

世界科技 百科

科学展望 回首征服自然的历程

宋涛 主编



- 苹果落地中发现的万有引力定律
- 指导人们研究化学的元素周期律
- 向海陆固定论发起挑战的大陆漂移学说
- 揭示宇宙生成之谜的宇宙大爆炸理论

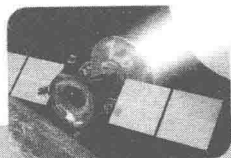


辽海出版社

世界科技 百科

科学展望 回首征服自然的历程

宋涛 主编



文化百科
丛书

辽海出版社

本卷目录

一、物理发现	(1)
阿基米德定律的发现	(1)
牛顿发现万有引力定律	(6)
电磁理论的发现	(19)
相对论的发现	(23)
泡利不相容原理的发现	(41)
二、化学发现	(47)
元素周期率的发现	(47)
物理化学的开创	(62)
三、数学发现	(67)
极限的奥秘	(67)
惊人的预言	(83)
二十世纪数学的领航人	(88)
四、地理发现	(93)
李四光开创地质力学	(93)
大陆漂移的发现	(98)
五、天文发现	(115)
哈雷彗星的发现	(115)
宇宙大爆炸的发现	(118)

六、生物发现	(123)
生物进化论的发现	(123)
微生物的发现	(138)
基因的发现	(154)

一、物理发现

阿基米德定律的发现

现在人们常听到“尤里卡”一词，20世纪90年代初法国总统密特朗提出过“尤里卡”计划，美国最大的太空计划也称作“尤里卡计划”。“尤里卡”是什么意思呢？“尤里卡”是希腊语的音译，中文意思是“我找到了！”

这样一句普普通通的话被现代高科技用作代称，是因为它和古代希腊一位著名科学家连在一起的。这位伟大的科学家就是阿基米德（Archimedes，约公元前287～前212）。阿基米德是古希腊数学和力学方面最伟大的人物之一，也是真正有创见的古希腊科学家中的最后一个人。他是古希腊物理学家和数学家，静力学和流体静力学的奠基人，是从实验观测推导数学定律的先驱。恩格斯在《自然辩证法》一书中赞誉他是后古典时期才开始的对科学进行精确的和有系统研究的代表人物之一。

约公元前287年阿基米德生于西西里岛著名的文化古城叙拉古（今意大利锡拉库萨）。他的父亲是天文学家和数学家。阿基米德11岁时，被父亲按照当时的惯例送到当时的世界文化学术中心亚历山大里亚城王家学校去学习。学习期间阿基米德对数学、力学和天文学发生了浓厚的兴趣。在他学习天文学时，发明了用水力推动的星球仪，并用它模拟太阳、行星和月

亮的运行及表演日食和月食现象。为解决用尼罗河水灌溉土地的难题，他发明了圆筒状的螺旋扬水器，后人称之为“阿基米德螺旋”。

公元前 240 年，他回叙拉古后，受到了国王亥厄洛的赏识，成为国王的顾问，帮助国王解决了生产实践、军事技术和日常生活中的许多实际问题。

阿基米德有一句名言：“给我一个支点，我可以撬起整个地球。”这句话至少有两个值得注意的地方。第一，阿基米德认为地球和月亮星星一样是圆球状的；第二，他从理论上掌握了杠杆原理。其实，阿基米德已经以丰富想像力把杠杆原理运用到实际问题上了。

后来，这话传到了国王的耳朵里。国王为了考验阿基米德的才能，让他把一条刚刚造好的船用简便的方法推下水去。于是阿基米德便设计了一套巨大的杠杆和滑轮机械，借助杠杆原理只要用很小的力量，就可以使很重的物体运动起来。他把一切都做好了以后，将一条绳子的末端交给国王。国王拉了一下绳子，船体竟真的有了轻微的移动。就这样，这条沉重的大船由国王亲自送下了水。全城的人像着魔般观看这一奇迹，国王立即发出告示：“从此以后，无论阿基米德说什么，都要相信他。”

