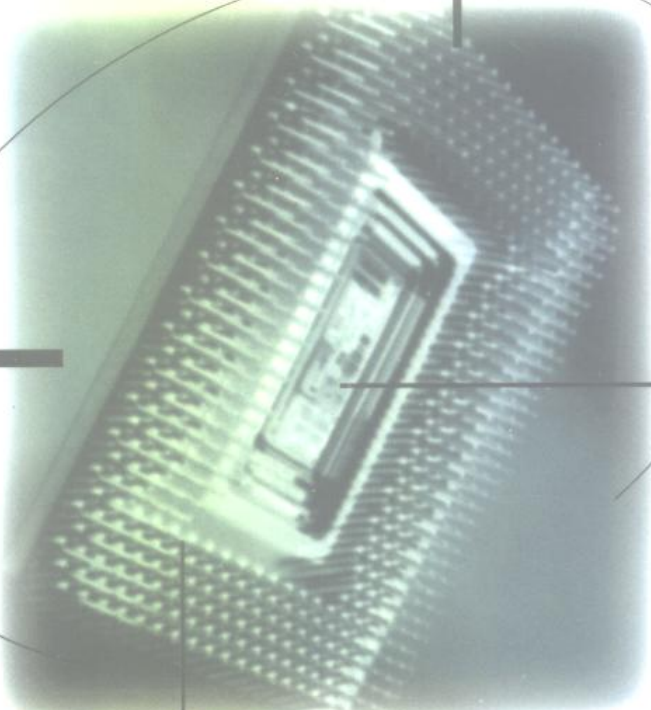


A close-up photograph of a microcontroller chip, likely an 8051, showing its pins and central die. The chip is set against a dark, circular background.

喻方平 罗 微 编著

MCS-96 系列单片机

PL/M语言编程及系统
的设计与调试



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

413374

MCS-96 系列单片机
PL/M 语言编程及系统的设计与调试

喻方平 罗 薇 编著

電子工業出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

JS143/21

内 容 简 介

本书以 MCS-96 系列 8097BH 和 80C196 单片机为对象,从系统组成和工程实践出发,将硬件设计和 PL/M96 高级语言编程紧密结合,详细介绍单片机应用系统各环节的设计、编程和调试。书中既阐述设计思想,又给出具体电路和相应的功能程序及其调试方法,内容丰富实用,资料翔实新颖。

本书面向从事单片机应用,特别是测试,控制和智能仪表等领域的工程技术人员,亦可作为大专院校“微机应用系统设计”或“单片机应用系统设计”课程教材或参考书。

书 名:MCS-96 系列单片机 PL/M 语言编程及系统的设计与调试

编 著 者:喻方平 罗 薇

责任编辑:陈晓明

印 刷 者:北京大中印刷厂

出版发行:电子工业出版社、发行

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 发行部电话 68214070

URL:<http://www.phei.com.cn>

经 销:各地新华书店经销

开 本:787×1092 1/16 印张:13.625 字数:348 千字

版 次:1998 年 5 月第 1 版 1998 年 5 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-5053-4381-5
TP·2017

定 价:24.00

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

前 言

MCS-96 具有高集成度、高抗干扰能力和高性能价格比的优势,是工业控制、智能仪表等领域应用最广泛的之一。

PL/M-96 语言是一种可用于 MCS-96 系列单片机的结构化的高级语言。它的特点是同时兼有高级语言和汇编语言的优点,可以直接利用 CPU 的硬件特性进行程序设计。PL/M-96 语言程序设计块可读性好,可靠性高,代码转换质量高。完成同样的任务,使用 PL/M-96 语言与用汇编语言相比,可提高效率 5~10 倍。尤其是其模块结构和变量作用域规则,使程序可由多个独立编译的模块组成,在多人共同设计、调试一个较大程序时,优越性更加突出。由 PL/M-96 语言生成的机器码,其占用内存大小和运行速度都优于一般人用汇编语言编写的程序。同时,使用 PL/M-96 语言可显著增加程序的可靠性,这与其它高级语言是一致的。

近年来,作者在单片机应用系统的开发和教学工作中取得进展。本书以作者从事科研和教学工作的体验,以 MCS-96 系列单片机为对象将单片机应用系统硬件设计和 PL/M-96 语言编程紧密结合,介绍单片机应用系统各个环节的硬件、软件设计,并给出具体电路和相应程序及调试方法,希望提供最实用、优质的积木,以便读者能方便地随心所欲地搭出最理想的楼房。本书主要特点体现在:

1. 与现有各种单片机书籍不同,本书在单片机系统整体概念基础上,从实际工程角度,直接结合 PL/M-96 语言程序,对系统中每一个环节的硬件和编程方法,进行透彻分析和详细介绍,为直接用高级语言开发单片机系统,提供技术参考。

2. 提供实用的电路和相应的程序,并以此为基础介绍各环节的具体硬件设计方法和编程技术,最大限度提供工程设计中的实用的模块工具。

3. 以模块程序形式,提供了大量用 PL/M-96 语言编写的应用程序。

本书将先进性和实用性相结合,系统详细地介绍了 PL/M-96 编程方法和 MCS-96 系列单片机应用系统设计技术,可作为有关技术人员进行系统设计的工具或参考书。全书共分八章,主要包括四部分内容:

1. PL/M-96 语言程序设计基础(包括上机操作和调试方法)。

2. MCS-96 单片机功能特点及编程调试。

3. 扩展接口及编程调试。

4. 应用程序介绍。

本书第一、第六~八章由喻方平执笔,第二~五章及附录由罗薇执笔,中国航空工业总公司上海第 615 研究所保辉,张浩编写 5.9 节,最后由喻方平统稿。参加本书整理、绘图、编程调试的还有喻槐树、汤晶、李明、文静、李庆元等。

书中程序采用上海第 615 研究所研制的 AEDK5196 仿真开发机调试。武汉交通科技大学陈明昭教授,中国航空工业总公司第 615 研究所夏华龙研究员,分别审阅了本书的有关章节并提了宝贵意见。在此表示衷心的感谢。

书中引用了参考文献中的一些资料和结论,这里对原作者表示衷心的感谢。

书中不妥之处,敬请读者予以指正。

作者

1997 年 11 月于武汉

目 录

第一章 概述	(1)
1.1 单片机应用系统的结构	(1)
1.2 MCS-96 单片机应用系统设计基础	(2)
1.2.1 引脚功能及外部扩展特性	(2)
1.2.2 存储器及管理	(7)
1.2.3 芯片组态寄存器	(12)
1.3 MCS-96 单片机应用系统的设计与调试	(15)
1.3.1 总体设计	(16)
1.3.2 硬件电路设计	(16)
1.3.3 基本硬件电路的调试	(19)
1.3.4 软件设计	(20)
1.4 PL/M-96 语言特点	(21)
第二章 PL/M-96 语言设计基础	(22)
2.1 PL/M-96 简单程序分析	(22)
2.2 PL/M-96 字符集、标识符、注释	(23)
2.2.1 字符集	(23)
2.2.2 标识符、保留字和预说明符	(24)
2.2.3 注释	(24)
2.3 数据类型和类型说明	(25)
2.3.1 数据类型	(25)
2.3.2 简单说明语句	(25)
2.4 变量	(26)
2.4.1 字节(byte)、字(word)和双字(dword)变量	(26)
2.4.2 整型(integer)、短整型(short)和长整型(intlongint)变量	(26)
2.4.3 实型(real)变量	(26)
2.4.4 地址型(address)变量和“.”运算符的地址引用	(27)
2.4.5 变量的 fast 和 slow 属性及说明	(27)
2.4.6 隐含类型转换	(27)
2.5 常数	(28)
2.5.1 纯数常数	(28)
2.5.2 浮点常数	(29)
2.5.3 字符串	(29)
2.6 表达式及运算规则	(29)
2.6.1 操作数	(29)
2.6.2 算术运算及其表达式	(30)

2.6.3	关系运算及其表达式	(31)
2.6.4	逻辑运算及其表达式	(31)
2.6.5	表达式的计算顺序	(32)
2.6.6	常数表达式计算	(34)
2.7	数组和结构	(35)
2.7.1	数组	(35)
2.7.2	结构	(36)
2.8	变量的引用	(38)
2.8.1	完全限定的变量引用	(38)
2.8.2	非限定的变量引用	(38)
2.8.3	部分限定的变量引用	(38)
2.9	有基变量	(39)
2.9.1	有基变量	(39)
2.9.2	有基变量和地址引用举例	(39)
2.10	高级说明语句	(40)
2.10.1	at 属性说明	(40)
2.10.2	data 赋值	(41)
2.10.3	文字(literally)说明及用途	(41)
2.10.4	组合说明语句	(42)
第三章	PL/M-96 可执行语句和程序块	(43)
3.1	赋值语句	(43)
3.1.1	赋值语句	(43)
3.1.2	多次赋值语句	(43)
3.1.3	内嵌赋值语句	(44)
3.2	DO 程序块	(44)
3.2.1	简单 do 程序块	(44)
3.2.2	do while 程序块	(45)
3.2.3	循环 do 程序块	(46)
3.2.4	do case 程序块	(48)
3.3	条件(IF)语句	(49)
3.3.1	if 语句	(49)
3.3.2	嵌套 if 语句	(50)
3.4	语句标号和 GOTO 语句	(51)
3.4.1	语句标号	(51)
3.4.2	goto 语句	(52)
3.5	过程	(53)
3.5.1	过程说明	(53)
3.5.2	过程的调用	(56)
3.5.3	从过程中转出	(58)
3.6	过程的其它属性	(58)

