

# 狭义相对论相关光学效应的非相对论解释

黄秀清

(中国人民解放军理工大学通信工程学院, 南京 210007)

**摘要:** 本文基于“互作用参照系”的光动力学速度不变原理, 对迈克尔逊-莫雷实验、斐索水流实验、Sagnac 效应、光纤陀螺进行了全面的研究。在不考虑相对论和量子效应的情况下, 解析地给出与实验完全一致的理论结果。对于物理学至今未解决的光纤 Sagnac 问题, 理论验证了实验发现的光纤 Sagnac 效应是一种光纤长度效应, 而不是公认的光纤环路面积效应。研究结果表明, 这些被认为属于相对论现象的实验与狭义相对论没有任何本质的关联。

**关键词:** 狭义相对论; 迈克尔逊-莫雷实验; 斐索水流实验; Sagnac 效应; 光纤陀螺

## 0 引言

自从狭义相对论诞生<sup>[1]</sup>, 特别是当爱因斯坦成为物理学乃至整个科学界无可争议的权威后, 物理学界发生了诸多令人匪夷所思的事情, 很多古老的光学实验和现象被纷纷挖掘出来, 比如著名的迈克尔逊-莫雷实验<sup>[2]</sup>、斐索实验<sup>[3]</sup>、Sagnac 效应<sup>[4]</sup>、光纤陀螺<sup>[5,6]</sup>等等, 它们被赋予新的历史使命, 即通过它们证明相对论是正确的科学理论。不难发现, 这些被重新开发利用的实验与相对论的研究对象其实是风马牛不相及, 然而谁也无法阻挡这种奇怪的行为, 人们这样做有对爱因斯坦个人崇拜这个因素, 但不排除某种利益的驱使, 更多研究者已经意识到只要他的研究能与爱因斯坦沾上边, 他的工作就有可能在高水平的杂志发表, 并得到人们广泛的关注。因此, 加入到爱因斯坦的花车队伍成为一代又一代学者的首要选择, 爱因斯坦的花车也因此成为人类科学史上最壮观的花车, 这个队伍还在不断壮大, 而在这个现象后面是整整一个世纪物理学思想被彻底禁锢。

现在已经非常清楚, 狭义相对论是由于张冠李戴而人为制造的错误理论<sup>[7]</sup>, 它的运动学本质注定它所预言的一切现象都不属于以动力学为核心的物理学研究范畴, 运动学的本质是数学, 动力学才是物理, 爱因斯坦显然混淆了两者的界限。现在, 狭义相对论错误的时空观已经给物理学带来诸多负面的影响, 面对一些非常简单的物理问题, 人们往往思想混乱, 不知所措。比如光纤 Sagnac 效应<sup>[5,6]</sup>, 人们首先就会陷入参照系的泥潭: 静止系、运动系、加速系、旋转系、自转系、公转系, 地面系, 地球系, 太阳系, 银河系, 宇宙系, 光纤系, 陀螺系? 还有, 时钟对好了吗? 尺子是不是收缩了? 是同时同地事件吗? 空间是否弯曲了? 该不应该考虑量子效应? 一百多年来, 不知有多少学者就在这些无休止的争论中遗憾地走完一生, 无需置疑, 改变物理学现状已经是刻不容缓。

其实各种所谓的参照系皆因人们忽略了自然规律的物质性而造成的, 它们与物理学研究没有必然关系。而与物理学研究最密切的是本人提出的“互作用参照系”(简称“互作用系”), 它是以物质和物质相互作用为基础, 以相互作用过程的能量转换与守恒为核心, 它可以给自然现象统一、唯一、无歧义的解释, 它让人们彻底摆脱参照系的纠缠, 实现物理学理论去坐标化的目标。“互作用系”是绝对的, 只要相互作用的物质系统确定, 它就唯一地被确定; 它又是相对的, 不同的作用系统有完全不同的“互作用系”。本文将利用“互作用系”的光动力学速度不变原理, 对那些被认为佐证了狭义相对论的重要光学实验进行全新的解释, 从中不难发现狭义相对论的本质错误, 同时加深人们对“互作用系”重要性的认识。

# 1 光动力学速度与光运动学速度

在“相互作用系”的理论框架下，光速可以被严格地区分为“光动力学速度”和“光运动学速度”，前者可以通过空间局域点的“单点式”物性测量获得，它满足光速不变原理，而后者必须通过空间距离和时间间隔的“双点式”测量才能确定，它不满足光速不变原理，狭义相对论选择了后者建立理论体系的基础，混淆了两种光速度的本质差异是它成为错误理论的一个重要原因。为了方便论文的讨论，本章将对光速的物理实质进行简单梳理。

## 1.1 光动力学速度的物质性和局域性

光运动学速度由数学参照系的坐标和时间定义，它满足经典速度叠加原理，其实质是一种不包含物质的数学速度，所以它可以超光速，而光动力学速度由局域点物质相互作用性质决定，它不满足叠加原理，所以它不会超越光速。由于光运动学速度的数学本质和任意性，它不能作为物理学研究的依据，必须在物理学研究中放弃使用。

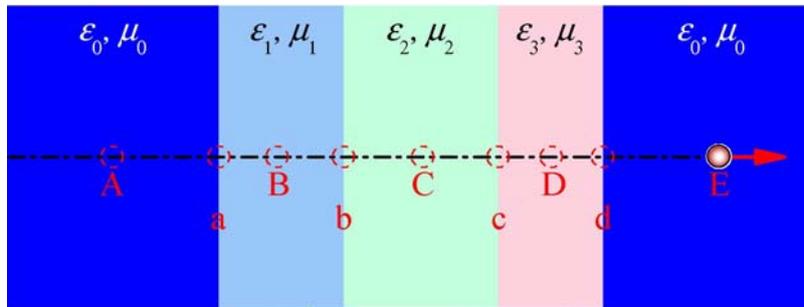


图 1 光动力学速度的物质性和局域性。

Fig. 1 The material and localization features of the dynamic speed of light.

