



磁环体旋偏振推演质量自旋纠缠统一 ----从薛定谔猫到环壳边界交叉基础发展

赵录鲁, 志东华

Recommended: 王德奎 (Wang Dekui), 绵阳日报社, 绵阳, 四川 621000, 中国, y-tx@163.com

Abstract 摘要: 从 1986 年《华东工学院学报》第 2 期发表的《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》论文起, 我们一直关注微观领域量子类圈体环, 体旋偏振推演质量自旋纠缠统一虚拟生成的真实性和独立性。本文是介绍这一思路的大致过程。

[赵录鲁 志东华. 磁环体旋偏振推演质量自旋纠缠统一 ----从薛定谔猫到环壳边界交叉基础发展. *Academia Arena* 2020;12(8):65-78]. ISSN 1553-992X (print); ISSN 2158-771X (online). <http://www.sciencepub.net/academia>. 8. doi:10.7537/marsaaj120820.08.

Keywords 关键词: 质量 自旋 偏振 磁环拓扑 虚拟生成

一、量子力学统一自旋的奥秘到三旋

0) 前沿

虚拟生成有真实的存在, 是看到世界先进的科学实验室测量公布出来的一些基本粒子的质量数据, 能找到类似材料力学中断裂应力公式一样, 有规律的数学公式来统一, 而可以拟设人眼看不见的微观领域, 有虚拟生成真实存在的事情----人伴随着思维入睡, 醒来时会发现之前思考的问题已经有答案----而不怀疑虚拟的“思维”, 也是有真实存在的。其次, 类似“时间”, 是看着摸不着的, 但“时间”的虚拟存在, 是人所共识的。

1996 年《大自然探索》杂志第 3 期, 首次发表《物质族基本粒子质量谱计算公式》, 到 2002 年四川科技出版社出版的《三旋理论初探》一书在 433-438 页, 再次提到《物质族质量谱规律的联想》----持续关注基本粒子质量的测量实验。这中间研究了 18 年后, 到 2014 年在互联网论坛上发表的《统一基本粒子系和原子系弦学之桥》一文, 已经能把 6 种夸克的质量谱公式, 归纳到类似 1854 年巴耳末给出氢的可见光谱波长巴尔末公式 $\lambda = b [m^2 / (m^2 - n^2)]$ 形式, 以解释氢原子的谱线那样的简洁。即用类似希格斯海巴拿马运河船闸-马蹄形链式量子数轨道弦图型的 $M = Gtg \theta n = Gtg \theta n = [\theta (fs \pm W^2)]$ 形式, 揭示物质族基本粒子质量谱计算与正切函数 $[\theta (fs \pm W^2)]$ 形式, 揭示物质族基本粒子质量谱计算与正切函数表示的相关性。

奥秘是: 基本粒子质量的 3 维图像----虚拟夸克粒子物质, 类似一种 2 维的圆形膜面。以直角三角坐标 XYZ 描述, 膜面自旋的体旋偏振, 投影到 XY 底面其夹角为 θn ----即 2 维膜面和 θn 构成一个 3 维空间。它在 XZ 侧面的投影形成一个直角三角形, 夹角 θn 的直角三角形的直角对边, 比直角三角形

的直角底边, 为 θn 的正切函数 ($tg \theta n$)。

本文不谈这个 $M = Gtg \theta n = Gtg [\theta (fs \pm W^2)]$ 公式的推演, 只说学习讨论其中涉及到一些的类型虚拟生成, 是否真实的存在现象? 如拓扑磁结构、涡旋、磁环、自旋等微观物理现象, 是如何处理的。

1) 自旋的数学和在微观的虚拟生成

在我们日常生活的宏观世界里, 旋转物体随处可行, 如鞭打地陀螺, 它就会作自旋运动。但微观世界里, 粒子是如此之小, 它能否作自旋运动, 我们看不见, 也说不清楚。但只要看作“虚拟生成”, 自旋就是量子力学中的一种可观测物理效应----物理学家们对它的数学模型和物理效应都可以说了解得颇为详细。

但是如果深究自旋的本质到底是什么? 这个问题却难以回答, 目前的结论只能说: 自旋是基本粒子的一种类似角动量的内禀量子属性, 它与粒子的时空运动无关, 没有经典物理量与它对应。也许物理学家在解释不了某个概念的时候, 就用“内禀”这个词来搪塞人。

科学研究的过程就是如此吗----任何时候的理论都只能解释有限多的实验事实, 解答有限多的问题, 而“为什么?”和“是什么?”却可以无限地追问下去。基本粒子的内禀属性除了自旋之外, 还有质量、电荷等等, 但这些物理量在经典力学中也有意义, 因而更容易被人理解, 只是自旋并不如此, 它没有经典对应物。

A、哈密顿虚拟生成的自旋奥秘

无论从物理意义、数学模型、实际应用而言, 自旋的确有它的神秘之处。而且还有许多的谜底, 等待我们去研究、去揭穿。如内禀角动量到底是个什么意思? 自旋究竟是怎么形成的? 为什么费米子会遵循泡利不相容原理? 为什么自旋是整数还是半

整数，决定了微观粒子的统计行为？与自旋相关的数学概念也很有趣---除群论外，自旋也与哈密顿发明的四元数(w,i,j,k)有关。

哈密顿在 1843 年散步时，突然开窍，他立即将它刻在了金雀花桥的一块石头上： $i^2 = j^2 = k^2 = ijk = -1$ 。这便是哈密顿所发明的四元数的基本运算公式之一---这 3 个 i,j,k 的性质，像是原来的虚数 i，却又不是那个原来的虚数 i：它们的平方都是-1，这点像是虚数 i。

但是如果将它们看着 i，那有一条等式不会成立---哈密顿将这“虚而不虚”的三个东西，再加上另外一个实数 w，结合在一起称之为“四元数”。原来哈密顿的目的，是要将复数的概念扩展到更高的维数，但思考多年都未得其果，散步时灵光闪现，才发现他的这种四元数代数，必须以牺牲原来的实数和复数中乘法的交换律为代价。根据哈密顿 4 元数的定义，进行一点简单的代数运算便能发现：i,j,k 的乘法是互不对易的。即四元数运算，是复数运算的不可交换延伸。

B、泡利虚拟生成的自旋奥秘

旋量是个奇怪的东西，在三维欧氏空间中，标量是 0 阶张量，矢量是 1 阶张量，矩阵是 2 阶张量---这是泡利把自旋粒子的波函数，用旋量来描述。泡利 2 维旋量的位置在哪儿呢？旋量好像是一个标量和矢量在一定的意义上，它可以被当作是矢量的平方根---狄拉克方程也是由算符开平方而得到的，其中又引进了 4 维的狄拉克旋量。旋转群、四元数、旋量，是与自旋相关的数学。奇怪的是，像自旋这么一个抽象的内禀物理概念，在实际应用上也神通广大，它解释了元素周期律的形成，光谱的精细结构，光子的偏振性，量子信息的纠缠等。

而且还有一个方兴未艾的自旋电子学，要用它来解释物质的磁性，研发新型电子器件，这将在工程界发挥大用途---旋量可以看作 3 维矢量的平方根---1966 年三位科学家：格雷森、扎采平和库兹明发现了这一现象，并用他们的名字联合命名“GZK 极限”理论。

“GZK 极限”是个断层---如果认为宇宙是一个电脑模拟程序，高能粒子的频谱之间就应该会有断层。当然它也许只是大脑里模拟出来的虚拟程序---如大统一理论、暴胀模型、弦理论、圈量子引力理论等，几乎所有试图将引力与标准模型统一起来的新理论，都要求等效原理破缺。近年来兴起利用新发展起来的冷原子干涉技术，用原子作为检验质量，来检验弱等效原理对微观粒子是否成立。从粒子层面到物体到星体、到星系，以至于整个具体的宇宙体系，都有平动、振动和旋转的机械运动。甚至场物质（光子、引力子和胶子）也是如此。但物质的运动并不限制于机械运动，还有并非机械运

动特征所能表征的量子运动，如自旋、同位旋等及度作用引起的随机运动。

机械运动遵循因果律，量子运动和度作用引起的随机运动服从统计律；只承认遵循因果律的机械运动，漠视服从统计律的量子运动和度作用引起的随机运动，是很片面的；试图以机械运动涵盖物质和宇宙的全部运动及其规律是不科学的---微观自旋，虚拟生成也应出世。

2) 统一自旋奥秘的泡利-塞曼-克罗尼格之路

人类最早探索到自旋的奥秘，与著名的“泡利不相容原理”有关。在量子力学诞生的那一年，沃尔夫冈·泡利也在奥地利的维也纳出生。20 多年后他成为量子力学的先驱者之一。

塞曼效应，指的是原子的光谱线在磁场的作用下，发生分裂的现象。当原子中的电子从激发态返回到基态时，便释放能量，发出一定波长的光谱。反过程则形成吸收光谱。根据波尔的半经典原子模型，电子在原子中只能按照一定的能量量子化了的轨道运动，使得光谱成为一条一条的分离谱线，对应于不同的能级。