阿基米德的著作很多，如《螺线》、《论抛物线形的求积法》、《论球和圆柱》、《论浮体》、《论平面图形的平衡》、《圆的度量》、《论锥体和球体》、《沙的计算》等。据现在所知，他失传的著作有《天球仪的制造》、《论杠杆》、《支持》、《原理》和《反射光学》等。在他死后过了差不多二千年之后的 1670 年，英国牛津出版了《阿基米德遗著全集》。经历了这么

多世纪而保留下来的阿基米德的著作，就全部收在这部全集中了。阿基米德的著作是古代精确科学所达到的顶峰。无论在数学领域还是在力学领域，他都是伟大的，而且，他也和其他许多杰出的学者一样，在他们令人惊异的漫不经心的时候，会把人类天才的真正伟大的发现和引得他周围所有的人发笑的荒谬滑稽的狂举妄动结合起来。

他沉溺于科学的思索中，以至于完全忘记他是在什么地方，忘记吃饭、睡觉和休息。他在洗澡时，能长时间沉思默想地用手指往自己涂满泥皂（从沼泽底取出的淤泥，古希腊人用作肥皂）的身上画着各种各样的图形，只有强制才能使他摆脱这种入迷的状态。

国王亥厄洛是一个勇敢善战的人。有一次打了胜仗，为了庆祝胜利，他决定要献给神一顶王冠，于是下令找来了一个高明的金匠来制作。国王的会计官给了金匠必需的金子，不久王冠制成了，它玲珑剔透，金光闪闪，国王非常满意。

但是，人们私下传说金匠并没有把全部金子用到王冠上，而是掺进了一部分银子。国王听了，也起了疑心。他把金冠称一下，和交给金匠的金子一样重，颜色也黄澄澄的，看不出掺进了什么。如果为鉴别真假打碎这个精致的王冠，又觉得可惜。于是他决定让阿基米德来检验。

阿基米德接受了这个任务，回到家里左思右想，一直没想到好办法来。他茶不思，饭不想，整天焦躁不安。阿基米德思考问题非常专注，如同着了魔。让他吃饭，他好像丝毫没听见，仍然继续在火盆灰里画他的图形。她妻子须时时看着他，否则他即使在用油擦身时（古希腊贵族中流行的促进卫生和健康的—种方法），也会呆坐着用油在自己的身上画图案而忘

记原来要做的事。有一次，他带着满脑子问题在洗澡。澡盆里装满了水，阿基米德慢慢把身子沉了进去。“哗啦——哗啦”，水不断地溢出来。同时，他觉得自己变轻了，入水越深，这种感觉越明显。以前，谁也没有思索过这个现象的意义。现在，阿基米德一心在寻找解决问题的方法，突然间他一下子从澡盆溢水的现象中受到启发。他意识到从盆子里溢出来的水就等于人体进入水中的体积，如果在容器里装满水，取一块和王冠一样重的纯金，把它与王冠同时放入两个充满水的容器里，如果它们溢出来的水一样多，王冠就一定是纯金的，否则就是掺了银。想到这里，阿基米德忘记了自己在洗澡，猛然跳出澡盆，光着身子跑出来，一边大声喊着：“尤里卡！尤里卡！”一边向街上跑，完全不顾赤身裸体、令人难堪的样子，穿过全城，奔向叙拉古王亥厄洛，去把自己的发现告诉他。街上的人们看着他光着身子高喊着跑出来，都以为他疯了。

