

《纽约时报》、亚马逊网上书店畅销书

《出版人周刊》《经济学家》《新科学家》《西雅图时报》《科克斯》等刊物纷纷发表评论并推荐

不可思议的物理

PHYSICS OF THE IMPOSSIBLE

对光炮、力场、隐形传送和时间旅行世界的科学探索

A SCIENTIFIC EXPLORATION INTO THE WORLD OF PHASERS,
FORCE FIELDS, TELEPORTATION, AND TIME TRAVEL

[美] 加来道雄 (MICHIO KAKU) 著

晓颖 译



上海科学技术文献出版社

《纽约时报》、亚马逊网上书店畅销书

《出版人周刊》《经济学家》《新科学家》《西雅图时报》《科克斯》等刊物纷纷发表评论并推荐

不可思议的物理

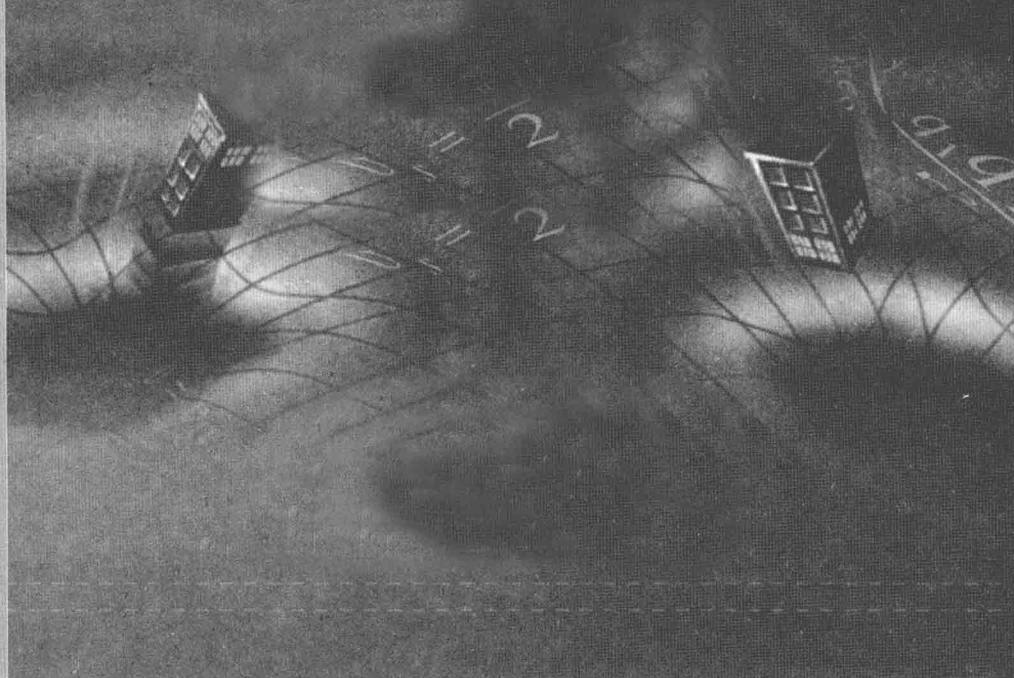
PHYSICS OF THE IMPOSSIBLE

对光炮、力场、隐形传送和时间旅行世界的科学探索

A SCIENTIFIC EXPLORATION INTO THE WORLD OF PHASERS,
FORCE FIELDS, TELEPORTATION, AND TIME TRAVEL

[美] 加来道雄 (MICHIO KAKU) 著

晓颖 译



上海科学技术文献出版社

图书在版编目(CIP)数据

不可思议的物理/(美)加来道雄著;晓颖译. --
上海:上海科学技术文献出版社, 2011.1
ISBN 978-7-5439-4659-0

I. ①不… II ①加… ②晓… III. ①物理学-普及
读物 IV. ①04-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第257187号

Physics of the Impossible

Copyright © 2008 by Michio Kaku
All Rights Reserved

Copyright arranged through Andrew Nurnberg Associates International Limited
Copyright in the Chinese language translation(Simplified character rights only) ©
2009 Shanghai Scientific & Technological Literature Publishing House

