

汉译世界学术名著丛书

论宇宙的体系

〔英〕伊萨克·牛顿 著



汉译世界学术名著丛书

论宇宙的体系

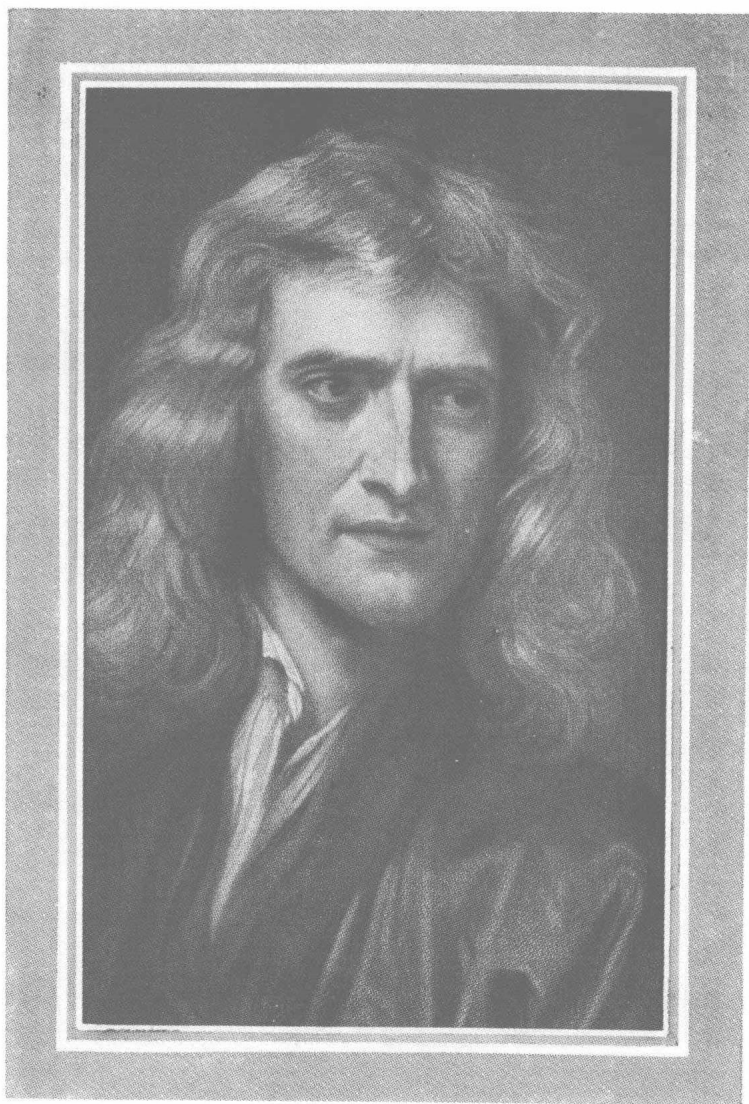
〔英〕伊萨克·牛顿 著

赵振江 译



商务印书馆

2012年·北京



伊萨克·牛顿爵士 (1642—1727)

DE
MUNDI
SYSTEMATE
LIBER
ISAACI NEWTONI.



LONDINI:
Impensis J. TONSON, J. OSBORN,
& T. LONGMAN.

MDCCXXVIII.

(拉丁文第一版内封)

A
T R E A T I S E
O F T H E
S Y S T E M
O F T H E
W O R L D.

B Y
Sir *ISAAC NEWTON*.

Translated into E N G L I S H.

The S E C O N D E D I T I O N, wherein are
interperfed some Alterations and Improvements.



L O N D O N:

Printed for F. FAYRAM, at the South Entrance
under the *Royal Exchange*.

M D C C X X X I.

