



文件名称：RTC 测试与检测仪器使用手册

文件编号：

版本编号：V1.2

文件质量等级：秘密

共 24 页

(包括封面)

拟制：	<u>测试仪器项目组</u>
审核：	_____
会签：	_____
标准化：	_____
批准：	_____



目录

版本变更.....	4
一、仪器概述.....	5
1.1 仪器概述.....	5
1.1.1 功能描述.....	5
1.1.2 测试软件框图.....	5
1.1.3 仪器面板接口.....	6
1.2 上位机与测试仪连接示意图.....	6
1.3 上位机与测试仪连接流程图.....	6
1.4 上位机软件与测试仪连接流程.....	7
1.4.1 软件安装要求.....	7
1.4.2 软件环境安装.....	7
1.4.3 检测连接状态.....	7
二、频率测量.....	8
2.1 频率测量连接框图.....	8
2.2 频率测量流程图.....	9
2.3 频率测量操作流程.....	9
2.3.1 打开上位机程序并连接到设备.....	9
2.3.2 信号输入.....	10
2.3.4 设置参数.....	10
2.3.5 开始检测.....	10
2.3.6 结束检测.....	10
2.3.7 导出数据.....	11
频率检测注意事项.....	11
三、相位测量.....	11
3.1 相位测量连接框图.....	11
3.2 相位测量流程图.....	12
3.3 相位测量操作流程.....	12
3.3.1 打开上位机程序并连接到设备.....	12
3.3.2 相位信号输入.....	12
3.3.3 打开检测端口.....	13
3.3.4 开始检测.....	13
3.3.5 结束检测.....	13
3.3.7 导出数据.....	13
3.3.8 相位测试错误码.....	14
四、通信连接测试.....	15
4.1 通信连接示意图.....	15
4.2 通信连接流程.....	15
4.3 通信接口协议.....	16
4.2.1 端口定义.....	16
4.2.2 数据帧格式.....	16
4.2.3 CRC-8 校验.....	17
4.3 通信连接操作流程.....	18



4.3.1 打开上位机程序并连接到设备.....	18
4.3.2 与客机接口连接.....	18
五、读写 RTC 寄存器	19
5.1 读写 RTC 连接示意图.....	19
5.1.1 读写 RTC 连接示意图.....	19
5.2 读写 RTC 流程图	19
5.3 读写 RTC 流程操作	20
5.3.1 确认连接状态.....	20
5.3.2 读 RTC 寄存器	20
5.3.3 写 RTC 寄存器	21
六、参数补偿（相位）	22
6.1 参数补偿连接示意图.....	22
6.1.1 参数补偿连接示意图.....	22
6.2 定点测试流程示意图.....	22
6.3 定点参数补偿测试流程.....	23
6.3.1 确认连接状态.....	23
6.3.2 开始定点补偿.....	23
6.3.3 温度点完成.....	23
6.3.4 开启下一个温度点.....	24
6.3.5 完成测试（停止测试）	24
6.3.6 数据结果分析.....	25



版本变更

V1.0:

最初发布版本

V1.1:2023-8-31

添加了软件安装环境说明

V1.2: 2023-9-14

修改了相位检测端口接线颜色解析错误的问题

大普通信



一. 仪器概述

1.1 仪器概述

1.1.1 功能描述

本仪器是一款针对高精度 RTC 产品修调和测试的仪器，可用于实验室全温区高精度修调参数测量和拟合、用于产线修调由于生产带来频率整体漂移或者现场问题定位测试及监测 RTC 状态（包含频率测量，总线监控等功能）；且内置超高精度时钟参考，适时 GPS 同步，解决客户高精度 RTC 需求和问题精准测量定位。

