

走近理论物理所追寻多彩量子自旋

路小林

摘要: 丰富多彩的量子自旋现象,是解决广义相对论和量子理论两大支柱合而为一的关键。因为时空存在环面与球面不同伦的数学几何实践与实验区别,如环量子自旋是分体旋、面旋、线旋的,而环量子自旋只能作体旋和面旋。20世纪西方先行的物理学家,发明“角动量”,把线旋跟体旋和面旋分开,分不清楚类似地球的磁场有南极出北极进磁力线自旋的线旋运动,其实磁场表明的线旋,是暗示“线旋”类似一种暗物质和暗能量,能把广义相对论和量子理论统一。

[路小林. 走近理论物理所追寻多彩量子自旋. *Academ Arena* 2025;17(5):13-23]. ISSN 1553-992X (print); ISSN 2158-771X (online). <http://www.sciencepub.net/academia>. 03. doi:[10.7537/marsaaj170525.03](https://doi.org/10.7537/marsaaj170525.03)

关键词: 圈量子; 自旋; 黑洞熵; 超弦; 角动量; 三旋理论

【0、引言】

本文是2006年8月3日前,留在电脑记事本平台上的《走近理论物理所追寻多彩量子自旋》的笔记稿;它被重新整理,是看到2005年4月27日浙江“火星科普”等网,发表的《宇宙也在自转?新研究:5000亿年转一圈!》的文章,引发20年前我们对“为啥不研究自旋”疑问的那类兴趣。

《宇宙也在自转?》报道的是:2025年3月詹姆斯·韦伯太空望远镜公布了一项震撼天文学界的发现:在观测早期宇宙中的新生恒星和星系时,科学家发现它们的旋转方向存在惊人的一致性——大多数星系的物质盘和喷流都朝着同一方向旋转,仿佛宇宙中有一双无形的手在指挥这场“集体舞会”。由此,这一发现直接动摇了天文学三大基础理论:

(1) 星系形成理论;(2) 宇宙对称性假设;(3) 暗物质分布假说。面对这个颠覆性发现,科学家提出多种假说:(1) 原始引力波操控论;(2) 量子纠缠宇宙论;(3) 高维空间投影说;(4) 外星文明工程论。说要破解这个谜题,韦伯望远镜将继续担任主力。

而由美国夏威夷大学天文研究所团队,主导的最新研究是:他们提出宇宙可能存在一个极其微小的旋转量;通过建立一个全新的宇宙数学模型,并在现有标准模型的基础上加入这个微小的旋转参数,结果发现这个“旋转宇宙模型”能够完美解释“哈勃张力”问题。

即宇宙膨胀速度测量不一致的问题:这种极致缓慢的转动,如同在时空湖面投入石子,经过百亿元传导的涟漪,最终化解了测量矛盾,或许正编织着暗物质的隐形网络。理论大厦的裂缝:现有模型遭遇全面冲击这一发现直接动摇了天文学三大基础理论:(1) 星系形成理论;(2) 宇宙对称性假设;(3) 暗物质分布假说。

我们一直知道地球在转,太阳在转,银

河系也在转。但谁能想到,宇宙本体可能也在悠悠转动,只不过速度慢得像老年迪斯科,旋一圈要花上几万亿年。旋转,不是地球、太阳、银河系,而是整个宇宙都在转。宇宙的自转可能远比我们想象的要真实,为什么不研究自旋?

其实早在2002年5月,四川科学技术出版社出版的《三旋理论初探》专著,该书一开头就说:“旋转的地球与其它旋转的姐妹行星一起围绕着旋转的太阳旋转,太阳又随着组成银河的众多旋转的恒星一起转动。宇宙间从已知的最小物质夸克到最大物质星体都在旋转。因此可以说,整个宇宙都处于旋转之中。此外,自然界中还可以普遍观察到流体的涡旋运动,而宇宙中99%以上的物质是流体,可见涡旋运动在整个物质世界中也占着重要的位置。一般的旋转与涡旋不同,但也有共性,把它们结合在一起可以问:为什么万物都要旋转?”

2002年9月6日《四川日报》“天府周末”版,对《三旋理论初探》专著用大半版的篇幅,发表了《科学殿堂外的“三旋”梦》的长篇报道,有人看了问:“为啥不研究自旋?”正好2003年11月有互联网论坛,刊登的《走近理论物理研究所》的文章,这是中科院理论物理研究所成立于1978年6月后的公开报道。那时就从这里开始,追寻丰富多彩的量子自旋,我们曾走近理论物理研究所去作追寻。

【1、走近当时中科院理论物理研究所】

1、当时理论所院士、骨干导师、优秀博士生导师名单

2025年4月《皇家天文学会月刊》发表的一项新研究,提出宇宙可能在旋转。2003年11月发表的《走近理论物理研究所》的文章,提供了当时中科院理论物理研究所的人员名单,对我们了解有帮助。

理论物理学是物理学各分支学科的理论基础,1978年6月9日正式成立的中科院理论物理研究所,第一批研究人员分别来自中科院物理所、高能物理所、数学所和二机部九院九所及高校,开展的是量子场论、统计物理、数学物理、基本粒子理论、原子核物理、固体理论、等离子体理论、引力理论等方面的研究,并和有关学科的人员协作,逐步开展量子化学、量子生物学、天体物理等边缘学科的研究。

历任所长为:彭桓武(1978-1983)、周光召(1983-1990)、郝柏林(1990-1994)、苏肇冰(1994-1998)、欧阳钟灿(1998至今)。正式职工55人,所内设有两个研究室,第一研究室从事粒子物理和场论、引力和宇宙学、数学物理等方面的研究工作;第二研究室从事非平衡统计物理、凝聚态理论、非线性科学、计算物理、理论生物物理、原子分子及量子干涉学理论、原子核理论的研究。《走近理论物理研究所》公开的中科院院士、中青年骨干导师、优秀毕业博士生的名单是:

彭桓武、周光召、戴元本、何祚庥、郝柏林、苏肇冰、于淦、欧阳钟灿、马建平、杨金民、陈裕启、刘纯、朱传界、李淼、喻明、高怡泓、蔡荣根、童若轩、章人杰、陈晓松、郑伟谋、史华林、王孝群、虞跃、覃绍京、孙昌璞、杜孟利、吴岳良、向涛等29人。

2、当时主要研究方向和创新科研目标

(一)粒子物理和量子场论

粒子物理标准模型的建立,是20世纪物理学的重大成就之一,它能统一描述目前人类已知最小“粒子”:夸克、轻子、光子、胶子、中间玻色子、希格斯粒子的性质及强、电、弱三种基本相互作用。