(英文第二版内封)

汉译世界学术名著丛书

出版说明

我馆历来重视移译世界各国学术名著。从 20 世纪 50 年代起,更致力于翻译出版马克思主义诞生以前的古典学术著作,同时适当介绍当代具有定评的各派代表作品。我们确信只有用人类创造的全部知识财富来丰富自己的头脑,才能够建成现代化的社会主义社会。这些书籍所蕴藏的思想财富和学术价值,为学人所熟知,毋需赘述。这些译本过去以单行本印行,难见系统,汇编为丛书,才能相得益彰,蔚为大观,既便于研读查考,又利于文化积累。为此,我们从 1981 年着手分辑刊行,至 2012 年年初已先后分十三辑印行名著 550 种。现继续编印第十四辑。到 2012 年年底出版至 600 种。今后在积累单本著作的基础上仍将陆续以名著版印行。希望海内外读书界、著译界给我们批评、建议,帮助我们把这套丛书出得更好。

商务印书馆编辑部

2012 年 10 月

中译者序

(一)

《论宇宙的体系》是牛顿《自然哲学的数学原理》(简称《原理》, 1687 年版*)第三卷的原稿, 约写于 1685 年。为了让更多的读者能理解他的宇宙体系, 牛顿用了很少的数学, 把前两卷(特别是第一卷)所建立的原理用于太阳系和彗星, 相当通俗地阐述了吸引定律的普遍性, 并由此研究地球的形状, 解释岁差和海洋的潮汐, 探究月球的运动, 确定彗星的轨道。1686 年 5 月, 由于胡克(Robert Hooke, 1635—1703)要求“重力的平方反比律”的发明权, 牛顿“为了不引起争论, 我把那一卷的内容以数学的风格改为命题, 使得它只能被那些掌握前两卷所建立的原理的人阅读。”以数学的风格写成的第三卷在出版后又经过了多次修改, 但《论宇宙的体系》一直保持着它的原貌。

早期的学者怀疑《论宇宙的体系》出自牛顿之手。如德摩根(Augustus De Morgan, 1806—1871)说:“很可能是某个精明的赚钱者从(《原理》的)第三卷中弄出这样一本论著, 并在牛顿无法证

* 以下如没有特别说明, 均指该书的 1687 年版。

明它与自己有关的时候出版。”史密斯(David Eugene Smith, 1860—1944)干脆说:“它(《论宇宙的体系》)不再被学者们认为是牛顿的著作。”虽然牛顿逝世之后确实有些书冒用他的大名,但牛顿现存的手稿证明《论宇宙的体系》的确出自他本人之手。

《原理》第三卷的历史有一点与第一卷和第二卷显著不同,科恩(Isaac Bernard Cohen, 1914—2003)没有从牛顿的手稿中发现第三卷的工作手稿,即牛顿寄给哈雷用于印刷的手稿的底本,但在朴次茅斯收藏(*Portsmouth Collection*)中有成百页的天文表和天文计算,其中有些已被证明用在《原理》第三卷中。

牛顿《论宇宙的体系》的原稿现藏英国剑桥大学图书馆,编号为 MS Add. 3990。原稿的标题为 *De motu corporum, liber secundus*(论物体的运动,第二卷),大部分由他的抄写员汉弗莱·牛顿(Humphrey Newton, 盛年在 1683—1720)抄写,并有牛顿的修改。也许在《原理》的写作初期,牛顿想把他的书写成两卷本的《论物体的运动》,第一卷的内容是运动的基本原理,第二卷的内容是宇宙的体系。只是在后来由于第一卷篇幅太大他才把它分为两卷,题目都是《论物体的运动》,而把原来的第二卷的题目从《论物体的运动》改为《论宇宙的体系》。科恩发现《原理》第三卷中有十四段几乎是逐字逐句抄自这一手稿。这证明 MS Add. 3990 确实是《原理》第三卷的原稿,即牛顿所说的他以通俗的方式写就的第三卷。

