



20、机械效率计算专题

【专题概述】

机械效率的计算题是中考的常考题型，同学们只要把握机械效率计算题的解题步骤，准确地辨析哪个力做的功是有用功，哪个力做的功又是总功，就能正确快速地解题。

1、有用功：定义：对人们有用的功。

$$\text{公式： } W_{\text{有用}} = Gh \text{ (提升重物)} = W_{\text{总}} - W_{\text{额}} = \eta W_{\text{总}}$$

$$\text{斜面： } W_{\text{有用}} = Gh$$

2、额外功：定义：并非我们需要但又不得不做的功

$$\text{公式： } W_{\text{额}} = W_{\text{总}} - W_{\text{有用}} = G_{\text{动}} h \text{ (忽略轮轴摩擦的动滑轮、滑轮组)}$$

$$\text{斜面： } W_{\text{额}} = fL$$

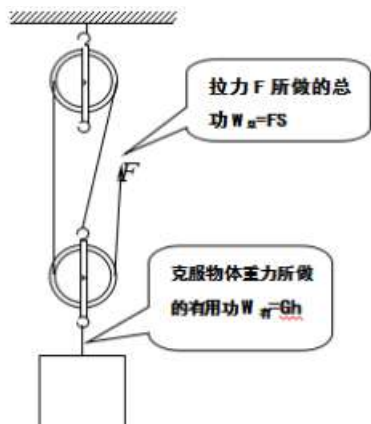
3、总功：定义：有用功加额外功或动力所做的功

$$\text{公式： } W_{\text{总}} = FS = W_{\text{有用}} + W_{\text{额}} = W_{\text{有用}} / \eta$$

$$\text{斜面： } W_{\text{总}} = fL + Gh = FL$$

机械效率计算公式：

1、竖直的滑轮组，在空气中提升重物，克服重力做功



$$\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{G_{\text{物}} h}{FS} = \frac{G_{\text{物}} h}{F \cdot nh} = \frac{G_{\text{物}}}{nF} \times 100\%$$

不计摩擦力和绳重的情况：

$$W_{\text{有用}} = G_{\text{物}} h \quad W_{\text{额}} = G_{\text{动}} h$$

$$W_{\text{总}} = W_{\text{有用}} + W_{\text{额}} = G_{\text{物}} h + G_{\text{动}} h, \quad F = \frac{G_{\text{物}} + G_{\text{动}}}{n}$$

$$\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{有用}} + W_{\text{额}}} = \frac{G_{\text{物}} h}{G_{\text{物}} h + G_{\text{动}} h} = \frac{G_{\text{物}}}{G_{\text{物}} + G_{\text{动}}}$$

提示：滑轮组的机械效率取决于物重和动滑轮的重力之比；同一滑轮组，物重越大，机械效率越高，提升同一重物，动滑轮的个数越多越省力，滑轮组的机械效率越低

$$\text{附：功率 } P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = \frac{Fvt}{t} = Fv$$

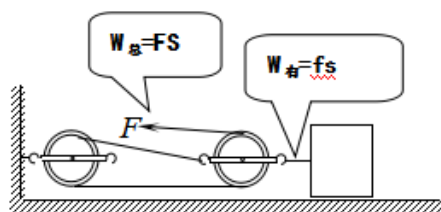
$$\text{自由端移动速度与重物上升速度之比 } \frac{v_1}{v_2} = \frac{s}{h} = \frac{nh}{h} = n$$

$$\text{机械效率 } \eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{P_{\text{有用}} t}{P_{\text{总}} t} \times 100\% = \frac{P_{\text{有用}}}{P_{\text{总}}} \times 100\%$$



2、横卧的滑轮组

克服摩擦力做功，与物体的重力无关



$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{fs}{FS} = \frac{fs}{F \cdot ns} = \frac{f}{nF}$$

