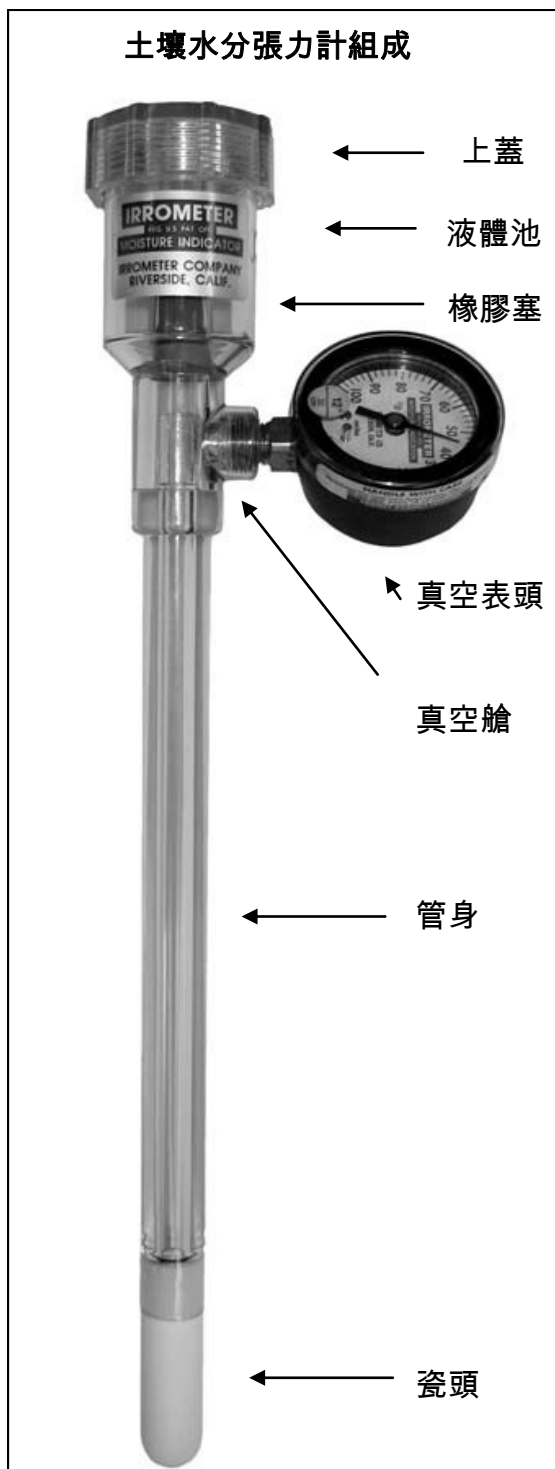


您做了一個非常重要的投資，水分張力計的正確使用能償還很多倍的利益。這本參考書所提供給您信息，將保證您獲得最大的利益的投資實現。



### IRROMETERS

使用優質的材料和做工。無論你正在使用 IRROMETERS 研究、在草皮上、風景區或在農場，我們堅持建議您閱讀以本手冊。這會保證您的水分張力計無故障、準確使用多年。

### IRROMETERS

如果您有任何疑問，在這本小冊子沒有回答，我們的工作人員隨時準備協助你。請在任何時間致電我們。

**長宏儀器開發有限公司**

桃園市大園區(337)青峰路 2 段 213 號 8 樓

電話：03 - 3819203

傳真：03 - 3819338

<http://www.horninstr.com.tw>

## 運送確認

貨物需仔細開箱，並於抵達後立即檢查。請勿移除塑膠覆蓋外套，直到準備安裝。儀器乾燥運輸和安裝，所必須的準備請根據說明如下：

## 安裝前準備工作

正式安裝前有必要讓它們做好準備，概述在下面的步驟 1 到步驟 6。安裝。儀器乾燥運輸和安裝，所必須的準備請根據說明如下：

### Step 1 泡水

使用乾淨的水。注意不要用手直接碰觸瓷頭。關閉上蓋放置在乾淨不生鏽的玻璃瓶，塑料桶中靜置隔夜（使用前）。目的是使水通過尖端瓷頭，這操作程序可能會重複。浸泡後的瓷頭請以濕紙巾保持尖端的潤濕狀態，直到安裝之前。



浸泡過夜

### Step 2 準備脫氣水

在乾淨的瓶子上貼上明顯標籤，避免拿錯。內裝入清潔之脫氣水，或蒸餾水、煮過已經冷卻的水或自來水。

### Step 3 加入脫氣水

打開張力計上蓋，到入先前準備的脫氣水。如果管內沒有完全填滿，這可能是由於空氣附著在管壁上，可以用手掌敲擊管口。如果能夠除去這樣的氣泡，脫氣水就能完全裝入管中。也可以嘗試使用塑膠擠壓瓶進行填充。



手掌敲擊管口除去氣泡



塑膠擠壓瓶進行填充



加入脫氣水

#### Step 4 抽氣

使用手動真空泵。將瓷頭淹沒在水中，將抽氣真空泵吸盤與張力計連接抽氣，直到壓力表上的讀數到達 80 - 85，通常為 5 或 6 次的快速拉動。(請參閱第 9 頁 - 手動真空泵)在海拔較高的地區，最大真空度將會降低 ( 即 4000' 海拔 70-75 )。接著緩慢釋放真空，使用手指釋放閘上的吸盤，以避免損壞壓力表。重複上述步驟，除去所有空氣，一般 2-3 次就足夠了。擰緊上蓋時不要擰得過緊，這樣可能損壞壓力表或塞子。

#### Step 5 安裝

將儀器尖端的塑膠袋移除，並安裝在預定安裝的準備孔中。  
安裝方法請詳閱後面有關「安裝」的章節。

#### Step 6 安裝後續工作

每天 3 至 6 天使用手持空氣 pump 抽氣，或直到沒有進一步的氣泡出現。張力計本身的設計能夠有利空氣的排出釋放。如果水位降低需要進行補充。這些將能維持儀器的準確度。

