



**Easy Learning & Developing ADuC841 of
High Performance SoC**

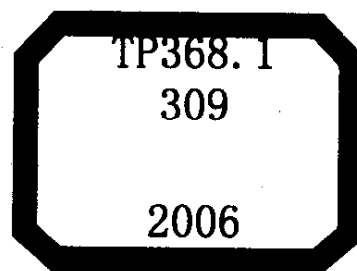
易学易用高性能SoC 单片机ADuC841

·李刚 林凌 栗田禾 主编



西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>



易学易用高性能 SoC 单片机 ADuC841

李刚 林凌 栗田禾 主编

西安电子科技大学出版社

2006

内 容 简 介

本书介绍了 ADI 公司出品的最新型 ADuC841 单片机。该单片机具有高速、高精度的 ADC、DAC 功能,以及独一无二的在电路可调试、可下载的特点,特别适合在各种测控系统和仪器仪表中使用。ADuC841 是目前最容易掌握、开发和应用的单片机之一。本书详细介绍了 ADuC841 的工作原理、开发方法和应用实例。本书不仅可以使学习单片机的读者较快地掌握其原理与技术,而且可以帮助工程技术人员在实际工作中利用先进的单片机来开发新产品。

图书在版编目(CIP)数据

易学易用高性能 SoC 单片机 ADuC841 / 李刚, 林凌, 栗田禾主编.

—西安: 西安电子科技大学出版社, 2006. 11

ISBN 7-5606-1745-X

I. 易… II. ①李…②林…③栗… III. 单片微型计算机—基本知识 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 114808 号

策 划 云立实 臧延新

责任编辑 张 玮 云立实

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

<http://www.xduph.com> E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 17.375 插页 1

字 数 421 千字

印 数 1~4000 册

定 价 28.00 元

ISBN 7 - 5606 - 1745 - X / TP · 0436

XDUP 2037001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜, 谨防盗版。

前 言

社会现代化的发展，最重要的基础应该是计算机，现代生活几乎片刻不离的也是计算机。这里所说的计算机，更多的是指单片机，即单片计算机的简称。单片机的应用非常广泛：天上水下(卫星和潜艇)、工业科学(测控系统和仪器仪表)、生活通信(家电和手机)、交通贸易(车辆飞机和计量仪器)等各领域中，无处没有单片机的存在。

在我国，学习者最多、历史最长的单片机是 8051，以至 8051 成为单片机的代名词。由于早年单片机的品种并不多，而 8051 的性能又处于傲视群雄的位置，因此 8051 理所当然受到工程技术人员的青睐。但在 20 世纪 90 年代后，微电子技术和计算机技术迅速发展，诞生了很多新型的单片机，使得单片机技术立即进入了一种群雄争霸的局面，许多新型的单片机以更高的速度、更强的功能和更低的功耗闪亮登场，因而 8051 单片机的雄风不再。

在 20 世纪 90 年代末期，几百种 8051 兼容单片机犹如雨后春笋般涌现出来，在速度、性能和功耗等方面丝毫不逊于其他品种的单片机，借助 8051 本来不可比拟的基础与实力，它又重回单片机霸主的宝座。在这些新型的与 8051 兼容的单片机中，美国 ADI 公司的 ADuC812 系列单片机集成有高精度的 ADC 和 DAC、可通过极为简单而又低廉的 RS-232 串口在线调试和下载、固化程序，其突出的优势至今还没有其他品种的单片机能够超越，因而研发人员把目光聚集在这种全新的单片机上。作者编写的相关书籍因此受惠，一时“洛阳纸贵”，几年过去了，尽管 ADuC812 已经停产，但时常还有人来电、来函咨询。实际上，虽然至今仅仅才过去五六年，但是 ADuC812 已经经过 ADuC831 发展到 ADuC841。作者感到很有必要再编写一本关于 ADuC841 的书，一则把 ADuC841 介绍给大家，避免仍有工程技术人员停留在已经停产的 ADuC812 的应用开发上；二则把作者的经验展现出来与大家交流，以图对单片机的学习及应用开发有所贡献。这也是因大家对我们以前编写关于 ADuC812 书的热情关注以及与我们的频繁交流而受到的鼓励和启发。与此同时，ADuC841 本身在性能上的大幅提高也是一个重要因素。

为了最大限度地给读者提供信息和帮助，本书不仅在 ADuC841 的开发应用上加大篇幅，还在叙述中穿插了大量的举例。这些举例都在我们研制的实验板上经过测试，如果读者需要，可以与作者联系购买。通信地址：天津大学精仪学院；邮编：300072；价格：480 元/套（包括通信线、电源和光盘）。

天津大学林凌博士编写了第 1、2 章，姜苇博士编写了第 5、6 章，何峰老师编写了第 7、8 章，天津工程师范学院栗田禾老师编写了第 3、4 章，天津大学李刚博士编写了其余的内容并对全书进行了统稿。李树靖、李玉国、王宏、许竞竞、王焱、石小娟、石艳丽、杨芳、张丽君、李海兰、鹿玲、姜媛媛等同学参加了设计实验板、调试程序和整理材料等工作，借此机会一并向他们致谢，感谢他们的辛勤工作和贡献。

