

普通高校“十一五”规划教材



SPMC65 Microcontroller

杨存祥 崔光照 主编

凌阳SPMC65系列单片机 原理及应用系统设计与开发



北京航空航天大学出版社

普通高校“十一五”规划教材

凌阳 SPMC65 系列单片机原理 及应用系统设计与开发

杨存祥 崔光照 主 编

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书介绍中国台湾凌阳科技股份有限公司(Sunplus technology CO. LTD)近年来推出的基于8位的SPMC65CPU内核单片机原理以及作者长期从事单片机原理教学和应用系统开发积累的经验总结,并按照SPMC65系列单片机原理、开发技术和具体应用实例3个层次进行编写。主要内容为:凌阳单片机简介;SPMC65系列单片机、SPMC65系列单片机指令系统、SPMC65系列单片机外设端口、SPMC65系列单片机中断系统、SPMC65系列单片机定时/计数器、程序设计举例、SPMC65系列单片机开发工具、应用系统的设计与开发;以及电磁兼容性设计和应用实例。书中详细介绍了SPMC65系列单片机原理和开发技术,重点介绍了SPMC65系列单片机在家用电器及其相关产品中的设计方法、具体电路原理和软件设计方法。

本书的最大特点是所收集资料完整、新颖,内容具体、详实。大量的实例可供读者直接移植,具有很强的启发性和指导意义。

本书可作为电子技术、仪器仪表、通信系统和自动化等信息科学类的本科教材,也可作为高年级学生科研实践的参考资料和工程技术人员新产品开发的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

凌阳 SPMC65 系列单片机原理及应用系统设计与开发/
杨存祥等编著. —北京:北京航空航天大学出版社,
2007.6

ISBN 978-7-81124-037-5

I. 凌… II. 杨… 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(2007)第 076354 号

凌阳 SPMC65 系列单片机原理及应用系统设计与开发

杨存祥 崔光照 主 编

责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpres@263.net

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:18.25 字数:467 千字

2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81124-037-5 定价:25.00 元

前 言

单片机原理及其应用技术是当前信息科学中具有较强实用性的重要分支,得到了广大电子信息类高校甚至中等学校师生、工程技术人员以及电子爱好者的普遍关注。台湾凌阳科技股份有限公司推出的 8 位、16 位单片机共有 50 多种不同的型号及其产品,以适用不同的应用领域,用户可根据需要选择相应的单片机系统。凌阳单片机系统芯片具有集成度高、功能全、低功耗、低电压和易于开发等特点,已经在工业过程自动控制系统、智能仪器仪表和消费类电子产品中得到了普遍的使用。

台湾凌阳科技股份有限公司向用户提供了一个支持 CPU 内核的集成开发环境 Fortis IDE。该集成开发环境用于 SPMC65 系列单片机程序的开发。它具有工程管理、文本编辑、程序编译和调试等多种功能;还具有友好的界面,如下拉菜单、快捷方式和快速访问命令列表等。它能够方便地进行编辑、调试程序,并且可以仿真 SPMC65 系列所有芯片的功能,大大提高了开发效率。

为了及时向读者介绍凌阳科技股份有限公司的 SPMC65 系列单片机,在凌阳科技股份有限公司及北京北阳电子有限公司提供资料的基础上,编写了本书。全书共分 11 章,按照先易后难、由浅入深依次编写。第 1 章重点介绍了凌阳 8 位、16 位单片机的特点及资源特性;第 2 章详细介绍了 SPMC65 系列单片机的结构和存储器以及工作方式;第 3 章重点介绍了 SPMC65 系列单片机指令系统,并对寻址方式和各种指令的功能做了详细的解释和分析;第 4 章重点介绍了 I/O 端口、串行口原理、A/D 转换器工作原理;第 5 章详细介绍了中断系统控制寄存器及设置;第 6 章重点介绍了定时/计数器原理、工作模式以及看门狗定时器等;第 7 章给出了部分常用实用子程序;第 8 章着重讨论了 SPMC65 系列单片机开发工具的使用方法;第 9 章根据多年开发经验,总结了单片机应用系统的开发和调试方法;第 10 章重点讨论了单片机应用系统的电磁兼容性概念、硬软件抗干扰措施及 PCB 设计方法;第 11 章详细给出了 SPMC65 系列单片机在家用电器中的应用实例、具体电路原理图和软件设计方法,供大家参考并从诸多方面讨论了 SPMC65 系列单片机在实际中的应用。

