



51系列单片机 高级实例开发指南

李 军 等编著



 北京航空航天大学出版社

51 系列单片机 高级实例开发指南

李 军 等编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书用 4 个综合实例完整讲述了 51 系列单片机高级应用系统的开发过程,包括基于 CAN 总线的机器人控制系统、USB 总线设备、IC 卡读/写系统以及便携式 MP3 播放器和 U 盘设备的设计与开发等,是一部面向实例开发的 51 系列单片机综合应用的项目开发专著。为方便广大读者,书中还扼要介绍了 51 系列单片机的基础知识,介绍了怎样用 Protel 绘制电路图以及怎样用 Keil C 开发单片机应用软件等入门内容。配套光盘收录了书中全部实例的电路图、自编软件的代码以及相关的资料文档。

全书内容详实,实例典型,讲述清楚,汇集了作者多年来单片机应用开发的经验和研究心得,适合单片机应用开发人员参考使用;也可作为电子、自动化及计算机类课程设计和参加电子竞赛的指导教材和参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

51 系列单片机高级实例开发指南/李军等编著. —北京:
北京航空航天大学出版社,2004.6

ISBN 7-81077-484-0

I. 5… II. 李… III. 单片微型计算机—系统开发—指南 IV. TP368.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 030300 号

51 系列单片机高级实例开发指南

李 军 等 编 著

责任编辑 梁厚蕴

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 24.75 字数: 634 千字

2004 年 6 月第 1 版 2005 年 4 月第 2 次印刷 印数: 5 001~9 000 册

ISBN 7-81077-484-0 定价: 39.00 元 (含光盘 1 张)

《51 系列单片机高级实例开发指南》

编委会

主编 李 军

编委 程国钢 张桂英 张 宇 徐 波

奇 凌 寇怀成 王 岩 李庆国

前 言

1. 引 言

单片机(single chip computer 或 micro chip unit)是应控制领域应用的要求而出现的,因此,更能准确反映单片机本质的名称是微控制器(microcontroller)。随着单片机的迅速发展,其应用领域越来越广,如消费电子、家用电器、办公设备、商业营销设备、工业控制和机电一体化控制系统、智能测量仪表以及汽车与航空航天电子系统中都广泛采用了单片机。

尽管目前已经发展了众多种类的单片机,但是应用较广、也是最成熟的还是最早由 Intel 开发的 MCS-51 系列单片机(51 系列单片机)。51 系列单片机应用系统已经成为目前主流的单片机应用系统。众多的电子、半导体公司获得了 Intel 公司的授权,推出了各式各样的具有特色的单片机,这些公司包括 ATMEL, PHILIPS, Winbond, CYPRESS, MOTOROLA 及 LG 等。

51 单片机产品也显现出百花齐放的局面,越来越多的具有增强功能的单片机被推向市场,其中 ATMEL 公司率先推出的采用 Flash 技术的 51 单片机就是其中的佼佼者。这种单片机内部具有 Flash 存储器,程序可擦写 1 000 次以上,而且可采用最简单的仿真器和写入装置进行开发,因此,在市场上取得了巨大的成功。可以说,当前开发的 51 单片机应用系统都是采用具有 Flash 存储器的单片机。

继推出领先的、采用具有 Flash 存储器的 AT89C 系列单片机后,ATMEL 公司又推出了在线可编程(In-System Program, ISP)的 AT89S 系列单片机。由于只需要一个简单的编程电缆,就可以实现对单片机的编程和写入,使得开发系统进一步简化,降低了开发成本。相信再过不久,这种产品将获得更大的成功,同时也将改变当前仿真器和开发器的格局。

本书以 Flash 单片机和可在线编程的 51 单片机为研究内容,结合当前最流行的 CAN 总线、USB 总线及 I²C 总线,以开发成功的几个实际项目为基础,向读者介绍最前沿的 51 系列单片机应用系统的技术要点、开发过程、调试方法及重点应掌握的核心内容。

以下为本书的主要内容和实例:

- 基于 51 单片机应用系统的设计与开发要点;
- 基于 CAN 总线的机器人控制系统;
- 基于 USB 总线的综合实例设计与开发;
- IC 卡读/写应用系统;
- 基于单片机的 MP3 播放器及 U 盘的设计与开发。

2. 内容概述

全书按内容分为 5 篇,其中第 1 篇是单片机设计开发基础,后 4 篇为典型的 51 系列单片机应用系统设计与开发实例。这些内容包括:

第 1 篇——基于 51 单片机应用系统的设计与开发要点

简明扼要地介绍了基于 51 系列单片机系统开发所必需的基本知识。主要包括两个方面：一是对 51 单片机的了解。这里主要介绍了单片机的硬件结构、指令系统和程序设计常识。同时本部分还专门介绍了市场上常见的 51 单片机，为读者了解当前单片机的发展趋势和选择合适的单片机提供了方便。二是单片机系统设计方面的知识。硬件设计部分，介绍了当前比较常用的电路设计软件 Protel；软件设计部分，介绍了支持 C 语言和汇编语言的 Keil C 集成开发系统；最后概述了 51 单片机应用系统的设计要点、开发步骤以及调试方法。

第 2 篇——基于 CAN 总线机器人控制系统的设计与开发

完整地介绍了一个基于 CAN 总线的机器人控制系统的设计与开发。该机器人为 6 自由度关节型机器人。控制系统采用了基于 CAN 的现场总线技术，主控计算机系统由一个带有 PCL-841CAN 卡的工业级个人计算机及其上位机软件系统构成，下位机由 AT89C52 单片机及其外围电路构成，采用 CAN 控制器 SJA1000 和收发器 82C250 等构成了一个智能化的 CAN 节点，并通过下位机应用程序实现 CAN 总线的通信，从而实现了高速、可靠、简便及方便扩展的现场总线机器人控制系统。该控制系统具有很强的典型性，可供机器人、工业应用系统和单片机应用系统开发人员借鉴和参考。

第 3 篇——基于 USB 总线的综合实例设计与开发

介绍一种设计 USB 设备比较简单方便的方法，也就是设计一个用 51 单片机和 USB 接口芯片组成的单片机最小系统，通过对单片机的编程来实现一个完整的 USB 设备。USB 设备都可以归结为控制器和 USB 电气接口这两个基本组成部分。在本综合实例中，控制器采用的是 51 单片机 AT89C51/52，USB 电气接口则是 PHILIPS 公司推出的 USB 接口芯片 PDIUSBD12。单片机控制器作为下位机，通过 USB 接口芯片和 USB 总线与 PC 机交换数据，并实现 USB 设备的逻辑功能。

本篇共分 5 章，前 4 章以一个简单的 HID 类设备的开发为例，向读者讲解采用本篇内容所介绍硬件架构的 USB 设备的一般开发方法。从方案设计到电路设计、固件程序设计、驱动程序设计和应用程序设计，由低层到高层逐步讲解 USB 设备的开发过程。本篇最后 1 章则介绍基于这种硬件架构的更复杂 USB 设备的开发方法，以前 4 章中实现的 HID 设备为基础，对硬件和软件进行适当扩充，轻松实现设备的扩展功能。

第 4 篇——IC 卡读/写系统及其应用

完整地介绍了如何设计和开发 IC 卡读/写系统，并且给出了应用实例。读/写系统利用普通的 AT89C2051 单片机作为控制芯片，利用软件模拟 I²C 以及 SLE4442 的读/写时序，对普通的存储卡 AT24CXX 以及加密卡 SLE4442 进行读/写控制。整个系统具有通用性，既可以单独作为读/写卡系统，也可以嵌入到其它系统中作综合应用。

第 5 篇——基于单片机的 MP3 播放器及 U 盘的设计与开发

介绍基于单片机的 MP3 播放器及优盘的设计与开发，主要内容可概括为：便携式 MP3 播放器的原理与技术方案的分析与归纳，基于 89C51SND1 单片机的 MP3 播放器及 U 盘的设计与调试，MP3 播放器解码方案和 MP3 播放器的设计与实现。