若G增大，则物体对地的压力增大，滑动摩擦力也随之增大，机械效率提高；

滑轮组机械效率计算的解题步骤：

1. 确定拉着动滑轮绳子的段数 n
2. 将已知条件标注到图中相应位置

3. 根据 $S=nh$ ($v_s=nv_h$) (竖直滑轮组) 或者 $S=ns$ ($v_s=nv_s$) (横卧滑轮组) 在图中补全条件

4. 根据公式进行计算

例：（2015 天津）利用图 14 所示的滑轮组，在 5s 内将重为 300N 的物体匀速向上提起 0.2m，竖直向上的拉力 F 为 125N。求：（1）滑轮组的机械效率；（2）拉力的功率。

$n=3$



$t=5s$

$F=125N$

$S=nh=3 \times 0.2m=0.6m$

$t=5s$

$G=300N$

$h=0.2m$

图 14

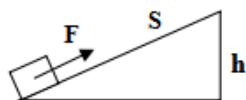
$$(1) \eta = \frac{Gh}{FS} = \frac{300 \times 0.2}{125 \times 3 \times 0.2} = 0.8 = 80\%$$

$$(2) P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot S}{t} = \frac{125 \times 3 \times 0.2}{5} = 15W$$

3、斜面

有用功：克服重力做功；

额外功：克服摩擦力做的功。



$$W_{\text{总}} = W_{\text{重}} + W_{\text{摩}} \rightarrow FS = Gh + fs$$

$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{Gh}{FS} \quad \text{或} \quad \eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{有}} + W_{\text{额}}} = \frac{Gh}{Gh + fs}$$

温馨提示：除 $\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}}$ 外，其他 η 的公式均需推导方可使用



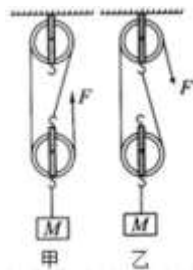
【专题训练】

例题 1 简单计算

1. 用 4 个相同规格的滑轮，绕制成甲、乙两种滑轮组。（不计绳重和摩擦）

(1) 某人通过甲滑轮组用 2N 的拉力 F 将物体匀速提升了 0.1m 的距离，若 M 重 4.2N，则有用功为 _____ J，总功为 _____ J，此滑轮组的机械效率为 _____ ；

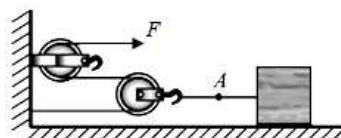
(2) 若采用乙滑轮组匀速提升该物体 M ，则乙滑轮组的机械效率为 _____，拉力 F' 为 _____ N。



2. 如图所示，利用轻质滑轮组匀速拉动水平地面上重为 300N 的物体，拉力 F 的大小为 30N。

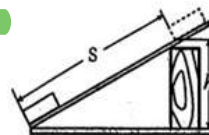
若物体和地面之间的摩擦力大小为 45N，则 A 处的拉力大小和滑轮组的机械效率分别为()

- A. 45 N, 50% B. 45 N, 75%
C. 60 N, 50% D. 60 N, 75%



3. 将一个重 40N 的物体匀速推到斜面顶端，人沿斜面向上的推力为 25N，如图所示，物体沿斜面移动的距离 $S = 1m$ ，斜面倾角 30° ，则人对物体做的有用功是 _____ J，斜面的机械效率是 _____，

摩擦力是 _____。



扫一扫 看视频

例题 2 机械效率的公式推导 $\frac{G}{nF}$

4. 用如图所示的滑轮组提升货物，已知动滑轮重 30N，货物重 360N，上升速度是 $0.3m/s$ ，拉力 F 的功率是 180W (不计绳重). 则拉力 F 的大小为 _____ N； 该滑轮组的机械效率为 _____； 货物上升 3m 过程中，克服摩擦力做的功为 _____ J。





例题 3 机械效率的公式推导 $\frac{G}{G+G_{\text{动}}}$

$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{有}} + W_{\text{额}}} = \frac{G_{\text{物}}h}{G_{\text{物}}h + G_{\text{动}}h} = \frac{G_{\text{物}}}{G_{\text{物}} + G_{\text{动}}}$$

