

Hyperspace

超空间

《平行宇宙》一书作者

[美] 加来道雄 (Michio Kaku) 著
伍义生 译

重庆出版集团 重庆出版社

科学家的冒险之旅：平行宇宙、时间弯曲、第十维度

A SCIENTIFIC ODYSSEY THROUGH PARALLEL UNIVERSES, TIME WARPS, AND THE 10TH DIMENSION



科学可以这样看丛书

高维理论、弦理论推导十维宇宙

穿越时空，门外汉都能读懂的世界科学名著

加来道雄将我们带入了另一个维度——十维宇宙。他用科学的方法探索宇宙为什么是平行的、多元的，以及虫洞的存在。

——约翰·D·巴罗，《万物理论》一书作者

HYPERSPACE: A SCIENTIFIC ODYSSEY THROUGH PARALLEL UNIVERSES, TIME
WARPS, AND THE TENTH DIMENSION By MICHIO KAKU

Copyright © 1994 by Oxford University Press

“Cosmic Gall.” From *Telephone Poles and Other Poems* by John Updike. Copyright © 1960 by John
Updike. Reprinted by permission of Alfred A. Knopf, Inc. Originally appeared in *The New Yorker*.

Excerpt from “Fire and Ice.” From *The Poetry of Robert Frost*, edited by Edward Connery
Lathem. Copyright 1951 by Robert Frost. Copyright 1923, © 1969 by Henry Holt and Company,
Inc. Reprinted by permission of Henry Holt and Company, Inc.

Simplified Chinese edition copyright: 2018 Chongqing Publishing House Co., Ltd.

All rights reserved.

版贸核渝字(2017)第 159 号

图书在版编目(CIP)数据

超空间 / (美)加来道雄著;伍义生译. —重庆:重庆出版社,
2018.6

(科学可以这样看丛书 / 冯建华主编)

书名原文: Hyperspac

ISBN 978-7-229-13017-6

I. ①超… II. ①加… ②伍… III. 科学知识—普及读物
IV. ①Z228

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 019441 号

超空间

Hyperspace

[美]加来道雄(Michio Kaku) 著 伍义生 译

责任编辑:连 果

责任校对:何建云

封面设计:博引传媒·何华成

 重庆出版集团 出版
重庆出版社

重庆市南岸区南滨路 162 号 1 幢 邮政编码:400061 <http://www.cqph.com>

重庆出版集团艺术设计有限公司制版

重庆市国丰印务有限责任公司印刷

重庆出版集团图书发行有限公司发行

E-MAIL: fxchu@cqph.com 邮购电话:023-61520646

全国新华书店经销

开本:710mm×1000mm 1/16 印张:21.5 字数:330 千

2018 年 6 月第 1 版 2018 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-229-13017-6

定价:59.80 元

如有印装质量问题,请向本集团图书发行有限公司调换:023-61520678

版权所有 侵权必究

在高维中探索时间旅行，
超弦理论统一十维宇宙，
物理学定律将在高维中得到简化！

超空间理论认为：我们的宇宙存在于四维时空以外的更高维度；它预言了超空间的精确维度是十维；它可以将所有已知的自然力统一起来；它可以计算时空曲率及打开虫洞所需的精确能量；它的高级表现形式为超弦理论。

人们总是不断追问，“我们从哪儿来？”“我们现处何处？”“我们将走向哪儿？”科学界普遍认为大爆炸是宇宙的起点，万物皆起源于大爆炸。科学证明，我们的宇宙现处于膨胀状态。我们的宇宙是无限膨胀下去直至温度接近绝对零度，还是膨胀到某个时刻开始逆向大坍塌直至整个宇宙毁灭？这取决于宇宙临界密度。

无论宇宙以何种趋势演化，似乎都难逃终极死亡的命运。人类或者任何智慧生命似乎都难逃终极死亡。超空间为我们提供了一种方式：掌握了超空间的技术，运用超空间的能量，我们可以打开“虫洞”、建造时间机器实现隧穿而免于死亡。

