

科 学 的

诞 生 David Wootton

[英]戴维·伍顿 著 刘国伟 译

科 学 革

命 新 史

The Invention of
SCIENCE

A New History of
The Scientific Revolution

(上册)

中信出版集团

科 学 的

The
Invention
of
SCIENCE

诞 生

A
New
History
of

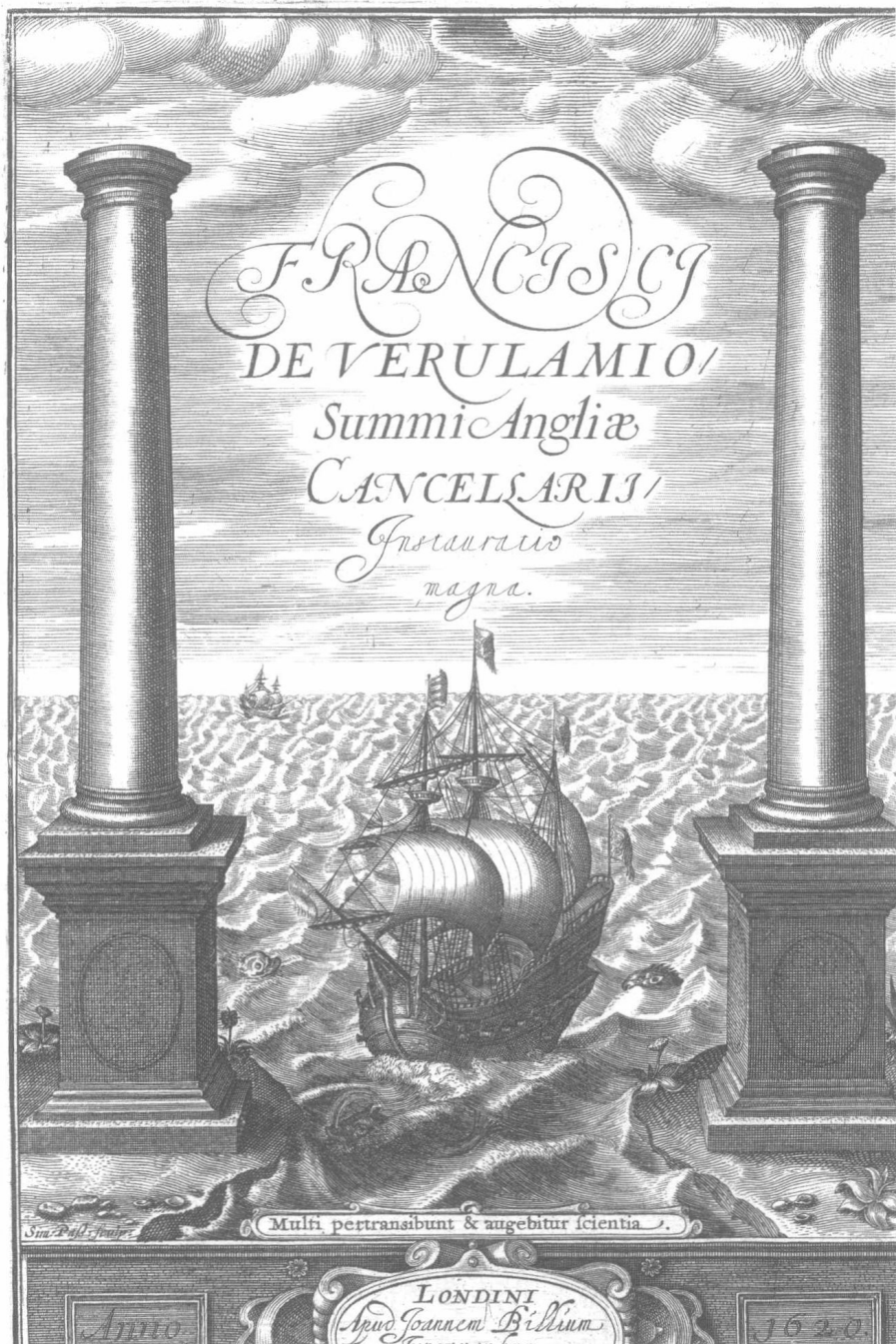
〔英〕戴维·伍顿 著
刘国伟 译

科 学 革

the
Scientific
Revolution

(book-1)

