

中 英 对 照

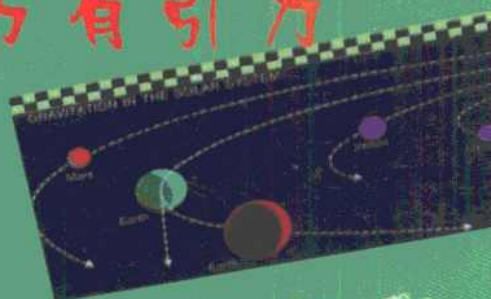
newton
a gravity

THE BIG IDEA

大科学家及其理论

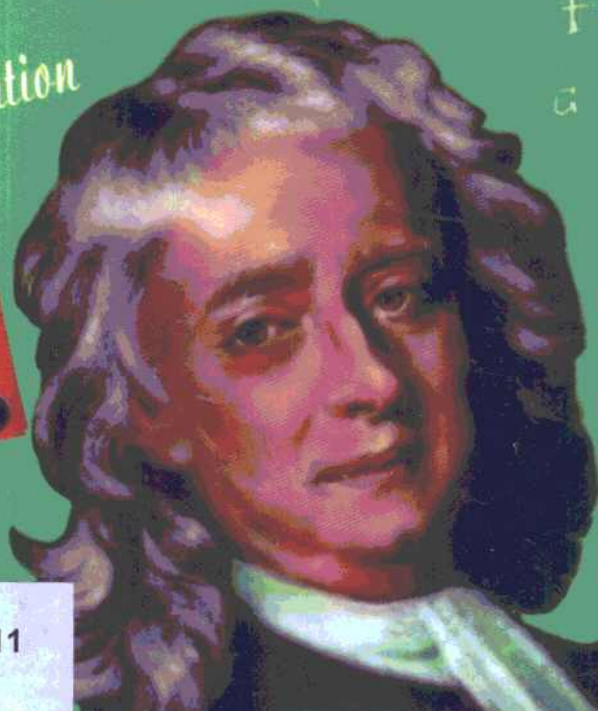
牛 顿

与万有引力



$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$
$$G = 6.6 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$$

avitation



velocity

5.616.11

保罗·斯特拉瑟恩 著
刘卓译 吴文忠 审

辽宁教育出版社
贝塔斯曼亚洲出版公司

大科学家及其理论

牛顿与万有引力

Newton & Gravity

保罗·斯特拉瑟恩 著

刘 卓 译

吴文忠 审

辽宁教育出版社

贝塔斯曼亚洲出版公司

版权合同登记：图字 06-2000-018 号

图书在版编目 (CIP) 数据

牛顿与万有引力：英汉对照 / (美) 斯特拉瑟恩著；
刘卓译. - 沈阳：辽宁教育出版社，2000.7

(大科学家及其理论)

ISBN 7-5382-5749-7

书名原文：Newton & Gravity

I. 牛… II. ①斯… ②刘… III. ①牛顿, I. (1642
~ 1727) - 生平事迹 - 对照读物 - 英、汉 ②万有引
力定律 - 对照读物 - 英、汉 IV. K835.616.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 31283 号

Copyright: 1997, 1998 BY PAUL STRATHERN

This Edition Arranged With LUCAS ALEXANDER WHITLEY (LAW)

Through Big Apple Tuttle-Mori Agency, Inc., and

Beijing International Rights Agency

English/Simplified Chinese Edition Copyright:

2000 LIAONING EDUCATION PUBLISHING HOUSE

All Rights Reserved.

