

高等学校计算机教材

单片机 原理及应用

马洪连 丁男 黄伟 马艳华 编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高等学校计算机教材

单片机原理及应用

马洪连 丁 男 黄 伟 马艳华 编

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理及应用/马洪连等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2004.8

高等学校计算机教材

ISBN 7-115-12545-7

I. 单... II. 马... 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 (2004) 第 086808 号

内 容 提 要

本书共分为 7 章, 主要内容包括: 单片微型计算机简介、W78E52 单片机的硬件结构、指令系统、单片机系统的扩展技术、单片机接口电路的设计与应用、通用的典型 8 位单片机、单片机应用系统的抗干扰技术。

本书为高等学校教材, 可供计算机、通信、电子及相关专业的学生使用, 也可供高职高专学生学习参考。

高等学校计算机教材

单片机原理及应用

-
- ◆ 编 马洪连 丁 男 黄 伟 马艳华
责任编辑 向 伟
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67129259
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 10.25
字数: 242 千字
印数: 1-5 000 册
- 2004 年 8 月第 1 版
2004 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-12545-7/TP · 4142

定价: 15.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

目 录

第 1 章 单片微型计算机简介	1
1.1 单片机的应用及发展	1
1.2 常见的典型 8 位单片机简介	2
1.3 Winbond-78 系列 8 位单片机简介	3
1.3.1 Winbond-78 系列单片机的特性与特点	3
1.3.2 Winbond-78 系列单片机的内部结构	4
习题	6
第 2 章 W78E52 单片机的硬件结构	7
2.1 W78E52 单片机的内部总体结构	7
2.2 W78E52 单片机的引脚介绍	8
2.2.1 电源及时钟引脚	8
2.2.2 控制引脚	9
2.2.3 I/O 接口引脚	9
2.3 W78E52 单片机的内部资源	10
2.3.1 存储器配置	10
2.3.2 输入输出端口	16
2.3.3 定时器/计数器	18
2.3.4 串行接口	24
2.3.5 中断控制系统	28
2.3.6 布尔处理机	31
2.3.7 单片机复位电路、低功耗工作方式和 CPU 时序	32
习题	34
第 3 章 指令系统	37
3.1 寻址方式	37
3.1.1 寄存器寻址	37
3.1.2 直接寻址	38
3.1.3 间接寻址	38
3.1.4 立即寻址	39
3.1.5 相对寻址	39
3.1.6 基址寄存器加变址寄存器间接寻址	39
3.1.7 位寻址	40
3.2 指令系统的分类	40

3.2.1 数据传送指令	41
3.2.2 转移指令	45
3.2.3 算术运算指令	49
3.2.4 逻辑运算指令	54
3.2.5 布尔变量操作指令	57
习题	59
第4章 单片机系统的扩展技术	61
4.1 外部扩展数据存储器的扩展	61
4.1.1 外部 RAM 数据存储器的扩展	62
4.1.2 外部并行 Flash ROM 存储器的扩展	64
4.1.3 外部串行 E ² PROM 数据存储器的扩展	68
4.2 单片机系统并行接口的扩展	71
4.3 按键与显示器的扩展应用	75
4.3.1 行列式键盘与单片机的接口技术	75
4.3.2 8 段 LED 数码显示器与单片机的接口技术	77
4.3.3 LCD 液晶显示器与单片机的接口技术	81
4.4 串行接口的应用技术	89
4.4.1 单片机多机通信系统	89
4.4.2 PC 与单片机之间的串行通信技术	97
习题	100
第5章 单片机接口电路的设计与应用	101
5.1 实时时钟/日历芯片的应用	101
5.1.1 并行实时时钟/日历芯片的应用	101
5.1.2 串行实时时钟/日历芯片的应用	108
5.2 模数 (A/D) 转换器的应用	113
5.2.1 并行积分式 A/D 转换器 ICL7135 的应用	114
5.2.2 串行 A/D 转换器 AD7703 的应用	119
5.3 数模 (D/A) 转换器的应用	123
5.3.1 并行 D/A 转换器 DAC0832 的应用	123
5.3.2 串行 D/A 转换器 AD7543 的应用	126
习题	128
第6章 通用的典型 8 位单片机	130
6.1 AT89C2051 单片机	130
6.2 W78E58 单片机	132
习题	135

