

# Simultaneity of Relativity Re-Exploration

Shuqin Tian

Qiandian Station of Shenyang Railway, Fushun  
Email: [tsq234@21cn.com](mailto:tsq234@21cn.com)

Received: Jun. 17<sup>th</sup>, 2014; revised: Jun. 26<sup>th</sup>, 2014; accepted: Jul. 1<sup>st</sup>, 2014

Copyright © 2014 by author and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

The relativity of simultaneity was derived from Einstein's train thought experiment, but it has created a paradox. Through a reasoning analysis on simultaneity, this paper points out that time-transformations from relativity of simultaneity are contradictory to time-transformations from the theory of special relativity. According to the time transformation equations, relative motion of the two inertial clocks in S' system cannot simultaneously calibrate all the clocks on OX' axial in S' system, but only calibrate one of them. From the observation in the S' system, it was called a jet lag effect. That is to say, when observing from the ground, there exists a jet lag between the two ends of Einstein train trunk. When taking the time difference at the ends of the trunk into consideration, and through mathematical reasoning analysis, the light should have arrived at the middle of the trunk simultaneously when it was observed from ground or in the trunk. That denies the relativity of simultaneity but certainly proves the absoluteness of simultaneity. Einstein's intuitive experience leads to a wrong conclusion.

## Keywords

Special Theory of Relativity, Relativity of Simultaneity, Absoluteness of Simultaneity, Paradox, Einstein Train, Jet Lag Effect

---

# 相对论的同时性重探

田树勤

沈阳铁路局沈阳车务段前甸火车站, 抚顺  
Email: [tsq234@21cn.com](mailto:tsq234@21cn.com)

收稿日期: 2014年6月17日; 修回日期: 2014年6月26日; 录用日期: 2014年7月1日

## 摘要

爱因斯坦火车假想实验，得出了同时性是相对的结论，但由此却产生了佯谬。通过对同时性问题进行重新分析推理，指出同时的相对性与狭义相对论的时间变换式，是互相矛盾的。根据时间变换式，相对运动的两惯性系，在S'系中的时钟，不可能同时校准S'系中OX'轴上的所有时钟，而只能校准其中的一个。肯定了S'系中OX'轴各坐标点上的时刻，在S'系观察，体现的是时差效应。就是说，爱因斯坦火车的车箱两端，在地面系观察，是存在时差的。如果将车箱两端的时差考虑在内，经数学推理，则无论是在地面上观察，还是在车箱内观察，运动车箱两端同时发出的光，都是同时到达车箱中间的。从而否定了同时的相对性，肯定了同时的绝对性。爱因斯坦的直觉经验，是导致他得出错误结论的根本原因。

## 关键词

狭义相对论，同时的相对性，同时的绝对性，佯谬，爱因斯坦火车，时差效应

## 1. 引言

佯谬或称悖论，是科学发展的直接动因之一。在物理发展史上，佯谬常常引起物理学的巨大进展，甚至一场科学革命[1]。因为佯谬常常是以极尖锐的形式，提出迫切需要解释的二难问题。许多情形下，佯谬起着反驳和证明的作用，如伽利略的“落体佯谬”不仅反驳了亚里士多德的错误理论，也为确证自己的理论铺平了道路。

狭义相对论(SR)是佯谬的多发地[2]，且形式众多。对SR的争议，基本上是围绕着对佯谬的不断诠释与不断反驳而展开，从而导致了当今的相对论突破[3]-[5]，使经典理论与相对论完美地吻合在了一起，并同时揭开了宇宙探索的崭新篇章[6]。

同时的相对性(相对性)是爱因斯坦建立SR的突破点[7]。相对性的产生源头，就是著名的思想实验-爱因斯坦火车[8]。有些学者，通过改进爱因斯坦火车，指出相对性是存在佯谬的，但却不能指出错误产生的原因。目前对该佯谬的解释，根本不能令人满意[9]。这使得同时到底是相对的还是绝对的问题，成为了SR的一个争议焦点。有学者试图用这个带有佯谬的相对性观点，去解释尺度佯谬[10]，且不说它的推理过程是否严谨，这种用佯谬解释佯谬的观点本身，就值得怀疑。

以往对SR的研究，如尺缩钟胀效应，只局限于同时异地或同地异时。对异时异地问题，目前还是空白，或者干脆被认为没有意义[7]。而同时恰恰涉及的是异时异地问题。所以，解决相对性的佯谬问题，是对SR的重要完善和发展。

## 2. 同时的相对性佯谬

如图1，同时点亮运动车箱两端的灯，则在车箱内观察，灯光将同时到达车箱中点。而在地面上观察，根据光速不变原理，由于车箱向右运动，则车箱左右两端的光到达车箱正中间的时间间隔分别为：

$$\Delta t_0 = \frac{L + v\Delta t_0}{c}, \quad \Delta t_2 = \frac{L - v\Delta t_2}{c} \quad (1)$$

