
W.E.T土壤多参数测定仪

土壤水分、电导率、温度

使用说明书



目 录

一：简介.....	3
1. WET 传感器介绍.....	3
2.WET 传感器的工作原理.....	3
二： 仪器的构成.....	4
三： 仪器的测量操作.....	6
四： HH2 型手持读表的设置和使用.....	7
1. Data 选项.....	8
2. Device 选项.....	8
3.Soil Type 选项.....	8
4.Soil Set-up 选项.....	9
5. Display 选项.....	10
6. Date and Time.....	10
7. Remote 选项.....	10
8. Status 选项.....	10
五： HH2Read 软件的安装与使用.....	11
1. 软件的安装.....	11
2. 连接 PC 与 HH2.....	11
3. HH2Read 软件的使用.....	12
六： 校准.....	17
七： 维护.....	22
保养.....	22
测量范围和误差源.....	23

一：简介

1. WET 传感器介绍

概述

Wet传感器是一种应用于土壤、堆肥和其他人工基质的多用途传感器。通过测量土壤的电介质的特性然后计算：

- ✧ 土壤水分
- ✧ 电导度
- ✧ 温度

采用校准表，可以利用传感器测量土壤的电介质特性值，计算出土壤水分含量（0~100%）。通用的校准方法应用于常见的土壤。对于大多数人工基质，需要专门的校准（WET—CL）。WET传感器还可以计算孔隙水电导率（Pore Water Conductivity，土壤空隙内水分的电导度EC_p）。计算结果基于唯一的公式，该公式使探头接触状况与土壤含水量对测量结果的影响降到最低。采用嵌在测量探针中的微型温度探头测量温度。WET传感器可以与HH2水分测量仪测量一起使用。也可以与控制系统连接，进行灌溉控制。

WET传感器的优点

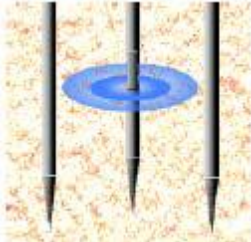
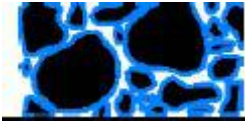
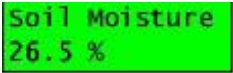
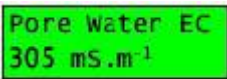
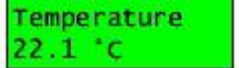
- ✧ 测量时间短（5S），同时测量三个参数。
- ✧ 测量土壤间隙水的电导率。
- ✧ 安装方便。
- ✧ 校准后，可用于多种土壤和生长基质。
- ✧ 稳定，准确测量范围：
 - 0-100%含水量
 - 0-600mS. m⁻¹
 - 0-40℃
- ✧ 轻型的优化设计。



2.WET 传感器的工作原理

测量原理

	当把传感器插入土壤，并开始测量…
---	------------------

	产生20MHz的信号
	信号应用于中心的探针，在土壤内部产生小的电磁场
	土壤周围的土壤水分含量、电导率和土壤组成决定…
ϵ	…土壤的电介质特性
	WET传感器通过20MHz信号的变化判断土壤的电介质特性
	把产生的信号传递给HH2测量仪
	HH2根据校准表计算土壤水分含量(水分电介质常数 $\epsilon \sim 81$ ，土壤 ~ 4 ，空气的1)
	计算间隙水的电导度(Pore Water Conductivity)
	显示土壤温度

二： 仪器的构成

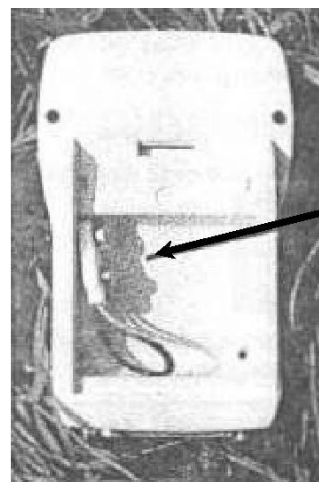
仪器组成：

- ✧ WET型探头
- ✧ HH2型手持式读表
- ✧ 9伏PP3型碱性电池
- ✧ 9针~25针转接器
- ✧ 双9针插头连接线缆
- ✧ 5芯~25针D型插头连接线缆
- ✧ 延长套管（0.5米）（可选件）
- ✧ 仪器箱，预打孔工具（可选，国产）
- ✧ 说明书

1.HH2型手持读表和所用的电池

HH2型湿度计（以下简称HH2）是一个手持式表，底端有一个25针插口，可与ML2x型探头相连，来进行数据的测量显示和储存。HH2可以测量以下种类的数据：

- ✓ 电压毫伏读数（mV）；
- ✓ 土壤容积含水量（ $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ）；
- ✓ 土壤水分的百分比（%Vol）；
- ✓ 土壤水分亏缺（mm）；



电池座

HH2的外壳由具有一定强度的刚性塑料制成，可以经受日常的磕碰和划擦，但经受不住诸如从较高处跌落等强烈碰撞和被重物挤压。HH2的外壳的防水性不好，如果HH2部分或全部落入水中或在大雨天使用，HH2可能会进水，那时，HH2将可能造成不可修理的损坏并将可能丢失所有的数据记录。外壳可用湿布（不可拧出水）来清洁，不要使用含研磨成分的清洁剂或化学清洗剂，这有可能会使外壳变形。



HH2的液晶显示屏外有一层塑料保护屏，可以经受偶然的轻微磕碰和划擦，但如果直接受到尖锐物或重物的敲击会损坏液晶显示屏，不要使用含研磨成分的清洁剂或化学清洗剂来清洁显示屏，这会使液晶显示屏外的塑料保护屏变“花”而使读数不清晰。

HH2靠一个9伏PP3型碱性电池来供电，该电池同时给与HH2相连的传感器如ML2x型探头供电。一个新的电池可使与HH2相连的ML2x型探头读取约6500个数据。当电池的电压降到6.6伏时，HH2会提示您更换新电池。

为了减少耗电量，HH2在停止使用1分钟后会自动进入“睡眠”状态，显示屏会变空（即什么也不显示），HH2将自动切断电源；按**Esc**键或计算机通过RS232接口接收数据时，HH2将自动恢复工作状态。

