

ATMEL89

系列单片机的原理

与开发实践

欧阳文 编著

● 最全面的分析

● 最深入的理解

● 最经典的实例

● 最实用的指南



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

TP368.1AT
337
12

内容商企

内容商企

ATMEL89

系列单片机的原理

与开发实践

欧阳文 编著



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

内 容 简 介

本书从单片机的基础知识出发,重点讲述了 ATME189 系列单片机的结构和应用。全书从结构上分为原理说明与案例分析两部分,共 11 章,系统详细地介绍了单片机的基础知识、ATME189 系列单片机基本结构、定时及中断部件结构及功能、串行接口部件结构及功能、软件系统、单片机抗干扰技术、简易网络导纳分析仪的制作、直流电压控制输出实例、通信机房自动温湿度控制系统应用实例、设备面板的单片机控制应用实例、小型自动气象站开发实例。

全书文字介绍通俗易懂,图解丰富,书中实例为作者实际工作中的案例,有很强的指导性和极高的参考价值。

本书可供大专院校自动化、计算机应用、仪器仪表、机电一体化等有关专业师生以及从事微机应用系统设计、产品开发和维修的技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

ATME189系列单片机的原理与开发实践/欧阳文编著. —北京:中国电力出版社,2007.6

(单片机原理与应用系列丛书)

ISBN 978-7-5083-5364-7

I. A... II. 欧... III. 单片微型计算机, ATME189系列 IV. TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第058504号

责任编辑:黄晓华

责任校对:崔燕菊

责任印制:李文志

书 名: ATME189 系列单片机的原理与开发实践

编 著: 欧阳文

出版发行: 中国电力出版社

地址: 北京市三里河路 6 号 邮政编码: 100044

电话: (010) 68362602 传真: (010) 68316497

印 刷: 北京丰源印刷厂

开本尺寸: 185×260 印 张: 19.75 字 数: 480 千字

书 号: ISBN 978-7-5083-5364-7

版 次: 2007 年 6 月北京第 1 版

印 次: 2007 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 0001—4000

定 价: 32.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

毋庸置疑,单片机是微型测控系统设计中重要的智能器件,越来越广泛地应用于工业、农业、军事和日常生活的多个领域。各种功能、型号和性能的单片机为智能系统的设计提供了广阔的天地。其中,8位单片机由于功能强、价格低廉、使用方便的优点,依然是市场的主流产品。结合了MCS-51内核和ATMEL公司Flash闪存技术的AT89系列单片机在国内应用得非常广泛。学习该系列单片机的原理,掌握其接口技术和实用技巧对于广大的硬件设计人员和爱好者来说是十分有益的,为了满足这种需求,我们特编写了该书,以飨读者。

关于ATMEL89(以下简称AT89)系列单片机的书籍目前已经出版了数本,可以说各有特点,都是从不同的角度来描述其工作原理与实用技术的。但是根据作者的学习经验,从一个有初步电子电路知识的学生到能够熟练设计与开发单片机系统的硬件设计人员,还有很长的一段路要走。其中,排除学习本身需要一定的耗费,知识与技术内幕的揭示过程、方法与传达方式是影响学习效率的一个重要原因。依据单片机的结构与功能,以感性接触与理性了解相结合的方式,以层层深入的表述方法,利用图形与表格的简约生动的形式,以通俗易懂的语言和大量实用案例进行佐证的结构作为一本书籍的撰写思路,无疑能有效地降低知识传递过程的难度与损耗,本书作为作者对该思路的一次探索与应用,也成为跟随广大读者共同探究AT89系列单片机奥秘的一次旅程。

本书从结构上可以划分为两个部分:原理说明与案例分析,共11章。本书主要内容如下。

第1章:概述。从起源、特点与应用等方面对单片机进行了概括地描述,介绍了AT89系列单片机的起源、特点和型号分类等。

第2章:总体上介绍了AT89系列单片机的结构,给出了其原理与结构框图,详细讨论了其对外接口、程序与数据存储器的组织方式。

第3章:重点讨论AT89单片机的定时与中断部件的原理与使用方法,分别对每个定时器/计数器的结构、特点进行了详细分析,介绍了不同场合下的定时器/计数器的使用方法;对单片机的中断源进行了说明,介绍了中断处理的一般过程和使用方法。

第4章:首先介绍了AT89单片机的振荡器与复位电路,从基础概念上探讨了单片机看门狗的原理与组成,介绍了片内看门狗和几种看门狗芯片的使用方法。从异步串行通信、I²C接口和SPI接口等方面对单片机与其他器件之间的数据通信进行了详尽的分析,介绍了一般的使用方法。

