

利用 AT90S1200 单片机实现 A/D 转换

张新海¹, 张睿彬²

(1. 焦作师范高等专科学校 理化生物系, 河南 焦作 454003;

2. 焦作大学 电气工程系, 河南 焦作 454003)

摘要: AT90S1200 是基于增强性能精简指令集、低功耗、CMOS 技术全新的单片机。采用 RC 模拟转换原理利用该片内的模拟比较器, 可以组成精度高、速度快、廉价的 A/D 转换器。实现 A/D 转换的电路设计简单, 即在 AT90S1200 单片机外部接口加一个电阻和电容, 并使用片内的定时器/计数器中断和模拟比较器中断。实现 A/D 转换的软件是: 模拟比较器中断、A/D 转换初始化、定时器/计数器中断、A/D 转换器启动等子程序。叙述了硬件电路的原理, 给出了子程序的代码, 并提供了实例子程序。

关键词: 单片机; 外部接口; A/D 转换器; 硬件; 控制电路

中图分类号: TN 79+2

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2007)07-0084-03

1 AT90S1200 单片机介绍

AT90S1200 单片机是美国 ATMEL 公司生产的 AVR 增强型 RISC 内载 Flash 的单片机^[1-5], 其引脚如图 1 所示。芯片上的 Flash 存储器附在用户的产品中, 可随时编程、再编程, 使用户的产品设计容易, 更新方便。除具有一般结构以外, 还增加了内置模拟比较器^[6], 如图 2 所示。其带片内振荡器, 具有省电模式等功能。利用该片内的模拟比较器, 可以组成精度高、速度快、廉价的 A/D 转换器。

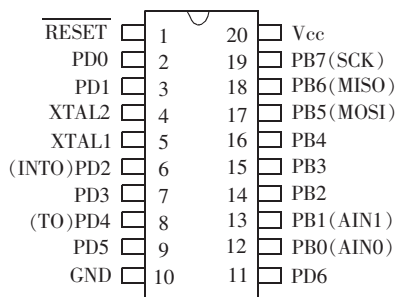


图 1 AT90S1200 的引脚

Fig.1 Outlets of AT90S1200

2 硬件设计

这里采用 RC 模拟转换原理, 即在 AT90S1200 单片机外部接口加一个电阻和电容组成 A/D 转换器, 并使用片内的定时器/计数器中断和模拟比较器中断^[7-10], 其结构如图 3 所示。电阻一端接 PD2, 另一端与电容组成 RC 振荡器, 电容器的正端接单片机的 PB0(AIN0 内部比较器正端), 而 PB1(AIN1 内部比较器负端)接模拟输入电压, 通过 PD2 端的控制对电容充电^[11-12]。

