

## 附录 1. AT89 系列单片机简介

AT89 系列单片机是 ATMEL 公司的 8 位 Flash 单片机系列。这个系列单片机的最大特点是在片内含有 Flash 存储器。因此, 在应用中有着十分广泛的前途, 特别是在便携式、省电及特殊信息保存的仪器和系统中显得更为有用。

### 1.1 89 系列单片机特点

AT89 系列单片机是以 8051 核构成的, 所以, 它和 8051 系列单片机是兼容的系列。这个系列对于以 8051 为基础的系统来说, 是十分容易进行取代和组成的。故而对于熟悉 8051 的用户来说, 用 ATMEL 公司的 89 系列单片机进行取代 8051 的系统设计是轻而易举的事。

#### 一、89 系列单片机的优点

(1)内部含 Flash 存储器 在系统的开发过程中可以十分容易进行程序的修改, 这就大大缩短了系统的开发周期。同时, 在系统工作过程中能有效地保存一些数据信息, 即使外界电源损坏也不会影响到信息的保存。

(2)和 80C51 插座兼容 89 系列单片机的引脚是和 80C51 的引脚一样的, 所以, 当用 89 系列单片机取代 80C51 时, 可以直接进行代换。这时, 不管采用 40 引脚或是 44 引脚的产品, 只要用相同引脚的 89 系列单片机取代 80C51 的单片机即可。

(3)静态时钟方式 89 系列单片机采用静态时钟方式, 所以可以节省电能, 这对于降低便携式产品的功耗十分有用。

(4)错误编程亦无废品产生 一般的 OTP 产品, 一旦错误编程就成了废品。而 89 系列单片机内部采用了 Flash 存储器, 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。

(5)可进行反复系统试验 用 89 系列单片机设计的系统, 可以反复进行系统试验; 每次试验可以编入不同的程序, 这样可以保证用户的系统设计达到最优。而且, 随用户的需要和发展, 还可以进行修改, 使系统不断能追随用户的最新要求。

#### 二、89 系列单片机的内部结构

89 系列单片机的内部结构和 80C51 相近, 主要含有如下一些部件:

- |                 |               |
|-----------------|---------------|
| (1)8031 CPU     | (6)片内 RAM     |
| (2)振荡电路         | (7)并行 I/O 接口  |
| (3)总线控制部件       | (8)定时器        |
| (4)中断控制部件       | (9)串行 I/O 接口  |
| (5)片内 Flash 存储器 | (10)片内 EEPROM |

在 89 系列单片机中, AT89C1051 的 Flash 存储器容量最小, 只有 1 K; 而 AT89S55 的 Flash 存储器容量最大, 有 20K。

在这个系列中, 结构最简单的是 AT89C1051, 它内部不含串行接口; 最复杂的是 AT89S8252, 它内部不但含标准的串行接口, 还含有一个串行外围接口 SPI、Watchdog 定时器、双数据指针、EEPROM、电源下降的中断恢复等功能和部件。

89 系列单片机目前有多种型号, 分别为 AT89C1051、AT89C2051、AT89C4051、AT89C51、AT89LV51、AT89C52、AT89LV52、AT89S8252、AT89LS8252、AT89C55、AT89LV55、AT89S53、AT89LS53、AT89S4D12。其中, AT89LV51、AT89LV52 和 AT89LV55 分别是 AT89C51、AT89C52 和 AT89C55 的低电压产品, 最低电压可以低至 2.7 V; 而 AT89C1051 和 AT89C2051 则是低档型低电压产品, 它们仅有 20 个引脚, 最低电压仅为 2.7 V。

#### 三、89 系列单片机的型号编码

89 系列单片机的型号编码由三个部分组成, 它们是前缀、型号和后缀。格式如下:

AT89C XXXXXXXX 其中, AT 是前缀, 89CXXXX 是型号, XXXX 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相应的解释。

