

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



MSP430单片机 应用技术案例教程

尹丽菊 万 隆 主编

巴奉丽 巩秀钢 宿宝臣 副主编



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



MSP430单片机 应用技术案例教程

尹丽菊 万 隆 主编

巴奉丽 巩秀钢 宿宝臣 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书采用案例化教学的方式,以 TI 公司的 MSP430 单片机为例,结合独立开发的 MSP430 实验台的硬件模块设计教学项目。书中每一知识点的介绍都列举了清晰易懂的相关例程,真正从应用的角度讲解知识,既可使读者提高动手能力又可培养其兴趣,是一本可以帮助读者快速入门并提高的实用性教材。

全书分为 8 章。其中,第 1 章简单介绍单片机相关的几个基本概念以及 MSP430 系列单片机的基本资源;第 2 章简介 MSP430F149 单片机,包括 CPU 的基本结构、存储器、时钟系统、工作模式及中断的基本概念;第 3 章介绍 IAR 编译软件的基本应用;第 4 章介绍 MSP430 单片机的 I/O 端口的应用,列举了 LED、按键、数码管以及点阵的具体应用,通过不同的外围电路使读者逐步理解 MSP430 单片机 I/O 端口的应用;第 5 章介绍 MSP430 单片机的定时器,包括看门狗定时器、定时器 A 的基本工作模式、定时器的捕获以及输出单元;第 6 章介绍 MSP430 单片机的串行通信,主要包括 USART、SPI 总线和 I²C 总线的应用;第 7 章主要介绍 MSP430 单片机 ADC12 的 4 种转换模式和 DAC12 的芯片 TLC5615 的基本应用;第 8 章为具体实例应用,主要介绍液晶模块、时钟芯片 DS1302、温度传感器 DS18B20、HS0038 红外接收、NRF24L01 无线模块、步进电动机控制、超声模块的应用。

本书可作为高等学校本专科相关专业教材或教师参考用书,也可作为单片机零基础并希望快速入门的初学者的自学参考书。

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

MSP430 单片机应用技术案例教程/尹丽菊,万隆主编.—北京:清华大学出版社,2017
(21 世纪高等学校规划教材·电子信息)
ISBN 978-7-302-46828-8

I. ①M… II. ①尹… ②万… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 063985 号

责任编辑:闫红梅 薛 阳

封面设计:傅瑞学

责任校对:时翠兰

责任印制:宋 林

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:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:17.75

字 数:431 千字

版 次:2017 年 9 月第 1 版

印 次:2017 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.00 元

产品编号:073783-01

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和教学方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

- (1) 21世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。
- (2) 21世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。
- (3) 21世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。
- (4) 21世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。
- (5) 21世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。
- (6) 21世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。
- (7) 21世纪高等学校规划教材·电子商务。
- (8) 21世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

单片机应用技术是电子信息工程、电子科学与技术、计算机、机电一体化等专业的重要专业课程之一,是一门比较基础的应用性课程,是软硬件结合的一个初级平台,也是嵌入式、DSP 等高起点课程的重要基础,同时也是工科学生必备的基础能力。

本书选用的 MSP430 单片机是 TI 公司于 1996 年开始推向市场的一种 16 位超低功耗、具有精简指令集的混合信号处理器。它集多种领先技术于一体,以 16 位 RISC 处理器、超低功耗、高性能模拟技术及丰富的片内外设、JTAG 仿真调试定义了新一代单片机的概念,给人以耳目一新的感觉。

本书从解决基本问题着手,重基础、重实践。从最基本的应用开始,通过实例结合仿真调试软件的使用逐步引导,使读者通过学习,能够真正掌握 MSP430 单片机基本硬件电路的设计、C 程序设计以及编译与仿真软件的使用等知识和技能,从而为以后的提高打下良好的基础。

全书共由以下 8 章组成。

第 1 章 MSP430 系列单片机概述,内容包括单片机的基本概念、单片机的应用领域、单片机的种类以及 MSP430 单片机的基本结构。

第 2 章 MSP430F149 简介,内容包括 MSP430 单片机的总体架构、结构特点、存储器结构、时钟系统、工作模式以及中断系统,学习本章有利于掌握 MSP430 单片机的结构和工作原理。

