# 二、万有引力定律

**万有引力定律** 开普勒研究了行星运动的轨道、周期和运动速率，回答了行星怎样运动的问题，然而为什么行星没有按照惯性做匀速直线运动，却围绕太阳旋转呢？十七世纪科学家们为了说明这个问题，提出了各种不同的看法。胡克等人认为，行星围绕太阳运动是因为受到了太阳对它的引力，并且猜想到引力的大小跟行星到太阳的距离的平方成反比，但是胡克没有能够从理论上证明这个猜想。

彻底解决这个问题的人是牛顿。牛顿也认为太阳对行星的引力是行星围绕太阳运动的原因，并且运用开普勒定律和自己的力学成就，从理论上证明了引力跟距离的平方成反比。下面我们来看看牛顿是怎样证明的。

行星运动的轨道是椭圆，但是这些椭圆都跟圆近似，为了使问题简化，可以认为行星都以太阳为圆心做匀速圆周运动。太阳对行星的引力F就是行星受到的向心力。如果行星的质量是*m*，轨道半径是*R*，公转周期是*T*，根据牛顿第二定律，引力*F*应该满足下面的关系：

*F*＝*ma*n＝*mω*2*R*＝，

利用开普勒第三定律，将*T*2＝代入上式，得

*F*＝4π2*km*/*R*2。

这表明，太阳对行星的引力*F*，跟行星与太阳的距离*R*的平方成反比，即

*F*∝。

上面的推证不但表明太阳对行星的引力*F*与它们的距离*R*的平方成反比，还表明这个引力还跟行星的质量成正比，牛顿再进一步证明了，这个引力还跟太阳的质量*M*成正比，即引力跟太阳和行星的质量的乘积*Mm*成正比，把这个结果和引力与距离的平方成反比的关系结合起来，就可以得出：太阳和行星之间的引力，跟它们的质量的乘积成正比，跟它们的距离的平方成反比。即

*F*∝，

也可以写做

*F*＝*G*。

式中的*G*是个比例恒量。

牛顿还研究了卫星绕行星运动的规律，得出结论：行星和卫星之间的引力跟太阳和行星之间的引力是同一种性质的力，遵守同样的规律，即行星和卫星之间的引力也是跟它们的质量乘积成正比，跟它们之间的距离平方成反比。

牛顿还设想，使月球围绕地球运动的向心力和地球作用于地面上物体的重力，可能也是同一种性质的力，都是来自地球的引力。他经过计算，证明月球围绕地球运动的向心加速度是地面上重力加速度的1/3600，而月心和地心间的距离是地球半径的60倍，这说明地球的引力是跟距离的平方成反比的，从而证实了重力与天体之间的引力的确是同一性质的力。

上面的研究结果表明，太阳对行星的引力，行星对卫星的引力，以及地球对地面上物体的引力，都遵循同样的规律，是同一种性质的力。于是牛顿把这种引力规律做了合理的推广，在1687年正式发表了**万有引力定律**：

**任何两个物体都是相互吸引的，引力的大小跟两个物体的质量的乘积成正比，跟它们的距离的平方成反比**。

如果用*m*1和*m*2表示两个物体的质量，用*r*表示它们的距离，那么万有引力定律可以用下面的公式来表示：

*F*＝*G*。

万有引力定律中两个物体的距离，对于相距很选可以看作是质点的物体，就是指两个质点间的距离，对于均匀的球体，就是指两个球心间的距离。

万有引力定律的发现，是人类在认识自然规律方面取得的一个重大成果，它揭示了自然界物体间普遍存在着的一种基本相互作用——引力作用的规律，它把地球上的力学推广到天体上去，创立了将天体运动和地面物体的运动统一起来的理论，对以后物理学和天文学的发展有很大的影响。万有引力定律的发现，对人类文化历史的发展也有重要的意义。在牛顿以前，人们认为天体的运动是神秘的，隐藏着不可认识的规律。牛顿的发现，使人们解放了思想，建立了信心，相信天地间的事物和支配宇宙的自然规律都是可以认识的。