**惯性力**

2015/6/2

**结论**

若一个质点某时刻在惯性系xyz中的加速度为, 坐在非惯性系abc中的加速度为, 则可假设质点受到一个惯性力



使得牛顿运动定律在非惯性系abc中仍然成立.

牛顿运动定律只适用于惯性系, 但在非惯性系中, 若人为地加上所谓的“惯性力”, 同样可以使牛顿运动定律成立. 但要注意惯性力只是一个数学工具, 既没有施力物体, 也不是真实的力. 另外, 惯性力取决于参考系的选取甚至质点的运动, 真实的受力不依赖于参考系.

**例一** 在向上加速的电梯中, 电梯给人的支持力大于人的重力．这在地面参考系(惯性系)中的解释是, 电梯给人的支持力除了要抵消人的重力, 还要提供额外的向上的力使人产生向上的加速度. 但是人从直觉上认为自己所处的是惯性系, 符合牛顿运动定律. 那么唯一合理的解释就是自己被施加了“额外的重力”. 为了使自己保持静止, 电梯不得不给人额外的支持力.

**例二** 车向左转时人感觉到向右的“离心力”. 同样, 这一现象在地面参考系中解释, 是车为了使人具有向左的向心加速度, 给人一个向左的力. 然而, 车中的人直觉上认为自己所处的是惯性系, 符合牛顿运动定律, 那么唯一合理的解释就是自己受到了向右的“离心力”. 为了使人保持静止, 车必须给人一个向左的力以阻挡向右运动.

从这两个例子可以看出, 如果假设牛顿运动定律在非惯性系中也成立, 则需要假设一些力的存在, 这种力就叫**惯性力**.

人的直觉总会假设自己的参考系是惯性系, 这就解释了为什么没学过物理的人听过离心力却没听过向心力. 用离心力来描述现象并没有错, 这只是从更符合直觉的非惯性系的角度来分析而已.

**平动非惯性系**

假设某个非惯性系abc相对于惯性系xyz没有旋转只有平移, 且时刻的相对加速度为. 这样, abc中的任何一个静止点相对于xyz系的加速度都是. 设abc系中有一质点, 相对于abc系的加速度为, 那么在惯性系中质点的加速度为. 运用牛顿第二定律得质点真实的受力为(注意真实受力不随参考系变化!)



非惯性系中的观察者假设自己的参考系中牛顿定律仍然成立, 并假设存在惯性力. 可列出牛顿第二定律



所以



这说明, 平动非惯性系中任何一个物体受到的惯性力大小与质量和非惯性系加速度的乘积成正比, 方向与相对加速度方向相反.

**非平动参考系(更普遍的情况)**

非平动参考系相对于惯性系除了平移运动还可能做旋转运动. 这时并不能类比上面直接得到的结论, 即使这里把加速度变为位置和时间的函数. 这是因为, 对非平动参考系中, 并不满足绝对加速度等于相对加速度加牵连加速度, 即并不满足 (见加速度叠加(未完成)). 对任何非惯性系都成立的普适结论只有



即, 在最一般的情况下, 惯性力等于质量乘以两参考系中加速度之差.

**计算惯性力的坐标法(适用于任何非惯性系)**

1. 求出所选惯性系和非惯性系之间的坐标变换和逆变换关系

 

2. 对求时间的二阶导数, 得出惯性系中质点的加速度(用表示).



其中双点和双撇代表对时间的二阶偏导.

3. 把xyz系中的加速度矢量用, , 逆变换到abc系中表示, .

4. 由, 惯性力为



注意第三步中的坐标变换是必须的, 因为是abc系中的矢量坐标, 是xyz系中的矢量坐标, 直接相减没有任何物理意义. 必须把变换到abc系中表示, 或者把变换到xyz系中表示才可相减. 由于惯性力是非惯性系中的假想力, 所以一般把所有矢量用非惯性系中的坐标表示.