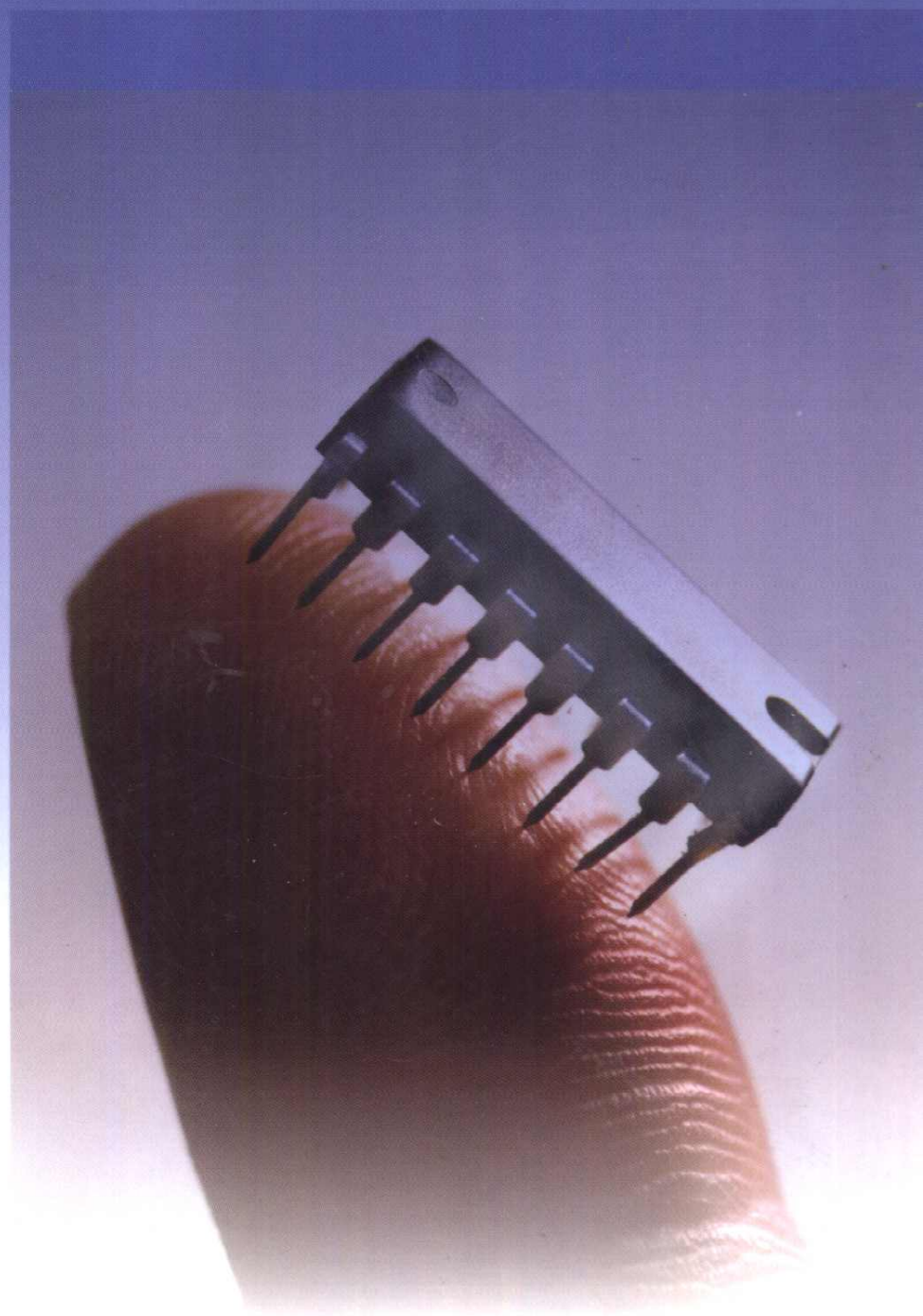




刘复华 编著

8×C196KX单片机 及其应用系统设计



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



16)

TP368.1
U71a1

8×C196KX 单片机及其 应用系统设计

刘复华 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书对 8×C196KX 系列和 8×C196 NT 16 位单片机的软、硬件资源及其应用做了详细的论述。

该书可作为高等学校《微机原理》、《微机控制》课程的教材,也可供从事计算机应用的科技人员阅读。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书 名: 8×C196KX 单片机及其应用系统设计

