少年博雅文库

科学的难忘岁月

生或1666年

因为他们人类就要重写科学史

丛书主编 江晓原
编　　著 马丁玲

少年儿童出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目 录

引 言 / 001

第一章　牛顿之前的巨人们 / 005

从某种意义上来说，牛顿的世界何尝不是培根、伽利略和笛卡尔的世界，我们将看到，牛顿是如何为他的前辈们找到了一个更加完美的解释，完成他们未竟的任务。

知识就是力量 / 008

太阳和地球的故事 / 012

笛卡尔的世界 / 020

第二章　从沃尔索普到剑桥 / 029

三一学院四年的学术熏陶，让牛顿作为一个相当成熟的自然探索者出现在我们的面前。可是这个矛盾的科学巨人是如何成长起来的，让我们穿过时空的隧道，从牛顿出生的沃尔索普漫步到剑桥的三一学院吧。

童年——一个只会做模型的小孩 / 031

最著名的学院录取了最著名的学生 / 034

剑桥的影响：巴罗和摩尔 / 039

走近笛卡尔的日子 / 046

牛顿·1666

第三章　奇迹年/055

在令人回味的“奇迹年”里，牛顿并没有解决他所说的任何一个问题，但是，他的确提出了将要解决的各个问题，并把正了解决的方向。就这一点来说，1665~1666年的确是科学史上的一个奇迹：一个二十三岁，只受过八九年正规教育的青年，竟然一蹴而就地站到了这个伟大的科学时代的最前端。

重返沃尔索普/058

光是什么/061

力学三定律的雏形/065

苹果落地的故事/069

空间和力的疑惑/074

第四章　奇迹的延续/081

转眼回到了现实，牛顿也结束了他舒适的乡间生活，回到了学校。在这之后，驰骋的想像和天才的猜测逐步转变为精密的实验和严谨的推理。

数学——走向奇迹的阶梯/083

光和颜色的本质/090

光是波动吗/096

沉迷炼金术/101

什么是力/104

牛顿·1666

第五章　《自然哲学的数学原理》/ 109

毫无疑问，《自然哲学的数学原理》是牛顿对人类理解自然的最伟大的贡献，是从古至今最伟大的科学著作。因此，对于牛顿和全人类来说，《原理》就是让人们寻寻觅觅很久的点金石。

关于力的研究 / 111

与胡克的交战 / 117

彗星的启示 / 122

咖啡馆、哈雷和《论运动》/ 125

《原理》横空出世 / 128

伟大的综合 / 136

《原理》的出版 / 139

第六章　在伦敦的岁月 / 143

在以后的 20 多年中，牛顿主要是作为皇家学会的会长，皇家造币厂的监督和总监，圣安妮女王御封的爵士，以及一个有着辉煌成就的科学泰斗，出现在伦敦社交界的。

《原理》和形而上学的问题 / 146

造币厂：生活在尘世里的牛顿 / 156

皇家学会 / 161

《光学》及其"疑问" / 166

仰天问自然 / 169

第七章　晚年的牛顿／177

我不知道世人把我看成什么。在我自己看来，我只不过是个在海边玩耍的小男孩，在嬉戏中偶尔捡到了一块比较平滑的石头，或者是比较美丽的贝壳，但是伸展在我面前的却是我所不知道的真理大海。

微积分的发明之争／179

科学和神学中的上帝／194

健康的晚年／199

附录：牛顿大事年表／203

需要全本请访问 www.ertongbook.com

引　言

“自然界和自然规律隐藏在黑暗中，上帝说：让牛顿出生吧！于是一切都是光明。”

然而最初的牛顿却并不是那么光明的，当他压抑而又焦虑地躲在小房子里做着自己的小风车时，没有人会想到他会为人类带来一场科学上的革命。但是，在那个实验和理论相辅相成的时代，牛顿充分发挥出自己的天才，他好奇地追寻上帝的脚步，他严谨地传达自然的真理。虽然长大后的牛顿依然是那个害羞、自贬、小心谨慎的小孩，但是他虔诚的努力得到了回报，牛顿从一个大学的新生变成卢卡斯讲座的教授，总共只用了8年时间，这也算是一个奇迹了吧。虽然现在人们对于牛顿自己在1666年的成就的描述产生了怀疑，虽然现在人们更多的将“奇迹年”应用在距离牛顿二百多年的爱因斯坦身上，但是正如牛顿自己所说，1665~1666年是他的创造力最为旺盛的时期。我们将1666年称为牛顿的“奇迹年”并不为过。

