

# HLW8012 软件设计参考

## 1. 电压、电流、功率的计算

HLW8012 可以准确测量电压有效值 $V_{rms}$ 、电流有效值 $I_{rms}$ 、有效功率 $P$ 、用电量 $E$ 及功率因素 $\cos$ 。

### 1.1 电压有效值

将 HLW8012 的 **SEL 脚置高**，CF1 输出的脉冲频率表示电压有效值 $V_{rms}$ ，输入电压越大，CF1 脚输出的脉冲频率越快，成比例变化，即： $\frac{V_{ref}}{f_{ref}} = \frac{V}{F}$

参数说明：  
 $V_{ref}$  : 参考负载电压  
 $f_{ref}$  : 参考电压的脉冲频率  
 $V$  : 负载电压  
 $F$  : 负载电压对应 CF1 脚输出的脉冲频率

例如：参考负载电压是 220.0V，参考电压的脉冲频率是 600Hz，如果测得输出频率是 300Hz，可以计算出输入电压是 110.0V。

### 1.2 电流有效值

将 HLW8012 的 **SEL 脚置低**，CF1 输出的脉冲频率表示电流有效值 $I_{rms}$ ，输入电流越大，CF1 脚输出的脉冲频率越快，成比例变化。即： $\frac{I_{ref}}{f_{ref}} = \frac{I}{F}$ ;

参数说明：  
 $I_{ref}$  : 参考负载电流  
 $f_{ref}$  : 参考电流的脉冲频率  
 $I$  : 负载电流  
 $F$  : 负载电流对应 CF1 脚输出的脉冲频率

例如：参考负载电流是 10.000A，参考电流的脉冲频率是 1500Hz，如果测得输出频率是 300Hz，可以计算出输入电压是 2.000A。

### 1.3 功率值

HLW8012 的 CF 脚输出的脉冲频率的周期表示功率值  $P$ ，功率越大，CF 脚输出的脉冲频率越大，成比例变化。即： $\frac{P_{ref}}{f_{ref}} = \frac{P}{F}$ ;

参数说明：  
 $P_{ref}$  : 参考负载功率  
 $f_{ref}$  : 参考负载的脉冲频率

**P** :负载

**F** :负载对应 CF 脚输出的脉冲频率

例如：参考负载功率是 1000.0W, 参考功率的脉冲频率是 250Hz, 如果测得输出频率是 500Hz, 可以计算出负载功率是 2000.0W。

## 1.4 电量值

HLW8012 的 CF 脚输出的脉冲数表示用电量值。以输入 1000W 额定功率的负载为例, 工作 1 小时消耗 1 度电, 1 小时 (3600 秒) 内 CF 脚输出的脉冲个数的总和则表示 1 度电, 36S 内输出的脉冲个数则表示 0.01 度电。

## 1.5 功率因素

功率因素等于有功功率值除以有效电压与电流的乘积, 即  $\cos = \frac{P}{V_{rms} * I_{rms}}$ ;

参数说明: **P** :当前负载功率

**V<sub>rms</sub>**:当前负载的电压值

**I<sub>rms</sub>** :当前负载的电流值

## 2. 脉冲频率(周期)的计算方法

CF 输出的频率在 0-2KHz 之间(参考文档:[HLW8012 输出频率参考](#)),对应的周期最小值是 0.5ms。如果以 50us 的定时器去测量脉冲周期, 5ms 以上的脉冲周期, 误差基本可以忽略, 但是在测量小于 5ms 的脉冲周期, 误差会越来越大, 甚至达到 10% (脉冲周期 0.5ms)。

考虑到测量精度和测量时间的关系, 我们采用分段测量的方法。

硬件资源如下:

- 1、1ms 定时器
- 2、I/O:3 个, 其中两个外部中断口

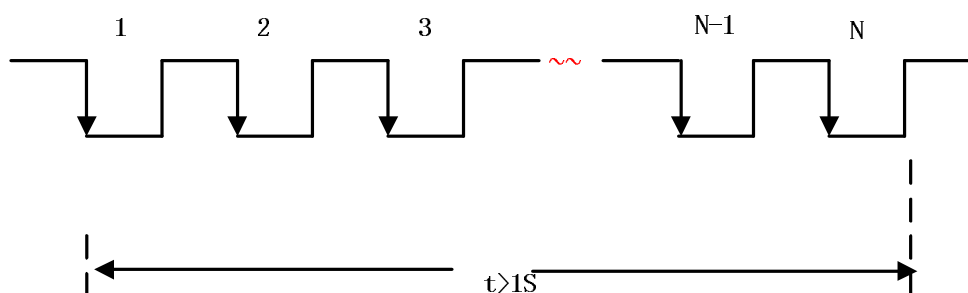
软件测量方法:

- 1、被测脉冲周期大于等于 100ms, 采用测量单个周期的方法, 测量误差 =  $1\text{ms}/T$ , 因为  $T > 100\text{ms}$ , 所以测量误差小于 1%;
- 2、被测脉冲周期小于 100ms 时, 我们采用定时测量  $> 1\text{s}$  时间方法, 计算公式如下:

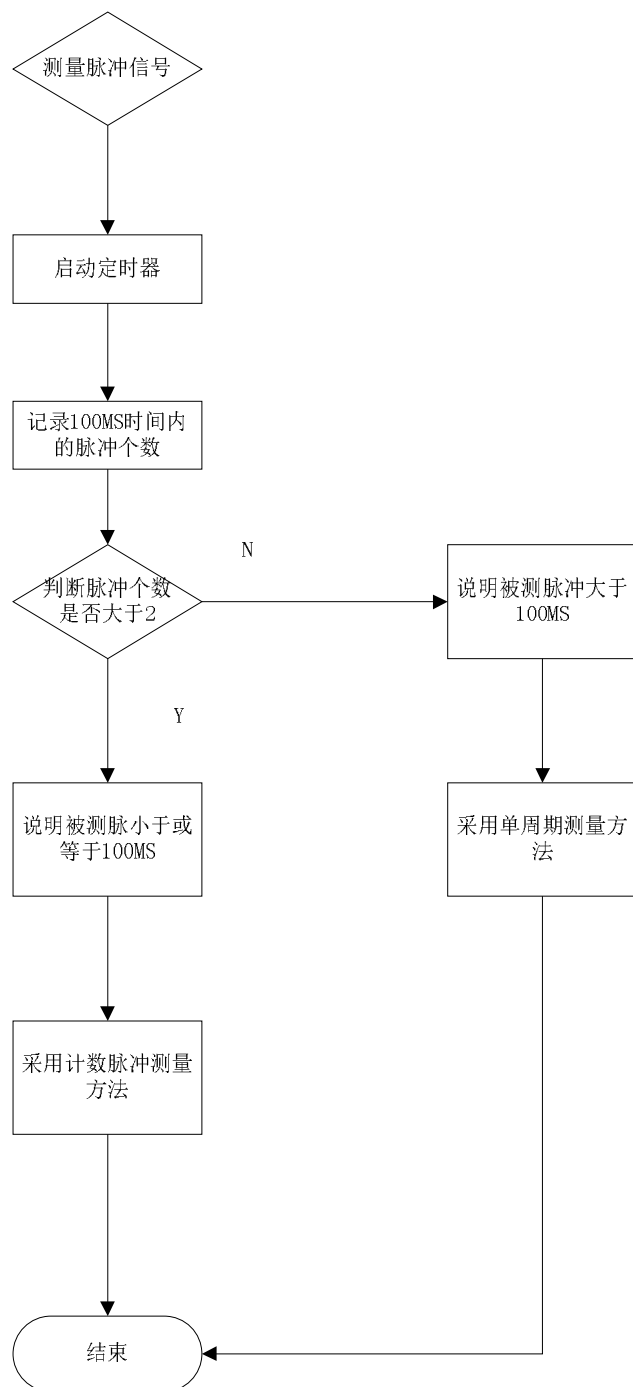
$$T = t/N$$

参数说明: **N** :单位时间内出现的脉冲个数

**T** :被测信号脉冲周期

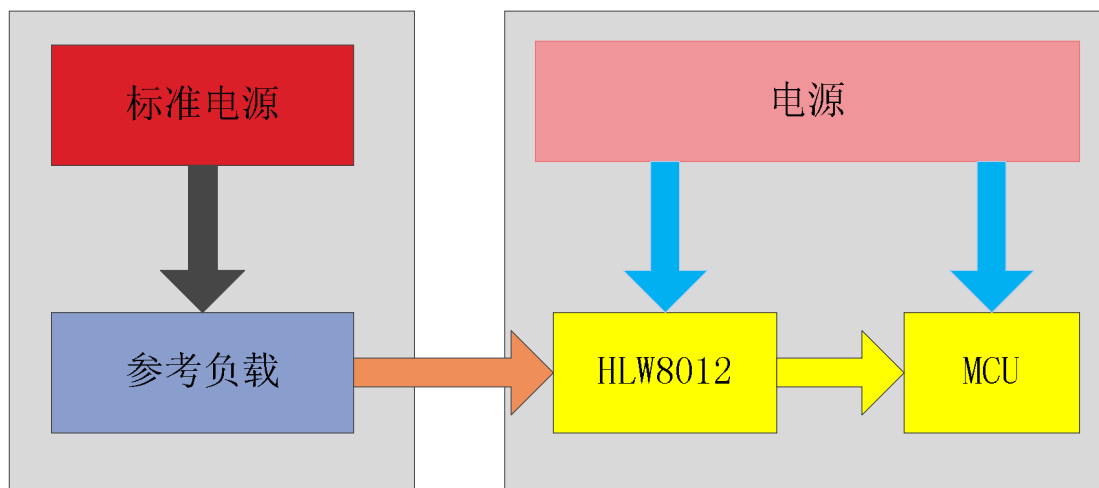


3、流程图及软件请参考附件文档。



### 3. 校准说明

使用 HLW8012 设计的电能计量系统，在出厂前需要对系统进行校正，下图是 HLW8012 进行校准的原理框图。



标准电源：给参考负载提供稳定的交流电压。

参考负载：纯阻性负载，额定功率应选取最大测量量程的 30%-70%之间。

以测量最大量程 3600W 为例，可以选取 1000W 的负载进行校正。校正有以下两个目的：

- 1、作为一个标准的参考源
- 2、记录 1000W 负载时输出的脉冲周期值，并保存在 EEPROM 内

根据  $\frac{P_{\text{ref}}}{f_{\text{ref}}} = \frac{P}{F}$  的关系，就可以计算出被测负载的功率大小。

## 4. 测量值

下表是 HM3010 测试板实际测试的参数值:

### 1) 采用 1000W 负载进行校正后的测试数据

1000W校正													
标准信号					测量值								
设置功率	仪器输出功率(MAX)	仪器输出功率(MIN)	电压	电流	功率(MAX)	功率(MIN)	误差	电压(MAX)	电压(MIN)	误差	电流(MAX)	电流(MIN)	误差
0	0	0.00	220.1	0.0000	0.0	0.0		221.1	220.0	0.20%	0.016	0.016	
0.2	0.17	0.17	220.1	0.0008	0.2	0.1	-11.76%	221.1	220.0	0.20%	0.016	0.016	
0.3	0.33	0.33	220.1	0.0015	0.3	0.3	-9.09%	221.1	220.0	0.20%	0.016	0.016	
0.5	0.44	0.44	220.1	0.0020	0.4	0.4	-9.09%	221.1	220.0	0.20%	0.016	0.016	
1	1.10	1.10	220.1	0.0050	1.1	1.0	-4.55%	221.1	220.0	0.20%	0.016	0.016	
2	1.99	1.99	220.08	0.0090	2.0	1.9	-2.01%	221.1	220.0	0.21%	0.016	0.016	
5	5.06	5.06	220.1	0.0230	5.0	5.0	-1.19%	221.1	220.0	0.20%	0.024	0.024	4.35%
10	9.99	9.89	219.95	0.0450	9.9	9.8	-0.91%	221.1	220.0	0.27%	0.046	0.046	2.22%
50	49.96	49.92	219.96	0.2270	49.9	49.8	-0.18%	221.1	220.0	0.27%	0.226	0.226	-0.44%
100	100.15	100.09	220.1	0.4548	100.0	99.9	-0.17%	221.1	220.0	0.20%	0.454	0.453	-0.29%
250	250.17	250.03	220.2	1.1361	250.1	249.8	-0.06%	221.1	220.0	0.16%	1.136	1.134	-0.10%
500	500.36	500.02	220.1	2.2717	500.0	500.0	-0.04%	221.1	220.0	0.20%	2.271	2.270	-0.05%
1000	1000.24	999.88	220.04	4.5434	1000.0	998.9	-0.06%	221.1	220.0	0.23%	4.545	4.545	0.04%
2000	2001.68	2000.00	220.2	9.0916	2002.0	1999.5	0.00%	221.1	220.0	0.16%	9.100	9.090	0.04%
3000	3002.18	2999.60	219.98	13.6416	3004.4	3002.5	0.09%	221.1	220.0	0.26%	13.658	13.658	0.12%
3600	3601.60	3599.40	220.1	16.3572	3608.9	3603.4	0.16%	221.1	220.0	0.20%	16.384	16.384	0.16%

