

第一推动丛书
物理系列

「珍藏本」

11

COSMOS: THE FABRIC OF TIME

Space, Time,
and
the texture of Reality



宇宙的结构

——空间、时间以及真实性的意义

[美] 布赖恩·格林 / 著

Brian Greene

毕业于哈佛大学，在牛津大学获博士学位。

1990年，他来到康奈尔大学物理系，1995年被聘为教授，

1996年到哥伦比亚大学任物理学和数学教授。

他曾在20多个国家和地区开过普及讲座和专业讲座，

被公认为超弦理论中有过许多开拓性的发现。他现住在纽约绮色佳。

刘茗引 / 译



第一推动

CS 湖南科学技术出版社



The Fabric of the Cosmos: Space, Time, and the Texture of Reality

宇宙的结构

——空间、时间以及真实性的意义

[美]布赖恩·格林/著 刘茗引/译



第一推动

CS

湖南科学技术出版社

总 序

科学，特别是自然科学，最重要的目标之一，就是追寻科学本身的原动力，或曰追寻其第一推动。同时，科学的这种追求精神本身，又成为社会发展和人类进步的一种最基本的推动。

科学总是寻求发现和了解客观世界的新现象，研究和掌握新规律，总是在不懈地追求真理。科学是认真的、严谨的、实事求是的，同时，科学又是创造的。科学的最基本态度之一就是疑问，科学的最基本精神之一就是批判。

的确，科学活动，特别是自然科学活动，比较起其他的人类活动来，其最基本特征就是不断进步。哪怕在其他方面倒退的时候，科学却总是进步着，即使是缓慢而艰难地进步，这表明，自然科学活动中包含着人类的最进步因素。

正是在这个意义上，科学堪称为人类进步的“第一推动”。

科学教育，特别是自然科学的教育，是提高人们素质的重要因素，是现代教育的一个核心。科学教育不仅使人获得生活和工作所需的知识和技能，更重要的是使人获得科学思想、科学精神、科学态度以及科学方法的熏陶和培养，使人获得非生物本能的智慧，获得非与生俱来的灵魂。可以这样说，没有科学的“教



育”，只是培养信仰，而不是教育。没有受过科学教育的人，只能称为受过训练，而非受过教育。

正是在这个意义上，科学堪称为使人进化为现代人的“第一推动”。

近百年来，无数仁人志士意识到，强国富民再造中国离不开科学技术，他们为摆脱愚昧与无知做了艰苦卓绝的奋斗。中国的科学先贤们代代相传，不遗余力地为中国的进步献身于科学启蒙运动，以图完成国人的强国梦。然而应该说，这个目标远未达到。今日的中国需要新的科学启蒙，需要现代科学教育。只有全社会的人具备较高的科学素质，以科学的精神和思想、科学的态度和方法作为探讨和解决各类问题的共同基础和出发点，社会才能更好地向前发展和进步。因此，中国的进步离不开科学，是毋庸置疑的。

正是在这个意义上，似乎可以说，科学已被公认是中国进步所必不可少的推动。

然而，这并不意味着，科学的精神也同样地被公认和接受。虽然，科学已渗透到社会的各个领域和层面，科学的价值和地位也更高了，但是毋庸讳言，在一定的范围内，或某些特定时候，人们只是承认“科学是有用的”，只停留在对科学所带来的后果的接受和承认，而不是对科学的原动力、科学的精神的接受和承认。此种现象的存在也是不能忽视的。

科学的精神之一，是它自身就是自身的“第一推动”。也就是说，科学活动在原则上是不隶属于服务于神学的，不隶属于服务于儒学的，科学活动在原则上也不隶属于服务于任何哲学。科学是超越宗教差别的，超越民族差别的，超越党派差别的，超越文化的地域的差别的，科学是普适的、独立的，它自身就是自身的主宰。

湖南科学技术出版社精选了一批关于科学思想和科学精神的

世界名著，请有关学者译成中文出版，其目的就是为了传播科学的精神，科学的思想，特别是自然科学的精神和思想，从而起到倡导科学精神，推动科技发展，对全民进行新的科学启蒙和科学教育的作用，为中国的进步做一点推动。丛书定名为《第一推动》，当然并非说其中每一册都是第一推动，但是可以肯定，蕴含在每一册中的科学的内容、观点、思想和精神，都会使你或多或少地更接近第一推动，或多或少地发现，自身如何成为自身的主宰。

