

中外科学家发明家丛书

阿基米德



中国国际广播出版社

53B-7.

47.055
AJM

中外科学家发明家丛书

阿基米德

余 尔 编著

目 录

- | | |
|---------------------|------|
| 一、亚历山大里亚的学习生活 | (1) |
| 二、发现杠杆原理 | (5) |
| 三、数学之神 | (7) |
| 四、王冠的启示 | (11) |
| 五、“阿基米德定律”的诞生 | (19) |
| 六、《故国风光图》 | (22) |
| 七、两千年未解的题 | (24) |
| 八、保卫叙拉古 | (29) |

当我们进入中学学习，从圆周率(π)值中首先接触到“阿基米德”的名字。此后，在学习物理，接触到“浮力”时，又学习了“阿基米德定律”；而且还有“阿基米德杠杆”、“阿基米德螺旋”等等。阿基米德不仅是一个伟大的数学家，而且是静力学、液压静力学等一些现代科学的奠基人，被后人称之为“力学之父”。同时，他还是一位天才的发明家和工程师，他所发明的杠杆、螺旋扬水机等，被劳动人民广泛应用于生产中，至今在我们的生产、生活中，仍然发挥着很大的作用。“阿基米德”的名字被古今中外、世世代代的劳动人民、科学工作者传颂着。

一、亚历山大里亚的学习生活

阿基米德出生于公元前 285 年西西里岛东部的一个城邦国家——叙拉古。叙拉古连同西西岛原是希腊的殖民地。希腊帝国饱经战祸而解体后，这一地区形成了许许多多独立的所谓“希腊化”城邦国家，叙拉古就是其中之一。这里地处地中海北岸，土地肥沃，粮草茂盛，素有粮仓之称。西西里岛的是处于欧洲与非洲的连接地带，这里随着造船业的迅速发展和手工业的发展而日益成为商业和海上贸易的中转站。这里的人民世代承袭古希腊灿烂的文明，用自己的双手，创造着财富，过着富裕安康的生活。

在地中海北岸的意大利半岛上，有一个强大的罗马帝国，他们拥有一支规模强大、装备精良的军队和海上船队。随着奴隶制的发展，奴隶主阶级对奴隶、土地和商业的贪求，使他们对仅隔一狭窄的墨西拿海峡，土地肥沃、物产丰富、商业发达的西西里岛垂涎欲滴。他们处心积虑地养精蓄锐，期望着有一天能跨海征战，占领西西里这个宝岛。

而位于地中海南岸、非洲北部的另一商业大国迦太基（今摩洛哥）是地中海沿岸的商业大枢纽，这里的奴隶主素以经商和航海著称。迦太基拥有强大的海军，并且配有战象和攻城设备的步兵，他们也同时看中了富裕的西西里岛，与处在扩张势头上的罗马帝国互相抗衡，一场争夺西西里岛大战一触即发。

阿基米德就是在这种形势下来到人世的。他的家庭是一个书香人家，他的父亲叫费狄，是叙拉古有名的学者。阿基米德从小就在父亲的熏陶下，养成了勤奋好学，勤于思考的习惯。并且从父亲那里受到了很好的数学、天文学、几何学的教育。在他 10 岁以前，就将父亲的藏书全看遍了，求知欲极强的阿基米德又拜访了许多叙拉古的学者，从他们那里学到了许多知识。

叙拉古的国王亥洛是一个年青有为、勇敢善战的将官，曾在希腊皇帝皮尔部下服过役。是他，受到士兵的拥护，在自己的家乡建立了独立的城邦国家，并做了叙拉古的国王。他

将自己的国家治理得井井有条，使人民过着富裕的生活。面对南北两大强国对西西里的垂涎，亥洛意识到，要想使自己的国家免于战争的劫难，只能走励精图治、富国强兵之路。因此他不断地派有志报国的青年学者去当时世界的文化中心——亚历山大里亚学习科学知识。公元前 274 年，11 岁的阿基米德便成为这些青年学者的一员，被国王亥洛派到亚历山大里亚学习。

