# 五、摩擦力

摩擦力也是发生在两个互相接触的物体之间，当一个物体在另一个物体表面上做相对滑动的时候，要受到另一个物体阻碍它运动的力，这种力叫做滑动摩擦力。滑动摩擦力的方向总跟接触面相切，并且跟物体的相对运动的方向相反（图1-12）。实验表明：滑动摩擦力跟压力成正比，也就是跟一个物体对另一个物体表面的垂直作用力成正比，用*f*表示滑动摩擦力的大小，用*N*表示压力的大小，那么

*f*＝*μN*，

**图 1-12 滑动摩擦力*f*的方向，为了清楚地表示摩擦力，此图把相互接触的两个物体画得隔开一些。**

其中*μ*是比例常数，叫做**滑动摩擦系数**。滑动摩擦系数是由制成物体的材料决定的，材料不同，两物体间的滑动摩擦系数也不同。滑动摩擦系数还跟接触面的粗糙程度有关。在相同的压力下，滑动摩擦系数越大，滑动摩擦力就越大。滑动摩擦系数是两个力的比值，没有单位。下表列出了在通常情况下几种材料间的滑动摩擦系数。

**几种材料间的滑动摩擦系数**

|  |  |
| --- | --- |
| 材料 | 滑动摩擦系数 |
| 钢—钢 | 0.25 |
| 木—木 | 0.30 |
| 木—金属 | 0.20 |
| 皮革—铸铁 | 0.28 |
| 钢—冰 | 0.02 |
| 木头—冰 | 0.03 |
| 橡皮轮胎—路面（干） | 0.71 |

除了滑动摩擦，还有滚动摩擦，滚动摩擦是一个物体在另一个物体表面上滚动时产生的摩擦，滚动摩擦比滑动摩擦小得多，滚动轴承就是利用滚动摩擦小的事实制成的。

滑动摩擦和滚动摩擦都是一个物体在另一个物体表面上有相对运动的时候发生的。那么，互相接触的两个物体处于相对静止的时候，是不是也可以发生摩擦呢？我们用不大的力来推桌子，虽然桌子应该沿着力的方向运动，有相对于地板运动的趋势，但并没有把桌子推动，就是因为桌腿跟地板之间发生了摩擦。这个摩擦力和推力都作用在桌子上，它们的大小相等，方向相反，彼此平衡，因此桌子保持不动，这时所发生的摩擦叫**静摩擦**。静摩擦力的方向总跟接触面相切，并且跟物体相对运动趋势的方向相反。

逐渐增大对桌子的推力，如果推力还不够大，桌子仍旧保持不动，静摩擦力跟推力仍旧彼此平衡，可见静摩擦力随着推力的增大而增大。但是静摩擦的增大有一个限度，静摩擦力的最大值叫做**最大静摩擦力**。推力超过最大静摩擦力，就可以把桌子推动了，最大静摩擦力等于使桌子开始运动所需的最小推力。

## 阅读材料：力的种类

在力学中经常遇到的有重力、弹力和摩擦力，以后在热学中要遇到分子力，在电学中要遇到电磁力。在课文中我们曾经提到，重力、弹力、摩擦力、分子力、电磁力等是根据力的性质来分类的，即认为它们是属于不同性质的力。其实，这种认识只是反映了人们对力的认识的一个阶段，随着科学的发展，人们对力的探索已经从宏观物体进入到原子、分子的微观领域，因而对力的认识也进一步深化了。现代科学研究告诉我们，通常见到的重力、弹力、摩擦力、分子力、电磁力等都可以归结为两种基本的相互作用，即万有引力和电磁力。