阿基米德首先测出王冠的重量，然后准备了和王冠一样重的一块纯金和一块纯银，还有一个装满水的容器。阿基米德把纯金块慢慢沉入容器，算出溢出的水量，这些水的体积就是纯金块的体积。再次装满水后，他又把纯银块沉入装满水的容器，于是又得到了纯银块的体积。当然，银块的体积要比金块大。最后，他又把王冠放入装满水的容器，根据溢出的水量测出了王冠的体积。阿基米德把王冠的体积和纯金块与纯银块的体积加以比较，发现王冠的体积比纯金块的体积要大，比纯银块的体积要小，这就证明了王冠不是用纯金制成的，而是用金银混合后制作的。根据测出的结果，他还计算出有多少黄金被换成了白银，终于揭开了王冠之谜。

他对金匠说了自己的测试过程，金匠只好承认了自己的罪

行。

其实，阿基米德利用的是流体静力学的最基本原理，但在他那个时代人们根本不懂得“比重”这个概念，更不懂得一个物体浸入液体以后，要利用它排开液体的重量。说阿基米德智慧过人也正是在这里。从此，一个被称作“阿基米德定律”的原理一直写到了今天的每一本物理学教科书中。

阿基米德一生的发明和科学发现非常多，他发现圆柱体积和其内接球体的体积之比（这个比例为3:2）；他还用内接和外切多边形的方法来测量圆周，逐渐增加多边形的边数，使其逐渐与圆周长相接近。这个渐进的方法证明：圆周长与直径之比，大于 $3\frac{10}{71}$ ，小于 $3\frac{11}{71}$ 。这是数学上相当重要的方法——用有理数逼近无理数，叫做“无穷逼近”。

阿基米德口头上虽然看不起他那些机械发明，称它是几何学上的小玩意儿。但他在机械方面的这些发明给人们带来了相当大的实用价值。大约是在亚历山大里亚的时候，埃及人请他帮助处理尼罗河河水排灌，他们要他提供一种能使水均衡分配的方法。结果阿基米德发明了一种水螺旋。这种水螺旋大概是一种管子绕成螺旋形，放在水里绕着轴旋转，水便从管中不断流出来。

阿基米德还利用空闲时间造了一些圆球，模仿日月及五大行星（水、火、金、土、木星）的运动，制好后，利用水来带动其旋转。他造得非常准确，可以把日食月食都运转出来。这是世界上最早的天象仪。

阿基米德进入暮年时，新兴起的罗马帝国进攻叙拉古。当时罗马军队已将整个城市包围。看到祖国面临灭亡的危险，阿

基米德决心尽自己的全力来拯救祖国。他制造出一种类似现代起重机一样的机械，他用这种机械把罗马的战船抓起来，悬在空中，然后再猛地抛向水面使之沉入海底，或者越过城墙将这些船抓回城里，让叙拉古的士兵把敌人杀死。他还造了一种石弩，把大块石头抛向罗马军队和战船，将敌人砸得叫苦连天。还有一种难以置信的传说是，阿基米德曾让许多人手执凹面镜会聚阳光，烧毁了罗马军队的木制战舰。

阿基米德运用他的机械，差不多只他一个人就将敌人挡在城外。有时连一根绳子抛出城外，也要将罗马人吓得四散奔逃。罗马军队没有办法攻破城池，便改变策略，变强攻为久困长围。叙拉古被围困了整整三年，城中的一切都消耗尽了，没有办法再坚持下去。公元前 212 年，叙拉古终于向罗马投降了，罗马军队迅即占领了整个西西里岛。当罗马士兵冲进叙拉古的时候，阿基米德还在专心致志地研究他的问题，似乎并没有理会到战争的恐怖，也没有听到罗马士兵进城的喊声。直到一个士兵的脚踏乱了他在地上的图，阿基米德才抬起头来向着他喊：“喂，你弄坏了我的图，赶快走开！”结果，他的喊声惹恼了那个无知的士兵，阿基米德就这样被杀害了。

牛顿发现万有引力定律

凡是学过物理的人都知道万有引力定律，而且知道这个定律是伟大的科学家牛顿发现的。

那么，牛顿究竟是如何发现万有引力定律的呢？

行星绕着太阳转

1543年，在自然科学史上发生了一件大事，哥白尼发表了他的日心说。哥白尼指出，地球是一颗普通的行星，与其他行星一样，是围绕着太阳旋转的。从此，被宗教神学奉为经典的亚里士多德——托勒密的地心说动摇了。

