



前言



艾萨克·牛顿曾经说过，站在巨人的肩膀上让他看得更远，但是实际上他并不相信这一点。牛顿出生在一个充满黑暗、蒙昧和迷信的世界，一生压抑、晦暗，缺少父母、爱人和朋友的关心。他总是把自己封闭起来，孑然独居，甚至一度濒临思想崩溃的边缘，与同时代的伟人相互大骂，但是他却前无古人后无来者地发现了人类知识的最核心部分。他是现代世界的首席建筑师，解开了古时的光和运动之谜，有效地发现了地心力，说明了该如何预测天体的运行轨道，从而确定了我们在宇宙中的位置。他启蒙了关于物质的知识：数量和精密。他建立了法则，人们把它们叫做牛顿定律。

孤独是牛顿的天赋中最本质的东西。还是一个青年的时候，他就自学了绝大多数当时人类已知的数学知识，并且随后发明了现代世界用来理解变化和流动的微积分学。但是，他把这些财富全都藏起来，不让别人发现。在他多产的一生中，他一直孤身一人，把自己奉献给最神秘的科学——炼金术。他害怕把自己的研究暴露在众目睽睽之下，努力逃避批评和辩论，几乎从来不发表自己的著作。尽管后来他获得无上的荣誉，被奉为全国的偶像，被尊称为艾萨克先生，同时担任铸币厂的负责人、皇家学会主席，头像被印在各种奖章上，他的发现被



牛顿传

NEWTON

4

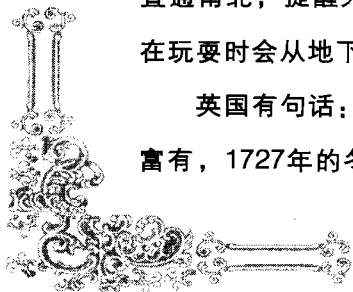
人们用诗文来赞颂，但牛顿本人仍然远离其他哲学家。

牛顿在临死前说道：“我不知道世人会怎么看我，但是，对我自己来说，我好像不过是一个在海边玩耍的男孩，到处寻找一块更光滑的鹅卵石或者一个更漂亮的贝壳。而与此同时，未被发现的真理的大海就躺在我的面前。”¹ 这样一个有启示性的比喻，在牛顿之后的世纪里，被人们引用过不知多少次，但是牛顿从来都没有玩过，无论他是在大人还是在孩子的时候。牛顿只是一个出生在偏远小山村的农家子弟，一个目不识丁的农夫的儿子，一生生活在一个岛国，他解释了月亮和太阳引力是如何引起潮汐的，但是他可能从来都没有看过大海一眼。他是通过抽象的认识和计算来理解海洋的。

牛顿一生的足迹只覆盖了地球表面上150公里的距离：从林肯郡一个充满田园风情的小村庄向南到剑桥的大学城，又从那里到伦敦。牛顿于1642年的圣诞节（这是根据英格兰当时的日历确定的时间，但是这种计时方法未必准确）出生在一个石头搭建的农舍里。他的父亲老艾萨克·牛顿是一个自耕农，35岁时才结婚，后来因病在儿子出生之前就去世了。

老艾萨克·牛顿死后没留下什么遗产：几只绵羊、大麦和一些简单的家具。他用一个X来签署他的遗嘱，因为就像其他农民那样，他不会读写。（X表示该人，正在谈论的人，是文盲在签名处用的符号）他在沃斯索普工作，这里有成片的树林、开阔的石楠树丛、小溪、泉水，在贫瘠的土地下面是一层石灰石，用这种材料建造的房屋比普通的用木材和黏土搭建的屋棚要结实。一条罗马帝国时期的大道建在一旁，直通南北，提醒人们古代的技术仍然是非常卓越的。有时候，孩子们在玩耍时会从地下挖出古时的钱币或者古建筑的残垣断壁。²

英国有句话：遗腹子不像父亲。艾萨克·牛顿活了84岁，一生中很富有，1727年的冬天因长期折磨他的肾结石在伦敦去世。英格兰历史





牛顿传

NEWTON

5

上第一次准予为一个在思想领域做出杰出贡献的国民举行全国性的葬礼。上议院大法官、两位公爵和三位伯爵，以及绝大部分的皇家学会成员出席了葬礼，牛顿的遗体在威斯敏斯特修道院里庄重地停放了8天后，被安葬在修道院的中央广场上。在牛顿的坟墓上，立着一块用灰色和白色的大理石装饰的纪念碑，纪念碑上是一幅牛顿斜躺着休息的画像；一幅天象图，上面标示着1680年彗星划过天空的轨迹；一个小天使一边摆弄棱镜，一边给太阳和月亮称重。碑铭用拉丁文写成，记录着牛顿“思维的近乎神圣的力量”和“他自己特有的数学法则”，并宣称：“整个人类都为曾经拥有这样一个伟大的生命而欣喜。”对英格兰、欧洲大陆乃至整个世界来说，牛顿的故事刚刚开始。

法国作家伏尔泰那时刚好抵达伦敦，他对这个国王般的葬礼十分吃惊，并且对牛顿的思想欣喜若狂。他写道：“一个法国人在伦敦发现了非常不一样的东西。”“对我们来说，是月球的压力产生了大海的潮汐，而英国人却认为是海洋受到月球的吸引力的缘故，所以你认为月球会引发高潮时，这些绅士们却认为形成的应该是低潮。”伏尔泰十分乐意拿牛顿和他们国家已故的著名哲学家笛卡儿相比较。“对于笛卡儿的信徒来说，所有的物体运动都是由人们所不了解的力量引起的；而对牛顿先生来说，物体的运动是由万有引力引起的，虽然万有引力的起因还不是很清楚。”“在巴黎你会看到人们把地球的形状描述成像一个瓜，而在伦敦，人们认为它的两边相对较平。对笛卡儿的信徒来说，光存在于空气之中，而牛顿的信徒则认为，光是从太阳那里经过六分半钟的时间传播过来的。”笛卡儿是一个梦想家，而牛顿是一个圣人；笛卡儿经历过爱情，而牛顿没有。“在他漫长的一生当中，既没有过激情，也没有弱点；他从来没有走近过任何女人。他临死时照料他的医生向我确认了这一点。”³

直觉告诉我们，牛顿所研究的仍然是我们今天知识的基础，牛顿

前言





牛顿传 NEWTON

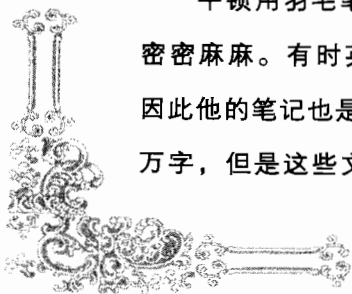
6

的定律就是我们的定律。每当我们谈论力和质量、作用力和反作用力的时候，每当我们说一支体育队伍或者一个政治上的候选人有动量的时候；每当我们注意到一个传统或者官僚作风的惯性的时候；每当我们伸出手感到重力对它的作用的时候，我们都是牛顿思想的信徒，狂热而虔诚的信徒。牛顿时代以前的人们没有感觉到这样一个力的存在。在牛顿之前，重力这个词表示一种情绪——严肃、庄重，或者表示一种内在的性质：物体有重有轻，重的物体有下落趋势，要落到它们所属的地方。⁴

我们吸收了牛顿学说，他的理论对我们来说是知识和信仰。当科学家们计算彗星和宇宙飞船过去和未来的运行轨道时，我们相信知道他们这样做依靠的是科学而不是魔法。宇宙学家和相对论者海曼·邦迪说：“牛顿之后的世界完全是另外一幅风景了，人类思考问题的方式被深刻地改变了，不可能再像原来那样。要想对牛顿带来的影响有一个全面的了解不是件容易的事情。”⁵ 牛顿看到了简单的规则，并从中揭示出循环往复的规律，所以，启发我们继续探索，希望用数学法则来揭示经济的周期和人类的行为。我们相信宇宙中的问题是可以解决的。

牛顿从搭建知识的基石开始：给时间、空间、运动确定标准。“我不给时间、空间、地点和运动下定义，这些是人们早就知道的。”牛顿在中年时期写道，当时他是个深居简出的教授，一个隐居起来的神学者和炼金术士，很少离开他在剑桥大学三一学院的房间。⁶ 但实际上他想廓清这些术语的涵义，把它们从日常语言的薄雾中解救出来，把它们标准化，找到它们之间的关系。

牛顿用羽毛笔蘸上墨汁写了一份手稿，字很小，每张纸上都写得密密麻麻。有时英文的表达方式更精确，有时拉丁文的表述更合适，因此他的笔记也是用英语和拉丁语交替记录的。牛顿一共大约写了100万字，但是这些文字几乎都没有发表过，这些文字完全是他写给自己





牛顿传

NEWTON

7

的。牛顿的大脑迅速转动着，思绪像小溪一样不断流淌，从一开始写作，他就废寝忘食地全身心投入其中。为了计算，他在纸上写下像蜘蛛网一样密密麻麻的数字，计算时的样子就像人做白日梦时的样子。牛顿做笔记的目的是为了阅读，他逐字逐句地抄写了大量的书籍和手稿，有时同样的原文他会抄写好几遍。他这样做不仅仅是为了高兴，而是为了推理，为了冥思，为了主导他狂热的思想。

牛顿的名字预示着一个世界体系，但是对于牛顿本人来说，没有完整的世界，只有不断的探索——那些不断运动的、变化多端的、没有发掘的未知世界。牛顿从来都没有把物质和空间完全地与上帝分开，他也从来没有把玄妙、神秘的性质从他对自然的认识中完全肃清。他毕生都在寻求秩序，并信仰秩序，但是却没有把自己的目光从混沌的世界中移开过。

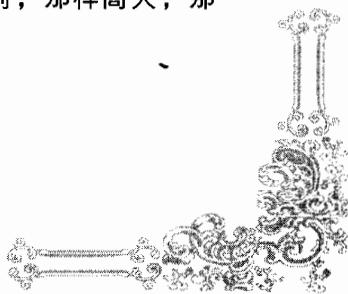
当时的世界人口还很少，信息传播速度缓慢，而且很容易在传播的过程中变质。但是，牛顿创造了在他生活的年代里盛行的方法和语言，他的发现在他之后的每一个世纪里都占据着统治地位。他推开了一扇门，把人们引向了一个新的宇宙：从绝对的时间和空间开始，既可测量又不可测量，由科学和仪器装备，被工业和自然的规则统治着。几何和运动，运动和几何，牛顿把这两个看似截然不同的领域合而为一。随着爱因斯坦的相对论的提出，牛顿的科学理论经常被人们说成是“被推翻了”或者“被取代了”，但是事实并非如此，牛顿的思想仍然被不断发展的科学所证明着，并进一步向更宽的领域拓展。⁷

爱因斯坦说：“幸运的牛顿，拥有一个幸福的科学的童年！大自然对他来说，就是一本翻开的书。他站在我们的面前，那样高大，那样坚定，那样孤独。”⁸

但是，牛顿不愿意告诉我们关于他的一切。

前

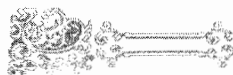
言





目 录

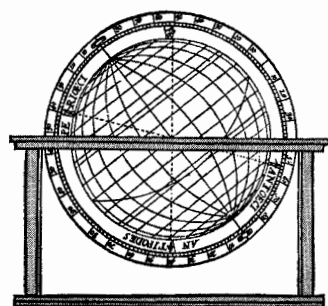
CONTENTS



- 第 1 章 他将来适合干什么——1
- 第 2 章 一些哲学问题——11
- 第 3 章 用运动的思想解决问题——21
- 第 4 章 两个伟大的天体——33
- 第 5 章 身体和感觉——43
- 第 6 章 不是考虑最周全的，就是最古怪的发现——49
- 第 7 章 嫌恶和反击——61
- 第 8 章 身处旋风的中心——71
- 第 9 章 所有的东西都是易腐败的——79
- 第 10 章 异教，衰渎，过度崇拜——85
- 第 11 章 第一定律——91
- 第 12 章 惯性定律——103
- 第 13 章 他和其他人一样吗？——117
- 第 14 章 没有人能见证自己走过的路——131
- 第 15 章 大理石般冷静的头脑——147
- 注解——161
- 致谢声明——197
- 部分人名、词汇中英文对照——199

第 1 章

他将来适合干什么





牛顿传

NEWTON

2

中 世纪时代的沃斯索普，在维特汉姆河边的小山包里坐落着一个不起眼的农舍，那矮小的房门、紧闭的窗户、忙碌的厨房、赤裸的地板和芦苇丛中的菩提树，透露出一派平实的农家风光。农舍的后面是一片苹果树林，四周的草地上放牧着羊群。这里就是牛顿出生的地方，他的父亲老艾萨克·牛顿在这里曾整整生活过二十年。

牛顿出生在农舍楼顶的一个小房间里，根据封建法律规定，这个农舍是私人领地，作为遗腹子的牛顿是农舍的主人，拥有管理数名住在周围茅屋的佃户的权力。牛顿的祖先只能追溯到其祖父罗伯特，他葬在农舍以东一英里的教堂广场上。家人寄希望于刚出生的牛顿将来能够代替他从未谋面的父亲来管理这个家。牛顿的母亲汉娜·阿塞科夫出身名门，快30岁时改嫁给一个年龄是她两倍的富有的教区长巴那巴斯·史密斯。这一年，牛顿3岁。然而，史密斯想要的只是一个妻子，并不想要继子。根据结婚协议，汉娜把小牛顿留在沃斯索普农舍让奶奶照顾。¹ 汉娜的哥哥威廉·阿塞科夫牧师是两英里以外的一个村子的教区长，他在剑桥大学深造，即将成为一名英国国教的牧师。

牛顿的青年时代是在战火纷飞的乡村度过的。长达十年之久的大叛乱开始于牛顿出生后不久，议会派和保皇党明争暗斗，天主教与清教斗争激烈，不同派别的军队之间冲突不断。持枪的士兵有时闯进沃斯索普附近的田地里，成群结伙地抢劫农场。² 虽然这个国家内乱频仍，但在战争的同时，它也越来越清楚地认识到它作为一个国家的地位及独特性，一场真正的革命在这个四分五裂、受神学思想统治的国家里悄悄酝酿着。最终取得斗争胜利的清教徒奋起反抗君主专制，不承认国王拥有神权。1649年，牛顿刚满6岁，国王查尔斯·斯图尔特在他的王宫墙下被推上了断头台。

当时的英格兰像个大农村，约占地球陆地面积的千分之一。自一万三千年前地球变暖，极冰融化的时候起，英格兰就与大陆的整体分





开了。靠抢劫和水运为生的部落分布在大海沿岸，随后，他们的居住点又扩展到开阔的高地和溪谷，人口也随即迅速增长。当时人们对自然的了解在一定程度上取决于技术的运用，他们那时已经学会利用风力和水力挤压、碾磨和磨光的技术，火炉、铸造和碾磨已广泛应用，分工也更加细化，阶段化更加明显，新兴的资本主义经济开始萌芽。英格兰人已能够制造铜壶、铁链、铁钉等金属工具，还能够制造玻璃。这些手工制品和材料都是人类科学知识飞跃的物质前提，其他的物质基础还包括：镜片、纸、墨水、机械钟表、精确到小数位的计数系统和覆盖上百英里的邮政服务。

牛顿出生的时候，一个居住着40万人口的特大城市已经形成了，当时英国还没有任何其他城镇的人口能及它的十分之一。虽然城市正在兴起，但英格兰仍然是一个乡村和农场遍布的国家。这里的季节是根据基督教历法和农业生产的规律制定的：何时羔羊和牛犊出生，何时割晒牧草和收获。连年的粮食欠收带来了大范围的饥荒，流浪的农民构成了人口组成的绝大部分。³ 一个由工匠和商人组成的新阶层正逐渐形成，包括贸易商、小店主、药剂师、玻璃工人、木匠、测量员等。他们在生产和经商中积累了大量经验，学会使用数字，制造工具。⁴ 以制造业占据主导地位的经济正在悄然形成。

到了上学年龄，牛顿每天步行到村里的小学，在那里，他识字、学习圣经，朗诵计算表。和同龄孩子相比，牛顿个头很小，被家人遗弃，显得很孤单。有时他希望继父和母亲都死掉，还曾愤怒地威胁要烧毁他们的房子；有时他又希望自己能死去。但是他知道这是个罪恶的想法。⁵

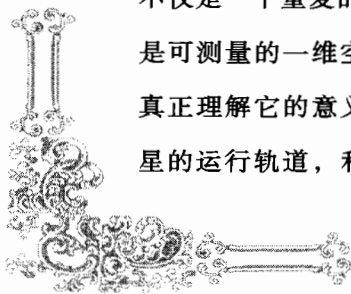
晴朗的日子里，太阳悄悄地爬上墙头。黑暗和光明好像每次都从窗前滑落，从眼前消失，但是没人注意到这些。太阳倾斜的光线投射进房间，明暗之间映出窗棂的影子，时而清晰，时而模糊，构成一个





平面相交的立体几何。尽管太阳的运动很有规律，它的转动周期决定了时间的测量方法，但是当时的人们很难把这个规律形象地表现出来。牛顿在地上画了一个几何草图，把一个圆等分成几个弧，并在每段弧上做标记，然后把木桩钉到地里或墙里。用这种方法测算，时间可以精确到一刻钟。⁶他把刻度盘刻到石头上，根据指针的指示画出木桩的阴影。这意味着把时间的计算和空间联系在一起，根据弧长计算时间。他用绳子计算每小段距离，把英尺换算成分钟，换算的方法随着季节变化而改变。从早到晚，太阳升起又落下，一年之中，太阳在天空中的位置相对于位置固定的星星来说有细微的变化，在空中缓慢地划着扭曲的8字形。⁷这一运动轨迹虽然用肉眼难以发现，但是却逃不过心灵的眼睛，牛顿很早就注意到了这个规律，后来他懂得这是地球绕着倾斜的地轴自转，又同时在椭圆形轨道上绕着太阳转的结果。

在沃斯索普，关心时间的人都会参考牛顿的日晷。⁸“啊，上帝！在石头上雕刻刻度盘，用来计算时间。这样的生活真是太奇妙了！”莎士比亚笔下的亨利八世这样说道。⁹尽管当时一些教堂已使用了机械钟表，但是日晷仍是使用最广的计时器。夜晚，星星出现在深邃的夜空里；月亮沿着自己的轨道运动，由盈到亏，再由亏到盈，像太阳，但又不完全一样。这些巨大的星球支配着地球上的季节，划分着白天和黑夜，就好像有一根看不见的线把它们连接在一起。¹⁰日晷的发明包含了在千年之后被人们进一步完善、精炼的实用知识。不太精确的日晷测算出的每一个小时的长短不等，而且随着季节的变化而改变。改进的日晷精确度有了很大提高，并且改变了人们对时间的认识，时间不仅是一个重复的周期和对事物产生影响的神秘力量，更是一段间隔，是可测量的一维空间。但是，当时还没人能够制造出完美的日晷，并真正理解它的意义，直到谜底的碎片全部拼到一起：阴影、节奏、行星的运行轨道，和其他几何图形相比显得特殊的椭圆，以及物质间的





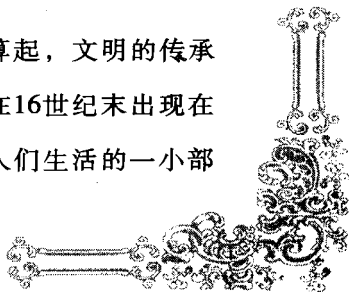
相互吸引。这些都解释了同一个问题。

牛顿10岁的时候，继父巴那巴斯去世了，汉娜带着三个孩子回到了沃斯索普。她把牛顿送到了沃斯索普以北八英里的格兰汉姆镇去上学，那里是一个有几百户居民的市镇，同时也是军队的驻扎地。格兰汉姆有两个小旅店、一个教堂、一个行会会馆、一个药房以及两个加工玉米和麦芽的磨房。¹¹ 每天走八英里上学实在太远了，于是，牛顿寄宿在药剂师威廉·克拉克的家里。牛顿住在顶楼上，他把自己的名字刻在屋里的木板上，拿木炭在墙上画小鸟、野兽、人、船，还有抽象的圆圈和三角。¹²

牛顿的学校执行严格的清教徒纪律，校长亨利·斯托克教80个男孩学习拉丁语、神学、希腊语和希伯来语。在英格兰的大部分学校里，这些就是学生们学习的全部课程了。但是，斯托克额外还教学生们一些未来成为农民所需要的实用的算术：测量面积和形状大小，使用数学运算法则用链子丈量土地，按英亩计算土地面积。¹³ 斯托克教给学生的知识要比农民需要掌握的多，比如指导学生们利用类似于阿基米德估算圆周率的方法画圆的内切多边形及计算多边形的边长。牛顿在墙上涂画阿基米德的图表。12岁的牛顿，内心寂寞，焦虑，争强好胜，已经开始研究阿基米德图表的最基本的形式了。

有时，牛顿和其他男孩子在墓地里打架，常常被打得鼻子流血。在一个拉丁语练习本上，他下意识地写满了抄来的和自创的语句：“一个小家伙！我很无助！他面色苍白！没有我的容身之处；在房子的顶楼——地狱的底层；他将来能干什么呢？”¹⁴ 牛顿很绝望：“我要摆脱现在的生活，我不知道该怎么做，我只有哭泣。”

从人类在石头和羊皮纸上用符号记录知识开始算起，文明的传承已经大约经历了60代了。英格兰的第一家造纸作坊在16世纪末出现在德普佛河上，那时，纸张十分昂贵，文字记录只占人们生活的一小部





分，人们绝大部分想法都没有文字记录，而被记录下来的不是被藏起来了，就是丢失了。但是对另一些人来说，这是个信息泛滥的时代，当时牛津伯德雷安图书馆的德罗伯特·伯顿牧师的工作就是记录并传播信息，他写道：

每天我都会听到新鲜事物，那些符合这个暴动时代的各种传言在散播，战争、瘟疫、火灾、洪水、谋杀、屠杀、流星、彗星、幽灵……每天都有关于新观点、新教派的书和宣传册出现。¹⁵

伯顿试图把所有的知识都囊括在他编写的一本百科全书里。对于自己的抄袭行为，伯顿一点也不感到愧疚，或者说他用自己的方式道了歉，他说：“站在巨人肩膀上的矮子比巨人看得更远。”¹⁶ 他努力去理解伽利略、开普勒、哥白尼等人的著作。这些对宇宙持不同看法的书籍在英国很难找到，而伯顿尝试着在这些奇异的想法和人类古代智慧之间找到一种和谐。

地球是运动的吗？继伽利略之后，哥白尼再次把这个观点“作为一个猜想”提了出来。如果地球是宇宙的中心，像当时普遍被接受的观点说的那样是静止的，¹⁷ 其他的星球围绕它转动，那么它们的转速一定快得令人难以置信。这是根据太阳和其他行星到地球的距离计算出的结果。伯顿用一台八英尺的望远镜观察到了木星，他同意伽利略的观点，木星有它自己的卫星。“天体在一分钟内走完的这段距离，人要徒步走完是不可能的：每天走40英里，要走上2 904年，这显然是不可能的。”

尽管当时没有足够的科学知识来解释这些难解之谜，但是伯顿开始考虑如何表述这些观点。如果一个人的眼睛一直望向太空，他就不可能注意到地球以年为周期的转动。但是看不到并不意味着可以忽略这





牛顿传

NEWTON

7

个伟大的运动。人眼都可以看到遥远的地方，思想为什么不能超越视力所及的范围呢？想像的空间是无限的。

如果地球是运动的，它就是一颗行星，它也会照亮月球和其他行星上的居住者，就像月亮照亮地球上的人们一样。我们可以照此推测宇宙是无限大的，其中有无数像地球一样的天体，因此，也就有无数可以居住的世界。这意味着什么？这真是个难解之谜。

宇宙之谜之所以难解，很重要的原因就是有太多的权威团体公开了太多不同的假设，比如那些牧师、不信奉上帝的哲学家、异教徒、宗教分裂论者、罗马教会。数学家的发现又一石激起千层浪¹⁸：他们想像宇宙中还有其他的星系。这确实是个骚动的时代。“自古以来，全世界的人们一直在研究天空的真实面貌，现在是上帝揭开谜底的时候了。”伯顿说。

尽管每天都有新书面世，但是却传播不到林肯郡的乡村。药剂师克拉克有一些书，牛顿的继父史密斯也有一些关于基督教的书，甚至还有一个保留了四十年的笔记本。史密斯只在最上面的几张纸上标了页码，写下几个有关神学的标题，除此之外，整个本几乎就是空白的了。在他死后不久，这个本就归牛顿所有了。在此之前，在格兰汉姆上学时，牛顿用母亲给的两个半便士买过一个用牛皮纸订成的小笔记本，他特意在上面标明本子归他所有。¹⁹好几个月过去后，牛顿小心翼翼地在上面写满了字，字母和数字的高度通常不超过十六分之一英尺。他从正反两面写，往本的中间部分用。这个本子主要是抄写一本几年前在伦敦出版的约翰·贝特的书《自然和艺术之谜》。这本书内容零碎，但是覆盖的知识面很广泛。

牛顿还抄写了一些关于绘画技巧的说明：“把要画的物体立在你

第1章

他将来适合干什么





面前，这样就不会遮挡光线。”“如果想表现太阳，就画它在山后升起或降落的情景；但是，如果画月亮，就要画它高挂天空的情景。”他还记录了调颜料、墨水、药膏、粉末和水的方法：“大海的颜色。9月13日左右，太阳进入天秤宫时，采集女贞莓，在太阳下晒干、磨碎、浸泡。”颜色令他着迷，他按照实用性把颜色分门别类：紫色、深红色、深绿、浅绿、黄褐色、棕蓝色、木炭黑，等等。在这个小本子上抄写的其他技巧还包括如何熔化金属、捕鸟、用燧石生火、用粉笔制作珍珠等等。

和药剂师化学家克拉克住在一起时，牛顿学会了用臼和杵碾磨，学习煅烧、水煮和把不同物质混合在一起，把化学药品做成小球，放在太阳下晾晒。他记录了很多药方以及治病和保健的方法，比如：

对眼睛有害的东西：大蒜、洋葱和韭菜，饭后疾走，热葡萄酒，火，尘土，常哭，经常卖血……

贝特的《自然和艺术之谜》这本书综合了亚里士多德哲学和民间传说：“各种试验之所以有用而且令人愉快，是因为它们混乱地搅在了一起。我叫它们奢侈品。”牛顿把这句话写在了好几页纸的顶部。贝特在书中描述了很多种水力装置，并做了图示。牛顿用他的小刀砍来木头，照着图示制造出了精致的水力磨粉机和风力磨粉机。格兰汉姆镇正在建一座新磨坊，牛顿就跟着施工进度做了一个磨坊的模型，里面装了可以快速旋转的用来碾磨的机械，而且利用了齿轮、转轮、杠杆、滚筒和滑轮的物理应用原理。在他住的顶楼上，牛顿利用箱子的木板造了一座四英尺高的水力钟，不过只有一根时针，没有分针和秒针。他还按书中的图示做了几个纸灯笼，到了夜里，用几只风筝把点亮的灯笼放到空中。邻居们经常被一片漆黑中的点点亮光吓着。²⁰

贝特在做游戏的过程中教给人们知识，而且，他的知识和自然界





的系统性是吻合的。他写道：“火、金、水、土是构成万事万物的四大元素，它们的组合变化是世界物质的基本原理。”对这四种古老元素的认知表现了人们在没有数学和技术工具的条件下，将世界上的元素组合、分类和命名的迫切愿望。这种朴素的智慧也包括了对运动的思考。贝特解释道：“轻的部分向上升，重的部分则相反。”²¹

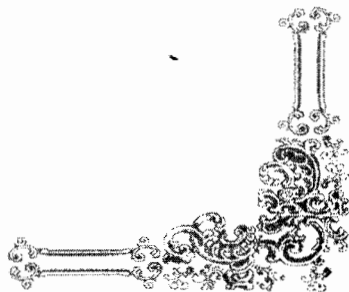
牛顿抄书的时候，跳过了这些原理。在那些原本就不大的纸上，牛顿画满了和日晷有关的天文图表，并且对之后24年的日历做了精细的计算。他抄写了很多词汇，并把一些蹦到自己头脑中的词也记了下来。²² 在他这个42页的笔记本中，牛顿一共总结了2 400个名词，并把它们分类：

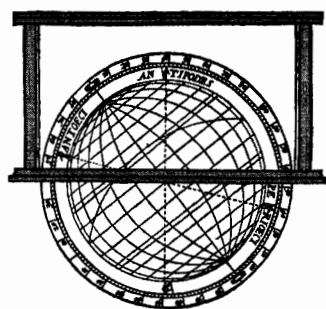
艺术、贸易、科学：……药剂学……军械师……占星家、
天文学家……

疾病：痛风……生坏疽……枪伤……

家族、部落：新郎……私生子……私通的父亲……

1659年的秋天，牛顿16岁，妈妈召唤他回家去当一个农民。是否他只适合当一个农民，从此终老一生？对命运的选择摆在了少年牛顿的面前——究竟该何去何从？





第一章 哲学问题

第二章



年轻的牛顿不知道自己将来要干什么，但肯定不会去放羊、种地或者赶粪车。在家里，他经常违抗母亲的管教，对妹妹也是经常责骂。¹ 家人不注意的时候，牛顿经常偷偷地去采草药，躲在草丛里看书。² 常常是家里的羊群踩坏邻居家大麦的时候，他还在河里建造水车，还曾经因为家里的猪踏翻了院子的围栏而受到惩罚。³ 他认真地观察河水流过木头和岩石时产生的漩涡和波浪，渐渐地，他对水的流动有了感觉。⁴

格兰汉姆的斯托克校长和威廉舅舅对牛顿的未来产生了重大影响。当时，威廉正准备加入剑桥大学三一学院的神甫行列，因此，斯托克和威廉决定把牛顿也送到那里去。1661年6月，经过三天两夜的南行，牛顿来到了三一学院。剑桥大学把学生分成三类：贵族，也就是那些坐在高桌吃饭、身穿精致长袍，而且几乎不用参加考试就可以毕业的学生；收费生，即那些缴纳学费和住宿费，以加入英国国教为目的的学生；最后一类是减费生，他们靠给其他学生打杂工和吃剩饭来交付费用。依照乡下的标准，守寡的汉娜现在已经很富有了，但是，她并没有为牛顿支付多少学费，牛顿以减费生的身份进入了三一学院，当时的随身用品仅有一个罐子、一个140页的笔记本、蜡烛和一把锁。⁵ 他跟随一个没有名气的学者学习希腊语，剩下的时间就做自己的事情。

牛顿把学习看做一种乐趣、一种有价值的追求。他自创了一些速记符号，这样一来可以省纸，二来在记录对上帝的忏悔时，这相当于给自己的笔记编上了密码。他记录下自己的过失，其中包括没祈祷、没做礼拜和其他对上帝不敬的行为。牛顿经常反省，认为自己有“不纯洁的想法和行为”，比如说弄坏鹅毛笔却不承认。⁶ 金钱、学习和快乐都是牛顿希望得到的，但是他这一生都没能拥有足够的财富和快乐。

当时的政局动荡不安。克伦威尔的独裁统治随着内战的结束而被推翻了，他也死于疟疾，尸体被从墓里挖出来，头被割下，吊在了威





斯敏斯特墙上。叛乱期间，清教徒派的革命者控制了剑桥镇，他们解散了学校里保皇派学者人数占上风的学院。查理二世登上王位后，清教徒又被驱逐了。克伦威尔的肖像被吊起来以发泄憎恨，剑桥大学在护国时代的记录被全部焚毁。

剑桥这个距伦敦五十公里、只有伦敦百分之一大的小镇，是个信息和商业中心。每年在收割和耕种的间歇时期，穿着各色服装、操着不同语言的商人从四面八方赶到剑桥，来参加英国最大的市集——斯托尔桥市集，⁷ 市场上的货物琳琅满目，有羊毛、金属、玻璃器皿、丝绸、书籍、玩具、乐器等等。牛顿用自己不多的零用钱在集市上买书，有一年还买了一个棱镜。

剑桥大学的课程设置一直沿袭着中世纪建校时的经院传统：学习地中海区域不同的宗教文化。这些文字在欧洲社会的千年巨变中由于被存放在基督教和伊斯兰教避难所而幸运地流传下来。非宗教领域的学习则完全受亚里士多德思想的统治，包括逻辑学、伦理学、修辞学、宇宙论、力学等。

亚里士多德学说强调事物的分类和系统化，各个部分在系统中角色不同，相互联系，缺一不可。以古代诗歌和中世纪神学为补充，亚里士多德学说形成了一个独立的学派，一代一代传下来，几乎没有过变动。牛顿曾经认真阅读过《推理法》和《伦理学》，⁸ 但是没有看完。

牛顿阅读过亚里士多德著作的不同语言版本，还读了相关的注释和辩论。亚里士多德学说认为世界是由物质构成的，每一种物质都具有各自的性质和特点。以物质的本质为基础，性质和特点最终共同构成物质的形态。物质性质可以改变，改变的过程叫做运动。运动是行为，是变化，是生命。它与时间相互依存，缺一不可。如果我们明白了运动的原因，也就明白了世界的起源。

亚里士多德把运动归为推、拉、搬、拧、结合、分离、增大和减





牛顿传

NEWTON

14

小。运动的物体包括成熟过程中的桃子、游泳的鱼，加热中的水，成长中的孩子，从树上掉到地上的苹果。⁹ 重的物体和轻的物体都会运动到适当的位置，轻的物体会上升，重的物体会下落。¹⁰ 有些运动是自然、平缓的，有些运动是激烈、不自然的，这两种运动都体现了物体之间的联系。一个物体的运动是别的物体移动它的结果，¹¹ 因此一个物体不可能同时既是移动者又是被移动者，也就意味着第一个移动者没有被其他物体移动。这否定了运动无限循环的观点。

既然任何物体的运动都是另一个物体移动它的结果，让我们来设想这样一个情况：一个运动物体移动另一物体，导致第二个物体开始运动，从而产生连锁反应。这种连锁反应是不可能无限进行下去的，但是一定有第一个移动其他物体的物体。

对于基督教的创始者来说，第一个开始运动的只能是上帝。这给当时的哲学家带来极大的考验——他们到底能在多大程度上不受神学观念影响，客观地推理。

亚里士多德关于运动的笼统概念没有考虑质量、体积、数量等因素，当时的哲学家甚至认为一块铜铸成塑像的过程也叫运动，¹² 当然更不能理解后人提出的不同概念，像速度和加速度。古希腊人对把我们生存的这个世界数学化有一种原则上的抵触。他们认为几何学只能用来研究宇宙，它可能与音乐和天体有关，但是不适用于我们生活中的运动现象，比如抛掷石头或金属。

随着科学技术的不断发展，亚里士多德理论的缺陷逐渐暴露出来。炮手们知道一枚发射到空中的炮弹没有任何物体移动它，但是在它内部会发生骇人的爆炸。当时的人们曾尝试着用数学方法计算炮弹抛射的轨道和钟摆的运动，只是当时的计算很不精确。钟摆的运动使时间





测量成为可能——首先是小时，然后是分钟。人们也注意到了落体运动，比如从塔顶落下的物体和从斜面滚下的物体。于是人们开始产生这样的疑问：距离是什么？时间是什么？

那么什么是速度？速度又是如何变化的呢？

亚里士多德的宇宙学观点在当时居主导地位，他认为地球的周围运行着肉眼看不到的、沿着各自轨道运动的星球。托勒密完善了亚里士多德的这一宇宙理论。在此后的几百年中，基督教的天文学家接受了这个理论，并把它进一步拓展，使它与《圣经》的描述相吻合：天上有一个深邃而纯洁的地方叫天堂，它是上帝、天使和许多星球的家，可能有无限大。

随着人们认识能力的发展，观测者的发现也越来越多，例如发现了彗星的闪烁和消失。与此同时，人们也开始偏离对同中心天体运动规律的研究。17世纪60年代是每天都有新鲜事物发生的时代，一些禁书的读者早已知道地球是一颗行星，行星围绕太阳旋转。牛顿的笔记本这时候也开始记录星球大小的测算方法。

三一学院图书馆的藏书超过了3 000本，但是学生们只有在校委会成员的陪同下才能进入图书馆。在那里，两个人的观点和理论对牛顿产生了重要影响，一个是法国哲学家笛卡儿，另一个是在牛顿出生那年去世的意大利天文学家伽利略。这两个人都公开挑战亚里士多德学说。笛卡儿提出了几何理论和机械哲学，他想像宇宙中充满了肉眼看不见的物质，它们形成巨大的漩涡，使星球向前运动。伽利略用几何学的思维方式研究运动，认为物体都是由相同的物质构成的，因此物体下落的速率相同。

但是，实际观察中物体下落的速度并不相同，经过反复的思考，伽利略提出了均衡加速度的概念。当时还没有“惯性”的概念，伽利略把运动看成是一种状态而不是过程，设想物体有保持运动或静止状





态的趋势。伽利略做了一系列的实验，用滴漏测量球从斜面上滚下来的时间。然而，他得出了错误的结论：物体运动的速度和它运动的距离成正比。不过，在后来自由落体的研究中，伽利略正确地认识了距离、速度和时间三者之间的关系。伽利略的书几乎都是用意大利语写的，在当时的英格兰没有几个人能看懂，因此既找不到原版书，也没有英译本。牛顿也是辗转通过不同渠道获得这些知识的。¹³

在剑桥大学的第二年，牛顿已经在他的笔记本上记满了亚里士多德学说的观点。但是和所有的科学巨人一样，牛顿并不迷信权威，他在水本子上写下亚里士多德曾经说过的话：“我热爱柏拉图，但我更热爱真理。”¹⁴

根据他从书上学到的知识和自己的猜想，牛顿把自己对世界的认识用问题的形式记录了下来。牛顿归纳出的这四十五个题目为一个新的自然学科奠定了基础。

第一物质和原子 物质的分解是连续的、无限的呢，还是不连续的、分散的呢？物质分解的结果是数学概念上的点呢，还是实际存在的原子呢？由于数学上的点没有载体，只是“想像中的实体”，无数的点组成物质¹⁵或者一点一点的真空把物体分开这两种观点似乎都令人难以信服。对于上帝创造世界的质疑是个危险的探讨领域，那将被视为异端邪说而受到宗教裁判所的迫害。牛顿在他的笔记本上写道：“第一物质以别的什么东西为基础，而不是上帝创造出来的。”然而，他又把这句话删掉了。“因为这将意味着，上帝是倚赖某种物质存在的。”像引导古希腊的学者一样，逻辑推理把牛顿引向原子——不是通过观察和实验，而是通过排除其他可能性。牛顿称自己是微粒论者和原子论者。“第一物质一定是原子。物质竟然可以小得这样令人难以置信。非常小，肉眼看不到，是不可分的，但不是无限小，不是零。”这个概念并没有确定下来，因为牛顿同时看到了一个变化的世界、曲



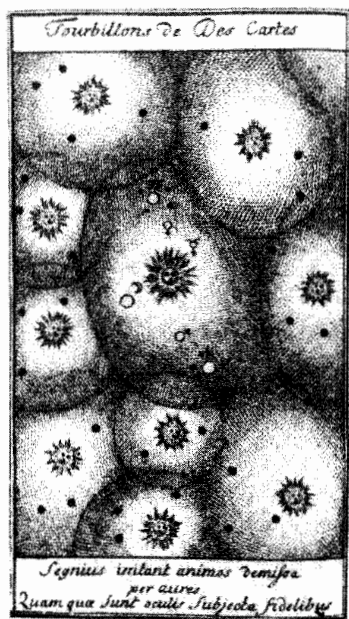


线的世界、流动的世界。那么，时间和运动的最小单位是什么呢？它们是连续的，还是分散的呢？

质量和位置 就像时间与天和年有关一样，范围与位置也是有联系的。¹⁶ 那么，空间是有限的，还是无限的？这里说的空间不是指几何学家想像中的空间，而是我们身处的实际存在的空间。在这里，牛顿再次面临对上帝的质疑，因为迪尔卡说：“说空间是无限的，就好比说上帝是不完美的一样，因为我们不能完全理解他的完美。”

时间和永恒 牛顿没有对这个概念进行太多的抽象讨论，而是画了一张以水为动力的轮状钟的草图，提出了用什么材料制造时钟的实际问题。然后他才开始研究运动，寻找运动产生的基本要素。运动引出对天体的研究，这使得牛顿对笛卡儿的研究很感兴趣。在笛卡儿看来，宇宙中可能没有真空，因为宇宙就是空间，而空间意味着延展，延展则说明物质的存在。整个世界遵循机械原则，所有的运动都是通过接触来传递的。一个物体直接推动另一个物体，没有神秘力量的影响存在。

因此，真空不能传播光。因为当时的哲学家几乎还没有认识到空气这种肉眼看不见的流体可以产生压力，笛卡儿想像，光是压力的一种形式。但是，牛顿听说了罗伯特·波义耳用空气泵做的实验，波义耳的实验重新定义了压力，牛顿又站到了一个新的起点上。



笛卡儿想像中的宇宙，物质占满了整个空间，形成许多漩涡。





既然太阳通过它的光柱来推动宇宙中的漩涡，那么这些漩涡则可以推动任何东西，于是牛顿设想了一种永动机，并画了草图。但是，光在笛卡儿学说里扮演着很微妙的角色，试图理解笛卡儿学说的牛顿发现了一些自相矛盾的地方。于是牛顿断言：“光不是压力，不然的话，我们在夜里应该也能看见光，甚至是比白天还亮的光，因为在夜里我们同样受到向下的压力。夜里应该也能看到走着和跑着的人；当火和蜡烛熄灭时，在其他方向应该也能看见光。”¹⁷ 如果光是压力，日食也不可能使天空变暗。”

重力 物体有下落的趋势，但是为什么会出现这种现象呢？牛顿认为：“引起重力的物质一定穿透了整个物体。物体在下落后，一定又上升。不然的话，地球的内部一定有一个巨大的空穴，容纳落下的物体。地球中心这个不可思议的地方，是地球上所有河流的汇集处。这些河流一定被挤压在狭窄的空间里。”¹⁸

然而，重力也可能是物体内在的一种性质。无论物体的位置如何改变，这个力是可以精确测量的。牛顿写道：“不管物体是在山顶还是在山脚，或是在不同纬度，它的重力也许能用某种工具测量。”他猜想重力可能会有“射线”，这样的话，重力可以引起物体的运动。运动可以是朝各个方向的，不一定是向下的。物体只要一开始运动，它就有保持运动状态的趋势。牛顿一直在琢磨炮弹的问题：为什么炮弹能

在发射后的一段时间内一直上升？他写道：“空气、推力，或者是物体本身的重力使物体的剧烈运动得以延续。”

但是炮弹到底为什么能长时间留在空中呢？牛顿注意到空气在飞行中的炮弹的头部聚集较多，在炮弹尾部聚集较少。这在一定程度上解释了问题。持续



激烈的运动
(牛顿绘制的草图)

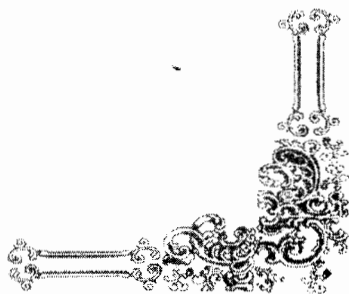




的运动一定源于物体本身的某种自然倾向。但是，是重力吗？

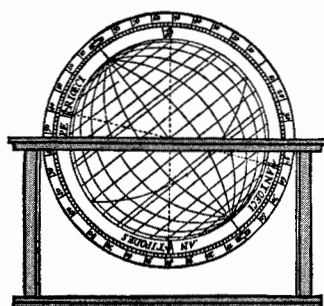
还有一个难题让牛顿费尽思量：海水的涨潮和退潮。尽管全世界的渔民和水手已经研究海潮上千年了，但是人们仍然没有能力来解开这个谜。牛顿找到一种方法来测试是否是月亮“对大气的压力”造成了潮汐现象。在一个管子里装满水，把管口封上，“液体的高度会下降三到四英寸，留出一部分真空”；当空气受到月亮的压力时，再看管中的液面有没有升降。牛顿想知道海平面是不是白天升高，夜晚降低；是早晨高一些，还是晚上高一些。¹⁹

有一些问题，例如流动性、稳定性、湿度，牛顿仅仅停留在列出题目这一步，但是在温度、磁力、颜色、声音、腐蚀、记忆等领域都展开了研究。他雄心勃勃地把整个自然界都列进了自己的研究计划。



第 3 章

用运动的思想解决问题





1664年，剑桥大学有了它历史上第一位数学老师，艾萨克·巴罗。巴罗是比牛顿早十届毕业的剑桥大学减费生，最开始在剑桥学习希腊语和神学；离开剑桥后，又学习医学、教会史、天文学，最后转到几何学。牛顿是巴罗的首批学生之一，这一年，他要参加学士选拔考试，主考题目是欧几里德写的《元素》一书，而巴罗则是牛顿的主考官。牛顿以前没有学过这本书，他在斯托尔市集上找到了一本天文学的书，突击学习了书上的一个以掌握三角法为理解前提的图表，¹ 通过这个图表很快就对《元素》有了初步认识。这已远远超过剑桥学生需要掌握的知识范围。牛顿买了很多的书，不久，他手上就有了当时欧洲大陆上先进数学思想的纲要，比如佛朗茨·凡·斯库腾（Franz Van Schooten）的《杂记》和他的拉丁文译作——笛卡儿的《几何学》，还有威廉·奥特来德的《解析数学》（*Clavis Mathematicae*）和约翰·华莱士的《无限小算术》（*Arithmetica Infinitorum*）。² 这些著作堪称当时欧洲大陆上最先进的思想，但对牛顿来说过于深奥，他只能理解吸收其中的一小部分内容，更多的时候是靠猜测。

在这一年的年底，一颗彗星出现在天空中，它拖着闪着神秘之光的尾巴向西飞去。牛顿整晚地待在室外，观察彗星在挂满繁星的天空中掠过的痕迹。直到黎明时分，看到它消失在光亮之中时，他才毫无睡意、精神恍惚地回到房间里。彗星是天空中神秘莫测的旅行者，它的出现对人们来说是不祥的征兆。就在这时，有流言传开，说荷兰出现了一种新的瘟疫，可能来自于意大利，也可能是从克里特或赛浦路斯传来的。

流言传开不久，传染病就来了。到了一月份，疟疾蔓延开来，每周都有人死去，开始是上百人，后来是上千人。在一年多的时间里，几乎每六个伦敦人中就有一个死于瘟疫。³ 牛顿的母亲很惦记他，在给他的信中写道：





