



相对论与经典力学的 矛盾和统一

施永昌 著



电子科技大学出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

相对论与经典力学的矛盾和统一 / 施永昌著. —成都 : 电子科技大学出版社, 2014. 4
ISBN 978-7-5647-2295-1

I. ①相… II. ①施… III. ①相对论—研究②经典力学—研究 IV. ①0412.1②031

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 064394 号

相对论与经典力学的矛盾和统一

施永昌 著

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)
策划编辑: 谭炜麟
责任编辑: 谭炜麟
主 页: www.uestcp.com.cn
邮 箱: uestcp@uestcp.com.cn
发 行: 新华书店经销
印 刷: 成都市天金浩印务有限公司
成品尺寸: 210mm×145mm 印张 6 字数 135 千字
版 次: 2014 年 6 月第一版
印 次: 2014 年 6 月第一次印刷
书 号: ISBN 978-7-5647-2295-1
定 价: 68.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028—83202463; 本社邮购电话: 028—83201495。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

目 录

第一篇 论狭义相对论结论的不足

第一部分 洛伦兹—爱因斯坦变换不满足光速不变原理

一、狭义相对论的基本理论及一些重要结论	(3)
(一)光速不变原理	(3)
(二)洛伦兹—爱因斯坦变换式	(6)
(三)狭义相对论的结论和推论	(8)
二、洛伦兹变换在运动系的光波图形不满足光速不变的要求	(9)
(一)光波图形在运动系不是球面波	(9)
(二)光波图形的中心不在运动系的坐标原点	(14)
(三)运动系的光波波形不是同一时刻的图形	(14)
(四)洛伦兹—爱因斯坦变换的运动坐标系不是标准 坐标系	(16)
(五)狭义相对论的洛伦兹逆变换等于另一个正变换	(19)

相对论与经典力学的矛盾和统一

三、洛伦兹—爱因斯坦时空坐标系是一种特殊的时空坐标系	
.....	(22)
(一)洛伦兹—爱因斯坦空间是一个四维空间	(23)
(二)运动系的时间不是标准时间——而是地方时	(24)
(三)运动坐标系中距离的标准不同	(27)
(四)运动坐标系中没有原长和原时	(29)
(五)运动坐标系中物体的运动速度与时间的特殊关系	
.....	(31)
(六)运动系的时空坐标系是一个非标准时空坐标系	
.....	(34)

第二部分 狭义相对论中结论的逻辑问题

一、狭义相对论适用坐标变换的矛盾	(37)
(一)适用坐标系与坐标变换的矛盾	(37)
(二)距离标准与坐标变换的矛盾	(39)
(三)时间标准与坐标变换的矛盾	(40)
(四)时间和距离标准	(41)
二、坐标变换与测量工具的逻辑问题	(42)
(一)增加测量工具符合坐标系原理	(42)
(二)相对论使用测量工具不当造成度量标准不一	
.....	(43)
(三)测量工具在使用中与物理逻辑之间的矛盾	(44)
(四)相对论中测量效应与真实存在的矛盾	(44)
三、相对论时空观的逻辑矛盾	(45)
(一)两个坐标系之间的计量单位是相等的吗?	(47)

(二)物理量的比较一定要在两个坐标系之间吗?	(47)
(三)静止系的物体一定不在运动系吗?	(48)
(四)相对论解决“孪生佯谬”了吗?	(49)
(五)“尺缩钟慢”效应能测量吗?	(49)
四、狭义相对论研究方法的不足	(52)
(一)以偏概全	(52)
(二)偷换概念	(52)
(三)回避矛盾	(53)

第三部分 不同于狭义相对论的结论

一、关于“同时的相对性”的矛盾与结论	(55)
(一)相对论关于时间的认知问题	(55)
(二)相对论坐标系与洛—爱坐标系的正确时间关系	(62)
(三)关于同时性的结论	(63)
二、钟慢效应的矛盾和结论	(65)
(一)相对论钟慢效应的观点	(66)
(二)相对论时间的正确计算方法	(67)
(三)相对论时间的正确比较方法	(70)
(四)“孪生佯谬”的破译	(73)
(五)关于时间的结论	(79)
三、洛伦兹—斐兹杰惹长度收缩的矛盾与结论	(80)
(一)洛伦兹—斐兹杰惹长度的推导	(81)
(二)洛伦兹—斐兹杰惹长度正确的算法	(82)
(三)关于尺缩的结论	(84)

