

狭义相对论时空变换

——根本改造爱因斯坦狭义相对论

The Transformation of Space-time for the
Theory of Special Relativity


周方◎著

狭义相对论时空变换

——根本改造爱因斯坦狭义相对论

**The Transformation of Space-time for
the Theory of Special Relativity**

周 方 著

 方志出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

狭义相对论时空变换：根本改造爱因斯坦狭义相对论/
周方著. —北京：方志出版社，2010. 4

ISBN 978-7-80238-766-9

I. 狭… II. 周… III. 狭义相对论—研究 IV. 0412. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 050177 号

狭义相对论时空变换——根本改造爱因斯坦狭义相对论

著 者：周 方

责任编辑：张景增

出 版 者：方 志 出 版 社

(北京市建国门内大街 5 号中国社会科学院科研大楼 12 层)

邮 编 100732

网 址：<http://www.fzph.org>

发 行：方志出版社发行部

(010) 85195814 85196281

经 销：各地新华书店

法律顾问：北京市大禹律师事务所

印 刷：北京通州丽源印刷厂

开 本：889 × 1194 1/32

印 张：5.25

字 数：100 千

版 次：2010 年 4 月第 1 版 2010 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-80238-766-9/T · 5 定价：39.00 元

前 言

爱因斯坦是 20 世纪伟大的物理学家，对物理学及其他许多学科都作出了具有划时代意义的重大贡献，其中最主要的贡献是创立了狭义相对论。爱因斯坦是 20 世纪初物理学革命中创新的旗手。

1905 年，26 岁的爱因斯坦在德国《物理学年鉴》¹上发表了关于狭义相对论的第一篇奠基性论文——《论动体的电动力学》。爱因斯坦以这篇论文创立了狭义相对论。这篇论文包含了狭义相对论的基本内容。爱因斯坦狭义相对论的基本思想就是：以“同时”的相对性否定牛顿的绝对时空观，使“相对性原理”既适用于力学规律，同样也适用于物理学规律。

爱因斯坦创立的狭义相对论，开创了现代物理学的新纪元，成为科学发展史上的一块里程碑，是 20 世纪科学史上最伟大的成就之一，掀起了一场关于时空观与认识论的科学革命。爱因斯坦创立的相对论包括狭义相对论和广义相对论。

相对论就是研究作相对运动的系统内物质运动规律

的理论，在本质上是一种时空理论。相对论否定了绝对时空观，建立了相对时空观，从而创立了崭新的时空理论，深刻地揭示了时间与空间的本质属性，从根本上改变了物理学的面貌。

存在一种“特殊”的参照系，在这种参照系内，如果没有外力作用或外力的合力为零，物体就保持其已有的静止状态或匀速直线运动状态。这种参照系称为惯性参照系，简称惯性系。狭义相对论的“狭义”二字，就是指狭义相对论只限于讨论这种惯性系的情况。

狭义相对论揭示物体在相对运动下的运动规律，特别是对于研究微观高速粒子运动具有极端的重要性，所以现代粒子物理学离不开狭义相对论。

狭义相对论是比牛顿力学更为一般的理论。当物体的运动速度远远低于光速时，狭义相对论的结论就退化为牛顿力学理论的结论，相对论力学定律就相应地退化为经典力学定律。因此，对于物体的低速运动，牛顿力学中的各种定律仍然是很好的近似，可以用来解决工程技术中的许多问题。

爱因斯坦狭义相对论揭示了时间与空间的本质属性及时空与物质运动之间的联系，革新了自牛顿以来的时空观，建立了新的狭义相对论时空观，创立了与牛顿绝对时空观截然不同的崭新的时空理论。狭义相对论对物理学产生了广泛而深远的影响。狭义相对论的创立，是人类对时空认识的一次巨大的进步，是科学发展史上

次伟大的革命。

狭义相对论揭示了运动物体的物理学规律，揭示了一系列用牛顿力学理论无法解释的高速相对运动所产生的相对时空效应。

牛顿时空观认为：时间是均匀的，独立于空间而存在；空间是均匀的及各向同性的。作匀速直线平移相对运动的所有惯性系共同拥有一个“时间”，因而时间是绝对的，与参照系无关，牛顿时空观因此被称为绝对时空观。“绝对时间”完全独立于空间，是牛顿绝对时空观的根本特点。