艾萨克：

来信已收到。我和妹妹们都很爱你。愿上帝保佑我们。

汉娜

1665年5月6日

于沃斯索普⁴

剑桥大学暂时关闭了，校委会委员和学生们都纷纷到乡下避难，牛顿也回到了家里。他给自己盖了一个书房，又做了几个书架。从继父那里继承的几乎有一千页空白纸的那个笔记本派上用场了，他给这个本命名为《杂录》，⁵开始用它写读书笔记，这些笔记慢慢成为牛顿的早期研究记录。牛顿不断地向自己提出问题，逼着自己去思考，计算答案，然后提出新的问题。就这样，他的研究已经渐渐超越了那个时代的知识前沿，而牛顿自己当时还没有认识到这一点。正是在瘟疫肆虐的这一年，牛顿完成了他人生的重大转变，⁶不知不觉地成了世界上极为重要的数学家。

多种语言的学习培养了牛顿对语言任意性和多变性的认识。在学习拉丁语和希腊语时，他尝试靠字母缩写和发音规则来写作。在三一学院上学后，他以哲学原理为基础，列出了一个“通用语言”计划，目的是增强国家的民族性。他说：“方言太多了，而且随意性很强，很难从它们演绎出一种共同的语言。”⁷牛顿把语言理解成一个过程，是把现实转换为符号。这一点和数学一样，最纯粹的数学就是符号转换。

对一个孤身披荆斩棘去寻路的学者来说，数学研究有一个独特的优点：当牛顿得出结论时，通常情况下不需要公开的争论就可以判断自己的结论是对是错。这一时期牛顿认真研读了欧几里德的《元素》，它教给牛顿根据几个公理推理出三角形、圆、直线、球体性质的基本





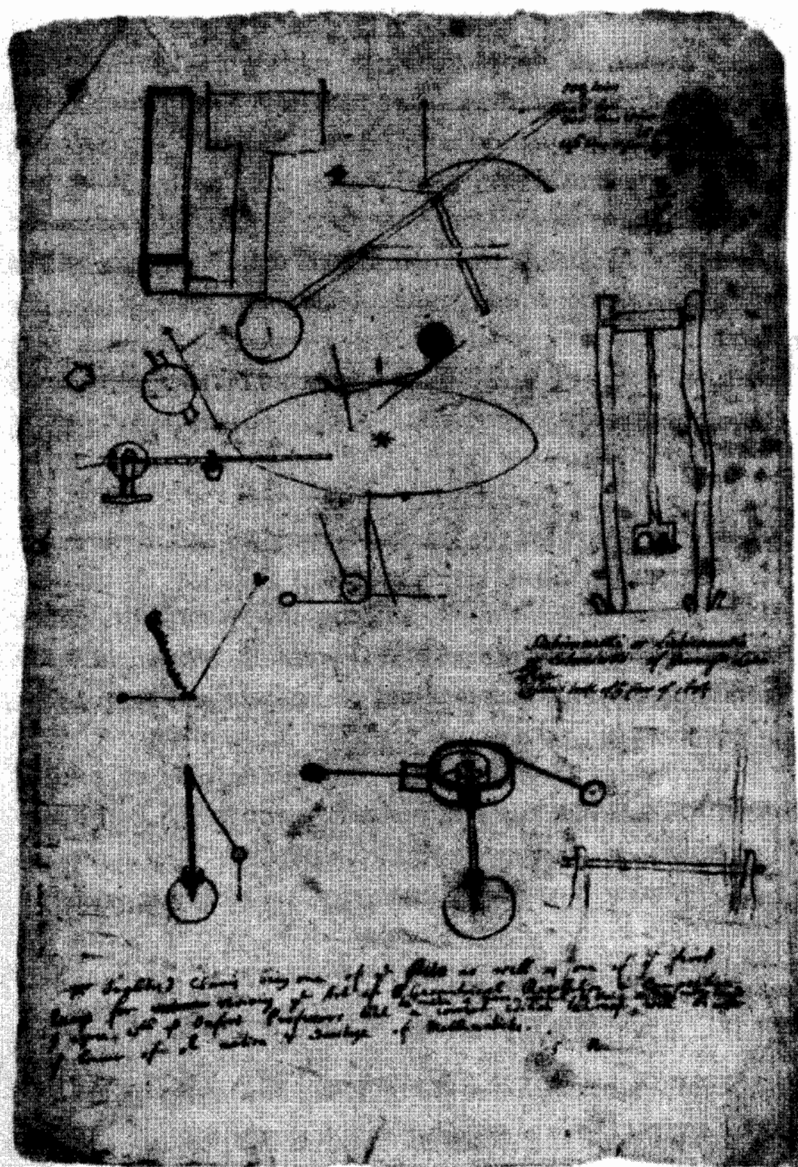
方法。⁸ 代数巧妙地操作着未知量，好像它们是已知的，并用符号来表示它们。符号记录信息，帮人们节省了大量的记忆。对欧几里德理论的学习为他后来的研究打下了基础，同时，笛卡儿的《几何学》迈出的跨越性的一步也给牛顿很大的启发。⁹ 正是在这本书里，几何和代数这两大领域终于被永久地联系在了一起。

随着符号的发展，出现了方程，它研究的是量与量之间可变的关系。这是一个全新的领域，笛卡儿最先开始的这方面的探索。他把一个未知量作为一维空间——直线，那么，两个未知量则构成一个平面。现在，不同的线段可以叠加，甚至可以相乘。方程生成曲线；曲线表达方程。笛卡儿打开了笼子的门，释放出新奇的曲线的故事，这些曲线远比希腊人研究的二次曲线要复杂多变。牛顿在笛卡儿的基础上扩大未知量的可能性，增加多维空间，在新的坐标系上画了一个又一个平面。牛顿自学了如何计算方程的实根和复根，用多项式来表示有多个项的式子。当一条曲线上的无数个点对应着方程的无数个解时，所有的解可以被看成是一个整体。方程也不仅仅有解，还有其他的性质：最大值、最小值、切线和面积。这些量都可以用图来表现，而且都有了它们特定的名称。

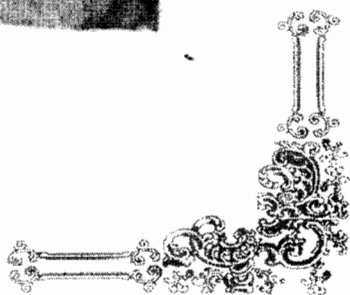
没人知道为什么有人天生对数学有直觉，可以被称为数学天才。人与人的大脑没有太大的区别，但是处理数字的能力与别种才能相比，比较特殊，很少见。区别是程度上的，没有任何其他智力领域像数学这样，天才和愚笨的人都具有基本的算术能力。擅长数学思维的头脑把数字看成是闪光的生物，在它们中发现规律和魔力，对它们就像对自己一样了解。数学家也是通晓数种语言的人，创造力的一个强大来源就是翻译的能力，即如何用看似不同的方式讲述相同的事物。如果一种表述不行，就尝试另外一种。

牛顿的耐心是无穷的，他后来说，真理是沉默和冥想的产物。¹⁰





牛顿早期的器械草图





他还说：“我把课题始终摆在我面前，等待第一缕曙光缓缓地出现，一点一点，直至光明出现在我面前。”¹¹

牛顿的《杂录》就这样一天天逐渐记满了他对数学这一最抽象的领域的研究。他找到了一种方法，把方程式从一个轴系转换成其他相关的形式。在笔记本的一页上，他画了一个双曲线，并且计算它下面的面积。牛顿超越了笛卡儿所掌握的代数知识，他没有把自己局限于多项式的表达上，而是构造了一个无穷的系列：永远连续下去的式子。¹² 一个无穷的系列是不需要加到无穷大的，相反，由于项的增加幅度会越来越小，它们可能会接近一个极限。牛顿构想出这样一个式子来计算双曲线的面积：

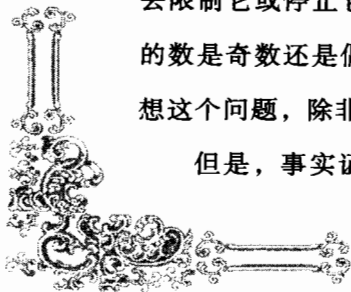
$$ax - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3a} - \frac{x^4}{4a^2} + \dots$$

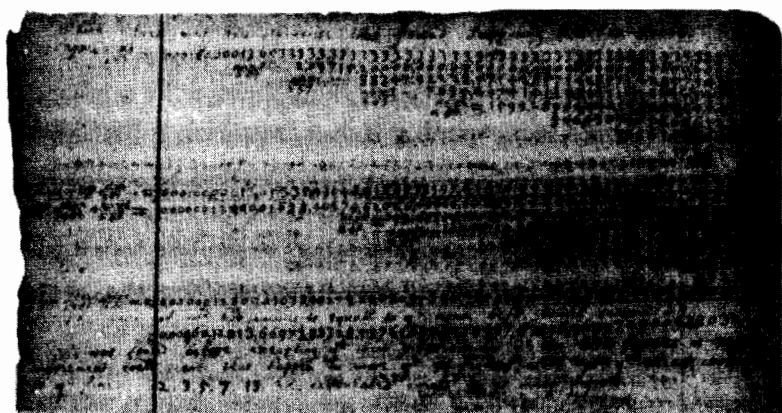
而且一直计算到小数点后第五十五位，总共有2 000多个数字密密麻麻整齐地按顺序列在一张纸上。¹³

构思无穷数列并且学着进行运算，这实际上转换了数学的状态。牛顿这时似乎已经具备了非凡的归纳能力，能把数学上已知的一种或几种典型例子总结成普遍规律。数学家神奇地知道如何计算两个量 $a+b$ 的幂。通过对无穷数列的研究，牛顿在1664年冬天已经可以计算两个量之和的多次幂，即二项式的乘方。

牛顿让无穷变得有意义，而笛卡儿则没有。笛卡儿曾说：“我们根本就不应该进入对无穷的讨论。由于我们自身不是无穷的，因此让我们去决定任何与无穷相关的事物是荒谬的，因为这就等于我们试图去限制它或停止它。对于那些问直线的一半是不是无穷的、一个无穷的数是奇数还是偶数等问题的人，我们不要去理会他们。人不应该去想这个问题，除非他认为他的头脑是无穷的。”¹⁴

但是，事实证明，人的头脑不但可以思考无穷这个概念，还可以





牛顿的计算手稿

测量它。

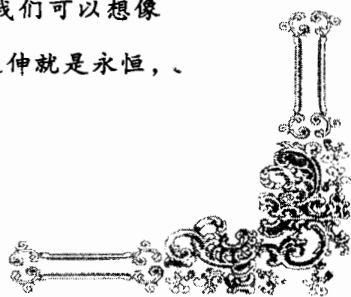
一个有关无穷概念的问题一直困扰着牛顿，他一次次返回来思考这个问题，一次次推翻结论，又一次次从新的定义和符号重新开始。这就是极微量——比任何有限量都要小、但是却不为零的量。欧几里德和亚里士多德都没能解决极微量的问题，牛顿面对它时也不那么轻松。¹⁵ 牛顿首先想到的是“不可分割的量”，即那些加起来或许能形成有限量的点。¹⁶ 这就引出了被零整除的矛盾：

“这样的话， $\frac{2}{0}$ 是 $\frac{1}{0}$ 的2倍， $\frac{0}{1}$ 是 $\frac{0}{2}$ 的2倍……”

如果0是真正意义上的零，那么结果就没有意义，但如果0代表某些无穷小的量，“不可分割”的量，结果就是有意义的。牛顿后来又加上这样一段话：

一个球体到底可以有多大，数字大到多少就不能计算了，物质可以分解到什么程度，对于时间和延伸，我们可以想像到什么程度，这些都是未确定的，但是所有的延伸就是永恒、

$\frac{a}{0}$ 是无穷的。¹⁷

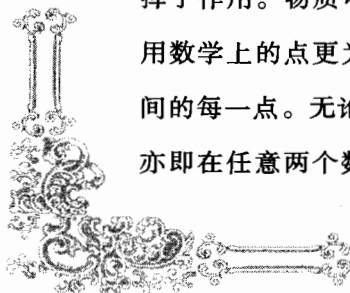




笛卡儿认为宇宙无穷大，即上帝在空间和时间概念上的广博的观点依然很有影响力，极微量则是一个完全不同的概念。这是一对相反的概念：一个是无穷大，一个是无穷小。伽利略说：“我们身处极大量和极微量之间，前者让人难以捉摸是因为它们的大，后者则是因为它们的小。”¹⁸ 一个有实际大小的恒星，如果能在无穷的距离之外看到，那么它看上去就是极小的。牛顿的无穷数列里的项就趋于极微量。

牛顿在探索更有普遍性的方法以找到一条曲线上任一点的斜率和曲线的曲率。曲线上的任一点都有和曲线相切的直线，如果可以在高倍显微镜下看到的话，在切点上，曲线就是切线。牛顿运用切线勾画出了比欧几里德和笛卡儿的作品更复杂更丰富的结构。他反复思考着极微量的问题：“如果线段ab和线段cd之间的距离是无穷小的……”；“如果不能从几何的角度看待极微量，那么就不能很好地理解这个例子……”¹⁹ 牛顿不能逃避这个极微量，因此在必须用到时，就暂时用希腊字母 $\circ$ 来代替这个近似于零的量。在他画的图表中，有时两条线段长度仅有极小的差别，有时则完全一样。保留这样看似离奇的区别是完全必要的，这使得牛顿可以通过把曲线分成无数份，再一一加起来，计算曲线所占的面积。²⁰ 牛顿创造出一种计算弯曲面积的方法——整合，用后来的微积分术语说，就是积分。

就像代数和几何的结合一样，对运动问题的研究也和几何联系起来。无论曲线还是其他什么东西，都自然地代表了一个点的运动轨迹，切线则代表了运动的即时方向，再画一条扫过平面的直线就可以计算面积了。这是从运动的角度考虑这个问题，极微量的概念在这里就发挥了作用。物质可以分解成不能再分割的原子，于是要描述运动，使用数学上的点更为合适。一个从a点运动到b点的物体必须通过a与b之间的每一点。无论a与b之间的距离有多短，这两点之间一定有点存在，亦即在任意两个数之间，有很多的数存在。但是这就引出了另一个难





牛顿传

NEWTON

29

第3章

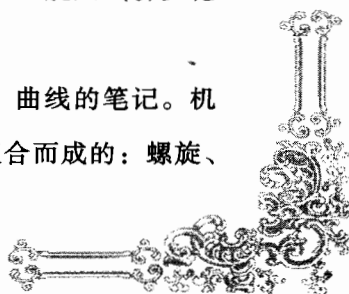
用运动的思想解决问题

题，就像两千年前古希腊哲学家思考的阿基里斯和乌龟问题。乌龟先开始爬，阿基里斯比乌龟跑得快，但是他追不上乌龟，因为每当他跑到乌龟爬过的位置时，乌龟又向前爬了一段距离。根据这个逻辑，古希腊哲学家齐诺证明任何运动的物体都不能到达任何指定的地点，也就是说运动是不存在的。只有在考虑了无穷大和无穷小的概念时，这些问题才有了答案。哲学家必须找到许多逐渐以极小幅度递增的无穷量的和，达到一个有限的量。牛顿试图找到合适的词汇来形容：变快，变慢；最短距离，最慢进度；时刻，时段。

人们大概知道怎样运动会变快或变慢。想一想，总会有一段最短距离，运动有最慢进度和最短的时间……在每一个有物体移动的时间段中，一定有运动产生。否则，在这些时间里就什么也没有……在某一时刻或某一时间段，没有产生运动。²¹

一个不能计算时间和速度的文化，同样地缺少数学家需要用来量化运动的基本概念。英语里开始出现描述速度的词汇——节，是由水手们在海上仅有的速度测量工具——扔到海里的记程绳——而来的。人们更希望用科学来了解陆地上的运动。弹道学测量的就是枪管的发射角度和子弹飞行的距离，但是研究范围不包括速度，就算人们可以给它下定义，但是距离和时间的比值人们也计算不出来。当伽利略把物体从塔顶抛下时，尽管他用了精确的时间单位——秒，他也只能估算出最粗略的速度。牛顿被伽利略的计算中透出的雄心壮志所折服：“根据伽利略的研究，重100磅的铁球在5秒中内下落100腕尺（佛罗伦萨长度单位，相当于66码）。”²²

到了1665年的秋天，牛顿又开始做关于“机械”曲线的笔记。机械曲线是点的运动轨迹，或者是由两个这样的运动复合而成的：螺旋、





椭圆、摆线。笛卡儿研究过摆线，也就是当圆沿着一条直线滚动时，圆上一点的运动轨迹。他怀疑这个奇怪的现象不是数学问题，因为它不能用解析的方法来描述（当时尚未有微积分）。但是这些在机械领域里研究的物品不断地介入数学领域，比如高高挂起的缆绳和船帆就会划出机械曲线。²³ 如果从机械的角度看摆线，那么它是几种运动的综合体现。牛顿此时可以从几何和解析两个角度认识椭圆：椭圆是二次方程的表现；或者是一条绳子被钉在地上的两点时，用绳子两端画出的封闭图形；²⁴ 或者是一个有额外自由度的圆，一个被压扁、圆心被两个焦点取代的圆。牛顿设计出画机械曲线的切线的步骤，从而计算它们的斜率。到了这一年的11月，牛顿已经想出了一种方法，从两条或更多条切线推出两个或多个运动物体速度的关系。²⁵

牛顿通过计算曲线上相距非常近的两个点的关系找到切线，在这种计算中，两点间距离近得几乎可以认为就是一个点，“当 $bc=0$ 时，两点间的距离就消失了。”²⁶ 0 是为计算极微量人为设置的一个量，牛顿演示了如何将带有 0 的项消去。²⁷ 用同样的方法，牛顿通过找到曲线的几个中心和曲线的半径来计算曲率。

这样，对于几何学的研究就和对于运动学的研究合而为一：测量曲线是为了找到一个变化率，用后来的微积分术语说，就是微分。速度是位置的变化率，加速度是速度的变化率。牛顿把变化率问题看做是一个整体：切线问题就是积分的相反问题；积分和微分实质上是相同的，只不过操作相反。这构成了微积分学的基础理论，是建造发动机和动力学最核心的知识。时间和空间联系起来了；速度和面积两个看似不相关的量也被证明是同源的。

一次又一次，牛顿翻开了人生的新篇章——1665年11月、1666年5月、1666年10月，牛顿把自己“用运动解决问题”²⁸ 的构想用文字记录了下来。在最后一次尝试中，牛顿写满了一个用8张纸折叠缝成的24





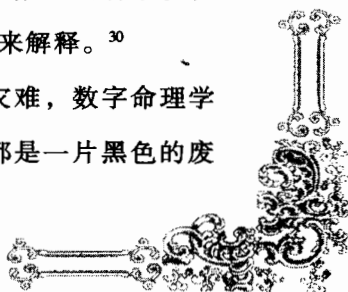
页的小册子。牛顿讨论了不同的情况：点朝圆心运动；点与点平行运动；点有角度的运动和圆周运动（当时还没有准确的数学语言描述这两种运动）；点沿着与平面相交的直线运动。一个代表时间的变量在牛顿的方程中扮演着不可忽视的角色——时间是研究运动必不可少的因素。当速度发生变化时，他假设速度的变化是均匀连续的——通过极小的、用 o 表示的时间点。他写下这样的说明：

把方程的项都移到方程的一边，让另一边等于零。首先，方程中有 x 的多少次方，每一项就乘以多少次 p/x ；然后，每一项再根据 y 的幂数乘以一次或多次 q/y ……如果方程中还有更多的未知量，则按照上面的步骤操作。²⁹

时间是流动的，就速度而言，位置是时间的函数；但是就加速度而言，速度本身就是时间的函数。牛顿使用自己的符号，把这些函数叫作“流动物”和“转变物”，即变化量和变化率。他多次修改这些想法，没有完全完成这个问题的研究。

就在研究这些数学问题时，牛顿又遇到了一个令他困惑的问题。他认为宇宙是不连续的，相信原子是很小而不可分割的，但不是极微量。不过牛顿以几何学的直线和平滑的变化曲线建立的数学构架却是连续的。古希腊哲学家赫拉克利特在两千年前说：“所有的量都在变化，没有静止的，没有永恒，只有变化。”但是存在的状态——流动或是变化——在当时和后来一直挑战着数学思想。在牛顿之前，哲学家们仅仅能观察到连续的变化，一直也不能对变化进行分类和估算。现在，自然界的命运让人们对于连续的变化的疑惑能够被数学解答了。从牛顿开始，有了对宇宙的度量标准，运动可以用几何来解释。³⁰

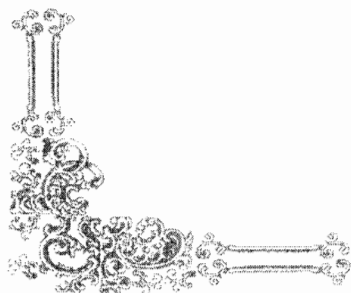
英格兰的大片土地都在遭受火灾和瘟疫带来的灾难，数字命理学家曾经预言1666年是野兽之年，伦敦的大部分地区都是一片黑色的废





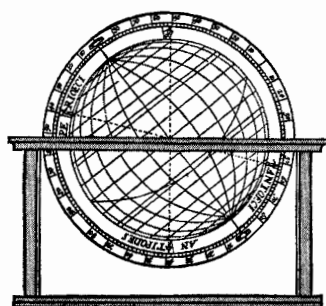
墟。干燥的风把面包坊里发生的火灾引向成片的茅草房，大火烧了四天四夜。刚刚登上王位的查理二世带着随从逃出了伦敦。在沃斯索普，点点星光点缀着夜晚，月光穿过苹果树洒在大地上，白天阳光和阴影在墙上画出熟悉的曲线。牛顿现在明白了投射在平面上的曲线和三维空间角度每天的细微变化。他看到了一片有序的美景，这里的居住者都不是静止的，它们是规律、过程 and 变化。

那一年牛顿24岁，写的东西都是给自己的，他没有理由去告知他人。



第 4 章

两个伟大的天体



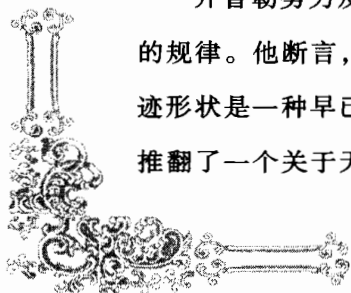


历史学家曾经把牛顿看成是一个时代的终结：科技革命的“顶点”或“高潮”。但是不久这种称谓就不再使用了，使用时也需要加上具有讽刺意味的引号。¹ 科技革命是一个故事，故事的框架是后人搭建的。它存在于现在，也存在于过去；不仅仅存在于历史学家对过去一段历史的总结，也存在于17世纪英格兰和欧洲少数人的自我意识中。这些人把自己视为名家。他们在已有的知识领域里发现了新的东西，试着表达新鲜的事物，开拓新的研究领域，成立学术团体，建立传播渠道以推广他们对历史的突破——他们的新科学。

我们称科技革命是一股东风，它在两个世纪里扫遍了欧洲大陆的每个角落。物理学家戴维·古德斯坦说：“科技革命在英格兰的影响，可以说体现在牛顿一人身上，在法国做了短暂停留……”² 或者说这就像接力赛跑，一个英雄队伍把接力棒依次传下去：从哥白尼到开普勒，到伽利略，再到牛顿；又或者说这是对亚里士多德宇宙论的颠覆和破坏：受到伽利略和笛卡儿抨击的亚里士多德世界观，最终在1687年牛顿出版了他的新书后，被人们彻底抛弃了。³

很长一段时间以来，地球被认为是宇宙的中心，宇宙中的天体按照它们自己的规律旋转。只是一些发光的天体引起了人们的困惑：行星、彗星，它们就像神或信使，以群星为固定的背景，不规则地运动。1543年，波兰天文学家和数学家哥白尼在临死之前发表了他的伟大著作——《天体的革命》。在书中，哥白尼指出了行星的运行轨迹，认为这些轨迹是完美的圆形的；他认为地球是运动的，太阳是不运动的，而且太阳才是宇宙的中心。⁴

开普勒努力从获得的大量数据和上千份天象观察记录中寻求更多的规律。他断言，行星运行的轨迹不可能是圆形的。他怀疑行星的轨迹形状是一种早已被古人认识的特殊曲线——椭圆。就这样，开普勒推翻了一个关于天体的完美设想。同时，他寻求其他的解释方法，并





牛顿传

NEWTON

35

第4章

两个伟大的天体

狂热地相信宇宙是以几何的和谐为基础的。开普勒断言一条假想线从行星到太阳的轨道在相同时间内扫过的面积是相等的，据此把几何学和运动巧妙地联系在一起。⁵

伽利略制造出了望远镜，用这种工具来探索夜晚天空中的奥秘。一些以前从未观察到的现象出现在视野中，这令他极其振奋，也让他感到非常困惑：几个天体沿固定轨道绕着木星旋转，就像月亮围绕地球旋转一样；太阳的表面竟然不像人们一向认为的那样光洁，它上面有黑点。伽利略写道：“黑点的数量是人们已经认识的星星数量的十倍以上。⁶月亮的表面不是光滑的，而是粗糙的、不平坦的。”月亮上有山，有山谷，有深坑。他还认为自己探测到了一种含有浓度较大而且能发光的水蒸气的大气。

伽利略耐心地详细记录了一个当时人们还感到很陌生的数学事实：由于月亮的直径在他的望远镜下被放大了30倍，那么月亮的面积就放大了900倍，体积则放大了27 000千倍。这是利用平方运算法则和立方运算法则得出的结果，在他的《星星使者》⁷报告中，这是惟一出现数学运算的地方。

把天上的这些光点看成是另外一个世界的想法当然有些怪诞，而更为怪异的是把一个世界作为整体看成是个运动体，而不是块巨石。不过，虽然当时的科学家意识到天上的世界是运动的，但是由于对运动的无知，使得他们不能超越自己的思想，不能理解那么多天体到底在宇宙中处于什么位置。伽利略的贡献在于认识到没有动力学的存在就不可能有宇宙学。

在所有的天体中，月亮是最特别的一个，它距离地球这么近，又是这样的小。人们还认为它可以预示未来，使意志力差的人发疯——人们普遍认为犯疯病是以一个月为周期的。哲学家恩培多克利把月亮看作“一个充满凝结了的纯净气体的星球，就像被火球裹住的冰雹一





样”。亚里士多德认为月亮是不透明的固体，而罗马皇帝朱利乌斯·恺撒则认为它一定和其他天体一样，是透明而纯净的。仅仅靠简单的观察方法整夜地看天象，不能解释月球的构造。威尔金斯写道：“你可以轻易地让农民相信月亮是绿干酪做的，就像说它比他的马车轮子大那么容易，因为这和农民用肉眼看到的情形相反。农民拿不准月亮离他们有多远，而他们不能对感官感受不到的东西做出推论。”⁸

在没有别人帮助的情况下，推论能进行多远呢？弗朗西斯·培根在任国王的资深辩护律师和首席检察官时曾经实践过推理和驳论。他为一种自然哲学完全以卖弄的文字和已经确立的思想为基础而感到悲哀。

所有已被人们接受的自然哲学，不是希腊人创建的，就是炼金术士发明的……一个是粗略的观察的结果，另一个是在炉子上实验的结果；一个不断成倍地堆砌文字，另一个永远不能成倍地变出金子。⁹

培根为进行实验的做法辩护——用“关键的实例”把真相从错误中分离出来。比如，月亮是有固定形状的气态球体呢，还是密度高的固态球体呢？培根建议，既然月亮反射太阳的光，一个可以采用的实例是展示火焰或者其他物体能不能反光。也许月亮还引起了涨潮，培根提出了一个设想：“月亮可以使潮湿的物体膨胀。”他称这种现象为磁力运动。¹⁰

威尔金斯在他的小册子里引述了许多历史上的权威人士对月亮的观察：古希腊历史学家希罗多德、英国历史学家及神学家比德、摩西和意大利神学家托马斯·阿奎奈。最终，他选定一个当代学者的观点来表达他的立场：

我认为应当支持伽利略的绝大部分观点，就是他发明了





牛顿传

NEWTON

37

著名的望远镜，不然的话，我们到现在都只能直接用眼睛观察天体。就像人们曾经幻想的那样，望远镜把远处的物体放大很多倍，非常简单地就让人们发现了以前看不到的现象并证实了一些猜测。¹¹

威尔金斯总结道，利用望远镜，伽利略轻易地就可以在16英里以外看到用肉眼只能在1.5英里外看到的物体；他看到了远处的高山和峡谷；看到了一团厚厚的蒸汽似的东西。这距离推断风雨的来临和季节天气的变化只差一小步了。同时他承认，不知道地球另一边的居住者是什么样的。“但是我想日后人们会有更多的发现；我们的后代也许能发明什么先进工具来帮助人们认识这些居民。”

威尔金斯同意世界多元化的观点带来许多看似荒谬的问题。最令人费解的要数重物下落的趋势——重力。“设想一下：两个世界里的物体下落时落向两个不同的地方；上升时也是朝着两个不同的地方。¹²这简直是一团乱麻，太难以理解了。”那另一个世界的物体应该朝什么方向下落呢？我们是不是可以认为月亮的碎片会掉到地球上呢？

他用哥白尼和开普勒的观点来回答这些问题，设想两个世界各有一个重力的中心。“另一个世界的人掉到我们这个世界的危险不会大于人们对掉到月亮上的恐惧。”他提醒读者注意重力的性质：“它使物体产生落向自己的中心的倾向。”¹³

新大陆的发现成为亚里士多德的重力概念崩溃的导火索。这是不可避免的。在哲学家的想像中，“上”和“下”不同于人们在日常生活中的认识，成为相对的概念。威尔金斯在思考一个问题：如果一个物体，比如说一颗子弹，被发射到相当高的地方，那么它可能离开“它所属于的那个磁性球体”，也许是停在什么地方了。在地球的影响力之外的地方，来自地球的物体应该会失去重力，或者它们的重力会

第4章

两个伟大的天体





减弱。他提供了下面的推理：

由于任何发光的物体（例如太阳）确实在一个球形的范围内散播光柱；所以相似的，任何磁性物体，比如一块圆磁铁，也会在一个球形的范围内散射磁性能量……任何可能受到这个球体影响的物体不久都会落向它的中心。从这个角度说，物体就是很重的。但是，如果不把物体放到磁力影响的范围内，那么物体向中心靠拢的趋势就会消失，物体的运动也因此不会发生了。¹⁴

牛顿在克拉克药剂师家借住时就读过了威尔金斯的小册子。¹⁵ 不管他对月球还有什么别的想法，他知道月球是一颗在宇宙中高速运行的行星。问题是月亮运动的原因是什么。真的像笛卡儿说的那样，是宇宙中的漩涡推动的吗？牛顿知道月亮非常大，离地球非常远。完全出于巧合，月亮看上去几乎和太阳一样大，正是这种巧合产生了日食这个壮观的景象。坐在自家农场的果园里沉思几何问题时，牛顿仿佛看到了其他的星球围绕各自的中心运动；20英尺以外的一个苹果和面前的苹果一样在空中向内倾斜0.5度。当他思考这些物体的大小时，他的头脑中生成了一个反平方法则： $1/x^2$ 的某种变化形式。一个在很远距离之外的盘子是它真正亮度的1/4，而不是1/2。

和古代希腊人不同，牛顿非常渴望把数学的和谐和归纳拓展到他居住的世界。苹果当然不是球体，但是牛顿明白，事实上这个苹果和地球上的其他物体一样，都在宇宙中以每天25 000英里的速度旋转。那么，为什么它不像拴在绳子一端的旋转的石头那样有往外飞的“企图”，而是静静地向下挂在树枝上呢？对月球的疑问也是同样的：是什么拉动或者是推动月球离开一条直线轨迹呢？

许多年以后，牛顿说过，沃斯索普花园里的苹果给了他很大启





示——苹果可能是从树上掉下来的，也可能不是。他的记录中没有提到苹果，他只是回忆道：

我在想如果月球上也有重力……

通过计算保证月球待在它的轨道上的力的大小和地球表面的重力大小……结果发现这两个力的大小几乎相等。这些工作都是在1665年到1666年大瘟疫期间完成的。因为在那段日子里，我正处于创造发明的黄金时期。后来，我再也没有像当时那样专注于数学和哲学。¹⁶

伏尔泰和其他回忆录作家在书中提到了牛顿注意的那个苹果，后来在对他们的作品的各种演绎版本中，一个科学发展史最广为传诵的传奇故事逐渐形成了。¹⁷ 其中最大的误解是，牛顿不需要一个苹果来提醒他，地球上的物体总是往地上掉的。伽利略不仅看到了物体的下落，他还从塔顶和斜面的顶端释放物体。他发现了物体的加速度，并曾经努力想计算它的大小。然而他却强调，他不想解释为什么会出现加速度。他写道：“现在不是研究加速度起因的最佳时机，现在要做的是研究和演示加速度运动的一些性质。”¹⁸

牛顿也不是一下子就明白万有引力是怎么一回事的，1666年他只是刚刚踏上了探索之路。在后来的几十年里，他都没对别人说起过他对重力的许多疑问。

那个苹果自身没有什么独特之处。苹果掉向地面，月球也一样，它脱离了直线轨迹，掉向地球的趋势使它绕着地球旋转。苹果和月亮是同时存在的，它们的例子是具有普遍性的，是跨越性的一跳，从近跳到了远，从人类的居住地地球跳到了无边的宇宙。不论在书房里还是在花园里，牛顿总是在独自沉思，他的脑袋中装着各种几何和分析的新模式。他把看似毫不相干的知识领域联系起来，但是仍然没有找





到自己想要的答案。实际上，他并不清楚要使用什么计算方法；不过，他发现用的一些方法得到的答案是相近的。他力图达到当时的数据都不能达到的精确度。当时的计量单位很不准确，而且不同单位间的换算也没有统一标准。牛顿设定1英里等于5 000英尺。¹⁹ 从赤道算起，1纬度相当于60英里，这约有15%的误差。牛顿提出了地球的自转速度：1 650万腕尺/6小时。²⁰ 他试图计算物体由重力引起的下落的速度。他先利用单位换算，用新的方式来表达伽利略的计算结果：100腕尺/5秒。²¹ 然后试着使用一种自己的计量方法来测算。他把一个重物拴在绳子上，拿住绳子的一头，使垂着重物的一端旋转起来形成一个圆锥形的摇锤。他注意到这个摇锤每小时完成1 512个圆周运动。²² 最终得到的重力是伽利略计算结果的两倍多。他总结出地球表面的物体受到的向下的重力的大小是地球在旋转时要把物体甩出的力的350多倍。

为了能用数学知识解决这一难题，牛顿只好假设引力会随着物体到地心距离的减小而迅速减弱。伽利略曾经说过，物体下落过程中的加速度是不变的，不论它们离地心有多远。牛顿觉得这个设想是错的，如果重力随着距离的减小而成比例减弱，那么它减弱的部分显然是不够的。他估算地球对苹果的吸引力大约是地球对月球的吸引力的4 000倍。如果这个比取决于距离的平方，那么问题就基本解决了。²³

牛顿估算出月球到地球的距离大概是地球半径的60倍。如果月球到地球的距离是地表到地心的距离的60倍，则重力在月球上是在地球上的1/3 600。他通过一个受到开普勒的观测启发的观点推算出同样的定律：行星绕自身轨道旋转所用的时间以它到太阳的距离的 $3/2$ 次幂为增长率。²⁴ 但是，以牛顿当时掌握的资料，他还是不能解释他算出的全部数字。他觉得月球运动有一部分还得用笛卡儿理论中的漩涡来解释。

牛顿需要关于运动 and 力的新原理。他曾经在他的《问题》中作过





尝试。在瘟疫肆虐时期，他又开始了新的研究，并在《杂录》中写下“公理”：

1. 一个物体一旦开始运动，那么在没有受到外因作用的情况下，将保持它的运动状态。

2. 一个物体将保持直线运动状态（运动的终点和速度不会改变），除非有外力改变它的运动状态。²⁵

这样的话，圆周运动就需要另外的解释。上面的公理提到了外因，但是并没有明确提到外因是什么。牛顿把这个挑战又摆到了自己面前：这个外因很有可能是可以量化的。接着，他提出第3条公理：

3. 让物体停止运动所需要的力的大小和让物体开始运动的力的大小相等。

此后牛顿陆续提出了更多的公理，组成了一个有逻辑的整体。不过，定义模糊的词语和那些已经不再使用的古语给牛顿带来一些麻烦。牛顿认为力的大小是可以测量的，但是用什么单位呢？力是物体内在的一种性质吗？或者力根本就是外在的，只不过是“嫁接”在物体上，并且改变一个没有固定名称的量的大小？应该管这个量叫运动量，状态变化量，²⁶ 还是整体运动，或者是运动的外力呢？不管这个空缺出来的概念是什么，它肯定不同于速度和方向。于是，他提出的第100条公理就是：

一个运动的物体将始终保持运动的速度、数量和终点不变。²⁷

牛顿24岁了。他相信自己已经能够写出一部完整的运动学的书了，只要他能够找到合适的词汇，并把这些专业词汇按正确的顺序排序。





牛顿传

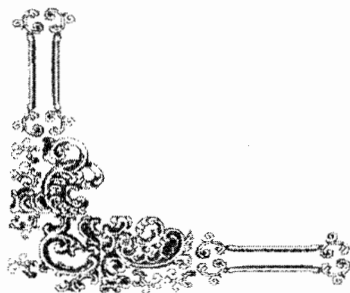
NEWTON

42

数学写作使牛顿能够创造自己的符号，并且把它们用到一起。而英语写作却把牛顿限制在他掌握的语言范围之内，²⁸ 不时地，牛顿的创作受到文字的困扰。于是牛顿的第103条公理这样写道：

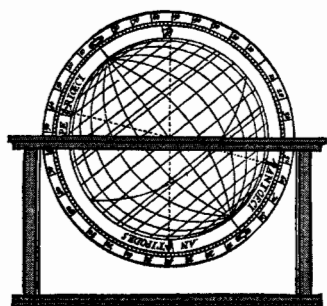
由于物体a是相对物体b说的，引发相同速度量的力量、
功效、活力，或者说是性质，也是相对的……²⁹

有些什么东西还没有被发现，它们是尚未诞生的运动法则。



第 5 章

身体和感觉





牛 顿不光注意观察外部的一切，还时常审视自己的思想。通过自我观察，牛顿知道自己的想像往往能够真实地反映事物的本质。他写道：“适量的饮酒可以使人产生美妙的感觉；然而，暴饮暴食则令人产生幻想。同样，过度的研究也会使人疯狂。”¹

牛顿渴望去认识光，探知光的本质究竟是外在的还是藏在观察者的灵魂中？在亚里士多德学说中，光学首先是一门关于视线而不是光线的科学。

牛顿在《问题》中，曾经提到研究感觉很困难，因为感觉正是认知力和理解力的媒介。

通过物体自身的运动及它们之间的相互作用演绎出物体的本质，要比通过我们的感官来判断准确得多，也自然得多。通过前种实验，我们已经找到肉体的本质。通过后者，我们可以获得对感觉的本质的进一步了解。但是只要我们还忽视灵魂和肉体的本质，我们就不能分清感觉的过程在多大程度上分别依赖于灵魂和肉体。²

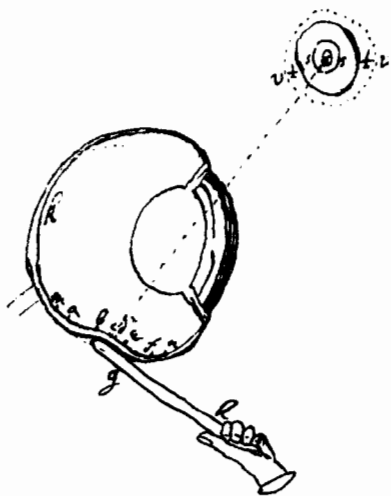
脑子里装了这个解不开的谜，热爱实验的哲学家牛顿开始了新的尝试。牛顿用一根粗针的尾部戳自己的眼窝凹进的部位，也就是眼球和骨头之间。结果是他看到了“几个或白或暗或彩色的圆圈，戳得越用力，那些圆圈就越清晰”。然而，当他保持针尾和眼睛都不动时，圆圈渐渐消失。³ 那么，光是压力的一种表现吗？

牛顿用一只眼睛盯着反射到一面镜子上的阳光，能够忍受多长时间就盯多长时间。与物体其他的性质相比，他感到颜色更是决定于“想像、幻想和创造”。⁴ 他从反光的镜子转过头，看到一面很暗的墙。他看到了颜色，颜色慢慢地退去，最后消失。在他眼中的是“一种精神运动”。这些是真实的还是幻觉？这些像捣碎的草莓和羊血的颜色可



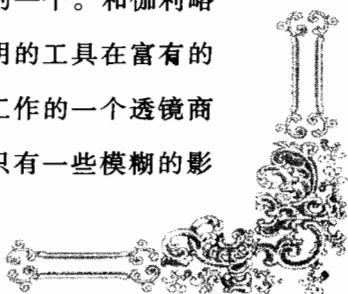


能是真实的吗？观察过阳光之后，他似乎察觉到发光的物体是红的、暗的和蓝的。牛顿发现一件奇怪的事情：他可以凭借耐心的想像在自己眼前重现这些现象。“每当我在黑暗里的时候，我就像一个渴望见到不易见到的东西的人那样，使劲想像那些颜色，于是我不用再盯着阳



光看，也可以感觉到颜色。”⁵ 牛顿不断重复这个实验，直到他开始担心他的视力会因此遭到永久损坏才罢手。他把自己关在一个黑屋子里待了三天，这样他的视力才慢慢恢复。

实验，观察，科学，牛顿在一本伦敦的新书《微观世界》上面见到了这几个时髦的词，给他留下了很深的印象。书中说：“一直以来，自然科学被认为是纯粹的大脑想像，现在是回归到对物质进行朴素而有力的观察的时候了。”⁶ 书的作者罗伯特·胡克也是个才华横溢、有着雄心壮志的人，比牛顿大7岁。伽利略发明了望远镜，而胡克则发明了显微镜。这是一种通过克服物体的大小带来的障碍，帮助人们认识物体内部的工具，使令人惊奇的事物一一展现在眼前。与这片新天地相比，旧的世界，即表现物体实际大小的世界，不再是人们对世界的惟一认识，它成为一系列中的一点，只是许多层次中的一个。和伽利略一样，胡克也画了许多细致的仪器草图，并使他发明的工具在富有的贵族中间流行起来。这些有钱人因为好奇，从胡克工作的一个透镜商店买到显微镜，但是他们却几乎没看到任何东西，只有一些模糊的影





子。胡克的研究给牛顿带来灵感，成了牛顿成就的“催化剂”。

胡克有一个独特的职位，他受雇成为成立于1662年的伦敦皇家学会的实验负责人。这些人想建立一个新型机构，一个致力于推广“新哲学”或者叫“实验哲学”⁷的全国性学术团体。这个团体发现了许多令人惊叹的科技领域，比如彗星和其他行星、血液的循环、望远镜镜片的研磨技术、真空存在的可能性、重物下落的趋势，以及各种其他现象和事物。⁸

皇家学会的每位会员须向社团交纳1先令会费，并且要帮助寻找合适的集会地点。《一个新世界的发现》的作者约翰·威尔金斯就是社团的元老之一。弗朗西丝·培根也是皇家协会的会员，而且在某种意义上是这个团体的缪斯。培根写道：

我们必须完全分解自然，当然不是用一般的火，而是用头脑这种神圣之火……所有得不到证实的意见最终都消失在空气之中，剩下的都是形态确定的，经得起推敲的，真实而具体的。简单地说，这个结果是经历过许多曲折后才能得到的。⁹

经历认识自然过程中的曲折，成为胡克这位皇家学会实验室负责人的职责。胡克用空气泵演示了一个实验。在一次聚会上他切开了一只活狗的胸腔，观察它跳动的肝脏。他还在呼吸实验中用风箱使狗的肺里充满空气，后来“因为不想给狗带来巨大的痛苦”，¹⁰他十分不愿意再次重复这个实验。在一次聚会上，纽卡斯尔的一位公爵夫人被实验中的颜色、磁铁、显微镜、烤羊肉和血弄得眼花缭乱。¹¹她所看到的都是科学，是用实践证明真相，对数据做规范记录的新精神、新方法。虽然胡克缺乏数学知识，但是却极富独创性，他发明、改进了气压计、温度计和风力计，并十分沉迷于追踪伦敦的天气情况。¹²

在《微观世界》一书中，胡克展示了一个用他所形容的人造机器

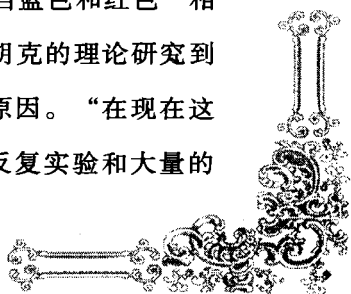




可以观察到的“崭新的世界”。他声称：“在显微镜下，没有什么小得不能观察的东西。”¹³ 他用显微镜观察针尖，它在肉眼看来是很尖锐的，但是在显微镜下看起来却很钝，很粗糙。通过类比，胡克提出，从一个足够远的距离之外看地球就会发现它缩成了一个小圆点。在印刷品中他发现了更多的这种“圆点”，比如句号，他惊奇地发现连这个小圆圈也是不规则的。同样，在剃须刀的边缘和精致的亚麻织品上也有了类似发现。胡克在显微镜镜片上观察到移动的彩虹，他知道笛卡儿在穿过棱镜的光中发现了彩虹，于是他开始比较这两者间的相似之处。

胡克向读者提供了一个理论：对光和颜色的完整的有系统的解释。亚里士多德认为颜色就是黑色和白色的组合；其思想的继承者们认为，颜色是物质的基本属性，被光线直接带到人眼中；笛卡儿则猜测颜色是在光线通过玻璃或水面时因折射产生的。胡克不同意这个观点，他发展了培根的思想，认识到实验的重要性。当然，胡克注意到光在折射时会产生颜色，但是他坚持认为折射不是颜色产生的必要条件。胡克发现颜色是在透明物质中产生的¹³：“我们发现，在空气中传播的光线，不管是不是太阳发出的光，也不管是从一个还是从多个窗户射入房间，都会引起同样的效果。”

胡克认为光产生于运动之中：“各种剧烈燃烧的物体都是运动的，我想各位很容易认同这一点。”胡克感觉到了更多他看不到的东西，他断言所有发光的物体都处于运动状态，比如说振动，像犬吠、木头腐烂和鱼的游动。胡克认为自己观察到了两种基本色：蓝色和红色，它们是由“一束倾斜光对人的视网膜的压力造成的”，当蓝色和红色“相遇并交叉的时候”，就产生了“各种各样的绿色”。胡克的理论研究到这里就结束了，他没有进一步探索产生这个现象的原因。“在现在这个时候，要弄清楚这到底是种什么样的运动，需要反复实验和大量的





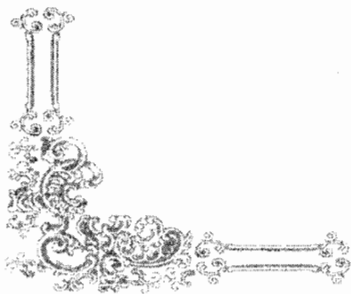
数学证明，这些工作花费的时间太长了……我的意思是说我正在研究光运动的性质，因此光运动的原因不是我的研究方向，现在进行是不合时宜的……”¹⁴ 虽然胡克说自己没有研究光运动的原因，但是他的话却总是在试图解释这一切都是怎么回事：

