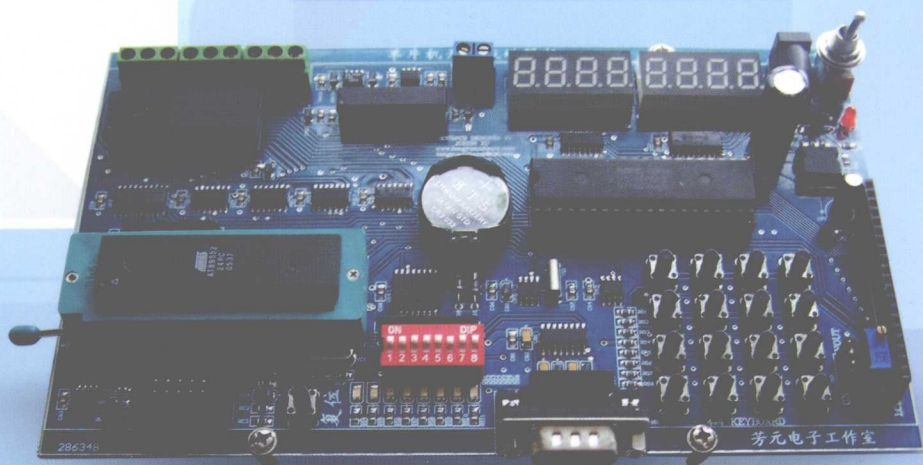


全国信息技术人才培养工程指定培训教材
硬件工程师职业教育系列教程

信息产业部电子教育与考试中心 组编
王庆利 刘 奎 袁建敏 主编



单片机设计标准教程

DIANPIANJI SHEJI BIAOZHUN JIAOCHENG



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

全国信息技术人才培养工程指定培训教材

硬件工程师职业教育系列教程

单片机设计标准教程

信息产业部电子教育与考试中心 组编

王庆利 刘 奎 袁建敏 主编

北京邮电大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是“全国信息技术人才培养工程——硬件工程师职业教育项目”的配套教材。

本书针对当前高校单片机课程理论和实践教学与当前电子工程项目中对单片机开发工程师要求的差距,着重讲述了51单片机基本资源的设计、资源扩展的设计、输入输出设备的设计、输入输出通道的设计、软硬件开发技巧和经验,同时在本书最后与51单片机相对比介绍了AVR系列单片机中最新推出的Mega48单片机的原理和应用。全书共分为8章,内容包括单片机与嵌入式系统概述、51单片机内部资源的设计、51单片机的资源扩展设计、常用输入输出设备的设计、输入输出通道的设计、开发环境和开发调试方法、常用软硬件设计技巧和调试技巧、Mega48单片机的原理和应用等内容。

本教程强调基本概念和实际应用相结合,注重知识掌握的工程化,使读者学以致用,学而致用。可以作为单片机系统开发人员和高校自动化、电子、计算机、精密、机械等相关专业在校学生的单片机教材,也可以作为单片机系统开发人员和电子设计爱好者的参考书和自学资料。

图书在版编目(CIP)数据

单片机设计标准教程/王庆利,刘奎,袁建敏主编. —北京:北京邮电大学出版社,2008.3

ISBN 978-7-5635-1627-8

I. 单… II. ①王…②刘…③袁… III. 单片微型计算机—系统设计—技术培训—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第016923号

书 名: 单片机设计标准教程

组 编: 信息产业部电子教育与考试中心

主 编: 王庆利 刘奎 袁建敏

责任编辑: 李欣一

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路10号(邮编:100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京忠信诚胶印厂

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 20.25

字 数: 476千字

印 数: 1—5 000册

版 次: 2008年3月第1版 2008年3月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-1627-8

定 价: 42.00元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

序 言

当今世界,随着信息技术在经济社会各领域不断深化的应用,信息技术对生产力以至于人类文明发展的巨大作用越来越明显。党的“十七大”提出要“全面认识工业化、信息化、城镇化、市场化、国际化深入发展的新形势新任务”,“发展现代产业体系,大力推进信息化与工业化融合”,明确了信息化的发展趋势,首次鲜明地提出了信息化与工业化融合发展的崭新命题,赋予了我国信息化全新的历史使命。近年来,日新月异的信息技术呈现出新的发展趋势,信息技术与其他技术的结合更加紧密,信息技术应用的深度、广度和专业化程度不断提高。

