

物质神话

挑战人类宇宙观的大发现

保罗·戴维斯 约翰·格里宾 著

李泳 译

Paul Davies John Gribbin
The Matter Myth
Dramatic Discoveries That Challenge
Our Understanding of Physical Reality

Philosopher's Stone Series

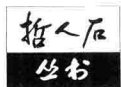
哲人石
丛书

当代科普名著系列

现代物理学揭示的实在是
与人类思想根本冲突的，而且
令一切想象力黯然伤神。



上海科技教育出版社



Philosopher's Stone Series

当代科普名著系列

物质神话

挑战人类宇宙观的大发现

保罗·戴维斯 约翰·格里宾 著

李泳 译



上海科技教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

物质神话: 挑战人类宇宙观的大发现/(英)戴维斯(Davies, P.), (英)格里宾(Gribbin, J.)著; 李泳译. —上海: 上海科技教育出版社, 2013. 12

(哲人石丛书·当代科普名著系列)

书名原文: The Matter Myth: Dramatic Discoveries That Challenge Our Understanding of Physical Reality

ISBN 978-7-5428-5792-7

I. ①物… II. ①戴… ②格… ③李… III. ①物理学—普及读物 IV. ①04-49



中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第265247号

传统的、机械的“物质主义”的神话破灭了,取而代之的是一种新的范式、新的物质观:世界不是一台由前定的连续统物理定律决定的大机器,而更像是一个巨大的信息处理系统,天地万象——每个粒子、每个力场、甚至时空本身,最终都通过信息呈现在我们面前。

本书从相对论、量子理论和混沌,说到宇宙起源、物质基元、信息网络和生命起源,写意式地叙述了“后牛顿时代”的物理学进程,特别是物质概念的演化,向时间、空间和物质的众多“常识”提出了新的挑战。

本书的两位作者都是科普大家,他们将复杂的科学问题以妙趣横生、简明易懂的方式展现给读者,即使没什么科学背景的读者也能轻松理解。

保罗·戴维斯(Paul Davies, 1946—), 英国著名物理学家, 研究兴趣涉及宇宙学、量子场论、天体生物学以及生命起源和意识起源等。他是亚利桑那州立大学科学基本概念 Beyond 中心主任, 在 SETI(地外智慧生物搜寻) 计划中负责探测后工作, 并帮助建立了澳大利亚天体生物学中心。他曾两次获得尤里卡奖, 并于 1995 年获坦普尔顿奖, 2001 年获开尔文奖, 2002 年获皇家学会法拉第奖。小行星 6870 号即以他的名字命名。他还做了大量科学普及工作, 近 40 年来出版了 20 余部科普图书, 包括《无穷的边缘——黑洞之外》(*The Edge of Infinity: Beyond the Black Hole*)、《上帝与新物理学》(*God and the New Physics*)、《超弦——包罗万象的理论》(*Superstrings: A Theory of Everything*)、《信息与实在的本质——从物理学到形而上学》(*Information and the Nature of Reality: From Physics to Metaphysics*) 等。

约翰·格里宾(John Gribbin, 1946—), 英国著名科学读物专业作家, 萨塞克斯大学天文学访问学者, 毕业于剑桥大学, 获天体物理学博士学位, 曾先后任职于《自然》(*Nature*) 杂志和《新科学家》(*New Scientist*) 周刊。他著有百余部科普和科幻作品, 内容涉及物理学、宇宙起源、人类起源、气候变化、科学家传记, 并获得诸多奖项。《旁观者》(*Spectator*) 杂志称他为“最优秀、最多产的科普作家之一”。他的科学三部曲《薛定谔猫探秘——量子物理学与实在》(*In Search of Schrödinger's Cat: Quantum Physics and Reality*)、《双螺旋探秘——量子物理学与生命》(*In Search of the Double Helix: Quantum Physics and Life*) 和《大爆炸探秘——量子物理学与宇宙学》(*In Search of the Big Bang: Quantum*

