

935

TP368.1-43

L32

高等学校教材

单片机原理及应用

李建忠 编著



A0974562

西安电子科技大学出版社

2002

内 容 简 介

本书以目前中、小规模单片机应用系统普遍采用的 MCS-51 系列单片机为对象,系统地介绍了单片机的内部结构、指令系统、汇编语言程序设计、应用系统扩展、常用外部设备的接口技术、单片机应用系统的软硬件结构与开发过程及手段。本书最后一章(单片机的 C 语言应用程序设计)可使读者紧密结合单片机的软、硬件特点,迅速掌握带趋势性的单片机应用系统开发设计的 C 语言程序设计方法。

本书概念准确,注重知识的内在联系与规律,采用归纳、类比的方法,系统地介绍了单片机的结构原理及应用系统的组成与设计方法,目的是使读者在较短的时间内掌握单片机的应用技术。为了便于读者理解、掌握本书的内容,每章均配有大量的例题与习题;同时也着眼于工程实用,选用了大量具有实用价值的问题进行讨论。

本书既可作为大专院校有关专业师生及自学人员的教科书,也可供从事单片机技术开发、应用的工程技术人员阅读、参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用 / 李建忠编著.

—西安:西安电子科技大学出版社,2002.2

高等学校教材

ISBN 7-5606-1104-4

I. 单… II. 李… III. 单片微型计算机—高等学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 097645 号

策划编辑 毛红兵

责任编辑 龙 晖

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)8227828 邮编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 高陵县印刷厂

版 次 2002 年 2 月第 1 版 2002 年 9 月第 2 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 16.375

字 数 383 千字

印 数 6 001~12 000 册

定 价 18.00 元

ISBN 7-5606-1104-4/TP·0555(课)

XDUP 1375001-2

如有印装问题可调换

本书封面贴有西安电子科技大学出版社的激光防伪标志,无标志者不得销售。

前 言

单片机技术作为计算机技术的一个分支,广泛地应用于工业控制、智能仪器仪表、机电一体化产品、家用电器等各个领域。“单片机原理及应用”在工科院校各专业中已作为一门重要的技术基础课而普遍开设。学生在课程设计、毕业设计、科研项目中会广泛应用到单片机知识,而且,进入社会后也会广泛接触到单片机的工程项目。鉴于此,提高“单片机原理及应用”课的教学效果,更新教学内容甚为重要。单片机应用技术涉及的内容十分广泛,如何使学生在有限的时间内掌握单片机应用的基本原理、方法是一个很有价值的教改项目。笔者多年从事“单片机原理及应用”课的教学,针对上述教改内容做过不懈的探索。本书就是由笔者的教案整理而成的。

本书具有以下特点:

(1) 压缩了与通用微机原理的重叠部分。本书直接以单片机与通用微机的结构、原理的异同点作为开头,能使读者集中精力,以通用微机的原理知识作基础,学习单片机原理与应用技术。

(2) 始终贯穿应用观点。例如,在讲解单片机原理结构中明确指出,要抓住单片机的供应状态,即如何正确、合理地使用单片机提供给用户的软、硬件资源。避免读者拘泥于一般理论的学习。

(3) 本书虽仍采用常见教材“以点代面”的讲解方法,但着力使读者达到“以点见面”、“触类旁通”的效果。例如,在每一章节前都概述出相关的一般性内容和方法,然后再以典型内容加以说明。本书以 MCS-51 单片机为讲解对象,但通过学习也可以很容易地掌握其它种类单片机。

(4) 本书着力使学生掌握学习方法。掌握一门学科知识的学习方法,其实质是找出并抓住学科知识的内在联系,并形成完整体系,本书力求突出这方面的特色。例如,在对指令系统的讲述中,许多教材采取按功能类逐条指令罗列讲解,使初学者深感数百条指令像一盘散沙似的,很难理解、记忆。其实,指令系统中有一些操作是具有多条指令的子集合,子集合中的指令只是针对不同的操作对象,即由不同的寻址方式组合而成的;有一些操作不同,但操作数的组合规律却相同或相似,如加、减、逻辑操作指令。本书讲述中用归纳、类推、类比方法进行纵向归类、横向类推、比较;同时对每类/每条指令的讲解,着重揭示其内部执行原理,使初学者达到比较好的学习效果。

(5) 本书最后一章编写了“单片机的 C 语言应用程序设计”,这与现行教材相比较是一个新内容。单片机 C 语言程序设计是带趋势性的单片机应用系统开发设计的新方法,纳入“单片机原理及应用”课的教学内容,是对教学内容的改革。