四、相对论速度变换法的纠正探讨	(86)
(一)相对论速度相加法	(87)
(二)相对论速度变换法正确的计算	(89)
(三)关于速度变换法的结论	(91)
五、当 $v \ll c$ 时,洛伦茨变换无法近似为伽利略变换	(93)
(一)相对论关于时空的概念	(93)
(二) v 再小,也不能改变两个坐标变换的性质	(94)
(三)“近似”不是“相等”	(96)
六、结论	(97)

第二篇 论洛伦兹变换的逻辑问题

一、坐标系的基本原理	(101)
(一)设立坐标系的目的	(101)
(二)单个坐标系的设立	(102)
(三)两个坐标系之间的关系	(104)
(四)静态坐标变换的三个基本规则	(106)
(五)相对运动坐标系的两个相对速率之间的关系	(109)
(六)两个作相对运动坐标系之间的动态坐标变换	(111)
(七)小结	(114)
二、洛伦兹变换的坐标系原理分析	(114)
(一)惯性坐标系与洛伦兹坐标系之间的空间计量 标准关系	(116)
(二)两个坐标系三个时间的关系	(117)
(三)两个空间坐标系的运动速率关系(函数关系)	(121)

(四)洛伦兹逆变换的分析	(123)
(五)狭义相对论关于坐标变换的观点	(126)
(六) $t_1=0$ 时,惯性系与洛—爱系的静态坐标关系	(128)
(七)惯性系与洛—爱系真实的静动态坐标关系	(130)
(八)光波在两坐标系的真实位置关系	(134)
三、洛伦兹坐标系和惯性坐标系的光速算法	(136)
(一)四个光点在两个坐标系的位置及关系	(137)
(二)光点 p_1 在洛伦兹坐标系的运动情况	(140)
(三)光点 p_2 在洛伦兹坐标系的运动情况	(141)
(四)光点 p_3 在洛伦兹坐标系的运动情况	(144)
(五)任意光点 p 在两坐标系的运动情况	(145)
四、狭义相对论在数理推导上的逻辑问题	(150)
(一)光波球面的球心推断	(151)
(二)相对论推断的坐标变换关系	(154)
(三)狭义相对论坐标变换关系的假设与球面方程的条件 相互矛盾	(157)
(四)洛伦兹变换式推导的逻辑问题	(159)
五、洛伦兹变换的正确推导	(164)
(一)洛伦兹坐标变换所用条件存在一定的逻辑矛盾	(164)
(二)不同的条件选择将得出不同的坐标变换	(167)
(三)洛伦兹坐标变换的真实关系	(169)
六、结论	(174)
参考文献	(176)

第一篇 论狭义相对论结论的不足

爱因斯坦自 1905 年发表狭义相对论以来，经过一百多年的争论与验证，狭义相对论已被科学界普遍接纳，并成为现代物理理论体系的基础，被认为是一场物理学革命，已经深入现代物理学的每一个角落，成为不可动摇的理论基石。但是，自狭义相对论产生以来，质疑声从未间断，质疑者由于自身的局限性，一方面，至今都无法在理论上找出狭义相对论的错误，甚至还认可狭义相对论的完美性；另一方面，通过巨额的高能粒子物理实验，目前仍然找不到“超光速”粒子，因此质疑者既无理论依据又无实验证据，无法从根本上撼动狭义相对论。而支持者坚持狭义相对论的正确性，认为已成功解决了光速不变与以太问题，认为质疑者是没有跳脱牛顿力学体系的时空观，但其与日常生活经验的严重不符，却无法从深层次给人们一个满意的结论，更关键的是狭义相对论无法客观、科学、正确的解答存在的矛盾，也就是说：狭义相对论的正确性还缺乏可靠的理论依据。

因此，围绕狭义相对论的争论，双方焦点仅仅在于得出的结论让人们无法理解，甚至无法接受，可又都没有可信的理由或理论来证实或否决它，而对于狭义相对论的数理推导，争论双方以及科学界似乎都认为正确无误，没有异议。如果是一个完美无瑕