亚历山大里亚位于尼罗河口，在现在的埃及境内，是地中海沿岸最大的城市。城内的博物院是当时最大的学术中心：包括图书馆研究院等。这里的藏书非常丰富，据说有 70 万卷之多，因此吸引了全世界的知名学者和科学家。他们在这里博览群书，交流学术思想，对哲学和科学进行研究和总结。阿基米德到了亚历山大里亚之后，一头扎进了书的海洋中，如饥似渴地吸取前人留下的丰富的文化知识，常常忘了吃饭，每天都是当图书馆闭馆的时候，才恋恋不舍地离开。他不仅吸收书本的知识，而且还经常向长辈和大学者求教，这些学者给了他无私的关怀和教诲，使阿基米德终身受益。在埃及青年科学家埃拉托色尼的影响下，阿基米德迷恋上了天文学。他们两人一起在星光灿烂的亚历山大里亚观察夜空。美丽而图案丰富的天星，激起了阿基米德的遐思和向往，引导他们探索宇宙的奥秘。阿基米德根据长期观察的结果，自己动手制作了一个用水推动的行星仪。这架行星仪由许多齿轮和杠杆

巧妙地联系在一个转动轴上，上面有代表太阳、月亮、行星和地球的各点，用水力推动，能模仿太阳、月亮、地球、行星的运动，并能表示出日蚀和月蚀。阿基米德还为此专门写了一本书《天球仪的制作》，来阐明自己对星星运行轨迹的解释。

埃拉托色尼是一位数学方面很有造诣的科学家。阿基米德很刻苦地向埃拉托色尼学习数学方面的知识；并在埃拉托色尼的启发下，学习了一套土地丈量法，为尼罗河两岸的冲积平原丈量土地，他能够不爬山就计算出山的高度，甚至还能计算出地球的直径，与我们今天所知的地球直径相差仅100多公里。

在当时的学术界，科学家们更多地注重科学理论的形成和阐述，不太重视科学在实际工作和生活中的运用。而阿基米德则不然，他在亚历山大里亚学习期间，曾到各地参观游览。他看到由于尼罗河泛滥，人们不得不一年年加高河堤，这样，堤外高处的农作物得不到灌溉，就研究制作了螺旋扬水机。这是一个两头开口的圆柱形管子，长4—6.5公尺，有一个螺旋轴，将管子斜放，一头放在低处的河水里，另一头放在高处的灌溉渠道上，用手摇动把手，或用牲畜拉动长柄，螺旋就会绕轴不间断的旋转，将水连续从低处抽到高处，解决了尼罗河高堤外面的农田灌溉问题。这种机械，人们称之为“阿基米德螺旋”。用“阿基米德螺旋”原理制成的各种器械，

可以用来传送小块固体、粉末、粘性液体等，也可以做成螺旋搅拌混合机械，如绞肉机等，一直被后人沿用至今。最典型的“阿基米德螺旋”线，如我们现在经常使用的熏蚊子的盘香、卷筒纸的端面等。

阿基米德在亚历山大里亚不仅学到了许多知识，而且培养了善于观察、善于思考的习惯。因此，他边学习，边研究思考，边动手进行实际制作，把自己学到的知识用于解决劳动人民在生产实践中产生的实际问题。因此他不同于其他的学生，不仅学到了知识，而且开阔了眼界，掌握了许多本领。

二、发现杠杆原理

阿基米德听从祖国的召唤，离开了培养他多年的亚历山大里亚城，带着丰富的知识和叙拉古人民的期望回到了他的祖国——叙拉古城。国王亥洛任命他为国王顾问，对他满怀期望，希望他能将他在亚历山大里亚学到的知识用于建设祖国，使祖国日益强大起来。

