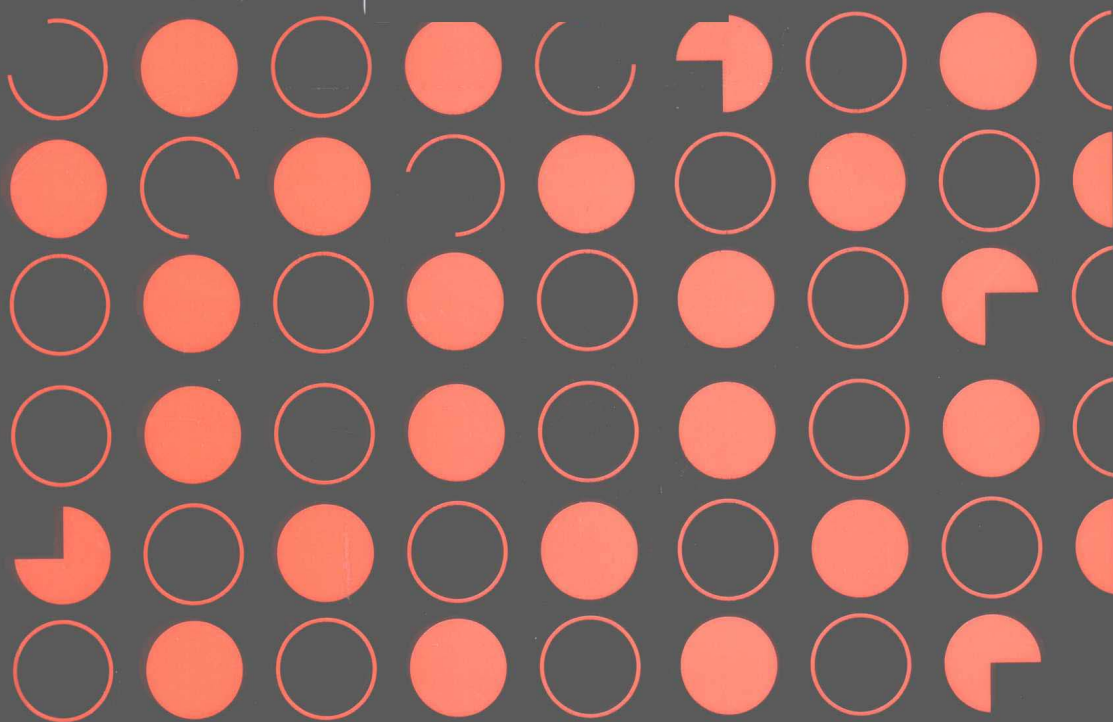




兰吉昌 等编著

TMS320F 2812 DSP 应用 实例精讲

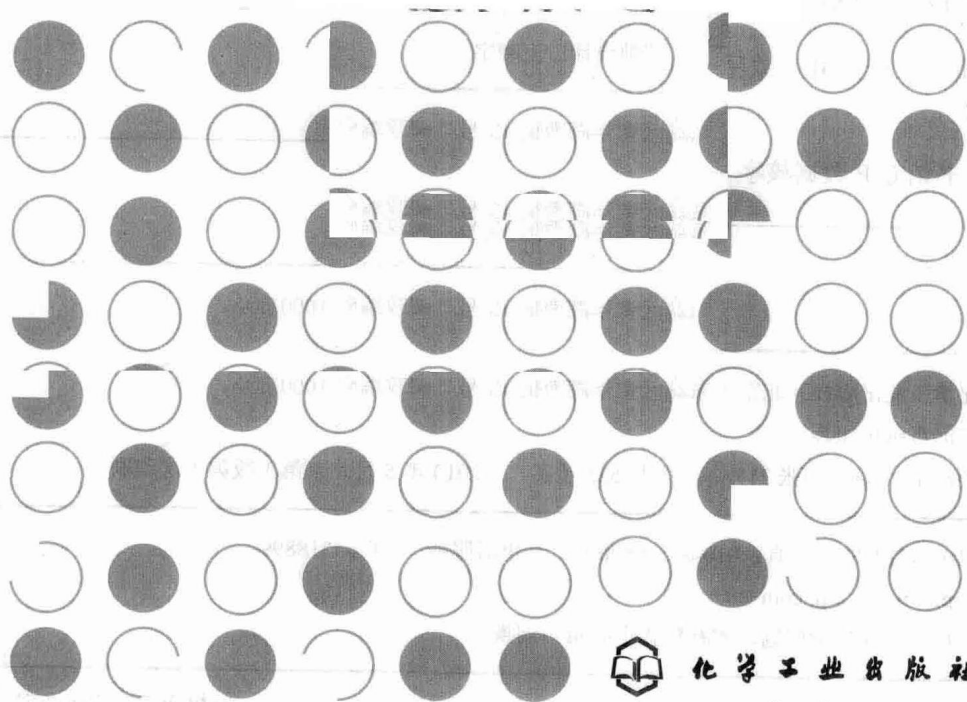


化学工业出版社

TMS320F 2812 DSP
YINGYONG SHILI JINGJIANG

兰吉昌 等编著

TMS320F 2812 DSP 应用 实例精讲



化学工业出版社

· 北京 ·

TMS320F 2812 DSP
YINGYONG SHILI JINGJIANG

图书在版编目(CIP)数据

TMS320F2812 DSP 应用实例精讲 / 兰吉昌等编著.
北京: 化学工业出版社, 2010.2
ISBN 978-7-122-07486-7

I. T… II. 兰… III. 数字信号-信息处理系统
IV. TN911.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 242851 号

责任编辑: 宋 辉

文字编辑: 吴开亮

责任校对: 蒋 宇

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 21 $\frac{3}{4}$ 字数 535 千字 2010 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着计算机和信息技术的飞速发展，数字信号处理（Digital Signal Processing, DSP）技术已经形成一门独立的学科系统。数字信号处理器就是用来完成数字信号处理任务的一个软、硬件环境。

TMS320F28x 系列 DSP 既具有数字信号处理能力，又具有强大的事件管理能力和嵌入式控制功能，特别适用于有大量数据处理的测控场合，如工业自动化控制、电力电子技术应用、智能化仪器仪表及电机、马达伺服控制系统等。

TMS320F2812 是 32 位的定点数字信号处理器，是目前国际市场上最先进、功能最强大的定点 DSP 芯片。它继承了数字信号处理的诸多优点，例如可调整的哈佛总线结构和循环寻址方式。同时，TMS320F2812 使用精简指令集（RISC），从而使 CPU 能够周期地执行寄存器到寄存器的操作。

