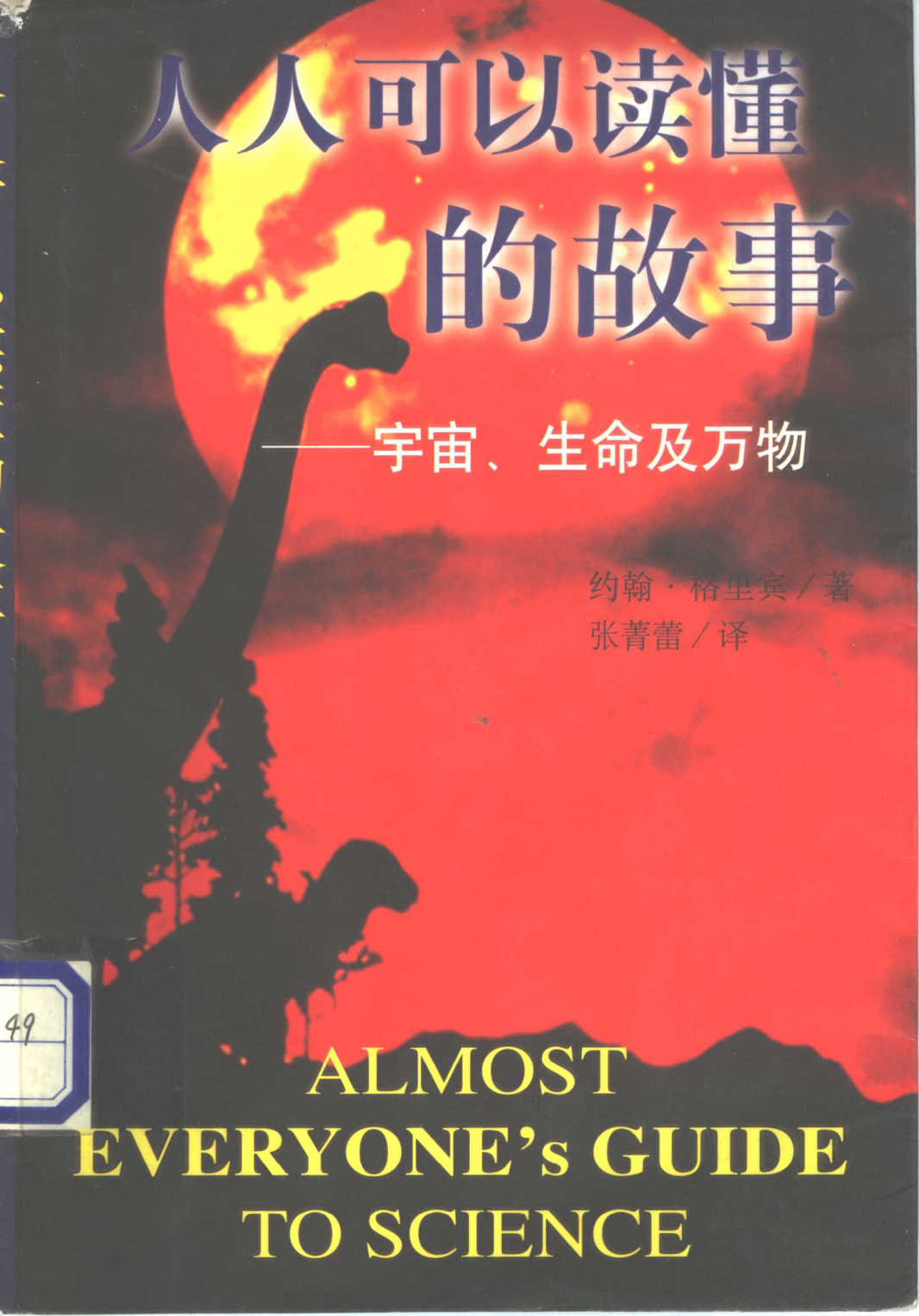


人人可以读懂 的故事



——宇宙、生命及万物

约翰·格里宾 / 著
张菁蕾 / 译

49

ALMOST
EVERYONE'S GUIDE
TO SCIENCE

人人可以读懂的故事

——宇宙、生命及万物

约翰·格里宾著 陈蕾蕾译



昆仑出版社

图字：军—2000—006号

Almost Everyone's Guide to Science
Copyright © 1998 by John Gribbin
First Published in Great Britain in 1998 by Weidenfeld & Nicolson
The Orion Publishing Group, Ltd. of Orion House
The moral right of John Gribbin to be identified as the author
of this work has been asserted
in accordance with the Copyright, Designs and Patents Act of 1988
No part of this publication may be reproduced,
stored in a retrieval system, or transmitted in
any form or by any means, electronic, mechanical,
photocopying, recording, or otherwise,
without the prior permission of both the copyright owner
and the above publisher of this book
All Rights Reserved

图书在版编目(CIP)数据

人人可以读懂的故事——宇宙、生命及万物 / (美)
约翰·格里宾著；张菁蕾译．—北京：昆仑出版社，2000
书名原文：Almost Everyone's Guide to Science
ISBN 7-80040-500-1

I．人… II．①格… ②张… III．宇宙学—普及读物
IV．P159-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第67610号

昆仑出版社出版发行

(北京白石桥路42号 100081) 电话：62183683

<http://5033.peoplespace.net>

E-mail: jfjwycbs@public.bta.net.cn

北京市昌平环球印刷厂印刷 新华书店发行所经销

2000年10月第1版 2000年10月北京第1次印刷

开本：850×1168 1/32 印张：10 插页：4

字数：200千字 定价：19.80元(膜)

导言：与实验结果相悖即为错

任何一个科学领域的专家们，都把精力集中在范围越来越窄的专业研究方向上，对越来越少的课题了解得越来越深，最后以对虚无的事物无所不知而告终，这就是这些专家们的命运。

正是为了避免这样的命运，在许多年前，我就决定不当科研工作者，而是做一名科学读物作家。这样，我可以向真正的科学家们讨教有关科学问题，然后把我的所得写成一系列的书和文章，使我在越来越多的领域所能学到的知识越来越少。虽然我还没有达到知道一切领域、同时又对每个领域都一无所知的水平，但是通过这样的机会，我已经做到了对越来越多的课题有所了解，同时对每一个课题的所知却变得越来越少。我从事这样的工作已经有30年了，并且针对不同的科学领域写了不少书，趁我目前还处在对绝大多数科学领域都略有了解的阶段，我想我现在应该写一本综合性的书，对科学进行概述性的介绍。

通常，我在写书时所设想的读者对象是我本人。比如说，在我写一本关于量子物理学或进化论的书时，我希望



有人已经为我写了这样的书，这样我自己就不必劳心费力地去研究发现了。然而，这次我是为除我之外的所有人写书，希望这本书对每个人来说都有值得看的内容。如果你对量子物理学略知一二（甚至是非常精通），你可能对书中进化论方面的知识不怎么了解；如果你懂得进化论，那么书中的“大爆炸”对你来说可能就是新鲜事物，诸如此类。

因此，尽管我感觉到艾萨克·阿西莫夫的靈魂正在我的身旁关注着这样一项涉及面极广的工作（我希望能赞许的目光），但是这本书并不是《约翰·格里宾的科学指南》，而是为几乎其他所有人提供的指南。[译者注：艾萨克·阿西莫夫（1920—1992），美国生物化学家、作家，著有大量科普读物和科学幻想小说，有获雨果科幻小说奖的三部曲《基础》、《基础与帝国》、《第二基础》及《我是机器人》等。]这本指南的主要读者对象不是科学迷和大行家，更多的是那些隐约觉得科学是重要的、而且可能是有趣的，但是同时又被技术上的细节吓跑的那些读者。在本书中，你不会看到这些难懂的术语（我的合作者已经把它们都删除了，她对过于科学化的用辞遣句进行了把关，确保书中保留下来的内容都是非专业读者能够读懂的内容）。你将读到的都是我个人的一些看法，内容包括20世纪末科学的发展状况，以及不同的科学理论如何融合成一体，构成了一幅连贯的关于宇宙及其万物的广阔图景。

不同的理论确实是这样水乳交融的，但是当你对科学的某个领域（如“大爆炸”或进化论）过于关注时，你常常会忽视这一事实，而这种相互关联性却是科学的一个极

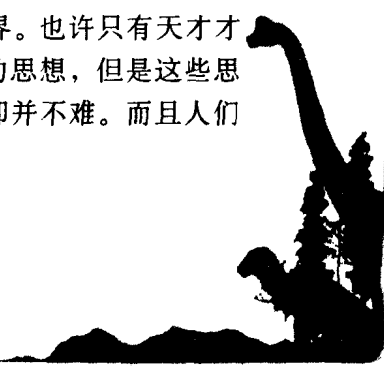
导 言

为重要的特点。进化论和“大爆炸”（以及所有其他科学理论）都基于相同的原理，你不能按照自己的意愿来挑选你想接受的科学事实。

我常收到一些人的来信，出于这样或那样的原因，他们觉得无法接受狭义相对论中“运动中的时钟走得慢、运动中的尺子会缩短”的说法。有时候这些人会想方设法地回避狭义相对论，只接受除此之外的其他科学理论。但这是行不通的，因为狭义相对论并不只是关于运动时钟和尺子的孤立理论，它与我们对一些事物的理解是相关联的，例如质量转化为能量以维持太阳发光的方式，以及电子在原子内部的表现形式。如果你认为一个理论的某些部分与常识相违而想抛开这一部分，那么你就无法解释太阳为何发光，也无法理解元素周期表。这只是其中一例。

我希望本书能够阐明这样一个观点，即在现代科学世界观中，一切事物都是相关联的。这种科学的世界观是人类智慧最伟大的成就，广阔的视角较之过分关注某个细节，能更清楚地显示出这一成就的作用。

科学世界观有两个显著的相互关联的特点常被人忽视，但很值得一提。整个科学世界观的形成只用了短短400年左右的时间（从伽利略时代开始算起，这也是现代科学探索的起始时间），而且人类的头脑完全能够理解它。也许并非所有人都能够理解科学世界观的方方面面，但是的确有些人能够在有限的生命中达到这个境界。也许只有天才才会产生“物竞天择、适者生存”之类的思想，但是这些思想一旦形成，智力一般的人理解起来却并不难。而且人们



的第一反应往往是：“太显而易见了，我真笨，自己怎么就想不出来。”（例如，托马斯·亨利·赫胥黎首次阅读查尔斯·达尔文的《物种起源》一书时，他的反应差不多就是这样。）正如阿尔伯特·爱因斯坦在1936年说过的一句话：“世界永恒的神秘就在于它能够被人理解。”

宇宙之所以能够被人类的头脑所理解，是因为它被一小套非常简单的法则支配着。在20世纪初向世人展示了原子核模型的物理学家——欧内斯特·卢瑟福曾经说过这样一句话：“科学可以分为两类，物理学和集邮。”尽管他特别轻视除物理学之外的其它学科——这与他获得诺贝尔化学奖的事实不太符合（他因在放射性研究方面所取得的成就而获1908年诺贝尔化学奖），但是他在说上面那句话时，并不完全是在开玩笑。物理学是最基础的科学学科，一方面是因为物理学最直接地研究支配宇宙的简单法则和组成宇宙中万物的简单粒子，另一方面是因为物理学方法为其他科学学科提供了自我发展的原型。

在这些方法中，最重要的方法是对物理学家所谓的模型的应用。但是，连一些物理学家也不总是十分清楚地了解他们所用的模型到底是怎么回事，因此在我们想运用这一方法之前，最好先把它讲清楚。

对于物理学者来说，模型就是某一基础性（或非基础性）实体在头脑中的反映与描述该实体特性的一套数学方程式的结合体。例如，我写这段文字时所处的房间中充满了空气，空气的模型之一是把每个气体分子都视为微小的硬球。与模型相配套的方程式，一方面描述这些小球如何

导 言

相互碰撞，相互弹开，又被墙壁反弹回来，另一方面描述大量小硬球的整体活动如何在我房间中产生空气压力。

不用担心，在本书中我会尽可能地避开这些方程式。但是要记住，好的模型都包括方程式，人们要用这些方程式来预测物体的作用方式——比方说，用方程式来计算在其它条件保持不变的情况下，如果把我房间的温度提高10摄氏度，气压将发生怎样的变化。区别模型好坏的方法是用实验来测试。在上述的例子中，就是把房间的温度升高10摄氏度，看看测量得出的新气压值是否与模型所预测的一致。如果两个值不一致，就需要对这个模型做一些改进，甚至整个模型都得废弃掉。

20世纪中最伟大的物理学家之一理查德·费因曼，[译者注：理查德·费因曼（1918—1988），美国著名的物理学家，因修正旧量子电动力学不准确的部分，成为1965年度诺贝尔物理学奖获得者之一。]在1946年的一次讲座中，对这种科学方法进行总结，虽然他所用的词是“法则”，但同样适用于模型：

“一般情况下，我们通过以下步骤来寻找新的法则。首先进行猜测，然后对猜想的结果进行计算，看一看如果猜想的法则是正确的话将会意味着什么。然后再把计算的结果与自然界的真实情况进行对比，即通过实验或经验，对计算结果与观察结果进行直接比较，看法则是否行得通。如果与实验结果不同，那么它就是错的。简简单

单的话中包含着打开科学大门的钥匙。无论你的猜测多么美妙，无论你有什么聪明，无论猜想的人是谁，无论他的名字是什么，这一切都没用，如果猜想与实验结果不符，它就是错的。”

这就是科学和科学模型的全部内涵，与实验结果相悖即为错。但是在这其中还包含着更微妙的一点，即：即便与实验结果一致，也并不意味着这个模型就是关于被研究物质本质的、永恒的、普遍的“超级真理”。并不能因为在计算一个房间的气压时，分子可以被视作小硬球，就意味着分子就是小硬球，它只能说明在某种环境下，分子表现得像小硬球。模型通常只能在明确规定好的范围内发挥作用，超出了所规定的范围，可能就需要用别的模型来代替。

为了更好地说明这一点，让我们从另外一个角度再来看一看我这间小屋里空气中的气体分子。其中一些分子是水蒸气，每一个中学生都知道水分子是由3个原子构成的，即两个氢原子和一个氧原子，化学分子式是 H_2O 。为了达到某些研究目的，可以用两个较小的硬球（代表氢原子）和一个较大的硬球（代表氧原子）相连，构成一个“V”字形简易水分子模型，氧原子位于“V”字的顶端。

为了达到这样的效果，可以把原子之间的连接视作小小的硬弹簧，这样分子中的原子可以四处摇晃、前后摆动。这种振动与特有的辐射波长相关，因为原子携带着电荷（以后会详细讲到），所以当它们受激而产生这样的振动时，它们就会放射微波射电，反过来说，如果用恰当波长的微

导 言

波射电来照射这种分子，就会使它们产生共振。

微波炉采用的工作原理正是如此。在微波炉中，微波被调谐到能够让水分子产生共振的波长，从而使炉内食物里的水分子振动，吸收能量，达到加热食物的目的。不仅在厨房和实验室能够看到这样的效用，天文学家也是通过研究太空中气团发出的微波射电，才发现太空中存在着水分子及其它多种分子的。

所以，对于一位寻找太空中分子的射电天文学家，或是一位设计微波炉的电气工程师来说，这种由短棒和球组成的水分子模型就是一个好模型，前提条件是连接原子的小棒应具有一定弹性。这时你再也不会把整个分子看做是一个硬球，而是把单个原子——如氧原子——看做单个的硬球。

分析物质组成成分的化学家又有另一种视角。如果你想知道一种物质中的原子有哪些种类，其中一个方法就是研究原子受热后发出的光。不同种类的原子放射出不同颜色的光，在七色光谱中界线分明，我们最熟悉的一个例子是含有钠化合物的路灯所放射出的明亮的橙黄色灯光，这种特别色彩的光正是钠原子放射出来的。（但在这个例子中，钠原子发光是受到电流刺激，而不是受热。）

在用来描述这种光产生方式的模型中，原子不再被视作单个的硬球，而是被一团微小的带电粒子——电子包围起来的一个小小的中心核（现在这个核本身就可以被视作是一个小硬球）。原子核带正电荷，每个电子都带负电荷，这样整个原子的电荷为零。可以通过原子外层电子的运动

方式来解释与该原子相应光谱中的谱线。从化学观点来看，一种原子与另外一种原子的区别就在于其电子的数量（氧原子有8个电子，氢原子只有1个电子，而钠原子则有11个电子）；由于每一种原子都有其独特的电子排列方式，所以每一种原子都能产生独特的彩色光谱谱线。

我可以讲述更多的例子，但我的论点已经阐明了。把空气分子视为小硬球的模型是一个好模型，因为它能用来计算温度发生变化时气压的变化；另一种模型把分子视为更小的硬球（原子）结合在一起，像一串葡萄一样构成一个整体，这也是一个好模型，因为你可以运用它来正确地计算产生辐射波的分子振动方式。还有一种模型没有把原子当做不可分割的小硬球，而是看做被电子团包围的小核，这也是一个好模型，因为你可以用它来计算与每种原子相关联的彩色光谱谱线。

虽然这些模型都不是永恒的“终极真理”，但是它们都有各自的作用。它们可以作为工具，帮助我们想象事物的作用方式，计算出可以通过测量直接检验的结果，比如一个房间内的气压或者是一种受热物质发出的光线颜色。

一个木匠不能用凿子来干木锤的活儿，同样道理，科学家必须根据所从事的研究工作来选择适当的模型。费因曼说“与实验结果相悖即为错”这句话时，他指的是与正确实验的结果不符即为错。把水分子视为单个硬球的模型没有考虑到与微波相关的振动现象，所以这种模型“预测”的结论是水蒸气不会产生微波辐射。也就是说，如果我们要研究的是微波，使用这样的模型就错了。但是这并不说

导 言

明这种模型在任何时候都是错误的，如果我们感兴趣的是温度升高对房间气压有何影响，那么使用这一模型就没错。

科学的一切都与模型及预测相关，都是设法在头脑中形成宇宙如何工作的图像，并设法通过计算预测出在某种条件下将会发生什么。我们越是脱离于日常生活的一般世界，无论是越来越宏观，还是越来越微观，都会越来越多地依靠模拟：比方说，在某种条件下把原子比做一个弹子球，而黑洞从某个角度上说就“像”蹦床上的一个坑。

像这样一一说明各类模型的应用是否正确，实在太费口舌了。现在既然我已把要说的话一吐为快了，也就该点到即止，相信你们会记住这个条件，即最好的模型也有它的适用范围，凿子干不了木锤干的活儿。任何时候讲某个模型是“真的”，都只是说它在相应的环境中应用时是最好的模型。

限定了这个条件后，我将从原子开始，带你进入特别微小的世界，然后再带你领略浩瀚的宇宙，并对这些大大小小的事物本质做出最好、最现代的解释（最好的模型）。它们都是真实的，因为它们全都与实验结果相符；它们都像拼板游戏中的小板块一样结合在一起，组成了宇宙及其万物运作的浑然一体的图画；智力一般的人完全可以理解它们，至少能够把握其概要。

科学还有另外一个特点，也是我本人非常支持的一个观点。本书的结构（和我一生的事业）也是由这一观点决定的，但是科学家们未必都同意这一观点。对于我来说，科学主要是探究我们在宇宙中所处的位置，从最微小的亚原

人人可以读懂的故事

子粒子到最大限度的时空，在这个无所不有的世界上，我们人类处在一个什么样的位置呢？我们不是孤立存在的，而科学是人类的文化活动，无论我们如何努力，科学也不会成为单纯的、不带一点感情色彩的对真理的追求活动。科学的主题是我们从哪里来，又将到哪里去，科学是一个人类所讲述过的最激动人心的故事。

约翰·格里宾

1997年12月

爱因斯坦语录

所有技术上的尝试，其主要目标都应该关注人类自身及其命运，而使我们的头脑所创造出来的东西成为人类的福祉，而不是对人类的诅咒……在你的图表和方程式中千万不要忘记这一点。

阿尔伯特·爱因斯坦

1931 年于卡尔坦科

科学表示法

对于特别大或特别小的数字——在这本书中我们就会碰到这样的数字，使用科学简写法十分方便，可以避免写出一长串的零。在这种标准的科学表示法中， 10^2 表示100（一个1后面跟两个0）， 10^3 表示1000，以此类推。 10^{-1} 表示0.1， 10^{-2} 表示0.01，以此类推。在遇到像“阿伏伽德罗常数”（参见第1章）之类的数字时，这种表示法就能够充分发挥其优势，以科学表示法写出的阿伏伽德罗常数为 6×10^{23} ，是600000000000000000000000的简写方式。

需要注意的是，把10的幂数稍微改动一下，数值就会发生很大的变化。例如， 10^{24} 比 10^{23} 大10倍， 10^6 不是 10^{12} 的半数，而是它的百万分之一（ 10^{-6} ）。

我们也遵循这种科学惯例，把千百万表示为10亿，或是 10^9 。

目 录

导 言 与实验结果相悖即为错	1
第一章 原子与元素	1
第二章 原子内部	29
第三章 粒子与磁场	59
第四章 化学	81
第五章 生命的分子	105
第六章 进化	131
第七章 变化的地球	157
第八章 气流的变化	187
第九章 太阳与其家族	211
第十章 恒星的生命	241
第十一章 极大与极小	267
参考书目	295

第一章 原子与元素

1962年，在为加州理工学院研究生们举办的系列讲座上，理查德·费因曼把原子模型看做是对这个世界科学理解的核心。他这样说道：

“如果有一天发生了大灾难，所有的科学知识都将被毁灭，只能有一句话流传给下一代生命，那么，一句什么样的话能够用最少的词语表达最多的信息呢？我认为是原子假说（或原子真相，随你怎么叫），即所有的事物都是由原子构成的，这种永恒运动着的小粒子在彼此相距不远时会相互吸引，而挤到一起时又会相互排斥。你们看有这样一句话中，包含了关于这个世界的大量信息，只要稍加想象和思考就可以获得。”

这就是费因曼所强调的着重点，完整的讲义已经收入他的《六种简单粒子》^①一书中。在费因曼思想的指引下，

① 有关本文所提到的书的详细内容，见参考书目。

