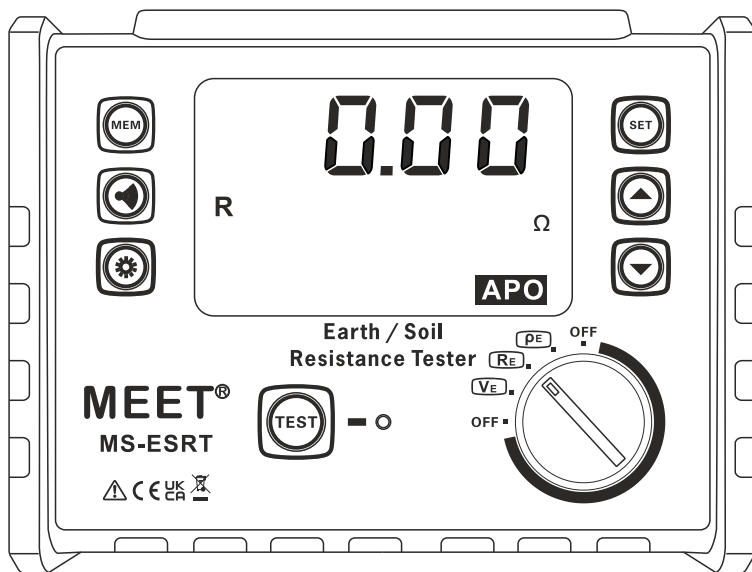




接地電阻 / 土壤電阻率測試儀

操作手冊





MS-ESRT

目 錄

一 . 安全規則及注意事項.....	2
二 . 簡介.....	3
三 . 量程及精度.....	3
四 . 技術規格.....	4
五 . 儀錶結構.....	6
六 . 測量原理.....	7
七 . 操作方法.....	8
1 . 開關機.....	8
2 . 電池電壓檢查.....	8
3 . 接地電壓測試.....	8
4 . 線阻校驗.....	9
5 . 四線精密測試接地電阻.....	9
6 . 三線測試接地電阻.....	11
7 . 二線簡易測試接地電阻.....	11
8 . 土壤電阻率測試.....	12
9 . 背光控制.....	13
10 . 報警設置.....	13
11 . 數據鎖定/存儲.....	13
12 . 數據查閱/刪除.....	13
八 . 電池說明.....	14
九 . 裝箱單.....	14

一. 安全規則及注意事項

感謝您購買了MEET接地電阻 / 土壤電阻率測試儀，在你初次使用該儀器前，為避免發生可能的觸電或人身傷害，請一定：詳細閱讀並嚴格遵守本手冊所列出的安全規則及注意事項。任何情況下，使用本儀錶應特別注意安全。

1. 本儀錶根據IEC61010安全規格進行設計、生產、檢驗。
2. 任何情況下，使用本儀錶應特別注意安全。
3. 測量時，移動電話等高頻信號發生器請勿在儀錶旁使用，以免引起誤差。
4. 注意本儀錶機身的標貼文字及符號。
5. 使用前應確認儀錶及附件完好，儀錶、測試線絕緣層無破損、無裸露、無斷線才能使用。
6. 測量過程中，嚴禁接觸裸露導體及正在測量的回路。
7. 確認導線的連接插頭已緊密地插入儀錶接口內。
8. 請勿在測試端與接口之間施加超過600V的交流電壓或直流電壓，否則可能損壞儀錶。
9. 請勿在易燃性場所測量，火花可能引起爆炸。
10. 儀錶在使用中，機殼或測試線發生斷裂而造成金屬外露時，請停止使用。
11. 請勿於高溫潮濕，有結露的場所及日光直射下長時間放置和存放儀錶。
12. 更換電池時，請確認測試線已移離儀錶，儀錶處於關機狀態。
13. 儀錶顯示電池電壓低符號“”，應及時更換電池。
14. 注意本儀錶所規定的測量範圍及使用環境。
15. 使用、拆卸、校準、維修本儀錶，必須由有授權資格的人員操作。
16. 由於本儀錶原因，繼續使用會帶來危險時，應立即停止使用，並馬上封存，由有授權資格的機構處理。
17. 儀錶及手冊中的“”安全警告標誌，使用者必須嚴格依照本手冊內容進行安全操作。