粒子物理学有许多研究方向,例如:强子物理、重味物理、轻子物理、中微子物理、标准模型精确检验、对称性和对称性破坏、标准模型扩展等等。当时该所开展研究的主要内容,和有关实验所暗示的新物理进行的是:电弱对称性破缺机制,CP破坏和费米子质量起源,太阳和大气中微子失踪之谜,以及量子色动力学的低能动力学,量子味动力学,手征微扰理论,重味夸克有效场论,手征对称性和夸克禁闭,格点规范理论,重味物理,中微子物理,强子结构和性质,超高能碰撞等;以及超对称理论和模型,超对称大统一模型,两个或多个Higgs模型,味对称规范模型;运用和发展量子场论、群论、数学物理和计算物理等理论物理方法,开展与粒子物理前沿相关的量子场论研究。此外开展粒子天体物理,粒子宇宙学和粒子核物理以及与粒子物理有关的超弦理论唯象学

的研究。

(二)超弦理论和场论量子场研究课题

1、量子场论及超弦理论,特别是其非微扰问题;弦理论的最新发展;

2、场论(特别是规范场论)及弦理论的数学工具,包括非对易几何,几何量子化等以及非对易空间上的规范场论、离散群或离散点集上规范场论、用非线性联络的规范场论等。

3、各种数学物理和计算物理问题;

4、低维场论,特别是与低维凝聚态物理有关的场论;

5、与粒子物理相联系的量子场论问题;弦理论在粒子物理中的应用;

6、与引力理论相关的量子场论问题,包括源于弦理论的量子引力、黑洞熵的起源等等。

(三)引力理论与宇宙学

将爱因斯坦广义相对论的经典引力量子化,从而建立一个自洽的量子引力理论,是理论物理的一大重要任务;与广义相对论相比,标量-张量引力论,具有很强的竞争力。广义相对论在宇宙学及天体物理中的应用,包括大爆炸宇宙模型、中子星和黑洞、引力透镜以及引力波的预言,已取得巨大成功。但是,许多疑难问题有待解决。

例如,奇性困难,暗物质的构成及其存在形式、物理性质、在宇宙中的占有比例及其对宇宙演化的作用,物质反物质的不对称性,宇宙常数和暗能量问题,原初核合成,宇宙早期相变过程的拓扑缺陷问题,宇宙早期暴涨模型的建立,黑洞的量子力学,引力的全息性质等。

国际上若干大型空间和地面天文观测装置,投入使用,将提供更精确的检验,随之而来的将是:宇宙学和引力论的迅速发展。

(四)凝聚态理论和计算凝聚态物理

近年来在陶瓷材料、半导体异质结及其它低维固体材料中,发现的大量反常物理现象,召唤的主要研究方向包括:量子Hall效应、高温超导电性、巨磁阻等强关联系统的物理机理、量子液体及量子临界现象;量子多体理论方法,特别是数值计算的方法的探索和应用;计算方法包括密度矩阵重整化群、量子蒙特-卡罗计算、从头计算等;量子点、线、碳管等纳米材料、半导体材料或结构中的非平衡量子输运及自旋电子学;格点系统中的量子反散射与可积问题研究。

这方面的每一次突破,例如能带论和超导电的BCS理论的建立,都对量子多体物理的应用和微观世界的认识产生了深刻的变革,其成果交叉会渗透到数学、化学、材料、信息、计算机等许多学科和领域。

(五)统计物理与理论生命科学

生命科学提出了大量富有挑战性的统计物理问题。这些问题的研究将深化对生命现象本质的认识,同时也将促进统计物理学本身的发展。该所过去在本研究方向上,重点开展了相变理论与临界现象、非线性动力学等方面的研究。当时研究重点,集中在有限系统临界现象、重整化群方法、生物大分子序列分析以及生物体系中的输运问题等方面,探讨由生命科学激发的具有普遍意义的统计物理问题。生物信息学研究是本方向的热点,该所研究人员与北京华大基因研究中心有很密切的合作关系,在水稻基因组研究工作中已作出重要创新性成果。

(六)理论生物物理

双亲分子膜是凝聚态物理软物质,或者叫复杂流体的前沿研究对象。该所研究人员,主要是运用微分几何方法,以液晶为模型,研究双亲分子膜的形状及其相变问题。当时本方向的研究,正在向单分子膜、生物大分子与它们的生物功能联系(DNA 单分子弹性、蛋白质折迭等)的理论探索扩展。

(七)原子核理论

国际上超大型核物理实验新的巨型装置投入运行,为从更深入的层次上研究核子-核子相互作用、核内的短程行为和核结构、各种极端条件下的核现象、核性质和多体理论方法,提供了很好的机遇。

该所研究人员是集中力量,开展超重元素的性质及其合成途径,极端条件下的原子核结构,核天体物理及核内夸克效应等的研究。

(八)量子物理、量子信息和原子分子理论

量子力学与信息科学结合,可能会导致信息科学观念和模式的重大变革。因为量子信息是以量子力学基本原理为基础、充分利用量子相干的独特性质(量子并行和量子纠缠),探索以全新的方式进行计算、编码和信息传输的可能性,为突破芯片元件尺度的极限提供新概念、新思路和新途径。当时研究课题主要为:

1. 量子测量和量子开系统的基本问题;
2. 特殊量子态的基本特性,包括原子玻色-爱因斯坦凝聚和原子激光,介观电流,微腔激子-极化子的基本特性和运动规律,并探索它们作为量子信息载体的可能性;也包括超冷囚禁原子、分子系统与受限光场的相互作用,如腔量子电动力学和原子光学。

3. 量子信息方案的物理基础;包括演化过程的动力学控制、纠缠态的度量,多粒态的局域制备和纯化、已知量子态远程制备和未知量子态远程传输。还包括提出新的量子

算法、量子编码和量子纠错的新型方案,量子信息计算中复杂性理论和相应的各种数学物理问题。

4. 强场中的原子分子运动;主要集中在强磁场和强激光场中原子分子的动力学行为。这对揭示混沌体系的动力学,和利用外场控制分子、原子过程,有着重要意义。

(九)计算物理

辛算法和保结构算法,是我国著名数学家冯康及其学派,在上世纪 80 年代中期系统提出、并完善和发展起来的。当时国际上沿着保结构的思想又有新的进展。比如多辛算法和李群算法的提出等。

弦理论相关的非微扰及宇宙学前沿问题研究;凝聚态物理学和计算物理;非线性科学和理论生物物理;量子物理与量子信息等主要学科方向。提出了很多具有挑战性的问题,包括:

- (i) 粒子物理、天体物理和宇宙学,如超高能宇宙线的起源、伽玛射线爆发的机制、宇宙常数和暗能量问题、暗物质问题、暴涨与新粒子场等。

- (ii) 统计物理和有关交叉学科的基础研究,如有自旋玻璃、计算复杂性问题、自纠错通讯编码、随机图论、博弈论、随机规划、聚合物的多尺度模拟,以及复杂的网络问题;生物网络,包括基因调控、蛋白质相互作用、代谢、信号传导等;计算机网络,如病毒的扩散等;传染病的爆发和控制,交通网络等,以及它们动力学行为等。

- (iii) 理论化学的研究,如当时前沿开展纳米科学的理论研究,有机固体和分子固体中的导电和超导机理理论研究,功能器件的原理和涉及的理论研究,以及聚合物的多重尺度模拟和结晶理论的研究等。

3、当时中科院理论物理所取得的科研成果

1999 年彭桓武、周光召分别获得"两弹一星"国家功勋奖;彭桓武、周光召分别获得何梁何利科学与技术成就奖;郝柏林、苏肇冰分别获得何梁何利科学与技术进步奖;此外周光召、郝柏林、苏肇冰、于淦四人合作和孙昌璞个人发表的两篇论文,分别获得 2000 年国际 ISI 经典引文奖(物理类的文章中,国内只有此 2 篇入选)。

(1) 量子场论大范围性质的研究:

1989 年获奖,获奖者:周光召、郭汉英、侯伯宇、宋行长、吴可等。该成果是,得到规范不变有效作用"反常"项的正确形式,发现了 $2n$ 维空间的非阿贝尔反常、 $2n+1$ 维 C-S 示性类与 $2n+2$ 维阿贝尔反常的深刻联系,提供了 $2n$ 维非阿贝尔反常的整体形式,进而推广了 C-S 第二示性类的概念和著名的示

性类超度公式；首先提出了广义 C-S 第二示性类，得到了超度公式的一般形式；并据此进行了规范群的上同调分析；此外，还就费米子外场作用下非线性等有关问题，提出了独到的见解。这些成果，大多与美、苏等国的科学家同时完成。

(2) 非线性动力学的实用符号动力学研究：

1993 年获奖，获奖者：郝柏林、郑伟谋、曾婉贞等。

该成果是，系统地发展了一维区间映射和圆映射的符号动力学，通过流形分析将之推广到二维映射，进而应用于深入研究周期驱动的及自治的微分动力系统。这些系统性工作，已总结成中、英文专著出版，并在 10 余次国际学术会议上应邀作这一领域的专题报告。

(3) 生物膜形状的液晶模型理论研究：

1999 年获奖，获奖者：欧阳钟灿、谢毓章、刘寄星、郑伟谋、胡建国。该成果是，导出了类脂双层膜泡形状普遍方程；首次发现了半径比为 21/2 的环形膜泡解，并为国外实验室证实，开创了高亏格膜泡研究领域；提出了手征膜理论，解释了 1984 年以来发现的生物膜螺旋结构；澄清了文献中轴对称泡方程存在问题，并发现了一些新解析解，其中包括著名的红血球双凹碟形解。

(4) 非平衡量子统计的闭路格林函数研究：

2000 年获奖，获奖者：周光召、苏肇冰、郝柏林、于渌。本项工作的主要完成人，先后五次被邀请在国际学术会议上作专题报告。

该成果是，系统地分析非平衡量子统计的闭路格林函数的理论结构，提出了一套有效的理论表述方案，并将它应用到临界动力学、非线性量子输运和无序系统等具体问题中，澄清了一些重要的理论问题，得到了一些新的结果；这一理论方法也逐步被更多的人所采用。

【2、卢昌海论超自旋追寻量子引力】

1、卢昌海论追寻引力的量子理论

(1) 卢昌海教授简介

宇宙的自旋，可能远比我们想象的要真实，为什么不研究自旋？

2003 年 11 月看到刊登的《走近理论物理研究所》的文章，从这里寻找答案，我们去走近中科院理论物理研究所，当时，中科院主办的《三思科学》电子杂志网站论坛，早在 2003 年 7 月 22 日登出的、而 2003 年 2 月 8 日写就于纽约的文章：《追寻引力的量子理论》，也许是从另一种角度告知，科学殿

堂内不重视研究量子自旋的原因。

这篇文章的作者卢昌海教授，是一位物理学天才。2022 年 5 月 12 日北京澎湃新闻·澎湃号·湃客通俗科学读物作者、图书责任编辑羊顿教授，发表的《当一个物理学家处于并非爱因斯坦的时代》文章，是对他的详细介绍。百度搜索的简介是：

卢昌海，1971 年出生，浙江杭州人。美籍物理科普作家，软件工程师。1984--1990 就读于杭州二中，被复旦大学录取后军训一年，于 1991--1994 就读于复旦物理系。1994 被哥伦比亚大学物理系录取，2000 年获博士学位。之后改行从事计算机工作，并从事网站建设和科普文章撰写。他在清华大学出版社，出版有科普专著《寻找太阳系的疆界》、《黎曼猜想漫谈》等科普专著。

(2) 卢昌海教授对科学殿堂内的经典解读

卢昌海教授说：“物理学家们关心的不是对作为物理学之本的基础问题的探索，而是纠缠于与现实并没有多少关系的具体问题，最典型的就是在重整化的框架下作复杂的计算”。这联系不是自旋吗？

2、追寻引力的量子理论是啥

(1) 量子时代的流浪儿广义相对论

卢昌海教授的文章《追寻引力的量子理论》，虽然没有明说科学殿堂内的科学家们，为啥不研究丰富多彩的量子自旋？但实际如走进当时中科院理论物理研究所一样，当时所看到能创新的引力量子理论，是丰富多彩，赛过量子自旋这类现象的创新。

广义相对论成了量子时代的流浪儿，卢昌海教授说是因：“广义相对论和量子理论是现代物理学的两大支柱……20 世纪物理学家的一个很大的梦想，就是把这两大支柱合而为一。如今 20 世纪已经走完，回过头来重新看看这两大支柱，在量子理论这根支柱上已经建起了十分宏伟的殿堂，物理学的万里河山量子理论已经十有其九”。

他说的“流浪儿”，他解释说的是：“这个辉煌的量子时代，最大的缺憾就在于物理学的另一根支柱---广义相对论---还孤零零地游离在量子理论的殿堂之外”。其实是，20 世纪西方先行的物理学家，因没有研究透经典物理学的自旋，到量子时代的量子自旋，才造成“广义相对论和量子理论是现代物理学的两大支柱”，难以合而为一的。

