

Sigma 2008B 系列数字电导率仪

使用说明书



厦 门 天 研 仪 器 有 限 公 司

Xiamen Tianyan Instrument Co., Ltd.

目录

一、	适用性及特点.....	1
二、	典型应用	1
三、	测量系统技术规范.....	2
四、	产品硬件组成部分.....	3
五、	操作说明	4
5.1	键盘按键说明.....	4
5.2	显示图标定义.....	5
5.3	基本操作	5
5.3.1	开/关机	5
5.3.2	测量	6
5.3.3	校准	9
5.3.4	设置	10
5.3.4.1	设置菜单.....	12
5.3.4.2	测量界面模式.....	12
5.3.4.3	温度补偿模式.....	14
5.3.4.4	温度系数设置.....	14
5.3.4.5	校准标块设置.....	15
5.3.4.6	频率与探头选择.....	16
5.3.4.7	单位选择.....	16
5.3.4.8	背光选择.....	17
5.3.4.9	数据查询.....	17
5.3.4.10	数据上传.....	18
5.3.4.11	数据保存模式.....	19
5.3.4.12	时间设置.....	20
5.3.4.13	语言选择.....	20
六、	电导率测量的影响因素.....	21
6.1	温度影响	21
6.2	提离影响.....	22
6.3	材料厚度影响	22

6.4 曲面影响.....	23
6.5 边缘的影响.....	24
七、 注意事项及维护保养	24
八、 用户须知	25
附录 1: 常用材料电导率值及温度系数参考表.....	26
附录 2: 公司联系方式	26

Sigma 2008B 系列便携式数字涡流电导率仪，是 Sigma2008A 系列的升级产品，技术性能国内领先，完全替代国外最为先进的同类产品。Sigma2008B 增加了 500KHz 试验频率，可对薄板试件精确测量。增加连续测量和带曲面测量界面，应用范围更为广泛。增加多种温度补偿模式，保证不同温度条件下的精确测量。

一、 适用性及特点

Sigma2008B 是一种涡流仪器，应用涡流相位法设计数字电导率仪器。用于测量非磁性金属的电导率，广泛应用冶金、机械、电力电工、航空航天、核工业、军工业部门。

特点：

- 外形美观，容易携带和握持。使用简单、方便。
- 大屏幕、大字体。可同时显示测试结果、测试频率、温度、温度系数等重要参数。
- 有背光照明设计便于在弱光条件下读取检测数据。
- Sigma 2008 B 具有 2 种可切换工作频率，60 KHz 是为航空工业标准，500 KHz 则为检测薄板材料。
- 独特的温度系数设置和自动校准方式的设计，使仪器操作更为简练、可靠。
- 仪器具有高达 500 μ m 的提离补偿，当试件表面有漆、薄膜、灰尘等绝缘涂层，仪器能确保测量精度。
- 多种温度补偿模式设计，结合试件的温度系数，在不同试验温度下使用都能确保测量精度。
- 检测探头具有互换性，用户可自行更换我公司提供的探头，无需匹配。
- 内置有数据存储器，能记录 16000 组组测试数据及上万条重要测试参数，可以连接计算机生成完整报告。
- 两种计量单位（MS/m 或 %IACS）方便选择，同时在测量界面也可直接切换电阻率示值。
- 三种语言选择：简体中文、日文、英文。

二、 典型应用

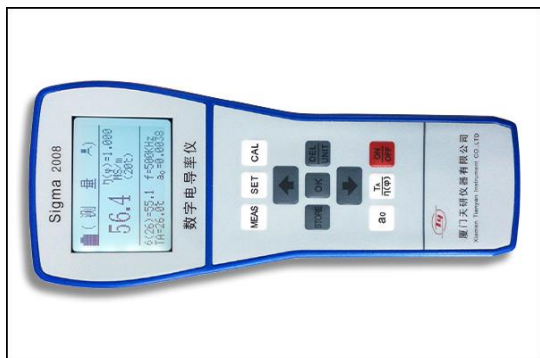
- 非铁磁性材料电导率、电阻率测量
- 确定热处理的程度
- 检查热损伤，材料疲劳和裂纹
- 确定金属纯度
- 监控金属均匀性
- 金属分类

- 监控强度和硬度
- 检测粉末冶金零件的密度

三、 测量系统技术规范

产品型号 项目	Sigma 2008 B	Sigma 2008 B1
工作频率	正弦波 60 KHz 和 500KHz	正弦波 60 KHz
电导率测量范围	0.51 %IACS 到 112 %IACS 或 0.3 MS/m 到 65 MS/m 或电阻率 0.01538 Ω mm ² /m 到 3.33333 Ω mm ² /m	
分辨率	0.1 % ~ 0.001 %IACS	
测量精度	测量值 $\pm 1\%$ (温度在 0 $^{\circ}$ C ~ 50 $^{\circ}$ C), 测量值 $\pm 0.5\%$ (温度在 20 $^{\circ}$ C)	
提高效应补偿	$\phi 14$ mm 探头 0.5mm, $\phi 8$ mm 探头 0.2mm	
温度测量范围	0 $^{\circ}$ C ~ +80 $^{\circ}$ C (温度分辨率 0.1 $^{\circ}$ C, 温度测量精度 0.5 $^{\circ}$ C)	
自动补偿功能	电导率测量结果自动矫正为 20 $^{\circ}$ C 数值	
正常工作环境	温度 0 $^{\circ}$ C ~ +50 $^{\circ}$ C, 相对湿度 0 ~ 85% (无凝结)	
显示	大屏幕液晶, 有背光 屏幕同时显示多项重要参数	
供电	配 3.7V、2200mA/h 锂离子电池, 连续工作时间约 12 小时	
探头	B 型机配直径 $\phi 14$ mm 工作频率 60 KHz 和直径 $\phi 8$ mm 工作频率 500 KHz 探头各一支. B1 型机配直径 $\phi 14$ mm 工作频率 60 KHz 探头一支。探头都可自行更换	
温度探头	手持表面温度传感器一支	
读数存储器	可保存 16000 组测量数据	
PC 机通讯方式	RS 232 串口 波特速率: 2400bps 数据比特: 8	
主机重量	0.5KG (含电池)	
主机尺寸	220 mm \times 95 mm \times 55 mm	
仪器外壳	工程塑料外壳	
包装及防护	高抗冲击、铝合金手提箱, 内装有仪器、探头、通讯电缆、操作手册、电导率标块、充电器、仪器支架, 光盘等	
附件	电导率标准试块随机 3 块; 可提供更多标准试块供用户选购	

四、产品硬件组成部分



1.电导率仪主机
(内置锂电池)



2.检测探头
(\varnothing 14mm、60KHz)



3.特殊检测探头
(Sigma2008B 型专用, \varnothing 8mm、500KHz)



4.外置温度传感器



5.大探头曲面测试稳定用外套



6.主机保护皮套



7.校准标块



8.仪器支架



9.U 盘

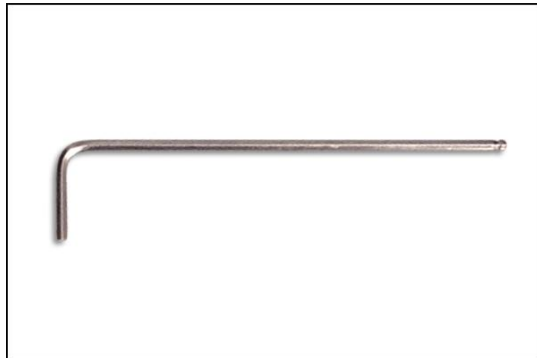
(内含上传软件、操作视频教学、说明书)



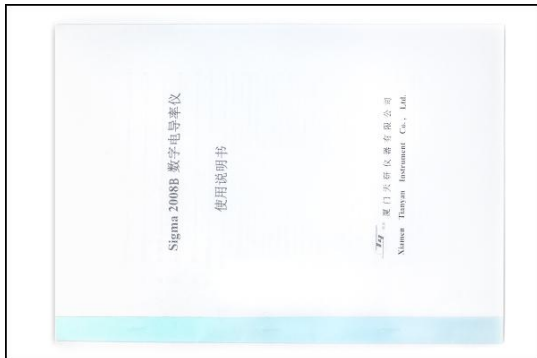
10.充电器



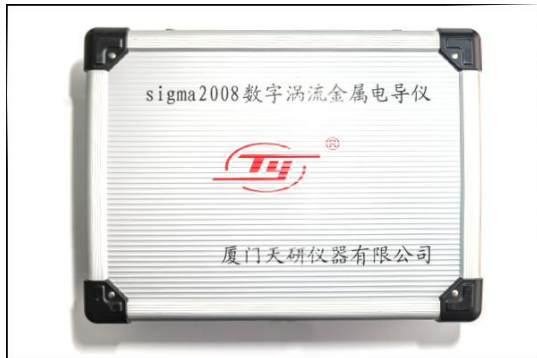
11.RS232 数据传输线



12.六角扳手（用于拆装探头套）



13.详细操作说明书



14.铝合金箱

五、 操作说明

5.1 键盘按键说明

- 5.1.1 “ MEAS ”：测量快捷键
- 5.1.2 “ STORE ”：保存数据键（设置手动保存时有效）
- 5.1.3 “ CAL ”：校准快捷键
- 5.1.4 “ SET ”：设置功能键
- 5.1.5 “ OK ”：确认键
- 5.1.6 “ $\frac{DEL}{UNIT}$ ”：测量单位转换键（测量界面有效）/删除键（查询界面有效）

