

FM33A0xx 国网送样打分说明

针对 698 协议国网单相表送样测试的打分情况,对于计量芯片及硬件电路部分,有以下提分建议供参考。

所有补偿处理仅针对国网送样,实际生产时,请保护区关闭所有补偿功能。

1、电压影响

电压影响补偿功能同 FM3318 标准国网表的处理。

[通讯命令和方法请参考 附件 A-电压影响补偿](#)

2、自热影响

V1.26b 及以后的 698 标准国网表支持软件自热补偿。

v1.27c 及以后的 698 标准国网表支持软件和硬件两种自热补偿方式。

软件补偿说明:

当火线电流>自热补偿电流值(保护区可配置,默认 59A)时,开始累计时间,程序根据设置的时间和补偿值进行相应的补偿处理,最大可补偿 16 个点,最大补偿时间 130 分钟。时间单位:分钟。

[通讯命令和方法请参考 附件 B 软件自热补偿说明](#)

硬件补偿说明:

所谓硬件补偿是指通过调整计量芯片基准电压的温度系数,实现自热补偿。温度系数需通过实际测试后,在厂内模式下,通过通讯命令修改相关寄存器的方式来实现。

[通讯命令和方法请参考 附件 B 硬件自热补偿说明](#)

硬件调整建议:

电压采样回路中器件选择不同温度系数(1M~1k),进行互补,锰铜温度系数和计量芯片温度系数形成互补,最后所有影响器件的温度系数互补在 0ppm 左右。

3、奇次谐波

奇次谐波建议与计量芯片厂商进行沟通（8209C 建议在 32.478° 进行误差校正/保证台体稳定性和精度）。

4、误差变差影响—HT7017

698 标准国网表程序可自动识别 5000:1 和 8000:1 的 HT7017 计量芯片。

为提高国网送样打分，程序支持以下功能：

- 1、计量芯片工作频率支持 1M 或 2M，默认 2M；
- 2、支持移采样点相位校正的 64H 寄存器的读写操作(8000:1 芯片)。

国网送样时，若采用 8000:1 芯片，建议 **0.5L**，**IB** 点相位校正的误差，通过移采样点的方式进行校正，即调整 **64H** 寄存器的方式。具体请参考相关手册说明。

但考虑客户生产的兼容性，标准表的功率校表仍保持原来的相位调校方式，即补偿 6DH 寄存器，同时支持 64H 寄存器的读写功能。

64H 寄存器的校表精度为 0.027%/bit，原相位校正寄存器 6DH 的校表精度约 0.004%/bit，送样时，可采用 64H 为主，6DH 精调，2 个寄存器并用的方式以达到更精确的误差值。

软件只能做一部分的补偿，国网的高分还需要硬件的配合和处理。

5、温升

建议改善方式：器件改善、发热器件位置优化、一体化结构等。

6、非通信状态功耗

建议改善方式：特定 LDO 器件、选表、优化各供电电路功耗等。

7、常温及高低温日计时调校

常温日计时调校功能请参考[附件 C-FM33A0xx 芯片通信调整时钟误差说明](#)。

高低温日计时精调功能请参考[附件 D- FM33A0xx RTC 高低温调校使用说明](#)。

附件 A 电压影响补偿

补偿说明：

为解决电压变化对电表小电流误差的影响，对电表在 5%IB~10%IB 电流时，对部分电压点进行相应的补偿处理，具体如下表所示：

序号	功率因数	电压值	补偿值地址	程序判断电压范围 (电压值±3V)
1	1.0	115% Un	0xA1	250V ~ 256V
2	1.0	110% Un	0x A2	239V ~ 245V
3	1.0	90% Un	0x A3	195V ~ 201V
4	1.0	80% Un	0x A4	173V ~ 179V
5	0.5L	110% Un	0x A5	239V ~ 245V
6	0.5L	90% Un	0x A6	195V ~ 201V

备注：

电流判断范围：100mA~750mA

功率因数范围： $\cos\varphi > 0.9$ 默认为 1.0 点； $0.4 < \cos\varphi < 0.6$ 默认为 0.5L 点

补偿过程：

电压变化影响补偿过程应在 1.0，5%IB 点校表完成后，表台加 1.0，5%IB 电流，分别调整电压到各补偿值，进行相应的补偿操作。

具体步骤：

- 1) 1.0, 115%Un 点补偿
 - a) 表台加 1.0，115%Un，5%IB 电流；
 - b) 待表台稳定后，根据表台当前误差示值，在原功率偏置校正寄存器的基础上进行微调，调整后的值写入对应的地址中(例 1.0，115%IB 点的地址为 0xA1)，读取功率偏置校正寄存器，应等于刚写入的数据，否则补偿错误，确认通讯命令是否正确；
 - c) 等误差稳定后，确认补偿后的误差是否满足要求，如不满足，重复步骤 b，直到误差满足要求；