二. 簡介

接地電阻·土壤電阻率測試儀又名**四線接地測試儀**、**精密接地電阻測試儀**等是檢驗測量接地電阻的常用儀錶，採用了超大LCD灰白屏背光顯示和微處理機技術，滿足二、三、四線測試電阻和土壤電阻率要求。適用於**電信、電力、氣象、機房、油田、電力配電線路、鐵塔輸電線路、加油站、工廠接地網、避雷針**等。儀錶測試**精準、快速、簡捷、穩定可靠**等特點。

接地電阻·土壤電阻率測試儀由微處理器控制，可自動檢測各接口連接狀況及地網的干擾電壓、干擾頻率，並且具測試輔助接地極電阻值功能。同時存儲500組數據，**電阻測量範圍: 0.01Ω ~ 30.00KΩ**，**接地電壓範圍: 0.01 ~ 600V**。

三. 量程及精度

測量功能	測量範圍	精度	分辨率
接地電阻 (R)	0.00Ω ~ 30.00Ω	$\pm 2\%rdg \pm 5dgt$ (注1)	0.01Ω
	30.0Ω ~ 300.0Ω	$\pm 2\%rdg \pm 3dgt$	0.1Ω
	300Ω ~ 3000Ω	$\pm 2\%rdg \pm 3dgt$	1Ω
	3.00KΩ ~ 30.00KΩ	$\pm 2\%rdg \pm 3dgt$	10Ω
土壤 電阻率 (ρ)	0.00Ωm ~ 99.99Ωm	$\rho = 2\pi aR$ (注2)	0.01Ωm
	100.0Ωm ~ 999.9Ωm		0.1Ωm
	1000Ωm ~ 9999Ωm		1Ωm
	10.00KΩm ~ 99.99KΩm		10Ωm
	100.0KΩm ~ 999.9KΩm		100Ωm
	1000KΩm ~ 9999KΩm		1KΩm
接地電壓	AC 0.00 ~ 600V	$\pm 2\%rdg \pm 3dgt$	0.01V