如果原子位于外磁场中，电子运动受到磁场影响而产生更多的能级，表现为谱线产生分裂。正常塞曼效应中，一条谱线在磁场作用下分裂成双重线或三重线，而反常塞曼效应的谱线分裂数多于 3，有时 4 条、5 条、6 条、9 条，各种数值都有，似乎复杂而无规则。当时，塞曼发现了谱线分裂的正常效应，洛伦兹则用电子轨道角动量与磁场作用的概念解释了这种效应，因而两人分享了 1902 年的诺贝尔物理学奖。塞曼在他的诺奖演讲中，提到了当时尚不知如何解释的反常塞曼效应，宣称他和洛伦兹遭到了“意外袭击”。

那时候的泡利还是个 2 岁的娃娃，没想到过了 20 年后，这个反常塞曼效应的难题仍然困惑着物理学家，并且还“袭击”到了泡利的脑海中和梦境里。泡利在一堆年轻的量子革命家中，算是更彻底的革命者，他不相信经典的原子实模型，最后断定反常塞曼效应的谱线分裂，只与原子最外层的价电子有关。从原子谱线分裂的规律，应该可以找出原子中电子的运动方式。

1922 年的施特恩-格拉赫实验，也有力地证明了额外角量子数的存在。仿造前人，泡利引入了 4 个量子数来描述电子的行为。它们分别是：主量子数 n、角量子数 l、总角量子数 j、总磁量子数 m_j 。这些量子数的取值互相有关，如角量子数给定为 1 时，总角量子数 j 可以等于 1 加（减）1/2。在磁场中这些量子数的不同取值，使得电子的状态得到不同的附加能量，因而使得原来磁场为 0 时的谱线分裂成多条谱线。泡利在 1925 年提出不相容原理，于 1945 年由爱因斯坦提名而因为此项成就获得诺贝

尔物理奖。

泡利不相容原理大概表述如下：电子在原子中的状态由四个量子数(n 、 l 、 j 、 m_j)决定。在外磁场里，处于不同量子态的电子具有不同的能量。如果有一个电子的四个量子数已经有明确的数值，则意味着这四个量子数所决定的状态已被占有，一个原子中，不可能有两个或多个电子处于同样的状态。实际上，在泡利之前，当物理学家们使用不同的量子数来排列原子中电子运动规律的时候，就多少已经暗含了电子的状态互不相容的假设。但是这个费米子“互不相容、必须独居”的原理，直到1925年才被泡利正式在论文中提出来。但它却是从经典走向量子道路上颇具革命性的一步，因为在经典力学中，并没有这种奇怪的费米子行为。自旋也是这样一种没有经典对应物的革命性概念，但奇怪的是，泡利革命性地提出了不相容原理，却也因为过于革命，而阻挡了别的同行提出“自旋”。

从泡利引入的四个量子数的取值规律来看，自旋的概念已经到了呼之欲出的地步，因为从四个量子数得到的谱线数目正好是原来理论预测数的两倍。这两倍从何而来？或者说，应该如何来解释说过的“总角量子数 j 等于 1 加（减） $1/2$ ”的问题？这个额外 $1/2$ 的角量子数是什么？克罗尼格生于德国，后来到美国纽约哥伦比亚大学读博士。他当时对泡利的研究课题产生了兴趣。克罗尼格想，波尔的原子模型类似于太阳系的行星：行星除了公转之外还有自转。如果原子模型中的角量子数 l 描述的是电子绕核转动的轨道角动量的话，那个额外加在角量子数上的 $1/2$ 是否就描述了电子的“自转”呢？

克罗尼格将他的电子自旋的想法，告诉泡利，却得到了泡利的严厉批评。泡利认为，提出电子会“自转”的假设是毫无根据的，服从量子规律的原子运动与经典行星的运动完全是两码事。如果电子也自转的话，电子的表面速度便会超过光速数十倍而违背相对论。克罗尼格受到泡利如此强烈的反对，就放弃了自己的想法，也未写成论文发表。可是仅仅半年之后，另外两个年轻物理学家乌伦贝克和高斯密特，提出了同样的想法，并在导师埃伦费斯特支持下发表了文章。同时托马斯进动从自旋的相对论效应，解释了 $1/2$ 的因子差异，因而他们的文章得到了波尔和爱因斯坦等人的好评。

这令克罗尼格因失去了首先发现自旋的机会而颇感失望。不过，克罗尼格认识到泡利只是因为接受不了电子自转的经典图像而批评他，并非故意刁难，因此后来一直和泡利维持良好的关系。泡利虽然反对将自旋理解为“自转”，但却一直都在努力思考自旋的数学模型。他开创性地使用了三个不对易的泡利矩阵，作为自旋算子的群表述，并且引入了一个二元旋量波函数来表示电子两种不同的自旋

态。

三个泡利矩阵，是 $SU(2)$ 群的生成元，再加上二阶单位矩阵组成一组完全基，可以展开任何 2×2 复数矩阵。但泡利的二元自旋模型是非相对论的，并且是将自旋额外地附加到薛定谔方程上。自旋以及正负电子的概念，都作为电子波函数四元旋量的分量，被自然地包含在方程中，充分体现了狄拉克所崇尚的数学美。

3) 三旋理论自旋的数学在微观中虚拟生成

人类创造了各式各样的方程，也创造了各式各样的解法，例如20世纪人类在社会实践和对自然科学的研究，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，而环面正是它们的首先之一。

各式各样的方程，各式各样的解法，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。事物也就是这种空间多环路和时间多环路对称破缺的表现。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。如果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，那么即使各种各样物体的形状千差万别，它们的能相的简并模式，也都可以归结为是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、折叠等张力所决定。

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、补漏或补正的任务，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、补漏或补正。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和潜在的应用性。

例如，对自旋的解构或建构可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，且轨迹是重叠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，但其轨迹都不是重叠的圆圈也不能同时组织起旋转面的旋转。如转轴偏离沿垂直的地陀螺或迴转仪，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，并设定弦论实用动力学符号：

面旋(A、a)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。

体旋(B、b)指类圈体绕圈面内的轴线作旋转。如拨浪鼓绕手柄的旋转。

线旋(G、g; E、e; H、h)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，所以它能联系额外维度和紧致化。

由此线旋还要分平凡线旋(G、g)和不平凡线旋(E、e; H、h)。

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，如莫比乌斯体或莫比乌斯带形状。同时不平凡线旋还要分左斜(E、e)、右斜(H、h)。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。

二、质量与自旋联系虚拟生成的经典之作

1) 哈热瑞难题

以色列科学院的院长哈热瑞院士，为夸克和轻子内质量的“奇迹般”相消，巧妙提供的那种可能的解释机制，发现关键就在于利用粒子的自旋特征。这在类圈体模型身上显得更加突出：

把一个全对称的理想类圈体同类点体（实为类球体）比较，在质心不动的情况下，能不相矛盾具有的62种自旋状态可列出来。从中可以看出，如果前夸克是一种类圈体模型，它就定量地结束了粒子结构单元所处的无限可分的猜测阶段。而这当中的单动态和双动态中仅存面旋或体旋一种的类圈体，可以看出仍遵守哈热瑞的手征性不守恒规则外，其余的都打破了这种手征不守恒性。

证明是这样的：仅取哈热瑞的手征分析为例。类圈体描述粒子性的主要是面旋和体旋，而全部多动态和在双动态中都有同时涉及这两种旋的组合。我们如果把面旋当作观察者主要判别考虑的自旋方向，并改电子为类圈体，以及设面旋和体旋的角速度相同和不会因时间而改变，那么当观者在类圈体后面，注意到类圈体的自旋（面旋）和运动方向是用右手规则联系的话，现当观察者加速超过了类圈体，他回转身来观察类圈体时，由于类圈体存在体旋，他总可以发现体旋有使类圈体翻了个面的时候，即在观察者的参考系中，规定的类圈体自旋测定判别的面旋，方向已改变了。结果，它的运动仍然是右手规则的描述，而出现手征性是守恒的。如果他反复通过如此实验测定，会进一步发现一个有趣的现象，或许两种手征性的概率统计是一样的。这是因为体旋和面旋的角速度前后没有发生变化，因此出现的机会是相等的。这也更加清楚地说明，类圈体的手征性中有一个独立于观察者参考系以外的不变性质。再联系到光子的手征性相同而静止质量为零的事实，我们可以判定，在粒子系统中，无质量的亚光速粒子，至少含有一种是体旋和面旋复合的类圈体结构。