光动力学速度最重要的是它的物质相互作用属性，而不同于光运动学速度的坐标和时钟属性，物质相互作用的最大特点是它的“局域性”，如图 1 所示，假设一个光子在具有不同光介质 (A, B, C, D, E) 中传播，它的速度是多少？按照传统的运动学思维，就必须选择惯性参照系（数学坐标系），然后跟踪光子的运动过程，选择空间两点进行距离和时间间隔的测量，所以光运动学速度必然是“双点式”测量，这种测量显然是非局域性的，根本无法真实描述光传播过程光速细节的变化，比如图中几个界面处 (a, b, c, d) 的光速是多少？如果光介质运动起来，根据狭义相对论还会发生尺缩钟慢效应，那么即使能测量并计算出光速，可这光速到底代表什么物理意义？

现在以动力学的思维，光以什么速度在介质中运动，这完全可以脱离时空的测量。我们甚至可以在光子还没有进入介质之前，对光子可能途径的光介质的介电常数和磁导率进行逐点测量，这当然包括界面处由于介质扩散导致的介电常数和磁导率的变化，所以光动力学速度其特点是局域的“单点式”测量，有了这样的测量结果，无需对具体的某个光子进行任何空间和时间测量，原则上我们可以告诉人们光在任何位置的动理学速度，这个本征的动理学速度与光介质是否运动没有任何关系。另外，光动力学速度的“物质性”和“局域性”意味着谈论，光相对于观察者的速度、相对于光源的速度，相对太阳系的速度等的，是没有任何物理意义。

## 1.2 时间与惯性系运动的关系

时间概念也是长期困扰物理学家的一个难题<sup>[8]</sup>，时间的本质是什么？这似乎是个永远也

没有答案的哲学问题。在论文中<sup>[8]</sup>，本人提出三个时间概念：自然时间、数学时间和物理时间，目的是希望物理学研究者不要陷入纯时间的魔咒中去，更不能被数学定义的时钟时间所左右，应该采用更科学的物理时间。物理时间是动力学时间，它同样由具体的物质相互作用过程决定的，与时钟的选择没有任何关系，更与所谓的参照系选择无关。

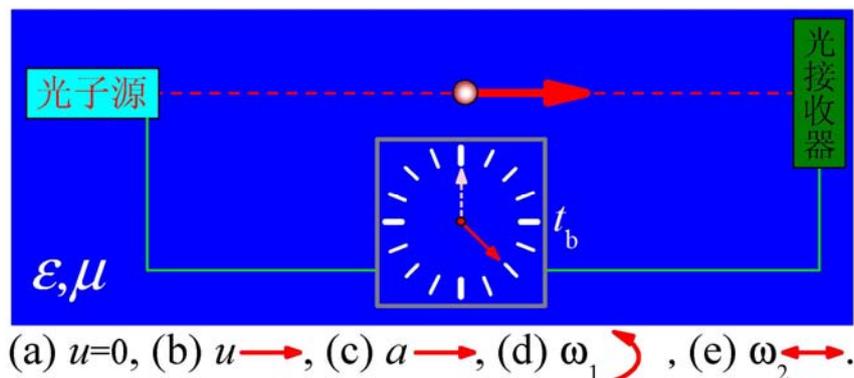


图 2 全固化集成时间器在不同运动状态下的示数。

Fig. 2 The display time of the all-solid integrated time machine under different motion states.

为了更好地说明物理时间的动力学特性，我们设计了一种全固化集成时间器（如图 2 所示）。假设在任何物理环境下，可以确保集成器的材料不产生任何形变，所有物理参数保持绝对的稳定。它的工作原理非常简单，当光子源发射一个光子，时钟启动，当接收器收到光子，时钟停下来。假设时间器静止时，时钟显示为  $t_b$ ，现在的问题是，当整个集成时间器做下列运动：1. 以匀速  $u$  运动；2. 以加速度  $a$  运动；3. 以  $\omega_1$  转动；4. 以  $\omega_2$  做来回振动，那么重新发射光子，在这些不同情况下，时钟显示值会一样吗？

拿这个问题问小学生，肯定会得到完全一致的答案：显示的时间相同；问中学生，会有个别学生认为不一样；问大学物理系的本科生，或许有个别学生会认为一样；如果问理论物理专业的博士生，他们的答案一定非常统一，不一样！因为爱因斯坦也会这样回答的。他们甚至会写出一篇几百页的论文，通过非常复杂的数学推导证明为什么不一样。