牛顿曾把这一手稿的前面的部分(他标出数字的二十七段)让汉弗莱抄录,作为他的讲稿交给学校(这是他做卢卡斯数学教授的职责之一)。这一抄录稿(MS. Dd. 4. 18)分为五节,供演讲用。

根据科恩的检查,手稿 MS Add. 3990 大部分由汉弗莱抄录,有些句子被牛顿划去,有的被他替换或更正。在页边上,牛顿自己加上摘要性的旁批,但他只把前二十七段标出了数字。后来他重写了第 XIV 段,删去第 XV 段,把经过重写的第 XIV 段标成第 XV 段,把原来的第 XVII 段标成第 XVI 段。但他没有继续进行标号,致使第 XVI 段之后紧接着是第 XVIII 段。在牛顿交存的讲稿中同样缺少第 XVII 段。早期的拉丁文版和英文版的《论宇宙的体系》,没有段落标号。

手稿 MS Add. 3990 中的一个奇怪现象,反映了牛顿当时的工作状况。在第 49 页上汉弗莱写下:

His in locis aestus ascendit ad pedes 40 vel 50 et ultra. Alibi aecensus ut plurimum est pedum quatuor sex vel octo et raro superat pedes decem vel deodecim.

这一段被划去,接着牛顿写下:

His in locis mare magna cum velocitate accedendo et recedendo litora nunc inundat nunc arida relinquit ad multa milliaria. Neque impetus accedendi vel recedendi prius frangi potest quàm aqua attollitur vel deprimitur ad pedes 40, vel 50 et amplius.

由于当时汉弗莱住在牛顿的套间,给他当抄写员。牛顿有可能在汉弗莱抄录时加以指示,并且有时写下自己的最新更正。

(二)

《论宇宙的体系》的拉丁文第一版在 1728 年由牛顿的外甥女

婿康迪特(John Conduit, 约 1688—1737)根据牛顿的手稿以 *De Mundi Systemate Liber Isaaci Newtoni. Opus diu integris suis partibus desideratum. In usum Juventutis Academicæ* (伊萨克·牛顿的《论宇宙的体系》。他的整个著作的缺乏已久的部分有益于青年学者)为题在伦敦出版。这一拉丁文版在 1731 年再版。由卡斯蒂略努斯(Johannes Castelloneus, 1704—1791)编辑的三卷本《伊萨克·牛顿爵士数学, 哲学和文献学短篇著作集》(*Isaaci Newtoni, Equitis Aurti, Opuscula Mathematica, Philosophica et Philologia*)的第二卷中, 亦收录拉丁文的《论宇宙的体系》。牛顿的这一著作集 1744 年在日内瓦出版。1779—1985 年在伦敦出版的霍斯利(Samuel Horsley, 1733—1806)编辑的五卷本《伊萨克·牛顿现存著作全集》(*Opera quæ extant Omnia*)的第三卷中, 包含拉丁文的《论宇宙的体系》。霍斯利把全文的段落分为七十八小节, 并用罗马数字标记。这套《全集》在 1964 年影印出版。

《论宇宙的体系》的英译本由费瑞姆(F. Fayram)在 1728 年以 *A Treatise of the System of the World* 为名在伦敦出版。但这个译本所据的底本既不是牛顿的原稿, 也不是 1728 年的拉丁文印本。根据科恩等人的比较研究, 认为这个英译本可能是根据别的底本翻译的。而且根据牛顿的亲属留下的一份文件, 《论宇宙的体系》的英译本早于拉丁文本。这个英译本在 1731 年出了第二版, 并在 1737 再次发行。《论宇宙的体系》的英文第二版重印于 1803 年和 1819 年。卡加里(Florian Cajori, 1859—1930)在修订莫特(Andrew Motte, 1696—1734)的英文版《原理》时把《论宇宙的体系》与《原理》合在一起, 他完全采用霍斯利在《论宇宙的体系》