第 3 章 IAR 集成开发环境的使用,介绍 MSP430 单片机的开发环境 IAR 软件的应用。

第 4 章 I/O 端口应用,通过 11 个具体的设计任务,从易到难逐步让读者掌握 I/O 端口的控制方式,同时也掌握单片机驱动键盘、数码管、点阵等常见外围模块。

第 5 章 定时器,主要介绍看门狗定时器和定时器 A、B 的基本应用,并通过 9 个案例依次介绍 WDT、定时器的 4 种工作模式、捕获模式以及定时器输出单元的基本应用。

第 6 章 单片机的串行通信,依次介绍通用串行异步通信 UART 的应用、通用串行通信同步模式——SPI 以及 I²C 总线的应用,使读者掌握单片机系统中最常用的串行总线通信方式。

第 7 章 ADC12/DAC12 转换模块,介绍 MSP430F149 单片机内部 A/D 转换模块的基本应用;介绍 TLC5616DA 芯片,让读者了解 D/A 转换的基本原理和应用。

第 8 章 单片机应用实例,主要介绍单片机常用的外围模块,包括 LCD1602、LCD12864、时钟芯片、温度传感器、红外模块、NRF24L01 无线模块、PS2 键盘、步进电动机、超声模块等。本章是对单片机应用的综合性训练。通过本章的学习,读者对单片机的应用能力将得到进一步的提升。

本书的最大特点是配套了实验台和口袋实验板,书中所有例子均有实际硬件支持。本

书结合案例化、项目化教学思路,通篇采用由具体案例引入知识点的形式,在具体案例的设计上,从初学者的角度出发,从单一到综合、由易到难、逐步提升、层层关联,注重知识点的引入顺序和积累,强调实践动手能力的训练。读者掌握了本书的知识,就基本上达到了单片机应用的入门级别,剩下的就是一步步的经验积累,为进一步从事单片机开发打下坚实基础。总之,本书对那些想从事单片机开发的初学者无疑是一本不错的参考书。

本书由尹丽菊、万隆主编,参与本书编写的人员还有巴奉丽、巩秀钢、宿宝臣、李义明、王勃、朱钰莹。

李义明、王勃两位工程师设计开发了与本书配套的实验平台和口袋实验板,朱钰莹、李晓雄两位同学参与编写了配套实验指导书,为本书增色不少,在此一并致谢!

本书免费提供电子课件和配套源代码以及相关教学资料,如有兄弟院校对配套的实验平台和口袋实验板感兴趣可以直接跟作者联系。

书中难免存在疏漏和不妥之处,恳请广大读者批评与指正。作者电子邮箱:sdlgwanlong@163.com。

编者

2017年5月

图书资源支持

感谢您一直以来对清华版图书的支持和爱护。为了配合本书的使用,本书提供配套的素材,有需求的用户请到清华大学出版社主页(<http://www.tup.com.cn>)上查询和下载,也可以拨打电话或发送电子邮件咨询。

如果您在使用本书的过程中遇到了什么问题,或者有相关图书出版计划,也请您发邮件告诉我们,以便我们更好地为您服务。

我们的联系方式:

地 址: 北京海淀区双清路学研大厦 A 座 707

邮 编: 100084

电 话: 010-62770175-4604

资源下载: <http://www.tup.com.cn>

电子邮件: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

QQ: 883604(请写明您的单位和姓名)

