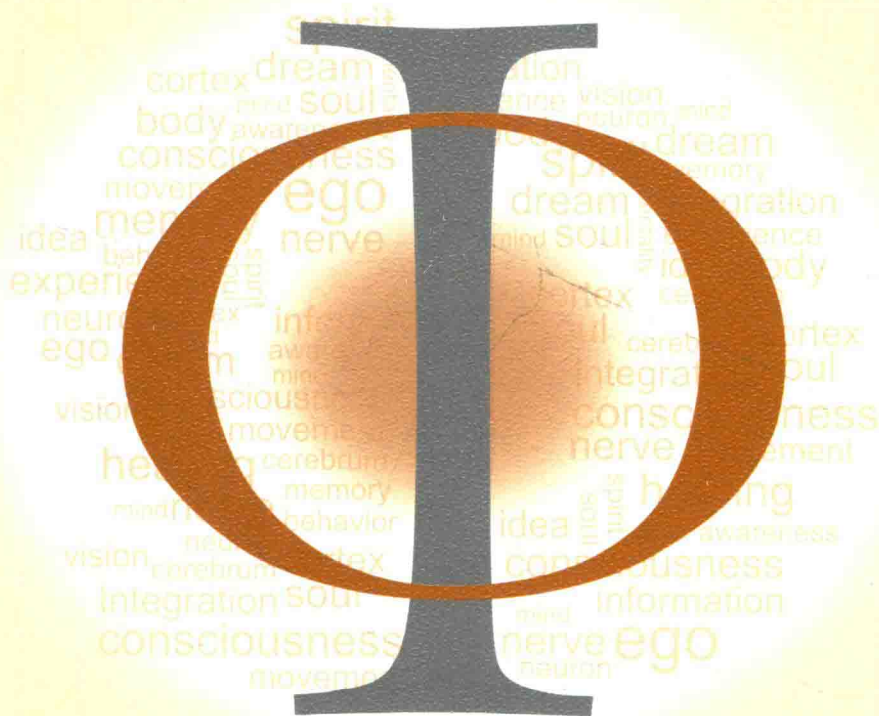


意识现代科学代表人物 **朱利奥·托诺尼** 创新力作

将科学、艺术与想象融为一炉 媲美《哥德尔、埃舍尔、巴赫：集异璧之大成》

脑科学研究专家 **唐孝威** 院士

意识领域知名学者、浙江大学 **李恒威** 教授 撰文推荐



# PHI

## 从脑到灵魂的旅行

[美] 朱利奥·托诺尼 (Giulio Tononi) 著 林旭文 译

PHI A Voyage from the  
Brain to the Soul



机械工业出版社  
China Machine Press

PHI 2019-2020  
PHI 2019-2020  
PHI 2019-2020



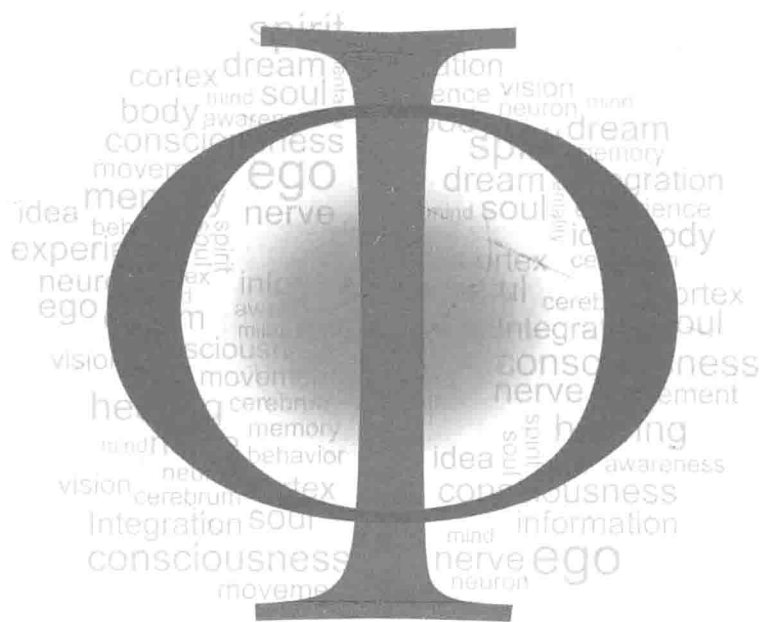
PHI

PHI 2019-2020

PHI 2019-2020

PHI 2019-2020

PHI 2019-2020



# PHI

## 从脑到灵魂的旅行

[美] 朱利奥·托诺尼 (Giulio Tononi) 著 林旭文译

PHI A Voyage from the  
Brain to the Soul



机械工业出版社  
China Machine Press

## 图书在版编目 (CIP) 数据

PHI: 从脑到灵魂的旅行 / (美) 托诺尼 (Tononi, G.) 著; 林旭文译. —北京: 机械工业出版社, 2014.12

书名原文: PHI: A Voyage from the Brain to the Soul

ISBN 978-7-111-48572-8

I. P… II. ①托… ②林… III. 意识—研究 IV. B842.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 269271 号

本书版权登记号: 图字: 01-2013-8823

Giulio Tononi. Phi: A Voyage from the Brain to the Soul.

Copyright © 2012 by Giulio Tononi.

Simplified Chinese Translation Copyright © 2015 by China Machine Press.

Simplified Chinese translation rights arranged with Pantheon Books through Bardon-Chinese Media Agency.

No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or any information storage and retrieval system, without permission, in writing, from the publisher.

All rights reserved.

本书中文简体字版由 Pantheon Books 通过 Bardon-Chinese Media Agency 授权机械工业出版社在中华人民共和国境内 (不包括中国香港、澳门特别行政区及中国台湾地区) 独家出版发行。未经出版者书面许可, 不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

