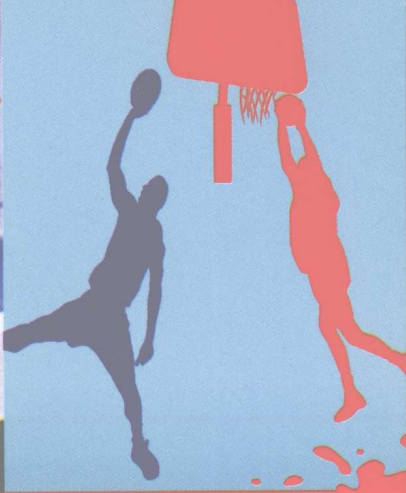
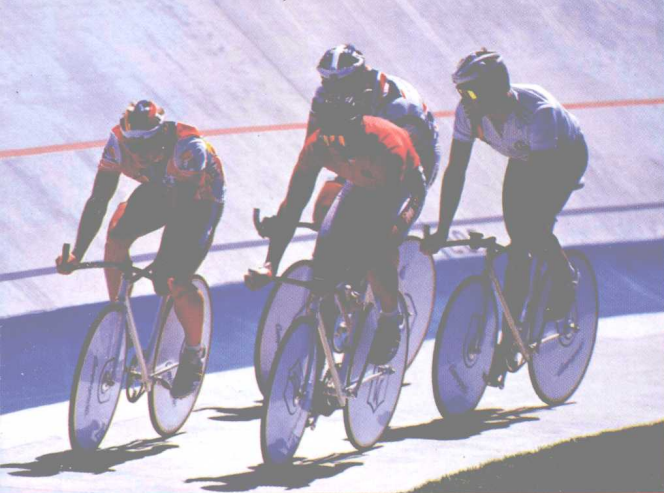




体育运动中的物理学

桑加 舒岫 编著



科学普及出版社

体育运动中的物理学

桑 加 舒 岫 编著

科学普及出版社

• 北 京 •

图书在版编目(CIP)数据

运动中的物理学 / 桑加, 舒岫编著. —北京: 科学普及出版社, 2008. 8

ISBN 978-7-110-06936-3

I. 体… II. ①桑…②舒… III. ①体育运动-普及读物 ②物理学-普及读物 IV. G8-49 O4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 134686 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志, 未贴防伪标志的为盗版图书。

总策划: 牛政斌

责任编辑: 赵 晖 付万成

封面设计: 小 琳

责任印制: 安利平

科学普及出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码: 100081

电话: 010-62103210 传真: 010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京市迪鑫印刷厂印刷

*

开本: 850 毫米×1092 毫米 1/32 印张: 3.5 字数: 100 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 9.60 元

ISBN 978-7-110-06936-3/G·3036

(凡购买本社的图书, 如有缺页、倒页、
脱页者, 本社发行部负责调换)

目 录

好风凭借力 送君过河海	
(利用风力的运动——帆船运动).....	1
胜负成败论摩擦	
(运动中的摩擦力).....	7
从横杆下钻过去的冠军	
(运动中的重心变化)	12
旋转出来的成绩	
(离心现象和掷链球、掷铁饼运动).....	19
摔跟头的窍门	
(摔跟头中的动量定理)	24
会拐弯的足球	
(踢足球的伯努利方程)	29
撑杆中的魔法	
(运动中的能量的储存和转换)	34
“半仙之戏”话共振	
(秋千游戏中的共振现象)	41
黑羊白羊立规矩	
(栏板为何漆成黑白相间的两色)	46
从木马游戏到自行车运动	
(自行车的发展历程和自行车运动)	50
太空中的体育锻炼	
(微重力状态下的人体活动)	56
标枪投得远,科学少不了	
(斜抛物体运动和投标枪)	63

新发明推出新运动

（汽车运动和汽车的发明与发展） 67

小球碰撞有学问

（碰撞定律与台球） 73

竞翔鸽子不迷途

（鸽子是如何识别方向的） 78

打别人自己也痛

（运动中的作用力和反作用力） 81

热气腾腾谁主沉浮

（热气球为何能够升空） 86

翱翔蓝天的秘密

（滑翔机的发展史和滑翔运动） 91

变化多端话乒乓

（乒乓球运动中的力学原理） 96

天空中开放的花朵

（跳伞运动和降落伞的原理） 100

平衡木上说平衡

（谈平衡的条件） 104



好风凭借力 送君过河海

(利用风力的运动——帆船运动)

