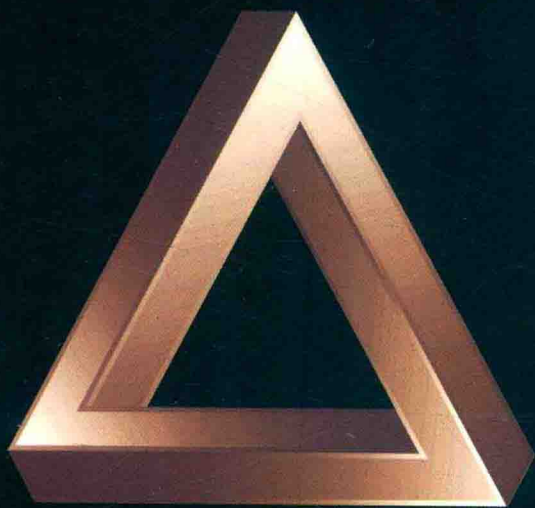


科学新视角丛书
新知识 新理念 新未来

Impossibility

The Limits of Science
and
The Science of Limits



不论

科学的极限与极限的科学

【英】约翰·D·巴罗 (John D. Barrow) 著 李新洲 徐建军 翟向华 译

上海科学技术出版社

不论：科学的极限与 极限的科学

[英] 约翰·D·巴罗 著
李新洲 徐建军 翟向华 译



图书在版编目(CIP)数据

不论：科学的极限与极限的科学/(英)约翰·D·巴罗(John D. Barrow)著;李新洲,徐建军,翟向华译.
—上海:上海科学技术出版社,2018.6

(科学新视角丛书)

ISBN 978-7-5478-4063-4

I.①不… II.①约… ②李… ③徐… ④翟…

III.①科学学 IV.①G301

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第131975号

© John D. Barrow 1998

IMPOSSIBILITY: THE LIMITS OF SCIENCE AND THE SCIENCE OF LIMITS was originally published in English in 1998. This translation is published by arrangement with Oxford University Press. Shanghai Scientific & Technical Publishers is solely responsible for this translation from the original work and Oxford University Press shall have no liability for any errors, omissions or inaccuracies or ambiguities in such translation or for any losses caused by reliance thereon.

上海市版权局著作权合同登记号 图字:09-2017-955号

封面图片来源:视觉中国

不论：科学的极限与极限的科学

[英] 约翰·D·巴罗(John D. Barrow) 著
李新洲 徐建军 翟向华 译

上海世纪出版(集团)有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路71号 邮政编码200235 www.sstp.cn)

上海盛通时代印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 23.75 插页2

字数 280千字

2018年6月第1版 2018年6月第1次印刷

ISBN 978-7-5478-4063-4/N·151

定价:68.00元

本书如有缺页、错装或环损等严重质量问题,请向工厂联系调换

世界的意义在于愿望与事实的分离。

——库特·哥德尔(Kurt Gödel)

译者序

一片白云横谷头，
几多归鸟尽迷巢。

——佛光禅师

作为一个整体的人类文化，可以被称为人类不断探求新知识的过程。拉丁文称知识为 *scientia*，从而科学（*science*）一词便成为最受尊重的那部分知识的代名词。相对论和量子论问世以来的百年是科学的百年，人类知识积累得到了空前增长。人类已经认识到，只有借助科学的手段才能有效地提高、扩展自己的生存能力，社会历史必然地向更有保障、更安适、更有生存主动性的阶段发展。但是，仅仅认为知识就是力量是不完备的，这很容易使知识成为一种对人异在的客观力量，反过来窒息人的生存的价值和意义。

全面理解科学的内涵的首要问题是，如何区分知识与迷信、科学与伪科学。显然，用库恩的“随公议而变的真理”是不行的。盲目虔信不是理性的美德，而是罪恶。要作出理性的区分，关键在于划出

科学的界限，这正是巴罗教授在他的《不论》中努力想做的。《不论》是一本博大精深的著作，作者不仅仅站在科学最前沿，谈天说地，叙生述死，评古论今；而且也从文学、绘画、雕塑、音乐、哲学、逻辑、语言、宗教诸方面围绕着知识的界限、科学的极限这一中心议题进行阐述。巴罗教授不仅对过去的，也对现在的和未来的科学界限进行了详尽的讨论。

本书字里行间充满了光明睿智，对于诸如人类为什么偏爱对称，具有高智商的蚂蚁是否能使用火作为工具之类的问题，答案妙得发人深省。人若执着于刻板的知识，不打开智慧的活源，便会失去洞察的能力。诚如佛光禅师所说，白云也许很美，但会蔽障视线，使鸟儿迷失归路。《不论》中讨论了许许多多的悖论，使人获得启迪。为此，不禁使人们想起唐代南泉禅师的“瓶中鹅”公案，这实际是一个具有象征意义的悖论，它说明了当一个人被过去的经验、知识和习惯制约时该怎么办的道理。

