

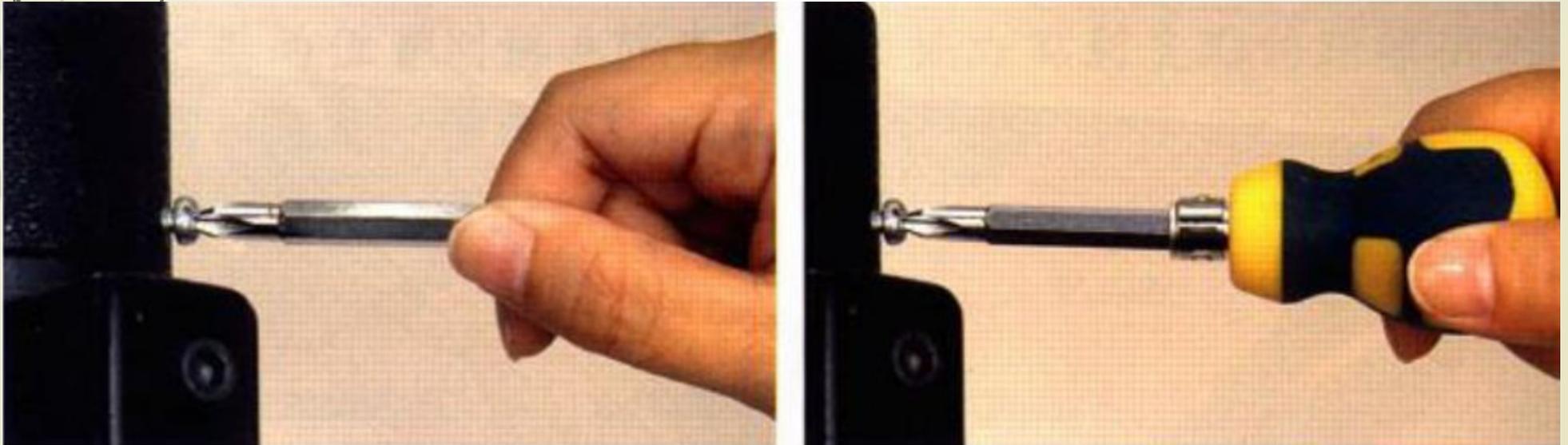
# 簡單機械之輪軸與齒輪

導師：Terry Lam



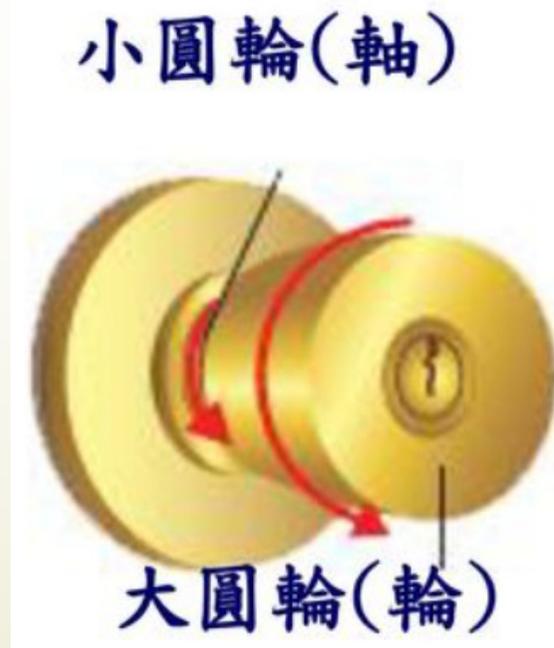
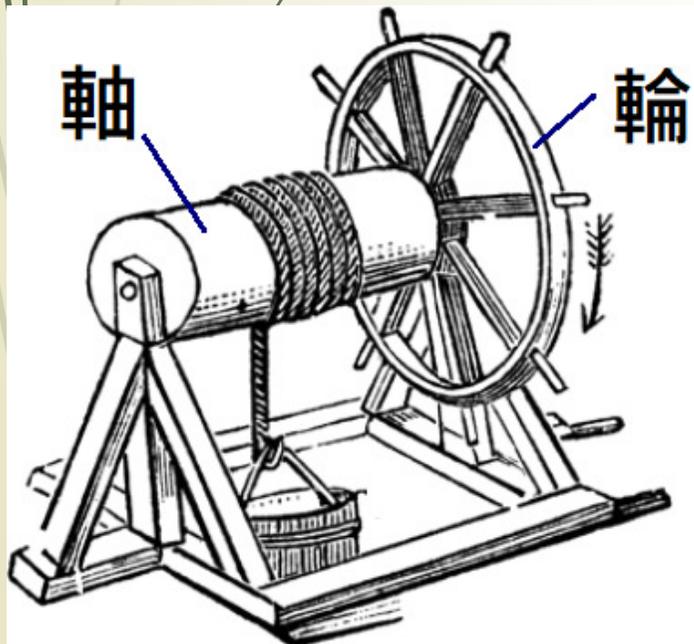
## 認識輪軸

- ▶ 如螺絲起子把手、水龍頭或煮食爐的旋轉鈕掉了，使用時會怎樣？
- ▶ 想一想，使用下圖哪一種螺絲起子比較輕鬆省力？



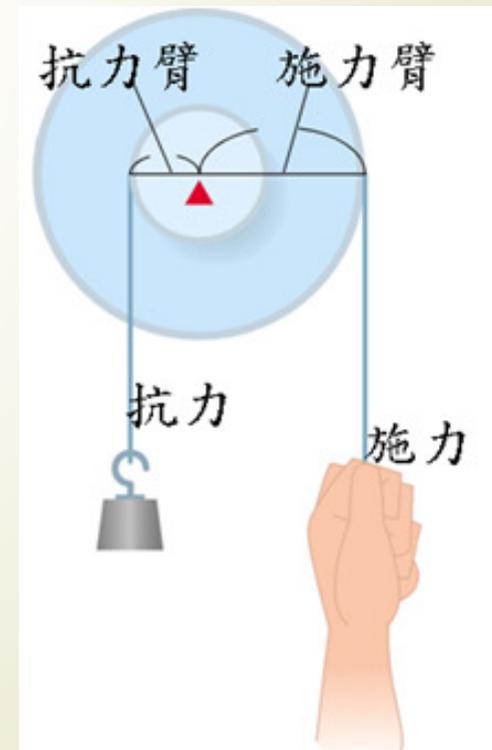
## 認識輪軸

- 由兩個半徑不同的圓輪，固定在同一轉軸上，這種機械稱為輪軸。可傳遞或增大力量。
- 外面的大圓是「輪」，中間的小圓是「軸」，輪和軸都繞著軸心轉動。



## 輪軸是槓桿的變形

- 輪軸是一種槓桿的變形，同樣具有改變力的方向、省力或省時的功能。
- 輪軸的中心相當於槓桿的支點；當施力於輪時，輪的半徑相當於槓桿的施力臂，軸的半徑相當於槓桿的抗力臂。
- 為什麼使用輪軸時，施力在輪上會比較省力呢？
- 施力在輪上時，輪半徑即為施力臂，輪半徑比軸半徑大，即施力臂較長，所以會較省力。