## PHI: 从脑到灵魂的旅行

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 戚 妍

责任校对: 殷 虹

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

版 次: 2015 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 170mm × 242mm 1/16

印 张: 19.75

书 号: ISBN 978-7-111-48572-8

定 价: 69.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 68995261 88361066

投稿热线: (010) 88379007

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzjg@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

## 赞誉

PRAISE

你可能会赞同，也可能不会赞同朱利奥·托诺尼关于脑如何产生意识的观点。但是，有一点你肯定会同意：这本书令人心智愉悦。

——安东尼奥·达马西奥，世界著名神经科学家，  
著有《笛卡尔的错误：情绪、推理和人脑》

*(Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain)*

朱利奥·托诺尼的思维大胆、独特，他提出了一种新的重要的意识理论。在这本书中，托诺尼融合了戏剧文学、视觉艺术、隐喻修辞来阐述其科学见解。全书以虚构的对话形式展开，记述了伽利略与弗朗西斯·克里克、艾伦·图灵以及其他一些 20 世纪重要的思想家之间的对话。托诺尼成功地运用这种令人惊奇的、大胆的文学手法，阐述他在神经科学领域的深刻见解。

——奥利佛·萨克斯，20 世纪最伟大的医学作家，  
著有《错把妻子当帽子》

*(The Man Who Mistook His Wife for a Hat: And Other Clinical Tales)*

这本读起来像小说的精彩无比的书，其实是一本关于意识以及意识从何而来的入门书。阅读这本书，刚开始很兴奋，进而觉得充满挑战，最后发人深思。朱利奥·托诺尼以其神奇的想象力探索思维、知觉、情感的起源。了解大脑与小脑的不同之处，听上去并不怎么有趣；但是你还可以在这本书中遇到用粗俗的拉丁语大声嚷嚷的胖修士，美艳绝伦的仙女，骑着单轮脚踏车、神秘的、玩杂耍的人。我一直为自己是一个有意识的、有感知能力的生命体而骄傲，读了这本书，我开

始明白这句话的真实含义！

——列纳德·蒙洛迪诺，  
著有《潜意识：控制你行为的秘密》  
(*Subliminal: How Your Unconscious Mind Rules Your Behavior*)

既幽默又充满哲理，这本放肆的书以独特的方式说明了意识起源的问题……这本书给人视觉上的愉悦，读起来也令人印象深刻，它内含丰富的艺术作品和文学引用，说明了艺术和科学完全可以互补的。

——《出版家周刊》，星级图书评论  
(*Publishers Weekly*, starred review)

一个令人兴奋的原创故事，讲述一个科学家理解大脑如何产生意识的探索过程……这是一次有挑战性的、有益的阅读，它无疑会改变你的意识。

——《柯克斯书评》(*Kirkus Reviews*)

