



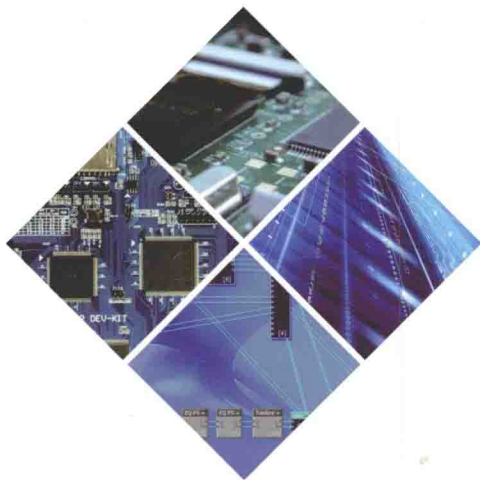
自动化类专业系列实验教材

AUTOMATION

EXPERIMENT OF PRINCIPLE AND APPLICATION OF DSP

DSP原理及应用 实验技术

张爱筠◎编著



清华大学出版社



EXPERIMENT OF PRINCIPLE AND APPLICATION OF DSP

DSP原理及应用 实验技术



张爱筠◎编著

清华大学出版社

内 容 简 介

本书是为配合“DSP 原理及应用”课程而编写的实验教材,介绍了实验教学中所涉及的实验内容。本书重点介绍了北京瑞泰创新科技有限责任公司专门为 DSP 教学和科研开发研制的实验教学开发系统 ICETEK DSP,通过软件基础实验、系统资源实验以及创新性实验项目,使学生逐步掌握 DSP 的原理及实际应用方法。

全书共 5 章,第 1 章着重介绍嵌入式数字信号处理系统组成及主要特征;第 2 章介绍实验教学开发系统,着重介绍 ICETEK-F2812-A 评估板接口功能、寄存器映射、数模(D/A)转换器及 DSP 实验教学开发系统的使用;第 3 章着重介绍软件基础实验;第 4 章着重介绍系统资源实验;第 5 章着重介绍结合工程实际针对实验教学系统开发的综合与创新性实验项目。

本书适用于高等院校 DSP 实验教学和基于 DSP 应用的课程设计、毕业设计等,同时可供对 DSP 比较熟悉并且对控制系统有所了解的开发人员、相关科技工作者和研究人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

DSP 原理及应用实验技术/张爱筠编著.--北京:清华大学出版社,2015

自动化类专业系列实验教材

ISBN 978-7-302-40115-5

I. ①D… II. ①张… III. ①数字信号处理—高等学校—教材 IV. ①TN911.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 089500 号

责任编辑:文 怡

封面设计:李召霞

责任校对:时翠兰

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市中晟雅豪印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×230mm 印 张:11.5

字 数:233 千字

版 次:2015 年 10 月第 1 版

印 次:2015 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:25.00 元

本书根据《DSP 原理及应用》系列教材的理论知识,编写出由浅入深的实验项目。全书共有 5 章。第 1 章着重介绍嵌入式数字信号处理系统组成及主要特征;第 2 章介绍实验教学开发系统,着重介绍 ICETEK-F2812-A 评估板接口功能、寄存器映射、数模(D/A)转换器及 DSP 实验教学开发系统的使用;第 3 章着重介绍软件基础实验;第 4 章着重介绍系统资源实验;第 5 章着重介绍结合工程实际针对实验教学系统开发的综合与创新性实验项目。本书最后给出实验报告,方便学生记录实验数据。

