

Wizards, Aliens and Starships

Physics and Math in Fantasy and
Science Fiction

《卫报》2014年度最佳自然科普图书

巫师 外星人和星舰

科幻与奇幻中的
物理数学

[美] 查尔斯·L·阿德勒 (Charles L. Adler) 著 雒城译
特约审稿人◎李剑龙

清华大学出版社

Wizards, Aliens and Starships

Physics and Math in Fantasy
and Science Fiction

巫师、外星人和星舰 科幻与奇幻中的 物理数学



[美] 查尔斯·L. 阿德勒 (Charles L. Adler) 著

雒城 译

清华大学出版社

Wizards, Aliens, and Starships: Physics and Math in Fantasy and Science Fiction by Charles L. Adler
Copyright © 2014 by Princeton University Press

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage and retrieval system, without permission in writing from the Publisher.

Simplified Chinese edition copyright © 2015 by Tsinghua University Press.

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2014-4638

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

巫师、外星人和星舰: 科幻与奇幻中的物理数学 / (美) 阿德勒 (Adler, C. L.) 著; 雒城译. —北京: 清华大学出版社, 2015

(原点科幻文库)

书名原文: Wizards, aliens, and starships: Physics and math in fantasy and science fiction

ISBN 978-7-302-39422-8

I. ①巫… II. ①阿… ②雒… III. ①物理学—青少年读物 ②数学—青少年读物 IV. ①O4-49
②O1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 032187 号

责任编辑: 雒华 王华

封面设计: 李召霞

责任校对: 赵丽敏

责任印制: 杨艳

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 三河市少明印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 165mm×235mm

印 张: 20.5 字 数: 366 千字

版 次: 2015 年 8 月第 1 版

印 次: 2015 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 59.00 元

产品编号: 060050-01

献给波尔·安德森

他写同一主题更早、更简洁,且更优秀。

国外媒体评论

“我也说不清我对这本书的感觉是爱还是恨。爱它是因为它分析了奇幻、科幻作品中众多魔法和太空探索背后的物理学知识，令我为之着迷。恨它是因为它揭示了我永远都无法实现一个梦想的原因。一直以来，我都憧憬着能大喊一声：‘传送我吧，斯科蒂！’，然后完成瞬移。不过，查尔斯·阿德勒又将我拉回了现实……这本书中的物理学知识解释得非常到位，阿德勒举的例子也十分有趣。”

——诺艾尔·安·布拉德肖 《泰晤士高等教育》

“《巫师、外星人和星舰》这本书本身就非常棒，此外，它还可作为学习太空探索所需的物理学知识以及经典科幻作品的入门读物。”

——罗伯特·谢弗 “纽约书评网”

“这本书写得很好，也很有趣，阿德勒为此下了不少工夫。对任何希望创作真正符合科学原则的科幻小说的作者来说，它非常具有参考价值。”

——《大众科学》

“对那些真正想了解太空旅行的真相或外星生命存在的可能性的人来说，《巫师、外星人和星舰》无疑是绝佳选择。此外，它还可作为物理学和天文学课程上引人入胜的补充性读物。”

——西德尼·佩尔科维茨 “科学家的书柜”网站

“《巫师、外星人和星舰》在分析书中相关对象时，将科幻的文学性与科学的严谨性完美地贯穿起来。不论是变形术的质量守恒问题，在霍格沃茨点蜡烛，还是建造一颗行星，阿德勒笔下的科学知识向来通俗易懂，并深受宅男宅女们的喜爱。”

——格伦·达拉斯 《旧金山书评》

“这是一本令人兴奋的书……如果有人对物理学和科幻作品之间的关系感兴趣，我会毫不犹豫地推荐给他，尤其是讲授物理学入门课程的老师们，这本书可以作为枯燥的物理学课本有价值的补充材料，它甚至可能会提高学生对课程的评价，我肯定会在我的课堂上使用这本书。”

