

重點 13-1 滑車的原理

一、起重滑車原理

- (一)起重滑車為槓桿原理的運用。
- (二)槓桿原理：施力×施力臂 = 抗力×抗力臂。
- (三)起重滑車機構可使用較少之力，而舉起較重之物體。
- (四)起重滑車是物料搬運不可或缺的設備。
- (五)起重滑車最重要者為『機械利益』。

二、機械利益

- (一)輸出力(W)對輸入之作用力(F)之比值，稱為機械利益，或稱力比，以符號「M」表示。
- (二)機械利益： $M = \frac{W}{F} = \frac{\text{抗力}}{\text{施力}} = \frac{\text{施力臂}}{\text{抗力臂}}$ 。
- (三) $M = 1$ 時，支點在中間(第一種槓桿支點在中間)，不省力也不費時，可改變施力方向，常用於剪刀、天秤等，如圖 13-1 所示。
- (四) $M > 1$ 時，抗力點在中間(第二種槓桿抗力點在中間)，省力費時，常用於訂書機、開瓶器等，如圖 13-2 所示。

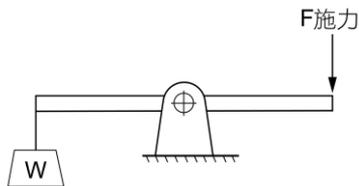


圖 13-1 第一種槓桿



(五) $M < 1$ 時，施力點在中間(第三種槓桿施力點在中間)，費力省時，常用於筷子、釣竿等，如圖 13-3 所示。

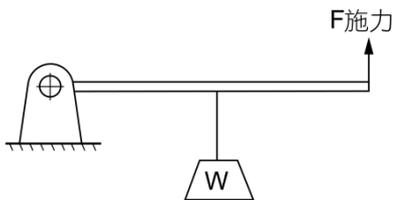


圖 13-2 第二種槓桿

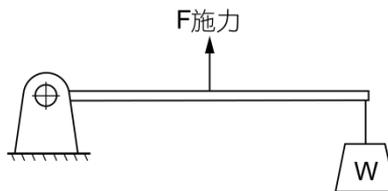


圖 13-3 第三種槓桿

實戰演練

1. 下列滑車的說明，何者正確？ (A)單體定滑車係第一種槓桿的應用 (B)單體獨輪定滑車的機械利益可大於 1 (C)單體動滑車僅能為第二種槓桿的應用 (D)單體動滑車的機械利益恆大於 1 A
【103 鐵路特考】

解析

- (A)單體定滑車係第一種槓桿的應用
(B)單體獨輪定滑車的機械利益等於 1
(C)單體動滑車可為第二、三種槓桿的應用
(D)單體動滑車的機械利益可為 2 或 $\frac{1}{2}$

2. 滑車(Pulley block)用以吊起重物或改變施力方向，為何種原理之運用？ (A)斜面分力原理 (B)槓桿原理 (C)牛頓第二運動原理 (D)摩擦原理 B
【100 鐵路特考】

解析

起重滑車為槓桿原理運用之延伸，使機構可使用較少之力，而舉起較重之物體。

3. 若機構的機械利益大於 1，表示此機構： (A)省時 (B)省力 (C)既省時又省力 (D)既費時又費力 B
【99 鐵路特考】

解析

若機構的機械利益大於 1，表示此機構省力。

4. 針對滑車的原理，下列那一個說明是正確的？ (A)滑車的機械利益係指輸出的功與輸入的功的比值 (B)根據「功之原理」，滑車的機械利益應小於 1 (C)當滑車的機械利益為 1 時，既省力又省時 (D)定滑車的機械利益為 1 D
【98 鐵路特考】

解析

定滑車之機械利益等於 1。



重點 13-2 起重滑車

一、起重滑車

- (一)起重滑車係將定滑車與動滑車組合使用。
- (二)可改變施力方向，又可得到所需的機械利益，兩者之功效兼可獲得。

二、起重滑車分類

- (一)定滑輪機構：滑輪之滑輪軸固定不動，其目的為改變施力方向，但無法省力或省時。其機械利益 $M = 1$ 。
- (二)動滑輪機構：滑輪隨物體上升或下降而改變，可省力，但不改變施力方向，其機械利益 $M = 2$ 或 $\frac{1}{2}$ 。

三、常用之起重滑車

- (一)單槽滑車組：如圖 13-4 所示，若不計繩與輪槽間之摩擦，則單槽滑車組，由圖可知 $W = 2F$ ，其機械利益 $M = \frac{W}{F} = \frac{2F}{F} = 2$ 。
- (二)雙槽滑車組：由圖 13-5 所示，若不計繩與輪槽間之摩擦，則雙槽滑車組，由圖可知 $W = 3F$ ，其機械利益 $M = \frac{W}{F} = \frac{3F}{F} = 3$ 。