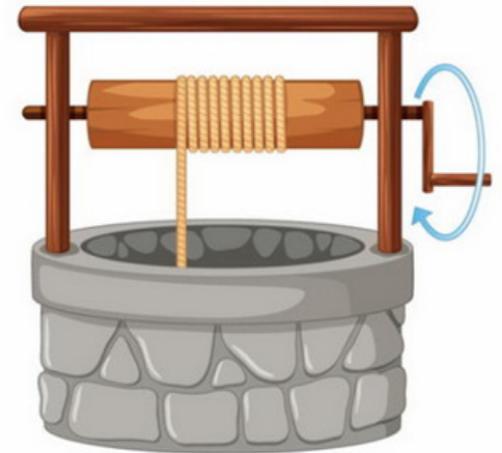
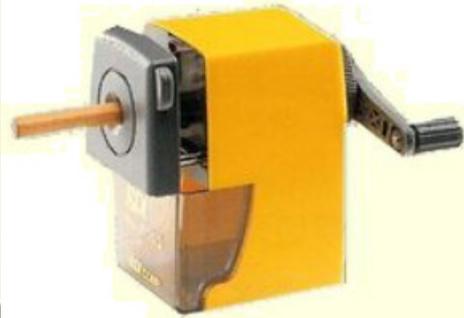
## 輪軸的省時與省力的應用原理

- ➔ (1)若**施力在輪上**時，由於**施力臂較大**，因此施力會小於抗力，此時的輪軸**必省力**，而代價則是施力移動距離加長較**費時**。
- ➔ (2)若**施力在軸上**時，由於**施力臂較小**，因此施力會大於抗力，此時的輪軸**必費力**，但施力的移動距離較短能**省時**。



## 輪軸的例子

- ▶ 輪軸工具的外觀不一定是圓形的，但受力作用後的運動軌跡，一定是圓形的。
- ▶ 施力在輪的例子



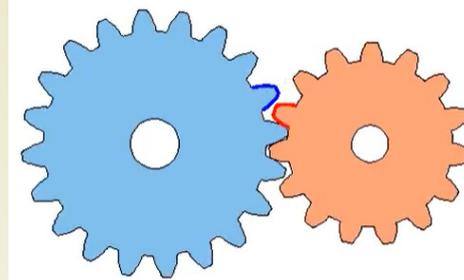
## 施力在軸的例子

搓麵棍、竹蜻蜓、搖搖(溜溜球)、車軸帶動輪胎、馬達帶動風頁...

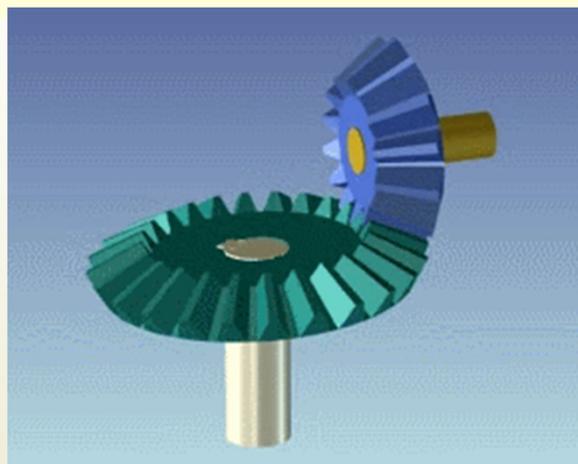
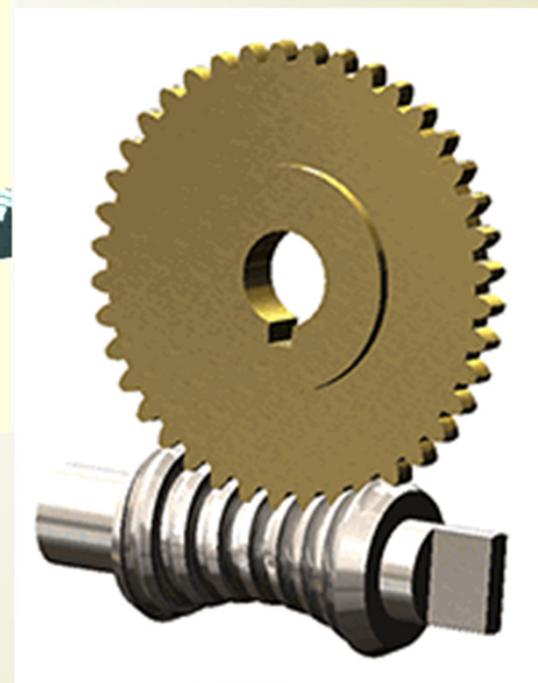
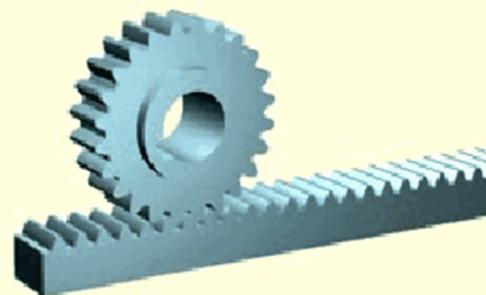
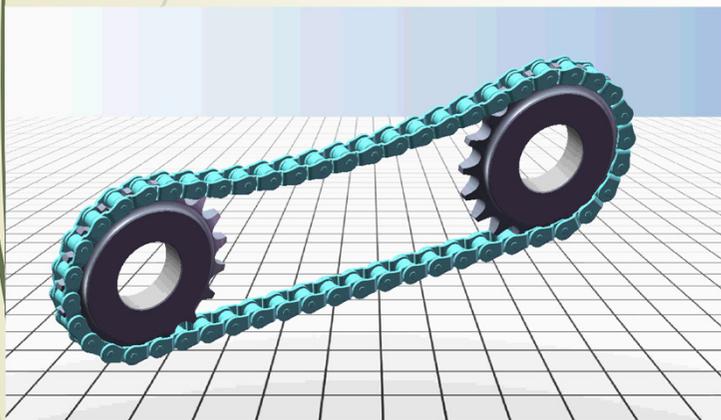


