

真空动力机制研究

李亚克

(北京博电新力电气股份有限公司重庆分公司, 重庆 400050)

摘要

本文基于多项天文观测成果, 提出了光速相对变化原理的假设, 并证明了该原理与光速不变原理的兼容性。研究表明, 光速既具有绝对恒定的一面, 也具有相对变化的另一面。因此, 这为研究光速相对变化与物质运动之间的关系提供了一个全新的方向, 以研究光速相对变化与物质运动之间的关系。基于这一原理, 本文构建了“真空动力学机制”这一创新性的理论框架, 并推导出若干重要结论。研究发现, 时间、空间和光速始终保持同比例的变化关系, 光速的相对变化导致了高能量空间、低能量空间和变能量空间的形成。在变能量的真空空间中, 物体会自发地朝向低能量空间加速运动。物体获得的加速度, 仅与光速随空间的变化率相关, 而与物体质量无关。

本文提出的真空动力学理论为解释暗能量的来源以及时空弯曲的物理机制提供了新视角。

关键词: 暗能量、光速、时空、内能、自发力

The Study of Vacuum Dynamical Mechanisms

Li Yake

(Beijing Bodian Xinli Electric Co., Ltd. Chongqing Branch, Chongqing 400050)

Abstract

Based on multiple astronomical observation results, this paper proposes the hypothesis of the principle of relative change in the speed of light and demonstrates its compatibility with the principle of the invariance of the speed of light. The study shows that the speed of light has both an absolutely constant aspect and a relatively variable aspect. This provides us with a new direction to study the relationship between the relative change in the speed of light and the

motion of matter. Based on this principle, the paper constructs an innovative theoretical framework known as the "vacuum dynamical mechanism" and derives several important conclusions. The research finds that time, space, and the speed of light always maintain a proportional relationship. The relative change in the speed of light leads to the formation of high-energy spaces, low-energy spaces, and variable-energy spaces. In the variable-energy vacuum space, objects spontaneously accelerate towards low-energy regions. The acceleration gained by an object is only related to the rate of change of the speed of light in space and is independent of the object's mass.

The vacuum dynamical theory proposed in this paper offers a new perspective for explaining the origin of dark energy and the physical mechanisms behind spacetime curvature.

Keywords: Dark energy, speed of light, spacetime, internal energy, spontaneous force

1 引言

光速是现代物理学中的基本常数之一，其不变性构成了狭义相对论的核心假设。自爱因斯坦提出光速不变原理以来，科学界普遍认为光速在真空中是恒定的。然而，近年来的多个实验结果表明，光速在特定时空条件下是可变的。例如，雷达回波延迟实验^[1-3]和引力透镜效应表明^[4-6]，电磁波在大质量天体附近传播时，速度会减慢。这些现象表明光速并非绝对恒定，关于光速变化的理论和观测研究逐渐引起了学术界的广泛关注。

基于天文观测结果，本文提出了光速相对变化原理，并进一步探讨了该原理与光速不变原理之间的兼容性。分析了光速在真空中相对变化所引起的能量差异，并阐述了这一差异如何导致物体自发的加速运动，以及在加速过程中物体动能的来源。发现光速具有相对变化现象，为研究物质运动规律拓展了一个新的领域。真空动力学机制为解释引起宇宙加速膨胀的暗能量提供了全新的物理思路。

2 光速不变原理与光速相对变化原理兼容性的探讨

2.1 光速相对变化原理的提出^[7-9]

在大质量天体附近，光的传播速度会发生减缓，这一现象已通过引力透镜效应和太阳附近光线偏折现象得到验证。同时，雷达回波延迟的观测结果也支持了光在真空中传播速度减缓的观点。基于这些实验结果，本文提出了一个假设：在真空环境中，相对静止的两个惯性参考系之间，光速可能存在相对差异，这就是光速相对变化原理。该原理认为，尽管真空中各点的光速保持恒定，但不同空间点之间的时空结构差异可能导致光速出现相对不等的现象。

2.2 光速相对变化原理与光速不变原理兼容性探讨

表面上看，光速不变原理与光速相对变化原理似乎存在矛盾，但实际上二者可以兼容，这需要从时空变化与光速测量角度来分析。

光速不变原理认为，真空中的光速在任何参考系下都是常数。其数学表述为：

$$c = \frac{\Delta s_a}{\Delta t_a} = \frac{\Delta s_b}{\Delta t_b} \quad (2-1)$$

其中， Δs 表示光在真空中传播的距离， Δt 为光传播时所需的时间。该原理表明，无论在A点还是B点，光速的数值始终保持一致。

假设B点的时空相对于A点发生了膨胀或收缩的比例变化，其比例系数为 k_t 、 k_s ，即：

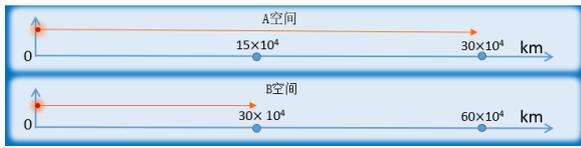
$$\Delta s_b = k_s \Delta s_a \quad , \quad \Delta t_b = k_t \Delta t_a \quad (2-2)$$

