



锐能微第三代单相计量芯片直流测量应用笔记

Data:2016-3-10

Rev: 1.0



版本更新说明

版本号	修改时间	修改内容
V1.0	2016-3-10	创建

目录

1 概述	4
2 确定基本参数.....	4
3 直流 offset 校正.....	4
步骤 1: 寄存器配置:	4
步骤 2: 求有效值平均值.....	4
步骤 3: 直流 OFFSET 校正	5
4 有效值 OFFSET 校正	5
5 电压、电流、功率转换系数确定.....	6
6 功率增益校正.....	6
7 有功偏置 Offset 的校正方法:	6
7.1 5%Ib 点的功率值做为校正依据:	6
7.2 5%Ib 点的电能误差做校正的依据:.....	7
8 实测结果.....	7
8.1 有效值测试.....	7
8.2 功率测试.....	8
8.3 能量（脉冲频率）测试.....	8

1 概述

使用 RN8209 能够实现直流测量，与交流测量的不同点在于需要增加直流偏置校正，校正步骤及实测结果如下。

2 确定基本参数

HFConst 确定公式：

$$\text{HFConst} = \text{INT}[(16.1079 * V_u * V_i * 10^{11}) / (U_n * I_b * E_c)]$$

V_u ：电压通道 ADC 输入信号，一般选择为 0.1~0.22v 左右；

V_i ：电流通道 ADC 输入信号，一般选择为 0.075V

E_c ：电表脉冲常数（用户自定义），如 3200

U_n ：额定电压 V，

I_b ：额定电流 A

其他校表参数清为默认值。

注：根据用户自定义的 E_c 及其他参数确定的 HFConst 的值应不大于 65535。

3 直流 offset 校正

步骤 1：寄存器配置：

SYSCON 中 BIT[1:0]、BIT[3:2]、BIT[5:4]写入 0，配置三路 ADC 为 1 倍增益（也可配置成其他倍数，用户应根据自己的信号大小确定，保证信号在 ADC 的测量范围 0-1V 以内）；
EMUCON 中将 IA/IB/U 三路 ADC 的高通使能关闭，BIT[14]、BIT[6:5]配置为 1；

步骤 2：求有效值平均值

输入接地，读 IA、IB、U 三路的有效值 10 次，分别计算有效值的平均值：

IARMS 平均值

IBRMS 平均值

URMS 平均值

步骤 3：直流 OFFSET 校正

由于有效值读出来为正，而直流 OFFSET 可能为正，也可能为负，因此写入直流 OFFSET 后需要有一验证过程：写入后稳定 2s 后读出有效值与写入前的有效值进行比较，如写入后的值变小趋向 0，则校正完成；如写入后的值变大趋向 2 倍，则前面写入值取反后重新写入。如下：

1、第一次写入

IARMS1 平均值的 BIT[23:8]先写入 DCIAH 寄存器(0X13)，BIT[7:4]后写入 DCL 寄存器(0X16)的 BIT[3:0]

IBRMS1 平均值的 BIT[23:8]写入 DCIBH 寄存器(0X14)，BIT[7:4]写入 DCL 寄存器(0X16)的 BIT[7:4]

URMS1 平均值的 BIT[23:8]写入 DCUH 寄存器(0X15)，BIT[7:4]写入 DCL 寄存器(0X16)的 BIT[11:8]

2、验证

等待 2S 后读 IA、IB、U 三路的有效值 10 次，计算有效值的平均值 IARMS2、IBRMS2、URMS2，若有效值相对于未校正前变小，则校正完成，若值变大为原来的约为 2 倍，则需继续进行下一步操作；

3、取反重新写入

~IARMS1 平均值的 BIT[23:8]写入 DCIAH 寄存器，BIT[7:4]写入 DCL 寄存器的 BIT[3:0]，

~IBRMS1 平均值的 BIT[23:8]写入 DCIBH 寄存器，BIT[7:4]写入 DCL 寄存器的 BIT[7:4]，

~URMS1 平均值的 BIT[23:8]写入 DCUH 寄存器，BIT[7:4]写入 DCL 寄存器的 BIT[11:8]；

4 有效值 OFFSET 校正

在直流 OFFSET 校正完成后，稳定 2s 中，读 IA、IB 电流的有效值 10 次，求各自平均值进行有效值 offset 校正，公式如下：

$IARMSOS = \sim \left[\left(IARMS_{多次平均} \right)^2 / 2^8 \right]_{低16位}$

$IBRMSOS = \sim \left[\left(IBRMS_{多次平均} \right)^2 / 2^8 \right]_{低16位}$

将校正值 IARMSOS 写入电流通道 A 有效值 Offset 补偿寄存器 IARMSOS(0X0E)

将校正值 IBRMSOS 写入电流通道 B 有效值 Offset 补偿寄存器 IBRMSOS(0X0F)

5 电压、电流、功率转换系数确定

表台加 U_n I_b 读出计量芯片电压有效值测量值 V 、电流有效值测量值 I ，计算：

$K_v = U_n / V$;电压转换系数，该系数与寄存器测量值相乘即得到输入的电压 (v)

$K_i = I_b / I$;电流转换系数，该系数与寄存器测量值相乘即得到输入的电流(A)

$K_p = 3.22155 \times 10^{12} / (2^{32} \times \text{HFConst} \times \text{EC})$; EC 脉冲常数

;功率转换系数，该系数与寄存器测量值相乘即得到输入的功率(w)