注：1. 基準條件：Rh Rs < 100Ω時的精度。

工作條件: Rh max = 3KΩ + 100R < 50KΩ; Rs max = 3KΩ + 100R < 50KΩ

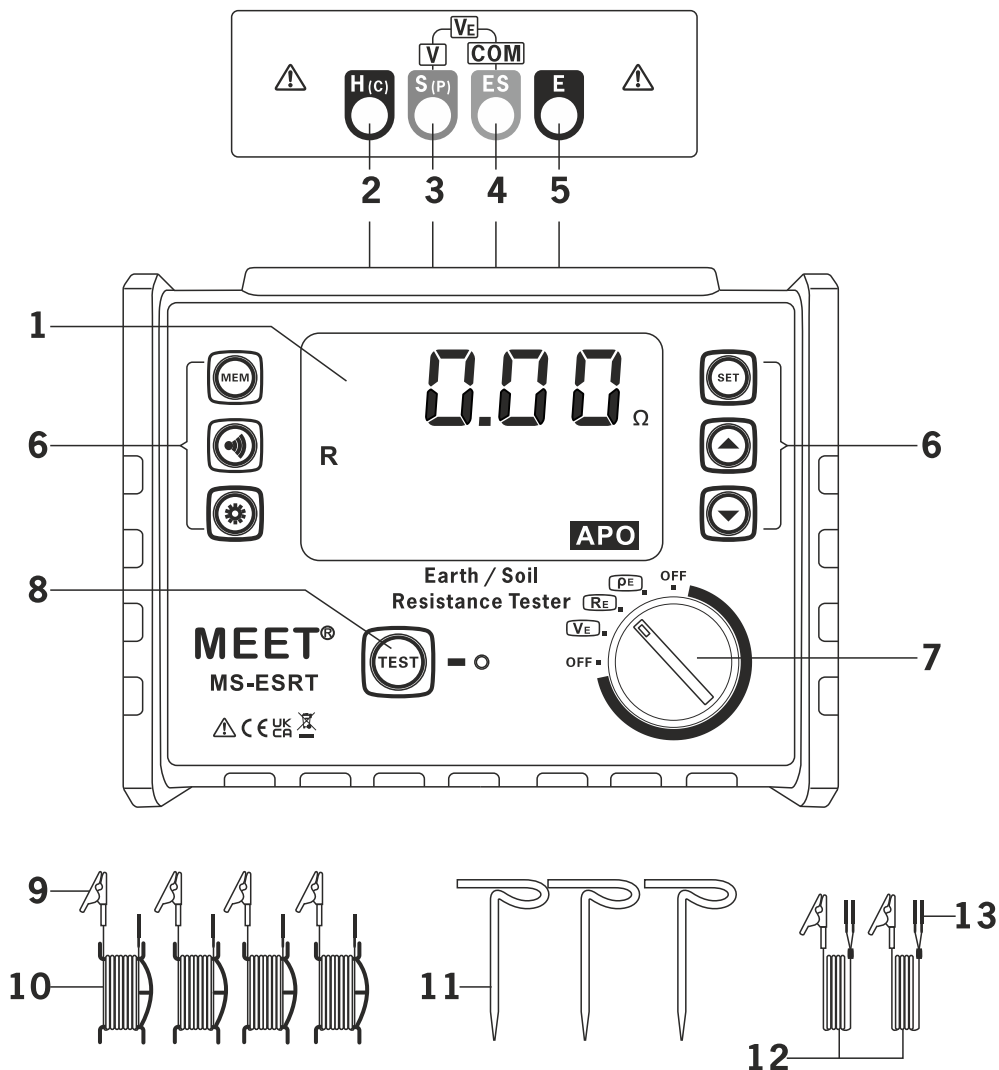
2. 取決於R的測量精度而定, $\pi = 3.14$, a: 1 m ~ 100m;

四. 技術規格功

功 能	二三四線測量接地電阻、土壤電阻率； 接地電壓、交流電壓測量
環境溫度濕度	23°C±5°C, 75%rh以下
電 源	DC 9V 6節LR14乾電池連續待機100小時以上
干擾電壓	< 20V (應避免)
干擾電流	< 2A (應避免)
測R時電極間距	a > 5d
測ρ時電極間距	a > 20h
輔助接地電阻值	基準條件 < 100Ω, 工作條件 < 5KΩ
量 程	接地電阻: 0.00Ω ~ 30.00KΩ
	土壤電阻率: 0.00Ωm ~ 9999KΩm
	接地電壓: 0.00V ~ 600.0V
測量方式	精密4線、3線法測量、簡易2線測量接地電阻
測量方法	接地電阻: 額定電流變極法
	土壤電阻率: 四極法
	接地電壓: 平均值整流(S-ES接口間)
測試頻率	128Hz
短路測試電流	AC > 20mA (正弦波)
開路測試電壓	AC 28V 最大
電極間距範圍	可設定1m ~ 100m
換 檔	接地電阻: 0.00Ω ~ 30.00KΩ全自動換檔
	土壤電阻率: 0.00Ωm ~ 9000KΩm全自動換檔
背 光	可控灰白色背光, 適合昏暗場所使用
顯示模式	4位超大LCD顯示, 灰白色背光
測量指示	測量中LED閃爍
LCD尺寸	111mm×68mm
LCD顯示域	108mm×65mm
儀錶尺寸	長寬高: 240mm×188mm×85mm
標準測試線	4條: 紅色15m, 黑色15m, 黃色10m, 綠色10m各1條
簡易測試線	2條: 黃色1.5m, 綠色1.5m各1條
輔助接地棒	4根

