

手摇起重机的构造和使用

傅其鉴编著



一 簡單起重機械的原理

1 力比和速比 要使一部機械能够在靜止中產生運動，就要在它的原動部分加上一種外力，才能使從動部分產生相對的運動和一定的機械利益。加在原動部分的力，我們叫它做作用力；阻止從動部分產生運動的力，我們叫它做抵抗力。

在靜止中的一部機械，能够產生繼續不斷的運動作用，必須使機器的抵抗力大過作用力。也就是說，阻力和作用力的比要大於一。抵抗力和作用力的比，叫做力比，這力比就是機械利益。

$$\text{力比} = \frac{\text{抵抗力}}{\text{作用力}} > 1$$

上面所說的力比要大於一，只是在普通機械和起重機械來說的。在加速度運動的機械中，剛剛是相反的。因為在加速度運動的機械，它的力比要小於一，才能增加從動機的速度。

任何一部機械，當它開始運動以後，在同一時間內，機械作用力點所走的距離和抵抗力點所走的距離之比，我們叫它為速比，用公式來表示就是：

$$\text{速比} = \frac{\text{作用力點所走的距離}}{\text{阻力點所走的距離}}$$

假如不計機械本身的重量和它在運動中的一切摩擦阻力，那麼機械在運動中的力比和速比一定是相等。也就是說加在機械原動部分的作用力所做的工作，也就等於從動機械所得出的工作。

要使得起重機只要用極小的外力，能够起較重的重物，那麼它的力比就必須大於一，也就是說抵抗力要大於作用力，這樣才能够使得用極小的外力來起較重的重物。不過在同一時間內，作用力點

所走的距離必須大過抵抗力點所走的距離，這點也說明了在機械運動中，力和速度是不能同時增加，用力的機械，速度一定減少，增加速率的機械，所得的一定降低。

2 槓桿的原理 槓桿是機械中最簡單的一種，因為槓桿上的支點、作用力點和抵抗力點的位置不同，普通在直槓桿中，可分為三類。

圖 1 甲是第一類槓桿，它的支點 C 是在作用力點 P 和抵抗力點 W 的中間；乙是第二類槓桿，第二類槓桿的抵抗力點在作用力點和支點的中間；丙是第三類槓桿，它的作用力點在支點和抵抗力點的中間。在這三類槓桿中，我們假定 C 是槓桿的支點，P 是作用力點，W 是抵抗力點，L 是作用力點和支點的距離，l 是支點和抵抗力點間的距離，a 是作用力點和抵抗力點間的距離，那麼在圖 1 直槓桿中，它們彼此的關係和計算法如下：

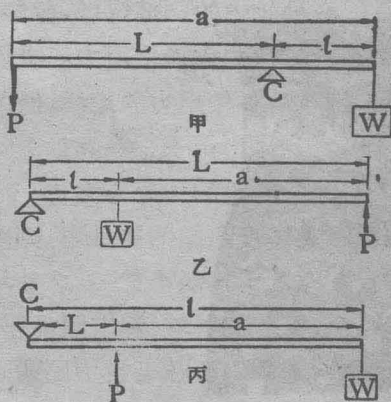


圖 1

$$P:W = l:L$$

就是 $P \times L = W \times l$

$$P = \frac{W \times l}{L}, \quad W = \frac{P \times L}{l}$$

$$L = \frac{W \times l}{P}, \quad l = \frac{P \times L}{W}$$

例題 有一物體重是 120 公斤，利用第一類槓桿把它懸起，假定在槓桿上支點和物體的距離是 30 公分，作用力點和支點的距離

是 240 公分, 那麼作用力應該是 多少公斤呢?

答: 在槓桿公式中, 作用力 $P = \frac{W \times l}{L}$

所以 $P = \frac{120 \times 30}{240} = 15$ 公斤

例題 有一個人利用第二類槓桿的作用, 移起 480 公斤重的物體, 假定支點和抵抗力點的距離是 90 公分, 槓桿重是 3 公斤, 這個人最大只能加作用力 40 公斤, 那麼槓桿長應該是 多少呢?

