

两事件同时(不同时), 是绝对的

中国社会科学院 周方

zhoufang@cass.org.cn

tony_zf_zf_zf@126.com

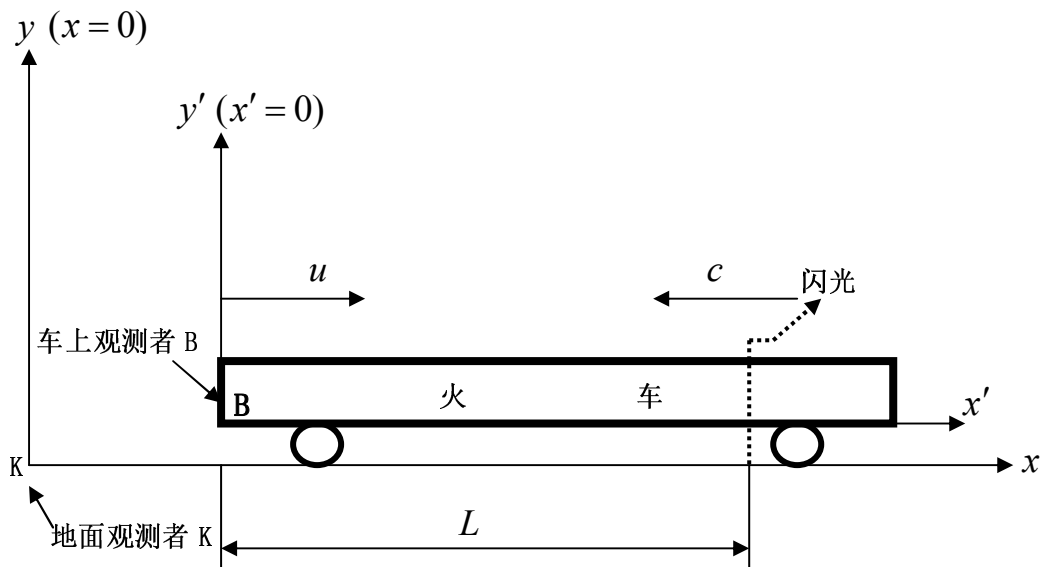
摘要 文中通过对两个典型的运动观测模型的分析, 证明“两事件同时(不同时)”, 不随坐标系而改变, 具有‘绝对性’。同时发生的两个事件, 互作匀速直线相对运动的两观测者都将见到它们是同时发生的; 不同时发生的两个事件, 互作匀速直线相对运动的两观测者都将见到它们是不同时发生的。也就是说, 两事件同时(不同时), 具有‘绝对性’。从而得出结论: “两事件同时(不同时), 是绝对的, 不随坐标系而改变”, 乃是一条普适的自然定律。

关键词 同时的绝对性 同时的相对性

(一) “同时的绝对性”之证明: 模型 A

模型 A — ‘火车—地面’相对运动模型示于图 1。

设: 地面观测者 * 及车上观测者 B 持有完全相同的时钟, 两时钟同步运行。火车沿地面坐标系 x 轴正方向作匀速相对运动, 速度为 u 。在起始时刻 $t' = t = 0$, 火车尾端 B (即车上观测者 B) ($x' = 0$) 恰好经过地面观测者 * ($x = 0$), 参看图 1。



(u — 火车对地面的相对速度; c — 真空中光速)

图 1 ‘火车—地面’相对运动

(1) 在某个时刻 t'_1 ，在火车尾部 B 之前面 L_1 处发生一道闪光 1。

在地面观测者 K 看来：

a. 车上观测者 B 见到闪光 1 的时刻（即‘闪光 1 与车上观测者 B 相遇’的时刻）为 t'_{B1} ：

$$t'_{B1} = t'_1 + \frac{L_1}{c+u}$$

式中 u 为火车对地面的相对速度， c 为真空中光速。

b. 地面观测者 K 见到闪光 1 的时刻（即‘闪光 1 到达地面观测者 K’的时刻）为 t_{K1} ：

‘闪光 1 到达地面观测者 K’ 的时刻 $t_{K1} =$

‘闪光 1 与车上观测者 B 相遇’ 的时刻 $\left(t'_1 + \frac{L_1}{c+u}\right)$

+ ‘闪光 1 从车上观测者 B 到达地面观测者 K 所经过的时间 $\frac{u\left(t'_1 + \frac{L_1}{c+u}\right)}{c}$ ，