的理论经正确推导所得出的结论，我们还有必要争论它的正确性吗？为什么一百多年了，连科学界的精英们也还在花巨资想方设法证明它的不正确？根本原因在于双方都没有找到问题的关键，就是至今还没人能理解“光速不变”所对应的时空实质，更没有发现“狭义相对论时空”在理解上存在相关的逻辑问题。相对论产生后，当时似乎有人说过，狭义相对论是个非常深奥的理论，这世上可能只有两个人真正懂得。其实，相对论并不复杂和深奥，是人们搞混了坐标变换的数学规则和物理概念，产生了理论的混乱，在不正确的理论中得出了不正确的结论，又用不正确的解释掩盖结论的错误。因此，并非相对论深奥难懂，而是相对论存在一定的问题，是人们因主客观原因没有能力发现这些问题。事实上，狭义相对论并不完备与正确，包括洛伦兹和爱因斯坦在内的世人被“洛伦兹—爱因斯坦变换”的假象迷惑了，它无法为“光速不变”穿上理论的外衣，甚至连补丁都没有。

本篇重点对狭义相对论的结论进行探讨，目的是先从理论上研究相对论观点的自恰性。为此，本篇先搁置以下两个问题：一是洛伦兹—爱因斯坦变换式的变换过程，二是狭义相对论的两个基本原理（关于这两个问题的讨论分别见后续的研究：第二篇和第四篇），暂且认为它们是正确的、没有问题的。通过对狭义相对论的结论进行深入分析，本书得出了相关结论。

第一部分 洛伦兹—爱因斯坦变换

不满足光速不变原理

本书先对狭义相对论的关键结果：洛伦兹—爱因斯坦坐标变换关系式进行深入分析，用相对论的坐标变换理论和观点，来论证洛伦兹变换与“光速不变”的一致性。得出的结论是：洛伦兹坐标变换式并不满足“光速不变”的前提条件。

一、狭义相对论的基本理论及一些重要结论

为了便于下面的深入分析，这里先把狭义相对论的基本理论和一些重要结论从教科书^①中进行归纳。相对论的主要观点和结论概要如下：

（一）光速不变原理

狭义相对论为了具体表达光速不变的原理，用以下实验作了说明和分析。实验一：假定如图 1-1 (a) 所示的小车，带着闪光灯，在桌面上以速率 v 向右运动， v 可与光速相比拟。我们取两个空间坐标系，一个是静止在桌面上的 $\Sigma_1 (x_1, y_1, z_1)$ 系（附着在坐标系 Σ_1 上的空间称为惯性空间 Σ_1 ，以下相同概念依此类推），另一个是随车运动的 $\Sigma_2 (x_2, y_2, z_2)$ 系。在图 (a) 所示时刻，这两个坐标系“重合”，我们规定这个时刻为 $t_1 = t_2 = 0$ 。

① 见参考文献 [1] [2] [3] [4]。

假定正好在这个时刻，闪光灯发光。现在要来考虑，按照相对于桌面为静止的观察者的测量，将会看到什么情况。下面我们说坐标系 $\Sigma_1 (x_1, y_1, z_1)$ 是静止的，坐标系 $\Sigma_2 (x_2, y_2, z_2)$ 是以速率 v 向右运动的。（同样，因为只有相对运动才能被测量，所以，如果我们认为小车和闪光灯即 Σ_2 系是静止的，而桌子 Σ_1 系以速率 v 向左运动，得到的结果也是一样正确的。下面将提到从这方面分析的结果）

因为静止观察者（ Σ_1 系观察者）是在惯性参照系中，他的测量结果必须符合相对论的假设。对于他来说，在时刻 t_1 （即闪光灯发光后经过时间 t_1 ）的情况应如图 1-1（b）所示，这时小车已经移到 $x_1 = vt_1$ 处，从闪光灯发出的光，则以球面波的形式向各个方向传播，球面中心位于闪光灯开始发光的那一个点，由于光以速率 c 传播，所以光波球面的半径是 $r_1 = ct_1$ 。从几何学知道，球面方程是