輪軸轉動時是**相同的方向**，輪軸的構造能夠幫助我們把**轉動輪的小力量變成轉動軸的大力量**，而**施力在軸上**的工具雖然無法省力，卻可節省時間。

# 齒輪

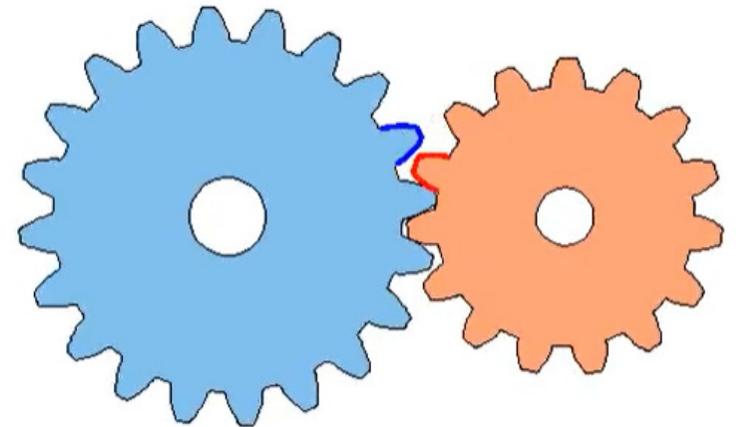


- 齒輪是有輪齒的輪軸，輪緣上的齒能連續啮合傳遞運動和動力的機械零件。齒輪通過與其它齒狀機械零件（如另一齒輪、齒條、蝸桿）傳動，傳動方式是啮合傳動。



## 動力傳送-齒輪

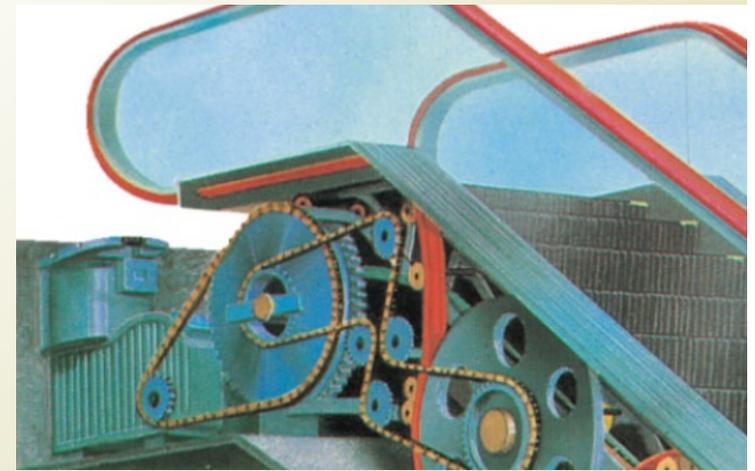
- ▶ 當兩個或以上的齒輪一起操作時，便稱為齒輪組。
- ▶ 兩個齒輪以輪齒相扣，兩個齒輪轉動的方向相同嗎？
  - ▶ 兩個齒輪以輪齒相扣，兩個齒輪轉動的方向**正好相反**。
- ▶ 大小不同的兩個齒輪以輪齒相扣，兩個齒輪轉動的圈數相同嗎？
  - ▶ 大小不同的兩個齒輪以輪齒相扣，兩個齒輪轉動的**圈數不同**。
- ▶ 甲齒輪齒數 × 轉動圈數 = 乙齒輪齒數 × 轉動圈數。



## 動力傳送-鏈條與齒輪

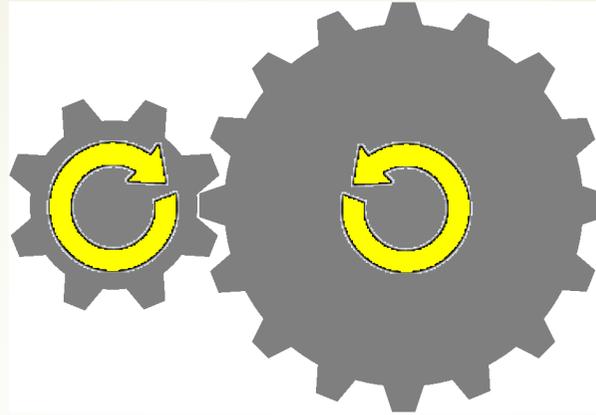


- ▶ 兩個齒輪以鏈條連接，兩個齒輪轉動的方向相同嗎？
  - ▶ 兩個齒輪以鏈條連接，兩個齒輪轉動的方向相同。
- ▶ 大小不同的兩個齒輪以鏈條連接，兩個齒輪轉動的圈數相同嗎？
  - ▶ 大小不同的兩個齒輪以鏈條連接，兩個齒輪轉動的圈數不同。
- ▶ 甲齒輪齒數 × 轉動圈數 = 乙齒輪齒數 × 轉動圈數。
- ▶ 如果以鏈條連接多個齒輪，則可能出現相同或不同的轉動方向。

