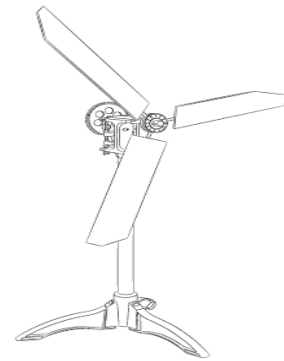


進階風力實驗套裝組

(訂購編號：KW-AWX、KW-AWXC)

本說明書說明進階風力實驗套裝組建構步驟。部分零件已經預先組裝完成，你只需組裝另外一些零件。此渦輪機透過齒輪箱大幅增加電力輸出時，可達到變化性和實驗性最大化目的。



進階風力實驗套裝組含有

進階風力實驗套裝組

- 工具組、含軸(1)
- 風力渦輪發電機、含導線
- 高力矩發電機、含導線(1)
- 馬達安裝套裝組(2)
- 風力渦輪輪殼(1)
- 電力輸出板(1)
- 二分為一的主體(2)
- 塔基台腳(3)
- 塔基台固定環(1)
- 塔基台輪殼(1)
- 塑膠舉重物籃(1)
- 250 ml 量筒(1)
- 葉片角度量角器(1)
- 20" 木塔(1)
- 1/2" 沖洗機(25)
- 小型水幫浦(1)
- 12" x 1/4" 透明渦輪(1)
- 8" 六角柄，
- 1/4" x 5" 木釘*(25)
- 電力輸出套裝組*(1)
- 3" x 12" x 3/32" Balsa 木
- 3" x 12" 剪貼簿葉片紙
- 4" 繩子(1)

教室用套裝組

- 齒輪組，含線軸(1)
- 風力渦輪發電機，含導線
- 高力矩發電機、含導線(1)
- 馬達架座套裝組(4)
- 風力渦輪輪殼(8)
- 電力輸出板(1)
- 二分為一的主體(6)
- 塔基台腳(9)
- 塔基台固定環(3)
- 塔基台輪殼(3)
- 塑膠舉重物籃(3)
- 250 ml 量筒(1)
- 葉片角度量角器(3)
- 20" 木塔(3)
- 1/2" 沖洗機(75)
- 小型水幫浦(1)
- 12" x 1/4" 透明渦輪(1)
- 8" 六角柄，
- 1/4" x 5" 木釘*(150)
- 電力輸出套裝組*(3)
- 3" x 12" x 3/32" Balsa 木
- 3" x 12" 剪貼簿葉片紙
- 4" 繩子*(1)
- 8 1/2" x 11" 剪貼簿紙

注意：威尼爾產品設計提供教育使用，而非設計於也不建議使用於工業、醫學或商業流程，如任何形式的生命維持、病患診斷、製造流程控制或工業設計。

構造

組裝 KidWind 電力塔

渦輪電力塔有六個組成

- 1 木桿
 - 1 中心輪殼
 - 1 固定盤
 - 3 隻腳架
1. 一隻腳架固定於中心輪殼。
 2. 以相同方法組裝另外兩隻腳架。
 3. 固定盤滑入長桿至距離末端約 6" 處。**註：**如果固定盤孔洞太小，以砂紙稍微磨擦長桿。
 4. 固定盤的突出面朝下，木塔插入中心輪殼。
 5. 固定盤向下滑入木塔進入輪殼，固定木塔。
- 如要拆卸腳架，1/4" 木釘插入輪殼下方腳架的縫隙後向上推，腳架隨即脫落。



如要拆卸腳架，1/4" 木釘插入輪殼下方腳架的縫隙後向上推，腳架隨即脫落。

▶ 線上說明影片！

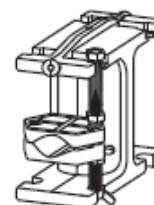
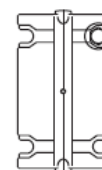
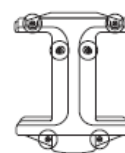
組裝和拆卸木塔和基底，請造訪 www.youtube.com/user/vernierasia 查看短片。

自己動手做 PVC 木桿

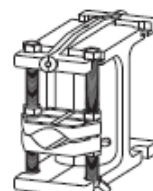
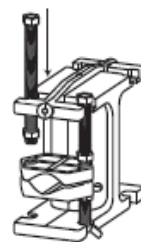
可由聚氯乙烯 (PVC) 管製做木塔和基底。如需完整步驟，請參訪：
www.vernier.com/til/3198