作者还要特别感谢美国 ADI 公司及其北京办事处的廖文帅先生，感谢他们对作者在教学和科研中所给予的支持。

作 者

2006 年 9 月于天津大学北洋园

目 录

第一章 概述	1
1.1 引言	1
1.2 ADuC841 的主要特点	2
1.3 ADuC841 内部的主要结构	3
第二章 存储器组织	7
2.1 存储器组织结构	7
2.1.1 存储器类型	7
2.1.2 存储器组织	7
2.2 数据传送指令	13
2.3 数据传送指令说明	17
2.4 若干数据传送例程	22
第三章 输入/输出端口与总线	29
3.1 P0 口	29
3.2 P1 口	31
3.3 P2 口	31
3.4 P3 口	33
3.5 端口的负载能力与接口要求	34
3.6 访问外部数据存储器	35
3.7 访问外部存储器的例程	37
第四章 时钟与定时/计数器	40
4.1 振荡器和 PLL 电路	40
4.1.1 振荡器	40
4.1.2 PLL 电路	40
4.2 定时/计数器	41
4.2.1 定时器/计数器 0 和 1	42
4.2.2 定时器/计数器 2	44
4.2.3 定时器/计数器 3 与波特率发生器	47
4.2.4 时间间隔计数器	49
4.2.5 看门狗定时器	51
4.2.6 若干有关定时器/计数器的控制和状态寄存器	52
4.3 时钟与定时/计数器例程	54

第五章 复位、中断与程序控制	68
5.1 复位	68
5.1.1 复位的意义	68
5.1.2 复位电路	68
5.1.3 单片机复位后的状态	69
5.2 程序控制	70
5.3 程序流向控制的指令	70
5.4 中断	78
5.4.1 中断源	79
5.4.2 中断控制寄存器	80
5.4.3 中断优先级结构	82
5.4.4 中断入口地址	82
第六章 模拟接口	89
6.1 概述	89
6.2 ADuC841 片上 ADC	89
6.2.1 ADuC841 片上 ADC 的基本信息	89
6.2.2 ADC 的传输函数	90
6.2.3 ADC 的专用寄存器	90
6.2.4 ADC 的工作原理	93
6.2.5 参考电源的连接	95
6.2.6 ADC 的设置	96
6.2.7 ADC 的 DMA 方式	96
6.2.8 DMA 方式中的微操作	98
6.2.9 ADC 偏移和增益误差的校准	98
6.3 DAC	99
6.3.1 DAC 及其专用寄存器	99
6.3.2 DAC 的原理与应用	100
6.4 脉宽调制器 (PWM)	107
6.4.1 PWM 及其专用寄存器	107
6.4.2 PWM 的工作模式	110
第七章 串行接口	118
7.1 引言	118
7.2 标准 UART 操作	118
7.3 多机通信	119
7.4 串行端口控制寄存器 SCON	119
7.5 波特率	120
7.5.1 定时器 1 作为波特率发生器	120

7.5.2 定时器 2 作为波特率发生器	121
7.5.3 定时器 3 作为波特率发生器	121
7.6 UART 的工作模式.....	121
7.6.1 UART 的工作模式 0.....	121
7.6.2 UART 的工作模式 1.....	122
7.6.3 UART 的工作模式 2 和模式 3.....	129
7.6.4 增强型 UART 操作.....	132
7.7 SPI 串口.....	133
7.7.1 SPI 的引脚与专用寄存器	133
7.7.2 SPI 的应用	135
7.8 I2C 兼容串口	136
7.8.1 I2C 串口的引脚与专用寄存器	136
7.8.2 I2C 串口的应用	138
第八章 指令系统与系统编程.....	140
8.1 指令系统的分类及一般说明	140
8.2 算术操作类指令	141
8.3 逻辑操作类指令	149
8.4 布尔变量操作类指令	155
8.5 伪指令	162
8.6 汇编语言程序的基本结构	165
8.7 系统编程的步骤、方法和技巧	167
第九章 开发工具与集成开发环境	171
9.1 单片机开发工具	171
9.2 单片机通用集成开发环境 Keil C51 μ Vision2.....	173
9.2.1 简介	173
9.2.2 Keil C51 μ Vision2 的安装.....	174
9.2.3 Keil C51 μ Vision2 的设置.....	175
9.3 Keil C51 μ Vision2 的使用	180
9.3.1 单片机的仿真过程.....	180
9.3.2 MON51 仿真器的特点.....	180
9.3.3 调试程序	180
9.4 ADuC 系列单片机的专用开发工具.....	188
9.4.1 ADuC 系列单片机专用开发工具的安装	189
9.4.2 编译器 ASM51 的使用	189
9.4.3 串行下载器 WSD.....	190
9.4.4 ADuC 系列单片机的专用开发环境 ASPIRE.....	192
9.4.5 AD 输入分析工具 WASP	199