NOTE: 在除氣過程中出現的小泡泡，並不需要特別關注。

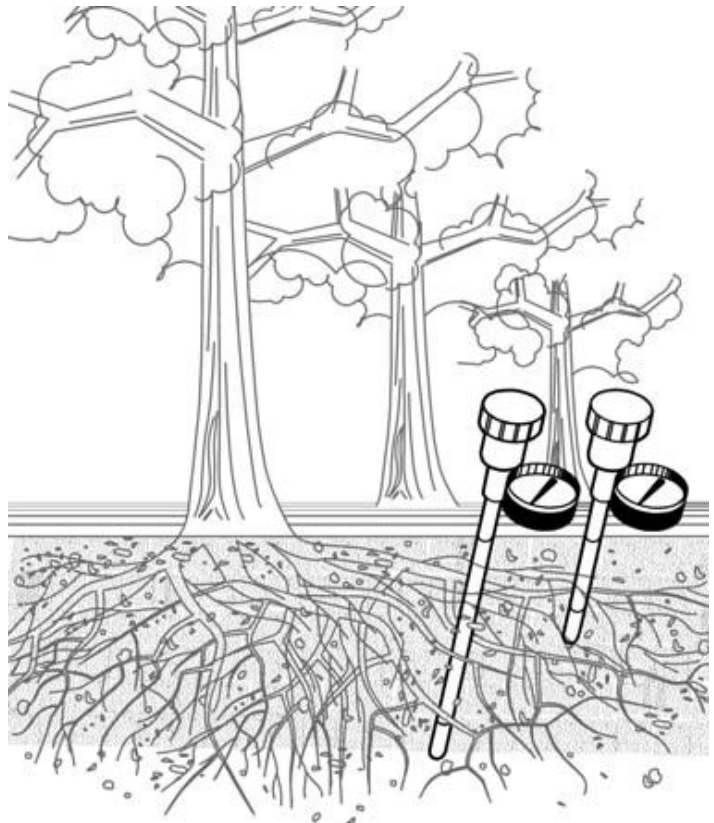


### 選擇一個適當的位置進行安裝

小心選擇設置位置非常重要，正如其它的土壤水分量測儀器。除非土壤環境非常均勻，或是灑水頭均勻的分布。否則不以棋盤式安裝。

幾乎所有的安裝設定，都需要考量地形、入滲速率、持水力等土壤環境狀況來決定安裝位置。在一個有灌溉溝渠的情況下，通常首先會安置在溝渠的最末端，第二個位置則會安置在溝渠的中段。

經過一兩個周期的灌溉之後，如果某一區域作物有顯示一些特別的狀況，則可以在這些區域中安置一些水分張力計。



所有水分張力計安裝的位置都要接近植物的根系。此外如果植物夠大，能夠提供巨大的陰影，也是習慣安裝的地點。而地面水分散失最大的地方位於植物的向陽面。

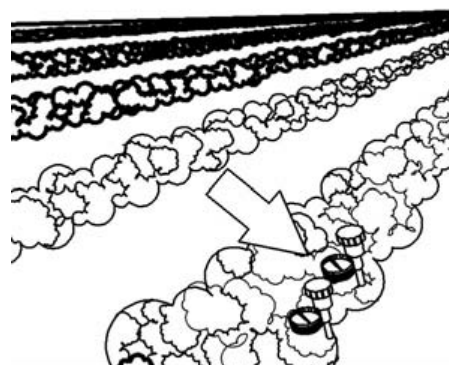
當作物有超過約 18 公分根系，張力計應安裝在兩個深度 - 根區深度的 25% 左右，另外一個則位於約 75% 的深度。

初始安裝時，一個小區域可能需要許多的張力計，這是由於土壤環境的變易性無法掌握。安裝一陣子之後，經過數據的觀察與匯整，有些張力計可以移除。但重要的安置位置需要持續安裝一整個生長季節。用以獲得整季的連續數據變化。因此剛開始的工作是在一個小區域安置充分的張力計，而不是將其分散安裝。

注意：由於許多耕地土壤環境的差異，最好是使用兩個極端位置的中間進行設置。採用“平均”的結果為比較好的整體規劃。

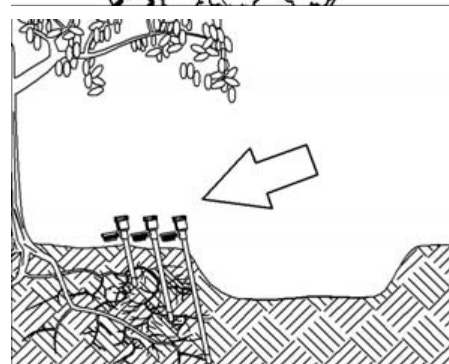
### 溝渠式灌溉

安裝方式保留一個小角度，下端朝向溝渠。在靠近樹或作物的周圍進行安裝，安裝的位置需要得到午後的陽光，用來評估水分的散失狀況。由於橫向流動的水變化較難以掌握，因此越接近溝渠的張力計所顯示結果較具有代表性。



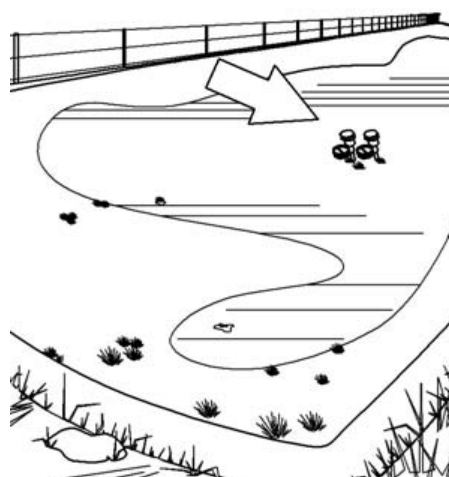
### 畦灌或邊灌式灌溉

張力計通常安裝在水與作物間 2/3 的位置，這個位置通常是水滲透的滿足點位置。如果是樹木，安置的位置最好是在 drip line 的附近。所選擇的張力計最好比實際深度較長的，避免在灌水時，表頭被水淹蓋。在一些狀況下已被證實，張力計裝在根的分布範圍內能夠反應作物實際的水份狀況。



