

凌阳单片机系列丛书

大学生创新竞赛实战

——凌阳16位单片机应用

主编 陈言俊 王延伟 罗亚非
副主编 秦峰 曹庆峰

北京航空航天大学出版社



凌阳单片机系列丛书

大学生创新竞赛实战

——凌阳 16 位单片机应用

主 编 陈言俊 王延伟 罗亚非
副主编 秦 峰 曹庆峰

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书主要介绍了凌阳 16 位单片机的系统概况、硬件部分、指令系统、单片机的程序设计与开发环境及编程语言;同时,介绍了常用电子元器件各类模块的原理、技术指标及应用;最后,根据近几年 16 位单片机的应用,对典型竞赛题目的解决方案、近几年获奖作品的案例进行了介绍。

本书可作为在校大学生参与科技创新竞赛的参考书,也可作为广大从事单片机开发与应用的工程技术人员及单片机爱好者的自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

大学生创新竞赛实战:凌阳 16 位单片机应用/陈言俊

主编. —北京:北京航空航天大学出版社,2009. 8

ISBN 978-7-81124-795-4

I. 大… II. 陈… 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(2009)第 075416 号

© 2009,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制本书内容。
侵权必究。

大学生创新竞赛实战

——凌阳 16 位单片机应用

主 编 陈言俊 王延伟 罗亚非

副主编 秦 峰 曹庆峰

责任编辑 董立娟

*

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(100191) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:emsbook@gmail.com

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:21.75 字数:487 千字

2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-795-4 定价:36.00 元

前言

全国大学生电子设计竞赛及其他各类创新竞赛受到了越来越多高校的重视,其中,单片机的应用也从最初的 8 位机独步天下,发展到了 8 位、16 位机平分秋色。凌阳 16 位单片机(SPCE061A)经过多年的推广,以其出色的性能和使用的便捷性在竞赛和教学实践中得到了广泛应用。

16 位单片机作为介于廉价的 8 位单片机和高端的 32 位单片机之间的一个产品系列,具有性价比高、应用范围广的特点。凌阳 16 位单片机是其中比较有代表性的一款。它采用 SOC 技术,集成了 10 位 A/D、D/A、PWM、UART 等多个应用模块,功能强大,使用方便,特别适合在校大学生进行单片机学习、电子制作和参加各类竞赛项目。

该书的编写主要定位于培养大学生的创新精神和创新意识,以提高大学生动手实践能力,强调实际制作和竞赛应用,可作为在校大学生选修课、科技创新大赛、课程设计、毕业设计和参与各类创新竞赛的参考书。本书整理了山东大学近几年来涉及的 16 位单片机在各类创新竞赛中的应用方案和典型学生创新作品案例。学生使用本书,可以以理论结合实践的方法,调动其在动手实践中的积极性。

本书第 1~4 章主要介绍凌阳单片机的基础知识、硬件系统、指令系统和单片机的开发环境及编程语言。第 5~6 章主要介绍常用模块及其应用,典型竞赛题目的解决方案及近几年获奖作品的案例。各章节内容具体安排如下:

第 1 章介绍凌阳 SPCE061A 单片机的特点、结构、性能、内外部功能及开发方式等若干部分。

第 2 章介绍凌阳 SPCE061A 单片机的内核结构、Flash 程序存储器、SRAM 数据存储器、通用 I/O 端口、定时器/计数器、中断控制、CPU 时钟、模—数转换器、DAC 输出、通用异步串行输入/输出接口、串行输入输出接口以及低电压监测/低电压复位等内容。

第 3 章介绍了 SPCE061A 指令系统的寻址方式和各种指令。指令是 CPU 执行某种操作的命令,学习和掌握指令的功能与应用是程序设计的基础。

第 4 章介绍了汇编语言、C 语言设计、开发环境等内容。

第 5 章介绍了竞赛常用元器件模块的电路、性能、技术指标、原理、制作和应用等内容。



第 6 章介绍了 16 位单片机在各类竞赛中的应用以及典型竞赛题目的要求、解决方案等内容。

本书内容全面而实用,案例丰富,可读性强,适于用作广大从事单片机开发与应用的工程技术人员及单片机爱好者自学用书,也可作为本科院校的专业教材。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中如有错漏敬请读者指正。

有兴趣的读者,可以发送电子邮件到:chenyanjun56120020@163.com 与作者进一步交流;也可以发送电子邮件到:xdhydc5@sina.com,与本书策划编辑进行交流。

