



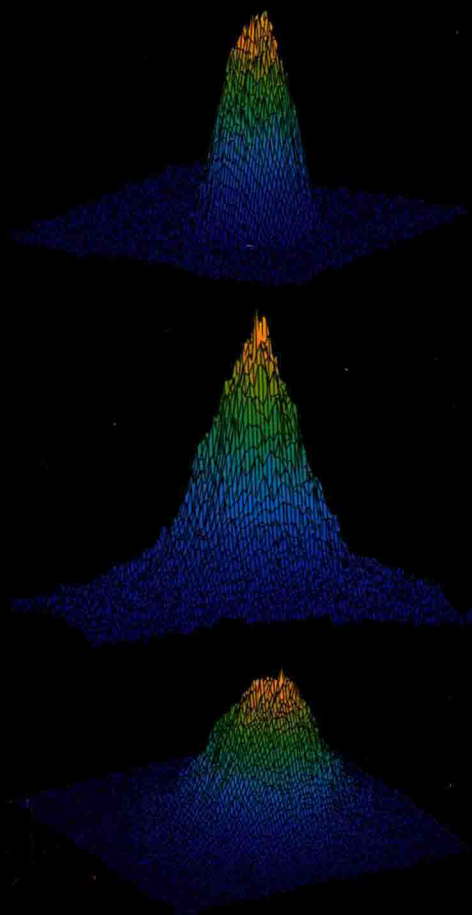
·新声·
科普文丛

我给你的爱像轨道加自旋深
用狄拉克符号写下了永远，那一宏观

爱在量子前

融入流行旋律的量子理论概念，
让入忍俊不禁的科学家漫画形象，
令人击节赞叹直追《三体》的科幻小说。
一位来自潘建伟量子研究团队的青春小子，
以阳光般的激情在吟唱……

九维空间◎著



*In Love
with
Quantum Physics*

长江出版传媒 湖北科学技术出版社

·新声·
科普文丛

In Love with Quantum Physics

九维空间◎著

爱在量子前

长江出版传媒
湖北科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

爱在量子前 / 九维空间著. — 武汉 : 湖北科学技术出版社, 2018.1

ISBN 978-7-5352-9792-1

I . ①爱… II . ①九… III . ①量子力学—光通信—普及读物 IV . ① TN929.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 257761 号

爱在量子前

AIZAILIANGZIQIAN

出品人: 何 龙

选题策划: 何少华

责任编辑: 高 然 彭永东

封面设计: 胡 博

出版发行: 湖北科学技术出版社

电话: 027-87679468

地 址: 武汉市雄楚大街268号

邮编: 430070

(湖北出版文化城B座13-14层)

网 址: www.hbstp.com.cn

印 刷: 武汉中科兴业印务有限公司

邮编: 430071

700 × 1000 1/16

18.75印张 230千字

2018年1月第1版

2018年1月第1次印刷

定价: 46.00元

本书如有印装质量问题 可找本社市场部更换

序一

嬉笑间让物理异彩纷呈

张先生文卓学弟高才，研究最高深的物理，会画漫画，还会写小说。其曾经并仍然盘桓在世界级的物理研究机构就是第一项的强证据，至于画漫画和写小说的水平，大约就以本书为准。这般文采卓越——谁让人家小时候就被赋予了这样的使命了呢——用之于科学传播，那是碾压我们常人的巨大优势。过去的10多年里，文卓虽然事务繁忙，却依然著述颇丰，且花样翻新，有令人眼花缭乱之效。此次结集出版，诚我等粉丝之幸事，至少免了搜集之苦。

文卓慧敏，大三的时候就能写出《爱在量子前》那样的充满想象力而又文艺的歌词来。说实话，我有幸和他在同一所学校，同是在三年级时修习的量子力学，但我当年大脑里是一片苍茫而本人却毫不知忧伤。那些烧脑的概念，什么普朗克的公式、玻尔的模型、薛定谔的方程、海森堡的矩阵，还有狄拉克的怪符号和泡利的不相容，我是做了教授以后才稍微知道一点的。文卓甫一出手便见不凡，于嬉笑间让物理异彩纷呈，瞬间招来赞誉无数。接下来的《孤单光量子》和《退相干以后》，把费曼图、BEC、规范场、重整化、纠缠态的Bell基等会把大多数物理博士生虐得怀疑人生的概念，都融入了流行的旋律。它们