能够解释清楚颜色现象，不光是棱镜、水珠、彩虹的颜色，还有世界上其他所有的颜色，无论物体是固体还是流体，是厚是薄，是透明还是不透明。¹⁵

牛顿吸收了胡克的大胆猜想。¹⁶ 他没有显微镜，也没有钱买一台，不过，他有一个棱镜。牛顿把百叶窗合上，在窗板上弄一个洞，让光线从小洞里射进房间，射进来的是白光。当时的哲学家仍然认为白色光是最纯洁的光，没有混合任何其他颜色。

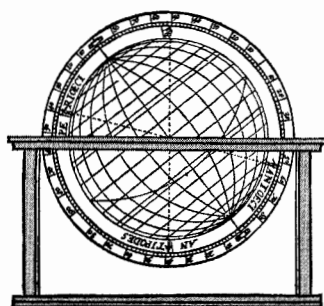
人们对上帝的膜拜限制了人们对自然的认识。培根就曾经警告说：“上帝不允许人类整天梦想着有一天能琢磨出什么世界规律。”¹⁷

可怕的瘟疫终于结束了，牛顿又回到了剑桥大学。然而他没有把自己在离校这一年半中的研究告诉任何人，包括他的数学教授，艾萨克·巴罗。



第 6 章

不是考虑最周全的，就是最古怪的发现





牛 顿在三一学院的境遇很快有了很大改观，1667年10月，学院3年来首次任命主修课研究员，一共要选3个人，在学术方面颇有建树的牛顿顺理成章地成了其中的一个。主修课研究员可以享受很多待遇：每年有两英镑的津贴，可以住单人宿舍，参加各种学术团体的活动，还能使用三一学院的图书馆。不过，每一个研究员都必须发誓：“我将用我的灵魂拥护基督教，如果我不能把神学作为我学术研究的目的是，并在需要时遵从神圣的旨意，那么我将退出三一学院。”¹ 三一学院还规定，主修课研究员必须洁身自好，不能结婚。牛顿从此开始有了较为稳定的收入，除了研究员应得的津贴，他还能从母亲那里得到少部分钱，另外，靠给学生上课也可以挣到微薄的工资。牛顿给自己买了鞋和做学士服的布料，不过，大部分钱还是用在了自己的研究上。他买了炼金术方面的书、眼镜、锡壁炉，还有各种化学药剂，比如醋、白铅等等。² 利用这些东西，牛顿开始了一项极其秘密的研究项目。

这段时间牛顿还在继续他在数学领域的研究，和巴罗合作钻研一些课题。牛顿开始研究三次方程：三维空间里的曲线，这要比二维数学中的椭圆复杂得多。牛顿就像一个孜孜不倦的过滤器，决心把所有的曲线划分成不同类型，大的类别中还要细分出不同的类型。³ 关于微积分的知识在这项工作中派上了用场，他同时从两个方面入手来研究这个解析几何的课题：以方程 $x^3+ax^2+bx+c=0$ 为基本形态的代数方法和研究曲线结构的几何方法——牛顿认识到曲线结构是点和曲线在空间中运动的结果，经过反复的思考研究，他在笔记中总共记录了58类不同的曲线。

巴罗给牛顿看了一本尼古拉斯·墨卡托的书——《对数术》。墨卡托是一名数学教师，同时也是皇家学会的成员。他在书中陈述了一种计算无穷级数的对数的方法，这些内容让牛顿感到非常震惊，因为他发现的东西又被别人再次发现了。墨卡托的著作非常实用，但是他所讲





牛顿传

NEWTON

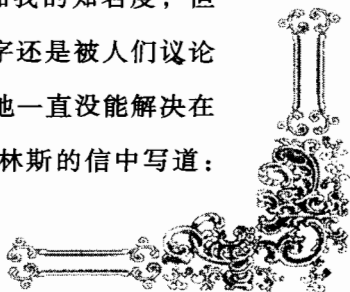
51

第6章

不是考虑最周全的，就是最古怪的发现

的方法仅仅是由为数不多的几个无限数列推出的，论证不够充分。因此，在牛顿眼里，墨卡托书中所讲的只不过是他在沃斯索普研究无穷级数时碰到的几个特例。尽管如此，这件事还是深深地触动了牛顿，于是，他向巴罗透露了自己更多的研究成果。他写了一篇拉丁文论文《对无穷级数的分析》，请巴罗把他的论文寄给当时的另一位皇家学会会员约翰·柯林斯，⁴但是不同意巴罗在信中透露自己的姓名。后来，柯林斯对这篇论文作了热情洋溢的回应，牛顿这才同意巴罗公开自己的身份。巴罗在给柯林斯的信中写道：“我非常高兴我的这位朋友的论文能够得到你的赞许。他的名字是艾萨克·牛顿。牛顿是我们学院的一位主修课研究员，尽管非常的年轻，但却在这个领域中表现出了非凡的才华和驾驭能力。”⁵巴罗的这封信使得牛顿的名字第一次传播到剑桥以南的地方。

牛顿和柯林斯从此建立了联系。由于相距很远，他们几天甚至几个月通一回信。牛顿每次在信中只透露一些数学思想的片段，这些总是能够引起柯林斯的好奇心。柯林斯就会回信，要求知道更多的内容，然而牛顿却不肯说了。比如，牛顿有一次在信中写道：“解决三次方程的图像相当容易，而且画得很明白。但是画这些图实在是辛苦而令人厌烦的工作，我没法说服自己在信中给你画示意图。”⁶柯林斯把牛顿的信中的宝贵内容传给其他在苏格兰、法国、意大利的数学家阅读，还送给牛顿一些书，同时提出一些问题，例如如何计算一笔资金的利息。于是，牛顿回信告诉柯林斯计算这个问题的公式，但是他坚持要求柯林斯只能公开这个公式，不能公开他的名字。牛顿在信中写道：“因为公众的尊敬不是我渴望得到的。这也许能增加我的知名度，但是，这并不是我所希望的。”⁷尽管如此，牛顿的名字还是被人们议论着。苏格兰数学家詹姆斯·格里高利也听说了牛顿，他一直没能解决在巴罗的讲义中看到的一个解析几何问题。他在给柯林斯的信中写道：



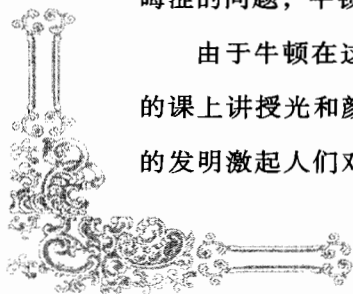


“我对自己感到有些绝望，因此我真心希望能有人解答这个难题，我渴望看到牛顿先生研究出适用于所有曲线的解法。”⁸

当巴罗准备发表他的讲义稿时，他让牛顿来帮他编辑和修订稿件，尤其是他的《光学讲义》。⁹ 这是1669年的事情。巴罗对牛顿显露出的才华极其赞赏，给了牛顿很高的评价：“这个年轻人博学多识，睿智而精明。他对我的笔记的修订完全正确，这正是我想要的。”其实，牛顿已超过了他的老师巴罗，因此实际上整个项目都是需要改正的。巴罗认为颜色和光的挤压、稀薄和剧烈运动有关。红色可以被有阴影的裂缝破坏或者干扰，而蓝色包含“相间排列的白色和黑色微粒。”¹⁰ 牛顿早就秘密地从实验中得出结论，推翻了这些陈旧的光学观点。不过，巴罗的雄心在别处有所体现，他是国王的崇拜者，认为自己在更多方面是一个神学家而不是数学家。1669年的年底，他辞去了卢卡斯讲座教授的职位，把这个职位留给了才27岁的牛顿。¹¹

在这个职位上，牛顿很有安全感，因为只有犯下像通奸、信奉异教、谋杀等严重的罪行，他才会被解除职务。¹² 牛顿的教学任务很轻松，每周只需要讲一堂数学课，并且留一份讲义在学校的图书馆里。但是牛顿没有认真地履行一名教授的职责，相反地，他对教学工作一点都不重视。等他讲完课教室里剩下的学生寥寥无几，有时甚至对着一间空教室念讲义稿，或者干脆放弃，径自回他自己的房间去了。¹³ 牛顿式的教学反映出一个问题：数学对于一个民族的发展来讲是一门非常有用的学科，对建筑师、商人、海员都很有帮助。但是，三次方曲线和无穷级数对商品贸易和海上旅行一点用处都没有，这些深奥、晦涩的问题，牛顿只能在自己的房间里独自研究。

由于牛顿在这个时期的主攻方向是光学，因此他决定在每周一次的课上讲授光和颜色，而不是数学知识。他在笔记中写道：“望远镜的发明激起人们对光的本性的强烈好奇心。但是几何学者到目前为止





牛顿传

NEWTON

53

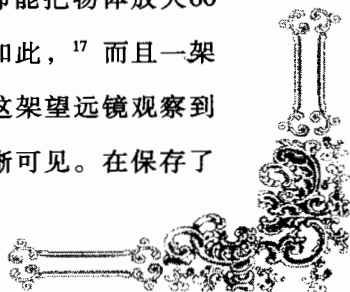
第6章

不是考虑最周全的，就是最古怪的发现

都犯了错误。”因此，牛顿打算把他自己的发现融合到前辈的成果中去。¹⁴ 他思考光的折射，也就是当光从一种介质进入另一种介质时，光线发生的弯曲现象，比如光从空气进入玻璃的时候。身穿教授的鲜红色长袍，牛顿站在仅有的几个来上课的学生面前，宣布他的发现：不同颜色的光线其折射角度是不同的，每一种颜色都有自己的折射率。牛顿的声明是一个纯数学声明，没有掺杂通常用来修饰光的哲学的浪漫的词语以及任何比喻手法。

牛顿的研究没有停留在画图和计算上，他亲手磨制镜片，艰难地磨光那些透镜，使它们显出非球形曲线。制造望远镜的工匠们早就发现，球面透镜不可避免地会让图像变模糊，因而射到镜片上的光线无法聚在一点上。而且，他们造的透镜越大，就会出现越多的他们不想要的各种颜色的光环。现在，牛顿发现了这些问题的症结所在，毛病不是出在手工制造的不完美，而是由白色光的性质决定的：白色光不是单色光，而是复色光；白色不是单一的颜色，而是多种颜色的光混合在一起的结果，白色光是具有不同折射率的光线的混合物。¹⁵

透镜的边缘部分都可以看做是棱镜，牛顿利用光的反射原理，造了一台新的望远镜（以前的望远镜都是折射望远镜）。¹⁶ 反射望远镜比折射望远镜更为先进，因为一面大的镜子和一块小的透镜相比，能聚集更多的光线，这是和镜片的面积或者直径的平方成正比例的。新型望远镜的制造难度在于怎样才能把金属的表面磨得像玻璃那样光滑。利用熔炉、油灰和树脂，牛顿制成一种锡和铜的合金，并且把合金的表面磨成光滑面，用这块合金在1669年造出了世界上第一架反射望远镜。这架望远镜的体积很小，只有6英寸长，但是却能把物体放大60倍——当时伦敦和意大利最好的折射望远镜也不过如此，¹⁷ 而且一架折射望远镜要比牛顿的这架望远镜长10倍。牛顿用这架望远镜观察到了木星和它的四颗卫星，像一弯新月似的金星也清晰可见。在保存了

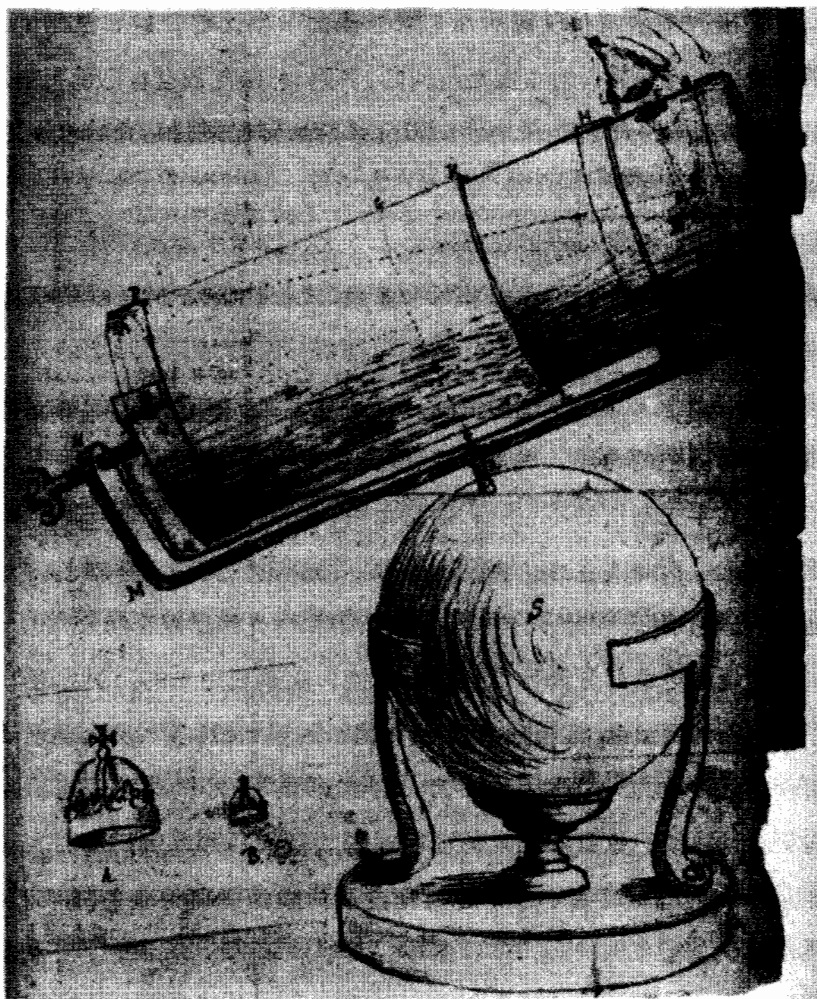




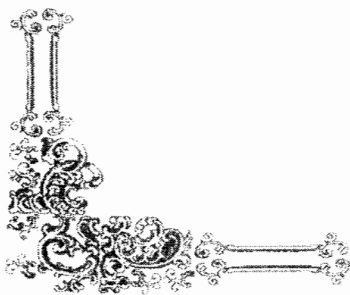
牛顿传

NEWTON

54



反射望远镜





两年之后，牛顿把望远镜借给了巴罗，巴罗把它带到了伦敦，并在皇家学会上展示了这架新仪器。

皇家学会的宗旨是传播信息，在它之前没有类似的组织，这个学会崇尚交流，谴责保密行为。会员们力图创建一个全球网络，一个“学习的王国”，努力把科学变成一项公共事业。

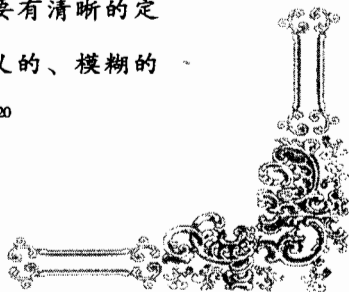
这些努力弄清自然界奥秘的人关注所有的事情，渴望获得散落在世界上每一个角落的信息，他们拥有一种不变的具有普遍性的智慧，认为自己对所有的发现都有知情权，所有在他们之前的发现和发明都应该毫无保留地向他们敞开。¹⁸

——斯普拉特《皇家学会史》

不过用什么语言呢？皇家学会的工作包括翻译，翻译欧洲一些地区的方言，甚至还有用印度语和日语写成的报告。拉丁语是当时的标准语言，但是皇家学会的创立者对任何一种语言的使用都表示出忧虑。他们想要的不是主观的文字表达，而是纯粹的、没有经过人为加工的关于事物的认识。他们要求简洁的表述，最赤裸的、没有经过修饰的表述，在适当的时候，这意味着数学语言。¹⁹

文字的含义经常是隐晦而有伸缩性的，而且是相对的。仅仅是定义概念就会花费哲学家大量的时间。有一些文字，例如“想”、“存在”和“词语”，给哲学家带来的挑战要远远大于另外一些词，像“树木”和“月亮”。托马斯·霍布斯（译者注：英国哲学家，1588-1679）曾经警告说：

照亮人类思想的光源是明确的文字，首先要有清晰的定义，不可以含糊不清；相反，对于比喻和无意义的、模糊的词的思考是在数不清的谬论当中无目的的漫游。²⁰





伽利略1611年用望远镜观测到了太阳黑子，但是在报告他的发现时，恰当准确的词义表达成了一大障碍：

一直以来，人们都被迫把太阳叫做‘最纯洁、最明亮的物体’，他们被告知太阳上面没有任何阴影或者杂质。然而，现在太阳自己向我们展示它并不是无瑕的；那么我们为什么不能称太阳是‘不纯洁的’，是‘有污点’的呢？物体的名称和属性必须要适应于物体的本质或者不是称谓的本质，因为是先有物体，后有名称。²¹

措辞、语法、正字学都不是一成不变的，它们几乎不可能永远保持一种模式，就连名字都会出现不同的拼写方式，重量和量度标准更是个大杂烩。旅行者和邮件就是没有明确的地址也知道他们要去哪里；人们利用特定的名称和数字来标记地点。当牛顿给皇家学会的秘书写信时，写的是要把信寄给“住在威斯敏斯特圣詹姆斯牧场老帕梅尔路上的一栋房子里的亨利·奥登伯格先生”。²²

奥登伯格是个传教士，出生在贸易城市布莱曼，出生时的名字是海因·奥登伯格。他曾经在內战时期以外交使节的身份到英格兰为奥利弗·克伦威尔执行任务。从那时开始，他一直和英格兰的一些学者保持联系，像克伦威尔的拉丁文秘书约翰·弥尔顿、克伦威尔的妹夫约翰·威尔金斯、年轻的哲学家罗伯特·波义耳，以及一些其他的人。这些人后来都成为皇家学会的核心成员。后来，一个熟人这样说：“这个奇怪的德国人通过旅行使自己大开眼界，并且把从别人那里得到的东西都装到了自己的脑袋里……他是一个传奇人物，后来成为皇家学会的秘书。”²³ 奥登伯格是个语言天才，而且是皇家学会各个会员的联络中枢。他利用普通的邮政系统和一个外交官员网络，接受来自遥远城市的信件，尤其是巴黎和阿姆斯特丹。到了1665年，奥登伯格开始批量





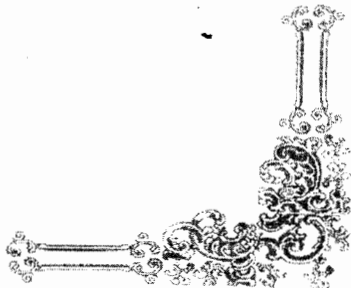
印刷，把原来的普通信件往来改为向会员邮寄会刊，并把刊物命名为《哲学会报》。这个刊物是一本科学杂志，奥登伯格一直坚持把这本读物的制作和传播视为他的一项事业，直到他去世为止。²⁴ 他找到一个印刷商和一个有邮递员的文具商店，可以帮助他把刊物送到伦敦的任何一个角落，甚至包括伦敦以外的地方。

会刊里的新闻有很多种。住在普利茅斯附近的萨缪尔·科普莱斯先生每天在会刊中报告他对潮水高度的观察。他说，从3月到9月，海潮白天的高度大约比晚上高出1英尺。²⁵ 另一位住在意大利帕多瓦的先生说找到了证明地球运动方式的新论据，这个观点刚刚被刊登，立刻就有一个意大利数学家站出来引用一位瑞典人的实验反驳这个观点。在那个实验中，瑞典人用一架大炮的炮筒垂直于地平线向空中开火，然后，观察炮弹是落向东方还是西方。会刊上还有许许多多各种各样的发现；胡克先生观察到木星表面上有一个黑点。在汉普郡，一头母牛生下个怪兽般的幼仔；一种刚刚问世的乐器出现在伦敦，这就是大键琴。皇家学会还收到过剧毒的蛇液和来自佛罗伦萨的毒药。会员们通过会刊讨论石棉的结构，据说这种布料能够经受住最猛烈的火焰的考验；他们还在文章中交流建造永动机模型的经验。²⁶

会员们的活动展开不久，英格兰的诗人们就开始写诗讽刺皇家学会的定位以及会员对事物的好奇心。胡克本人就成了一个很显眼的攻击目标，因为他对跳蚤和微生物有狂热的兴趣。自然哲学家被描述成全神贯注的老学究儿，在诗人笔下，会员和占星家、炼金术士没什么区别。萨缪尔·巴特勒嘲讽地问道：“彗人的彗星从哪里来？64年1次，这是什么意思？”

月亮上面是海洋还是陆地，

是木炭还是熄灭的火焰，





这就是他们深邃而博学的思考，
而他们不变的职业，
则是测量风速和空气的重量，
还要把圆的变成方的。

——萨缪尔·巴特勒《月中之象》²⁷

事实上，旅行和贸易对皇家学会的发展所起的促进作用要远远大于科学思考和技术带来的影响，带着外国货物来到英格兰的商人也带来了国外的信息：遥远的百慕大群岛上发现了蜘蛛网，在加勒比群岛上 有300英尺的甘蓝树。²⁸ 弗吉尼亚的塞拉斯·泰勒船长是个富有而好奇的人，他在《哲学会报》上写文章说，野薄荷油的气味可以杀死响尾蛇。还有一个德国教士说他发现了地下世界的秘密，比如说，海水总是向北极流去，通过地球的内部，又流回南极。

住在剑桥的牛顿像海绵一样吸收着这个会刊提供的信息，认真地把自己认为重要的东西都做了笔记。比如关于一座火山的传言：“巴达维亚（译者注：印尼首都雅加达的旧称）在一个下午被黑色的、比黄金还沉的尘土覆盖。这些尘土据说来自于人们认为即将爆发的爪哇火山。”²⁹ 又如关于月亮的传言：“牡蛎和螃蟹在新月时长得肥硕，而满月时变得瘦小。”皇家学会的会刊成了牛顿获取信息的重要渠道，不过，在1671年，牛顿没有通过会刊，而是直接听到了皇家学会的声音。奥登伯格给牛顿写了一封信，在信中说：“亲爱的先生，一个你不认识的人因为被你的创造力折服而写了这封信……”

奥登伯格在信中表示，希望能够刊印一份关于牛顿的反射望远镜的说明，他敦促牛顿接受公众对他的认可。这是个特殊的历史时期，发表科学研究成果的这一习惯刚刚形成，人们对抄袭的可能性十分警觉。奥登伯格说，在剑桥见过牛顿的望远镜的外国人很可能会篡夺牛





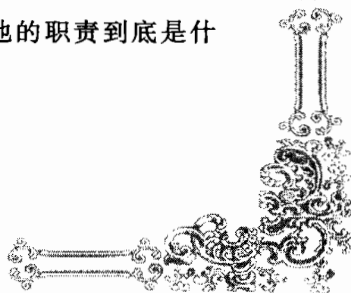
顿的研究成果。“新发明被假装旁观的小人从发明者手中抢走的事情发生得太频繁了。”³⁰同时，这位哲学家还准备提名牛顿为皇家学会的成员。但是，仍然存在一些阻碍。尽管一些有经验的观测者认为牛顿的发明比大型望远镜放大的倍数大，但是另外一些人则认为现在下结论为时尚早。³¹还有些对新技术怀有排斥态度的人抱怨说，他们用牛顿的望远镜根本找不到天体。同时，胡克也曾对其他会员宣称，他早在1664年就造出了一架更具威力的望远镜，而且只有1英寸长。但是由于瘟疫和火灾的影响，没有继续他的研究。牛顿在回信中以礼节上惯用的谦逊口吻写道：

我很惊讶您对我的发明的安全问题这样关心。其实，至今为止它对我来说并没有太大的价值。因此，当皇家学会提出愿意资助我的发明时，我必须说明它已经从他们那里得到很多了；而对于我来说，我并不渴望公开这一发明。因此，我希望继续把它作为我的私人物品，因为我已经连续几年这样做了。³²

然而，两周之后，牛顿就把谦逊扔到了一边。他用热切的语气告诉奥登伯格，他希望参加一次皇家学会的会议：

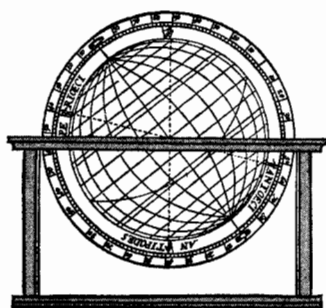
我打算让会员们考虑并且审查我在哲学上的一个发现。这也是我制造反射望远镜的原因。我毫不怀疑，对这个问题的讨论比单纯地议论望远镜要有意义得多。根据我的判断，即便这不是对自然界活动最值得关注的发现，也是最奇特的发现。³³

谁也不清楚，牛顿作为英国皇家学会的会员，他的职责到底是什么呢？



第 7 章

嫌恶和反击





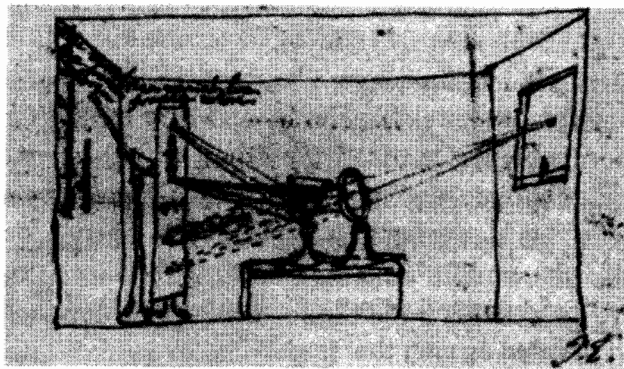
——▲一学院宏伟的庭院基本建成了，马厩、图书馆、中央喷泉和用
——▲篱笆围起的草坪都被布置得井井有条，一条两旁刚刚种上亚麻树的大路向西南方向延伸。¹ 牛顿住在庭院大门和小礼拜堂中间的一幢楼的顶层，站在窗前他可以看到西面的网球场。牛顿有时就在这里看他的同事打网球，他注意到飞行中的网球在空中划出一道曲线，而不是直直地落到地上的。直觉告诉他这是怎么回事：球因为受到球拍一个斜的击力而旋转起来。“在球被击中的那一侧形成了使球前进的力和使球旋转的力。在两个力的共同作用下，被击中的一侧比另一侧受到了更猛烈的挤压和冲击。相应地，在这一侧被激起的空气阻力和反作用力也要比另一侧大。”² 牛顿是在思考光线如何转向时联想到打网球的问题的。光线从一种介质进入另一种介质，会突然转向吗？笛卡儿的假设是，光线是球状的，在以太（译者注：一度被认为充满整个空间，可借以传送光波的一种物质）中旋转前进。但是，牛顿认为这种假设并不成立。

有三年的时间里，牛顿在剑桥埋头于自己的研究，没有到伦敦出席皇家学会的会议。不过，他遵守了对奥登伯格的诺言，写了一份对反射望远镜的说明。这份说明写在1672年2月给奥登伯格的一封长信上，这封信后来在皇家学会的一次会议上被当众朗读。在两周之内，奥登伯格就在《哲学学报》上刊登了这封信的内容，同时出现在那期会刊中的还有一篇描述东印度海岸的文章和一篇关于音乐的评论。³

牛顿在长信里同时介绍了他的实验和“理论”。⁴ 他在信中提到了自己6年前在透过窗板上的小洞射进房间里的光线调整棱镜的情景。他希望看到组成彩虹的颜色会散开在墙上，最终他确实看到了。牛顿写道：“太令人兴奋了。不同的亮丽颜色一个挨着一个地映在墙上。不过在6年后的今天，这个颜色的现象已经不是什么新鲜事儿了。”

在发明了玻璃之后，人们发现碎玻璃的边缘部分形成折射棱的面





上会出现颜色。⁵ 一个精心磨制的三棱镜可以完美展现美丽的彩色光带。没有人知道颜色是从哪里来的，但是很明显，棱镜在某种程度上创造了颜色。

白色的光线穿过窗板上的小孔通过一个棱镜时被分解成不同颜色的光线，接着，让这束彩色光线通过第二个棱镜，第二个棱镜没有再次把光线分解成更多的颜色。这说明，白色光是复色光，而彩色光是单色光。

牛顿又有了一个令人惊讶的发现：按照他预先的想法，折射光应该在墙上呈圆形，因为所有的太阳光的折射程度都是相同的，但是牛顿观察到的却是长方形的彩色光带。牛顿尝试更换不同的棱镜，看玻璃的厚度对实验有没有影响，他还改变了窗板上洞的大小。他测量出小洞到墙的距离是22英尺，光带的长度是13.25英寸，宽度是2.615英寸，光线的入射角和折射角有某种数学上的联系。牛顿发现太阳不是一个点，而是一个圆盘。由于太阳光线在不断运动，所以牛顿每次的实验只能持续一小会儿，但是他并没有因此放过图像的拉长这个奇怪的现象。

牛顿的“实验情结”就好比十字路口的一座路标，给牛顿指引了





方向。思维关键的一步是分离出一束彩色光，并让它通过一块棱镜。要做到这一点，牛顿需要两块棱镜和两个上面戳有小孔的木板。第一块木板放在第一个棱镜之后，进入房间的光线穿过第一个棱镜后，射在这块木板上，组成彩虹的颜色依次排列在木板上。在第一块木板的后面放置第二块木板，木板上的小孔可以保证只有一种颜色的光可以通过放在第二块木板之后的第二块棱镜。于是，光线在到达墙壁之前，又被第二次反射。他把这四样东西对正，小心翼翼地调整手中的第一块棱镜，让蓝色光首先通过第二块棱镜，其次是红色光。然而牛顿在测量折射角度时发现，蓝色光通过第一个棱镜时比红色光弯曲的角度大；光线通过第二个棱镜时也发生了同样的情况。不过，最具说服力的是，第二个棱镜没有再产生新的颜色，也没有改变通过第一个棱镜的光线的颜色。牛顿从而得出结论：和白色不同，这些颜色是单一的颜色。

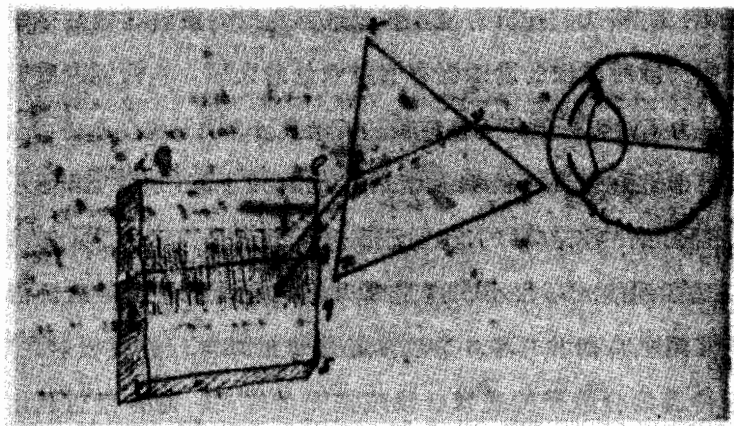
于是，牛顿胜利地宣布，图像被拉长的原因终于被查出来了，那是因为光是由折射率不同的光线组成的。“有些颜色的光线的折射率大，有些折射率小。不同颜色光的折射率的大小与制作棱镜的玻璃的质量无关，是光线自身的性质。颜色不是光的修饰，而是光的一种原生的、基本的性质。”

综上所述，白色光是一种混合物。⁶

白色的组成是最令人惊讶的、最奇妙的。没有任何一种光线能单独呈现出白色，而白色又是7种基础颜色按照一定的比例混合而成的。我常常怀着敬仰的心情，用棱镜把这些不同颜色的光线分开，再把它们重新混合起来，造出完美的、纯粹的白色。

棱镜并没有创造颜色，它能做的只是把不同的光线分开。棱镜只



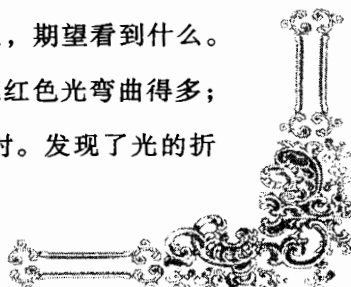


蓝色光的折射角大于红色光的折射角

不过是利用了不同颜色的光线的折射率的不同。

事实上，牛顿写给奥登伯格的这封长信本身就是一个实验。这是他第一次同意将他的学术研究成果公之于众，⁷ 目的就是让大家接受他的观点。牛顿不知道这样的学术交流应该采用什么样的方式，于是他就自己发明了一个：一种自传式的叙述，通过一系列的推论得出结论。牛顿在信中还透露了自己内心的感受：向别人展示光的不同颜色时的喜悦，对自己的发现的不确定，以及他的惊讶和感叹。

牛顿巧妙地介绍了自己的发现，这事实上是以他多年以来的发现过程为基础的。牛顿的许多发现都是偶然的，有些甚至是无意识的，不是他可以预料的。他在信中介绍道，放在一束像铅笔那样细的光线前的棱镜可以让一片不同的颜色映在墙上。不同的颜色在墙上所占的面积不均等，颜色的显示也是不稳定的，而且颜色的边缘是模糊的，不同颜色间的分界并不明显。牛顿的描述是理想化的，事实上墙上的图像之所以有意义，是因为牛顿知道自己在寻找什么，期望看到什么。在多年以前，牛顿就已经看到，蓝色光在折射后要比红色光弯曲得多；他通过棱镜看这两种光线，并注意到它们不同的折射。发现了光的折

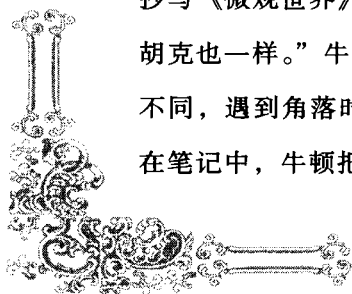




射原理后，牛顿认识到折射镜片会造成颜色的分散。这就是为什么使用折射望远镜时成像的周围会有五颜六色的光环。牛顿发明反射望远镜，正是为了改善折射望远镜成像的清晰度。

当笛卡儿在阳光下观察棱镜时，他看到了有颜色的圆环，而不是像牛顿看到的长方形的彩色光带，圆形正是笛卡儿预计的形状。笛卡儿观察到的光环很小，这是因为他把光线引导到距离棱镜非常近的一张纸上，而并非像牛顿在实验中做的那样让光线投射到墙上。牛顿期待看到分散开的光带，设法把光带放大，而且还想利用自己对折射定律的几何直觉测量光带。牛顿相信自己的能力，相信自己的计算的精确性，认为自己可以解释微小的误差。的确，牛顿认为数学是理解一切事物的途径，就像他说的那样，他甚至希望关于颜色的难题也能用数学解决，因为数学的解决方法意味着精确。牛顿写道：“应当说我的发现不是猜想，而是符合最严格的标准结论，绝不是通过排除其他可能性而得出的猜测……我的发现是有实验结果支持的，不容一点置疑。”⁸ 奥登伯格认为牛顿说得过于肯定，因此在发表这封信的时候，删去了这句话。

不过，究竟什么是光呢？在牛顿的这封“理论性”的长信中，他并没有明确地解释。但是，想法在他的头脑中已经成形：一束光线就是一股微粒流，那是极其微小的运动的物质。笛卡儿认为光是以太中的压力，而颜色则是这些微粒在宇宙中旋转引起的效果。胡克反对这种观点，他提出光是脉冲的观点，认为光实际上是以太的振动或者说是一种波，就像声音一样。胡克的观点让牛顿感到很难堪，他私下里抄写《微观世界》时在自己的笔记中写道：“笛卡儿有犯错误的时候，胡克也一样。”牛顿举了一个简单的例子来反对光的波动说：光和声音不同，遇到角落时，不能转弯。光为什么不像声音那样发生偏转呢？⁹ 在笔记中，牛顿把光看做是以有限的速度运动的小球，然后进入人眼。





在信中牛顿对光线的描述很抽象。他说：“要更肯定地说光是什么，以何种方式运动，人们为什么会看到不同颜色的光，不是一件容易的事情。而我不能把猜测和已经确定的结论混为一谈。”¹⁰

不论是确定的还是不确定的，牛顿的结论对当时盛行的权威观点都是个猛烈的冲击。¹¹在接下来的四年中，《哲学会报》每个月都刊登人们对光学的不休争论：共有10篇文章犀利地批判了牛顿的观点，而牛顿则一共发表了11篇文章捍卫自己的立场。¹²在此期间，奥登伯格总是写信给牛顿，向他保证皇家学会对他的原创性和坦率十分赞赏。奥登伯格还在信中表示，皇家学会担心牛顿作为发现者的荣誉会被外国人窃取。¹³作为牛顿和其他科学家交流的信息中枢，奥登伯格对促进数学的发展做出了重要贡献。他发现他可以利用一些外国学者的研究成果，比如说德国的莱布尼茨，从牛顿那里获得一些秘密的信息。他已经适应了牛顿总是吊人胃口的风格，牛顿总是让你看得到却摸不到。

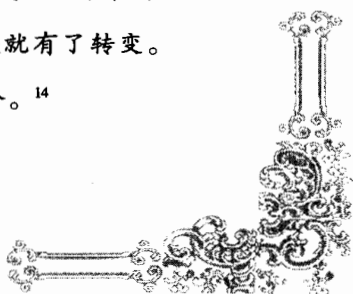
事实上我现在已经知道如何计算……

我不能马上对这个问题做出解释……

我比较倾向于隐瞒这个发现，因此……

一旦这个问题被公开，另一个我希望保密的问题也将被公众知道……

我有另外一种没有告诉过别人的方法……它是解决这个问题的便捷、万能的方法，画一条通过任何一点的几何曲线……这些工作不需要计算，可以利用几何知识轻易完成……尽管开始时，这看起来是不可能做到的，不过情况很快就有了转变。在我最期望解决的几个问题中，这是最迷人的一个。¹⁴





牛顿几乎从来没有向外人透露过他的数学研究进展，但是，在光学研究方面，他向众人敞开了自己的思想之门。不久，他就后悔这样做了。胡克继续在学术上攻击牛顿。作为皇家学会的实验负责人，胡克宣称，他早就完成了和牛顿完全一样的实验，而且重复了有上百次。胡克说，他对牛顿的观察中表现出来的精彩和牛顿对自然的好奇心一点也不感到高兴。他认为牛顿的论点不过是个假设。他说牛顿的实验恰恰证明了光是以太中的一种脉冲，而颜色只不过是光的一种干扰。他会很乐意看到牛顿先生的“实验情结”能令他改变观点，但遗憾的是，牛顿并没有做到这一点。胡克坚持认为是棱镜给光附加上颜色的，就像管风琴或者小提琴给空气附加声音一样。¹⁵ 一个法国的基督徒伊格纳斯·帕第斯从巴黎寄信来说，牛顿的“假设”将推翻光学最基础的理论。而墙上被拉长的图像可以被解释成是光线来自于太阳表面的不同部分的缘故；混合不同颜色的光线的结果也不是白色光，而是一团模糊的暗色。¹⁶

所有这些言论，尤其是“假设”这个词，激怒了牛顿。牛顿再次重申，他所提供的不是假设，而是真正的、他已经发现了的，而且不难证明的光的性质。如果不能确定自己的发现是事实，是真理，他宁可把自己的研究看做是白忙一场的空想，也不愿意承认它们不过是个假设。¹⁷ 奥登伯格建议牛顿在捍卫自己的观点时不要提到别人的名字，尤其是胡克。但是牛顿有自己的想法。好几个月过去了，牛顿的怨恨更深了。他写了最后一封长信，信中的第一句话就提到了胡克，而且每一页上都有胡克的名字。“我发现有个人对‘假设’特别介意。我对此有些心烦。而且我觉得这个人是和我的研究最没有关系的人。”

胡克先生认为他是很关心地责备我……但是他同样知道
一个人不应该对另一个人的研究限定准则，尤其是在不了解





对方的研究基础的情况下。他应该给我写一封私人信件……¹⁸

牛顿说，胡克拒绝接受“实验情结”是毫无理由的。牛顿一共写了四遍，才把这封长信写好，信的终稿比最初的版本长了许多。牛顿还考虑到水泡和气泡的颜色，为了驳斥胡克的观点，他建议用显微镜观察；他还用更加准确的语言区分单色光和复合的白色光。牛顿在信中写道，有很多混合、配制颜色的方法，可以生成白色或者灰色。“这和给陀螺上色是同样的道理。给陀螺涂上一条一条的不同颜色，陀螺转起来时，就会呈现出一种很模糊、看上去很脏的颜色。”

牛顿所写的一切，都是为了表达他的一个观点：光学是一门数学科学，是严格而精确的；光学研究依靠自然法则和数学证明。牛顿已经认识到这些自然法则，所以他的研究得出了一个又一个正确的结论。

牛顿不止一次地暗示：胡克并没有完成他所宣称的已经完成的实验。胡克使得他的观点不被众人接受；胡克坚持“拒绝接受已经经过实验检验的事实”。牛顿承认，他的论点是关于光的性质的，而不是关于光的本质的，但是即使是这样，他的结论也是有理论依据的，不是没有理由的凭空猜测。有关光的颜色的观点不是最基本的假设。当提出光是由微粒组成的时候，牛顿十分谨慎，用了“可能”这个字眼。“我很好奇，在我用了世界上最严谨的方式证明了我的理论之后，胡克先生是怎样想的呢？我应该对只使用了‘可能’这个词肯定这个观点感到后悔。”

胡克现在是不遗余力地攻击牛顿，但他还不是最具备这种攻击能力的人。著名的荷兰数学家、天文学家克里斯琴·惠更斯也倾向于光的波动说，他对光的折射和反射的研究，在当时的学术界中有很大的影响。他的一些观点很正确，与牛顿的观点结合在一起，和现代量子论观点相吻合。但是，惠更斯也写信给奥登伯格，质疑牛顿的“假

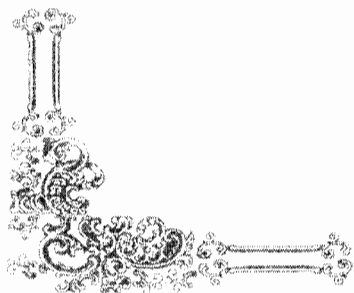




设”。他的行为引起了牛顿的愤怒。更令牛顿恼怒的是，一些他没发现的细小错误被惠更斯抓住了。例如，惠更斯指出，不是必须将所有的颜色都混在一起才能生成白色。两种颜色混在一起，也能呈现出白色，比如说蓝色和黄色。¹⁹ 在加入皇家学会15个月后，牛顿宣布他希望退出，不仅仅是从这个组织，而且不再和任何人进行学术交流。他在给柯林斯的信中写道：“也许人们并不是对我不友善，但是，我希望在其他事情上我不会受到这样粗鲁的对待。为了避免意外发生，我不愿更多地谈论过去的事情，希望你不要对此感到惊讶。”

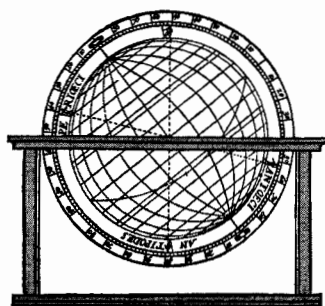
奥登伯格请求牛顿重新考虑他做出的决定，建议免除牛顿的会费，并向牛顿保证皇家学会尊敬、爱戴他。²⁰ 一些会员对他的批评，尽管可能是“不适当的”，但是这些批评都是温和的。牛顿又给奥登伯格写了一封回信，表示说“我已经不把你所说的不适宜的言论放在心上了。但是……我还是不打算再探讨有关哲学的话题了。请你不要见怪”。²¹ 从此，有两年多的时间，奥登伯格没有收到过牛顿的一点消息。²²

牛顿发现了一个伟大的自然界真理。他证明了自己的发现，并为之辩论。他尝试着告诉人们，科学埋根于具体的实践，而不是重大的理论之中。牛顿感到，为了获得同行的认可，他已经牺牲了平静的生活。²³



第 8 章

身处旋风的中心





牛顿好像比常人多一个感官，在观察自然世界时，他能够穿透事物的表面，看到事物的内部构架，感觉到内在的东西。对几何学和微积分学（当时尚无此称谓）的学习，使他的洞察力变得更加敏锐，他能把看似不相关的物理现象、相差很大的量联系在一起。这不是一般人能做到的。当他观察在剑桥大学的网球场上飞过的网球时，他还看到了空气中无形的漩涡，并随即联想到沃斯索普的小河中的石头。他还是个孩子时就经常出神地望着小河，看着轻柔的河水绕过石头时形成漩涡。有一天，牛顿在耶稣学院见到了空气泵实验，一个罐子中的空气几乎被完全抽干。牛顿再一次看到了只在他的意识中存在的东西，虽然玻璃罐的瓶壁没有变形，但是瓶壁的内侧对瓶外空气施加的压力产生了反作用力。再没有第二个人有这样的观察力了。牛顿的世界是孤独的，与世人隔绝的，从早到晚，牛顿都在和公式、力量、思想打交道，这些有的是真实的，有的是想像的。

1675年，牛顿去了趟伦敦，第一次出现在皇家学会的会员面前。他见到了那些以前只通过奥登伯格的书信交流思想的著名学者。这些人有的已经成为他的朋友，有的则坚决反对他的学术观点。罗伯特·波义耳是这些名人中的一个，他是胡克的导师，比牛顿大15岁。波义耳是光的微粒说的狂热支持者。在他的辩论式著作《持怀疑态度的化学家》一书中，波义耳提出了物质由微粒组成的理论。他相信，所有在自然界中存在的物质都可以被看作由原子组成的混合物，这些混合物当中，有些是完美的，有些是不完美的，其中最完美的物质要数黄金。¹波义耳对炼金术士普遍抱有的梦想深信不疑，认为把低等的金属转化成黄金是完全可行的。但是他谴责炼金术士对秘方保密的传统：“总是使用模棱两可的表达方式，总是装作要把他们掌握的方法传授给别人，其实则不然。”²

除了在气压研究上的贡献，波义耳对光学的研究，也对胡克和牛



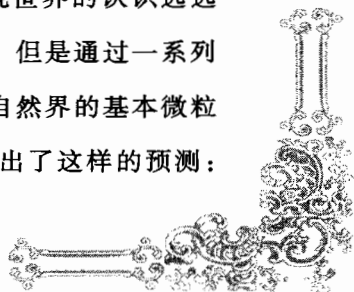


顿产生了深远的影响。对于牛顿的伦敦之行，波义耳表示热烈的欢迎。

回到剑桥后的几个月中，牛顿全心投入到新的写作之中。他饱含热情地开始写作自己的微粒说理论。这一次，牛顿主动使用了“假说”这个他曾经激烈反对使用的字眼。牛顿的这篇论文的标题为“解释我此前几篇论文中对光的性质的阐述的假说”。³但是在论文中，牛顿谈到的远比光学问题要广，事实上，论文讨论了自然界中所有的物质。而牛顿对胡克的报复和厌恶在字里行间也流露了出来。他不客气地写道：“我发现有些著名的学者总是抓住我的观点是不是假设的问题不放，好像我的观点必须带着假说的帽子才能被他们接受。”牛顿认为，当他抽象地讲述有关光和颜色的理论时，“有些人”不能完全理解他的意思。但是，如果他举例说明的话，这些人会理解得好一些。因此，牛顿使用了“假说”这个词。