即：

$$t_{K1} = \left(t'_1 + \frac{L_1}{c+u}\right) + \frac{u\left(t'_1 + \frac{L_1}{c+u}\right)}{c} = t'_{B1} + \frac{ut'_{B1}}{c} = \left(1 + \frac{u}{c}\right)t'_{B1}$$

(2) 在某另一时刻 t'_2 ，在火车尾部 B 之前面 L_2 处发生另一道闪光 2。

在地面观测者 K 看来：

a. 车上观测者 B 见到闪光 2 的时刻（即‘闪光 2 与车上观测者 B 相遇’的时刻）为 t'_{B2} ：

$$t'_{B2} = t'_2 + \frac{L_2}{c+u}$$

b. 地面观测者 K 见到闪光 2 的时刻（即‘闪光 2 到达地面观测者 K’的时刻）为 t_{K2} ：

$$t_{K2} = \left(t'_2 + \frac{L_2}{c+u}\right) + \frac{u\left(t'_2 + \frac{L_2}{c+u}\right)}{c} = t'_{B2} + \frac{ut'_{B2}}{c} = \left(1 + \frac{u}{c}\right)t'_{B2}$$

由 (1)、(2) 得：

$$t_{K1} - t_{K2} = \left(1 + \frac{u}{c}\right)(t'_{B1} - t'_{B2})$$

即：

$$\Delta t_K = \left(1 + \frac{u}{c}\right)\Delta t'_B$$

由此式可见：两事件之‘同时’（或‘不同时’），不依互作等速直线平移相对运动的两坐标系而改变，具有“绝对性”。

另外，也可以用更简捷的方法得到上面这个式子：

设：在某个时刻 t' ，在火车尾部 B 之前面 L 处发生一道闪光。此时，地面观测者 K 见到该闪光的时刻为 t ：

$$t = t' + \frac{ut' + L}{c} = \left(1 + \frac{u}{c}\right)t' + \frac{L}{c}$$

取增量，得：

$$\Delta t = \left(1 + \frac{u}{c}\right)\Delta t'$$

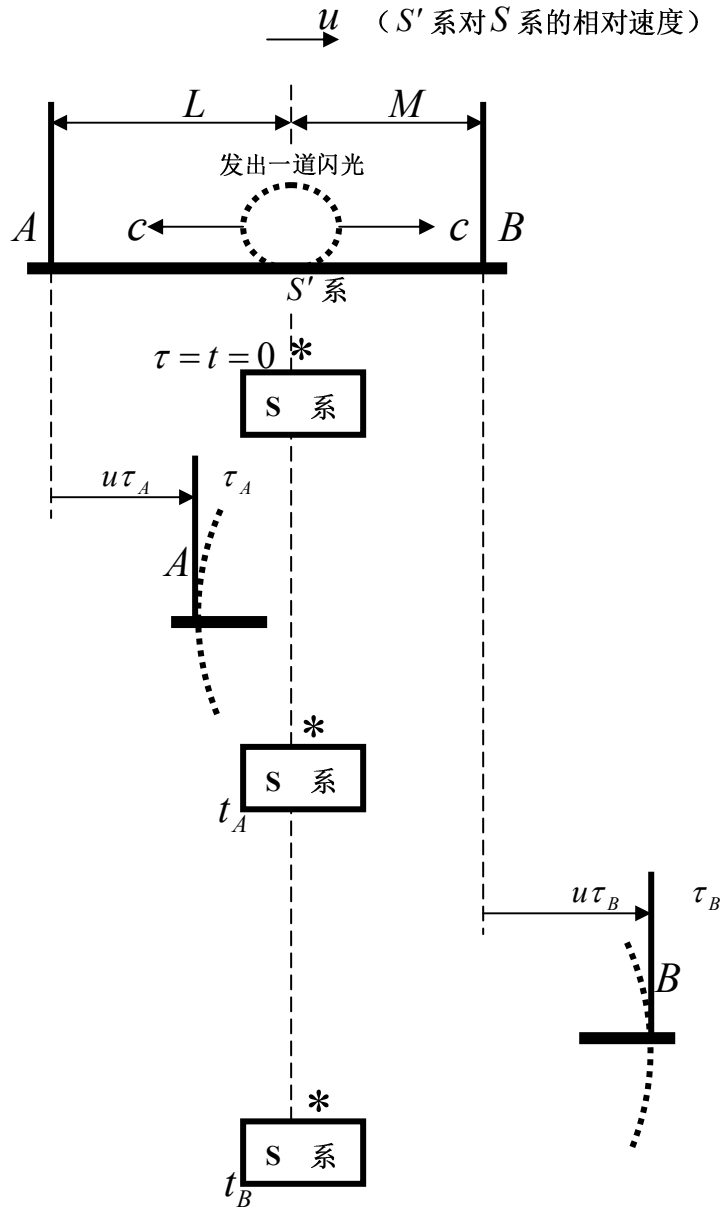
(二) “同时的绝对性”之证明：模型 B

情况 1：“地面（ S 系）观测者 * 处在反光镜 A 与反光镜 B 之间”的情况示于图 2。

从地面（ S 系）观测者 * 来看：装有双面反光镜 A 和 B 的火车（ S' 系）与发出的闪光同处在一个坐标系（ S 系）内，光以速度 c 向前方及后方传播，而火车（连同反光镜 A 和 B ）则以速度 u 向右方运动，所以，反光镜 A 与闪光的接近速度为 $c + u$ ，反光镜 B 与闪光的接近速度为 $c - u$ 。

事件 E_A — ‘闪光到达车上反光镜 A 并反射出来’；

事件 E_B — ‘闪光到达车上反光镜 B 并反射出来’。



* — 地面 (S 系) 观测者; c — 真空中光速; u — 相对速度

图 2 “ S 系内定点闪光 — S' 系内反光镜反射” 思维实验

(a1) 地面 (S 系) 观测者 * 评估的事件 E_A 发生之 (S' 系) 时刻为 τ_A :