本书由郑州轻工业学院、河南省信息化电器实验室杨存祥、崔光照任主编。由杨存祥、崔光照、王延峰、魏云冰、戈民、王俊杰、孔汉、曹祥红、罗楚新、楚春颖编写,全书由杨存祥负责统稿。研究生王发群、宋镜波在应用实例和资料整理方面参与了部分工作。在本书编写过程中,得到了凌阳科技股份有限公司的大力支持,在此表示衷心的感谢!

本书的及时出版得到凌阳科技股份有限公司罗亚非、刘传登、叶新华等同志的大力支持和关心,在此,一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中存在的错误和不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2007 年元月

目 录

第 1 章 凌阳单片机简介	1
1.1 μ nSP 系列单片机简介	1
1.2 凌阳 8 位系列单片机	1
1.2.1 SPMC65 系列单片机特点	2
1.2.2 SPMC65 系列单片机资源特性	3
1.3 凌阳 16 位单片机	4
1.3.1 SPCE 系列单片机	4
1.3.2 SPMC75 系列单片机	7
第 2 章 SPMC65 系列单片机	10
2.1 SPMC65 系列单片机 CPU 内核	10
2.1.1 SPMC65 系列单片机结构	10
2.1.2 SPMC65 系列单片机 CPU	11
2.1.3 SPMC65 CPU 寄存器	11
2.2 SPMC65 系列单片机的存储器	13
2.2.1 程序存储器	13
2.2.2 数据存储器	14
2.2.3 芯片配置选项及用户信息	15
2.3 复位	15
2.4 时钟源	19
2.5 低功耗工作模式	20
第 3 章 SPMC65 系列单片机指令系统	23
3.1 符号约定	23
3.2 寻址方式	24
3.2.1 立即数寻址	25
3.2.2 绝对寻址	25
3.2.3 零页寻址	26
3.2.4 绝对变址寻址	26
3.2.5 零页变址寻址	26
3.2.6 间接跳转寻址	26
3.2.7 变址间接寻址	27
3.2.8 间接变址寻址	27
3.2.9 隐含寻址	28

3.2.10 累加器寻址	28
3.2.11 相对寻址	28
3.3 指令系统	28
3.3.1 指令概述	28
3.3.2 数据传送指令	29
3.3.3 算术运算指令	35
3.3.4 逻辑运算指令	41
3.3.5 控制转移指令	47
3.3.6 位操作指令	49
3.3.7 处理器控制指令	51
3.4 常用伪指令	54
3.4.1 SPMC65 伪指令的语法格式及分类	54
3.4.2 存储类伪指令	55
3.4.3 定义类伪指令	57
3.4.4 条件类伪指令	62
3.4.5 汇编链接类伪指令	64
第4章 SPMC65 系列单片机外设端口	67
4.1 I/O 端口	67
4.1.1 I/O 端口概述	67
4.1.2 I/O 端口结构	68
4.1.3 I/O 端口寄存器	68
4.1.4 I/O 特殊功能	71
4.2 串行口原理	72
4.2.1 串行口概述	72
4.2.2 SPI 接口	73
4.2.3 UART 接口	78
4.3 A/D 转换器	82
4.3.1 A/D 转换器工作原理	82
4.3.2 控制寄存器	83
4.3.3 A/D 转换器应用	86
第5章 SPMC65 系列单片机中断系统	88
5.1 SPMC65 系列单片机中断系统概述	88
5.2 中断控制寄存器	89
5.2.1 P_INT_Ctrl0(\$0D,R/W)	89
5.2.2 P_INT_Ctrl1(\$0F,R/W)	90
5.2.3 P_INT_Ctrl2(\$27,R/W)	90
5.2.4 P_INT_Flag0(\$0C,R/W)	91
5.2.5 P_INT_Flag1(\$0E,R/W)	91