本书详细介绍了 TMS320F2812 DSP 在数字输入输出、各类算法、数据采集、通信以及工业控制中的信号处理等应用中的程序开发的全过程，每个实例都包括“实例说明”、“设计原理说明”、“硬件设计”、“软件设计”四大部分，给读者一个思路清晰的完整的设计过程。

全书共分为 8 章，包括 24 个典型实例，基本覆盖了 TMS320F2812 单片机开发的各个领域。

第 1 章介绍 DSP 的基础知识以及 TMS320F28x 系列芯片的基本结构，包括芯片的 CPU、内部存储器、流水线、片内外设等。

第 2 章主要介绍 TMS320F2812 的时钟与中断。

第 3 章采用 CCS 创建一个完整的工程，主要包括设置 CCS 2 的开发环境，并以一个简单的 DSP 程序为例，介绍采用 CCS 开发 DSP 应用程序的基本过程。

第 4 章是数字输入输出端口实例，由 3 个实例构成，介绍了 TMS320F2812 在数字输入端口中的应用。

第 5 章是算法实例，由 6 个实例构成，介绍了 TMS320F2812 在各类算法中的应用。

第 6 章是数据采集实例，由 3 个实例构成，介绍了 TMS320F2812 在数据采集领域中的应用。

第 7 章是通信实例，由 4 个实例构成，介绍了 TMS320F2812 在通信传输领域中的应用。

第 8 章是工业控制中的信号处理实例，由 8 个实例构成，介绍了 TMS320F2812 在工业控制中的应用。

本书中包括所有实例的硬件图以及程序源代码，且全部编译通过。读者只要稍加修改，就可以应用自己的开发项目中。

本书配有一个虚拟光盘，该光盘包括 2 个主文件夹：“程序”和“硬件原理图”。“程序”

文件夹里面包含各章中实例的程序代码，采用 CCS 2 打开阅读；“硬件原理图”文件夹中的内容为各章中各个实例的原理图，全部由 Protel 软件画成。读者可到 <http://download.cip.com.cn> 中的“配书资源”下载虚拟光盘。

