

高职高专系列教材



DSP应用技术

——TMS320F281x

权建军 主 编
李驰新 副主编
邹益民 主 审

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

高职高专系列教材

DSP 应用技术

——TMS320F281x

权建军	主 编
李驰新	副主编
邹益民	主 审

中国石化出版社

内 容 提 要

TI 公司的 TMS320F2812 芯片是目前最流行的 DSP 芯片之一。本书以“基础、实用”为原则，以项目驱动的形式，将理论知识融于实际项目中，循序渐进地讲解了 TMS320F2812 的应用开发原理和方法，是一本注重应用，同时兼顾理论的实用教程。

本书特别适合 DSP 应用技术的初学者，可作为大专院校电子信息类、通信类、自动化类、机电类专业学生学习 DSP 应用的教材或参考书，也可供从事 DSP 技术开发的技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

DSP 应用技术: TMS320F281x/权建军主编. —北京: 中国石化出版社, 2011. 1
ISBN 978 - 7 - 5114 - 0717 - 7

I. ①D… II. ①权… III. ①数字信号 - 信号处理 IV. ①TN911. 72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 246479 号

未经本社书面授权，本书任何部分不得被复制、抄袭，或者以任何形式或任何方式传播。版权所有，侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010)84271850

读者服务部电话: (010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 10.75 印张 254 千字

2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷

定价: 26.00 元

前 言

目前，DSP 芯片已广泛应用于自动控制、通信、电子、航空航天及家电产品中，成为一种十分重要的电子产品核心部件。

为满足高职高专院校对 DSP 课程的教学需求，我们以目前最常用的 TMS320F2812 为例，采用项目驱动教学方式，将理论与实践有效地结合起来。对每个子项目都有完整的硬件电路及相应的应用程序，并做了详细的讲解。

本书共分 9 章，基本囊括了 TMS320F2812 的主要硬件、软件资源及设计方法。

第 1 章介绍了 DSP 芯片的硬件资源，包括 CPU、存储器、基本外围电路。并介绍了 DSP 最小系统的构成。

第 2 章介绍了用实现简单流水灯控制的硬件电路及软件设计，重点介绍了数字输入输出模块(I/O)，以及常用的 C 语言及规范。

第 3 章介绍了 LED 灯的定时闪烁系统。基于达盛实验箱，采用定时中断的方法实现了 LED 灯的闪烁。重点介绍了外部接口(XINTF)、CPU 定时器和中断系统，以及外部中断的使用方法。

第 4 章通过数字波形的合成，介绍了使用 SPI 接口连接 DAC 芯片的方法。

第 5 章介绍了模数转换器的使用方法。

第 6 章介绍了 PWM 波形的应用场合与产生原理，介绍了使事件管理器模块(EV)产生 PWM 波的方法。

第 7 章介绍了看门狗模块的使用方法。

第 8 章介绍了 DSP 和 PC 的串行通信方法。

第 9 章介绍了 2812 的命令文件，以及 FLASH 烧写程序的方法。

全书由兰州石化职业技术学院权建军主编，兰州高等工业专科学校李驰新副主编。第 1~5 章由权建军编写，第 6~9 章由李驰新编写，全书由兰州石化职业技术学院邹益民博士审稿。在本书的编写中，也得到了北京精仪达盛科技有限公司的支持，提供了部分案例资料。同时，也参阅了互联网上相关文章，这里不一一列举，一并对文章的作者表示感谢。

为方便教学，本书提供教学课件，需要者可向作者索要。

感谢您选择了本书，希望我们的努力能对您的工作和学习有所帮助，也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。

作者联系方式：quanjianjun@163.com

编辑联系方式：huangyf@sinopec.com

目 录

第 1 章 TMS320F281x DSP 概论	(1)
1.1 DSP 概述	(1)
1.1.1 DSP 简介	(1)
1.1.2 DSP 的两种含义	(2)
1.1.3 定点 DSP 和浮点 DSP	(2)
1.1.4 TMS320 系列 DSP 芯片	(2)
1.2 TMS320F2812 芯片简介	(3)
1.2.1 TMS320F2812 芯片的封装及引脚	(3)
1.2.2 TMS320F2812 芯片的功能和特点	(4)
1.3 TMS320F2812 构成 DSP 最小应用系统	(7)
1.3.1 时钟模块	(7)
1.3.2 电源与复位模块	(11)
1.3.3 XMP/MC 引脚	(11)
1.3.4 JTAG 接口	(12)
1.4 DSP 集成开发平台 CCS	(13)
1.4.1 CCS 安装及配置	(13)
1.4.2 CCS 软件概述	(16)
1.4.3 CCS 的应用	(19)
1.5 思考与训练	(21)
第 2 章 流水灯的控制	(22)
2.1 流水灯控制系统	(22)
2.1.1 流水灯控制系统的硬件组成	(22)
2.1.2 流水灯控制系统的工作过程	(22)
2.2 TMS320F2812 的数字 I/O 模块	(22)
2.2.1 GPIO 的寄存器	(23)
2.2.2 GPIO 数字 I/O 的配置	(25)
2.3 TMS320F2812 外设的 C 语言程序设计	(26)
2.3.1 数据类型	(26)
2.3.2 常量与变量的定义	(27)
2.3.3 C 语言运算符与表达式	(27)
2.3.4 C 程序常用语句	(28)
2.3.5 数组	(32)
2.3.6 指针	(32)
2.3.7 函数	(33)
2.3.8 在 C 语言中嵌入汇编语言	(34)