——科斯塔斯·埃夫蒂米乌 《物理世界》杂志

这是一本了不起的书：它用实实在在的物理学法则，解析了科幻作品中富有浪漫色彩的各种情节。它会吸引所有的读者，从《星际迷航》的狂热粉丝到天体物理学家。

——保罗·纳辛 《逻辑学家与工程师》作者

“这本书可读性高、妙趣横生、文笔出色，书中幽默之处众多。显然，阿德勒热爱所有类型的科幻作品——图书、短篇小说、电影和剧集，他乐于从科学的角度思考这些作品……总之，这本书不但全面介绍了众多科幻作品，还可以作为物理学和天文学的入门手册。”

——《选择》杂志

“阿德勒完美地向我们展现出，即便是最基础的数学和物理学也具有强大的力量。如果你是位崭露头角的年轻科学工作者，还对代数学有点兴趣，你会喜欢这本书的。”

——罗伯特·马修斯 《BBC 聚焦》

“这本书是一项了不起的成就……它肯定是你 anywhere 能找到的所有的教科书里最酷的那本……任何渴望了解何为现实、何为想象的科幻迷或奇幻迷几乎一定会喜欢它，你们可以期待从这本书中了解到，不论是在伟大的文学作品中，还是在真实的宇宙中，到底什么是可能实现的。”

——乔纳森·T. 马莱 《探索》杂志

从哈利·波特到全球变暖以及戴森球

魔法符合物理学定律吗？霍格沃茨魔法学校校长邓布利多真的能够在挥舞魔杖之间将乱七八糟的房间收拾好吗？他的魔杖真的能将撕碎的书籍复原吗？显然，稍稍学过物理的人会告诉你，这违背了热力学第二定律。同样，一个人能变成白天鹅或者黑天鹅吗？当然不能，因为这违反了质量守恒定律。

如果魔法遵守物理学定律，那还叫什么魔法？你会对这样的物理极客产生反感，可是物理极客不管这一套，他们就喜欢寻根究底。因此，变形魔法包括孙悟空七十二变大有问题，甚至霍格沃茨大厅被成千上万根蜡烛照得光明灿烂也成问题，因为一根蜡烛的亮度差不多是一个灯泡的百分之一。

一个巨人能够在地球上跑动吗？这是一个物理学问题。同样，《阿凡达》里身高三米的纳威人真的能在重力只有地球的百分之八十的潘多拉星上健步如飞吗？要知道答案，我们必须懂一点简单的物理学，而物理学告诉我们，《阿凡达》的设定是有一点点问题的。

除了科幻小说中的物理学问题，我们更关心科幻小说里各种设定是否与物理学、数学乃至化学相容。比方说，科幻黄金时代预言的大航天为什么迟迟没有到来？是什么样的基本物理学定律限制了航天事业的发展？其实答案并不那么深奥：能量，能量！能量来源限制了航天发展，能量消耗的极大降低却激发了网络时代的大发展，这一点除了克拉克预知了一些，其他科幻作家做梦也没有想到。

还有，可供长期移民的空间站是可行的吗？我们是否可以在未来的二十年之内造出高达数万千米的太空梯？富豪们真的会在不久的将来去火星度假吗？（穷人就别妄想了，你出不起那个钱）。物质反物质湮灭推进器是否可行？如果这个太难，那核聚变推进器呢？如果这些在 21 世纪都不行，我们放开来畅想，假如技

术原则上可以无限发展，人在寿命所限之下能飞出银河系，甚至旅行到宇宙尽头吗？嗯，这倒不违反相对论。

接下来就是，超光速旅行可行吗？时间旅行可行吗？你会说《星际穿越》貌似是这么设定的，可是你知道这需要改变物理学中的什么常识吗？

这些问题的答案都可以在这本奇书中找到。这本书就是《巫师、外星人和星舰》，作者用最基本的物理学和数学知识就推出了这些答案。我相信你和我一样，每读一页这本书，就会学到关于科幻小说的知识，同时学到了物理学知识。