- 2) 调整表台电压及参数，重复 a~c 步，完成其它各点的补偿，功率因数为 0.5L 的补偿点，可在 10%IB 电流时进行补偿操作；
- 3) 对不需要补偿的点，可省略不做，默认为正常电压时寄存器的值；
- 4) 补偿过程中，请不要直接对功率偏置校正寄存器进行写操作，会改变之前正常校表时对应的数据。

通讯读、写补偿值：

每个补偿值均为 2 字节有效数据，通讯命令帧与计量芯片寄存器读、写命令帧格式相同，表格中的地址，为扩展的寄存器地址，用来读、写各点补偿值数据。

1) 读补偿值命令：

发送数据： 68 A0...A5 68 60 01 Addr CS 16

正常应答： 68 A0...A5 68 E0 04 Addr Data CS 16

2) 写补偿值命令：

发送数据： 68 A0...A5 68 61 04 Addr Data CS 16

正常应答： 68 A0...A5 68 e1 00 CS 16

对 HT7017 芯片，写入的 2 字节，分别为 65H 和 76H 寄存器的值。

附件 B 自热补偿说明

软件自热补偿说明：

为解决自热测试对电表误差的影响，增加软件自热补偿功能，当电表电流大于 59A（保护区可配）时，对连续一段累计时间点进行相应的补偿处理，最大补偿时间 130 分钟。

软件自热补偿最大支持 16 个补偿点，每个补偿点参数含 1 字节时间+2 字节补偿值。通讯命令同读写计量芯片寄存器格式，命令中扩展的寄存器地址为 B1、B2、... C0。

数据域格式：寄存器地址+时间+2 字节的补偿值(高字节在前)。

例如：设置第 3 个补偿点的时间为 10 分钟，补偿值数据为 0x1122。则下发的命令中，数据域的顺序为：B3+0A+1122。所有补偿点如下表所示：

序号	时间（min）	补偿值地址
1	T1	0xB1
2	T2	0xB2
3	T3	0x B3
4	T4	0x B4
5	T5	0x B5
6	T6	0x B6
7	T7	0xB7
8	T8	0xB8
9	T9	0x B9
10	T10	0x BA
11	T11	0x BB
12	T12	0x BC
13	T13	0xBD
14	T14	0xBE
15	T15	0x BF

16	T16	0x C0
----	-----	-------

软件自热补偿操作流程：

下面以 RN8029C 为例，详述具体操作流程：

- 1) 正常校表，完成全部步骤；
- 2) 将自热补偿寄存器 B1 设置为 0x010000；

寄存器操作

☐ 全选/反选
☐ 循环读

S	寄存器功能	A	L	默认值	设置	回抄值	抄读
<input type="checkbox"/>	功率A	51	3	000000	<input type="button" value="设置"/>	307F	<input type="button" value="抄读"/>
<input type="checkbox"/>	功率B	50	3	000000	<input type="button" value="设置"/>	0000	<input type="button" value="抄读"/>
<input type="checkbox"/>	补偿点1	B1	3	010000	<input type="button" value="设置"/>	010000	<input type="button" value="抄读"/>
<input type="checkbox"/>	补偿点2	B2	3	000000	<input type="button" value="设置"/>	82307F	<input type="button" value="抄读"/>
<input type="checkbox"/>	补偿点3	B3	3	000000	<input type="button" value="设置"/>	82307F	<input type="button" value="抄读"/>
<input type="checkbox"/>	补偿点4	B4	3	000000	<input type="button" value="设置"/>	82307F	<input type="button" value="抄读"/>
<input type="checkbox"/>	补偿点5	B5	3	000000	<input type="button" value="设置"/>	82307F	<input type="button" value="抄读"/>
<input type="checkbox"/>	补偿点6	B6	3	000000	<input type="button" value="设置"/>	82307F	<input type="button" value="抄读"/>
<input type="checkbox"/>	补偿点7	B7	3	000000	<input type="button" value="设置"/>	82307F	<input type="button" value="抄读"/>
<input type="checkbox"/>	补偿点8	B8	3	000000	<input type="button" value="设置"/>	82307F	<input type="button" value="抄读"/>

