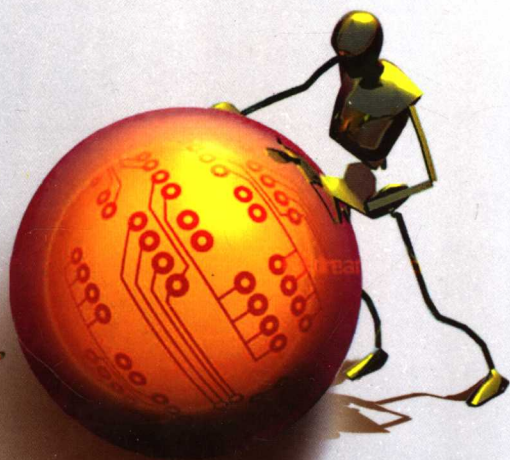


National Defense Industry Press



TP368.1  
330  
1=

# 单片机实验与应用系统设计

范蟠果 主编

国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

随着教学改革的不深入和人才市场的供需日益成熟,各高等院校在培养研究生时越来越重视教学实践课程,实验课已经成为必修学分。本书注重工程实践教学训练,是工科机电一体化、电气工程、自动化等学科的重要基础课程。

本书是研究生实验课教材,主要内容以介绍 intel196 单片机工作原理为基础,在简要介绍凌阳 061A、Timp430 单片机工作原理的同时,通过实例介绍这两款单片机的开发应用。本书的特点是给出大量的设计和应用工程实例,例程均通过实验的验证,许多例程来自科研课题,内容新颖,实用性强。本教材是研究生完成课题的重要参考资料,同时也可作为相关科技工作者的开发设计手册和系统调试参考资料。

### 图书在版编目(CIP)数据

单片机实验与应用系统设计/范蠡果主编. —北京:国防工业出版社,2007. 4

ISBN 978-7-118-05049-3

I. 单... II. 范... III. 单片微型计算机 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 026671 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 21½ 字数 495 千字

2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 36.00 元

---

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

## 前 言

单片机以集成度高、价格低、易于开发等诸多优点而得到广泛的应用,许多学者形容单片机的诞生给工业带来一次新的技术革命。目前以单片机为核心的智能控制器广泛应用于航空、航天、能源化工、电子信息等测控系统,大家熟知的家用电器变频调速、工业的交直流调速等都在使用单片机。高等院校开课的专业涉及自动化、机电一体化、通信工程、电气工程、计算机应用、电子工程等,单片机的开发技术与应用已经成为现代科技的重要标志,掌握单片机的应用开发技术已经成为工科院校学生及从事工控研究的工程技术人员所必需的。

单片机种类繁多,应用也十分广泛,但是其基本原理可以说是基本相同的,本教材以 intel16 位单片机为基础,在详细介绍子模块功能的基础上进行了大量的应用实验分析。同时给出 intel196KC、凌阳 061A 和 Timsp430 单片机大量的应用开发实例。不难发现,单片机的主要功能基本相同,只要掌握了单片机的开关量输入、频率量输入、模拟量输入的测量及这三量的输出控制,可以说单片机的开发就上手了。本教材根据编者多年的教学和科研经验,采取以最基本应用系统学习使初学者解决了万事开头难的问题,以最简单应用系统设计和实验达到快速上手,以综合系统应用来提高,最后给出专业应用实例。

本书共 18 章。第 1 章~第 13 章为 intel196 基础部分,包括了基本概念和基本应用。第 14 章、15 章为 196 系统的综合开发设计,给出许多实验及例程,程序均经过实验验证调试,这里强调由于 196 单片机硬件结构分明,工作机理清楚,因此作为学习机是最好的选择之一。在此基础上推出凌阳 061A 和 Timsp430 集成度更高的芯片,在一些测控量不是太多的场合这两种集成电路更显集成度高的优势,几乎不用外扩接口电路。

本书的实验实例包括了基本的人机接口的键盘输入,LED/LCD 段码输出和点阵输出,打印机驱动,并、串口输出及 PC 机通信,电力电子驱动的 PWM/SPWM 函数信号的产生,数据采集和输出的 ADC/DAC 技术。最后给出了综合的工程实例。

本书对于单片机的原理及应用介绍在基础部分以汇编语言编程,这样更易于对单片机硬件工作原理的理解。鉴于 C 语言的通用及编程的高效,本书对每款单片机的 C 语言编程都给出大量的实例。

全书由范蟠果主编。骆光照编写了第 18 章,董延军参编了第 16 章、17 章,参加

例程实验编程和验证工作的有多名研究生,这里特别感谢巫佩军、邢海龙、王亚晓、陈长兵、赵伟杰、郭鹏、徐丽娜、杨爱民、荆涛、王学锋、周托、孟军红、贾晨刚、任博、姚新涛、李兵强、吴金友等。本书的编写同时得到上海 615 所—AEDK 仿真机、北京北阳电子—061A 单片机的支持。感谢所有对本书出版工作给予过帮助的人们。

