


〔美〕海因茨·R·帕格尔斯 著



THE COSMIC CODE

郭竹第 译 赵凯华 校

宇宙密码

作为自然界语言的量子物理

〔美〕海因茨·R·帕格尔斯 著



郭竹第 译 赵凯华 校

宇宙密码

作为自然界语言的量子物理

上海辞书出版社

图书在版编目(CIP)数据

宇宙密码:作为自然界语言的量子物理/(美)帕格尔斯
(Pagels, H. R.)著;郭竹第译. —上海:上海辞书出版社,
2011.8

(辞海译丛)

ISBN 978-7-5326-3438-5

I. ①字… II. ①帕… ②郭… III. ①量子论—普及
读物 IV. ①O413-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 118618 号

总 策 划 彭卫国 潘 涛

责任编辑 宋世涛

装帧设计 姜 明

宇宙密码——作为自然界语言的量子物理

[美]海因茨·R·帕格尔斯 著

郭竹第 译 赵凯华 校

出 版 世纪出版集团 上海辞书出版社
(200040 上海市陕西北路 457 号)

网 址 www.ewen.cc www.cishu.com.cn

发 行 上海世纪出版集团发行中心

印 刷 展强印刷有限公司

开 本 635mm×965mm 1/16

印 张 22.75

字 数 293 000

版 次 2011 年 8 月第 1 版

印 次 2011 年 8 月第 1 次印刷

印 数 1—5 100 册

ISBN 978-7-5326-3438-5/O·68

图 字 09-2009-332 号

定 价 39.00 元

如发生印刷、装订质量问题,读者可向工厂调换,联系电话:021-66511611

《辞海译丛》缘起

《辞海》自 1936 年初版以来，风行宇内，历久弥新。本社有幸，负《辞海》修订出版之责，于“十年大修”外，近年亦颇致力于《辞海》品牌之延伸，《辞海译丛》应运而生焉。《译丛》旨在遴选域外学术著作之适于大众阅读者，移译为中文，俾国人快捷获取新知。选目原则有二：一为冶知识性与思想性于一炉，既广见闻，更启深思；二为融学术性与普及性为一体，既具高度，复饶趣味。

《译丛》自 2011 年起陆续推出。初期选目以科学人文类译著为主，今后将尽力拓宽领域，向读者奉献更多佳作。寄望各界博雅君子，以爱护《辞海》之心，垂注《译丛》，助我教我，共育此书苑新葩。

上海辞书出版社谨识

2011 年 6 月

宇宙密码

作者简介 **海因茨·R·帕格尔斯** (Heinz R. Pagels, 1939—1988)

美国物理学家、科普作家。获斯坦福大学物理学博士学位，曾任纽约科学院执行主席、洛克菲勒大学客座教授。主要研究领域为粒子物理、量子场论、宇宙学和混沌理论。他尤以写作高级科普著作知名，除本书外，还著有《完美对称》(1985年)、《理性之梦：计算机和复杂性科学的兴起》(1988年)等。

献给我的父母

代译者序

帕格尔斯著《宇宙密码——作为自然界语言的量子物理》一书，不是一部科学幻想作品，它是一本基本上无数学公式的严肃物理学书。作者是受到 20 世纪伟大实验物理学家之一、1944 年诺贝尔物理学奖获得者拉比教授的启发写成此书的。拉比教授在一次纪念他的卓越学术贡献和科学活动的学术会议上，曾埋怨物理学家们没有能把物理学上激动人心的成就传播给社会大众。他说，物理学家们与科学幻想小说的作者相比，为传播科学精神所做的工作太少了。于是，作者开始筹划写本书。作者的很清楚，就是希望广大读者，包括不熟悉物理学而从事其他事业的人，譬如从事社会科学、文学艺术的读者，也能够一览 20 世纪物理学的惊人成就，并考虑它在概念上的新发展对人们的思维会起到怎样巨大的作用。面临新技术革命挑战的前夕，我们展望未来，可以预期，物理学上的重大变革将对其他科学技术、生产，以及人们的思维，乃至日常生活，都会

有深刻的影响。本书对人们为迎接未来而进行的思维准备和决策,是一本极为有益的读物。

作者以优美流畅、浅显易懂而又富有想象力的笔触,描述了这一飞速发展的科学领域,向人们解释了神秘而又颇使人畏惧的量子物理之谜,把读者引向了现代知识的前沿。书中所描述的一些物理学大师及他们在物理学领域作出的划时代的贡献,对人们是具有重大启示的。