第5章:对单片机的软件系统进行了详细叙述,从汇编语言、单片机C语言和混合编程三个角度讲述了如何以准确、合理、逻辑的方式完成单片机程序的编制、调试和应用。

第6章:针对单片机系统开发中通常会遇到的各种干扰问题进行了分析,根据其起因、

传播方式、影响结果，采用不同的应对措施来尽量抑制干扰对单片机系统稳定性的危害。从硬件手段和软件编程两个方面详细地列举了通常采用的抗干扰方法，实用价值较大。

第7章：给出了一个简易网络导纳分析仪的制作实例。本实例的目标是对单片机的AD测量及复杂运算的C51程序编写过程进行深入分析和讨论。

第8章：介绍了一个通过AT89单片机用计算机实现D/A转换控制的工程实例，目的是对单片机与计算机之间的互相通信与控制进行实例说明。

第9章：结合实际的设计案例，介绍了一个单片机实现温、湿度自动调节的智能系统，是AT89单片机系统一个比较完整的设计实例。

第10章：介绍了一个使用了两片单片机的设备机箱面板操作系统，包含了常用的PS/2鼠标、液晶等器件的使用，也是一个不错的案例。

第11章：小型气象站的开发案例。该系统是一个采用I²C总线进行连接的多片单片机相互协作的设计实例，包括了较多的外部器件和复杂的数据运算及程序控制。这是一个较为复杂的单片机设计例子，体现了较多的设计方法和技巧。

本书主要由欧阳文撰写并整理，张义对第6章内容进行了整理，唐志凯与毛五星完成了第7章的撰写与整理，郑杰与陈丹完成了第9章的撰写与整理，张树森完成了第11章的撰写，韦兰春在文字整理与校对、插图绘制等方面做了大量的工作。在此，对他们及著书期间提供帮助的人们表示衷心地感谢。

限于时间及作者水平，本书无论在对单片机的理解与把握方面，还是在语言文字表述方面都有不足之处，欢迎广大读者批评和指正。

编 者
2007年3月

目 录

前 言

第 1 章 单片机的基础知识	1
1.1 引言	1
1.1.1 什么是单片机	1
1.1.2 单片机的发展与分类	1
1.1.3 单片机的应用领域	5
1.2 ATMEL 单片机的发展与分类	6
1.2.1 ATMEL 单片机概况	6
1.2.2 AT89 系列 Flash 单片机	7
1.2.3 AT89 系列单片机主要型号	9
1.3 单片机的几个基本概念	12
1.3.1 资源	12
1.3.2 总线	12
1.3.3 堆栈	12
1.3.4 指令、地址、数据	13
1.3.5 单片机 P0 口、P2 口和 P3 口的第二功能用法	13
1.3.6 程序的执行过程	13
1.3.7 仿真、仿真器	14
1.4 小结	15
第 2 章 AT89 系列单片机基本结构	17
2.1 AT89 系列典型单片机结构框图	17
2.1.1 AT89 系列典型单片机结构	17
2.1.2 各引脚的功能说明	22
2.2 I/O 端口的结构及特点	24
2.2.1 I/O 端口的结构	24
2.2.2 各个端口的功能特点	26
2.2.3 写端口操作	27
2.2.4 读端口及接口操作	28
2.2.5 I/O 端口的读—修改—写特性	28
2.2.6 外部存储器的存取操作	29
2.3 存储器组织	29
2.3.1 程序存储器	30
2.3.2 数据存储器	30

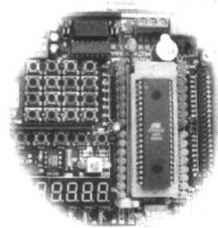
2.3.3 特殊功能寄存器	33
2.3.4 专用功能寄存器	38
2.3.5 几种芯片存储器组织的差别	40
2.4 小结	40
第3章 定时及中断部件结构及功能	41
3.1 定时器的结构与功能	41
3.1.1 引言	41
3.1.2 单片机的定时结构与功能	42
3.1.3 定时器 T0 与 T1	43
3.1.4 定时器 T2	47
3.1.5 波特率产生的方法	51
3.2 中断系统	53
3.2.1 有关中断的概念	53
3.2.2 中断的触发方式	57
3.2.3 中断响应	58
3.2.4 中断服务程序	60
3.2.5 中断扩展	61
3.3 小结	64
第4章 串行接口部件结构及功能	65
4.1 振荡器与复位电路	65
4.1.1 时钟振荡器	65
4.1.2 复位	66
4.2 看门狗	67
4.2.1 看门狗的概念	67
4.2.2 软件看门狗	68
4.2.3 硬件看门狗	69
4.3 串行接口	75
4.3.1 概述	75
4.3.2 AT89 单片机的串行接口结构	78
4.3.3 单片机之间的通信	81
4.3.4 PC 机与单片机的串行通信	87
4.3.5 I ² C 串行总线	91
4.4 AT89 单片机的 SPI 接口	99
4.4.1 SPI 总线接口的基本原理	99
4.4.2 AT89S8252 单片机中的 SPI 接口工作原理	100
4.4.3 AT89S8252 单片机的 ISP	104
4.5 小结	106
第5章 软件系统	107
5.1 单片机软件系统	107
5.1.1 概述	107
5.1.2 AT89 系列单片机常用的编程语言	108