3.6.1	重入性和重入属性(reentrant)	(58)
3.6.2	可间接调用属性(indirectly_callable)	(59)
3.6.3	可中断调用属性(interrupt_callable)	(59)
3.7	内部过程和内部变量	(59)
3.7.1	获取变量信息的内部过程	(59)
3.7.2	类型转换过程	(61)
3.7.3	移位和循环移位过程	(62)
3.7.4	串处理过程	(63)
3.7.5	位操作过程	(65)
3.7.6	其它内部过程和内部变量	(66)
3.8	与 MCS-96 硬件有关的 PL/M-96 运算符和内部过程	(66)
3.8.1	plus 和 minus 运算符	(66)
3.8.2	与硬件有关的 PL/M-96 内部过程	(67)
3.9	其它可执行语句	(68)
3.9.1	调用和返回语句(call、return)	(68)
3.9.2	空语句(;)	(68)
3.9.3	开中断和关中断语句(enable、disable)	(68)
第四章	PL/M-96 程序结构及编程举例	(69)
4.1	概述	(69)
4.1.1	程序块	(69)
4.1.2	模块	(69)
4.1.3	程序	(69)
4.2	作用域	(70)
4.2.1	几个基本术语	(70)
4.2.2	作用域	(71)
4.3	连接属性(PUBLIC 和 EXTERNAL)——扩展作用域	(72)
4.4	标号作用域和对 GOTO 语句的进一步说明	(74)
4.4.1	标号的作用域	(74)
4.4.2	对 goto 语句的进一步说明	(75)
4.5	程序举例	(76)
4.5.1	编程概要	(76)
4.5.2	分类程序实例	(77)
4.5.3	使用过程的分类程序实例	(79)
4.5.4	模块化结构程序实例	(82)
第五章	PL/M-96 的编译和调试	(84)
5.1	PL/M-96 语言程序编译连接步骤及举例	(84)
5.1.1	编译连接的运行环境和操作步骤	(84)
5.1.2	编译连接操作举例	(85)
5.2	编译程序控制	(91)
5.3	目标文件控制	(92)

5.3.1	优化控制(optimize)	(92)
5.3.2	快速控制(fast)	(97)
5.3.3	寄存器覆盖控制(regoverlay/noregoverlay)	(98)
5.3.4	建立目标文件控制(object/noobject)	(100)
5.3.5	调试控制(debug/noddebug)	(100)
5.3.6	类型控制(type/notype)	(100)
5.4	列表控制	(101)
5.4.1	列表选择控制	(101)
5.4.2	列表格式控制	(102)
5.5	嵌入源文件控制	(103)
5.5.1	嵌入源文件控制(include)	(103)
5.5.2	保存/恢复控制(save/restore)	(103)
5.6	条件编译控制	(104)
5.6.1	条件编译控制(if/else/elseif/endif)	(104)
5.6.2	设置条件开关控制(set/reset)	(105)
5.6.3	条件列表控制(cond/nocond)	(106)
5.7	用户程序目标模块的连接	(108)
5.7.1	使用 n96 的一般格式	(108)
5.7.2	ROM 控制	(109)
5.7.3	RAM 控制	(109)
5.7.4	stacksize 控制	(109)
5.7.5	其它控制	(109)
5.8	PL/M-96 语言程序和汇编语言程序的连接	(110)
5.9	PL/M-96 语言程序仿真调试及 LCP96 软件的使用方法	(111)
5.9.1	LCP96 软件使用过程中出现的文件扩展名的约定	(112)
5.9.2	启动 LCP96	(112)
5.9.3	LCP96 状态参数设定及仿真机初始化	(115)
5.9.4	PL/M-96 程序的编写,编译和连接	(116)
5.9.5	软件调试	(116)
5.9.6	观察、修改片内和片外 RAM	(118)
5.9.7	LCP96 功能热键	(118)
第六章	MCS-96 应用特点及编程方法	(120)
6.1	概述	(120)
6.2	中断系统及控制编程	(121)
6.2.1	8097BH 中断源及其优先级	(121)
6.2.2	8097BH 中断控制	(123)
6.2.3	中断服务程序的设计	(125)
6.2.4	中断响应时间	(127)
6.3	高速输入通道 HSI 及编程	(128)
6.3.1	HSI 结构及特点	(128)