托诺尼推动了意识的研究……本书使用了丰富的绘画作品和科学图片，行文富有诗意，大胆地推测和衡量关于“生命的意义”的问题。在意识研究的漫长职业生涯中，托诺尼一直在思考这些问题。这本书是脑和心智复杂性的迷人颂歌。

——《波士顿环球报》(*Boston Globe*)

# 推荐序一

FOREWORD

意识问题是当代自然科学最基本和最困难的问题之一。近年来，由于实验技术的发展，用自然科学方法研究和认识意识的任务已经提到科学研究的日程上来。

意识问题涉及广泛的学科领域。从神经生物学的角度看，意识研究的问题之一是，产生意识的神经机制是什么，也就是要回答：主观意识体验是怎样由脑内神经网络产生的？这是一个激起人类理智好奇的有趣问题。

脑和心智非常复杂，具有多个层次和多个维度，需要从脑和心智的不同层次的各种成分的特性和相互作用，从它们与身体、环境和社会的相互作用，从它们的集成过程和层展现象等方面，来对意识进行研究。

意识研究不但有基本的理论意义，而且有重要的应用价值。世界最宝贵的是人，人最宝贵的是意识。人们开始重视意识与健康、意识与教育、意识与创新、意识与社会等实际问题的研究。这些应用研究的成果将造福于人类。

机械工业出版社组织翻译当代外国科学家关于意识的著作，以“意识与脑”为主题出版一系列图书。这些书有助于广大读者了解外国意识研究的现状，了解国外不同学科的科学家对意识的种种见解，并提出自己的分析和讨论。

中华民族走向世界，为世界文明做出贡献。在脑和心智的领域中，我们要对意识问题进行长期的、系统的研究，在继承中华文化和在自己研究的基础上，借鉴国外的发展，建构比较全面的意识研究框架。

意识问题是脑科学、心理学、生物学、医学、物理学、化学、信息科学、认知科学、计算机科学、哲学等许多学科交叉研究的课题，需要不同学科的科学家参与，综合运用多学科的手段进行研究。愿我们为解开意识之谜而共同努力。

唐孝威

浙江大学物理系 / 语言与认知研究中心

## 推荐序二

FOREWORD

“我思，故我在。”笛卡尔用他的怀疑程序强有力地“证明”：有意识的思维或感受是一个自明的、强硬的、不可置疑的事实。然而，从理智的——无论是哲学的还是科学的——角度看，意识这个确定的事实仍然是一个巨大的谜！意识之谜的吊诡之处在于：它因意识本身而被提出，而如果它能被理解和解决，也必须凭依有意识的理智本身。也许我们应该在意识之谜面前驻足片刻，去体会一下它的独特韵味：有意识的体验好比是宇宙漫长演化中的一道曙光，尽管它还闪烁不定，但它第一次将曾经漫无边际的无意识的黑暗世界的一隅照亮，然后慢慢扩大，并最终明白自己就诞生在那个被它照亮的宇宙中。那么，到底是意识在宇宙中，还是宇宙在意识中？这是一个“庄生晓梦迷蝴蝶”般的谜题。让我们暂时搁置这个玄思，回到当代理智的意识研究。

英国心理学家威尔曼斯（Max Velmans）在《理解意识》（*Understanding Consciousness*）这本名著中提出意识的科学-哲学研究的5组问题：

**问题 1** 意识是什么，它位于何处？

**问题 2** 如何理解意识与物质之间的因果关系，尤其是意识与脑之间的因果关系？

**问题 3** 意识有什么功能？例如，它与人的信息加工过程的关系是怎样的？

**问题 4** 与意识相关联的物质形式是什么，尤其是大脑中意识的神经基质（substrates）是什么？

**问题 5** 检测意识，发现其本性的最恰当方式是什么？哪些特征能够以第一人称方法进行检测，哪些需要用第三人称方法，以及第一人称与第



### 三人称方法的发现如何彼此相关？

换一个角度，关于意识的哲学—科学研究，我们也可以将它分为4个层次：

**层次1 广义现象学：**意识是一个唯有第一人称才可通达的现象，因此，作为一个现象，“意识是什么”的问题必须首先由第一人称的体验来揭示，它包括日常的体验、内省和反思、现象学的体验和反思、东方传统中的止观等。

**层次2 形而上学：**心与身相关，但心与身处于何种相关关系呢？这是一个根本的形而上学问题，它关乎人究竟以何种方式存在，就这个意义而言，它是意识研究中真正的“难问题”。在这个问题上，存在多种版本的一元论或二元论的解释。如果这个问题不能得到恰当理解，意识之谜就无望真正被解决。