(1)前缀 由字母“AT”组成, 表示该器件是 ATMEL 公司的产品。

(2)型号 由“89CXXXX”或“89LVXXXX”或“89SXXXX”等表示。

“89CXXXX”中, 9 是表示内部含 Flash 存储器, C 表示为 CMOS 产品。

“89LVXXXX”中, LV 表示低压产品。

“89SXXX”中，S表示含有串行下载Flash存储器。

在这个部分的“XXX”表示器件型号数，如51、1051、8252等。

(3)后缀由“XXX”四个参数组成，每个参数的表示和意义不同。在型号与后缀部分有“—”号隔开。

后缀中的第一个参数X用于表示速度，它的意义如下：

X=12，表示速度为12 MHz。

X=20，表示速度为20 MHz。

X=16，表示速度为16 MHz。

X=24，表示速度为24 MHz。

后缀中的第二个参数X用于表示封装，它的意义如下：

X=D，表示陶瓷封装。

X=Q，表示PQFP封装。

X=J，表示PLCC封装。

X=A，表示TQFP封装。

X=P，表示塑料双列直插DIP封装。

X=W，表示裸芯片。

X=S，表示SOIC封装。

后缀中第三个参数X用于表示温度范围，它的意义如下：

X=C，表示商业用产品，温度范围为0~+70℃。

X=I，表示工业用产品，温度范围为-40~+85℃。

X=A，表示汽车用产品，温度范围为-40~+125℃。

X=M，表示军用产品，温度范围为-55~+150℃。

后缀中第四个参数X用于说明产品的处理情况，它的意义如下：

X为空，表示处理工艺是标准工艺。

X=/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CMOS结构，速度为12MHz，封装为塑封DIP，是工业用产品，按标准处理工艺生产。

## 1.2 89系列单片机分类

AT89系列单片机可分为标准型号、低档型号和高档型号三类。

标准型有AT89C51等六种型号，它们的基本结构和89C51是类似的，是80C51的兼容产品。低档型有AT89C1051等两种型号，它们的CPU核和89C51是相同的，但并行I/O口较少。高档型有AT89S8252等型号，是一种可串行下载的Flash单片机，可以用在线方式对单片机进行程序下载

### 一、标准型单片机

标准型单片机有89C51、89LV51、89C52、89LV52、89C55、89LV55六种型号。

标准型89系列单片机是和MCS—51系列单片机兼容的。在内部含有4K、8K或20K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—33MHz，有三级程序存储器加密锁定，有内部含128—256字节的RAM，有32条可编程的I/O端口，有2~3个16位定时器/计数器，有6~8级中断，有通用串行接口，有低电压空闲及电源下降方式。

在这六种型号中，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2.7~6V电压范围工作，其它功能和89C51相同。AT89C52是在AT89C51的基础上，在存储器容量、定时器和中断能力上得到改进的型号。89C52的Flash存储器容量为8K，16位定时器/计数器有3个，中断有8级。而89C51的Flash存储器容量为4K，16位定时器/计数器有2个，中断只有6级。AT89LV52是89C52的低电压型号，可在2.7~6V电压范围内工作。89C55的Flash存储器容量为20K，16位定时/计数器有3个，中断有8级。AT89LV55是89C55的低电压型号，可在2.7~6V电压范围内工作。

### 二、低档型单片机

低档型的单片机有AT89C1051和AT89C2051两种型号。除并行I/O端口数较少之外，其它部件结构基本和AT89C51差不多。之所以被称为低档型，主要是因为它的引脚只有20条，比标准型的40引脚少得多。

AT89C1051的Flash存储器只有1K，RAM只有64个字节，内部不含串行接口，内部的中断响应只有3种，保密锁定位只有2位。这些也是和标准型的AT89C51有区别的地方。AT89C2051的Flash存储器只有2K，RAM只有128个字节，保密锁定位有2位。

也由于在上述有关部件上AT89C1051、AT89C2051的功能比标准型AT89C51要弱，所以它们就处于低档位置。

### 三、高档型单片机

高档型有 AT89S53、AT89S8252、AT89S4D12 等型号，是在标准型的基础上增加了一些功能形成的。增加的功能主要有如下几点：

- (1) AT89S4D12 有 4K 可下载 Flash 存储器，AT89S8252 有 8K 可下载 Flash 存储器，AT89S53 有 12K 可下载 Flash 存储器。下载功能是由 IBM 微机通过 89 系列单片机的串行外围接口 SPI 执行的。
- (2) 除 8K Flash 存储器外，AT89S8252 还含有一个 2K 的 EEPROM，从而提高了存储容量。
- (3) 含有 9 个中断响应的能力。
- (4) 含标准型和低档型所不具有的 SPI 接口。
- (5) 含有 Watchdog 定时器(看门狗定时器)。
- (6) 含有双数据指针。
- (7) 含有从电源下降的中断恢复。
- (8) AT89S4D12 除了 4K 可下载 Flash 存储器之外，还有一个 128K 片内 Flash 数据存储单元，12MHz 内部振荡器，5 个可编程 I/O 线。