6.3.2	HSI 输入控制	(131)
6.3.3	HSI 应用编程	(132)
6.4	高速输出通道 HSO 及编程	(134)
6.4.1	HSO 的基本结构	(134)
6.4.2	HSO 控制及编程	(137)
6.5	A/D 转换及编程	(140)
6.5.1	8097BH A/D 转换器结构及应用特点	(140)
6.5.2	A/D 转换的编程方法	(141)
6.6	PWM 输出和 D/A 转换	(144)
6.6.1	PWM 结构和工作原理	(144)
6.6.2	用 PWM 实现 D/A 转换	(145)
6.6.3	PWM 的控制和编程	(146)
6.6.4	利用 HSO 输出 PWM 脉冲	(146)
6.7	80C196KB 应用特点介绍	(147)
6.7.1	80C196KB 中断结构及特点	(147)
6.7.2	80C196 定时器 T ₂	(150)
6.7.3	80C196 的高速输出	(151)
6.7.4	80C196 脉冲宽度调制输出(PWM)	(151)
6.7.5	80C196 总线出让功能	(151)
第七章	外部扩展接口及程序设计	(154)
7.1	8279 键盘显示接口	(154)
7.1.1	8279 键盘显示接口芯片结构及功能	(154)
7.1.2	命令格式与命令字	(157)
7.1.3	8279 状态格式与状态字	(161)
7.1.4	8279 编程与调试	(161)
7.2	微型打印机及其接口	(168)
7.2.1	TP μ P-T 微型打印机接口及时序	(168)
7.2.2	TP μ P-T 打印命令	(170)
7.2.3	打印机接口调试与编程举例	(174)
7.3	串行接口和多机通信	(176)
7.3.1	与串行口有关的寄存器	(176)
7.3.2	串行口四种工作方式	(178)
7.3.3	串行通信应用与编程	(180)
7.3.4	80C196 串行口特点	(184)
第八章	浮点运算库及实型数运算程序设计	(186)
8.1	实型数 (REAL)	(186)
8.1.1	实型数表示方法	(186)
8.1.2	实型数类型说明和类型转换	(187)
8.2	REAL 数学部件	(188)
8.2.1	几个基本概念	(188)

8.2.2 REAL 部件初始化	(189)
8.3 REAL 运算中的例外状态	(190)
8.3.1 不合法操作例外	(190)
8.3.2 非规格化操作例外	(191)
8.3.3 被零除例外	(191)
8.3.4 上溢例外	(191)
8.3.5 下溢例外	(191)
8.3.6 精度降低例外	(191)
8.4 与浮点运算有关的内部过程	(192)
8.4.1 获取出错字节过程(get \$ real \$ error)	(192)
8.4.2 保存 real 状态过程(save \$ real \$ status)	(192)
8.4.3 恢复 real 状态过程(restore \$ real \$ status)	(193)
8.4.4 浮点运算库中的开平方等过程	(193)
8.5 浮点运算库(FPAL96)	(194)
8.6 实型数运算编程举例	(194)
附录	(197)
附录 A PL/M-96 出错信息	(197)
附录 B PL/M-96 特殊字符	(204)
附录 C PL/M-96 语言保留字	(205)
附录 D PL/M-96 语言预说明的标识符	(206)
参考文献	(207)

第一章 概述

单片机(Single-Chip Microcomputer)技术已广泛地应用于过程控制、智能仪表、智能接口等工程和高技术各个领域。单片机应用系统的设计方法和调试过程因人而异,因具体功能的要求而不同。共同的问题是充分利用单片机的特点,在最短的周期内和用最少的成本研制设计符合要求的单片机应用系统。

§ 1.1 单片机应用系统的结构

单片机应用系统从结构上看,主要由单片机构成的计算机系统及各种功能接口两部分组成。单片机应用系统的构成方式,大致可分为单板单片机系统、模块式单片机系统和专用单片机系统。