答: 物體重 480 公斤, 槓桿重 3 公斤, 合重為 $480 + 3 = 483$ 公斤
作用力 P 是 40 公斤, 支點和抵抗力點的距離 90 公分, 按照公式, 求得槓桿全長

$$L = \frac{W \times l}{P} = \frac{483 \times 90}{40} = 1086.7 \text{ 公分} = 10.867 \text{ 公尺}$$

3 滑車的構造 滑車是利用槓桿原理改進而成的一種簡單機械, 滑車製造的材料, 一般都是木質或鑄鐵製成, 中間有鐵軸一條, 滑輪可以在軸上迴轉。在滑輪的輪緣上有個繩槽, 可以利用繩索把物體上昇或下降, 由於在使用上跟裝置上的不同, 大概可以分為下列三種。

一、單體滑車——滑車的數目只有一個的叫做單體滑車。因為在使用時方法的不同, 在單體滑車中, 又可分為定滑車和動滑車兩種。

圖 2 是一個定滑車的裝置。定滑車是由三個部分構成的: 第一部分是滑輪; 第二部分是滑輪的支架; 第三部分是繩索。滑輪是一塊圓板, 圓周圍剝成凹槽, 用來放繩。滑輪支架通常是個橢圓或圓形的木塊, 中間開有心空, 用來安置滑車, 兩旁安軸, 作為支持滑動用

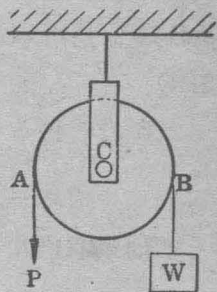


圖 2

的。繩索運行在輪的凹槽內，用來提升重物。當工作時，滑輪的支點是不移動的，只是滑車沿着滑輪的支點迴轉。按它的構造上來看定滑車是第一類槓桿的變形，就是支點C是在抵抗力點W和作用力點P的中間，但是在定滑車中，抵抗力點和支點間的距離 l 和作用力點和支點的距離 L 是相等，也就是 $L = l$

所以 抵抗力 W = 作用力 P

$$\text{那麼力比} = \frac{W}{P} = 1$$

也就是說，在定滑車中，所加的外力應該和所起物體的重量相等。在同一時間內，作用力點所走的距離和抵抗力點所走的距離也是一樣，其中不同的，只是變更運動的方向。

圖3是一個動滑車的裝置。把繩繫在架上，從滑輪的溝中繞過去，重物就掛在滑車軸上所安的鉤子上。使用時，手持繩的一端向上拉起，滑車就隨着上昇，這種滑車的抵抗力點是在支點和作用力點中間，相當第二類的槓桿。在圖3中，CB是支點和阻力點的距離，就是槓桿中的 l ，AB是阻力點和作用力點的距離。但是CB的距離是滑車本身的半徑，AB段也是滑車本身的半徑，所以AC應該是2BC

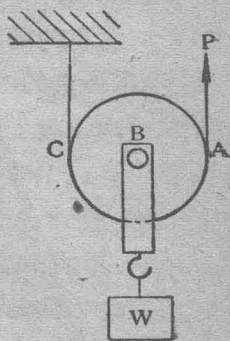


圖 3

$$\text{就是 } P = \frac{W}{2}$$

$$\text{力比} = \frac{W}{P} = 2$$

如果我們用 w 來代表滑車的重量，那麼

$$P = \frac{W + w}{2}$$

從上面這點來看，我們就知道在動滑車中，要把 W 抵抗力點上昇一公尺，作用力點 P 就要上昇2公尺，也就是在同一時間內，作用力點所走的距離，是抵抗力點所走距離的兩倍。在力比方面來說，作用力點中所加的力，只是抵抗力點的一半再加上滑車本身的重量，就可以把物體吊舉起來，也就是說它的力比也是2。