参与本书编写的还有赵光、刘文涛、兰婵丽、姚国玲、吴丽、赵辉、刘群等。由于时间有限，书中不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 C2000 系列 DSP 基础与硬件结构	1
1.1 DSP 概述	1
1.1.1 DSP 系统简介	1
1.1.2 TMS320C2000 系列 DSP 简介	2
1.1.3 DSP 的开发流程和开发工具	3
1.2 TMS320F2812 硬件结构概述	6
1.3 中央处理单元 (CPU)	8
1.3.1 TMS320F2812 内核构成	8
1.3.2 CPU 构成	8
1.3.3 CPU 寄存器	9
1.4 存储器	10
1.4.1 TMS320F2812 存储空间	10
1.4.2 片上存储器接口	13
1.4.3 片上 Flash 和 OTP 存储器	14
1.5 流水线	14
1.5.1 流水线指令	14
1.5.2 流水线保护	17
1.6 片内外设	19
1.6.1 事件管理器	19
1.6.2 Boot ROM	22
1.6.3 数字输入输出端口	26
1.6.4 模数转换 ADC	27
1.6.5 SCI 串行通信接口	30
1.6.6 串行外设接口 SPI	34
第 2 章 TMS320F2812 时钟与中断	38
2.1 时钟	38
2.1.1 时钟和系统控制	38
2.1.2 振荡器和锁相环模块 (OSC 和 PLL)	41
2.1.3 低功耗模式	42
2.1.4 看门狗模块	44

2.1.5	32 位 CPU 定时器 0/1/2	46
2.2	通用输入输出 (GPIO)	49
2.2.1	GPIO MUX	49
2.2.2	寄存器	50
2.3	外设中断扩展模块	51
2.3.1	PIE 控制器概述	51
2.3.2	中断源	56
2.3.3	PIE 中断寄存器	57
2.3.4	外部中断控制寄存器	63
2.4	应用实例	65
第 3 章	使用 CCS 建立一个 TMS320F2812 完整项目	76
3.1	设置 CCS 2 开发环境	76
3.1.1	CCS 软件仿真的设置	76
3.1.2	CCS 硬件仿真的设置	77
3.2	解析一个完整的工程	82
3.2.1	GEL 文件	83
3.2.2	头文件	84
3.2.3	库文件	84
3.2.4	源文件	85
3.2.5	CMD 文件	86
3.3	创建一个完整的工程	86
3.3.1	创建工程文件	86
3.3.2	向工程添加文件	88
3.3.3	查看源代码	88
3.3.4	编译和运行程序	89
第 4 章	数字输出端口实例	91
4.1	驱动数码管显示实例	91
4.1.1	实例说明	91
4.1.2	设计原理说明	91
4.1.3	硬件设计	93
4.1.4	软件设计	96
4.2	液晶显示实例	104
4.2.1	实例说明	104
4.2.2	设计原理说明	104
4.2.3	硬件设计	105
4.2.4	软件设计	108
4.3	LED 流水灯电路实例	119
4.3.1	实例说明	119
4.3.2	设计原理说明	119

4.3.3 硬件设计	120
4.3.4 软件设计	121
第 5 章 算法实例	124
5.1 FIR 滤波器实例	124
5.1.1 实例说明	124
5.1.2 设计原理说明	124
5.1.3 程序实现	127
5.2 快速傅里叶变换实例	130
5.2.1 实例说明	130
5.2.2 设计原理说明	131
5.2.3 程序实现	137
5.3 IIR 滤波器实例	142
5.3.1 实例说明	142
5.3.2 设计原理说明	142
5.3.3 代码实现	145
5.4 PID 算法实例	147
5.4.1 实例说明	147
5.4.2 PID 设计原理说明	148
5.4.3 PID 算法	152
5.5 卷积算法实例	163
5.5.1 实例说明	163
5.5.2 卷积设计原理说明	163
5.5.3 程序设计	169
第 6 章 数据采集实例	175
6.1 A/D 转换实例	175
6.1.1 实例说明	175
6.1.2 设计原理说明	175
6.1.3 硬件设计	176
6.1.4 软件设计	178
6.2 SPI 实现 D/A 转换实例	183
6.2.1 实例说明	183
6.2.2 设计原理说明	183
6.2.3 硬件设计	183
6.2.4 软件设计	185
6.3 DSP 数据采集应用实例	189
6.3.1 实例说明	189
6.3.2 设计原理说明	189
6.3.3 硬件设计	192
6.3.4 软件设计	195

