

■ [法]约翰·皮尔·卢米涅 著
■ 卢炬甫 译

黑洞

湖南科学技术出版社

Aidé par le ministère français chargé de la culture.

湖南科学技术出版社由法国 Editions BELFOND 授权在中国独家
出版发行本书中译本。

版权所有 侵权必究

著作权合同登记号：18-2000-030

黑洞

著 者：[法] 约翰一皮尔·卢米涅

译 者：卢炬甫

责任编辑：李永平 吴 炜 颜 汨

出版发行：湖南科学技术出版社

社 址：长沙市展览馆路 66 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系：本社直销科 0731-4441720

印 刷：湖南省新华印刷三厂

厂 址：长沙市韶山路 158 号

邮 编：410004

(印装质量问题请直接与本厂联系)

出版日期：2001 年 11 月第 1 版第 8 次

开 本：850mm×1168mm 1/32

印 张：9

插 页：4

字 数：228000

书 号：ISBN 7-5357-2233-4/N·41

定 价：16.00 元

(版权所有·翻印必究)

法文版序

宇宙演化的历史一再地引导我们从根本上审查自己的历史和对所处环境的认识。天体物理学家令人敬仰的特殊荣幸在于他们有对宇宙的最广阔视野。今天，粒子探测器和大型望远镜被用于研究遥远的星球。时时处处，从无穷大到无穷小，宇宙从未停止过通过一点点地显露其结构而使我们惊讶。

在这个意义上，我们的确生活在一个富有刺激性的时代，几乎每年都有重大的天文事件：1986年是对天王星和哈雷彗星的探测，我们对太阳系起源的认识得以增进；1989年是对距我们45亿公里之遥的海王星的探测；1990年则有空中之望远镜发射上天……而1987年呢？那将作为麦哲伦云超新星之年而被永久记忆，天文学家等待这种罕见和短暂的事件已有4个世纪之久。更为特别的是，这次超新星爆发可能已在我们眼前造就了一颗宇宙中最奇怪的星——一个黑洞。

“发明”黑洞无疑是当代最突出的智力业绩之一。“黑洞”一词的含义的确颇具魔力：宇宙中有这样的星，不可能被看到，却能

吸进所有近旁的物质；那是个封闭的世界，与我们的世界完全隔绝；那是无底深渊，所有物质都被无情地吸入和粉碎……黑洞的性质实在是太奇特了，以致于在一段长时间里难以令人置信，只有那些喜爱危言耸听的人例外。然而，正是由于黑洞，我们对时间和空间的认识才得到彻底的检查。今天，黑洞的存在已被广大公众全心地接受，它已成为许多科学幻想小说、连环画和电影的中心题材。

实际上，黑洞虽然神秘，恐怕还远不及一些人们更关心的谜那样难解，例如在太阳以外的恒星周围是否存在生命。我的朋友约翰·皮尔·卢米涅善于理解和阐述引力和相对论理论中最复杂的概念，也善于用简单的词语来介绍他自己的发现。他现在写出了一本系统地讲述黑洞的本质和存在的书，在这本书里，他带着我们漫游时空，告诉我们是引力使时空连续体做出所有的怪事。在这个精心安排的宇宙之旅结束之际，读者将会明白，黑洞其实并非不可捉摸，它们确实太空中存在。作者还向我们表明，黑洞是一种强有力的分析工具，是一架具有可变放大率的理论望远镜，能够探查宏观和微观的奥秘，从而为人类认识宇宙提供了一条有效的途径。

黑洞本是作为一种智力冒险而出现的，或许在将来会真的成为宇宙旅行家的冒险目标。那些旅行家就像古代的水手，认为自己处在世界的边缘，将会被吞没、被遗忘，落向一个未知的所在。最后，我希望本书的读者会像我一样，觉得现代天体物理学的进展就像最奇妙的科学幻想小说一样令人销魂夺魄。

约翰·奥杜则 (Jean Audouze)