作 者: 刘复华 编著

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者: 北京顺义振华印刷厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 **印张:** 24.5 **字数:** 561 千字

版 次: 2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-05046-5/TP·2944

印 数: 0001~6000

定 价: 29.60 元

前 言

随着单片机制造工艺的改进和功能的增强,美国 Intel 公司相继推出的 $8\times C196KB$, $8\times C198$, $8\times C196KC$, $8\times C196KT$, $8\times C196KS$, $8\times C196KR$, $8\times C196JR$, $8\times C196KQ$, $8\times C196JQ$, $8\times C196NT$ 单片机,为单片机应用系统设计提供了多种选择,并获得了广泛应用。

近年来,作者在科研和教学工作中,就上述单片机的应用进行了一定深度的开发与研究,取得了进展与成果,以此为基础写成本书。

希望本书的出版将有助于单片机在自动化领域中的进一步推广和应用。

在撰写与出版本书的过程中,得到了清华大学出版社焦金生、尹芳平编审、张龙编辑的鼎力支持与帮助,特在此表示衷心的感谢。

鉴于作者学识水平和实践经验的局限性,欢迎广大读者对书中不妥之处予以指正。

刘复华

2001 年 12 月

目 录

前言	I
第 1 章 绪论	1
1.1 单片微型计算机的应用	1
1.2 8×C196KX 单片机内容概述	1
第 2 章 8×C196KX 单片机的总体结构	4
2.1 硬件组成	4
2.1.1 8×C196KB/8×C198 单片机	4
2.1.2 8×C196KC 单片机	18
2.1.3 8×C196KT,8×C196KS,8×C196KR,8×C196JR,8×C196KQ, 8×C196JQ 单片机	23
2.1.4 8×C196NT 单片机	30
2.2 软件组成	36
2.2.1 8×C196KB/8×C198 单片机	36
2.2.2 8×C196KC 单片机	37
2.2.3 8×C196KT~8×C196JQ 单片机	38
2.2.4 8×C196NT 单片机	38
第 3 章 中央处理单元 CPU	39
3.1 寄存器算术逻辑单元 RALU(运算器)	39
3.1.1 逻辑框图	39
3.1.2 内容分析	39
3.2 寄存器 RAM(存储器)	40
3.2.1 8×C196KB/8×C198 单片机	40
3.2.2 8×C196KC 单片机	45
3.2.3 8×C196KT~8×C196JQ 单片机	47
3.2.4 8×C196NT 单片机	55
3.3 窗口选择寄存器与窗口地址的确定	56
3.3.1 8×C196KB/8×C198 单片机	56
3.3.2 8×C196KC 单片机	56
3.3.3 8×C196KT~8×C196JQ 单片机	57
3.3.4 8×C196NT 单片机	61
3.4 控制单元 CR(控制器)	61

3.5	时钟发生器	61
3.6	复位	63
3.6.1	复位信号	63
3.6.2	复位电路	63
3.6.3	复位状态	66
第4章	存储器及其接口电路	70
4.1	存储器空间功能分析	70
4.1.1	8×C196KB/8×C198 单片机	70
4.1.2	8×C196KC 单片机	71
4.1.3	8×C196KT~8×C196JQ 单片机	71
4.1.4	8×C196NT 单片机	76
4.2	存储器的控制与管理	76
4.2.1	存储器控制器 MCR 的运行原理	76
4.2.2	系统总线时序、准备就绪时序、总线宽度时序	77
4.3	芯片配置寄存器 CCR 的功能	97
4.3.1	CCR 的组成	97
4.3.2	总线宽度选择	98
4.3.3	总线控制	101
4.3.4	就绪控制	102
4.4	单片机外接程序存储器和数据存储器	103
4.5	P3,P4 口重建为并行接口的方法	106
第5章	指令系统	109
5.1	基础知识	109
5.1.1	操作数类型	109
5.1.2	程序状态字寄存器	110
5.2	寻址方式	111
5.2.1	几项约定	111
5.2.2	6种寻址方式	113
5.3	指令系统详述	115
5.3.1	数据传送指令	115
5.3.2	算术运算指令	124
5.3.3	逻辑运算指令	131
5.3.4	单操作数指令	133
5.3.5	移位指令	137
5.3.6	调用与转移指令	141
5.3.7	特殊控制指令	151
5.3.8	进入空闲/掉电方式指令	153