## 附录 2. AT91M 系列单片机

AT91M 是基于 ARM7TDMI 嵌入式处理器的 ATMEL 16 / 32 微处理器系列中的一个新成员。该处理器用高密度的 16 位指令集实现了高效的 32 位 RISC 结构，且功耗很低。此外，内部的工作寄存器很多，使该器件非常适用于实时控制的应用。该器件使用 ATMEL 公司的高密度 CMOS 技术，通过在一个单片上集成了 ARM7TDMI 和大量的 ROM 程序区，以及片内 RAM 和广泛的外设功能，使得 ATMEL 的 AT91M 成为一个强有力的微控制器，为许多需要加强运算的嵌入式控制器提供了高度的灵活性、高性能价格比的解决方案。

AT91M 使用了基于先进微控制器总线结构(AMBA)的模块化设计方法，具有综合、快速、高性能价格比的特点。

AT91M 系列单片机目前有 AT91M4020X、AT91M4120X、AT91M00100 等产品。

表 1.2 为 AT91M 系列部分产品的 ROM 大小表。

表 1 AT91M 系列产品的 ROM 大小表

Device	Speed (MHz)	Temp	Flash (Bytes)	Mask ROM (Bytes)	SRAM (Bytes)	Package	Supply Voltage (Volt)	IEEE 1149.1	Power Saving	Additional Features
M40400	25/33	C/I	-	-	4K	TQFP100	2.7-3.6	-	Idle mode	3 Timers
M40400	12	C/I	-	-	4K	TQFP100	1.8-3.6	-		
M40416	25	C/I	2M	-	4K	BGA120	2.7-3.6	-	CPU and peripheral clock deactivation	Watchdog PDC
M40100	33/40	C/I	-	-	1K	TQFP100	2.7-3.6	-		
M40800	33/40	C/I	-	-	8K	TQFP100	2.7-3.6	-		
R40807	33	C/I	-	-	8K + 128K	TQFP100	2.7-3.6	-		
M40403	33	C/I	-	32K	4K	TQFP100	2.7-3.6	-		
M40807	33	C/I	-	128K	8K	TQFP100	2.7-3.6	-		
M63200	25	C/I	-	-	2K	TQFP176	2.7-3.6	y		
M55200	33	C/I	-	-	2K	TQFP176	2.7-3.6	y	Clock deactivation, Slow, Standby and Power down modes	Multi Processor Interface 6 Timers, 3 USARTs, SPI PDC, Watchdog
M55800	33	C/I	-	-	8K	TQFP176	2.7-3.6	y		

## 附录3: AT94K 系列现场可编程系统标准集成电路

AT94K 系列 (FPSLIC family) 整合了Atmel AT40K 系列 SRAM FPGA 和高性能的带标准外设的 Atmel AVR 8位 RISC 微控制器。此器件中包含了扩展数据和指令SRAM 及器件控制和管理逻辑,以 Atmel 0.35 的四层金属 CMOS 工艺制作。10K - 40K 门的 AT40K FPGA带8位微控制器和36K 字节的SRAMAT40K FPGA 核心是一个完全符合 3.3V PCI 标准, 带10 ns 分布式同步/异步可编程的全双工口/单工口的 SRAM, 8 个全局时钟, Cache Logic 性能 (部分或全部可重新设置而不丢失数据) 及 10,000 至 40,000 的可用门数的基于SRAM的 FPGA 。

