器的状态

内部寄存器	初始状态	内部寄存器	初始状态
ACC	00H	TCON	00H
B	00H	TMOD	00H
PSW	00H	TH0	00H
SP	07H	TLO	00H
DPL	00H	TH1	00H
DPH	00H	TH1	00H
P0~P3	FFH	SCON	00H
IP	×××0000B	SBUF	不定
IE	0××0000B	PCON	0××××××B

最常见的复位电路如图 2-4 所示。在通电瞬间, 由于 RC 的充电过程, 在 RST 端出现一定宽度的正脉冲, 只要该脉冲能保持 10ms 以上, 就能使单片机可靠复位。

2.2.2.4 输入/输出引脚