5.3.9	8×C196NT 单片机特有的指令	153
第 6 章	中断系统	158
6.1	8×C196KB/8×C198 和 8×C196KC	158
6.1.1	中断系统结构框图	158
6.1.2	中断系统各环节功能分析	158
6.1.3	中断登记寄存器和中断屏蔽寄存器的进一步介绍	163
6.1.4	中断时序和中断服务程序设计	165
6.1.5	扩展外部中断源的方法	167
6.2	8×C196KT~8×C196JQ 和 8×C196NT	168
6.2.1	中断系统结构框图	168
6.2.2	中断系统各环节功能分析	168
6.2.3	中断登记寄存器和中断屏蔽寄存器	171
6.2.4	中断时序、中断服务程序设计和扩大外部中断源的方法	172
第 7 章	串行通信与并行通信	173
7.1	8×C196KB/8×C198, 8×C196KC 的串行接口电路及其应用	173
7.1.1	串行通信中用到的几个专用寄存器	173
7.1.2	串行接口电路的工作方式	175
7.1.3	串行接口电路 4 种工作方式的应用	177
7.2	8×C196KT~8×C196JQ 和 8×C196NT 的串行接口电路及其应用	180
7.2.1	串行通信中用到的几个专用寄存器	180
7.2.2	串行接口电路的工作方式及其应用	182
7.3	8×C196KT~8×C196JQ 和 8×C196NT 的同步串行输入输出单元	182
7.3.1	同步串行输入输出单元组成	182
7.3.2	同步串行输入输出单元中的特殊功能寄存器	183
7.3.3	同步串行输入输出单元中断	186
7.3.4	同步串行输入输出单元各引脚功能设置	186
7.4	8×C196KT~8×C196JQ 和 8×C196NT 与主计算机的并行通信	187
7.4.1	从属端口的基本结构	187
7.4.2	从属端口 SLP 中的特殊功能寄存器	188
7.4.3	从属端口中断	192
第 8 章	模/数转换器及其应用	194
8.1	8×C196KB/8×C198 和 8×C196KC	194
8.1.1	逻辑框图	194
8.1.2	内容分析	194
8.1.3	模/数转换器使用的几个专用寄存器	196
8.2	8×C196KT~8×C196JQ 和 8×C196NT	198
8.2.1	逻辑框图	198

8.2.2	内容分析	198
8.2.3	模/数转换器使用的几个专用寄存器	200
8.3	10 吨冲天炉数据采集与处理系统设计	203
8.3.1	冲天炉工艺简述	203
8.3.2	硬件设计	204
8.3.3	软件设计	204
第 9 章	高速输入通道及其应用	209
9.1	定时器	209
9.1.1	定时器 1	209
9.1.2	定时器 2	209
9.1.3	监视跟踪定时器	212
9.1.4	软件定时器	213
9.2	输入输出控制寄存器和状态寄存器	213
9.2.1	控制寄存器	213
9.2.2	状态寄存器	215
9.3	与高速输入通道有关的几个专用寄存器	217
9.3.1	HSI 方式寄存器	217
9.3.2	HSI 状态寄存器	217
9.3.3	HSI 时间寄存器	218
9.4	高速输入部件的结构及其工作原理	218
9.4.1	HSI 部件结构	218
9.4.2	HSI 部件工作原理	218
9.5	智能化脉冲测定仪	220
9.5.1	硬件设计	220
9.5.2	软件设计	220
9.5.3	多通道的应用	224
第 10 章	高速输出通道及其应用	228
10.1	几个有关的专用寄存器	228
10.1.1	高速输出口命令寄存器	228
10.1.2	高速输出口时间寄存器	229
10.2	高速输出部件的结构及其工作原理	229
10.2.1	HSO 部件结构	229
10.2.2	HSO 部件工作原理	229
10.3	步进电机控制系统设计	231
10.3.1	步进电机及其控制器简述	231
10.3.2	系统的基本功能	232
10.3.3	系统硬件配置	232

