

理解科学丛书·卢昌海科普著作

BECAUSE  
**STARS**  
Bricks and Tiles  
of the Temple of Science **ARE THERE**

# 因为星星在那里

## 科学殿堂的砖与瓦

卢昌海◎著

数学的纯粹、物理的绚烂……

**原子里的奥秘、星空中的未知……**

迷人的科学知识、锐利的科学方法……



清华大学出版社



理解科学丛书

BECAUSE  
**STARS**  
ARE THERE  
Bricks and Tiles  
of the Temple of Science

# 因为星星在那里

## 科学殿堂的砖与瓦

卢昌海◎著

清华大学出版社  
北京

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

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

因为星星在那里:科学殿堂的砖与瓦/卢昌海著.--北京:清华大学出版社,2015  
(理解科学丛书)

ISBN 978-7-302-40066-0

I. ①因… II. ①卢… III. ①科学知识—青少年读物 IV. ①Z228.1 ②N49

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第089273号

责任编辑:邹开颜

封面设计:蔡小波

责任校对:刘玉霞

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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto: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×240mm 印 张:17 字 数:242千字

版 次:2015年6月第1版 印 次:2015年6月第1次印刷

定 价:39.00元

---

产品编号:057284-01



绘画：张京

**谨以本书献给我的家人**



## 序言

BECAUSE STARS ARE THERE:  
BRICKS AND TILES OF THE TEMPLE OF SCIENCE

作为一位出版了四本书的作者，如果要用一句话来概括写书的感觉的话，那就是：写书比写文章累。这貌似是一句显而易见的大白话，对我这种在写作上有一定兴趣，甚至以写作为乐的人来说，却是一种只有经历了才意识到的新感觉。这新感觉的起因也是一句显而易见的大白话，那就是：书比文章长。不过，这个“长”对我来说与其说是篇幅之长，不如说是指所费时间之长。因为在一本书的写作过程中，我得不断约束自己的阅读兴趣，把主要精力投注于单一主题。另一方面，我的写作速度又比较慢（或美其名曰“认真”），从而使得写作过程往往长到了对题材的兴趣将尽而书稿远未完成的程度。这时候，写书就变成了对恒心和毅力的考验，而我——很遗憾地——曾两度在这种考验面前失败过，致使《黎曼猜想漫谈》和《从奇点到虫洞》“烂尾”多年（对这一“丢人”事迹感兴趣的读者可参

阅那两本书的后记)，其“累”亦由此可见。

在这种感觉下，若有谁愿把我的文章汇集成书出版，让我既免除写书之累，又可得出书之乐，那对我来说简直就是“天上掉馅儿饼”的美事，几乎要让我生出一种“偷懒”的愧疚了。最近，这样的美事居然落在了我的头上——清华大学出版社愿意出版我的两篇文章合集，一本收录科学史方面的文章，一本收录科普方面的文章。

兴奋之下，我很快选好了篇目，但问题来了：一堆文章汇集在一起，以什么作为书名呢？当然，假如我是著名作者，这根本就不是问题，大可取名为“卢昌海科学史作品集”和“卢昌海科普作品集”。但对于明显不著名的我来说，就算不怕僭越地将自己的名字厚颜纳入书名，也只会成为“票房毒药”，因此必须另谋思路。读者可能会笑话我这么小的事情都不能轻松搞定，其实非独我如此，像阿西莫夫(Isaac Asimov)那样的大牌作家也常常为书名发愁呢，以至于在文章合集 *The Sun Shines Bright* 的简介中感慨地说，他几乎想用数字编号来作书名了——当然，他发愁的原因跟我是不同的，他那是因为作品实在太多，显而易见的书名几乎用遍了。

经过思考，为了让两本书略显对仗，我提议将科学史合集取名为《科学殿堂的人和事》，将科普合集取名为《科学殿堂的砖与瓦》。但编辑看了之后觉得这两个标题太平淡。于是我又绞尽脑汁想了半天，却没再想出什么点子来。无奈之下，我决定效仿阿西莫夫，他虽然也为书名发愁，点子可比我多多了，在 *The Sun Shines Bright* 的简介中做完了用数字编号作为书名的“白日梦”后，随即采用了一个颇有些取巧的办法，那就是从所汇集的文章中选取一篇的标题作为书名。现在您所看到的这两篇文章合集的书名——《小楼与大师：科学殿堂的人和事》和《因为星星在那里：科学殿堂的砖与瓦》——便也是如此而来。

关注我文章的读者或许注意到了，收录在这两本书中的某些文章是曾经在杂志或报纸上发表过的。不过，杂志和报纸大都有自己固定的风格，有时不免需要作者“削足适履”来契合之。因此，发表在杂志和报纸上的版本与我自

