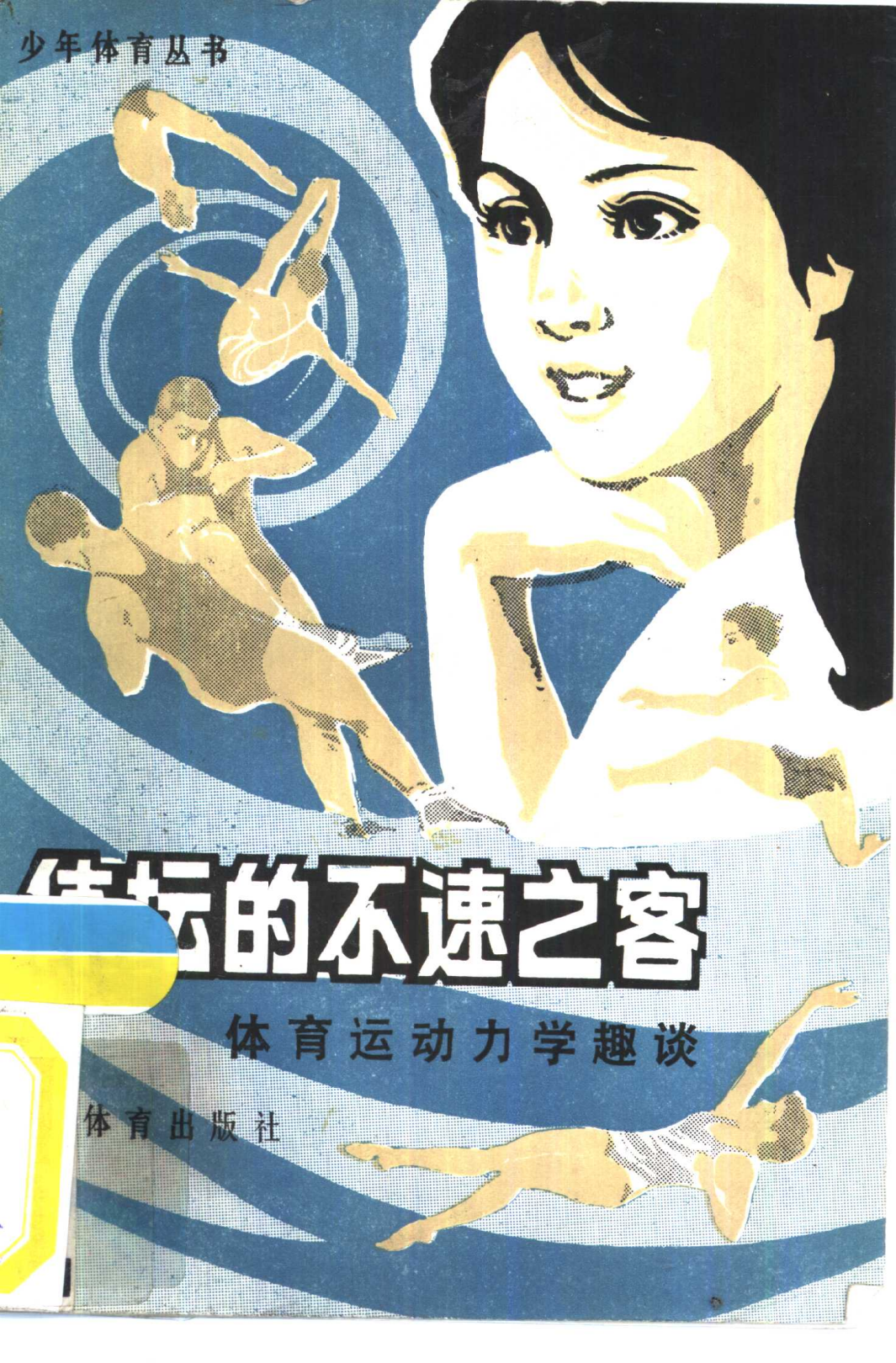


少年体育丛书



体育的不速之客

体育运动力学趣谈

体育出版社

少年体育丛书

体坛的不速之客

体育运动力学趣谈

刘志成

人民体育出版社

本社已出版的少年体育丛书

腊梅花(体育卫生小故事)