第7章 单片机应用系统的抗干扰技术	136
7.1 干扰的来源及造成的后果	136
7.1.1 干扰的来源	136
7.1.2 造成的后果	137
7.2 硬件抗干扰措施	137
7.2.1 I/O 通道干扰的抑制措施	137
7.2.2 电磁干扰的抑制措施	138
7.2.3 印刷电路板的抗干扰措施	140
7.3 软件抗干扰原理与方法	141
7.3.1 输入输出通道中的抗干扰方法	141
7.3.2 在编程中常用的抗干扰方法	142
7.3.3 RAM 数据冗余技术	143
7.4 “看门狗”技术	144
习题	145
附录一 指令系统中常用符号说明	146
附录二 影响标志位设置的指令	148
附录三 兼容 MCS-51 8 位单片机的指令一览表	149
附录四 W78E52 单片机的技术指标及相关参数	153

第 1 章 单片微型计算机简介

单片微型计算机（简称单片机）是微型计算机的一个重要分支，也是一种非常活跃和颇具生命力的机种。单片机特别适合应用于检测及控制领域，故又称为微控制器（microcontroller）。

通常，单片机由单片集成电路芯片构成，内部包含有计算机的基本功能部件：中央处理器（Central Processing Unit, CPU）、存储器和 I/O 接口电路等。因此，单片机只需要和适当的软件及外部设备相结合，便可成为一个单片机检测或控制系统。

1.1 单片机的应用及发展

由于单片机的体积小、成本低，可广泛地嵌入到玩具、家用电器、机器人、仪器仪表、汽车电子系统、工业控制单元、办公自动化设备、金融电子系统、舰船、个人信息终端和通信产品中，已成为现代电子系统中最重要的智能化工具。所以，也常常将单片机称为嵌入式微控制器（Embedded Micro Controller Unit, EMCU）。正是由于单片机在嵌入式系统中的成功应用，使单片机成为发展最快，品种最多的机种。

目前，单片机正朝着高性能和多品种方向发展，尤其是 8 位单片机业已成为当前单片机的主流。单片机的发展具体体现在如下 4 个方面：

（1）CPU 功能增强。

主要表现在运算速度和精度的提高方面。具体体现为其时钟频率由 2MHz、6MHz、12MHz、24MHz 到 40MHz 逐步提高，单片机的位数也由 1 位、4 位、8 位、16 位、32 位逐步增长。

（2）内部资源增多。

目前，根据不同的需要，单片机的具体配置也有所不同。有的单片机内部的 ROM 容量已达 32KB 或 64KB，RAM 数量已达 1KB 以上，并具有掉电保护功能。有的具备有 A/D 和 D/A 转换器，系统故障监测和 DMA 通道电路等功能。因此，采用这种单片机构成控制系统时，外加硬件电路可以减到最少，从而大大减小了控制系统的体积，并提高了工作的可靠性。

（3）引脚的功能多元化。

随着芯片内部功能的增强和资源的丰富，单片机所需的引脚数也会相应的增加，这是不可避免的。例如，一个能寻址 1MB 存储空间单片机需要 20 条地址线和 8 条数据线。太多的引脚不仅会增加制造时的困难，而且也会使芯片的集成度大为减小。为了减小引脚数量，提高应用灵活性，单片机普遍采用一脚多用的设计方案。

（4）所需电压和功耗降低。

在许多应用场合，单片机不仅需要很小的体积，而且还需要较低的工作电压和极小的功耗。因此，单片机普遍采用 CMOS 工艺，并增加了空闲和掉电两种电源管理工作方式。

就单片机本身而言，还可以分为通用型和专用型两种类型。通用型单片机的内部资源

比较丰富,功能全面,适应性强,能满足多种应用需求。但用户使用时需进一步设计,才能组成一个以通用单片机为核心并配以其他外围电路的应用控制系统。这类机型有 MCS-51、ATMEL-89 系列单片机和 Winbond-78 系列单片机等。专用型单片机是针对一种产品或一种控制应用而专门设计的,设计时已对系统结构的最简化、软硬件资源利用的最优化、可靠性和成本的最佳化等方面都做了通盘的考虑和论证,所以它具有十分明显的综合优势。显然,随着单片机应用的广泛深入,各种专用单片机芯片会越来越多,并且必将成为将来单片机发展的重要方向。

如上所述,单片机只是一个芯片,而在实际应用中,常常需要扩展外围电路和外围芯片构成具有一定应用功能的单片机系统。由于软、硬件资源有限,单片机系统本身不能实现自我开发,要进行系统开发设计,必须使用专门的单片机开发系统。对于复杂系统,可借助于微型机开发系统(Microcomputer Development System, MDS)进行开发;而对于一般系统,可用专门的单片机开发系统,称为单板单片机开发系统或在线仿真器(In Circuit Emulation, ICE),通过它们可以进行单片机的软硬件开发和 EPROM 或 EEPROM 的写入。目前,国内市场上可提供各种类型和型号的单片机开发系统,为单片机的开发应用提供了有力的工具,使单片机用户有了很大的选择余地。

