

Broadview®  
www.broadview.com.cn

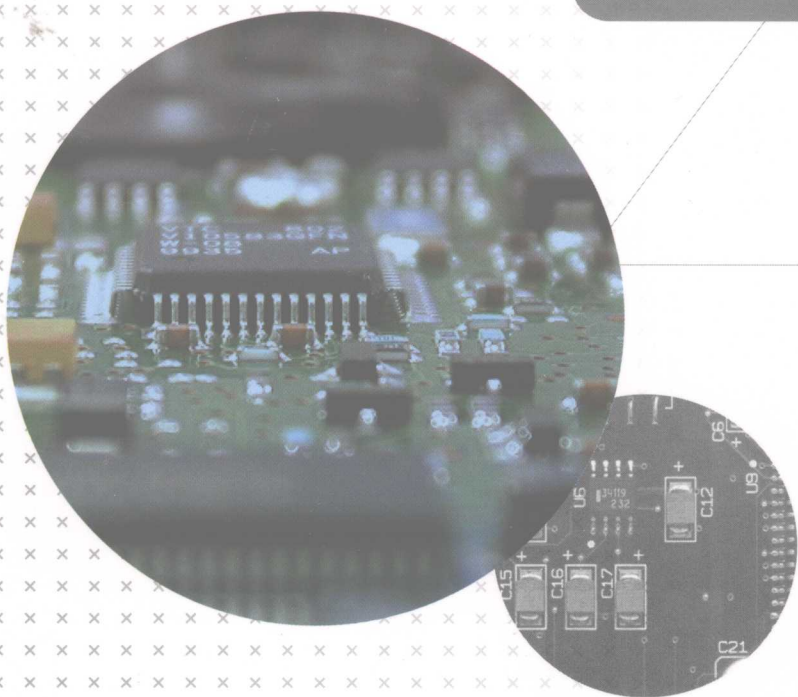
电子工程应用  
精讲系列

# DSP嵌入式

## 常用模块与综合系统设计

## 实例精讲

刘向宇 编著



实例丰富  
即学即用



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

电子工程应用  
精讲系列

# DSP嵌入式

## 常用模块与综合系统设计

### 实例精讲

刘向宇 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书针对目前通用流行的 DSP 嵌入式处理器, 通过大量实例精讲的形式, 详细介绍了 DSP 基础模块与综合系统设计的方法及技巧。全书共分 3 篇 20 章, 第一篇为 DSP 基础知识篇, 简要介绍了 DSP 硬件结构、指令系统、CCS 开发工具、最小硬件系统设计及调试方法, 引导读者技术入门; 第二篇为 DSP 常用模块设计篇, 通过 11 个设计实例, 详细介绍了 DSP 嵌入式各种开发技术和使用技巧, 这些实例基础实用、易学易懂; 第三篇为 DSP 综合系统设计篇, 通过数据采集、语音通信、多媒体、软件无线电以及数字电话 5 个工程实例, 对 DSP 常用模块进行了综合应用设计。经过此篇学习, 读者设计水平将快速提高, 完成从入门到精通的飞跃。

本书语言通俗, 结构合理, 实例典型热门, 工程实践性强。本书不但详细介绍了 DSP 的硬件设计和模块化编程, 而且提供了 DSP 应用程序设计思路, 对实例的所有程序代码做了详细注释, 利于读者理解和巩固知识点, 快速实现举一反三。

本书配有一张光盘, 包含了全书所有实例的硬件原理图和程序源代码, 方便读者学习和使用。本书适合计算机、自动化、电子及通信等相关专业的大学生, 以及从事 DSP 开发的科研人员使用。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

DSP 嵌入式常用模块与综合系统设计实例精讲 / 刘向宇编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.7  
(电子工程应用精讲系列)  
ISBN 978-7-121-08778-3

I. D… II. 刘… III. 数字信号—信息处理系统—系统设计 IV. TN911.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 071367 号

责任编辑: 葛 娜

印 刷: 北京智力达印刷有限公司

装 订: 北京中新伟业印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 26.25 字数: 644 千字

印 次: 2009 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 55.00 元 (含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

## 丛书说明

工程技术的电子化、集成化和系统化促进了电子工程技术的发展，同时也促进了电子工程技术在社会各行业中的广泛应用，从近年的人才招聘市场来看，电子工程师的人才需求更是一路走高。