### 特点

大规模现场可编程系统标准集成电路

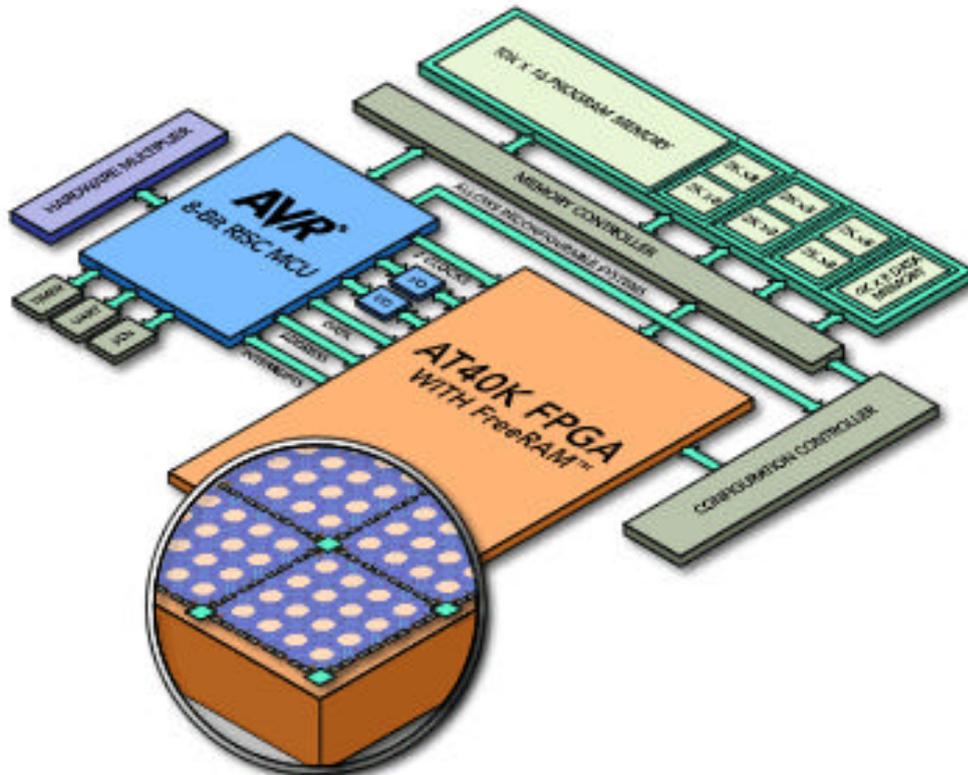
- AT40K 基于SRAM的 FPGA 具有嵌入式高性能的 RISC AVR 核心及扩展的数据和指令的 SRAM
- 10,000到 40,000 门基于专利 SRAM的 AT40K FPGA 带 FreeRAM
- 4.6K至18.4K 位的分布式单/双口 FPGA 的用户 SRAM
- 高性能 DSP 优化的 FPGA 核心单元
- 内置动态可重新编程 - 可存取设置FPGA
- AVR 微控制器核心片内支持 Cache Logic 设计
- 极低静态和动态功耗 - 最适于轻便及手持式的应用
- 专利 AVR 扩展 RISC 结构
- 120条功能强大的指令 - 绝大多数执行周期为单时钟周期
- 基于DSP系统的高性能硬件累乘器
- 可用超过 30 MIPS Performance
- 带32个内部寄存器的“C”代码优化结构
- 低电压休眠, 省电及掉电模式
- 32K字节动态分配指令和数据 SRAM
- 最多 16K x 16 内部15 ns 指令 SRAM
- 最多 14K x 8 内部15 ns 数据 SRAM
- AVR Fixed外设
- 工业标准的两线接口
- 两个可编程串行 UART
- 两个带分立预定比例器和 PWM 的 8 位定时器/计数器 和一个带分立预定比例器, 比较, 捕获模式及8位, 9位, 或10位PWM 的16位定时器/计数器
- 支持 FPGA 标准的外设
- AVR 外设控制 - 16 解码 AVR 地址线可直接存取 FPGA
- 标准外设的FPGA 宏功能库
- 16 FPGA给AVR提供内部中断
- 最多给 AVR 4 个外部中断
- 8个全局 FPGA 时钟
- 两个从AVR 逻辑驱动的 FPGA 时钟
- 可从FPGA 核心存取FPGA 全局 时钟
- 复合振荡器电路
- 带片内振荡器的可编程看门狗定时器
- AVR 内部时钟电路振荡器
- 可软件选择时钟频率
- 定时器/计数器实时时钟振荡器
- V CC : 3.0V- 3.6V
- 33V 33 MHz PCI 标准的 FPGA I/O
- 24 mA 下沉/源高性能 I/O 结构
- 所有 FPGA I/O 单独可编程

