



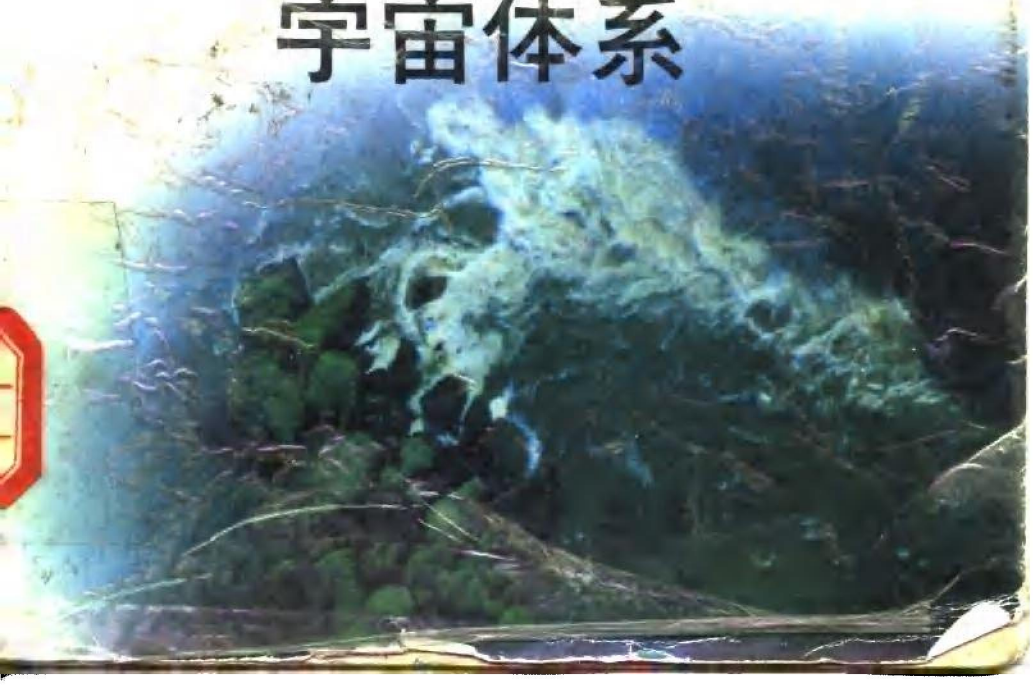
科学名著文库

牛頓·原理 十卷是自然哲學的數學原理
 也是世界名著之一 本卷是本書中最重要的
 動歸納於運動三定律中 從江國到各國 創
 創微積分 發現萬有引力定律 提出萬物
 由萬有引力定律求出行星 彗星 月球 潮汐
 潮汐的運動規律 提出 流體運動 學
 學體係的巨著 在科學史上 有劃時代的
 愛因斯坦推崇牛頓的功績道 甚至說
 能用一個同樣無所不同的統一概念 牛頓
 頓的關於宇宙的新一統

清 (英) 伊薩克·牛頓 著
 代乾隆七年 (一七四二) 王克迪 译
 我國學者梅 榮啟華 校
 袁江洋 校
 袁的 歷代著述後編 卷七 科學 名
 當時牛頓之名聲震寰宇

自然哲学之数学原理

宇宙体系



科学名著文库

自然哲学之数学原理 宇宙体系

[英] 伊萨克·牛顿 著
王克迪 译
袁江洋 校

武汉出版社
1992·武汉

Sir Isaac Newton's
MATHEMATICAL PRINCIPLES OF NATURAL PHILOSOPHY
and his
SYSTEM OF THE WORLD

Translated into English by Andrew Motte in 1729.

The translations revised, and supplied with an
historical and explanatory appendix, by Florian Cajori, 1934.