10.3.4	软件设计	232
第 11 章	输入输出接口和多功能接口电路	239
11.1	端口 0(P0)	239
11.2	端口 1(P1)	241
11.2.1	8×C196KB,8×C198,8×C196KC 单片机	241
11.2.2	8×C196KT~8×C196JQ 单片机	243
11.2.3	8×C196NT 单片机	246
11.3	端口 2(P2)	247
11.3.1	8×C196KB,8×C198,8×C196KC 单片机	247
11.3.2	8×C196KT~8×C196JQ 单片机	248
11.3.3	8×C196NT 单片机	249
11.4	端口 3(P3)和端口 4(P4)	249
11.4.1	8×C196KB,8×C198,8×C196KC 单片机	249
11.4.2	8×C196KT~8×C196JQ 单片机	249
11.4.3	8×C196NT 单片机	253
11.5	端口 5(P5)	253
11.5.1	8×C196KT~8×C196JQ 单片机	253
11.5.2	8×C196NT 单片机	257
11.6	端口 6(P6)	258
11.6.1	8×C196KT~8×C196JQ 单片机	258
11.6.2	8×C196NT 单片机	258
11.7	扩展端口 EPORT	259
11.7.1	EPORT 的特殊功能寄存器	259
11.7.2	扩展端口 EPORT 的组成	261
第 12 章	事件处理器阵列	263
12.1	EPA 总体组成	263
12.1.1	逻辑框图	263
12.1.2	内容分析	263
12.2	定时器/计数器	265
12.2.1	逻辑框图	265
12.2.2	内容分析	265
12.3	捕俘/比较组件	268
12.3.1	逻辑框图	268
12.3.2	内容分析	268
12.4	比较组件	270
12.4.1	逻辑框图	270
12.4.2	内容分析	270

12.5	EPA 与 PWM 波发生器	272
12.6	EPA 中断	273
12.6.1	EPA 中断源	273
12.6.2	EPA 中断登记寄存器与 EPA 中断屏蔽寄存器	273
12.6.3	中断处理	274
12.7	TIJMP 指令在 EPA 中断中的应用	275
12.7.1	EPA 中断源的辨识	275
12.7.2	EPAINTx 中断响应过程	275
第 13 章	外部设备事件服务器	276
13.1	8×C196KC	276
13.1.1	PTS 处理中断请求所表现出的优越性	276
13.1.2	PTS 的组成	277
13.1.3	PTS 运行方式	279
13.1.4	常规中断方式与 PTS 方式运行过程比较	285
13.2	8×C196KT~8×C196JQ 和 8×C196NT	285
13.2.1	PTS 处理中断请求所表现出的优越性	285
13.2.2	PTS 的组成	287
13.2.3	PTS 运行方式	289
第 14 章	数/模转换器	296
14.1	8×C196KB/8×C198	296
14.1.1	三个专用寄存器	296
14.1.2	PWM 波发生器及其工作原理	296
14.1.3	PWM 波的应用	298
14.2	8×C196KC	298
14.2.1	六个专用寄存器	298
14.2.2	PWM 波发生器及其应用	299
14.3	8×C196KT~8×C196JQ 和 8×C196NT	299
第 15 章	总线交换协议	300
15.1	8×C196KB 和 8×C196KC	300
15.1.1	硬件资源	300
15.1.2	总线出让过程	300
15.1.3	总线的归还与禁止	302
15.2	8×C196KT~8×C196JQ 和 8×C196NT	303
15.2.1	硬件资源	303
15.2.2	总线出让过程	304
15.2.3	总线控制权的恢复	304
15.2.4	总线控制权的禁止	305

第 16 章 特殊运行方式	306
16.1 8×C196KB/8×C198 和 8×C196KC	306
16.1.1 空闲方式	306
16.1.2 掉电方式	306
16.1.3 测试方式与在线仿真方式	307
16.2 8×C196KT~8×C196JQ 和 8×C196NT	309
16.2.1 空闲方式	309
16.2.2 掉电方式	309
16.2.3 测试方式与在线仿真方式	311
第 17 章 编程方式	312
17.1 87C196KB/87C198	312
17.1.1 多种编程方式	312
17.1.2 上电和下电规则	314
17.1.3 可编程脉冲宽度寄存器与备用存储单元	314
17.1.4 自动配置字节编程方式	315
17.1.5 自动编程方式	316
17.1.6 从编程方式	317
17.1.7 在线编程方式	319
17.1.8 ROM/EPROM 存储器保密字选择与 ROM 转储方式	320
17.1.9 关于编程算法、特征字与擦除 EPROM	321
17.2 87C196KC	322
17.2.1 多种编程方式	322
17.2.2 上电和下电规则	323
17.2.3 自动编程方式	323
17.2.4 从编程方式	325
17.2.5 在线编程方式	326
17.2.6 ROM/EPROM 存储器保密字选择与 ROM 转储方式	327
17.2.7 不可擦除的存储器 UPROM	328
17.3 87C196KT~87C196JQ 和 87C196NT	329
17.3.1 多种编程方式	329
17.3.2 上电和下电规则	329
17.3.3 编程过程中有关引脚的定义	330
17.3.4 自动编程方式	332
17.3.5 从编程方式	335
17.3.6 在线编程方式	336
17.3.7 串行编程方式	336

