

Interpretation of Double-Slit Experiment by Space-Time Ladder Theory

—Essence of Delayed Choice Quantum Eraser Experiment

Binggong Chang

Laboratory of Neurodegenerative Diseases and CNS Biomarker Discovery, Departments of Neurology and Physiology/Pharmacology, SUNY Downstate Medical Center, New York
Email: changbinggong@hotmail.com

Received: Sep. 25th, 2019; accepted: Oct. 7th, 2019; published: Oct. 14th, 2019

Abstract

According to the theory of space-time ladder, photon or electron is a contradictory unity of physical space-time particles and metaphysical space-time. It is a composite structure. The composite structure of photons is: photons and corresponding spirit space-time, as well as material mass (m) and corresponding Energy Qi field. When the photon propagates in the physical space and time, the highest space-time in the metaphysical space-time—spirit space-time constantly dissipate energy, which leads to the change of the frequency of the photon composite structure. This process can be calculated by the Planck-Einstein relation $E = hf$, where E is the total energy of the photon composite structure, f is the frequency of the photon composite structure, and h is Planck constant. The measurement causes the spirit space-time of a series of waves to dissipate energy more quickly, resulting in a lower frequency, while the unmeasured the spirit space-time of a series of waves does not dissipate energy more quickly, and the frequency is relatively constant, thus causing the frequencies of the two series of waves to be different. Thereby the interference fringes disappear. If both series of waves are measured, the frequencies of both series of waves will be the same, and the frequencies of both series of waves at last will be equal, so there will be interference fringes at the end. According to the theory of space-time ladder, the spirit space-time is dark energy, and the Energy Qi field is dark matter, so the composite structure of photons actually contains matter (m), dark matter and dark energy. The most difficult to understand is that the energy reduction of the photon composite structure is the reduction of the superluminal speed of the dark energy. This energy change of the superluminal speed makes us mistakenly believe that the future decides the past in the delay selective quantum erasing experiment. In fact, the results of the double-slit experiment were completed in chronological order. Dark energy is the expansion energy of super-light speed, which affects the frequency of photon composite structure. Dark matter and matter are the contraction energy equal to or less than the speed of light. It is the main contributor to the formation of interference fringes (physical space-time is material, and interference Stripes are material). That is to say, the main form of the interference fringes is the Energy Qi field and the physical space-time, while the expansion energy of the dark energy does not form interference fringes. Emphasizing these is to show that the formation of interference fringes is equal to or less than the speed of light, and the frequency change is superluminal. This is the secret to explain the Delayed choice quantum eraser experiment. The Delayed choice quantum eraser experiment seems to be the measurement at the back. In fact, from the calculation time, the

frequency is changed first, and the interference fringes are formed later. Energy reduction and frequency change are the superluminal changes of dark energy, which is the core interpretation of the space-time ladder theory. With this core explanation, the secrets of the rest of the double-slit experiment are solved.

Keywords

Double Slit Experiment, The Light Composite Structure, Dark Matter, Dark Energy, Superluminal Speed

时空阶梯理论对双缝实验的解释

——延迟选择量子擦除实验的本质

常炳功

美国纽约州立大学州南部医学中心，神经病学和神经生理药理学系，神经退行性疾病和发现中枢神经系统生物标记实验室，纽约

Email: changbinggong@hotmail.com

收稿日期：2019年9月25日；录用日期：2019年10月7日；发布日期：2019年10月14日

摘要

根据时空阶梯理论，光子或者电子是形而下时空粒子和形而上时空的矛盾统一体，是复合结构，其中，光子的复合结构是：光子以及对应的神时空，还有物质质量(m)和对应的能气场。当光子在物理时空中传播的时候，其中的形而上时空的最高时空——神时空不断散发能量，从而导致光子的复合结构的频率发生改变。这个过程可以用普朗克 - 爱因斯坦关系式 $E = hf$ 来计算，其中， E 是光子的复合结构的总能量， f 是光子的复合结构的频率， h 是普朗克常数。测量导致一系列的神时空更快地散发能量，从而导致频率降低，而没有测量的一系列的神时空没有更快地散发能量，频率相对不变，这样，导致两列波的频率不一样，从而让干涉条纹消失。假如两列波都有测量，两列波的频率会有相同的降低，最后两列波的频率还是相等的，所以，最后还是干涉条纹。根据时空阶梯理论，神时空是暗能量，而能气场是暗物质，所以光子的复合结构其实包含了物质(m)、暗物质和暗能量。其中最难理解的就是光子的复合结构的能量降低是暗能量的超光速降低，这个超光速的能量改变让我们误以为，在延迟选择量子擦除实验(Delayed choice quantum eraser experiment)中未来决定过去，其实不然，双缝实验的结果都是按照时间顺序来完成的。暗能量是超光速的膨胀态能量，影响光子复合结构的频率，而暗物质和物质是等于光速或者小于光速的收缩态能量，是形成干涉条纹的主要贡献者(形而下时空就是具有物质性，而干涉条纹是物质性的)。也就是说，形成干涉条纹的主要是能气场和形而下时空，而暗能量的膨胀态能量不形成干涉条纹。强调这些，就是说明干涉条纹的形成是等于或者小于光速的，而频率改变是超光速的。这是解释延迟选择量子擦除实验的秘密所在。延迟选择量子擦除实验看似是测量在后，其实从计算时间上看，还是频率改变在先，干涉条纹形成在后。能量降低和频率改变是暗能量的超光速改变，这是时空阶梯理论的核心解释。有了这个核心解释，其余的双缝实验的秘密都迎刃而解。

关键词

双缝实验，光的复合结构，暗物质，暗能量，超光速

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 双缝实验的历史回顾

在量子力学里,双缝实验(double-slit experiment)是一种演示光子或电子等等微观物体的波动性与粒子性的实验。双缝实验是一种“双路径实验”。在这种更广义的实验里,微观物体可以同时通过两条路径或通过其中任意一条路径,从初始点抵达最终点。这两条路径的程差促使描述微观物体物理行为的量子态发生相移,因此产生干涉现象。

1909年,杰弗里·泰勒爵士设计并且完成了一个很精致的双缝实验。这实验将入射光束的强度大大降低,在任何时间间隔内,平均最多只有一个光子被发射出来。经过很久时间,累积许多光子于摄影胶片后,他发现,仍旧会出现类似的干涉图样。很清楚地,这意味着,虽然每次只有一个光子通过狭缝,这光子可以同时通过两条狭缝,自己与自己互相干涉!类似地,电子、中子、原子、甚至分子,都可以表现出这种奇异的量子行为。

假设装置探测器来观察光子到底是从那一条狭缝经过,因此能够获得路径信息(不论是否真正读取这路径信息),则干涉图样会消失。这种路径实验演示出粒子性与波动性的互补原理,光子可以表现出粒子性,也可以表现出波动性,但不能同时表现出粒子性与波动性。虽然这思想实验对于量子力学的基础理论极为重要,直到1970年代,没有出现任何可能的技术体现这思想实验的提议。实际而言,这类实验也无法简单地设置,因为旧式探测器会将光子吸收。但现今,已完成多个实验展示关于互补性的各各方面,例如量子擦除实验。

于1987年完成的实验发现了一个惊人的结果[1][2],假若只获得部分路径信息,则干涉图样不会完全消失。这实验显示,假若测量的动作不过度搅扰粒子的运动,则干涉图样也只会对应地被改变。在恩格勒-格林柏格对偶关系式,有对于这方面量子行为的详细数学论述。