第 7 章 通信实例	199
7.1 CAN 总线通信实例	199
7.1.1 实例说明	199
7.1.2 设计原理说明	199
7.1.3 硬件设计	201
7.1.4 软件设计	202
7.2 SCI 串口通信实例	209
7.2.1 实例说明	209
7.2.2 设计原理说明	210
7.2.3 硬件设计	211
7.2.4 软件设计	213
7.3 快速以太网通信技术的应用实例	218
7.3.1 实例说明	218
7.3.2 设计原理说明	218
7.3.3 硬件设计	219
7.3.4 软件设计	224
第 8 章 工业控制中的信号处理实例	235
8.1 PWM 电机控制实例	235
8.1.1 实例说明	235
8.1.2 设计原理说明	235
8.1.3 硬件设计	241
8.1.4 软件设计	242
8.2 步进电机控制实例	245
8.2.1 实例说明	245
8.2.2 设计原理说明	245
8.2.3 硬件设计	246
8.2.4 软件设计	247
8.3 音频测试实例	249
8.3.1 实例说明	249
8.3.2 设计原理说明	249
8.3.3 硬件设计	252
8.3.4 软件设计	256
8.4 三相 SPWM 波形发生器实例	260
8.4.1 实例说明	260
8.4.2 设计原理说明	261
8.4.3 硬件设计	263
8.4.4 软件设计	263
8.5 无刷电机	271
8.5.1 实例说明	271

8.5.2 设计原理说明.....	271
8.5.3 硬件设计	274
8.5.4 软件设计	278
8.6 小车控制系统中的应用.....	285
8.6.1 实例说明	285
8.6.2 设计原理说明.....	285
8.6.3 硬件设计	286
8.6.4 软件设计	288
8.7 永磁同步电机控制应用实例	291
8.7.1 实例说明	291
8.7.2 设计原理说明.....	291
8.7.3 硬件设计	294
8.7.4 软件设计	298
8.8 μ C/OS-II 在 TMS320F2812 上的移植应用实例.....	315
8.8.1 实例说明	315
8.8.2 设计原理说明.....	315
8.8.3 程序实现	320
附录 DSP 开发中经常遇到的 29 个问题及解决方法	327
参考文献	334

第1章

C2000 系列 DSP 基础与硬件结构

TMS320F28x 系列 DSP 是 32 位的定点数字信号处理器，是目前国际市场上最先进、功能最强大的定点 DSP 芯片。它继承了数字信号处理的诸多优点，例如可调整的哈佛总线结构和循环寻址方式。同时，TMS320F28x 系列 DSP 使用精简指令集 (RISC)，从而使 CPU 能够周期地执行寄存器到寄存器的操作。

TMS320F28x 系列 DSP 既具有数字信号处理能力，又具有强大的事件管理能力和嵌入式控制功能，特别适用于有大批量数据处理的测控场合，如工业自动化控制、电力电子技术应用、智能化仪器仪表及电机、马达伺服控制系统等。

本章主要介绍了 DSP 的基础知识，TMS320F28x 系列芯片的基本结构，及 CPU、内部存储器、流水线、片内外设等。

1.1 DSP 概述

1.1.1 DSP 系统简介

图 1-1 所示为一个完整的 DSP 系统框图，图中的输入信号多为不同种类的自然信号，可以为语音信号或已调数字信号，也可以为图像信号。DSP 芯片为整个系统的核心。



图 1-1 DSP 系统

在该系统中，首先需要通过传感器将自然信号转换成为电信号。模拟信号进入 A/D 子系统后，经 A/D 转换会转变为数字信号。然后 DSP 芯片对输入的数字信号进行某种形式的处理，如进行一系列的乘累加操作 (MAC)。最后经处理的数字信号再经 D/A 变换转换为模拟信号。

早期的信号处理主要是模拟信号处理，是运用运算放大电路通过不同的电阻、电容组配来实现的。其中很明显的问题是不灵活、不稳定，参数修改困难，需要采用多种阻值、容值的电阻、电容，并通过电子开关选通才能修改处理参数；而且其对周围环境变化的敏感性强，温度、电路噪声等都会造成处理结果的改变。而数字信号处理可以通过软件修改

处理参数,因此具有很大的灵活性。由于数字电路采用二值逻辑,只要环境温度、电路噪声的变化不造成电路逻辑的翻转,数字电路都可以不受影响地完成工作,因此具有很好的稳定性。因而信号处理由模拟信号处理逐渐转向数据信号处理,从而使对数据信号处理的芯片 DSP 应运而生。针对数字信号处理的要求,DSP 芯片采用 CMOS 集成电路制造,并且采用改进的哈佛结构(Havard structure),同时增加芯片上的外围、存储器,以及特殊指令集,使得 DSP 有很好的操作弹性与速度。而且改进型的哈佛结构特有的数据与程序分离的做法,可以提高运算的性能。