二、組合滑車——我們知道一個動滑車能够省力一半，那麼兩個滑車就要省力一半的一半，假使用三個，四個，五個……，那麼是更省力了嗎？所以我們就把兩個以上的滑車連合在一起使用，這種滑車我們叫它做合併滑車或組合滑車。因為滑車裝置不同，一般可分為下列三類。

1. 第一類組合滑車，如圖4所示。每個滑車上的一端繩頭，都連在 NN 橫樑上，其餘的各繩頭，連結在對上的每一個滑車中，在最上的一個滑車 A_4 ，是作用力點 P ，最下的一個滑車 A_1 ，是阻力點，懸重物 W 就在這滑車的中心軸上。假定我們用 $W_1W_2W_3W_4$ 來代表各滑車本身的重量和各滑車的繩重； $T_1T_2T_3T_4$ 來代表各個繩的引力，那麼就可以得出各滑車的力比關係公式：

在 A_1 滑車中，因為 $2T_1 = W + W_1$ ，
所以 $T_1 = \frac{W}{2} + \frac{W_1}{2}$

在 A_2 滑車中，因為 $2T_2 = T_1 + W_2$ ，
所以 $T_2 = \frac{W}{2^2} + \frac{W_1}{2^2} + \frac{W_2}{2}$

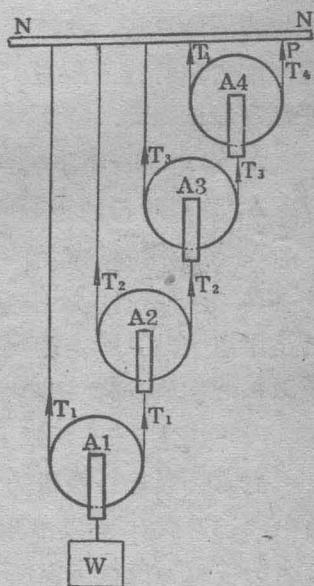


圖 4

在 A_3 滑車中, 因為 $2T_3 = T_2 + W_3$,
 所以 $T_3 = \frac{W}{2^3} + \frac{W_1}{2^3} + \frac{W_2}{2^2} + \frac{W_3}{2}$

在 A_4 滑車中, 因為 $2T_4 = T_3 + W_4$,
 所以 $T_4 = \frac{W}{2^4} + \frac{W_1}{2^4} + \frac{W_2}{2^3} + \frac{W_3}{2^2} + \frac{W_4}{2}$

在第一類的組合滑車中, 它的作用力 P 是

$$P = \frac{W}{2^4} + \frac{W_1}{2^4} + \frac{W_2}{2^3} + \frac{W_3}{2^2} + \frac{W_4}{2}$$

上面所說的是第一類組合滑車的力比計算方法。根據力比和速比關係的原理, 我們就知道力比和速比必定是相等的。假定 D_1 是作用力點所行的距離, D_2 是抵抗力點在同一時間所走的距離, 那麼各滑車在同一時間內上昇的距離是:

A_1 滑車所行的距離 $= D_2$;

A_2 滑車所行的距離 $= 2D_2$;

A_3 滑車所行的距離 $= 2^2 D_2$;

A_4 滑車所行的距離 $= 2^3 D_2$ 。

就是作用力點 P 所走的距離 $D_1 = 2^4 D_2$ 。

所以在 n 個滑車時, 這組合滑車的速比是:

$$\text{速比} = \frac{D_1}{D_2} = 2^n$$

從第一類組合滑車的力比和速比的計算中, 我們知道, 如果滑車的數目愈多, 就愈省力, 但是抵抗力點所走的距離也就愈短。

2. 圖 5 是第二類組合滑車, 這類組合滑車是由一個兩輪定滑車和一個兩輪的動滑車組合而成的。在圖中我們看到, 重物和動滑車, 由四根繩索支持着的。下面一組是

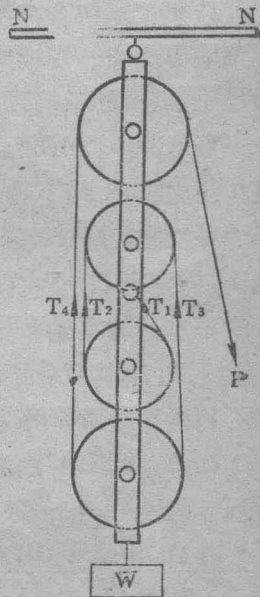


圖 5

$$\text{力比} = \frac{\text{抵抗力}}{\text{作用力}} = \frac{W}{P}$$

$$\text{力比} = \frac{\text{抵抗力}}{\text{作用力}} = \frac{W}{P}$$

所以 $\frac{4P}{P} = 4$

在圖 5 中，我們假定下面一組是動滑車的重量為 W_1 ，那麼 $4P = W + W_1$ ，
所以作用力 $P = \frac{W + W_1}{4}$

3. 第三類組合滑車，這類組合滑車和第一類組合滑車相似，在滑車的裝置上是和第一類組合滑車相反。圖 6, A_4 是定滑車，懸在橫樑 NN 上，其餘 A_1, A_2, A_3

6

作用力點，那麼四滑車上各根繩所受的牽力是：

$$T_1 = P; \quad T_2 = 2T_1 = 2P;$$

$$T_3 = 2T_2 = 2^2P; \quad T_4 = 2T_3 = 2^3P$$

但是W重物在BB下橫樑中，是由四根繩牽引着，所以 $W = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$

所以 $W = P + 2P + 2^2P + 2^3P = P(1 + 2 + 2^2 + 2^3)$

按照等比級數的定理，

$$W = P \left(\frac{2^4 - 1}{2 - 1} \right) = P(2^4 - 1)$$

那麼力比就是

$$\text{力比} = \frac{\text{阻力}}{\text{作用力}} = \frac{W}{P} = 2^4 - 1$$

$A_1 A_2 A_3$ 三個是動滑車，在計算時，我們必須把它的重量一併加上去。假定 $W_1 W_2 W_3$ 是三個動滑車的重量，那麼

$$W = P \left(\frac{2^4 - 1}{2 - 1} \right) + W_1 \left(\frac{2^3 - 1}{2 - 1} \right) + W_2 \left(\frac{2^2 - 1}{2 - 1} \right) + W_3$$

所以 $W = P(2^4 - 1) + W_1(2^3 - 1) + W_2(2^2 - 1) + W_3$

在速比方面來說， A_4 是定滑車，在W重量上昇時，它的位置不會變更，變動位置的只是 $A_1 A_2 A_3$ 三個動滑車。當抵抗力W上昇 D_2 尺時， A_3 滑車就要下降 D_2 尺，但 A_2 滑車下降距離是 A_3 滑車的兩倍再加上它本身所走的距離，那麼 A_2 滑車下降的距離就等於 $2D_2 + D_2 = 3D_2$

在 A_1 滑車中，它所下降的距離，是 A_2 滑車的兩倍，再加上它本身所走的距離，那麼

$$\begin{aligned} A_1 \text{滑車下降距離} &= 2 \times (3D_2) + D_2 \\ &= 6D_2 + D_2 = 7D_2 \text{ 尺} \end{aligned}$$

在 A_1 滑車上的作用力P所走的距離，就是 A_1 滑車下降的兩

倍，再加上它本身下降的距離，那麼P下降的距離 $= 2 \times 7D_2 + D_2$
 $= 15D_2$ 尺 $= (2^4 - 1) D_2$ 尺

如果用 D_1 代表P作用力點所行的距離，那麼

$$D_1 = (2^4 - 1) D_2$$

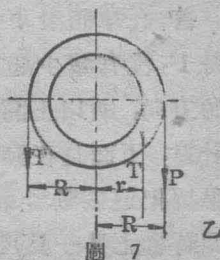
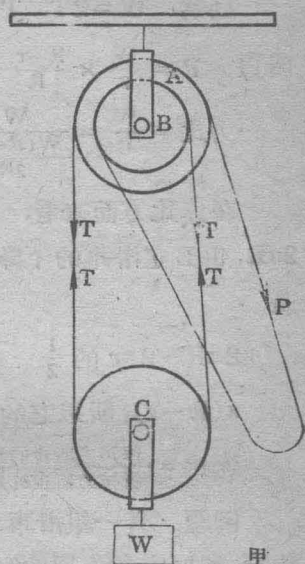
所以這種組合滑車的速比是