16 位单片机的典型代表性产品是 MCS-96 系列单片机,它是在 1983 年由 Intel 公司研制出的。它与 8 位单片机比较,主要有两个特点:第一点是集成度高。其内部除了含有 16 位 CPU、256B RAM、5 个 8 位并行接口、4 个全双工串行口等之外,还有高速 I/O 部件、多路 A/D 转换器、脉宽调制器以及监视定时器。第二点是运算速度快。由于它具有丰富的指令系统、先进的寻址方式和带符号数运算等功能,所以运算速度大大提高。目前广泛使用的有 TI 公司的 MSP430 系列和 Motorola 公司的 MC68HC1x 系列 16 位单片机。

1.2 常见的典型 8 位单片机简介

目前,单片机制造商很多,有 Intel、Atmel、Winbond、Motorola 和 Philips 等公司,下面将 Intel 公司、Atmel 公司和 Winbond 公司的典型产品介绍如下。

常见的典型 8 位单片机功能简介如表 1-1 所示。

表 1-1 Intel-51 系列、Atmel-89 系列和 Winbond-78 系列典型单片机的功能

类型	片内 ROM	片内 RAM	数据程序寻址	并行接口	定时器/计数器	中断源	串行接口	空闲和掉电方式	封装格式与管脚数
Intel 8031	无	128B	2×64KB	4×8 位	2×16 位	5	1	无	DIP40 脚
Intel 8051	4KB ROM	128B	2×64KB	4×8 位	2×16 位	5	1	无	DIP40 脚
Intel 87C51	4KB EPROM	128B	2×64KB	4×8 位	2×16 位	6	1	有	DIP40 脚
Intel 8052	8KB ROM	256B	2×64KB	4×8 位	3×16 位	6	1	无	DIP40 脚
Atmel 89C52	8KB Flash	256B	2×64KB	4×8 位	3×16 位	6	1	有	DIP 40 脚 PLCC 44 脚

续表

类型	片内 ROM	片内 RAM	数据程序 寻址	并行 接口	定时器/ 计数器	中断 源	串行 接口	空闲和 掉电方式	封装格式与 管脚数
Atmel 89C55	20KB Flash	256B	2×64KB	4×8 位	3×16 位	6	1	有	DIP 40 脚 PLCC 44 脚
Winbond 78E52	8KB Flash	256B	2×64KB	4×8 位	3×16 位	6/8	1	有	DIP 40 脚 PLCC 44 脚
Winbond 78E58	32KB Flash	256B	2×64KB	4×8 位	3×16 位	6/8	1	有	DIP 40 脚 PLCC 44 脚

注：① W78E52 和 W78E58 在 PLCC 封装下具有 44 引脚，利用这多余的 4 个引脚又组成了一个 4 位的并行端口 P4，可供用户使用。但是对于不同的单片机类型，P4 的功能各不相同。例如本书介绍的具有代表性的 W78E52 中 P4.2 和 P4.3 引脚既可以作为一般的 I/O 引脚，也可以作为外部中断源 $\overline{\text{INT}}2$ 、 $\overline{\text{INT}}3$ 的输入引脚。

② Intel-51 系列、Atmel-89 系列和 Winbond 系列 8 位单片机的指令系统、内部结构组成、封装格式，基本上相互兼容并可进行替换。

1.3 Winbond-78 系列 8 位单片机简介

Winbond（华邦）电子设计公司成立于 1987 年，主要从事半导体电子产品的设计和销售。该公司生产了 4 位、8 位及 32 位的单片机及其他实用的 IC 芯片，其中以 8 位单片机的生产最为耳熟能详。Winbond 系列 8 位单片机分为标准系列、宽工作电压系列、TURBO-51 系列和工业级别系列。标准系列的代表产品是 W78C32C、W78E52B、W78E58B、W78E516B 和 W78E858B 等。宽工作电压系列单片机的工作电压范围为 1.8V（或 2.4V）~5.5V，比一般的单片机有着显著的扩展，代表产品是 W78L32、W78L51、W78L801、W78LE58 及 W78LE516。TURBO-51 系列单片机的特别之处是其除了有 256B 内部 RAM 之外，还多了 1KB 的 SRAM，故其功能的提高不言而喻。工业级别系列的单片机代表产品是 W78IE52、W78IE54、W77IC32 和 W77IE58，它们的功耗一般比较低，适于工业使用。