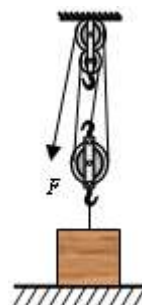
5. 如图,用滑轮组提升重物时,将重 60N 的物体在 10s 内匀速提升了 3m ,已知动滑轮重为 10N (不计绳重和摩擦),则提升重物的过程中正确的是()

- A. 滑轮组的机械效率为 60% B. 绳子自由端拉力 F 的大小为 30N
C. 提升物体的过程中所做额外功为 60J D. 绳子自由端拉力 F 的功率为 21W



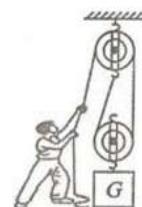
例题 4 综合计算之多状态

6. 如图所示,用滑轮组提升质量为 120kg 的长方体物块.在拉力 F 的作用下,物块竖直匀速上升 3m ,已知滑轮组的机械效率为 80% ,则拉力 F 做了多少功? (不计绳重和绳子与滑轮间的摩擦),若仍用此滑轮组提升重力为 1500N 的物体,则滑轮组的机械效率为多少?



例题 5 综合计算之多状态做差做比求解

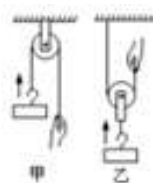
7. 小聪用如图所示的滑轮组将重 4N 的物体匀速提高 2m ,他做的有用功为 _____ J .若滑轮组的绳重及摩擦不计,他用这个滑轮组匀速提升 9N 的物体时,机械效率比提升 4N 物体时提高了 10% ,此时的拉力为 _____ N (已知动滑轮的重力小于 4N).



例题 6 机械效率大小的比较

8. 用图示甲、乙两种方式匀速提升重为 100N 的物体,已知滑轮重 20N 、绳重和摩擦力不计。则()

- A. 手的拉力: $F_{\text{甲}} = F_{\text{乙}}$; 机械效率: $\eta_{\text{甲}} = \eta_{\text{乙}}$
B. 手的拉力: $F_{\text{甲}} < F_{\text{乙}}$; 机械效率: $\eta_{\text{甲}} < \eta_{\text{乙}}$
C. 手的拉力: $F_{\text{甲}} > F_{\text{乙}}$; 机械效率: $\eta_{\text{甲}} < \eta_{\text{乙}}$
D. 手的拉力: $F_{\text{甲}} > F_{\text{乙}}$; 机械效率: $\eta_{\text{甲}} > \eta_{\text{乙}}$

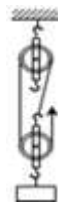




【课后检测】（扫描右侧二维码进入测试）

1. 如图所示的滑轮组，每个滑轮重 $50N$ ，用这个滑轮组把质量为 $45kg$ 的重物在 $2s$ 内匀速提升 $2m$ ，不计绳重和摩擦，下列说法正确的是($g = 10N/kg$)()

- A. 作用在绳自由端的拉力 F 为 $125N$
- B. 在 $2s$ 内做的有用功为 $1800J$
- C. 该套装置的机械效率为 90%
- D. 若所挂物体越重，该滑轮组机械效率越小



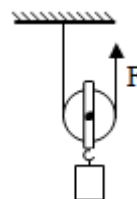
2. 如图所示，工人用 $250N$ 的力 F 将重为 $400N$ 的物体在 $10s$ 内匀速提升 $2m$ ，则此过程中()

- A. 工人做的有用功为 $800J$
- B. 工人做的总功为 $500J$
- C. 滑轮组的机械效率为 60%
- D. 拉力做功的功率为 $20W$



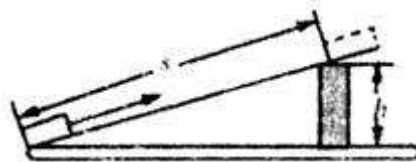
3. 部分农户在新建住房时，常利用如图所示的简易滑轮提升建材。在一次提升建材的过程中，建筑工人用 $400N$ 的拉力，将重 $600N$ 的建材在 $10s$ 内匀速提高 $3m$ 。则下列判断正确的是()