第十章 单片机应用系统设计	203
10.1 引言	203
10.1.1 资源冗余与成本控制	203
10.1.2 硬件处理与软件处理	204
10.1.3 嵌入式实时操作系统与开发用软件	205
10.1.4 电磁兼容性问题	210
10.1.5 系统电源设计的重要性	211
10.2 方案认证与硬件系统设计	212
10.3 系统软件设计	215
10.3.1 软件框图	216
10.3.2 软件设计的重要提示	217
10.4 系统仿真调试设计	217
第十一章 ADuC841 应用系统实例	219
11.1 基于 ADuC841 的单片机实验板	219
11.1.1 单片机 ADuC841 及其必需的外接电路	219
11.1.2 通信接口电路	223
11.1.3 键盘、显示电路	224
11.1.4 存储器	228
11.1.5 模拟接口电路	228
11.1.6 功率驱动	229
11.1.7 电源电路	230
11.1.8 初步认识 ADuC841 实验板	230
11.2 ADI 公司出品的 ADuC 系列评估板	232
11.2.1 ADuC 系列评估板的电源	234
11.2.2 评估板的模拟接口	236
11.2.3 并行总线与外部 RAM 扩展	237
11.2.4 串口	239
11.2.5 控制总线与其他辅助接口	239
11.3 蓄电池在线智能监测仪	241
11.3.1 应用背景	241
11.3.2 系统工作原理	241
11.3.3 蓄电池监测系统设计	242
11.3.4 系统软件设计	245
11.3.5 小结	246
附录 1	247
附录 2	271
附录 3	276

第一章 概 述

1.1 引 言

20 世纪 70 年代末, 美国 Intel 公司从荷兰 Philip 公司购买了 8031 单片机的专利技术, 生产了一系列 8 位的单片机, 这一系列单片机按照片内存储器的种类和大小的不同可分为多种, 如 8031、8051、8751、8032、8052、8752 等。其中 8051 是最早、最典型的产品, 该系列其他单片机都是在 8051 的基础上进行功能的增、减及改变而来的, 因而人们习惯于用 8051 来统称 MCS51 系列单片机。由于 8051 功能强大, 因此很多其他公司由 Intel 公司获得 MCS51 核心技术的授权, 生产了多种以 8051 为核心的单片机, 其功能或多或少有些改变, 以满足不同的需求。

8052 是 8051 的升级产品, 主要是片内的数据存储器比 8051 的 128 个字节增加了一倍, 达到 256 个字节, 另外还增加了两个定时器: 计数/定时器 2 和看门狗定时器(Watch Dog Timer, WDT)。由于 8052 的性能比 8051 显著增强, 因而除少数几个单片机的生产厂商, 如 PIC、AVR、Zilog、Motorola(现改名为 Freescale Semiconductor, 飞思卡尔半导体)生产具有自己特殊结构的单片机外, 绝大多数的厂商都在生产 8052 或与 8052 兼容的单片机。

美国 ADI(Analog Device Inc.)公司是一家著名的半导体生产厂商, 在 20 世纪 90 年代后期也开始生产与 8052 兼容的单片机——ADI 微转换器(MicroConverter)。ADI 早期的产品为 ADuC812、ADuC816 和 ADuC824, 分别具有 12 位、16 位和 24 位 ADC, 其最大、最突出的优点有如下三个:

(1) 率先集成了精密 ADC、DAC 及快闪存储器于微转换器中。这一特点特别适合于测控系统和仪器仪表中使用, 迄今为止将众多功能的外设集成在一枚芯片中的单片机也不多见。

(2) 用 RS-232 或一根口线实现在线调试和在线编程的功能。只要有一台 PC 机或笔记本电脑, 不需要专门的硬件仿真器和 JTAG 接口, 便能对系统硬件进行在线调试、编程或对系统升级。这个功能在现有单片机中是独一无二的。

(3) 兼容 8052 内核。在我国有不计其数的人学习和掌握了 8051 单片机, 而 ADuC 系列单片机兼容 8052 的内核, 这意味着很多人可以方便地采用 ADuC 系列单片机来开发新产品或对旧产品进行升级。

经过短短几年的时间，ADI 公司又推出了 ADuC84x 系列单片机。相比于早期的 ADuC81x 系列，ADuC84x 系列在速度上大幅度提升，达到了一个时钟执行一条指令的速度，最快为 25 MHz(5 V 时)或 16 MHz(3 V 时)。同时，片内集成的功能、器件的可靠性和功耗等方面也达到了一个崭新的水平。

本书介绍的是 ADuC84x 系列中的 ADuC841、ADuC842 和 ADuC843 三款器件，如果不加特别指明，则在本书中均以 ADuC841 来代指这三款器件。