5.2.6 P_INT_Flag2(\$ 26,R/W)	92
5.2.7 P_IRQ_Opt0(\$ 33,R/W)	92
5.2.8 P_IRQ_Opt1(\$ 34,R/W)	93
5.3 中断设置	94
第 6 章 SPMC65 系列单片机定时/计数器	96
6.1 定时/计数器概述	96
6.2 定时/计数器控制寄存器	97
6.2.1 定时/计数器相关寄存器简述	97
6.2.2 定时/计数器控制寄存器	98
6.3 定时/计数器	100
6.3.1 定时/计数器的结构	100
6.3.2 8 位定时/计数器	101
6.3.3 16 位定时/计数器	102
6.3.4 定时/计数器中断	105
6.4 捕获器	106
6.4.1 SPMC65 系列单片机的捕获器	106
6.4.2 控制寄存器	106
6.4.3 8 位捕获器工作模式	109
6.4.4 16 位捕获器工作模式	110
6.4.5 捕获中断	112
6.5 比较模式	113
6.5.1 SPMC65 系列单片机定时/计数器的比较模式	113
6.5.2 比较模式控制寄存器	113
6.5.3 8 位比较模式	114
6.5.4 16 位比较模式	115
6.5.5 比较器中断	116
6.6 PWM 模式	116
6.6.1 SPMC65 系列单片机定时/计数器的 PWM 模式	116
6.6.2 PWM 模式控制寄存器	116
6.6.3 8 位 PWM 工作模式	119
6.6.4 12 位 PWM 工作模式	120
6.6.5 16 位 PWM 工作模式	122
6.6.6 PWM 中断	123
6.7 看门狗定时器	124
6.7.1 看门狗定时器结构	124
6.7.2 看门狗定时器控制寄存器	125
6.7.3 看门狗中断	125
6.8 时基与蜂鸣器输出	126

第 7 章 程序设计举例	128
7.1 看门狗	128
7.2 复位	128
7.3 I/O 端口	129
7.4 串行口	130
7.5 A/D 转换	134
7.6 中断系统	136
7.7 定时/计数器	140
第 8 章 SPMC65 系列单片机开发工具	147
8.1 概述	147
8.2 SPMC65 系列单片机硬件开发工具	147
8.3 集成开发环境 Fortis IDE	149
8.3.1 Fortis IDE 用户编程界面	149
8.3.2 FortisIDE 的使用	151
8.4 Q-Writer 的使用	158
第 9 章 单片机应用系统设计与开发	163
9.1 单片机应用系统的特点	163
9.2 单片机应用系统设计的基本原则	165
9.3 单片机应用系统的开发方法	166
9.4 单片机应用系统的调试	168
9.4.1 单片机应用系统调试工具	168
9.4.2 单片机应用系统的一般调试方法	169
第 10 章 电磁兼容性设计	173
10.1 电磁兼容性概述	173
10.1.1 电磁兼容性概念及标准	173
10.1.2 电磁干扰的形成因素	175
10.1.3 噪声的来源	175
10.1.4 噪声的传输途径	176
10.2 硬件抗干扰措施	179
10.2.1 屏蔽技术	179
10.2.2 滤波技术	179
10.2.3 接地技术	181
10.2.4 隔离技术	182
10.2.5 常用抗干扰器件	186
10.3 软件抗干扰技术	188
10.3.1 数字滤波技术	189