我国的信息产业作为国民经济的支柱产业正面临着有利的国际、国内形势,电子信息产业的规模总量已进入世界大国行列。但是我们也清楚地认识到,与国际先进水平相比,我们在产业结构、核心技术、管理水平、综合效益、普及程度等方面,还存在较大差距,缺乏创新能力与核心竞争力,“大”而不强。国际国内形势的发展,要求信息产业不仅要做大,而且要做强,要从制造大国向制造强国转变,这是信息产业今后的重点工作。要实现这一转变,人才是基础。机遇难得,人才更难得,要抓住 21 世纪头二十年的重要战略机遇期,加快信息行业发展,关键在于培养和使用好人才资源。《中共中央、国务院关于进一步加强人才工作的决定》指出,人才问题是关系党和国家事业发展的关键问题,人才资源已成为最重要的战略资源,人才在综合国力竞争中越来越具有决定性意义。

为抓住机遇,迎接挑战,实施人才强业战略,信息产业部启动了“全国信息技术人才培养工程”。该项工程旨在通过政府政策引导,充分发挥全行业和社会教育培训资源的作用,建立规范的信息技术教育培训体系、科学的培训课程体系、严谨的信息技术人才评测服务体系,培养造就大批行业急需的、结构合理的高素质信息技术应用型人才,以促进信息产业持续快速协调健康发展。

由各方专家依据信息产业对技术人才素质与能力的需求,在充分吸取国

内外先进信息技术培训课程优点的基础上,信息产业部电子教育与考试中心精心组织编写了信息技术系列培训教材。这些教材注重提升信息技术人才分析问题和解决问题的能力,对各层次信息技术人才的培养工作具有现实的指导意义。我们谨向参与本系列教材规划、组织、编写同志们致以诚挚的感谢,并希望该系列教材在全国信息技术人才培养工作中发挥有益的作用。

信息产业部电子教育与考试中心

前 言

为开展实用高效的计算机硬件职业教育,打造高素质、实用型复合人才,信息产业部电子教育与考试中心启动了“硬件工程师职业教育项目”。该项目对象为具有一定的 51 单片机基础知识、电子电路基础知识和英语基础,学历为大专或大专以上水平,立志于从事工业控制、汽车电子、家用电器、消费电子、楼宇自动化等产品的研发、技术支持或维护工作的学生和在职人员。

本书针对当前高校单片机课程理论和实践教学与当前电子工程项目中对单片机开发工程师要求的差距,着重讲述了 51 单片机基本资源的设计、资源扩展的设计、输入输出设备的设计、输入输出通道的设计、软硬件开发技巧和经验,同时在本书最后与 51 单片机相对比介绍了 AVR 系列单片机中最新推出的 Mega48 单片机的原理和应用。另一方面结合了当前电子工程项目中对单片机开发工程师的要求,从单片机几大应用领域中精心挑选和设计出了当前应用比较广泛的机电控制、工业控制、温度和家电控制、汽车电子设计等领域一些典型应用穿插在全书中,从不同角度演绎了单片机,尤其是 51 单片机和 AVR 单片机的设计思想、方法和经验,同时把目前业内工程项目开发的一些思想灌输其中。全书共分为 8 章,主要包括:

(1) 单片机与嵌入式系统概述,包括单片机的特点、应用领域和现状、发展趋势、市场主流单片机的性能比较、业内通用单片机系统的开发方法和开发流程等内容。

(2) 51 单片机内部资源并口、定时/计数器、串口、中断系统的设计。

(3) 51 单片机的资源扩展设计,包括扩展原理、存储器、并口和通信接口的扩展。

(4) 常用输入输出设备行列键盘、数码管、液晶显示器、蜂鸣器等的设计。

(5) 输入输出通道的设计,包括信号调理知识,数字、开关、频率信号的输入方法,AD 使用,输出驱动方法,PWM 原理和应用,继电器和 MOSFET 的使用,整流桥和常用 LDO 的使用等内容。

(6) 开发环境和开发、调试方法。

(7) 常用软硬件设计技巧和调试技巧。

(8) Mega48 单片机的原理和应用,包括 AVR 单片机与 51 单片机的异同,Mega48 单片机的资源及其使用,AVR 单片机的开发工具和环境的使用,从 51 单片机 C 代码向 AVR 单片机 C 代码的快速移植方法。