安装或更换电池时，按住后盖上的塑料卡，往回带出，将电池按极性插入电池座中，再将电池放入相应的槽中，盖上HH2的后盖。在更换电池过程中，HH2的内存可保持数据30秒不丢失。建议您在更换电池前将数据先行下载，如无条件下载数据，请在尽量短（不要超过30秒）的时间内更换好电池。电池的电量通过HH2菜单中**Option** → **Status** 来查看。



2. HH2的技术参数：

-
- 土壤湿度的测量范围：0到饱和状态，相应输出为0到1500mV
 - 测量精度：±0.13% ， mV读数为 +1.0 mV
 - 分辨率：1mV
 - 内存容量：最大可读取1696个数据
 - 所使用的电池：9伏PP3型碱性电池
 - 电池寿命：对于典型读数，可读取6500个数据
 - 密封性：使用IP52型材料，在距垂直15度的范围内可防止尘土堆积和水滴进入仪器
 - 使用的温度范围：0-40℃
 - 抗机械撞击能力：在1米以内跌落不会严重损坏，但会破坏密封型造成漏水等后续损坏
 - 电磁兼容性：通过欧洲电磁兼容联盟(European Union EMC)标准 89 / 336 / EEC
 - 尺寸，重量：150×80×40，450g
 - 显示面板：16×2字节的液晶显示屏，7键面板
 - 接口：1个25针D型接口，可连接计算机的RS232接口或传感器，有接口保护盖

HH2的使用方法将在HH2的设置和使用部分详细介绍。

注意事项：

- 1、HH2的电池必须为9伏的PP3型电池。如使用其它类型的电池或其它外接电源时，可能会将HH2损坏！
- 2、在更换电池时，必须确保HH2在“睡眠”状态，否则可能引起不可预见的后果！
- 3、确保HH2不进水，否则，HH2将可能彻底损坏！
- 4、HH2只可连接相应的传感器例如SMS2型探头，连接其它传感器可能造成的HH2的损坏！

对于违反注意事项而引起的仪器损坏或故障，本公司将不负责修理！

9针~25针转接器和双9针插头连接线缆可方便地将连接到计算机的RS232接口，进行数据的传输和保存。

5芯~25针D型插头连接线缆可将WET 型探头方便地连接到HH2型手持读表上。

三：仪器的测量操作

仪器的测量操作很简单，根据上一章的方法，按要求将仪器连接好后，按下HH2手持读表的**Esc**键接通电源，将探头预热5秒钟，然后将探头的探针完全插入被测对象中。

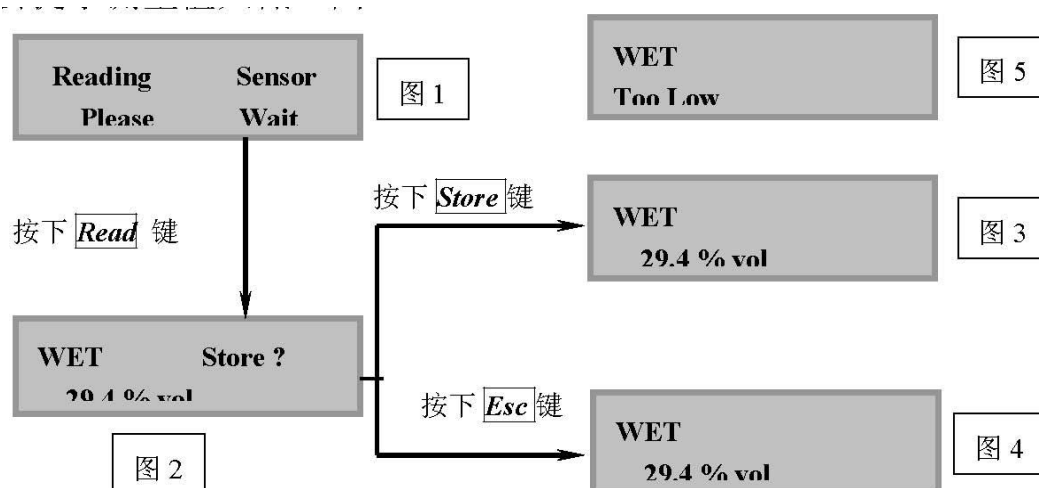
按下手持读表上的**Read** 键，这时手持读表会先显示一个正在读数的提示(图1)；

很快会显示出测量结果，并回问你是否储存读数（图2）；

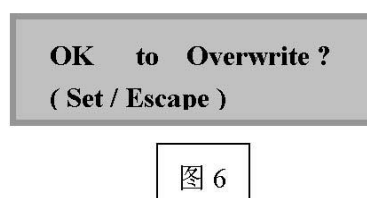
如果要储存读数，则按下**Store**键，数据将被储存（图3）；

否则，按下**Esc**键，这时，可进行下一次的测量(图4)。

如果将探头暴露在空气中，按下**Read** 键，对于含水量百分比%vol，仪器会提示测量值太低（图5）。



当手持式读表没有多余的内存来储存读数而您又希望储存数据时，读表会询问您是否覆盖最初储存的数据（图6），按下**Set**键会覆盖数据；按下**Esc**键表示放弃储存，并返回。



四：HH2 型手持读表的设置和使用

HH2键盘有7个按键，它们分别是：

- ✧ **Read** :读取数据；
- ✧ **Store** :储存数据；
- ✧ **Set** :设置相应的参数；
- ✧ ▼ :显示下一项内容；
- ✧ ▲ :显示上一项内容；
- ✧ **Esc** :取消当前的操作；
- ✧ **#** : 当连接多个传感器时，切换到下一个传感器。

Read和**Store**的功能在上一章已介绍过了，在本章，将着重介绍**Set**中的功能

本仪器可在进行测量前先行设置。

按下Set键，您会看到如右显示：

按▼和▲键，可以选择要设置的内容，在*Options*选项中共有8个选项，以下将做详细介绍：

1. Data 选项

- ✧ 在Data菜单中有如下选项：
- ✧ Plot ID：区块代码，选项为A到Z
- ✧ Sample：样品号，选项为1到2000
- ✧ Device ID：连接另外的传感器，本套系统使用默认值0。
- ✧ Root Depth：测量深度，用于另外类型的传感器，0~9999mm，系统使用默认值0。
- ✧ Erase：清空内存，选项为 Yes / No 。

