

古代杠杆的中外趣事

朱海星 薛雷



杠杆是简单机械之一，但在东西方的发展经历却不尽相同，这也反映了东西方文明之间的差异。

一、杠杆在中国的发展

大约 40~50 万年前，中国就已出现加工粗糙的刮削器、砍砸器和三棱形尖状器等原始工具。4~5 万年前出现磨制技术，许多石器都已比较光滑，刃部也较锋利，并有单刃、双刃、凸刃、凹刃和圆刃之分。公元前 8000~公元前 2800 年出现陶轮（制陶用转台），公元前 6000~公元前 5000 年出现农具，除石斧、石刀外，还有石锄、石铲、石镰、蚌镰、骨镰和骨耜。石斧和石刀上已有用硬质砂子磨削而成的孔。

杠杆的使用或许可以追溯到原始社会。原始人拾起棍棒和野兽搏斗或撬动巨石，实际上就是在使用杠杆。石器时代所用的石刃、石斧，都是用天然绳索将其与木柄捆绑在一起，或者在石器上凿孔，装上木柄。这表明他们在实践中懂得了杠杆的经验法则：延长力臂可以增大力量。

《墨经》科学地叙述了杠杆的平衡原理，“相衡，则本短标长”。这里的“本”是指靠近支点一边的杆，“标”是指靠近重锤一边的杆。如果两边平衡，杠杆一定是水平的，被测重物一边杆短，重锤一边杆长。又说：“两加焉，重相若，则标必下，标得权也”。这就是说杠杆平衡后，两边加相等的重物，平衡会破坏，标这一边必然下降，这叫做“标得权”。从以上论述可以看出，墨家用确切的语言阐述了不等臂杠杆的科学原理。具体应用有如下几类。

二、杠杆在中国的典型发展

杠杆在中国的典型发展是秤的发明和广泛应



图 1

用。在一根杠杆上安装吊绳作为支点，一端挂上重物，另一端挂上秤锤，就可以称量物体的重量。古人称为“权衡”或“衡器”，“权”是秤锤，“衡”是秤杆。迄今为止，已知最早的秤是长沙附近左家公山战国楚墓中的天平（如图 1），它是公元前 4 世纪~公元前 3 世纪的等臂秤。不等臂秤可能早在春秋时期就已使用了。中国古人还发明了有两个支点的秤，俗称铁秤。这种秤在称量较重物体时，不必换秤杆，只要变动支点即可。这是衡器上的重大发明之一，表明古人在实践中已完全掌握阿基米德杠杆原理。

桔槔 桔槔是在一根竖立的架子上加上一根细长的杠杆，当中是支点，末端悬挂一个重物，前段悬挂水桶。当水桶打满水后，由于杠杆末端的重力作用，便能轻易把水桶拉至所需高度。桔槔早在春秋时期就已相当普遍，而且延续了几千年，是中国农村历代延用的旧式提水器具（如图 2）。

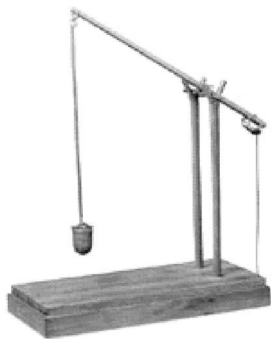


图 2

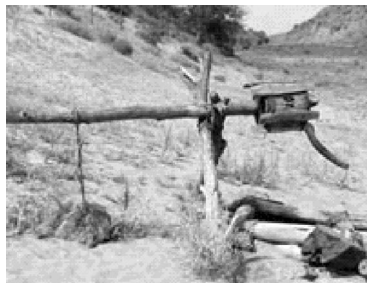


图 3

辘轳 辘轳也是从杠杆演变而来的汲水工具。据《物原》记载：“史佚始作辘轳”。史佚是周代初期的史官。早在公元前 1100 多年前，中国就发明了辘轳。到春秋时期，辘轳已广泛应用。辘轳的制造和应用，在古代是和农业发展紧密联系的，它广泛地应用在农业灌溉上（如图 3）。辘轳在我国应用时间较长，几经改进，仍大体保持原形（如图 4），说明我们祖先 3000 年前就设计得结构合理。解放前的北方缺水地区和现在一些地下水很深的山区仍在使用的辘轳，还有使用畜力带动辘轳，再装上其他工具用来汲

井或汲卤的。

1964年6月,西安市郊阿房宫遗址出土一只秦代生铁秤砣,名为秦石权(石音担,是过去粮食的重量单位)。经考证,秦代每市石定为120市斤,当时每市斤折合现在的

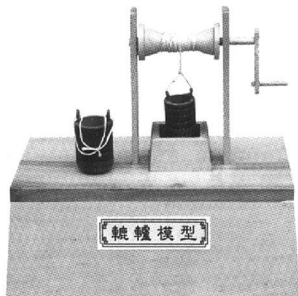


图4

的国际单位制为256.26克,而这只秦石权质量为30750g,合秦代的120市斤,正好是一石,一石的秤砣称一石的粮食。根据杠杆平衡条件,它们的力臂是相等的。由此推断,秦朝的秤更像天平。这个秤砣是秦朝统一度量衡的见证之一。

