

AT89

单片机原理及应用

■ 高伟 主编 ■



國防工業出版社

National Defense Industry Press

TP368.1/412

2008

AT89 单片机原理及应用

高 伟 主编

曹国君 李向群 胡家彦 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

AT89 系列单片机是 ATMEL 公司基于 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机研发出来的与 Mes-51 兼容但性能高于 Mes-51 的单片机。它一问世就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。

全书共分 9 章,全面介绍了 AT89 系列单片机的基本原理,包括硬件结构、功能特点、指令系统、存储器组织以及接口部件等。特别对 Flash 的编程、中断系统的原理与使用以及定时/计数器的原理与应用等方面做了深入浅出的介绍,做到理论联系实践。同时书中还介绍了单片机的主要电气特性、封装形式、型号选用指南以及单片机应用系统的设计与开发过程,供单片机学习者借鉴与使用。全书内容丰富、编排合理、可读性好、实用性强。

本书既可作为高等院校、高等职业技术学校以及成人高等学校的自动化、计算机应用、仪器仪表和机电一体化等专业的教材,也可作为从事单片机应用系统设计、产品开发和维护的广大工程科技人员学习参考书或培训教程。

图书在版编目(CIP)数据

AT89 单片机原理及应用/高伟主编. —北京:国防工业出版社,2008.2

ISBN 978-7-118-05510-8

I. A... II. 高... III. 单片微型计算机 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 196137 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 22¼ 字数 513 千字

2008 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 36.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

单片机作为最典型的嵌入式系统,由于具有小巧、功耗低、控制功能强、可靠性高、应用灵活、价格低廉等独特优点,在机、电、仪一体化产品,工业控制,家用电器和智能仪表等诸多领域得到了广泛应用,充分显示了单片机广阔的应用前景。可以说,单片机的出现大大促进了现代计算机技术的迅猛发展,成为近代计算机技术与现代控制技术发展史上的一个里程碑。

目前单片机渗透到人们生活的各个领域。导弹的导航装置,飞机上各种仪表的控制,计算机的网络通信与数据传输,工业自动化过程的实时控制和数据处理,广泛使用的各种智能 IC 卡,民用豪华轿车的安全保障系统,录像机、摄像机、全自动洗衣机的控制,以及程控玩具、电子宠物等,都离不开单片机。更不用说自动控制领域的机器人、智能仪表、医疗器械了。因此,单片机的学习、开发与应用将造就一批计算机应用与智能化控制的科学家、工程师。科技越发达,智能化的东西就越多,使用的单片机就越多。掌握并很好地应用单片机已经是社会发展的需求。

ATMEL 公司是美国 20 世纪 80 年代中期成立并发展起来的半导体公司。该公司的技术优势在于推出 Flash 存储器技术和高质量、高可靠性的生产技术,它率先将独特的 Flash 存储技术注入到单片机产品中。其推出的 AT89 系列单片机,在世界电子技术行业中引起了极大的反响,在国内也受到广大用户的欢迎。AT89 系列单片机是基于 Intel 公司的 MCS-51 单片机研制的与 MCS-51 兼容的微控制器系列,它是一种来源于 8051 而又优于 8051 单片机系列,它含有的独特 Flash 技术,使得在系统的开发过程中可以十分容易进行程序的修改,从而大大缩短了系统的开发周期,这使 AT89 系列单片机成为取代 MCS-51 单片机的主流机型之一,尤其在生产便携式商品、手提式仪器等方面更是得到了广泛的应用。

为了使广大读者、研究人员能够更好地熟悉和掌握 AT89 系列单片机的原理及应用,作者结合自己多年的教学经验和应用开发方面的体会并参考了大量相关的资料专门编写了本书。

本书的编写力求做到从理论中来,到实践中去,在内容编排上由浅到深,循序渐进,可读性强;同时更注重理论的实践,在单片机的各功能部件、系统的介绍中结合了大量的典型电路和程序,让读者做到所学即所用。本书详细介绍了 AT89 系列单片机的原理、结构以及指令系统,全书共分 9 章:第 1 章介绍了 ATMEL 公司的发展及其生产的 AT89 系列单片机的由来、特点、分类,并引出了 AT89 系列单片机的开发工具及开发设计的理念,一开始就营造了实践的氛围;第 2 章从宏观上介绍了单片机应用