由于 8 位单片机功能强，品种多，外围配件齐全，被广泛应用于各个领域，目前是國內单片机应用的主要机种。为此，本书以介绍 8 位单片机的应用方法为主要内容。

1.3.1 Winbond-78 系列单片机的特性与特点

Winbond 系列 8 位单片机中 W78E52 型的特性如下：

- 8 位 CMOS 单片机；
- 工作频率可达 24/40MHz 多种形式；
- 片内 256B RAM；
- 8KB Flash EEPROM；
- 64KB 程序存储空间；
- 64KB 数据存储空间；
- 4 个 8 位并行双向端口（在 PLCC 封装下多一个 4 位并行端口 P4）；

- 3 个 16 位定时器/计数器;
- 1 个全双工串行口;
- 布尔处理器;
- 6 或 8 个中断源, 2 级中断优先级 (在 PLCC 封装下多 2 个外部中断源);
- 内部自带“看门狗”电路;
- 内置电源能量管理;
- 机器码保护结构。

W78E52 为 Winbond 公司的典型 8 位单片机, 其功能、指令系统、管脚分配及封装格式等与 Intel 公司典型的 8 位单片机的 8052 类似, 但它以 8K 闪烁 EEPROM 替代 8052 的 8KROM 存储器。

为了使用户便于更新及验证机器码, W78E52 可以使程序存储器电子编程, 机器码一经确认, 用户就可以保护机器码, 以防泄漏。

W78E52 单片机比市场上大多数 8 位单片机有更高的频率范围, 最高可达 40MHz。

W78E52 单片机有两种省电方式: 即空闲方式和掉电方式。这两种方式均可应用软件选择。空闲方式关闭处理器时钟, 但不关闭外设时钟; 掉电方式停止晶体振荡, 以降低能耗。外部时钟可在任意时刻任意状态停止, 而不影响处理器的工作。

Winbond-78 系列单片机性能特点如表 1-2 所示。

表 1-2 Winbond-78 系列单片机性能

类型	片内 ROM	片内 RAM	数据程序寻址	并行接口	定时/计数器	中断源	封装格式与管脚数
W78E51B	4KB Flash EPROM	128B	2×64KB	32	2×16 位	5/7	DIP 40 脚 PLCC 44 脚
W78E52B	8KB Flash ROM	256B	2×64KB	32	3×16 位	6/8	DIP 40 脚 PLCC 44 脚
W78E54B	16KB Flash ROM	256B	2×64KB	32/36	3×16 位	6/8	DIP 40 脚 PLCC 44 脚
W78E58B	32KB Flash ROM	256B	2×64KB	32/36	3×16 位	6/8	DIP 40 脚 PLCC 44 脚
W78E516B	64KB Flash ROM	512B	2×64KB	32/36	3×16 位	6/8	DIP 40 脚 PLCC 44 脚
W78E365B	64KB Flash ROM	1280B	2×64KB	32/36	3×16 位	6/8	DIP 40 脚 PLCC 44 脚
W78E858B	32KB Flash ROM	768B	2×64KB	32/36	3×16 位	6/8	DIP 40 脚 PLCC 44 脚

注: ① PLCC 封装比 DIP 封装多 2 个中断源, 中断源的引脚是 PLCC 封装多出的 4 个引脚中的 2 个。

② PLCC 封装比 DIP 封装多一个 4 位的并行接口 P4。

1.3.2 Winbond-78 系列单片机的内部结构

Winbond-78 系列单片机内部含有一台微型计算机所需要的基本功能部件, 内部基本结构如图 1-1 所示。现对图中各部件分述如下。

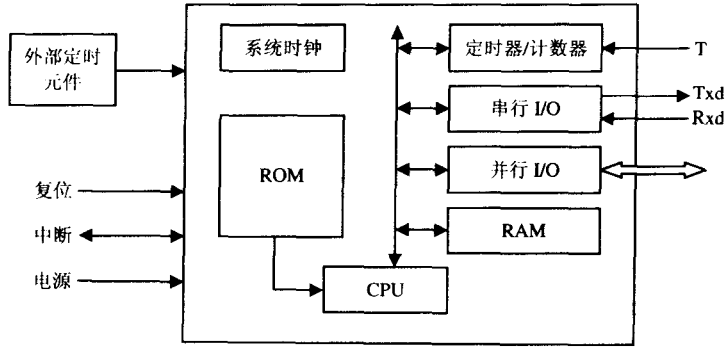


图 1-1 典型单片机内部结构简图

(1) 中央处理器 (CPU)

CPU 是单片机的核心器件，它通常是由运算器、控制器和中断电路等组成。CPU 有自己的指令系统，用于编制单片机的应用程序。CPU 进行算术运算和逻辑运算的字长同样有 4 位、8 位、16 位和 32 位之分，字长越长，运算速度越快，数据处理能力也越强。W78E52 单片机字长为 8 位。

