

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

■國中組 □普高組 □技高組

題目名稱：小風車，大挑戰

一、摘要

本研究以「全 3D 列印之風力車能否超越風速」為探究核心，設計並製作出一台風力驅動車。透過資料蒐集、3D 建模與列印、齒輪與傳動設計優化等步驟，嘗試重現網路影片中風力車超越風速的現象。實驗結果顯示，透過合理的葉片設計、齒輪比例、結構改造與強化，全 3D 列印之風力車可以達到風力加速的推進效果。本研究不僅驗證了風能轉換動能的可行性，也展現出風力在極端環境或能源匱乏地區的潛在應用，具備教育、環保與實用推廣價值。

二、探究題目與動機

起初我們看到網路上的影片[1]，影片中雙方打賭是否能造出比風快的車子，這個主題吸引了我們。我們覺得看似單純的東西，但實際上做出來的效果很驚人，這一點很有意思。感覺要做出這台車子不簡單，但我們想嘗試挑戰。只是利用風扇驅動的一台車，沒想到速度會比風還要快，首先吸引我們想要研究這台車子的原理，接著嘗試以簡單的機構來設計出這台車子，並實驗是否能有比風快的效果。

三、探究目的與假設

(一)、探究目的

1. 設計並製作超越風速的風力車：
利用 3D 列印等技術，設計並製作一台能夠超越風速的風力驅動車。
2. 研究超越風速的原理：
探討風力車超越風速的物理原理，分析其動力機制。
3. 優化結構設計以提高能量轉換效率：
研究並設計能夠有效將風能轉換為動能的車輛結構，提高能量轉換效率。

(二)、假設

1. 透過特定的結構設計，風力車可以超越風速：
假設透過精密的風扇、輪軸和傳動系統設計，可以使風力車的行進速度超越風速。
2. 超越風速的關鍵在於風能的有效轉換：
假設風力車超越風速的關鍵在於如何有效地將風能轉換為動能，減少能量損耗。
3. 結構設計對能量轉換效率有顯著影響：
假設車輛的結構設計，包括風扇的形狀、大小、數量，以及輪軸和傳動系統的設計，對風能轉換為動能的效率有顯著影響。

四、探究方法與驗證步驟

本研究在探討風力驅動載具之設計與性能表現，我們的想法受到相關影片啟發[1]，觀察到風力車超越風速之現象，進而改造並製作一台能夠跑得比風還快的風力車作為研究目標。一開始透過文獻與案例資料進行深入蒐集[2][3][4]，其中資料[3]指出葉片設計與車體重量對風力車的運動表現有顯著影響，進一步確認實驗設計須以提升推進效率與傳動效率為重點。

(一)、資料蒐集與理論基礎

我們透過資料分析與影片觀察，逐步理解風力車的運作原理與加速機制，並確認：在特定條件下，透過**高效率的葉片設計與精密齒輪系統**，風力車理論上有機會在風的推動下加速，甚至超越風速。此外，我們也探討了葉片數量等因素，這些變因都成為後續設計與實驗的核心關鍵。

- **葉片數量與形狀**：兩片，橢圓形槳葉
- **採用原因**：我們採用 2 片葉片實驗，是因為 2 片葉設計在風力驅動系統中具有較低的風阻與轉動慣量，能夠讓風扇較快啟動並維持穩定轉速。若使用 3 片或以上葉片，受風面積較大，增加旋轉時的阻力，導致扭力需求變高，不利於我們使用齒輪系統傳遞動力。因此，在平衡效率與啟動難度之下，我們選擇 2 片葉作為實驗主體。

(二)、實驗方法

我們設計以前輪驅動的齒輪系統，用以轉動後方螺旋槳裝置產生額外動力，進而達到超越初始動力所產生之速度的可能性。此設計靈感來自風力車在高速階段會因為反作用力產生自我加速的原理，最後我們再到跑步機上進行實驗，我們觀察到以下關鍵現象：

- **啟動初期**：車體主要依靠跑步機的位移產生的初始推進力。從時速 3 公里至時速 20 公里進行逐步測試。由於車體在啟動初期尚未穩定，推力不足，容易被跑步機向後推走，因此實驗剛開始需由成員手扶齒輪組骨架，以維持車體平衡與位置。
- **加速階段**：當車速逼近跑步機速度時，螺旋槳開始產生額外推力，逐步取代初始動力成為主要驅動來源，證實設計的可行性。

了提升風能轉換效率，我們採用**「半帆半扇」的葉片設計概念**，結合帆面受風面積與扇面反作用推力，這樣的結構可提升風能捕捉的效率，同時維持穩定的輸出動力，說明如圖 1~圖 4 及作品影片。

(三)、利用 3D 列印設計與製作 (Tinkercad、Bambu Lab A1)

為了風力車的設計，我們選定一份網路公開藍圖為基礎，結合自身構想進行修改與優化，並大量運用 3D 列印技術。考量到材料的實用性與可得性，我們選用 PLA+作為主要列印材料，具備足夠強度且穩定列印的優勢。

