# 三论洛伦兹变换

在《再论洛伦兹变换》中我们分析了相对运动比例常数在微观高速前提下可以和其倒数相等的原因。本文顺着这个思路，继续讨论狭义相对论问题。

对于相对运动的惯性系和上的位置，根据伽利略变换，先写出公式，

若要实现洛伦兹变换，则要增加比例常数，

对于互补的两种表达方式，选用一样的，就说明了它和自身互为倒数。

我们知道，通常解方程，和自身互为倒数的，只有

显然这里只能选取+1，但这又退回了伽利略变换。但如果我们将比例常数还原为两种数量的比率，则有可能符合这个要求，且不需要，此时令

若和各自都是某种虚数单位，则其比值等于其比值的倒数，例如

一般来说，只需要

换句话说，如果构成比例常数的，是两种虚数单位，那么伽利略变换和洛伦兹变换就可以直接等价了。这时候的情况是，

分别展开，

最终得到，

也就是说，和或者和(假定光速不变)就是和。而若我们假定光速可变，则相对速度的概念也不会在两个惯性系中相同，此时可以认为，

（这里使用大写的K，在于我们假定了速度和其对应的光速，总具有一致的比例缩放关系，这个关系和选择的惯性系无关，只和观察者的倾向有关）

从虚数单位的周期性和极限性来看，认为是和或者和还是和都是一样的。认为是时间之比，就是认为这里的时间指的是时间单位。认为是长度之比，就是认为这里的长度指的是长度单位，而如果认为是光速之比，则是假定了任何时空都使用相同的时间单位的前提下的对应的长度单位。换句话说，认为是光速之比，本质上认为的是长度之比。两种长度之比的理解，对一种时间单位的比的理解，我们可以暂时认为，是长度之比更为恰当一些，当然说是时间之比也不为过。

那么，作为虚数单位的长度，显然或者非常的大，或者非常的小。我们此处认为这个长度只能是非常小的，因为洛伦兹变换发生的条件都在微观高速。为了能够让两个惯性系具有比较的基础，我们仍然先设定两个惯性系时间流逝的速度相等，那么这个时候，我们比较的就是两个惯性系在时间单位相等前提下的长度单位，而这两个长度单位显然比观察者的长度单位小得多，由此才被认为是相等的虚数单位（都是-1的平方根），由此才有了后来的自身等于倒数的结果。而这个时候，我们讨论的其实就是两个惯性系的光速（假定时间流逝在所有惯性系中都一样的前提下的长度单位），以及它们的构成和关系。

回到，

我们知道，对于惯性系自身来说，在主动的相对运动过程中，相对运动的速度越快，它自身的长度单位就越短，也就是说，若要描述的比例常数指明的是惯性系单位长度的比例，则应当将上式修正为差分的模式（假定光速不变），

由此，方程

可以写成，

得到，

这两个速度的比，其实就是相同时间对应单位长度的比。但这个比例是外在观察者获得的结果。对于S系来说，S’系才是主动运动的，而S’系的运动速度越快，其单位时间对应的单位长度越短，所以从内在来看，两者的比例关系应当类似于，

当非常接近，也就是我们说的S’系的运动速度接近光速。此时

也就是说，S’系中的单位长度非常短（假定S和S’系中的时间流逝速度一致）。无论是还是都不是惯性系自己的特征，而是相对关系。惯性系自己的特征说的是当假定时间单位一致的时候，惯性系自己的长度单位，而这里我们说的就是和。

可见主动运动的S’系的长度单位越小，它就显示出越大的相对速度。如果,则，这是我们熟知的情况。但事实上，并不需要，只需要

也就是说达到虚数单位的一阶无穷小，在狭义相对论的一阶方程上就相当于达到了

此时，

这就是现实中S’系相对于S系达到相对运动速度为光速的最低条件。

需要再次强调，这里的和就是两个惯性系各自的时空比例关系。它们两个只要互为倒数，就可以实现相对速度为光速的结果。也就是说，如果S的单位时间的长度和S’的单位空间长度的大小一样；S的单位空间长度和S’的单位时间的长度一样，就可以构成相对速度为光速的关系。

这是在数学上的理解。转化到物理上的理解的困难在于，S和S’系的单位长度和单位时间到底都是多少，以什么为基准来计算，又用什么方式来表达，毕竟时间的单位为秒，长度的单位为米，它们颠倒之后是什么样的，并不清楚。因为我们不知道这些单位和基本单位之间的比率。

