

亿万万万

卡尔·萨根的科学沉思与人文关怀

Billions

&

Billions

Thoughts on Life and Death at the Brink of the Millennium



[美] 卡尔·萨根 著 丘宏义 译 郑永春 审校

Carl Sagan



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

启真·科学

亿万万万

卡尔·萨根的科学沉思与人文关怀

Billions
&
Billions

Thoughts on Life and Death at the Brink of the Millennium



[美] 卡尔·萨根 著 丘宏义 译 郑永春 审校

Carl Sagan

图书在版编目(CIP)数据

亿亿万万：卡尔·萨根的科学沉思与人文关怀 / (美) 卡尔·萨根著；
丘宏义译. —杭州：浙江大学出版社，2018. 10

书名原文：Billions & Billions: Thoughts on Life and Death at the Brink of
the Millennium

ISBN 978-7-308-18063-4

I. ① 亿… II. ① 卡… ② 丘… III. ① 萨根 (Carl Edward Sagan, 1934—
1996) —文学研究 IV. ① I712.065

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 054957 号

亿亿万万：卡尔·萨根的科学沉思与人文关怀

[美] 卡尔·萨根 著 丘宏义 译

责任编辑 王志毅

文字编辑 李珂

责任校对 虞雪芬

装帧设计 周伟伟

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址：<http://www.zjupress.com>)

排 版 北京大有艺彩图文设计有限公司

印 刷 北京市燕鑫印刷有限公司

开 本 635mm × 965mm 1/16

印 张 21

字 数 234 千

版 印 次 2018 年 10 月第 1 版 2018 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-18063-4

定 价 59.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行中心联系方式：(0571) 88925591；<http://zjdxcb.tmall.com>

序 当之无愧的世界科普第一人

科普并不是一件简单的事，这一点我深有体会。那些认为科普是“小儿科”的人，本身往往没有做过科普，即便做过，想来也做得不怎么样。

要做好科普，首先要创造一套话语体系。面向大众的科普，应该做到生动有趣，通俗易懂，基本没有公式和术语。把难以理解的科学知识，用读者易于接受的方式讲出来，这就相当于科学知识的“降维”。在“降维”的过程中，难免要用举例子、打比方、讲故事的方式，而无论什么例子、比喻和故事，都会与科学知识的本义之间存在偏差。这时，就要努力避免夸大事实，借用错误的例子、比喻和故事。

要做好科普，就要勇敢走出自己的研究领域。做科普的人，自己的专业基础一定要扎实，“半瓶水”是肯定不行的。同时，科普面向大众，光讲自身研究领域的那些知识，根本无法支撑科普对知识广度的要求。因此，要做好科普，就要努力走出自身研究领域的“舒适区”，广泛接触不同的学科方向，把不同学科的知识融会贯通，消化吸收，重新构建自己的知识体系，扩展自己的知识领地。

要做好科普，还要掌握科学传播的方法与技巧。科学家懂“科”，但往往不懂“普”。科普是“科”和“普”的结合，光有上面两点，只是解决了“科”的问题，如果要做到“普”，还要懂一点文学和艺术，把冷冰冰的科学知识、枯燥的研究过程，用讲故事的方式，艺术化地表达出来。这样才能把科学讲得“有趣”一些、“美”一些、“温暖”一些。很多普通人其实不太愿意思考，他们觉得这些知识离日常生活很远，对他们并没有什么用，既不感兴趣，也不关心。所以，要做好科普，还要懂一点教育心理学，学会把握什么是受众需要的东西，怎样激发受众的好奇心，把科普做得“抓心”一点。

要做好科普，最后还需要有一颗包容的心。科普的本质是文化的传播。科普姓“科”，但关键在“普”。再高质量的科普，如果没有足够多的人看到，只能是曲高和寡，不能算是成功的科普。科学家只要做科普，就难免要在电视、广播、报纸、网络等各种媒体上露面，出书、演讲、做报告，学术界的同行可能会觉得你喜欢出风头，甚至认为你哗众取宠。而如果对自己不熟悉的内容说了外行话，更是一不小心就会陷入百口莫辩的“口水战”。所以，科学家做科普，“心”要大一些，既要接受周围朋友和同事的指指点点，又要对网络上的暴风骤雨处之泰然。

