

时空阶梯理论与三旋理论为啥需要虚数

常炳功, 王德奎

摘要:“研究社区”发展今天的人工智能和后互联网时代,其实是开放的,包括了所有人及其他各式各样的兴趣和爱好,只不过在“智能体”外,增加了两个区分:即“霸凌体”和“中间体”。因为在后互联网时代,“研究社区”的“智能体”存在“撕裂”的现象更大、更容易。“霸凌体”功能不行,却不改正,或不向好的学。这种人工智能和后互联网时代,科学要进步,如何进步?

[常炳功, 王德奎. 时空阶梯理论与三旋理论为啥需要虚数. *Academ Arena* 2026;18(4):19-23]. ISSN 1553-992X (print); ISSN 2158-771X (online). <http://www.sciencepub.net/academia>. 03. doi:10.7537/marsaaj180426.03

关键词: 量子力学; 虚数; 芝诺坐标; 智能体; 霸凌体; 中间体

【0、引言】

2026年2月26日“观察者”网,发表“一根弦”的文章:《量子力学需要虚数吗?》,读后很有同感。

因为我们在合作进行《时空阶梯理论与三旋理论结合应用初探》研讨中,遇到“时空阶梯理论”阐述“哲学与宇宙学的必然重逢”时,主动将《易经》、八卦、道家哲学与现代物理结合构建宇宙图景,都使用了“气、神、虚、道”等古代“中国文明智慧”的概念,与物理学四种力一一对应,例如:

- 1) 气→气时空→引力→暗物质基态。
- 2) 神→神时空→弱力→暗能量第一层。
- 3) 虚→虚时空→电磁力→暗能量第二层。
- 4) 道→道时空→强力→暗能量第三层。

有人听到后说:“用气、神、虚、道等概念,封建迷信太浓,有时会遇到麻烦”。

对此,“三旋理论”中使用的是数学中的“正、负、虚、实”数概念,对应的“时空阶梯理论”中的“阶梯”作的理解。

- 1) 气→正→数→正实数、正虚数。
- 2) 神→负→数→负实数、负虚数。
- 3) 虚→虚→数→正虚数、负虚数。
- 4) 道→实→数→正实数、负实数。

其次: 物质→自然数时空。
能量→0 数时空。

【1、物质能量正负虚实的芝诺坐标表示】

我们提出的时空阶梯理论和三旋理论,与上世纪50年代宣传毛主席的“物质无限可分”的指导分不开。

众所周知,在爱因斯坦的相对论中,“光速”作为一个最大正实数,不可超越,类似一个阶梯;在普朗克的量子力学中,“量子”作为一个最小正实数,不可再分,类似一个阶梯。因为物理学也“源于生活”,还有所谓的时间箭头或热力学箭头,即可逆与不可逆;加上实、虚、正、负、零五元数,

就是七元数。

对这一类中的每一个符号,作出实在论的解释,面对的是人,这首先要从不需要意会开始,再到需要意会才行。那时联系远古先秦经典《庄子》里说:

“一尺之捶,日取其半,万世不竭”,与古希腊学者芝诺为支持他的老师巴门尼德的运动与界面的悖论,如希腊神话中的飞毛腿阿基里斯,追不上龟等参加的辩论,用“物质无限可分”的指导,确能产生类似物质能量正负虚实的“芝诺坐标”表示。

芝诺坐标起源的故事,可追溯与大约在公元前445年,年近65岁的古希腊杰出思想家巴门尼德,与年轻的苏格拉底发生了最为惊人的智力冲突有关。在今天看来,这些争论的焦点是:思维与存在、物质与真空,存不存在界面?因为之前的希腊人认为,点是位置的单元。