5.1.7 “ a_0 ”：温度系数选择键


5.1.8 “ $\frac{T_A}{\eta(\varphi)}$ ”：当前温度值输入(测量界面有效) / 曲率直径修正系数修改(曲面补偿开启有效)

5.1.9 “ $\frac{ON}{OFF}$ ”：开机/关机键


5.1.10 “ \uparrow ”：递增或上移键

5.1.11 “ \downarrow ”：递减或下移键

5.2 显示图标定义

“”指示目前电能余量。当电能余量低于 1/3 时，仪器每隔 30 秒发出连续两声提示音，继续使用一段时间仪器会自动关机保护，提醒应充电。

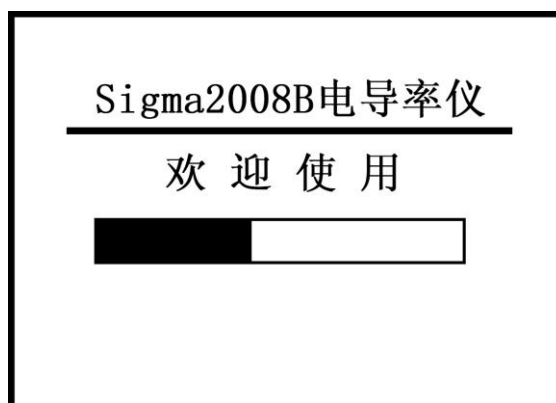
“TA=???”指示温度传感器未连接，当仪器“温度补偿模式”选定“自动温度补偿”的“温度传感器”时，在“常规测量界面”和“校准界面”若无连接温度传感器，或传感器故障，或检测温度小于零度，都会出现该图标。

“”指示蜂鸣器报警声开启，当仪器“测量界面模式”选为“连续测量”并蜂鸣“Beep”选为 ON，在“连续测量界面”会出现该图标。

5.3 基本操作

5.3.1 开/关机



5.3.1.1 在关机状态下，按下开/关机键“ $\frac{ON}{OFF}$ ”约 2 秒，屏幕出现欢迎界面，如下图所示



5.3.1.2 可按测量键“MEAS”、设置键“SET”、校准键“CAL”直接进入相应的界面，或等欢迎界面时间完成自动进入测量主界面。

5.3.1.3 在开机状态下，长按开、关机键“ $\frac{ON}{OFF}$ ”约 2 秒，关机并保存当前设置信息。

5.3.2 测量

5.3.2.1 测量方法有两种，常规测量（平面或曲面）和连续测量，用户可在测量界面模式中选择，选择方法及条件如下：

例 1：常规测量 1 “快捷的操作模式”（出厂时设置为该模式）

1、这是一种虚拟温度补偿模式，测量或校准时无须考虑试件的温度值和温度系数值，只要满足如下两个条件：



① 待测材料的温度与校准试块的温度基本相同，用校准试块在 20℃ 的赋值对仪器进行校准，然后测量未知材料的电导率值。

② 待测材料与用于校准的标块具有相同的材料温度系数。如用户测量未知的铜排、铝排材料电导率值，校准时应采用相同温度系数的校准标块（铜与铝温度系数约为-0.004）测量值就正确。

2、操作方法

① 当待测试件为平面材料，在菜单第 5.3.4.2 项“测量界面模式”选择“关闭曲面补偿”，将菜单第 5.3.4.3 项“温度补偿模式”设为虚拟温度补偿。

此时测量界面和校准界面温度值 T_A 和试件温度系数值 a_0 都显示无效“None”，也就是说在测量和校准时都不必考虑试件当前的温度值和选择温度系数值。只要在测量前进行仪器高、低值的校准，然后返回测量界面测量待测材料的电导率值（详见 5.3.3.4~5.3.3.6 和 5.3.2.8）。

② 当待测试件为“凸”或“凹”曲面材料，在菜单 5.3.4.2 项“测量界面模式”选择“开启曲率补偿”。对于“凸”曲面首先应将 $\phi 14\text{mm}$ 探头的握套换为“”型握套，在校准界面进行高、低值校准，返回测量界面，选取曲率补偿系数 $\eta(\phi)$ 值（详见 5.3.2.7），将“”型握套调整到合适位置（见 5.3.2.2-b 项），即可对待测曲面材料进行电导率值测量。

③ 当要测量薄板材或小工件（ $\phi 8\text{mm} \sim \phi 14\text{mm}$ 的小面积）时，应更换 $\phi 8\text{mm}$ (500KHz) 探头，在菜单第 5.3.4.6 项“频率与探头”选择 $\phi 8\text{mm}$ -500KHz 探头，其测量方法与①相同。



例 2：常规测量 2 “不同温度场合操作模式”

这种模式用于校准与测量无法在同一环境温度下操作的场合（或者校准标块温度与待测材料温度不同），如跟踪材料不同温度下的电导率值变化、现场快速测量非常温试件电导率值等。这种操作模式相对比较繁琐，但适用于任何场合测量，准确性更高。（详见 6.1.2.2 “自动温度补偿----温度传感器”模式和 6.1.2.3 “自动温度补偿----人工输入温度”模式）



例 3：连续测量操作模式

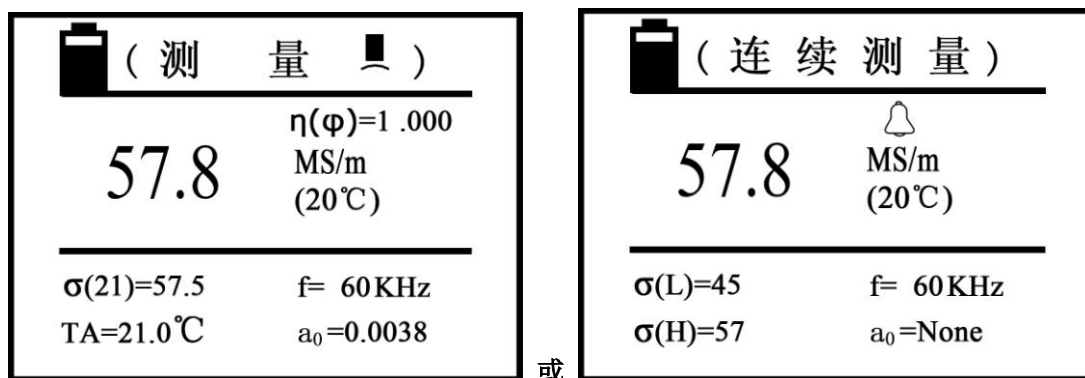
这种操作只能工作在“虚拟温度补偿”模式，用于快速分选材料电导率值，并设有上、下超限报警功能。测量前对仪器进行高、低值校准（详见 5.3.3.4~5.3.3.6），在测量界面模式设置上限、下限报警值（详见 5.3.4.2）返回测量界面就可以测量和分选待测材料。

5.3.2.2 测量探头选择




- 测量材料面积直径 $> \phi 14\text{mm}$ 以上的平面工件或“凹”曲面工件，选择 $\phi 14\text{mm}$ (60KHz) 探头。用“”外形握套紧固在探头内芯上。
- 测量“凸”型曲面工件，选择 $\phi 14\text{mm}$ (60KHz) 探头，用“”型握套，调整好探头平面与工件“凸”面的垂直度，然后紧固握套。

注：应在未调整握套前校准好仪器。

- c. 测量材料面积直径 $>\varphi 8\text{mm}$ 的小平面工件，选择 $\varphi 8\text{mm}$ （500KHz）探头，用“”外形握套向上推，紧固在探头的内芯上。
 - d. 测量薄板材料（参考 6.3 材料厚度影响），选择 $\varphi 8\text{mm}$ （500KHz）探头，将“”外形握套放下与探头小平面紧固在同一平面上，增加测量的稳定性。
 - e. 每次更新探头都应进行约 10 分钟预热。
- 5.3.2.3 预热完成后或在预热、校准、设置主界面直接按测量键“MEAS”，屏幕呈现如下两种测量界面之一（选择见 5.3.4.2 测量界面模式）