科学家在自己擅长的专业领域内驰骋和探索，就已经很吃力。一旦“越界”，实在是非常容易遭到误解。可就是这么一项苦差事，卡尔·萨根却坚持了几十年，直到临终前，他心心念念的，仍然是这本放在你面前的科普文集。

萨根毫无疑问是一位优秀的科学家，他的过人之处，在于对科学有敏锐的直觉。我们现在知道，金星有非常浓密的大气层。20世

纪60年代，很多人都不了解，金星浓密云层之下的表面，到底是什么样子。甚至有人想象，金星表面有大量的动植物。但萨根根据金星的辐射特征，计算出金星表面是一个酷热的世界，温度高得甚至可以熔化铅。这一结论后来被苏联的金星探测器证实：金星表面的温度高达500摄氏度。而导致金星酷热的原因，正是大气层中高浓度的二氧化碳——它造成了强烈的温室效应。科学界当时对“温室效应”还存在争议，“全球变暖”也不为人们所知。但萨根就已经发出警告：人类的生产生活必然导致温室效应，这可能给地球带来灾难性的危害。

萨根不仅在行星科学研究中颇有建树，而且在推动美国的深空探测任务中居功至伟。他推动了“海盗号”（Viking）火星着陆器、“旅行者1号”（Voyager 1）和“旅行者2号”（Voyager 2）太阳系探测器、“伽利略号”（Galileo）木星探测器等深空探测任务的实施。这些任务获得了大量新发现，进一步激起了人类探索太空的兴趣。

萨根不仅是一位科学家，同时也是一位热心公益的社会活动家。他的兴趣爱好十分广泛，思想天马行空，常常主动介入社会热点和争议性事件。在美国和苏联的核武器军备竞赛中，他警告，如果核武器失控，地球上将会出现“核冬天”，甚至全球生物都会因此而灭绝。他也警告，地球大气层中出现的臭氧空洞，使得到达地球表面的紫外线增强，地球生物面临着严峻威胁——人类对生态环境的破坏，必将导致大自然的报复。他建议政府大力推广和利用太阳能，以减少环境污染。他甚至介入了是否应该立法禁止妇女堕胎的社会议题，讨论什么时候的胎儿才能算是一个生命，堕胎问题是否应该由妇女自行决定。在科学与宗教之间，他宁愿相信科学，背离宗教。

萨根是一位优秀的科普作家，一生创作了大量的科普文章，被誉为“大众天文学家”和“公众科学家”。对中国读者而言，大家对萨根印象深刻的，大概是那张搭载在“旅行者号”飞船上的“星际唱片”。它带着人类的美好祝愿，飞向了宇宙深处。这个人类用力甩向宇宙的“漂流瓶”，至今仍在太阳系深处漂流。不管是否有“人”能捡到它，它的意义都十分深远。1990年，萨根力排众议，说服美国宇航局，让正在远离地球的“旅行者1号”掉转镜头，回望地球和太阳系，于是就有了改变很多人世界观的那张照片——地球是一个暗淡蓝点。

你所爱的每一个人，你认识的每一个人，你听说过的每一个人，曾经存在过的每一个人，都在它上面度过他们的一生。我们的欢乐与痛苦聚集在一起，数以千计的自以为是的宗教、意识形态和经济学说，所有的猎人与强盗、英雄与懦夫、文明的缔造者与毁灭者、国王与农夫、年轻的情侣、母亲与父亲、满怀希望的孩子、发明家和探险家、德高望重的教师、腐败的政客、超级明星、最高领袖、人类历史上的每一个圣人与罪犯，都住在这里——一粒悬浮在阳光中的微尘。

