

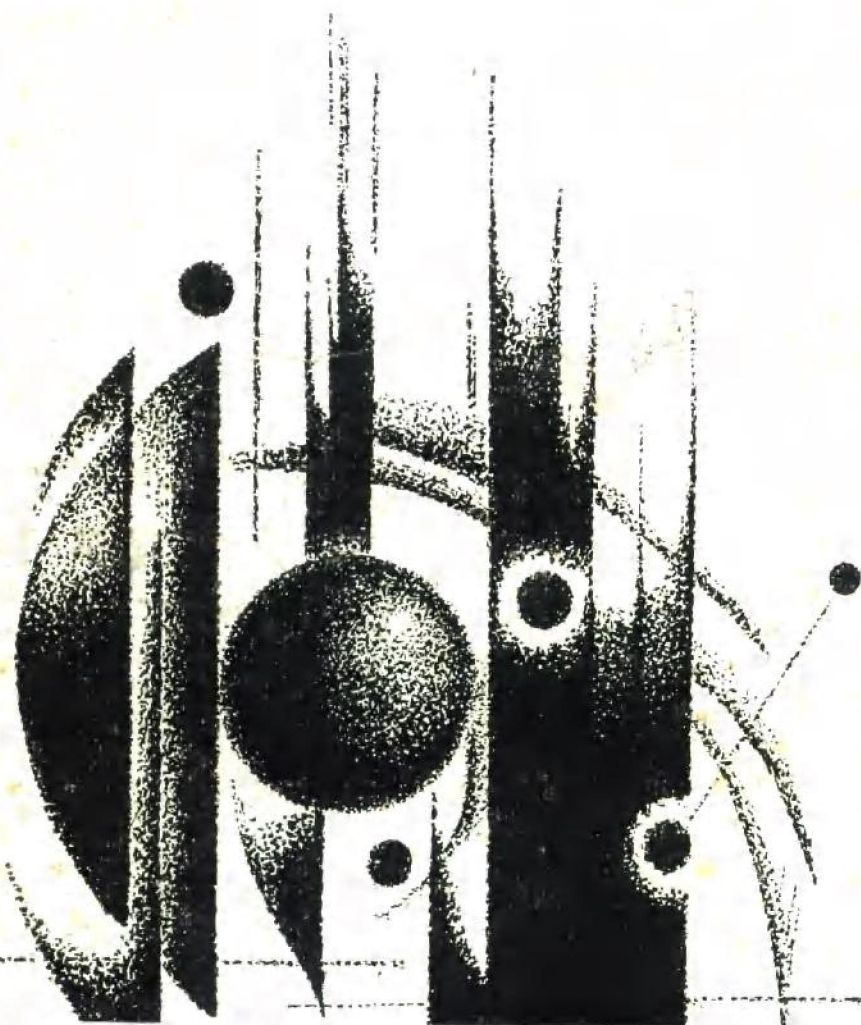
牛顿

NEWTON'S SCIENTIFIC
DISCOVERIES AND
THEORIES

的科学发现 与科学思想

阎康年著

湖南教育出版社



128499

阎康年著

牛顿

的科学发现
与科学思想

中国·长沙·湖南教育出版社

牛顿的科学发现与科学思想

阎康年 著

责任编辑：董树岩

湖南教育出版社出版发行（长沙市展览馆路3号）

湖南省新华书店经销 湖南省新华印刷一厂印刷

850×1168毫米 32开 印张，19 字数，480000

1989年12月第1版 1989年12月第1次印刷

印数，1——2,300

ISBN7—5355—1041—8/G·1072

定价：8.80 元



牛顿啊……你所发现的道路，在你的那个时代，是一位具有最高思维能力和创造力的人所能发现的唯一道路，你所创造的概念，即使在今天仍然指导着我们的物理学思想，尽管我们现在知道，如果要更深入地了解各种联系，就必须用另外的一些离直接的经验较远的概念来取代这些概念。

——爱因斯坦

李 约 瑟 序*

应邀为阎康年的关于牛顿的书写一篇简短的序言，我感到极其荣幸。牛顿（在三一学院大门的旁边仍然能够看到他的房子）是在伽利略百年之后，在近代科学领域中确属首要的思想家。他是第一个认识重力和指出重力能够准确地说明行星在太阳系中运行的人。重力是今天物理学家力图与其他各种力并合却尚不令人满意的力之一。但是，在近代科学演奏的乐曲之中，艾萨克·牛顿所起的作用，具有不可估量的意义，正如人们从斯蒂芬·霍金（Stephen Hawking）的《时间简史……》这样一本书中能够看到的那样。

