



鬼魔物理学

3

$$E=MC^2$$

超级英雄故事里的
物理学

[美] 詹姆斯·卡卡里奥斯◎著
(James Kakalios)

徐立子◎译



THE PHYSICS
OF
SUPERHEROES

More Heroes! More Villains!
More Science!

让超人演示牛顿运动定律，
让蜘蛛侠解释摆球振荡，
让钢铁侠展示电磁感应，
超级英雄故事边学物理！

魔鬼物理学 3

超级英雄故事里的
物理学

[美] 詹姆斯·卡卡里奥斯◎著
(James Kakalios)

徐立子◎译

图书在版编目 (CIP) 数据

魔鬼物理学. 3, 超级英雄故事里的物理学 / (美)

詹姆斯·卡卡里奥斯著; 徐立子译. -- 北京: 中信出版社, 2018.3

书名原文: The Physics of Superheroes: More Heroes! More Villains! More Science!

ISBN 978-7-5086-8548-9

I. ①魔… II. ①詹… ②徐… III. ①物理学—普及读物 IV. ① O4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 009805 号

The Physics of Superheroes: More Heroes! More Villains! More Science! by James Kakalios

Copyright © 2009 by James Kakalios

Simplified Chinese translation copyright © 2018 by CITIC Press Corporation

ALL RIGHTS RESERVED

本书仅限中国大陆地区发行销售

魔鬼物理学 3: 超级英雄故事里的物理学

著 者: [美] 詹姆斯·卡卡里奥斯

译 者: 徐立子

出版发行: 中信出版集团股份有限公司

(北京市朝阳区惠新东街甲 4 号富盛大厦 2 座 邮编 100029)

承 印 者: 北京诚信伟业印刷有限公司

开 本: 880mm×1230mm 1/32

印 张: 12.75 字 数: 286 千字

版 次: 2018 年 3 月第 1 版

印 次: 2018 年 3 月第 1 次印刷

京权图字: 01-2018-0169

广告经营许可证: 京朝工商广字第 8087 号

书 号: ISBN 978-7-5086-8548-9

定 价: 59.00 元

版权所有·侵权必究

如有印刷、装订问题, 本公司负责调换。

服务热线: 400-600-8099

投稿邮箱: author@citicpub.com

献给泰蕾兹

无论从哪个角度来说，歪心狼（Wile E.）都不能算作一个超级英雄，但我必须承认，它总能让我想到物理学。它是个倒霉的大坏蛋，动画中的每一集，它都在徒劳无功地追赶哔哔鸟（Road Runner），就像西西弗斯一样，但最后它总能捡回一条命。作为一个痴迷看电视的小男孩，当我看到歪心狼跑离悬崖，停在半空，意识到脚下空空之后才掉下去的场景时，我还是会产生些许怀疑。我总觉得，不管一个人是否意识到重力的存在，都不会影响重力发生作用。

这个例子跟超级英雄没什么关系，里面只是提到了电视动画片的角色，而不是漫画里的角色，但我之所以把这个问题提出来，是因为它说明了有关物理教学的很重要的一点：没有什么东西比挑战错误的见解更让人印象深刻的。事实上，一些专门研究物理教学的人认为，只有鼓励学生挑战自己的错误观念，才能帮助他们真正掌握你教给他们的东西。我不知道这不是真的，但我确实知道，如果你了解大众的误解，那么追溯其文化见解的源头是一个很好的做法。如果

这意味着要研究超人或《星际迷航》，我也完全赞成！

然而，千万不要以为我把漫画与大众的误解相提并论是想要诋毁前者。完全不是！事实上，漫画书中有时候说的是对的，詹姆斯·卡卡里奥斯在这本书（讲述了从氦星的引力到《X战警》中的量子物理学的广泛知识）的导论中提到，学生们经常抱怨，在物理学入门课上学到的知识跟他们毕业之后要面对的真实生活一点儿关系都没有。但当他们学习了超级英雄故事里的物理学之后，这种抱怨再也没有出现过！

有人可能会想，对于学生而言，超人是否比滑轮、绳子和斜面更真实。但学生不会抱怨的真正原因无疑是漫画中的例子更有趣，而斜面很无聊。这或许是我们应该学习超级英雄故事里的物理学的一个最重要的原因了。你不仅可以了解到许多有趣的物理学知识，比如日常现象或深奥的现代科学，而且思考过程本身也很有趣。此外，像量子力学这样的学科听起来似乎有点儿吓人，但谁又会被可爱的幻影猫吓到呢？