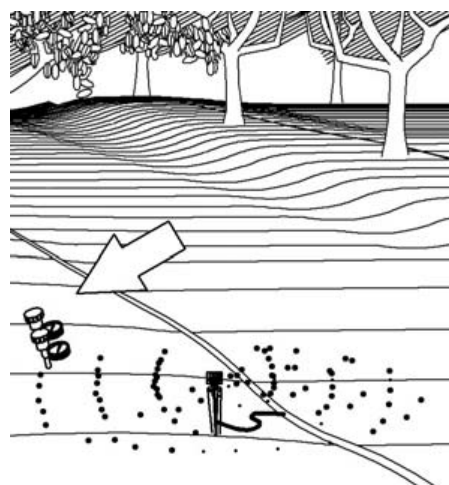
### 噴灌式灌溉

噴灌的情形下，張力計最好安裝在 drip line 上並且能夠照射到午後陽的位置。並且特別注意噴灑水線不會被樹木的支幹擋住。



### 滴灌式灌溉

安裝在樹的向陽面滴水線上，另外也需要遠離噴水器 100 公分左右。確保張力計在濕潤的區域。新栽的樹木，張力計應該安裝在樹木的根球內部。耕作中的作物也需要安置在該行中。



## 張力計安裝方法

土壤與張力計之間良好的接觸與後續數據準確提供有非常直接的關聯。如果土壤與張力計之間的孔隙過大，導致空氣直接透過管柱向下到達瓷頭，表頭的顯示數字將會錯誤顯示過高的讀數。如果水直接順著管柱向下，則表頭會顯示過低的讀數。根據下面的建議防止這樣的狀況發生。

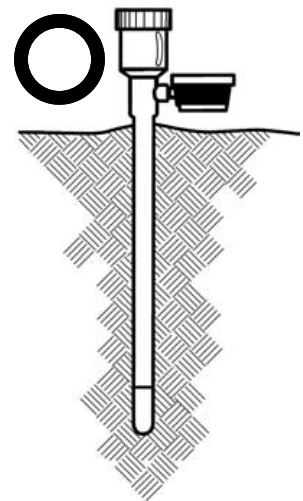
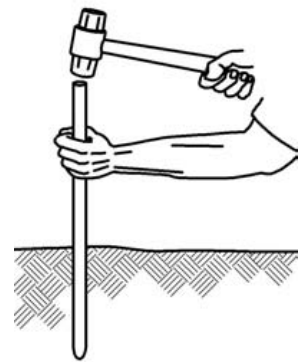
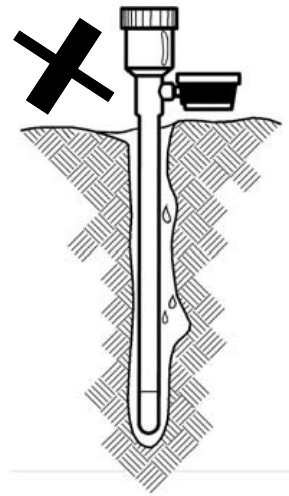
在鬆弛的土壤中安裝張力計，選擇較短者進行安裝，會大大降低安裝的難度。短的張力計也使得原有的土壤結構與根系發展受到的影響較小。在大多數的情況下，安裝前需要先準備一個孔洞，雖然張力計沒有特定的安裝時間，但土壤在濕潤的狀況下安裝的難度也最低。張力計的直徑為 7/8“(22mm)。可以使用尖端 7/8”(22 毫米)不銹鋼棒或 1/2”鍍鋅管，是最方便的安裝工具，可以做出一個適合安裝張力計的孔洞。孔洞深度也要適合安裝深度，否則瓷頭的部位會存在太多水或空氣，影響測試的準確度。

若需要在硬質或是充滿石礫的土壤安裝時，則需要其他的工具。一個非常粗糙的礫質土壤需要將土壤先鑽入一個直徑(25 – 32mm)的孔洞，並調配泥漿，放入張力計然後倒入泥漿和一些水。以這樣的方式確保瓷頭與周圍土壤緊密接合。最後再將表面土壤聚集起來堆高，或是在張力計上方以外罩保護其不受破壞。



