

对相对论的基本原理分析及不同时空观念的 阐述和论证

赵山东*, 罗建书

湖南省超级计算科学学会, 湖南 长沙

收稿日期: 2023年12月2日; 录用日期: 2024年1月2日; 发布日期: 2024年1月11日

摘要

论文通过对相对论基本原理的简要分析, 发现广义相对论在解决绕地球运动时钟的问题上, 与狭义相对论之间存在原则性的矛盾, 二者之一必然是错误的。通过对五个物理现象和实验进行对比分析, 论证了相对论和经典物理的空间观念都存在严重的问题; 同时, 进一步阐述和论证了与之不同的绝对空域的观念, 并以此观念完美地解释了相关时空物理现象和实验; 也依据该观念推导出了新的时间变换关系, 并对其正确性进行了论证。也证明了狭义相对性原理和狭义相对论是错误的, 并导致由狭义相对论所产生的一系列物理规律和物理解释也可能会相应地存在错误, 需要做出系列修正或新的解释。

关键词

绝对空域, 相对性原理, 参照系, 时空变换效应

An Analysis of the Basic Principles of Relativity and the Elaboration and Demonstration of Different Space-Time Concepts

Shandong Zhao*, Jianshu Luo

Hunan Supercomputing Science Society, Changsha Hunan

Received: Dec. 2nd, 2023; accepted: Jan. 2nd, 2024; published: Jan. 11th, 2024

*通讯作者、第一作者。

Abstract

Through a brief analysis of the basic principle of relativity, it is found that there is a contradiction in principle between general relativity and special relativity in solving the specific problem of the clock moving around the earth, and one of them must be wrong. Through comparative analysis of five physical phenomena and experiments, it is proved that there are serious problems in the space concept of relativity theory and classical physics. At the same time, the different concept of absolute airspace is further expounded and demonstrated, and the related space-time physical phenomena and experiments are perfectly explained by this concept. According to this idea, a new time transformation relation is deduced and its correctness is demonstrated. It is proved that the principle of special relativity and special relativity are wrong, and a series of physical laws and physical explanations generated by special relativity may also be wrong, and a series of amendments or new interpretations need to be made.

Keywords

Absolute Airspace, Principle of Relativity, Reference System, Spatiotemporal Transformation Effect

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 时空观念及相对论基本原理

时空观念是经典物理和相对论最核心的基本观念，也是这两种理论体系的最本质性区别。

经典物理认为时间和空间是普遍绝对的，其空间参照系也是普遍绝对静止的。而相对论认为，不存在绝对的时空，也不存在绝对静止的空间参照系，所有的(惯性)参照系都是相对的和平权的。并且，由于惯性参照系之间的速度(及加速度)以及引力的不同，而产生时空变换效应。如时间计时和空间尺寸的度量不同等，并带来一系列物理规律的调整和新的物理解释。

根据相对论，时空是一体的。所以本文以时间变换效应为主线，对相对论的基本原理作一简要分析。

1.1. 狭义相对论时间变换效应的基本原理

狭义相对论时间变换效应的基本原理可简单地描述为：做匀速直线运动的惯性参照系与相对静止的参照系相比，其时间会发生延缓效应，即时间度量会变慢；且相对速度越快，时间度量相应越慢。其基本的数学表达式为：

$$dt = dt_0 \left(1 - v^2/C^2\right)^{1/2} \quad (01)$$

式中： t_0 为相对静止的时钟时间； t 为相对运动的时钟时间； v 为运动时钟相对静止时钟的相对直线匀速速度； C 为光速。始终有 $dt < dt_0$ ，其时间含义和逻辑关系为，如果相对运动的时钟时间为一秒的话，相对静止时钟的时间会走一秒多；即相对运动的时钟时间比相对静止的时钟时间走得慢。

