



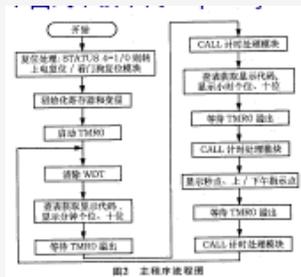
小时十位bit-4及以上 / 下午指示位 (D1,D2) 与秒点 (D3, D4) bit-5. 由于PIC16C54C的I/O口只有12个, 必须合理分配进行分时复用, 采用动态显示, 其中RA0-RA3用于位选bit-1bit-4, RBO-RB6用于段码a-g, D1、D2,D3则分别与段码d、e、f复用, 分钟和小时调整键 (Ki,Ka) 分别与段码a,c复用。

### 二、软件设计

由于该电子钟是依靠软件计算来获得时间值的, 因此软件设计十分关键。这里主要讨论主程序结构和秒基准的获取模块的优化设计, 它们直接关几系到系统的可靠性以及走时精度问题。

#### 1. 主程序结构

主程序在对有关寄存器进行初始化后, 进入一个LED逐位扫描显示的循环模块, 其中每位LED显示指令后面紧接着调用一个检测TMRO是否溢出的子程序, 等待TMRO溢出后调用一次计时处理模块, 刷新各个计时单元值。这样安排的目的一方面可以确保TMRO不会丢失计时脉冲, 另一方面可以利用等待TMRO溢出的这段时间 (约1.14428ms) 作为每位LED点亮的延迟时间, 程序循环运行时就可以实现LED的动态显示效果。主程序流程图如图2所示。



#### 2. 秒基准获取

电子钟要进行正确计时和显示时间, 首先要获取一个is的基准, 然后才能以此来获得分钟和小时值。根据PIC16C54C的内部定时器TMRO的工作原理, 向8位寄存器TMRO写入初值, 经过2个指令周期后, TMRO便在每个指令周期 (4个时钟周期) 后自动加, 到达255s时自动溢出, 并置状态寄存器 (STATUS) 标志位Z=1。若晶振频率取其标称值73.579545MHz, TMRO预分频数设定为1:4, TMRO从0开始计数, 则定时器的溢出周期

Y = 1/4 \* 4 \* 256 = 1.144 28 ms (1)
设经过n次溢出后可获得1s。显然
n = 1/000 / 1.144 28 = 873.911 98 (2)
由于编程需要, 将n取整为874。

### 三、走时误差分析与修正方法

#### 1. 误差分析

时间是一个基本物理量, 具有连续、自动流逝、不重复等特性。我国时间基准来自国家授时中心 (陕西天文台), 其铯原子钟稳定度达10-14量级, 人们日常使用的时钟就是以一定的精度与该基准保持同步的。结合时间概念和误差理论, 可以定义电子钟的走时误差ΔS如下

AS = S1 - S0 (3)

式中: S1—程序实际运行计算所得的秒; S0—客观时间的标准秒。

因此, ΔS>0时表明电子钟秒单元数值的刷新滞后, 即走时误差为“慢”; 反之, ΔS<0时则是秒单元数值的刷新超前, 即走时误差为“快”。

在本设计的单片机电子钟系统中, 其误差主要来源包括: 晶振频率误差、定时器TMRO溢出次数舍入误差和看门狗复位延迟误差。其中, 晶振频率误差包括晶振本身的制造误差、晶振老化频漂误差以及工作过程中温度变化造成的温度频差。它们作为晶振产品的技术参数给出, 一般为几PPM到几十ppm; 对于TMRO溢出次数舍入误差, 由前面的秒基准获取原理可见, 为了得到标准的秒基准, 一定的晶振频率值对应着惟一的TMRO溢出次数, 但是该溢出次数往往不会恰好是整数, 由于编程需要进行取整时就会造成舍入误差。如上面公式 (2) 计、算所得n=873.91198取整为8740反之, 当程序把TMRO溢出次数取定为一某个值时, 频率就只对应着一个特定的值。如由no-874次, 可据公式 (1) 逆推得此时频率应该是f0=3579904Hz。晶振在实际工作时的频率无论由于何种原因偏离了该特定值, 都会造成走时误差。这样就把溢出次数的舍入误差转化为晶振的频率误差, 便于走时误差的计算并进行软件修正。为了定量地计算晶振频率误差导致的电子钟走时误差, 根据上述秒基准获取原理, 将秒s表示成频率f的函数

### 频道推荐图片与文章



日本制定...