牛顿希望奥登伯格能够当着会员的面朗读他的长信，但是，他还是不愿意发表自己的论文。牛顿希望他的听众能够明白他这样做的用意。他不想假装已经解决了所有的数学问题，尽管这样做可以省不少麻烦。⁴他选择把自己的观点作为假说提出来，目的也是为了让其他学者能接受。牛顿写道：“这样做的目的是不让任何人以为我会对反对我观点的声音作出答复，因为我希望避免麻烦和不必要的争论。”

这一厚摞信纸载着牛顿对自身的考虑和坚定的信仰，寄到了奥登伯格手中。⁵这是一篇充满想像力的论文，牛顿在论文中尝试去揭示物质的微观结构。尽管牛顿希望人们能够平静地接受他的观点，但这封在皇家学会上被当众朗读的论文还是引起了会员们的激烈争论，从1675年12月一直持续到1676年2月。牛顿对物质微观世界的认识远远超过了显微镜赋予常人的能力，虽然用肉眼看不到，但是通过一系列的实验和把相关事物联系在一起，牛顿感觉到构成自然界的基本微粒距离他的眼睛的可视范围非常之近。于是，牛顿做出了这样的预测：





如果显微镜能够将物体放大三四百倍，那么原子就会出现在人们的视野中。⁶

牛顿清楚地认识到，还有许许多多的自然现象在等着人类去探索 and 发现，几何学的知识只能够帮助解决一部分问题。各种各样的化学活动和变化过程之间都存在着微妙的关联，它们都是生活在同一社会里的成员。牛顿所关注的不是某一个单一的现象或者问题，因为它们共同组成一个神秘的、不可捉摸的大家庭。牛顿用一个揭示电流存在的实验生动地说明了看似毫不相关的“社会成员”实际上可能是密切相关的：电是某些物体受到刺激后拥有的一种能力。牛顿用一小块布用力摩擦一个玻璃盘，接着拿着玻璃盘靠近一堆准备好的碎纸屑。奇特的现象发生了，这些纸屑突然之间变活了：

有些碎屑向玻璃靠近，停留一会儿后回到原位，过了一会儿，又向玻璃贴过去，反复好几次……有些纸屑成排地垂直于桌面立着，还有一些斜立着……轻微地旋转……好像在旋风的中心。⁷

世界不是静止的，牛顿认为存在不规则运动，同时还注意到，不规则运动是不能通过简单地把一个物体强加到另一个物体上的机械力学方法来解释的。牛顿一直努力去了解的世界并不是有序的，这是一个充满变化甚至是混乱的世界，有太多的疑问需要得到解答。牛顿用诗歌的形式表达了他的想法：

自然界在做永恒的循环运动，
从固体中合成液体，
从液体中分离出固体，
从易变的当中找出不变的，

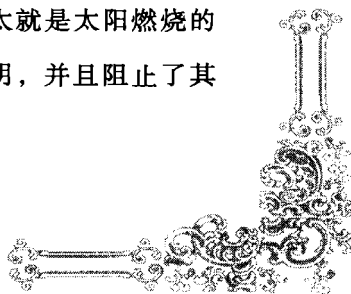




又从不变的当中找到易变的。
有些东西升到空中，
形成陆地上的甘露，
这就是河流和大气；
而相反地，有些东西从空中落到了地上……⁸

古人经常猜测宇宙中存在一种叫做以太的物质，它不属于元素，比空气和火更加纯洁。牛顿把以太说作为一个假设提了出来，把它描述成是“和空气的组成大致相同，但是密度较小，弹性更大的一种介质”。空气振动会产生声音，也许以太的振动会产生更快、更细微的现象。通过计算，牛顿认为声波的振幅是0.5~1英尺，而以太的振动幅度则小于1英寸的十万分之一。

由于无法用机械论解释看似与机械运动无关的现象，自然哲学家们才虚拟出以太这样一种物质。正是因为以太，靠近磁铁的铁屑才会自动地排列成有规律的曲线；正是因为以太，就算把金属放在密封的玻璃容器中，它们仍然会发生化学变化。放在真空玻璃容器中的摇锤比在空气中摇摆的时间明显要长，但是最终还是会停下来，这说明“容器中有某种看不见的东西阻止了摇锤的往复运动”。⁹ 机械论者花费了巨大的精力，要排除物体之间不经过接触就发生变化的这种神秘的影响。人们认为，以太这种比空气更细微、更基本的物质可以传播力量和灵魂，引起蒸发和凝结。可能是一股以太流使得靠近摩擦后的玻璃棒的碎纸屑轻微跳动；大脑和神经可能就是通过以太的精神工作的——精神通过神经传递到肌肉。¹⁰ 火、烟、腐烂物和动物的运动也可能是由以太的激发、膨胀和衰减引起的。可能以太就是太阳燃烧的燃料，而太阳则吸收了以太的灵魂以“保存它的光明，并且阻止了其他天体离它远去”。¹¹





奥登伯格大声朗读着牛顿的长信，胡克多次听到了自己的名字：“胡克先生，你也许还记得你曾经提到过在剃须刀边缘的奇怪的光……”确实，胡克在1675年提出了他的一个新发现，他发现的这种现象后来被命名为光的衍射：光在传播过程中经过障碍物边缘或孔隙时所发生的展衍现象。直到量子力学被提出后，衍射现象的原因才通过光波的干涉得到了解释。散射开的光线是否说明了光可以弯曲，就像声波能够拐弯那样？牛顿以前在一封写给胡克的信中说他也不确定这一点：“我把这种现象看作一种光的反射。产生这种现象的原因可能是光线到达障碍物时遇到了更加稀薄的以太。”牛顿回忆道：

胡克曾经很愉快地回复说这不过是新发现的一种光的反射现象，这种现象确实是前人没有发现过的。这个发现和他的任何光学上的发明一样了不起。

牛顿在给皇家学会成员的信中说，他同意这是个十分了不起的发现，但是他记得自己曾经在胡克提出来之前读到过相同的实验。法国的法布利曾经描述过这个现象，而法布利又是从一个意大利的数学家弗朗西斯科·玛丽亚·格里马迪那里听说的。¹² 因此，胡克不是最早发现这一现象的人。

胡克被激怒了，在牛顿的信被当众朗读之后，每次晚上和朋友在咖啡馆聚会时，胡克都会宣称牛顿霸占了他的脉冲理论。毕竟，牛顿说过“大小不均的振动”是颜色形成的原因，大的振动使人们感觉到红色，小的振动产生紫色。不同颜色之间的惟一区别就是振动幅度细微的、可量化的差别，牛顿的发现正是胡克摸索已久的。牛顿没有提过波的概念，而胡克也没有把这个概念和光联系在一起，他们都认为波只是大海特有的一种现象。词汇的匮乏阻碍了两个人的研究。

对于牛顿的攻击，胡克无法忍受，在第二次聚会讨论牛顿的假说





快结束时，胡克站起来宣称，牛顿所谓的假说大部分内容都来自于胡克的著作《微观世界》：“牛顿先生所做的只不过是把我书中的一些具体内容作了进一步论述。”¹³

奥登伯格立即将胡克的声明转达给在剑桥的牛顿。牛顿随即给予了反击，在给奥登伯格的信中，他写道：“对于胡克先生的暗讽，我没有必要太放在心上，他有说话的自由。”¹⁴ 牛顿希望避免“让胡克先生感到他受到了不公平和无礼的对待”。所以，他做了逻辑分析。首先，到底什么是胡克先生所有的呢？我们必须“排除那些他从笛卡儿以及其他那里借用的知识”，这些知识包括：

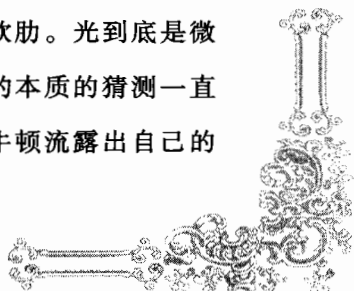
关于以太的存在；关于光是以太的活动；关于以太在不同程度上穿透固体；关于光是均质的；关于颜色来自于对光线的一种修正——加速产生红色，减速产生蓝色，而其他的颜色则是红色和蓝色不同程度上的混合物。

胡克所做的不过是把笛卡儿理论中提到的以太中的挤压运动改成了振动运动。笛卡儿的用词是小球，而胡克的提法是脉冲。牛顿总结道：

我们惟一的共同点是关于以太是一种容易产生振动的介质的推测。但是胡克先生认为以太就是光本身，而我则不这样认为。

对于其他观点，比如折射、反射和颜色的产生，牛顿说他的解释完全不同于胡克的观点，甚至是“推翻了胡克所说的一切”。牛顿讽刺地写道：“我猜胡克先生是允许我用我的劳动成果进行研究的。”

不过，在对光的理解方面，胡克触到了牛顿的软肋。光到底是微粒还是波？牛顿在这一问题上摇摆不定。人类对光的本质的猜测一直到20世纪物理学家才最终证实了波动说的正确性。牛顿流露出自己的





迟疑态度的同时，也试图隐藏这一点。他精心策划了一个游戏，就是在假说这个字眼上做文章，希望能够区分他确定的和他猜测的。他假设以太的存在，因为他只能用这种物质解释那些神秘的现象。

与胡克有冲突的不仅仅是牛顿。奥登伯格和胡克也谈不上是朋友。¹⁵ 奥登伯格在一次皇家学会的聚会上当众念了牛顿反驳胡克的信件。最初几年的唇枪舌战都是通过奥登伯格在中间传达的，最终胡克决定拿起笔亲自给他的对头写信。¹⁶ 他用谦恭的语调，说他怀疑牛顿被告知了错误的信息，他自己就曾经经历过这样“险恶的事情”，竞争、长期不和或“被卷入无谓的争斗”不是他所希望的。他说：“我们是两个不愿意屈服的竞争者，我认为你的观点和我的想法一样，都是对真理的发现。我还认为我们都是能够听得进去反对声音的人。”

对于胡克的表态，牛顿当即给予了答复。¹⁷ 他称胡克为“一个真正的哲学家”，非常赞同采用两人直接通信的方式。“当着许多人的面做这些事情必须要顾及到真理以外的事情。但是在私下交流不同观点的做法应当被叫做请教而不是争论，因此我希望这样做可以证明我们两个人之间的友好关系。”牛顿公开地吹捧了胡克几句，同时也表现了他自己的清高。

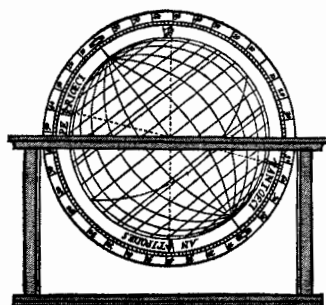
笛卡儿为后人打下了很好的基础。而你进一步开拓了研究的道路，尤其是在用哲学思想思考颜色的问题上。如果说我看到了更远的东西，那是因为我站在了巨人的肩膀上。¹⁸

其实，牛顿和胡克之间有关哲学的私人谈话从未开始过。大约两年之后，他们才再次通信，原因是奥登伯格去世了。胡克接替奥登伯格成为皇家学会的秘书，而牛顿从此更不愿意抛头露面，他把自己更深地藏在他在三一学院的房间里。



第 9 章

所有的东西都是易腐败的



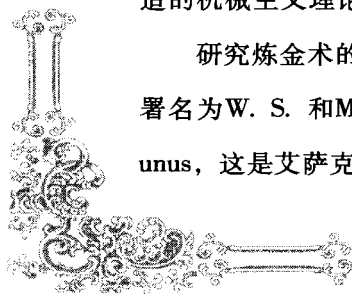


牛 顿30多岁时头发就已经花白了，散落在肩膀上，常常是蓬乱的。他显得很削瘦，脸长得像马脸，鼻子大大的，眼睛向外突起。他几乎整天都待在屋子里，茶饭不思，在烛光下工作。¹他基本上都是自己一个人在房间里进餐，三一学院的同事早就学会了不去打扰牛顿，他们总是看见他沉默寡言，疏远所有的人。他的鞋拖在后脚跟上，袜子也不穿。他恐惧疾病，自己用松脂、玫瑰水、橄榄油和蜂蜡配制了一种万灵药，服食治疗瘟疫和水痘。事实上，由于经常接触水银，他正在不知不觉地毒害自己。²

直到数世纪之后人们才能够知道真相，他不仅是一个秘密的炼金术士，而且从他的知识和实验法的广度上来讲，他是欧洲无可匹敌的炼金术士。很久以后，关于物质的研究分成了两个分支，一个是化学，用逻辑和严密的科学来分析物质的元素；另一个是炼金术，包含人类与宇宙的关系，以及嬗变、发酵和繁衍的一套理论。炼金术士曾经很神秘，很受人尊敬，后来随着科学的发展，炼金术才变得声名狼藉。

牛顿属于科学昌明之前的蒙昧时代，那是炼金术的全盛时期。不过当时人们对炼金术的看法已有所改变，炼金术士被看成是吹牛者，谎称自己知道怎样制造金子。当时化学和炼金术之间还没有被区分开，一个巫术专家攻击炼金术是“一种贪婪的、骗人的魔术”，他把这种声名狼藉的技术命名为化学。³正像人们所知的那样，炼金术士对它们的秘密遮遮掩掩，故作神秘，通过密码和变位字来隐匿他们的手迹。牛顿也不例外，而且牛顿藏匿得更加隐蔽。牛顿是一个彻头彻尾的机械论者和数学家，但是他不相信没有精神的自然界。关于世界元素和构造的机械主义理论在他看来远得遥不可及。

研究炼金术的过程中，牛顿通过文章结识了一些神秘人士，比如像署名为W. S. 和Mr. F的人。⁴牛顿也使用了一个假名——feova sanctus unus，这是艾萨克·牛顿的一个变位词。他在房间外面的花园搭建了一个





实验室。这是和小礼拜堂一墙之隔的一个小屋，屋里的火不分昼夜地燃烧着。⁵对炼金术士们来说，自然存在于变化的过程中，物质是主动的，不是被动的；是生动的，不是死板的。牛顿研究它们，亲身去实践，把锡、砖块和耐火石放到熔炉里煅烧。在升华中，水蒸气从燃烧的矿石灰烬中蒸发出来，然后遇到冷空气又凝结。炼金术的前辈们曾经提议道：“你不要厌倦煅烧，煅烧是一件东西的财宝。”⁶当一种稍微暗红色的泥土——朱砂——经过火的冶炼，一种潜在的物质产生了——水银，当时被称为“银色的水”或者“浑浊的水”。⁷它是一种液态的金属，有光洁的白色，容易成水珠状。有人认为把水银涂在机轮的轮圈上可以让机轮不停运转而不需外力，做永恒运动。⁸就像把铁称作火星，铜称作金星，金称作太阳一样；炼金术士们把水银称为水星（Mercury，后此词又称作水银），在他们秘密的文章中，他们用古代的象形文字 ♀ 来表示这种物质。

当时人们也把水银比喻成“毒蛇”，⁹牛顿在一篇文章中写道：“两个毒蛇发酵得很好……当发酵结束后，我又添加了一些 ♀。在猛烈的发酵情况下这种物质膨胀了很多……”¹⁰像其他炼金术士一样，他认为水银不仅仅是一种元素，而且是每种金属内在的一种状态或者原理。因此，他会提出“黄金的水银”这种说法。他渴望得到一种特殊的、贵重的、“哲学意义上的”水银。¹¹水银的吸引力部分来自它对其他金属起反应的这种趋势，能与铜、铅、银化合，甚至与金也可以化合成汞合金。时间长了，水银在人的身体里聚积，会导致神经上的损伤：痉挛抽搐，失眠，有时会导致妄想症。

罗伯特·波义耳也在用水银做实验。在1676年的春天，牛顿阅读了《哲学会报》中波义耳的一篇名为“罗伯特·波义耳教你如何让水银和金达到白热状态”的文章。¹²他识别出这是和化合作用相反的一种化学反应，怀疑这个研究所引出的东西已经接近了炼金术士增加黄金的梦想。他写道：“我相信许多人都渴望了解 ♀ 的特性。一种危险的知





识可能就隐藏在附近，那是一个更加高贵的东西的入口，可能同世界上广大的危险相联系。”¹³ 牛顿相信物质基本的成分在任何地方都是相同的；无数的构造和形态从自然界的活动中最终都回归到这种普遍存在的物质上。

与同时代其他做实验的炼金术士或者化学家不同，牛顿用秤精确地称量化学药品。¹⁴ 他总是在测量的精确度上感到困扰，他记录的最精确的重量达到了一个谷粒的 $\frac{1}{4}$ ，测量时间最精确的单位达到了一小时的 $\frac{1}{8}$ 。但是测量从来也不能代替亲身的感觉，他亲自去摸、闻和尝显露出来的粘液和液体。

他观察生和死的过程，比如植物的生长，还有生物的腐败，那是一个产生“呈黑色的腐烂膨胀的物质”并且把物质化成难闻的气体的过程。没有什么东西可以不经过腐烂就变化而来，旧事物的腐烂产生了新的事物，所有的东西都是易腐败的，所有的东西都是可生成的。所以这个世界能够死亡，重生，不断地重复这个循环。这些散发物，比如矿物油精和水蒸气，产生了上升的空气，形成乌云。¹⁵

这与自然界所有事物处于不断循环的过程这一点相符。

所以这个地球像一个巨大的动物或植物，吸取天上的气息为它日常的生命恢复和至关重要的发酵……

驱动这些生死循环的，产生这个循环的世界的，必定是某种活跃的精神，那是自然界普遍的代表，是神秘之火。牛顿把这种精神看作光，而光转而言之就是上帝。他列举了原因：所有的东西都能在火中放射出光芒，光和热是相互依存的，没有任何东西能够像光一样遍布在所有的地方。牛顿在自己生命的深处感到了这一点，他写道：“没有任何的热可以像太阳的热那样令人愉快。”

牛顿的炼金术研究反映出自然是有生命的而不是机械的这种观点。





牛顿传

NEWTON

83

第9章

所有的东西都是易腐败的

在炼金术的语言里，有很多关于“性”的词汇，比如：繁衍来自种子和交配，原理是雄性（水星）和雌性（金星）相结合。又如：

这两个水银是男性的精子和女性的卵子，稳定的又是可变的，是缠在墨丘利神的手杖上的毒蛇，是佛来蒙的龙。如果只有男性的精子或者女性的卵子，那么什么物质也不会产生，这两者必须被连在一起。¹⁶

从生殖中产生了火和灵魂，如果炼金术是牛顿对性欲最接近于世间的解释，那么它也是一种理论上的探索。对于炼金术士来说，金属的变形意味着精神上的净化。是上帝把生命赋予给物质，使它们有了各种构造和过程。牛顿在他的中年时期把主要的精力都放在了神学和炼金术上。

一些新一代的机械主义哲学家努力创造一种脱离超自然的本质的科学，相信在物质中没有魔力。皇家学会的专家想把他们自己和江湖术士分开来，从理性的角度构建所有的解释，而不是从巫术上。但是巫术依然存在，天文学家仍然被看作占星术士；开普勒和伽利略就在占星术的领域独占鳌头。¹⁷ 探索自然界奥秘的巫师成了科学家的模板。德国哲学家尼采在两个世纪后问道：“你相信他们吗？如果没有那些魔法师、炼金术士、占星术士和巫师的存在，科学会逐渐发展并且像现在这样伟大吗？”

笛卡儿已经在科学的探索中走得相当深入了，用看不见的力量（比如磁力）代替机械主义的漩涡。牛顿与笛卡儿的观点相反，特别是在微小量的领域里他的反对观点猛烈。哲学家们距离原子比距离星星更加遥远，由于看不见，原子仍然只是一种想像。控制天体的力量也是不可见的，但是很快就可以对收集的数据的数学处理中推测出来。任何一个化学家或者炼金术士都要面临一个难以解释的问题：什么使微粒紧密的结合在一起？¹⁸ 什么使迟钝的原子粘在一起，形成无机物和晶体，甚至更加不可思议的是，形成了植物和动物？牛顿认为，笛





卡尔风格哲学特别草率，存在很大漏洞。它对每一种新现象提供的解释都不同，比如对空气的解释，对水的解释，对醋的解释，还有对海盐的解释。他写道：“笛卡儿的哲学什么也不是，而是一个假设的系统。”¹⁹ 牛顿想要的是可以普遍应用的理由。

带着对光的真正本质的疑问，他选择了一条狭窄的研究道路，把研究简化为对原子和力的探索，看看到底是不是以机械论为基础的。对于光，他曾经说过：“其他人可能设想它是非常微小的、大小不一的、运动迅速的微粒，生成于极远处的发光物体，一个接一个，但是它们之间没有任何细微的时间间隔，连续地向前运动，遵守一定的运动法则。”²⁰ 他又说道：

既然能赋予动物以自身运动的、我们不能理解的原则，
那也能在物体注入其他的、我们同样难以理解的运动原则。
这一点毋庸置疑，有些人可能认为这是某种精神上的原因造成的；但是，机械上的原因也不是不可能……

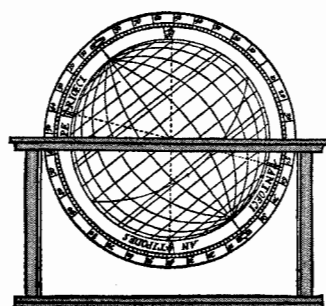
牛顿没有放弃他所不能解释的东西，相反地，他深深地投入到其中：为什么干燥的粉末拒绝凝聚在一起？为什么苍蝇可以在水面上走？为什么热可以在真空中散播？为什么水银中充满了金属微粒？为什么人们只要脑子想一下就可以让肌肉收缩和鼓起？在自然界中有许多力量不能像球体碰撞和漩涡旋转等问题那样用机械论去解释，它们是有活力的、生长的、可以繁衍的力量，是看不见的精神力量和吸引力。后来，牛顿比其他任何一位哲学家都更加高效地求助于这些神秘的力量，他需要它们。

牛顿详细地检查在炼金术笔记中私下记录的那些秘密的资料。没多久，他就自己编制了一个秘密的化学表，那是一个100多页的手稿，其中包含了几个世纪以来5 000篇炼金术文章的内容。这张表和他自己在炼金术方面的研究笔记被小心地藏了起来，直到他去世。



第 10 章

异教，亵渎，过度崇拜





牛

顿又开始用他同样不眠不休的热情来研究基督教的理论。他在一个笔记本页码的顶端写了一系列拉丁文标题，像耶稣的一生、耶稣的奇迹、激情、世袭、复苏等等。有些标题下面一直空着；有些标题下面则写得满满的，内容显得感情强烈，学术味很浓，思绪烦乱。最能引起他兴趣的话题是上帝和耶稣的关系、圣子和圣父，以及几乎所有有关三位一体的内容。¹ 牛顿背弃了宗教的核心信条：三个人在神性中是神圣的、不可分离的。他否认耶稣和圣灵的神圣。

英格兰的大学首先是基督教的工具。在剑桥生涯中的每一步，牛顿都发誓坚持他的宗教信仰。但是在担任研究员的第7年，亦即1675年，教会要求他必须担任神职，接受英国国教的牧师职位，不然就会面临被开除的境遇。这时，牛顿意识到他不再坚信他的正教信仰。他不能立下虚伪的誓言，于是，他准备辞职。²

他信仰上帝，但不是作为一种义务，这种信仰源于他对自然理解的扭曲和无助。他相信上帝是永恒和无限的，无所不在，³ 充满活力和力量，掌管世间的万物。他相信上帝是永恒不变的，这种信仰和他对绝对空间的没有完全成形认识融合在一起。⁴ 牛顿心中的上帝建立了宇宙运行的规则，这是一项人类必须要去努力理解的工作。

他不仅在精神上而且在物质上是无所不在的……一切事物以及它们的运动都包容在上帝之中，但是上帝不对这些物体产生作用，这些物体也不对上帝产生作用……他时时处处存在……他全身是眼，全身是耳，全身是脑，全身是臂，他是所有能够感知、理解和活动的力量。⁵

如果上帝是永恒不变的，那么宗教就不是。⁶ 深入的研究促进了牛顿对基督教的猜疑和背弃。他一次又一次地研究教堂的历史，逐字地阅读《圣经》的经文，沉溺在对预言的迷恋中，把《圣经》看成是有





牛顿传

NEWTON

87

待拆解的复杂的象征符号。他把这看成是一种责任，为此还制定了一个目录，包括15条解读原则和70个预言图形。他寻找事实、数据，计算基督再次降临的时间，他把这个时间理解为原始的尚未堕落的基督教的复活。他研究对耶路撒冷神殿每一个细节的描述，认为那是一个“最简单、最协调的”建筑结构，⁷并且努力从很久以前的希伯来人手册中的运算法则来重新构建这个神殿的平面图。

他测量了它的长度——20腕尺、宽度——20腕尺。在神殿前，他对我说，这是最神圣的地方。他测量了正殿的墙壁——6腕尺；之后又测量了每一个侧殿的宽度——4腕尺……

他努力去演算出古代腕尺的长度，对于他来说，这意味着一种信息。

英语版的《圣经》长期遭到教会的反对，直到牛顿出生前的几十年才在英国最终得到承认，从而促进了清教徒的产生。《圣经》的白话版本鼓励了世人阅读《圣经》，并形成他们自己的解释，学者也把新的哲学工具应用到对《圣经》的解读中。任何人都能够把研究《圣经》作为一种自我指导的职业；许多人力图把真正的福音书和它中世纪的增写本区分开。此时牛顿正在研究拜神的历史，他收集拉丁文、希腊语、希伯来语和法语版的《圣经》，比较当代英语翻译的经文和古代语言的《圣经》版本之间的差异，深深地陷入这场曾经于4世纪在尼西亚和君士坦丁堡进行的分裂基督教的论战中。

三位一体是一个神秘的事物，它公然反抗理性的解释，停留在一种既不能被理解又不能被表现的困境中：圣子充满了人性和神性的光辉；作为一个人，耶稣不能立刻明白自身的神圣。虽然如此，他和圣父本体相类。圣父、圣子和圣灵三位一体，正是那个上帝。

在4世纪的早期，亚历山大港的一个苦行修道的传教士阿里乌斯领导了一场反对教条的起义。他告诉人们，上帝本身是充满神性、永恒

第
10
章

异教，衰
落，过
度崇
拜





牛顿传

NEWTON

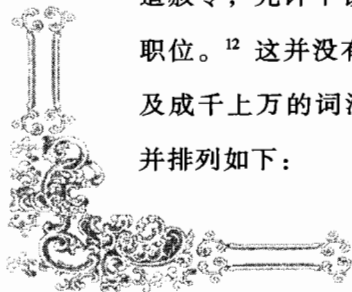
88

不变的；圣子是被创造出来的，是附属的，要经历成长和改变。因为这个异教邪说，阿里乌斯被逐出教会并被宣判有罪。他的著作被烧毁，但是幸存的书稿足以说服牛顿，三位一体说是基督教的一个骗局。这个骗局被修道士和主教们完美化了。三位一体这个词从来没有在《圣经·新约》中出现过。为了在经文中找到明显的证据，那些正统基督徒翻开约翰的第一封使徒书信：“在天堂的记录中有三个人出生——父亲、儿子和圣灵，他们三个是一体的。”只有国王詹姆士的译本有最后一句，⁸ 牛顿认为原始的版本已经被故意地篡改，以达到支持错误的教义的目的。⁹

在神学上，就像在炼金术的研究中那样，牛顿感觉自己在寻求古代的真理，这些真理在过去数世纪的黑暗历史中被颠倒。知识要么丢失了，要么被秘密的符号隐藏了起来，以免于被牧师和教皇毁坏。他相信数学有这样的遭遇，上帝的语言也是这样。在所有这些领域中，他力图恢复曾经熟知，但是现在丢失的语言和法则。他有一个使命，相信自己正在做上帝做的事。他在一个手稿中写道：“就像世界通过光的诞生从黑暗的混沌中被创造出来一样，我们的工作展示出黑暗的混沌世界被打破时的样子和它的第一物质。”¹⁰

阿里乌斯教派（亚历山大神学家阿里乌斯的教义，认为耶稣不是神，但比凡人高超）正在经历一场秘密的复苏，但是对三位一体的怀疑就等同于异教。牛顿犯了一个重大的错误，他把自己的这些怀疑都写了下来，如果被发现，他可能失去工作，甚至失去自由。¹¹

1675年，在最后一刻，牛顿保住了在剑桥的位置。国王签发了一道赦令，允许牛顿在就任卢卡斯教授期间可以不任神职而永久地保留职位。¹² 这并没有结束他在神学上的困扰，他耗费生命中的数十年以及成千上万的词汇完善了他的异教思想。他把自己的思想做了梳理，并排列如下：





1. 上帝这个词在《圣经》中没有一次被用来突出三个人中的一个。

2. 上帝这个词在没有绝对限定于特指圣子和圣灵的情况下，从《圣经》的开头到结尾，都指圣父……

……

6. 圣子承认圣父是比他更加伟大的，称圣父为他的上帝……

……

11. 对于所有的事物，圣子都服从圣父的旨意，如果他和

圣父平等的话，这是不可理解的。¹³

在牛顿这里，神学和物理学以及几何学之间是没有鸿沟的。他认为其他的知识都源自上帝并依赖于上帝，为此，他画了一个表格：

假设A、B和C是三个物体，其中，A自身有

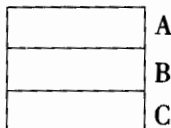
重力，它放在B和C上面，B和C自身没有重力，

但是依次向下传递A的重力。因此，A里面有力，

B和C里面也有力的存在。但是，力只有一个，

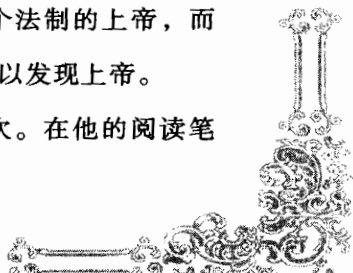
而不是三个。这一个力就是起源于A的而传到B

和C的那个力。¹⁴



牛顿甚至不愿意用AD（公元）来标志年，更喜欢用AC，以耶稣基督为纪年标准，而不以上帝为纪年标准。耶稣更多的是人而不是神，他是上帝的儿子，是上帝和人类之间的使者，被选为先知和使者，被提升为上帝的左膀右臂。如果我们能够解释那些预言和信息，我们就会认识一个有序的上帝，而不是混沌；也能了解一个法制的上帝，而不是困惑不已。牛顿不仅探测自然，也探测历史，借以发现上帝。

在他的神学研究中充斥着怒火，理性倒排在其次。在他的阅读笔

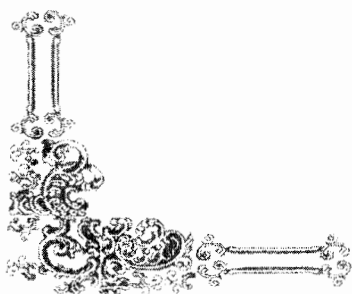




记、“文章”、“要点”、“观察记录”、他的“真正的宗教的短期计划”和他对预言和神的旨意的分析中，他愤怒地反对亵渎者。他称他们是私通者，把这种亵渎和性冲动联系在一起。他写道：“欺骗者变得越来越恶毒，比如，在对老师产生性欲后，却不能忍耐合理的教义；有渴望的耳朵，却不让他们的耳朵寻找真理。¹⁵ 修道士们有着不洁的思想，已经滑向堕落。”

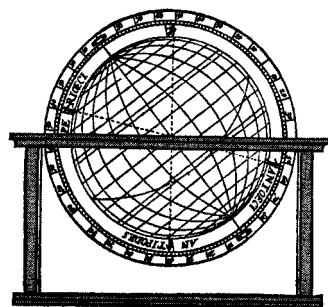
牛顿感到三位一体论不仅仅是错误的，更是一种罪恶，这种罪恶就是过度崇拜：“这正是我最痛恨的罪恶。这意味着服务于一个假的上帝，也就是说，死去的人或者类似的生物的精神和灵魂。¹⁶ 国王尤其倾向于此，国王总是享受着他们死去的祖先的荣誉。”

除了大瘟疫时在家逗留过很短一段时间外，牛顿很少回到在林肯郡的家乡。1679年的春天，他的母亲发起了高烧，他离开剑桥，日夜守候在母亲的身边，直到她病逝。牛顿在科尔斯特沃斯的墓地安葬了母亲，就在他父亲墓穴的旁边。



第 11 章

第一定律





1680年的年末，彗星悄然而至。在英国11月份的时候，彗星连续几个星期闪着微弱的光滑过天空，直到它最终接近了太阳，然后在拂晓中暗淡下去。当然，只有很少一部分人发现了这种天文现象。

12月的夜晚呈现给世人一番更加奇异的景观。当年的12月，牛顿仅仅用肉眼就将其一览无余：那颗彗星拖着一条看上去比月亮还宽阔硕大的尾巴，伸展开来足以覆盖整个帝王学院的礼拜堂。在1681年1月，牛顿几乎每晚都关注并追踪着彗星的出现过程。¹ 一个名叫爱德蒙德·哈雷的年轻天文学家游历到法国，他也惊奇于彗星所呈现出的绚烂光辉。² 此刻在伦敦，胡克也先后几次对彗星的出现进行了细致的观察工作。横跨大西洋，在这里有一小部分殖民者在一片新近发现的大陆上为了生存而苦苦奋斗，英克里斯·马瑟尔发表了他对彗星的理解，训诫说“这是来自于天堂的对世人的警告”，以此来警告新教徒对上帝的不满情绪。³

在某些场合下，哈雷的工作是协助一名身为皇家天文学者的新官员进行日常的研究工作。这个新官员就是约翰·弗莱姆斯蒂德。弗莱姆斯蒂德曾经是一名牧师，后来自学成才，在1675年由国王任命为皇家天文学家。他主要致力于在穿过格林威治的泰晤士河旁的山顶上筹建和装备一个天文台，最主要的使命就是尽全力使得海军的星象图更加完善。弗莱姆斯蒂德为这样的信念孜孜不倦地努力着，在深夜借助于他的天文望远镜和航海计量仪器——六分仪测定并记录下星宿的位置。每年他都要进行上千次这样的观察和记录。但是，遗憾的是他与11月天空中的彗星擦肩而过。这时，由英国和欧洲递送来的书信引起了他对彗星情况的关注。⁴

无论在人们眼中的彗星是什么样的，不论是某种征兆还是造化在作弄，人们还是理所当然地关注起它们的特别之处：每个发光的彗星





的造访都以直线的路径滑过夜空，随即悄然而逝，再无踪影。开普勒曾经提到过这一点，然而对于一个缺乏共同性记忆存储的文化而言，除此以外人们还能相信些什么呢？

正是在这一年，欧洲的天文学家先后留下了两次关于彗星的记录：一则是在1680年11月，一颗彗星模糊地出现在黎明前的空中，而后消失了，另一例是在此后的一个月后出现的巨大的星体，它占据了整个星空，一直持续到1681年的3月。弗莱姆斯蒂德认为彗星的行为应该像其他星体一样。⁵他深深地沉浸在天体几何学的研究中，绘制出地球围绕太阳运动时天体变化的透视图。据此，他推测出在11月错过的那颗彗星也许还会回来。他时刻留意着天空，等待那颗彗星的出现。事实证明他的直觉是正确的，在12月10日他观测到了一条彗尾，两天后在靠近水星的位置他又同时观察到了彗尾和彗头。于是，他将自己观测所得的笔记寄给了当时在剑桥的一个叫詹姆士·克伦普顿的朋友，希望能够通过克伦普顿把这些记录转交给牛顿。两星期后他又写道：“假设它是一种处于消耗过程中的物质，它的燃料在燃烧的过程中消耗，它的能量也在大量衰减。我并非认同这种假设，我还可以从很多方面来反驳这个假设。但是，您也许考虑过这些问题，我非常期待能够对您的观点有所了解。”⁶牛顿看到了这封信，但仍然保持缄默。

一个月之后，弗莱姆斯蒂德又开始尝试着与牛顿取得联系：“表面上看彗星最外层应该是由水构成的……我们很难明确地发现并充分指出彗星除了有一小束干草般的彗尾之外还有其他的什么组成部分。”⁷弗莱姆斯蒂德从来没有像现在这样坚信，曾经出现的两颗彗星其实根本就是同一颗，他早就已经预测到了彗星的再次出现。他努力对他所记录下来的彗星的特殊运动进行解释。他说，假设借助于某种形式的磁力，太阳能够吸引行星和其他天体进入自己的漩涡，那么彗星则可以沿着直线靠近太阳，之后，这条轨道将会因为以太漩涡的压力而弯





曲，呈现为曲线。⁸ 不过，彗星的回归又怎么解释呢？弗莱姆斯蒂德提出了一对相互作用的斥力的假设：认为太阳具有两极的磁场，一端具有吸引力，而另一端则具有排斥力。

牛顿就彗星的问题回复了弗莱姆斯蒂德，对太阳中存在磁场的理论提出了反对意见：“因为太阳是一个极度火热的天体；而磁性物体在高温条件下就会丧失磁性。”牛顿也不接受两颗被发现的彗星应该是同一颗的观点，这是基于他对两颗彗星的运行数据的精确测量和计算，以及他所获得的其他数据：一天运行6度，一天36分钟，一天运行3.5度，这些看上去都说明突然的加速交替着迟缓的运行。⁹ 这种现象实在是非常没有规律可以遵循。尽管如此，牛顿还是将弗莱姆斯蒂德的理论进行了图表化的分析：彗星靠近太阳，在还没有到达时突然转向，此后便转而离开了。对于这个观点他并没有做出相同的阐述，相反地，他提出彗星一直在围绕太阳运行然后又绕回来。¹⁰ 当然他也对自己提出的可能性做了图示。他认同弗莱姆斯蒂德理论中最重要的一点：“我能够容易地理解到，在太阳的中心确实存在着能够保持行星运行在它们轨道之中而不是沿着切线方向离开的吸引力。”

在这之前，牛顿从来没有直率地谈论过这个话题。在1666年微积分学的萌芽阶段，他便借助切线来研究曲线的性质，通过计算无穷小变化量而得出的曲线切线来解决学术问题。扎根于运动定律肥沃的土壤，他又将所有物体都有沿着直线运动的趋势的理论进行合理的引入。他仍然坚持思考将行星轨道视为两个力的平衡现象这个问题：一个向内的拉力和另外一个向外抛掷的离心力。现在他仅仅陈述了其中的一个力，即将星体拖出而使其远离原先直线运行轨道的那个力。

没过多久，牛顿收到了一封来自于他的老对手胡克的信件，胡克也提出了同样的概念。现在身为英国皇家学会秘书、主管《哲学会报》的胡克写信给牛顿，希望他能够浪子回头。他委婉地提到了从前





两人之间产生的误会：“我不认为思想上产生了分歧就一定会使彼此间产生敌意。”¹¹ 同时，他希望牛顿能给予他帮助，与其一起解决他对自己在五年前发表的思想所提出的质疑。胡克当时认为，行星的运动应该理解为简单地由一条切线和一种向着天体中心运动的引力组成的。换句话说，一条直线加之一组持续的偏转运动则构成了星体的运行轨道。

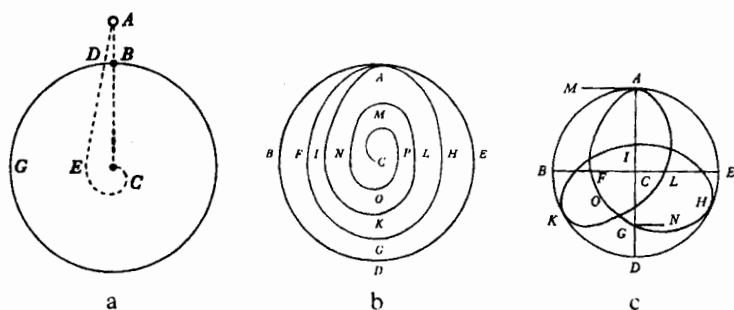
料理完母亲的后事，刚刚回到剑桥的牛顿没有耽误一点时间，立刻给胡克写了回信。他一再地在信中强调自己的观点与哲学的范畴相去甚远：

当前我对自己还不能对你的期待提供答复深表歉意，因为近半年来我一直在林肯郡为琐事所困扰……至今还没有时间置身于哲学方面的学术问题。在这之前的许多年里我都竭尽全力使自己不至于沉迷于哲学的理论，这使我对近来涌现的一批伦敦和国外的哲学家一无所知。我对这个领域知之甚少，正如商人所说的隔行如隔山，就像山野村夫对学问一窍不通一样。¹²

胡克的论文中提到应该把世界看成一个系统的统一体。¹³ 尽管胡克的体系缺少数学的理论支持，但是这与牛顿在1666年得出但未透露的关于重力和轨道的理论不谋而合。胡克认为所有的天体都具有一种朝向它们自己中心的吸引力或者具有引力的能量，这些力量吸引本身所具有的物质以及其他天体在属于自身的活动范围内运行。所有的天体都沿着直线运动，直到这个过程被偏转，有可能会在“一些其他有效能量的作用下”进入一个圆形或者椭圆形的轨道，而这个吸引力的大小则取决于距离的远近。

牛顿公开地表示对胡克的观点毫不知情：“也许当我告诉你，在



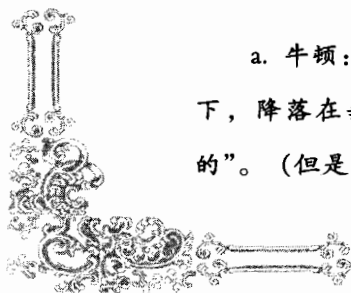


图表 1679年牛顿和胡克关于物体如何下落到地球中心的辩论

接到你最后那封信之前我对此一无所知，你会更愿意相信我吧。”¹⁴ 不过，牛顿希望一份利用对高处下落物体进行观测来证明地球自转的实验大纲能够安慰胡克。一般人相信，地球向东面转动时，球落地时会微微偏向西面，在它降落的过程，它被地球落在了后面。与此论调相反，牛顿提出这个球应当落在东边，在起始的高度，这个球要比落到地面上的物体以稍微大些的速度向东偏转，因此它会超过垂线朝向东边投射出去。为了证明他的理论，他将一枚手枪子弹系在丝线上，选择了一个无风的日子，在室外进行了实验。

他制作了一张图表来解释他所提出的观点，在图解中他认为想像中的那个球体应该沿着一个螺旋式的路线下落到地球的中心。¹⁵ 而胡克对此表示异议，认为这样是错误的。虽然曾经许诺对私人的信件内容守口如瓶，但是胡克这一次将牛顿信件中的内容透露给了英国皇家学会，而所有听到这封信内容的人都对此观点提出了反对意见。¹⁶

a. 牛顿：物体从位于A点的高度落下，将在其运动的牵引下，降落在垂直线的东边，“这与普遍接受的观点是相反的”。（但是这个物体会错误地继续这样的路径，从而螺旋式





地落向地球的中心。)

b. 胡克：“如果像你所提出的那样，一个曲线逐渐下落……做螺旋状运行……我的循环运动理论则认为结果与此不同，并且这个运动不应该呈螺旋状运动，而应该做类似椭圆的运转。

c. 牛顿：“假设地球是空心的而且没有任何抵抗的话，真正的运动轨道会更加复杂，“在运行中交替着不断上升和下降”。

胡克提出一个物体下落正如行星沿着轨道运行一样，物体不会螺旋式地下落，“完全没有可能像弹簧一样”。“我所提出的循环运动的理论支持了我的猜想”，它会继续在自己特定的椭圆或长圆的轨道中上升和下落。¹⁷

胡克又一次企图激怒牛顿，¹⁸ 而牛顿再次以沉默的方式对他的做法给予回应。但是，在他们只言片语的交流过程中，两个人前所未有地投入到这个假设性实验的争论之中。胡克同意“这个争论还需要进一步的思索和探究”，毕竟地球应该是个实体而不是像牛顿所说的那样是个空心物体，牛顿和胡克彼此交换了双方所提出的假想图。

他们双方彼此催促着能尽快明确这个深奥的问题。胡克描画了一个椭圆。¹⁹ 基于吸引力是恒定的这一假设，以及对重力以非特定的角度在地心附近更大一些的情况的考虑，牛顿也画了一张图作为答复。同时他让胡克认识到他的理论有潜在的数学理论作支持：“数不胜数的无限的微小运动……这里我根据不可分割的方法来考虑运动的过程……”两个科学家都相信天体吸引力是问题的关键，这种吸引力将太阳、月球还有行星联系起来。他们都提到了重力，好像这就是他们的信仰。现在他们都认为，正是重力的作用使物体落到地面上。但是





究竟是什么原因引出了这个作用力呢？首先，胡克认为这个力是由于地球中心与物体之间的距离而产生的。他试图利用铜丝和砝码在圣保罗尖塔上和威斯敏斯特修道院测量这个距离。与此同时，一个热中于航海的旅行家哈雷携带着钟摆在赤道以南的圣海伦娜2 500英尺的高峰上得出结论：钟摆的运动在这里变得缓慢。

胡克和牛顿都摒弃了笛卡儿所提出的漩涡理论。他们并没有借助以太的压力（或者说存在）来解释行星的运动，都相信天体自身存在的力，这个力具有保持物体静止或沿袭运动的趋势。他们围绕这样的一对问题展开了遐想，从一个引申到另一个：

在一个倒向正方形的重力场内，一个物体围绕另一个物体旋转会得到怎样的曲线呢？（椭圆形曲线。）

当一个物体围绕另一物体做完美的椭圆形曲线运动时，我们可以得出怎样的重力法则呢？（一个反平方法则。）

胡克最终对牛顿说了这番话：“我的假设是吸引力与两个物体之间的距离存在着两倍的比率关系，也就是说，反过来是距离的平方。”²⁰由于牛顿没有对此做出答复，胡克继续试图说明他的理论：

现在我们所熟知的曲线的性质是这样的：一个处于中心的吸引力，对于彼此的距离存在一个两倍的比率。我深信依据出色的专业方法，你会很容易得出这是什么曲线，以及它的性质和这个比率所存在的物理原因。²¹

胡克已经很准确地构造出了这个学术问题。他对牛顿杰出的学术背景给予认同，因此，胡克提出了如下的操作程序：找到数理曲线，引入物理的理论原因来解决问题。但是他一直没有从牛顿那里得到满意的回复。