巴门尼德与芝诺等人担忧:如果认为点没有大小,又为何可以认为长度是由有限个点组成的呢?这种把时空作为点的堆集的这种关于宇宙和谐性的空间基础研究,例如,人追龟,是指人与乌龟接触的那一刻,因此只要人与乌龟之间的差距小于乌龟或人体的尺寸,这就是一个界面。小于这个尺寸,不能把赛跑的龟分了,还看成龟;也不能把赛跑的人分了,还看成人。即在小于这个界面内,既不能藏下一只龟,也不能藏下一个人,除非有往点内穿的本领。

这是一个“点外”与“点内”区分的跨界问题,如果承认有这种跨界,就是承认有芝诺悖论反驳的一面:物质世界是整体式的,现实是一个没有变化的统一体;但宏观世界的真实情况不是这样,即没有超界的高能,真空是不易撕裂的。因此要说明众多对芝诺悖论的解答不完备,需要建立芝诺坐标系。

例如,用X轴代表物质与真空,用Y轴代表思维与存在,作成平面直角坐标系,定交点为O,箭头一边为正,另一边为负。

正的表示,不需要意会理解的思维与存在、物

质与真空。负的表示，需要意会理解的思维与存在、物质与真空。如此构成的坐标系，把万事万物分成了四个象限：

第 I 象限，属于自然界、宇宙以及人类社会，不需要意会理解的事物，包括爱因斯坦的相对论真空。

第 II 象限，描述了镜像、梦幻一类的反映，以及部分的大脑贮存、书画贮存、音像贮存，电脑中的虚拟生存。

镜像、梦境似乎可视可听，是不需要意会理解的思维与存在，但它们显现的空间是虚的、模糊的，是一些需要意会理解的物质与真空。

第 III 象限，不论思维与存在，还是物质与真空，都需要用意会才能理解。如无穷小量，类似于将小数散布到整数之间，只要你能想象着写出来，它就始终比零大，而比一个任意实数小。

无穷小量事实上的确存在，并不是直接表明的；这种研究在数学上表现为内部集合论、模糊数轴论现象。而且产生了物理学上的弦论，即物质分到 10^{-35} 米的线度，粒子并不是一个无维的点，而是一条长度不大于 10^{-35} 米的细线或微小圈。

第 IV 象限，描述真空场及真空效应，不同于第 I 象限的相对论真空，而具有量子论的特色，即真空空间并不是完全空的，它充满着小的量子起伏。这些起伏可以看成是波，即是物理场内的波动。

这些波具有所有的可能的波长，并且在所有方向上运动。我们不能检测出这些波，因为它们只是短暂地存在并且是很微小。这种真空效应是实在的，但也是需要意会才能理解的思维与存在。

【2、三旋编码基本粒子冗余码对应暗物质】

三旋理论看待“暗物质”采用数学分析，与时空阶梯理论不同。

但“阶梯”概念，好理解，也直观，类似梯界。但“自旋”作为量子色动语言学的语言，被看成编码，则是一种量子符号动力学。

如把理想的驻波，对应理想的自旋，由于“万物皆旋”，我们拿环量子的面旋、体旋和线旋等自旋量子数，编码物质族，以“避错码”对应各种基本粒子，把剩下的“冗余码”对应暗物质，由此可说明，三旋的面旋、体旋和线旋等三种旋，用于编码各种基本粒子，从夸克开始，用的是面旋、体旋和线旋 3 个标记的避错编码。

但这只是一种数学的组合编码，它们还可作数学的排列的 6 种编码，所以能给夸克的“色荷”编码留有位置。这种排列变换，代表的是一个组合编码中的面旋、体旋和线旋起始顺序不同。

而标准模型粒子避错编码符号，代表的弦线圈，是完全变成一种旋束态的。“目的环”三旋，用 120

个排列编码对应宇宙中物质总量，“量子避错编码” 24 个只占 1/5。其剩下的“冗余码”，作为玻色子的暗物质编码排列组合符号，代表的类似弦论和量子场论三个弦线圈的复合“混杂堆积”成的旋束态。