电子工程师如此紧俏，除需求不断走高，人才供不应求外，另一重要原因则是电子工程师的门槛相对而言比较高，这个高门槛则来自于工程师的“经验”和“实践”！

因此，为了满足读者学习和工作需要，解决各种工作中的专业问题，我们紧紧围绕“经验”和“实践”，精心策划组织了此套丛书。

### 1. 丛书范围

现代电子科学技术的一个特点是多学科交叉，因此，工程师应当了解、掌握 2 门以上的相关学科，知识既精深又广博是优秀的工程师成长为某领域专家的重要标志。本丛书内容涉及软件开发、研发电子以及嵌入式项目开发等，包括单片机、USB 接口、ARM、CPLD/FPGA、DSP、移动通信系统等。

### 2. 读者对象

本套书面向各领域的初、中级用户。具体为高校计算机、电子信息、通信工程、自动化控制专业在校大学生，以及从事电子开发和应用行业的科研人员。

### 3. 内容组织形式

本套书紧紧围绕“经验”和“实践”，首先介绍一些相关的基础知识，然后根据不同的模块或应用领域，分篇安排应用程序实例的精讲。基础知识用来为一些初级读者打下一定的知识功底；基础好一点的读者则可以跳过这一部分，直接进入实例的学习。

## 4. 实例特色

在应用实例的安排上，着重突出“应用”和“实用”两个基本原则，安排具有代表性、技术领先性，以及应用广泛的典型实例，让读者学习借鉴。这些实例是从作者多年程序开发项目中挑选出的，也是经验的归纳与总结。

在应用实例的讲解上，既介绍了设计原理、基本步骤和流程，也穿插了一些经验、技巧与注意事项。特别在程序设计思路上，在决定项目开发的质量和成功与否的细节上，尽可能地用简洁的语言来清晰阐述大众易于理解的概念和思想；同时，程序代码部分做了很详细的中文注释，有利于读者举一反三，快速应用和提高。

## 5. 光盘内容

本套书的光盘中包含了丰富的实例原图文件和程序源代码，读者稍加修改便可应用于自己的工作中或者完成自己的课题（毕业设计），物超所值。读者使用之前，最好先将光盘内容全部复制到电脑硬盘中，以便于以后可以直接调用，而不需要反复使用光盘，提高操作速度和学习效率。

## 6. 学习指南

对于有一定基础的读者，建议直接从实例部分入手，边看边上机练习，这样印象会比较深，效果更好。基础差一点的读者请先详细学习书中基础部分的理论知识，然后再进行应用实例的学习。在学习中，尽量做到反复理解和演练，以达到融会贯通、举一反三的功效；特别希望尽量和自己的工作设计联系起来，以达到“即学即会，学以致用”的最大化境界。

本套书主要偏重于实用性，具有很强的工程实践指导性。期望读者在学习中顺利、如意！

# 前 言

DSP 也称数字信号处理器，是一种具有特殊结构的微处理器。它具有专门的硬件乘法器，广泛采用流水线操作，通过自身提供的特殊指令，可以快速地实现各种数字信号处理的算法。

DSP 最突出的两大特色是拥有强大的数据处理能力和高运行速度。从 20 世纪 80 年代初 DSP 芯片诞生以来，经过近 20 年的发展，DSP 芯片如今已经在信号处理、语音通信、图像多媒体以及自动控制等领域得到了广泛的应用。随着 DSP 芯片功能越来越强大，价格越来越低，其用户群也与日俱增。DSP 嵌入式技术，已经逐渐成为计算机、电子、通信相关专业的大学生，以及从事电子开发的工程师必须掌握的技术之一。

但是在目前市场上同类的 DSP 书中，介绍编程语言和基础开发原理的较多，而对常用模块和综合系统开发的应用实例涉及甚少，实用性不强，本书就是为了弥补这种不足而编写的。

## 本书特色

(1) 通过 11 个常用模块设计实例，详细介绍了 DSP 嵌入式的各种开发技术和使用技巧。这些实例基础实用，易学易懂，并且全部调试通过，读者可以直接借鉴使用。

(2) 通过 5 个综合系统设计实例，对 DSP 基本知识和常用模块进行了综合应用。实例典型热门，工程实践性强，方便读者举一反三，快速实现从入门到精通。

(3) 本书不但详细介绍了 DSP 的硬件电路设计和软件编程，而且提供了应用系统设计思路，对实例的所有程序代码做了详细注释，利于读者理解和巩固知识点，解决 DSP 开发中的各种细节问题。

凡是购买本书的读者，将有机会免费获取实例 PCB 空板，数量仅有 1000 套。先申请先得，具体事宜请读者登录 BBS，网址：<http://bbs.52dsk.com>。