DSP 的实现方法一般有以下几种。

- ① 在通用的计算机(如 PC 机)上用软件(如 Fortran、C 语言)实现。
- ② 在通用计算机系统中加上专用的加速处理机实现(如图形加速卡等)。
- ③ 用通用的单片机(如 MCS-51、96 系列等)实现,这种方法可用于一些不太复杂的数字信号处理,如数字控制等。
- ④ 用通用的可编程 DSP 芯片实现。与单片机相比,DSP 芯片具有更加适合于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 DSP 芯片实现。在一些特殊的场合,要求的信号处理速度极高,用通用 DSP 芯片很难实现,例如专用于 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。

在上述几种方法中,第①种方法的缺点是速度较慢,一般可用于 DSP 算法的模拟;第②种和第⑤种方法专用性强,应用受到很大的限制,第②种方法也不便于系统的独立运行;第③种方法只适用于实现简单的 DSP 算法。20 世纪 70 年代末 80 年代初,世界上第一片单片可编程 DSP 芯片的诞生,将理论研究结果广泛应用到低成本的实际系统中,并且推动了新的理论和应用领域的发展,因而第④种方法才使数字信号处理的应用打开了新的局面。

数字信号处理系统是以数字信号处理为基础,因此具有数字处理的全部优点。

- ① 接口方便。DSP 系统与其他以现代数字技术为基础的系统或设备都是互相兼容。
- ② 编程方便。方便技术人员对软件进行修改和升级。
- ③ 稳定性好。受环境温度以及噪声的影响较小,可靠性高。
- ④ 精度高。
- ⑤ 可重复性好。数字系统受元器件参数性能变化的影响小,因此便于测试、调试以及生产。
- ⑥ 集成方便。DSP 系统中的数字部件有高度的规范性,便于大规模集成。

当然,数字信号处理也有一定的缺点,如需要模数转换;受采样频率的限制,处理频率范围有限;数字系统由耗电的有源器件构成,没有无源设备可靠等。但是其优点是远远大于缺点的。

1.1.2 TMS320C2000 系列 DSP 简介

TMS320C2000 系列 DSP 控制器具有强大的性能,能够实现复杂的控制算法。其片上集成了 Flash 存储器、高速 A/D 转换器、增强的 CAN 模块、事件管理器、正交编码电路接口、多通道缓冲串口等外设,主要应用于数字化的控制。

在 TMS320C2000 系列中, TI 主要推出了两个子系列: C24x 和 C28x。如表 1-1 所示是两种处理器的主要功能对比。

表 1-1 C24x 和 C28x 数字信号处理器主要特征

DSP 系列	DSP 类型	特 征
C24x	16 位定点	SCI、SPI、CAN、事件管理器、看门狗定时器、内部 Flash 存储器、20~40MIPS
C28x	32 位浮点	SCI、SPI、CAN、12 位 A/D、McBSP、看门狗定时器、内部 Flash 存储器、高达 150MIPS

C24x 系列所具有的 20MIPS, 比传统的 16 位微控制器 MCU 的性能要高很多。而且, 此系列中的许多片种的速度比 20MIPS 要高。使用 DSP 以后, 就可以应用自适应控制、Kalman 滤波、状态控制等先进的控制算法, 使控制系统的性能有了很大的提高。

C28x 系列是目前数字控制领域中性能最高的 DSP 芯片, 这种芯片采用 32 位的浮点 DSP 核, 其内含闪存和高达 150MIPS 的数字信号处理器, 专门为工业自动化、光学网络以及自动化控制等应用而设计。C28x 的内核提供高达 150MIPS 的计算带宽, 因此能够实时地处理许多复杂的控制算法, 如无速度传感器控制、随机 PWM 的生成、功率因数校正等算法。C28x 同时也是世界上程序代码效率最高的 DSP, 其程序代码与目前所有的 C2000 DSP 的程序代码兼容, 简化了产品升级工作。

(1) C2000 系列 DSP 结构

32 位的 C28x DSP 整合了 DSP 和微控制器的最佳性能, 能够在一个周期内完成 32×32 位的乘法累加运算, 或者两个 16×16 位乘法累加运算。此外, 由于器件集成了快速的中断管理单元, 使得中断延迟时间大幅减少, 满足了适时控制的需求。C28x 可以在一个周期内对任何内存地址完成读取、修改、写入操作, 使得效率及程序代码到达最佳。此外, 它还提供了多种自动指令, 提高了程序的执行效率, 简化了程序的开发。