10.3.2	输入输出数字量的软件抗干扰技术	193
10.3.3	指令冗余技术	193
10.3.4	软件陷阱技术	194
10.4	PCB 设计	194
10.4.1	PCB 的选择和板层布局	194
10.4.2	PCB 元器件的布局设计	195
10.4.3	PCB 的布线设计	196
第 11 章	SPMC65 系列单片机应用实例	198
11.1	SPMC65P2204 在充电器中的应用	198
11.1.1	充电器性能特点	198
11.1.2	硬件电路设计	199
11.1.3	系统软件设计	204
11.2	SPMC65P2404A 在电动自行车控制器中的应用	207
11.2.1	电动自行车控制器性能特点	207
11.2.2	系统硬件设计	209
11.2.3	系统软件设计	214
11.3	SPMC65P2404A 在电磁炉中的应用	215
11.3.1	电磁炉原理及功能	215
11.3.2	系统硬件设计	215
11.3.3	系统软件设计	222
11.4	SPMC65P2404A 在微波炉中的应用	224
11.4.1	微波炉加热原理及功能	224
11.4.2	系统硬件设计	225
11.4.3	系统软件设计	227
11.5	SPMC65P2102A 在豆浆机中的应用	229
11.5.1	豆浆机的功能	229
11.5.2	系统硬件设计	229
11.5.3	系统软件设计	232
11.6	SPMC65P2404A 在智能电饭煲中的应用	233
11.6.1	智能电饭煲性能特点及功能	234
11.6.2	系统硬件设计	235
11.6.3	系统软件设计	239
11.7	SPMC65P2104A 在压力锅中的应用	243
11.7.1	系统功能	243
11.7.2	系统硬件设计	243
11.7.3	系统软件设计	246
11.8	SPMC65P2408A 在电冰箱中的应用	251
11.8.1	电冰箱的功能	251
11.8.2	系统硬件设计	252

11.8.3 系统软件设计.....	254
11.9 SPMC65P2408A 在空调器中的应用	255
11.9.1 空调器工作原理及功能.....	255
11.9.2 系统硬件设计.....	257
11.9.3 系统软件设计.....	261
11.10 SPMC65P2408A 在滚筒洗衣机中的应用	262
11.10.1 功能介绍	262
11.10.2 系统硬件设计	263
11.10.3 系统软件设计	267
 附 录	
附录 A SPMC65 指令速查表.....	268
附录 B SPMC65 系列单片机选型表	273
附录 C SPMC65 系列单片机端口速查表	274
参考文献	279

第 1 章 凌阳单片机简介

1.1 $\mu'nSP$ 系列单片机简介

凌阳科技股份有限公司(Sunplus Technology Co., Ltd.)是全球知名的芯片设计公司,致力于开发高品质的集成电路芯片。凌阳科技的愿景是“科技落实生活”,以强大的 IC 设计与系统应用能力为客户提供满意的产品与服务。公司拥有多项自主知识产权的核心技术:具有从 8 位、16 位到 32 位完整的 CPU 内核技术;具有 16 位、24 位数字信号处理技术;具有 LCD 控制/驱动技术、接口技术、MP3/MP4 算法以及模拟外围技术等。

凌阳科技股份有限公司积极引领各类芯片产品的研发与创新设计,运用多媒体影音、单片微处理器、数字信号处理器(DSP)等核心技术,成功地将创意与高新技术结合,设计开发出上千种芯片及系统解决方案,开发出多样化的产品线,包括液晶 IC、微控制器 IC、多媒体 IC、语音、音乐 IC 及各式 ASIC,并且应用到电子词典、计算机外围、智能家电控制器、数码相机、VCD/DVD 播放器、移动通信、MP3/MP4 等产品领域,在日常生活中无所不在。

凌阳科技的 $\mu'nSP$ 系列 16 位单片机主要产品有带语音功能的 SPCE 通用系列单片机,工业控制级控制型的 SPMC 通用系列单片机,应用于视频游戏类产品的 SPG 系列单片机,带有 LCD 显示驱动的 SPL16 系列单片机、专用于通信产品的 SPT 系列单片机,应用于高档电子乐器和和弦发声的 SPF 系列单片机等。凌阳科技新近又推出了以 $\mu'nSP$ 为内核的 SPMC75F 系列单片机,广泛应用于变频电动机驱动控制以及变频家电、工业变频器和工业控制等领域。