帆船运动

帆船运动是依靠自然风力作用于帆上，驾驭船只前进的一项水上运动。比赛用的帆船是由船体、桅杆、舵、稳向板、索具等部件构成的小而轻的单桅船。由于船体轻、航速快，因此又称为快艇。

远古时期的南美原始民族使用木捆扎、带有简单风帆的木筏。虽然简陋，却可漂洋过海。它可能是帆船的最早起源（图1）。

最早的木帆船起源于古埃及。约在4700年前，已有木帆船航行于尼罗河和地中海。船桅近船头，是两根木杆在上端扎成A字形，横悬一面矩形或方形的帆（图2）。

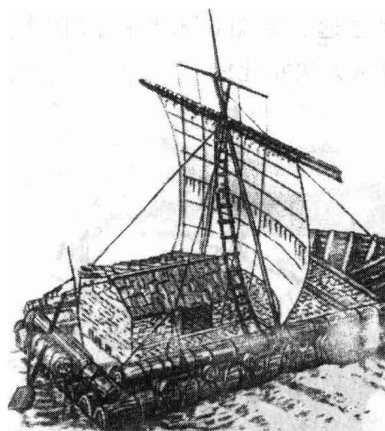


图1 远古时期南美原始居民使用的“帆船”

中国的风帆出现的时间比西方至少晚两千年，但没有经历西方漫长的横帆阶段，一开始就发展可转动的纵帆。东汉出现的平衡纵



帆是中国的独创。这种帆在桅前、后面积的比例不同。使风的压力由中心移至桅后，而又距桅杆很近，故帆的转动较省力。这种帆的出现，标志着中国木帆船逆风航行能力已达到成熟阶段。

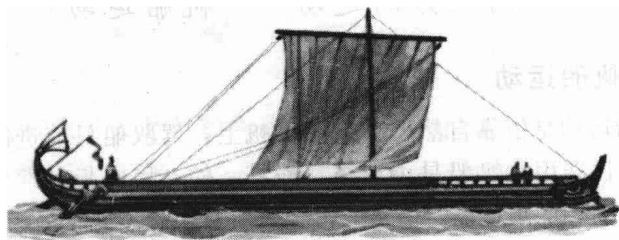


图2 公元前1500年的帆船

15世纪初到16世纪，世界进入航海、探险的黄金时代。各国公认中国木船安全可靠，速度快，操纵灵活，装载量大，航海仪器（指南针）先进。公元1405—1433年，明朝郑和七次下“西洋”。其规模之大、航程之远、船舶技术与航海技术之高、所到国家之多，是当时任何国家无法相比的。

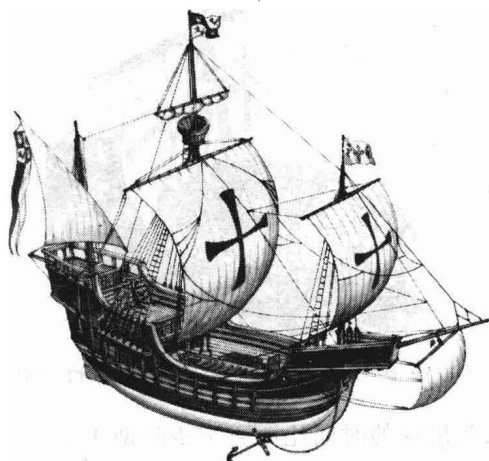


图3 15—16世纪航海探险时代的船



15 世纪时，大西洋沿岸的欧洲国家在帆船设计方面有一项划时代的进展，就是三桅船。新船基本上集中了各种船的优点，装有艏柱铰链舵，方帆与三角帆并用，能利用各个方向的风，并把帆分悬在 3~4 根桅杆上，操纵更加灵活，主桅及前桅上有 2~3 张方帆。帆面积增大，船速就加快，船的体积也可增大（图 3）。