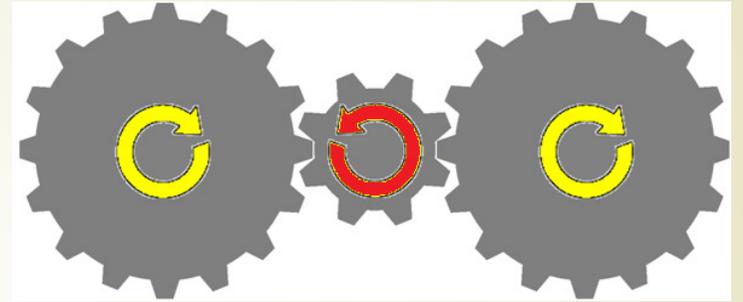


# 齒輪的主要功能

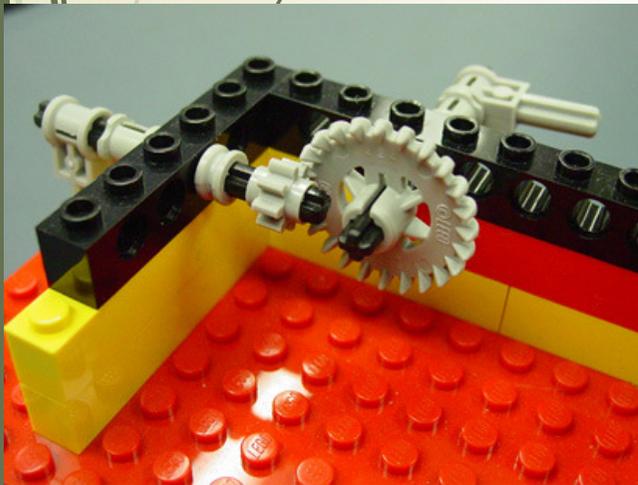
- 傳送動力
- 改變機械速度
- 改變運動方向



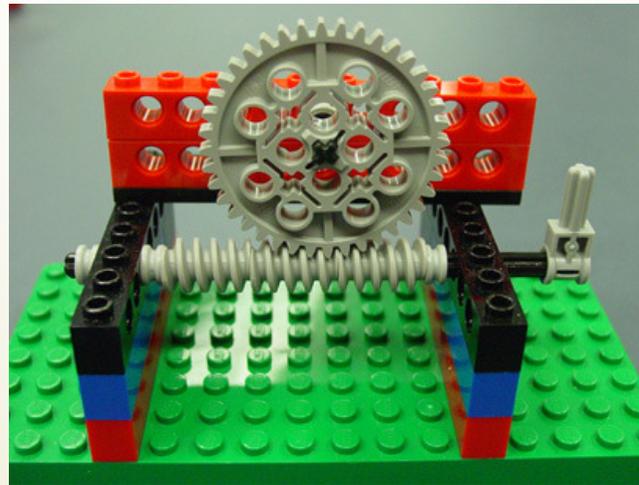
降低(提高)轉速，但相應地  
提高(降低)扭矩



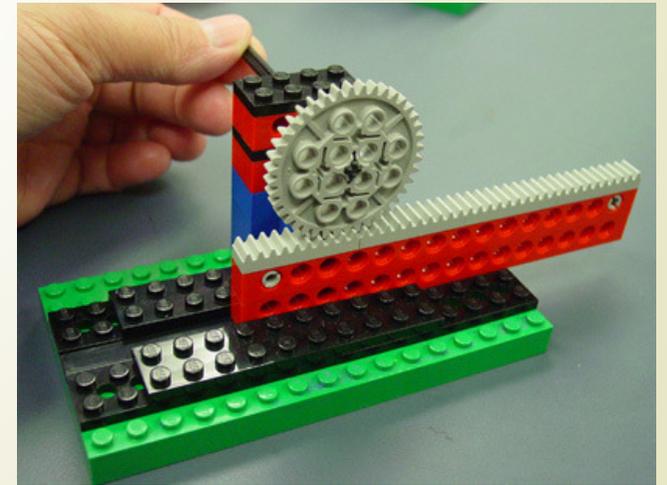
使二軸同步旋轉



改變轉軸方向，同時變速



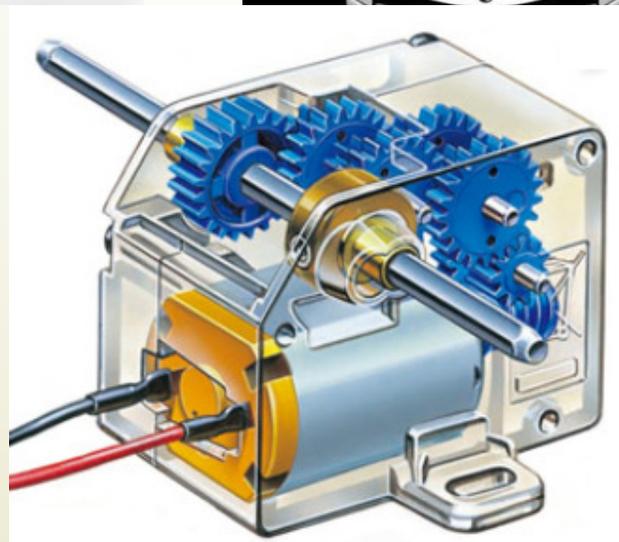
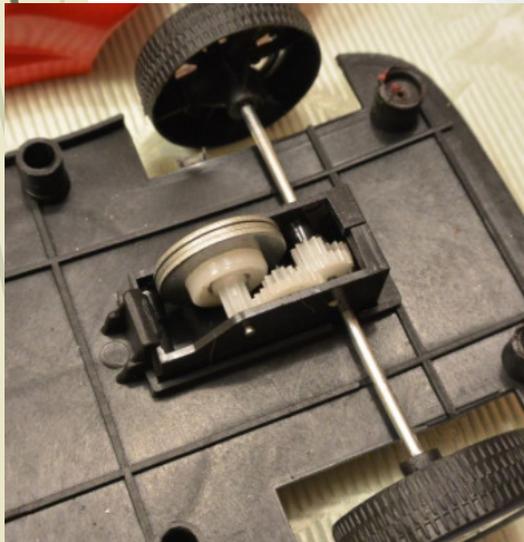
改變轉軸方向，變速提高扭矩



轉動轉換為直線運動

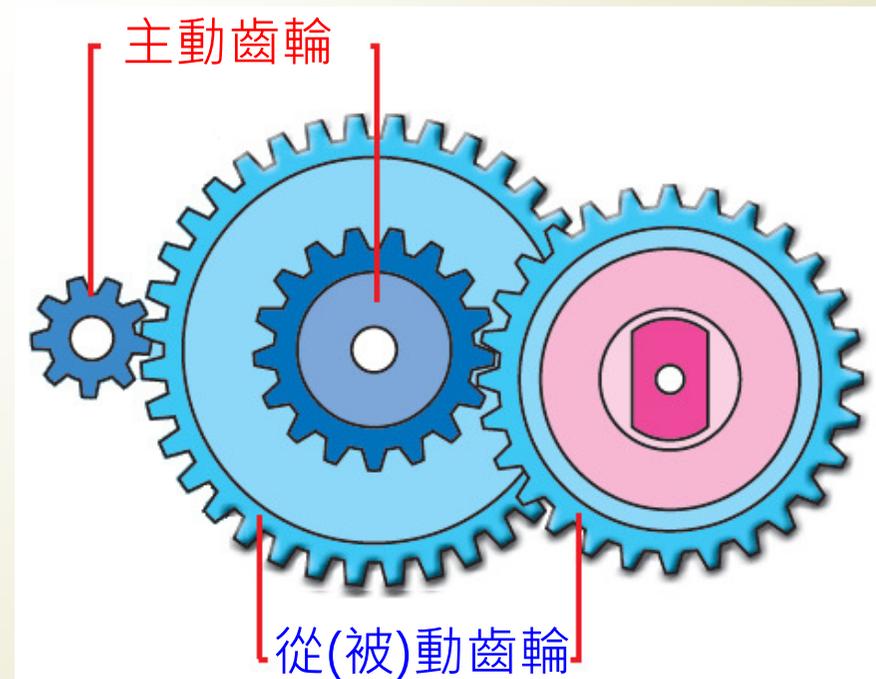
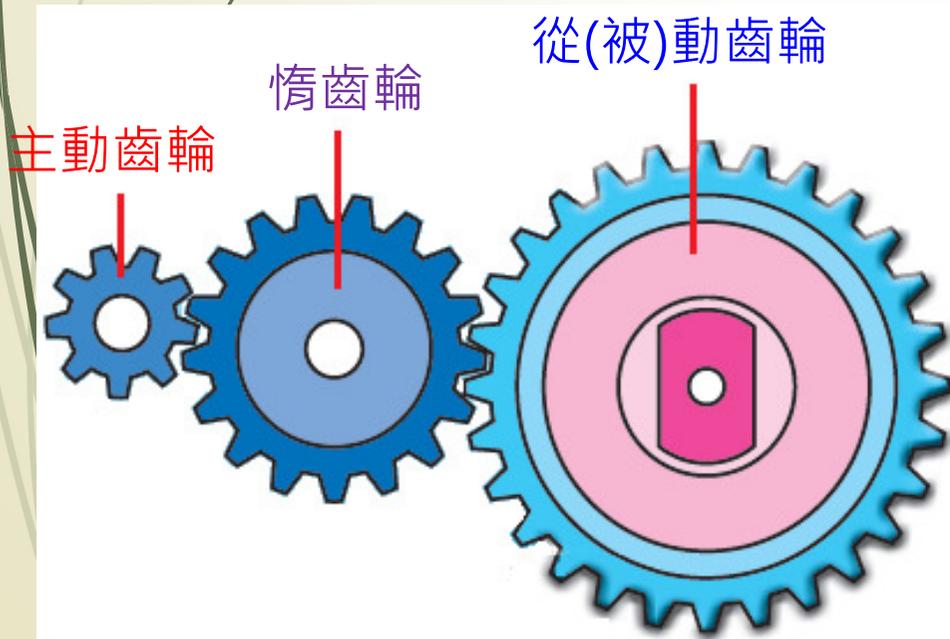
# 齒輪在生活中的應用