1.2 ADuC841 的主要特点

ADuC841 与前期 ADuC812、ADuC831/2 等兼容，并在所兼容的性能上有大幅度提高，其特点主要表现在以下多个方面。

1. 性能增强

- (1) 单周期指令、20 MIPS 的 8052 内核；
- (2) 高速 420 kS/s(kilo Samples per Second, 千采样点每秒)、12 位精密 ADC。

2. 存储器增加

- (1) 62 KB 的片上 FLASH/EE 程序存储器；
- (2) 4 KB 片上 FLASH/EE 数据存储器。

3. 在电路可编程性能

- (1) FLASH/EE 存储器的 100 年寿命，100 k 写入次数；
- (2) 2304 B 的 RAM。

4. 更小的封装

- (1) 8 mm×8 mm 芯片尺寸；
- (2) 52 引脚 PQFP 引脚兼容封装。

5. 模拟接口

- (1) 8 通道 kS/s 高精度 12 位 ADC；
- (2) 片上低漂移 15 ppm/°C 参考电源(注：1 ppm=10⁻⁶)；
- (3) DMA 控制器，高速 ADC 自动存储到外部 RAM 中；
- (4) 2 通道 12 位电压输出 DAC；
- (5) 2 通道 PWM、Σ-Δ 型 DAC；
- (6) 片上温度监测功能。

6. 存储器

- (1) 62 KB 片内闪速/电擦除程序存储器；
- (2) 4 KB 片内闪速/电擦除数据存储器；

- (3) 闪速/电擦除可使用 100 年, 重复擦写 10 万次;
- (4) 三级闪速/电擦除程序存储器安全;
- (5) 在线串行下载(无需外部硬件);
- (6) 高速用户下载(5 s);
- (7) 2304 B 片内数据 RAM。

7. 基于 8051 的内核

- (1) 与 8051 兼容的指令系统;
- (2) 高性能单指令周期内核;
- (3) 32 kHz 外部晶振;
- (4) 片内可编程锁相环 PLL(最高时钟频率 12.58 MHz);
- (5) 三个 16 位定时/计数器;
- (6) 26 条可编程输入/输出线;
- (7) 12 个中断源, 两个优先级;
- (8) 双数据指针, 扩展的 11 位堆栈指针。

8. 片内外围设备

- (1) 内部电源复位电路;
- (2) 12 位电压输出 DAC;
- (3) 双 16 位 $\Sigma - \Delta$ DAC/PWM;
- (4) 片内温度传感器;
- (5) 双激励电流源;
- (6) 时间间隔计数器(TIC, 唤醒/RTC 定时器);
- (7) UART、I2C 和 SPI 串行接口;
- (8) 高速波特率发生器(高达 115 200 b/s);
- (9) 看门狗定时器(WDT);
- (10) 电源监视器(PSM)。

9. 电源

- (1) 可用 3 V 和 5 V 电压工作;
- (2) 正常情况下为 4.5 mA@3 V (核心时钟频率为 2.098 MHz);
- (3) 掉电保持电流为 10 μ A@3 V, 唤醒定时运行。