四年之后，爱德蒙德·哈雷来到剑桥游学。哈雷曾经在咖啡馆与胡





牛顿传
NEWTON

99

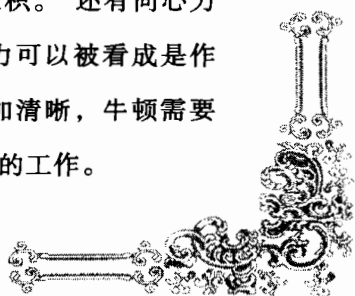
第
11
章

第
一
定
律

克和建筑师克里斯托夫·韦恩讨论过行星的运动问题。如同牛顿在1666年做出的判断一样，哈雷曾经独自得出平方反比定律与开普勒的周期规律——行星到太阳的距离的立方随着围绕年份的平方数而不同——存在着一定的理论联系。韦恩声称尽管他不能确切地运用数学理论进行论证，但他确实是多年前就早于胡克对平方反比定律进行了猜测。而胡克坚持他可以展示所有天体遵循平方反比定律运动的理论根据，他始终对其细节守口如瓶，就是为了现在才说出来的，这期间许多人尝试过，但是都失败了。²² 哈雷对胡克所说的半信半疑。

1684年8月，哈雷直截了当地对牛顿提出了这个学术问题：假设一个遵循平方反比定律的吸引力向着太阳，那么行星将作什么样的曲线运动呢？牛顿告诉他，应该是沿着椭圆形的曲线运动，并表示自己对此已经做了长时间的研究和计算。他不愿意对哈雷的问题给予证明，对此表示爱莫能助，但是他承诺会重新进行演算并将过程一齐寄给哈雷。

好几个月过去了，牛顿开始进行概念的研究工作，当时他用拉丁语来撰写。对于拉丁语中物质的量这个词，是否能够确切表现其含义呢？牛顿尝试着探讨这个问题：“它应当是物质的体积与其所对应的密度相结合形成的一个概念。”也就是说，当密度和所占的空间都变成从前的两倍，那么物质的质量应该变成以前的四倍。其实它与重量相似，但是重量不具有这样的性质。牛顿很快就发现了循环论证的陷阱，重量是依靠重力而存在着，而且重力的存在是不应当被假定的，因此物质的量“是在已经存在的物体或者质量的条件下产生的”。²³ 此外，牛顿还指出了动量的概念：“动量是速度与质量的乘积。”还有向心力的概念：指的是物体做朝向运动中心的运动。向心力可以被看成是作为一种绝对的、加速的动力而存在的。为了论证更加清晰，牛顿需要一种无法取代的语言来作为文字的基础，以便推进他的工作。

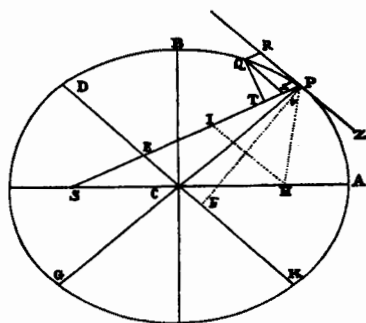




他没办法用简单的语言来解释哈雷的问题，因此他先写了一篇题目为《轨道中物体的运动》²⁴ 的论文寄给哈雷。这篇文章主要是指出存在着与距离的平方成反比的向心力，不仅仅与椭圆这个具体的几何问题有关，还应当与所有开普勒关于轨道运动的发现有密切的关系。哈雷马不停蹄地赶回剑桥。在伦敦，这份论文的复印件早已经炙手可热，学术界对此充满了期待。弗莱姆斯蒂德埋怨道：“我想我只有在我的普通朋友胡克先生和其他的同事们都大饱眼福之后，才有机会看到这篇论文了。”²⁵ 哈雷恳求牛顿再增加一些篇幅，这样就可以出版这篇论文了，但是牛顿没有完成。

在不断演算和撰写的过程中，牛顿发现了使得宇宙中的天体接踵而至出现的关键所在。他再次研究起彗星的问题：如果它们和行星的运动具有同样的规律性，那么拥有硕大加长轨道的彗星一定是一个特例。他给弗莱姆斯蒂德写信询问更多的数据。²⁶

起初牛顿向他索取关于两颗星体的数据，但是没多久弗莱姆斯蒂德就猜到其实牛顿最感兴趣的是彗星。牛顿表示：“我现在正在对这个课题进行研究，在出版我的论文之前我非常急切地想了解一下这个事情的底线是多少。”同时他还需要明确环绕木星的卫星数量。更奇怪的是，他还希望得到潮汐的记录情况。因为牛顿认为如果天文规律得到确立，所有的现象都应该遵循这个规



重力的产生：借助几何学，牛顿证明如果一个物体Q围绕椭圆形的轨道进行运动，引出的朝向焦点S（非中心C）的力与距离的平方成反比。





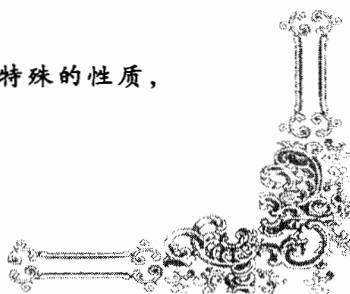
律而存在。

牛顿在此期间患了一场自从瘟疫以来多年没有经历过的发烧。他主要在卧室进食，吃得很少，勉力坚持着。炼金的熔炉冷却了，神学的文案也被束之高阁。当尝试着走出屋子时，他看上去像一个迷路的人，步履蹒跚，漫无目的地时而转弯，时而走走停停，然后又突然不见了身影。²⁷ 上千卷的手稿在剑桥和沃斯索普的家中堆放着，羊皮文卷上的墨迹渐渐褪去，40年来的摘记和运算手稿散乱着无人问津。牛顿从来没有像现在这样写作过：带着一个伟大的目的，极其希望自己的文字能被人们阅读。

虽然现在他不再对炼金术感兴趣了，但是他还是从这门学问中受益匪浅。他接受无形力的存在，知道必须承认位于一定距离之间的行星间的相互影响。他开始撰写哲学理论，以及自然哲学的数论。他写道：“对于哲学中所有的困难，都可以通过自然力衍生出的其他现象来化解。”²⁸ 这个思考方式可以应用到行星、彗星、月球以至海洋所产生的自然现象中。他认为存在着一个机械化的模式，而没有神秘的性质存在于宇宙间。但他所指出的力仍然存在一些疑团尚未解决。

第一定律中的时间、空间、地点和运动，牛顿希望超越日常的知识对这些词语给予理解。他为这些词语赋予了新的含义，用新的视角和更加神圣的语义来审视这些词。²⁹ 不擅交际又从不出版论文的牛顿没有可以借助的权威，看上去有些直率的他在这个课题上大功告成。他建立了相对于人的感觉独立存在的时间，使人们相信空间是独立于物质而存在着的。从此，特别是那些资深的科学家，在他们的理解和运用中，时间和空间拥有了自己特殊的含义。

绝对的、真实的、数字化的时间保持着它特殊的性质，
不存在任何的参照物而有规律地流逝着……





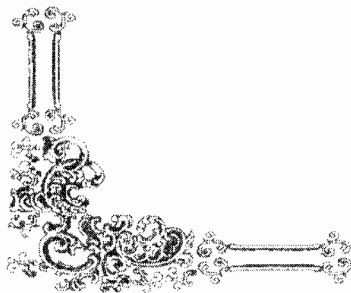
牛顿传

NEWTON

102

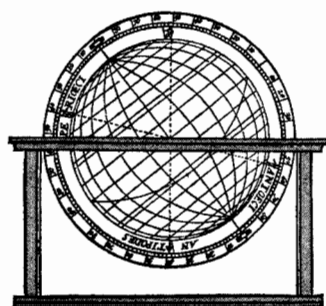
完全的空间概念，它真实的性质没有参照任何外界的事物而体现出来，时刻保持均一而不可移动的特性……³⁰

我们的眼睛只能识别相对的运动：一个航海员随着他的船前进，或者轮船在海洋中行进。但是相对于空间而言，地球实际上也在运动，而空间自身的不可移动性是因为它是纯粹数学性的，脱离我们的感官而存在。在研究时间与空间的过程中，牛顿构筑了宇宙的框架，开创了学科理念的新纪元。



第 12 章

惯性定律





在 1686年4月28日，作为皇家学会秘书的哈雷这样记录道：“这是一封受命写给牛顿的感谢信，而同时这本书将被呈献给哈雷先生。”¹

当时，只有哈雷了解书中的内容，《自然哲学的数学原理》（以下简称《原理》）的手稿在剑桥由牛顿的抄写员²抄了一份副本，然后被送到伦敦。此前哈雷警告皇家学会说：“这是对哥白尼猜想的数学论证，仅仅靠假设朝向太阳的重力随着天体间相互距离的平方而减小解释宇宙间所有的运动现象。”³

三个星期之后，哈雷撰写了上面那封感谢信，信中提到“你的无与伦比的论文”这样的语句。他建议那些还没有机会拜读草稿的会员们以四开的大纸来印刷，用木刻画来制作其中的图表内容。他认为仍有一件事情有责任告知牛顿：“也就是胡克先生也曾经试图研究发现重力减小的法则……他说希望你能在前言中提到他，因为你涉及了他所提过的论点……”⁴

牛顿递送的是《原理》的第一册，此时他已经完成了第二册的大部分内容，第三册则是指日可待。哈雷关于利益的言论激怒了牛顿，扰乱了牛顿的思绪，使他无法专心于研究。牛顿查阅着过去的手稿，对这样的事怒不可遏，痛骂胡克是一个不折不扣的伪君子 and 强盗。

这样的举动对我而言非常的奇怪，而且是不应该承受的，事实胜于雄辩……他倒不如因为自己的无能而为自己开脱好了。他平庸的言辞已经证明他对这个问题无所适从。难道此时他不应当得到惩罚吗？数学家应该专心致志、孜孜不倦地进行看似枯燥的演算和艰苦卓绝的工作，而不是虚伪地攫取并非自己创造出的劳动成果。

他以为我应该感激他告诉了我他的理论，但是我自认为没





有遵从他的错误，而是对此做了修改，他也无非是教给我一个尽人皆知的道理，我比他更准确地提出了这些观点。试想一下，一个人自以为了解并且很喜欢显示他的正确性，同时对别人指手画脚，当你繁忙的时候来打扰你而不求得你的原谅，他还会责骂你，通过他的错误来干扰你，并以此来吹嘘是他传授给你他所持有的言论，强迫你认同这些东西，还说自己受伤的羔羊，如果你不按照他的意愿做就是不公正的表现，我相信你一定会认为他是一个怪异的不擅交际的人吧。⁵

在第二册的草稿中，牛顿用了“最杰出的胡克”⁶这样的称谓，但是，现在他用攻击的方式处理所有提及胡克的文字，并且威胁说要放弃第三册的撰写工作。“哲学就像是一个举止粗俗、喋喋不休的妇人，而男人不得不借助法律来解决她所带来的麻烦。我很早就发现了这个问题，现在我迫不及待地接近这个女人，但她却毫不客气地给我警告。”⁷ 胡克已经不是第一个提出吸引力逆平方定律的人，无论如何这个理论对于他而言也只不过是一个猜想而已。这个猜想孤立地存在着，正如世界上其他无数的猜想一样。对牛顿而言，这个理论是根深蒂固的，具有联系性而必然存在的。牛顿所建立的研究体系的每一个部分都促进了其他方面的进步，这些理论之间千丝万缕的联系奠定了这些理论的坚实根基。

与此同时，哈雷发现自己已经卷入了出版的论战中。皇家学会从未同意印刷这本书，实际上，这本书是在两期并不成功的《鱼类的历史》⁸ 的名下印刷的。经过一番讨论之后，通过投票，咨询委员们决定印刷《原理》这本书，但是指出这些费用要由哈雷自己支付。他们为哈雷提供了《鱼类的历史》这本书剩余的副本，并以此代替哈雷的薪水来支付，除此以外再无其他的帮助。年轻的哈雷是一个忠实的信徒，





他承受了所有的负担：整理那些损毁或丢失的论证稿件，处理那些复杂而深奥的木刻技术，清查勘误表，还不忘去取悦迎合作者来丰富他的作品。

在1687年7月，哈雷用一辆四轮马车把60册《自然哲学的数学原理》从伦敦运抵剑桥。他请求牛顿将其中的20册分发给大学的同行，剩下的40册拿给当地的图书经销商，价格可以定在5~6先令每册。⁹ 书的开篇是一段由哈雷写的歌颂作者的华丽颂诗，此后出现在自然科学会报上的一篇匿名的颂扬评论也是出自哈雷的手笔。¹⁰

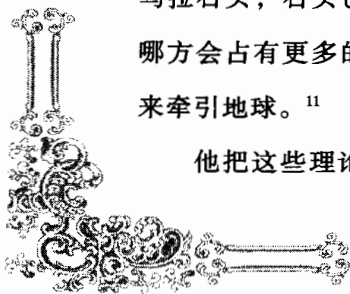
在这些繁文缛节之后，牛顿定义了他要阐述的概念，并发表了关于运动定律的理解。

定律一：一切物体都保持静止状态或者均一的直线运动状态，除非施加外力使它改变其状态。如果不受到空气的阻力和朝向下的重力作用，一枚炮弹会永远沿着直线飞行。第一条定律没有命名，但是指出了惯性的理论，重申了伽利略的理论。静止和均一的运动状态实质上是一样的。如果飞行的炮弹受到一个力的作用，那么静止的时候这枚子弹也受到同样力的作用。

定律二：运动状态的改变与施加的动力成正比，同时产生在沿着所施加力的直线方向。根据数学的法则，力以增加或者乘积的方式量化地改变着运动。

定律三：对于任何作用力而言，一定存在与其相反且等量的反作用力；换言之，两物体之间的相互作用力总是相等而且方向相反的。用手指按压石头，石头也对手指施加了一个反向的压力。如果让一匹马拉石头，石头也在同时作用给马一个拉力。作用力是相互的，没有哪方会占有更多的优势。如果地球牵引月球，那么月球也必定会反过来牵引地球。¹¹

他把这些理论当成公理来陈述，以此作为推理论证的基础。“定





律”是一个富有力量的特殊词汇。¹² 培根曾经提到过基础而普遍的定律，并非出于巧合，笛卡儿在他的《哲学理论》一书中也提出了三组定律，特别是关于运动方面的理论，他提到了惯性法则。对于牛顿，这些定律是整个体系之所以成立的基本框架和根基。

一条定律不仅仅是对原因的语言性阐述，它必然高于这个层面。定律是事物的一般规律，这里它是上帝为世上万物制定的规律。这些定律不仅适用于无生命的物体，同样也可以体现在具有情趣的生物体上。牛顿没有过多地提及上帝，而是仅仅提及自然：“大自然本是非常简单和随和的，推论适用于规模大的运动的同时，也适用于规模小一些的运动。”¹³

牛顿用古希腊几何学的方式来建立他的论证体系：由字母Q、E、D来代表公理、定理和推论三个部分。这样的方式作为最适用于完善知识的途径，保证了牛顿的物理学研究的确定性。他证明了关于三角形、切线、弦和平行四边形的事实，并以此利用冗长的链式论证来解释月球和潮汐的问题。在发现和研究这些问题的过程中，他创造了新的数学理论，即微积分学。运算和发现是一致的，但是牛顿现在更希望找出它们之间的潜在关系。牛顿要做的不是把某种深奥的数学作为理论基础介绍给读者，而是要以正统的几何学来巩固这些理论。但是，牛顿的正统几何仍然是新的，因为必须引入无穷和极微量的概念，这对于当时的学术界而言还是相当新颖的。尽管牛顿的图表论证看上去很像是统计学，但事实上它们描述了一个动态变化的过程。他的定理提到了量这个概念，他认为量会不断地趋向于相等或者不确定地减少；除此以外还提到了瞬间的增加量、终极比率以及曲线的极限等概念。牛顿画出一些线和三角形，它们看上去似乎是有限的，而一方面又意味着正在消失着的一些点。牛顿把现代的论证掩盖在古老的知识体系之下，¹⁴ 试图让读者对这些矛盾做好准备。





牛顿传

NEWTON

108

人们也许会反对不存在消失量的终极比率，因为在以前消失的比率是没有终结的，而消失之后它也就完全不存在了。但是非常容易得出答案，消失量的最终比率不应该理解为在其消失以前量的比率或者其消失之后的比率，应当把它理解为消失时的比率。¹⁵

这些图表都表现了空间的概念，时间的概念在其中也有体现：“让我们把时间分成相等的部分，面积几乎与时间相对应，成一定的比率关系……”

牛顿与胡克争论彗星以及自由落体轨迹问题的时候，他们避开了对一个重要的问题的分析。地球上所有的物体不是聚集在地心上的，而是分布在一个体积巨大的球体之上的。球体被分成了无数个部分，而这些部分的作用则成就了地球的吸引力。如果把地球看成是一个施加重力的整体，那么计算这个力的时候应该把所有这些部分施加的力都算上。对于一个靠近地球表面的物体来说，它的一部分质量会集中在物体的下边，而另一部分会分布在物体的某一侧。从长远的角度说，这就成为了积分学研究所要面对的一个问题。在《原理》这本书中，牛顿用几何学的方法解决了这个问题，他证明了一个理想化的球体可以吸引它外面的物体，而这个吸引力的大小正是与到其中心的距离的平方成反比。¹⁶

同时，牛顿还需要解决被这个中心吸引的物体的运动轨道问题，这个力不是永恒不变的，而是依靠距离的大小而不断地变化。他必须明确不同运动状态下物体速度在三维空间中所显示的方向和大小上的动态变化。从来没有一个哲学家考虑过这个问题，更不要说具体地解决这样的问题了。

有许多数学家和天文学家都希望能够参与对这个问题的讨论。关





于《原理》这本书晦涩难懂的传闻比这本书流传的速度还要快。据说，一个剑桥大学的学生在牛顿去世后曾说：“这样一个人写的书不仅他的读者难以了解其中的内容，连他自己想必也会觉得有些不知所云吧！”¹⁷ 牛顿自己解释说曾经想过撰写一个普及版本，但是最后却选择了缩小他的读者群体。这样可以避免争辩，牛顿私底下曾说：“这样也可以避免那些对数学一知半解的小人咬住我不放。”¹⁸

但是，随着证明链的发展，《原理》逐渐向实用性的方向发展了一些。假设的理论涉及了许多关于“如何操作”的方面：比如，已知一个焦点，求出所运行的椭圆形轨道；已知三个点，画出相交于第四个点的三条倾斜着的直线；求出波纹运动的速度；求一个球体在液体中运动时所受到的阻力；在没有给出焦点的情况下求出运行轨道。已知一个抛物线形射程，求物体在指定时间的位置，等等。

等待天文学观察者们的是——一顿丰盛的大餐。

在研究的过程中，牛顿停下来，摒弃了笛卡儿哲学关于天体漩涡理论的宇宙论部分。著有《哲学理论》一书的笛卡儿是牛顿主要的思想先驱，他给予了牛顿关于惯性概念的核心原则。对于牛顿而言，他比任何人都希望埋葬笛卡儿的理论，摆脱他的影响。牛顿十分严肃地看待这个问题，运用数学的理论来消除漩涡这个概念。他创造出一种方法来计算液体媒介中物体的旋转；他不停地计算，直到能够说明这样的漩涡是不可能长时间存在的。运动会逐步地消失，旋转也会随之而停止，所观察到的火星与金星的运行轨道不能与地球的运动相一致。最后，他总结道：“关于漩涡的猜想……只能把问题搅得更混乱，而不能清楚地解释天体的运动。”¹⁹ 现在我们有充分的理由指出月亮、行星和彗星是在一个自由的空间遵循运动的一般规律做滑行的运动，而这个运动在一定程度上受到了重力的影响。

《原理》的第三册主要是关于世界体系的介绍，其中汇集了宇宙学的





一些现象。因此，这本书显示出其与哲学历史上所有的理论都不大相同，比如，它发现木星有四颗卫星。牛顿把四组观测的结果结合在一起，从中得出一些数字：这些卫星以日计算、以分钟计算和以秒计算的运转周期，以及它们距离行星的最大距离，还有精确到千分位的木星的半径等数据。除此以外，他还对水星、金星、火星、木星和土星这五颗行星进行了同样的观察和计算，同时还包括对月球的观测和数据整理。

根据第一本书中确立的假设，现在牛顿证明所有的卫星在一个力的作用下离开了直线运动轨迹，进入绕着一个中心的运行轨道，以木星、太阳或是地球为中心。这个力的大小与距离的平方成反比率变化。他用受到引力作用这个词来解释这些现象：“月球受到引力作用而朝向地球，并且引力的作用把月球从直线轨道上拉回来，这使得月球能保持在它现在的轨道上运行。”²⁰ 他测算出月球的运行周期是27天7小时43分钟，地球的周长为123 249 600巴黎尺。如果一个与保证月球在其轨道上运行的力同样大小的力在我们的区域里作用于一个下落过程中的物体，那么这个物体一秒钟应该降落15英尺1寸零1/12寸。没有人能够如此精确地测量一个物体降落的时间，但是牛顿通过计算钟摆的敲击试验和数学的演算得到了这些数据，他狡猾地夸大了这些数据的精确性。²¹ 牛顿说他曾经对金、银、铅、玻璃、沙土、盐、木头、水和小麦进行了试验，把这些材料用11英尺长的细绳悬挂在一对相同的木制盒子中，然后精确地计算悬垂的时间。²²

此外，牛顿提出，重物一定会相互干扰：木星影响土星的运动，太阳影响地球的运动，而且太阳和月亮都在影响着海洋。“所有的行星对于另一个都应该看成是重物。”²³ 牛顿表示：

现在是时候确定这个力是重力了，因此从今以后我们应该称它为重力。



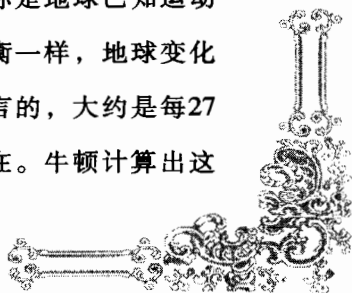


牛顿提出重力的概念凭的不是一瞬间的灵感，宇宙重力的研究是通过一系列的学术主张而逐步深入的。存在一个作用力把物体拉向地球的中心，这个力同时延伸到月球，它拉动月球就像它牵引一个苹果那样。另外一个完全相同的朝向太阳中心的力，使地球平稳地待在它的轨道上。每个行星都有自己的重力；木星对它的卫星而言如同太阳对其行星的关系。它们彼此吸引，这个吸引力的大小与它们的质量成一定的比率。当地球对月球施加拉力的时候，月球反过来也向地球施加拉力，这个力扫过地球上的海洋，引起每日的潮起潮落。这个力指向物体的中心，这并非因为其中心有什么特殊之处，这个现象可以用最终论述中所提到的数学结果来解释：宇宙中的所有微粒都吸引着其他的微粒。从这个普遍性我们可以知道剩下的没有研究过的物体也应该具有同样的性质，也就是说，重力是普遍存在的。

牛顿发现了在不同的行星上测量重力大小的方法。他计算出行星的密度，指出地球应该是木星密度的四倍之多。牛顿认为由于行星所处的位置距离各异，它们会或多或少地受到太阳的热量影响；如果地球距离太阳像土星同太阳的距离那样遥远，那么地球上的水应该已经被冰冻了。²⁴

牛顿计算了地球的形状，认为地球不是一个标准的球体，而是扁圆形的，由于它的旋转作用，这个球体的赤道位置突显出来。他还计算出在不同的高度相同的质量会得到不同的重力数值。确实，“我们的乡巴佬伙计哈雷，大约在1677年航海到达了海伦娜岛，发现钟摆要比在伦敦摆动得缓慢许多，但是他无法记录下这些时间上的差异。”²⁵

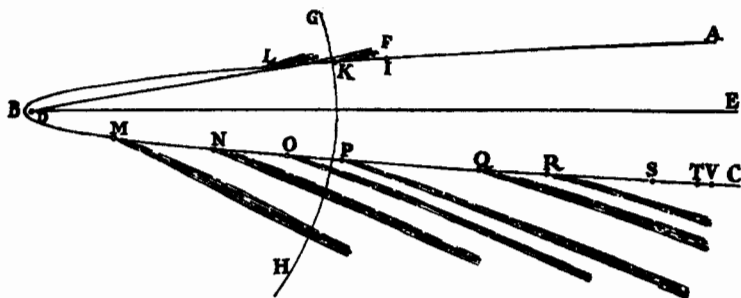
他解释了地球旋转轴的缓慢运动，这个运动堪称是地球已知运动中位列第三的神秘现象。就像是顶点轻微地失去平衡一样，地球变化了旋转轴的方向，这个方向是相对于星星的背景而言的，大约是每27年变化一度。此前没有人猜测过这个现象的原因所在。牛顿计算出这





是由于在地球赤道附近的突出位置，重力牵引太阳和月亮的复杂结果所造成的运动。

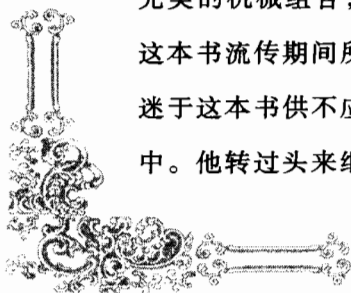
对于这个复杂的问题，牛顿提出了关于彗星的理论。如果重力真的是普遍存在的，那重力也必定可以应用于解释彗星。这些彗星的情况如同是遥远而来的卫星，围绕着椭圆形的轨道运行，穿越那些行星的运动平面——抛物线或者双曲线的椭圆，在这样的情况下彗星也就无法返回从前出现的地方了。



1680年出现的彗星，“由弗莱姆斯蒂德发现并且由哈雷博士矫正”。

注：牛顿在这个问题上还提到了罗马的庞思里奥的观测，以及来自阿维尼翁的加利特，还有在维吉尼亚州马里兰靠近汉丁克里克的阿瑟斯托尔先生。他总结说：“考虑到可能不合适，我已经给出了关于这个彗星正确的运行轨道的一个表达式，并且发现它的彗尾是从许多地方发射出来的。”彗星的尾巴总是从太阳那里离开而且一定是从一种反射物体中产生的——这种物体可能是烟尘，也可能是水蒸气。

这些元素如同机器的零件一样绞合在一起，这种运行简直是一个完美的机械组合，就像是一个复杂的钟表。像这样的比喻在《原理》这本书流传期间所报道的消息中屡见不鲜，但是牛顿本人从来没有沉迷于这本书供不应求的现状和社会上流传的对这本书理想化的舆论之中。他转过头来继续对那些悬而未决的问题进行着潜心的研究，他已





经前瞻性地注意到了多个天体之间的相互作用有可能导致的混乱。牛顿发现行星系的中心并非是太阳，而应当是重力普通的振动中心。行星轨道也并不是精确的椭圆形，而且每一个椭圆的形状、大小也是不同的。牛顿认为：“行星在每一个新的周期的运行轨道都不相同，都是一个新的轨道。其实月球的运转也是类似的方式，同时，每个天体的每一个运行轨道都是由所有其他行星的组合运动决定的。行星的运动是相互影响的。考虑如此之多的运动因素，并且利用那些可以依靠简单计算所采用的精确的法则来定义运动，是超越了人类智慧和力量的范畴的。”²⁶

与此同时，牛顿还解决了另外一个让人迷惑的自然现象，那就是神秘的潮汐现象。他汇集了一些未经提炼的数据，这包括塞缪尔·斯德米从英国中部离布里斯托尔3公里的雅芳河出水口取得的一些数据，还有塞缪尔·库勒尔布莱斯测量的在普利茅斯海港的涨潮和落潮的数据。牛顿考虑过太平洋、埃塞俄比亚海、诺曼底海湾和东印度的皮古。²⁷ 哈雷也分析了水兵在中国塘沽港观测得到的数据。这些数据没有一个能让他们继续严谨的演算，但是每隔25个小时出现的最大潮位高度是具有全球普遍性的清晰线索。牛顿集合了这些数据，并且提出了他的科学论断：太阳和月亮都对潮汐施加了牵引力；它们合成的重力通过在地球相反的两侧抬升一对对称的突起产生了潮汐。

开普勒曾经提出月球对海洋有一定的影响，而伽利略对此不以为然：

我以为这个概念纯属无稽之谈……我完全不相信这些诸如光、温度以及那些神秘物质所具有的种种优势，和类似毫无意义的想像来作为其产生的原因。我还是更加惊讶于开普勒的理
论，尽管他指出运动是由于地球的原因，但是他听取并且认同了月亮具有一种神奇的特性，可以支配地球上的水。²⁸





现在牛顿也借助了在一定距离以外无形的运动来进行研究。这种不可思议的方式显然冒犯了现代哲学的范畴。

在面对这些现象之前，牛顿提出了“哲学的法则”，这是科学的法则，甚至比运动的规律更加基础。

但是哲学体系已有其规律和法则，而牛顿在公开的情况下对其中一条法则给予轻蔑的嘲笑。对于一些现象人们总是倾向于物理学的解释，比如物体运动是因为敲击物体或者对物体施加挤压，而不是从远处放射出来的不可见的作用力。在远处的作用力因为其无形而蒙上了神秘的面纱，在那时求助于神秘力量的解释是被禁止的。为了削减笛卡儿的漩涡理论，牛顿放弃了那些本来可以给予他更多帮助的支持，同时，他又没有任何可以借鉴的机械运动理论去参考。在第一次听闻牛顿关于世界体系的理论时，惠更斯曾经表示：“在他没有给我们提供类似吸引力之类的猜想的时候，我并不关心他是不是笛卡儿的信徒。”²⁹ 为了预防那些不可避免的批评，牛顿先是对此忏悔不已，接着又开始了挑衅。

我已经揭示了宇宙以及在重力作用下的海洋的一系列自然现象，但是我至今仍未发现重力产生的原因所在，我还不能够对那些关于重力性质的原因得出结论，而我不能伪造这些猜想。没有从现象分析中得出结论的命题我们只能叫做猜想；无论是形而上学的还是物理学的，或者是基于神秘物质或是机械性的猜想，都没能占据实验哲学的一席之地……³⁰

因此重力不是机械性的，也不是神秘的或者是猜想，牛顿已经用数学方式证明了这一点。“这就足够了”。他说，“根据我们从前建立的法则，重力确实是存在的。这些法则足以解释天体的运动，以及地球上的一些海洋现象。”³¹ 尽管人们一时间还难以清晰地了解它的核心





牛顿传

NEWTON

115

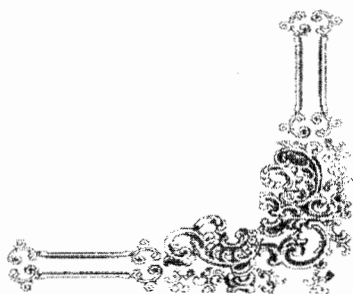
理论，但是这一点仍然是不可否认的现实。

牛顿在公众场合表示他的使命就是要发现自然界所存在的力。他从天体的运动中总结出力的概念，并对此观测，作记录。他发表了伟大的断言——世界的体系化理论，同时也公开声明他的学术研究并没有完成。事实上，理论还未完成的空白正是这个理论的伟大之处，他留给科学界一个值得继续深入和具有现实应用意义的研究项目。从假设到运算再到最后的证明，还有许多工作需要后人来完成。

“真希望我们能够通过同样的推论，从机械原理中推导出其他的自然现象！”牛顿写道，“许多事情让我去怀疑，所有的现象可能都是因某种不知名的力产生的。这种力让物体的微粒相互排斥，又凝聚在一个规则的形状中。这些力可能是以某种方式结合在一起推向另一个物体的，也可能是从另一个物体产生的推力迫使其做后退的运动。”³² 这些我们不了解的力，对于牛顿而言，如同他在漫长的20年里研究炼金术的时候所寻求的力的概念那样神秘。他预测了现代物理学的产生与发展，提出有某种力的存在，相互吸引和相互排斥，但是最终的原因对于科学界来说还是个谜。

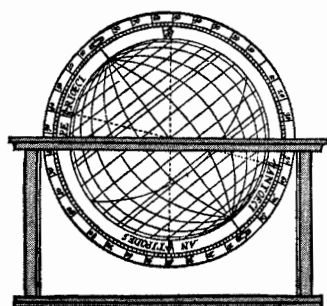
第
12
章

惯
性
定
律



第 13 章

他和其他人一样吗？





正像培根在17世纪初所说的那样：“机械师、数学家、物理学家、炼金术士和魔术师的工作都是在和自然界打交道，但是他们努力的成效不大。”¹ 培根正在为一种新型的工作做准备。虽然还没有命名，但是从事这种工作的人特指能够揭示自然，并指导其他人掌握这些知识的人群。科学家的概念在当时还不存在。

哈雷在1687年宣称，《原理》的作者“最终被说服出现在公众面前”。² 确实，牛顿在他的第45个年头里成为了一个公众人物。哈雷还为牛顿的著作写了一篇开篇赋——《我们的时代和我们的国家的壮丽装饰，一篇数学物理论文》。哈雷送给国王一本《原理》，并对国王说：“如果有一本书是值得王子一看的，那么一定要把这本包含了如此多的对自然世界的伟大发现的巨著敬献给国王陛下。”³ 对国王来说，相对容易的篇章是对潮汐的解释，因为詹姆士二世在继任兄长的王位之前曾经任舰队司令。

哈雷解释道：“核心准则莫过于重力，它解释了地球上的物体为什么都有向地心运动的趋势。”太阳、月亮和行星都受到这样的地心引力。当距离的平方增加时，引力就会相应减小。所以，1吨重的物体被抬到4 000英里的高度时，就只有0.25吨重。物体在降落过程中加速度会减小也是同样的道理。当距离非常之大时，重量和下落运动都变得很小，虽然很不明显，但是不等于零。牛顿正是因为拥有了超人的睿智和天赋才发现了不为人知的彗星和潮汐的运动规律。

真理都是一致的，当我们得出了真正的原理和法则的时候，我们才会发现身边的例子就反映了真理，好像很容易就能总结出一个非常抽象和深奥的真理似的。⁴

在詹姆士短暂的统治时期内，他做了他所能做的一切，想方设法把英格兰改变成一个信奉罗马天主教的国家。在军队、宫廷、自治市

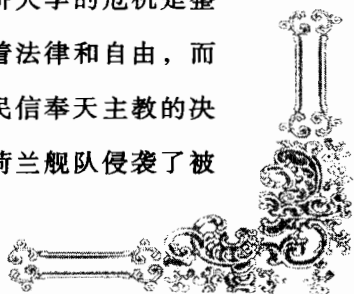




镇政府，还有大学里推行他的意志。在剑桥，詹姆士和牛顿成了对立者。

国王十分坚决地要把他的权威施加于剑桥这个清教徒的堡垒。他颁布了皇家法令，任命天主教徒为学院的长官。僵局进一步恶化，对天主教会的憎恶已融入剑桥大学的文化，同时也被写进了学校的校规。不可避免的冲突终于在1687年2月爆发了。詹姆士命令剑桥大学免除一个本笃会会士的毕业考试以及向英国国教宣誓的程序，直接授予他艺术硕士学位。（本笃会是天主教最早的修会，公元6世纪初，本笃在意大利南部蒙特卡西诺所创。中世纪时，该会隐修院多为封建大庄园，除对农民进行剥削压榨外，还以征召低级修士的方式吸收贫民入会，终身从事无偿劳动。该会会士抄写和保存了一些《圣经》古本和希腊、罗马古籍，但常利用古书的羊皮抄本将文字刮除，用以抄写教会的书籍，因而也毁坏了一些古代文献。）学校的官员对此表示反对，牛顿作为数学教授也卷入到这场冲突之中。他是个坚定的清教徒，反对对皇权的过度崇拜和奢靡放纵。他学习了一些文件：伊丽莎白女王有关大学的宪章、法人组织法案、相关法令和专利许可证。他力劝剑桥大学遵从法律，反对国王：“那些让国王令大学失望的顾问班子绝不是他真正的朋友……要勇敢，要坚守法律……如果轻易地授予一个天主教徒硕士学位，就会有100个人在后面等着……在这件事中，最忠诚的勇敢就是保证学校授予学位的正常程序，站在法律的一边。”⁵在这场对抗结束之前，剑桥大学的副长官被以不服从的罪名免职。但那个本笃会会士也没有如愿地拿到硕士学位。

牛顿给自己选择了一条既冒险又精明的路。剑桥大学的危机是整个国家危机的缩影。在英格兰，惹麻烦的新教代表着法律和自由，而天主教会则意味着专制和奴役。詹姆士强制要求国民信奉天主教的决心导致了斯图亚特王朝的覆灭。在两年的时间里，荷兰舰队侵袭了被





牛顿传

NEWTON

120

分裂的英格兰，詹姆士二世逃往法国，新的议会在威斯敏斯特召集。在新议会中，牛顿被剑桥大学的参议院选举为该校的议会代表。议会在1689年宣布威廉是新任君主，同时也限定了君主的权利，宣布君权受到法律的约束。议会废除了和平时期的常备军，颁布了《权利宣言》。这个文件扩大了国家在宗教上的宽容度，但是，天主教和其他的反对三位一体论的异教除外。牛顿出席了议会，但是始终保持沉默。他在写给剑桥大学的报告中陈述道：

发誓效忠于国王，但是对他的忠诚是国家法律规定的。

如果信仰和忠诚超过了法律规定的义务范围，我们就成了奴隶，而国王拥有绝对的权力。法律规定我们是自由人。⁶

在国家的政治权力中心，牛顿在下议院附近租了一个房间。他穿上自己的学袍，白发梳得整整齐齐，垂到肩膀上，让伦敦最受欢迎的肖像画家为自己画像。⁷《原理》的内容在国内的咖啡馆中传播着，并迅速地传到了国外。牛顿参加皇家学会的聚会和社交晚会时遇到了同样在伦敦的克里斯蒂安·惠更斯、皇家学会现任主席塞缪尔·佩皮斯、年轻的瑞士数学家和神秘主义者尼古拉斯·法迪欧·达里尔和支持地下政治活动的哲学家约翰·洛克（1632—1704，英国唯物主义哲学家），这些人对牛顿十分友善。惠更斯还保留着《原理》采用神秘的吸引力的部分，他非常有雅量地向别人推荐这本书。惠更斯的朋友法迪欧满怀热情地由一个笛卡儿信徒转变成牛顿的追随者。法迪欧于是成为牛顿和惠更斯之间的信息枢纽，他还承担了编辑《原理》修订版的勘误表的工作。牛顿发自内心地喜爱这个有些鲁莽、崇拜英雄的年轻人。法迪欧越来越多地寄宿在牛顿在伦敦的住宅中，后来还到剑桥看望过牛顿。

洛克刚刚完成了他自己的一部著作——《关于人类理解力的论文》。





他把牛顿的《原理》视为把方法和知识系统化的榜样。洛克经常和牛顿探讨神学，牛顿对《圣经》理解的深度令他大吃一惊。这两个人发现他们在反对三位一体论这一危险领域里有相同的认识。牛顿把自己关于“基督教经文的堕落”的论文寄给洛克，这些秘密信件中没有提到洛克的名字，只是用“朋友”开头，每封信都有好几千字的篇幅。牛顿写道，你好像对约翰一书第5章第7节很感兴趣：“三人在天堂里的陈述。”圣子、圣父、圣灵说的话是关键所在。牛顿回溯了这一段落从最早开始的历史：拉丁文的解释，圣杰罗姆插入的文字，罗马教堂的滥用，非洲人对文化艺术者的摧残、写在页边的空白处的各种改动。牛顿写道，他信任洛克的谨慎和冷静的脾气。“服务于真理的最佳方式莫过于把伪造的东西从中清除出去。”⁸但是，牛顿不让洛克发表他不遵奉英国国教的基督新教教徒的言论。

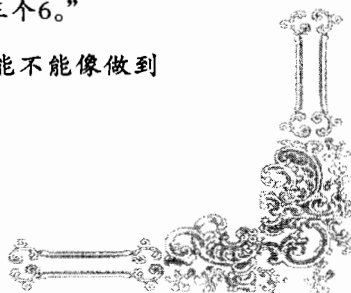
在真伪难辨的情况下，我喜欢吸收我理解得最好的东西。

人们对宗教的认识有迷信的一面，他们喜欢神秘的东西。正是由于这个原因，人们喜欢他们知道得最少的东西。

与此同时，佩皮斯在伦敦的俱乐部和游戏台发现了不解之事，于是他找到牛顿，请教关于娱乐的哲学：“做决定的学问就在于投掷骰子的结果，其真正比例是随机的。”佩皮斯扔骰子赌钱，因此需要一个数学家的指导。他就问牛顿：

- A. 盒子中有6个骰子，他要掷一个6。
- B. 在另外一个盒子中有12个骰子，他要掷两个6。
- C. 在另外一个盒子中有18个骰子，他要掷三个6。”

问题：在机会均等的情况下，要做到B和C能不能像做到A那样容易？⁹



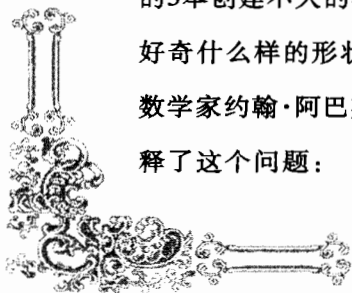


牛顿解释了为什么在情况A下，掷一个6的可能性最大。他还给了佩皮斯准确的期望值，并拿出英镑、先令和便士凑成的1 000镑作为赌注。

牛顿在伦敦的所有这些朋友通过友好而忠诚的方式为牛顿举办聚会。牛顿表面上提出异议：“我不喜欢被囚禁在伦敦污浊的空气中，而且还要忍受循规蹈矩的生活。”¹⁰ 但是，这些提议诱惑着他。

在瘟疫和大火发生后的25年中，伦敦繁荣起来。上千个家庭都盖起了用砖砌成的房子，克里斯托夫·勒恩设计了一个新的圣保罗大教堂，弯曲的小巷被改直拓宽了。作为一个新兴的贸易网络中心和世界金融中心，伦敦开始能够与巴黎和阿姆斯特丹抗衡。英格兰的贸易和制造业前所未有地集中到城区的中心。报纸出现在咖啡馆和印刷工的手里，有些报纸的销量能够达到几百份。商人们谈论政府公报上的内容，占星家制作历书。和十年前的情形相比，信息的流动加速了不知多少倍，几乎可以说是即时的。丹尼尔·笛福回忆起瘟疫时期写道：“在那个时候我们根本就没有像印刷的报纸一样能够散播流言、报告事情的东西，那个时候消息哪里像现在这样即刻之间就传遍了全国。”¹¹ 人们认识到，知识就是力量，哪怕是有关数字和星星的知识。像数学和天文学这样深奥的艺术需要比皇家学会更加强大的组织来资助：海军和军火机构。潜心于学术研究的人可以定期阅读80年代和90年代的期刊：《博学之人的各种具有独创性的文章的周刊》。¹²

牛顿的《原理》一书印刷了将近1 000册。虽然在英国找到这些印刷品不太容易，但是对这本书的匿名的评论出现在1688年春季和夏季的3本创建不久的学术期刊中，《原理》一书也因此名声大振。¹³ 有人好奇什么样的形状可以让物体在水中运动时遇到的阻力最小，苏格兰数学家约翰·阿巴斯诺特对此做出了回答，说牛顿在《原理》一书中解释了这个问题：“他怀着敬佩之情，惊呼上帝，这本书里到底讲述了





牛顿传
NEWTON

123

多少知识呀？……牛顿和其他人一样吗？他每天吃饭、喝水、睡觉吗？”¹⁴

虽然发行量不大，但是牛顿从来都没有停止过进一步完善《原理》，他正在准备印刷第二版。他努力在古希腊的文献中搜寻古人已经了解了重力，甚至是反平方定律的线索。他构思新的实验，并且寻找新的数据，以支持他的有关月球运动的复杂理论。除了纠正第一版中的印刷错误以外，牛顿一遍又一遍地起草新的章节，重新定义他的哲学准则。牛顿对真实的自然界中的重力的理解还是不完全的，有漏洞的。但是，他尽了最大努力去弄清真相。他在一封信中写道：“很难想像，在没有任何接触的情况下，无生命的物质能够不通过另外的非物质的媒介作用于或者影响其他物质。某种遵循某规律做永恒运动的媒介引起了重力。这是肯定的。但是，这种媒介是物质的还是非物质的呢？我把这个问题留给我的读者。”¹⁵

牛顿假装把疑问留给了读者。然而，事实上，牛顿在不断地与神学思想作斗争。是上帝告诉了牛顿关于绝对时间和绝对空间的信条。“在时间无所不在的那一刻，上帝能够不在任何地方吗？”他在一个新的手稿中提出这个问题。¹⁶ 一个有行动力的、奉行干涉主义的上帝，必须组织整个宇宙和太阳系：否则物质将会均匀地弥漫到无限的宇宙中去，或者会聚集在一起形成一个很大的质量。当然，上帝的手是可以在暗物质的分离中看到的，比如像行星；在亮物质中也是可以看到，比如太阳。所有这些，“我不认为仅仅是由自然原因造成的。我只能想出并且归因于一种可以自动这样做的媒介。”¹⁷ 思想斗争的同时，牛顿又开始了他的炼金试验。

不管牛顿是不是像其他人那样生活，到了1693年的夏天，他的饮食和睡眠质量都很糟糕。牛顿50岁了，但是他的生活还没有安定下来，他总是往返于剑桥郡的沼泽地和光芒四射的伦敦市之间。在剑桥大学，

第
13
章

他
和
其
他
人
一
样
吗
？





牛顿传

NEWTON

124

他的挂名职务依然保留着，但是他现在很少讲课或者主持讲座了。在伦敦，牛顿正设法谋取那些需要国王资助的职位，他中意的职位之一是在皇家造币厂的一份工作。在经历了长期的绝少与人交往的生活后，牛顿对他与新结识的朋友之间的关系感到不是很自在。法迪欧生病的消息折磨着牛顿，这让他看到了自己的死亡。“我患了非常严重的感冒。这场大病开始影响我的肺部。我的思维变得乱七八糟。如果我即将离开这个世界，我希望我的兄长能够维持我们之间的友谊。”写完这封信后，法迪欧突然地结束了他和牛顿的来往，回到了瑞士。¹⁸

对性的需求也困扰着牛顿，这在很大程度上影响了他的睡眠。他从很早就开始持有独身生活的态度。对此，他制定了一个非常理智的计划：

保持纯洁的方法不是要和不能自制的想法作直接的斗争，而是要通过某些方式转移注意力，比如说通过阅读，通过做其他的事情……

但是，不想有的念头赶也赶不走，不断的推理扰乱了他的判断力。

人的身体会失去它应有的调节。以对睡眠的需求为例，幻想会让人越来越激动，某种程度上就会有精神错乱或者极度兴奋的倾向，这使得斋戒很久的僧人们会看到女人的幻影。¹⁹

尽管牛顿一直深居简出，但是有关他的精神状况的流言开始散播。有些地方的人们几年前还没听说他的名字，现在也听到了这些传言：大火烧毁了牛顿的论文；牛顿正处于狂怒、犹豫或者生病状态；他的朋友们已经把他锁起来了；²⁰ 他已经丧失了思考哲学问题的能力。

只有佩皮斯和洛克知道真相。牛顿首先给佩皮斯写了信：

因为我对自己陷入的扰乱极度费心，而且在这12个月中





我吃不下饭，睡不好觉，头脑也不像从前那样敏捷了。我从未想过要利用你们的影响，或者是詹姆士陛下的宠爱，去达到某种目的。但是我对我们之间的来往十分敏感，我觉得自己必须离开你们，不再见你们或者其他朋友。