- 3) 将台体电流配置为 $U=220V$, $I=I_{max}$, 1 分钟后, 0x05 寄存器的值为 00。

接着每隔 1 分钟记录电表的误差, 直到温差稳定为止。分区记录误差, 并绘制成误差表。

误差分区	累计时间 (min)	误差值 (%)	时间节点	持续时间 (min)	误差平均值
B1	1	24.5	T1 = 4	4	24.6
	2	24.5			
	3	24.8			
	4	24.7			
B2	5	25.21	T2 = 9	5	25.3
	6	25.11			
	7	25.7			
	8	25.32			
B3	9	25.64	T3=13	4	26.4
	10	26.32			
	11	26.48			
	12	26.41			
	13	26.5			
	14				
	15				

- 4) 从步骤 3 所得的误差表，根据误差分区情况，获得时间节点，计算误差均值，整理出 15 个补偿点。每个补偿点由时间节点和“平均误差值”构成。
- 5) 将所有补偿点数据由测试工具界面分别调校写入 EE。
- 6) 电表停电冷却到室温。
- 7) 将台体设置为 $U = 220V$ ， $I = I_{max}$ ，上电。根据步骤 5 计算的补偿数据，持续观察电表误差，验证电表自热补偿效果。

硬件自热补偿说明：

硬件自热补偿功能，在厂内模式下，通过调整相关的寄存器，微调计量芯片基准电压的温度系数，实现自热补偿功能。

硬件自热补偿操作流程：

- 1、完成正常校表流程
- 2、做自热实验，根据自热误差的偏差，计算相应补偿寄存器的值，**通过写寄存器**的方式写入表内：

具体的调整方法，请咨询相关计量芯片公司的技术支持人员。
- 3、调整温度曲线后，会影响 1.0，100%I_b 点误差，请重新调校该点误差，同时验证其它点误差值（理论上不影响其它误差值）。
- 4、重新做自热测试，若误差不理想，请重复之前的操作。

注意：

RN8209C 的硬件自热补偿寄存器 **51H**，只有写寄存器时才会更新，校表初始化和电表初始化命令均不做修改。

HT7017 和 **BL6523GX** 的硬件自热补偿相关寄存器，校表初始化命令会重新赋默认值。*****请特别注意*****

附件C FM33A0xx芯片通信调整时钟误差说明

➤ 原理

将原本由调校仪测量并写入芯片 FLASH 的时钟误差调校值改为在校表时由校表台测量 时钟误差，并通过通信命令下发给电表保存在 EE 中。

➤ RTC 调校流程

- 1.关闭 RTC 温度补偿(表程序自动清零前一次调校值，下发 2 秒后起效)
- 2.测量日误差数据
- 3.下发日误差数据(表程序自动打开 RTC 温度补偿，下发 2 秒后起效)
- 4.检验补偿结果
- 5.检验不通过则重复 1234 步

➤ 通信命令示例

68 01 00 00 00 00 00 68 1F 01 DC CD 16 //关闭 RTC 温度补偿

日误差数据放大 1000 倍后下发,2 字节补码,低字节在前,数据加 0x33 处理

68 01 00 00 00 00 00 68 1F 03 DD 0C 16 //下发+1.234 秒/天

68 01 00 00 00 00 00 68 1F 03 DD 5F 16 //下发-1.234 秒/天

➤ 读调校数据

68 01 00 00 00 00 00 68 1F 01 3C 2D 16//读调校数据

返回值有四个字节

1 //0xc3 表示调校仪调校过

2//常温温度 ADC 微调值

3//常温顶点误差 ppm 值 L

4//常温顶点误差 ppm 值 H

- 注意读回的误差数据是修正到 25°C后 ppm 数据，与下发数据不一样
- 下发日误差精度:0.001 秒/天
- 下发数据格式为 2 字节补码，日误差数据放大 1000 倍后下发，范围 ± 10.000 秒/天 例: +1.234 秒/天: $+1.234 \times 1000 = +1234$ 下发 0x04D2 -1.234 秒/天: $-1.234 \times 1000 = -1234$ 下发 0XFB2E
- 操作权限:厂内模式下操作

