



超弦规范场和非对易几何解
---质量超弦时间之箭初探 (6)

叶眺新

(四川绵阳, 621000, y-tx@163.com)

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

摘要: 庞加莱猜想隐含、表达的多层意思, 将对多门科学的拓展产生根本性的影响, 其历史地位将与欧几里德几何媲美。两件相关的事物, 有的性质能分出先后次序, 如表达为第一性、第二性, 但这不是绝对的, 它们也可能是并列的。庞加莱猜想把图象与操作并列, 为现代量子科学铺平了解题的新方案。

[叶眺新. 超弦规范场和非对易几何解---质量超弦时间之箭初探 (6). *Academ Arena* 2021;13(5):37-41]. ISSN 1553-992X (print); ISSN 2158-771X (online). <http://www.sciencepub.net/academia>. 5. doi:[10.7537/marsaaj130521.05](https://doi.org/10.7537/marsaaj130521.05).

关键词: 超弦、规范场、非对易几何

一、庞加莱猜想的历史地位

几何多以图像表达事物, 直观不像笔算, 而有利于人们思维。约公元 300 多年前, 欧几里德建立的以两条直线不平行就必然相交为特色的公理化推证体系, 它不但创始了平面几何, 而且后来还创新了非欧几何, 影响了凡是需要推理的学问都与此相联系, 而为多门推理的学问, 如物理科学、工程科学和社会科学铺平了道路。与此相似, 庞加莱猜想隐含、表达的多层意思, 将对多门科学的拓展产生根本性的影响, 其历史地位将与欧几里德几何媲美。

1、庞加莱猜想方案

两件相关的事物, 有的性质能分出先后次序, 如表达为第一性、第二性, 但这不是绝对的, 它们也可能是并列的。庞加莱猜想把图象与操作并列, 为现代量子科学铺平了解题的新方案。

在现代量子规范场论及粒子物理的分类方案上, 粒子和场的原初和派生, 何者为第一性的原初, 何为第二性的派生, 有两种方案。有人认为, 场是第一性的, 粒子是第二性。其理由是, 量子场分激发态场和基态场。激发态场又分静止质量不等于零的实物场, 和静止质量等于零的非实物场。基态场仅指量子真空。尽管超弦理论粒子是弦派生的, 超弦场仍是基本的, 即是量子超弦场通过超弦产生粒子。

场是第一性、粒子是第二性方案有一个悖论, 例如有人坚持, 原初粒子是一种形态, 量子真空场也是一种形态, 只不过是一种特殊形态, 而非一种特殊状态。但所谓形态, 就是存在有一种图像, 那么我们如果问: 量子真空场的量子图像是什么? 是球量子图像还是环量子图像? 原初粒子的量子图像是什么? 是球量子图像还是环量子图像? 量子真空

场的量子图像和原初粒子的量子图像谁基本? 目前这种方案的量子真空物理学只是避而不谈。于是出现了第二种方案: 场是第二性的, 粒子才是第一性的。例如有人认为, 在普朗克尺度, 微观极限小到只存在一个量子时, 场已不存在; 尽管目前这种方案在国际科学界才露头, 但还是有说服力的。

然而庞加莱猜想已获证明, 有可能补充这两种方案, 出现第三种方案: 在宇宙大爆炸前和在普朗克尺度极限, 场和粒子两者是并列的; 场是第一性、粒子是第二性, 只是在宇宙暴胀之后才如此。因为分析庞加莱猜想“三维空间每一条封闭的曲线都能收缩成的一点就等价于球面”的内容, 实际包含了两层意思, 即图形的操作和图形的本身, 可以对现代量子规范场论和粒子物理, 场等价于图形的操作, 粒子才等价于图形的本身。而庞加莱猜想中图形的操作和图形的本身是并列的, 推导的结果, 场和粒子两者也是并列的。庞加莱猜想方案能解决被当作老大难的相对论引力方程把能量场和几何场混在一起的问题, 也为量子真空物理学指出了方向。