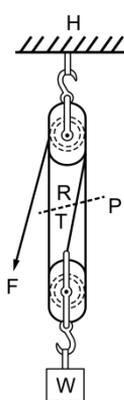


圖 13-4 單槽滑車組

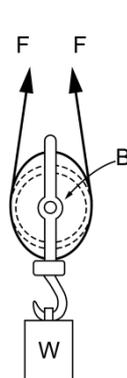
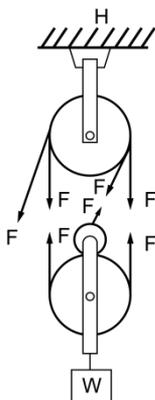


圖 13-5 雙槽滑車組



(三)雙組滑車：如圖 13-6 所示，此種滑車組又稱為帆滑車，由兩組滑車組所組成，求其機械利益時，可先求得右側滑車組之 $F_1 = 4F$ ，再求得左側滑車組之 $W = 3F_1$ ，所以此雙組滑車之機械利益

$$M = \frac{W}{F} = \frac{3F_1}{F} = \frac{12F}{F} = 12。$$

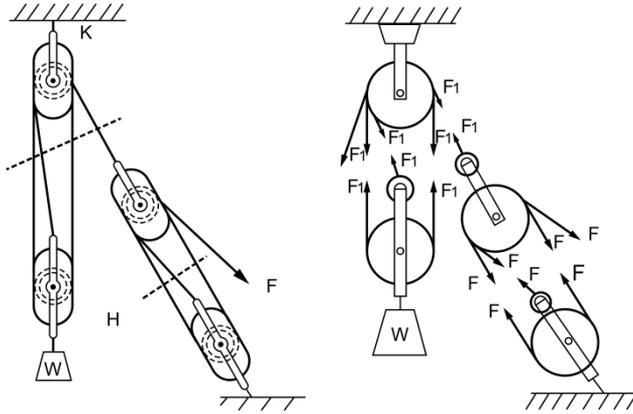


圖 13-6 雙組滑車

(四)西班牙滑車：如圖 13-7 所示，此組滑車內有 2 條繩索，由圖可知 $F_1 = 2F$ ，而 $W = F + F_1 = F + 2F = 3F$ ，則機械利益

$$M = \frac{W}{F} = \frac{3F}{F} = 3。$$

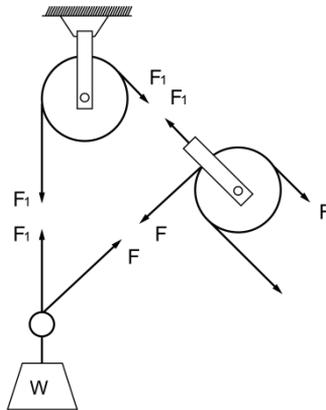
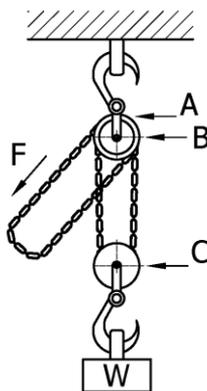


圖 13-7 西班牙滑車



(五)惠斯頓差動滑車

1.如圖 13-8 所示，為一種鏈條滑車組，係由 2 個不同直徑的定滑輪繞同一軸旋轉，與 1 個動滑輪所組成之滑車組。兩定滑輪之直徑分別為 D_A 、 D_B ，而輪 C 的直徑 D_C 為輪 A 與輪 B 的平均值。



2.鏈條依序為 $F \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow B$ ，當向下拉動 F ， W 即上升。

圖 13-8 惠斯頓差動滑車

3.若 F 往下拉動，使 A、B 輪逆時針轉動一圈，則 W 上升距離為 $\frac{\pi D_A}{2} - \frac{\pi D_B}{2}$ 。

4.由功能不滅定律可得 $F \times \pi D_A = W \times (\frac{\pi D_A}{2} - \frac{\pi D_B}{2})$ ，故機械利益

$$M = \frac{W}{F} = \frac{2D_A}{D_A - D_B}。$$

(六)中國式絞盤滑車：如圖 13-9 所示， D_A 、 D_B 分別為 2 輪之直徑，

R 為手柄半徑，則由功能不滅定律可知 $F \times 2\pi R = \frac{W}{2} (\pi D_A - \pi D_B)$ ，

則機械利益為 $M = \frac{W}{F} = \frac{2\pi R \times 2}{\pi D_A - \pi D_B} = \frac{4R}{D_A - D_B}$ 。