All Rights Reserved
版权所有,翻印必究

图字: 09-2008-447

责任编辑: 张 树
美术编辑: 徐 利

不可思议的物理

[美]加来道雄(MICHIO KAKU) 著 晓 颖 译

*

上海科学技术文献出版社出版发行
(上海市长乐路746号 邮政编码200040)
全国新华书店经销
江苏常熟市人民印刷厂印刷

*

开本740×970 1/16 印张15.75 字数265 000

2011年1月第1版 2011年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5439-4659-0

定价: 30.00元

<http://www.sstlp.com>



前言

如果一个想法在最初听起来并不荒谬可笑的话，那么就不要再对它寄予太大希望了。

——阿尔伯特·爱因斯坦（Albert Einstein）

是否会有那么一天，我们将能穿墙而过、建造飞行速度超过光速的飞船、解读他人的思想、隐形、以意念之力移动物体、瞬间将我们的躯体传送到太空？

我自幼就对这些问题着迷。与许多物理学家一样，在成长的过程中，我被时间旅行、死光枪、力场、平行宇宙等等获得实现的可能性所深深吸引。魔法、幻想和科幻小说都是我任凭想象力驰骋的广阔游乐场，它们开始了我与不可思议事物之间的终身恋情。

我记得观看电视上重播《飞侠哥顿》（Flash Gordon）的情形。每个周六，我都与电视机如胶似漆，对飞侠、扎可夫博士（Dr. Zarkov）与戴尔·雅顿（Dale Ardende）的冒险经历和他们那令人目眩神迷的未来科技装备惊叹不已：火箭飞船、隐形盾、死光枪、空中城市。我从未错过任何一个星期的播出。这个节目为我开启了一个全新的世界。我一想到有朝一日能坐火箭登上一个陌生星球并探索其独特的地貌就激动万分。我被拽入了这些惊人发明的磁场中，明白自己的命运以某种形式与这部剧集中展现的科学奇迹紧密相连了。

如同事实所证明的那样，我的经历并非特例。许多极为杰出的科学家最初都是通过接触科幻作品开始对科学产生兴趣的。伟大的天文学家爱德温·哈勃（Edwin Hubble）沉迷于儒勒·凡尔纳（Jules Verne）的作品。在阅读了凡尔纳的作品后，哈勃放弃了一份前途光明的法律工作，违背他父亲的意愿，开始从事科学方面的职业，最终成为 20 世纪最伟大的天文学家。著名天文学家和畅销书作者卡尔·萨根（Carl Sagan），发现埃德加·赖斯·巴勒



斯 (Edgar Rice Burroughs) 的《火星上的约翰·卡特》系列小说点燃了自己的想象力, 便开始梦想有一天能像约翰·卡特那样探究火星上的沙粒。

阿尔伯特·爱因斯坦去世时我还是个孩子, 但是我记得人们低声谈论他的生平与死亡。次日, 我从报纸上看到了一张他书桌的照片, 上面摆着他最伟大的、未完成的研究成果的手稿。我问自己, 是什么能够如此重要, 以至于当代最伟大的科学家都无法完成它? 报纸上的那篇文章宣称爱因斯坦有一个不可能实现的梦想, 一个异常困难、人类无法终结的难题。我花费数年时间弄明白了那份手稿的内容: 一项宏伟的、一切归一的“万物至理”(theory of everything)。他的梦想——耗费了他人生最后 30 年的梦想, 帮助我将精力集中到自己的想象上。我希望, 我能够为完成爱因斯坦的工作尽一份绵薄之力, 将一切物理定律统一到一个理论中。

当我更大一些的时候, 我意识到虽然飞侠哥顿是个英雄, 并且总能获得女孩的青睐, 但事实上使这部剧集获得成功的却是科学家。没有扎可夫博士, 就没有火箭飞船, 没有赴蒙格星球 (Mongol) 的旅行, 也不可能拯救地球。英雄气概得靠边站, 没有科学就不会有科幻。

我开始明白, 从这些故事所涉及的科学原理来看, 它们是完全不可能实现的, 它们仅仅是想象力驰骋的产物。长大成人意味着将这样的幻想搁置起来。我被告知, 在真正的生活中, 一个人必须放弃不可思议的事物, 转而拥抱现实。

然而, 我得出结论, 如果我要继续自己对于不可思议事物的迷恋, 那么解决之道就是进入物理学领域。缺少了在前沿物理学方面的坚实基础, 我将永远只能对着未来科技苦思冥想, 而不明白它们究竟是否可行。我意识到自己必须专注于高等数学, 并且学习理论物理学。因此我那么做了。