2. Device 选项

在Device菜单中有如下选项，用来选择与HH2所连接的探头的类型，本系统所选用的探头类型为WET型：



- ✧ ML1：ML1型探头
- ✧ ML2：SMS2型探头，是本套仪器所要选的项目
- ✧ EQ1：
- ✧ EQ1型探头

- ✧ EQ2：EQ2型探头
- ✧ PR1-Direct：PR1-Direct型探头，直接读数
- ✧ PRI-Access：PRI-Access型探头，可存取读数
- ✧ PR1-SP-Direct：PR1-SP-Direct型探头，自动直接读数
- ✧ PR1-SP-Access：PR1-SP-Access型探头，自动存取读数
- ✧ WET：WET 探头

3. Soil Type 选项

在Soil Type菜单下有如下选项，用来选择你所测量的大致土壤类型，对大多数非膨胀性土壤来说，一般可选用Mineral选项：

Mineral：测量无机物的仪器默认选项

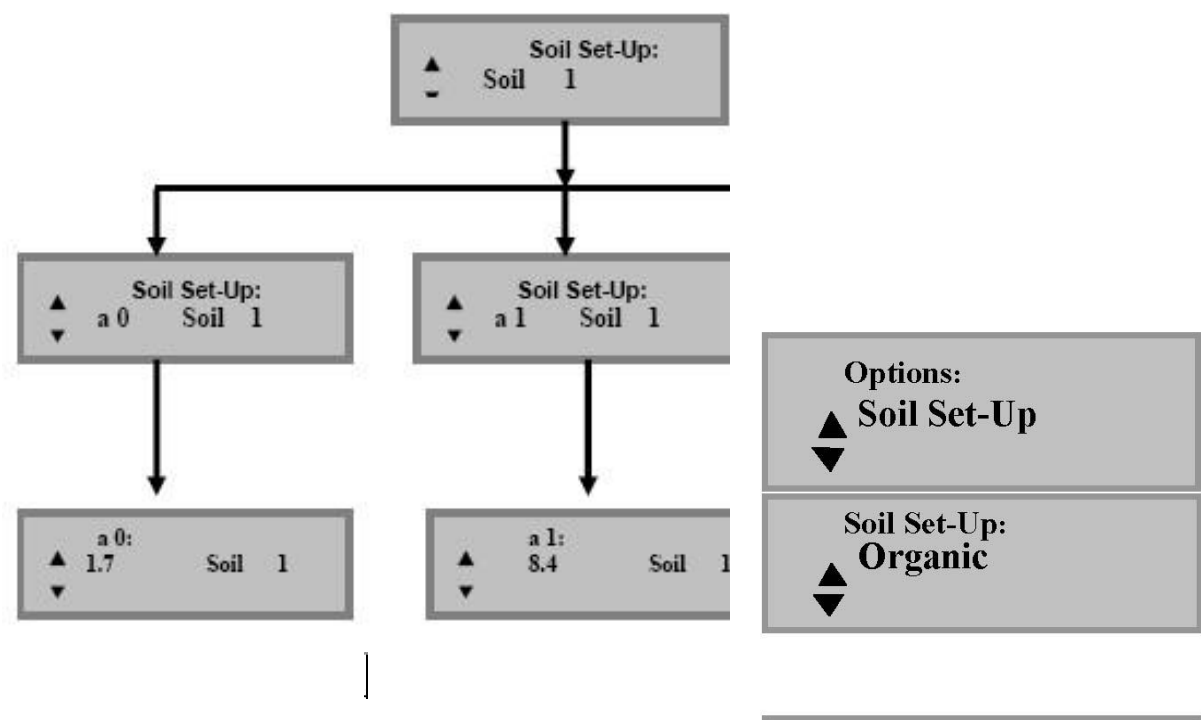
Soil 1 /Soil 2/Soil 3/Soil 4/Soil 5： 自己所设定的土壤类型1、2、3、4和5，这5种类型可在*Soil Set-Up*选项中根据需要进行相应的设定。

Organic:
测量有机物的仪器默选项

4.Soil Set-up 选项

在Soil Set-up菜单中您可以自己设定各选项的参数a0、a1和田间持水量（Field Capacity）；对于Mineral和Organic选项来说，只有田间持水量的调整，对于其它的5种自己设定类型的土壤来说，有a0、a1和田间持水量（Field Capacity）三个选项：

为了达到很好的精确度，对于特定的土壤，需要特定的标定系数，可通过土壤设置菜单，输入a0,a1,field capacity来标定(详见第八章)；你也可通过选土壤类型子菜单中的选择矿质或有机质选项。虽失去了许多精确性，但使用较方便，土壤系数可永久的安装在HH2中，用于矿质与有机质土壤的固定值为：.



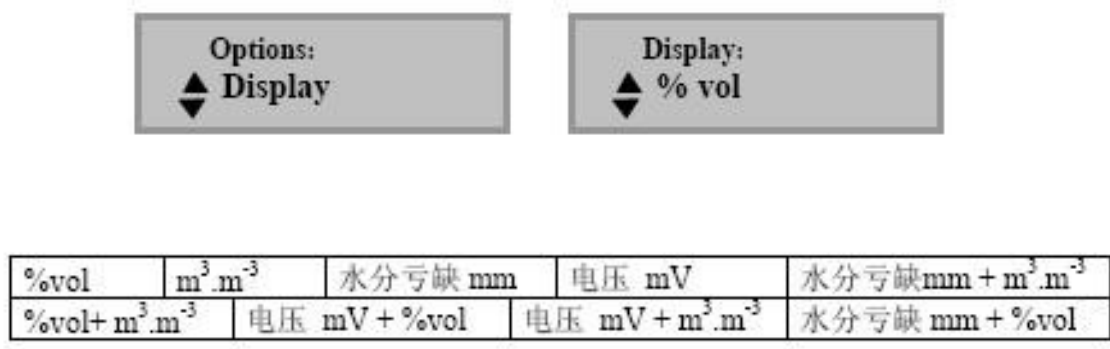
	a0	a1
矿质土	1.6	8.4
有机质土	1.3	7.7

Soil Set-up 菜单有如下选项：

Mineral	只有田间持水量的设定，设定值在 0.150~0.600 m ³ .m ⁻³ 之间，默认值为 0.380 m ³ .m ⁻³
Organic	
Soil 1	
Soil 2	
Soil 3	
Soil 4	有a0 、a1 和田间持水量三种参数的设定，其中a0 的范围为 1.0~2.0，默认值为 1.0； a1 的范围为 7.0~8.5，默认范围为 7.0； 田间持水量的设定值在 0.150~0.600 m ³ .m ⁻³ 之间，默认值为 0.380 m ³ .m ⁻³ 。
Soil 5	

