# 第七章 3 功率

## 功率

力是一个物体对另一物体的作用，所以，当我们说某力对物体做功时，实际上是指一个物体对另一个物体做功。

不同物体做相同的功，所用的时间往往不同，也就是说，做功的快慢并不相同。某起重机能在1 min内把1 t货物提到预定的高度，另一台起重机只用30 s就可以做相同的功，第二台起重机比第一台做功快一倍。

在物理学中，做功的快慢用功率表示。如果从开始计时到时刻*t*这段时间间隔内，力做的功为*W*，则功*W*与完成这些功所用时间t的比值叫做**功率（power）**。用*P*表示功率，则有

*P*＝ （1）

“从开始计时到时刻*t*”这段时间间隔为Δ*t*＝*t*－0＝*t*。这就好像对于一个沿*x*轴运动的质点，既可以用*x*表示它的坐标，又可以用*x*表示它对于原点的位移。

在国际单位制中，功率的单位是**瓦特（watt）**，简称瓦，符号是W。1 W＝1 J/s。瓦这个单位比较小，技术上常用**千瓦（kW）**做功率的单位，1kW＝1000 W。

电动机、内燃机等动力机械常常标有额定功率[[1]](#footnote-1)，这是在额定转速下可以较长时间工作时输出的功率。实际输出功率往往小于这个数值。例如，某汽车内燃机的额定功率是97 kW，但在平直公路上中速行驶时，发动机实际输出的功率只有20 kW左右。在特殊情况下，例如越过障碍时，司机通过增大供油量可以使实际输出的功率大于额定功率，但这对发动机有害，只能工作很短时间，而且要尽量避免。

### 说一说

各种机器实际输出的功率常随时间变化，因此有平均功率与瞬时功率之分。（1）式中，*t*等于从计时开始到时刻*t*的时间间隔，*W*是力在这段时间内做的功，所以（1）式中的*P*实际上是这段时间的平均功率。如果我们要表示瞬时功率与功、时间的关系，（1）式应该怎样改写？

## 功率与速度

力、位移、时间都与功率相联系，这种联系在技术上具有重要意义。

如果物体沿位移方向受的力是*F*，从计时开始到时刻*t*这段时间内，发生的位移是*l*，则力在这段时间所做的功是*W*＝*Fl*，根据（1）式，有

*P*＝＝

由于位移*l*是从开始计时到时刻*t*这段时间内发生的，所以是物体在这段时间内的平均速度，即＝*v*，于是上式可以写成

*P*＝*Fv* （2）

可见，一个力对物体做功的功率，等于这个力与受力物体运动速度的乘积。

### 做一做

从以上推导过程来看，*P*＝*Fv*中的速度*v*是物体的平均速度，所以这里的功率*P*是指从计时开始到时刻*t*的平均功率。实际上，这个关系式也反映了瞬时速度与瞬时功率的关系。你可以试着推导这个结论，要注意下面两点。

（1）如果Δ*t*时间内做的功是Δ*W*，那么当Δ*t*很短很短时，*P*＝表示的就是瞬时功率。

（2）如果力的大小是*F*，在上述Δ*t*时间内，在力的方向上发生的位移是Δ*l*，由于力F在这么短的时间内不会发生很大变化，所以它做的功可以写成Δ*W*＝*F*Δ*l*。

从*P*＝*Fv*可以看出，汽车、火车等交通工具和各种起重机械，当发动机的功率*P*一定时，牵引力*F*与速度*v*成反比，要增大牵引力，就要减小速度。

汽车发动机的转动通过变速箱中的齿轮传递到车轮上，转速比可以通过变速杆来改变。发动机输出的功率不能无限制地增大，所以汽车上坡时，司机要用“换挡”的办法减小速度，来得到较大的牵引力。在平直公路上，汽车受到的阻力较小，这时就可以使用较高转速比的挡位，在发动机功率相同的情况下使汽车获得较高的速度。

**图7.3-1 汽车的变速杆**



**甲 手动变速杆**

**乙 有些汽车的转速比可以根据发动机的转速自动改变，但司机也能通过这个操纵杆进行干预。**

然而，在发动机功率一定时，通过减小速度提高牵引力或通过减小牵引力而提高速度，效果都是有限的。所以，要提高速度和增大牵引力，必须提高发动机的额定功率，这就是高速火车、汽车和大型舰船需要大功率发动机的原因。



**图7.3-2 汽车爬坡时必须使用低速挡**

### 例题

某型号汽车发动机的额定功率为60 kW，在水平路面上行驶时受到的阻力是1800 N，求发动机在额定功率下汽车匀速行驶的速度。在同样的阻力下，如果行驶速度只有54 km/h，发动机输出的实际功率是多少？

【分析】发动机的额定功率是汽车长时间行驶时所能发出的最大功率。实际功率不一定总等于额定功率，大多数情况下输出的实际功率都比额定功率小，但在需要时，短时间也可以输出更大的功率。这个例题的两问分别属于两种不同的情况，应该注意这点。

此外，同一辆汽车，速度越大时空气的阻力越大，题中说“在同样的阻力下”，表明本题对于较低速度行驶时发动机的功率只要求估算。

【解】汽车在水平路面上以额定功率*P*＝60 kW匀速行驶时，受到的阻力是*F*＝1 800 N。由于

*P*＝*Fv*

所以

*v*＝＝m/s＝33.3m/s＝120km/h

汽车以额定功率匀速行驶时的速度为120 km/h。以较低的速度行驶时

*v*＝54 km/h＝15 m/s

于是

*P*＝*Fv*＝1800×15 W＝27 kW

以54 km/h的速度行驶时，发动机输出的实际功率为27 kW。

如果汽车加速行驶，结果会有什么不同？

### 做一做

你家里可能有洗衣机、理发用的吹风机，还可能有吸尘器、电动剃须刀；附近的机井上面有水泵，拖拉机、汽车上面有发动机，小工厂里面有电动机……

调查你周围的各种机械的功率。机械的功率与它们的体积有没有关系？与它们的耗电量（耗油量）有没有关系？

如果能够见到的机械很少，你还有别的办法。可以收集各种说明书，也可以从报纸的广告上了解它们的功率，并能了解到功率的大小与它们的效能之间的某种联系。

## 问题与练习

1．一台电动机工作时的功率是10 kW，要用它匀速提升2.7×104 kg的货物，提升的速度将是多大？

2．一台抽水机每秒能把30 kg的水抽到10 m高的水塔上，如果不计额外功的损失，这台抽水机输出的功率是多大？如果保持这一输出功率，半小时内能做多少功？

3．有一个力*F*，它在不断增大。某人以此为条件，应用*P*＝*Fv*进行了如下推导。根据*P*＝*Fv*，*F*增大则*P*增大；又根据*v*＝，*P*增大则*v*增大；再根据*F*＝，*v*增大则*F*减小。

这个人推导的结果与已知条件相矛盾。他错在哪里？

4．质量为*m*的汽车在平直公路上行驶，阻力*F*保持不变。当它以速度*v*、加速度*a*加速前进时，发动机的实际功率正好等于额定功率，从此时开始，发动杌始终在额定功率下工作。

（1）汽车的加速度和速度将如何变化？说出理由。

（2）如果公路足够长，汽车最后的速度是多大？

1. 有些动力机械的技术参数表只给出最大功率，没有额定功率。 [↑](#footnote-ref-1)