

土壤濕度感應器

(型號：SMS-BTA)



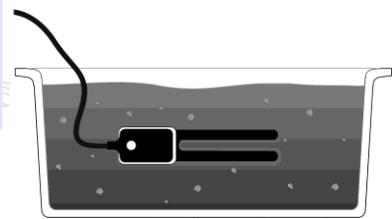
土壤濕度感應器用於測量土壤的體積含水量。這對於進行實驗課程例如土壤科學、農科學、環境科學、園藝、植物學、和生物是很理想的。使用土壤濕度感應器：

- 測試由於蒸發和植物吸收，濕度隨著時間的消耗。
- 評估不同種類的植物的最適宜土壤濕度成分。
- 監測溫室中土壤濕度成分來控制灌溉。
- 充實你瓶中生物之實驗。

如何使用土壤濕度感應器

放置感應器

右圖顯示了土壤濕度感應器適當的放置位置。感應器的長軸應該水平地放置，短軸或“刀片”應垂直地放置，以便水不會累積在感應器上。



感應器的水平方向確保測量是在一個指定的土壤深度。此感應器是可以垂直放置的，但因為土壤濕度在不同的深度經常有變化，這通常不是我們所需要的方位。為了放置感應器，我們可以使用一個薄的挖土工具如一個挖溝鏟在土壤上做一個前導洞。把感應器放入孔中，並確定感應器的整個長度被覆蓋。感應器沿著任意一邊用手指按入土壤。繼續用你的手指將感應器兩旁的土壤壓下並壓實起碼五次。這個步驟是很重要的，因為在感應器表面旁的土壤對感應器的讀數有很大的影響。

取出感應器

當我們把感應器從土壤中取出時，**不要拉扯它在土壤外面的電線!** 這樣做很可能會弄破內部的連接而使感應器無法使用。

什麼是體積含水量？

用非常簡單的術語來說，乾燥的土壤是由礦物質和稱為**毛細空間**的空氣袋。一個典型的體積比率是 55% 礦物質和 45% 毛細空間。當我們在土壤加入水中時，毛細空間開始由水填滿。我們接觸時覺得潮濕的土壤現在可能是 55% 的礦物質、35% 的毛細空間和 10% 的水。這個例子的體積含水量為 10%。這個情況中的最大體積含水量是 45%，因為在這個數值時，所有可用的毛細空間都已被水填滿了。這種土壤被稱為飽和，因為在 45% 水體積容量下，土壤再無法承受更多的水了。

用土壤濕度感應器擷取數據

這個感應器用於以下平台擷取數據：

- 作為一個單獨的設備或與電腦一起使用的威尼爾 LabQuest^{TM1}
- 帶電腦的威尼爾 LabPro^{®2}、TI 繪圖計算機、或 Palm[®] OS 手提電腦
- 威尼爾 Go!Link
- 威尼爾 EasyLink[®]
- 威尼爾 SensorDAQTM
- 威尼爾 CBL 2TM

以下是使用土壤濕度感應器的一般操作流程：

1. 把土壤濕度感應器連接到平台上。
2. 啟動數據擷取軟體。
3. 軟體將識別土壤濕度感應器並啟動預設的數據擷取設定。現在你可以擷取數據。

數據擷取軟體

此感應器可以與一個平台以及以下的數據擷取軟體一起使用。

- **Logger Pro** 這個電腦程式可配合 LabQuest、LabPro、或Go!Link使用。
- **Logger Lite** 這個電腦程式可配合 LabQuest、LabPro、或Go!Link使用。
- **LabQuest App** 這個程式是當單獨使用 LabQuest 時配合使用的。
- **EasyData App** 這個 TI-83+ 和 TI-84+ 計算機應用可配合 CBL 2、LabPro、和威尼爾 EasyLink 一起使用。我們建議使用 2.0 或更新的版本。
- **DataMate 程式** 採用 DataMate 配合 LabPro 或 CBL 2 與以下計算機使用：TI-73、TI-83、TI-86、TI-89、和 Voyage 200。在 LabPro 和 CBL 2 的使用說明書中可看到將程式轉移到計算機的指示。
- **Data Pro** 這個程式可配合 LabPro 和一個 Palm OS 的PDA使用。
- **LabVIEW** LabVIEWTM 軟體是由國家儀器銷售的圖形程式語言。它可以與 SensorDAQ 平台和一些其他的威尼爾平台一同使用。