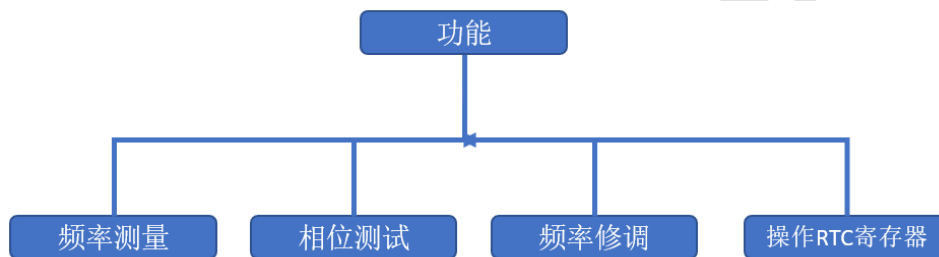


图 1-1 主要功能图

1.1.2 测试软件框图

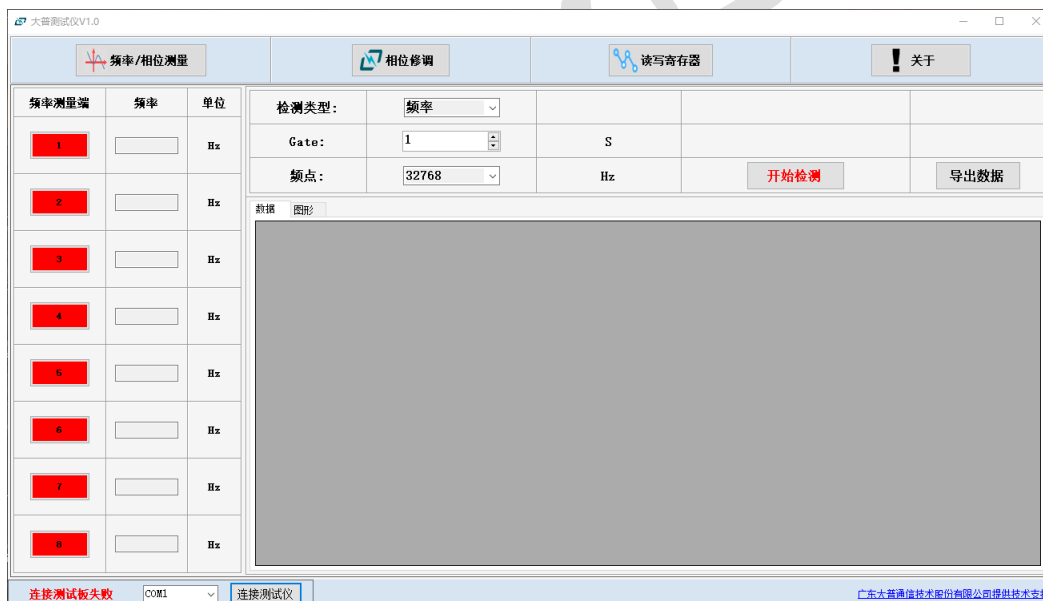


图 1-2 测试软件框图



1.1.3 仪器面板接口



图 1-3 仪器面板图

1.2 上位机与测试仪连接示意图



图 1-4 上位机与测试仪连接示意图

1.3 上位机与测试仪连接流程图

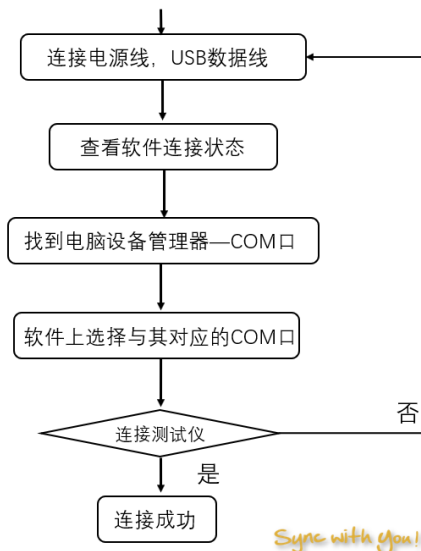


图 1-5 上位机与测试仪连接流程图



1.4 上位机软件与测试仪连接流程

1.4.1 软件安装要求

- (1) Windows7SP1(Win7 专业版)&Win8 以上机型
- (2)支持(USB)虚拟串口
- (3).NET4.6.1 及以上

满足(1)的电脑就可以通过安装驱动,来满足(2)(3),具体驱动见文件夹<软件环境>内自行安装

1.4.2 软件环境安装

虚拟串口驱动:

WIN7: VCP_V1.5.0_Setup_W7_x64_64bits.exe(64 位)

WIN10: VCP_V1.5.0_Setup_W8_x64_64bits.exe(64 位)

NET4.6.1:提供 net4.6.1 离线安装包(如果安装有更高级的 NET,不安装 4.6.1 也可以使用)

1.4.3 检测连接状态

当出现如图 1-6 连接失败的情况时,首先先检测是否按图 1-4 正确连接,其次打开**电脑设备管理器**界面,打开**端口 (COM 和 LPT)**,找到 USB 串行设备,如图 1-7,得到测试仪设备串口是 COM12(注:每台测试设备,不同电脑的 COM 均不同)。



图 1-6 连接失败图

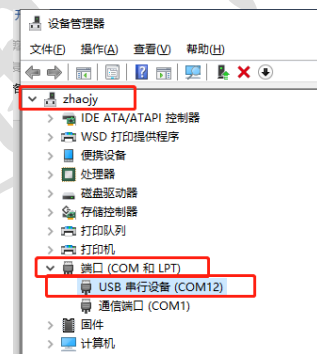


图 1-7 设备管理器端口

其次在软件左下角,点击“连接测试仪”左边的下拉框,选择 1-7 中与设备管理器端口对应端口号,然后点击“连接测试仪”按钮,如若测试板已连接,会显示如图 1-8 的样式,如连接仍失败,则会显示 1-9 的样式。

此时需要再次确认连接线是否正常,COM 口是否选择正确。

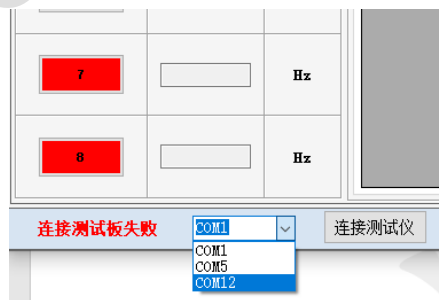


图 1-7 串口选择框图

连接成功: 左边字样会变成“测试板已连接”,下拉框会无法选定,按钮字样会变成“断开测试仪”,如图 1-8。

连接失败: 左边字样会变成“连接测试板失败”,下拉框会无法选定,按钮字样会变成“断开测试仪”,如图 1-9。



图 1-8 连接成功

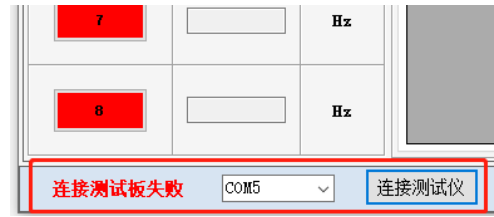


图 1-9 连接失败

二、频率测量

2.1 频率测量连接框图

仪器频率测量，提供类似频率计仪器功能，可以针对不同频点、不同精确度的频率进行测量，本仪器提供 8 通道测量输入口，精度高达 $\pm 10\text{ppb}$ 检测精度。测量连接图如下所示。



