

高职高专“十一五”规划教材



# 单片机应用技术 ( 凌阳系列 )

袁太生 主 编

张宝青 袁 蕾 李兆伟 副主编



中国电力出版社  
www.infopower.com.cn

高职高专“十一五”规划教材

# 单片机应用技术

## (凌阳系列)

袁太生 主编

张宝青 袁 蕾 李兆伟 副主编



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

## 内容提要

本书以凌阳 SPCE061A 为模型介绍了开发机电一体化智能测控产品的主要工具。全书共分 8 章 3 个附录, 内容包括计算机基础、SPCE061A 基本构造与存储系统、寻址方式与指令系统、IDE 环境与程序设计、I/O 接口技术、中断系统、A/D 与 D/A 转换、语音基础与应用方法、综合应用实例等。

本书从应用的角度出发考虑内容的详略, 叙述力求通俗易懂、够用为度, 并辅以精心安排的专题实训提高学生的学习和实际动手操作能力。

本书适合作为高等院校工科专业单片机应用技术课程的教材或教学参考书, 也可供单片机专业技术人员参考使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术: 凌阳系列 / 袁太生主编. —北京: 中国电力出版社, 2007.12

高职高专“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5083-6372-1

I. 单… II. 袁… III. 单片微型计算机—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 184019 号

丛 书 名: 高职高专“十一五”规划教材

书 名: 单片机应用技术 (凌阳系列)

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市三里河路 6 号

电 话: (010) 68362602

服务电话: (010) 58383411

E-mail: infopower@cepp.com.cn

邮政编码: 100044

传 真: (010) 68316497, 88383619

传 真: (010) 58383267

印 刷: 北京市同江印刷厂

开本尺寸: 185mm×233mm 印 张: 16.75 字 数: 415 千字

书 号: ISBN 978-7-5083-6372-1

版 次: 2007 年 12 月北京第 1 版

印 次: 2007 年 12 月第 1 次印刷

印 数: 0001—4000 册

定 价: 26.00 元

## 敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

# 前 言

计算机应用领域中,单片机技术一直受到普遍的重视。随着计算机科学与技术的迅猛发展,由单片机与微处理器相互影响发展升级的嵌入式系统,开创了计算机科学研究与技术应用的新天地。事实上近年来嵌入式微控制器和微处理器不仅在工农业生产与科学研究领域中占据了重要的位置,而且已经走向社会各个领域,特别是人们的日常生活中。国际上往往用嵌入式微控制器和微处理器的年使用量来作为衡量一个国家信息技术发展水平的一项重要指标。

单片机及嵌入式系统是用于开发机电一体化智能测控产品的主要手段。当今世界上各大芯片制造公司都推出了自己的单片机及嵌入式芯片系列,品种功能之多令人目不暇接。SPCE061A 是凌阳公司的产品之一,该单片机设计先进、特点突出、易学易用,体现了现代微控制器工业发展的新趋势,代表了单片机发展的新潮流,并伴随着凌阳大学计划在国内大专院校和业界的推广使用,获得了良好的声誉。本书是凌阳 SPCE061A 单片机应用技术的基础教程,全书共分 8 章 3 个附录,内容包括计算机基础、SPCE061A 基本构造与存储系统、寻址方式与指令系统、IDE 环境与程序设计、I/O 接口技术、中断系统、A/D 与 DA 转换、语音基础与应用方法、综合应用实例等。全书从教学与应用的角度出发考虑内容的详略,叙述力求简明扼要、通俗易懂、够用为度,并辅以精心安排的专题实训提高学生的学习和实际动手操作能力。

本书由太原大学计算机工程系袁太生、廊坊职业技术学院张宝青、上海托普信息技术学院袁蕾、凌阳科技大学计划李兆伟共同编写。全书由袁太生教授统稿并编写第 1 章,张宝青编写第 4、5、6、8 章,袁蕾编写第 2、3 章及附录 A、B、C 并与李兆伟共同编写第 7 章。

本书在编写过程中得到了中国电力出版社和凌阳科技大学计划的大力支持,太原大学计算机工程系律海英、王潇等在编写初期也付出了辛勤的劳动,在此一并致谢。

本书的教学课件、实验素材及习题答案可在中国电力出版社网站([www.infopower.com.cn](http://www.infopower.com.cn))或凌阳科技大学计划网站(<http://www.unsp.com.cn/download/soft.asp?softid=587&categoryid=19>)直接下载,也可以向作者索取(yuantaisheng@163.com)。