本书内容由浅入深、层次分明,文字以条目形式出现。逻辑上结构清晰、论理确切,便

于自学。全书图文并茂,避免了术语的晦涩难懂,它可以作为理工科机电类专业学生相应课程的基本教材,也可以作为单片机开发人员和电子设计爱好者的参考书和自学教材。

本书由王庆利老师主编,刘奎和袁建敏老师担任了一部分工作,并特别感谢北京动力时代资讯有限公司给予的大力支持。

由于编者水平有限,书中难免存在错误及不妥之处,敬请读者提出宝贵意见。

编者

• 2 •

目 录

第 1 章 单片机与嵌入式系统概述

1.1 单片机与嵌入式系统	1
1.2 单片机的特点、应用领域和发展趋势	3
1.3 市场主流单片机性能比较与选型	4
1.4 常用 51 核单片机介绍	5
1.5 业内通用嵌入式系统开发方法和流程	7

第 2 章 MCS-51 单片机内部资源的设计

2.1 单片机的工作原理和 51 单片机结构介绍	10
2.1.1 最小系统介绍和单片机的工作原理	11
2.1.2 MCS-51 单片机结构概述	12
2.2 51 单片机的内核资源及并口的原理和设计	13
2.2.1 51 单片机内核资源介绍	14
2.2.2 51 单片机的并口及其设计	20
2.2.3 并口的应用	21
2.3 51 单片机中断系统的原理和设计	22
2.3.1 51 单片机中断系统的原理及其设计	23
2.3.2 中断的应用	28
2.4 定时/计数器的原理和设计	31
2.4.1 定时/计数器 0 和 1 的原理和设计	31
2.4.2 定时/计数器 0 和 1 的应用	36
2.4.3 定时/计数器 2 的原理、设计和应用	41
2.5 串口的原理、设计和应用	49
2.5.1 串口的原理和设计	50
2.5.2 串口的应用	56

第 3 章 MCS-51 单片机的资源扩展

3.1 单片机扩展原理介绍	65
3.2 存储器的扩展	67

3.2.1 程序存储器的扩展	68
3.2.2 数据存储器的扩展	69
3.3 并口扩展	71
3.3.1 不可编程并口扩展	71
3.3.2 可编程并口扩展	73
3.4 通信接口扩展	77
3.4.1 GPIO 模拟 I ² C 总线	78
3.4.2 GPIO 模拟 SPI 同步串行口	89

第4章 输入输出设备

4.1 人体输入设备	100
4.1.1 常用人体输入设备介绍	100
4.1.2 独立式按键	100
4.1.3 行列键盘的扫描输入	102
4.2 输出设备	107
4.2.1 常用输出设备介绍	108
4.2.2 发光二极管	108
4.2.3 数码管及其软件和硬件译码	110
4.2.4 液晶显示器介绍及其应用	117
4.2.5 蜂鸣器及其音乐合成应用	128

第5章 过程通道

5.1 输入通道	141
5.1.1 输入通道简介	142
5.1.2 传感器介绍	143
5.1.3 数字和开关信号的输入	148
5.1.4 频率信号	150
5.1.5 模拟/数字转换	154
5.1.6 单片机的 AD 扩展和 ADC0804 的应用	156
5.2 输出通道	161
5.2.1 输出通道简介及功率驱动相关知识	161
5.2.2 开关量的输出	164
5.2.3 数字/模拟转换及 DAC0832 的应用	165
5.2.4 脉宽调制技术及其应用	169
5.2.5 直流电机及其控制应用	173
5.3 单片机的电源设计	176
5.3.1 电源知识及单片机电源设计要点	177
5.3.2 AC/DC 转换及整流桥的使用	178

5.3.3 DC/DC 转换及常用低压线性稳压器的介绍和使用	180
--------------------------------------	-----

第 6 章 开发环境及开发方法

6.1 Keil C51 编译器介绍	185
6.1.1 开发语言及编译器介绍	186
6.1.2 Keil C51 编译器对 ANSI C 语言编译器的扩充	187
6.2 Keil μ Vision2 集成开发环境介绍及使用	191
6.2.1 Keil μ Vision2 集成开发环境介绍	192
6.2.2 利用 Keil μ Vision2 集成开发环境的开发流程	193
6.2.3 利用 Keil μ Vision2 集成开发环境进行软调试	199