附 录

主要介绍本书配套光盘收录的资料，包括第 2~5 篇的项目资料、电路图、软件代码、设计参考和相关软件等。为方便读者进行软件编程，还以附录形式介绍了单片机的指令系统和

Keil C51 库函数,以表格的形式列出,简单明了。

3. 本书特色

本书是一部 51 系列单片机高级实例应用开发的专著,具有以下特色:

- 融理论讲述与项目分析、设计与电路绘制、硬件开发、软件设计及调试实现为一体,是学习单片机,提高单片机开发水平、掌握相关领域技术和开发水平的高级教材。
- 是一部 51 单片机应用开发的必备参考书,除讲述了单片机项目开发基础外,还讲述了当前单片机最活跃的几种典型应用: CAN 总线、USB 设备的开发、IC 卡应用系统开发、MP3 播放器及 U 盘系统的设计与开发,因此,具有较高的参考价值。
- 作者是北京航空航天大学计算机、电子和自动化专业的博士和硕士,不仅精通 51 单片机应用系统的基础,而且有多年从事相关项目应用开发的经验,对于系统设计和实现具有独特、有效、实用和精辟的见解。
- 作者都具备单片机软、硬件开发和相关软件开发的背景。在本书的相关实例中,他们对硬件和软件系统及其结合的综合分析深入、透彻,做到了理论联系实际和深入浅出。
- 配套光盘收录了书中全部实例,包括各实例的电路图、自编软件的代码以及相关的资料文档,可帮助读者快速实现类似项目的开发。

4. 作者与致谢

本书由北京航空航天大学李军博士主编,李军、程国钢、王岩、张宇、奇凌、张桂英、李庆国、李庆忠、张新勇、周华、何熊文、寇怀成、伍龙飞、徐波、张磊、马纪明等参与编著。参与本书相关项目设计与开发、代码调试、程序测试、电路制图、硬件调试和文档写作工作的还有:张声远、张伟、唐志勇、马纪明、李海蓉、吴庆彬、罗庆凡、孔飞、张旭、高波、库珉等。

向给予大力支持的北京航空航天大学马军老师、北京航空航天大学出版社等表示感谢!

关于本书的任何技术问题,可联系本书作者,发 E-mail 到: journer@163.com。

最后,祝您早日成为高级单片机应用系统开发工程师。

李 军

2003 年 11 月

于北京航空航天大学

目 录

第 1 篇 基于 51 单片机应用系统设计与开发要点

引 言

第 1 章 单片机基础	3
1.1 单片机的发展与应用领域	3
1.2 单片机的结构和工作原理	5
1.2.1 中央处理器	5
1.2.2 存储器组织	7
1.2.3 片内并行接口	11
1.2.4 其它内部资源	13
1.2.5 单片机程序的复位和执行	13
1.2.6 低功耗操作方式	15
1.3 单片机指令与软件基础	16
1.3.1 单片机的指令系统	16
1.3.2 单片机软件设计基础	25
第 2 章 基于 MCS - 51 内核的单片机	28
2.1 Intel 公司的 MCS - 51 系列单片机	28
2.2 ATMEL 公司的 51 系列单片机	29
2.2.1 AT89C51 单片机	29
2.2.2 AT89C2051 单片机	30
2.2.3 AT89S51 单片机	31
2.2.4 AT89S4D12 单片机	36
2.2.5 AT8XC5132 系列单片机	36
2.2.6 T89C51CC02 单片机	37
2.2.7 AT8XC51SND1C 系列单片机	38
2.3 PHILIPS 公司的 51 系列单片机	40
2.4 华邦公司的 51 系列单片机	42
2.5 CYPRESS 公司的 51 系列单片机	42
2.6 其它公司的 51 系列单片机	43
2.6.1 MOTOROLA 公司的单片机	43
2.6.2 MicroChip 公司的单片机	43
2.6.3 Micon 公司的单片机	43
2.6.4 Scenix 公司的单片机	43
2.6.5 EPSON 公司的单片机	44