说明：

- a. 屏幕最上方文字表示该界面的功能。例如平面试件电导率值测量 \langle 测量  \rangle 、曲面试件测量 \langle 测量  \rangle 等。
 - b. 屏幕中间行大号数字表示被测试件在温度 $+20^\circ\text{C}$ 时的电导率值或者曲面试件经修正系数 $\eta(\varphi)$ 补偿后的真实电导率值。
 - c. $\eta(\varphi)=\square\square\square\square$ 为曲面试件曲率修正系数，仅在曲面补偿选择开启才有该功能。
 - d. MS/m 或者%IACS 为电导率值计量单位，或 $\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$ 为电阻率计量单位（计量单位设置见第 5.3.2.4）
 - e. 屏幕下方 $\sigma(T_c)=\square\square\square\square$ 表示试件在括号内温度值下测量的电导率值。 $\sigma(T_c)$ 括号内的温度值称为补偿温度值，其大小等于 T_A 温度值 4 舍 5 入取整。
 - f. $T_A=\square\square\square^\circ\text{C}$ 表示被测试件的当前温度，由温度传感器测量获得或人工输入，或者虚拟温度补偿模式温度值显示 $T_A=\text{None}$ （设置方法见 5.3.4.3 温度补偿模式）
 - g. $f=\square\square\square\text{KHz}$ 表示仪器的工作频率（设置方法见 5.3.4.6 频率与探头选择）
 - h. $a_0=\square\square\square\square$ 表示被测试件的温度系数（在虚拟温度补偿模式或连续测量界面 $a_0=\text{None}$ 无效）
 - i. \langle 连续测量 \rangle 界面，屏幕上  图标表示报警蜂鸣声开启，无图标则为关闭。 $\sigma_H=\square\square\square$ ， $\sigma_L=\square\square\square$ 表示电导率值高值和低值分选点（如何设置见 5.3.4.2 测量界面模式）
- 5.3.2.4 测量界面有两种选择计量单位方法，一是仪器默认的计量单位“MS/m 和%IACS”（设置方法见 5.3.4.7 单位选择），在数据存储、校准、测量都默认该单位。另一种快捷转换计量单位，在测量界面按“ $\frac{\text{DEL}}{\text{UNIT}}$ ”键，每按一次键则转换一种计量单位，如“MS/m、%IACS、 $\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$ ”，关机再开机或从其他界面返回测量界面，计量单位恢复为原默认单位。

5.3.2.5 $\sigma(T_c)$ 括号内补偿温度值的获取方法

- a. 当试件当前温度 $T_A = \square\square\square^\circ\text{C}$ 设为温度传感器（自动温度补偿为温度传感器，见 5.3.4.3）读取温度时，将温度传感器感温端紧贴试件表面待温度稳定，按 “ $\frac{T_A}{\eta(\varphi)}$ ” 键选取 T_A (T_A 外围出现方框光标)，再按 “OK” 键， $\sigma(T_c)$ 括号内补偿温度即刻修改为 T_A 的温度值并保存，直到下次更改。显示屏中间的试件电导率值 (20°C) 会依据该温度更新。注：当 $T_A = ???$ 时，补偿温度值 T_c 无法修改。
- b. 当试件当前温度 $T_A = \square\square\square^\circ\text{C}$ 设为人工输入温度（自动温度补偿设为人工输入温度，见 5.3.4.3）， T_A 温度值由如下操作获取：按 “ $\frac{T_A}{\eta(\varphi)}$ ” 键，选取 T_A ，按 “OK” 键进入数字部分，再按 “ \uparrow ” 或 “ \downarrow ” 键修改数值，再按 “OK” 键， $\sigma(T_c)$ 括号内补偿温度即修改为现在 T_A 的温度值并保存，直至下次修改。此方法用于没有温度传感器或已知被测试件温度的情况下自动温度补偿模式。注：当 $T_A = ???$ 时，补偿温度值 T_c 无法修改。
- c. 当温度补偿模式选择虚拟温度补偿（见 5.3.4.3）时， $T_A = \text{None}$ ， $\sigma(T_c)$ 括号内补偿温度始终为 20°C ， $\sigma(T_c)$ 电导率值与中间行电导率值相同，按 “ $\frac{T_A}{\eta(\varphi)}$ ” 键无法选取 T_A 。

5.3.2.6 温度补偿系数 a_0 值的获取方法

- a. 当温度补偿模式选择自动温度补偿时（在虚拟温度补偿模式或连续测量界面 a_0 值无意义），应根据被测试件的温度系数选择 a_0 值。若未知试件的温度系数，可参考附录 1：“常用材料的温度系数” 或查阅相关权威单位提供的标准数据。
- b. 在测量界面按温度系数选择键 “ a_0 ” 选择 a_0 值 (a_0 外围出现方框光标)，按 “OK” 键，光标移入数字行，再按上标键 “ \uparrow ” 或下标键 “ \downarrow ” 选择仪器内保存的温度系数值 (a_1 至 a_{12})，选定一个需要的值按 “OK” 键确认，仪器默认该 a_0 值直至下次重选。若不按 “OK” 键确认，5 秒钟后仪器自动恢复原来的 a_0 值。
- c. 本仪器有 12 组 (a_1 至 a_{12}) 温度系数存储空间供用户预存 a_0 值（见 5.3.4.4 温度系数设置）供测量调用。

5.3.2.7 曲率补偿系数 $\eta(\varphi)$ 获取。若已开启曲面补偿功能（见 5.3.4.2 测量界面模式），测

量界面中间出现 $\eta(\varphi) = \square\square\square\square$ 曲率修正系数，按 “ $\frac{T_A}{\eta(\varphi)}$ ” 键选取 $\eta(\varphi)$ 值【 $\eta(\varphi)$ 外围出现方框光标】，按 “OK” 键进入数字部分，按 “ \uparrow ” 或 “ \downarrow ” 键修改数值（曲率系数选取参考 6.4 曲面的影响），再按 “OK” 键确认，仪器默认该 $\eta(\varphi)$ 值直至下次重选。本仪器曲率直径修正系数输入值从 0.700 至 1.100。

5.3.2.8 在常规测量界面，手持涡流探头从空气中（距离试件的 $>5\text{cm}$ ）垂直平放在被测试件表面，当测量稳定时（约 2 秒左右），听到“嘀”一声提示音，仪器完成该次电导率值测量并会自动锁存测量值，直至下次测量再更新。

5.3.2.9 在连续测量界面，当涡流探头接近试件，仪器开始一直测量试件，并按一定的时间间隔显示（约 1s 左右），直至探头离开试件，测量结束示值恢复零。没有锁存数据和保存数据的功能。

5.3.3 校准

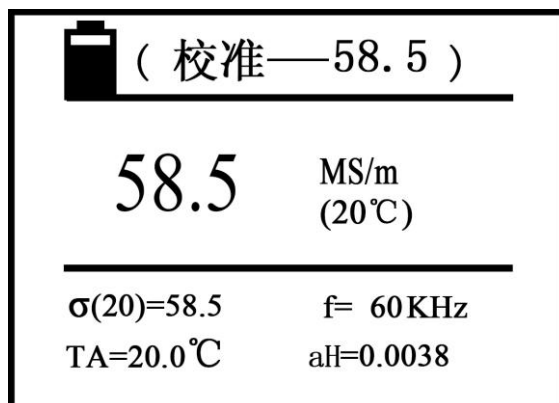
5.3.3.1 校准周期

- 更换探头、仪器关机一段时间后再开机、仪器温度补偿模式发生变化（如自动补偿变为虚拟温度补偿），应重新校准仪器。
- 当仪器开机预热结束，开始操作的半个小时内，建议每隔 15 分钟进行一次校准。
- 在“虚拟温度补偿模式”下工作，相对于最近的校准，如果校准试块温度变化超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，建议进行重新校准。

5.3.3.2 校准块数量

- 使用 2 个标准试块（高电导率值 σ_H 和低电导率值 σ_L ）做为仪器测量曲线的校准。每个标准块都附有电导率值和温度系数值。产品出厂时厂商已提供并设置了两个原始标准试块，用户也可设置和使用自有的标准试块（如何设置见 5.3.4.5 校准标快设置）。
- 高值 σ_H 、低值 σ_L 校准标快选择，建议被测试件的电导率值尽量落在校准标快值的范围内，或接近于高、低值标块。