我们在编写过程中虽然花了许多精力,但书中仍难免有错误与不足之处,殷切期望广大读者批评指正。

作者

2007 年 1 月于西北工业大学

# 目 录

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| <b>第 1 章 MCS-96 系列芯片概况及其总体结构</b>    | 1  |
| 1.1 MCS-96 系列芯片介绍                   | 1  |
| 1.2 MCS-96 系列优于 MCS-51 系列的性能        | 2  |
| 1.3 MCS-96 系列单片机集成了更为丰富的外设装置        | 3  |
| 1.4 8XC196KC 单片机芯片引脚介绍及 PLCC 插座对应定义 | 5  |
| 1.5 196KC/KD 中央处理器组成                | 8  |
| 1.5.1 CPU 内部总线                      | 9  |
| 1.5.2 80C196KC 寄存器阵列                | 10 |
| 1.6 时钟信号及状态周期                       | 10 |
| 1.6.1 片内振荡器与外部时钟源接法                 | 10 |
| 1.6.2 状态周期和时钟周期及内部时序                | 11 |
| 1.7 节电工作方式                          | 11 |
| 1.7.1 空闲方式                          | 11 |
| 1.7.2 掉电方式                          | 11 |
| 1.7.3 测试在线仿真方式                      | 12 |
| <b>第 2 章 数据类型与指令系统</b>              | 13 |
| 2.1 操作数的类型及其寻址方式                    | 13 |
| 2.1.1 操作数的类型                        | 13 |
| 2.1.2 程序状态字寄存器                      | 15 |
| 2.1.3 操作数的寻址方式                      | 15 |
| 2.2 指令系统概要                          | 17 |
| 2.2.1 概述                            | 17 |
| 2.2.2 汇编语言指令和机器码指令格式                | 18 |
| 2.3 指令分类详述                          | 20 |
| 2.3.1 算术指令                          | 21 |
| 2.3.2 单寄存器指令                        | 29 |
| 2.3.3 数据传送指令                        | 30 |
| 2.3.4 交换指令                          | 32 |
| 2.3.5 逻辑指令                          | 33 |
| 2.3.6 移位指令                          | 35 |
| 2.3.7 块移动指令                         | 36 |
| 2.3.8 循环控制指令                        | 37 |
| 2.3.9 条件跳转指令                        | 38 |

|              |                                                          |           |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.10       | 位测试并跳转指令 .....                                           | 39        |
| 2.3.11       | 比较指令 .....                                               | 40        |
| 2.3.12       | 堆栈操作指令 .....                                             | 40        |
| 2.3.13       | 跳转和调用指令 .....                                            | 42        |
| 2.3.14       | 专用控制指令 .....                                             | 43        |
| 2.3.15       | 规格化指令 .....                                              | 44        |
| 2.3.16       | 80C196KC 的新增指令 .....                                     | 44        |
| 2.4          | 196 汇编语言编程实例 .....                                       | 44        |
| 2.4.1        | 196 宏汇编介绍 .....                                          | 44        |
| 2.4.2        | 表格查询和线性插值求解应用程序设计与实验 .....                               | 48        |
| 2.4.3        | 通过软件延时实现 P1 口输出方波应用程序设计与实验 .....                         | 51        |
| 2.4.4        | 196KC 驱动点阵式 LCD 液晶显示器应用程序设计与实验 .....                     | 53        |
| <b>第 3 章</b> | <b>80C196 的存储器空间组成 .....</b>                             | <b>73</b> |
| 3.1          | 内部 RAM 寄存器阵列 .....                                       | 73        |
| 3.2          | 专用寄存器 .....                                              | 74        |
| 3.3          | 存储器保留空间 .....                                            | 76        |
| <b>第 4 章</b> | <b>中断系统 .....</b>                                        | <b>77</b> |
| 4.1          | 中断源 .....                                                | 77        |
| 4.2          | 中断控制 .....                                               | 78        |
| 4.3          | 中断总禁止 .....                                              | 79        |
| 4.4          | 中断响应时间 .....                                             | 80        |
| 4.5          | 中断优先级及优先级的修改 .....                                       | 81        |
| 4.6          | 中断的应用举例 .....                                            | 82        |
| 4.6.1        | 利用 HSO 口输出请求中断使 HSO 输出连续 PWM 波形 .....                    | 84        |
| 4.6.2        | 外部中断 EXTINT 的应用 .....                                    | 86        |
| <b>第 5 章</b> | <b>系统总线 .....</b>                                        | <b>89</b> |
| 5.1          | 读过程 .....                                                | 90        |
| 5.2          | 写过程 .....                                                | 90        |
| 5.3          | 就绪信号 READY .....                                         | 91        |
| 5.4          | $\overline{\text{HOLD}}/\overline{\text{HLDA}}$ 协议 ..... | 91        |
| 5.4.1        | 总线占用等待时间 .....                                           | 92        |
| 5.4.2        | 重新获取总线控制权 .....                                          | 92        |
| 5.4.3        | $\overline{\text{BREQ}}$ 信号 .....                        | 93        |
| 5.4.4        | $\overline{\text{HOLD}}$ 请求的禁止 .....                     | 93        |
| 5.5          | 芯片配置寄存器和总线工作方式 .....                                     | 93        |
| 5.5.1        | 芯片配置寄存器 CCR .....                                        | 93        |
| 5.5.2        | 总线宽度选择 .....                                             | 94        |
| 5.5.3        | 总线控制 .....                                               | 95        |
| 5.6          | 就绪控制 .....                                               | 98        |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| <b>第 6 章 计数器</b>                     | 100 |
| 6.1 定时器 1                            | 100 |
| 6.2 定时器 2                            | 100 |
| 6.2.1 捕获功能                           | 101 |
| 6.2.2 设置时钟源                          | 101 |
| 6.2.3 设置 T2 计数方向                     | 102 |
| 6.2.4 定时器中断                          | 102 |
| 6.2.5 定时器 2 溢出中断                     | 103 |
| 6.2.6 定时器 2 捕获中断                     | 103 |
| 6.2.7 使用外部定时器 2 输入                   | 103 |
| 6.2.8 选择定时器 2 的复位                    | 103 |
| 6.2.9 同步                             | 103 |
| 6.2.10 确保 T2RST、T2CLK 和 T2CAPTURE 同步 | 104 |
| 6.2.11 普通增量模式                        | 104 |
| 6.2.12 快速递增模式                        | 104 |
| 6.2.13 定时器使用注意事项                     | 105 |
| 6.3 监视定时器(WDT)                       | 105 |
| 6.3.1 监视定时器简介                        | 105 |
| 6.3.2 监视定时器的应用                       | 106 |
| 6.3.3 监视定时器的使用                       | 106 |
| <b>第 7 章 高速输入器/输出器</b>               | 107 |
| 7.1 高速输入器 HSI                        | 107 |
| 7.1.1 FIFO 队列寄存器                     | 107 |
| 7.1.2 HSI 事件方式寄存器                    | 108 |
| 7.1.3 HSI 中数据的读取和状态寄存器               | 108 |
| 7.1.4 HSI 引脚功能控制                     | 109 |
| 7.1.5 HSI 中断                         | 109 |
| 7.1.6 HSI 应用小结                       | 111 |
| 7.1.7 HSI 应用举例                       | 111 |
| 7.2 高速输出器 HSO                        | 113 |
| 7.2.1 HSO CAM 阵列                     | 113 |
| 7.2.2 HSO 的控制                        | 114 |
| 7.2.3 HSO 状态                         | 116 |
| 7.2.4 HSO 锁定功能                       | 116 |
| 7.2.5 HSO 中断                         | 116 |
| 7.2.6 PWM 输出                         | 117 |
| 7.2.7 HSO 应用小结                       | 117 |
| 7.2.8 HSO 应用举例                       | 118 |
| <b>第 8 章 A/D 转换器</b>                 | 121 |