由于作者水平所限,不当之处恳请专家和读者批评指正。

袁太生

2007 年 9 月

# 目 录

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 前 言                 |     |
| 第 1 章 基础知识          | 1   |
| 1.1 计算机系统概述         | 1   |
| 1.2 凌阳 SPCE061A 简介  | 9   |
| 1.3 开发方法            | 18  |
| 1.4 应用概览            | 21  |
| 1.5 实训一：语音报时钟的制作    | 22  |
| 思考与练习               | 24  |
| 第 2 章 寻址方式与指令系统     | 25  |
| 2.1 寻址方式            | 25  |
| 2.2 基本指令            | 27  |
| 2.3 伪指令             | 44  |
| 2.4 实训二：16 位计数器的制作  | 58  |
| 思考与练习               | 60  |
| 第 3 章 程序设计          | 62  |
| 3.1 IDE 集成开发环境      | 62  |
| 3.2 汇编语言程序设计        | 69  |
| 3.3 C 与汇编混合程序设计     | 83  |
| 3.4 实训三：程序设计        | 94  |
| 思考与练习               | 99  |
| 第 4 章 并行 I/O 接口及应用  | 101 |
| 4.1 并行 I/O 接口       | 101 |
| 4.2 并行 I/O 口的输入与输出  | 107 |
| 4.3 实训四：LED 与数码管的应用 | 122 |
| 思考与练习               | 127 |
| 第 5 章 定时与中断系统       | 128 |
| 5.1 时钟系统            | 128 |
| 5.2 中断系统            | 137 |
| 5.3 中断程序及应用         | 144 |

|                                                 |            |
|-------------------------------------------------|------------|
| 5.4 实训五：中断应用举例 .....                            | 163        |
| 思考与练习 .....                                     | 167        |
| <b>第 6 章 模数和数模转换 .....</b>                      | <b>169</b> |
| 6.1 模数和数模转换原理 .....                             | 169        |
| 6.2 凌阳模数转换 .....                                | 172        |
| 6.3 凌阳数模转换 .....                                | 178        |
| 6.4 实训六：送话器的制作 .....                            | 180        |
| 思考与练习 .....                                     | 182        |
| <b>第 7 章 语音处理与应用 .....</b>                      | <b>183</b> |
| 7.1 音频处理基础 .....                                | 183        |
| 7.2 凌阳语音处理函数 .....                              | 189        |
| 7.3 语音辨识 API 函数 .....                           | 198        |
| 7.4 实训七：SACM_A2000 与 S480 混合播放 .....            | 207        |
| 思考与练习 .....                                     | 215        |
| <b>第 8 章 SPCE061A 的开发应用 .....</b>               | <b>216</b> |
| 8.1 单片机系统优化设计 .....                             | 216        |
| 8.2 单片机程序编写技巧 .....                             | 219        |
| 8.3 单片机开发流程与实例 .....                            | 231        |
| 思考与练习 .....                                     | 239        |
| <b>附录 A C-Lib 中的函数集 .....</b>                   | <b>240</b> |
| <b>附录 B <math>\mu'nSP</math> 编译相关错误信息 .....</b> | <b>253</b> |
| <b>附录 C 端口速查表 .....</b>                         | <b>261</b> |

# 第1章 基础知识

本章通过介绍计算机系统软硬件方面的基本概念及常用术语为学习单片机做好必要的知识准备。第 1.1 节是计算机系统基本知识的简述,对系统分类与单片机的概念、计算机硬件与软件的基本概念以及程序设计与程序设计语言作了介绍,第 1.2 节是对凌阳 SPCE061A 单片机的一个简要概述,包括 SPCE061A 的基本功能与技术参数、基本结构、开发方法等内容,第 1.3 节是为启发学习兴趣精心准备的一个凌阳 SPCE061A 单片机应用实例。

本章重点:单片机的概念、SPCE061A 的基本结构和系统基本的开发方法。

## 1.1 计算机系统概述

虽然世界上存在各种各样的计算机,但如今提到“计算机”这一名词的时候,谁也不会将它与古老的算盘、近代的机械式计算机联系起来,而是特指“电子计算机”。与算盘一样,电子计算机也是一部用于计算的机器,但它与所有机器的本质区别是:它由硬件和软件两部分组成,而其他机器则没有软件部分。硬件是基础,软件是灵魂,软件使计算机成为一部活的机器,不断地演绎着神奇的科学事件,计算机是一部由软件来操控的机器。