2、庞加莱猜想进入二次量子化

超弦场是泛函数的超场, 一根超弦作为整体, 其相互作用是非定域性的, 但弦间的作用是定域性的, 它分为杨-米尔斯相互作用和引力相互作用。这是因为超弦场是从庞加莱猜想正定理的一次量子化出发, 建构使用的 1 维弦和 2 维膜, 但它们都只能收缩成一点, 等价于球面。在一般的拓扑学内的这种开弦, 无法完成现代量子规范场论的任务, 才借助轨形拓扑学的二次量子化闭弦圈图, 生出五种弦论。

圈量子引力是从庞加莱猜想逆定理的一次量子

化出发，建构使用圈的函数表示，但这个空间特征关系在闭弦的圈表示中，还是指在空间中所做出的圆，或不依赖于个体的圈，而是依赖于圈所属的推广了的纽结。庞加莱猜想看一次量子化的两种区别，整体对称是点、球、膜，定域对称是开弦、闭弦。能不能把一次量子化中的开弦，闭弦，在一般拓扑学内完成类似现代量子规范场论的任务呢？

如果把完成这个任务叫做庞加莱猜想二次量子化，它显然整体对称是杆线弦（开弦）、管线弦（闭弦）；定域对称是试管弦、套管弦这两种区别。可见二次量子化对庞加莱猜想来说，只是拓扑学范围内的两次区分的连通、连续变换，这容易写出一个连贯性的既具有协变性又具有超对称的作用量，即把它们算子化。

3、费曼时空

弦理论计算有 10 的 300 次方个不同的稳定真空态，叫做弦景观，这些真空态是一个很大的景观的极小区域。想到超弦场有二次量子化，这就不足为奇。对比庞加莱猜想完成的二次量子化，弦景观则要集中一些。在称之为普朗克尺度幻方，或普朗克尺度幻方地板、普朗克尺度幻方纤维丛、普朗克尺度幻方编织态、普朗克尺度幻方真空泡沫等弦景观中，由于有了试管弦、套管弦图像，因此来看费曼时空，也就容易理解些。

因为费曼时空的关键，是要说明电子“反时间”运动的轨迹图。它一般被理解为一个电子对产生，紧接着电子对湮灭的物理过程——沿时间反方向运动的负能量电子，等价于沿时间正方向运动的正能量正电子。“反时间”我们认为类似进入“点内空间”。在量子真空场中，“点内空间”又类似空心圆球，即是封闭的，负能量电子这又怎能瞬间通过其势垒呢？真空是形态而不是状态。处于基态的量子态，实粒子的数目为零，只是有虚粒子存在的场，它的能量处于最低态。

换句话说，这类似一种水平面，由于有试管弦、套管弦的图像，这个真空形态的水平面景观图像，也就类似插入了很多试管弦和套管弦。在低于这个水平面下，会有凹孔出现；在高于水平面处，会出现有势垒。那一个个“凹孔”，就类似一个个微型黑洞，也具有类似黑洞的霍金辐射效应。即所谓的“反时间”就类似粒子跑进了“凹孔”区域，而类似黑洞霍金辐射效应，负能量电子向时间反方向辐射，就对应普通电子向时间正方向辐射。

4、两类芝诺悖论式的点分割

欧几里德几何与庞加莱猜想都有“点”的概念，都把“点”作为最基本的图像，但两者有根本的区别。欧几里德几何的点，被看作是可以无限缩小的 0 维点，它没有部分、没有大小，这为芝诺悖论的成立

提供了相当有力的理论基础。但芝诺悖论的用意是和欧几里德几何对“点”定义不同；芝诺悖论的用意含有点的两类分割：一是正说，实数领域的无理数式的无限分割是能够成立的；这是对欧几里德几何点定义的运用。一是反说，不连续的在实数领域的无理数式的无限分割之外，还有虚数领域的无理数式的无限分割；但芝诺悖论没有明说出来，它是为测试专家型人才中的“智力”，专门留下的一个空白。