2.3.9	外设寄存器的位域结构定义	(35)
2.4	流水灯控制系统 C 程序详解	(36)
2.5	思考与训练	(38)
第 3 章	LED 灯的定时闪烁及外部中断	(39)
3.1	LED 灯的定时闪烁及外部中断	(39)
3.1.1	LED 灯定时闪烁、外部中断硬件电路	(39)
3.1.2	LED 灯定时闪烁及外部中断的工作过程	(39)
3.2	74HC373 介绍	(39)
3.3	F2812 的存储器结构	(40)
3.4	外部扩展接口	(40)
3.4.1	外部接口功能描述	(40)
3.4.2	XINTF 接口操作	(41)
3.4.3	XINTF 接口中的应用	(43)
3.5	CPU 定时器	(43)
3.5.1	CPU 定时器的工作原理	(43)
3.5.2	CPU 定时器的寄存器	(44)
3.5.3	CPU 定时器的编程	(46)
3.6	中断系统	(48)
3.6.1	中断简介	(48)
3.6.2	PIE 控制器概述	(48)
3.6.3	中断源及其响应	(50)
3.7	LED 灯定时闪烁控制系统软件	(52)
3.8	外部中断	(54)
3.9	外部中断控制 LED 灯的工作过程	(55)
3.10	外部中断控制 LED 灯的程序	(56)
3.11	LED 灯定时闪烁、外部中断控制系统软件	(58)
3.12	思考与训练	(61)
第 4 章	数字波形的合成	(62)
4.1	数字波形合成的基本方法	(62)
4.2	数字波形合成的硬件电路	(62)
4.3	AD7303 简介	(63)
4.4	TMS320F2812 的串行外设接口 SPI 概述	(65)
4.5	SPI 的操作模式	(68)
4.5.1	SPI 的数据发送和接收	(68)
4.5.2	SPI 的主/从操作模式	(68)
4.5.3	SPI 的数据格式和波特率设置	(69)
4.5.4	SPI 的中断控制	(70)
4.5.5	SPI 的复位及应用操作	(70)
4.6	SPI 的 FIFO 操作	(71)
4.7	SPI 模块的寄存器	(71)

4.8	数字波形合成系统讲解	(79)
4.9	数字波形合成系统软件详解	(80)
4.10	思考与训练	(84)
第5章	模拟信号的采样	(85)
5.1	模拟信号采样电路	(85)
5.2	模拟信号 AD 转换的工作过程	(86)
5.3	A/D 转换基本知识	(86)
5.3.1	采样和采样定理	(86)
5.3.2	A/D 转换的主要指标	(87)
5.4	TMS320F2812 A/D 转换模块	(88)
5.4.1	ADC 的工作原理	(88)
5.4.2	ADC 模块的寄存器	(89)
5.4.3	ADC 自动排序器	(94)
5.5	模拟信号采样系统软件讲解	(95)
5.6	思考与训练	(100)
第6章	PWM 波的产生	(101)
6.1	PWM 波及基本原理	(101)
6.2	F2812 的事件管理器概述	(102)
6.2.1	EV 引脚功能介绍	(102)
6.2.2	EV 的寄存器	(105)
6.3	通用定时器的计数模式	(110)
6.4	基于 F2812 的 PWM 波发生器	(110)
6.4.1	使用通用定时器产生 PWM 波形	(110)
6.4.2	使用全比较单元产生 PWM 波形	(112)
6.5	思考与练习	(114)
第7章	看门狗的应用	(115)
7.1	看门狗及其作用	(115)
7.2	看门狗相关寄存器	(116)
7.3	看门狗的应用	(117)
7.4	思考与训练	(120)
第8章	DSP 与 PC 机的 SCI 通信	(121)
8.1	SCI 通信基础知识	(121)
8.2	F2812 的 SCI 模块的结构	(125)
8.3	SCI 的通信的基本工作原理	(126)
8.4	SCI 的数据通信格式	(127)
8.5	SCI 通信波特率的设置	(128)
8.6	SCI 的中断及处理	(129)
8.7	SCI 串口通信接口的寄存器	(129)
8.8	基于工业现场的 PC 和 F2812 的 SCI 的电路连接	(138)
8.9	SCI 通信的应用	(140)

8.10 思考与训练	(143)
第9章 程序的烧写	(144)
9.1 F2812 的存储空间及其配置	(144)
9.1.1 F2812 的存储空间	(144)
9.1.2 配置文件 .CMD 文件	(144)
9.2 代码文件的烧写	(146)
9.2.1 烧写 Flash 所需文件	(146)
9.2.2 硬件的设置	(146)
9.2.3 烧写 FLASH	(147)
9.3 思考与训练	(149)
附录	(150)
附录 I 芯片管脚及功能	(150)
附录 II F2812. CMD 文件	(158)
参考文献	(161)

第 1 章 TMS320F281x DSP 概论

目前 DSP(数字信号处理)技术发展迅速, DSP 的应用越来越广泛。本章讲述 DSP 的含义、市场上 DSP 主流芯片及 TMS320F281x DSP 芯片, 重点介绍 TMS320 系列产品、TMS320F2812 DSP 芯片的硬件资源及基本外围电路, 如何构成 DSP 最小系统。介绍了 DSP 集成开发平台 CCS 的安装及使用基础。