本书在出版过程中得到了北京航空航天大学出版社的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。《电子制作》杂志社陈忠主编、喻晗编辑对本书的出版也提供了很多帮助,在此表示感谢。

凌阳大学计划部对本书的出版也给予了很大支持,特别是罗亚非、袁军、郭永收等工程师,在此表示感谢。

本书由罗亚非总经理、朱瑞富教授审稿。

作 者

2009 年 5 月



第 1 章 SPCE061A 单片机系统概况

1.1 SPCE061A 单片机内部结构	1
1.1.1 61 板是什么? 有什么用?	2
1.1.2 61 板的性能	2
1.1.3 61 板的结构	3
1.1.4 SPCE061A 单片机功能块区的作用	4
1.1.5 SPCE061A 的内部及外围结构	5
1.2 SPCE061A 芯片的引脚排列	8
1.3 SPCE061A 系统的特性及开发方式	10

第 2 章 SPCE061A 单片机的硬件系统

2.1 程序存储器	12
2.2 RAM 和堆栈	15
2.2.1 RAM	15
2.2.2 堆 栈	15
2.2.3 闪存 Flash	15
2.3 SPCE061A I/O 端口的基本功能	17
2.3.1 I/O 端口的基本结构	17
2.3.2 并行 I/O 口的组合控制	19
2.3.3 B 口的特殊功能	23
2.4 时钟电路	25
2.5 锁相环 PLL 振荡器	26



2.6	系统时钟	26
2.7	时间基准信号	27
2.8	定时/计数器	29
2.9	睡眠与唤醒	33
2.10	模-数转换器 ADC	33
2.10.1	ADC 的控制	33
2.10.2	ADC 的直流电气特性	37
2.10.3	MIC_IN 通道方式 ADC	38
2.10.4	LINE_IN 模式的 ADC 操作	39
2.11	DAC 方式音频输出	41
2.12	低电压监测/低电压复位	43
2.13	串行设备输入/输出端口	45
2.14	通用异步串行接口 UART	48
2.15	保密设定	51
2.16	看门狗计数器	51
 第 3 章 指令系统		
3.1	指令系统概述	53
3.2	数据传送指令	55
3.3	算术运算	57
3.3.1	加法运算	58
3.3.2	减法运算	60
3.3.3	带进位的加减运算	61
3.3.4	取补运算	62
3.3.5	SPCE061A 的乘法指令	63
3.3.6	SPCE061A 的 n 项内积运算指令	63
3.4	SPCE061A 的逻辑运算	65
3.5	SPCE061A 的控制转移类指令	70
3.6	伪指令	72
3.7	宏定义与调用	73
3.8	伪指令的应用举例	75
 第 4 章 程序设计与集成开发环境		
4.1	程序设计	86

4.1.1	$\mu'n$ SP IDE 的项目组织结构	86
4.1.2	汇编语言程序设计	88
4.1.3	一个简单的汇编代码	89
4.1.4	汇编的语法格式	90
4.1.5	汇编语言的程序结构	92
4.2	C 语言程序设计	104
4.2.1	$\mu'n$ SP 支持的 C 语言算术逻辑操作符	104
4.2.2	C 语言支持的数据类型	105
4.2.3	程序调用协议	105
4.2.4	利用嵌入式汇编实现对端口寄存器的操作	116
4.3	集成开发环境 IDE	119
4.3.1	IDE 桌面	120
4.3.2	界面菜单	120
4.3.3	工具栏	127
4.3.4	窗 口	130
4.3.5	项目建立	130

第 5 章 竞赛中各类常用模块

5.1	直流电源设计	141
5.1.1	直流稳压电源的原理	141
5.1.2	三端固定式稳压器	142
5.1.3	低压差稳压器	144
5.1.4	可调式三端稳压集成电路	144
5.1.5	正负输出稳压电源	145
5.2	语音模块	145
5.2.1	ISD 系列的特性及结构	145
5.2.2	常用音频功率放大器	147
5.3	显示模块	149
5.3.1	数码管 LED 模块	149
5.3.2	液晶 LCD 模块	152
5.3.3	LED 点阵模块	154
5.4	电机驱动	156
5.4.1	直流电机桥驱动电路	156
5.4.2	步进电机及其细分驱动	161