2.6.6	东芝公司的单片机	44
2.6.7	LG 公司的单片机	44
2.6.8	Zilog 公司的单片机	44
2.6.9	NS 公司的单片机	44
第 3 章	用 Protel 设计原理图与 PCB 图	46
3.1	Protel 99 新特性概述	46
3.1.1	Protel 99 设计环境	46
3.1.2	设计管理器	47
3.2	原理图设计	48
3.2.1	电路原理图的设计	48
3.2.2	原理图设计技巧	53
3.3	PCB 图的设计	55
第 4 章	用 Keil C 开发单片机程序	62
4.1	Keil C 和 ANSI C 的比较	62
4.1.1	数据类型	63
4.1.2	存储类型	63
4.1.3	存储模式	64
4.1.4	指 针	64
4.1.5	中断函数	65
4.1.6	再入函数	65
4.2	μ Vision2 使用入门	66
第 5 章	51 单片机应用系统设计及开发要点	71
5.1	单片机应用系统的生命周期	71
5.2	单片机应用系统的开发过程及任务划分	72
5.3	单片机应用系统的设计	73
5.3.1	单片机应用系统设计前的准备	73
5.3.2	单片机应用系统的硬件设计	73
5.3.3	单片机应用系统的软件设计	74
5.4	单片机应用系统的开发	75
5.4.1	单片机应用系统的仿真	75
5.4.2	单片机应用系统的制版	75
5.4.3	单片机应用系统的调试	75
5.4.4	单片机应用系统的编程、下载与运行	76
	本篇总结	76

第 2 篇 基于 CAN 总线机器人控制系统的设计与开发

引 言

第 6 章 机器人控制系统及 CAN 总线基础	79
6.1 典型机器人及其控制系统的构成	79
6.1.1 典型机器人的构成	79
6.1.2 机器人控制系统	80
6.1.3 基于现场总线的机器人控制系统	81
6.2 CAN 总线原理与应用基础	82
6.2.1 CAN 总线基础	82
6.2.2 CAN 总线的特点	83
6.2.3 CAN 总线技术的工业应用	85
6.3 CAN 总线的应用软件设计	86
6.3.1 CAN 控制器应用软件设计概述	86
6.3.2 CAN 总线节点的应用程序设计	86
小 结	87
第 7 章 机器人控制系统的分析与总体设计	88
7.1 机器人系统概述	88
7.2 机器人控制系统的总体设计	90
7.2.1 控制系统的总体要求	90
7.2.2 控制系统的总体结构	90
7.3 控制系统上位机设计及 CAN 卡选型	91
7.3.1 上位机的总体要求	91
7.3.2 上位机硬件设计及 CAN 卡选型	91
7.3.3 上位机软件的功能分析	92
7.4 下位机关节控制器的设计	93
7.4.1 下位机控制器的功能要求	93
7.4.2 下位机控制器的硬件分析与总体设计	93
7.4.3 下位机控制器的软件分析与总体设计	94
小 结	94
第 8 章 机器人控制器的硬件设计与电路调试	95
8.1 AT89C52 单片机及外围电路的设计	95
8.1.1 AT89C52 单片机	95
8.1.2 用 MAX813L 构成看门狗电路	97
8.1.3 静态存储器 6264 的扩展	97
8.2 CAN 通信接口模块的设计	98
8.2.1 CAN 节点模块概述	98
8.2.2 CAN 控制器 SJA1000 及 CAN 器件产品	99