后来，开普勒又发展了哥白尼的日心说，他发现了行星运动的三定律，指出行星不是绕着太阳做匀速圆周运动的，而是沿着椭圆形轨道运行的。

人们自然会提出这样一个问题：庞大的地球为什么会不知疲倦地绕着太阳旋转呢？

17世纪，伽利略的惯性定律已普遍为人们所接受。伽利略通过实验证明，当物体不受力的时候，将保持静止或匀速直线运动，当受到力的作用时，就会改变速度或运动方向。

于是，人们猜测，一定是有一种力，迫使行星不断地改变方向和速度，使它们不停地绕着太阳旋转。

那时候，人们知道的力除了机械力之外，还有一种是磁力，磁石能够穿越空间把周围的铁屑吸引过来。所以人们首先想到了天体间相互作用的力是磁力。

以研究磁学著称的英国物理学家吉尔伯特提出，太阳和行星之间存在一种类似磁力的引力在起作用，正是这种力使行星绕太阳旋转。他还设想，地球是一个大磁石，地心产生的引力就是这块大磁石作用于周围物体的力。

法国哲学家、物理学家笛卡尔提出了以太说。他认为宇宙间充满了肉眼看不见的以太，在太阳、地球等聚集体周围的以太，围绕着聚集体形成旋涡似的运动，旋涡吸引着四周的物体

向旋涡中心运动。

荷兰物理学家惠更斯是笛卡尔以太旋涡说的信奉者。他做过一个实验，在一只盛满水的大碗中搅起一个旋涡，于是，碗内的卵石就被拉到了碗正中的旋涡中心来。

惠更斯在研究摆的运动中，还发现物体沿圆周运动，需要一种向心力，就像我们在绳子一端拴上一个石子，然后拉着它的另一端让石子做圆周运动时，手通过绳子给了石子一个向心力一样，行星绕着太阳运行，也受到一种向心力的作用。惠更斯还推导出了向心力公式。

法国天文学家布里阿德在 1645 年甚至提出了引力与距离平方成反比的思想。

尽管许多科学家已不同程度地揣测到了万有引力的作用，但是没有一个人对万有引力定律做出精确的科学论证，真正完成这项工作的是牛顿。

天降大任

好像是“老天爷”有意安排似的，就在近代力学的奠基者伽利略 1642 年去世的这一年，一个继承他的事业，把经典力学推向最高峰的科学家诞生了，他就是牛顿。

牛顿出生在英国林肯郡伍尔索普村一个普通农户家，他的母亲和祖母以几个月前刚去世的他的父亲的名字——艾萨克·牛顿为这个新生的男孩取名。

牛顿从小与那些喜欢打打闹闹的男孩子不大合得来，他喜欢安静地思考问题，爱好发明，手工做得特别好，他制作的风车、风筝、日晷滴漏都十分精巧，因此，大家都称他作“小巧匠”。

中学，牛顿进入离家十多公里的格兰赛姆皇家学校，寄宿在药剂师克拉克家中。当时的药房就像一个小小的化学实验室，牛顿在这里学到了许多化学知识，萌发了对科学的热爱。

14岁时，牛顿的家境每况日下，不得不中途辍学，回家务农。幸亏格兰赛姆的校长和他的舅父都很看重牛顿的天才，认为他应该继续深造，在他们的再三劝说下，牛顿的母亲才让他复学。

