

解答“世间万物从何而来”“真空是真的空吗”的物理谜题。  
从空间、力、量子、希格斯真空……科学阐释虚空世界。

微百科丛书

虚

THE  
VOID

Frank  
Close

空

宇宙  
源起何处

[英] 弗兰克·克洛斯 著  
羊奕伟 译



重庆大学出版社



虚空

## 图书在版编目 (CIP) 数据

虚空：宇宙源起何处/（英）弗兰克·克洛斯  
（Frank Close）著；羊奕伟译. -- 重庆：重庆大学出版社，2018.4

（微百科丛书）

书名原文：The Void

ISBN 978-7-5689-1049-1

I. ①虚… II. ①弗… ②羊… III. ①时空—普及读物  
IV. ①0412.1-49

中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第069554号

## 虚空：宇宙源起何处

XUKONG:YUZHOU YUANQI HECHU

〔英〕弗兰克·克洛斯（Frank Close）著  
羊奕伟 译

策划编辑：敬 京 张家钧

责任编辑：陈 力

责任校对：刘志刚

装帧设计：韩 捷

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人：易树平

社址：（401331）重庆市沙坪坝区大学城西路21号

网址：<http://www.cqup.com.cn>

北京盛通印刷股份有限公司印刷

\*

开本：890mm×1240mm 1/32 印张：6 字数：111千

2018年6月第1版 2018年6月第1次印刷

ISBN 978-7-5689-1049-1 定价：48.00 元

---

本书如有印刷、装订等质量问题，本社负责调换

版权所有，请勿擅自翻印和用本书制作各类出版物及配套用书，违者必究



THE VOID by FRANK CLOSE, ISBN:9780199225903.

Published in the United States by Oxford University Press Inc. , New York.

© Frank Close 2007

The moral rights of the author have been asserted.

Database right Oxford University Press( maker).

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced,

Stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means,

Without the prior permission in writing of Oxford University Press,

Or as expressly permitted by law, or under terms agreed with the appropriate

reprographics rights organization. Enquiries concerning reproduction outside the scope

of the above should be sent to the Rights Department, Oxford University Press, at the

address above.

本书中文简体版由牛津大学出版社授权重庆大学出版社独家出版并在中国内地销售。未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

版贸核渝字(2013)第 289 号

## 致 谢



感谢我的编辑莱瑟·梅农（Latha Menon）鼓励我研究并撰写《虚空：宇宙源起何处》，同时，我也要感谢伊恩·艾奇逊（Ian Aitchison）、本·莫里森（Ben Morison）以及肯·皮奇（Ken Peach），感谢他们的中肯意见帮助我将这本书呈现在现实世界中的读者眼前。



1 庸人自扰.....

- 1.1 / / / 对虚空的早期理解 / 7
- 1.2 / / / 憎恶从何而来？ / 13
- 1.3 / / / 空 气 / 15
- 1.4 / / / 制作真空 / 17
- 1.5 / / / 布莱斯·帕斯卡：水与酒的博弈 / 21
- 1.6 / / / 真空长什么样？ / 22
- 1.7 / / / 大气压强 / 24

2 原子内部何其空旷.....

- 2.1 / / / 电 子 / 30
- 2.2 / / / 原子到底有多空旷？ / 35
- 2.3 / / / 场 / 39
- 2.4 / / / 场是否有大小 / 43
- 2.5 / / / 重力场和平方反比定律 / 45
- 2.6 / / / 波 / 48



## 3 ..... 空 间

3.1 / / / 创世纪 / 52

3.2 / / / 牛 顿 / 55

3.3 / / / 空间及运动的概念 / 59

## 4 ..... 波在何处

4.1 / / / 电磁场与波 / 68

4.2 / / / 波的载体 / 72

4.3 / / / 以太难题 / 75

## 5 ..... 随光束旅行

5.1 / / / 空间、时间及时空 / 86

5.2 / / / 时 空 / 90

## 6 ..... 自由空间的代价

6.1 / / / 时空扭曲 / 94

6.2 / / / 引力和弯曲 / 103

6.3 / / / 宇宙膨胀 / 108

## 7 □□□□ 无限的海洋 ·····

- 7.1 / / / 量子世界 / 114
- 7.2 / / / 波和量子不确定性 / 120
- 7.3 / / / 沸腾的真空 / 126
- 7.4 / / / 无限的海洋 / 133