因卢昌海教授身处纽约的西方科学殿堂内，难于看到丰富多彩的量子自旋这类现象，正是解决两大支柱合而为一的关键：因为时空存在环面与球面不同伦的数学几何实践与实验区别，如环量子自旋，是分体旋、面旋、线旋的；而球量子自旋，只能作体旋

和面旋。

20 世纪西方先行的物理学家，发明“角动量”，把线旋跟体旋和面旋分开，分不清楚类似地球的磁场，有南极出北极进磁力线自旋的线旋运动。其实磁场表明的“线旋”，是暗示“线旋”类似一种暗物质和暗能量，能把“广义相对论和量子理论两大支柱”统一起来的。

当然即使是中国科学院的院士，如四川大学校长、著名数学家柯召教授等一批数理化生科学家，在上世纪 50--60 年代初，提出“柯猜芯片”类似空心圆球内外表面，可不撕裂去翻转，也难于撬动不关注量子自旋研究的巨石。直到 2020 年新冠肺炎疫情暴发，线上视频普及，才明白其中的道理。当然卢昌海教授的文章，也是在做引导。

(2) 引力为什么要量子化？

例如，卢昌海教授说：“引力为什么要量子化？”他其中的一类解释是：以广义相对论时空为背景的量子理论，常常被称为半经典理论，以区别于完全意义下的量子引力理论。即广义相对论是一个很特殊的相互作用理论，它把引力归结为时空本身的几何性质；从某种意义上讲，广义相对论所描述的，是一种“没有引力的引力”。

其次，把广义相对论和量子理论作为自然图景的完整描述，仍然存在许多难以克服的困难。例如，广义相对论和量子理论在各自“适用”的领域中，都面临一些尖锐的问题。比如广义相对论所描述的时空在很多情况下---比如在黑洞的中心或宇宙的初始---存在所谓的“奇点”；在这些奇点上，时空曲率和物质密度都趋于无穷。这些无穷大的出现，是理论被推广到其适用范围之外的强烈征兆。

量子理论同样被无穷大所困扰，但从理论结构的角度看，这些无穷大的出现，预示着今天的量子理论，很可能只是某种更基础的理论在低能区的“有效理论”。因此广义相对论和量子理论，不可能是物理理论的终结，寻求一个包含广义相对论和量子理论基本特点的更普遍的理论，是一种合乎逻辑和经验的努力。

2、引力世界量子化适用范围之外是啥

(1) 黑洞熵启示的是啥

引力量子化理论，被推广到其适用范围之外的强烈征兆是啥？

卢昌海教授说：“迄今为止对量子引力理论最具体最直接的‘理论证据’，来自于对黑洞热力学的研究：1972 年普林斯顿大学大学的研究生贝肯斯坦，受黑洞动力学与经典热力学之间的相似性启发，提出了黑洞熵的概念，并估算出黑洞的熵正比于其视界面积。

稍后，霍金研究了黑洞视界附近的量子过程，结果发现了著名的霍金辐射，即黑洞会向外辐射粒子(也称为黑洞蒸发)，从而表明黑洞是有温度的。由此出发霍金也推导出了贝肯斯坦的黑洞熵公式，并确定了比例系数，这就是所谓的贝肯斯坦--霍金熵公式”。

卢昌海教授类似挑明引力量子化，赛过量子自旋创新，还说：“一个量子引力理论，要想被物理学界所接受，必须跨越的重要‘位垒’就是，推导出与贝肯斯坦--霍金熵公式相一致的微观状态数”。

(2) 引力量子化的早期尝试

卢昌海教授说：“引力量子化几乎是量子化方法的练兵场，早期的尝试几乎用遍了所有已知的场量子化方法”。

卢昌海教授其中举的一个例子，是正则量子引力的惠勒--德威特方程，它是对量子引力波函数的约束条件，被称为宇宙波函数。

卢昌海教授说：“惠勒--德威特方程，被一些物理学家视为量子宇宙学的基本方程；而早期的正则量子化方法，也遇到了大量的困难，这些困难既有数学上的，比如惠勒--德威特方程别说求解，连给出一个数学上比较严格的定义都困难；还有物理上的，比如无法找到合适的可观测量和物理态。这些问题的存在，反映了一个很基本的事实，那就是对一个经典理论量子化的结果是不唯一的，原则上就不存在所谓唯一‘正确’的量子化方法。从这个意义上讲，量子引力所遇到的困难，其中一部份正是来源于我们不得不从经典理论出发，对其进行‘量子化’这样一个无奈的事实”。

3、经典理论量子化的结果不是唯一的

(1) 圈量子引力方案

对一个经典理论量子化的结果不是唯一的，那还有哪些好的引力量子化方法呢？卢昌海教授的文章《追寻引力的量子理论中》，提到了两个：一个是圈量子引力方案；一个是超弦理论方案。先说第一个：

卢昌海教授说：“传统的量子引力方案的共同特点，是继承了经典广义相对论本身的表述方式，以度规场作为基本场量。但圈量子引力完全避免使用度规场，从而也不再引进所谓的背景度规，因此被称为是一种背景无关的量子引力理论。在这样的理论中经典的背景度规不应该有独立的存在，而只能作为量子场的期待值出现”。

因为从几何上讲，杨--米尔斯场的规范势本身，就是纤维丛上的联络场，因此以联络作为引力理论的基本变量，体现了将引力场视为规范场的物理思想。不仅如此，自旋联络对于研究引力与物质场(尤其是旋量场)的耦合，几乎是必不可少的框架，因此以联

络作为引力理论的基本变量也为进一步研究这种耦合提供了舞台。

圈量子引力也被称为量子几何，极有可能消除普通场论的紫外发散。更具体地说，对于每一个自旋网络，黑洞视界面积由穿过视界的所有的边所决定，对于一个给定的视界面积，能够给出这一面积的所有自旋网络的位形就构成了圈量子引力对黑洞熵统计解释的基础。

我们理解：“圈”是啥？圈的“自旋网络”是啥？难道不是与麦克斯韦电磁场传播，类似圈套圈的线旋、面旋、体旋有相似之处吗？

(2) 超弦理论方案

再说第二个：量子引力的另一种极为流行的方案是超弦理论。

卢昌海教授说：“与圈量子引力相比，超弦理论是一个更雄心勃勃的理论，它的目标是统一自然界所有的相互作用，量子引力只不过是超弦理论的一个部份；超弦理论被许多人称为终极理论”。