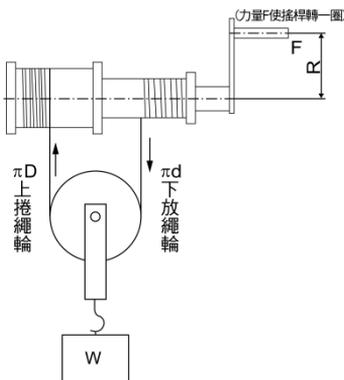


圖 13-9 中國式絞盤滑車



(七)電動滑車：一般大型機械廠、電機廠、鋼鐵廠、造船廠、鑄造廠、汽車廠及修護廠等，為了獲得適用之吊重及安全性，其起重設備大都使用電動滑車。

實戰演練

1. 一工人使用一惠斯頓差動滑車拉升一工件，該滑車定滑輪的小輪直徑 200 mm，將工件拉升 200 mm 時，需拉動鏈條 2 m，若工人施力 100 N 時，不計摩擦損失，則： (A)可拉升 200 N 的工件 (B)可拉升 800 N 的工件 (C)滑車定滑輪的大輪直徑 250mm (D)滑車定滑輪的大輪直徑 300 mm 【103 鐵路特考】

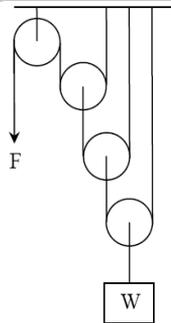
解析

$$\text{由功能不滅定律 } F \times S = W \times L \Rightarrow F \times 2000 = W \times 200 \Rightarrow M = \frac{W}{F} = \frac{2000}{200} = 10$$

(1) $M = \frac{W}{F} = 10 \Rightarrow W = 10 \times F = 10 \times 100 = 1000 \text{ (N)}$ ，即可拉升 1000 N 的工件。

(2) 由 $M = \frac{W}{F} = \frac{2D_A}{D_A - D_B} \Rightarrow 10 = \frac{2D_A}{D_A - 200} \Rightarrow D_A = 250 \text{ (mm)}$ ，即定滑輪的大輪直徑 250 mm。

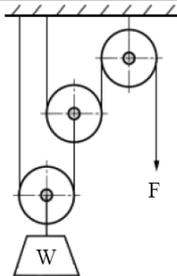
2. 如圖所示之滑車系統，欲吊起 4000 N 之重物時，則應施加最少外力 F 為若干 N？
 (A)300 N (B)350 N
 (C)500 N (D)600 N 【102 鐵路特考】



解析

$$8F = W = 4000 \Rightarrow F = \frac{4000}{8} = 500 \text{ (N)}。$$

3. 如圖所示之滑車系統，負載為 W，以 F 力拉之。若不考慮摩擦損失，則此系統之機械利益為何？
 (A)2 (B)3
 (C)4 (D)5 【99 鐵路特考】



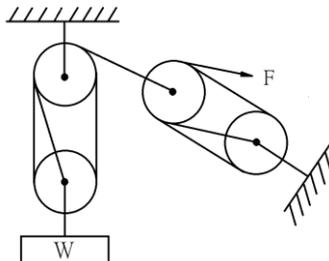


解析

$$4F = W \Rightarrow M = \frac{W}{F} = 4 \circ$$

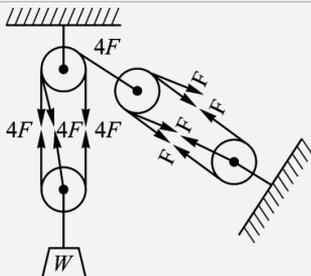
4. 如下圖所示，若不計摩擦損失及滑輪重量，則施力 $F = 60 \text{ N}$ ，則可吊起之重物 W 為若干 N？ C

- (A)120 (B)360
(C)720 (D)1200。



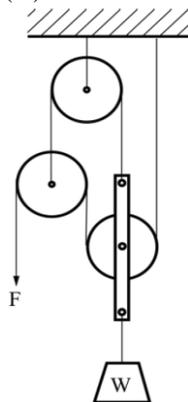
解析

由下圖可得 $W = 12F$
 $\therefore W = 12 \times 60 = 720 \text{ N}$



5. 如下圖所示之滑車組，若想保持滑輪平衡，假設 $W = 400 \text{ N}$ ，則所需之拉力 F 為若干？ C

- (A)75N (B)50N (C)100N (D)125N 【103 桃園捷運】



解析

$$4F = W \Rightarrow F = \frac{W}{4} = \frac{400}{4} = 100(\text{N})$$