辽宁教育出版社出版

(沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮政编码 110003)

沈阳新华印刷厂印刷 辽宁万有图书发行有限公司发行

开本: 850 × 1168 毫米 1/32 字数: 84 千字 印张: 5

印数: 1—5,000 册

2000 年 7 月第 1 版

2000 年 7 月第 1 次印刷

责任编辑: 许苏葵 杨军梅 责任校对: 王 玲

封面设计: 吴光前

版式设计: 赵怡轩

定 价: 8.50 元

引 言

我们完全有理由认为牛顿是最有思想、最具才智的人物。莎士比亚对于语言的运用无人能及；拿破仑对于人性的驾驭让人难以望其项背。但是从来没有人像牛顿那样将人类对世界的认识能力如此迅速地提高上来。

牛顿的著作代表着人类思想领域的进化发展，这是一次巨大的飞跃。早在人类踏上月球之前（甚至是萌生这种设想之前），牛顿的数学理论就已经为踏月之举铺平了道路。在牛顿之前，人们认为月球是天体的一部分，受到未知的天体运动规律的制约。在牛顿之后，月球被看做是地球的卫星，由于地心引力的作用运行在固定的轨道上。从此人类第一次窥见了整个宇宙是如何运行的。

在牛顿的诸多发现中，如力的概念、微积分、光的本质、机械学理论、二项式数列、数值分析方法等等，万有引力定律的发现是其中最为重要的。用牛顿

的名字命名的单位、科学和数学实体超过了以任何其他科学家所命名的。牛顿（国际单位制，公认的力的单位）、牛顿流数法、牛顿透镜公式、牛顿环（光学）、牛顿商（微分）等等，不一而足。每一个定义都直接来自于牛顿的辛勤工作。

牛顿出现在历史上一个恰当的时刻才使这一切成为可能，正如但丁在中世纪苛刻僵化的等级制度束缚下创作出《神曲》一样，牛顿是在哥白尼和伽利略将人们的科学思想从同样严酷的羁绊中解放出来后才有了众多发现。牛顿曾坦言：“如果说我比别人看得远，那是因为我站在了巨人的肩膀上。”

中世纪束缚思想的锁链已经挣脱了，人类知识的大门向崭新的世界敞开了。在牛顿看来，他做的一切微不足道：“我就像在岸边玩耍的小男孩，四处环顾，时而发现一个特别光滑的卵石或者一个漂亮的贝壳，而展现在我面前的是尚未挖掘的广阔的知识海洋。”如果和牛顿看问题所选的宽广的视角相比较，他话语中所表现的谦虚当然逊色得多了。他的真正含意正是如此。从品质上来讲，牛顿并非谦虚之人。

那么这位历史上学识最渊博的科学家是怎样一个人呢？一般说来，牛顿同时代的人对他的看法和处于 20 世纪的我们对爱因斯坦的看法极为相像：他性情温和、行为古怪，不会保护自己，常常心不在焉；他天生奇才，具有无懈可击的高尚品德，虽然离群索

居，但还是赢得了一些人的爱戴；由于成就斐然，令人肃然起敬。在当时，牛顿是惟一一位被同辈人推选为剑桥大学议会会员的学者，令人尊敬的并毫无异议地连年当选的皇家学会会长，皇家铸币厂厂长，并因此遭到伦敦非法制造伪钞者的畏惧和憎恨。但实际上，普通人了解到的牛顿才是真实的牛顿，在严谨朴实的外表下是一个内心骚动不安，充满复仇心态的牛顿，一个掩饰着不可告人的秘密的牛顿。

生活和工作



艾萨克·牛顿生于 1642 年圣诞节，出生在林肯郡乌尔索普村的一个庄园主之家。巧合的是，他的伟大的科学前辈伽利略在同一年早些时候离开了人世。

牛顿的家谱中没有任何前辈具有杰出的才能。他的父亲也叫艾萨克·牛顿，是个富足的自耕农，连自己的名字都不会写。家人们认为他是个“粗野、放纵而又懦弱的人”。在儿子出生前三个月他就去世了，他的母亲是当地一个不名一文的绅士之女，是个公认的勤劳、节俭的女人。

艾萨克是个早产儿，“个头儿小得都能放进一夸脱的罐内”。人们估计他活不过出生当天（事实上，他身体非常健康，一直活到 84 岁）。小艾萨克从不认识他的父亲，在 18 个月的时候又“失去了”他的母亲，1644 年汉娜·牛顿嫁给了当地一位富有的牧师——63 岁的巴拿巴斯·史密斯，搬到了北威特姆村去