己的版本相比大都存在一定的缺陷,比如经过编辑的改动,以及因字数所限作过删节等。此外,发表在杂志上的版本大都略去了注释及对人名和术语的英文标注等,这其中后者——即英文标注——或许并不重要,但前者——即注释——其实是颇为重要的,往往起着补充正文、澄清歧义等诸多作用。所有这些缺陷在此次汇集成书时都尽可能予以消除了。

与以前的四本书一样,这两本书也是非常接近原稿风格的,在个别细节上甚至有可能略胜于原稿,因为编辑订正的个别错别字由于未曾标注,我未必能在阅读校样时一一察觉并在自己的版本上做出相应的订正。在尊重原稿这个最至关重要的特点上,我要再次对清华大学出版社表示感谢,感谢其对我作品及写作风格的长期——从出版第一本书至今已五年了,够得上用这个词了吧——信任和支持。

最后,希望读者们喜欢这两本新书。



目录

BECAUSE STARS ARE THERE:  
BRICKS AND TILES OF THE TEMPLE OF SCIENCE

第一部分  
数学

**孪生素数猜想 // 3**

**魔方与“上帝之数” // 10**

一、风靡世界的玩具 // 10

二、魔方与“上帝之数” // 13

三、寻找“上帝之数” // 15

**ABC 猜想浅说 // 20**

一、什么是 ABC 猜想? // 20

二、ABC 猜想为什么重要? // 23

三、ABC 猜想被证明了吗? // 25

**谷歌背后的数学 // 30**

一、引言 // 30

二、基本思路 // 32

三、问题及解决 // 35

四、结语 // 39

第二部分

物理

从巴西的蝴蝶到得克萨斯的飓风 // 45

- 一、决定论 // 45
- 二、早期研究 // 47
- 三、模拟天气 // 48
- 四、奇怪的结果 // 50
- 五、从蝴蝶到飓风 // 51

关于时钟佯谬 // 56

- 一、时钟佯谬简史 // 56
- 二、时钟佯谬简析 // 59
- 三、关于理想时钟 // 63

从等效原理到爱因斯坦-嘉当理论 // 66

- 一、等效原理 // 66
- 二、爱因斯坦-嘉当理论 // 67

黑洞略谈 // 71

反物质浅谈 // 80

- 一、一个令人苦恼的结果 // 80
- 二、错误描述中的正确结论 // 82
- 三、走错方向的电子还是走对方向的正电子？ // 85
- 四、从反粒子到反物质 // 88
- 五、宇宙的主人和客人 // 91
- 六、恼人的不对称之谜 // 93
- 七、结语 // 95