图 2-1 频率测量测试框图



2.2 频率测量流程图

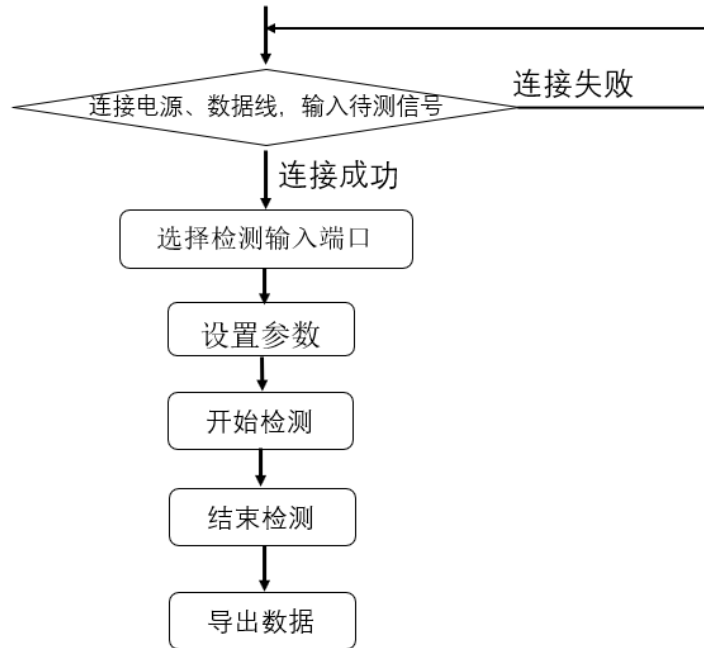


图 2-2 频率测量流程图

2.3 频率测量操作流程

2.3.1 打开上位机程序并连接到设备

首先打开上位机程序，确保已正确连接到频率检测设备。若连接失败，请检查连接线是否连接稳定，设备连接详情参考 1.5 软件设置。

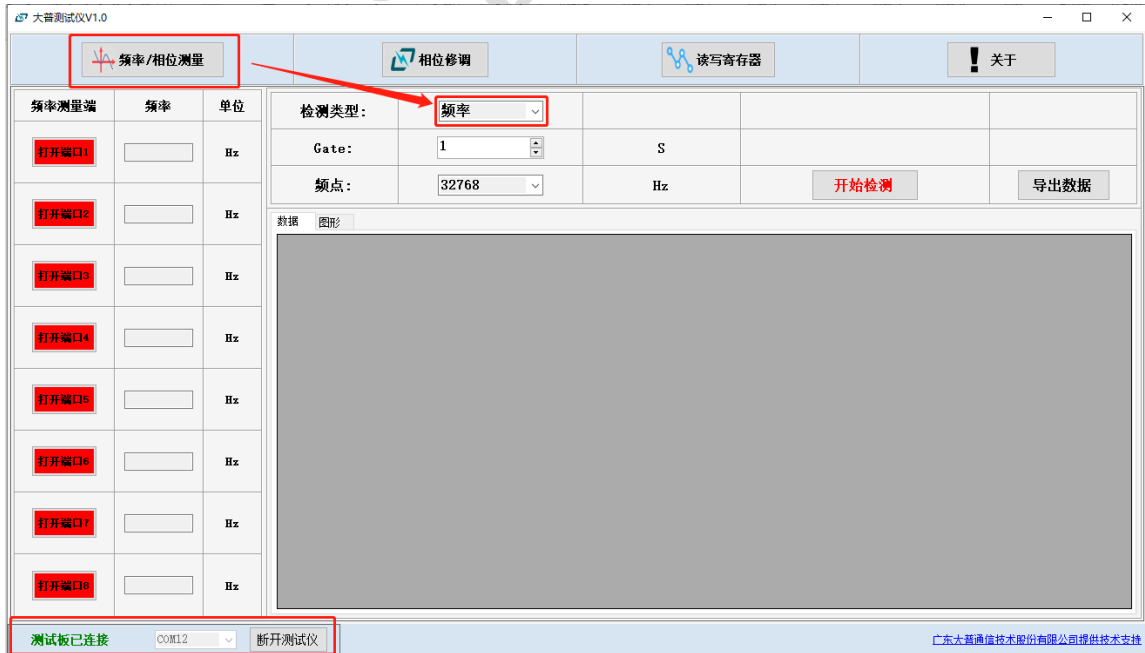


图 2-3 频率/相位测量界面



2.3.2 信号输入

打开频率/相位测量界面，检测类型选择“频率”，频率信号由8个SMA频率输入口输入频率，管脚分布如图2-4。

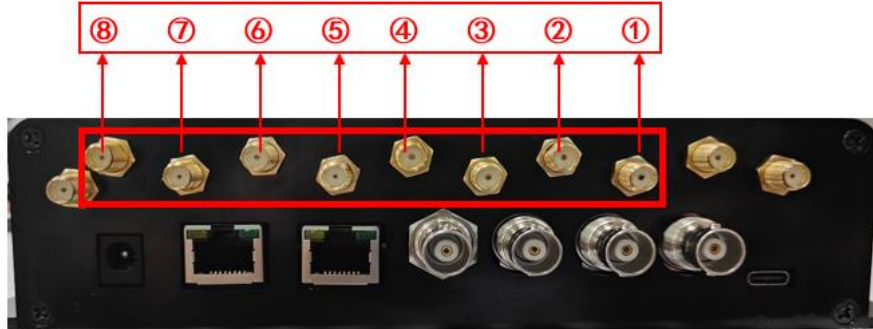


图 2-4 管脚分布

2.3.4 设置参数

根据实际需求，设置相应的参数，如图2-5。

采集频点：待测信号的中心频率，可任意配置，支持1K~100MHz以下的频率检测；

Gate值：采样时间，可选0.125秒档/0.5秒档/1秒档/4秒档/8秒档。

检测类型：	频率		
Gate：	1	S	
频点：	32768	Hz	开始检测

图 2-5 设置测试频率的参数

2.3.5 开始检测

点击“开始检测”按钮，启动频率检测功能；在测量过程中，可以实时观察到当前频率的变化，如图2-6所示。

2.3.6 结束检测

当需要停止检测时，点击“停止检测”按钮，如图2-6所示。

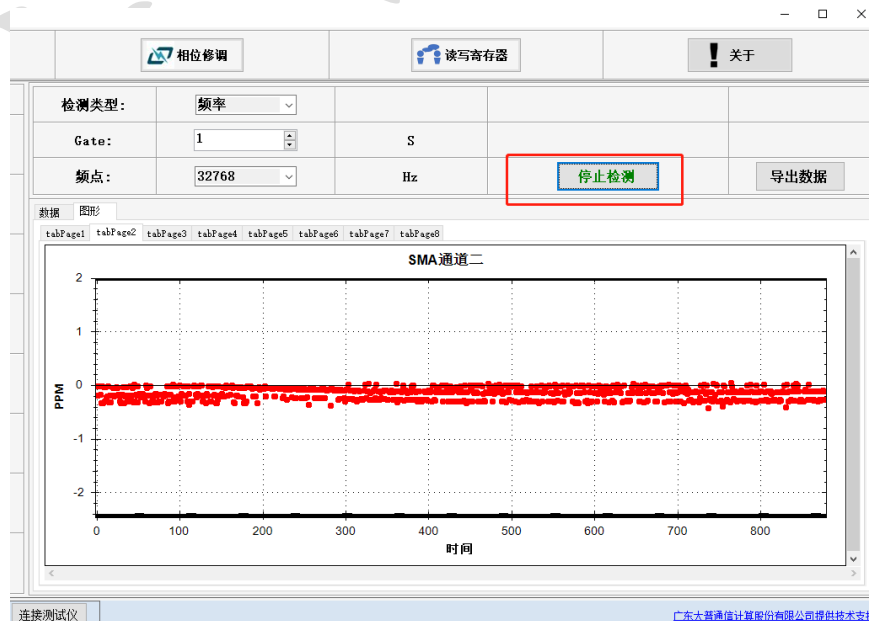


图 2-6 测试频率



2.3.7 导出数据

如果需要将测量结果导出到其他文件或软件中，可以使用“导出数据”功能，将结果保存为 Excel 格式的文件；点击“导出数据”按钮以后会弹出文件要保存的位置信息，文件命名等如图 2-7 所示；在填选好文件名称，已经保存位置后，点击“保存 (s)”即可保存测试数据。