那些年轻时痴迷过漫画的人可能还记得，他们有时会憧憬我们的世界是否也能像漫画里超级英雄生活的世界那样激动人心、精彩纷呈，但这种想法往往令他们怅然若失。事实上，在过去的 400 年里，科学向我们揭示了大自然的种种神奇，了解这些科学知识其实是充满乐趣和激动人心的事情。真相远比小说更不可思议，哪怕是漫画小说。找出真相的过程更是妙趣横生。

劳伦斯·克劳斯

俄亥俄州克利夫兰

当我的研究生毕业论文即将完成的时候，我的论文导师对我说的话让我印象深刻：没有什么科学研究是“已完成”的。无论你得到了什么样的答案，总还有一些开放性问题有待解决——松弛的线还需拉紧。本书的英文版第一版出版之后，我发现写书也是一样，没有哪本书可以说是彻底完成了的。作者把稿子交给编辑，经过编校和印刷等环节，书终于摆在了书店的书架上，而此时线仍然是松弛的，因为作者总有更多的话想说，或者想把说过的话说得更好。

因此，很高兴出版社给我修订本书的机会，于是就有了第二版。2005年本书首次出版后，我从读者那里得到了很多反馈，他们提出了很多值得关注的话题。我估算了超人在纵身一跃跳上高楼之前需要用多长时间起跳，这引起了许多读者友好的讨论，我很高兴有机会在第二版中对这个问题进行详细阐述。

此外，第一版出版后不久，我又找到了很多可以解释物理学原理的超级英雄漫画插图。如果我能早点儿发现它们，肯定会将其收录在书中。第二版还涉及

流体力学、角动量以及材料科学，这些内容分布在关于海王、尖峰人、旋风以及其他美国正义联盟和复仇者联盟成员的章节里。为了优化问题讨论的流程，我对力学部分的章节进行了重新排序，并对每一章都进行了较大程度的修订。此外，数据分析表明，出第二版时有 12.7% 的笑话已经过时了，这些笑话在某些情况下是“三点法则”的反例（两句妙语之后总会跟着一句无聊的话）。我希望第二版可以让你们有趣、高效地学习物理学的基本原理。

除了我在第一版中感谢的所有人外，我还要对在第二版中给予我帮助的人表示感谢。这一版的英文编辑——哥谭出版社的帕特里克·马利根非常优秀且有见地。我要感谢我的儿子托马斯，他仔细阅读了新增章节，并提出了改进建议，这让我引以为豪。负责运营海王的非官方网站的劳拉·焦瓦格，以及海王朝拜网站的罗布·凯利，他们提供了很多必不可少的关于海王的信息和图片，我要感谢他们付出的时间和精力。我还要再次感谢珍妮·艾伦帮忙收集了第二版新增的各类数据。

我从小就是一个漫画迷，但跟大多数漫画迷一样，高中的时候我放弃了这一爱好，转而去追女孩子了。我母亲理所当然地趁机扔掉了我的所有“藏品”。几年以后，我读研究生时，又重新捡起了这个爱好，我把看漫画当成是疏解写论文压力的一种方式。现在，作为一个成年人，我的漫画藏品已大致恢复到高中时期的规模（我妻子称其为“火灾隐患”），但为了安全起见，我还是不让我母亲靠近我的藏品。

1998 年我在明尼苏达大学当物理老师，学校开了一门新课程叫作“新生座谈会”。这是面向大学新生开设的一种小型的座谈会形式的课程，学生可以得到学分，但并不绑定具体课程。学校鼓励教授们发掘不落窠臼的话题，具体课程包括生物伦理学和人类基因组，红色（化学课程），贸易与全球经济，从沙盘到华尔街的复杂系统等。2001 年，我开设了一门物理学课程，叫作“我从漫画里学到的物理学万象”。这门课程讨论的是传统物理学的基本知识，但我没有使用弹簧承受的重量、从斜面上滑落的物体等例子，我所用的例子

都来自超级英雄四色漫画，着重讲述的是漫画里正确运用物理学知识的场景。

尽管本书的灵感来源于那门课，但这并不是一本教材。本书面向非专业人士，即那些希望以不太痛苦的方式学习现代科技生活背后的基础物理学知识的读者。书里讨论的话题包括力与运动、能量守恒、热力学、电与磁、量子力学、固体物理学和材料科学；书中也解释了真实的应用案例，比如汽车安全气囊、晶体管、微波炉等。我希望读者能全身心地享受这杯超级英雄冰激凌圣代，而不会意识到我偷偷摸摸给你吃了些菠菜。

