



NEW ENERGY
新世代 NEW GENERATION
2026 新世代

全港一年一度的中學生太陽能車比賽盛事

可載人太陽能車(大車) 工作坊一
初談高效節能設計

2026工作坊內容



01

1)初談高效節能設計
1月31日

02

車輛動力ABC
2月28日

03

電力驅動技術 I
3月14日

Shell Nxplorers Programme - 5月尾

04

車身設計大不同
5月23日

05

太陽能車攻略
7月4日

06

技術支援 網上直播
7月25日



工作坊提要

1. 太陽能車介紹
2. 太陽能車賽事
3. 新能源新世代2026 大車賽例
4. 主要部件
5. 時間表
6. 能源管理計算

什麼是淨零(Net Zero)?

什麼是淨零(Net Zero)?

簡而言之，淨零意味著將溫室氣體排放量減少到盡可能接近零，任何剩餘的排放量都會從大氣中重新吸收，例如透過海洋和森林。[1]

淨零排放
#可能实现



淨零及可持續發展

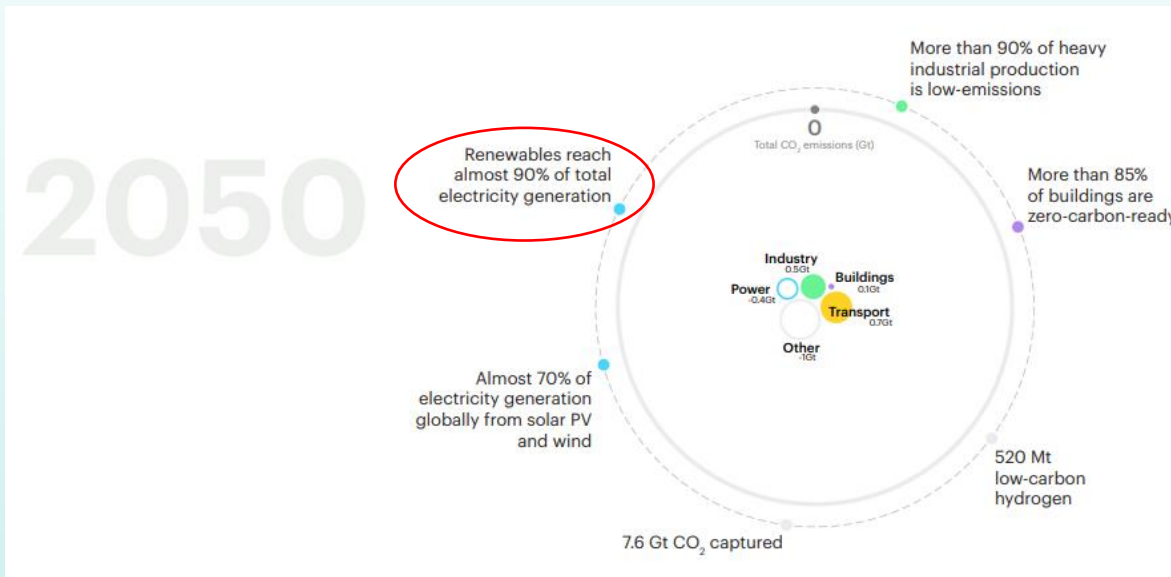


圖1 Net-Zero Emissions by 2050 Scenario[2]

Sector	Year	Milestone
Industry	2020	• Global average plastics collection rate = 17%.
	2030	• Global average plastics collection rate = 27%. • Lightweighting reduces the weight of an average passenger car by 10%.
	2050	• Global average plastics collection rate = 54%. • Efficiency of fertiliser use improved by 10%.
Transport	2030	• Eco-driving and motorway speed limits of 100 km/h introduced. • Use of ICE cars phased out in large cities.
	2050	• Regional flights are shifted to high-speed rail where feasible. • Business and long-haul leisure air travel does not exceed 2019 levels.
Buildings	2030	• Space heating temperatures moderated to 19-20 °C on average. • Space cooling temperatures moderated to 24-25°C on average. • Excessive hot-water temperatures reduced.
	2050	• Use of energy-intensive materials per unit of floor area decreases by 30%. • Building lifetime extended by 20% on average.

