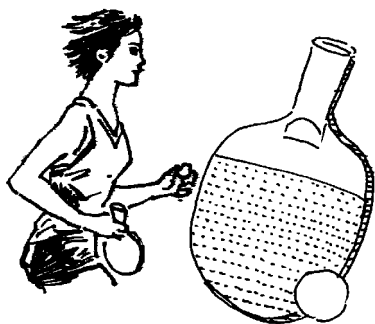


# 乒乓球的物理知识

李 启 成

(黑龙江科技学院数力系 哈尔滨 150027)



比赛中的乒乓球的运动是既包含平动,又包含转动的复合运动。

对于平动的运动规律,人们往往容易掌握。但对于转动,初学者常常感到难于驾驭。究其原因,是因为没有掌握其中的力学规律。下面从物理学的角度对其基本规律进行讨论。

## 一、下旋球

运动员如图 1(a) 击球,乒乓球会产生如图 1(b) 的运动。既有水平方向的运动,又有逆时针方向的旋转。

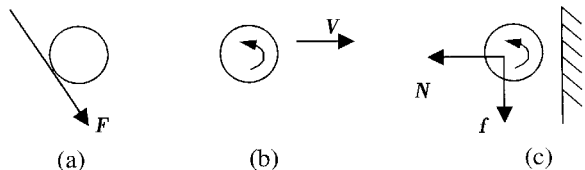


图 1

当乒乓球遇到竖直墙壁时,它受到一个与墙垂直的正压力  $N$  的作用。由于乒乓球与墙的接触点相对于墙向上运动,它还会受到一个与相对运动方向相反的滑动摩擦力  $f$  的作用,如图 1(c) 所示。乒乓球接触墙时受到的合外力方向应是斜向下的,因此乒乓球接触墙后的运动也应是斜向下的。如果不是与墙碰撞,而是一名初学者用球拍接球,而他又没有考虑乒乓球的旋转,只是逆着球的运动方向加力击球,乒乓球很容易下网,这也正是“下旋球”名字的出处。

细心的读者可能已经注意到了,我们在研究乒乓球与墙碰撞时把乒乓球看做了质点。这是因为我们想知道的是碰撞后乒乓球的整体运动情况。

## 二、上旋球

运动员如图 2(a) 方向击球,乒乓球会产生如图 2(b) 的运动。当乒乓球遇到墙壁时,根据在下旋球里面讲述的道理,乒乓球不仅受一个与水平方向相垂直的正压力,还会受到一个竖直向上的滑动摩擦力的作用。显然,此时乒乓球受的合力方向斜向上。如果是

一名初学者接球,而他又没有考虑乒乓球的旋转,乒乓球很容易出台,这也是上旋球名字的由来。

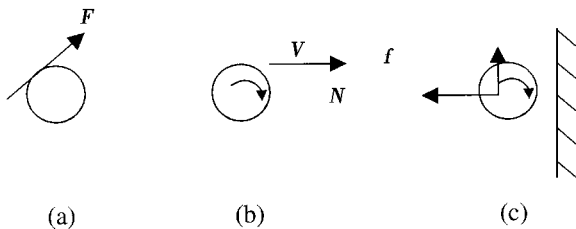


图 2

另外,大家经常听到“前冲力很强”的弧圈球,它本质上是上旋球。这种球在与球台接触前的平动速度不大,但旋转性很强。与球台接触后,受旋转的影响,受到一个较大的与运动方向相同的摩擦力的作用。正是在这个力的作用下,乒乓球触台后,会加速向前运动,这种球也是初学者较难控制的一种球。

## 三、转与不转的判断方法

由于空气压力的不均匀会导致旋转中的乒乓球的运动给人一种“漂”的感觉,下面以下旋球为例说明。如图 1(b) 中,球下部的旋转方向与平动方向相同,而上部的旋转方向与运动方向相反。球的下部相对空气的运动速度比上部大,导致下部受到的空气压力小于上部。这种球给人一种往下“扎”的感觉,接球时会感觉“沉”。实际运动中的乒乓球没有绝对的下旋球,多数都带有一定的侧旋,加上乒乓球的质量很小,稍有一点外界的影响(如微弱的气流变化等),都会引起旋转方向发生一点变化,从而导致所受到的空气的压力的方向和方向的改变。所以,旋转中的乒乓球的运动会给人一种“漂”的感觉。