量子擦除实验[3][4][5][6][7]与延迟选择实验[8][9]是双缝实验更为进阶的变版,能够演示更多量子力学的特色。

量子擦除实验演示,借着擦除路径信息,可以恢复波动行为所产生的干涉图样。这实验有三个步骤:照射粒子束于刻有两条狭缝的不透明板,然后确认在探测屏出现了干涉图样。

观察粒子通过的是哪条狭缝,在观察时,必须小心翼翼地不过度搅扰光子的运动,然后,证实显示于探测屏的干涉图样已被销毁。这步骤演示出,干涉图样是因为有可能获得路径信息而被销毁。

通过特别程序,可以将路径信息擦除,但也可重新得到干涉图样。

延迟选择实验演示,在粒子抵达探测屏之后,可以借着擦除或标记路径信息,恢复或摧毁干涉图样。这种时间差距关系,理论上甚至可以拉长至非常长久。假若标记路径信息,则粒子只通过了一条路径;假若擦除路径信息,则粒子同时通过了两条路径。这意味着,观察者现在的行为可以决定过去发生的事,而这一结论是与传统实在观相违背的。

1967年,傅立诨(R. Pflieger)与曼德尔(L. Mandel)完成实验演示[10],使用两个激光源,可以产生“双源干涉”,假若探测器获得光子是从哪个激光器发射出来的路径信息,则在探测屏不会显示出干涉图样;假若不存在路径信息,则在探测屏会显示出干涉图样。这意味着当探测屏显示出干涉图样时,无法得知光子的发射源是哪个激光器。

1972年,理查德·西利托与凯瑟琳·威克斯(Catherine Wykes)将双缝实验做修改[11],在任何时间,

只有一条狭缝是开放的，另外一条狭缝是关闭的。参予干涉作用的光子的平均密度超小于 1，在任何时间，光子只能经过两条狭缝中的一条狭缝。虽然如此，假若路径程差允许抵达探测屏的光子可以来自任意一条狭缝，干涉图样仍旧能被观察到。

近年来的科学研究，更进一步地发现了，干涉现象并不只限于像质子、中子、电子等等基本粒子。用双缝实验检试大分子构造，像富勒烯，也能够产生类似的干涉图样[12]。

2012 年，内布拉斯加大学林肯分校的物理系研究团队实现了理查·费曼所描述的双缝思想实验[13]。该实验使用最新仪器，可以随意控制每一条真正狭缝的关闭与开放。该实验检试电子在以下三种状况所出现的物理行为：第一条狭缝开放与第二条狭缝关闭、第一条狭缝关闭与第二条狭缝开放、两条狭缝都开放。实验结果符合量子力学的量子叠加原理，演示出电子的波动性。该实验还实际探测到电子一个一个的抵达探测屏，演示出电子的粒子性。

对实验的诠释

哥本哈根诠释

哥本哈根诠释为许多先驱量子力学学者的共识。哥本哈根诠释明确地阐明，数学公式和精确实验给出很多关于原子尺寸的知识，任何大胆假设都不应该超越这些知识范围。概率波是一种能够预测某些实验结果的数学构造。它的数学形式类似物理波动的描述。概率波的概率幅，取其绝对值平方，则可得到可观测的微观物理现象发生的概率。应用概率波的概念于双缝实验，物理学家可以计算出微观物体抵达探测屏任意位置的概率。

德布罗意导航波诠释

德布罗意导航波诠释认为波函数就是一个引导波，粒子按照这个波函数的引导走，也就是说粒子行走的位置是被一个波函数引导好的。

在德布罗意 - 玻姆理论中，电子始终拥有确定的位置，即便该位置无法被观察者察觉。电子的位置受到导航波的引导。一个电子只能通过一条缝隙，但导航波可以同时穿过两条缝隙。导航波的干涉产生了探测屏上的干涉图。

多世界诠释

多世界理论认为当粒子经过双缝后，会出现两个不同的世界，在其中一个世界里粒子穿过了左边的缝隙，而在另一个世界里粒子则通过了右边的缝隙。波函数不需要“坍缩”，去随机选择左还是右，事实上两种可能都发生了。只不过它表现为两个世界：生活在一个世界中的人们发现在他们那里粒子通过了左边的缝隙，而生活在另一个世界的人们观察到的粒子则在右边。

也就是说，粒子穿过双缝的一瞬间产生了多个平行宇宙，每个宇宙对应一种可能性。由于我们只是恰好生活在其中一个平行宇宙中，所以只观察到了一种结果。

2. 时空阶梯理论的解释(一)

在时空阶梯理论对双缝实验解释之前，我们先准备如下的理论：

2.1. 时空阶梯理论的核心

时空阶梯理论揭示[14]，宇宙的根源是气时空，气时空极化产生形而下时空和形而上时空，形而下时空收缩，形成过去定义的狭义物质世界(引力时空，弱力时空，电磁力时空和强力时空)，形而上时空膨胀，形成与形而下时空对应的气时空(对应引力时空)，神时空(对应弱力时空)，虚时空(对应电磁力时空)和道时空(对应强力时空)，其中，气时空本身就是暗物质，而神时空，虚时空和道时空是暗能量。形而下时空的最高速度是光速，而形而上时空是超光速。

总的时空阶梯如下：

形而上时空：

道时空： mc^{81}

虚时空： mc^{27}

神时空： mc^9

气时空： mc^3

形而下时空： m, mc, mc^2

具体又分为：

引力时空

弱力时空

电磁力时空

强力时空

总共八个时空，把八个时空整理到先天八卦中，整理后的先天八卦如下：

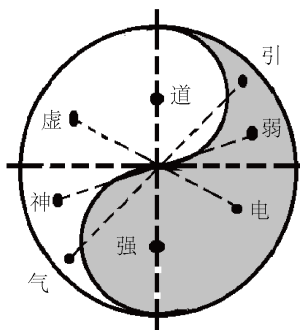


Figure 1. The eight-dimensional map of the space time ladder

图 1. 时空阶梯的八卦图

从时空阶梯八卦图(图 1)可以知道，道时空与强力时空配对，而虚时空与电磁力时空配对，神时空与弱力时空配对，气时空与引力时空配对。

2.2. 时空阶梯理论下的能量守恒定律

根据时空阶梯理论，宇宙的根源是气时空，气时空(暗物质)极化产生收缩的形而下时空(物质)和膨胀的形而上时空(暗能量)。我们把物质，暗物质和暗能量的基本组成都规定是有能量构成的，物质能量(形而下时空)等于或者小于光速，暗物质能量等于或者大于光速，暗能量超光速。有了这些能量的定义扩充，下面的能量守恒定律依然成立：

能量守恒定律表述为：“孤立系统的总能量保持不变。”这个孤立系统含有物质、暗物质和暗能量。

能量既不会凭空产生，也不会凭空消失，它只会从一种形式转化为另一种形式，或者从一个物体转移到其它物体，或者从物质转移到暗物质，或者转移到暗能量，或者物质，暗物质和暗能量三者之间相互转化，而能量的总量保持不变。能量守恒定律是自然界普遍的基本定律之一。