命 新 史



上图 为 弗朗西斯·培根 (Francis Bacon) 所著《新工具论》(Novum organum, 1620) 的书名页。在这个书名页上, 一艘船在探索未知世界后, 驶过了赫拉克勒斯之柱 (被认定为直布罗陀和北非之间的海峡, 是地中海通向大西洋的门户)。

献给艾利森 (Alison)

Hanc ego de caelo ducentem sidera vidi

(我看见她从天空摘下了星星)

——提布鲁斯 (Tibullus), 《挽歌》(Elegies), I.ii

“我找到了！”

——阿基米德（Archimedes，前 287—前 212）



沐浴中的阿基米德，彼得·弗龙特纳（Peter Flötner，1490—1546）所作版画，来自维特鲁维斯·托伊奇（Vitruvius Teutsch）的首个德文译本。该译本由约翰内斯·佩特莱乌斯（Johannes Petreius）于 1548 年在纽伦堡出版。位于前景右侧的是希罗（Hiero）的王冠。

目 录

上册

引 言

- 第一章 现代思维 3
- 第二章 科学革命的思想 17

第 1 部 天空与地球

- 第三章 发明发现 65
- 第四章 行星地球 123

第 2 部 眼见为实

- 第五章 世界的数学化 181
- 第六章 格列佛的世界 231

第 3 部 制作知识

- 第七章 事实 275
- 第八章 实验 341
- 第九章 法则 395
- 第十章 假说 / 理论 417
- 第十一章 证据与判断 439

下册

第4部 现代的诞生

- 第十二章 机器 475
- 第十三章 世界的祛魅 495
- 第十四章 知识就是力量 527

结 语 科学的发明

- 第十五章 对自然的蔑视 565
- 第十六章 这些后现代的日子 599
- 第十七章 “我知道什么？” 613

一些长注释

- 关于希腊“科学”和中世纪“科学”的注释 631
- 关于宗教的注释 634
- 维特根斯坦：非相对主义者 635
- 关于相对主义和相对主义者的注释 639
- 关于日期和引文的注释 652
- 关于互联网的注释 652

插图清单 655

致谢 663

注释 667

参考书目 727

索引 801

引言

这是一个哲学浩浩荡荡而来的时代。逍遥学派也许仍想制止这一潮流，或者 [和薛西斯 (Xerxes) 一起] 给海洋套上脚镣，以阻碍自由哲学的泛滥。我想，我明白旧垃圾何以必须被丢掉，破败的建筑何以必须被推倒，并且它们何以必须被浩浩洪水冲走。在当今这个时代，我们必须为一种更壮丽的哲学奠定新的基础，使其永远不会被推翻。这一哲学将根据经验和感觉来考察自然诸现象，从自然界各种原物中推导出事物的原因，因为根据我们的观察，它在技术上是可制作的，是机械学确凿无疑的证明。毫无疑问，这是创建一种真正的、永恒的哲学的途径，舍此无他……

——亨利·鲍尔 (Henry Power)，《实验哲学》
(*Experimental Philosophy*)，1664

现代科学是于 1572—1704 年被发明的。1572 年，第谷·布拉赫 (Tycho Brahe) 观测到了一颗新星；1704 年，牛顿出版了他的《光学》 (*Opticks*)。该著作证明白光是由彩虹的七色光构成的，你可以用一面棱镜将它分成它的构成色彩；色彩是光所固有，并非物体所固有的。¹ 虽然在 1572 年以前，存在一些我们称作“科学”的知识体系，但只有天文学的运作略似于现代科学。天文学拥有一些基于大量证据的复杂理论，因此能够做出可靠预测。在 1572 年后的那些年里，被首先改造成了真正的科学的，也正是天文学。在 1572 年后的那些年里，是什