本书可作为工科院校有关专业“单片机原理及应用”课程的教材或教学参考书,也可作为需要掌握和使用单片机技术的工程技术人员的参考资料。

在本书的编写过程中,借鉴了许多现行教材的宝贵经验,在此,谨向这些作者表示诚

挚的感谢。

编者力图使本书成为一本包含“单片机原理及应用”课程教学内容，具有教学方法改革特色的教材。但由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在不妥或错误之处，敬请读者、同行批评、指正。

编 者
2001 年 11 月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 单片机的基本概念	1
1.2 单片机的发展概况	3
1.3 单片机的特点及应用	4
1.3.1 单片机的特点	4
1.3.2 单片机的应用	4
1.4 常用单片机系列介绍	5
1.4.1 MCS 系列产品	5
1.4.2 MCS - 51 系列单片机的结构特点	7
第 2 章 MCS - 51 系列单片机的硬件结构	9
2.1 MCS - 51 系列单片机简介	9
2.2 MCS - 51 系列单片机内部结构与外部引脚说明	9
2.2.1 内部结构框图	9
2.2.2 外部引脚说明	10
2.3 微处理器	12
2.3.1 运算部件	13
2.3.2 控制部件及振荡器	14
2.3.3 CPU 时序	14
2.4 存储器	16
2.4.1 程序存储器	16
2.4.2 数据存储器	17
2.5 并行输入/输出接口	21
2.5.1 P0 口	21
2.5.2 P1 口	22
2.5.3 P2 口	23
2.5.4 P3 口	23
2.6 定时器/计数器	24
2.6.1 定时器/计数器 T0、T1 的结构	24
2.6.2 定时器/计数器 T0、T1 的四种工作方式	26
2.7 串行输入/输出	29
2.7.1 串行通信的基本概念	29
2.7.2 MCS - 51 单片机的串行口	31

2.8 MCS - 51 单片机的中断系统	36
2.8.1 中断的基本概念	36
2.8.2 中断源	36
2.8.3 中断控制	38
2.8.4 中断响应的条件、过程与时间	40
2.9 复位状态及复位电路	41
2.9.1 复位状态	41
2.9.2 复位电路	42
第3章 MCS - 51 单片机指令系统和汇编语言程序示例	44
3.1 MCS - 51 单片机指令系统概述	44
3.1.1 指令、指令系统的概念	44
3.1.2 MCS - 51 单片机指令系统及其指令格式	45
3.2 寻址方式	46
3.2.1 立即寻址	46
3.2.2 寄存器寻址	46
3.2.3 寄存器间接寻址	46
3.2.4 直接寻址	47
3.2.5 变址寻址	47
3.2.6 相对寻址	48
3.2.7 位寻址	48
3.3 数据传送类指令	48
3.3.1 访问片内数据存储器的一般数据传送指令	48
3.3.2 片内特殊传送指令	50
3.3.3 片外数据存储器数据传送指令	51
3.3.4 访问程序存储器的数据传送指令	52
3.4 算术运算类指令	53
3.4.1 加、减法指令	53
3.4.2 十进制调整指令	55
3.4.3 乘、除法指令	55
3.5 逻辑运算及移位指令	56
3.6 控制转移类指令	58
3.6.1 无条件转移指令	58
3.6.2 条件转移指令	60
3.7 子程序调用与返回指令	62
3.7.1 子程序调用指令	62
3.7.2 返回指令	63
3.7.3 空操作指令	63
3.8 位操作类指令	63

3.9 汇编程序格式与伪指令	65
3.10 汇编程序设计示例	67
3.10.1 算术、逻辑处理程序	67
3.10.2 数制转换程序	72
3.10.3 多分支转移(散转)程序	73
3.10.4 定时器/计数器应用程序	75
3.10.5 外部中断应用程序	77
3.10.6 串行口应用程序	78
第4章 MCS-51 单片机系统功能的扩展	83
4.1 系统扩展概述	83
4.1.1 最小应用系统	83
4.1.2 单片机系统扩展的内容与方法	83
4.2 常用扩展器件简介	84
4.2.1 8D 锁存器 74LS373	85
4.2.2 74LS244 和 74LS245 芯片	86
4.2.3 3-8 译码器 74LS138	87
4.3 存储器的扩展	87
4.3.1 存储器扩展概述	87
4.3.2 程序存储器的扩展	89
4.3.3 数据存储器的扩展	92
4.3.4 兼有片外程序存储器和片外数据存储器的扩展举例	94
4.4 I/O 扩展	94
4.4.1 I/O 口扩展概述	95
4.4.2 8255 可编程并行 I/O 口扩展	96
4.4.3 8155 可编程并行 I/O 口扩展	101
4.4.4 用 TTL 芯片扩展简单的 I/O 接口	106
4.4.5 用串行口扩展并行 I/O 口	109
第5章 MCS-51 单片机的接口与应用	113
5.1 按键、键盘及其接口	113
5.1.1 键输入过程与软件结构	113
5.1.2 键盘接口和键输入软件中应解决的几个问题	114
5.1.3 独立式按键	115
5.1.4 行列式键盘	116
5.2 显示及显示器接口	121
5.2.1 LED 显示器结构与原理	121
5.2.2 LED 显示器与显示方式	122
5.2.3 LED 显示器接口	123