|               |                           |            |
|---------------|---------------------------|------------|
| 8.1           | A/D 命令寄存器                 | 121        |
| 8.2           | A/D 结果寄存器                 | 122        |
| 8.3           | A/D 时间寄存器                 | 123        |
| 8.4           | A/D 转换过程                  | 123        |
| 8.5           | A/D 转换的应用举例               | 124        |
| <b>第 9 章</b>  | <b>脉宽调制输出 PWM</b>         | <b>127</b> |
| 9.1           | PWM 功能概述                  | 127        |
| 9.2           | PWM 的占空比                  | 128        |
| 9.3           | 使能 PWM 输出                 | 129        |
| 9.4           | PWM 的控制                   | 129        |
| 9.5           | PWM 应用于 DAC               | 130        |
| 9.6           | 脉宽调制输出 PWM 的应用举例          | 130        |
| <b>第 10 章</b> | <b>串行口</b>                | <b>133</b> |
| 10.1          | 串行口操作模式                   | 133        |
| 10.2          | 串行口控制                     | 134        |
| 10.3          | 波特率                       | 135        |
| 10.4          | 串行口中断                     | 136        |
| 10.5          | 串行口的应用举例                  | 136        |
| <b>第 11 章</b> | <b>196KC 外部事务服务器 PTS</b>  | <b>145</b> |
| 11.1          | PTS 控制                    | 145        |
| 11.1.1        | PTS 向量                    | 145        |
| 11.1.2        | PTS 控制模块                  | 146        |
| 11.1.3        | PTS 选择寄存器和 PTS 服务寄存器      | 149        |
| 11.1.4        | 使能 PTS 中断                 | 150        |
| 11.2          | PTS 运行方式及应用实例             | 150        |
| 11.2.1        | 方式 1——PTS 一次传送方式应用举例      | 150        |
| 11.2.2        | 方式 2——PTS 块传送方式应用举例       | 154        |
| 11.2.3        | 方式 3——PTS A/D 方式应用举例      | 156        |
| 11.2.4        | 方式 4——PTS HSI 方式应用举例      | 161        |
| 11.2.5        | 方式 5——PTS HSO 方式应用举例      | 165        |
| 11.3          | PTS 中断与普通中断运行过程比较         | 169        |
| <b>第 12 章</b> | <b>输入/输出及 I/O 控制状态寄存器</b> | <b>171</b> |
| 12.1          | 输入口                       | 172        |
| 12.2          | 准双向口                      | 172        |
| 12.3          | 输出口                       | 173        |
| 12.4          | 开漏极双向口                    | 174        |
| 12.5          | I/O 控制寄存器及 I/O 状态寄存器      | 175        |
| <b>第 13 章</b> | <b>最小系统</b>               | <b>179</b> |
| 13.1          | 最小系统连接                    | 179        |