系统的设计与开发的整个过程,包括完整单片机应用系统的组成和单片机的软硬件开发环境;第3章介绍 AT89 系列单片机的结构与功能,以标准型 AT89 单片机为蓝本详细介绍了单片机各个功能部件的原理与结构,及其引脚封装,并按标准型、精简型、高档型顺序依次介绍了各类经典单片机;第4章和第5章分别介绍了 AT89 系列单片机的指令系统及单片机汇编语言程序设计基础;第6章~第8章重点介绍了单片机的中断系统、单片机各接口技术以及各系统部件的扩展技术,并结合了大量的应用实例展示了 AT89 系列单片机强大的应用功能;第9章给出了不同领域的单片机应用系统的实例分析。

本书在编写过程中参阅了大量的教材和参考文献,在此谨向作者致以衷心的感谢。

由于编者的水平有限,书中的错误和不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者
2007年12月

目 录

第 1 章	ATMEL 公司及 AT89 系列单片机概况	1
1.1	ATMEL 公司的发展简况	1
1.2	AT89 系列单片机概况	2
1.2.1	AT89 系列单片机特点	2
1.2.2	AT89 系列单片机的发展分类	4
1.3	AT89 系列单片机的开发工具简介	7
1.3.1	软件开发环境简介	8
1.3.2	硬件开发环境简介	9
第 2 章	单片机应用系统的设计与开发	12
2.1	单片机应用系统设计	12
2.1.1	单片机应用系统设计的基本原则	12
2.1.2	单片机应用系统设计的一般方法	13
2.1.3	单片机应用系统设计的内容和步骤	13
2.1.4	单片机应用系统的可靠性设计	19
2.2	单片机应用系统设计实例——自动往返小汽车	20
2.3	单片机应用系统的开发	29
2.3.1	单片机开发系统组成及特点概述	30
2.3.2	单片机开发系统的分类	31
2.3.3	单片机开发系统的功能	34
2.4	单片机开发系统实例	36
2.4.1	单片机开发系统硬件及其连接	36
2.4.2	DOS 环境单片机开发系统软件	37
2.4.3	Windows 环境单片机开发系统软件	38
第 3 章	AT89 系列单片机的基本结构与功能	44
3.1	内部结构框图介绍	44
3.1.1	算术逻辑运算单元	46
3.1.2	寄存器组部件	46
3.2	引脚功能描述	48
3.3	存储器配置和特殊功能寄存器	51
3.3.1	程序存储器	52
3.3.2	数据存储器	53
3.3.3	特殊功能寄存器	57

3.4	低功耗节电模式	61
3.4.1	空闲模式	62
3.4.2	掉电模式	62
3.5	看门狗定时器	62
3.5.1	看门狗的使用	62
3.5.2	空闲模式和掉电模式下的 WDT	63
3.6	程序存储器的加密位	63
3.7	Flash 存储器编程	63
3.7.1	Flash 存储器的并行编程	64
3.7.2	Flash 存储器的串行编程	67
3.8	AT89S52 单片机主要电气特性	70
3.9	时钟电路与 CPU 的时序	71
3.9.1	振荡器和时钟电路	72
3.9.2	CPU 时序和有关概念	72
3.9.3	CPU 的取指令和执行指令的时序	73
3.9.4	访问外部 ROM 的操作时序	74
3.9.5	访问外部 RAM 的操作时序	74
3.10	复位电路	75
3.10.1	简单复位电路	76
3.10.2	复杂复位电路	77
3.10.3	应用系统的多复位处理	79
3.11	AT89 系列典型单片机结构	79
3.11.1	AT89C51 /LV51 单片机	79
3.11.2	AT89C2051 单片机	86
3.11.3	AT89S8252 单片机	91
第 4 章	AT89 系列单片机的指令系统	97
4.1	指令格式及其符号说明	97
4.1.1	指令格式	97
4.1.2	常用符号说明	99
4.2	AT89 系列单片机的寻址方式	99
4.3	AT89 单片机的指令说明	102
4.3.1	数据传输类指令	102
4.3.2	算术运算类指令	109
4.3.3	逻辑运算及移位类指令	115
4.3.4	控制转移类指令	118
4.3.5	布尔变量类指令	124
第 5 章	汇编语言程序设计基础	129
5.1	汇编语言程序设计概述	129
5.1.1	汇编语言的特点及其语句格式	129