Physics and Cosmology) 尤为脍炙人口, 其余作品如《大众科学指南——宇宙、生命与万物》(*Almost Everyone's Guide to Science: The Universe, Life and Everything*)、《独在宇宙——为什么我们的星球如此特殊》(*Alone in the Universe: Why Our Planet Is Unique*) 等也都颇受好评。此外, 他还与其他人合著了一系列著名科学家的传记, 如《迷人的科学风采——费恩曼传》(*Richard Feynman: A Life in Science*)、《霍金传》(*Stephen Hawking: A Life in Science*) 等。

“革命”一词在科学中被用滥了。不过,就连那些只是偶尔对物质科学感兴趣的人,也会感觉到当下正在发生一些真正的革命性的变化。我们不是指那些时时刻刻都在发生着的具体的发现,也不是指众多的神奇的技术进步。诚然,那些变化本身是革命性的,但这儿说的,是发生在科学基础本身的更深刻的转变——科学家对世界的认识方式的转变。

哲学家库恩(Thomas Kuhn)指出,科学家通过一定的“范式”来构建他们的实在概念。范式算不上一个理论,而是一个思维框架——概念纲领,实验和观测数据就以它为中心来组织。在思想的历史进程中,转变就发生在这种基本的范式上。当范式转变了,不仅科学理论会变,科学家关于世界的概念也会变,那正是当下发生的事情。

遗憾的是,说我们身处那样的范式转变中,已经是陈词滥调了。说那话的人,往往只是根据些许的事实。在未来的几年里,很多人将看到一些新奇而具挑战性的概念就要浮出水面:黑洞、虫洞、量子“幽灵”、混沌、“思想”计算机,等等。不过,这些还仅仅是冰山一角。实际上,在我们走近20世纪的尽头时,科学正逐步摆脱300年来的思想束缚——在那300年里,一种所谓的“机械论”的特殊范式主导着科学家的世界观。简单地说,机械论就是相信物理宇宙不过是一个相互作用的物质粒子的集合,是一台漫无目的的的巨大机器,人的身体和大脑只是它微不足道的组成部分。机械论以及与之相关的物质主义哲学,可以追溯到古希腊,但它们的现代起源却在于牛顿(Isaac Newton)和他17世纪的同辈。正是牛顿给我们带来了力学定律,让我们感到似乎一切系统和一切事件都可以看成一个巨大的力学过程的组成部分。我们在走向21世纪的进程中要清除的,也正是这个物质主义的神话。

适合 21 世纪科学的是所谓的“后机械论”范式,趋向那个范式的运动正发生在广阔的科学前沿:宇宙学、自组织系统化学、新的混沌物理学、量子力学和粒子物理学、信息科学,以及(有点儿勉强的)生物学与物理学的交界面。在所有这些领域中,科学家都发现,以崭新的方法——与旧的物质主义和宇宙机器几乎毫不相干的方法——来看待他们研究的宇宙,不仅富于成果,而且至关重要。这个巨大的范式的转变为人类及其在自然大戏中的作用带来了新的前景。

物理学家福特(Joseph Ford)说物质主义机械论的范式是经典科学的“创始神话”之一,而神话当然不是真理的忠实表述。那么,难道我们该认为过去 300 年的科学进步都植根于一个完全错误的关于自然本性的概念?不,这就误解了科学范式的作用。一个特定的范式无所谓正确与错误,它只是反映一种视点,即实在的一个方面——它会随环境不同或多或少产生一些结果——正如神话,尽管不是严格的真理,却可以暗含讽喻,在不同环境下或多或少开花结果。事实上,机械论范式取得了巨大成功,令人几乎就要把它当成实在,认为它不是真理的一面,而就是整个真理。但现在,越来越多的科学家逐渐认识到了机械的自然观的局限性,发现这个世界除了机器的齿轮之外还有更多的东西。

在这本书里,我们将探讨那些激动人心的挑战性的变化,讨论它们与我们大家(而不仅仅是科学家)的关系。在讲述那些故事时,我们会深入科学的领地,但我们已经尽量把讨论简化了,特别是完全避开了数学,尽管有些新概念只有用数学语言来表述才有完整的意义。我们的意向是为读者提供一个正在兴起的新宇宙的概略图像。那幅图像很诱人,却不完整,但从得到的结果看,它已经足以引人入胜了。我们坚信,我们有幸亲身经历的这场革命将永远改变人类的宇宙观。