伟人与体育

列宁锻炼身体的故事

文化宝库中的一颗明珠(我国古代体育)

智慧与健康(中外文化名人的健身故事)

大力士之路

不寻常的喧闹声(体育寓言、故事集)

人生的春天

剑光闪闪

水晶场上显绝招

体坛的不速之客(体育运动力学趣谈)

封面设计：杨家斌

责任编辑：杜忠德

出版者：人民体育出版社 787×1092毫米 1/32 50千字 印张 3.625

印刷者：沙河印刷厂 1982年3月第1版 1984年3月第2次印刷

发行者：新华书店北京发行所 印数：12,001—20,800册

统一书号：7015·2005 定价：0.27元

前 言

一个铁饼运动员，在采纳了运动生物力学家的建议以后，居然在三天之内，使自己的投掷距离前进了5米，一举打破了世界纪录。这似乎是一个奇迹，然而在世界体坛，这一类奇迹是并不罕见的，所不同的只是，体育明星们在其创造辉煌业绩之前，不一定直接受教于科学家本人就是了，但无论怎样，在他们向体育高峰作每一步登攀的时候，都不能不借助“力学”这门知识。

阅读了这本书，大家会很自然地把体坛明星们的赫赫纪录与力学概念建立起联系，并能在今后的体育活动中，对经常遇到的力学现象，作出明白的解释。唯其如此，本书无疑将会成为广大体育爱好者对这一领域作进一步研究的一块“敲门之砖”。

现代运动生物力学是体育基础科学的一门重要学科，同时也是力学的一个重要分支，它对我国现代化体育队伍的建设，正在起愈来愈大的影响。愿本书在这一新的历史进程中发挥一定的作用。

目 录

1. 王冠之谜和游泳·····	1
2. 阿基米德杠杆与运动技巧·····	9
3. “给我一个支点，我就能举起地球”·····	14
4. “学问之神”错在哪里？·····	18
5. 万有引力和9"9大关·····	22
6. “大块头”和“巧玲珑”各显其能·····	25
7. 伽利略的苦恼和人体受力图·····	29
8. 运动场上的“无名英雄”——摩擦力·····	34
9. 怎样才游得快？·····	38
10. 站起来的学问·····	41
11. “稳”的秘密·····	44
12. 0.1~0.2秒之内的抉择·····	48
13. “四两借千斤”和“声东击西”·····	51
14. 动作速度的含义·····	54
15. 汽车窗上的雨滴和速度的合成·····	57
16. 风筝上天和蚂蚁搬家·····	61
17. 比萨斜塔的著名实验·····	65

18. “魔力”何在?	73
19. 妙哉雷达, 妙哉球星!	78
20. 姑娘从空中落向何处?	82
21. 人体重心会往哪里飞?	85
22. 非凡的惯性离心力.....	89
23. 相反相成的一对儿.....	95
24. 陀螺为什么不倒?	100
25. 人在空中怎样加快翻转?	102
26. 小个子的遗憾.....	105
27. “鞭打”的奥妙.....	109

王冠之谜和游泳

古希腊有一个国王叫希艾罗，为了祭神，特地请来一位高明的金匠，让他用纯金做一个王冠。不久，金匠把一顶金光灿烂雕满了精致花纹的王冠拿来了。希艾罗国王愈看愈喜欢，并拿给周围的大臣们欣赏。大臣们拿了王冠总觉得它不象是纯金做的，按理纯金的王冠似乎应该比这更重一些。于是，他们便纷纷在背后议论起来。这些背后议论很快传进了国王的耳朵，国王大发雷霆。王冠如果不是纯金做的，那不就是金匠欺骗了国君吗！如果是纯金制成的，散布王冠掺假的人就是有意损害国王的尊严了。于是国王决心要查个水落石出。