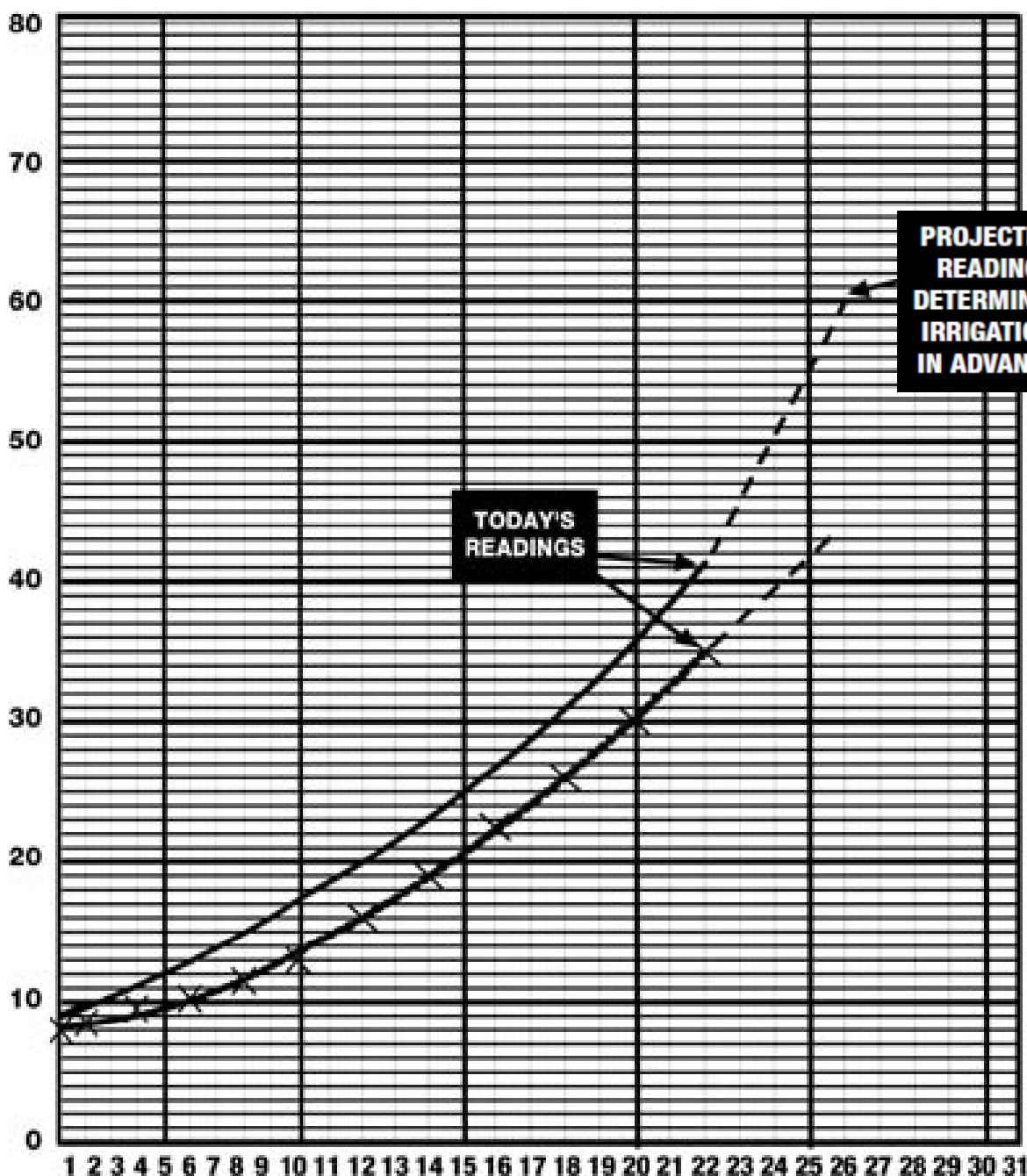
注意: 很粗質地的土壤在安裝時，可以開較淺 2” 的孔洞。安裝時先倒入一些水，接著將張力計壓入最後 2”。這樣的方法能夠增加張力計與土壤的密合程度。

安裝與拆卸時要非常注意，不要抓住壓力表頭向上或向下推。向下時可以直接推上蓋。將張力計拔出時，先轉動一下，讓土壤先與張力計分離。轉動時按順時針方向旋轉，避免張力計零件鬆脫。然後抓住管柱向上拉出。請不要使用轉出的方式將張力計拔出。可能導致瓷頭鬆脫。



張力計安裝至指定的深度之後，留在土壤表面的部分務必不要太長，否則有可能造成之後的損壞狀況，一般而言安裝完畢之後，張力表頭距離土壤表面的距離不要低於 1 英寸 (2.5cm)，也不要高於 6 英寸(15cm)，這樣的空間能提供張力計熱脹冷縮的空間。在某些狀況下張力計以一個傾斜的角度進行安裝，這樣的安裝方法能夠減少裸露在地面的長度。在果園裡一般安裝在樹冠之下，較短的長度提供較佳的保護環境，安裝角度並沒有特別的限制，但必須要遵守張力計朝下的原則。安裝完畢之後記得要將壓力計內的脫氣水補滿，並且將管內多餘的空氣排出。(這個部分的細節狀況請參考後面章節內容)。

安裝張力計的過程會一定程度的擾動土壤結構與根系系統，因此大多數的狀況下，張力計需要經過數個小時才能提供準確的數據。另外在一些岩石較多的土壤，為了安裝需要開啟一個較大的孔洞。這樣的孔洞導致瓷頭與土壤的間隙較大，因此需要以灌溉的方式改善。一般而言，在一個完整的安裝程序完成之後，3~6 天張力計能夠提供準確的數據。



Station Number \_\_\_\_\_ Month \_\_\_\_\_ Year \_\_\_\_\_

Water Used \_\_\_\_\_ ----- Depth In. 12"

**XXXXX** Depth In. 24"

Hours Irrigated \_\_\_\_\_ Depth In. \_\_\_\_\_



## 張力計結果紀錄與灌溉管理

就像在您的家中的溫度計提供溫度重要資訊，土壤水分張力計提供管理土壤水分的重要資訊。並且能夠提供實際灌溉的重要資訊。持續的紀錄土壤水分狀況，提供管理者能預先規劃灌溉計畫。我們的表格提供一個最簡單的方法(請參考第 8 頁)。方便管理者發揮其應有的功能。您可以直接在野外進行紀錄。方法非常簡單而且容易操作。張力計讀值可以直接在表格中作紀錄。連續紀錄而產生的曲線，能夠紀錄不同深度長時間的土壤水分變化情況。

「改變率」是何時灌溉的最佳指標，當土壤快速乾燥(短短幾天內讀數迅速增加 10~15 KPa)時進行灌溉，這個圖表提供一個最簡單的紀錄方法，以及最低的數據處理成本。數個月份的資料匯整，能提供管理者預先製訂灌溉計畫可靠依據。參考以往的資料，並且年復一年的持續進行有效的水分管理。此圖也可以作為雨量資料、化學肥料、等栽培計畫的重要參考。

另外我們也提供電子式的紀錄方式，在資料管理上更為方便。

## 讀取量測結果

### 頻率

量測紀錄頻率取決於土壤變乾燥的速率，如果在炎熱的沙質土壤環境，每周需要讀取並紀錄 2~3 次。在較為溫和的環境狀況可以每周一次。在濕潤的環境中甚至頻率可以拉得更長。經過幾個灌溉周期或一段較長時間的觀測下來，根據數據結果能夠訂出較佳的紀錄頻率。