1.1 DSP 概述

1.1.1 DSP 简介

随着电子信息技术的不断发展, 以 TI 公司为代表的数字信号处理器(DSP)技术在工业生产、医疗卫生、航空航天等领域发挥着重要的作用, 它已广泛应用于数字通信、雷达、遥感、语音合成、图象处理、电动机及运动控制、测量与数字控制、高清晰电视、数字音响、多媒体技术、生物医学工程及机器人控制等领域。并且随着科学技术的发展和数字时代的到来, 其研究范围和应用领域也在不断的发展和扩大。

数字信号处理是利用计算机或专用处理设备, 以数值计算的方法对信号进行采集、变换、综合、估值与识别等加工处理, 借以达到提取信息和应用信息的目的。数字信号处理技术及设备具有灵活、精确、抗干扰强、设备尺寸小、造价低、速度快等优点, 这些都是模拟信号处理技术与设备所无法比拟的。

TI 公司于 1982 ~ 1983 年推出第一代定点 DSP 芯片 TMS32010, 到目前已经有 TMS320C2000/5000/6000 产品系列, DSP 系统的设计与开发环境也日趋完善。

目前, 数字信号处理的实现方法主要有以下五种方法:

- (1) 在通用计算机(如 PC 机)上采用高级语言(如 C 语言等)编程实现。
- (2) 在通用计算机上加专用的加速处理机实现(如图形加速卡等)。
- (3) 用通用微处理器或单片机(如 MCS-51、96 等)实现。这种方法可用于一些不太复杂的数字信号处理, 如数字控制。
- (4) 用通用可编程 DSP 芯片实现。与单片机相比, DSP 芯片具有更加适合数字信号处理的软件和硬件资源, 可用于复杂的数字信号处理算法。
- (5) 用专用的可编程 DSP 芯片实现。在一些特殊的场合, 要求的信号处理速度极高, 通用 DSP 芯片很难实现, 例如, 专门用于 FFT、数字滤波、卷积、相关等算法的 DSP 芯片, 这种芯片将相应的信号处理算法在芯片内部用硬件实现, 无需进行编程。

这几种方法中, 第(1)种方法速度较慢, 一般用于数字信号处理算法的实现; 第(2)种和第(5)种方法专用性强, 应用受到很大限制; 第(3)种方法只适用于简单的数字信号处理方法; 只有第(4)种方法才为数字信号处理的应用打开了新局面。

根据不同的应用领域, TI 公司推出了三大指令集架构, 一般称之为“平台”, 如图 1.1 所示。平台的指令核心是相互兼容的, 但是各平台有自己的特点和适合的应用领域。

1.1.2 DSP 的两种含义

DSP 是“Digital Signal Processing”及“Digital Signal Processor”的简称, 即数字信号处理技

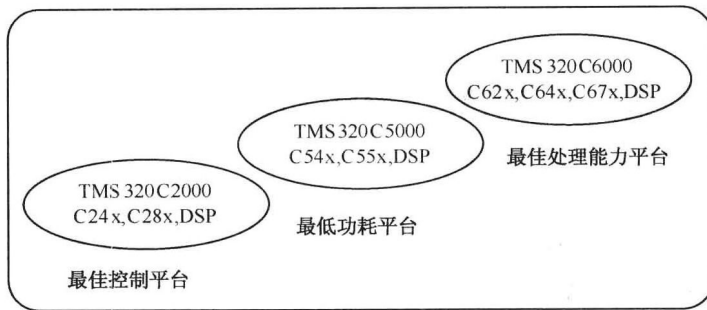


图 1.1 TMS320 系列 DSP 平台

术以及数字信号处理器。前者是用数学的方法对数字信号进行运算、处理并得到相应结果的过程。后者则使指为适应实时、快速地实现各种复杂的数字信号处理算法而开发的微处理器。

DSP 芯片主要用于实时、快速地实现各种复杂的数字信号处理算法，除具备通用微处理器的高速运算和控制功能外，针对高速数据传输、密集数据运算、实时数据处理等需求，在处理器的结构、指令系统和指令流程设计等方面都做了专门设计。

与单片机相比，DSP 在体系结构、指令体系、中断管理、存储管理等方面有较大的不同，CPU 资源也丰富的多，可以把 DSP 理解为复杂的单片机，这样，便于有单片机基础的读者学习。

DSP 的特点，主要有以下几点：

(1) 采用改进的哈佛总线结构，程序空间和数据空间分开，分别有各自的地址总线 and 数据总线，可以同时完成获取指令和数据读取操作。

(2) 专用流水线操作，使取指、译码、取操作数和执行指令等操作可以重叠执行。

(3) 片内具有快速 RAM 和 Flash，节省成本，降低外部电路的复杂性。

(4) 快速的指令周期，支持一个指令周期完成一次乘法和加法 (MAC) 运算。

(5) 片内集成了丰富的外设模块，如 ADC、SCI、SPI、CAN、EV 等，便于扩展应用。

1.1.3 定点 DSP 和浮点 DSP

所谓的定点是指参与操作数据的小数点的位置是确定的。如 TMS320C24x、TMS320C28x、TMS320C54x、TMS320C55x、TMS320C62x、TMS320C64x 等。在这些芯片中，TMS320C28X 集微控制器和高性能数字信号处理的特点于一身，具有强大的控制和信号处理能力，适于开发高性能的数字控制系统，本课程将对它做一个较为详细的介绍。