接着，牛顿写信给洛克：

亲爱的先生：

我相信是您让我卷入了女人的纠纷，这对我产生了极大的影响。当有人告诉我您生病了而且很可能不久于人世的时候，我回答说：我宁可您已经死了。我还说过或者想像过您设计卖给我一个公职，让我卷入丑闻。我希望您能原谅我的想法和说过的话。

您最谦卑、最不幸的仆人

牛顿²¹

第
13
章

他
和
其
他
人
一
样
吗
？

对性的需求和在学术上的雄心搅在了一起，疯狂和天赋也纠缠不清。这些在牛顿体内无法估量的矛盾因素冲撞着，相互作用着。佩皮斯在和朋友联系时会提到有关牛顿的建议性的暗示。在给一个朋友的信中，他写道：“我不情愿地这样告诉你，牛顿的情况可能发生在任何人身上。我对他的情况一点不感到恐惧，而是感到非常地悲伤，我是指头脑或思维的混乱。”²²

然而，到了这个秋天，牛顿重新投入了对数学的钻研。他正在把古代几何学上的分析系统化：尤其是积分和不规则曲线的构造。牛顿十分重视这项工作。在他看来，这个系统化的工作是在数学上的二次发现和重要思想的重建，毕竟，从来没有人完整地探查过古人的这些秘密。丢失的手稿在落满尘埃的角落里找到了。这些古老的真理是如





此的伟大纯洁，像在阿拉伯的琥珀中保存了上千年，现在依然充满生命力。牛顿写道：“古人的分析比现代人发明的代数更简单、更灵巧，对几何学家来讲更适用。”²³ 牛顿的研究和从前的许许多多一样，还是他一个人进行的。除了极个别的几篇论文，他的绝大部分著作都是作为他的私人文件保存下来的。

剑桥大学的热情的学生们可能已经听过了有关牛顿的天文系统的讲座，²⁴ 但不是在剑桥大学听的。一个学生后来回忆说：“在剑桥，那些可怜的人正在学习笛卡儿编造出来的假说。他们的行为真是可耻。”²⁵

在欧洲大陆上，牛顿的思想鼓舞了许多哲学家对他们自己的理论进行疯狂的再造。惠更斯简要地说：“牛顿推翻了关于漩涡的假设。”²⁶ 牛顿和德国的数学家、外交官卡特弗莱德·莱布尼茨 (1646—1716，德国自然科学家、哲学家) 激烈地争论重力问题。莱布尼茨正准备发表他关于宇宙运动的著作。“我发现你倾向于用真空和原子来解释。”莱布尼茨写道，我不明白是什么原因让你对这些特殊的实体如此执着。²⁷ 牛顿的重力非机械论的观点让莱布尼茨感到惊骇。莱布尼茨写道：“推理的最基本原则是，没有任何东西是没有原因的。有些人异想天开，说重力是物体受到让它向地球运动的吸引力的表现，或者物体受到的引诱不过是某种同情感引起的。他们同时认为，空中的石头落向地面这一现象背后没有原因。”²⁸ 莱布尼茨花了一年的时间才有勇气直接找到牛顿。他给牛顿写了一封形式很隆重的信。²⁹

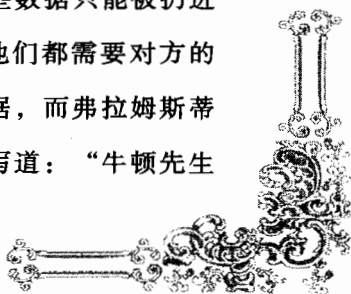
莱布尼茨在开头写道：“我觉得自己欠你的太多了。”他在信中提到他也在尝试用一种新的数学分析方式来拓展几何学的研究。“表现差与和的简便的符号的应用……我的尝试在目前看来进展不错，但是我仍然希望能够得到你的指导和帮助。”他坦然承认，他一直在各地搜寻牛顿的著作。他在一本英文书籍目录中偶然发现了牛顿的名字。但





令他沮丧的是，他找到的是另一个牛顿。

除了数学，牛顿又回到《原理》一书中最复杂、尚未有结论的问题的研究上：关于月球运动的完整理论。这可不仅仅是理论上的一道习题，要是能够精确地预测月亮在空中的位置，水手凭着手中的罗盘就可以计算他们在海上的经度。关于月球的理论应该能够从牛顿的重力理论中得出：月球运行的椭圆形轨道按照一定的角度掠过地球运行轨道的平面；太阳的吸引力使月球的运行轨道产生了变形，近地点和远地点的旋转周期经粗略计算被认定为9年。但是，太阳产生的地心引力本身是随着地球和月球的位置的变化而变化的。地球和月球总是在跳着不规则的舞蹈，时而离太阳近，时而离太阳远。在牛顿的脑海中，《原理》一书的修订版已经成形。但是，要真正完成这项工作，牛顿需要更多的数据，而这意味着牛顿必须去拜访皇家天文学院。1694年的夏天，牛顿乘一条小船沿着泰晤士河顺流而下到了格林威治，牛顿大约进行了50次月球观测，并被允许再观测100多次。弗拉姆斯蒂德很勉强地答应了牛顿的要求，但他要求牛顿对他的观测数据保密，因为他认为牛顿的观测结果全都是他的私人财产。很快，牛顿就提出了新的要求——弗拉姆斯蒂德每周通过邮政系统把朔望、求积分结果和八分仪送到伦敦，一个往返于伦敦和剑桥的邮递员会把这些信息交到牛顿手中。弗拉姆斯蒂德坚持要求牛顿立收据。牛顿千方百计地说好话，终于说服了他。牛顿向他保证，公开这些数据会让他出名：“一下子让世人认识到你是世界上最精确的天文观测者。”但是，如果没有理论为依托，这些数据本身根本没有太多价值。“如果你只是单纯地公开这些数据，而没有我的理论支持，这些数据只能被扔进以前的天文学家得到的那堆数据当中。”³⁰的确，他们都需要对方的帮助——牛顿急需这些在英格兰没人能够提供的数据，而弗拉姆斯蒂德则渴望任何程度上的感激和尊敬。他在那个冬天写道：“牛顿先生





对我的认可比全世界的忽视都重要。”然而，时间过了不久，两个人就开始互相厌恶了。

牛顿和弗拉姆斯蒂德相互打击，当弗拉姆斯蒂德抱怨自己头疼时，牛顿建议他用吊袜带把头绑住。³¹ 最终，牛顿得知弗拉姆斯蒂德把他的理论研究进展告诉了别人，还狠狠地谴责了他的做法：

有些东西可能永远都不适合被公众知道的。如果公开了这些信息，就会让世人对不存在的东西或者事情怀有期待。我对公开这些信息的举动十分关注。我对有人总是催促我去发表我的观测数据感到厌烦。我非常不喜欢外国人用数学上的东西来戏弄我，或者我们国家的人用一些根本就不重要的东西来浪费我的时间。³²

弗拉姆斯蒂德抱怨说：“当牛顿先生在剑桥大学为了一笔薪水攻读数学的时候，他是不是有点不务正业呢？”他还写道：“人有时候自视过高，认为他们才是为自己准备了引以为傲的绚丽羽毛的人。”³³ 弗拉姆斯蒂德从告诉牛顿有关他的死讯的流言当中得到了些许乐趣：“现在又有传言说你已经过世了。我认为自己有义务向你的朋友们保证你的健康状况良好。”在此后的岁月中，弗拉姆斯蒂德成为牛顿的无情的报复的受害者。

牛顿努力减小因大气折射而产生的数据误差的影响。太阳、地球和月球之间相互的重力作用不会自动提供一种研究方法。

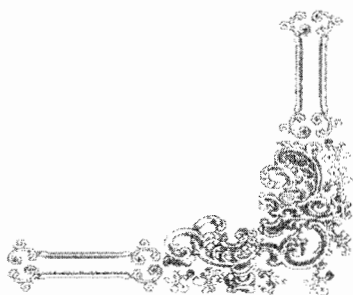
牛顿最后确实得出了一个实用性较强的计算月球运动的公式：这是首先出现在1702年的方程的复根和测量方法，戴维斯·格里高利在他的拉丁文巨著《天文学基础》中对其有长达5页的记录。格里高利把它叫做牛顿的理论，但是最后牛顿自己没有提到任何有关重力的研究，把他的伟大构思埋藏在大量的细节当中。哈雷迅速把牛顿的原文重印





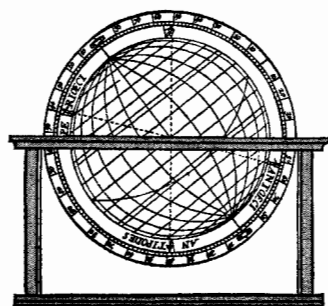
成英文的小册子，并说：“我认为这本书是对我们国家的一个贡献。格里高利博士的天文学著作是一本少见的、伟大的书，不是任何人可以用钱买到的。”哈雷高度评价了该理论的精确性，并且鼓励人们在实际工作中应用这个原理，但是“著名的艾萨克·牛顿先生的月球理论”并没有引起人们的关注，很快就被遗忘了。³⁴

1696年，牛顿永远地放弃了他在剑桥大学的隐居生活。他内心中为王室效力的雄心终于得到了实现。在35年的时间当中，牛顿一直以三一学院为家。但是，他现在离开了那里。³⁵正像他向弗拉姆斯蒂德强调的那样，他现在所有的时间都被国王的生意占满了。他现在负责英格兰的铸币厂。



第 14 章

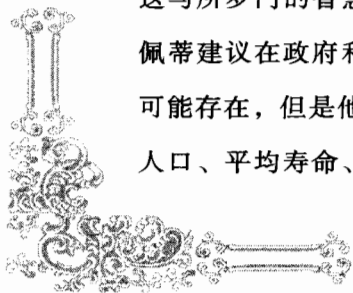
没有人能见证自己走过的路





当17世纪接近尾声的时候，牛顿公开发表的著作总数并不比他的《原理》印成的那几百册多多少。他的书大多数在英格兰发行，只有少数散播在欧洲大陆。真正读到这些书的人很少，但是正是极少的印刷数量使得它们弥足珍贵。在第二版上市以前（这时已是1713年，距第一版的发行已经25年了）一本《原理》的价格是2几尼（英国的旧金币）。很多学生都省下钱买一本牛顿的《原理》。¹ 有关牛顿最初的传奇被人们广为谈论：当一道深奥的几何学难题的匿名答案几经周折传到荷兰时，瑞士物理学家约翰·柏努利（1700—1782）宣称他赞同这位解题者的方法；² 在柏林，莱布尼茨告诉普鲁士皇后，数学领域从历史的角度可以分成两个部分，前半部分是从世界的形成开始的，后半部分就是牛顿，而牛顿创造的历史比之前的所有都要精彩；³ 俄国的彼得大帝1698年到英格兰旅行，他渴望见到的建筑和人包括造船厂、格林威治天文台、造币厂以及艾萨克·牛顿。⁴

皇家学会的影响力逐渐衰减，财政陷入困境，会员减少。胡克依旧担任主席职务，所以，即使居住在伦敦，牛顿也总是远离皇家学会。不过，这个时候，对数学的思考十分流行，各种各样的计算渗透到国家的政治生活中，这使得牛顿在所有人当中脱颖而出。水手、建筑师，甚至连赌徒都明白并开始借助数学方法。数学成为撑起英格兰荣誉与尊严的支柱。⁵ 约翰·阿巴斯诺特出版了他的《关于数学学习的用处的论文》，在书中他指出，学习数学需要“有特殊的才能和灵活的头脑，很少有人能兼备这两种天赋。无与伦比的牛顿先生现在发现了整个系统的巨大秘密。”他向读者保证世界是由数字、重量和测量构成的——这与所罗门的智慧和《政治算术》的作者威廉·佩蒂的想法相呼应。⁶ 佩蒂建议在政府和贸易事务中应用数学技术，经济学这个词汇当时不可能存在，但是他和有相同想法的学者计算了以前从未被算过的东西：人口、平均寿命、停泊吨位以及国家收入。在科技时代，政治算术带





牛顿传

NEWTON

133

来了众多的奇迹：

一个工人使用一架磨粉机磨出的谷物相当于20个人用白杵捣碎的量；一个印刷工人印刷的数量相当于100个人用手抄写的量；一匹马借助车可以驮运相当于只使用马背驮运的5倍的货物；用船舶或者借助冰面，则可达20倍。⁷

一项具有决定意义的技术，也是标准化测量的最古老的例子，就是货币。据佩蒂计算，英格兰所有的现金储备大约为600万英镑，在大约600万人口中流通。经过复杂的计算，他得出结论：“这些钱足够用来推动国家的贸易发展。”

但是，到了17世纪末期，英格兰面临着财政危机。银制便士1000多年来一直是货币的基本单位，在500多年里，它是惟一的货币单位。现今，金币也开始流通，与银币一起构成一个多样化的货币家族：4便士银币、先令、法寻（1/4旧便士）、25便士银币、几尼等。主要的新货币——几尼，比价定为1几尼=20先令，但其价值总是不断波动，因为银的价格总是在波动。不清楚英格兰的硬币有多少赝品，甚至更多的硬币存在分量或价值不足的问题：成年累月的使用、磨损或是有人很专业地沿硬币的边缘精致地削减下一些，然后积攒这些削下的碎末并最终制成金条和银条。因此30多年来，被政府视为国家机密的新体制⁸使那些削金者得以逍遥法外。这直接导致了货币流通的混乱，没有人愿意再使用新的硬币，大部分的新硬币都不得不储藏起来，甚至更糟糕的是，在熔化之后出口卖到法国。“在国王统治的疆域内只让一种货币流通，并且没有人拒绝接受它。让货币领域只有一种度量标准和一种重量体制，就像在伦敦看到的一样。”埃德加国王曾经这样说，并于公元10世纪在英格兰实行了由中央控制的货币制度。铸币厂的房子和印刷厂房就在伦敦塔的西墙内，从17世纪90年代起就一直沉寂。大

第
14
章

没有人能见证自己走过的路





牛顿传
NEWTON

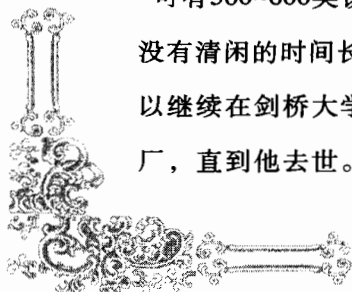
134

多数流通的货币都是银制的，表面图案不清，失去了信用，比整日使用它们的人还古老。

国王要听取声名显赫的公民的建议，洛克、雷恩和牛顿均在其列。雷恩提出了十进制系统，但他的建议没有受到重视。新财政大臣查尔斯·蒙太格决定推行一项激进的计划：重铸所有的货币，使旧币全部退出流通领域。蒙太格以前在剑桥大学认识牛顿，借着这层关系，牛顿在1696年4月重铸货币计划开始之初，被国王任命为铸币厂的监管。牛顿正监督着一个紧急的工业项目，炭火白天黑夜地燃烧着，马队和众多的工人每天蜂拥而至，驻守的卫兵日夜监督。这在伦敦是一个喧嚣的时期：重铸扼杀了对日常商业至关重要的货币供应，它直接影响了国家的财富从贫穷地区向富裕地区的迁移。

从1700年起，牛顿从铸币厂的监管逐步升到铸币厂的主管，他的生活渐渐富裕了起来。从他上任的头几个月起，他就向财政部抱怨他的薪酬太低，⁹ 但当他成为铸币厂的主管后，他不仅可以拿到500英镑的薪水，而且还可以从制造出的每镑硬币中提成百分之一，这些零头累计起来绝不是个小数目。牛顿在杰米大街买了一栋房子，购买了奢华的家具，¹⁰ 雇用了仆人，邀请他21岁的外甥女凯瑟琳·巴顿，也就是他同母异父的妹妹的女儿，和他一起居住，并帮他照看房屋。凯瑟琳因为她的美貌和魅力在伦敦上流社会日渐出名。乔纳森·斯威夫特就是她的爱慕者之一。不到5年的时间，凯瑟琳·巴顿就成了牛顿的资助人、已经是哈利法克斯伯爵的蒙太格的情妇。¹¹

造币厂的职位可以提供高薪是有传统的，蒙太格已经向牛顿许诺“可有500~600英镑的收入，而且没有多少事情，需要他出勤的时间远没有清闲的时间长。”¹² 牛顿并不介意担任挂名教授——不教课，仍可以继续剑桥大学领到薪水——他一直勤奋甚至有些残暴地经营铸币厂，直到他去世。毕竟，他是炉工、化验员和冶炼工的主管者，这些





人在一定程度上将金银的价值翻番，而这正是多少炼金术士梦想做的事情。他的大脑在和未成形的货币理论及国际货币流通较劲，¹³ 研究货币所需的算术知识并不是高不可及的，但是很少有人能在错综复杂的账目清算中坚持到底：

化验师的砝码代号分别是1、2、3、6、11、12……其中第12号砝码的重量大约相当于16或20块颗粒，这取决于化验师的意思。让他的天平保持平衡的重量为一块颗粒的 $1/128$ ，也就是第12号砝码的重量的 $1/2560$ ，这相当于比1便士的 $1/10$ 稍轻的分量。熔炼工将在一个罐子里熔化600磅到800磅，一天要熔化3罐。熔炉经火烧重量会逐渐变小……4个磨坊工人、12匹马和2个看马人、3个切割工、2个模具工、8个筛选器和1个筛选工、3个漂白工、2个标记工、2个挤压器和14个挤压工……¹⁴

在寻找削磨钱币和造假币者的同时，牛顿在社会上呼唤清教长期以来一直培养其教徒的愤怒和正直。铸造假币是死罪及严重的叛国罪，比如，简·霍斯登和玛丽·皮特曼私自铸币的工具被缴获，她们在被捕时还把一桶假币倒入泰晤士河并试图逃跑。她们两个人就被判了刑（不过后来又被释放了）。¹⁵ 牛顿对类似的宽恕表示反对。伪造罪很难找到证据来证明；牛顿自始至终亲自监督控告的过程。威廉·凯隆纳不仅私自铸造钱币，还企图通过诬告铸币厂私制假币来掩盖自己的罪行。管理着一个由特工和监狱线人组成的信息网络的牛顿，监督了绞刑的宣判和执行。他对罪犯最后的请求不予理睬：

有些人必须丢一些东西以证明小偷的存在；有些人必须抢劫以证明拦路强盗的存在。亲爱的先生，请求您把我从即将被绞死的命运中解救出来，我恳求您大发慈悲，我现在遭





牛顿传

NEWTON

136

受的一切是我冒犯您的报应！噢，上帝，我的上帝，如果您不向我招手，我就应当被绞死。上帝，我希望您能以慈悲和怜悯的胸怀，改变您的决定。¹⁶

牛顿认为假币的流通是侵害他人利益的犯罪，但他没有向别人表达过自己的想法。正是由于这个原因，国王要求铸币厂的主管为货币的重量和纯度负责，如果办事不力，将被巨额罚款。牛顿定期地接受政府对铸币厂铸造的硬币的年度检查（鉴定其重量、质地等是否标准）。有专门为检查准备的官方货币箱，叫货币检查箱，箱子需要用三副钥匙同时开启。戈德史密斯公司的评判委员会将对挑选出的钱币进行检查。“用火、水、手摸、称重，用所有的方法，或者其中任何一种方法来检验。”牛顿在一份备忘录中作了上面的记载，他连起草带修改一共写了8次。¹⁷接着，在庄严的仪式上，评判委员会将向国王的理事会报告检查结果。牛顿对这些检验都做了精心的准备，每一次检验前他自己都要亲自测验钱币的质量。而评判委员会则表示，牛顿把英格兰货币的标准化程度提高到了一个新的精确度。1702年，为了准备安妮王后的加冕典礼，牛顿生产了金质和银质纪念章，为此他两次向财政部要求拨款，并给出了非常精确的账单：2485英镑18先令3.5便士。¹⁸3年之后，安妮王后特令嘉奖，向牛顿授予爵位。

一封预示着未来将有麻烦的信件经莱布尼茨转到了牛顿的手里：“向牛顿先生，拥有伟大思想的人，致以我最真挚的问候……另外一件事情，我不但发现牛顿最具影响力的计算变化的方法与我的微分方法相似，而且我这样说了……我对别人也是这样说的。”¹⁹在这封信中，年长的数学家约翰·沃利斯恳请牛顿把他隐藏了多年的研究公布于众。牛顿现在被看成是一个知识储藏室的管理人，而这个储藏室的储藏量有多大却没人知道。沃利斯对牛顿说，在关于光和颜色的假说上，牛





顿欠公众一个解释。沃利斯知道，牛顿将自己的研究成果隐藏了30多年，而且牛顿还著有一篇完整阐述光学问题的论文。“你说你现在不敢发表，”沃利斯辩论道，“你为什么不敢呢？如果不是现在，你准备什么时候发表呢？我给你带来了一些麻烦。但是现在的麻烦会比今后的多吗？同时，你失去了发表能带给你的荣誉，而我们则不能从你的论文中获益。”

这么多年，牛顿一直在等胡克退出之后再回到皇家学会，1703年3月，胡克去世了，几个月之后，牛顿当选为皇家学会的主席。往届的主席一般都是知名人士或政治人物，牛顿现在掌握了大权，开始很有权威地运用起来，很快任命自己为实验监管人。作为主席，他几乎出席学会的每一次例会，评论每一篇论文。²⁰他还坚持要控制委员会成员的选拔，用自己的部分收入撑起皇家学会陷入困境的财政状况。他强行制定了一条会规：只有在他主持的会议上才能展示皇家权杖。

胡克已经去世了，牛顿也就采纳了沃利斯的建议，出版发行了他的第二部著作。这部书是牛顿用英语写成的，他没有选择拉丁语，²¹更重要的是，他采用了散文的形式，而不是数学的形式。这一次，他不需要编辑人员帮忙。以他在30年前对光和颜色的研究为基础，牛顿写了三本“书”：《反射和折射的几何学》、《镜片如何形成图像》、《眼睛的工作方式和望远镜》。牛顿以“疑问”的形式，在书中加入了更多的内容：对热的疑问、对以太的疑问、神秘的性质以及惯性。为了能很好地测量，牛顿的这本书还收进了几篇数学论文，这是他第一次发表这样的论文。他为这本书起名为《光学》，又名《一篇关于反射、折射、光的变化和颜色的论文》。他把一篇“广告”随同这本书赠送给皇家学会。在“广告”上，牛顿解释了自己为什么从1675年起始终没有发表这部作品，原因是“避免卷入争论”。²²

不仅仅是胡克死了，整个世界也都改变了。牛顿把理论和数学实

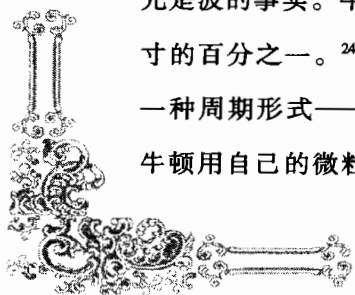




验相结合的风格，对哲学家们来说，已经是非常熟悉的了。他们很容易就接受了曾经在17世纪70年代引起质疑和嘲讽的假设。在《光学》中，牛顿十分生动地描述了他的实验。书中还有很多关于他的工作风格的介绍，牛顿在《原理》一书中很少谈论这个话题。牛顿像上台阶一样，从一个光学的现象跳到另一个现象：从折射的三角法到镜子的使用；从透明的薄盘子到气泡；从彩虹的组成到晶体的折射。很多可利用的数据都是未经处理的，并不准确，但是牛顿没有因此而退缩：摩擦、散热、腐败、物体燃烧和振动时光的散发。牛顿在思考那些被叫做“电”的物质的神秘性质——一种水蒸气，或者液体，或者像他在1675年用碎纸屑做的实验那样，是玻璃或者布料被激发后产生的一种重要的力量。

光到底是微粒还是波呢？牛顿仍然相信光是一股物质微粒的假说，但是他也在研究那些光波动的现象：“光线有时候不是像鳗鱼一样运动吗？”随着胡克的去世，牛顿也埋葬了以太作为介质和光波一起振动的假设。以太会影响恒星的永恒运动，如果不是这一点，它的存在就很完美了。

牛顿完善了他的微粒说理论，提出光线是“发光的物质上散发出的极其微小的微粒”。²³ 因此，牛顿看上去选择了一个错误的弯路：在接下来的两个世纪里，波动说的支持者们逐渐改变了他们对能量的基本观点，更加注重平稳性，不再认同能量的微粒说。对颜色的数学处理取决于光的波长和频率，这种方法一直沿用，直到爱因斯坦提出光的量子理论。但是，是牛顿，而不是其他的哪位实验者，建立了证明光是波的事实。牛顿研究薄胶片上的彩色环，这个实验可以精确到1英寸的百分之一。²⁴ 牛顿发现，这种现象令人无法理解，除非把它看作一种周期形式——振动。散射现象同样也表现出明白无误的周期性。牛顿用自己的微粒说不能解释这些现象，但是也不能把它们从他的记





牛顿传

NEWTON

139

第
14
章

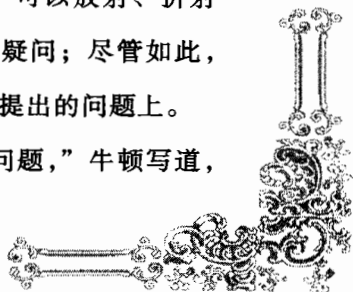
没
有
人
能
见
证
自
己
走
过
的
路

录上删除。牛顿不能理解粒子怎么可能是波，或者包含波动这一运动形式。牛顿用了一个很奇怪的词：装置，比如“方便反射的装置”和“方便传播的装置”。“也许当发光的物体散射出光线时，光被放进了这些装置中，并且在散播的过程中一直在这些装置中，因为这些装置是一种持久的特性。”²⁵

《光学》的内容涉及了宇宙学和玄学——牛顿在新的版本中纳入了更多的这方面内容。牛顿现在可以用权威的预期来谈论这个话题了。牛顿站在他的讲坛上发表了一个声明，一遍又一遍地重复他的那些权威观点：自然是和谐的，自然是简单的，自然是自我调节的。²⁶复杂可以被简化为有序，这是有规律可循的。空间是无限的虚无；物质是由原子组成的——坚固而不可穿透。这些微粒之间存在的不知名的力使它们相互吸引，“弄明白这种力是怎么回事，是实验哲学要做的事。”²⁷而牛顿及其继承者的使命则是完善自然哲学。牛顿留给后人继续研究的任务是：“用分析的方法研究很难的事物。”²⁸他们所需要做的，只不过是抓住现象，使用正确的方法。

作为皇家学会的主席，牛顿雇用了两个新的实验负责人。²⁹有时，牛顿会让他们演示或扩充《原理》中的重要内容。比如，有一次，从教堂的塔顶上往下扔铅块和充满气的猪膀胱。不过，牛顿更多的实验是关于光、热和化学的。有些实验探索了静电现象。例如，测试一个被布摩擦过的玻璃棒对羽毛的吸引力。看上去，似乎有某种力量可以穿透玻璃，移动很小的物体，而且还能发光。但是，到底是什么力量呢？在修改《光学》时，牛顿起草了新的“疑问”，比如，“是不是所有的物体内部都充满了一种微妙的、活跃的、有力的、可以放射、折射和反射光的电的力量呢？”³⁰牛顿抑制住自己的这些疑问；尽管如此，下一个世纪电学研究的踪迹似乎又返回到了《光学》提出的问题上。

“我刚刚开始分析那些等待人们去发现的现象和问题，”牛顿写道，





“对这些现象和问题提出一些线索和提示，并把它们留给今后的实验和观测去检验和改进。”³¹ 用炼金术无法解释的重要原理仍需要进一步的研究，比如产生地心引力的原因、发酵的原因、还有生命的起源。只有这些重要的原理才能解释运动的持续和变化、太阳的不断发热和地球的内部构造。这些原理把我们和死亡联系在一起。牛顿写道：

如果没有这些原理，地球、行星、彗星、太阳和其他的天体将是冰冷冻结的，成为丝毫不动的重量；所有的腐烂和产生的过程、植物和动物都将消失。³²

《光学》一书的内容在欧洲渐渐地传开了，很快，这本书的拉丁文版本在1706年问世了。³³ 尼古拉斯·马里布兰克神父，一位年迈的神学家和笛卡儿的信徒，对《光学》作了评论：“尽管牛顿先生不是物理学者，但是他的书非常有意思……”³⁴ 从来都没有机会与牛顿辩论数学的竞争者们在牛顿的玄学中发现了新的机会。牛顿把无限的空间说成是上帝的“感觉中枢”，他想通过这样的解释把普遍存在和全知者合为一体。无所不在的上帝对世界的感知是即时而完美的。但是“感觉中枢”这个词的运用暗示着能感到神圣感觉的器官，这使得牛顿无法应对他的竞争者在神学上的攻击：“我反复琢磨牛顿的措辞，觉得这个想法很可笑。”莱布尼茨对柏努利说。“就好像创造万物的上帝，需要一个感觉中枢。这个人对于玄学一点研究也没有。”³⁵ 这些曾经是牛顿的崇拜者的杰出学者现在都成了他的敌人。莱布尼茨表达了他对牛顿的真空概念的憎恶：“一个广阔的空虚世界是无法令人接受的；行星在这个空虚的世界里相互吸引——这太荒唐了！”他反对牛顿把绝对空间的概念作为分析运动的参考，嘲笑牛顿提出的万有引力。一个物体在没有任何物体推它或拉它的情况下，绕另一个物体运动——这根本不可能，即使是超自然。“我认为没有奇迹，这是不可能发生的。”³⁶





这个时候，莱布尼茨和牛顿之间的矛盾已经公开化了。比牛顿小4岁的莱布尼茨拥有非常丰富的生活阅历，他当过律师、外交官、汉诺威议院大臣，还周游过世界。17世纪70年代，两个人曾经通过信件，不过他们的口吻是试探和警觉的。在数学领域中，如果一个人不公开发表，想有效地说明他取得了哪些学术成就是很困难的。在通过奥登伯格转寄给莱布尼茨的一封长信中，牛顿称他已经掌握了一种解决切线倒转“和其他一些更复杂的问题”的“两步法”，接着，他把他的方法隐藏在一堆密码中：

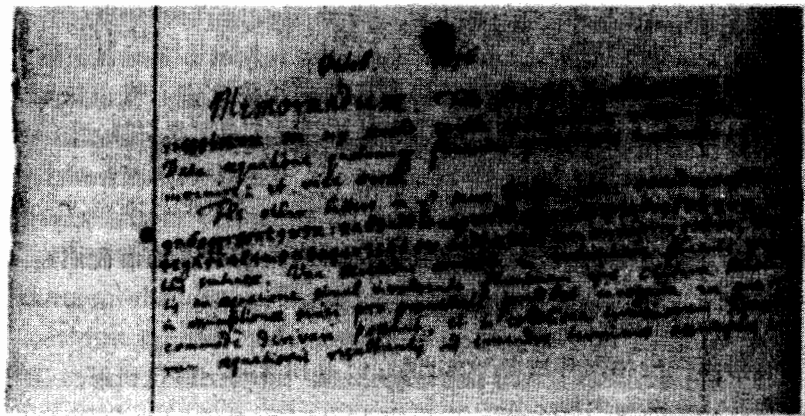
“现在我认为应当用调整过的字母来记录…

5accda10effh11i4l3m9n6oqqr8s11t9v3x:

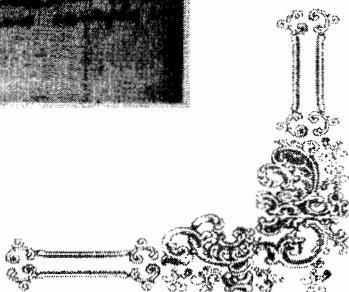
11ab3cdd10ezg10illrm7n603p3q6r5s11t8vx,

3aa4egh5i414m5n8oq4r3s6t4vaaddaeceeiijmmnnoprssssttuu。”³⁷

牛顿始终把密码的解法保存在他的一本早期的备忘录中。尽管这种密码别人不能破译，牛顿还是向莱布尼茨展示了他的强大的方法：二项式定理，利用无限数列，通过画切线，找到最大值和最小值。



与莱布尼茨的交流：密码的解法





牛顿传

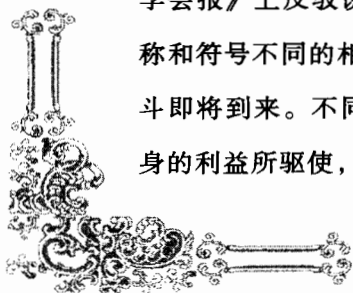
NEWTON

142

反过来，莱布尼茨根本不承认牛顿所说的方法，在1684年和1686年，他先后在一个新创办的学术杂志上面发表了相关的数学著作《求最大值、最小值和切线的方法》，但是对于既不是分数又不是无理数的量，要用一种单独的微积分方法来解决》。莱布尼茨提供了计算导数和积分的法则，并使用了有创新意义的符号： dx ， $f(x)$ ， $\int_a^b$ 。这是注重实际应用的数学，没经过证明的数学，一种解决“难度最大、最漂亮的问题”的“计算方法”。³⁸ 莱布尼茨为他的方法起了一个新名字——微积分。他旅行来到英格兰，恰好在牛顿的经典几何风格、隐藏了新分析方法的《原理》传到欧洲之前。

现在，10年过去了。牛顿在《光学》上发表他的数学论文的意图非常清楚，尤其是“求积分曲线”第一次展示了他的流数法。尽管表达方式不同，但是这就是莱布尼茨的微积分。莱布尼茨使用连续的微分的地方，牛顿的说法是在连续时间中的变化率。莱布尼茨表达的是离散的点，而牛顿表现的是一个连续统一体。对微积分的深入理解最终需要他们两个人之间的思想沟通，需要两个看上去矛盾的系统的转化和调和。

牛顿公开声明，他不光在1666年就发现了这一方法，而且早就把自己的研究成果告诉过莱布尼茨。牛顿公开了他写给莱布尼茨的信件——由颠倒字母顺序而构成的信和其他的相关文件。³⁹ 很快地，一封匿名的反击信就出现在莱布尼茨发表作品的那本德国杂志上，内容是说牛顿使用的是莱布尼茨的方法，尽管把“莱布尼茨的微分”叫做“流数”。这个匿名的评论者就是莱布尼茨本人。牛顿的信徒们在《哲学会报》上反驳说是莱布尼茨在读了解了牛顿方法的描述后，发表了“名称和符号不同的相同算法”。⁴⁰ 时间在针锋相对的辩论中流逝，一场决斗即将到来。不同的派别加入到这场学术争论当中，他们更多地被自身的利益所驱使，对整个事情的来龙去脉缺乏了解。





两位当事人在1711年公开地加入到这场冲突当中。莱布尼茨的一封信语气激烈的信寄到了皇家学会。这封信被当众大声朗读，并“被送到主席处，以便让主席了解信的内容”。⁴¹ 皇家学会任命了一个委员会来调查“多年以前的信件和论文”。⁴² 牛顿向委员会提供了这些文件。牛顿早期和约翰·柯林斯的信件终于公开于天下；在很多年以前，莱布尼茨看过其中的一些信件。调查委员会写了一份报告：一份对数学历史的详细分析。没有比这更清楚的对微积分的说明了，但是揭露并不是这份报告的重点，重点是这份报告是驳斥性的，目的是要谴责莱布尼茨，谴责他剽窃了牛顿的研究成果。报告判断，牛顿的方法不仅是首创的，而且在很多年里都更先进、更自然、更几何化、更有用，而且更可靠。⁴³ 报告用充满激情的雄辩维护了牛顿。不用说，牛顿就是这份报告的秘密作者。

皇家学会迅速地出版了这份报告。同时刊登在《哲学交流》上的还有一篇很长的对这份报告的评估——这事实上是编造的，其实也是牛顿秘密写的。他匿名地评论了自己的匿名报告，并且直率地说：

报告坦白地告诉我们，莱布尼茨假装发现已经被发现了的方法的目的。

报告很清楚地让我们明白，莱布尼茨没有想通过竞争光明正大地代替牛顿，而是通过其他一些手段，假装自己是这个方法的发明者。

牛顿写下这些话的时候，他不过是个初学者，他应当坦率地承认这一点。

牛顿义正辞严地声明：“没有人能够为自己走过的路作证。法官可能是非常不公正的，而且违背所有的法律。法官应该是认为任何人都可以为自己行为的原因作证的人，可能会非常不公正，做出违背法





律的行径。”⁴⁴

牛顿写的很多手稿都和莱布尼茨有关，对他无情的抨击重复了一次又一次，每次只改几个词而已。他们两个人最核心的争论是在哲学上的分歧。欧洲人尖锐地谴责牛顿的理论是架在奇迹和超自然之上的。什么样的推理，什么样的原因，是可以被允许的呢？为了捍卫自己是第一个发明微积分的人的言论，牛顿陈述了自己的法则，并且制定了一个鉴定科学的框架。莱布尼茨观察到的是不同的法则，为了和牛顿的研究辩论，这个德国人利用神学为自己争辩。通过纯粹的推理，他辩解说，由于上帝是完美的，他创造世界的技艺是无可挑剔的，因此，真空和原子是不可能存在的。他谴责牛顿和他的思想暗示了一个不完美的上帝。

牛顿把知识和实验捆绑在一起。如果遇到实验不能解释的问题，他就把这个没有得到解决的问题留下来。这种做法是适当的，但是却遭到了德国人的攻击：“用确定的事物满足他自己，而把不确定的留给别人，这好像是一种罪过。”

牛顿采用匿名的方式写道：

这两位先生的哲学思想大不相同。一个人说，哲学家们应当遵循从现象和实验到原因的步骤，从而找出原因的原因，最终得到最初的原因；而另一个人则说，最初的原因就是奇迹，而所有按照上帝的意愿形成的自然规律，都是永恒的奇迹和有神秘的性质，因此，不能被当做哲学问题来思考。但是，自然界的永恒普遍规律如果起源自上帝的力量或者一种我们不知道的原因引起的活动，那么它必须被叫做奇迹或神秘的性质吗？⁴⁵

牛顿的心里非常清楚：他和莱布尼茨分别独立地创立了微积分学。莱布尼茨对自己从牛顿那里学到的东西没有坦白地向公众交待，那是





牛顿传

NEWTON

145

第
14
章

没
有
人
能
见
证
自
己
走
过
的
路

一些知识的片断，还有一些是辗转从别人那里得到的知识，但是，莱布尼茨的发明从根本上来讲还是他自己的。牛顿首先创立了这一学科，他比莱布尼茨发明得更多，但是莱布尼茨做了牛顿没有做的事情，他发表了自己的发明，希望能为世界所用，并让世人来评判它的价值。是牛顿的保密引发了竞争和嫉妒。关于抄袭的争论因为两个人的知识构架不同而升温。在像17世纪的数学这样年轻而突然热起来的领域中，一个发现经常会被不同的人在不同的地方重复多次。⁴⁶

牛顿和莱布尼茨之间的争论在两个人去世之后的很长时间内仍然持续着。这限制了英国数学的发展，因为正统思想认为牛顿的符号不足为信。⁴⁷ 历史学家们对发生的事情了解得越多，就越感到整个事情的丑陋。没有人可以驳倒雷纳尔·费根伯姆的名言：“成年的人们，才华横溢而强壮有力，出卖他们的朋友，对敌人无耻地撒谎，满嘴都是充满憎恨的沙文主义脏话，而且时常相互抨击对方的人格。”⁴⁸ 牛顿的愤怒，莱布尼茨的怀恨，这些最黑暗的情绪几乎遮住了两个伟大科学家共享的伟大成就。

但是，关于发明权的争论促进了科学从私人的财产转化为公共事业。牛顿试图隐藏的那些汇集了哲学家的最新思想的文稿得以公布于天下。拘泥于形式主义的竞争终于把焦点聚集到共同的内在核心上。

牛顿晚年遇到的困扰在某些方面令人们对他的现代性失望了。不久，他的信徒发现这和他对炼金术的追求和对《圣经》语言的追求一样麻烦，如果这不是由完全相同的原因引起的。就在科学在英国形成一个公共机构的时候，牛顿自己却成了一个独裁者。他想尽办法消除胡克在皇家学会的残余影响，抢走了皇家天文台的威信，从弗拉姆斯蒂德手中夺走了这位天文学家毕生的工作成果——一份全面的行星目录。⁴⁹ 20世纪的杰出学者D.T.怀特赛德对此作出以下评价：





牛顿传

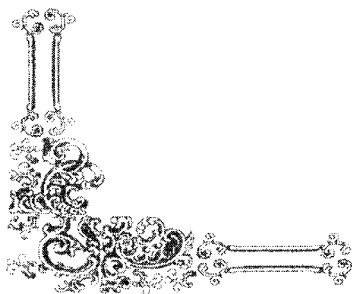
NEWTON

146

只有极少数的人能够拥有天才的智力和超人的能力，能在他们所属的那个时代印下自己的图像并在之后的岁月里被人们追随。监管一个国家的铸币厂，逮捕造假币者，成为一个政治人物，甚至向其他科学家下指令。在你完成了巨著《原理》之后，这些看上去就像是鲁莽而空虚的野心。

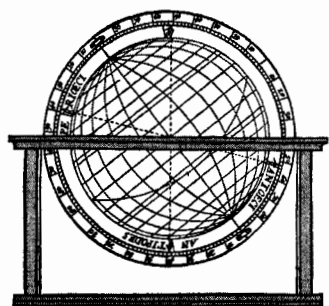
尽管如此，这好像还不足以来概括牛顿。⁵⁰ 牛顿一直担负着上帝的使命，寻求上帝的秘密，解读上帝的设计，但是他从来都没想过让别的哲学家接近他。他也不想领导信徒和学校。但是，还是有一群信徒追随着他。与此同时，也有很多人成了他的敌人。莱布尼茨从来都没有停止对道德上胜利的期盼。

莱布尼茨于1716年去世，作为汉诺威公爵的图书管理员度过了他的最后几年。而死神还没有降临到牛顿的头上。



第 15 章

大理石般冷静的头脑





《哲学会报》报道了对菲律宾群岛和西南非洲的霍屯督人的发现。¹ 受此消息的鼓励，在1726年，一个出版商出版了一套由一个叫莱缪尔·格列弗的上尉写的《到世界上的遥远国度旅行》（即《格列弗游记》）。上尉在书中描述了富于传奇色彩的人们：生活在大人国的人。格列弗的旅程的最后一站是Glubbudubdrib，那是一个巫师之岛。在那里，他听到有关古代人和现代人对他们所处时代的历史的故事。² 亚里士多德的形象是脸庞瘦削，胡子稀疏，他承认了自己的错误，认识到笛卡儿的漩涡理论将很快“产生轰动效应”，并且在认识的相对理论上作出了贡献：

他预测到了引力将有同样的命运。在这个问题上，当代的学者非常狂热地断言。他说，关于自然的新系统不过是新的时尚，它们的变化非常之快；就算是那些被发明者用数学原理展示的系统也只能是昙花一现，很快就会过时了。

亚里士多德的灵魂也许真的会这样想。人类的宇宙哲学从来没有像这样来去匆匆，迅速地更新换代。乔纳森·斯威夫特没有理由相信牛顿的哲学会长期地存在，并且经久不衰。

这几乎没有什么关系，伏尔泰讽刺地说。几乎没有几个人识字，而识字的人当中，能读懂哲学的寥寥无几。“能够思考的人是极少的，而他们对颠覆和扰乱世界不感兴趣。”³ 然而，受到牛顿的思想的影响，他开始用自己的写作方式——大众科学和编故事来传播牛顿的事迹。他讲述了苹果的故事，这是从牛顿的外甥女那里听说的。“关于无穷这个概念的迷宫和深渊是牛顿的一个新的征程。他向我们提供了探索这条道路的线索。”当许多法国人抱怨牛顿用神秘的引力代替了他们所熟悉的脉冲，进而声讨他的时候，伏尔泰却极力地为牛顿辩护。他模拟牛顿的语气，回应了这些人：





牛顿传

NEWTON

149

你们对脉冲的理解不比对引力的了解多。如果你们不能领会物体为什么有相互向对方的中心运动的趋势，那么你们就不能想像一个物体能推动另一个物体……我已经发现了物质的一个新性质，这是创造者的秘密。我已经计算出并且演示了它的效果；人们应当对我给这种性质起的名字发起争议吗？⁴

英格兰和欧洲其他的牛顿传记作家对牛顿的个人细节做了记录。这位伟人视觉清晰，牙齿也仅仅掉了一颗；他满头白发，谦虚而易于接近；他喜欢安静，不喜欢吵闹；他从来不笑，除了有一次人们问他读欧几里德的书有什么用的时候，他笑了；他死于膀胱结石，在几个小时的痛苦挣扎中，汗不断地浸湿他的额头，但他从来没有大声哭叫或抱怨过。⁵

在英格兰，新的流行报纸把好奇带到了乡村，牛顿的死在很长一段时间里激起了人们的诗歌创作热情，具有爱国主义色彩和抒情色彩的诗歌不断涌现。毕竟，他是研究光明的哲学家。挽歌作者好像给予了他发现三棱镜中的所有颜色的荣誉，鲜艳的红色、亮丽的橙色、深深的靛色。理查德·洛瓦特在1733年给《妇女日记》寄了一首诗：

牛顿为他的神秘的艺术

奠定了坚实的基础，

大不列颠的子孙们将继承他的事业的追求。⁶

牛顿是一位英雄，英国的英雄，新时代的英雄。他虽然没有挥舞着短剑，却探索着“新奇的法则”。他在知识和力量之间建立了真正的联系。不是所有的知识都一样有价值，《绅士杂志》就曾经抱怨学校教导学生的两门主要学科竟然是法语和舞蹈，但是却以欢愉的口吻报道了一枚纪念牛顿的奖章被粘在塔顶上一事。⁷更多的赞扬牛顿的诗歌接踵而来，一位热中者就曾写下了仅有两行的赞美诗：

第
15
章

大
理
石
般
冷
静
的
头
脑





致牛顿——沉默中的悲痛：

看，他躺在这里；他的世界在向世人大声宣告。⁸

亚历山大·波普的对句更受人们的欢迎：

自然和自然的法则躲藏在黑夜之中；

上帝说，让牛顿来吧！于是一切都变得明亮。⁹

在书面文字缺乏说服力的时候，公共讲座和有关旅行经历的演讲就受到了欢迎。牛顿成功地让他的主张得到验证。他曾经通过计算得出结论：地球在赤道附近略宽而且相对扁平。这一结论与笛卡儿学派的说法完全相反。1733年法国科学研究院提议解决这一争论已久的问题，并且派出两支探险队带着象限仪、望远镜和20英尺长的木杆去考察。一队向北到拉普兰，另一队向南到秘鲁。十年后，考察队返航了，他们带回来的测量数据证实了牛顿的观点。对恒星和行星的运行规律的掌握，就像人们对风向的了解一样，增强了国家船队的实力。哈雷用实例表明相信牛顿主义意味着什么。他曾经在计算出某个彗星的运行轨道后，戏剧性地预言这颗彗星将会每隔76年返回一次。这个预言在证实前很长时间里使英国人既激动又困惑。1715年，哈雷又预言了一次日全蚀。他发表了一幅单面印的图示，展示月球的阴影什么时候划到英国什么地点。皇家学会成员在指定时间聚集在一个庭院的屋顶上。在晴朗的天空下，他们看到夜幕突然降临，太阳的光环闪耀着，猫头鹰在空中到处乱飞。天文学家对天空奇观的预言令他们折服，而且对这种天文现象不再感到恐惧。¹⁰