|               |                                         |            |
|---------------|-----------------------------------------|------------|
| 13.2          | 电源与接地 .....                             | 180        |
| 13.3          | 时钟源 .....                               | 180        |
| 13.3.1        | 片内振荡器 .....                             | 180        |
| 13.3.2        | 片外时钟源 .....                             | 181        |
| 13.4          | 复位和复位电路 .....                           | 182        |
| 13.4.1        | 复位及复位方式 .....                           | 182        |
| 13.4.2        | 复位状态 .....                              | 184        |
| <b>第 14 章</b> | <b>AEDK196W 仿真机及 LCA96 仿真环境介绍 .....</b> | <b>186</b> |
| 14.1          | AEDK196W 仿真机介绍 .....                    | 186        |
| 14.2          | LCA96 仿真环境介绍与应用实验 .....                 | 188        |
| <b>第 15 章</b> | <b>基于 196 C 语言的单片机应用实验报告 .....</b>      | <b>198</b> |
| 15.1          | 196 单片机与 PC 机串行通信应用设计 .....             | 198        |
| 15.2          | 基于 196KC 内部 A/D 实现数据采集 .....            | 201        |
| 15.3          | 基于 PWM 技术的正弦波、锯齿波、三角波信号源 .....          | 205        |
| 15.4          | 利用 HSI 测方波周期 .....                      | 208        |
| 15.5          | 利用 HSO 输出 PWM 波应用实验 .....               | 210        |
| <b>第 16 章</b> | <b>凌阳 061A 单片机组成原理及编程介绍 .....</b>       | <b>215</b> |
| 16.1          | 061A 单片机性能介绍 .....                      | 215        |
| 16.2          | $\mu'nSP^{TM}$ SPCE061A 单片机硬件结构原理 ..... | 216        |
| 16.2.1        | $\mu'nSP^{TM}$ 内核结构 .....               | 217        |
| 16.2.2        | 片内存储器结构 .....                           | 219        |
| 16.2.3        | 系统时钟(控制寄存器为 P_SystemClock) .....        | 219        |
| 16.2.4        | 低功耗方式 .....                             | 219        |
| 16.2.5        | 看门狗 WatchDog .....                      | 220        |
| 16.2.6        | 低电压监测/低电压复位(LVD/LVR) .....              | 220        |
| 16.2.7        | SPCE061A 最小系统 .....                     | 222        |
| 16.3          | 指令系统 .....                              | 222        |
| 16.3.1        | 寻址方式 .....                              | 222        |
| 16.3.2        | 数据传送指令 .....                            | 223        |
| 16.3.3        | 算术运算 .....                              | 224        |
| 16.3.4        | 移位操作 .....                              | 225        |
| 16.3.5        | 控制转移指令 .....                            | 225        |
| 16.3.6        | 功能设置指令 .....                            | 225        |
| 16.4          | 片内外设 .....                              | 226        |
| 16.4.1        | I/O 口 .....                             | 226        |
| 16.4.2        | 时基系统 .....                              | 228        |
| 16.4.3        | Timer 定时器/计数器 CTC .....                 | 231        |
| 16.4.4        | 模拟数字转换器 ADC .....                       | 233        |
| 16.4.5        | DAC 方式音频输出 .....                        | 236        |

|               |                                             |            |
|---------------|---------------------------------------------|------------|
| 16.4.6        | 通用异步串行接口 UART .....                         | 238        |
| 16.4.7        | 串行外设接口 .....                                | 241        |
| 16.4.8        | 中断 .....                                    | 243        |
| <b>第 17 章</b> | <b>凌阳 061 单片机应用实验报告 .....</b>               | <b>247</b> |
| 17.1          | 通过计算 1~100 累加值掌握凌阳仿真器的使用 .....              | 247        |
| 17.2          | 061A 的 I/O 口开关量输入/输出应用实验 .....              | 253        |
| 17.3          | 定时器/计数器的定时控制输出 PWM 周期和占空比 .....             | 256        |
| 17.4          | 利用 FIQ 定时器定时中断控制 LED 点亮时间的应用 .....          | 258        |
| 17.5          | 键唤醒 CPU 的应用实验 .....                         | 261        |
| 17.6          | 系统时钟的不同频率选择演示实验 .....                       | 264        |
| 17.7          | 外部 EXT1、EXT2 中断的应用实验 .....                  | 266        |
| 17.8          | 061A 的 D/A 转换器输出锯齿波实验 .....                 | 268        |
| 17.9          | A/D—D/A 转换的应用 .....                         | 270        |
| <b>第 18 章</b> | <b>TI MSP430 16 位单片机组成原理及应用 .....</b>       | <b>273</b> |
| 18.1          | MSP430 系列单片机原理简介 .....                      | 273        |
| 18.1.1        | 综述 .....                                    | 273        |
| 18.1.2        | 性能 .....                                    | 275        |
| 18.1.3        | 结构概览 .....                                  | 275        |
| 18.1.4        | 芯片引脚排列及说明 .....                             | 276        |
| 18.1.5        | 芯片简要说明 .....                                | 278        |
| 18.2          | MSP430F149 外围模块简介 .....                     | 283        |
| 18.2.1        | 振荡器和系统时钟 .....                              | 283        |
| 18.2.2        | 上电电路和供电电压管理器 .....                          | 285        |
| 18.2.3        | 硬件乘法器 .....                                 | 285        |
| 18.2.4        | 看门狗定时器 .....                                | 286        |
| 18.2.5        | USART0/ USART1 .....                        | 286        |
| 18.2.6        | 定时器 A .....                                 | 287        |
| 18.2.7        | 定时器 B .....                                 | 290        |
| 18.2.8        | 比较器 .....                                   | 291        |
| 18.2.9        | ADC12 转换器 .....                             | 294        |
| 18.3          | 编程举例与实验 .....                               | 297        |
| 18.3.1        | MSP430 的 IAR Imbeded Workbench 开发环境介绍 ..... | 297        |
| 18.3.2        | 汇编语言实验 .....                                | 300        |
| 18.3.3        | C 语言实验 .....                                | 314        |
| 18.4          | 综合设计 .....                                  | 325        |
| 18.4.1        | 基于 MSP430 的水表流量计设计与实现 .....                 | 325        |
| 18.4.2        | 基于 MSP430 的分布式测量系统 .....                    | 328        |
| <b>参考文献</b>   | .....                                       | <b>334</b> |