浮点 DSP，其数据是以定点或浮点格式工作的。如 TMS320C3x、TMS320C4x、TMS320C67x 等。其特点是动态范围大、运算精度高。

相对而言，定点 DSP 系列齐全，时钟频率高些，而浮点 DSP 适用于需要大量高精度运算的场所。

1.1.4 TMS320 系列 DSP 芯片

TMS320F281x 是 TI 公司推出的新一代 32 位定点数字信号处理器，主要包括片内集成 Flash 存储器的 TMS320F2810、TMS320F2811、TMS320F2812 和片内集成只读存储器 (ROM) 的 TMS320C2810、TMS320C2811、TMS320C2812。其中 F281x 系列的 Flash 存储器可以由用户反复编程，便于系统调试和代码升级，是我们通常选用的系列；而 C281x 由于片内 ROM

只能由用户提供程序给厂家掩膜一次，适合于产品定型后的批量生产。

TMS320F281x 除了具有其他 DSP 芯片所具有的强大的运算能力和实时响应能力外，片内还集成了大容量的 Flash 存储器 and 高速 RAM，并提供了许多适于控制的片内外设和接口。F28x 系列 DSP 主要型号有 TMS320F2810 和 TMS320F2812，其中 TMS320F2812 内含 128K × 16 位片上 Flash 存储器，并提供外部接口 XINTF，用于扩展并行接口的外设，便于开发较复杂的应用系统；而 F2810 仅有 64K × 16 位片上 Flash 存储器，无外部扩展接口。

本书以 TMS320F2812 为例进行讲解。

1.2 TMS320F2812 芯片简介

1.2.1 TMS320F2812 芯片的封装及引脚

TMS320F2812 芯片的封装方式为 179 引脚 GHH 球形网格阵列 BGA (Ball Grid Array) 封装和 176 引脚 PGF 低剖面四芯线扁平 LQFP (Low-profile Quad) 封装，其引脚分布分别如图 1.2

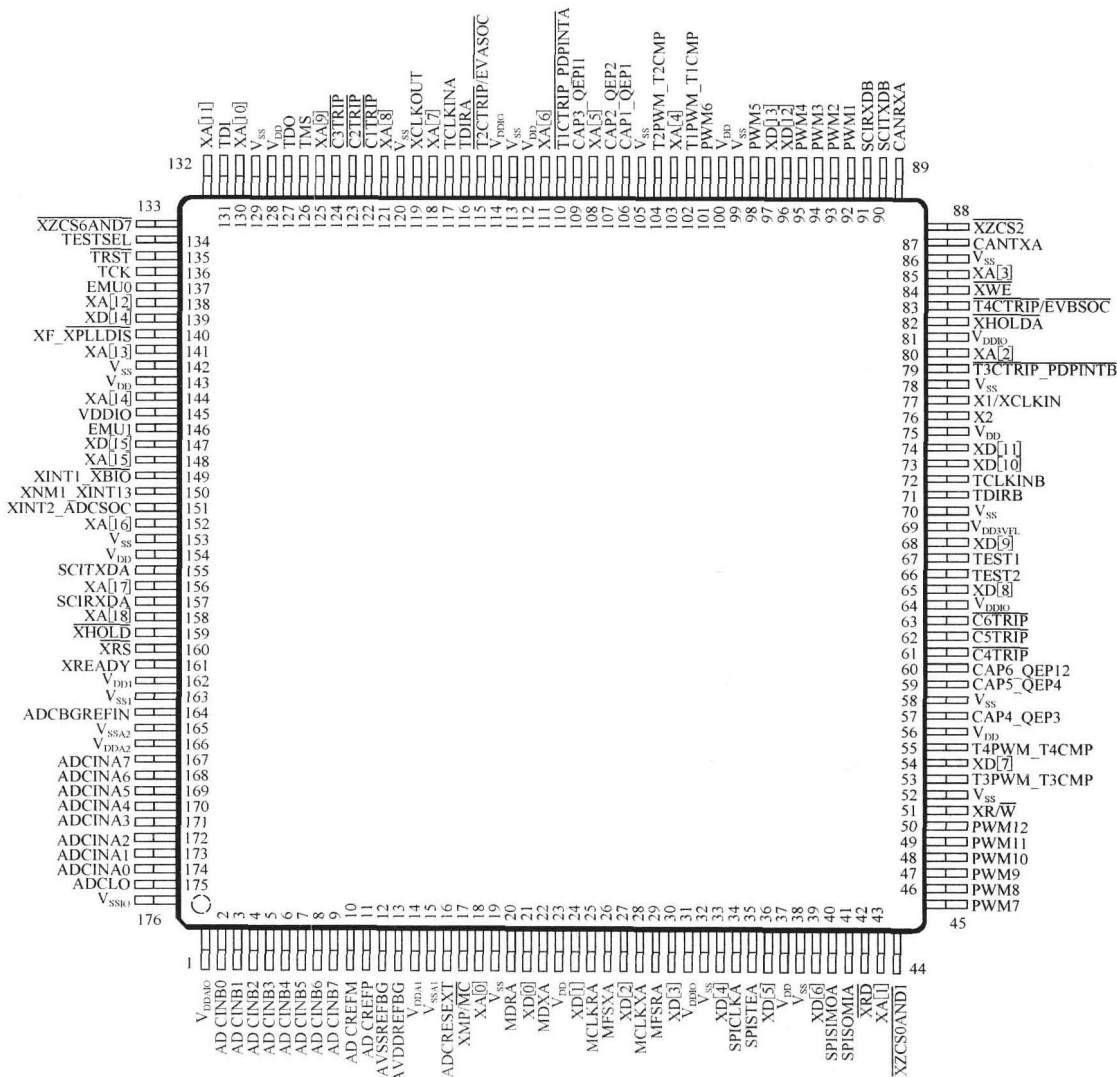


图 1.2 TMS320F2812 的 LQFP 封装(顶视图)