設計階段，我們採用 **Tinkercad** 進行設計，針對**車體架構、風扇葉片、齒輪組與傳動軸**等零件進行多次設計與結構加強，並透過 **Bambu Lab A1** 3D 列印機列印，最後進行組裝整合。由於原始設計缺乏適合齒輪組，我們採自製設計，尤其針對**齒輪凹槽數量與直徑比例**進行反覆調整與列印驗證，以達到良好的咬合與傳動效率。

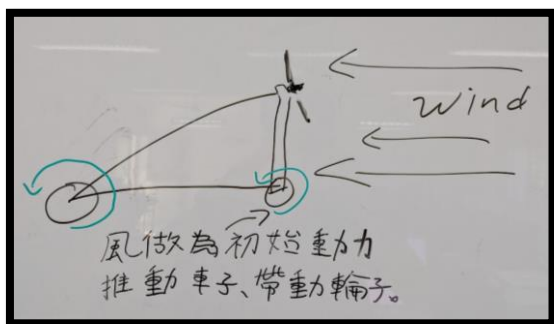


圖 1.風作為初始動力推動車子

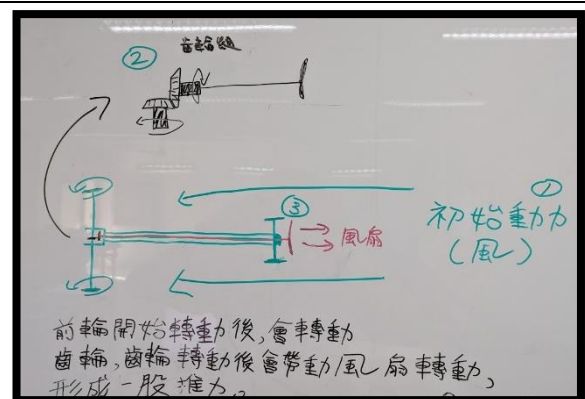


圖 2.風扇形成一股推力

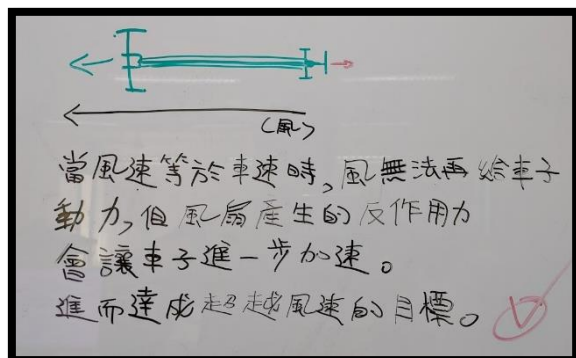


圖 3.車體加速直到超越風速

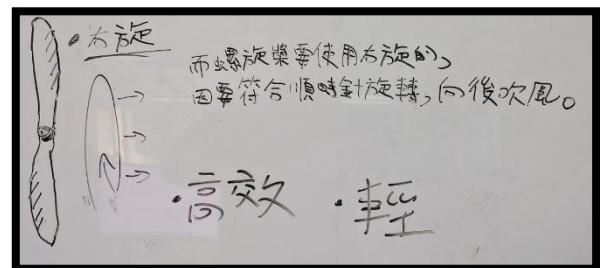


圖 4 葉片選擇導致風向後吹

(四)、設計挑戰與修正實驗

1.結構與材料修正

在設計過程中，我們面臨齒輪過小導致動力無法有效傳遞至螺旋槳的問題，經過多次測試與調整，我們決定**放大齒輪尺寸**並調整齒數比例，成功解決了動力不足的問題，我們也使用熱熔膠加固風力車。

- **齒輪比與配對精度：**本次實驗中，我們採用了 1:1 的齒輪比設計，即前輪每轉一圈，風扇也轉一圈。原先我們計畫測試不同的齒輪比（如 1:2、1:3）來觀察風扇轉速與推力的變化，但由於製作時間有限，我們優先完成了最簡單、結構對稱性最好且容易列印的 1:1 傳動設計，設計圖及 3D 列印齒輪組如圖 5、圖 6。
- 雖然未能進行齒輪比的比較實驗，但從實際操作來看，1:1 傳動已可穩定驅動風扇旋轉並產生推力。我們也透過多次列印調整齒輪尺寸與齒型，使其在咬合時順暢不卡齒，確保實驗過程順利進行。
- 未來若有更多時間與資源，將可進一步探討不同齒輪比對推力效率的影響，提升設計的完整度與效能。