5.4.3 继电器驱动电路	164
5.5 传感器	166
5.5.1 传感器的定义及分类	166
5.5.2 温度传感器	167
5.5.3 湿度传感器	169
5.5.4 力传感器	170
5.5.5 光电传感器	170
5.5.6 霍尔传感器	173
5.6 A/D 与 D/A 转换器	176
5.6.1 概 述	176
5.6.2 A/D 转换器的分类	176
5.6.3 A/D 转换器的主要技术指标	178
5.6.4 D/A 转换器的分类	178
5.6.5 D/A 转换器的主要技术指标	179
5.6.6 常用 A/D、D/A 器件	180
5.6.7 A/D 选型原则	182
5.6.8 A/D 与 D/A 的程序设计	183
5.7 信号放大电路	186
5.7.1 运算放大器的技术指标	186
5.7.2 运算放大器的分类	188
5.8 按键模块	192
5.8.1 键 盘	192
5.8.2 显 示	193
5.8.3 通用接口芯片及程序设计	193
 第 6 章 单片机在竞赛中的典型应用案例	
6.1 简易数字显示交流毫伏表(2006 年山东省赛题)	200
6.1.1 题目要求	200
6.1.2 获奖作品选编	201
6.2 自动控制升降旗系统(2006 年山东省赛题)	215
6.2.1 题目要求	215
6.2.2 获奖作品选编	216
6.3 无线识别装置(2007 年全国赛题 B 题)	230
6.3.1 题目要求	230

6.3.2 获奖作品选编	232
6.4 基于单片机的红外测温仪(2007 年校内科技创新大赛)	242
6.4.1 题目要求	242
6.4.2 获奖作品选编	243
6.5 电动车跷跷板(2007 年全国赛题 F 题)	261
6.5.1 题目要求	261
6.5.2 获奖作品选编	264
6.6 简易数控充电电源(2008 年山东赛题 E 题)	275
6.6.1 题目要求	275
6.6.2 获奖作品选编	276
6.7 智能救援车(2008 年山东赛题 G 题)	289
6.7.1 题目要求	289
6.7.2 获奖作品选编	290
6.8 多功能电子书阅读器(2008 年校内科技创新大赛)	303
6.8.1 题目要求	303
6.8.2 获奖作品选编	304
6.9 多功能导游机服务系统(2008 年校内科技创新大赛)	315
6.9.1 题目要求	315
6.9.2 获奖作品选编	315
6.10 智能福娃系统(2008 年校内科技创新大赛)	327
6.10.1 题目要求	327
6.10.2 获奖作品选编	327
6.11 基于 GPS 的语音播报系统(国家大学生创新性试验计划)	332
6.11.1 题目要求	332
6.11.2 获奖作品选编	332

参考文献

第 1 章

SPCE061A 单片机系统概况

伴随着各类大学生科技创新活动在全国高等院校的迅速发展,竞赛中使用单片机的种类可谓“百家争鸣,各具特色”。其中,凌阳 16 位单片机 SPCE061A 的推出,较好地满足了高等院校普通大学生的实用性强、性价比高和功能全面的要求,在各类大赛中表现突出。本章主要介绍凌阳 SPCE061A 精简开发板的结构、芯片的引脚排列、芯片特性及开发方式。

SPCE061A 有以下特点:

1) 体积小、集成度高、可靠性好且易于扩展

SPCE061A 把各功能部件模块化地集成在一个芯片里,内部采用总线结构,因而减少了各功能部件之间的连线,提高了其可靠性和抗干扰能力。另外,模块化的结构易于系统扩展,以适应不同用户的需求。

2) 较强的中断处理能力

SPCE061A 的中断系统支持 9 个中断向量及 14 个中断源,适合实时应用领域。

3) 高性价比

SPCE061A 片内带有高寻址能力的 ROM、静态 RAM 和多功能的 I/O 口。另外, $\mu'nSP$ 的指令系统提供了具有较高运算速度的 16 位 $\times$ 16 位的乘法运算指令和内积运算指令,为其应用增添了 DSP 功能。

4) 功能强、效率高的指令系统

SPCE061A 指令系统的指令格式紧凑,执行迅速;并且其指令结构提供了对高级语言的支持,这可以大大缩短产品的开发时间。

5) 低功耗、低电压

SPCE061A 采用 CMOS 制造工艺,同时增加了软件激发的弱振方式、空闲方式和掉电方式,极大地降低了功耗。另外, $\mu'nSP$ 的工作电压范围大,能在低电压供电时正常工作,且能用电池供电。