分析点外、点内时空，其势能和动能可对应能量与暗能量；转化为用“避错编码”看，物质与暗物质分别对应避错码、冗余码”。

即物质为宇宙量子避错码；暗物质为宇宙量子冗余码。但环量子三旋编码分出的避错码和冗余码，比球量子多得多。避错码在类似陀螺自旋整体式的球量子身上，是自然实现的，类似“明物质”。为啥？因为把球量子类比“魔方”，虽也是整体式，但“魔方”还可以同时作正反两种同样的自旋，类似“冗余码”。

当然操作这种“冗余码”，类似是要人工智能的。环量子自旋的体旋、面旋、线旋（包括平凡线旋和不平凡旋）等三旋，“避错码”是 62 个，实现距离 10,000 个量子比特容易得多。

【3、对照量子力学需要虚数的现象是些啥】

“一根弦”的文章《量子力学需要虚数吗？》，说出了一些时空阶梯理论与三旋理论，能和相对论及量子力学统一在一起的秘密：需要虚数。当然，这种对照，只是作一些参考。

如该文后面介绍作者“一根弦”，又名“返朴”；说是“中关村文理学院非优秀毕业生；博士期间主业发展原子核集体激发态理论，副业打听八卦新闻。因误入码农行列，逃离北京来到卷都杭州，以网名挖掘和写作物理学家，并以此为乐”。他说的需要原因是些啥？

1、贝尔实验对实数量子力学的“死刑”判决

1935 年爱因斯坦、波多尔斯基和罗森提出了著名的 EPR 佯谬，向量子力学的完备性发起挑战。1964 年贝尔（1928—1990）基于玻姆（1917—1992）的隐变量理论，推导出了特定纠缠态上关联测量满足的基本不等式，被称为贝尔不等式。

1969 年克劳泽（1942—）、霍恩（1943—2019）、希莫尼（1928—2015）和霍尔特等四位物理学家，给出了一个更便于在实验上检验的版本：CHSH 不等式（CHSH 分别取自四位的姓氏），是贝尔不等式的特殊情况。

在传统贝尔实验中，两位观测者（A 和 B）有一个 EPR 纠缠对，这个纠缠对由 2 个 $1/2$ -自旋粒子组成：自旋向上或者向下，分别记作 A 和 A'；B 和 B'。定义观测到 A，同时观测到 B 的关联函数 $E(A, B)$ ；同理，可以定义 $E(A, B')$ ， $E(A', B)$ 和 $E(A', B')$ ，并把这四个关联函数组合成 S： $S = E(A, B) + E(A, B') + E(A', B) - E(A', B')$

由于在实际实验中粒子极化率无法做到完美

的 100%，因此实验中测量的 S 数值为 2.697 ± 0.0515 。这一结果表明，经典理论完全失效，量子力学大获全胜。

贝尔不等式的验证（或者说贝尔不等式违背），彻底否定了局域隐变量的理论，直接揭示了量子力学的基本特征——量子非定域性，这也是人类首次触摸到了类空距离上的“鬼魅”长程量子关联。

关于贝尔不等式的研究工作，在 2022 年被授予了诺贝尔物理学奖，克劳泽是获奖人之一。

2、实数量子力学被潘建伟和范靖云两个实验判“死刑”

既然贝尔实验可以检验经典理论和量子理论的有效性，那么贝尔实验是否可以用来检验实数量子力学的正确性吗？不过传统的贝尔实验无法用来检测实数量子力学的正确性。2021 年 8 位研究人员在《自然》杂志上发表了一篇论文，提出了一个思维实验，这个实验可以看作传统贝尔实验的改进版。

在这个思维实验中，使用 2 个 EPR 纠缠对和三名观察者：A、B 和 C。他们各自之间，各形成一个 EPR 纠缠；该贝尔态有四种可能性。不久之后来自中国的科研团队，实施了这套实验方案。

南方科技大学范靖云教授团队，利用光学的实验方法搭建了实验平台，结果显示：纠缠光子之间的相关性远远超过了实数理论所允许的上限。这表明复数在描述量子态时是不可或缺的。