5. Display 选项

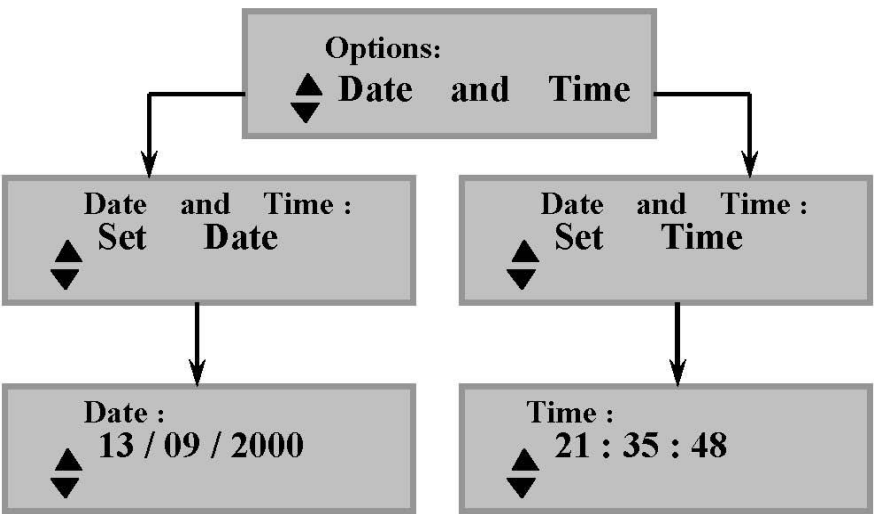
该选项用来原则您所需要的测量输出选项,一共有九种输出选项可供您选择:



6. Date and Time

该选项允许您设定时间和日期。

日期的格式为: 天/月/年; 时间的格式为: 小时: 分钟: 秒。



7. Remote 选项

该选项用来连接计算机, 与计算机相连时, 会有如右图的显示:



8. Status 选项

该选项将显示仪器当前的内存、数据数量、电池电量。

Connecting
to PC

Mem 0% Batt 97%
Readings # 22

仪器的使用除了要注意第三章中关于HH2手持读表的注意事项外，对于一些特定类型的土壤，最好进行标定，通过实验，求出a0和a1的值。

五： HH2Read 软件的安装与使用

1. 软件的安装

此软件名称为HH2Read应用于PC之上，可在Windows95及以上的版本或WinNT4.0以上运行,用于采集存贮在读数表中的数据。

此软件安装程序为：

将3.5英寸盘插入PC机中

推出PC上正在运行的其它程序

运行软盘上的SETUP.EXE文件并按软件的提示进行安装即可。

2. 连接 PC 与 HH2

将25针与9针适配插口与HH2读表相连，将RS232电缆与适配器相连，并插入PC机中的Com1口或Com2口。

从HH2菜单中选择**Remote**，按Set后将显示 “Connecting to PC”。

在PC上运行HH2Read（图1），选择好传感器类型（图2）、Com口号（图3）：

图1：

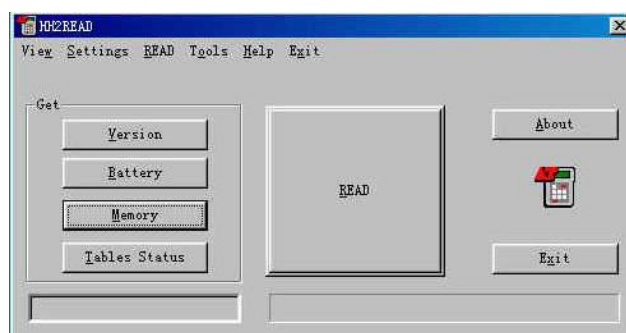


图2：

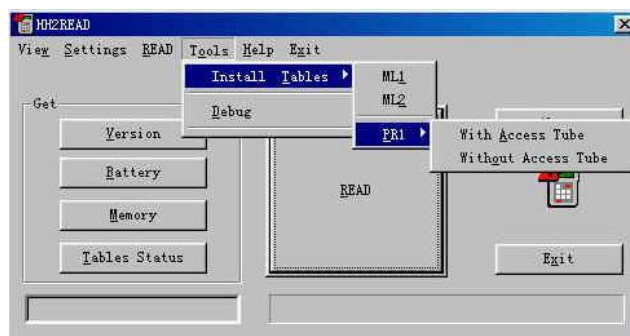
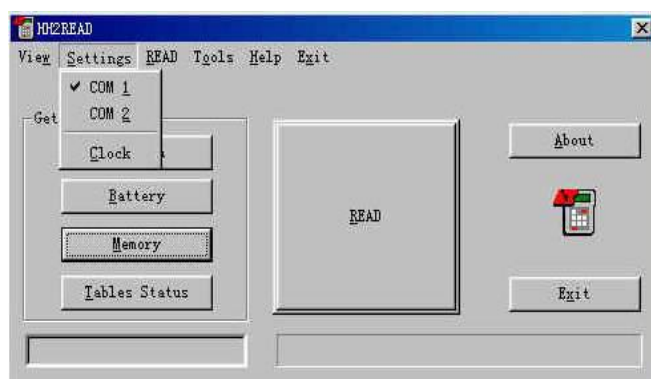


图3:



用鼠标点击HH2读数窗口的**Version** 键,屏幕将显示当前固化的软件的版本号,此软件为固化在HH2读表微处理器上的软件。:



这时,HH2读表的显示屏将显示:

当HH2已经完成了以前的要求,日期和时间将显示在软件窗口的左下端:

日期和时间顺序反映计算机的当前设置,此时表明HH2手持读表与PC机的连接已经就续。

如果你的软件与读数表的通讯出现问题则可:

- ✧ 检查电缆和插头是否安全连接;
- ✧ 检查HH2是否处于远程连接模式;
- ✧ 检查Com口是否被其它设备占用;
- ✧ 检查你的RS232电缆与计算机连接的端口是否与HH2Read 软件**Settings**菜单所定义的COM口相同。
- ✧ 尝试替换RS232电缆后尝试;
- ✧ 检查HH2电池