三、古代国外的常见杠杆

公元前1550年左右,埃及人及印第安人曾利用杠杆原理,以汲水长杆从浅井中打水,并将杠杆用于搬动重物及作为称量用机械,如杠杆天秤。在制作船桅及其他简单工具时也已运用杠杆原理。稍后,希腊人将杠杆应用到更多方面,其中以阿基米德的贡献最为著名。

静力学是从公元前3世纪开始发展起来的,到公元16世纪伽利略奠定动力学基础为止。这期间经历了西欧奴隶社会后期,封建时期和文艺复兴初期。农业、建筑业的要求,以及同贸易发展有关的精密衡量的需要,推动了力学的发展。人们在简单工具和机械的基础上,逐渐总结出力学的概念和公理。例如从滑轮和杠杆得出力矩的概念,从斜面得出力的平行四边形法则等。

阿基米德是使静力学成为一门真正科学的奠基者。他在关于平面图形的平衡和重心的著作中,创立了杠杆理论,并提出静力学的主要原理。阿基米德得出的杠杆平衡条件是:若杠杆两臂的长度同其上物体的重量成反比,则此二物体必处于平衡状态。

阿基米德在《论平面图形的平衡》一书中最早提出了杠杆原理。他首先把杠杆实际应用中的一些经验当作“不证自明的公理”。这些公理是:(1)在无重量的杆的两端离支点相等的距离处挂上相等的重量,它们将平衡;(2)在无重量的杆的两端离支点相等的距离处挂上不相等的重量,重的一端将下倾;(3)在无重量的杆的两端离支点不相等距离处挂上相等重量,距离远的一端将下倾;(4)一个重物的作用可以用几个均匀分布的重物的作用来代替,只要

重心的位置保持不变。相反,几个均匀分布的重物可以用一个悬挂在它们的重心处的重物来代替……随后,他从这些公理出发,运用几何学通过严密的逻辑论证,在“重心”理论的基础上得出了杠杆原理,即“二重物平衡时,它们离支点的距离与重量成反比。”

四、阿基米德原理在杠杆方面的应用

阿基米德在他的著作《论杠杆》(可惜失传)中详细论述了杠杆原理。他对杠杆的研究不仅停留在理论上,而且还据此进行了一系列发明创造。

有一次,叙拉古国王对杠杆的威力表示怀疑,他要求阿基米德移动一艘载满重物和乘客的新三桅船。阿基米德叫工匠在船的前后左右安装了一套设计精巧的滑轮组和杠杆,让100多人在大船前面抓住一根绳子,叫国王牵动另一根绳子,大船居然慢慢地滑入海中。观众欢呼雀跃,国王也高兴异常,当众宣布:“从现在起,我要求大家,无论阿斯米德说什么,都要相信他!”

阿基米德曾说过:给我一小块放杠杆的支点,我就能将地球挪动。假如阿基米德有个站脚的地方,他真能挪动地球吗?也许能。不过,如果真有相应的条件,根据地球质量 6×10^{24} 千克,假设支点距地球1米,阿基米德的臂力为100千克,可以估算杠杆需要长达 7×10^{22} 米!这当然是做不到的。

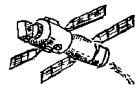
阿基米德还曾利用杠杆原理和重心、曲线等知识,采用杠杆、滑轮、曲柄、螺杆和齿轮等简单机械制造武器,借助人力、风力和水力驱动武器装备,把罗马人阻挡于叙拉古城外达3年之久。

公元前215年,罗马将领马塞拉斯率领大军,乘坐战舰来到了历史名城叙拉古城下,马塞拉斯以为听到罗马大军的显赫名声,小小的叙拉古城会开城投降。然而,回答罗马军队的是一阵阵密集的镞箭和石块。罗马人的小盾牌抵挡不住数不清大大小小的石块,被打得失魂落魄、争相逃命。突然,城墙上又伸出无数巨大的机械巨手,它们抓住罗马人的战船,把船吊在半空中摇来晃去,最后被甩在海边的岩石上或是重重地摔入海中。罗马军队被叙拉古人打得晕头转向,却连敌人的影子都找不到。马塞拉斯虽然侥幸没有受伤,但是完全失去了原来的骄傲和狂妄,变得不知所措,只好下令撤退。

马塞拉斯感慨万千地对身边的士兵说:“怎么样?在这位几何学‘百手巨人’面前,我们只得放弃作战。他拿我们的战船当玩具扔着玩。在一刹那

从物理学角度看“神舟六号”