上高中的时候, 我在妈妈的车库里装配了一台核粒子加速器, 作为科学展览的参展作业。我去西屋 (Westinghouse) 公司收集了 400 磅废变压器钢。在圣诞节期间, 我在高中的足球场上绕了 22 英里长的铜丝。最终, 我制造出了一台功率 230 万电子伏的电子感应加速器, 它需要消耗 6 千瓦电力 (相当于我家房子输出的总功率), 能产生相当于地球磁场 2 万倍的磁场, 目标是能制造出威力足以产生反物质的 γ 射线。

我的科学展览项目使我进入了全国科学展, 最后还使我梦想成真, 获得了哈佛大学的奖学金。在那里, 我最终得以追求成为一名理论物理学家的目





标，并且追随我的偶像——爱因斯坦的脚步。

如今，我会不时收到来自科幻小说作家和剧本作家的电子邮件，让我帮助他们探索物理定律的极限，使他们的故事更具说服力。

“不可能”是相对的

作为一名物理学家，我认识到“不可能”常常是一个相对而言的词汇。在长大的时候，我记得我的老师有一天走近挂在墙上的世界地图，指着南美洲和非洲的海岸线，“这难道不是一个奇怪的巧合吗？”她说，“两者的海岸线形状相互吻合，简直就像一块拼图！有些科学家推测它们可能曾经是同一块辽阔大陆的两个部分。但那是愚蠢的。不可能有力量能推开两块巨大的陆地。”“这样的想法是无可救药的。”她最后说。

那之后的一年，我们学到了恐龙。老师告诉我们，恐龙统治地球上百万年，然后有一天它们全部消失了。没有谁知道它们为什么死亡殆尽。难道这不是怪事吗？一些古生物学者认为可能有一颗来自太空的流星杀死了它们，但那是不可能的，那更像是科幻小说里发生的事情。

今天，我们知道，在板块构造中大陆确实会移动，并且 6 500 万年之前一颗直径达 6 英里的巨大流星最有可能是毁灭恐龙与地球上许多生命的元凶。在我自己的短暂人生历程中，我已经一次又一次目睹了看起来不可能的事情成为确定无疑的科学事实。所以，或许有一天我们能将自己从一个地方隐形传送到另一个地方，或者建造出一艘宇宙飞船在某一天带我们飞跃以光年计的距离到达其他星球，这些难道不可能吗？

一般来说，这样的伟业在如今的物理学家看来是不可能实现的。它们是否会在几个世纪内成为可能呢？或者是在几千年后，当我们的科技更加发达的时候？又或者是在 100 万年后？从另一个角度来说，如果我们通过某种途径遇见一种比我们领先 100 万年的文明，他们的常用科技对我们来说是否会显得“像魔法”呢？这是贯穿本书的中心问题之一，某些事物会仅仅因为在今天是“不可能的”，就在未来的数百年或百万年中仍旧是不可能的吗？

由于在过去一个世纪中科学取得了长足的发展，特别是诞生了量子理论与广义相对论，现在我们已经可以大致估计一部分这些梦幻般的科技将在何时（如果的确会有那么一天的话）可能实现。随着更为先进的理论——比如



弦理论的产生，连一些属于科幻范畴的概念——如时间旅行和平行宇宙，现在也正被物理学家们重新评估。回想 150 年以前那些被当时的科学家宣布为“不可能”的科技，如今已经发展成为我们日常生活的一部分。儒勒·凡尔纳在 1863 年写了一部小说：《20 世纪的巴黎》（Paris in the 20th Century）。这部小说被尘封并且遗忘了长达一个多世纪，直到凡尔纳的重孙发现了它，并且在 1994 年首次出版。在书中，凡尔纳预言了巴黎在 1960 年可能会呈现的面貌。他的小说中充斥着在 19 世纪看来显然不可思议的科技，包括传真机、一个世界性的通讯网络、玻璃建造的摩天大楼、燃气动力汽车和高速高架火车。

不出意料，凡尔纳之所以能做出这样了不起的精确预测是因为他沉浸在科学世界之中，他从周围的科学家那里汲取智慧。对于科学基础原理的深刻理解，使他得以做出这样惊人的预言。