单板单片机系统是用单片机按照典型应用系统的硬件配置构成单板机。其配有监控程序,因此具有自开发能力。这种系统通常不可能得到最佳的配置和资源的充分利用,在产品批量化后,往往造成硬、软件资源的浪费。但是可减少硬件开发的工作量。

模块式单片机系统是利用一些厂家制造的典型的单片机系统扩展和配置电路的功能模块,组成各种测控系统。这对于大、中型应用系统是最好的选择。

专用单片机系统是指系统的扩展和配置完全按照应用系统的功能要求进行设计。这种系统硬件构成的性能/配置比接近于一,同时只配置应用软件。系统硬件和软件资源都能得到充分的利用,因此对于批量产品,将具有最低的硬件成本。多数情况下,用户都希望采用专用单片机系统结构方式设计自己的产品。

典型的单片机应用系统如图 1.1 所示,主要由基本系统配置和外部扩展电路两部分组成。

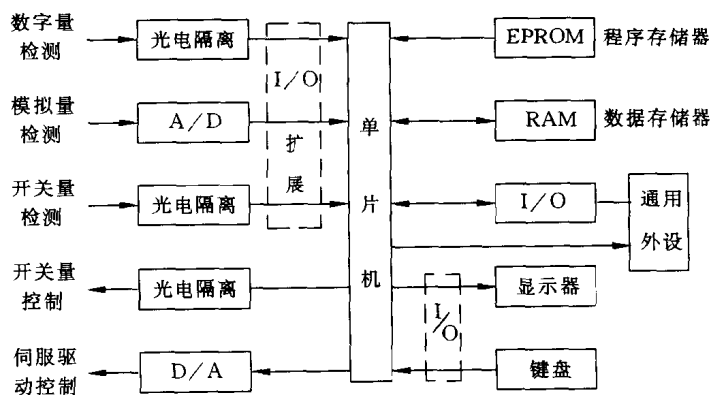


图 1.1 典型单片机应用系统

单片机系统的基本系统配置指为满足应用要求进行的系统扩展和基本的外部设备的配置,如 ROM、RAM 扩展以及键盘、显示器的配置等,其特点是通过内总线连接而成。

外部扩展指为满足测控功能要求而配置的前向输入采集通道接口和后向输出控制通道接口;为增强功能配置的外部设备接口如打印机、绘图机、甚至 CRT 等。其中测控接口直接与现场相连,是干扰侵入的重要途径,一般都采取隔离措施。打印机等外部设备接口通常采用标准总线,如 RS232C 通用串行接口、IEEE-488 仪器接口、圣特尼克(Centronic)打印机接口等。

按照单片机系统的扩展和配置的状况,单片机应用系统可分为最小系统、最小功耗系统和单片机应用系统。

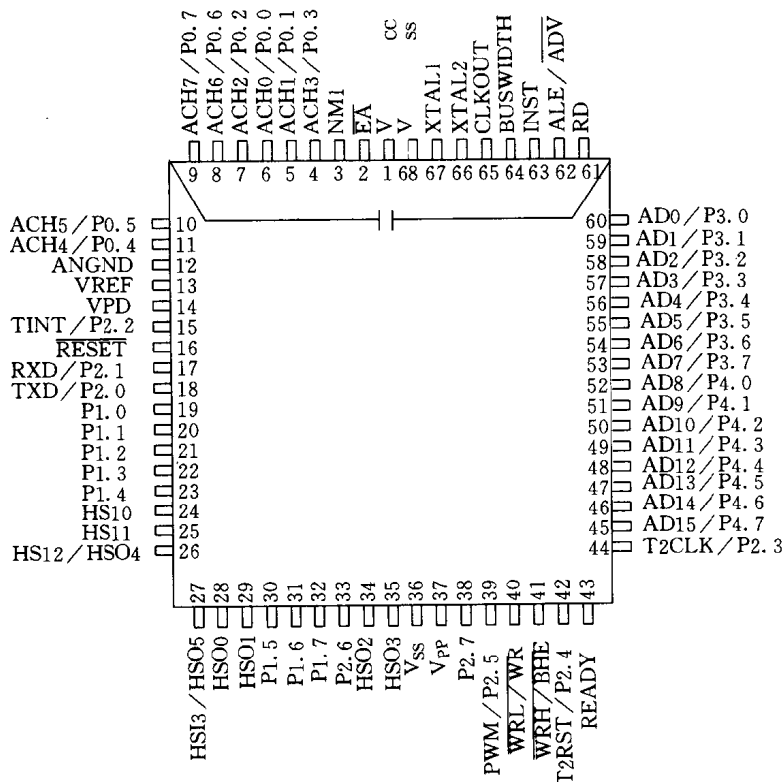
最小应用系统指能维持单片机运行的最简单的配置。对于片内有 ROM/EPROM 的单片机,只需配置晶振、复位电路和电源。对于没有 ROM/EPROM 的单片机,还应外接程序存储器。这种系统结构简单,成本低廉,常用于实现一些基本的控制功能。