# 第 1 章 MCS-96 系列芯片概况及其总体结构

## 1.1 MCS-96 系列芯片介绍

根据 Intel 公司 MCS-96 系列单片机的分类,96 系列单片机包括 3 种类型。

第一类 HSIO 型,包括 8096、8097、8098、8X196KB、196KC、196KD。HSIO 型的特点是硬件系统集成了高速输入/输出设备。

第二类 EPA 型,有 8XC196KR、196KT、196NT、196NP。EPA 特点是在 HSIO 型的基础上增加了事件处理设备(Event Processer Array)。

第三类电机控制型,有 8X196MC、196MD、196MH。特点是系统新增加了适于电机控制的三相 PWM 输出及其有关控制寄存器。

第二类 EPA 的升级产品是 8XC196NP、196NT,增加了动态复用总线及寻址范围。不论哪种型号,其指令基本相同,高端产品兼容低端。

196 系列单片机广泛应用于闭环控制、信号处理。如调制解调器、电机控制、打印机控制、发动机控制、影印机、ABS 系统、空调、仪器仪表等。

目前应用较为广泛且具有代表性的是 80C196KC 芯片,中国市场上无论是开发工具还是芯片供应商都很多,作为学习机型 196KC 应该是其中之一。

MCS-96 部分产品性能见表 1-1。

表 1-1 MCS-96 系列芯片主要性能

| 型 号    | ROM/<br>EPROM | 寄存器<br>RAM | 内部<br>RAM | 计数器 | A/D<br>通道 | I/O<br>引脚 | 捕获/<br>比较 | 串口 | PWM | 速度<br>/MHz | 寻址<br>空间 | 其他主要特性 |
|--------|---------------|------------|-----------|-----|-----------|-----------|-----------|----|-----|------------|----------|--------|
| 8X98   | 8K            | 232        | 0         | 2   | 4         | 32        | HSIO      | 1  | 1   | 12         | 64K      |        |
| 96BH   |               |            |           |     | 0         | 48        |           |    |     |            |          |        |
| 97BH   |               |            |           |     | 8         |           |           |    |     |            |          |        |
| 95BH   |               |            |           |     | 4         | 32        |           |    |     |            |          |        |
| 9XJF   | 16K           |            | 256       |     | 8         | 48        |           |    |     |            |          |        |
| C196KB | 8K            |            | 0         |     |           |           |           |    |     | 12,16      |          |        |
| C198   |               |            |           |     | 4         | 34        |           |    |     |            |          |        |
| C194   |               |            |           |     | 0         |           |           |    |     | 12         |          |        |
| C196KC | 16K           | 488        |           |     | 8         | 40        |           |    | 3   | 16,20      |          | PTS    |
| KD     | 32K           | 1000       |           |     |           |           |           |    |     |            |          |        |

(续)

| 型 号 | ROM/<br>EPROM | 寄存器<br>RAM | 内部<br>RAM | 计数器 | A/D<br>通道 | I/O<br>引脚 | 捕获/<br>比较 | 串口  | PWM | 速度<br>/MHz | 寻址<br>空间 | 其他主要特性       |
|-----|---------------|------------|-----------|-----|-----------|-----------|-----------|-----|-----|------------|----------|--------------|
| MC  | 16K           | 488        |           |     | 13        | 53        | 8EPA      | PTS | 2   | 16         |          | PTS, WFG     |
| MD  |               |            |           |     | 14        | 64        | 12        |     |     |            |          | PTS, WFG, FG |
| MH  | 32K           | 744        |           |     | 8         | 50        | 6         | 2   |     |            |          | WFG, PTS     |
| JQ  | 12K           | 360        | 128       |     | 6         | 41        |           |     | EPA |            |          | 同 KR         |
| JR  | 16K           | 488        | 256       |     |           | 56        | 10        |     |     |            |          |              |
| KQ  | 12K           | 360        | 128       |     | 8         |           | 6         |     |     |            |          |              |
| KR  | 16K           | 488        | 256       |     |           |           | 10        |     |     |            |          | PTS, 从口      |
| KT  | 32K           | 1000       | 512       |     |           |           |           |     |     |            |          | 同 KR         |

注: HSIO—高速输入/输出; EPA—事件处理器阵列;  
PTS—外设事务服务器; WFG—三相波形发生器;  
FG—频率发生器。

由表 1-1 可以看出 96 系列的演变进化过程, 每个品种的芯片通常包括 3 种型号, 分别表示内部无 ROM 型、内部带 OTPROM 型和内部带 EPROM 型, 目前国内市场供应以 80C196XX 为主, 一般产品开发应该选择应用广泛、性价比高的芯片。

## 1.2 MCS-96 系列优于 MCS-51 系列的性能

与 MCS-51 系列相比, MCS-96 系列单片机主要在以下几个方面提高了系统的性能:

(1) CPU 中的算术逻辑单元不采用常规的累加器结构, 改用寄存器—寄存器结构, CPU 的操作直接面向内部 RAM (196KB 有 256 字节, 196KC 有 512 字节的内部 RAM, 通常称为寄存器), 消除了一般 CPU 结构中累加器的瓶颈效应, 提高了操作速度和数据吞吐能力。