(BGA 封装底视图)和图 1.3(LQFP 封装顶视图)所示。

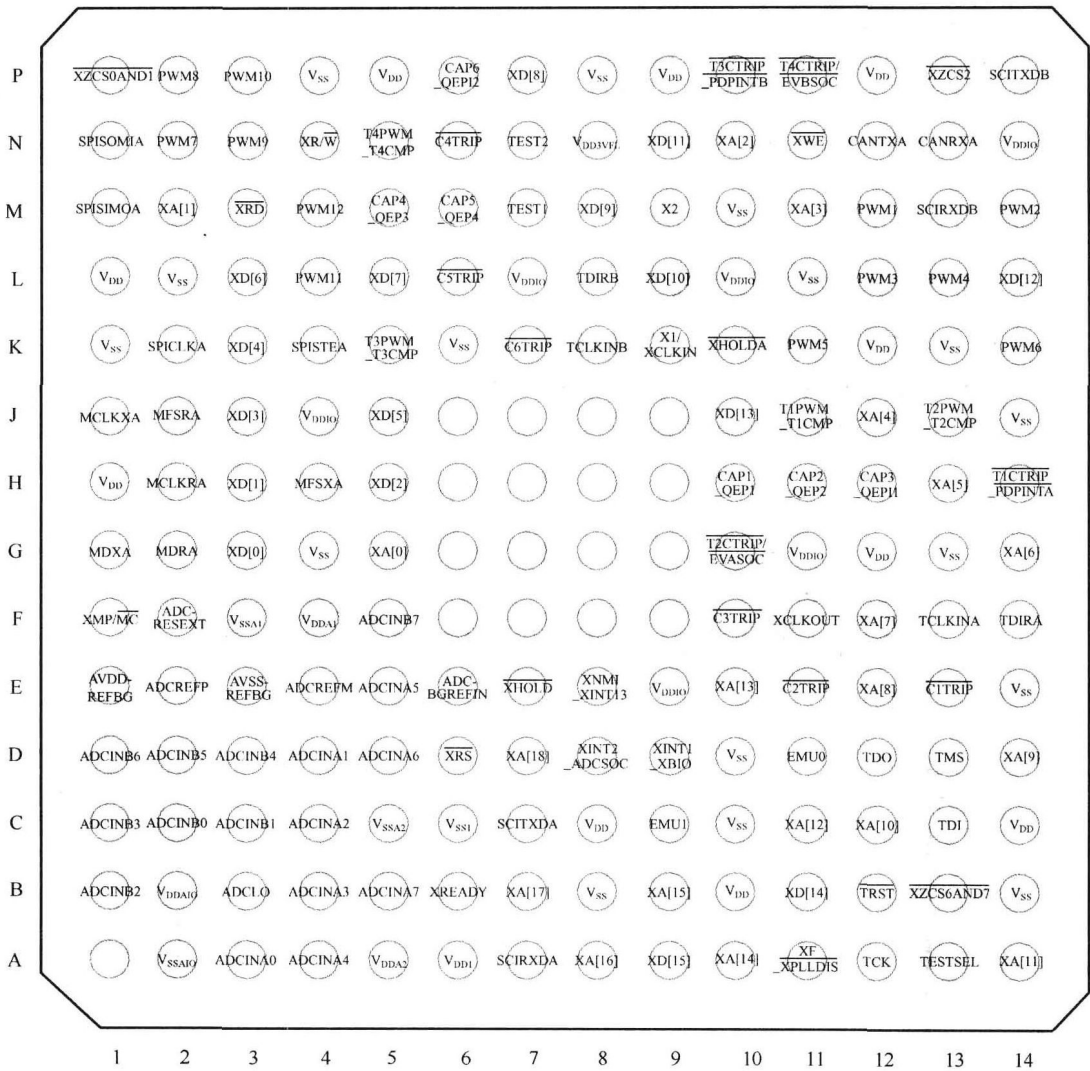


图 1.3 179 引脚 BGA 封装底视图

1.2.2 TMS320F2812 芯片的功能和特点

TMS320F2812 芯片的主要性能如下。

1. 高性能静态 CMOS(Static CMOS)技术

- (1) 150MHz(时钟周期 6.67ns);
- (2) 低功耗(核心电压 1.8V, I/O 口电压 3.3V);
- (3) Flash 编程电压 3.3V。

2. JTAG 边界扫描(Boundary Scan)支持

3. 高性能的 32 位中央处理器(TMS320C28x)

- (1) 16 位 × 16 位和 32 位 × 32 位乘且累加操作;

- (2) 16 位 \times 16 位的两个乘且累加;
- (3) 哈佛总线结构(Harvard Bus Architecture);
- (4) 强大的操作能力;
- (5) 迅速的中断响应和处理;
- (6) 统一的寄存器编程模式;
- (7) 可达 4MW 的线性程序地址;
- (8) 可达 4MW 的数据地址;
- (9) 代码高效(用 C/C++ 或汇编语言);
- (10) 与 TMS320F24x/LF240x 处理器的源代码兼容。