第 18 章 伺服电机控制系统设计	346
18.1 工艺介绍.....	346
18.2 硬件设计.....	346
18.2.1 组成框图.....	346
18.2.2 光学编码器.....	346
18.2.3 定时器 T2 与编码器接口电路	348
18.2.4 HSI 部件与编码器接口电路	349
18.2.5 HSO 部件与编码器接口电路	349
18.2.6 PWM 波输出与直流伺服电机驱动	350
18.2.7 电流限幅电路.....	350
18.3 软件设计.....	351
18.3.1 软件组成.....	351
18.3.2 程序分类.....	351
18.4 六坐标机器人的分布式控制系统.....	358
附录.....	360
附录 1 8×C196KB/8×C198 单片机指令速查表	360
附录 2 8×C196KC 单片机指令速查表	366
附录 3 8×C196KT~8×C196JQ 单片机指令执行的状态时间速查表.....	373
附录 4 ASCII(美国标准信息交换码)表	376
参考文献.....	377

第1章 绪 论

1.1 单片微型计算机的应用

单片微型计算机(简称单片机)也叫做微型控制器,自从 20 世纪 70 年代问世以来,得到了快速发展,从早期的 8 位机到现在的 32 位机,其硬件资源和软件资源不断丰富与完善。

单片机由于其集成度高、体积小、抗干扰能力强和价格低廉,具有独特的控制功能,它已经成为计算机世界中的重要成员。

近年来,单片机在智能化仪器仪表、家用电器、工业过程控制等诸多领域获得了广泛应用,研究成果陆续涌现。

可以预见,在当今的信息化时代,集数据采集、处理、控制为一体的单片机,其应用前景十分广阔。

1.2 8×C196KX 单片机内容概述

8×C196KX 是一类 16 位单片机的统称,其中主要包括 8×C196KB, 8×C198, 8×C196KC, 8×C196KT, 8×C196KS, 8×C196KR, 8×C196JR, 8×C196KQ, 8×C196JQ。

本书对地址扩展型 16 位单片机 8×C196NT 也一并做了介绍。

1. 8×C196KB

硬件总体结构由 14 个单元组成(中央处理单元 CPU、时钟发生器、中断控制单元、程序存储器、存储器控制器 MCR 和从程序计数器 SPC 以及队列 QUEUE、端口 3(P3)和端口 4(P4)、总线交换协议与端口 1(P1)、高速输入输出通道、定时器单元、串行通信单元、D/A 转换单元、端口 2(P2)多路转换器、端口 0(P0)和端口 2(P2)、A/D 转换单元);软件总体结构由 4 个方面组成(操作数类型、程序状态字、寻址方式、指令分类)。

2. 8×C198

8×C198 与 8×C196KB 相比,其主要不同点有:片外数据总线为 8 位;无总线交换协议与端口 1(P1)单元;无 P2.6/T2UP-DN 和 T2CAPTURE;模拟量输入通道或 P0 口引脚为 4 个;指令分类中无“进入空闲/掉电方式指令”。

3. 8×C196KC

8×C196KC 与 8×C196KB 相比,其主要不同点有:寄存器 RAM 的容量增大、地址范围为 000H~1FFH;片内程序存储器(EPROM 或 ROM)容量扩大一倍,为 16KB;特殊功能寄存器映像图分为水平窗口和垂直窗口;在水平窗口中又分为水平窗口 0(HW0)、水平窗口 1(HW1)、水平窗口 15(HW15);在垂直窗口中,有三种形式,即 32 字节窗口、64

字节窗口、128 字节窗口；增加了如下特殊功能寄存器：AD_TIME、PTSSEL、PTSSRV、IOC3、PWM1_CONTROL、PWM2_CONTROL；具有外部设备事件服务器 PTS；程序状态字 PSW 含有 8 个标志位（增加了 PSE 标志位）；指令总条数增多（112 条）。