5.2.4 键盘、显示器组合接口	126
5.3 A/D 转换器接口	129
5.3.1 A/D 转换器概述	129
5.3.2 A/D 转换器 ADC0809 与单片机的接口	130
5.3.3 单片机与 A/D 转换器 AD574 的接口	133
5.4 D/A 转换器接口	135
5.4.1 D/A 转换器概述	135
5.4.2 8 位 D/A 转换器与单片机的接口	137
5.4.3 高于 8 位 D/A 转换器与单片机的接口	142
5.5 行程开关、晶闸管、继电器与单片机的接口	145
5.5.1 光电耦合器件	145
5.5.2 行程开关、继电器触点与单片机的接口	146
5.5.3 晶闸管元件与单片机接口	146
5.5.4 继电器与单片机接口	147
第 6 章 单片机应用系统设计与开发	150
6.1 单片机应用系统结构与应用系统的设计内容	150
6.1.1 单片机应用系统的一般硬件组成	150
6.1.2 单片机应用系统的设计内容	153
6.2 单片机应用系统开发过程	153
6.2.1 系统需求与方案调研	155
6.2.2 可行性分析	155
6.2.3 系统方案设计	155
6.2.4 系统详细设计与制作	156
6.2.5 系统调试与修改	156
6.2.6 生成正式系统(或产品)	156
6.3 单片机应用系统的一般设计方法	156
6.3.1 确定系统的功能与性能	156
6.3.2 确定系统基本结构	157
6.3.3 单片机应用系统硬、软件的设计原则	158
6.3.4 硬件设计	159
6.3.5 软件设计	161
6.3.6 资源分配	161
6.4 单片机应用系统调试	162
6.4.1 单片机应用系统调试工具	162
6.4.2 单片机应用系统的一般调试方法	164
6.5 MCS - 51 单片机应用系统设计与调试实例	167

第7章 单片机的C语言应用程序设计	172
7.1 C语言与MCS - 51	172
7.2 C51数据类型及在MCS - 51中的存储方式	173
7.2.1 C51的数据类型.....	173
7.2.2 C51数据在MCS - 51中的存储方式	173
7.3 C51数据的存储类型与MCS - 51存储结构	175
7.4 MCS - 51特殊功能寄存器(SFR)的C51定义.....	177
7.5 MCS - 51并行接口的C51定义	178
7.6 位变量的C51定义.....	179
7.7 C51构造数据类型.....	180
7.8 模块化程序开发过程	182
7.8.1 混合编程	182
7.8.2 覆盖和共享	185
7.8.3 库和连接器/定位器	186
7.8.4 程序优化	188
7.9 MCS - 51内部资源使用的C语言编程	189
7.9.1 中断应用的C语言编程.....	189
7.9.2 定时器/计数器(T/C)应用的C语言编程	191
7.9.3 串行口使用的C语言编程.....	194
7.10 MCS - 51片外扩展的C语言编程	196
7.10.1 8255与8031接口C应用程序举例	196
7.10.2 MCS - 51数据采集的C语言编程	199
7.10.3 MCS - 51输出控制的C语言编程	201
7.11 频率量测量的C语言编程.....	205
7.11.1 测量频率法	205
7.11.2 频率脉冲的测量周期法	207
7.12 MCS - 51机间通信的C语言编程	208
7.12.1 点对点的串行异步通信	208
7.12.2 多机通信	212
7.13 键盘和数码显示人机交互的C语言编程	220
7.13.1 行列式键盘与8031的接口	220
7.13.2 七段数码显示与8031的接口	222
附录A ASCII(美国标准信息交换码)表	227
附录B MCS - 51系列单片机指令表	229
附录C Franklin C51上机指南	236
C.1 安装.....	236
C.2 编译器.....	236