注意：此產品只合適教育使用，不合適工業、醫療、研究、或商業上應用。

¹ 中文名稱：實驗分析採集器。

² 中文名稱：實驗採集器。

規格

範圍：	0 到 45% 土壤中水容量成分 (用其他校正刻度可讀 0 至 100% 水容量成分)
準確性：	典型為 4%
13-bit 分辨率 (SensorDAQ)：	0.05%
12-bit 分辨率 (LabQuest、LabPro、0.1% Go!Link、EasyLink)：	
10-比特分辨率 (CBL 2)：	0.4%
電源：	3 mA @ 5 V 直流電
操作溫度：	-40 °C 到 +50 °C
尺寸：	12.2 cm × 3.2 cm
保存校正刻度：	斜率 108 %/V 截距 -42 %

這個感應器已配備支持自動識別的電路。當使用 LabPro、Go!Link、SensorDAQ、EasyLink、或 CBL 2 時，數據擷取軟體會識別感應器，然後用已定義的參數來設定配合識別的感應器的實驗。這樣能簡化多個實驗的設定步驟。

我需要校正土壤濕度感應器嗎？

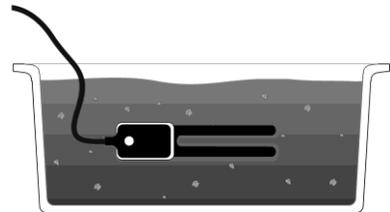
當使用土壤濕度感應器時通常不需要執行一個新的校正刻度。土壤濕度感應器有一個保存好的刻度，它可以對很多土壤得到好的結果。對於我們只要求相對的數值結果時它也會得到很好的結果。然而如果您的土壤含高量的沙、鹽、或有機物，並且需要非常精確的讀數，我們推薦作一個校正刻度。在一些情況下，您需要為您特殊的土壤執行一個校正刻度。以下是兩種方法的描述。方法一即快速又簡單，但比方法二有可能精確差一點。

土壤濕度感應器校正

校正方法一：兩點校正

兩種方法中這種方法即快速又簡單，但有可能精確差一點。

1. 把土壤在105 °C 溫度的烘乾機烘乾 24 小時。
2. 我們取一個水密封的容器，它需要足夠大，可充分插入感應器後每邊都有 2 釐米空位。塑料鞋盒或相似的容器相當合適。
3. 當冷卻時，弄碎大塊的土塊直到所有的土壤都能通過 5 mm的隔網。
4. 把土壤濕度感應器連接到平台上並啟動數據擷取程式。
5. 把土壤倒進容器內並把感應器如上圖一樣放置。感應器的長軸應該水平安置，短軸或 "刀片" 應垂直地放置，以便水不會累積在感應器上。

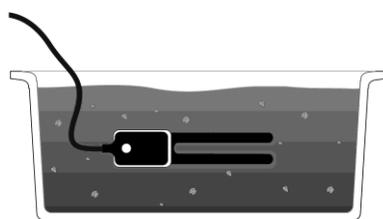


6. 感應器沿著任意一邊用手指按入土壤。繼續用你的手指將感應器兩旁的土壤壓下弄實起碼五次。
7. 在壓緊的土壤上加入更多的土壤以便感應器可以被埋入土壤表面下至少 3 mm 處。
8. 用緊握的拳頭把土壤再次壓緊。
9. 進入你的程式校正刻度的選單。保留此第一校正刻度點，並輸入數值 0。這代表 0% 的體積水容量。
10. 把感應器從土壤中移開。
11. 決定使用土壤的大概體積。這可以通過把土壤包裝在一個大的、有刻度的燒杯中完成。
12. 把土壤放回校正容器中。
13. 取等於土壤體積 45% 的蒸餾水。例如，如果您使用了 3500 毫升的土壤，您需要取得 1575 毫升的蒸餾水。
14. 把蒸餾水加入土壤中並攪拌它。
15. 把感應器放進濕潤的土壤中，再次確定感應器被完全覆蓋並且在土壤和感應器之間沒有空隙。
16. 保留這個第二個校正刻度點，輸入 45 的數值。這代表 45% 的體積水容量。
17. 現在您已經為這種土壤類型完成校正刻度。如果您使用 *Logger Pro 3*，您可以直接在感應器中保存這個校正刻度。如果使用計算機或 *Palm PDA*，您可能想要記錄這個校正刻度以供將來使用。