金匠说他已经把黄金如数制成了王冠，并要求国王称一称王冠的重量。重量刚好。大臣们于是着了慌。他们急忙申辩：或许金匠把一部分纯金换成了银子呢，这也是完全能够做到的。国王一听也有道理。

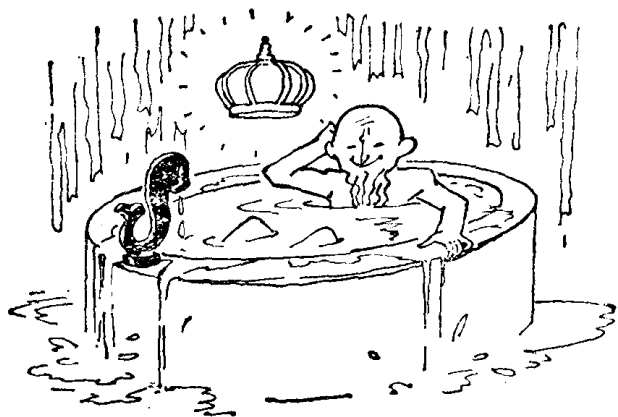
但要把这么精巧的王冠毁掉以便查明真象，国王是怪心疼的，更何况即便砸开查看也是无法查明的，这可怎么办？

谁又有什么更好的主意呢？

国王把查明此事的任务交给了科学家阿基米德。

阿基米德朝思暮想，用当时能够利用的一切理论和实验来研究。但搞了许多天还是一无所获。

一天他在洗澡的时候，还在努力探索着如何解开王冠之谜。当他跳进装满了水的澡盆的时候，突然发现，水溢出盆外，身体越往下躺感觉体重越轻，水也溢出得更多，直到全身入水以后，水才停止外溢。他接着跳出澡盆，却看见澡盆里的水已经变得浅了。于是，他在溢出的水和身体所受的浮力之间建立了联系。人类历史上的重要发现，著名的阿基米德原理就



在这个澡盆里诞生了：浸在流体中的物体受到的浮力，等于它所排开的流体的重量。他顿时欣喜若狂，澡也顾不得再洗了，甚至连衣服也忘穿了，就光着身子跑出澡堂，边跑边喊道“我知道了！我知道了！”

阿基米德到国王那里，首先，拿一块纯金，称了一下它的重量，其后，又取重量与它相等的银，做了一个银块。在把纯金和银块分别放进盛满水的容器试验之后，发现银块比纯金排出的水多得多。

随后，阿基米德拿了王冠和与王冠重量相等的纯金块，先后放进盛满水的容器里，结果也发现，王冠排出的水比纯金块排出的水多得多。

这就说明，王冠和金块的密度不相同，二者不是由同一物质组成的。真相大白，王冠不是纯金制成的。尽管金匠很聪明，把王冠做得十分精致，并使其重量与原数相等。但是他还不知道，假王冠的密度一定会小于真金的王冠，所以假王冠的体积一定大。

一个物体在水中是否能浮起来，不是看它的重量，而是取决于浮力和重力的对比。如果浮力大于重力，物体就上浮；浮力等于重力，物体在液体内的任何位置都能保持平衡，也就是说停在哪儿都可以，停在水中或水面上都行。

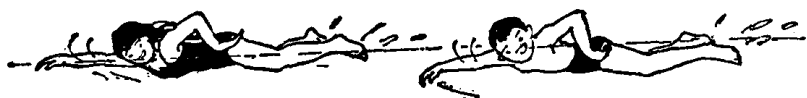
重的东西不一定会往下沉，轻的东西不一定都能浮起来。万吨轮船可谓重了，拿它和一根针来比，重量相差“十万八千里”。但一艘万吨巨轮能浮在水面上，而一根钢针却永远浮不起来。钢针虽轻，但它的体积小，排开的水量就小。这部分水的重量就是针具有的浮力，它永远小于针自身的重量，所以必然要下沉。万吨巨轮体积大，排开的水量就大。它所排开的