用微信扫一扫右边的二维码,即可关注清华大学出版社公众号“书圈”。



扫一扫

资源下载、样书申请
新书推荐、技术交流

目 录

| | |
|-----------------------------------|----|
| 第 1 章 MSP430 系列单片机概述 | 1 |
| 1.1 单片机的基本概念 | 1 |
| 1.2 单片机的发展及应用领域 | 1 |
| 1.3 常见单片机种类 | 2 |
| 1.4 MSP430 系列单片机简介 | 4 |
| 1.4.1 MSP430 系列单片机的特点 | 4 |
| 1.4.2 MSP430 的基本结构 | 5 |
| 1.4.3 MSP430 单片机系列介绍 | 6 |
| 第 2 章 MSP430F149 简介 | 10 |
| 2.1 MSP430 的总体架构 | 10 |
| 2.2 CPU 的结构和特点 | 11 |
| 2.2.1 MSP430 系列单片机芯片特征 | 11 |
| 2.2.2 MSP430 特殊寄存器介绍 | 14 |
| 2.3 MSP430 存储器 | 17 |
| 2.3.1 程序存储器 | 17 |
| 2.3.2 数据存储器 | 18 |
| 2.3.3 Flash 存储器 | 18 |
| 2.4 MSP430 的时钟系统 | 18 |
| 2.4.1 案例介绍与分析 | 19 |
| 2.4.2 MSP430 的时钟源 | 19 |
| 2.4.3 MSP430 的时钟信号 | 21 |
| 2.4.4 基本时钟寄存器 | 21 |
| 2.5 MSP430 的系统复位和低功耗工作模式 | 23 |
| 2.5.1 系统复位和初始化 | 23 |
| 2.5.2 低功耗工作模式 | 24 |
| 2.6 中断系统 | 27 |
| 2.6.1 中断的概念和类型 | 27 |
| 2.6.2 中断响应及返回过程 | 28 |
| 2.6.3 中断嵌套 | 29 |
| 2.6.4 中断向量和中断相关寄存器 | 29 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 第 3 章 IAR 集成开发环境的使用 | 32 |
| 3.1 IAR 开发平台的安装与使用 | 32 |
| 3.1.1 IAR 的下载、安装 | 32 |
| 3.1.2 IAR 的初始化界面 | 35 |
| 3.1.3 IAR 菜单 | 35 |
| 3.1.4 工具栏 | 37 |
| 3.1.5 IAR 的窗口 | 38 |
| 3.2 IAR 工程的建立与设置 | 39 |
| 3.2.1 创建工作空间 | 39 |
| 3.2.2 新建文件并添加到工程 | 40 |
| 3.2.3 配置工程 | 40 |
| 3.3 C-SPY 硬件仿真调试 | 43 |
| 3.3.1 仿真器的驱动及硬件连接 | 43 |
| 3.3.2 仿真器的使用 | 44 |
| 第 4 章 I/O 端口应用 | 46 |
| 4.1 任务 1 点亮第一个 LED 小灯 | 46 |
| 4.1.1 案例介绍与实现 | 46 |
| 4.1.2 I/O 端口的特点及结构 | 47 |
| 4.1.3 相关寄存器 | 47 |
| 4.2 任务 2 1s 流水灯 | 48 |
| 4.2.1 案例介绍与实现 | 48 |
| 4.2.2 本书常用的自定义头文件简介 | 49 |
| 4.3 任务 3 4 种模式切换的流水灯 | 51 |
| 4.4 任务 4 独立按键的应用 | 52 |
| 4.4.1 案例介绍与实现 | 52 |
| 4.4.2 独立按键原理 | 54 |
| 4.4.3 独立按键消抖 | 54 |
| 4.5 任务 5 I/O 中断控制 LED | 55 |
| 4.5.1 案例介绍与实现 | 55 |
| 4.5.2 相关寄存器配置 | 56 |
| 4.5.3 I/O 端口操作的基本流程 | 57 |
| 4.6 任务 6 矩阵按键的应用 | 57 |
| 4.6.1 案例介绍与实现 | 57 |
| 4.6.2 矩阵键盘的工作原理 | 60 |
| 4.6.3 行列扫描法原理 | 60 |
| 4.7 任务 7 8 位数码管全显 0 | 60 |
| 4.8 任务 8 8 位数码管统一从 0 到 F 循环显示 | 61 |