拉丁文版中对小节的标号。1934年加利福尼亚大学出版社出版了这个合集,书名为《伊萨克·牛顿爵士的自然哲学的数学原理和他的宇宙的体系》(*Sir Isaac Newton's Mathematical Principles of Natural Philosophy and his System of the World*, University of California Press, 1934)。卡加里的这个版本被多次重印,流传甚广,但他的这个做法导致了人们的一些误解。如有人认为《自然哲学的数学原理》这本书应称为《自然哲学和宇宙体系的数学原理》,事实上牛顿从来没有出版过以此为书名的书。一个更常见的误解是与人造地球卫星有关的一张插图。牛顿在《原理》拉丁文第二版第3页说明了人造地球卫星的原理,但并没有图示,图示是在1728年拉丁文版《论宇宙的体系》首先中给出的。这说明牛顿最早给出人造地球卫星的原理是在1687年之前,而一些人误认为那张著名的图是在《原理》中给出的。顺便提一下,沃尔费斯(Jacob Philipp Wolfers, 1803—1878)的德译本《原理》(*Mathematische Principien der Naturlehre*, Verlag von Robert Oppenheim, Berlin, 1872)中也附有《论宇宙的体系》的德译 *Ueber das Weltsystem*。1969年,道森公司(Wm. Dawson & Sons Ltd.)影印出版了1731年的英文第二版《论宇宙的体系》,书中有科恩写的说明。怀特赛德(Derek Thomas Whiteside, 1932—2008)认为出版一个拉—英对照的《论宇宙的体系》是有意义的,而且科恩和拉丁语专家威特曼(Anne Miller Whitman, 1937—1984)也曾准备出这样一个版本,但现在还未见出版。

《论宇宙的体系》的所有的英文本都没有署译者之名。沃尔夫(Abraham Wolf, 1876—1948)在他的《十六和十七世纪的科学、

技术和哲学史》(*A History of Science, Technology, and Philosophy in the 16 & 17th Centuries*)中引用 1803 年伦敦版《论宇宙的体系》时,指明莫特为英译者。卡加里在比较《论宇宙的体系》和《原理》的第一个英译本之后,认为其译者与《原理》的第一个英译者是同一个人,即莫特。其理由有二:其一是《论宇宙的体系》中的一长段拉丁文与《原理》第三卷的一个拉丁文段落基本相同,它们的英译文基本相同。其二是在这一长段拉丁文(出现在《论宇宙的体系》§ 67,对应《原理》卷三命题 XLI 的例子)中从句“*Nam quod dicitur Fixas ab Aegyptiis comatas nonnunquam visas fuisse*”中的“*comatas*”在两本书中都被译成“*coma or capillitium*”。这样的例子还有(《论宇宙的体系》§ 59,对应《原理》卷三引理 IV 中的一段),拉丁文均为“*Idem colligitur ex curvatura viæ Cometarum. Pergunt hæc corpora propemodum in circulis maximis quamdiu moventur celeries; at in fine cursus, ubi motus apparentis pars illa quæ à parallaxi oritur majorem habet proportionem ad motum totum apparentem, deflectere solent ab his circulis, & quites Terra movetur in unam partem abire in partem contrariam. Oritur hæc deflexio maximè ex Parallaxi, propterea quod respondet motui Terræ; & insignis ejus quantitas meo computo collocavit disparentes Cometas satis longè infra Jovem. Unde consequens est quòd in Perigæis & Periheliis, ubi propius adsunt, descendunt sæpius infra orbes Martis & inferiorum Planetarum.*”《原理》的英译文为“The same things may be deduced from the incurvation of the way of the comets; for there

bodies move almost in great circles, while their velocity is great; but about the end of their course, when that part of their apparent motion which arises from the parallax bears a greater proportion to their whole apparent motion, they commonly deviate from those circles, and when the earth goes to one side, they deviate to the other; and this deflxion, because of its corresponding with the motion of the earth, must arise chiefly from the parallax; and the quantity thereof is so considerable, as, by my computation, to place the disappearing comets a good deal lower than Jupiter. Whence it follows that when they approach nearer to us in their perigees and perihelions they often descend below the orbs of Mars and the inferior planets. ”《论宇宙的体系》中的英译文与此基本相同。