A、光速及手征守恒与质量单位为零

以上就是 1986 年《华东工学院学报》第 2 期，发表的《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》论文中，首先解答的“哈热瑞难题”。

光子在真空运动时，光速大约是每秒 30 万千米，静止质量为零，无任何其它实性粒子的运动速度可超越。但在激光冷却的玻色凝聚现象中，能把光子运动的速度降下来，那么此时光子的静止质量是否就变得不为零呢？此困惑对质量的本质提出了一个如何定量的问题。

正是在这种背景下，哈热瑞的无质量粒子的手征性判定办法给解了围。因为解决物理学其它领域中已有的类似情况，发现它们总是源出于某种对称性原理或守恒定律。因此说，要解决这个困难最根本的是要找出这种情况下的一种对称性，这使哈热瑞想到夸克和轻子的另一种性质：每个粒子都有自旋或内禀角动量，它的大小等于 $1/2$ 个角动量的基本量子力学单位。当一个自旋 $1/2$ 的粒子沿着直线运动时，如果沿它的运动方向看去，它的内禀旋转既可以是顺时针，也可以是逆时针的。如果自旋是顺时针的，我们说粒子是右手的。

这是因为，当右手曲卷的四个手指和自旋同方向时，姆指标明的恰好是粒子的运动方向。对一个具有相反自旋的粒子，左手规则描述了它的运动，我们称它是左手的。哈热瑞在寻找对称性时，想到这种对称性必定和手的方向性有关。并且，跟其他自然界的对称性一样，手征对称性也有一个和它相联系的守恒定律：右手粒子的总数和左手粒子总数决不能改变。而在质子、电子和类似粒子构成的通常世界里，手的方向性或手征性是很明显不守恒的。

这可以通过一个简单的假想实验来说明。设想有一个观察者，当他被电子追赶上时，他正沿着直线运动。当电子超过他而远离时，他注意到电子的自旋和运动方向是用右手规则联系的，即当右手的四个手指卷曲向着自旋的四个方向时，姆指指示的就是运动的方向；但如果观察者加速追赶超过了电子，他就要回转身来观察电子（在实际观察中也许他不知道自己转了身），在观察者的参考系中，这时电子的手征性就变了。因为电子的自旋方向并未改变，结果，它的运动是用左手规则描述，因此手征性是不守恒的。

但是存在着一类粒子，这类假想实验对它们并不适用，这就是无质量粒子。因为一个无质量粒子必定总是以光速运动，决不会有比它运动得更快的观察者。因而，无质量粒子的手征性是一个独立于观察者参考系的不变性质。并且自然界中没有一种已知的作用力能改变粒子的手征性。因此，如果世界仅仅是由无质量粒子组成的，就可以说这个世界

是具有手征对称性的。

B、从哈热瑞难题到克林--卡路扎弦圈

哈热瑞设想夸克和轻子内质量的奇迹般相消，着眼在如果前夸克是无质量粒子，它们的自旋是 $1/2$ ，并且仅仅通过交换规范玻色子发生相互作用，那么描述它们运动的任何理论肯定是有手征对称性的。然后，如果无质量前夸克结合起来形成自旋 $1/2$ 的复合粒子---夸克和轻子，手征对称性就有可能保证。复合粒子同其内部的前夸克的巨大能量相比仍然是无质量的。

由此而来，联系无静止质量的光子，哈热瑞的意思就是光子是手征守恒的粒子。反过来，有了手征守恒判别粒子的静止质量有无的这个初级入门标准，粒子的运动速度就成了第二性的判别粒子的静止质量有无的标准。即光子的运动速度在低于它的真空运动速度下，不管它用什么办法，只要它的手征守恒性不变，它的静止质量也可能是零。但是问题仍然没有全部解决。因为要把手征对称性从无质量前夸克的世界，推广到由复合夸克和轻子构成的世界，并为由无质量组元组成的复合状态所遵从，常会遇到自发破缺对对称性的破坏。

例如我们假设分别用图 1 (A) 和 (B) 对应两个物理系统，即图 1 中的 (A)，是简单的波谷；图 1 中的 (B) 是在底部有一隆起的波谷，它们在某种意义上都能被描写成是对称的，因为交换左和右，整个系统并不变。在对简单的波谷，当其中放一个球时，系统仍然是对称的。球在中心静止，所以变换左和右仍然没有效应。但是在底部有一隆起的波谷中，球只能占据这一侧或那一侧的位置，对称不可避免地被破缺了。哈热瑞说，这表明一个具有手征对称性的前夸克粒子或许依然会导致一个并不遵从这种对称性的复合系统。

把电磁相互作用是各向同性对应图 1 (B)，类似电磁相互作用具有转动的对称性，然而当一个磁性物质冷到居里温度以下时，就自发地出现了特定方向上的磁矩，如永久磁铁的磁矩是按特定方向排列的，这样它就破坏了转动的对称性。同样举打台球的例子：如果每个装球口和其它的装球口等价，打台球在这个意义上是完全对称的。但是，通过在台球面上放上一个球，球在一个装球口里静止下来，说明明显地出现了不对称。甚至在标准模型中，四种规范玻色子在该理论是对称的，互相间根本不可区别，但如发生对称性的自发破缺，就会使得三个弱作用玻色子得到质量，而只剩下光子才无质量；这就是实际上观察到的物理状态十分不同的原因。

对此，哈热瑞声称：“暂时还没有人成功地构造一个夸克和轻子的复合模型，其中手征对称性被证明是不破缺的。无论是前粒子模型还是原粒子模型，都还没有解决这个问题”。哈热瑞的看法，牵

动很多理论物理学家的同感。然而庞加莱猜想在拓扑几何学上产生的环面和球面的不同伦，却打破了这种平庸。在庞加莱猜想学上，有所谓“目的球”和“目的环”之分，从而突出了把圈或圈态看得比点或质点更基本的想法。再者，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物质及高速等情况下，变得不够明确，这也为环量子类圈体模型的多种自旋机制提供了立足之地。

而微小圈的概念，早在 1926 年瑞典物理学家克林在发展波兰数学家卡路扎的第五维思想时，就鲜明地提出过，但他们没有想到圈态的线旋是一种固有的几何空间属性，也就无法设想圈体之间如何能自动耦合成链，因此从那时以来的环量子圈态论，一直是一种死圈。而观察锅中沸水心液体向四周分开的耗散结构转动；池塘水面旋涡四周向下陷落的湍流转动；人体口与肛门相通而进行的吃饭、排泄、再生产转动等宏观的线旋现象，发现可联系到在电磁波传播中出现；在地磁场南极出北极进的磁力线转动中出现；在生命起源从化学进化到生物学进化阶段的超循环中出现（如艾根所指的经过循环联系把自催化或自复制单元连接起来的系统，其中每一个自复制单元既能指导自己的复制，又对下一个中间物的产生提供催化帮助，在某种意义上可说是线旋）；在以时间反演对称看待的黑洞和白洞的联系中出现，得知机械常识中的圈子耦合，必须把一半圈子分开再接合，不能用来设想自然界类圈体之间的自动跨距链联系（如食物链）。

2) 环量子类圈体模型出场

自 1984 年秋以来，由美国加州理工学院约翰·施瓦兹和英国伦敦玛格丽特皇后学院米切尔·格林发展起来的“超弦”理论，也在朝类圈体环量子上靠拢。因为超弦理论开始承认，各种力不是点状粒子相互作用，而是由无限小的、卷曲缠绕的一维的“弦”之间的相互作用。

弦粒子可以是闭圈，也可以是开链式的。这种“超弦”振动和旋转的不同方式，代表着从夸克到电子的任何已知的基本粒子，再由这些基本粒子相互作用的性质，决定着哪一种力得以显示。因此“超弦”也可看作“超旋”或“弦圈”环量子---现在也许应该是环量子类圈体模型出场的时候了。如有名的希格斯机制，对杨--密尔斯以及弱力和电磁力统一遇到没有质量的困难所作的解决，是众所周知的，也为人乐道。然而希格斯想出的机制，是源于戈德斯通对“真空对称的自发破缺”所作的研究。而戈德斯通又是受牛吃草的故事的启发：地上有一个圆圈，圆圈均匀堆放着青草，中心站着一头牛。这是一幅中心对称的美丽的图象，但牛经不住边缘青草的引诱，自发地跑离圆心吃起草；这个原先的中心对称遭到了破坏。

但在这之前，人们只知道对称的“明显破坏”，如电磁相互作用项就破坏了同位旋的对称，却不知道还存在着另外一种更为重要的“自发破坏”。这种踏破铁鞋无觅处，得来全不费功夫的宏观机制，现在常常用在解决微观物理学问题上。而环量子类圈体的自旋也具有这种自发对称破缺的特征。例如哈热瑞为夸克和轻子内质量的“奇迹般”相消，巧妙提供的那种可能的解释机制，发现关键就在于利用粒子的自旋特征。这在环量子类圈体模型身上显得更加突出：