在这本书中，有很多关于牛顿的故事，但是我将只讲其中两则：

有一首闻名的韵诗是这样写的：

自然和自然规律隐藏在黑夜之中，
上帝说“让牛顿降生吧”，
一切就有了光明；
但是，光明并不长久，魔鬼又出现了，
上帝咆哮说：“嗨！让爱因斯坦降生吧”，
就恢复到这个样子。

当然，科学的发展需要“弯曲的时空”和其他特性，这就导

* 此文由阎康年译成中文，并经鲁桂珍博士和李约瑟博士审阅，同意。

致相对论的出现。

在牛顿的同代人中，并非都象我们今天这样，每一个人都敬爱牛顿。弗拉姆斯蒂德先生 (Mr. Flamsteed) 是那时的皇家天文学家，在他在场的情况下，有人谈论重力时，他听到后自言自语地说：“哎！是的，重力，牛顿先生的又一奇谈怪论”。但是，随着时间的流逝，事态的发展证明，牛顿的“怪论”要比这种说法好得多。

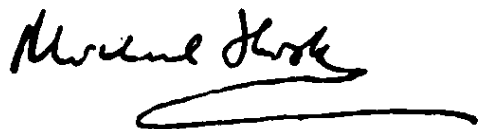
我极其期待并祝愿阎康年的书取得极大的成功。我确信这本书必将充分地阐明牛顿的科学成就。

Joseph Needham

1988年10月27日

米查耶尔·霍斯金序*

近代科学是全人类的一项财富，并且是一笔巨大的财富，因为为了形成我们生活于其中的世界，近代科学已经做出并正在做着很多伟绩。正象我们了解一位朋友，知道他过去的某些事情，就会对他更加了解些。因此，如果我们知道一些科学史，就能更好地了解科学。这样做并非总是那么容易，因为不论是什么样的理由，科学是在欧洲创造的，而且研究近代早期科学的历史学家，必须阅读拉丁文和近代欧洲的语言。对于那些来自非欧洲文化地区的历史学家而言，这显然是一个难题。所以，发现一位中国学者阎康年博士已经克服语言上的障碍，并对“科学革命”的最伟大人物艾萨克·牛顿做出深入的研究，是鼓舞人心的。他的书将有助于他的很多同胞了解牛顿的品格和成就，并因之了解科学革命，又通过科学革命更好地了解我们生活于其中的世界。我为有机会向读者推荐这本著作感到荣幸。



剑桥，丘吉尔学院

1988年12月18日

* 米查耶尔·阿·霍斯金 (Michael A. Hoskin) 博士系英国著名的科学史学家，对天文史和牛顿有深入的研究，曾较长时间任剑桥大学科学史和科学哲学系主任，1988年退休，此序言由阎康年翻译。

钱 临 照 序

——牛顿与引力——

艾萨克·牛顿无疑是世界公认的伟大科学家。

英国18世纪诗人蒲柏 (A. Pope) 颂赞牛顿有句云：“自然和自然的规律隐藏在黑夜里，上帝说让牛顿降生吧！一切就有了光明。”这诗句似乎染有宗教色彩，以此来崇敬在科学上建树功绩的牛顿合宜吗？

宇宙结构古来人们有不同的想象。我国古代天文学有盖天说、浑天说、宣夜说等宇宙结构理论。这些观点都不同程度地认为人居住的大地居宇宙中心。在西方古希腊时代，亚里斯多德承袭了欧都克塞斯创立的行星同心圆体系并加以发展。他把宇宙分为八个天层，地球居于中心，依次为月球、水星、金星、太阳、火星、土星诸天层。最外层为恒星天。亚里士多德的宇宙结构以月球为界又分为两界。月球以上的各种星星作永恒的美好的圆周运动，而月球以下以至地面物体运动则不同，重的垂直向下，轻的垂直向上。按照亚里士多德这个宇宙观，物体运动的规律有天上与人间的区分。我国汉代哲学家王充也有“在地水火不圆，在天何独圆”之问。

日历艰难地一页一页地翻过去。经过一千八百多年哥白尼的日心说取代了地心说，开普勒在第谷·布拉赫的长期对行星观察记录上总结出行星是绕日作椭圆轨道运行的。伽利略以惯性系统中物体运动的规律证明地球在运动，否定了亚里士多德的地静说。