日产全球...

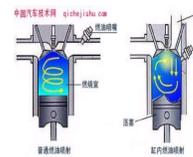
马自达AT...

#### 推荐文章

#### 热门文章

- 走出1.8T误区 浅谈...
AMT换档品质的研究...
带您真正去了解汽...
带您真正去了解汽...
带您真正去了解汽...
带您真正去了解汽...
带您真正去了解汽...

### 栏目最新专题



带您真正去了解汽车一...
随着当代汽车行业的飞速发展, 其技术含量越来越高。当今汽车的制造和使用都应用了大量的高精尖科学技术, 其中包括上个世.....



带您真正去了解汽车一...
汽车的附属设备主要包括仪表、照明及信号装置、车窗刮水及清洗装置、防盗装置等。同样, 这些附属设备都是维持汽车正常行.....

Table with categories: 电子电器, 底盘总成, 动力总成, 车身附件, 内饰外饰, 其他. Each category has associated sub-items.

### 汽车百科

Table with categories: 百科热点, 汽车概述. Each category has associated sub-items.

其中m是程序中进入秒计、数模块的次数，当程序不间断地正常运行时它不会引入误差，程序发生异常导致软件复位时则会引入看门狗复位延迟误差，这将在后面再单独讨论。这里，溢出次数n经过上述的取整处理后已经把舍入误差转移到晶振的频率误差上，因此，公式（4）中可能产生误差的变量就只有f了，取微分得

$$\Delta t = m(x) \frac{-4.096}{f^2} \Delta f \quad (5)$$
$$\Delta t = -k$$

f1为晶振在电路上的实际振荡频率，选取获得标准秒的匹配值no=874，fo=3579904Hz，此时的误差

$$\Delta t_{f_1, n_0} = m \frac{-n_0 \times 4.096}{f^2} \Delta f = m \frac{-4.096}{3579904} \Delta f \quad (6)$$

公式（6）给出了该电子钟系统在程序取定理论值九和no进行正常运行而晶振有△f的偏差时造成的走时误差。根据时间连续性原理，该误差会不断积累，当m=3600时的累积误差为时差，当m=24x3600时的累积误差为日差。

此外，单片机在运行过程中还可能会遭遇电磁干扰，导致单片机系统的看门狗复位，程序不能在正确时刻更新各计数单元值而引入延迟误差。PIC单片机内部具有独立的硬件看门狗（WDT）ms）模块，当程序发生异常时没有在其溢出时间内（典型值为18清除WDT计卜计数器，就会导致WDT复位，同时触发内部复位模块的芯片复位定时器（DRT），经过一定的时间后（典型值为18才转入正常运行状态。可见，PIC单片机的WDT复位虽未改变通用RAM单元的数值，但它每次带入了约36ms的延迟误差。在干扰严重的场合，WDT的频繁复位将会造成相当可观的走时误差，因此必须设法补偿该项误差。

## 2. 误差修正

根据上面的分析，电子钟的走时误差由两大部分组成，即晶振频率误差和看门狗复位延迟误差。二者性质不同，需要分别处理，以达到对综合误差控制的目的。

1个晶振安装到电路板上与一定的电容进行匹配之后，它的频率就是固定的，误差也是固定的。单个这样的电路系统配以特定的程序，可以很方便地进行修正，如利用国家授时中心的报时信号定期进行自动校准[]，或者利用吞吐脉冲技术来补偿晶体振荡器的固有偏差而实现高精度时钟[31]。而实际上每个晶振在电路板上实际振荡频率可能都不相同，因而好就不尽相同，由此造成的走时误差也是不确定的。在进行大批量生产时，不可能根据每种晶振实际频率来修改程序代码中的参数进行误差修正。目前一种硬件修正的做法是，根据设计误差指标确定△f，然后利用电容与晶振进行匹配可以调整振荡频率的原理来筛选晶振和匹配电容，使得此时的实际频率在△f的范围内。然而此方法可调整的频率范围十分有限（一般只有几十ppm的调整频差），并且生产过程还需增加工序以测量每个晶振的实际频率，并分拣其匹配电容。