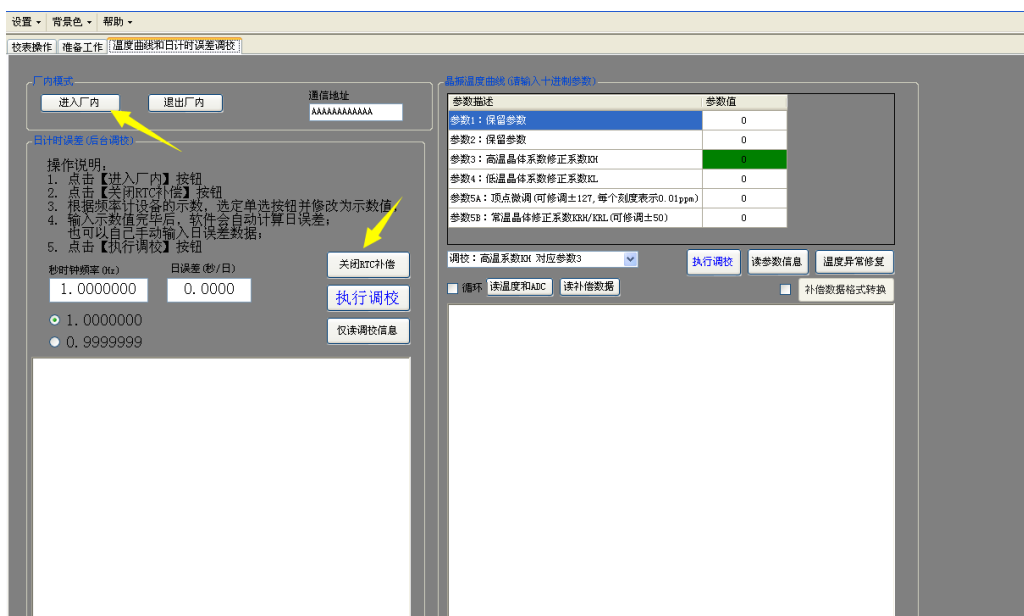
注意:

- 如果一个表使用调校仪调校过，就不能再使用通信命令校准时钟误差，该过程不可逆；
- 如果一次校准没校到位，第二次测量需先清零第一次的校准值(关闭RTC温度补偿自带该功能)，再下发新校准值。
- 生产时对于绝对温度无要求，但需要保证“晶体”和“芯片”温度平衡
- 推荐在 25°C左右的环境温度下进行时钟调校(在晶体顶点温度附近调校的效果最好，温度偏离顶点温度越多，调校效果越差)