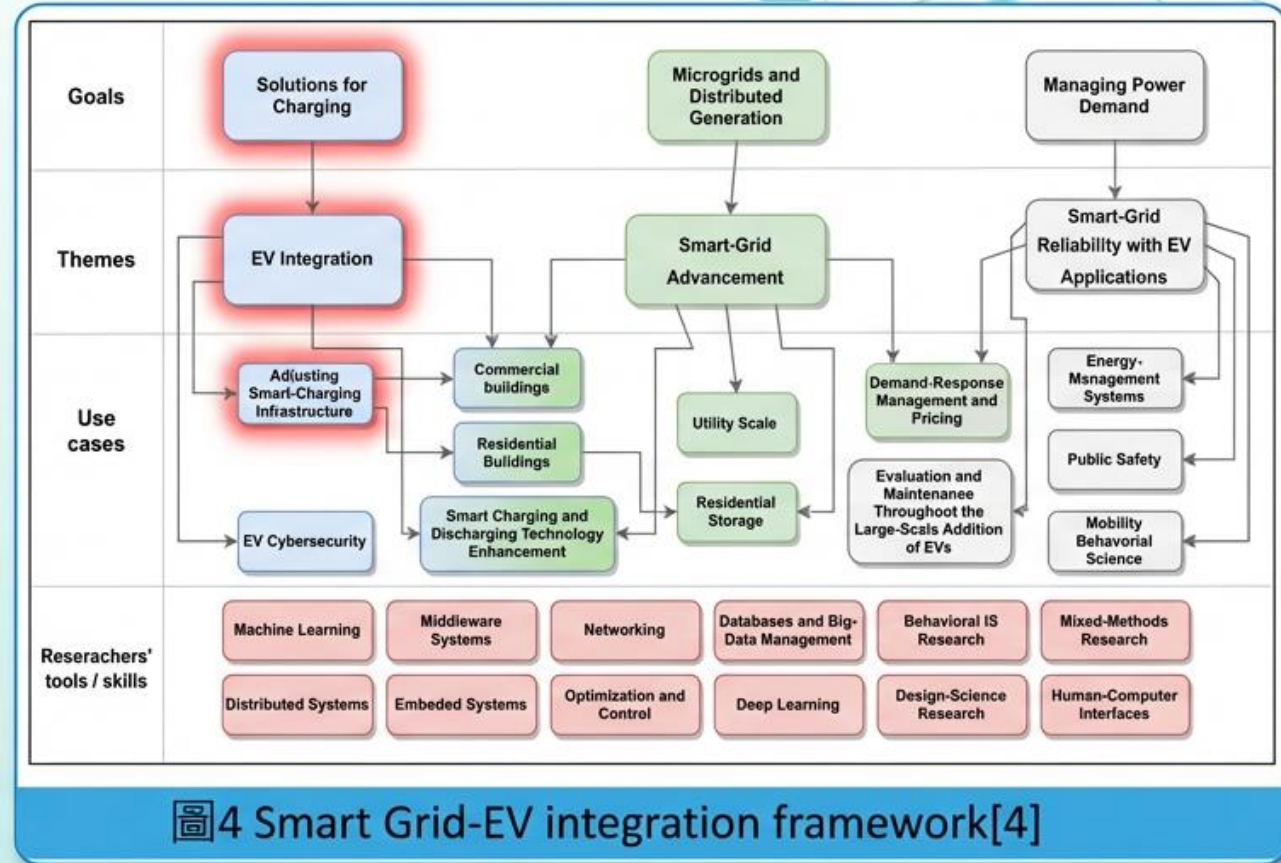
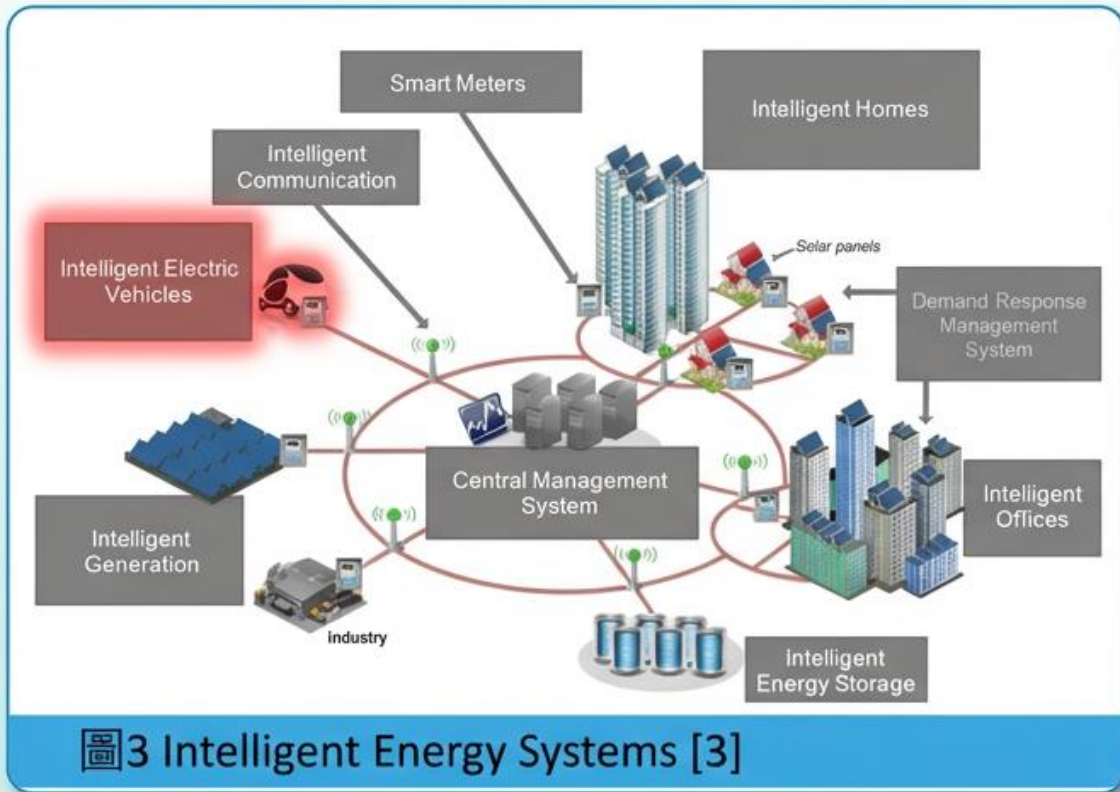
Note: Eco-driving involves pre-emptive stopping and starting; ICE = internal combustion engine.