C24x 是低成本、低功耗、高性能的处理器, 最高速度达 40MIPS, 能够实现多种控制算法, 特别适合于电机控制等领域的应用。内核采用哈佛总线结构, 可以实现对程序和数据空间的同时操作, 具有高效率的内存管理功能。C24x 采用四级流水线结构, 能够在一个周期内完成其大部分的指令, 并且内嵌一个周期内完成两次存取操作的 DARAM, 再加上 C24x 结构的并行处理特性, 因此, 在一个机器周期内能同时完成 3 个内存的存取。

(2) C2000 系列 DSP 应用

TMS320C2000 系列 DSP, 是比 8 位和 16 位微控制器 MCU 速度更快、更灵活, 功能更强的微控制器。

TMS320C2000 系列 DSP 芯片价格低廉, 具有很高的性能和适用于控制领域的功能。因此在电动机控制、工业自动化、家用电器和消费类电子等很多领域得到了广泛的应用。

TMS320C2000 系列主要应用于下列几个方面: 制冷系统; 智能传感器; 手持电动工具; 工业驱动、供电 UPS; 光网络、可调激光器; 消费类电子产品。

1.1.3 DSP 的开发流程和开发工具

1.1.3.1 DSP 系统的开发流程

与其他系统的设计工作一样, 在进行 DSP 系统的开发之前, 设计者首先要明确设计目的和技术指标。进行具体的 DSP 系统设计时, 一般的开发流程如图 1-2 所示。

DSP 系统开发流程可分为下面几个步骤。

(1) 设计需求分析

从图 1-2 中可以看到, 在设计和开发之前, 首先设计者需要对设计目标有清楚的了解。第一步应该定义所有的需要, 包括信号处理和非信号处理需求。信号处理的问题有: 对 DSP 算法的确定, 输入、输出结果特性的分析, 以及按要求对确定的性能指标在通用机上用高级语言编程仿真。这部分工作主要通过应用软件实现。

非信号处理的问题有: 应用环境 (DSP 芯片和外围电路) 搭建, 设备的可靠性指标, 设备的成本、性能价格比、体积、重量、功耗、可维护性等。

(2) DSP 芯片的选择

设计 DSP 应用系统, 选择 DSP 芯片是非常重要的一个环节。只有选定了 DSP 芯片, 才能进一步设计其外围电路及系统的其他电路。总的来说, DSP 芯片的选择应根据实际的应用系统需要而确定。不同的 DSP 应用系统由于应用场合、应用目的等不尽相同, 对 DSP 芯片的选择也是不同的。

一般来说, 选择 DSP 芯片时应考虑到如下诸多因素。

- DSP 芯片的运算速度。
- DSP 芯片的价格。
- DSP 芯片的硬件资源。
- DSP 芯片的运算精度。
- DSP 芯片的开发工具。
- DSP 芯片的功耗。
- 封装的形式、质量标准、供货情况、生命周期等。

(3) 应用设计

选择好 DSP 芯片后, 就要开始应用设计。应用设计包括软件设计和硬件设计。

软硬件设计阶段一般分为下列几个步骤。

① 根据选定的算法和 DSP 芯片对系统的各项功能是通过软件实现还是硬件实现来进行初步分工, 例如 FFT、数字上/下变频器、RAKE 分级接收是否需要专门的芯片或者 FPGA 芯片实现, 译码判决算法是用硬件判决还是软件判决等。

② 根据系统设计的技术指标要求进行硬件设计, 完成 DSP 芯片外围电路和其他电路的转换、控制、存储等的设计。

③ 根据系统设计指标和要求编写 DSP 汇编程序, 完成软件的设计。软件设计也可以采用高级语言进行。由于现有的高级语言编译器的效率比较低, 还没有手工编写的效率高, 因此实际应用中常常采用高级语言和汇编语言混合的方法进行编程, 即在算法运算量大的地方采用手工编写汇编语言, 在运算量相对较小的地方采用高级语言。采用这种方法的优点是缩短了软件开发的周期; 提高了程序的可读性和可移植性; 满足了系统实时运算的要求。