1.3 ADuC841 内部的主要结构

图 1-1 是 ADuC841 单片机简要的内部结构图, 图 1-2 是 ADuC841 的外部引脚图, 表 1-1 给出了 ADuC841 的引脚定义。

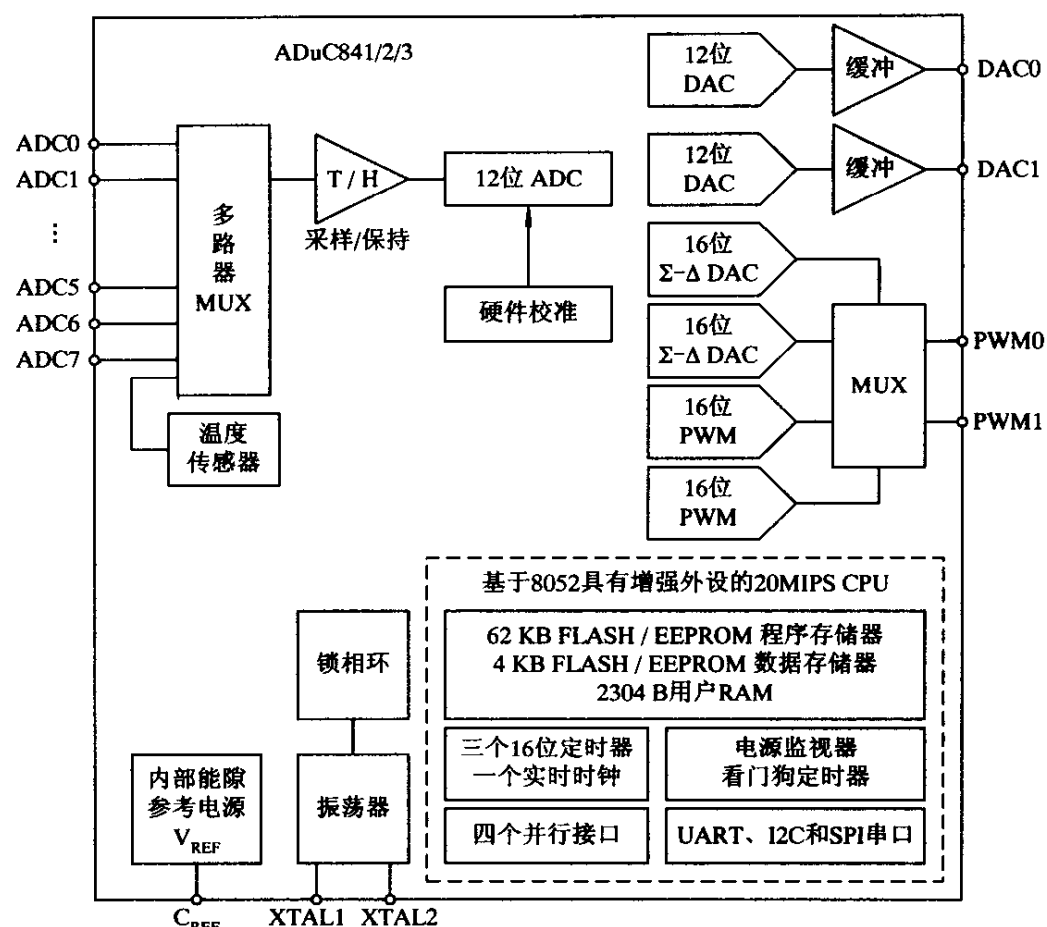


图 1-1 ADuC841 内部的基本结构

表 1-1 ADuC841 的引脚定义

符 号	类型	功 能
DV _{DD}	P	数字正电源，通常为 3 V 或 5 V
AV _{DD}	P	模拟正电源，通常为 3 V 或 5 V
C _{REF}	I/O	片上参考电源退耦输入，通常通过一枚 0.47 μF 陶瓷电容接地
V _{REF}	NC	不连接，该引脚为 ADuC841 的参考电源输出，用 C _{REF} 引脚替代该引脚
AGND	G	模拟地，作为模拟信号的参考点
P1.0~P1.7	I	P1 口只能作为输入口。缺省定义为模拟输入口，写“0”到 P1 口可以把它定义为数字输入口
ADC0~ADC7	I	模拟输入口。8 个单端模拟输入，通过专用寄存器 ADCCON2 选择通道
T2	I	定时/计数器 T2 的数字输入。使能后，每当 T2 引脚出现由“1”到“0”的跳变时，定时/计数器 T2 加 1
T2EX	I	数字输入口。该引脚用于定时/计数器 T2 触发捕捉/重加载，也作为定时/计数器 T2 的加/减计数控制
$\overline{\text{SS}}$	I	SPI 串口的从机选择输入
SDATA	I/O	用户可选择作为 I2C 兼容串口，或 SPI 串口数据输入/输出脚
SCLOCK	I/O	I2C 兼容，或 SPI 串口的时钟脚
MOSI	I/O	SPI 串口的主机输出/从机输入信号引脚
MISO	I/O	SPI 串口的从机输出/主机输入信号引脚
DAC0	O	DAC0 的电压输出端
DAC1	O	DAC1 的电压输出端

