

狭义相对论的错误

姜宝路

摘要:

利用双胞胎悖论作为探路石，本文逐步揭示了狭义相对论的错误。狭义相对论有以下两个致命错误。第一，在关于光的传播性质上，爱因斯坦的推理是错的；第二，狭义相对论的结论不仅摧毁了相对性原则，而且也推翻了它自己的数学基础。为了去掉狭义相对论身上的神秘色彩，本文用平均速度的概念，把相对论的关键部分进行了重新推导和重新解释。

关键词: 狭义相对论, 双胞胎悖论, 以太

目录

1. 狭义相对论很难懂	1
2. 双胞胎悖论	2
3. 双胞胎悖论的解决办法	2
4. 究竟哪里错了?	3
5. 相对论的两个假定	3
6. 第二假定在理论上的困难	5
7. 第二假定有实验数据支持吗?	6
8. 为什么一个特例能引起这么多麻烦?	7
9. 爱因斯坦在推理上的错误	8
10. 相对论结论中的错误	11
11. 相对论背后真正的谜	12
12. 对相对论的再解释	13
13. 其他一些想法	15
参考	15

1. 狭义相对论很难懂

狭义相对论很难懂。我上大学的时候没有搞明白，最近又被它搞糊涂了。如果每个教室里都可以摆上一个地球仪来说明地球是圆的，为什么我们不能对狭义相对论做类似的处理呢？

如果一个理论发表了一百年后人们还是搞不懂，其背后一定有原因。或者这个理论是错的，或者根本没人想搞懂它。

在接下来的几节中，让我们一块研究一下双胞胎悖论，看看能否有所收获。

为了叙述方便，在随后的文字中，狭义相对论都用相对论来简称。

2. 双胞胎悖论

在所有关于相对论的悖论中，最有名的就是双胞胎悖论。

根据相对论，一个运动中的时钟会变慢，所以一个处在高速运动中的人会老得慢些。

假设 E (arth) 和 T (raveler) 是地球上的孪生兄弟。在二十岁的时候， T 开始了一次太空旅行。当他十年后返回地球的时候， T 是三十岁，而 E 可能就会是四十岁了。原因是太空飞船的高速飞行使它上面的时钟变慢了，所以 T 就老得慢了。

但这个结论也可能是反的。

相对论里最重要的部分就是相对性原则。从 T 的角度看，地球相对于他是在做高速运动。这样，地球上的时钟就会变慢，因而 E 也就老得慢了。

这就是双胞胎悖论。

3. 双胞胎悖论的解决办法

一个聪明的解决办法就是只有 E 的结论是正确的， T 确实会比较年轻。原因是相对论的一个前提条件是惯性参照系，也就是做匀速直线运动的参照系。宇宙飞船需要加速和减速，所以 T 的结论是不对的。

这个解决办法有点儿小问题。只要让 T 再接着旅行我们就能看出来。

假如 T 用同样的速度旅行了双倍的距离，那么他们都该有多大岁数呢？

顺着上面的思路， T 就是四十岁而 E 则是六十岁，因为他们的时钟应该都走了双倍的时间。

这里是另外一条思路，我们把它称为思路 B 。 T 的新旅程可以看作是他的旧旅程再加上一段匀速直线运动的旅程。在这段新加的旅程中， E 和 T 处在完全对等的相对状态，所以在这段旅程上他们的时钟不会出现任何差别。这样我们就会得到一个不同的结果：不管飞船再飞多远， T 总会比 E 年轻十岁。

现在让我们沿着思路 B 往另一个方向走。这次不是让旅程变长，而是让旅程变短，直到把飞船所有的直线匀速运动全部去掉为止。因为在去掉的旅程部分这两个时钟不产生任何差别，所以即便飞船的加速减速只需要十个小时， T 还是会比 E 年轻十岁！

因此，这个解决办法根本不灵。

4. 究竟哪里错了？

其实要解这个谜并不难。不管旅行与否，E 和 T 永远都是同样的年纪。

很显然，我们的寿命由我们的生存环境决定，和外星人没什么关系。同样外星人的寿命也不受我们的影响，不管我们是在地球上还是在飞船中。

那么，为什么我们会得到双胞胎悖论？我们的推理究竟哪里出了问题？

我只能想到两种可能性。一种是相对论不适用于我们的日常生活，另外一种是对相对性原则错了。

当年爱因斯坦发明相对论的时候，他是想把它用到电磁波上。把相对论用到我们的日常生活中是否合适呢？

尽管电磁波与我们日常生活中常见的物体各有自己的物理规律，但是时间本身是一样的。在双胞胎悖论中，真正出问题的是时间。如果变慢的时钟不适用于我们的日常生活，它在别处也一定不行。