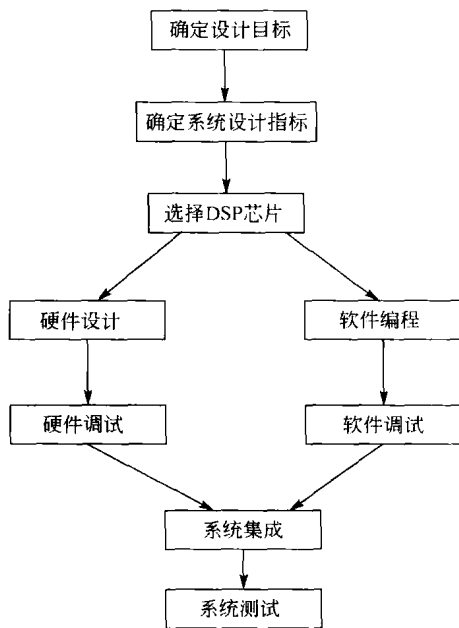


图 1-2 DSP 系统设计流程图

(4) 软件和硬件调试

DSP 硬件和软件设计完成后,就需要进行硬件和软件的调试。软件的调试一般都需要借助于 DSP 开发工具,如软件模拟器、DSP 开发系统或仿真器等。在调试 DSP 算法时,一般采用比较实时结果与模拟结果的方法,如果实时程序和模拟程序的输入相同,则两者的输出应该一致。应用系统的其他软件可以根据实际情况进行调试。硬件调试一般采用硬件仿真器进行调试,如果没有相应的硬件仿真器,且硬件系统不是十分复杂,也可以借助于一般的工具进行调试。

(5) 系统集成及测试

系统的软件和硬件分别测试完毕以后,就可以将软件脱离开发系统而直接应用系统上运行。当然,DSP 系统的开发,特别是软件开发是一个需要反复进行的过程,虽然通过算法模拟基本上可以知道现实系统的性能,但实际上仿真环境不可能做到与现实系统环境完全一致,而且在将仿真算法移植到现实系统时,必须考虑算法是否能够运行的问题。如果算法运算量太大而不能在硬件上实际运行,则必须重新修改或简化算法。

1.1.3.2 DSP 应用系统开发工具简介

可编程 DSP 芯片的开发需要一整套完整的软硬件开发工具。通常,DSP 芯片的开发工具可以分为代码生成工具和代码调试工具。代码生成工具的作用是将用 C 或汇编语言编写的 DSP 程序编译汇编并链接成为可执行的 DSP 程序。代码调试工具的作用则是对 DSP 程序以及系统进行调试,使之能达到设计目标。虽然 DSP 芯片的生产厂家众多,但他们提供的 DSP 系统开发调试工具大致相同。

(1) 代码生成工具

代码生成工具主要包括汇编器和链接器、C 编译器。此外还有一些辅助工具程序,如文件格式转换程序、库生成和文档管理程序等。源程序代码的编写可以通过使用 C 语言和汇编语言来实现。编写完毕后,使用代码生成工具进行编译、链接,最终形成机器代码。

(2) 代码调试工具

① 源码调试器 (Debugger) 源码调试器是为嵌入式系统的开发而设计的,一般在计算机或工作站上运行,是开发环境中主机与软件仿真器、软件评估模块或硬件仿真器之间的标准接口,它与调试器一起配合使用,完成对程序的调试工作。程序可以在 C、汇编或 C 与汇编混合的环境下进行调试,调试器具有条件执行、单步执行、断点等功能,并支持多个 DSP。

② DSP 评估套件和标准评估模块 (EVM) DSP 入门套件 DSK (DSP Starter Kit) 是为初学者设计和生产的 DSK,是一种用以评价 DSP 平台的廉价的开发工具。在 PC 机的 DOS 或 Windows 下,用户可以使用 DSK 来作 DSP 的实验,进行诸如控制系统、语音处理等应用,也可以用来编写和运行实时源代码,并对其作评估,还可以用来调试用户自己的系统。

评估模块 EVM (Evaluation Module) 是一种非常廉价的开发板,主要用于对器件的评估、标准程序的检查,以及有限的系统调试等。EVM 是一个 PC 插件,包括目标处理器、一个小容量的存储器和有限的外设。EVM 可以用来实时运行代码,并与外部系统接口。

③ 软件仿真器 (Simulator) 软件仿真器是一个软件程序,是一种脱离硬件的纯软件仿真工具。其一般在 PC 机或工作站上运行。通过模拟运行,可对程序进行调试和验证。应用程序在软件仿真器上运行是非实时性的。在 PC 机上,典型的软仿真速度是每秒几十万条指令。TMS320 软件仿真器支持 TI 全系列的 DSP 处理器,如 TMS320C2x、TMS320C3x、

TMS320C4x、TMS320C54x、TMS320C6000、TMS320C8x 等。

④ 硬件仿真器 硬件仿真器是一种在线仿真工具，它用 JTAG 接口电缆把 DSP 硬件目标系统和装有仿真软件/仿真卡的 PC 接口板连接起来，用 PC 平台对实际硬件目标系统进行调试，能真实地仿真程序在实际硬件环境下的功能。

