

風力發電

洪子軒、陳宇霄、魏永諺

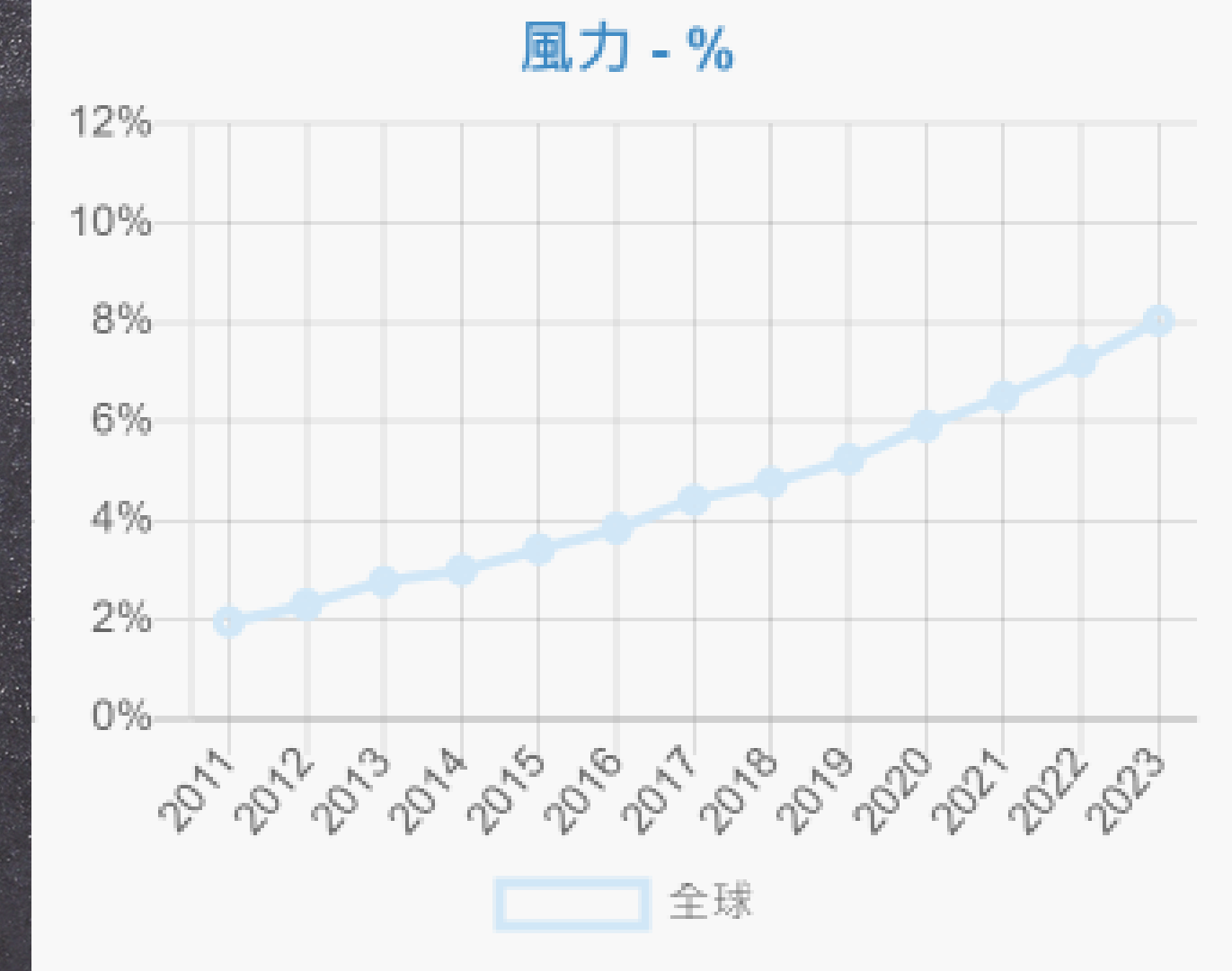


○ 心得&反思

○ 風車種類及各原理

○ 風車效率、比較

○ 風能效率的影響因素



心得與反思

在研究綠能的發展與運作原理和效率的提升後，
讓我了解在追求能源的同時也要環保，也有許多
學者為奇做了貢獻，而台灣對這方面更有巨大的
需求，並且在其中的物理推導更是讓我印象深
刻，我為了搞懂貝茲極限而查了許多資料，才發
現其中奧妙，這讓我對物理更感興趣

這次原定是要把發電機做出來的，一開始我們非常單純的認為有甚麼問題再想辦法克服就好了，沒想到我們最大的困境不是甚麼技術或是設備上的問題，我們都想好或許能去借用國中生科教室的器材了，結果開始著手蒐集材料的時候才發現，銅線真的超貴的，於是我們先做出理論模型，期望我們未來能夠加以實現！



買好這些才發現我們所需的
銅線至少也要75.36公尺，
3200元左右
(經ChatGPT精密的計算)
於是暫時停工

能源議題是台灣目前棘手的問題，而當中有很多可以依目前能力就可以了解的原理，因此引起了我的興趣，雖然只有五分鐘發表所以無法講更多，但也學習到很多工程知識，並且在了解後也發覺風力再生能源是台灣能有很大的發展空間，也讓我繼續保持對工程學群的興趣