水量等于自身的体重。这时浮力等于船体的重量，因而轮船就能浮在水面。由此可见，浮力的大小与物体浸入水中的体积有关，这又必须涉及比重这个概念。我们知道水的比重是 1 克/厘米^3 ，就是说， 1 厘米^3 水的重量是 1 克。人体的比重小于 1 的话，就必然浮起来，大于 1 的话，就必然下沉。那么一个人的比重是多少呢？人体是由许多组织构成的，每种组织的比重又各不相同。比重最大的是骨头，为 1.944。其次是头发，是 1.290。皮肤比重为 1.190，韧带为 1.104，肌肉为 1.058，肺为 1.054，胃为 1.048。显然，它们都超过了水的比重。唯有脂肪的比重小于 1，为 0.944。人体组织不同就会影响到人体的比重，其中脂肪的影响最大。大体上，人的比重在 1 的上下摆动，同一个人有时可以超过 1，有时又可以小于 1。这又是为什么呢？为了弄清楚这个问题，还是让我们先了解一下鱼儿为什么可以自由沉浮的道理。鱼儿沉浮是以它自身体积的变化来调整它的比重造成的，完成这一功能的器官就是鱼鳔。当鱼鳔内充满空气的时候，会使鱼的体积增大，而体重却没什么变化，这样比重减小了，于是鱼就可以浮起来；鳔内空气减少，体积缩小，比重增大，于是又能下沉。人也具有这种调节自身体积的能力，他是在胸腔内进行的。吸气时，胸腔充气，体积变大，人体的比重减小，大约为 $0.96 \sim 0.99 \text{ 克/厘米}^3$ 。显然，这时人体的比重小于

水的比重，人便可轻易浮起来。而在呼气时，胸腔变小，比重增大，大约为 $1.02 \sim 1.05$ 克/厘米³ 左右，这时大于水的比重，于是便会下沉。了解了这一点，大家就不必担心自己浮不起来。不妨试试，先吸足气然后屏息，低头抱膝团身入水，一会儿的工夫，“浮力老兄”就能把你托起来。大多数人不用专门学习，都是能够做到这一点的。

一提到运动，一般认为体胖很不好，它会成为运动中的累赘。但是人在游泳中，胖一点倒还有点好处。一个人的浮力大小与脂肪直接相关。在体重完全相同的情况下，胖人的体积就比瘦个子要大些，全身浸入水中时，他所排开的水量就大，浮力也就大。一般来说，女子比男子脂肪多，因此女子的浮力也比男子的大些。浮力大的人在游泳时，身体吃水浅，身体位置较高，也较平，前进时水的阻力也小。在蹬腿划臂产生一样动力的情况下，浮力大的人因为阻力小而会大占便宜。这种优越性，在长距离游泳时就显得非常突出。大家都知道，在一般的运动项目中，女运动员的成绩要比男运动员差一些。有人统计出男女运动员的世界纪录，大约相差 10% 左右，即女子的成绩只能达到男子成绩的 90% 左右。但是，在超长距离的游泳比赛中，却有一个反常的现象。如横渡英吉利海峡，国际公认的横渡路线为英国的多佛和法国的加来之间，其直线距离为 33.8 公里，由于海浪很大，实

际游程往往长达 60 公里，根据比赛规程，还不得在中途利用任何东西休息。1926 年，美国 19 岁女郎埃德利以 14 时 32 分游完全程，打破了 1923 年创造的 16 时 33 分的男子世界纪录，成绩远远地超过了男子，被誉为“海峡女王”。1977 年又有一位 19 岁的加拿大姑娘巴古拉斯，她在英吉利海峡不停地游了一个来回，其成绩比男子纪录快两个多小时，成为当前世界上往返英吉利海峡最快的人。还有，1979 年美国女郎狄安娜用 27 小时 28 分从巴拿马群岛游到美国的西海岸，全程达 89 英里（约合 143.2 公里），创造了马拉松游泳史的仅有的纪录，成为世界上游得最远的人。渡过茫茫大海并不是个简单的事，需要充沛的体力、勇敢、智慧和很好的游泳技术。但是女子超过男子这件事，实在是异常不可思议的。现在有不少人认为，在长距离游泳中女子可能具有比男子更大的耐久力。从力学上看，女子超过男子，这与女子的浮力大