1661年，牛顿以减费生的名义考上了著名的剑桥大学的三一学院。所谓减费生就相当于现在的半工半读，靠给学院的教授、研究员打工获得奖学金。

牛顿入学后的第二年，三一学院设立了卢卡斯讲座，专门讲授自然科学知识。这个讲座的第一任教授是皇家学会会员、博学多才的数学家巴罗。牛顿把巴罗看作是对他一生帮助最大的恩师。是他把牛顿引向了近代自然科学，特别是光学和数学。巴罗对他的这个得意门生非常欣赏甚至崇敬，他常说：“我对数学虽略有造诣，但与牛顿相比，只能算个小孩。”后来，巴罗主动把卢卡斯讲座的教授职位让给了牛顿，使刚刚26岁的牛顿成为教授。

1665年到1667年，英国发生了可怕的瘟疫，仅伦敦一地，1665年夏就有3万人死于瘟疫。剑桥大学不得不停课，大家都分散到了人口比较稀少的乡下，牛顿也回到了他的家乡伍尔索普村避难。

在伍尔索普的这两年，是牛顿一生中创造力最旺盛的时期。牛顿自己曾说过，他的许多重大研究的基本思想，都是在这两年中形成的，以后不过是使这些思想加以发展、完善。正是在这两年间，他发现了微积分法、白色光的组成，还有著名

的万有引力定律。

苹果落地的启示

据牛顿晚年的密友回忆，牛顿曾多次对他们讲过，是苹果落地引发了他对万有引力的思考。

一天，牛顿坐在一棵苹果树下对引力问题进行思考。突然“扑通”一声，一个苹果从树上落到了他的脚旁。苹果为什么不向上，也不向旁边而总是垂直地落在地面上呢？牛顿陷入了沉思。

苹果落地是重力的结果，也即地球对苹果吸引力的结果。牛顿发现，一个物体的重量不论在地面上还是在高山顶上，都相差不是很大，可见地球引力威力之大。他设想，重力可以延伸到很远很远，穿越太空，到达月球，把月亮往地球上吸引。

那么月亮为什么不会落到地球上呢？牛顿根据抛物体运动，画了一张画，例如有一人站在一座高山上，用不同速度水平地抛出一个物体，抛出物体的速度越小，物体落地点离山脚越近，速度越大，落地点离山脚越远。当速度大到一定程度时，它就不再落回地面上了，而是绕着地球旋转。月亮的情形就是这样，它以 1000 米/秒的速度运行，所以不会落在地球上，成了地球的卫星。

牛顿画的这张图使人们不禁想到，假如追溯是谁最早提出人造卫星的设想的话，那么牛顿还可算是老祖宗呢。

牛顿首先选择了地球和月亮的关系开始研究万有引力，因为月球的轨道是圆的，计算起来也比较方便。

牛顿由开普勒的第三定律和圆周运动向心加速度公式，得出了引力大小与行星质量成正比，与它们之间的距离的平方成

反比。这就是万有引力定律。

牛顿算出月亮加速度约为 0.27 厘米/秒^2 ，而苹果落地的重力加速度是 980 厘米/秒^2 ，约是月球加速度的 3600 倍，而月球与地球间的距离约为地球半径的 60 倍，这就证明了，让苹果落地的力和使月球保持在它的轨道上的力，都是地球的重力。

不过，当时牛顿并没有公布他的发现，也许他看到了要真正解决这个问题还有许多难点没有解决，这就为牛顿与胡克对发现万有引力的争论埋下了伏笔。牛顿真正公布万有引力定律，是在十几年以后的 1684 年。

牛顿和胡克的科学竞赛

在牛顿提出万有引力时，还有一些科学家也产生了和牛顿类似的设想，其中有一位科学家就是胡克。他既是牛顿的朋友，又是论敌，在光的波动说与粒子说上他们二人发生过激烈的争论。

胡克也是一位杰出的科学家，他是胡克定律、细胞的发现者，在天文学、医学、物理学等方面有多项发明和发现。

胡克相信引力和磁力很相似。由于吉尔伯特已用实验证明了磁力随物体距离变化而变化，胡克就想寻找引力随距离变化的规律。他在 1662 年~1666 年曾做过实验，把一物体放入深井测重量，再放到高山顶上测重量，进行比较，由于仪器精度限制，没有获得结果。