当牛顿学说演化为一个新的正统思想时，它也就成了众矢之的。它不断遭到一些小册子作家的反驳，其中有些小册子就直接以《对牛顿哲学的评论：那些伪装的数学证明的谬论；牛顿哲学本身被充分地





证明从数学和物理两个角度看都是错误和荒谬的》¹¹ 这类评语作为标题。这些小册子充满了讽刺，其中一些设计巧妙，是看上去很有礼貌的讽刺。一个牛顿的信徒发生了转变，吉林厄姆的教区牧师写了一篇叫《神学原理指导下的数学》的论文，计算出福音书反证的概率会随着时间的消减，并于3144年减少为0。一个维也纳的内科医生佛朗茨·梅斯美尔，“发现”了动物磁性或者动物重力，开创了一个以牛顿学说为基础的治疗原则。梅斯美尔用自己的名字把这种疗法命名为：催眠术。（译者注：梅斯美尔的英文名字为Mesmer，催眠术的英文为Mesmerism。）

但是在英语中，牛顿学说不仅仅是一个词。在意大利出版了一个有启发性的小册子，书名为《对妇女如何利用艾萨克·牛顿先生的哲学的解释》。很快它就有了法语版本，英语版本也很快出现了，这个小册子一共有6段对话，语言生动，它使用平方的倒数法则来计算恋人在分手之后的相互吸引力。

这种英雄般的形式很快就不再流行。现在诗人不再赞美牛顿，但是他们热爱他，或者热中他的传奇故事。伊丽莎白·萨克罗说：

我看到了他一生的渴望，
寻找那似乎看不见的力量，
但是它的作用却又非常精确。¹²

在多少个世纪中，诗人们怀疑他，甚至把他看成是魔鬼——他谨慎的精神，冷冰冰的理性，他们对所拥有的神秘的掠夺。牛顿的形象一半是被他的朋友塑造的，一半是被他的敌人塑造的。

在1817年11月的一个寒冷的夜晚，诗人济慈和华兹华斯参加了浪漫主义艺术家本杰明·赫顿在他的画室里举行的晚宴。¹³ 赫顿向他们展示了他没有完成的油画——《耶稣进入耶路撒冷》，在众多簇拥着耶稣





的追随者中间，他画上了牛顿。济慈为此揶揄他，并且祝酒辞也是用嘲讽的语气说出的：“为了牛顿的健康，数学的混乱。”牛顿利用三棱镜使组成七色彩虹的颜色分散开。他把自然简化为哲学，并且建立了“共同事物的枯燥的分类”，他力图“通过法则和边界征服所有的神秘”。¹⁴ 雪莱抱怨道：

那些强大的宝石般的无限的球体，
只不过是固定在天空中的华而不实的金属斑点。
牛顿点亮的只是自己家乡的午夜！¹⁵

他无法认识到，星星能够成长为强大的球体完全是牛顿的功劳。同样地，华兹华斯对牛顿的印象也是冷酷而威严的。他在月光下看到三一学院的雕塑：

牛顿拿着他的三棱镜，面色平静，
大理石般冷静的头脑永远地
独自地，在陌生的海洋中航行。¹⁶

最讨厌牛顿的人要数作家威廉·布莱克了，他同时还是雕刻家和梦想家。布莱克既厌恶牛顿又尊敬牛顿。当给牛顿画像时，他画了一个半神半人像，全身赤裸，肌肉强健，双手敏捷。但是，布莱克同时也看到了一个想像中的敌人，一个立法者和镇压者——“不知名的、出神的、沉思的、秘密的、隐藏着黑暗的势力”。¹⁷ 和莱布尼茨及笛卡儿学派的人一样，他害怕牛顿思想中的真空。但是，又和他们不同，布莱克相信真空的存在：“这个令人厌恶的虚无，这个令人灵魂发抖的真空。”他责备牛顿的完美主义，谴责他作为一个真理寻求者的成功。“上帝禁止把真理限制在数学演示的范围内。”¹⁸ 他责怪牛顿远离了具体的例子而采用提炼和概括的方式，责备牛顿的战胜想像的推理和牛





顿以质疑获得知识的方式：

推理说，奇迹；牛顿却说，怀疑，

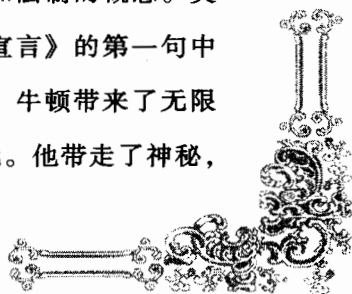
这是解释自然界的一切的方法。

怀疑，怀疑，没有实验就不要相信。¹⁹

布莱克还谴责牛顿扮演的角色——工业化和机械化的推动者。布莱克呼喊道：

我所看到的许多水车，没有轮子，只有暴虐的齿轮一个接一个地，靠相互压迫运动，完全不像在伊甸园里那样，轮子就是轮子，自由地旋转，平静而和谐。²⁰

牛顿带来了，又带走了。他带来了秩序、安全和法制的概念。美国的《独立宣言》通过洛克找到了牛顿思想，在《宣言》的第一句中引用了牛顿的自然法则之后，又把它扔回给英国人。牛顿带来了无限的宇宙，又带走了丰盈，因为随着无限而来的是虚无。他带走了神秘，





而对一些人来说，这意味着对上帝的虔诚。一个特别的宇宙已经变成了一个幸运的宇宙。

诗人笔下的牛顿已成为一个神话人物。没有人再愿意去读那些让牛顿成名的可以装满仓库的论文，那些手稿、论文的片断、计算草稿和各种猜想在英国的贵族家庭的私人收藏室中躺了一代人又一代人的时间。反对三位一体的异说谣传开，但仍然是个秘密。等到有人真正尝试为牛顿写一本传记的时候，已经整整一个世纪过去了。虔诚的大卫·布鲁斯特在1831年给了牛顿这个天才以应有的荣誉，强调了牛顿的朴素、谦卑和仁慈。尽管他看到了一些带有倾向性的手稿，但是，他还是坚定地断言：“假设艾萨克·牛顿先生是个炼金术信徒是没有任何理由的。”²¹

布鲁斯特对苹果的故事也保持着清醒，尽管他听过这个故事，还到沃斯索普看过那棵依然健在的苹果树。它为诗人们留在那里，为了证明牛顿传奇中提到的苹果树。诗人们知道了苹果的古老的引力：罪过和知识；知识和灵感。拜伦写道：

人和苹果一起下落，一起上升，
我们必须相信艾萨克·牛顿先生的揭露方式，
满天的星星就像没经过铺砌的收费公路，
人类的悲哀将得到补偿，
自从不道德的人类文明光芒四射，
各种各样的机械，很快蒸汽机将把人类带上月球。²²

成功增加了自信，定律占了上风，牛顿的继承者创造了一个更完美的牛顿主义，向理性决定论的极端方向努力。在革命后的法国，皮埃尔·西蒙·德·拉普拉斯（1749—1827，法国天文学家、数学家）用一种适合现代理论的方式重新表达了牛顿的机械论，变化率表示为倾斜





牛顿传

NEWTON

155

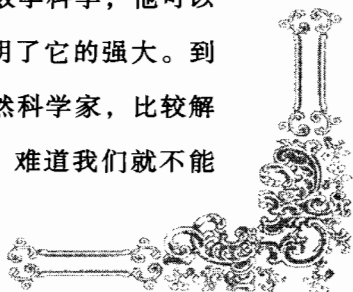
度和潜能。他设想了一种超级智能，一个完美的计算器，用数据代表物体在某一时刻的位置或力。需要人来做的只是应用牛顿的定律，这样一种智能工具将能够用来计算宇宙中最大的物体和最轻的原子的运动的公式。再没有什么是不确定的了，而未来将和过去一样展现在它的眼前。

哲学家们不再把牛顿当做他们当中的一员。康德（德国哲学家，1724—1805，古典唯心主义的创始人）在德国掀起了反对莱布尼茨和他的推理及有神论证明的浪潮，从康德开始，哲学开始吸收牛顿思想。康德将科学视为极其成功的事业，是以实验开始的知识。他把空间和时间带入认识论；把空间看作一种广大，不管它是不是空的；把时间看作另一种无限；两者都存在于我们之外，永恒地存在。我们带着对这些绝对概念的认识，开始探寻我们是如何知道我们所知道的事情的。但是后来，对哲学家们来说，牛顿成了一个奇特的人物。1924年，埃德文·亚瑟·伯特完成了他的《现代物理科学的纯粹哲学基础》，率先把这些基础的搭建都归功于牛顿，并且说：“在科学发现和公式化的领域中，牛顿是一个奇迹般的天才。作为一个哲学家，他不具备批判力，是粗线条的，他自己的思想和行为等等经常自相矛盾，甚至可以说是二流的哲学家。”伯特还顺便加了一句：“毫无疑问，几个世纪的形而上学的原始是值得拥有现代科学的。”²³

牛顿的《原理》成为道路上的分岔口：从此科学和哲学走上了两条不同的路。牛顿把许多关于自然的问题都从纯粹哲学的领域转移到物理这个新的研究领域当中。牛顿声明：“准备正在进行当中，我们可以更加安全地辩论。”²⁴同时也更不安全了：通过数学科学，他可以使论据和观点被证明是错的。²⁵这种脆弱性恰恰说明了它的强大。到了19世纪早期，乔治·居维叶（1769—1832，法国自然科学家，比较解剖学的创始者）羡慕地问：“在自然科学的历史上，难道我们就不能

第
15
章

大理
石般
冷静
的头
脑

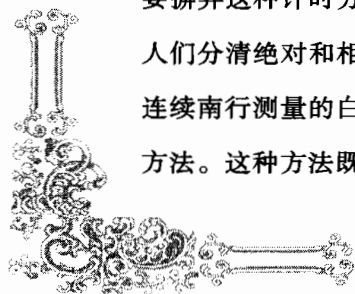




拥有自己的牛顿吗？哪怕就一天也行。”到了20世纪初期，社会科学家、经济学家和生物学家，也都渴望拥有他们研究领域中的牛顿。²⁶

科学似乎开始拒绝那个同样的完美：绝对存在的概念和决定论。爱因斯坦的相对论出现了，它是对绝对空间和时间的革命性攻击。他发现，运动扭曲了时间的流动和空间的几何学。重力不仅仅是一种力，不应该说的是，它还是空间—时间本身的曲率。质量同样需要重新定义，它成了一个可以与能量相互转化的量。²⁷ 乔治·伯纳德·肖通过收音机向听众们广播，牛顿学说是一个宗教，而现在它已经“崩溃，并且被爱因斯坦的宇宙取代了”。²⁸ T. S. 库恩在发布他的著名的科学革命理论时说，爱因斯坦把科学回归到提问和信仰上，“更像那些牛顿的前辈而不像是牛顿的继承者”。²⁹

在我们学到或者读到这些知识的以前，我们就一直用牛顿的方式来认识和理解空间和时间，质量和力。爱因斯坦确实动摇了牛顿钉紧的空间—时间的钉子，但是，他也生活在牛顿的空间—时间中：它在几何学上的严格和相对于世界的独立是绝对的，我们看到了，感觉到了。爱因斯坦所创造的不是心理学上的相对论。³⁰ 他在1919年曾说过：“不让任何人猜测这一点，牛顿的伟大成就真的会被其他的什么理论所代替。他伟大而明晰的思想将永远作为我们整个现代概念构架的基础而保留下来，它们独特的重要意义将永远存在。”³¹ 时间是过去和将来的累积，时快时慢，是不可测量和依靠的。时间和空间首先获得了援救，被绝对化、真实化和数学化了，普通人在考虑这些量的时候除了借助一些物体作为判断的参照物以外，没有更多的认识。这些参照物是粗糙的，一些要摒弃这种计时方法的观点在此时产生：不使用粗糙的参照物将方便于人们分清绝对和相对，真实和表面现象，数学的和普通的。利用太阳的连续南行测量的白天，长度总是在变化。哲学需要一种没有限制的测量方法。这种方法既要方便，又十分必要，能够创造物理学，提炼纯粹意





牛顿传

NEWTON

157

义上的时间和空间。虽然如此，牛顿为3个世纪后的相对论者留下了机会。他写道，可能没有方法可以来精确地测量时间；也可能根本没有真正静止的物体能作为其他地点和运动的参照物。

牛顿对光的微粒说被现代的量子理论否定了，尽管从某种意义上讲微粒说有一定的道理。爱因斯坦发现了质量和能量的守恒；而牛顿已经对它们的有机整体产生了怀疑：“物体和光是不是可以相互转换？物体是不是会从进入它们的光的微粒上获得更多的动力？”³² 牛顿从来没提到过力场，但是场的理论实际上诞生于他的重力和磁力围绕一个中心分布的观点。通过排除对物质凝聚力的各种解释，牛顿同样预见了亚原子力的存在。“有什么东西创造了结构坚固的原子，而这正是问题所在。让别人去求助于神秘力量来解释这个问题吧。我宁可从它们之间的凝聚力开始推断，某种力使得它们的微粒相互吸引，而这种力是极其强大的。”³³ 牛顿对这样一种力做了猜想，这种力相对于重力、磁力和电是独立的，可能仅仅存在于最小的距离之间。

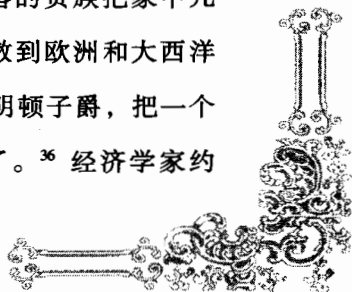
我们吸收了牛顿思想的精华，为数不多的总体性原理引出了数不清的物体的性质和运动。构建宇宙的砖瓦和法则在任何地方都是一样的。³⁴

没有人感到牛顿的遗产是一种负担。但是，他的后人可能会有种烦恼：牛顿可能太成功了，他的方法获得了太多的权威性，他对宇宙运动的研究是如此的彻底和精确。赫曼·邦迪说：“我们能做的可能只是跟随牛顿的脚步，我们可能仍然受到牛顿走的某一步的影响……我们不可能把它从我们的系统中清除出去。”³⁵ 牛顿所学到的早已成为我们所知道的一切的精髓，而我们对这一过程却毫无察觉。

20世纪早期，牛顿的论文开始散落到民间，没落的贵族把家中几代人的收藏拍卖掉。于是，牛顿的这些珍贵手迹流散到欧洲和大西洋地区的收藏家手里。1936年，凯瑟琳·巴顿的后代莱明顿子爵，把一个金属箱中装着的30万字的牛顿手稿分成329份拍卖了。³⁶ 经济学家约

第
15
章

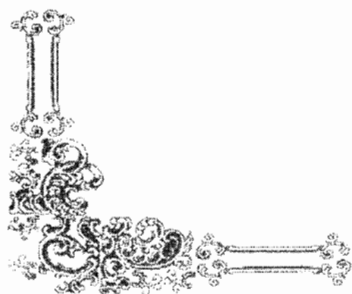
大理
石般
冷静
的
头
脑





牛顿传
NEWTON

158





翰·梅纳德·凯恩斯说，这种对牛顿不敬的行为让他深感不安。于是，凯恩斯设法在拍卖会上购得一部分手稿，渐渐地，他收集了这个箱子中三分之一以上的手稿。这些文稿的内容令他大为震惊：牛顿是个炼金术士、一个异端的神学者；他不是布莱克轻视的那种冷酷理论主义者，而是一个非凡的天才，一个“热情而激烈的灵魂”。凯恩斯还得到了牛顿去世时的画像——双目紧闭，满面怒容。牛顿至少请人画了20幅肖像，其中有一些不是生前画的，这些画每张都大不相同。

“牛顿不是推论时代的第一人，”凯恩斯站在三一学院一个光线昏暗的房间里，这样对他的学生和同事说。“他是最后一个炼金术士，他是拥有和我们继承的知识遗产的创始人一样的伟大头脑的最后一人。”³⁷ 而对牛顿的传统认识——“推论时代的圣人和君主”，是在凯恩斯之后才逐渐形成的。

牛顿直到死亡降临的那一刻一直隐藏了太多的东西。尽管健康状况愈来愈差，牛顿却从来没有停止写作。他外甥女的新任丈夫约翰·康迪特亲眼见到牛顿在他最后的日子里仍然在光线昏暗的条件下写作世界不可摆脱的历史——《修改后的古代王国年表》。³⁸ 他测算了每个国王的统治时期和诺亚时代的长度，利用天文学知识计算亚尔古（希腊神话中随同伊阿宋乘亚尔古舟，去海外寻找金羊毛的英雄）航海的日期。牛顿称，古代王国的时代实际上要比人们普遍猜测的时间晚好几百年。牛顿结合了他对所罗门神殿的分析，对国王们的邪神崇拜和自我神化做了阐述，提出他自己的异端信仰及对此的怀疑。但是，在这最后一次，他仍然没有公开自己的想法。

在他自己的房间里，在经历了一次痛苦的痛风之后，牛顿和康迪特坐在火炉前谈论彗星。牛顿说，太阳需要永恒不断的能量补充。彗星很可能向太阳提供了这些，就像把木头扔进火中一样。1680年的彗星到来的时候离我们很近，它还会回来的。牛顿说，一种可能性是在





绕轨道运行五六周之后，彗星可能会掉到太阳里面，为燃烧补充燃料，而它上面的所有居住者都将在火焰中死亡。³⁹ 但是，牛顿还说，这仅仅是个猜测而已。

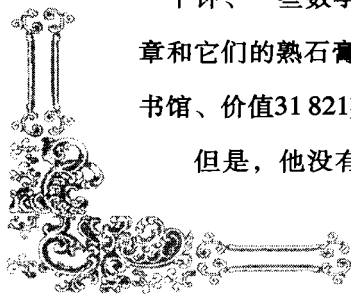
牛顿写道：“把自然界中所有的现象都解释清楚，对于任何一个人甚至一个时代来说，都是一项极其困难的任务。对一个人来说，最好的做法是做你有把握的事情，把剩下的留给后来者。”⁴⁰ 写着这段话的那张纸，也被牛顿遗弃在众多的草稿中。

躺在病床上的牛顿拒绝教堂的圣礼，医生们对减轻他的疼痛也无能为力。1727年3月19日，在一个星期天的清晨，牛顿走完了一个科学巨人的一生。星期四，皇家学会把他的死讯记录在他们的日志上：“主席的位置因艾萨克·牛顿先生的去世而空缺，因此今日无会。”

牛顿家族的几个祖先曾经让公证人起草遗嘱，指定由谁继承他们少得可怜的、以绵羊为主的财产。如果他们沒有留下这样的文件，他们的名字就随同身体从这个世界上消失了。一个早期的编年史作家在牛顿死后不久开始了对他的一生的研究。他钻研了沃斯索普教区的出生及埋葬登记册，然而发现的线索却少得可怜，绝大部分信息都“被破坏了，丢失了，或者被删除了”。这个作家抱怨道：“全国的记录是最不受重视的！负责这项事务的是一个当地的文盲教区牧师。他几乎就不会写字，不光懒惰，他还酗酒。”在一个陈旧的箱子中，一张牛皮纸上记录了这样的资料：“艾萨克是牛顿和汉娜·牛顿的儿子。”⁴¹

在他一生的84年中，牛顿聚集了一笔财富：家具大部分都是用深红色装饰的，深红色的窗帘、深红色的安哥拉山羊毛床和深红色的垫子、一个钟、一些数学工具和化学器皿、几瓶葡萄酒和苹果酒、39枚银制奖章和它们的熟石膏复制品、一个装有将近2 000本书和很多秘密手稿的图书馆、价值31 821英镑的金条和金币，⁴² 这是一笔数目可观的遗产。

但是，他没有留下遗嘱。



注解

首先要说明的是时间。在本书所讲述的那个时代，英国的日历比欧洲大部分地区的日历要晚，最早时要晚10天，后来的日历要晚11天。我采用的是英国的日历。在英国，3月25日被认为是一年的第一天，而不是普遍采用的1月1日。所以，英国人认为牛顿死于1726年的3月20日，而在别的地方，人们认为牛顿死于1727年。1727年尽管是错误的年代，但是被众人广泛接受，所以在这一点上，我用了欧洲人计算时间的方式，使用了现代的年的概念。

另外要说明的是语言。在绝大多数情况下，我保留了原始资料上的词语拼写和语言风格。但遇到牛顿（以及其他）使用了简写符号的地方，为了方便读者阅读，我采用了现代的书写方式。

*EPIGRAPH*是牛顿在自己去世的前一年留下的回忆录，其中记录了他如何制作了历史上第一台反射望远镜。由他外甥女的丈夫（John Conduitt）记录的。Keynes MS 130. 10.

1. 第一本牛顿传记的作者Brewster1831年在他的书中惊呼：“这对于那些空虚、专横的哲学家来说，是多么深刻的教训。”（*The life of Sir Isaac Newton*, p.303）。

2. Stukeley, *Memoirs*, p.34.



3. 伏尔泰曾经把他们比作情侣。他明智地说：“你可以因此敬佩牛顿，但是不能因此责怪笛卡儿。” *Letters on England*, 14, pp. 68–70.
4. 牛顿也不能让人们很快接受重力这个概念，尽管这个词在牛顿开始他的研究之前就出现了。在牛顿去世的前几年，学术作家完全有可能抨击牛顿的重力概念（“这种解释，看起来就像古代传说那样荒谬”）。他们不同意使用这个字眼。他们认为：“这是一种能让物体相互吸引或者排斥的性质或者力量；无知的每一个颗粒都具有这种性质或力量。无论距离的远近，不管在什么地方，这种性质或者力量都存在。它能够穿透太阳的中心，到达任何一颗行星。它不像其他的自然介质那样作用于物体的表面，而是作用于整个物体或它们的内部。这实在是一件叫人捉摸不透的事情。” Gordon, Remarks, p. 6.
5. Hermann Bondi, “Newton and the Twentieth Century—A Personal View,” in Fauvel et al., *Let Newton Be!*, p.241.
6. *Principia* (Motte), p.6.
7. 就像爱因斯坦本人知道的那样。Hermann Bondi这样说道：“每当我向人们解释相对论的时候，我总是说爱因斯坦的贡献被人们说成是很难理解的。这种说法其实是完全错误的。爱因斯坦的理论实际上非常地容易理解。只不过，很遗憾，他的理论都是以伽利略和牛顿的那些深奥难懂的理论为基础的。”
8. *Opticks*, Foreword, p. lix.

第1章 他将来适合干什么

1. 巴那巴斯63岁，相当富有；汉娜·阿塞科夫大概30岁左右；他们的婚姻是一个教区牧师促成的。汉娜的哥哥还为此替他们掏了一笔介绍费。双方达成了一项协议：小艾萨克必须留在沃斯索





普，史密斯会留给他一小块土地。汉娜的嫁妆是一块每年可以带来50英镑收益的土地。

2. 1643年5月13日，就在格兰汉姆附近，爆发了一场小规模冲突。那年的整个夏季，格兰汉姆的附近都在打仗，在接下来的近10年当中，也经常有冲突发生。
3. Cf. Clay, *Economic Expansion and Social Change*, pp. 8-9.
4. 商人被普遍认为应该“有文化，精通读写”。商人还要“懂得算术的技巧”，如果没有笔的话，他们就应该能用甲板上的计数器计算。Hugh Oldcastle, *A Briefe Introduction and Maner how to Keepe Bookes of Accompts* (1588), quoted in Thomas, “Numeracy in Modern England,” p.106.
5. 在他20岁那年的圣灵降临节前后，牛顿经历了一场内心的痛苦挣扎，他受到了自己良心的谴责。那时，他还在三一学院上学。牛顿用他自创的速记方式记录下了自己的罪过。他早期的过失包括：“威胁我的母亲和继父，要烧死他们并烧毁他们的房子。”他还回忆起他对母亲和同母异父的妹妹十分“暴躁”，他经常殴打妹妹和其他人，并且经常撒谎。Westfall, “Short-Writing and the State of Newton’s Conscience,” p.10.
6. Stukeley, *Memoris*, p. 43.
7. (在地球仪上表示全年太阳的赤纬和时差的) 地球仪8字曲线
8. Stukeley, *Memoris*, p. 43.
9. *Henry VI*, Part 3, II.v.21.
10. 最后，他写道：

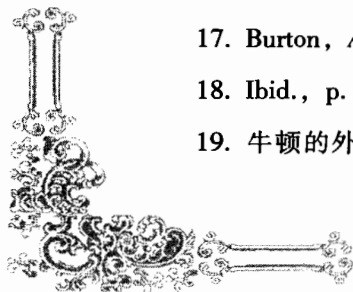
“真正的天体运动和我们用肉眼观察到的并不相同。要想发现天体的真正运动方式是件极其困难的事情，我们确实可以观察到发生这些运动的宇宙空间，可是我们看到的不是本质。不过，事情并不是完全没有关联。我们还是有一些线索的，比





如可以观测到的天体运动以及让真正的天体运动发生的力。如果两个球体，相距一段距离，它们之间用一根绳子连接。它们绕着它们共同的重心转动，从绳子绷紧的程度，我们可以得出让球体远离它们的运动轴心的力有多大，还可以据此计算出它们的圆周运动的量。” *Principia* (Motte), p.12.

11. Couth, ed., *Grantham during the Interregnum*, 1641–1649.
12. Stukeley, *Memoris*, p. 43. Whiteside (“Isaac Newton: Birth of a Mathematician,” p.56) .
13. 人们一直认为牛顿在儿童时代没有接受过数学方面的训练，但是格林汉姆博物馆 (D/N 2267) 收藏了牛顿的老师Stoke的笔记，“Notes for the Mathematicks”。Whiteside, “Newton the Mathematician,” in Bechler, *Contemporary Newtonian Research*, p.111. For acres cf. Petty, *Political Arithmetick*, and John Worlidge, *Systema Agriculture* (London: Dorling, 1687) .
14. 这段话在Manuel的Portrai中的57–58页被引用。Manuel还写道：“(牛顿笔记中的) 积极情绪缺乏得令人震惊。爱这个词从来都没有出现过，对高兴和渴望等情绪的表达也几乎见不到。对烤肉的喜爱似乎是牛顿拥有的惟一热情。”
15. Burton, *Anatomy of Melancoly*, p.14.
16. 更完整的话是这样的：“尽管过去在物理学和哲学领域出现过很多巨人，但是我告诉Didacus Stella:站在巨人肩膀上的矮人看得比巨人更远；我有可能比我的前辈看得更远。”这句话既不是这个格言故事的开头，也不是它的结尾。关于这一点，请参照Merton的*On the Shoulders of Giants*。
17. Burton, *Anatomy of Melancholy*, p. 423.
18. Ibid., p. 427.
19. 牛顿的外甥女的丈夫John Conduitt曾在牛顿去世后不久提起过





这本笔记；后来它连着几个世纪不见踪影；19世纪20年代它又出现在纽约Pierpont Morgan 图书馆里。

20. Stukeley, *Memoirs*, p. 42.
21. Bate, *Mysteryes*, p. 81.
22. 在那个时代还没有字典或者百科全书。牛顿很可能读过John Wihals介绍如何在一个主标题下面把单词归类的书, *A Shorte Dictionarie for Yonge Begynners* (1556); 或者Robert Cawdry的 *Table Alphabeticall containing and Teaching the True Writing and Understanding of Hard Usuell English Words* (1604); Francis Gregory的 *Nomenclatura Brevis Anglo-Latinum*.

第2章 一些哲学问题

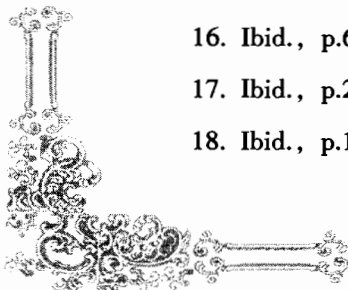
1. 这部分摘自牛顿在三年之后回忆并记录的自己曾经犯过的过失, 包括“拒绝按照母亲的命令关禁闭”; “殴打我的妹妹”; “对我的母亲和妹妹态度暴躁”。Westfall, “Short-Writing and the State of Newton’s Conscience,” pp. 13f.
2. Stukeley, *Memoirs*, pp.46–49.
3. Westfall, *Never at Rest*, p.53.
4. 几年之后, 牛顿已经是剑桥大学的一名新生。他凭借记忆在纸上画出液体力学的图表。甚至可以说, 牛顿在这门科学被发明之前就画出了这些图表。牛顿猜测空气阻力和水的阻力之间存在某种联系。“因为你可以仔细观察在水中运动的物体, 它拖着身后和它体积相当的水一起运动, 或者, 至少可以说水是被一种力推到物体后面的, 你可以通过观察水中的尘土颗粒得出这个结论。我想, 同样的情况也一定会在空气中发生。” *Questiones*, “Of Violent Motion,” Add MS 3996, p.21.
5. 据三一学院Note Book, MS R4. 48的记载。牛顿在大学的指导





教师是Benjamin Pulleyn。牛顿住校时曾经有过室友，但是他和他们根本就谈不上是朋友。

6. Westfall在他写的“Short-writing and the State of Newton's Conscience”中转录了剑桥Fitzwilliam博物馆的资料。Westfall说：“我们不得不得出这样的结论：要么青年时代的牛顿的思想是完全纯洁无瑕的，要么他自我反省的能力远远没有达到他那个年龄的人所应当具备的水平。而恐怕这两个结论都是正确的。”
7. Edward Ward, *A Step to Stir-Bitch-Fair* (London: J. How, 1700); Daniel Defoe, *Tour through the Whole Island of Great Britain* (1724) .
8. Aristotle, *Nicomachean Ethics*, II: 1.
9. 还包括“变热、变甜、变厚、变干、变白。” Aristotle, *Physics*, trans. R.P. Hardie and R. K. Gaye, VII: 2.
10. Ibid., VIII: 4.
11. Ibid., VIII: 1.
12. Cf. *ibid.*, III: 1.
13. 牛顿也读过一本意大利语的著作，这就是1610年在威尼斯出版的*Sidereus Nuncius*。牛顿是在他40多岁时得到这本书的。这本书在1880年首次被翻译成英文。
14. 一些传记作家认为是牛顿首创了这句格言，但是亚里士多德在他的*Nicomachean Ethics* I: 6中就表达了这种感情。关于对这句格言的起源更深的追溯请参照Guerlac的*Newton on the Continent*一书中的“Amicus Plato and Other Friends”。
15. *Questiones*, p.1.
16. Ibid., p.6.
17. Ibid., p.21.
18. Ibid., p.19.





牛顿传
NEWTON

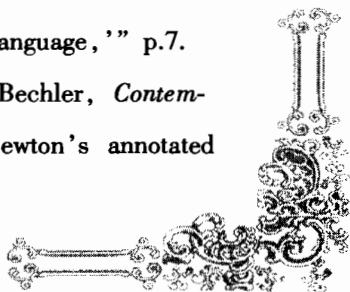
167

19. 居住在海边的人们很早就发现潮汐的运动和月亮、太阳的变化之间存在时间上的巧合。尤其是在北太平洋的沿岸和港口，修道士们几百年来一直记录与此相关的数据，尽管他们并没有外传他们的发现。

第3章 用运动的思想解决问题

1. Conduitt, "Memorandum relating to Sr Isaac Newton given me by Mr Demoivre in Novr 1727".
2. 因此, Whiteside说: “牛顿竟然只读过这么几部标准的当代数学著作。说实在的, 这真让我们有点失望。也许他还读过别的什么著作, 但是我们没有找到关于此的任何线索——在牛顿早期的论文中我们没有看到过Napier、Briggs、Desargue、Fermat、Pascal和Torricelli的名字, 甚至连阿基米德和巴罗的名字也没出现过。”引自Parler的*Annus Mirabilis*的75页的“Sources and Strengths of Newton's Early Mathematical Thought”。
3. 有一小部分人成为这场瘟疫的幸存者。剑桥最终的“疫情报告”说, 从1664年6月5日到1665年1月1日, 伦敦共有758人死亡, 其中只有9人不是死于瘟疫。大约有不到400人被传染上瘟疫, 但是最后康复。Leedham-Green, *Concise History*, p. 74.
4. 这是惟一一封保存下来的牛顿的母亲(或其他近亲)的信件。信纸的边缘已经十分破旧, 有些地方已经无法辨认。*Corres I*: 2.
5. Add MS 4004.
6. 人们普遍认为, 牛顿的思想转折期持续了18-25个月。Gjertsen, *Newton Handbook*, p. 24. Cf.
7. Elliott, "Isaac Newton's 'Of an Universall Language,'" p.7.
8. Whiteside, "Newton the Mathematician," in Bechler, *Contemporary Newtonian Research*, pp. 112-13. Newton's annotated

注
解





student copy of the Elements, Trinity College Library, NQ. 16. 201.

9. 牛顿在1664年的夏天读了被Schooten翻译成拉丁语的《几何学》。在牛顿对自己的数学思想发展历程的回忆中，牛顿总是尽可能地淡化了笛卡儿对他的影响。但是Whiteside的研究更加让人信服：“牛顿在1664年的最后几个月完成的一厚摞研究论文有力地证明了他的数学思想受到了笛卡儿的《几何学》中上百页内容的启发。我可以断言，是《几何学》让牛顿第一次真正认识了代数中的自由变量能轻而易举地表示某一未知特定量的能力。” “Newton the Mathematician,” in Bechler, *Contemporary Newtonian Research*, p. 114.
10. Keynes MS 130 (7), quoted by Christianon, *In the Presence of the Creator*, p.66.
11. *Biographia Britannica* (London, 1760), V: 3241; quoted by Westfall, *Never at Rest*, p.174.
12. 对无穷数列的认识源于研究代数中 Π 的表达方式。牛顿的前辈James Gregory, 尤其是John Wallis在这一问题的研究上率先有了一定成果。用最简单的话来说，小数点的运用暗示了无穷数列的存在；牛顿在早期的研究中写道：“如果用小数形式表示 $10/3$ ，那答案是 $3.333333333\cdots$ ，而这个数字是无穷的。” *Questiones*, p.65.
13. Math I: 134–41; Westfall, *Never at Rest*, pp.119–21. 牛顿认识到，这长式中隐藏了另一个数学问题，就是我们现在所说的对数的计算。许多年之后，牛顿回忆道：“我曾经无论走到哪里都随身携带我的计算草稿，因为我实在太为自己对无穷数列的发现感到高兴了。现在想想，真有点惭愧。” Newton to Oldenburg, October 24, 1676, *Corres II*: 188.





14. Descartes, *Principles of Philosophy*, in *Philosophical Writings*, I: 201.
15. 就是在牛顿去世的70年之后,人们仍然认为极微量是个难解的问题。Cohen and Westfall, *Newton: Texts*, p.400.
16. "Of Quantity," *Questiones*, p.5; *Math I*: 89.
17. *Questiones*; cf. *Math I*: 90, n.8.
18. Galileo, *Discorsi*.
19. *Ibid.*, 282.
20. *Ibid.*, 302 and 305.
21. *Questiones*, p.10.
22. *Questiones*, p.68.
23. Cf. *Math I*:377; Michael Mahoney, "The Mathematical Realm of Nature," in Garber and Ayers, *Cambridge History of Seventeenth-Century Philosophy*, p.725.
24. *Math I*: 29.
25. "To find the velocitys of bodys by the lines they describe."
Math I: 382.
26. *Math I*: 273.
27. 很久之后,牛顿回忆说:"在我研究一个数学问题的真相或解决方法的时候,我总是使用近似值,忽视了要写下0。但是,当我证明一个命题的时候,我总是按照严格的几何步骤进行,从没有忘记过0。" Add MS 3968. 41.
28. *Math I*: 377ff., I:392ff., and I: 400ff.
29. *Math I*: 402.
30. 就像Koyré所说的:"人类能够实现这一思想上的转变是牛顿的不朽的贡献之一。数学问题从某种意义上来说,要用物理学、用运动的思想来解答,要看到的不是它们的'存在',而





是它们的‘变化’。”

第4章 两个伟大的天体

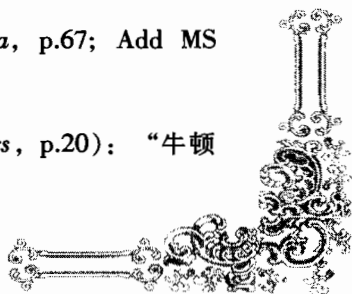
1. 20世纪最后一部有关科技革命的著作Steven Shapin的*Scientific Revolution*是这样开头的：“根本就没有什么科技革命，这本书将对此作出解释。”
2. Goodstein and Goodstein, *Lost Lecture*, p.39.
3. 1687年牛顿的《原理》的出现改变了一切。它使得亚里士多德的地心说宇宙论站不住脚了。1687年之后，中世纪的宇宙论也开始立不住脚了，因为它甚至不能在最低程度上提供一个除牛顿宇宙论之外能让人接受的说法。无可惋惜地，这种观点也被人们抛弃了。Grant, *Planets, Stars, and Orbs*, p.10.
4. 但是I. Bernard Cohen认为关于哥白尼掀起一场革命的说法是“18世纪历史学家凭空编造的产物”。他声称：“这场革命与哥白尼毫无关系，最多可以说这是伽利略和开普勒的功劳。”见*Revolution in Science*, p. x。同时，Cohen和其他一些学者还指出，尽管牛顿读过的书涉及范围很广，但是牛顿没有看过伽利略的*Discorsi*和开普勒的著作。直到他去世，他也不觉得他的图书馆中应该收藏托勒密、哥白尼和第谷的书。Cf. Whiteside in *Math*, VI: 3 n. and 6 n.
5. 开普勒的这两条推论现在被我们称作是开普勒三定律的前两条。通常我们认为这三条定律的发表是在1609年开普勒出版了他的巨作*Astronomia Nova*的时候。开普勒同时也发表了他对重力的观点：“重力是同类物体之间相互吸引的趋向（磁力就是重力的一种）。”但是，到了17世纪晚期，没有多少天文学家接受开普勒的观点。牛顿虽然在《原理》一书把开普勒看作是一位重要的先驱，但是他也不同意这个观点。I. B. Cohen指出：“这似





乎很明显，在1687年《原理》出版以前，并没有形成什么开普勒思想的革命。” *Revolution in Science*, p.132; Whiteside, “Newton’s Early Thoughts on Planetary Motion,” p.121; Ghertsen, “Newton’s Success,” in Fauvel et al., *Let Newton Be!*, p.25.

6. Galileo, *The Starry Messenger*, in *Discoveries and Opinions*, pp.27f.
7. 伽利略说月亮到地球的距离是地球直径的60倍。他计算出月亮山的高度是4英里，并得出错误的结论：地球上的山的高度连1英里都不到。在那个时候，观察月球比观察地球要容易。除以上内容外，关于月亮的直径、面积和体积是伽利略惟一用到数学的地方。
8. Wilkins, *Mathematical and Philosophical Works*, pp.34 and 11.
9. Bacon, “Of Tribute: Praise of Knowledge,” *Works* VIII: 125.
10. Bacon, *Novum Organum*, pp. 217 and 260.
11. Wilkins, *Mathematical and Philosophical Works*, pp.47, 49, 97, 100, 110–13.
12. Ibid., pp.4 and 13.
13. Ibid., pp.61 and 14.
14. Ibid., p.114.
15. 威尔金斯后来成为一个研究神学的学者。他还是个很有影响力的国会议员。他娶了奥利弗·克伦威尔的妹妹，不久当上了三一学院的院长。他后来搬到伦敦，成为新皇家学会委员会的一员。
16. Herivel, *Background to Newton’s Principia*, p.67; Add MS 3968. 41; Westfall, *Never at Rest*, p.143.
17. 第一位写牛顿传记的作家Stukeley说 (*Memoirs*, p.20): “牛顿





正在沉思关于重力的问题，这时一个苹果掉到了地上。”

伏尔泰曾经先后两次在书中讲到牛顿和苹果的故事，*An Essay on Epick Poetry*和*Letters on England* (p.75): “1667年，牛顿在剑桥附近的乡村度假。一天，他正在花园里散步，看到有水果从树上掉了下来，这让他对水果的重量产生了一个影响深远的联想，这其中的原因是所有的科学家一直在苦苦探索而普通人根本没有想过要问为什么的。”

接下来是牛顿外甥女的丈夫Conduitt。Conduitt写道：“牛顿在花园里沉思的时候想到，重力的力量（让苹果从树上掉到地上的力）并不局限于地球上的某段距离，它作用的范围一定比我们想象的要广。他自言自语：为什么重力的作用不能到达月球呢……” Keynes MS130. 4.

关于苹果的故事几个世纪以来一直不断演变。恐怕最有趣的版本要数20世纪的了。人们都说，苹果砸到了牛顿的头上。而实际上，没有必要这么说。

Westfall说 (*Never at Rest*, p.155): “这个故事通过把万有引力的概念看作是一个聪明的想法，把这个概念通俗化了。”当然，这确实是一个聪明的想法，我们可以深深地感到这一点。这个聪明的想法是一个人们和动物早就习以为常的事情（物体会掉到地上）的结晶。这个聪明的想法就是这个动作暗示了一个有待命名、研究和测量的力的存在。Westfall还补充说：“聪明的想法并不能形成科学的传统。”这是显而易见的，但是牛顿和苹果的故事似乎做到了这一点。

18. Galileo, *Two New Sciences*, p.166, quoted in Cohen, Franklin and Newton, p.103.

19. Add MS 3958. 45.

20. 距离单位腕尺指的是从肘到指尖的距离。Herivel, *Background*





- to *Newton's Principia*, pp. 183–191.
21. Thomas Salusbury, 1665.
 22. Herivel, *Background to Newton's Principia*, p. 186.
 23. Add MS 3958, in Herivel, *Background to Newton's Principia*, p. 197.
 24. 这就是后来被人们所知的开普勒第三定律，周期定律。
 25. Herivel, *Background to Newton's Principia*, p. 141.
 26. Herivel, *Background to Newton's Principia*, p. 158.
 27. Ibid., p.153.
 28. 拉丁语也不比英语好到哪儿去。试图使用更简单、更基础的概念来系统地给新概念下定义时，牛顿总是遇到障碍。Hall and Hall, *Unpublished Scientific Papers*, pp. 91 and 122.
 29. Herivel, *Background to Newton's Principia*, p. 155.

第5章 身体和感觉

1. Add. MS 3996.
2. “Imagination & Phantasie & invention,” *Questiones*.
3. Add MS 3975.
4. *Questiones*, p.43.
5. 1691年6月30日牛顿写给洛克的信，*Corres* III: 365.
6. Hooke, *Micrographia*, preface.
7. Charles Richard Weld在*History of the Royal Society*, I: 30和Ornstein在*Role of Scientific Societies*的93页和95页引用的威尔金斯的信件。
8. Charles Richard Weld 在 *History of the Royal Society*, I: 30和Ornstein在*Role of Scientific Societies*的第95页引用的威尔金斯的信件。

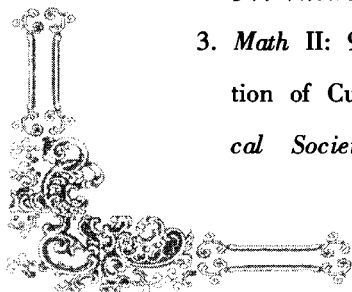




9. Bacon, *Novum Organum*, p.169.
10. "An Account of a Dog dissented by Mr. Hook," in Sprat, *History of the Royal Society*, p.232; Espinasse, Robert Hooke, p.52.
11. Pepys, Diary, May 30, 1667. "在他们展示完所有的实验之后, 公爵夫人仍然在尖叫。从她的表情可以看出, 她对自己所见到的一切充满了敬佩。"
12. 胡克对自己的起居情况和对伦敦的天气一样上心。这是一篇他的典型的记录: "又睡了一觉, 出汗, 射精。11点起床。喝了肉汤。去港口。两次大便。7点到9点和Tompion及J. Mores先生去Garaways抽了4管烟。睡觉。出汗。"
13. Ibid., p.64.
14. Ibid., p.55. 胡克并不介意承认他不知道的东西。"现在我要做的不是去搞清楚为什么这个或那个物体对光线的阻碍更大, 而其他的物体则容易透光。"
15. Ibid., p.67.
16. 见牛顿的笔记。"Out of Mr Hooks Micrographia," Add MS 3958 (3) .1.
17. Bacon, *Novum Organum*, p.30.

第6章 不是考虑最周全的, 就是最古怪的发现

1. Westfall, *Never at Rest*, p.179.
2. Fitzwilliam博物馆收藏的记录显示, 这些是牛顿在1669年购买的实验用品。
3. *Math II*: 99–150; W.W. Rouse Ball, "On Newton's Classification of Cubic Curves," *Proceedings of the London Mathematical Society*, 22 (1890–91) : 104–43.





牛顿传

NEWTON

175

4. 1711年，牛顿最终在他69岁的时候同意出版他的著作*De Analysis per Aequationes Infinitas*。
5. 1669年8月20日巴罗写给柯林斯的信，*Corres* I: 7.
6. 1670年1月牛顿写给柯林斯的信，*Corres* I: 9.
7. 1670年2月牛顿写给柯林斯的信，*Corres* I: 9.
8. 1670年2月格力高利写给柯林斯的信，*Corres* I: 18.
9. 学者们就牛顿对巴罗的沉默寡言展开过争论。I. Bernard Cohen 认为不能想象牛顿会在光的性质这一关键问题上向巴罗隐瞒了自己的研究成果。Cohen猜测，巴罗只是没有时间或者没有把心思放在重新展开光学研究上面。（*Franklin and Newton*, p.52）。但是，Christianson似乎认为他看到了牛顿的欺骗和对一个全心发展自己事业的人的伪善（*In the Presence of the Creator*, p. 125）。
10. *Lectiones*, p.108, quoted in Shapiro, *Optical Papers*, I: 15n.
11. 巴罗被任命为皇家牧师，三年后，成为三一学院的院长。
12. *Math* III: xx.
13. “很少有人去听牛顿的课，能听懂他的课的人就更少了。牛顿经常对着墙照本宣科……” Humphrey Newton, quoted by Conduitt, Keynes MS 135; in *Math* VI: xii n.现存的历史资料中没有任何听过牛顿讲座的人对此的回忆。
14. Shapiro, *Optical Papers* I: 47.
15. 1672年2月6日牛顿写给奥登伯格的信，*Corres* I; 40. “我已经停止了我在前面提到的磨制镜片的工作，因为我发现望远镜的完美程度并不是像人们认为的那样受限于玻璃的质量，而是受到光本身的影响。光本身是具有不同折射率的光线的混合物。”
16. 首先想到要制作反射望远镜的好像是James Gregory，尽管他从

注
解





来都没有成功地造出一台。Corres I: 159.