### 提示与注意：

(1) 本 PCB 空板由长沙智创电子科技有限公司 ([www.31dsp.com](http://www.31dsp.com)) 赞助提供，“我爱开发板”网 ([www.52dsk.com](http://www.52dsk.com)) 协助，仅供读者学习参考之用，请勿用于商业目的。

(2) 申请本 PCB 空板时，需要读者带上本书，通过作者随机问题验证后才能获取。赞助厂家将安排专人负责发货邮寄，板子的邮费由读者自付，申请的邮箱是：[mingwei2003@vip.163.com](mailto:mingwei2003@vip.163.com)。

(3) 其他关于板子的使用讨论、本书的学习交流，也都可以在作者开辟的 BBS 中进行。

## 本书内容

全书共分 3 篇 20 章，主要内容安排如下：

篇 名	章 名	主要内容
第一篇 DSP 基础 知识	第 1 章 DSP 概述	简要介绍了 DSP 硬件结构、指令系统、CCS 开发工具、最小硬件系统设计及调试方法，引导读者技术入门。没有 DSP 基础的读者必须认真学习这些内容；已经具备了一定基础的读者则可以跳过，直接进入后面实例设计的学习
	第 2 章 DSP 的指令介绍	
	第 3 章 CCS 工具与 GEL 语言	
	第 4 章 DSP 最小硬件系统设计及调试	
第二篇 DSP 常用 模块设计	第 5 章 引导启动模块设计	通过 11 个设计实例，详细介绍了 DSP 嵌入式各种开发技术和使用技巧，具体包括：BOOT 引导模块、存储器接口 EMLF 模块、存储器 EDMA 模块、JTAG 接口模块、主机口 HPI 模块、多通道缓冲串口 McBSP 模块、通用 I/O 模块、外部中断模块、定时器模块、复位模块和电源供电模块。这些实例基础实用，易学易懂，全部调试通过，为读者提供了一个难得的学习途径
	第 6 章 外部存储器接口模块设计	
	第 7 章 增强型直接内存访问模块设计	
	第 8 章 JTAG 接口模块设计	
	第 9 章 主机接口模块设计	
	第 10 章 多通道缓冲串口模块设计	
	第 11 章 GPIO 通用模块设计	
	第 12 章 外部中断模块设计	
	第 13 章 定时器模块设计	
	第 14 章 复位模块设计	
第 15 章 直流电源模块设计		
第三篇 DSP 综合 系统设计	第 16 章 数据采集系统设计	重点通过 5 个综合系统实例，对前面的 DSP 常用模块进行了综合应用设计，实例内容涉及数据采集、语音通信、人机交互、软件无线电及数字电话系统。经过此篇学习，读者将可以举一反三，快速提高 DSP 综合系统设计的能力，步入高级工程师的行列
	第 17 章 DSP 通信系统设计实例	
	第 18 章 多媒体人机交互系统	
	第 19 章 软件无线电接收系统设计实例	
	第 20 章 DSP 数字电话系统设计实例	

本书主要由刘向宇编写，另外唐清善、邱宝良、周克足、刘斌、李亚捷、李永怀、李宁宇、黄小欢、严剑忠、黄小宽、李彦超、付军鹏、张广安、王艳波、金平、徐春林、谢正义、郑贞平、张小红等，他们在资料收集、整理和技术支持方面做了大量的工作，在此一并向他们表示感谢！

