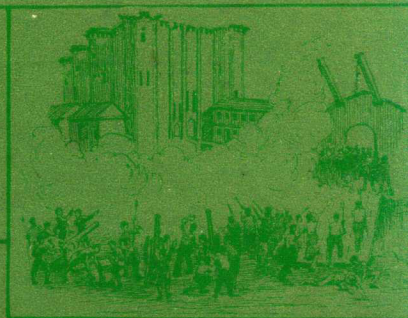


外国历史小丛书

阿基米得



外国历史小丛书

阿基米得

梁锡智

商务印书馆

1979年·北京

目 录

一、少年时代和早期的学术活动·····	1
二、杠杆的故事·····	7
三、计算沙粒·····	11
四、微积分法的鼻祖·····	13
五、“我找到了!”·····	16
六、为祖国尽忠·····	21
七、不朽的人·····	26

一、少年时代和早期的学术活动

公元前的最后几个世纪,也就是两千多年前,地中海沿岸发生了巨大的经济和政治变革。当时,希腊奴隶制城邦已经衰落,代之而起的是罗马奴隶制强国。公元前三世纪初,罗马征服整个意大利半岛之后,为了满足奴隶主对土地、奴隶和商业利益的贪求,积极向地中海扩张。当时足以和罗马对抗的西部地中海国家,就是以现在的突尼斯和阿尔及利亚沿海为中心的迦太基。迦太基是古代腓尼基人建立的奴隶制国家,农业和贸易都比较发展,垄断了西部地中海的贸易。在西西里岛地区,它和罗马扩张的矛头直接冲突。这两个奴隶制国家,为了争夺地中海的霸权,从公元前 264 年开始,进行了连续不断的一百多年的布匿战争^①。战争以迦太基彻底失败而告终。罗马成为西部地中海的主宰。

这时铁器代替了铜器,大大推动了生产的发展,使社会财富增长起来,这就促进了商业的繁荣。又由于

^① 布匿战争——罗马与迦太基的战争。罗马人称腓尼基人为布匿人,迦太基为腓尼基人的殖民地,故称对迦太基人的战争为布匿战争。

海上贸易和战争的需要，造船业得到迅速的发展。战争对军用品的生产和装备的要求日益增加，所以改进了军事技术和战术，在军队中大量配备了矢、弓、剑、矛、盾、战车等武器，并修筑了碉堡，建造了战船。

恩格斯指出：“天文学只有借助于数学才能发展。因此也开始了数学的研究。——后来，在农业发展的某一阶段和某个地区（埃及的提水灌溉），而特别是随着城市和大建筑物的产生以及手工业的发展，力学也发展起来了。不久，航海和战争也都需要它。——它也需要数学的帮助，因而又推动了数学的发展。这样，科学的发生和发展一开始就是由生产决定的”。^①正是在生产迅速发展的过程中和军事技术的迫切需要下，提出了许多科学技术课题等待解决。就在这个时候，古希腊出现了一位伟大的数学家、杰出的工程师、天才的发明家、静力学和液体静力学的奠基人——阿基米得（公元前 287 — 212 年）。

阿基米得生在西西里岛最繁华的城市——叙拉古（即今意大利西西里岛上的叙拉古），西西里岛当时属于希腊，农业非常发达，有地中海谷仓之称。阿基米得父亲费狄是个天文学家兼数学家，^②为人谦虚谨慎，对

① 《马克思恩格斯选集》第 3 卷，523 页。

② 当时哲学和自然科学尚未分离，差不多所有的哲学家同时又是

当时天文学和数学都有比较深的造诣,因而,在他很小的时候就从他父亲那里受到了很好的数学和天文学方面的教育,学习了古希腊的几何学。为了学习哲学和一些文学著作,阿基米得还经常到当地知名人士家中去借书阅读。少年时期的阿基米得,天资聪慧,勤奋好学。当他刚十一岁的时候,依靠国王亥(hài)厄(è)洛的亲戚关系,就被送到埃及的亚历山大里亚城去学习。

亚历山大里亚城位于尼罗河口,当时是古希腊世界最大的城市之一,又是地中海和东方各国贸易和文化交流的中心。城内博物院是当时最大的学术中心,其中有图书馆、研究院等,图书馆藏书极其丰富,据说有七十万卷,主要是埃及的纸草^①,还有古希腊的著作及一部分东方典籍。那时已经出现的职业科学家,也大多数居住在这里的博物院和图书馆里,对哲学和科学进行研究和总结。伟大的数学家欧几里得^②在这里开办自己的学校,讲述他的著作《几何原理》,培养了一