5.1.2	汇编语言程序的基本步骤及特点	131
5.1.3	汇编语言程序的基本结构形式	132
5.2	汇编语言的伪指令与汇编	138
5.2.1	汇编语言的伪指令	138
5.2.2	汇编语言的汇编	141
5.3	汇编语言程序设计举例	142
5.3.1	算术运算程序	142
5.3.2	数制转换程序	150
5.3.3	定时程序	154
5.3.4	查表程序	154
5.3.5	数据极值查找程序	157
5.3.6	数据排序程序	159
第6章	中断系统	162
6.1	中断系统相关概念	162
6.2	中断系统的优、缺点	164
6.3	中断系统的分类	165
6.3.1	外部中断类	165
6.3.2	定时中断类	166
6.3.3	串行中断类	166
6.4	中断系统的功能	166
6.5	中断系统的结构	167
6.6	中断标志与控制寄存器	169
6.6.1	定时器中断控制寄存器(TCON)	170
6.6.2	串行口控制寄存器(SCON)	170
6.6.3	中断允许控制寄存器(IE)	171
6.6.4	中断优先级控制寄存器(IP)	172
6.7	中断响应处理过程	173
6.7.1	中断响应的条件和过程	173
6.7.2	中断的处理和返回	175
6.7.3	中断的响应时间	176
6.7.4	中断请求的撤销	176
6.8	中断的外部扩展简介	177
6.9	中断的系统应用	178
第7章	接口部件结构及功能	196
7.1	I/O端口的结构及功能	196
7.1.1	I/O端口的结构	196
7.1.2	写端口操作	200
7.1.3	读端口操作	201
7.1.4	读引脚和锁存器操作	201

7.1.5 I/O口总线	202
7.1.6 I/O口的负载能力	203
7.2 串行接口的结构及功能	203
7.2.1 串行通信数据同步技术	203
7.2.2 串行通信数据传送方式	206
7.2.3 串行接口结构与控制	207
7.2.4 串行通信的工作方式	211
7.2.5 串行通信应用实例	218
7.3 定时/计数器结构与功能	231
7.3.1 定时/计数方法概述	231
7.3.2 定时/计数器的基本功能	231
7.3.3 定时/计数器的结构与控制	232
7.3.4 定时/计数器的工作方式	235
7.3.5 定时/计数器 T2	238
7.3.6 定时/计数器的应用实例	245
7.4 人机通信接口技术	251
7.4.1 键盘接口技术	251
7.4.2 显示接口技术	259
第8章 各系统部件的扩展技术	279
8.1 单片机最小应用系统	279
8.2 单片机系统扩展的基本原理	280
8.2.1 片外总线结构	280
8.2.2 单片机三总线扩展方法	281
8.2.3 地址空间的编址技术	282
8.3 程序存储器的扩展——EPROM 型程序存储器	284
8.4 数据存储器的扩展	288
8.5 并行 I/O 口的扩展	291
8.5.1 I/O 扩展的原因	291
8.5.2 I/O 扩展的相关技术及控制方式	292
8.5.3 用 74LSTTL 芯片的简单 I/O 扩展	293
8.5.4 可编程接口及其扩展技术	295
8.6 A/D、D/A 转换器的扩展	308
8.6.1 A/D 转换器接口扩展	308
8.6.2 D/A 转换器接口扩展	316
8.7 外部中断源扩展	321
第9章 AT89 系列单片机应用系统实例剖析	324
9.1 AT89 系列单片机应用现状	324
9.2 汽车操纵信号灯控制系统应用	325
9.3 智能客房控制系统应用	329

