

第一推动丛书
综合系列

【珍藏本】

01

THE EMPEROR'S NEW



皇帝新脑

[英] 罗杰·彭罗斯 / 著

Roger Penrose

英国数学物理学家，

从1973年起担任牛津大学的罗斯·玻勒数学教授，

是全世界公认的最博学和最有创见的科学家、思想家、哲学家。

许明贵 吴忠超 / 译



第一推动

CS

湖南科学技术出版社



The Emperor's New Mind

皇帝新脑

[英] 罗杰·彭罗斯 / 著 许明贤 吴忠超 / 译



第一推动

CS

湖南科学技术出版社

The Emperor's New Mind

© Oxford University Press 1989

This translation of *The Emperor's New Mind* originally published in English in 1989 is published by arrangement with Oxford University Press.

All Rights Reserved.

本书中文简体版由牛津大学出版社授权湖南科学技术出版社在中国大陆地区出版发行。

版权所有 侵权必究

著作权合同登记号：18-2007-003

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，即使是缓慢而艰难的进步，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作了艰苦卓绝的奋斗。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的。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，为中国的进步作一点推动。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

题 献

谨将此书献给未能活到见证它问世的我亲爱的母亲。

敬 启 读 者

我在本书的许多地方引用数学公式，而毫不在乎时常听到的警告——放进去的每条公式都会把我的读者数目减半。如果你是这样的一位对数学公式恐惧的读者（大多数人都是这样的），那么我就介绍一种当这种可恨的一行出现时自己通常采用的步骤。大体就是完全不理睬这一行，而跳到正文的下一行去！但也并非完全如此；人们要仔细地推敲这一可怜的公式，而不仅是做表面上的理解，然后再继续前进。过了一阵，如果你又重新充满自信，则可回到刚才忽略了公式，努力抓住一些显著的特征。正文本身也许可帮助你了解什么是关键的，什么东西被忽略后并没有什么影响。如果做不到这些，也不必担心，干脆不理该公式就是了。

译者序

牛津大学的罗杰·彭罗斯的《皇帝新脑》一书的出版是国际书界的一件大事。剑桥大学前年曾为它专门召开了一次学术会议。

这本洋洋大观的贯穿了电脑科学、数学、物理学、宇宙学、神经和精神科学以及哲学的巨著体现了作者向哲学上最大的问题之一“精神-身体关系”挑战的大无畏精神。

迄今为止的科学基本上都可纳入形而下学的范畴，而这本书可认为是首次对形而上学进行的严肃尝试。历史上曾重复地出现过还原主义的思潮，最近代的便是人工智能专家的断言：电脑最终能代替人脑甚至超过人脑。彭罗斯的论断却是：正如皇帝没有穿衣服一样，电脑并没有头脑。电脑具有智慧吗？人们的共识是用通过图灵检验来定义智慧。彭罗斯认为要制造出满意地通过这种检验的机器还是非常遥远的事。即使它真的通过了，我们还是不能断定其真有理解力，西尔勒中文屋子的理想实验强有力地表明，用图灵检验来定义智慧还是远远不够充



分的。

希尔伯特曾经有过一个非常宏伟的规划，一旦公理和步骤法则给定，一切真理都应该能被推导出来。著名的哥德尔定理使这个规划的宏图化为泡影。以算法来获取真理的手段是非常受局限的，在任何一个形式系统中总存在不能由公理和步骤法则证明或证伪的正确的命题。康托关于无理数集合的不可列性、罗素集论的理发师悖论、哥德尔定理以及电脑停机问题都是一脉相承地沿用了康托对角线删除法而给予证明的。一言以蔽之，世界万花筒般的复杂性不可能用可列的算法步骤来穷尽。

灵感和直觉在发现真理方面比逻辑推导重要得多。彭罗斯和柏拉图相认同，发现真理是精神和数学观念的柏拉图世界进行接触。正如询问宇宙在大爆炸之前是什么样子的问题是没有意义的一样，柏拉图世界是超越时空的，具有“遗世独立”的品格。柏拉图世界至少和物理世界一样地具有实在性甚至两者是合二为一的。他认为著名的孟德勒伯洛特集合一定是栖息在这个世界中，否则的话何以这么美丽呢？真可谓：“此曲只应天上有，人间能得几回闻？”

牛顿力学、麦克斯韦电磁学、爱因斯坦相对论和量子力学给人类带来了神速的技术进步，在使人们充满了自信心的同时也给套上了宿命论的枷锁。我们宇宙的一切都已完全为第一推动所决定。过去人们将第一推动归于上帝，而量子宇宙论却把第一推动也都摒除了，宇宙在时空上是有限无界的！这肯定自以为具有自由意志的人类所不能忍受的，什么人愿意生活在这种宇宙中呢？远离平衡态的热力学耗散结构也许是生命现象

的雏形，动力系统的不稳定性导致的混沌之中又隐含着新的秩序，这些是对理解生命的努力，也是半个世纪前人们始料不及的，但这还不是形而上学的精神。彭罗斯猜测，宇宙也许的确是宿命论的，但同时是不可计算的。我们的宇宙究竟有自由意志的存身之所吗？