SPMC65 系列单片机采用 8 位 SPMC65 CPU 内核,并围绕这个通用的 CPU 内核,形成了不同的片内资源的一系列产品。在系列芯片中相同的片内硬件功能模块具有相同的资源特点,不同型号的芯片只是对片内资源进行删减。该系列单片机最突出的优点在于抗干扰能力,并为其应用领域作了具有针对性的增强设计;同时拥有丰富易用的资源以及优良的结构,包括不带 ADC 的 I/O 控制型单片机和带 ADC 的 I/O 控制型单片机,广泛应用于家用电器、工业控制、仪器仪表、安防报警和计算机外围等领域。

本书在介绍 SPMC65 系列单片机的全部资源的基础上,重点讨论了单片机应用系统的设计和开发方法,详细给出了 SPMC65 系列单片机在家用电器中的应用实例、具体电路原理图和软件设计方法,供大家参考。读者可通过对本书的学习,快速地掌握 SPMC65 全系列单片机的原理及开发使用方法。

1.2 凌阳 8 位系列单片机

凌阳科技的 8 位系列单片机产品拥有完整的产品线,以其高性价比、全面的技术支持服务、方便的工具支持为广大客户所接受,出货量排在全球半导体企业的前几位;凌阳科技 8 位单片机产品主要的类别有带 LCD 驱动的 SOC 芯片、多媒体应用芯片、语音芯片和通用单片机等。

1.2.1 SPMC65 系列单片机特点

SPMC65 系列单片机目前提供最大 928 B 的 RAM 和 16 KB 的 ROM;同时还集成了一个时基、一个看门狗定时器、最多 6 个 16 位定时/计数器、最多 9 个通道的 ADC 等资源。下面介绍全部的 SPMC65 系列单片机特点:

(1) 存储空间

- 最大 16 KB 的程序空间(ROM);
- 最大 928 B 的数据空间(RAM)。

(2) SPMC65 CPU

- 支持 182 条指令;
- CPU 最高频率 8 MHz;
- 支持位操作指令。

(3) I/O 端口

- 最多 6 组 8 位通用 I/O 端口;
- 可设置为上拉/下拉/悬浮输入口,或者输出口;
- 具有复用功能的双向 I/O 端口。

(4) 中 断

- 最多 6 通道外部中断;NMI 非屏蔽中断或 IRQ 可屏蔽中断;
- 内部中断。

(5) 复 位

- 增强的复位系统。

(6) 时钟管理(clock)

- 3 种时钟源:RC 振荡器、晶体和外部时钟输入;
- 具备时钟频率输出能力。

(7) 省电模式

- 2 种省电模式: STOP、HALT。

(8) 模拟外设

- 9 通道带一个内部参考电压的 10 位 ADC,或 8 通道带内/外部参考电压的 10 位 ADC;
- 4.0 V 或 2.5 V 可选的低电压复位系统;
- 1 通道 10 位的 DAC,最大输出电流为 3.3 mA;
- 2 个模拟电压比较器。

(9) 3 个 16 位定时/计数器(类型 I, Timer0、2、4)

- 8 位/16 位定时、计数功能;
- 捕获功能(8 位脉宽/周期测量,16 位脉宽测量);
- 8 位/16 位比较输出;
- 8 位 PWM 输出。

(10) 2 个 16 位定时/计数器(类型 II, Timer1、3)

- 8 位/16 位定时/计数器,事件计数模式;
- 捕获功能(8 位脉宽/周期测量,16 位脉宽测量);
- 8 位/16 位比较输出;

- 12 位 PWM 输出。
- (11) 1 个 16 位定时/计数器(类型 III, Timer5)
 - 8 位/16 位定时/计数器, 事件计数模式;
 - 捕获功能(8 位和 16 位的脉宽/周期测量);
 - 8 位/16 位比较输出;
 - 16 位 PWM 输出。
- (12) 时 基
 - 频率选择: 1 Hz~62.5 kHz(在 8 MHz 条件下)。
- (13) 蜂鸣器输出
 - 频率: 1 kHz~2 MHz(在 8 MHz 条件下)。
- (14) 可编程看门狗定时器
- (15) 串行总线接口
 - SPI 总线;
 - UART 总线。