英文版序

黑洞是现代天文学的魔主。由于不可见，其存在尚难以被证实，然而它已经牢牢抓住了广大公众的想象力，没有任何别的天体取得过如此的成功。黑洞是时间机器，是连接别的宇宙的通道，这些概念超过一切科学幻想。约翰·皮尔·卢米涅以其明晰的讲述，使得黑洞可以为外行人所理解，他把黑洞是什么，如何去探测等深奥的学问讲得通俗易懂。

作者是一位杰出人物：诗人、音乐家、艺术家和科学家，他的多才通过书中的生动比喻和精彩描绘而显示出来。这本书独占地阐明了黑洞的理论背景，描述了与黑洞有关的那些神秘怪异的天文现象。读者将会明白，黑洞是如何形成，那些冒险靠近黑洞的太空旅行者会有何遭遇，为什么黑洞是可以利用的能量机器，而黑洞又怎样决定着宇宙的最后命运——宇宙中的一切物质都不可逃避的结局。

天文学家相信许多星系的中心深藏着巨型黑洞。那些偶而过于靠近黑洞的恒星将会被粉碎，爆发出强烈的辐射，碎片则加速

落入黑洞。这种吞食过程发生在星系的密集核心区，其中的黑洞早已形成。较小的黑洞，即恒星级黑洞，是大质量恒星演化的终结。那些恒星以超新星爆发的方式了结一生，其核心部分坍缩成为黑洞。还有一种更小的黑洞，可能是在宇宙创生时形成的，它们会自我爆炸而粉碎。从黑洞中逃脱是不可能的，那些落向黑洞的物质在我们眼前消失后很可能最终进入另一个分离的宇宙。

所有这些以及许多别的有关现象，都被卢米涅描述得既不失严格的科学性，又易懂和可读。这本书进一步阐明了史蒂芬·霍金的《时间简史》一书中涉及的许多论题，堪称是后者的续集。如果你希望了解黑洞或白洞，甚至虫洞，这本书确能带你入门。读者将通过穿越时空的妙趣横生的漫游而学到许多新颖的思想和了解天文学前沿的进展。

约瑟夫·西尔克 (Joseph Silk)

致中国读者

我的这本关于黑洞的书被译成孔子和老子的文字出版，这对法国的科学著作来说是不多见的，为此我深感荣幸。我无法想象，早在公元前 14 世纪，当我们西方国家还处在黑暗和野蛮的年代时，中国人已经创造出了文字，并刻在甲骨上来记录月食、日食和“客星”的出现，这些天文资料还被星占学家和御用预言家用来预测战争、饥荒和洪水。

中国的一位思想家韩愈（768—824）说过，坐在井底的人会以为天空很小。黑洞正是弯曲时空中很深的、或许是无底的引力阱。我写这本书的目的是，读者在阅读它并深感困惑一阵之后，会看到一个放大的天空，会打开展示时间、空间、光和物质的深刻本质的新奇视野。

感谢我的朋友卢炬甫的努力，使我的书能来到中国的广大读者面前。

约翰-皮尔·卢米涅
(Jean-Pierre Luminet)

1995 年 6 月，巴黎

目 录

第一篇 引力与光	(1)
第 1 章 首批硕果	(3)
最幸运的人	(3)
行星的爱好	(5)
不可见世界的两位先知	(6)
力场	(8)
麦克斯韦的光	(9)
第 2 章 相对论	(14)
波动说的疑难	(14)
运动与静止	(15)
射手与火车	(16)
以太	(17)
判决性实验	(17)
狭义相对论	(19)
理论的诞生	(20)