第 3 章为基础性实验,包括 4 个实验项目:3.1 节是 DSP 软件入门实验,了解 DSP 软件的使用方法;3.2 节是汇编语言编程实验,了解汇编语言的编程方法;3.3 节是 C 语言程序设计实验;3.4 节是 C 语言和汇编语言混合编程实验。第 4 章为系统资源实验,包括 13 个实验项目:4.1 节是存储器实验;4.2 节是指示灯及灯阵列实验;4.3 节是外中断实验;4.4 节是定时器实验;4.5 节是单路及多路模数转换(A/D)实验;4.6 节是异步串口通信实验。4.7 节是 PWM 输出实验;4.8 节是液晶显示器控制显示实验;4.9 节是键盘输入实验;4.10 节是直流电动机控制实验;4.11 节是步进电动机控制实验;4.12 节是有限冲击响应滤波器(FIR)实验;4.13 节是快速傅里叶变换(FFT)算法实验。第 5 章为综合与创新性实验,包括 4 个实验项目:5.1 节是温度控制系统设计实验,在原有实验台实际系统的情况下,自主设计温度控制系统模型,并制作了整个控制系统硬件,对扩展的温度控制系统进行温度控制;5.2 节是交通灯综合控制系统设计实验;5.3 节是无刷直流电动机控制系统设计实验;5.4 节是大功率交流异步电动机控制系统设计实验。

本书结合了作者多年来的教学实践和研究经验,力图体现以下特点:

第一,实验设计从基础理论出发,递阶给出基础性实验、复杂性实验和创新性实验项目,由浅入深,循序渐进。

第二,将嵌入式数字信号处理(DSP)理论和工程应用实例相结合,力求让实验项目接近实际工程中的应用,使读者学以致用。

第三,内容丰富、图文并茂、文字流畅。全书提供了大量 DSP 控制应用实例及相应的程序代码,对于学习和使用 DSP 的开发人员、广大科技工作者和研究人员来说,是一本有

价值的参考书。

本书由张爱筠编写,在编写过程中为了更好地反映新技术的发展,参考和引用了前人的研究成果和书籍,在此对有关作者一并表示衷心感谢。此外,感谢北京瑞泰创新科技有限责任公司提供的设备及技术支持。

由于时间仓促,加上作者水平所限,错误或疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

2015年6月

| | |
|--|----|
| 第 1 章 嵌入式数字信号处理系统综述 | 1 |
| 1.1 嵌入式 DSP 系统定义 | 2 |
| 1.2 嵌入式 DSP 控制系统组成 | 2 |
| 1.2.1 嵌入式处理器 | 2 |
| 1.2.2 嵌入式操作系统 | 4 |
| 1.3 嵌入式系统的主要特征 | 4 |
| 1.4 嵌入式 DSP 开发系统 | 6 |
| 第 2 章 嵌入式 DSP 实验教学开发系统 | 7 |
| 2.1 DSP 实验教学开发系统简介 | 7 |
| 2.1.1 DSP 实验教学开发系统的组成 | 8 |
| 2.1.2 DSP 实验教学开发系统的特点 | 9 |
| 2.2 DSP 实验教学开发系统技术指标及接口功能 | 12 |
| 2.2.1 ICETEK-F2812-A 评估板技术指标 | 12 |
| 2.2.2 ICETEK-F2812-A 评估板接口功能 | 13 |
| 2.3 DSP 评估板的存储空间定义及寄存器映射说明 | 20 |
| 2.3.1 DSP 上 ICETEK-F2812-A 评估板的内存映射 | 20 |
| 2.3.2 评估板的片外扩展存储器 | 22 |
| 2.3.3 评估板的外扩硬件存储器映射寄存器总结 | 22 |
| 2.4 DSP 评估板的数模(D/A)转换器 | 24 |
| 2.5 DSP 实验教学开发系统使用说明 | 28 |
| 2.5.1 DSP 实验教学开发系统软件安装 | 28 |
| 2.5.2 设置 CCS 仿真环境 | 33 |
| 2.5.3 ICETEK-5100 USB 1.1/2.0 系列通用开发系统使用说明 | 39 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 2.5.4 | 烧写 LF2407A/F2812 片内 FLASH 插件安装使用说明 | 45 |
| 第 3 章 | 软件基础实验 | 49 |
| 3.1 | DSP 软件入门 | 49 |
| 3.2 | DSP 汇编语言编程方法 | 57 |
| 3.3 | DSP C 语言程序设计 | 62 |
| 3.4 | DSP C 语言和汇编语言混合编程方法 | 67 |
| 第 4 章 | 系统资源实验 | 73 |
| 4.1 | DSP 存储器 | 73 |
| 4.2 | DSP 指示灯及灯阵列 | 76 |
| 4.3 | DSP 外中断 | 80 |
| 4.4 | DSP 定时器 | 82 |
| 4.5 | DSP 单路及多路模数转换(A/D) | 84 |
| 4.6 | DSP 异步串口通信 | 88 |
| 4.7 | DSP PWM 输出 | 90 |
| 4.8 | DSP 液晶显示器控制显示 | 93 |
| 4.9 | DSP 键盘输入 | 96 |
| 4.10 | DSP 直流电动机控制 | 99 |
| 4.11 | DSP 步进电动机控制 | 103 |
| 4.12 | DSP 有限冲击响应滤波器(FIR) | 106 |
| 4.13 | DSP 快速傅里叶变换(FFT)算法 | 110 |
| 第 5 章 | 综合与创新性实验 | 114 |
| 5.1 | 温度控制系统 | 114 |
| 5.2 | 交通灯综合控制 | 122 |
| 5.3 | 无刷直流电动机控制 | 126 |
| 5.4 | 大功率交流异步电动机控制 | 129 |
| | 参考文献 | 132 |
| | 实验报告一 DSP 软件入门实验 | 133 |
| | 实验报告二 DSP 数据存储实验 | 137 |
| | 实验报告三 DSP 指示灯及灯阵列 | 141 |

