

* 度 - 能量 汽車燃料費 - 動力大小? ✓
 2000 C 隨油微收
 1000 C

8-4 功率 Power

1. 功率

前面所說的功與能，均不涉及完成作功所需的時間，然而功與時間的關係在許多應用上有一定的意義，若在愈短時間能完成相同的功，則說該力有較大的功率。若在一段時間 Δt 內，作用力能完成 ΔW 的功，我們定義此力的平均功率為

(1)

$$P_{\text{平均}} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

8.13

當 Δt 趨近於零時，則此平均功率稱為瞬時功率，或簡稱為功率 (power)，即

(2)

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} \quad (\text{當 } \Delta t \text{ 非常小, 或 } \Delta t \rightarrow 0) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

8.14

功率的 SI 單位為焦耳 / 秒 (J/s)，稱為瓦特 (watt)，或簡稱瓦，寫成 W，即

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

* 馬力, 1 hp = 746 W (hp) (工程)

如何將重物向上提高是營建工程上的重要問題，不論直接垂直向上提起，或沿著斜面拉動讓物體緩慢升高，若以相等速率移動重物，則垂直向上提起，因路程較短，所耗時間較少，故功率較大，而沿著斜面需移動較長距離，較為耗時，故功率較小。雖然如此，但正是藉著花費較多的時間、移動較長距離，而可以使用較小的力，來達到省力的目的 (圖 8-14)。在工程應用上，是否要達到較大功率，或較小施力，則視情況取捨。



▲ 圖 8-14 自地面垂直上提木箱至貨車內，與沿斜面推動木箱至貨車內，此兩外力所作的功相同。若木箱均以相同速率等速運動，由於垂直上提的距離較短，花費時間較少，故功率較大，但也因此較為費力。

* 1 度 = 1 千瓦 (小時)
 = 1000 W × 3600 s
 = 3.6 × 10⁶ J



2. 瞬時功率 P

若一定力 \vec{F} 對物體作功，在時間 Δt 內，使物體移動 $\Delta \vec{S}$ 距離，則功

$$\Delta W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{S}, \text{ 功率}$$

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{\vec{F} \cdot \Delta \vec{S}}{\Delta t} = \vec{F} \cdot \vec{v} \quad (\text{當 } \Delta t \text{ 非常小, 或 } \Delta t \rightarrow 0)$$

8.15

即作用力對物體所提供的瞬時功率，等於作用力與物體瞬時速度的內積。若作用力 \vec{F} 與物體位移 $\Delta \vec{S}$ 方向一直相同，則功率可簡化為 $P = Fv$ 。

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \vec{F} \cdot \vec{v} = 18000 \times 3 = 54000 \text{ W}$$

範例 8-12

如右圖，一質量為 1300 kg 之電梯，承載質量共 200 kg 的乘客，電梯有 3000 N 之固定摩擦力阻止其運動，若欲維持電梯以 3.00 m/s 的速率等速向上運動，則電梯的馬達要輸出多少功率？



【相關練習：習題 11】

- 概念**
1. 等速運動時，電梯所受之合力為 0。
 2. 功率為力與物體速率乘積。

- 策略**
1. 電梯所受合力為向上張力 T ，重力 W ，及向下摩擦力 f 。
 2. 馬達轉動電纜，藉電纜張力對電梯輸出功率，其值為張力與電梯之速率乘積，即 $P = Tv$ 。

解

$$\begin{aligned} T &= W + f \\ &= Mg + f \\ &= (1300 + 200) \times 9.80 + 3000 \\ &= 1.77 \times 10^4 \text{ (N)} \end{aligned}$$

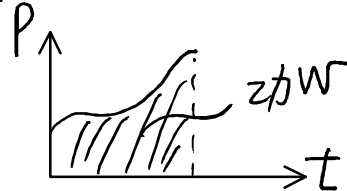
故輸出功率

$$\begin{aligned} P &= Tv \\ &= (1.77 \times 10^4) \times 3.00 \\ &= 5.31 \times 10^4 \text{ (W)} \end{aligned}$$

3. 作功 W

(1) P 為定值 $\Rightarrow W = P \cdot t$

(2) P 不為定值



4. 功率意義

- (1) 單位時間對物體所作功
- (2) " " 物體能量的變化
- (3) " " 產生或消耗的能量