中国是博大久远的中国。无论是春秋战国的诸子哲学、汉魏各家的传经、唐宋的诗词文章、元明清的戏曲小说；无论是先民的天文地理、算术格致、农学医书，无不充满着对社会家国的情怀，对苍生万有的期待，对自然天地的热爱，激荡交融、相互辉耀、缤纷灿烂地造就了中国——平易近人、博大久远的中国。正因为如此，就使中国文化有可能也更容易地汲取世界各种文化的养分。我们何在？为何在？从何而来？又往何处去？为何生？为何死？为何思？又如何思？诸如此类问题，我们皆可从《不论》中汲取到有益的养分。

1609年，伽利略在帕多瓦将望远镜指向了月球，这个事件标志着近代科学的开始。常常有人发问，科学为何发端于西方？西方文明仅是一种独特的文明发展形态，并不能替代其他种类的文明形态。在北宋元丰元年，中国铁产量已达12万5千吨，而英国1788年铁产量

只有6万8千吨，这是英国工业革命已开始的年代，离元丰元年已经710年了。北宋大儒程颢吟道：“道通天地有形外，思入风云变态中。”有形外是指有形背后的无形，这里的思也不是笛卡儿“我思故我在”中的思。在中国传统中，存在与价值相辅相成，既是本心良知，也是宇宙天道。在西方人眼中，东方文明更强调整体性和事物的有机关联。中国古代有各种各样的科学活动，如在天文学、数学、气象学、地震学、医学等领域的研究，但是中国古代社会没有为“为科学而科学”的纯科学留下空间。近代科学发生于西方，是历史命运的顿挫，还是地缘乾坤的定数？不得而知。

自《不论》英文版问世以来，在徐建军、翟向华两位教授的尽心协助下，我们在译文上花费了大量精力。通过逐字逐句的推敲，中译本成了一件手工艺品，想必会得到广大读者的喜爱。尽管我们的目标是精益求精、美轮美奂，但限于学识，谬误之处难免，望请读者指正。

李新洲

戊戌三月十七于上海

自序

书籍之要在于序，评者亦善待之。

——菲利普·圭达拉

(Philip Guedalla)

哲学家和科学家都十分关注不可能性。科学家喜欢论证那些被广泛认为不可能的事物实际上是完全可能的；与此相反，哲学家则倾向于去说明那些被广泛认为是可行的事物实际上是不可能的。然而事实上，科学之所以成为可能，恰恰在于某些事物是不可能的。

自然界被一些可靠的“定律”所支配，而那些表明这一观点的无可置疑的证据容许我们将可能从不可能中分离出来。况且，只有那些认为可能与不可能之间存在明显差别的文化才能提供孕育科学进步的土壤。“不可能性”不仅仅涉及科学。在接下来的篇章里我们将会看到，艺术、文学、政治和逻辑中的不可能性是如何促使人类意识发生惊人的进步：揭示不可能这一概念如何使现实事物的本质和内容更加清晰地表现出来。

不可能这种观念在许多人的意识里都鸣响了警钟。对于一些人来说,任何宣称人类在对宇宙或科学进步的理解上存在极限的说法,都会被认为是有害于我们对科学事业信念的危险信号。同样无可厚非的是,另一些人怀疑人类对未知领域过度探索的动机,并害怕由此而导致的危险,所以他们极力地赞同任何科学是有限的说法。

在每个世纪末,似乎都会对科学进行一次反思。我们看到,在19世纪末,科学的极限问题也曾是一个很活跃的问题,而且人们还试图去提出一些永远也不可能解决的问题。这些问题即使是在现在看来依然十分有趣。但是,在一百年之后的今天,我们该对我们所关注的事情说些什么呢?我们正临近又一个世纪之末*,并回首这个发生了非凡进步的世纪。显然,正是这种进步才使20世纪具备了非凡的特征。在人类许多认知领域中已经产生了一种模式,即一种科学理论在定性和定量的准确预言方面取得了巨大成功后,就会使其应用者们开始怀疑它是否有终结——他们的理论是否可以解释它所能包含的一切问题。随后,一些奇怪的事情发生了。理论自身预言了它是不可能预言所有一切的。由此得出的结论是,它的应用范围不是简单地受到限制,而是自我限制。这种模式惊人地一再重复出现,以至于我们可通过看是否具有自我限制的特征来判断某种理论是不是一种成熟的科学理论。这些极限的产生并不仅仅因为理论不充分、不准确或不恰当,它们进而告诉了我们一些关于知识本质,以及在宇宙内研究宇宙意味着什么的深层事物。

