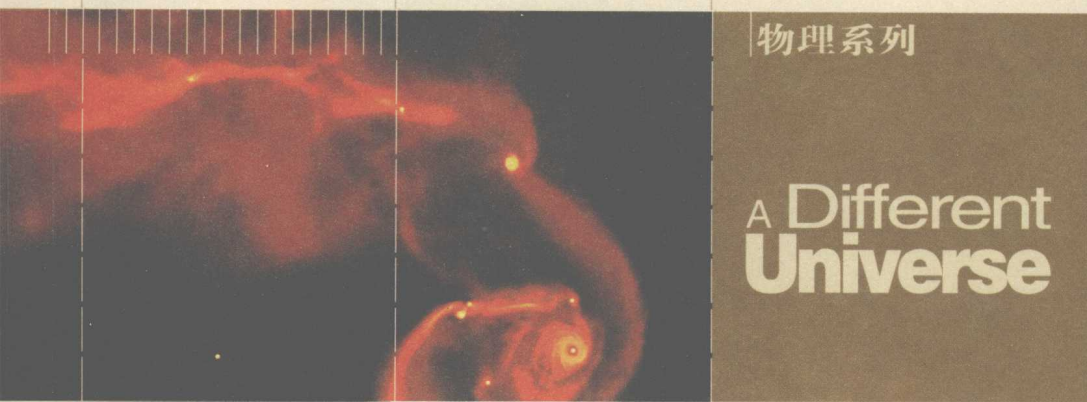




物理系列

A Different
Universe

不同的宇宙

[美] 罗伯特·劳克林 / 著 王文浩 / 译



第一推动

湖南科学技术出版社

04-49/43

2008

物理系列

A Different
Universe

不同的宇宙

[美] 罗伯特·劳克林 / 著 王文浩 / 译

第一推动

湖南科学技术出版社

A Different Universe by Robert B. Laughlin

Copyright©2004 by Robert Laughlin

Simplified Chinese translation copyright©2008 by Hunan Science & Technology Press

Published by arrangement with Basic Books, a Member of Perseus Books Group.

湖南科学技术出版社通过博达著作权代理公司独家获得本书中文简体版中国大陆地区出版发行权。

著作权合同登记号: 18-2007-010

图书在版编目 (C I P) 数据

不同的宇宙 / (美) 劳克林著; 王文浩译. —长沙: 湖南科学技术出版社, 2008.4

(第一推动丛书)

书名原文: A Different Universe

ISBN 978-7-5357-5185-0

I. 不… II. ①劳…②王… III. 物理学—普及读物

IV. P4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 049995 号

第一推动丛书 物理系列

不同的宇宙

著 者: [美] 罗伯特·劳克林

译 者: 王文浩

责任编辑: 吴 炜 孙桂均

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731 - 4375808

印 刷: 长沙化勘印刷有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市青园路 4 号

邮 编: 410004

出版日期: 2008 年 4 月第 1 版第 1 次

开 本: 880mm×1230mm 1/32

印 张: 10.5

字 数: 207000

书 号: ISBN 978-7-5357-5185-0

定 价: 28.00 元

(版权所有·翻印必究)

总 序

科学，特别是自然科学，最重要的目标之一，就是追寻科学本身的原动力，或曰追寻其第一推动。同时，科学的这种追求精神本身，又成为社会发展和人类进步的一种最基本的推动。

科学总是寻求发现和了解客观世界的新现象，研究和掌握新规律，总是在不懈地追求真理。科学是认真的、严谨的、实事求是的，同时，科学又是创造的。科学的最基本态度之一就是疑问，科学的最基本精神之一就是批判。

的确，科学活动，特别是自然科学活动，比较起其他的人类活动来，其最基本特征就是不断进步。哪怕在其他方面倒退的时候，科学却总是进步着，即使是缓慢而艰难地进步，这表明，自然科学活动中包含着人类的最进步因素。

正是在这个意义上，科学堪称为人类进步的“第一推动”。

科学教育，特别是自然科学的教育，是提高人们素质的重要因素，是现代教育的一个核心。科学教育不仅使人获得生活



FIRST MOVER 第一推动

和工作所需的知识和技能，更重要的是使人获得科学思想、科学精神、科学态度以及科学方法的熏陶和培养，使人获得非生物本能的智慧，获得非与生俱来的灵魂。可以这样说，没有科学的“教育”，只是培养信仰，而不是教育。没有受过科学教育的人，只能称为受过训练，而非受过教育。

正是在这个意义上，科学堪称为使人进化为现代人的“第一推动”。

近百年来，无数仁人志士意识到，强国富民再造中国离不开科学技术，他们为摆脱愚昧与无知作了艰苦卓绝的奋斗。中国的科学先贤们代代相传，不遗余力地为中国的进步献身于科学启蒙运动，以图完成国人的强国梦。然而应该说，这个目标远未达到。今日的中国需要新的科学启蒙，需要现代科学教育。只有全社会的人具备较高的科学素质，以科学的精神和思想、科学的态度和方法作为探讨和解决各类问题的共同基础和出发点，社会才能更好地向前发展和进步。因此，中国的进步离不开科学，是毋庸置疑的。

正是在这个意义上，似乎可以说，科学已被公认是中国进步所必不可少的推动。

然而，这并不意味着，科学的精神也同样地被公认和接受。虽然，科学已渗透到社会的各个领域和层面，科学的价值和地位也更高了，但是毋庸讳言，在一定的范围内，或某些特定时候，人们只是承认“科学是有用的”，只停留在对科学所带来的后果的接受和承认，而不是对科学的原动力、科学的精神的接受和承认。此种现象的存在也是不能忽视的。

科学的精神之一，是它自身就是自身的“第一推动”。也

就是说，科学活动在原则上是不隶属于服务于神学的，不隶属于服务于儒学的，科学活动在原则上也不隶属于服务于任何哲学。科学是超越宗教差别的，超越民族差别的，超越党派差别的，超越文化的地域的差别的，科学是普适的、独立的，它自身就是自身的主宰。

湖南科学技术出版社精选了一批关于科学思想和科学精神的世界名著，请有关学者译成中文出版，其目的就是为了传播科学的精神，科学的思想，特别是自然科学的精神和思想，从而起到倡导科学精神，推动科技发展，对全民进行新的科学启蒙和科学教育的作用，为中国的进步作一点推动。丛书定名为《第一推动》，当然并非说其中每一册都是第一推动，但是可以肯定，蕴含在每一册中的科学的内容、观点、思想和精神，都会使你或多或少地更接近第一推动，或多或少地发现，自身如何成为自身的主宰。

《第一推动丛书》编委会

致中国读者

《不同的宇宙》一书在中国大陆出版于我是一件重要的事。从我开始认识到中国有多大，她有如此众多的有趣的民众时起，我就渴望广泛结识那里的读者——这不只是出于作为纯粹的科学大家的考虑（科学家都有大我情结），也是对自己未来的投资。尽管目前盗版问题在中国还较严重，至少在外国人看来是这样，但明智的人都知道，这不会长久。这样的一天——任何有志于成为世界级作家的人都懂得，除非拥有广大的中国读者群，否则难酬其志——终将到来。因此我有充分的思想准备。

幸运的是，我到过中国很多地方，对中国有着充分的了解。老话说，一个人在他谈论一个幅员辽阔的国家而不是一个乡间村落时，说话可得注意了。我是作为一个科学家进行这些旅行，这就意味着我看到的大多是演讲大厅、实验室和学术上的交流报告——尽管这些在我的学术生涯里是再平常不过了。但走得多了，我也开始认识到，中国的事情很复杂，她地域广



大，很多方面经常不按所谓规则出牌——这些都很像美国，只是程度有所不同。你很难从理论上概括这个国家，你走到一个新的小镇，会发现那里的历史遗迹古老得超乎想象，转眼之间你又会遇到一堆堆密集的人群，有的在辛勤劳作、有的在尽情玩耍、有的在放声大笑，对外宾招待的丰盛和热情让你不明所以。随后，每个人都那么陶醉，走上来告诉你一个关于住房、食物、学校、汽车、孩子和政府等等的千奇百怪的有趣故事，有些你可能在来这个国家之前已听过不止一遍。他们也会告诉你一些笑话，譬如说如果你找了个北京姑娘结婚，那你就惨了。

看看《不同的宇宙》的主题在中国是否吃得开一定是件有趣的事情。我猜想它会受欢迎，虽然这得实践了才知道。我的根据很简单：这一主题已在十几个国家取得了明显不错的反响，这从我在当地的讲演以及和读者的通信联系中反映出的具体问题就可以一目了然。令人惊奇的是，我发现这些提问具有很好的一致性，这说明书中反映的问题不只是美国或西方世界才有，而是具有相当的普遍意义。如果本书能在中国走俏，那么事实将再一次说明，中国并非如人们常常认为的那样与众不同。

一个长期从事科学研究的人会逐渐认识到，溶化在他血液中的那种国际主义精神要比科学带来的技术进步有价值得多。技术手段无疑是重要的，我丝毫没有要贬低它的意思。我只是想表明，通过阅读形成的诸多联系更强调个人的愉悦，更能说明孩子未来的健康成长——毕竟他们中的大多数是要靠经济交往而不是靠实验室工作来谋生。因此，如果这本书能够将我的

思考带给中国读者并引起共鸣，从而建立起我与中国读者之间的持久联系，其意义于我不亚于荣获诺贝尔奖。它虽不会带给我另一次斯德哥尔摩之行，但成功又何必计较形式！何况这种机会于任何人都相当难得，我们不妨将更多的机会留给更年轻的人。我更看重来自亚洲边远角落发出的邀请，那里我会遇见各行各业有趣的人——而不只是大人物。有幸的话，我还会有更多的在中国游历揽胜的机会，就像我第一次泛舟丽江时感受的那样。那次我们全家有幸受到当地居民隆重的款待，主人与我们素昧平生，亦非炙手可热之辈，甚至没进过大学，但却于小屋之内用火和烧锅为我们做了一桌丰盛的美餐。你永远不会忘记这样的经历。的确，一个在加州农场长大的孩子不可能想象到这种情形。

我要特别感谢湖南科学技术出版社买下本书的版权，使得本书有机会能够与中国读者见面，并对同事王文浩的翻译表示谢意。

罗伯特·B·劳克林

斯坦福大学

2007年12月22日

前 言

江河都往海里流，海却不满；

江河从何处流，仍归还何处。

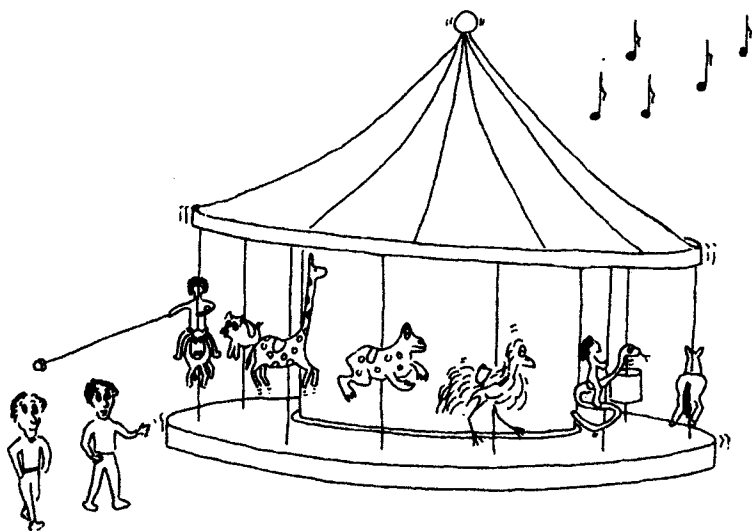
《圣经·传道书 1：7》

人类心中存有两种相互冲突的原始冲动——一个是要将事物简化到其基本要素，另一个则要透过这些基本要素看出其更重要的意义。我们所有人都生活在这种矛盾中，一次又一次地沉思着这些问题。例如，在海边，我们大部分人都会陷入对世界竟如此壮观的浮想联翩之中，而实际上，大海不过就是一个充满水的深坑。关于这方面的大量文学作品，有些已是相当古老，常常通过道德，或是通过宗教和世俗之间的张力来表现这种冲突。因此，像工程师那样将大海看得简单而有限，就显得愚昧和原始，而将它视为一种无尽的、存在各种可能性的源泉就显得崇高和富于人性。

ix



但这种冲突并不仅限于感知上的：它也表现在物理上。自然界既被认为是由要素组成的，又被看成是由出自这些要素的强有力的组织原理掌控的。这些原理是至高无上的，因为即使要素发生变化，而这些原理则是始终不变的。我们关于自然的这种矛盾的认识反映了自然本身的矛盾性，这种矛盾性由基本要素和这些要素所构成的稳定而复杂的有序结构组成，不像大海本身那么简单。



生活的本质

海边自然也是休闲的好去处，当你沿着栈桥走向海滩时你会感到心旷神怡。生活的真正本质其实就像这幅图：你溜达得离旋转木马太近，结果就会遭到溜溜球的重击。幸运的是，我们物理学家对自己的那种说教习惯保持着高度警觉，尽量不

使其失去控制。我在加利福尼亚大学圣迭哥分校的同事丹·阿罗瓦在写给幽默专栏作家戴夫·巴利的一封信中就机智地表达了这种态度：

亲爱的戴夫，

我是您的一名狂热仰慕者，每天都看您的专栏。
如果能像您那样写作，我愿不惜任何代价。我已经以
您的名义建了一所树上小屋并住了进去。

您的丹

戴夫回信道：

亲爱的丹，

xi

谢谢你的来信。顺便问一声，他们能让你在核武器周围这么做吗？祝好！

戴夫

好些年前，我有机会与我岳父——一位退休的院士——有过一次关于物理定律的集体性质的对话。那天下午，我们刚刚打完一圈桥牌，正品着兑了奎宁汁的杜松子酒来躲避夫人们关于情感影片的讨论。我的论点是，自然界里的可信赖的因果关系能够告诉我们关于我们自身的事情，而这些因果性之所以可信赖就在于组织原理而不是微观法则。换句话说，我们关心的



自然法则是通过集体自组织行为整体突现 (emerge*) 出来的, 这里并不需要知道其组成单元的构造和运用等方面知识。仔细听完我的观点, 我岳父表示不理解。他过去总认为是法则导致了结构, 而不是相反。他甚至怀疑反过来说是否有意义。于是我问他, 到底是立法机构和公司董事会制定法则还是由法则来建立立法院或公司董事会? 他立刻看出了问题所在, 沉思了一会儿, 他承认他现在对事情的因果关系感到深深的迷惑, 需要多加思考。的确是这样。

有一点很无奈, 那就是科学已经发展到远离人类其他的心智生活, 因为它不再以后者为出发点。¹ 例如, 亚里士多德的作品尽管谈不上精确, 但却十分清晰, 有针对性而且容易理解。² 达尔文的《物种起源》也是如此。³ 现代科学之所以让人难以琢磨, 正是专业化导致的附带结果, 为此我们这些科学家也经常跟着挨批——也确实该批。每个人在下班回家路上打开收音机都会从博士科学节目中得到愉悦, 这档节目对诸如为什么奶牛吃草时总面向同一个方向 (它们总要一天几次地面向威斯康星州) 的电话提问给出当不得真的答案, 而且节目总以“记住, 我知道的比你多, 我可有科学硕士学位”来结束。⁴ 还有一次, 我岳父说, 经济学很糟糕, 恐怕只有到成为科学后这

xii

* 作者在本书中使用的 emerge、emergent 和 emergence 等词具有特定意义, 强调的是一种整体实现性质, 这些词最初用来说明: 一定有机体水平上所具有的实体性质不可能还原为更低水平上的要素之和 (见 S. Alexander, *Space, Time and Deity*, 1920)。这种观点在哲学上是作为还原论的对立观点出现的, 与整体论 (Holism) 相近, 称为突现论或层创论 (Emergentism)。新近的相关著作: 谢爱华著, 《突现论中的哲学问题》, 中央民族大学出版社, 2006; (美) 内格尔著, 徐向东译, 《科学的结构》, 上海译文出版社, 2005。——译注

种状况才会改变。他说到点子上了。

这次关于物理学法则的谈话让我开始思考，对于像法则、法则的组成和源于组织的法则这些显然是先有鸡还是先有蛋的非科学问题，科学上过去究竟是如何对待的。我开始注意到，许多人对这个问题有着鲜明的观点，但却说不清为什么要持这种观点。近来这个问题所以不断出现在脑际，是因为我曾不止一次地与同事就格林的《宇宙的琴弦》（*The Elegant Universe*）一书展开讨论。⁵这是一本描述某些空间量子结构新奇概念的科普作品。讨论的焦点集中在物理学到底是大脑的逻辑产物还是基于观察的综合这种问题上。当然每次讨论的缘起都不是有关存在的问题，而是钱，缺钱是当前国际科学界普遍存在的问题。但讨论的主题则很快从钱的问题转向不相干的构建世界模型这种漂亮但无实验预见的问题上，或转向科学是什么的问题上。在西雅图、台北和赫尔辛基，我曾一再讨论过这事儿，结果让我认识到，格林此书引发的这一争论本质上与我那天打完桥牌后讨论的属同一个问题。不仅如此，它还是一种意识形态之争：看上去它好像与什么是真的没有关系，但实际上每件事情都涉及“真的”是指什么。

物理学里流传着这么一句话：好的符号体系推进科学而坏的符号体系阻碍进步。事实确实如此。语音符号掌握起来就比图像符号来得快，因此也更易上手。十进制计数用起来也要比罗马数字方便些。意识形态领域同样如此。我们将自然理解为一种数学结构就完全不同于将它视为经验综合所得出的推论。一种观点将我们视同宇宙的主宰，而另一种观点则将宇宙视为我们的主宰。毫不奇怪，我的那些从事实验科学的同事谈到这

xiii



个问题都会变得兴奋异常。这个问题的核心已不是科学所能回答的，而是关乎人们的自我意识以及对人在世界中的位置的认识。

这两种世界观的联系非常深入。当我还是孩子时，我曾随父母去约塞米蒂*会见伯父和伯母，他们驾车从芝加哥来。我伯父曾是一位了不起的成功的专利律师，似乎这世界上没有他不知道的，而且还唯恐人不知这一点。例如，他曾在得知我刚听了激光发明人查尔斯·汤斯的一个主题讲座后立马又给我上了一堂长长的有关激光工作的课。显然，他对激光知道的比汤斯教授还多。这次他和伯母住进了当地最阔气的爱瓦尼（Ahwahnee）饭店，和我们一起聊趣闻轶事，一起享受丰盛的早餐，然后离开当地驱车前往图奥勒米帕斯，穿越沙漠回家。我不认为他们这趟来看到过附近的瀑布。其实这无关紧要，因为他们以前早就看过瀑布，明白是怎么回事。他们走后，我们一家远足去了莫塞德河，在河水激越的低吼声中来到了内华达瀑布，并在满是野花的草地附近的巨型花岗岩上进行了野餐。我们同样明白大自然是怎么回事，但并不把这种理解看得太重。

促使我伯父对待约塞米蒂之行的世界观和饱受争议的促使格林看待物理学的那种世界观，在约翰·霍根的《科学的终结》一书中有过十分清楚的表达。霍根认为，所有基本问题现

* 约塞米蒂国家公园。位于加利福尼亚州中东部的内华达山脉西坡，1864年辟为州立公园，1890年成为国家公园，面积3100平方千米，其中著名的约塞米蒂瀑布最大落差739米，为北美落差最大的瀑布，也是世界上落差最大的瀑布之一。园内有包括红杉树在内的多种珍稀动植物，每年吸引着几百万游客前来露营休憩。——译注

在都已清楚，除了细节完善之外，科学上已无事可做。⁶ 这使我的那些实验方面的同事大为不满，因为这种观点不仅极其错误，而且非常不公正。对新事物的研究永远都像在迷雾中摸索，直到做出发现为止。如果原因明显地摆在那儿，那还要研究干什么！

不幸的是，这种观点还很有市场。我曾与晚年的戴维·施拉姆——芝加哥大学的一位著名的宇宙学家——有过一次关于星系喷流的交谈。这些喷流是从星系核喷出的细铅笔状等离子体射流，其喷射距离远达几倍于星系半径，能量可能源自星系核的旋转能。在这么大的尺度上，它们为何能保持如此纤细至今仍是谜，这些事我觉得特别有意思。但戴维却将整个效应斥之为“天气”的影响。他只对早期宇宙和能对早期宇宙演化解释有意义的天文观察结果感兴趣，哪怕这种观察是相当间接的。他把喷流看成是恼人的本底噪声，对他来说，这种噪声除了分散注意力没有太大价值。而我则对这种“天气”非常着迷，而且我相信大多数人都认为这不是大自然在玩弄骗术。

我认为，像天气这样的原初形态的组织现象具有深远的重要意义，它能告诉我们更复杂的事情：这种原初形态能够使我们确凿地说明它们是受微观法则支配的，而让人捉摸不透的是，它们的某些更复杂形态则对这些微观法则不敏感。换句话说，我们可以通过这些简单事例证明，组织能够获得意义和自身的生命，并开始超越其组成要素。而物理科学必须解释清楚的是，集体大于其组成要素之和不只是一个概念，而是一种物理现象。大自然不只受到微观法则的支配，而且也受到一般组织原则的强有力支配。这些原则中有些我们已经了解，但更多



xv

的则是未知数。我们不时会发现一些新的组织原则。在复杂性更高的水平上，因果关系更难描述，但是没有证据表明，从原始世界观察到的法则等级序列可以被其他东西所取代。因此，如果说存在一种简单的、经由基本法则孕育产生之后就能够明显不再与这些法则相关的物理现象，那我们人便是如此。我们由元素碳组成，但我们不需要一直依靠这种碳摄取机制来存活。我们有超越自身元素组成的生命意义。

伊利亚·普利高津的文章⁷曾详述过这一看法的要点，更早的论述可以追溯到30年前P·W·安德森的著名论文《多则不同》(*More is Different*)。⁸这篇文章今天读起来依然清新而富于启发性，我要求跟我工作的学生都得通读。

但我的观点要比这两位前辈更为激进，因为它们已经经受了最近事实的磨砺。我越来越认为，我们所有已知的物理法则，而不是个别法则，都有着集体性起源。换句话说，基本法则和派生性规律之间的区别是个谜，正如宇宙是不是一种仅由数学支配的概念一样还说不清楚。物理法则一般不可能是纯粹思辨的产物，而必须通过实验才能发现，因为对自然的控制只有当这种控制措施符合自然所容许的组织原则时方能奏效。我们也许可以为这种理论配个副标题——“还原论的终结”。(所谓还原论是指相信凡事总可以在还原到其组成要素的基础上搞清楚)，但这么做似乎不太准确。所有物理学家本质上都是还原论者，我也不例外。我无意通过质疑还原论来建立某种普遍理论体系。

为了维护我的观点，我必须公开讨论某些惊人的思想，诸如将时空的虚空视为“物质”，相对论是否有可能并非基本理