但我要说的是，在这个问题上，小学生的答案是正确的，博士们是错误的。知识是双刃剑，在获得他人知识的同时也禁锢了自己的思想，小学生没有任何物理知识和参照系的束缚，他们的思维是纯天然的，而博士生受已获得的知识影响最严重，必然认为图 2 中(a)-(d)分别代表着五种不同的参照系，有惯性系也有非惯性系，很自然地就会用相对论的思想来思考这个问题，简单问题复杂化是他们习惯的思维，否则如何体现知识的价值？我们致力于建立的相互作用物理学，就是希望能以纯天然的思维理解和解释自然现象。对于上面的问题，我们要考察的是时间器内的光子在传播过程会与多少光介质发生相互作用，这完全取决于光源到接收器之间的物质距离，只要物质不发生形变，它是完全确定的，而介质内光的动力学速度  $1/\sqrt{\epsilon\mu}$  也是唯一确定的，那么时间器内光子与光介质的相互作用时间也就唯一地确定，它就是本征的动力学时间  $t_b$ ，与参照系如何运动没有任何关系的。

## 2 迈克尔逊—莫雷实验

麦克斯韦方程预言了电磁波的存在，那么电磁波的传播是否需要传播介质？为了回答这个问题，人们提出了“以太学说”，以太被认为是一种弥漫于整个宇宙的光传播介质，光在



其中会以  $c = 3.0 \times 10^8 (m/s)$  恒定速度运动。传统物理学认为一旦承认以太说，就默认宇宙中存在一个绝对静止的参照系，万物都相对于它作绝对的运动。为了验证以太是否存在，1887年迈克尔逊—莫雷 (M-M) 设计了一套他们认为可以测量到“以太风”的实验方案<sup>[2]</sup>，它就是如图 3 所示的迈克尔逊干涉仪。设地球相对于以太以速度  $u$  运动，他们的理论分析表明水平方向光束(1)和垂直方向光束(2)到达光干涉屏存在时间差  $\Delta t$ ：

$$\Delta t = t_1 - t_2 \approx \frac{lu^2}{c^3}. \quad (1)$$

通过将整个干涉仪绕中心轴转动，理论预言由于  $\Delta t$  的存在会导致干涉条纹移动个数  $\Delta N = 2lu^2 / \lambda c^2$ ，假设地球相对以太的速度等于地球公转速度  $u = 3.0 \times 10^4 (m/s)$ ，干涉仪两臂长  $l = 10m$ ，光波波长  $\lambda = 5.5 \times 10^{-7} m$ ，计算得干涉条纹移动个数  $N = 0.4$ ，然而实验没有观察到预想中的干涉条纹移动，这个结果令迈克尔逊感到十分失望。

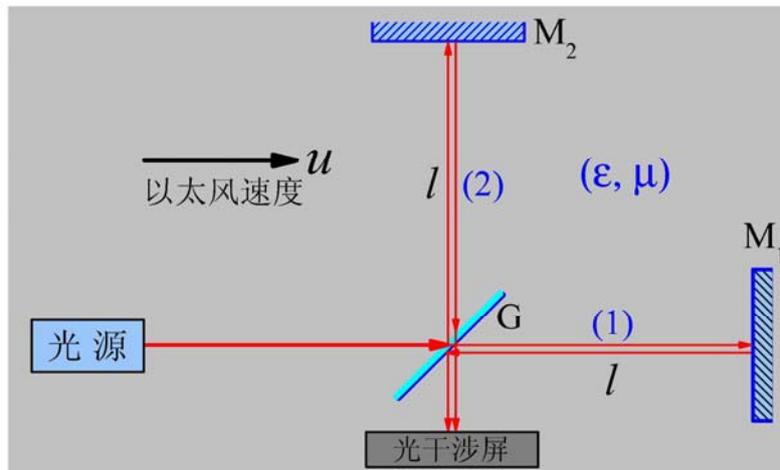


图 3 利用迈克尔逊—莫雷干涉仪测量以太风速度的示意图。

Fig. 3 A diagram of the device used in the Michelson-Morley experiment.

迈克尔逊—莫雷的“零结果”被认为是飘在物理学晴朗天空的两朵乌云之一，并导致狭义相对论的诞生<sup>[1]</sup>。然而，本人认为这个“零结果”才是正确和合理的物理结果，根本不存在所谓的乌云之说。其实这个实验的出发点就不明确，设计理念有问题，首先，地球相对以太的速度  $u$  如何确定？认为这个速度就是地球相对太阳的公转速度，不就是承认太阳是以太的中心？那些认为 M-M 实验给“以太学说”致命打击的学者，是典型的机械主义者，他们用僵化的思维把以太刚性化、机械化、坐标化和绝对化，为什么以太的存在就必须与所谓的绝对惯性参照系相联系？现代物理的真空并不空，真空物质化难道不是“以太学说”的复活？

历史上，有很多学者为了解释 M-M 零结果而绞尽脑汁，洛伦兹认为干涉仪相对以太运动，沿着运动方向上的长度收缩才导致无法观测到干涉条纹的移动，当然还有狭义相对论的类似解释。在“相互作用系”的框架下，零结果是对光动力学速度不变原理最好的诠释，这个结果彻底否定了爱因斯坦的光运动学速度不变的假设。很显然 M-M 实验仅仅反映了地球上某个小局部的光传播行为，这里的光速与以太是否存在没有任何直接关系，当然与太阳更没有必然的联系。根据光动力学速度的物质性和局域性，光速的大小仅仅由干涉仪区域的光传播介质（空气）的物理参数（介电常数和磁导率）决定，在干涉仪如此小的空间范围，空气的均匀性完全可以得到保证，光在各个方向的动力学速度不存在差异，所以 M-M 实验不可能观测到干涉条纹的移动。虽然空气的流动会对干涉条纹产生一定影响，不难算出它们的影响太小，