5.3.3.3 在测量或设置主界面直接按校准键“CAL”，屏幕出现校准主界面，如下图所示



说明：

- 屏幕最上方“校准”表示该界面的功能，旁边数字为此次校准的标准块在 20°C 时的电导率值（该值的设置方法见 5.3.4.5 校准标块设置）。
 - 屏幕中间行数值表示被测标块校准后在 20°C 的电导率值（计量单位为仪器默认单位）。
 - 屏幕最下方 $a_H = \square\square\square\square$ （低值为 $a_L = \square\square\square\square$ ）为此次高值校准标块的温度系数，其余符号 $\sigma(T_c)$ 、 T_A 、 f 的含义及设置与测量界面相同（见 5.3.2.3 和 5.3.2.5）。
- 5.3.3.4 在校准之前，确定探头和标准试块的温度及外界环境温度已稳定，然后根据不同的温度补偿模式选取校准标块的补偿温度值 T_c （与测量界面相同，详见 5.3.2.5 $\sigma(T_c)$ 括号内补偿温度值的获取方法）
- 5.3.3.5 进入校准界面，仪器首先执行高值标块校准（屏幕上方“校准”旁边的数字显示

高值标块的设置值 $\sigma_H(20)$ ，下方显示该标块温度系数 α_H 值)，探头垂直平放在与

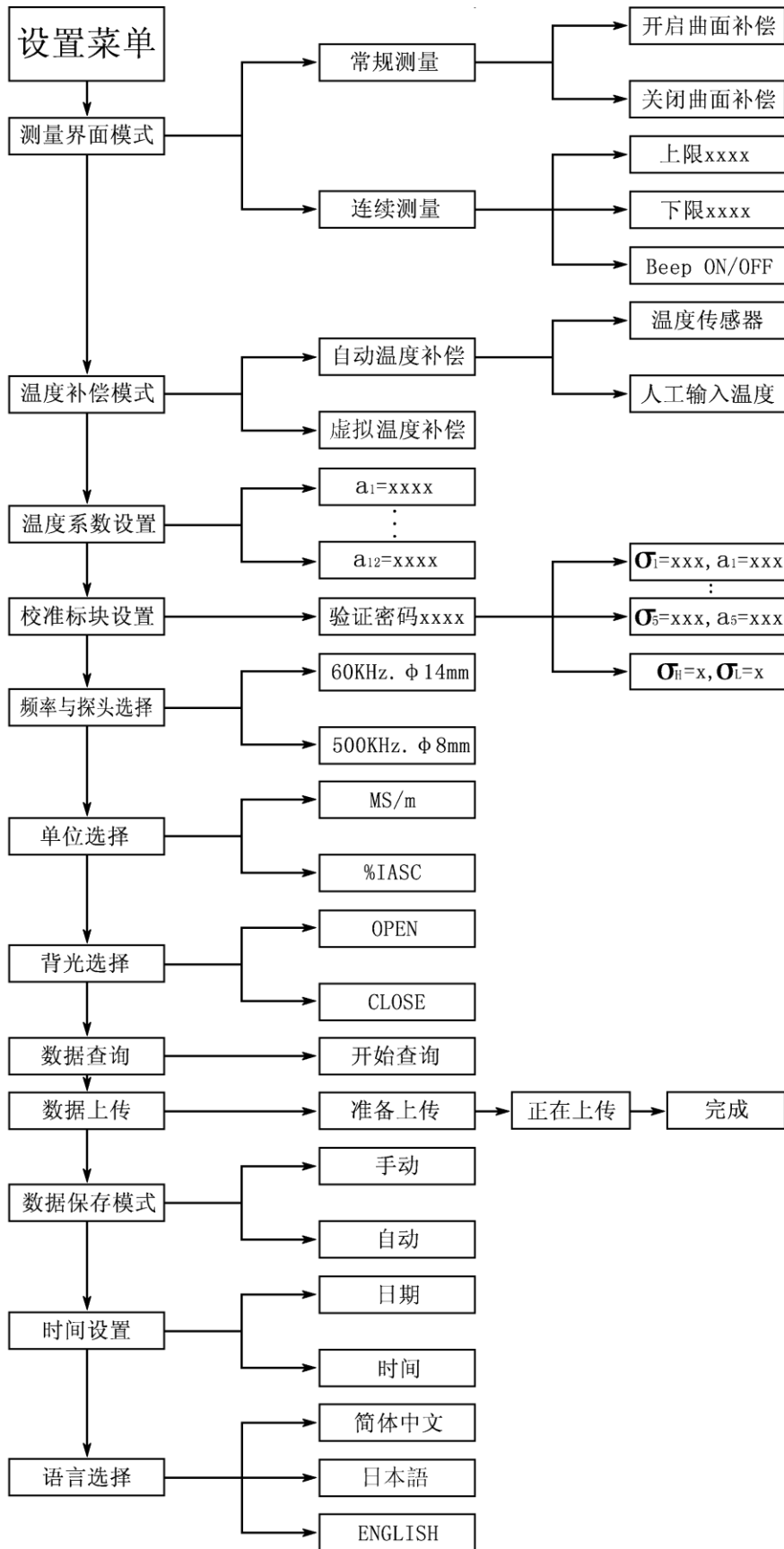
设置值 $\sigma_H(20)$ 、 α_H 相同的高值标块表面，测量电导率值。

- a. 当测量值与设置值 $\sigma_H(20)$ 相等，可不必校准高值，探头放回空气中，按“OK”键仪器进入低值标块校准。
 - b. 当测量值与设置值不相等，保持探头与标块接触，按“OK”键，仪器进入自动校准，完成后发出一声提示音。
 - c. 再次测量校准标块，若误差超过 0.3%，按步骤 b 再校准，直至符合要求，探头放回空气中，按“OK”键进入低值标块校准。
- 5.3.3.6 低值标块校准（屏幕上方“校准”旁边的数字显示低值标块的设置值 $\sigma_L(20)$ ，下方显示该标块温度系数 α_L 值）。

- a. 探头与设置值 $\sigma_L(20)$ 、 α_L 相同的低值标块接触，按“OK”键，仪器进入自动校准，完成后发出一声提示音。
 - b. 再次测量校准标块，若误差超过 0.3%，按步骤 a.再校准，直至符合要求，探头放回空气中，按“OK”键，退出校准界面。
- 5.3.3.7 在未完成全部校准的过程中，若按测量键“MEAS”或设置键“SET”则仪器退出此次校准，此次校准数据无效，返回相应界面。