5.2	单片机汇编程序	110
5.2.1	源文件	110
5.2.2	源文件的格式	110
5.2.3	机器码代码文件	113
5.2.4	列表文件	113
5.3	单片机的指令系统	113
5.3.1	一些特殊符号的意义	113
5.3.2	指令分类说明	114
5.3.3	伪指令	114
5.3.4	宏指令	119
5.3.5	AT89 系列单片机的寻址方式	120
5.3.6	动作指令分类说明	121
5.4	单片机 C 语言	129
5.4.1	C51 语言的发展与使用	129
5.4.2	C51 语言的结构	131
5.4.3	C51 的数据类型与运算符	138
5.4.4	C51 语言流程控制语句	141
5.4.5	C51 的函数	145
5.4.6	中断服务函数	148
5.4.7	C51 的编程规范	149
5.5	汇编语言与 C51 语言的混合编程	151
5.5.1	混合编程	151
5.5.2	汇编和 C 接口中寻址方式的改变	154
5.6	小结	154
第 6 章	单片机抗干扰技术	155
6.1	干扰产生的原因及危害	155
6.1.1	干扰的概念及产生原因	155
6.1.2	干扰的危害	156
6.2	干扰分析	157
6.3	单片机抗干扰方法	158
6.3.1	单片机可靠性设计技术	159
6.3.2	常用的硬件抗干扰方法	159
6.3.3	常见的软件抗干扰方法	164
6.4	小结	171
第 7 章	简易网络导纳分析仪的制作	173
7.1	导纳分析仪的控制功能要求	173
7.1.1	概念介绍	173
7.1.2	结构	174
7.1.3	系统功能与指标	174
7.1.4	系统实现基本原理	175
7.2	系统的设计	175
7.2.1	正弦信号发生器设计	175

7.2.2	数据采集系统设计	176
7.2.3	自动量程转换系统设计	179
7.3	控制程序的设计	180
7.3.1	程序流程	180
7.3.2	FFT 程序	180
7.3.3	程序清单	183
7.4	小结	189
第 8 章	直流电压控制输出实例	191
8.1	系统功能介绍	191
8.2	系统设计	191
8.2.1	总体设计	191
8.2.2	器件选择及使用说明	192
8.3	硬件电路设计	197
8.3.1	单片机的串行通信电路	197
8.3.2	单片机与 MAX5621 之间的通信电路	198
8.3.3	基准电压的产生电路	198
8.3.4	输出放大电路	198
8.4	软件设计	198
8.4.1	计算机的接口软件设计	198
8.4.2	单片机软件设计	199
8.4.3	单片机程序清单	200
8.5	小结	202
第 9 章	通信机房自动温湿度控制系统应用实例	203
9.1	通信机房自动温湿度控制系统功能介绍	203
9.1.1	系统背景	203
9.1.2	系统控制原则	204
9.2	系统硬件设计	204
9.2.1	总体设计	204
9.2.2	AT89C52 单片机外围电路设计	205
9.3	控制软件设计	230
9.3.1	主要功能	230
9.3.2	软件流程图	231
9.4	小结	237
第 10 章	设备面板的单片机控制应用实例	239
10.1	设计背景说明	239
10.1.1	设备结构	239
10.1.2	机箱面板说明	240
10.2	系统硬件设计	240
10.2.1	总体设计	240
10.2.2	基本配置	241
10.2.3	开关量的采集	241

10.2.4	AD 接口设计	242
10.2.5	驱动设计	243
10.2.6	RS422 串行通信	244
10.2.7	液晶显示器应用	245
10.2.8	轨迹球及与单片机的接口	250
10.2.9	系统的可靠性设计	256
10.3	软件设计	256
10.3.1	机箱 A 控制程序流程	256
10.3.2	单片机的自检	257
10.3.3	液晶显示程序	258
10.3.4	程序清单	258
10.4	小结	272
第 11 章	小型自动气象站开发实例	273
11.1	气象站功能说明	273
11.1.1	功能说明	273
11.1.2	主要性能技术指标	274
11.2	采样和算法	275
11.2.1	采样	275
11.2.2	算法	275
11.3	硬件设计	276
11.3.1	总体设计	276
11.3.2	基本配置	277
11.3.3	Pt100 温度计	277
11.3.4	湿度计	278
11.3.5	雨量计	278
11.3.6	测风计	279
11.3.7	风向传感器	279
11.3.8	时钟芯片	280
11.3.9	光耦隔离	281
11.3.10	片外存储器	281
11.3.11	GPRS 的应用	282
11.4	软件设计	284
11.4.1	程序流程	284
11.4.2	程序清单	285
11.5	小结	300
附录 A		301
参考文献		305