由于时间仓促，再加之作者的水平有限，书中难免存在一些不足之处，欢迎广大读者批评和指正。

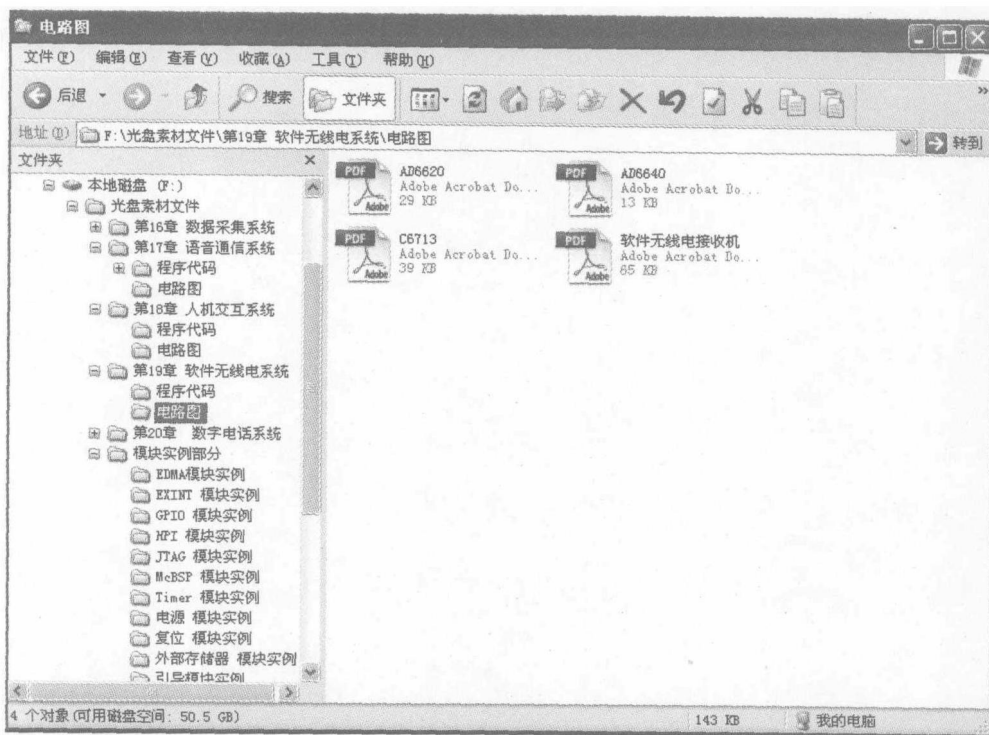
# 光盘说明

## 1. 光盘的内容说明

该光盘包括两部分内容：“电路图”和“程序代码”（如下图所示）。

(1) “电路图”部分的内容为各模块实例电路图和第16~20章的电路图，基本为PDF格式的文件，请用Adobe Reader软件打开。

(2) “程序代码”部分的内容为各模块实例代码和第16~20章的程序代码。





## 2. 光盘的使用说明

光盘里面的程序需要采用 C 语言的编译软件进行打开阅读，也可以使用“UltraEdit”等软件打开阅读或者编辑。

## 3. 系统要求

该光盘运行只需要一般的 PC 就可以。

对使用 Protel 99 操作的用户，建议系统配置为 128MB 以上内存，1024×768 分辨率，8MB 以上显存；对使用 Protel DXP 或 Protel 2006 的用户，建议系统配置为 256MB 以上内存，1280×1024 分辨率，32MB 以上显存。

操作系统为 Windows 98 或者 Windows 98 以上的操作系统，但不能是 Linux 或者 UNIX 系统。

# 目 录

## 第一篇 DSP 基础知识

第 1 章 DSP 概述.....	2	3.3.1 GEL 语法.....	57
1.1 DSP 处理器特点与分类.....	2	3.3.2 GEL 函数定义.....	58
1.2 DSP 应用领域及选型.....	4	3.3.3 GEL 函数的参数.....	58
1.2.1 DSP 应用领域.....	4	3.3.4 调用 GEL 函数和语句.....	58
1.2.2 DSP 芯片选型.....	4	3.3.5 加载/卸载 GEL 函数.....	59
1.3 DSP 的硬件结构.....	6	3.3.6 添加 GEL 菜单.....	59
1.4 本章小结.....	21	3.3.7 访问输出窗口.....	61
第 2 章 DSP 的指令介绍.....	22	3.3.8 启动时自动执行 GEL 函数.....	61
2.1 指令和功能单元的映射.....	22	3.3.9 查看表达式队列.....	61
2.2 指令集与寻址方式.....	25	3.3.10 内建 GEL 函数.....	62
2.3 C6000 的指令特点.....	27	3.4 本章小结.....	62
2.4 本章小结.....	31	第 4 章 DSP 最小硬件系统设计及 调试.....	63
第 3 章 CCS 工具与 GEL 语言.....	32	4.1 最小硬件系统构成.....	63
3.1 CCS 的特点及其安装.....	32	4.1.1 电源电路.....	63
3.1.1 CCS 功能简介.....	32	4.1.2 复位 (RESET) 电路.....	66
3.1.2 CCS 的组成单元.....	33	4.1.3 时钟电路.....	67
3.1.3 为 CCS 安装设备驱动程序.....	34	4.1.4 EMIF 总线接口.....	69
3.2 CCS 基本功能介绍.....	40	4.1.5 JTAG 接口.....	71
3.2.1 存储器/变量的查看与修改.....	40	4.2 硬件调试及其问题.....	73
3.2.2 断点工具的使用.....	46	4.2.1 板级设计.....	74
3.2.3 探针点工具的使用.....	47	4.2.2 硬件调试方法.....	76
3.2.4 图形工具的使用.....	50	4.3 软件调试及其问题.....	77
3.3 GEL 语言.....	57	4.3.1 软件调试环境介绍.....	77
		4.3.2 一个 DSP 程序例子.....	83