9.4 商场自动存取柜控制系统应用	332
9.5 工业生产顺序控制系统实现	335
附录	338
附录 I ATMEL 单片机指令表	338
附录 II ATMEL 单片机选型表	342
参考文献	346

第 1 章 ATMEL 公司及 AT89 系列单片机概况

1.1 ATMEL 公司的发展简况

ATMEL 公司成立于 1984 年,是包含先进逻辑(Advanced Logic)、非易失性存储器(Nonvolatile Memory)、混合信号(Mixed Signal)和射频(RF)IC 等先进半导体制造、销售及设计的世界级领导公司。

ATMEL 公司是少数有能力把大容量存储器、逻辑和模拟功能集成到单一芯片(single chip)的公司之一。芯片系采用包括 BiCMOS、CMOS 和硅化锗 Silicon Germanium 等技术的晶圆工艺。

1984 年,ATMEL 公司在美国加利福尼亚州成立,专门设计和生产各类非易失性存储器,如 EPROM、E²PROM 等。1984 年—1989 年,ATMEL 公司生产的非易失性存储器对市场有着很大的影响,受到很多用户的欢迎。

1989 年,ATMEL 公司在科罗拉多泉(Colorado Springs)设立集成电路生产厂,以扩大集成电路的生产规模。由于具有高科技的水准和优秀的质量,ATMEL 公司的产品受到了美国宇航员和军方的青睐,从而使 ATMEL 公司成为美国宇航局和军方的重要集成电路供应商。

之后,ATMEL 公司不断扩大产品品种系列,开拓新业务,先后增加了可编程逻辑器件(PLD)、特殊集成电路芯片(ASIC)、门阵列(Gate Array)等产品,也创造了公司经济效益的一个又一个奇迹。特别是在 1992 年推出了世界上第一个 3V 超低压闪速存储器(Flash Memory),这是一种可靠、非易失、低压的存储器,为便携式产品的开发提供了方便和广阔的市场前景。

1993 年—1994 年,为了进一步扩大生产规模,ATMEL 公司先后收购了美国 Concurrent Logic 公司和 Seep 公司,成为全世界最大的 E²PROM 生产供应商。1994 年,ATMEL 公司以 E²PROM 技术和 Intel 公司的 80C31 单片机的核心技术交换,取得 80C31 核心技术的使用权,开始进入单片机领域。ATMEL 公司把自身的先进 Flash 存储器技术和 80C31 核相结合,生产出了 Flash 单片机 AT89C51 系列。这是一种内部含 Flash 存储器的特殊单片机。由于它内部含有大容量的 Flash 存储器,所以,在产品开发及生产便携式商品、手提式仪器等方面有着十分广泛的应用。由于 ATMEL 公司把这种特有的先进设计水平、优秀的生产工艺及一直处于世界领先地位的封装技术用于单片机生产,从而使单片机也具有了优秀的品质,在结构、性能、功能等方面都有着明显的优势。ATMEL 公司的单片机成为目前世界上一种特色显著、性能卓越的单片机。同年,ATMEL 公司把其先进的 E²PROM 技术与门阵列技术结合进行智能 IC 卡芯片生产,并且向中国市场推出了 IC 卡成品。

目前,ATMEL 公司的产品有可编程逻辑器件(EPLD)、可编程门阵列(FPGA)、Flash 存储器、串行 E²PROM、并行 E²PROM、EPROM、Flash 存储卡、8 位 Flash 单片机、混合信号专用芯片(ASIC)、基于单元式专用芯片(Cell Based ASIC)、门阵列、专用标准产品(AS-SP)、模拟电路等。

1.2 AT89 系列单片机概况

1.2.1 AT89 系列单片机特点

ATMEL 公司最主要、最广泛的产品中就包括通用的非易失性存储器和控制器。ATMEL 公司作为非易失性存储器 NVM(掉电时数据仍然保持而不丢失)的先驱,其提供的具有非易失性特性的存储器非常适合于小体积的便携产品以及电池供电的设备,因为它们不需要耗电的转动式磁盘或 CDROM。ATMEL 公司具有广阔的 NVM 产品线:EEPROM,一次更新一个字,适合做数据存储;高密度 FLASH 存储器,一次更新一个存储块,适合于存储程序或者是像图形一类的大数据对象。ATMEL 公司拥有的基于 80C51 结构的 AT89 系列微控制器就是结合了其中之一的在线编程 Flash 闪速存储器技术。作为以 Flash 技术为主导的典型产品,AT89 系列单片机继承了 ATMEL 公司高性能、高质量的特性,其内部的 Flash 存储器使得在无交流电的环境、便携产品或特殊信息存储仪器中大有用处。