杨砚儒 高建云



我国载人航天事业起步于 20 世纪 50 年代, 60 年代中国航天人研制出一种三组火箭作为运载工具, 将自己的卫星“东方红一号”送上天, 70~90 年代“长征号”火箭在多次失败和成功中日益成熟。1992 年我国确定了“三步走”的载人航天发展战略: 第一步研制载人飞船, 第二步实现空间交会对接, 第三步建立长期有人照料的空间站。

1999 年 11 月 20 日 6 时 30 分, 中国第一艘载人航天试验飞船“神舟一号”实验成功, 于 21 日 3 时 41 分, 在内蒙古中部地区成功着陆回收。2001 年 1 月 10 日 1 时 0 分, 我国自行研制的“神舟二号”飞船在酒泉卫星发射中心进行载人航天试验, 标志着我国航天事业向实现载人飞行迈出了可喜的一步。2002 年 3 月 25 日, “神舟三号”无人飞船成功发射并于 4 月 1 日顺利返回, 这是中国发射的第一艘完全处于载人状态的正样无人飞船。2002 年 12 月 30 日凌晨, “神舟四号”无人飞船起航, 这是“神舟”飞船在无人状态下考核最全面的一次飞行试验。在太空飞行 6 天零 18 小时, 绕地球 108 圈后, 于 2003 年 1 月 5 日晚在内蒙古中部地区准确着陆。中国第一艘载人飞船“神舟五号”于 2003 年 10 月 15 日在酒泉卫星发射中心载人航天发射场成功发射升空, 我国第一艘载人宇宙飞船“神舟五号”的返回舱于 16 日

6 时成功在内蒙古预定地点着陆。航天员杨利伟身体状况良好。2005 年 10 月 12 日载有两名航天员的“神舟六号”顺利升空, 10 月 17 日 4 时 33 分, “神舟六号”飞船平安飞行 115 小时零 32 分钟后重返神州, 缓缓降落在内蒙古四子王旗主着陆场的草地上, 5 时 38 分, 航天员费俊龙、聂海胜先后出舱。“神舟六号”宇宙飞船圆满完成飞行任务, 标志着我国载人航天计划第一步任务已经完成, 即将跨入第二步发展阶段。由此可见, “神舟六号”在我国的载人航天发展中起着承上启下的作用。

载人航天是一项技术复杂、涉及面广、难度系数大的系统工程, 涉及物理、医学、生物、化学、地理、气象等多个领域, 下面仅从物理角度介绍载人航天需要攻克的难关。摆在载人飞船面前的有三大难题: 一是上得去, 必须要有足够大的推力、可靠性良好的运载火箭; 二是呆得住, 要获得空间环境对人体影响的足够信息, 并找到防护措施; 三是回得来, 要有绝对安全的返回技术。

一、上得去

我们知道地球附近的物体若失去支撑, 由于万有引力作用都会落向地面, 宇宙飞船之所以能够升

间, 他向我们投射了这么多镖、箭和石块, 他难道不比神话里的百手巨人还厉害吗?” 后来, 他连夜逼近城墙, 以为阿斯米德的机器此时无法发挥作用。不料, 阿斯米德早已准备好投石机之类的短距离器械, 再次逼退了罗马军队的进攻。罗马人被吓得草木皆兵, 一看到城墙上出现木梁或绳子, 就惊叫着“阿基米德来了”, 抱头鼠窜。

由于马塞拉斯进攻叙拉古时屡次受挫, 只得带着舰队, 离开叙拉古附近的海面, 采取围而不攻的办法, 断绝城内和外界的联系。3 年后, 他们利用城内居民的大意, 终于在公元前 212 年占领了叙拉古城。马塞拉斯十分敬佩阿基米德的聪明智慧, 下令不许伤害他, 还派一名士兵去请他。此时阿基米德不知城门已破, 还在凝视着木板上的几何图形沉思呢。

当士兵的利剑指向他时, 他用身子护住木板大叫: “不要动我的图形!” 要求把原理证明完再走, 生气的士兵竟用利剑刺死了这位 75 岁的大科学家。马塞拉斯知道后勃然大怒, 处死了那个鲁莽无知的士兵。为了抚慰阿基米德的亲属, 还为他召开追悼会、修建陵墓。阿基米德被后世的数学家尊称为“数学之神”, 阿基米德在人类有史以来最重要的三位数学家中名列首位, 另两位是牛顿和高斯。

杠杆的发展和应用在中外文明史中都占有重要地位, 然而中国提倡“四两拨千斤”; 而西方发展等臂杠杆天平, 为精密测量奠定了基础, 这不能不说是中国在杠杆发展方面的憾事!

(扬州教育学院物理系 225002)