風車種類及各原理



水平軸風車：



(三葉發電機×4>四葉發電機×3)

三葉式在製造成本和風車效率綜合考量下最好的

優點：各類風車中效率最佳

各國風力發電主要型式

技術成熟

缺點：噪音汙染大

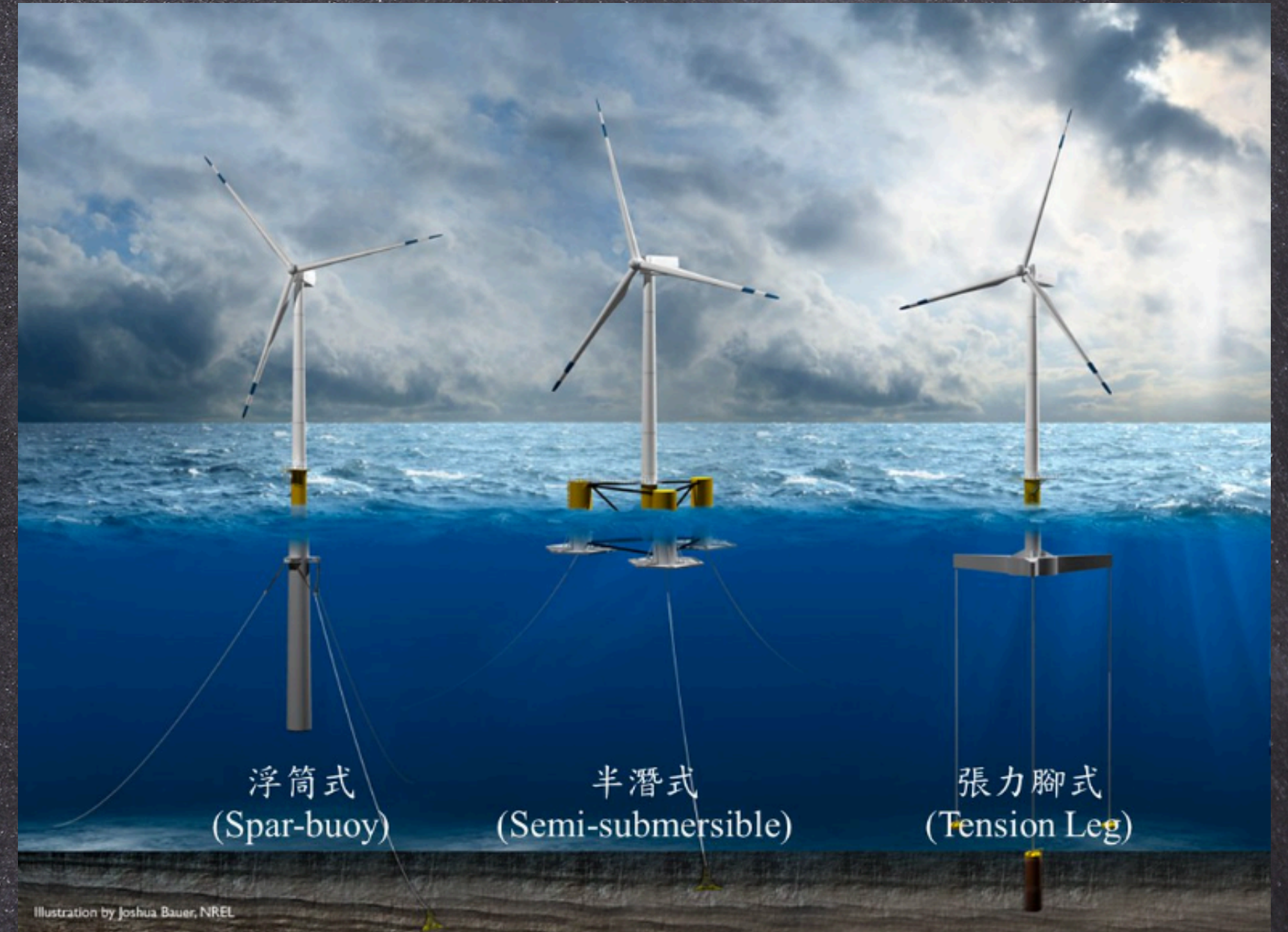
破壞鳥類棲息地

建設和維護成本高

水平軸風車：



岸上發電機組

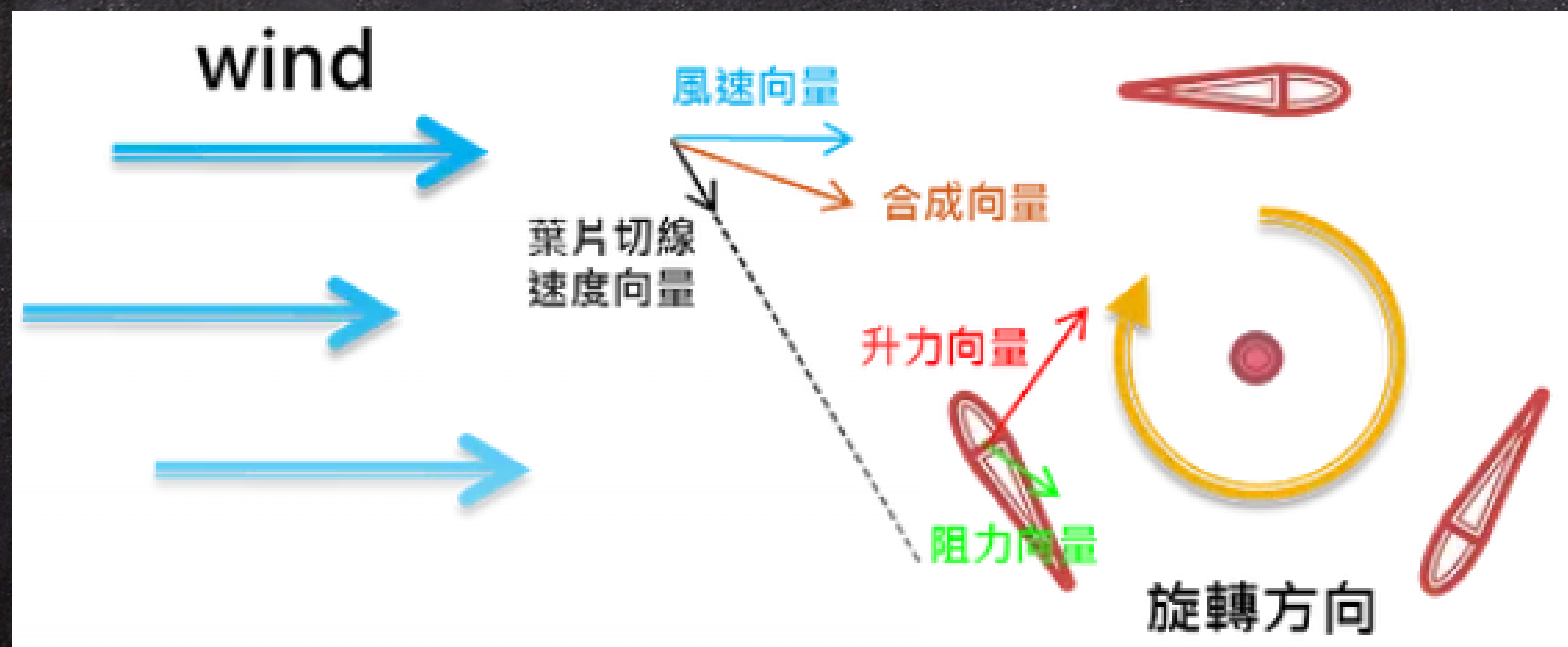


離岸漂浮發電機組

垂直軸風車：達里厄-H、螺旋式、DARRIEUS變形、混合式.....



優點：可在城市中使用
易維護(重心低)
可接受各面的風



缺點：城市風流較小且
風車效率較低無法
成為主要型式

根據運作原理 其葉片可分為以下兩類

分類	阻力型	升力型
啟動	因兩側阻力不同而 易啟動	靜止或低速時難以產生足夠升力而常搭配 阻力型葉片來啟動
效率	低	高
備註	扭力大而常用於抽水 或啟動升力型風車	效率較阻力型葉片高 但還是比水平軸低