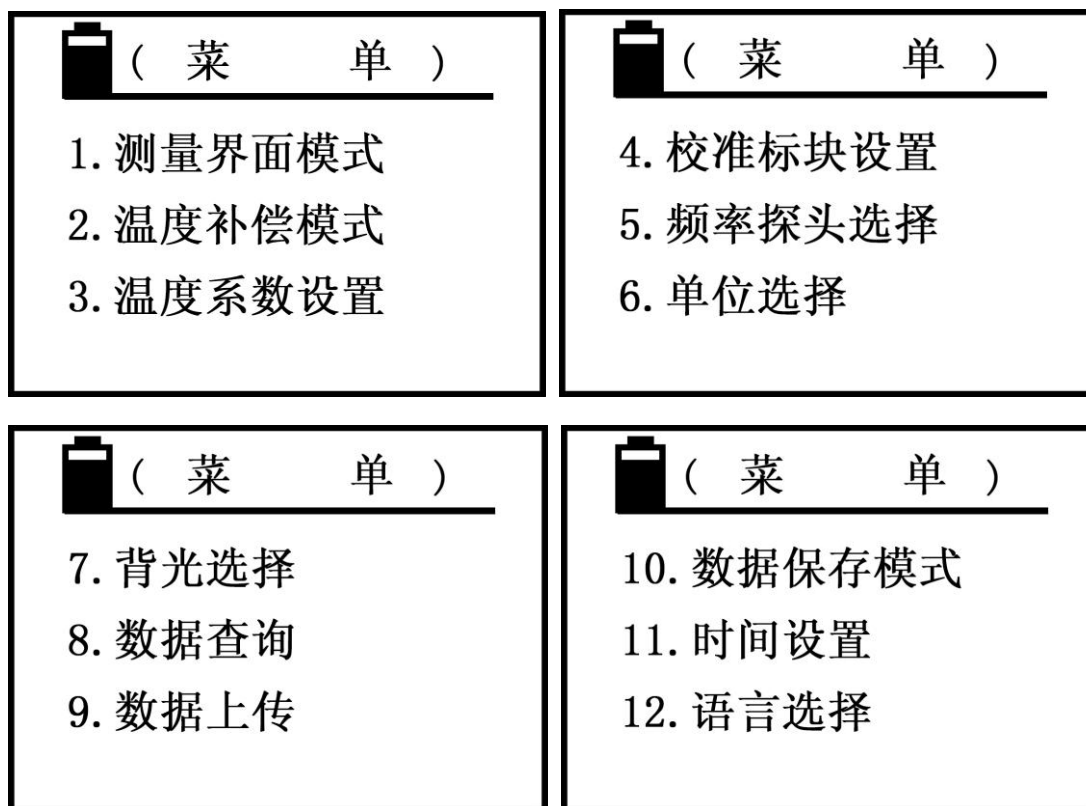
5.3.4 设置

下面表格是关于设置菜单的功能表



5.3.4.2 设置菜单

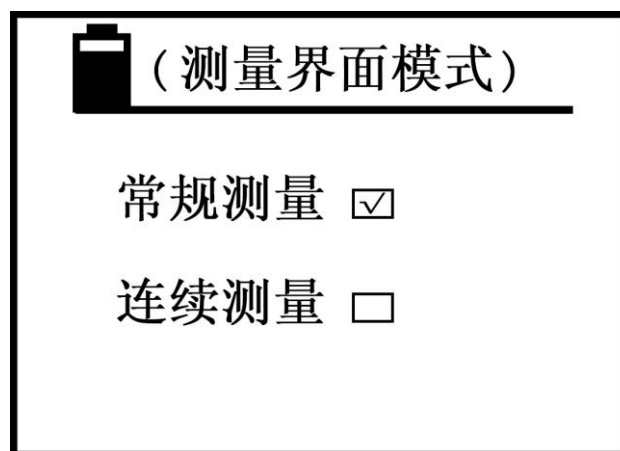
a. 在任何界面直接按设置键“SET”，屏幕出现设置主界面，如下图



b. 按上移键“ \uparrow ”或下键“ \downarrow ”移动光标选择项目，再按确认键“OK”进入该项设置。

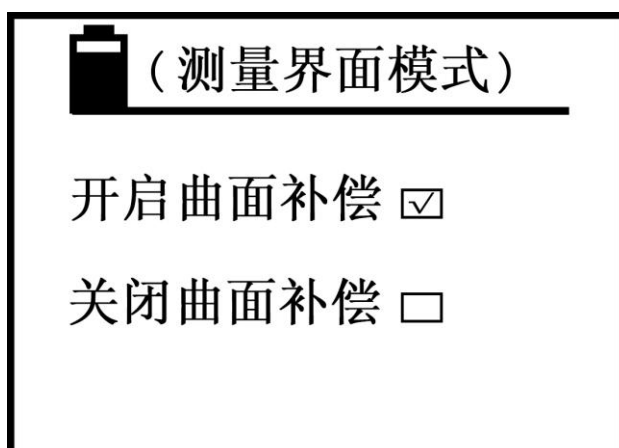
c. 在设置进行中，若按设置键“SET”或按测量键“MEAS”则返回各自的主界面。

5.3.4.2 测量界面模式

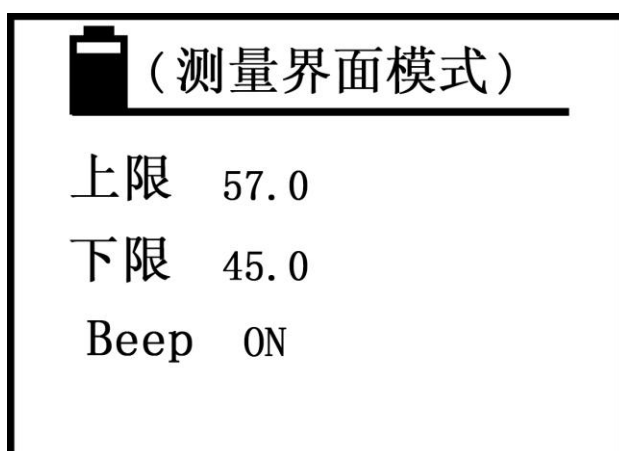


a. 按上移键“ \uparrow ”或下移键“ \downarrow ”移动光标选择项目，当选择的是常规测量，再按“OK”键确认（方框内打 \checkmark ），进入如下界面，按“ \uparrow ”或“ \downarrow ”键选择开启或关

闭曲率补偿，再按“OK”键确认（方框内打√），退出返回设置主界面。




b. 当选择的是连续测量，按“OK”键确认（方框内打√），进入如下界面。



c. 按上移键“↑”或下移键“↓”移动光标选择，如选择上限值，按确认键“OK”光标移入数字部分，再用递增键“↑”或递减键“↓”修改数值完成，按“OK”键保存并进入下限值的修改，方法相同，完成后按“OK”键保存并进入蜂鸣报警声“Beep”开启或关闭，用“↑”或“↓”选择，完成按“OK”键确认并退出返回设置主界面。

d. 当蜂鸣报警声“Beep”选ON，连续测量界面测量试件电导率值超过设定的上限值或低于设定的下限值，仪器会发出连续的报警声“嘀.嘀.嘀”直到结束测量。若“Beep”选OFF则无声。


5.3.4.3 温度补偿模式

(温度补偿选择)

自动温度补偿

虚拟温度补偿

- a. 按上移键“ \uparrow ”或下移键“ \downarrow ”移动光标选择项目，当选择的是“虚拟温度补偿”按“OK”键确认后（方框内打 \checkmark ）退出返回设置主界面。当选择的是“自动温度补偿”按“OK”键确认（方框内打 \checkmark ）进入如下界面



(温度补偿选择)

温度传感器

人工输入温度



- b. 用“ \uparrow ”或“ \downarrow ”选择温度传感器或人工输入温度后，再按“OK”键确认并退出返回设置界面。

5.3.4.4 温度系数设置

<div style="border-bottom: 1px solid black; display: flex; align-items: center;">(温度系数设置)</div> <p>a1=0.0038 a2=0.0026 a3=0.0005 a4=0.0000 a5=0.0000 a6=0.0000</p>	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: flex; align-items: center;">(温度系数设置)</div> <p>a7=0.0000 a8=0.0000 a9=0.0000 a10=0.0000 a11=0.0000 a12=0.0000</p>
--	---

- a. 按上移键“ \uparrow ”或下移键“ \downarrow ”移动光标选择某个要修改或添加的 a_n 上，再按“OK”键确认光标移入数字部分，再按递增键“ \uparrow ”或递减键“ \downarrow ”修改数值（若一直按住“ \uparrow ”键或“ \downarrow ”键可快速改变数值），完成后按“OK”键确认，保存 a_n 数值并光标自动下移到 a_{n+1} 上项。退出可按“SET”键（或“MEAS”键）返回设置主界面或测量主界面。
- b. a_n 温度系数值必须是从 a_1 至 a_{12} 一个个置入， a_n 等于零的数值必须放在最后，否则当 a_n 的值置零， a_{n+1} 的数值无法被测量界面调用。
- c. 温度系数 a_n 共有 12 数值给用户自己预置，供测量时调用。
- d. a_n 的有效数值设置范围“0.0000~0.0300”。


5.3.4.5 校准标块设置

 (校准标块设置)	 (校准标块设置)
$\sigma_1=58.5\text{MS/m}$ $a_1=0.0038$ $\sigma_2=38.1\text{MS/m}$ $a_2=0.0038$ $\sigma_3=16.8\text{MS/m}$ $a_3=0.0040$	$\sigma_4=5.80\text{MS/m}$ $a_4=0.0008$ $\sigma_5=0.59\text{MS/m}$ $a_5=0.0002$ $\sigma_H: 1$ $\sigma_L: 4$

- a. σ_1 至 σ_5 为预置的校准标块在 20℃ 时的电导率值， a_1 至 a_5 为对应于校准标快 σ_1 至 σ_5 的温度系数值。计量单位为仪器的默认单位，由第 5.3.4.7 项单位选择确定。
- b. 按上移键“ \uparrow ”或下移键“ \downarrow ”移动光标，选择要修改项目，按“OK”键光标移入数值部分，再用“ \uparrow ”和“ \downarrow ”修改数值（若一直按住“ \uparrow ”“ \downarrow ”键可快速修改数值），完成按“OK”键保存数值，并且光标自动移到下一个项目。当光标移到 σ_H 上，按“OK”键确认，用“ \uparrow ”和“ \downarrow ”键选择 1-5 的数（表示选择 σ_1 至 σ_5 其中的一个标块作为仪器高值校准标快），按“OK”键保存并将光标移到 σ_L 上，按“OK”键确认，用“ \uparrow ”和“ \downarrow ”选择 1 至 5 的数（表示选择 σ_1 至 σ_5 其中的一个标块作为仪器低值校准标块）。按“OK”键保存并且返回设置主界面。
- c. 选择的 σ_H 和 σ_L 及对应的温度系数，是提供给仪器校准调用的高和低值电导率标块，该项选择时一定要注意 σ_H 的电导率值应大于 σ_L 的电导率值，否则选择无效。
- d. 电导率 σ 的数值设置范围“0.300~65.0MS/m 或 0.517~112.0%IACS”（当标块电导率值 $< 3\text{MS/m}$ 或 5.170%IACS，又要求精确到小数点后 3 位数，必须在 σ_4 或 σ_5 上设置）。温度系数 a 的数值设置范围“0.0000~0.0300”