- A. 滑轮所做的有用功为 $1200J$
- B. 滑轮受到的重力为 $100N$
- C. 该滑轮的机械效率 $\eta = 75\%$
- D. 绳子自由端移动的速度大小为 $0.3m/s$



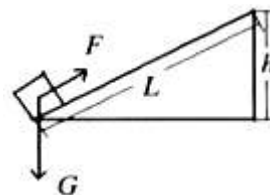
4. 如图所示，斜面长 $3m$ ，高 $0.6m$ ，建筑工人用绳子在 $6s$ 内将重 $500N$ 的物体从其底端沿斜面向上匀速拉到顶端，拉力是 $150N$ (忽略绳子的重力)。则下列说法正确的是()

- A. 斜面上的摩擦力是 $50N$
- B. 拉力的功率是 $50W$
- C. 拉力所做的功是 $300J$
- D. 斜面的机械效率是 80%



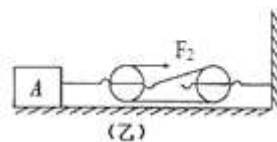
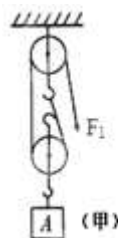
5. 如图所示，用力 F 沿斜面把重为 G 的物体从粗糙斜面的底端匀速拉到顶端。设此过程中物体受到的摩擦力为 f ，则关于此斜面的机械效率，下列关系式不正确的是()

- A. $\eta = \frac{Gh}{FL}$
- B. $\eta = \frac{Gh}{GH+fl}$
- C. $\eta = \frac{F-f}{F}$
- D. $\eta = \frac{Gh-fL}{FL}$



6. 如图所示为重为 $20N$ 的 A 物体用滑轮组采用甲、乙两种方法提升重物 and 水平移动。 A 物体在水平面滑动时受到的摩擦力为 $15N$ ， $F_1 = 12N$ ， $F_2 = 6N$ ， A 物体在 $10s$ 内匀速移动的距离均为 $0.6m$ ，则在该过程中，下列分析正确的是()

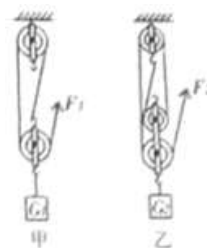
- A. 绳子自由端 F_1 、 F_2 移动的速度大小相同
- B. F_1 做功比 F_2 做功少
- C. 两种方法中所做的有用功一样多
- D. 两种方法中机械效率相同





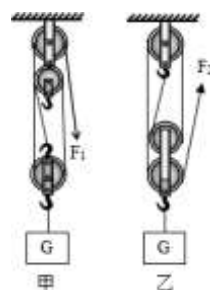
7. 如图所示，甲、乙两个滑轮组，其中每个滑轮的质量都相同、分别用拉力 F_1 、 F_2 将重物 G_1 、 G_2 提升相同高度，不计绳重和摩擦，下列说法正确的是()

- A. 若 $G_1 = G_2$ ，则拉力 F_1 、 F_2 做的总功相同
- B. 若 $G_1 = G_2$ ，则拉力 F_2 做的有用功多
- C. 若 $G_1 > G_2$ ，则甲的机械效率大于乙的机械效率
- D. 若 $G_1 > G_2$ ，则甲、乙两个滑轮组的机械效率相等



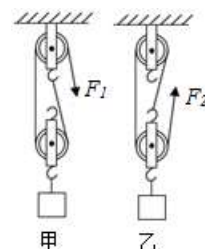
8. 某实验小组分别用如图所示的甲、乙两个滑轮组(每个滑轮等重)，在相同时间内把重物 G 提升相同高度， F_1 和 F_2 大小相等，不计绳重及摩擦，下列说法正确的是()

- A. 力 F_1 和 F_2 做功的功率相同
- B. 力 F_1 和 F_2 做的总功相同
- C. 乙滑轮组更省力，两个滑轮组机械效率一样大
- D. 甲滑轮组的机械效率比乙滑轮组高