阻力型葉片



升力型葉片



無葉片：



渦流震動發電機

利用背風面所產生的不穩定渦流來震動風力發電機，當震動頻率和物體自然頻率相同時，產生強大的共振



優點：包含垂直軸風車的所有優點
且不傷害鳥

缺點：技術不成熟
效率低

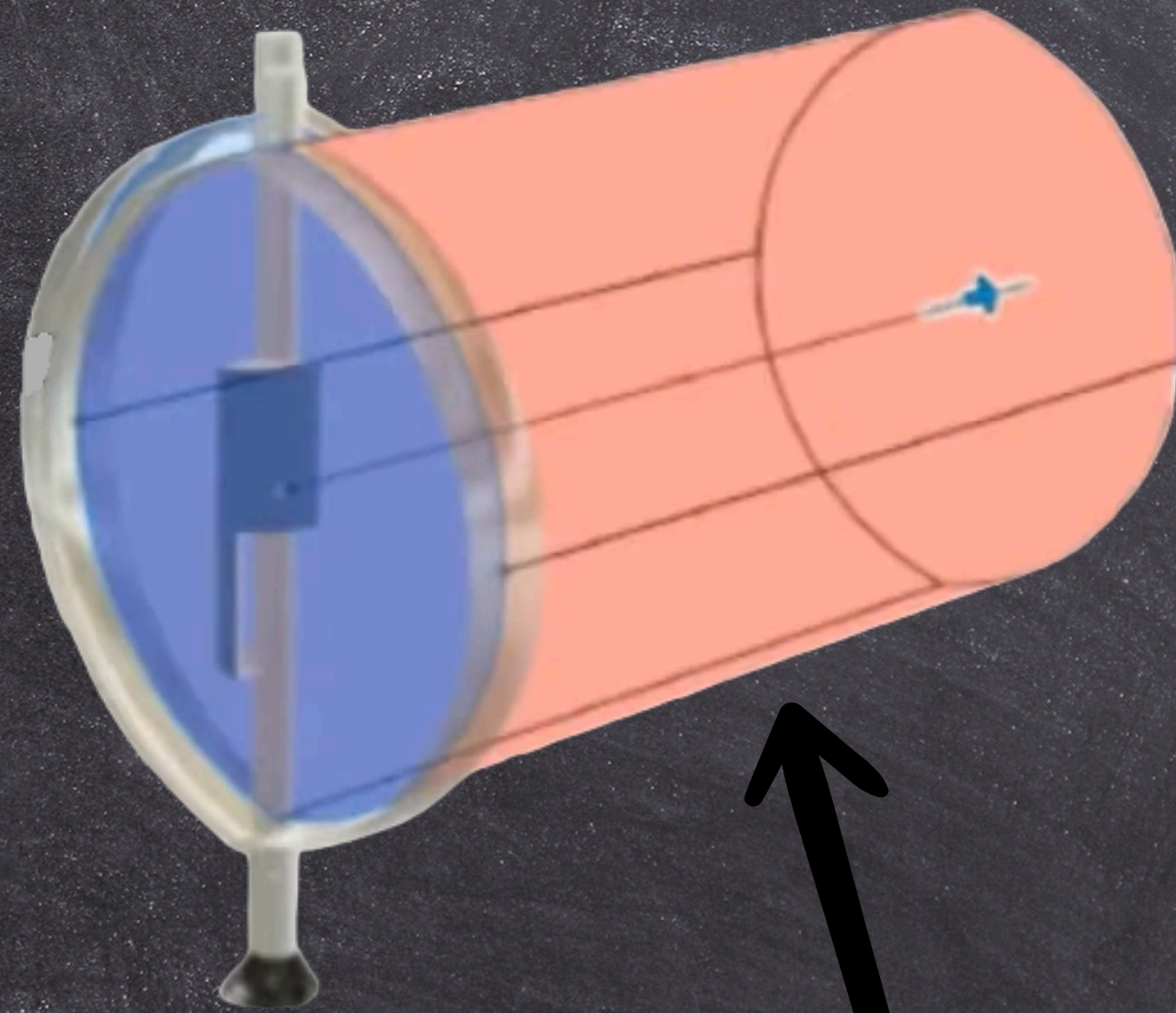
風車效率和比較

A 掃掠面積(M^2)

v 風速(M/S)