建構吊籃

1. 組合兩個完全相同的吊籃零件。吊籃零件兩側皆有三個小洞，以六支螺絲鎖入這些小洞，即可將兩個吊籃零件固定在一起。
2. 六角螺帽旋入 4" 螺栓至大約 2/3 處。再使兩個馬達架座凹槽側相對的方向（參見圖）滑入螺栓。最後將另一個六角螺帽在架座後旋入螺栓。
3. 注意吊籃上端有凹槽，供螺栓插入。
4. （帶有螺絲帽和底座的）螺栓滑入凹槽內。然後再於螺栓底端旋入六角螺帽以固定吊籃。



5. 使翼形螺母旋入第二支 4" 螺栓至約 1/3 處。該螺栓穿過馬達架座滑入上端凹槽。六角螺帽於架座下方旋入螺栓。翼形螺母旋入螺栓至底，因此螺栓能夠向下滑入至底端凹槽。然後再以相同方法，利用另一個六角螺帽固定第二支螺栓。
6. 鎖緊所有螺帽和螺栓，緊緊固定吊籃。吊籃底部的翼形螺母不要轉太緊，否則吊籃會歪斜。轉太緊並不會損壞任何部分，但會降低渦輪效率。

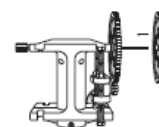
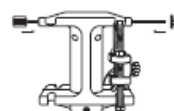
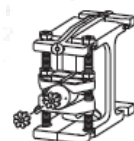
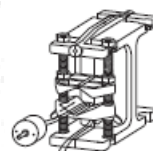


建構吊籃時，翼形螺母和六角螺帽可以互相替換使用。翼形螺母較容易調整，小型六角螺帽則可有較多組裝變化。

▶ 線上說明影片！
組裝進階風力實驗套裝吊籃訊息，請造訪 www.KidWind.org/videos 查看短片。

進階風力實驗套裝設備和馬達

1. 轉鬆風力渦輪發電機或高力矩發電機上的馬達架座。然後螺帽向下轉緊於馬達架座上，以固定發電機。*選項：如果使用 PVC 塔管，電線可以從馬達穿過馬達架座後方的吊籃孔洞，再穿過 PVC 塔管。如果使用木塔，電線可以從吊籃側邊穿出來，再以膠帶黏貼於木塔上。*
2. 將最小的齒輪（小齒輪）安裝於發電機的驅動柄上。此齒輪上的小孔洞尺寸應該完全貼合發電機驅動柄，且不會滑動。
3. 輪轂簡易連接裝置和六角柄滑入吊籃上方的孔洞中。推入時可能需要稍微搖晃或轉動六角柄，幫助其滑入。六角防鬆螺帽以軸環面對吊籃的方向滑入六角柄。
4. 在六角防鬆螺帽上安裝 16-、32-或 64-齒的齒輪，可以安裝在吊籃的任一側，但建議安裝於與吊籃相反的一側，如此一來較方便於替換齒輪以及調整葉片角度。最後一個步驟是將發電機朝上和朝下稍微移動，使小齒輪與六角柄嚙合。
5. 完成的吊籃滑入木塔。於吊籃底部的孔洞旋入一或兩個小螺絲，以固定吊籃。



使用 64-齒齒輪（最大齒數比）

如果使用最大尺寸的齒輪，由於翼形螺母太高，所以只吻合馬達底座下方的六角螺帽。如果使用最小尺寸的齒輪，則需要在馬達底座上方加上六角螺帽。轉動輪轂以確認齒輪順利轉動並能夠推動馬達上的小齒輪。

使用 16-齒齒輪（最小齒數比）

因為 16-齒齒輪太小，發電機主體高度不夠以嚙合齒輪，所以小齒數比齒輪須搭配高力矩發電機使用。拆卸馬達底座上半部，在發電機和主體外殼之間插入小紙板或摺疊紙片。需要調整紙片寬度以使齒輪充分嚙合。

轉緊馬達底座下方螺帽，以固定發電機。當齒輪無法嚙合時，調整紙片即可。

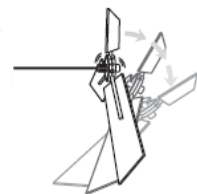
六角防鬆裝置和輪轂簡易連接裝置

1. 六角形的驅動柄用以連接六角防鬆裝置和驅動柄。在吊籃後方安裝齒輪或舉重軸管時，六角防鬆裝置不會在驅動柄上鬆脫滑動。
2. 輪轂簡易連接裝置（HQC）簡化輪轂拆卸和加裝程序。使用者能夠藉由此裝置在繁忙的實驗環境中快速且輕易地更換葉片配置。