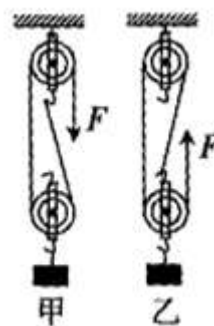
9. 用相同的滑轮和绳子分别组成如图所示的甲、乙两个滑轮组，把相同的重物匀速提升相同的高度。若不计绳重及摩擦，下列说法正确的是()

- A. 绳子受的拉力 F_1 和 F_2 大小相等，滑轮组的机械效率相同
- B. 绳子受的拉力 F_1 和 F_2 大小不相等，滑轮组的机械效率不同
- C. 绳子自由端移动的距离不相等，拉力对滑轮组所做的功相等
- D. 绳子自由端移动的距离不相等，拉力对滑轮组所做的功不相等



10. 小明和小亮分别组装了如图所示的两个不同的滑轮组，两人相同时间内分别用相同的拉力 F 将相同的物体匀速提高到相同高度，拉力 F 的功率分别为 $P_甲$ 、 $P_乙$ ，滑轮组的机械效率分别为 $\eta_甲$ 、 $\eta_乙$ ，下列关系正确的是

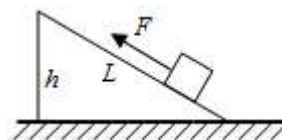
- A. $P_甲:P_乙 = 2:3$ $\eta_甲:\eta_乙 = 3:2$
- B. $P_甲:P_乙 = 1:1$ $\eta_甲:\eta_乙 = 2:3$
- C. $P_甲:P_乙 = 3:2$ $\eta_甲:\eta_乙 = 1:1$
- D. $P_甲:P_乙 = 2:3$ $\eta_甲:\eta_乙 = 1:1$





【作业】

1. 如图所示，有一斜面长为 L ，高为 h ，现用力 F 沿斜面把物重为 G 的物体从底端匀速拉到顶端。已知物体受到斜面的摩擦力为 f ，则下列关于斜面机械效率 η 的表达式正确的是()



A. $\eta = \frac{Gh}{fL} \times 100\%$

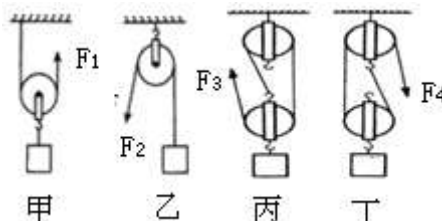
B. $\eta = \frac{Gh}{(F-f)L} \times 100\%$

C. $\eta = \frac{Gh}{(F+f)L} \times 100\%$

D. $\eta = \frac{Gh}{Gh+fL} \times 100\%$

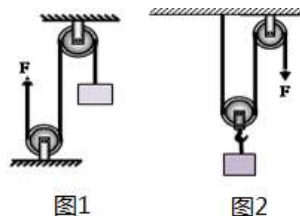
2. 如图各装置中，每只滑轮质量均相同。用它们提起相同的重物，若不计绳子与滑轮间的摩擦，下列说法正确的是()

- A. 使用甲滑轮与使用乙滑轮一样省力
- B. 使用丙滑轮组与使用丁滑轮组省的力一样多
- C. 使用乙滑轮和使用丙滑轮组一样费距离
- D. 四个简单机械中，乙滑轮的机械效率最高



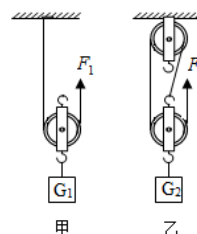
3. 图 1、图 2 是由相同的滑轮组装的滑轮组，甲乙两人分别用两装置在相等时间内将质量相等的重物匀速提升相同的高度，空气阻力、摩擦、滑轮和绳子的质量均不计，下列说法正确的是()

- A. 甲的拉力是乙的拉力的 3 倍
- B. 乙拉绳子的速度大小是甲拉绳子速度大小的 2 倍
- C. 甲拉力的功率大于乙拉力的功率
- D. 如果考虑滑轮质量，图 1 装置的机械效率比图 2 的小