(2) 196KB 的 256 字节寄存器中, 24 字节是专用寄存器, 其余 232 字节均为通用寄存器。其通用寄存器的数量远比一般 CPU 的寄存器数量多。这样就有可能为各种中断服务程序中的局部变量指定专门的寄存器, 免除了中断服务过程中保护寄存器现场和恢复寄存器现场所支付的软件开销。

(3) 有一套效率高、执行速度快的指令系统。可以对带符号数和不带符号数进行操作, 还有符号扩展、数据规格化(用于浮点数计算)等指令, 3 位操作数指令提高了指令效率。

(4) 在 80C196KC 以后的芯片中, 增加了一个外设事务服务器 PTS, 专门用于处理外设中断事务。和普通中断服务程序相比, PTS 服务大大减少了 CPU 的软件开销。

### 1.3 MCS-96 系列单片机集成了更为丰富的外设装置

- 振荡器和时钟发生器。
- 定时器/计数器。
- 标准输入/输出口。
- 全双工异步和同步输入/输出口。
- 8XC196 的某些型号还增加了同步串行口,可支持若干种标准同步串行传输协议。

- 监视定时器(Watchdog),用于提高系统抗干扰能力。
- 高速输入/输出器(HSIO)或事件处理器阵列(EPA),用于记载引脚上输入事件(信号电平的跳变)的发生时刻和按预定时间执行操作。

两者区别是:HSI-FIFO 面向所有 HSI 引脚,HSO-CAM 面向所有 HSO 引脚;EPA 的捕获/比较模块或比较模块与固定的输入/输出引脚一一对应。

- 脉宽调制输出 PWM,可用于驱动电机类的执行元件,或滤波后获得直流电压输出。

- 波形发生器。

8XC196MC/MD 芯片中有一个波形发生器,可输出 2 组互补的三相 PWM 信号,适于电机控制系统中。

- 从口(Slave Port)为单片机与其他微处理器(主机)之间提供了一个接口,使得该主机可以把单片机当作一个存储器映射的外设器件来访问。

- 频率发生器。

8XC196MD 有一个频率发生器,能产生一个占空比为 50% 的波形。当晶振为 16MHz 时,频率可以从 4kHz 变到 1MHz。频率发生器的一个典型用途是用作数据编码器,用于远距离传输数据和控制信号。

- 外部事物服务器(PTS)。

PTS 是一种微代码硬件中断处理器,它可以大大减少 CPU 响应中断的开销。靠若干组固定的微代码,PTS 可以对一些固定的操作实现高速的中断服务。这些固定的操作包括:单字节/单字传送,块传送,A/D 转换并读取转换结果,读取 HSI FIFO,装载 HSO,异步串行发送和接收,同步串行发送和接收等。