最小功耗系统指系统的设计使得系统在正常运行的条件下功率消耗最小。在设计最小功耗系统时,必须使系统内所有的器件、外设都是最小功耗,包括选用 CMOS 工艺的供应状态和充分利用 Idle Mode 和 Powerdown Mode 工作方式等。

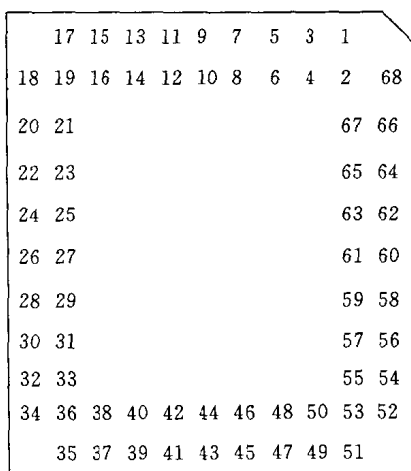
§ 1.2 MCS-96 单片机应用系统设计基础

1.2.1 引脚功能及外部扩展特性

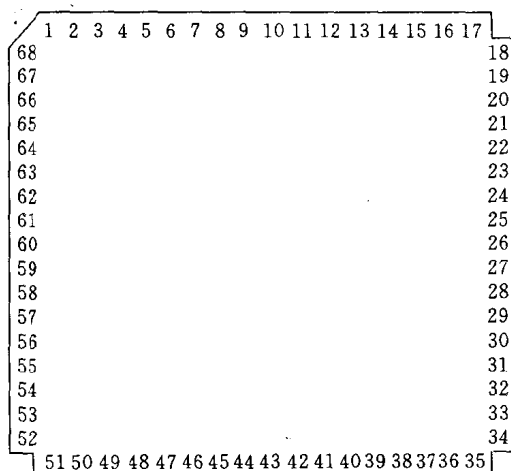
图 1.2 和表 1.1 及图 1.3 和表 1.2 给出了 MCS-96 系列国内最常用的 8097BH 和 80C196BK 引脚功能。按其引脚功能大致可分为三部分。



(a) 有引线 68 引脚塑料封装芯片俯视图(PLCC)



(b) 格栅阵列式 68 引脚陶瓷封装芯片俯视图(PGA)



(c) “B”型无引线 68 引脚陶瓷封装芯片俯视图(LCC)