ρ 空氣密度

τ 時間



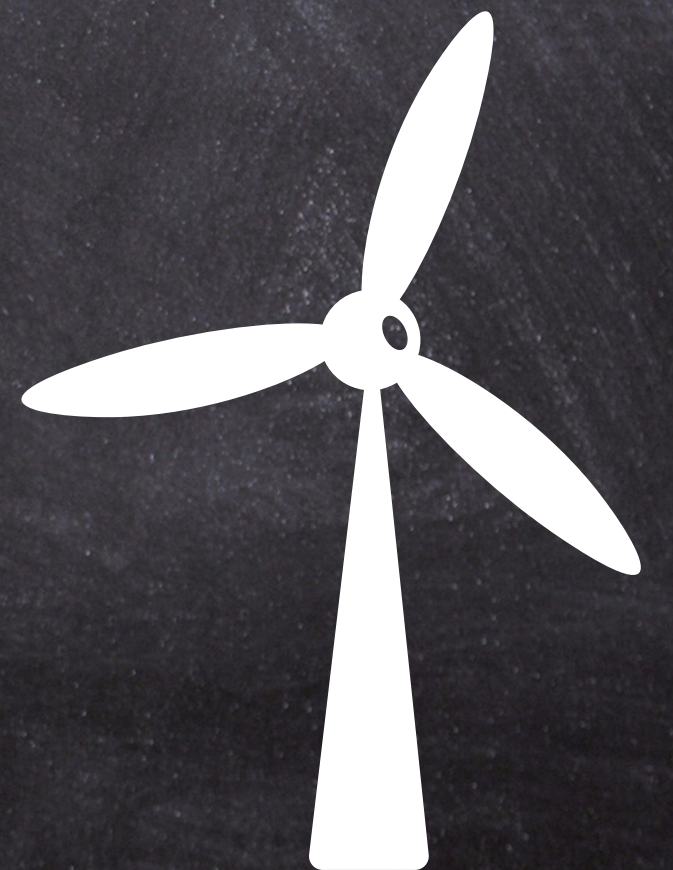
$$\text{體積}(M^3) = A v T$$

總風能 $E = 1/2 \text{ 質量} \times \text{速率}^2$

$$= 1/2 \rho A V T \times V^2 = 1/2 \rho A V^3 \times T$$

$$\text{風能功率 } P = \frac{1/2 \rho A V^3 \times T}{T} = 1/2 \rho A V^3$$

**所以風能功率
和風速的3次方成正比**



主軸的機械能



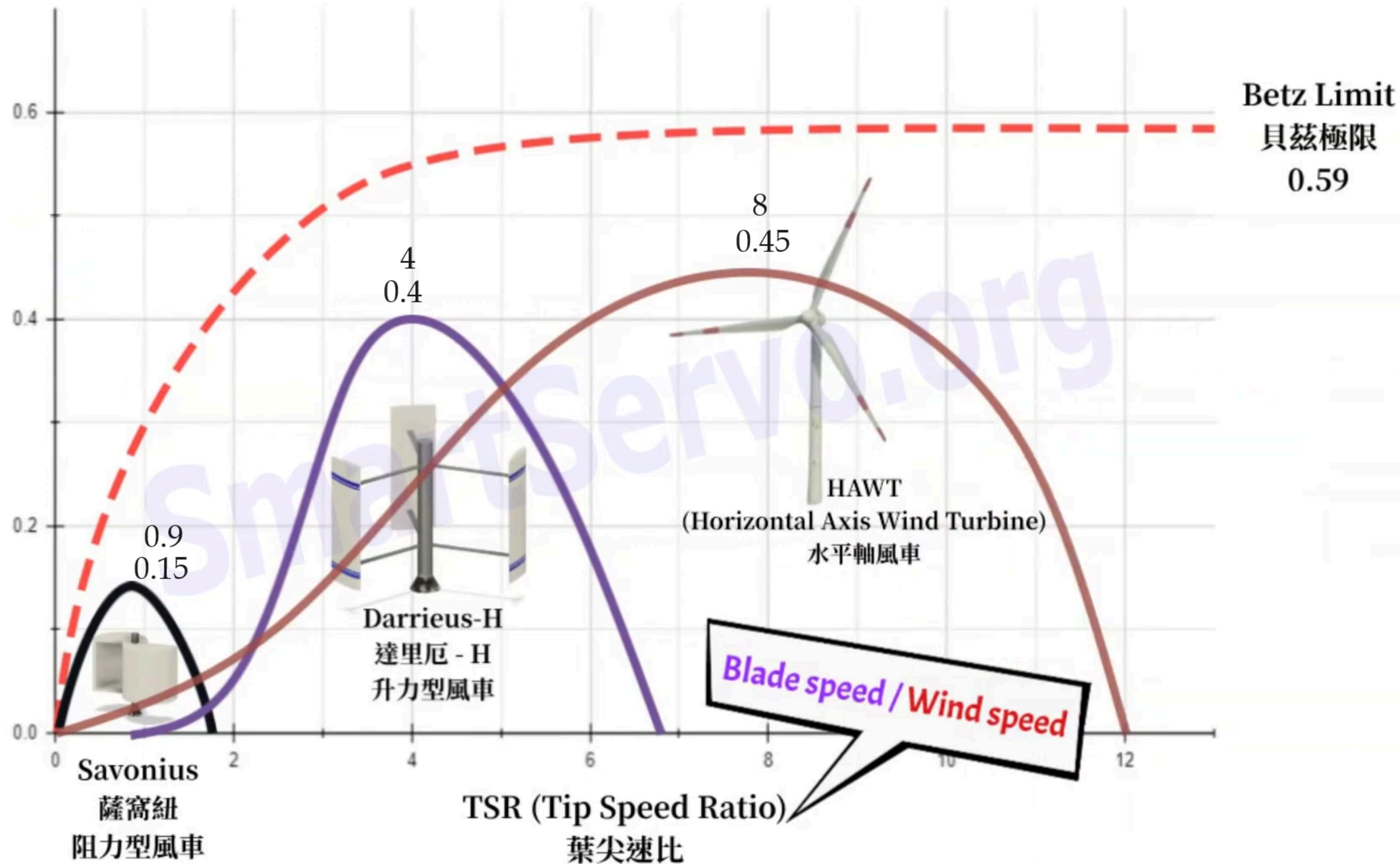
風車功率 $P' = \text{轉速}(\text{REV/S}) \times \text{扭力}(\text{N} \times \text{M})$