由于不知道这个数据，只能做一些假定和模拟。

假定S系的单位长度为

单位时间（由此只能）为

因为必须保证，

换句话说，根据光速的定义，这里的就是。

米和秒的对易关系为，

所以，

也就是说，此时的光速为，

也就是S系光速的3倍。

你恐怕要问，哪怕是1倍的光速都达不到，如何达到3倍的光速？

实际上应当意识到，所谓光速，就是这个惯性系本身单位长度和单位时间的比值。我们给一个物体加速，总是在保持它的单位长度或者单位时间不变的前提下去改变另一个数值。可是，这时候的得到的结果也就是比值的范围就受到了限制。如果我们可以同时改变物体自身的单位时间和单位长度，那么这个比值可取的范围就要大得多了。如果我们可以直接交换单位长度和单位时间的数值，就可以立即获得与当前时空的相对速度为光速的效果。

至于为什么选择这两个数值，

不难发现，约为经典电子半径的量纲，而其倒数为可观测的电磁波频率的上限。而这两个数值勾画了从电磁到物质的长度和频率的边界。比这个长度更小，比这个频率更高的，就超出了电磁学讨论的范围，显然也超出了狭义相对论的讨论范围，毕竟狭义相对论的基础是光速不变，而这是来自于电磁学的结论。

## 为什么会颠倒

回到洛伦兹变换，

两个方程中的和相等，就是洛伦兹变换，而若

则回归伽利略变换。我们给出的理由是，为两个虚数单位的比值。

我们写出两个虚数单位的方程，

其中

由此进一步得出，

现在的问题是，虽然这样做可行，但是原因是什么？为什么在宏观低速，两者不会颠倒，而在微观高速，两者就会各自颠倒呢？

我们知道，

的实际情况是，

也就是说，若考虑完整周期，则右侧的0应当展开为实际的完整周期长度。

可是这时候相邻两个周期之间就没有了间隔（用隔开），但这才是周期真实的长度。

回到，

可以得到,

最终得到，

不难看出，这里确实就是两个周期的比值，这时候的周期，可以是时间上的周期，也可以是长度上的周期。我们知道时间上的周期可以用表示，而单位长度可以被理解为频率的增量，那么对于时空而言，周期就可以写成全周期的形式，也就是说，

如果频率的初态被认为是0，则其终态就可以被认为是频率本身，也就是说，我们可以通过重新定义时间的单位来实现，

也就是说，对于任何单位周期，我们可以写出，

的形式来表示时空中的全周期。事实上我们也知道，

也就是说，

两者同时成立。现在，让我们考虑全周期的比值，就不能写成

而是必须写成，

在两个惯性系都是宏观低速的前提下，总是比较大，它的倒数可以忽略不计，于是

比例常数描述的就是两者的周期关系的比值（或者其倒数）。

在两个惯性系都是微观高速的前提下,若，两个惯性系的都比较大，它的倒数可以忽略不记，则可以写出，

这时候其实是长度的比值，当然也是时间的比值。需要说明的是，两者同为微观高速和两者同为宏观低速一样，要是颠倒虚数单位，则都要颠倒，要是不颠倒就都不颠倒。没有一个颠倒，一个不颠倒这种做法的理由。

现在我们考虑，一个宏观低速，一个微观高速的情况，那就会出现，宏观高速偏重时间周期，微观高速偏重频率差异（也就是长度周期），从一个观察另一个，此时写成：

从另一个反向观察前一个，则可以写成，

当全周期相等时，带入周期性模运算，

也就是说，

这就是两个虚数单位为何要颠倒交换的原因：在全周期相等的前提下，两个惯性系，一个时间单位长，一个频率（长度）单位大，两者相遇，结果就成了这个样子。

需要特别指出，若没有全周期相等的前提，上述颠倒运算就不可能成立。也就是说，不同的和，只是相同的全周期前提下的不同时空配置。若全周期不同，就不可能出现，

的情况。换句话说，这就是狭义相对论。如果不同（这里所谓相同，应该说不是绝对相等而是同等水平），惯性系彼此观察就不会出现“分不清彼此”的现象，而这就是广义相对论要讨论的问题了。换句话说，我们终于找到了从狭义相对论到广义相对论的转接点：时空全周期。

关于时空配置，可以考虑如下一个形象的例子：

上图中，，周期和频率，只有划分的大小差异，没有总量的差异。由此彼此之间存在“相对运动”。这种相对，是分不出“谁大谁小”的。所以二者各自对于对方而言，都具有一样的“相对速度”。