第 1 章



单片机的基础知识

1.1 引言

1.1.1 什么是单片机

20 世纪是科技的世纪,有人说过,在过去的一百年中科技进步取得的成果超过了人类历史上几千年来所有成果的总和,而这种进步是由“电”推动的。“电”科学的发展深刻地改变了世界面貌,它涉及到人类活动的几乎全部领域。有关“电”科学的研究对象,通俗地说可以分为强电、弱电和信息领域。强电领域包括电力生产、输送、使用等方面;弱电领域主要是指电子研究领域;世界在 20 世纪 80 年代开始进入了信息时代,也就是我们常说的数字时代,最重要的标志就是微型计算机的出现及其迅速普及,这涉及到的就是信息领域。

说到微型计算机,也就是电脑,大家都不陌生,现在工业设计、建筑绘图、器件加工、办公、上网冲浪、炒股票、看电影、聊天、博客等等都离不开电脑,它仿佛成为了万能机,难怪许多公司的广告都把电脑做成了家庭娱乐机,居然还带有遥控器!但是说到单片机,估计知道的人就少多了,虽然我们每天都使用由单片机控制的手机、冰箱、洗衣机等家用电器产品。那么,究竟什么是单片机?它有什么用呢?简单地说,一块单片机芯片就是一台超小型化的计算机,即将中央处理器(CPU)、存储器(RAM、ROM)、定时器/计数器和各种输入/输出(I/O)接口(如并行 I/O、串行 I/O 和 A/D 接口)烧刻在一块硅片上,构成一台微缩的完整的计算机。

单片机是一个计算机系统,自动化和智能性是其最主要的特点,加上它有体积小、重量轻、价格便宜、速度快、使用方便等诸多优点,它出现后,在工农业生产上大幅度地提高了生产效率和产品质量。另外,在彩电、冰箱、空调、录像机、VCD、遥控器、游戏机等日常家用电器上无处不见单片机的影子,它大大地提高了这些产品的智能性、实用性和可靠性。单片机早已深深地融入到我们每个人的生活之中。

1.1.2 单片机的发展与分类

单片机诞生于 20 世纪 70 年代。1971 年,芯片巨商 Intel 公司首次推出 4 位单片微处理器,1974 年仙童(Fairchild)公司推出 8 位单片机 F8,其后,Mostek 公司和仙童公司一起推出了与 F8 兼容的 3870 单片机系列。Intel 公司 1976 年推出 MCS-48 系列单片机。

GI (General Instrument) 公司在 1977 年 10 月宣布推出了 PIC1650 单片机系列。1978 年, Rockwell 公司也推出了 R6500/1 系列单片机。Motorola 公司和 Zilog 公司的单片机问世较迟, 但是产品性能较高。Motorola 公司在 1978 年下半年推出了与 6800 微处理机兼容的 6801 单片机。Zilog 公司在同年 10 月也推出了 Z80 单片机系列。Intel 公司在原 MCS-48 基础上, 于 1980 年推出了高性能的 MCS-51 系列 (包括 8031/8051/8751) 单片机。1982 年, Mostek 公司和 Intel 公司先后推出了 16 位单片机 MK 68200 和 MCS-96 (8096、8098) 系列。1987 年 Intel 公司推出了性能是 8096 2.5 倍的新型单片机 802960。另外, 众多公司推出了盛极一时的 MCS-51 兼容型单片机, 如 ATMEL 公司的 AT89 系列、Philips 公司的 P87LPC7 系列和 Winbond 公司的 W78E58 系列等, 至今仍得到广泛应用。当然还有日本东芝 (TOSHIBA)、日本电气 (NEC)、日立 (HITACHI)、富士通 (FUJITSU)、爱普生 (EPSON)、三菱 (MITSUBISHI) 等公司的单片机系列产品性能也不错。进入 21 世纪后, 单片机的发展势头不减, 新机和新型号不断产生; 最近 ARM 受到追捧, 以太网和 USB 的接口也有, 可以在 ARM 上加一个操作系统, 程序既可靠又容易编写, 成为又一个新的发展热点。

单片机的分类方式很多, 例如按开发公司、按结构等, 比较常用的方法是根据一次处理的位长不一样分为如下几类。

(1) 4 位单片机。主要产品有 NEC 公司的 μ PD75XX、TI 公司的 TMS1000 系列、松下公司的 MN1400 系列、NS 公司的 COP400、Rockwell 公司的 PPS/1 系列、SAMSUNG 公司的 KS56 和 KS57 系列、富士通公司的 MB88 系列。

4 位单片机的特点是价格便宜, 如 COP400 的价格仅为 8 位单片机 8048 和 6805 价格的一半, 但是功能并不弱。NEC 公司的 μ PD75XX 片内的 ROM 可达 8KB、RAM 为 512 $\times$ 4 位, I/O 引脚为 58 根, 甚至还有 6 位 A/D。近年来, 4 位单片机所占比例逐年下降, 市场逐渐萎缩, 主要用于家用电器和电子玩具等方面。