2.3. 时空速度

时空阶梯理论揭示如下：

时空不同，运动速度不同[14]：

形而下时空的最高速度是光速： c

气时空的最低速度是光速： c ，最高速度接近神时空的速度： $10^{12.5}c$

神时空的波动速度： $v_{\text{神时空}} = 10^{12.5}c$ 。

虚时空的波动速度： $v_{\text{虚时空}} = 10^{18}c$ 。

道时空的波动速度： $v_{\text{道时空}} = 10^{19}c$ 。

2.4. 能气场理论

时空阶梯理论通过对比研究[14]，发现电是能量的压缩版，而磁场是中医气的压缩版，所以，对比电与磁，得出能量与中医气的结论就是：随时间变化的气场可以激发涡旋能量场，随时间变化的能量场可以激发涡旋气场，能量场和气场不是彼此孤立的，它们相互联系、相互激发组成一个统一的能量 - 气场。

能量场的概念来自类比研究中的高斯定律(描述电场是怎样由电荷生成)，所以，相应的能量场的描述为：能量线开始于能量收缩态，终止于能量膨胀态。从估算穿过某给定闭曲面的能量场线数量，即能量通量，可以得知包含在这闭曲面内的总能量。更详细地说，穿过任意闭曲面的能量通量与这闭曲面内的能量极化数量之间的关系。而时空阶梯理论进一步的解释是：能量场开始于能量收缩态，就是原子核状态，终止于能量膨胀态，而能量最大的膨胀态就是暗能量，而暗能量和原子核，在时空阶梯理论看来，就是形而上时空与形而下时空的一对矛盾统一体。之所以说是矛盾统一体，就是形而上时空暗能量是膨胀的，形而下时空原子核是收缩的，而且，暗能量膨胀的原因就是原子核的收缩，原子核收缩的原因就是暗能量的膨胀。能量场，开始于原子核的收缩态，终止于暗能量的膨胀态，说明，原子核和暗能量是一个统一体，都在能量场内。

气场的概念来自类比研究中的高斯磁定律(磁场的散度等于零)，所以，相应的气场的描述为：由能量产生的气场是被一种称为偶极子的位形所生成。气偶极子最好是用能量流回路来表示。气偶极子好似不可分割地被束缚在一起的正气荷和负气荷，其净气荷为零。气场线没有初始点，也没有终止点。气场线会形成循环或延伸至无穷远。换句话说，进入任何区域的气场线，也必须从那区域离开。通过任意闭曲面的气通量等于零，气场是一个螺线矢量场。

既然能量场类似电场，气场类似磁场，类似地，我们可以得到能量气场力方程，表达为： $F = m(E + v \times Q)$ ，(可以称之为洛伦兹力能气方程)。

其中， F 是能量气场力， m 是星体质量， E 是能量场强度， v 是星体的速度， Q 是气感应强度。

类似地，若星体(m)进入气场内，它的速度与气场间夹角为 θ ，这个星体将作等距螺旋线运动，螺旋半径，周期和螺距分别为：

$$R = \frac{mv \sin \theta}{Qm} = \frac{v \sin \theta}{Q},$$

$$T = \frac{2\pi m}{Qm} = \frac{2\pi}{Q},$$

$$h = \frac{2\pi m v \cos \theta}{Qm} = \frac{2\pi v \cos \theta}{Q}.$$

以上就是气场对于星体运动变化的影响。以上计算，因为在能量气场中，电荷变成了 m ，所以，可以消去。消去质量 m 之后，星体的运动速度只与气场和距离有关，而且与距离成正比。

这里的能量场强度和气场强度是形成干涉条纹的主要贡献者。

2.5. 对光子和电子的解释

根据时空阶梯理论，光子或者电子是形而下时空粒子和形而上时空的矛盾统一体，光子或者电子在原子内的整体形象如下(图 2，图 3)：

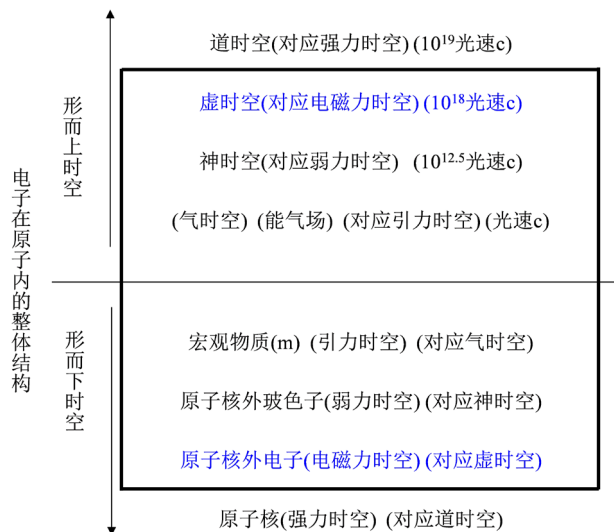


Figure 2. The overall structure of the electron in the atom (blue part and Middle part)

图 2. 电子在原子内的整体结构(蓝色以及中间部分)

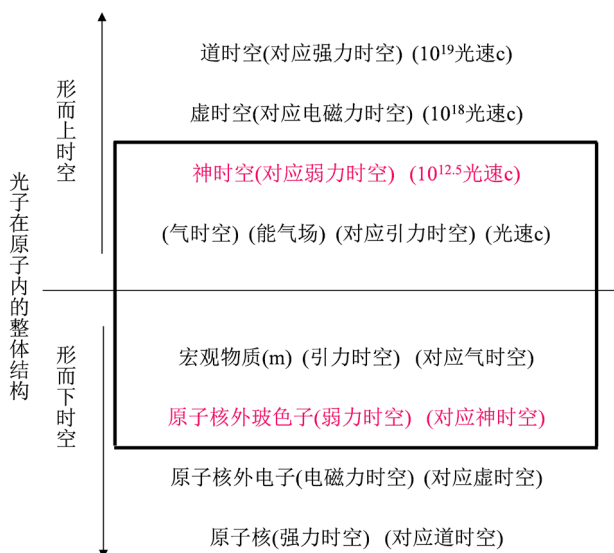


Figure 3. The overall structure of the photon in the atom (red part and middle part)

图 3. 光子在原子内的整体结构(红色以及中间部分)

电子或者光子是波粒二象性的矛盾统一体，既是粒子，又是波。通过以上图(图 2，图 3)我们知道，无论光子还是电子，中间都含有宏观物质(m)和能气场。所以，物质质量(m)和能气场是电子或者光子的基础。电子或者光子的基本性质就有物质质量(m)和能气场基本性质。电子或者光子的粒子性质表现在物质质量(m)上，而波动性表现在能量场与气场的相互转化上。

从能量场的描述：能量线开始于能量收缩态，终止于能量膨胀态，我们知道，能量场开始于物质质量(m) (粒子性)，因为能量的收缩态就是物质质量(m)。同时，能量场终止于能量的膨胀态，而膨胀态就是对应的形而上时空(波动性)，对于光子是终止于神时空，而对于电子是终止于虚时空。

