

HLW8032 参考应用二校准参考设计

在使用 HLW8032 进行设计时，如果 2% 的精度满足不了应用要求，需要更高的精度时，可以对 HLW8032 的模块进行校准，校准后的精度可以达到 0.3%。

HLW8032 的应用电路一共有两种，一种是非隔离采样方法的应用电路，也就是我们常听到的非隔离采样方式；另一种是互感器采样方法的应用电路，下面两个图分别是这两种采样方式的典型应用电路。

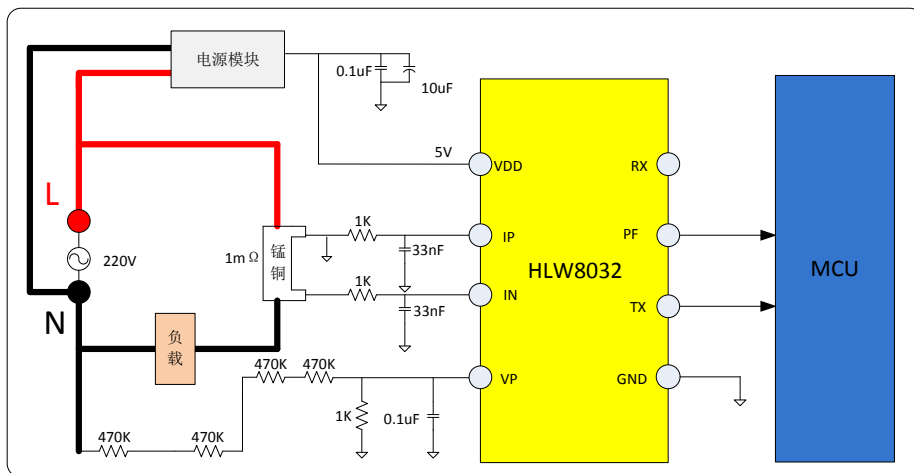


图 1 HLW8032 采样电阻应用电路

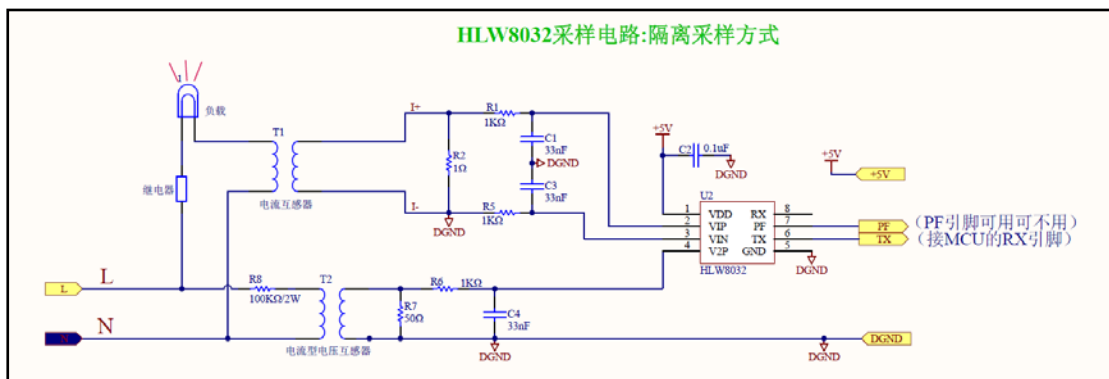


图 2 HLW8032 互感器应用电路

如果用户需要更高的精度，那么以上两种应用方式在校准原理上是没有区别的，两种应用电路的校准方法是相同的。

校准原理

HLW8032 的输入负载的功率、电压和电流的大小是和 HLW8032 寄存器列表中的**功率寄存器(Power REG)**、**电压寄存器(Voltage REG)**和**电流寄存器(Current REG)**的值是成线性比例关系的，且成反比关系；

下表是 HLW8032 寄存器列表，在校准过程中使用到的寄存器有**电压寄存器(Voltage REG)**、**电流寄存器(Current REG)**、**功率寄存器(Power REG)**。

寄存器列表

序号	数据类型	数据长度 (Byte)	描述
1	状态寄存器 (State REG)	1	数据状态的指示
2	检测寄存器 (Check REG)	1	默认值
3	电压参数寄存器 (Voltage parameter REG)	3	默认值
4	电压寄存器 (Voltage REG)	3	
5	电流参数寄存器 (Current Parameter REG)	3	默认值
6	电流寄存器 (Current REG)	3	
7	功率参数寄存器 (Power parameter REG)	3	默认值
8	功率寄存器 (Power REG)	3	
9	数据更新寄存器 (Data Updata REG)	1	功率、电压、电流状态指示
10	PF 寄存器 (PF REG)	2	PF 脉冲个数，配合状态寄存器使用，掉电后不保存
11	校验和寄存器 (Checksum REG)	1	数据校验和，用于通讯时验证数据包是否完整

表 1 HLW8032 寄存器列表

输入负载的参数如下:P、V 和 I，校准负载的参数是 Pcal、Vcal 和 Ical,那么两个负载之间有什么关系呢？

假设校准负载的参数 Pcal = 100W, Vcal = 220V ,Ical = 0.455A，相应的参数寄存器为 A、B 和 C；输入负载的参数是 P= 400W, V= 110V ,I = 3.636A，那么两个负载之间的关系如下表：

输入负载参数	电压寄存器 (Voltage REG)	电流寄存器 (Current REG)	功率寄存器 (Power REG)
100W/220V/0.455A	B	C	A
400W/110V/3.636A	B*2	C/9	A/4
800W/110V/7.273A	B*2	C/18	A/8