得：

$$\Delta t_0 > \Delta t_2 \quad (2)$$

由式(2)知，车箱右端的灯光先到达车箱中点，左端的光后到达。就是说，在车箱系同时发生的事件，在地面系却不是同时发生的，爱因斯坦据此否定了同时的绝对性(绝对性)，而肯定了相对性。

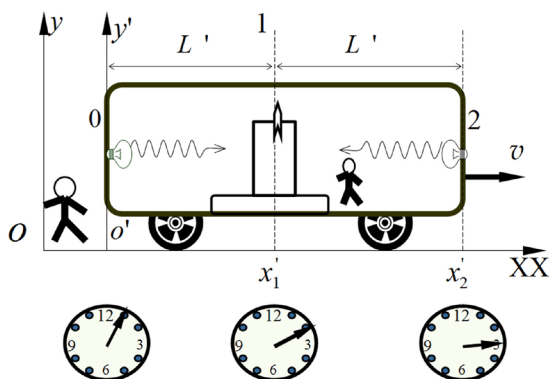


Figure 1. Reanalysis of simultaneity

图 1. 同时性的重新分析

这便产生了相对性佯谬。是说，在车箱的正中间  $x'_1$  处，放置个探测器，当车箱两端的光，同时到达探测器时，探测器便发射一枚火箭，否则不发射火箭。因为客观的结果只能是一个，那么火箭到底是发射，还是不发射呢？

下面再从 SR 的时间变换角度再进行分析。如图，在  $S'$  系观察，对于车箱的正中间  $x'_1$  处，在  $t'_a$  时刻，车箱两端的灯同时发光，因光速各向同性，则左右两端的光到达  $x'_1$  处的时刻为皆为  $t'_b$ ，其时间间隔也皆为  $\Delta t' = t'_b - t'_a$ 。

根据 SR 的时间变换式(应准确称呼为时刻变换式)

$$t = \gamma \left( t' + \frac{v}{c^2} x' \right) \quad (3)$$

则在地面系观察，根据式(3)，得车箱左右两端的光，到达车箱正中间的时间间隔也皆为

$$\Delta t_0 = \Delta t_2 = t_b - t_a = \gamma \left( t'_b + \frac{v}{c^2} x'_1 \right) - \gamma \left( t'_a + \frac{v}{c^2} x'_1 \right) = \gamma \Delta t' \quad (4)$$

也就是说，从时间变换的角度分析，在地面观察，车箱两端的光仍是同时到达车箱中间的。式(1)(2)的思路表明，同时应是相对的，否则将与光速不变原理相矛盾。而式(4)则表明，同时是绝对的，否则不但与 SR 的时间变换式(3)相矛盾，并且还会产生佯谬。而光速不变原理又是 SR 的根基之一，所以，对于同时性问题，必须进行更为理性的重新分析。

### 3. 时差效应的引入

由式(3)可以看出，S 系的某一时刻，可以对应  $S'$  系中的任意时刻(因 OX' 轴的坐标点有任意个)，即 S 系的时钟，不可能同时校准  $S'$  系中 OX' 轴上的所有时钟，而只能校准其中的一个。

再看式(4)，如果 S 系中的时间间隔为零，则  $S'$  系中的时间间隔也为零，即 S 系中的某一时刻，在  $S'$  系中不可能存在时间的流逝(光速时除外)。

由以上两点看出， $S'$  系中的不同坐标点  $x'$  的时刻，在 S 系中体现的一定是时差效应。这好比在地球上，不同的经线上具有不同的地方时。如北京时间的 1 点钟，对应平壤时间的 2 点钟。在北京时间 1 点钟和平壤时间 2 点钟发射火箭，属于同时发射，而不能说发射时间相隔 1 小时，这是计时起点不同的缘故。若计算火箭的飞行时间，则必须去除两地时差的影响。

如图，对于  $S'$  系中的  $x'_1$ 、 $x'_2$  两点的同一时刻，在 S 系观察，这两点的时差为：

$$t_2 - t_1 = \gamma \left( t' + \frac{v}{c^2} x'_2 \right) - \gamma \left( t' + \frac{v}{c^2} x'_1 \right) = \gamma \frac{v}{c^2} (x'_2 - x'_1) \quad (5)$$

将 SR 时空变换式中的  $x' = \gamma(x - vt)$  代入式(5), 得

$$t_2 - t_1 = \gamma \frac{v}{c^2} [\gamma(x_2 - vt_2) - \gamma(x_1 - vt_1)] = \gamma^2 \frac{v}{c^2} [(x_2 - x_1) - v(t_2 - t_1)] \quad (6)$$

对式(6)进行整理后, 得两点的时差为:

$$t_j = t_2 - t_1 = \frac{v}{c^2} (x_2 - x_1) \quad (7)$$

式(7)便是运动系相对静止系的时差效应。就是说, 从地面系观察, 运动车箱的两端必然存在时差(参看图中对应的时钟示意图)。只有当车箱速度远小于光速时, 才可以将车箱的两端近似为同一时刻。