科恩认为卡加里把《论宇宙的体系》的译者定为莫特的论据并不充分,因为《论宇宙的体系》的英译本较《原理》的英译本早出版一年,莫特有充分的时间参照《论宇宙的体系》的英译。但仔细考察《原理》的英译本,可知它所依据的底本是《原理》的第二版,在《原理》的第三版(1726年)出现之后,译者又进行了修改,但修改并不彻底,从中能看出他使用《原理》第二版的痕迹。因此莫特翻译《原理》用时较长,他不大可能在《论宇宙的体系》的英译本出现之后,对着它的拉丁文本来翻译(或修改)《原理》的第三卷。也许出版商知道莫特在翻译《原理》,而让他翻译内容与《原理》有关的《论宇宙的体系》。否则很难解释《论宇宙的体系》和《原理》卷三中相同的拉丁文段落为何译得如此相同。

(三)

牛顿自青年时代就关注天体运动。在剑桥大学因鼠疫而关闭的时期(1665年8月—1667年4月),牛顿回到家乡,开始了他在数学、光学和天文学上的伟大创造。他在后来的回忆中写到(MS Add. 3968, f. 85):“在同一年[1666年]我开始思考延伸到月球的轨道的重力,并发现怎样估计在一个球内转动的小球压迫球面的力:从开普勒(Johannes Kepler, 1571—1630)的行星的循环时间按照它们的轨道离中心的距离的二分之三次比,我导出把行星保持在它们轨道上的力必定与离中心的距离的平方成反比,行星围绕那个中心运行。”在返校后,牛顿把主要精力用于研究数学和光学。他任卢卡斯数学教授所讲授的课程在开始的几年也是光学。1672年,他的光学论文在皇家学会的《哲学汇刊》上发表之后,他对光和颜色的新颖看法受到当时大多数科学家的怀疑。为了捍卫自己的理论,牛顿陷入了一场旷日持久的争论。随着对争论的厌倦,他想断绝与科学界的联系。在17世纪70年代,牛顿涉足炼金术和神学研究,无暇顾及自然哲学。在1679年11月28日致胡克的信中,牛顿写道:“过去的几年我努力离开[自然]哲学致力于其他研究,除非也许在闲暇时为了消遣,我不愿在哲学研究上花时间:这使我几乎完全不知道在伦敦的或者国外的哲学家近来在做什么。”正是这轮通信促使牛顿重新考虑行星的动力学问题。据牛顿后来回忆(MS Add. 3968, f. 106),他在1679年12月得出了《原理》第一卷中的命题I和XI。命题I在更广的意义上证明了开普

勒第二定律；命题 XI 确定在椭圆轨道上运动的物体的向心力，如果力的中心在椭圆的一个焦点上，结论是向心力与物体离焦点的距离的平方成反比。按照牛顿的习惯，他没有告诉胡克；当然，也没有告诉其他人。

1684 年 8 月，哈雷(Edmond Halley, 1656—1742)到剑桥访问牛顿，向他请教如何决定天体在与距离的平方成反比的力作用下的轨道问题。牛顿告诉哈雷他已从理论上解决了行星运动的动力学问题。哈雷要求看牛顿的证明，牛顿没有找到他的手稿，但他答应找到后寄给哈雷。哈雷走后，牛顿将他以前研究物体运动的结果汇集起来，写成一篇论文，题为《论物体在轨道上的运动》(*De Mote Corporum in Gyrum*，以下简称《论运动》)，并在 11 月寄给哈雷。这篇长度仅为九页的论文，经过一年多的时间发展成在 1687 年 7 月出版的长达 510 页的四开本巨著：《自然哲学的数学原理》。