对于科学的极限和极限的科学的研究,把我们从对经费、可计算性和复杂性等现实极限的思考中带到了那些限制我们认知范围的约束上,而这些约束则是由于我们处在自然界系列的中间位置所具有的尺

* 英文版初始发行于1998年,正临近20世纪之末。——译者注

度、年龄和复杂性造成的。我们将推断我们可能的技术前景，并且在处理自然界中大的、小的和复杂的领域的可能性系列上，对我们当前的能力进行定位。显然，现实性并不是我们所面临的唯一极限，此外还有人类本性所带来的极限。人类的大脑并不是为科学而进化的。科学研究就像我们的艺术鉴赏力一样，都是那些为了更好地适应远古时期的环境，而得以优先保留下来的各种特性的副产品。或许这些起源的模糊性将危及我们理解宇宙的种种探索。接下来，我们将开始探索可求的知识的边缘。我们将了解到，那些关于宇宙的起源、终结和结构等重大的宇宙学问题都是不可回答的。尽管天文学家已经满怀信心地用现代宇宙观点做出了阐述，但这些阐述都做了简化，回避了我们不知道的问题：宇宙是有限还是无限的呢？开的还是闭的呢？有终结还是永恒的呢？此后，我们将探讨涉及数学局限性的著名而神秘的哥德尔定理。我们了解到，肯定存在着这样一种算术陈述，其真实性永远无法得到肯定或否认。这究竟意味着什么？难道它意味着存在一些我们永远都不能回答的科学问题吗？我们将看到对此问题的回答是出人意料的，并且还会促使我们去思考自然界的不自洽性、时间旅行悖论、自由意志的本性，以及意识的工作机理等一些问题的可能含义。最后，在试图把个体的选择依次传递给集体的选择时，我们将探索其中所隐含的一些奇怪的东西。不论是一次选举的结果，还是当存在几种选择时所做出的决定，我们都发现了一种在整个复杂系统领域中起作用的深邃的不可能性。

在这个由一些基本极限所构成的奇异世界里，我们知道那些复杂得足以必然地表现出某些个性的世界展示出一种开放式的终结，而这这是一个单一的逻辑体系所不能描述的。复杂得足以产生意识的宇宙对于身处其内的我们能知道些什么也做了限制。

在我们旅程的终点，我希望读者能够认识到不可能性比我们初看

起来具有更多的内涵。在我们理解事物的过程中，它并非只起负面的作用。事实上，我相信我们将会逐渐地接受不可知、不可为以及不可见，它们将比可知、可为以及可见更加清晰、完整和鲜明地定义了我们的宇宙。

谨以此书纪念罗杰·泰勒（Roger Tayler），他不幸没能亲眼见到本书的脱稿。由于对在苏萨克斯的同事以及英国和世界天文学界的无私奉献，他赢得了全世界科学家的尊重、崇拜和友谊。我们深切地怀念他。

我还要对那些为我提供建议、评论或提供图片和参考书的人表示感谢。他们包括 David Bailin、Per Bak、Margaret Boden、Michael Burt、Bernard Carr、John Casti、Greg Chaitin、John Conway、Norman Dombey、George Ellis、Mike Hardiman、Susan Harrison、Jim Hartle、Piet Hut、Janna Levin、Andrew Liddle、Andre Linde、Seth Lloyd、Harold Morowitz、David Pringle、Martin Rees、Nicholas Rescher、Mark Ridley、David Ruelle、John Maynard Smith、Lee Smolin、Debbie Sutcliffe、Karl Svozil、Frank Tipler、Joseph Traub 和 Wes Willams。我的妻子伊丽莎白（Elizabeth）在许多事务上帮助了我，并且还以惊人的好脾气容忍在屋子里存放了难以记数的文稿纸。而对我们的孩子大卫（David）、罗杰（Roger）、路易丝（Louise）来说，本书的主题仅仅引起他们对电话使用也存在着某种基本极限的担忧。