- 片选输出单元。

8XC196NP 芯片中包括了一个片选单元,可以提供 6 个片选信号,其地址可由用户编程,不需要外加的地址编码器。

- 使用灵活的 A/D 转换器。

8XC196XX 内的 A/D 转换器多具有转换位数(8 位和 10 位)可选择、采样和转换时间可选择的特点。

8XC196KB/196KC/KD 方框图如图 1-1、图 1-2 所示。它们的组成原理基本相同,196KC/KD 增加了 PTS。

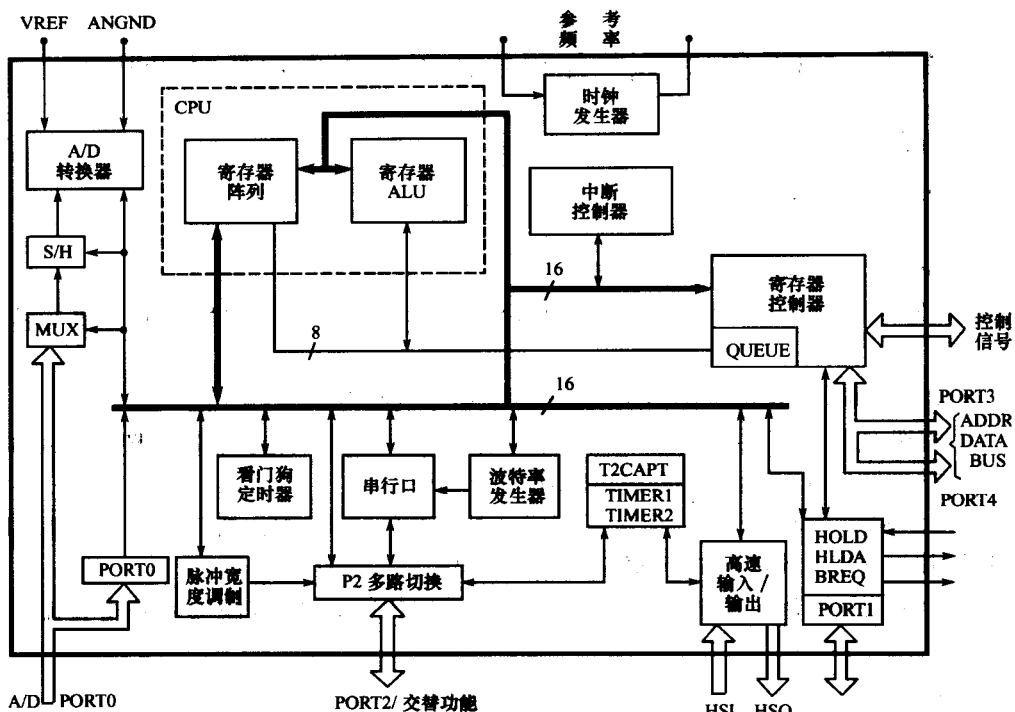


图 1-1 8XC196KB 方框图

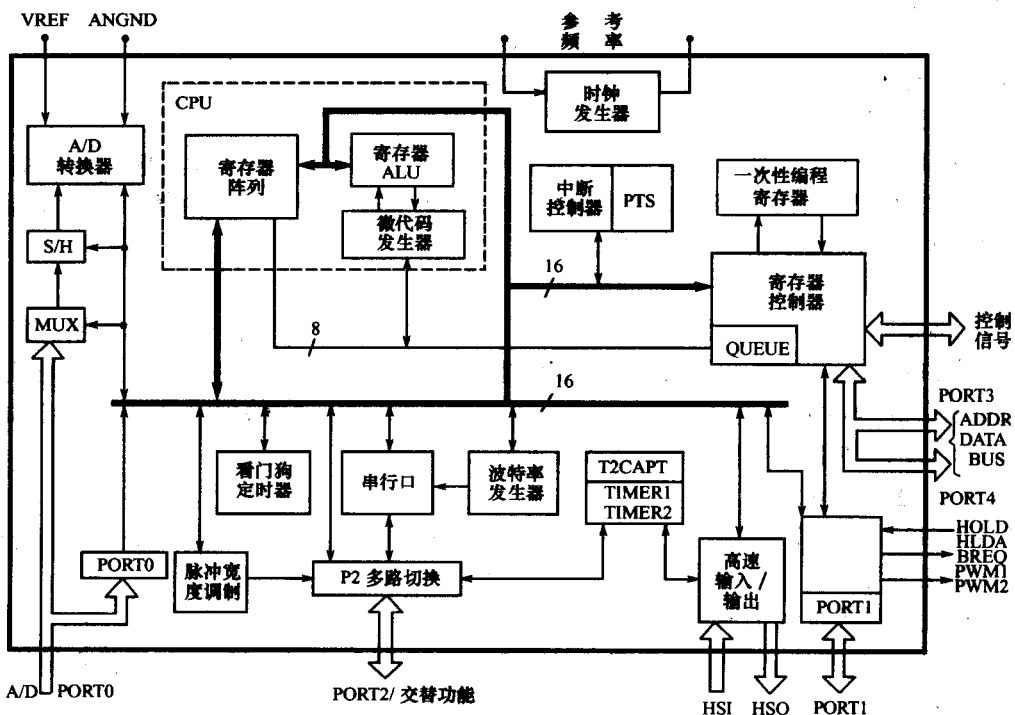


图 1-2 8XC196KC/KD 方框图

(8XC196KD 寄存器阵列容量 1024 字节, 8XC196KC 寄存器阵列容量 512 字节)

# 1.4 8XC196KC 单片机芯片引脚介绍及 PLCC 插座对应定义

8XC196KC 单片机采用 CMOS 制造工艺,有 3 种封装结构:PLCC、QFP、SQFP。我们一般用到的是 PLCC(Plastic Leadless Chip Carrier),68 引脚。封装结构如图 1-3、图 1-4,管脚说明如表 1-2,封装结构顶视图如图 1-5。