圖2 Key global milestones for behavioral change in the Net-Zero Emissions by 2050 Scenario[2]

[2] Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector(2021) International Energy Agency. 參考: https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroby2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf (访问日期：18 Jan 2024).



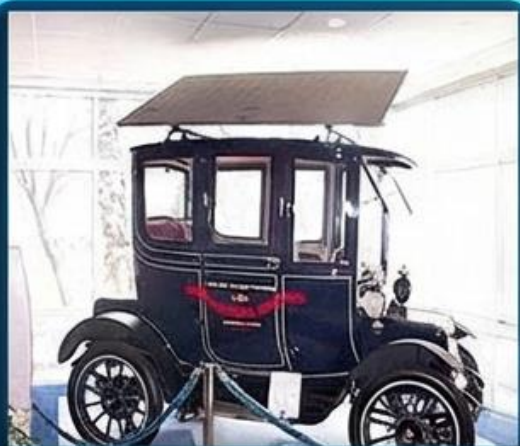
淨零及可持續發展



[3] National Climate Change Secretariat and National Research Foundation (2011) Smart Grid Technology Primer: A Summary

[4] Vivian S.(2022) Integration of EVs into the smart grid: a systematic literature review. California Statue University

太陽能車萌芽及發展



1912年第一架太陽能車
Baker electric car[5]



1977年3輪式太陽能車
Bluebird solar car [5]



1982年太陽能車Quiet Achiever 首次在澳洲駕駛，並在1987年開始世界太陽能車挑戰賽 [5]



2022年荷蘭車隊成員開始在芬蘭工廠製作商業用太陽能車Lightyear [6]

[5] Tathagata P. (2016) Electric Solar Vehicle – RavRacer KIIT University

[6] World's first solar-powered electric car enters production (2022) Drive.com. 參考 <https://www.drive.com.au/news/worlds-first-solar-powered-electric-car-enters-production/> (訪問日期: 8 Jan 2024)

太陽能車賽事

- 世界太陽能車挑戰賽 (Bridgestone World Solar Challenge)[7]



- 美國太陽能車挑戰賽 (Electrek American Solar Challenge)[8]



- 南非太陽能車挑戰賽 (South African Sasol Solar Challenge)[9]



- 歐洲太陽能車挑戰賽 (iLumen European Solar Challenge)[10]



- Shell Eco-marathon Asia-Pacific and the Middle East[11]



[7] Bridgestone World Solar Challenge (2023) 參考: <https://worldsolarchallenge.org/> (訪問日期: 8 Jan 2024)

[8] Electrek American Solar Challenge (2023) 參考: <https://www.americansolarchallenge.org/> (訪問日期: 8 Jan 2024)

[9] South African Sasol Solar Challenge (2023) 參考: <https://www.solarchallenge.org.za/> (訪問日期: 8 Jan 2024)

[10] iLumen European Solar Challenge (2023) 參考: <https://www.europeansolarchallenge.eu/> (訪問日期: 8 Jan 2024)

[11] Shell Eco-marathon(2023) 參考: <https://www.shellecomarathon.com/> (訪問日期: 8 Jan 2024)

世界太陽能車挑戰賽



是一項旨在設計世界上最
高效的電動車的設計競賽。

- 兩年一度的活動旨在激勵世界各地的年輕人解決永續的交通問題。
- 比賽分為兩個主要組別，代表了太陽能電動車的多樣性和不同的設計概念。



世界太陽能車挑戰賽



Projecta Challenger Class

設計一座位太陽能車
速度取勝



CSIRO Cruiser Class

設計多於一座位太陽能車
能源效率取勝



Adventure Class

非競爭性的賽事



VTC 太陽能車車隊

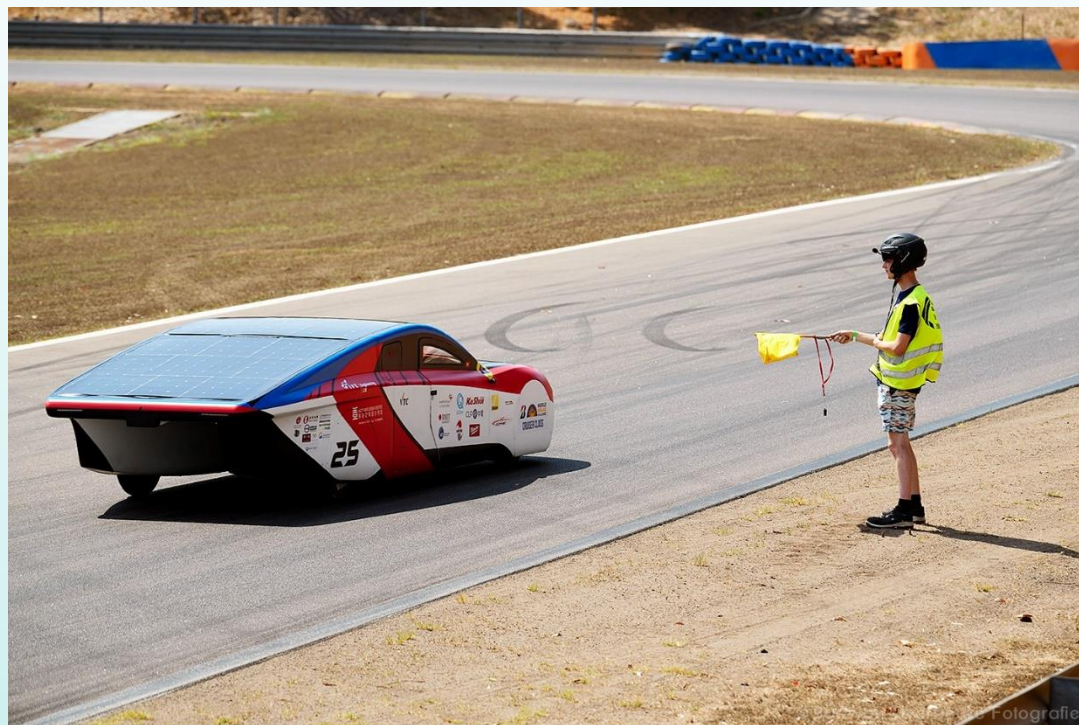
SOPHIE **VTC Solar Car Team**
@vtcsolarcarteam7058 · 120 subscribers · 25 videos
Since 2009, IVE Engineering staff and students have been working ...
Subscribed