4.3.3 程序调试的基本方法.....	88
4.4 本章小结.....	90

## 第二篇 DSP 常用模块设计

### 第 5 章 引导启动模块设计..... 92

5.1 引导启动基础知识.....	92
5.1.1 C6000 引导启动分类.....	92
5.1.2 小端模式下的引导.....	93
5.1.3 大端模式下的引导.....	94
5.2 文件转换.....	95
5.2.1 要固化的程序.....	96
5.2.2 转换为 HEX 文件.....	96
5.3 HPI 引导启动实例.....	96
5.3.1 实例说明.....	97
5.3.2 硬件连接.....	97
5.3.3 代码编写.....	97
5.4 并行 FLASH 引导启动实例.....	98
5.4.1 实例说明.....	98
5.4.2 硬件连接.....	98
5.4.3 代码编写.....	99
5.5 本章小结.....	100

### 第 6 章 外部存储器接口模块设计..... 101

6.1 C6000 EMIF 的基础知识.....	101
6.1.1 EMIF 构架.....	101
6.1.2 C6000 系列 EMIF 对比.....	102
6.2 EMIF 连接外部存储器.....	103
6.2.1 EMIF 引脚说明.....	103
6.2.2 EMIF 空间容量.....	104
6.2.3 连接 SDRAM.....	105
6.2.4 连接 SBSRAM.....	108
6.2.5 连接异步存储器.....	109
6.3 EMIF 寄存器.....	112
6.3.1 EMIF 全局控制寄存器 GBLCTL.....	113

6.3.2 EMIF CE 空间寄存器 CECTL0~3.....	114
6.3.3 EMIF SDRAM 控制寄存器 SDCTL.....	115
6.3.4 EMIF SDRAM 时序寄存器 SDTIM.....	116
6.3.5 EMIF SDRAM 扩展寄存器 SDEXT.....	117

6.4 EMIF 的代码编写.....	119
6.4.1 读/写 SRAM 实例代码.....	119
6.4.2 读/写 FLASH 实例代码.....	119
6.4.3 读/写 SDRAM 实例代码.....	121
6.4.4 读/写 SBSRAM 实例代码.....	123
6.5 本章小结.....	124

### 第 7 章 增强型直接内存访问模块 设计..... 125

7.1 EDMA 基础知识.....	125
7.1.1 EDMA 的构架.....	125
7.1.2 C6000 系列 DSP EDMA 模块的 对比.....	127
7.1.3 EDMA 传输方式.....	127
7.1.4 EDMA 初始化过程.....	128
7.2 EDMA 控制寄存器.....	129
7.2.1 EDMA 事件选择器寄存器.....	129
7.2.2 优先级队列状态寄存器.....	132
7.2.3 EDMA 通道中断待定寄存器.....	133
7.2.4 EDMA 通道中断使能寄存器.....	134
7.2.5 EDMA 通道连锁使能寄存器.....	135
7.2.6 EDMA 事件寄存器.....	135
7.2.7 EDMA 事件使能寄存器.....	136
7.2.8 事件清除寄存器.....	137
7.2.9 EDMA 事件设置寄存器.....	138
7.2.10 EDMA PaRAM.....	139
7.3 应用实例.....	140
7.3.1 定义一个结构体.....	140
7.3.2 初始化设置实例.....	141