### 1.1.1 系统分类与单片机的概念

数值计算是人类生产实践和科学实验中最基本的活动,也是计算机最基本的应用领域,随着各种各样数字产品的诞生,计算机被运用到几乎人类活动的所有领域中。根据不同用途,人们制造了许多类型的计算机,如专用计算机和通用计算机。无论专用机还是通用机,都可根据计算机的规模与性能分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机、单板机、单片机等等。另外,根据信息表示和处理方式的不同,还有数字计算机、模拟计算机和数字模拟混合计算机的区分。小型机以上的计算机均为多用户多任务工作模式,微型机,又称 PC 机,一般为单用户多任务工作模式。单板机、单片机通常专门用于无人值守的环境,工作在单用户单任务模式。

计算机硬件由许多完成独立功能的模块电路组成,如完成运算功能的运算器、完成存储信息功能的存储器等等。大型计算机的电路比较复杂,体积也较大,需要专门的机柜安装,微型机的电路相对简单,做在一些独立的板卡上,结构如图 1.1 所示。

为了智能化地完成某些专门任务，电路复杂度可以进一步简化。同时随着大规模集成电路生产技术的不断提高，越来越复杂的功能电路被集成到单芯片上，将它们组合在同一块电路板上就构成计算机系统，这样的计算机系统的专有名词叫单板机，如图 1.2 所示。再进一步，将计算机系统的各功能电路集成到一个芯片上，该系统就称为单片机了，如图 1.3 所示。

由于单片机是专门用于控制的计算机，所以又被称为微控制器，常常被嵌入产品内部作为产品的控制单元实现产品的智能化。

事实上无论什么类型的计算机系统都可用于过程控制，但是过程控制一般要求系统可靠性高、实时响应快、抗干扰能力强、无人执守等等，而且由于功能专一，需要完整但不是很大的计算机系统。根据这些特点和需求，近年来工业控制系统迅速地向单片机巨型化和嵌入式系统两个方向发展，它们都集成最新的软硬件技术以使功能更强，应用面更加广泛。如在计算机体系结构方面采用流水线设计，内部 ROM/RAM 高达几个 GB，CPU 主频达几 GHz，字长达 64 位，这些与通用微型机区别不大。随着大规模集成电路制造技术的快速发展，单片机与嵌入式系统的开发应用技术也发生了很大的变化。比如，嵌入式操作系统的应用、FLASH 闪存的应用等一改以往传统的仿真器、汇编器、编程器、擦写器等基本开发工具联合使用的开发模式，从而使得开发应用系统集中在 IDE 环境下进行，与在通用计算机系统上开发应用程序完全类似。

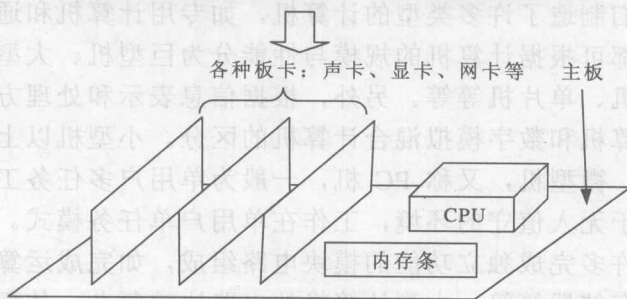
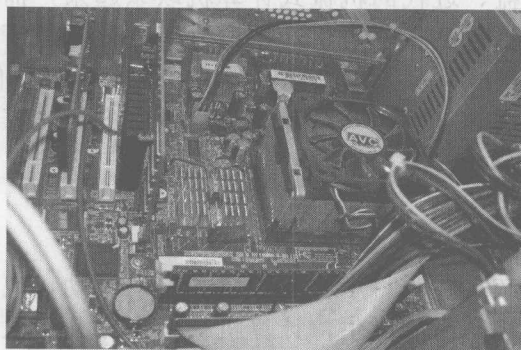