| | | |
|------------|-----------------------|-----------|
| 4.8.1 | 案例介绍与实现 | 61 |
| 4.8.2 | 数码管的编码原理 | 63 |
| 4.8.3 | 静态显示原理 | 63 |
| 4.9 | 任务9 数码管的轮流显示及动态显示 | 64 |
| 4.9.1 | 案例介绍与实现 | 64 |
| 4.9.2 | 数码管的动态显示原理 | 66 |
| 4.9.3 | 数码管动态显示的消影 | 67 |
| 4.10 | 任务10 数码管显示按键键值 | 67 |
| 4.11 | 任务11 点阵显示 | 71 |
| 4.11.1 | 案例介绍与实现 | 71 |
| 4.11.2 | 点阵的基础知识 | 74 |
| 4.11.3 | 字符编码原理 | 75 |
| 第5章 | 定时器 | 76 |
| 5.1 | 任务1 看门狗 | 76 |
| 5.1.1 | 案例介绍与分析 | 76 |
| 5.1.2 | WDT的基本结构及工作原理 | 77 |
| 5.1.3 | WDT相关寄存器 | 77 |
| 5.1.4 | 看门狗的定时模式 | 79 |
| 5.2 | 任务2 定时器A增计数应用 | 80 |
| 5.2.1 | 案例介绍与分析 | 80 |
| 5.2.2 | 定时器A的基本结构 | 81 |
| 5.2.3 | 定时器A的工作模式——停止模式/增计数模式 | 82 |
| 5.2.4 | 定时器A相关寄存器 | 83 |
| 5.3 | 任务3 定时器A的基本应用——连续计数模式 | 85 |
| 5.3.1 | 案例介绍与分析 | 85 |
| 5.3.2 | 连续工作模式的工作方式 | 85 |
| 5.3.3 | 定时/计数器的中断 | 86 |
| 5.4 | 任务4 定时器A的基本应用——增减计数模式 | 87 |
| 5.4.1 | 案例介绍与分析 | 87 |
| 5.4.2 | 增/减计数模式的工作方式 | 87 |
| 5.5 | 任务5 捕获/比较部件 | 88 |
| 5.5.1 | 案例介绍与分析 | 88 |
| 5.5.2 | 相关寄存器 | 90 |
| 5.5.3 | 比较单元 | 92 |
| 5.5.4 | 捕获单元 | 92 |
| 5.6 | 任务6 单片机输出单元应用一 | 94 |
| 5.6.1 | 案例介绍与分析 | 94 |
| 5.6.2 | 输出单元的基本结构 | 94 |

| | | |
|------------|------------------------|------------|
| 5.6.3 | 输出单元的工作方式 | 95 |
| 5.7 | 任务7 单片机输出单元应用二 | 97 |
| 5.8 | 任务8 单片机输出单元应用三 | 97 |
| 5.9 | 任务9 定时器B | 97 |
| 5.9.1 | 案例介绍与分析 | 97 |
| 5.9.2 | 定时器B的基本结构和特点 | 99 |
| 5.9.3 | 比较/捕获部件 | 100 |
| 第6章 | 单片机的串行通信 | 102 |
| 6.1 | 任务1 通用串行异步通信UART的应用一 | 102 |
| 6.1.1 | 案例介绍与实现 | 102 |
| 6.1.2 | 串行通信的基本概念 | 104 |
| 6.1.3 | UART的工作原理 | 105 |
| 6.1.4 | USART相关的控制寄存器 | 109 |
| 6.1.5 | 多机通信模式 | 115 |
| 6.2 | 任务2 通用串行异步通信UART的应用二 | 117 |
| 6.2.1 | 案例介绍与实现 | 117 |
| 6.2.2 | USART接收部件的工作原理 | 118 |
| 6.2.3 | USART相关寄存器 | 120 |
| 6.3 | 任务3 通用串行通信同步模式——SPI | 122 |
| 6.3.1 | 案例介绍与实现 | 122 |
| 6.3.2 | SPI的工作原理 | 124 |
| 6.3.3 | 同步模式寄存器 | 128 |
| 6.4 | 任务4 I ² C总线 | 130 |
| 6.4.1 | 案例介绍与实现 | 130 |
| 6.4.2 | 24C02的基本特性和引脚说明 | 140 |
| 6.4.3 | I ² C总线协议简介 | 141 |
| 6.4.4 | 24C02的具体操作 | 143 |
| 第7章 | ADC12/DAC12转换模块 | 145 |
| 7.1 | 任务1 ADC单通道单次转换模式 | 145 |
| 7.1.1 | 案例介绍与实现 | 145 |
| 7.1.2 | ADC12的基本结构与工作原理 | 146 |
| 7.1.3 | ADC12寄存器 | 153 |
| 7.2 | 任务2 ADC单通道多次转换模式 | 156 |
| 7.2.1 | 案例介绍与分析 | 156 |
| 7.2.2 | ADC12的4种转换模式与使用 | 160 |
| 7.2.3 | ADC12的操作步骤 | 165 |
| 7.3 | 任务3 ADC序列通道单次转换模式 | 165 |