哥白尼又首倡地球各部分之间存在着相互吸引力，因而地球

是圆的。他相信这种力也存在于其它天体上。惠更斯以钟摆的运动证明物体转动时的离心力正比于速度的平方，反比于圆周半径。到此科学家已朦胧地知晓作圆周运动的天体和它所围绕的中心之间存在着一种引力。

牛顿在此问题上是以严谨的数学推导方式来证明引力与距离平方成反比。他还进一步证明了天体之间的引力原理的普遍性，即月球以上的天体绕日运行是因为存在着引力，月球以下物体的直线坠落也服从这个引力规律。到此天上人间物体的运动只服从一个规律，即万有引力定律。牛顿不但创立了完整的经典力学的体系，并且完成了物理学史上第一次大综合。

古希腊哲学家毕达哥拉斯认为宇宙的规律是和谐的、美妙的、单纯的。我们可以说牛顿的万有引力定律，首先遵循这个哲理找寻出一个以极为简单朴素的语言来统一天上与地上物体运动的规律，使得人们在黑暗中得了光明。蒲柏吟出赞誉牛顿的诗句，舒发出诗人的热情歌颂，不是很恰当的吗？

万有引力存在于天体之间，但人们不禁要问只有引力岂不行星与太阳之间最终要相撞，如苹果最终要落地？月球如何不象石块从高处垂直下落到地面，却绕着地球转动呢？于是历史上出现了哲学上也是科学上的第一推动力之谜。

从物理学史看第一推动的问题也是从亚里士多德开始就有了。在他的《物理学》中写道：“既然任何运动着的事物都必然有推动者，如果有某一事物在被另一运动着的事物推动着作位移运动，而这个推动者又是被别的运动的事物推动着运动的，后一个推动者又是被另一个运动着的事物推动着运动的，如此等等。这不能无限地追溯上去，那么必然有第一推动者。”月球绕着地球转动需要一个垂直于月与地之间的横向第一推动力。亚里士多德研究的第一推动是事物运动的第一推动。两者实质性相同，冥冥之中都需要推动的第一遭。当引力理论成功之时，英国本特雷牧师以此难

堪的问题引诱牛顿说出‘神臂’二字。中世纪西欧产生了哲学中最有代表性的经院哲学，托马斯·阿奎那（1225～1274）就是经院哲学的代表人物。托马斯·阿奎那有句神学格言“哲学是神台上的婢女”。他在《神学大全》中说：“一事物本身在动而又必受其它事物推动……最后追到有一个不受其它事物推动的第一推动者。这第一推动者就是上帝。”在这里亚里士多德、托马斯·阿奎那、牛顿三人在对待第一推动力在意识形态上有何不同之处？亚里士多德虽是柏拉图的弟子，但在认识论上却和柏拉图不同。亚里士多德排除了世界赋有灵魂之说，他的宇宙观是接近唯物的，虽然如此，他在《物理学》中阐述第一推动的一系列问题的过程中，神或上帝的名字已有呼之欲出之势，但他毕竟没有这样做。而在他的《形而上学》里却明白无误地说出“每一个运动的最终运动必须归之于一个在天上运动的神灵之体。”牛顿呢，他在早年的辉煌工作中是个唯物论的经验论者，重视实验和归纳推理法，但对第一推动力问题在本特雷引诱之下最后说出了“神臂”二字。只有托马斯·阿奎那原本是彻头彻尾的有神论者。第一推动力归之于神、上帝是很自然的。对上述三人在第一推动力问题上的分析时，我无意为牛顿开脱。

我想在分析之前提一笔我国古代哲人对此有关问题的思想。

我国古代对天地形成、日月运行的联想也有若干值得记录的。屈原有《天问》，其中有“圜则九重，孰营度之？惟兹何功，孰初作之？”意思是问天有九重，谁经营的呢？这是何等样的功绩，是谁最初创造的啊？唐代柳宗元作《天对》以对。“无营以成，沓阳而九……冥凝玄釐，无功而作。”意思是说天并非由谁经营创造的，而是阳气无限的积聚而成；又说阳气凝集而组成天，全部出于自然，没有谁为此建过功绩，做过工作。《天问》又提出“斡维焉系？天极焉加？”的问题，意思是问天为什么不用绳缚住在枢纽上而不下堕。《天对》答“乌溪系维，乃縻身位。”意思是天就在它本来的