庞加莱猜想与芝诺悖论的用意有同功异曲之妙。庞加莱猜想对点的定义，包含了欧几里德几何的没有大小、可以无限缩小的 0 维点的这部分内容，但它还包含了牛顿力学“质点”是可大可小的，大到星球宇宙，小到基本粒子的这部分内容。然而庞加莱猜想的用意还没有完，它还有芝诺悖论用意式的为测试专家型人才“智力”专门留下空白的内容——类似庞加莱猜想逆定理联系的除开点和球面图像外，还有曲点环面和点内空间的图像，这类非对易分割正是芝诺悖论和庞加莱猜想都想说的，在实数领域之外还有虚数生存这种连续。

有人论说在普朗克标度时，芝诺悖论不能成立，原因是不能预先假定空间度量有连续变化的性质。实际这是预先假定空间度量，存在有不可分的最小单元的量子。从经典量子力学来看，这是对的，但不是完备的。也许量子真空物理学并没有理解普朗克标度的另一层含义，即普朗克标度实际也类似一个微型黑洞，普朗克标度就是这个微型黑洞的视界。从这个视界到微型黑洞的“裸点”，虽然还有很长的“距离”，但这类似活物体的“死活”，进入普朗克标度的这个视界，是标明它已经可以划归“死物体”这一类，但只因它还没有消失到“裸点”，所以给它一段“考虑”去留的时间距离，实际占多数都没有意义。

这是普朗克为经典量子力学追随芝诺悖论用意的同功异曲之妙，给测试专家型人才“智力”专门留下的空白。这是 20 世纪初庞加莱和普朗克这两位伟人，为 21 世纪留下的工作。

二、轨形拓扑推动的两次超弦革命

1、丘成桐猜想

丘成桐教授曾在“数学与物理前沿”的演讲中说，时空的量子化描述需要更进一步的探讨。物理学家和几何学家都希望能够找寻一个几何结构来描述这个量子化的空间。约在 200 年前，高斯发现高斯曲率的观念而理解到内蕴几何时，就感叹空间的观念与时而变，和人类对大自然的了解有密切的关系。因为微分几何的张量分析（曲率张量）在多重尺度分析中，即使在同一点上，也有不同方向的变化，而此种变化亦应当受到能标的影响。当一个图（graph）逼近一个几何图形或微分方程的解时，多重尺度分析极为重要，如何解决这些问题无论在纯数

学和应用数学都是重要的问题。

近代弦论发现有不同的量子场论可以互相同构然而能标刚好相反，这就可能因此有极小的空间不再有意义的观念改变。在微分方程或微分几何遇到奇异点或在研究渐近分析时，炸开 (blowing up) 分析是一个很重要的工具，而这种炸开的工具亦是代数几何中最有效的工具。在非线性微分方程中，我们需要更进一步地做定性和定量的分析来研究由炸开得出的结果，因此对不同能标的量得到进一步的认识。由弦理论得到的启示，有些特殊的子流形或可替代代数流形。

事实上弦理论提供了极为重要的讯息，使得古典的代数几何得到新的突破。我们期望弦理论、代数几何、几何分析将会对四维拓扑有更深入的了解。数学的大统一将会比物理的大统一来得基本，也将由统一场论孕育而出。近代弦论的发展已经成功地将微分几何、代数几何、群表示理论、数论、拓扑学相当重要的部分统一起来。

大自然提供了极为重要的数学模型，很多模型都是从物理直觉或从实验观察出来的，但是数学家却可以用自己的想象，在观察的基础上创造新的结构。几何和数字（尤其是整数）可说是数学里最直观的对象，因此在大统一中起着最要紧的作用。