| | | |
|------------|--------------------------|------------|
| 7.4 | 任务4 ADC 序列通道多次转换模式 | 166 |
| 7.5 | 任务5 DAC12 的芯片 | 167 |
| 7.5.1 | 案例介绍与分析 | 167 |
| 7.5.2 | 芯片 TLC5615 概述 | 171 |
| 7.5.3 | TLC5615 的工作原理 | 172 |
| 第8章 | 单片机应用实例 | 174 |
| 8.1 | 任务1 LCD1602 | 174 |
| 8.1.1 | 案例介绍与实现 | 174 |
| 8.1.2 | LCD1602 概述 | 178 |
| 8.1.3 | LCD1602 的操作流程 | 180 |
| 8.2 | 任务2 LCD12864 | 182 |
| 8.2.1 | 案例介绍与分析 | 182 |
| 8.2.2 | LCD12864 概述 | 186 |
| 8.2.3 | LCD12864 操作流程 | 195 |
| 8.3 | 任务3 时钟芯片 DS1302 | 198 |
| 8.3.1 | 案例介绍与分析 | 198 |
| 8.3.2 | DS1302 概述 | 203 |
| 8.3.3 | DS1302 的读写操作和寄存器配置 | 204 |
| 8.4 | 任务4 DS18B20 | 206 |
| 8.4.1 | 案例分析与介绍 | 206 |
| 8.4.2 | DS18B20 概述 | 212 |
| 8.4.3 | DS18B20 寄存器配置 | 214 |
| 8.4.4 | DS18B20 的初始化与数据读取 | 216 |
| 8.5 | 任务5 HS0038 红外通信 | 219 |
| 8.5.1 | 案例介绍与分析 | 219 |
| 8.5.2 | 红外线接收器 HS0038 概述 | 222 |
| 8.5.3 | 红外接收操作 | 224 |
| 8.6 | 任务6 NRF24L01 无线模块 | 226 |
| 8.6.1 | 案例介绍与分析 | 226 |
| 8.6.2 | NRF24L01 概述 | 234 |
| 8.6.3 | NRF24L01 的工作模式 | 235 |
| 8.6.4 | NRF24L01 寄存器配置 | 238 |
| 8.6.5 | NRF24L01 模块的操作与配置 | 241 |
| 8.7 | 任务7 PS2 键盘 | 242 |
| 8.7.1 | 案例介绍与分析 | 242 |
| 8.7.2 | PS2 键盘概述 | 252 |
| 8.7.3 | PS2 键盘的数据发送 | 253 |
| 8.8 | 任务8 步进电动机 | 255 |

| | | |
|-------|--------------------|-----|
| 8.8.1 | 案例介绍与分析 | 255 |
| 8.8.2 | 28BYJ-48 步进电动机概述 | 260 |
| 8.8.3 | 芯片 ULN2003 简介 | 261 |
| 8.9 | 任务 9 超声波模块应用——测距 | 262 |
| 8.9.1 | 案例介绍与分析 | 262 |
| 8.9.2 | HC-SR04 概述 | 264 |
| 8.9.3 | 电气参数 | 265 |
| 8.9.4 | 超声波工作时序图 | 265 |
| 附录 | MSP430F149 引脚功能对照表 | 266 |

第 1 章

MSP430 系列单片机概述

MSP430 单片机是 TI 公司于 1996 年开始推向市场的一种 16 位超低功耗、具有精简指令集的混合信号处理器。该系列单片机具有处理能力强、运算速度快、超低功耗、片内资源丰富、开发环境方便高效等特点。本书将结合 MSP430 单片机 1×× 系列的基本应用对读者做详细介绍。