C.2.1 编译器控制指令	236
C.2.2 预处理器	244
C.2.3 C库函数	244
C.3 连接器	247
C.3.1 L51 的使用	247
C.3.2 连接器控制命令	247
C.4 汇编器	248
C.4.1 汇编控制	248
C.4.2 伪指令	249
C.5 实用程序	250
C.5.1 库管理器 LIB51	250
C.5.2 目标—十六进制—符号转换器 OHS51	251
C.5.3 其它	251

第1章 概 述

随着计算机技术的发展,单片机技术已成为计算机技术中的一个独特的分支,单片机的应用领域也越来越广泛,特别是在工业控制和仪器仪表智能化中扮演着极其重要的角色。本章主要对单片机的基本概念、发展、概况、特点与应用情况以及单片机系列产品作一简要介绍,以便读者对单片机有一个初步了解。

1.1 单片机的基本概念

单片机属于计算机的一个种类。从应用领域来看,单片机主要用于控制,所以也称它为微控制器(Microcontroller)。从单片机呈现给用户的供应状态来看,单片机产品仅是一块集成电路芯片,即它的所有功能部件都是集成在一块芯片上,所以称之为单片机(Single-Chip Microcomputer)。单片机的结构和指令系统与通用微型计算机是有差异的,但毕竟它还属于计算机的一个种类,其最基本的功能模块和基本的工作原理仍是一样的。正因如此,本书对相同的原理部分不作重复介绍。

因为单片机主要是面向控制的,所以它的组成结构是在包含通用微机的基本组成部分的基础上,增强了具有实时控制能力的一些功能部件。

微型计算机(简称微机)的基本组成如图 1.1 所示。

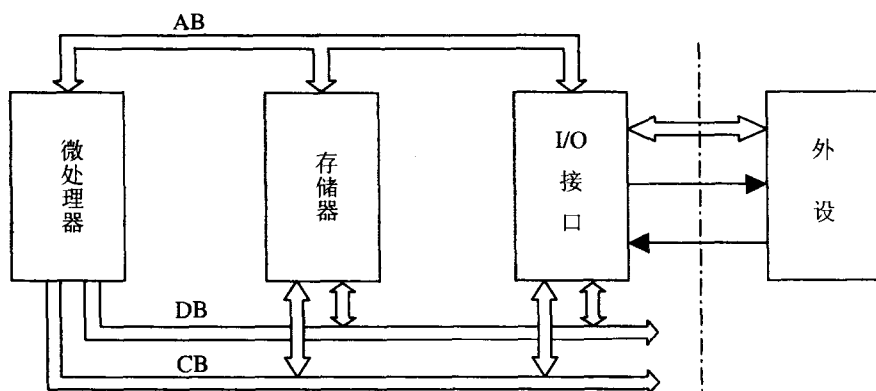


图 1.1 微机组成结构框图

微型计算机由微处理器(CPU)、存储器、I/O 接口三大功能部分通过总线有机连接而成。各种外部设备是通过 I/O 接口与微型计算机连接的。

单片机的组成如图 1.2 所示。

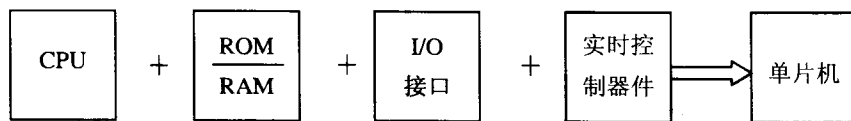


图 1.2 单片机组成框图

单片机是这样一种芯片，它把微机的三大组成部分(CPU+存储器+I/O 接口)和一些实时控制所需要的功能器件集成在该芯片上。实时控制器件包括 A/D 转换器、D/A 转换器、脉冲调制器等。实时控制器件配置的多少也是衡量单片机性能的重要方面，不同系列或型号的单片机，其实时控制器件的配置可能不同。大多数单片机芯片上都集成有定时器/计数器。

下面介绍几个结构上有相同之处但也有区别的名词概念：

(1) 单板机：将微处理器(CPU)、存储器、I/O 接口电路以及简单的输入/输出设备组装在一块印刷电路板上，称其为单板微型计算机，简称单板机。

(2) 单片机：将微处理器(CPU)、存储器、I/O 接口电路和相应实时控制器件集成在一块芯片上，称其为单片微型计算机，简称单片机。

(3) 微型计算机：微处理器(CPU)、存储器、I/O 接口电路由总线有机地连接在一起的整体，称为微型计算机。

(4) 微型计算机系统：微型计算机与外围设备、电源、系统软件一起构成的系统，称为微型计算机系统。

从结构上看，单片机不但与通用微型计算机一样，是一个有效的数据处理机，而且是一个功能很强的过程控制机。从某种意义上讲，一块单片机就具有一台微型计算机的功能，只需加上所需的输入/输出设备，就可以构成一个完整的系统，以满足各种应用领域的需要。