Cambridge University Press

1934

(根据剑桥大学出版社 1934 年英文版译出)

科学名著文库
自然哲学之数学原理·宇宙体系

伊萨克·牛顿 著

王克迪 译

袁江洋 校

*

武汉出版社出版发行

(武汉市江岸区北京路 20 号 邮政编码 430014)

湖北省新华书店经销 湖北省新华印刷厂印刷

*

850×1168 毫米 开本 32 印张 23 插页 4 字数 578 千字

1992 年 5 月第 1 版 1992 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—2000 册 定价:27.00 元

*

ISBN7-5430-0639-1/N·8

34113/10

科学名著文库

弁 言

在近现代学者移译西学典籍的过程中,一些科学经典名著也被介绍到国内来。为使前辈学者的工作承续不辍,我们在武汉出版社的支持下,创办《科学名著文库》,选择成书时间在16至19世纪,其学术价值经历史检验得到公认的科学大师的代表作,约请国内学者加以翻译,陆续出版。其中,有些著作以前曾出过节译本或文言文译本,但绝大多数是第一次译成中文。凡已有语体文全译本者,文库中不再收入。因文库所选,皆系经典,翻译中将尽量保持原著风貌。

科学名著文库编委会

1991年12月



伊萨克·牛顿爵士^①

^① 见附录,注1。

PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.

Autore *J. S. NEWTON*, *Trin. Coll. Cantab. Soc. Mathefeos*
Professore Lucasiano, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.

S. PEPYS, *Reg. Soc. PRÆSES.*

Julii 5. 1686.

LONDINI,

Jussu Societatis Regiæ ac Typis Josephi Streater. Prostat apud
plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

《原理》第一版扉页^①

① 见附录,注2。

汉译本 序 言*

牛顿《原理》一书是物理学的经典著作，也是世界名著之一。牛顿在这本书中把物体运动归纳于运动三定律中，建立绝对时空观，首创微积分，发现万有引力定律，运用数学方法由万有引力定律求出行星、彗星、月球和海洋潮汐的运动规律。《原理》是牛顿创立经典力学体系的巨著，在科学史上有划时代的意义。爱因斯坦推崇牛顿的功绩道：“至今还没有可能用一个同样无所不包的统一概念，来代替牛顿的关于宇宙的统一概念。”**

清代乾隆七年(1742)，我国学者梅毂成等人编纂的《历象考成后编》中出现有“奈端”名字，当时牛顿之名译为奈端，是为我国人初识牛顿之时。《历象考成后编》中采用了牛顿计算日地距离的数据和方法。嘉庆四年(1799)，阮元等人编写的《畴人传》收有“奈端”条，为牛顿立传，介绍了“奈端屡测岁实”的结果，国人由此得知岁实“消长之数仅在微秒，非积之久久不能审知其差率”***。

清季李善兰曾译《原理》而未终篇。民国初年，小学校教科书中有关牛顿见苹果落地而悟地球引力之故事，牛顿之名乃在此时为国

* 王克迪所翻译的是《自然哲学之数学原理》和《宇宙体系》两书的合订本，合订本名为《自然哲学之数学原理·宇宙体系》。

** 许良英等编，《爱因斯坦文集》第一卷，商务印书馆，1983年，北京，第401页。

*** 阮元，《畴人传》，卷四十六。

人所熟知。抗战时期,虽时虞敌机轰炸,重庆文化界人士仍于 1942 年举行了牛顿诞辰三百周年的盛大纪念活动,同时中国物理学会分别在昆明、遵义举行学术讨论会以纪念牛顿的诞辰。1987 年 8 月 31 日至 9 月 3 日,我国九个全国性学术团体在北京联合举行了纪念牛顿《自然哲学之数学原理》发表三百周年学术讨论会。和全世界一样,我国也非常重视牛顿的著作。牛顿的好友哈雷在《原理》出版之际预言的千秋万代将赞美这部著作,已得到充分证明。

《原理》有众多语种的译本。据调查,剑桥大学图书馆收藏的《原理》译本至少有 32 种。在我国,郑太朴首先翻译了《原理》,由商务印书馆 1931 年出版,后曾数次再版;现在王克迪向读者提供了一个新的译本,所依据的是 A. Motte 译自《原理》拉丁文第三版(牛顿在世时的最后一版)并由 F. Cajori 校订的英文本。这样,我国就有了《原理》的两种汉文译本。郑太朴是根据德文版翻译的,这个德文版似不出自拉丁文第三版,较 Cajori 校订的 Motte 英译本有颇多缺漏。比较而言,已有的两个《原理》汉文本,以王克迪所依据的版本较为完整,在国际上也更为流行,读者当自能审慎选择。至于 1974 年由上海外国自然科学哲学著作编译组翻译,上海人民出版社出版的塞耶的《牛顿自然哲学著作选》,其中收集了《原理》的部分章节,不能窥见《原理》之全豹。此外,我高兴地提起内蒙古师范大学乌力吉·巴特等几位科学家已将《原理》译成蒙文,并于 1987 年 8 月纪念《原理》发表三百周年之际出版,这是令人鼓舞的。