物理学研究中的新突破,常转化为技术上的重大变革,继而发展成为新的生产力,从而推动社会的发展,这种例子在历史上是屡见不鲜的。法拉第发现了电磁感应定律,才有今天的电力;哈恩发现了核裂变,才有今天的核动力;现代无线电通信是基于麦克斯韦电磁理论的预见和赫兹对无线电波的实验;半导体的基础研究,导致晶体管的发明,才有了今天的超大规模集成电路和超高速电子计算机,才有了现代的信息科学技术;微波波谱学对分子结构的研究,导致微波激光器和激光器的发明,把光的应用推向一个崭新的时代……真是五光十色,不胜枚举。

物理学上的重大成就,特别是量子物理的发现,对西方哲学、文学艺术,以及其他一些领域的影响是很大的。这是学科间交叉的必然现象。不管我们是否同意西方各种学派的唯物的或唯心的观点,但是,由于物理学变革的相关影响而形成的各种观点和思潮,都是值得我们注意的。这一点从帕格尔斯的叙述中可以得到深刻的理解。量子物理破坏了牛顿时代的决定论观点,代之以统计观点,用新的因果律代替旧的因果律,导致西方某些学派否定了物质的客观存在性。我们看到,20世纪西方的绘画,透视原则被打破了。立体派,如毕加索等的绘画,是把现实拆开,然后按照艺术家主观上对世界的理解去模拟客观现象,就像海森伯开始提出量子力学时,把物理量不当作一个数,而作为一个矩阵一样,也像薛定谔的波函数可以按本征波函数展开一样。其他如无调性音乐的创造、文学上意识流创作方法的出现,等等,似乎也有同样的思想渊源。我这里不是

说,西方这些思潮直接来源于物理学,而是说,物理学的新突破,即对自然现象的新认识所引起的思维变革,与这些新思潮具有一定的渊源关系。这说明,自然科学,特别是现代物理学与社会科学、文学艺术等是有相互作用的,正如爱因斯坦发现狭义相对论是受马赫实证主义思想的影响一样。

从帕格尔斯的精辟阐述中还可受到如下的教益,即一个物理新概念的提出,不但要和传统的概念决裂,而且要经历许多斗争才会被人们广泛承认。当爱因斯坦提出“光子”概念时,虽然他完满地解释了光电效应规律,并经密立根精确的实验所证实,但还是在经过若干年之后,当康普顿效应发现时才被人们所公认。薛定谔发现了波动方程,但他自己对波函数的物理意义并不明白。当玻恩对波函数作出统计解释后,薛定谔却认为是不可思议的事。量子物理出现后,经典的因果律被打破,那些坚信经典因果律的学者,包括伟大的爱因斯坦在内,思想上一直是不通的。帕格尔斯在本书中以生动和诙谐的语言描写了这些伟大人物的思想,这对读者认识正确的世界观和方法论,对科学地从事研究,具有重要的意义。它还说明,科学发展是经过许多人奋斗的产物,是经过极其艰辛的历程才达到今天的水平。要想使我国科学技术达到世界先进水平,要经过几代人的艰苦努力。从这点讲,帕格尔斯的这部著作也是有一定启发性的。

帕格尔斯写这本书,同样经历了一个艰苦的过程。他曾进行了详细调研,阅读了大量的参考资料,参加了重要学术会议(如纪念爱因斯坦诞生100周年的三个学术报告会),并和二三十位学者讨论过书的内容和写法,得到这些学者的启发和热心协助。这样才使这本书在不牺牲物理学的明确性和完整性的情况下,能够面向广大读者,成为当前世界上的一本畅销书。

我最初见到这本书,是在美国学习“国际商业”专业的一位留学生介绍给我的,是她在校学习“20世纪物理学”课程的一本主要参考书。使我

惊奇的是,在她只具有颇为贫乏的物理学基础的情况下,居然能比较深刻地理解这本书的内容,并和我进行探讨。可见,量子物理的内容和所涉及的观点,对各个学科都具有普遍意义。所以,这本书是提供给非物理专业工作者了解现代物理学成就的一本好书。不仅如此,即使对大专院校从事物理专业教学的教师和学生,以及中学教师来说,它也是一本具有启发性而能够从中获益的好书,颇值得一读。