https://www.youtube.com/watch?v=K4V_mbgZp-w

設計要求

- 整體車身尺寸
- 座位數量
- 車輪數量
- 太陽能板規格及種類
- 電池容量
- 安全
- 煞車及轉向系統
- 等等





NEW ENERGY
新能源 NEW GENERATION
2026 新世代

全港一年一度的中學生太陽能車比賽盛事

可載人太陽能車(大車) 工作坊一
初談高效節能設計

車從何來?



搵隊員

好ideas



落手



研究



熱誠



成功

“車”從何來？

整車要求 🧐
查閱比賽賽例



重點更新(2026):
-加入新獎項 AI設計獎
及 2026 Shell Nxplorers
獎項

車身要求



車身尺寸

- 長度：2.2m – 3.5m
- 寬度：1.2 m – 1.3 m
- 高度：1.0m – 1.3m
- 重量(最大容許)：225公斤
(淨太陽能車，不包括司機)



座位數：
僅限單人座位



輪子數量：
3-4輪



電力要求

🔋 電池容量

🚗 車內空間

🛡️ 安全

💡 車指示燈

- 2個頭燈
- 2個前方向燈和2個後方向燈
- 2個紅色後煞車燈和2個紅色後行車燈

🚗 車輛裝備

- 車輛喇叭
- 座艙
- 安全帶
- 急停制
- 集耳計
- 安全設備

🕒 煞車及轉向系統



常見問題

- 節錄自2024年車檢後回饋

車隊探訪 團隊總結

- 大部份車隊準備理想, 都能夠買相關重要部件開始製作
- 電機部份:
 - 需要有電圖紙
 - BMS 及 相關說明書
 - 電壓需在48V 額定值 (包括馬達)
 - 太陽能板需在車頂
 - 電燈系統可以另外的副電提供能源



車隊探訪 團隊總結

- 機械部份:
 - 需有車門
 - 安全帶為5點
 - Rollbar & Bulkhead
 - Braking 需要有2套
- 整體安全:
 - 司機需16歲或以上
 - Driver log for >10 hr
 - Radio, Fire extinguisher



重要日期	活動
2026年1月31日	賽事條例文件發放
2026年1月31日前	招募隊員及報名活動
第一次工作坊後	準備採購清單及為隊員們分工合作
2026年4月期間	復活節假期 – 開工 (I)
2026年7月至8月期間	暑假 – 開工 (II)
2026年7月中	提交太陽能車文件及Off-track award申請 及 車隊探訪
2026年8月25日	賽前測試日
2025年10月17日	初賽
2025年10月31日	比賽日及頒獎禮

可載人太陽能車(大車)