牛顿绝对时空观含有一个假定：物质粒子间相互作用的传播速度为“无穷大”，即这种相互作用是一种“瞬时超距作用”，从一点传至任何其他点都不需要花费任何时间，因而使得所有的参照系共有一个“绝对时间”。然而，在逻辑上，在自然界根本就不可能存在所谓“传播速度为无穷大”（即“传播速度不为有限值”）的信号。因此，牛顿绝对时空观的这个假定实际上是一个本身就不可能成立的假定，因而这样的假定成为牛顿绝对时空观的致命伤。

狭义相对论时空观认为：时间是均匀的，时间不独立于空间。空间是均匀的及各向同性的。物质粒子间相互作用的传播速度只能为有限值。至今，在现实中，传播速度最大的是光信号及电磁波信号，其在真空中的传播速度约为每秒 30 万千米。所以，人们就只能利用光

波或电磁波信号来进行参照系之间的对钟及对物体的观测，借以感知时空坐标参照系内物质的存在及其运动规律。然而，光波或电磁波信号的传播速度即便很大，但仍然是“有限值”。光波或电磁波信号的传播速度为有限值，致使参照系之间的对钟必然产生“滞后”，即：对钟滞后时间不为零，其结果是：在相对运动中不可能存在那种所有参照系共有的一个“绝对时间”，参照系各有各的“时间”，时间是相对的，与参照系有关。时间与空间相互联系而不可分离，二者处于平权地位，构成真实的物理时空统一体。

4 总之，狭义相对论时空与牛顿绝对时空是本质上截然不同的两种时空，前者是真实的物理时空，而后者则是虚无的“假定时空”。然而，描述这两种时空的两种时空观却又有一定的联系。狭义相对论时空观的许多概念在“对钟信号速度趋于无穷大”时均退化为牛顿绝对时空观的相应概念。

相对论已成为现代物理学和现代工程技术的基础理论，对物理学和工程技术的发展有着重要的意义。相对论建立至今已有一百多年，在此期间物理学有了很大的发展，并推动众多的学科和领域向前发展，由此带来的新技术及新产品从根本上改进了人们的生产和生活方式。

可以说，没有狭义相对论和量子力学的创立，就没有百余年来物理学的蓬勃发展和丰实硕果，甚至就没有

现代物理学。相对论和量子理论是近代物理学的两大支柱，成为近代物理学的理论基础。

然而，任何科学理论都是相对真理，都有其前提条件和适用范围。随着科学技术的发展和人类知识与认识能力的提高，人们不断地以新的思维方式和精密的仪器设备来审视各种科学理论，进行深入的探索和研究，在探索和研究中必然会发现其中存在的不足、缺陷甚至错误。因此任何科学理论都有在新的条件下加以修正、改进与发展的必要和可能。科学具有强大的生命力，就在于它时刻处在不断的修正、改进与发展之中。

狭义相对论自创立之日起就受到学术界的热烈关注与深入探究。在学术界，支持狭义相对论的是绝大多数，试图对它进行修正与改进的有之，反对狭义相对论的也不乏其人。笔者以为，这无疑是十分正常的现象，对科学理论进行探索与研究时所持的态度应当是：去粗取精，去伪存真，坚持真理，推陈出新。

特别是，在审视学术泰斗、科学巨匠所创立的科学理论时一定要坚持极其严肃与严谨的态度，一定要做十分深入细致的分析：应当继承正确的部分，修正错误的部分，甚至建立新的正确的理论来取而代之。只有这样，才能推进科学理论不断向前发展。笔者就是抱着这样的态度对待爱因斯坦的狭义相对论的。

爱因斯坦在其论文《论动体的电动力学》（*On the Electrodynamics of Moving Bodies*）^[1]中将“光速不变原

理” (The Principle of the Constancy of the Velocity of Light) 表述为:

“任何光线在‘静止的’坐标系中都是以确定的速度 c ^① 运动着, 不管这道光线是由静止的还是运动的物体发出的。”^[2]

笔者认为, “光速不变原理”中的“光速”不应是爱因斯坦所指的那种“从光源度量的, 同与该光源有相对运动的观测者的观测不相干的‘静’光速”, 而应当是“从物体(‘光源’)发出, 在向各方传播中被与该光源有相对运动的观测者接收到的光信号的‘动’光速”。