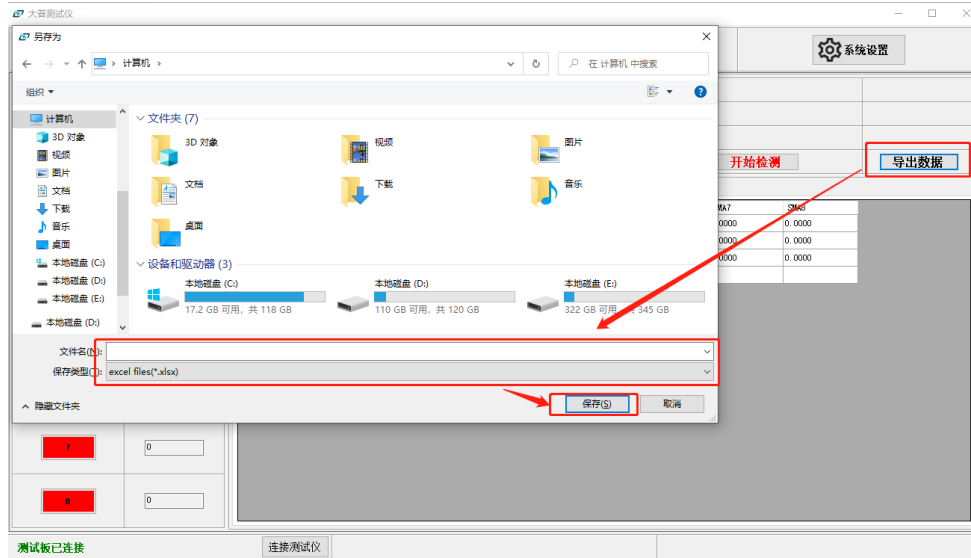


图 2-7 频率测试保存数据

端口未打开	管脚没有输入	无频标源	输入过大	输入过小
0	-1	-2	-3	-4

频率检测注意事项

在进行频率检测之前，应该先了解被测系统的频率范围，并设置合适的参数。
在测量过程中，避免频繁调整参数，以免影响测量精度。

三、相位测量

3.1 相位测量连接框图

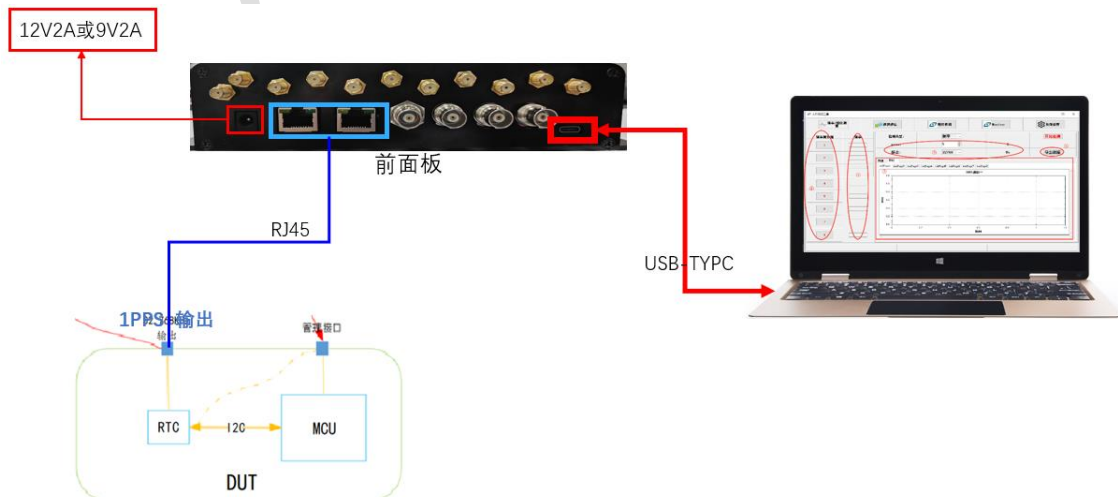




图 3-1 相位测试连接框图

3.2 相位测量流程图

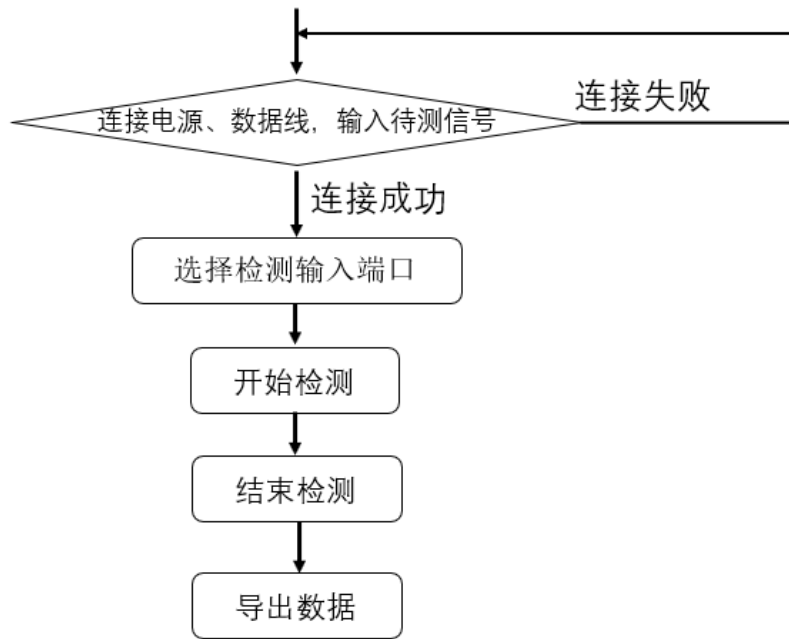


图 3-1 相位测量流程图

3.3 相位测量操作流程

3.3.1 打开上位机程序并连接到设备

首先保证测试仪与上位机之间正常连接，相位输入连接如图 3-1；然后打开上位机程序，确保已正确连接到检测设备，若连接失败，请检查连接线是否连接稳定。

3.3.2 相位信号输入

由相位测试端口（图 3-3 中 INT*8 输入）输入 1PPS 待测信号，输入的信号由 2 个 J45 口分成 8 组相位检测输入端，具体端口分布如表 3.1 所示。

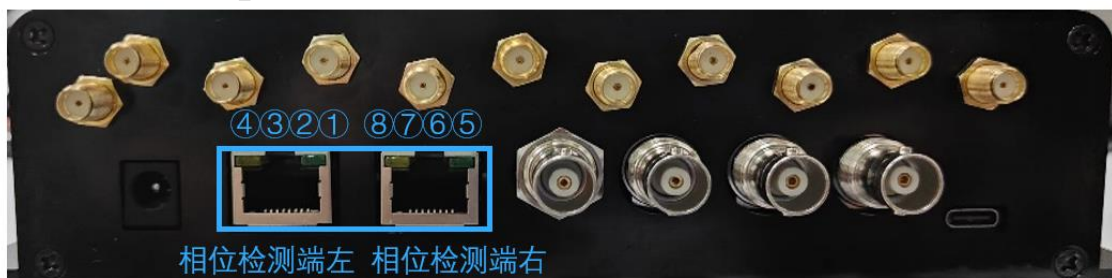


图 3-3 相位检测端口



相位检测端口(左)：

相位检测通道	通道四		通道三		通道二		通道一	
水晶头对应的颜色	棕 int4_gnd	白棕 int4	绿 int3_gnd	白蓝 int3	蓝 int2_gnd	白绿 int2	橙 int1_gnd	白橙 int1

相位检测端口(右)：

相位检测通道	通道八		通道七		通道六		通道五	
水晶头对应的颜色	棕 int8_gnd	白棕 int8	绿 int7_gnd	白蓝 int7	蓝 int6_gnd	白绿 int6	橙 int5_gnd	白橙 int5