既然能气场类似电磁场，那我们假设能气波也类似电磁波：

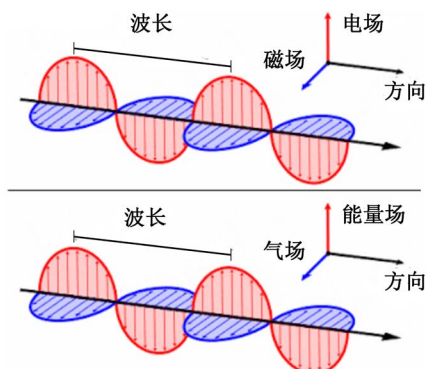


Figure 4. Analogy of energy Qi waves and electromagnetic waves

图 4. 能气波与电磁波的类比

通过类比(图 4)，我们可以知道：能气波是由同相振荡且互相垂直的能量场与气场在空间中以波的形式移动，其传播方向垂直于能量场与气场构成的平面。

在这里，虽然能气波和电磁波类似，但是，两者有了本质的不同，最不同的就是能量场与电场的不同。电场不含有大质量物质，而能量场含有大质量物质(m)，就是含有粒子。

所以，最难理解的来了：电场可以完全转化为磁场，那么，能量场可以完全转化为气场吗？

这里，我们只能用经验和理性来推测：

对于小的光子和电子，我们的推测就是光子和电子可以完全转化为气场。所以，在双缝实验中，光子和电子是能气波的一部分，就是能量场部分，而能量场很快就转变为气场，而气场类似磁场，所以，穿越双缝很容易。这么一解释，感觉光子和电子的概念都是在普通物理时空的概念，一点都不准确，或者我们干脆说，根本没有光子和电子，准确的说法是组成能量场的一部分是能量的收缩态，这个收缩态看似是光子或者电子。而这个收缩态在能量场中根本就不能独立存在，因为能量场必须有能量的收缩态和膨胀态组成，只剩下能量的收缩态，能量场就不存在了。所以，光子和电子的概念不完整，不准确，是个模糊概念。

到了这里，我们可以通过类似，给电子或者光子一个比较清晰的概念了：

电子或者光子的基础结构是能气波，又称能气辐射，是指同相振荡，且互相垂直的能量场与气场，在空间中以波的形式传递能量和动量，其传播方向垂直于能量场与气场的振荡方向。

其中，电子或者光子在空间中以波的形式传递能量和动量是核心，顺着这个概念，我们分析一下电子或者光子从原子内到原子外的转变。

在原子内，电子或者光子由于有原子核和道时空的保护，电子或者光子不衰减，而一旦电子或者光子出了原子，电子或者光子的能量就开始扩散，所以，电子或者光子是逐渐萎缩的。

小结：光子或者电子的概念在时空阶梯理论中是形而下时空的一部分，而这一部分必须依赖形而上时空的波动时空而存在，也就是说，电子或者光子不能单独存在，有电子就有相对应的形而上时空：虚时空，有光子就有相对应的形而上时空：神时空，而电子和虚时空以及光子和神时空在原子内是相对稳

定的，一旦出了原子，电子和虚时空以及光子和神时空都会迅速扩散能量。而测量会导致电子和虚时空以及光子和神时空更加快速地扩散能量。其实，电子和光子的波粒二象性就是电子和光子的复合结构，在时空阶梯理论看来，电子的波粒二象性的复合结构是：电子以及对应的虚时空，以及其中包括的内容物：光子以及对应的神时空，还有物质质量(m)和对应的能气场。而光子的波粒二象性的复合结构是：光子以及对应的神时空，还有物质质量(m)和对应的能气场。而光子和电子的共同结构就是：物质质量(m)和对应的能气场。

2.6. 对光子的历史解读

从以上时空阶梯理论的分析知道，光子(为了简化，只谈论光子，只要光子的概念清楚了，电子的概念也就清楚了。)的动态结构其实是一个复杂的复合结构，我们对光的认识有点象盲人摸象，有一段历史阶段，认识了光的粒子性，也就是光的形而下时空，有一段历史阶段，认识了光的波动性，也就是光的形而上时空。时空阶梯理论最核心的概念就是气时空的极化产生形而上时空和形而下时空，光也是气时空极化的结果，自然有自己的形而上时空因素和形而下时空因素，其实，形而上因素主要表现是波动性，而形而下时空的因素主要是粒子性。最难理解的就是，形而上时空和形而下时空是成对出现，是一个矛盾统一体，两者不可分割。任何片面的理解，都会导致另外一面的缺失。下面我们就从光的波粒二象性的复合结构出发，来看看历史上是怎么逐渐认识到光的波粒二象性的。而且，从时空阶梯理论的角度看，就是认识到了光的波粒二象性，也没有把这个波粒二象性的复合结构清晰地表达出来。其实，这里最难理解的就是光包含有超光速的神时空，一方面我们坚信爱因斯坦的狭义相对论，一方面我们我们坚信量子纠缠的超光速。而两者是相互矛盾的，看似不能统一。其实，只要我们静下心来仔细分析，就会一清二楚，而且能把这些看似矛盾的实验现象解释清楚。首先，需要强调的是，爱因斯坦的狭义相对论只是在形而下时空范围内成立，到了形而上时空就不成立了。也就是说，爱因斯坦的狭义相对论的前提是在形而下时空范围内，在形而下时空范围内，没有超越光速的粒子。但是，时空阶梯理论把时空扩展到了形而上时空，而新的能量守恒定律也把形而下时空和形而上时空都统一在新的能量的范围内。具体讲就是，能量的收缩态是形而下时空，而能量的膨胀态是形而上时空。而且两者是一个矛盾统一体，能量的收缩态的收缩是由能量的膨胀态的膨胀导致的，反过来也成立，能量膨胀态的膨胀是由能量收缩态的收缩导致的。目前常犯的错误之一就是形而下时空的爱因斯坦的狭义相对论应用到形而上时空中，并常常否定超光速。这个核心区域不梳理清楚，我们将寸步难行，要么认为爱因斯坦的狭义相对论错了，要么否定超光速。其实，只要扩充一个形而上时空，我们依然认为爱因斯坦的狭义相对论没有错(在形而下时空范围内)，超光速(在形而上时空范围内)也是没有错了。

在 17 世纪与 18 世纪时期，在学术界主要有两种论述光的学说：光微粒说与光波动说。其实，回头看，光的复合结构含有形而下时空的粒子性和形而上时空的波动性，而两者是缺一不可的复合结构，由于人类的认识局限，暂时不能把两者统一起来认识。根据光微粒说，光是由无数微小粒子组成的物质(光的形而下时空)。虽然这可以解释光的直线移动与反射，但并不能正确地解释折射、衍射等现象。勒内·笛卡尔(1637 年)、罗伯特·胡克(1665 年)和克里斯蒂安·惠更斯(1678 年)等人主张光波动说(光的形而上时空)，认为光是弥漫在宇宙中的以太所传播的扰动。虽然光波动说可以解释光为什么能够进行直线传播与球面传播，并且解释反射与折射机制，但是无法解衍射机制。当时由于艾萨克·牛顿的权威影响力，光微粒说仍然占有主导地位。十九世纪初，托马斯·杨和奥古斯丁·菲涅耳的实验清晰地证实了光的干涉和衍射特性，并且用光波动说合理解释这些特性。到 1830 年左右，光波动说已经被学界接受。1865 年，詹姆斯·麦克斯韦的理论预言光是一种电磁波，证实电磁波存在的实验由海因里希·赫兹在 1888 年完成，这被认为标志着光微粒说的彻底终结。其实，从时空阶梯理论看，这不是光微粒说的终结，而是

对于光的认识，从形而下时空上升到了形而上时空。

然而，麦克斯韦理论下的光的电磁说并不能解释光的所有性质。例如在经典电磁理论中，光波的能量只与波场的能量密度(辐照度)有关，与光波的频率无关；但很多相关实验，例如在光化学的某些反应中，只有当光照频率超过某一阈值时反应才会发生，而在阈值以下无论如何提高辐照度，反应都不会发生。类似的例子还有光电效应实验，只有当照射足够高频率的光束于金属版时，光电子才会被发射出来；光电子的能量只与频率有关，而与辐照度无关。