6

从物体发出并被观测者接收到的光信号的“动”光速, 显然应与相对速度并存。因此, 这个“动”光速不仅含有物体(“光源”)的“静”光速 c , 而且还必定含有相对速度。

这个“动”光速与参照系相对运动并存, 可称为“动光速”, 以便同爱因斯坦所指的与观测者的观测不相干的“静”光速 c 相区别。动光速就是从在一个惯性系内的物体发出, 被与该惯性系有相对运动的另一个惯性系内的观测者接收到的“光信号”的速度。因此, 动光速由“静”光速 c 和相对速度 u 共同决定, 是光速 c 和相

① 中译文已将原文中的“ V ”换写成了“ c ”, 本书中将采用符号“ c ”; 另外, 书中“光速 c ”均指“真空中的光速”。

对速度 u 的某种“合成”，但绝不是“简单叠加”，是光速 c 和相对速度 u 的函数。动光速与观测者对物体的观测紧密相关，因此动光速也可称之为“视光速”。为了与爱因斯坦所指的从物体（“光源”）发出的“静”光速 c 相对照，笔者选用“动光速”这一称谓。

在建立了“动光速”这一概念之后，笔者对爱因斯坦在其论文《论动体的电动力学》中对“光速不变原理”所做的文字表述及数学描述做了相应的修正，从而提出了以下“动光速不变原理”（也可称为“视光速不变原理”——笔者注）：

“从物体（‘光源’）发出并被与该物体有相对运动的观测者接收到的‘光信号’的速度，在作匀速直线平移相对运动的两个惯性系中的观测者看来，具有相同的数值。”

“动光速不变原理”乃是一个正确的狭义相对论时空变换所应满足的必要条件！

应当指出，“动光速不变原理”与人们通常所说的那个“光速不变原理”——爱因斯坦的“光速不变原理”——是截然不同的。

笔者从完备的公理体系——三条公设：

(a) 时空是匀直的：时间和空间是均匀的，空间是各向同性的；

(b) “相对性原理”；

(c) 对钟信号速度为有限值

推导出在表面形式上与 Lorentz 变换完全相同，而在本质内容上与 Lorentz 变换却迥然不同的时空变换。实际上，这个时空变换是笔者依据上面完备的公理体系——三条公设，通过逻辑推演，完全独立地得出的新的时空变换；因此笔者将它命名为“Zhou 变换”（“周方变换式”）。

笔者验证了 Zhou 变换能满足“动光速不变原理”。

“动光速不变原理”是从上面三条公设推导出狭义相对论时空变换，从而得出的直接推论，而并非是推导时空变换所依据的前提条件。

在对钟信号速度趋于无穷大的情况下，Zhou 变换便退化为 Galileo 变换。

8

此外，关于“相对性原理”与爱因斯坦“光速不变原理”之间的关系，笔者通过对 Lorentz 变换及 Galileo 变换进行严密而详尽的数理分析与论证，首次得出了以下重要结论：

“相对性原理”与爱因斯坦“光速不变原理”二者等价，其充分必要条件是接受以下两条公设：

(a) 时空是匀直的：时间和空间是均匀的，空间是各向同性的；

(b) 对钟信号速度为有限值。

笔者通过推导出 Zhou 变换，获得狭义相对论的一系列有重要意义的结果：

1. 在满足

(a) 时空是匀直的：时间和空间都是均匀的，空

间是各向同性的；

(b) “相对性原理”

的条件下，当且仅当对钟信号速度为有限值时，异地对钟必然产生“滞后”，即对钟滞后时间不为零。因而时间是相对的，与参照系有关。

2. 当相对速度达到光速时，“钟慢”（“动系时间膨胀”）效应为：

$$\Delta t = \frac{\sqrt{5} + 1}{2} \Delta t' \approx 1.6180 \Delta t'$$

3. 当相对速度达到光速时，“尺缩”效应为：

$$\Delta x = \frac{\sqrt{5} - 1}{2} \Delta x' \approx 0.6180 \Delta x'$$

9

4. 当相对速度达到光速时，“质增”效应为：

$$\frac{m_c}{m_0} = \left(\frac{\sqrt{5} + 1}{\sqrt{5} - 1} \right)^{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{5} + 1}{2} \approx 1.6180$$

