

评瓦瑞恰克—爱因斯坦公案

Waruiqiake Comments - Einstein Summary:

刘宇晖 (liuyuhui30000@sina.com)

Einstein and Waruiqiake dispute on time-space modifications. It was pointing out that Einstein's thought experiment contained defects, as did the Lorentz explanation. Note that a clock has two opposing directions, thus it inevitably moves into reversible vector space.

摘要：对瓦瑞恰克和爱因斯坦关于尺缩与校准关系的争论作出评论，指出爱因斯坦理想实验的缺陷，并进一步用“洛仑兹对”说明，证明时钟有两种相反流向，因此不可避免会空间化为可逆矢量。

关键词：瓦瑞恰克 校准唯一性 依赖 同时

瓦瑞恰克是在狭义相对论诞生之初就对相对论作出重要贡献的物理学家，发现了相对论速度空间可以用罗氏几何来理解。对于相对论的时空观的提法，他提出了自己的看法，除了一些不中肯的意见外，他也提出了一个值得注意的见解，就是认为“尺缩”仅仅是由“校准时钟和度量长度的方法所引起的。。。。。”。这是他在莱比锡《物理学的期刊》上一篇《关于艾伦菲斯特的悖论》论文中提出的，爱因斯坦觉得“对这些意见是不应当置之不理的，因为它们可能引起混乱。”于是写了《关于艾伦菲斯特的悖论——对 V.瓦瑞恰克的论文的意见》，发表在同一刊物上，文章短小，似乎击中要害，我们引述最重要的文字（《爱因斯坦文集》第二卷，范岱年等编译）：“这一点瓦瑞恰克先生或许会承认。。。。。但是他也许会坚持这样的观点，认为洛仑兹收缩的根源完全在于任意规定‘我们校准时钟和度量长度的方法’。下述理想实验表明，这种观点是多么缺乏根据。设有两个（静止时相比较）等长的量杆 A'B' 和 A''B''，它们能够沿着一个非加速的坐标系的 X 轴，同 X 轴平行的，以同样的取向滑动。当 A'B' 向 X 轴的正方向，A''B'' 向 X 轴的负方向，以任意大的恒速度运动时，A'B' 和 A''B'' 应当相互滑动而过。这时端点 A' 和 A'' 在 X 轴的一个 A* 点相遇，端点 B' 和 B'' 在 X 轴的一个 B* 点上相遇。于是，根据相对论，距离 A*B* 小于量杆 A'B' 和 A''B'' 中任何一个的长度，这是可以由一个在静止状态中同线段 A*B* 相重合的量杆来加以证实的。”

对爱因斯坦的答辩，泡利在其《相对论》一书中有一段评论（上海科学技术出版社，凌

德洪等译)：“。。。。。。我们知道，这种收缩是和同时性的相对性有关的，正因为这个理由，曾经有过这样的论断，这种收缩仅是一种‘表观’收缩，换句话说，它是由于我们的时空测量所引起的。。。。。。但是我们不认为这样的观点是合适的，而认为在任何情况下洛仑兹收缩原则上是可以观察的。在这一方面，爱因斯坦的理想实验是富于启示性的。它证明了观察洛仑兹收缩所必须的，测定空间上相互隔开的两事件的同时性，可以完全借助于量杆来完成，而不必用时钟。我们设想用具有相同的静止长度 L_0 的两个杆 A_1B_1 和 A_2B_2 ，它们分别以大小相等，方向相反的速度 v 相对于 K 运动。当 A_1 和 A_2 ， B_1 和 B_2 分别重合时，我们在 K 中标出这两点并记为 A^* 和 B^* （由于对称性的理由，这种重合在 K 中是同时发生的）。因而 A^*B^* 的距离当用在 K 中为静止的杆来度量时，其值为 $L=L_0*(1-vv/cc)^{(1/2)}$ 。由此可知洛仑兹收缩不是单一量杆所量出的性质，而是两根彼此作相对运动的同样的量杆之间的倒易关系，这种关系原则上是可以观察的。”

以上就是本文所说的“瓦瑞恰克——爱因斯坦公案”，与从那时以来的主流意见不同，在这则公案中，我发现了爱因斯坦的关键错误。

爱因斯坦的理想实验意在不借助时钟的校准给异地同时这概念下定义，这样就反驳了尺缩依赖校准方法的诘难，就像泡利所说“测定空间上相互隔开的两事件的同时性，可以完全借助于量杆来完成，而不必用时钟。”我们现在可立即指出爱因斯坦和泡利的说法为什么是不对的。因为在他的理想实验中，有一个关键的要素：他所设想的两个在静止时等长的现在却在 K 系中反向运动的这两个量杆是等速的。问题就出在“等速”上，试想，如果没有校准的时钟，如何测量速度，又如何知道“等速”，所以借助等速的量杆来完成的这个同时性定义实际上还是建立在时钟校准的前提上的，而不是如泡利和爱因斯坦所以为的那样“不必用时钟”。那么，顺理成章的推论是，如果采用不同的校准时钟的方法，如方法 1 和方法 2，两个在方法 1 中“等速”的量杆在方法 2 中就不是“等速”的了，因此在方法 1 中由此“等速”所定出的同时性在方法 2 中就不是“同时”的了，因为在方法 2 中由于不等速而没有“由于对称的理由，这种重合是同时发生的”而依照爱因斯坦和泡利的逻辑应改为“由于不对称的理由，这种重合是不同时发生的”，这就说明在爱因斯坦的理想实验中，同时是依赖于校准方法的，因此而与爱因斯坦先前已在相对论中给出的同时就是时间坐标相同的“同时点”定义方法没有不同。

那么爱因斯坦等物理学家为维护尺缩和同时概念的合法性就必须证明爱因斯坦的时钟校准方法是唯一合理的校准选择。但是下面我们证明，不存在这种唯一性。换句话说，我们要证明存在在一个系中存在两个（其实不止两个）时间方法，都满足洛仑兹变换和 c 不变原则。

方法 1：由方法 1 给出系的时空测量数值为 x,t 。

方法 2：给出该系同一事件的测量值为 $x,[t]$ 。

方法 1 和 2 中时间量的关系为： $[t]+t=2x/v$(1)

因此在方法 1 中若两量杆反向等速运动， v 和 $-v$ 。则在方法 2 中它们的速度分别是：

$$v'=x/[t]=x/(2x/v-t)=(x/t)/(2x/vt-1)=v/(2-1)=v,...(x/t=v)$$

$$v''=(x/t)/(2x/vt-1)=(-v)/(-2-1)=v/3...(x/t=-v)$$

就是说，一个速度仍是 v ，一个量杆速度变成了 $v/3$ 。不再是反向等速的了。下面证明方法 1 和 2 都满足洛仑兹变换。设方法 1 满足如下的：

$$x=a(x'+vt'),t=a(t'+vx'/cc),a=1/(1-vv/cc)^{(1/2)}.....(2)$$

则方法 2 也满足如下的洛仑兹变换：

$$x=a([x']+v[t']),[t]=a([t']+v[x']/cc).....(3)$$

在 (2) (3) 中 (x',t') 和 $([x'],[t'])$ 关系是： $[x']=-x',t'=[t']+2[x']/v$(4)

经不难的代数运算就可以证明在 (1) (4) 关系下 (2) (3) 两个洛仑兹变换都成立，这

证明了满足相对论要求的校准方法不止一个。

究其更深根源，在相对论中时间是可逆的，时间和空间是对称的，因此，时间是和空间直线一样是可逆矢量，可以有两种相反的时间流向的钟。就是，在一个地点静置的两个钟，正向相反。(1)式揭示了这一点。因为空间坐标都相同，为 x ，因此指示 t 读数的钟 T 和指示 $[t]$ 读数的钟 $[T]$ 是两个放在同一地点的钟。但由 (1) t 不等于 $[t]$ ，所以一个发生在这两个钟所在地的持续事件由 T 钟度量持续时间设为 t_1-t_2 ，则 $[T]$ 钟记下的事件起始时点及持续时间为 $[t_1]-[t_2]=-(t_1-t_2)$ ，这由 (1) 可算出。当然，在古典物理中时间也是可逆的。也就是说，伽利略变换其实也有同样问题，就不赘述了。