7.4 本章小结.....	141	10.1.1 McBSP 特性.....	168
<b>第 8 章 JTAG 接口模块设计.....</b>	<b>142</b>	10.1.2 McBSP 构架.....	169
8.1 JTAG 接口简介.....	142	10.1.3 McBSP 引脚.....	169
8.2 DSP 系统中的 JTAG .....	143	10.1.4 McBSP 复位.....	170
8.3 DSP 的 JTAG 原理 .....	144	10.1.5 McBSP 状态字位.....	171
8.3.1 DSP 系统中 JTAG 的组成.....	144	10.1.6 帧和时钟设置.....	172
8.3.2 JTAG 时序产生电路 .....	145	10.1.7 McBSP 传输过程.....	172
8.3.3 目标 CPU.....	146	<b>10.2 McBSP 用于 SPI 协议 .....</b>	<b>174</b>
8.3.4 连线方式.....	146	10.2.1 McBSP 作为 SPI 主机.....	174
8.4 DSP 的 JTAG 实践应用 .....	148	10.2.2 McBSP 作为 SPI 从机.....	174
8.4.1 DSP 的 JTAG 硬件连接.....	148	10.2.3 McBSP SPI 模式的初始化.....	175
8.4.2 CCS 的调试设置.....	149	<b>10.3 McBSP 当作 GPIO 使用 .....</b>	<b>175</b>
8.4.3 DSP 使用 JTAG 进行调试的 实例 .....	150	<b>10.4 McBSP 的寄存器 .....</b>	<b>176</b>
8.5 本章小结.....	152	10.4.1 数据接收寄存器 (DRR) .....	177
<b>第 9 章 主机接口模块设计 .....</b>	<b>153</b>	10.4.2 数据发送寄存器 (DXR) .....	177
9.1 C6000 DSP 的 HPI 接口基础 知识.....	153	10.4.3 串行接口控制寄存器 (SPCR) .....	177
9.1.1 HPI 的构架 .....	153	10.4.4 接收控制寄存器 (RCR) .....	179
9.1.2 HPI 连接的模型 .....	155	10.4.5 发送控制寄存器 (XCR) .....	179
9.1.3 HPI 引脚定义 .....	157	10.4.6 采样率发生寄存器 (SRGR) ..	180
9.2 HPI 接口的寄存器.....	159	10.4.7 多通道控制寄存器 (MCR) ...	181
9.2.1 HPID 寄存器 .....	160	10.4.8 接收通道使能寄存器 (RCER) .....	182
9.2.2 HPIA 寄存器 .....	160	10.4.9 发送通道使能寄存器 (XCER) .....	182
9.2.3 HPIC 寄存器 .....	160	10.4.10 引脚控制寄存器 (PCR) ....	183
9.3 HPI 读/写工作时序 .....	162	<b>10.5 McBSP 应用实例 .....</b>	<b>184</b>
9.4 HPI 应用设计实例.....	164	10.5.1 寄存器定义 .....	184
9.4.1 型号选择.....	164	10.5.2 初始化代码.....	184
9.4.2 电路连接.....	165	10.5.3 接收/发送代码.....	185
9.4.3 读/写程序编写 .....	165	<b>10.6 本章小结.....</b>	<b>185</b>
9.5 设计 HPI 引导.....	167	<b>第 11 章 GPIO 通用模块设计 .....</b>	<b>186</b>
9.6 本章小结.....	167	11.1 C6000 系列 DSP 的 GPIO.....	186
<b>第 10 章 多通道缓冲串口模块设计 ....</b>	<b>168</b>	11.2 C6000 GPIO 模块内部原理.....	188
10.1 McBSP 基础理论.....	168		

11.2.1	GPIO 原理框图、中断及 EDMA 事件.....	188	13.2.3	定时器的 DMA 事件.....	220
11.2.2	GPIO 模块的寄存器.....	190	13.2.4	定时器输入/输出和时钟源.....	220
11.3	GPIO 底层驱动代码编写.....	200	13.3	底层驱动代码编写.....	220
11.4	GPIO 应用实例.....	200	13.3.1	寄存器的读/写.....	220
11.4.1	实例说明.....	200	13.3.2	中断服务程序的编写.....	221
11.4.2	硬件连接.....	201	13.4	定时器应用实例.....	221
11.4.3	代码编写.....	202	13.4.1	方波输出实例.....	221
11.4.4	实例小结.....	203	13.4.2	PWM 输出实例.....	223
11.5	本章小结.....	203	13.5	本章小结.....	225
<b>第 12 章</b>	<b>外部中断模块设计.....</b>	<b>204</b>	<b>第 14 章</b>	<b>复位模块设计.....</b>	<b>226</b>
12.1	中断的基本原理.....	204	14.1	C6000 复位的基础知识.....	226
12.1.1	中断的原理.....	204	14.1.1	复位方式.....	226
12.1.2	中断的优先级及嵌套.....	204	14.1.2	复位涉及的中断.....	227
12.1.3	中断响应.....	205	14.1.3	复位时序.....	227
12.2	TMS320C6000 系列 DSP 的中断.....	205	14.1.4	复位电路的实现.....	228
12.3	TMS320C6713B 中断寄存器的含义.....	206	14.2	阻容式复位电路.....	229
12.4	TMS320C6713B 的 GPIO 中断.....	208	14.3	专用的复位芯片.....	231
12.5	TMS320C6713B 中断寄存器的设置.....	210	14.3.1	SP708R 内部构架.....	231
12.6	TMS320C6713B 外部中断应用实例.....	213	14.3.2	SP708R 引脚.....	232
12.6.1	硬件设计.....	213	14.3.3	SP708R 工作原理.....	233
12.6.2	软件编写.....	213	14.3.4	SP708R 应用实例.....	233
12.7	本章小结.....	214	14.4	电源监控复位的设计.....	234
<b>第 13 章</b>	<b>定时器模块设计.....</b>	<b>215</b>	14.5	看门狗复位的设计.....	235
13.1	DSP 定时器简介.....	215	14.5.1	MAX813L 内部构架.....	235
13.2	C6713 定时器的寄存器、中断、DMA 事件.....	217	14.5.2	MAX813L 引脚分布.....	236
13.2.1	定时器相关的寄存器.....	217	14.5.3	MAX813L 应用实例.....	236
13.2.2	定时器的中断.....	219	14.6	仿真产生的器件复位.....	237
			14.7	本章小结.....	238
			<b>第 15 章</b>	<b>直流电源模块设计.....</b>	<b>239</b>
			15.1	直流稳压电源概述.....	239
			15.2	DSP 系统对直流供电的要求.....	240
			15.3	直流供电方案的选择.....	240
			15.3.1	方案 1: 三端稳压器.....	240
			15.3.2	方案 2: DC-DC 模块.....	241