值得说明的是,翻译这本书是不容易的,它不是纯物理学的著作,中间穿插不少西方的典故和引语。这些可能是多数中国读者不太熟悉的。过去我国一些翻译著作碰到这些内容,往往把它删掉。删掉的这些典故和引语,往往是书本的精华,删掉后使原著大为逊色。其实我们除了了解本民族的文化外,也需要了解其他民族的文化。感谢译者的努力,把这些典故和引语保留了下来,并加上适当的注解。这对我国读者熟悉外国文化背景是大有好处的。我希望今后出版部门大力提倡这种做法。

虞福春

北京大学技术物理系

1987年6月21日

致谢

1977年11月，我参加了哥伦比亚大学为表彰拉比教授举行的报告会。依西多·艾萨克·拉比(Isidor Isaac Rabi)是洛斯阿拉莫斯那一代*的实验物理学家、诺贝尔奖获得者和科学界的泰斗，他还是布鲁克黑文国家实验室和欧洲核子研究中心(CERN)的创建人。在他的同事们作了一天的发言之后，拉比自己也作了演讲。他埋怨物理学家们没有使物理学振奋人心的成就更加广泛为人所知，他说他们在普及科学方面还不如科学幻想小说家们的贡献大。听了他的这些话，我当即决定要写这本书。我的这个决定得到了我的朋友约翰·布罗克曼(John Brockman)的支持，他是出于知识分子本能的冲动支持我的。在他的敦促之下，我拟了一份

* 洛斯阿拉莫斯位于美国新墨西哥州的一个高原上，1942年美国在那里建立了一个秘密实验室，并调集一批优秀的科学家，研制出第一颗原子弹。“洛斯阿拉莫斯那一代”，指的就是这批科学家。——译者

写作计划书。

许多朋友对本书的体裁和内容提出了很好的建议,这些朋友有:凯瑟琳·伯克哈特(Kathryn Burkhart)、阿什顿·卡特(Ashton Carter)、悉尼·科尔曼(Sidney Coleman)、罗得尼·库尔(Rodney Cool)、杰拉尔德·范伯格(Gerald Feinberg)、丹尼尔·格林伯格(Daniel Greenberger)、马克·卡茨(Mark Kac)、托尼·金(Tony King)、琳达·赫斯(Linda Hess)、埃米莉·麦卡利(Emily McCully)、理查德·奥古斯特(Richard Ogust)、希拉里·帕特南(Hilary Putnam)、尤金·施瓦茨(Eugene Schwartz)和阿瑟·米勒(Arthur Miller),他们的建议在最后成书时都得到了体现。尤其是尤金·施瓦茨和阿瑟·米勒,他们两位的批评,对我大有裨益。我在量子实体问题上的许多观点,出自于同尼古拉斯·赫伯特(Nicholas Herbert)之间愉快、诙谐且有益的讨论。我写这本书的时间,还幸运地同1979年爱因斯坦诞辰100周年巧合在一起了。那一年我出席了三次纪念会,一次是在新泽西州普林斯顿高等研究院举行的,另一次是在耶路撒冷由以色列科学院和范利尔基金会赞助的,第三次是在纽约由纽约科学院召集的。我从这些纪念会的报告中,特别是从丹尼尔·贝尔(Daniel Bell)、杰里米·伯恩斯坦(Jeremy Bernstein)、埃里克·埃里克森(Erik Erikson)、洛伦·格雷厄姆(Loren Graham)、杰拉尔德·霍尔顿(Gerald Holton)、马丁·克莱因(Martin Klein)、阿瑟·米勒(Arthur Miller)、亚伯拉罕·派斯(Abraham Pais)、沃尔夫冈·潘诺夫斯基(Wolfgang Panofsky)、丹尼斯·夏默(Dennis Sciama)、欧文·夏皮罗(Irwin Shapiro)、史蒂文·温伯格(Steven Weinberg)和约翰·惠勒(John Wheeler)等人的报告中获益匪浅。A·派斯和G·霍尔顿论爱因斯坦早期成就的文章对我帮助特别大。本书第二篇深受U·阿马尔迪(U. Amaldi)在欧洲核子研究中心的那篇有关加速器和科学文化文章的影响,以及史蒂文·温伯格1977年发表在《戴达勒斯》(Dedalus)杂志上的文章的影响。本书第三