$$\tau_A = \frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)L}{c + u} = \frac{\frac{c+u}{c}L}{c+u} = \frac{L}{c}$$

地面 (S 系) 观测者 * 观测到事件 E_A 时之 (S 系) 时刻为 t_A :

$$\begin{aligned}
t_A &= \tau_A + \frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)L - u\tau_A}{c} = \tau_A + \frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)L - u\frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)L}{c+u}}{c} = \tau_A + \left(1 + \frac{u}{c}\right)\frac{c}{c+u}\frac{L}{c} \\
&= \tau_A + \frac{L}{c} = \tau_A + \tau_A = 2\tau_A
\end{aligned}$$

(b1) 地面 (S 系) 观测者 * 评估的事件 E_B 发生之 (S' 系) 时刻为 τ_B :

$$\tau_B = \frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)M}{c-u}$$

地面 (S 系) 观测者 * 观测到事件 E_B 时之 (S 系) 时刻为 t_B :

$$\begin{aligned}
t_B &= \tau_B + \frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)M + u\tau_B}{c} = \tau_B + \frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)M + u\frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)M}{c-u}}{c} = \tau_B + \frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)M}{c-u} \\
&= \tau_B + \tau_B = 2\tau_B
\end{aligned}$$

由 (a1) 和 (b1) 得 $\frac{\Delta t}{\Delta \tau} = \frac{t_B - t_A}{\tau_B - \tau_A} = \frac{2\tau_B - 2\tau_A}{\tau_B - \tau_A} = 2$, 即: 对于一般的 $L > 0$ 及 $M > 0$,

有 $\Delta t = 2\Delta \tau$ 。

如果适当地选择 $L > 0$ 及 $M > 0$, 使它们满足以下关系式:

$$\Delta \tau = \tau_B - \tau_A = \frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)M}{c-u} - \frac{L}{c} = 0$$