4. 片内存储器

- (1) 8K \times 16 位的 Flash 存储器;
- (2) 1K \times 16 位的 OTP 型只读存储器;
- (3) L0 和 L1: 两块 4K \times 16 位的单口随机存储器(SARAM);
- (4) H0: 一块 8K \times 16 位的单口随机存储器;
- (5) M0 和 M1: 两块 1K \times 16 位的单口随机存储器。

5. 只读存储器(Boot ROM)4K \times 16 位

- (1) 带有软件的 Boot 模式;
- (2) 标准的数学表。

6. 外部存储器接口

- (1) 有多达 1MB 的存储器;
- (2) 可编程等待状态数;
- (3) 可编程读/写选通计数器(Strobe Timing);
- (4) 三个独立的片选端。

7. 时钟与系统控制

- (1) 支持动态的改变锁相环的频率;
- (2) 片内振荡器;
- (3) 看门狗定时器模块。

8. 三个外部中断

9. 外部中断扩展(PIE)模块

可支持 96 个外部中断, 当前仅使用了 45 个外部中断。

10. 128 位的密钥(Security Key/Lock)

- (1) 保护 Flash/OTP 和 L0/L1 SARAM
- (2) 防止 ROM 中的程序被盗

11. 3 个 32 位的 CPU 定时器

12. 马达控制外围设备

- (1) 两个事件管理器(EVA、EVB);
- (2) 与 C240 兼容的器件。

13. 串口外围设备

- (1) 串行外围接口(SPI);
- (2) 两个串行通信接口(SCIs), 标准的 UART;
- (3) 改进的局域网络(eCAN);
- (4) 多通道缓冲串行接口(McBSP)和串行外围接口模式。

14. 12 位的 ADC, 16 通道

- (1) 2×8 通道的输入多路选择器;
- (2) 两个采样保持器;
- (3) 单个的转换时间: 200ns;
- (4) 单路转换时间: 60ns。

15. 最多有 56 个独立的可编程、多用途通用输入/输出(GPIO)引脚

16. 高级的仿真特性

- (1) 分析和设置断点的功能;
- (2) 实时的硬件调试。

17. 开发工具

- (1) ANSI C/C++ 编译器/汇编程序/连接器;
- (2) 支持 TMS320C24x/240x 的指令;
- (3) 代码编辑集成环境;
- (4) DSP/BIOS;
- (5) JTAG 扫描控制器(TI 或第三方的);
- (6) 硬件评估板。

18. 低功耗模式和节能模式

- (1) 支持空闲模式、等待模式、挂起模式
- (2) 停止单个外围的时钟

19. 封装方式

- (1) 带外部存储器接口的 179 球形触点 BGA 封装;
- (2) 带外部存储器接口的 176 引脚低剖面四芯线扁平 LQFP 封装。

20. 温度选择

- (1) A: $-40 \sim +85^{\circ}\text{C}$ (GHH、ZHH、PGF、PBK);
- (2) S: $-40 \sim +125^{\circ}\text{C}$ (GHH、ZHH、PGF、PBK);
- (3) Q: $-40 \sim +125^{\circ}\text{C}$ (PGF、PBK)。

TMS320F2812 的功能框图如图 1.4 所示。

附录 1 详细描述了芯片 F2812 的引脚功能及信号情况。所有输入引脚的电平均与 TTL 兼容; 所有引脚的输出均为 3.3V CMOS 电平; 输入不能承受 5V 电压; 上拉电流/下拉电流均为 $100\mu\text{A}$ 。所有引脚的输出缓冲器驱动能力(有输出功能的)典型值是 4mA。