TMS320 扩展的开发系统 XDS (eXtend Development System) 是一种功能强大的全速仿真器，用于系统的集成和调试。扫描式仿真是一种独特的、非插入式的系统仿真与集成调试的方法。程序可以从片外或者片内的目标存储器实时执行，在任何时钟速度下都不会引入额外的等待状态。

1.1.3.3 集成开发环境 CCS (Code Composer Studio)

CCS 是 TI 公司推出的用于开发 DSP 芯片的集成开发环境，它采用 Windows 风格界面，集编辑、编译、链接、软件仿真、硬件调试以及实时跟踪等功能于一体，极大地方便了 DSP 芯片的开发与设计，是目前使用最为广泛的 DSP 开发软件之一。

CCS 具有下列特点。

- 开放的、具有强大集成能力的开发环境。
- 由先进开发工具组成的直观的系统，可缩短编程时间。
- 高级的编码工具，可提供第三方工具接入的开放式结构。
- 开发人员可以采用特定的工具自定义环境，满足特殊的设计需要。
- 具有广泛的、可以升级的软件基础。
- 提供 DSP 应用所必须的基本的运行时间系统服务和集成化支持。

CCS 是一种针对 TMS320 系列 DSP 的集成开发环境，在 Windows 操作系统下，采用图形接口界面，提供环境配置、源文件编辑、程序调试、跟踪和分析等工具。

CCS 具有两种工作模式，即软件仿真器模式和硬件在线编程模式。

① 软件仿真器模式：可以脱离 DSP 芯片，在 PC 机上模拟 DSP 的指令集和工作机制，主要用于前期算法的实现和调试。

② 硬件在线编程模式：可在 DSP 芯片上实时运行，并与硬件开发板相结合进行在线编程和调试应用程序。

1.2 TMS320F2812 硬件结构概述

TMS320F2812 系列芯片的主要性能如下。

(1) 高性能静态 CMOS (Static CMOS) 技术

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

- 16×16 位和 32×32 位乘且累加操作
- 16×16 位的两个乘且累加
- 哈佛总线结构 (Harvard Bus Architecture)
- 强大的操作能力
- 迅速的中断响应和处理
- 统一的寄存器编程模式
- 可达 4M 字 (1 字为 16 位) 的线性程序地址

• 可达 4M 字 (1 字为 16 位) 的数据地址

- 代码高效 (用 C/C++ 或汇编语言)

(4) 片内存储器

- 8K×16 位的 Flash 存储器
- 1K×16 位的 OTP 型只读存储器
- L0 和 L1: 两块 4K×16 位的单口随机

存储器 (SARAM)

(5) 只读存储器 (Boot ROM) 4K×16 位

- 带有软件的 Boot 模式

(6) 外部存储器接口 (仅 F2812 有)

- 有多达 1MB 的存储器
- 可编程等待状态数

(7) 时钟与系统控制

- 支持动态的改变锁相环的频率
- 片内振荡器

(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)

- 保护 Flash/OTP 和 L0/L1 SARAM

(11) 3 个 32 位的 CPU 定时器

(12) 马达控制外围设备

- 两个事件管理器 (EVA、EVB)

(13) 串口外围设备

- 串行外围接口 (SPI)
- 两个串行通信接口 (SCIs), 标准的

UART

(14) 12 位的 ADC, 16 通道

- 2×8 通道的输入多路选择器
- 两个采样保持器

(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

- 分析和设置断点的功能

(17) 开发工具

- ANSI C/C++ 编译器/汇编程序/连

接器

- 支持 TMS320C24x/240x 的指令
- 代码编辑集成环境

(18) 低功耗模式和节能模式

• 与 TMS320F24x/LF240x 处理器的源代码兼容

• H0: 一块 8K×16 位的单口随机存储器

• M0 和 M1: 两块 1K×16 位的单口随机存储器

- 标准的数学表

• 可编程读/写选通计数器 (Strobe Timing)

- 三个独立的片选端

- 看门狗定时器模块

- 防止 ROM 中的程序被盗

- 与 C240 兼容的器件

- 改进的局域网络 (eCAN)

• 多通道缓冲串行接口 (McBSP) 和串行外围接口模式

- 单个的转换时间: 200ns

- 单路转换时间: 60ns

- 实时的硬件调试

- DSP/BIOS

- JTAG 扫描控制器 (TI 或第三方的)

- 硬件评估板