(2) 存储器

在单片机内部，ROM 和 RAM 是分开制造的。通常 ROM 容量较大，RAM 容量较小，这是单片机用作控制器的一大特点。ROM 容量一般为 1~32KB 或 64KB 不等，用于存放应用程序，故又称为程序存储器。由于单片机主要在控制系统中使用，因此一旦系统研制成功，其硬件和应用程序均已定型。为了提高系统的可靠性，应用程序通常固化在片内 ROM 中。根据片内 ROM 的结构，单片机又可分为无 ROM 型、ROM 型、EPROM 型和 Flash PROM 型 4 类。

无 ROM 型单片机的特点是片内不集成 ROM，故应用程序必须固化到外界的 ROM 芯片中才能构成有完整功能的单片机应用系统。ROM 型单片机内部的程序存储器是采用掩膜工艺制成的，程序一旦固化进去便永远不能修改。EPROM 型单片机内部的程序是采用特殊 MOS 管构成的，程序写入后可通过紫外线擦除原内容。并通过使用专用编程器才能写入新修改后的程序。Flash EEPROM 型单片机可通过专用的软件进行在线擦除和写入新的程序，断电后也不会丢失。因此，Flash PROM 型单片机是深受广大用户的欢迎的。

(3) RAM

通常单片机片内 RAM 容量为 128~256B，最多可达 1KB。RAM 主要用来存放实时数据或作为通用寄存器、数据堆栈和数据缓冲器之用。

(4) I/O 接口和特殊功能部件

I/O 接口电路有串行和并行两种形式。串行 I/O 接口用于串行通信，它可以把单片机内部的并行数据变成串行数据向外传送，也可以把串行接收外部送来的数据变成并行数据传送给 CPU 处理。并行 I/O 接口电路可以使单片机和存储器或外设之间并行地传送数据。

通常单片机内部还包括定时器/计数器，用于产生定时脉冲或进行计数，还有系统时钟等电路。专用类型的单片机还具有 A/D (Analogue/Digital)、D/A (Digital/Analogue) 转换或 DMA 等功能。总之，某一单片机内部究竟包括哪些特殊功能部件，以及特殊功能部件的数量是和它的型号有关的。

习 题

1. 一般单片机内部都包括哪些功能部件？各功能部件的作用是什么？
2. 根据单片机片内 ROM 结构，常常可以分为哪三类？W78E52 属于哪种类型？
3. 单片机主要应用在哪些领域？
4. 什么是单片微型机？它与典型微型计算机在结构上有何区别？
5. 单片微型机具有哪些突出优点？

第2章 W78E52 单片机的硬件结构

本章主要以 Winbond 公司 78E52 单片机为例, 详细介绍 Winbond 系列 8 位单片机的基本结构及工作原理。熟悉并掌握硬件结构对于应用设计者是十分重要的, 因为它是单片机应用系统设计的基础。通过本章的学习, 可以使读者对 8 位单片机的硬件结构有一个较为全面的了解。

2.1 W78E52 单片机的内部总体结构

W78E52 是 8 位单片机, 相对于市场上的大部分 8 位单片机, 它提供了一个更宽的频率范围, 并且与 Intel 公司的 MCS-8052 单片机硬件结构及指令系统完全兼容。从功能上划分, W78E52 单片机由 8 个部分组成, 它们分别是微处理器 (CPU)、4 个 8 位的双向 I/O 接口 (P0, P1, P2, P3)、1 个串行接口、3 个 16 位的定时/计数器、中断系统 (6 个或 8 个中断源, 2 个中断优先级)、数据存储器 (RAM)、程序存储器 (ROM/ EPROM/ FLASH EEPROM 型) 和特殊功能寄存器 (SFR)。W78E52 单片机的内部电路结构如图 2-1 所示。