保罗·戴维斯

约翰·格里宾

1991 年 2 月

前言 / 1

第一章 物质主义死了 / 1

第二章 混沌与物质解放 / 15

第三章 神秘的现在 / 39

插曲 一个相对论学者的自白 / 65

第四章 宇宙概观 / 75

第五章 第一秒…… / 95

第六章 ……最后 / 119

第七章 怪异的量子 / 135

第八章 宇宙网络 / 161

第九章 无限未来以外 / 179

第十章 生命的宇宙 / 195

译后记 / 213

第一章

物质主义死了

日常生活里我们知道,有些东西会变,而有些东西不变。我们都会变老,也许还会变得更聪明,但那些改变的“我们”显然还是我们。地球上每天都发生新鲜事,但太阳和星星看起来是不变的。那么,在什么程度上,那些变化只不过是人类的感觉,局限于我们的感觉器官?

古希腊人曾为变化的本质争论不休。有些哲学家,如赫拉克利特(Heraclitus),主张万物都在流动,毫无例外地经历着这样那样的变化。而巴门尼德(Parmenides)却认为事物本来就那样,当然不可能变成另外的东西。于是,变化与存在是不相容的,只有世界中永恒的那些方面才是真正的实在。

公元前5世纪,德谟克利特(Democritus)提出一个天才的思想,跳出了困境。他假定所有物质都由不可分的微小单位组成,并称那些单位为原子。原子本身是不变的,具有固定的大小和形状等性质,但它们能在空间运动,也能以不同的方式组合,这样,它们构成的宏观物体就显现出变化了。于是,永恒性与流动性就协调了;世界的所有变化都归结为原子在虚空里的重新组合。物质主义的思想由此发端。

在后来的几百年里,物质主义一直与其他思想抗争着。例如,有人

相信物质拥有神奇或活动的性质,还有人相信物质可以充满“活力”或超自然力。这些神秘的图像随着现代科学的兴起而消亡了。其中的关键事件发生在 1687 年,牛顿(Isaac Newton)发表了他的巨著《自然哲学的数学原理》(*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*),简称《原理》(*Principia*)。就在那本书里,牛顿提出了著名的运动定律。他跟古希腊的原子论者一样,认为物质是被动的和惰性的。其实,惯性(即惰性)在他的世界理论中扮演着中心角色。如果物体处于静止,那么根据牛顿定律,它将永远保持静止状态,除非受到外力的作用。同样,如果物体是运动的,那么它将以相同的速度沿相同的方向一直运动下去,除非有外力来改变它。所以,物质是完全被动的。

关于这一点,牛顿自己说得很透彻。物质由“固体的、厚重的、不可穿透的、可动的粒子”构成。在牛顿和他的同辈看来,除了穿透性,日常物体的性质与构成它们的基本粒子的性质之间,并不存在根本的区别。

机 器 时 代

牛顿关于惰性物质由外力形成和塑造的物质观,在西方文化里生根发芽了。它迎来了工业革命的热情拥抱,产生了巨大的力量和财富。在 18 世纪和 19 世纪的欧洲,自然力越来越顺应人意,为人类生产服务。随着蒸汽机和钢铁冶炼技术的发展,出现了火车和大轮船,涌现了改变世界面貌的力量。随着这些进步,人们生出各式各样的占有大量物质的欲望。财富的多少,就看有多少亩土地、多少吨煤炭,或者有多少黄金或别的商品。

工业革命是奇情异想的时代——物质主义胜利了。工程师的信心并不仅仅因为摸着石头过河成功了,还因为有一个动人的知识体系,认识了新机器时代背后的原理。这些原理是牛顿在 200 年前建立的,后来又经过了很多人的经营。