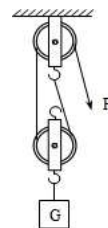
4. 如图所示甲、乙两套装置所用滑轮质量均相等，用它们分别将所挂重物在相等时间内竖直向上匀速提升相同高度。若 $G_1 = G_2$ ，所用竖直向上的拉力分别为 F_1 和 F_2 ，拉力做功的功率分别为 P_1 和 P_2 ，两装置的机械效率分别为 η_1 和 η_2 (忽略绳重和摩擦)，则下列选项正确的是()

- A. $F_1 > F_2$, $\eta_1 < \eta_2$, $P_1 < P_2$
- B. $F_1 > F_2$, $\eta_1 = \eta_2$, $P_1 = P_2$
- C. $F_1 < F_2$, $\eta_1 < \eta_2$, $P_1 < P_2$
- D. $F_1 < F_2$, $\eta_1 > \eta_2$, $P_1 > P_2$

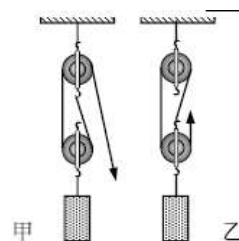


5. 如图所示，在大小为 $500N$ 的拉力 F 作用下，滑轮组将 $800N$ 的重物提升了 $1m$ 。在此过程中()

- A. 做的有用功是 $500J$
- B. 做的总功是 $800J$
- C. 滑轮组的机械效率是 62.5%
- D. 滑轮组的机械效率是 80%



6. 用相同的滑轮和绳子分别组成如图所示的甲、乙两个滑轮组，把相同的物体提升相同的高度，在不计绳重及机械摩擦的情况下，甲所用的拉力_____乙所用的拉力；甲滑轮组的效率_____乙滑轮组的效率(填“大于”、“等于”或“小于”)。

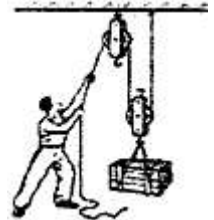




7. 用杠杆把 $400N$ 的物体提高 $1m$, 这时动力作用点下降了 $2m$, 所用的动力是 $250N$, 则动力做的总功是 _____ J , 杠杆的有用功是 _____ J , 机械效率是 _____ .

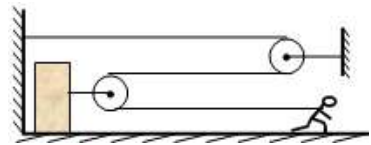
8. 如图所示, 工人通过滑轮组使重 $900N$ 的箱子以 $0.4m/s$ 的速度从地面升到 $12m$ 高的五楼上。求:

- (1) 工人拉绳子的速度是多少?
- (2) 工人吊起箱子过程中做的有用功是多少?
- (3) 若滑轮组的机械效率为 80% , 则工人做功的功率为多少?



9. 如图是搬运工人用滑轮组将仓库中的货物沿水平轨道拉出的示意图。已知货物的质量为 $600kg$, 所受轨道的摩擦力为其重力的 0.1 倍, 滑轮组的机械效率为 75% . 若人以 $0.5m/s$ 的速度匀速前行, 经 $100s$ 将货物拉出仓库, g 取 $10N/kg$. 求在此过程中:

- (1) 人做的有用功为多大?
- (2) 人的拉力为多大?
- (3) 人拉力的功率为多大?



10. 如图甲所示的滑轮组, 每个滑轮等重。不计绳重和摩擦, 物体重 G_1 从 $200N$ 开始逐渐增加, 直到绳子被拉断。每次均匀速拉动绳子将物体提升同样的高度。图乙记录了在此过程中滑轮组的机械效率随物体重力的增加而变化的图象。(1) 每个滑轮重多少 N ? (2) 绳子能承受的最大拉力是多少 N ? (3) 当滑轮组的机械效率为 80% 时, 物体重多少 N ?