生活。小艾萨克被丢给祖母照顾。

牛顿从未忘记这段痛苦往事，这对他的性格产生了不可磨灭的影响。成年后他的生活就被无法控制的愤怒、偏执的复仇心态和间或发生的精神崩溃所困扰。他爱他的母亲，但她抛弃了他，他虽然无法恨她，但上帝帮助他将在内心的愤怒（合法地）发泄到他人身上。

事实上，北威特姆只需沿着山谷向上走几英里的路，小艾萨克甚至可以从他家那个小山上看到田野那边教堂上的塔。但在现实生活中，那是另外一个世界。他的亲生父亲“在天堂”，他的母亲远离了他的童年世界。成年后的牛顿长期地、全身心地投入到了对于遥远的天体和天体间相互吸引的本质的深刻思考中，所以如果说心理学家们透过牛顿对天文学的热爱看到的不仅仅是巧合，这也是意料之中的事了。

据牛顿同时代的人介绍，牛顿长成了一个“不苟言笑、沉默寡言、勤于思考的小伙子”。但他偶尔也会发一阵脾气，牛顿后来回忆说有一次发脾气时“威胁我的母亲和继父要把他们和房子一起烧掉”。看来起初他在愤怒中并没有宽恕他的母亲（纵火狂即使是在表达愿望时，也几乎不是正常状态）。

当时处于非常状态的不仅仅是牛顿的思想。在牛顿出生那一年，查理一世的所作所为和他信奉的“神圣王权”使得国会向他的统治提出挑战。随之爆发的

内战持续了六年，蔓延到英国各地。最后于 1649 年以国会胜利、查理一世被处死而告终。内战期间战争频繁，房屋被焚毁时有发生。牛顿和村上其他有地的家庭有意支持国王，但并没有拿起武器为之战斗。

国会的胜利是欧洲第一次成功的革命。这次革命建立了共和国，随后实行了后来被人们逐渐接受的苛刻统治——压抑人性的清教教义。所有舞会和各种公共娱乐活动都遭到了禁止，甚至连圣诞节都变成了人们做祷告的日子，而不像原来吃一顿布丁大餐。但是在林肯郡，农耕家庭几乎没有受到影响。很久以来他们就过着简朴的生活，他们畏惧上帝，把生活重心放在阅读《圣经》和节制性欲上。小艾萨克就是在这种清教徒的家庭环境中长大的，因此理所当然地养成了拘谨刻板的习惯。他学会了通过查阅《圣经》来探询圣父的意愿，这一习惯贯穿了他生命始终。

圣父不仅仅是天堂中的上帝，也是天堂中的父亲。在迅速发展的关于牛顿本人的心理学研究领域，牛顿被一种了解父亲的强烈但无意识的需求所驱使这一观点得到了广泛认同，凭着信念牛顿认为圣父创造了宇宙而且留下了某些线索让人们去了解宇宙的最终本质和上帝的最终意图。牛顿的一生被那种迫切的愿望驱使在两个适当的领域中探寻这些线索，即他在追求科学真理的同时也投入到对《圣经》和宗教的研究中，并最终坚信他的宗教研究具有最深远的价值。这

一次，他所认为的事实似乎和他的心理一样失去常态了。

牛顿 10 岁的时候，巴拿巴斯·史密斯去世了。艾萨克的母亲回到了乌尔索普的家中，她已经变成一个富有的女人。牛顿的祈祷应验了。接下来的两年对于牛顿来说充满了好奇和巨大的快乐，但母亲对于人情世故的了解和同母异父的一个弟弟和两个妹妹的出现削弱了牛顿的这种感觉。他是长子，汉娜似乎在某种程度上依赖他，没有发育到青春期的时候他就已经成为妈妈心目中的“一家之主”了。母亲的认可和早熟所培养出的自信在他日后为获得知识而进行的努力中从未消失，即使是在他受到疯狂的焦虑所困扰的时候也是充满自信。