《原理》发表时,最精密的机器是钟表,而在牛顿的图景中,大自然的运行犹如一个精密的钟表,这当然引起了极大的共鸣。钟表代表着秩序、和谐和数学的精密,这些观念正迎合了当时流行的神学。而那些古老的、糅杂着神秘目的的、活的有机宇宙的观念,则灰飞烟灭了。牛顿的力学建立了明确的因与果的关系,这种机械的解释要求物体遵从严格的数学法则运动。这里不存在什么神秘的主动作用的力量。实际上,曾经鸣响着奇幻和神秘泛音的“天国”,反倒成为牛顿力学最成功的用武之地。牛顿用他的运动定律和引力定律,令人信服地解释了月亮的周期以及行星和彗星的轨道。

这些物理图像对我们形成世界观所产生的影响是难以估量的。我们的物理宇宙由锁定在一只巨大的、确定的时钟里的惰性物质构成,这幅图景已经渗透了人类追求的各个角落。例如,物质论统治了生物学。在它眼中,活的有机体不过是一群杂乱的、相互推拉的粒子的复杂集合罢了。道金斯(Richard Dawkins)是生物物质论的雄辩斗士,他将人(和其他生命体)描述为“基因机器”。于是,有机体就成了机器人。这样的思想还影响了心理学。行为学派用牛顿动力系统的方法来解读一切人类行为,其心智扮演着被动(或惰性)的角色,它以一种完全确定的方式响应外来的力量或刺激。

无疑,牛顿的世界观,连同他那物质主义的信条和时钟式的宇宙,为我们研究天地万象提供了一个直观的框架,从而极大地促进了科学的进步。但同样无疑的是,它也在很大程度上“离间”了人类和他们生存的宇宙。大脑专家麦凯(Donald Mackay)认为大脑的运行犹如一个通信系统,他探讨了“机械式思维疾病”,并指出:“在我们这个时代,当人们寻求解释时,会越来越倾向于通过与机器类比起来构想我们需要理解的任何事物。”当机械式思维外推到人类事物的领域(如政治或经济)时,就可能导致道德堕落和人性丧失。人们会感觉茫然无助,觉得自己只不过是机器上不停滚动的“齿轮”,而不管什么感觉或行动。很多人都拒绝了科学价值,因为他们认为物质主义是枯死的、冷冰冰的哲

学,将人约化为机器,还剥夺了他的自由意志和创造力。这些人现在可以振作起来了:物质主义死了。

社会新秩序的新物理学

我们也可以说,那门形成物质主义的科学(即物理学)也同样标志着物质主义的死亡。在最近的100年里,新物理学在一系列惊人的发展中摧毁了物质主义的核心信条。首先是相对论,它颠覆了牛顿关于空间和时间的假设——那些假设在我们的日常“常识”里仍处于支配地位。就连时钟宇宙原来赖以演绎它的大戏的舞台,现在也经历着运动和弯曲。然后是量子理论,它彻底改变了我们的物质图景。过去假定的微观原子世界只是寻常世界的缩影这个图景必须放弃了。牛顿的决定论的机器被代以波与粒子难以捉摸、自相矛盾的结合,遵从概率法则而不是铁定的因果律。从量子理论衍生出的量子场论走得更远,在它的图景里,固体的物质烟消云散了,只留下奇异的、看不见的场能量的激发和振荡。在这个理论中,物质与虚空之间几乎不存在什么差别,看似虚空的本身也跳荡着瞬间的量子活动。这些思想的巅峰就是所谓的超弦理论,它寻求的是统一时间、空间和物质,用亚微观的弦圈的振动来构造那一切,而那看不见的弦就栖息在十维的虚设宇宙里。

量子物理学动摇了物质主义,因为它揭示出物质远没有我们想象的那么“厚实”。但还有一个理论跑得更远,它毁灭了牛顿的惰性团块的物质图像。这就是混沌理论,近年来获得了广泛的关注。实际上,混沌只是发生在科学家的动力学系统思维方式中的大革命的一部分。人们已经发现,所谓非线性效应可以令物质表现出看似神奇的行为,例如成为“自组织的”,能自发生成模式和结构。混沌是这种情况的一个特例,它发生在不稳定的、以随机且完全不可预测的方式变化的非线性系统中。于是,牛顿时钟宇宙的刚硬的决定论烟消云散了,被一个有着开放未来的世界所取代,在那个世界里,物质挣脱了团块的束缚,获得了