測量時間	對地電壓: 約3次/秒
	接地電阻、土壤電阻率: 約7秒/次
線路電壓	AC600V以下測量 (接地電壓測量功能不能用於測量商用電)
數據存儲	500組, “MEM” 存儲指示, 顯示 “FULL” 符號表示存儲已滿
數據查閱	查閱數據時 “MR” 符號指示
溢出顯示	超量程溢出時 “OL” 符號指示
報警功能	測量值超過報警設定值時發出報警提示
電池電壓	電池電壓低符號顯示
自動關機	“APO” 指示, 開機15分鐘後自動關機
功 耗	待機: 約40mA(背光關閉)
	開機開背光: 約43mA
	測量: 約75mA(背光關閉)
質 量	儀錶: 1280g(含電池)
	測試線: 1300g
	輔助接地棒: 720g(4根)
工作溫濕度	-10°C ~ 40°C; 80%rh以下
存放溫濕度	-20°C ~ 60°C; 70%rh以下
過載保護	測量接地電阻: H-E、S-ES各端口間AC 280V/3秒
絕緣電阻	20MΩ以上 (電路與外殼之間500V)
耐 壓	AC 3700V/rms (電路與外殼之間)
電磁特性	IEC61326 (EMC)
適合安規	IEC61010-1 (CAT III 300V、CAT IV 150V、污染度2); IEC61010-031; IEC61557-1 (接地電阻); IEC61557-5 (土壤電阻率); JJG 366-2004

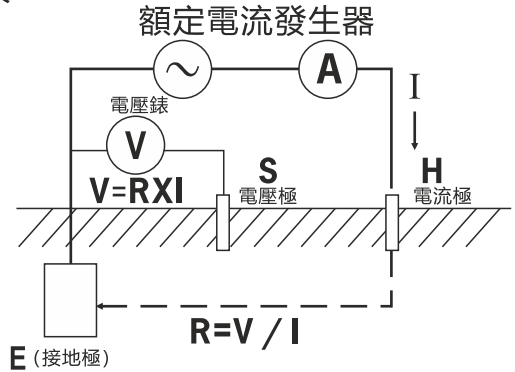
五. 儀錶結構



- | | | |
|----------------|--------------|-------------|
| 1. LCD | 2. H接口: 電流極 | 3. S接口: 電壓極 |
| 4. ES接口: 輔助接地極 | 5. E接口: 接地極 | 6. 功能按鍵 |
| 7. 檔位選擇鍵 | 8. 測試按鍵 | 9. 安全鱷魚夾 |
| 10. 測試線 | 11. 接地棒 | |
| 12. 簡易測試線 | 13. 簡易測試線短接頭 | |

六. 測量原理

1. 對地電壓測量採用平均值整流法。
2. 接地電阻測量採用額定電流變極法，即在測量對象E接地極和H電流極之間流動交流額定電流I，求取E接地極和S電壓極的電位差V，並根據公式 $R=V/I$ 計算接地電阻值R。為了保證測試的精度，設計了四線法，增加ES輔助地極，實際測試時ES與E夾在接地體的同一點上。四線法測試能消除被測接地體、輔助接地棒、測試夾、儀錶輸入接口表面之間的接觸電阻(通常有污垢或生銹)對測量的影響，能消除線阻對測量的影響，更精密。