$$\text{速比} = \frac{D_1}{D_2} = 2^4 - 1$$

三、差動滑車——差動滑車的構造

如圖7所示：A是大定滑車；B是小定滑車；C是動滑車。鍊條是由作用力點P通過大滑車A到動滑車C，然後再繞回上面B定滑車，和作用力P點會合。這種差動滑車在使用時，主要是利用AB兩定滑車的直徑不同，一方面作用力P使A定滑車迴轉，C動滑車跟重物W按照動滑車的定律以 $\frac{1}{2}$ 的速度上昇，但另一方面，由於定滑車B是和A輪同一方向同一時間來迴轉，使C滑車及重物W重復下降，但A滑車的直徑比B滑車大，所以圓周速率A輪比B輪高，可以使得C輪和W重物按着A輪圓速和B輪圓速的差數來上昇。

我們假定R是表示A定滑車的半徑，r表示B定滑車的半徑，T是通過兩滑車的鍊條牽力，那麼差動滑車的力比便是



重力 W 是由兩鍊條所繫，所以 $W = 2T$ 。

按照圖 7 甲圖中所示，我們可得到鍊條在 AB 兩定滑車上的力率是

$$P \times R + T \times r = T \times R$$

$$\text{移項後得 } P = \frac{T(R-r)}{R}$$

$$\text{因爲 } W = 2T, T = \frac{W}{2}$$

$$\text{所以 } P = \frac{W}{2} \times \frac{R-r}{R} = \frac{W(R-r)}{2R}$$

$$\text{力比} = \frac{W}{P} = \frac{W}{\frac{W(R-r)}{2R}} = \frac{2R}{R-r}$$

在速比方面來看，在同一時間內，作用力點 P 下降的距離是 $2\pi R$ ，但 B 定滑車的下降距離是 $2\pi r$ ，所以 W 重物實際的上昇距離是

$$2\pi R - 2\pi r \text{ 的 } \frac{1}{2}$$

$\pi(R-r)$ ，所以它的速比是

$$\text{速比} = \frac{\text{作用力所走的距離}}{\text{抵抗力所走的距離}} = \frac{2\pi R}{\pi(R-r)} = \frac{2R}{R-r}$$

例題 有一組滑車要移動 150 公斤重量的物體，那麼它的作用力點 P 應該要加多少力呢？

答：在單體滑車中，上面的一個定滑車的力比是 1，沒有減少起重時所需的力，只是變更運動的方向，所以上面的定滑車，在力比來說，可不計算；下面是在動滑車，由 TT 兩繩所牽繫，如果要把這個動滑車上昇一公尺時， TT 兩繩一定同時也上昇一公尺。但 TT 原來是一條繩，所