4. 8×C196KT

8×C196KT 与 8×C196KC 相比，其主要不同点有：寄存器 RAM 的地址范围为 000H~3FFH；片内程序存储器容量为 32KB；特殊功能寄存器的数目增多，一部分位于 CPU 内，另一部分位于 CPU 外（可分为七类）；用事件处理器阵列 EPA 替代 HSI/HSO 单元，功能进一步加强；中断源数目增多；具有同步串行输入输出单元；增加了支持与主计算机进行并行数据通信的软硬件资源；有输入输出端口 P5、P6 并可做多种定义；P3 口还可以作为从属端口使用。

5. 8×C196KS

除了片内程序存储器容量为 24KB、片内 RAM 容量为 256B 外，其余部分与 8×C196KT 相同。

6. 8×C196KR

除了片内程序存储器容量为 16KB、寄存器 RAM 容量为 488B、片内 RAM 容量为 256B 外，其余部分与 8×C196KT 相同。

7. 8×C196JR

有以下几点与 8×C196KT 不同：片内程序存储器容量为 16KB；寄存器 RAM 容量为 488B；片内 RAM 容量为 256B；EPA 通道数目为 6；A/D 转换模拟量输入通道数目为 6；输入输出端口引脚数目为 41；单片机整个引脚数目为 52。其余部分与 8×C196KT 相同。

8. 8×C196KQ

有以下几点与 8×C196KT 不同：片内程序存储器容量为 12KB；寄存器 RAM 容量为 360B；片内 RAM 容量为 128B。其余部分与 8×C196KT 相同。

9. 8×C196JQ

有以下几点与 8×C196KT 不同：片内程序存储器容量为 12KB；寄存器 RAM 容量为 360B；片内 RAM 容量为 128B；EPA 通道数目为 6；A/D 转换模拟量输入通道数目为 6；输入输出端口引脚数目为 41；单片机整个引脚数目为 52。其余部分与 8×C196KT 相同。

10. 8×C196NT

与 8×C196KX 相比较，8×C196NT 的软硬件资源更为丰富，其功能得到进一步增强。主要特点如下：

(1) 地址总线为 20 位，使其存储器空间的寻址范围扩大到 1MB。

(2) 增加了扩展端口 EPORT。

(3) 有 3 个芯片配置寄存器，即 CCR0、CCR1 和 CCR2。

(4) 总线时序有多种方式。

(5) 增加了以下几类指令：

① 地址扩展型正向传送指令；

② 地址扩展型存储指令；

③ 地址扩展型可中断数据块移动指令；

- ④ 地址扩展型调用与返回指令；
- ⑤ 地址扩展型转移指令；
- ⑥ 地址扩展型绝对转移指令。

综上所述可以看出,美国 Intel 公司相继推出的一系列 16 位单片机,在资源配置上既有相同点,又有不同点,但都具有好的性能价格比,设计应用系统时,可以根据具体需要做出的合理的选择。

