**第12讲 机械功 功率**



**12.1 学习提要**

**12.1.1 功的概念**

1. 功

如果一个物体在力的方向上通过一段距离，我们就说这个力对物体做了功。功的大小等于作用在物体上的力与物体在力的方向上通过的距离的乘积。功的符号为W。

2. 功的计算公式

*W=Fs*，其中W表示功，F表示力，s表示物体在力的方向上通过的距离。

3. 功的单位

在国际单位制中，功的单位是焦耳，简称焦（J）。1焦=1牛·米（1J=1N·m）

**12.1.2 功率的概念**

1.功率的物理定义

功率是表示做功快慢的物理量，功率的符号是P。功率大就表示在同样的时间内力所做的功多，或者完成同样的功所用的时间较少。

1. 功率的定义

单位时间内所做的功，叫功率。

功率的定义式为*P=W/t* ，其中P表示功率，W表示功，t表示完成的时间。

1. 功率的单位

在国际单位制中，功率的单位是瓦特，简称瓦（W）。1瓦=1焦/秒（1W=1J/s）。除了瓦以外有时还用千瓦（kw）做功率的单位，它们的换算关系是1kw=1000w。

**12.1.3 功的原理**

使用任何机械都不能省功，这个结论称为功的原理。

使用机械可以省力，但必须多移动距离，也可以省距离，但必须多费力。既省力又省距离的机械是不存在的。功的原理不仅适用于简单机械，也适用于各种复杂的机械。

**12.2 难点解释**

**12.2.1 理解“功”的意义**

物理学中的“做功”与日常生活中的“做工”或“工作”的含义不同。在物理学中，“做功”是指作用在物体上的力F和物体在力的方向上通过的一段距离S这两个必要因素同时存在的物理过程。这两个因素缺一不可，缺少了其中任何一个条件，物理上就说没有做功。

根据做功的两个必要因素，下面三种情况中力没有做功。

1. 物体受到力的作用，但没有通过距离。例如人用力推一个笨重的物体而没有推动；一个举着物体不动，力都没有对物体做功。
2. 物体不受外力，例如物体由于惯性做匀速直线运动，物体虽然通过了一段距离，但物体没有受到力的作用，没有力做功。
3. 物体通过的距离跟它受到的力的方向垂直。例如人在水平面上推车前进，重力的方向是竖直向下的，车虽然通过了距离，但在重力方向上没有通过距离，因此重力没有对车做功。

**12.2.2 理解功率的另一个单位：马力**

日常生活中人们经常说，这台手扶拖拉机是10马力的，那辆汽车是75马力的，这台空调是1匹、1.5匹等等。匹或马力在历史上是常用的功率的单位，现在国际单位制中已不采用，但在日常生活中还在使用。关于马力的来由，18世纪后半叶，由于改进蒸汽机而出名的英国发明家瓦特（1736-1819），为了找到功率的计量单位，日夜苦思冥想。有一天，他从邻近的酒坊里借了一匹特别强壮的马，找来一根绳子，绳子的一端拴在马上，另一头绕过定滑轮绑在1000磅（1b）的重物上。马向前跑，重物就向上提升。当时马用了1min时间把重物提升了33英尺（ft），功率是550磅英尺/秒（1b·ft/s）。瓦特就把这个功率定义为1马力，用它作文功率的单位。由于换算起来很不方便，我国和世界上绝大多数国家后来都规定1马力=735W。

需要注意的是，马力只是功率的单位，不是一匹马的功率。在长时间内一匹马做功的功率一般只有0.4~0.6马力。在特殊情况下，像马车陷在泥地里，一匹壮马能够产生近10马力的功率，把车子拉出来。人正常劳动的功率一般是0.05~0.1马力。

