

# MCS-51 软件消除定时中断误差

◆ 山东师范大学 徐金增 史斐翡

单片机内部一般有若干个定时器,如 8051 单片机内部有 T0 和 T1 两个 16 位定时器/计数器。每个定时器都是由两个 8 位的特殊功能寄存器 THi 和 TLi 组成,因此,T0 和 T1 都可以通过字节传送指令为它们赋初值,以获得不同定时时间所需要的计数值。T0 和 T1 在初始值的基础上,每隔 12 个时钟周期(一个机器周期),作一次加 1 运算,当计数器从全 1 变为全 0 时自动产生定时器溢出中断请求。

1、定时器的 4 种工作方式:方式 0 是 13 位计数结构,计数器由 THi 的 8 位与 TLi 的低 5 位构成;方式 1 是 16 位计数结构,计数器由 THi 的 8 位与 TLi 的 8 位组成;方式 2 是 8 位计数结构,计数器由 TLi 的 8 位组成,当定时器溢出时,THi 的值能自动装入 TLi 中,并在此值基础上自动计数,这与其它的方式不同;在方式 3 下,也是 8 位的计数器,并且 T0 的各控制位和引脚归 T1 使用,TH0 借用 T1 的各控制位和引脚信号,T1 只能按不需要中断的方式 2 工作,即 T1 没有方式 3。

定时器的溢出率在不同的工作模式下不同:

工作在方式 0 时:溢出率 =  $f_{osc} / (12 \times (2^{13} - Z + NR))$

Z 为定时器初值,NR 为定时器溢出恢复初值的周期数。恢复初值周期数为从定时器溢出到定时器初值重新装入的时间。该段时间和 CPU 响应中断以及程序中何时重新装入初值有关。

工作在方式 1 时:溢出率 =  $f_{osc} / (12 \times (2^{16} - Z + NR))$

方式 1 为 16 位计数器,其初值由 THi 和 TLi 中的数值确定。

工作在方式 2 时:溢出率 =  $f_{osc} / (12 \times (2^8 - Z))$

由于方式 2 为自动恢复初值的 8

位计数器,初值由 THi 确定;由于方式 2 是自动重装初值,所以 NR=0 即不存在重装初值的延时。

2、特殊功能寄存器 TMOD 控制定时器的工作方式,TCON 则用于控制定时器 T0 和 T1 的启动和停止计数,同时管理定时器 T0 和 T1 的溢出标志等。当设置了定时器的工作方式并启动定时器后,定时器就按照被设定的工作方式工作,不需要 CPU 的干预。当计数器值全为 1 时,如果再输入一个脉冲则计数值重新回到定时器设置初值,同时把定时器/计数器的溢出标志位(TF0 或 TF1)置位,作为计数器的溢出标志。

由以上的分析可知:用 MCS-51 内部定时器产生中断响应时的误差由每次重装定时器初值和中断响应时间形成的,所以应该在中断服务程序中应考虑定时器赋初值的时间,应该把定时器溢出到定时器初值重新装入的时间加到定时器初值中,即缩短定时器溢出的时间。例如:在实现一个时钟的程序中,要求最小单位为 1s,一般在大于 1s 的定时中断情况下常采用硬件定时和软件计数相结合的方式来实现。我们采用定时器 T0 工作在方式 1 下,其最长定时时间(晶振 11.0592MHz $T=1.0850s$ ): $1s \sim 65536 \times T=71.11ms$ ,我们使用 1 次定时 50ms,20 次定时中断得到 1s。50ms 定时中断的定时值为:FFFFH-50ms/(11.0592/12) $\mu s=4C00H$ 。所以,可以编写中断服务程序如下:

ZDFW:PUSHPSW;中断服务程序

```
PUSHACC
CLRTR0
MOVTH0,#4CH;送定时常数
MOVTLO,#00H
INCDMIAOR;20ms 加 1
SETBTR0
POPACC
```

POPSPW

在 Keiluvision3 软件中验证定时器 T0 每 50ms 产生一次中断的时间。在初始化中费时为 551 $\mu s$ ,每一次中断时间应该考虑该项的影响。在实际处理中可以利用两次中断时间的差来作为定时器的中断时间间隔。通过测试,得到第一次为 0.05055642s,第二次为 0.10056185s,第三次为 0.15056728s。可以看出,每中断一次会比定时值长了 5.43 $\mu s$  即 5 个机器周期,所以我们应考虑由停止计数(CLRTR1)到重新启动计数(SETBTR1)之间的 5 个机器周期的时间。下面我们来分析一下中断服务程序,CLRTR0 指令(定时器停止计时)占 1 个机器周期,两条 MOV 指令占了 2 个机器周期,INC 指令占了 1 个机器周期,SETBTR0(定时器开始计时)占了 1 个机器周期,在中断服务程序中给定时器赋初值时共占用了 5 个机器周期,所以,应该在给定时器赋初值时加上这个误差,可以把中断服务程序作如下修改:

ZDFW:PUSH PSW;中断服务程序

```
PUSH ACC
CLR TR0
MOV A,TLO
ADD A,#07H;进行修正
MOV TH0,#4CH;送定时常数
MOVTLO,A ;送修正后定时常数
INCDMIAOR
SETB TR0
POP ACC
POP PSW
```

