

环量子理论研究在中国

汪帆一

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

摘要: 西方的环量子理论与中国的三旋理论在推进现代科学文明中, 已拉近了距离; 西方的环量子理论与中国的三旋理论可统称为环量子力学。

[汪帆一. 环量子理论研究在中国. *Academ Arena* 2025;17(6):66-71]. ISSN 1553-992X (print); ISSN 2158-771X (online). <http://www.sciencepub.net/academia>. 08. doi:[10.7537/marsaaj170625.08](https://doi.org/10.7537/marsaaj170625.08)

关键词: 超弦理论; 环量子理论; 三旋理论; 科学文明

【0、引言】

在超对称理论中, 引入与自旋相关的环量子三旋、超旋、超同位旋和各种超对称变换, 去统一描述玻色子和费米子; 讨论从超弦到宇宙弦等不同尺度的量子纠缠隐形传态, 可能存在的各种相互作用及其它方面的统一, 科学文明最终的目的是啥? 是应用。

2025年6月6日在杭州召开的2025全球人工智能技术大会, 即可看作是超对称和环量子引力理论与粒子物理统一中, 量智融合的最新进展应用之一。因为随着量子计算与AI等前沿领域的深度融合, 玻色量子将以光量子计算为引擎, 不断推进实用化量子计算场景的落地, 实为引领AI行业向精准、高效的发展范式, 加速迈进“量子计算+”生态创新发展的实用化。

例如, 玻色量子在光量子计算机研制、量子编程平台建设、量子教育推广等方面, 人工智能是底座, 量子科技是跃迁力; 在聚焦低空经济、人形机器人、类脑智能, 布局量子信息等“X”个前沿领域, 及“神经拟态计算”等融合赛道, 取得的成果和进展都说明, 环量子理论研究在中国从实验室走向应用, 是一个必然趋势。

【1、弦论与环量子引力理论的进展】

2004年出版的一期美国《科学新闻》, 推介了4本新书, 它们分别是《果壳中的宇宙》、《通向量子引力论的三种途径》、《超对称性》和《爱因斯坦宇宙中的时间旅行》。

这4本介绍世界物理学前沿研究现状的新书, 均由著名理论物理学家撰写。其中, 斯蒂芬·霍金的《果壳中的宇宙》, 探索的是从广义相对论、量子理论到弦论、超对称理论及全息理论等近代物理学前沿的几大理论。而《通向量子引力论的三种途径》的作者斯莫林则提出, 诸如环量子理论、弦论及全息理论等, 都将能统一成一个理论。

21世纪一小部分物理学家, 如宾夕法尼亚州立大学的斯莫林、阿拜·阿什特卡尔和

法国马赛理论物理研究中心的罗韦利, 以及加拿大安大略省圆周理论物理学院的罗伯特·迈尔斯、卡拉马拉等物理学家, 当时却都看好环量子引力理论。所谓环量子引力(LQG)理论, 是20世纪90年代后期出现的, 该理论认为, 物质是由环构成的; 环相互作用并相互结合, 形成所谓的旋转网络。

这一概念, 是英国数学家罗杰·彭罗斯, 在20世纪60年代作为抽像图首先设想出来的。斯莫林和罗韦利在运用标准方法, 对广义相对论方程式进行量子化时, 发现数学中隐藏着彭罗斯网络。这些网络的节点和边界, 携带着具有面积和体积的独立单元, 从而形成三维量子空间; 由于这些理论物理学家都是从相对论出发, 因此他们仍然保留了量子网络之外的空间的某些概念。而早在20世纪50年代末, 中国的三旋理论就开始了环量子构想的最初萌芽。

虽然近代弦圈思想的发明者, 是20世纪20年代前后波兰人卡路扎和瑞典人克林, 然而他们是把弦圈重迭成圆柱面, 再看成是一条线的。现代的弦理论和超弦理论也是如此; 因此, 三旋理论把这种图像称为“重高帽子法”, 认为是一种死圈论。

三旋理论是以环量子作基础, 在欧几里德对点定义的基础上, 补充“圈与点并存且相互依存、圈比点更基本、物质存在有向自己内部作运动的空间属性”三条公设, 将圈的“三旋”体旋、面旋、线旋, 视为这个几何空间的自然属性, 创立了三旋概念。