和17世纪大部分欧洲学者一样，牛顿对笛卡尔

的物理学深感兴趣。1666年之前，牛顿一直对物体的运动进行考察，也许他自己也不知道他正在小心翼翼地逼近新物理学的核心概念，那就是“力”。那个时候的牛顿似乎已经模糊地认识到，力是运动改变的原因。在1666年这个神奇的年代里，当牛顿对之前“力”的概念重新审视和研究的时候，他已经有了完整的惯性定律：一量一旦运动，将永不止息，除非有外因阻止之。一量将常在同一直线上运动，不改变方位快捷，除非有外因改变它。显然，日后让他永垂不朽的运动定律和用以解释行星运动的万有引力定律都在这一时期形成雏形，并由此确定了经典物理学的基础。

不过，当牛顿想要把他的研究成果更进一步发展，特别是当他谈论力和运动的变化时，他明显地感觉到数学工具不够。如果没有数学上的进一步突破，力学的下一步发展也是一句空话。然而，神奇总归是有原因的，在神奇的年代，牛顿对于数学有无比的兴趣，最重要的是他在数学上具有惊人的创造力。牛顿在没有人指导的情况之下，靠自学掌握了17世纪分析数学的全部内容，他发明了级数近似法和二项式定理。同时他还在数学方面不断创新，为自己创造出发展物理学所必须的数学技巧和思想。

数学的成就让牛顿在物理学方面高人一筹，并如鱼得水，这也是他区别于当时其他的数学家、天文

学家的主要原因。和以往的自然哲学家不同,他的工作不是猜想,而是建立在数学分析之上;和以往的天文学家也不同,他的工作不是一种力图描绘现象的数学模型,而是建立在物理原理之上的数学解释,这一解释可以用天文观测来验证。

虽然我们知道在1666年的时候,24岁的牛顿并没有解决他所说的任何一个问题,但是他的确提出了他将要解决的各个问题,并把正了解决的方向。

关于神奇年代,牛顿还有一个神奇的故事——苹果落地的故事。一个普通的苹果掉在牛顿的头上,引发了牛顿一生贯穿始终的事业,即利用万有引力概念说明天体运行的规律,这也是牛顿引以为骄傲的一项成就。如此伟大的成就发生在如此神奇的年代,而广为流传的苹果的故事更使这一成就家喻户晓。月亮和苹果是同时存在的,但是牛顿的思想却能从小小的农庄跳跃到广阔的宇宙,他的这一次跳跃,将激发全人类思想的跳跃。

让我们重新翻看一下1666年的牛顿,我们不得不惊叹,将这一年称为牛顿的"奇迹年"毫不为过。他的工作涉及颜色理论的提出、微积分基础的奠定、力学和万有引力理论的初步确定等等,已经几乎覆盖了17世纪科学所有的主要方面,也囊括了他以后近三十年中发表的大部分成果,而且所有这些又都是在几乎与外界,尤其是与学术界完全隔绝的情形下

做出的,确乎神奇。在1666年那段神奇的时代,牛顿毫无征兆的站在了科学的顶峰。

时至今日,经典牛顿力学依然是我们学习的主流,看看那些坐在课堂上的学生,一提到牛顿就露出崇拜的表情,听听人们谈论起牛顿的语气:“哦,牛顿!”自然的,牛顿成了那个时代甚至是这个时代科学的代表。然而,在人们的惊叹声中,没有人会去在乎牛顿对“伪科学”——炼金术研究的痴迷,也没有人会去指责他在与莱布尼兹的大战中扮演的角色。

许多人都很简单地认为牛顿是个天才,但是事实上,牛顿并不是“一”个天才,他是他自己那个时代的产物,科学在他之前进行了积累,科学在他之后出现了转折。1666年就是那个至关重要的转折点。一个传大的牛顿时代就在那年诞生了。

第一章　牛顿之前的巨人们

从某种意义上来说，牛顿的世界何尝不是培根、伽利略和笛卡尔的世界，我们将看到，牛顿是如何为他的前辈们找到了一个更加完美的解释，完成他们未竟的任务。

在人类认识自然的历史上，17 世纪是一个真正的英雄时代。所谓的现代科学，就是这个时代的产物。而这个时代本身，又是对已经发展了一两百年的科学革命的一个总结。其实这一切是很自然发生的，在这个时代，人们对之前的东西已经有了完全的了解，新的事物开始蜂拥而出。