12 岁时牛顿到离家 10 英里远的格兰瑟姆文法学校上学。他寄宿在药剂师克拉克家，位于乔治旅馆旁的高街上。在校内他所学的课程几乎全是拉丁文和古希腊语。当时的教育几乎完全忽略了数学（大部分还是中世纪的成就）。那个安静、敏感的乡村男孩对一切漠不关心，一头扎进了学业中。

据牛顿自己回忆，当时他对于知识的接受是很迟钝的，直到有一天事情发生了变化。学校里一个恃强凌弱的人踢他肚子后，牛顿向他提出挑战，在教堂后院打架。牛顿的第一位传记作家康德特在记述牛顿往事时写道：“艾萨克没有他对手强壮，但他斗志高昂，

意志坚定，一直将对方打得告饶。牛顿找到了一种合法的方式去发泄长久以来压抑于内心的愤怒，这种愤怒一经宣泄就变得难以扼制。把这个体力上优越于他的对手击倒还不够，艾萨克拽着他的耳朵走到教堂的一侧，把对方的脸和鼻子使劲往墙上撞。艾萨克将对方如此羞辱之后还不肯罢休，他要任何方面战胜对手。他意识到必须在学识上取胜，于是牛顿开始努力学习，并很快展露出他的杰出才智。

在牛顿记忆中事情的经过就是这样，我们可以肯定发生过类似的事情，在牛顿的一生中这种愤怒的报复行为时有发生。这是他宣泄自我的方式。

牛顿的聪明才智一经激发，便势不可挡。格兰瑟姆的人们震惊地发现一个原本愚笨的少年从一只蛹伸展蝶翼，变成了一个天才。事后人们都忆起了这件事。在这位皇家学会会长、皇家铸币厂厂长、伟大的艾萨克·牛顿爵士去世后，人们回忆道，小艾萨克表现出一个卓越天才所具备的种种迹象：制造了一个构造复杂的风车模型，把大家难住了；手工制作了一个水钟；能在空中爆炸的风筝；老鼠拉的碾米机；可折叠的纸灯笼；能够根据阴影准确地计算时间；笔记本上画满了各种常人难以理解的图形。值得庆幸的是这本笔记现保存在纽约皮耳彭·摩根图书馆中。封皮内的字迹记录着笔记本是牛顿于1659年以两个半便士买来的。笔记本上的内容证实了格兰瑟姆人们这些看

似没有根据的想象，包括数页哥白尼太阳系理论的图表，如何制作日晷和风车模型的细节以及运用占星术预测日月食的时间。从中我们可以发现两个显而易见的事实：牛顿的求知欲望已超出了学校的教育范畴；他的主要兴趣在科学和世间万物的作用原理上。

所有这些证据都证明了牛顿是个智力发育过早、才智过人的天才。他主要通过自学方式获得了大量知识。虽然不同寻常，但也不是绝无仅有，在这个世界上一定会有几十个、几百个这样的奇才。和当时绝大多数人一样，牛顿似乎命中注定要过一种古板的普通人生活。就在他买那个两个半便士的笔记本那年，他母亲叫他回家经营农场，当时他 17 岁。

在家的日子并不轻松愉快，由于发现了更有趣的事情，牛顿的内心激动不已（尽管纵火烧毁一切的想象也同样令他寝食难安），从试图发现圣父留下的种种线索到疯狂地要求逃避到没有精神焦虑的有序世界中，牛顿突然全身心地迷上科学研究的现象有各种各样心理学上的解释（这种复杂情绪和各种时常相互矛盾的解释有助于我们了解牛顿，即使仅仅提醒我们对于这个复杂而矛盾的独特个体——牛顿的思想的理解有多难）。但有一件事可以肯定：对科学研究的莫大兴趣以一种势不可挡的力量占据了牛顿的头脑（而且 37 年来一直没有停顿过）。