刚回到祖国，阿基米德就走上田间地头，去观察劳动人民的生产生活。他看到田间农夫凿井汲水，用以灌溉农田，农夫的操作实在太劳累了。他们从井台将吊桶放进深深的井里，然后用绳子艰难地一段段提起。以后技术有了改进，农夫们在井台边竖立一根立杆，这立杆上部安一根横杆，它的一端

悬挂吊桶，人在另一端用不大的力就可将吊桶吊起，这是什么原因呢？还有当一个巨大的石块，二三人也都搬不动时，用一根坚硬的木棒，塞到石块底下，一个人用肩使劲一杠，就能将石块挪动，这又是为什么呢？阿基米德苦苦思索，甚至忘了吃饭，回去后，又经过多次试验，阿基米德得出物体有“重心”的结论。由此出发，他对杠杆的平衡条件进行了数学的证明；从多年来的杠杆原理为基础的生产工具的许多实际应用中，总结出科学、全面、系统的定律，这就是杠杆定律。在《论平面图形的平衡》这部著作中，阿基米德将杠杆原理总结成如下定理：

1. 重量相等的物体，加在离支点距离相等的杆上是平衡的。

2. 重量不相等的物体，加在离支点距离相等的杆上，杆子就倾向重的一面。

3. 重量相等的物体加上离支点距离不相等的杆上，杆子就倾向离支点远的一端。

4. 一组重物，可用等量的一个重物来代替，只要这个重物的重心是在这一组重物重心的位置上。相反，一个重物可用一组等量的重物代替，只要这一组重物的重心在这个重物重心的位置上。

5. 面积不相等但有相似形状的几何图形的重心，在它相似图形相应的位置上。

阿基米德发现的关于杠杆的这个定理后来被叫做“阿基米德定理”，它被更通俗的表示为：

动力与动力臂的乘积等于阻力与阻力臂的乘积。

我们通俗地将使杠杆运动的力叫动力，阻碍杠杆运动的力（通常所说的重物）叫阻力。杠杆的固定点叫支点。从支点到动力的作用线的垂直距离叫动力臂；从支点到阻力的作用线的垂直距离叫阻力臂。于是，利用这个原理要想将一定的重物（即阻力）移动时，只要使动力臂大于阻力臂时，就可以了。

我们日常生活中使用的杆秤，就是杠杆原理的最好证明。

对于阿基米德发现的“杠杆原理”，国王亥洛是心悦诚服的。当时人们已经知道，人类所处的地球是一个圆球状的。因此，亥洛想给阿基米德出个难题，于是对阿基米德说：“你能把地球动一动吗？”阿基米德回答说：“能，只要你给予支点。”找出地球的支点是是不可能的。而且在宇宙中，地球的重量无法称量，也就谈不到移动它的动力，但是杠杆原理是适用于移动地球的。阿基米德的回答不仅有科学依据，而且反映出他对自己研究成果充满信心。

三、数学之神

阿基米德不仅是个力学家，也是一个伟大的数学家，他

在数学方面对人类的贡献也是巨大的。

是他首先发现了圆周与直径的比例 π 为 3.1419。在当时，人们并不知道圆周率的计算方法，计算周长时，一般沿用古人“直径为一，圆周为三”这个简单的经验进行类推，但计算圆的面积时，则使用古老的、不准确也不科学的比较法。其一是“画出圆形，在圆内紧密地摆放一粒一粒的麦子，然后与正方形中能摆放的麦粒数做出比较，用正方形的面积去确定圆的面积；另一种是取一块质地均匀的薄木板，在其上画圆并把它裁割下来，称它的重量，再与同重量的正方形做比较，以确定圆的面积。这两种方法虽然在实用上有其价值，但在理论上不够严密和准确，而且计算方法古老而笨拙。阿基米德通过长时期的思考和研究后，认为圆的直径与周长间有一固定比例，有了这个比例，就可以通过计算求得圆的面积了。这个比例是多少呢？阿基米德按照自己的思路，将圆周分割成多边形，他应用等边的 6 边形内接到圆中，得到当时一直流行的算法“直径一圆周三”。为解决内接 6 边形的边与圆弧间的误差，继续内接 12 边形、24 边形、48 边形、96 边形、……，内接多边形的边越多，越无限止地划出无限多的多边形，直到完全把内接多边形与外接圆重叠为止。这样量出各多边形的边长，相加之和就是圆周的长。只可惜就连阿基米德这么灵巧的手也只划出了内接 96 边形，这样他求出