1.1 SPCE061A 单片机内部结构

SPCE061A 是凌阳科技推出的 16 位结构的微控制器,内嵌 32K 字的闪存(Flash)。较高的处理速度使 $\mu'nSP$ 能够非常容易地、快速地处理复杂的数字信号。



1.1.1 61 板是什么？有什么用？

61 板是凌阳 16 位单片机中的一款——SPCE061A 的开发系统。

单片机又是什么呢？单片机又称单片微处理器，不是完成某一个逻辑功能的芯片，而是把一个计算机系统集成到一个芯片上。概括地讲，一块芯片就构成一台计算机。它体积小，质量轻，价格低，为学习、应用和开发提供了便利的条件。同时，学习、使用单片机是了解计算机原理与结构的最佳选择。

目前，单片机渗透到生活的各个领域，几乎很难找到哪个领域没有单片机的踪迹。导弹的导航装置、飞机上的各种控制仪表、计算机的网络通信与数据传输、工业自动化过程的实时控制和数据处理、各种智能 IC 卡、民用豪华轿车的安全保障系统、录音机、摄像机、全自动洗衣机的控制、程控玩具及电子宠物等，都离不开单片机，更不用说自动控制领域的机器人、智能仪表、医疗器械了。因此，单片机的学习、开发与应用将造就一批计算机应用与智能化控制的科学家、工程师。

单片机需要有开发人员进行开发，如全自动洗衣机的控制，单片机要实现控制电机、数码显示、按键等功能，这些功能的实现就由单片机开发人员来完成。开发过程中，要采用开发工具，它可以帮助开发人员实现所要设计的功能。这个硬件开发工具就叫单片机开发系统，不同单片机的开发系统也不同。另外，还有软件开发工具，叫开发环境。

利用 51 单片机进行开发时，硬件开发系统要求很多，如仿真器、烧录器、开发板等。软件开发工具有富兰克林、Keil51 等。61 板是 SPCE061A 的硬件开发系统，用户只采用 61 板就可以进行开发，与 61 板配套的软件开发工具名为凌阳 16 位单片机集成开发环境($\mu'nSP$ IDE)。

61 板是以 16 位单片机 SPCE061A 为核心的精简“开发—仿真—实验”板，大小相当于一张扑克牌，是凌阳大学计划专为大学生、电子爱好者等进行电子实习、课程设计、毕业设计、电子制作及电子竞赛设计的，也可以用于单片机项目初期研发。61 板的主要特点是简单，易学，实用。它采用的是精简指令集，共有 41 条指令，指令功能简单且容易掌握。61 板除了具备单片机最小系统电路外，还包括电源电路、音频电路(含 MIC 输入部分和 DAC 音频输出部分)、复位电路等，而且体积小、采用电池供电，方便随身携带；使学生在掌握软件的同时，熟练单片机硬件的设计制作，锻炼学生的动手能力，也为单片机学习者和开发者创造了一个良好的学习新产品开发的机会。

1.1.2 61 板的性能

- 16 位 $\mu'nSP$ 微处理器；
- 工作电压(CPU) V_{DD} 为 2.4~3.6 V (I/O), V_{DDH} 为 2.4~5.5 V；
- CPU 时钟：0.32~49.152 MHz；
- 内置 2K 字 SRAM；

- 内置 32K 字 Flash;
- 可编程音频处理;
- 晶体振荡器;
- 系统处于备用状态下(时钟处于停止状态)时,耗电仅为 $2\mu\text{A}$ (3.6 V 供电情况下);
- 2 个 16 位可编程定时器/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、触键唤醒;
- 具备触键唤醒的功能;
- 使用凌阳音频编码 SACM_S240 方式(2.4 kbps),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的麦克风放大器和自动增益控制(AGC)功能;
- 具备串行设备接口;
- 具有低电压复位(LVR)功能和低电压监测(LVD)功能;
- 内置在线仿真电路 ICE(In - Circuit Emulator)接口;
- 具有保密能力;
- 具有 WatchDog 功能。