加在电容器上的电压是按指数关系下降的, 当

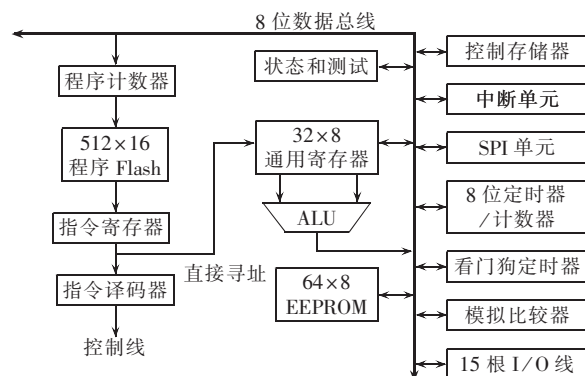


图 2 AT90S1200 AVR 的结构

Fig.2 Structure of AT90S1200 AVR

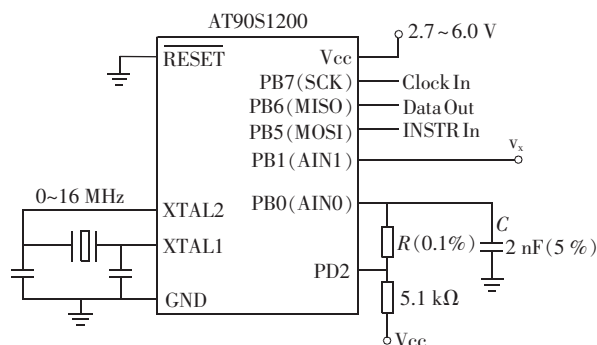


图 3 A/D 转换器原理图

Fig.3 Principle diagram of A/D converter

压缩转换的电压范围到 $2/5 V_{cc}$ 时, 指数曲线接近水平线。若通过电容器的电压等于被转换的电压时, 就完成一次简单的测量^[12-13]。用模拟器实现比较, 当通过电容器的电压上升超过测量电压时, 模拟比较器给出中断信号, 完成一次测量^[13-14]。输出可分为 64 级^[15]。

为了确保定时时间, RC 网络的时间常数要满足公式(1)^[16-17]:

$$512 \times (1/f) = -RC \times \ln(1 - 2/5) \quad (1)$$

若晶振频率 $f=8\text{ MHz}$, 则 $RC \approx 125\text{ }\mu\text{s}$ ^[18-20], 为了使 A/D 转换能正常工作, 电容器必须在每次转换后完全放电, 放电允许时间最小为 $200\text{ }\mu\text{s}$ ^[21]。

3 软件编程

实现 A/D 转换的程序包括: 模拟比较器中断子程序^[17-19]、定时器/计数器中断子程序、A/D 转换器初始化子程序、A/D 转换器启动子程序等^[20-21]。具体程序如下:

Title: 低成本 A/D 转换

Target: AT90S1200

Interrupt usage: 定时器/计数器 0 溢出中断
模拟比较器中断

初始化: 调转换初始化子程序; 使能全局中断。

A/D 转换: 调 A/D 转换子程序; 等待转换完成 (小于 521 周期); 从结果读出数据。

3.1 程序开始

```
.include "1200def.inc"
.equ preset=192 ;T/C0 比例常数(256~64)
.def result=r16 ;结果和中间数据
.def temp=r17 ;暂存寄存器
.cseg
.org 0000
rjmp RESET ;复位处理
.org OVFOaddr
rjmp ANA_COMP ;T0 溢出处理
.org ACIaddr
rjmp ANA_COMP ;模拟比较器处理
```

3.2 ANA_COMP 模拟比较器中断子程序

模拟比较器中断子程序在 2 个事件中的一个发生时执行: 1 定时器/计数器 0 溢出中断; 2 模拟比较器中断。

转换结束 2 个事件之一: 如果信号超出范围, 则定时器溢出中断; 如果模拟比较器超出范围, 则发生中断。

位置被确定, 且 T 标志被置位。

由于中断处理需要一些时钟周期, 必须比上述的时钟周期多减 1 个。

字的总数: 7 周期总数: 10

低寄存器使用: 0 高寄存器使用: 2(result, temp.)

状态标志: 1(t flag)

ANA_COMP:

```
In result, TCNT0 ;装入时间值
clr temp ;停止 T0
out TCCR0, temp
cbi PORTD, PD2 ;开始放电
set ;置转换完成标志
reti ;中断返回
```

3.3 A/D 转换初始化、定时器/计数器中断子程序

该子程序初始化 A/D 转换器。模拟比较器中

断初始化用 ACO 的上升沿初始化。

为了使能 A/D 转换器, 全局中断标志必须设置 SEI。

转化完成标志(T)被清除

字的总数: 6 周期总数: 10

低寄存器使用: 0 高寄存器使用: 1(result)

状态标志: 0

convert_init:

```
ldi result, 0B ;初始化比较器
out ACSR, result ;使能比较器中断
ldi result, 02 ;使能定时器中断
out TIMSK, result
sbi PORTD, PD2 ;设置转换器充电/放电
;作为输出
ret ;返回子程序
```