1.2.2 SPMC65 系列单片机资源特性

SPMC65 系列单片机采用 8 位 SPMC65 CPU 内核, 并围绕这个通用的 CPU 内核, 集成了不同的片内资源, 由此形成了从低档到高档的一系列产品。在系列芯片中相同的片内硬件功能模块具有相同的资源特点, 不同型号的芯片只是对片内资源进行删减。SPMC65 系列单片机部分芯片的硬件资源如表 1.1 所列。

表 1.1 SPMC65 系列单片机硬件资源

功 能		芯 片 名 称			
		SPMC65P2104A	SPMC65P2204A	SPMC65P2404A	SPMC65P2408A
内 部 存储器	OTP(ROM)	4 KB	4 KB	4 KB	8 KB
	Data(RAM)	128 B	192 B	192 B	256 B
最大工作频率		8 MHz	8 MHz	8 MHz	8 MHz
指令集		182 条指令支持位操作(置 1, 清零, 取反, 测试)			
I/O 端口		13	15/11	15/23	23/27
A/D 转换器		4 通道/10 位	9 通道/10 位	8 通道/10 位	8 通道/10 位
SPI		无	无	1 个	1 个
UART		无	无	无	1 个
定时/计数器	1 个 16 位	1 个 8 位定时/计数器	2 个 8 位定时/计数器	2 个 8 位定时/计数器	2 个 8 位定时/计数器
	定时/计数器	1 个 16 位定时/计数器	2 个 16 位定时/计数器	2 个 16 位定时/计数器	2 个 16 位定时/计数器
时 基		1 个	1 个	1 个	1 个
看门狗定时器		1 个	1 个	1 个	1 个
蜂鸣器输出	1 个	1 个	1 个	1 个	1 个
	1 kHz~2 MHz	1 kHz~2 MHz	1 kHz~2 MHz	1 kHz~2 MHz	1 kHz~2 MHz
工作电压		3~5.5 V	3~5.5 V	3~5.5 V	3~5.5 V
引脚/封装		18 PIN PDIP/SOP	20/16 PIN PDIP/SOP	20/28 PIN PDIP/SOP	28/32 PIN PDIP/SOP

下面以 SPMC65P2408A 来说明凌阳 SPMC65 系列单片机的命名方法:

① SPMC65P2408A 的前六个字符“SPMC65”为凌阳 8 位 SPMC65 系列通用单片机的标志字头,代表凌阳公司设计、开发的 8 位通用型系列单片机。

② SPMC65P2408A 的第七个字符“P”是指该芯片为一次性编程(OTP, one time program)型芯片。该位表示芯片的程序存储器类型,如果该位字符为“F”,则表示为闪速存储器(Flash)型芯片;如果为“C”,则代表掩膜(MASK)型芯片。

③ SPMC65P2408A 的第八位“2”表示为 SPMC65 系列单片机中的“2”系列芯片,即带 ADC 的通用系列单片机,如果为“1”,则表示为“1”系列芯片,即不带 ADC 的通用系列单片机。

④ SPMC65P2408A 的后两位数字表示该芯片的程序存储器容量大小。

⑤ SPMC65P2408A 最后的一个字母代表该芯片的版本号,如“A”代表 A 版的芯片。

SPMC65 系列单片机是由凌阳科技设计开发的 8 位通用系列单片机产品。该系列单片机具有优越的抗干扰能力、丰富易用的资源以及优良的结构,如加强 I/O 端口以提高 I/O 端口的驱动能力、抗干扰能力;采用增强的复位系统,提高系统的可靠性;提供可靠而且完整 CCP 功能的定时/计数器等。SPMC65 系列单片机非常适合于家用电器、工业控制、仪器仪表等方面应用的工业级微控制器。

1.3 凌阳 16 位单片机

随着单片机功能集成化的发展,其应用领域也逐渐地由传统的控制,扩展为控制处理、数据处理以及数字信号处理(DSP, digital signal processing)等领域。凌阳科技的 16 位单片机就是为适应这种发展而设计的;它的 CPU 内核采用凌阳自主知识产权的 $\mu'nSP$ (microcontroller and signal processor)16 位微处理器(以下简称 $\mu'nSP$)。而围绕 $\mu'nSP$ 所形成的 16 位 $\mu'nSP$ 系列单片机采用的是模块化集成结构,以 $\mu'nSP$ 内核为中心,集成不同规模的 ROM、RAM 和功能丰富的各种外设接口部件,将单片机应用引领到 SOC(system on chip)领域。