在以往的专著或教材中, 对于式(3)中体现时差效应的  $\frac{v}{c^2} x'$  项, 完全回避了对其物理意义的明确。

#### 4. 爱因斯坦火车问题的解决

在清楚了运动系相对静止系存在的时差效应后, 再来重新分析同时性问题。如图, 以车箱右端发光为例。在地面系观察, 因为车箱右端与车箱中间同时计时的时刻不同, 则以车箱右端为计时起点, 计算光波到达车箱中间的运行时间, 必须考虑这两处的时差效应。则由式(1) (7)得:

$$\Delta t_R = t_1 - t_2 = t_j + \Delta t_2 = \frac{v}{c^2} (x_2 - x_1) + \frac{L - v\Delta t_2}{c} \quad (8)$$

因  $(x_2 - x_1)$  是在地面系观察到的光运行路径, 则:

$$\Delta t_2 = \frac{x_2 - x_1}{c} \quad (9)$$

将式(9)代入式(8), 并整理后得

$$\Delta t_R = \frac{L}{c} \quad (10)$$

同理, 以车箱左端为计时起点, 车箱左端光到达车箱中间的运行时间为

$$\Delta t_L = t_1 - t_0 = -t_j + \Delta t_0 = -\frac{v}{c^2} (x_1 - x_0) + \frac{L + v\Delta t_0}{c} = \frac{L}{c} \quad (11)$$

由式(10) (11)知

$$\Delta t_R = \Delta t_L \quad (12)$$

由式(12)可知, 车箱两端同时发出的光, 将同时到达车箱的中间。至此, 绝对性得到了毋庸置疑证明。相对性则被否定。

#### 5. 总结

爱因斯坦以相对性为突破口, 创建了 SR, 但之后却没有用 SR 对其进行深入分析。其实, 火车假想实验结果的产生, 存在两种可能的原因, 即时刻的相对性(时空变换式已经明确了该观点)和同时的相对性, 它们都能构成对绝对时间的否定。但爱因斯坦却忽视了时刻的相对性, 把运动车箱的各处, 都当做了同一个时刻。这种直觉的经验观念, 使爱因斯坦得出了同时性是相对的这一错误结论。

在运动系中, 沿运动方向各坐标点的时刻, 在静止系中体现的是时差效应, 即时刻的相对性。SR 的尺缩钟胀效应, 一般是同时异地或同地异时的情况下。而时差效应的提出, 则 SR 的异时异地问题也得到了解决, 且对绝对性给予了肯定。这使得人们对时间本质的认识, 向更深层次前迈出了坚实的一步。

一个完善的理论不应有佯谬的存在,所以说佯谬的提出,是迫使人们进行更加深入思考的直接动力。对结论得出过程中的每一个细节重新审核,是解决佯谬并有所发现的必须过程。其实许多相对论专著对时刻的探讨,都在接近时差效应的提出时[11],又回到了教条的思维定式中。直觉的正确与否,只在一念之差。直觉可以使物理学家有希望通过捷径获得真理,但直觉往往是靠不住的,它必须要经过严格的推理证明,否则常常会被引到错误的线索上去。爱因斯坦便是从直觉的假设开始进行推理,创建了相对论。但在同时性问题上,却犯了纯直觉错误。直觉与推理相结合,才是物理学思维的灵魂。

### 参考文献 (References)

- [1] 杨建邺 (1987) 物理佯谬的起源与功能初探. *湖北师范学院学报*, **2**, 68-72.
- [2] 白玉林 (1993) 狭义相对论中的佯谬及其解释. *大学物理*, **7**, 46-48.
- [3] 田树勤 (2012) 狭义相对论变换式修正结果的验证. *沈阳师范大学学报(自然科学版)*, **2**, 212-216.
- [4] 田树勤 (2013) 引力理论新探. *现代物理*, **3**, 84-89.
- [5] 田树勤 (2011) 狭义相对论中各变换式的重新推导及理性分析. *廊坊师范学院学报(自然科学版)*, **4**, 51-55.
- [6] 田树勤 (2014) 黑洞理论重探及宇宙模型重建. *现代物理*, **4**, 37-49.
- [7] 刘辽, 费保俊, 张允中 (2008) 狭义相对论. 科学出版社, 北京, 27, 50.
- [8] 南京工学院等七所工科院校编 (1982) 物理学(下册). 高等教育出版社, 北京, 205-206.
- [9] 刘先国, 李强 (2004) 再谈相对论同时相对性的理解. *伊犁教育学院学报*, **3**, 139-141.
- [10] 周平, 李俭兵 (2003) 对狭义相对论教学中一个实例的深入认识. *重庆邮电学院学报(社会科学版)*, **4**, 107-108.
- [11] A.P.弗伦奇(美) (1979) 狭义相对论. 人民教育出版社, 北京, 117-122.