## 8 □□□□ 希格斯真空 ·····

- 8.1 / / / 相和组织 / 140
- 8.2 / / / 相变和真空 / 146
- 8.3 / / / 改变真空中的力 / 150
- 8.4 / / / 希格斯真空 / 154

## 9 □□□□ 新的虚空 ·····

- 9.1 / / / 宇宙的状态 / 160
- 9.2 / / / 暴 胀 / 165
- 9.3 / / / 更高维度 / 171
- 9.4 / / / 搜寻虚空 / 175

书目提要 / 181



庸人自扰

1



我们当中很多人在年少时都会突然遇到这样一个问题：“世间万物从何而来？”我们可能也好奇于在我们出生之前，我们的意识委身何处。你能识别你最早的记忆吗？当我刚开始上学时，清楚地记得之前两到三年发生的事情，特别是那些在海边的美好暑假时光，但当我试图回忆更早发生的事情时，印象就模糊了，直至消失。我被告知那是因为我太年幼，仅仅 5 岁（生于 1945 年）。我父母谈及的战争，以及战前发生在他们身上的诸多事情，对于我来说毫无意义。我所知的世界似乎是随着我的诞生而出现的，在那之前并不存在。那么，在我的意识世界开始“之前”，它们在哪里呢？

这种 1945 年前所有事物构成的奇幻的虚无世界持续困扰着我；接着在 1969 年，一件事情将要带给我关于这



个问题的新的想法。

这一年，“阿波罗”10号掠过月球表面，展示给人类一个充满岩石和沙砾的不毛之地。这片灰色荒原一直延伸到月球的地平线，弧形地平线衬托出黑暗幽深的宇宙，其间点缀着星罗棋布的、闪烁的群星，以及无数无生命氢球聚变发出的恒定光芒。突然间，在这贫瘠的画面中出现了一颗绮丽的蓝色星球，拥有白色云朵和长满植物的绿洲：人类历史性地第一次见证了地球的升起。在这宇宙中至少有一处生命之所，巨量的原子在那里有序地聚集在一起，从而具有自我意识并能带着求知欲凝视这个宇宙。

如果没有智慧，生命会怎样？如果没有生命来了解，所有的存在又有何意义？百亿年前的景象可能会是这样：一个无生命的虚无世界在广阔的空间中盘旋，其间杂乱地充斥着等离子体云和贫瘠的岩石块。参照我个人的“1945年前”时期，那时重力舞动也在进行，只是没人意识到；这个“意识前”时期正如我的“1945年前”时期的一个巨大的扩展，虽然没有生命，但那时就存在的原子却构成了我们今天的身体。一旦参与进来，这些原子之间复杂的契合就变得有序，从而创造出所谓的意识并且可以看到宇宙远处“意识前”无生命时期发出的光。现在的我们可以接受并见证早期的无生命时期，它在这个事件之后已经成为一种现实。我们还不是从虚无中被创造出来的，而是源自原始的“粗糙物质”以及亿万年前形成的原子，它们的有序排列、聚集就形成了我们。



来自英国著名演化生物学家理查德·道金斯(Richard Dawkins) 在 2005 年的某次电视采访中的评论。

这就引出了我的终极问题：如果没有生命，没有地球，没有太阳和星星，没有用于聚集的原子，而只有虚无的空旷会怎么样？首先，我删除了我头脑中对宇宙的惯性思维印象，来尽力想象剩下的、一无所有的世界。接着，我发现了一个哲学家们早就明白的事情：思考虚无是极其困难的。年少无知时的我一直好奇在我出生前宇宙在何处，现在我考虑的是如果我压根儿没有出生，宇宙会如何。“我们是幸运的，因为我们终将死亡”<sup>①</sup>，因为所有可能的 DNA 组合是无限的，而其中有几十亿种永远无法引发出意识。对于那些永远无法出生或者已经死亡的东西，宇宙又该如何？几乎所有文明都创造了关于人死后的神话，所以过去的人很难接受当脑死亡之后意识只能消亡的观点。但是对于那些永远没有开始也不会开始的 DNA 组合，意识又意味着什么呢？