续表

符 号	类型	功 能
RESET	I	数字输入。当该引脚出现持续 24 个主时钟周期(振荡器正常运行)的高电平时, 复位单片机
P3.0~3.7	I/O	P3 口是具有内部上拉电阻的双向 I/O 口。写“1”到 P3 口时由内部上拉到高电平, 此时 P3 口可用于输入口。作为输入口, 外部只需很小的电流就能拉至低电平。P3 口也具有各种第二功能, 下面将详细说明
PWMC	I	PWM 时钟输入
PWM0	O	PWM0 电压输出。PWM 输出可以设置用 P2.6 与 P2.7 或 P3.4 与 P3.3 脚输出
PWM1	O	PWM1 电压输出。参考相关专用寄存器的说明
RxD	I/O	串口的传送数据输入(异步方式)或数据输入/输出(同步方式)端
TxD	O	串口的传送数据输出(异步方式)或时钟输出端
$\overline{\text{INT0}}$	I	外部中断 0 输入端。可以编程为电平触发或边沿触发和两个优先级之一。该端也作为定时/计数器 0 的门控输入端
$\overline{\text{INT1}}$	I	外部中断 1 输入端。可以编程为电平触发或边沿触发和两个优先级之一。该端也作为定时/计数器 1 的门控输入端
T0	I	定时/计数器 0 的输入端
T1	I	定时/计数器 1 的输入端
$\overline{\text{CONVST}}$	I	当使能时, 作为 ADC 模块的外部启动端, 由低到高的电平跳变使采样/保持电路进入保持状态并启动模/数转换
EXTCLK	I	外部时钟输入端, 由 ADuC842 的内部专用寄存器设置。ADuC841 没有此信号
$\overline{\text{WR}}$	O	写控制信号, 逻辑输出, 把一个字节的数据从 P0 口锁存到外部存储器
$\overline{\text{RD}}$	O	读控制信号, 逻辑输出, 把一个字节的数据从外部存储器加载到 P0 口
XTAL2	O	振荡器中反相放大器的输出端
XTAL1	I	振荡器中反相放大器的输入端
DGND	G	数字电源地, 作为数字电路的参考端
P2.0~P2.7	I/O	P2 口是具有内部上拉电阻的双向 I/O 口。写“1”到 P2 口时由内部上拉到高电平, 此时 P2 口可用于输入口。作为输入口, 外部只需很小的电流就能拉至低电平。P2 口在访问外部 24 位地址空间时分时给出中 8 位地址和高 8 位地址
(A8~A15)	O	
(A16~A23)	O	
$\overline{\text{PSEN}}$	O	程序存储使能端, 逻辑信号输出端。当该引脚为低电平时执行片内程序。在复位或上电时将 $\overline{\text{PSEN}}$ 拉至低电平, 可以通过串口下载程序。如果复位时没有下拉电阻, 则 $\overline{\text{PSEN}}$ 端将立即出现高电平, CPU 执行片内程序。如果复位时有下拉电阻, 则 CPU 将执行嵌入的串行下载/调试程序
ALE	O	地址锁存信号端, 逻辑输出。当访问外部 24 位地址空间时, 锁存低 8 位地址和高 8 位(页)地址
$\overline{\text{EA}}$	O	外部程序访问使能端, 逻辑输出。当该端拉至高电平时, CPU 执行片内程序。ADuC84x 不支持访问外部程序存储器空间。不能使该引脚悬空
P0.0~P0.7	I/O	P0 口是 8 位开漏双向 I/O 口。当写“1”到 P0 口时 P0 口处于悬浮状态, 可以作为高阻输入。当访问外部存储器时, P0 口也可分别用于分时输出低 8 位地址和作为数据总线。此时, 若输出“1”, 则由内部电路强上拉
(A0~A7)		