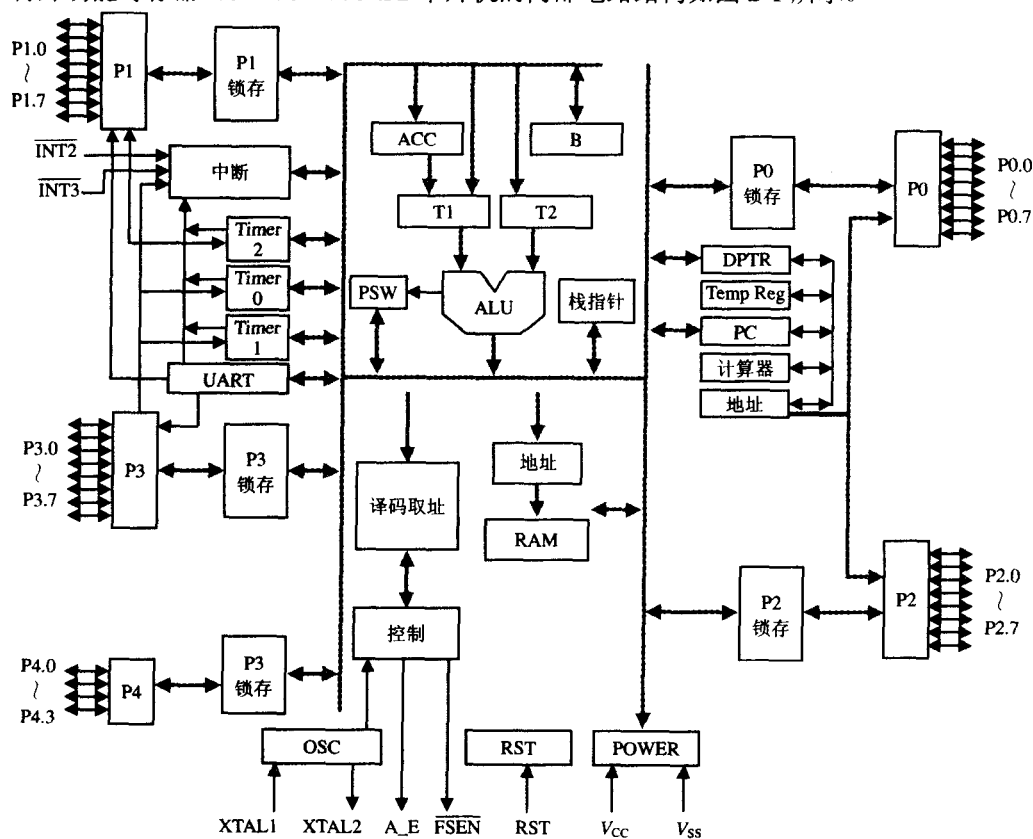


图 2-1 W78E52 单片机内部电路结构

从以上的介绍可以看出, W78E52 单片机的硬件结构有功能强、部件种类全和片内资源丰富的特点, 并且使用方便、可靠, 是一种理想的单片机。

2.2 W78E52 单片机的引脚介绍

掌握 W78E52 单片机, 应首先了解它的引脚, 熟悉并牢记各引脚的功能。W78E52 单片机采用 CMOS 制造工艺, 目前大多数采用 40 引脚的双列直插式 (DIP) 和 44 引脚的方形封装 (PLCC) 的封装方式。引脚如图 2-2 和图 2-3 所示。另外, W78E52 单片机还有用于贴片形式的 44 引脚 QFP 封装格式。

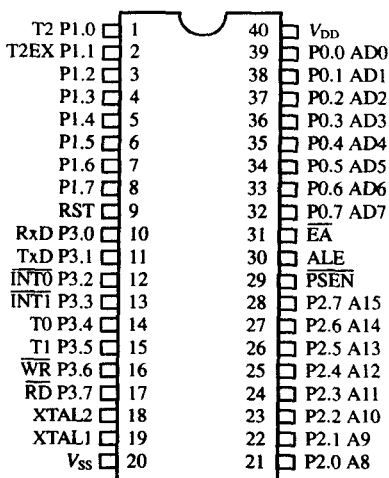


图 2-2 Winbond 78E52 单片机 DIP 封装方式

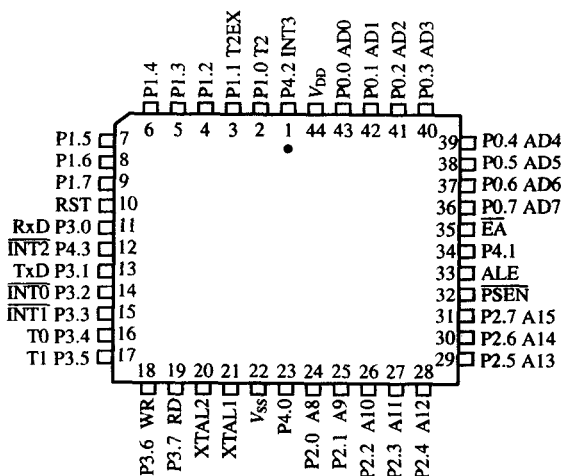


图 2-3 Winbond 78E52 单片机 PLCC 封装方式

DIP 封装形式的 40 个引脚按其功能来分, 可分为 3 个部分: 电源及时钟引脚、控制引脚和 I/O 接口引脚。采用 PLCC 封装形式不仅比 DIP 封装形式多一个 4 位并行 I/O 双向口 (P4.0, P4.1, P4.2, P4.3), 还多出 2 个外部中断源 $\overline{\text{INT2}}$ (同 P4.3 复用) 和 $\overline{\text{INT3}}$ (同 P4.2 复用)。