么让天文学成了一门科学的呢？它拥有一个研究项目、一个专家团体，准备根据新的证据，质疑每一种久负盛名的定论，如天空中不可能有变化，天空中的所有运动都是圆周运动，天空由一些水晶球体构成。天文学指引向哪里，其他新科学就跟到哪里。

要想确立这一主张，我们就要审视 1572—1704 年发生的情况。我们还要向后看，审视 1572 年之前的世界；向前看，审视 1704 年之后的世界。我们也要应对一些方法论的讨论。第 6—12 章涉及 1572—1704 年之间的核心时期，这是本书的主体部分。第 3、4、5 章主要审视 1572 年以前的世界。第 13、14 章既审视稍早于 1704 年的世界，也审视稍晚于 1704 年的世界。第 2、15、16、17 章涉及的则是历史编纂学、方法论和哲学。

引言包含的两章为随后的一切奠定了基础。第一章简要提示这本书的主要内容。第二章解释了“科学革命”思想的由来、某人认为不存在科学革命的原因，以及为什么科学革命是历史分析的合理范畴。

现代思维

培根无疑比莎士比亚更具有现代思维。培根拥有一种历史感，认为他所处的时代，也就是17世纪，是科学时代的肇端。他希望消除对亚里士多德文本的膜拜，用对自然的直接观察取而代之。

——豪尔赫·路易斯·博尔赫斯（Jorge Luis Borges），
《莎士比亚之谜》（*The Enigma of Shakespeare*），1964²

1

我们生活于其中的世界比你料想的要年轻得多。制作工具的人在地球^[1]上存在了约200万年。我们的物种，也就是智人，出现在20万年前。制陶工艺可以追溯至约2.5万年前。在科学革命之前，人类历史上最重要的变革是新石器革命。但是，它发生的时间较晚，在1.2万—7000年之间。³正是在那时，动物被驯化，农业开始发展，石制工具开始被金属工具取代。自人类第一次不再是猎人—采集者以来，大约已经更替600代人。第一艘帆船可以追溯至约7000年前，文字的起源也是如此。那些接受了达尔文进化论的人也许会对《圣经》年表嗤之以鼻，因为《圣经》年表把创世放在了6000年前。但是，我们称作有

[1] 我使用“地球”来指代现代的、哥白尼的地球概念，指的是一个旋转的、由水陆构成的球体，是行星之一。我用“地”来指代前哥白尼的世界概念。它由地这个元素构成，居于宇宙的中心，一动不动。

- 4 史人类（留下了书面记录的人）——与考古人类（只留下了人工制品的人）相对的人类存在的时间大约只有那么长，约 300 代人。如果要给“祖父母”前面加上“曾”这个字，那么只能填满半张印刷页多一点儿。这是人类历史的真实长度。在此之前，有 200 万年的史前史。

在谈到加利福尼亚的奥克兰时，格特鲁德·斯泰因（Gertrude Stein, 1874—1946）说，那里“没有那里在那里”。意思是说，它是崭新的，是一个没有历史的地方。⁴她更喜欢巴黎。她对奥克兰的看法是错的，因为人类已经在那里生活了约两万年。但是，她也是对的，因为那里的生活太轻松了，不需要发展农业，更别提书写了。只是在 1535 年后，栽培植物、马和金属工具才随着西班牙人来到此地。（加利福尼亚是个例外。在南、北美洲其他地方，玉米的栽培可以追溯至 1 万年前，与世界上任何地方的任何农作物的栽培一样久远；文字书写则可以追溯至 3000 年前。）