完全可以忽略，而地球的自转和公转的影响都可以包含在空气流动的影响中。

### 3 斐索水流实验

1859年法国物理学家斐索设计了一个简单却很有意思的实验<sup>[3]</sup>，如图4所示，通过控制水流速度  $u$ ，可以观察到干涉条纹发生明暗交替的变化，当  $u = 0$  时，干涉条纹消失。相对论之前，这个实验结果被解释为以太被水流部分拖曳，相对论之后又被看作是一种相对论效应，本章将从光动力学速度不变的角度分析斐索实验。

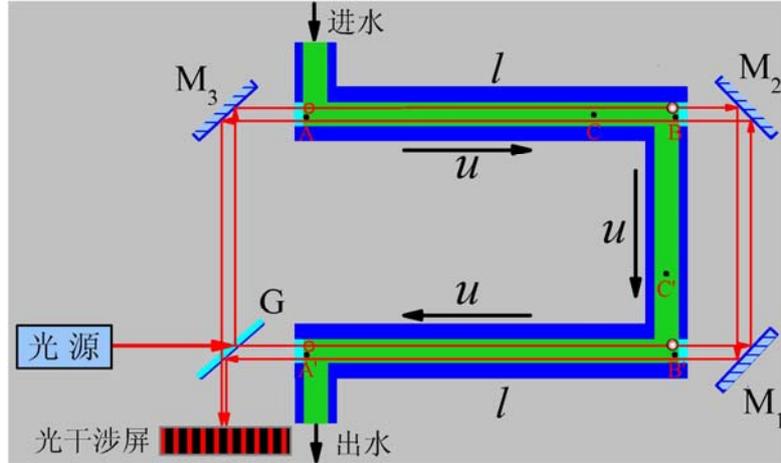


图4 斐索流水实验示意图。

Fig. 4 Fizeau's experiment with moving water.

理想的斐索实验中包含两个动力学速度，第一是光与水介质相互作用的速度  $c/n$  ( $n$  是水的折射率)，第二是水与水管的相互作用速度  $u$ 。如图4所示，对于顺时针运动的光，它在左上方的 A 处进入水中开始与水介质发生相互作用，如果水管内的水是静止的，光将与 A 到 B 这段长度为  $l$  的水发生相互作用后离开水介质再进入空气传播，相互作用时间为  $t_0 = nl/c$ 。现在让水也顺时针流动，这种情况下光在水中的动力学速度不变，只是与水相互作用的长度将缩短，光实际上仅仅与图中 A 到 C 这段水发生作用后就离开水介质，也就是说，光并没有与 CB 段的水发生相互作用。光与 AC 段水的相互作用时间为  $t_1 = nl_{AC}/c$ ，不难发现它满足下面等式：

$$\frac{c}{n}t_1 = l - ut_1. \quad (2)$$

同理，对于逆时针运行的光子，它的动力学速度仍不变，它从左下方 A' 处进入水介质中，很显然在它离开水介质前与它发生相互作用的水介质的实际长度是 A'C'，而不是 A'B' 段，光与水介质实际作用时间  $t_2 = nl_{A'C'}/c$  满足：

$$\frac{c}{n}t_2 = l + ut_2. \quad (3)$$

结合式(2)和(3)，并考虑正、逆时针的光子都要经过上下对称的两端水介质，则有

$$\Delta t = 2(t_2 - t_1) = \frac{4lu}{c^2/n^2 - u^2} \approx \frac{4n^2lu}{c^2} \left( 1 + \frac{n^2u^2}{c^2} \right). \quad (4)$$

我们知道，式(4)的理论值与实验有一定的误差，即所谓的曳引系数，这个误差被某

些教科书解释为以太被部分拖曳，这是非常错误的。从公式（4）不难看出，分母包含很大的  $c^2$  项，所以要观察到明显的干涉现象，分子的水流速度  $u$  要足够大。根据流体力学的理论和实验，当水流速  $u$  太大时，会发生很多非线性现象，湍流、滞流和紊流都会出现，水的均匀性被彻底破坏。其实即使  $u$  不大，斐索流水实验水速  $u$  的稳定性也不能保证，管内的水沿水平方向一直在做变速运动，而不是理论假设的匀速运动。比如 A 处流水速度的水平分量几乎为零，而 B 处由于回流可能导致水平方向的速度为负值（逆行），这些现象都可以提供实验误差一个完美的解释，在相互作用物理学下，不存在模棱两可的所谓以太被部分拖曳现象。

## 4 SAGNAC 效应

1913 年 Sagnac（萨格纳克）发明了一种可以旋转的环形干涉仪（如图 5 所示）<sup>[4]</sup>，同一光源发出的一束光通过分光镜 G 被分解为两束子光，让它们在同一个环路内沿相反方向循环一周后会合，干涉仪不动时，观察屏上没有干涉条纹，当干涉仪旋转起来，在屏幕上就会观察到干涉现象，这就是萨格纳克效应。萨格纳克效应表明干涉仪的转动会导致正反两束光循环一周后产生时间差，利用经典的速度叠加很容易证明这个时间差与干涉仪的角速度和环路所围面积之积成正比，用数学公式可以表示为：

$$\Delta t = \frac{4\pi R^2}{c^2} \omega = \frac{4A}{c^2} \omega. \quad (5)$$

必须指出式（5）的结论并不是如教材所说的具有普适性，它只适合于标准的环形光路（无限多环形排列的反射镜），对如图 5 所示的方形系统，特别是光纤系统，式（5）必须理解为与光程（或光路）长度的关系，而不是面积的关系。