再有，外星人存在吗？最近我对这个问题特别感兴趣，并且还有自己的理论，我认为外星人并不存在。本来，我以为我是极少数派，读了这本书之后我才得知原来从 20 世纪 80 年代起，人类是宇宙之中唯一的智慧生物的观点已经变得比较流行，当然这局限在西方科幻作家中。中国科幻迷乃至一般公众还认为外星人当然存在。眼下，科幻作家甚至科学家还是分为三派：第一派认为智慧生命在宇宙中十分普遍；第二派认为智慧生命罕见但并不唯一；第三派就是人类中心主义了，我们是宇宙中唯一的文明。嗯，我就是一名人类中心主义者。

撇开这些争议不论，我们到底该如何寻找地外生命和地外文明？这也是本书试图分析的问题之一。粒子物理学家戴森曾经在《科学》杂志上发表过一篇论文，研究是否可以围绕一颗恒星（例如太阳）造一个巨大的球，以收集太阳发出来的全部能量。这可不得了，因为我们知道太阳照射到地球上的能量是太阳辐射的总能量的极小一部分，这个大球球做出来人类就一劳永逸地解决了能源问题。这个宏大的装置叫戴森球，当然戴森并不想发明一个专利为人类谋取福利。你想，要造出这样的巨无霸我们需要的材料将来自整个木星，这实在不太现实，戴森也很难以此成为太阳系首富。他真正的目的是寻找外星人，如果外星人造出了这样的装置，我们就有可能通过这个巨大装置的红外辐射找到他们。

回到地球本身。我们的能源什么时候耗尽，比如石油？地球变暖是真的吗？美俄的核储备真的可以毁灭地球？数亿年后，我们能够逃离太阳系吗？生物的终极形态是什么？你还是能够从这本书中找到一些答案。

在中国，科学幻想小说爱好者是一个比较小众的圈子，尽管刘慈欣《三体》的影响已经开始溢出科幻圈，影响 IT 界，继而影响其他人。《三体》为何能够在 IT 圈产生这么大的影响？答案看上去显而易见，因为该圈的人士现在张嘴闭嘴就是“降维攻击”，可见《三体》里的二向箔才是亮点。另外，刘慈欣的“黑暗森林”的说法影响也不小，也许仅次于“降维攻击”。

多媒体时代，阅读的人越来越少，读小说的人本来就是小众，更不用说科幻小

说了。当然，如果我们将小说的范围扩大到奇幻，圈子就大大地放大了。我知道，中国作家富豪榜排名第一的是唐家三少，他的小说《斗罗大陆》点击量近亿次。另一个有人气的奇幻作家是江南，小说《龙族》每一卷都比任何亚马逊排名第一的书还要畅销。

中国的电影市场还是好莱坞大片主导，好莱坞大片中不少是科幻电影，因此科幻电影在中国受众中影响远远大于科幻小说。说起小说《造星主》大概没有几个人知道，但谁不知道《阿凡达》、《黑客帝国》？谁不知道《星际穿越》？

遗憾的是，《巫师、外星人和星舰》这本书以科幻小说为主，偶尔谈及科幻电影。幸运的是，这本书还包括了一些著名的奇幻小说，例如我们开始提到的《哈利·波特》，因此，这本书的读者对象应该涵盖了比科幻小说读者多得多的人。

对我本人来说，这本书的出版实在太及时了。正好我的《三体中的物理学》4月份刚刚出版，我的那本书与这本书有相似之处也有重要的不同点，我们的出发点都是科幻，但这本书更适合对公式感兴趣的人。恰好，过去两年我在中山大学逸仙学院上过《人与宇宙的物理学》这门课，这门课的精神与《巫师》这本书很接近。我打算将来在中山大学再开一门课，这门课的教材就是《巫师》，这门课的课名也许就是“科幻和奇幻中的物理学与数学”。

最后，我表达一下对本书作者的敬意。查尔斯·L. 阿德勒是一位职业物理学家，专业是光学，在马里兰的圣玛丽学院任教。1992年我去布朗大学做研究助理教授的时候，他刚从那里毕业。写这本书并不容易，有人说我的《三体中的物理学》写起来也很难，这不错，可是我的书一年半载是可以写完的，而《巫师》中的内容大概需要好几年的积累。