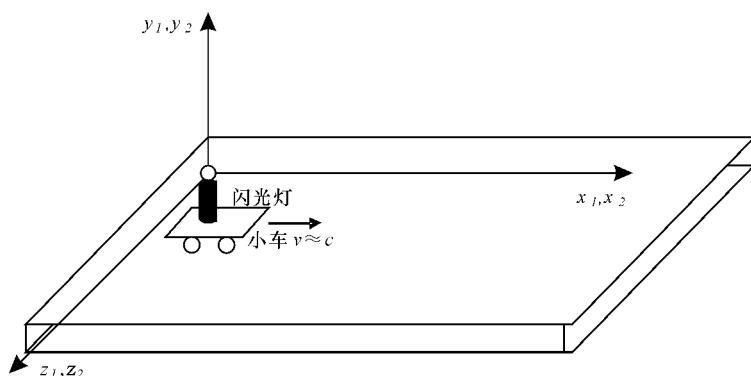
$$r_1^2 = x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 \quad (1-1)$$

式中 $r_1 = ct_1$ 。因此，静止观察者写出的光波球面方程是

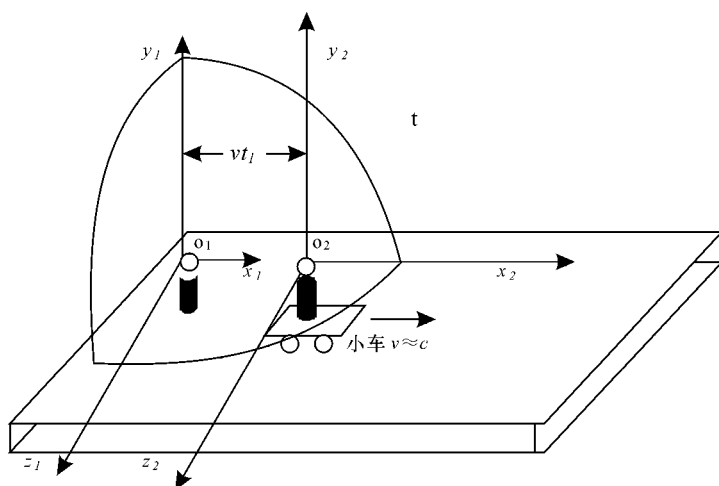
$$\text{静止观察者：} x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 = c^2 t_1^2 \quad (1-2)$$

而对于小车上的观察者，由于车上人也在一个惯性系中，因此，在 $\Sigma_2 (x_2, y_2, z_2)$ 系中发生的任何事情也必须是正常的，特别是由于测量不能告诉测量者是否正在运动，因此，测量者得到的结果，应和小车在静止时所得到的结果一样。在测量者看来，光波从小车上的闪光灯发出后向各个方向传播（由于测量者无法辨别自己是否运动，所以同样认为小车是静止的），光波也是一个球面波，球面的中心则是测量者的闪光灯。因此，按照坐标系可写出光波方程

$$r_2^2 = x_2^2 + y_2^2 + z_2^2 \quad (1-3)$$



(a) 闪光灯发光



(b) t_1 秒后，球的半径是 ct_1

图 1-1 狭义相对论光速不变原理实验图

当然，在观察者看来，光速也是 c ，小车上的时钟测出闪光灯开始发光后所经过的时间假设是 t_2 ，据此认为 $r_2 = ct_2$ 。这样，小车上的观察者（我们把他看作运动观察者）所写出的光波球面方程是

$$\text{运动观察者: } x_2^2 + y_2^2 + z_2^2 = c^2 t_2^2 \quad (1-4)$$

虽然静止在 Σ_1 系中的观察者测得的情况如图 1-1 (b) 所

示，但车上的观察者（在 Σ_2 系中）测得的情况却完全不是这样。对于后者，光波球面的中心在图（b）中灯泡的位置上，而不在图中所示球心的位置。这就是狭义相对论的光速不变原理。