時間表



競賽分析



概念設計



初步設計



詳細設計



完成



測試

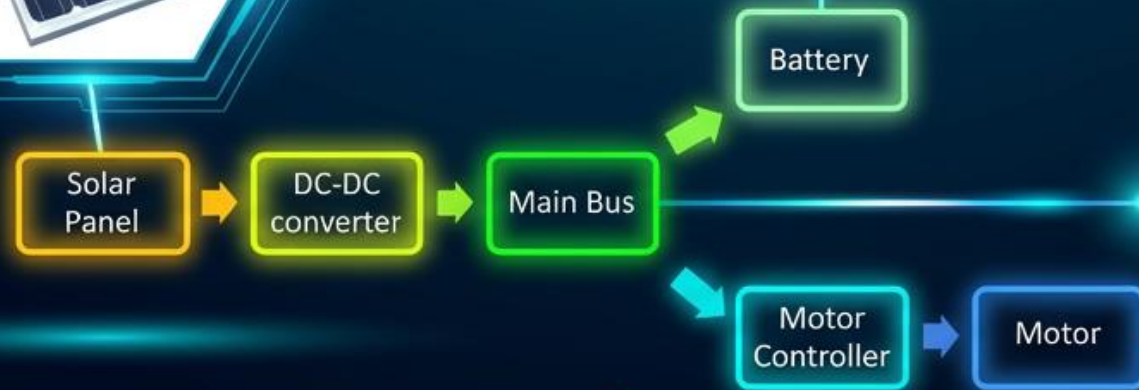


製造

主要部件

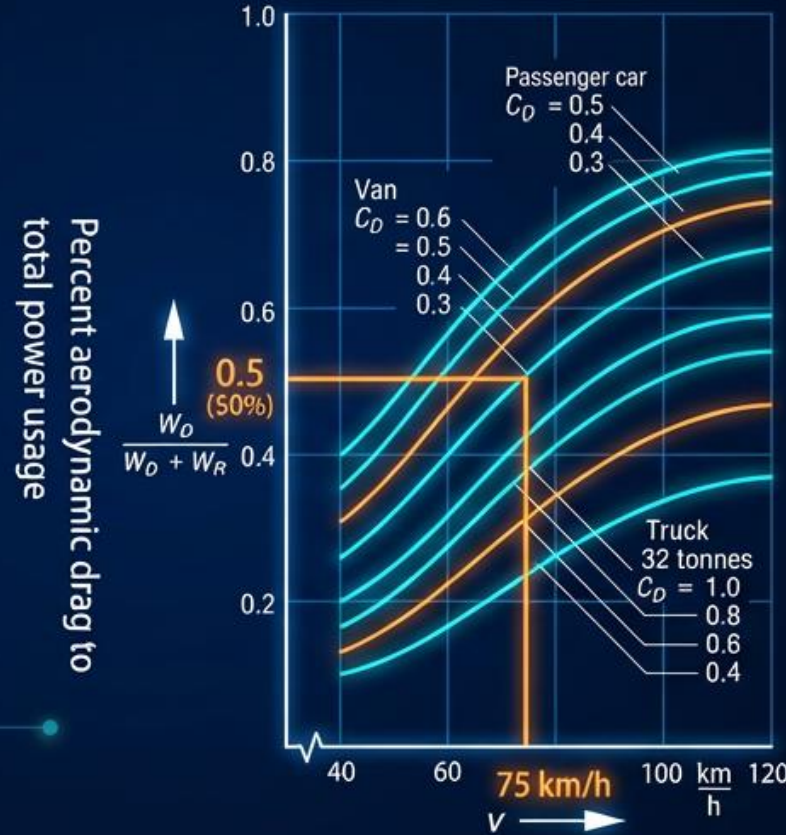
太陽能車

使用太陽能進行車載充電












空氣動力

當速度達到 75 公里/小時
時，由於空氣動力阻力，
約 50% 的能量消耗



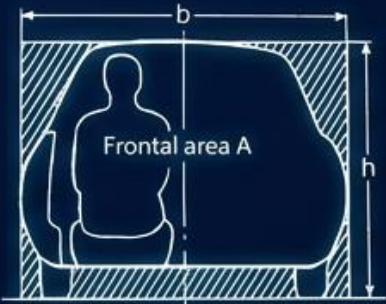
如何減少阻力

Shape	Drag Coefficient
Sphere → 	0.47
Half-sphere → 	0.42
Cone → 	0.50
Cube → 	1.05
Agnled Cube → 	0.80
Long Cylinder → 	0.82
Short Cylinder → 	1.15
Streamlined Body → 	0.04
Streamlined Half-body → 	0.09

Measured Drag Coefficients



Frontal Projected Area

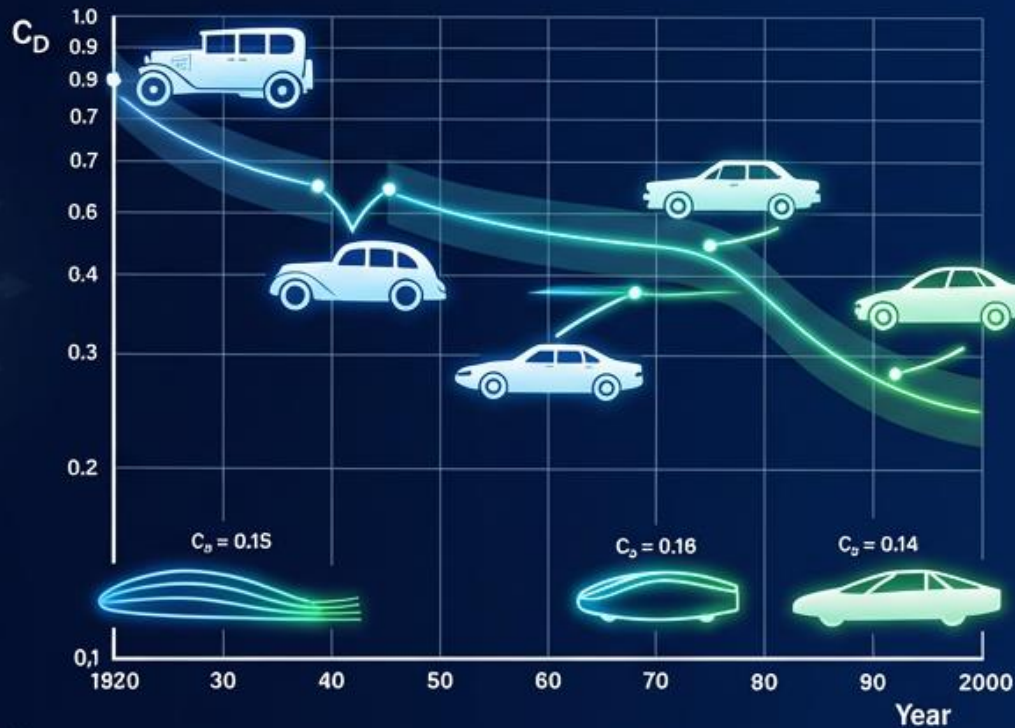


Frontal area A

$A \approx 0.81 \cdot (b \cdot h)$

Car Class	Frontal area A m ²
mini	1.8
medium size	1.9
upper medium size	2.0
full size	2.1