3.4 A/D 转换器启动子程序

该子程序启动转换器。将位移值装入 T0 并启动定时器。同时启动电容器充电。

字的总数: 7 周期总数: 10

低寄存器使用: 0 高寄存器使用: 1(result)

状态标志: 1(t flag)

AD_convert:

```
ldi result, preset ;清计数器
out TCNT0, result ;装入位移值
clt ;清转换器完成标志
ldi result, 02 ;启动 f/8 比例尺的 T0
out TCCR0, result
sbi PORTB, PB2 ;启动电容器的充电
ret ;返回子程序
```

3.5 例子程序

这个子程序是一个怎样适当设置 A/D 转换器的例子。

注意: 为确保合适的操作, 必须使电容器的放电周期在每个转换前大于 $200\text{ }\mu\text{s}$ 。结果在 B 口输出。

为确保正确的放电, 应加一个延时循环, 循环为 11 000 个周期。在 20 MHz 晶振时给出 $550\text{ }\mu\text{s}$ 延时。

RESET:

```
recall convert_init ;初始化 A/D 转换器
sei ;使能全局中断
ldi result, 0ff ;置 B 口输出
out DDRB, result
```

Delay: clr result ;清暂存寄存器 1

```
ldi temp, 0 ;复位暂存寄存器 2
```

loop1: inc result ;暂存计数器 1 加计数

```
brne loop1 ;检验是否内部循环完成
```

```
inc temp ;暂存计数器 2 加计数
```

```
brne loop1 ;检验是否延时完成
```

```
recall AD_convert ;启动转换器
```

Wait: brtc Wait ;等待直到转换完成

```
Out PORTB, result ;写结果到 B 口
```

```
rjmp Delay ;重复转换
```

4 结语

经过实际使用,采用 RC 模拟转换原理设计单片机控制电路,可较好地利用 AT90S1200 单片机中的模拟比较器实现 A/D 转换。不仅充分发挥了其资源,而且电路简单、价格便宜、实现灵活。

参考文献:

- [1] 赵依军. AVR 单片机原理及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1998.
- [2] 吴国经. 单片机应用技术[M]. 北京:中国电力出版社,2004.
- [3] 宋建国. AVR 单片机原理及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2000.
- [4] 余永权. AT89C2051 系列 FLASH 单片机原理及应用 [M]. 北京:电子工业出版社,2003.
- [5] 张洪润,张亚凡. 单片机原理及应用[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
- [6] 王幸之. AT89 系列单片机原理与接口技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [7] 余永权. AT89C2051 系列单片机应用技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [8] 江晓安. 数字电子技术[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1999.
- [9] WIRTH N. 数字电路设计[M]. 张力军,译. 北京:高等教育出版社,2002.
- [10] 沙占友. 单片机外围电路设计[M]. 北京:电子工业出版社,2003.
- [11] 耿德根. AVR 系列单片机及万用串行下载开发实验器[J]. 电子世界,2000,16(8):27-28.
GENG De-gen. AVR series single chip and universal serial download experimenter[J]. Electronics World,2000,16(8):27-28.
- [12] 王林兵,王慕坤,童子权. 单片机 AT90S1200 在脉冲电源中的应用[J]. 电子工程师,2001,27(9):35-37.
WANG Lin-bing,WANG Mu-kun,TONG Zi-quan. The application of single chip AT90S1200 on pulse power source[J]. Electronic Engineer,2001,27(9):35-37.
- [13] 周敏祥,曲宏. 用 AT90S1200 代换显示驱动芯片 MC14499 的应用电路[J]. 国外电子元器件,2001(7):21-24.
ZHOU Min-xiang,QU Hong. Substitution of display driver MC-14499 with AT90S1200[J]. International Electronic Elements,2001(7):21-24.
- [14] 宁建辉,马辑,史军,等. AT89C2051 单片机完成模数转换的新方法[J]. 控制工程,2001(1):48-50.
NING Jian-hui,MA Ji,SHI Jun,et al. A new way to achieve analogue-digital conversion in monolithic computer AT89C2051 [J]. Control Engineering of China,2001(1):48-50.
- [15] 陈瑞,张秀香. 基于 RC 型的 A/D 转换方法研究[J]. 兰州工业高等专科学校学报,2003,9(1):21-24.
CHEN Rui,ZHANG Xiu-xiang. Research of A/D conversion based on the RC[J]. Journal of Lanzhou Polytechnic College,2003,9(1):21-24.
- [16] 阮晔,周少桦,朱金刚. 基于 AT89C2051 的低成本 A/D 转换方法[J]. 现代电子技术,2005,28(16):118-122.
RUAN Ye,ZHOU Shao-hua,ZHU Jin-gang. A method based on AT89C2051 for low cost A/D conversion[J]. Modern Electronics Technique,2005,28(16):118-122.
- [17] 牛余朋,成曙. 基于单片机的高精度 A/D 与 D/A 转换[J]. 兵工自动化,2005,24(3):90-91.
NIU Yu-peng,CHENG Shu. A/D and D/A conversion of MCU-based high precision[J]. Ordnance Industry Automation,2005,24(3):90-91.
- [18] 郭玉峰,张元,孙昌霞. 利用 AT89C2051 实现低成本高精度 A/D 转换[J]. 河南科学,2005,23(2):275-277.
GUO Yu-feng,ZHANG Yuan,SUN Chang-xia. Achieving low-cost and high-accuracy A/D conversion in AT89C2051[J]. Henan Science,2005,23(2):275-277.
- [19] 朱金刚,李挺,邹立华,等. 一种低成本比较式高速 A/D 转换方案[J]. 半导体技术,2000,25(5):27-28,52.
ZHU Jin-gang,LI Ting,ZOU Li-hua,et al. Study on the scheme of a low cost A/D conversion with high speed based on comparison mode[J]. Semiconductor Technology,2000,25(5):27-28,52.
- [20] 吴桂华. 高速模数转换的方法及器件的实现[J]. 中南民族大学学报:自然科学版,2002,21(4):70-73.
WU Gui-hua. Method of analog digital conversion with high-speed and converter[J]. Journal of South-Central University for Nationalities:Natural Science Edition,2002,21(4):70-73.
- [21] 袁剑蓉,金建祥,张渝晖. 一种高精度、低成本、多量程的 A/D 转换技术[J]. 自动化仪表,2006,27(8):64-67.
YUAN Jian-rong,JIN Jian-xiang,ZHANG Yu-hui. A/D converting technology with high precision,low cost and multiple measuring range[J]. Automation Instrumentation,2006,27(8):64-67.

(责任编辑:汪仅珍)

作者简介:

张新海(1959-),男,河南焦作人,副教授,主要从事电类教学、科研工作(E-mail:zjdxzxh@jzu.cn)。

A/D conversion using AT90S1200

ZHANG Xin-hai¹,ZHANG Rui-bin²

(1. Jiaozuo Teacher's College,Jiaozuo 454003,China;

2. Jiaozuo University,Jiaozuo 454003,China)

Abstract: AT90S1200 singlechip is based on enhanced RISC(Reduced Instruction Set CPU) and CMOS technology with low power consumption. Applying RC analog conversion principle and using its internal analog comparator to construct an A/D converter with high precision,high speed and low cost. The design of A/D conversion circuit is simple;only a resistor and a capacitor are connected to its peripheral interfaces. The internal timer/counter interruption and analog comparator interruption are used. The subroutines for implementing A/D conversion are analog comparator interruption,A/D conversion initialization,timer/counter interruption,A/D converter startup,and so on. The principle of hardware is described. The subroutine programs as well as an example are given.

Key words: singlechip; peripheral interface; A/D converter; hardware; control circuit