**12.2.3 理解p=F·v的物理意义**

功率是表示做功快慢的物理量。功率的大小跟功和做功的时间两个因素有关，并由它们的比值决定。由功率的定义式P=W/和功的计算式W=Fs，可推导得到P=F·v，即已知力与速度 可以计算功率。当作用在物体上的力不变，利用P=F·v，计算功率时，若速度是运动物体在某一时刻的速度，则功率就对应于该时刻的功率，速度改变，且方向与F一致时，则计算出的功率也随v改变而改变。例如汽车爬坡时，由于汽车发动机的功率是一定的，根据公式P=F·v可知，汽车的牵引力跟速度成反比，牵引力较大时，速度相应减小。司机采取的措施是换挡降速，以获得较大的牵引力。

**12.2.4 如何理解功的原理**

在不考虑摩擦和机械自重的情况下，可以得出：使用任何机械时，人们所做的功，都等于不用机械而直接用手所做的功。我们把它叫做理想机械。在理想机械中，动力对机械所做的功等于机械对物体所做的功。例如使用斜面提升重力为G的物体，斜面长和高分别为L和h，用沿斜面方向的拉力F将物体拉到斜面的顶端。在不考虑斜面摩擦的情况下，利用机械（斜面）做的功W1=W2，即FL=Gh，得到F=h/L·G。说明利用斜面提升物体时，沿斜面方向的拉力F是物体重力G的h/L倍，因此使用斜面可以省力。

考虑摩擦和机械自重的机械，又叫实际机械。在实际机械中， 人们对机械所做的功W总等于不用机械直接对物体所做的功W有用 与使用机械不得不做的额外功W额外之和，即W总=W有用+W额外。

综上所述，功的原理对所有机械，包括理想机械、实际机械、考虑摩擦还是不考虑摩擦的机械等，都普遍适用。因而人们称它为“黄金定律”。

**12.3 例题解析**

**12.3.1 功的计算与判断**

例1 冰块在水平的光滑冰面上匀速滑行时，分析冰块所受到的力是否对冰块做功？

【点拨】分析冰块的受力情况。冰在光滑的冰面上滑行时，受到竖直向下的重力和竖直向上的支持力。“光滑”冰面表示摩擦力不计，而冰块在水平的光滑冰面上做的是匀速运动，它的滑行是惯性运动。

【解答一】分析冰块的受力情况可知，当冰块在光滑的冰面匀速滑行时，冰块只受到重力和冰面支持力，方向分别是竖直向下和竖直向上。所以冰块虽在冰面上移动了距离，但此距离与所受重力、支持力垂直，根据做功的两个必要因素，说明没有力对物体做功。

【解答二】根据计算公式W=Fs，这里“s”必须是物体在力的方向上通过的距离。对于重力G做功，W=G·0,=0J；对于支持力N做功，W=N·0,=0J，而在水平方向上，W=0·s=0J，所以没有力对物体做功。

【反思】如果冰块在水平的粗糙的地面上匀速滑行时，则冰块在水平方向将受到拉力（假设拉力的方向是水平方向）的作用，并在力的方向上通过了一段距离，那么这个力将对冰块做功。

例2 一个人用330N的力推着重力为1500N的小车，使它在水平路面前进了2m，则人对小车做的功是（ ）

A.3000J B.600J C.条件不足，无法计算 D.不能确定人是否做功

【点拨】要确定人用力推小车做的功，要分析小车在水平路面上前进的距离是否为在推力方向通过的距离。

【解析】由题意可知，人用推力推小车前进了一段距离，说明人对小车做了功，但题目中没有明确人推小车的力一定是水平方向，因此推力所做的功不一定是600J.

【答案】C

【反思】在分析和计算力对物体做的功时，必须抓住功的两个必要因素，并注意两个物理量的对应关系，才能准确计算和判断作用力对物体做的功。

**12.3.2 功率概念的理解和计算**

例3 举重运动员把980N的杠铃举高2m，然后在空中停留10s，问运动员功做了多少功？头2s内、后10s内和整个过程的功率分别多大？

【点拨】根据功率的定义，分析举重运动员在各个时间段是否做功。

【解答】根据功的计算公式W=FS.举重运动员要匀速举起杠铃，必须克服杠铃的重力做功，即F=G=980N，而在力的方向上通过的距离S=2m，所以

W=FS=980N·2m =1.96 ·103 J

根据功率的公式P=W/t=，可得头2s内的功率

P=W/t=1.96 ·103 J/2s = 980W

而后10s内杠铃停在空中，人对杠铃虽有向上的作用力，但杠铃在此力的方向上没有移动距离，所以后10s内人对杠铃没有做功，因而功率等于零。在整个过程内做的功仍是1.96 ·103 J，时间共12s，所以