| | | |
|--------|--------------------|-----|
| 实验报告四 | DSP 外中断 | 145 |
| 实验报告五 | DSP 定时器 | 147 |
| 实验报告六 | DSP 单路及多路模数转换(A/D) | 149 |
| 实验报告七 | DSP 异步串口通信 | 151 |
| 实验报告八 | DSP PWM 输出 | 153 |
| 实验报告九 | DSP 液晶显示器控制显示 | 155 |
| 实验报告十 | DSP 键盘输入 | 157 |
| 实验报告十一 | DSP 直流电动机控制 | 159 |
| 实验报告十二 | DSP 步进电动机控制 | 161 |
| 实验报告十三 | DSP 有限冲击响应滤波器(FIR) | 163 |
| 实验报告十四 | DSP 快速傅里叶变换(FFT)算法 | 165 |
| 实验报告十五 | 温度系统控制 | 167 |
| 实验报告十六 | 交通灯综合系统控制 | 169 |
| 实验报告十七 | 无刷直流电动机控制 | 171 |
| 实验报告十八 | 大功率交流异步电动机控制 | 173 |

嵌入式数字信号处理系统综述

随着大规模集成电路的电子技术和软件技术的迅速发展,逐渐形成一个与通用计算机系统并列的嵌入式系统(Embedded Systems),数字信号处理器(Digital Signal Processor, DSP)就是其中之一。数字信号处理是围绕着数字信号处理的理论、实现和应用等几个方面发展起来的。数字信号处理在理论上的发展推动了其应用的发展。反过来, DSP 的应用又促进了其理论的提高。而数字信号处理的实现则是理论和应用之间的桥梁。

数字信号处理是以众多学科为理论基础的,它所涉及的范围极其广泛。例如,在数学领域,微积分、概率统计、随机过程、数值分析等都是数字信号处理的基本工具,它与网络理论、信号与系统、控制论、通信理论、故障诊断等也密切相关。近年来新兴的一些学科,如人工智能、模式识别、神经网络等,都与数字信号处理密不可分。可以说,数字信号处理是把许多经典的理论体系作为自己的理论基础,同时又使自己成为一系列新兴学科的理论基础。

目前嵌入式 DSP 系统已经渗透到日常生活和国防科技领域等各个方面,包括消费电子、通信、汽车、国防、航空航天、工业控制、仪表、办公自动化等领域。例如:手机、电子字典、高清电视、数码相机、可视电话、机顶盒、智能玩具、路由器、雷达、坦克、战舰、飞机、航天器等。一辆高档轿车拥有几十个、甚至上百个嵌入式微处理器。可以说“嵌入式系统无处不在”。

本章以嵌入式系统定义、系统组成、系统主要特征以及 DSP 开发系统的学习,按照深入浅出,循序渐进的方式介绍给读者。主要包括国际、国内对嵌入式 DSP 系统的定义;嵌入式系统的基本组成,如微处理器、微控制器、DSP 和片上系统等;嵌入式系统主要特征,如功耗低、体积小、集成度高、实时性和可靠性,而嵌入式系统 DSP 特别适合实时快速处理各种数字信号。