钱临照

1992 年 2 月

自然哲学之数学原理^①

① 见附录,注3。

第一版序言

由于古代人(如帕普斯^①告诉我们的那样)在研究自然事物方面,把力学看得最为重要,而现代人则抛弃实体形式与隐秘的质,力图将自然现象诉诸数学定律,所以我将在本书中致力于发展与哲学相关的数学。古代人从两方面考察力学,其一是理性的,讲究精确地演算,再就是实用的。实用力学包括一切手工技艺,力学也由此而得名。但由于匠人们的工作不十分精确,于是力学便这样从几何学中分离出来,那些相当精确的即称为几何学,而不那么精确的即称为力学。然而,误差不能归因于技艺,而应归因于匠人。其工作精确性差的人就是有缺陷的技工,而能以完善的精确性工作的人,才是所有技工中最完美的,因为画直线和圆虽是几何学的基础,却属于力学。几何学并不告诉我们怎样画这些线条,却需要先画好它们,因为初学者在进入几何学之前需要先学会精确作图,然后才能学会怎样运用这种操作去解决问题。画直线与圆是问题,但不是几何学问题。这些问题需要力学来解决,而在解决了以后,则需要几何学来说明它的应用。几何学的荣耀在于,它从别处借用很

^① Pappus of Alexandria, 活动于公元320年前后,亚历山大里亚时期最后一位伟大的希腊几何学家,著有《数学汇编》,系统介绍了古希腊最重要的数学著作。——译者

少的原理,就能产生如此众多的成就。所以,几何学以力学的应用为基础,它不是别的,而是普遍适用的力学中能够精确地提出并演示其技巧的那一部分。不过,由于手工技艺主要在物体运动中用到,通常似乎将几何学与物体的量相联系,而力学则与其运动相联系。在此意义上,理性的力学是一门精确地提出问题并加以演示的科学,旨在研究某种力所产生的运动,以及某种运动所需要的力。古代人曾研究过部分力学问题,涉及与手工技艺有关的五种力,他们认为较之于这些力,重力(纵非人手之力)也只能表现在以人手之力来搬动重物的过程中。但我考虑的是哲学而不是技艺,所研究的不是人手之力而是自然之力,主要是与重力,浮力,弹力,流体阻力以及其他无论是吸引力抑或排斥力相联系的问题。因此,我的这部著作论述哲学的数学原理,因为哲学的全部困难在于:由运动现象去研究自然力,再由这些力去推演其他现象;为此,我在本书第一和第二编中推导出若干普适命题。在第三编中,我示范了把它们应用于宇宙体系,用前两编中数学证明的命题由天文现象推演出使物体倾向于太阳和行星的重力。再运用其他数学命题由这些力推算出行星,彗星;月球和海洋的运动。我希望其他的自然现象也同样能由力学原理推导出来,有许多理由使我猜测它们都与某些力有关,这些力以某些迄今未知的原因驱使物体的粒子相互接近,凝聚成规则形状,或者相互排斥离散。哲学家们对这些力一无所知,所以他们对自然的研究迄今劳而无功,但我期待本书所确立的原理能于此或真正的哲学方法有所助益。

埃德蒙德·哈雷(Edmund Halley)先生是最机敏渊博的学者,他在本书出版中不仅帮助我校正排版错误和制备几何插图,而且正是由于他的推动本书才得以发表,因为他在得知我对天体轨道形状的证明之后,一直敦促我把它提交皇家学会,此后,在他们善意的鼓励和请求下,我才决定把它们发表出来。但在开始考虑月球运动的均差,与重力及别的力的规律和度量有关的某些其他情形,