很有关系。如果一个男运动员有和巴古拉斯女郎相同的体重，浮力一般会小于她，因此身体下沉就大些，前进的阻力也大些，若想达到她那么高的成绩，就必须花费更大的体力，产生更大的推进力才行。所以，浮力在巴古拉斯创纪录的过程中，是一个不可低估的

力量。

浮力大，阻力就小，浮力小，阻力就大。浮力对游泳的这种影响，我们自己可以做一个小实验。第一次先做不吸气的向前蹬池壁滑行，第二次做吸足气屏息蹬壁滑行。一比较，你会发现，深吸气的滑行可多走2米以上。因为吸气后，浮力大，吃水浅，前进阻力小，在蹬力及其它条件相同的情况下，可滑行得更远。

学游泳的人都很关心自己的浮力有多大，尤其在还未学会，遇到困难的时候，会怀疑自己的浮力是不是太小了。这有一个简单的方法可以检查。我们可以把自己变成一个“人体比重计”。先吸足气，使身体伸直浸入水中，保持稳定，不要晃动，让它自由下沉，两臂慢慢上举。身体下沉多少，就标志身体浮力的大小。这可定为五种规格：第一，水平面达肘关节处时，浮力最好，为优秀；第二，水平面达前臂一半处时，为良好；第三，手腕在水平面上为及格；第四，指尖在水平面上，为不及格；第五，沉底者为最差。大家如感兴趣的话，可以测一测自己的浮力属于哪一种？有人想减一减脂肪，可按此法先测一下，过一段时间再测一下，如果第二次吃水深了，说明脂肪层变薄了。

通过测试，如果发现自己属于沉底者，也不要灰心，即便如此，仍可学会游泳，如果训练得法，还可

练就一身好水性呢。有一个叫柴特·詹斯特仑斯基的人，他的浮力情况甚差，在水里用什么姿势也浮不起来，但是，经过多年的艰苦训练，他最后竟成了一个蛙泳世界纪录的保持者。这说明，我们所谓的这种静水浮力，尽管是游泳中的一个条件，但它不是决定性的条件。船在满载时，速度就要下降，因为载重大，吃水深，下沉多，阻力大；但增加发动机的功率，增大推进力后，是仍然可以提高船速的。浮力差的人，完全可以用提高肌肉力量来抵偿浮力方面所吃的亏。

游泳中，除了静水浮力外，由于身体向前运动，还可以产生动水浮力，这主要是因为前进时，身体不可能保持绝对水平姿势，一般人的重心在浮心之后，两腿容易下沉，致使身体形成一个倾斜角度。这时，水的阻力可产生一个垂直向上的分力，使身体浮起。游速愈高，这个浮力也就愈大。

在观看游泳比赛时，大家可以看到，运动员的一只或两只手臂，常在空中向前移臂。由于臂在空中，就要丧失一部分浮力，使身体下沉得多一些，因而也就增加了前进的阻力。结论很容易得出：空中移臂的动作应该快些好。运动员之所以要在空中向前移臂就是为了避免在水中移臂时产生阻力，但空中移臂过慢会丧失一部分浮力，也要增加一些阻力。

阿基米德杠杆与运动技巧

公元前二百多年，古希腊制造了一艘大船。这个庞然大物睡在叙拉古港口的岸上，一时无法下水。正当监工和大臣们束手无策之际，著名的物理学家阿基米德来到王宫对国王说：“我有把握把这艘大船推下水去！”阿基米德用几天的时间做了精心的准备之后，确定了大船下水之日。当天国王也来观看，阿基米德就把一根粗绳的末端交给国王，叫国王用手轻轻地拉了一下。只见大船开始慢慢地移动起来，最后顺利地下了水。在场的人象看到魔术表演一样，惊奇万分。