17. Corres I: 3.

18. Sprat, *History of the Royal Society*, p.20.

19. 的确，在1664年，皇家学会成立了一个委员会，专门从事英语的改进工作。但是，他们没有做出什么具体的事情来。

20. Hobbes, *Leviathan*, V.

21. 1612年伽利略写给Mark Welser的信。见Stillman Drake在*Discoveries and Opinions of Galileo*一书中的译文。

22. E.g., Corres I: 35.

23. Samuel Sorbière的*A Voyage to England* (1709)，引自Hall的*Henry Oldenburg*, p.52。

24. “会报”可能是这个新的系列刊物的最合适的称呼。“杂志”、“期刊”等词汇那时还没有出现，而像“公报”、“小册子”这些词都有暗藏着令人不太愉快的含义。Adrian Johns notes (“*Miscellaneous Methods*,” p.162.)

《哲学会报》几乎可以说是历史上第一种科学刊物。据Derek Gjertsen的记录，在《哲学会报》面世的两个月之前，巴黎出现了一种刊物，但是它的内容涵盖了历史、法律和自然哲学。*Newton Handbook*, p.431. 大约有300本第一期的《哲学会报》被卖掉了，但是这本刊物并没有给奥登伯格带来他理想中的收入。

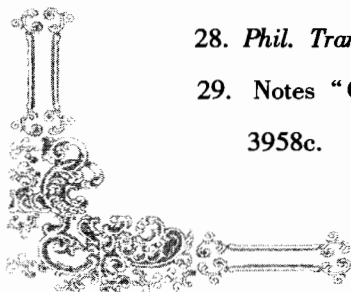
25. *Phil. Trans.* 3: 632; 3:693.

26. John Evelyn, *Diary*, III: 288–89, 295, and 325.

27. Samuel Butler, “The Elephant in the Moon” (1579) .

28. *Phil. Trans.* 1: 10; 3:792; 3:704; 3:43; 3:115.

29. Notes “Out of the Hystory of the Royall Society,” Add MS 3958c.





30. 1672年1月2日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres* I: 29 and I: 3.
31. 望远镜并没有给所有皇家学会的成员留下深刻印象。后来因日记出名的John Evelyn记录了这件事情。 *Diary of John Evelyn*, III: 601,
32. 1672年1月6日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres* I: 33.
33. 1672年1月18日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres* I: 35.

第7章 嫌恶和反击

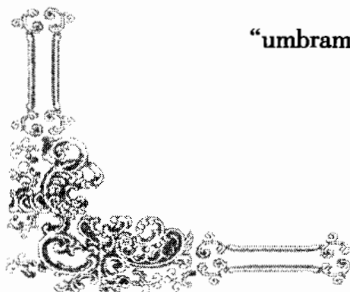
1. G. N. Watson, "Trinity College in the Time of Newton," in *Greenstreet, Isaac Newton*, p.146.
2. 1672年2月6日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres* I: 40。这实际上是一种马格纳斯效应。Heinrich Gustav Magnus在1852年“发现”了这种现象。此后, 这种现象被用他的名字命名。这比牛顿的描述晚了180年。
3. *Phil. Trans.* 80 (February 1672) : 3075.
4. 1672年2月6日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres* I: 40。
5. Thomas Kuhn列出了以下看到了“这种著名的光学现象”的名人: Seneca (公元1世纪)、Witelo (13世纪), 笛卡儿、马库斯、波义耳、格里马迪, 以及胡克。"Newton's Optical Papers", in Cohen, *Papers and Letters*, p.29. 有很多学者在探讨牛顿是什么时候、在什么地方得到棱镜的, 又是什么时候、在什么地方进行他的实验的。人们找到了各种各样的证据, 但是有些是相互矛盾的。
6. *Phil. Trans.* 80 (February 1672) : 3083.
7. 牛顿的这封长信是自期刊出现以来, 第一个被发表的重要科学作品。
8. 1672年2月6日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres* I: 40, pp. 96-





97 and n. 19.

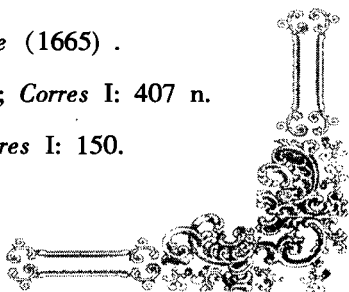
9. Add MS 3958 (3) .1, notes "Out of Mr Hooks Micrographia."
10. *Phil. Trans.* 80 (February 1672) : 3085.
11. "Newton's Optical Papers", in Cohen, *Papers and Letters*, p. 32.
12. Casper Hakfoort, "Newton's Optics: The Changing Spectrum of Science," in Fauvel et al., p.84.
13. E.g., *Corres* I: 41.
14. 1676年10月24日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres* II: 40, p. 188。
15. 1672年2月15日胡克写给奥登伯格的信, *Corres* I: 44。牛顿反驳说, 如果棱镜能给光上色的话, 那么胡克也可以说“木头在点火之前就可以发光了”。1672年6月11日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres* II: 67。
16. 1672年3月30日帕第斯写给奥登伯格的信, *Corres* I: 52。
17. 1672年4月13日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres* I: 55。
18. 1672年6月11日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres* I: 67。
19. *Corres* I: 99 and 103.
20. 1673年3月8日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres* I: 101; 1673年3月20日牛顿写给柯林斯的信, *Corres* I: 110; 1673年6月4日奥登伯格写给牛顿的信, *Corres* I: 112。
21. 1673年6月23日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres* I: 116。
22. 牛顿的沉默从1673年6月持续到1675年11月。
23. 1676年10月24日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres* II: 188。
"umbram captando eatinus perdidderam quietam meam..."





第8章 身处旋风的中心

1. Boyle, *The Sceptical Chymist*, p.57. 但是, 波义耳并不十分相信金是一种元素。
2. Ibid., p.3.
3. 1675年12月7日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres I*: 146.
4. Ibid., “避免说话兜圈子”。
5. 信的内容, 除了“假说”(没有在牛顿生前发表), 还包括“Note on the Discourse of Observations”(几十年后, 牛顿在《光学》第二部中基本上完整地引用了这些内容)。
6. 牛顿过于乐观了, 要在三四百倍的基础上再放大一千倍左右才能看到原子。 *Corres I*: 391 n.; Birch, *History of the Royal Society*, III: 303; S.I. Vavilov, “Newton and the Atomic Theory,” in *Royal Society, Newton Tercentenary Celebrations*, p.48.
7. *Corres I*: 146.
8. *Corres I*: 366.
9. 一向直觉很准的牛顿在这个问题上犯了错误。他忽略了另一种阻碍摇锤在真空中摆动的力, 绳子的摩擦力。不过, 在许多年以后, 即将完成他的《原理》的时候, 牛顿更加细致地重复了这个实验。从此他开始对以太失去信心了。 Cf. Westfall, “Uneasily Fitful Reflections on Fits of Easy Transmission,” in Palter, *Annus Mirabilis*, pp. 93 and 100 n.
10. *Corres I*: 368.
11. *Corres I*: 366.
12. *Physico-mathesis de lumine, coloribus et iride* (1665) .
13. Birch, *History of the Royal Society*, III: 269; *Corres I*: 407 n.
14. 1675年12月21日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres I*: 150.

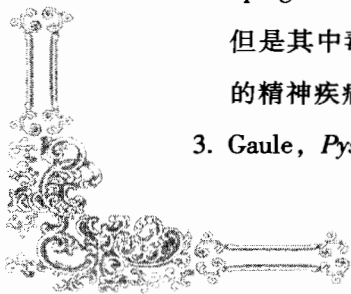




15. 胡克和奥登伯格在另一件事上有纠纷。奥登伯格大力宣传惠更斯发明的一种靠螺旋弹簧调节的表。但是，胡克说，他早就发明了这种东西。胡克有写日记的习惯，但是他几乎从来不在日记中提到牛顿，倒是奥登伯格的名字经常在他的日记中出现，比如像“撒谎的奥登伯格狗”、“奥登伯格是无赖和叛徒”等等。见胡克1675年11月8日和1673年1月28日的日记。
Espinasse, *Robert Hooke*, pp.9 and 65.
16. 1676年1月20日胡克写给牛顿的信, *Corres* I: 152。
17. 1676年2月5日牛顿写给胡克的信, *Corres* I: 154。
18. 一些评论家很高兴地发现，如果光从字面上来理解，胡克则算不上是牛顿谈到的巨人，因为胡克体形矮小，有些扭曲。与他同时代的John Aubrey这样形容他：“胡克中等个子，身材扭曲，面色苍白，头很大。”胡克的外貌与牛顿关于巨人的比喻之间没有任何关系。这就说明“站在巨人肩上”这个表达方式早就成为一种习惯用法了，不是牛顿的独创。Robert Merton对于这个短语的发展历程有很权威的研究。

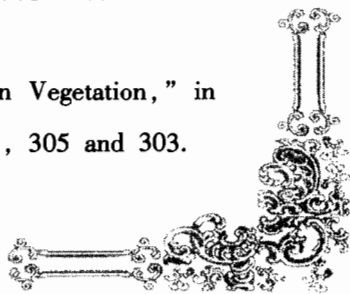
第9章 所有的东西都是易腐败的

1. Stukeley, *Memoirs*, pp.60–61; Humphrey Newton's recollection, Keynes MS 135; John Wickins, Keynes MS 137.
2. 研究人员在1979年对4根牛顿的头发的检验中发现其中的水银已达到有毒含量。Johnson and Wolbarsht, "Mercury Poisoning: A Probable Cause of Isaac Newton's Physical and Mental Ills"; Spargo and Pounds, "Newton's 'Ndrangement of the Intellect.'" 但是其中毒程度还有待确定，比如说水银中毒是否引发了牛顿的精神疾病。请参见Ditchburn, "Newton's Illness of 1692–3."
3. Gaule, *Pys-mantia*, p.360.





4. Keynes MS 33. Mr. F有可能是指 Ezekial Foxcroft (Dobbs, *Foundations of Newton's Alchemy*, p.112)。
5. 17世纪80年代, 牛顿雇了一个叫Humphrey Newton (与牛顿本人无亲属关系) 的抄写员。Humphrey Newton回忆道: “尤其是在春天和秋天的时候, 牛顿曾经连着6个星期把自己关在实验室里, 无论白天还是夜晚, 实验室里的炉火就没有熄灭过。有一次, 他在实验室里坐了整整一夜, 直到实验结束。我不了解他这样做的目的是什么, 但是他是那么的痛苦, 这让我觉得他想做的事是人类的艺术和工业所不能达到的。” Cohen and Westfall, *Newton: Texts*, p.300.
6. *The Works of Geber Englished by Richard Russell* (再版: London: Dent, 1928), p.98.
7. 朱砂的化学名称为硫化汞。炼金术士认为它是水银和硫“升华”的结果。他们还认为有一种“哲学意义上的水银”, 这是一种普遍存在的物质, 从许多其他的金属中都可以提炼出来。
8. White, *Medieval Technology*, p.131.
9. 当时水银的符号是一对毒蛇, 一公一母, 共同缠绕着一根长杖。
10. Add MS 3973, quoted in Westfall, *Never at Rest*, p.537.
11. Keynes MS 55, quoted in Dobbs, *Foundations*, p.145.
12. *Phil. Tans.* 10:515-33.
13. 1676年4月26日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres II*; 157.
14. Peter Spargo, “Newton's Chemical Experiments,” in Theerman and Seeff, *Action and Reaction*, p. 132: “据我所知, 再没有一个同时代的化学家, 包括波义耳在内, 对化学有如此深入的研究。”
15. “On Natures Obvious Laws and Processes in Vegetation,” in Cohen and Westfall, *Newton: Texts*, pp. 301, 305 and 303.





16. Add MS 56, quoted in Westfall, *Never at Rest*, p.299.
17. Cohen, *Revolution in Science*, p.59.
18. “De Gravitatione et æquipondio fluidorum”, in Hall and Hall, *Unpublished Scientific Papers*, p.151.
19. Add MS 3970. 3, quoted in Hutchison, “What Happened to Occult Qualities in the Scientific Revolution?”
20. 1675年12月7日牛顿写给奥登伯格的信, *Corres* I: 146.

第10章 异教，衰渎，过度崇拜

1. Westfall, *Never at Rest*, pp. 311–12.
2. 1675年1月他告诉奥登伯格：“时间已经临近了，我准备和我的研究员职位告别了。” *Corres* VII: X.132.
3. David Gregory 的备忘录，引自Cohen and Westfall, *Newton: Texts*, p.329.
4. “A Short Schem of the True Religion,” Keynes MS 7, in Cohen and Westfall, *Newton: Texts*, p.348.
5. *Principia* 941.
6. “宗教既是基础性的、不会改变的，又是因情形的、可改变的。”
“A Short Schem of the True Religion,” Keynes MS 7, in Cohen and Westfall, *Newton: Texts*, p.344.
7. 引自Westfall, *Never at Rest*, p.348.
8. 学者们一致同意古希腊的原文中没有“这三个人是一体的”这句话。现代的英语版本把这句话翻译为“三者达成了一致”。
9. “Two Notable Corruptions of Scripture”; *Corres* III: 83; etc.
10. 引自Dobbs的*Foundations of Newton's Alchemy*, p.164.
11. Whiston, *Memoirs*, pp.250 f.
12. 似乎是牛顿自己起草的这份赦令。没有人知道他是如何得到这





个特殊的皇家恩典的，有可能是巴罗替他说了情。

13. Yahuda MS 14, 引自 Westfall, *Never at Rest*, p.315.
14. Ibid., p.317 n.
15. Westfall, "Newton's Theological Manuscripts," in Bechler, *Contemporary Newtonian Research*, p.132.
16. "A Short Schem of the True Religion," Keynes MS 7, in Cohen and Westfall, *Newton: Texts*, p.345.

第11章 第一定律

1. Add MS 404.
2. 但是他们所看到的并不是哈雷彗星。哈雷彗星是1682年出现的。
3. Andrew P. Williams, "Shifting Signs: Increase Mather and the Comets of 1680 and 1682," *Early Modern Literary Studies* 1; 3 (December 1995) .
4. 1680年12月15日弗莱姆斯蒂德请克伦普顿转交给牛顿的信, *Corres* II: 242.
5. Schaffer, "Newton's Comets and the Transformation of Astrology," p.224.
6. 1681年1月3日弗莱姆斯蒂德写给克伦普顿的信, *Corres* II: 245.
7. 1681年2月12日弗莱姆斯蒂德写给克伦普顿的信, *Corres* II: 249.
8. 1681年2月17日弗莱姆斯蒂德写给哈雷的信, *Corres* II: 250.
9. 1681年2月28日牛顿请克伦普顿转交给弗莱姆斯蒂德的信, *Corres* II: 242.
10. "我认为要解决这一问题的惟一途径就是假设彗星没有在太阳和地球之间运动, 而是在绕着太阳运动。" Ibid.
11. 1679年11月24日胡克写给牛顿的信, *Corres* II: 235.





12. 1679年11月28日牛顿写给胡克的信, *Corres* II: 235.
13. *An Attempt to Prove the Motion of the Earth by Observations* (London: John Martyn, 1674.)
14. 1679年11月28日牛顿写给胡克的信, *Corres* II: 235. 而胡克认为牛顿撒了谎: “他在假装不知道自己提出的假设。” 胡克的判断是对的。牛顿在1686年给哈雷写信的时候承认了这一点。 Cf. Koyré, “An Unpublished Letter of Robert Hooke to Isaac Newton,” in *Newtonian Studies*, p.238 n., and Westfall, *Never at Rest*, p.383 n.
15. 1679年11月28日牛顿写给胡克的信, *Corres* II: 236.
16. Koyré, *Newtonian Studies*, p.246.
17. 1679年12月9日胡克写给牛顿的信, Koyré, *Newtonian Studies*, p.248 and *Corres* II: 237.
18. 牛顿在1686年6月20日写给哈雷的信中说: “我给他(胡克)回信说我已经把对自然哲学的研究扔在一边了。我希望他不要再给我写信了, 我也不会给他回信的。” *Corres* II: 288.
19. 胡克在他的图上, 错误地把地球的中心画在了椭圆的中心位置, 而不是椭圆的一个焦点上。见1679年12月9日胡克写给牛顿的信, *Corres* II: 237; 1679年12月13日牛顿写给胡克的信, *Corres* II: 238。
20. 1680年1月6日胡克写给牛顿的信, *Corres* II: 239。
21. 1680年1月17日胡克写给牛顿的信, *Corres* II: 240。
22. 哈雷在1686年6月29日给牛顿的信中说: “胡克先生他早就完成了对平方反比定律的论证。他之所以等到现在才说, 就是为了让更多研究这个问题的人尝到失败的滋味, 这样他们才知道他的研究成果有多伟大。” *Corres* II: 289。
23. Add MS 3965, *De Motu Corporum*, in Hall and Hall, Un-



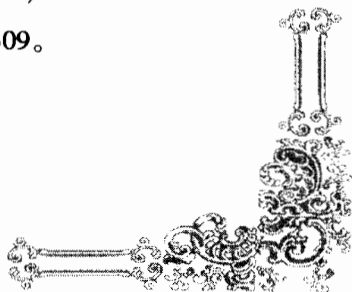


published Scientific Papers, p.241.

24. *De Motu Corporum in Gyrum*, in Herivel, *Background to Newton's Principia*, pp.257-89.
25. 1684年12月27日弗莱姆斯蒂德写给牛顿的信, *Corres II*: 273.
不过, 弗莱姆斯蒂德最后还是读到了这篇论文。
26. 1684年12月27日和1685年1月12日弗莱姆斯蒂德写给牛顿的信,
Corres II: 273 and 276.
27. Humphrey Newton的回忆录, 引自Westfall的*Never at Rest*, p. 406.
28. *Principia* 382.
29. *Principia* 414.
30. *Principia* 408.

第12章 惯性定律

1. Birch, *History of the Royal Society*, 4: 480
2. Humphrey Newton (与牛顿本人没有亲属关系)
3. Birch, *History of the Royal Society*, 4: 480
4. 1686年5月22日哈雷写给牛顿的信, *Corres II*: 285.
5. 1686年5月27日、6月20日、7月14日以及7月27日牛顿写给哈雷的信, *Corres II*: 286, 288, 290, 291.
6. Westfall, *Never at Rest*, p.449.
7. 1686年6月20日牛顿写给哈雷的信, *Corres II*: 288.
8. Francis Willoughby and John Ray, *Historia Piscium* (London: John Martyn, printer to the Royal Society, 1678) .
9. 1687年7月5日哈雷写给牛顿的信, *Corres II*: 309.
10. *Phil. Trans.* 16: 291.
11. *Principia* 416-17.



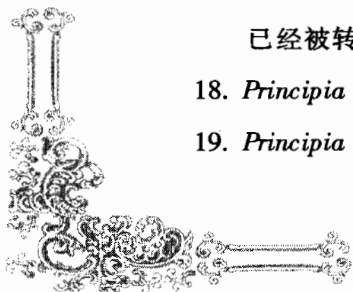


12. Cf. J. R. Milton, "Laws of Naature," in Garber and Ayers, *Cambridge History of Seventeenth-Century Philosophy*, p.680. 他们在研究出成果之后，没有想到要用“定律”来命名。开普勒的定律的发现时间要比牛顿的早，但是有关“开普勒定律”的提法是18世纪才出现的。
13. *Natura valde simplex est et sibi consona*. "Conclusio" (Add MS 4005), in Hall and Hall, *Unpublished Scientific Papers*, p.333.
14. 现代的物理系学生发现，他们可以利用微积分轻而易举地推导出牛顿曾经得出的结论，但是他们却很难理解牛顿在其《原理》中是如何使用几何方法得出相同结论的。牛顿在几百年前就已经预见到这一点。1717年，也就是在《原理》出版的30年后，牛顿以第三人称的口吻写了一封匿名信：

“正是借助这种新的分析方式牛顿先生提出了《自然哲学的数学原理》一书中的绝大部分主张。而在宇宙中的天体被证明具有几何意义之前，人们根本就不接纳几何学。这就使得这些没有几何知识的人难以理解牛顿先生的主张。（《哲学会报》 29 (1715): 206)。”

牛顿借用类似于以上这种匿名为自己辩护的形式与莱布尼茨在谁发明了微积分的问题上争论不休。学者们对此也难辨是非。

15. *Principia* 442.
16. *Principia* 590.
17. 这是Conduitt在牛顿去世后的回忆，但不是他说的原话，应该已经被转述两三次了。Keynes MS 130. 6.
18. *Principia* 793 and Keynes MS 133.
19. *Principia* 790.

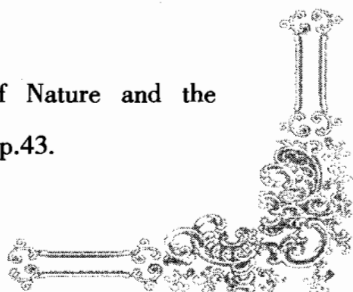




20. *Principia* 803.
21. 在这个问题以及其他一些问题的计算中，牛顿改动了数字以操纵计算的精确度。不过，没有人识破牛顿的欺骗。牛顿认为科学应该涵盖世间万物，他有责任计算所有的问题。与牛顿相反，伽利略则选择放弃计算的精确性，他说对待像空气阻力这样善变的东西不可能套用“一定的法则和准确的描述……因此，不应当对这些问题的计算在准确度上有过高要求”。正如Westfall所说：“一直以来，现代物理学完全以《原理》为模型。正是因为对它的熟悉，人们很少意识到《原理》中的各种计算是具有突破意义的。” Westfall, “Newton and the Fudge Factor,” *Science* 179 (February 23, 1973): 751.
22. *Principia* 807.
23. *Principia* 806.
24. *Principia* 814.
25. *Principia* 829.
26. Add MS 3965, “De motu corporum,” in Hall and Hall, *Unpublished Scientific Papers*, p.281.
27. *Principia* 875–78 and 839.
28. Galileo, *Dialogue*, pp.445 and 462.
29. 引自Westfall, *Never at Rest*, p.464.
30. 1667年5月15日奥登伯格写给Fransisco Travagino的信。
31. *Principia* 943.
32. *Principia* 382.

第13章 他和其他人一样吗？

1. “Aphorisms Concerning the Interpretation of Nature and the Kingdom of Man,” Bacon, *Novum Organum*, p.43.





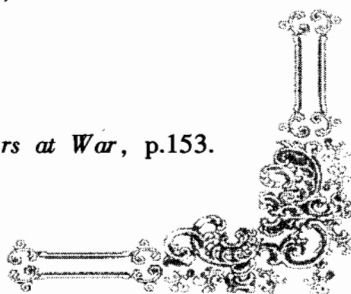
2. *Phil. Trans.* 186: 291.
3. 1687年哈雷写给詹姆斯二世的信, *Corres* II: 310. 国王收到的这本赠书没有保存下了, 因此人们已经无从知晓国王是否在上面留下了任何阅读的痕迹。
4. Halley, "The true Theory of the Tides, extracted from that admired Treatise of Mr. Isaac Newton, Intituled, *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*," *Phil. Trans.* 226: 445, 447.
5. Untitled draft, *Corres* II: 301.
6. 1689年2月21日牛顿写给John Covell的信, *Corres* III: 328.
7. Godfrey Kneller, 1689.
8. 1690年11月14日牛顿写给一个朋友的信, *Corres* III: 358.
9. 1693年11月22日佩皮斯写给牛顿的信, *Corres* III: 431.
10. 1691年12月牛顿写给洛克的信的草稿, *Corres* III: 377.
11. Defoe, *A Journal of the Plague Year*, p.1.
12. Johns, *The Nature of the Book*, pp.536-37.
13. 三份期刊分别是*Bibliothèque Universelle et Historique* (1688年3月), *Acta Eruditorum* (1688年6月) 和 *Journal des Sçavans* (1688年8月)。
14. Keynes MS 130. 5, 引自Westfall, *Never at Rest*, p.473.
15. 1693年2月25日牛顿写给Bentley的信, *Corres* III: 406.
16. Draft of the General Scholium (section IV, no.8, MS C), in Hall and Hall, *Unpublished Scientific Papers*, p.90.
17. 1692年12月10日牛顿写给Bentley的信, *Corres* III: 398.
18. *Corres* III: 395.
19. "The Rise of the Apostasy in Point of Religion," Yehuda MS 18, Jewish National and University Library, Jerusalem.
20. 有关牛顿精神崩溃的细节总是会引起人们的争论和猜测。说到





那场火，多数人认为牛顿的一些文章在他将近80岁的时候被火烧掉了。Westfall甚至认为：“我认为还有一场火。这场火让精神敏感的牛顿精力分散了。” *Never at Rest*, p.538. 另外一个牛顿的故事是有关一条叫钻石的狗和蜡烛的 (cf. *Bartlett's Familiar Quotations*), 这个故事完全是编造出来的。关于水银中毒，牛顿确实有一些中毒的症状，像失眠和明显的妄想症，但是这些症状都是暂时性的，其他的中毒症状没有在牛顿身上发现。现代科学家经测试发现牛顿的头发中确实含有过量的水银，但是却无法测定头发的年代。关于牛顿精神问题的讨论，请参见Spargo and Pounds, “Newton's ‘Derangement of the Intellect’”; Johnson and Wolbarsht, “Mercury Poisoning: A Probable Cause of Isaac Newton's Physical and Mental Ills”; Ditchburn, “Newton's Illness of 1692-3”; 以及 Klawans, *Newton's Madness*.

21. 1693年9月13日牛顿写给佩皮斯的信，以及1693年9月16日牛顿写给洛克的信；*Corres* III: 420 and 421.
22. 1693年9月26日佩皮斯写给米灵顿的信，*Corres* III: 422.
23. Whiteside, *Math* VII: 198.
24. David Gregory 是当时新任的剑桥大学天文学教授。“David Gregory's Inaugural Lecture at Oxford,” *Notes and Records of the Royal Society* 25 (1970) : 143-78.
25. Whiston, *Memoirs*, p.32.
26. *Oeuvres de Huygens* XXI: 437, quoted in Westfall, *Force in Newton's Physics*, p.184, and cf. Guerlac, *Newton on the Continent*, p.49.
27. Guerlac, *Newton on the Continent*, p.52.
28. 没有发表的草稿，quoted in Hall, *Philosophers at War*, p.153.

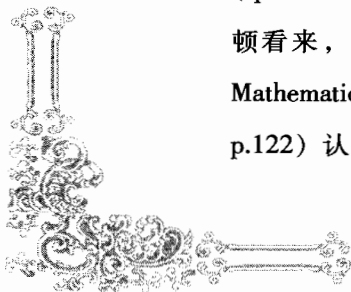




29. 1693年3月7日莱布尼茨写给牛顿的信, *Corres* III: 407. 自从16年前的一次通信之后, 这是他们第一次联系。
30. David Gregory的备忘录, *Corres* IV: 468, Flamsteed的回忆录, *Corres* IV: 8 n.; 1694年1月7日牛顿写给弗拉姆斯蒂德的信, *Corres* IV: 473。
31. 1695年7月20日牛顿写给弗拉姆斯蒂德的信, *Corres* IV: 524。
32. 1699年1月6日牛顿写给弗拉姆斯蒂德的信, *Corres* IV: 601。
33. 1699年1月10日弗拉姆斯蒂德写给牛顿的信, *Corres* IV: 604。
34. Nicholas Kollerstrom完成的计算机辅助分析“牛顿的被遗忘的月球原理”是具有权威性的。Kollerstrom像哈雷一样高度评价了这个原理。他说, 牛顿的计算很精确, 这足以让他获得议会在1714年设置的1万英镑奖金。
35. Westfall, *Never at Rest*, p.550. 虽然三一学院保留了牛顿的教授职位和工资表, 但是牛顿极少回到剑桥, 而且“据我们所知, 他从来都没有给在剑桥大学的熟人写过信。”

第14章 没有人能见证自己走过的路

1. Westfall, *Never at Rest*, p.699.
2. 这个难题就是求物体在自身重力作用下在最短时间内落到指定点的运动曲线(最速降线)。(这个问题的答案的形状基本上与过山车最快的轨道的形状一致。)伽利略认为, 最速降线就是圆的一段弧。实际上, 这应该是被称为摆线的曲线。正在研究微积分的柏努利则希望能够挑战牛顿和他提出的这个问题。(quoted by Mandelbrote, *Footprints of the Lion*, p.76.) 在牛顿看来, 这根本就谈不上是个难题。Whiteside (“Newton the Mathematician,” in Bechler, *Contemporary Newtonian Research*, p.122) 认为这证明了牛顿的数学能力: “在几年前牛顿的‘无





穷量的最大值和最小值’的方法就能立刻判断出这个曲线属于摆线。”

3. Westfall, *Never at Rest*, p.721.
4. Valentin Boss, *Newton and Russia*.
5. Hoppit, *A Land of Liberty?*, p.186.
6. *Wisdom of Solomon* 11:20.
7. Petty, *Political Arithmetick*.
8. 牛顿在上任监管时被要求发誓：“我将不会向任何人透露铸币的工艺。” *Corres* IV: 548.
9. *Corres* IV: 551.
10. Richard de Villamil, *Newton the Man* (1931), pp. 14–15.
11. Manuel, *Portrait*, p.262.
12. 1696年3月19日蒙太格写给牛顿的信, *Corres* IV: 545.
13. 比如说, 银在中国比在欧洲值钱, 套汇的做法随即产生。牛顿写道：“必须把我们的银送到中国去……我们和中国的金贸易肯定会增加我们的货币量, 这对整个国家都有好处。”
Craig, Newton at the Mint, p.43.
14. “Observations concerning the Mint,” *Corres* IV: 579.
15. *Corres* I: 806.
16. Signed, “Your near murderd humble Servant W.Chaloner.”
17. 备忘录, “Of the assaying of Gold and Silver, the making of indented Triall-pieces, and trying the moneys in the Pix,”
Mint Papers (Public Record Office, Kew), I: f.
18. 牛顿分别在1702年的4月和12月开出了账单。
19. 沃利斯写给牛顿的信, *Corres* IV: 503 and 567.
20. Stukeley, *Memoirs*, p.79.
21. 拉丁语版的《光学》在两年后(1706年)出现, 这比1729年





《原理》的首个英文版本要早很多年。

22. *Advertisement to Opticks*, 第一版。
23. *Opticks*, Query 29, p.370.
24. 这种现象现在仍然被叫做“牛顿环”。不过，尽管牛顿不愿意承认，对这种现象的最早研究出现在胡克的《微观世界》里。
25. *Opticks*, book II, part 3, proposition XIII, p.280.
26. *Opticks*, p.376.
27. *Opticks*, p.394.
28. *Opticks*, p.404.
29. 这两个新的实验室负责人是Francis Hauksbee，波义耳的前助手，以及John Theophilus Desaguliers，后以用诗歌形式宣传牛顿而闻名。
30. Heilbron, *Physics at the Royal Society*, p.65.
31. *Opticks*, p.405.
32. *Opticks*, pp.399–400.
33. 这本书的法语版直到1720年才出版。
34. Guerlac, *Newton on the Continent*, p.51 n.
35. “我甚至发现有一些东西，像关于力的定律，并不完全是他的研究成果。” 1715年3月29日莱布尼茨写给柏努力的信，*Corres* IV: 1138.
36. Alexander, *Leibniz–Clarke Correspondence*, p.30.
37. 1676年牛顿写给奥登伯格的信，*Corres* II: 188. Cf. *Principia* 651 n.
38. *Acta Eruditorum*, May 1684, trans. D.J. Struik, in Fauvel and Gray, *History of Mathematics*, p.434.
39. 牛顿写给莱布尼茨的信最早在1699年刊登在约翰·威尔金斯的杂志*Opera Mathematica*的第三期上。

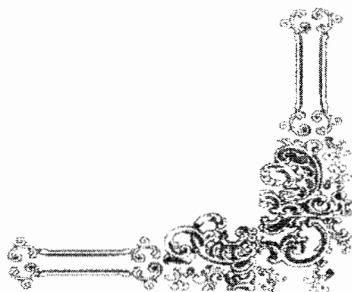




40. John Keill, *Phil. Trans* 26 (1709), quoted by Westrall, *Never at Rest*, p.715.
41. *Corres* V: xxiv.
42. "An Account of the Book Entituled *Commercium Epistolicum, Collinii et Aliorum, de Analysis Promota*," *Phil. Trans.* 342 (February 1715) : 221.
43. *Ibid.*, pp.205 and 206.
44. *Ibid.*, pp.216, 209 and 208.
45. *Ibid.*, pp.223-24.
46. "Plagiarism in the Seventeenth Century, and Leibniz," in Greenstreet, *Isaac Newton*, p.135.
47. 牛顿的微分符号是带点的字母。到了19世纪, 莱布尼茨的微分符号终于战胜了牛顿的字母, 被广泛使用。
48. Lenore Feigenbaum, "The Fragmentation of the European Mathematical Community," in Harman and Shapiro, *Investigation of Difficult Things*, p. 384.
49. Baily, *Account of the Revd John Flamsteed*, p.294. 弗拉姆斯蒂德不久就去世了, 他担任了45年皇家天文学家, 他死后, 哈雷接替了他的位置。
50. *Math* VII: xxix.
51. 1716年10月19日莱布尼茨写给Rémond de Montmort的信。

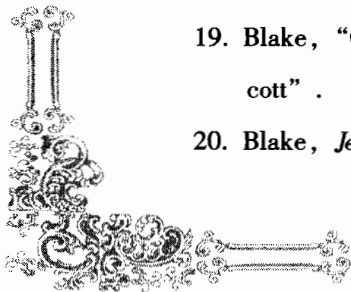
第15章 大理石般冷静的头脑

1. Nicolson, *Science and Imagination*, p.115.
2. Swift, *Gulliver's Travels*, III: 8.
3. *Letters on England*, No. 13, p.67.
4. *Letters on England*, pp.86 and 79-80.





5. Bernard le Bovier de Fontenelle, *The Elogium of Sir Isaac Newton* (London: Tonson, 1728) .
6. 引自Paul Elliott, "The Birth of Public Science," p.77.
7. *Gentleman's Magazine* I (February 1731) : 64.
8. *Gentleman's Magazine* I (April 1731) : 157.
9. Koyré, "The Newtonian Sythesis," in *Newtonian Studies*.
10. 观测者之一William Whiston从日蚀讲座中赚了不少钱, 这些钱够支持他的家庭一年的了。 *Memoirs*, p. 205.
11. George Gordon (London: W. W., 1719) .
12. Socolow, "Of Newton and the Apple," *Laughing at Gravity*, p.7.
13. Haydon's *Autobiography* (1853), quoted in Nicolson, *Newton Demands the Muse*, p.1; and Penelope Hughes-Hallett, *The Immortal Dinner: A Famous Evening of Genius and Laughter in Literary London, 1817* (London: Viking, 2000) .
14. Keats, *Lamia* (1819) .
15. Shelley, *Queen Mab*, V: 143-45. 雪莱认真地阅读了牛顿的著作。"我们看到各种拥有不同力量的物体: 我们只看到了它们的外在, 但是却忽略了对它们的内在的认识。牛顿把这些叫做物质的现象。但是哲学的骄傲之处在于它不允许人们忽略物体的内在。" *Notes to Queen Mab*, VII.
16. Wordsworth, *The Prelude*, III.
17. Blake, *The Book of Urizen*, I.
18. Blake, "Annotations to the works of Sir Joshua Reynolds."
19. Blake, "On the Virginity of the Virgin Mary & Johanna Southcott" .
20. Blake, *Jerusalem*, Chapter I.





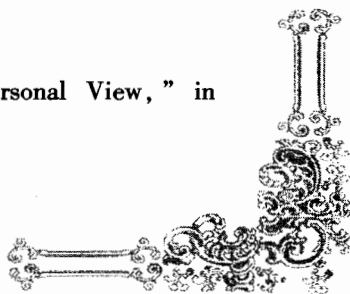
牛顿传

NEWTON

195

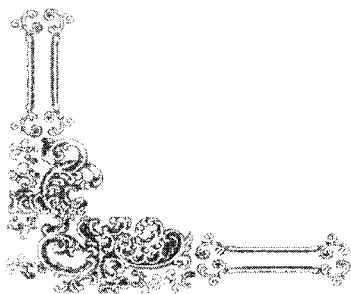
21. Brewster, *Life of Sir Isaac Newton*, p.271.
22. Byron, *Don Juan*, Canto X.
23. Burt, *Metaphysical Foundations*, pp. 203, 303.
24. *Principia* (Motte), p.192.
25. 正如Clifford Truesdell (“Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error, and Failure in Newton’s *Principia*,” in Palter, *Annus Mirabilis*) 所说: “牛顿放弃了非数学哲学家、化学家、心理学家们的‘外交豁免权’, 他带领人们进入了一个新领域: 错误就是错误, 即使是牛顿犯的错误也一样。”
26. Cohen, *Revolution in Science*, pp. 174–75.
27. Steven Weinberg, “The Non–Revolution of Thomas Kuhn,” in *Facing Up*, p.197: “Kuhn心里非常清楚, 直到今天, 物理学仍然以牛顿的重力和运动定律为基础。”
28. Quoted in Fara, *Newton*, p.256.
29. Kuhn, *Structure of Scientific Revolutions*, p. 108.
30. 爱因斯坦的空间–时间相对论与莱布尼茨和其他人的理论不一样。正如H. G. Alexander 说的, 爱因斯坦并没有从莱布尼茨关于绝对空间和时间的评论中得到灵感。
31. Einstein, “What Is the theory of Relativity?” *Times of London*, November 28, 1919, reprinted in *Out of My Later Years*, p. 58a.
32. *Opticks* 374.
33. *Opticks* 388–89.
34. *Opticks* 403–4.
35. “Newton and the Twentieth Century–A Personal View,” in Fauvel et al., *Let Newton Be!*, p.244.

注
解





36. Scott Mandelbrote, *Footprints of the Lion*, p.137.
37. John Maynard Keynes, "Newton the Man," in Royal Society, *Newton Tercentenary Celebrations*, p.27.
38. Conduitt编辑, 这本书成为(既《原理》和《光学》之后)牛顿的较早出版的著作之一。Westfall, *Never at Rest*, p.815.
39. Keynes MS 130. 11; Brewster, *Life of Sir Isaac Newton*, p. 324.
40. "Principles of Philosophy," manuscript fragment (c. 1703), Add MS 3970. 3
41. Stukeley, *Memoirs*, pp.25-26.
42. Inventory, "Dom Isaaci Newton, Mil.," dated May 5, 1727, in de Villamil, *Newton the Man*, Pp.49-61.



致谢声明

我一直希望这本书能在最大程度上反映它所描述的那个时代。牛顿手稿的散落，从这位伟人去世的那天就开始了，这一流落就是三百年，直到最近才被人们保存起来。现在还有很多牛顿的手稿流落在各地，但是剑桥大学图书馆收藏了牛顿思想的大部分核心内容，这其中包括牛顿亲笔注释并收入他的私人图书馆的图书资料。在这里我要感谢Adam J. Perkins和其他一些人，是他们允许并帮助我查阅这些资料。在本书中，这些文件都是按照剑桥大学的编码制引用的。引用方式分为两种，Add MS (Additional Manuscripts) 或者Keynes MS (Keynes Collection at Kings College)。我非常感激伦敦皇家学会档案馆的Joanna Carden，耶路撒冷犹太国立大学图书馆的Rafael Weiser，纽约Pierpont Morgan图书馆的Silvie Merian，以及他们的同事，还有负责沃斯索普庄园的国民托管组织的管理员，感谢他们提供的资料 and 知识。

在指导、评价和校对方面，我要感谢James Atlas，Cynthia Crossen，Peter Galison，Scott Mandelbrote，Esther Schor，Craig Townsend，和Jonathan Weiner，还有我的代理人，Michael Carlisle。最后要感谢我的编辑，Dan Frank。

部分人名、词汇中英文对照

A

absolute space and time 绝对空间和时间

acceleration 加速度

alchemy 炼金术

algebra 代数

Archimedes 阿基米德

Aristotle 亚里士多德

astrology 占卜学

astronomy 天文学

atom 原子

axiom [数] 公理

B

Bacon, Francis 弗朗西斯·培根

ballistics 弹道学

Barrow, Isaac 艾萨克·巴罗

binomial theorem 二项式定理



牛顿传

NEWTON

200

Boyle, Robert 罗伯特·波义耳

C

Caesar, Julius 凯撒大帝

calculus 微积分学

Cambridge University 剑桥大学

Catholicism, Roman 罗马天主教

Charles I, King of England 英国国王查理一世

Charles II, King of England 英国国王查理二世

Columbus, Christopher 克里斯托弗·哥伦布

Copernicus, Nicolaus 尼古拉斯·哥白尼

cosmology 宇宙学

currency 货币流通

cycloid 摆线

D

dark matter 暗物质

data, transmission and storage of 数据的转换和存储

Declaration of Independence, United States 美国《独立宣言》

Defoe, Daniel 丹尼尔·笛福

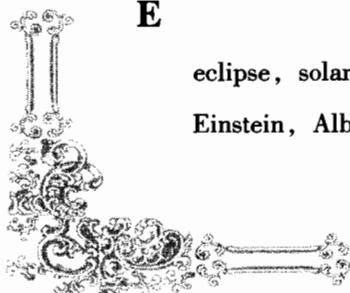
Descartes, René 笛卡儿

diffraction 散射

E

eclipse, solar 日食

Einstein, Albert 阿尔伯特·爱因斯坦





牛顿传

NEWTON

201

electricity 电

Elements (Euclid) 欧几里德著作《元素》

ellipses, of planetary orbits 行星运行的椭圆形轨道

encyclopedia 百科全书

energy and mass 能量和质量

equation 方程

equinox 昼夜平分点

ether 以太

Euclid 欧几里德

Experimental Philosophy 实验哲学

Experimentation 实验法

F

first matter 第一物质

force 力

free fall 自由落体

free variable 自由变量

G

Galileo Galilei 伽利略

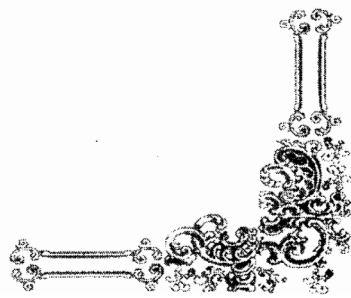
Gazette 公报

gemometry 几何学

Grantham 格兰汉姆

gravity 重力

部分人名、词汇中英文对照





牛顿传

NEWTON

202

H

Halley, Edmond 埃德蒙·哈雷

Halley's comet 哈雷彗星

Hooke, Robert 罗伯特·胡克

Horoscope 占星

hypothesis 假设

I

inertia 惯性

infinite series [数] 无穷级数

infinitesimal 极微量

information flow 数据流

inverse-square law, gravity 重力的反平方法则

J

James II, King of England 英国国王詹姆士二世

Jupiter 木星

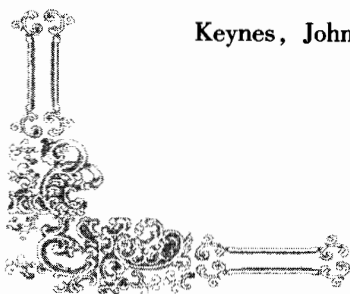
K

Kant, Immanuel 康德 (德国哲学家, 1724-1805, 古典唯心主义的创始人)

Keats, John 济慈 (1795-1821, 英国诗人)

Kepler, Johannes 开普勒

Keynes, John Maynard 凯恩斯 (英国经济学家)





L

laws of motion 运动定律

Leibniz, Gottfried Wilhelm 莱布尼茨

Locke, John 卢克, 约翰 (英国哲学家)

M

Magnetism 磁学

Mars 火星

Mary II, Queen of England 英国王后玛丽二世

mathematics 数学

Magnus, Heinrich Gustav 马格纳斯

Magnus effect [物] 马格纳斯效应

Matter 物质

Maxima and minima 最大量和最小量 (复数形式)

Microscope 显微镜

motion 运动

N

natural philosophy 自然哲学

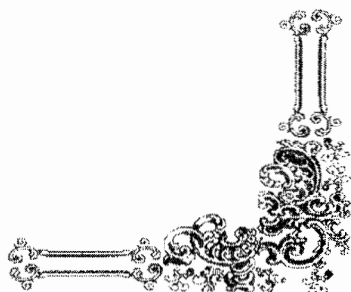
Newtonianism 牛顿学说

Newton's universal law of gravity 牛顿的万有引力定律

O

optical theory 光学理论

Orbit 轨道





P

Parallelogram 平行四边形

Pendulum 摇锤

Perpetual motion 永久运动

Plagiarism 抄袭

Plague 瘟疫

Plato 柏拉图

Polygon 多边形

Polynomial 多项式

Prism 棱镜

Probability 概率

Protestantism 英国新教

Ptolemy 托勒密 (公元 2 世纪的古希腊天文学家、地理学家、
数学家, 地心说的创立者)

Puritan 清教徒

Q

Quadrature 求积分

Quantum mechanics 量子力学

Quantum theory 量子理论

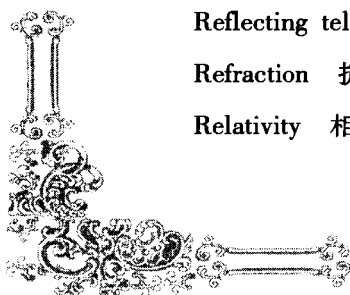
R

Rate of change 变化率

Reflecting telescope 反射望远镜

Refraction 折射

Relativity 相对论





Romantics 浪漫主义

Royalist 保皇党

Royal Society of London 伦敦皇家学会

Russell, L. J., 拉塞尔 (又译“罗素”)

S

St. Helena 圣海伦娜

St. Paul's Cathedral 圣保罗大教堂

Saturn 土星

Scientific Revolution 科学革命

Shakespeare, William 莎士比亚

Sizar (剑桥大学等的) 减费生

Solstice [天] 至, 至日, 至点

Sound wave 声波

Space 空间

Subatom 亚原子

Sublimation 升华

Substance 物质

Sun-dial 日晷

Sunspot 太阳的黑点

T

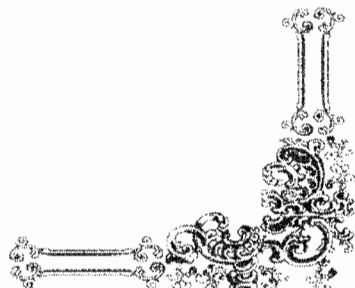
Tangent [数] 正切

Telescope 望远镜

Triangle 三角形

Trigonometry 三角法

Trinity College 三一学院





牛顿传
NEWTON

206

V

Vacuum 真空

Vapor 水蒸气

Velocity 速度

Venus 金星

Voltire, Francois Marie Arouet de 伏尔泰

W

water clock 滴漏

Wave interference 光的干涉