第2章 8×C196KX 单片机的总体结构

2.1 硬件组成

2.1.1 8×C196KB/8×C198 单片机

1. 总体框图

8×C196KB 单片机硬件总体框图如图 2-1 所示;8×C198 单片机硬件总体框图如图 2-2 所示。

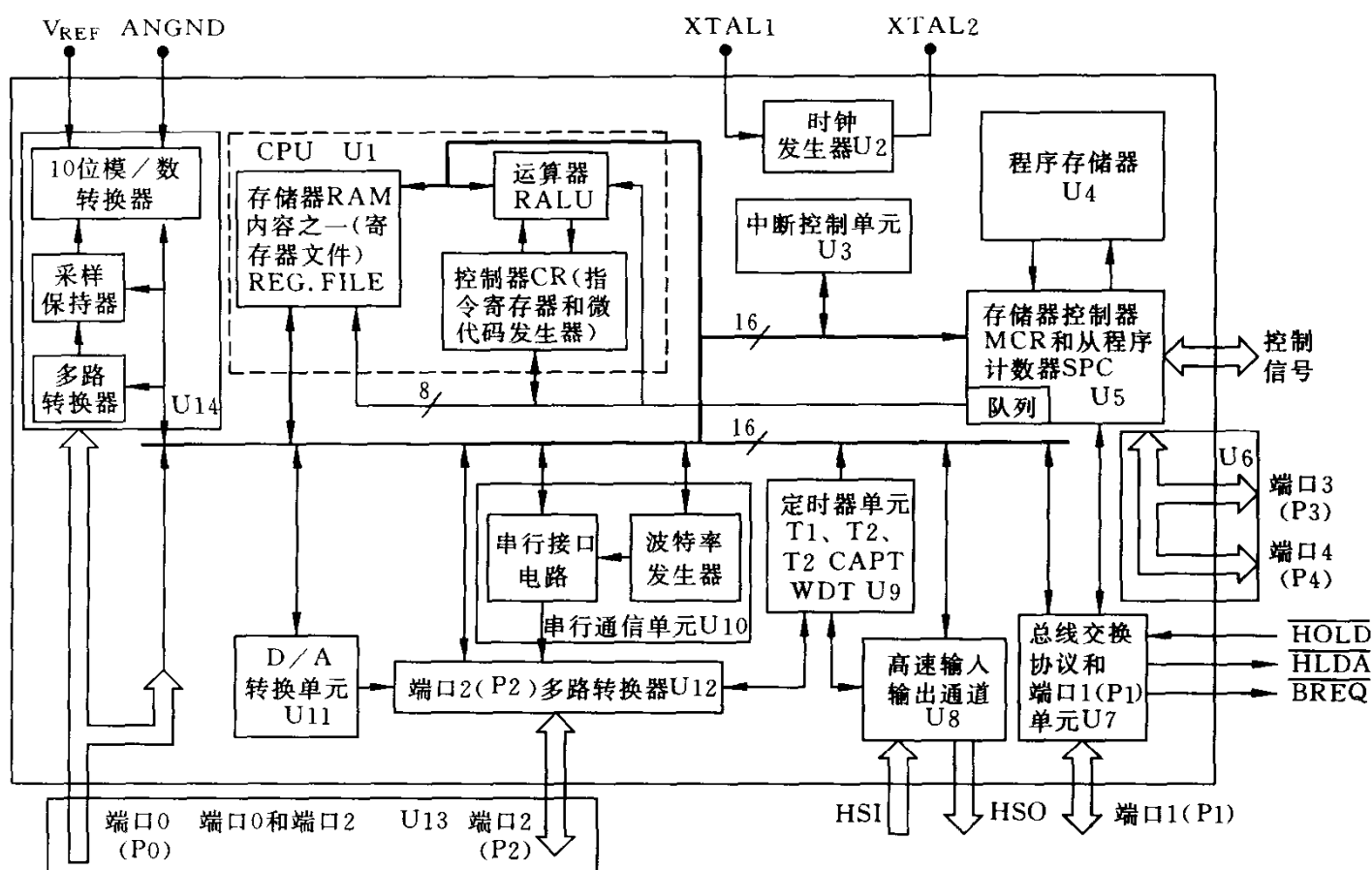


图 2-1 8×C196KB 单片机硬件总体框图

2. 内容分析

对比图 2-1 和图 2-2 可知,在 8×C198 单片机中,没有总线交换协议与端口 1 (P1) 单元 U7,也没有 P2.6/T2UP—DN 和 P2.7/T2CA PTURE 引脚,其他部分均与 8×C196KB 单片机相同。

(1) U1——中央处理单元 CPU

CPU 由 RALU (register arithmetic logic unit)、CR (controller) 和 RAM (random access memory) 组成。