与此同时，由众多物理学家进行的对于黑体辐射长达四十多年(1860~1900)的研究因普朗克建立的假说而得到终结，普朗克提出任何系统发射或吸收频率为 f 的电磁波的能量总是 $E = hf$ 的整数倍。爱因斯坦由此提出的光量子假说则能够成功对光电效应作出解释(对于光的认识，又从形而上时空下降到了形而下时空，这是一个认识的反复。)，爱因斯坦因此获得 1921 年的诺贝尔物理学奖。爱因斯坦的理论先进性在于，在麦克斯韦的经典电磁理论中电磁场的能量是连续的，能够具有任意大小的值，而由于物质发射或吸收电磁波的能量是量子化的，这使得很多物理学家试图去寻找是怎样一种存在于物质中的约束限制了电磁波的能量只能为量子化的值；而爱因斯坦则开创性地提出电磁场的能量本身就是量子化的。爱因斯坦并没有质疑麦克斯韦理论的正确性，但他也指出如果将麦克斯韦理论中的经典光波场的能量集中到一个个运动互不影响的光量子上，很多类似于光电效应的实验能够被很好地解释。在 1909 年和 1916 年，爱因斯坦指出如果普朗克的黑体辐射定律成立，则电磁波的量子必须具有 $p = \frac{h}{\lambda}$ 的动量，以赋予它

们完美的粒子性。光子的动量在 1926 年由康普顿在实验中观测到，康普顿也因此获得 1927 年的诺贝尔奖。其实，我们可以从图 4 看出，光包含的能气波的波长，含有具有粒子性的能量场和具有波动性的气场，而在实验中，尤其是在检测实验中，我们能够观测到的是能量场的粒子性。图 4 也能证明麦克斯韦和爱因斯坦两人都是对的，但是，两者的范围有了区别。在新的能量守恒的定律下，麦克斯韦的经典电磁理论中电磁场的能量是连续的，也就是说，形而下时空的电场具有能量，形而上时空的磁场也具有能量，电场和磁场相互转化，所以，麦克斯韦的经典电磁理论中电磁场的能量是连续的。但是，到了爱因斯坦的理论中，爱因斯坦只关注形而下时空，只关注形而下的电场，而忽视了形而上的磁场，而所谓的量子化，就是能量是一份一份的，假如我们只关注电场能量，那么，爱因斯坦提出电磁场的能量本身就是量子化的，就是只强调电场的能量值，而忽视了磁场的能量值。假如把这个解释应用到能气波上，就是我们只观测到了能量场的能量值，而忽视了气场的能量值。要知道，电场和能量场的能量是收缩态能量，而磁场和气场的能量是膨胀态能量。

通过以上分析，我们不难看出，无论是电磁波还是能气波的传播，都是形而下时空与形而上时空相互转化的结果。也就是说，形而下时空收缩和形而上时空膨胀是相互转化的，首先形而下时空收缩为粒子性，但是，这种粒子性很快瓦解，逐渐演化为形而上时空的膨胀，这个时候粒子性消失，波动性占据优势。而形而上时空的膨胀也很快瓦解，逐渐演化为形而下时空的收缩，这个时候波动性消失，而粒子性占据优势。

以上解释其实从单摆的角度去理解就非常容易了：

单摆在最高点时动能(类似形而下时空)为零，重力势能最大(类似形而上时空)，向下摆动时重力势能减少，动能增加，重力势能转化为动能。到达最低点时动能最大，重力势能最小。然后再向是摆动是动能转化为重力势能。如果不计能量损失，则机械能守恒，动能的势能相互转化，但是机械能的总和不变。

在这里，只要我们把机械能守恒改为新的能量守恒定律，形而下时空和形而上时空的相互转化，就变得非常容易理解了。

有了以上的解释，我们可以简单地认为，粒子性和波动性是相互转化的。但是，这里的波动性是代

表具有超光速的形而上时空，而不是普通认为的波动性。有了这种新的认识，粒子性的光子和粒子性的电子虽然不能同时经过两条缝，但是，光子和电子可以转化为形而上时空能量，而形而上时空能量可以同时经过两条缝，而经过两条缝的形而上能量可以再转化为粒子性的光子或者电子。

以上的解释，可以很好地理解光子和电子如何同时经过两条缝的了(当然就是通过转化实现的)，但是，更难的理解是光的频率是如何改变的？

2.7. 光复合结构的频率改变

光是复合结构，而且是相互转化的一个复合结构，不仅如此，这个相互转化，其实就是波粒二象性的传播运动。而这个波粒二象性的传播运动其实是形而下时空收缩和形而上时空膨胀的相互转化运动。

而根据量子力学： $E = fh$ ，其中， E 是能量， f 是频率，而 h 是普朗克常数。光的复合结构也是能量结构，这个能量结构，我们暂时假设也遵从这个规律。

其实光的复合结构：光子以及对应的神时空，还有物质质量(m)和对应的能气场，一旦被发射出原子，在物理时空中传播，就面临着能量的散发。这个能量散发首先是神时空的能量散发，而神时空在本质上就是暗能量，而暗能量是膨胀能量，是散发能量。光子和神时空之间相互转化，就是形而下时空与形而上时空的相互转化。随着神时空的暗能量的不断散发，其中，能量 $E = fh$ 不断减少，从当初的 $E_0 = hf_0$ 变为 $E_1 = hf_1$ ，继而变为 $E_2 = hf_2$ ，…。从以上的变化可以看出，随着能量的不断减少，相应的光的复合结构的内在频率在不断减小。而两束光波相遇产生干涉现象的必要条件是：① 频率相同；② 光矢量的振动方向相同；③ 在相遇处两束光的相位差恒定。

假如从双缝内通过的两列波没有任何测量干扰，两列波的能量减少应该是相同的，所以，两列波的频率也是相同的。但是，假如其中的一列波受到测量的影响而更快地散发能量，就会导致这列被测量的波有更低的能量和更小的频率。而产生干涉的必要条件的首要条件就是频率相同，所以，测量导致两列波的频率不同，最终导致干涉条纹消失。(这里有一个假设，就是假设测量导致暗能量更快地散发，其实，这里还有另外一种可能性，就是测量导致暗能量更慢地散发，但是，无论如何，测量导致暗能量产生变化是肯定的，否则，双缝实验无法解释。其实，这个不确定并不是很大的问题，只要有这个意识，在未来的双缝实验中，不难确定，测量到底是导致暗能量更快地散发还是更慢地散发。这篇论文，所有的论述和计算，都是以测量导致暗能量更快地散发为基础的。当然，相反的观点，也能解释双缝实验，因为双缝实验产生干涉的主要条件是频率相同，而正反观点，都是导致两列波的频率不同。)

3. 时空阶梯理论的解释(二)

下面是延迟选择量子擦除实验[15] (Delayed choice quantum eraser experiment)的实验图：

实验分析如下：

在图 5 中，一个光子经过 BBO 晶体，生成两个纠缠的双胞胎光子，这对双胞胎会分别沿着图中的红色路线和蓝色路线进行传播。

BSA、BSB、BS 是半透镜，就是光子可以有 50%可能性穿越半透镜，有 50%的概率被反射。

MA 和 MB 是反射镜，光子遇到反射镜会被全部反射。

D_0 、 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 为感光探测器。 D_0 是可以移动的。

光源到 D_0 的距离远小于光源到 $D_1 \sim D_4$ 之间的距离，大概小 2.5 米，光走过去需要 8 纳秒。也就是说光子到达 $D_1 \sim D_4$ 要比达到 D_0 晚 8 纳秒，光源到 $D_1 \sim D_4$ 的距离一致。