要理解意识的出现和消亡，和理解宇宙万物如何从无到有一样困难。物质是被凭空创造出来的还是原来就有的某种原始的东西？如果没人知道这里空无一物，那



么这里还能空无一物吗？我越努力想解开这些谜团，就越感觉自己处在启蒙和癫狂的边缘。若干年后，作为一名资深宇宙学科学家，我又重新回到这些问题上，开启了一段寻找答案的新旅程。而所有的结果就是这一本薄薄的书。我为我之前问过自己这些问题而感到骄傲，因为数百年来这些问题一直被无数大哲学家提及，并且还没有公认的答案。在不同时期，当一种哲学学说力压群芳，人们接受到的智识也在进化。可以存在一种真空吗？一种一无所有的虚无状态？正如上帝是否存在的问题，这些答案似乎要看你怎么定义虚无了。

考虑到逻辑的巨大力量，古希腊哲学家们持有相反的观点。亚里士多德就曾断言不可能有一个完全虚空的地方。历史上甚至还随之出现了一个名为“自然界憎恶真空”的公理。我首先需要研究的问题之一就是在这个公理意味着什么，以及为什么它会在过去两千多年里被奉为真理。稍微归纳一下，我们就会发现，这个理论一直持续到17世纪，而随着实验方法的出现，伽利略的学生们发现，对真空憎恶论的信奉源于对自然现象的误解。在每平方米的地面物体上都有10吨重的空气将气体挤压进任何可能的缝隙中，从而表面上看起来自然界是憎恶真空的。

正如我们所知，现在很容易通过抽气的办法获取真空。亚里士多德犯错了！我们至少可以得到如下结论：如果只有空气，那么抽气之后就空空如也。科学家们已经提



出并使用更加精密的装置将这种意识作了拓展，人们清楚地发现，要得到真正的虚空世界，只抽掉空气是远远不够的。现代科学家们认为在理论上是不可能制造一个完全的虚空世界的，所以，也许亚里士多德最终还是对的。虽然如此，科学家们还是乐于在各种领域中使用时间和空间的真空理论，比如，现代物理的一个重要诠释就是完全集中在努力理解真空的特性之上。

我当年的天真问题似乎变得更加扑朔迷离，因为今天的我们知道了前人未知的东西：宇宙正在膨胀，而且从宇宙大爆炸算起的话已经膨胀了大约 140 亿年了。既不是太阳系、地球，也不是组成我们身体的原子在膨胀，人们普遍接受的理论是“空间本身”在长大。先不考虑“它膨胀成了什么”这个问题，我们对于最初的问题有了新的诠释：如果移除所有的东西，那么空间还会继续膨胀么？这自然地又需要回答另一个问题：如果移走空间内的所有物质，空间该怎么定义。空间和物质是相互依存的吗？即如果我理论上将这些星球、物质混沌等都删去，空间还会继续存在或是抹去物质的时候空间也会消失？让我们先参考一下古代贤明是怎么看这类问题的，比如是否可以移除空间内的所有物质？如果可以，结果会如何？宇宙大爆炸为何没有提前发生？上帝在创世之前在干什么？或者，变成我们的物质一直都存在吗？



## 1.1 对虚空的早期理解

从无到有、存在与消亡这些悖论在所有文明中都被争论不休。追溯到公元前1700年，古印度吠陀经典《梨俱吠陀》（*Rigveda*）中的赞美诗就唱道：

那里没有存在，也没有消亡。

没有空间的国度，也没有遥远的天空。

是何物驱动？在何处暗涌？<sup>①</sup>

此类问题在古希腊时代就被哲学家无休止地争论。约在公元前600年，泰利斯拒绝接受虚无的存在：对于他来说，从空中不可能生出有，同样的，有也不可能消失为无。他将这种理论扩展到了整个宇宙，即宇宙不可能来自无。