这是一场科学的革命，我们需要何种技术水平才能成为超空间的主人？爱因斯坦的广义相对论和质能方程告诉我们：物体的速度越快，时间越慢（放置其上的钟表走得越慢）；物体的速度越快，能量随之增长，故而质量也无限增大。因此，如试图让时间无限慢，甚至停止或逆向行走，就必须给物体无限大的速度，而这就需要无限大的能量。爱因斯坦受光速和能量的限制，终未解决这个难题。而超空间可以将这个问题简单化，超空间为时间机器的建造提供了可能性，这将是智慧生命在未来几个世纪甚至几千年将要实现的愿景。

《超空间》由理论物理学家加来道雄编写，他是弦理论创始人之一。他曾出版有多部著名畅销科普读物《平行宇宙》、《物理学的未来》、《心灵的未来》等。

科学可以这样看丛书

Hyperspace 超空间

科学家的冒险之旅：平行宇宙、时间弯曲、第十维度

〔美〕加来道雄(Michio Kaku) 著

伍义生 译

探知四维之外的维度

科学革命：超空间理论预言十维宇宙

建造时间机器，成为超空间的主人

重庆出版集团  重庆出版社

Advance Praise for Hyperspace
《超空间》一书的发行评语

加来道雄的这本充满奇幻和惊喜的书不能仅用当今的技术水平来审视。他精妙的科学构想让普通读者、科幻迷和物理爱好者兴奋不已。

——《出版周刊》(*Publishers Weekly*)

对超空间的描述只是一种夸张？大部分的人都认为我们陷于一个宇宙，而加来道雄自信地将我们带入了另一个维度——十维宇宙。用科学的方法探索宇宙为什么是平行的、多元的，以及虫洞存在的可能性。

——约翰·D.巴罗 (John D. Barrow)，
《万物理论》(*Theories of Everything*)一书作者

这是一本最棒的关于高等物理的通俗读物！

——吉姆·霍尔特 (Jim Holt)，
《华尔街日报》(*Wall Street Journal*)

《超空间》文字优美，它将复杂的科学概念变得通俗易懂，易于大众理解。加来道雄推演的十维空间之旅让人陶醉。

——达纳·佐哈 (Danah Zohar)，独立撰稿人

这是一次在时间旅行和高维理论中的冒险。

——《每日电讯》(*Daily Telegraph*)

加来道雄的作品涵盖了现代物理学中最复杂的领域……这与相关领域的其他书籍大不相同，加来道雄给人们带来了更贴近问题本质的体验。

——《福克斯杂志》(*Focus*)

本书的描述异常清晰，结构完整。作者对每个章节的论述都提供了丰富的实例。

——约翰·格里本 (John Gribben)，
《新科学家》(*New Scientist*)

This book is dedicated to my parents

谨以此书献给我的父母

前言

科学革命，顾名思义，就是向常识挑战。

如果我们此前所有对宇宙常识的认知都是正确的，那么，几千年前科学就解决了宇宙的秘密。科学的目的是剥去事物外表，揭露内在本质。事实上，如果外表和本质完全相同，科学也就失去了存在的意义。

也许，我们根深蒂固地认为：世界是三维的。不言而喻，长度、宽度、高度，足以描述我们可见宇宙中的所有物体。对婴儿和动物的实验表明，我们固有的观念——世界是三维的——是与生俱来的。如果我们将时间作为另一个维度，那么，这四个维度足以记录宇宙中的所有事件。无论我们的仪器探测到哪儿，从原子深处到最远的星群，我们所发现的都是这四个维度的踪迹。公开否认这种看法，即可能存在其他维度或者我们的宇宙可能与其他宇宙共存，都会招来冷嘲热讽。对我们这个世界的根深蒂固的偏见认知，最早是由2000年前的古希腊哲学家们推测而出。今天，它将屈服于科学的进步。