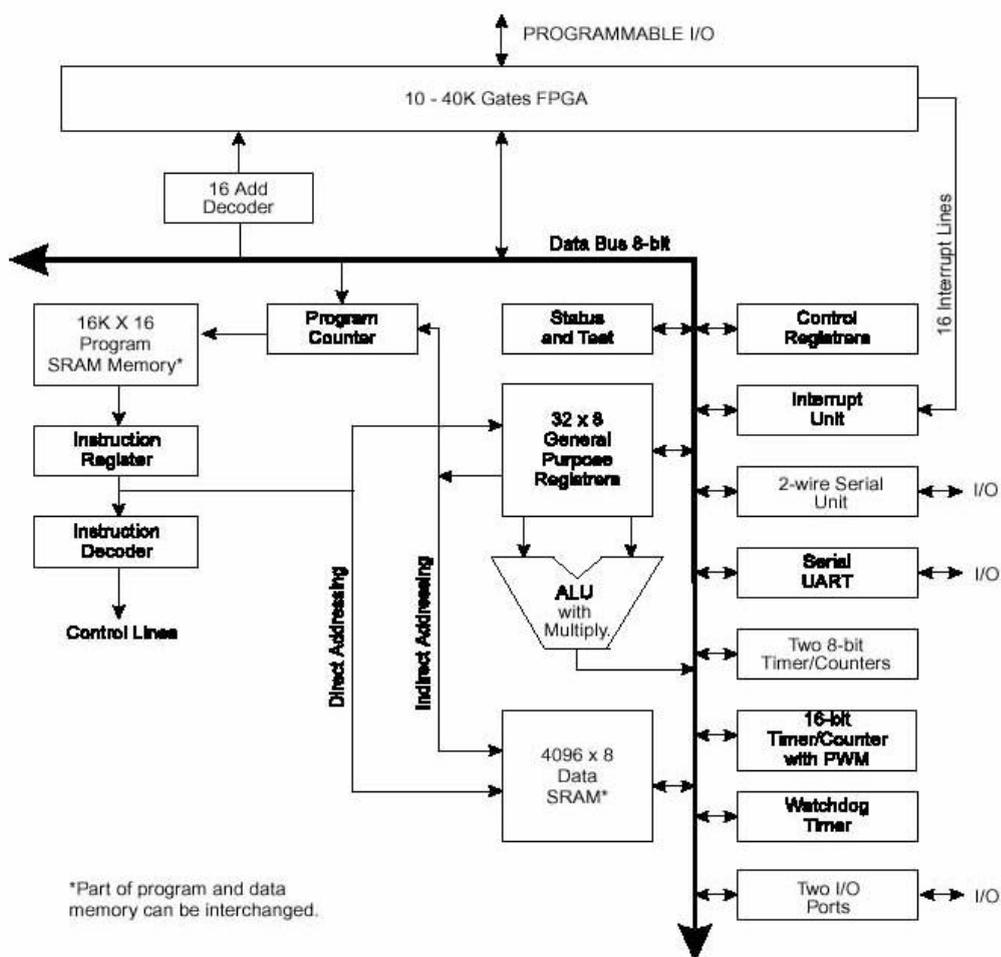
引脚与 Atmel AT40K 系列 FPGA 兼容  
 高性能, 低电压 0.35 CMOS 四层金属处理  
 State-of-the-art 基于 PC 的包含协检验的集成软件

表 1. AT94K 系列

器件	AT94K10	AT94K20	AT94K40
FPGA 门数	10K	20K	40K
FPGA 核心单元	576	1024	2304
FPGA SRAM 位数	4096	8192	18432
FPGA 寄存器数(全部)	864	1408	2880
最多 FPGA 用户 I/O	144	192	288
可编程 SRAM 字节数	20K - 32K	20K - 32K	20K - 32K
数据 SRAM 字节数	4K - 16K	4K - 16K	4K - 16K
硬件类乘器 (8位)	有	有	有
两线串行接口	有	有	有
UART	2	2	2
看门狗定时器	有	有	有
定时器/计数器	3	3	3
实时时钟	有	有	有
典型的 AVR 吞吐量 @ 40 MHz	30 MIPS	30 MIPS	30 MIPS
工作电压	3.0 - 3.6V	3.0 - 3.6V	3.0 - 3.6V

图 1. AT94K 的结构





AT94K内嵌 AVR 核心，通过在单个时钟周期内执行指令，实现每 MHz 1 MIPS 的吞吐量以允许系统设计者优化功耗与处理速度。AVR 核心基于一个包含了丰富指令集和32个通用工作寄存器的扩展 RISC 结构。所有 32 个寄存器直接与算数逻辑单元 (ALU) 联接，在一个时钟周期内执行单条指令时允许存取两个独立的寄存器。当吞吐量达到CLK频率下的普通CISC微控制器十倍时合成的结构可更有效的编码。AVR 可操作片外SRAM。FPGA 设置 SRAM 和 AVR 指令编码SRAM 都能自动地在系统上电时使用 Atmel 的内置可编程AT17系列EEPROM 设置存储器来装载。State-of-the-art FPSLIC 设计工具 “System Designer”

是为了与FPSLIC结构协调而开发以减少用来集成微控制器开发及调试的整体时间，FPGA 开发和 放置与布线及完成系统协检验的功能集中在易于使用的软件工具中。

## 附录 4. 指令综合

## ATmega161 指令,包括所有 AVR 单片机指令指令

说明:AVR 单片机的指令系统对不同器件有不用指令他们关系如下:(详情见本附录)