当无的概念遭遇到逻辑准则，泰利斯抛出了一个问题：当人们思考无时，是否就产生了一些东西呢？根据古希腊的逻辑学，答案是：如果没人深思它，那么这里就只有无。而我之前的问题——如果无人知晓这里是无，那么这里还能是无吗——似乎已经在3000年前就被肯定地回答了。虽然我一直以为，这些理论只是公理上的

在 Google 上可以找到很多对 *Rigveda* 的翻译。本书使用了印度学学者邓尼吉·澳弗雷哈迪（Doniger O' Flaherty）在 *The Rig Veda Anthology*（Penguin, 1982）一书中的翻译。



断言，而没有得到证实。但是我发现在泰利斯之后没有人再定义过“无”这个概念，除了粗浅地说一说“无”就是“有”的反面这种无用之论。

之后，泰利斯将精力从研究“无”转向研究事物的本质。他曾成功预言了发生在公元前585年5月28日的日食，这个骄人的成就也印证了他的能力。因而人们如此认可他的理论也就不足为奇了。他提出，如果事物不能从“无”中被创造出来，那么必然有一种普遍存在的原始精华用来制造万事万物。而“世间万物从何而来？”这个问题又引出了另一个问题：假设我们从一个空间范围内移走了所有的物质，那么这个空间会回到最原始的“无”的状态吗？泰利斯对于这个疑问也提出了他的观点：他认为原始精华是水。冰、水蒸气和液态水是水的3种表相，因此他假设水可以变成其他无限多的形态，冷凝成岩石和其他万物。就像一个水坑看起来消失了，但之后又会以雨的形式从天而降——这就出现了蒸发器的概念，而这个概念让人认识到水是可以循环的。对于泰利斯来说，如果空间内的物质全部转化成了它们的原始形态，即如海洋一般的液态水，那么空间就完全“空”了。因此，水包含了物质所有可能的形态。（2500多年之后的当代，这个理论已经死亡，但是现代虚空理论延续了这个概念上的术语，假定地认为其内部是一个无限深的基本粒子的“海洋”。）

38年之后（当然这里的年是我们的意识定义的），公



元前 548 年，泰利斯重新回到了讨论“空”这个永恒的话题上面，但是他依旧认为有一种普遍存在的原始精华或者“Ur 物质”。但是这个“Ur 物质”的性质几经探讨仍然无法有定论。比如，赫拉克利特坚持认为它应该是火。那么火又是从何而来呢？答案是——火是永恒的，正如其他与创世之神有关的事物一样。而通过比较，阿那克西米尼（Anaximenes）认为它应该是空气。空气可以无限扩展，而且不同于水，它无处不在，从而成为宇宙万物之源的首选物质。

在公元前 5 世纪中叶，恩培多克勒（Empedocles）遇到了一个问题：空气是一种物质还是“空”无一物的空间。而他开始尝试使用实验方法来验证则是源于一种被称为“Hydra”的仪器的发明。这种仪器的主体包含一支玻璃管，一端开口，另一端是一个球形容器，球形容器底部分布了很多小孔，使得水可以穿过小孔流出——前提是管的开口端保持敞开；如果你用手指堵住它，水就不会流出了。如果清空 Hydra 然后浸入水池中，只要瓶口保持敞开，水就会流进来并重新装满瓶子。然后，如果你用手指堵住瓶口，空气逃不出去，同时水也进不来。这说明：空气和水可以交替存在于同一个空间；空气离开前，水无法进入；空气是一种物质而不是“空”间。直到 17 世纪，托里拆利才解释了其中的过程及缘由。

恩培多克勒将 Ur 物质的概念延伸为 4 种元素：空气、