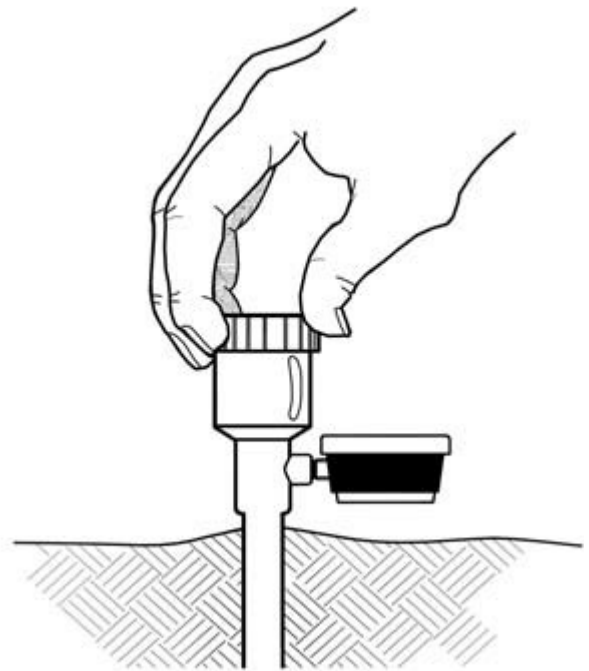
### 時機

在即將灌溉與灌溉之後馬上進行紀錄，能夠得出土壤的最乾與最濕的狀況，這樣的資料對於灌溉管理非常重要。在某些地方，白天有非常極端的氣候狀況出現，因此應該在早晨進行紀錄。因為有時候白天的用水高峰期，數值會快速上升，但入夜之後數值又會下降。因此早晨紀錄是相對準確的。量測之前可以輕敲表頭，這樣的輕微振動能夠使指針活動起來。數據紀錄時的張力計應該都處於「已維護」的狀態，如果即將進行維護，應該於維護前進行數據紀錄。

## 野外維護

張力計管內的水位在土壤乾燥的時候會下降。因此形成了一個真空的狀態。當土壤濕潤時，這樣的真空狀態引導水位重新回到原來的位置。但每進行一個周期，會有微量的氣體進入管內。這樣的狀況除了會影響表頭的反應速度，也會使得讀值較正常略低。「維護」的目的在於移除這些空氣，使張力計回覆正常狀態。

我們的張力計維護非常簡單。打開蓋子，空氣會以泡泡的型式向上並離開水面，接著在將脫氣水重新加滿水槽。另外管內的液體也要視實際狀況進行更換。



當打開蓋子時，會感覺到一個向下的壓力，這是由於管內處於一個真空的狀況，此時讀值也會上升。張力計管內的設計使這樣的維護作為更容易。重新鎖上蓋子時請不要額外的用力，因為這樣會使得管內產生一個正壓力。因此在蓋緊蓋子之後，要鬆開 1/4 圈。如果內部的橡膠墊片損壞，請更換。

一般而言濕潤的土壤環境，進入張力計的空氣較少，因此可以數個月進行維護一次，相反的如果水分變化大，或是張力計本身使用時間已經很長，則需要增加維護的頻率。張力計的最大讀數為 85，如果環境長時間處於這個狀態，會有很多外界的氣體被抽入張力計，如果是這個狀況，張力計則需要每個星期進行維護。如果放棄維護，長時間之後，所有的水將離開張力計，讀值會是一個假的讀數“0”。

多數的環境中，張力計並不需要時常維護，反而應該更少維護，這樣能夠增加儀器的穩定性。如果張力計的用途為研究，每隔幾天就進行維護，能使張力計維持最佳狀況，並提供準確的資料。另外在鹽土的環境使用時，管內需加入是當濃度的鹽分，否則水分將不斷流出張力計。

張力計的壓力表頭內部有一個密封的零件能阻止水進入壓力表內，在一般的維護上時常被忽略。另外長時間使用後，空氣可能形成小泡泡附著在瓷頭或是管壁上，此時就需要使用手持式的真空 pump 進行去除。去除的頻率約為 30~60 天一次。一些傾斜安裝的張力計比較常見。手持式真空 pump 能除去管內任何部位的空氣。

當使用手持式真空 pump 抽氣時，若土壤乾燥，過長的真空時間會導致更多的空氣從瓷頭進入管中，這樣的情形在土壤濕潤時則不嚴重。另外抽氣的時間也不要超過幾秒鐘。

正確的維護操作，能確保張力計能夠迅速的反應土壤狀況，及提供正確的觀測結果。一般維護的工作可以安排在紀錄讀值之後，所需要的時間花費非常有限。

### 手持式抽氣 Pump

此手持式抽氣 pump 前端有吸盤能夠搭配張力計使用。將張力計蓋子打開，可以直接與 pump 的吸盤連接。連續快速的拉動 4~5 下，就能夠達到最高的真空程度約在 80~85 左右。吸盤本身會自動付著在張力計的開口，可以不需要用手進行固定。這是一個方便的設計，因為您有多餘一支手可以用來輕敲管壁，讓付著的氣泡慢慢移出。

空氣抽出完畢後，要溫和的將吸管與管口分開，否則會造成整支張力計的移動。吸盤上有一個空氣閥門，能用手指開啟，並釋放真空狀態，方便分離。

抽氣完畢之後再用水沖洗整個抽氣 pump。乾燥之後所有的零件以矽銅潤滑劑潤滑，由其是球閥。



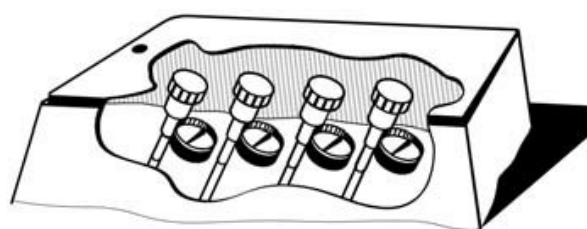
## 野外土壤水分張力計的保護

水分張力計使用者保護他們的設備就是保護他們的投資，保護的主要目的在於：

1. 防止意外發生導致儀器損壞。
2. 為了方便觀測與紀錄，保持表頭的清潔。
3. 為了阻擋陽光抑制藻類生長。
4. 為了防凍的保護措施。有些地方的冬季非常寒冷，為了避免冰雪造成儀器損壞。外罩需要放置保溫棉或是其它絕緣物質。
5. 為了減少溫度對儀器的量測結果的影響。