因此，与 200 万年制作工具的历史相比，我们生活于其中的世界几乎是崭新的。当然，有些地方比另外一些地方旧一点儿。在新石器革命之后，变化的速度很慢，几乎就像爬行。在接下来的 6500 年里，有几项值得注意的技术进步，例如水车。但是，直到 400 年前，技术变革都步履迟缓，且经常倒退。阿基米德（Archimedes, 前 287—前 212）的所作所为让罗马人感到震惊。15 世纪的意大利建筑师考察了古罗马荒废的建筑，相信他们正在研究一个比他们自己的文明伟大得多的文明。没有人想象得到，人类的历史可以被设想成一种进步史。然而，仅仅三个世纪后，到了 18 世纪中期，进步就已经开始显得不可避免，以至于要追溯进步至以前的整个历史。⁵与此同时，某种不同寻常的情况发生了。17、18 世纪的科学取得的进步是此前的知识体系无法企及的。那么，是什么促成了这种情况呢？我们现在拥有、而古罗马人和他们的文艺复兴崇拜者不曾拥有的东西是什么呢？^[1]

[1] 戴恩·莱霍克斯（Daryn Lehoux）在一部发人深省的书中间道：“古代科学和现代科学之间有不同吗？当然有了。事物是突然变化的吗？我们能够确认某些全新的做事方式出现在历史中某些分散的时间点上吗？当时，我们获得了我们所谓的科学。我觉得不能。”（Lehoux, *What Did the Romans Know?* 2012, 15）。就这样，莱霍克斯提出了与此相反的观点。

当威廉·莎士比亚 (William Shakespeare, 1564—1616) 创作《裘力斯·恺撒》(*Julius Caesar*, 1599) 时, 他犯了个小错误, 提到了时钟敲响。其实, 古罗马没有机械钟。⁶ 在《科利奥兰纳斯》(*Coriolanus*, 1608) 中, 他提到了罗盘上的方位。但是, 古罗马人没有航海罗盘。⁷ 这些错误显示, 当莎士比亚及其同时代的人阅读古罗马作家的作品时, 他们不断读到关于古罗马人乃异教徒、非基督徒的提示, 但几乎没有人告诉他古罗马和文艺复兴之间的技术差距。古罗马人的确没有印刷机, 但他们拥有很多书籍, 也拥有很多抄录它们的奴隶。他们的确没有火药, 但他们拥有以抛石机形式出现的大炮。他们的确没有机械钟, 但他们有日晷和水钟。他们的确没有能在风中航行的大帆船, 但在莎士比亚的时代, 地中海中的战斗仍然是通过桨帆船 (用桨划动的船只) 进行的。当然, 在诸多实用方面, 古罗马人比伊丽莎白时代的人要先进得多, 比如更好的公路、中央供暖、像样的浴室。莎士比亚极其敏感, 把古罗马想象成和他那个时代的伦敦十分相似, 只是古罗马人沐浴着阳光, 穿着宽大的长袍。⁸ 他和他同时代的人没有理由相信进步。“对莎士比亚来说,” 豪尔赫·路易斯·博尔赫斯 (1899—1986) 说, “在众多作品中, 所有人物都被当作了莎士比亚同时代的人, 无论他们是哈姆雷特那样的丹麦人、麦克白那样的苏格兰人, 还是古希腊人、古罗马人或意大利人。莎士比亚感受到了人的多样性, 但没有感受到历史时代的多样性。对他来说, 历史是不存在的。”⁹ 博尔赫斯的历史观是现代的历史观。莎士比亚非常了解历史, 但缺乏历史变化不可逆转的观念 (与他同时代的弗朗西斯·培根则不然, 培根已经明白了科学革命可能实现的东西)。

我们或许认为, 火药、印刷术和 1492 年美洲的发现应该促使文艺复兴时期获得一种过去一去不复返的感觉, 但受过教育的人只是逐渐才认识到, 这些关键创新带来的结果不可逆转。人们只是后来才明白, 它们象征着一个新时代。启蒙运动之所以坚信进步已变得不可阻遏, 科学革命自身是主要原因。到了 18 世纪中期, 莎士比亚的时间感已经

被我们自己的时间感所取代。本书之所以驻足于此，不是因为科学革命此时已经结束，而是因为到了此时，情况清晰地表明，一个势不可当的变革过程已经开始。牛顿主义的胜利标志着科学革命的初级阶段的终结。