1.1.3 61 板的结构

(1) SPCE061A 的外观结构

SPCE061A 的外观结构如图 1.1 所示。

(2) SPCE061A 单片机功能区划分

功能区划分如图 1.2 所示。

POWER	5 V/3 V 供电电路(A 区)	PLL	锁向环外部电路(D 区)
Power	电源指示灯(A 区)	RESET	复位电路(F 区)
K4	复位按键(F 区)	PROBE	在线调试器串行 5 针接口(B 区)
S5	EZ - PROBE 和 PROBE 切换的拨断开关(B 区)	J12、J3	耳机插孔和两针喇叭插针(C 区)
DAC	一路音频输出电路(采用 SPY0030 集成音频放大器)(C 区)	MIC	麦克风输入电路(C 区)
OSC	32768 晶振电路(A 区)	VREF	A/D 转换外部参考电压输入接口(B 区)
R/C.	芯片其他外围电阻、电容电路(D 区)	K1~K3	扩展的按键: 接 IOA0~IOA2(G 区)



SPCE061A 61 板核心: 16 位微处理器

PORTA/B 32 个 I/O 接口

Sleep

睡眠指示灯

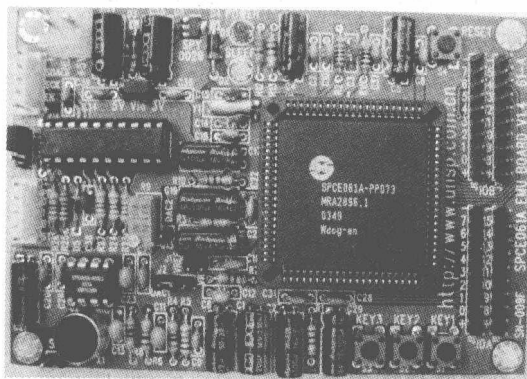


图 1.1 SPCE061A 单片机的外观结构

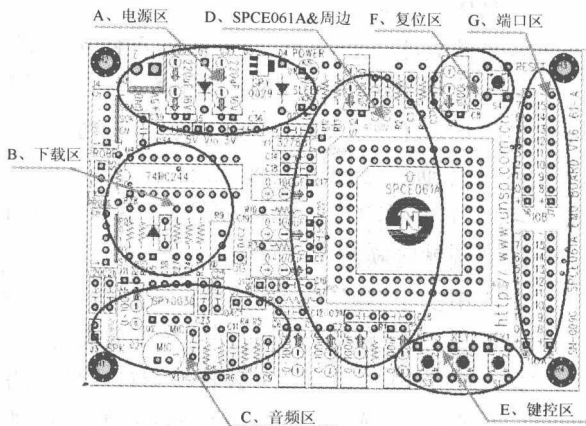


图 1.2 SPCE061A 单片机功能区划分图

1.1.4 SPCE061A 单片机功能区的作用

(1) 输入/输出(I/O)接口

61 板将 SPCE061A 的 32 个 I/O 全部引出: I/OA0~I/OA15、I/OB0~I/OB15, 对应的引脚为: A 口, 41~48, 53, 54~60; B 口, 5~1, 81~76, 68~64。而且该 I/O 口通过编程可以设置为输入或输出。

设置为输入时, 分为悬浮输入或非悬浮输入。非悬浮输入可以设置为上拉输入或是下拉输入; 在电源为 5 V 情况下, 上拉电阻为 150 k Ω , 下拉电阻为 110 k Ω 。设置为输出时, 可以选择同相输出或者反相输出。

(2) 音频输入/输出口

61 板具有强大的语音功能, X1 是语音的 MIC 输入端, 带自动增益(AGC)控制; J12 和 J3 都是语音输出接口, 一个是耳机插孔, 另一个是两针的插针外接喇叭; DAC 输出引脚 21 或 22 经语音集成放大器 SPY0030 放大, 然后输出。SPY0030 是凌阳音频驱动芯片, 相当于 LM386, 但是比 LM386 音质好, 可以工作在 2.4~6.0 V 范围内, 最大输出功率可达 700 mW (LM386 必须工作在 4 V 以上, 而且功率只有 100 mW)。

(3) 在线调试器(PROBE)和 EZ-PROBE 接口

J4 为 PROBE 的接口, 有 5 针, 其中两个分别是地(V_{SS})和 4.3 V 电源(V_{CC}), 我们就是通过 PROBE 的一段接 PC 及 25 针并口, 一段连接它来调试、仿真和下载程序的。这样, 就不需要再用仿真器和编程器了, 最后将程序下载到芯片中, 即完成了程序的烧写。