本书既要献给漫画书的忠实粉丝，也要献给那些分不清蝙蝠侠和人蝠的人。因此，我会讲一讲漫画里那些超级英雄的历史和背景。为了介绍某个特定的超级英雄或者故事所涉及的物理学知识，我会用到不同漫画里的关键情节。所以，对于没有看过这些漫画的人来说，可要小心剧透的危险了。

如果读者希望找到相关引文的原始资料来源，可以参看本书末尾。我列出了参考书目以及最新版本的漫画书单。漫画封面上印刷的日期并不表示它初次上市的时间。为了延长销售时间，这个日期表示的是这本漫画退货给出版商的时间。为了吸引爱好收藏首期杂志的新读者，有时候漫画会重新开始编号，但漫画名称保持不变。如果没有特别说明，这些编号指的都是首印时使用的编号。我在本书最后的注释里列出了每本书的编剧或漫画师，有些人（墨线稿作者）没有出现并不代表他们对于最终的漫画作品没有贡献（这和“追本溯源”不是一码事儿），而只是反映了一个客观事实，即编剧或漫画师对某一个漫画场景中的物理学知识负主要责任。

漫画里关于物理学的所有讨论都会引起物理学家和漫画粉丝的仔

细审视，这两种人都以其对细节的关注而著称。我所选取的每一个案例刚好都可以解释一个特定的物理学原理。有时，最新一期的内容可能会与我在本书中解释的超能力的原理相矛盾。考虑到这些人物在不同的漫画里已经存在了半个多世纪，肯定会有与我所做出的解释相反的例子。因此，在多数情况下，对超级英雄的超能力的物理学解释只是提供了对他们这种天赋的一种可能的解读，漫画迷们敬请注意，本书并不是要对那些人物的超能力和经历做出一种确切的解释。

此外，也请物理学同行们注意，本书是写给非专业读者的。我会尽可能地把事情简单化，但我也承认，现实世界中存在很多不完美的地方，也更为复杂。如果对书中的多数内容进行详尽的讨论，几本书也讲不完，正如在阿兰·摩尔和戴夫·吉本斯所著的《守望者》中曼哈顿博士最后说的那句话：“万物无终点，阿德里安。万物永无终点。”

物理学世界中所使用的语言从本质上说都带有数学性质。这是一个深奥的哲学问题（物理学家尤金·维格纳称其为“数学的不可思议的有效性”），所有研究过这个问题的人都深感困惑与不安。在一本关于超级英雄漫画的书里，我很想一点儿数学都不涉及。但这绝对是骗人的，就如同在一本介绍毕加索的书里却没有配上他的画，或者在一本关于爵士乐历史的书中没有附赠 CD（激光光盘）一样。想要好好讨论物理学，数学必不可少。

读者可能会说自己不懂数学，或者没办法用数学思维思考。但在本书里，我们需要知道的就只是 $1/2 + 1/2 = 1$ 。如果 $1/2 + 1/2 = 1$ 对你来说还可以接受，那么 $2 \times (1/2) = 2/2 = 1$ 应该也不难，很显然两个半个就是一个。这简单到让你不敢相信你已经用上了代数知识（自从高中毕业后，你就再没想过会用上它）。

很多学生早就发现，代数中有个小窍门：如果有一个等式成立，比如 $1 = 1$ ，那么我们可以在等式两边同时加上、减去、乘以或者除以（除数不为 0）任一数字，等式仍然成立。所以，如果我们在 $1 = 1$ 这个等式的左边和右边同时加上 2，就会得到 $1 + 2 = 1 + 2$ 或者 $3 = 3$ ，这个等式仍然成立。如果我们在 $1 = 1$ 这个等式的左边和右边同时除以 2，就会得到 $1/2 = 1/2$ 。因为 $1 = 1$ ，所以 $1/2 + 1/2 = 1$ ，即 $2/2 = 1$ 。现在我跟各位读者约定：如果在出现数学等式的时候，你能做到不紧张，那么我用到的数学知识也不会比这个例子更复杂。数学能够让你畅通无阻，你的数学知识有益无害。但如果你想计算本书之外的某种情况下的速度或者力，你也可以应用本书教授的方法。不管怎么说，我向你保证，书的最后绝对没有小测验！

推荐序 V

新版自序 VII

自序 IX

导论 科学是如何拯救超级英雄的 001

第一部分
力学

第1章 超人诞生 021

第2章 氦星引力的秘密 034

第3章 格温·斯黛西之死 045

第4章 闪电的真相 057

第5章 蚁人的大世界 067

第6章 水下的英雄 075

第7章 蜘蛛侠荡起来 089

- 第 8 章 蚁人的阿喀琉斯之踵 093
- 第 9 章 陀螺人为什么能转不停? 101
- 第 10 章 蚁人真的听不见也看不见吗? 112
- 第 11 章 闪电侠与狭义相对论 119