每次进步都有结构性的变化，例如拓扑学和几何已经融合，三维空间和四维空间的研究非懂几何不可。瑟斯顿猜测，在三维空间上引用几何结构，这些创作新结构的理论有划时代的重要性，正等如 19 世纪引用黎曼曲面的概念一样重要。

2、轨形拓扑与炸开

拓扑及轨形拓扑与两次超弦革命紧密相联，人们分析得并不多。丘成桐教授开创的卡拉比-丘流形，是紧致空间；超弦理论以紧致空间为特色，但不限于卡拉比-丘流形，还包括轨形、对偶性、镜对称性、引入 D 膜等方案。例如，互为镜像的两个卡-丘空间，在卷缩维几何形式时，将生成相同的物相同的物理，这种在弦论背景下的一种对称性，称为镜像对称。在物理上等价而几何形式不同的卡-丘流形称为镜像流形。

镜像对称的意义是有些极为困难的计算，在镜像空间中变得相当简单。同一类类型的不同形式，可以不经它们结构破坏而相互变换。卡-丘流形发生结构破坏的空间变化，称为拓扑改变。翻转变换和锥形变换是弦论中出现的两种拓扑改变。但这些都是几何拓扑的高级内容。例如“炸开”有类似撕裂、断裂的意思，撕裂必然要有粘贴、聚合，这是属于类似轨形拓扑的内容，而已不属于一般拓扑。

卡拉比-丘流形包含了大量撕裂与粘贴的内容，造成大量卷缩维形式的复杂的高维几何图象，我们

不谈它，而回过头说弦理论的最初级形式，它的第一、第二次革命，实质上都是属于轨形拓扑内容的革命。例如最初弦理论的几何图象，只是一根短的弦线，虽对“点”是突破，但并不好发展。但经类似轨形拓扑改变的第一超弦革命，使用断裂或聚合的轨形拓扑改变，才懂得把两段弦线粘接成一条弦线，而称开弦；其次，把一段弦线粘接成一个弦圈，而称为闭弦或杂化弦，从而打开了闭弦与开弦相互转化分为杨-米尔斯相互作用和引力相互作用等七种类型和五种弦论的泛函描述。

再说第二次超弦革命为什么要引进“膜”和 M 理论？联想我们曾用人工实验操作已经证明，一张长方形纸页式的膜面，经过轨形拓扑改变，可以做成 25 种规范的卡-丘流形轨形拓扑，并且只能做成 25 种规范的卡-丘流形轨形拓扑，而可以用来与 25 种基本粒子对应。这其中膜的轨形拓扑改变，很容易包括闭弦与开弦等基本图式。

另外，R-S 膜模型是把时间嵌入在反德西特膜中的 5 维世界模型，它能对应虫洞这类用喉管连接两个基本上平坦的大的空间时间的模型。因为如果把虫洞的喉管区域看成一根弦，把它连接的两个平坦的大的空间时间看成是两张膜，那么这个图像与 R-S 膜模型是对应的。

同样，我们曾用人工实验操作证明，R-S 膜模型经过轨形拓扑改变，也可以做成 25 种规范的卡-丘流形轨形拓扑，并且只能做成 25 种规范的卡-丘流形轨形拓扑。这样就真空态和弦的量子场态直接联系起来。

三、量子宇宙非对易几何中的局限

波函数在基态的形式，是宇宙能量为最低值时的函数，即真空态波函数。宇宙波函数方程是 1967--1968 年惠勒和德韦特等应用狄拉克量子化方法，借助引力的正则量子化步骤，给出的一个类似薛定谔方程，也叫惠勒-德韦特方程 (WDW)。

WDW 方程具有演化解和虫洞解---WDW 方程的演化解和虫洞解分别把空间或超空间分成两个区域：经典禁戒区和经典允许区。演化解的经典禁戒区为指数型，类似微观的暴胀。演化解的经典允许区为振荡型，类似周期运动。虫洞解的经典禁戒区和经典允许区，可以分别看作婴儿宇宙或相应虫洞的不同尺度。虫洞现象相当于引起的双定域效应。虫洞的作用和它的喉管长度无关，这样的情形称作稀薄气体近似。虫洞机制效应，是对于普朗克能标物理中各种耦合常数产生影响。