空氣動力學發展



歷史先驅: Rumpler Tropfenwagen

The Most Aerodynamic Cars

#1 Volkswagen XL1



Drag coefficient

0.19

#2 Tesla Model 3



Drag coefficient

0.21

潛在困難

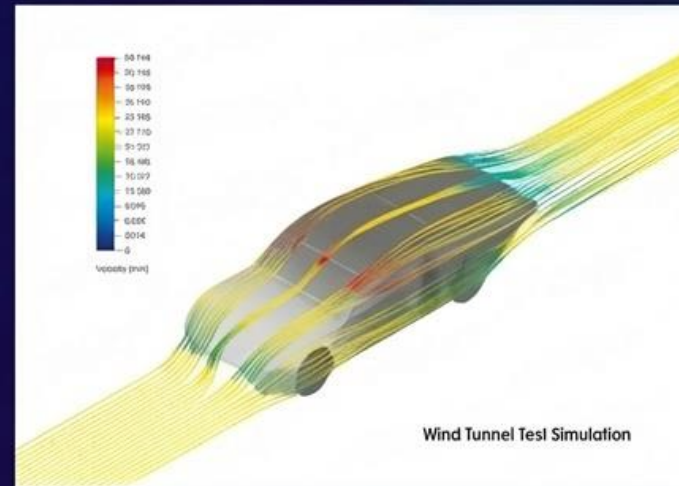
然而，要獲得準確的Cd值並不容易...

- Cd值：風阻係數。
- 測量流體流動時物體的阻力。
- Cd值低表示空氣動力效率高。
- 用於優化車輛設計，提高效率。



Wind Tunnel test

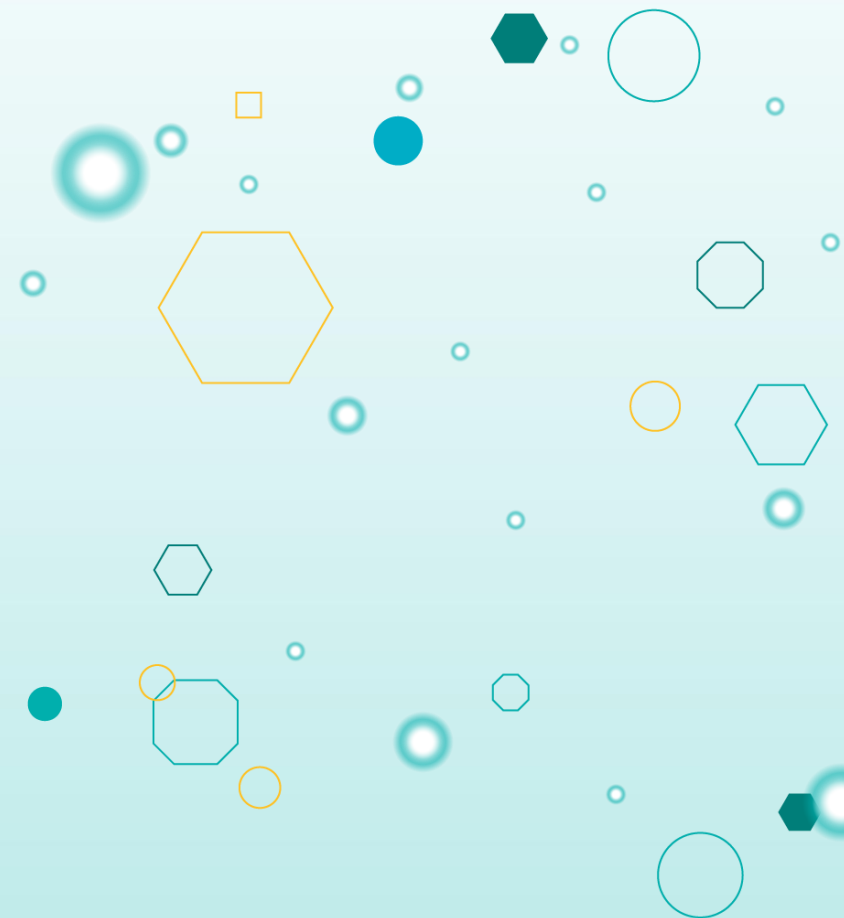
風洞測試
(Wind Tunnel Test)



Wind Tunnel Test Simulation

計算流體動力學
(Computational Fluid Dynamics)

小休



主要部件

在建造太陽能車之前，要做什麼？

- 車殼?
- 電力系統?
- 機械系統?