1.2. 广义相对论时间变换效应的基本原理

广义相对论时间变换效应的基本原理可简单地描述为：由于参照系静态引力的变化；以及按照广义

相对论的等效原理, 由参照系做加速运动导致的“等效引力”(后面均简称: 等效引力), 会产生时间度量快慢的变化。

为了便于分析, 本文将广义相对论时间变换效应问题简化为对绕地球赤道运动的时钟问题作为具体分析对象, 数学理论分析采用段一士教授著作《广义相对论与引力规范理论》中的成果[1]。有两个最基本的数学成果公式:

$$t_1 = t \left(1 - 2GM/C^2 R - R^2 \omega^2 / C^2 \right)^{1/2} \quad (02)$$

$$t_2 = t \left[1 - GM/C^2 R + gh/C^2 - R^2 \omega^2 / 2C^2 - R^2 \omega^2 h / C^2 R + v(v + 2(R+h)\omega) / 2C^2 \right]^{1/2} \quad (03)$$

式中: t_1 为地面处于赤道上相对静止的时钟计时; t_2 为处于赤道上空 h 高处围绕地球做匀速圆周运动的时钟计时; t 为事件从开始至终了的坐标时间差; G 为万有引力常数; M 为地球的质量; R 为地球的半径; $g = GM/R^2$; ω 为地球自转的角速度; C 为光速。 v 为运动时钟相对于地球地表参照物的速度, 向东运动为正值, 向西运动为负值。

公式(2)和(3)从基本原理上理解, 包含三项时间变换关系, 一是事件从开始至终了的坐标时间差 t , 其时间变换关系为 1。二是静态引力变化产生的时间效应, 在(2)式中, 其时间效应关系为根号内 $2GM/C^2 R$ 项; 在(3)式中, 其时间效应关系为根号内 $GM/C^2 R + gh/C^2$ 两项。三是做匀速圆周运动因向心加速度产生的等效引力导致的时间效应, 在(2)式中, 其时间效应关系为根号内 $R^2 \omega^2 / C^2$ 项; 在(3)式中, 其时间效应关系为根号内 $R^2 \omega^2 / 2C^2 - R^2 \omega^2 h / C^2 R + v(v + 2(R+h)\omega) / 2C^2$ 三项。

1.3. 狭义相对论与广义相对论的时间变换效应在基本原理上的区别

其区别主要有:

一是产生时间效应的时钟运动方式不同; 狭义相对论成立的条件是时钟做匀速直线运动; 而广义相对论的等效引力成立的条件是时钟做加速运动。

二是产生时间效应的基本原理不同; 狭义相对论是在两个基本原理的基础上, 用数学几何方法得出的时间效应变换关系, 但直线匀速运动不会产生等效引力效应是非常确切的。广义相对论产生时间效应的基本物理原理是静态引力和等效引力的变化。

三是按照广义相对论推导出的(02)与(03)式, 明显存在由于地球自转导致的时空各向异性, 即相同参数的时钟, 由于运动的方向或所处的纬度不同而导致计时的快慢不同。狭义相对论的(01)式则完全没有地球时空的各向异性问题。

也就是说, 在绕地球赤道运动的时钟问题上, 广义相对论与狭义相对论存在原则性的矛盾。说明两者之间, 必有一个是错误的。

2. 关于时空问题的物理现象和实验

关于时空问题的物理现象和实验有很多, 但笔者认为最具代表性的主要有五个。

2.1. 恒星光行差现象

恒星光行差现象从物理原理上说明宇宙存在绝对静止的空间。从目前的理论成果来看, 相对论尚不能从物理原理上否定这一现象证明绝对静止空间存在的问题。

2.2. 迈克尔逊 - 莫雷实验

目前普遍认为, 迈克尔逊 - 莫雷实验否定了以太和绝对空间的存在。但是, 从严谨的逻辑角度出发, 上述结论并非具有唯一性(后面再论述)。

2.3. 电磁感应现象

电磁感应现象是论证相对性原理成立的一个重要依据[2], 爱因斯坦认为该现象只存在相对运动, 磁场或导线之间的相对运动都是等效的。此观点同样存在别的解释的可能(后面再论述)。

2.4. 地球同步静止轨道卫星问题[3]