附件D FM33A0xx RTC 高低温调校使用说明

一、 常温调校

打开时钟调校软件，点击设置-参数配置，选择合适的串口和波特率，主界面中点击“进入厂内”，使电表进入厂内模式；点击“关闭 RTC 补偿”。

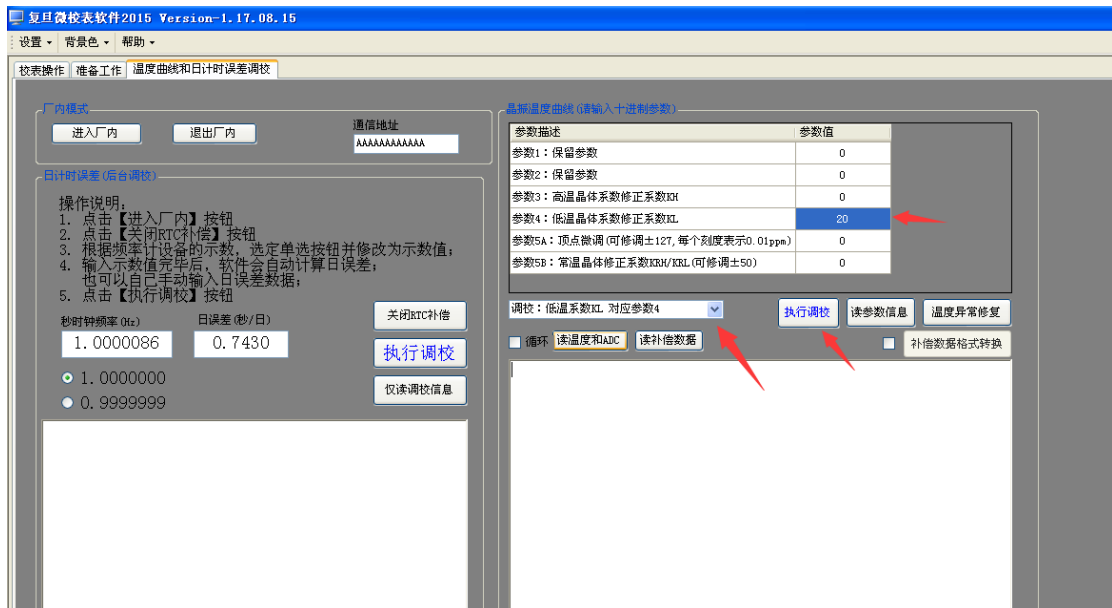


高低温箱温度设置为 25℃，温度恒定后，使用频率计测量 25 度下频率值，在“秒时钟频率”文本框中输入当前时钟频率，“日误差（秒/日）”文本框会根据输入秒时钟频率换算成日误差。点击“执行调校”