- e. 为防止不知情者误入校准标块设置界面，在进入该界面前，首先进入密码验证界面、连续按“STORE”键四次（密码“□”框内填入四个小黑点，多填少填都无效），然后按确认键“OK”，方可进入该设置界面，在密码验证中，误按入其他键都无效。

5.3.4.6 频率与探头选择



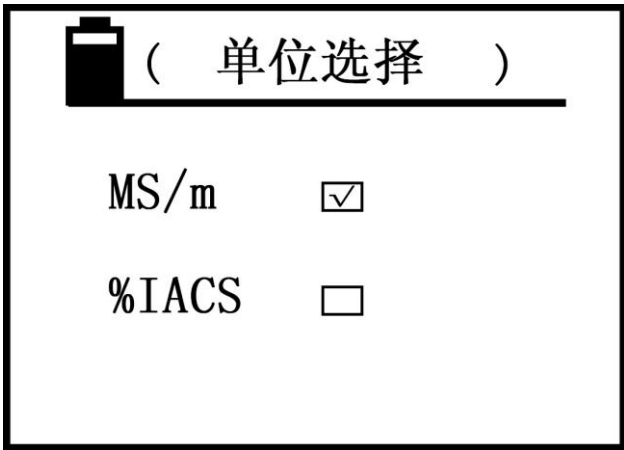
(频率与探头选择)

60KHz. φ14mm

500KHz. φ8mm

- a. 按上移键“↑”或下移键“↓”移动光标选中项目（方框内打√），按“OK”键保存并返回设置主界面。
- b. 60 KHz 和 500 KHz 指仪器探头的工作频率。60 KHzφ14mm 是航空工业标准，而 500 KHzφ8mm 则是检测薄板材料或小面积工件材料。
- c. Sigma 2008B1 型电导率仪无法进入该界面。Sigma 2008B 型机可根据探头的工作频率选择。

5.3.4.7 单位选择



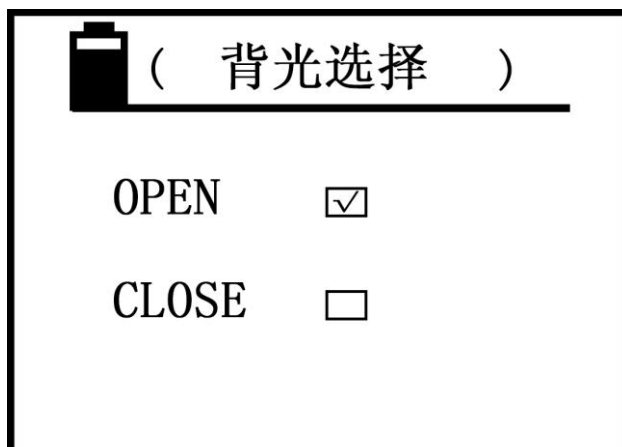
(单位选择)

MS/m

%IACS

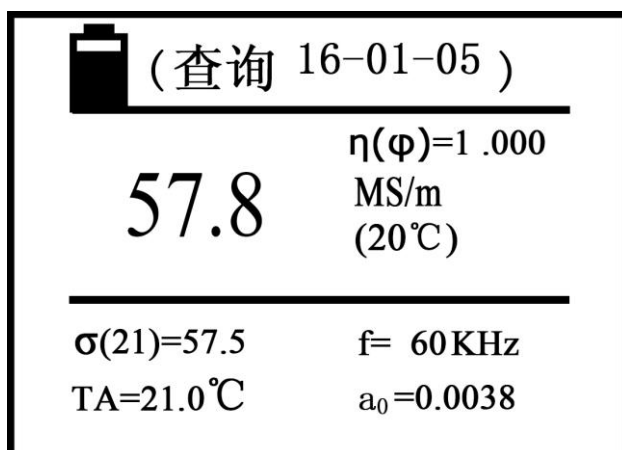
- a. 选择方法与“频率与探头选择”a.相同。
- b. 当选择计量单位后，仪器自动默认该单位，在任何界面上的电导率值单位都会自动更改为默认单位，数值也依据两种单位的换算关系而更新，存储的电导率值始终与默认单位一致，直至下次更改。

5.3.4.8 背光选择



- a. 按上移键“ \uparrow ”或下移键“ \downarrow ”移动光标选择（方框内打 \checkmark ），再按“OK”键确认“开启”或“关闭”，并退出返回设置主界面。

5.3.4.9 数据查询



说明：

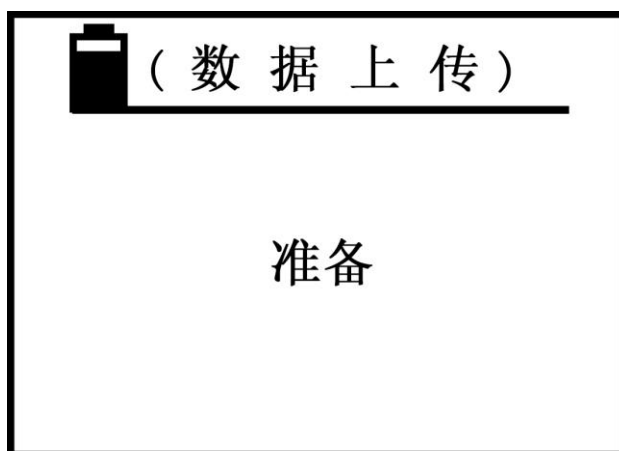
- 该项功能是查询仪器已往保存的测量数据（共 16000 组）。
- 屏幕最上方中文“查询”右边数字表示该页数据的测量日期。
- 屏幕中间，英文字母 N 表示该页测量数据的保存编号。编号的顺序是从小到大的顺序，即当前测量的数据自动更新为第 1 组，上次测量数据更新为第 2 组，依此类推共可存 16000 组。
- 进入查询，屏幕首先显示保存编号为 1 的页面，按上移键“ \uparrow ”或下移键“ \downarrow ”可以查询上一组或下一组保存的测量数据，结束可按确认键“OK”退出返回设置主界面。
- 如何删除保存数据：在任一测量数据的查询页面上，按一下删除键即可删除该页保存的数据，若按住删除键“DEL”键约 3 秒，即可删除全部已保存的测量数据。当保存数据全部删除，屏幕显示“空”提示语，按“OK”键退出并返回设置主界面。

5.3.4.10 数据上传

- a. 该项功能是将仪器以往保存的测量数据上传给上位 PC 机。上传数据从编号为 1 页开始直至最后一页。
- b. 仪器与上位 PC 机通讯参数如下
波特速率：2400bps
数据比特：8
奇偶：无
停止比特：1

上位 PC 机的驱动说明见随机光盘。

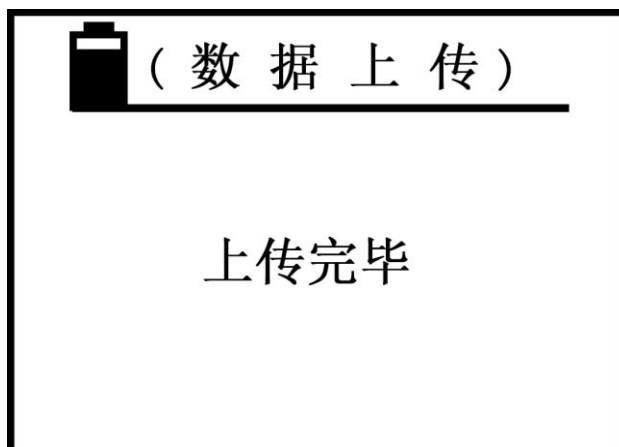
- c. 进入上传，屏幕首先显示“准备”提示语，见下图，这时用户可做好上传的各项准备工作，如与上位 PC 连接，上位 PC 机已安装了驱动程序并处于待接收数据状态。