- (1) 89 条指令器件:AT90S1200,最基本指令,附录:各种 AVR 器件指令比较表中无标记  
 (2) 90 条指令器件(□):Attiny11/12/15/22; 90 条指令=□+89 条基本指令  
 (3) 118 条指令器件(◇):AT90S2313/2323/2343/2333./4414/4433/4434/8515/90S8534/8535  
     ;118 条指令=◇+ 90 条;  
 (4) 121 条指令器件(△)ATmega603/103; 121 条指令=△+ 118 条;  
 (5) 130 条指令器件(☆)ATmega161; 130 条指令=☆+121 条

附录 4-1: AVR AT90S1200 器件指令速查表(89 条指令)

算术和逻辑指令		条件转移指令		位指令和位测试指令	
ADD Rd,Rr	加法	SBRC Rr,b	位清零跳行	SBI P,b	置位 I/O 位
ADC Rd,Rr	带进位加	SBRs Rr,b	位置位跳行	CBI P,b	清零 I/O 位
SUB Rd,Rr	减法	SBIC P,b	I/O 位清零跳行	LSL Rd	左移
SUBI Rd,K	减立即数	SBIS P,b	I/O 位置位跳行	LSR Rd	右移
SBC Rd,Rr	带进位减	BRBS s,k	SREG 位置位转	ROL Rd	带进位左循环
SBCI Rd,K	带 C 减立即数	BRBC s,k	SREG 位清零转	ROR Rd	带进位右循环
AND Rd,Rr	与	BREQ k	相等转移	ASR Rd	算术右移
ANDI Rd,K	与立即数	BRNE k	不相等转移	SWAP Rd	半字节交换
OR Rd,Rr	或	BRCS k	C 置位转	BSET s	置位 SREG
ORI Rd,K	或立即数	BRCC k	C 清零转	BCLR s	清零 SREG
EOR Rd,Rr	异或	BRSH k	≥ 转	BST Rr,b	Rr 的 b 位送 T
COM Rd	取反	BRLO k	小于转(无符号)	BLD Rd,b	T 送 Rr 的 b 位
NEG Rd	取补	BRMI k	负数转移	SEC	置位 C
SBR Rd,K	寄存器位置位	BRPL k	正数转移	CLC	清零 C
CBR Rd,K	寄存器位清零	BRGE k	≥ 转(带符号)	SEN	置位 N
INC Rd	加 1	BRLT k	小于转(带符号)	CLN	清零 N
DEC Rd	减 1	BRHS k	H 置位转移	SEZ	置位 Z
TST Rd	测试零或负	BRHC k	H 清零转移	CLZ	清零 Z
CLR Rd	寄存器清零	BRTS k	T 置位转移	SEI	置位 I
SER Rd	寄存器置 FF	BRTC k	T 清零转移	CLI	清零 I
	条件转移指令	BRVS k	V 置位转移	SES	置位 S
RJMP k	相对转移	BRVC k	V 清零转移	CLS	清零 S
RCALL k	相对调用	BRIE k	中断位置位转移	SEV	置位 V
RET	子程序返回	BRID k	中断位清零转移	CLV	清零 V
RETI	中断返回		数据传送指令	SET	置位 T
CPSE Rd,Rr	比较相等跳行	MOV Rd,Rr	寄存器传送	CLT	清零 T
CP Rd,Rr	比较	LDI Rd,K	装入立即数	SEH	置位 H
CPC Rd,Rr	带进位比较	LD Rd,Z	Z 变址间接取数	CLH	清零 H
CPI Rd,K	与立即数比较	ST Z,Rr	Z 变址间接存数	NOP	空操作
		IN Rd,P	从 I/O 口取数	SLEEP	休眠指令
		OUT P,Rr	存数于 I/O 口	WDR	看门狗复位

Attiny11/12/15/22 为 90 条指令器件,比 AT90S1200 多一条指令 LPM 从程序区取数

附录 4-2: AVR 器件(指令速查表) 118 条指令器件  
AT90S2313/2323/2343/2333 ,AT90S4414/4433/4434/8515,AT90S8534/8535