篇是在同我的朋友约瑟夫·H·黑曾(Joseph H. Hazen)交谈的启发下写出的。

能请到马修·齐梅特(Matthew Zimet)为本书画插图,是我交了好运。他那新颖幽默的插图既耐看又易懂,从而大大减轻了读者对文字理解的负担。

科学家最强的能力是集中精力高效率地研究某个特定的问题,直到获得结果才罢休。而当科学家试图同非科学家交流自己的思想时,这种能力也许就变成了负担。因此,我深深感激本书的编辑艾丽斯·梅休(Alice Mayhew)和凯瑟琳·肖(Catherine Shaw),她们教给我怎样既使这种交流成为可能,又不致影响所要表达的思想的明晰性和完整性。如果读者能更好地理解物理学的森林,而不仅停留在个别树木上面,则多半该归功于她们。

我还要感谢阿斯本物理中心,当我写这本书时,他们热情地接待了我。

最后,我要感谢我的妻子伊莱恩(Elaine)和儿子马克(Mark),他们两人深情的支持,使我写作时的那种创造的激情盖过了艰辛劳动的感受。

序

作为一个物理学者,我愿与大家一起分享物理学最新发现所引起的激情。这些新发现揭示了物质的基本结构、宇宙的起始和终结,以及新的量子实体。物理学家们在最近 10 年里获得有关宇宙的新知识,比过去几个世纪还要多。他们看到了实体的一幅新画面,这要求我们想象力的转变。可见的世界既不是物质,也不是精神,而是不可见的能量组织。

本书共分三篇。第一篇“通向量子实体之路”,叙述原子的量子理论的发展。要想掌握量子实体,我们必须从看得见、摸得着的实体,转变到一种通过仪器是可以探测到的,但只能在理性上领悟的实体上来。量子理论描述的世界,并不像旧的经典物理学描述的那样是直观的。量子实体是可理解的,但形象是不可见的。

旧物理学同量子物理学的另一方面差别,类似时钟的确定性与弹球

游戏机*的偶然性之间的差异。阿尔伯特·爱因斯坦始终未接受量子理论所蕴含的实体本质的随机性。他说,“我不相信上帝在掷骰子”,用以表达他的反对意见。然而,如今几乎每一位物理学家都相信上帝确是在掷骰子。我们要考察,掷骰子的上帝手中的随机性是怎样的;还要考察,这对实体意味着什么。

本书第二篇叙述“进入物质的航程”。物理学家们在将人类意识延伸到时空最远范围的同时,也深入到了物质结构的内部,并发现在分子和原子之下还存在着一个新的王国。原子的核心是原子核。正是使原子核聚在一起的那些力,又产生出一系列新的粒子。这些从未见过的物质形式叫做强子,而这些强子本身又是由叫做夸克的更基本的粒子所组成的。物理学家们驶入了夸克和其他量子粒子的王国,宇宙中任何东西都能由它们组成。物理学家们在这儿,在我们的仪器所能达到的最小距离内,发现了将各种自然力统一起来的基本法则。

为了理解这个基本粒子世界,我们需要把量子理论同爱因斯坦关于时空的狭义相对论结合起来。这种结合的结果,称作相对论性量子场论,它阐述的是量子粒子的产生与湮没。这是20世纪最伟大的科学成果之一,它展示了物质世界的一幅全新的画面。这是物理学家们探求了几十年的理论,现在终于找到了。这些统一场论运用了复杂而美妙的数学对称,这些物理理论的语言是高度数学化的,而这一点成了一种障碍,以致许多人不能分享这些最新发现的乐趣。然而本书并没有讨论数学。

物理学家们运用这些新的统一场论,重新构想了宇宙初始时刻的情景,即当宇宙还是夸克和其他量子的旋转火球时那大爆炸头几秒钟的情景。我们所知道的一切事物,都由那个火球而来。书中描述了我们的宇宙如何继对称性的破缺而诞生,以及它可能怎样终结。

* 将小球从游戏机中弹出,打入插钉的板上凹洞内的游戏。——译者

最后,是简短的第三篇“宇宙密码”,阐述物理法则的本质和物理学家们如何发现了它们。这一部分还论及对科学事业意义的一些个人看法,即被我称作宇宙密码的那些已被发现的宇宙秩序准则,经过科学技术活动的影响,变成了历史变迁的程序。当今世界,是对量子 and 宇宙的挑战性发现的一个响应,这些发现不断地描绘出我们的未来,并改变着我们关于实体的概念。

1981年

纽约市(纽约州)

阿斯本市(科罗拉多州)