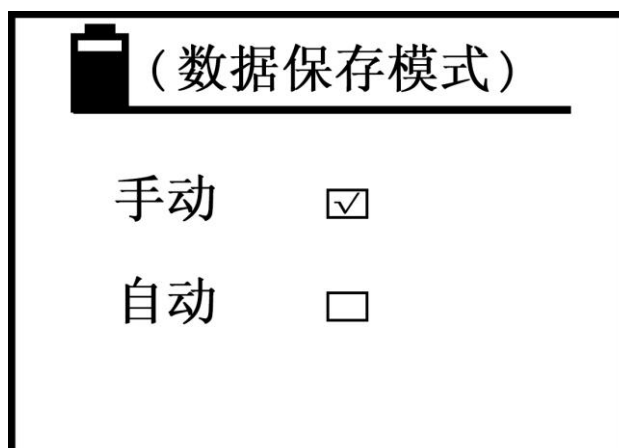
- d. 按“OK 键”，仪器开始上传数据，屏幕显示“正在上传”提示语，见下图



- e. 上传结束，屏幕显示“上传完毕”提示语，见下图。再按“OK”键退出返回设置主界面。

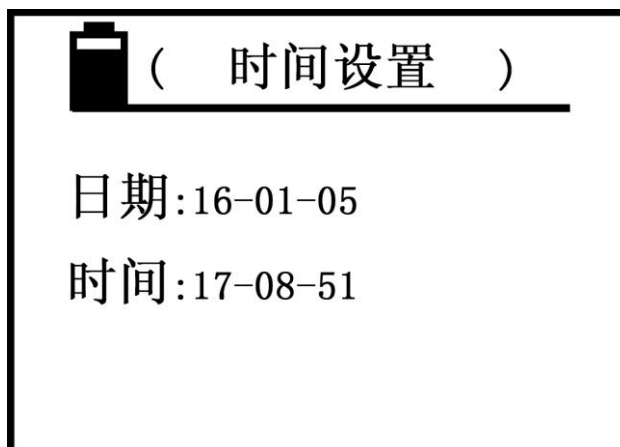


5.3.4.11 数据保存模式



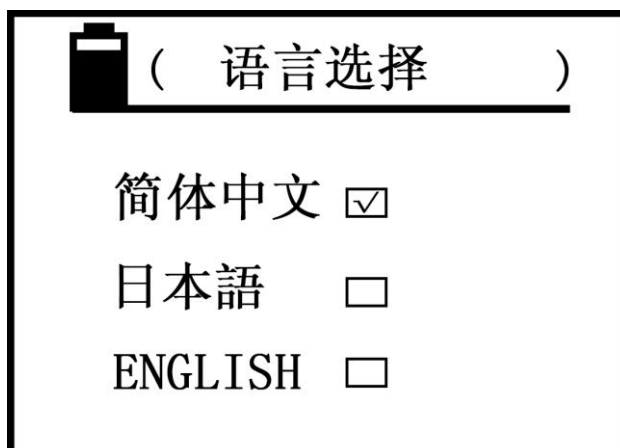
- a. 选择方法与“频率与探头选择” a.相同
- b. 仪器保存方法分为“手动保存”和“自动保存”，两种保存方式均在测量主界面才有效。保存的信息为当前测量的数据“ $\sigma(20)$ 、 $\sigma(TC)$ 、计量单位、TA 温度、f 测量频率、 a_0 值、日期”等。共可保存 16000 组测量数据。
- c. 手动保存：在测量主界面下测得试件电导率值后保持探头与试件接触，按保存数据键“STORE”，此时屏幕中间行 N=XXX 字符会快闪表示该页面的测量数据已被保存。
- d. 自动保存：仪器每测量一次有效数据，屏幕中间行 N=XXX 字符会快闪表示自动保存该页面的测量数据。
- e. 每次关机再开机，仪器自动默认手动保存模式。
- f. 保存过程中 N=XXX 的数值为内存目前已经保存的数据组，当存满 16000 组数据后显示“FULL”提示语，用户必须清空内存方可继续执行保存功能。（删除内存方法见 5.3.4.9 数据查询 e）
- g. 被保存数据中电导率值的计量单位为仪器默认的单位（见 5.3.4.7），而与测量界面用“ $\frac{DEL}{UNIT}$ ”键选的单位无关。

5.3.4.12 时间设置



- a. 按上移键“ \uparrow ”或下移键“ \downarrow ”移动光标选中日期或时间项目，按确认键“OK”光标移入选中项目的第1单元数字，再用递增键“ \uparrow ”或递减键“ \downarrow ”修改数值（若一直按住“ \uparrow ”“ \downarrow ”键可快速修改数值），完成按“OK”键保存1单元，光标移入第2单元数字，依此类推到第3单元数字修改完，再按“OK”键保存3单元并退出该项目，光标移到下一个时间项目，设置方法与日期相同。若在时间项目退出，则返回设置主界面。
- b. 日期项目的第1单元数字可设置“00~99”年，第2单元可设置“00~12”月，第3单元可设置“00~31”日。
- c. 时间项目的第1单元数字可设置“00~24”时，第2、第3单元可设置“00~60”分和秒。

5.3.4.13 语言选择



按上移键“ \uparrow ”或下移键“ \downarrow ”移动光标到选中的项目（方框内打 \surd ），按“OK”键确认（仪器保持该选项直至下次重选），并退出返回设置主界面。

六、电导率测量的影响因素

6.1 温度影响

6.1.1 材料的电导率值是非常依赖于它的温度，通常电导率值随温度的增加而减少。例如铜的电导率值在 20℃ 时是 58.0MS/m，当温度上升至 25℃ 时的电导率值为 56.9MS/m，下面是电导率与温度及温度系数的关系式

$$\sigma(T) = \frac{\sigma(20)}{1 + a(T - 20)}$$

$\sigma(T)$ 为材料在温度 T 下的电导率值

$\sigma(20)$ 为材料在温度 20℃ 下的电导率值

a 为材料的温度系数

T 为材料的温度

6.1.1.1 温度系数 a 值可参考附录 1 表格常用材料的温度系数或查阅相关权威研究机构提供的标准数据。

6.1.1.2 本仪器依据上式电导率值与温度及温度系数的关系式，建立了多种温度补偿方式满足用户不同场合选用。

6.1.1.3 选择正确的温度补偿模式和温度系数，材料电导率测量才能准确。

6.1.2 本仪器温度补偿方法，各种方法与材料温度系数之间的互相作用及如何测量未知材料的温度系数总结。

6.1.2.1 “虚拟温度补偿法”

这是一种最简单快捷的常用模式，测量或校准时无须考虑温度值和输入温度系数值，只要满足以下两个条件：

① 待测材料的温度与校准试块的温度须相同，用标准试块在 20℃ 的赋值对仪器进行校准，然后测量未知材料的电导率值所测的值等同于补偿到 20℃ 的读数。

② 待测材料与用于校准的标块具有相同的材料温度系数。

例 1：如果用户要测量未知铜或铝材料，校准使用铜和铝标准试块，只要待测的铜或铝与标准试块具有相似的材料温度系数（即-0.004），测量值就是正确的。

例 2：如果用户使用与待测材料相似的自备的标准试块，替代厂家提供的标准试块，并且温度系数与待测材料相同，则测量值是正确的。

6.1.2.2 “自动温度补偿—温度传感器”模式

这种模式必须插入外置温度传感器，在校准或测量前先测量标准试块或待测材料的温度值并读取稳定的温度值。在测量时还应选取待测材料的温度系数，然后进行电导率测量。操作相对比较繁琐，但适用于任何场合测量，准确性更高，如：

① 可用于校准试块的温度与待测材料的温度不相同场合。

例 1：用户使用提供的两个校准试块（两个都已赋温度系数值）在某一温度下校准仪器，先用外置温度传感器测量某一校准块的温度（两个试块温度相同），待温度值稳定选取该温度值（详见 5.3.2.6），然后将涡流探头分别放在高值和低值校准块上进行校准仪器。校准完成后可以开始测量不同温度的材料电导率值。与校准相同先用温度传感器测得待测材料的温度值（详见 5.3.2.5），其次选取待测材料的温度系数 a_0 值（详见 5.3.2.6），最后涡流探头平放材料上测电导率值，仪器显示两个电导率值读数，即当前温度下和 20℃ 下的电导率值。

例 2：如果用户使用自己的标准试块进行校准，首先应将标准试块的电导率值和温度系数值置入仪器内部(详见 5.3.4.5) 并选定为高值或低值校准标块，校准和测量与例 1 相同。

② 通过该模式测量电导率值可求出待测材料的温度系数值。

例：求待测材料的温度系数值。首先在稳定 20℃ 下校准仪器测出待测材料在 20℃ 下的电导率值并记住，其次将待测材料加温恒定在某一温度（不宜超过+40℃），测出该温度值和当前温度下的电导率值 $\sigma(T_A)$ ，依据 $\sigma(T) = \frac{\sigma(20)}{1 + a(T - 20)}$ 就可以求出待测材

料的温度系数 a 值。

6.1.2.3 “自动温度补偿—人工输入温度”模式

这种模式无须插入外置温度传感器测量校准试块和待测材料的温度，只需要在校准时人工输入校准试块温度 T_A （详见 5.3.2.5）。测量时人工输入待测材料的温度 T_A ，其他操作方法与 6.1.2.2 模式相同。该模式适用于已知道校准试块和待测材料的温度下使用。

6.2 提离影响

待测材料与探头之间的距离对电导率测量产生的误差影响。本系列产品提离补偿 $\phi 14\text{mm}$ 探头可达约 500 μm ， $\phi 8\text{mm}$ 探头可达约 200 μm 。实际应用效果就是当探头与待测材料之间的非导电层（如油漆、塑料薄膜、灰尘等）小于提离补偿的距离，电导率测量值是正确的。超出提离补偿距离，电导率测量值就有较大误差。