既可以被科研民工在实验室里用于一天劳累后的调侃，又不妨被文艺人士拿去作为沙龙里向异性炫耀的谈资，则其最终被模仿、被剽窃便也就顺理成章了。

做物理知识传播的，最怕的就是社会上流行的物理枯燥无味的谣言。如果你看着月亮问一个大妹子：“知道不，俺今天让苹果给砸了。你说这苹果能从树上掉下来，这月亮咋不从天上掉下来呢？”回答也一定会是斯托里妹子回怼牛顿的“你无聊”！ 文卓的文集，该是对这种认为物理枯燥无味之迷信的无声辩驳。文卓成长在已经不那么会“耽误青年人健康成长”的中国科技大学校园，他的幽默堪将艰深的物理概念化为会心一笑，从而让人念兹在兹。他漫画中的仰面构思波动方程的薛定谔形象，就让我忍俊不禁。此外，注意到他那能气到女同学的不显老基因，则他慢慢修来的沧桑，也必然是薛定谔式的。未来的日子里，不学物理的普通民众，也会相信“这个大叔”关于更多、更深物理的解释。哪怕亲见反物质和物质在磁光阱里湮灭发出耀眼的光芒，只是因为他说了这里释放的总能量还不如一颗手雷的威力，那民众就会有气定神闲的信心。

文卓的作品，不能混同于廉价的、非科学工作者拼凑的科普。没有从物质波到退相干理论的底子，以及对薛定谔生活轶事的了解，大概不能破解“薛定谔的加菲猫”漫画中所有的梗。至于其他文章，更是随处可见近代物理学的关键概念。然而，那也绝不是物理概念的简单堆垛——这正是文卓的文章独特价值之所在。《狄拉克之旋》就是我当教授，他在我对门做博士后时，我读到的他写的科幻小说，我清楚地记得当时我是击节赞叹后急忙找机会去结识了他。在这部他啼声初试的科幻小说里，那个有着北狄血缘的小伙子，生活里是自旋、弦和场的合奏，还有单体问题耦合成多体问题的烦恼以及时刻想从束缚态变回自由场的渴望，不想有一日在千辛万苦地囚禁了反物质后，却被一群恐怖分子囚禁在了实验室。这么会拿科学编故事的人，不去追求超越《三体》真可惜了。文中提及了丹·布朗的《天使与魔鬼》，我仿佛觉得它还有《数字城堡》的意味。

文卓笔下的文字玩笑戏谑，却处处在严肃地介绍真正的物理学，以及物理和物理学家内心深处那种被称为科学精神的东西。他笔下年轻的物理学家在弥留之际，想的是大多数物理学家在华发苍苍却毫无建树的时候，多少都曾拷问过自己的问题：“你为什么选择了学物理？”面对这个让我们中的很多人都羞愧难当的问题，文卓借他笔下的 hero 之口给出的回答，不出意料的是那句激励了无数学人甘守清贫宁可默默无闻的“朝闻道，夕死可矣”。我猜这是文卓理解的物理学的魅力、科学的魅力，这别样的魅力必然会随着他的文字让更多的人也感受到。

是为序。

曹则贤

2017 年 10 月 01 日

于中国科学院物理研究所

序二

对于现在的很多 00 后年轻人来说，他们可能已经不知道“九维空间”创作的《爱在量子前》《孤单光量子》等歌词在 21 世纪初的中文互联网的那种风靡一时的盛况。

那大概是在 2003 年左右，我还在北京师范大学物理系读大学，作为一个对理论物理很有兴趣的大学生，我当时看到了这样的歌词：

《爱在量子前》

普朗克先生将黑体辐射公式作改变，宣告量子力学诞生距今已一百又零六年。

薛定谔方程，天才的灵光一现，用德布罗意波写出物理学光辉顶点。

对易，表象，守恒，自旋，是谁的发现？喜欢在光谱中你只属于我的那条线。

经过丹麦玻尔研究院，我以大师之名许愿，思念像海森堡矩阵般地蔓延。

当波函数只剩下测不准语言，概率就成了永垂不朽的诗篇。

我给你的爱是轨道加自旋深埋到每一个原子的里面，

隔一个世纪再一次发现泡利不相容原理依然清晰可见。

我给你的爱是轨道加自旋渗透到每一个原子的里面，

用狄拉克符号刻下了永远那一宏观确定的经典不会再重演。

我感到很疲倦，能级低的好可怜，害怕再也不能跃迁到你身边……

当时我不知道歌词的原作者到底是谁，只知道这是一个叫“九维空间”的网民创作的歌词作品。至于他到底是什么人，我猜想他肯定是一个在名校物理系读书的年轻人，也估计他的年龄与我差不多。后来事实证明，他确实是与我不一样，都是 2000 级的物理学本科出身。