面对越来越多的新鲜事，17 世纪的人们发现没有什么是不可想像的，没有什么新鲜的东西是不可接受的，外面的世界真的太精彩。哥伦布和哥白尼的发现百千倍地扩大了人类的视野，面对浩瀚的宇宙和浩瀚的海洋，人类第一次认识到“我们现有的知识连告诉我们去寻求什么都不够”，第一次认识到自己的渺小和无知。这就好像突然有艘外星飞船出现在我们面前，告诉我们在遥远的宇宙也有生命，而且是和我们完全不同的生命形态。这是多么让我们震撼啊！大概 17 世纪的人们，也是这样的心情吧。

他们怎么能想到在茫茫的大洋之中还有和他们如此不同的人类，不同的皮肤，不同的习惯，不同的语言，一切都是那么的不同。更让他们震撼的是，分明是脚踏实地的地球，却在围绕着太阳运动。人们的智力和体力都受到了新的挑战。而培根、伽利略和笛卡尔从不同的方面回答了这些挑战。虽然他们并没有将所有的问题解决清楚，但是上帝为他们喊来了一个重要的人物——牛顿。1650 年，当牛顿面对这



自然和自然规律隐藏在黑暗之中。上帝说，让牛顿出世！于是一切都沐浴在光明之中。

——蒲柏

需要全本请访问 www.ertongbook.com

个世界的时候,他是站在这些巨人的肩上,是他们为牛顿创造的神奇铺平了道路。

知识就是力量

支撑着牛顿的第一个巨人就是培根。

在培根时代,印刷术、指南针和火药的发明使得全世界的面貌都发生了改变,这些实实在在的技术使得任何帝国、任何教派、任何星辰对人类事务的力量和影响都相形见绌,知识从来没有如此令人信服地表现为力量。它们成百成千倍地为人类提供了征服自然的能力。的确,没有印刷术,很多书籍如何出版,如何让千千万万的人们看到读到学到;没有指南针,人们如何去发现新的大陆,如何辨明方向;而火药,虽然它是制造武器的罪魁祸首,是帝国扩张殖民的工具,但是这何尝不是人类发展的必然。

培根的一生都醉心于他“伟大的复兴”的庞大计划。“伟大的复兴”至少有六个部分:从科学的分类起,到科学研究的方法,到科学发展的历史,同时概括地介绍当时的科学,提出以后科学发展的方向和道路,最后以“新哲学”结束。也就是说,通过这一设想中的伟大著作,培根要全面总结过去科学和历史

的发展。这么看来，自信的培根一定认为他所担负的，是历史的承先启后的责任。事实上，他完全有理由这么想。

当人们问“多么神奇的世界啊，和我们以前所认识的世界是如此的不同，我们应该怎么来面对它，我们应该用何种方法来面对它”的时候，培根出现了，他为人们带来了《新工具》，同时也真切地告诉人们一句话：“知识就是力量。”

实用技术从培根这个时代开始，逐渐显现出它的力量来。人们也渐渐地注意起这个曾经被歧视的门类。人们开始关心采矿、冶炼以及相关的设备。疏浚河流的挖泥船，利用风力和水力的磨坊，军火工厂和印刷厂，成了学者们争相研究的课题。欧洲各地在短短五六十年中出现了大量精美的实用技术的著作，内容涵盖了工业、农业、军火制造、交通运输各个应用项目。这一方面反映了这些领域自身的发展，另一方面也提示了人们观念上的深刻变化：工艺不再仅仅是工匠们的事了。吸引学者注意力的，是技术本身的发展，更是技术发展所创造出来的成果，这些成果作为物化了的论据，强有力地证明“知识就是力量”。

培根对知识的信心在很大程度上来自他对实用技术研究的兴趣。他最大的贡献就在于，将我们称之为实验方法或者归纳法的逻辑方法整理成形。

按照培根的计划,《新工具》是《伟大的复兴》这一大著的第二部分。事实上,除了第一部分在先前出版的《论学术的进展》一书中初具轮廓外,只有《新工具》真正成书。该书以箴言形式写成,分上下两卷。上卷一百三十条,称“破坏之部”,下卷五十二条,称“建设之部”,书名取自亚里士多德的《工具篇》。培根认为:工欲善其事,必先利其器。而亚里士多德所提供的工具实在无法应对现在这个新的世界。首先,亚里士多德没有能够完全利用他以前的知识。在发展新知识方面,亚里士多德又把实验仅仅用作证明已有结论的工具,而不是探索的手段。这一点,在培根看来是最不能接受的。