3. 其工作誤差(B)是額定工作條件內所得誤差，由使用儀錶存在的固有誤差(A)和變動誤差(Ei)計算得出。

$$B = \pm(|A| + 1.15 \times \sqrt{E_2^2 + E_3^2 + E_4^2 + E_5^2})$$

A: 固有誤差

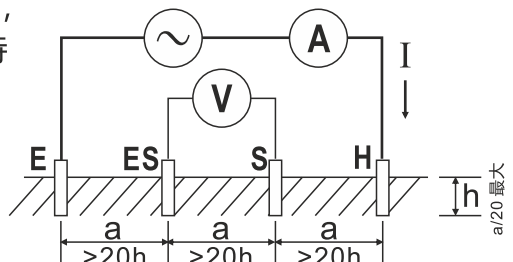
E2: 電源電壓變化產生的變動

E3: 溫度變化產生的變動

E4: 干擾電壓變化產生的變動

E5: 接觸電極電阻產生的變動

4. 土壤電阻率(ρ)測量採用4極法(溫納法): E接地極與H電流極間流動交流電流I，求S電壓極與ES輔助地極間的電位差V，電位差V除以交流電流I得到接地電阻值R，電極間隔距離為a(m),根據公式 $\rho = 2\pi aR(\Omega m)$ 得出土壤電阻率的值，H-S的間距與S-E S的間距相等時(都為a)即為溫納法。為了計算方便，請讓電極間距a遠大於埋設深度h，一般應滿足 $a > 20h$ ，見右圖。




七. 操作方法


1. 開關機

按功能選擇鍵旋轉到相應檔位實現開機，旋轉到OFF位置關機。
開機後右下角顯示“APO”，不操作時15分鐘後自動關機。

2. 電池電壓檢查

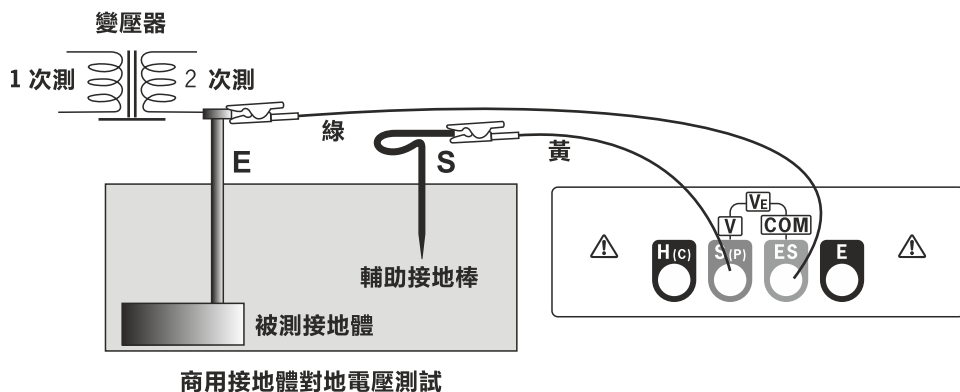
開機後，如果LCD顯示電池電壓低符號“”，表示電池電量不足，請及時更換電池。

3. 接地電壓測試

	接地電壓測試時需要使用1根輔助接地棒。
	儀錶只要通過測試線和輔助接地棒與大地有連接，儀錶接口的其他測試線就不能接入商用電源的L、N線中，否則引起漏電，斷路器可能啟動，有危險。
	接地電壓測試不能超過600V。

接地電壓：即電氣設備發生接地故障時，接地設備的外殼、接地線、接地體等與零電位點之間的電位差，接地電壓就是以大地為參考點，與大地的電位差，大地為零電位點。

接地電壓測試時需要使用一根輔助接地棒，注意與商用交流電壓測試的區別。參見下圖：儀錶、輔助接地棒、測試線都連接好後，開機後，將功能選擇鍵轉到U檔，LCD顯示測試結果。

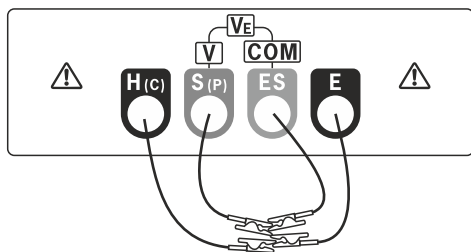


4. 線阻校驗

為了提高現場測量接地電阻的精確性、穩定性，避免因測試線長時間使用線阻變化引起的誤差；避免因測試線未完全插入儀錶接口或接觸不良引起的誤差；避免因用戶更換或加長測試線引起的誤差等，特設計了線阻校驗功能，對於低值電阻測量更加精確。

連接好測試線與儀表後，將所有測試線的另一端短接，如下圖，按功能鍵R按鈕切換至對應的接地電阻測量檔位，按“▲”鍵開始校驗，校驗中LED指示燈閃爍，LCD倒計數顯示，校驗完畢LCD顯示線阻值並將該值存儲，在本次開機接地電阻測量中會自動扣除校驗的線電阻值。