令人遗憾的是，19 世纪一些最伟大的科学家持相反的立场，并且宣布许许多多科技的实现是毫无指望的。开尔文爵士（Lord Kelvin）——他或许是维多利亚女王时代最杰出的物理学家（他葬于威斯敏斯特教堂，在艾萨克·牛顿的身边），宣称像飞机那样“比空气更重的”装置是不可能实现的。他认为 X 光是无聊的把戏，无线电没有未来。卢瑟福爵士（Lord Rutherford）——发现了原子核的科学家，对于制造原子弹的可能性不屑一顾，将那与“月光”相提并论。19 世纪的化学家宣布寻找贤者之石（philosopher stone）——一种神话故事中可以化铅成金的物质，是一条科学的死胡同。19 世纪的化学建立在元素像铅那样永恒不变的理论基础上。然而，如今我们原则上可以用现在的核粒子加速器将铅变成金子。想想吧，现今的电视机、计算机和互联网在 20 世纪之初看起来会是多么不切实际。

更近一些的时候，黑洞曾被认为是科学幻想。爱因斯坦本人在 1939 年写过一篇论文，“证明”黑洞永远不可能形成。然而，到今天，哈勃太空望远镜（Hubble Space Telescope）和钱德拉 X 射线天文望远镜（Chandra X-ray Telescope）已经观察到太空中的数千个黑洞。

这些科技之所以被视为“不可能”，是因为在 19 世纪以及 20 世纪前期物理与科学的基本定律尚未被人知晓。考虑到当时在科学理解上的巨大空白，特别是在原子层面上的空白，这些发展被认为不可能也就不足为奇了。





研究“不可能”

具有讽刺意味的是，对于“不可能”事物的认真研究常常会开拓出富饶并且完全出人意料的科学疆域。举例来说，对于“永动机”一个多世纪的令人沮丧、毫无意义的探索使物理学家们得出结论：这样的机器是不可能存在的，迫使他们假设了能量守恒和热力学三大定律。如此一来，制造永动机的徒劳探索开启了热力学的全新领域，在某种程度上为蒸汽机、机械时代和现代工业社会奠定了基础。

在 19 世纪末，科学家们认定地球“不可能”有数十亿年的年龄。开尔文爵士断然宣布熔融的地球可以在 2 000 万年至 4 000 万年间冷却，驳斥了地质学家和达尔文主义生物学家宣称的地球可能有数十亿年历史的论断。随着居里夫人和其他科学家发现核力，展示地心被衰变所加热，从而可能将熔融保持数十亿年，“不可能”被证明为完全可能。

我们忽略“不可能的事物”会给自己带来危险。在 20 世纪 20 年代和 30 年代，现代火箭学的奠基人罗伯特·戈达德（Robert Goddard）曾遭到认为火箭永远无法在外太空运行的人的严重非难，他们挖苦地将他的追求称作“戈达德的蠢事”。在 1921 年，《纽约时报》（New York Times）这样挑剔戈达德博士的作品：“戈达德教授不知道作用力与反作用力之间的联系，也不知道必需有些比真空更合适的事物用以进行反作用。他似乎缺乏高中课程传授的基本知识。”“火箭是不可能成功的，”编辑歉疚道，“因为在外太空没有可用以推进的空气。”令人悲哀的是，有一位国家元首切实理解了戈达德那“不可能的”火箭意味着什么——那就是阿道夫·希特勒（Adolf Hitler）。在第二次世界大战期间，德国先进得不可思议的 V-2 火箭如雨点般在伦敦落下，造成了众多的死亡与巨大的毁坏，几乎使伦敦屈服。

对不可思议事物的研究可能也改变了世界的历史进程。在 20 世纪 30 年代，人们广泛认为，甚至爱因斯坦也认为，原子弹是“不可能的”。根据爱因斯坦的方程 $E=mc^2$ ，物理学家们了解到原子核的深处蕴含着巨大的能量，但由单个原子核释放的能量实在微不足道。不过，原子物理学家里奥·齐拉特（Leo Szilard）记得读过威尔斯（H. G. Wells）1914 年的小说《获得自由的世界》（The World Set Free），在小说中威尔斯预测了原子弹的发展。他在书