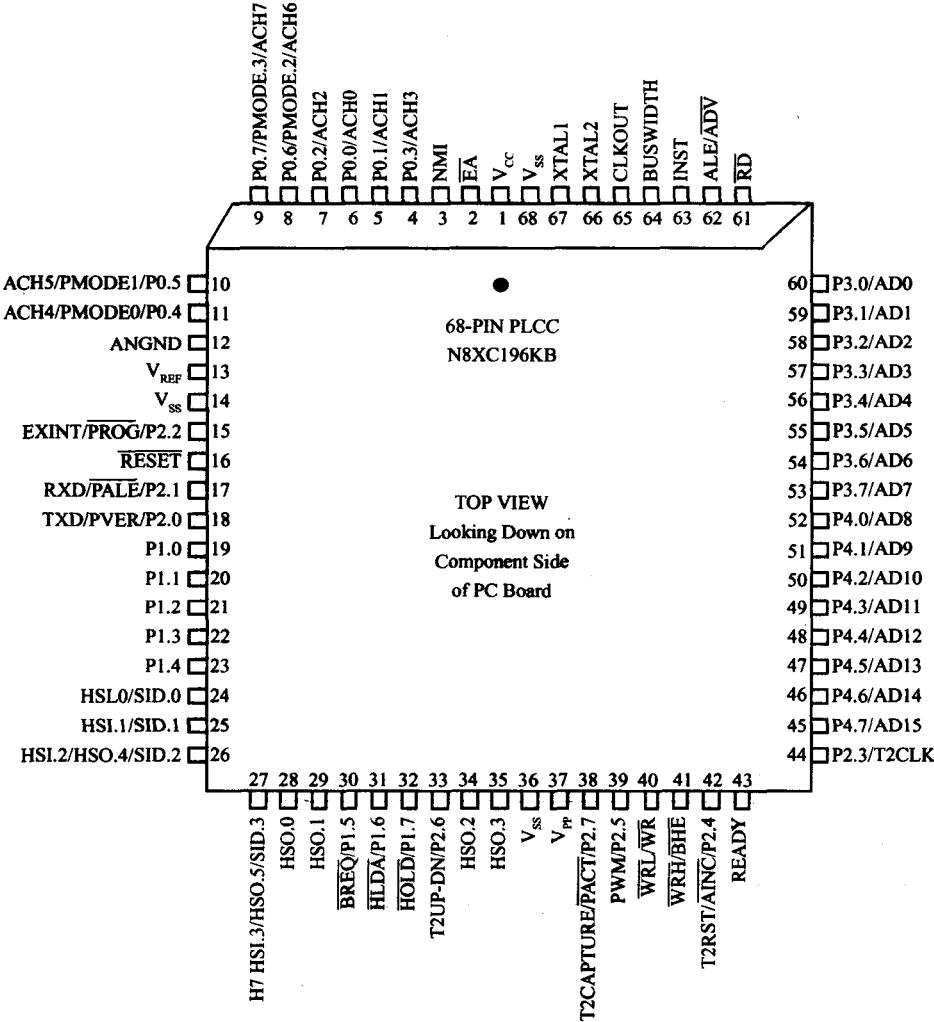


图 1-3 8XC196KB 单片机 68 引脚 PLCC 封装结构顶视图



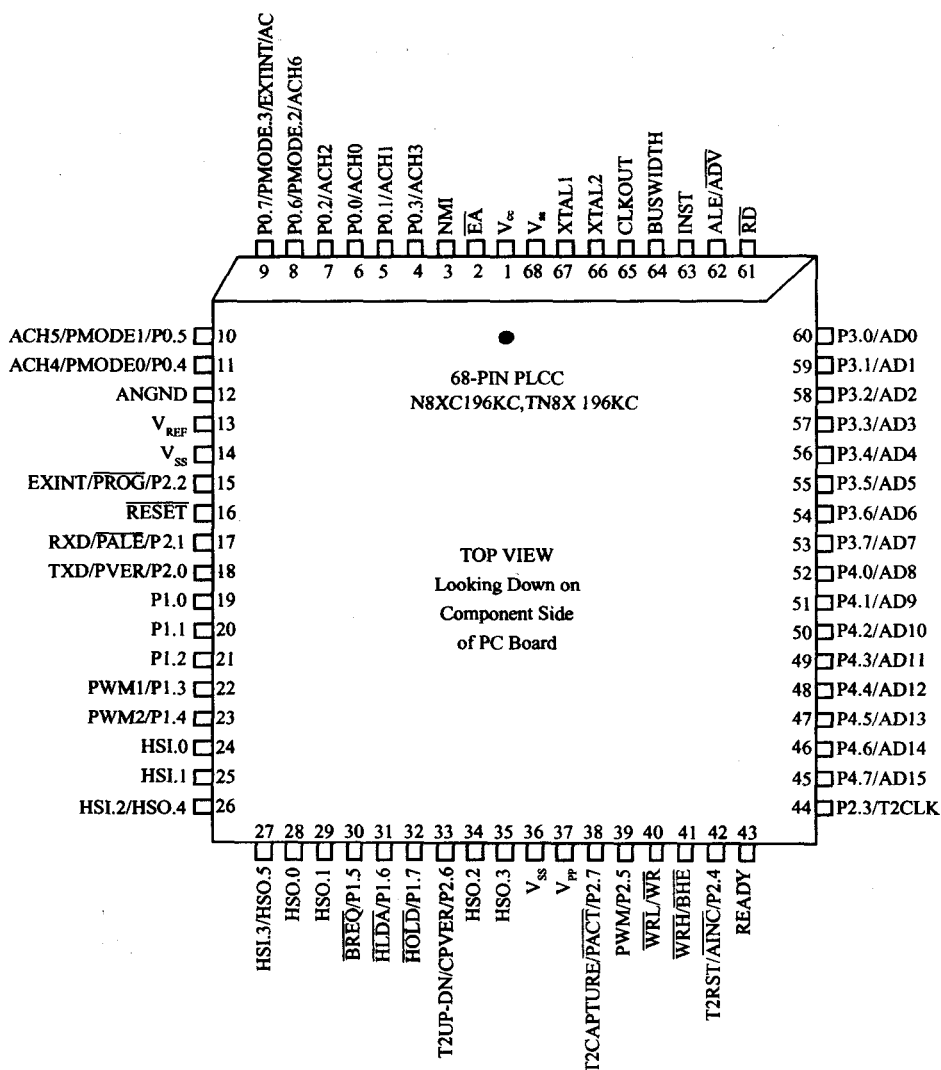


图 1-4 8XC196KC/KD 单片机 68 引脚 PLCC 封装结构顶视图

表 1-2 8XC196KC 单片机 68 引脚管脚功能说明

| 符号       | 管脚号        | 名称与功能                         |
|----------|------------|-------------------------------|
| $V_{cc}$ | 1          | 主电源电压(+5V)                    |
| $V_{ss}$ | 14, 36, 68 | 数字电路地(0V), 所有 $V_{ss}$ 引脚必须接地 |
| VREF     | 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, 通常应与 $V_{ss}$ 相同 |
| $V_{pp}$ | 37         | 80C196KC 的参考电压                |
| XTAL1    | 67         | 片内振荡器中反相器的输入端, 通常接外部石英晶体      |
| XTAL2    | 66         | 片内振荡器中反相器的输出端, 通常接外部石英晶体      |
| RESET    | 16         | 复位信号输入端                       |