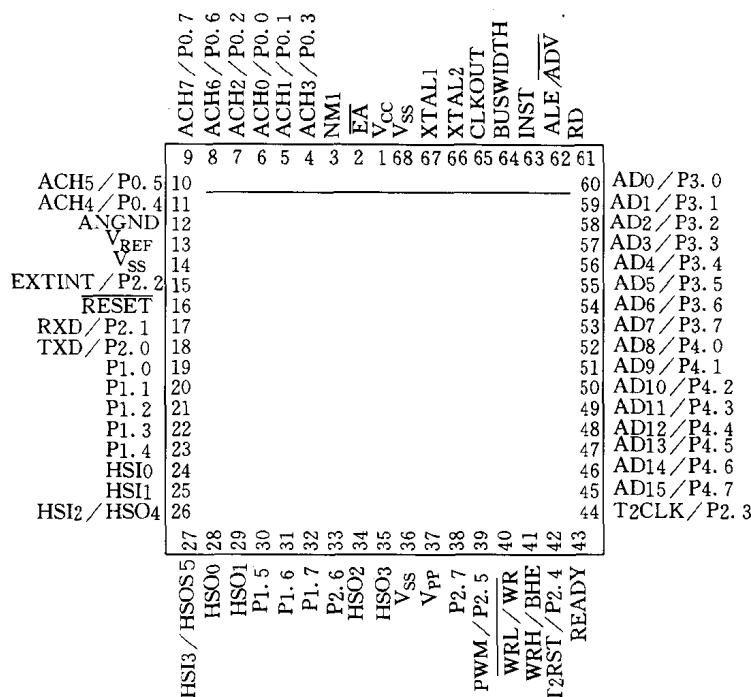
图 1.2 8097BH 引脚图

表 1.1 8097BH 引脚功能

符号	引脚	名称及功能
V_{CC}	1	主电源电压(+5V)
V_{SS}	36 68	数字电路地(0V),两个 V_{SS} 引脚都应接地
V_{PD}	14	片内 RAM 备用电源(+5V),在正常运行中,该电源必须存在。
V_{REF}	13	片内 A/D 转换器的参考电压(+5V)
ANGND	12	A/D 转换器的参考地,通常与 V_{SS} 同电位
V_{PP}	37	片内 EPROM 的编程电压,编程时,接 +12.75V 电源
XTAL1	67	片内振荡发生器中反向器的输入端
XTAL2	66	片内振荡发生器中反向器的输出端
CLKOUT	65	内部时钟发生器的输出端。64 引脚和 48 引脚芯片无此引脚
$\overline{RESET}$	16	复位信号输入端
BUSWIDTH	64	总线宽度举择信号输入端。64 引脚和 48 引脚芯片无此引脚
NMI	3	该引脚的电位由低转高时,0 产生一个矢量指向外部存储器的 0000H 单元。 64 引脚和 48 引脚芯片无此引脚
INST	63	取指状态信号
$\overline{EA}$	2	存储器选择输入端。一般情况下, $\overline{EA}$ 被内部下拉成为低电平
ALE/ADV	62	地址锁存允许或地址有信 0 号输出端,通过 CCR 选择。仅在外存储器访问期间有效。该引脚输出的信号用于将地址从地址/数据总线中分离出来
$\overline{RD}$	61	对外部存储器的读信号,低电平有效(输出)

续表

符号	引脚	名称及功能
$\overline{\text{WR}}/\text{WRL}$	40	向外部存储器提供写 16 位数据或者写偶数字节信号
$\overline{\text{BHE}}/\text{WRH}$	41	向外部存储器提供的总线高字节允许信号,或者是写高字节信号
READY	43	准备就绪信号。
HSI	24 25 26 27	高速输入。HSI 引脚有 4 个: HSI.0、HSI.1、HSI.2、HSI.3,其中的 HSI.2、HSI.3、与 HSO 部件共用
HSO	28 29 34 35 26 27	高速输出。HSO 引脚有 6 个: HSO.0、HSO.1、HSO.2、HSO.3、HSO.4、HSO.5,其中的 HSO.4、HSO.5 与 HSI 部件共用
Port0	4 5 6 7 8 9 10 11	八位高输入阻抗口。即可以作为数字量输入口,也可以作为 A/D 转换器的模拟量输入口。
Port1	19 20 21 22 23 30 31 32	八位准双向输入/输出口
Port2	15 17 18 33 38 39 42 44	八位多功能口
Port3	53 54 55 56 57 58 59 60	八位双向输入/输出口,与地址/数据总线共用
Port4	45 46 47 48 49 50 51 52	八位双向输入/输出口,与地址/数据总线共用



(a) PLCC

续表

符号	引脚(PGA/LCC PLCC)		名称及功能
CDE	64	14	时钟检测端,可接地
HSI	51 52 53 54	27 26 25 24	高速输入。引脚有 4 个。其中的 HSI.2、HSI.3 与 HSO 部件共用。从编程方式时用作 SID
HSO	43 44 49 50 51 52	35 34 29 28 27 26	高速输出。HSO 引脚有 6 个。其中的 HSO.4、HSO.5 与 HSI 部件共用
Port0	1 2 3 4 5 6 67 68	9 8 7 6 5 4 11 10	八位高输入阻抗口。既可以作为数字量输入口,也可以作为 A/D 转换器的模拟量输入口
Port1	55 56 57 58 59 46 47 48	23 22 21 20 19 32 31 30	八位准双向输入/输出口。部分引脚与 HOLD HLDA BREQ 共用
Port2	34 36 39 45 40 60 61 63	44 42 39 33 38 18 17 15	八位多功能口
Port3	18 19 20 21 22 23 24 25	60 59 58 57 56 55 54 53	八位双向输入/输出口,与地址/数据总线共用
Port4	26 27 28 29 30 31 32 33	52 53 54 55 56 57 58 59	八位双向输入/输出口,与地址/数据总线共用