8.2.3	CAN 收发器 82C250	101
8.3	信号调理采集模块的设计	101
8.3.1	信号调理采集模块概述	101
8.3.2	用 AD586 构成基准电源	101
8.3.3	用 Max280 构成低通滤波电路	103
8.3.4	用 AD678 进行 A/D 转换	103
8.4	功率驱动模块的设计	104
8.4.1	功率驱动模块概述	104
8.4.2	用 DAC1230 芯片实现 D/A 转换	104
8.4.3	用 AD587 构成基准电源	106
8.4.4	推挽放大电路的设计	106
8.5	控制器的电路图绘制与电路调试	106
8.5.1	绘制电路原理图	106
8.5.2	由原理图绘制 PCB 图并校核	109
8.5.3	器件焊接和电路调试	111
小 结	117
第 9 章	机器人控制系统的上位机软件设计	118
9.1	上位机软件的功能设计与技术分析	118
9.2	CAN 卡的通信接口编程	119
9.2.1	DOS 环境下的接口	119
9.2.2	CAN 卡 VC++ 环境的接口	121
9.3	上位机应用程序的接口技术	123
9.3.1	在 VC++ 环境下调用 MATLAB C++ 数学函数库	123
9.3.2	在对话框中绘制 OPENGL 动画	124
9.4	上位机控制软件的设计	124
小 结	126
第 10 章	机器人控制系统的下位机软件设计	127
10.1	下位机的功能分析与流程设计	127
10.1.1	下位机的功能分析与模块划分	127
10.1.2	下位机的主程序流程图	127
10.2	下位机 CAN 通信软件的设计	129
10.2.1	CAN 初始化模块的设计	129
10.2.2	CAN 通信软件的设计	130
10.3	下位机控制软件的设计	131
10.3.1	下位机控制软件分析与设计	131
10.3.2	下位机的完整源代码及其分析	131
小 结	136

第 3 篇 基于 USB 总线的综合实例设计与开发

引 言

第 11 章 功能需求分析与方案设计	139
11.1 最简单的人机接口 HID 设备	139
11.2 本设备实现的功能	139
11.2.1 对设备要求的响应	139
11.2.2 与主机交换数据	141
11.2.3 扩展功能	142
11.3 设备的系统结构	142
11.3.1 一般 USB 设备的系统结构	142
11.3.2 一般 USB 设备的实现方法	143
11.3.3 本设备的系统结构	144
11.4 开发所需的元器件和设备	145
11.4.1 AT89C51	145
11.4.2 PDIUSB12	146
11.4.3 其 它	148
11.5 开发工具软件	149
11.5.1 Protel 99 SE	149
11.5.2 μ Vision/51 for Windows	149
11.5.3 编程器软件	149
11.5.4 WinDriver 5.05	149
小 结	150
第 12 章 电路原理设计与实现	151
12.1 设备电路系统概述	151
12.2 51 单片机最小系统	152
12.3 PDIUSB12 外围电路及其与单片机的连接	153
12.4 扩展功能实现电路	154
12.4.1 PS/2 串行接口扩展	154
12.4.2 Flash 存储器扩展	155
12.4.3 LPT 并行接口扩展	156
12.5 整体电路原理实现	157
12.6 手工焊接的一些技巧	159
小 结	160
第 13 章 固件程序的设计与实现	161
13.1 描述符	161
13.1.1 设备描述符	161
13.1.2 配置描述符	162

13.1.3	接口描述符	163
13.1.4	端点描述符	163
13.1.5	类(HID)描述符	164
13.1.6	报告描述符	164
13.1.7	字符串描述符	165
13.2	设备列举流程	165
13.2.1	输入设备描述符的要求	166
13.2.2	设定设备地址的要求	166
13.2.3	再次输入设备描述符的要求	167
13.2.4	输入配置描述符的要求	167
13.2.5	设定配置的要求	167
13.2.6	主机对设备的列举	167
13.3	固件程序的结构	168
13.3.1	固件结构概述	168
13.3.2	USB 电气接口驱动(D12.C)	169
13.3.3	主程序	171
13.3.4	中断处理程序	171
13.3.5	USB 通信协议实现	172
13.4	与主机交换数据	172
13.4.1	概述	172
13.4.2	实现方法	173
小 结		173
第 14 章	驱动程序和应用程序的设计与实现	174
14.1	驱动程序概述	174
14.2	Windows 驱动程序开发	175
14.2.1	驱动程序开发常用的工具软件	175
14.2.2	用 WinDriver 工具软件开发驱动程序	176
14.3	USB 设备接口实验	177
14.3.1	用 WinDriver 调试设备	177
14.3.2	在控制台程序中控制设备	178
14.3.3	使用驱动程序提供的接口编写用户应用程序控制设备	178
14.4	应用程序	179
14.4.1	应用程序实现的功能	179
14.4.2	利用 WinDriver 实现应用程序	179
小 结		181
第 15 章	设备扩展方法	182
15.1	扩展 USB 设备的结构与功能	182
15.2	USB 键盘的实现	184
15.2.1	一般 USB 键盘的硬件设计	184