至于相对性原则，好像也没什么问题。相对运动的概念是由伽利略首先提出来的，然后被广泛应用于牛顿力学中。把相对性原则扩展到牛顿力学之外确实是跨出了一大步，但我看不出有何不妥。

既然在这里找不出什么毛病，我们下一步就去研究一下相对论，看看能否发现一些问题。

5. 相对论的两个假定

在爱因斯坦关于相对论的论文“关于运动物体的电动力学” [1]中，有以下两个假定：

1. *The laws by which the states of physical systems undergo change are not affected, whether these changes of state be referred to the one or the other of two systems of co-ordinates in uniform translatory motion.*
2. *Any ray of light moves in the “stationary” system of co-ordinates with the determined velocity c , whether the ray be emitted by a stationary or by a moving body.*

翻译成汉语就是：

1. 所有物理定律在任何惯性参照系中都同样适用。
2. 在任何“静止”参照系中，不管光源是静止的还是运动的，光的传播速度 c 都是恒定的。

所谓惯性参照系，是指保持匀速直线运动的参照系。

在《相对论：狭义和广义理论》[2]中，爱因斯坦详细地解释了这两个假定。我们先试试看自己能否理解它们，然后再去对比爱因斯坦的解释。

第一个假定就是相对性原则。它是说一个物理定律不受所选参照系的影响。

在机械运动领域，相对性原则的表现就是：牛顿第二定律 $F = ma$ 在任何惯性参照系中都成立。下面我们就来证明这一点。

假如在一个惯性参照系 C 中，有一个关于牛顿第二运动定律的实验正在进行。我们要证明的是：在任意选取的两个惯性参照系 A 和 B 中， $F = ma$ 都必须成立。换句话说，在两个参照系中观测到的加速度必须完全相同，因为我们观察的是同一个实验(m 和 F 都是唯一的)。

在惯性参照系 A 中，得到的加速度是：

$$a_A = \frac{dv_A}{dt}$$

在惯性参照系 B 中，得到的加速度是：

$$a_B = \frac{dv_B}{dt} = \frac{d(v_A + v_{AB})}{dt} = \frac{dv_A}{dt} + \frac{dv_{AB}}{dt} = \frac{dv_A}{dt} + 0 = \frac{dv_A}{dt}$$

其中 v_{AB} 是参照系 A 相对于参照系 B 的速度。因为它不会随着时间而改变，所以它对时间的变化率 dv_{AB}/dt 为零。

以上的推导告诉我们，两个惯性参照系对于牛顿第二运动定律的表述完全一样。因为参照系 A 和 B 都是任意选取的，A 或者 B 可能就是参照系 C 本身，所以我们可以得到进一步的结论：实验本身所在的参照系的运动速度对牛顿第二运动定律没有任何影响。这样我们就完成了对相对性原则在机械运动领域的证明。

如果从参照系对等的角度看，我们并不需要惯性参照系。只要两个参照系能保持恒定的相对速度，前面的推导就一定成立。**对惯性参照系的要求完全来源于牛顿第二定律**。由于地球是转动的，我们所有的实验其实都是在非惯性参照系中完成的。

在前面的证明中，我们利用了伽利略速度变换 $v_B = v_A + v_{AB}$ 。

伽利略速度变换是在相对运动下的一个速度变换公式。因为是伽利略最先提出了相对运动的概念，所以这个变换就以他的名字命名。

伽利略速度变换最常见的数学应用就是相遇问题。比如说我们两人相距 10 公里，我每小时可以走 5 公里，你每小时也可以走 5 公里，我们同时出发，1 小时

后我们就能相遇。假如我每小时可以走 4 公里，而你每小时可以走 6 公里，我们仍然会 1 小时后相遇。为什么会这样呢？因为决定我们相遇时间的就是我们之间的距离和我们之间的相对速度，在两种情况下我们的相对速度都是每小时 10 公里。在计算这个相对速度的时候，我们用的就是伽利略速度变换。