3. HH2Read 软件的使用

View菜单包含的选项与软件界面左边的四个选项相同给出了HH2水分表的有关信

息：

Version	固化的版本
Battery	电池电压
Memory	内存状态
Table Status	数据表状态



用鼠标点击HH2读数窗口的**Version** 键，屏幕将显示当前固化的软件的版本号，此软件为固化在HH2读表微处理器上的软件。：

用鼠标点击**Battery** 键，显示HH2读表当前电池的状态：



用鼠标点击**Memory** 键， 显示HH2读表当前内存状态：



用鼠标点击**Table Status** 键， 显示HH2读表的数据表状态：



显示表明了要调入的数据转换表以及其状态。每一数表可为：Ready、Faulty或Empty，针对于水分探头的每一数据转换表的状态展现如下：

- ☉ **Ready**表明数据表已被正确载入到HH2读表，并可随时使用。
- ☉ **Faulty**表明数据表在一定程度有错误，不能被使用，需校正以后重新发送到。
- ☉ **Empty**表明没有数据表被发送到HH2手持读表，并且HH2手持读表的默认数据

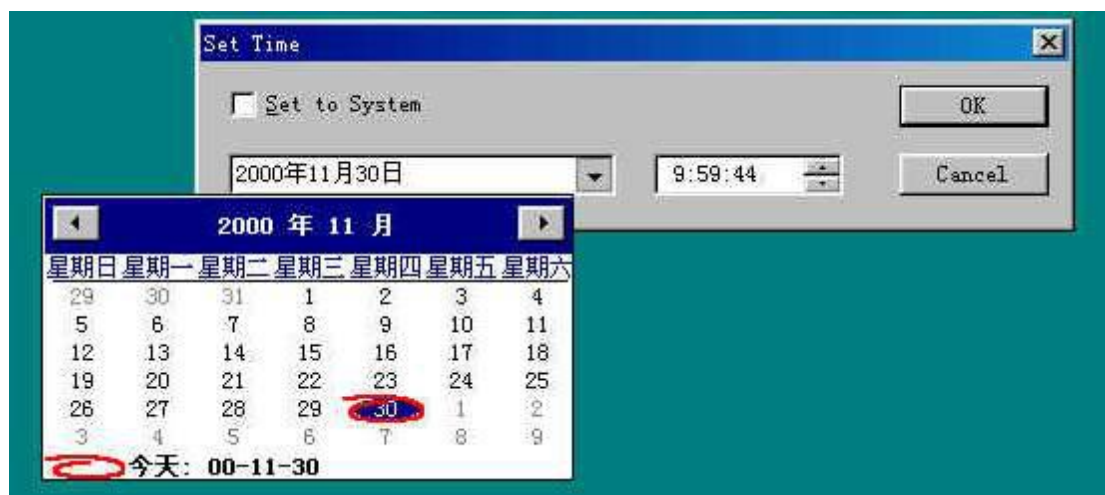
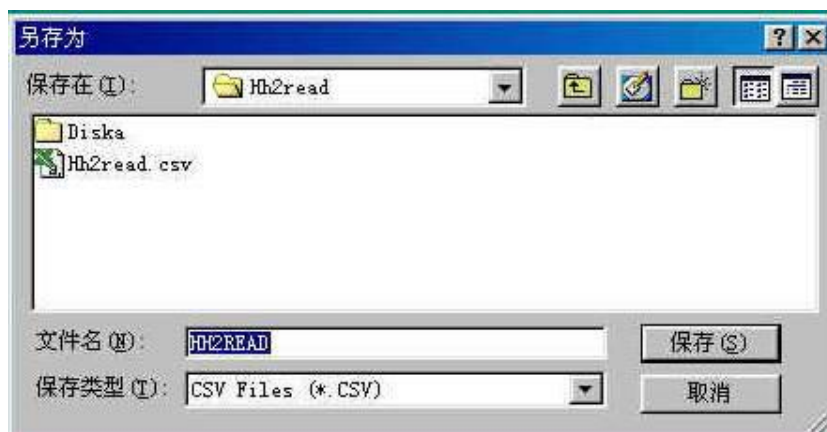
表已经丢失。