作为一名农民，17 岁的牛顿一无是处，让他去

看管羊群，他就坐在树阴下看书，去格兰瑟姆市场时，他丢开卖农产品和家禽的农场工人，一溜烟儿跑到原来的房东克拉克家借了一些书籍（克拉克的一位亲戚把许多藏书存放在他家的阁楼上），羊群跑到山上，猪窜到邻居家的玉米地里，围栏被践踏得无法修复。结果，牛顿被扯到法庭上，罚了四先令四便士（这在当时能买一双好鞋）。这样，牛顿的第一次官方文件竟然是个犯罪记录。

母亲对他无可奈何。这段在家的生活真是一塌糊涂。多年后牛顿曾列举了数条当时所犯的“罪行”：“对母亲满腹牢骚”；“和仆人吵架”；“拒绝听妈妈的话到院子里干活儿”；“用拳头打妹妹”。和许多青少年一样，他知道自己不想做什么。和他们不同的是他准确地知道自己想做什么，牛顿一如既往地如饥似渴地读书，制造模型，完成科学实验，进行计算，在他的笔记本上画图。

令人庆幸的是有两位伯乐发现了牛顿的特殊才智。一位是约翰·斯托克，格兰瑟姆的小学校长；另一位是他的舅舅威廉·爱斯高，邻村伯顿·卡高斯的教区神父，他恰巧是剑桥大学三一学院的毕业生。他们两位设法说服了汉娜将牛顿送回格兰瑟姆的学校。在那儿，斯托克为他进入剑桥大学的三一学院作准备。

牛顿再一次搬到药剂师克拉克家中。他继续贪婪地阅读克拉克的藏书，而且开始用各种各样的图表装

饰房间。据克拉克的继女回忆，当时的牛顿曾和比牛顿小几岁的她有一段浪漫的爱情。所谓的浪漫史似乎很大程度是她的想象。在牛顿的一生中，这是惟一次将他的名字浪漫地与一个女人联系在一起。

1661年6月，牛顿被剑桥大学的三一学院录取。根据当代一位历史学家的说法，当时的三一学院是基督教世界中最庄严、最规范的学院。尽管人们普遍认为剑桥大学落后于欧洲一些著名的大学，如巴黎大学、米兰大学等，但它在学术上的杰出成就使它丝毫不逊色于它的外观。

英国正在进行一场政治革命，知识界的革命也在欧洲以前所未有的气势进行着。牛顿的著作将这次革命带到了高潮。还有一些略逊于牛顿的杰出人物，如哈维（其血液循环理论创立了现代医学）、哈雷（伟大的天文学家，哈雷彗星以其命名）、霍布斯（当时最深刻的政治理论家）、洛克（其经验论改变了哲学发展进程、社会思想，形成了英国宪法）和玻意耳（化学界的先驱）。

牛顿上剑桥大学时18岁，比普通学生大两岁。他也比一般人穷得多，所以以减费生身份被录取。这样，他必须为他的导师做仆从，幸运的是他的导师每年只有五周时间住在剑桥的寓所中。牛顿的绝大部分时间归自己支配。

那个时代的剑桥几乎没有让人分心的娱乐活动。

一个参观剑桥的德国旅游者写道：“这无异于一座村庄，是世界上最令人失望的地方。”这个村庄的小酒馆里挤满了佯装笑脸的妓女和喧闹作乐的青年（他们是牛顿的同学，想刻苦学习、攻读学位的学生还不到三分之一）。在牛顿入学的前一年，查理二世登上王位。在共和国实行清教教义的压抑统治后，王政复辟的时代开始了更为明显的压制政策。但牛顿的清教主义并没有随着政治气氛的变化而发生改变。在他漫长的学习研究过程中，经常苦心攻读直到次日黎明。牛顿也可能坐在房间中列举他所犯的罪过（这样的清单中从没有提到妓女或饮酒作乐之类事情）。