事实也是，“第一次超弦革命”和“第二次超弦革命”，从 20 世纪 60 年代末 70 七十年代初，到 21 世纪初，其迅猛发展的势头，持续至今众所周知。卢昌海教授总结超弦理论发展的过程后说：“超弦理论的发展及内容不是本文的主题，而且有许多不错的专著和讲义可供参考，就不赘述了……以上是 70 几年来量子引力理论的发展，以及近些年取得的若干主要进展的一个速写。超弦理论是否仍满足人们对终极理论的想象和要求，也许只有时间能够告诉我们”。

时间是 2025 年 5 月 8 日《科技日报》记者张梦然，发表的《新量子理论描述引力的方式与标准模型一致---为深入理解宇宙起源打开思路》一文报道：“如今，芬兰阿尔托大学研究人员提出了一种新的量子引力理论，它描述引力的方式与粒子物理学标准模型一致。相关研究发表在最新一期《物理学进展报告》上”。

记者张梦然说：长期以来现代物理学的两大支柱---量子场论和爱因斯坦广义相对论，前者描述了微观世界中粒子的概率性行为，后者则描述了宏观物体及其引力作用。这两个理论都经过了极高的实验验证，但它们从本质上是对宇宙的不同解释，彼此之间并不兼容。特别是在涉及高能量和强引力的情况下，比如黑洞附近，或大爆炸刚发生后的宇宙起源早期阶段，现有理论就显得无能为力。

芬兰阿尔托大学发表的理论，引入了一种称为“重整化”的数学工具，用于解决计算过程中出现的无穷大问题。目前已证明这一方法在“一阶”系统下（用于数学、哲学、语

言学及计算机科学中的一种形式系统）有效，但在整个计算过程中是否都能成功消除这些无穷大，尚未完全验证。他们希望这一理论，也能为未来的科学探索提供广阔空间，就像量子力学和相对论曾经开辟出全新的研究领域一样。

【3、丰富多彩的量子自旋现象】

1、“第三次超弦革命”是啥？

卢昌海教授的文章总结还说：“圈量子引力与超弦理论目前还是两个独立的理论，彼此之间唯一明显的相似之处，是两者都使用了一维的几何概念，作为理论的基础。这种相似性，也许就不是偶然的；未来的研究是否会揭示出这种巧合，背后的联系现在还是一个谜”。

“第三次超弦革命”是啥？走近中科院理论物理研究所，到如今芬兰阿尔托大学的科学家，可见科学殿堂内的专业研究人员，用尽资金、设备等资源，正如卢昌海教授的文章最后引用的话说：“这条路还没有走到尽头，但从整个学科的发展来看，很难否认这是一个线性的进步。毫无疑问，这条路很迷人”。为啥？专业科学家要养家封口；要服从所属的政治；也需要资金、设备等资源，但科学不是殿堂内的人能唯一垄断，它还需要兴趣和机遇，这是散发在大自然中的自然。

杨振宁院士 1978 年 7 月 6 日在上海物理学学会的演讲，和在我国《自然杂志》1983 年第 4 期上发表的《自旋》论文中，他说：“自旋是一种结构”。这正是 70 多年来科学殿堂外的业余爱好者，也能给予补充的。自旋+拓扑，拓扑+自旋。人们已提出用光子、电子、原子、离子、量子点、核自旋，以及超导体中的库柏对等物理系统，作为量子比特的开发方案，这使量子行为中的自旋与经典物理中的自旋的类比，联系得更紧密，从而为科学的发展提供了又一个机遇。这是因为量子自旋，揭示出经典物理概念天生的不足，从而为非引入三旋概念莫属。而要认识三旋，首先要了解“自旋电子”的应用与研究。

2、圈量子引力与超弦理论从自旋电子说起

电子不仅具有电荷自由度，也具有自旋自由度。尽管人类在上个世纪 20 年代就发现电子具有自旋，但是如何将这一自由度和半导体微电子工艺相结合，做成可供信息存储和数据传输的量子器件。还是人工智能近些年才出现的研究热点。

中科院物理研究所量子结构中心的张平、王玉鹏、薛其坤、谢心澄等研究人员，曾从理论上构造了一个相互作用量子点模型，从而深化了量子点中的电子关联相互作用

用, 和自旋翻转散射对自旋隧穿输运影响的研究。但包括我国在内的许多国家, 对“自旋电子学”这一新兴的研究, 仍是以陀螺模型为基础。这类量子点理论的自旋, 虽然用到了球面的自旋图像, 但因没有环面自旋的面旋、体旋、线旋等概念, 他们把球量子自旋除用正转和反转描述外, 还用球量子自旋轴的向上和向下来区别自旋。这实际是一种对球量子的面旋和体旋作的区别。

如果三旋理论在环量子上, 还要用自旋轴的向上和向下来区别自旋, 那就更复杂化了。当然球量子自旋还不到非改不可的时候, 所以他们的计算结果表明, 自旋翻转散射模型中, 含有两个自旋简并局域能级的量子点和外部铁磁体, 通过隧穿相互作用耦合在一起, 利用两个铁磁电极的内部磁化, 可以系统地控制近藤共振和关联导致的自旋能级劈裂。其直接的结果是, 当铁磁电极的磁化方向平行排列时, 线性电导谱中会出现两个自旋分离的共振峰, 这种全新的自旋阀效应是由强关联和外部磁耦合的共同作用造成的。他们还考虑了量子点内的自旋磁豫效应对自旋输运的影响; 结果表明, 一方面自旋磁豫对自旋劈裂和自旋阀效应起破坏作用; 另一方面, 自旋磁豫为近藤效应提供了新的共振通道, 表现在局域态密度出现了三个近藤共振峰, 与通常的塞曼效应完全不同, 它是外部磁耦合带来的新物理效应。

量子点激光技术是通过所谓的量子点来描述的, 这种纳米尺径的晶体粒子实现产生的超高频脉冲新技术, 与利用传统的半导体激光技术相比, 具有更经济、耗电小且运行稳定等优点, 在德国柏林技术大学固体物理研究所的科研小组已利用量子点激光技术, 在实验中达到了每秒产生 200 亿次脉冲的速度, 也就是 20 GHz 的数据传输率, 创造了数据传输的世界纪录。该实验的成功, 为今后通过光纤网络在全球范围内实现数据的高速传输提供了可能。

与此同时, 中科院物理研究所王恩哥研究小组, 和意大利热那亚大学、美国橡树林国家实验室的研究人员, 共同发现了沉积的原子在生长中可以向上扩散, 即原子可以从表面扩散到原子岛上去爬一种新的量子点形成机制。王恩哥教授等人在铝表面的同质外延生长中, 首次在实验和理论上直接证明了这一原子的向上扩散运动。他们首先观察到在这一生长体系中, 大的量子点和小的原子岛并存。