15.2.2	USB 键盘的描述符	185
15.2.3	USB 键盘与主机交换数据的格式	188
15.2.4	利用实验电路板开发 PS/2 键盘到 USB 键盘的转换器	189
15.3	USB 鼠标的实现	190
15.3.1	一般 USB 鼠标的硬件设计	190
15.3.2	USB 鼠标的描述符	191
15.3.3	USB 鼠标与主机交换数据的格式	194
15.3.4	利用实验电路板开发 PS/2 鼠标到 USB 鼠标的转换器	195
15.4	USB 移动存储器的实现	196
15.4.1	USB 移动存储器的硬件结构	196
15.4.2	USB 移动存储器的描述符	197
15.4.3	USB 移动存储器的固件开发	198
15.5	利用 LPT 并行接口实现其它扩展设备	199
	小 结	200
	本篇总结	200

第 4 篇 IC 卡读/写系统的开发及其应用

引 言

第 16 章	IC 卡基础知识	205
16.1	IC 卡的分类	205
16.1.1	金融 IC 卡	205
16.1.2	非金融 IC 卡	206
16.1.3	接触型 IC 卡	206
16.1.4	非接触型 IC 卡	206
16.1.5	存储卡 IC 卡	206
16.1.6	逻辑加密 IC 卡	206
16.1.7	CPU 卡	207
16.2	IC 卡的选择	207
16.3	IC 卡的制作过程	207
16.4	IC 卡的标准	208
16.5	IC 卡的开发过程	209
16.5.1	IC 卡读/写设备	209
16.5.2	IC 卡卡座	209
16.5.3	单片机和存储器	210
16.5.4	接口电路和外围设备	210
第 17 章	AT24CXX 系列存储卡读卡器	211
17.1	AT24CXX 系列内存概述	211
17.1.1	AT24CXX 系列内存封装	211
17.1.2	AT24CXX 系列内存分类以及特点	212

17.1.3	AT24CXX 系列内存的内部结构	213
17.1.4	AT24CXX 的地址分配	215
17.2	AT24CXX 系列内存读/写操作	216
17.2.1	启动信号、停止信号和应答信号	216
17.2.2	写操作	217
17.2.3	读操作	218
17.3	普通封装 AT24CXX 系列内存读/写系统	219
17.3.1	键盘扫描例程	221
17.3.2	串口通信例程	226
17.3.3	I ² C 软件模拟程序	228
17.3.4	AT24CXX 读/写系统开发流程详解及例程	235
17.4	AT24CXX 系列存储卡读/写系统	249
17.4.1	AT24CXX 存储卡的写操作	251
17.4.2	AT24CXX 存储卡的读操作	256
第 18 章	SLE4442 加密卡读卡器	259
18.1	SLE4442 卡概况	259
18.2	SLE4442 的模式	261
18.2.1	复位与复位响应(ATR)模式	261
18.2.2	命令模式	262
18.2.3	输出数据模式	262
18.2.4	处理模式	263
18.3	SLE4442 的操作命令	263
18.3.1	读主存储器	264
18.3.2	读保护存储器	264
18.3.3	写保护存储器	265
18.3.4	读密码存储器	265
18.3.5	写密码存储器	266
18.3.6	比较校验数据	266
18.4	SLE4442 读/写系统	267
18.4.1	SLE4442 卡的控制函数	267
18.4.2	SLE4442 的读操作	275
18.4.3	SLE4442 的写操作	278
第 19 章	读/写卡系统应用实例	281
19.1	卡式电话管理系统	281
19.1.1	电话内计费系统	281
19.1.2	写入卡系统	282
19.1.3	IC 卡	282
19.2	IC 卡客房管理系统	283
19.2.1	管理端	283