而中国科学技术大学潘建伟院士团队，则利用超导量子比特开展了此项实验。实验测量出 CHSH3 值为 8.09，小于标准量子力学。这一实验结果，推翻量子力学的实数版本。

实数量子力学被潘建伟院士和范靖云教授的两个实验判了个“死刑”；并被入选了 2022 年国际物理学领域十大进展。

3、实数量子力学 2025 年发生翻转：死刑？死缓？

这份转机并非来自新实验结果的出现或者原有实验被推翻，而是早期的实数量子力学理论本身确实存在一些问题。

2025 年 5 名德国研究人员在 arXiv 网站上挂出了一篇文章，他们重构了实数版量子力学；而用重构后的版本计算出了标准量子，法国研究人员以另外一种方式重写的实数版量子力学。尽管两篇论文数学出发点略有不同，但都同时注意到了早期实数量子力学框架的致命缺点：标准量子力学满足的“表示局域性”，但原来的实数量子力学不具备这样的性质。何为“表示局域性”？

以图为例：假设存在两个完全独立的量子系统，左右两个系统分别处于为 ρ 量子态和 σ 量子态，此时整个系统可表示为 $\rho \otimes \sigma$ 。

当左侧体系发生变化时（比如一束激光打过来），左体系由量子态 ρ 变成量子态 ρ' ，其数学表示为 $\rho' = h(\rho)$ 。由于左右两个体系之间不存在相互作用，因此右体系仍处于 σ 量子态，此时整个系统可表示为 $\rho' \otimes \sigma = h(\rho) \otimes \sigma$ 。如果一个理论满足此性质，那么这样的理论描述就具备表示局域性。标准量子力学可做到这一点，但早期的实数量子力学就无法做到——在早期实数量子力学框架中，由于直接套用了标准量子力学中的张量积规则定义，导致在描述这样的系统时，必须使用 $h'(\rho \otimes \sigma)$ 才能描述变化后的体系。

也就是说，都是张量积运算 \otimes 使得实数量子力学出现了表示不定域的现象。正是这个原因导致了在进阶版的贝尔实验中，实数量子力学给出了与标准量子力学不一致的计算结果。

为了解决这个问题，两个研究团队都在实数域中对标准张量积进行改写，最终有效地解决实数量子力学的表示局域性问题。打个比方来试图理解整个过程：在平直空间内，直角三角形的三条边长遵循勾股定理，即 $a^2 + b^2 = c^2$ ，但是这样的规律在非平直空间中完全失效（非欧几何）。换句话说，勾股定理只是直角三角形在平直空间的一种特殊情况而已。张量积的本质是矢量组合的运算规则，张量积的运算规则可以保证复数域内量子力学的表示局域性，但不能保证其在其他数域（比如实数域）的表示局域性，就像勾股定理虽然在平直空间有效，但在非欧空间中失效一样。

要保证其他数域下表示局域性就不能生搬硬套张量积在复数域中运算法则，而是需要找到通用的矢量组合规则。因此，来自德国和法国的两个科研团队分别在实数域内创造出了不同的矢量-矢量组合规则，重新构建了实数值量子理论。这些理论能够满足表示局域性，并且给出了与标准量子理论完全相同的预测结果。

即 2025 年出现在 arXiv 上的两篇论文，修正了原本实数量子力学理论框架的问题：当多体量子理论从复数变化到实数时，维度增多了——原来的 d 维空间变成了 $2d$ 维空间；多出来的维度可通过 $U(1)$ 全局对称性消除掉。因此，多体实数域的希尔伯特空间的商空间和标准复数域的希尔伯特空间是完全同构的。经过此番修正，实数量子力学是否在任何情况下都可以达到与标准量子力学完全一致的计算结果？是否存在更进阶版本的贝尔实验（比如实验中引入 3 个或者更多的 EPR 纠缠对），来否认当前的实数量子力学理论体系呢？

换句话说，这样的修正是否只是一次小修小补，或者，一种更加形而上学的观点是：即便人类找到了与标准量子力学完全等价的实数版本的量子力学，发现复数版本的量子力学更加简明扼要，最后