主要问题如下：

1) 假如 D_4 感光，我们可以知道，红色纠缠光子击中 D_0 ；假如 D_3 感光，我们可以知道，蓝色纠缠光

子击中 D_0 。这两种情况， D_0 上的干涉条纹没有了。一般的解释：波动性与粒子性互补，假若观察到其中一种性质，则观察不到另一种性质。我们知道了 D_0 上面每一个光子是通过哪条缝的了，这个时候， D_0 上的干涉条纹就没有了。其实，没有解释本质现象。本质现象（假如 D_4 感光）就是红色波的频率降低了，而蓝色波的频率没有改变，两列波的频率不再相等了，所以，干涉条纹消失了。其实，最准确的解释是，红色波和蓝色波在传播过程中，能量逐渐减少，频率也逐渐下降，但是，两列波的改变一样，所以，频率在传播过程中还是一样。但是，当 D_4 感光时，红光因为与 D_4 接触而能量迅速下降，而蓝光因为没有与 D_3 接触而能量还是缓慢下降，这样就导致红色波能量相对较小，而蓝色波能量相对较大。蓝色波能量大，频率大，红色波能量小，频率小，蓝色波和红色波的频率有了差距，不再相等了，所以就没了干涉条纹。

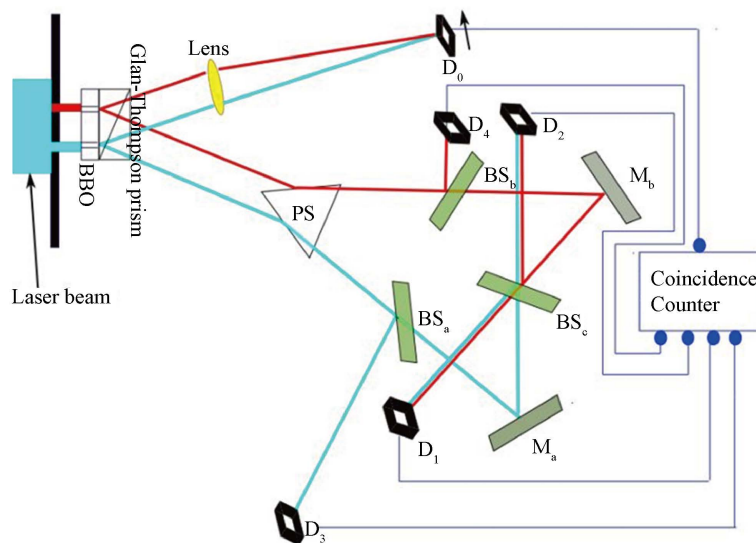


Figure 5. Experimental diagram of delayed choice quantum eraser experiment
图 5. 延迟选择量子擦除实验的实验图

这里需要解释的是红色波或者蓝色波，在图 5 中是一个整体，也就是说，从 BBO 到 D_0 的红色波与从 BBO 到 D_4 的红色波是一个整体，这个整体的概念不是各自的光子而是神时空。也就是说，从 BBO 到 D_0 的红色波包含一个光子和神时空，从 BBO 到 D_4 的红色波包含一个光子和神时空，两个光子是双胞胎光子而神时空是同一个神时空，也就是说，两个神时空是一个整体结构，不可分离。这是量子纠缠的最根本的秘密，就是两个相互纠缠的量子拥有一个共同的形而上时空，对于光子就是神时空，而对于电子就是虚时空。正是这个形而上时空让两个相互纠缠的量子成为一个整体。具体来讲，当 D_4 感光时，红光因为与 D_4 接触而能量迅速下降，就是说，不仅从 BBO 到 D_4 的红色波的神时空的暗能量下降了，而且从 BBO 到 D_0 的红色波的神时空的暗能量也下降了，因为两个神时空是同一个神时空。这应该是量子纠缠或者双缝实验最难理解的地方之一。

2) 假如 D_1 或者 D_2 感光，我们不知道 D_0 上光子的光路情况，干涉条纹又有了。

一般解释：我们不知道 D_0 上光子的光路情况，观测信息相当于被擦除了，干涉条纹就又有了。本质现象(假如 D_1 感光或者 D_2 感光)就是红色波和蓝色波的频率都降低了，而且两列波的频率降低是相同的，也就是说两列波的频率经过了降低之后还是相同的，所以，又有干涉条纹了。

我们假设光源到 D_0 的距离是 2.5 米，那么光源到 $D_1 \sim D_4$ 的距离就是 5 米，光源到 D_0 所需要的时间是 $t_0 = 0.0000000083391024 \text{ s} = 8.3391024 \text{ ns}$ ，光源到 $D_1 \sim D_4$ 所需要的时间是 $t_{1-4} = 0.0000000166782048 \text{ s} =$

16.6782048 ns。这个计算只是计算了光速，没有计算暗能量的速度。我们从图 3 知道，光子玻色子对应的的神时空的速度 $10^{12.5}c$ (c 是光速)，这样，我们就可以计算光的暗能量(神时空)到达 D_0 和 $D_1\sim D_4$ 的时间：

$$\text{光的暗能量(神时空)到达 } D_0 \text{ 的时间是: } \frac{2.5}{10^{12.5}c}$$

$$\text{光的暗能量(神时空)到达 } D_1\sim D_4 \text{ 的时间是: } \frac{5}{10^{12.5}c}$$

对于红色波，假如只有 D_4 感光，那么，红光和蓝光的接触点情况是：红色波有 D_0 和 D_4 两个接触点，而蓝色波只有 D_0 一个接触点，所以，我们可以不考虑 D_0 接触点的暗能量散发情况，因为红色波和蓝色波在 D_0 的接触是一样的，我们只计算暗能量到 D_4 的散发情况。

红色波的暗能量(神时空)到达 D_4 的时间是： $\frac{5}{10^{12.5}c}$ ，而红色和蓝色波的能气场速度是小于或者等于光速的，因为能量场含有质量 m ，按照狭义相对论我们知道，凡是含有质量的，都小于或者等于光速。虽然能气场的速度小于或者等于光速，但是，我们还是按照最大速度光速来计算能气场到达 D_0 的时间： $\frac{2.5}{c}$ 。

由此可见，光的暗能量(神时空)到达 D_4 的时间远远小于光的能气场到达 D_0 的时间，而产生干涉的主体是能气场中能量场和气场，所以，这里的情况是暗能量(神时空)散发在先，频率降低在先，而发生干涉在后。

这里需要解释的是光的复合结构是：光子以及对应的的神时空，还有物质质量(m)和对应的能气场。而这个复合结构的各自的运动速度是不一样的。以上计算是分别计算了神时空和能气场各自的运动时间。

为了更清楚地说明，我们需要一些具体的细微计算(只有 D_4 感光下的情况，有了这个计算，其余都清楚了)：

红色波的暗能量到达 D_0 的时间是： $\frac{2.5}{10^{12.5}c}$ ，至此，暗能量(神时空)散发了 E_1 。暗能量(神时空)散发在先。

之后，红色波的能气场到达 D_0 的时间是： $\frac{2.5}{c}$ 。

蓝色波的暗能量(神时空)到达 D_0 的时间是： $\frac{2.5}{10^{12.5}c}$ ，至此，暗能量(神时空)散发了 E_2 。

蓝色波的能气波到达 D_0 的时间是： $\frac{2.5}{c}$ 。

因为红色波和蓝色波到达 D_0 的路程差距很小，这微小距离的路上散发可以忽略不计，所以，我们可以认为 $E_1 = E_2$ ，

红色波的暗能量到达 D_4 的时间是： $\frac{5}{10^{12.5}c}$ ，暗能量(神时空)散发了 E_3 。

蓝色波的暗能量(神时空)因为没有到达 D_3 ，所以，暗能量散发的相对值是零 $E_4 = 0$ (空气中的暗能量散发与红色波类似，抵消了，所以相对值是零)。

所以，总起来，红色波的暗能量的散发是 $E_1 + E_3$ ，而蓝色波的暗能量散发是 $E_2 + E_4 = E_2$ ，而 $E_1 = E_2$ ，所以，红色波的总的能量要小于蓝色波的总的能量。