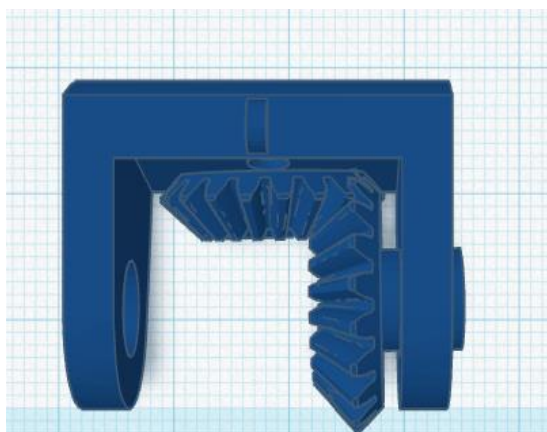


圖 5. Tinkercad 設計圖



圖 6. 3D 列印齒輪組

同時，我們也注意到若車體結構設計過於細薄，在列印或組裝時會產生裂損，因此在建模階段加強了支撐點與厚度，以提升耐用性與穩定度。

2.實驗結果：

實驗使用跑步機模擬不同風速環境，將風力車放置於跑步機上進行動態測試。跑步機機型為：【強生 CHANSON】CS - 8835，速度設定範圍為 3 km/h 至 20 km/h(跑步機最高時速為 20 km/h)，每次提升約 1km/h 進行觀察。但結果相近所以每次提升 2~3 km/h 統計。為了避免車體在起步時被跑步機向後帶動，初期需由成員手持齒輪組骨架固定車體位置，待風扇開始穩定旋轉後再放手觀察車體的運動情況。

表 1.跑步機模擬實驗數據

跑步機速度 (km/h)	放手後反應	車體移動距離(cm) (只統計向前距離)	觀察說明
3	無法穩定停留	0	風扇開始轉動但推力不足

6	無法穩定停留	0	風扇開始轉動但推力不穩定
9	無法穩定停留	0	風扇開始轉動但推力仍不穩定
12	無法穩定停留	0	風扇推力增大，勉強提供了些許 推力
15	無法穩定停留	0	風扇推力增大，勉強提供了些許 推力
18	無法穩定停留	0	風扇推力增大，勉強提供了些許 推力
20	無法穩定停留	0	風扇推力增大，勉強提供了些許 推力

觀察重點：

- 在 12~15 km/h 之間，風扇產生的推力，逐漸增大，代表風能轉換為動能的效能開始明顯提升。
- 若未來能強化連桿與支撐架結構，及，可望在高風速條件下獲得更穩定的加速表現。

(五)、結果分析

此外，我們根據資料與實驗結果，針對影響風力車性能的幾項關鍵因素進行持續優化與觀察：

1.風速與推力關係：

從多次測試中發現，當跑步機速度越高，風扇產生的推力也越強，車體的前進速度越明顯。這證明車體在模擬風速環境中，確實能由風扇產生主動推力，而非僅受跑步機驅動。風速越快，風力驅動系統效率越高，車體前進得越穩定。

2.車體材料與結構：

車體全部採用 PLA+材料進行 3D 列印製作，達到輕量化與結構簡化的目的。然而，我們觀察到連接齒輪與槳葉的細長桿件在運作過程中出現明顯震動，影響穩定性。這可能與支撐結構不足或材料剛性限制有關，後續可考慮強化該部分結構或更換材質。因為在設計時沒有考慮到摩擦力的問題，所以在實驗時發現車前輪的摩擦力不足，導致前輪無法轉動，進而轉動槳葉。

3.跑步機速度控制：

本次實驗以跑步機模擬不同風速環境，速度範圍從時速 3 公里逐漸提升至 20 公里。我們發現在中高速（約 12 公里以上）時，風扇開始產生明顯推力，車體能短距離加速，甚至在放手後產生些微推力，顯示風力推進已開始發揮作用。

整體而言，雖然本次實驗尚未達成超越風速的目標，但在無需外部電力、僅依靠風力與機械結構的前提下，我們成功讓車體透過風扇產生推力並產生加速效果。這證實風能轉換為動能的設計原理是可行的，也顯示本設計具備進一步改良與延伸應用的潛力。

實驗結果顯示，這些因素對風力車的性能有顯著影響。透過精心設計，風力車在穩定的風速條件下，理論上可以實現超越風速的推進效果。雖然我們在實驗中尚未成功達到風速超越的目標，但這一過程證實了風能轉換為動能的可行性。我們利用極為簡單的材料和結構設計，成功地讓車子達到加速效果，證明了風力驅動系統的潛力。這一結果也為後續的研究提供了寶貴的經驗，未來可透過進一步優化設計，實現更高效的能量轉換，並朝著超越風速的目標邁進。

五、結論與生活應用

- 1.這次證明了風能可透過機械結構轉換為額外的動力，這與風力發電的概念相似，可應用於更高效的風能利用技術。
- 2.在風力強勁但能源有限的地方，例如沙漠或極地，可以利用這種技術開發「風力探測車」，讓科學家或探險家在惡劣環境中移動得更輕鬆。
- 3.風力車可以作為教育工具來向學生展示風的原理。
- 4.可以利用 3D 列印製作速度較快的玩具車。

未來若能導入更輕量材料或智慧控制技術，風力車的應用場景將更加廣泛，甚至可延伸應用於極端環境中的移動載具與能源收集平台。雖然本研究受限於風速測量與材料限制，但已成功驗證風能轉換動能的可行性，並為後續深入探討提供了實驗基礎。

參考資料

- [1][Risking My Life To Settle A Physics Debate](#)
- [2][車速竟然比風速還快](#)
- [3]中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會-國小組 生活與應用科學科-風車轉轉轉
- [4][Building the Vehicle Physicists Called Impossible \(feat. Veritasium\)](#)