系统的研究发现这些具有特定小面的量子点是亚稳定的, 它们只能在一个特殊的生长温度区域内, 并只有当薄膜厚度超过一定值之后才能发生; 这是用现有的生长理论

所无法理解的。他们利用深入的密度泛函理论计算揭开了这个谜, 即在这个生长过程中存在一个原子“真正”向上的扩散运动。这是因为在这个体系中, 原子沿台阶边缘和跨越内角的向上扩散运动对应的势垒, 在一些情况下是负的。

这是因为在低温下, 一般而言, 分子束外延技术往往会使物质表面上长出一些小的原子岛; 而在高温时, 岛上的沉积原子容易掉下来跑到表面上。但是以前的研究都忽略了一个过程: 原子向上扩散, 即原子从表面可以跑到岛上去。而这个新发现第一次向人们证明, 原子向上扩散可以形成一定晶向的量子点, 展现出前人无法想象的一些新薄膜生长动力学现象。其次, 也加深了人们对薄膜生长动力学的认识, 同时利用这个“新”的原子运动规律, 会更好控制薄膜的制备过程, 丰富现有的材料体系。但从三旋理论出发看这类动力学现象, 这个新发现, 正是一种典型的下向线旋宏观量子现象, 即类似池塘水面旋涡向下陷落又在四周升起的现象。

而反之, 锅心沸水向四周的翻滚对流; 地球磁场北极出南极进的磁力线转动, 则是一种典型的向上线旋宏观量子现象。

而量子点联系三旋, 又联系量子计算机, 这个中的道理是, 类圈体的三旋即面旋、体旋、线旋, 不仅可以用作夸克的色动力学编码, 而且也可以用作量子计算逻辑门的建造。因为类圈体的三旋根据排列组合和不相容原理, 可构成三代 62 种自旋状态, 并且为量子的波粒二相性能作更直观的说明: 在类圈体上任意作一个标记(类似密度波), 由于存在三种自旋, 那么在类圈体的质心不作任何运动的情况下, 观察标记在时空中出现的次数是呈几率波的, 更不用说它的质心有平动和转动的情况。这与量子行为同时处于多种状态且能同时处理它的所有不同状态是相通的。

而这正是量子计算机开发的理论基础, 并且能提高计算速度。

【4、量子点自旋环及量子自旋符号变化】

1、量子点的自旋环

理解量子点的关键, 是要理解量子点的自旋。例如, 张平和薛其坤院士与美国俄克拉荷马大学谢心澄教授等合作, 研究了相互作用量子点在外部分旋转磁场下的非平衡自旋输运性质, 证明了量子点中相干自旋振荡可以产生自旋电流。

研究发现, 计入库仑关联相互作用后, 近藤共振效应受外部进动磁场影响很大; 并

当磁场的进动频率与塞曼分裂能级满足共振条件时，每个自旋近藤峰就会劈裂为两个自旋共振峰的迭加；在低温强耦合区，这种近藤型共隧穿过程对自旋电流的形成产生重要贡献。

这为实验上实现自旋极化电流提供了一个重要途径，并从理论上构造的一个相互作用量子点模型。但当今世界物理学家们研究超弦理论，无一不在证明世界上一切复杂事物，其实都只不过是同一种要素、一种力、一种在 10 维超空间中蠕动的能量环的不同表现形式，即超弦理论和三旋理论理解的量子点已不是类似陀螺模型，而是以弦圈即量子类圈体模型弦圈为基础。

把类圈体自旋用面旋、体旋、线旋来解构或建构，陀螺模型的自旋并不基本。因为实际人们对自旋、自转、转动等旋转概念的区分并不大；而这些概念又都有一个共同点，即可用对称性来判断。

早在 1959 年，我们有人就注意到一种自然全息：锅心沸水向四周的翻滚对流；地球磁场北极出南极进的磁力线转动；池塘水面旋涡向下陷落又在四周升起的这类现象，如果把它们缩影抽象在一个点上，它类似粗实线段轴心转动再将两端接合的旋转。

这种原始物理的认识加上对称概念，使我们自旋、自转、转动有了语义学上的区分。即三旋理论认为，将闭合的弦(弦圈)称为类圈体，一维的弦圈，除了超弦理论所说的各种外在运动，还应有三旋理论所说的体旋：绕圈面内轴线的旋转；面旋：绕垂直于圈面的圈中心轴线的旋转；线旋：绕圈体内环状中心线的旋转这三种“内禀”运动。

这里线旋的存在，显然是以弦圈或类圈体在线的粗细尺度上存在卷缩维为前提的，否则“中心线”、“线旋”的概念都将没有意义。

2、环量子自旋的符号变化

环量子三旋的极向守恒律和极向对称律，不但与费米子和玻色子各自具有不同的自旋数有关联，而且也与自旋的符号变化有关联。

这在宏观量子现象上会有反映，而且这个属性有可能被用于分辨自旋霍尔效应的内秉和外秉机制上。例如，我国科学家方忠和姚裕贵教授，在自旋霍尔效应研究上，就发现半导体和简单金属的自旋霍尔电导率，具有丰富的符号变化，这一点和外秉自旋霍尔效应有着本质上的不同。他们发现简单金属钨和金，具有较大的自旋霍尔效应且符号相反，同时在强散射情形下，这两种金属中的自旋霍尔电导率(自旋霍尔效应)仍然具有较大的值，而成为一种潜在的可应用于自旋电子学器件中的材料。

这些研究成果，是他们在先前对反常霍尔效应研究的工作基础上取得的，如在研究许多半导体材料的自旋霍尔效应和轨道霍尔效应，发现由于材料中轨道淬灭效应两者并不能相互抵消，同时还发现利用应变可以操控自旋霍尔效应的强度，并预言了在半导体中存在交流的自旋霍尔效应。

【5、丰富多彩的量子自旋结构和解构】

1、量子自旋结构

旋转的地球，与其它旋转的姐妹行星一起，围绕着旋转的太阳旋转，太阳又随着组成银河的众多旋转的恒星一起转动。

宇宙间从已知的最小物质夸克，到最大物质星体都在旋转。因此可以说，整个宇宙都处于旋转之中。此外，自然界中还可以普遍观察到流体的涡旋运动，而宇宙中 99% 以上的物质是流体，可见涡旋运动在整个物质世界中也占着重要的位置。