- ▶ 修正帶、手錶、時鐘、腳踏車等都是齒輪的應用。
- ▶ 機車、變速腳踏車、汽車換檔時，都會應用齒輪來改變速度。

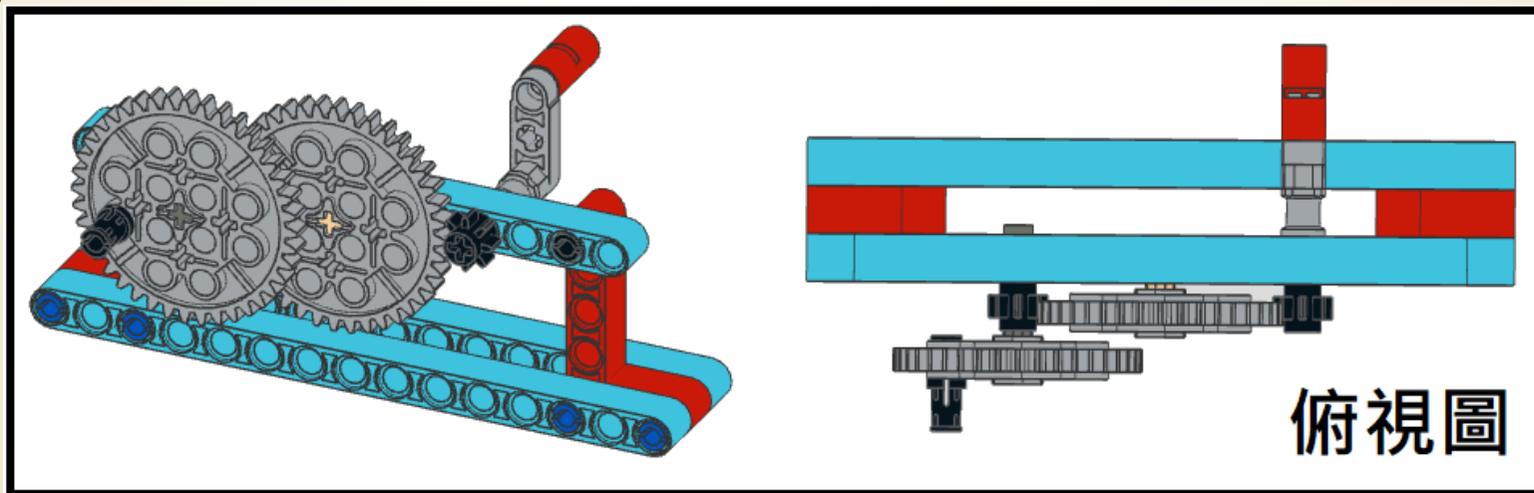
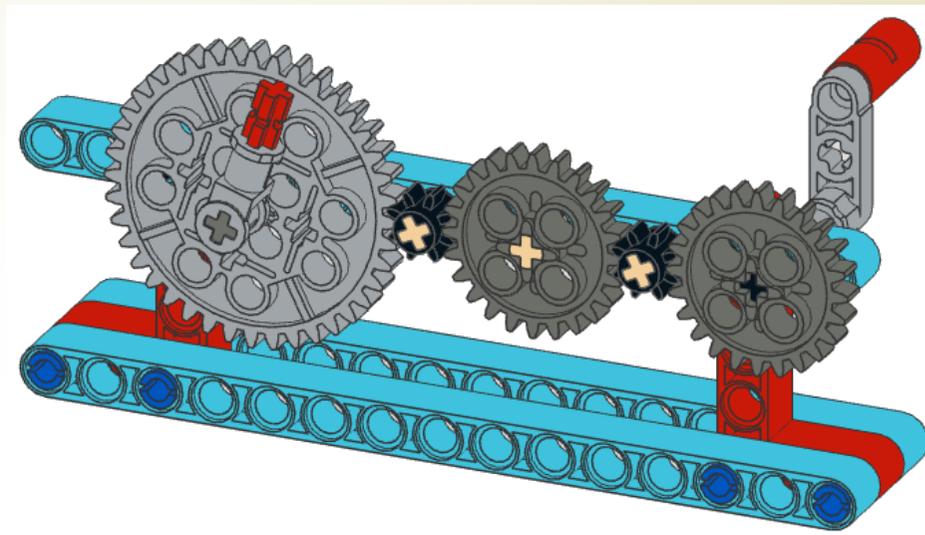
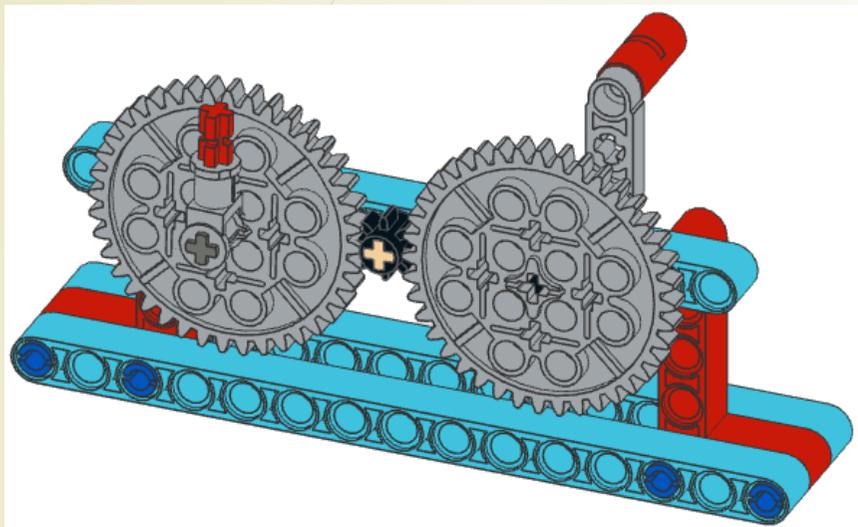


## 齒輪組中主動、被動及惰齒輪

- 齒輪組中被附加在動力源(如馬達、施力手柄)上的齒輪稱為「**主動齒輪**」
- 被**主動齒輪**連接的齒輪，若發揮著改變**輸出轉速或扭矩**作用的稱為「**從(被)動齒輪**」
- 如僅是**傳遞旋轉動力稱為「**惰齒輪**」，它的齒數多少對傳動比數值大小沒有影響，只用來改變被動齒輪的轉動方向



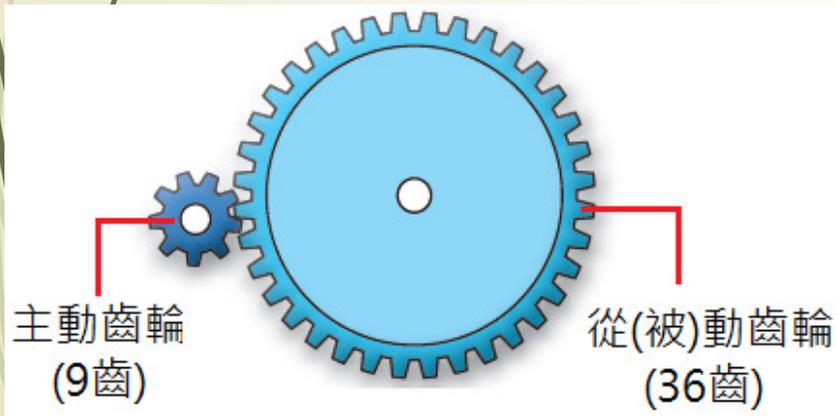
思考題：找出主動、被動及惰齒輪？



俯視圖

## 轉速與齒輪比關係

- 齒輪直徑越大，可切制的齒數就越多
- 不論是大齒輪帶動小齒輪，或是小齒輪帶動大齒輪，大齒輪和小齒輪轉動的總齒數均是相等
  - 轉動總齒數 = 大齒輪齒數x大齒輪轉速 = 小齒輪齒數x小齒輪轉速
  - 以9齒的齒輪去帶動36齒的齒輪，齒輪比便是4：1。意思是主動齒輪轉動4周，從動齒輪才轉動1周。以公式表示：

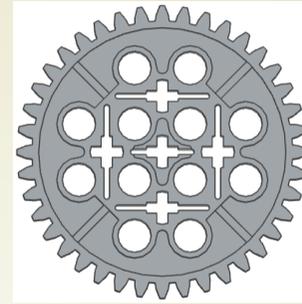


$$\text{齒輪比} = \frac{\text{主動齒輪轉數}}{\text{從動齒輪轉數}} = \frac{\text{從動齒輪齒數}}{\text{主動齒輪齒數}}$$