创造的基元。

在后面的章节里,我们将详细考察这些令人振奋的发展和从中涌现出来的新世界观。我们将看到,原来的物质概念已经退出了舞台中心,被诸如自组织、复杂性和信息等概念取代了。这正在形成我们社会的优先选择,例如,信息技术的革命。作家吉尔德(George Gilder)指出,制造微小的硅芯片所需要的天然原料的成本微不足道,他预见未来的财富会源源不断地流向那些将信息和组织策略市场化得最好的国家和公司。这与第一次工业革命的基于物质的财富比起来,真有着天壤之别:

今天,新兴国家和公司不是土地和物质资源的主人,而是思想和技术的主人……全球远程通信网络传输的东西,可以比全世界所有超大型油轮运载的货物更有价值。财富不会流向劳役的统治者,而是流向创造力的暴发者;不会流向土地的占有者,而是流向思想的解放者。

吉尔德写道,在这“物质瓦解”的时代,“思想的力量处处超越物质的强力”,将“由空白和惰性粒子构成的世界”转变为“充满信息能量的火花的辐射王国”。

严酷面临这个转变的挑战的,莫过于澳大利亚。在澳大利亚的历史上,它的经济在多数时候都是依靠商品出口,如煤、铀和羊毛。由于历史和地理的原因,澳大利亚几乎没有发展像样的制造业。澳大利亚基本上游离在重新塑造了欧洲、北美和日本的工业革命之外。如今,澳大利亚政府通过了一个极其开明的政策,决心要跨越工业阶段,拥抱以思想、信息和教育市场为基础的新经济秩序。霍克(Bob Hawke)总理宣布,澳大利亚不再甘心只做一个“幸运的国家”,而要变成一个“聪明的国家”。

眼下,这项决策最切实的成果是计划在阿德莱德附近建一座新型城市,叫多功能都会(MFP)。MFP包括研究机构、科学制定的环境规

划项目和社会组织,以及先进的健康、休闲和娱乐设施。MFP 还特别凸显网络化思想,所以它将拥有一群以高科技光学通信手段联系起来的“村庄”。另一方面,它还通过网络与其他城市联络,并最终与世界的其他地方联系起来。经济计划强调超高速通信和信息网络,这样信息、思想和策略可以在世界的任何地方形成市场,从而使澳大利亚摆脱地理隔绝造成的困境。

MFP 策划中最富想象力的部分也许是,它认识到教育和科研与其他任何东西一样,也是可以市场化的高价值资源。随着全球通信的网络化,在澳大利亚进行的演讲,第三世界的学生也可以看到;在地球一边进行的手术,地球另一边的医生也可以观摩。为实现这个目标,MFP 将把当地同遥远的大学和教育机构连接起来,建立一所“世界大学”。20 年前,英国率先利用当时的基本通信系统创建了“开放大学”,“世界大学”可以说是它的全球化的逻辑发展。

当商品变得越来越不重要,不断被思想和信息取代时,澳大利亚的未来规划肯定会成为世界通用的规范。新的社会秩序不会将重心放在牛顿物质主义的时钟图像上,而会呈现一幅后牛顿世界观的网络图景。因为我们不是生活在宇宙的时钟里,而是生活在宇宙的网络中,一个力与场的网络,一个非定域的量子所关联的和非线性、有创生性的网络。

科学真理的本质

旧世界观的崩溃,极大地改变了我们对实在的认识,在这个思维范式的转变中,我们的常识成了最大的牺牲者。在牛顿的实在图景中,人类的感觉和直觉是很好的指南,但在新物理学的奇异世界里,似乎只有高等数学才能显现自然的意义。在与牛顿物质观的决裂中,我们必须承认,理论模型的对象与外在世界的实体之间,存在着远比我们想象的更为微妙的联系。实际上,我们所谓的真理和实在等概念,一定都要灰