从伽利略船舱到光子马拉松 // 98

- 一、从相对性原理到相对论 // 98

二、破坏相对论的思路与后果 // 101

三、光子的马拉松——破坏相对论的证据? // 104

### 质量的起源 // 108

一、引言 // 108

二、宇宙物质的组成 // 108

三、从机械观到电磁观 // 110

四、经典电子论 // 112

五、量子电动力学 // 115

六、质量电磁起源的破灭 // 118

七、对称性自发破缺 // 120

八、从希格斯机制到电弱统一理论 // 124

九、量子色动力学 // 127

十、同位旋与手征对称性 // 131

十一、手征对称性自发破缺 // 133

十二、贻戈德斯通粒子的质量 // 135

十三、一个 93 分的答案 // 138

### 纤维里的光和电路中的影 // 142

一、光纤,信息时代的大动脉 // 143

二、CCD,数码摄影的电子眼 // 145

### 石墨烯——从象牙塔到未来世界 // 150

一、来自象牙塔的新材料 // 150

二、通往未来世界的金桥 // 155

### 囚禁的量子,开放的应用 // 159

一、小有小的麻烦 // 160

二、囚禁的量子 // 161

三、开放的应用 // 163

第三部分

星际旅行漫谈

**因为星星在那里 // 169**

**火箭：宇航时代的开拓者 // 172**

一、引言 // 172

二、宇宙速度 // 174

三、齐奥尔科夫斯基公式 // 178

四、接近光速 // 181

五、飞向深空 // 183

**生命传输机 // 187**

**虫洞：遥远的天梯 // 196**

一、引言 // 196

二、什么是虫洞？ // 197

三、萨根式的问题 // 199

四、虫洞的“创世记”——恼人的因果律 // 200

五、虫洞工程学——负能量的困惑 // 202

六、穿越虫洞——张力的挑战 // 205

七、结语——遥远的天梯 // 208

**时间旅行：科学还是幻想？ // 210**

一、从《时间机器》讲起 // 210

二、面向未来与重返过去 // 211

三、广义相对论与时间旅行 // 213

四、时间旅行与因果佯谬 // 216

五、凝固长河与平行宇宙 // 219

六、幻想与历史 // 221

第四部分

**其他**

**从民间“科学家”看科普的局限性 // 225**

一、民间“科学家”没有接受过系统的科学训练 // 226

二、民间“科学家”无意接受系统的科学训练 // 226

**什么是民间“科学家” // 231**

一、新民科引发的问题 // 231

二、有关民科的几个较具误导性或典型性的  
观点 // 232

三、民科的定义 // 234

四、民科定义的应用 // 236

**学物理能做什么？ // 239**

**关于普通科普与专业科普 // 244**

**人名索引 // 248**

**术语索引 // 253**

# 第一部分 数 学



## 孪生素数猜想<sup>①</sup>

2003年3月28日,在美国数学研究所(American Institute of Mathematics)位于加州帕洛阿尔托(Palo Alto)的总部,一群来自世界各地的数学家怀着极大的兴趣聆听了圣荷西州立大学(San José State University)数学教授戈德斯通(Daniel Goldston)所做的一个学术报告。在这个报告中,戈德斯通介绍了他和土耳其海峡大学(Boğaziçi University)的数学家伊尔迪里姆(Cem Yıldırım)在证明孪生素数猜想(twin prime conjecture)方面所取得的一个进展。这一进展——如果得到确认的话——将把人们在这一领域中的研究大大推进一步。

那么,什么是孪生素数(twin prime)? 什么是孪生素数猜想? 戈德斯通和伊尔迪里姆所取得的进展又是什么呢? 本文将对这些问题做一个简单介绍。

要介绍孪生素数,首先当然要说一说素数(prime number)这一概念。素数

---

<sup>①</sup> 本文撰写于2003年4月,是我的第一篇数学科普,填补了作为本人兴趣主要组成部分之一的数学在我网站的空白。自那以后,本文曾以“补注”形式对若干后续进展作了简单提及,并于2014年9月进行了不改变基本结构的轻微修订。



是除了 1 和自身以外没有其他因子的自然数。在数论中，素数可以说是最纯粹、也最令人着迷的概念。关于素数，一个最简单的事实就是：除了 2 以外，所有素数都是奇数（因为否则的话，除了 1 和自身以外还会有一个因子 2，从而不满足定义）。由这一简单事实可以得到一个简单推论，那就是：大于 2 的两个相邻素数之间的最小可能的间隔是 2。所谓孪生素数指的就是这种间隔为 2 的相邻素数，它们之间的距离已经近得不能再近了，就像孪生兄弟一样。不难验证，在孪生素数中，最小的一对是 (3, 5)，在 100 以内则还有 (5, 7)、(11, 13)、(17, 19)、(29, 31)、(41, 43)、(59, 61) 和 (71, 73) 等另外 7 对，总计为 8 对。进一步的验证还表明，随着数字的增大，孪生素数的分布大体上会越来越稀疏，寻找孪生素数也会变得越来越困难。

那么，会不会在超过某个界限之后就再也不存在孪生素数了呢？

这个问题让我们联想到素数本身的分布。我们知道，素数本身的分布也是随着数字的增大而越来越稀疏的，因此也有一个会不会在超过某个界限之后就再也不存在的问题。不过幸运的是，早在古希腊时代，著名数学家欧几里得 (Euclid) 就证明了素数有无穷多个（否则的话——即假如素数没有无穷多个的话——今天的许多数论学家恐怕就得另谋生路了）。长期以来数学家们普遍猜测，孪生素数的情形与素数类似，虽然其分布随着数字的增大而越来越稀疏，总数却是无穷的。这就是与哥德巴赫猜想 (Goldbach conjecture) 齐名、集令人惊异的表述简单性与令人惊异的证明复杂性于一身的著名猜想——孪生素数猜想。

孪生素数猜想：存在无穷多个素数  $p$ ，使得  $p+2$  也是素数。

究竟是谁最早明确地提出这一猜想我没有考证过，但 1849 年法国数学波利尼亚克 (Alphonse de Polignac) 曾提出过一个猜想：对于任意偶数  $2k$ ，存在无穷多组以  $2k$  为间隔的素数。这一猜想被称为波利尼亚克猜想 (Polignac's conjecture)。对于  $k=1$ ，它就是孪生素数猜想。因此人们有时把波利尼亚克作为孪生素数猜想的提出者。值得一提的是，人们对不同的  $k$  所对应的素数对