单片机结构中包含了通用微机的功能部分，且也具有较强的数据处理功能，那么，二者的发展能否相互取代呢？其实，单片机与通用微机的相同功能部分在具体构造中存在许多不同点。正因如此，单片机与通用微机是两个不同的发展分支。下面对二者构造中的主要不同点进行简要说明。

(1) 通用微机的 CPU 主要面向数据处理，其发展主要围绕数据处理功能、计算速度和精度的进一步提高。例如，现今微机的 CPU 都支持浮点运算，采用流水线作业，并行处理、多级高速缓冲(Cache)技术等。CPU 的主频达到数百兆赫兹(MHz)，字长普遍达到 32 位。单片机主要面向控制，控制中的数据类型及数据处理相对简单，所以单片机的数据处理功能比通用微机相对要弱一些，计算速度和精度也相对要低一些。例如，现在的单片机产品的 CPU 大多不支持浮点运算，CPU 还采用串行工作方式，其振荡频率大多在百兆赫兹范围内；在一些简单应用系统中采用 4 位字长的 CPU，在中、小规模应用场合广泛采用 8 位字长单片机，在一些复杂的中、大规模的应用系统中才采用 16 位字长单片机，32 位单片机产品目前应用得还不多。

(2) 通用微机中存储器组织结构主要针对增大存储容量和 CPU 对数据的存取速度。现今微机的内存容量达到了数百兆字节(MB)，存储体系采用多体、并读技术和段、页等多种管理模式。单片机中存储器的组织结构比较简单，存储器芯片直接挂载在单片机的总线上，CPU 对存储器的读写按直接物理地址来寻址存储器单元，存储器的寻址空间一般都为 64 KB。

(3) 通用微机中 I/O 接口主要考虑标准外设(如 CRT、标准键盘、鼠标、打印机、硬盘、光盘等)。用户通过标准总线连接外设,能达到即插即用。单片机应用系统的外设都是非标准的,且千差万别,种类很多。单片机的 I/O 接口实际上是向用户提供的与外设连接的物理界面。用户对外设的连接要设计具体的接口电路,需有熟练的接口电路设计技术。

1.2 单片机的发展概况

目前计算机硬件技术向巨型化、微型化和单片三个方向发展。自 1975 年美国德克萨斯仪器公司(Texas Instruments)第一块单片机芯片 TMS - 1000 问世以来,在短短的 20 余年间,单片机技术已发展成为计算机技术中一个非常有活力的分支,它有自己的技术特征、规范、发展道路和应用环境。按单片机的生产技术和应用对象,单片机先后经历了 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机几个有代表性的发展阶段。

1. 4 位单片机阶段

自 1975 年美国德克萨斯仪器公司首次推出 4 位单片机 TMS - 1000 后,各个计算机生产公司竞相推出 4 位单片机。例如美国国家半导体公司(National Semiconductor)的 COP402 系列,日本电气公司(NEC)的 μ PD75XX 系列,美国洛克威尔公司(Rockwell)的 PPS/1 系列,日本松下公司的 MN1400 系列,富士通公司的 MB88 系列等。

4 位单片机主要用于家用电器、电子玩具等。

2. 8 位单片机阶段

1976 年 9 月,美国 Intel 公司首先推出了 MCS - 48 系列 8 位单片机以后,单片机发展进入了一个新的阶段,8 位单片机纷纷应运而生。例如,莫斯特克(Mostek)和仙童(Fairchild)公司共同合作生产的 3870(F8)系列,摩托罗拉(Motorola)公司的 6801 系列等。

在 1978 年以前各厂家生产的 8 位单片机,由于受集成度(几千只管/片)的限制,一般没有串行接口,并且寻址空间的范围小(小于 8 KB),从性能上看属于低档 8 位单片机。

随着集成电路工艺水平的提高,在 1978 年到 1983 年期间集成度提高到几万只管/片,因而一些高性能的 8 位单片机相继问世。例如,1978 年摩托罗拉公司的 MC6801 系列,齐洛格(Zilog)公司的 Z8 系列,1979 年 NEC 公司的 μ PD78XX 系列,1980 年 Intel 公司的 MCS - 51 系列。这类单片机的寻址能力达 64 KB,片内 ROM 容量达 4~8 KB,片内除带有并行 I/O 口外,还有串行 I/O 口,甚至某些还有 A/D 转换器功能。因此,把这类单片机称为高档 8 位单片机。