關機不保存校驗線阻值，下次開機，需要重新校驗。



5. 四線精密測試接地電阻



在測試接地電阻時，先確認接地線的對地電壓值，即H與E或S與ES的電壓值必須在20V以下，若對地電壓在5V以上，則接地電阻的測量值可能會產生誤差，此時先將被測接地體的設備斷電，使接地電壓下降後再進行接地電阻測試。

四線測試：四線法測試能消除被測接地體、輔助接地棒、測試夾、儀表輸入接口表面之間的接觸電阻(通常有污垢或生銹)對測量的影響，能消除線阻對測量的影響，優於三線測試。

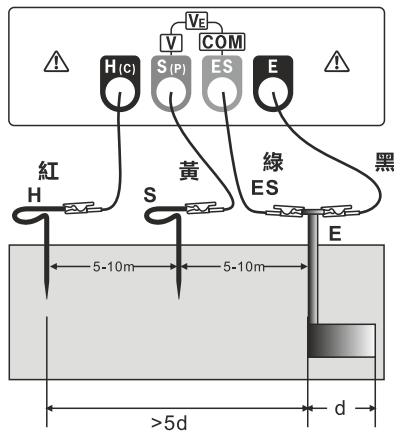
參見下圖：從被測物體開始，一般間隔5m~20m，分別將S、H輔助接地棒呈一直線深埋入大地，將接地測試線(黑、綠、黃、紅)從儀表的E、ES、S、H接口開始對應連接到被測接地極E、輔助電壓極S、輔助電流極H上。



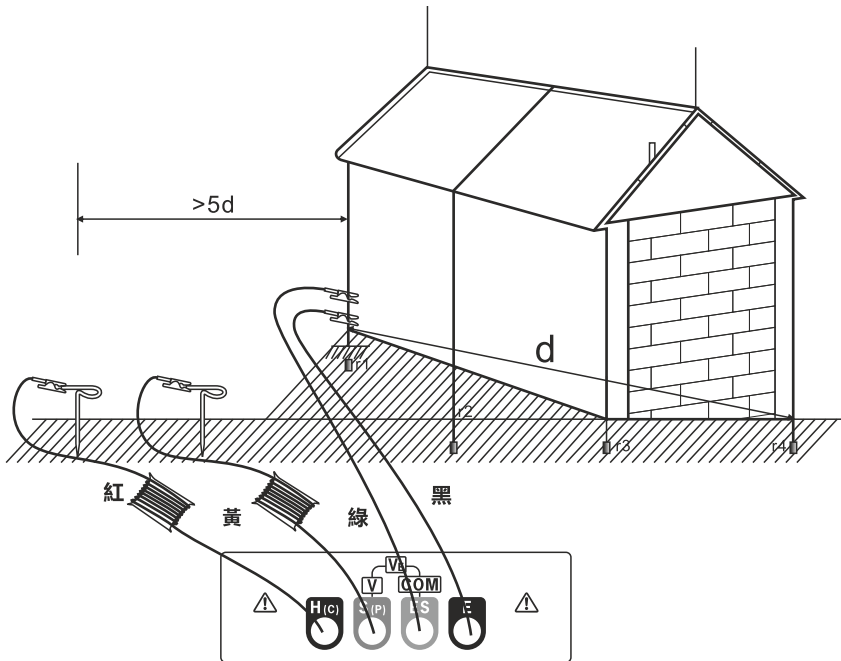
被測接地體E到電流極H之間的距離，應至少是被測接地體埋入地下深度(h)的5倍，或者是被測接地體埋入地下電極長度(d)的5倍。