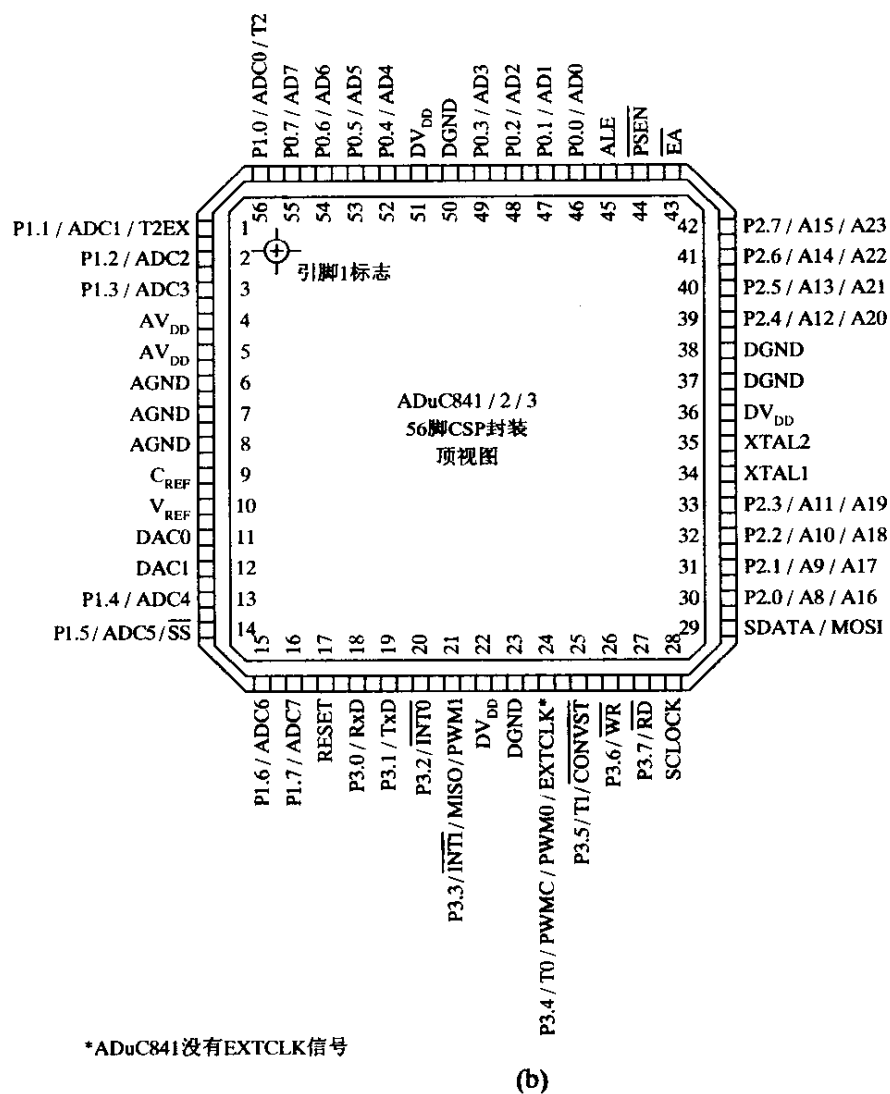
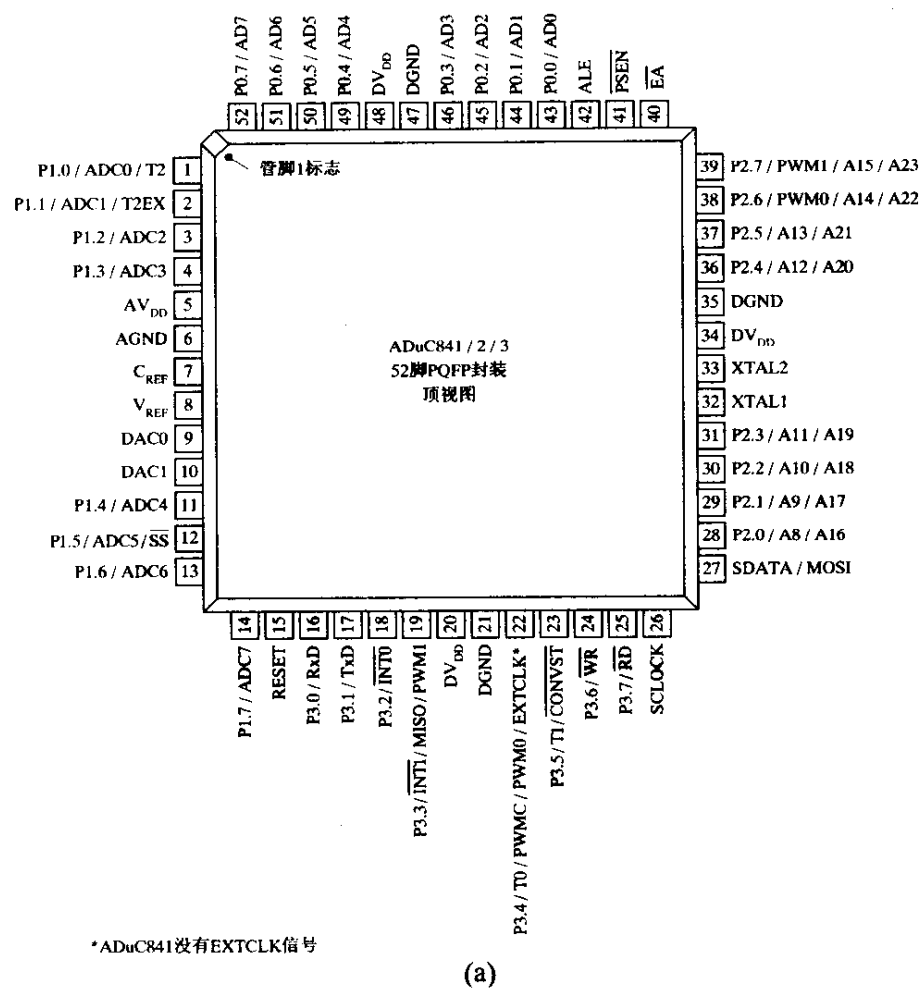


图 1-2 ADuC841 的外部引脚图
(a) 52 脚 PFP 封装; (b) 56 脚 CSP 封装

第二章 存储器组织

2.1 存储器组织结构

2.1.1 存储器类型

在如图 1-1 所示的 ADuC841 内部的基本结构中, 有两块存储器: RAM 和快闪存储器 (FLASH)。RAM 是 Random-Access Memory 的缩写, 即随机读写存储器, 也就是随便什么时候都可以对其进行读或写操作。但 RAM 中的内容在掉电(关机)后就不复存在, 也即开机后 RAM 中的内容是随机的, 因而这一类存储器又被称为易失性存储器, 这类存储器主要用于存储数据。与此相对的是 ROM(Read Only Memory, 只读存储器), 这类存储器只能采用特殊的方法或特殊的工具才能把数据写进去, 如采用烧录器等装置。一般说来, 单片机本身不能对片内的 ROM 进行写入, 又由于 ROM 是非易失性的存储器, 即在关闭电源之后已写入的数据不会丢失, 所以, 在单片机中 ROM 经常作为程序存储器。常见的 ROM 种类有以下四种:

(1) PROM(Programmable Read Only Memory, 可程序的只读存储器): 这是一种出现最早的 ROM, 它只能写入一次, 不允许修改或再次写入。这一类 ROM 目前仍在应用, 主要用于已成熟的较大批量生产中的单片机当中。

(2) EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory, 可擦可编程只读存储器): 这是一种可以多次写入、用紫外线擦除的 ROM, 主要用于小批量生产的单片机应用系统, 或在研发单片机应用产品时采用。早年 Intel 公司生产的 87C51 片内就是采用 EPROM。自从 EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory, 电可擦可编程只读存储器)和 FLASH MEMORY(快速存储器或闪存)出现后, EPROM 就渐渐被取代了。