而在三旋概念建立之后, 环量子的概念可以不要, 因为环量子的概念在三旋中是自然存在的。同时, 物质可由一个个环量子的线旋自然耦合, 形成链, 再看成是一条线; 这也解决了连续与间断的矛盾。

美国弦论研究科学家、哥伦比亚大学的格林教授称: “环量子引力理论”也叫“环量子理论”; 弦论或超弦理论, 是非常接近它的, 因为弦理论的新版本超弦理论或M理论, 已经把环圈与弦线并列。

格林说：当代环量子引力阵营取得的重大进展，是好事；在通往量子力学的路上，环量子理论和弦论两条路，完全有可能在某个地方相会，而且是个可能成功的理论。因为很多事实证明，环量子理论所长，正是弦论所短；而环量子理论所短，正是弦论所长。

例如，弦论的一个弱点是所谓的背景依赖，必须假定一个弦赖以运动的时空。而从环量子引力研究者的理论中，却能导出这样一个时空，它是一种“背景独立”的数学结构，从中可以自然地推导出时空的存在。而从另一方面讲，弦论研究者可以在大尺度的结构上，直接和爱因斯坦广义相对论相连接，这可以从弦论方程式看到这一点；但环量子理论要和普通的引力相连接却很困难。

其次，弦论虽然还不能脱离背景依赖，但它却发现了镜像对称性这样的性质，这是两种时空可以有相同的一套物理定律。这里可以用不同的方式来看同一个物理系统，即两套几何学对应同一套物理定律；至于愿意使用哪一种几何，是各自的选择。

有时候使用某一种几何，能看到更多深入的东西。对于某些物理和几何系统来说，人们已经发现只使用一种几何学，无法回答很多数学上的问题。在引入镜像对称之后，会突然发现，理论上可以导出许多不同的宇宙，其中我们的宇宙似乎是唯一适合我们生存的，而那些深奥无比的问题一下子变得很简单了。

卡拉马拉被认为是全球最有前途的年轻物理学家之一；她研究环量子引力的外部空间，从彭罗斯旋转网络出发（该网络未嵌入任何前在空间），再结合环量子引力的某些成果，发现旋转网络不依赖于空间，也不是由物质形成的；相反，倒是这些网络的结构产生了空间和物质。在这一图景里，除了几何关系之外一无所有；空间不再是一个客体（如粒子）振动和相互碰撞的场所，而变成了一个永远在变换样式和过程的万花筒，每个旋转网络类似于一次“快照”——宇宙中一个凝固的时刻。实际上，旋转网络基于简单的数学规则而发展变化，而且越变越大，越变越复杂，最终发展成为我们居于其中的广袤太空。

卡拉马拉通过跟踪旋转网络的未来的这种变化，可以解释时空的结构。特别是她认为，这种抽象的环，能够产生爱因斯坦理论中最具标志性的特征之一的光锥。

光锥是指这样的时空区域，它是由时间--三维空间(X、Y和Z)中的光速绘图而成，定义了一个事件所有的过去和未来的联系；即光锥保证了先因后果的因果律，人们可以通过抬头观望星空来理解这一概念。然而，对于何处是光锥与旋转网络的接合点，并非

如此显而易见。旋转网络服从的是量子力学；在那些无法确定的区域，任何网络都可能发展出无限的新网络，且没有因果规律可循。

但通过将光锥与网络节点相结合，卡拉马拉发现，网络的发展变成有限的了，而且保留了因果律。但是，如果一个旋转网络代表了整个宇宙，就会产生一个很大的问题。根据量子力学的标准解释，在观察者观察事物之前，事物都处于一种几率中间态，观察者不能从宇宙边界之外回过头来看他自己。那么，宇宙存在吗？

卡拉马拉认为，我们能够从外界观察宇宙；因为宇宙内部的宇宙观察者，表现为网络节点，将因果关系引入量子时空的光锥，同样能切实定义每位观察者的状态。由于光速的有限性，我们只能看到宇宙有限的一部分。你所在的时空位置是独一无二的，因此，你所看到宇宙的那一部分也与其他人所看到的略有不同。