中称原子弹的奥秘将在 1933 年由一位物理学家解决。齐拉特偶然在 1932 年看到了这本书。在这本小说的激励下，他在 1933 年——也就是威尔斯于 20 年前所预测的年份，碰巧产生了通过一个链式反应放大单个原子能量的构想，这样一来，分裂一个铀核产生的能量可以被放大好几万亿倍。齐拉特随即开始进行一系列关键性试验和与爱因斯坦以及富兰克林·罗斯福（Franklin Roosevelt）总统的秘密谈判，谈判促成了制造原子弹的曼哈顿计划（Manhattan Project）。

一次又一次，我们看到对于不可能事物的研究打开了全新的视野，拓展了物理学和化学的疆界，并且迫使科学家们重新对自己所说的“不可能”下定义。正如威廉·奥斯勒（William Osler）爵士所言：“一个时代的信仰在下一个时代成为谬误，而过去的荒唐愚蠢却成为明日的睿智。”

许多物理学家赞同《永恒之王》（Once and Future King）作者怀特（T. H. White）的名言：“凡未被禁止之物皆是必然！”在物理学中，我们一直都能找到相应的证据。除非有物理定律明明白白地不允许一种新现象产生，否则我们最后总能发现它的存在。（在寻找新亚原子粒子的过程中这发生了不少次。在探索禁忌事物的极限时，物理学家们常常意外地发现新的物理定律。）怀特的名言或许可以有这么个推论：“凡并非不可能之物皆是必然！”

举例来说，宇宙学家史蒂芬·霍金（Stephen Hawking）试图找到一条禁止时间旅行的新物理定律，以证明这是不可能的，他把这一定律称作“时序保护猜想”（chronology protection conjecture）。不幸的是，在辛勤工作多年后，他未能证明这一原理。事实上，与之相反的是，物理学家们现在已经证明，禁止时间旅行的定律超出了当今数学的范畴。如今，由于没有物理定律可以否定时间机器的存在，物理学家们不得不慎之又慎地对待时间机器存在的可能性。

本书的目的是思索那些目前被认为“不可能”、而在今后数十年、数百年中可能变得司空见惯的科技。

已经有一种“不可能”的技术现在被证明为可能：隐形传送（至少在原子层面上可行）。甚至在几年前物理学家们还会说，将一个物体从一个点传送或发送到另一个点违背了量子物理的定律。最初写作电视剧《星舰迷航》（Star Trek）剧本的编剧们饱尝了来自物理学家的批评挖苦，以至于他们加入了“海森堡补偿器”（Heisenberg compensator）来解释他们的传送器，好弥





补这一漏洞。今天，由于近期的重大科学突破，物理学家们可以将原子瞬间从房间的一边传送到另一边，或在多瑙河下将光子瞬间传送过河。

预测未来

作出预测总是得冒很大风险，特别是对于未来数百甚至数千年的预测。物理学家尼尔斯·玻尔（Niels Bohr）爱说：“做预测困难重重，尤其是事关未来。”但是，儒勒·凡尔纳所处的时代与当今有一个根本性的区别。今天，物理的基本定律已经大多被人知晓了。当今的物理学家了解惊人的 43 个数量级，内到质子，外到膨胀中的宇宙。物理学家们可以怀着适当的自信陈述未来科技的大概面貌，并且更好地区分那些仅仅是未必可能的科技和真正不可能的科技。

因此，在本书中，我将“不可思议”的事物分为三个类别。

第一类我称之为“一等不可思议”。它们是目前不可能、但不违反已知物理定律的科技。因此它们可能在本世纪或下个世纪内以改良后的形式成为可能。它们包括：隐形传送、反物质发动机、某些形式的心灵感应、意志力和隐形。

第二类我定义为“二等不可思议”。它们是游走在我们对于物理世界的认知边缘的科技。如果确实可能，它们或许将在未来 1 000 年到 100 万年的时间内实现。它们包括：时间机器、超空间旅行和穿越虫洞。

最后一类我称为“三等不可思议”。它们是违反已知物理定律的科技。令人惊讶的是，这类不可思议的科技非常少。一旦它们被证明确实可能，那将标志着我们对于物理学的认识将发生根本转变。