为此，笔者采用软件修正的方案。由于具有相同标称值的任一晶振与某个标称值的电容进行匹配之后其实际振荡频率；必然落在某个区间内，根据实验经验估计该频率区间为几Hz，然后按匀三100Hz将式离散化成31个值，分别计算每个关对应的误差，并给出相应修正参数。程序中预设31种修正方案，并通过一个连接于单片机RB口的拨码开关（5位）进行选择。电子钟产品在生产线上、进行测试时，根据高精度频率计测得晶振在电路上下实际工作频率，然后决定拨码开关状态选择合适的修正方案。经过这样一次性标定以后，电子钟每次加电时都会自动选择相应的修正参数，从而实现同一程序对不同误差的控制。使用该方案修正后，由于仍存在频率离散误差△fmax50Hz，但折合日误差不大于

$$\Delta t = \frac{50}{3579904} \times 24 \times 3600 = 1.20674s$$

以上讨论的是对晶振频率误差的修正。对于看门狗复位延迟误差，由于WDT溢出时间和DRT定时时间都不是精确值，并与电源电压、工作环境温湿度等因素有关，因此无法进行精确的补偿，只能根据其典型值来进行粗略修正。程序中利用一个存放在RAM的变量记录看门狗复位次数，按每次引入复位延迟误差36ms的典型值估算，28次看门狗复位后就追加1s。这样处理之后就可以大大地减少走时误差，提高电子钟在恶劣环境下的走时精度。

## 3. 计算和实验

在实验中，晶振使用标称值为3579545Hz的石英晶体振荡器，系统工作在电源电压为6V、温度为室温25℃的环境下，测得实际频率平均值为f1=3579810Hz.根据公式

动力底盘	·  化学制剂 汽车工业 汽车文化
车身电子	·  汽车标志 汽车运动 汽车竞赛  ·  汽车之最 组织机构 汽车运动
汽车文化	·  汽车贸易 汽车交通 机械生产
汽车工业	标签 <input type="text" value="输入关键字"/> <input type="button" value="百科搜索"/>

(6) 的误差模型, 取 $f_0=3579904\text{Hz}$ ,  $n_0=874$ , 则计算得

$$\Delta_{12} = \frac{3\,579\,904 - 3\,579\,810}{3\,579\,904} \times 3\,600 \times 24 = 2.268\,66\text{s} \quad (6)$$

即修正前旧误差为2.26866s(慢)按照上述的软件修正原理, 对于该系统重新标定后, 程序自动选取修正方案使秒单元数值每12h追加1s, 这样可使其精度达到每日误差小于1s。实验时分别让修正前和修正后的电子钟连续工作3天, 记录它们的平均日误差, 结果与上面的计算值基本相符。远远优于日差小于3s的设计要求。

#### 四、结论

该电子钟设计方案理论联系实际, 紧密结合生产过程工艺进行优化, 获得了较高的性价比。本文推导出的走时误差模型以及以此为依据进行误差的软件修正, 经过了实验的验证。产品已在某微型车上获得应用。该误差模型对于其它单片机应用定时器时的误差定量分析与控制也具有参考意义。

[发表评论](#) [加入收藏](#) [告诉好友](#) [打印本页](#) [关闭窗口](#) [返回顶部](#)

#### 今日图片故事



技术论坛 [FINANCE & MONEY](#)

技术论坛

技术论坛

技术论坛

技术论坛



台电MP4与广告美女窒息图赏

- 中国汽车技术论坛
- 中国汽车汽车网
- 中国汽车人才网
- 中国汽车视频网
- 中国汽车技术网

#### 今日图片故事



搜索论坛:

[搜索](#)

[进入论坛](#) [精彩更多](#)

[Top](#)

[友情链接](#) | [诚聘英才](#) | [关于我们](#) | [加入我们](#) | [汽车翻译](#) | [站点地图](#) | [广告服务](#) | [联系我们](#) | [版权声明](#) | [加入我们](#) |

版权所有 © 2005-2008 中国汽车技术网 [www.qichejishu.com](http://www.qichejishu.com)

闽ICP备06043450号