1664 年，胡克研究了彗星的轨道，指出彗星轨道在靠近太阳时是弯曲的，这是太阳引力造成的。胡克还聪明地看到，物体沿圆形轨道运行有两个分量，一个惯性分量，一个向心分

量，惯性分量沿曲线的切线方向作直线运动，向心分量则拉物体偏离直线轨道。1679年，他曾把这种方法介绍给牛顿，并且在给牛顿的信中还提出引力与距离平方成反比。不过这只是定性的想法，没有严格的定量证明。牛顿没有给他回信。

胡克是英国皇家学会会员。英国皇家学会会有一个惯例，每星期三下午，学者们常聚集在一家咖啡馆自由交谈。1684年初的一个星期三下午，胡克与年轻的天文学家哈雷及皇家学会创始人之一、圣堡罗教堂和格林威治天文台的设计人、建筑学家雷安聚在一起，探讨着行星的运动。

他们三个人取得一致见解，都认为行星通过一种力被太阳吸引，这种力与行星至太阳距离的平方成反比，他们也都认为开普勒的行星运行三定律是正确的，那么现在的关键是如何根据引力与距离的关系来证明行星运动轨道是椭圆形的。

雷安宣布，谁要是能够给出证明，他就奖励谁。胡克当即表示，他可以给出证明。可是，几个月过去了，胡克却迟迟拿不出证明。

到了8月，哈雷等得不耐烦了。他听说牛顿也在研究这一问题，而牛顿已是当时有名的数学家，于是哈雷便去登门拜访牛顿。

哈雷问牛顿：“假如一个行星受到一个和距离成反比的力的吸引，那它应当是以怎样的曲线运动呢？”牛顿不假思索地回答：“椭圆。”哈雷又惊又喜，他问牛顿：“你是怎么知道的？”牛顿漫不经心地说：“我以前计算过。”哈雷要求看看他的计算。牛顿找了一会儿，没有找着，于是许下诺言：“我再计算一次，然后把结果寄给你。”

1684年11月，牛顿把椭圆轨道计算寄给了哈雷，哈雷立

即意识到这份论文的重要意义，他兴冲冲再次来到剑桥大学拜访牛顿。这时牛顿已写出《论物体运动》的小册子，哈雷说服牛顿公布他的研究成果，并以这本小册子为基础，再写一本书。

在哈雷的热情鼓励和敦促下，牛顿开始了他的不朽著作《自然哲学的数学原理》的写作。牛顿陷入极度的冥思苦想之中，连对自己吃了饭没有也记不清楚，有时，衣服只穿了一半就一整天失神地坐在床沿上。他极少离开房间，只有以卢卡斯教授身份讲课时才离开。牛顿只要有一小时不看书就认为是浪费了光阴。他很少在夜里二三点前睡觉，常常在凌晨四五点才上床休息，一天只睡四五个小时。

1686年4月，牛顿完成了《自然哲学的数学原理》第一卷。这本书原定以皇家学会的费用出版，但因未筹措到足够的资金，印刷被推迟了。哈雷决定自己出钱支付印刷费用。

在书付印前，胡克以曾向牛顿提示过平方反比定律为由，向牛顿提出异议。其实他也高度评价牛顿的成就，只是希望在其著作中承认自己的贡献。经过哈雷调停，这场风波才算平息了。

这部奠定了现代物理学基础的经典著作《自然哲学的数学原理》于1687年夏正式出版，它分为三卷。牛顿首先确定了质量、动量、惯性和力的基本概念，在概括和总结前人研究成果的基础上，通过自己的观测和实验，提出了运动三定律：惯性定律、第二运动定律、作用与反作用定律。这三条定律和万有引力定律一起共同构成了宏伟壮丽的力学大厦的主要支柱。

在这部书中，牛顿从数学上论证了万有引力定律，指出在