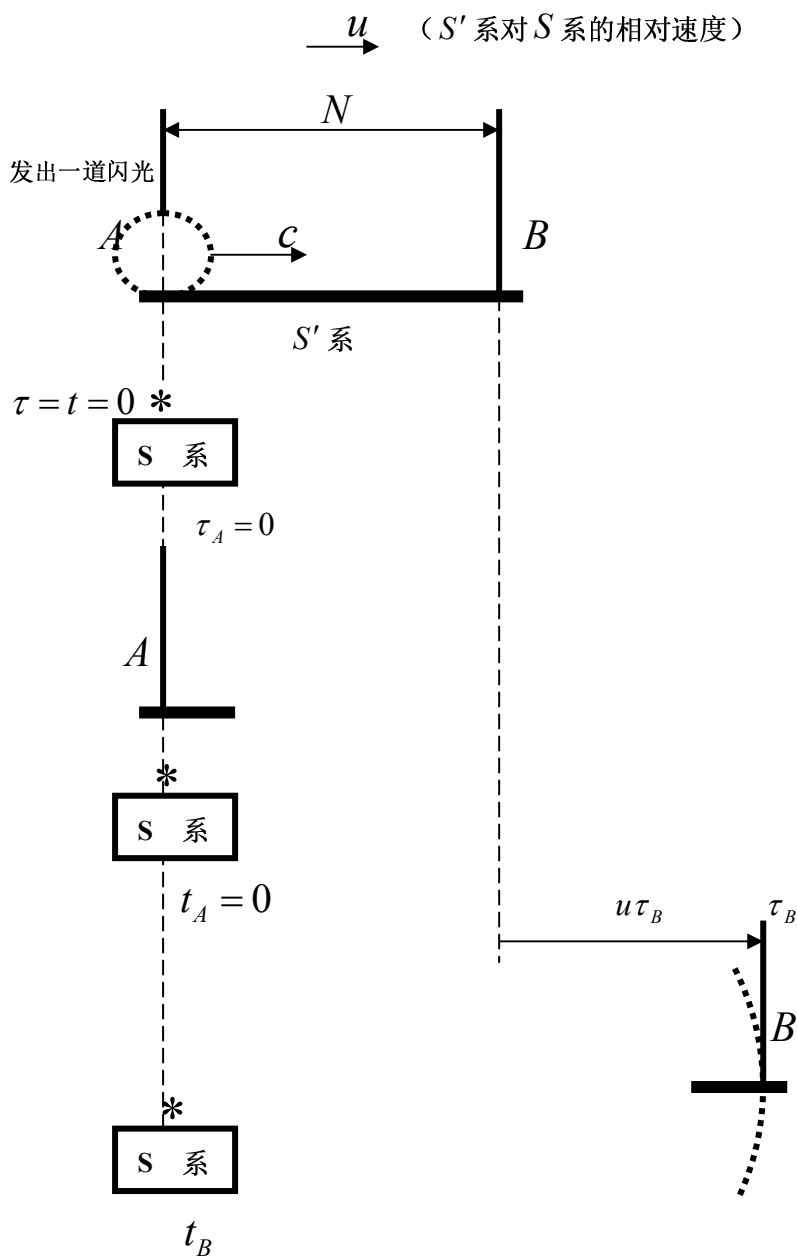
即:

$$\frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)M}{c-u} = \frac{L}{c}$$

$$\frac{L}{M} = \frac{c+u}{c-u}, \quad u < c$$

则有 $\Delta t = t_B - t_A = 2(\tau_B - \tau_A) = 0$ 。

情况 2: “地面 (S 系) 观测者 * 处在反光镜 A ” 的情况示于图 3。



* — 地面 (S 系) 观测者; C — 真空中光速; u — 相对速度

图 3 “ S 系内定点闪光 — S' 系内反光镜反射” 思维实验

(a2) 地面 (S 系) 观测者 * 评估的事件 E_A 发生之 (S' 系) 时刻为 τ_A :