（二）洛伦兹—爱因斯坦变换式

根据光速不变原理，方程（1-1）～（1-4）都是正确的，由于光束也是同一个光束，因此，静止观察者的测量值（ x_1, y_1, z_1, t_1 ）和运动观察者的测量值（ x_2, y_2, z_2, t_2 ）是对同一事件的测量，（我们把空间坐标系 Σ_1 和它的时间 t_1 组成的坐标系（ x_1, y_1, z_1, t_1 ）称作四维时空坐标系 S_1 ， Σ_2 和 t_2 组成的（ x_2, y_2, z_2, t_2 ）坐标系称作四维时空坐标系 S_2 ），它们之间是一种一一对应的关系。也就是说， S_1 坐标系的任一时空点必与 S_2 坐标系的唯一一个时空点存在对应和相互转换关系。根据爱因斯坦的两个假设。以及两参考系原点的相互运动关系，自 S_1 系观察，在 t_1 时刻，对于 $x_2=0$ 的点应有 $x_1=vt_1$ ，而在 S_2 系观察，则在 t_2 时刻，对于 $x_1=0$ 的点应有 $x_2=-vt_2$ ，即两坐标系原点之间的对应关系可表达成如下形式

$$\begin{cases} x_2 = k_1 (x_1 - vt_1) \\ x_1 = k_2 (x_2 + vt_2) \\ k_1 = k_2 \end{cases} \quad (1-5)$$

无论是爱因斯坦用相对论原理，还是洛伦兹用坐标变换关系原理，虽然方法不同，理解与解释也不同，但都推导得出了洛伦兹—爱因斯坦变换式，即对同一事件，自两个惯性系观察所得的两组时空坐标之间的变换式及其逆变换式分别为

$$\begin{cases} x_2 = \gamma (x_1 - vt_1) \\ y_2 = y_1 \\ z_2 = z_1 \\ t_2 = \gamma (t_1 - vx_1/c^2) \end{cases} \quad (1-6)$$

$$\begin{cases} x_1 = \gamma (x_2 + vt_2) \\ y_2 = y_1 \\ z_1 = z_2 \\ t_2 = \gamma (t_2 + vx_2/c^2) \end{cases} \quad (1-7)$$

式中, $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$, $\beta = \frac{v}{c}$ 。

由于 S_1 系和 S_2 系之间的运动关系是相对的, 反过来, 如果我们把 S_2 坐标系作为一个静止观察系, S_1 坐标系作为一个以速度 v 向左运动的观察系, 可以推导出它们的对应变换关系式, 与式 (1-6) 和式 (1-7) 形式完全相同, 只要把两个坐标系的变量一一对应互换, 即 x_1 与 x_2 对换, y 、 z 、 t 变量也做相同对换, 就得到一样的结果。

事实上, (1-6)、(1-7) 两组方程已经包含了静止观察系和运动观察系相互对换后的变换式, 不需单独推导, 如果一定要用相同的标准形式, 只要把两坐标系的 x 轴正负轴互换, 即用 $-x_1$ 对换 x_1 以及 $-x_2$ 对换 x_2 代入 (1-6)、(1-7) 两组方程, 就能得到 S_1 系运动和 S_2 系静止时的两组时空坐标之间的变换式及其逆变换式。

因此, (1-6)、(1-7) 两组方程的变换与逆变换是对等的、互为可逆的, S_1 系和 S_2 系的静止和运动也是相对的、可以互为转换, 无论假设哪个为静止系, 哪个为运动系, 这两个方程组始终符合两个以 v 速度作相对运动的时空坐标之间的变换和逆变换。

(三) 狭义相对论的结论和推论

上述两组坐标系变换式最初由洛伦兹导出, 而爱因斯坦就利用这个洛伦兹—爱因斯坦变换式, 首先揭示了它们所蕴含的全部重要内容和意义, 推论出关于物质世界的许多极为重要的结论。但正是这些结论, 导致了人们广泛的争论, 最终怀疑光速不变的正确性。由于相对论对它们的推导、分析和解释, 隐藏着各种争论双方都未发现的问题, 使得科学界至今仍认定狭义相对论正确无误。因为下面还要对它们展开详细的分析和讨论, 为避免重复, 这里仅列出结论的主要内容:

1. 光速是一个极限速率, 即任何两个物体之间的相对速率不能超过光速。

2. 在一个参照系中同时发生的事件, 在另一个参照系中并不一定同时发生。

3. 运动物体的长度收缩: 当一个参照系相对于某观察者以速率 v 运动时, 这观察者将测得运动参照系中的物体在运动方向上以因子 $\sqrt{1-\beta^2}$ 缩短, 即观察者测得的长度 $L_2 = \sqrt{1-\beta^2} L_1$ 。