AT89 系列单片机是以 Intel 的 8051 为核心,结合自身优势构造而成的。对于熟悉 8051 的用户来说,AT89 系列单片机具有以下几大特点:

1. 和 8051 系列指令、管脚完全兼容

AT89 系列单片机是 ATMEL 公司与 Intel 公司合作生产的同类型的产品,与 8051 系列就如同同一种单片机的不同种类,虽然制造工艺改进了,但内核却是一样的,这两类单片机指令系统完全兼容,绝大多数引脚也兼容,在使用时基本上可以互换。不管是 40 引脚的还是 44 引脚的单片机,只要选用相同引脚的 AT89 系列单片机取代 8051 单片机即可。

2. 含有 Flash 技术主导的存储器

ATMEL 公司一个创新的产品线是融合了 Flash 和 EEPROM 优点的 DataFlash(r)。它利用片内的 RAM 做缓存,实现了一次只读/写一位的特殊功能。而所有这些都只需要很少的连线就可以完成。这种把 E²PROM 和 Flash 技术相融合形成的集成电路大大扩大了其应用领域。AT89 系列单片机内部含有 Flash 存储器,这种工艺的存储器用户可以用电的方式瞬间擦除、改写,显而易见,这种单片机对开发设备的要求很低,开发时间也大大缩短。写入单片机内的程序还可以进行加密,这又很好地保护了用户的劳动成果。同时,在系统的工作过程中,能有效地保存部分重要数据,不被外界因素破坏(如电源故障),这给便携式产品的应用提供了极大的方便。此技术是 AT89 系列单片机的特色之一。

3. 静态时钟方式

AT89 系列单片机采用静态时钟方式,可以节约电能,这对于降低便携式产品的功耗十分有用。

4. 可反复进行单片机控制试验

AT89 系列单片机含有 Flash 存储器,所以应用其设计的系统进行试验时可以反复进行,分别编制不同的程序进行写入,分析不同试验结果。而且这样的操作非常简便,对系统没有任何损害,保证系统的设计达到设计者要求的最佳状态,可以使一个系统可以满足不同的试验需求,也可以根据用户的需求随时改进,大大减少成本。

5. 军工级高标准的质量检测

ATMEL 公司具有高质量高水准的检测能力,这使其军用集成电路能完全符合军用标准。只要用户需要,ATMEL 公司总能提供符合质量要求的产品。AT89 系列一样不例外。

6. 错误编程亦无废品产生

一般的 OTP 系统产品,一旦错误编程就成了废品。而 AT89 系列单片机内部采用了 Flash 存储器,可反复电擦写。所以,错误编程之后仍可以重新编程,直到正确为止,故不存在废品。

综上可以看出 AT89 系列单片机具有其独到的优点,这也是广大用户选择它的最主要原因。AT89 系列单片机的内部结构和 80C51 相近,它主要含有 8031CPU、振荡电路、总线控制部件、中断控制部件、片内 Flash 存储器、片内 RAM、并行 I/O 接口、定时器、串行 I/O 接口等部件。

在 AT89 系列单片机中,AT89C1051 的 Flash 存储器容量最小,只有 1KB;而 AT89C52、LV52、S8252 的 Flash 存储器容量最大,有 8KB。这个系列中,结构最简单的是 AT89C1051,它内部也不含串行接口;最复杂的是 AT89S8252,它内部不但含标准的串行接口,还含一个串行外围接口 SPI、Watch Dog 定时器、双数据指针、电源下降的中断恢复等功能和部件。AT89 系列单片机一共有 7 种型号,分别为 AT89C51、AT89LV51、AT89C52、AT89LV52、AT89C2051、AT89C1051、AT89S8252。其型号编码由三个部分组成,它们分别是前缀、型号、后缀。它们的格式如下:

AT89C×××-××××

其中:AT 是前缀;89C××××是型号;××××是后缀。

下面分别对这三个部分进行说明,并且对其中有关参数的表示和意义作出相应的解释。

1) 前缀

前缀由字母“AT”组成,它表示该器件是 ATMEL 公司的产品。

2) 型号

型号由“89C××××”或“89LV××××”或“89S××××”等表示。

“89C××××”中,9 表示内部含 Flash 存储器;C 表示 CMOS 产品。

“89LV××××”中,LV 表示低电压产品。

“89S××××”中,S 表示含可下载 Flash 存储器。

型号部分的××××表示器件型号数,如 51、1051、8252 等。

3) 后缀

后缀由 4 个参数组成。每个参数的表示和意义不同。型号与后缀部分之间以“-”号隔开。

后缀中的第一个参数×用于表示速度,它的意义如下:

×=12,表示速度为 12MHz。

× = 16, 表示速度为 16MHz。

× = 20, 表示速度为 20MHz。

× = 24, 表示速度为 24MHz。

后缀中的第二个参数×用于表示封装。它的意义如下：

× = D, Cerdip。

× = J, 塑料 J 引线芯片载体。

× = L, 无引线芯片载体。

× = P, 表示塑料双列直插 DIP 封装。

× = S, 表示 SOIC 封装。

× = Q, 表示 PQFP 封装。

× = A, 表示 TQFP 封装。

× = W, 表示裸芯片。

后缀中第三个参数×用于表示温度范围, 它的意义如下：

× = C, 表示商业产品, 温度范围为 0℃ ~ +70℃。

× = I, 表示工业产品, 温度范围为 -40℃ ~ +85℃。

× = A, 表示汽车用产品, 温度范围为 -40℃ ~ +125℃。

× = M, 表示军用产品, 温度范围为 -55℃ ~ +150℃。

后缀中的第四个参数×用于说明产品的处理情况, 它的意义如下：

× 为空, 表示处理工艺是标准工艺。

× = /883, 表示处理工艺采用 MIL-STD-883 标准。

例如, 有一个单片机型号为“AT89C51-12PI”, 则表示意义为, 该单片机是 ATMEL 公司的 Flash 单片机, 内部是 C51 结构, 速度为 12MHz, 封装为 DIP, 是工业用产品, 按标准处理工艺生产。

1.2.2 AT89 系列单片机的发展分类

随着集成技术的不断发展和各行各业广大用户的不同需求, ATMEL 公司先后推出了不同档次的单片机系列。根据用途以及网络连接方式的不同, AT89 系列单片机大大小小可分为几十种型号, 应用比较广泛, 出现频率较高的主要有以下 16 种: AT89C51, AT89LV51, AT89S51, AT89LS51, AT89C52, AT89LV52, AT89S52, AT89LS52, AT89S53, AT89C4051, AT89C2051, AT89C1051, AT89C51RC, AT89S8252, AT89LS8252, AT89C55WD。

在这 16 种不同型号的 AT89 系列单片机中, 根据性能不同和硬件单元的多少又可分为标准型号、精简型号、高档型号三类。标准型 AT89 单片机分别是 AT89C51, AT89LV51、AT89S51、AT89LS51、AT89C52、AT89LV52、AT89S52 和 AT89LS52 单片机。标准型 AT89 单片机硬件部分采用 Intel 80C51/80C52 单片机硬件技术。两者引脚排列与标准单元部件相同, 指令系统完全兼容。标准型 AT89 单片机又是构成其他两种型号 AT89 单片机的基础。减少部分硬件单元可以形成精简型单片机, 增加部分硬件单元又可形成高档型单片机, 以适应不同需求。