在高档 8 位单片机的基础上,单片机功能进一步得到提高,近年来推出了超 8 位单片机。如 Intel 公司的 8X252、UPI - 45283C152, Zilog 公司的 Super8, Motorola 公司的 MC68HC 等,它们不但进一步扩大了片内 ROM 和 RAM 的容量,同时还增加了通信功能、DMA 传输功能以及高速 I/O 功能等。自 1985 年以来,各种高性能、大存储容量、多功能的超 8 位单片机不断涌现,它们代表了单片机的发展方向,在单片机应用领域发挥着越来越大的作用。

8 位单片机由于功能强,被广泛用于工业控制、智能接口、仪器仪表等各个领域。

3. 16 位单片机阶段

1983 年以后,集成电路的集成度可达十几万只管/片,16 位单片机逐渐问世。这一阶段

的代表产品有 1983 年 Intel 公司推出的 MCS - 96 系列, 1987 年 Intel 公司又推出的 80C96, 美国国家半导体公司推出的 HPC16040 和 NEC 公司推出的 783XX 系列等。

16 位单片机把单片机的功能又推向了一个新的阶段。如 MCS - 96 系列的集成度为 12 万只管/片, 片内含 16 位 CPU、8 KB ROM、232 字节 RAM、5 个 8 位并行 I/O 口、4 个全双工串行口、4 个 16 位定时器/计数器、8 级中断处理系统。MCS - 96 系列还具有多种 I/O 功能, 如高速输入/输出(HSIO)、脉冲宽度调制(PWM)输出、特殊用途的监视定时器(Watchdog)等等。

16 位单片机可用于高速复杂的控制系统。

4. 32 位单片机

近年来, 各个计算机生产厂家已进入更高性能的 32 位单片机研制、生产阶段。由于控制领域对 32 位单片机需求并不十分迫切, 所以 32 位单片机的应用并不很多。

需要提及的是, 单片机的发展虽然按先后顺序经历了 4 位、8 位、16 位的阶段, 但从实际使用情况看, 并没有出现推陈出新、以新代旧的局面。4 位、8 位、16 位单片机仍各有应用领域, 如 4 位单片机在一些简单家用电器、高档玩具中仍有应用, 8 位单片机在中、小规模应用场合仍占主流地位, 16 位单片机在比较复杂的控制系统中才有应用。

1.3 单片机的特点及应用

1.3.1 单片机的特点

单片机与通用微机相比较, 在结构、指令设置上均有其独特之处, 其主要特点如下:

(1) 单片机的存储器 ROM 和 RAM 是严格区分的。ROM 称为程序存储器, 只存放程序、固定常数及数据表格。RAM 则为数据存储器, 用作工作区及存放用户数据。这样的结构主要是考虑到单片机用于控制系统中, 有较大的程序存储器空间, 把开发成功的程序固化在 ROM 中, 而把少量的随机数据存放在 RAM 中。这样, 小容量的数据存储器能以高速 RAM 形式集成在单片机内, 以加速单片机的执行速度。但单片机内的 RAM 是作为数据存储器用, 而不是当作高速缓冲存储器(Cache)使用。

(2) 采用面向控制的指令系统。为满足控制的需要, 单片机有更强的逻辑控制能力, 特别是具有很强的位处理能力。

(3) 单片机的 I/O 引脚通常是多功能的。由于单片机芯片上引脚数目有限, 为了解决实际引脚数和需要的信号线的矛盾, 采用了引脚功能复用的方法。引脚处于何种功能, 可由指令来设置或由机器状态来区分。

(4) 单片机的外部扩展能力强。在内部的各种功能部分不能满足应用需求时, 均可在外部进行扩展(如扩展 ROM、RAM, I/O 接口, 定时器/计数器, 中断系统等), 与许多通用的微机接口芯片兼容, 给应用系统设计带来极大的方便和灵活性。

1.3.2 单片机的应用

单片机在控制领域中, 还有以下优点:

(1) 体积小, 成本低, 运用灵活, 易于产品化, 它能方便地组成各种智能化的控制设备和仪器, 做到机电一体化。

(2) 面向控制, 能针对性地解决从简单到复杂的各类控制任务, 因而能获得最佳的性能价格比。

(3) 抗干扰能力强, 适用温度范围宽, 在各种恶劣的环境下都能可靠地工作, 这是其它类型计算机无法比拟的。

(4) 可以方便地实现多机和分布式控制, 使整个控制系统的效率和可靠性大为提高。

单片机的应用范围十分广泛, 主要的应用领域有:

(1) 工业控制。单片机可以构成各种工业控制系统、数据采集系统等。如数控机床、自动生产线控制、电机控制、温度控制等。

(2) 仪器仪表。如智能仪器、医疗器械、数字示波器等。

(3) 计算机外部设备与智能接口。如图形终端机、传真机、复印机、打印机、绘图仪、磁盘/磁带机、智能终端机等。

(4) 商用产品。如自动售货机、电子收款机、电子秤等。

(5) 家用电器。如微波炉、电视机、空调、洗衣机、录像机、音响设备等。

1.4 常用单片机系列介绍

目前单片机产品多达 50 个系列, 300 多种型号。国内单片机应用中常见的有 Intel 公司的 MCS 系列, Motorola 公司的 68HC05、68HC11 系列, Philips 公司的 80C51 系列, MicroChip 公司的 PIC16 系列等, 其中 Intel 公司的 MCS 系列一直在国内是应用的主流系列。下面我们只对 Intel 公司的 MCS 系列产品作简要介绍。

1.4.1 MCS 系列产品

MCS 系列单片机是 Intel 公司生产的单片机的总称。Intel 公司是生产单片机的创始者, 其产品在单片机的各个发展阶段具有代表性。下面我们从单片机的各个发展阶段, 简要介绍一下 MCS 系列单片机产品的情况。

第一阶段(1971~1976 年): 单片机发展的初级阶段。1971 年 11 月, Intel 公司首先设计出集成度为 2000 只晶体管/片的 4 位微处理器 Intel 4004, 并配有 RAM、ROM 和移位寄存器, 构成了第一台 MCS - 4 微处理器。它的推出拉开了单片机研制的序幕。

第二阶段(1976~1980 年): 低性能单片机阶段。这一阶段以 1976 年 Intel 公司推出的 MCS - 48 系列为代表产品。

第三阶段(1980~1983 年): 高性能单片机阶段。这一阶段以 1980 年 Intel 公司推出的 MCS - 51 系列为代表产品。

第四阶段(1983年至今): 16位单片机阶段。这一阶段以1983年 Intel 公司推出的 MCS - 96 系列为代表产品。

Intel 公司生产的单片机大体上可分为三大系列: MCS - 48 系列、MCS - 51 系列、MCS - 96 系列。三大系列产品如表 1.1 所示。

表 1.1 Intel 主要单片机系列

系 列	型 号	片内存储器 (字节)		片外存储器直接 寻址(字节)		I/O 口线		中 断 源	定时器/计数器 (个×位)	晶 振 (MHz)	典型指 令周期 (μ s)	封 装 (DIP)	其 它
		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	/1K	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	/2K	128	256	4K	27		2	1×8	2~11	1.36	40	
	8039	—	128	256	4K	27		2	1×8	2~11	1.36	40	
	8051	4K/ /4K	128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	HMOS
MCS - 51 (8 位机)	8751	/4K	128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	HMOS
	8031	—	128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	HMOS
	8052	8K/ /8K	256	64K	64K	32	UART	6	3×16	2~12	1	40	HMOS
	8752	/8K	256	64K	64K	32	UART	6	3×16	2~12	1	40	HMOS
	8032	—	256	64K	64K	32	UART	6	3×16	2~12	1	40	HMOS
	80C51	4K/ /4K	128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	CHMOS
	80C31	—	128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	CHMOS
	87C51	/4K	128	64K	64K	32	UART	5	2×16	2~12	1	40	CHMOS
	80C252	8K/ /8K	256	64K	64K	32	UART	7	3×16	2~12	1	40	CHMOS,有脉冲宽调制,高速输出
	87C252	/8K	256	64K	64K	32	UART	7	3×16	2~12	1	40	CHMOS,有脉冲宽调制,高速输出
	83C252	—	256	64K	64K	32	UART	7	3×16	2~12	1	40	CHMOS,有脉冲宽调制,高速输出
	8044	4K/ /4K	192	64K	64K	32	SIU	5	2×16	12	1	40	SIU 最大传输率 2.4 Mb/s,距离 30 公尺
	8744	/4K	192	64K	64K	32	SIU	5	2×16	12	1	40	
	8344	—	192	64K	64K	32	SIU	5	2×16	12	1	40	
	8094	—	232	64K	64K	32	UART	8	4×16	12	1~2	48	4×10 位 A/D
	8095	—	232	64K	64K	32	UART	8	4×16	12	1~2	48	
MCS - 96 (16 位机)	8096	—	232	64K	64K	48	UART	8	4×16	12	1~2	68	8×10 位 A/D
	8097	—	232	64K	64K	48	UART	8	4×16	12	1~2	68	
	8394	8K/ /8K	232	64K	64K	32	UART	8	4×16	12	1~2	48	4×10 位 A/D
	8395	8K/ /8K	232	64K	64K	32	UART	8	4×16	12	1~2	48	
	8396	8K/ /8K	232	64K	64K	48	UART	8	4×16	12	1~2	68	8×10 位 A/D
	8397	8K/ /8K	232	64K	64K	48	UART	8	4×16	12	1~2	68	