尽管不存在能获得宇宙所有信息的宇宙外观察者，但我们仍然能够基于各自接受到的部分信息，建立对宇宙的有意义的描述。

这一思想是：我们每个人都有自己的宇宙；但我们各自的宇宙有众多共同之处。这也是为什么我们在一个量子化时空中，看到的却是一个平滑宇宙的原因。

【2、环量子引力理论与三旋理论的检验】

当代重大科学理论的实验证明，一般掌握在国家或国家一级的设备和权威层次。西方的环量子理论提出的实验证明，卡拉马拉的设想是，如果观察结果能够证实环量子旋转网络的基础，她就能消除其中的缺陷；其中一个可能的实验是，跟踪相距数十亿光年的伽玛射线辐射量子，如果时空事实上是非连续的，依据各量子波长的不同，它们的行进速度也应该略有不同。

当时天文学家发表的观测结果，似乎对卡拉马拉有利。因为在目前的量子引力理论中，引力场的量子化被认为是时空有一个最小的尺度，称为普朗克尺度；这个时空尺度的大小：普朗克时间约为 10^{-43} 次方秒，普朗克长度，也就是光在普朗克时间内所走的距离，约为 10^{-35} 次方米；在这个观念下，我们所生存的时空，就有点像是把数字照片放到极大时的情况：所有的影像都由一格一格的像素构成。普朗克尺度虽然微小，但是可以利用宇宙的尺度也是非常大的，因此能将这微小的效应放大到可以观测的地步。

2004年意大利两组天文学家罗伯托·拉加佐尼和 Richard Lieu，已作了初次的检验。

因为他们先以为：从遥远天体的不同部分所放出的光，会经历不同的普朗克时间单位到达地球。换句话说，光速在传递的过程中会改变，因为这个缘故，天体的影像会随之扭曲变形；天体距离地球越远，这种因为普朗克尺度造成的变形效应越大。

但是，他们在利用不同的仪器观测非常遥远天体，分别观测几个数千万光年到数十亿光年远的不同类型天体时，并没有发现预期中的变形效应。实验的结论初步看来指向时空即使到了极小的尺度也是“平滑”的。虽然也有一种解释是：普朗克长度会随着光传递过程而改变，两相抵销之下使得光抵达地球时，仍然保持从天体出发时的信息，影像因此不会形变。而另一种解释是从测不准原理出发，认为普朗克时间的改变，会影响普朗克长度的大小；在这个状况下，普朗克长度约为 10^{-60} 次方米，远小于可观测的范围。

但卡拉马拉的环量子引力理论却早已预言，旋转网络服从量子力学，通过光锥与网络节点的结合，将因果关系引入量子时空的光锥，由于光速的有限性，我们只能看到有限的宇宙，尽管不存在能获得宇宙所有信息的宇宙外观察者，尽管每个人都有自己的宇宙，但基于各自接受到的部分信息建立对宇宙的有意义的描述，也有众多共同之处，这也就是为什么我们在一个量子化时空中，看到的却是一个平滑宇宙的原因。

与西方环量子理论相近的中国三旋理论，推出的实验室证明是物质族质量谱计算公式，推出的胶子球候选者检验。可喜的是，国家已投入过 6.4 亿元，对北京正负电子对撞机进行重大改造，使其性能提高两个数量级，保持在 τ -粲能区的国际领先地位。直线加速器也在正负电子能量、流强和束流品质等方面做进一步改造，使机器性能提升一个台阶，步入国际先进注入器行列。

2003 年 5 月 1 日直线就开始实施主体工程改造，包括新建预注入器、正负电子产生系统和改造脉冲速调管调制器等，在当年 9 月底完成。胶子球候选者的检验与北京正负电子对撞机的 τ -粲能区有联系，多年来由于国家科学院一直处在层子模型的十字路口上，中国环量子力学的三旋理论得不到国家一级的设备和权威层次的重视。

环量子力学研究，虽然是高风险工作，但大家还是祝愿北京正负电子对撞机一路走好。

【3、西方的环量子理论拉近了与中国的三旋理论的距离】

人类社会文明的标志之一，是走出亲人

乱伦。人类科学文明的标志之一，也是要走出“科学乱伦”，即要分清环面与球面不同伦。

现以拓扑学中的约当定理为例，它说的在平面上画一个圆，把平面分成两部分；作圆内外两点的任一连线，都必定要与圆周线交于一点。这个定理在平面和球面上是成立的，但在环面上却不一定成立。

例如，沿环圈面画一个圆圈，并没有把环面分成两部分：圆圈两边的点，可以通过多种曲线彼此连接。这说明平面和曲面并不是本质的区别，本质的区别是在曲面中，环面和球面是不同伦的。