与修改之前相比加了一条 ADD 指令,ADD 指令就是把在中断服务程序中占用的指令周期加到定时器初值里,所加的数值为中断服务程序中的指令周期之和即 7 个机器周期(ADDA,07H),修改之后在 Keiluvision3 软件中验证定时器 T0 每 50ms 产生一次中断的时间。通

# 高速 PCB 设计中消除电源噪声的方法

◆夏瑞华 吴泽慧

随着 PCB 设计复杂度的增加,稳定可靠的电源供应成为电路设计人员需要重点研究的方向之一。现代电路设计中开关器件数目不断增加,芯片工作电压不断降低,电源的波动往往会给系统带来致命的影响,特别是在高速数字电路设计中,会影响到 IC 芯片的供电,导致芯片的逻辑错误。

## 一、电源分配方式及阻抗

对于一个理想的电压源,其阻抗为零,这个零阻抗保证了负载端的电压与电源端的电压相等。因为噪声源的阻抗相对于电压源的零阻抗为无穷大,所有的噪声被吸收。但是,对于一个实际电源,它具有一定的阻抗,且阻抗分布于整个电源网络中,从而使噪声叠加在电源上。为此,电源分配网络设计的主要目标就是尽可能减小网络中的阻抗。电源网络分配主要有两种形式:总线式和电源层式。

1、总线系统是由一组具有印制电路板所需的不同电压级别的电源线组成,每种电压级别所需的线路数目根据系统的不同而不同。

在总线式的电源分配方案中,电源总线与信号线安排在同一层中,为了给所有的元器件提供电源,并给信号线留出足够的布线空间,电源线总是趋向于选择长而窄的带状方式。这就相当于电源线上串联了一个电阻,尽管这个电阻很小,但其影响却很大。例如,在一个小的印制电路板上实现了一个电源电压为 3V,并且

只有 30 个元器件的电路,若每个元器件的吸收电流为 100mA,那么总电流将为 3A,此时,假如电源总线的电阻为 0.14,则会产生 0.42V 的压降,从而使得电源总线末端的元器件得到的电压只有 2.58V。

2、电源层系统则是由多个涂满金属的层(或者层的部分)组成的,每个不同电压级别需要一个单独的层。

对于电源层式分配方案,由于电源是通过整个金属层来分配,其电源阻抗很小,所以电源噪声也比总线式小得多。

铜箔平面被用于电源分配。铜平面的阻抗确定了通过电源分配系统用于公共阻抗耦合的电势。公共阻抗电压降的电平能够降到远远低于使用电源平面分配的电路灵敏度。

一对平行金属平面的特性阻抗可由传输线理论确定。两块这样的平面,由相对介电常数为厚度为  $h$  的电介质分开,则这样的结构具有的阻抗为:

$$Z_0 = \frac{120 \pi}{\sqrt{\epsilon_r}} (h/d)$$

上式中  $d$  指的是二维平面两边中较小的一边的长度。对  $h/d < 0.005$  的电源平面的几何形状和  $\epsilon_r > 3$ ,电源分配系统有可能具有小于欧姆级的阻抗。因此,20mA 或 30mA 的开关电流在电源分配系统中会产生几十 mV 以下的电压降,比逻辑电路的抗扰度电平小得多。

## 二、线路噪声的滤除

在实际的印制电路板设计中,只靠

电源层并不能消除电源的线路噪声,由于不论采用何种电源分配方案,整个系统都会产生足以导致发生问题的噪声,所以额外的滤波(通常利用去耦电容完成)措施是必需的。一般而言,需在印制电路板的电源接入端放置一个  $1 \mu\text{F} \sim 10 \mu\text{F}$  的电容,滤除低频噪声;在印制电路板上每个元器件的电源与地线之间放置一个  $0.01 \mu\text{F} \sim 0.1 \mu\text{F}$  的电容,滤除高频噪声。

滤波的目的是滤除叠加在电源供应中的交流成分,直观地看电容越大越好,但实际并非如此,这是因为实际电容并不具有理想电容的所有特性。实际电容存在寄生成分,这是构造电容器极板和引线时所形成的,而这些寄生成分可等效为串联在电容电路上的电阻与电感,通常称之为等效串联电阻(ESR)和等效串联电感(ESL)。这样,电容实际上就是一个串联谐振电路,其谐振频率为:

$$f_R = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

当工作频率小于  $f_R$  时呈现为电容,频率大于  $f_R$  时则呈现为电感。所以,电容器更象是一个带阻滤波器,而不是一个低通滤波器。

电容的 ESR(等效串联电阻)和 ESL(等效串联电感)是由电容的结构和所用的介质材料决定的,而与电容量无关。对于高频的抑制能力并不会因为更换大容量的同类型电容而增强。更大容量的同类型电容器的阻抗在频率低于  $f_R$  时,ESL 决定了二者的阻抗没有差

过测试,得到第一次为 0.05055100s,第二次为 0.100551500s,第三次为 0.15055150s。可以看出,这种修改方法很简单,经修改后的中断定时比较精确。

因此,在实际应用定时器产生中断时,为了提高精确度需要考虑到这个定

时器中断误差,一般都需要在中断服务程序中加上一定的数值来减少定时器中断误差,通过对定时器的误差分析和校正,可以提高系统的精确度。当然,上面的分析是在软环境下理想晶振频率下实现的,在现实中会因晶振偏差等因

素而造成误差。在实际中特别是指令比较多的情况下应充分利用 KeilVision3 的分析工具,通过多次调整计数初值以获取精确的时钟信号,这对于要求精确时钟信号的应用具有重要的意义。