第二部分
能 量

- 第 12 章 吃货闪电侠 131
- 第 13 章 缺失的功 151
- 第 14 章 冰人如何克敌制胜? 168
- 第 15 章 钢铁侠遭遇强敌 178
- 第 16 章 静电的意外魔力 185
- 第 17 章 超人教给蜘蛛侠的电学知识 194
- 第 18 章 电王跑起来就成了万磁王 202
- 第 19 章 万磁王跑起来就成了电王 209
- 第 20 章 X 教授的超级力量 219

第三部分

现代物理学

- 第 21 章 微观宇宙之旅 231
- 第 22 章 平行宇宙究竟在哪儿? 244
- 第 23 章 幻影猫为什么能够隧穿? 263
- 第 24 章 被固体物理学痛击的钢铁侠 271
- 第 25 章 制服的诱惑 292

第四部分

例外的变异

- 第 26 章 超级英雄的失误 319

后 记 337

致 谢 343

附录一 重要公式 347

附录二 推荐书目 353

注 释 363

图片说明 389

导论 科学是如何拯救超级英雄的

我曾经想，我的学生会不会觉得学物理是在浪费时间，但这个疑虑几年前就已经消散了。有一天我吃完午饭，回到学校的物理教学楼，听到迎面走来的两个学生正在聊天。从他们的表情以及我听到的只言片语中，我猜测他们应该刚考完分级考试。接下来我听到了如下对话（出于礼貌的考虑，我对其中的脏话做了删节处理）。

高个子学生向他的朋友抱怨道：“我只想 $\times \times \times$ 低买高卖，我才不想知道什么 $\times \times \times$ 的球从 $\times \times \times$ 悬崖上扔下去是怎么回事。”

从这番话里我们可以知道两件事情：第一，发财的秘诀是低买高卖；第二，传统物理学课堂上的案例在很多学生看来与日常生活毫无关系。

现实世界是复杂的。为了在物理课上把一个概念讲清楚，比如牛顿第二定律或者能量守恒定律，几十年来，物理教师们创造出一大堆程式化的问题，像抛物线运动、动滑轮的承重或者弹簧质点的振动。这些问题实在太抽象了，学生们禁不住抱怨道：“现实生活里什么时候会用到这些东西啊？”

我在教物理课的时候曾玩过一些新花样，就是用超级英雄漫画里的例子来解释物理学定律的应用。这非常有趣，当我在课堂上引用超级英雄漫画里的例子时，我的学生从来不会去想，他们什么时候才会在现实生活中用到这些东西。显然，他们心里都有一个梦想，毕业之后，他们会穿着紧身衣与恶势力抗争，保护我们的城市。作为一名守法公民，我觉得安全感倍增，因为我知道我的科学界同人里有很多人会被视为“疯子”。

我最开始把漫画和大学教育联系起来是在 1965 年，当时我以 12 美分的高价买了《动作漫画》(Action Comics) 的第 333 期，里面讲述了关于超人的故事。那时候我还不是特别迷恋这位钢铁英雄，只是被书的封面文字所吸引（见图 1），据说书里介绍了高等学府的内部运作方式。那时候我还是个孩子，对于大学生生活感到很好奇。

《动作漫画》第 333 期中有一个故事叫“超人的超级失误”，在这个故事里，超人由于对人类做出的杰出贡献，将被授予大都市工程学院的超科学荣誉博士学位（我要指出的是，我在读研究生的时候没听说有这么一个学位）。在这期漫画的封面上，超人身处学校的大礼堂，正用他的热视线在青铜奖状上“写下”自己的名字。他旁边那些穿着毕业礼服的年长教员惊恐万分，因为他们看到的不是超人，而是一条喷火的巨龙。这些幻象都是超人的死对头卢瑟搞的鬼，卢瑟的计划就是不停地扰乱超人的认知，让超人丧失判断力和斗志，从而无法阻止他的邪恶计划。^① 尽管我当时只是一名小学生，但我仍觉得这期漫画

① 为此，莱克斯·卢瑟几次在公开场合帮助过超人，让超人看不穿他的真实意图。卢瑟把这一计划执行得非常彻底，当超人被另一个反派用致命的氪星剑威胁时，他还救了超人的命。你可能会认为在这个时候放弃“混淆视听”的计划，直接让那个坏蛋杀死超人不是更简单吗？但又有谁能真正理解犯罪天才莱克斯·卢瑟的想法呢？