人类智慧的最伟大工程之一是爱因斯坦的统一场论。其主要困难在于量子力学和相对论之间的不协调。绝大多数物理学家都是责备相对论，认为广义相对论只是一种唯象的理论。其实，就理论的美丽和经济性而言，相对论是远远地比量子力学优胜。前者是人类智慧的产物，而后者是人们不得不接受的规则。量子力学的解释中仍有许多问题，譬如波函数的坍缩、薛定谔猫佯谬和爱因斯坦-玻多尔斯基-罗逊“矛盾”。这些困难也许在超越过它们的量子引力中可以得到解决。广义相对论的美丽和经济性体现在非线性之中，彭罗斯曾提出过非线性引力子的概念，这是从他早年对引力波碰撞的研究中得到启发的。他猜测到，发生量子波函数的坍缩的判据在于其引力效应超过单引力子的阈值。

彭罗斯镶嵌是除了孟德勒伯洛特集合之外的对柏拉图观念存在性的有力支持。这两个例子的共同性是它们的发现和近代科学的进展基本无关。准晶体的五重对称性是这种镶嵌的三维体现。彭罗斯猜测到，准晶体的生长的神经元的行为既涉及单引力子判据又涉及量子引力的非定域性。

时间及其方向也许是意识的最大秘密。彭罗斯提出了魏尔曲率猜测，宇宙的引力熵由魏尔曲率来度量，而在大爆炸奇点处它必须为零，可惜迄今连这种关系的表达式都还没有找到，



也许它必须是非定域的。他认为时间流逝的方向是由此衍生而来的。

原子时间、生物时间和宇宙时间以及时间箭头只不过是时间概念的粗糙近似。爱因斯坦-玻多尔斯基-罗逊“矛盾”表明波函数坍缩是和狭义相对论的定域性以及因果性相矛盾，更遑论广义相对论了。在精神现象中，甚至时序都发生混乱，在灵感、直觉过程中或者在与柏拉图世界接触时似乎时间被不可思议地压缩了，它们甚至不发生在时间里。我们在洋洋自得的同时，又发现科学理论的成就还是这么贫弱。要完全弄清时间的含义得有待于量子引力的成功，这也是推动精神物理发展的关键。

彭罗斯对引力物理有过许多重要贡献，他（和霍金一道）证明了广义相对论的奇点的不可避免性，提出了黑洞的捕获面，以及克尔黑洞的能层概念。他发明了研究时空的拓扑结构的主要工具即彭罗斯图。他对类空、类时和零无穷的阐释使引力辐射的图像更具形象。他把旋量引进引力物理，使辐射问题的研究更新，这就是纽曼-彭罗斯形式，在此框架中他证明了剥皮定理，即向无穷远辐射的引力可按照其衰弱方式被分成4个层次（电磁波只有两个层次）。

本书充满了许多猜测，正如历史上的许多猜测的命运一样，一些会存活，另一些会被淘汰。不管它们的命运如何，这正是当代思想家、哲学家和科学家必须去做正面冲突的问题。本书的字里行间充满了作者探索真理的灵感和激情。译者历经一个寒暑的辛苦，终于把这译本奉献在读者面前。但愿在浏览此书之时，会有王献之行走于山阴道上目不暇接之感。人们在

忙碌于都市生活之余，抽空到兰亭一游不也是件赏心乐事吗？

许明贤 吴忠超

1992年1月9日

纽约 长岛

前言

许多伟大的数学家和物理学家觉得，要写一本外行能理解的书，如果不是不可能的话，也是非常困难的。直到今年，人们也许还认为，罗杰·彭罗斯，这位世界上最博学 and 最有创见的数学物理学家之一，也属于这个范畴之内。我辈读过他的非专门性的文章和讲演的稍微了解一些底细。尽管如此，当发现彭罗斯在他的研究之余花费大量时间为见多识广的外行写下了这样美妙无比的书时，人们的确感到惊喜。我相信，该书会成为一部经典。

虽然彭罗斯广泛地涉及相对论、量子力学和宇宙论，其关心的焦点乃是哲学家所谓的“精神-身体问题”。几十年来，人工智能专家尽力说服我们，再有一两个世纪的时间（有些人已把这些时间缩短到 50 年！）电脑就能做到人脑所能做的一切。他们因为受年轻时读到的科学幻想的刺激，而坚信我们的精神只不过是“肉体的电脑”（正如马文·闵斯基曾经提出过的）。他们想当然地认为，当电子机器人的算法行为变得足够复杂

时，痛苦和快乐、对美丽和幽默的鉴赏、意识和自由意志就会自然地涌现出来。

有些科学哲学家（最著名者为约翰·西尔勒，他的大名鼎鼎的中文屋子的理想实验为彭罗斯所深入讨论）强烈地反对这种看法。对他们来说，电脑和用轮子、杠杆或任何传递信号的东西运行的机械计算器并没有什么本质的不同（人们可用滚动的弹子或通过管道流动的水流制造电脑）。因为电流通过导线比其他能量形式（除了光）走得更快，它就能比机械计算器更快地摆弄信号，并因此能承担庞大复杂的任务。但是，一台电脑是否以一种比算盘更优越的方式“理解”它的所作所为呢？是的，现代电脑能以大师的风度下棋。它们是否比一群电脑迷曾经用积木搭成的方格游戏机（一种西文的初级游戏）对游戏“理解”得更好些？