表 3.1 相位检测端口对应水晶头连线

3.3.3 打开检测端口

在主界面上，打开所需的检测端口，检测类型选择“相位”，如图 3-4 所示。

3.3.4 开始检测

点击右侧“开始检测”按钮，启动相位检测功能。在测量过程中，可以实时观察到当前频率的变化如图 3-4 所示。



图 3-4 相位检测界面

3.3.5 结束检测

当需要停止检测时，点击“停止”按钮即可。如图 3-5 所示

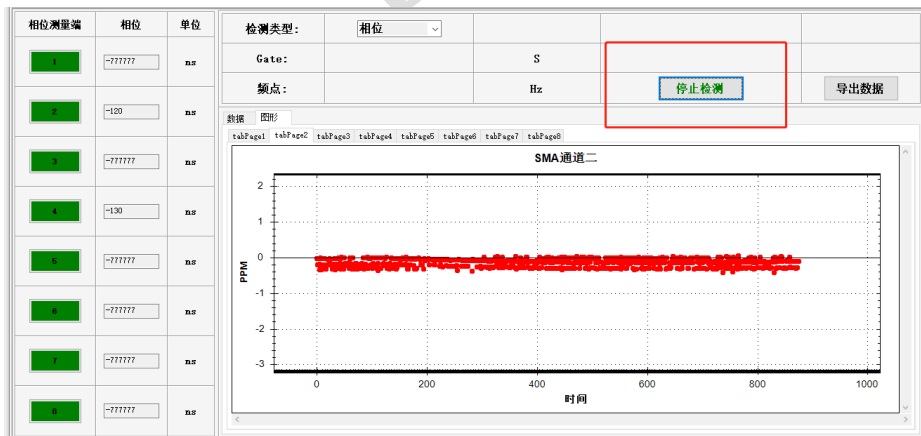


图 3-5 相位检测停止界面

3.3.7 导出数据

如果需要将测量结果导出到其他文件或软件中，可以使用“导出”功能，将结果保存为 Excel 格式的文件。如图 3-6 所示。

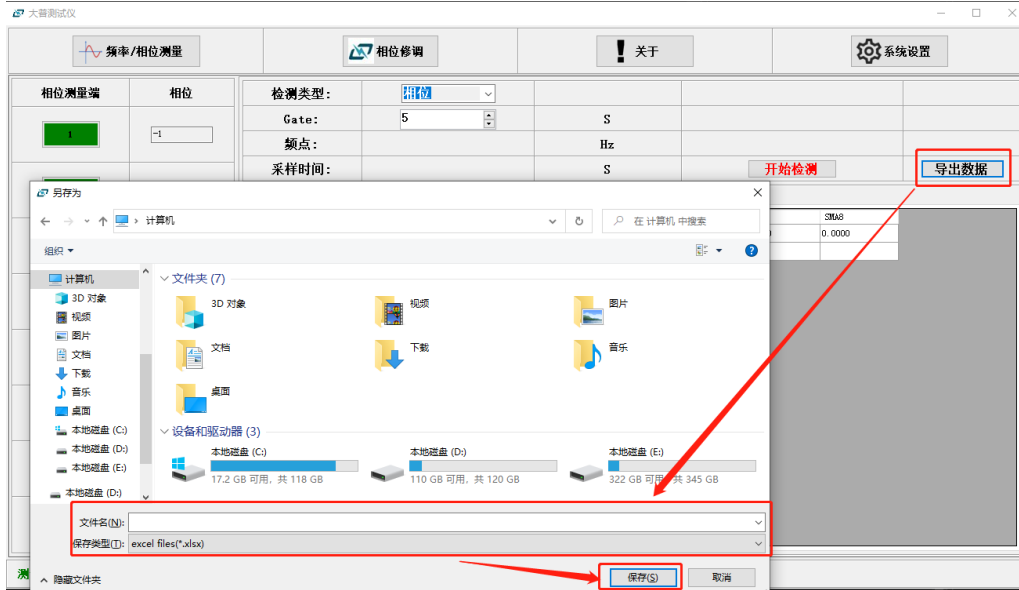


图 3-6 相位测量保存数据

3.3.8 相位测试错误码

端口未打开	相位偏差过小	相位偏差过大	管脚无输入
0	-999999	999999	-777777

注意事项：

在测量过程中，避免频繁调整参数，以免影响测量精度。



四、通信连接测试

4.1 通信连接示意图

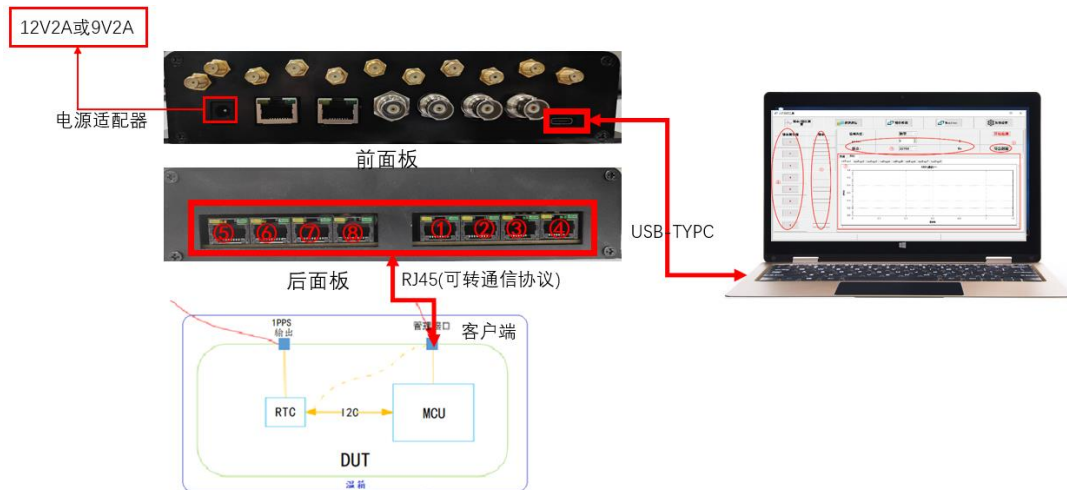


图 4-1 通信连接示意图

4.2 通信连接流程

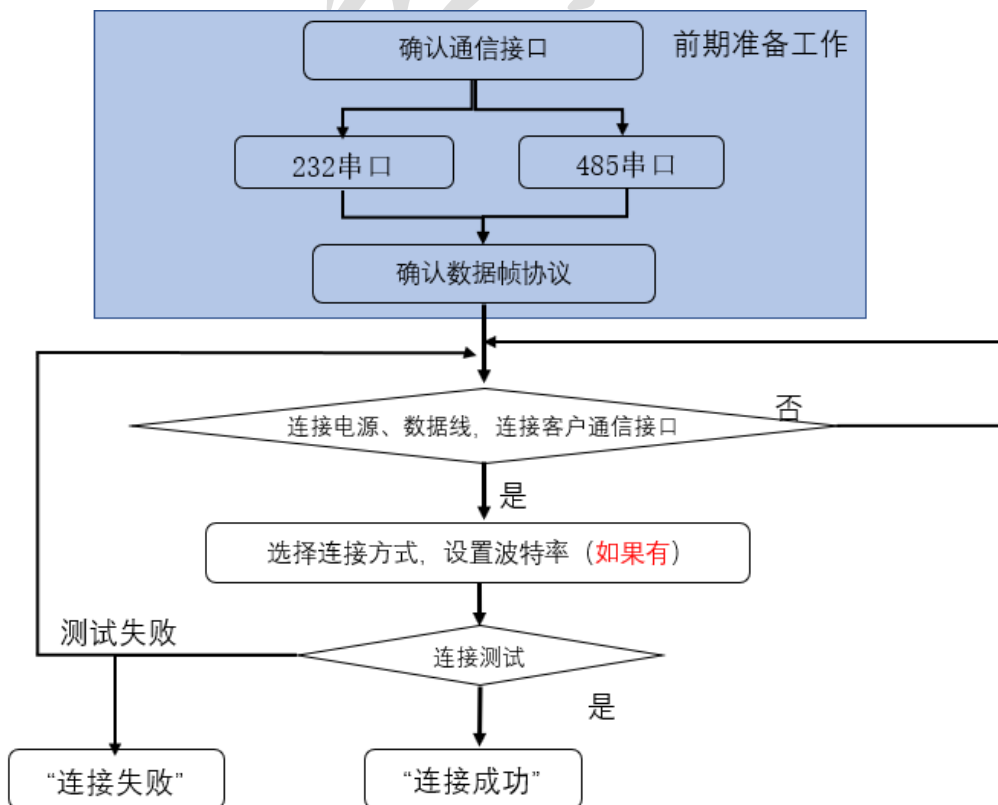


图 4-2 通信连接流程图



4.3 通信接口协议

4.2.1 端口定义

通信端口采用 RJ45 网口，针对不同的使用协议，开发的定义也有所不同。

RJ45 转 232 端口定义：

由 RJ45 引出橙线(RX)接入客机 TX 端口，RJ45 白绿线(TX)接客机 RX 端口，白蓝接客机的 GND 端口，余下可置空；定义图如图 4-3 所示。

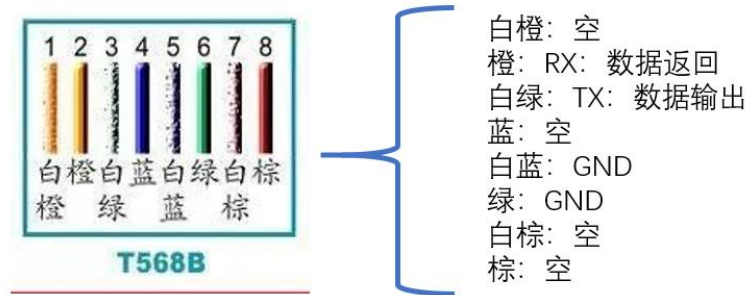


图 4-3 232 接线定义示意图

RJ45 转 485 端口定义：

由 RJ45 引出 5 条信号线：白橙(RX-)接入客机 TX-端口，橙(RX+)接入客机 TX+端口，白绿(TX+)接入客机 RX+端口，蓝(TX-)接入客机 RX-端口，白蓝（或绿）接入客机的 GND 端口，余下可置空；定义图如图 4-4 所示。

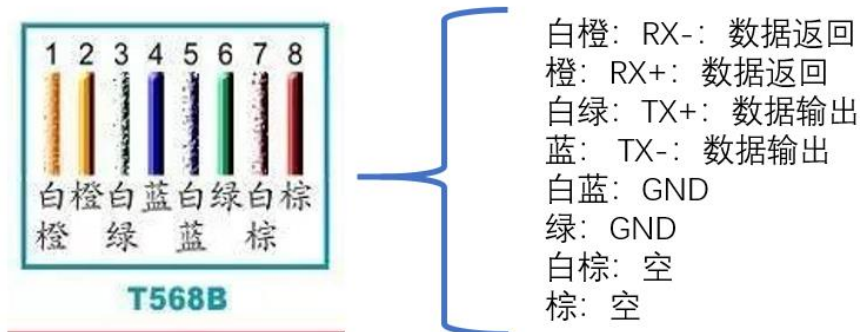


图 4-4 485 接线定义示意图

4.2.2 数据帧格式

无数据传输数据帧格式：

24 DB 10 06 00 00

[byte0] [byte1]： 24 DB——帧起始标志

[byte2]： 10——功能位

[byte3]： 06——数据帧长度

[byte4]： 00—— CRC-8 校验码

[byte5]： 00——保留



有数据传输数据帧格式：

24 DB 11 08 00 00 25 1A

[byte0] [byte1]: 24 DB——帧起始标志

[byte2]: 11——功能位

[byte3]: 08——数据帧长度

[byte4]: 00——CRC-8 校验码

[byte5]: 00——保留

[byte6]: 25——数据位 1

[byte7]: 1A——数据位 2

测试仪--客户之间指令			