本书涉及一场科学革命，这场革命由“超空间理论”所引发^[1]，超空间理论认为，有超越于人们普遍接受的四维时空以外的维度存在。世界范围内的物理学家，包括若干诺贝尔奖得主，越来越承认我们的宇宙可能确实存在于更高维的空间中。如果这个理论被证明是正确的，它将对我们的理解宇宙产生深远的影响和哲学的革命。在科学术语上，超空间理论被称为卡鲁扎-克莱因（Kaluza-Klein）理论和超引力理论。但它最高级的表述形式是——超弦理论。这一理论甚至预言了超空间的精确维度：十维。通常的四维空间（长、宽、高、时间）的认知，现在被6个更加宽广的维度所扩充。

我们提醒大家，超空间理论还没有得到实验证实。事实上，在实验室证实这个理论会异常困难。然而，这个理论已经席卷了世界上的大多数物理研究实验室，已经不可逆转地改变了现代物理学的科学绘景。在科学文

献中产生了数量惊人的与此相关的研究论文。然而，几乎没有人为外行的读者著书解释高维空间的迷人性质。因此，如果确实有这场革命的话，公众也只是模糊地意识到。事实上，在大众文化中肤浅地介绍其他维度和平行宇宙往往会对读者带来误导。这是令人遗憾的，因为理论的重要性在于它能在一个惊人的简单框架中统一所有已知的物理现象。本书首次在科学上就有关超空间的引人入胜的现行研究作了可信易懂的描述。

为解释为什么超空间理论在理论物理界产生了巨大的骚动，我设立了四个基本主题，像一根主线贯穿全书。这四个主题将该书分成四个部分。

在第一部分，我强调的主题是：自然法则在高维空间中表达时将更加简单而优雅，并由此展开了超空间的早期历史。

为了理解为何添加更高的维度可以简化物理问题，可以考虑下面的例子：对古埃及人来说，天气变化是个谜。是什么引起季节的更替？为什么他们向南旅行时，天气会变得暖和？为什么风通常吹向一个方向？受到地势的限制，古埃及人无法解释天气问题。他们认为地球似乎是扁平的，就像二维平面。但是，现在假想我们用火箭将古埃及人送到外层空间，在那里，他们可以看到简单而完整的地球正在它的轨道上环绕太阳转动。刹那间，这些问题迎刃而解。

从外层空间看地球，可以清楚地看到地球的轴偏离垂直方向约 23 度（“垂直方向”是指地球环绕太阳的轨道平面的垂直方向）。因为有了这种偏离，地球北半球在它的部分轨道上所接收到的太阳光会低于另一部分轨道上接收到的太阳光。因此，地球有了冬天和夏天。又因为赤道比北极和南极地区接收的阳光多，所以当我们接近赤道时气候会变得暖和。同理，由于地球相对于站在北极的人作逆时针自转，因此，寒冷的极地空气朝着赤道方向向南移动时会突然转向。这个由地球自转运动引起的热空气团和冷空气团的运动有助于解释为什么风通常吹向一个方向，而风的方向取决于你在地球上所站的位置。

概括地说，一旦我们从太空眺望地球，原本模糊的天气规律就变得易于理解了。因此，解决问题的办法就是进入太空，进入第三维度。当你在太空眺望三维地球时，在扁平世界难以理解的事情就突然变得易于理解了。

同样，万有引力定律和光的定律似乎完全不同。它们服从不同的物理假设和不同的数学规律。人们试图将它们拼接起来总是归于失败。但是，

如果我们在先前的四维（三维空间加一维时间）中增加一维，即第五维。那么，控制光和引力的方程就像两块拼图一样融合起来。光事实上可以被理解为第五维度中的振动。以这种方式，我们发现光的规律和引力的规律在第五维度中变得简单。

因此，许多物理学家现在相信，传统的四维理论“太小”而不能充分地阐明描述宇宙中的那些力。在四维理论中，物理学家用笨拙的不自然的方式将这些自然力挤压在一起。此外，这种混合杂配理论是不正确的。在超出四维之外，我们有了足够的空间以优雅的自我一致的方式来解释基本力。