这段充满诗意的、富含哲理的话语，时刻提醒着我们每一个人。作为地球人，我们是多么卑微。这种深深的谦卑，是萨根留给人类的宝贵财富。

萨根是一位高超的科学传播者。他在科学传播方面的高超之处，得益于他俊朗的外形，独特的嗓音，诗意般的表达方式。他风度翩

翩，四处演讲；他风趣幽默，经常担任电视科学节目的主持人；他坚信外星人和 UFO 的存在，还专门撰写了科幻电影的剧本。他主持拍摄了电视纪录片《宇宙》，而这部纪录片在全世界造成的风靡程度，是很多专业导演都难以企及的。

一个人要做好上面任何一个角色已经十分不易，而萨根一个人就扮演了上面所有角色。或许，正是萨根深度介入了各种社会议题，才使得他被大量的普通人所了解。同时，萨根的四处出击，也让他成为科学界中的另类分子。萨根遭到了科学同行们明里暗里的排挤和耻笑，失去了很多重要的学术机遇。他没能得到哈佛大学的终身教职，也没能当选美国科学院院士，因为“人们认为他花在科普上的时间比科研还多”。这种由于日益增长的公众知名度，科学家在学术圈内被孤立的现象，被后人称为“萨根效应”。

尽管要面对如此多的不公正评价，萨根依然没有放弃他对人类的责任感，竭尽全力传播科学。我有时候会想，是什么力量支撑着他一直走下去。是鲜花和掌声吗？不，萨根一定是从寒冷荒芜的火星、酷热难耐的金星上认识到，曾经发生在那些星球上的事情，最终也将出现在地球上。所以，他才会奋不顾身地介入社会议题，向全人类发出一个科学家的理性警告。

萨根无疑是一个真正勇敢的人。1994年，萨根被查出罹患一种罕见病——骨髓异常不良增生症，这是一种恶性疾病。正如萨根所说，那时他听见了死神的脚步声。但他并没有灰心丧气、自怨自艾，也没有转向宗教寻求慰藉，他用顽强的乐观精神来对抗死亡的恐吓。即使在治疗期间，他仍经常到大学举办科普讲座，并开始收集整理之前的文稿，准备出版他的下一本书。但这一次，死神没有放过他。

两年后，萨根在西雅图的弗莱德·哈金森癌症研究中心病逝。

《亿亿万万：卡尔·萨根的科学沉思与人文关怀》这本书，成了萨根的遗作，是他未能在生前出版的最后一本书。在本书中，萨根讨论了温室效应、臭氧空洞、核武器、堕胎、太空探索，以及死亡与爱。他因人类对环境的破坏，而对未来忧心忡忡。但他也乐观地相信，不久之后，宇宙命运的终极问题就能得到回答。萨根希望，人类能够放下仇恨与成见，携手合作，共同解决环境问题；他也希望，人类最终能在现代科技的帮助下，探索更为遥远的星系。这是萨根留给全人类的临终箴言。

萨根逝世后，美国天文学会行星科学分会为了纪念他，而专门设立了“卡尔·萨根奖”，我有幸在2016年获此殊荣。获得“卡尔·萨根奖”，让我深感不安，诚惶诚恐，因为我知道自己有“几斤几两”，获奖纯属幸运。在萨根的盛名之下，我有些无所适从。我曾经想，作为一名青年科技工作者，我的科研成果还远远不够，我应该远离媒体，安安静静地做自己感兴趣的研究，然后在精力允许的情况下写一些科普文章。

然而，当我在科普讲座中面对孩子们渴求的眼神，当我深入基层看到中国低下的公民科学素养，当我了解到社会上依然艰难的科普现状时，我突然意识到，现在的中国并不缺少做科研的教授，但特别缺少推动科学与社会深度融合的人。我应该站出来，勇敢而高调地站出来。我选择面对公众，宁愿把我的无知展现在公众面前，也要帮他们推开一扇窗，让他们看到地球以外的世界。我不自量力地认为，我应该通过身体力行，现身说法，激励更多的青年科学家走向社会，积极跟公众对话，让科学影响社会，促进科学与社会深