如果你的数据表是错误的，你仍可用HH2手持读表，但仅可用HH2手持读表默认的数据表来记录读数。

Settings Menu 用来设置软件与HH2手持读表的连接端口和设置时钟：

您需要根据自己HH2手持读表与计算机连接的具体情况来选择Com1口或Com2口（您的PC之后的9针D形插口）；

您可通过用鼠标点击 **Clock** 选项设置时钟，会出现以下界面：

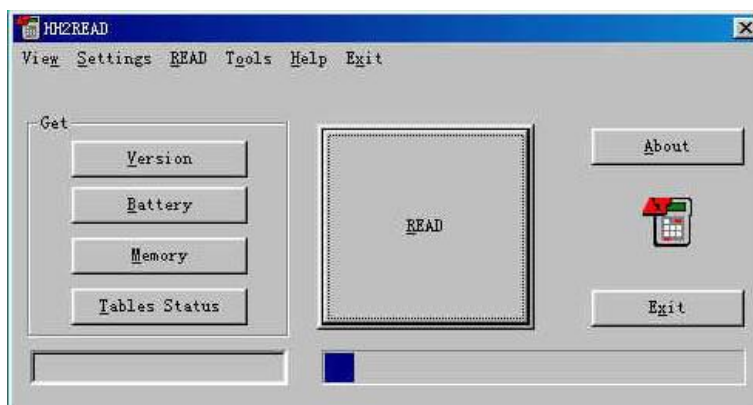


此时显示的时间与日期是计算机当前的系统时钟的时间，您可以将**Set to System** 选项“钩去”，来自己设定时间和日期：

Read 菜单的作用和按键一样，用来采集HH2手持读表中所有的数据，并将它们存贮在一个文件中。

软件默认的文件名为Hh2read.CSV文件，默认的文件路径为存HH2Read程序项下。最好将数据存贮在具有描述性的文件中。

点击保存按钮后，数据会从手持式读表下载到计算机并储存到相应的文件中：当数据下载完毕后，会显示：



当需要分析下载的数据时，在相应的目录下打开您数据所存储的 .CSV文件，.CSV



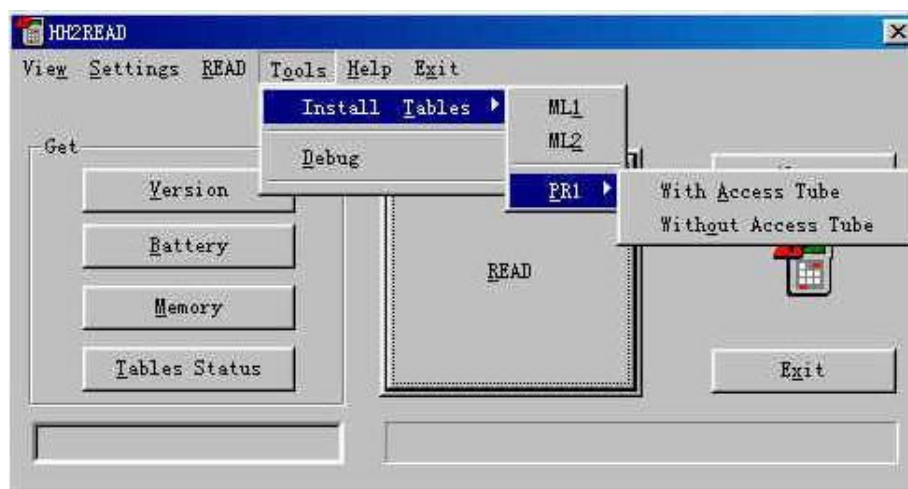
文件是可以用EXCEL打开的：

然后，您可以直接用EXCEL直接对所下载的数据进行整理和进行图象转换和分析。

如果在采集数据时，你更改了区块代码（Plot ID）、样品号(Sample)或传感器序号(Device ID)，比如：传感器类型、土壤类型、传感器的深度，您可将一整套的HH2手持读表的设置信息在相应的记录点存贮成一个文件。为了使绘图简单，建议将相同的传感器分组，编号。这也将节约内存。

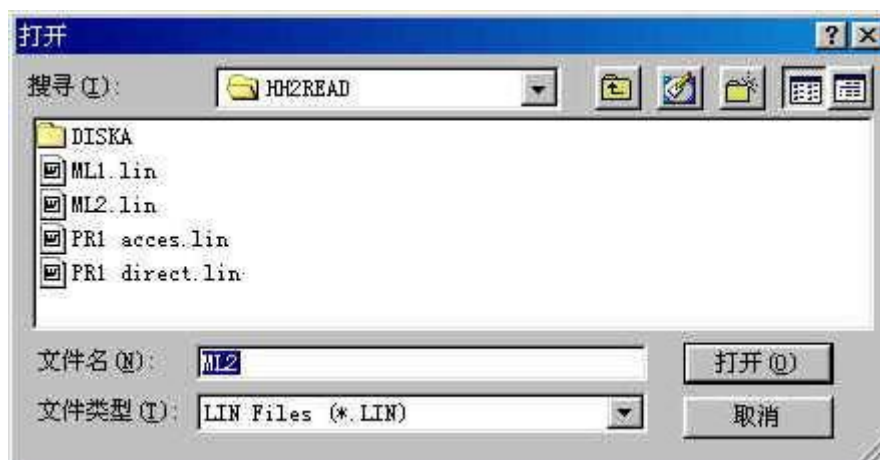
Time	Sample	Plot	Device	m3.m-3	Error
#####		2 A	255	0.341	
#####		3 A	255	0.283	
#####		4 A	255	0.284	
#####		5 A	255	0.283	
#####		6 A	255	0.283	
#####		7 A	255	0.287	
#####		8 A	255	0.288	
#####		9 A	255	0.226	

Tools 菜单中有 **Install Tables** 和 **Debug** 两个选项：



Install Tables 作用是将数据表输入到HH2手持读表，您可以自己设定新的探头的相应数据表并将其输入到HH2手持读表中。

软件中自带了四种探头的数据表，它们是以`.lin`为扩展名的文件，可以用“WORD”或“记事本”打开：



选中数据表，用鼠标点击 **打开** 按钮，软件将数据表中的数据传输到HH2手持读表相应的内存中。ML1和ML2数采的线性转换表安装在HH2中的微处理器中，

当电池无电时，这些线性转换表不会丢失，你仅用软件安装新的数表。

注意：数表必须严格遵循一定的格式，厂家提供的默认数据转换表保存在HH2Read软盘中，如下：

- ML1.LIN
- ML2.LIN
- PR1Direct.LIN
- PR1Access.LIN
- WET.LIN

Debug 选项能将土壤水分表的内存以二进制数的形式复制入一文件中。如出现错误，您不能将读数重新写入PC之中，您可以上载一个调试文件并将此调试文件发送给我们，我们将会帮您分析如何恢复。点击菜单中的**Debug**按钮，会有如下显示：



用鼠标点击 **保存** 按钮，软件将HH2手持读表中的数据传输到计算机中，以**.BIN** 为扩展名的文件格式进行保存，默认文件名为HH2 DEBUG.BIN。

六：校准

该部分注意描述了不同土壤校准曲线（Soil Calibration），把WET传感器的所测量的电介质数值转换为土壤水分含量。

为了测量土壤电导度（Pore Water Conductivity），还需要土壤参数和温度补偿值。在计算土壤水分亏缺值时，需要根系深度和土壤容积（Field Capacity）。