(四)

已有许多学者从不同的角度研究《原理》的写作和出版过程。我们着重讨论《论宇宙的体系》与《论运动》以及《原理》(1687 年版)的关系。

《论运动》由三条定义，四条假设，两条引理和十一个命题(四条定理和七个问题)构成。这些定义，假设，引理和命题在《原理》中出现的情况如下。

《原理》共有八条定义，定义 III(物体的固有的力)由《论运动》

中的定义 2 改动而来;定义 V(向心力)由《论运动》的定义 1 改动而成。《论运动》中的定义 3 没有进入《原理》的定义系统。

《论运动》的假设 1 只是一个说明:前九条命题处理的物体所遇到的阻力为零,后面的命题所处理的物体所遇到的阻力与物体的速度和介质的密度的联合成比例。前九条命题与《原理》第 I 卷的主题相同:物体在无阻力介质中的运动。后两条命题与《原理》第 II 卷的主题相同:物体在阻力介质中的运动。假设 2 是伽利略(Galilei Galileo, 1564—1642)的惯性定律,在《原理》中作为公理 I(即牛顿第一定律)。假设 3 修改后作为诸公理的系理 I 进入《原理》。假设 4 没有进入《原理》的公理系统,而经扩充后作为第 I 卷的引理 X。

《论运动》的引理 1 作为第 I 卷的引理 I,引理 2 作为第 I 卷的引理 XII 而进入《原理》。

《论运动》的命题与《原理》中的命题对应关系如下表:

《论运动》	《原理》
定理 1(开普勒第二定律)	第 I 卷命题 I 定理 I
定理 2(匀速圆周运动的向心力)	第 I 卷命题 IV 定理 IV
定理 3(在任意轨道上物体的向心力的度量)	第 I 卷命题 VI 定理 V
问题 1(吸引中心在圆的周界上的向心力)	第 I 卷命题 VII 问题 II
问题 2(吸引中心在椭圆中心的向心力)	第 I 卷命题 X 问题 V

续表

问题 3(吸引中心在椭圆焦点的向心力)	第 I 卷命题 XI 问题 VI
定理 4(开普勒第三定律)	第 I 卷命题 XV 定理 VII
问题 4(已知与距离的平方成反比的力的大小,确定椭圆轨道)	第 I 卷命题 XVII 问题 IX
问题 5(物体沿直线的下落)	第 I 卷命题 XXXII 问题 XXIV
问题 6(物体在阻力介质中的运动,阻力与物体的速度成正比)	第 II 卷命题 II 定理 II
问题 7(物体在阻力介质中的运动,阻力与物体的速度成正比,向心力为常数)	第 II 卷命题 III 问题 I

《论运动》的定理 1—3 和问题 1 构成《原理》第 I 卷第 II 部分的主要内容;问题 2—4 和定理 4 构成《原理》第 I 卷第 III 部分的主要内容。因为牛顿在《论运动》只考虑行星的轨道,所以他只处理在平方反比力作用下轨道为椭圆的情形。在《原理》中他考虑了所有圆锥截线轨道,以及更复杂的轨道(螺线,甚至任意曲线)。问题 5 只包含椭圆轨道的极限情形,在《原理》中被扩充为第 I 卷第 VII 部分。问题 6 和 7 构成第 II 卷第 I 部分的主体,问题 7 的解释(Scholium)被改写为第 II 卷命题 IV 问题 II。

《论运动》中没有命题直接进入《原理》卷 III,但定理 4 的解释说明如何从天文观测确定行星的椭圆轨道。问题 4 的解释可分为两部分,前一部分说明如何从四次观测确定彗星的椭圆轨道,后一部分是开普勒问题(即求解超越方程 $x - e \sin x = z$, e, z 给定)的(近似)几何解法。关于开普勒问题的解构成《原理》第 I 卷第 VI