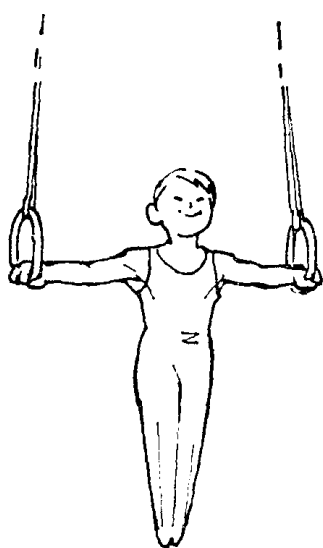
阿基米德告诉人们，这是科学的力量而不是魔术表演。原来阿基米德通过研究，已经掌握了杠杆和滑轮的原理，巧妙地设计制造了一套传动工具。结果花费很小的力，就把很重的大船推动了。这就是阿基米德发现的杠杆定律的具体应用。

日常生活中利用杠杆原理制成的工具，是举不胜举的，例如：秤、铡刀、镊子、剪子、起子、手推独轮车等等。

目前，世界上没有一位举重运动员可以突破 600

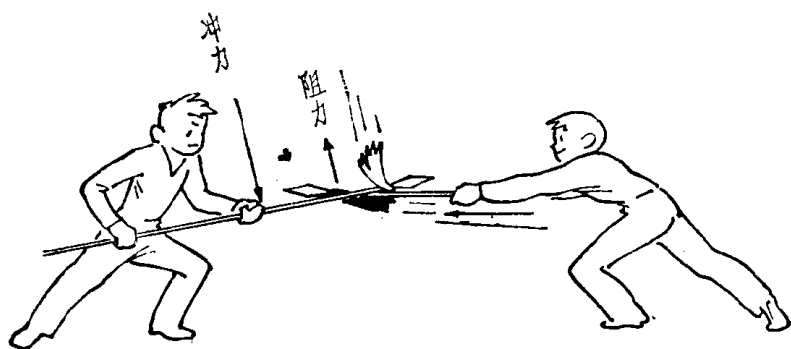
公斤的大关。但是如果使用杠杆原理，把撬杠放在600公斤重物的下面，不费多大劲就可以将这重物撬起来。如果要问花多大力才能将这重物撬起来呢？对于这类问题，公元前五世纪的时候，我国墨翟曾经做过许多研究。过了二百多年以后，希腊的阿基米德得出了具体的关系式。这个有名的阿基米德杠杆原理就是： $\text{力} \times \text{力臂} = \text{阻力} \times \text{阻力臂}$ 。如果力臂是阻力臂的10倍，那么力就是阻力的1/10，就是说，在这种条件下，只需60公斤的压力，便可把600公斤的杠铃撬起来。所以力臂愈长，阻力臂愈短，就愈省力。

体操运动员在吊环上完成十字悬垂动作时，观众



往往报以热烈的掌声。通过杠杆原理分析一下这个动作，就可知道，完成十字悬垂时，运动员要花多么大的力气！从图中可以看到，拉力臂很小，而阻力臂却相对地显得很长，二者相差十几倍以上。假设阻力相当于体重的一半，那么，肌肉就必须产生

6—7倍于体重的力量，才能完成十字悬垂这个动作。由此可见，运动员胸前背后没有相当大的肌肉体积那



是不行的。

武术运动员以手中的红缨枪，改变对方来枪的方向时，也是利用的杠杆原理。瞧他右手固定在腰间，左手用力快速下压。如果动力臂和阻力臂之间是三倍的关系，那么他将使对方来枪发生的位移是自己左手移动的三倍。手一用劲，就把对方来枪拨开很远，这就保证了自身的安全。

冰球场上挥舞的十几根球杆，也都是按照杠杆原理，调整着支点的位置，改变用力的大小和方向，来完成接球、射门、传球等五花八门的技术的。

我们知道力矩就是：力 $\times$ 力臂。杠杆问题就是讨论动力矩和阻力矩的关系。如果一个静止的杠杆所受的动力矩等于阻力矩，杠杆就平衡不动；如果二者不相等，杠杆就会按力矩大的那个方向移动。为什么团身前滚翻好做，后滚翻难做，前滚翻直腿起更困难得