

摩擦力方向的判定与探析

李怀伦

(河北能源职业技术学院基础部 唐山 063004)

摩擦力是一种重要而且难以把握的力, 尽管我们都熟知“摩擦力的方向总是与物体的相对运动或相对运动趋势相反, 且平行于二物体相切的平面”这个结论, 但在具体的运动过程中, 由于运动状态的复杂性, 使其表现为以下运动形式:

一、摩擦力的方向总是与物体的相对运动或相对运动趋势相反, 且与物体的相对运动方向相反, 其表现为具有阻碍性质。这种性质在实际的运动过程中屡见不鲜, 判定下来也较之简单, 故不再赘述。

二、摩擦力的方向与物体的相对运动或相对运动趋势相反, 但与物体的运动方向相同或垂直, 其表现与物体的运动状态直接相关。

摩擦力方向与物体的运动方向相同

最常见的例子是物体在传送带上, 随传送带一起运动, 但当条件发生变化时摩擦力的方向也随之变化。

例1 用倾角 $\theta = 30^\circ$ 传送带传送质量 $m = 0.5$ 千克的物体, 物体与传送带间无滑动, 求下列情况下物体所受摩擦力:

(1) 传送带以 $v = 3$ 米/秒的速度匀速向上运动

(2) 传送带以 $a = 3$ 米/秒² 的加速度匀加速向上运动

(3) 传送带以 $a = 6$ 米/秒² 的加速度匀减速向上运动

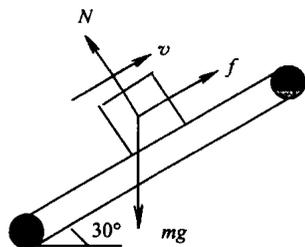


图 1

解: 物体受力分析如图 1:

(1) 传送带匀速上升, 物体处于平衡状态, 合力为零:

$$f - mg \sin \theta = 0, f = mg \sin \theta = 2.45(\text{N}) \quad \text{摩擦力向上}$$

(2) 传送带以 $a = 3$ 米/秒² 的加速度斜向上运动:
 $f - mg \sin \theta = ma, f = mg \sin \theta + ma = 3.95(\text{N})$ 摩擦力向上

(3) 传送带以 $a = 6$ 米/秒² 的加速度匀减速向上时, 物体合力沿传送带向下

$$mg \sin \theta - f = ma, f = mg \sin \theta - ma = -0.55(\text{N}) \quad \text{此时摩擦力向下。}$$

从本题可以看出, 由于运动状态不同, 摩擦力的方向发生了变化, 实际上物体沿传送带方向如果二界面间光滑, 物体则仅在重力的分量作用下, 产生的加速度为 $a = g \sin \theta = 4.9$ 米/秒², 当物体的加速度 $a = 3$ 米/秒² 时, 说明物体所受的静摩擦力必向上, 而加速度 $a = 6$ 米/秒² 且减速时, 说明物体的静摩擦力沿斜面向下。

摩擦力方向与物体的运动方向垂直

常见的例子是汽车在水平道上拐弯, 它所需要的向心力由静摩擦力来提供, 表面上看物体运动方向沿切线方向, 摩擦力也应沿切线方向, 但实际上此时摩擦力的方向与物体的运动方向垂直并指向圆心, 为了说明这个问题关键是如何确定其运动趋势, 可参照如下:

例2 物块 C 放在转盘上, 当转盘绕其中心轴以角速度 ω 逆时针匀速转动时, 物块 C 相对于转盘静止(如图 2(a) 所示), 此时物块 C 受到的静摩擦力的方向为沿半径方向指向圆心。

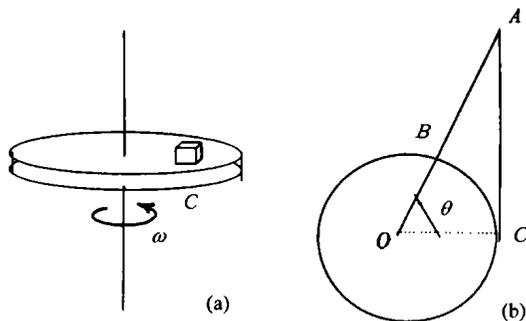


图 2

分析如下: 假设物块 C 与转盘间无摩擦, 物块 C 将沿切线方向飞出, 若经很短时间 Δt 到达 A 点, OA 连线交以 OC 为半径的圆周于 B 点, 见图 2(b), 令 $\angle AOC = \theta$, 则在 Δt 时间内弧长 $BC = R\theta$, $L_{AC} = R \cdot \tan \theta$. 当 Δt 很短时, 由于 Δt 很小则 $\tan \theta \approx \theta$, 故有 $L_{AC} = R \cdot \theta$, 即弧长 $BC = L_{AC}$. 再令在 Δt 时间内盘转过了 α 角, 则与物块接触的圆盘上点转过了 $R \cdot \alpha$ 弧长, 而 $L_{AC} = v \cdot \Delta t = \omega R \cdot \alpha / \omega = R \cdot \alpha$ 所以, $R \cdot \alpha = R \cdot \theta$, 因此, 转盘上的物体由原来所处的位置就到达 B 点, 物块 C 相对于转盘是沿半径远离圆心而去的, 这正是物块 C 相对于转盘运动趋势的方向。