度融合。

虽然现代科学在中国长期落后，但我相信，当经济发展到一定程度时，中国人会对科学越来越感兴趣，因为科学本来就足够有趣。独立自由的思考，批判质疑的精神，客观理性的分析——这些是每一个人都应该具备的基本素养，与每一个普通人的生活和工作息息相关，必能让每一个人从中受益。建设科技创新强国不能光有“尖刀队”，只有全民关注科学，参与科学进程，才能为建设创新型国家打下坚实基础。

1996年萨根逝世的消息传出后，世界各地的人们纷纷留言悼念，表达他们的哀思。许多人说，正是因为受了萨根的鼓舞，他们才开始接触科学，才知道为什么要反对迷信和原教旨主义。萨根对整个社会的积极作用，已经写在了他的墓志铭上：“卡尔，你是我们在黑暗中的烛光。”我想，这是萨根作为一名科学家和科普作家，能够得到的最高评价。

萨根不死，他活在人们心中。萨根的精神永远激励着每一位科学工作者。

郑永春

2018年6月于北京

目 录

第一部分 量化的力与美

- 第一章 亿亿万万 3
- 许多人一看见数字就害怕，对数学抱有一种莫名的反感，可一旦你熟悉了“指数”或“幂数”的用法，与数字打交道，对你而言就不再是什么大问题。
- 第二章 波斯棋盘 17
- 对数字从意识上怀有恐惧，就等于剥夺了自己的权利，放弃了探索和改造世界最强而有力的“工具”。
- 第三章 周一夜狩猎者 33
- 我认为，运动会就是爱国精神及国家民族主义的一种表现。团队运动不仅是古代战争的延续，还是被我们几乎遗忘了的，对狩猎本性强烈渴望的本性回归。
- 第四章 上帝的注视和漏水的水龙头 49
- “黑白分明”这个词，是一种概念上的错误比喻。“黑”与

“白”基本上完全一样，它们之间的区别在于反射了多少光，而非颜色上的不同。

第五章 四大宇宙级问题 69

(一) 火星上是否曾经有过生命？(二) “泰坦”是生命起源的天然实验室吗？(三) 是否存在地外高等智慧生物(外星人)？(四) 宇宙的起源和它未来的命运会怎样？

第六章 如此多的太阳，如此多的世界 81

无论如何，不少质量与地球相当的行星正围绕着脉冲星旋转。根据最新发现，4颗木星级的行星也在绕着一颗类似太阳的恒星旋转——也许我们的太阳系并非独一无二。

第二部分 保守分子到底“保守”些什么

第七章 邮寄来的世界 95

期望有一位伟大的生态系统管理者，从天上伸出手来，修正我们对生态环境的滥用与糟蹋，这也太不切合实际了。能够修复环境的，只有我们自己。

第八章 环境：要小心谨慎些什么 105

我要专注于臭氧层的枯竭及温室效应问题——这两个问题最能代表我们面临的两难处境。我认为，我们有责任为地球上的生命而奋斗——不仅为我们自己的生命而战，也为全体生物的生命而战。

第九章 克里萨斯和卡珊德拉 117

克里萨斯代表的是轻信预言，不分好坏一概接受；希腊人和特洛伊人对卡珊德拉的警告所表现出的态度，则代表了另一个极端，即完全不为所动，忽视所有可能面临的危险。决策者的工作，就是在两个浅滩之间，驶出一条谨慎的航道来。

第十章 一片天空不见了 125

一旦臭氧层遭到破坏，照射到地面的紫外线强度增加，这颗星球上密如蛛网的生态系统，将会面临一场由我们制造的，过程未知、后果却十分严重的“挑战”。

第十一章 伏兵：全球变暖 147

我们的生命依赖着大气中不可见气体之间的微妙平衡。少许的温室效应是件好事。可一旦会带来温室效应的气体越来越多，大气就会吸收更多的红外线，从而使这层包裹着地球的“毛毯”变得更厚，气候变得更热。