若假定了

也就是第三方观察者假定，惯性系的时间流逝速率和惯性系的时间流逝速率相等，那么它们就存在相对速度，

而若假定了

也就是两者的单位长度相等，那么它们的相对速度，

虽然结果的表达式麻烦了一点，但是仍然是同一个值。

当然不能假定

同时成立，否则就是相同运动状态的惯性系了。至于，

也就是洛伦兹变换所描述的情况，我们就得到了狭义相对论的运动方程，也就是

在宏观低速惯性系和微观高速惯性系相互对比的时候发生的情况，当然它可以很好的描述相对运动，因为那就是放弃假定之后最真实的情况。但必须指出的是，前提

必须被保证。若不保证这个前提，就不是狭义相对论了。

此外由于，

本身就是虚数单位的定义方式，所以它必然是跨维度的（比如存在于复平面的第一维和第二维之间）。比如它可以表示为复平面上从原点射出的一条射线（对应于它和实数轴的夹角），

另一条射线可以表示为，

两条射线的夹角

前提当然是

否则这两条射线便不在同一个平面上了。

## 全时空周期

回到光速的问题，我们知道经过调整之后，就可以将频率的变化量替换为频率本身，而周期的大小就是周期本身，所以长度就可以替换为频率（而不必要是频率的变化量），

所以速度作为全周期中的长度周期和时间周期的比值，

可以写成，

由此推导出光速的平方的概念值就是，或者说

从电磁学可以知道，

为简化起见，只取

不难分解得到，

真空的本征阻抗，

由于光速为米秒关系定义式，

其它可导出的纯数关系为：

不能保证这些关系都有对应领域，但是数值不同，也确实划分了它们的不同应用领域。

还是回到狭义相对论，

当，也就是两个惯性系的差异在于时空周期部分的划分，那么这就是狭义相对论；而如果，也就是两个惯性系的差异在于全时空周期本身，那么这就超出了狭义相对论的讨论范围。在的前提下，当划分差异特别大的时候，就是宏观高速和微观低速的两个惯性系的比例常数出现颠倒的时候。

再来一遍，我们用角标1和2来标定两个惯性系和，不用撇号，这里显然是在前面或者说，比要快。

可以得到，

按照全周期写法，

我们知道比要快，所以这就意味着

这时候

这里的速度，显然已经不是原来的相对速度的概念。原来的相对速度，相对于的相对速度，与相对于的相对速度是一样的，所以才叫做相对速度。但这个时候，由于全周期不相同，

就不能写成

而只能写成

若我们假定时间流逝的速度一样，则可以导出，

也就是说，两者具有不同的“相对速度”，可是这相对速度又不是和对方比较的结果，所以无所谓相对。那么，这个速度就是绝对的，换句话说，我们应该写出的是，

但这个写法又不对，因为整个方程来自于相对速度的概念，所以不能直接换成，而只能换成某种相对值，也就是说，可以写成

由此，

这就是在假定时间流逝的速率相同的情况下比例常数和两个惯性系各自绝对速度之间的关系。当然整个假定可能完全不成立，因为我们终究不知道每个惯性系内在时间流逝的速率。但从“速度”这个概念来说，我们已经可以突破光速的限制了。

为什么这么说呢？因为和的存在，是我们假定了两个惯性系和观察者三方的时间流逝速度都相同而得到的，但是惯性系的时间流逝速度不必相同，而速度的本质，就是

越大速度就越大（相对速度也越大），这就无所谓光速上限问题。由于

也只能发生在统一的前提下，所以当不同，也没有所谓负数开平方的情况（由于倒数关系而引入二次和二分之一次运算）。所以我们只需要尽可能的获得更大的就是了。

由于

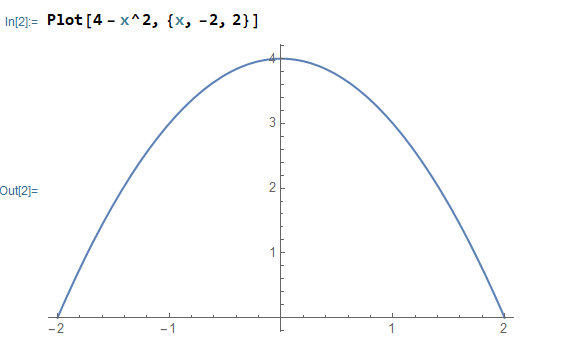
所以实现更大的有两个途径，一个是增加周期，减小频率，一个是增加频率减小周期。如果说增加的周期，还在原来的之中，那么恐怕只是原来的重新划分，频率也是如此。现在，让我们考虑增加频率（增加周期会使得一切都变慢所以不是特别好的选项），那么这个频率数值必须超过原来的，这样才能创建一个新的；当然周期也是一样的。这也说明，我们的世界存在着时间和频率的上下边界。

在处理的变化之前，让我们先看看不变情况下，和的划分情况。

对于任意特定惯性系，

都成立，也就是说，这个表达式是关于或者的。比如对于来说，

需要尽可能的大，则需要尽可能的小，由于是真空磁导率倒数和真空介电常数倒数乘积的平方根，所以无论多小，也必须大于0，这就使得永远不可能达到。当然也不可能达到。现在假定不变，那么怎么变化才能更小呢？



看曲线不难知道，越大结果越小，但结果本身保证大于0。这就是加速器里面发生的情况。

根据光速和磁导率以及介电常数的关系，

可见或者变大变小，或者变大变小，也就是说，两者向两个方向发展，虚数单位就会越大，光速的数值就会越小，相对速度就会越大。而如果虚数单位变小，也就是说两者越发接近，则光速的数值就会变大，相对速度就会变小。

但是，我们要知道，在更基本的层面上，

为了使得变大，我们不应当局限于相对速度，而是应当考虑绝对速度，而这就意味着我们不是考虑在恒定的前提下的，

而是考虑，在增长前提下的，

此时代表过去和现在，代表未来，而则是自己和自己的“速度”比值。

也就是说，对于

尽可能大的情况，和不是向着两端分歧的方向进发，而是向着同时更小的方向进发。这样的话才能获得一个更大的本地绝对速度，才能真正扩展的范围。这才是速度提升的正确途径。

这就意味着同时减少电和磁的影响。才能增大全时空周期。那么，到底是怎么增大的呢？

考虑这一步，

可见完全看不到和的影子。这只能是因为，频率在全周期的表达式中几乎可以忽略不计，也就是说，

而光速计算式

无论怎样也无法提高的数值。换句话说，这个表达式只能起到减小的作用。也就是说，电和磁的层面，只能影响全周期中的时间部分，而几乎对频率（也就是长度）部分没有影响。

而增大电磁影响，就增大了全周期中时间对应的频率，也就减小了周期长度，而这与期望中的全周期的增加是相悖的。具体来说，

我们需要的是增大，略微减小（也就是,这可以由减少电磁影响来实现）。而增大则是电磁层面上难于完成的事情（除了减少电磁影响之外）。

所以当务之急是增大。在电和磁之外，还有引力，增大引力场的影响，才是提高的最佳方式。

同时增大和显然是最好的。但是的影响远远小于（由宏观低速前提下电磁能量几乎不减小空间长度可知）。若适当减小，也就是减小电磁影响，能够极大的促进的增长，那么对于的增大来说，则是最为有利的。是一个很小的数（远小于1），是个超级大的数。若哪怕只减小一点点，也会增大得特别多。结果也会增大的特别多。这种周期和频率的同向增长关系，恐怕就是时间单向性的解释。经过长久的演化，已经足够小，而则超级大，和的换位效应，也可能会自动发生。

## 超光速

现在，让我们考虑亚光速和超光速的情况

假定真空中的标准光速为，它对应于，

若有

选取适当的和总可以保证，

具体来说就是

也就是说，等比缩小即可。同理对于

等比放大也可以得到对应的。所以总是可以得到，而且它附近的值也不难得到；鉴于光速的平方还具有周期性，

所以从速度上来说，超越光速是没有意义的。

比如说，

而此时，

而如果

可见无论还是，都可以得到或者相近于的绝对运动速度。

看来由此超越光速，是走不通的。

但是，我们要的到底是什么呢？无非是用更少的时间走出更远的距离，这就是速度，它并不需要和什么东西相对。

再次回到，

可以得到，

假定

也就是说，经过时间之后，显然走过了比更远的距离。

再回到图像，

考虑一列火车（称为惯性系），以相对于站在0点的观察者（称为惯性系）相对速度为，自左至右驶过0点，此时在火车上从左至右发射一个光子，经过一段时间之后，光子到达位置，而这个位置，则是火车所在惯性系的对应位置。光子从0点出发，到达位置，和到达位置是同一件事。而得到和，两个（显然）不同的结果，（显然）是因为在两个不同的惯性系中分别观察而得到的。

这一段再次解释了我们要的是什么：更少的时间，走更远的距离。

从

不难看出，

实际上指的就是

也就是说，此时代表的是，那么全时空速度为，

所以越大越小，就是实质上的速度越大。

所以我们应当让尽可能的大，这时候可能会回环，进而体现出一个不太大的速度，但它实质上就是一个非常大的速度。这时候的相对速度体现为，

这个结果虽然数值上不到光速，但是它实际的效果已经可以是光速的数倍了。

这种情况类似于，但不同在于的长度或者频率单位更大，是因为它的时间单位更小；它仍然是在定值前提下的特定划分。我们要实现超光速，则需要在新的的前提下获得一个更大的。同时拉大和，保持尽可能的小，就是我们要做的事。而根据和的倒数关系，尽可能的大，尽可能的小，是显然的事；若和没有直接关系，尽可能的大，也会使得显得尽可能的小。所以归根结底，就是获得一个更大的。