图 1.1 主板+功能芯片+功能卡+独立电源=微机

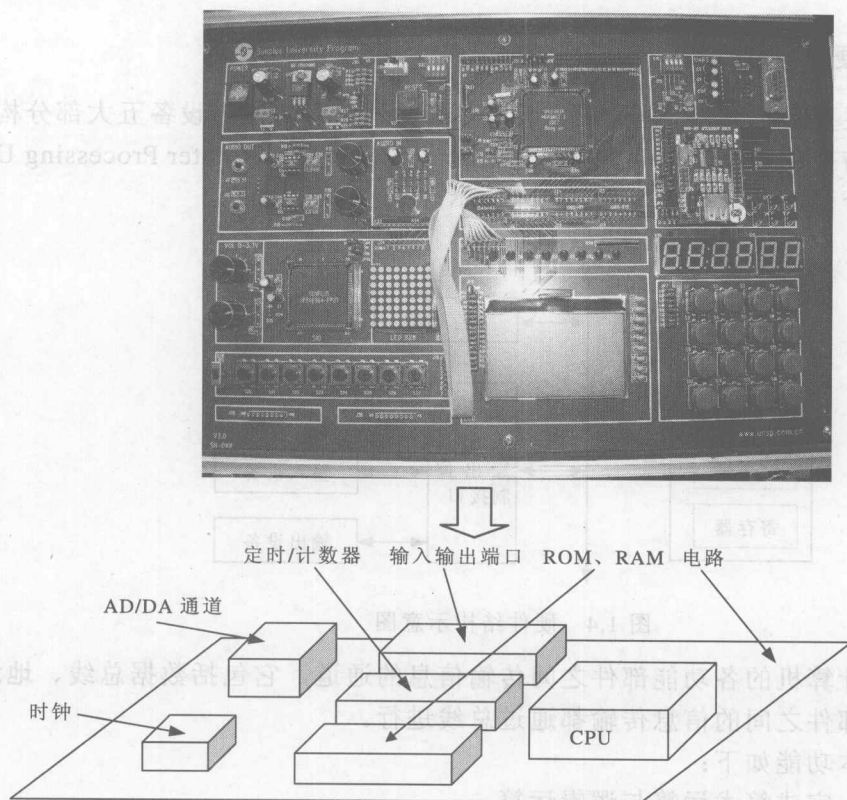


图 1.2 主电路板+各种功能芯片+独立电源=单板机

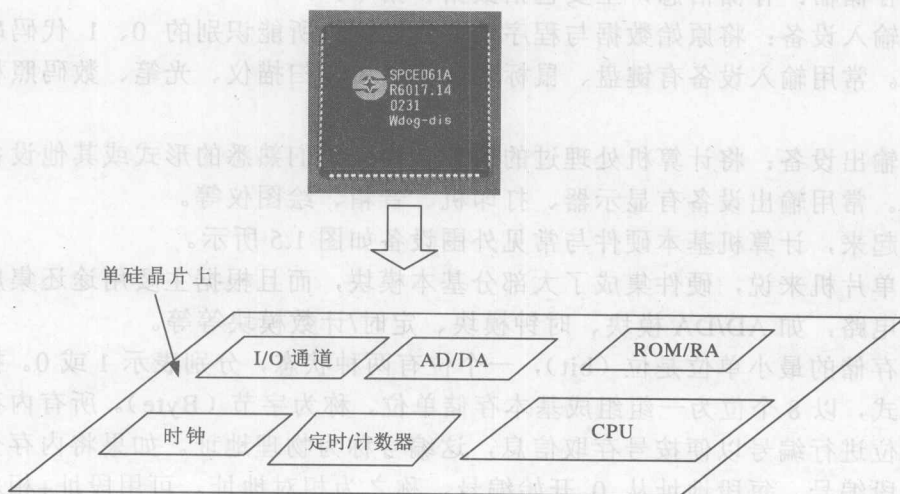


图 1.3 各种单元功能电路模块直接刻于单硅晶片上=单片机

### 1.1.2 计算机的硬件与软件

计算机硬件主要由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备五大部分构成。微型机的运算器与控制器及部分存储器封装在一个称为 CPU (Center Processing Unit) 的芯片内, 各部分都与总线相连, 如图 1.4 所示。

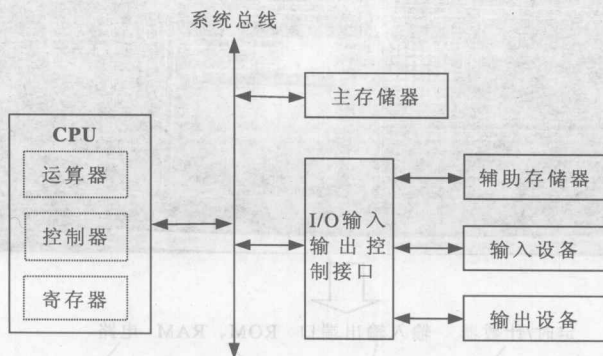


图 1.4 硬件结构示意图

总线是组成计算机的各功能部件之间传输信息的通道, 它包括数据总线、地址总线和控制总线。部件之间的信息传输都通过总线进行。

各部件的基本功能如下:

- (1) 运算器: 完成算术运算与逻辑运算。
- (2) 控制器: 控制与协调各部件的工作。
- (3) 存储器: 存储信息, 主要包括数据和指令。
- (4) 输入设备: 将原始数据与程序转换成计算机所能识别的 0、1 代码串输入到计算机中。常用输入设备有键盘、鼠标器、麦克风、扫描仪、光笔、数码照相机、摄像机等。