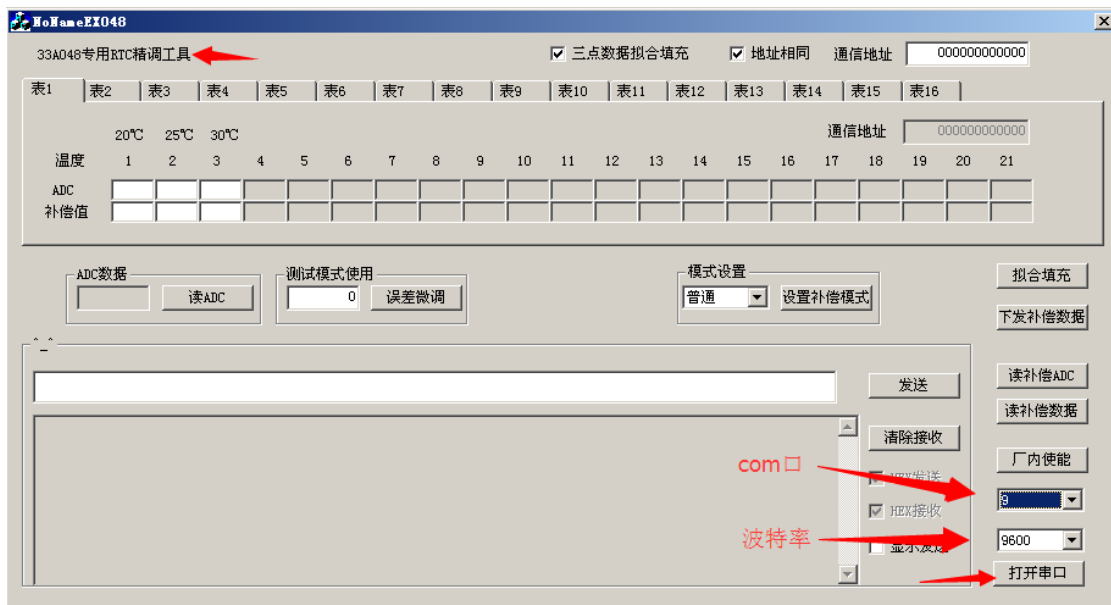
二、 KL 调校

将电表放置在高低温箱中，设置温度为-25℃，待电表温度平衡后，对 KL 值进行调校设置，通过频率计观察，使秒时标输出误差接近 1。

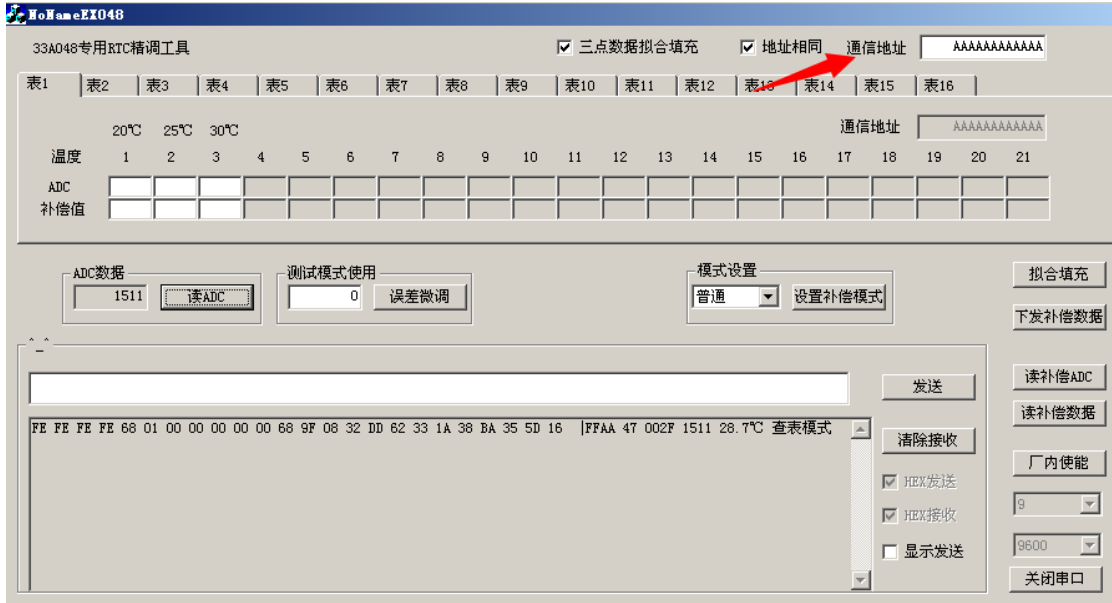


1. 打开 “NoName_EX1.0_A048.exe” 工具

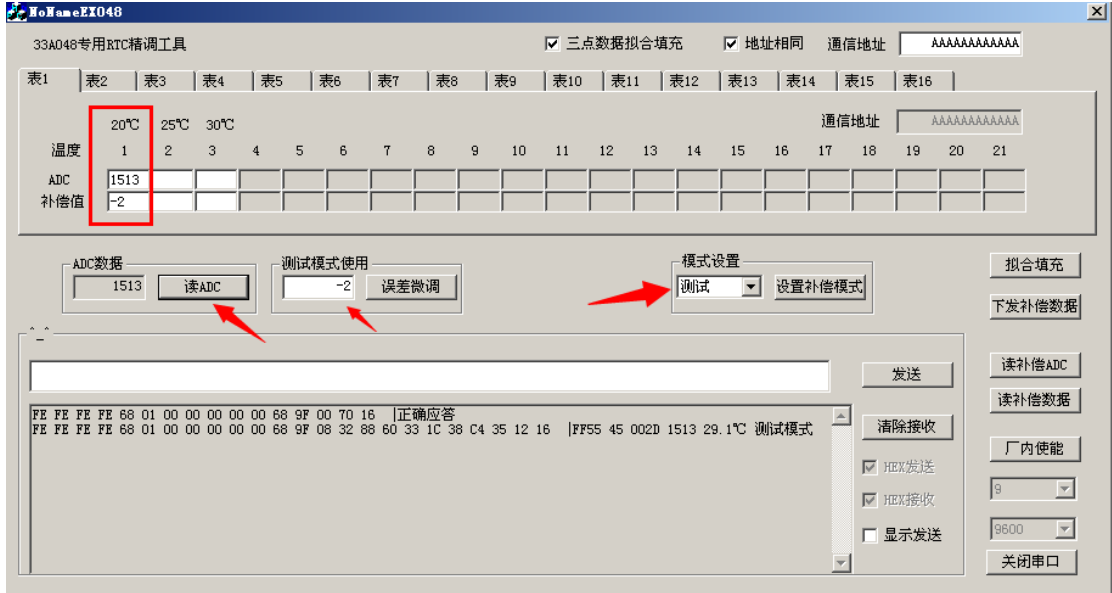
(显示 33A048 专用 RTC 精调工具，与 3318 的精调工具不兼容)，界面如下：
选择 com 口和 9600 波特率之后点击“打开串口”按钮



2. 填写被测电表通讯地址，
可使用全部相同的地址，也可使用不同地址方便测试：



3. 设置补偿模式选择“测试”，
点击“设置补偿模式”（使用三点拟合方法时需保持选中“三点数据拟合填充”）
将温度箱设置为-25℃，等待表内温度平衡以后点击“读 ADC”按钮，会读出 20℃
下的 ADC 值，将读出的 ADC 值写入到红框处的“ADC”一栏。根据此时的 RTC
误差进行误差微调，每一个微调值代表±0.23842ppm（±0.021 秒/天），使用“误
差微调”按钮测试微调值，当写入微调值后，RTC 误差小于±0.119ppm（±0.01
秒/天）时即可将微调值写入到红框处的“补偿值”一栏，如下图所示：



上图中有“表 1”到“表 16”，代表 16 块电表，不同电表 20℃下 ADC 值和微
调值写入对应的 20℃一栏下。超过 16 块表时可开启多个测试上位机同时测试。