李 森
2015年5月

李森，中山大学天文与空间科学研究院院长，最酷的理论物理学家，科普作家，诗人，著有《三体中的物理学》、《越弱越暗越美丽》。

去科幻/奇幻丛林中探险所需的小小装备

讨论科幻奇幻作品中科学这一主题的书，这两年着实出了一批。

我见到过最早的一本，应该算韩国郑载承的《与物理学家一起看电影》(2003)。这本书围绕一批科幻电影，一部一部分析其中的科学表达跟物理学基本原理和观测数据之间的差异。多数章节最终的结论是，科幻作品中的东西是错的！或者，沿着电影的科学思路，你不达到一个荒唐境界不可能返回现实！

《电影中的科学》(2010)是另一个韩国作品，作者叫崔原硕。这本书跟上面的一本最大的差别是，整个编排顺序遵循了“学科体系”，电影被贯穿其中当例子。这本书对科幻电影的态度相对友好了一点。但你可以看到，作者关心的是科学传播，科幻电影只是传播的“工具”。

在引进外国作品的同时，国人自己撰写的科幻影视中科学主题的读物也陆续出版，这其中最重要的是上海交通大学江晓原教授的《你们准备好了吗？幻想与现实中的科学》(2007)，该书用大量章节给科幻电影做了题材分类。江老师还发人深省地给出两个结论：第一，科学哲学中的“纲领”说可以用于研究科幻电影；第二，外国科幻电影都是悲观的。

上述一些作品我都热切地买了并阅读，但读过之余也感到有些失落。每每读到作者居高临下的阐述或告诫的时候，我都想问：既然你期待我们这些喜欢科幻作品的人也能领悟其中的科学奥秘，那首先你就要对我们这些“科幻迷”或进入剧场观看电影的“普通观众”抱有积极的态度。你应该先同意我们看电影读小说不是浪费时间、更不是要把时间消耗在毫无价值的胡扯中。换句话说，你想要我们接受你，就应该跟我们站在同一个地平线上。

本着这样的科幻迷心态，我再选谈论选择讲述“科幻中的科学”类读物，就变得异常小心。多数市场上的书我都不再购买。直到我看到这本《巫师、外星人和星舰》。

这是一本适合中学以上所有文化程度读者的著作。最重要的是，我欣喜地发现，该书的作者跟我们一样，对科幻作品抱有狂热的喜爱。正是这种喜爱让他不会为了传播自己那点科学知识而故作姿态。而我们也恰恰在这种惺惺相惜、巧遇知己的心态中融入了他所传达的内容之中。

慢慢阅读《巫师、外星人和星舰》，你既像在科幻奇幻作品的历史丛林中进行一次有价值的冒险，也像跟这些虚构世界背后的科学家之间的碰撞和交会。这种一拿起来就放不下的阅读感受，竟然这么简单轻易就开始了，这点让我震惊不已。而且，也不知怎么的，书上为了讲解而呈现的初等数学和基础物理的那些公式数据，也像具有了魔力，走入了我的生活。

读完全书，我对这本书的优点做了如下三点概括。

首先，这是讲述我们这种热爱科学也热爱想象的人，跟科幻奇幻文类反复遭遇的探险之书。作者对他所探险的世界充满爱意。那么多著作的故事和创作掌故，在他的笔下写起来随手拈来，轻松自如。写书的状态就像在展现作者自己的心灵史。我觉得恰恰是这种爱，使他的著作明显在态度上区别于其他科学家讨论科幻奇幻的著作。他的爱，就来自对这块被探索大陆的纯粹向往，而只有充满向往的著作才是洒满阳光的。

其次，跟多数讨论科幻中科学的著作类似，作者想要带领读者学习用科学方法研究问题。在作品中，你发现探险者有一个独特的背包，那其中充满了被称为物理和数学的小小装备。他会不断使用这些装备作为地图或标尺，去衡量或揣摩原著作者的创作意图。我觉得这样的读书，是一种非常好的训练。因为作者肯定他走过的土地，并假设这些土地真实存在，所以在这块土地上的测量和计算，才有着丰厚的意义。