校正方法一：多點校正

這種方法更精確，當比第一種方法要求更多的時間和精力。

1. 取 12 個乾燥瓶。這些瓶子必需能夠抵禦 105 °C 烘乾機的溫度。
2. 衡量並記錄每個瓶子的重量。
3. 準備乾燥的土壤，弄碎大塊的土塊直到所有的土壤都能通過 5 cm 的隔網。注意：這些土壤應當相當乾燥，但這種方法不需要烘乾機弄乾。
4. 我們取一個水密封的容器，它需要足夠大，可充分插入感應器後每邊都有 2 mm 空位。塑料鞋盒或相似的容器相當合適。
5. 把土壤濕度感應器連接到平台上並啟動數據擷取程式。
6. 把土壤倒進容器內並把感應器如圖三一樣放置。感應器的長軸應該水平安置，短軸或「刀片」應垂直地放置，以便水不會累積在感應器上。
7. 感應器沿著任意一邊用手指按入土壤。繼續用你的手指將感應器兩旁的土壤壓下弄實起碼五次。
8. 在壓緊的土壤上加入更多的土壤以便感應器可以被埋入土壤表面下至少 3 mm 處。
9. 用緊握的拳頭把土壤再次壓緊。
10. 進入你的程式校正刻度的選單從感應器處記錄電壓的讀數。注意：在這種方法下，進入程式的校正刻度部分只是用來得到感應器上的原始之電壓讀數。在軟



體中您將不會完成典型的 2-點校正刻度。

11. 使用土壤核心工具 (土壤核心工具可從 Environmental Sampling Supply 公司購買；網站：www.essvial.com) 從感應器附近得到三個體積土壤樣本。
 - a. 把整個取樣圓筒插入土壤中。
 - b. 移出土壤核心。
 - c. 將核心放進一個乾燥瓶子中。
 - d. 測量並記錄加了土壤的瓶的重量。
 - e. 重複步驟 a-d 兩次來得到多兩個核心樣品。
12. 把感應器從土壤中移開。
13. 決定一個標準的蒸餾水容量，使每一次測試時加進土壤後將水容量增加 3 到 10%。如果您不確定加入水的份量，測量您使用的土壤體積。使用等於土壤體積的 5% 的蒸餾水容量。
14. 將一份從步驟 13 得到的體積的蒸餾水加進土壤。為避免凝集，將水分少量加入，充分攪拌後再加。
15. 將感應器放回土壤中。感應器沿著任意一邊用手指按入土壤。繼續用你的手指將感應器兩旁的土壤壓下壓實起碼五次。
16. 在壓緊實的土壤上加入更多的土壤以便感應器可以被埋入土壤表面下至少 3 mm 處。
17. 用緊握的拳頭把土壤再次壓緊實。
18. 記錄來自感應器的電壓讀數。
19. 重複步驟 11-18 兩次來得到總共 4 次的水容量。
20. 烘乾並測量 12 個土壤樣品來計算它們的質量水容量。
 - a. 把瓶子放入 105°C 的烘乾機中 24 個小時。
 - b. 讓樣本冷卻直到土壤溫度接近四周的溫度。
 - c. 冷卻後，再次為土壤樣本秤重來確定乾重量。
21. 為這四個樣品確定每個的體積水含量， θ 。
 - a. 計算質量水含量， w 。

$$w = \frac{m_w}{m_m}$$

這裏， m 是重量，下標 w 和 m 分別指的是水和礦物質。

- b. 計算容積密度， ρ_b 。

$$\rho_b = \frac{m_m}{V_t}$$

這裏， V_t 是總容量。

- c. 計算體積水容量。

$$\theta = w \frac{\rho_b}{\rho_w}$$

水的密度， ρ_w ，是 1 g/mm^3 。

例子

土壤樣本容量 (V_t)	16.1 mm ³
土壤樣本初始重量 (帶瓶)	84.065 g
烘乾樣本重量 (帶瓶)	81.113 g
瓶子重量 (包裝重量)	57.894 g
水的重量 (初駛 - 幹重量) (m_w)	2.952 g
烘乾土壤的重量 (乾 - 包裝重量) (m_m)	23.219 g