**层次3 自然科学：**意识与身—脑紧密相关，这是意识科学研究的基础。苏珊·格林菲尔德 (Susan Greenfield) 说：“人脑是个难以捉摸的器官。由我们未知的原因它产生了情绪、语言、记忆和意识。它给予我们推理、创造和直觉力。它是唯一能自我观察的器官，而且沉思它的内在工作。”与意识的自然科学研究相关的一些核心问题是：与意识体验相关的神经基质是什么？或者说意识的神经机制或神经相关物 (NCC) 是什么？无意识心智活动与有意识心智活动之间神经表征的差别是什么？为什么分布式的、时序上有先后的神经网络的活动会最终显现为一个统一意识体验？

**层次4 方法论：**从第一人称角度，我们拥有体验；从第三人称角度，我们拥有的是关于特定体验或体验类型的脑运行的知识。也许一个恰当的方法论态度是将第一人称方法和第三人称方法看成是互补的。

在当代，我们可以看到，不同背景的学者在上述所有层面上开展着如火如荼的研究，其间夹杂着激烈的对话、争锋和谨慎的整合。这里有悲观主义者——意识之谜是不可解的；有独断论者——意识就是颅内那一团布满皱褶的物质，意识、自我还有自由意志都是错觉；也有谨慎乐观的未来主义者——理智自己提出的一切合乎理性的问题都可以在理智的未来进步和科学的未来发展中得到解决或判定。

这是一个意识研究的大合唱时代，也是百舸争流的时代，科学勇往直前，而

哲学会不时表现出一丝忧虑。然而，不论是什么态度或心情，如果人类还想最终获得一个合乎逻辑的一致且全面的意识理论，那么无论是与此理论抱负的研究者还是一般公众，都有必要博采兼容意识研究的多元的进路、思想和观点。为此，我们很高兴看到机械工业出版社以“意识与脑”为主题译介当代最新意识研究的成果和思想，汇成系列，希望这些工作能有助于推动国内科学界和哲学界对意识研究的关注，培育意识研究的学术氛围以及凝聚意识研究的学术共同体。

李恒威

浙江大学哲学系 / 语言与认知研究中心

# 前言

PREFACE

每天晚上睡着后，如果没有做梦，我们的意识会逐渐消失。与此同时，每个人的内心世界，包括人与物、颜色与声音、快乐与痛苦、思想与感觉，甚至是自我，也会逐渐消失，直到我们醒来或开始做梦，意识才会恢复。

意识是什么？意识如何与周围世界相联系？意识由什么组成，如何在脑内产生？科学能解释意识吗？或许能，但是意识并不只是被科学所涵盖的一个对象，因为意识不仅是科学研究的客体，还是科学研究的主体。

接下来要讲的故事是关于一位老科学家——伽利略的探寻意识之旅。伽利略在他那个时代使人们的观察重点从大自然转移，从而开辟了一条科学客观性的道路。或许这就是他重新观察自然，使主观性成为科学一部分的原因；或许因为伽利略是一位思想实验大师（这本书会运用很多思想实验）。

伽利略在旅途中碰到不少人，包括他生活的那个时代的人以及其他时代的人，获取了很多经验，思考了很多，有时候他也不清楚自己究竟是醒着还是在做梦。每一章都在前面内容的基础上做出评论，伽利略的知识也逐渐增长。在第一部分，伽利略学到了有关意识和脑的知识：为什么脑的某些部位很重要，而其他部位并不重要；为什么睡着时会逐渐失去意识。在第二部分，伽利略通过一种意识科学理论，明白了如何将第一部分学到的知识统一起来。这种科学理论将意识与 $\Phi$ 相联系， $\Phi$ 是整合信息符号，也是这本书的书名。在第三部分，伽利略认识到这个理论蕴含的某些意义，明白了这些意义与我们每个人都息息相关，因为意识是我们拥有的一切，是我们存在的根本。伽利略认识到，每一种经验都是由整合信息形成的独特的、不可分割的形状，这是一种理解的形状。而且，这是唯一