地球同步静止轨道卫星在理论上与地球表面的任何参照物之间没有运动变化, 其运动物理性质按照以地球质心为圆点, 相对地球自转绝对静止的球形空间坐标参照系描述, 完全符合牛顿力学的相关规律。而明显与相对论的所谓相对性的惯性参照系格格不入。

2.5. 哈菲勒 - 基廷实验[4] [5]

1971年, 美国的 J.C.哈菲勒(J. C. Hafele)和 R.E.基廷(R. E. Keating), 用四个铯原子钟在定期商业航班上绕世界飞行两次, 一次向东, 一次向西。根据每次飞行的实际路径, 该理论预测, 与美国海军天文台的参考时钟相比, 飞行时钟在向东飞行行程应该慢 40 ± 23 纳秒(ns), 在向西飞行行程应该快 275 ± 21 ns。实验实际结果, 飞行时钟在向东飞行行程慢了 59 ± 10 ns, 在向西飞行行程快了 273 ± 7 ns。以下将该实验简称为哈菲勒 - 基廷实验(Hafele-Keating experiment)。

该实验本意是验证广义相对论, 并结果与理论高度吻合。但也带来两个严重的问题。一是明显地验证出地球物理时空存在各向异性(相同速度的东西异向时钟、静止在不同纬度的时钟, 其计时的快慢不一样); 而地球物理时空不存在各向异性是相对性原理成立的一个前提条件[6]。二是该实验的理论预测采用了以地球质心为圆点, 相对于地球自转绝对静止的球形坐标系[1] [4] [5]。这与相对论的相对性空间观念明显不同, 是对其空间观念的否定。

综上所述, 五个物理现象和实验中, 只有迈克尔逊 - 莫雷实验和电磁感应现象能够构成对相对论空间观念的有限支持, 且这两个实验和现象的验证结果并不具有唯一性, 还存在其他的可能。其他三个现象或实验则是支持存在绝对静止空间参照系的。所以, 相对论空间观念的物理和实验依据不足, 无法解释五个物理现象和实验之间的矛盾, 必然存在严重的问题。

3. 不同空间观念的阐述

根据前面的论述和分析, 相对论在空间观念上存在问题, 无法解释五个物理现象和实验之间的矛盾, 其空间观念需要修正。

笔者在其发表的论文《对物理空间问题的探讨》[3]中, 提出了“绝对空域”的观念。所谓“绝对空域”是指: 每个星体(或物质)都存在一个以其质心为圆点的、局域性的、具有相对独立物理性质的、球形绝对(只相对于该星体或物质)静止空间坐标参照系。本文将之称为: 局域绝对空间或绝对空域。

属于绝对空域范围内运动的物质(关于绝对空域的范围确定问题, 请参见[3]), 其物理性质只能由绝对空域参照系才能精确描述。所有的所谓(惯性)参照系, 都不可能脱离相应的绝对空域而独立存在, 且不可能与绝对空域的绝对静止参照系平权。但不同的绝对空域之间的绝对静止参照系是平权的, 其物理规律都是一样的。

该绝对空域的观念也同时说明, 空间与物质是不可分割的客观存在, 空间参照系离不开相应的星体(或物质), 并相对该星体(物质)是绝对静止的; 星体与星体之间(物质之间)又是相互运动的; 因此, 空间是绝对空域内的绝对静止与绝对空域之间的相对运动并存。从整体上描述, 就是绝对与相对并存。

宇宙空间整体上依然是一个庞大的绝对空域, 但其物理性质不是均匀的, 每个局部的绝对空域在其空域范围内的物理性质上具有相当大的独立性, 宇宙空间是各类绝对空域和它们之间相对关系的集合。

绝对空域的观点及其推论(地球绝对空域明显是由万有引力形成的。推论其他形式的力(空间类型力, 非直接接触型力; 如: 静电力、磁力等)也可以形成相应的绝对空域), 能够完美地解释关于空间物理性质的各类矛盾和现象。