又过了两年，大概是 2005 年，有着同样风格的魔性歌词再次在中文互联网上流行开来，这词作者当然还是“九维空间”。

《孤单光量子》

用我的能量帮助你跃迁，看你把激发能级填满。

我，看见真空态在闪，听湮灭对产生说要勇敢。

别看我们在宇宙的两端，把我的波矢汇成一线，

飞，用光速飞到你面前，让你能看到粒子边有反粒子做伴。

少了我的频率来共振你习不习惯，你的 QED 解不出我光量子的孤单，

波函数的模方绕原子核来回旋转，我会耐心地等，随时冲到你身边。

少了我的能量来吸收你习不习惯，你的费曼图画不出我光量子的孤单，

空间再远两颗粒子也能叠加相干，融入你的瞬间，我的生命化做你的一半……

那么，这个名声大噪的“九维空间”到底是什么人？



后来，我的一个大学同学叫罗会仟，他在中国科学院物理所读博，他告诉我，“九维空间”真名叫张文卓，是他在物理所的同学，于是我也就与文卓间接认识了。

认识文卓以后，我们一起吃饭聊天，也八卦天南海北的物理界的事情，他还多次开车送我回家，通过与他在现实中交流，我深刻地感受到他是一个很有思想的人。另外，以我对他的了解，我觉得文卓看起来是一个比较腼腆的汉子，这与他在网上针砭民科的网络风格还是有所不同的。

张文卓博士先后在中科院上海光机所、中科院物理所和丹麦 Aarhus 大学进行超冷原子实验和量子模拟，回国后任中科院量子信息卓越创新中心副研究员，后来他加盟中国科技大学上海研究院，在潘建伟院士的研究组里工作。因此，每当我对“墨子号”等量子实验卫星有不明白的地方，我都会向文卓请教，他给我的专业回答让我获益匪浅。

张文卓博士在科普上有很多贡献，他早年创作了《我，海森堡》《薛定谔的加菲猫》《狄拉克之旋》量子三部曲。我读过那些作品，不但对《我，海森堡》的思想性很佩服，也对《薛定谔的加菲猫》的漫画风格十分钦佩，我觉得文卓是最早把原创漫画引入近代物理科普的原创型作者之一。而《狄拉克之旋》的小说风格也是我非常喜欢的。

这次文卓的这些书稿在湖北科学技术出版社正式出版，可以说是物理学科普界的一件有趣的事情（好吧，我这样说，也许部分原因是因为此书与我的一本科普书《相对论与引力波》同时在同一个出版社出版）。

这是文卓正式出版的第一本科普书，我作为文卓的朋友愿意把此书推荐给大家，这次有机会给他写序，我是非常害羞的，毕竟我只是一个与他同年纪的科普作家，所谓人微言轻，我推荐的力度可能不够厉害。但我相信，文卓的这本书对量子力学融入中国的文化有一定的帮助，此书对青少年的成长也很有启

发——毕竟创建量子力学的都是一些年轻人，我相信年轻人的思想与情感还是相通的，因此，此书会给年轻人以共鸣。

文卓是专业的科研工作者，他的科学素养足够写出好的科普，因此我相信在未来如果中国的科普条件更适合年轻原创科普作家成长的时候，他一定还会有更加精彩的科普作品出版。

多余的话也就不多说了，只能说是真金子一定会发光，此书是有价值的，您既然已经买了，那肯定是买不了吃亏买不了上当，那就好好看看吧。

张轩中

2017年10月7日于北京



序三

掰指头一算，发现认识文卓已过 10 年。十年弹指一挥间，我们彼此都从苦逼的研究生熬成了苦逼的副研究员；十年恍若黄粱一梦，我们彼此也从默默无闻小卒炼成了民科和百姓都又爱又恨的科普小网红；十年不过人生匆匆一瞬，各种忧愁苦闷烦恼快乐都只是过眼浮云，失去的是我们再也回不去的青葱岁月，得到的是我们都有了无数家庭和工作的羁绊。十年的光阴里，我和文卓见面的次数，竟然也同样是屈指可数的。至今回忆起来，却也是一种美好。