Intel 公司的三大系列产品虽然经历了从低级阶段到高级阶段的发展过程,但从市场应用情况来看,并不是高级阶段产品淘汰低级阶段产品,它们都有着各自的应用领域。高速应用场合选用 16 位或 32 位单片机,低速应用场合仍选用 8 位单片机,也有选用 4 位单片机的。MCS-51 系列单片机在中小型应用场合很常见。20 世纪 80 年代中期,Intel 公司将 8051 内核使用权以专利互换或出售形式转给世界许多著名 IC 制造厂商,如 Philips、西门子、AMD、OKI、NEC、Atmel 等,这样 8051 就成为有众多制造厂商支持、有上百个品种的大家族。90 年代,Philips 推出支持 16 位计算的 XA 系列。XA 系列是 16 位单片机,又可完全兼容 8051 的指令系统。Intel 推出的 80C251 也与 8051 在机器代码级兼容,这样就保证了 8051 用户到 21 世纪仍然具有技术的领先性。随着硬件的发展,8051 软件工具已有 C 级编译器及实时多任务操作系统(RTOS)。在 RTOS 的支持下,单片机的程序设计更简单、更可靠、实时性更强。因而 MCS-51 系列是单片机教学的首选机型。本书也是以 MCS-51 单片机作为主讲对象的。

1.4.2 MCS-51 系列单片机的结构特点

为使具有一定微型计算机基础知识的读者能尽快熟悉单片机的特点,掌握单片机的原理和应用技术,本节仍以 MCS-51 系列单片机为例,通过与通用微机的比较,来简单介绍 MCS-51 系列单片机的结构特点。

就 CPU 的结构来说,通用微机的 CPU 内部有一定数量的通用或专用寄存器,而 MCS-51 系列单片机则在数据 RAM 区开辟了一个工作寄存器区。该区共有 4 组,每组 8 个寄存器,共计可提供 32 个工作寄存器,相当于通用微机 CPU 中的通用寄存器。除此之外,MCS-51 系列单片机还有颇具特色的 21 个特殊功能寄存器 SFR。要理解 MCS-51 系列单片机的工作,就必须对特殊功能寄存器 SFR 的工作有清楚的了解。SFR 使仅具有 40 条引脚的单片机系统的功能有很大的扩展。由于这些 SFR 的作用,每个通道在程序控制下,都可有第二功能,从而使得有限的引脚能衍生出更多的功能。而且,利用 SFR 可完成对定时器、串行口、中断逻辑的控制,这就使得单片机可以把定时/计数器、串行口、中断逻辑等集成在一个芯片上。

MCS-51 系列单片机在存储器结构上与通用微机也有不同之处,通用微机中程序存储器和数据存储器是一个地址空间,而单片机把程序存储器和数据存储器分成两个独立的地址空间,采用不同的寻址方式,使用两个不同的地址指针,PC 指向程序存储器,DPTR 指向数据存储器。采用这种结构主要是考虑到工业控制的特点。一般工业控制系统中,需要较大的程序存储器空间和较小的随机存储器空间,不同于通用微机需要较大的数据存储器空间。

MCS-51 系列单片机在输入输出接口方面的特点是,通道口引线在程序的控制下都可有第二功能,可由用户系统设计者灵活选择。比如数据线和地址线低 8 位可分时合用通道 0,而地址线高 8 位与其它信号线也可合用通道 2。由于存储器和接口都在片内,就给应用提供了方便,往往只在其引脚处增加驱动器即可简化接口设计工作,提高单片机与外设数据交换的处理速度。同时,功能变换和选择由相应的指令来控制实现,而不是靠硬件上的跳线