$$\tau_A = 0$$

地面（ S 系）观测者*观测到事件 E_A 时之（ S 系）时刻为 t_A ：

$$t_A = 0$$

(b2) 地面（ S 系）观测者*评估的事件 E_B 发生之（ S' 系）时刻为 τ_B ：

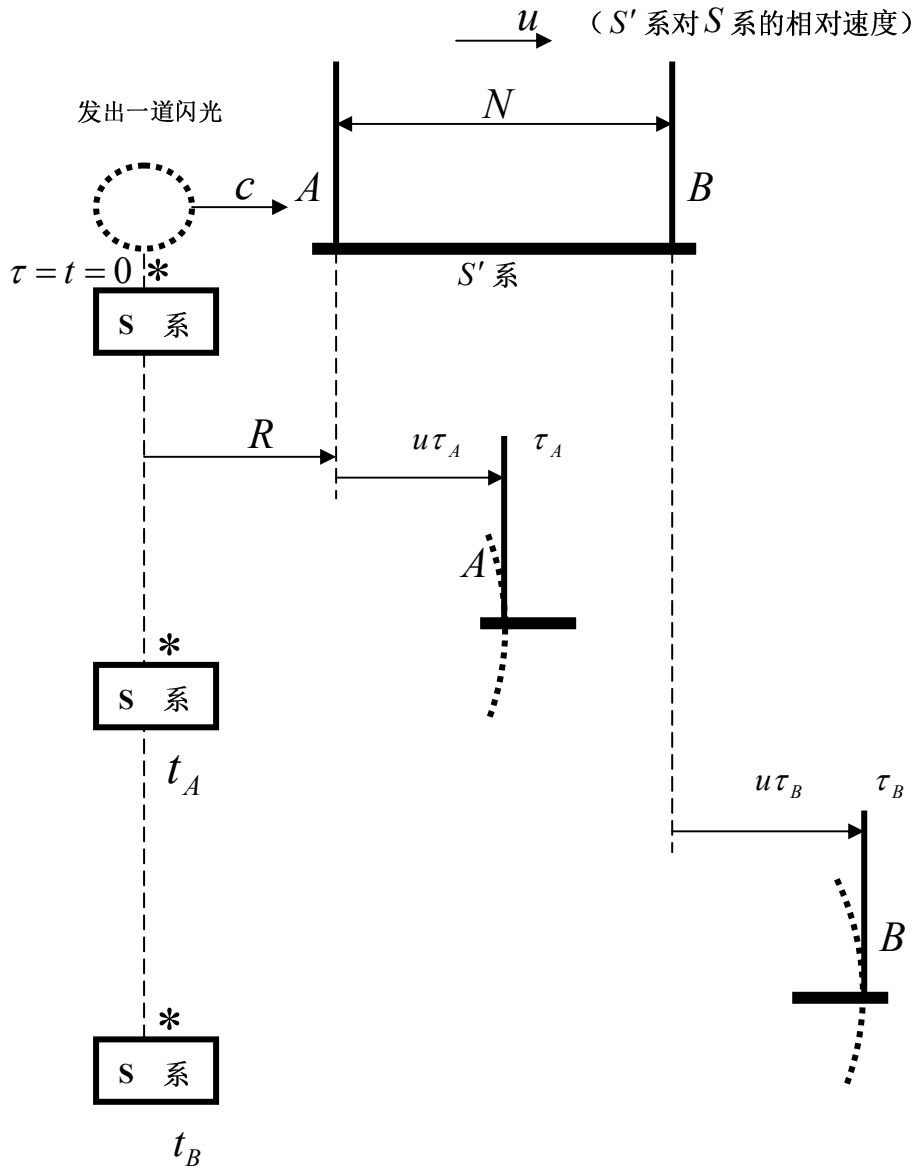
$$\tau_B = \frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)N}{c - u}$$

地面（ S 系）观测者*观测到事件 E_B 时之（ S 系）时刻为 t_B ：

$$\begin{aligned} t_B &= \tau_B + \frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)N + u\tau_B}{c} = \tau_B + \frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)N + u\frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)N}{c - u}}{c} = \tau_B + \frac{\left(1 + \frac{u}{c}\right)N}{c - u} \\ &= \tau_B + \tau_B = 2\tau_B \end{aligned}$$

由(a2)和(b2)得 $\frac{\Delta t}{\Delta \tau} = \frac{t_B - t_A}{\tau_B - \tau_A} = \frac{2\tau_B - 0}{\tau_B - 0} = 2$ ，即：对于任意的 $N > 0$ ，恒有 $\Delta t = 2\Delta \tau$ 。