P总=W/t =1.96 ·103 J/12s = 163W

【答案】1.96 ·103 J 980W 0W 163W

【反思】功率是反映物体做功快慢的物理量，不表示做功的多少。运动员在不同的时间内可以做相同的功，但做功的快慢是不同的，即功率不同。因此在计算功率时，应把握好做功和对应的时间。

**11.3.3 公式 P=Fv的应用**

例4 汽车发动机的功率为100kw，汽车的速度可达到90km/h，如果把该发动机装在汽船上，汽船的速度只能达到30km/h,，则汽车和汽船行驶时受到的阻力之比是多少？

【点拨】当汽车或汽船分别以相同的额定功率行驶，速度分别达到最大时，牵引力等于阻力，即F=f。

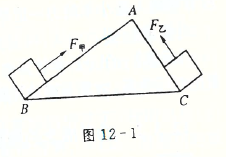
【解答】由公式 P=Fv 得，f1 ： f2=v2 ：v1= 30km/h ：90km/h= 1:3

【答案】1:3

【反思】应用公式 P=Fv ,要注意个物理量的对应关系，在功率不变时，F与v是反比关系。例如，汽车上桥时，旺旺减小行驶的速度，用以增大上桥的动力。

**12.3.4 功的原理的应用**

例5将质量相同的甲乙两物体，分别沿BA和CA两个光滑斜面底端匀速拉到顶端，如图12-1所示，如果所用的时间相同，则拉力 （ ）



1. F甲做的功比F乙大，F甲的功率比F乙大
2. F甲做的功比F乙大，F甲的功率比F乙小
3. F甲和F乙做的功相同，功率不同
4. F甲和F乙做的功和功率相同

【点拨】甲乙两个物体的质量相同，所受到的重力也相同，由于它们在拉力的作用下沿光滑的斜面到达同一高度，则机械（斜面）克服重力做的功是相同的。

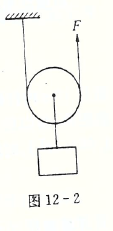
【解析】由题意m甲=m乙，则G甲=G乙

根据功的原理，W动=W阻=Gh，得出F甲和F乙所做的功相同。又因为它们做功的时间也相同，所以F甲和F乙做功的功率也相同。

【答案】D

【反思】解决这类问题关键是分析两部分的功：即外力对机械所做的功和机械对物体所做的功。在不考虑摩擦和机械自重等理想情况下，这两部分功是相等的。

例 6如图12-2所示， 用动滑轮提升物体，作用在绳子上的拉力是400N，如果2s内将物体匀速提高4m，那么拉力做的功和功率各多大？（不考虑滑轮重力和摩擦）



【点拨】运用功的计算公式W=FS，要注意力F与通过的距离s的对应关系。在这个问题中，拉力F通过的距离S是物体上升距离h的2倍，即s=2h。

【解答】设s和h分别表示拉力移动的距离和物体上升的距离，根据功的原理可以得到W动=W阻，可得Fs=Gh，由动滑轮的特点可知s=2h，所以W动=Fs=400N·（2·4m）=3.2·103J，则P=W/t=3.2·103J/2s=1.6·103W