測量複雜接地系統的總接地電阻，其d的距離為該接地系統最大對角線的距離。

測試時，測試線不能相互纏繞在一起，否則可能影響測試精度。



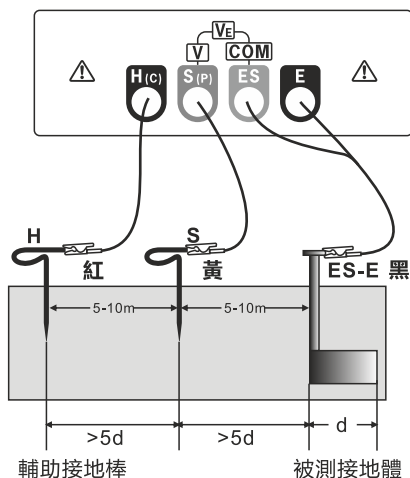
對於多點獨立接地系統或大地網接地系統，用戶自行選用更長的測試線即可，電極間距大於被測試地網最大對角線長的5倍即可。如下圖：



$R = r_1 \parallel r_2 \parallel r_3 \parallel r_4 \parallel r_5 \parallel r_6 \parallel \dots \parallel r_n$ ($r_1 \dots r_n$ 都是獨立接地點)
 R ——儀錶讀數，整個接地系統的總接地電阻值；
 $r_1 \dots r_n$ ——都是獨立接地點，在地面下各接地體沒有連接在一起；
 R_H ——輔助電流極H的對地電阻；
 R_S ——輔助電壓極S的對地電阻；
 n ——獨立接地點的數量，點數越多， R 值越小。

6. 三線測試接地電阻

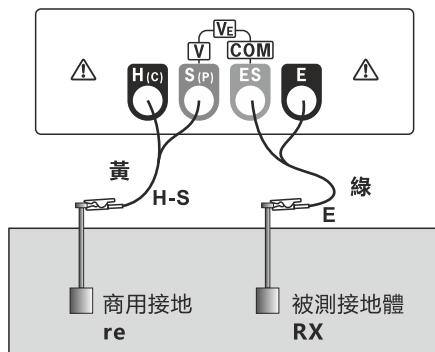
三線測試：如下圖，短接儀錶的ES、E接口，即為三線測試，儀錶操作與四線測試相同。三線測試不能消除線阻對測量的影響，也不能消除儀錶與測試線間、測試線與輔助接地棒間接觸電阻變化對測量的影響，測量時還需去除被測接地體表面的氧化層。



7. 二線簡易測試接地電阻

二線測試：此方法是不使用輔助接地棒的簡易測量法，利用現有的接地電阻值最小的接地極作為輔助接地極，使用2條簡易測試線連接H-S接口短接、E-ES接口短接)。可以利用金屬水管、消防栓等金屬埋設物、商用電力系統的共同接地或建築物的防雷接地極等來代替輔助接地棒H、S，測量時注意去除所選金屬輔助接地體連接點的氧化層。接線如下圖，儀錶操作同四線測試。

	<p>選用商用電源系統接地作為輔助接地極測量時，必須先確認是商用電源系統的接地極，否則斷路器可能啟動，有危險！</p>
	<p>採用簡易二線法測量接地電阻，儘量選擇r_e值小的接地體作為輔助接地極，這樣儀錶讀數才更接近真實值。測量時請優先選擇金屬水管、金屬消防栓做為輔助接地極！</p>



二線簡易法測量接地電阻，其儀錶讀數為被測接地體的接地電阻值與商用接地體的接地電阻值之和，即：

$$R = RX + re$$

其中：R——為儀錶讀數值；

RX——為被測接地體的接地電阻值；

re——為商用電力系統等共同接地體的接地電阻值。

那麼，被測接地體的接地電阻值為：

$$RX = R - re$$

8. 土壤電阻率測試

土壤電阻率 ρ 是決定接地體接地電阻的重要因數。不同性質的土壤，固然有不同的土壤電阻率，就是同一種土壤，由於溫度和含水量等不同，土壤電阻率也會隨之發生顯著的變化。因此，為了在進行接地裝置設計時有正確的依據，使所設計的接地裝置更能符合實際工作的需要，必須進行土壤電阻率的測量。