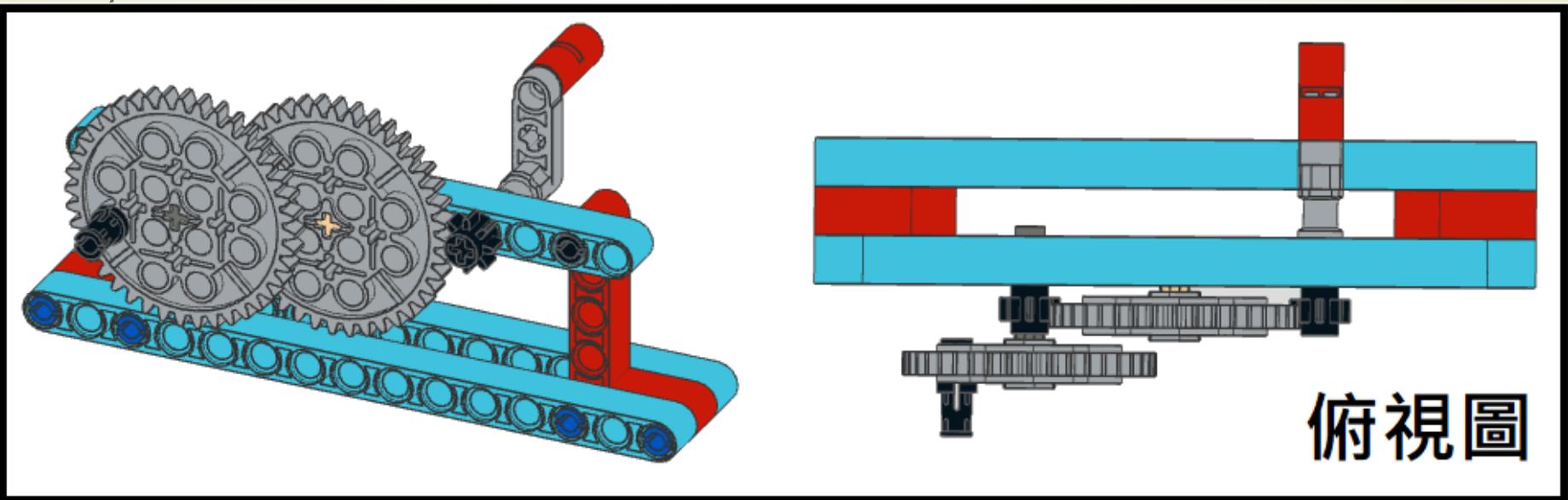
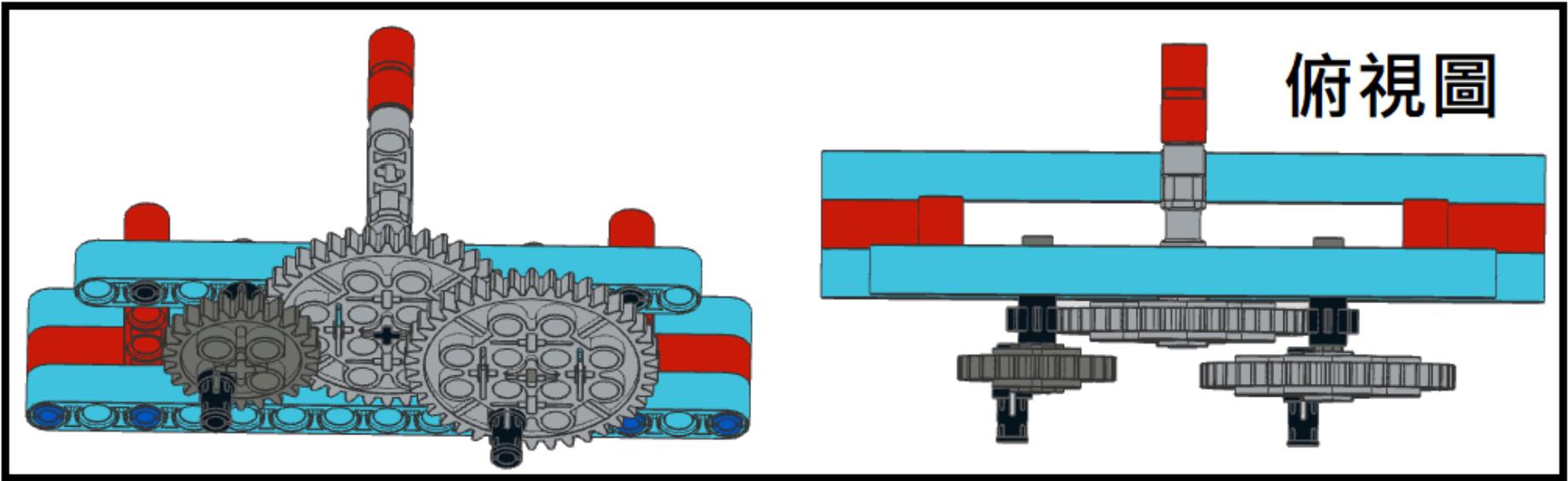
# 思考題