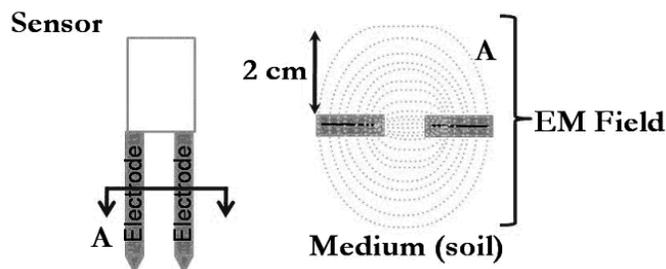
$$w = \frac{m_w}{m_m} = \frac{2.942 \text{ g}}{23.219 \text{ g}} = 0.127 \quad \rho_b = \frac{m_m}{V_t} = \frac{23.219 \text{ g}}{16.1 \text{ cm}^3} = 1.44 \text{ g cm}^{-3}$$

$$\theta = w \frac{\rho_b}{\rho_w} = 0.127 \left(\frac{1.44 \text{ g cm}^{-3}}{1 \text{ g cm}^{-3}} \right) = 0.183 \text{ or } 18.3\%$$

22. 繪畫一個校正刻度的曲線：體積水容量與相對這個水容量的感應器輸出電壓。
在 *Logger Pro* (3.4.5或更新的版本中) 中已為這個目的設定了一個實驗檔案。稱為 "土壤濕度校正刻度"，並且可以在探頭與感應器文件夾中的土壤濕度感應器檔案夾中找到。另一個選擇是在沒有感應器時在 *Logger Pro* 中,打開一個新檔案，然後在數據表中鍵入數值。
23. 在刻度曲線上執行線性回歸並記錄斜率和截距。
24. 連接感應器並啟動數據擷取軟體。
25. 進入軟體的校正刻度部分並手工輸入斜率和截距的數值。
26. 現在您已經為這種土壤類型完成校正刻度。如果您使用 *Logger Pro 3*，您可以直接在感應器中包存這個校正刻度。如果使用計算機或 Palm 掌上電腦，您可能想要記錄這個校正刻度以供將來使用。

土壤濕度感應器的工作原理

土壤濕度感應器使用電容來測量周圍媒介的電介質電容率。在土壤中，電介質電容率是水含量的含函數。感應器對電介質電容率創造一個成正比的電壓，因此它也是土壤的水含量成比例。



感應器以整個感應器的長度的水含量做平均。在感應器的平坦表面上有一個 2 mm 的有效區，它的極端兩邊有很少甚至沒有的影響。圖四顯示了沿感應器橫斷面的電磁場線，說明了有影響的 2 mm 區域。

保固

威尼爾公司承諾所有產品沒有設計上的缺陷和製造上的瑕疵。

自出售日起，在正常使用下免費保固五年，人為損壞除外，正常消耗品 (如 pH 緩衝液、離子電極校正液等) 除外。

注意：鑑於維護台灣消費者之權利，台灣總代理廣天國際有限公司僅維護出具貼有廣天國際有限公司保固貼紙之產品，才享有上述之服務。

製造商

威尼爾軟體與技術公司 (Vernier Software & Technology)

13979 S.W. Millikan Way

Beaverton, Oregon 97005-2886

USA

電話：888-837-6437

傳真：503-277-2440

台灣總代理

廣天國際有限公司

地址：台北市信義區基隆路二段115號7樓之3

電話：02-23822027

傳真：02-23820206

郵編：110

電郵：support@calculator.com.tw

網站：www.vernier.com.tw



MEASURE. ANALYZE. LEARN.™