真实的形状，是最真实的存在。读者可以自己判断这位老人的想法是否有道理。

每一章结尾的注解，旨在阐明正文中的某些内容，并且列出文中内容的出处（一些图片和引文被作者改动过）。如果有人对书中提到的类似的科学理论感兴趣，可以查阅发表在《生物学通报》（*Biological Bulletin*, 2008）上的文章——《作为整合信息的意识》（*Consciousness as Integrated Information*），以及这篇文章所列出的参考资料。书中一些想法、图片、引文在我之前的作品中已经出现过（似乎某些人一辈子只能写同样的东西）。

# 目 录

CONTENTS

推荐序一

推荐序二

前 言

## 开场白

第1章

伽利略之梦 2

第一部分

## 证据：自然实验

第2章

导论

地位的变化 14

第3章

大脑

大脑皮层—丘脑系统产生意识 21

第4章

小脑

小脑神经元的数量多于大脑，但不产生意识 32

第5章

**两位盲人画家**

感觉输入与感觉通道对意识的产生不是必需的 41

第6章

**闭锁的脑**

运动输出与运动通路对意识的产生不是必需的，它们也不足以产生意识 50

第7章

**失去记忆的意识**

负责视觉、听觉、记忆、语言、行为的脑回路对意识的产生不是必需的 61

第8章

**分裂的脑**

脑分裂成两半，意识也会分裂成两半 68

第9章

**矛盾的脑**

脑的不同区域缺乏交流，意识会分裂 77

第10章

**着魔的脑**

大脑皮层的神经元同时猛烈发放，如癫痫发作时，意识会消失 86

第11章

**睡着的脑**

大脑皮层神经元同步运作，如在不梦的睡眠中，意识会消失 92

**第二部分**

**理论：思想实验**

第12章

**导论**

意识之谜 102

## 第13章

**伽利略与光电二极管**

不起眼的光电二极管能和伽利略一样区分亮光与黑暗 108

## 第14章

**各种各样的信息**

可能的经验的数量超乎想象 113

## 第15章

**伽利略与相机**

数码相机传感器可选择的状态可能比伽利略还要多 122

## 第16章

**整合信息：多与一**

高于各部分的单一实体对信息进行整合，产生意识 131

## 第17章

**伽利略与蝙蝠**

经验的特性恐怕不能从物质中获得 145

## 第18章

**看到黑暗：解构黑暗**

黑暗不是存在于虚空中，看到黑暗需要条件 153

## 第19章

**黑暗的意义：建构黑暗**

许多相互关联的机制规定了不是黑暗的内容，这是建构黑暗的基础 164

## 第20章

**亮光宫殿**

经验是由整合信息形成的一种形状 174

## 第21章

**感受质花园**

宇宙大部分是黑暗的，但运用适当的仪器会发现，  
最大的恒星离我们的距离比我们认为的要近 186

第三部分

**意蕴：意识的宇宙**

第22章

**导语**

火花与火焰 194

第23章

**夜幕降临之一：死亡**

如果意识是整合信息，它会随着人的死亡而消失 197

第24章

**夜幕降临之二：痴呆症**

痴呆症患者的意识是分裂的 205

第25章

**夜幕降临之三：忧伤**

如果意识的特性是由整合信息构成的一种形状，  
那么意识可能会变成唯一真实的、永恒的地狱 214

第26章

**黎明之一：意识的减弱**

意识可以脱离语言与思想而独立存在 223

第27章

**黎明之二：意识的进化**

动物也具有意识 229

第28章

**黎明之三：意识的发展**

人即使在出生前都具有一定程度的意识 235

第29章

**白昼之一：探索意识**

研究自然可以发现新的感受质 242

第30章

**白昼之二：想象意识**

艺术与想象能够创造新的形状 252



## 第31章

**白昼之三：发展意识**

随着意识的发展，经验世界逐渐形成，经验世界是一与多的综合体 265

**收场白**

## 第32章

**伽利略的最后三个梦** 276

**结束语**

## 第33章

**研究问题** 292

**致谢** 299