读研的时候，我在北京，而我大学上铺的兄弟去了上海。暑假里偶尔碰面一次，他忽然问我：“你作为一个小文青，是否认识张文卓？”我有点蒙，心里直嘀咕，到底谁是张文卓？室友点拨道，“就是那个‘九维空间’，写了个《爱在量子前》”。我才猛然想起来，好像我博客里有关注这么一个人，至于《爱在量子前》嘛……“我以大师之名许愿，思念像海森堡矩阵般地蔓延。当波函数只剩下测不准语言，概率就成了永垂不朽的诗篇。”一想到就会情不自禁地唱起来！在 BBS 猖獗的时代，如此有才的改编不可能不被人转来转去，“九维空间”的大名，校内路人皆知。而后文卓改编的若干篇歌词如《孤单光量子》《退相干以后》《寂寞原子冷》……至今或许仍在大学校园里传颂。只是可惜如今 90 后知道周杰伦、林俊杰、周传雄的越来越少，大众口味变了，喜欢物理的也

少了。

我和文卓同在科学院毕业，然在不同的研究所，却又混迹在同一个BBS。文卓的《量子三部曲》和我的《水煮物理》的诞生，就是在我们追求科学理想过程中出现的一个不可复制的过程。然文卓对量子的痴迷，远远超越了我。在我还在为话剧《哥本哈根》而感动落泪的时候，文卓就只身去了德国慕尼黑的郊外，寻找海森堡大师的安眠之地。直到我毕业后有了出国的机会，才追随文卓的足迹，在他的指引下，从上万个墓碑里，找到了大师和他家人那块普通得不能再普通的墓。上面，没有传说中的“我既在这里，也在那里”，也没有测不准原理的公式，只有他和他家人的名字，以及生卒年月。这，就是一名普通的物理学家，和我们一样又不一样的普通人。这或许就是《我，海森堡》给我的真实感受——在时代的面前，大师会应运而生，大师也会顺命而去，唯有物理，长存于人间。

等到《薛定谔的加菲猫》出炉，文卓已经从科普界的“歌词艺人”和“大师粉丝”转型成了“漫画小编”。半死不活又好死赖活的薛定谔猫，被文卓的CorelDRAW之笔点睛成了萌宠加菲猫，量子力学终究还是有趣的！同时，文卓的《狄拉克之旋》也浮出网络，在和量子英雄惺惺相惜的过程中，文卓不知不觉把自己求学和求知之路印在了作品里面。追求物理，成为一名科学家，事实完全不像我们小时候向往的那样高大上。在科学家眼里，所谓的科学家，也不过是从事共同职业共享一碗饭的同行罢了。更多的时候，术业有专攻，一位科学家并不知道另一位科学家在做什么，也从来就不想知道。狄拉克就是一位寡言的科学家，他沉浸在量子的美妙世界里，独乐乐足矣。文卓也是一位少言的人，我俩刚博士毕业工作的时候，曾有一段日子在同一栋楼上下层。我不知道文卓整天在忙乎啥，他也不知道我整天在干吗，偶尔的交集无非是实验室缺个锤子、改锥过来借用一下。直到有一天，突然想起很久没见到他了，一问，才发现早

已离开，去了上海。

从科大才华横溢的小小少年，到物理所冷原子腔里的激情岁月，再到如今上海前沿实验室里的量子风云，文卓一步步追逐着他的量子梦想。未来的希望，依旧在远方，相信会更加美好！



罗会仟 2017年9月3日于北京

前言

非常感谢湖北科学技术出版社出版我的文集《爱在量子前》。这个文集包含了我自2003年以来，以笔名“九维空间”或实名所撰写的几乎所有的科普和科幻作品，大多曾发表在网络上和科普杂志上。

我从事的是量子物理学领域的科研工作。“量子”这个词和光子、电子、夸克等基本粒子，以及原子、分子等复合粒子的概念不一样，它是一个更为广泛和基础的概念。在微观世界里，人类发现很多物理量，比如能量、动量、电荷等，都有一个不能再分下去的最小单元，这个最小单元就叫做量子。我们的宇宙布满了各种各样的“场”，这些场的量子，也就是这些场的能量、动量和其他物理量的最小单元，就是各种基本粒子。例如，光场的量子就是光子，电子场的量子就是电子和正电子，夸克场的量子就是夸克和反夸克等。这些基本粒子构成了质子、中子、原子、分子等各种各样的复合粒子，进而构成了我们的宇宙万物。从根本上说，这个世界是量子的。