(2) 8 位单片机。8 位单片机的产量占整个单片机的 60% 以上, 并且还逐年增长。8 位单片机的旧機種正逐渐被淘汰, 新的机型不断涌现。自 1985 年以来, 各种高性能、大容量、多功能的新型 8 位单片机不断地推出, 如 Intel 公司的 8x552、 μ PI-452 (8051 的增强型), Motorola 公司的 MC68HCII、Zilog 公司的 Super8 等, 它们代表着单片机发展的方向, 将在单片机领域中起到更大的作用。常用的 8 位单片机性能如表 1-1 所示。

8 位单片机由于其功能不断增强、品种不断丰富, 并且价格也不断降低, 因此广泛应用于各个领域, 是单片机的主流機種。

(3) 16 位单片机。16 位单片机自 1982 年开始推出后, 已有了很大发展, 但是它的发展速度却没有人们预计的快。由于 16 位机价格偏高, 而 8 位机的功能已经十分强大, 在很多地方完全可以替代 16 位机; 另外, 32 位机的出现又大大地压缩了 16 位机的应用空间, 使 16 位机颇有点鸡肋的味道。到目前为止, 16 位机的产量还不到 8 位机的十分之一, 应用不广泛, 主要用于汽车控制、自动控制等方面。常用的 16 位单片机性能如表 1-2 所示。

表 1-1 主要 8 位单片机的性能表

公 司	系 列	片内存储器		寻址范围	片内 I/O	定时器/计数器		中 断	备 注
					并行口	串行口			
Intel	MCS-48	1K/4K	64/256B	4KB	3×8 位	/	1×8 位	2	
	MCS-51	4K/8K	128/256B	64KB	4×8 位	UART	2×16 位	5/6	
	8XC51FX	8K/32K	256B	64KB	4×8 位	UART	3×16 位	7	PCA
	8XC51GB	8K	256B	64KB	6×8 位	2UART	3×16 位	15	PCA8×8A/D
Motorola	6801	2K/4K	128/256B	64KB	3×8 位 1×5 位	UART	3×16 位	2	
	6805	1K/4K	64/128B	2KB/8KB	2×8 位 1×4 位	/	1×8 位	1/4	
	68HC11A	8K	256B	64KB	22~38 位	1SCI 1SPI	16 位 3IC 5OC, RTI	20	WDOG 8×8AD
Zilog	Z8	2K/4K	128B	64KB	8×1 位 4×4 位 1×8 位	UART	2×8 位	6	
Fairchild	F8	/	64KB	4KB	2×8 位	/	/	/	
Mostek	3870	1K/4K	64B	4KB	4×8 位	/	1×8 位	2	
Rockwell	6500/1	256B/3K	64B/192B	64KB	4×8 位	UART	1×16 位	4/8	
NEC	UPD78XX	4K/5K	128/256B	64KB	6×8 位	UART	1×12 位	3	
TI	TMS7000	2K/12K	128B	64KB	4×8 位	UART	1/2×13 位	2/6	微程序
GI	PIC6XX	512×12 2K×12 位	32B/64B	512B/2KB	8×4 位	/	1×8 位	1/2	
NS	8070	2K/2.5 K	64B/128B	64/128KB	5×8 位	UART		/	
RCA	CDP1800	2K	64B	64KB	12 位	/	/	3	DMA
Philips	8XC552	8K	256B	64KB	6×8 位	UART	3×16 位	15	8×10ADC 2×8PWM

注 IC: 输入捕捉; OC: 输出比较; PWM: 脉宽调制; RTI: 实时中断; SPI: 串行外围接口; SCI: 串行通信接口; PCA: 可编程计数器阵列。

表 1-2 16 位单片机性能表

公 司		Thomson	Intel	NS	NEC
型号		68200	MCS-96	BPC16040	783XX
片内	ROM	4KB	8KB	4KB	8KB
	RAM	256B	232B	256B	256B
中断源		15	8	8	15
串行口		异/同步	异步	异步	异步
A/D		无	8×10 位	无	4×8 位
PWM 输出		借用通用计数器	有	有	有
Watchdog 定时器			有	有	有
计数器		3×16	2×16	8×16	2×16
高速 I/O		无	HSIO	有	有
DMA		无	无	无	8 个宏通道
备注		与 68000 指令兼容			7811 升级产品

(4) 32 位单片机。网络、通信、多媒体和信息家电时代的到来,无疑为 32 位嵌入式系统的高端应用提供了空前巨大的发展空间;同时,也为力不从心的 8 位机向高端发展起到了接力作用。单片机系统在经历了几十年的发展历程后,又进入了一个新的历史发展阶段,即从普遍的低端应用进入到一个高、低并行发展,并且不断提升低端应用技术水平的时代,其标志是近年来 32 位单片机的发展。