19 世纪时，为了使运输货物的时间缩短，美国率先建造了快速帆船，后来这种帆船演变成著名的巴底摩尔快速帆船，帆船的发展达到了顶峰（图 4）。

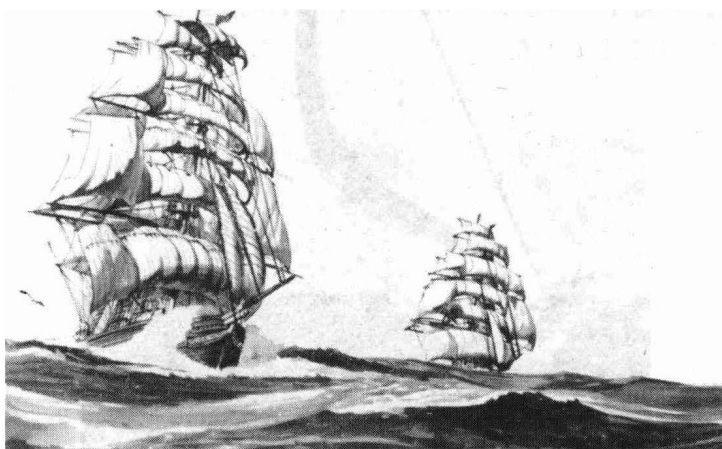


图 4 19 世纪的商船

最早作为娱乐活动的帆船起源于 16—17 世纪的荷兰，当时人们乘着这种小船在荷兰航道旅行。1660 年英国王政复辟，查理二世回国时，荷兰赠送他一条“玛丽号”帆船，此后帆船活动在英国贵族中开展起来。1812 年英国创建了皇家帆船中队。1844 年美国成立了纽约帆船俱乐部。1870 年美国 and 英国举行了第 1 届著名的横渡大西洋美洲杯帆船比赛。

1900 年第 2 届奥运会把帆船列为正式比赛项目，原为男女混



合项目，从 1988 年起奥运会分设男女项目。比赛在海上进行，海面设 3 个浮标构成三角形，每段航道 2~2.5 海里（1 海里=1852 米）。比赛绕标航行共进行七场，取其中 6 场最好成绩之和评定总分。1907 年创立了国际帆船联合会（图 5）。

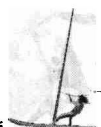


图 5 带帆的现代竞赛游艇

风是怎样形成的

帆船利用风力航行，那么风是怎样形成的呢？太阳光照射在地球的表面上，它使地表的温度升高，地表的空气受热膨胀变轻而往上升。热空气上升后，低温的冷空气横向流入，空气的流动就产生了风。

另外，上升的空气因逐渐冷却变重而降落，由于地表温度较高



又会加热空气使之上升，这种对流也会形成风。由此可见，风的能量是来自太阳的。太阳辐射出来的光和热是地球上风形成的源泉。风是太阳送给地球的礼物，我们要很好地利用它，使它为人类造福。

风除了使帆船航行之外还能转动风车

风车是风力的另一种应用。早期的风车的应用有以下几个方面：磨粉、碾谷物；制粗盐、烟叶、榨油、压滚毛呢、毛毡、造纸以及排除沼泽地的积水。后来由于蒸汽机、内燃机、涡轮机的发明，依靠风力的古老风车曾一度变得暗淡无光，几乎被人遗忘了。但是，因为风车利用的是自然风力，没有污染和耗尽之虞，所以它作为绿色能源的一种，深深地吸引着人们（图6）。



图6 19世纪的荷兰塔式风车

现在，人们感兴趣的首先是如何利用风来发电。风是一种潜力



很大的能源，我们把风的动能转变成机械能，再把机械能转化为电能，这就是风力发电。利用风力发电的尝试早在 20 世纪初就已经开始了（图 7）。

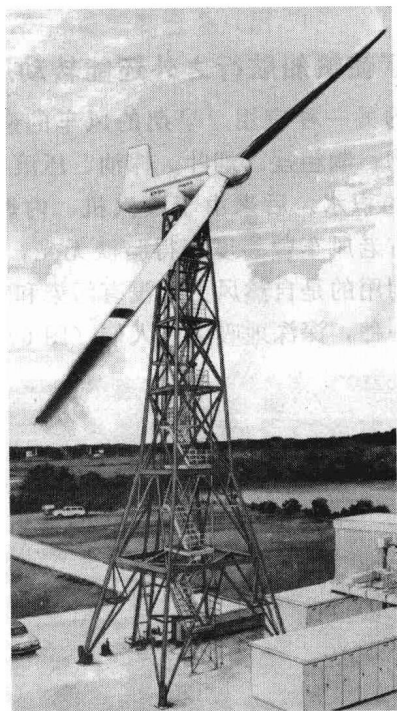


图 7 风轮发电机



胜负成败论摩擦

(运动中的摩擦力)