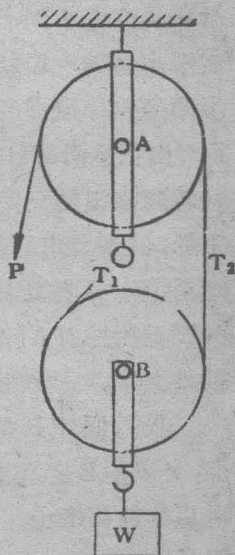


圖 8

以在繩的一端作用力點 P 所走的距離為 2T 合共的距離，就是 2 公尺，所以這滑車組的速比是 2，由於速比和力比必相等。所以力比也是 2，也就是：

$$P = \frac{W}{2} = \frac{150}{2} = 75 \text{ 公斤}$$

例題 有一物體，它的重量是 3000 公斤，現在用 5 個第一類的組合滑車把它提起，假定滑車本身每個的重量是 1.5 公斤，那麼要用多少力才能把這物體懸起來呢？

答：按照第一類組合滑車的力比公式

$$\begin{aligned} P &= \frac{W}{2^5} + \frac{W_1}{2^5} + \frac{W_2}{2^4} + \frac{W_3}{2^3} + \frac{W_4}{2^2} + \frac{W_5}{2} \\ &= \frac{3000}{2^5} + \frac{1.5}{2^5} + \frac{1.5}{2^4} + \frac{1.5}{2^3} + \frac{1.5}{2^2} + \frac{1.5}{2} \\ &= \frac{3000}{32} + \frac{1.5}{32} + \frac{1.5}{16} + \frac{1.5}{8} + \frac{1.5}{4} + \frac{1.5}{2} \\ &= \frac{3000 + 1.5 + 3 + 6 + 12 + 24}{32} \\ &= \frac{3046.5}{32} = 95.203 \text{ 公斤} \end{aligned}$$

例題 有一差動滑車，它的大定滑輪直徑是 25 公分，小定滑輪直徑是 21 公分，假定加作用力 50 公斤時，那麼它能夠起多少公斤重的物體呢？

答：在差動滑車中，力比是 $\frac{2R}{R-r}$

按照題中所示，這差動滑車的力比是

$$\text{力比} = \frac{2 \times 25}{25 - 21} = 12.222$$

如加作用力 50 公斤時，那麼所起的重物是等於

$$50 \times 12.222 = 611.1 \text{ 公斤}$$

二 手搖起重機的種類構造和計算法

1 千斤頂 千斤頂又叫做螺旋起重機，它是利用螺旋和斜面的原理，可以用最小的作用力昇起較重的物體。

在圖 9 中，我們可以看到，螺旋起重機的中心螺旋，螺旋在展開後，正是一個直角的三角形，螺旋在旋轉一週後，它就昇高了 BC 的距離，這距離一般叫它做螺距。

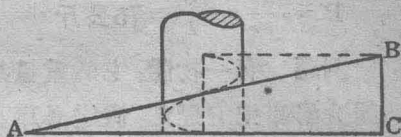


圖 9

圖 10 是一個普通螺旋起重機的構造，中心螺旋是固定在底部的足架上，在中心螺旋的上部，有搖桿插盤和起重法蘭盤各一，搖桿插在插盤上旋轉，

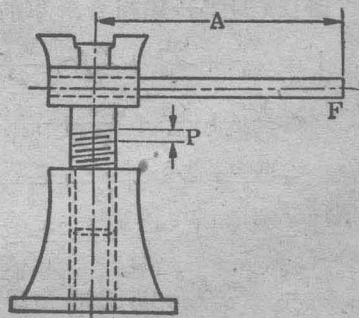


圖 10

使中心螺旋上升或下降。如果我們把螺旋緩緩移動，負荷就被舉起。當搖桿轉過完全一周時，螺旋就被舉起相隣兩螺線間的距離。假定搖桿的長度是 A ，中心螺旋的螺距是 P ，所加在搖桿上的作用力是 F ，所舉起的重量是 W 。如果把搖桿在旋轉一周時， F 點所走的距離就是 $2\pi A$ ，重物 W 上升的距離就是螺距 P ，所以

$$\text{力比} = \frac{W \text{ 的力}}{F \text{ 的力}} = \frac{2\pi A}{P}$$

$$\text{速比} = \frac{W \text{ 所走的距離}}{F \text{ 所走的距離}} = \frac{P}{2\pi A}$$

例題 有一架螺旋起重機，它的螺距是 $\frac{1''}{4}$ ，搖桿臂長是 5 呎，

如果在搖桿的一端加上了作用力 100 磅時，那麼它能够舉起多少磅的重量呢？

答：根據螺旋起重機的力比公式

$$\text{力比} = \frac{2\pi A}{P} = \frac{2 \times 3.1416 \times 60}{0.25} = 1507.96$$