32 位单片机的应用不会走 8 位机百花齐放、百余种型号齐上阵的道路,这是因为在 8 位机的低端应用中,嵌入对象与对象专业领域十分广泛而复杂;而当前 32 位 MCU 的高端应用则集中在网络、通信和多媒体技术领域,32 位 MCU 将会集中在少数厂家开发的少数型号系列上。其中,ARM 公司适时地推出了 32 位 ARM 系列嵌入式微处理器,以其明显的性能优势和知识产权平台输出的运行方式,迅速占据 32 位机高端应用的主流地位,以至于使不少传统嵌入式系统厂家放弃了自己的 32 位开发计划,转而使用 ARM 内核来开发自己的 32 位单片机,包括 Intel 公司、Philips 公司、NEC 公司、三星公司等 30 多家厂商。

ARM 公司开发了很多系列的 ARM 处理器内核,目前最新系列已经是 ARM11 了,应用比较多的是 ARM7、ARM9、ARM9E、ARM10、SecurCore 系列和 Intel 的 StrongARM、XScale 系列。但长期以来,基于 ARM 体系结构的 32 位系统仅在嵌入式系统的高端(如通信领域、PDA)等场合使用,要么以专用芯片的形式出现,要么以微处理器的形式出现,并没有出现性价比高的通用微控制器。Philips 公司发现了这一空档,推出了性价比很高的 LPC2000 系列微控制器,让更多的嵌入式系统具有 32 位处理能力,这也预示着 32 位系统即将成为嵌入式系统的主流。

32 位机的市场需求发展由两方面所致:一方面是高端新兴领域(网络、通信、多媒体和信息家电)的拓展;另一方面是低端控制领域应用在数据处理能力上的提升要求。

说了这么多,大家可能有些茫然:我到底该选用哪种单片机?首先也是最重要的,就是功能需求,即设计的对象是什么,要完成什么样的任务,根据设计的任务复杂程度来选择是采用低端机还是高端机。如果只是用来设计一些简易的控制开关,如自动照明系统,4 位或 8 位机就足够了;而如果要设计 PDA、网络控制器等产品,32 位机应该是最起码的选择。其次,是选择合适的产品,例如选择引脚多的还是少的,要不要看门狗、AD、SPI 或 I²C 等接口,本质还是由设计对象决定的。再次,就要看单片机的性能,好不好买,好不好开发、扩展,是否熟悉,有无偏好等因素了。

对于目前的单片机设计而言,8 位机的开发与应用仍然是比较主流的,尤其是对于初学者。当你去请教一个有经验的单片机研发人员,他 80% 会推荐你用 51 系列的单片机,也就是 MCS-51。这里有几个原因。首先是历史原因:由于我国当年引进单片机时,比较多的是 51 系列的,经过多年的发展,大家已经十分熟悉和适应了。尽管有了一些别的单片机,比如 AVR、PIC、MSP430、MOTOROLA 等等,但是用 51 单片机的企业最多,尤其是电子厂家。如果求职者精通 51 单片机,对求职很有帮助。但是别的单片机,如果对方根本不用,那么他就不会考虑招你进去,正所谓“一步先,吃遍天”。最主要的原因还在于 51 是开放的内核,很多厂家生产,而别的单片机内核都不是开放的,独家生产;因而 51 单片机的开发工具比较成熟,手段非常丰富,交流方便,供货商相当多,根本不用考虑货源问题,这也应验了那句老话:开放带来发展。

MCS-51 系列单片机目前已有多种型号, 兼容其结构和指令系统的有 ATMELE 公司的 AT89 系列, Philips 公司的 P87C51X2、P89C51X2、P87C591 和 P80C552 等产品, Siemens 公司的 C51XX 系列, HYUNDAI 的 GMS97 系列, 中国台湾 Winbond 公司的 W78C51 和 W77C51 系列等单片机, 它们都是采用 80C51 的内核, 主要区别是在存储器类型、AD、Watchdog 等配置上有所不同。

GMS97 系列是一次性烧写, 一般只有大量生产电子器件的人才买。

Winbond 公司的通用 51 芯片有内部看门狗计数器, 如果是 44 脚方形芯片还多了 4 个 I/O 脚 (P4), 另外该系列芯片的振荡器性能要好一点, 比较容易起振, 而且芯片的最高振荡频率高达 40MHz。Winbond 有一系列大容量 EPROM 的芯片提供, 如 W78E58, 有 32KB 的 EPROM, 足以满足大多数复杂的设计。

Philips 公司的 P89C51XX 系列单片机片内有 4~32KB 的 Flash 存储器, P89C60/61X2 片内有 64KB 的 Flash, 属于比较大的, 它们的最大频率都可以达到 33MHz, 是属于大众型的一类单片机。