第三，作者对问题的研究，并非仅仅从科学原理出发进行，在更多情况下，他会考虑到深陷科学时代的人所作出的现实选择。例如，如果作品中提到要制造某一类飞行器，作者不单会仅仅就飞行器的状态做科学计算，还会就人类社会是否乐意营造这样的飞行器、成本控制和道德伦理应该怎样配套地被植入进行分析。也正是有这些探险过程的画外音的存在，你发现神秘大陆的探索更加有趣了。

我曾经在北京师范大学教育学部从事科学教育研究五年。那期间我几次到国外参加科学教育会议，也曾经受邀担任过一些国家科学教育杂志的编委，我发

现国际科学教育领域在近半个世纪所发生的最大变化,是全面肯定非认知因素在科学教育中的重要价值。一个全面的、符合人的发展的科学教育,应该不局限在知识获取上,应该更多地对科学兴趣、科学态度、科学精神、科学方法进行开发。在这个意义上,我觉得这本书的翻译出版,也会对当前的学校教育起到积极作用。

在阅读这部书的同时,我还拿到了由日本作家柳田理科雄撰写的《空想科学》六卷。该书跟本书最有共通感的地方在于,两个作品都把奇幻文学和影视纳入到阐发的范围。过去一般认为,科幻文学的背后有一个科学的骨架,而奇幻文学只是魔法在后面支撑。但读过这两本书之后你会发现,奇幻文学和影视作品其实也是学习科学地观察世界的良好载体。

总结一下,作为一本科幻奇幻文学的拓展之书、类型文学作家的参考之书、创意爱好者的学习指南、科技宅人/极客的思考圣经,《巫师、外星人和星舰》在中国的引进和出版是科幻奇幻领域的一个有价值的大事。希望这部作品能带动更多国人的同类创作。

吴 岩

2015年5月

吴岩,科幻作家,世界华人科幻协会会长,北京师范大学文学院教授,开设课程有面向本科生的《儿童文学专题(科幻文学)》及面向研究生的《中西科幻文学研究》。

目 录

第 1 章 游戏开始 001

- 1.1 创作本书的目的 001
- 1.2 我的若干假设前提 003
- 1.3 全书结构 004
- 1.4 你需要掌握的数学和物理学基础知识 005
- 1.5 能量与功率 006

第一部分 波特物理学

第 2 章 哈利·波特与守恒律 011

- 2.1 奇幻小说的分类 011
- 2.2 变形魔法与质量守恒 012
- 2.3 幻影移形和动量守恒 014
- 2.4 修复咒和热力学第二定律 018

第 3 章 霍格沃茨为何这么黑 023

- 3.1 魔法与科技 023
- 3.2 照明问题 024

第 4 章 魔兽及其证伪 031

- 4.1 神龙现身 031
- 4.2 如何构造一个巨人 032

- 4.3 克莱伯定律之一：美人鱼 037
- 4.4 克莱伯定律之二：猫头鹰、龙、鹰头飞马和其他飞天神兽 040

第二部分 星际旅行

第5章 技术革新：汽车为何跟不上计算机 049

- 5.1 未来世界的交通 049
- 5.2 星际旅行的真相 051
- 5.3 计算过程的能量需求 052
- 5.4 普通汽车与飞行车的能耗分析 053
- 5.5 低空轨道飞行 056

第6章 太空度假 059

- 6.1 科幻小说中的未来：太空假期便捷又便宜 059
- 6.2 轨道飞行器 062
- 6.3 任何太空行程的第一步：太空行的能量代价 062
- 6.4 太空旅程的资金来源 069

第7章 太空殖民地 072

- 7.1 太空居民 072
- 7.2 奥尼尔式殖民地 073
- 7.3 重力问题 074
- 7.4 太空站中的人工“重力” 077
- 7.5 拉格朗日点 086
- 7.6 地外生态和能源问题 088
- 7.7 项目估价 092