(4) 电源接口

J10 是电源接口。61 板的内核 SPCE061A 的电压要求为 3.3 V, 而 I/O 端口的电压可以选择 5 V 和 3.3 V。对应的引脚 15、36 和 7 必须为 3.3 V, 对于 I/O 端口的电压 51、52、75 可以为 3.3 V 也可以为 5 V, 这两种电平的选择通过 J5 来选择。61 板的供电电源系统采用用户多种选择方式:

1) DC 5 V 电池供电

用户可用 3 节电池供电, 5 V 直流电压直接通过 SPY0029(相当于一般 3.3 V 稳压器)稳压到 3.3 V。整个 61 板提供了 4.5 V 和 3.3 V 两种电平的电压。

2) DC 5 V 供电

用户可直接外接 5 V 的直流稳压源供电, 5 V 电压再通过 SPY0029 稳压到 3.3 V。

3) DC 3 V 供电

用户可直接提供直流 3.3 V 电压为实验板供电, 此时整个板子只有 3.3 V 电压, 此时 I/O 端口电压只有一种选择。

注意: 由于 SPY0029 最大输出电流为 50 mA, 所以如果需要外接一些模组, 则要先考虑一下是否合适。

(5) 外部复位

复位是 61 板内部的硬件初始化。61 板本身具上电复位功能, 即只要一通电就自动复位, 另外, 还具有外部复位电路, 即在引脚 6 上外加一个低电平就可令其复位, 如 RESET 按键。

1.1.5 SPCE061A 的内部及外围结构

SPCE061A 的结构如图 1.3 所示。内部核心区的部件及其功能如下:

- Flash 程序存储器: 具有 32K 字(32K×16bit)闪存容量。用户为一特定目标而编写程序和数据来源存储用户程序。
- 程序计数器(PC): 它的作用与所有微控制器中的 PC 作用相同, 是作为程序的地址指针来控制程序走向的专用寄存器。
- 算术逻辑运算单元(ALU): 实现算术和逻辑运算等操作。
- 堆栈: 按照“先进后出”原则, 保存程序断点地址。主要用于在程序执行过程中, 调用子程序之前必须保存主程序断点处的地址, 以使子程序执行完后再恢复断点地址, 以使主程序得以继续执行。
- 通用型寄存器 R1~R4: 通常可分别用于数据运算或传送的源及目标寄存器。
- 堆栈指针寄存器 SP: SP 是在 CPU 执行压栈/出栈指令、子程序调用/返回指令、进入中断服务子程序或从 ISR 返回指令时自动减少或增加, 以示堆栈指针的移动。
- 基址指针寄存器 BP: $\mu'nSP$ 提供了一种方便的寻址方式, 即变址寻址方式[BP+IM6], 程序设计时可通过它直接存取 ROM 与 RAM 中的各种数据。