我感到这个分类至关重要，因为科幻小说中有如此之多的科技被科学家们不屑地视为全然不可能，而他们事实上想说的是，这些科技对于如人类这般原始的文明而言是不可能的。比如说，访问外星球被一概认为是不可能的，因为星球之间的距离过于遥远。当星际旅行对于我们的文明而言显然不可能的时候，或许它对于比我们领先数百年、数千年或数百万年的文明来说是可行的。所以，总结这样的“不可思议”非常重要。对于我们目前的文明而言是不可能的技术，对于其他类型的文明而言不见得同样不可能。关于什么可能、什么不可能的断言必须考虑到比我们领先数千年甚



至数百万年的科技。

卡尔·萨根曾经写道：“对于一种文明来说，有上百万年的历史意味着什么？我们已经拥有射电望远镜和宇宙飞船好几十年之久，我们科技文明的历史是几百年……有上百万年历史的先进科技文明领先于我们，正如我们领先于灌丛婴猴和猕猴那么多。”

在我自己的研究工作中，我专门集中精力在完成爱因斯坦“万物至理”的梦想上。从个人角度而言，我发现，能致力于发现一种最终可能回答当今科学领域一些最困难的“不可思议”问题的“终极理论”着实令人振奋。这些问题有：时间旅行是否可行、黑洞的中央有什么、宇宙大爆炸前的情形等。我仍然陶醉于我与不可思议事物的终身恋爱，并且想知道这些不可思议的事物中是否能有一些进入日常生活的范畴。



目 录

前言	1
第一章 一等不可思议	1
1. 力场	3
2. 隐形	13
3. 光炮与死星	27
4. 隐形传送	42
5. 心灵感应	55
6. 意志力	69
7. 机器人	81
8. 外星人和 UFO	99
9. 恒星飞船	121
10. 反物质和反宇宙	141
第二章 二等不可思议	153
11. 比光更快	155
12. 时间旅行	170
13. 平行宇宙	180
第三章 三等不可思议	199
14. 永动机	201
15. 预知	212
后记	221
致谢	237



1. 力 场

I. 当一位杰出但上了年纪的科学家断言某件事是可能的，那他几乎肯定是正确的。当他断言某件事是不可能的，那他非常有可能错了。

II. 要发现“可能”的极限，唯有稍稍突破界限进入“不可能”的领域中去。

III. 任何足够高深的科技看起来都与魔法无异。

—— 亚瑟·C. 克拉克的三大定律

“升起防护罩！”

在无数集《星舰迷航》中，这是科克（Kirk）船长向船员们吼出的第一句命令，升起力场在敌人炮火下保护“企业号”飞船。

在《星舰迷航》中力场是极为重要的，以至于战斗的走向可以用力场的支撑情况来衡量。每当力场中的能量被抽走，“企业号”的船体就会承受越来越多的破坏性重击，直到最终不可避免地投降。

力场是什么？在科幻小说里，它非常简单，带有误导性：一重薄薄的、隐形却无法穿透的屏障，能使激光和火箭之类的东西改变攻击方向。乍一看，力场非常简单，它被作为一种战场上的屏障创造出来似乎是近在眼前的事。人们期待某天会有某个富有进攻心的发明家宣布发现了防御性力场。但事实远比这复杂得多。

正如爱迪生的电灯泡革新了现代文明一样，力场可能会对我们生活的每个方面都产生深远的影响。军队可以利用力场变得固若金汤，创造一道抵抗敌人导弹和子弹的、无法穿透的盾牌；桥梁、高速公路和道路理论上也可以只按一下按钮就被建造起来；整个城市可以立即在沙漠中破土而出，拥有完全用力场建造的摩天大楼。笼罩整个城市的力场可以让居住其中的居民任意消除天气带来的影响，这些天气状况包括强风、暴雪和龙卷风。有了力场形成的安全罩，城市可以建造在海洋底下，玻璃、钢铁和灰浆可以被完全替



代。

不过，非常奇特的是，力场或许是最难以在实验室里创造出来的装置之一。事实上，一些物理学家相信除非重新定义其性质，否则创造力场或许是不可能的。

迈克尔·法拉第

力场的概念出自 19 世纪伟大的英国科学家迈克尔·法拉第（Michael Faraday）的研究。

法拉第出生于工人家庭（他的父亲是一名铁匠），在 19 世纪初长期靠当装订工人学徒勉强维持生计。年轻的法拉第为两种新力量的神秘性质被揭开而带来的巨大突破而着迷。这两种新力量是：电和磁。法拉第贪婪地尽一切所能来学习与这些问题相关的知识，并参加了伦敦皇家学院汉弗莱·戴维（Humphrey Davy）教授的讲座。