《第一推动》丛书编委会

献给 Tracy

目 录

>	第 1 部分 实在性之舞台	1
	第 1 章 通往实在性之路	3
	经典意义上的实在性	7
	相对论意义上的实在性	9
	量子世界中的实在性	11
	宇宙学里的实在性	13
	统一理论的实在性	17
	过去和未来的实在性	21
	空间和时间的下一个时代	22
	第 2 章 宇宙与桶	25
	爱因斯坦之前的相对论	26
	桶	28
	空间困境	31
	马赫以及空间的意义	34
	马赫、运动及群星	39
	马赫与牛顿	41
	第 3 章 相对与绝对	43



真空真的是空的吗	44
相对的空间, 相对的时间	48
狡猾但不恶毒	51
但是桶呢	55
雕刻空间与时间	56
调调角度	61
桶, 狭义相对论的观点	64
引力和古老的问题	67
引力和加速等价	70
蜷曲、弯曲与引力	74
广义相对论和桶	78
3000 年的时空	80
第 4 章 纠缠着的空间	83
量子眼中的世界	84
红和蓝	87
产生波	91
概率和物理学定律	95
爱因斯坦和量子力学	99
海森堡和不确定性	102
爱因斯坦, 不确定性和实在性问题	106
量子回应	110
贝尔与自旋	111
实在性检验	114
用角度来数天使	118
不期而至	120
纠缠与狭义相对论: 标准观点	124
纠缠与狭义相对论: 反方观点	126
我们将用什么来解释这一切	129
> 第 2 部分 时间与经验	133
第 5 章 冰封之河	135
时间与体验	136

时间会流动吗	138
过去、现在和未来的持续幻象	141
体验和时间的流动	149
第6章 偶然和箭头	153
谜团	153
过去、未来和基本物理定律	155
时间反演对称性	156
网球和破碎的鸡蛋	159
原理和实践	161
熵	161
熵——第二定律和时间之箭	167
熵——过去和未来	170
跟着数学走	173
一片沼泽地	175
回头看看	179
鸡蛋、鸡和大爆炸	181
熵与引力	183
关键输入	187
未解之谜	187
第7章 时间与量子	189
量子论中的过去	189
去往奥兹国	192
选择	194
修剪历史	196
历史的不可期	198
抹掉过去	204
塑造过去	207
量子力学和经验	213
量子测量之谜	215
实在性和量子测量问题	217
退相干和量子实在性	222
量子力学和时间之箭	227



> 第3部分 时空与宇宙学	231
第8章 雪花与时空	233
对称性与物理定律	234
对称性与时间	240
将结构放大再思考	244
膨胀宇宙中的时间	249
膨胀宇宙的奥妙	251
宇宙学, 对称性与空间的形状	254
宇宙学与时空	259
其他形状	264
宇宙学与对称性	267
第9章 蒸发真空	268
热与对称性	269
力, 物质, 希格斯场	271
冷却宇宙中的场	273
希格斯海与质量起源	278
冷却宇宙中的统一	281
大统一	284
以太的回归	286
熵与时间	288
第10章 解构大爆炸	290
爱因斯坦与排斥性的引力	292
蹦跳的青蛙和过冷却	298
暴涨	301
暴涨理论体系	305
暴涨与视界疑难	306
暴涨与平坦性疑难	310
进展与预言	314
黑暗预言	315
失控的宇宙	317
丢失的70%	320

谜题与进展	323
第 11 章 缀满钻石的天空中的量子	325
用量子语言写的空中文字	326
宇宙学的黄金时代	330
创造一个宇宙	332
暴涨, 平滑性与时间之箭	336
熵与暴涨	338
玻尔兹曼的回归	341
暴涨与鸡蛋	344
白璧微瑕	345
> 第 4 部分 起源与统一	347
第 12 章 弦上的世界	349
量子涨落与真空	351
涨落与不谐	355
这重要吗	357
看似不可能的解决方式	361
第一次革命	367
弦论与统一	368
为什么弦论会有用	371
小尺度上的宇宙结构	373
更小的点	375
弦论中的粒子性质	377
振动太多了	379
在更高的维度中统一	383
隐藏的维度	386
弦论与隐藏的维度	390
隐藏维度的形状	393
弦物理与额外维度	394
弦论中的宇宙结构	399
第 13 章 膜上的宇宙	400
第二次超弦革命	401