自然科学家。只是到了后来,希腊科学发展到亚历山大时代,自然科学才开始从哲学中分离出来形成自己独立的体系。

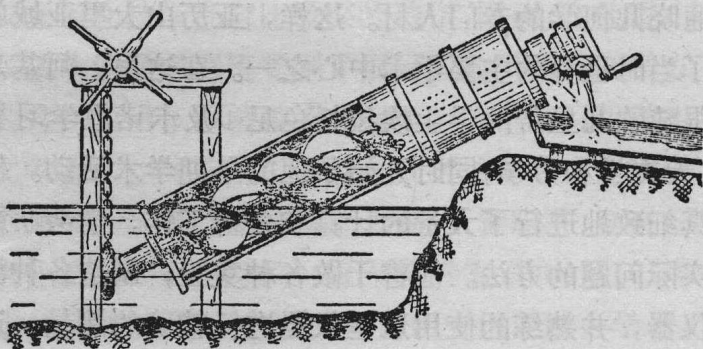
① 用墨水写成的书,因为这种书的纸是一种称为纸草的植物构成的,所以称这种书为纸草。

② 欧几里得(公元前 330—260 年),古希腊著名的数学家,著有《几何原理》一书。这本书于明朝末年由徐光启等人译成中文,是我国最早翻译的西方学术名著。

批通晓几何学的专门人材。这样，亚历山大里亚城就成了当时世界的主要学术中心之一。在这里，阿基米得跟随欧几里得的学生埃拉托色尼^①及卡诺恩学习数学、天文学和力学，同时开始了他的早期学术活动。他认真细致地进行了大量的计算和分析工作，学会了解决实际问题的方法。他善于做各种实验，制造各种测量仪器，并熟练的使用这些仪器进行精确的测量。这是他科学研究活动很重要的一个方面。他对力学兴趣最大(当时力学的概念与技术的概念是相同的)。就在他学习天文学的时候，发明了用水力推动的行星仪，并用它模仿日月以及行星的运行。他所制造的行星仪，能将日蚀和月蚀非常准确的表演出来。经过实际的制造之后，他将制造的经验加以总结，写成了《行星仪的制造》一书。在这本书里，他提出了机械传动的原理，并熟练而又巧妙地使用这些原理制造各种科学仪器。

当他在亚历山大里亚城的时候，尼罗河水经常泛滥成灾，青年时期的阿基米得主动要求参加修筑水坝的工程。埃及人曾请他解决用尼罗河水来灌溉农田的问题，他根据这个需要发明了螺旋扬水机。这是一个两头开口的圆柱形的管子(长4—6.5公尺)，在管内装

^① 埃拉托色尼(公元前275—194年)，当时亚历山大里亚城图书馆馆长。



有一个螺旋轴，将管子斜放，一头放在水里，另一头放在灌溉的渠道上。用手摇动把手或用牲畜拉动长柄，螺旋绕轴不间断的旋转，将水连续的从低处抽到高处，进行排水或农田灌溉。

这种螺旋抽水机，对当时农业的发展起了很大作用；船舱里积水，也可以用它抽干，所以对航运业也有帮助。这种机械，人们称它为“阿基米得螺旋”。在科学技术高度发达的今天，利用阿基米得螺旋的原理，制成各种器械用来传送小块固体、粉末、粘性液体，做成各种螺旋搅拌混合机械，绞肉机，螺丝钉等等，在实际生活中得到了广泛的应用。

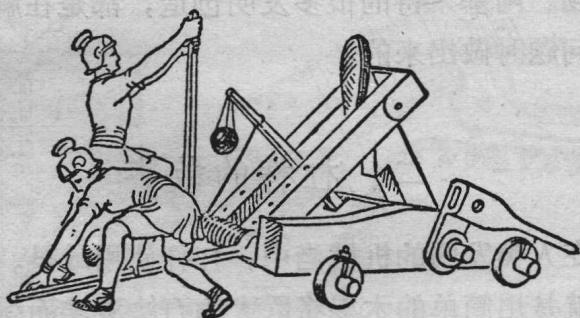
公元前 240 年，阿基米得由亚历山大里亚城回到他的故乡叙拉古后，就做了国王亥厄洛王的顾问，帮助国王解决生产实践、军事技术及日常生活中的科学技

术问题。阿基米得的很多发明创造，都是在解决这些实际问题时做出来的。

二、杠杆的故事

在人类发明的机械当中，杠杆使用最早。古代的奴隶就是用简单的木棍将巨大的石块艰难而缓慢地移到工地，建造了雄伟壮丽的庙宇、宫殿和其他一些建筑物，举世闻名的金字塔就是其中之一。奴隶们用勤劳的双手和卓越的智慧创造了古代光辉灿烂的文化。