重要部件 Important Parts

- 1 車身結構 Bodyshell
- 2 車架及車內防滾架 Chassis and Rollbar
- 3 車輪和輪胎 Wheels and tires
- 4 煞車系統 Braking system
- 5 安全帶 Safety belts
- 6 馬達 Motor
- 7 太陽能板 Solar Panel
- 8 電池組 Battery pack
- 9 車指示燈 Lighting
- 10 車輛喇叭 Horn
- 11 通訊 Radio
- 12 滅火器 Fire Extinguisher

能源應用

輸入功率
Input Power

太陽能板→電池→馬達

輸出功率
Output Power

滾動阻力
空氣阻力
加速



行車考慮

空氣阻力



滾動阻力



加速

力學



a) 滾動阻力 Rolling Resistance



b) 空氣阻力 Wind Resistance



c) 加速 Acceleration



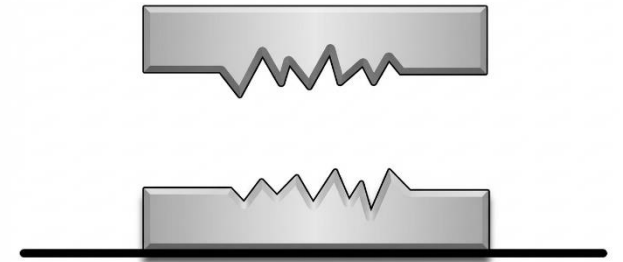
d) 上坡 Climbing(Gradient)



滾動阻力

滾動阻力是指騎乘時需要施加的力量，以克服不屬於傳動系統的自行車零件所產生的機械阻力。

當開車時，這些零件會移動，包括輪胎與路面之間的摩擦。為了減少滾動阻力，您可以確保輪胎沒有充氣不足。



滾動阻力

$$F = \mu_{\text{rolling}} \times m \times g$$



F (Force)

Force used to cover rolling resistance when driving.
Unit = N



μ_{rolling} (Coefficient)

Rolling coefficient of friction (dimensionless)



m (Mass)

Total mass of person and solar car.
Unit = kg






g (Gravity)

Acceleration of gravity, directed downwards.
10 N/kg



Solar Car Project Team & Vehicle

滾動阻力

Rolling Resistance Coefficient		
c	c_1 (mm)	
0.001 - 0.002	0.5	 railroad steel wheels on steel rails
0.001	0.1	 bicycle tire on wooden track
0.002 - 0.005	0.2	 low resistance tubeless tires
0.002	0.2	 bicycle tire on concrete
0.004	0.4	 bicycle tire on asphalt road
0.005	0.5	 dirty tram rails
0.006 - 0.01	0.1	 truck tire on asphalt
0.008	0.8	 bicycle tire on rough paved road
0.01 - 0.015		ordinary car tires on concrete, new asphalt, cobbles small new
0.02		 car tires on tar or asphalt
0.02		 car tires on gravel - rolled new
0.03		 car tires on cobbles - large worn
0.04 - 0.08		car tire on solid sand, gravel loose worn, soil medium hard
0.2 - 0.4		car tire on loose sand

空氣阻力 (Air Drag)

Any object moving through a fluid experiences **drag** – the net force in the direction of flow due to pressure and shear stress forces on the surface of the object.

$$F_d = c_d \frac{1}{2} \rho v^2 A$$

where:

F_d = drag force (N)

c_d = drag coefficient

ρ = density of fluid (1.2 kg/m³ for air at NTP)

v = flow velocity (m/s)

A = characteristic frontal area of the body (m²)