但由于人类多数接触的是平面和球面空间，少数才是环面空间，所以对“科学乱伦”的认识，理论上还需补上三旋数学的知识。

说句公道话：西方的主流科学，基本上是在这条道路上前进。当前西方的弦论、超弦理论、M 理论、环量子理论，就基本上代表了人类科学文明走出乱伦的结果。

但在中国，主流科学却没有走出“科学乱伦时代”；当代中国物理学通往新神曲的道路，中国科学群体在追求科学真理的道路上，是多走了半步；这主要是受先验的唯物论的影响，追求与神学相似的先验的物质论，如 20 世纪 50 年代至 80 年代初，宣传的物质无限可分说，80 年代到 90 年代再到 21 世纪初，关注的各种关系实在论、相互作用实在论、科学主义、反科学主义，等等。

它们的共同特点，是不重视拓扑学上的环面与球面不同伦，或者不懂拓扑学上的环面与球面不同伦；不懂得环面是一种双重解结构，它能包容确定性与不确定性。因此，我国的一些专家，把不同大小的球面，也说是不同的拓扑结构。这种中国科学群体认知框架的整体倾斜，究其原因，是 70 多年来中国教育部门编写的大、中、小学统一教科书中，不讲授拓扑学和微分几何的不同伦知识造成的失误。但毛主席领导中国人民和中国科学界的将帅们，向诺贝尔科学奖冲刺，而发动物质无限可分说的世界科学大战，所带来的科学探索精神是永远长存的。领导中国人民开创改革开放新时代的总设计师小平同志，更是带来了中国科学的春天。它所引起的惊喜，正如南京大学博士生导师沉骊天教授所说：“犹如在遥望世界科学最高峰的攀登壮举之时，能惊奇地发现另一面山坡上，竟也有闪现出中国攀登者的身影”。

这就是西方弦论的弦线概念，是 20 世纪 60 年代末期提出来的。而延续的超弦理论增加的弦圈概念，更是西方 20 世纪 80 年代初期才提出来的；到西方的环量子引力理论，也是 20 世纪 90 年代后期才提出的。因此当代可自然耦合成链的环量子概念的提

出，中国的三旋理论比西方的弦论、超弦理论、环量子引力理论都要早一些，这让中国人终于走出“科学乱伦时代”，有了一次做科学文明“人”的机会。

而且这还可以看成是西方的环量子理论，拉近了和中国的三旋理论的距离，因为弦论或超弦理论，把环圈与弦线并列，才联系讲究拓扑学和微分几何的环面与球面不同伦；如不联系，弦论或超弦理论也混淆了拓扑结构的分类。

【4、当代弦圈的发明权应属于中国人】

2002年5月四川科技出版社出版的《三旋理论初探》和2003年9月天津古籍出版社出版的《解读〈时间简史〉》两本专著，实际解决了弦理论的三大难题：

A、弦理论解决了物质族分3代与卡--丘空间3孔族的对应，但仍有多孔选择的难题。

B、弦理论解决了多基本粒子与多卡--丘空间形状变换的对应，但仍有多孔形状选择的难题。

C、弦理论解决具体的基本粒子的卡--丘空间图形虽有多种数学手段，但仍遇到数学物理原理的选择难题。因此，根据中国人对这三大难题的解决，当代弦圈的发明权应属于中国人。

中国的三旋理论能超前于西方的弦论、超弦理论、环量子引力理论的提出，一是受惠于毛主席的物质无限可分思维，在中国普通人中的大普及。那是在1959年，我们在上一堂代数课时，老师布置了一道求解人数的方程应用题，一位同学得出了三十二又二分之一一个人的答案，老师批评说：“怎么会有二分之一一个人呢？”

这时，我们的脑袋里闪过：既然一个人不可分，那么坚持“一尺之棰，日取其半，万世没竭”是体现物质无限可分的思想，又怎能成立呢？这里的道理是：对于一个稍大层次的概念或命题，它虽包含有许多层次，但它不是无限可分的，它的无限可分必须体现在变换概念上，这使我们注意到：物质无限可分说对背景的一种依赖，即追究背景，有纵向和横向双重解的两个方向。