2.2.1 电源及时钟引脚

1. 电源引脚

电源引脚接入单片机的工作电源。

V_{CC} : 接 +5V 电源;

V_{SS} : 接地。

2. 时钟引脚 XTAL1、XTAL2

时钟引脚外接石英晶体, 与片内的反相放大器构成了一个振荡器, 它提供单片机的时钟控制信号。时钟引脚也可用来连接外部的时钟振荡源。

XTAL1: 接外部石英晶体的一个引脚。在单片机内部接至反相放大器的输入端。这个

放大器系统构成了片内振荡时钟源。如当单片机使用外部振荡器时, 此引脚连接外部振荡器的信号端。

XTAL2: 接外部石英晶体的另一个引脚, 在单片机内部接至片内反相放大器的输出端。当单片机采用外部振荡器时, 该引脚应悬浮不连接。

2.2.2 控制引脚

控制引脚提供单片机系统的控制信号。

(1) $\overline{\text{PSEN}}$: 单片机访问外部程序存储器的程序读选通信号。在取指令期间, 每个机器周期产生两次有效信号。但每当访问外部数据存储器时, 此信号不再出现。

(2) $\overline{\text{ALE/PROG}}$: 访问单片机外部存储器时, ALE 的下跳沿作为低 8 位地址的锁存信号。即使在不访问外部数据存储器时, ALE 仍在每个机器周期 (12 个时钟周期) 内都出现两个正脉冲信号输出, 此频率为时钟振荡器频率的 1/6。但是, 当访问外部数据存储器时, 在机器周期中 ALE 只出现 1 次。

在对 Flash 存储器编程时, 这个引脚用于输入编程脉冲 $\overline{\text{PROG}}$ 。

(3) $\overline{\text{EA}}/V_{\text{pp}}$: $\overline{\text{EA}}$ 为低电平时, 只访问外部程序存储器; 为高电平时, 则访问单片机内部的程序存储器。但在程序计数器 (PC) 值超出片内地址范围时, 将自动转向, 并执行外部程序存储器相应地址单元中的程序。

在对 Flash 存储器编程时, 这个引脚接收 12V 编程电压。

(4) RESET (RST): 单片机复位信号引脚, 高电平有效。当振荡器运行时, 至少在该引脚上出现两个机器周期, 即 24 个振荡周期的高电平才能可靠地将单片机复位。在单片机正常工作时, 此脚应为小于 0.5V 低电平。具体情况详见 2.3.7 节。

2.2.3 I/O 接口引脚

(1) P0: 双向 8 位三态 I/O 接口。有两种工作方式, 即分时复用方式 (如访问并行外部数据存储器) 和独立 I/O 接口方式 (即基本的 I/O 线)。在复用方式下, 此接口为地址总线 (低 8 位) 及数据总线的分时使用的复用接口。在独立 I/O 工作方式时, 需外接上拉电阻。P0 能以吸收电流方式驱动 8 个 LS TTL 输入。

(2) P1: 是一个内部带有上拉电阻的 8 位准双向 I/O 接口, P1 能驱动 (即吸收或输出电流) 4 个 LS TTL 输入。P1.0 还可作为相当于专用功能端 T2, 即定时器 2 的计数触发输入端; P1.1 还相当于专用功能端 T2EX, 即定时器 T2 的外部控制端。

(3) P2: 是一个内部带有上拉电阻的 8 位准双向 I/O 接口。有两种工作方式。在分时复用方式下, 该口作为高 8 位地址总线使用。在独立 I/O 接口方式为基本的 I/O 线。P2 能驱动 (即吸收或输出电流) 4 个 LS TTL 输入。

(4) P3: 是一个内部带有上拉电阻的 8 位准双向 I/O 接口, 同时还具有多功能复用功能。P3 能驱动 (即吸收或输出电流) 4 个 LS TTL 输入。

(5) P4: 只在 PLCC 和 QFP 封装下具有。可按位寻址的 4 位并行 I/O 接口, 其功能类同 P1。

P0, P1, P2, P3 和 P4 具体结构和功能介绍见 2.3.2 节。

2.3 W78E52 单片机的内部资源

2.3.1 存储器配置

Winbond 8 位单片机片内集成有一定容量的程序存储器和数据存储器，同时还具有外部存储器扩展能力。物理上，Winbond 8 位单片机有 4 个存储空间，它们是片内程序存储器和片外程序存储器以及片内数据存储器 and 片外数据存储器。从用户使用的角度，具体地可以分为 3 个存储空间：片内外统一的 64KB 的程序存储器空间，384B (256BRAM+128B 专用寄存器) 的内部数据存储器空间，以及 64KB 的外部数据存储器空间。在访问这 3 个不同的空间时应采用不同形式的指令。