$$\text{風車效率} CP = \frac{\text{風車功率} P'}{\text{風能功率} P}$$



風能轉換成機械能的比例

Cp
風車效率



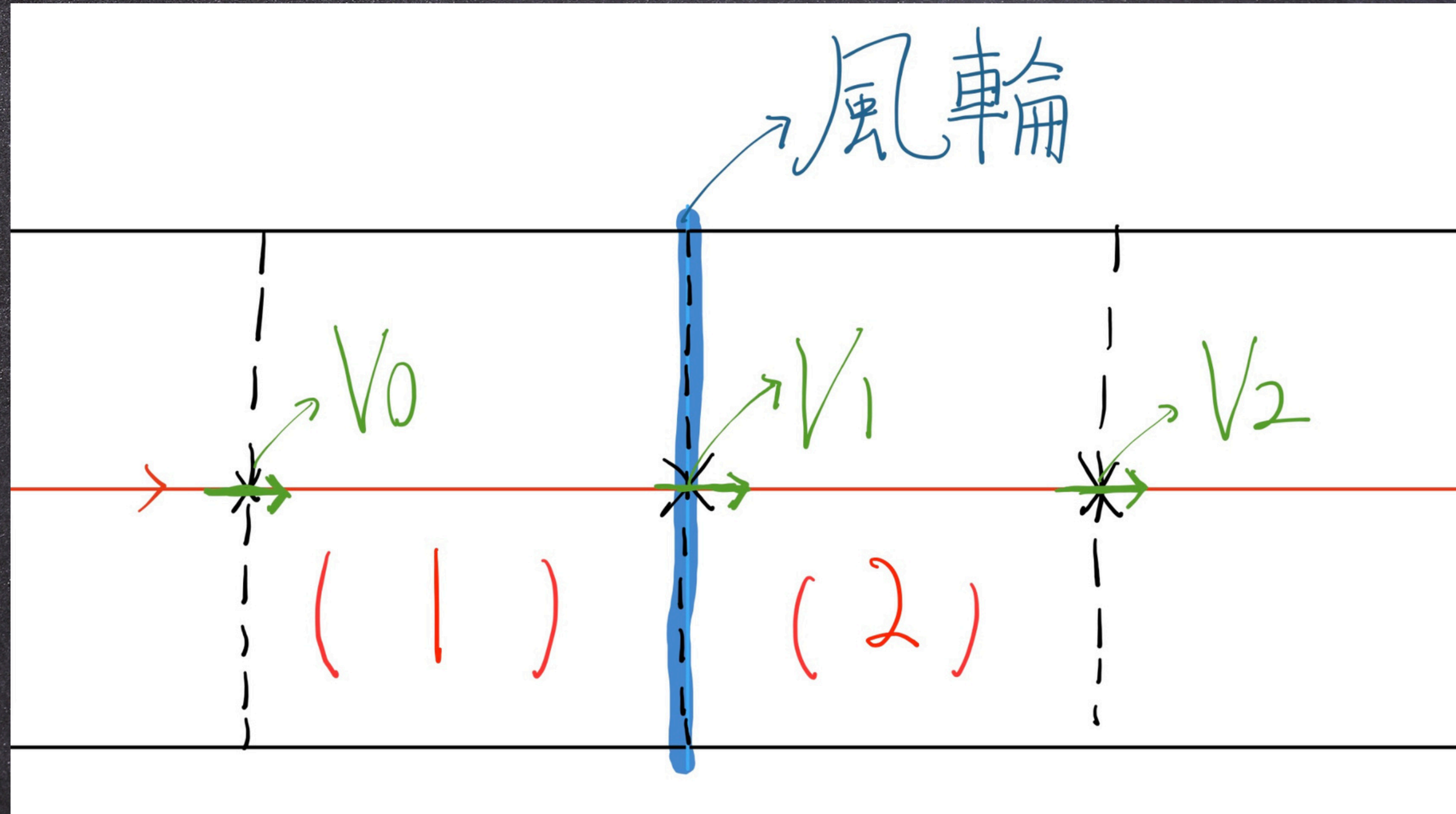
TSR葉尖速比=葉片尖端速度/風速

貝茲極限 (BETZ' LAW)

定義： 是一個氣流力學原理，它描述了在風力發電機中，將風能轉換為機械能的最大理論效率。這個原理是由德國物理學家阿爾伯特·貝茲（ALBERT BETZ）於1919年提出的。

貝茲極限的定義如下： 在理想情況下，風力發電機轉換風能的效率最高只能達到59.3%。換句話說，無論風能多強，風力發電機都無法將其完全轉換為機械能，並且始終會有約40.7%的風能流失。這是因為根據貝茲極限，最大功率係數(CP)的理論上為0.593。