1.1 嵌入式 DSP 系统定义

简单地说,数字信号处理就是用数值计算的方式对信号进行加工的理论和技术,它的英文原名叫 Digital Signal Processing,简称 DSP。另外 DSP 也是数字信号处理器的缩写,它是集成专用计算机的一种芯片,只有一枚硬币那么大。有时人们也将 DSP 看作是一门应用技术,称为 DSP 技术与应用。

根据 IEEE(国际电机工程师协会)的定义,嵌入式系统是“控制、监视或者辅助装置、机器和设备运行的装置”。从中可以看出,嵌入式系统是软件和硬件的综合体,还可以涵盖机械等附属装置。

目前国内普遍认同的一个定义是:以应用为中心、以计算机技术为基础、软、硬件可裁剪、适应应用系统,对功能、可靠性、成本、体积、功耗严格要求的专用计算机系统。

数字信号处理技术应运而生,并得到迅速发展。数字信号处理是一种通过使用数学技巧执行转换或提取信息,来处理现实信号的方法,这些信号由数字序列表示。在过去的二十多年时间里,数字信号处理已经在通信等领域得到极为广泛的应用。

1.2 嵌入式 DSP 控制系统组成

嵌入式系统一般由嵌入式硬件和软件组成,如图 1.1 所示。硬件以微处理器为核心,集成存储器和系统专用的输入/输出设备。软件包括初始化代码及驱动、嵌入式操作系统和应用程序等,这些软件有机地结合在一起,形成系统特定的一体化软件。

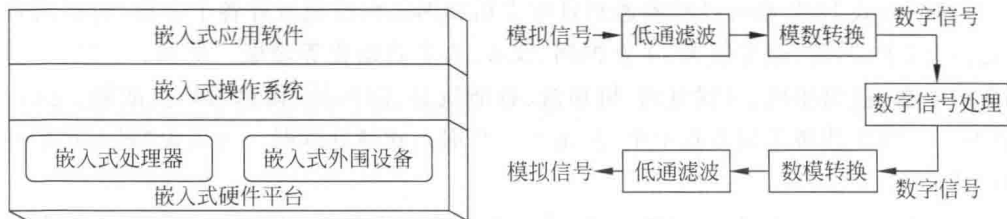


图 1.1 嵌入式 DSP 系统组成

1.2.1 嵌入式处理器

嵌入式系统的核心部件是各种类型的嵌入式处理器,据不完全统计,目前全世界嵌入式处理器的品种总量已经超过一千多种,流行体系结构有三十几个系列。根据其现状,嵌

入式计算机可以分成以下几类。

1. 微处理器

微处理器(Microprocessor Unit, MPU)的基础是通用计算机中的 CPU。在应用中,将微处理器装配在专门设计的电路板上,只保留与嵌入式应用有关的母板功能,这样可以大幅度减小系统体积和功耗。为了满足嵌入式应用的特殊要求,嵌入式微处理器虽然在功能上与标准微处理器基本一样,但在工作温度、抗电磁干扰、可靠性等方面一般都做了各种增强。和工业控制计算机相比,嵌入式微处理器具有体积小、重量轻、成本低、可靠性高的优点,但是在电路板上必须包括 ROM、RAM、总线接口、各种外设等器件,从而在一定程度上降低了系统的可靠性,技术保密性也较差。嵌入式微处理器及其存储器、总线、外设等安装在一块电路板上,称为单板计算机。

嵌入式微处理器目前主要有 Am186/88、386EX、SC-400、Power PC、68000、MIPS、ARM 系列等。

2. 微控制器

微控制器(Microcontroller Unit, MCU)又称单片机。早期比较流行的处理器,将整个计算机系统集成到一个芯片中,内部以某种微处理器为核心,根据需求有选择地集成 ROM、RAM、总线、总线逻辑、定时器/计数器、看门狗、I/O、串行口、A/D 转换、D/A 转换等功能和外设。与嵌入式微处理器相比,微控制器的最大特点是单片化,体积大大减小,从而使功耗和成本下降、可靠性提高。微控制器是目前嵌入式系统工业的主流。微控制器的片上外设资源一般比较丰富,适合于控制,因此称为微控制器。