6.3 材料厚度影响

实际应用中当待测材料厚度小于涡流标准渗透深度的 3 倍，则测量精度就不能保证。标准渗透深度由频率和电导率决定。标准渗透深度关系如下

$$\delta = \frac{503}{\sqrt{f \sigma}}$$

σ 为电导率，单位 MS/m

f 为测试频率，单位 Hz

δ 为标准渗透深度，单位 mm

6.3.1 图 6.1 说明材料厚度与电导率值及测试频率之间的依赖关系，由 3 倍的标准渗透深度 ($3 \times \delta$) 绘出的最小材料厚度要求。

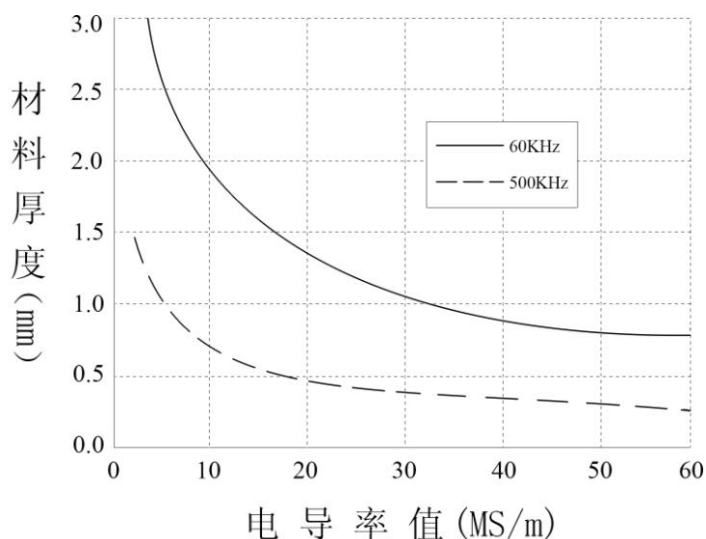


图 6.1

6.3.2 如果材料实际厚度小于 $3 \times \delta$ 要求的厚度，可采用同种材料叠加使厚度达到最小厚度要求，为了达到测量结果的真实可信，叠加时应注意如下几个方面：

- ① 在满足最小厚度的前提下，叠加层数越少越可信。
- ② 层与层之间应处理干净，不能有灰尘隔离，减少误差。
- ③ 层与层应压紧，减少空气间隙，一般不超过三层。

6.4 曲面影响

曲面对测量值有直接影响。电导率测量仪器的校准时使用平面校准试块，探头阻抗变化仅材料电导率有关。当探头在曲面上测量时，探头阻抗变化不仅与材料电导率有关而且与材料曲面直径有关。本仪器根据如下关系式建立曲面补偿公式：

$$\sigma = \frac{\sigma(\varphi)}{\eta(\varphi)}$$

σ 为材料真实电导率值

$\sigma(\varphi)$ 为材料曲率直径 φ 的测量电导率值

$\eta(\varphi)$ 为曲率直径的修正系数，用户可根据多种不同曲率直径的相同材料（电导率相同）求出修正系数 $\eta(\varphi)$ 与直径的关系曲线。

例 1：用 $\varphi 14\text{mm}$ ，60KHz 探头测量凸表面工件的电导率值，工件的曲率直径为 $\varphi 50\text{mm}$ ，测量凸表面电导率值 $\sigma(\varphi)=56\text{MS/m}$

假设：曲率直径 $\varphi 50\text{mm}$ 的凸工件修正系数 $\eta(\varphi)=0.975$ ($\eta(\varphi)$ 值的输入见 5.3.2.7)

真实电导率 $\sigma_{\text{真实}}=\sigma(\varphi)/\eta(\varphi)=56/0.975=57.4\text{MS/m}$

例 2：用 14mm ，60KHz 探头测量凹表面工件电导率值，凹表面曲率直径为 $\varphi 60\text{mm}$ ，测量凹表面电导率值 $\sigma(\varphi)=58\text{MS/m}$

假设：曲率直径 $\Phi 60\text{mm}$ 的凹工件修正系数 $\eta(\Phi)=1.032$ ($\eta(\Phi)$ 值的输入见 5.3.2.7)

真实电导率 $\sigma_{\text{实际}}=\sigma(\Phi)/\eta(\Phi)=58/1.032=56.2\text{MS/m}$

6.5 边缘的影响

本仪器上的涡流探头均采用电磁屏蔽技术，与其他未采用屏蔽探头有着明显差别（见图 6.2）， $\Phi 14\text{mm}$ 探头可测量最小面积直径约 $\geq \Phi 14\text{mm}$ ， $\Phi 8\text{mm}$ 探头可测量最小面积直径约 $\geq \Phi 8\text{mm}$ 。

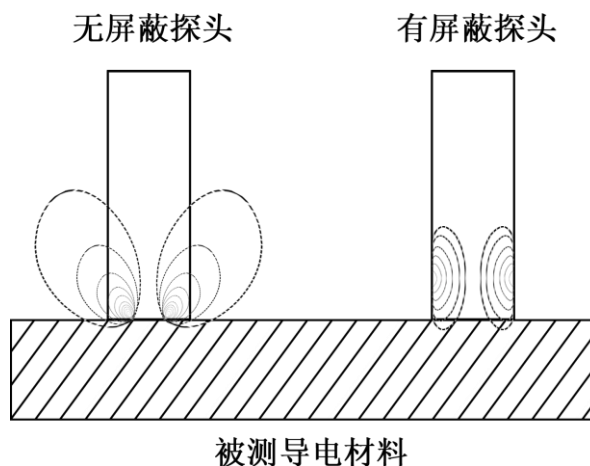


图 6.2

而无屏蔽探头测量面积直径要远大于探头直径，否则会产生误差。

七、 注意事项及维护保养

- 7.1 在校准或测量时，应尽量保持探头与试件平面垂直平稳，轻拿轻放，用力均匀。
- 7.2 不宜长时间手持探头，会引起探头温度升高影响测量精度。
- 7.3 应尽量保持标块、试件、仪器、探头在环境温度波动不大的条件下工作。
- 7.4 仪器、标准试块应在无腐蚀、无震动、无电磁场干扰的环境下使用和保存。
- 7.5 测试工作应在温度为 $0 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 条件下进行。
- 7.6 测试应尽量远离暖气片、风扇、火炉，避免阳光直射。
- 7.7 切忌用手指触摸探头端部、标块、试件的测试部位。
- 7.8 标块、试件、探头端部如有油脂、灰尘等污物，应及时清除干净。
- 7.9 仪器、探头要防止受震动、碰撞，标块表面切忌严重划伤。
- 7.10 探头端部若严重磨损应更换新探头，以免影响测量精度。

八、 用户须知

8.1 本仪器保修期为 1 年。

8.2 在下述情况下，本公司或本公司授权机构不负责产品免费保修，但仍进行有偿维护服务。

8.2.1 未按使用说明书连接使用、维护、保管导致产品故障或损坏；

8.2.2 超出保修期限；

8.2.3 产品保修卡上编号与产品本身不符；

8.2.4 被非本公司或本公司授权的专业维修人员拆装或修理过的主机或部件；

8.2.5 不属于保修的部件（检测探头，充电电池，外壳，键盘，连接线）；

8.2.6 意外因素或人为行为导致产品损坏；

8.2.7 因不可抗拒因素如地震、火灾等导致的产品故障或损坏。

附录 1：常用材料电导率值及温度系数参考表

金属	电导率 (20℃)		温度系数 (参数) (20℃)
	%IACS	MS/m	
铜	100	58	0.0038
铝	29~61	17~35.4	0.0040
金	70.7	41	0.0034
银	108	62.5	0.0038
黄铜 (H90)	43.10	25	0.0018
铝青铜	9	5.2	~0.0008
钛	3.6	2.08	0.0040
铅	7.8	4.5	0.0039
锌	30	17.4	0.0037
镍	22	12.8	0.0060
镁	38	22	0.0040
镍银	8.6	5	0.00068
钛合金	1.02	0.59	0.0002
钨	31.46	18.25	0.0052
铂	17.24	10	0.000374
康铜	3.92	2.27	0.000005
锰铜	4.1	2.38	0.000005

附录 2：公司联系方式

公司名称：厦门天研仪器有限公司

地 址：厦门市湖里区火炬高新区创业园创业大厦 614 单元

邮 编：361009 | 网 址：www.xmtyl.com | 邮 箱：ty@xmtyl.com

传 真：0592-3195307

业务销售：0592-3195306, 0592-3195308

18050108768, 18060926989

技术支持：0592-3195309