8齒

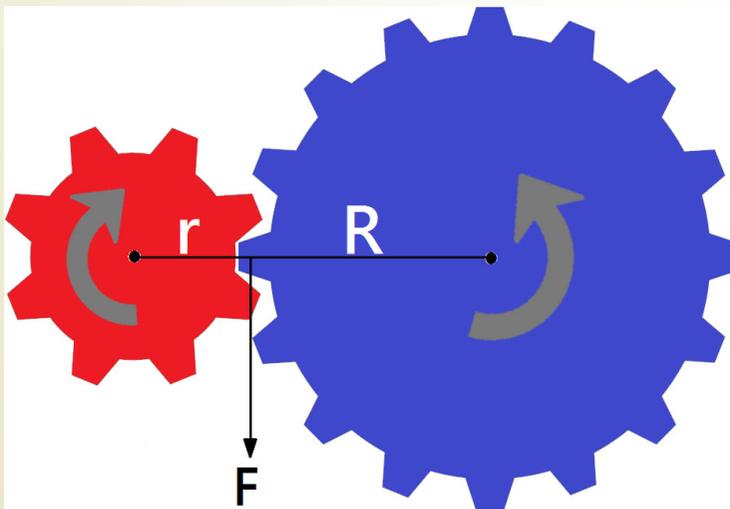


40齒



## 扭矩與齒輪比關係

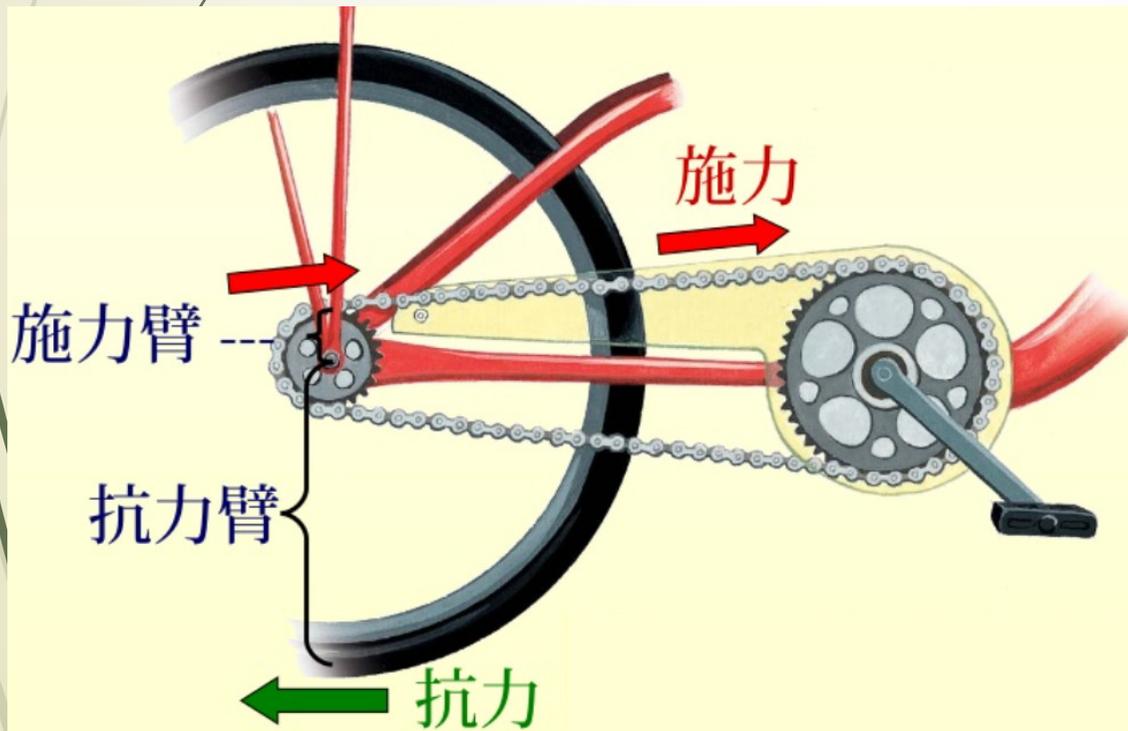
- ▶ **扭矩**即是轉動的力量，為施力點與轉動中心的距離乘上作用力(F)
- ▶ 跟槓桿十分相似。槓桿合力的大小依賴施力臂的長度，長度越長，力就越大。
- ▶ 把齒輪當作槓桿，**支點**就在齒輪圓心軸上，**施力點**在齒輪的齒上，將同樣的力施加到更大的齒輪上，**扭矩就增加了**。
- ▶ 於齒輪嚙合處，兩個齒輪所受的力量F相等，但大齒輪半徑(R)大於小齒輪半徑(r)，所以大齒輪的扭矩(FR)要比小齒輪大，即 $FR > Fr$ 。
- ▶ **因此，齒輪比愈大，愈能夠拉動較重的物件。**



施力於小齒輪時，大齒轉速低，以換取較大扭矩；  
施力於大齒輪時，小齒轉速高，但扭矩減少。

## 動力傳送-腳踏車

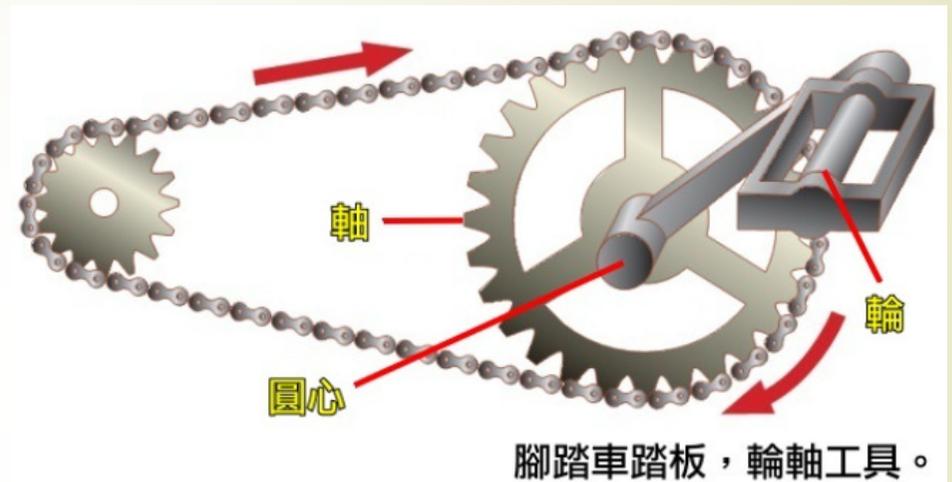
- 踏車腳後輪及後齒輪之間的關係→變形的槓桿。
- 踩踏板後藉著鏈條傳給後齒輪的力為施力；
- 施力臂為後齒輪半徑；
- 地面給予車輪的阻力為抗力；
- 抗力臂為車輪半徑。



踩踏板後藉著鏈條傳給後齒輪的力 × 後齒輪半徑 = 地面給予車輪的阻力 × 車輪半徑

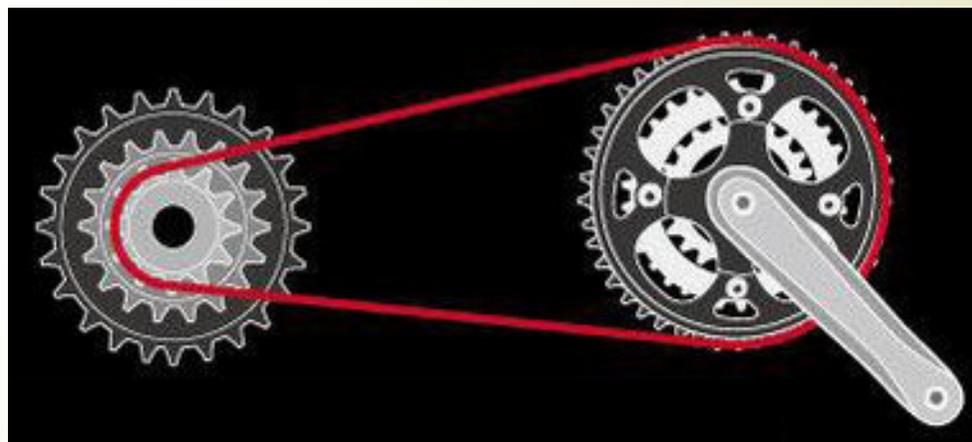
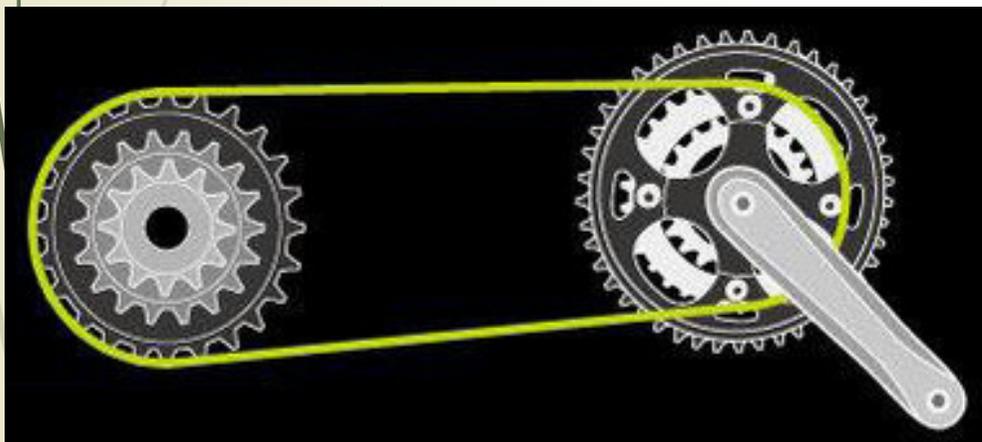
# 動力傳送-腳踏車