5. 爱因斯坦的质能关系 $E = mc^2$ 是杜撰的，实际上是不存在的。

物体（质量）由于其运动才具有能量，就是动能，微观粒子也不例外。实际上，原子核分裂而生成的各部分之间的静电斥力，产生大量高速运动的粒子流，这种高速粒子流所具有的动能，就是原子核反应释放出的巨大能量。因此，原子核反应释放出的能量的计算公式应

当是下面这个动能公式：

$$E = E_k = \frac{5 - \sqrt{5}}{3} m_0 c^2 \approx 0.9213 m_0 c^2$$

这就是原子核反应中总静止质量为 m_0 的高速运动粒子流释放出的能量（动能）。由此式可知，原子核反应释放出的巨大能量 $E = E_k \approx 0.9213 m_0 c^2$ 是一个与参照系无关的绝对量。

以上结果是笔者通过推导出 Zhou 变换，从而获得的主要的重要成果。笔者殷切期待 Zhou 变换获得进一步验证。

10

我非常感谢妻子王方莹女士对我研究工作的全力支持；她为我完成本项研究提供了很好的环境条件。

周 方

2009 年 10 月于中国北京

目 录

第一章 推导狭义相对论时空变换的 公理体系	(1)
第二章 Lorentz 变换的推导——时空 变换 (A)	(9)
第一节 时空变换式 (A)	(9)
第二节 时空变换式 (A): 速度变换式	(16)
第三节 时空变换式 (A): 相对论质量	(20)
第四节 时空变换式 (A) 与 Lorentz 变换	(24)
第五节 关于 Lorentz 变换	(25)
第六节 “相对性原理” 与爱因斯坦 “光速 不变原理” 之间的关系	(29)
第三章 时空变换 (B) 和时空变换 (C)	(33)
第四章 Zhou 变换的推导——时空 变换 (B)	(46)

狭义相对论时空变换

第一节	时空变换式 (B1) ——Zhou 变换	(46)
第二节	自由参数 δ 的物理内涵	(56)
第三节	“动光速不变原理”	(62)
第四节	时空变换式 (B1): 速度变换式	(66)
第五节	时空变换式 (B1): 相对论质量	(69)
第六节	时空变换式 (B2) ——Zhou 变换	(73)
第七节	Zhou 变换 (B2): 速度变换式	(82)
第八节	Zhou 变换 (B2): 相对论质量	(87)
第九节	Zhou 变换 (B2): 相对论动能	(93)
2 第十节	Zhou 变换 (B2): 原子核反应 能量	(99)
第十一节	Zhou 变换的另一种推导方法	(100)
第五章	Lorentz 变换的推导——时空 变换 (C)	(109)
第六章	Galileo 变换的推导——时空 变换 (D)	(117)
结论	(120)
参考文献	(143)

附录	(144)
附图 1: Zhou 变换与 Lorentz 变换之比较	(144)
附图 2: 相对性原理关系式	
$C = \sqrt{1 + \left(\frac{Au}{2}\right)^2} - \frac{Au}{2}$	(145)
附图 3: 时空变换推导逻辑	(146)
附图 4: Zhou 变换, Lorentz 变换, Galileo 变换	(147)
附图 5: 时空变换方程组的系数 A、B、C、D	(148)

第一章 推导狭义相对论时空 变换的公理体系

推导狭义相对论时空变换的完备的公理体系包含以下三条公设：

公设 (a) ——时空是匀直的：时间和空间都是均匀的，空间是各向同性的。

1

为了分析问题且不失一般性，可以设：空间 (x', y', z') 的 x' 轴与空间 (x, y, z) 的 x 轴沿正方向重合， y' 轴与 y 轴沿正方向平行以及 z' 轴与 z 轴沿正方向平行。

空间 (x', y', z') 相对于空间 (x, y, z) 作匀速直线平移相对运动，相对速度 u 沿 x 轴正方向。在时刻 $t=0$ ，两坐标原点相重合。见图 1。

将参照系 (x, y, z, t) (以下简称“ K 系”) 度量的某个事件变换为参照系 (x', y', z', t') (以下简称“ K' 系”) 的度量时，“正”变换式为：