2

6 为了把握这场革命的规模，让我们暂时回到1600年，选取一个典型的受过良好教育的欧洲人。虽说我们将从英国选取某个人，但其实从别的任何一个欧洲国家选取，也没多大差别。这是因为，在1600年，他们拥有的知识文化完全一样。这个人相信巫术，可能读过苏格兰王詹姆斯六世（James VI，未来的英国国王詹姆斯一世）的《魔鬼学》（*Daemonologie*, 1597）。就魔鬼的代理人施加的威胁，《魔鬼学》描绘了一幅令人惊恐、容易让人相信的图画。^[1]这个人相信巫婆能够掀起风暴，使海上的船只沉没。詹姆斯差点儿就在这样一场风暴中丧命。这个人相信有狼人。尽管英国碰巧没有狼人，但他知道它们将在比利时被发现 [16世纪法国伟大的哲学家让·博丹（Jean Bodin）是这方面公认的权威]。他相信喀耳刻真的把奥德修斯的船员变成了猪，相信老鼠是在干草堆里自然产生的。他相信同时代的魔法师，听说过约翰·迪伊（John Dee）。他可能还听说过尼特西姆的阿格里帕（Agrippa of Nettesheim, 1486—1535）。阿格里帕的黑狗“先生”被认为是一个伪装的魔鬼。如果他生活在伦敦，那么他也许认识那些曾向西门·福曼（Simon Forman）咨询的人。福曼是执业医师和占星家，曾利用魔

[1] 由于那个典型的受过良好教育的欧洲人是男性，我在描述现代早期时使用了阳性代词。当我描述我们自己的知识生活时，我不这么做。与之相似，我在描述现代早期观点时使用了“男人”，在表达我自己的观点时则使用“人类”。女人在现代早期知识群体中无立锥之地，但是有一些重要的女性科学家，尤其是天文学家（Schiebinger, *The Mind Has No Sex?* 1989, 79—101）和炼金术师（Ray, *Daughters of Alchemy*, 2015）。据说，玛丽亚·库尼茨（Maria Cunitz）所著《乌拉尼亚的恩赐》（*Urania propitia*）是“现存最早的一部由女人所著的科学著作”。它是一卷天文表，处在“其时代最高技术水平上”（Swerdlow, “Urania propitia”, 2012, 81）。这本书包括一篇由她丈夫写的序言。该序言向读者保证，尽管这肯定显得令人难以置信，但它的确是一部由女人所著的著作。

法帮助他们找回了被偷的物品。¹⁰ 他曾经看见独角兽的角，但没有见过独角兽。

他相信，如果谋杀者在场，被谋杀的人的尸体会流血。他相信，如果把一种油膏抹在造成伤口的匕首上，伤口会愈合。他相信，就植物的药性来说，植物的形状、颜色和口感可以提供线索，因为上帝之所以设计自然，就是为了让男人解释。他相信能够把常见金属转化成黄金，不过他怀疑是否有人知道怎么做。他相信自然厌恶真空。他相信彩虹是来自上帝的征兆，彗星预示着罪恶。他相信，如果我们知道如何释梦，那么梦就能预言未来。他当然相信“地”静止不动，太阳和星星每 24 小时绕着“地”转一圈儿。他听别人提起过哥白尼，但他不敢想象他会把哥白尼以太阳为中心的宇宙模式当真。他相信占星术，但由于他不知道他出生的准确时间，于是他认为，即使是最专业的占星家，也几乎讲不出多少他在书籍中找不到的东西。他相信亚里士多德（Aristotle，公元前 4 世纪）是有史以来最伟大的哲学家，普林尼（Pliny，公元 1 世纪）、盖伦（Galen）和托勒密（Ptolemy）分别是自然历史、医学和天文学的最佳权威。他知道这个国家有耶稣会士，据说他们正在表演奇迹，但他怀疑他们是骗子。他拥有 20 多本书。