土壤校准

WET传感器根据简单的公式计算土壤水分值，该公式为：

$$\theta = (\sqrt{\varepsilon'} - b_0) / b_1$$

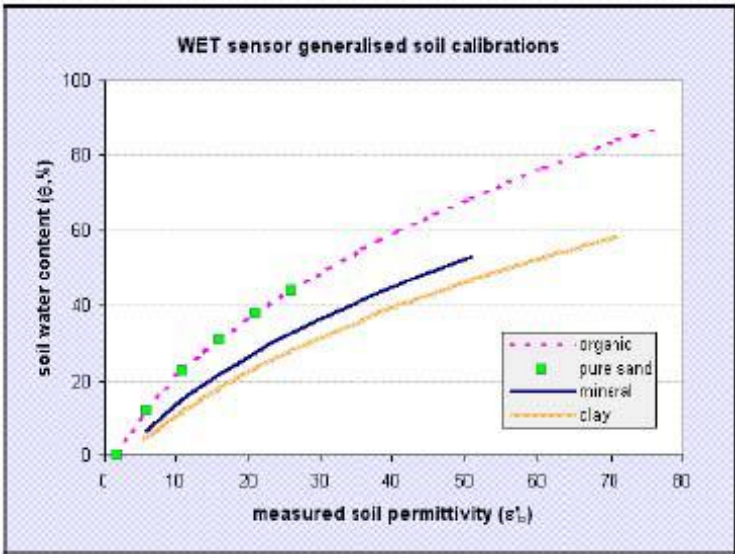
其中： θ ——土壤含水率； ε' ——测量土壤的介电质数值。

传感器能够直接测量 ϵ_b^i ，校准系数包括一对 b_0 和 b_1 值。

常见土壤参数的校正值

校准	b_0	b_1
无机土	1.8	10.1
有机土	1.4	8.1
沙土	1.4	8.4
粘土	2.0	11.0

校准	说明	密度 Kg.m-3	空隙比（Porosity） %
----	----	--------------	--------------------



注意：进行正确的校正是十分必要的。从WET传感器的测量和安装服务；

WET-CL土壤校准

如果常见的土壤或WET-CL校准值不适合所要测量的土壤。需要进行专门的校准。目的是得出 b_0 、 b_1 ，把该值输入到HH2中。

椰子壳 (Coir)	主要成分为椰子壳	85	98
泥炭 (Peat Based)	主要成分为泥炭 可能包括粘土或者珍珠岩 Perlite	75~250	55~80
Min Wool v	Mineral wool or glasswool Wet 传感器垂直放置	45~60	96
Min Wool h	Mineral wool WET 传感器水平放置	60	96
Glass Wool h	Glasswool WET 传感器水平放置	45	96
Min g/h soil	Average of a wide range of greenhouse soil	1100	55
Pot soil	Potting composts including roots		

理想的情况下，校准的方法是，采用一个体积一定的中心孔，盛放一定的潮湿土壤，仔细的干燥处理，干燥过程中，测量其电介质特性（ ϵ' ）和重量（采用一定的土样，使其具有不同的含水量，测量土样在不同含水量下的电介质特性和重量）。采用测量的湿土重量，干土重量和体积计算含水百分比，以及相应的电介质特性值。最后得到关于 $\sqrt{\epsilon'}$ 与含水量 θ 的回归曲线， b_0 和 b_1 分别是截距和斜率。然而在大多情况下，采用两点校准就能够满足要求。具体方法如下：

一个WET传感器

一个HH2测试仪，设置选项为 “WET EC_b ϵ_b ”。

采用非金属密封烤箱容器取1L土。

采用干燥箱干燥样品。

步骤 1 (Step 1)	采集潮湿的土壤样品，尽可能混合均匀，使其各项同行。把 WET 传感器插入到样品中，测量其电介质常数。E _w 。测量样品的重量 (W _w)，测量其体积。
第 二 步 (Step two)	采用干燥试验箱把干燥样品，并称重。 把 WET 传感器插入干燥土壤中 (θ ≈ 0) 测量电介质常数 ε' ₀ 。
	$b_0 = \sqrt{\varepsilon'_0}$ $\theta_w = \frac{(W_w - W_0)}{L}$ $b_1 = \frac{\sqrt{\varepsilon'_w} - \sqrt{\varepsilon'_0}}{\theta_w}$ 然后根据 $\sqrt{\varepsilon'_w} = 3.01$ $b_0 = \sqrt{\varepsilon'_0}$，常在 1.0~2.5 之间 $\theta_w = 0.13 / 0.75 = 0.173 m^3 \cdot m^{-3}$ $EC_p = \frac{\varepsilon'_p \times EC_b}{(\varepsilon'_b - \varepsilon'_{\sigma_b=0})}$ $\varepsilon'_{\sigma_b=0} = \varepsilon'_b - \frac{(\varepsilon'_w \times EC_b)}{EC_w}$
步 骤 3 (Step3)	计算体积含水量 (θ _w) $\theta_w = \frac{(W_w - W_0)}{L}$
步 骤 4 (step4)	$b_1 = \frac{\sqrt{\varepsilon'_w} - \sqrt{\varepsilon'_0}}{\theta_w}$ 常在 7.5~11.5 之间

例子

1. WET传感器测量值 $\varepsilon'_w = 9.06$ ，可得出 $\sqrt{\varepsilon'_w} = 3.01$ ，样品重1.08kg，体积为0.75L
2. 把土壤烘干，WET传感器测量值为 $\varepsilon'_0 = 2.56$ ，可以计算出 $\sqrt{\varepsilon'_0} = b_0 = 1.59$ 。
3. 样品干重为1.05kg，所以样品中水体积为 $1.18 - 1.05 = 0.13L$ 。样品体积含水量为 $\theta_w = 0.13 / 0.75 = 0.173 m^3 \cdot m^{-3}$
4. 得出 $b_1 = 8.19$ 。

土壤间隙水电导率 (Pore Water Conductivity)

WET传感器采用下式计算土壤电导率

$$EC_p = \frac{\varepsilon'_p \times EC_b}{(\varepsilon'_b - \varepsilon'_{\sigma_b=0})}$$

符号的定义在参考部分

WET传感器直接测量 ε'_b 和 EC_b ，根据温度计算 ε'_t 。另外一个参数 $\varepsilon'_{\sigma_b=0}$ 称为土壤参数，不同的土壤变化很小。

土壤参数

默认值适合于农田有机和无机土。但是如果测量重粘土，沙性土或特殊的基质，需要进行专门的校准。

注意：土壤参数默认值为4.1，除非已经进行了准确的测量，否则不要修改。该值显著的影响EC_p值，特别是在干燥土壤。

建议采用下述方法：

1. 取约300ml左右的土壤，装入带有密封盖的广口瓶中。土壤的量不是关键，需要把WET传感器完全插入土壤中，减小边缘的影响。
2. 添加两倍于土壤体积的自来水（约600ml）。自来水的电导率影响不大，但是水量需要足够使土壤达到饱和状态。并使土壤上方有足够的水浸没WET传感器。
3. 充分混合，大约振动10分钟。
4. 土壤静置1个小时。
5. 利用WET传感器测量土壤上方自由水的电介质特性（ ϵ_w ）和电导率（EC_w）。测量时HH2设置为WET ϵ_b EC_b。

6. 把WET传感器插入土壤中，测量总电导率（EC_b）和饱和土壤电介质特性（ ϵ'_b ）

7. 土壤的 $\epsilon'_{\sigma_b=0}$ 值根据下式计算得出：

$$\epsilon'_{\sigma_b=0} = \epsilon'_b - \frac{(\epsilon'_w \times EC_b)}{EC_w}$$