1.1 单片机的基本概念

很多初学者在刚开始接触单片机的时候不清楚究竟什么是单片机。接下来就用最通俗的语言给出单片机的定义。单片机就是一块集成芯片,但这块集成芯片具有一些特殊的功能,而它的功能的实现要靠使用者自己来编程完成。编程的目的就是控制这块芯片的各个引脚在不同时间输出不同的电平,进而控制与单片机各个引脚相连接的外围电路的电气状态。

单片机具有体积小、价格低、使用方便、可靠性高等一系列优点,因此一问世就显示出强大的生命力,被广泛用于国防、工业生产和商业管理等领域。特别是近年来微处理器的高速发展,已经渗透到人类生活的各个领域,给人类世界带来了难以估计的深刻变革。纵观微处理器的发展,可以明显地看出其正朝着两个方向进行。一方面,朝着具有复杂数据运算、高速通信、信息处理等功能的高性能计算机系统方向发展。这类系统以速度快、功能强、存储量大、软件丰富、输入/输出设备齐全为主要特点,采用高级语言、应用语言编程,适用于数据运算、文字信息处理、人工智能、网络通信等应用。另一方面,在某些应用领域,如智能化仪器仪表、电信设备、自动控制设备、汽车乃至家用电器等,对数据运算、信息处理等高性能要求不高,但对体积、成本、功耗等的要求却比较苛刻。为适应这种需求,产生了一种将中央处理器、存储器、I/O 接口电路以及连接它们的总线都集成在一块芯片上的计算机,即所谓的单片微型计算机(Single Chip Microcomputer),简称单片机。单片机在设计上主要突出了控制功能,在单一芯片上集成了结构完整的计算机。

1.2 单片机的发展及应用领域

20 世纪 80 年代以来,单片机的应用已经深入到工业、交通、农业、国防、科研、教育以及日常生活用品等各种领域。单片机的主要应用范围如下。

(1) 工业控制。单片机的结构特点决定了它特别适用于控制系统。它既可作为单机控制器,也可作为多机控制系统的预处理设备,应用非常广泛。单片机在工业方面的应用包括电机控制、数控机床、物理量的检测与处理、工业机器人、过程控制、智能传感器等。

(2) 军事控制。可用于导弹控制、鱼雷制导控制、智能武器装备、航天导航系统等。

(3) 农业方面。包括植物生长过程要素的测量与控制,智能灌溉以及远程大棚控制等。

(4) 仪器仪表。如智能仪器仪表、医疗器械、色谱仪、示波器、万用表等。

(5) 通信方面。如解调器、网络终端、智能线路运行控制以及程控电话交换机等。

(6) 日常生活用品方面。包括移动电话、MP3 播放器、照相机、电子玩具、电子词典、空调机等各种电气电子设备。

(7) 导航控制与数据处理方面。如鱼雷制导控制、智能武器装备、导弹控制、航天器导航系统、电子干扰系统、图形终端、硬盘驱动器、打印机等。

(8) 汽车控制方面。如门窗控制、音响控制、点火控制、变速控制、防滑刹车控制、排气控制、节能控制、安全控制、冷气控制、汽车报警控制以及测试设备等。

1.3 常见单片机种类

目前市场上单片机种类繁多,但在国内常见的单片机类型主要有以下几种。

1. 51 系列单片机

51 系列单片机始于 Intel 公司的 MCS-51 单片机。因其自身诸多优点,已成为目前使用最广泛的 8 位单片机之一。在 Intel 之后,其他著名 IC 制造商也随之推出了与 MCS-51 指令系统兼容的单片机,后来人们将其统称为 51 系列单片机,即所有 51 系列单片机所使用的内核均是 8051 内核。目前,51 系列单片机具有高性能价格比、扩展灵活、资料丰富等优点,结构简单,易学易用,适于广大单片机爱好者入门学习使用。尽管内核是一样的,但各个厂商生产的 51 系列单片机还是各有特色,下面分别介绍几种国内常见的 51 系列单片机。