圆周与直径的比例大于 $3\frac{10}{71}$ 。然后他又用几天时间，划出圆的外切 96 边形，算出圆周与直径的比例小于 $3\frac{1}{7}$ ，他把这个范围取做圆周率的近似值，得到 π 值是 $3\frac{10}{71} < \pi < 3\frac{1}{7}$ ；即 $3.1409 < \pi < 3.1429$ ，取其平均值，得出圆周率 π 值为 3.1419，与我们现在所知的 π 值误差极小。

阿基米德计算 π 值所使用的无限细分、接近圆周的办，后人称之为“穷竭法”，这种方法一直被后人使用了 2000 多年。后人计算出的圆周率，精确度大大提高了，但使用的计算方法，仍是阿基米德使用过的“穷竭法”。到了 18 世纪，牛顿和莱布尼兹在这一巧妙思想方法的启发下，发明了微积分，由此奠定了高等数学的基础。因此，牛顿——这个科学界划时代的巨人曾说过：如果说我伟大的话，那也只不过是因我站在巨人的肩膀上。

计算出圆周率 π 的值了，阿基米德又得出了计算圆面积的方法：圆的面积 $= \frac{1}{2}r \cdot \text{圆周长}$ ，

$$\text{即 } \frac{1}{2}r\pi d = \frac{1}{2}r \cdot \pi \cdot 2r = \pi r^2。$$

阿基米德不仅是第一个计算出圆面积的人，也是第一个算出球表面积是球上的大圆面积的 4 倍的人。他最得意的发现，要算是圆柱的体积了。他算出圆柱的体积等于高度与底直径相等的内含球心体积的一倍半，为此，他要求他的后人



在他的墓碑上刻一个球内切于圆柱的图形，以纪念这一不朽的发现。

阿基米德对数学的贡献还表现在他发明的一种简便的计数法。

天上的星星地下的沙，可算是人们最难计数的东西了。阿基米德在《沙粒的计算》一书中写道：有人认为，如果把地球想象成一个大沙堆，并在所有的海洋和洞穴里填满沙子，一直到与最高的山峰相平，那末，这样堆起来的沙子的总数是无法表示的。的确，在当时还没有我们现在使用的阿拉伯数字，叙拉古人是用古希腊字母表示数目的，这种计数方法不但麻烦，而且有限。当时数字的极限是“一万”，如果用字母A表示，那么要表示“1000万”，就要写出1000个A字，而不象我们现在只用几个零，写成10 000 000就行了，而且全世界的人都认识。随着科学的发展，人们对宇宙已有所认识，要想表示宇宙有多大就成了一个难题，阿基米德努力探求用最少的符号来表示很大数目的方法，终于提出一个具有重要意义的计数方法，即以“一万”作为一个大单位，在此基础上继续计数，1个一万，2个一万，3个一万……直到一万个一万，得到万万这个数，就是我们现在叫做“亿”的数，用现在的计数方法可表示为 10^8 ，阿基米德将这个数作为第一级的数，称为“首数”，在首数这个单位中又进行万万倍，得到 10^{16} ，称为“二数”，又将“二数”万万倍，得到 10^{24} ，作