阿基米得生活的时代，由于生产、商业及战争的需要，使造船、建筑和军事工程都得到了迅速的发展。那时，起重机、投掷石弹的投石机，以及为货物交换而制造的天平称，都广泛利用起来。所谓投石机，是一个用木头造成的架子，上面装有杠杆，利用它把石头抛掷出去打击敌人。为了运动方便，在架子下面装有车轮。这种武器，在历史上的战争中，一直使用了两千多年。这些工具都是以杠杆原理做基础的。同时，由于大型建筑物采用了石头做建筑材料，重十几吨的石块，在开采运输时，就必须利用杠杆、滑轮、螺旋这些最简单的机械工具。在使用和制造这些工具的过程中，人们已经懂得了杠杆作用的原理。但是在阿基米得之前，一直



还没有科学的、全面的、系统的总结成定律。然而生产实践又迫切需要这种总结,因为力的平衡条件,是人们设计和发明新机器时所必需的基本知识。

根据这种需要,阿基米得经过实际观察和实验着手并在前人已经知道的散乱的记录中,从物体重心的观点出发,对杠杆的平衡条件进行了数学证明。并确定了三角形、平行四边形、梯形、抛物线弓形等平面图形的重心。阿基米得写出了《论平面图形的平衡》的科学著作。

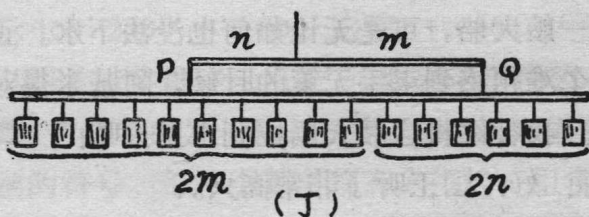
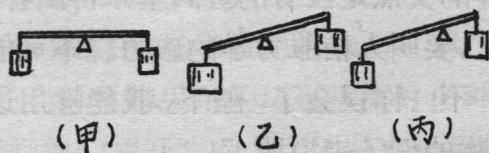
在这本著作中,他将杠杆原理总结成如下的定理:

1. 重量相等的重物,加在离支点距离相等的无重杆上是平衡的。
2. 重量不相等的重物,加在离支点距离相等的无重杆上,杆子就倾向重的一面。
3. 重量相等的重物,加在离支点距离不相等的无

重杆上，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。



他由这些定理出发，证明了现今被广泛运用的重量比等于距离反比的杠杆定律。这个定律是一切机械设计的基础，直接指导了生产和生活实践，创造出无数奇迹。传说阿基米得的研究工作，开始时很受亥厄洛王的非议，国王经常对他说：“要你实际表演，不要空洞

的理论。”“为什么你的研究只停留在学问的游戏上，而不能解决实际的重大问题？你所研究的学问到底对实际生活有什么利益？”

“假如给我一个支点，我就能推动地球。”阿基米得每次总是这样回答。

“但是到哪里找到一个支点，把地球举起来呢？你说说看？”国王问道。

“这样的支点是没有的。”阿基米得回答。

“那么，要叫人信服力学的威力就不可能了？”

“不！不！你误会了，陛下，我能够用这种机械推动别的重物的例子来说明。”

证明的机会终于来到了。有一次，亥厄洛王叫人造成了一艘大船，可是无论如何也没法下水。正当大家对这个难题感到束手无策的时候，阿基米得对亥厄洛王说：“我替你将这艘大船拉到水里去吧！”

“好！好！”国王听了非常高兴。

于是他设计了一套杠杆滑轮系统，利用它只需要很少的力气，就能将很重的东西拉动。当一切都准备妥当后，他便将绳子的一头交给了亥厄洛王，请国王顺手拉一下。当亥厄洛王接过绳子轻轻拉动它的时候，船就慢慢地移动起来，最后终于下水了。在当时，这真象变魔术一样，很多人都惊奇万分，纷纷议论，这一情

况很快就传遍了各地。国王为这件事还特别出了布告说：“从今以后，凡是阿基米得所说的话，务须一律听从。”

三、计算沙粒

古希腊的记算方法，和我们现在的计算方法完全不同，是用希腊字母表示的。进位也不是十进位制，因而也没有我们现在熟悉和使用的加、减、乘、除的四则运算方法。当时希腊采用的记数法有好多种，在亚历山大里亚城，他们用开头的九个希腊字母表示 1 到 9；随后又用九个字表示 10, 20, ……，90；再用九个字表示 100, 200, ……，900；这样，1,000 以内的整数，都可以用希腊字母表示出来^①。要表示千位数，就写下百位数，再在它的左上角加一撇；要表示万位数，就要利用别的符号。每一个数字都有专门的一组字母来表示，为了将数字与文字区别开来，通常在表示数字的字母上加上一横或右上角加一撇。总之，那样的记数法是很麻烦的。古希腊人给一万起了个名字叫做“米里阿达”，意思是不能计算的数，这就是阿基米得时代数