在第二部分，我强调超空间理论可以将所有已知的自然力统一到一个理论中，并详尽阐述了这一简单思想。因此，超空间理论可能是2000年来科学研究的最高成就：所有已知物理力的统一。它可以赠予我们“万物理论”这个物理学的圣杯，爱因斯坦为此曾追求了几十年。

在过去半个世纪，科学家们一直困惑为什么宇宙的四种力——宇宙引力、电磁力、强核力、弱核力——存在巨大的差别。20世纪伟大的思想家们所进行的将所有已知力统一起来的尝试均以失败告终。然而，超空间理论给出了解决这个问题的可能性，它以一种优雅的方式解释四种自然力，并同时解释了看似随机的亚原子粒子的组合。在超空间理论中，“物质”也被看作是空间和时间织物的振动。因而可以得出一种迷人的可能性，即我们所看到的周围的一切，从树木、山脉到星星本身，不过是超空间中的振动。如果这是真的，那么它给了我们一种漂亮而简单的几何方法，对整个宇宙提供了一种条理清晰、令人信服的描述。

在第三部分，我们探讨了在极端情况下，空间可以被拉伸乃至被撕裂的可能性。换句话说，超空间可以提供一种穿越时空的手段。虽然我们强调这在目前尚处于猜测阶段，但物理学家们正在认真地分析“虫洞”的性质。“虫洞”是连接互相远离的各部分时空的隧道。例如，加利福尼亚理工学院的物理学家已认真地提出了建造时间机器的可能性，它由连接过去和未来的虫洞构成。时间机器现在已不再是猜测和幻想，而成为了科学研究的合法领域。

宇宙学家甚至提出了一种惊人的可能性——我们的宇宙只是无数个平行宇宙中的一个。这些宇宙可以被比作悬浮在空气中的肥皂泡的巨大集合。通常情况下，这些气泡宇宙之间并不会相互接触。但是，通过分析爱

因斯坦的方程，宇宙学家已经证明可能存在虫洞或管的网络连接这些平行宇宙。在每个肥皂泡上，我们可以定义我们特有的空间和时间。空间和时间只在气泡的表面有意义；在这些气泡以外，空间和时间毫无意义。

尽管这个讨论的诸多结果尚处于纯理论阶段，但超空间旅行有可能为我们提供最实际的应用：拯救包括我们在内的智慧生命免于宇宙的死亡。科学家们普遍认为，宇宙及随它演化了几十亿年的所有生命终将死亡。例如，根据时下流行的大爆炸（Big Bang）理论，150 亿年至 200 亿年前发生的大爆炸造成了宇宙膨胀，被抛出的恒星和星系以巨大的速度远离我们。然而，如果宇宙在某一天停止扩张，开始收缩，它将最终毁灭于一场叫做大坍缩（Big Crunch）的火灾。宇宙中的所有智慧生命将被巨大的热量蒸发。然而，一些物理学家已经推测，超空间理论可能为智慧生命提供一种逃亡的希望，也是唯一的希望。我们在宇宙死亡的最后几秒，智慧生命可以通过躲进超空间而逃脱这场大坍缩给我们带来的灾难。

在第四部分，我们对一个最终具有实用性的问题作了推断：如果理论证明超空间是正确的，那么我们什么时候才能驾驭超空间这股力量？这不仅是一个学术问题。因为在过去，仅仅掌握了四种基本力中的一种就不可逆转地改变了人类历史的进程，使我们摆脱了古代的无知和肮脏，从工业社会走到现代文明。在某种意义上说，人类如果渐次掌握了这四种基本力，我们就能用新的眼光看到人类历史的巨大胜利。随着这些力被逐个发现并掌握，文明史将逐次经历着意义深远的变化。