按上述方法依次完成测试-27.5℃，-25℃，-22.5℃的“ADC 值”和“补偿值”；

声明：严格按照软件中 20℃---25℃---30℃写入-27.5℃，-25℃，-22.5℃的“ADC值”和“补偿值”；

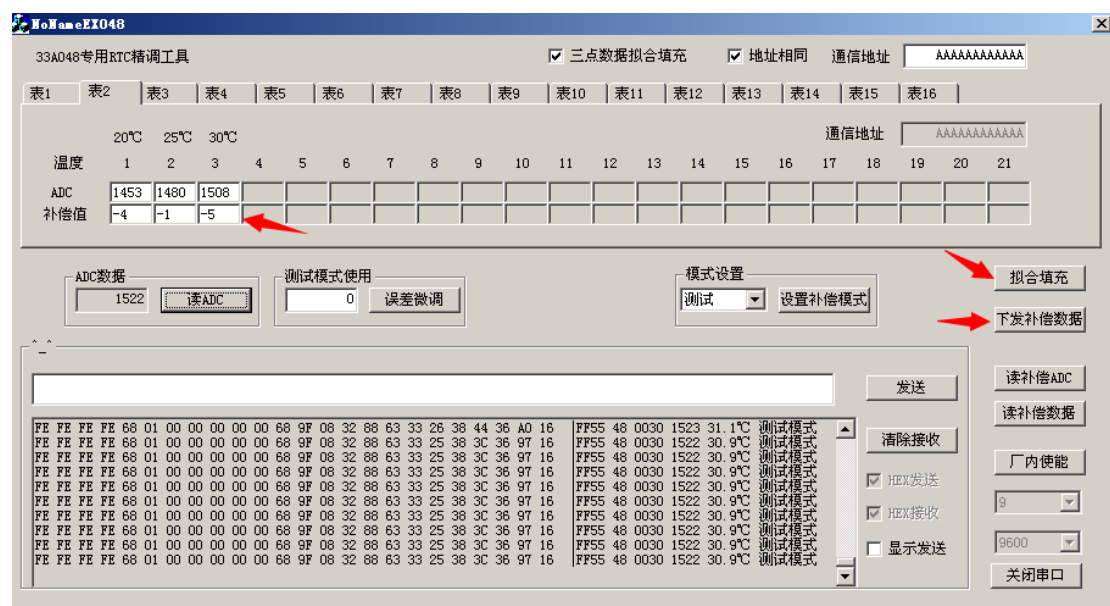
如：-27.5℃ ADC 值和补偿值写入到 20 度对应的一栏中；

-25℃ ADC 值和补偿值写入到 25 度对应的一栏中；

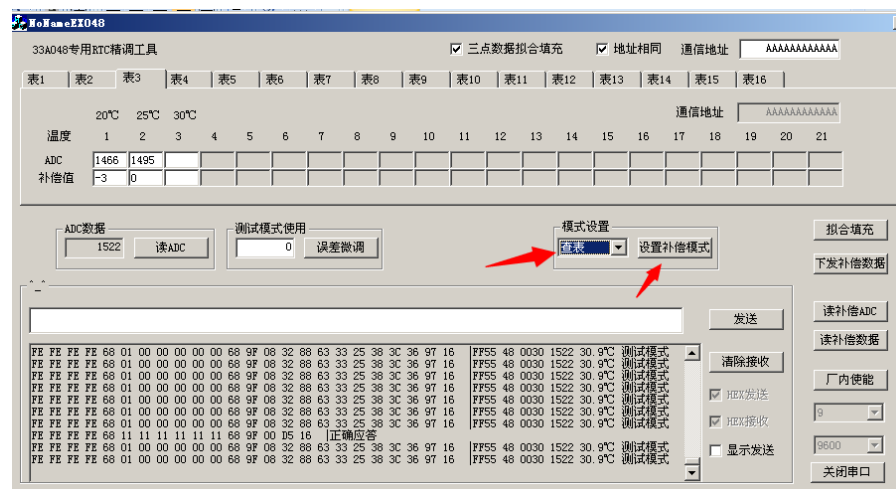
-22.5℃ ADC 值和补偿值写入到 30 度对应的一栏中

为了防止拟合填充数据不规范，温度至少间隔 2.5 摄氏度（前后两个温度点 ADC 值大于 10 以上，否则会报数据异常）

4. 三个温度点都测试完毕后依次点击“拟合填充”，“下发补偿数据”，即可完成。

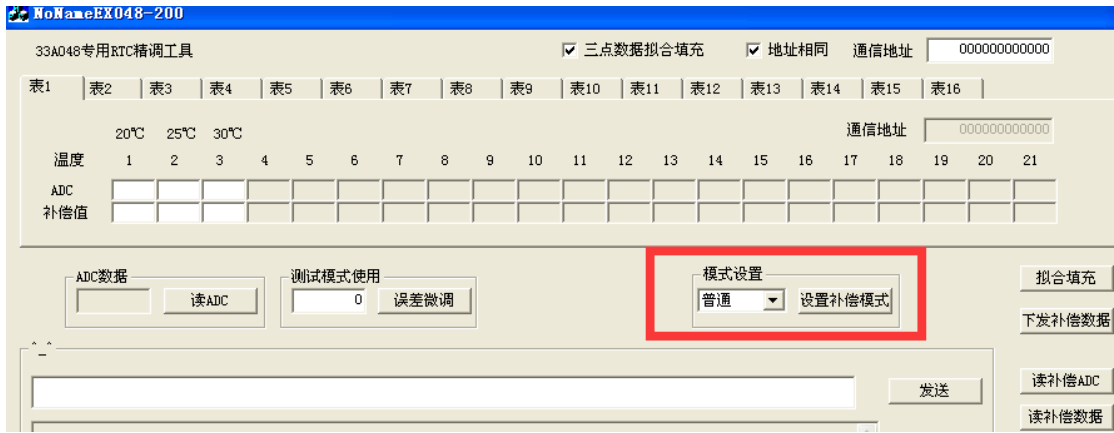