算术和逻辑指令		BRCC k	C 清零转	位指令和位测试指令	
ADD Rd,Rr	加法	BRSH k	≥ 转	SBI P,b	置位 I/O 位
ADC Rd,Rr	带进位加	BRLO k	小于转(无符号)	CBI P,b	清零 I/O 位
◇ ADIW RdI,K	加立即数	BRMI k	负数转移	LSL Rd	左移
SUB Rd,Rr	减法	BRPL k	正数转移	LSR Rd	右移
SUBI Rd,Rr	减立即数	BRGE k	≥ 转(带符号)	ROL Rd	带进位左循环
SBC Rd,Rr	带进位减	BRLT k	小于转(带符号)	ROR Rd	带进位右循环
SBCI Rd,K	带 C 减立即数	BRHS k	H 置位转移	ASR Rd	算术右移
◇ SBIW RdI,K	减立即数	BRHC k	H 清零转移	SWAP Rd	半字节交换
AND Rd,Rr	与	BRTS k	T 置位转移	BSET s	置位 SREG
ANDI Rd,K	与立即数	BRTC k	T 清零转移	BCLR s	清零 SREG
OR Rd,Rr	或	BRVS k	V 置位转移	BST Rr,b	Rr 的 b 位送 T
ORI Rd,K	或立即数	BRVC k	V 清零转移	BLD Rd	T 送 Rr 的 b 位
EOR Rd,Rr	异或	BRIE k	中断位置位转移	SEC	置位 C
COM Rd	取反	BRID k	中断位清零转移	CLC	清零 C
NEG Rd	取补	数据传送指令		SEN	置位 N
SBR Rd,K	寄存器位置位	MOV Rd,Rr	寄存器传送	CLN	清零 N
CBR Rd,K	寄存器位清零	◇ LDI Rd,Rr	装入立即数	SEZ	置位 Z
INC Rd	加 1	◇ LD Rd, X	X 间接取数	CLZ	清零 Z
DEC Rd	减 1	◇ LD Rd, X+	X 间接取数后+	SEI	置位 I
TST Rd	测试零或负	◇ LD Rd, X-	X 间接取数先-	CLI	清零 I
CLR Rd	寄存器清零	◇ LD Rd, Y	Y 间接取数	SES	置位 S
SER Rd	寄存器置 FF	◇ LD Rd, Y+	Y 间接取数后+	CLS	清零 S
条件转移指令		◇ LD Rd, Y-	Y 间接取数先-	SEV	置位 V
RJMP k	相对转移	◇ LDD Rd, Y+q	Y 间接取数+q	CLV	清零 V
◇ IJMP	间接转移(Z)	◇ LD Rd, Z	Z 间接取数	SET	置位 T
RCALL k	相对调用	◇ LD Rd, Z+	Z 间接取数后+	CLT	清零 T
◇ ICALL	间接调用(Z)	◇ LD Rd, Z-	Z 间接取数先-	SEH	置位 H
RET	子程序返回	◇ LDD Rd, Z+q	Z 间接取数+q	CLH	清零 H
RETI	中断返回	◇ LDS Rd,K	从 SRAM 装入	NOP	空操作
CPSE Rd,Rr	比较相等跳行	◇ ST X, Rr	X 间接存数	SLEEP	休眠指令
CP Rd,Rr	比较	◇ ST X+, Rr	X 间接存数后+	WDR	看门狗复位
CPC Rd,Rr	带进位比较	◇ ST -X, Rr	X 间接存数先-	90 条指令为 Attiny11/12/15/22= □+89 条基本指令是 AT90S1200	
CPI Rd,K	与立即数比较	◇ ST Y, Rr	Y 间接存数		
SBRC Rr,b	位清零跳行	◇ ST Y+, Rr	Y 间接存数后+		
SBRS Rr,b	位置位跳行	◇ ST -Y, Rr	Y 间接存数先-		
SBIC P,b	I/O 位清零跳行	◇ STD Y+q, Rr	Y 间接存数+q		
SBIS P,b	I/O 位置位跳行	ST Z, Rr	Z 间接存数		
BRBS s,k	SREG 位置位转	◇ ST Z+, Rr	Z 间接存数后+	118 条指令器件= ◇+ 90 条指令器件	
BRBC s,k	SREG 位清零转	◇ ST -Z, Rr	Z 间接存数先-		
BREQ k	相等转移	◇ STD Z+q, Rr	Z 间接存数+q		
BRNE k	不相等转移	◇ STS k, Rr	数据送 SRAM		
BRCS k	C 置位转	□ LPM	从程序区取数		
		IN Rd,P	从 I/O 口取数		
		OUT P, Rdr	存数 I/O 口		
		PUSH Rr	压栈		
		POP Rd,	出栈		

附录 4-3: 各种 AVR 器件指令比较表(指令速查表)

