

# 牛顿第三定律的适用范围

袁维兵

石棉县中学, 四川省雅安市石棉县 625400

牛顿定律是建立在绝对时空以及相适应的超距作用基础上的, 所谓超距作用, 是指分离物体间不需要任何介质, 也不需要时间来传递它们之间的相互作用。也就是说相互作用以无穷大的速度传递。

除了上述基本观点以外, 在牛顿的时代, 人们了解的相互作用, 如万有引力, 磁石之间的磁力以及相互接触物体之间的作用力, 都是沿着相互作用的物体的连线方向, 而且相互作用的物体的运动速度都在常速范围内。

在这种情况下, 牛顿从实验中发现了第三定律。

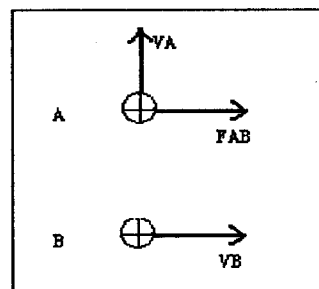
“每一个作用总是有一个相等的反作用和它相对抗; 或者说, 两物体彼此之间的相互作用永远相等, 并且各自指向其对方。”作用力和反作用力等大, 反向, 共线, 彼此作用于对方, 并且同时产生, 性质相同, 这些常常是我们讲授这个定律要强调的内容。而且, 在一定范围内, 作用反作用定律与物体系的动量守恒是密切相联系的。

但随着人们对物体间的相互作用的认识的发展, 19 世纪发现了点与磁之间的联系, 建立了电场, 磁场的概念; 除了静止电荷之间有沿着连线方向相互作用的库仑力外, 发现运动电荷还要受磁场力即洛伦兹力的作用; 运动电荷又将激发磁场, 因此两个运动电荷之间存在相互作用。在对电磁现象研究的基础上, 麦克斯韦在 1855—1873 年间完成了对电磁现象及其规律的大综合, 建立了系统的电磁理论, 发现电磁作用是通过电磁场以有限的速度 (光速  $C$ ) 来传递的, 后来为电磁波的发现所证实。

物理学的深入发展, 暴露出牛顿第三定律并不是对一切相互作用都适用的, 如果说静止电荷之间的库仑力是沿着二电荷的连线方向, 静电作用可当作以“无穷大速度”传递的超距作用, 因而牛顿第三定律仍适用的话, 那么对于运动电荷之间的相互作用, 牛顿第三定律就不适用了。

如图:

运动电荷 B 通过激发的磁场作用于运动电荷 A 的力为  $F_{AB}$  (并不沿 AB 的连



线), 而运动电荷 A 的磁场在此刻对 B 电荷却无作用力 (图中未表示它们之间的库仑力)。由此可见, 作用力  $F_{AB}$  在此刻不存在反作用力, 作用反作用定律在这里失效了。

实验证明对于以电磁场为媒介传递的近距离作用, 总存在着时间的推迟。对于存在推迟效应的相互作用, 牛顿第三定律显然是不适用的。实际上只有对于沿着二物连线方向的作用 (称为有心力), 并可以不计这种作用传递的时间 (即可看作直接的超距作用) 的场合中, 牛顿第三定律才有效。

但是在牛顿力学体系中, 与第三定律密切相关的动量守恒定律, 却是一个普遍的自然规律。在有电磁相互作用参与的情况下, 动量的概念应从实物的动量扩大到包含场的动量; 从实物粒子的机械动量守恒扩大为全部粒子和场的总动量守恒, 从而使动量守恒成为普适的守恒定律。

word版下载: <http://www.ixueshu.com>

---