HQC 耐用於強風情況，即大尺寸或不平衡渦輪葉片條件。

HQC 隨附小螺絲以固定輪轂。當輪轂仍然滑動時，調整葉片確認重量、角度、大小、形狀為對稱，使馬達平衡。盡可能快速推動輪轂。以黏膠固定輪轂於 HQC 中。

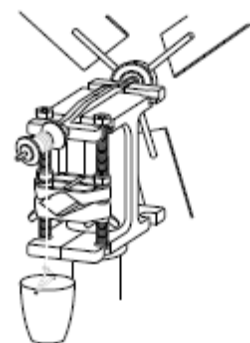
註：輪轂設計為密合簡易連接套件，當葉片不平衡或渦輪不為直接面向風時，輪轂會鬆脫。因此在葉片不平衡時要特別小心。



設定進階風力實驗套件

進階風力實驗套件舉重器

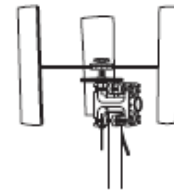
利用風力渦輪舉起重物是另一個探索風能的好方法。使進階風力實驗套件轉變成舉重渦輪的方式如下：拆卸發電機和其底座，此時輪轂和驅動柄依然連接吊籃，推動一個六角防鬆裝置進入區動柄。推動木塔軸管鎖入該六角防鬆裝置內，再於軸管後方插入第二個六角防鬆裝置。六角防鬆裝置的凸緣吻合軸管內部鑽孔。在軸管上綑綁黏貼繩子，繩子另一端固定在容納重物的杯子上。這裡的重物為一組金屬墊圈，可滿足此實驗目的。



進階風力實驗套件可設定為舉重器。比較風的力學能和電力。

垂直軸 (VAWT)

利用進階風力實驗套件作為成垂直軸風力渦輪 (VAWT)。需要兩台馬達底座－吊籃兩側各需一座。木塔置於後方馬達底座，與輪轂同側連接齒輪和發電機。VAWT 機械需使用不同的葉片－例如 H-馬達形式，如圖所示。

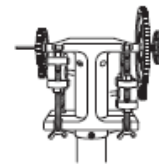


進階風力實驗
套件轉換成垂
直軸渦輪

進階風力實驗套件雙發電機系統

進階風力實驗套件可搭配雙發電機系統使用。如果選購另一組馬達底座以及螺帽、螺柱 (訂購編號: KW-MTRMNT)，即可在吊籃的前方和後方連接直流馬達。

兩組馬達可經由串聯或並聯連接，串聯時電壓增強，並聯時電流增大。連接發電機之前請先判別其磁性。



進階風力實驗套
件可搭配兩台發
電機

① 識別磁性

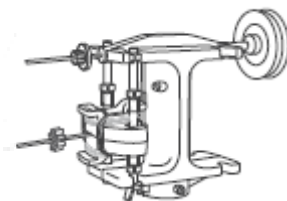
欲識別渦輪磁性，先連接渦輪和電壓計或萬用計。當電壓讀數為正值時，連接至電壓計或萬用計紅色端的電線是正極端。當電壓讀數為負值時，連接至電壓計或萬用計紅色端的電線是負極端。可以利用膠帶標示電線，以方便辨識極性。

進階風力實驗套件 GENPack 選項

選購品項 GENPack 套件 (訂購編號: KW-GP) 能夠建構不同於一般的專屬發電機。經由探索法拉第定律、交流電發電、電磁場，學習電力產生的方法。

GENPack 可搭配進階風力實驗套件吊籃使用。其包括功能強大的钕磁鐵、銅磁導線、外殼，供以建構發電機。

優良結構的 GENPack 發電機能夠大大地增強套件隨附發電機的能力！



加入 GENPack 以
擴充進階風力實驗
套件的實驗價值

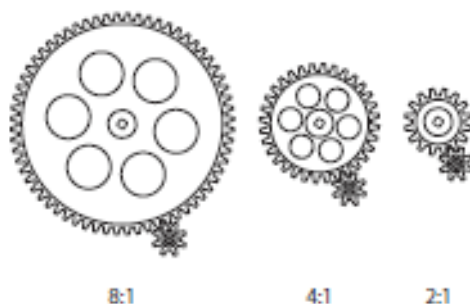
發電機

風力渦輪內的直流發電機是一台利用風能轉動的直流馬達。發電機內的磁鐵和電線將風能轉換成電力。藉由控制發電機內磁鐵的強度和線圈，來影響功率大小輸出。套件內含有不同技術品質的兩座發電機。

齒數比

發電機需要轉動非常快才能產生足夠每日使用的電力形式。步驟總結：線圈在磁鐵附近轉動愈快，在電線內推動愈多的電子。如果你見過小規模風力渦輪，就會知道其葉片轉動很慢。發電機藉由齒輪能轉動夠快，產生足夠電力。齒輪提供風力渦輪力學上