現在所加的作用力是 100 磅，所以能够舉起的重量是

$$1507.96 \times 100 = 150796 \text{ 磅 (近似值)}$$

2 簡單往復式手搖起重機 在起重的機械中，除千斤頂和一部分的槓桿能够直接的把物體升起外，其餘一般普通的起重機械，都要靠機械的力，比方，把繩索繞進起重機的中心圓盤中，旋轉搖桿把重物升起，所以這種起重機，普通又叫它做捲揚機。

起重機的構造，一般都利用齒輪速比的道理，使中心的捲揚筒的轉速降低，能用極小的外力，可提起較重的物體。

起重機內使用齒輪的數目，在一對齒輪的起重機，普通叫單式捲揚機，使用兩對齒輪的起重機，叫複式捲揚機。

圖 11 是一部最簡單的單式往復手搖起重機的構造：F 是搖桿作用力點，也就是棘輪的搖桿，

B 是大齒輪，C 是小齒輪，在 B 齒輪的中心軸上有捲揚筒 E，用來捲繞起重鋼絲，兩齒輪和軸都固定在起重機架 D 上。一般起重機架都用鑄鐵或角鐵製成，巨型起重機的機架，有的是用鑄鋼製成的，在機架上的軸

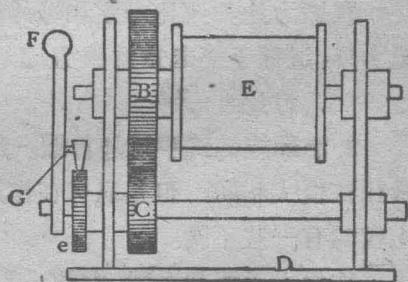


圖 11

承位，普通都配有銅軸瓦，免軸頸磨損。

棘輪 e 和搖桿 F 的作用，我們在圖中可以看到，當搖桿 F 向箭

頭方向搖動時，搖桿上的擺動機件G便推動棘輪e旋轉，所以搖桿F搖動一次，棘輪e便旋轉一個角度。由於棘輪是和C齒輪同軸，並且CB兩齒輪是互相銜接，所以捲揚筒E就跟着旋轉，把起重的鋼絲繩捲繞在筒上，重物就可以吊起。

簡單往復式手搖起重機的計算，我們假定W表示吊起的重物，F是要加的力，A是搖桿長， n_1 是C小齒輪的齒數， n_2 是B大齒輪的齒數，R是捲揚筒的半徑，那麼當搖桿F把小齒輪C搖轉一周時，搖桿作用力點F所走的距離就是 $2\pi A$ ，C齒輪的轉數是1，所以大齒輪的前進齒數是 n_1 ，那麼大齒輪B的旋轉數就是 $\frac{n_1}{n_2}$ 。

因為大齒輪是和捲揚筒E是同軸的，所以捲揚筒的旋轉數也和大齒輪B相同，就是 $\frac{n_1}{n_2}$ 。

因此求得捲揚筒上對起重鋼絲繩的捲揚長度是 $\frac{n_1}{n_2} \times 2\pi R$

所以這種手搖起重機的速比是：

$$\text{速比} = \frac{\text{作用力搖桿所走的距離}}{\text{重物鋼絲繩捲揚的距離}} = \frac{2\pi A}{\frac{n_1}{n_2} \times 2\pi R} = \frac{n_2 A}{n_1 R}$$

根據力比和速比一定相等的原理，不計算齒輪間發生的摩擦阻力外，這種手搖起重機的力比是：

$$\text{力比} = \frac{n_2 A}{n_1 R}$$

3 簡單旋轉式手搖起重機 旋轉式手搖起重機，在構造上大致跟往復式相同，但是只有在作用力的搖臂構造上和棘輪的使用上稍為有一些不同。

往復式手搖起重機，它的作用力是用來推動棘輪旋轉的。如果我們要想把一件比較重的物件吊起來，那麼採用往復式手搖起重機是比較困難，因為棘輪上的擺動機件沒有辦法來推動棘輪旋轉，假使用力過大推動棘輪旋轉，就會使得搖臂或擺動機件受到破裂