温度补偿

如果需要的话，WET传感器的读数可以进行温度补偿。

在一定的情况下，需要准确知道一定温度下的土壤的电导度。在那些情况下需要非补偿值，这是WET传感器所默认的。

然而，大多数情况下，电导率是间隙水所有离子浓度的估计平均值。在这种情况下，需要比较标准温度下的值。但这不太明确。原因如下：

标准温度即可以是20℃也可以是25℃。

温度补偿百分比主要与间隙土壤水离子组成有关。

ion	temperature sensitivity of EC*
Na ⁺	2.1
K ⁺	1.9
½ Ca ⁺⁺	2.1
H ⁺	1.5
NH ₄ ⁺	1.9
Cl ⁻	1.9
NO ₃ ⁻	1.8
OH ⁻	1.5
P ₂ O ₅ ⁻	not known

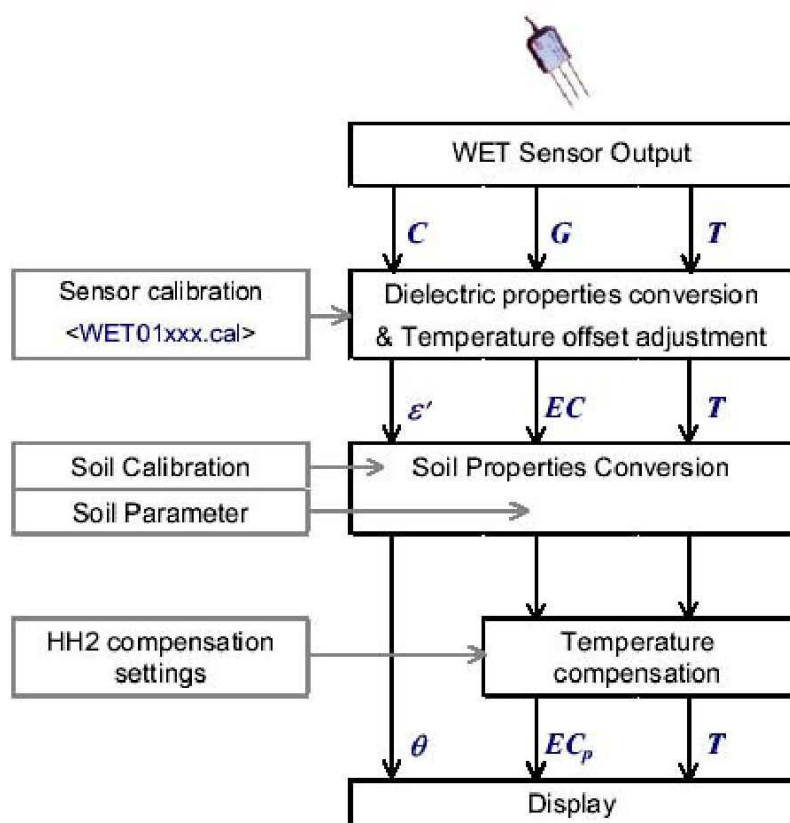
上述引用值为约25℃时的值。

根据实际应用中的补偿目的，确定补偿温度值和补偿百分比。

传感器校准

通常认为采用WET传感器测量电介质特性，但这并不完全正确。

传感器实际测量材料在电极间的电容（C）和电阻（G）。利用传感器校准曲线计算出电介质特性。《WET01xxx.cal》，XXX为传感器的序列号。每个校准文件中有系列的电容和电阻值，通过在各种已知电介质特性流体校准传感器。



七： 维护

保养

爱护传感器探头。不要用力把探头插入到石头或坚硬的土壤中。如果必须使用，先用工具钻孔，再插入传感器。

不要通过电缆线，拔出传感器。

WET传感器完全密封可以插入水中。但连接头没有密封，需要注意放水。

测量完毕，用干净的水把传感器冲洗干净。

保持探针稳定。不用时放置在泡沫塑料中。

重新校准

通过把传感器放入到低电导率的水溶液中，测量其电导率和电介质特性，定期的判断WET传感器的精度。

应该通过在精确的电导率溶液中，判断间隙水电导率值。注意温度要等于标准温度。

通过下式，在温度T时水的电介质常数（ ϵ'_b ），比较HH2测量仪的显示值

$$\epsilon'_b(T) = 80.37 - 0.37(T - 20)$$

如果WET传感器读数超过表示范围，需要送到厂家进行校准。

详细说明

【1】20℃水分含量精度

测量范围和误差源

传感器输出		范围	精度	单位	说明
串行数据	电介质常数 ϵ'	1~80	±2.5	无	0~40℃， 0.1~ 0.55m ³ .m-3 土壤含水量
	土壤总电导率 ECb	0~300	±10	mS.m-1	
计算中采用的数据	水分含量 θ	0.2~0.8 0~0.55 0~0.55	±0.04 ±0.05 ±0.03	m ³ .m-3	WET—CL 校准 With supplied soil calibration 专门的土壤 校准
	土壤间隙水电导率 ECp	见下述曲线			
	温度	-5~50	±1.5	℃	平衡后（~ 20s）
频率	20MHz				
校准	Individula sensor calibration supplied				
环境	温度范围为 0~40℃				
电源	测量 2.5S，典型值为 38mA，				
尺寸	探头：68mm 长×3mm 直径 空间：55×45×10mm				
样品体积	~500ml				
重量	75g				

水分含量测量精度

误差源	相关	说明
校准	校准土壤与实际测量土壤不同	无机土和沙性土通常小于3~4%。不进行专门校准时，对于粘性土和有机土误差达5~10%。
土壤类型	特别粘的粘性土壤	显示特别的电介质常数值，降低精度。需要进行专门的校准
	磁性土壤	
土壤盐分含量	测量值高	见下表
传感器安装	WET 传感器与土壤接触不好	可以故意的摇动 WET 传感器，观察测量值的变化

土壤间隙水电导率测量精度 (Pore Water Conductivity Accuracy)

误差源	原因	说明
土壤类型	特粘的粘性土	显示不正常的电介质特性值，降低精度
	磁性土	
	人造土	如果土壤水分含量较低 (<30%) 需要专门的土壤参数。
含盐量 (碱性)	含盐量特高	见下图
土壤水分	干土	见下图
温度	离子电导率随温度变化	见上述温度补偿说明
传感器的安装	传感器与土壤接触差	土壤与传感器的接触对土壤水电导率影响较小，但是良好的接触能够改善精度

测量范围

下图给出了WET传感器进行准确测量的土壤间隙水的电导率 (EC_p) 值的变化范围