过不了几年，变化就会发生。1611 年，在谈到前一年伽利略用他的望远镜取得的发现时，约翰·邓恩（John Donne）宣称“新哲学使一切都受到质疑”。“新哲学”是威廉·吉尔伯特（William Gilbert）创造的流行语。1600 年，他出版了 600 年来首部重要的实验科学著作。^[1] 对邓恩来说，“新哲学”就是吉尔伯特和伽利略的新科学。¹¹ 他的诗行汇聚了构成那个时代新科学的关键元素，其中包括对太空中的新世界的寻找、亚里士多德对天地之间的区分的破灭、卢克莱修（Lucretian）的原子论：

[1] 这是自伊本·海赛姆（Ibn al-Haytham）的《光学手册》（*Book of Optics*, 1011—1021）以来第一部实验科学的著作。

新哲学使一切都受到质疑，
 火元素被彻底扑灭，
 太阳已失，人的智慧无法指引他
 到哪里寻找地。

人们坦率地承认，在行星和苍穹中，
 这个世界悬着。

他们找到了那么多的新东西，他们看到
 这再次被粉碎成了他的原子。

一切都破碎了，一切的联系都已消失，
 一切的关系都刚刚被取代：

君王、臣民、父亲、儿子，都被遗忘，
 因为每个单独的人都认为，
 他将成为一只凤凰，然后除了他，
 任何人都将不再属于他所属的那类。

邓恩接着提及了航海发现和随之产生的新商业，提到了使那些航海成为可能的罗盘，以及与罗盘密不可分的磁性——磁性是吉尔伯特的实验对象。

邓恩怎么知道新哲学的情况呢？他怎么知道它涉及了卢克莱修的原子论？^[1]虽然有认识伽利略的人声称伽利略私下里明确表示认同原子论，但伽利略从未在其出版的著作中提到它。至于吉尔伯特探讨原子论，其实是为了拒绝它。邓恩怎么知道，新哲学家在寻找新世界的问题上，不仅认为各行星是一个一个的世界，还在太空其他地方寻找别的世界？

[1] 卢克莱修（前99—前55）称，宇宙没有设计方案，而是不变、不可分的原子任意相互作用的结果；现存的宇宙终将被摧毁、取代，它只不过是随意、无休无止、相继产生的众多宇宙中的一个。卢克莱修的诗《物性论》在中世纪失传了。1417年，它重新被发现。1473年，它第一次出版。直到1682年，完整的英文译本才得以出版。卢克莱修是伊壁鸠鲁（前341—前270）的信徒。我们用“伊壁鸠鲁主义者”来指寻求肉体愉悦的人。但在文艺复兴时期，伊壁鸠鲁主义者是物质主义者和无神论者，因此除了肉体愉悦，他们不可能承认的任何善。

邓恩很有可能在威尼斯或帕多瓦见过伽利略，时间则可能是1605或1606年。^[1]在威尼斯期间，邓恩与英国大使亨利·沃顿（Henry Wotton）爵士住在一起。沃顿当时正为一个苏格兰人的获释奔走。这个苏格兰人是伽利略的朋友，因为与一名修女发生性关系（一种原本应该被判处死刑的罪行）而被囚禁。邓恩或许见过伽利略并与之交谈过，或者与伽利略讲英语的学生交谈过。他似乎肯定见过伽利略的密友保罗·沙尔皮（Paolo Sarpi）。¹²在英国时，邓恩或许也见过托马斯·哈里奥特（Thomas Harriot）和吉尔伯特。¹³哈里奥特是一位伟大的数学家，显然注意到了原子论。^[2]除了伽利略的《星际信使》（*Sidereus nuncius*，或 *Starry Messenger*，1610），或作为上述著作的替代，他可能还读过开普勒的《与伽利略的星际使者的对话》（*Conversation with Galileo's Starry Messenger*，1610）。开普勒的著作包含了伽利略谨慎避谈的众多关于其他世界的激进思想。