以及物体按照已知定律受吸引的轨迹形状,若干物体相互间的运动,在阻滞介质中的物体运动,介质的力、密度和运动,彗星的轨道等等诸如此类的问题之后,我耽延了这项出版,直到我对这些问题都作了研究,并能将它们放到一起提出之时。与月球运动有关的内容(由于不太完备)我都囊括在命题 66 的推论中,以免此先就得提出并阐明一些势必牵扯到某种过于繁冗而与本书的宗旨不相合的方法的问题,从而打乱其他命题的连贯性。至于事后所发现的遗漏问题,我只好安排在不太恰当的地方,免得再改变命题和引证的序号。恳望读者耐心阅读本书,对我就此困难课题所付之劳作给予评判,并在纠正其缺陷时勿太过苛求。

伊·牛顿
剑桥,三一学院
1686 年五月 8 日^①

^① 见附录,注 4。

第二版序言

在《原理》的这个第二版中,作了许多修订和增补^①。第一编第二章中,对于确定使物体在给定轨道上运动的力作了图示和扩充。第二编第七章中对流体的阻力作了更为精细的研究,并用新的实验加以证明。第三编中月球理论和岁差则由其原理作了更完备的推导,并通过更多的轨道计算实例证明慧星理论,其精确性也更高了。

伊·牛顿

1713年3月28日于伦敦

^① 见附录,注5。

科茨为《原理》第二版所作序言^①

我们在此向仁慈的读者呈献他们期待已久的牛顿哲学的新版本，它已得到很大的修订和增补。读者可从前面的目录中了解到这部名著的主要内容。作者在序言中已对修订或增补的部分作了说明。我们在此要补充的是一些与这一哲学的方法有关的问题。

研究自然哲学的人大致可分为三类。其中，一些人给事物归结出若干种形式和若干种隐秘的特质，并据此认为种种个体现象是以某些未知的方式发生的。导源于亚里士多德和逍遥学派的一切经院学派的全部学说无不以这一原则为基础。他们坚信物体的若干效应就是由这些物体的特质引起的。但他们却不告诉我们物体的这些本性从何而来，因此他们等于什么也没说。由于他们完全醉心于替事物命名而不探讨事物本身，所以，我们可以说，他们全部的发明在于谈论哲学的方法却没有给我们以真正的哲学。

另一些人则弃绝无用而混乱的术语，致力于较有意义的工作。他们认为一切物质都是同质的，并将物体形式的表观变化归因于其组成粒子相互间非常明显而简单的关系。如果他们所归结出的那些基本关系恰恰合乎于自然所给出的那些法则，那么这种由简

^① 见附录，注6。

单到复杂的研究途径无疑是正确的。但当他们听任想象自由驰骋，随意设定物体组分尚未弄清的形状与大小，以及不能确定的位置与运动，并进而设想出能够自由穿越物体的微孔的、说有如何微细则如何微细的、可受隐秘运动的激发的某些隐秘的流体，此时，他们就进入了梦境和妄诞，忘记了事物的真正结构。事物的真正结构当然不能由虚妄的猜测来推断，即使通过最可靠的观察也很难发现它们。那些以假说为其思辩之第一原理的人们，虽然在以后的推理中极富于精确性，可得到确乎机巧的幻象，但幻象最终仍归是幻象。

还有第三类人，他们崇尚实验哲学。他们固然从最简单、合理的原理中寻找一切事物的原因，但他们决不把未得到现象证明的东西当作原理。他们不捏造假说，更不把它们引入哲学，除非是当做其可靠性尚有争议的问题。因此他们的研究使用两种方法，综合的和分析的。由某些遴选的现象运用分析推断出各种自然力以及这些力所遵循的较为简单的规律，由此再运用综合来揭示其他事物的结构。本书著名的作者恰恰采用了这种无与伦比的最佳方法来进行哲学推理，并认为唯此方法值得以他卓越的著作加以发扬光大。在此方面，他向我们给出了一个最光辉的范例，亦即他利用重力理论极其幸运地推导出的关于宇宙体系的解释。在他之前曾有人猜测或想象，所有物体都受到重力的作用^①，但唯有他是第一位由现象证实重力存在的哲学家，并使之成为其最杰出的推理的坚实基础。