Measured Drag Coefficients



Sphere
0.47



Half-sphere
0.42



Cone
0.42



Cone
0.50



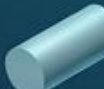
Cube
1.05



Angled Cube
0.80



Cube
0.82



Long Cylinder
0.82



Short Cylinder
1.15



Short
Cylinder
1.15



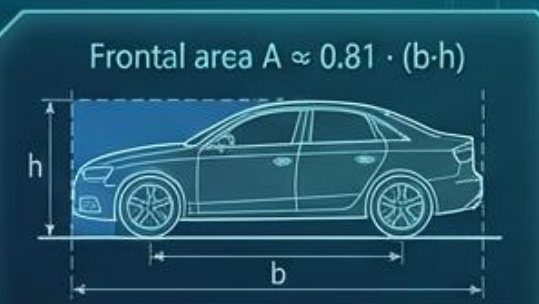
Streamlined
Body
0.04



Streamlined
Half-body
0.09

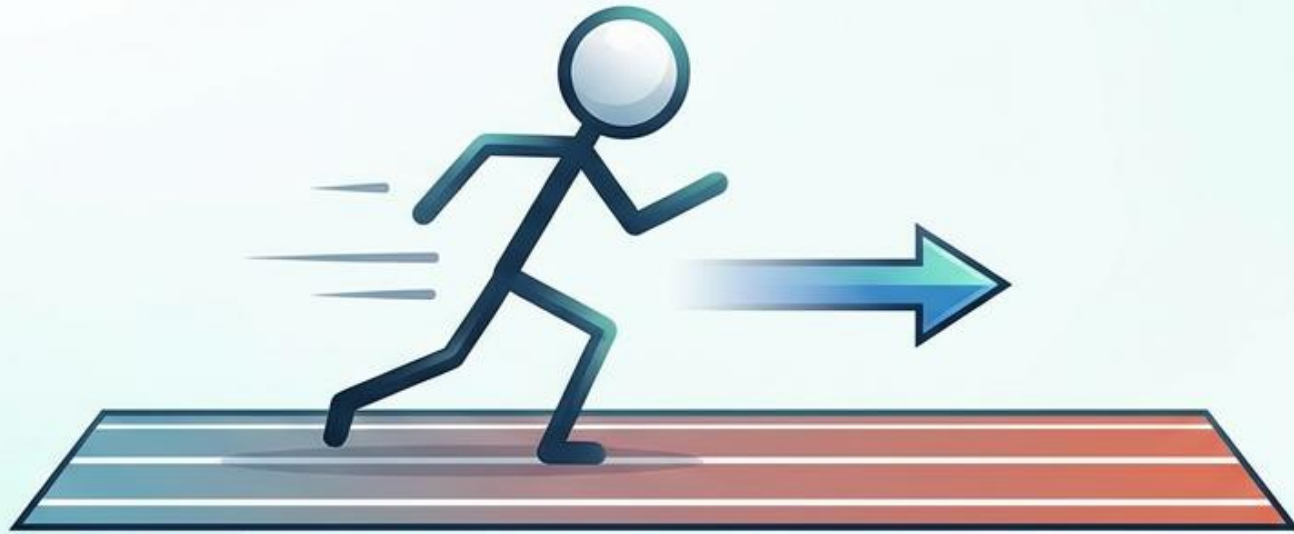


Frontal Projected Area



Car Class	Frontal area A m ²
mini	1.8
medium	1.9
upper medium	2.0
full size	2.1

加速 (Acceleration)



$$\text{Force (accel)} = m \times a$$

Equation for average acceleration

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

- m = mass
- a = acceleration
- Δv = velocity change
- Δt = time change



加速

$$Force (accel) = m \times a$$

$\Delta v = v_f - v_i$
 $\Delta t = t_f - t_i$

v_f → final velocity
 v_i → initial velocity
 t_f → ending time
 t_i → starting time

equation for average acceleration

Velocity = Car speed = $\frac{distance}{time}$
Unit normal in km/h

加速

$$Force (accel) = m \times a$$

Example:

$$\Delta v = v_f - v_i$$

$$\Delta t = t_f - t_i$$

v_f → final velocity

v_i → initial velocity

t_f → ending time

t_i → starting time

EXAMPLE 1:

Positive Acceleration

Givens:

$$v_f = 46.1 \text{ m/s}$$

$$v_i = 18.5 \text{ m/s}$$

$$t_f = 2.47 \text{ s}$$

$$t_i = 0 \text{ s}$$

Formula & Substitution:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

$$a = \frac{46.1 \text{ m/s} - 18.5 \text{ m/s}}{2.47 \text{ s} - 0 \text{ s}}$$

$$a = 11.17 \text{ m/s}^2$$

EXAMPLE 2:

Negative Acceleration

Givens:

$$v_f = 0 \text{ m/s}$$

$$v_i = 22.4 \text{ m/s}$$

$$t_f = 2.55 \text{ s}$$

$$t_i = 0 \text{ s}$$

Formula & Substitution:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

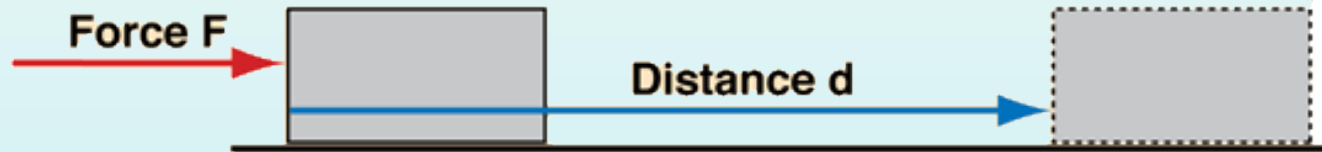
$$a = \frac{0 \text{ m/s} - 22.4 \text{ m/s}}{2.55 \text{ s} - 0 \text{ s}}$$

$$a = -8.78 \text{ m/s}^2$$



功率使用

$$Power = (Force(rolling) + Force(accel)) \times Velocity$$



Work = Force x distance moved in direction of force

Work
concepts

$$P_{avg} = \frac{Work}{time} = \frac{Force \times distance}{time}$$

Special case for constant force acting in the direction of motion.

行車速度

Find N (rpm of the wheel):

$$V = r \times \omega$$

$$V = \text{linear velocity} = \frac{\text{distance}}{\text{time}} = \frac{dS}{dt}$$

ω = angular velocity (rate of change of angular displacement)

Since our displacement/distance is the length of the arc which is made by the angle $d\theta$: $s = r d\theta$

$$V = \frac{r d\theta}{dt}, \omega = \frac{d\theta}{dt}, r \text{ is the radius of wheel}$$

扭力

Torque (Nm needed at the wheel)

$$P = T \times \omega$$

P= Power (W)

T= Torque from the wheel

ω =angular velocity (rate of change of angular displacement)



覆數

$$P = (Force(rolling) + Force(accel)) \times Velocity$$

$$P = T \times \omega$$

$$\omega = \frac{V}{r}$$

$$P = T \times \frac{V}{r}$$

$$T = P \times \frac{r}{V}$$

Should be the same result with previous slide!

$$T = (Force(rolling) + Force(accel)) \times V \times \frac{r}{V}$$

Torque = (Force(rolling) + Force(accel)) x r (radius of the wheel)

能源所需

決定馬達符合太陽能車需求:

功率
扭力
行駛速度



關鍵問題

- 1) 1輛太陽能車的關鍵因素是什麼？
- 2) 您的設計是為了速度還是耐力？

活動問卷

講比我地聽



新能源新世代2026 活動問卷



下堂主題

車輛動力ABC

數學與工程設計之間的連結；

驅動力、摩擦力和慣性；

四輪定位和測量；

輪子的速度和加速

Time to design the electrical system for your car

Rideable Solar Car Electrical System Outline