下发补偿数据完成后，选择“查表”点击“设置补偿模式”，即可结束（下发补偿数据按钮会自动打开查表模式），下发后可通过点击“读 ADC”确认补偿模式已经切换到“查表模式”。

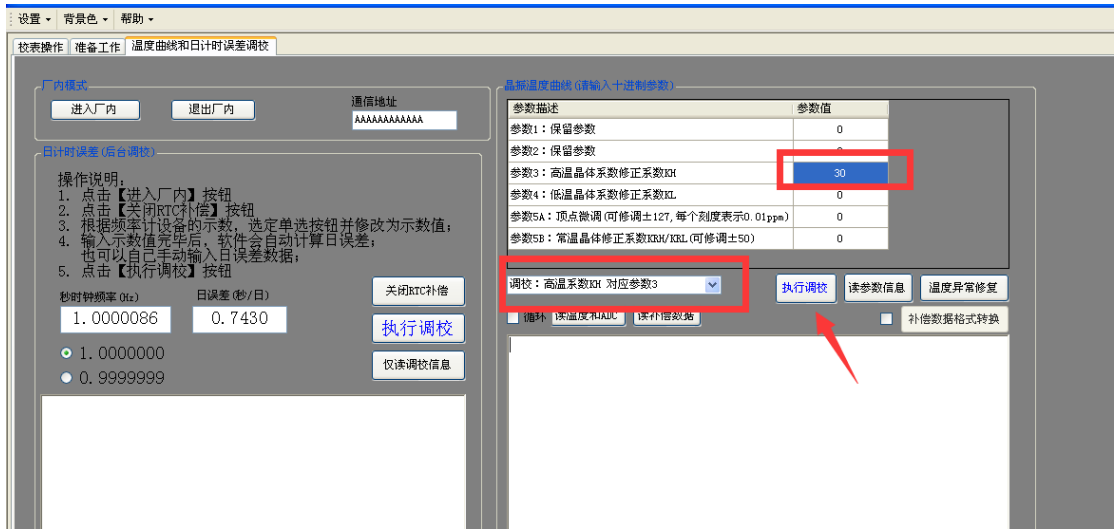


三、KH 调校

将温度箱温度设置为 60℃ ,待电表温度平衡后 ,打开“ NoName_EX1.0_A048.exe ”工具，将电表设置为普通模式，



打开时钟调校软件，设置 KH 修正系数，通过频率计观察，使秒时标输出误差接近 1。



再次打开“ NoName_EX1.0_A048.exe ”工具，完成测试 59℃，62℃，65℃的“ADC 值”和“补偿值”；步骤同低温调校一样。三个温度点都测试完毕后依次点击“拟合填充”，“下发补偿数据”，即可完成。下发补偿数据完成后，选择“查表”点击“设置补偿模式”，即可结束（下发补偿数据按钮会自动打开查表模式）。