培根的时代是探索的时代。纷沓而至的新发现,层出不穷的新事物,一方面增加了人类的知识,另一方面更增强了人类接受新事物的心理准备。1600 年上演的《哈姆雷特》中的名句:“天地之间有许多事物,是你们的哲学里所没有梦想到的”,正是这种种心态的鲜明反映。培根批评亚里士多德的演绎方法,而更注重归纳,这实在是当时时代的要求。没有什么大前提可以规范约束这个探索的时代,没有什么事物在原则上不能想像,不能接受。在培根的著作中,炼金术和隐秘科学与当时脍炙人口的归纳法、三表法、四偶像法赫然并存。

培根满怀信心地指出,所有的金属中都存在着

同一种精气，一种金属不同于另一种金属是因为它们所含精气的纯粹程度不同。所以通过某种方法锻炼金属，使之精粹，进而把一种金属变成另一种金属，应该是完全可能的。这种精气同样存在于有生命的东西之中。生物死亡，精气消散，腐烂随之发生。质理缜密的东西之所以不易腐败，是因为精气不像在疏松多孔的物质里那样易于逃逸。培根说的精气，绝非精神性的东西，绝非亚里士多德哲学中万物可以由此得到不断完善的内在动因，而是一种微妙的、不可见的，却又有其空间存在的东西。

在这儿我们看见的是文艺复兴时代泛神论的传统。当时的人们相信：

> 万物不是被动的存在，而各自含有自身存在的依据，万物相互联系，按照自身存在的依据相互作用，或者相互吸引，或者相互排斥。

这种泛神论观点，首先肯定了自然界的变化是有规律的，使得对自然的研究有了意义。这些哲学的最后代表是培根的同时代人，他们明确反对经院哲学，否认亚里士多德的权威，提倡经验方法，认为哲学和科学的意义在于扩大人的解决实际问题的能力。这种对人的能力的依赖，使得当时的人们对炼金术和现在

看来不可思议的神奇幻术一律充满信心。而对经验的信赖,又使得他们不能接受哥白尼的日心说,因为在那个时代,日心说的确没有经验的支持。

其实,我们稍作探究就会发现,培根所鼓吹的思想和上述的看法几乎一样。但是培根之所以能区别于晚期自然哲学家,卓然独立成为科学革命时代的第一个代表,首先在于他把科学定义为人类的事业,断然拒绝个别人的隐秘的努力,断然拒绝超自然的奇迹。在培根看来,人类必须以敬畏之心仔细阅读自然这本大书的每一页,不必期望有任何捷径可走;人类必须卑恭地学习这本大书所用的语言,就像一个小学生开始学习阅读写字一样。在这个意义上,培根宣称:

> 除了小孩以外,没有人能够踏进建立在科学之上的人的国度,一如除了小孩以外,没有人能够踏进天上的王国一样。



伽利略是意大利人最引以为荣的科学家。

太阳和地球的故事

说到巨人,我们不得不提到伽利略。

1632 年 2 月,伽利略的《关于托勒密和哥白尼

两大世界体系的对话》出版。这部被爱因斯坦称为“知识宝库”的著作,“要人们不带偏见,并且孜孜不倦地对物理事实和天文事实求得更深入、更一致的理解,用以代替那个僵化而贫乏的思想体系”。既然要以一者代替另一者,爱因斯坦的评价再明确不过了,这意味着“革命”。的确,伽利略的《对话》是具有革命性的,它在 17 世纪之初,随着一系列同样具有革命性的数学发展而出现,使得亚里士多德的猜测功夫,走向了经验主义、精确的观察和严谨的数学。更为重要的是,它为牛顿的研究铺平了道路。

伽利略的《对话》被安排在四天中完成,而要证明的中心命题是地球绕太阳运动而不是相反。这个早在九十年前就由哥白尼提出的理论,在很长的一段时期内被当做数学模型,至少被很多人刻意导向这样的解释。而现在,伽利略所做的,是强有力地证明了这是一种物理实在,是我们侧身其间的宇宙的真实图景。

在《对话》中的“第一天”里,伽利略首先引述了开普勒和第谷所观测到的新星,他自己所发现的太阳黑子和月球表面的山峰谷地,并力图由此说明,亚里士多德“天体完美”的说法不真,但是他遭到了坚持亚里士多德权威和坚信常识的人的反驳。

于是在“第二天”里,他又展示了一种图景,这是哥白尼九十年前所构造的,他现在无可辩驳地证明

需要全本请访问 www.ertongbook.com