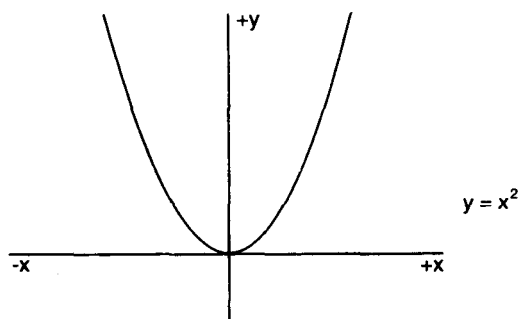
尽管知识界的革命在英国发展壮大着，大学教育的大部分内容还是牢固地建立在中世纪亚里士多德学说的基础之上。这种理论认为：地球处于宇宙的中心，由土、空气、火和水组成。这四种成分体现在我们的四种体液中：血液、黏液、黄胆汁和黑胆汁中，其平衡决定我们是否健康等等。根据这种推测，这个世界不容置疑地是一个和谐一致的世界，其不足之处只能逐渐显示出来。

亚里士多德精心构筑的理论第一次出现严重的信任危机是在 17 世纪早期，波兰牧师哥白尼提出了以太阳为中心的太阳系学说。这促使在布拉格工作的德国天文学家开普勒提出了行星运动定律，意大利物理学家伽利略遂提出了建立在此学说上的机械理论（后

来由于天主教堂的迫害被迫收回了自己的主张)。与此同时，笛卡儿的怀疑哲学向人们展示出教会所采用的科学教育法的基础——亚里士多德学说没有分析法和感知理论为依据。这些人是激发英国知识革命的先驱者。他们的发现很快对在剑桥大学读书的牛顿产生了巨大的影响。

对牛顿具有同样重要影响的是牛顿开始学习支持这些新发现的新型数学。因为未来的发现需要以此为基础，而在这之前一个世纪天文学和航海业的发展也需要新的更精确的数学计算。因此，数学经历了一次与最新科学发现并驾齐驱的革命，一种结构愈来愈精确的学科开始从中世纪的迷雾中显现出它的面貌。1585年佛兰芒的文职官员史蒂文提出计算小于1的数字采用十进制。17世纪初期苏格兰男爵纳皮尔发明了对数。数学革命在法国进入了黄金时代，法国历史上三个最伟大的数学家——笛卡儿、费马和帕斯卡在17世纪中叶达到了事业的鼎盛时期。

大学期间牛顿研究和吸收了笛卡儿的思想（他对帕斯卡和费马的了解有多少尚不得而知）。笛卡儿发明了笛卡儿坐标（以他的名字命名），论证了三个轴可以精确地影射空间中的每个几何点（或者直线、曲线、圆形等）。代数学也被引进了几何学中，将它从数学的特殊性中解放出来。一条曲线可用下面两个轴线所示的等式表示：



更重要的是笛卡儿的数学和哲学把世界看做是一个巨大而复杂的机械装置，可以用计算出的数字来衡量，而在此之前的亚里士多德学说用质来衡量这个世界。

牛顿一直在记笔记。在某一个题为《某些哲学问题》的笔记本中，他这样题写：真理是我最好的朋友。从中我们可以看到牛顿吸收了笛卡儿的哲学主张，认为现实世界是由运动中的物质微粒构成的。所有自然现象都是这些粒子间相互作用的结果。法国科学家、哲学家伽桑狄沿袭了古希腊的思想，认为这些基本粒子是不相关联、无法再分的原子。从牛顿的笔记本中我们还可以看出他同样认识到了英裔爱尔兰化学家玻意耳对应的理论发展。玻意耳的实验开始向人们表明基本化学元素的存在。

玻意耳的发现为牛顿在化学领域的进一步研究奠定了基础。但牛顿在化学方面的兴趣在当时还没有表现出来。17世纪的化学刚刚开始脱离那些晦涩难懂