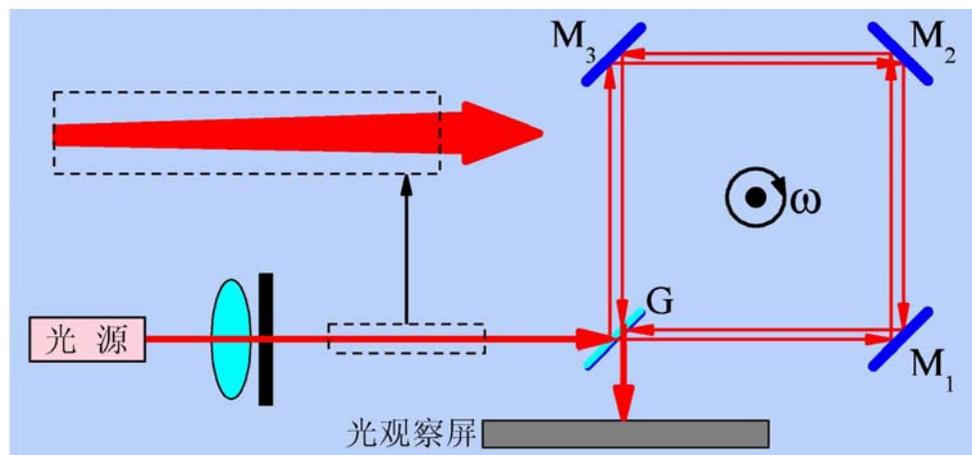


图 5 SAGNAC 效应实验示意图，左上方的插入图表示实际的光束并不具备理想的单向性。  
Fig. 5 Experimental schematic of the Sagnac effect. The actual beam is not strictly unidirectional, as shown in the upper left-hand corner.

萨格纳克本人肯定没有料想到，他的这个非常简单的光学实验却引发了物理学界长达百年的争论，各种理论和解释先后粉墨登场：是经典效应？是 Doppler 效应？狭义相对论效应？广义相对论效应？还是量子 AB 效应？各种离奇的想法层出不穷：干涉仪在旋转，尺缩钟慢了？地球在自转，会不会是 Coriolis 力的作用？地球在公转，也许是遥远的太阳让空间弯曲了？不得不说的是，无论是经典理论的几行简单推导，还是相对论、量子力学的几十页的复杂演绎，大家最终都得到与式（5）完全一样的结果，可这并不能平息各种理论和学派之间

的纷争，大家都宣称自己的解释是正确的，其它理论推导都有缺陷，经典的解释甚至被很多教科书删除。长年无休止的争论，特别是朗之万、朗道、杨振宁等著名科学家的参与，让这个简单的光学实验披上神秘面纱，并被不同的学派赋予不同的使命。

物理界普遍认为 Sagnac 效应是物理学一个未解之谜<sup>[9]</sup>，最令本人费解的是，这难道不是一个普普通通的经典光学问题？不就是光的反射、折射、透射与干涉？它怎么就能与太阳、甚至十几维空间扯上关系？

下面我们还是利用光动力学速度不变原理解释这个实验。首先应该明确在图 5 所示的 Sagnac 系统中，除了可以忽略厚度的分光镜介质 G，正反向两束光在整个环行过程中只与干涉仪内部的光介质发生相互作用（假设为真空），它们的光动力学速度就是真空光速  $c$ ，根本无需考虑什么非惯性系和速度叠加，它们的环行时间差纯粹是反射光程差引起的，而三个镜面对光子的反射不会影响环行时间差。现在要重点考察的是，实验中干涉仪旋转的作用是什么？它又是如何改变正反两束光的光程差？

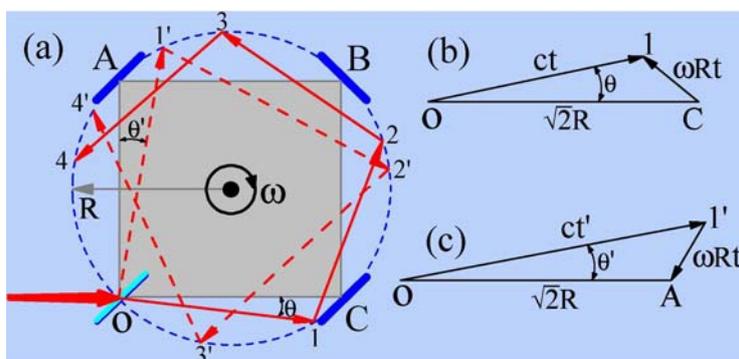


图 6 在光动力学速度不变的框架下，重新解释 SAGNAC 效应。(a) 干涉仪旋转后，两特殊方向的子光束才能完成环行，它们在干涉仪中始终以动力学光速运行，(b)- (c) 分别确定逆时针、顺时针光束的子光程。  
Fig. 6 The Sagnac effect is restudied in the framework of the invariance of the dynamic speed of light. (a) When the interferometer is rotating, only two sub-beams in two Special directions can complete the round trip with the same dynamic speed of light. (b) and (c) The determination of the optical distances of counterclockwise and clockwise beams, respectively.