表 2 输入负载与输出寄存器的关系表

从上表可以看出，输入负载参数和相应寄存器的值是成反比关系的，而且是线性的;它们之间的详细关系可以参考设计资料的中的 EXCEL 文件:[<< HLW8032 的 PF 和寄存器与输入负载的关系查询表>>](#)和[<<HLW8032-UART 数据处理表>>](#)

但是由于每一个模块的误差不同，所以这个比例系数都不同，因此每一个模块都需要单独进行校准,所以我们需要给一个已知负载(已知功率、电压和电流的参数)去校准模块，并将相应的寄存器数据存入 EEPROM 内，这一组数据就可以应用于另一组未知负载参数(功率、电压和电流)的计算。

计算方法

从 HLW8032 的芯片原理可以了解到，输入和输出是成线性关的,所以功率、电压和电流的计算公式如下：

$$\text{有效电压} : \text{有效电压} = \frac{\text{校准电压} \times \text{校准电压寄存器值}}{\text{电压寄存器}}$$

其中，校准电压寄存器值是指输入校准电压对应的电压寄存器值；

$$\text{有效电流} : \text{有效电流} = \frac{\text{校准电流} \times \text{校准电流寄存器值}}{\text{电流寄存器}}$$

其中，校准电流寄存器值是指输入校准电流对应的电流寄存器值；

$$\text{有功功率} : \text{有功功率} = \frac{\text{校准功率} \times \text{校准功率寄存器值}}{\text{功率寄存器}}$$

其中，校准功率寄存器值是指输入校准功率对应的电流寄存器值；

以表 2 为例：

标准电压 = 220V，校准电压寄存器值 = B；

标准电流 = 0.455A，校准电流寄存器值 = C；

标准功率 = 100W，校准电压寄存器值 = A；

电量统计

脉冲信号数量统计表 5 是与脉冲信号相关的寄存器,包括数据更新寄存器(Data Updata REG)和 PF 寄存器(PF REG)。脉冲信号相关寄存器	数据更新寄存器 (Data Updata REG) bit7	PF 寄存器(PF REG)	
	High Byte	Middle Byte	Low Byte
17bit	1bit	8bit	8bit

1、脉冲数量统计

PF 寄存器(PF REG)表示 PF 的脉冲个数,当 PF 寄存器(PF REG)发生溢出时,数据更新寄存器(Data Updata REG)的 bit7 会进行取反,PF 寄存器(PF REG)会同时清 0,所以,脉冲信号数量等于

$$PF_{cnt} = k * 65536 + n$$

k 是数据更新寄存器(Data Updata REG)的 bit7 的取反次数;

n 是 PF 寄存器(PF REG)的寄存器值;

2、1 度电对应脉冲数量

a)、由于输入功率与输出 PF 的频率是成正比例的关系,而 PF 的频率的倒数就等于功率寄存器(Power REG)的值;详细的关系可以查看 EXCEL 文件: [《 HLW8032 的 PF 和寄存器与输入负载的关系查询表》](#),所以输入功率和功率寄存器有下表的关系:

输入功率	PF 的输出频率	功率寄存器 (Power REG)	1 度电 的表示方法	1 度电 对应的脉冲个数
1000W	a	1/a	1000W * 1 小时	a*3600
1W	b	1/b	1W*1 小时*1000	b*3600*1000
(校准功率)P	c	1/c		

b)、由上表可以看出:1 度电的 PF 脉冲个数为: 1 度电的脉冲个数 = a*3600;

因为输入功率和功率寄存器成反比关系,即 $1000(W) / a = P(W) / c$,

可以得出 $a = (c*1000)/P$;

那么 1 度电的脉冲个数 = $b*3600 = ((c*1000)/P)*3600$;

0.001 度电的脉冲个数 = $b*3600/1000 = (c/P)*3600$;

注意:脉冲个数有两种统计方式

- 1、MCU 接 HLW8032 的 PF 引脚,统计 HLW8032 PF 的个数,由 MCU 进行脉冲统计;
- 2、MCU 不接 HLW8032 的 PF 引脚,需要能过 TX 口来读取数据更新寄存器(Data Updata REG)的值;

数据更新寄存器(Data Updata REG)的 bit7 的取反次数 k,需要每隔一定时间读取,如果相邻两次的读取时间过长,会丢失取反次数 k,造成电量统计值错误;

说明:一般建议每 30S 时间内,必须要读取一次数据更新寄存器(Data Updata REG)的值;

当 PF 寄存器 (PF REG) 溢出时，数据更新寄存器 (Data Updata REG) 的 bit7 就会取反一次。PF 寄存器 (PF REG) 代表的是功率的脉冲个数，PF 计数 65535 次后会溢出，溢出后从 0 开始计数，所以需要在 PF 计数下一次溢出前读取到数据更新寄存器 (Data Updata REG) 的 bit7 状态。

那么如何判断在多长时间之内必须要需要读取一次数据更新寄存器 (Data Updata REG) 的 bit7 位？

最小读取时间间隔 (单位/秒) = $65536 / (\text{最大输入功率时 PF 的输出频率})$;

因为 PF 的输出频率和输入功率是线性比例的关系，所以也可以给一已知负载，比如 100W，用示波器测出 PF 的输出频率 f，

那么 [最大输入功率时 PF 的输出频率] = $(\text{最大输入功率} / 100W) * f$;

PF 的输出频率，可以参考附件的 EXCEL 表资料 《HLW8032 的 PF 和寄存器与输入负载的关系查询表》