一天，戴维教授因眼睛在一次化学事故中严重受伤，于是他雇用法拉第当了他的秘书。法拉第渐渐取得了皇家学院科学家们的信任，并且被允许独立操作重要的实验，尽管他常常受到冷落。年复一年，戴维教授越来越嫉妒他年轻的助手所表现出的杰出能力。法拉第已经成为了实验圈子里冉冉上升的新星，最终使戴维教授的名声黯然失色。1829 年，戴维去世后，法拉第得以自由地作出一系列惊人的突破，导致了发电机的产生。发电机能够为整个城市提供能源，并改变了世界文明的进程。

法拉第最伟大发现的关键是他提出的“力场”。如果有人将铁屑洒在一块磁铁上，他会发现铁屑将呈现一种充满整个空间的蜘蛛网状。这就是法拉第的力线，以图形的形式描绘出了电和磁的力场在空间如何散布。举例来说，如果有人绘出整个地球的磁场，他会发现力线从 N 极地区伸出，然后在 S 极地区落回到地球上。同样的，如果有人画出雷阵雨中一枚避雷针的电场线，他会发现力线集中在避雷针的尖端。在法拉第看来，“空的空间”其实根本不是空的，而是充斥着能使遥远的物体移动的力线（由于法拉第早年穷困，未能接受足够的数学教育，因此他的笔记本中密密麻麻的不是等式，而是这些力线的手绘图表。具有讽刺意味的是，数学训练的不足使他创造了如今任何物理课本中都可以看到的、美丽的力线图表。从科学上来说，物理图



像通常比用来对其进行描述的数学语言更为重要)。

历史学家推测过法拉第是如何发现力场的，它是所有科学中最重要的概念之一。事实上，全部的现代物理学都是用法拉第的力场语言写就的。在1831年，他作出了关于力场的关键性突破，永远改变了人类文明。一天，他正将一块孩子的磁铁移过一个金属线圈时，注意到他甚至没有碰到电线就得以在金属线里制造了一股电流。这意味着磁铁不可见的场可以推动电线中的电子穿越“空的空间”，产生电流。

法拉第的力场曾经被视为毫无用处，是无所事事的随意涂鸦，但它是真实的、物质的力量，可以移动物体并产生能源。今天，你阅读这一页所依赖的光线或许就是由法拉第关于电磁学的发现而点亮的。一块转动的磁铁会制造力场，推动一根电线中的电子，使它们以电流的形式移动，其后，这股电线中的电力可以点亮一盏灯泡。与此同样的原理被用于生产给全世界城市提供能量的电力。比如，水流过一个大坝，在一个涡轮机中产生巨大的磁力进行转动，这个涡轮机随后再推动电线中的电子，形成一股电流，通过高压电线输送到用户。

换言之，迈克尔·法拉第的力场是驱动现代文明的动力，从电动推土机到如今的计算机、互联网还有 iPod 都源于力场的发现。

法拉第的力场在一个半世纪里成为物理学家的灵感之源。这些力场给了爱因斯坦极大的启示，他用力场的语言来描述和表达他的引力理论。同样的，我也被法拉第的成果所启迪。多年前，我成功地运用法拉第的力场表现了弦理论 (theory of strings)，从而建立了弦场论 (string field theory)。在物理学界，如果有人说“他思考起来像一根力线”，那便意味着一种高度的赞美。

四种力

在过去的两千年中，物理学的最高成就之一便是分离并鉴别了主宰宇宙的四种力。它们全部都可以用法拉第提出的力场的术语进行描述。不幸的是，它们全都不怎么具备大多数科幻小说中所描述的力场的特性。这些力是：

1. 万有引力：使我们的双脚站在地面上、防止地球和星体解体，





并且将太阳系和银河维系在一起的沉默力量。没有了万有引力，我们就会被转动中的地球以每小时 1 000 英里的速度甩到太空中去。问题是，万有引力恰恰拥有与科幻小说中的力场截然相反的性质。万有引力是吸引性的，不是排斥性的；相对而言极为微弱；它在非常遥远的天文学距离内发挥作用。换句话说，它差不多就是人们在科幻小说中读到或从科幻电影中看到的扁平、轻薄、无法穿透的屏障的对立事物。例如，用整个地球的引力才能吸引住一根羽毛，但是我们用一根手指抬起羽毛就能抵消地球的引力。我们一根手指的动作可以对抗整个星球重量超过 6 万万亿千克的引力。