把一个全对称的理想类圈体环量子同类点球体比较，在质心不动的情况下，能不相矛盾具有的 62 种自旋状态列出来。从具有的 62 种自旋中可以看出，如果前夸克是一种环量子类圈体模型，它就定量地结束了粒子结构单元所处的无限可分的猜测阶段。而这当中的单动态和双动态中仅存面旋或体旋一种的类圈体环量子，可以看出仍遵守哈热瑞的手征性不守恒规则外，其余的都打破了这种手征不守恒性。

三、拓扑磁畴磁环到环壳三旋虚拟生成解

1) 磁环结构沟通微观世界和宏观世界

众所周知，我们生活的地球，陆地和海洋连成一片是个真实的球体。但如果想到地球的磁场，磁力线是在南极出北极近作类似“线旋”运动，那么也可以把地球看成是磁环---可见虚拟是大大小小。

磁畴磁环是个虚拟生成的对象，而环壳一般是指实物做成的空心圆环物体，两者之间的区别，不仅在“虚拟”上，也在环壳不能作实际的“线旋”上。其实磁环的线旋，可以看出类似文小刚教授说的“自旋液体”。拓扑磁结构研究，将磁性材料的性能与物质的拓扑结构相关联，从数学、拓扑学的角度分析，可揭示物质的磁性的本质。其次，也可以与其它物理系统出现的物理现象联系，促进物理学不同学科之间的交叉，甚至是与其它学科的交叉，有助于从一个统一的角度获得更为基础性的认识，从而促进磁性材料的性能的提高。

A、磁性材料磁畴和拓扑磁结构关系

沈阳材料科学国家(联合)实验室的张志东教授，在“科学网”的个人博客专栏中发表的《磁性材料的磁结构、磁畴结构和拓扑磁结构》一文说：“在 20 世纪 60 年代在具有强的垂直各向异性的铁磁性薄膜中观察到的磁泡，它的自旋分布区域图，拟设磁矩垂直于纸面，并且反平行排列，有一个很窄的过渡区域---畴壁。在畴壁的中心部位，磁矩是躺在面内的。磁泡有两种形态，一种是拓扑荷为 1 的磁泡，它的畴壁形成一个闭合的圆环；另一种是拓扑荷为 0 的磁泡，它的畴壁不是一个闭合的圆环，在

圆环上存在一对布洛赫线。磁泡的拓扑密度分布，主要局域在畴壁处”。

由于拓扑学中环面与球面不同伦，畴壁形成闭合的圆环——磁环，是我们关注类似的一种“虚拟生成”——拓扑学与材料物理、材料性能的联系越来越紧密。特别是在一些拓扑磁性组态，如涡旋、磁泡、麦纽、斯格米子等，这些拓扑磁结构的拓扑性质与磁性能密切相关——磁畴结构由材料的磁结构、内禀磁性和微结构因素决定——磁畴结构决定了材料磁化和退磁化过程以及技术磁性。

从尺寸效应、缺陷、晶界三个方面看磁结构、磁畴结构和拓扑磁结构方面的进展，以及在稀土永磁薄膜材料的微观结构、磁畴结构和磁性能关系、交换耦合纳米盘中的拓扑磁结构及其动力学行为方面，来开展各向异性纳米复合稀土永磁材料的研究，会更好利用稀土资源——可有目的地改变材料的微结构，可控地进行磁性材料的磁畴工程，最终获得优秀的磁性能。

B、拓扑磁结构的磁性能

人们发现在不同的领域，包括在经典液体、液晶、玻色-爱因斯坦凝聚、量子霍尔磁体等，存在斯格米子。斯格米子组态拓扑密度分布是全局性分布，与其它组态的局域分布不同。磁结构、磁畴结构和拓扑磁结构，在尺寸效应、缺陷、晶界（和晶粒）三个方面的进展，是近年来在稀土永磁薄膜材料的磁畴结构和磁性能、多层膜纳米盘中，拓扑磁性组态以及动力学和共振激发方面取得的。

磁性材料包括永磁、软磁、磁致伸缩、磁记录等，磁性材料的磁性分内禀磁性和技术磁性能。内禀磁性包括居里温度、饱和磁化强度、磁晶各向异性等，分别对应于磁性相互作用、自旋磁矩、晶体场等内禀性质，主要由材料的晶体结构、磁结构、成分等决定。

把“目的球”和“目的环”之分的拓扑学的概念，运用在越来越多的材料中，发现拓扑学研究磁畴结构、拓扑磁性基态或者激发态的形成规律以及动力学行为，对理解量子拓扑相变以及其它与拓扑相关的物理效应是十分重要，也突出了把圈或圈态看得比点或质点更基本的想法，而能帮助理解不同拓扑学态之间相互作用的物理机制以及其与磁性能之间的关系，同时也能拓展拓扑学在新型磁性材料中的应用。

磁结构与材料的晶体结构密切相关，其对称性可以与晶体结构相同，但绝大多数情况下磁有序会附加新的磁对称性。磁结构由晶体结构以及磁性相互作用、自旋磁矩共同决定。铁磁性、反铁磁性、亚铁磁性、螺旋磁性、自旋玻璃、顺磁性等不同的磁性不同的晶体结构可以组合成丰富多彩的磁结构。另一方面，技术磁性能包括剩余磁化强度、矫

顽力、最大磁能积、温度系数等。这些技术磁性能不但由材料的内禀磁性控制，还与材料的微观结构密切相关。

材料的尺寸、形状，晶粒大小、晶界、缺陷以及第二相等均会影响材料的磁性能。特别是量子力学的创立，促进人们对磁性起源的理解——如对自发磁化的量子力学理解和磁畴结构的发现。量子力学的理论研究对微观磁性，包括电子自旋、各类交换作用等认识的提高，因磁畴结构非常复杂，不但由材料的内禀磁性控制，还受到微观结构和缺陷等因素的影响，尽管对磁畴结构已有许多系统的研究，但远远没有达到深入理解的程度。

2) 材料磁畴磁环结构到拓扑环壳三旋学

拓扑学与代数、几何一样，是一门基础性的学科。拓扑学是研究连续性现象的数学分支，主要研究拓扑空间在拓扑变换下的不变性质和不变量。拓扑学与材料物理、材料性能的联系越来越紧密，可以说拓扑学的概念，正在应用于越来越多的学科领域。如对磁畴结构理解，拓扑学基本上是在微磁学理论的层次，开展对磁结构、磁畴结构和磁性能三者之间的关系的系统认识。

磁畴结构是铁磁质的基本组成部分，在各磁畴中，原子磁矩的排列各有相互平行的自发倾向，磁矩方向保持一致。但是各磁畴的排列方向是混乱的，所以铁磁体在没有被磁化前不显磁性。磁畴结构多种多样，通常有以下几种类型：片形畴、封闭畴、旋转畴、棋盘畴、柱形畴、蜂窝畴、迷宫畴、楔形畴等。

在磁畴的边界，磁矩从一个方向连续地过渡到另一个方向，从而有磁畴壁。在外磁场的作用下，不同方向的磁畴的大小发生变化，以致外磁场方向上的总磁矩随外磁场的增强而增加；所以，磁畴的结构影响磁化过程和退磁化过程，从而影响材料的磁性能。

A、在磁性材料中发现拓扑学

量子力学中波函数的拓扑相因子，与许多著名的物理现象相联系，所以拓扑学也发展成为联系许多学科方向的纽带，促进了学科交叉和各学科的发展。如在磁性材料中的自旋拓扑结构等组态，特别是斯格米子态也引起广泛关注。通过对自旋组态以及磁性或铁电磁畴的观察，分析自旋组态以及磁畴结构的拓扑学因素，研究磁性材料的拓扑磁结构与磁性能的关系，不但可以深入理解拓扑结构对材料物理性质，还可以通过调控材料的拓扑结构来改进材料的磁性，并在深层次理解拓扑结构——如孤子是一个波包，在自然界广泛存在。

当它通过一个非线性色散介质时，它的形状和速度不会发生改变。数学上孤子是非线性偏微分方

程的解，拓扑孤子有晶体中的螺位错、铁磁体中的畴壁、磁单极子等。在纳米磁性材料中常见的拓扑孤子有磁畴壁、涡旋、麦纳、磁泡和斯格米子。这些拓扑孤子的出现对于磁存储以及自旋电子学的发展很重要。