由于我们在证明相对性原则的时候利用了伽利略速度变换，而伽利略速度变换背后的概念是相对运动，所以一个隐藏在相对性原则后面的条件就是：所有物体都遵守相对运动规则。

为了清楚起见，相对论的第一假定可以表达为以下形式：

- 所有惯性参照系都是等价的。每个物理定律在任何一个惯性参照系中都表现得完全一样。或者说，一个物理定律的数学形式保持不变。
- 所有物体都遵守相对运动规则。

与关于物理定律的第一假定相比较，关于光的第二假定比较难理解。

这里的难点不在于光的恒定传播速度，因为这一点对我们来说都是常识。光的传播速度不受光源运动的影响也好理解。因为光是一种波，它自然也会表现得像其它波一样，而所有波的传播速度都是不受波源运动影响的。

问题是第二个假定中的“静止”该怎么理解。究竟哪个参照系才是静止的？这个静止的参照系肯定不是地球，因为地球一直不停地在做高速运动。它也不会是“以太”，因为爱因斯坦在论文中特别否定了它。

因为我实在想不出一个静止的参照系，所以只好认为在相对论中，每个参照系都是“静止”的。

所以我们只能这样来描述第二假定：

光在所有参照系中的传播速度都是一样的。

在本文中，作者用暗红色文字来突出需要特别指出的错误观点。

把相对论的这两个假定放在一起，我们的宇宙中就有了两种截然不同的物体。第一种是牛顿力学中的物体，它们都遵守相对运动规则。第二种是光，它不遵守相对运动规则。

相对论正是这两种不同物体混合的结果。

6. 第二假定在理论上的困难

在本节和下一节中，所有“第二假定”和“关于光的假定”都指的是我们对于相对论第二假定的解释。

让我们细想一下我们对第二假定的解释：**光在所有参照系中的传播速度都是一样的。**

如果两辆汽车在相对而行，每个司机都会觉得对面的汽车跑得比它实际的速度快。如果你迎着水波跑，你肯定能提前遇到它。在前面的两种情况中，伽利略速度变换规则都适用，其中观测到的速度都大于源（汽车或水波）的速度。

现在有一个观察者想迎着光跑，以便早些遇到光。根据我们对于第二假定的解释，这样做根本不管用。因为相对于所有的观察者来说，光速都是一样的。

我们能否找到某种机制来支持这种假定呢？如果一个观察者不管运动与否都能观测到同样的光速，那只能意味着一件事情：这个观察者的运动在影响光速，所以他本身的努力都被抵消掉了。无论把光当成粒子还是波，谁知道一种办法可以用来改变光速？

假如确实存在一种未知的力能够改变光速，那么这种力一定有这种魔力：不管一个观察者的速度如何，这种力都能一丝不差地把他的努力抵消掉。

现在有两个观察者在一起，其中一个迎着光跑，而另一个呆在原地不动。这种力必须能够影响跑动中的观察者所面对的光，而丝毫不影响静止的观察者所面对的光。现在让这两个观察者侧向的距离变得极小，小到只有一个电子能放在他们中间。现在我们才能看出这种力的神奇效果来：它能在空中建立起像数学里一样明确的界限，其中一边的光受到充分的抵消影响，而另外一边的光却丝毫不损。

发现这样一种力的可能性有多大呢？

还记得老师怎样费劲地给我们解释宇宙中不存在**绝对静止**？在所有人似乎都明白了**运动都是相对的**这个道理以后，我们在这里又发现了一种速度永远是 c 的**绝对运动**。我们的老师是否感到有些伤心呢？

7. 第二假定有实验数据支持吗？

如果仅凭推理不能把事情搞清楚，也许实验能帮上忙。

在著名的迈克尔逊—莫雷实验中，为了排除环境的干扰，整个实验平台都漂浮在水银池中。

今天公认的真空中的光速是 $299,792,458 \text{ m/s}$ 。我不知道这个数字是怎么来的，但我能想像得到相关实验的灵敏程度。

通常的民航飞机一般在稍微低于声速的状态下飞行。在室温下，声音的传播速度大约是 340 m/s 。如果一个观察者在一架民航飞机上来测试光速，误差起码要控制在声速的一半。这个误差大约是百万分之零点五。