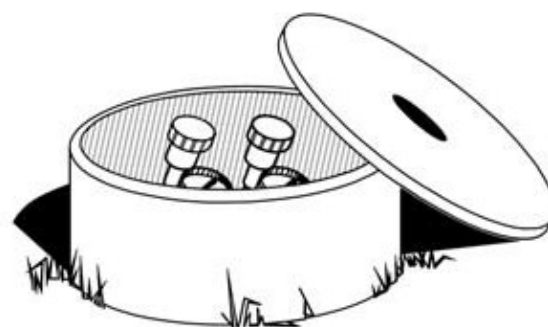
作物為樹木或是使用溝灌、漫灌等灌溉方式者，可以使用金屬、混凝土、或堅固的木箱外部再以防水處理。在牧場中使用時，外部可以混凝土或鋼板進行強化保護，使內部的儀器有妥善的保護。

保護罩的外部需要加上醒目的標示，避免在長時間的野外安裝後造成損失。



## 開始灌溉

世界上並沒有任何人能夠在沒有詳細的調查前提之下提供正確的灌溉計畫。您可以詳細觀察幾個灌溉周期之後，再為您的土地擬訂更適當的灌溉計畫。



如果您還沒有使用土壤水分張力計作為灌溉的指標，提供下面的建議：

對於大多數的農作物而言，最簡便的方法就是以 50 作為臨界指標。(除了滴灌或低量灌溉) 在這樣的情況下，需要有一個適當的安全係數，土壤本身也有水分儲備，因此植物的種植者可以等到最後一刻再進行灌溉。以下是典型的調整方式：

在炎熱、乾燥的氣候狀況，灌溉開始時讀數大部分作物在：

**10 ~ 35 沙質土壤 / 35 ~ 50 中等土壤 / 50 ~ 60 細質地土壤**

在氣候潮濕陰涼的環境之下，灌溉的時間可以稍微延後 10 ~ 15 點，然而這樣的狀況也需要視實際的狀況來決定。

滴灌的概念是一種使用非常有限水資源的一種灌溉方法。在 30 ~ 45 cm 深度的這個位置，水分張力的讀數應該在 3 ~ 20 左右。

新栽植的植物，由於根部與土壤的密合度不夠(0 ~ 5 讀數誤差)，因此在灌溉時應該延長灌溉時間。

一般而言，較高的水分指數能夠有較高的收成，但這並不是在水分讀數高的時候進行灌溉可以達成這個目的。另外也有證據顯示，這樣的作法可能導致鉅額的損失。

### 水分張力計的準確度

土壤張力計的量測方法，是公認最準確的量測方法。結果適用於大多數的作物栽培管理上，事實上水分張力計也被廣泛的討論以及不斷的與其他量測儀器比較。

事實上在土壤有效水分的觀測上，並沒有任何儀器能夠精確測量土壤質地、根系狀況所產生的不同水份有效性。正確的保養維護以及連續性的紀錄相關數據，能夠對於精確量測土壤有效性水有極大的幫助。

一般而言非常準確的控制土壤水分指數並沒有必要。一般而言正常的灌溉指數約在 50 左右，但允許 10 ~ 15 的變異。在這樣的變異條件下，並不會造成作物短收的結果。

### 解讀水分張力計數值

水分張力計表頭指數的意義，表示植物吸取土壤中水分時所花費的能量。指數越低顯示質物越容易吸取土壤中的水。指標所指的數值並非顯示土壤中實際所含的水量。水分張力計壓力表刻度為 0-100，刻度為一大氣壓的百分之一。測量單位是 centibars 或千帕，50 的讀數相當於 1/2 的氣氛或約 7 磅的負壓（真空）。這樣定義是一種直接測量的根系統如何努力要工作來提取水。



### 低張力土壤水分張力計

注：低張力型（LT 和 MLT）針對 0-40 centibars（千帕）。這提供低張力狀況下更好的分

如果這看起來複雜，您可以設定一個自動灌溉的灌溉系統，以保持土壤水分在一個理想的“舒適”範圍內的。

## 水分張力計與灌溉

P8 圖表是一份記錄土壤水分變化的圖表，根據這個圖表所記錄的資料，用來了解土壤實際的乾濕程度，並且擬定灌溉計畫，由於土壤本身變化非常複雜，除非透過長時間的關注與計畫。

當土壤水分不足時，首先受到影響的植物的根部，但很難用肉眼發現這個現象。接著植物的葉子出現狀況，此時植物的生長速度已停止或減緩。但除非有經驗的管理者能發現這個狀況，接下來更嚴重的影響將產生。此時已經造成植物產量的損失，出於這個原因，灌溉是需要關注的重要事項。

保持土壤水分充足至關重要，植物所需水分 70% 是從根的上半部吸收的，較深度的根能在水分短缺的時候發揮作用，克服缺水壓力。但並不足以推動最大的生長需要。安裝兩個或更多深度的土壤水分張力計，能提供一個較全面的視野。可以得到土壤水分更精確的圖像。

隨著作物生長的不同階段，不同的營養供給是重要的，相同的，有證據顯示不同生長階段的需水量也至關重要，缺水壓力會導致產量與品質的明顯降低。另外環境氣候的狀況也影響植物的灌溉需求。有些作物在種子成熟的時候需要減少灌溉。