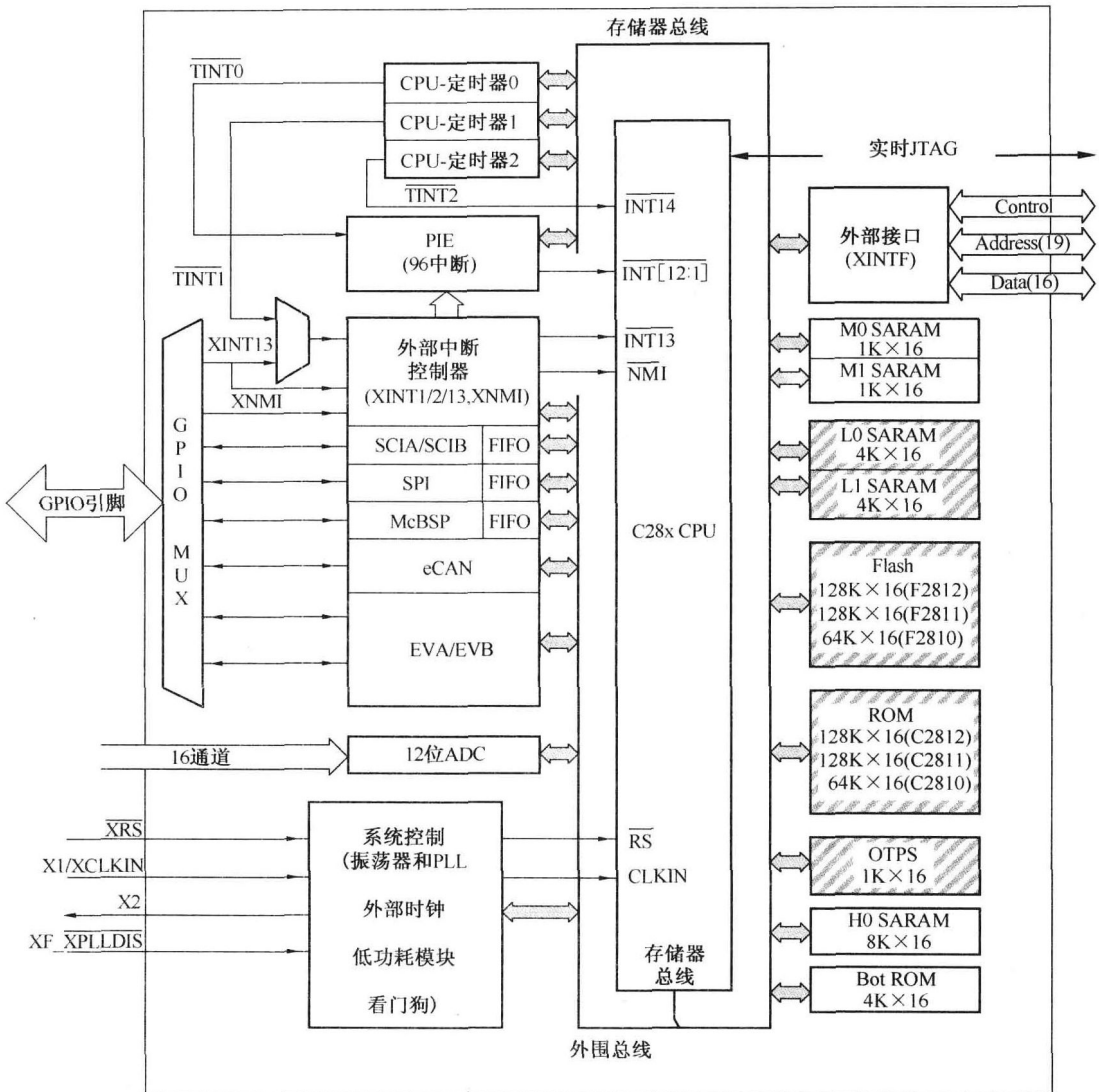


图 1.4 F2812 的功能框图

1.3 TMS320F2812 构成 DSP 最小应用系统

1.3.1 时钟模块

1) 振荡器与基于锁相环的时钟模块

时钟模块由振荡器和锁相环构成，见图 1.5。利用振荡器和 PLL 锁相环 4 位倍频系数设置，用户可以灵活设定需要的处理器的速度。借助于 PLL 模块，允许用户以较低的外部时钟频率，经过倍频后为 CPU 提供较高的频率。这样可以有效降低高速时钟信号电平切换时导致的高频噪声，保证时钟信号的波形质量，并简化硬件电路的设计与 PCB 布线。

使用片内振荡器：这种模式允许一个外部晶体振荡器来为整个器件提供时钟信号，如图 1.6 所示。

使用外部时钟源：如果采用外部振荡器（如有源晶振）产生时钟信号，可将外部时钟信号直接接到引脚 X1/XCLKIN 上，将引脚 X2 悬空。这种模式下，片内振荡器被旁路。如图

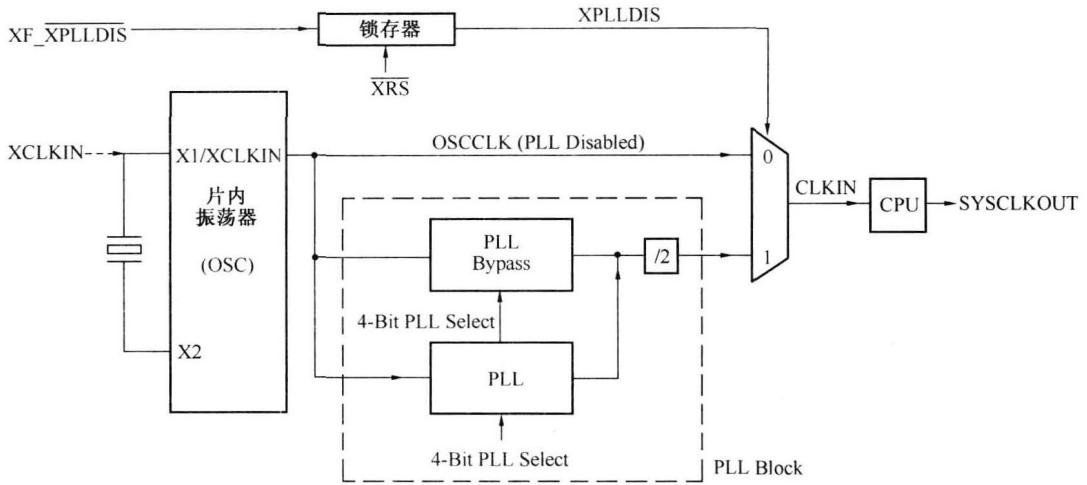


图 1.5 振荡器和锁相环构成时钟模块

1.7 和图 1.8 所示。

通过锁相环控制寄存器 PLLCR 可以配置是否使用 PLL，如表 1.1 所示。

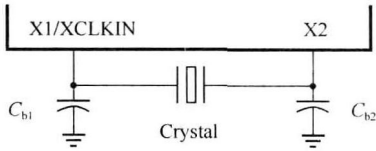


图 1.6 使用片内振荡器

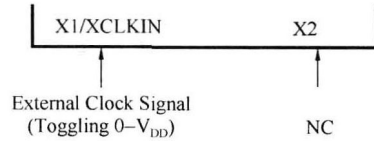


图 1.7 使用外部时钟信号

表 1.1 锁相环控制寄存器 PLLCR

15 ~ 4	3 ~ 0
R - 0	R/W - 0
0000	CLKIN = OSCCLK/2 (旁路 PLL)
保留位	0001 ~ 1010 CLKIN = (OSCCLK × DIV)/2
	1011 ~ 1111 无效值