现在我想问一个问题：究竟有多少实验是用移动的观察者的来测试光速的？这些实验的精度又是如何？

自从相对论一百年前诞生之日起，已经有无数的人被它难倒了。如果有前面所说的实验，其精度也够的话，它早就应该像迈克尔逊—莫雷实验那么闻名了。

根据我有限的知识，好像这样的实验根本就不存在。

在当今的国际计量单位中，长度的单位米是用光速来定义的。这能否保证第二假定就是正确的呢？

答案是不能。

如果一个物体遵守相对运动规则，我们只需要知道它在任意一个惯性参照系中的速度就足够了。借助于经过了几百年实践检验的伽利略速度变换公式，我们可以计算出该物体在任何其它惯性参照系中的速度。

因为光不遵守相对运动规则，所以对于光我们没有已知的公式可用。光在任何一个参照系中的速度都必须经过实际测试才能知道。

不考虑光源的运动，并且把观察者的运动限制在平行于来光的方向上，我们需要以下三种实验：在第一种实验中，观察者不动；在第二种实验中，观察者迎着光运动；在第三种实验中，观察者背着光运动。

第一种实验已经完成了，而且具有相当高的精确度，这一点可以从目前公认的光速上看出来。现在只剩下了两种有移动观察者的实验，而它们在技术上的难度是完全一样的。

在我看来，在有移动观察者的实验中，至少存在以下困难：

1. 所有人造物体跟光比起来，速度都太慢。
2. 所有在地球周围的运动都难免颠簸。
3. 在静止观察者实验中所用的各种技术未必能用得上。

从以上的困难可以看出，具体的实验数据在短期内还没法得到。

8. 为什么一个特例能引起这么多麻烦？

为了叙述方便，在本节中的匀速直线运动都简称为运动。

无论你翻开哪本关于相对论的书，都会有一些逻辑难题蹦出来。只有光被单列了出来，整个宇宙就陷入了一片混乱。怎么会这样呢？

在介绍相对论的书中，经常能看到这样的例子。首先一个光钟被用来解释相对论，然后作者宣称使用任何一个别的时钟都会有同样的结果。真的是这样吗？

这次让我们换个机械钟试试。

根据牛顿力学定律，不管这个机械钟是处在静止还是运动状态，所有作用在它上面的力都是完全一样的。所以这个机械钟的时间完全不受其运动状态的影响。

牛顿运动定律在这里适用吗？答案是绝对适用。

相对论的第一假定只是对伽利略和牛顿思想的推广。如果你能暂时把第二假定去掉，这一点就会更明显。事实上，如果没有伽利略速度变换和牛顿第二定律作为基础，相对性原则根本就不会存在。

至于第二假定，它只是讲光的，丝毫影响不到第一假定。所以这两个假定合起来也对牛顿运动定律没有任何影响。

如果你在这点上还有疑问，我们可以复习一下高中物理课上用的一个典型例子。

在一列正在运行的火车上，一个苹果从桌子上掉到了地板上。如果在桌边的乘客发现苹果落地用了某一时间，那么一个在站台上的人，如果他能看到的话，肯定也会有同样的观测结果。因为在站台上的人看来，尽管苹果走了更长的路，但苹果也同时搭了顺风车跑得快了，所以苹果掉到地板上的时间还是一样的。而且，这个结果和火车的运行速度没有任何关系。

现在把苹果换成光，我们还能得出同样的结论吗？

不能。原因在于光不遵守相对运动规则，搭不了顺风车。

这就是为什么机械钟不受运动影响，但光钟却受到影响的原因。

在机械钟和光钟之间，还有一个很明显的区别。在所有关于相对论的书中，光钟在宇宙飞船中的摆放都是同一方向。这并不是偶然。只要你把方向稍微动一点点儿，人们常见的相对论公式就被破坏了。所以呢，光钟是有方向性的，而机械钟则和方向没有关系。其原因和前面所说的完全一样：光的运动是绝对的，而所有其它物体的运动都是相对的。

由此看来，时钟的类型还是很有关系的。不同类型的时钟能给出不同的结论。只要把光钟丢掉，这个宇宙就能恢复正常。

9. 爱因斯坦在推理上的错误

在爱因斯坦的论文中，他为什么要用“静止”这个词呢？

让我们来看一下爱因斯坦论文中的第一步：

$$\frac{1}{2} \left[\tau(0,0,0,t) + \tau \left(0,0,0,t + \frac{x'}{c-v} + \frac{x'}{c+v} \right) \right] = \tau \left(x',0,0,t + \frac{x'}{c-v} \right)$$