为“三数”，……在这个方法上依此类推，就可以简便地表达出无穷大的数。这就是阿基米德在《沙粒的计算》一书中告诉大家的“用我的方法，不但能表示出占地球那么大的地方的沙子的数目；甚至还能表示出占据整个宇宙的沙子的总数。这种计数方法突破了当时最大的数“一万”的局限，大大简化了计算办法，使思路更容易集中、更清晰。后人在“亿”这个新的计数单位的基础上，又发明了“兆”做为新的计数单位。随着科学的发展和我们对未知世界的了解，又引进了“光年”这一新的计数单位来计算宇宙间星与星的距离。“光年”即光（300 000 公里/秒）运行一年的穿行距离，一光年等于几乎 10 万亿公里，这么庞大的数字，能这么简单地用“光年”表示出来，并进行计算，正是得益于阿基米德《沙粒的计算》中所提出的思路和方法。

四、王冠的启示

阿基米德发明的“阿基米德杠杆”、“阿基米德螺旋”一直指导着人们的生活实践，阿基米德被叙拉古的人民尊称为：最聪明的人。他的头脑里中装着无数个问题，他的生活就是在不断探索问题、研究问题、解决问题中渡过的。

叙拉古每年一度的祭神节快要到了，一天，国王亥洛将一纯金的金块发给叙拉古最有名的、手艺最高的金匠，让他

给国王制作一顶金王冠，以便在祭神节那天装点服饰。几天以后，金王冠送来了，它金灿灿、亮闪闪，那上面的花纹珠络，都是精缕细刻，可谓巧夺天工。所以国王看到如此漂亮的王冠，心里非常高兴。但国王转念一想：金子是世界上最具诱惑力的东西了，如果王冠中掺假，那就大大逊色了。他焦躁地掂了掂王冠的重量，仔细观察每一处细小的零件，看不出有什么破绽，于是就将金匠叫来，问道：“你还记得我给你的金子有多重吗？你如果胆敢掺假，小心你的脑袋。”金匠从容不迫地说：“陛下，小人怎么敢弄虚作假，那块金实在是全部用在王冠上了，如若不信，请称重验证。”国王依他所说，派人拿秤来称了王冠，果然王冠的重量与国王给金匠那块纯金的重量相等。但其他的大臣又提出其他的疑问：如果金匠在王冠里掺银子，份量不是也一样吗。国王想，对呀，如果王冠外面是金的，里面掺银，不是也看不出来吗？又不能将王冠的所有零件全部拆开重新验证。在场的大臣谁也没有办法解决这个问题。苦无良策的国王于是想到了大科学家阿基米德，于是派人把这个全国最聪明的人请来，让他在不损坏王冠的条件下，弄清楚王冠里面有没有掺假。

这次可把阿基米德难住了。几天来，他茶饭不思，苦思冥想，眼睛熬红了，身体累瘦了，他整天写啊、画啊、算啊，提出许多假设，又不断地进行规划，一个方案失败了，又出现另一个新的方案。阿基米德相信，大自然给人们的恩赐从

来就不是施舍式的，要靠人类不断地去奋斗、去争取。的确，灵感总是偏爱勤于思索的大脑。

阿基米德为了解决王冠真假问题已经几天没洗澡，蓬头垢面的。这天，仆人硬把他拉到浴池边，强迫他去洗澡，然而阿基米德的思路还在王冠上，当他走到浴池边，一条毛巾从他的肩上滑下来，掉进水池，满满的一盆水立即溢出一些，他没有在意，一边脱衣服，一边想心事，一失手，装满油膏的铁罐又掉进了澡盆，水又溢出了不少，他脱完衣服，跨进澡盆，澡盆里的水开始哗哗地往外流，等到全身都浸入水里时，才保持稳定，澡盆里仍是满满的一盆水。就像黑夜中划亮了一根火柴，阿基米德的思路豁然开朗：从澡盆里流出的水不正是我身子浸入水中的体积吗？如果不是我，而是与我重量一样的金锭放入澡盆，就不会排出这么多水了。想到这，阿基米德从水中一跃而起，匆匆穿上裤子，披了条浴巾，象着了魔似地冲出浴室，跑过大街，直奔王宫，口里不住地喊着“攸勒加！攸勒加！（希腊语：我找到了！）”