(1) C8051F 系列单片机。C8051F 系列单片机是 Cygnal 公司(已被 Silicon Lab 收购)推出的一款 51 系列单片机。该系列单片机在技术上进行了较大突破,一方面极大地提升了 51 内核的执行速度,另一方面实现了资源的充分利用,并率先使用了基于 JTAG 接口的仿真调试方法。该系列单片机具有高速指令处理能力,增加了中断源和复位源、全速在线调试以及丰富片内资源,如高精度的多通道 ADC、DAC、电压比较器、内部或外部电压基准、内置温度传感器、6 位可编程定时/计数器阵列等。C8051F 单片机的典型应用包括智能电力变送器、无刷直流电动机控制等。

(2) AT89 系列单片机。AT89 系列单片机是 Atmel 公司基于 Intel 公司的 MCS51 系列单片机研发出来的与 MCS-51 兼容但性能高于 MCS-51 的单片机。该单片机以其性能稳定、抗干扰能力强著称。这个系列单片机的最大特点是在片内含有 Flash 存储器。它问世以来,以其优良的性能和实惠的价格赢得了国内研究人员的广泛使用。主要应用领域有航空电子设备、海洋环境、电池管理、IT 业电机控制、通用遥控、大型家用电器、照明、汽车引擎控制通信、医疗设备等,特别是在便携式、省电及特殊信息保存的仪器和系统中应用

广泛。

(3) NXP 系列单片机。NXP 系列单片机是 NXP 公司(前 Philips 公司半导体部)推出的系列单片机。NXP 公司生产的单片机主要是 8 位和 16 位单片机。常见的 8 位系列单片机有 P89LPC9×××、P87LPC7×××、P89C5××、P80C5××及 80C51 系列。而其 16 位系列单片机相对较少,只有 PXA 系列和 XA 系列。

(4) STC 系列单片机。STC 系列单片机是宏晶科技公司推出的 51 系列单片机,该公司主要生产 89C51、90、11、12 等系列增强型 51 单片机。与其他单片机相比,STC 单片机以其低功耗、廉价、稳定性能,占据着国内较大的 8 位单片机市场。

2. AVR 系列单片机

AVR 系列单片机是 Atmel 公司于 1997 年推出的 RISC 系列单片机。该系列单片机吸收了 DSP 双总线的结构,采用哈佛总线结构。AVR 系列单片机采用低功率、非挥发的 CMOS 工艺制造,除具有低功耗、高密度的特点外,还支持低电压的联机 Flash、E²PROM 写入功能。

AVR 系列单片机具有良好的集成性能,具备在线编程接口,其中的 Mega 系列还具备 JTAG 仿真和下载功能;集成片内看门狗电路、片内程序 Hash、同步串行接口 SPI;多数 AVR 单片机还内嵌了 AD 转换器、模拟比较器、PWM 定时/计数器等多种功能;AVR 系列单片机的 I/O 接口具有很强的驱动能力,灌电流可直接驱动继电器、LED 等器件,从而省去驱动电路,节约系统成本。

该系列单片机具有简便易学、费用低廉、高速、低耗、保密等特点,广泛应用于计算机外部设备、工业实时控制、仪器仪表、通信设备、家用电器、宇航设备等各个领域,如空调控制板。

3. PIC 单片机

PIC 系列单片机是 Microchip 公司推出的一款知名度较高、使用广泛的单片机。PIC 系列单片机既有 8 位的也有 16 位的。8 位单片机又可分成低档、中档和高档单片机,其中,中档的 PIC16F873(A)、PIC16F877(A)单片机用得最多。PIC 系列单片机采用哈佛双总线结构,RISC 指令系统;具备速度快、功耗小、I/O 驱动能力强、价格低、体积小等特点。在办公自动化设备、消费电子产品、电信通信、智能仪器仪表、汽车电子、金融电子、工业控制等不同领域都有广泛的应用。PIC 系列单片机在世界单片机市场份额排名中逐年提高,发展非常迅速。

4. Freescale 单片机

Freescale(飞思卡尔)半导体公司是原 Motorola 公司半导体产品部于 2004 年独立出来的。Freescale 系列单片机采用哈佛结构和流水线指令结构,在许多领域内都表现出低成本、高性能的特点,它的体系结构为产品的开发节省了大量时间。Freescale 单片机提供了多种集成模块和总线接口,可以在不同的系统中更灵活地发挥作用。主要应用在汽车电子、数据连接、家电控制、节能、医疗电子、电机控制、工业控制等领域。