它告诉我们什么呢？这里肯定存在一个静止的参照系，不然我们就无法得到 c ；也一定存在一个非静止的参照系，不然我们也无法得到 $c+v$ 和 $c-v$ 。除此之外，光必须遵守相对运动规则，因为 $c+v$ 和 $c-v$ 都是从伽利略速度变换规则得到的。

由此看来，我们对第二假定的解释是错的。虽然我们不知道这个静止的参照系在哪里，但它一定存在。在相对论中的光速就是针对这个参照系的。

如果我们照这个思路走下去，所有的逻辑难题都会自动消失。相对论的公式或者适用于静止的参照系，或者适用于非静止的参照系，但绝不会两者都适用。

不过稍等一下，好像相对性原则没有派上用场。既然爱因斯坦把它放进去，肯定会有它的用处。好像我们又迷路了。

现在让我们看看爱因斯坦自己在《相对论：狭义和广义理论》中的解释。

在第一部分，第 07 节，“光的传播规律与相对性原则的明显不匹配”，爱因斯坦指出光的传播性质与相对性原则有抵触。

假如在路堤上顺着列车运行的方向发出一束光。对于一个在路堤上的观察者来说，光的速度是 c 。对于一个在火车上的观察者来说，光的速度是 $c-v$ 。但是按照相对性原则，不管是用路堤还是火车作参照系，光的速度都应该是一样的。这样，一个不匹配问题就出现了。

爱因斯坦在这里的推理是错的。

正像本文的第 1 节所指出的那样，相对性原则意味着所有物体都遵守相对运动规则。在火车上观测到的光速 $c-v$ 正是相对性原则的直接结果。如果在两个参照系中观测到的光速都一样，那才违背了相对性原则。

为了更清楚地说明这一点，让我们来看一个苹果坠落的例子。

在火车线路经过的果园里，有个苹果从一棵树上掉了下来。对于一个站在树边的人来，苹果是垂直地掉下来的。对于火车上的人来说，苹果是沿着抛物线轨迹坠落的。这两个观察结果都是客观现实，但却并不相同，这是不是说相对性原则错了呢？

当然不是。这两个观测结果都和物理定律有联系，但观测结果本身并不是物理定律。一个物理定律的核心是对因果关系的定量化。在这个例子里，苹果在坠落的过程中只受到重力的影响。如果我们根据每个参照系中的观测结果把苹果的加速度计算出来的话，我们会发现它们都是 9.8m/s^2 ，这正是重力加速度。在两个参照系都能得出同样的加速度，就是相对性原则在这个例子里的具体表现。

以上两个参照系的观测结果虽然都不能代表物理定律，但两个参照系确实有优劣之分。在地面上的观测结果更简单，更容易让我们发现其背后的物理定律。如果我们把这个例子扩展一下，我们可以说，在观察任何现象的时候，都存在一个“天然的”参照系，在其中的观测结果能让我们离现象的实质更近。

爱因斯坦在这里的错误，就是他把观测结果和物理定律本身混为一体了。

让我们再次重复一下，相对运动是相对性原则的基础。没有观测结果的相对性就没有物理定律的唯一性。相对性原则是说，所有的物理定律都是唯一的，所有的观测结果都是相对的。

由以上的分析可以看出，爱因斯坦关于“**光在所有参照系中的速度都相同**”的推论是完全错误的。换句话说，相对论的基础根本就不存在。

概括起来，爱因斯坦这样利用了相对论的两个假定：

第二假定确定了在一个静止参照系中，光的传播速度是 c ，而**第一假定则推出了光在所有参照系中的传播速度都是一样的。**

关于“**光在所有参照系中的传播速度都相同**”这个论点，我们首先指出了它在理论上不可逾越的障碍，然后又介绍了它在实验数据上的缺失。既然这么多工作都做了，我们就不要因为相对论的这个根本错误而停止了我们的研究。

在随后的文章里，凡是提到相对论假定的地方，它们的使用都以我们在第 5 节中的解释为准。

在第一部分，第 09 节，“同时性的相对性”中，爱因斯坦是这样解释同时性这个概念的：

如果两束光同时从火车两头的路堤上发出，那么一个在路堤中间的人会同时看到两束光，而一个在火车中间的人看到两束光却有先有后，因为火车在向前开。这样，这两个人对于这两束光的**同时性就达不成一致意见了。**

在这里，爱因斯坦把同时性这个概念弄混了。在这个例子里，实际上有两种同时性，一种是同时发出，一种是同时看见。这两个人虽然不能对于光的**同时到达达成一致意见**，但确实能对光的发出达成一致意见，只要他们把光的传播时间考虑进去就行了。

即时性是一个重要的时间概念，不过经常被我们忽略掉。当我们在一块讲话的时候，或是当我们看东西的时候，我们从不考虑声音或光要花多少时间才能到我们这里。这里我们有一个下意识的即时性假定：事件一发生我们马上就能感知到。不过我们知道什么时候需要考虑波的传播所带来的延时，比如当解释回声现象和雷达定位原理的时候。

即时性这种时有时无的特性，可能在爱因斯坦关于同时性的印象中起了某种作用。

在爱因斯坦的论文中，时钟的同步可以如下进行：

假如有两个时钟 A 和 B，我们把它们的时间分别叫做是 A 时间和 B 时间。在时刻 t_A (A 时间)，一束光从 A 发射向 B，在时刻 t_B (B 时间) 到达 B。这束光马上被直接反射回 A，并在时刻 t'_A (A 时间) 到达 A。因为双向的距离相等，光速又一样，所以我们可以得到公式 $t_B - t_A = t'_A - t_B$ 。利用这个公式我们就可以校对时钟。

这种同步方法不过是众多方法中的一种而已，它是有局限性的。比如说，当光不能在两个时钟之间直接往返的时候，该方法就没有用。当两个时钟不在同一个时

区的时候，该方法也用不成。而在我们的日常生活中，最常用的同步方法是单向的。

关于时间的理论应该独立于任何特别的时钟同步机制。以下这个虚构的故事就是用来说明这个意思的。

假如在一个遥远的星球上，生存着一种智慧生命。因为他们从来都没有见到过光，所以声音就成了他们最快的通讯工具，并且被用来校对时钟。凭着运气，他们也发明了相对论。不过在他们的公式里，光速被换成了声速。如果以后有一天遇上了他们，我们该怎么让他们相信自己是错的？我们能否说，因为我们的光速比你们的声速大得多，所以我们就是正确的？

所以，在理论上，时间这个概念并不会受到光或者声音的影响。尽管光很快，它还是会造成延迟。如果我们和外星人都使用传统意义上的时间概念，争吵根本就不会发生。至于时钟的同步，外星人可以继续使用声音，而我们还是接着使用光束。如果需要更高的计时精度，只要把相应的延迟算进去就行了。

从纯技术的角度看，关于光的假定中的不确定性可以用以下两种情况来概括：

- 第一种情况，光是一种正常的波，它遵守相对运动规则。这样爱因斯坦所讲的不匹配就不存在了。既然没有问题需要解决，相对论就变成多余的了。
- 第二种情况，光是一种特殊的波，它不遵守相对运动规则。因为 $c+v$ 和 $c-v$ 都来自伽利略速度变换，而伽利略速度变换只适用于遵守相对运动的物体，所以相对论的第一步就丧失了其物理意义。于是，相对论也就失去了它自己的数学基础。

10. 相对论结论中的错误

错误的前提并不总是带来错误的结论，所以接下来让我们看一下相对论的结论。

以下两个公式都是相对论的结论：

$$\tau = t\sqrt{1 - v^2/c^2} \quad (\text{运行中的时钟走得慢})$$

$$V = \frac{v+w}{1+vw/c^2} \quad \text{或表达为} \quad v_B = \frac{v_A + v_{AB}}{1 + v_A v_{AB}/c^2}$$

第一个公式是时间膨胀公式，它事实上给宇宙中的速度设了一个上限。

如果光速 c 是宇宙中的速度上限，那么相对论第一步中的 $c+v$ 不是已经超过这个上限了吗？如果一个理论的结论否定了自己的前提，不就说明这个理论错了吗？

第二个公式是在相对论下的速度变换公式。在这个变换下，

$$\frac{dv_A}{dt} \neq \frac{dv_B}{dt} \quad \text{也就是 } a_A \neq a_B$$

所以相对性原则被打破了。

只有在像伽利略速度变换那样的线性变换下，参照系的影响才能被完全消除掉。当然，这里的参照系必须是一个惯性参照系。

既然相对性原则在我们的宇宙中这么好使，这一点还是爱因斯坦本人提出来的，（请参考[2]的第一部分，第 05 节），我们为什么要打破它呢？

相对性原则被打破并不奇怪。究其实质，爱因斯坦要做的就是在相对运动和绝对运动之间架起一座桥梁。因为相对运动是牛顿力学的基础，而牛顿力学又是相对性原则的基础，任何对相对运动的些微改变都会把相对性原则打破。

既然相对论的结论里存在这些错误，我们无须去研究其具体的推导过程，就可以宣布相对论是错的。

11. 相对论背后真正的谜

爱因斯坦的想法很可能受到了时代的影响，因为当时时钟同步正在流行。但是这解释不了为什么相对论在一百多年来都没有受到实质性的挑战。

关于光，有一个很大的谜。如果这个谜解不开，关于相对论对与错的争论恐怕不太容易平息。

在牛顿时代，光束被认为是由很多小粒子组成的。后来通过双孔干涉实验，才发现光具有波的特性。等麦克斯韦统一了电磁理论，光又变成了电磁波的一部分。

既然其它各种波都通过介质传播，光应该也是如此。所以人们就把光的传播介质称作以太 (Aether 或 Ether)。这种以太是静止的，并充满了宇宙，而所有天体都在其中运行。著名的迈克尔逊-莫雷实验就是为了测试以太与地球之间的相对运动而设计的。因为没有测到这样的相对运动，这个实验就作为最著名的失败实验而被写进了历史，而以太这个概念也就被人们逐渐淡忘了。

其实，迈克尔逊-莫雷实验的结果并不能证明以太不存在。既然地球肯带着我们每个人走，也带着空气走，为什么它就不肯带着以太走呢？如果地球确实在带着以太走的话，地球和以太之间哪里还有什么相对运动呢？

当讲到宇宙的时候，有些作者把各类天体比作是空气中的尘土颗粒。考虑到太阳以外最近的恒星都离我们有几光年远，我们可以看出这种比方并非夸大。

太阳一直不停地在发光，其它那些数不清的星星也是如此。这些光都跑到哪里去了？也许有一小部分被各类天体吸收了，但绝大部分都消失在宇宙的浩瀚空间中了。这些消失的光不正是光最自然的介质吗？

光速恒定性的最好解释，就是光是振动在介质中的传播。在所有已知的粒子中，像原子，中子，质子，还有电子，哪种粒子只以同一个速度运动？如果光是由光子组成的，为什么光子这么特殊，总是用唯一恒定的速度运行？以太的存在不是能把光子从如此艰巨的任务中解脱出来吗？

假如光的介质确实存在的话，相对论的第二假定就很容易理解了。一个参照系的静止与否正是由这种介质决定的。

是不是光有了介质就会给相对论带来一些合理性呢？我们去下一节看看就知道了。

12. 对相对论的再解释

在一条笔直的河里，一个人正在游泳。由于他以前从没有在河里游过泳，为了安全起见，他选择了顺着岸边游。他想从下游的 A 点开始，游到上游的 B 点，然后再返回到 A 点。

如果他在泳池中的游速是 c ，而河水的流速是 v ，那么他一个来回的平均速度是多少？

这个平均速度很容易求，其过程如下：

$$\text{从 A 到 B 的时间 } t_{AB} = \frac{S}{c - v}$$

$$\text{从 B 到 A 的时间 } t_{BA} = \frac{S}{c + v}$$

$$\text{总时间 } t_{sum} = t_{AB} + t_{BA} = \frac{S}{c - v} + \frac{S}{c + v} = 2S \left(\frac{c}{c^2 - v^2} \right)$$

$$\text{平均速度 } c_{avg} = \frac{2S}{t_{sum}} = \frac{c^2 - v^2}{c} = c \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)$$

我们可以看出，他的往返平均速度小于他在泳池中的游速。

不巧的是，这个游泳的人正是你的老板。他对自己的游泳技术非常自信，如果你说他的平均速度不到 c 的话，你肯定会给自己惹来麻烦。所以你就告诉他钟表或者尺子有问题，并请他等修好以后再试。

该怎么修呢？

从数学上来讲，可以有无数的解决办法。但在现实中只有三种方案可选：用一个慢的钟表，或者是用一个短的尺子，再不就是把两者都变一点儿。

方案一：调慢钟表

$$t_{fix} = 1 / \left(1 - v^2 / c^2 \right)$$

方案二：裁短尺子

$$l_{fix} = (1 - v^2 / c^2)$$

方案三：调慢钟表并裁短尺子

$$t_{fix} = 1 / \sqrt{(1 - v^2 / c^2)}$$

$$l_{fix} = \sqrt{(1 - v^2 / c^2)}$$

所有上述解决方案，都存在以下这些问题：

问题一：如果 $v \geq c$ ，公式就不能用了。

反正老板总会知道自己是没法游到上游去的，咱们就不用去研究什么计算公式了。

问题二：我们的公式只适用于顺着岸边的双程往返。

对于顺着岸边的单程游，根本用不到 v^2 和 c^2 。

问题三：我们的公式是有方向性的。

因为伽利略速度变换实际上是一种向量运算，所以我们的例子只不过是特例。如果老板不是顺着河边游，我们就必须把 c 和 v 之间的角度考虑进去，这样公式就全变了。

在前面的例子中，如果把老板换成能够自动折返的水波，所有的方案和问题都不会受到任何影响。

方案三的公式是否有些眼熟？它们和相对论的公式完全相同！

相对论的公式是如何得到的？

首先，爱因斯坦假定光遵守相对运动规则，并让光沿着参照系的运动方向做了一个往返运动，这就是为什么会有 $c+v$ 和 $c-v$ 出现。接着，爱因斯坦又假定光遵守绝对运动规则，它在所有参照系中的传播速度都是同样的 c 。

我们之所以得到了和相对论一样的公式，是因为我们跟爱因斯坦走了同一条路。

有了这些知识，我们就可以看出，那些在介绍相对论的书中所用的光钟都是假的。一个正确摆放的光钟，其光束的方向必须平行于飞船的运行方向。

在前面的例子中，所有修正公式在 $v \geq c$ 的情况下都不成立。这并不意味着河水的流速不能超过人的游速。只是在河水的流速大于或等于人的游速的情况下，人不可能游去上游。因为根本就无法得到一个往返平均速度，想把这个速度修正为 c 的努力也就自然不会成功。

基于同样的理由，我们也可以看出，即便相对论是正确的，它也不能说明光速就是宇宙中的最大速度。

13. 其他一些想法

本节讲的不是相对论本身，而是关于人们对于相对论的接受态度的。

世界上有很多种天然的时钟，像日、月、年等。也有很多人造的时钟，像机械钟，电子钟，原子钟等。

在所有已知类型的时钟中，有哪一种像光钟那样，采用沿着直线做往返运动这么一种机制？是否光钟这种独特的运行机制使得它优越于其它类型的时钟？

即便大家一致同意光钟是最好的，我们还有一个困难需要克服。在一大堆方向各异的光钟中，究竟哪个的时间才是正确的？

我们怎么了解周围的世界？

通过发现新现象，通过解释未曾解释的现象，通过给已经解释过的现象一个更好的解释。而通向理解的最好途径就是简化。

在地球中心说中，一个行星的运行轨道得用两个圆来解释。一个行星首先得围着地球转，同时它还得围着自己的小圈转。只有这样，一个行星的时不时的逆行才能得到解释。

在哥白尼的太阳中心说中，所有的行星，包括地球，都围绕着太阳转。因为地球和其它每一个行星的运行轨道和周期都各不相同，行星的偶尔逆行也就变成很自然的事情了。

利用万有引力定律和力学定律，牛顿成功地对月亮的运行和苹果的坠落给出了一个统一的解释。

今天，我们知道太阳并不是宇宙的中心，也许牛顿的万有引力定律也有待改进。但是我们不能否认，对于这个世界，哥白尼和牛顿都给我们提供了一个更简单的解释。

让我们回到我们的话题上来。接受了相对论对我们理解这个世界究竟有什么帮助？

如果我们得扭曲自己的思想以求理解，模糊自己的视觉以求看见，那是不是说明我们离终点还很远？会不会更糟，或许我们完全走错了方向？

参考

- [1]. Albert Einstein, 1905. [On the Electrodynamics of Moving Bodies](#), 由 George Barker Jeffery 翻译。文章来自 Fourmilab Switzerland.

- [2]. Albert Einstein, 1924. [Relativity: The Special and General Theory](#)。文章来自 Gutenberg 工程。