◎ 拔河运动

拔河是人数相等的双方对拉一根粗绳以进行力量较量的对抗性体育娱乐活动。拔河来源于古时水乡拉纤和水军操练活动。古时，拔河曾被作为军中游戏，以训练兵卒的体力。唐宋以后，拔河渐在民间盛行。现代一般拔河的方法是：在地上划两条平行的直线为河界，由人数相等的两队在河界两侧各执绳索的一端，闻令后，用力拉绳，以将对方拉出河界为胜（图1）。



图1 小朋友的拔河游戏

拔河谁不会呀，只要力气大就准能赢呗。

是的，力气大小是决定胜负的基本因素，但有一些窍门可以帮



助你以弱胜强。分析拔河队员在水平方向的受力情况有两方面因素，一是绳子的拉力，二是地面提供的摩擦力。拔河胜负的关键在于有效地利用摩擦力。地面所能提供的最大摩擦力受到摩擦的系数的制约，穿上鞋底有凹凸花纹的鞋，可以增大摩擦力。人的体重也对摩擦力产生影响，因为摩擦力与正压力有关。所以一些拔河队在选择队员时，对胖子格外青睐。另外，身体要适当后坐或后仰，因为只有向前的蹬力才能产生向后的摩擦力。设想一个站在光滑冰面上的人参加拔河比赛，尽管他的腿能以强力蹬冰面，但一旦超出冰面能提供的最大摩擦力，便产生了滑动，就被对方拉过去了。真是英雄无用武之地！

更为重要的是，队员的发力在时间上要同步，这样才能在瞬间形成一个强大的合力。

什么是摩擦力

相互接触的物体做相对运动或有相对运动的趋势时产生阻碍物体相对运动的作用力就是摩擦力。

在体育运动中，有很多项目要求适当增大摩擦，例如跑、跳运动员的跑鞋、跳鞋和起跑时利用起跑器均是为了增加摩擦力。一般跑鞋、跳鞋的鞋底上会安上几颗钉子，运动员跑时，钉子扎在地上，便增大了摩擦力就可以避免脚下出现打滑的现象了（图2）。

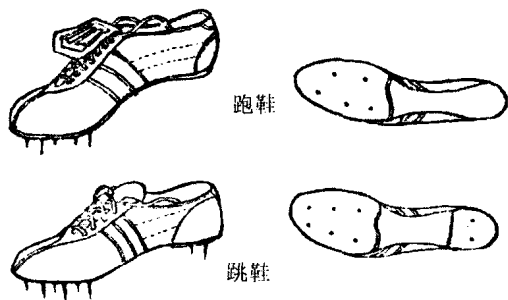


图2 运动员的跑鞋和跳鞋



体操运动员在上场比赛前要在手上或腿上抹一点白色的粉末，这有什么用处呢？

抹白色粉末的作用都与摩擦力有关，体操队员做单杠或吊环时，要在手上蘸上白色的镁粉，目的是增大大手与杠或环之间的摩擦力，以保证做惊险动作时手不打滑。而做鞍马动作时在腿部抹些白粉，它是滑石粉，其目的是减小运动员腿部与鞍马之间的摩擦力，使动作轻巧灵活。

有一些运动要减小摩擦力如滑冰运动就要将冰鞋用专用磨具打磨，以尽量减小摩擦，增大前进速度（图3）。

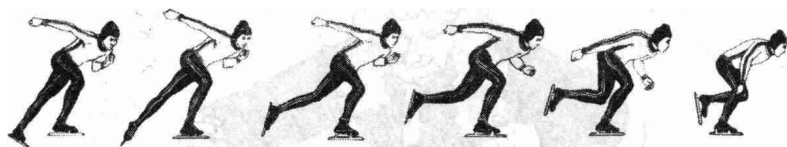


图3 滑冰图

滑雪板用的润滑油膏有一个特点：它的滑动摩擦系数小，而静摩擦系数大。不涂润滑油膏，滑雪板与雪面的静摩擦系数为0.16，动摩擦系数为0.06。涂上润滑油膏后，则静摩擦系数增大到0.5，而动摩擦系数则减到0.02。增大静摩擦系数能保证滑雪板在蹬离雪地时更好地与雪地附着，减小动摩擦系统则能保证滑行时的速度更大（图4）。