第 7 章 单片机软硬件开发技巧及经验

7.1 软件开发技巧和经验	203
7.1.1 良好编程风格和习惯的培养	203
7.1.2 宏定义的使用	206
7.1.3 条件编译的使用	208
7.1.4 具体指针的使用	211
7.1.5 利用定时器时基计时	214
7.1.6 中断响应快速性的一种实现	215
7.1.7 关键字的使用	217
7.1.8 减少运算强度的技巧	220
7.2 硬件开发技巧和经验	221
7.2.1 硬件抗干扰技术	221
7.2.2 软件抗干扰技术	225
7.2.3 CPU 可靠性设计及看门狗的应用	226
7.2.4 其他硬件设计技巧和经验	228
7.3 软硬件调试技巧	229

第 8 章 AVR 单片机原理及应用设计

8.1 AVR 系列单片机和 Mega48/88/168 单片机介绍	234
8.2 Mega48 单片机的内部资源及使用	239
8.3 Mega48 单片机的外设	251
8.3.1 带 PWM 输出功能的 8 位和 16 位定时/计数器	251
8.3.2 同步和异步串行口 USART	259
8.3.3 串行外设接口 SPI	264
8.3.4 兼容 I ² C 总线两线串行控制器 TWI	276
8.3.5 ADC 模数转换模块	286
8.3.6 Mega48 的片内 EEPROM	294

8.4 AVR 单片机的开发工具和开发环境的使用	298
8.4.1 集成开发环境 ICCAVR 介绍	298
8.4.2 ICCAVR 的使用	299
8.5 从 51 单片机 C 代码向 AVR 单片机 C 代码的快速移植	304
附录 MCS-51 单片机寻址方式和指令集参考	306
参考文献	311

第 7 章 单片机软硬件开发技巧及经验

7.1 软件开发技巧及经验	303
7.1.1 良好编程习惯的培养	303
7.1.2 宏定义的使用	308
7.1.3 条件编译的使用	311
7.1.4 具体指针的使用	314
7.1.5 利用定时器控制开关	315
7.1.6 中断响应的一种实现	317
7.1.7 宏定义的使用	320
7.1.8 标志位的使用	321
7.2 硬件开发技巧及经验	321
7.2.1 硬件抗干扰技术	325
7.2.2 软件抗干扰技术	326
7.2.3 CPU 可靠性设计及看门狗的应用	328
7.2.4 其他硬件设计技巧及经验	330
7.3 软硬件测试技巧	330

第 8 章 AVR 单片机原理及应用设计

8.1 AVR 系列单片机 Mega48/88/168 单片机介绍	334
8.2 Mega48 单片机内部资源及使用	339
8.3 Mega48 单片机的外设	351
8.3.1 带 PWM 输出功能的 8 位和 16 位定时器	359
8.3.2 同异步串行口 USART	364
8.3.3 SPI 串行接口	376
8.3.4 兼容 I ² C 总线协议的串行接口 TWI	386
8.3.5 ADC 模数转换器	394
8.3.6 Mega48 片内 EEPROM	394

单片机与嵌入式系统概述

本章主要给学员一个宏观的概念,讲述单片机与嵌入式系统的概念及单片机的特点等知识,让他们知道为什么要学习单片机、要学习单片机的哪些相关知识、怎么学习单片机和怎样利用单片机开发一个工程项目,让他们具有工程概念。

- ❖ 掌握嵌入式和单片机系统的概念
- ❖ 明确为什么要学习单片机和学习单片机的哪些相关知识
- ❖ 掌握开发一个单片机系统的方法和流程

- ❖ 单片机的特点、应用领域与发展趋势
- ❖ 市场主流单片机性能比较与选型
- ❖ 常用的 51 核单片机
- ❖ 业内通用嵌入式系统开发方法和流程

- ❖ 市场主流单片机性能比较与选型
- ❖ 业内通用嵌入式系统开发方法和流程

1.1 单片机与嵌入式系统

嵌入式系统是一个广义的概念,其定义为以应用为中心、以计算机技术为基础、软件硬件可裁剪、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。