(1) 电源及时钟。 V_{CC} 、 V_{SS} 、 V_{PD} 、 V_{REF} 、 V_{PP} 、ANGND、XTAL1、XTAL2、CLKOUT。

(2) 并行输入/输出(I/O)口。MCS-96 有 5 个 I/O 口,但其 I/O 口线通常都不同时用作 I/O 线,一些口线用作第二功能。

端口 0(Port0): ACH0/P0.0 ~ ACH7/P0.7 为输入口,8 个引脚可定义作为模拟量或数字量输入。一般情况下,P0 口作模拟量输入。

端口 1(Port1): P1.0 ~ P1.7 为 8 位准双向 I/O 口。

80C196KB 的一些引脚还与 HOLD、HLDA、和 BREQ 共用。

端口 2(Port2): P2 口的功能比较特殊。有输入口,又有输出口,还有准双向口。其在特殊功能寄存器 IOC0 和 IOC1 的控制下,一些引脚可用作第二功能。即:

引脚	第一功能	第二功能(8097BH	80C96)
P2.0	输出	TXD	TXD
P2.1	输入、输出	RXD	RXD
P2.2	输入	EXTINT	EXTINT
P2.3	输入	T2CLK	T2CLK
P2.4	输入	T2RST	T2RST
P2.5	输出	PWM	PWM
P2.6	准双向口		T2UP-DN
P2.7	准双向口		T2CAP

端口 3(Port3): P3 口主要用作地址/数据总线,向片外提供地址总线的低 8 位和数据总线的低 8 位。P3 口还可作为一般的 I/O 口使用。

端口 4 (Port4): P4 口也是用作地址/数据总线,其向片外提供地址总线的高 8 位和数据总线的高低 8 位。P4 口也可作为一般的 I/O 口使用。

高速输入 HSI。

高速输出 HSO。

(3) 控制线。 $\overline{\text{RESET}}$ 、 $\overline{\text{BUSWIDTH}}$ 、 $\overline{\text{NMI}}$ 、 $\overline{\text{INST}}$ 、 $\overline{\text{EA}}$ 、 $\overline{\text{ALE/ADV}}$ 、 $\overline{\text{RD}}$ 、 $\overline{\text{WR/WRL}}$ 、 $\overline{\text{BHE/WRH}}$ 、 $\overline{\text{READY}}$ 。

80C196 还有: HOLD 、 HLDA 、 BREQ 、 T2UPDN 、 T2CAP 。

1.2.2 存储器及管理

1. 存储器空间

MCS-96 系列单片机存储器采用统一编址方式,最大寻址空间为 64K 字节。其配置情况如图 1.4 所示。

0018H ~ 00FFH	寄存器文件 REG·FILE 特殊功能寄存器	外部存储器或作 I/O 口用	4000H ~ 0FFFFH
0000H ~ 0017H		内部程序存储(ROM/EPROM) 或外部存储器	2080H ~ 3FFFH
		未定义 RESERVED	2072H ~ 207FH
		特征字	2070H ~ 2072H
		未定义 RESERVED	2030H ~ 206FH
		保密信息	2020H ~ 202FH
		未定义 RESERVED	201CH ~ 201FH
		自身跳转操作码(27HFE11)	201AH ~ 201BH
		未定义 RESERVED	2019H
		芯片组态字节	2018H
		未定义 RESERVED	2012H ~ 2017H
		中断矢量	2000H ~ 2011H
		端口 4	1FFFH
		端口 3	1FFEh
		外部存储器或作 I/O 口用	0100H ~ 1FFDH
		内部数据存储器(寄存器文件,特殊功能寄存器)	0000H ~ 00FFH
		外部存储器	

图 1.4 存储器映像图

(1) 0000H ~ 00FFH 片内 RAM 有 256 个存储单元,每个单元为一个 8 位数据寄存器。片内 RAM 由特殊功能寄存器 SFR 和寄存器文件 REG·FILE 组成。其中 00H ~ 17H 共 24 字节为特殊功能寄存器组,18H ~ 0FFH 共 232 字节是属于 REG·FILE 的通用寄存器阵列。

对于通用寄存器阵列,运算器 RALU(Register Arithmetic Logic Unit)可对它的每一个单元进行字节、字和双字操作,同时它们都可作为累加器使用。注意其中的 018H、019H 两个单元一般用作堆栈指针,所以虽然它们不是专用寄存器,仍称为专用寄存器。

0F0H ~ 0FFH 的 16 个存储单元,当主电源 V_{cc} 失电时,备用电源 V_{PD} 继续为其供电。因此,