(5) 输出设备: 将计算机处理过的信息转换成人们熟悉的形式或其他设备能够识别的信息。常用输出设备有显示器、打印机、音箱、绘图仪等。

概括起来, 计算机基本硬件与常见外围设备如图 1.5 所示。

对于单片机来说, 硬件集成了大部分基本模块, 而且根据主要用途还集成了许多专用功能电路, 如 AD/DA 模块、时钟模块、定时/计数模块等等。

信息存储的最小单位是位 (bit), 一个位有两种状态, 分别表示 1 或 0。按标准信息交换格式, 以 8 个位为一组组成基本存储单位, 称为字节 (Byte)。所有内存依次按字节为单位进行编号以便按号存取信息, 这编号称为物理地址。如果将内存分成许多段并给出段编号, 每段地址从 0 开始编号, 称之为相对地址。可用段址+相对地址来表示物理地址, 称这种内存地址表示为逻辑地址。

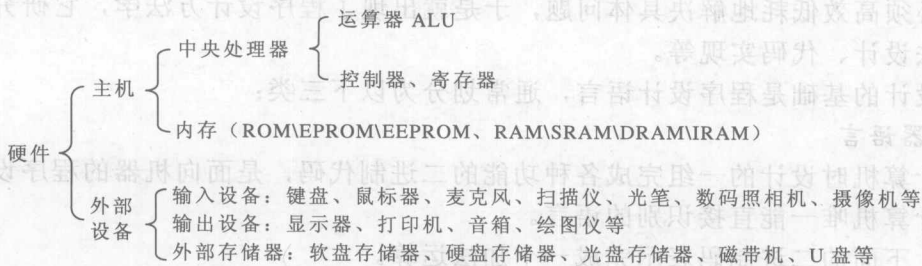


图 1.5 计算机系统组成

存储容量以字节为单位计算：8 位为 1 字节，记为 1B；1024 字节为 1 千字节，记为 1KB；1024KB 为 1 兆字节，记为 1MB；1024MB 为 1 吉字节，记为 1GB；1024GB 为 1 太字节，记为 1TB。

机器运行即软件运行时，CPU 主要通过内部寄存器与内存交换数据，外部存储器则主要与内存进行数据交换。内存存取速度快，但存储容量小；外存存取速度慢，但存储容量大，并可永久保存数据。

计算机软件是比程序更加广泛的概念，软件是程序与相关文档的总称。

软件类别依应用目的划分为系统软件（用于管理计算机运行的基础软件）和应用软件（用于完成应用任务的软件），任何软件最终都要转化为机器指令来运行。机器指令是设计计算机硬件时就设计好的，每种类型的 CPU 都有自己固定的指令集合，称为指令系统，不同类型的 CPU 指令系统不一定兼容。

计算机软件繁多，图 1.6 大致说明了软件的类别。

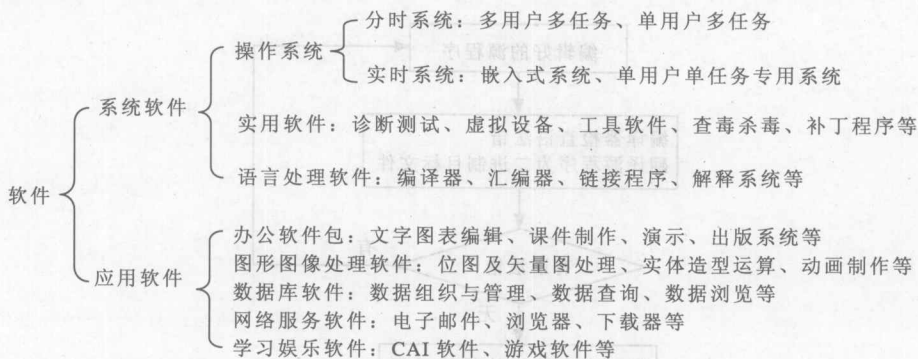


图 1.6 软件分类

### 1.1.3 程序设计与程序设计语言

软件的主体部分是程序，程序是用机器指令或编程工具人为组合的有序指令集，组合过程称为程序设计。

程序必须高效低耗地解决具体问题，于是就出现了程序设计方法学，它研究数据组织、算法设计、代码实现等。

程序设计的基础是程序设计语言，通常划分为以下三类：

### 1. 机器语言

设计计算机时设计的一组完成各种功能的二进制代码，是面向机器的程序设计语言，也是计算机唯一能直接识别的语言。

例如：下面的二进制码表示完成一个加法运算。

0000 0011 0000 1101 0000 0000 0000 0110 (030d 0006)