飞烟灭。

尽管我们生活在所谓的科学时代,但科学并非唯一指引我们心力的思想体系。不同的宗教和哲学都号称提供了更丰富、更包容的世界观。科学的世界观主张科学与**真理**为伴。不管一个科学理论多么美妙,也不管它的创立者多么伟大,只要它不符合实验和观测,就只能被抛弃。

从现实世界经验中萃取纯粹而客观的科学图像,这当然是一种理想。实际上,科学真理的实质通常难以捉摸而且众说纷纭。

科学方法的核心是构建**理论**。根本说来,科学理论就是现实世界(或其部分)的基本模型,很多科学名词所说的都是模型而不是实在。例如,科学家通常用“发现”来指某个纯粹的理论进步。我们经常听人说霍金(Stephen Hawking)“发现”黑洞不是黑的,而是会发出热辐射。这句话所说的只不过是一个数学论证。至今没人见过黑洞,更没人探测到从它发出的任何热辐射。

科学模型与它想代表的现实系统之间的关系,引出了一些深层的问题。为说明这一点,我们先来看一个简单的例子。在16世纪和17世纪,关于地球在宇宙中的位置,人们原本根深蒂固的教会信仰,被哥白尼(Nicolaus Copernicus)、开普勒(Johannes Kepler)、伽利略(Galileo Galilei)和牛顿推翻了。伽利略因为支持哥白尼地球绕太阳运动的观点而遭到教会的迫害。日心说的思想有悖于当时流行的圣经宇宙论的神学解释,神学将地球置于宇宙创生的中心。

然而有趣的是,教会当局并不反对运动的地球的概念,但仅限于用它作为模型来计算天体的运行。他们不能容忍的是伽利略宣扬地球**确实**在运动。这就引出一个有趣的问题:我们如何才知道科学模型什么时候是计算的工具,什么时候是真的描述了实在呢?

科学从常识的延伸开始,它将常识精细化、系统化,达到一个新的高度。所以,当科学家构建理论时,常常从世界的表象起步。于是,当古代天文学家追寻恒星在天空的运行轨迹时,自然会设计一个那样的

宇宙模型：让地球处于带着太阳、月亮、恒星和行星旋转的一系列天球的中心。随着观测越来越精确，模型只好一再修正，并加入更多的天球以及天球内的天球，这个“本轮”系统变得越来越复杂。当哥白尼将太阳置于中心时，天体运动的模型就简单多了。

今天，没有科学家怀疑太阳**确实**处于太阳系的中心，旋转着的是地球而不是天空。可我们如此肯定，难道仅仅是因为日心模型比地心模型简单，即因为奥卡姆剃刀定律吗？是不是还有更多的理由呢？

科学理论旨在**描述**实在，而并不构成实在。不过，现在看来，不论如何修补本轮模型，不论它预言天体的位置多么成功，从某种意义上说它仍然是**错**的。问题在于，我们如何知道太阳系的现代描述是**对**的？不论我们多么肯定我们的图像描述了宇宙**究竟**是怎样的，我们还是不能排除未来也许会发现更新更好的认识世界的方式，只不过今天我们还想象不到而已。

只要科学模型紧跟直接经验——那样我们的常识还是可靠的指南——我们会相信我们能区分模型与现实。可是在某些物理学分支里，做到这一点并不容易。例如，能量是我们现在很熟悉的一个概念，但它最初是作为一个纯粹的理论量引进的，只是为了简化物理学家对力学和热力学过程的描述。能量看不见摸不着，但我们接受了它是确实存在的，因为它已经是老生常谈了。

新物理学的情形更复杂，模型与现实的界线有时会模糊不清。例如，在量子场论中，理论家常谈论一些被称为“虚”粒子的抽象实体，这些东西转瞬即逝，它们从虚无中生出，然后几乎立刻消失。尽管它们飞行的模糊路径可以在普通物质中显现，但虚粒子本身从没有被直接观测到。那么，凭什么说它们是真实存在的呢？或许，虚粒子只是理论家直觉的一种省力工具，一种简单的描述过程的方法——这过程在传统概念中是无法想象的——而不是真正的实体？或许，它们与本轮一样，只是一个错误模型的重要部分，在未来的模型里可能会失去位置？