还有另外一种可能。邓恩有一本尼古拉斯·希尔（Nicholas Hill）的《伊壁鸠鲁的哲学》（*Epicurean Philosophy*，1601；卢克莱修的哲学与伊壁鸠鲁的哲学一脉相承）。¹⁴这本书以前属于邓恩和莎士比亚共同的朋友本·琼生（Ben Jonson），现在保存在中殿图书馆。（中殿是伦敦的一个律师会馆。）这本书最初是由剑桥基督学院的一位董事购买，它的封面上盖着学院的印章。¹⁵它的第一个主人曾计划认真研读它，也许是想写一篇驳论或一篇评论，因为它里面订着交替出现、可以记笔记的空白页。（那些页面现在依然空着。）它是被送给了琼生或邓恩，也可能是琼生或邓恩借了没还。或者，我们不知道。我们只知道谁都没有高度重视希尔。据说，他的著作“充满了铿锵的话语，但内容乏善可陈”，文字“幽默（就是说，滑稽可笑）、晦涩”。¹⁶与哲学相比，对希尔的著作的早期引用（例如，在琼生写的一首讽刺诗里）与放屁有

[1] 伽利略当时住在帕多瓦，但经常去威尼斯。同样，在威尼斯期间，邓恩肯定去过帕多瓦。帕多瓦有一个重要的英格兰人和苏格兰人侨民团体。

[2] 哈里奥特独立发现了我们现在所谓的伽利略落体定律，还发现了我们现在所谓的斯内尔折射定律，但他从未公布过。

着更密切的关系。¹⁷ 在 1610 年以前的某个时候，邓恩编纂了一位朝臣的图书馆的藏书目录。这是一个加长的笑话，开列了想象的、荒唐的书籍，如吉罗拉莫·卡尔达诺（Girolamo Cardano）撰写的一部皇皇巨著《论放屁的虚无》（*On the Nothingness of a Fart*）。^[1] 第一个词条记录的是尼古拉斯·希尔撰写的一本关于原子的性别的书，其中包括怎样辨别雄雌，雌雄同体的原子是否存在。^[2]

邓恩可能从希尔那里了解到，其他行星上或许存在生命，或许有行星在绕着其他恒星旋转。他可能还了解到，这些奇怪的思想出自焦尔达诺·布鲁诺（Giordano Bruno）。¹⁸ 如果邓恩读了伽利略的《星际使者》，了解了它对月球上有山脉和峡谷的描述，那么他的反应肯定会和德国伟大的天文学家约翰尼斯·开普勒（Johannes Kepler）一样。有一年春天，开普勒读了首批抵达德国的一本《星际使者》。在这本书中，他看到了一篇绝妙的对布鲁诺的理论的辩护。布鲁诺固执地认为，宇宙别处可能存在生命。如果邓恩读过开普勒的《与伽利略的星际使者的对话》，他可能发现与布鲁诺的联系已经得到了详细说明。¹⁹ 关于放屁的笑话现在已经无关紧要。对布鲁诺来说，越来越多的认可已经太迟了。他已经于 1600 年被梵蒂冈异端裁判所活活烧死。对希尔来说，这可能也已经太迟了。根据后来的传说，他于 1610 年服老鼠药自杀，临死时亵渎神灵，满口诅咒。他当时正在鹿特丹流亡。1603 年，为了阻止苏格兰的詹姆斯六世继承伊丽莎白一世（Elizabeth I）成为英国国王，希尔参与了一场谋反，失败后逃到了国外。²⁰ 接下来，他挚爱的儿子劳伦斯（Lawrence）去世，使他觉得继续活下去显得没有意义。1601 年，他选择将他唯一出版的著作献给他的幼子，而非某个大人物（希望他好的大人物相当罕见）。他写道：“就我的年龄而言，我欠他

[1] Brown, *Hac ex consilio meo via progredieris*, 2008. 伊丽莎白时代的人对放屁的态度很严肃。在向伊丽莎白女王鞠躬时，牛津伯爵放了一个屁。他为此感到羞愧，出国七年之久。等他回来时，女王竟然这样欢迎他说：“我的大人，我已经忘了那个屁了。”（Trevor-Roper, “Nicholas Hill, the English Atomist”, 1987, 9。）

[2] 我曾经与我乡下的邻居讨论辨别她的小鸭子的性别面临的困难。我现在知道，辨别性别远非那么简单。邓恩肯定也知道这一点。