以经典光学的视角，干涉仪旋转仅仅起到选光的功能，严格地说萨格纳克是个简单的“选光仪”。如图 5 左上方的插入图所示，任何光源发射的光都有一定的发散角，当干涉仪静止时，入射光中间小散射角部分能完成环行到达屏幕，其它部分先后被三个反射镜反射出干涉仪而不能到达屏幕，由于正反光束与光介质相互作用的距离相同，所以没有干涉现象。如图 6 所示，当干涉仪旋转时，被选择进入干涉仪的不再是原先沿水平和垂直方向的两束子光，而是沿水平和垂直方向有一定偏角 ( $\theta$ 和 $\theta'$ ) 的两新子光束，它们通过转动中的反射镜反射后将先后回到分光镜的位置。根据图 6，逆时针光束 (O-1-2-3-4) 的总光程由四段相同的短光程 O-1 组成，假设光与 O-1 段介质作用的时间为  $t$ ，则有如图 6(b)的三角形关系，由于  $\theta$  很小，三角形关系可以近似为如下的直线关系：

$$ct + \omega Rt = \sqrt{2}R. \quad (6)$$

同理，对于顺时针的光束 (O-1'-2'-3'-4')，根据图 6(c)的三角形可得直线近似关系：

$$ct' - \omega Rt' = \sqrt{2}R. \quad (7)$$

由式 (6) 和 (7)，两束光环行一周后的累积的总时间差：



$$\Delta t = 4(t' - t) = \frac{4\sqrt{2}R}{c} \left( \frac{1}{1 - \omega R/c} - \frac{1}{1 + \omega R/c} \right) \approx \frac{8\sqrt{2}R^2\omega}{c^2}. \quad (8)$$

比较式 (8) 和 (5)，不难发现两式的系数部分存在微小差别，我们认为这个系数与环形腔的形状有关，而不是如很多教科书所述与腔形无关。对于一般的正  $n$  边形腔体，它的边长为  $2R \sin(\pi/n)$ ，相应地，式 (6) 和 (7) 右边的  $\sqrt{2}R$  应为  $2R \sin(\pi/n)$ ，与之对应的总光程由  $n$  段等长的子光程构成，则有

$$\Delta t = n \times (t' - t) = \frac{4\pi R^2\omega}{c^2} \left[ \frac{\sin(\pi/n)}{\pi/n} \right]. \quad (9)$$

在式 (9) 中，中括号部分当  $n \rightarrow \infty$  等于 1，这时候式 (9) 与 (5) 完全一致。所以当且仅当反射腔体为一个标准圆，且正反两束光严格地沿着圆周运动时，它们的时间差才与环路所围面积成正比，对于光纤系统这个结论是不成立的，下一章节会做具体的讨论。通过这个例子，不难发现我们的理论不仅可以清晰地给出 Sagnac 效应产生的物理原因和结果，同时发现原有理论分析的错误之处。另外，基于干涉仪旋转选光的机制，干涉仪转速太快，反射镜面太小或光线的方向性太好，都不利于被选择的光束实现环行，也就观测不到 Sagnac 效应。上面提到的 Sagnac 干涉仪的选光环行功能必须由分光镜 G 和反射镜配合实现，下面会介绍由分光镜 G 的转动而独立实现的选光功能，它适合于光纤系统的分析。

## 5 光纤陀螺与环球光纤

随着光纤的问世，人们成功地利用光纤替代反射镜光路而实现 Sagnac 效应，它就是已广泛用于航空军事领域的光纤陀螺仪。如图 7 所示，最初的光纤是绕成圆形状，实验发现随着圆圈数量  $N$  的增加，Sagnac 效应也线性地增加，这实际上已经否定 Sagnac 与环路面积成正比的理论结果，合理的解释应该是与光纤总长度成正比，这个推理被王汝勇的大量实验验证<sup>[10]</sup>，光纤可以做出各种形状，甚至是零面积的直线，只要光纤长度一样，Sagnac 效应也相同，如何解释光纤中的新 Sagnac 效应？一直困扰着物理学界。很显然照搬原有的研究思路是不行的，或许我们的理论可以破解这个谜团？

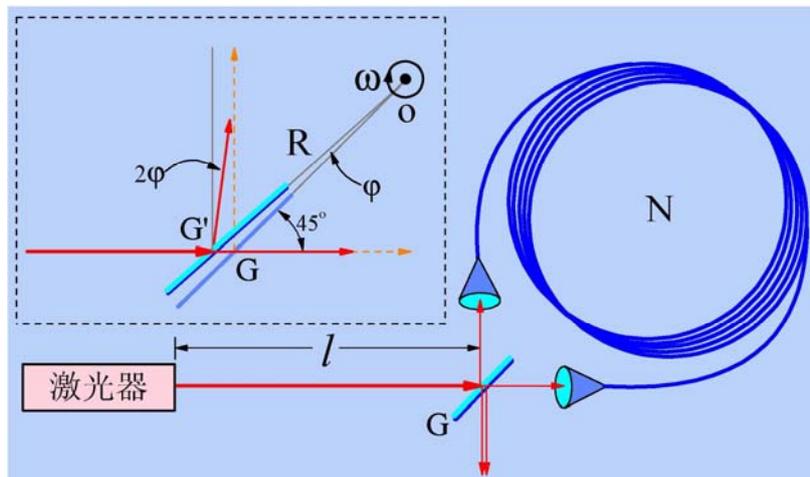


图 7 光纤 Sagnac 效应的解释，左上方的插图表示干涉仪转动后，垂直方向的反射光发生偏转。

Fig. 7 A new interpretation of Sagnac effect in optical-fiber ring interferometer. The reflected light in vertical direction will be deflected when the interferometer is rotating, as indicated in the upper left-hand subfigure.