指令名称	发送的指令	返回的指令	返回解析
握手	24 DB 01 06 00 00	24 DB 01 07 00 00 C0	C0 为成功，其余为失败
读取 RTC 寄存器指令	24 DB 10 07 00 00 17	24 DB 10 07 00 00 19	19 为寄存器 0x17 的值
写入 RTC 寄存器指令	24 DB 11 08 00 00 25 1A	24 DB 11 07 00 00 1A	Value 写入 Reg 后，此时的 RTC 寄存器 0x25 的值 1A
读取当前温度、补偿值	24 DB C1 06 00 00	24 C1 01 08 00 00 1A 19 00	byte[6],byte[7],分别对应: 0x25, 0x26 寄存器

4.2.3 CRC-8 校验

CRC8 即最终生成的 CRC 校验码为 1 字节，其生成多项式，生成多项式为 $g(x)=x^8+x^5+x^4+1$ ，相当于 $g(x)=(1*x^8)+(0*x^7)+(0*x^6)+(1*x^5)+(1*x^4)+(0*x^3)+(0*x^2)+(0*x^1)+(1*x^0)$ ，即对应的二进制数为 100110001。

CRC8 标准生成多项式 CRC-8: $x^8+x^5+x^4+1$ 0x31 (0x131)。

由于多项式的最高为都为 1，并且在代码的 CRC8 计算中，最高位也是不使用的，所以在多项式记录时都去掉了最高位。

CRC-8 试例

```
uint8_t crc8(const uint8_t *data, size_t len)
{
    const uint8_t generator = 0x07;
    uint8_t crc = 0;
    size_t i, j;
    for (i = 0; i < len; i++) {
        crc ^= data[i];
        for (j = 0; j < 8; j++) {
            if (crc & 0x80) {
                crc = (crc << 1) ^ generator;
            } else {
                crc <<= 1;
            }
        }
    }
    return crc;
}
```



4.3 通信连接操作流程

4.3.1 打开上位机程序并连接到设备

首先保证测试仪与上位机之间正常连接，通信连接如图 4-1；然后打开上位机程序，确保已正确连接到检测设备，若连接失败，请检查连接线是否连接稳定。

4.3.2 与客机接口连接

选择相位修调页面，根据客户使用情况，可以选择合适的连接方式进行连接如图 4-5（左）；232、485 可以选择不同的波特率进行通信；如图 4-5（右）。

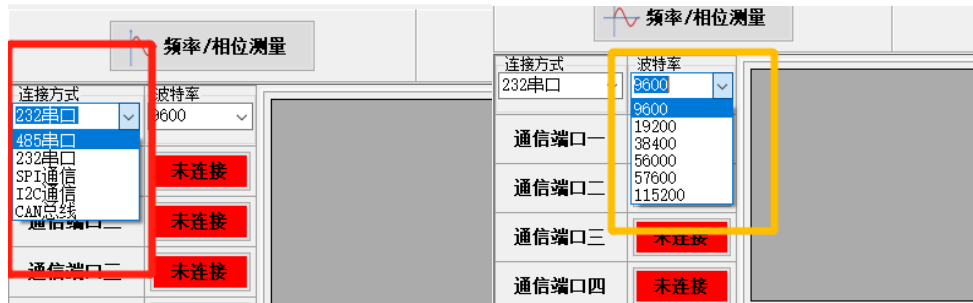


图 4-5 选择连接方式（左） 波特率选择（右）

其次点击需要通信的端口对应的“未连接”按钮，此时测试仪会发送通信状态是否正常的指令给到客机 MCU（具体指令集详情见表 4.1），如果客机能正常返回，则按钮会变成绿色的“已连接”，若无返回或者通信错误，则为红色的“未连接”。如图 4-6。