嵌入式微控制器目前的品种和数量最多,比较有代表性的通用系列包括 8051、P51XA、MCS-251、MCS-96/196/296、C166/167、MC68HC05/11/12/16、C540 等。

3. 数字信号处理器

数字信号处理器(Digital Signal Processor, DSP)是一种独特的微处理器,是以数字信号来处理大量信息的器件。其工作原理是接收模拟信号,转换为 0 或 1 的数字信号,再对数字信号进行修改、删除、强化,并在其他系统芯片中把数字数据翻译回模拟数据或实际环境格式。它不仅具有可编程性,而且其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,是数字化电子世界中日益重要的芯片。它的强大数据处理能力和高运行速度,是最值得称道的两大特色。数字信号处理器 DSP 对系统结构和指令进行特殊设计,使其适合于执行数字滤波、FFT、谱分析等 DSP 算法,编译效率较高,指令执行速度也快。

嵌入式 DSP 处理器比较有代表性的产品是 Texas Instruments 的 TMS320 系列和

Motorola 的 DSP 56000 系列。TMS320 系列处理器包括用于控制的 C2000 系列、移动通信的 C5000 系列,以及性能更高的 C6000 和 C8000 系列。DSP 56000 系列目前已经发展成为 DSP 568000、DSP 56100 等几个不同类别的处理器。

4. 片上系统

片上系统(System on Chip, SoC)将重要处理器的内核和各种外围的芯片器件整合在一起,进一步降低功耗。随着电子数据交换(Electric Data Interchange, EDI)的推广和超大规模集成电路(Very Large Scale Integration, VLSI)设计的普及化及半导体工艺的迅速发展,可将整个嵌入式系统大部分集成到一块或几块芯片中去,应用系统电路板将变得很简洁,对于减小体积和功耗、提高可靠性非常有利。

片上系统代表产品有 Infineon 的 TriCore、Motorola 的 M-Core 和 Philips 的 Smart XA 等。

1.2.2 嵌入式操作系统

嵌入式操作系统是一种支持嵌入式系统应用的操作系统软件,具有通用操作系统的基本特点,能够有效管理越来越复杂的系统资源;能够把硬件虚拟化,使得开发人员从繁忙的驱动程序移植和维护中解脱出来;能够提供库函数、驱动程序、工具集以及应用程序。与通用操作系统相比较,嵌入式操作系统在系统实时高效性、硬件的相关依赖性、软件固态化以及应用的专用性等方面具有较为突出的特点。

从应用角度可分为通用型嵌入式操作系统和专用型嵌入式操作系统。常见的通用型嵌入式操作系统有 Linux、VxWorks、Windows CE、 μ C/OS-II 等。常用的专用型嵌入式操作系统有 Smart Phone、Pocket PC、Symbian 等。

按实时性可分为两类。实时嵌入式操作系统主要面向控制、通信等领域。如 WindRiver 公司的 VxWorks、ISI 的 pSOS、QNX 系统软件公司的 QNX、ATI 的 Nucleus 等。非实时嵌入式操作系统主要面向消费类电子产品。这类产品包括 PDA、移动电话、机顶盒、电子书、WebPhone 等,如微软面向手机应用的 Smart Phone 操作系统。

1.3 嵌入式系统的主要特征

嵌入式系统与通用型计算机系统相比,具有以下 6 个主要特点。

1. 嵌入式系统通常是形式多样且面向特定应用

嵌入式系统是将先进的计算机技术、半导体技术以及电子技术与各个行业的具体应

用相结合的产物,这一点就决定了它必然是一个技术密集、资金密集、高度分散、不断创新的知识集成系统。没有哪个公司的操作系统和处理器能够垄断市场。

2. 嵌入式系统具有功耗低、体积小、集成度高等特点

嵌入式系统把通用计算机许多由板卡完成的任务集成在芯片内部,从而有利于嵌入式系统设计趋于小型化与低功耗,使其移动能力大大增强,和网络的耦合也越来越紧密。

3. 嵌入式系统通常极其关注成本

根据具体功能尽可能量体裁衣、去除冗余,力争在同样的硅片面积上实现更高的性能,并降低成本,这样才能在具体应用中更具有竞争力。

4. 嵌入式系统有实时性和可靠性的要求

由于大部分嵌入式系统必须具有较高的实时性,因此对程序的质量,特别是可靠性,有着较高的要求。为了提高执行速度和系统可靠性,嵌入式系统中的软件一般都固化在存储器芯片或单片机本身中,而不是存储于磁盘等载体中,而且操作系统一般是适应多种处理器、可剪裁、轻量型、实时可靠、可固化的嵌入式操作系统。