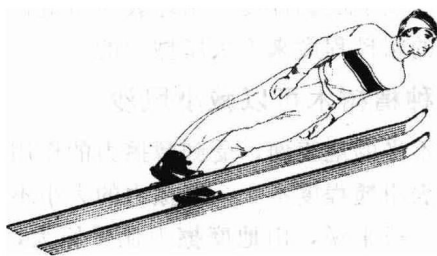


图4 滑雪图



◎ 怎样加大摩擦力

拿一个很重的东西时就要用劲捏紧它，因为捏得越紧，手对重物的压力就越大，这样它们之间的摩擦力就增大了，摩擦力足够大时，重物就不会从手中滑掉。刹车器就是利用加大压力，增大摩擦力，使车轮的转速降低，直到完全停止。

钻木取火是一种非常古老的生火方式，它利用摩擦产生的热使木头燃烧起来（图5）。



图5 摩擦生热

此外，增大接触面的粗糙程度也能增大摩擦力。例如，足球守门员戴的手套、篮球表面上的花纹、乒乓球正胶球拍胶皮上的胶粒长短和反胶球拍胶皮上的黏性度、铅球表面铸造得很粗糙等，都是采取增大接触面的粗糙程度来增大摩擦力的。

◎ 为什么种植树木可以减小风沙

风刮过粗糙不平的地表面，受到摩擦力的作用，风速不得不减小下来。由于地表粗糙程度不一，摩擦力的大小不同，风速减小的程度也就不同。一般来说，山地摩擦力比平原大，森林比草原大。摩擦力不仅会削弱风速，同时也干扰了风向。种植树木可以减小



风沙。

◎ 壁虎的脚掌

壁虎生活在房檐、天花板、墙壁、门窗缝隙中，常常在夜间出来活动，捕捉害虫。它们能在光滑的墙壁、玻璃、门窗上爬来爬去，它为什么不会掉下来呢？

有人说它的脚掌上有黏液，有人说是静电吸附，还有人说是脚掌上有吸盘……科学家通过研究发现，壁虎脚趾下面的表皮上长有许多小骨针，平均每平方厘米的面积上有 150 万根左右，而每根小骨针上又密密麻麻地反复分支形成几百个匙状凸起。壁虎就靠它们与光滑的墙壁等物体产生很大摩擦力，从而可以飞檐走壁，健步如“飞”。



从横杆下钻过去的冠军

(运动中的重心变化)

如果有人告诉你，优秀跳高运动员都是从横杆下“钻”过去的，你相信吗？

这是真的。

跳高是田径运动中的重要项目，它是由有节奏的助跑、单脚起跳、越过横杆与落地等动作组成，以越过横杆上缘的高度计算成绩。

跳高作为一种游戏活动可以追溯到远古时代。跳高运动在各个国家的不同时期都曾广为流传。早在春秋战国时期，我国就出现了用“逾高超距”作为挑选和训练士兵的手段，在民间也流传着跳高的游戏。公元 560 年左右南北朝名将周文育 11 岁时就“跳 6 尺与群众戏，众莫能及”。在古代的日耳曼人中曾盛行过跳越横排马匹的比赛，有人最多跳越过横排着的 6 匹马。非洲的图西人还曾有过利用厚木头的跳板或石头踏跳进行的跳高比赛。

跳高作为比赛项目始于爱尔兰和苏格兰。1800 年，跳高已列为苏格兰运动会的比赛项目。19 世纪 60 年代以后跳高在欧洲和美洲开始普及。

最初的男子世界跳高纪录是 1.70 米左右，现在的世界纪录已经超过 2.40 米了。跳高是人依靠自己的力量克服地球的引力，使身体越过横杆的运动。它是人的弹跳力、知识、技艺的综合表现，因此这里面学问可大着呢。

除弹跳力之外，还有什么重要因素影响人跳得高低呢？从跳高运动史来看，跳高的姿势是很重要的因素。现在跳高的姿势有五种：跨越式、剪式、滚式、俯卧式、背越式（图 1）。运动员用跨