或扭彎，所以一般都採用旋轉式的搖柄。

圖 12 是一部單式手搖起重機的構造，C 小齒輪可作棘輪使用（如圖 13），擺動機件裝置在機架的頂端，阻止了在工作時齒輪和捲揚筒不能向後倒轉，不使鋼絲繩鬆脫發生危險。

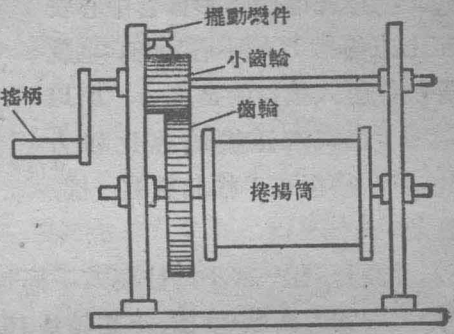


圖 12

手搖起重機的搖桿或搖柄一般都是活動裝置的，當工作完畢後，或不工作時，可以任意取下。如果起重較大的工件時，搖桿可以增加至二條，也就是在機架的左右各裝一條，使得作用力增大。爲了要使得在工作時方便起見，因此，手搖起重機的搖軸，位置一般都在捲揚筒的上部，或者和捲揚筒軸平行（如圖 14），這樣就可以避免了工作時的困難。

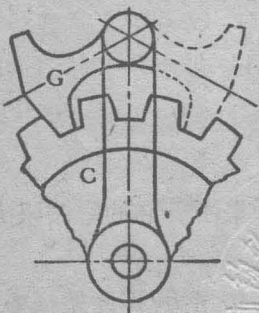


圖 13

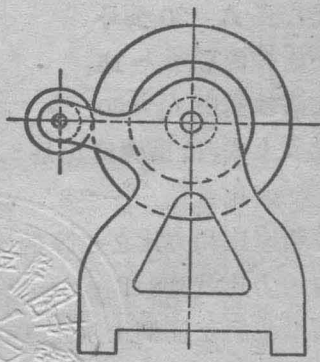


圖 14

計算旋轉式手搖起重機的速比和力比的關係，和往復式手搖

起重機是一樣的；在圖 15 中的搖桿上，搖桿的四方形插套中心綫至上方搖柄 F 的中心距離，也就等於往復式搖臂的長度 A ，所以這種手搖式起重機的速比和力比，就跟往復式手搖起重機一樣；就是 $\frac{n_2 A}{n_1 R}$

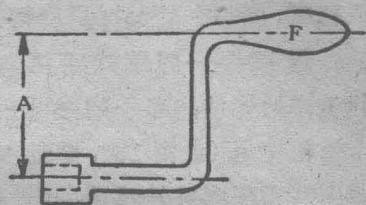


圖 15

例題 有一部小型往復式手搖起重機，捲揚筒的半徑是 15 公分，大齒輪的齒數 60 齒，小齒輪是 15 齒，搖桿臂長 30 公分，如果所加的作用力是 40 公斤時，那麼這起重機能够舉起多重的工件呢？

答：在單式起重機中，速比的計算公式是

$$\text{速比} = \frac{2\pi A}{\frac{n_1}{n_2} \times 2\pi R} = \frac{n_2 A}{n_1 R}$$

捲揚筒半徑 $R = 15$ 公分

搖桿長 $A = 30$ 公分

小齒輪齒數 $n_1 = 15$

大齒輪齒數 $n_2 = 60$

代入上式，捲揚機速比是

$$\text{速比} = \frac{60 \times 30}{15 \times 15} = 8$$

按照速比和力比必相等的道理，如果不計它的摩擦阻力，那麼捲揚機的力比就是 8:1。

如果我們在搖柄上加 40 公斤的作用力，那麼捲揚機可以舉起多少重的物體呢？

$$40 \times 8 = 320 \text{ 公斤}$$