4. 几个物理现象和实验的解释

4.1. 关于恒星光行差现象的解释

根据笔者提出的绝对空域观念, 宇宙空间是各类绝对空域和它们之间相对关系的集合, 宇宙空间整体上依然是一个庞大的绝对空域, 但其物理性质不是均匀的。如果我们忽略宇宙空间局部物理性质的不均衡性, 则依然可以从整体上将宇宙空间看成一个绝对静止的空间。因此, 在绝对空域观念下, 恒星的光行差现象也就可以解释和理解了。

4.2. 关于对迈克尔逊 - 莫雷实验的解释

因地球绝对空域具有物理性质的相对独立性, 太阳绝对空域对地球绝对空域范围内的物理性质影响较少, 所以该实验无法检测到。

为什么迈克尔逊 - 莫雷实验也检测不到地球自转所带来的影响呢? 主要原因是无法达到所需的精度, 地球自转最大的线速度在 0.46 km/s 左右, 与地球公转速度 30 km/s 相差线性倍数约 70 倍, 相差平方倍数四千多倍。其实验装置哪怕只放大一百倍都需要一个直径达三公里的平面场地, 且设备还要能水平旋转, 实验在现实中难以做到。

而哈菲勒 - 基廷实验之所以能够检测到地球时空的各向异性, 是因为飞机飞行距离长(三到四万公里), 时间也很长(四十到五十多个小时), 铯原子钟的精度很高(10^{-10} s)。

4.3. 关于电磁感应现象的解释

因为磁力和电荷力与引力一样, 都属于远距离作用力。按照绝对空域观念的推论, 磁力或电荷力形成了一个绝对空域。所以, 磁场与导线之间的运动不是相对的, 而是在一定范围内(局域)的绝对运动关系。

至于地球同步静止轨道卫星问题和哈菲勒 - 基廷实验, 与绝对空域观念完全契合, 是绝对空域观念最直接和最有力的证明, 所以无须再做解释。

经典物理和相对论的空间观念都不能对五个时空物理现象和实验做出完美的解释, 无法消除它们之间的矛盾, 所以都必然存在问题。而绝对空域的空间观念可以圆满地作出解释, 并完全消除了它们之间存在的矛盾。所以, 绝对空域的空间观念与之相比, 更加科学和合理, 也应该是正确的。

5. 对狭义相对论时间变换关系式的调整与分析

5.1. 狭义相对论时间变换关系式的调整

按照绝对空域的局域绝对静止坐标参照系, 假设地球绝对空域内存在一个绝对速度为零的时间 t_s , 地球表面相对地表物静止时钟的时间为 t_0 , 其绝对速度为 v_0 (该处地球自转的线速度)。运动的时钟计时为 t , 其在相应绝对空域静止参照系的绝对速度为 v 。按照狭义相对论时间变换的基本关系式(1)则有:

$$\begin{aligned} dt_0/dt_s &= (1 - v_0^2/C^2)^{1/2} \\ dt/dt_s &= (1 - v^2/C^2)^{1/2} \\ dt/dt_0 &= [(C^2 - v^2)/(C^2 - v_0^2)]^{1/2} \end{aligned} \quad (04)$$

其中:

$$v_0 = \omega R \cos \theta \quad (05)$$

ω 为地球自转的角速度; R 为相对静止时钟所处的地球半径; θ 为相对静止时钟所处的地球纬度。

$$v = v_r + v_{r0} \quad (06)$$

v_r 为运动时钟的相对速度矢量; v_{r0} 为运动时钟所处位置的地球自转线速度矢量。

5.2. 调整后的时间变换关系(04)式与原(01)式的主要区别

虽然(04)式来源于(01)式, 但由于空间观念的不同, 使两者之间存在着本质上的区别。

一是坐标参照系不同; (04)式只能采用绝对空域的局域绝对坐标参照系; 而(01)式可采用符合狭义相对性原理的任何惯性坐标参照系。

二是运动时钟的速度参数存在本质上的区别; (04)式只能采用绝对空域的局域绝对坐标参照系中的绝对速度; 而(01)式可采用符合狭义相对性原理的任何惯性坐标参照系中的相对速度。

三是(04)式与(01)式的计算结果会有差别, 这种差别会随着形成绝对空域的星体(物质)自转速度的快慢而不同, 自转速度很大时(例如高速旋转的中子星等), 差别会很大。