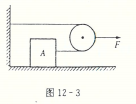
【答案】3.2·103J 1.6·103W

【反思】如同例5，滑轮也属机械，同样可以应用功的原理解决这类问题，关键是搞清绳子自由端移动的距离s和物体上升距离h的倍数关系：s=nh。（其中n为绳子的股数）

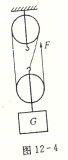


**A 卷**

1. 做功有两个必要因素，一是作用在物体上的力，二是物体\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。用20N的水平拉力，使质量为10kg的物体，沿着水平方向匀速前进50m，则拉力做功\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_J，重力做功\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_J。
2. 起重机吊着500kg物体，水平匀速地移动了4m，则钢丝绳拉力做功为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_J，物体重力做功\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_J。
3. 某人用1min时间扛着重为300N的木头走上一个长为40m、高为8m的斜坡，他对木头做功为\_\_\_\_\_\_\_\_\_J，功率为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_W。
4. 功的原理是：使用机械时动力对机械所做的功等于\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_所做的功，即使用任何机械都\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。若使用长是高5倍的斜面，那么用200N的力最多可以把\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_N的重物推上斜面。
5. 一个人把重为100N的水桶从井中的水面匀速拉起，水面到井口的高度为3m，接着他又沿水平方向匀速前进了10m，则这个人对水桶共做了\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_J的功。
6. 下列说法中，正确的是（ ）
7. 用力越大，物体移动的距离越大，力做的功一定越大
8. 对物体做的功越多，物体受到的力一定越大
9. 力的大小一定，力所做的功与物体移动的距离成正比
10. 力的大小一定，力对物体所做的功越大，物体在力的方向上移动的距离就越大
11. 在下列几种情况中，有力对物体做功的是（ ）
    * 1. 用力提着物体，沿水平方向匀速运动
      2. 用力托住物体静止不动
      3. 物体由于惯性，在光滑的水平面上运动
      4. 重物从高处自由下落
12. 质量为10kg的物体从1m高的桌面上掉到地上，下列说法正确的是（ ）
13. 物体做了98J的功
14. 重力对物体做了98J的功
15. 桌子对物体做了98J的功
16. 没有力对物体做功
17. 一颗质量为20kg的子弹从枪膛中水平射出，子弹在枪内受火药爆炸后产生的气体的平均作用力为500N，枪膛长为40cm，射出后子弹在空中飞行1000m，则气体对子弹所做的功为（ ）
18. 0J
19. 200J
20. 500000J
21. 无法计算
22. 一只重为50N的木箱放在水平面上，用10N的水平拉力拉木箱前进，所做的功为60J，则（ ）
23. 木箱受到的摩擦力可能为10N
24. 木箱前进的距离一定是1m
25. 木箱在水平面上一定做匀速直线运动
26. 无法判断
27. 甲用力推一辆小车，经过3min小车在力的方向上前进了50m，乙用同样大小的力推另一辆小车，经过6min小车在力的方向上前进了相同的距离，那么（ ）
28. 甲和乙做的功一样多
29. 甲做的功多
30. 乙做的功多
31. 乙做的功比甲快
32. 某人用脚把重10N的球水平踢出，球在地面上滚动8m才停下来，在滚动过程中，重力对球做的功和人对球所做的功分别为（ ）
33. 0J，0J
34. 80J，0J
35. 0J，80J
36. 80J，80J
37. 如图12-3所示，物体A重25N，用大小为5N的水平拉力F拉滑轮，使物体A移动的距离为6m，则拉力F做的功和重力做的功为（ ）



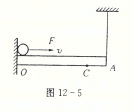
1. 15J，75J
2. 30J，0J
3. 15J，0J
4. 30J，75J
5. 使用机械做功时，下列说法正确的是（ ）
   * 1. 功率大的机器一定比功率小的机器做功多
     2. 功率大的机器一定比功率小的机器做功快
     3. 功率小的机器可能比功率大的机器做功快
     4. 功率小的机器的效率一定较大
6. 要想增大功率，可采用的方法是（ ）
   * 1. 做一定量的功，减少做功的时间
     2. 做一定量的功，增加做功的时间
     3. 增加做单位功所需的时间
     4. 增加做的功
7. 某木工平均用100N的力拉或推锯子，锯条每次平均移动的水平距离为50cm，每拉或推一次锯，锯条平均深入2mm，现要把20cm厚的木头锯断，他必须做功多少焦？
8. 如图12-4所示，要把重为600N的货物提高3m，拉力F至少多大？绳端移动的距离为多少？拉力F所做的功为多少？（不计摩擦和滑轮的重力）