地方，哪里要等到缚上绳子才能把自己固定在位置上而不致下坠呢。柳子厚直截了当地以无神论劝杞人不必忧天倾了。

在牛顿之后，西欧诸多自然科学家、哲学家对第一推动力，亦即引力问题上产生了有影响的议论。那时候第一推动力问题须涉及宇宙形成、宇宙结构等的思想。

康德（1724—1804）在牛顿之后也探索过引力问题，他提出太阳系是由星云收缩而形成。在形成过程中若形成星云的微粒之间存在斥力，就将使形成的天体获得大的横向速度。康德还直接批评牛顿的天体起源论，不承认有这种弥漫在行星系空间的维持共同运动的物质存在，因而上帝直接用手而不是自然的力量作好了这样安排。

继之法国天文学家和数学家拉普拉斯（1749—1827）提出和康德类似的星云说，但以为星云的微粒凝聚过程不需要斥力，而在这些微粒运动中都必须服从角动量守恒定律。康德的星云说中困难之处在物质分解成微粒时它们之间的相互排斥而成斥力。试问斥力来自物质分解，分解力又来自何因？为什么微粒由于斥力而偏转成为圆周运动？拉普拉斯在提出上述这些问题之后，他强调了自己的观点，以为只要飘荡在宇宙中间一切物体都必然旋转并遵守角动量守恒定律，那末只要引力就足以说明宇宙的所有运动了。恩格斯（1820—1895）在《反杜林论》中以兴奋的笔触充分肯定“拉普拉斯以一种至今还没有人超过的方式详细地证明了一个太阳系如何从一个单独的气团中发展起来；以后的科学将越来越证实他的观点。”和恩格斯几乎同辈的英国物理学家麦克斯韦（1831—1879）则对拉普拉斯的星云说提出疑难，他认为太阳周围的物质各自旋转的剪切力不可能使其物质凝聚成为独立的行星。

到20世纪古老的第一推动问题开创了新局面。1917年爱因斯坦建立广义相对论，标志现代宇宙理论的诞生。他的场方程第一

个宇宙解为有限无边静态解，即宇宙空间体积有限而无边界，且不随同时间变化，宇宙是静态的。1929年哈勃观测到河外星系有系统的运动，发现所谓谱线红移现象，星系愈远，红移愈大，表明宇宙在膨胀。这促使了爱因斯坦场方程建立的宇宙膨胀解的流行。随后伽莫夫研究宇宙起源问题，热大爆炸宇宙学是这项研究的成果。在大爆炸理论中时空的起点是奇点。这样经典引力理论中奇点问题突出来了。现今存在氦丰度和3K微波背景辐射等观测事实支持了这个理论、在广义相对论框架内可以反推出宇宙的热历史；例如原子形成期、辐射占优期、轻子期、重子期等，但无法预言宇宙创生的原初时刻，因为到 10^{-44} 秒时量子效应使经典时间概念失去意义，正如牛顿力学应用到微观粒子如电子时失效一样。到 10^{-44} 秒之前时间概念改变了，第一推动的“第一”两字就非原义了。近年来剑桥有个霍金学派，正在致力于量子宇宙理论研究宇宙的创生。这个学派认为从量子宇宙理论里可以得出一个惊人的结论，即宇宙是从“无”中生出有来 (to give everything from nothing)。这理论建立在严格的数学推导上，并得出有观测效应的推论，如时间是一维的，空间是三维的，恰恰符合于现在实际。虽然如此，霍金学派的成就只就非常简单化的情况下作出计算，还不能作为真实宇宙的宇宙解。他自认这只是玩具式的模型而已。宇宙创生理论还在不断深入研究。看来第一推动力的真正解决有待于量子宇宙论的发展和突破。

时间和空间是物理学的两个基本量。物理学的发展随着时空观的变更而发展。亚里士多德认为时间和空间都是无限可分的。随着物体运动永恒不变的。继之牛顿提出绝对空间和绝对时间的概念，这与亚里士多德的有相似之处，但深刻了一步。继之，爱因斯坦提出相对论时空观，以崭新的面貌出现在物理学舞台上。物理学随之发生深刻变化。宇宙创生论的研究又使时间和空间的观念有一个翻天覆地的突破。当然这个突破还有待于量子宇宙论