王宫的门卫见一个衣衫不整的人直朝王宫冲来，还以为是个疯子，就横着兵器走过来，要阻止他进去，等到了眼前，一看是叙拉古最聪明的人阿基米德先生，就恭恭敬敬地让开了路。国王亥洛正在宫里欣赏歌女们婀娜的舞姿，阿基米德冲了进来，吓得歌女们马上躲了起来。阿基米德直冲到国王面前，一边喘气一边说：“攸勒加！修勒加！陛下，我找到鉴定

王冠真假的办法了。”“是吗？快鉴定给我看看。”国王急切地说。阿基米德让人在国王面前摆上了2个大小完全相同的盛水罐，与王冠重量相同的金块和2个小罐。盛水罐是锡罐，罐口旁有管可以让里面的水流出来。阿基米德让人在这2个锡罐里装满水，然后在一个罐里放下与王冠同样重的金子，罐里的水溢出来，顺着罐口的管流入有刻度的接水罐中，流出的水在接水罐的刻度为3个刻度的高度。阿基米德又请国王拿出王冠，小心翼翼地放入另一个锡罐中，罐里的水很快又溢出来流入接水罐中，但显示的刻度是比3个刻度的高。因此阿基米德以肯定的语气告诉国王说，这个王冠不是纯金的，它里面掺有其他物质。

国王像看魔术似地看完阿基米德的实验，睁大眼睛问阿基米德，“这是什么道理。”阿基米德解释说：“任何一个东西沉入水中，都会排开一部分水，排开的这部分水，就是这个东西的体积。就好比我今天去洗澡，我身子进入水里，满满一盆水流出来的部分就是我身体的体积。我的身子大，流出的水就多，掉进水里的毛巾和铁罐小，流出来的水就少。”国王接着问：“洗澡和王冠有什么关系呢？”阿基米德不慌不忙地解释说：“如果王冠是纯金做的，那么把它放进水里排开的水，就跟没有加工过的黄金放入水里排开的水一样多，如果金匠在里面掺了银子，由于银子比金子轻，所以假王冠放进水里排开的水就比真金子排开的水多。”

从理论上讲，这种鉴定方法似乎无可非议，然而，阿基米德认为，从实验的角度看，这种方法是不够严谨的。因为实际上要精确测量出所出的水的体积是非常困难的，这是由于所要测量的两者差值不大，要求测量误差小；同时，又不具备精度足够高的量具。于是，在以上实验的基础上，一种新的修正方案出现了：用排出的水的重量作比较。实验所得，王冠排出的水的重量大于纯金排出的水的重量，所以阿基米德仍然断定，王冠里掺了假。

一年一度的祭神节到了，它是叙拉古人的传统节日。所有华丽的服装、服饰，精美的摆设，都要在这一天中展示，但这都不是主要的，最主要的是吉祥如意。在这天，叙拉古国的人民身着盛装，走在街头，载歌载舞，欢度自己的节日。在这天，叙拉古的人民还可以向神灵祈愿，祈求诸神，让田里的庄稼丰富，让家里的人们安康、幸福，愿国家能繁荣昌盛。

在这年的祭神节里，叙拉古国至少有2个人过得相当不愉快。一个是国王亥洛，他本来可以置办一顶黄橙橙的纯金王冠，虔诚地向神祇们祈求赐与些什么，在文武百官和外邦来宾面前炫耀一番。然而这个可恶的金匠居然敢偷工减料，将纯金的王冠里掺假，使这顶王冠大为逊色，如果不是聪明的阿基米德用数天功夫找出鉴定方法，几乎被这个家伙骗过去。所以国王在盛怒之下，将这个金匠投入监狱，待过完祭神节后再处置他。