从横的方向来说，物质无限可分还是物质，就成了悖论，因此，物质不是无限可分的。但从纵的或竖的方向来说，一种物质分到极限，不可分，但变换背景概念，还是可以分的。但物质概念两千多年来，不是被看成点结构，就是被看成弥漫的球面结构；而死的点结构和球面结构，最终抽象还是球面结构。因此讲究拓扑学和微分几何的环面与球面不同伦，冲破点结构和球面结构，必然只能是环面结构了。

但这不是先验的唯物论与辩证法，也不是先验的神学论。

其次是受惠于自然全息启示，自然全息使我们认识到：简单性和复杂性，是自然而紧密地缔合在一起的。最典型的例子是贝纳德花纹：锅中沸水心液体向四周的翻滚对流，在水加热达到临界状态时各个局部区域也会呈现类似的现象，这是耗散结构和自组织理论常举的例子；如果把这种现象上升为基础的几何学结构，反过来把贝纳德对流抽象缩影反映在一个点上，它类似粗实线段绕轴心转动，再将两端接合的线旋；如果把它定名为不分明自旋，那么圈体绕垂直于圈面的轴的面旋，圈体绕过圈面的轴的体旋，就称为分明自旋。

分明与不分明自旋结合，使一个类圈体变成一种三旋唯象学研究的对象。它的优点是能把曲面、曲线几何相，与能量、动量物理相，自然而直观地紧密结合，一开始就揭示出自然的本质，既具有简单性，又具有复杂性。即它引进了一种双重解结构，如圈代表几何量子，旋代表能量子，对于圈层次可分单圈和多重圈态耦合；对于旋层次，既有位相，又有多重自旋结合。这种组合，会带来圈体密度波的几率变化。用 ψ 代表圈结构，用 Ω 代表旋结构，用 Ψ 代表三旋，可用下列形式的算符表示三旋的物理特征：

$$\Psi = \psi \Omega$$

(4-1)

反之，把三旋作为一种坐标系，直角三角坐标仅是三旋坐标圈维为零的特例。正是在一系列的关节点上，类圈体三旋为简单性与复杂性的缔合，提供了更为直观的图象，并能使爱因斯坦能满意他关于“我不相信上帝在掷骰子”的说法：在类圈体上任意作一个标记，实际上可以看成密度波，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的，更不用说它的质心存在平动和转动的情况。

这也是德布罗意坚持的波粒二象性，始终只有一种东西，即在同一时刻既是一个波，又是一个粒子的模式机制；并能满足正统的哥本哈根学派M. 玻恩，对波函数的几率诠释。即三旋所产生的波是几率波，能把粒子与波很基本地统一起来。

而陈叔瑄教授的涡旋论，认为粒子与波的统一，来自圈态涡旋的聚集与弥散，即聚集为粒子，弥散为波；但这只能说明，他的圈态涡旋是多粒子，并不基本。因此如果认为，只有在量子力学曲率解释的波函数，称得上“新神曲”，才能真正称得上是微观粒子在时空中的状态函数，几率流就是曲率流，

几率密度就是曲率密度，曲面的变化就是量子化电磁作用的变化，未免太把波粒二象性看简单了点。

因为量子曲率和量子挠率与量子几率，既是相互依存又是相互独立的；量子曲率波、挠率波、几率波三者一起，才构成量子的波粒二象性的。

【5、环量子、弦论、M 理论、全息与三旋理论的结合】

重温 20 世纪各派科学家对量子力学波粒二象性的不同解释，深感环量子力学三旋解释是他们追求的共同理想，因为他们各派的数学工作或解释，都不同指向环量子三旋的波粒二象性结构。

而在 21 世纪里，环量子理论、弦论、M 理论、全息理论与三旋理论的结合，取长补短，已能形成一个统一的理论。

例如，卡拉马拉研究环量子引力理论，解释时空的结构，认为抽象的环最具标志性的特征之一是光锥；那么，光锥与三旋是什么关系呢？它属不属于三旋呢？研究光锥确实是环量子引力理论所长，三旋理论所短；但三旋理论中的三种非线性线旋，其中的孤粒线旋，指的就包括了光锥。所以三旋理论能够涵盖环量子引力理论；至于弦论、超弦理论、M 理论更是能够涵盖。