光使时空联姻·····	(21)
时间游戏·····	(25)
相对论炸弹·····	(27)
第 3 章 弯曲时空 ·····	(29)
等效原理·····	(29)
新惯性·····	(32)
宇宙高尔夫球场·····	(33)
弯曲几何·····	(34)
几何与物质·····	(39)
柔软的光·····	(41)
爱因斯坦方程·····	(43)
检验广义相对论·····	(45)
理论的魅力·····	(49)
第二篇 火中凤凰 ·····	(53)
引言·····	(55)
第 4 章 从黎明到黄昏 ·····	(57)
恒星的诞生·····	(57)
火的抗争·····	(59)
生命之路漫漫·····	(61)
红色的赞美诗·····	(62)
第 5 章 灰烬与钻石 ·····	(64)
行星状星云·····	(65)
画家的调色板·····	(66)
白矮星之园·····	(66)
简并物质·····	(68)
白矮星揭秘·····	(70)
热的与冷的·····	(71)
结晶成黑矮星·····	(72)
再度辉煌·····	(72)
第 6 章 超新星 ·····	(75)

核阶梯·····	(75)
巨型“洋葱头”·····	(76)
中子化·····	(77)
爆发·····	(78)
观察超新星·····	(79)
历史上的超新星·····	(81)
一颗星的证认·····	(82)
文艺复兴时期的超新星·····	(83)
爆发的残迹·····	(84)
危险的加码·····	(85)
近处遇奇花·····	(86)
麦哲伦云里的超新星·····	(87)
第 7 章 脉冲星 ·····	(90)
空中灯塔·····	(91)
一类更极端的星·····	(93)
狂啸与低语·····	(95)
脉冲星的熄灭·····	(96)
超新星与脉冲星·····	(96)
空中旋转冠军·····	(98)
脉冲双星的大贡献·····	(99)
星震·····	(99)
中子星内部·····	(101)
致密物质的奥秘·····	(102)
第 8 章 引力胜利了 ·····	(104)
第三篇 光的消逝 ·····	(107)
第 9 章 视界 ·····	(109)
史瓦西解·····	(109)
魔圈·····	(110)
不可见星的重现·····	(111)
超想象的黑暗·····	(113)

光被囚禁	(115)
视界	(116)
轻率的宇航员	(119)
时间的冻结	(120)
颠倒的世界	(122)
第 10 章 照明	(125)
照明问题	(125)
黑洞的光轮	(128)
头和尾	(128)
给黑洞拍照	(130)
第 11 章 落入旋涡	(133)
克尔黑洞	(133)
极端黑洞	(135)
宇宙大旋涡	(136)
奇异环	(139)
带电黑洞	(140)
黑洞无毛	(141)
第 12 章 图形游戏	(144)
黑与白	(144)
“镶嵌”游戏	(145)
虫洞	(147)
克鲁斯卡游戏	(151)
原初白洞	(154)
彭罗斯游戏	(158)
狭长的通道	(161)
时间机器	(163)
引力奇点	(165)
宇宙监督	(166)
量子引力	(167)
第 13 章 黑洞机器	(172)

热力学·····	(172)
黑洞动力学·····	(174)
黑洞作为能源·····	(176)
黑洞发电机·····	(179)
黑洞激光·····	(179)
第 14 章 量子黑洞 ·····	(182)
黑洞会缩小·····	(182)
隧道·····	(184)
真空极化·····	(185)
黑洞与黑体·····	(187)
引力不稳定性·····	(189)
上帝要人·····	(190)
第四篇 光的复归 ·····	(193)
第 15 章 原初黑洞 ·····	(195)
团块·····	(195)
碰撞中的世界·····	(196)
短暂的生涯·····	(198)
最后时刻·····	(199)
引力幻景·····	(200)
暗物质·····	(203)
第 16 章 X 射线星 ·····	(204)
共生的幽灵·····	(205)
多普勒移动·····	(206)
飞行的天文台·····	(208)
“自由”·····	(209)
X 射线脉冲星 ·····	(210)
X 射线暴 ·····	(213)
伽玛射线暴·····	(216)
寻找珍稀品种·····	(217)
测量质量·····	(219)