关于万有引力，我们将在第五章学习。万有引力是由于物体具有质量而在物体之间产生的一种相互作用。这种力普遍存在于宇宙万物之间。在宇宙天体之间，在宏观物体之间，在原子、分子等粒子之间，都存在着这种相互作用。两个通常物体之间的万有引力极其微小，我们觉察不到它，可以不予考虑，但是，在天体系统中万有引力却起着决定性的作用，在天体中质量还算很小的地球对其他物体的万有引力已经具有巨大影响，它把人类、大气和所有地面物体束缚在地球上，它使月球乖人造地球卫星绕地球旋转而不能离去。重力就是地面附近的物体由于受到地球的万有引力而产生的。太阳系中的九大行星绕太阳旋转而不离去，是由于万有引力的作用。银河系里的球状星团——由上百万个恒星聚在一起并呈球状的恒星集合体——聚集不散，也是由于万有引力的作用。

电磁力是存在于电荷之间的一种相互作用，静止电荷之间有电力，运动电荷之间除了电力外还有磁力。电力和磁力是有联系的，常常总称为电磁力。我们知道，原子是由带正电的原子核和绕核旋转的带负电的电子组成的，分子是由原子组成的。原子或分子本身能够形成，是由于电磁力的作用。分子之间的电磁力就构成了我们通常所说的分子力。我们所看到的多种多样的宏观物体是由原子或分子组成的，它们能聚集不散而且使物体构成一定的形态，就是由于原子或分子之间的电磁相互作用。从微小的原子到通常的物体，正是电磁力把物质结合在一起的。

当我们使物体发生形变的时候，物体中原子或分子之间的距离发生改变，原子或分子之间的电磁力要反抗物体发生形变，这就形成了我们通常所说的弹力。摩擦力也可以归结为电磁力。虽然从原子或分子之间的电磁力来完满地解释摩擦力很为复杂，至今还没有一种很好的理论，但是大家公认摩擦力说到底也还是电磁力的一种表现。

我们看到，从宇宙天体到微小的原子，这中间只有两种基本的相互作用：万有引力和电磁力。现代科学研究又深入一步，深入到原子核内部，深入到研究质子、中子等粒子的相互作用。人们在这个领域又发现了两种基本的相互作用，分别叫做强相互作用和弱相互作用。这两种相互作用这里不再介绍了。

这样，人类认识到在自然界中只存在四种基本的相互作用：万有引力，电磁力，强相互作用，弱相互作用。小到比原子还小的粒子，大到宇宙天体，其间表现出很不相同的多种多样的相互作用，都可以用少数几种基本的相互作用来说明，这是物理学的巨大胜利。然而人类的认识是没有止境的。今天认为基本的相互作用只有四种，明天会不会统一成更少的几种甚至一种相互作用呢？大物理学家、相对论的创立者爱因斯坦（1879～1955），晚年致力于这方面的工作，企图把万有引力和电磁力统一起来。现在有不少物理学家致力于这方面的研究，企图把四种相互作用统一起来，并且取得了进展。这是物理学的前沿阵地。物理学好象一座正在施工中的大厦，它已经建筑得很壮观了，但还没有竣工，看来永远也不会竣工，更壮观的还在后面。现在的青年学生，将来就可能成为修建这座大厦的建筑师。

## 练习三

（1）在东北的冬季伐木工作中，许多伐下的木料被装在雪橇上，用马拉着在冰道上运出去，一个有钢制滑板的雪橇，上面装着木料，共重4.9×104N。在水平的冰道上，马要在水平方向用多大的力才能够拉着雪橇匀速前进？

（2）用20N的水平的力拄着一块重量是40N的砖，可以使砖在水平地面上匀速滑动。求砖和地面之间的滑动摩擦系数。

（3）要使重量是400N的桌子从原地移动，必须最小用200N的水平推力。桌子从原地移动以后，为了使它继续做匀速运动，只要160N的水平推力就行了。求最大静摩擦力和滑动摩擦系数。如果用100N的水平推力推桌子，这时静摩擦力有多大？

（4）做下面的实验：用一根橡皮绳把书吊起来，当书静止不动的时候，测出橡皮绳伸长的长度。把书放在桌子上，水平拉橡皮绳，使书做匀速运动，再测出橡皮绳伸长的长度。设橡皮绳伸长的长度跟外力成正比，根据测出的数据粗略地算出书和桌面之间的滑动摩擦系数。