使用土壤水分張力計必須要透過詳實的紀錄，將土壤水分狀況、灌溉、環境因素、生長記錄等資訊匯整，擬定合適的灌溉計畫。這樣的計畫能夠做到提高產量、節約水資源的結果。

## 停止灌溉

當灌溉水到達陶瓷頭時，張力計數值開始下降。舉例而言：90cm 深度的張力計讀值為 0-15 時，或 120cm 的張力計讀值為 10-15 時，就沒有必要再繼續灌溉。有些排水不良的土壤，可以在讀值為 30 的時候停止灌溉，這樣能避免土壤積水或水資源的浪費。

停止灌溉之後，張力計讀數應該開始上升，此時重力水有時間能夠滲透下來。根部開始吸收土壤水分。如果張力計持續維持在 0-20 的範圍。表明土壤排水不良。應該要減少灌溉。

## 淹水土壤

若每個點位能夠安裝 3 支土壤水分張力計，能發揮關鍵的功能。第三支張力計通常安裝在正常跟區域之下。它能夠提供管理者檢察地下水位的特性，並有助於防止過度灌溉和土壤淹水狀況產生。

## 提高利潤

採用土壤水分張力計作為灌溉控制工具，可以提供增加單位面積種植作物的可能性。各種農業測站已經證明了這個說法。增加密栽植密度能提供更高的受精機率，以玉米為例，增加栽植密度並搭配合適的灌溉計畫，能夠提高超過一倍的產量。

控制灌溉能提高產品質量，許多農業部門與實驗站能夠得到證實，在許多大型的商業種植基地使用。其中一個甜玉米的栽種計畫，在上市前兩個禮拜提供充足的土壤水分與施肥，能夠成功達到目標。

## 節能 / 節水

從沒有栽培建議直接進行以減少低於最佳條件下土壤水分的植物生長作為節約用水的方法。正確使用土壤水分張力計可以正確的消除原本灌溉制度的浪費，通常能夠降低灌溉成本。

濕潤的土壤類似一個濕潤的海綿，海綿所能吸收的水分有一定的量，持續供水並不能增加土壤與海綿的吸水量，到目前為止可知的原因中，最大的浪費在於土壤本身滲漏。而這樣的滲漏是看不見的。



最大的節約用水來源在於水分張力計能夠控制一些過量的灌溉，大多數的管理者發現，他們一直在某個特定位置灌溉過多的水，而導致其他部分缺水。改變這個狀況需要依靠土壤水分張力計以及詳實的紀錄與灌溉計畫。這樣的改變通常非常明顯。

當然也發生在作物生長的某個時段，需要供應更多的水。有些土壤滲透速度緩慢，水由表層滲漏到底層可能需要經過兩三天，在這個狀況下，張力計的讀數下降速度會受到推遲。因此在一些狀況下，可以先灌溉原先設定一半的份量，然後等待。看看張力計讀值會不會下降，而不是一直灌溉到讀數下降為止。經過兩到三次的灌溉周期，經驗能夠提供該區域所需要的最低量。

另外有一些狀況會影響水分的滲透速度。舉例而言水分在濕潤土壤相對於乾燥土壤要較快的滲透速率，因此需要較久的時間才能滲透至下部根區。

通常安裝在淺層的土壤張力計，讀數的上升速度比深層的快，這是由於植物的使用及表面的蒸發。如果深層張力計顯示深層土壤有充足的水分，則淺層則可以容許較高的數值。這是由於深層的水分能夠提供足夠的水分。

由於每個土壤的使用狀況以及其基本性質差異很大，因此沒有一個已經設定好的方案能夠直接執行。需要透過數據的紀錄、管理者的觀察、測試才能達到理想的目標。



## 常見問題

有關土壤水分張力計的常見問題：

### 張力計的讀數永遠為“0”

土壤被水所飽和、正在降雨、正在灌溉、土壤無法排水。

儀器內部沒有水或由於儀器處於低水位失去吸力。可以通過重新灌水，並使用手動真空泵排除氣體。如果仍然無法排除請重新進行安裝。

### 張力計無法正確顯示土壤水分

這是最常見的問題，通常使用者所認知的土壤水分是錯誤的，如果張力計是在正常使用狀況之下，不同深度的張力計通常數值會差異很大，這是實際的正常狀況。

### 張力計重新添補水的頻率

這通常代表一個狀況。張力計讀數長期處於一個高張力的情況，它可能造成的原因：

張力計安裝不正確 - 土壤沒有妥善與瓷頭表面接觸連結。

漏水－橡膠塞硬化，更換橡膠塞或表頭連接處漏水。

### 灌溉之後儀器反應速度很慢

這通常是由於特定類型的土壤的緩慢滲透速率。請確保儀器充滿液體及無空氣。見節“現場維修”上第 10-11 頁。一般而言，陶瓷投部分是密封的，如果陶瓷頭損壞，或是有洩漏的狀況發生，請更換陶瓷頭。

### 儀表讀數超出預期的差異

這通常是可以預料的，幾乎所有的新用戶都有可能發現土壤含水量的驚人變化，這是由於土壤類型不同以及地形的差異。因此這樣的差異很大機率並不是由於儀器所造成的。

### Irrrometer 土壤水分張力計的濕式儲藏(即將使用)

正常使用下的土壤水分張力計，能夠持續使用數個年度，中間經過各種的季節變化，很少需要額外的維護工作。在日常的使用上我們建議使用者在張力計的儲存上注意下面幾個要點：

1. 溫度極低狀況下使用時，生長季節結束後請拆除張力計。這將防止在陶瓷尖端受到冷凍劑鹽的沉積。
2. 安裝之前請不要讓陶瓷尖端部分風乾，安裝前先使用濕潤的沙土保持張力計尖端濕潤，運送時也要注意這個細節，安裝時只要把儀器尖端從飽和的沙土中拔出來，再插入土壤中。風乾通常會造成陶瓷頭阻塞。
3. 乾式儲存請參考下一個段落。