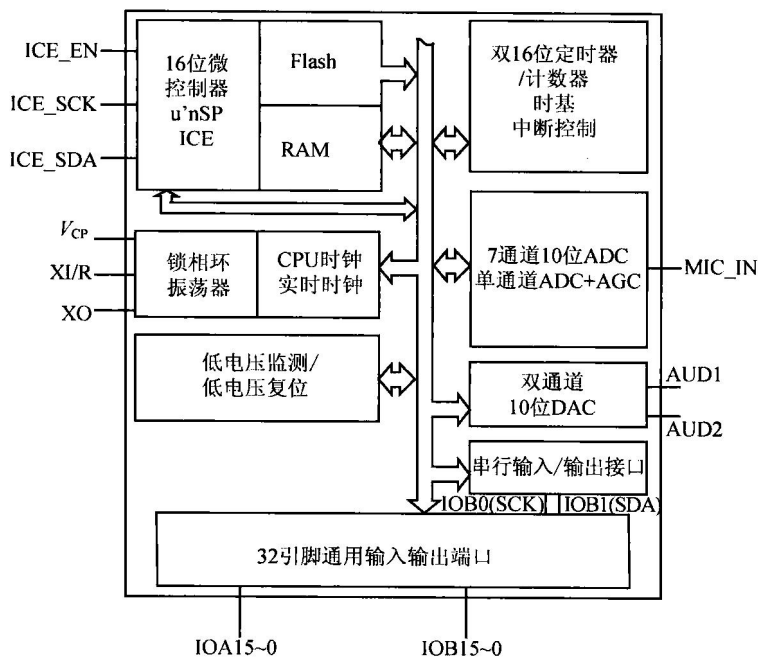


图 1.3 SPCE061A 的结构

- ▶ 段寄存器 SR: 有多种功能用途, SR 中有代码段选择字段和数据段选择字段, 它们可分别与其他 16 位的寄存器合在一起形成 22 位地址线, 用来寻址 4M 字容量的存储器。
- ▶ RAM: SPCE061A 有 2K 字的 SRAM, 用于存储 CPU 在执行程序过程中产生的中间数据。
- ▶ 低电压监测(LVD): 它可以提供系统内电源电压的使用情况。如果系统电压 V_{CC} 低于用户设定的电压监测低限电压 V_{LVD} , 则被置为“1”; 反之, 当 V_{CC} 高于 V_{LVD} 时, 该位被置为“0”。
- ▶ 低电压复位(LVR): 通过某种方式, 使单片机内存各寄存器的值变为初始的操作称为复位。在 RESB 端加上一个低电平就可令其复位。该电路具有手动和上电复位两种功能。
- ▶ 看门狗计数器(WatchDog): 是一个自带的时基信号, 用来监视程序的运行状态。由于意外, 一旦 CPU 跑到正常程序之外而出现“死机”, WatchDog 将强行把 CPU 复位, 使其返回到正常程序的轨道上来。SPCE061A 的 WatchDog 的清除时间周期为 0.75 s。
- ▶ 数据总线: $\mu'nSP$ 是 16 位单片机, 它具有 16 位数据线, 作为数据传输的专用通道; 且将外围模块和内部核心的功能部件联系起来。

- 地址总线： μ^n SP 是 16 位单片机，它具有 22 位地址线，最多可寻访 4M 字的存储容量。
- 时基信号发生器：产生芯片内部各功能电路工作所需的时钟脉冲信号。通过分频产生 2 Hz、4 Hz、1024 Hz、2048 Hz 以及 4096 Hz 的时基信号，为中断系统提供各种实时中断源。
- 系统时钟：32768 Hz 的实时时钟经过 PLL 倍频电路产生系统时钟频率(F_{osc})，再经过分频得到 CPU 时钟频率(CPUCLK)，可通过对单元编程来控制。
- 锁相环 PLL(Phase Lock Loop)振荡器：作用是将系统提供的实时时钟的基频(32768 Hz)进行倍频，调整至 49.152 MHz、40.96 MHz、32.768 MHz、24.576 MHz 或 20.480 MHz。
- 电源电路：将电源电压分配到芯片内的各个功能电路；只要电源电压在 2.6~3.6 V 之间，就能够保障单片机正常工作。

外围区的部件及其功能如下：

- I/O 端口结构：SPCE061A 提供了位控制结构的 I/O 端口，每一位都可以被单独定义，用于输入或输出数据。
- A 口的数据单元：用于向 A 口写入或从 A 口读出数据。
- B 口的数据单元：用于向 B 口写入或从 B 口读出数据；B 口除了具有常规的输入/输出端口功能外，还有一些特殊的功能。
- 定时器 TimerA：为通用计数器，其时钟源由时钟源 A 和时钟源 B 进行“与”操作而形成。
- 定时器 TimerB：为多功能计数器，其时钟源仅为时钟源 A。
- 模-数转换器 ADC：SPCE061A 有 8 路可复用 10 位 ADC 通道。其中，一路通道(MIC_In)用于语音输入，模拟信号经过自动增益控制器和放大器放大后进行 A/D 转换；其余 7 路通道(Line_In)和 IOA[0~6]引脚复用，可以直接通过引线(IOA[0~6])输入，用于将输入的模拟信号(如电压信号)转换为数字信号。
- DAC 方式音频输出：SPCE061A 为音频输出提供两个 DAC 通道，DAC1 和 DAC2 输出的模拟电流信号通过 DAC1 和 DAC2 引脚输出。
- 串行输入输出端口 SIO：SPCE061A 提供了一个 1 位的串行接口，用于与其他设备进行数据通信。在 SPCE061A 内，通过 IOB0 和 IOB1 这 2 个端口实现与设备进行串行数据交换。其中，IOB0 用来作为时钟端口(SCK)，IOB1 则用来作为数据端口(SDA)。
- 通用异步串行接口 UART：UART 模块提供了一个全双工标准接口，用于完成 SPCE061A 与外设之间的串行通信。UART 还可以缓冲地接收数据，也就是说，它可以在读取缓存器内当前数据之前接收新的数据。