6 功率增益校正

台体加 U_n 、 I_b ，读出有功功率值（可读多点平均） $P_{\text{测}}$ ，按校正公式计算：

$$\text{ERR} = (P_{\text{测}} \times K_p - U_n \times I_b) / (U_n \times I_b)$$

其中：

$P_{\text{测}}$ ：有功功率寄存器 PowerPA/B（0X26/0X27）值

K_p ：上一步确定的功率转换系数

U_n ：台体施加的电压

I_b ：台体施加的电流

$$\text{PGAIN} = -\text{ERR} / (1 + \text{ERR})$$

如果 $\text{PGAIN} > 0$ ，校正值是 $\text{PGAIN} \times 2^{15}$;

如果 $\text{PGAIN} < 0$ ，校正值是 $\text{PGAIN} \times 2^{15} + 2^{16}$;

将校正值写入功率增益校正寄存器 GPQA/B(0X05/0X06)

7 有功偏置 Offset 的校正方法：

7.1 5% I_b 点的功率值做为校正依据：

表台加 5% I_b 电流、 U_n ，读出计量芯片的功率寄存器值，求至少 20 次平均值 P ，与标准表的功率值 P_0 ，计算功率 offset 值：

$$\text{APOSA} = [P_0 \times (1/K_p) - P] / (1 + \text{GPQA}_{\text{归一化}})$$

P ：芯片测量值平均值

P_0 ：标准表显示功率

K_p ：功率转换系数

$\text{GPQA}_{\text{归一化}}$ ：功率增益归一化值

如果 $\text{APOSA} > 0$ ，校正值是 APOSA

如果 $\text{APOSA} < 0$ ，校正值是 $\text{APOSA} + 2^{16}$

7.2 5%Ib 点的电能误差做校正的依据：

$$APOSA = (P0 * 1 / Kp) * (-err) / (1 + GPQA_{归一化}) \quad (err < 0 \text{ 时})$$

$$= 2^{16} + (P0 * 1 / Kp) * (-err) / (1 + GPQA_{归一化}) \quad (err > 0 \text{ 时})$$

APOSA : 有功功率 offset 校正值
P0: 标准表显示功率
err: 标准表显示误差
Kp: 功率转换系数
GPQA_{归一化}: 功率增益归一化值

将校正值写入有功功率 Offset 校正寄存器 APOSA (0X0A)

注 1): GPQA_{归一化} 计算式:

$$GPQA_{归一化} = GPQA / 2^{15}; \quad GPQA(0X05) \text{ 寄存器最高位} = 0$$

$$GPQA_{归一化} = (GPQA - 2^{16}) / 2^{15}; \quad GPQA(0X05) \text{ 寄存器最高位} = 1$$

2): B 路有功偏置 Offset 校正同 A 路。

8 实测结果

8.1 有效值测试

IA 输入值	1.5mV	3.5mV	5mV	15mV	30mV	45mV	60mV	75mV	90mV	112.5mV
IA 有效值相对误差(%)	-0.452	-1.951	-0.187	-0.011	-0.004	0.003	-0.002	0.000	0.000	0.012
IA 有效值 10 点跳动(%)	0.277	0.101	0.082	0.029	0.014	0.012	0.010	0.009	0.007	0.007

IB 输入值	1.5mV	3.5mV	5mV	15mV	30mV	45mV	60mV	75mV	90mV	112.5mV
IB 有效值相对误差(%)	-0.600	-2.213	-0.056	-0.111	-0.094	-0.040	-0.002	0.000	-0.004	0.020
IB 有效值 10 点跳动(%)	2.040	1.026	0.658	0.235	0.069	0.063	0.053	0.041	0.042	0.021

U 输入值	1.5mV	3.5mV	5mV	15mV	30mV	45mV	60mV	75mV	90mV	112.5mV
U 有效值相对误差(%)	1.174	-1.262	-0.906	-0.091	-0.041	-0.010	-0.004	0.000	-0.020	0.010
U 有效值 10 点跳动(%)	1.498	0.355	0.384	0.193	0.050	0.040	0.028	0.041	0.032	0.022

8.2 功率测试

测试条件 U=75 mV

IA 输入值	1.5mV	3.5mV	5mV	15mV	30mV	45mV	60mV	75mV	90mV	112.5mV
PowerPA 相对误差(%)	0.023	-0.049	-0.017	0.019	-0.021	0.007	-0.023	0.000	0.016	-0.006
PowerPA 10 点跳动(%)	0.734	0.282	0.108	0.137	0.042	0.045	0.041	0.030	0.055	0.025

IB 输入值	1.5mV	3.5mV	5mV	15mV	30mV	45mV	60mV	75mV	90mV	112.5mV
PowerPB 相对误差(%)	0.291	0.134	0.116	0.001	-0.072	-0.069	-0.067	0.000	0.039	0.20
PowerPB 10 点跳动(%)	3.696	0.838	1.238	0.278	0.105	0.089	0.055	0.045	0.088	0.035

8.3 能量（脉冲频率）测试

测试条件 U=75 mV

IA 输入值	1.5mV	3.5mV	5mV	15mV	30mV	45mV	60mV	75mV	90mV	112.5mV
EA 相对误差(%)	0.427	0.016	0.013	0.020	-0.014	-0.010	-0.017	0.000	0.006	-0.009
EA 10 点跳动(%)	0.153	0.147	0.065	0.041	0.068	0.023	0.055	0.020	0.036	0.026

IB 输入值	1.5mV	3.5mV	5mV	15mV	30mV	45mV	60mV	75mV	90mV	112.5mV
EB 相对误差(%)	0.829	0.052	0.025	0.041	-0.034	0.000	-0.015	0.000	0.042	0.077
EB 10 点跳动(%)	1.051	0.290	0.337	0.114	0.069	0.069	0.051	0.047	0.021	0.019