翻译的力量	405
11 个维度	407
膜	409
膜世界	411
黏黏的膜与振动的弦	413
若我们的宇宙就是一张膜	416
引力与大额外维	420
大额外维度与大的弦	426
弦论遭遇实验	428
膜世界宇宙学	430
循环宇宙学	431
简评	437
时空的新图景	439
> 第 5 部分 真实与想象	441
第 14 章 上天入地	443
陷入困境的爱因斯坦	444
捕获波	447
寻找额外维度	452
希格斯、超对称，还有弦论	456
宇宙的起源	458
暗物质、暗能量以及宇宙的未来	462
空间、时间以及猜想	466
第 15 章 超距传输器与时间机器	467
量子世界的瞬间移动	468
量子纠缠与量子传输	473
现实中的超距传输	478
时间旅行之感	480
反思谜题	484
自由意志，多重世界，时间旅行	489
时间旅行能回到过去吗	493
蠕虫洞时间机器的蓝图	495

建造一台蠕虫洞时间机器	501
宇宙观光	504
第 16 章 幻象的未来	506
空间和时间是基本概念吗	507
量子平均	509
翻译中的几何	511
黑洞的熵有什么用	514
宇宙是一幅全息图吗	519
时空的组分	523
太空的里外	530
> 注释	533
> 术语表	581
> 推荐书目	588

第 1 部分 实在性之舞台

第1章 通往实在性之路

空间、时间以及事物为什么是那个样子

我的父亲并不介意别人碰他那布满灰尘的旧书架上的任何一本书。但从小到大，我从未见过任何人从中取下一本。那些书多半是大部头——涉及方方面面的文明史、成套的西方文学巨著以及大量我已记不起来的其他书籍——它们看起来已经和因为数十年牢固的支撑工作而微微弯曲的架子融为一体了。但是在书架的最上一层，有一本薄薄的小书总能引起我的注意，因为它看起来如此不合时宜，就像大人国中的格列佛^①一样。现在回想起来，很奇怪我那时候竟然没有早点读一读那些书。或许是因为年头太久了，使得那些书不像是用来读的，倒像是祖上流传下来的传家宝一样，令人不敢碰触。不过，这种敬畏之心还是敌不过十来岁孩子不安分的天性。我最终拿起了那本书，拂去表面的灰尘，翻开了第一页。那最开始的几行文字，即使退一步说，也令人非常吃惊。

“只有一个真正的哲学问题，那就是自杀”，这本书就是这样开始的。我有点退缩了。“这个世界是三维空间吗？意识有9种

^① 译注：《格列佛游记》的主人公。



还是12种方式？”这本书提出诸如此类的问题，并解释说这些问题是人类勇敢天性作用下的一部分，但是只有当那个真正的问题解决时这些问题才值得讨论。这本书就是阿尔及利亚哲学家诺贝尔奖得主阿尔伯特·加缪所作的《西绪福斯神话》。后来的一段时间内，随着对他所说的话的逐渐理解，我心中感到的那丝冰冷才慢慢融化。当然，我觉得你可以一直思考和分析这些问题，但是真正的问题却在于你所有的思考和分析是否使你确信生命值得存在。那才是所有问题的症结所在，其他事情都只是细节而已。

虽然我只是偶然读到加缪的书，但他的话给我留下了极为深刻的印象，时常萦绕耳旁，这远非我读过的其他书所能比拟的。我一次又一次地想：我所遇到的、听说过的或者在电视上看到的各种各样的人会怎样回答这一根本性的问题呢。回想起来，尽管他的第2个论断——关于科学进步所起的作用——对我来说，更具有特殊意义的挑战性。加缪认为理解宇宙结构确实有价值，但是据我所知，他并不认为这种理解可以改变我们对生命价值的评价。现在看来，十几岁的我读有关存在主义哲学的书就像巴特·辛普森^①读浪漫诗歌一样，但是即便如此，加缪的论断仍然带给了我相当大的震撼。对于这个具有抱负的唯物论者而言，对生命作出明智的评价需要对生命舞台——宇宙有全面的理解。我忍不住想，如果人类居住在深埋在地下的岩石洞穴里，我们就不会发现地球的表面、明媚的阳光、海洋的微风以及远离我们的星球；假设人类沿着一个不同于现在的方向进化：如果人类不能获得除触觉以外的其他感觉，那么我们所知道的一切事物将来自于对周围环境的触觉印象；如果人类大脑发育停止在儿童早期，那么我们的情商和分析能力将不会超过一个5岁的孩子——简而言之，如

^① 译注：巴特·辛普森为美国流行动画片《辛普森一家》中的人物，他是居住在斯普林菲尔德的辛普森家中的长子，性格调皮捣蛋，不擅读书学习。他的父亲霍默·辛普森也将在下文出现。下文中出现的巴特·辛普森和霍默·辛普森以及斯普林菲尔德我们将不再一一提及。