仍旧免不了要以复数版本的量子力学为准，那么对实数量子力学的探索和寻找是不是本身就是徒劳，即量子力学基础的探索路仍然遥远呢？

4、三旋理论和时空阶梯理论终将照亮大象

2025 年来自德国和法国的两个科研团队，在 arXiv 上发表的两篇修正原本实数量子力学理论框架的论文，对实数量子力学的探索和寻找，虽然本身不就是徒劳，但这类量子力学基础探索，确实遥远。

因为他们把“原来的 d 维空间变成了 $2d$ 维空间；多出来的维度可通过 $U(1)$ 全局对称性消除掉。因此，多体实数域的希尔伯特空间的商空间和标准复数域的希尔伯特空间是完全同构的”。即如果是把 1 维的线或弦，变成 2 维空间里的平面或曲面；以及把 2 维平面，变成了 3 维空间里的球面曲面或立体，那么仍然没有区分环面与球面的不同伦，以及莫比乌斯带圈和克莱因瓶与 2 维空间里的平面或曲面的同伦，而如同盲人摸象。这一点也不奇怪，为啥？

在经典物理理论中，复数的引入并非必须项——仅仅使用实数也完全够用。例如，杨振宁院士在《20 世纪数学与物理的分与合》一文中就说：“ i 在量子力学发展以后，为什么基础物理学必须用这个抽象的数学观念，虚数 i ，现在没有人能解释”。

即使用薛定谔方程计算得到氢原子光谱，与实验观测高度吻合，薛定谔方程大获成功，但薛定谔也质疑复数的使用，他讲，“波函数 Ψ 应该是实函数”；他一直在寻找一个只有实数版本的波动方程。

薛定谔方程中的 i 虚数，究竟是量子理论的必要组成部分，还是仅仅为了方便数学运算？能抛弃 i ，构建出实数量子力学吗？

因从数学结构上看，构建出实数量子力学，相对论质能公式引入了不可消除的虚数，薛定谔方程也引入了不可消除的虚数。

早在 1629 年荷兰数学家吉拉德（1595—1632）断言：“ n 次多项式方程都有 n 个根”，包括负根和“不可解数”（虚数）。后来，法国数学家笛卡尔（1596-1650）提出了相同的论断，并在此基础上正式引入了“虚数”这一术语。

“虚数”顾名思义，意味着“想象中的数”。到 1777 年瑞士数学家欧拉（1707—1783）在论文中，首次引入了虚数符；到哈密顿（1805—1865）等数学家，又不断完善。然而直到量子力学出现，虚数都还停留在数学领域，并未真正进入到物理学中。

原因是：所有的可观测量都必须是实数，复数没有办法被直接观测到。实际上，在经典理论中很多场景使用到了复数，譬如，电动力学中对电磁波的描述就使用了复数，但这些仅仅是为了数学上

的简洁和计算上的便利。实数量子力学是否真的可行呢？

类似芝诺坐标系，众所周知一个复数对应复平面上的一个向量，包含一个实部和一个虚部。因此，构建实数量子力学的朴素方法是：用两个实数等价替换掉对应的实部和虚部。1934 年约尔当（1902—1980）、魏格纳（1902—1995）和冯·诺依曼（1903—1957）利用代数的方法搭建起基于实数量子力学的基础框架。之后在 60 年代瑞士物理学家恩斯特·施蒂克尔贝格（1905—1984），将其进一步发展：他成功地把 d 维的复数表示拓展到了 $2d$ 维的实数表示，在实数域中实现了绕虚轴转动这样看上去只能在复平面上的操作。

再到 2008 年和 2009 年，两个研究团队通过计算经典贝尔实验中贝尔不等式的最大违背数，证明了实数量子力学与标准量子力学的等价性，使人们对实数量子力学又增加了一份信心。那么实数量子力学是否能在任何场景下都能和标准量子力学保持一致？