18. 载重汽车在水平公路上匀速行驶时，所受的阻力为4900N，汽车发动机的功率为66.15kW，求：（1）汽车发动机每分钟做的功；（2）汽车每分钟通过的路程；（3）汽车行驶的速度。

19. 有一矿井深100m，每分钟积水45dm3，为了不让水留在矿井中，至少应选用多大功率的水泵抽水？

20. 如图12-5所示，长1.5m的轻质木板OA(质量忽略不计)，一端能绕轴O自由转动，另一端用一细绳把木板吊成水平。已知细绳能承受的最大拉力为5N。在轴O的正上方放一个重为7.5N的金属小球（体积忽略不计）。现用2N的水平拉力拉物体向右以0.2m/s的速度做匀速直线运动，小球运动到C点时，细绳刚好拉断。求拉力对小球所做的功和功率各是多少？

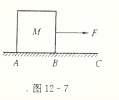


**B 卷**

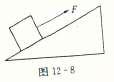
1. 甲、乙两种机械的功率之比为2：3，则它们在相同的时间里所做的功之比为\_\_\_\_\_\_\_\_\_，做相同的功所需的时间之比为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
2. 从湖面下5m深的地方用绳子匀速提起10kg的一块矿石到水面（矿石密度ρ石=5000kg/m3），人所做的功大约是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_J。
3. 将一块光滑木板的一端搁在1m高的卡车板上，另一端搁在地上。要使用200N平行于斜面的力把700N的重物匀速沿木板推上去，这木板至少应\_\_\_\_\_\_\_\_\_m长。
4. 用动力臂是阻力臂2倍的杠杆，将重400N的货物提高20cm，手向下压杠杆的力是220N，手下降的高度是\_\_\_\_\_\_\_\_\_cm，人做的功是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_J。
5. 如图12-6所示，在不计滑轮的摩擦和绳重的条件下，某人拉着绳的自由端沿水平地面向右移动，使200N的重物匀速提高1m，在这个过程中，手拉绳子的力F为\_\_\_\_\_N，人拉绳子做的功为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_J。



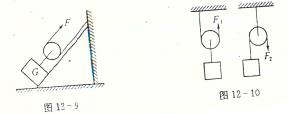
1. 质量相等的小明和小刚，分别以1m/s和0.8m/s的速度从一楼跑到四楼，他们的功率之比为（ ）
2. 1: 1
3. 5: 4
4. 4: 5
5. 无法比较
6. 用拖拉机深耕时，一般都走得慢，这是因为（ ）
7. 减小阻力
8. 节省燃料
9. 获得较大的牵引力
10. 保证耕地质量
11. 如图12-7，在水平面ABC中，AB段光滑，BC段粗糙，且AB=BC，物体M在水平恒力F的作用下，由A点运动到C点，在AB段、BC段上的拉力所做的功分别为W1、W2，则W1、W2的大小关系是（ ）



1. W1>W2
2. W1=W2
3. W1<W2
4. 无法确定
5. 甲、乙两人，甲的质量大于乙的质量，他们用相同的时间登上10m的楼面，则（ ）
6. 甲的功率大于乙的功率
7. 甲、乙的功率相同
8. 甲的功率小于乙的功率
9. 无法比较
10. 如果适当地把几种机械组合使用，这个组合机械（ ）
11. 一定省力
12. 一定省距离
13. 一定省功
14. 一定不省功
15. 如图12-8所示，使重为60N的物体沿着长5m、高1m的斜面匀速向上运动，必须用沿斜面向上的32N的拉力F，则物体所受摩擦力大小为（ ）

