# 第四章 6 用牛顿运动定律解决问题（一）

牛顿第二定律确定了运动和力的关系，使我们能够把物体的运动情况与受力的情况联系起来。因此，它在许多基础科学和工程技术中都有广泛的应用。由于我们目前知识的局限，这里只通过一些最简单的例子做些介绍。

## 从受力确定运动情况

如果已知物体的受力情况，可以由牛顿第二定律求出物体的加速度，再通过运动学的规律确定物体的运动情况。

### 例题1

一个静止在水平地面上的物体，质量是2 kg，在6.4 N的水平拉力作用下沿水平地面向右运动。物体与地面间的摩擦力是4.2 N。求物体在4 s末的速度和4 s内发生的位移。

**分析** 这个问题是已知物体受的力，求它运动的速度和位移。

先考虑两个问题。

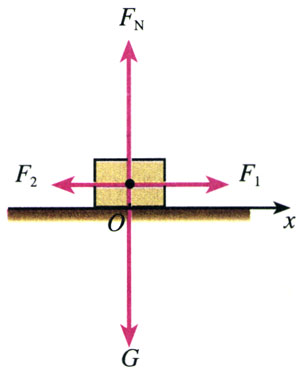
（1）物体受到的合力沿什么方向？大小是多少？

（2）这个题目要求计算物体的速度和位移，而我们目前只能解决匀变速运动的速度和位移。物体的运动是匀变速运动吗？

解决了这两个问题之后，就可以根据合力求出物体的加速度，然后根据匀变速运动的规律计算它的速度和位移。

**解** 分析物体的受力情况。

物体受到4个力的作用（图4.6-1）：拉力*F*1，方向水平向右；摩擦力*F*2，水平向左；重力*G*，竖直向下；地面的支持力*F*N，竖直向上。



**图4.6-1 物体受力的示意图**

物体在竖直方向没有发生位移，没有加速度，所以重力*G*相支持力*F*N大小相等、方向相反，彼此平衡，物体所受的合力等于水平方向的拉力*F*．与摩擦力*F*2的合力。取水平向右的方向为坐标轴的正方向，则合力*F*＝*F*1－*F*2＝6.4 N－4.2 N＝2.2 N，合力的方向是沿坐标轴向右的。

物体原来是静止的，初速度为0，在恒定的合力作用下产生恒定的加速度，所以物体做初速度为0的匀加速直线运动。

由牛顿第二定律*F*＝*ma*可求出加速度

*a*＝＝ m/s2＝1.1 m/s2

求出了加速度*a*，由运动学公式就可以求出4 s末的速度*v*和4 s内发生的位移*x*

*v*＝*at*＝1.1×4 m/s＝4.4 m/s

*x*＝*at*2＝×1.1×16 m＝8.8 m

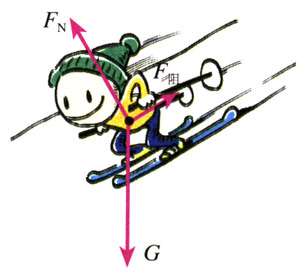
科学工作者根据飞船在某一时刻的位置和速度，按照它的受力情况，就能确定飞船在任意时刻的位置和速度。他们解决问题的思路跟我们在这里讲的是一样的，只是计算很复杂，而且由电子计算机计算完成。

## 从运动情况确定受力

如果已知物体的运动情况，根据运动学公式求出物体的加速度，再根据牛顿第二定律就可以确定物体所受的力。这是力学所要解决的又一方面的问题。

### 例题2

一个滑雪者，质量*m*＝75 kg，以*v*0＝2 m/s的初速度沿山坡匀加速滑下，山坡的倾角*θ*＝30°，在*t*＝5 s的时间内滑下的路程*x*＝60 m，求滑雪者受到的阻力（包括摩擦力和空气阻力）。



**图4.6-2 滑雪者受到的力**

**分析** 这个题目是已知人的运动情况，求人所受的力。应该注意三个问题。

（1）分析人的受力情况，按题意作草图如图4.6-2，然后考虑下面几个问题。

滑雪者共受到几个力的作用？这几个力各沿什么方向？它们之中哪个力是待求的？哪个力实际上是已知的？

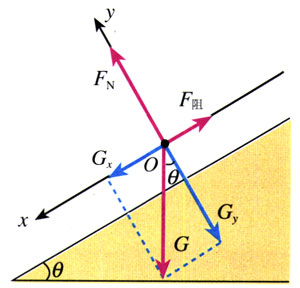
（2）根据运动学的关系得到下滑加速度，求出对应的合力，再由合力求出人受的阻力。

（3）适当选取坐标系，使运动正好沿着一个坐标轴的方向。

**解** 如图4.6-3建立直角坐标系，把重力*G*沿*x*轴和*y*轴的方向分解，得到

*G*x＝*mg*sin*θ*

**图4.6-3 求滑雪者受到的阻力**



*G*y＝*mg*cos*θ*

在与山坡垂直的方向，物体没有发生位移，没有加速度，所以*G*y与支持力*F*N大小相等、方向相反，彼此平衡，物体所受的合力*F*等于*G*x与阻力*F*阻的合力。

由于沿山坡向下的方向为正方向，所以合力*F*＝*G*x－*F*阻，合力的方向沿山坡向下，使滑雪者产生沿山坡向下的加速度。滑雪者的加速度可以根据运动学的规律求得，即由*x*＝*v*0*t*＋*at*2解出

*a*＝

把已知量的数值代入，可得滑雪者的加速度

*a*＝4 m/s2

运算中应该尽量使用代表物理量的字母，必要时再把已知量的数值代入。

下面求滑雪者受到的阻力。

根据牛顿第二定律，*F*＝*ma*，因此有

*G*x－*F*阻＝*ma*

由此解出阻力

*F*阻＝*G*x－*ma*＝*G*x＝*mg*sin*θ*－*ma*

代入数值后，得

*F*阻＝67.5 N

滑雪者受到的阻力是67.5 N。

尽管在67.5 N的前面没有出现负号，我们仍然断定*F*阻是与坐标轴的正方向相反的。这是因为负号已经写在了*G*x－*F*阻＝*ma*这个式中*F*阻的前面，计算得到的67.5 N只是阻力的大小。

## 问题与练习

1．一个原来静止的物体，质量是2 kg，受到两个大小都是50 N且互成60°角的力的作用，此外没有其他的力。3 s末这个物体的速度是多大？3 s内物体发生的位移是多少？

2．以15 m/s的速度在水平路面行驶的无轨电车，在关闭电动机后，经过10 s停了下来。电车的质量是4.0×103 kg，求电车所受的阻力。

3．民航客机一般都有紧急出口，发生意外情况的飞机紧急着陆后，打开紧急出口，狭长的气囊会自动充气，生成一条连接出口与地面的斜面，人员可沿斜面滑行到地上。若机舱口下沿距地面3.2 m，气囊所构成的斜面长度为6.5 m，一个质量60 kg的人沿气囊滑下时所受的阻力是240 N，人滑至气囊底端时速度有多大？

4．在某城市的一条水平道路上，规定车辆行驶速度不得超过30 km/h，在一次交通事故中，肇事车是一辆卡车，量得这辆卡车紧急刹车（车轮被抱死）时留下的刹车痕迹长为7.6 m。经过测试得知这种轮胎与路面的动摩擦因数为0.7，请判断该车是否超速。