如涡旋，是一种在自然界广泛存在的拓扑现象，如台风、星云、螺位错等。它也可以是一种拓扑自旋组态，出现在二维易面铁磁体里。涡旋的自旋，绕着一个特定点或者核呈涡旋态。两种类型的涡旋态，分别为面内和面外涡旋。涡旋作为拓扑态的成员之一，它所携带的拓扑荷为 $1/2$ 。一个静态涡旋的拓扑密度分布，局限在涡旋中心附近。

B、环壳方程到环壳三旋虚拟生成解

涡旋实际属于类圈体的线旋，而类似救生圈或汽车轮胎的薄壁圆环壳，在拓扑学与代数、几何的数学，以及工程上，环壳与磁畴磁环研究的视角和方法是完全不同的。孙博华教授是南非科学院院士；2018年12月全职回国工作，现任西安建筑科技大学力学技术研究院院长、首席科学家。他说：环壳问题难于求解的数学原因，是环壳的基本方程是变系数的高阶偏微分方程，其系数是分数型的且分母在其二个几何顶点有“零点”即具有奇异性，由于在顶点两边的高斯曲率变号而使方程变性，是壳体理论中最复杂的问题之一。

其实环壳，只是一种形状比较复杂的旋转壳，但是壳体理论中难度比较大的问题之一。钱伟长院士曾说：“环壳理论有两个特点：方程复杂和求解不易”。环壳的位移场的精确分析，直到现在都是一个难题。环壳是中国现代力学的二位奠基人钱伟长院士和张维院士，都做过系统研究的唯一的一种壳体。德国和瑞士的科学家曾利用旋转对称壳体微分方程系统地以级数的形式，给出了在旋转对称载荷作用下环壳的弯曲应力状态解。得到的级数解对于细环壳收敛较快，但对于粗环壳收敛极慢，无法在工程中应用；求解对于粗环壳全域一致收敛的解，就变成了一个壳体理论难题。

直到1944年张维院士在国际上，第一次求得了粗环壳的一致收敛的渐进解。但由于环壳非常复杂，世界上研究它一般都使用复变量方程。孙博华教授曾首先导出环壳的位移型方程，系统研究了细环壳的弯曲、振动和屈曲，在世界上第一次得到这个问题的封闭解；作为封闭解的应用，修改了其中一个60年来国际工程届一直使用的膨胀接头的经典设计公式。环壳方程经过复变量变换后的系数非常复杂，基本不太可能直接求得解析解，这样环壳问题就变成求解这个方程的数学难题。张维院士曾考虑如果不能直接求解，是否可以通过适当的变换和简化使这个方程变得可以求解？他由此解决了粗环壳的难题，在国际上第一次得到了粗环壳的一致

收敛的渐进解。

新疆气象局张学文教授还说：“2012年我提出考虑气象变量的日变化和年变化，我们可以把气象变量用颜色体现在轮胎上，随后邱嘉文就编了一个好像不算复杂的程序，实现了用彩色轮胎体现一个地点的太阳高度的3维图”——邱嘉文教授虚拟生成环壳三旋成功，他们开发的彩色轮胎图应用计算，环形零部件成形也许需要这个算法。

四、体旋偏振纠缠质量信息说大统一

1) 从薛定谔猫到磁环世界边界交叉基础发展

量子力学会是普适的理论吗？它应用的边界在哪里？物理学家和数学家一直在寻找建立在广义相对论和量子力学基础之上的统一理论。广义相对论解释引力和大质量天体的现象，比如恒星、星系在宇宙的运动等，而量子力学则从亚原子到分子尺度解释微观的现象。

科学家认为应该还存在未知的全息原理能够统一这两个理论，并包含它们的基本特征。根据全息原理，原理的三维时空能够由量子力学二维表面进行解释。即广义相对论中的三维时空，来自量子力学的二维表面，但其中的过程一直是个谜。

不过东京大学和加州理工的科学家发现，量子纠缠能够解决这个问题，利用量子理论计算能量密度，在三维时空中增加引力相互作用，在二维量子表面上建立出时空模型。量子纠缠的重要性已被科学界所知晓，但在时空中量子纠缠的具体作用，仍然并不明了。量子纠缠在爱因斯坦的理论中被认为是超距作用，而东京大学和加州理工的科学家的研究表明，量子纠缠还可能产生额外的时空维度。

A、体旋加希格斯机制的中国超越

不是虚拟而是真实存在环壳与球壳，都类似带有“刚性”意思。但如果虚拟生成的磁环或类似磁球的磁畴，“刚性”和“柔性”的区分已是模糊的，但这不能阻挡新中国建国后的伟大超越，是物质无限可分的哲学宣传和科学研究，涉及环壳与球壳——粒子偏振与体旋及希格斯机制交叉，出现矛盾时，从量子到经典世界是如何过渡的？这些问题自量子力学诞生之初，就引起物理学界乃至哲学界广泛的讨论。

1985年安东尼·莱格特(Anthony Leggett)与阿努帕姆·加格(Anupam Garg)提出了以他们的名字命名的“莱格特-加格不等式”(LG不等式)。2015年《中国科学报》记者赵广立报道：《中科大首次在宏观系统探索量子与经典界限》——1973年出生在山东省莱芜市的一个农村家庭的李传锋，被说成是中国科技大学的“土著”教授——他是中科院量子信息重点实验室主任郭光灿院士培养出的博士研究生。但如今他的中国科学院量子信息重点实验室研究组，

“重新定义了波粒二象性的概念”，已培养了7名博士，目前还带有6个研究生。其中许金时的博士论文，入选2011年全国百篇优秀博士论文，还拿到了国家优秀青年基金。李传锋教授说，要做就选爱因斯坦、玻尔、薛定谔、海森堡等科学“大牛”关注过的问题，对他们争论过的理论进行实验检验。2007年他们一篇验证LG不等式（宏观实在论）的论文，投到《自然·物理》就发表了。

2009年以来李传锋小组首次观察到光的波粒叠加状态，说是挑战了玻尔互补原理设定的传统界限，实验验证新形式的海森堡不确定原理。实验实现八光子纠缠态并完成八方量子通信复杂性实验研究，发现量子关联可以不被环境所破坏并验证关联的突变现象，观测到量子纠缠的突然死亡和再生现象；首次实现单光子偏振态的固态量子存储，99.9%的存储保真度创造了世界最高水平……。

B、追索量子与经典的边界

薛定谔猫佯谬，关注宏观实在论和量子力学的矛盾。根据量子力学，微观粒子可处于叠加态上，这与日常看到的宏观物体永远处于确定状态（即宏观实在论）的经验相矛盾。宏观实在论否定“宏观量子叠加态”，认为猫要么死、要么活，不存在半死不活、既死又活的猫。这是薛定谔借“半死不活、又死又活”的“箱中之猫”，来阐述宏观尺度是否遵从微观尺度的量子叠加原理的问题，巧妙地把微观放射源和宏观的猫联系起来，以此证明量子力学在宏观状态下的不完备性。

例如，一只猫被封在一个密室里，密室里有食物也有剧毒的氰化物毒药。毒药瓶上有一个锤子，锤子由一个电子开关控制，电子开关由放射性原子控制。如果原子核衰变，则放出阿尔法粒子，触动电子开关，锤子落下，砸碎毒药瓶，释放出里面的氰化物气体，猫必死无疑。原子核的衰变是随机事件，物理学家无法知道，它在什么时候衰变。当然，物理学家知道它衰变的几率——也就是猫在何时死亡的几率。如果不揭开密室的盖子，可以认定猫或者死、或者活，这是它的两种本征态。但是如果用薛定谔方程来描述薛定谔猫，则只能说，它处于一种活与不活的叠加态。我们只有在揭开盖子的一瞬间，才能确切地知道猫是死是活。

其事这一矛盾，也与量子测量问题直接相关。当人们对电子的状态进行测量时，电子的“叠加态”就不复存在了，而是“坍缩”到“在某种状态”或是“不在该状态”两个状态的其中之一。也就是说，微观与宏观的不同在于观测之前——箱中之猫是死是活，在观测之前已成事实，并不以看或不看而转移；而微观电子坍缩前的状态，并无定论，直到测量它，才因坍缩而确定。这是微观世界中量子叠加态的奇妙特点。这是否意味着，量子物理学对大于

某一个特定尺寸的物体基本不适用呢？如果是，微观与宏观之间的界限在哪里？

英国数学物理学家彭罗斯提出的引力坍缩理论认为：“正是引力导致量子世界必定有边界，从根本上否定了宏观量子叠加态的存在。而‘莱格特-加格不等式（LG不等式）科学’，也希望能通过实验检验薛定谔猫佯谬。即对LG不等式的实验检验，是回答‘薛定谔猫到底能有多大’的问题，可用于寻找量子与经典的界限，从而划定量子力学的适用范围”。目前贝尔不等式（Bell不等式）已在世界范围内得到广泛的实验检验，但关于LG不等式的实验检验，却举步维艰。