可以用同样的方法对上旋球进行分析,这里就不再赘述。要说明的一点是接触上旋球时,不会有“沉”的感觉,相反,会感觉很轻,而且容易被打飞。

旋转球由于需要较大的切向力,垂直于球拍方向的作用力相对较小,这就会使发旋转球时球和球拍正面撞击发出的声音相对较小。一般正面撞击的声音越小旋转越强。乒乓球比赛中禁止发球时跺脚,就是避免跺脚发出的声音干扰对方的判断。

## 四、上旋球与下旋球的判断

如图 1(a) 所示,要想发出下旋球,须使球受到

# 月球,人类航天的“加速器”

袁跃胜 唐光善

(浙江省新昌中学 312500)

2003年10月15日,是一个永载中华民族和人类文明史册的日子。我国第一艘载人飞船“神舟”五号发射升空。在绕地球环行14周后,16日6时23分,我国自己培养的航天员杨利伟乘返回舱在内蒙古预定地区安全落地,我国首次载人航天飞行取得圆满成功。中国人第一次乘自行研制的宇宙飞船,实现了飞向太空的历史性跨越。这是我国航天事业和国防科技事业发展史上一座新的里程碑,开创了我国科学技术发展的新纪元。

辽阔无垠的宇宙令人神往。航天技术的发展极大地扩展了人类活动的新领域,带来了传统技术无法达到的经济和社会效益,同时它的发展也成为体现一个国家综合国力和当代科学发展水平的重要特征。“神舟”五号的发射成功让每一个中国人都感到无比骄傲和自豪,中学生们对中国航天事业也表现出了高度的关注和极大的热情,同学们恨不得立即学好本领报效祖国。几位同学还从一道竞赛题中获得灵感提出“让月球作为人类航天的加速器”,和航天专家们提出的“在使用化学火箭时利用行星重力场的重力辅助增加飞船的推进力”的观点不谋而合。这里将同学们的设计思想作一补充和整理,愿与大家共赏。

是这样一道竞赛题:远点在木星轨道而绕日运行的彗星,它的形成可看成是从无限远处落向太阳的天体经木星吸引而成为太阳的彗星,求其近日点离太阳的距离(设木星绕太阳公转的轨道为圆形轨道,其半径为 $R$ ,彗星质量远小于木星质量)。解:设太阳的质量为 $M$ ,木星质量为 $m$ ,运行速度为 $v$ ,由引力提供向心力,得:

$$GMm/R^2 = mv^2/R$$

$$v = \sqrt{GM/R}$$

如图1所示,质量为 $m_1$ 的彗星从无穷远沿抛物线轨道落到木星轨道时的速率 $v_1$ 可由能量守恒

定律求得:

$$m_1 v_1^2/2 - GMm_1/R = 0$$

$$v_1 = \sqrt{2GM/R}$$

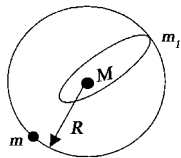


图1

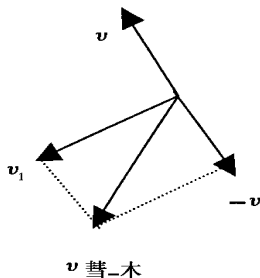


图2

如图2所示,以木星为参照物,彗星相对木星的速度为

$$v_{\text{彗-木}} = v_1 - v$$

得:

$$v_{\text{彗-木}} = \sqrt{3}v$$

已知木星质量 $m$ 远大于彗星质量 $m_1$ ,彗星与木星相互作用后,木星速度大小可认为不变,彗星相对木星靠近时与相对木星远离时速率相等,因为彗星绕日运行的轨道在木星轨道处,所以相互作用后彗星在离开木星时相对太阳的速度方向应在木星轨道的切线上,相对于太阳的速率 $v'_1$ 为:

$$v'_1 = v_{\text{彗-木}} - v = (\sqrt{3} - 1)v$$

设 $x$ 为彗星的近日点或远日点距离,由开普勒天体运动第二定律和能量守恒定律得:

$$Rv'_1 = xV_2 \quad R(\sqrt{3} - 1)v = xV_2$$

$$\frac{m_1 v_1'^2}{2} - \frac{GMm_1}{R} = \frac{m_1 v_2^2}{2} - \frac{GMm_1}{x}$$

得:

$$x_1 = R$$

$$x_2 = 0.37R$$

即彗星的近日点距离为 $0.37R$ 。

一天体进入另一中心天体的引力范围时所发生的相

一个斜向下的切向力的作用,所以我们根据发球运动员的球拍接触球的一刹那的运动方向,可以判断其旋转方向。发球运动员经常在球拍触球的前后,做出一些假动作来干扰对方做出正确判断,这一点

是初学者特别要注意的。

下旋球的道理明白了,读者可用同样的方法对上旋球进行分析。