^① 希腊字母共 24 个，不够用，加上两个作废的希腊字母和一个腓尼基字母，共 27 个。

字的极限，用我们现在的符号，其实就是 10^4 。

显然，那种计数法，书写和演算都很麻烦，尤其困难的是，没有大数的符号。可是，阿基米得想计算一下“整个宇宙”，如果用沙粒计算，需要多少沙粒才能充满“整个宇宙”呢？

阿基米得根据阿里斯塔赫^①对“宇宙”的认识，算出了充满“整个宇宙”的沙粒数目。在《沙粒计算》一书中，阿基米得提出了新的计数方法，他用当时希腊数字的极限值一万作为一个大单位，并将这个数值万万倍，用我们现在的符号表示就是 10^8 。他以 10^8 这个数值作为第一级的数，称“首数”，然后，他将 10^8 万万倍，得出第二级的数 10^{16} ($10^8 \cdot 10^8 = 10^{16}$)，称为“二数”；他再将 10^{16} 万万倍，就得出了第三级的数 10^{24} ($10^8 \cdot 10^{16} = 10^{24}$)，称为“三数”……，这样，一直按级计算下去。用现代数学的语言概括来说，就是以 10^8 为新单位，第二级、第三级、第四级……依次为 10^{16} ， 10^{24} ， 10^{32} ，……。最后，阿基米得算出，需要 10^{63} ($10^3 \cdot 10^4 \cdot 10^{7.8} = 10^{63}$)。阿基米得在《沙粒计算》中得出的数值是不正确的，因为他采用的地球与太阳的距离比实际的距离小二十多倍。

① 阿里斯塔赫(公元前 310—230 年)古希腊卓越的天文学家。他第一次指出了地球以太阳为中心做圆周运动，并自转。因而被称为“古代的哥白尼”，太阳中心说的奠基人。

但他计算沙粒数目的原理是很有价值的，它充分表现出重复计算的思想，尽可能用极少的符号(数字)来表示出极大的数字。但是，因为当时不需要这样大的数字，所以没有被广泛采用。尽管如此，阿基米得在《沙粒计算》的著作中，确定了按级计算的方法。这种方法帮助他解决许多难题。如在他的著作《圆的度量》中直接应用了这种方法。他在数学上的成就，与他的这种计算方法是有很密切联系的。

四、微积分法的鼻祖

在人类生产和生活实践中，经常会碰到计算最简单图形的周长、面积和体积的问题。例如：求圆、圆柱、球体及一些曲线围成的面积和体积就属于这类问题。古希腊时代，求圆周长时总是利用直径为一而周长为三(即“径一周三”)这个从实际经验中得出的不准确的数值。随着生产日益发展的需要，这种单凭经验的方法显然就不合要求。因为这样算出的圆的周长和面积总是偏小。

为精确的求得这个数值并给予严格证明，阿基米得在他的著作《论球和圆柱》中提出了五条公理作为严格证明的依据，并在《圆的度量》的著作中，利用圆的内

接和外切多边形边数增加面积逐渐接近的方法①，求出圆周长与直径比值 π 的近似数值。这个数值用我们现在的计数符号表示为：

$$3\frac{10}{71} < \pi < 3\frac{1}{7}$$

用小数表示即为：

$$3.1409 < \pi < 3.1429$$

取平均值， $\pi = 3.1419$ 与现在求出的精确到 5 位有效数字 ($\pi = 3.14159$) 相比，绝对值只差万分之六点九 (即 0.00069)。现在很多计算中还利用 3.14 做为近似值，并能在一定程度上满足实际中的要求。在阿基米得死后两千多年的今天，中学教科书中还要讲述这种方法。

在同一书中，他讲到圆面积时说：圆的面积大于任何内接多边形的面积，而小于任何外切多边形的面积；随着多边形边数的增加，圆内接多边形的面积也增加，而外切多边形的面积减小，因而就使得圆外切多边形的面积和圆内接多边形的面积之差小于任何一个数值。他使用的这种方法称为“穷竭法”。他证明了圆的面积等于圆周长为一直角边和以圆半径为另一直角边的直角三角形的面积。用我们现在常用的公式表

① 他利用具有 96 边的多边形。