也可以点击下方的连接测试，测试仪会依次发送指令，通过返回值来判断全部通信端口的连接状态。



图 4-6 通信连接/相位修调界面



五、读写 RTC 寄存器

5.1 读写 RTC 连接示意图

5.1.1 读写 RTC 连接示意图



图 5-1 读写 RTC 连接示意图

5.2 读写 RTC 流程图

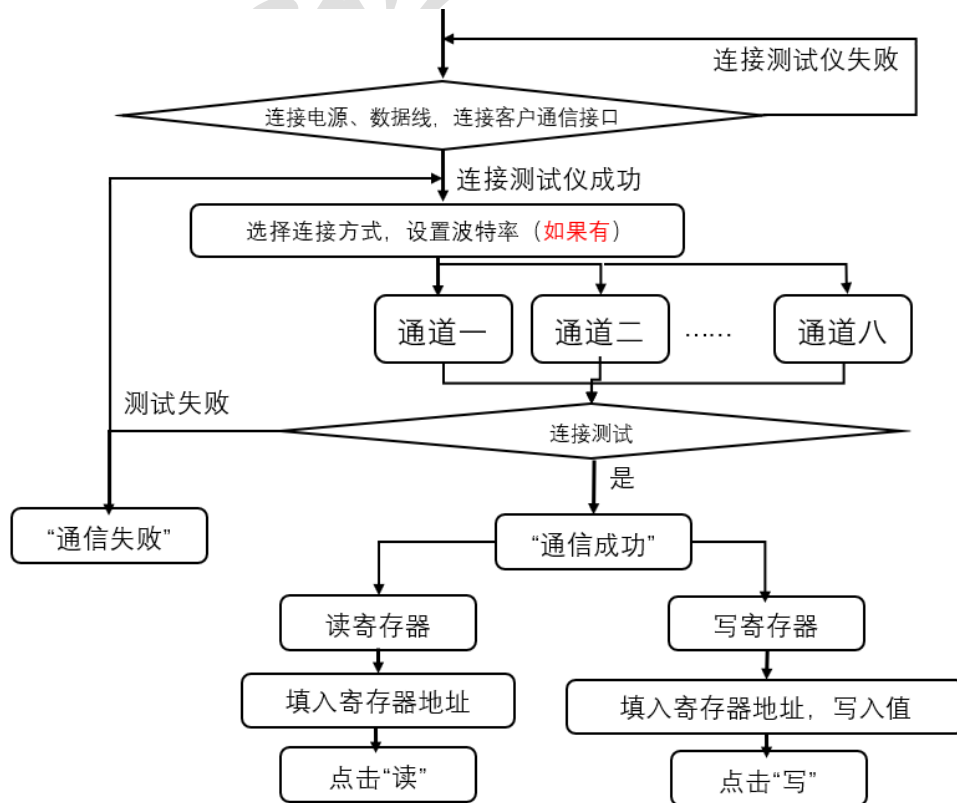


图 5-2 读写 RTC 流程图



5.3 读写 RTC 流程操作

5.3.1 确认连接状态

请按图 5-1 对客机、测试仪、PC 进行连接，确保上位机连接正常（详情参考第一章连接），确保通信连接正常（详情参考第四章通信连接），通信连接正常后即可开始读写寄存器操作。



图 5-3 软件连接图

5.3.2 读 RTC 寄存器

读取 RTC 寄存器指令	24 DB 10 07 00(CRC8) 00 19	24 DB 10 07 00(CRC8) 00 19	19 为寄存器 0x17 的值
--------------	----------------------------	----------------------------	-----------------

选择需要读取的通道，在相应通道下，键入需要读取的寄存器地址，然后点击左边的“读”字按钮，即可读取到该寄存器的值，读取返回的值会显示在返回列（图中的返回 0x），也可以在右下角选择一次填写全部的值，然后一次性读取全部通道的寄存器；如图 5-4 所示。

（注：如未连接上 RTC，则不会进行读取，则无显示）



图 5-4 读取 RTC 操作图



5.3.3 写 RTC 寄存器

写入 RTC 寄存器指令	24 DB 11 08 0000 25(Reg) 1A(Value)	24 DB 11 07 00 00 1A	Value 写入 Reg 后, 此时的 RTC 寄存器 0x25 的值 1A
--------------	------------------------------------	----------------------	--

选择需要读取的通道, 在相应通道下, 键入需要写入的寄存器地址以及需要写入的值, 然后点击左边的“写”字按钮, 即可写入到该寄存器, 回读返回的值会显示在返回列(图中: 返回 0x), 也可以在右下角选择一次填写全部的值, 然后一次性写入全部通道的寄存器; 如图 5-4 所示。

(注: 如未连接上 RTC, 则不会进行读取, 则无返回, 无显示)