第8章 太空电梯 095

- 8.1 乘梯上太空 095
- 8.2 地球同步轨道的物理学原理 096
- 8.3 何谓太空电梯，它有什么用？ 098
- 8.4 建筑如何挺立，因何倒塌？ 099
- 8.5 拉力与耐力：碳纳米管 101
- 8.6 能量、“轿厢”、激光和推进系统 102

8.7	成功可能性有多大	103
8.8	太空电梯的精准数据	105
第9章	载人星际航行	107
9.1	这不是坐飞机,更不同于航海	107
9.2	开普勒三大定律	108
9.3	霍曼转移轨道	110
9.4	Δv 及其他	112
9.5	返程问题	113
9.6	引力弹弓效应和混沌轨道	114
9.7	成本问题	117
第10章	高级推进系统	120
10.1	加速行进	120
10.2	为什么化学推进系统无法胜任	120
10.3	史上最著名的物理学公式	122
10.4	高级推进系统设想	123
10.5	“炸弹飞船”:“猎户座”推进器	126
10.6	星际旅行前景展望	128
第11章	空想中的推进系统	129
11.1	更具空想色彩的推进系统	129
11.2	物质-反物质推进系统的质量比	138
11.3	辐射问题	141
第12章	星际旅行与相对论	144
12.1	时间足够你做任何事	144
12.2	爱因斯坦有没有搞错?	146
12.3	若干疑难之处	149
12.4	相对论背景下的匀加速运动	150
第13章	超光速旅行和时间旅行	154
13.1	现实主义的答案	154
13.2	非现实主义的回答	154
13.3	为什么超光速就意味着时间旅行	156

- 13.4 广义相对论 158
- 13.5 引力时间延缓与黑洞 160
- 13.6 虫洞和“奇异”物质 162
- 13.7 祖父悖论和其他奇闻 168

第三部分 外星人与外星世界

第 14 章 寻找宜居行星 177

- 14.1 阿德勒准则 178
- 14.2 恒星的类型 180
- 14.3 行星与其恒星之间的距离 184
- 14.4 温室效应 186
- 14.5 轨道偏心率 189
- 14.6 行星大小与大气层保有能力 190
- 14.7 安娜·卡列尼娜法则和宜居星球 193
- 14.8 未解之谜 194

第 15 章 寻找史波克的科学方法 197

- 15.1 系外行星和行星植物 197
- 15.2 多普勒方法 200
- 15.3 凌日现象与开普勒计划 202
- 15.4 生命的特殊印记 203
- 15.5 外星光合作用 204

第 16 章 与外星人对话的数学原理 207

- 16.1 对外星生命的三种观点 207
- 16.2 与外星人接触的动力 210
- 16.3 德雷克方程模型与外星接触的数学评估 217

第四部分 古戈年

第 17 章 人类的短期生存前景 225

- 17.1 我们的世界将这样落幕 225

17.2	短期风险,人为制造的灾难	225
第 18 章	建造一颗星球	239
18.1	地球化改造	239
18.2	火星的基本特征	241
18.3	温度与火星大气	242
18.4	大气中的氧	244
18.5	经济收益	246
第 19 章	戴森球和环形世界	248
19.1	戴森球	248
19.2	戴森网	250
19.3	尼文的环形世界	254
19.4	环形世界、全球卫星定位和爱伦菲斯特悖论	260
19.5	环形世界不稳定!	261
19.6	让空想成为现实——以及有没有必要?	265
第 20 章	高级文明和卡尔达谢夫等级	267
20.1	卡尔达谢夫等级	267
20.2	我们现在的 0.7 型文明	268
20.3	第 I 类文明	269
20.4	继续升级	271
20.5	第 II 类文明	272
20.6	第 III 类文明	273
第 21 章	古戈年	275
21.1	明天的明天	275
21.2	“短期”展望: 5 亿年以内的时光	275
21.3	“中期”前景: 10^{13} 年以内	276
21.4	“长期”前景: 直到时间尽头(古戈年)	278
21.5	以黑洞为动力的文明	281
21.6	质子会衰变——确定吗?	282
21.7	古戈年——直到所有黑洞都蒸发	283
21.8	我们最后的致意	285