例如，当艾萨克·牛顿写下经典的引力定律时，他发展了力学理论。这给了我们控制机器的定律，反过来又大大加快了工业革命。工业革命引发了各种政治力量，并最终推翻了欧洲的封建王朝。在 19 世纪 60 年代中期，詹姆斯·克拉克·麦克斯韦（James Clerk Maxwell）写下了电磁力的基本定律，他开创了电气时代。它给了我们发电机、收音机、电视、雷达、家用电器、电话、微波、消费电器、电子计算机、激光和许多其他的电子奇迹。不懂和不会利用电磁力，文明就会停滞并冻结在电灯和马达发现之前的时代。在 20 世纪 40 年代中期，当核力被利用时，随着该星球上最具破坏性的武器原子弹和氢弹的成功研制，世界又一次被颠倒过来。因为我们还未能认识主宰宇宙的全部自然力，所以人们可以猜想——谁（某个文明）掌握了超空间理论，谁就能成为宇宙的主人。

由于超空间理论是界定明晰的数学方程，我们可以计算时空弯曲成圆

号（或称法国号）或创造出连接宇宙遥远的地方的虫洞所需的精确能量。不幸的是，计算结果令人失望，需求的能量远远超过我们星球所能利用的所有能量。事实上，这个能量是我们最大的原子加速器能量的一万亿倍。我们必须等待几个世纪甚至几千年，直到我们的文明发展到能掌握时空的能力，或者是联系上已掌握了超空间的先进文明。因此这本书的结尾探索了一个有趣的、具有猜测性的科学问题：我们需要什么技术水平才能成为超空间的主人。

因为超空间理论远超出了通常概念下我们对时空（时间和空间）的认知，所以我在书中穿插了几个纯粹假想的故事帮助大家理解。我使用这种教学技巧是受到了诺贝尔奖得主伊西多尔·拉比（Isidore I. Rabi）与他的物理学听众讨论问题的启发。拉比感叹美国科学教育的糟糕状态，斥责物理学界忽略为公众特别是为青年普及科学进展的事实。实际上，他告诫道：科幻作家比所有的物理学家做了更多的科学普及工作。

我在此前出版的《超越爱因斯坦：探索宇宙理论》（合著者詹尼弗·特雷纳）一书中，研究了描述亚原子粒子性质的超弦理论。并详细讨论了“可见宇宙”，以及物质的复杂性如何用微小的振动弦来解释。在这本书中，我扩展了一个不同的主题——探索“不可见宇宙”，即几何和时空的世界。这本书的重点并非讲述亚原子粒子的性质，而是它们可能生活的高维世界。在阅读本书的过程中，读者会看到更高维度空间并非夸克发挥它们永恒作用的空洞的、被动的舞台，高维空间实际上已成为大自然这出戏中的主角。

在讨论超空间理论的迷人的历史中，我们将会看到，由2000年前古希腊人开启的对物质终极本质的探索是一部漫长而曲折的历史。当未来的科学史学家书写这段漫长历史的最后一篇时，他们很可能会记录下：决定性的突破是三维或四维常识理论的失败以及超空间理论的胜利。

加来道雄

1993年3月于纽约

致谢

在撰写这本书的过程中，我幸运地邀请到杰夫瑞·罗宾斯（Jeffrey Robbins）担任本书的编辑。我之前出版的三本理论物理教科书也是罗宾斯担任的编辑工作，他悉心的指导为图书的出版提供了帮助。它们分别与统一场论、超弦理论、量子场论有关。这本书是我的第一本针对普通读者而创作的科普书，专为大众读者而著。可以和罗宾斯一起紧密合作，我感到万分荣幸。

我要感谢詹尼弗·特雷纳（Jennifer Trainer），她是我前两本书的合著者。她再次应用了她的写作技巧使我的文章尽可能流利和连贯。

我还要感谢帮助过我的其他人，他们对本书的初稿提出了宝贵的意见：伯特·所罗门（Burt Solomon）、莱斯利·梅瑞狄斯（Leslie Meredith），尤金·梅拉乌（Eugene Mallove），和我的经纪人斯图尔特·克里切夫斯基（Stuart Krichevsky）。