2. 电磁力 (EM): 点亮我们城市的力。激光、无线电、电视机、现代电子学、计算机、互联网、电学和磁学都是受电磁场的影响而产生的。这可能是人类有史以来掌控的最为有用的力。与万有引力不同的是，它既有吸引性又有排斥性。但是，有几个原因使它不适于成为力场。第一，它很容易被中和。举例来说，塑料和其他绝缘体能够轻易穿透一个强大的电场或磁场。一片被丢进磁场中的塑料片可以顺利通过磁场。第二，电磁通过远距离发生作用，不能被方便地集中到一个平面上。电磁场的定律是使用詹姆斯·克拉克·麦克斯韦 (James Clerk Maxwell) 的方程描述的，而这些等式看起来并不允许力场成为解。

3&4. 弱核力与强核力: 弱核力是放射性衰变的力。它是加热地球中心的力，具有放射性；它是火山、地震和大陆漂移背后的力量。强核力是将原子核维系住的力。太阳与星体们的能量始自核力，核力担负着点亮宇宙的职责。问题在于核力是一种短程力，主要在一个原子核的距离内进行作用。由于它非常依赖原子核的性质，因此极难控制。目前，我们仅有的操控这种力的方法是在核粒子加速器中将亚原子颗粒打散或者引爆原子弹。

虽说科幻小说中使用的力场可能并不符合已知的物理定律，但仍有或许可以使这样的力场产生成为可能的空间存在。首先，可能存在实验室中仍然未发现的第五种力。比如，这个力可能在仅仅数英寸到数英尺的距离内，而不是在天文距离内进行作用（然而，评估这第五种力存在与否的初期尝试得出了否定的结论）。

其次，或许可以使用一个等离子体来模拟力场的一些定律。等离子体是



“物质的第四种状态”。固体、液体和气体组成了物质常见的三种状态，但宇宙中最普遍的物质形态是等离子体——一种气体或者被电离的原子。由于等离子体的原子是被撕裂的，电子被从原子上撕下，因此原子带电，可以用电场和力场轻易进行控制。

等离子体是宇宙中量最大的可见物质形态，组成了太阳、星体和星际气体。等离子体对我们来说并不熟悉，因为它们在地球上很少见，不过我们可以见到以闪电、太阳和等离子电视机内部结构形式出现的等离子体。

等离子窗

如上所述，如果一股空气被加热至足够高的温度，便能由此创造出一个等离子体，它可以被电磁场塑造与改变外形。比如，它可以被改变成一层薄片或窗户的形式。另外，这个等离子窗可以用来从普通空气中隔离出一个真空区域。原则上，我们或许可以防止一艘宇宙飞船中的空气泄漏到太空中，从而在太空和宇宙飞船之间创造一个简易、透明的分界面。

在《星舰迷航》中，这样的力场被用以将停放小型穿梭机的穿梭机港与太空的真空隔离开来。这不仅是一个节约道具开支的好办法，也是一个可以实现的装置。

等离子窗是由物理学家艾迪·赫斯基科维奇（Ady Hershcovitch）于1995年在纽约长岛的布鲁克海文国家实验室（Brookhaven National Laboratory）发明的。他开发等离子窗是为了解决使用电子束焊接金属的难题。焊工的乙炔炬^①喷出高热气流，将金属部件融化后焊接在一起。不过，这必须在真空中完成。这一要求相当让人为难，因为这意味着要创造一个可能与整个房间一样大的真空盒。

赫斯基科维奇博士发明等离子窗解决了这一问题。等离子窗仅仅3英寸高，直径不到1英寸，将空气加热至12 000华氏度，制造出一个被电磁场困住的等离子体。与在任何气体中一样，这些粒子利用压力来阻止空气涌入真空空间，由此将空气从真空中分离（在等离子窗中使用氩气的时候，它的火苗是蓝色的，就像《星舰迷航》中的力场一样）。

① 乙炔炬（acetylene torch）：燃烧乙炔的焊枪。——译者注