在《三旋理论初探》一书中，已介绍了三旋规范的卡--丘流形紧致空间的具体结构。这是联系黎曼切口，作的 25 种卡--丘流形的规范轨形拓扑，且只能作 25 种；其中无孔的 4 种，有孔的 21 种，这是联系克莱因瓶、墨比乌斯体等构造，分为外接、内接、内包三大类的轨形拓扑。

A、外接 8 种，6 种是设想膜面由两个平行长方形平面的黎曼切口轨形拓扑构成，2 种是设想由一个长方形膜面弯曲的黎曼切口轨形拓扑构成。它们是：(1)光子型；(2)U 型；(3)t 型；(4)希格斯型；(5)e 型；(6)c 型；(7)e 微子型；(8)d 型。

B、内接 10 种，是以上边 8 种外接轨形拓扑为基础，联系克莱因瓶管口向内卷缩构成的。它们是：(1)胶子 1 型；(2)S 型；(3)b 型；(4)胶子 5 型；(5) μ 型；(6) τ 型；(7)W 型；(8) μ 微子型；(9) τ 微子型；(10)Z 型。

C、内包 7 种，是以上边 8 种外接和 10 种内接轨形拓扑为基础，两个平行长方形膜面中用大膜面包小膜面轨形拓扑构成。它们是：(1)胶子 6 型；(2)胶子 4 型；(3)胶子 3 型；(4)胶子 2 型；(5)胶子 7 型；(6)胶子 4 型；(7)引力子型。

如果超弦理论被比作是拨动宇宙的琴

弦，那么三旋理论也可以比作是吹响宇宙的笛管，因为以上 25 种卡--丘流形规范轨形拓扑是不同于超弦理论的弦乐，而类似些管乐器；它们定量地回答了宇宙是球形还是环形的的问题，也定量地回答了物质族基本粒子是球形还是环形的的问题。此外，从微分流形来看，这 25 种黎曼切口轨形拓扑结构，它们实际是 25 种子流形，并可以用离散群描述的。

其次，弦理论一般主张，弦线运动形成膜，但 RS 模型是将膜和弦分开的。依照上边黎曼切口轨形拓扑办法，RS 模型能作多少种轨形拓扑呢？按《解读<时间简史>》一书的介绍，除开纯弦和纯膜的外，我们也能作 25 种轨形拓扑。

A、外接闭弦轨形拓扑 5 种：(1)套环型；(2)装环型；(3)提环型；(4)罐型；(5)环纹型。

B、内接闭弦轨形拓扑 1 种：(1)藏环型。因为只有一张膜，没有内包闭弦轨形拓扑。

C、外接开弦轨形拓扑 12 种：(1)弓弦型；(2)工字型；(3)连圈型；(4)日字型；(5)占字型；(6)内吊型；(7)提圈型；(8)管吊型；(9)嵌环型；(10)球线型；(11)管圈型；(12)弓圈型。

D、内接开弦轨形拓扑 3 种：(1)穿圈型；(2)隔圈型；(3)隔球型。

E、内包开弦轨形拓扑 4 种：(1)包圈型；(2)包提型；(3)包球型；(4)提球型。

【6、结束语】

科学文明是啥？以上环量子理论研究在中国，虽然使得量子场景更为复杂---当量子态空间维度大幅扩展，且其操作是高维空间中的广义旋转而非简单的线性变换时，类似用神经元迭加通用函数的逼近做近似，通过数学最优化方式的最优梯度传播，去拟合成神经网络。

大模型扩散或者生成，在分布逼近的情况下进行采样，用非常强大的算力可以得到一个全量化的模型。但由于有各自的约束性、限制性，真正多元化写出的工具，最好还是通用的，能够把传统的网络优化---网络结构搜索、网络梯度优化问题，做更广义的逼近。三旋理论初探，自然是属于第一步。

参考文献

- [1]赵国求、吴新忠等，物理学的新神曲---量子力学曲率解释，武汉出版社，2002 年 8 月；
- [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]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]王德奎, 从卡--丘空间到轨形拓扑, 凉山大学学报, 2003年第1期;

- [7]汪帆一, 元宇宙之战感知人类第三个孵抱期----读《何为真正的“元宇宙”?》等文章, *Academ Arena*, 2021(9);
[8]汪帆一, 元宇宙多元一体柯猜芯片无声胜有声----读《刚火就开始收割, 元宇宙就是这样招人烦的》, *Academ Arena*, 2022(1)。

4/22/2025