Siemens 公司的单片机通常片内都有较大的 RAM, 多数芯片都有 Watchdog、AD 等接口, 属于高配置的一类, 但由于片源问题, 应用不是很多。

前两年出现的 Sst89c58 也是一个不错的新品种, 虽然在速度等方面和原来的一样, 但是其内部的 36KB SuperFlash E²PROM 可以进行许多新式的应用; 而且该芯片采用了较新的保密手段, 是目前较为保险的一种 51 系列芯片。

1.1.3 单片机的应用领域

由于单片机有许多优点, 因此其应用领域之广, 几乎到了无孔不入的地步。

(1) 单片机在机电一体化中的应用: 机电一体化是机械工业发展的方向。机电一体化产品是指集机械技术、微电子技术、计算机技术于一体, 具有智能化特征的机电产品, 例如微机控制的车床、钻床等。单片机作为产品中的控制器, 能充分发挥它的体积小、可靠性高、功能强等优点, 可大大提高机器的自动化、智能化程度。

(2) 单片机在实时控制中的应用: 单片机广泛地用于各种实时控制系统中。例如, 在工业测控、航空航天、尖端武器、机器人等各种实时控制系统中, 都可以用单片机作为控制器。单片机的实时数据处理能力和控制功能, 可使系统保持在最佳工作状态, 提高系统的工作效率、稳定性和产品质量。

(3) 单片机在分布式多机系统中的应用: 在比较复杂的系统中, 常采用分布式多机系统。多机系统一般由若干台功能各异的单片机组成, 各自完成特定的任务, 它们通过串行通信相互联系、协调工作。单片机在这种系统中往往作为一个终端机, 安装在系统的某些节点上, 对现场信息进行实时地测量和控制。单片机的高可靠性和强抗干扰能力, 使它可以置于恶劣环境的前端工作。

(4) 办公自动化设备: 现代办公室使用的大量通信和办公设备多数嵌入了单片机。如打印机、复印机、传真机、绘图机、考勤机、电话以及通用计算机中的键盘、磁盘驱动器等。

(5) 商业营销设备: 在商业营销系统中已广泛使用的电子秤、收款机、条形码阅读器、IC 卡刷卡机、出租车计价器以及仓储安全监测系统、商场保安系统、空气调节系统、冷冻保险系统等都采用了单片机控制。

(6) 智能化仪表: 单片机广泛地用于各种仪器仪表, 使仪器仪表智能化, 并可以提高测量的自动化程度和精度, 简化仪器仪表的硬件结构, 强化了功能, 提高其性价比。

(7) 智能化通信导航产品: 例如用于手机内的高端单片机和便携式的 GPS 终端机中的单片机。

(8) 汽车电子产品: 现代汽车的集中显示系统、动力监测控制系统、自动驾驶系统、通信系统和运行监视器(黑匣子)等都离不开单片机。

(9) 智能化家用电器: 各种家用电器, 如洗衣机、空调、电视机、录像机、微波炉、电冰箱、电饭煲以及各种视听设备等, 普遍应用了单片机, 增加了功能, 提高了智能化程度, 使人们的生活更加方便、舒适、丰富多彩。

单片机应用的意义不仅在于它的宽广范围及所带来的经济效益, 更重要的意义在于, 单片机的应用从根本上改变了控制系统传统的设计思想和设计方法。以前采用硬件电路实现的大部分控制功能, 正在用单片机通过软件方法来实现, 提高了自动化性能。以前自动控制中的硬性调节, 现在可以用单片机实现具有智能化的数字计算控制、模糊控制和自适应控制。这种以软件取代硬件并能提高系统性能的控制技术称为智能微控技术。随着单片机应用的推广, 微控制技术将不断发展完善。

1.2 ATMEL 单片机的发展与分类

1.2.1 ATMEL 单片机概况

美国 ATMEL 公司是国际上著名的半导体公司。从 20 世纪 80 年代中期至今, 在短短几十年的时间里 ATMEL 公司已发展成为拥有先进的生产和设计技术、产品种类齐全、型号繁多的国际大公司, 在某些技术领域已处于国际领先地位。ATMEL 公司的产品主要有存储器、通信、多媒体、可编程逻辑器件、单片机及智能 IC 卡等, 这些产品在我国拥有广大的用户群。在其众多的领域中, 最令 ATMEL 公司自豪的当属其独具特色的存储器技术。

1994 年 ATMEL 公司以 E²PROM 技术和 Intel 公司 80C31 单片机核心技术进行交换, 从而取得了 80C31 核心技术的使用权, 开始介入单片机市场。ATMEL 将自身先进的 Flash 存储器技术与 80C31 核心技术相结合, 推出 AT89 系列单片机。之后, ATMEL 公司在单片机领域继续拓宽, 到目前为止, 已形成三大系列, 分别为 C51 系列、AT90 系列、AT91 系列。