首先从光纤的结构和原理入手，如图 8 所示，光纤是由两种不同折射率材料控制而成，中间的纤芯折射率为  $n$ ，外包层的折射率为  $n'$ ，光纤传播光信号的原理就是全反射，所以要求  $n > n'$ 。从图中不难看出，对于相同长度的光纤  $L$ ，不同入射角度的光子在其中与纤芯相互作用的距离不同，由于它们的光动力学速度  $c/n$  相同，对于以  $\theta$  角入射的光子，它在长为  $L$  的光纤中运行的时间为：

$$t(\theta) = \frac{n^2 L}{c \sqrt{n^2 - n_0^2 \sin^2 \theta}}, \quad (10)$$

上式中  $n_0$  为空气的折射率，与零度角入射的光子比较， $\theta$  角入射的光子将产生时间滞后

$$\Delta t = t(\theta) - t(0) \approx \frac{n_0^2 L}{2nc} \sin^2 \theta. \quad (11)$$

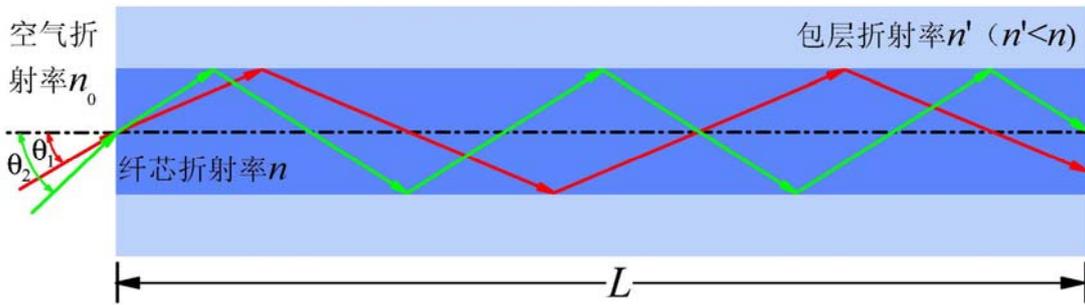


图 8 光纤导光的基本工作原理是利用光在光纤内部的全反射。

Fig. 8 The principle of the optical fiber to transmit light is to use the total internal reflection principle of light.

这个时间滞后只与光纤物质长度  $L$  有关，与形状基本上没有关系，当然与外部的参照系更是无关。现在的问题变得非常简单，干涉仪旋转会不会导致入射光的入射角度发生变化？我们把目标锁定在分光镜  $G$  上。如图 7 左上方的插入图所示，干涉仪转动将必然导致分光镜的转动，从激光器出射的光子在到达分光镜之前是按照既定的路线前进，假设激光器与分光镜的距离为  $l$ ，如果分光镜没有转动，光子束将在  $t = l/c$  时刻与分光镜发生作用并分成水平向右和垂直向上的两子光束（图中橘黄色虚线箭头）。当分光镜以  $\omega$  绕  $O$  点转动，入射的光子将在  $G'$  处与分光镜发生相互作用后也分成两子光束（图 7 插入图中的红色实线箭头），水平方向的透射子光束基本上按原方向前进，而反射子光束将不再沿垂直方向传播，相对于垂直方向有个偏转角  $2\varphi$ ，对应的就是图 8 中的耦合角  $\theta$ ，而  $\varphi$  为分光镜  $G'$  相对于静止  $G$  的偏转角可近似表示为  $\varphi = \omega l / c$ ，在小角条件下有

$$\sin \theta \approx \theta = 2\varphi = \frac{2\omega l}{c}. \quad (12)$$

对于匝数为  $N$ 、半径为  $R$  的光纤陀螺仪，光纤总长度  $L = 2\pi RN$ ，把式 (12) 直接代入式 (11)，可以得到该光纤陀螺仪的 Sagnac 效应

$$\Delta t = t(\theta) - t(0) \approx \frac{2n_0^2 l^2 (2\pi RN)}{nc^3} \omega^2. \quad (13)$$

上式的结果与传统的光纤陀螺理论结果不同，首先我们的理论结果与  $2\pi RN$  成正比，说明光纤陀螺是一种光纤长度效应，而不是面积效应，这一点已经被实验广泛验证。还有一

点, 我们的结果表明光纤陀螺的 Sagnac 效应与转速  $\omega^2$  成正比, 而不是一般理论认为的与  $\omega$  成正比, 这个结论有待实验进一步验证。

在结束本文之前, 讨论一下在网络科技论坛上倍受关注的问题: 环球光纤中的光传播。黄新卫为了质疑狭义相对论提出了一个思想实验: 一个封闭的光纤圆环, 其半径等于地球与太阳之间的距离, 如果两束光从光纤内部某点沿顺时针和逆时针方向同时发出, 它们在光纤中传播一周后是否同时回到起点? 作者给出了两个选择性答案, 1. 是, 2. 不是, 据作者介绍这个问题难倒了包括 APS 总编、PRA 主编在内的众多物理学专家。有了我们前面的研究基础, 回答这个问题就变得非常容易。在相互作用物理学看来, 光一旦进入光纤, 它在光纤内的动力学速度  $c/n$  是恒定的, 地球、太阳、自转、公转都不可能影响到它的大小, 所以光纤是否环球就无所谓了, 这个问题就完全等价于把图 7 的光纤两端直接链接到激光器的输出口, 千万不要把问题想复杂了。很显然由于没有分光镜改变耦合角的功能, 该系统不存在 Sagnac 效应, 但这并不意味着两束光传播一周可以同时回到起点, 根据图 8 和公式 (10), 通过改变光在光纤中的传播角可以控制光在光纤中运行的时间, 也就是说, 两束光是否同时回到起点就完全取决于最初的传播角, 传播角相同它们就同时回到起点, 否则就不同时。

## 6 结果与讨论

建立在以物质相互作用为基础的光动力学速度不变原理, 我们可以用有东方人特色的思维方式和逻辑体系重新思考西方人曾经思考过的问题, 我们正在走一条我们的前辈没有走过的路, 这是一条中华民族原始创新的新路。当我们用独特的视角审视那些被西方人神秘化的自然现象时, 惊奇地发现原来自然并不神秘。著名的迈克尔逊-莫雷实验、斐索水流实验、Sagnac 效应等世界难题, 都可以在我们的“互作用参照系”的新范式中得到完美的诠释, 它们的本质都是物质和物质的相互作用, 而狭义相对论把没有物质相互作用基础的光运动学速度提升为物理学公理的地位是完全错误的。西方人建立的旧范式中落后的惯性参照系, 僵化的绝对参照系和以太, 空洞的光速不变原理和教条的相对性原理都应该被抛弃, 纠缠于各种各样的参照系只能把物理学研究引入玄学的歧途。让物理学回归到以物质作用为中心, 以能量转换和守恒为准绳, 一切由西方学者炮制出来的科学悖论都可以彻底消除, 光线经过太阳表面会发生偏转, 为什么就是空间发生弯曲的结果? 为什么就不是光与太阳表面附近物质层相互作用产生的折射和全反射? 个人认为空间弯曲的描述只是数学把戏, 它不是物理, 物理要悟理, 我们的先哲用四个字就道出其中的精髓和奥妙: 格物致知, 相信东方思维会最终替代西方思维, 成为二十一世纪物理学的主流思想。

### [参考文献]

- [1] EINSTEIN A. On the Electrodynamics of Moving Bodies[J]. Annalen der Physik, 1905, 17: 891~921.
- [2] MICHELSON A A, MORLEY E W. On the Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether[J]. American Journal of Science, 1987, 34: 333~345.
- [3] FIZEAU H. Sur les hypotheses relatives a lether lumineux[J]. Ann. De Chim. Et de Phys, 1859, 57: 385~404.
- [4] SAGNAC G. L'éther lumineux démontré par l'effet du vent relatif d'éther dans un interféromètre en rotation uniforme[J]. Comptes Rendus, 1913, 157: 708~710.
- [5] VALI V, SHORTHILL R. Ring interferometer 950 m long[J]. Appl. Opt., 1977, 16: 290~291.
- [6] LEED W, SCHIFFNER G, SCHEITERER E. Optical fiber gyroscopes: Sagnac or Fizeau effect? [J]. Appl. Opt., 1979, 18: 1293~1295.
- [7] 黄秀清. 走向决定性量子力学之一: 光子的本性[OL]. [2007-11-12]. 中国科技论文在线(<http://www.paper.edu.cn>).
- [8] 黄秀清. 时间之谜与爱因斯坦质能方程的物理实质[OL]. [2009-3-4]. 中国科技论文在线(<http://www.paper.edu.cn>).

- [9] VIGIER J P. New Non-Zero Photon Mass Interpretation of the Sagnac Effect as Direct Experimental Justification of the Langevin Paradox[J]. Phys. Lett. A, 1997, 234: 75~85.
- [10] WANG R, ZHENG Y, YAO A. Generalized Sagnac Effect[J]. Phys. Rev. Lett., 2004, 93: 143901~143903.

## A non-relativistic explanation of the so-called optical effects of special relativity

HUANG Xiuqing

(Department of Telecommunications Engineering ICE, PLAUST, Nanjing 210016, China)

**Abstract:** Based on the invariance principle of the dynamic speed of light in the "interaction reference system", we study intensively the Michelson-Morley experiment, Fizeau experiment, Sagnac effect and the fiber optic gyro (FOG). Without the considering of the relativity and quantum effects, We obtain analytically the associated results which are in good agreement with the available experimental data. For the unsolved physics problem of the Sagnac effect in fiber gyroscopes, our theoretical results confirm that the corresponding Sagnac effect is related to the length of the fiber, but not to the loop area of the fiber as normally thought to be correct. This study indicates that all relevant optical experiments applied to confirm the special relativity in fact have nothing to do with the theory.

**Key words:** *The special theory of relativity; Michelson-Morley experiment; Fizeau experiment; Sagnac effect; Fiber optic gyro*

**【作者简介】** 黄秀清：男，教授，1983 年在厦门大学物理系光电子学专业获理学学士学位，1990 年在华南理工大学应用物理系光学专业获理学硕士学位，1995 年在中山大学物理系凝聚态物理专业获理学博士学位。1995-1997 年、2000-2003 年在南京大学物理系、固体微结构实验室从事博士后研究。主要从事凝聚态物理理论和实验研究，特别是人工微结构中的光电输运和高温超导理论，感兴趣的还有量子理论和相对论完备性的探讨。