图 5-5 写入 RTC 操作图



六、参数补偿（相位）

6.1 参数补偿连接示意图

6.1.1 参数补偿连接示意图



图 6-1 参数补偿连接示意图

6.2 定点测试流程示意图

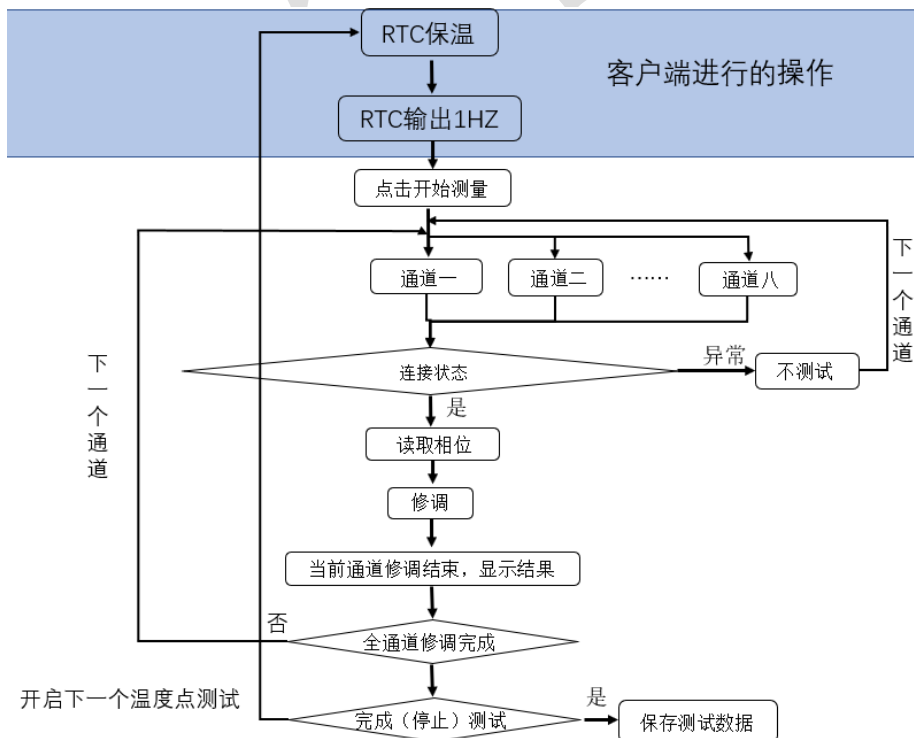


图 6-2 定点测试流程示意图

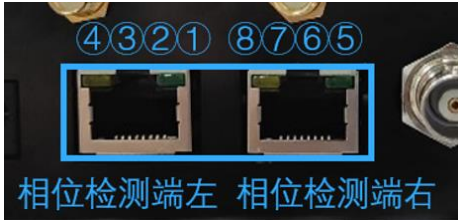


6.3 定点参数补偿测试流程

6.3.1 确认连接状态

请按图 6-1 对客机、测试仪、PC 进行连接，确保上位机连接正常（详情参考第一章连接），相位输入正常（详情参考第三章相位测量连接），通信连接正常（详情参考第四章通信连接）。

（注：此步可以用软件进行相位测试，若能正常读取到以后，回到本页点击“连接测试”按钮查看通信连接）



（相位输入端与通信端需要按照位号一一对应。）

6.3.2 开始定点补偿

确保连接正常以后，在保证当前 RTC（客户产品）温度不变的情况下，就可以点击“相位修调”开始进行补偿测试，此时上方已连接（未连接的不会进行补偿）的通信端口会依次进行补偿测试，等待这个端口测试完成，就会到下一个端口，依次完成。在补偿的同时会有等待窗口弹出，如图 6-4 所示。

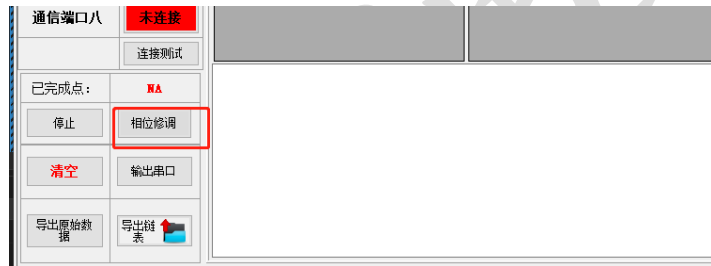


图 6-3 参数补偿开始示意图



图 6-4 参数补偿等待示意图

6.3.3 温度点完成

系统会识别连接状态正常的通道进行测试，连接失败的端口系统会默认跳过该端口的测试，等待全部端口的测试完成以后，软件会进行提醒已完成该温度点下所有端口的测试，同时测试数据会显示在右边的数据窗口，测试数据的表格从左到右分别代表：温度寄存器值、补偿的电容量；同时在功能区会显示当前已完成温度点数；如图 6-4 所示。

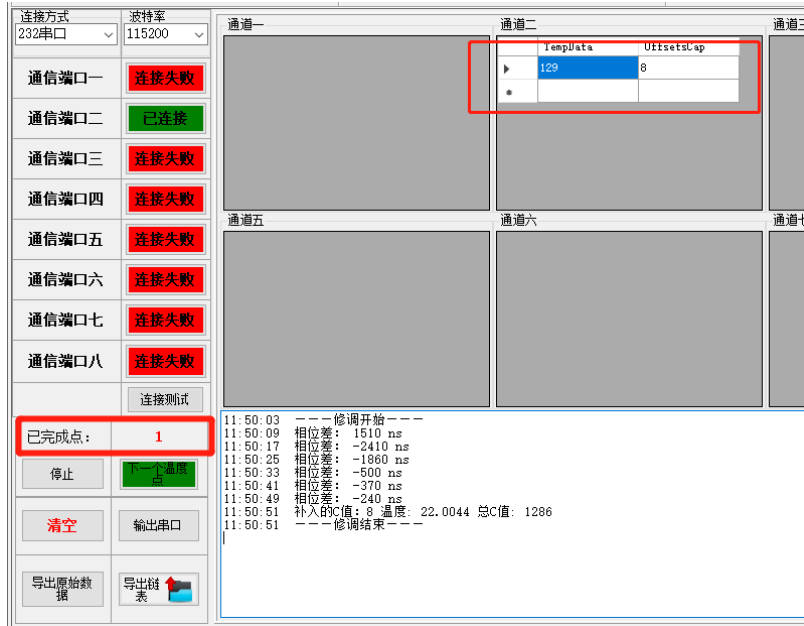


图 6-4 参数补偿数据图

6.3.4 开启下一个温度点

完成一个温度点测试以后，可以点击“下一个温度点”按钮再次开启测试，同样的，在开启测试前，需要确保通信连接正常，产品（RTC）温度稳定在需要测试的温度上；如图 6-5 所示。

（注：建议温度点数 $N \geq 3$ ，产品（RTC）的保温时长尽可能长一些，能更大程度保证后续数据处理的准确性）



图 6-5 继续测试按钮

6.3.5 完成测试（停止测试）

在当前温度点测试完成以后，点击停止（完成）整体测试，后续处理测试数据或者输出测试数据。

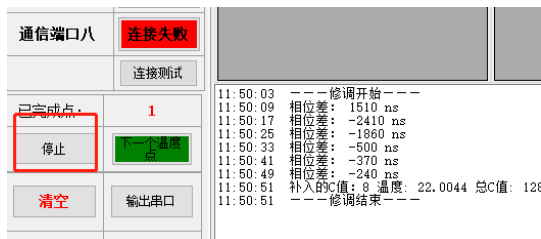


图 6-6（完成）停止测试按钮



6.3.6 数据结果分析

数据处理分两种：

1. 直接输出原始的数据,即在测试软件上看到的数据；点击功能区中的“输出原始数据”按钮就会弹出保存数据的窗口，选择好保存的位置、格式、命名，点击保存后即可保存。
2. 输出处理后的数据；软件会对数据做如下进行处理，去除温度（温度寄存器）相同的数据点,生成一份温度寄存器—补偿电容对应的真值表:温度寄存器 0~255 对应的补偿电容表格，如图 6-7 所示。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	TempData	OffsetsCap												
2	255	7												
3	254	7												
4	253	7												
5	252	7												
6	251	7												
7	250	7												
8	249	7												
9	248	7												
10	247	7												
11	246	7												
12	245	7												
13	244	7												
14	243	7												
15	242	7												
16	241	7												
17	240	7												
18	239	7												

图 6-7 输出“导出链表”数据