### 臨時儲存

若張力計只需要存放幾日或幾星期，建議使用濕式儲存。

將張力計蓋上上蓋。將瓷頭清潔完畢之後，外部用濕毛巾包覆，並將之放在塑料桶或塑料袋中。

不要存放在會生鏽或油性容器中。瓷頭部分要保持浸泡在水中，並且要保持水位高度。如果發生蒸發請添加蒸餾水。這樣可保持保持水中離子濃度降低阻塞的發生。這樣能維持張力計在一個”立即安裝”狀態。



濕式儲存

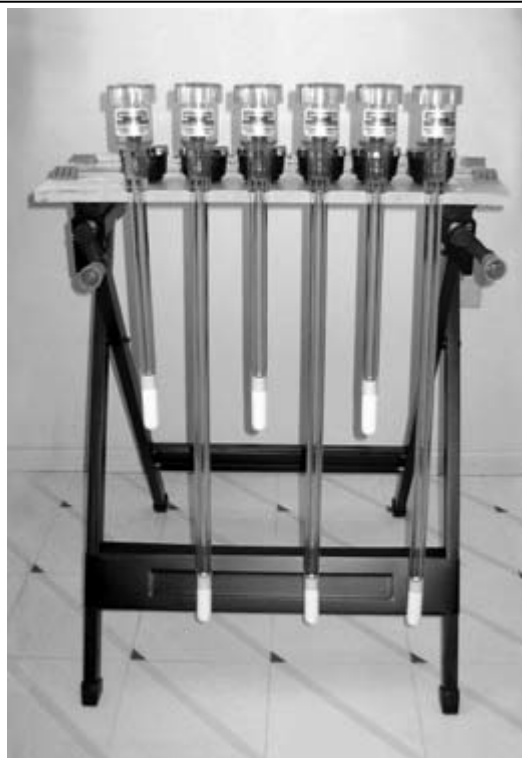


瓷頭清潔

### 乾式儲存(非常重要)

當儀器在幾個月之內都沒有使用計畫時，如下所述“乾”的存儲是優選的。

1. 使用毛刷仔細清潔陶瓷頭尖端，並使用肥皂清洗所有塑膠表面。沖洗乾淨。瀝乾。將內部充填乾淨的水，將蓋子取下，使管內的水能依靠重力通過瓷頭尖端。
2. 瓶蓋放鬆，將土壤張立計存儲在乾淨無塵的位置，並且避免嚴寒。
3. 準備重新與準備安裝相同的工具。如果一個星期將要安裝，請將瓷頭徹底飽和，後續操作將更便利。

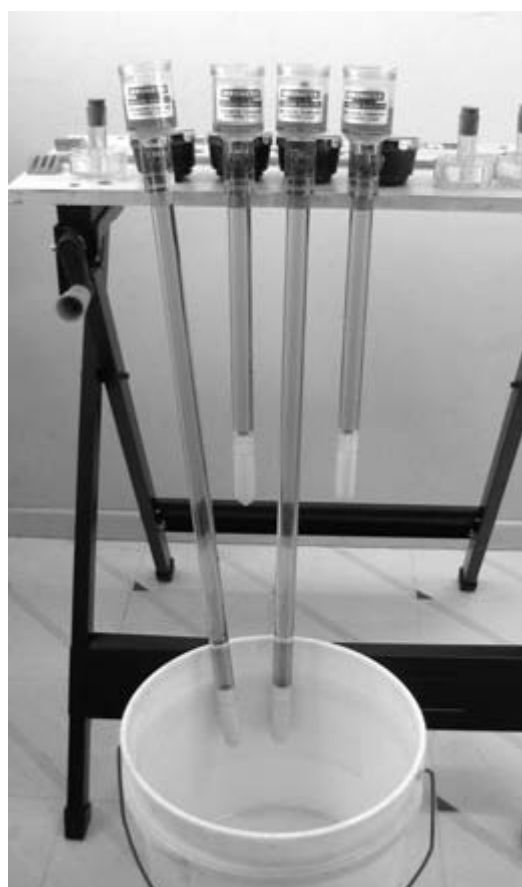


乾式儲存

### 陶瓷頭護理

如果操作上能夠依照前面所說明的方式進行，可以預期水分張力計能妥善運行數年。如果陶瓷頭被鹽類沉積物堵塞尖端的孔中，表頭的反應速度會變慢。以下是使其再生的方法：

1. 將儀器內部充滿水，使其如同一般安裝的狀態。使用吸水紙巾將陶瓷尖端擦乾，此時表頭應該顯示 50cb，接著將陶瓷頭浸泡在水中，此時讀數應該回到零，這個步驟應該在幾分鐘內完成。
2. 如果上述方法無法正常運作，請將張力計清洗乾淨，使其滴漏 24 小時(蓋子拿下)，如果水能夠正常滴出來，顯示陶瓷孔隙正在恢復運作。如果仍然無法排水。顯示瓷頭故障，並且無法恢復。



滴漏測試

### 真空表(手持泵)

IRROMETER 真空表能持續正常使用數年，它有良好的密封，能防止灰塵與濕氣進入。有一個加油口蓋，真空表安裝在手持抽氣泵上。真空表本身構造類似手表，應該小心使用，請避免震動或是在振動中使用。

如果您懷疑儀已經損壞，檢查方法如下：取下加油口蓋。該讀數應下降到零。張力計填充水，使用手真空泵抽氣。它應該是能夠獲得 80-85 壓力表讀數（LT 和 MLT 則低）。如果壓力表通過這兩種測試中，它處於正常工作狀態。在高海拔地區最高讀數會低（即海拔 3500 英尺，約 75 CB）。

如果指針不回到零，或者答不到 80-85。而相差了幾個點。則表示該計已經略微受到震動而需要校準了。可以“加一點點”或“減一點點”的方式，在紀錄的時候人工修正。這能節省維修成本。如果指針固定在某一個位置不動，或是數質差異很大，這表示表頭已經損壞，需要返回工廠維修或是更換。