四是(04)式能够体现地球(或者其他自转星体)时空的各向异性; 而(01)式不存在地球时空的各向异性。

5.3. (04)式与(01)式的对比论证

一是(04)式来自绝对空域的空间观念, 只要其空间观念是正确的, 则(04)式也应该是正确的。本文在4节中, 论证了绝对空域的空间观念更加科学和合理。而在广义相对论的(02)与(03)式中, 明显的实际应用了以地球质点为中心的绝对静止参照系, 与绝对空域的空间观念完全契合, 并其理论计算结果得到了哈菲勒-基廷实验的验证。所以, 绝对空域的空间观念是正确的, (04)式也应该是正确的。

二是地球(或者其他自转星体)时空存在各向异性; 这是经过广义相对论理论论证和哈菲勒-基廷实验所实际验证了的客观事实。而(01)式不存在地球时空的各向异性, 由此证明(01)式不能完整地反映客观事实, 是错误的。

三是(04)式不能接受狭义相对性原理, 物理规律只能在不同的绝对空域的局域静止坐标参照系中平权。(04)式的正确性以及(01)式的错误, 意味着狭义相对性原理是错误的。

四是(04)式的正确性以及(01)式的错误, 也意味着狭义相对论是错误的, 由狭义相对论所产生的一系列物理规律和物理解释也会相应地存在错误。需要用绝对空域的空间观念和(04)式做相应的调整 and 解释。

6. 总结

1) 通过对相对论基本原理的分析, 发现在绕地球赤道运动的时钟问题上, 广义相对论与狭义相对论存在原则性的矛盾。说明两者之间必有一个是错误的。

2) 通过五个物理现象和实验的分析, 证明了相对论空间观念的物理和实验依据不足, 并且无法解释五个物理现象和实验之间的矛盾, 必然存在严重的问题。

3) 对笔者提出的不同的绝对空域的空间观念作了进一步阐述。绝对空域的空间观念既不同于经典物理, 也不同于相对论的空间观念, 并能对五个物理现象和实验做出完美的解释和消除它们之间的矛盾。说明绝对空域的空间观念更加科学和合理, 也应该是正确的。

4) 按照绝对空域的观念, 对狭义相对论的时间变换关系进行了推导调整, 得出了新的时间变换关系; 并多角度论证了它的正确性。

5) 论证了狭义相对性原理和狭义相对论是错误的, 并可能导致由狭义相对论所产生的一系列物理规

律和物理解释也会相应地存在错误。

相对论和量子力学是构筑现代物理的两大根基, 如果根基有错误, 则必然带来一系列的物理问题。因此, 对于由狭义相对论的错误导致的一系列物理规律和物理解释的可能错误, 需要用正确或者更加科学合理的理论去进行修正或作出新的解释。这项工程是巨大的, 对其描述、分析和论证也需要大量的篇幅并投入极大的精力。笔者将坚持不懈地努力, 也希望感兴趣的同仁一起奋斗, 不断扩大成果。

参考文献

- [1] 段一士. 2020 广义相对论与引力规范理论[M]. 北京: 科学出版社, 2020: 67-69.
- [2] 爱因斯坦, 等. 1980 相对论原理(狭义相对论和广义相对论经典论文集) [M]. 赵志田, 等, 译. 北京: 科学出版社, 1980: 31.
- [3] Zhao, S.D. (2023) Discussion on Physical Space Issues. 2023 *Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS)*, Prague, 3-6 July 2023, 183-185. <https://doi.org/10.1109/PIERS59004.2023.10221422>
- [4] Hafele, J.C. and Keating, R.E. (1972) Around-the-World Atomic Clocks. *Predicted Relativistic Time Gains Science*, **177**, 166-167.
- [5] Hafele, J.C. and Keating, R.E. (1972) Around-the-World Atomic Clocks. *Observed Relativistic Time Gains Science*, **177**, 167-170.
- [6] 爱因斯坦. 2020 相对论(第十五版) [M]. 李精益, 译. 广州: 广东科技出版社, 2020.