原因出在，莱格特与加格证明，如果宏观实在论是正确的，在不同时刻对同一物体的测量只能在一定程度上具有统计学的相关性，并在数学上用LG不等式加以表达。而如果实验结果违反了这一不等式，就能清楚证明宏观实在论是错误的。他们的理论工作激发了一系列对于光子、核自旋，以及超导电流的实验验证。而有人假设的一条完全不同的解决途径是：与其尝试“验证”量子理论，不如设法证明量子理论以外的所有解释，都与实验观测相矛盾，因而排除它们。

他们定义了一种观点，叫做“宏观实在论”，包含两个与量子理论相悖的假设：第一，足够大的物体在同一时间，只能在同一个位置（即宏观叠加态不可能存在）；第二，我们可以准确测定这一物体的位置，而不会干扰它。但原始的LG不等式基于两条假设，一条是宏观实在性描述，即系统总是处于宏观可区分状态中的一个；另一条是非破坏测量假设，即能够以不破坏系统状态及其后续演化的方式完成测量。其中非破坏测量假设饱受争议，它虽然符合人们日常生活的经验，但其正确性却无法进行实验检验。由此的后果是即便实验违背了LG不等式，没法判定是宏观实在性还是非破坏测量假设出了问题？

自2010年至今，国际上已有几个研究组在单个光子、单自旋、单原子以及微米尺度的超导系统内，执行了多个LG不等式的实验检验，主要测量手段包括弱测量和负性测量。然而无论弱测量和负性测量，都存在着“无法知晓测量破坏性”的漏洞。测量是测量者获取被测系统信息的唯一手段，作为测量者也就几乎永远无法知道测量的破坏性。目前这些LG不等式的实验检验都存在这一显著漏洞。并且这些实验都局限在单个微观粒子或者微米尺度的超导系统中。

如弱测量是基于量子力学的一种概念，它本质上只是降低了测量的“量子破坏性”，其破坏性与强测量并没有区别，对实在论者并无意义。负性测量是指测量装置只观测两种结果中的一种，如果观

测到就丢弃结果，未观测到则推测系统处于另一个状态，且认为系统演化未受影响。这种符合生活的经验，但在不同理论框架下的正确性备受怀疑，典型反例是波动力学框架下的单缝衍射。

为避开非破坏测量假设，德国乌尔姆大学教授 Huelga 于 1995 年提出静态假设型的 LG 不等式。由于静态假设的正确性可以独立检验，因此这个不等式的违背可以严格归因于宏观实在性描述的不正确性。于是李传锋的研究小组与 Huelga 教授展开合作，并在实验上验证了这个新型的 LG 不等式。李传锋研究组建立了我国首个固态量子存储研究平台，并在国际上率先实现了光子偏振态的固态量子存储和高维纠缠态的固态量子存储。他们基于量子存储平台在国际上首次发展出一种全新的偏振依赖的原子频率梳技术，可以实现存储器集体激发模式精确可控的动力学演化——这就满足了 LG 不等式检验所需要的系统演化。研究组基于窄带参量光技术制备了 880nm 的“预报单光子”，该单光子被送入两块空间分离 2mm、厚度各为 3mm 的稀土掺杂晶体中，并激发出存储器集体激发模式的量子叠加态，其演化结果证实了对新型 LG 不等式的违背。

这里该量子态的宏观性是，晶体尺寸为人眼可见的毫米尺度。集体激发模式涉及约 10¹⁰ 个 Nd 离子的集体行为，两个状态真正的可区分度只是一个光子。它既严格检验了静态假设，又观察了宏观空间尺度下的量子态演化。这是我国在量子通信方面走到国际前列的对探索量子与经典界限的贡献，量子信息的相干性、纠缠性、非定域性和不可克隆性等特点，使它较经典信息技术具备巨大的优越性，尤其是它无懈可击的保密性。按照 Leggett 提出的宏观性判据，这个量子态只能看作是宏观物体内的微观量子激发。

在此工作的基础上，如果能增多系统的粒子数，则预期 LG 不等式的违背会越来越小，当到达一定数目的时候将不再违背 LG 不等式，这一粒子数目就可以看成是量子与经典的界限。并且这一粒子数目很可能在不同大小的引力场中是不同的。由此就可以划定量子力学的适用范围，从而最终解决薛定谔猫悖论问题。其次涉及用量子态取代信息技术中的经典比特，将开创“量子信息技术”的新时代。300 个量子比特可存储的状态是 2 的 300 次方，相当于整个宇宙中的原子数，这奠定了运用量子计算机进行海量并行运算的基础。

而且结合量子材料的设计、制备和表征是“量子调控”的这一重要方面，从传统做法的通过多次试验探索新材料，周期长、效率低，可发展到新做法的是，基于对材料结构和物性的深刻理解，按照需求设计和制备材料。如近年来凝聚态物理中的“拓扑绝缘体”、“拓扑半金属”等就是先理论计算预

言，利用特定材料体系制备样品，再用各种精密测量手段表征、验证。这种理论计算、材料制备与实验表征紧密结合的新范式，使我国的相关研究水平迅速走到国际前列。

2) 能动摇哥本哈根学派与玻尔互补原理统治吗

郭光灿院士说：在过去的一百多年间，哥本哈根学派的玻尔互补原理一直统治着量子力学界——它认为光子的波粒二象性是“对立互补”的。如同一枚硬币的两面，只能看到其中一面，不可能同时看到另一面。但他的学生李传锋教授等则宣称：他们同时看到了光子的波动性和粒子性。郭光灿院士对李传锋教授鼓励说：“量子力学的书好像都解释不了你们的实验”。

南京大学电子科学与工程学院院长施毅教授也赞扬说：他们的量子物理课本的玻尔互补原理，现在也要把同时看到波粒二象性的文章拿出来讲。而郭光灿院士实验室的史保森研究小组，在国际上也首次实现携带轨道角动量、具有空间结构的单光子脉冲，在冷原子系综中的存储与释放，证明建立高维量子存储单元的可行性，迈出了基于高维量子中继器，实现远距离大信息量量子信息传输的关键一步。

麻省理工学院的网站以“第一个存储单光子形状的量子存储器在中国揭开面纱”为题，也进行积极评价。掌握微观量子世界运动规律，是许多现代技术应用的基础，但宏观测量会破坏量子态的“相干性”，使它成为“看不见”“摸不着”的“自在之物”。近年来精密实验技术的发展，正在逐步改变这种状况。利用扫描电子隧道显微镜可以观察和移动单个分子、原子，运用飞秒激光技术可以研究分子内部的动力学过程，可以逐层逐列地将原子、分子构筑成晶体，可以产生和探测单个光子。这些过去不可思议的手段已经使原子、电子、光子等变成“看得见”“摸得着”“可调控”的“为我之物”。

从这个意义上说，90 年前提出的量子力学已从观测、解释阶段进入了崭新的“调控时代”了吗？采用“量子态”描述物理体系；新理论的建立促进了半导体晶体管、计算机、互联网、激光、核能利用等变革性技术的出现，造就了信息时代的物质文明。作为现代物理学的支柱理论，量子力学精确地描述了微观世界的粒子行为。以量子理论为基础，人类至今已发展出半导体、激光、核磁共振、电子显微镜、量子信息等一系列重大技术，量子力学的应用极大促进了人类物质文明的进步。20 世纪创建的相对论和量子力学，打破了经典物理学绝对的时空观和粒子运动必须有轨迹的观念，揭示了时空性质与物质、运动的联系。研究宇观世界的天文宇宙学和研究微观世界的粒子物理学，近年来的交叉融

合是一个重要的发展趋势。

基于天文观测和粒子物理学成果，提出的宇宙大爆炸模型，正在经受各种天体和粒子物理精密测量的检验，使宇宙学逐步成为定量科学。人类已经了解的物质形态，在宇宙中只占约5%，其他主要是暗物质（与光不发生相互作用）和暗能量（能导致宇宙加速膨胀），它们与普通物质不能相互转换，但会决定宇宙的未来。2015年10月8日据媒体报道，欧洲粒子物理研究所科学家最新发现，利用大型强子对撞机可模拟宇宙大爆炸后瞬间存在的夸克-胶子等离子态物质。

研究显示，宇宙大爆炸后形成的原始汤很可能呈液态，而不是之前天体物理学家推测的高热气体团。科学家认为，这种由100到200个亚原子粒子组成的等离子态微滴，是迄今为止发现的最小最完美的液滴。而且这是对我国三旋理论的根本证实。因为三旋理论是基于普朗克的量子论，爱因斯坦的相对论，使得物体的刚性概念在微观物质及高速等情况下，变得不够明确，而也为环量子类圈体模型的多自旋机制提供了立足之地做出假说。而当代超弦理论也终于承认，所有基本粒子，如电子、夸克等，都是一维延展体，而不是传统物理中所假设的点状体，它们或呈环状或呈线状，始终振动着、碰撞着；振动和碰撞的不同形式则决定了弦的性质，诸如电荷性和自旋性等，亦即决定了该弦所对应的基本粒子。