当然量子的神奇远不止于此，它是粒子性和波动性的统一，它存在一种叫做“叠加态”的神奇状态。在我们的宏观世界里，因为太多的相互作用使得这种叠加的状态消失不见，所以我们可以用牛顿力学来描述宏观世

界。但是在微观世界里，牛顿力学不再适用，我们必须要用“量子力学”来描述这种神奇的叠加态，以及波动性和粒子性的统一。20 世纪初建立的量子力学是物理学史上最重要、最彻底的一次革命，量子力学和相对论也被誉为现代物理学的两大支柱。但是，由于量子力学的研究内容和相关领域要远多于相对论，涵盖了从基本粒子到宇宙繁星各个方面，并且催生了人类的第三次科技革命（信息革命），因此，我认为“量子”这个词几乎可以等同于“现代物理学”。

对于一个从本科入学到博士毕业，再到现在一直都投身于物理学专业的人来说，“量子”这个词已经成为我最深的一个烙印。我愿意把这个烙印的起点追溯到我在 2003 年第一次学习量子力学专业课时创作的那一篇歌词《爱在量子前》，并把它作为我整个作品集的书名。那是一个值得回忆的日子，《大学自习室》最早在我们学校的 BBS 上流传开来，我是第一批听众，一年之后它才火遍大江南北。我的《爱在量子前》那时也在网上迅速流传开来，很可能是中文互联网上最早的学术歌词。在那之后的几年，我又创作了《孤单光量子》等几首歌词。直到最近为我们团队的“墨子号”量子科学实验卫星又重新创作一首《南山南·量子星》。这些歌词作为本书的第一部分，每一首歌词的说明部分都简单地记录了我当时的生活。我希望这些歌词作为文集的切入点，能让各位读者觉得量子力学的各种术语并不那么乏味，而是十分有趣的。

本书的第二部分是我博士毕业后的这几年撰写过的所有科普文章，包含了从最广泛的物理学领域划分，到最深入的量子力学诠释，再到最细致的量子通信原理介绍等。希望通过这些文章，能让各位读者对量子物理学和量子信息学有一个初步的认识，能够分辨一些外行对蓬勃发展的量子信

息技术的诋毁，同时也能够认清量子信息技术以外的那些所谓量子医学健康产品的欺骗手段。

本书的第三部分是全书的主体，我称之为《量子三部曲》，包含了我用量子力学三位主要创始人的名字分别命名的三个作品。第一个作品是仿第一人称语气的《我，海森堡》，创作于我在中国科学院物理研究所工作期间。海森堡是我最感兴趣的一位物理学家，作为量子力学第一位建立者，他的一生就像一个武侠小说的主人公一样精彩：年少成名即练就绝世武功，拜师三大高手，与多位少年英雄煮酒论剑，使整个武林天翻地覆焕然一新，与玻尔师徒联手胜过天下第一的爱因斯坦半招，为国效力发动不义之战，错失定天下的神器……借助海森堡的一生，我将 20 世纪物理学的发展历史主线做了一个概述。第二个作品是我尝试用漫画的形式简短地介绍了量子力学核心方程的提出者薛定谔先生的那些八卦，即《薛定谔的加菲猫》，在漫画里我虚构了加菲猫的一个祖先，就是那只著名的“薛定谔的猫”。第三个作品以量子力学的集大成者狄拉克命名，讲的却不是狄拉克的故事，而是一部硬科幻小说。这部小说创作于我在丹麦 Aarhus 大学做博士后期间。在这部小说里，我虚构了不远的将来，一位视狄拉克为偶像中国物理学子的求学经历。主人公的经历在一定程度上反映了物理学专业的现实和无奈，同时我也将很多个人的世界观和理想融入这个主人公的故事当中。

张文卓

2017 年 11 月

于中国科学技术大学上海研究院

目录

Contents



第一篇 爱在量子前 / 001

爱在量子前 / 002

孤单光量子 / 004

退相干以后 / 006

寂寞原子冷 / 008

量子场 / 010

南山南·量子星版 / 014

第二篇 量子物理与量子信息 / 019

“有效近似”——物理学的几大领域 / 020

希格斯玻色子的意义 / 024

“负温度”新闻解读 / 029

全新原子钟——用质量测时间 / 033

获得国家自然科学一等奖的 / 037

“多光子纠缠和干涉度量学”是什么 / 037

浅谈量子计算 / 043

真假美猴王——量子力学的一致历史（退相干历史）诠释 / 049

划时代的量子通信——写给“墨子号” / 054

天机不可泄露——空地量子密钥分配 / 067