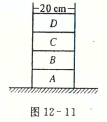


1. 12N
2. 20N
3. 32N
4. 60N
5. 某人第一次用手将一物体匀速举高2m，第二次用滑轮将该物体匀速举高2m，比较两次情况下此人对物体做的功（不计摩擦及滑轮与绳子的重力）（ ）
   * 1. 第一次做功多
     2. 第二次做功多
     3. 两次做功一样大
     4. 无法确定
6. 利用动滑轮将重为G的物体匀速拉上斜面，如图12-9所示，设斜面长为L，高为h，滑轮重及摩擦均不计，则拉力F的大小为（ ）
   * 1. Gh/(2L)
     2. Gh/L
     3. 2Gh/L
     4. GL/(2h)

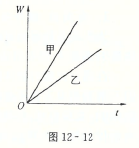


1. 两个滑轮完全相同，重力均为20N，用如图12-10所示的两种方式将重400N的物体以相同的速度匀速提升10m，不计摩擦和绳重，则下列判断正确的是（ ）
   * 1. F1做的功小于F2做的功
     2. F1和F2做的功相等
     3. F1做功功率大于F2做功功率
     4. F1和F2做功的功率相等
2. 一物体从斜面顶端以0.5m/s的速度匀速下滑到底端，物体克服摩擦力所做的功是300J，如果再把该物体从斜面底端以原来的速度匀速拉至顶端，则人对物体做的功是（ ）
   * 1. 300J
     2. 600J
     3. 900J
     4. 无法判断
3. 一辆重60000N的汽车匀速行驶在长1000m、高20m的坡路上，运动中除重力以外的阻力等于车重的0.06倍，求：（1）发动机的牵引力；（2）若车速为10m/s，此时发动机的功率。

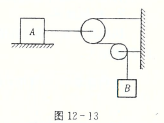
1. 如图12-11所示，四块相同的木块叠放在水平地面上，已知木块长L=20cm，重G=20N，所有木块运动时受到的摩擦力都是接触面之间的压力的0.2倍。现要求保持其余木块静止的情况下，依次自下而上抽出木块A、B、C，求此过程至少要做多少功？



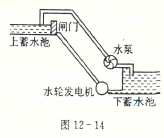
1. 如图12-12所示为甲、乙两个物体做功与所需时间的图像，试从图像中的图线分析，哪个物体功率大，为什么？



1. 在图12-13所示装置中，物体A重100N，物体B重10N，在B的作用下，A在水平面上做匀速直线运动，问：如果在物体A上加一个水平向左的拉力F，拉力的功率为10W，求物体B匀速上升2m需要多少时间？



20. 我国已兴建了一座抽水蓄能水电站，它可以调剂电力供应。深夜时，用过剩的电能通过水泵把下蓄水池的水抽到高处的上蓄水池内；白天则通过闸门放水发电，以补充电能不足，如图12-14所示。若上蓄水池长为150m，宽为30m，从深夜11时至清晨4时抽水，可使上蓄水池水面增高20m，而抽水过程中水上升的高度始终保持为400m。不计抽水过程中其他能量损失，试求抽水机的功率。（g取10N/kg）



**参考答案：**

**A 卷**

1.在力的方向上通过一段距离，1000，0 2. 0，0 3.2400，40 5 4.机械克服阻力，不能省功，1000 5. 300 6. D 7. D 8. B 9. B 10.A 11. A 12. A 13. C 14. B 15. A 16. 5000J 17.200N，9m，1800J 18.（1）约4000000J；（2）810m；（3）13.5m 19. 735W 20. 2J，0.4W（提示：由杠杆的平衡条件，确定当细绳承受最大拉力时，金属小球所在的位置，即OC的长度）

**B 卷**

1.2:3，3:2 2. 392 3. 3.5 4. 40，88 5. 200，200 6.B 7. C 8. B 9.A 10.D 11.B 12. C 13. A 14. C 15. B 16. (1)4800N（提示：发动机的牵引力等于汽车重力沿斜面方向的分力与阻力之和）；（2）48kW 17. 12J 18.甲物体功率大；当时间相同时，甲做功多 19. 4s 20. 20000kW（提示：计算出抽水机在一定时间内抽水的重力G）