精简型 AT89 单片机分别是 AT89C4051、AT89C2051 和 AT89C1051。

高档型 AT89 单片机分别是 AT89S53、AT89LS53、AT89C51RC、AT89S8252、AT89LS8252 和 AT89C55WD。

1. 标准型

标准型 AT89 系列单片机是和 MCS-51 系列单片机兼容的。在内部含有 4KB、8KB 或 20KB 可重复编程的 Flash 存储器,可进行 1000 次擦写操作;全静态工作为 0~33 MHz,有三级程序存储器加密锁定;有内部含 128B~256B 的 RAM;有 32 条可编程的 I/O 端口;有 2 个~3 个 16 位定时器计数器,有 6 个~8 级中断;有通用串行接口;有低电压空闲及电源下降方式。

在这 6 种型号中,AT89C51 是一种基本型号,AT89LV51 是一种能在低电压范围工作的改进型,可在 2.7V~6V 电压范围工作。其他功能和 AT89C51 相同。AT89C52 是在 AT89C51 的基础上改进存储器容量、定时器和中断能力而得到的型号。AT89C52 的 Flash 存储器容量为 8KB,16 位定时器,计数器有 3 个,中断有 8 级。而 AT89C51 的 Flash 存储器容量为 4KB,16 位定时器,计数器有 2 个,中断只有 6 级。AT89C55 也为标准型单片机,它的 Flash 存储器容量为 20KB,16 位定时器,计数器有 3 个,中断有 8 级。详细的性能部件对比如表 1-1 所列。

表 1-1 标准型 AT89 系列单片机功能概况

机 型	AT89C51	AT89C52	AT89S51	AT89S52
片内 Flash/KB	4	8	4	8
工作电压/V	5	5	4~5.5	4~5.5
全静态工作频率/MHz	0~24	0~24	0~33	0~33
程序存储器锁存/级	3	3	3	3
片内 RAM/位	128	256	128×8	256×8
可编程 I/O 口引脚/位	32	32	32	32
中断源/个	6	8	6	8
定时/计数器/个	2(16 位)	3(16 位)	2(16 位)	3(16 位)
全双工串行口	1	1	1	1
SPI 串行接口	无	无	有	有
低功耗休眠和降压模式	有	有	有	有
可编程监视狗(看门狗)	无	无	有	有
双数据指针低功耗模式	无	无	有	有
中断恢复	无	无	有	有
断电标志	无	无	有	有

未列入表的单片机 AT89LV52 是 AT89C52 的低电压型号。可在 2.7V~6V 电压范围内工作。AT89 LV55 是 AT89C55 的低电压型号,可在 2.7V~6V 电压范围内工作。

2. 精简型

所谓精简型单片机,顾名思义,就是在标准 AT89 单片机的结构基础上,适当减少某些功能部件。如减少了存储器容量、减少了 I/O 接口线数等。其他方面和 AT89 标准型

差不多。由于精简型单片机体积小、功能简化、结构紧凑、成本低,所以在某些仪器仪表和控制要求较低的工业领域里获得了广泛的应用。

精简型 AT89C1051 单片机的引脚只有 20 条,比标准型 AT89C51 单片机的 40 引脚少 1/2。它的 Flash 存储器只有 1KB, RAM 只有 64B, 内部不含串行接口, 内部的中断响应只有三种, 保密锁定位只有 2 位, 这些也是和标准型的 AT89 系列有区别的地方。AT89C2051 的 Flash 存储器只有 2KB, RAM 只有 128B, 保密锁定位有 2 位。由于在上述有关部件上 AT89C1051 和 AT89C2051 的功能比标准型 AT89C51 要弱, 所以在一些要求低的集成电路上, 它能凭借成本优势而拔得头筹。具体性能部件如表 1-2 所列。

表 1-2 精简型 AT89 系列单片机功能概况

机 型	AT89C1051	AT89C2051	AT89C4051
片内 Flash/KB	1	2	4
工作电压/V	2.7~6	2.7~6	3~6
片内 RAM/B	64	128	128
全静态工作频率/ MHz	0~24	0~24	0~24
I/O 口引脚/位	15	15	15
定时/计数器/个	2	2	2
中断源/个	3	6	6
串行接口/个	1	1	1
M 加密/级	2	2	2
片内振荡器	有	有	有
低功耗休眠和降压模式	有	有	有
片内模拟比较器	有	有	有