假真空类似能量密度很大。量子涨落现象在假真空，造成希格斯场的量子偶然穿过势垒---势垒把假真空和对称破缺相分割开来，希格斯场透过这种势垒，形成“小气泡”和对称破缺相。然后，这些小

气泡开始以接近光速的速度增长，并把假真空转变为对称破缺相，这导致假真空能量密度的分解，从而大量粒子产生。

1、非对易几何与庞加莱猜想

当代数学中的非对易几何，也称量子几何。量子时空理论中存在的问题，如非定域性问题、散射理论问题、规范理论问题等，有可能被庞加莱猜想应用所解决。

A、庞加莱猜想使用的封闭曲线、点和球面等概念，类似量子空间、时间上的自由场，是一种非定域性观念。非定域性因果关系引起的定域性是一种渐近观念，如果明显的定域性观念不存在，那么非定域性观念也不会存在。所以，类似庞加莱猜想引出的特殊共形---试管弦、套管弦，是非定域性自由场因果性渐近引起的定域性，那么它们可以是稳定的。

B、散射理论在大尺度时，其行为是经典对称性的。但极高能散射理论会推广到量子空间、时间上，即封闭曲线、点和球面等概念会渐近引出特殊共形的试管弦、套管弦，所以有效非定域性重正化，能在微观试管弦、套管弦图像等层次截止。

C、同样，极高能规范理论也会推广到量子空间、时间上，目前有用非对易几何在描述。其实，非对易几何和规范场理论有相似之处，是它们都把轨形拓扑与一般拓扑混合使用；在用一致的形式来表达基态的量子引力上，是有欠缺的。

我们不反对把轨形拓扑与一般拓扑结合使用。在超弦理论中，物质结构的基本单元是 BRANE，有的称为“块”，也有称“微单元”的。它们的时空量子性是和场的操作的具体运动形式密切相连的，它们间接的相互作用会呈现着复杂性和特殊性的多种形式。在这个意义上，庞加莱猜想分层次性结合使用轨形拓扑与一般拓扑，能揭示空间、时间和物质结构相互作用最深层的统一性。

2、非对易几何的量子性不完备

超弦理论中，非对易几何与 D 膜动力学有相互依赖的作用。非对易几何是把空间、时间换成非对易算子，典型的非对易式有正则结构、李代数结构、量子空间结构等三种，从而导致时空模糊物理学。

其实，非对易几何类似规范场理论，是对轨形拓扑与一般拓扑的区别在模糊地使用。例如，在莫耶变形场中，开弦端点和 D 膜可看成是等价的，这是一种“模糊”。而在“模糊球”上建立的各种场理论和研究超弦理论的具体性质，是把类似模糊球图像作为量子空间的一个混合模型，用作量子群的载体空间。量子群是矩阵的某些集合，其矩阵元素是非对易的。这里如果是球和环不分的轨形拓扑“模糊”，那么非对易微分几何本身并不成熟。

3、断续与连续非对易性并非唯一

时空、质能尺度的断续与连续的非对易性，并不等于时空、质能形态的球面与环面量子的非对易性。所以，在普朗克标度的数量级范围内的普朗克长度和普朗克时间，与我们宏观测量的长度为 0 和时间为 0 的标度，也许具有对偶性。即普朗克长度趋近于 0、普朗克时间趋近于 0，量子时空就趋近经典时空；换句话说，经典时空是量子时空的连续近似。

时空的连续性和时空的量子性，是在低能和极高能、宏观和微观的两个不同领域、层次得到的客观特性。庞加莱猜想正定理和逆定理的量子化，首先是它们的不确定性和非对易性。但庞加莱猜想隐含的粒子的位置和时间的不确定性，并不能只是认为，纯粹几何的点概念的内涵，就是量子力学接受的深层原因。由此有两点值得注意：