19.2.2 门禁系统.....	284
19.2.3 购物消费系统.....	284
本篇总结.....	284

第 5 篇 基于单片机的 MP3 播放器及 U 盘的设计与开发

引 言

第 20 章 便携式 MP3 播放器的原理与方案分析	287
20.1 便携式 MP3 播放器原理及其系统构成	287
20.1.1 第 3 层音频编码标准 MP3	287
20.1.2 便携式 MP3 播放器的结构	289
20.1.3 便携式 MP3 播放器的多种存储器类型	290
20.1.4 便携式 MP3 播放器的通信接口	290
20.1.5 便携式 MP3 播放器的扩展功能	290
20.2 便携式 MP3 播放器的各种方案分析	291
20.2.1 基于分离芯片的 MP3 播放器方案	291
20.2.2 基于集成 MP3 功能单片机的 MP3 播放器方案	296
20.2.3 基于定制 ASIC 电路的 MP3 播放器方案	296
20.2.4 采用 FPGA 实现 MP3 播放器的方案	297
20.3 MP3 播放器的软件解决方案	299
20.3.1 MPEG 帧头部信息详解	299
20.3.2 MP3 文件的 ID3 信息	302
20.3.3 基于 DSP 软件解码的 MP3 播放器方案	302
小 结.....	304
第 21 章 基于 AT89C51SND1 的 MP3 播放器设计开发	305
21.1 系统分析设计.....	305
21.2 系统开发环境.....	307
21.2.1 硬件设计环境.....	307
21.2.2 软件设计环境.....	315
21.3 软件系统设计.....	320
21.3.1 软件模块分析.....	320
21.3.2 Flash 存储部分	320
21.3.3 MP3 解码部分	327
21.3.4 MP3 音频部分	333
21.4 MP3 播放器的主要程序代码分析	336
21.4.1 MP3 解码部分	336
21.4.2 音频控制部分.....	339

第 22 章 MPEG 解码选型和 MP3 播放器的硬件设计	342
22.1 MAS3507D 和 DAC3550A 芯片组	342
22.1.1 芯片组概述及其内部结构图	342
22.1.2 MAS3507D 的性能特点	343
22.1.3 DAC3550A 的性能特点	344
22.2 基于 MAS 3507D 的 MP3 方案设计与应用	344
22.2.1 MAS3507D 和 DAC3550A 芯片组的典型应用方案	344
22.2.2 关于 MAS3507D 和 DAC3550A 芯片的版本	345
22.2.3 MAS3507D 和 DAC3550A 数据手册的说明	345
22.2.4 MAS3507D - F10 版本芯片应用提示	346
22.2.5 MAS3507D 芯片的封装与引脚说明	347
22.2.6 DAC3550A 芯片的封装与引脚说明	349
22.3 基于 MAS3507D 和 DAC3550A 的 MP3 播放器设计	350
22.3.1 基于 MAS3507D 和 DAC3550A 的 MP3 解码播放电路设计	351
22.3.2 基于 MAS3507D 的 MP3 播放器方案设计与分析	352
22.4 基于 STA013 的 MP3 播放器设计	354
22.4.1 STA013 解码芯片介绍	354
22.4.2 基于 STA013 的 MP3 解码播放电路设计	356
22.4.3 基于 STA013 的 MP3 播放器方案设计与分析	357
22.5 基于 VS1001K 的 MP3 播放器设计	358
22.5.1 VS1001K 解码芯片介绍	358
22.5.2 基于 VS1001K 的 MP3 解码播放电路设计	360
22.5.3 基于 VS1001K 的 MP3 播放器方案设计与分析	360
小 结	361
本篇总结	362
附录 A 光盘内容及使用说明	363
附录 B 8051 单片机指令速查	364
附录 C Keil C51 库函数列表	369
C.1 本征库函数和非本征库函数	369
C.2 重要库函数分类	370
C.3 Keil C51 库函数分类	370
附录 D 主要的 51 单片机厂商及网址	375
参考文献	376