一般的旋转与涡旋不同，但也有共性，把它们结合在一起可以问：为什么万物都要旋转？美国麻省理工大学的物理学家维克多·威斯考伯认为：因为万物旋转的可能比不旋转的可能大，所以万物要旋转。

其次，也有人认为，固体可以在一定条件下转化为流体，而流体的涡旋运动是来自物质结构的不均。总之，著名科学家、诺贝尔奖得主杨振宁院士提出过一个猜想：自旋是一种“结构”。为了证明这个猜想，我们在不改动欧几里德对点的定义的情况下，再补充三条公设：

(1) 圈与点并存且相互依存。

(2) 圈比点更基本。

(3) 物质存在有向自己内部作运动的空间属性。

为什么要加这三条公设呢？因为人类的科学，自从牛顿把天上的力与地上的力统一起来，爱因斯坦把时间与空间统一起来之后，正面临第三次能相与形相的大统一。能相即对物体能量作的相图，形相即对物体形状作的相图。到 20 世纪末，人类在社会实践和对自然科学的研究中，对各种各样的系统、体系的事物、现象，建立了多种的数学方程和解法，真可谓走进了方程村，走进了方程林。

其中著名的牛顿力学方程、麦克斯韦电磁场方程、爱因斯坦广义相对论方程、薛定谔量子力学方程、杨振宁规范方程以及大统一方程、超大统一方程、超弦方程和混沌、孤波、分形等一类非线性科学方程，都涉及能相和形相的统一问题。而能相与形相的统一，又在于要找到统一的相图。如果单纯从数学上来说，点、线、面、体四级结构，都

不具有严格的统一能相和形相的分析意义。

以点为例：在纸上用笔尖打一点，是一个"点"；在纸上用针尖扎一个孔或放一粒沙，也是一个"点"，然而它们的意义却不同。

例如，把它们放到量子时空中，扎孔的"点"可以看成是"阴性"，可以类比势阱；放沙的"点"可以看成是"阳性"，可以类比势垒。如果把它们放到具有生成元意义的分形、分维相图中，阴性的阱和阳性的垒则具有不同的维数。所以说，仅从用笔尖打的"点"的中性出发，还不能抓住事物形相与能性的本质。

人类创造了各式各样的方程，也创造了各式各样的解法，如果这中间有些长期应用证明是正确的，也就基本证明它们与实践相通，可以对应实践的事物。这些实践或是局域性的，或是多元性的，它们的全域数学性，也都体现了一种时间的多环路或空间的多环路。

事物也都是这一种空间多环路，和时间多环路对称破缺的表现，例如，能够思维的人，正是这种时空多环路破缺的表现。反之，从这种多时空环路出发，也就可以发现统一各式各样方程和解法的端倪。

数学本身是一种物理简并，解题方法、手段、规则也是一种简并。

各种各样物体的形状千差万别，而它们的能相的简并模式，都可以归结为类圈体自旋的环面或极限环的分岔、周期、倍周期、准周期、拟周期、拉伸、压缩、折迭等张力所决定。到 20 世纪，人类探索物质的能相与形相已取得巨大成功，一是相对论发现物体的能量和质量虽然存在差别，但在质能关系上数量是相等的，即 $E=mc^2$ ；二是量子论发现个体的能相和形相的差异观测，愈到微观领域愈是趋同，而且粒子的动量和位置也不能同时兼顾求解，即有海森伯的测不准原理： $(\Delta q)(\Delta p) \geq \hbar$ ， $(\Delta E)(\Delta t) \geq \hbar$ 的限制。

这里涉及到重新认识能相和形相的虚与实、有与无问题。

一般来说，实的东西能以形状、图像描述，但虚的东西并不是一定不存在，而是指难以描述它的形状、图像，只能用变换、代换的图相、模型描述。例如，人体与思维，在一段时间，某人的形态不会有太大的变化，但思维却是多种多样的，难以用图像描述，但总会是和人类社会实践活动多环路有关，因此总可以归入多环路的某些方面。

类此，数学方程也是一种虚与实结合的模式、图相表达；特别是对于一些轨迹、能线、力线信息的演化方程，更能进一步转化为一种多环路的统一图相、模式来加以理解，即类似于思维的多环路时空描述。这不奇怪，因为各式各样能描述事物形态、能态的数学

方程，本身就来自人的思维，人类思维的花朵是与多环路相通的。

当然也不是所有思维表达的数学模型，都是多环路的，它们都还必须进行细致的数学定位。但多环路确实有很宽的统一性，作为多环路的生成元，从前面举的点的"势阱"、"势垒"的拓扑性出发，圈与点都是必备选择的，就类似虚与实、有与无的二相一样。

然而从牛顿力学、相对论、量子力学建立以来，到今天的非线性科学，虽然发展和完善了很多数学工具，但都没有捅破能与形如何统一这一点。它们虽然也涉及到了圈圈、点点的许多方面，精细到了圈圈、点点的许多方面，但都没有把自旋像笛卡儿用三个直角坐标解构或建构空间那样，用面旋、体旋、线旋来解构或建构。

因此当代科学仍面临有补遗、补漏或修正的任务，即当代科学中正确的东西，我们应当继承和发扬；当代科学中还没有的东西，或不准确的东西，要进行补遗、补漏或修正。

其次，物质是可以联系具像而能伸发性的客体。物质存在有向自己内部作运动的空间属性，这实际是指物质并不存在向自己内部作运动的先验约束条件；我们目前观察到的那些约束，仅是物质在运动、演化过程中才产生的。并且用物质存在有向自己内部作运动的空间属性这条公设，也可以证明圈比点更基本，进而如果把它贯穿到数、理、化、天、地、生等各部门科学领域，还可以得出很多新奇的结论，因此这三条公设具有挑战性、新颖性、前沿性和潜在的应用性，其本质不是与现代科学对立，而是在于实现东西方科学的融合。

2、自旋解构或建构

旋转和涡旋，其实并不基本。质点系动量概念渊源于日常的语言交流，实际人们对自旋、自转、转动等旋转概念的区分并不大，而这些概念又都有一个共同点，即可用对称性来判断。

早在 1959 年，我们就注意到一种自然全息：锅心沸水向四周的翻滚对流；地球磁场北极出南极进的磁力线转动；池塘水面旋涡向下陷落又在四周升起的这类现象，如果把它们缩影抽象在一个点上，它类似粗实线段轴心转动再将两端接合的旋转。这种原始物理的认识加上对称概念，使我们对自旋、自转、转动有了语义学上的区分，设旋转围绕的轴线或圆心，分别称转轴或转点，现给予定义：