最后，我要感谢普林斯顿高等研究院，感谢它的“好客”。本书的大部分内容撰写于此。爱因斯坦曾在这个研究院度过了他生命的最后几十年。这是一个适合科学革命发展的地方，在这个地方，它的开创性工作得到了扩展和美化。

目录

1□前言

1□致谢

1□第一部分 进入第五维空间

3□1 超越时空的世界

28□2 数学家和神秘主义者

51□3 看见四维的人

75□4 光的秘密：四维中的振动

101□第二部分 统一在十维中

103□5 量子异端

125□6 爱因斯坦的复仇

140□7 超弦

164□8 来自第十维度的信号

176□9 创世之前

199□第三部分 虫洞：通往另一个宇宙的关口？

201□10 黑洞和平行宇宙

215□11 建造时间机器

234□12 碰撞的宇宙

251□第四部分 超空间的主人

253□13 超越未来

279□14 宇宙的命运

290□15 结论

310□注释

引言□I

绪言□II

同位素与原子能 介绍一 第一章□1

世界的空间结构 I □101

广义相对论与引力场 I □102

宇宙的起源 I □103

宇宙中的物质、能量与光 I □104

中微子与一 介绍二 第二章□105

狭义相对论 I □106

洛伦兹变换 I □107

狭义相对论 II □108

宇宙中的物质与能量 II □109

狭义相对论 III □110

狭义相对论 IV 一 狭义相对论：基础 介绍三 第三章□111

宇宙中的物质与能量 III □112

狭义相对论 IV 二 □113

超越时空的世界

Part I

Entering the Fifth Dimension

第一部分

进入第五维空间

童年时曾两次因好奇而爬上屋顶，不是为了观赏风景，而是为了想成为那个神秘世界的成员。

我记得父母有时会带我去参观三仙山著名的日本茶园。我通常坐在窗边，看着那些修剪整齐的树木，想象着它们的味道。

在那些安静的时刻，我会自由地想象那些茶园。我会问自己：假如我是一只蝴蝶，我会飞到哪里？假如我是一个孩子，我会做些什么？

就像一只蝴蝶在清澈的水中，它相信它知道“空间”是由水分子组成的。它知道大部分时间它是在那里觅食，它们会慢慢地游动，在水面上游动，在水下游泳。假如我能游到那里，我会做些什么？假如我能游到那里，我会做些什么？

假如我能游到那里，我会做些什么？假如我能游到那里，我会做些什么？假如我能游到那里，我会做些什么？

1 超越时空的世界

我想知道上帝如何创造这个世界，我对这种或那种现象不感兴趣。我想知道“他”的思想，其他都是细节。

——阿尔伯特·爱因斯坦

空间超

一个物理学家的教育

童年时的两次偶然事件极大地丰富了我对世界的理解，并引领我走上成为理论物理学家的道路。

我记得父母有时会带我参观三藩市著名的日本茶园。我当初最幸福的记忆是，蹲在池塘边沉迷于荷花下缓慢游动的鲜艳的鲤鱼。

在这些安静的时刻，我自由地让我的想象漫游。我会问自己傻傻的只有孩子才会问的问题，如池塘的鲤鱼会如何看它周围的世界。我想，它们的世界一定奇妙无比！

鲤鱼一生都生活在这浅水池塘中，它们相信它们的“宇宙”是由浑水和荷花构成的。它们绝大部分时间在池塘的底部觅食，它们会模糊地意识到，在水面之上可能存在一个陌生的世界。我们所处世界的性质超出了它们的理解范围。有趣的是，我坐的地方距鲤鱼仅有英寸远的距离，但我与它们却似乎相距甚远。鲤鱼和我生活在两个不同的宇宙，但我们并不会侵犯到彼此的世界，两个不同的宇宙仅被水的表面这个最薄的屏障分开。

我曾经想象过，可能鲤鱼中也有鲤鱼“科学家”。我想，它们会嘲笑提出在荷花之上存在一个平行世界的任何一条鱼。对一位鲤鱼“科学家”