情况 3: “地面 (S 系) 观测者 * 处在反光镜 A 之左边” 的情况示于图 4。



* — 地面 (S 系) 观测者; C — 真空中光速; u — 相对速度

图 4 “ S 系内定点闪光 — S' 系内反光镜反射” 思维实验

(a3) 地面 (S 系) 观测者 * 评估的事件 E_A 发生之 (S' 系) 时刻为 τ_A :

$$\tau_A = \frac{R}{c - u}$$

地面 (S 系) 观测者 * 观测到事件 E_A 时之 (S 系) 时刻为 t_A :

$$\begin{aligned}
t_A &= \tau_A + \frac{R + u\tau_A}{c} = \tau_A + \frac{R + u \times \frac{R}{c-u}}{c} = \tau_A + \frac{R + \frac{Ru}{c-u}}{c} \\
&= \tau_A + R \frac{1 + \frac{u}{c}}{c-u} = \tau_A + \frac{R}{c} \frac{c}{c-u} = \frac{R}{c-u} + \frac{R}{c-u} = 2\tau_A
\end{aligned}$$

(b3) 地面 (S 系) 观测者 * 评估的事件 E_B 发生之 (S' 系) 时刻为 τ_B :

$$\tau_B = \frac{R + \left(1 + \frac{u}{c}\right)N}{c-u}$$

地面 (S 系) 观测者 * 观测到事件 E_B 时之 (S 系) 时刻为 t_B :

$$\begin{aligned}
t_B &= \tau_B + \frac{R + \left(1 + \frac{u}{c}\right)N + u\tau_B}{c} = \tau_B + \frac{R + \left(1 + \frac{u}{c}\right)N + u \times \frac{R + \left(1 + \frac{u}{c}\right)N}{c-u}}{c} \\
&= \tau_B + \left[R + \left(1 + \frac{u}{c}\right)N \right] \frac{1 + \frac{u}{c}}{c} = \tau_B + \frac{R + \left(1 + \frac{u}{c}\right)N}{c-u} = \tau_B + \tau_B = 2\tau_B
\end{aligned}$$

由 (a3) 和 (b3) 得 $\frac{\Delta t}{\Delta \tau} = \frac{t_B - t_A}{\tau_B - \tau_A} = \frac{2\tau_B - 2\tau_A}{\tau_B - \tau_A} = 2$, 即: 对于任意的 $N > 0$ 及 $R > 0$,

恒有 $\Delta t = 2\Delta \tau$ 。

由以上分析可得: 同时发生的两个事件, 互作匀速直线相对运动的两观测者都将见到它们是同时发生的; 不同时发生的两个事件, 互作匀速直线相对运动的两观测者都将见到它们是不同时发生的。也就是说, “两事件同时 (不同时)”, 具有 ‘绝对性’。

~~~~~

## 参 考 文 献

- [1] 《现代牛顿力学的运动观测理论—兼评狭义相对论之“洛伦兹变换”》，  
(第二版)，周方/著 经济科学出版社 2016年版
- [2] 周方：《新牛顿力学时空变换—周方变换（广义的伽利略变换）》  
(The Transformation of Space-time for the Neo-Newtonian Mechanics)  
<http://www.vixra.org/pdf/1209.0089v1.pdf>
- [3] A . Einstein: 《On the Electrodynamics of Moving Bodies》，The  
Collected Papers of Albert Einstein, Edit. John Stachel, Vol.2,  
pp. 140-171, The Princeton University Press, 1987.
- [4] 爱因斯坦：《狭义与广义相对论浅说》，杨润殷译，北京大学出版社 2006  
年版

## Simultaneity and Non-Simultaneity of Events is Absolute and Independent of Reference Frames

Zhoufang

(Chinese Academy of Social Sciences)

**Abstract** The article presents several physical models for thinking experiment to evidence the Absolute of simultaneity and non-simultaneity of events in reference frames. The Time Transformation of Zhoufang Transformation (Z-Transformation) actually underlies the Absolute of simultaneity and non-simultaneity of events in reference frames in constant-speed translational motion.