从广义上讲,单片机系统也是嵌入式系统的一种。而在狭义上,往往嵌入式系统又被

认为是除低端单片机系统而用 DSP、ARM 等 32 位微控制器构建的系统。

它们的主要区别如下。

(1) 单片机:硬件最简单,字长一般为 8 位,也有 16 位的,存储空间较小。集成的片内外设比较丰富。由于硬件的局限性,导致软件不能太大,一般没有操作系统。

(2) 嵌入式系统:硬件集成度高,集成的片内外设很多,通常集成串口、USB、CAN 等各种控制器。字长一般为 32 位。性能高,速度快,主频一般在 60 MHz 以上,ARM9 可达 600 MHz。存储空间大,可以支持操作系统。

嵌入式处理器大体可分为以下几类。

- 嵌入式微处理器

嵌入式微处理器可谓是通用计算机中 CPU 的微缩版。相对于通用 CPU,嵌入式微处理器具有体积小、功耗少、成本低的优点,当然在速度上也慢一些。嵌入式微处理器在软件配置上常常可以运行嵌入式操作系统,应用于比较高档的领域。典型的有 32 位的 ARM 核、64 位的 MIPS 等。

- 嵌入式微控制器

嵌入式微控制器的最大特点是单片化,常称为单片机。顾名思义,单片机就是将众多的外围设备(简称外设,如 A/D、IO 等)集成到一块芯片中,从而大幅度降低了成本。单片机非常适合控制领域,比较典型的有大名鼎鼎的 51 系列。

- 专用微处理器

相对于上述比较通用的类型,专用微处理器是专门针对某一特定领域的微处理器,如昂贵的视频游戏机微处理器等。DSP 本质上也属于专用微处理器。DSP 对系统结构和指令进行了优化设计,使其适合于执行数字信号处理算法(如 FFT、FIR 等)。DSP 运行速度非常快,在数字信号处理方面大显身手。由于越来越广泛的领域需要高速数字信号处理,DSP 也有越来越通用化的倾向,常常可以把 DSP 单独列成一类。

图 1.1 是处理器的分类、各自特点、典型产品、代表公司和应用领域的说明。其中后三种都可称为嵌入式范畴,而 51 单片机属于最后一种——MCU。

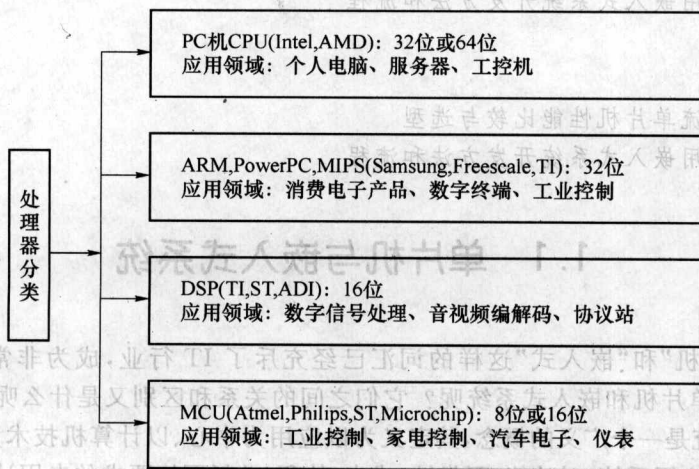


图 1.1 处理器分类

1.2 单片机的特点、应用领域和发展趋势

概括起来给单片机下个笼统的定义即：单片机是单片微型计算机的简称，是将中央处理器、存储器、定时计数器、时钟接口和多种输入输出接口集成在一个芯片上的计算机，其基本结构如图 1.2 所示。