V_1 - 進入風速
 V_2 - 殘餘風速
 P - 空氣密度
 S - 葉片掃風面積
 P - 轉換的動能
 P_0 - 風的初始動能



風輪處單位時間內通過的風的 質量M

$$M = P * S * (V1 + V2) / 2$$

風輪吸收動能等於風殘餘動能與風初始動能之差，於是得到：

$$P = (1/2) * M * (V1^2 - V2^2)$$

M代入

$$P = (P/4) * (V1^2 - V2^2) * (V1+V2) * S$$

由風能的基本計算公式可知

$$P_0 = (P/2) * V_1^3 * S$$

$CP=P/P_0= P/P_0$ =風能轉換比

$$P/P_0 = (1/2) * (1 - (V_2/V_1)^2) * (1 + (V_2/V_1))$$

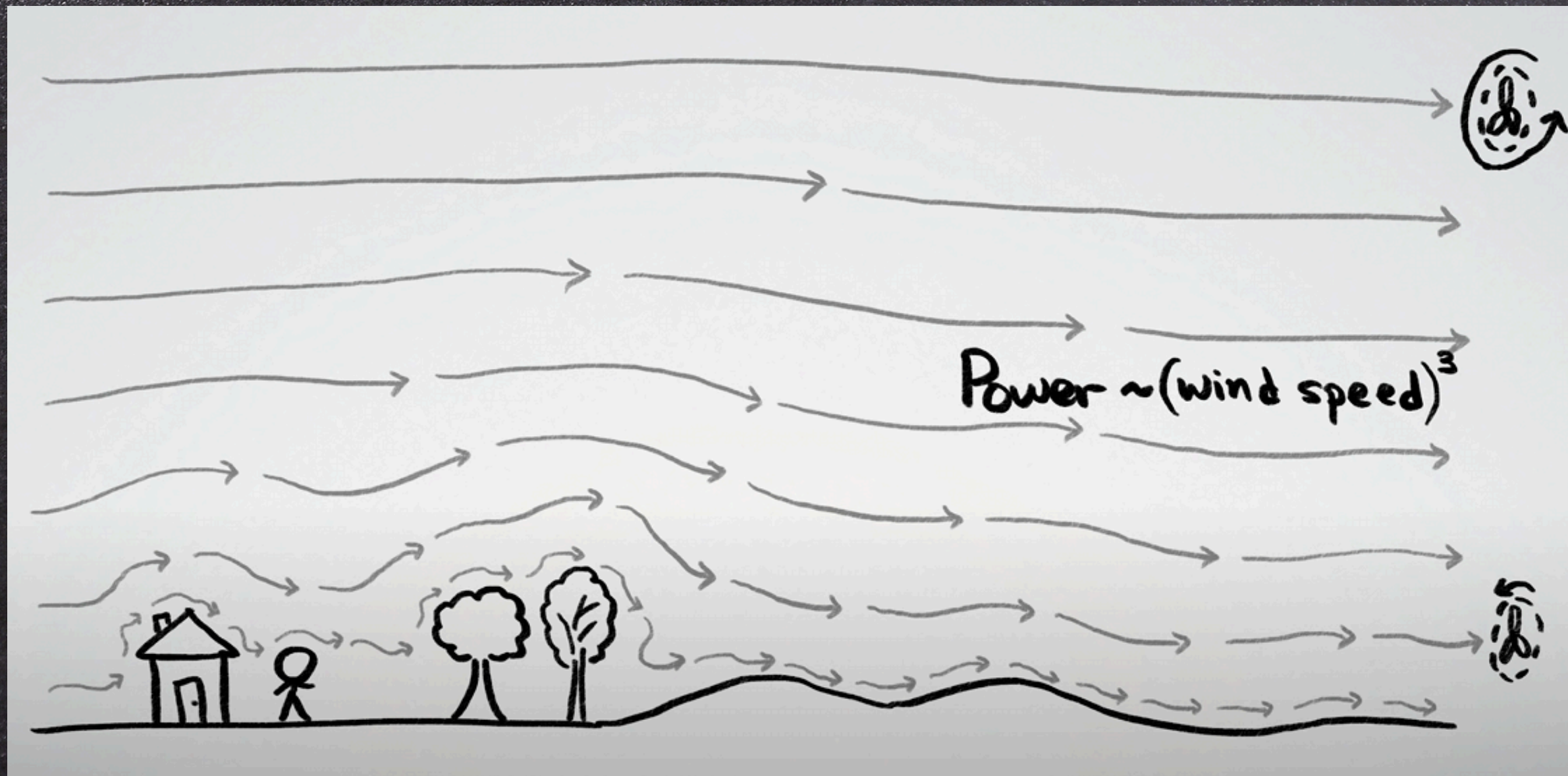
由此可見 P/P_0 為 V_2/V_1 的三次函數，求導得兩個駐點，分別為 $1/3$ 和 -1 ，由於 V_2/V_1 正，故：

