

# 万有斥力定律

宋铭钊

(中国科学院上海光机所)

## Law of universal repulsion

Song Mingzhao

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Shanghai)

**Abstract.** To take account of special relativity effect in the gravitational field, the conclusion is obtained, which states that there is a new kind of force—a repulsion force. The force will play an important role only when the distance between any two bodies is very short.

爱因斯坦广义相对论的重力场线元为

$$ds^2 = c^2 dt^2 \left( 1 - \frac{2GM}{rc^2} \right) - r^2 (\sin^2 \theta d\varphi^2 + d\theta^2) - \frac{dr^2}{\left( 1 - \frac{2GM}{rc^2} \right)} \quad (1)$$

但上式仅适用于弱引力场,对强引力场就会失效,譬如由上式可推出物体可无限制地向黑洞中心集中,但实际上这显然是不可能的。为了克服广义相对论的这一根本弱点,必须考虑运动体的狭义相对论效应。狭义相对论表明:在两个互作匀速运动的物体上时空会发生“尺缩”、“钟慢”等一系列深刻的时空变化。虽然在重力场作用之下的物体是加速运动,但它的每一瞬间都可看作是匀速运动。这必然会导致重力场中运动体的时间改变,由此可推得重力场中精确的线元函数应为

$$ds^2 = c^2 dt^2 \left( 1 - \frac{GM}{rc^2} \right)^2 - r^2 (\sin^2 \theta d\varphi^2 + d\theta^2) - \frac{dr^2}{\left( 1 - \frac{GM}{rc^2} \right)^2} \quad (2)$$

由上式经过一系列的运算可推得重力场内物体的能量方程为

$$E = m \left( \frac{dr}{dt} \right)^2 - \frac{GMm}{r} + \frac{G^2 M^2 m}{2c^2 r^2} \quad (3)$$

上式中  $m$  为运动体质量;  $M$  为产生重力场的物体

的质量;  $G$  为万有引力常数;  $r$  为两物体间的距离;  $\tau$  为运动体原时。

(3)式中右端第三项是重力场内运动体的狭义相对论效应伴生的附加能,它表示物体之间的排斥能,用  $E_r$  表示,即为

$$E_r = G^2 M^2 m / 2c^2 r^2 \quad (4)$$

把上式对  $r$  微商,就会得到质量为  $M$  的物体对质量为  $m$  的物体的排斥力,此力是普遍存在着的,可把此规律称为万有斥力定律。

任何两物体间都存在相互排斥的力,若两物体的质量分别为  $m_1$  与  $m_2$ , 物体 1 对物体 2 的斥力为

$$F_{1 \rightarrow 2} = G^2 m_1^2 m_2 / c^2 r^3; \quad (5)$$

物体 2 对物体 1 的斥力为

$$F_{2 \rightarrow 1} = G^2 m_2^2 m_1 / c^2 r^3. \quad (6)$$

为了让读者对斥力有明确的数值概念,现举几个数值例子:已知太阳质量为  $2 \times 10^{33} \text{g}$ ,地球质量为  $6 \times 10^{27} \text{g}$ ,日地距离为  $1.5 \times 10^{13} \text{cm}$ ,按(5)或(6)计算太阳对地球的斥力为  $3.6 \times 10^{19}$  达因,地球对太阳的斥力为  $1.1 \times 10^{14}$  达因,作为对比计算出太阳与地球的万有引力为  $3.6 \times 10^{27}$  达因,由此即可看出,一般情况下引力远大于斥力,所以斥力不容易被察觉。但当距离缩小,例如两个质量等于太阳的物体当它们的距离为  $1.5 \times 10^6 \text{cm}$  时,斥力就与引力相等,同为  $1.2 \times 10^{49}$  达因,当其距离小于  $1.5 \times 10^6 \text{cm}$  时,

斥力就大于引力。

由以上例子以及(5)、(6)两式可以看出:当  $m_1 \neq m_2$  时,  $F_{1 \rightarrow 2} \neq F_{2 \rightarrow 1}$ , 如果令系数  $b$  表示下式:

$$b = G^2 m_1 m_2 / c^2 r^3, \quad (7)$$

则可将(5)、(6)两式表示为

$$F_{1 \rightarrow 2} = b m_1, \quad (8)$$

$$F_{2 \rightarrow 1} = b m_2. \quad (9)$$

对于确定的两物体,  $b$  为一常数, 因此(8)、(9)两式表明两物体间的斥力与产生引力场的物体的质量成正比。即质量不等的两物体间的斥力, 大质量物体对小质量物体的斥力大于小质量物体对大质量物体的斥力。为了理解这一规律的物理机理, 现可试作如下说明:

斥力是在引力之上产生的二次效应, 就是说斥力产生于物体引力场空间的弯曲程度, 质量越大的物体使得它周围的空间变得更加弯曲, 因此, 外界单位质量的物体在这空间里所受斥力就更大; 反之小质量的物体对它周围的空间没有什么显著影响, 它周围的空间仍可保持比较平直的状态, 所以外界单位质量的物体在此空间中所受斥力就很小。由于以上两方面所述原因就导致了(5)、(6)两式斥力不等的结果, 即导致大质量物体对小质量物体的斥力将大于小质量物体对大质量物体的斥力。

斥力的性质完全不同于引力的性质。人们已经熟知: 两物体间的万有引力  $F_a$  为

$$(F_a)_{1 \rightarrow 2} = (F_a)_{2 \rightarrow 1} = G m_1 m_2 / r^2 \quad (10)$$

由(5)、(6)、(10)式可知, 斥力与距离的立方成反比, 引力与距离的二次方成反比, 所以当距离较大时斥力变得很小, 只有引力起到明显作用, 仅当  $r$  减小后, 斥力才会逐渐增大,  $r < Gm/c^2$  以后, 斥力将大于引力。所以万有引力是一种长程力, 万有斥力是一种短程力。对于万有引力, 两物体间的相互作用是保持空间对称的, 即是甲物体作用到乙物体上的引力等于乙物体作用到甲物体上的引力, 对于万有斥力, 两物体间的相互作用则呈现出空间的不对称效应, 即是甲物体作用到乙物体上的斥力不等于乙物体作用到甲物体上的斥力。这一效应也许具有更为重要的意义, 就是从微观来讲(相当于前述的短程性)空间是不对称的, 当然对这个问题的详细讨论只有放到以后更适合的场合去了。

美国科学家希望测定万有引力常数  $G$  随距离

的改变来证实第五种力的存在。其实问题不在于  $G$  的改变, 而是应该考虑万有斥力的存在, 如果要得到与实验完全符合的结果, 必须把万有引力与万有斥力同时加以考虑。下面简单叙述一些考虑了万有斥力后的新结果:

(I) 按(1)式计算, 水星近日点每百年的进动是  $43''$ , 按(2)式计算是  $36''$ ;

(II) 按(1)式计算, 物体滑向黑洞的速度是超光速的。按(2)式计算, 物体向黑洞的运动速度不可能超过光速;

(III) 按(1)式计算, 黑洞是一个几何点, 按(2)式计算, 黑洞的半径是  $r = GM/2c^2$ ;

(IV) 按(1)式计算, 黑洞外物体向黑洞运动是单调的直线滑行。按(2)式计算, 黑洞外的物体存在着一些不连续的稳定轨道, 这很类似于普通的物质结构, 例如原子内的电子轨道与太阳系里的行星轨道, 这表明物质世界的统一性与谐合性, 黑洞也并非离奇的怪物;

(V) 还可把(2)式应用于宇宙学问题, 如果把宇宙看作一个普通的物质实体, 就可把(2)式应用于宇宙, 由此得到宇宙的线元函数为

$$ds^2 = c^2 dt^2 (1 - r^2 c^4 / G^2 M^2)^2 - r^2 (\sin^2 \theta d\varphi^2 + d\theta^2) - dr^2 / (1 - r^2 c^4 / G^2 M^2)^2 \quad (11)$$

式中  $M$  为宇宙的总质量。由(11)式可进一步推导出如下结论: 宇宙是一个不断作周期振荡的物质实体。这与大爆炸理论有某些相似的地方, 因为宇宙振荡的最小半径可看作是大爆炸的初始半径, 振荡过程中半径增大就是宇宙膨胀, 但振荡到半径的极大值后就将收缩, 这就在本质上不同于普通的大爆炸模型了, 因为按照大爆炸模型, 宇宙的膨胀是无限的, 永远不会收缩, 所以, 本文(11)式是包含了目前大爆炸理论的合理部分, 同时也蕴含了许多新的内容。例如, 在爱因斯坦理论体系中, 宇宙常数是一个争论几十年而无法解决的问题。原因就在于宇宙中同时存在万有引力与万有斥力, 使得宇宙作周期振荡。即在爱氏理论体系中所加入的宇宙常数可以是正值, 也可以是负值, 甚至也可以是零, 它是随着时间推移而改变的。这样就从根本上解决了宇宙常数之谜。

(收稿日期: 1987年7月13日)