第十二章 从埋伏中逃出 173

在多方面的考虑下，我认为，我们应当发展直接或间接把太阳能转化成电力的技术。太阳光是用之不竭的能源，而且覆盖广阔地区。“收集”太阳能所需的设备组件也十分简单，不需要投入太多进行保养维修。更何况，它既不会产生温室气体，也不会产生核废料。

第十三章 宗教和科学的联盟 197

摆在我们面前的各种问题中，没有任何一个比目前的环境危机更迫在眉睫了。不论是谁要对这场危机负起责任，如果不了解这危机的危险性和产生机制，以及长期缺乏对地球及其物种的关怀，就无法从这危机中逃出——这种了解与关怀无涉于宗教及科学的中心思想。

第三部分 感情与理智的冲突

第十四章 公敌 213

我们已经身处危险之中，然而，这些“隐形”的危机似乎都距离我们的日常生活十分遥远，我们要很仔细地思考后才能了解它们。它们牵涉到透明的气体、不可见的辐射，

以及几乎没人真正看到过的核武器——而不是一支故意奸杀掳掠的外国军队。

第十五章 人工流产：能不能同时拥护“生命至上”和“选择至上” 231

我认为“生存能力”并不能提供一贯不变的标准，以决定在怀孕期的哪个阶段可以允许人工流产。我们需要其他标准。再一次地，我贡献出一点意见作为参考——我们应该以“最早具备人类特有的思维能力”来作为允许人工流产的依据。

第十六章 游戏规则 255

即使是富有经验的策略谋士，也都经常低估宽恕与和解的力量。“针锋相对”策略同时应用了好和坏的癖性：最初的友好态度，宽恕的意愿，以及毫无顾忌地报复。

第十七章 葛底斯堡与现在 273

如果我们真的由于愚蠢或粗心大意，引发了核战争，并在战后也如法炮制地去造一个类似的纪念碑，那这纪念碑要有多长，才能把每一个死于核战争的死难者的名字铭刻在上面？大约是1600千米长。这可以从宾夕法尼亚州一直绵延到密西西比州。可这只是妄想，因为那时候地球上已经没有人了。就算有，又有多少幸存者会去怀念这些名字呢？

第十八章 20世纪的三大创新 289

以人为中心的舞台，被一个冰冷的、无垠的、毫无人情的宇宙所替代，人类从中心的地位被挤到默默无闻的卑微地位。但我看到的是一个不同的景象：在我们的意识里，一个远比我们祖先所能想象得到的更为复杂和高雅的宏伟宇宙，正在冉冉升起。

第十九章 行经死荫的幽谷 301

我认为，比自欺欺人更好的方法是，活在死亡的阴影下。我们应当勇敢面对死亡，直视死神的双眼，每日感谢生命给了我们那些短暂却丰盛的机会。

尾声 卡尔不死 315

第一部分 量化的力与美

第一章 亿亿万万

有些人……认为沙粒的总数是无穷大的……也有人不做如是想，但都一致认为，目前还没有一个大到可以计量这总数的数字……但是，我要尝试让你们看些数字，它们不但可以表示出把整个地球都装满的沙粒总数，甚至还能表示出把整个宇宙都装满的沙粒总数。

阿基米德 (Archimedes)

《数沙者》(*The Sand-Reckoner*, 公元前 3 世纪)

始作俑者约翰尼·卡森

老实说，我从未说过“亿亿万万”^[1]这种词语。噢，我只说过可

[1] 原来的标题直译是“十亿又十亿” (billions and billions)，不太顺口。因为文中提到，这是美国人发明的“顺口语”，不是真的精确数字，因此改为“亿亿万万”。——译者注