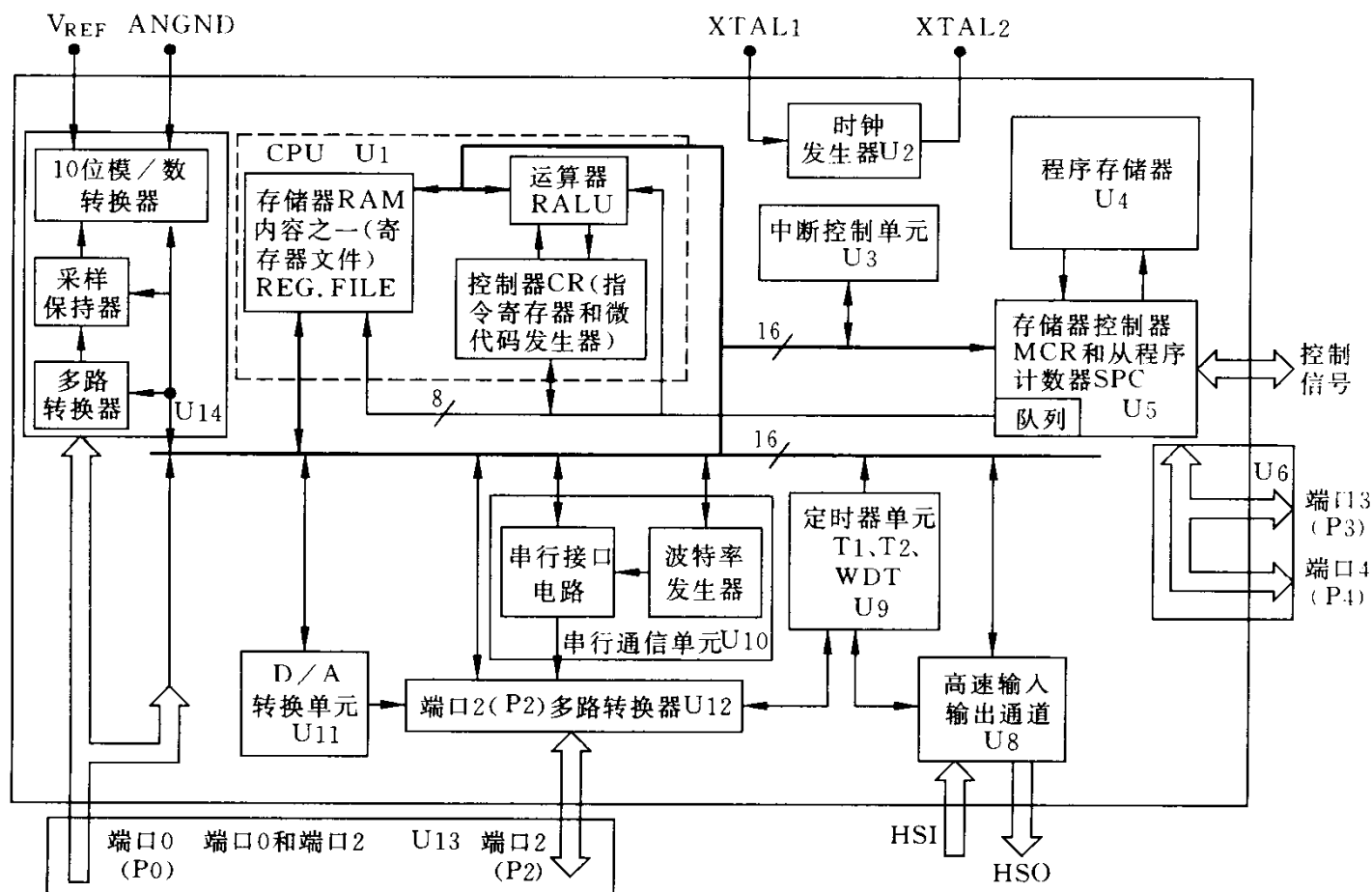


图 2-2 8×C198 单片机硬件总体框图

RALU 称为寄存器算术逻辑单元,是 8×C196KB/8×C198 单片机的运算器,主要从事加、减、乘、除四则运算以及“与”、“或”、“异或”逻辑操作,它体现了计算机的最基本特征。RALU 有别于 8 位单片机微处理器的 ALU,它有更多的 16 位寄存器和计数器参与工作,其中代号为 PC 的计数器称为主程序计数器。在程序运行过程中,PC 专门用于指出下一条指令存放的地址。

由于 RALU 在结构上独具特色,运算功能明显增强。

CR 称为控制器,由指令寄存器和微代码发生器组成。8×C196KB/8×C198 单片机的“程序”存储于片内或片外的程序存储器中,控制器的责任在于从这里取出指令并暂时放在指令寄存器中,然后,通过微代码发生器将其翻译成为具有某种功能的控制信号。

RAM 称为随机存取存储器,其容量为 256B(字节),只能容纳数据,不能存放程序。按功能划分,地址单元为 00H~17H 的区域称为特殊功能寄存器组 SFRS(special function register set),其用途专一,不可它用。地址单元为 18H~0FFH 的区域有 232 个寄存器,位于 CPU 内部,其地址与功能犹如一般计算机中的累加器。通常,称它们为寄存器文件 REG. FILE(register file)。

(2) U2——时钟发生器

片内单级非门电路和片外石英晶体等组成晶体振荡器,产生一定频率的高频信号并送至二分频与两相波发生电路,在该电路的输出端便可得到时钟信号 CLKOUT,其周期也称为“状态周期 T”。