4. 运动物体的时间膨胀: 一只时钟以速率 v 相对于观察者运动时, 如果同相对于观察者为静止的时钟相比较, 观察者将发现运动时钟走慢了, 即运动时钟指示的时间 $t_2 = \sqrt{1-\beta^2} t_1$ 。

5. 在 $v \ll c$ 时, 即两个坐标系之间的相对速率很小时, 洛伦兹—爱因斯坦关系式就转变为伽利略关系式, 相对论力学就还原为经典力学的形式。

6. 与伽利略坐标变换关系式不同, 洛伦兹坐标变换的两坐标系之间不满足速度叠加原理, 从而推导出著名的质能关系方程式 $E = mc^2$ 。

等等。

二、洛伦兹变换在运动系的光波图形不满足 光速不变的要求

狭义相对论成立的条件之一就是光速不变，即静止和运动两个惯性系都能看到球面光波，在图 1-1 (b) 中，如果静止坐标系 Σ_1 的观察者在 t_1 时刻看到一个以 O_1 为圆心的光球面波，那么运动坐标系 Σ_2 的观察者也能在某一时刻看到以 O_2 为圆心的同一个光球面波。洛伦兹—爱因斯坦变换式也是在这一条件下“严格推导”出来的，两者之间存在着相互制约和依存的关系，缺一不可，相互成立应该没有问题。相对论的检验方法^①是：将洛伦兹—爱因斯坦变换式 (1-6) 式代入 (1-4) 式，看是否得到 (1-2) 式，来证明它们相互之间的正确性。然而，这种检验方法，得出这些关系的成立，仅仅是数学形式在单个坐标方向上满足要求，并不代表坐标系任何方向上符合条件，更不是在物理意义上的相互证明，根据狭义相对论的观点，只有在同时满足式 (1-1) ~ (1-4) 四个方程式的情况下，我们才能说洛伦兹—爱因斯坦变换式满足光速不变的条件。下面，我们详细分析通过洛伦兹—爱因斯坦变换究竟会得到什么结果。

(一) 光波图形在运动系不是球面波

根据图 1-1 的系统设计，为了便于分析与展示，这里举一个具体的例子，用实际的数字进行更直观的表达。例子一：假设 $v=0.8C$ ， $t_1=0$ 时刻闪光灯发光，经过时间 $t_1=0.15\mu S$ （即 1.5

^① 见参考文献 [1] P120

相对论与经典力学的矛盾和统一

$\times 10^{-7}$ 秒), 在与桌面静止的惯性系 Σ_1 中, 我们将看到一个半径 $r_1 = ct_1 = 45$ 米的光球面波:

$$x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 = 45^2$$

此时, 在与小车运动的惯性系 Σ_2 中, 我们分析将看到什么情况。由设定参数可得: $\beta = \frac{v}{c} = 0.8$, $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{5}{3}$ 。根据洛伦兹—爱因斯坦变换式 (1-6) 进行计算和化简得到:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_2 = \frac{5}{3} \times x_1 - 60 \text{ (米)} \\ y_2 = y_1 \\ z_2 = z_1 \\ t_2 = \gamma \left(t_1 - v \times \frac{x_1}{c^2} \right) \\ \quad = \left(\frac{5}{2} - \frac{2}{45} \times x_1 \right) \times 10^{-7} \text{ (秒)} \\ r_2 = ct_2 \\ \quad = 75 - \frac{4}{3} \times x_1 \text{ (米)} \end{array} \right. \quad (2-1)$$

由方程组 (2-1) 可得 r_2 和 x_2 的关系式为:

$$r_2 = 27 - \frac{4}{5} \times x_2 \text{ (米)} \quad (2-2)$$

方程组 (2-1) 和 (2-2) 的其中几个变量的定义域如下:

$$\left\{ \begin{array}{l} t_1 = 1.5 \times 10^{-7} \text{ (秒)} \\ x_1 \in [-45, 45] \text{ (米)} \\ x_2 \in [-135, 15] \text{ (米)} \\ t_2 \in [0.5 \times 10^{-7}, 4.5 \times 10^{-7}] \text{ (秒)} \\ r_2 \in [15, 135] \text{ (米)} \end{array} \right. \quad (2-3)$$

根据方程组 (2-1) ~ (2-3) 式, 经过洛伦兹变换后, 我