约翰·D·巴罗

1997年11月于布赖顿

目 录

译者序

自序

第一章 不可能之艺术 001

逆向思维的魅力 001

面孔与游戏 004

无所不能的神 009

悖论 015

视觉悖论 017

语义悖论 024

确定性极限 027

宇宙速度的极限 031

本章概要 033

第二章 进步的希望 035

越过彩虹 035

通过电讯大道到波利尼西亚去旅行 040

进步与偏见 049

无限度知识的大观念 055

否定论 059

关于不可能性的 19 世纪观念 064

本章概要 075

第三章 着眼未来 077

什么是我们所说的科学极限的含义? 077

可能的未来 079

杂乱无章学 089

选择的极限和绝对的极限 093

我们是建筑师还是外科大夫? 095

未来的市场 097

还余下多少等待着我们去发现? 111

本章概要 112

第四章 人类的存在 114

大脑何用? 114

计数词 122

现代艺术以及文化死亡 125

复杂性比赛:攀不可能之山 128

难操作性 132

前沿精神 142

多样性的终结 144

科学总是带给自己死亡吗? 147

死与科学之死 149

极限的心理学 150

本章概要 152

第五章	技术的极限	155
	经济上的可行性	155
	我们何在? 为何在?	157
	尺度的一些推论	161
	自然之力	164
	控制宇宙	168
	临界性: 沙之谜	181
	精灵: 计算成本	185
	两种未来	192
	寓言: 技术进步是不可避免或者总是需要的吗?	195
	本章概要	199
第六章	宇宙学的极限	202
	最后的视界	202
	暴胀: 经过多年后依然疯狂	213
	混沌暴胀	219
	宇宙是开的还是闭的?	221
	永恒的暴胀	223
	宇宙的自然选择	227
	拓扑	228
	宇宙有开端吗?	232
	裸奇性: 最后的前沿领域	237
	维数	239
	对称性破缺	241
	本章概要	245

第七章	深层极限	247
	现实中的模式	247
	悖论	253
	自洽性	256
	时间旅行:宇宙对历史学家是安全的吗?	260
	完备性	272
	不可能的构造法	277
	隐喻的不可能性	282
	本章概要	284
第八章	不可能性与我们	286
	哥德尔定理与物理学	286
	哥德尔使物理学处于困境了吗?	291
	哥德尔、逻辑和大脑	302
	自由意志问题	306
	反作用对策	312
	数学:生机勃勃	314
	不可能性的怪异种类	315
	阿罗不可能性定理	321
	本章概要	326
第九章	再论不可能性	329
	由非谈是	329
注 释		336

第一章

不可能之艺术

如果一位资深而著名的科学家说某件事是可能的，那他极可能是说对了，但当他说某件事不可能时，则他很可能是说错了。

——阿瑟·克拉克*

(Arthur C. Clarke)

逆向思维的魅力

你们大家都只会带给我问题，而杨爵士却带给我答案，这正是我喜欢他的地方。

——玛格丽特·撒切尔**

(Margaret Thatcher)

* 20 世纪英国科幻小说作家，曾预言卫星通信。——译者注

** 撒切尔夫人早年曾在牛津大学攻读化学，后自学法律和税务。1970—1974 年任希思内阁的教育和科学大臣，1975 年任保守党领袖。1979—1990 年期间任英国首相，性格坚强，素有铁娘子之称。——译者注

书架上摆满了阐明思维和硅片成果的著作。我们期待科学告诉我们什么是能实现的，什么又是将会实现的。政府仰仗科学家来改善生活质量并维持以往所取得的进步。未来学家认为人类的探索是无止境的，而社会学家认为随之而来的大量问题也是无穷尽的。关于科学未来的发展方向，传媒几乎众口一词地认为，将是破译人类基因密码，治愈所有的疾病，计算宇宙中每一个原子，而更重要的是制造出超过我们自身的智能。人类的进步愈来愈像一场控制我们周围大尺度和小尺度世界的竞赛。

叙述成功的科学故事是容易的，但我们要说的是另一个故事，一个关于未知的而不是已知的故事，一个关于不可能性的故事，一个关于不可逾越的极限与障碍的故事。听起来也许有点儿怪。难道不将不可知扯进来就真的不足以谈未知吗？不可能性是一个有用且永恒的观念。很少有人注意到，它对我们历史的影响是深远且广泛的。在更深层次上，它在关于宇宙图像形成中的地位是不可否认的。但它的正面作用从未受到公众的注意，我们的目的是重新揭示科学的某些极限，来看看对不可能性的新认识如何带给我们关于现实世界的新展望。

年轻的时候，我们似乎什么都懂，而随着年龄的增长，我们变得更有见识了，我们逐渐发现自己所知的远比想象中的要少。诗人奥登 (W. H. Auden, 1907—1973)* 是这样描写人生的：

在 20 到 40 岁之间，我们致力于认识自我，这包括认识相对局限性与绝对局限性之间的差异，前者将会随着年龄增长而消失，后者是指我们不能坦然超越的自然局限性。^[1]

* 20 世纪 30 年代英国左翼青年作家领袖，后加入美国籍，是继艾略特之后最重要的英语诗人。他的诗以当代社会和政治现实为题材，描写知识分子和公众关心的道德问题，描写人们的内心世界。——译者注