彭罗斯的书是迄今为止对强人工智能的最猛烈的攻击。几个世纪以来，人们就一直反对还原主义者关于精神只不过是已知物理定律操纵的机器的宣称。但是，因为彭罗斯凭据从前的作者不能获知的资讯，所以他的攻击更加令人信服。从这本书可以看出，彭罗斯不仅是一位数学物理学家，而且是一位第一流的哲学家，他毫无畏惧地和当代哲学家斥之为无稽的问题进行搏斗。

彭罗斯还不顾一小群物理学家的越来越强烈的否定，敢于认可坚定的实体主义。不仅宇宙是“外在的”，而且数学真理自身也有其神秘的独立性和永恒性。正如牛顿和爱因斯坦那样，彭罗斯对物理世界和纯粹数学的柏拉图实体极其谦恭和敬畏。杰出的数论学家保罗·厄多斯的口头禅是，所有最好的证



明都记载在“上帝的书”上，数学家偶尔地被允许去瞥见一页半纸。彭罗斯相信，当一位物理学家或者数学家经历一次突然的“惊喜”的洞察，这不仅是“由复杂计算作出”的某种东西，而是精神在一瞬间和客观真理进行了接触。他感到惊讶，莫非柏拉图世界和物理世界（物理学家已将其融入数学之中）真的是合二为一？

彭罗斯用了不少篇幅论及以其发现者贝内特·孟德勒伯洛特命名的孟德勒伯洛特集的著名的类分数维结构。虽然其局部放大在统计的意义上是自相似的，它的无限地卷旋的模式却以不可预见的方式不断地改变。彭罗斯（和我一样）觉得，若有人不认为这一奇异的结构不像喜马拉雅山那样是“外在的”，而且有待人们像探险丛林那样去勘探，那真是不可理喻。

彭罗斯是数量不断增加的一伙物理学家的一员，认为当爱因斯坦说他的“小指”告诉他量子力学是不完备时，他并非顽冥不化或昏头昏脑。彭罗斯为了支持这一争论，把你指引向涵盖众多课题的旅途，诸如复数、图灵机、复杂性理论、哥德尔的不可决定性、相空间、希尔伯特空间、黑洞、白洞、霍金辐射、熵、头脑的结构以及许多当代研究的核心问题。狗和猫对其自身有“意识”吗？传递物质的机器可能在理论上把一个人好像在电视影集星际旅行中那样把航空员从上往下地扫描的办法从一处向另一处运送吗？进化在意识的产生中发现了什么存活的价值？是否存在超越量子力学的一种水平，它为时间的方向以及左右之间的差别刻上烙印？量子力学的定律，也许甚至更高深的定律，是否对精神现象具有根本的作用？

彭罗斯对上述的最后两个问题的回答是“是”。他的著名

的“扭量”理论——在作为空间——时间基础的高维复空间中运行的抽象的几何对象——因为过于专门化而不能被包括在此书之中。它是彭罗斯花费了超过 20 年的对比量子力学的场和粒子更深刻的领域进行探索的努力。在他对理论的 4 种分类，即超等、有用、尝试和误导之中，彭罗斯谦虚地把扭量理论和现在激烈争论的超弦以及其他大统一方案一道归于尝试类中。

彭罗斯从 1973 年起担任牛津大学的罗斯·玻勒数学教授。这个头衔对他甚为适合。因为 W·W·罗斯·玻勒不仅是一位著名的数学家，还是一位业余魔术师。对数学游戏的强烈兴趣使他写下该领域的英文经典著作《数学游戏及漫笔》。彭罗斯和玻勒一样地热心于游戏。他在年轻时发现了一种称为《三杆》的“不可能物体”（一个不可能物体是由于其自相矛盾的原因而不能存在的立体形态的图画）。他和他的父亲列奥尼，一位遗传学家，把三杆转变成彭罗斯楼梯，毛里兹·伊歇把它用于两幅众所周知的石板画：《升降》和《瀑布》之中。有一天彭罗斯躺在床上，他在“一阵热狂”之后摹想到了四维空间中的不可能的物体。他说，它是这样一种东西，甚至一个四维空间的生物遇到它的话也会惊叫：“天哪，这是什么东西？”

20 世纪 60 年代，当他和朋友史蒂芬·霍金合作研究宇宙论时，做出了也许是他最著名的发现。如果相对性理论“一直下去”都是成立的，在物理学定律不再适用的每一黑洞里必须有一奇点。甚至这一项成就和他近年的另一项成就相比较也显得黯然失色，彭罗斯只用两种形状的花砖就能以伊歇镶嵌的方法把平面铺满，但是这种镶嵌只能采取非周期性的形式。（你们可在拙著《彭罗斯镶嵌》中见识到有关这些讨人喜欢的形