内禀三旋属于微观的量子现象，在粒子的质量与粒子的旋转矩之间存在着很深刻和有机的联系。例如，一种典型的三旋图象是，体旋对应温度，面旋对应电流，线旋对应磁场。进一步利用三旋图象认识从低温到高温、从无机到有机超导材料晶格形态及转换的统一机制，载流子对（电子对或空穴对）其本质是一种小三旋圈，而导致载流子配对的是晶格中的大三旋圈。这类似玩飞圈的飞去来器游戏，飞圈飞出去又飞回，要有自旋和抛掷力。电子对实际是形成的小三旋圈，而声子是产生它并抛掷它的原动力。这是低温超导的情况。

两个电子走到一起形成的库柏对，可等价一个“小飞圈”。但冗余码玻色子的暗物质涂鸦成的这种小飞圈，是由面旋、体旋和线旋共6个标记中的三个数学排列编码符号，代表的是类似弦论和量子场论三个弦线圈，复合“混杂堆积”成的旋束态。而标准模型粒子避错编码符号，代表的弦线圈是完全变成的一个旋束态。而且我们是否可以说：中科院物理所的方忠、戴希和南京大学的万贤刚等科学家，继“拓扑绝缘体”和“量子反常霍尔效应”之后，通过角分辨光电子能谱证实存在的韦尔费米子（Weyl费米子），已经找到接近暗物质粒子了呢？

因为在狄拉克提出的描写电子运动的量子力

学方程中，电子可以看成是一个个小陀螺，其自转轴取向可以沿着整体运动方向，也可以与之相反，这就定义了狄拉克费米子的“手性”。前一类粒子的自转和整体运动方向之间满足右手法则，而后一类则满足左手法则。每一类具有明确“手性”的费米子就被称为韦尔费米子，它们的运动满足韦尔方程，其自由度恰好是狄拉克方程的一半。在真空中的电子，由于存在着时间反演和空间反演对称，处于“左手”和“右手”状态的几率总是相等的。如果在某一个特殊体系中，电子只能处在特定的“左手”或者“右手”状态，就会发生“手性反常”，也就是说在相互平行的磁场和电场作用下，具有特定“手性”的电子会被源源不断地产生出来。那么能否找到某种特殊的晶体，使得它的电子态只能具有某种特定的“手性”呢？数学上的证明这不可能，任何在周期晶格中运动的粒子，相反手性的韦尔费米子态总是成对出现的。

但正是韦尔费米子总是成对出现，形成冗余码玻色子暗物质的“小飞圈”类似“弦线圈”的自组织和旋束态的概率非常大。这是一个类似弱相互作用玻色子质量很重的希格斯场，所以难于发现。但它们在动量空间却可以被分开。例如在某类晶体中，若无简并的能带在动量空间某处相交，而交点（韦尔点）的能量又恰好在费米能级附近，那么这类晶体中电子的低能运动就可以用韦尔方程来描写。在这类晶体中出现具有某种“手性”的韦尔费米子，相应的材料就被称为是韦尔半金属。在这类材料中，手性相反的韦尔点成对出现在不同的k点，在相互平行的电场和磁场驱动下，电子会在“左手”韦尔点处不断消失，而在“右手”韦尔点处不断涌现，从而形成一种电磁场共同驱动的，只能沿着磁场方向发生的特殊电子输运模式。

这种输运方式的最终后果，就是当电流和磁场方向平行时导致很大的负磁阻，这种可看成的“手性”反常在凝聚态物质中的体现，也有暗物质粒子存在的几率，因为如弱作用粒子 W^\pm 的暗物质粒子也有“手性”。暗物质粒子可以引入拓扑电子学和量子计算机等，作颠覆性的技术突破。如消除核战争、核讹诈、核武器等带来毁灭后果的重杀伤性武器，给全世界笼罩的雾霾。类似韦尔费米子组成冗余码复合“混杂堆积”成旋束态的弱作用暗物质粒子，也受对称性的保护，可用来实现高容错的拓扑量子计算，制造超级计算机运行速度更快的量子计算机。类似具有“手性”的韦尔费米子的半金属，能实现低能耗的电子传输，可实现对手机电池充电等一样，这种类似“幽灵粒子”韦尔费米子的暗物质粒子，可做成类似核武器的非核爆炸型的导弹，还可给核武器“上锁”。如研制出类似韦尔费米子复合旋束冗余码型暗物质粒子，作重杀伤性武器的

“锁死开关”。

由此可交由新型大国关系的强有力的执法机构，如有新型的联合国安理会，一方面是因“锁死开关”可以确保重杀伤性武器一直处于控制之下，无需采取任何军事行动；另一方面，也可不加限制地在全球“转让”这类“上锁”武器。因为“锁死开关”是与重杀伤性武器的核心芯片或弹药组装在一起的，要去除锁死开关，等于作废整个东西。因此这类似过去寺庙、祠堂、机关、人户等喜欢在大门口安的一对石狮子，即使在精神也起有警示不使用核武器的作用。

3) 体旋偏振量子纠缠薛定谔猫

爱因斯坦场方程解的奇点，是指下面两个问题：物质被压缩到一个点上的情形：“类空奇点”、“球壳收缩奇点”，和光线从无线的曲率处发出的情形：“类时奇点”、“环壳中心奇点”。

电子束的直线运动中附加了螺旋状的横向的圆周运动，这是偏振的结果。说影响纵向速度变慢了，这是错的。宋文森教授说，不是像爱因斯坦所假设的电子的质量随着速度提高。其实，这是两回事。只要研究过电子器件中电磁波与运动电子的相互作用理论的人，都可以告诉你电磁波的速度是什么？它包含有群速和相速两个不同意义的物理量。相速度必须和电子速度相同步。在信息科学上有用的电磁波必须是“相干波”，而自然光中的“光”波是“不相干波”。这是因“混杂堆积”。相干波讲的是波的整体性：有统一的相位和能量的传播规则。而非相干波是由一个一个能量极其微小的独立的“脉冲电磁波”所组成。他们各自都有独立的互不相干的传播方向和“相位”。

所以单个电子和自然光的相互作用有个体性，但是那个个体性无论如何也不能看成光有“粒子性”。因为那个带有个体性的能量和持续时间极短的电磁脉冲，有完全不同于粒子运动的属性，它的传播和宏观粒子的运动有完全不同的规律。最突出的就是它在传播过程中有“形态的扩展”，随着形态的扩展必然会有波长的增大。

双缝现象的结果。这就是说自然光中的单个的极为微小的电磁波波脉冲有个体性，这一点上和实物的粒子是一致的，但不同的是：实物粒子的大小基本上是不变的，而那个光个体的电磁脉冲的大小，总是随着传播的过程而扩大的，这就是自然光的单个脉冲的波长不断扩大的过程，这个过程也就是哈勃所发现的光的频率，在传播过程中波长不断增加的红移现象。

A、体旋里奇信息量子隐形传输

2015年10月荷兰代尔夫特理工大学的科学家采用贝尔实验方法，证实相距1.3公里的成对电子

之间存在“量子纠缠”。物理学家约翰·斯图尔特·贝尔1964年首先设计一个实验作为证明“‘幽灵般的远程效应’真实存在”的一种方法，因此，研究人员把他们的实验称为“没有漏洞的贝尔测试”。汉森博士说，他们现在已经排除了所有可能的所谓隐变量，那些根据经典物理定律，可能解释远距离纠缠的隐变量。

汉森教授的研究组在实验中观察电子的“旋转”磁特性，此特性有“上旋”或“下旋”的两种表现。汉森教授介绍说：“两个电子都是同时上下，观察其中一个总是下旋，另外一个上旋。两者完美地相互关联，当观察一个具有的磁特性时，另一个永远是相反的特性。即使另一个电子在银河系另一端的火箭上，它们之间的这种影响也是瞬时的”。汉森教授的研究组解释，他们在该研究中消除了造成产生其他作用的隐藏变量，如将电子置于微小钻石槽中，消除了主要的贝尔实验“漏洞”，因此所检测的电子间不可能存在任何“秘密”通信机会，也不存在受检电子被误认为代表其他所有周围粒子的情况。

这项实验表明成对的亚原子粒子之间，存在一种超越时空的看不见连接。这是一项具有历史意义的实验，因为它为人们找到最明确的证据说明这种量子效应，证实曾被爱因斯坦认为的著名“幽灵般超距作用”是实实在在的——虽然爱因斯坦认为这是不可能发生现象，他觉得空间中两点之间的信息传递速度不可能比光速快，但是实际上，发生量子纠缠的一个亚原子粒子可以立即影响到另一个，无论二者相隔多远，这种信息传递速度为超光速——即类似虚数的超光速。