3. 高档型

高档型单片机就是在标准型 AT89 单片机的结构基础上再增添新的功能部件, 使单片机具有更加优秀和完善的性能, 以适应更高级、更复杂的系统需求。如扩大存储器的容量、增加串行外围接口、增加看门狗功能等。

高档型单片机 AT89S8252 增加了 8KB Flash 可下载功能, 下载功能是由 IBM 计算机通过 AT89S8252 的串行外围接口 SPI 执行的。除了 8KB Flash 存储器之外, 高档型单片机还含有一个 2KB 的 EEPROM, 从而提高了存储容量; 含有 9 个中断响应的能力; 含有标准型和低档型不具有的 SPI 接口; 含有 Watchdog 定时器; 含有双数据指针; 含有从电源下降的中断恢复。表 1-3 以表格对照的形式展示了高档型 AT89 单片机的性能部件情况, 并与典型标准型单片机 AT89C51 进行比照。

表 1-3 高档型 AT89 单片机功能概况及对比表

机 型	AT89C51RC	AT89S8252	AT89S53	AT89C55WD	AT89C51
片内 Flash/KB	32	8	12	20	4
工作电压/V	4~5.5	4~6	4~6	4~5.5	5
全静态工作频率/MHz	0~33	0~24	0~24	0~33	0~24
程序存储器锁存/级	3	3	3	3	3

(续)

机 型	AT89C51RC	AT89S8252	AT89S53	AT89C55WD	AT89C51
片内 RAM/位	512	256	256	256	128
可编程 I/O 口引脚/位	32	32	32	32	32
中断源/个	8	9	9	8	6
定时/计数器/个	3	3	3	3	2(16 位)
全双工串行口	1	1	1	1	1
SPI 串行接口	无	有	有	无	无
低功耗休眠和降压模式	有	有	有	有	有
可编程监视狗(看门狗)	有	有	有	有	无
双数据指针低功耗模式	有	有	有	有	无
中断恢复	有	有	有	有	无
断电标志	有	有	有	有	无
EEPROM/KB	无	2	无	无	无

AT89LS8252 是 AT89S8252 的低电压型单片机,它的工作电源电压为 2.7V~6V,最高工作频率为 12MHz。而 AT89LS53 是 AT89S53 的低电压型单片机,它的工作电压为 2.7V~6V,最高工作频率为 12MHz。

1.3 AT89 系列单片机的开发工具简介

一个单片机应用系统从提出任务到正式投入运行的过程称为单片机的开发。开发过程所用的设备称为开发工具。

虽然单片机造价低、功能强、简单易学、使用方便,可用来组成各种不同规模的应用系统,但由于它的硬件和软件的支持能力有限,自身无调试能力,因此必须配备一定的研制工具,借助于开发工具来排除应用系统(或称目标系统)样机中的硬件故障,生成目标程序,并排除程序错误。当目标系统调试成功以后,还需要用开发工具把目标程序固化到单片机内部或外部 EPROM 芯片中。本节将简单讲述 AT89 系列单片机应用系统设计制造中所必需的和可以应用的开发工具。具体的单片机开发系统的介绍及其开发工具的应用调试见第二章。

AT89 系列单片机是以 Intel 公司的 MCS-51 单片机为核心的部件结构,它与 8051 的其他型号单片机是兼容的。MCS-51 是 Intel 公司生产的一系列单片机的总称,这一系列单片机包括很多品种,如 8031、8051、8751、8951、8032、8052、8752、8952 等,其中 8051 是最早、最典型的产品,该系列其他单片机都是在 8051 的基础上进行功能的增、减、改变而来的,所以人们习惯于用 8051 来称呼 MCS-51 系列单片机。作为互相兼容的以 MCS-51 为核心的这一类型号的单片机称为 51 系列单片机。因此 51 系列单片机的开发工具也就是 AT89 系列单片机的开发工具。

单片机的学习、试验、开发环境分为软件开发环境和硬件开发环境。正确无误的硬件设计和良好的软件功能设计是一个实用的单片机应用系统的设计目标。完成这一目标的