以上已回答：如有贝尔实验对实数量子力学的“死刑”判决；其次，实数量子力学被潘建伟院士和范靖云教授的

两个实验判“死刑”。

【4、结束语】

读“一根弦”的文章《量子力学需要虚数吗？》，我们联想到了 2026 年《环球科学》杂志 2 月号上，赵修竹教授发表的《当 AI 开始理解世界》文章中的“智能体”。为啥？

人类为了生存，有各式各样兴趣和爱好，无可非议。但人类社会自从产生了数理化生等科学研究社区以来，用清华大学具身智能实验室负责人许华哲教授的说法：“人类与世界互动的强大能力与生俱来，于是在待看具身智能时，会很自然地按自己的标准衡量”。如果把许华哲教授说的这个标准，用在专注数理化生等科学研究社区兴趣和爱好的这类人的描述上，也称为“智能体”，那么这个“研究社区”发展今天的人工智能和后互联网时代，其实是开放的，包括了所有人及其他他们各式各样的兴趣和爱好，只不过在“智能体”外，再增加了两个区分：即“霸凌体”和“中间体”。为啥？

按照美国斯坦福大学吴佳俊教授的说法：“不同背景的研究者，怀揣着不同的问题和愿景，这背后既有‘理解世界’的，也暗藏着‘什么才算真正理解世界’的争论”。

说白了，在后互联网时代，“研究社区”的“智能体”存在“撕裂”的现象更大、更容易。举个亲身体会的例子，我们是老实人，20 多年前从国家商店买的电脑，上电信局管理的互联网，看科学网、

观察者网和写读后感文章，用到至今，却发现原来使用的百度搜索平台，在 2025 年时不知不觉换成了 360 度搜索平台。

我们本来对 360 度搜索平台没有什么反感，但由于它缺乏“英译汉”“繁转简体字”等功能，加之用它作文献搜索，不如百度齐全，我们就不想用它。但它现在太“霸凌”了，我们找人弄回原来使用的百度搜索平台，它会该平台移到电脑边上留个角角。

360 度搜索平台本身也是的“智能体”，但不行，却不改正，或不向好的学。这种人工智能和互联网时代，科学要进步，如何进步？

参考文献

- [1]常炳功、王德奎，命运动力学，竹和松出版社，2020 年 1 月；
- [2]常炳功、叶眺新，韩国室温常压超导材料机制新解——生物超导机制联系首个室温常压超导，Academ Arena, 2023 (11)；
- [3]常炳功 王德奎，时空阶梯--共形循环宇宙学----完整包含大爆炸理论及其继续，Academ Arena, 2021 (9)；
- [4]王德奎、常炳功，2021 年诺贝尔物理学奖说中国弦理论----读《杨振宁的最后一战》，Academ Arena, 2022 (9)；
- [5]常炳功，《哈得来环流圈说环组学》读后感，Academ Arena, 2023 (7)；
- [6]常炳功、王德奎，磁场不跟随圆柱磁铁绕轴共转数学证明----磁场磁力线联系任意量子比特核聚变应用，Academ Arena, 2023 (10)；
- [7]常炳功，人类文明的时空阶梯，Academ Arena, 2024 (2)；
- [8]王德奎，三旋理论初探，四川科学技术出版社，2002 年 5 月；
- [9]王德奎，解读《时间简史》，天津古籍出版社，2003 年 9 月；
- [10]常炳功，时空阶梯理论对人类文明的解释，Academ Arena, 2021 (7)；
- [11]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。
- [12]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；
- [13]叶眺新，中国气功思维学，延边大学出版社，1990 年 5 月；
- [14]常炳功，《三旋自组织原理》读后感，Academ Arena, 2024 (11)；
- [15]常炳功，生物全息开创时空阶梯论的先声----读《生物全息研究走出韦三立》感想，Academ Arena, 2025 (2)；
- [16]常炳功，《庞加莱猜想与超弦革命》读后感，

Academ Arena, 2025 (12)。