

绝对论

——物质、空间、时间和运动的关系

袁灿伦

中国水利水电第九工程局有限公司，贵阳，中国
福州原创物理研究所基础部，福州，中国

摘要：本文建立宇宙绝对静止参考系，分析了伽利略相对性原理和光的本质，重新认识迈克尔逊-莫雷实验的零结果。得出的结论是，两个方向上的光同时到达目镜，当任意角度转动干涉仪时，两个方向上的光仍然同时到达目镜，干涉条纹不会发生移动，实验的零结果是必然的。文章分析了洛伦兹对迈克尔逊-莫雷实验的零结果的解释，指出其中存在的多处矛盾和错误。由于迈克尔逊错误的计算结果与实验零结果不符合，洛伦兹就不得不假设了“长度缩短”、“时钟变慢”和一个洛伦兹变换因子，从而拼凑出实验的零结果。正是由于这些假设是不正确的，因此所有用到洛伦兹变换因子的关系式和相关理论都是不正确的。只有伽利略相对性原理才能够正确地解释迈克尔逊-莫雷实验的零结果，伽利略变换才是正确描述运动的理论。本文还重新认识了物质、空间、时间和运动的关系，重新认识了惯性、场、场波、力、能量，分析了核能的实质，建立了新的宇宙模型。使物理学回归到经典理论的正确轨道上来，并深化和发展了经典理论。

关键词：光的本质，宇宙绝对静止参考系，波速，洛伦兹变换因子，伽利略变换，物质，质量，空间，时间，运动，惯性，场，场波，力，实体物质，场态物质，能量，核力势能，电磁波，宇宙，宇宙原理

一、前言

物理学史上的两朵乌云，催生了现代物理学理论。其中 1887 年的迈克尔逊-莫雷实验【1】，用迈克尔逊干涉仪测量两垂直光的时间差，来确定地球的绝对运动速度。结果是无法观察到干涉条纹的移动，证明光速在不同惯性系和不同方向上都是相同的，由此否认了以太(绝对静止参考系)的存在，从而动摇了经典物理学基础，成为近代物理学的一个开端，在物理学发展史上占有十分重要的地位。

1895 年洛伦兹提出时空坐标的洛伦兹变换公式，认为干涉仪的臂长在运动方向产生长度收缩，就不会产生干涉条纹的移动，从而解释了迈克尔逊-莫雷实验的零结果。

1905 年，爱因斯坦抛弃静止参考系以太，以光速不变原理和狭义相对性原理为基本假设，导出建立了狭义相对论，用洛伦兹变换来解释迈克尔逊-莫雷实验和光速不变。爱因斯坦认为，洛伦兹变换是纯数学的空间缩短，不是组成量杆的带电粒子距离缩短，而且这种空间缩短不具有任何实质性的物理意义。相对论认为空间和时间并不相互独立，而是一个统一的四维时空整体，认为参考系的惯性运动都是相对的，不存在绝对运动，在任何参考系中真空中光的速度都是不变的，彻底改变了人们的时空观念。

本文作者认为，应该重新思考伽利略相对性原理，找到相对运动的遵循的规律。两朵乌云因光而起，是因为至今对光的认识还不够，才导致了对时空观的颠覆。要解决因光而起的问题，就必须搞清楚光的本质，以及空间、时间、物质和运动的关系。必须回归到经典理论的正确轨道上来，并深化和发展经典理论。

二、伽利略相对性原理

1638 年伽利略在《两种新科学的对话》中提出伽利略运动相对性原理【2】，又称为力学相对性原理。该原理认为：力学定律在所有惯性系中都相同，即在一惯性系内部所作的任何力学实验都不能确定该惯性系相对于其他惯性系的运动。伽利略最先说明了“在惯性系内部所作的任何力学实验都不可能发现该惯性系是静止的还是作匀速直线运动的”这个事实。1632 年，伽利略在一条作匀速直线运动的船上，对一个封闭船舱内发生的现象进行观察，得到以下结论：只要船的运动是匀速的，你在一切现象中观察不出丝毫的改变。你也不能够根据任何现象来判断船究竟是在运动还是在静止着，你向船尾跳时并不比你向船头跳得更远些，你所费的力并不比站在相反的位置时所费的力更大。从挂在天花板下滴下的水滴，将垂直地落在地板上。没有任何一滴水滴是落向船尾方面，虽然当水滴尚在空中时，船在向前走。

苍蝇将继续自己的飞行，在各方面都是一样，丝毫不发生苍蝇集聚在船尾方面的情形。

有必要详细分析伽利略相对性原理，继而用此原理分析迈克尔逊-莫雷实验的零结果。为方便下文的描述，以车的运动和鸟儿飞行为例分析如下。

2. 1 鸟儿在车内飞行

鸟儿在车内飞行，和在地面飞行一样，用同样的劲，鸟儿认为它在车内飞行，和在地面飞行的速度是一样的，向各个方向飞行的速度都是一样的。为方便起见，考虑鸟儿飞行和车运动方向一致。

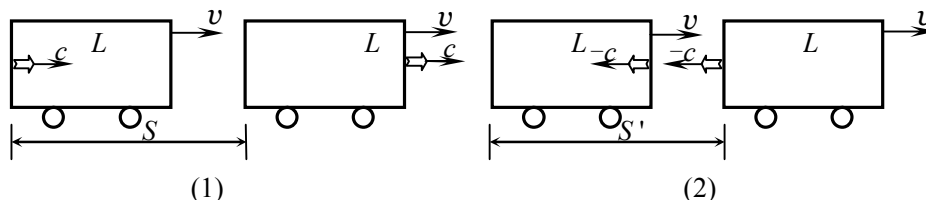


图 1. 鸟儿在车内飞行

为了方便文后的叙述，设车长为 L ，车速为 v ，鸟儿飞行速度始终为 c (注意：这不是光速)。鸟儿从车尾飞到车头所用时间，和车向前运动的时间都相同；鸟儿从车头飞回车尾所用时间，和车向前运动的时间都相同。

根据运动的叠加性原理，站在地面的人观察到，鸟儿从车尾飞到车头时，如图 1(1)，车向前运动的位移为 S ，运动的时间为 $t_1=S/v$ ，鸟儿飞向车头的速度为 $c+v$ ，飞到车头的位移为 $L+S$ ，飞到车头所用时间为 $t_1=(L+S)/(c+v)$ ，则 $t_1=(L+S)/(c+v)=(L+vt_1)/(c+v)$ ，得 $t_1=L/c$ 。

鸟儿从车头飞回车尾时，如图 1(2)，车向前运动的位移为 S' ，运动的时间为 $t_2=S'/v$ ，鸟儿飞回车尾的速度为 $v-c$ ，向前运动的位移为 $S'-L$ ，飞回车尾所用时间为 $t_2=(S'-L)/(v-c)=(L-S')/(c-v)$ ，则 $t_2=(L-S')/(c-v)=(L-vt_2)/(c-v)$ ，得 $t_2=L/c$ 。

根据运动的叠加性原理，站在车里的人或者跟随车一起运动的人观察，车好象没有运动，鸟儿向两个方向飞的位移都为 L ，向两个方向飞的速度都为 c ，向两个方向飞的时间都相同，即 $t_1=t_2=L/c$ ，如图 1。

可看出，不管是站在地面上的人观察，还是站在车里的人或者跟随车一起运动的人观察，鸟儿从车尾飞到车头，和从车头飞回车尾，所用的时间都相同，即 $t_1=t_2=t'_1=t'_2=L/c$ ，车向前运动的位移也相同，即 $S=S'$ 。鸟儿从车尾飞到车头，再从车头飞回车尾，所用的总时间为：

$$t = t_1 + t_2 = t'_1 + t'_2 = \frac{L+S}{c+v} + \frac{L-S'}{c-v} = \frac{L}{c} + \frac{L}{c} = \frac{2L}{c} \quad (1)$$

这符合伽利略相对性原理的等量关系，鸟儿在车内飞行时，鸟儿飞行的时间与车是否在运动无关，只与车的长度和飞行速度有关，鸟儿飞行速度不受限制。

2. 2 鸟儿在车旁边飞行

当鸟儿在车旁边飞行时，为方便起见，也考虑鸟儿和车的方向一致。只有当鸟儿飞行速度比车的运动速度要快时，鸟儿才能赶得上车，才能飞到车头，因此，必须要求鸟儿飞行速度比车的运动速度要快，即 $c > v$ 。鸟儿从车尾飞向车头时开始计时，飞到车头后，又以相同的速度反向飞回车尾。

设车长为 L ，车速为 v ，鸟儿飞行速度始终为 c 。鸟儿从车尾飞到车头所用时间，和车向前运动的时间都相同；鸟儿从车头飞回车尾所用时间，和车向前运动的时间都相同。

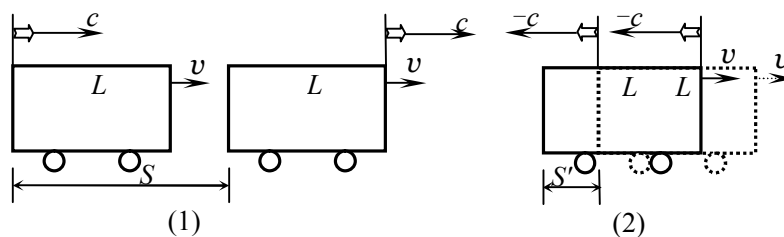


图 2. 鸟儿在车旁边飞行

根据运动的叠加性原理，站在地面的人观察到，鸟儿从车尾飞到车头时，如图 2(1)，车向前运动的位移为 S ，运动的时间为 $t_1=S/v$ ，鸟儿飞向车头的速度为 c ，飞向车头的位移为 $L+S$ ，飞向车头所用时间为 $t_1=(L+S)/c$ ，则 $t_1=(L+S)/c=(L+vt_1)/c$ ，得 $t_1=L/(c-v)$ 。

鸟儿从车头飞回车尾时，如图 2(2)，车向前运动的位移为 S' ，车运动的时间为 $t_2=S'/v$ ，鸟儿飞回车尾的速度为 $-c$ ，飞回车尾的位移为 $S'-L$ ，飞回车尾所用时间为 $t_2=(S'-L)/(-c)=(L-S')/c$ ，则 $t_2=(L-S')/c=(L-vt_2)/c$ ，得 $t_2=L/(c+v)$ 。

根据运动的叠加性原理，站在车里的人或者跟随车一起运动的人观察，如图 2(1)，车好像没有运动，鸟儿从车尾飞向车头时，飞向车头的位移为 L ，飞向车头的速度为 $c-v$ ，飞向车头所用时间为 $t'_1=L/(c-v)$ 。

鸟儿从车头飞回车尾时，如图 2(2)，飞回车尾的速度为 $c+v$ ，飞回车尾的位移仍为 L ，飞回车尾所用时间为 $t'_2=L/(c+v)$ 。

可看出，不管是站在地面上的人观察，还是站在车里的人或者跟随车一起运动的人观察，鸟儿从车尾飞到车头，和从车头飞回车尾，所用的时间都相同，

可看出，站在地面的人观察，和站在车里的人观察，鸟儿飞行的时间是相同的，即 $t_1=t'_1=L/(c-v)$ 、 $t_2=t'_2=L/(c+v)$ ，但鸟儿飞向车头和飞回车尾所用的时间是不同的，飞回车尾所用的时间要短，即 $t_1>t_2$ 、 $t'_1>t'_2$ ，飞回车尾所用的位移也短，即 $S>S'$ 。鸟儿从车尾飞到车头再飞回车尾所用的总时间为：

$$t = t_1 + t_2 = t'_1 + t'_2 = \frac{L}{c-v} + \frac{L}{c+v} = \frac{2L}{c} \cdot \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \quad (2)$$

如果将(2)式中的因子 $1-\frac{v^2}{c^2}$ 分成两个相同因子的乘积，即 $1-\frac{v^2}{c^2} = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \cdot \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ ，则(2)式为：

$$t \cdot \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{2}{c} \cdot \frac{L}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad (2')$$

鸟儿在车旁边飞行时，鸟儿从车尾飞到车头再飞回车尾所用的总时间与车的运动速度、车的长度和飞行速度有关。只有当鸟儿飞行速度比车的运动速度要快，即当 $c>v$ 时，则 $t>0$ ，鸟儿才能从车尾飞到车头；如果鸟儿飞行速度和车的运动速度相等，即当 $c=v$ 时，则 $t \rightarrow \infty$ ，鸟儿永远也飞不到车头；如果鸟儿飞行速度比车的运动速度要慢，即当 $c<v$ 时，则 $t<0$ ，鸟儿就永远也赶不上车，并且差距越来越远。

2. 3 两种情况的对比分析

鸟儿在车外飞行的往返总时间比在车内飞行的往返总时间要长，两者相比为 $\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} > 1$ 。

两种情况的差别的原因是，鸟儿在车内飞行时，叠加了车的运动速度，使得在车内所作的任何力学实验都不可能发现该车是静止的还是作匀速直线运动的，鸟儿飞行的时间与车是否在运动无关；而鸟儿在车外飞行时，没有叠加车的运动速度，鸟儿飞行的往返时间都与车的运动速度有关，并且鸟儿从车尾飞向车头的时间 $t_1=L/(c-v)$ 很长，鸟儿从车头飞回车尾的时间 $t_2=L/(c+v)$ 却很短，当鸟儿飞行速度与车的运动速度很接近时，鸟儿从车尾飞向车头的时间就更长，这些都是很正常的，也是很好理解的。例如，鸟儿飞行速度 $c=30\text{m/s}$ ，车的运动速度 $v=29\text{m/s}$ ，车长 $L=15\text{m}$ ，则鸟儿在车内飞行时间为 $t=1\text{s}$ ，鸟儿在车外飞行时间为 $t=15\text{s}$ 。

现在如果假设有这样两个关系式：

$$L = L' \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \quad (3)$$

$$t = \frac{t'}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad (4)$$

将(3)式和(4)式代入(2)式中，得

$$\frac{t'}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{2}{c} \cdot L' \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \cdot \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \quad (5)$$

$$t' = \frac{2L'}{c}$$

这个(5)式就和(1)式相似了，但是，鸟儿在车外飞行的往返时间并不相等，从车尾飞向车头的时间更长，没有理由将时间的比值均分成相等的两个部分，更没有理由将其分配成两个相同的因子的乘积，所以，这样的假设是没有道理的，更是没有任何意义的，就是说，假设的(3)、(4)式并不成立。

2. 4 鸟儿和车发生碰撞

在图 2(2)中，如果鸟儿在车外从车尾飞到车头的反光镜上，发生碰撞后反弹回车尾，动量守恒。设车的质量为 M ，鸟儿的质量为 m ，碰撞后车速为 v' ，鸟儿速度为 c' 。

在地面上看， $Mv+mc=Mv'-mc'$

在车上看， $0+m(c-v)=0-m(c'+v')$ ，得 $-mv+mc=-mv'-mc'$

解得 $v'=v$ ， $c'=-c$ 。

车速不变，鸟儿反向等速飞回，速度与质量都无关。

三、宇宙绝对静止参考系

物体的运动是物理学的基础，是我们日常所见的物理现象。伽利略、牛顿和拉格朗日等人已研究得很透彻了。运动学理论不引入“观察”，默认为人们“即时”知道物体的状态，这里隐含了一个前提，就是人们“跟随着物体一起运动”，这样所得到的结果，当然就是物体“最真实的”状态，描绘的场景就象一幅建筑图纸，是各处比例平等的、无透视的画面，反映出场景最真实的景象，这是符合人们对物体的认识的。

实际中，因为“人不方便跟随物体一起运动”的原因，通常是在远处通过物体发出或者反射的光，用眼睛观察物体的运动情况，这样，运动理论结论与人实际“观察”到的情况就有所偏差，但这样的情况却被人们忽略了。人只能在一个位置观察场景，看到的是有远近、有透视的画面，各处比例不平等，反映出的场景不是真实的景象，所以我们所观察到的世界都不是真实的世界，而是一种观察视觉效应【5、6】。

物理规律是物体遵循的固有规律，不因人的主观观察角度和观察方式而有所不同，这也就是伽利略的相对性原理的含义。

物体运动的规律(速度和加速度)，也包括了物体的固有属性(如物体的质量)，和物体因运动而产生的效果(如动量和动能)，就遵循牛顿运动理论的规律，却不因人的观察方式而不同。

然而，物体的运动却因人的观察方式的不同而不同，是因为人选取的观察方式不同，也就是主观地选取不同的参考系，却没有一个统一的参考系，就产生了不同的速度和加速度，也就是相对运动。如果把观察方式统一了，就是把参考系统一了，就不存在这样的分歧，运动的结果就是唯一确定的，也就没有相对运动，而是绝对运动。

由此，就从根本上完全消除了“参考系”这个概念引起的偏差，也消除了“惯性”这个概念，当然也就没有“惯性系”和“非惯性系”的概念。

然而，这样的绝对运动，会使问题变得复杂，对人来说，不直观，以至于无法计算物体的运动状态，在物理学中，也就没有采取绝对运动这种方式。而是选择就近的物体作为参考系，并假设参考系是“静止的”，这样能使问题变得简单。这就是伽利略和牛顿从常见物体入手研究运动，得到的规律符合人们的认识的原因。

但是，参考系的选择，却引入了一个隐含的假设：假设参考系是静止的。这个假设却明显不成立。因为对于另外的运动物体作为参考系而言，那个参考系却不是静止的。对于这个问题，哲学上只能说“运动是绝对的，静止是相对的”。

不成立的假设，必然导致出一连串不可弥补的漏洞：不同的参考系，速度和加速度(运动状态)不同，动量和动能也就不同，是否运动或静止都不可确定，后来引入了无施力物体的“惯性力”，使牛顿运动定律成立，这与力的概念矛盾，就连旋转水桶都解释不了，运动学的研究到此不能前进了。

虽然无参考系的统一的绝对运动，描述和实施都很复杂，但却能从理论上和逻辑上解决这些问题，捋顺了物质、空间、时间和运动的关系。

另外，在电磁理论中，只要有相对运动的理论，都存在上述问题。法拉第电磁感应，导线做切割磁感应线的运动，会产生感应电动势，物理机制仍然不明。第一种情况，磁场静止，导线运动，导线内的自由电荷受到洛伦兹力的作用而定向运动到导线的一端，而产生电动势。第二种情况，导线静止，磁场运动，产生变化的磁场，变化的磁场产生了电场，使导

线中的电荷定向运动，而产生了电动势。

从相对运动角度来看，这两种情况是完全等效的，那么，第一种情况的洛伦兹力，等效为第二种情况的电场力，也就是说，第一种情况的运动导线内部的电荷是受到磁场产生的电场力的作用而运动的，那么，第一种情况的磁场并没有运动，怎么会产生了电场呢？就是说，洛伦兹力是怎么产生的，至今还是个谜。

麦克斯韦方程组求解出的真空中的电磁波(光波)速度 $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ ，虽然没有明确指出参考系，它也是相对于真空的，如果非要给它指出一种介质的话，那么真空就是它的“介质”，真空就是它的参考系，它不相对于其它任何物质的参考系，它只相对于真空，相对于什么都没有的纯空间，它就是在纯空间中传播，它的速度就是绝对速度，好像是在静止的纯净的无物的空间中以 c 传播。它是唯一的无参考系的绝对速度。这就是光速不变原理的真正意义。

麦克斯韦方程组求解出的真空中的电磁波(光波)速度，虽然没有明确指出参考系，但不能理解为把任何物体都作为它的参考系，更不能理解为相对于任意参考系电磁波速度(光速)都不变。

反过来，光速是绝对速度，却可以把它作为基准。如果把光作为参考系，在无物的真空空间中，以光速 c 相对于光的传播方向退行的物体，认为是静止于真空空间中的，即 $v-c=0$ (物体退行速度-光速=静止)，在无物的真空中，物体相对于光传播方向的退行速度，减去光速，就是物体在真空中的绝对速度 $v-c=v'$ 。

然而，电磁波(光波)是一种波动，是电磁场的波动，波有很多独特的性质，与(实体)物体的性质完全不同，物体的运动与光完全无关。如果用光速来描述物体的运动，甚至描述物体的质量、时间的快慢、空间的长度、物质的能量，都是不恰当的。

“光速不变”，是有条件限制的不变，而不是无条件的不变。光速不变，是相对于介质或者真空这样的参考系而不变，对于介质，光速是相对的，对于真空，光速是绝对的。就是说，介质中的光，随着介质而整体移动(或称为传播，而不称为运动)，对于真空，光就在那个固定的纯净的空间中传播，这才是光速不变的真实含义。

为了研究物体的运动和光的行为特征，就应该引入一个宇宙绝对静止参考系【5~8】，所有的运动，都可以放在宇宙绝对静止参考系中研究，这样的运动就是绝对运动，它在宇宙空间中处处平等，其坐标原点和方向都可以任意选取，尤其是在研究光的行为时更为方便有效。有了宇宙绝对静止参考系，就有一个统一的参考系标准，任何运动都可以放在这个参考系中来研究，在这个参考系中，所有运动都是绝对运动。这样，研究的结果就不因选取的参考系不同而不同，也不会出现因“非惯性系”而引起的各种矛盾。

静止在宇宙绝对静止参考系中的参考系，都作为宇宙绝对静止参考系。

在宇宙绝对静止参考系中运动的物体，当然就不是宇宙绝对静止参考系了，而是运动的参考系(包括惯性系和非惯性系)，根据运动速度不同，这样的参考系有很多，原来的物理学就是用这样的参考系的，没有统一的标准，那么在这样的参考系中研究其它物体的运动，就只能相对运动，可以称之为相对参考系。选取的相对参考系不同，研究结果的运动状态(速度和加速度)也就不同，动能也不同。

四、运动或波动相对和叠加定律

本文作者袁灿伦深化和发展了伽利略的运动相对性原理，提出了运动叠加性原理、运动或波动相对性和叠加性定律、光速相对性和叠加性定律【5、6】。

伽利略的运动相对性原理：对于相对运动(位移、速度、加速度等参量)，在任意参考系中，观察到的相对运动参量 c' ，为运动参量 c 与参考系的运动参量 V_0 的矢量差：

$$\vec{c}' = \vec{c} - \vec{V}_0 \quad (6)$$

例如，船在河中，从船上、从河中看或从岸上看，船的运动状态是不一样的。

运动叠加性原理：对于叠加运动(位移、速度、加速度等参量)，在任意参考系中，观察到的叠加运动参量 c' ，为运动参量 c 与拖曳物体的运动参量 V_m 的矢量和：

$$\vec{c}' = \vec{c} + \vec{V}_m \quad (7)$$

例如，介质整体流动拖曳着波，地球运动拖动地球上所有物体一起运动，火车拖动火车上所有物体一起运动。

复杂的情况是，运动既有相对性，又有叠加性。比如地球绕着太阳转，火车在地球上跑，

人在火车上走，虫子在人身上爬……

这两个原理不仅适用于物体的所有运动，也适用于所有的波，所以我们可以得到运动相对性和叠加性定律，波动相对性和叠加性定律。

运动或波动相对性和叠加性定律：在任何参考系中，观察者以速度 V_o 运动。当整个均匀介质以速度 V_m 匀速运动时，波源在介质上产生速度为 c_w 的同心球面波，也以速度 V_m 随介质匀速运动而不改变形状(介质拖曳效应)。观察者在任一点观察到的波速 c'_w 是介质中波速 c_w 与观察者速度 V_o 的矢量之差，与介质整体运动速度 V_m 的矢量之和，与波源的运动速度 V_s 无关。它被称为运动或波速相对和叠加通式：

$$\vec{c}'_w = \vec{c}_w - \vec{V}_o + \vec{V}_m \quad (8)$$

运动位移相对和叠加通式：

$$\vec{S}'_w = \vec{S}_w - \vec{S}_o + \vec{S}_m \quad (9)$$

运动加速度相对和叠加通式：

$$\vec{a}'_w = \vec{a}_w - \vec{a}_o + \vec{a}_m \quad (10)$$

这两个原理不仅适用于所有的运动和波，也适用于所有的电磁波(光波)速度，这样就可以得到光速相对性和叠加性定律。

光速相对性和叠加性定律：在任意参考系中，观察者以速度 V_o 运动。当均匀介质整体以速度 V_m 均匀运动时，光源在介质上产生光速为 c 的同心球面光波，也随着介质以速度 V_m 均匀运动，而不改变形状(介质拖曳效应)。观察者在任意一点观察到的光速 c' ，为介质中的光速 c 与观察者速度 V_o 的矢量之差，与介质的整体运动速度 V_m 的矢量之和，而与光源的运动速度 V_s 无关。称为光速相对和叠加通式：

$$\vec{c}' = \vec{c} - \vec{V}_o + \vec{V}_m \quad (11)$$

光波位移相对和叠加通式：

$$\vec{S}' = \vec{S} - \vec{S}_o + \vec{S}_m \quad (12)$$

运动或波的相对性和叠加性定律是一个更普遍的定律，它不仅适用于物体运动(位移、速度、加速度)的相对性矢量相减关系和叠加矢量相加关系，也适用于波动(位移、速度)的相对性矢量相减关系和叠加矢量相加关系。

波速叠加通式：当均匀介质以整体移动速度 V_m 均匀流动时，波源在均匀介质上产生的同心圆波也以速度 V_m 随着介质均匀移动，而不改变形状。观察者在任一点观察到的波速 c'_w ，为介质中的波速 c_w 与观察者速度 V_o 的矢量之差，与介质的整体运动速度 V_m 的矢量之和：

$$\vec{c}'_w = \vec{c}_w - \vec{V}_o + \vec{V}_m \quad (13)$$

观察者观察到的波速不变，与波源的运动速度 V_s 无关(不含 V_s)。声波和电磁波(光波)也是如此，这个公式适用于所有的波动。

五、光的本质

本文作者袁灿伦重新分析了光的本质问题【4~6】。根据麦克斯韦电磁理论，**光是电磁波，由电场和磁场交替激发，在空间中向前传播。**光不仅可以在真空中传播，也可以在透明物质(实体物质)中传播。光是电磁波，电磁波也是光，光和电磁波是完全等价的概念。下同。

光具有反射、折射、叠加、干涉、衍射和偏振等共同特征。

光是一种波动的形式，而不是运动的形式。不能叫光的运动，应该叫光的传播。光传播的是波动的形式和波动的能量。光不是物质，没有质量，没有惯性，不受到力的作用和影响，不加速也不减速，不被光源拖曳，但可以被电磁场介质拖曳。在同一种均质物质中，光传播时不会改变方向。光源发光就立刻产生光，而且是匀速传播。

光源的移动不影响光传播的速度和方向。光从光源产生后立即扩散出去，从此与光源无关。每种光相互独立产生和传播，相遇时叠加，分离后独立传播。光传播能量，没有传播质量。光的这些独特性质决定了光的独特行为，这种行为也明显不同于物理物质的性质。当光被一个物体反射时，这个物体就成为一个新的光源。

光速不变原理是不正确的。相对于同种均匀物质(光的介质)，光速是一样的，这才是光

速不变的真正含义。光速满足光速相对性和叠加性定律。真空是光传播的最佳介质。在真空中，相对于真空介质参考系。光速为 c 。光速满足光速相对性和叠加性定律。光速不是所有速度的上限，而实体物质的运动速度可以超光速。真空是电磁波传播的最理想介质，传播速度最快(为 c)，折射率最低(为 1)。

真空中虽然没有实体物质作为介质，但它以电磁场形式的物质作为介质。电场和磁场在空间交替激发并向前传播，这种波动的形式是电磁波。在电场和磁场交替激发的过程中，后面的电场和磁场减弱消失，在前面激发出电场和磁场，前面的电场和磁场是在激发过程中产生的，此消彼长。可见电磁波的传播速度，就是电场和磁场在空间交替激发并向前传播的速度，所以**电磁场就是电磁波传播的介质**。

麦克斯韦从方程组解出了电磁波方程。电磁波方程和机械波方程(弦振动方程)具有完全相同的形式。机械波方程求解的机械波速度是相对于介质的，与波源的运动无关。同理，电磁波方程求解的电磁波速度 $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ (其中 ϵ_0 为真空中的介电常数， μ_0 为真空中的磁导率系数)，那么真空中的电磁波速度也是相对于真空中电磁波介质的电磁场而言的，与波源的运动无关。真空中电磁波介质的电磁场是真空中光速 c 的参考系。有了这个确定的参照系，麦克斯韦的电磁理论和伽利略的相对论原理就不矛盾了。

在实体物质中，电磁波速度为 $c_w = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}} = \frac{c}{n}$ (其中 ϵ 为实体物质的介电常数， μ 为实体物质的磁导率系数，它们不仅与实体物质有关，还与电磁波的频率有关， n 为透明实体物质对光的折射率)。同理，实体物质的电磁波速度，就是相对于固体物质中的电磁波介质电磁场而言的，与波源的运动无关。实体物质中的电磁波介质电磁场是固实体物质中光速 c_w 的参照系。

光在(透明的)实体物质中传播时，光的传播也是以电磁场作为传播介质的。(透明的)固体物质不是光的传播介质，而电磁场才是光的传播介质。电磁场在实体物质中传播较慢，光在(透明的)实体物质中传播较慢，为 $c_w = c/n$ ，实体物质的整体运动(流动)速度与电磁场在实体物质中的传播速度不同步，导致光在透明实体物质中的传播速度不同步，而是滞后。即实体物质并没有完全同步拖动电磁场，也没有完全同步拖动电磁波，都只是部分拖动。实体物质按一定比例拖动电磁场，两个作用通过整体移动(透明的)实体物质来减缓光的传播速度，这与实体物质的介电常数、密度等因素有关。

所有的波(包括电磁波)，在介质内部是体波，在介质界面是表面波。体波中既有横波又有纵波。介质界面处的表面波是横波，而介质中的体波是纵波。在介质中任何平行于传播方向的曲面都是横波，在介质中任何垂直于传播方向的曲面都是纵波。如图 3(1)所示。

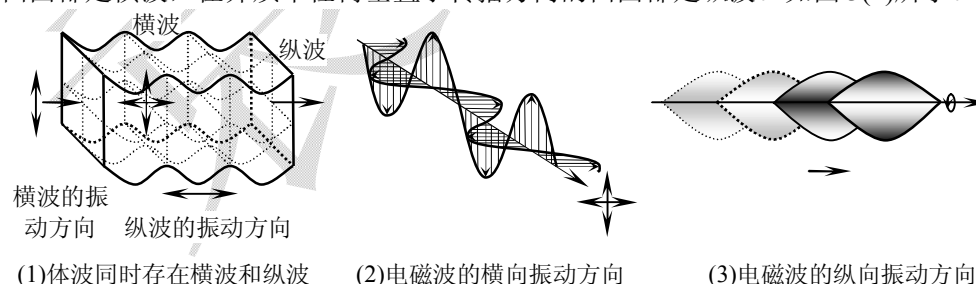


图 3. 体波、电磁波的振动方向

当电场和磁场交替激发形成电磁波时，电场波和磁场波在传播方向和垂直于传播方向同时振动，电磁波既有横波又有纵波。根据电场和磁场交替激发时的能量守恒，电场波和磁场波的相位差为 90 度。如图 3(2)和图 3(3)所示。

由于光的本质问题涉及到波动理论、麦克斯韦电磁理论和量子力学理论，情况比较复杂，迄今为止，现有的理论对光的本质问题都没有深入的认识。这里只简单介绍作者新研究的结论。作者将在后续的新量子力学文章中再次讨论光的本质问题。

这个理论可以完美的解释所有关于光的问题。作者将在后续的文章中解释。

六、迈克尔逊-莫雷实验零结果的重新认识

梅晓春和袁灿伦分析了迈克尔逊-莫雷实验的零结果【7】，也应该放在宇宙绝对静止参

考系中对比分析。只要分析比较迈克尔逊-莫雷实验干涉仪两臂的光发出和反射的总时间，和干涉仪转动 90°后，两臂的光发出和反射的总时间，有无变化，就可以判断干涉条纹是否移动，从而就可以验证光是否被“以太”物质拖曳。经过迈克尔逊-莫雷实验【1】，得到的却是零结果，即干涉条纹没有移动，从而就表明了两臂的光发出和反射的总时间是相等的，干涉仪转动的过程中，和转动 90°后，两臂的光发出和反射的总时间也是相等的，如图 4(1)。现在从五种情况分析。

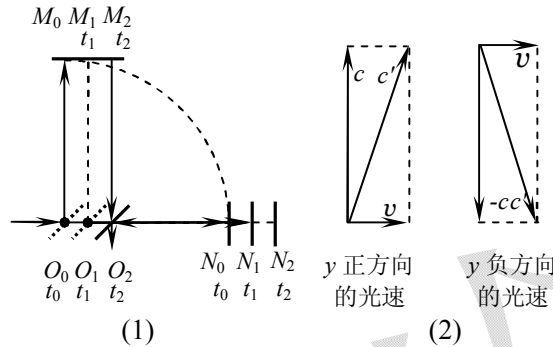


图 4. 迈克尔逊-莫雷实验分析

6. 1 在宇宙绝对静止参考系中观察静止在宇宙绝对静止参考系中的干涉仪

如果在宇宙绝对静止参考系中做 M-M 实验，观察者、干涉仪、光源都静止在宇宙绝对静止参考系中，都没有相对运动，这是最简单的情况。在 \$x\$ 方向上，光从分光镜到反射镜的光程，和光从反射镜返回分光镜的光程都相等，都为干涉仪臂长 \$L\$，则光在两个光程上传播的时间都相同，分别为 \$t_{x1}=L/c\$，\$t_{x2}=L/c\$。在 \$y\$ 方向上也如此，光在两个光程上传播的时间都相同，分别为 \$t_{y1}=L/c\$，\$t_{y2}=L/c\$。

两臂发出和反射的光的总时间都相等，如图 4(1)：

$$t_y = t_{y1} + t_{y2} = \frac{L}{c} + \frac{L}{c} = \frac{2L}{c} \quad (14)$$

$$t_x = t_{x1} + t_{x2} = \frac{L}{c} + \frac{L}{c} = \frac{2L}{c} \quad (15)$$

比较(14)式和(15)式，得

$$t_{y1} = t_{y2} = t_{x1} = t_{x2} = \frac{L}{c} \quad (16)$$

$$t_x = t_y \quad (17)$$

如果观察者、干涉仪、光源都相对静止，并在宇宙绝对静止参考系中运动，所得结果也完全一样。

这表明，两个方向上的光同时到达目镜，当转动干涉仪任意角度，两个方向上的光也是同时到达目镜，干涉条纹不会发生移动。

6. 2 在地球参考系中观察随地球一起运动的干涉仪

观察者、干涉仪、光源都静止在地球上，均随地球一起在宇宙绝对静止参考系中以速度 \$v\$ 向 \$x\$ 方向运动，四者相对静止，光以光速 \$c\$ 在地球参考系中传播，这种情况正是迈克尔逊-莫雷实验的情况。

其实，地球参考系可以看作是一个惯性参考系，根据伽利略的运动相对性原理，在地球参考系中所发生的物理事实，与在宇宙绝对静止参考系中发生的物理事实完全相同。其运动规律与 6.1 节中的情况完全一样，而不会受到地球运动的影响，故不会产生干涉条纹的移动。分析结果也完全一样，略。

6. 3 在宇宙绝对静止参考系中观察随地球一起运动的干涉仪

观察者静止在宇宙绝对静止参考系中，干涉仪、光源随地球一起，在宇宙绝对静止参考系中以速度 \$v\$ 向 \$x\$ 方向运动，干涉仪、光源、地球三者都相对静止，从随地球一起运动的干涉仪的光源发出的光以光速 \$c\$ 在地球参考系中传播。根据运动叠加性原理、运动相对性原理，光速是可以相加和相减的。

实际上，现在的迈克尔逊干涉仪已经做成了两臂密封了的整体仪器，光只能在相互垂直

的两臂中传播，却不能在倾斜方向传播。

t_0 时刻，光经半透镜反射，向 y 方向上发出的光，光以速度 c 在地球参考系中传播。在任何时刻，半透镜和 y 方向上的反射镜同步地向 x 方向移动。经时间 t_{y1} ，到达 y 方向上的反射镜上，光程为 O_0M_1 ，此时干涉仪及反射镜已经向 x 方向运动了 vt_{y1} ；在 t_1 时刻，此光经反射镜反射后，经时间 t_{y2} ，向 y 的负方向传播，光程为 M_1O_2 ，此时干涉仪及反射镜已经向 x 方向运动了 vt_{y2} ，如图 4(1)。那么，根据运动叠加性原理可知，位移为矢量相加关系，速度为矢量相加关系，在 y 正方向上，实际光程为两个方向上的位移的矢量相加， $O_0M_1 = \sqrt{L^2 + (vt_{y1})^2}$ ，光速为两个方向上的速度的矢量相加， $\vec{c}' = \vec{c} + \vec{v}$ ， $c' = \sqrt{c^2 + v^2}$ ；在 y 负方向上，实际光程为两个方向上的位移的矢量相加， $M_1O_2 = -\sqrt{L^2 + (vt_{y2})^2}$ ，光速为两个方向上的速度的矢量相加， $\vec{c}' = -\vec{c} + \vec{v}$ ， $c' = -\sqrt{c^2 + v^2}$ ，如图 4(2)。则光传播所需时间分别为 $t_{y1} = \frac{\sqrt{L^2 + (vt_{y1})^2}}{\sqrt{c^2 + v^2}}$ 和 $t_{y2} = \frac{-\sqrt{L^2 + (vt_{y2})^2}}{-\sqrt{c^2 + v^2}}$ ，解得 $t_{y1} = t_{y2} = \frac{L}{c}$ ，这相当于以光速 c 经过光程 O_0M_0 和 M_2O_2 所需的时间 $t_{y1} = t_{y2} = \frac{L}{c}$ 。则 y 方向上的总时间为

$$t_y = t_{y1} + t_{y2} = \frac{L}{c} + \frac{L}{c} = \frac{2L}{c} \quad (18)$$

此时干涉仪及反射镜已经向 x 方向运动了位移

$$\Delta x = vt_y = \frac{2vL}{c} \quad (19)$$

根据运动叠加性原理，在 x 正方向上，在地球参考系中的光速 c ，在宇宙绝对静止参考系中观察时，还应叠加上地球的运动速度 v ，观察到的光速则为 $c+v$ ，光从半透镜 O_0 向 x 方向上传播到反射镜 N_1 的光程为 $L + vt_{x1}$ ，则所需时间为 $t_{x1} = \frac{L + vt_{x1}}{c + v} = \frac{L + v \frac{L}{c}}{c + v} = \frac{L}{c}$ ；光经反射镜 N_1 反射后，在 x 负方向上，在地球参考系中的光速 $-c$ ，还应叠加上地球的运动速度 v ，则观察到的光速为 $-c+v$ ，向 x 负方向传播到半透镜 O_2 时的光程为 $-L + vt_{x2}$ ，则所需时间为

$$t_{x2} = \frac{-L + vt_{x2}}{-c + v} = \frac{L - v \frac{L}{c}}{c - v} = \frac{L}{c}。得到总时间为$$

$$t_x = t_{x1} + t_{x2} = \frac{L}{c} + \frac{L}{c} = \frac{2L}{c} \quad (20)$$

比较(18)式和(20)式，得

$$t_{y1} = t_{y2} = t_{x1} = t_{x2} = \frac{L}{c} \quad (21)$$

$$t_x = t_y \quad (22)$$

这表明，两个方向上的光同时到达目镜，当转动干涉仪任意角度，两个方向上的光也是同时到达目镜，干涉条纹不会发生移动。

6. 4 观察者在任意参考系中观察随地球一起向 x 正方向运动的干涉仪

干涉仪、光源随地球一起(在宇宙绝对静止参考系中)以速度 v 向 x 方向运动，干涉仪、光源、地球三者都相对静止，从随地球一起运动的干涉仪的光源发出的光以光速 c 在地球参考系中传播。而观察者在任意参考系中以另外的速度 V_0 向另外的方向运动，(为简单起见，选其以速度 V_0 向 x 正方向运动)，观察地球上的干涉仪的光源发出的光的情况，如图 5。根据运动叠加性原理、运动相对性原理，光速是可以相加和相减的。

也用两臂密封了的整体仪器迈克尔逊干涉仪做实验，光只能在相互垂直的两臂中传播，却不能在倾斜方向传播。

t_0 时刻，光经半透镜反射，向 y 方向上发出的光，光以速度 c 在地球参考系中传播。在任何时刻，半透镜和 y 方向上的反射镜同步地向 x 方向移动。经时间 t_{y1} ，到达 y 方向上的反射镜上，光程为 O_0M_1 ，此时干涉仪及反射镜已经向 x 正方向运动了 vt_{y1} ；在 t_1 时刻，此光经反射镜反射后，经时间 t_{y2} ，向 y 的负方向传播，光程为 M_1O_2 ，此时干涉仪及反射镜已经向 x 正方向运动了 vt_{y2} ，如图 5(1)。那么，根据运动叠加性原理、运动相对性原理可知，位

移通式为 $\vec{S}'_w = \vec{S}_w - \vec{S}_o + \vec{S}_m$ ，速度通式为 $\vec{c}'_w = \vec{c}_w - \vec{V}_o + \vec{V}_m$ 。在 y 正方向上，光程的叠加性矢量相加为 $\vec{S}' = \vec{S}'_w + \vec{S}_m$ ，值为 $\sqrt{L^2 + (vt_{y1})^2}$ ，其方向与 x 正方向夹角为 θ ，($\tan\theta = \frac{L}{vt_{y1}}$)；再将光程的相对性矢量相减，即为总光程 $S' = \sqrt{L^2 + (v-V_o)^2 t_{y1}^2}$ ，如图 5(2)。在 y 负方向上，光程的叠加性矢量相加为 $\vec{S}' = \vec{S}'_w + \vec{S}_m$ ，值为 $-\sqrt{L^2 + (vt_{y1})^2}$ ，其方向与 x 正方向夹角为 θ ，($\tan\theta = \frac{-L}{vt_{y1}}$)；再将光程的相对性矢量相减，即为总光程 $S' = -\sqrt{L^2 + (v-V_o)^2 t_{y1}^2}$ ，如图 5(3)。在 y 正方向上，光速的叠加性矢量相加为 $\vec{c}'_w = \vec{c}_w + \vec{V}_m$ ，值为 $\sqrt{c^2 + v^2}$ ，其方向与 x 正方向夹角为 θ ，($\tan\theta = \frac{c}{v}$)；再将光速的相对性矢量相减，即为总光速 $c' = \sqrt{c^2 + (v-V_o)^2}$ ，如图 5(4)。在 y 负方向上，光速的叠加性矢量相加为 $\vec{c}'_w = \vec{c}_w + \vec{V}_m$ ，值为 $-\sqrt{c^2 + v^2}$ ，其方向与 x 正方向夹角为 θ ，($\tan\theta = \frac{-c}{v}$)；再将光速的相对性矢量相减，即为总光速 $c' = -\sqrt{c^2 + (v-V_o)^2}$ ，如图 5(5)。则光传播所需时间分别为 $t_{y1} = \frac{\sqrt{L^2 + (v-V_o)^2 t_{y1}^2}}{\sqrt{c^2 + (v-V_o)^2}}$ 和 $t_{y2} = \frac{-\sqrt{L^2 + (v-V_o)^2 t_{y1}^2}}{-\sqrt{c^2 + (v-V_o)^2}}$ ，解得 $t_{y1} = t_{y2} = \frac{L}{c}$ 。则 y 方向上的总时间为

$$t_y = t_{y1} + t_{y2} = \frac{L}{c} + \frac{L}{c} = \frac{2L}{c} \quad (23)$$

在 x 方向上，根据运动相对性原理，观察到的干涉仪及反射镜的速度为 $v-V_o$ ，此时干涉仪及反射镜已经向 x 方向运动了位移

$$\Delta x = (v-V_o)t_y = \frac{2(v-V_o)L}{c} \quad (24)$$

根据运动叠加性原理、运动相对性原理可知，在 x 正方向上，观察到的光速 $c' = c + v - V_o$ ，在 x 负方向上，观察到的光速 $c' = -c + v - V_o$ 。

光从半透镜 O_0 向 x 方向上传播到反射镜 N_1 的光程为 $S' = L + (v-V_o)t_{y1}$ ，则所需时间为 $t_{x1} = \frac{L + (v-V_o)t_{y1}}{c + v - V_o}$ 解得 $t_{x1} = \frac{L}{c}$ ；光经反射镜 N_1 反射后，在 x 负方向上，则观察到的光速为 $-c + v - V_o$ ，向 x 负方向传播到半透镜 O_2 时的光程为 $S' = -L + (v-V_o)t_{y1}$ ，则所需时间为 $t_{x2} = \frac{-L + (v-V_o)t_{y1}}{-c + v - V_o}$ ，解得 $t_{x2} = \frac{L}{c}$ 。得到总时间为

$$t_x = t_{x1} + t_{x2} = \frac{L}{c} + \frac{L}{c} = \frac{2L}{c} \quad (25)$$

比较(23)式和(25)式，得

$$t_{y1} = t_{y2} = t_{x1} = t_{x2} = \frac{L}{c} \quad (26)$$

$$t_x = t_y \quad (27)$$

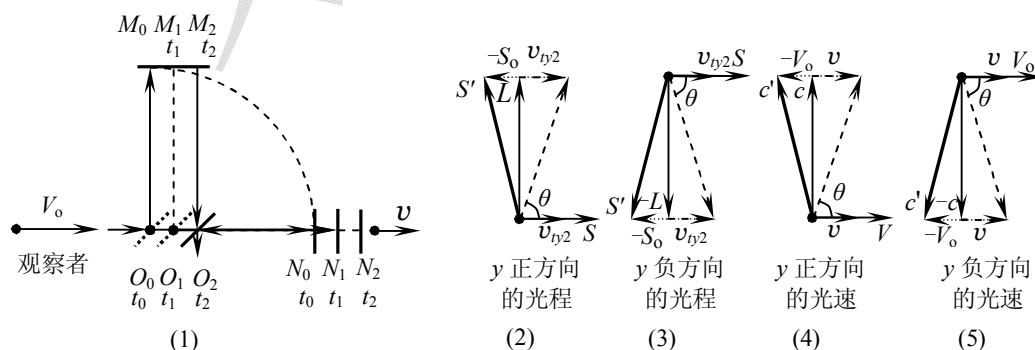


图 5. 迈克尔逊-莫雷实验分析

从本节中的各个局部的的光程和速度合成上，都满足上述的运动相对性原理、运动叠加性原理，也就是(运动)波速相对对叠加定律。

这表明，两个方向上的光同时到达目镜，当转动干涉仪任意角度，两个方向上的光也

是同时到达目镜，干涉条纹不会发生移动。

6. 5 观察者在任意参考系中观察随地球一起向任意方向运动的干涉仪

干涉仪、光源随地球一起(在宇宙绝对静止参考系中)以速度 v 向 x 方向运动，干涉仪、光源、地球三者都相对静止，从随地球一起运动的干涉仪的光源发出的光以光速 c 在地球参考系中传播。而观察者在任意参考系中以另外的速度 V_o 向另外的方向运动，运动方向与 x 正方向为 α 角度，将其速度分解得， $V_{ox}=V_o\cos\alpha$ ， $V_{oy}=V_o\sin\alpha$ ，则可将分解的两个方向上的速度分别计算。观察地球上的干涉仪的光源发出的光的情况，如图 6(1)。根据运动叠加性原理、运动相对性原理，光速是可以相加和相减的。

也用两臂密封了的整体仪器迈克尔逊干涉仪做实验，光只能在相互垂直的两臂中传播，却不能在倾斜方向传播。

t_0 时刻，光经半透镜反射，向 y 方向上发出的光，光以速度 c 在地球参考系中传播。在任何时刻，半透镜和 y 方向上的反射镜同步地向 x 方向移动。经时间 t_{y1} ，到达 y 方向上的反射镜上，光程为 O_0M_1 ，此时干涉仪及反射镜已经向 x 正方向运动了 vt_{y1} ；在 t_1 时刻，此光经反射镜反射后，经时间 t_{y2} ，向 y 的负方向传播，光程为 M_1O_2 ，此时干涉仪及反射镜已经向 x 正方向运动了 vt_{y2} ，如图 6(1)。那么，根据运动叠加性原理、运动相对性原理可知，位移通式为 $\vec{S}'_w = \vec{S}_w - \vec{S}_o + \vec{S}_m$ ，速度通式为 $\vec{c}'_w = \vec{c}_w - \vec{V}_o + \vec{V}_m$ 。在 y 正方向上，光程的叠加性矢量相加为 $\vec{S}' = \vec{S}_w + \vec{S}_m$ ，值为 $\sqrt{L^2 + (vt_{y1})^2}$ ；再将光程的相对性矢量相减，即为总光程

$S' = \sqrt{L^2 + (v - V_o\sin\alpha)^2 t_{y1}^2}$ ，如图 6(2)。在 y 负方向上，光程的叠加性矢量相加为 $\vec{S}' = \vec{S}_w + \vec{S}_m$ ，值为 $-\sqrt{L^2 + (vt_{y2})^2}$ ；再将光程的相对性矢量相减，即为总光程 $S' = -\sqrt{L^2 + (v - V_o\sin\alpha)^2 t_{y2}^2}$ ，如图 6(3)。

在 y 正方向上，光速的叠加性矢量相加为 $\vec{c}'_w = \vec{c}_w + \vec{V}_m$ ，值为 $\sqrt{c^2 + v^2}$ ，其方向与 x 正方向夹角为 θ ，($\tan\theta = \frac{v}{c}$)；再将光速的相对性矢量相减，即为总光速 $c' = \sqrt{c^2 + (v - V_o\sin\alpha)^2}$ ，如图 6(4)。在 y 负方向上，光速的叠加性矢量相加为 $\vec{c}'_w = \vec{c}_w + \vec{V}_m$ ，值为 $-\sqrt{c^2 + v^2}$ ，其方向与 x 正方向夹角为 θ ，($\tan\theta = \frac{-v}{c}$)；再将光速的相对性矢量相减，即为总光速

$c' = -\sqrt{c^2 + (v - V_o\sin\alpha)^2}$ ，如图 6(5)。则光传播所需时间分别为 $t_{y1} = \frac{\sqrt{L^2 + (v - V_o\sin\alpha)^2 t_{y1}^2}}{\sqrt{c^2 + (v - V_o\sin\alpha)^2}}$ 和

$t_{y2} = \frac{-\sqrt{L^2 + (v - V_o\sin\alpha)^2 t_{y2}^2}}{-\sqrt{c^2 + (v - V_o\sin\alpha)^2}}$ ，解得 $t_{y1} = t_{y2} = \frac{L}{c}$ 。则 y 方向上的总时间为

$$t_y = t_{y1} + t_{y2} = \frac{L}{c} + \frac{L}{c} = \frac{2L}{c} \quad (28)$$

在 x 方向上，根据运动相对性原理，观察到的干涉仪及反射镜的速度为 $v - V_o\cos\alpha$ ，此时干涉仪及反射镜已经向 x 方向运动了位移

$$\Delta x = (v - V_o\cos\alpha)t_y = \frac{2(v - V_o\cos\alpha)L}{c} \quad (29)$$

根据运动叠加性原理、运动相对性原理可知，在 x 正方向上，观察到的光速 $c' = c + v - V_o\cos\alpha$ ，在 x 负方向上，观察到的光速 $c' = -c + v - V_o\cos\alpha$ 。

光从半透镜 O_0 向 x 方向上传播到反射镜 N_1 的光程为 $S' = L + (v - V_o\cos\alpha)t_{x1}$ ，则所需时间为 $t_{x1} = \frac{L + (v - V_o\cos\alpha)t_{x1}}{c + v - V_o\cos\alpha}$ 解得 $t_{x1} = \frac{L}{c}$ ；光经反射镜 N_1 反射后，在 x 负方向上，则观察到的光速为 $-c + v - V_o\cos\alpha$ ，向 x 负方向传播到半透镜 O_2 时的光程为 $S' = -L + (v - V_o\cos\alpha)t_{x2}$ ，则所需时间为

$t_{x2} = \frac{-L + (v - V_o\cos\alpha)t_{x2}}{-c + v - V_o\cos\alpha}$ ，解得 $t_{x2} = \frac{L}{c}$ 。得到总时间为

$$t_x = t_{x1} + t_{x2} = \frac{L}{c} + \frac{L}{c} = \frac{2L}{c} \quad (30)$$

比较(28)式和(30)式，得

$$t_{y1} = t_{y2} = t_{x1} = t_{x2} = \frac{L}{c} \quad (31)$$

$$t_x = t_y \quad (32)$$

从本节中的各个局部的光程和速度合成上，都满足上述的运动相对性原理、运动叠加性原理，也就是(运动)波速相对叠加定律。

实际上是将上节中的 x 方向上的 V_o 换成 $V_o \cos\alpha$ ， y 方向上的 V_o 换成 $V_o \sin\alpha$ 。

这表明，两个方向上的光同时到达目镜，当转动干涉仪任意角度，两个方向上的光也是同时到达目镜，干涉条纹不会发生移动。

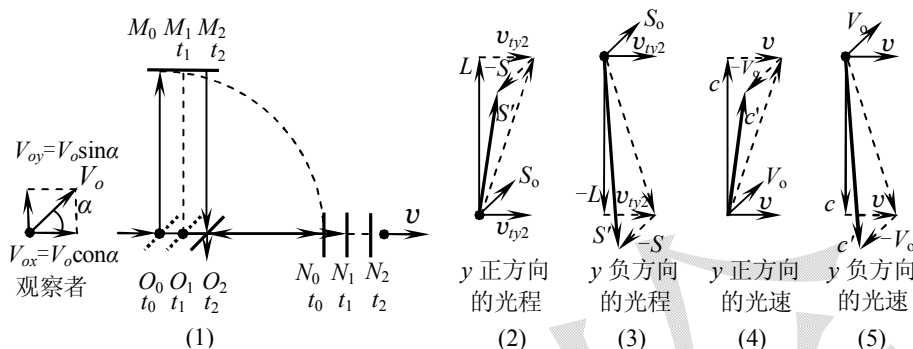


图 6. 迈克尔逊-莫雷实验分析

通过以上五种情况的分析，均得到相同的结果，在迈克尔逊-莫雷实验中，光在两臂来回传播的时间都是相等的， $t_{x1}=t_{x2}=t_{y1}=t_{y2}=L/c$ ，不论干涉仪的两臂之间夹角是多少，也不论干涉仪转动多少角度，也不论在哪个方向上，也不论干涉仪以多少速度运动，都不影响光在两臂上的传播时间，干涉条纹都不会移动。这正符合伽利略于 1638 年在《两种新科学的对话》中提出的运动相对性原理。

七、洛伦兹变换因子的实质

在参考文献中【1】，迈克尔逊-莫雷实验的目的是测量地球在以太中的速度(即以太风的速度)。如果“以太”存在，且光速在“以太”中的传播服从伽利略速度叠加原理：假设“以太”相对于太阳静止，仪器在实验坐标系中相对于“以太”以公转轨道速度 v 向右运动。光源发光经分光镜分成两束光，光束 1 经反光镜 M_1 反射再经分光镜投射到观测屏。光束 2 经反光镜 M_2 反射再经分光镜投射到观测屏，与光束 1 形成干涉。光在“以太”中传播速度为 c ，地球相对以太的速度为 v ，如图 8。光束 1 从 M_1 返回和到达 M_1 的传播速度是不同的，分别为 $c+v$ 和 $c-v$ ，完成往返路程所需时间为： $t_x = \frac{L}{c+v} + \frac{L}{c-v}$ 。光束 2 完成来回路程的时间为 $t_y = \frac{2L}{\sqrt{c^2 - v^2}}$ ，光束 2 和光束 1 到达观测屏的光程差为

$$\Delta x = c \left(\frac{L}{c+v} + \frac{L}{c-v} - \frac{2L}{\sqrt{c^2 - v^2}} \right) \approx \frac{Lv^2}{c^2} \quad (33)$$

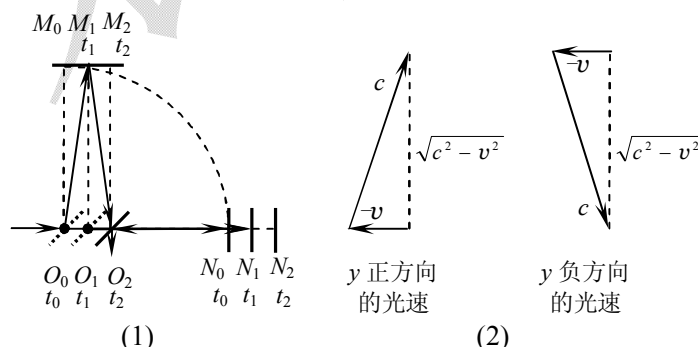


图 7. 迈克尔逊对迈克尔逊-莫雷实验的分析

参考文献中【1】这样说道：1895 年洛伦兹提出了更为精确的长度收缩公式，顺手把时间也调慢了一点，这就是著名的洛伦兹变换。通过以太的运动物体，纵向线度发生收缩(平行运动方向)，其收缩的比例恰好符合迈克尔逊——莫雷实验的计算。同时这个方向的时间也变慢，这样这个方向的光的速度保持不变。这是光速不变的最早模型。为什么要改动时间？

没有人知道，也没有理论依据。这个光速不变的版本，承认以太存在。没有悖论。根据他的设想，观察者相对于以太以一定速度运动时，长度在运动方向上发生收缩，以解释迈克尔逊-莫雷实验，时间变慢，以满足光速在量杆运动方向没有发生变化。这样洛伦兹就在不抛弃以太概念的前提下，提出光速不变。

现对洛伦兹分析迈克尔逊-莫雷实验结果的过程梳理如下：

7. 1 迈克尔逊混淆了参考系

从参考文献【1】中可看出，迈克尔逊对迈克尔逊-莫雷实验结果的分析中，迈克尔逊混淆了参考系，他的分析中，其实光不是在地球上的干涉仪发出的，而是从地球外部发出的，光不是沿 y 方向上传播并反射回半透镜，而是被“以太”拖曳了，沿斜线方向运动，并沿斜线反方向运动到半透镜，如图 7，光波的相对速度改变为

$$\begin{aligned} \vec{c}_y &= \vec{c} - \vec{v} \\ c_y &= \sqrt{c^2 - v^2} = c \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \end{aligned} \quad (34)$$

光束 2 完成来回路程的时间为

$$t_y = \frac{2L}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{2L}{c} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (35)$$

此时干涉仪及反射镜已经向 x 方向运动了位移

$$\Delta x = vt_y = \frac{2vL}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{2vL}{c} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (36)$$

光束 2 和光束 1 到达观测屏的光程差为(33)式。

7. 2 洛伦兹假设了“长度缩短”和“时钟变慢”才拼凑出了迈克耳孙-莫雷实验的零结果

洛伦兹在分析时还是用到了速度叠加原理 $c' = c \pm v$ 【1】，这就认为光速是可以叠加运动速度的，则

$$t_x = t_{x1} + t_{x2} = \frac{L}{c+v} + \frac{L}{c-v} = \frac{2L}{c} \cdot \frac{c^2}{c^2 - v^2} = \frac{2L}{c} \cdot \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (37)$$

洛伦兹假设有这两个关系式：

$$L = L' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (38)$$

$$t_x = \frac{t'_x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (39)$$

将(38)、(39)代入(37)式，得

$$\frac{t'_x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{2}{c} \cdot L' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

才能满足了

$$t'_x = \frac{2L'}{c} \quad (40)$$

洛伦兹假设的(38)、(39)式正是所谓的“长度缩短”和“时钟变慢”【1、3、7、8】，和(3)、(4)式的假设相同。洛伦兹变换因子 $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ 同时让运动的长度缩短、时钟变慢后，(40)式才符合了上述分析的(1)、(5)式对时间的定义，但这是用洛伦兹假设的(38)、(39)式拼凑出来的，见 2.2 节的分析。在 2.3 节中已经分析了，鸟儿在车旁边飞行时，鸟儿和车没有物理关联性，假设的(3)、(4)式并不成立，因此，洛伦兹假设的(38)、(39)式也就不成立，就是说，根本就不存在所谓的“长度缩短”和“时钟变慢”。

7. 3 洛伦兹认为“光不服从伽利略速度叠加原理”，却用此原理分析迈克耳孙-莫雷实验的零结果

(33)式的结果却是近似值，上述的分析中，并没有复杂的公式需要做这样的近似。(33)、(34)、(37)式中都用到了伽利略速度叠加原理，这与洛伦兹认为的“光不服从伽利略速度叠加原理”相矛盾。(34)式的光速还变小了，不服从光速不变了。对比(16)、(21)、(26)和(31)式就可以看出，(35)式的光程没有考虑到在 x 方向上产生的位移 $\Delta x = vt_y = 2vL/c$ 所需的时间是 $t_y = t_{y1} + t_{y2} = 2L/c$ 。故(33)、(34)、(35)、(36)、(37)、(38)和(39)式都是不成立的。

7. 4 洛伦兹用洛伦兹变换因子强行改变了光波波前的实际形状

现在再从图形上分析，将图 7(1)放大为图 8(1)， t_0 时刻光源在 O_0 点发出的波前如图中弧线，虽然实际光束在向 y 方向上发出的，但光源在 O_0 点发出的波前却是球面波，波前就如图中弧线，实际光程为 $O_0 M_0$ 。洛伦兹却认为“以太”拖曳了光，光程为 $O_0 M_1$ ，这样就增长了光程，在 x 方向上也没有考虑到反射镜产生了位移 Δx ，也就少计算了这两段时间 $t_y = t_{y1} + t_{y2} = 2L/c$ ，最后经过计算，与实际的实验结果不符合，洛伦兹就不得不假设一个洛伦兹变换因子 $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ ，将计算的光程 $O_0 M_1$ 缩短为实际光程 $O_0 P$ ，并延长了光的“运动”时间，从而拼凑出实验的零结果。这就是“长度缩短”和“时钟变慢”的(38)式和(39)式的原因。

洛伦兹认为“以太”拖曳了光，拉长了光波的波前呈扁球面，图 8(2)，与实际的实验结果不符合，就用洛伦兹因子将拉长了的波前扁球面收缩成球面，仍不符合实际的实验结果，又用洛伦兹因子将光源的运动时间增长，也就是强行让运动光源静止，才与实际的实验结果吻合了。这就是洛伦兹变换因子的实质。

综上所述，迈克耳孙-莫雷实验的零结果只能证明绝对静止的以太是不存在的，只能用伽利略的相对性原理才能解释迈克耳孙-莫雷实验的零结果，用洛伦兹变换不能解释迈克耳孙-莫雷实验的零结果。

洛伦兹变换因子是没有任何意义的，所有含有洛伦兹变换因子的公式和理论也是不正确的，当然洛伦兹变换也就是不正确的。经过洛伦兹变换的所有物理量，都不是真实的。洛伦兹变换就象一个哈哈镜，透过洛伦兹变换，就改变了所有物理量的真实性。

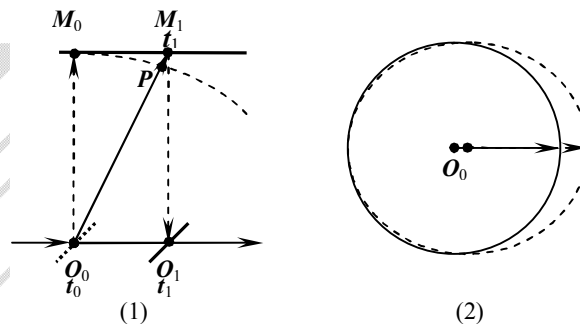


图 8. 迈克尔逊-莫雷实验分析

八、伽利略变换

在各种情况下，迈克尔逊-莫雷实验在两个方向上的光同时到达目镜，当转动干涉仪，两个方向上的光也是同时到达目镜，干涉条纹不会发生移动，得到零结果是必然的。

另外，也没有“以太”物质存在的迹象，更没有“在任意参考系中光速都不变”的情况，当然也就没有洛伦兹变换因子。在各个参考系中观察到的光速则是遵从伽利略的矢量相对和叠加的法则。

洛伦兹变换因子是不正确的，洛伦兹变换也就不正确，那么所有用到洛伦兹变换因子的关系式和理论都是不正确的。

放弃洛伦兹变换因子、洛伦兹变换和洛伦兹速度变换，物体的运动规律和波速叠加规律都应回归到伽利略变换及其逆变换，和伽利略速度变换，伽利略变换和牛顿运动理论才是正确描述运动的理论。

$$x' = x - vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t \quad (41)$$

$$x = x' + vt', \quad y = y', \quad z = z', \quad t = t' \quad (42)$$

$$v'_x = v_x - u, \quad v'_y = v_y, \quad v'_z = v_z \quad (43)$$

$$\vec{v}' = \vec{v} - \vec{u} \quad (44)$$

从上述的分析可知，“光速不变的”假设是不正确的，认为“在运动参考系中不同方向上的光速都相同”是不正确的。在任何运动参考系中的光源发出的光波，在该参考系中，都是以真空中光速传播的球面波，各向同性，卫星定位系统跟随地球一起在宇宙绝对静止参考系中运动，光源发出球面光波。从(30)式和(13)式可知，这和迈克尔逊干涉仪的情况相似，不论在哪个方向上，也不论以多少速度运动，只要距离相同，都不影响光传播所需时间，卫星定位系统就能够精确定位。

“光行差现象”也是如此解释。

九、物质、空间、时间和运动的关系

物质、时间、空间和运动，是物理学中最基本的概念，其中的质量、长度和时间是力学和运动学中最基本的物理量，它们共同定义了其他物理量，共同导出了其他物理量的单位。有必要捋清楚它们的概念和关系。

9.1 基本物理量

物理学的基本物理量中的长度 $L(\text{m})$ 、时间 $t(\text{s})$ 、质量 $m(\text{kg})$ 、物质的量 $n(\text{mol})$ 等四个是运动学的基本物理量，其它的物理量是由其导出的物理量，如速度、加速度、动量、角动量、能量、力等等，就构成了经典力学体系的物理量。它们有相应的标准原器，包括国际米原器、铯原子钟、国际千克原器，作为衡量标准和校对标准。基本物理量的物理含义，就是物理标准，就是度量标准，是均匀的刻度，是始终不变的。砝码的质量是固定的，尺子的刻度是均匀的，时钟的推延节奏是均匀的。基本物理量是相互独立的，其它物理量由基本物理量来定义，称为导出物理量，导出物理量就不是标准了，它是可以改变的。

9.2 速度不能作为物理量的标准

速度 $v(\text{m/s})$ 是由长度和时间共同定义的，是物体在单位时间内发生的位移 ($v=s/t$)，它是导出物理量，速度没有作为度量标准的资格，不能用它来定义其它物理量。

光在真空中的传播速度 c ，是相对于真空介质参考系的速度，由真空介质的特性确定的，它是一个恒定值。但是光速即使不变，也不能作为物理量的标准。

9.3 物质、质量

物质，生活中称为“东西”，物理中把固体这类有形的物质称为物体，用物质来称呼，就包括了各种形态的所有物质了。哲学上把除了人的意识之外的客观存在都称为物质。最好理解的还是生活中的“东西”，这在人脑中形成了物质的概念。那么，物质的度量就以“多少”来论，以数量来论，一大堆东西和一小堆东西有差别，就是数量上的多少差别。这就是物质的质量的概念，它是一个标量，数值上直接相加相减。相同的物质，特别是微观物质，只要是同种同类物质，都认为它们是相同的物质，只需要数个数相加起来，就知道有多少了。

为了度量物质的多少，人们制作了一个标准量的物体，规定这个标准物体含有物质的多少是 1 千克，称为标准千克原器。有了这个标准，其他任何物质都可以与它进行比较，就可以得知这个物体有多少物质了，并以多少千克表示它的质量的数值。一个物体有多少物质，只要没有转移，总量始终不变，不管它怎么分裂、怎么反应、怎么运动、怎么受力、放置何处，其总质量都是守恒不变的。比较物质质量的多少的工具就是天平，一端是已知的质量标准(砝码)，另一端是被比较物体。天平的原理当然是受重力的关系，天平只要平衡，物体的质量就是标准砝码的质量，在地球上、在月球上、在其他任何地方，天平平衡了，就知道了这个物体的质量。当移动到一处没有任何重力的地方时，这个等量关系仍然成立。由此得知，天平用重力的差异判断是否平衡，这是技术原理方面的事，而不是物体质量的本质问题。

质量是表征物体所含物质的多少的物理量，也就是化学中的摩尔质量。如果质量为零，就表示没有物质，如果放个东西在天平上，可是天平的另一端却没有放砝码，天平依然是平衡的，那么就表明了没有放任何东西。之所以，质量是物质最基本的属性。

各种物质有各种属性，有的带电荷，有各种形状、形态、状态、位置。

质量是物体所含物质的多少，质量是一个物体的内在属性，不需要外部给物体赋予质量，其多少与物体是否运动无关，也与物体是否受到引力无关，与物体所有的状态和形态都无关。物体在运动和变化时，只要物体所含物质没有转移，其总量都是不变的，这就是质量守恒定律。

牛顿发现，任何物质之间都有万有引力，物体所受到其它物体的万有引力的大与该物体的质量成正比，仅此而已。但并不表示可以用万有引力来表征质量，就是说，“引力质量”是没有意义的。

9. 4 空间

物质的存在必须要占据空间，空间可以容纳物质。物质占据的空间中心，确定为它在空间中的位置。

空间就是物质存在的场所。空间中不同位置的远近用一根直线段链接，这就是长度，人为规定了米原器做为长度的标准，做成刻度尺，用来衡量其他长度。

为了确定物质在空间中的位置和变化，就引用了坐标和参考系。

空间就是场所，相当于容器，空间的基本特征就是无，空间可以容纳物质，也可以什么都没有。所以，空间与任何物质无关，

9. 5 运动

物质存在的位置是可以变化的，物质在空间中的位置的变化就是运动。

物质在空间中的运动和物质自身的变化都是连续的，有过程的，有先后顺序的，是需要时间的。物质不断地连续地占据着前面的空间位置，同时在后面又不断地连续地空出被占据的空间，空出的空间一般又被其它物质来占据，这样，物质就运动起来了。运动是连续的，形成运动轨迹，其轨迹是连续可导可微的，不存在断续跳越的运动。

要明确，质量是物体所含物质的多少，它与物体所处的状态(如是否运动、是否分合、是否变化、是否变态、在何位置)都无关，质量是物质最基本的物理量。有了质量，才能谈得上运动，没有质量，就谈不上运动。物体是运动的主体，是有质量的，不存在无物质无质量的运动。

9. 6 时间

物质运动的过程有快慢，就表现为时间。人们用日月昼夜周期变化来衡量快慢，做成时钟为标准，衡量物体运动的快慢，也衡量事物变化的快慢，也衡量运动和变化的先后顺序，形成因果关系。物质运动过程的先后次序和快慢体现出时间。物质在运动和变化的过程中，其它事物也在运动和变化，任何地方的时钟标准都在以相同的节奏同步地推延。

9. 7 惯性

物体的运动，在启动和停止时，感觉到有的容易有的困难，是一种惰性，不易改变性，称为惯性，是一种感觉，不易用一个标准量来衡量。惯性是物体在运动(包括静止)时表现出来的性质，与物体的质量有关，伽利略和牛顿研究发现，物体质量越大，就越不容易改变它的运动状态，惯性的特性就越强，并且改变它的运动状态的难度与物体质量成正比，就是说，惯性与质量成正比，比例系数为 1，仅此而已。

惯性没有用符号来表示，惯性没有规定能参与计算的物理量，牛顿的惯性定律也没有一个数学表达式，而是用质量来度量惯性的大小。如果用 M 表示物体的惯性，用 m 表示物体的质量，那么 $M=km$ ，现在认为其比值 $k=1$ 。

惯性只与质量有关，与其它所以因素都无关。惯性并不是质量，惯性也并不是力，惯性只是物体运动时表现的运动特性。不能把惯性等同于重力，不能把惯性归结为物体之间的相互作用。就是说，“惯性质量”是没有意义的。

9. 8 场、场波

同上述物质那样，场也是客观存在的，可以把场也作为特殊物质。场没有质量，而只有强度，其强度称为场强，场强是矢量，同种场的强度遵循矢量叠加关系。场的种类和场强表征场的属性。

现在已知有四种场，分别是引力场、电磁场(电场和磁场)、弱力场、强力场，场由物质产生，场又对物质产生力的作用，分别是引力、电磁力(电场力和磁场力)、弱力、强力。

场没有确定的形态，没有明显的边界，场在空间中的分布不独占空间，而可以在空间中叠加。

场的强度变化，就不能谈运动，只能用传递、传播或者波动来描述，其规律就不是运动方程，而是波动方程。

静电场的库仑定律，引力场的牛顿万有引力定律，都没有速度这个变量，也没有时间这个变量，就是与速度无关，也与时间无关，只与距离有关，就是说，不管多远的距离，场

都能起作用，并且是即时的。静场的传递没有过程，不需要时间，也就是说，静场的传递速度是无穷大。静场就是静止于宇宙绝对静止参考系中的，有了物质，就有相应种类的场。

场的强度变化，由波动方程描述，在空间中产生场的波动，其波速只与波的介质有关。宇宙绝对静止参考系中，场波速度不变。

常见的是电场和磁场相互激发，并在空间中传播形成的电磁波，也就是光波。由电磁波动方程求解出的电磁波速度，在介质中为 $c' = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}}$ ，在真空中为 $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}$ 。

场波只是场的波动形态，而不是场本身，场波不是物质。场波的传播速度只是场的波动形态在空间中的传播速度，而不是场本身的传递速度，故场波的传播速度是有限的，而不是场的传递速度(无限的)。

同理，电磁波(光波)只是电磁场的波动形态，而不是电磁场本身，电磁波(光波)不是物质。电磁波的传播速度只是电磁场的波动形态在空间中的传播速度，而不是电磁场本身的传递速度，故电磁波的传播速度是有限的，而不是电磁场的传递速度(无限的)。

场波是人们认知事物的信使，人们用仪器观测事物，最后都要经过转换为人的感官所能感知到的信号，所有的非接触方式感知和观测事物，都是用场波作为信使的。通常是让物体发出或者反射光波，用光信号观察物体的运动，人类接收到的信息绝大多数都是用眼睛看到物体发出的光波信号【5、6】。

电磁波(光波)只是已知的信息的最快的传播信使，但不是物质最快的运动速度，更不是速度的上限。

光是电磁波，光速不变，相对于介质或真空(介质)，光速不变。光不是物质，光不是粒子，光不是场，无质量，无场强，不受力，没有加速过程，没有惯性，产生时就是光速。光速只与光的介质有关，在真空中光不受任何阻碍，真空中光速就最快。真空中什么都没有，光也能传播，并且最快，真空是光传播的最佳介质。光在介质中传播的机制不同，光在玻璃、水、空气等介质中传播，受到阻碍，速度就慢了。

伽利略变换是对物体运动的变换，而麦克斯韦方程则是电磁波的传播规律，这是两种不同的形式，麦克斯韦方程不满足伽利略变换协变是正常的，没必要而且也不应该协变。所有的波动方程(包括机械波、电磁波)对伽利略变换都不协变，就没有必要用洛伦兹变换调和麦克斯韦方程与伽利略变换的关系。况且有研究表明，麦克斯韦方程组与伽利略变换是协变的【9】。

9. 9 力、能量

将上述有质量的物质称为实体物质，而将场称为场态物质，广义而言，物质就分为实体物质和场态物质。用 Φ 来表示场态物质的场强，用 Q 来表示实体物质的种类属性的量，称为荷量，如质量、电荷等。

现在已知有四种场，就是场态物质，分别是引力场态物质、电磁场态物质(电场态物质和磁场态物质)、弱力场态物质、强力场态物质。场态物质由实体物质产生，场态物质又对实体物质产生力的作用，分别就是引力、电磁力(电场力和磁场力)、弱力、强力。

场态物质由实体物质的荷量产生，同时又对别的实体物质的荷量产生力的作用，产生场态物质的实体物质就是场源。例如，实体物质的质量属性荷量 m 产生引力场，引力场态物质又对别的实体物质的质量属性荷量产生引力的作用；实体物质的电荷属性荷量 q 产生电场态物质，电场态物质又对别的实体物质的电荷属性荷量 Q 产生电场力的作用；实体物质的电流属性荷量 i 产生磁场态物质，磁场态物质又对别的实体物质的电流属性荷量 I 产生磁场力的作用。

根据万有引力定律和库仑定律，用 Φ 表示场强，用 Q 表示实体物质的种类属性的荷量，则在距场源 r 处的场强为

$$\Phi = K \frac{Q}{r^2} \quad (45)$$

在此处的场态物质对别的实体物质的种类属性的荷量 Q' 产生的作用力为

$$F = Q'\Phi = K \frac{QQ'}{r^2} \quad (46)$$

实体物质为场源产生的场态物质的场强在空间中按某种规律(如万有引力定律和库仑定律)分布，在空间某远离场源的局域内，没有实体物质，只有场态物质。此时可以认为，场

态物质可以独立于场源而存在。

场态物质对实体物质产生的作用力是保守力，则处于场态物质中的实体物质就具有势能，距场源 R 处的实体物质的势能为：

$$E_p = \int Fdr = Q' \int \Phi dr = K \frac{QQ'}{2R} \quad (47)$$

实体物质的种类属性不同，其荷量也就不同，产生的场态物质的性质也不同。实体物质的质量属性没有正负和极性的差别，产生的引力场态物质也就只有单向性，对别的实体物质只有吸引力，在空间中的分布就很广，引力场态物质虽然很弱，但却是主宰着宇宙天体运行的力。而实体物质的电荷属性有正电荷和负电荷的区别，产生的电场态物质也就有双向性，对别的实体物质的电荷就有吸引力和排斥力，异种电荷之间产生的电场态物质相叠加时，可以相互抵消一部分，使电场态物质的分布内卷在电荷之间，而在外部区域的分布就较弱。同样，电流属性也有两个方向，产生的磁场态物质就有两个方向的极性，异种极性的磁场态物质相叠加时，可以相互抵消一部分，使磁场态物质的分布内卷在相反电流或异种极性的磁体之间，而在外部区域的分布就较弱。电场态物质和磁场态物质在空间中的分布就有局限性，虽然强度很强，但却不是主宰着宇宙天体运行的力。原子核内的核力是短程力，核子实体物质的荷量产生的核力场态物质(弱力场态物质和强力场态物质)的强度，随着距离的增加而减弱得很快，核力场态物质的分布就只局限于邻近的核子实体物质之间。

原子核内的核子实体物质的荷量产生核力场态物质(弱力场态物质和强力场态物质)，核力场态物质同时对原子核内的核子实体物质的荷量产生核力(弱力和强力)的作用。处于核力场态物质中的核子实体物质就具有核力势能，由于核力场态物质特别是强力场态物质的场强很强，产生的核力很大，此核力势能就很大，当发生核反应时，就会释放出巨大的核力势能，这就是核能。

9. 10 电磁波的能量

实体物质场源在空间中运动，每时刻产生的场态物质在空间中的分布就会发生变化，此变化引起邻近场态物质在空间中的分布发生变化。

以电属性的荷量的实体物质场源为例，带电荷(电属性的荷量)的实体物质在空间中运动，特别是做非匀速的周期性运动(如简谐振动)，引起电场态物质的分布发生非均匀变化，根据麦克斯韦电磁理论，此变化激发磁场态物质的分布也发生非均匀变化，电场态物质和磁场态物质交替相互激发变化，此变化引起邻近的电场态物质和磁场态物质在空间中的分布变化，形成场态物质的波动形态，这种波动形态在空间中传播出去，形成电磁波。在真空中或均匀介质中，形成的电磁波各向同性，呈球形分布，波前为球面波。就算用技术手段向某个方向发出光，它也是球面波的一部分。

根据麦克斯韦电磁理论，电磁波的能量密度为【10、11】：

$$w = \frac{1}{2}(\epsilon \bar{E}^2 + \frac{1}{\mu} \bar{B}^2) = \epsilon \bar{E}^2 = \frac{1}{\mu} \bar{B}^2 \quad (48)$$

对比机械波的能量密度，就会发现，两者形式相同：

$$w = \frac{1}{2}(m \bar{v}^2 + k \bar{x}^2) = m \bar{v}^2 = k \bar{x}^2 \quad (49)$$

用 Φ 和 M 统一表示其中的系数和矢量。电磁波和机械波的能量密度和场遍及的空间的总能量都是这样的形式，都可以统一写成这两个式子：

能量密度：

$$w = M \Phi^2 \quad (50)$$

总能量：

$$W = M \int \Phi^2 d\tau \quad (51)$$

麦克斯韦方程描述的是实体物质为场源产生的电磁场态物质(电场态物质和磁场态物质)及其变化规律，麦克斯韦方程对伽利略变换保持不变，求解出的介质中的光速 $c' = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}}$ (相对于介质)，和真空中的光速 $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}$ (相对于真空)。

9. 11 物质、空间、时间和运动的关系

物质、空间和时间是不同的物理概念，用不同的物理量来表示，各自有其基本的物理量，彼此独立，互不影响，都具有绝对性，它们形成了运动关系。物质在宇宙绝对静止参考系中，是绝对运动，在其它的运动参考系中，又是相对运动。

物质放入空间中，空间是容纳物质的容器，物质在空间中变化，物质在空间中运动。把物质从空间中拿出来，原来的空间还在，变成什么都没有的真正空间，也就是真空，真正的空间可以放入其他物质。物质和空间可以分开，就不能将它们绑定为一体。

物质是主体，空间是场所，运动和变化是物质的运动和变化，是物质在空间中的位置的变化、转移和分合，而不是空间的变化。物质在空间中移动，所处位置不同，移动有快慢。没有物质在空间中，空间就是空的，没有物质在空间中运动，空间也是空的，不管是否有物质，也不管物质是否在运动，空间都没有改变。

物质的多少、位置和状态可以改变，但空间不可以改变，时间的快慢也不可以改变。

物质不可以改变空间，也不可以改变时间，运动不可以改变物质，也不可以改变空间，也不可以改变时间。

物质不因运动而质增，空间不因运动而缩短，时间不因运动而变慢。

空间不因物质而扭曲，时间不因物质而跳跃。

运动的连续性和先后次序，形成了事物的因果逻辑关系。

十、场态物质的叠加性、正交归一性和等效原理【10、11】

10. 1 场态物质的叠加性

场态物质的场强是强度量，是有方向性的矢量，就具有叠加性。若体系有多个同类实体物质场源，它们的种类属性相同，也就是荷量种类属性相同，它们产生的场态物质的种类属性相同，就会叠加，任一点的场态物质就是多个场源在此点产生的场态物质的矢量叠加，即场强为：

$$\Phi = c_1\phi_1 + c_2\phi_2 + \dots + c_n\phi_n = \sum_n c_n\phi_n \quad (52)$$

10. 2 场态物质的正交归一性

两种场态物质的种类属性只有与其相应的实体物质的荷量种类属性相同才能产生能量的作用。两种场态物质的场强 Ψ_k 和 Ψ_l 满足如下正交归一性关系：

$$\int \Psi_k^* \Psi_l d\tau = \delta_{kl} = \begin{cases} 1, (\text{当 } k=l \text{ 时}) \\ 0, (\text{当 } k \neq l \text{ 时}) \end{cases} \quad (53)$$

证明如下，因为只有当 $k=l$ 时，才有

$$\begin{aligned} W &= M_k \int \phi_k^* \phi_k d\tau = M_l \int \phi_l^* \phi_l d\tau = M \int \phi_k^* \phi_l d\tau \\ &= M \cdot \frac{W}{M} \int \left(\sqrt{\frac{M_k}{W}} \phi_k^* \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{M_l}{W}} \phi_l \right) d\tau \\ &= W \int \Psi_k^* \Psi_l d\tau \end{aligned}$$

就是说，当 $k=l$ 时， $W=W$ ， $\int \Psi_k^* \Psi_l d\tau = 1$ (能构成能量)；当 $k \neq l$ 时， $W=0$ ， $\int \Psi_k^* \Psi_l d\tau = 0$ (不能构成能量)。

例如：质量 m 与速度 v 才能形成动能，介电常数 ϵ 与电场 E 才能形成电场能(即 $v \cdot v = v^2$ ， $E \cdot E = E^2$ ，就是上述 $k=l$ 时， $W=W$ 的意思)；反过来，质量 m 与电场 E 就不能形成能量，介电常数 ϵ 与速度 v 也不能形成能量(因为 $m \cdot E = ?$ ， $\epsilon \cdot v = ?$ ，就是上述 $k \neq l$ 时， $W=0$ 的意思)。

10. 3 场态物质的等效性

各种不同场态物质同时存在于一个体系时，其总能量可等效为任意一种场态物质与其相应的实体物质的荷量所形成的能量，其实就是能量守恒定律。其表达式为：

$$W = M \int \Phi^* \Phi d\tau = \sum_n W_n = \sum_n M_n \int \phi_n^* \phi_n d\tau \quad (54)$$

将 ϕ 归一化为 Ψ (其中的 M/W 称为归一化系数)

$$\frac{M}{W} \int \Phi^* \Phi d\tau = \sum_n \frac{M_n}{W} \int \phi_n^* \phi_n d\tau = \sum_n \frac{W_n}{W} \frac{M_n}{W_n} \int \phi_n^* \phi_n d\tau$$

即：

$$\int \Psi^* \Psi d\tau = \sum_n \frac{W_n}{W} \int \psi_n^* \psi_n d\tau = \sum_n \frac{W_n}{W} = \sum_n |C_n|^2 = 1$$

用二项式定理对上式中的 n 个积分项作合并，其中 $k, l=1, 2, 3, \dots, n$ ，且 $k \neq l$ (就是下式中加的那个 0 的情况)：

$$\begin{aligned} \int \Psi^* \Psi d\tau &= \sum_n \int |C_n \psi_n|^2 d\tau + 0 \\ &= \sum_n \int |C_n \psi_n|^2 d\tau + \sum_n 2|C_k^* C_l| \int \psi_k^* \psi_l d\tau \\ &= \int (\sum_n |C_n \psi_n|)^2 d\tau \end{aligned}$$

就可以得到等效性的另一种表述形式： Ψ 可按 ψ_n 展开成级数：

$$\Psi = \sum_n C_n \psi_n \quad (55)$$

又可得关系式：

$$|C_n|^2 = \frac{W_n}{W} \quad (56)$$

$$\sum_n |C_n|^2 = 1 \quad (57)$$

$$C_n = \int \psi_n^* \Psi d\tau \quad (58)$$

这表明： $|C_n|^2$ 表示体系第 n 个场态物质产生的能量在体系的总能量中所占的比例，还表示其中一种场态物质产生的能量在体系总能量中所占的比例 w/W ，也表示体系所具有的能量在体系总能量中所占的比例 w/W 。

例如：带电体在电场和磁场中运动，它有动能、电场能和磁场能，但其总能量都可以用动能、电场能或磁场能的任一种来代替，它甚至可以被另一种能量所取代，或者可以用多个能量来代替。

十一、宇宙

物质，客观存在，有多有少，无生无灭；

空间，上下左右，有长有宽，无边无际；

时间，古往今来，有长有短，无始无终；

运动，由此及彼，有快有慢，有静有动。

物质可移动而不可灭，空间不可生不可长，时间不可生不可退。

物质永生，空间无边，时间永恒，运动永远。

宇宙第一原理：真实的世界是三维立体的，没有其它维度【12】。

宇宙第二原理：真实的三维世界中，任何实体物质都是一个三维立体的、有体积、有大小、有形状、有边界、有质量的独占空间的实体。

宇宙第三原理：物质分为实体物质和场态物质，实体物质有荷量，场态物质有强度。

宇宙第四原理：场态物质由实体物质产生，场态物质对实体物质产生力的作用。

宇宙第五原理：空间和物质构成了宇宙，物质存在于空间中，物质在空间中的位置的变化就是运动，物质运动过程的先后次序和快慢体现出时间。

宇宙第六原理：场态物质对实体物质产生力的作用，使实体物质具有势能，运动使实体物质具有动能，场态物质具有能量。

宇宙第七原理：最基本的实体物质(粒子)，是单一组分的(最简单的)、均质的、无结构的、各向同性的、稳定的、不可再分的。

宇宙内的物质(天体)的运动、转移、分合和变化，都在无穷的宇宙内发生，天体的爆炸、分裂和合并，都是宇宙局部的运动变化。

宇宙无穷大，时间无始无终，没有起点，没有终点，没有中心，没有边界，没有外部。有物质在宇宙空间中运动变化，宇宙内局部的变化是我们可研究观察的范围。

主导天体运动的力量就是万有引力，主导天体运动的方式混沌而有序。

例如太阳系，在某时某天体爆炸的星云因万有引力而再次凝聚，中心凝聚成太阳，局部凝聚成行星，行星的局部凝聚成卫星。原初星云因万有引力而具有引力势能，它就是整个星系的原初动力。星云各部分相互吸引，从而改变运动状态，或加速凝聚，或曲线运动，圆

锥曲线正符合万有引力的特点，于是各行星卫星彗星就按此方式绕转和自转。

致谢：

本文作者感谢福州原创物理研究所梅晓春所长的大力支持和帮助。

参考文献

- 【1】 迈克尔逊-莫雷实验 | 百度百科
<https://baike.baidu.com/item/%E8%BF%88%E5%85%8B%E5%B0%94%E9%80%8A-%E8%8E%AB%E9%9B%B7%E5%AE%9E%E9%AA%8C/3811426?fr=aladdin>
<https://baike.baidu.com/item/%E8%BF%88%E5%85%8B%E8%80%B3%E5%AD%99%EF%BC%8D%E8%8E%AB%E9%9B%B7%E5%AE%9E%E9%AA%8C/10281926?fr=aladdin>
- 【2】 伽利略相对性原理 | 360 百科
<https://upimg.baikso.com/doc/28534948-29979268.html>
- 【3】 亨德里克·安东·洛伦兹 | 百度百科
<https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%A8%E5%BE%B7%E9%87%8C%E5%85%8B%C2%B7%E5%AE%89%E4%B8%9C%C2%B7%E6%B4%9B%E4%BC%A6%E5%85%B9/5379208?fromtitle=%E6%B4%9B%E4%BC%A6%E5%85%B9&fromid=181669&fr=aladdin>
- 【4】 袁灿伦，光的本质 | NSTL 预印本服务系统
<https://preprint.nstl.gov.cn/preprint/detail/?docId=xqIQCX4BDkEJIURZTMCo>
- 【5】 Canlun Yuan. Observational Theory: Wave Propagation and Apparent Velocity of Object Motion, viXra.org e-Print archive, viXra:2308.0187
<https://vixra.org/abs/2308.0187>
- 【6】 袁灿伦，波的传播与物体运动的视速度 | NSTL 预印本服务系统
<https://preprint.nstl.gov.cn/preprint/detail/?docId=QhUsLn4BglUsxEdT9U95>
<https://preprint.nstl.gov.cn/preprint/detail/?docId=Sn-CE4MBhYJj115aX-m4>
- 【7】 Xiaochun Mei, Canlun Yuan. A Re-understanding of the Zero Result of the Michelson-Morley Experiment | Mei | Applied Physics Research | CCSE. Applied Physics Research; Vol. 15, No. 1; 2023, doi:10.5539/apr.v15n1p76
<https://doi.org/10.5539/apr.v15n1p76>
- 【8】 Xiaochun Mei, Canlun Yuan. Mass-velocity Formula and Mass-energy Relation Cannot Be Derived Based on Lorentz Velocity Transformation | Mei | Applied Physics Research | CCSE. Applied Physics Research; Vol. 15, No. 1; 2023, doi:10.5539/apr.v15n1p30
<https://doi.org/10.5539/apr.v15n1p30>
- 【9】 季国富，论麦克斯韦方程组在伽利略变换下协变
<https://zhuanlan.zhihu.com/p/449076138>
- 【10】 Yuan Canlun, The field meaning of wave function | Research Square (Nature 预印本)
<https://www.researchsquare.com/article/rs-73948/v1>
- 【11】 袁灿伦，量子力学重建 | NSTL 预印本服务系统
<https://preprint.nstl.gov.cn/preprint/detail/?docId=xaIQCX4BDkEJIURZTMBO>
- 【12】 袁灿伦，宇宙原理 | NSTL 预印本服务系统
<https://preprint.nstl.gov.cn/preprint/detail/?docId=uHY-9IIBKvHYme3VA0aw>

370773476@qq.com
2022 年 12 月 4 日