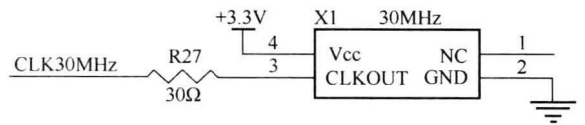


图 1.8 使用有源晶振作时钟源

下面是初始化 PLLCR 的例子。通常外部时钟为 30MHz，而将 CPU 时钟设定为 150MHz。

```

void main(void)
{
    InitPll(0x0a);
}

void InitPll(unsigned int val)
{
    volatile unsigned int i;
    EALLOW;

```



```

SysCtrlRegs.PLLCR.bit.DIV = val;
EDIS;
DisableDog();
for(i = 0; i < ((131072/2)/12); i++)
    ;
}

```

2) 外设及时钟控制

在 DSP 系统中,有多种片上外设。为了降低功耗,对一些不使用的外设可以禁止其时钟工作;对于 DSP 的外设,分为高速时钟组和低速时钟组,可以通过高速外设时钟预定标寄存器(HISPCP)和低速外设时钟预定标寄存器(LOSPCP)进行时钟的设置。如图 1.9 所示。

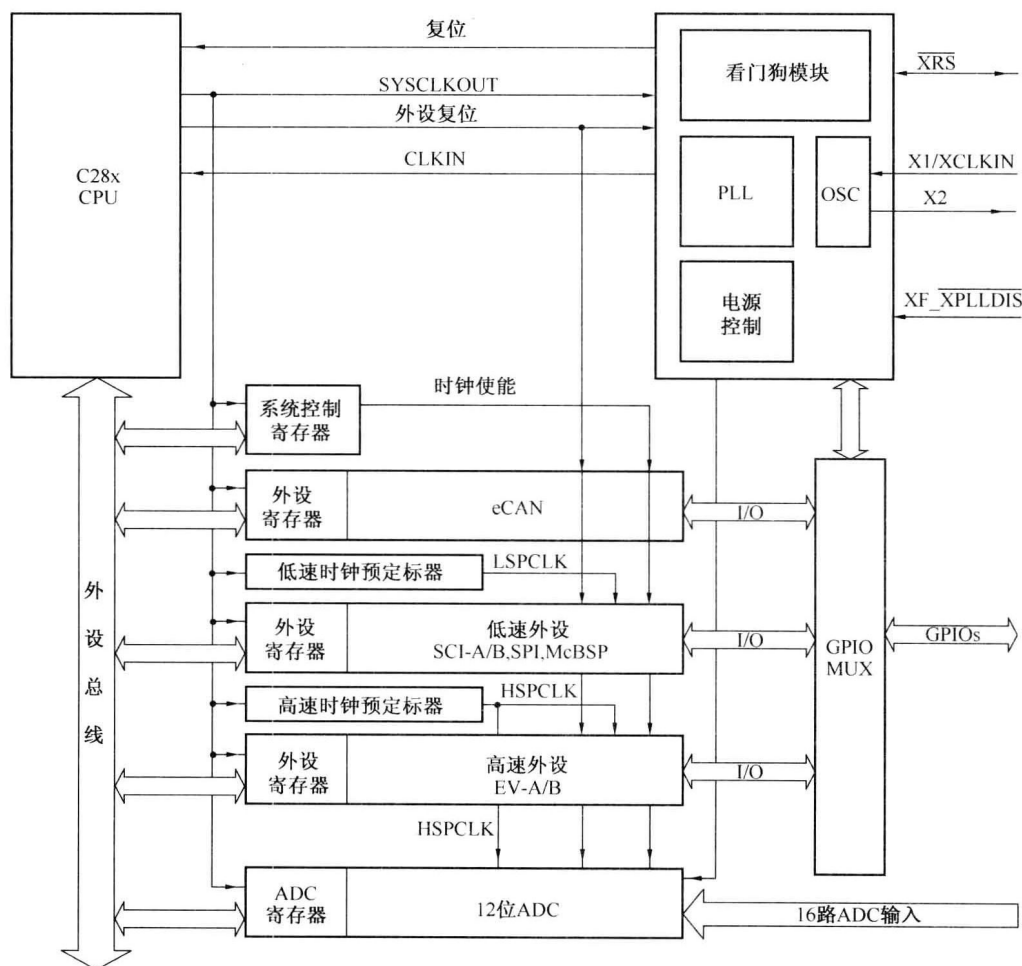


图 1.9 DSP 各模块时钟

(1) 外设时钟控制寄存器(PCLKCR) 外设时钟控制寄存器的各位信息如表 1.2 所示,主要是对外设模块时钟使能或禁用。