我们假设，红色波和蓝色波最初的总能量为 E ，最后红色波的频率为： $f = \frac{E - E_1 - E_3}{h} = \frac{E - E_1}{h} - \frac{E_3}{h}$ ，

而蓝色波的频率为： $f = \frac{E - E_2 - E_4}{h} = \frac{E - E_2 - 0}{h} = \frac{E - E_1}{h}$ ，

所以，红色波和蓝色波的频率差一个 $\frac{E_3}{h}$ ，而 E_3 是因为红色波在 D_4 感光导致的散发的暗能量(神时空)。

红色波和蓝色波的能气波到达 D_0 的时间是 $\frac{2.5}{c}$ ，红色波的暗能量到达 D_4 的时间是： $\frac{5}{10^{12.5}c}$ ，两者相差的倍数是 $5 \times 10^{11.5}$ ，假如暗能量到达 D_4 的时间是 1 ns (小于 8.3391024 ns，这个假设依然在能气场到达 D_0 之前。)，那么对应的红色波和蓝色波的能气波到达 D_0 的相对时间是 $5 \times 10^{11.5}$ ns，就是 $5 \times 10^{11.5}$ ns = 1581.13883008 s = 26.3523138347 minute，大约 26.35 分钟。这个计算，仿佛是我们放慢了整个过程的进程，暗能量首先在一纳秒内到达 D_4 而散发(有人可能会说，不是首先达到 D_0 而散发吗？是，但是，这里的红色波和蓝色波的散发相同，抵消了，我们我们不考虑了。)，而散发完暗能量的红色波的频率减小，而这个时候的蓝色波的频率相对不变。因为红色波和蓝色波的能气波到达 D_0 的相对时间是 26.35 分钟，所以，在红色波和蓝色波的能气波到达 D_0 干涉之前，两列波的频率已经不相等了。所以我们看到的慢镜头是：红色波的暗能量(神时空) 1 纳秒到达 D_4 而散发，并导致红色波的频率减少了 $\frac{E_3}{h}$ ，而蓝色波的频率相对不变，并与降低了频率的红色波的能气波相对而行 26.35 分钟后到达 D_0 ，由于两者频率不等，没有产生干涉条纹。而过去的解释是，两列波将在未来知道一列波被测量，所以不产生干涉条纹。这就是未来决定现在或者过去的由来。其实，只要分析清楚了，没有未来决定现在和过去之说，一切都是按照时间顺序进行的。只不过，这里有超光速的暗能量在悄悄行动，而这个暗能量的行动，我们不知道，也检测不到。不过，我们坚信，只要有了理论基础，在未来我们是可以在实验室内检测到暗能量的行踪的。因为在大的范围，正是暗能量导致宇宙膨胀的。

4. 时空阶梯理论的解释(三)

以上的说明，看似可以对双缝实验解释清楚了，其实，隐藏着许多假设在里面，我们需要仔细分析这些假设：

1) 光的复合结构是包裹着形而上时空(神时空)的能气场，能气波，或者是包裹着暗能量(神时空)的暗物质(能气场)，而在新的能量守恒中，我们把物质、暗物质和暗能量都统一在能量的组成下，就是说，都是广义的能量。这个广义的能量也可以用在量子力学的能量上 $E = fh$ 。只有这样，我们才能计算光的复合结构的频率变化。

2) 光的复合结构是一团运动速度不同的运动能量整体，其中，能气波(暗物质)的速度比较慢，而暗能量的速度最快。而且，这个整体能量的大小，影响光的复合结构的频率。也就是说，暗能量散发多了，光的复合结构的频率就要下降。其实，这个不难理解，有点类似多普勒效应。科学家爱德文·哈勃使用多普勒效应得出宇宙正在膨胀的结论。他发现远离银河系的天体发射的光线频率变低，即移向光谱的红端，称为红移，天体离开银河系的速度越快红移越大，这说明这些天体在远离银河系。在这里，暗能量散发多了，类似更快地膨胀，所以，最后导致光的复合结构的红移(频率变低)。

3) 干涉条纹的主要贡献者是光的复合结构中的能气波。类似电磁波，干涉条纹的光强与能气场的能量场强度平方和磁场强度的平方成正比。这里稍微有一些绕，光的复合结构是由物质质量(m)、能气场和暗能量组成的，暗能量散发在先，但是不形成干涉条纹，因为暗能量是膨胀能量，不会收缩形成条纹。但是，暗能量的散发却可以改变能气波的频率，而最后呈现的干涉条纹与能气波的频率有关。

4) 量子纠缠是个整体。以上分析，都是假设量子纠缠的两个光子是一个整体，这整体就是红色波和蓝色波的暗能量是连在一起的，要散发都散发。具体就是，到达 D_0 的红色波的光子和到达 D_4 的红色波的光子共用一个暗能量，这个整体暗能量在 D_0 的散发和在 D_4 的散发都是红色波的暗能量的散发。而这

两个纠缠光子的暗能量(神时空)的最初速度, 参看图 3 就知道是 $10^{12.5}c$ 。但是, 通过分析我们知道, 两个纠缠光子的共用暗能量一路散发, 所以, 这两个纠缠光子的暗能量其实在迅速减少。这样一分析, 我们就知道, 所谓的纠缠连接就是通过暗能量相互连接, 而两个光子失去纠缠, 也是因为两个纠缠光子的暗能量散发完了, 让两个光子都回落到物理时空了。

以上的假设可以解释光的复合结构的古怪行为, 是因为我们把光的复合结构的精细结构看清楚了。也就是说, 之前之所以难以理解光的复合结构, 是因为光的复合结构含有暗物质和暗能量, 而暗物质和暗能量都是我们不熟悉的。其中, 暗能量的超光速是最难理解的。时空阶梯理论揭示的形而上时空(暗能量)的超光速, 不是一般的超光速, 而是与形而下时空的弱力时空, 电磁力时空和强力时空紧密联系的。我们之前难以理解引力与强力的差距为什么这么大? 到了现在我们依然难以理解暗能量的超光速为什么这么大? 但是, 依据事实的计算结果就是这样, 我们需要时间去慢慢理解消化。

我们把双缝实验的难点总结如下:

双缝实验的核心是两列波的频率必须相同。测量导致两列波的能量改变, 而能量改变导致两列波的频率不一样, 从而导致干涉减弱, 或者消失。

光的复合结构是一团运动速度不同的运动能量组成的整体, 其中物质(m , 能气场中的能量场的能量收缩态)、暗物质(能气场、能气波)和暗能量(形而上时空: 神时空、虚时空和道时空)虽然都是能量的不同形式, 但是运动速度不一样。暗物质(气时空)的极化产生物质和暗能量, 物质是收缩态能量, 运动速度小于或者等于光速, 暗能量是膨胀态能量, 运动速度是超光速。其中, 暗能量的超光速让我们对延迟选择量子擦除实验产生了误解, 以为未来可以决定现在和过去。其实, 就是超光速导致的结果。我们可以在肯定实验事实的基础上, 从相反的方向去证明, 超光速是必然的, 而且, 新的能量守恒定律让我们知道, 这些变化没有玄妙的东西存在, 都是能量变化的结果, 也就是说, 这里没有虚无, 这里没有唯心主义。