物块 C 的速度沿切线方向, 这是相对而言; 而现在是转盘给物块静摩擦力, 那就必须以转盘为参照系来判断物块 C 相对运动趋势的方向, 因此得出摩擦力垂直速度方向的结论。

纳米科技与生活

殷春英

(衡水师专物理系 河北 053000)

纳米科技是当前全球都在谈论的热门话题,是80年代末、90年代初逐渐发展起来的前沿科技领域,它的迅速发展将促使21世纪的几乎所有领域产生一场革命性的变化。关注纳米就是关注我们的未来。

一、何为纳米科技

“纳米”(nm)为一米的10亿分之一,纳米科技中的“纳米”为10~9nm,发丝的直径约为8万纳米,原子的直径在0.1~0.3纳米之间。所谓纳米科技,是指用数千个分子或原子制造新型材料或微型器件的科学技术,是指在0.1~100nm尺度空间,研究电子、原子和分子运动规律、特性的高新技术学科。其最终目标是按照人类自己的意志直接操纵单个原子,制造出具有特定功能的产品。我们知道,当物质小到1~100纳米时,由于其量子效应、物质的局限性及巨大的表

面和界面效应,使物质的很多性能发生质变,呈现出许多既不同于宏观物质,也不同于单个孤立原子的奇异现象,纳米技术的最终目标是直接以原子、分子及物质在纳米的尺度上表现出来的新颖的物理、化学和生物学特性制造出具有特定功能的产品。

二、纳米科技的研究对象

纳米科技研究的领域相当广泛,从功用性研究领域来看可以从以下三个方面说起。

纳米材料

纳米材料是纳米科技发展的重要基础,纳米材料可划分为三大类:一是一维的纳米粒子,二是二维的纳米固体(包括薄膜和涂层、管、线),三是三维的纳米体材(包括介孔材料)。

纳米材料具有特殊的性能,如极佳的力学性能,即高强、高硬和良好的塑性。金属材料的屈服强度和硬度随着晶粒尺寸的减小而提高。同时,不牺牲塑性和韧性。纳米材料的表面效应和量子尺寸效应对纳米材料的光学特性有很大的影响。如,它的红外吸收谱

滑动摩擦力的方向也可能与运动方向相同,

但一定与相对运动趋势相反

例3 木块A

在外力作用下以速度 V_A 匀速运动,将木块B轻轻放在A

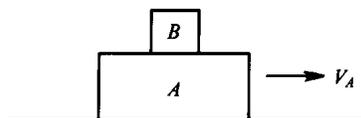


图3

的上面,B在A的带动也向右运动,但二者间有相对运动,此时,B所受的滑动摩擦力与其运动方向相同(见图3)。

主动轮、从动轮传动过程中摩擦力方向的判定

此时主动轮摩擦力表现为主动性,从动轮表现为被动性,这种特性判定起来相当困难。

例4 图4为皮带传送装置,A为主动轮,B为

从动轮,传动过程中皮带不打滑,P、Q分别为两轮边缘的

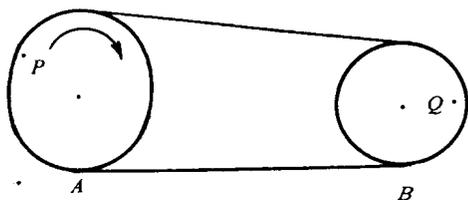


图4

两点,试确定P、Q两点摩擦力的方向。

解:由于A轮为主动轮,当其转动时P点相对皮带有向前的运动趋势,皮带给P点的摩擦力向后,即P点摩擦力的方向与A轮的转动方向相反,

此时A轮通过静摩擦力带动皮带传动,Q点相对皮带有向后的运动趋势,皮带给Q点的静摩擦力方向与皮带的转动方向相同,皮带带动B轮一起转动,也就是说皮带给A轮P点的静摩擦力是阻力,而给B轮Q点的静摩擦力是动力。在本题中,摩擦力表现为主动性同时又有被动性。

例5 某人在平直公路上骑自行车,试分析其前后轮摩擦力的方向。

解:由于后轮是驱动轮,其向前转动,后轮与地面的接触点相对地面有向后的运动趋势,因而地面给后轮的摩擦力向前;前轮是从动轮,前轮与地面的接触点相对地面有向前的运动趋势。故地面给前轮的摩擦力向后,使前轮转动起来。同理,驱动轮在后的汽车也是后轮的摩擦力向前,而前轮的摩擦力向后。

由例4、例5可以看出同样是主动轮与从动轮的传动过程,由于运动形式的不同,摩擦力方向也表现不同,但二者的共性是都有主动性和被动性。

以上通过对摩擦力方向的分析可以看到:摩擦力在物体运动过程中,既有阻力性质和被动性,又有动力性质和主动性;其方向既可与物体运动方向相反也可相同,甚至垂直。但无论怎样变化,它总是与物体的相对运动或相对运动趋势相反,这一条是肯定的,在分析摩擦力的方向时,尤其要把握住这一点。