算术和逻辑指令			ESPM	扩展存储程序存储器	☆	位指令和位测试指令	
ADD	加法		EICALL	延长间接调用子程序	☆	SBI	置位 I/O 位
ADC	带进位加		BRCC	C 清零转		CBI	清零 I/O 位
ADIW	加立即数	◇	BRSH	≥ 转		LSL	左移
SUB	减法		BRLO	小于转(无符号)		LSR	右移
SUBI	减立即数		BRMI	负数转移		ROL	带进位左循环
SBC	带进位减		BRPL	正数转移		ROR	带进位右循环
SBCI	带 C 减立即数		BRGE	≥ 转(带符号)		ASR	算术右移
SBIW	减立即数	◇	BRLT	小于转(带符号)		SWAP	半字节交换
AND	与		BRHS	H 置位转移		BSET	置位 SREG
ANDI	与立即数		BRHC	H 清零转移		BCLR	清零 SREG
OR	或		BRTS	T 置位转移		BST	Rr 的 b 位送 T
ORI	或立即数		BRTC	T 清零转移		BLD	T 送 Rr 的 b 位
EOR	异或		BRVS	V 置位转移		SEC	置位 C
COM	取反		BRVC	V 清零转移		CLC	清零 C
NEG	取补		BRIE	中断位置位转移		SEN	置位 N
SBR	寄存器位置位		BRID	中断位清零转移		CLN	清零 N
CBR	寄存器位清零		数据传送指令		△	SEZ	置位 Z
INC	加 1		MOV	寄存器传送		CLZ	清零 Z
DEC	减 1		MOVW	拷贝寄存器字	☆	SEI	置位 I
TST	测试零或负		LDI	装入立即数	◇	CLI	清零 I
CLR	寄存器清零		LDX	X 间接取数	◇	SES	置位 S
SER	寄存器置 FF		LDX+	X 间接取数后+	◇	CLS	清零 S
MUL	乘法	☆	LD-X	X 间接取数先-	◇	SEV	置位 V
MULS	有符号数乘法	☆	LDY	Y 间接取数	◇	CLV	清零 V
MULSU	有(无)符号数乘法	☆	LDY+	Y 间接取数后+	◇	SET	置位 T
FMUL	小数乘法	☆	LD-Y	Y 间接取数先-	◇	CLT	清零 T
FMULS	有符号数乘法	☆	LDD Yq	Y 间接取数 + q	◇	SEH	置位 H
FMULSU	有(无)符号小数乘法	☆	LDZ	Z 间接取数		CLH	清零 H
条件转移指令			LDZ+	Z 间接取数后+	◇	NOP	空操作
RJMP	相对转移		LD-Z	Z 间接取数先-	◇	SLEEP	休眠
IJMP	间接转移	◇	LDD Zq	Z 间接取数 + q	◇	WDR	看门狗复位
JMP	长转移	△	LDS	从 SRAM 装入	◇		
RCALL	相对调用		STX	X 间接存数	◇	90 条指令器件(□) Attiny11/12/15/22	
ICALL	间接调用	◇	STX+	X 间接存数后+	◇		
CALL	长调用	△	ST-X	X 间接存数先-	◇		
RET	子程序返回		STY	Y 间接存数	◇	89 条指令器件	
RETI	中断返回		STY+	Y 间接存数后+	◇	AT90S1200	
CPSE	比较相等跳行		ST-Y	Y 间接存数先-	◇	118 条指令器件(◇)	
CP	比较		STD Yq	Y 间接存数 + q	◇	AT90S2313/2323/2343/2333	
CPC	带进位比较		STZ	Z 间接存数		AT90S4414/4433/4434/8515	
CPI	带立即数比较		STZ+	Z 间接存数后+	◇	AT90S8534/8535	
SBRC	位清零跳行		ST-Z	Z 间接存数先-	◇	121 条指令器件(△)	
SBRS	位置位跳行		STD Zq	Z 间接存数 + q	◇	ATmega603/103	
SBIC	I/O 位清零跳行		STS	数据送 SRAM	◇	130 条指令器件(☆)	
SBIS	I/O 位置位跳行		LPM	装程序存储器	□	ATmega161	
BRBS	SREG 位置位转		LPM Z	Z	☆	90 条指令=□+89 条	
BRBC	SREG 位清零转		LPM Z+	Z+	☆	118 条指令=◇+90 条	
BREQ	相等转移		SPM	存储程序存储器	☆	121 条指令=△+118 条	
BRNE	不相等转移		IN	I/O 口输入	◇	130 条指令=☆+121 条	
BRCS	C 置位转		OUT	送 I/O 口	◇	更详细资料阅 英文指令表	
ELPM	扩展装载程序存储器	☆	PUSH	压栈			
EIJMP	扩展间接跳转	☆	POP	出栈			