(1) 自旋：在转轴或转点两边存在同时对称的动点，且轨迹是重迭的圆圈并能同时组织起旋转面的旋转。如地球的自转和地球的磁场北极出南极进的磁力线转动

(2) 自转: 在转轴或转点的两边可以有或没有同时对称的动点, 但其轨迹都不是重迭的圆圈也不能同时组织起旋转面的旋转。如转轴偏离沿垂线的陀螺或迴转仪, 一端或中点不动, 另一端或两端作圆圈运动的进动, 以及吊着的物体一端不动, 另一端连同整体作圆锥面转动。

(3) 转动: 可以有或没有转轴或转点, 没有同时存在对称的动点, 也不能同时组织起旋转面, 但动点轨迹是封闭的曲线的旋转。如地球绕太阳作公转运动。

根据上述自旋的定义, 类似圈态的客体我们定义为类圈体, 那么类圈体应存在三种自旋, 现给予定义:

(1) 面旋: 指类圈体绕垂直于圈面中心的轴线作旋转。如车轮绕轴的旋转。

(2) 体旋: 指类圈体绕圈面内的轴线作旋转。如拨浪鼓绕手柄的旋转。

(3) 线旋: 指类圈体绕圈体内中心圈线作旋转。如地球磁场北极出南极进的磁力线转动。线旋一般不常见, 如固体的表面肉眼不能看见分子、原子、电子等微轻粒子的运动。

其次, 线旋还要分平凡线旋和不平凡线旋。不平凡线旋是指绕线旋轴圈至少存在一个环绕数的涡线旋转, 如墨比乌斯体或墨比乌斯带形状。同时不平凡线旋还要分左斜、右斜, 因此不平凡线旋和平凡线旋又统称不分明自旋。反之, 面旋和体旋称为分明自旋。

这样看来, 涡旋仅是自旋中的线旋或线旋与面旋的组合; 而一般说的旋转运动, 如果是自旋, 主要也指的是面旋或体旋。

分明自旋和不分明自旋统称三旋, 即面旋、体旋、线旋合称三旋。

普朗克的量子论, 爱因斯坦的相对论, 使得物体的刚性概念在微观和高速的情况下变得不够明确, 已为三旋进入“第三次超弦革命”领域, 提供了立足之地。

【6、量子自旋波的应用】

2006年8月31日“科研中国”网曾报道: 美国国家标准局, 希捷研究中心(匹兹堡)和日立全球存储科技(圣何塞)的科学家, 在2006年8月25号出版的《物理评论快报》上发表的文章中, 声称他们找到了一组纳米级微波发射器共同作用, 得到信号强度比各个发射器信号强度之和大的原因。即这一现象的原理是: 通过“自旋波”, 具体而言, 磁发射是由电子自旋的振荡模式产生的。

他们设计的这种“自旋电子”装置的工具, 是基于电子的自旋而非传统电子学中的电荷。如美国国家标准局设计的振荡器, 由两层磁性膜层和中间的一层非磁性铜的三

治状结构构成, 这种器件比传统的商用微波发生器小上百倍, 能替代那些笨重而又昂贵的传统器件。研究表明, 一组纳米级磁振荡器, 可以通过同步它们的信号, 得到一个相当于单个振荡器信号之和平方的总信号强度。这一发现有助于优化纳米振荡器的排列, 在移动电话信号发射和接收, 雷达系统, 电脑芯片可望得到应用。

美国国家标准局小组之前发表过, 关于两个振荡器发出的信号“锁定”的结果, 但并不确定其机理。他们猜测自旋波是造成这一现象的原因, 这种波在固体磁性材料或空气及真空中的磁场中传播。

为了证明这一猜想, 美国国家标准局小组做了以下的实验: 他们将两个信号锁定的振荡器, 放置于同一块多层的磁性材料板上, 然后再将两个装置中间板的部分切开, 结果信号锁定消失了。

8月25号文章的作者之一的美国国家标准局科学家马修·普福尔教授说: 将自旋波锁定比作, 在一个池塘的两边投入两块石头, 波纹会从两点开始传播直到它们相遇并融合。同样的, 磁振荡器会改变其自有自旋波的频率, 以便和另一振荡器的相匹配, 这种“频率牵引”随着两者频率的接近而增强, 直到锁定。同时在振荡器相互同步的过程中, 它们各自的自旋波峰值等量也会逐渐接近。

【7、结束语】

科技创新领域无限魅力和趣味需要开垦, “第三次超弦革命”嗷嗷待哺地等待科技创新启蒙还有啥? 这已类似量子自旋波的应用; 走近中科院理论物理研究所, 到如今芬兰阿尔托大学的量子引力理论研究引入一种更新的“重整化”数学工具, 以及之前70多年间集成的超弦理论和圈量子引力等成果, 也更接近于联系人工智能的应用。

更不用说电磁场的线旋, 如地球磁场是一种类似暗物质、暗能量间的“线旋”; 反之, 暗物质和暗能量也类似一种线旋。总之, 走进对称、相变、手征性、黑洞熵、球面与环面拓扑不同伦等数理化学研究, 量子自旋的三旋延伸, 都能把广义相对论和量子理论统一。

参考文献

- [1]叶眺新, 前夸克类圈体模型能改变前夸克粒子模型的手征性和对称破缺, 华东工学院学报, 1986(2)
- [2]王德奎, 三旋理论初探, 四川科学技术出版社, 2002年5月;
- [3]孔少峰、王德奎, 求衡论---庞加莱猜想应用, 四川科学技术出版社, 2007年9月;

- [4]王德奎, 解读《时间简史》, 天津古籍出版社, 2003年9月;
- [5]叶眺新, 三旋理论与物理学, 华东工学院学报(社), 1991(3);
- [6]王德奎, 物质族基本粒子质量谱计算公式, 大自然探索, 1996年(3);
- [7]王德奎、林艺彬、孙双喜, 中医药多体自然叩问, 独家出版社, 2020年1月;
- [8]冯玉, 科学殿堂外的“三旋”梦----王德奎其人其事, 四川日报, 2002年9月6日;
- [9]叶眺新, 诞生在中国的三旋坐标学说, 四川大学学报, 1988年10月8日;
- [10]倪问绯, 夸克禁闭四色定理新解----再评汪一平四色定理证明, Academ Arena ,November 25, 2015;
- [11]叶眺新, 弦膜圈量子引力发展历史回顾----现代科学发展在中国之三, Academ Arena, May25, 2025;
- [12]王德奎, 从弦的对偶性到爱因斯坦与玻尔的对偶性, Academ Arena, May25, 2025。

4/2/2025