- ▶ 當腳踏板轉一圈時，與它結合在一起的大齒輪也會轉一圈，為**軸軸應用**。
- ▶ 小齒輪和後車輪結合是**以軸帶動輪**，所以**費力**。當腳踩踏板一圈時，後車輪轉的圈數會**多於一圈**，所以腳踏車不是省力的工具，卻可以**省時**。



# 變速腳踏車的原理

- ▶ 當地面給予車輪的阻力及車輪的半徑固定時，後齒輪的半徑愈小時，所需要踩踏的力愈大或是愈小呢？
- ▶ 想一想，爬坡時你要如何「變速」？（選擇左或右）



後齒輪

速度

施力

大

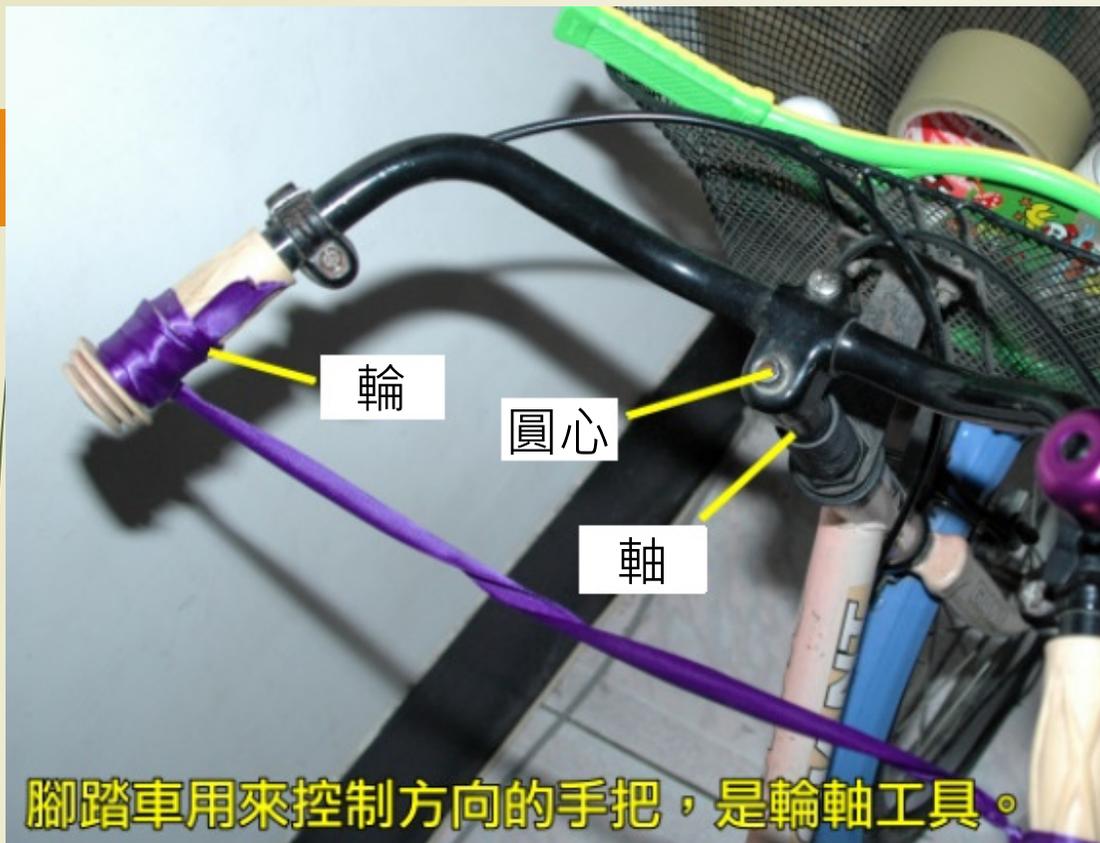
慢

較省力

小

快

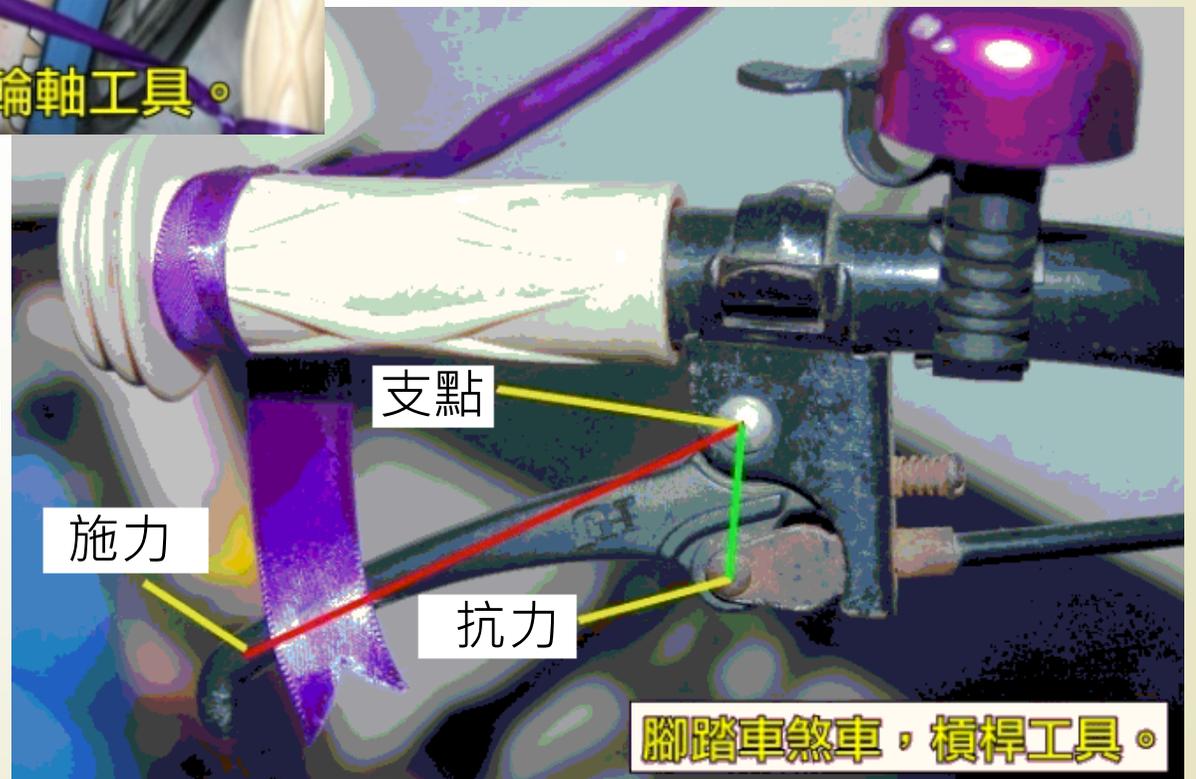
較費力



腳踏車控制方向的手把是輪軸工具。你能指出「輪」「軸」及「圓心」位置麼？

腳踏車用來控制方向的手把，是輪軸工具。

腳踏車煞車是槓桿工具。試指出「支點」、「施力」及「抗力」位置麼？



腳踏車煞車，槓桿工具。