1. 程序存储器

程序存储器用于存放用户编写的程序和一些固定的表格及常数。

W78E52 单片机内部具有 8KB 的内部 Flash EEPROM 程序存储器，同时还具有 64KB 的外围可扩展的寻址空间。通过单片机引脚 $\overline{\text{EA}}$ 来进行选择，当 $\overline{\text{EA}}$ 接高电平时，单片机运行内部程序存储器的指令，但当寻址范围大于片内地址时，程序计数器 (PC) 会自动转向相应地址的外存空间去寻址；当 $\overline{\text{EA}}$ 接低电平时，单片机运行外部程序存储器的指令。

程序存储空间有 7 或 9 个固定地址单元用来存放特定的程序入口地址。其中 0000H~0002H 单元用于存放主程序的入口地址。当单片机复位后，程序计数器 (PC) 的内容为 0000H，故程序必须从 0000H 单元开始运行。因此，在此单元放一条绝对跳转指令，即可转到用户程序的入口地址，执行用户编写的程序。其他 6 或 8 个特殊专用单元分别用于存放 6 或 8 种中断源的中断服务程序的入口地址或简短的中断服务程序。在中断响应后，CPU 的 PC 指针便指向相应的单元，开始执行其中断服务子程序。表 2-1 所示为中断服务子程序的入口地址。

表 2-1

中断服务子程序的入口地址

中 断 源	入 口 地 址
外部中断 0	0003H
定时器 0	000BH
外部中断 1	0013H
定时器 1	001BH
串行端口	0023H
定时器 2	002BH
外部中断 2#	0033H
外部中断 3#	003BH

注：表中#号表示只有 PLCC 或 QFP 封装格式的单片机才具备。

通常在这些入口地址处都存放一条绝对跳转指令。其原因是，由于两个中断入口间隔只有 8 个单元，存放中断服务程序往往是不够用的。

对于程序存储器可采用立即寻址方式和基址+变址寻址方式，详见第 3 章。

2. 数据存储器

W78E52 单片机的数据存储器分为两个地址空间：内部数据存储器空间 and 外部数据存储器空间。

内部数据存储器使用 8 位地址，故其地址空间只能有 256B，可以分为 3 个不同的字节区域：低 128B RAM 区（00H~7FH（0~127）单元），高 128B RAM 区（80H~FFH（128~255）单元），以及 128B 的专用寄存器（SFR）区。如图 2-4 和图 2-5 所示，其中高 128B RAM 和 SFR 区的地址是重合的，但物理上是分开的。它们通过不同的寻址方式来进行访问。在访问高 128B RAM 区时，要采用间接寻址方式；访问 SFR 区时，要采用直接寻址方式；访问低 128B RAM 区时，采用两种寻址方式均可。

TFh	通用 RAW							
30h								
29h	7F	7E	7D	7C	7B	7A	79	78
28h	77	76	75	74	73	72	71	70
27h	6F	6E	6D	6C	6B	6A	69	68
26h	67	66	65	64	63	62	61	60
25h	5F	5E	5D	5C	5B	5A	59	58
24h	57	56	55	54	53	52	51	50
23h	4F	4E	4D	4C	4B	4A	49	48
22h	47	46	45	44	43	42	41	40
21h	3F	3E	3D	3C	3B	3A	39	38
20h	37	36	35	34	33	32	31	30
19h	2F	2E	2D	2C	2B	2A	29	28
18h	27	26	25	24	23	22	21	20
17h	1F	1E	1D	1C	1B	1A	19	18
16h	17	16	15	14	13	12	11	10
15h	0F	0E	0D	0C	0B	0A	09	08
14h	07	06	05	04	03	02	01	00
13h	3 组							
12h								
11h	2 组							
10h								
09h	1 组							
08h								
07h	0 组							
00h								

图 2-4 内部 RAM 中可寻址位的地址

字节地址		位地址						
F8	EIP							
F0	B							
E8	EIE							
E0	ACC							
D8	WDCON							
D0	PSW							
C8	T2CON	T2MOD	RCAP2L	RCAP2H	TL2	TH2		
C0	SCON1	SBUF1	ROMMAP		PMR	STATUS		TA
B8	IP	SADEN	SADEN1					
B0	P3							
A8	IE	SADDR	SADDR1					
A0	P2					P4		
98	SCON0	SBUF						
90	P1	EXIF						
88	TCON	TMOD	TL0	TL1	TH0	TH1	CKCON	
80	P0	SP	DPL	DPH	DPL1	DPH1	DPS	PCON

图 2-5 特殊功能寄存器

低 128B RAM 又可以分为三个部分。