量子力学是大自然的正确描述。但像汉森一样的研究人员，设想一个由链状纠缠粒子，环绕整个地球而形成的量子通信网络。这种网络能够安全地共享加密密码，并且绝对能够监测到窃听的企图。观察者网注意到，在量子网络研究领域，中国科学家处在世界领先水平。中国科技大学郭光灿院士领导的中科院量子信息重点实验室李传锋研究组，已成功实现确定性单光子的多模式固态量子存储。该成果在国际上首次实现量子点与固态量子存储器两种不同固态系统之间的对接，并实现了100个时间模式的多模式量子存储，模式数创造世界最高水平，为量子中继和全固态量子网络的实现打下坚实的基础。

B、量子隐形传态原理基于量子纠缠

1997年国际上首次报道的单一自由度量子隐形传态的验证实验，随后，该工作与伦琴发现X射线、爱因斯坦建立相对论、沃森和克里克发现DNA双螺旋结构等影响世界的重大科技成果，一起入选了《自然》杂志“百年物理学21篇经典论文”。然

而以往所有的实验实现,都存在着一个根本的局限,即只能传输单个自由度的量子状态,而真正的量子物理体系自然地拥有多种自由度的性质,即使是一个最简单的基本粒子,如单光子,它的性质也包括波长、动量、自旋和轨道角动量等等。中科大潘建伟院士说:“测量一个自由度,不干扰其他自由度,很困难。好比测量身高,尺子一拉,体重就受了影响”。

中科大此次就是进一步发展出了“非摧毁性的测量技术”。经过多年艰苦努力,研究人员成功制备了国际上最高亮度的自旋-轨道角动量超纠缠源、高效率的轨道角动量测量器件,突破了以往国际上只能操纵两光子轨道角动量的局限,搭建了6光子11量子比特的自旋-轨道角动量纠缠实验平台,从而首次让一个光子的“自旋”和“轨道角动量”两项信息能同时传送。

4) 从引力看虚拟生成与真实存在的统一性

经典引力现象为何是吸引的?暗能量的引力现象为何是排斥的?引力和量子之间如何融合?引力与其他三种基本力如何统一?有人们反思引力的本质,提出引力可能根本不是一种基本力。

人类社会的发展,都是走在基础科学进步的大道上的,这说明人类社会有统一性。而进一步,是前沿基础科学发展出的量子信息,量子通信证明“虚拟生成”有真实的存在的一面,这说明即使存在“地外文明”,那么“地内文明”和“地外文明”在前沿基础科学方面,也是统一的。如“0”量子时空,真空量子起伏---万物归“0”。

但这离不开从引力看虚拟生成与真实存在的统一---彭罗斯把牛顿力学万有引力,归属到量子引力韦尔张量效应的类似直线运动图像;把爱因斯坦的广义相对论引力数学,归属到量子引力里奇张量效应的类似圆周运动图像,而使量子引力通信在超出光速的大距离范围外,让量子引力韦尔张量效应和量子引力里奇张量效应统一起来。

A、韦尔和里奇

说到韦尔和里奇两位科学家,韦尔非常知名,而对里奇,很多人闻所未闻。著名的留美科学家王令隽教授,也只认为量子引力里奇张量效应,是一种数学计算或计算方便,不认为是一种真实的引力现象。这影响到一些中国科学家,也认为引力是一种虚拟生成,不真实。

韦尔知名,要联系到“韦尔费米子”理论---1928年狄拉克提出描述相对论电子态的狄拉克方程。1929年德国科学家韦尔(H. Weyl)指出,狄拉克方程质量为零的解,描述的是一对重叠在一起的具有相反手性的新粒子,这就是“韦尔费米子”。

广义相对论之后的卡鲁扎--克莱因模型,在四

维时空的基础上增加了一个空间维---“微小圈”,这是用五维空间的数学模型,成功地将电磁场与时空统一在一起。为什么一定要将电磁作用和描述引力的时间空间统一在一起呢?引力场方程和麦克斯韦方程不是分别工作得好好的吗?其原因之一,是企图用统一的数学空间,来简洁地表现物理定律,以便有可能发现新的、更深一层的物理本质。

1666年苹果砸中牛顿的脑门,启发牛顿的灵感,悟出万有引力定律,从而统一描述了地球上的引力现象,和月亮围绕地球转动这样的天体运动规律。但250年后爱因斯坦提出广义相对论,用弯曲时空观给予引力更加准确和美丽的描述。然而自广义相对论以来,关于引力的仍然有很多难解之谜,量子引力里奇张量效应就是其中之一。

B、热力学能取代引力学吗

从热力学的角度推导和判断引力,最自然和容易解释的如为何气缸升温时,气体会推动活塞向外运动?能否从热力学起源的角度解释万有引力定律中引力,是吸引而不是排斥的物理机制,浙江工业大学维尔切克量子中心的熊宏伟教授,就是从引力的热力学起源出发,推导出万有引力定律。他认为引力不过是从非平衡向着热力学平衡方向,演化导致了经典引力的吸引特征---计算物质和真空耦合,导致的真空温度场分布,通过分析决定从非平衡向着热力学平衡方向演化的自由能公式,自然得到经典引力的吸引特征。吴新忠博士也类似认为波包球形发生的凹凸变化,与引力与斥力有关。

但无论从活塞、容器变化的热力学,推论经典引力,都难以说明引力的长程作用。但有人还用热力学同样的理论框架---量子波包的引力效应,会自然出现排斥的引力效应,再推广量子波包的外部 and 经典的引力效应完全一样---如果暗能量是真空中弥散于整个宇宙的量子波包涨落导致的效应的话,就可以为暗能量的排斥引力效应提供解决思路。并且认为,量子波包的排斥引力效应,有望在实验中给予检验---液氦在超流转变温度之上,满足牛顿的万有引力定律;在转变温度之下,由于凝聚行为可能出现量子波包的反常的排斥引力效应。由此,通过测量液氦在超流转变温度之上和之下之间的引力差异,来检验量子波包的排斥引力效应。并认为超导引力计、冷原子干涉仪等高精度高灵敏引力测量手段,已能够满足检验该理论预言的条件。

而该理论预言得到证实,就有希望对神秘的暗能量提供新的认识,甚至于还将在凝聚态材料的量子波包行为观察方面有广泛的应用价值。如塞贝克效应,又称热电效应,是指一种材料中存在温度梯度时,会产生相应的电压差的现象。塞贝克效应和材料的电子结构密切相关,其大小和随外界条件的变化,反映了材料费米能附近电子态密度的非对称

性结构。其应用价值上，如热电材料的应用，利用温度差和电势差的相互关系，热电材料可以应用在温差发电或固态制冷方面作为一种新型的能源材料。而重费米子材料的巨大热电效应，也一直被认为是该类材料里电子关联下，粒子有效质量高度重整化的结果。

中科院北京凝聚态物理国家实验室的孙培杰教授，和硕士生韦贝佩、张佳浩等，就提出并实验验证了当材料中电子驰豫过程随温度发生显著变化时(反映在电子迁移率或粒子寿命的温度变化上)，材料会产生一个额外的，不依赖于费米面状态的塞贝克信号。这个效应的符号和大小与能带结构没有直接关系，其物理来源是电子驰豫过程的温度非对称性。将这个新型机理应用于方钴矿结构的 CoSb₃ 等几个典型的材料，解释了这类材料里很难理解的异常热电现象：能解释大量材料里和电子异常驰豫过程对应的异常热电信号的来源，而为设计新型热电能源材料提出的思路是，可通过人工异质结构，或构建不同迁移率材料的复合链接，设计电子迁移率的梯度以提高热电转换效率。

C、验证引力---发光的引力子

2020年《环球科学》杂志7月号，发表《发光的引力子》一文，提到：“剧烈引力事件中可以出现光子暴发的现象，因为剧烈引力事件中引力子的

互相扰动更为错综复杂”。可见引力研究并未终止。

参考文献:

- 1 王德奎，三旋理论初探，四川科学技术出版社，2002年5月；
- 2 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；
- 3 王德奎，解读《时间简史》，天津古籍出版社，2003年9月；
- 4 陈超，量子引力研究简史，环球科学，2012年第7期；
- 5 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；
- 6 [印度]乌尔巴西·辛哈，三维量子比特：量子计算新可能，环球科学，2020年2月号；
- 7 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)；
- 8 叶眺新，三旋理论与物理学，华东工学院学报(社)，1991(3)；
- 9 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)；
- 10 弗兰克·维尔切克，我们生活在虚拟世界中吗，环球科学，2020年2月号。

8/18/2020