A、空间、时间的不确定性，能给出某种非对易性的几何空间、时间结构的存在吗？目前这种非对易性时空结构正是超弦理论和 M 理论奠基的依赖。如果它是人为作出的呢？例如它给出空间、时间坐标的正则非对易关系，只是说明空间和时间为断续而非连续的非对易关系。

B、霍金、彭罗斯等人证明，狭义、广义相对论的物理量变量是连续的；量子力学和量子场论是半量子的，即它们基于的时空观念的变量，仍然是连续的。而且只要关于物质、能量以及因果性等一些合理的物理条件成立，广义相对论中不可避免地存在着奇点；奇点莫过于因果关系的破坏。即在这里，任何过程将无先后可言，这就意味着因果律在奇点处不再起任何作用。但是在庞加莱猜想涉及的空心皮球内外表面翻转的操作中，奇点因果性的破坏，只是对内外表面量子翻转交流的先后顺序有可能破坏，但对于内外各自的表面，因果律仍然是成立的。

4、卡拉比--丘空间的模糊操作

普朗克标度空间称为卡拉比--丘空间，额外维的空间被看作是普朗克标度上的弯曲。卡--丘空间翻转变换和锥形变换，必然有类似轨形拓扑的撕裂、断裂、粘贴、聚合的操作，这也就使卡--丘空间可以具有不同的拓扑形态。好处是，这些不同拓扑的卡--丘空间，可对应于具有不同的物质和作用力的物理规律。副作用是，这中间的模糊操作有可能打乱数学约定的严格规定性，因为它没有严格给出一般拓扑与轨形拓扑的尺度、操作的规范限制。

5、霍金果壳状膜与全息假设

庞加莱猜想正定理说的是类似球面的膨胀和收缩，这和气泡的膨胀和收缩相同。如果庞加莱猜想逆定理说的是类似环面的膨胀和收缩，这是球面上留有通孔的情形，这是气泡不允许的。正是有孔，

反德西特膜 (ADS) 与共形场论 (CFT) 的对偶, 使连接两个大的反德西特膜时空的喉管区域收缩, 可以类似一根管线弦, 也等价于一个环量子。我们知道, 瞬子解是最类似套管弦。所以霍金果壳状膜才可能是瞬子隧通而创生的。即果壳状膜实际是等价于环量子的。

霍金说, 把瞬子上量子理论所能允许的真空涨落, 比作果壳上的皱纹, 果壳上的量子皱纹包含着宇宙中所有结构的密码。我们知道, 环量子的三旋理论将表示各种基本粒子的“三旋状态组合”称为“圈态密码”(圈态指弦圈的三旋状态)。圈态密码以弦圈的三旋状态组合表示基本粒子, 从而推出了以三旋组合多样性铺展宇宙多样性的全息; 由此, 反德西特膜与共形场论的对偶性猜测和全息假设才成立。

庞加莱猜想是解决共性的普遍问题, 这并不意味着它能解释所有的自然现象。即科学有关的其他诸分支, 是解决个性的特殊问题, 其复杂性和深入性有待长期艰苦努力加以反复探索。

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]叶眺新, 三旋理论与物理学, 华东工学院学报(社), 1991 (3);

[3]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);

[4]王德奎, 三旋理论初探, 四川科学技术出版社, 2002 年 5 月;

[5]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;

[6][美]凯恩, 超对称: 当今物理学界的超级任务, 郭兆林等译, 汕头大学出版社, 2004 年 1 月;

[7][英]安东尼.黑等, 新量子世界, 雷奕安等译, 湖南科学技术出版社, 2002 年 5 月;

[8]王德奎, 解读《时间简史》, 天津古籍出版社, 2003 年 9 月;

[9]薛晓舟, 量子真空物理导, 科学出版社, 2005 年 8 月;

[10]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。

5/21/2021