综上所述, 光的复合结构是运动能量(电磁波也是运动能量), 测量导致能量改变, 而能量改变导致频率改变, 而频率不同导致干涉条纹消失。最难理解是光的复合结构含有超光速的暗能量。

以上假设, 需要重新做双缝实验来检验, 比如设计一个实验, 一个是没有暗能量散发的, 一个是有暗能量散发, 不去形成干涉, 而是形成两个单斑, 只要时间足够长, 没有能量散发的单斑就要大一些。只要按照这个理论和思路, 会设计出许多实验来检验这个理论的。不仅如此, 双缝实验可能是未来研究暗物质和暗能量的最佳实验之一, 因为双缝实验牵扯到暗物质和暗能量的变化。

另外, 对双缝实验的解释, 看似有了以上四个假设才能很好地解释清楚, 似乎有了更多的疑问, 其实不然。这四个假设都可以在时空阶梯理论的基础上, 重新去做双缝实验而去检验和验证。而且只要心中有这个核心概念: 能量降低和频率改变是暗能量的超光速改变, 就不难一一验证这四个假设是对的, 是成立的。而且, 这四个假设的验证过程, 也是证明时空阶梯理论对双缝实验的解释是否正确的必然实验过程。一旦验证这四个假设都是对的, 就说明时空阶梯理论对双缝实验的解释是对的。

5. 总结

时空阶梯理论揭示, 气时空是宇宙的根源, 气时空极化产生收缩的形而下时空和膨胀的形而上时空。时空阶梯理论的核心是形而上时空, 因为过去研究的大多在形而下时空, 从牛顿到麦克斯韦, 再到爱因斯坦, 都是强调形而下时空的物理实在性。光的复合结构(光子以及对应的神时空, 还有物质质量(m)和对应的能气场)是一个复杂结构, 它包含了物质、暗物质和暗能量。其中, 光的复合结构的核心是暗物质, 就是时空阶梯理论揭示的能气场。还有, 光的复合结构包含的暗能量是超光速, 这也是过去对光的复合结构不能理解的主要原因。光的复合结构是混合的运动能量(电磁波也是运动能量), 测量导致能量改变, 而能量改变导致频率改变, 而频率不同导致干涉条纹消失。这就是双缝实验的核心秘密。最为关键的,

这里不是模糊的猜测，而是有精确的计算，比如：红色波和蓝色波的频率差一个 $\frac{E_3}{h}$ ，而 E_3 是因为红色波在 D_4 感光导致的散发的暗能量。

最后，我们需要强调的还是能气场理论，因为能气场理论不仅可以解释与暗物质有关的银河系自转曲线，还能解释与暗能量有关的前驱者号的异常加速度[14]，这次，还能解释神秘的双缝实验。双缝实验是一个很好的平台，我们可以预测，正是双缝实验，让我们有可能在实验室内而不是在宇宙范围内研究暗物质和暗能量，因为双缝实验的各种现象与暗物质和暗能量有关。

参考文献

- [1] Mittelstaedt, P., Prieur, A. and Schieder, R. (1987) Unsharp Particle-Wave Duality in a Photon Split-Beam Experiment. *Foundations of Physics*, **17**, 891-903. <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00734319>
<https://doi.org/10.1007/BF00734319>
- [2] Greenberger, D.M. and Yasin, A. (1988) Simultaneous Wave and Particle Knowledge in a Neutron Interferometer. *Physics Letters A*, **128**, 391-394. [https://doi.org/10.1016/0375-9601\(88\)90114-4](https://doi.org/10.1016/0375-9601(88)90114-4)
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0375960188901144?via%3Dihub>
- [3] Scully, M.O. and Drühl, K. (1982) Quantum Eraser: A Proposed Photon Correlation Experiment Concerning Observation and “Delayed Choice” in Quantum Mechanics. *Physical Review A*, **25**, 2208-2213.
<https://journals.aps.org/pr/abstract/10.1103/PhysRevA.25.2208>
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.25.2208>
- [4] Walborn, S., *et al.* (2003) Quantum Erasure: In Quantum Mechanics, There Are Two Sides to Every Story, But Only One Can Be Seen at a Time. Experiments Show That “Erasing” One Allows the Other to Appear. *American Scientist*, **91**, 336-343. <https://web.archive.org/web/20131219080433>
<https://doi.org/10.1511/2003.26.868>
- [5] Herzog, T., *et al.* (1995) Complementarity and the Quantum Eraser. *Physical Review Letters*, **75**, 3034-3037.
<http://www.ino.it/~azavatta/References/PRL753034.pdf>
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.75.3034>
- [6] Aharonov, Y. and Zurek, M.S. (2005) Time and the Quantum: Erasing the Past and Impacting the Future. *Science*, **307**, 875-879. <https://doi.org/10.1126/science.1107787>
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.110.2955&rep=rep1&type=pdf>
- [7] Kwiat, P., *et al.* (1994) Three Proposed “Quantum Erasers”. *Physical Review A*, **49**, 61-68.
<https://journals.aps.org/pr/abstract/10.1103/PhysRevA.49.61>
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.49.61>
- [8] Lewis, G.N. (1926) The Nature of Light. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **12**, 22-29. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1084392/pdf/pnas01838-0032.pdf>
<https://doi.org/10.1073/pnas.12.1.22>
- [9] Marlow, A.R. (1978) *Mathematical Foundations of Quantum Theory*. Academic Press, Cambridge, 39.
<https://www.elsevier.com/books/mathematical-foundations-of-quantum-theory/marlow/978-0-12-473250-6>
- [10] Pfleeger, R.L. and Mandel, L. (1967) Interference of Independent Photon Beams. *Physical Review*, **159**, 1084-1088.
<https://journals.aps.org/pr/abstract/10.1103/PhysRev.159.1084>
<https://doi.org/10.1103/PhysRev.159.1084>
- [11] Sillitto, R.M. and Wykes, C. (1972) An Interference Experiment with Light Beams Modulated in Anti-Phase by an Electro-Optic Shutter. *Physics Letters A*, **39**, 333-334. [https://doi.org/10.1016/0375-9601\(72\)91015-8](https://doi.org/10.1016/0375-9601(72)91015-8)
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0375960172910158?via%3Dihub>
- [12] Arndt, M., Nairz, O., Vos-Andreae, J., Keller, C., van der Zouw, G. and Zeilinger, A. (1999) Wave-Particle Duality of C_{60} Molecules. *Nature*, **401**, 680-682. <http://davidlu.net/c60article.pdf>
- [13] Bach, R., Pope, D., Liou, S.-H. and Batelaan, H. (2012) Controlled Double-Slit Electron Diffraction.
<https://arxiv.org/pdf/1210.6243.pdf>
- [14] 常炳功. 时空阶梯理论合集: 物质·暗物质·暗能量[M]. 武汉: 汉斯出版社.
- [15] Kim, Y.-H., Yu, R., Kulik, S.P., Shih, Y.H. and Scully, M. (2000) A Delayed “Choice” Quantum Eraser. *Physical Review Letters*, **84**, 1-5. <https://arxiv.org/pdf/quant-ph/9903047.pdf>
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.84.1>