天鹅座 X-1	(220)
仍有争议	(220)
“三人帮”	(221)
从恒星到星系	(223)
第 17 章 巨型黑洞	(227)
银河系画像	(228)
球状星团	(230)
人马座的银心黑洞	(232)
星系世界	(236)
活动核	(237)
五环难题	(238)
质量心理学	(238)
光变	(241)
宇宙喷流	(241)
连续与变异	(243)
其他能源机制	(244)
怎么吃	(246)
彗星式恒星	(247)
恒星碰撞	(247)
黑潮汐	(248)
“薄煎饼”	(249)
黑洞引爆器	(252)
同类相食	(253)
第 18 章 引力光	(255)
第 19 章 黑洞宇宙	(261)
附录 1 赫罗图	(266)
附录 2 天体的质量-密度关系图与恒星演化的终结 ...	(268)

第一篇 引力与光

理论研究就像钓鱼：你不知道水中有什么，只有投竿，才可能有所收获。

——诺瓦尔 (Novalis)

第1章 首批硕果

最幸运的人

一只小鸟的重量足以移动地球。

——列奥那多·达芬奇 (Leonardo da Vinci)

古希腊哲学家在许多领域的天才思想至今仍未被超越，但他们对引力却所知甚少。亚里士多德 (Aristotle) 相信每个物体都有其宇宙中的“自然位置”。最底层是陆地及其所有的直接附着物，在这上面是水，然后是空气，最后是最轻的元素火。一个因受力而离开其自然位置的物体总是要返回它自己的层次，因此，被抛射到空气中的箭或石块总是会落回地面。亚里士多德还进一步断言，物体的运动都沿直线进行，由弓射出的箭将沿直线向上运动，当弓所提供的力停止作用时，箭就又沿直线落回地面。

在 20 个世纪里几乎没有人对古希腊哲学家的理论表示过怀

疑，尽管日常生活提供了反面的证据：箭的运动轨迹并不是一条直线，而是一条曲线即抛物线。只有一个人，即 6 世纪时生活在亚历山大城的约翰·菲罗帕纳斯 (John Philoponus)，敢于提出惯性原理，向亚里士多德的思想挑战。

伽利略 (Galileo) 是对引力进行严格的科学考察的第一人。他做了一系列实验，包括让各种不同的物体从比萨斜塔上落下以及让不同大小的球沿斜面滚下。1638 年，他发现了引力的最基本的性质：在其作用下的所有物体都得到同样的加速，与物体的质量或化学成分无关。

伽利略的工作以其对物理现象的仔细观察和深刻的科学推理而著称。他的结果显然与亚里士多德对世界的认识相反。在研究一个物理现象时，我们必须分离出所有那些使我们的日常经验复杂化的外部因素。为了从对在空气中下落的物体的观察而推导出支配真空中物体自由下落的普遍规律，伽利略必须首先理解摩擦力和空气阻力，因为正是这些与物体的大小和质量有关的“寄生”效应掩盖了引力的真正作用（如果像某些历史学家所认为的那样，伽利略事实上并没有从比萨斜塔上抛出物体，那么他由一连串的抽象推理而得出自己理论的能力应当受到更高的赞誉）。

直觉的天才有分析的天才为后继。按照广泛流传的说法，1666 年的一个满月之夜，当一只苹果从树上落下时，伊萨克·牛顿 (Isaac Newton) 正坐在那棵树下沉思。他突然意识到，由于同一种吸引的力量即地球引力，月亮和苹果都会朝地球下落。他计算出，两个物体之间的引力随它们距离的平方反比例减小，距离加倍，则引力减小 4 倍。月亮与地心的距离 (384000 公里) 是苹果与地心距离 (6400 公里) 的 60 倍，故月亮下落的加速度比苹果小 $60 \times 60 = 3600$ 倍。然后他运用伽利略的自由落体定律，即下落距离正比于加速度，也正比于时间的平方，于是得出苹果在 1 秒钟内下落的距离与月亮在 1 分钟内下落的距离相等。月亮的真实运动是已知的，牛顿所估计的距离与之相符。他所发现的正是万有引力定律。