### 2. 汇编语言

用助记符号表示机器指令的语言，也是面向机器的程序设计语言（低级语言），需要用汇编软件将其翻译成机器语言后才能运行。

例如：下面的符号串表示的功能与上面二进制码相同。

$R1 = R5 + 0x0006$

### 3. 高级语言

接近人类自然语言的程序设计语言，是面向过程或面向对象的不依赖具体机型的语言，需要用编译链接系统或解释系统将其翻译成机器语言后才能运行。

完成上面例中同样功能的高级语言写法是：

$Y = X + 6$

其实，除机器语言外，所有语言编写的程序都必须经过从语言到机器语言的转换过程，这种转换是由编译链接软件自动进行的，所以程序设计调试的一般过程如图 1.7 所示。

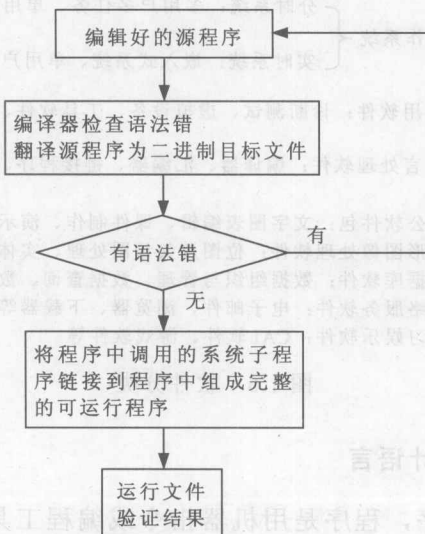


图 1.7 一般程序调试过程

## 1.1.4 数据表示及编码

所有数据在计算机中都以 0 和 1 的二进制形式出现, 为了便于处理, 针对不同情况采用了不同的表示方法。

## 1. 定点数据表示法

小数点位置固定不变。如  $\pm 0.1011001$  在机器中表示为:

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ± | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

这种表示用存储单元的最高位表示数符(0 正 1 负), 其余的位表示数值, 约定将小数点位置固定在数符与数值位之间。对一般实数, 须按比例缩小(带整数的数)或放大(太小的数)后进行计算, 对计算结果再反向操作得到正确值。

## 2. 浮点数据表示法

小数点位置不固定。机器中的一般格式是:

|    |    |   |   |   |
|----|----|---|---|---|
| 数符 | 阶符 | 阶 | 尾 | 数 |
|----|----|---|---|---|

数符和阶符占 1 位, 阶占 6 位, 尾数占 8 位或更多。

如  $2.1022 \times 10^{-23}$  表示为:

|   |   |          |             |
|---|---|----------|-------------|
| 0 | 1 | 22 (二进制) | 21022 (二进制) |
|---|---|----------|-------------|

数符和阶符都用 0 表示正, 1 表示负。

又如  $-23.286 \times 10^{18}$  表示为:

|   |   |          |             |
|---|---|----------|-------------|
| 1 | 0 | 20 (二进制) | 23286 (二进制) |
|---|---|----------|-------------|

## 3. 无符号数表示法

所有位都用来表示数, 不要符号位, 只能表示正整数。

如 11011001 在机器中表示为:

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## 4. 原码、反码与补码表示法

对于有符号的数, 用补码表示时可使加减运算统一为加法运算, 从而使计算变得简单。补码是根据原码和反码求得的。

数的原码表示约定: 用最高位为符号位, 其余位为数值位。

如 +112 的原码为 01110000B

-112 的原码为 11110000B

数的反码表示约定: 正数的反码同原码, 负数的反码符号位为 1, 数值位是原码

按位取反。

如 +112 的反码为 01110000B

如 -112 的反码为 10001111B

数的补码表示约定：正数的补码同原码，负数的补码符号位为 1，数值位是反码加 1。

如 +112 的补码为 01110000B

-112 的补码为 10010000B

5. ASCII 码

美国标准信息交换码，用以约定各种符号在机器中的表示，码表如表 1.1 所示。

表 1.1 美国标准信息交换码

|   | 列                | 0 (3) | 1 (3) | 2 (3) | 3   | 4   | 5   | 6   | 7 (3) |
|---|------------------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-------|
| 行 | 位 654→<br>↓ 3210 | 000   | 001   | 010   | 011 | 100 | 101 | 110 | 111   |
| 0 | 0000             | NUL   | DLE   | SP    | 0   | @   | P   | •   | p     |
| 1 | 0001             | SOH   | DC1   | !     | 1   | A   | Q   | a   | q     |
| 2 | 0010             | STX   | DC2   | "     | 2   | B   | R   | b   | r     |
| 3 | 0011             | ETX   | DC3   | #     | 3   | C   | S   | c   | s     |
| 4 | 0100             | EOT   | DC4   | \$    | 4   | D   | T   | d   | t     |
| 5 | 0101             | ENQ   | NAK   | %     | 5   | E   | U   | e   | u     |
| 6 | 0110             | ACK   | SYN   | &     | 6   | F   | V   | f   | v     |
| 7 | 0111             | BEL   | ETB   | ,     | 7   | G   | W   | g   | w     |
| 8 | 1000             | BS    | CAN   | (     | 8   | H   | X   | h   | x     |
| 9 | 1001             | HT    | EM    | )     | 9   | I   | Y   | i   | y     |
| A | 1010             | LF    | SUB   | *     | :   | J   | Z   | j   | z     |
| B | 1011             | VT    | ESC   | +     | ;   | K   | [   | k   | {     |
| C | 1100             | FF    | FS    | ,     | <   | L   |     | l   |       |
| D | 1101             | CR    | GS    | -     | =   | M   | ]   | m   | }     |
| E | 1110             | SO    | RS    | .     | >   | N   | ^   | n   | ~     |
| F | 1111             | SI    | US    | /     | ?   | O   | _   | o   | DEL   |

6. BCD 码

BCD 码即二—十进制编码，它用 4 位二进制数表示 1 位十进制数。对应关系如表 1.2 所示。

BCD 码主要用于计算机内部二进制运算与外部设备显示输出十进制之间转换。

表 1.2 BCD 码

| 十进制数 | BCD 码 | 十进制数 | BCD 码 |
|------|-------|------|-------|
| 0    | 0000  | 5    | 0101  |
| 1    | 0001  | 6    | 0110  |
| 2    | 0010  | 7    | 0111  |
| 3    | 0011  | 8    | 1000  |
| 4    | 0100  | 9    | 1001  |

## 1.2 凌阳 SPCE061A 简介

凌阳 SPCE061A 是凌阳科技有限公司生产的 16 位单片机之一, 它集成了 ICE 仿真电路接口、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 ADC、DAC、通用异步串行输入输出接口、串行输入输出接口、低电压监测/低电压复位等功能单元电路, 相互之间存在着直接或间接的联系, 它具有现代单片机的大部分特点, 是学习单片机应用的一个非常好的模型。

### 1.2.1 性能与技术参数

凌阳 SPCE061A 的主要性能与技术参数如下:

- ◆ 16 位  $\mu^n$ SP™ 微处理器。
- ◆ 工作电压 (CPU) VDD 为 2.4~3.6V, (I/O) VDDH 为 2.4~5.5V。
- ◆ CPU 时钟: 0.32~49.152MHz。
- ◆ 内置 2K 字 SRAM。
- ◆ 内置 32K 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), 耗电仅为 2 $\mu$ A (3.6V)。
- ◆ 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, 键唤醒。
- ◆ 具备触键唤醒的功能。
- ◆ 使用凌阳音频编码 SACM\_S240 方式 (2.4kb/s), 能容纳 210s 的语音数据。
- ◆ 锁相环 PLL 振荡器提供系统时钟信号。
- ◆ 32768Hz 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。
- ◆ 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。

此外，由于它整合了多个常用的功能模块，使得在进行系统开发时不需外加过多的硬件就可方便地完成一个系统的设计，即所谓 SOC（System On Chip）技术。它的语音录制识别功能也独具特色。还有它的  $16 \times 16$  位乘法运算和内积运算指令加快了数据处理速度，使得在复杂的数字信号处理方面很便利，又比专用的 DSP 芯片廉价。在耗电量方面，SPCE061A 采用 CMOS 制造工艺并增加了软件激发的弱振方式、空闲方式和掉电方式，极大地降低了其功耗，通常的单片机一般不具备这种功能。它的在线仿真调试电路把开发系统需要的仿真器和烧录器设备省掉了，这样成本低廉、简约方便且具备现代计算机先进技术的单片机系统特别适合在校大学生学习使用。

### 1.2.2 基本结构

SPCE061A 功能模块结构如图 1.8 所示。由图可以看出，凌阳 SPCE061A 由 1 个带有闪存和随机存储器及 ICE 仿真器的 16 位  $\mu^n$ SP 微处理器、1 个双 16 位定时器/计数器及中断控制器、1 个 7 通道 10 位模数转换器 ADC 及单通道 ADC+AGC、1 个通用异步串行输入输出接口和 1 个通用串行输入输出接口、锁相环振荡器和时钟电路、双通道 10 位 DAC 电路、2 个 16 脚通用 I/O 端口、低电压监测/低电压复位等功能单元电路组成。