15.3.3	方案 3: 开关电源集成芯片 ...	242
15.4	直流供电硬件设计 .....	242
15.4.1	直流供电原理框图 .....	242
15.4.2	TPS54310 电路设计 .....	243
15.4.3	TPS75733 电路设计 .....	246
15.5	本章小结 .....	247

### 第三篇 DSP 综合系统设计

#### 第 16 章 数据采集系统设计 ..... 249

16.1	数据采集系统概述 .....	249
16.2	数据采集基本方法 .....	249
16.3	器件的选择 .....	250
16.3.1	AD 器件关键参数 .....	250
16.3.2	AD 器件的选择 .....	254
16.3.3	DA 器件的参数 .....	255
16.3.4	DA 器件的选择 .....	255
16.4	硬件电路设计 .....	256
16.4.1	AD 硬件电路设计 .....	256
16.4.2	DA 硬件电路设计 .....	268
16.5	软件程序设计 .....	274
16.5.1	软件设计流程 .....	274
16.5.2	高精度 AD 器件 MAX1403 代码详解 .....	274
16.5.3	高速 AD 器件 TLC5510A 代码实例 .....	277
16.5.4	高精度 DA 器件 MAX5444 代码实例 .....	277
16.5.5	高速 DA 器件 AD7541A 代码 实例 .....	278
16.6	本章小结 .....	278

#### 第 17 章 DSP 通信系统设计实例 ..... 279

17.1	通信接口概述 .....	279
17.1.1	USB 接口简介 .....	279
17.1.2	RS232 串行通信简介 .....	281

17.1.3	以太网通信简介 .....	284
--------	---------------	-----

#### 17.2 硬件芯片选型 .....

17.2.1	USB 芯片的选型 .....	284
17.2.2	串行通信芯片的选型 .....	285
17.2.3	以太网芯片的选型 .....	285

#### 17.3 硬件电路设计 .....

17.3.1	USB 2.0 硬件设计 .....	285
17.3.2	TL16C550 设计 .....	290
17.3.3	以太网芯片 RTL8019AS 设计 .....	295

#### 17.4 C6713 软件设计 .....

17.4.1	实现 USB 通信 .....	298
17.4.2	TL16C550 的串口驱动程序 .....	300
17.4.3	TCP/IP 协议与 UDP 程序 .....	301

#### 17.5 PC 上位机通信程序 .....

17.5.1	串口通信上位机软件实例 .....	307
17.5.2	以太网通信上位机软件实例 .....	308
17.5.3	USB 上位机通信程序实例 .....	310
17.5.4	上位机通信程序特点总结 .....	311

#### 17.6 本章小结 .....

#### 第 18 章 多媒体人机交互系统 ..... 312

18.1	系统功能说明 .....	312
18.2	键盘输入设计 .....	313
18.2.1	键盘输入的分类 .....	313
18.2.2	键盘输入的硬件设计 .....	313
18.2.3	键盘输入的软件编写 .....	318
18.3	触摸屏输入设计 .....	324
18.3.1	触摸屏的分类 .....	324
18.3.2	AD7843 构架引脚图 .....	326
18.3.3	触摸屏的硬件设计 .....	328
18.3.4	触摸屏的软件编写 .....	329
18.3.5	AD7843 使用注意事项 .....	331
18.4	LCD 液晶显示设计 .....	332
18.4.1	简介及型号选择 .....	332