凌阳科技的 $\mu'nSP$ 系列 16 位单片机主要产品有带语音功能的 SPCE 通用系列单片机,工业控制级控制型的 SPMC 通用系列单片机,应用于视频游戏类产品的 SPG 系列单片机,带有 LCD 显示驱动的 SPL16 系列单片机、专用于通信产品的 SPT 系列单片机,应用于高档电子乐器和和弦发声的 SPF 系列单片机等。下面主要介绍凌阳科技的 SPCE 和 SPMC 两种通用型单片机。

1.3.1 SPCE 系列单片机

凌阳 SPCE 系列单片机采用 SOC 设计理念,具有强大的数据处理能力和丰富的外设资源,被广泛应用到工业控制、智能家电、家居安防、计算机外围、掌上学习、娱乐设备和带有语音功能的电子产品等领域。

1. SPEC061A 单片机特点

- 16 位 $\mu'nSP^{TM}$ 微处理器;
- 工作电压:VDD 为 2.6~3.6 V(CPU),VDDH 为 VDD~5.5 V(I/O);
- CPU 时钟:0.32~49.152 MHz;
- 内置 2 K 字 SRAM;

- 内置 32 K 闪存 ROM;
- 可编程音频处理;
- 系统处于备用状态下(时钟处于停止状态),耗电小于 $2\mu\text{A}$ (在 3.6 V);
- 2 个 16 位可编程定时/计数器(可自动预置初始计数值);
- 2 个 10 位 DAC(数/模转换)输出通道;
- 32 位通用可编程输入/输出端口;
- 14 个中断源可来自定时器 A/B、时基、2 个外部时钟源输入和键唤醒;
- 具备触键唤醒的功能;
- 使用凌阳音频编码 SACM_S240 方式(2.4 Kb/s),能容纳 210 s 的语音数据;
- 锁相环 PLL 振荡器提供系统时钟信号;
- 32 768 Hz 实时时钟;
- 7 通道 10 位电压模/数转换器(ADC)和单通道声音模/数转换器;
- 声音模/数转换器输入通道内置麦克风放大器和自动增益控制(AGC)功能;
- 具备串行设备接口;
- 低电压复位(LVR)功能和低电压监测(LVD)功能;
- 内置在线仿真板(ICE,in-circuit emulator)接口。

2. SPCE062A 单片机特点

(1) CPU: $\mu\text{nSTM ISA 2.0}$

- 4 级流水线,平均指令执行时间为 2 CPI(cycles per instruction);
- 16 位数据总线/22 位地址总线;
- 21 个 16 位寄存器;
- 6 种寻址方式;
- DSP 操作:乘法运算/内积运算/除法运算;
- 宽电压范围:2.7~5.5 V。

(2) 片内存储器

- 32 KW(32 K $\times$ 16 bit) Flash,KW 为千字;
- 4 KW(4 K $\times$ 16 bit) SRAM。

(3) 中 断

- 4 个中断优先级,27 个外设中断源;
- 可编程的中断优先级:部分中断源的优先级可以通过软件设置为 IRQ 中断或者 FIQ

中断;

- 4 个外部中断源;
- IOA0~IOA15 具有按键唤醒功能。

(4) 省电模式

- 标准模式:芯片在标准模式下运行耗电最大,所有的外设都可用;
- Stop 模式:CPU 和外设都会停止工作;
- Halt 模式:CPU 停止工作,外设继续正常工作。

(5) 时钟模块

- 32 768 Hz+PLL 模式;

- 6 MHz(晶振)+PLL 模式;
- 6 MHz(内部 RC)+PLL 模式。

(6) 定时器

- 通用定时器:TimerA 和 TimerB;
- CCP 定时器:TimerC 和 TimerD;
- 最多 4 路脉宽调制输出(PWM),占空比 65 535 阶可调。