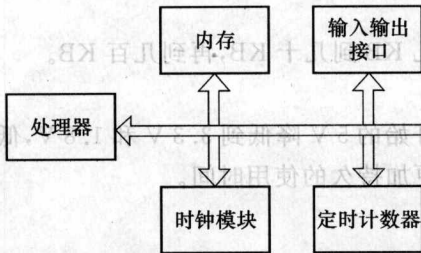


图 1.2 单片机的基本结构

单片机相对于嵌入式处理器和 DSP 来说主要有以下特点。

- 体积小。一般单片机功能简单，引脚少，体积也小，最小的单片机只有几个管脚，要用放大镜才能看清楚。
- 实时性好。一般单片机系统实现的功能单一，没有操作系统，代码简单，能做到很高的实时性。这一点在工业控制中很关键，也是单片机在工控领域应用广泛的原因之一。
- 功耗低。相对于嵌入式系统，单片机的主频较低，而且由于系统简单，没有像嵌入式处理器那样有很多外设，特别是没有无线外设，自然耗电就少。
- 可靠性好。由于应用场合的要求，单片机的抗干扰性能优良，很多都能适应工业恶劣的环境，而且系统简单，任务相对单一，不存在嵌入式操作系统的任务调度问题，所以可靠性很高。
- 价格低廉。最便宜的单片机量产时只有几毛钱的成本。
- 控制简单。最简单的应用几句代码就能完成，而嵌入式系统一般都需要编写大量代码，控制要复杂得多。
- 种类繁多。由于单片机的应用很广泛，具体要求又纷繁复杂，所以各大芯片制造商生产的单片机种类繁多，主频、存储器大小、外设多少、抗干扰性能等配置复杂，选择余地非常大。

单片机的应用领域和典型应用如表 1.1 所示。

表 1.1 单片机的应用领域和典型应用

应用领域	典型应用	应用领域	典型应用
工业控制	温控系统、仪表、数控机床、电机控制	计算机外设	硬盘控制器、光驱、U 盘、软驱
家用电器	微波炉、洗衣机、遥控器、空调	消费电子产品	充电器、打印机、电子钟、电子词典
汽车电子	车身、ABS、安全气囊、底盘		

随着应用范围的不断扩大和对性能要求的不断提高,当前的单片机发展非常迅猛。其发展趋势如下。

- 集成度更高

多种外设(如 CAN/LIN、USB、I²C、LCD 驱动等)、功能都集成在一块单片机上,可以不用扩展外部资源或者扩展很少的外部资源就完成系统的功能。

- 速度更快

时钟从最初的几百 KB 到几 MB 再到几十 MB,甚至上百 MB。

- 存储器容量更大

从开始的几百字节到几 KB 到几十 KB,再到几百 KB。

- 工作电压降低

单片机的工作电压从开始的 5 V 降低到 3.3 V 和 1.8 V,低功耗带来了更加稳定的系统可靠性和在便携系统中更加持久的使用时间。

1.3 市场主流单片机性能比较与选型

目前市面上国内外各大芯片制造商生产的单片机产品种类繁多,配置多样。这一方面使得开发人员选择的余地大了,各种具体系统都有满足要求的单片机可以选择;另一方面也正由于单片机产品的多样化使得对单片机的选型成了一件麻烦事。

一般针对某一特定系统,选型需要考虑的因素很多,比如内核、速度、存储容量、外设、功耗、抗干扰性、编译器效率、可扩展性等。有时开发工程师经常面对种类繁多的单片机而无从下手,不知该选哪个制造商的哪款芯片。

表 1.2 针对目前广泛使用的几类单片机进行性能比较,希望能给选型以指导。

表 1.2 几类常用单片机的性能比较

单片机种类	优点	缺点	常用范围
MCS-51 系列单片机	单片机的鼻祖,结构简单、发展成熟、成本低廉、产品多样、C 编译器效率高、易于扩展、按位操作、乘除指令。以 51 为核的单片机产品配置、性能多样	速度慢、功耗大,但目前 51 核 MCU 产品很多,性能很高,应用广泛。如华邦、SST、STC、Philips 的 51 核单片机速度很快	51 核单片机在各方面都有所应用
PIC MSP430	RISC 指令集、速度快、外设多、功耗低、驱动能力强、价格低廉	C 编译器效率低,存储空间小,不宜扩展	常用于仪表中
AVR	高性能、高速度、低功耗、外设丰富	C 编译器效率适中,不宜于扩展,无位操作	家用电器,工业控制
Freescape 和 ST	体系极为相似、抗干扰能力强、速度快、外设丰富、存储空间大	功耗较大,开发工具较贵	多用于汽车电子和消费电子设备中

1.4 常用 51 核单片机介绍

目前 51 核单片机已经发展得非常成熟,国内外各大芯片制造商基本都有丰富的嵌入 51 核的系列产品。下面介绍一下目前业内使用比较广泛、性价比比较高的国内外几大芯片制造商生产的 51 核系列产品。

1. Intel 公司

Intel 公司是 MCS-51 系列单片机的“开山鼻祖”,Intel 公司的 8031 单片机更开创了目前 MCS-51 单片机的时代。其 MCS-51 系列单片机主要特点如下:

- 专为控制应用所设计的 8 位 CPU;
- 具有布尔代数的运算能力;
- 核内 4 组寄存器组;
- 32 条可被独立寻址的双向 I/O 口;
- 片内有 128 B(52 为 256 B)RAM;
- 片内有两组 16 位定时/计数器(52 有 3 个);
- 具有全双工 UART;
- 5 个具有两个优先级的中断系统;
- 芯片内有 4 KB(52 有 8 KB)ROM;
- 片内有时钟振荡电路;
- 数据存储器 and 程序存储器都分别最大可以扩展至 64 KB。

Intel 公司的 51 单片机更多的是在于它的重大历史意义,随着单片机生产技术的发展,现在该系列的单片机已经很少使用在实际的应用中,但是作为 MCS-51 单片机发展史上的一个“里程碑”,它的意义是重大的,可以说后来的系列单片机都是在它的基础上发展起来的。

2. ATMEL 公司

ATMEL 公司是目前最著名的 MCS-51 系列单片机生产厂商之一,其 51 核系列单片机提供了丰富的外围接口和专用的控制器,性能提高不少,市场占有率高,可应用于多种场合,例如家用电器、汽车电子、消费电子等。其在中国的代理为双龙公司。主要产品有: AT89C51/52、AT89S51/52、AT89C2051、AT89SD12、AT8XC5132、AT8X5131、AT8XC51SND1C。

本小节简要介绍目前使用比较多的两款单片机——AT89S52 单片机和 AT89C2051 单片机。其中 AT89S52 是本书在后面章节大部分实例中所使用的单片机。

AT89S52 是 AT89C52 的替代产品,支持在系统可编程(ISP-In System Program),通过相应的 ISP 软件和一根并行接口或串行接口的下载线就可以对单片机进行编程操作,省去了笨重的编程器,而且芯片在编程时无须从电路板上取下,十分方便。图 1.3 所示是 AT89S52 单片机的外部引脚图,其主要特点如下:

- 8 KB 的系统可编程 Flash 程序存储器,三级安全保护,256 B 的内部数据存储器;

- 4.0~5.5 V 的工作电压;
- 最高工作频率 33 MHz;
- 32 个可编程 I/O 引脚;
- 3 个 16 位定时计数器;
- 一个全双工的串行通信口;
- 支持 ISP 程序下载;
- 8 个中断源, 支持在掉电模式下响应中断;
- 一个看门狗;
- 双数据指针使得程序运行得更快。

AT89C2051 单片机是另外一款广泛使用的单片机, 拥有配置简单、功耗低、体积小等特点。AT89C2051 还有很多独特的结构和功能, 如 LED 驱动电路、电压比较器等。图 1.4 所示是 AT89C2051 单片机的外部引脚图, 其主要功能如下:

- 2 KB 的程序存储器, 两级保护模式; 128 B 的内部数据存储器;
- 15 个可编程 I/O 引脚, 可以作直接的 LED 驱动;
- 两个定时/计数器;
- 一个全双工的串行口;
- 6 个可以分为两个优先级别的中断源;
- 片上电压比较控制器;
- 工作电压为 2.7~6 V。

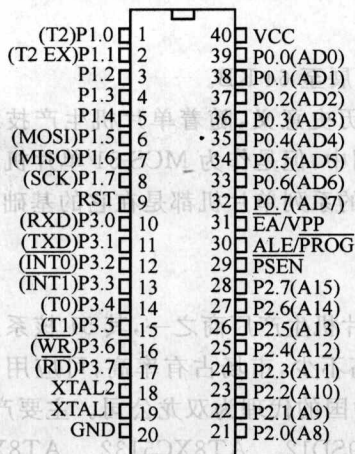


图 1.3 AT89S52 单片机



图 1.4 AT89C2051 单片机

除了以上介绍的单片机之外, ATMEL 公司还有带 SPI 接口的 AT89S4D12 系列单片机、带音频接口的 AT8XC5132 系列单片机、带 USB 控制器的 AT8X5131 系列单片机, 以及带 MP3 解码器的 AT8XC51SND1C 系列单片机等, 具体型号读者可以到 ATMEL 公司网站上查询。

3. NXP 公司(原 Philips 公司半导体部)

NXP 公司是一家综合的电子产品生产公司, 著名的 I²C 总线结构就是该公司提出