18.4.2	控制芯片构架、寄存器.....	332	19.4	软件程序设计.....	370
18.4.3	硬件连接.....	335	19.4.1	TMS320C6713 McBSP 和 AD6620 接口程序设计.....	370
18.4.4	SED1335 指令解析.....	337	19.4.2	软件无线电接收机中解调算法 及其 DSP 程序设计.....	376
18.4.5	SED1335 底层驱动函数.....	338	19.4.3	DSP/BIOS 构建软件无线电接收 机信号传输和处理软件流程....	381
18.4.6	SED1335 软件编写.....	339	19.4.4	软件无线电接收机中的高效数 字滤波及其实现.....	384
18.4.7	SED1335 应用示例.....	349	19.5	系统调试及结果分析.....	385
18.5	微型打印机设计.....	350	19.5.1	系统设置及要求.....	385
18.5.1	简介及型号选择.....	350	19.5.2	AD6620 内部参数软件设置...	385
18.5.2	微型打印机接口定义、 命令字.....	350	19.5.3	CCS 中实时分析 AM 信号解 调后时域及频域特征.....	385
18.5.3	硬件连接.....	351	19.5.4	结果分析.....	387
18.5.4	软件编写.....	352	19.6	本章小结.....	387
18.6	语音交互设计.....	355	第 20 章	DSP 数字电话系统设计	
18.6.1	常用音频芯片及其选择.....	355		实例.....	388
18.6.2	AIC23 引脚定义.....	355	20.1	实例内容说明.....	388
18.6.3	AIC23 硬件设计.....	356	20.2	硬件电路设计.....	388
18.6.4	AIC23 音频实例代码.....	359	20.2.1	硬件总体结构.....	388
18.7	本章小结.....	361	20.2.2	语音编码模块.....	389
第 19 章	软件无线电接收系统设计		20.2.3	模拟接口电路.....	390
	实例.....	362	20.2.4	自动增益控制电路.....	391
19.1	软件无线电特点.....	362	20.3	软件程序设计.....	391
19.2	软件无线电结构.....	364	20.3.1	软件总体结构.....	391
19.2.1	理想的软件无线电结构.....	364	20.3.2	数字电话系统的软件流程....	392
19.2.2	实际可行的软件无线电接收机 结构.....	364	20.3.3	信号处理算法.....	392
19.3	硬件电路设计.....	365	20.4	系统调试.....	403
19.3.1	高速 A/D 部分设计.....	365	20.5	本章小结.....	403
19.3.2	数字下变频部分设计.....	366			
19.3.3	DSP 部分设计.....	367			
19.3.4	软件无线电接收机系统设计...	369			

# 第一篇

## DSP 基础知识

- ◆ 第 1 章 DSP 概述
- ◆ 第 2 章 DSP 的指令介绍
- ◆ 第 3 章 CCS 工具与 GEL 语言
- ◆ 第 4 章 DSP 最小硬件系统设计及调试



# 第 1 章

## DSP 概述

本章将简要介绍 DSP 的特点与分类、应用领域与选型，重点介绍 DSP 硬件结构，使读者对 DSP 有一个简单的了解。

### 1.1 DSP 处理器特点与分类

DSP 也称数字信号处理器，是一种具有特殊结构的微处理器。DSP 芯片的内部采用程序和数据分开的哈佛结构，具有专门的硬件乘法器，广泛采用流水线操作，提供特殊的 DSP 指令，可以用来快速实现各种数字信号处理算法。根据数字信号处理的要求，DSP 芯片一般具有如下的一些主要特点：

- 在一个指令周期内可完成一次乘法和一次加法。
- 程序和数据空间分开，可以同时访问指令和数据。
- 片内具有快速 RAM，通常可通过独立的数据总线在两块芯片中同时访问。
- 具有低开销或无开销循环及跳转的硬件支持。
- 快速的中断处理和硬件 I/O 支持。
- 具有在单周期内操作的多个硬件地址产生器。
- 可以并行执行多个操作。
- 支持流水线操作，使取指、译码和执行等操作可以重叠执行。
- 与通用微处理器相比，DSP 芯片的其他通用功能相对较弱。

DSP 最突出的两大特色是强大的数据处理能力和高运行速度，加上具有可编程性，实时运行速度可达每秒数以千万条复杂指令程序，远远超过通用微处理器，有业内人士预言，DSP 将是未来集成电路中发展最快的电子产品，并成为电子产品更新换代的决定因素。

在 DSP 出现之前，MPU（微处理器）承担着数字信号处理的任務，但它的处理速度较低，无法满足高速实时的要求。20 世纪 70 年代时，DSP 的理论和算法基础被提出。但