我确知有些享有盛名的人，过分囿于某种偏见，不情愿赞同这一新原理，而且宁愿采用含糊的概念也不用精确的。我不是要诋毁这些杰出人物的声誉；我只是想把这些争论展示在读者面前，求得公正的判断。

① 见附录，注7。

为此，我们可以从最简单、距我们最近的事物开始进行我们的推理。让我们稍微考虑一下地球物体的重力的特性是什么，以便更可靠地过渡到对距我们最远的天体的思考。现在，所有哲学家都同意所有的地面物体都受到地球吸引。不存在没有重量的物体，这已为各种经验所证实。相对轻的物体并不是真正的轻，只是表象的，是由邻近物体相对较重造成的。

而且，与所有物体被引向地球一样，地球也为所有的物体所吸引，重力作用是相互的，而且对双方是相等的，这可以这样证明。设地球质量被分为任意两块，或相等或不相等，如果两块相互间的重量不相等，则较轻的一块将屈服于较重的，二者将共同沿无限直线向较重一块所在的方向运动，而这与经验相违背。所以我们必须承认各部分间的相互重量相等；即，重力作用是相互的，在相反方向上相等的。

在到地球中心相等距离上的物体重量正比于物体物质的量。这可以由所有物体自静止状态在重量作用下下落的同等加速推导出来；因为使不等的物体同等加速的力必定正比于被运动物体的量。至于所有落体都同等地加速，则可利用在除去空气阻力时，如在波义耳(Boyle)先生的抽去空气的容器中那样，它们在相等时间内经过相等的距离来说明；不过，这一结论还可以由单摆实验更精确地证明。

位于相等距离处的物体，其间的吸引力正比于物体内物质的量。因为物体被吸引向地球，与此同时地球又被吸引向物体，地球相对于每个物体的重量，或物体吸引地球的力，等于同一物体相对于地球的重量。但这一重量已被证明正比于物体内物质的量；因而使每个物体吸引地球的力，或该物体的绝对力，同样正比于该物体的物质质量。

所以，整个物体的吸引力由其各组成部分的吸引力产生，因为，如刚才说过的，如果物体的量增加或减少，它的力也成正比地

增大或减小。所以我们必须得出结论，地球的作用由其各部分的作用组合而成，而所有地球物体必定通过正比于吸引物质的绝对力相互吸引。这就是地球上重力的性质；让我们再看看它在天空中的情况。

每个物体都保持其静止或匀速直线运动的状态，除非它受到改变这一状态的外力的作用，这是为已所有哲学家普遍接受的自然规律。但由此即可推出，沿曲线运动的物体，即连续偏离轨道切线的物体，需某种连续作用把它们维系在曲线路径上。于是，行星既沿曲线轨道运动，就必定有某种力对它们施加连续的作用，使之连续偏离其切线。

从数学推理可发现产严格地证明，所有在一平面上沿任意曲线运动的物体，只要其伸向任意一个点的矢径，不论该点是静的或是以任何方式运动的，所掠过的面积正比于时间，那么，物体都受到指向该点的力的作用。这是无可否认的事情。于是，鉴于所有天文学家都同意，行星绕太阳运动，它们的卫星绕各行星运动，掠过的面积都正比于时间，由此知使它们连续偏离其切线而沿曲线轨道运动的力，指向位于该轨道中心的物体。所以这种力相对于环绕物体，称为向心力，相对于中心吸引物体而言，称为吸引力，并没有什么不妥当的，无论这力是由什么原因产生的。

而且，还必须承认数学上已证明的下述内容，如果几个物体绕同心圆作匀速转动，且周期时间的平方正比于到公共中心距离的立方，则向心力反比于距离的平方，或者，如果各物体沿极近似于圆的轨道运动，且轨道的回归点是静止的，则环绕物体的向心力反比于距离的平方。所有的天方学家都同意，所有的行星都符合这两个事实。所以所有行星的向心力都反比于到它们轨道中心的距离。如果有人反对说，行星，特别是月球的回归点并不是完全静止的，而是有一种缓慢的前移，我们可以这样回答：即便我们姑且承认这种极缓慢的运动是由于向心力对距离平方定律的偏离造成的，但