當 $V_2/V_1 = 1/3$ 時
 P/P_0 為最大值 $16/27$

風車效率的影響因素

高度：高度越高，氣流的穩定度也越高，可使風機運作更加流暢

地點：海上、風向穩定

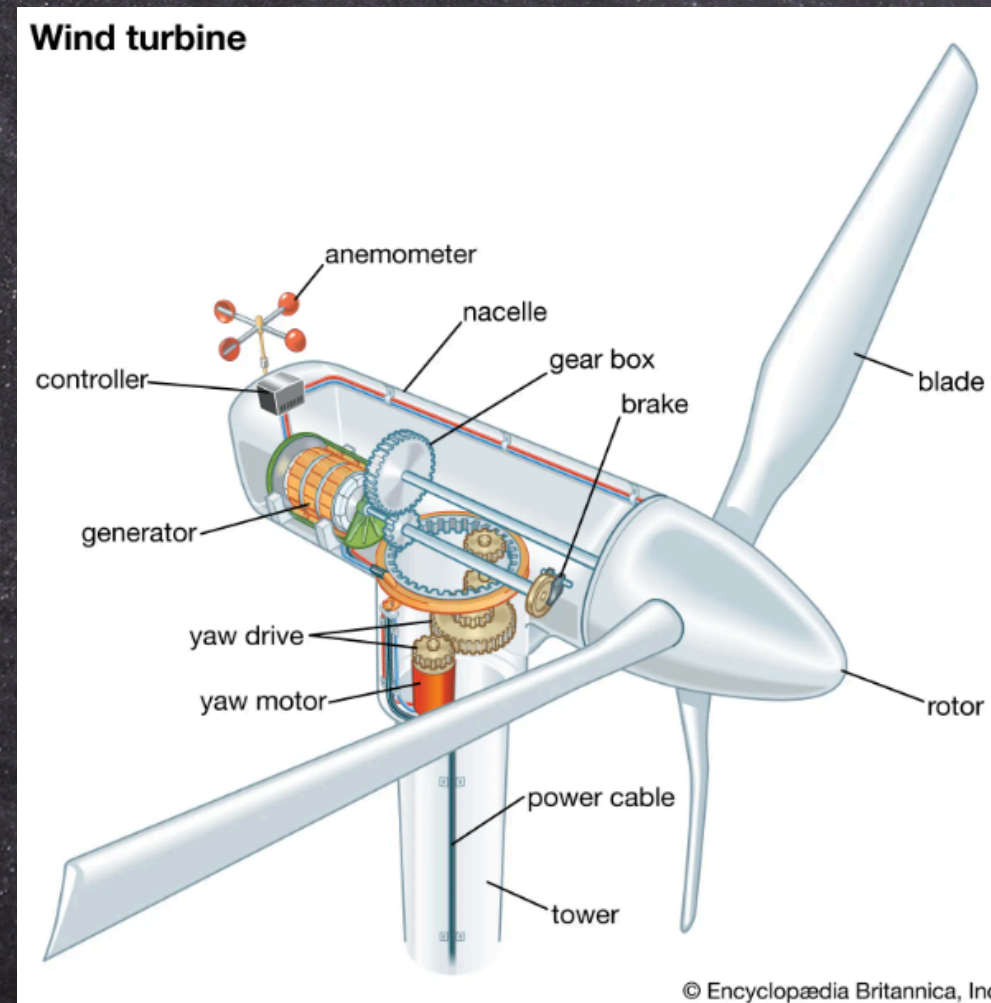


調速系統和迎風裝置

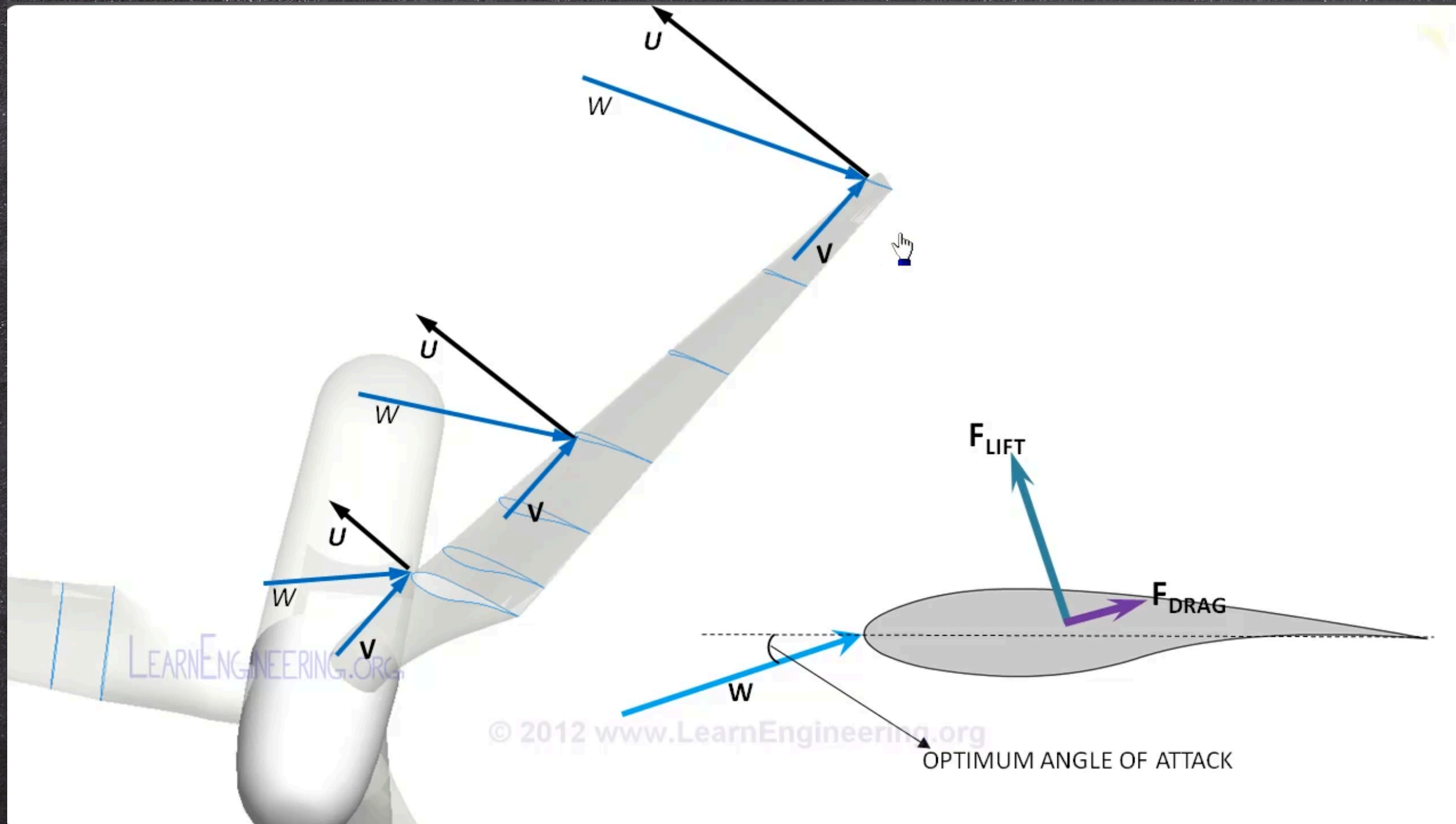
偏航控制系統

風向傳感器 (風向儀)

偏航電機 剎車系統



葉片結構：空氣動力學和機械工程



感謝觀看