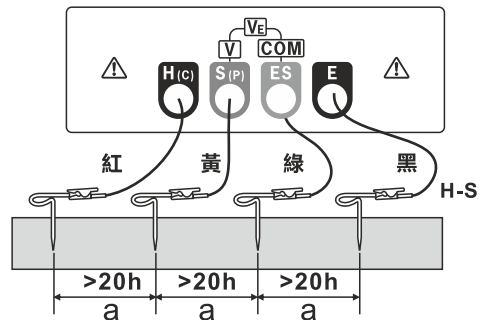
土壤電阻率用四極法(溫納法)進行測量。

根據公式 $\rho = 2\pi aR(\Omega m)$ 計算土壤電阻率 ρ ，單位為 Ωm ，其中：

a——電極間距

R——S-E電極間土壤的電阻

四極法(溫納法)：按下圖連接測試線，注意輔助接地棒間的間距及埋入深度，分別將H、S、ES、E輔助接地棒呈一直線深埋入大地，將接地測試線(紅、黃、綠、黑)從儀錶的H、S、ES、E接口開始對應連接到被測H、S、ES、E輔助接地棒上。



輔助接地棒的間距設置：連接好測試線後，按功能按鍵 ρ ，進入土壤電阻率測試模式，長按“SET”鍵(超過3秒)進入輔助接地棒的間距設置，短按“(●)”)鍵移動光標，按“▲”或“▼”鍵改變當前數字大小(a值範圍:1m~100m)，再長按“SET”鍵(超過3秒)保存設定的a值，並返回土壤電阻率測試模式。



設定完a值後，在土壤電阻率測試模式下，按“SET”鍵開始測試，並倒計數顯示測試進度，完成測試後顯示穩定的土壤電阻率值。

9. 背光控制

開機後，按“☀”鍵可以開啟或關閉背光，背光功能適合於昏暗場所。每次開機默認背光關閉。

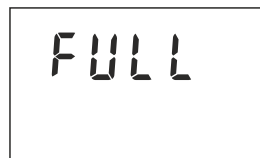
10. 報警設置

開機後，短按“●)))”鍵，開啟、關閉報警功能。短按“SET”鍵可以設置電阻報警值，按“●)))”鍵移動光標，通過按“▲”或“▼”鍵改變當前數字大小，再按“SET”鍵保存退出。當測量值大於報警臨界設定值並已開啟報警功能，儀錶閃爍“●)))”符號，並發出“嘟--嘟--嘟--”報警聲。接地電壓報警設置最大值為100V，接地電阻報警設置最大值為3000Ω，土壤電阻率報警設置最大值為9999Ωm。如下圖：



11. 數據鎖定/存儲

開機後測量完成，短按“MEM”鍵鎖定當前顯示數據，並自動編號存儲，若存儲已滿，儀錶顯示“FULL”符號。如下圖：測量數據為1032Ω，短按“MEM”顯示存儲為第3組數據。



12. 數據查閱/刪除

開機或測量完成後，長按“MEM”鍵(超過3秒)進入數據查閱，存儲數據界面和存儲數據組號對應的界面交替閃爍。按“▲”或“▼”鍵以步進值為1選擇查閱數組號對應數據，一直按住“▼”或“▲”鍵以步進值為5選擇查閱數組號，再按“MEM”鍵退出查閱。見下圖


查閱時下圖中數字3為當前組數，6為總組數，若無存儲數據，LCD顯示“NULL”，見下圖。



在數據查閱狀態下，按“SET”鍵進入數據刪除，按“▲”或“▼”鍵選擇“NO”或“YES”，選“NO”再按“SET”鍵不刪除返回數據查閱狀態，選“YES”再按“SET”鍵刪除所存數據，刪除後顯示如下圖。



八. 電池說明

儀錶採用了9V 6節LR14乾電池供電，當電池電量減少時，電量指示條減少，當電壓降到5V時，電量符號“”顯示，請及時更換電池。電壓低電時影響測量準確度。

九. 裝箱單

儀錶	1台
儀錶箱	1個
輔助接地棒	4根
測試線	4條
簡易測試線	2條
1.5V電池	6節
用戶手冊	1份