AT90 系列单片机, 也称为 AVR 单片机, 是一种精简指令(RISC)单片机。这种单片机对传统的基于累加器的结构进行了修改, 采用 32 个通用工作寄存器, 这 32 个工作寄存器在使用时每个都可以看做累加器, 从而能开发出效率极高的代码。这种单片机和它的 C 编译器是同步研发的。在开发过程中, 二者都做过适当的调整, 所以能最终保证用 C 语言开发的目标代码从大小、优化程度、效率等各方面都达到极高的水平。AVR 单片机还采用了流水线结构, 可以在一个时钟周期内执行一条指令。通过 SPI 口和一般的商用编程器均能对 AVR 单片机进行编程。目前 AVR 单片机已经有多种型号, 配置不尽相同, 用户可选择使用。总体来说 AT90 系列(AVR 系列)单片机的功能比 AT89 系列单片机更强。

AT91 系列单片机, 也称 ARM Thumb 单片机, 是 ATMEL 公司推出的功能更强的单片机, 非常适合应用于低功耗、需实时控制的嵌入式场合。这种单片机片内集成了 ARM 7TDMI 32

位 RISC 处理器内核;采用 3 级指令流水线,提高了指令执行速度;通过 EBI (External Bus Interface, 外部总线接口)快速、灵活地和外部存储器相连;内部集成乘加运算器,具有类似 DSP 的数据处理能力;多个 PDC (Peripheral Data Controller, 外围数据控制器)通道,可以在 CPU 不参与的情况下与存储器及串行外设传输数据;功能强大的中断控制器可以独立处理内部和外部中断,以减小 CPU 负荷;具有像 USART、SPI、计数器、AD/DA、PWM 及 JTAG 接口等多种可灵活配置和操作的外设;具有较低的功耗和较强的电源管理功能,适合在便携式设计中应用;ATMEL 公司提供了丰富的开发工具,减小了风险,加快了产品上市时间。这种单片机已被成功应用于数据采集、MP3 和 WMA 播放器、无线通信、GPS、PDA、基站、医疗仪器及指纹识别系统中。

相比而言,AT89 系列单片机是 ATMEL 公司最早推出的,也是功能最简单的一个单片机系列。该系列的所有单片机都是基于 89C31 (或 80C32)内核的、内含 Flash 程序存储器的 MCS-51 系列兼容机,属于 ATMEL 公司 C51 系列单片机中的一个子系列。亦即 ATMEL 公司的 C51 系列单片机不仅仅是 AT89 系列,除了这种 Flash 型单片机系列外,还包括 OTP 型 (87 系列)、ROM 型 (83 系列)、片内无存储器型 (80 系列)以及特殊应用型等多个系列。

当然国内 AT89 系列的用户要远远超过 C51 系列其他型号的用户,而且为了和 ATMEL 公司另外两个系列 AT90 和 AT91 相比较,我们一般就用 AT89 系列来指代 ATMEL 公司的 C51 系列单片机,但要注意区别。

1.2.2 AT89 系列 Flash 单片机

那么我们为何要讨论 ATMEL 公司的单片机呢?因为该公司的 AT89X 系列单片机是目前市场上最流行的单片机系列之一,也是开发最常用到的芯片。其主流品种 AT89C51/52/53 及 AT89C1051/2051/4051 都是属于电子式擦除的元件,片内的闪速 (Flash) 存储器结构可以多次烧录,而且时间短,给单片机的应用带来了极大的方便。

在这里要提一下 Flash 闪速存储器,此 Flash 非那个动画的 Flash。存储器大致可分为两大类:易失和非易失。易失存储器,也就是常说的 RAM;在掉电时立即失去存储在内的信息;非易失存储器在掉电时仍能保持数据信息,通常用于存储程序。在 20 世纪 70 年代有了紫外线可擦除型的商业用非易失存储器,也称为 EPROM,然而这种用紫外灯照射来抹去芯片内容的方法,操作起来比较麻烦。电可擦写型非易失存储器 (E²PROM) 的电擦除是通过加一定的电压来实现内容擦除的,这种产品的封装成本低廉很多,缺点是单位存储单元的尺寸要比以前大很多,使得单元面积也大了很多。20 世纪 80 年代,一个经典的非易失存储器产品被发明了,那就是闪存,即 Flash。闪存这一名称,是源于该存储器件只需单步操作即能擦除其中所有内容的能力。这种新型的存储器只能进行整片或一个区域的删除而不能进行单字节删除,由此也减小了单元的尺寸,利于大规模地集成,因而在单片机上得到了很好的应用。现在清楚了,Flash 就是一种可以快速写入和擦除的电可擦写存储器。

AT89 系列单片机是以 8031 为核心的,它和 8051 单片机是兼容的。对于熟悉 8051 的用户来说,用 ATMEL 公司的 89 系列单片机进行替代 8051 的系统设计是轻而易举的事。

1. AT89 系列单片机的特点

AT89 系列单片机对于一般用户来说,存在下列很明显的优点: