

John Maddox

What Remains To Be Discovered

What Remains To Be Discovered

[英] 约翰·玛多克斯/著
张化群 丁刚/译

尚未解开的科学之谜

宇宙爆炸之谜

细胞究竟因何分裂

物种起源的奥秘

国际文化出版公司

John Maddox

What Remains To Be Discovered

What Remains To Be Discovered

【英】约翰·尚多克斯/著

张健译 丁明/译

尚未解开的科学之谜

宇宙爆炸之谜

细胞究竟因何分裂

物种起源的奥秘

国际文化出版公司

图书在版编目 (CIP) 数据

尚未解开的科学之谜/[英] 玛多克斯著; 张化群译.
北京: 国际文化出版公司, 2001.5

ISBN 7-80105-931-X

I. 尚… II. ①玛…②张… III. 自然科学-普及
读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 032525 号

尚未解开的科学之谜

作 者 [英] 约翰·玛多克斯

译 者 张化群 丁 刚

责任编辑 杨 华

封面设计 少 羽

出 版 国际文化出版公司

发 行 国际文化出版公司

经 销 全国新华书店

排 版 北京市汇宇达公司

印 刷 北京顺义振华印刷厂

开 本 850×1168 32 开

12.25 印张 280 千字

版 次 2002 年 1 月第 1 版

2002 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-80105-931-X/N·2

定 价 25.00 元

国际文化出版公司地址

北京朝阳区东土城路乙 9 号 邮编: 100013

电话: 64271187 64279032

传真: 84257656

E-mail: icpc@95777.com

序

这本书来自于我儿子布鲁诺的一个问题：“作为《自然》杂志的编辑，你为什么不介绍一下将来的科学发现呢？”1995年，当我知道自己将要离开这本我当了23年总编辑的国际性科学杂志的时候，就觉得很有必要用简单的语言介绍一下科学家们希望再发现些什么。作为这样一个编辑，很有意思的一件事情就是倾听科学家们急切地介绍自己的工作和将要取得的重要成就，但是我知道他们绝不会这样迫切地写书或在杂志上发表文章来进行这样的介绍。那么为什么我不来对这些内容进行整理，对科学的前沿，对尚待发现的科学秘密进行一个介绍呢？1996年6月布鲁克黑文国家图书馆邀请我来主持年度的佩格勒姆讲座，我非常感谢这次邀请。这对我来说是一次很好的机会，可以让我检验自己的想法是否已经成形。讲座结束以后，我受到了很大的鼓舞。我的儿子布鲁诺帮助我整理了这本书的前身——讲座的讲稿。他对一个早期版本提出了尖锐而又深刻的意见，我对此真是非常感谢。

当然，尚未发现的并不能等同于将要发现的。我们对那些将要发现的东西通常会有一些零碎的理解，但是还不知道如何把它们组织到一起。那些做到了这一点并用实验进行了验证的

人，无疑会看到诺贝尔奖正在等着他们。

科学就像一个打补丁的工作，而基础科学就是其中最零散的那一部分。现在科学界分为两派：一派坚信很快就能找到一种“关于一切的理论”，而另一派则猜想（或者说希望）能发现某种“新物理学”。历史表明第二种认识是正确的，而我也是属于这一派的。与此形成鲜明对比的是，分子基因科学的飞速发展使得只要一个问题能够确定下来，就能在几个星期内在实验室里得到解决。在这个领域，更困难的是确定会出现什么样的问题——而且问题是肯定会出现的。

我很清楚只对一些突出的科学问题进行介绍，就必然会漏掉很多重要的科学领域，最明显的就是太阳系的问题。本世纪末我们对地球构造问题的看法发生了重大改变。板块构造学（大陆漂移说）已经为人们所公认。地球表层看上去是铁板一块，实际上这只不过是一种表面现象而已。但是，驱动板块在地球表面漂移的机制我们还不很清楚。除此之外，我们还要考虑怎样把这一思想应用到太阳系的其他固体星球上去——比如金星和木星的卫星 Io。这些行星到底是怎样从原始的太阳系星云中产生的呢？有很多这样复杂的问题，但却没人能够提出新的理论和猜想。

我的两个密友读过这本书的初稿。马克希姆·弗兰克·卡马内奇教授，分子生物学家，我们在莫斯科相识， he 现在是波士顿大学的教授。亨利博士，《自然》的化石学家，但对所有的科学领域都有广泛的兴趣。他们俩都对这本书提出了非常有价值的建设性意见。我欠了他们很多情，但是要强调一点，错误和疏漏都是我自己的责任。

我要感谢我的出版商们，他们容忍了我的犹豫不决和摇摆不定。特别是自由出版社的斯蒂芬·莫罗，他对文字进行了大

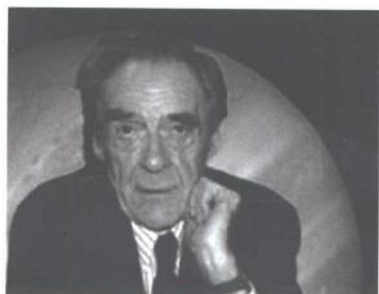
量修订，使文笔显得机智、优美而又富有幽默感。

那么写作这本书的用意是什么呢？与我们所想象的不同，科学发现的脉络还远没有为人们所了解。这本书旨在为今后几十年，甚至几个世纪的科学发现作出某些预言，这些将要作出的发现毫无疑问会大大改变我们对这个世界的认识，就像哥白尼时代以来人们所作的那样。实际上，我们每个人都会对美好的未来有着美妙的想象。当我们知道人类是如何从猿人进化到智人的时候，会有什么样的感觉呢？或者我们发现在宇宙的其他星球有或者曾经有过生命存在的时候，又会有什么样的感觉呢？

但这些只是未来发现的冰山一角而已。历史告诉我们，科学家们曾经屡次为他们所没有预见到的发现而吃惊，而且这些发现也没能在以前的类似本书的书中预见到。在 19 世纪末的时候，谁能想到物理学将转向相对论和量子力学，而 DNA 结构的发现将使得生物学的研究变得更加易于理解呢？又有谁敢说这令人吃惊的日子已经结束了呢？

约翰·玛多克斯

1998 年 1 月于伦敦



John Maddox 爵士生于1925年，是一名经验丰富的物理学家和资深编辑。他曾在著名的《自然》杂志担任编辑达22年之久，并在多个与环境保护和基因工程有关的皇家科学委员会工作。John Maddox 爵士曾在国王学院和牛津大学攻读过化学和物理学。1949年到1955年在曼彻斯特大学理论物理系担任讲师，1955年到1964年，在《曼彻斯特卫报》担任科学记者，1964年到1966年及1975年到1980年在纳菲尔德基金会任助理理事、理事，他在《自然》杂志工作的22年中，致力于把《自然》变成科学杂志中的佼佼者，并同时赢得了国际科学界对他的才识和文笔的尊重。

他的主要作品：《生物学的革命》、《世界末日综合症》、《从能源危机中所想到的》和《尚未解开的科学之谜》等。

目 录

序.....	1
导言 发现的长河.....	1
第一部分 物 质	
第一章 没有结束的开始	23
膨胀中的演化	24
大爆炸	26
稳定的宇宙	30
距离问题	32
类星体难题	38
物质还够吗?	40
星系产生之谜	44
大爆炸理论的修订	48
还有什么?	51
第二章 复杂中的简单	58
一层又一层	59
发现的长河	63
从头开始	69
层出不穷的惊异	72

理解上的分歧	79
尚需完成的实验	84
第三章 一切都在瞬间发生	90
什么是时间—空间	91
引力和量子	96
崭新的籽子概念	101
黑洞真的存在吗?	105
创造时间	111
人类学陷阱	114
更完整的理解	118
第二部分 生命	
第四章 生命的相似性	127
历史中的科学	132
生命是什么?	144
生命不正常吗?	147
原始生命的痕迹	152
生命是这样开始的	159
第五章 协作与自治	168
技术来自发现	171
单细胞生物	173
共同的解释	177
神奇的细胞分裂	179
细胞子系统剖析	182
建立生命模型	187
生物学的物理现象	192
前面的路	195
第六章 基因组及其缺陷	200

基因的工作原理	201
基因组是遗传的全部吗?	205
基因垃圾	210
基因的缺陷	212
破译人类基因组	217
从胚胎到成人	222
遗传学与癌症	225
对遗传学的误解	230
遗传学的未来	235
第七章 自然界的系谱	243
对达尔文进化论的误解	244
激烈的论战	249
物种的起源?	257
亲属选择及其后果	261
探索起源时间	266
人类起源与进化的困惑	270
现代人?	273
进化着的进化	275
第三部分 我们的世界	
第八章 思考机器	283
什么是“解释”?	284
进化的大脑	288
思维单元	293
建立连接	297
神经计算	299
仿真大脑	304
什么是意识?	307

第九章 数字游戏	314
好梦难圆	316
计算机管用吗?	317
数学与现实	322
丑陋的数学	323
无处不在的混沌	327
待解决的问题	331
第十章 避免灾难	336
瘟疫泛滥?	338
再现玛士撒拉	344
躲避星际“导弹”	358
不稳定遗传	365
避免灾难的条件	368
结束语 未来的路	373

导言 发现的长河

这个世纪中的科学发现和技术上的革命如此之多，以至于人们相信再也不会有像这样充满发现和革命的世纪了。但是，这个观点正好反映出我们想象力的贫乏。这本书的一个目的就是描述一些亟待解决，而又尚未解决的问题。过去的历史证明令人激动的发现就将来自于这些尚未解决的问题。

现有的科学知识结构使科学史本身变得毫无联系，从而歪曲了科学发现的前景，这将是一个科学中永恒的难题。我们已经忘记了起源于欧洲的现代科学有 500 年的历史，它实际上从波兰天文学界哥白尼的时代就开始了。哥白尼的革命持续了一个世纪，并最终成功地建立了如下观念：太阳系的中心是太阳，而不是地球。

古代中国人的贡献，以及灭绝了的古印度、古巴比伦和古希腊的文明尽管今天看起来很幼稚，但决不应该被嘲笑。哥白尼和他的后来者们都因此而受益匪浅。看看如下的奇迹吧：最近 30 年对于爆炸中的超新星的研究还得益于古代中国人的天文记录；现在才开始对（原先人们早已做过）植物进行系统研究并找出有用的新药；古希腊雅典人埃拉托色尼在两千年前就对地球的周长作出了相当精确的估计；即使欧几里德也没有认

识到的数学中零的概念，在公元纪元开始的时候就已经在印度次大陆形成了。即使那些中世纪的寻找点金石的炼金术士们也不应该被轻视，因为他们知道化学反应会使一种物质变为完全不同的另一种物质。

当然，现代科学和它的先驱们还是有明显的区别的：原先观测和理论解释之间的关系可没有现在这么重要。一种理论只有在经受了观测或实验的检验之后才能称得上是一种解释，在应用时也必须使用比人类的感觉还要灵敏得多的仪器。新的科学格言是这样的：每一种现象——宇宙的存在，地球上的生命现象，以及大脑的工作原理——都需要一个物理上的解释。

后来就有了这样的一个哥白尼原理：在试图理解这个世界的时候，任何人都不应该假定自己处于一种特殊的地位。这个原理同样也可以应用到科学史中来：我们没有任何理由假定科学已经在 20 世纪达到了它的顶点。我们确实已经看到了过去的 100 年里科学所取得的成就，但不应该忽视在此之前的 3 个世纪里，每逢世纪末我们都会有同样的感觉。

如果从 1700 年回过头去看 17 世纪，历史学家就会惊叹：以前从来没有一个世纪能取得这么多的科学成就。当然事实也确实是这样：从公元 2 世纪古希腊科学在亚历山大复兴以来，从来没有一个世纪能取得这么多的科学成就。在英国，这个世纪是在培根大力提倡实验的观点之下开始的。他的同胞哈利，还把言论付诸于行动，进行了动物和人体解剖，并由此而发现了心脏、动脉和血液的功能。这几乎是 1200 年前盖仑的类似实验以来的第一次。在法国，被公认为现代数学一盏指路明灯的多才多艺的笛卡尔开始了他对自然界的哲学描述。作为一个深受哥白尼学说影响的人，他坚持认为太阳系和固定不变的恒星都不过是上帝制造的一种机器而已。他留给后世的遗产就是

用代数语言来描述几何图形的解析几何，现在还被称为笛卡尔几何。

伽利略是第一个应用这一科学格言的，因此从这个意义上来说，他也就是第一个科学家。无论在 16 世纪 80 年代他是否真的在比萨斜塔上做过实验，他还是确立了加速度产生力的原理，就像飞行器起飞时人被压向座椅上的情形一样。从这个原理出发，伽利略认为一个物体在地球上由它的重量衡量的质量，必然与它在宇宙其他地方和其他物体碰撞体现出来的质量或是在力的作用下产生加速度所表现出来的质量相同。这个结论就叫做等效原理。这个发现对于人们认识引力的本质是非常重要的，它还是现代相对论的重要理论基础之一。伽利略的其他著名成就还包括改进了天文望远镜，并因此而发现了木星的卫星。

牛顿于 17 世纪 80 年代在剑桥大学提出了行星的轨道是太阳和行星之间引力作用的结果。引力就是通过这样的途径发现的。牛顿的引力定律是无处不在的。不仅行星的轨道、地球人造卫星的轨道、就连地球和一个落下的苹果之间的吸引力都是因为引力而产生的。地球、月亮、行星、太阳和恒星的近乎球形的表面的形成也都是因为引力的作用。牛顿还解决了物体在外力作用下的运动规律问题。为了更精确地解决这一问题，他还发明了一种新的叫做微积分的数学工具，用来计算行星和其他抛射物体的轨道。他对两个世纪以来人们对自然界观察结果的总结首次出版于 1687 年，这本书后来被人们简称为《原理》。1713 年出版了拉丁文第二版，这个版本在欧洲大陆有着广泛的影响。

牛顿不得不一边作出这些发现，一边又寻找相应的数学工具。当法国和德国的数学家真正把微积分变成一种有用的工具

时，牛顿的发现的全部意义才为人们所充分了解。这些进展的意义是深远的。牛顿定律实际上描述的是“物体”的行为，这些物体就是所谓的质点，在外力（比方说引力）的作用下运动。数学家们后来把牛顿的理论体系推广到他自己也没有预料到的广度和深度。

牛顿的天才使得后来两个世纪的科学家们都按照他指引的方向前进，难道还会有另外一个这样的充满奇迹般发现的世纪吗？

答案是肯定的。就在一些德国和法国的数学家们忙着把牛顿提出的微积分的最初观点变为实用的工具的时候，科学家们的注意力已经集中在电和磁的问题上了。接下来的发现大概有以下这些：电有正电和负电之分，如果把它们放在一起就会发生中和；足够数量的电会在空气中产生火花（闪电），这更像是电的排斥而不是电的吸引；稳定的电流可以通过金属导线；电流可以影响附近小磁针的指向；伏打在 1794 年发现，电流或电击会使死青蛙的肌肉颤动。

尽管对电和磁的研究占据了整个 18 世纪，但在这个世纪末瑞典的林奈还是提出了现在仍在使用的动植物分类系统。拉瓦锡在他于 1794 年在法国大革命中被处死之前建立了现代化学的基础。英国的天文学家赫歇尔建造了功率更加强大的望远镜。商人们在西欧推销新发明的蒸汽机以取代传统的水车（更别提人力了）作为动力来源。难道这不是一个值得大大夸耀的世纪吗？

接下来就是确定性的时代了。在科学发现的多样性和细腻性方面，19 世纪比以前的任何一个世纪都要强。在这个世纪的头 20 年里，英格兰北部的一个教师道尔顿建立了原子的概念：即物质是由原子组成的，原子是不可再分的粒子，它的性

质和由它组成的物质的性质相同。他提出只有在严格意义上不可分的原子才是元素，如碳和铜之类。所有其他的物质，如二氧化碳和氧化铜之类，都不是元素而是元素的化合物。道尔顿还断言不同的原子质量也都不同：氢原子是最轻的，碳原子的质量大概是它的 12 倍。

在 19 世纪里人们还牢固地树立了能量的概念。从伽利略时代开始，人们已经理解了能量可以从一种形式转化为另外一种形式：克服重力的作用，把物体提升到一定的高度，再让它落回到地上。它将以一定的速度落回到地上，并且被举得越高，速度就越快。^①运动物体的能量就是动能。伽利略是第一个发现（在忽略空气阻力和其他干扰的情况下）这种情况下的动能和物体被提升的高度成正比。他接着推断说：在物体能被提升的最高高度上，物体具有的潜在的动能将和它摆脱引力所需要的动能相等。^②但是热、光、电和磁都是能量的表现，所有这些能量都可以互相转化。例如，热就可以推动蒸汽机产生机械能，电可以使灯泡发光。这些转换过程中蕴含着什么样的规律呢？

这个问题还是由英国北部的焦耳解决的，他在 1851 年的精确测量表明在能量转化的过程中（如果排除外界干扰的话）不会有任何能量的损失。这就是能量守恒定律，至今还没有人对此提出异议。

1865 年德国人克劳修斯提出了熵的概念，这是对物体所蕴含的不能为外界所实际利用的能量的量度，现在它是对物体在原子层面上混乱度的一种量度。这些松散的概念最后被总结为“热力学第二定律”：孤立系统的混乱度（熵）总是趋向于变大。能量守恒定律就成为了热力学第一定律。只要通过简单的日常生活中的观察就会发现，热量不会自发地从低温物体系

向高温物体。这些 19 世纪的概念其实非常重要。在物理定律中热力学第二定律处于一个非常独特的地位，它确定了系统随时间变化的方向，这就是所谓的“时间之箭”，绝大部分的物理系统都是朝着一个方向演化的。

令人吃惊的事来得又多又快，达尔文在 1858 年发表的进化论就是其中的一个。地质学家和化石学家们早已知道很多曾经在地球上兴盛一时的生物最终从地球表面消失，并为其他生物所取代。生物种类进化的概念并不是什么新思想，但对沉积岩里连续的不同层次中显然是不同时代的化石的发现又使人们回忆起了这一概念。达尔文的观点是：生物的进化是由环境和生物体本身变异之间的相互作用所推动的，而且这些变异是自然发生且不可预测的。

这一理论引起了一阵骚动，这不仅仅是因为它在人类和猿之间建立了某种联系，甚至也不仅是因为它实际上是一个无神论的理论。它整个改变了人类对于自身在世界中地位的认识，人类只是自然的一部分，开始时当然是这样，将来也很可能会这样。这又是哥白尼原理的再次应用。

确定性时代中的许多成就都标志着基础科学实践中的一个重要趋势——用一个简单的道理来解释纷繁复杂的许多现象。19 世纪 60 年代，在伦敦教书的麦克斯韦提出了一组描述电磁现象的公式。他的贡献不仅是一组把电磁现象统一起来的公式，还有他对光的解释：光线实际上是一种波动现象，真空中的光速只和真空的电磁性质有关。麦克斯韦的波动论是对所有电磁辐射的解释，其中的大部分是在这之后才发现的。

在 19 世纪末，麦克斯韦的成就却引起了一个概念上的困难。光线，或者其他形式的辐射，应该是振荡着的电磁场的一种表现形式，但它却可以脱离它的源泉而独立存在；比方说从