### 2) 采用 250W 负载进行校正后的测试数据

250W校正													
标准信号					测量值								
设置功率	仪器输出功率	仪器输入功率	电压	电流	功率(MAX)	功率(MIN)	误差	电压(MAX)	电压(MIN)	误差	电流(MAX)	电流(MIN)	误差
0	0.00	0.00	220.1	0.0000	0.0	0.0		221.1	220.0	0.20%	0.016	0.016	
0.2	0.17	0.17	220.1	0.0008	0.2	0.1	-11.76%	221.1	220.0	0.20%	0.016	0.016	
0.3	0.33	0.33	220.1	0.0015	0.3	0.3	-9.09%	221.1	220.0	0.20%	0.016	0.016	
0.5	0.54	0.50	220.1	0.0025	0.4	0.4	-23.08%	221.1	220.0	0.20%	0.016	0.016	
1	1.10	1.09	220.1	0.0050	1.1	1.0	-4.11%	221.1	220.0	0.20%	0.016	0.016	
2	1.99	1.99	220.08	0.0090	2.0	1.9	-2.01%	221.1	220.0	0.21%	0.016	0.016	
5	5.07	5.06	220.1	0.0230	5.0	5.0	-1.28%	221.1	220.0	0.20%	0.024	0.024	4.35%
10	9.90	9.89	219.95	0.0450	9.9	9.8	-0.45%	221.1	220.0	0.27%	0.046	0.046	2.22%
50	49.98	49.95	220.08	0.2270	49.9	49.8	-0.23%	221.1	220.0	0.21%	0.226	0.226	-0.44%
100	100.10	100.04	220.1	0.4548	100.0	99.9	-0.12%	221.1	220.0	0.20%	0.454	0.453	-0.29%
250	250.24	250.07	220.2	1.1361	250.1	249.8	-0.08%	221.1	220.0	0.16%	1.136	1.134	-0.10%
500	500.16	499.81	220.1	2.2722	500.0	500.0	0.00%	221.1	220.0	0.20%	2.271	2.270	-0.07%
1000	1000.41	999.73	220.04	4.5430	1000.0	998.9	-0.06%	221.1	220.0	0.23%	4.545	4.545	0.04%
2000	2001.34	2000.74	220.11	9.0880	2002.0	1999.5	-0.01%	221.1	220.0	0.20%	9.100	9.090	0.08%
3000	3000.26	3000.24	219.98	13.6416	3004.4	3002.5	0.11%	221.1	220.0	0.26%	13.658	13.658	0.12%
3600	3601.68	3599.14	220.1	16.3692	3608.9	3603.4	0.16%	221.1	220.0	0.20%	16.384	16.384	0.09%

注:

- 1、HLW8012 的最小测试电流为 20mA, 红色部分小于 20mA。
- 2、功率误差在千分之三以内, 因为只显示 1 位小数, 小功率数据的显示精度不够, 所以计算误差较大, 显示位数提高到小数点后两位, 则计算误差会在千分之三以内。