(7) I/O 口

- 32 位可编程 I/O 端口;
- 所有 I/O 口的工作电压范围:2.4~5.5 V;
- I/O 口输出能力强,可直接驱动 LED 负载。

(8) ADC 模块

- 9 通道 12 位 ADC;
- 8 个 Line_ADC 通道;
- 1 个 MIC_ADC 通道,内置 AGC+PGA 放大器;
- 自侦测功能,支持 4 个通道的自动扫描;
- 自动模式和手动模式;
- 3 个 ADC 结果寄存器:Line_ADC 结果、MIC_ADC 结果和 Auto_ADC 结果;
- 16 Words FIFO 寄存器。

(9) DAC 模块

- 2 通道独立 16 位 DAC;
- 可通过软件打开或者关闭(低功耗);
- 自动模式和手动模式;
- 立体声效果输出;
- 8Words FIFO 寄存器。

(10) 串行接口

- SPI 接口;
- UART 接口;
- SIO 接口;
- 4Bit Flash 接口。

(11) 复 位

- 上电复位(POR);
- 外部复位(RESTB);
- 低电压复位(LVR);
- 看门狗复位(WDTR);
- 非法地址复位(IAR);
- 软件复位(SFRST)。

(12) 其 他

- 时基:SPCE062A 共有 12 个时基:2~4 096 Hz,并且这些时基信号均配置对应的 IRQ 中断。
- IR 发射功能。

- 可编程看门狗。
- ICE:内嵌仿真调试逻辑电路 ICE,用户使用 probe 可以实现系统在线仿真、调试和下载功能。

- ISP:在系统编程功能(in-system-program)。

(13) 工作温度: $-40\sim 85\text{ }^{\circ}\text{C}$

(14) 封装:LQFP80

表 1.2 列出了 SPCE 系列单片机芯片的资源。

表 1.2 SPCE 系列单片机芯片资源

型 号	内 核	Flash	RAM	ADC	DAC	Timer/CCP	串 口	中断源	W-dog	封 装
SPCE062A	ISA2.0	32K $\times$ 16	4K $\times$ 16	12bit $\times$ 9	16bit $\times$ 2	4/2	UART/SPI/ SIO/4B FLASH	27 个	可编程	LQFP80
SPCE061A	ISA1.1	32K $\times$ 16	2K $\times$ 16	10bit $\times$ 8	10bit $\times$ 2	2/0	UART/SIO	14 个	0.75s	LQFP80 PLCC84

1.3.2 SPMC75 系列单片机

凌阳科技自 2005 年初推出了 16 位变频单片机——SPMC75 系列以来,为加强单片机的抗干扰性能,专门针对芯片的振荡电路(系统时钟检测电路)、I/O 口、复位系统(增强的复位系统)、中断系统等做了特殊加强处理,并对系统内重要的控制单元也做了特殊处理。通过这些加强措施,SPMC75 系列一改过去台湾芯片共同的抗干扰性差的软肋,以其超强的抗干扰性和可靠性等优势迅速打入大陆家电市场和变频工控市场,并在凌阳的客户产品中得到了很好的验证,受到了客户的好评。

1. SPMC75 系列单片机特点

(1) 高性能的 16 位 CPU 内核

- 凌阳 16 位 μ 'nSP 处理器;
- 2 种低功耗模式: Wait/Standby;
- 片内低电压检测电路;
- 最高系统频率为 24 MHz。

(2) 片内存储器

- 32 KW(32 K $\times$ 16 bit) Flash;
- 2 KW(2 K $\times$ 16 bit) SRAM。

(3) 工作温度: $-40\sim 85\text{ }^{\circ}\text{C}$

(4) 10 位 ADC 模块

- 可编程的转换速率,最大转换速率 100 Kb/s;
- 6 $\sim$ 8 个通道;
- 可与 PDC 或 MCP 等定时器联动,实现电机控制中的电参量测量。

(5) 串行通信接口

- 通用异步串行通信接口(UART);
- 标准外围接口(SPI)。