5. 嵌入式系统开发需要专门工具和特殊方法

嵌入式系统本身不具备自主开发的能力,即使设计完成以后用户通常也不能对其中的程序功能进行修改,必须有一套开发工具和环境才能进行开发。

6. 嵌入式系统 DSP 特别适合实时快速处理各种数字信号

嵌入式系统 DSP 是一种特别适合进行数字信号处理运算的微处理器,其主要应用是实时快速地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 8 个主要特点:

- (1) 在一个指令周期内可完成一次乘法和一次加法。
- (2) 程序和数据空间分开,可以同时访问指令和数据。
- (3) 片内具有快速 RAM,通常可通过独立的数据总线在两块中同时访问。
- (4) 具有低开销或无开销循环及跳转的硬件支持。
- (5) 快速的中断处理和硬件 I/O 支持。
- (6) 具有在单周期内操作的多个硬件地址产生器。
- (7) 可以并行执行多个操作。
- (8) 支持流水线操作,使取指、译码和执行等操作可以重叠执行。

1.4 嵌入式 DSP 开发系统

对于电气工程与控制相关专业的学生,在完成各种电气与控制专业基本原理、微型计算机与单片机等基础控制器的学习后,需要学习更高级、功能更强的控制器系统——高端嵌入式 DSP 系统,以适应现代日新月异科技发展的需求,才能在电气与控制等相关专业领域的研发中有所作为。

学习嵌入式 DSP 系统要有一定基础,熟悉微机原理和接口知识,熟悉一门汇编语言,尤其要弄清楚微处理器执行的过程和常用指令的执行操作,至少会 C 语言编程。从嵌入式基础学起时,最好要先从简单的 51 单片机开发开始,因为 51 单片机便宜而且资料非常多。运用简单汇编语言和 C51 进行编程,在这个过程中要熟悉开发流程和掌握访问硬件的方法。然后针对不带操作系统的高端嵌入式 DSP 处理器进行学习,在这个过程中要根据学习对象,研究其体系结构,学会查看硬件手册。最后,在积累了较多的开发经验后再学习嵌入式操作系统,一旦加入操作系统,编程难度大大增加,思维和编程方法转变比较艰难。通过学习操作系统的原理掌握进程、调度、同步和互斥、优先级翻转等知识后,才能对嵌入式系统的学习与开发进入一个全新的层次。在这个过程中要多做几个针对 DSP 系统的项目,在学习和研发中摸索,要知道编写程序容易,但要编写稳定可靠的程序绝非易事。以上说得很简单,实际操作起来则需要付出很多努力和辛苦,需要学习很多知识,积累大量经验。这里只是给出学习的大概步骤,给初学者一个整体概念。

嵌入式DSP实验教学开发系统

本章按照从硬件到软件、从安装到运行的方式介绍 DSP 实验教学开发系统的各种功能。主要内容包括实验教学开发系统的介绍与技术指标及接口功能、实验教学开发系统的存储空间定义及寄存器映射说明、实验教学开发系统评估板的数模 D/A 转换器和实验教学开发系统使用说明等。在实验教学开发系统使用说明中,给出软件开发环境 CCS 2.2 安装、设置 CCS 仿真环境、烧写 F2812 片内 FLASH 插件安装使用说明等具体操作,不仅提供操作步骤,而且还给出了操作后的提示显示图,读者只要按照提示就可以完成安装;通过设置 CCS 仿真环境,还可以实现软件仿真的纯仿真调试和带硬件的控制系统设计与调试。对 DSP 实验教学开发系统的学习和实际工程设计都有一定的参考价值。