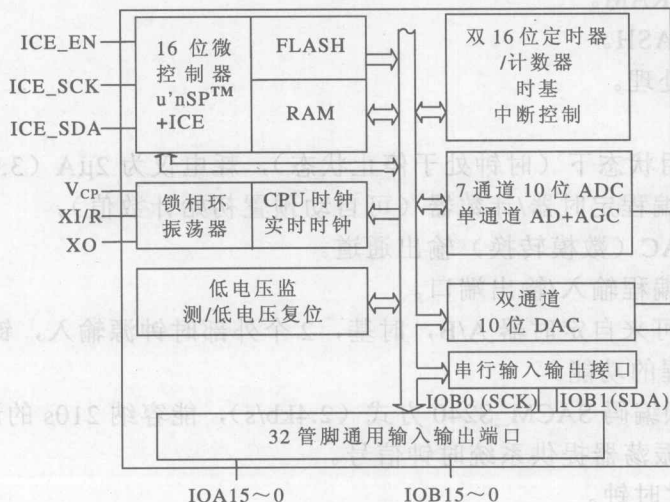


图 1.8 SPCE061A 功能模块结构

SPCE061A 有两种封装片, 84 个引脚封装形式的排列如图 1.9 所示。

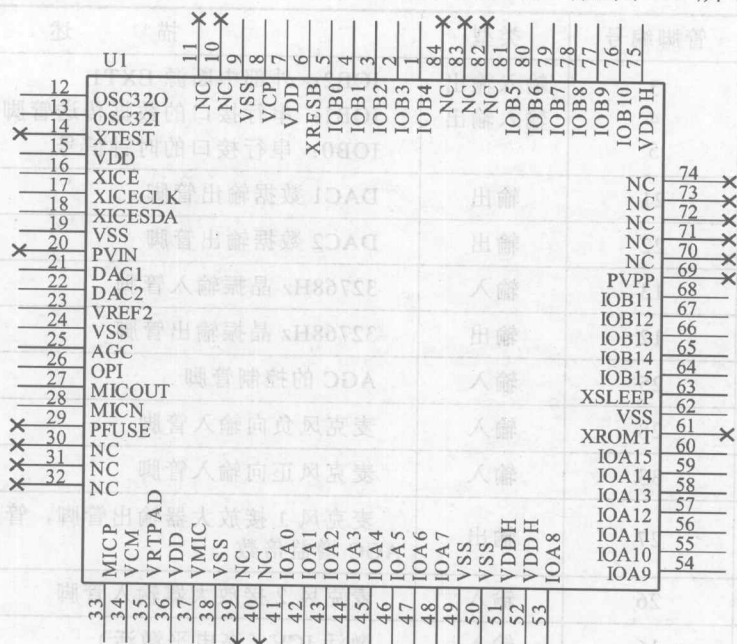


图 1.9 SPCE061A 引脚封装排列图

其中, 有 15 个空余脚, 用户使用时这 15 个空余脚悬浮。各管脚功能如表 1.3 所示。

表 1.3 管脚描述表

| 管脚名称       | 管脚编号  | 类型   | 描 述                                                      |
|------------|-------|------|----------------------------------------------------------|
| IOA[15:8]  | 60~53 | 输入输出 | IOA[15:8]: 双向 I/O 端口                                     |
| IOA[7:0]   | 48~41 | 输入输出 | IOA[7:0]: 通过编程, 可设置成唤醒管脚<br>IOA[6:0]: 与 ADC Line_In 输入共用 |
| IOB[15:11] | 68~64 | 输入输出 | IOB[15:11]: 双向 I/O 端口。IOB10~0 除用作普通的 I/O 端口, 还可作为:       |
| IOB10      | 76    | 输入输出 | IOB10: 通用异步串行数据发送管脚 Tx                                   |
| IOB9       | 77    | 输入输出 | IOB9: TimerB 脉宽调制输出管脚 BPWMO                              |
| IOB8       | 78    | 输入输出 | IOB8: TimerA 脉宽调制输出管脚 APWMO                              |
| IOB7       | 79    | 输入输出 | IOB7: 通用异步串行数据接收管脚 Rx                                    |
| IOB6       | 80    | 输入输出 | IOB6: 双向 I/O 端口                                          |
| IOB5       | 81    | 输入输出 | IOB5: 外部中断源 EXT2 的反馈管脚                                   |
| IOB4       | 1     | 输入输出 | IOB4: 外部中断源 EXT1 的反馈管脚                                   |
| IOB3       | 2     | 输入输出 | IOB3: 外部中断源 EXT2                                         |