的发展。从第一推动研究的发展来看，科学的本性是发展的、创造的、不断超越自身才得前进的。神创论是僵死的，没有发展前境的。

中世纪被认为只有用神学才能讨论宇宙创生课题，到牛顿发现引力的普适性开始突破神创论的藩篱，变成一个物理学课题，即可以用理论与观测相对证的物理方法加以研究的课题。

阎康年同志研究科学史有年。近年来勤奋写作，著有《卢瑟福与现代科学发展》，《热力学史》等著作。他怀着极崇敬之心对牛顿的生平学术进行研究。去岁游学剑桥，访问卡文迪许实验室、三一学院牛顿故居，在剑桥大学图书馆内搜集有关文献，并广交英伦科学史学者，进行学术交流，丰富了他对牛顿的生平及学术研究。可以说这册《牛顿的科学发现与科学思想》一书是阎康年同志经多年潜心研究的精湛著作。

牛顿是世界伟大科学家。各国都有专家穷毕生之力以研究其思想著作和生平，反看我国，如阎康年同志以近五十万字巨著阐述牛顿之生活及学术思想，乃为仅见。希望此书之出版能引起我国科学史界的殷切关注，并激发后来者对此科学巨人更有精深的研究，竞相著述，宏扬基础科学研究，上下求索，探宇宙之奥秘，穷永恒之真理。

爱因斯坦在1942年为纪念牛顿诞生三百周年说得好：“想起他就要想起他的工作。因为象他这样一个人，只有把他的一生看作是为寻求永恒真理而斗争的舞台上的一幕，才能理解他。”这是对牛顿最确切而深刻的评价。

钱 临 照

1989.8.29

目 录

	李约瑟序	1
	米查耶尔·霍斯金序.....	3
	钱临照序	4
第一章	科学发现的时代背景和生平简介	1
	一、时代背景及其对牛顿的影响.....	5
	二、生平简介.....	29
第二章	数学发明与微积分发明权的争论	54
	一、早期数学研究概况.....	55
	二、用极限法求作曲线的切线.....	58
	三、二项式定理的发明.....	61
	四、微积分的发明过程.....	66
	五、主要数学著作发表情况.....	77
	六、关于微积分发明优先权的争论.....	79
第三章	光学上的发现与波粒说之争	95
	一、光学上的发现.....	96
	二、关于波粒说和颜色理论的争论...	118
第四章	运动三定律发现的历史渊源和过	

	程.....	134
	一、历史渊源和背景.....	135
	二、几个有关的定义.....	154
	三、运动三定律的发现过程.....	158
第五章	万有引力定律的发现过程和发现权的争论	174
	一、历史渊源.....	175
	二、几点说明.....	182
	三、离心力定律的发现.....	184
	四、牛顿早期研究引力平方反比定律的情况.....	187
	五、牛顿在1679年是否发现了引力平方反比定律?	198
	六、万有引力定律是怎样发现的? ...	207
	七、关于引力平方反比定律发现权的争论问题.....	221
第六章	在炼金术向化学转变时期的贡献和作用	231
	一、研究炼金术和化学的原因.....	232
	二、研究情况.....	235
	三、在炼金术向化学发展过程中的地位和作用.....	255
第七章	《原理》的产生过程、内容和历史评价	262
	一、产生过程.....	263
	二、《原理》简介.....	268
	三、《原理》发表后的反应和历史上的	

	评价.....	278
第八章	物质观和物质组成思想	292
	一、物质观.....	293
	二、物质组成思想.....	308
第九章	质量定义和马赫批判	320
	一、质量概念的渊源.....	321
	二、牛顿的质量定义.....	324
	三、近代学者的看法和马赫批判.....	328
	四、马赫批判牛顿质量定义的根据...	337
	五、辨析.....	340
第十章	时空概念和时空观.....	343
	一、牛顿时空观的来源.....	343
	二、牛顿时空观和概念的发展过程...	348
	三、历史意义、作用 and 影响.....	358
	四、关于牛顿时空观的争论.....	362
第十一章	运动概念和运动观.....	380
	一、对亚里士多德运动观和笛卡尔运 动观的看法.....	381
	二、绝对运动和相对运动相结合的运 动观.....	384
	三、关于绝对运动的争论.....	389
	四、相对性原理.....	390
	五、物质系的重心不变原理.....	394
	六、关于“第一推动”问题.....	395
第十二章	引力思想和超距作用问题的争论	402
	一、引力概念和牛顿引力思想的来源	