2.1 DSP 实验教学开发系统简介

ICETEK DSP 实验教学开发系统,是北京瑞泰创新科技有限责任公司专门为 DSP 教学和科研开发研制的。本套系统的最大特点就是模块化设计,既满足了目前教学的需要,又为将来产品的升级换代,做了技术上的考虑,同时这种模块化的设计可以应用到多个方面,首先最主要的评估板包括近十种产品,每种都针对着不同的应用。本套 DSP 实验教学开发系统的评估板为 ICETEK-F2812-A,适用于电动机控制系统,评估板都是直接插在实验箱的底板上,方便随时更换。该套实验教学开发系统提供了完整、具体的控制系统解决方案,主要应用方向包括:本科生的 DSP 实验教学;基于 DSP 应用的课程设计;基于 DSP 的图像、语音和网络等的毕业设计;基于 DSP 的研究生嵌入式系统的开发等几个方面。

2.1.1 DSP 实验教学开发系统的组成

ICETEK DSP 实验教学开发系统的组成如图 2.1 所示,简单介绍如下:



图 2.1 DSP 实验教学开发系统的组成

1. 箱盖

保护实验箱设备;保存教材、使用手册、实验指导书、各种实验用的连线;可拆卸,在实验中可从箱体上拆下。

2. 箱体

装载实验箱设备;左侧外壁上有一个标准外接电源线插孔;通过固定螺丝与实验箱底板连为一体。

3. 底板

固定各模块;提供电源开关、实验用直流电源插座、A/D 输入插座、D/A 输出插座、各模块直流供电插座、信号输入插座、信号源输出插座、测试点;实现显示控制模块和 DSP 评估板模块的信号互连。

4. 数字信号源

左上方黄色部分,共有两组、4 路输出,可使用专门开关启动;提供切换选择输出方波、三角波和正弦波等,另可选择输出频率范围(10~100 Hz, 100 Hz~1 kHz, 1~10 kHz, 10~20 kHz),还可进行频率和幅度(0~3.3 V)的微调。

5. 仿真器模块

左下方红色部分,固定 ICETEK 仿真器,支持 PP 型和 USB 型;提供 PP 型仿真器供电+5 V 电源插座;仿真器可从底板上拆下单独使用或更换,现为 USB 型。

6. 显示控制模块

右上方带 3 个黄色圆盘部分,通过信号线连接到底板;从底板提供的+5 V 和+12 V 直流电源插座输入电源;提供液晶图形显示(128×64 像素),发光二极管阵列显示(8×8 点),指示灯(12 只,分为红、黄、绿 3 种颜色),4 相步进电动机,直流电动机,键盘(外接 PS2 接口),蜂鸣器。显示控制模块可从底板上拆下更换。

7. 测试模块

提供对常用信号的测试点,其中有 PWM 信号(4 路,仅针对 DSP 系统 ICETEK-F2812-A-USB-EDU 的实验箱)、模数转换 A/D 信号(4 路)和数模转换 D/A 信号(4 路),另外还包括两个地线(DGND、AGND)。

8. DSP 评估板模块

右下方绿色部分,固定各种 DSP 评估板;提供+5 V 直流电源插座(两个位置);34Pin 信号线插座(4 个),用于连接 DSP 评估板和实验箱底板。DSP 评估板模块可从底板上拆下更换。

2.1.2 DSP 实验教学开发系统的特点

该实验教学开发系统主要由 5 部分组成,数字信号源、仿真器模块、显示控制模块、DSP 评估板模块和底板。在评估板上有 4 个插座,DSP 的所有信号都可以通过这 4 个插座引出,提供了方便的扩展空间,用户可以设计出满足各种控制需要的扩展板,插在主板上进行应用开发,实现用户的各种需要。下面对每一部分进行介绍。

1. 数字信号源

两个独立的数字信号发生器(数字信号源),可同时提供 4 种波形、两路输出;信号的波形、频率、幅度可调。数字信号发生器如图 2.2 所示。

① 频率微调:在每个频率段范围内进行频率调整。

② 波形切换:提供 4 种波形(方波、三角波、正弦波和白噪声),可通过拨动开关进行选择。