# 四、动量守恒定律

在上一节分析的几个实验里，相互作用的物体的动量的变化总是大小相等、方向相反。当然，只根据少量的事例，是不足以总结出普遍规律的。事实上，早在十七世纪，物理学家就已分析了大量的物体的相互作用，逐步建立了动量的概念，并且发现，在任何情况下相互作用的物体的动量的变化总是大小相等、方向相反的。

上述的结论还可以换一个说法。我们把相互作用的物体的动量的矢量和叫做它们的总动量，由于相互作用的物体的动量的变化总是大小相等，方向相反，所以动量的变化为零，因此物体相互作用前后的总动量保持不变，这就是动量守恒。

我们还应该把动量守恒的条件仔细讨论一下。在相互作用的物体构成的系统里，每个物体，既可以受到来自系统内其他物体的力，也可能受到来自系统外其他物体的力，前者叫做**内力**，后者叫做**外力**。以图8-3的滑块为例，每个滑块除了受到相互作用的内力以外，都还受到向下的重力和向上的支持力，重力和支持力作用在同一滑块上，大小相等，方向相反，合力为零。对图8-5中的系统进行同样的分析，也可以看到系统中的物体受到的外力的合力为零。外力的合力为零或者整个系统根本不受到外力，就是动量守恒的条件。

由此得出结论：**系统不受外力或所受外力的合力为零，这个系统的动量就保持不变**，这个结论叫做**动量守恒定律**。

对于在一条直线上运动的两个物体组成的系统，动量守恒定律的一般表达式为

*m*1*v*1＋*m*2*v*2＝*m*1*v*1ʹ＋*m*2*v*2ʹ。

式中的*m*1、*m*2分别为两个物体的质量，*v*1和*v*2分别为它们原来的速度，*v*1ʹ和*v*2ʹ分别为它们相互作用后的速度，等号左边是两物体原来的总动量，右边是它们相互作用后的总动量。

动量守恒定律是自然界最重要的最普遍的规律之一，下面的几点说明可以使同学们对此有比较具体的理解。

（1）在发生相互作用时，不论相互作用的物体是粘合在一起还是分裂成碎块，不论相互作用的物体作用前后的运动是否在一条直线上，也不论相互作用的物体发生接触与否，动量守恒定律都是适用的。

（2）这个定律并不限于两个物体的相互作用，一个系统里可以包括任何数目的物体，只要整个系统受到的外力的合力为零，系统的动量就守恒。例如，太阳系里太阳和各行星之间，各个行星相互之间，都有万有引力的作用，而太阳系距离其他天体很远，可以认为不受外力的作用，因此整个太阳系的总动量是守恒的。

（3）从大到星系的宏观系统，直到小到原子、基本粒子的微观系统，无论相互作用的是什么样的力，是万有引力、弹力、摩擦力也好，是电力、磁力也好，甚至是现在对其本性还不很清楚的原子核内的相互作用力也好，动量守恒定律都是适用的，就是说，原来的动量之和总是等于相互作用后的动量之和。

正是因为这样，动量守恒定律成为人们认识自然、改造自然的重要工具。

【例题】在列车编组站里，一辆105kg的货车在乎直轨道上以2.0m/s的速度运动，碰上一辆不动的1.5×105kg的货车后，它们接合在一起并一同向前运动，求它们共同前进的速度。

这两辆货车组成的系统，受到的外力——重力和轨道的支持力的合力为零，因此它们的动量守恒。在我们的具体情况里，第二辆货车原来不动，*v*2＝0。两车接合后速度相同，*v*1ʹ＝*v*2ʹ＝*v*，其中*v*是接合后的共同速度，所以

*m*1*v*1＝（*m*1＋*m*2）*v*。

解出*v*得

*v*＝*v*1。

取第一辆货车原来前进的方向作为正方向，代入数值得到

*v*＝×2.0m/s＝0.8m/s。

*v*是正值，表示两辆车接合后以0.8m/s的速度沿第一辆货车原来运动的方向继续向前运动。

## 阅读材料：笛卡儿和动量守恒定律

动量守恒定律，是最早发现的一条守恒定律，它渊源于十六、七世纪西欧的哲学思想。法国哲学家兼数学、物理学家笛卡儿，对这一定律的发现做出了重要贡献。

观察周围运动着的物体，我们看到它们中的大多数终归会停下来。跳动的皮球，飞行的子弹，走动的时钟，运转的机器，它们都会停止下来。看来宇宙间运动的总量似乎在减少。整个宇宙是不是也象一架机器那样，总有一天会停下来呢？但是，千百年来对天体运动的观测，并没有发现宇宙运动有减少的迹象，十六、七世纪的许多哲学家都认为，宇宙间运动的总量是不会减少的，只要我们能够找到一个合适的物理量来量度运动，就会看到运动的总量是守恒的。那么，这个合适的物理量到底是什么呢？

法国的哲学家笛卡儿曾经提出，质量和速率的乘积是一个合适的物理量。速率是个没有方向的标量。从第三节的第一个实验可以看出笛卡儿定义的物理量在那个实验里是不守恒的：两个相互作用的物体，最初是静止的，速率都是零，因而这个物理量的总合也等于零；在相互作用后，两个物体都获得了一定的速率，这个物理量的总合不再是零，比相互作用前增大了。

后来，牛顿把笛卡儿的定义略作修改，即不用质量和速率的乘积，而用质量和速度的乘积，这样就得到量度运动的一个合适的物理量，这个量牛顿叫做“运动量”，现在我们叫做动量。笛卡儿由于忽略了动量的矢量性而没有找到量度运动的合适的物理量，但他的工作给后来的人继续探索打下了很好的基础。

## 练习三

（1）两个原来静止的在水平面上挨在一起的小车，质量分别是0.5kg和0.2kg，在弹力作用下分开。较重的小车以0.8m/s的速度向右运动，求较轻的小车的速度。

（2）在气垫导轨上，一个质量为600g的滑块以15cm/s速度赶上另一个质量为400g速度为10cm/s的滑壤而发生碰撞，碰撞后两个滑块并在一起，求两个滑块碰撞后的速度。

（3）一个小孩从静止的小船上水平抛出一个球，球的质量是2.0kg，抛出的速度是20m/s。如果小孩和船的总质量为100kg，球抛出时船得到的速度是多大？

（4）质量为10g速度为300m/s的子弹，打进质量为24g静止在光滑水平面上的木块中，并留在木块里。子弹进入木块后，木块运动的速度多大？如果子弹把木块打穿，穿过木块后子弹的速度为100m/s，这时木块的速度多大？

（5）光滑的水平面上停着一辆平车，有两个人在车上相向而行，在什么情况下平车保持静止？在什么情况下平车要运动，运动的方向由什么决定？