的優勢並加乘轉動葉片的機械力。使用不同齒數的齒輪組合即可達到這些目的。較大齒輪轉動一圈時，較小齒輪需要轉動更快才能跟上腳步。



KidWind 進階風力實驗套件提供三種不同齒數比。較小齒輪安裝在發電機驅動柄上，稱為小齒輪。該小齒輪有 8 齒。其它三個齒輪則安裝在主六角柄上，各有 16、32 或 64 齒。

「齒數比」是嚙合齒輪齒數之間的關係。如騎單車時，前方齒輪可能有 48 齒，後齒輪則只有 16 齒。這表示腳踏腳踏板轉動一圈時，後輪需要轉動三圈 ($48/16=3$)，稱為 3 比 1 (3:1) 齒數比。風力渦輪的原理相同，但有較大齒數比。近代風力渦輪可能具有 100:1 以上的齒數比。所以每次葉片轉動一圈，發電機柄會轉動 100 次。

▶ **線上說明影片！**
組裝進階風力實驗套裝齒輪，請造訪 www.KidWind.org/videos 查看短片。

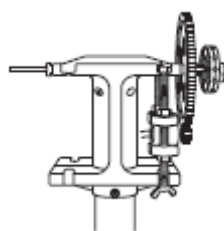
疑難排解

渦輪放在風扇前時馬達不轉動

檢查葉片方向。葉片指向同方向嗎？葉片沒有角度嗎？葉片打到木塔嗎？查看風車的照片，學習葉片放置方式。

齒輪箱轉動很慢或不動

外加的齒輪箱對系統造成阻力，所以需要確認葉片產生足夠力矩（轉動力）才能克服阻力。也可以調整（朝上或朝下移動）發電機以確認齒輪互相嚙合。確認齒輪不會太緊或太鬆。



如果齒輪安裝於吊籃前方，六角防鬆裝置和齒輪向上滑入輪轂後方的驅動柄，如上圖所示。再次確認主驅動齒輪與發電機上小齒輪對齊。

安裝負載（電阻器、幫浦、燈泡、馬達）後渦輪轉動變慢

所有電性負載皆含有電阻。電阻「抵抗」電流流動，使在電路中推動電子更加困難。因此負載愈多，發電機愈難推動，葉片需要產生愈大力矩。最好的解決方法是增加葉片角度、使用較大尺寸葉片或利用更強的風。

電壓讀數變化很大

讀數變化可能因為風扇吹出來的風不穩定，也可能是因為葉片轉動不平順或轉動時變形所造成。除此之外，葉片不平衡、不對稱或不對稱阻力也可能是形成讀數不規則的原因。

測試時使用電風扇恰當嗎？

電風扇雖能夠轉動渦輪，卻還是不同於戶外的風。風扇產生的風有很大的轉動和擾動，非常不平順。可利用一段線測試此擾動，手持一段線在風扇前方由正中央朝外移動，該線會一直呈現水平，對嗎？

渦輪可以於戶外使用嗎？可以長期放置於戶外嗎？

當然能夠在戶外測試風力渦輪。但是除非你有平擺塔，否則無法追蹤風向，也無法得到最佳效能。解決方法是需要持續將渦輪面向風擺置。另外渦輪長期放置在戶外並不是好主意。此實驗裝置設計為用於實驗室測試，並無法承受戶外惡劣環境。

根據風力公式得知愈長的葉片產生愈大的功率，為什麼我的渦輪不遵守此原則？

你的渦輪葉片可能大於風扇直徑。如果是如此，再增加長度只會造成葉片阻力使轉動變慢。而且較大葉片的設計較差，在葉片尖端會有很大阻力讓轉動變慢，抵銷葉片增長長度的所有正面效應。此外，較短葉片比較長的轉動的快，如果實驗目的為記錄電壓，則較短葉片較佳。嘗試串聯短葉片和負載，試試看產生的力矩是否足夠轉動。有很多時候產生的力矩會過小。

我的塔台搖晃或倒下，要如何穩定塔台？

大型馬達在強風吹襲下可能會使塔台搖晃或傾倒。嘗試將塔台基地黏貼在地板或實驗桌上，另外以沙袋或其它重物加重基地也可解決問題。

其他資源

如需更多風能資訊，參見 KidWind 文件 *風能學習*，請參訪網址 http://learn.kidwind.org/sites/default/files/learn_wind.pdf

保固

此套件含有很多零件，發電機和高力矩發電機的材料和成品在客戶收到產品起的一年之內保證無缺失。除了消耗品之外，套件內的其它零件為保固五年。消耗品明細列於使用手冊的第一頁中。

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