(3) EEPROM: 类似于 EPROM, 但不用紫外线擦除, 而只用电就可擦除, 但其写入和擦除的速度较慢。目前 EEPROM 仍在应用当中。

(4) FLASH MEMORY: 与 EEPROM 类似, 但其读写的速度要快得多, 密度(集成度)也较高, 自从 FLASH MEMORY 出现后就迅速取代 EPROM 和 EEPROM, 在单片机中被广泛应用。ADuC841 片内就是采用 8~32 KB 的 FLASH MEMORY 作为程序存储器, 以及 4 KB 的 FLASH MEMORY 作为数据存储器。

2.1.2 存储器组织

ADuC841 的存储器组织有几个不同的存储空间, 如图 2-1 所示。每个存储空间都是具有连续的字节地址空间, 其地址都是从 0 开始至最大存储范围的字节地址, 即它们的地址是全部重叠的。存储空间之间利用不同的指令寻址方式而区别开来。

图 2-1 点划线框内是 ADuC841 片内存储器，点划线框外是片外存储器。在点划线框内，只有左边的片内 FLASH/EE 是 ADuC841 的程序存储器，其余的都是数据存储器。

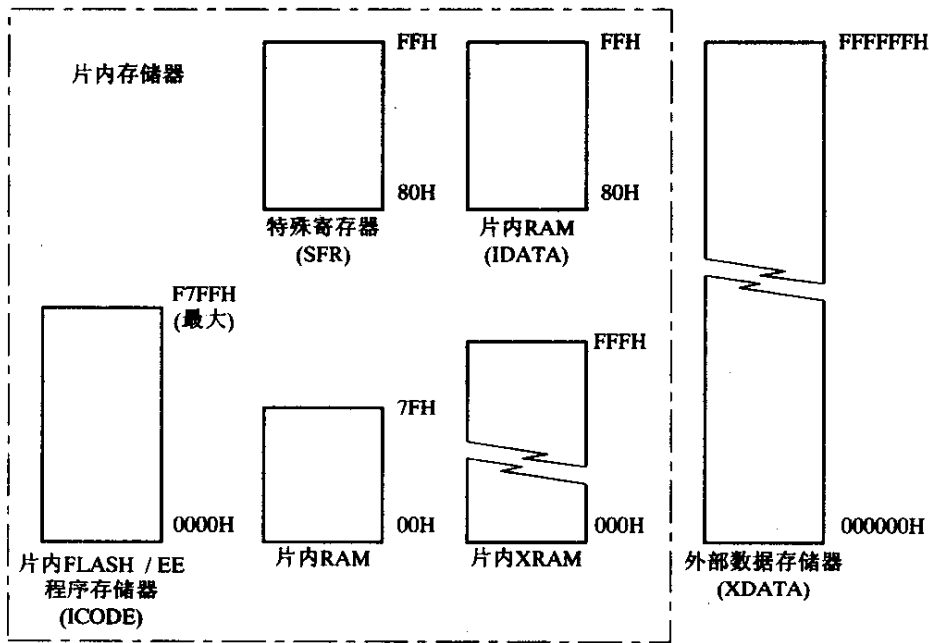


图 2-1 ADuC841 的存储器组织

1. 程序存储器(CODE)区

ADuC841 的程序存储器区只在片内。

ADuC841 的片内程序存储器区(ICODE)是快闪存储器，可以多次擦写，特别适合于开发程序量不大的新产品或学习用，也运用于经常需要升级的产品。ADuC841 的片内快闪存储器最大有 62 KB。

ADuC841 可以从程序存储器中读取常数或查表。下列指令都是从程序存储器中得到常数的例子。

```
MOV A, #1           ;把立即数“#1”送到累加器 A
ANL 01H, #0F3H      ;把立即数“#0F3H”与内部 RAM 单元 01H 进行逻辑与操作
MOV DPTR, #4321H     ;把立即数“#4321”送到累加器 DPTR，这是唯一一条传送 16 位二进制
                    ;数的指令
MOV @R0, #1BH        ;把立即数“#1BH”送到寄存器 R0 的内容所指向的内部 RAM 单元。如
                    ;果 R0 中的数是 56H，则“#1BH”送到内部 RAM56H 单元中
```

注意：① 所需读取的数据直接表示为指令中的立即数；② 立即数需要加前缀“#”(半角的井号字符)；③ 立即数的第一位数大于或等于十进制数“10”的数，即为 A、B、C、D、E、F 时，前面要加一个十进制数“0”。

常数与常数表格通常放在程序存储器中，常用“DB”伪指令表示以一个字节的形式存储在程序存储器中的常数与常数表格。

```
CHANGSHU: DB 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7;
          DB 8, 9, 0AH, 0BH, 0CH, 0DH, 0EH, 0FH;
          DB 10H, 11H, 12H, 13H, 14H, 15H, 16H, 17H;
          DB 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17;
```

常数放在从“CHANGSHU”开始的地址中，由于小于十进制数“10”的十进制数与十