根据光速不变原理，比例系数应相等，即： $k_s = k_t = k$ ，方可保证(2-1)式成立，即光速的一致性。也就是说，空间与时间的膨胀或收缩比例任何时候都必须相同。

但两点间的光速在量值上相同，并不意味着两点间的光速相对相等。例如，由于两点之间空间的膨胀或收缩($k \neq 1$)，即使每个点上的光速均为30万公里/秒，B点的30万公里实际上与A点的30万公里存在k倍的差异，因此，B点的光速与A点的光速之间也存在k倍的差异，其比例关系可以表示为：

$$k = \frac{\Delta s_b}{\Delta s_a} = \frac{c_b}{c_a} \quad (2-3)$$

当 $k \neq 1$ 时，表明 A、B 两点间的光速不相等。举例来说，如果 $k=0.5$ ，那么，B



图(1)

空间中的 30 万公里的距离，只相当于 A 空间的 15 万公里，即使在 A、B 空间内的光速都相等（每秒 30 万公里）。相比之

下，B 空间的光速仅相当于 A 空间的光速的一半，如图（1）所示，B 空间的时间进程也只是 A 空间的一半。

总之，虽然真空中每一点的光速在数值上保持相等，但由于不同空间点之间的时空结构差异，光速在相对意义上可能不同。因此，在光速不变原理的基础上，光速相对变化也是成立的，这两个原理不矛盾且相互兼容。

2.3 空间、时间和光速的相关性

从公式（2-2）可以得到以下整理结果：

$$k = \frac{\Delta s_b}{\Delta s_a} = \frac{\Delta t_b}{\Delta t_a} \quad (2-5)$$

进一步将式（2-5）与式（2-3）合并，得到：

$$k = \frac{\Delta s_b}{\Delta s_a} = \frac{\Delta t_b}{\Delta t_a} = \frac{c_b}{c_a} \quad (2-6)$$

公式（2-6）表明，在真空中，任意两点之间的光速、空间尺度和时间流逝都遵循固定的比例关系，体现了光速与时空之间的内在相关性。若其中一个量发生变化，另外两个量必然同比例的同步变化。理论上，时空仅作为描述物体运动的背景，并不能直接改变光速，因此本文在后续讨论中仍继续以光速及其相对变化为主导。

由上式(2-6)可得：

$$c_b = \frac{\Delta s_b}{\Delta s_a} c_a$$

由上式可见，如果 B 空间相对于 A 空间膨胀了 n 倍，尽管 B 空间内部的光速与 A 空间相等，但 B 空间的光速却比 A 空间相对快了 n 倍，在不违背光速不变原理的情况下，出现了相对“超光速”现象，这表明间接超光速在理论上是可能的。

在宇宙空间中，时空总是存在相对变化，这样光速也同样存在相对变化，那么，在测量宇宙天体的距离时，观测到天体的几何距离与实际物理距离之间必然存在差异。

3. 真空空间的光速差所导致的能量差

3.1 光速差引起的光子的能量差

如果 A、B 空间之间存在光速差，那么必然伴随两点之间的时间差。时间差进一步导致频率差，而频率差又引起光子能量差。

接下来，求证两点之间频率的对应换算关系式。根据比例关系式由 (2-6) 式可得：

$$\Delta t_b = \frac{c_b}{c_a} \Delta t_a \quad (3-1)$$

T_a 和 T_b 分别为频率周期，定义：

$$T_a = \Delta t_a \quad , \quad T_b = \Delta t_b$$

由频率与周期的关系式 $f = 1/T$ ，可得：

$$f_a = \frac{1}{T_a} \quad , \quad f_b = \frac{1}{T_b}$$

将上述关系代入式 (3-1)，得到两空间频率的换算关系式：

$$f_a = \frac{c_b}{c_a} f_b \quad (3-2)$$

例如：若 $c_b/c_a = 0.5$ ，则在 B 空间的 1000HZ，在 A 空间看来只有 500HZ，其频率降低了一半。

根据频率与光子能量的关系 $E = hf$ ，结合频率的比例关系式 (3-2)，可以得出两空间之间光子能量的换算关系：

$$E_a = \frac{c_b}{c_a} E_b \quad (3-3)$$

若 $c_b/c_a = 0.5$ ，那么 B 空间的光子能量换算到 A 空间后，其能量降低了 50%。值得注意的是，光子在两空间之间的能量差异与光子本身无关，仅与两空间的光速差相关。

若光速比仍为 0.5，这意味着 B 空间的光子进入 A 空间后会产生红移现象。换句话说，光子从光速较低的空间辐射到光速较高的空间时，会发生红移。由于太阳侧的光速相对地球较低，因此，太阳辐射到地球的光也会呈现红移现象^[10-13]。

3.2 光速差与物体的内能差

根据爱因斯坦的质能方程：

$$E_0 = m_0 c^2 \quad (3-8)$$

可以得出物体的内能与其静质量和光速之间的关系。假设在 A、B 两个空间中存在质量相同的物体 m_0 ，其在两空间中的内能分别为：

$$E_{0a} = m_0 c_a^2, \quad E_{0b} = m_0 c_b^2$$

由此可以推导出物体在两空间中的内能的换算关系：

$$E_{0b} = \left(\frac{c_b}{c_a}\right)^2 E_{0a} = k^2 E_{0a}$$

当 A、B 两空间的光速相等时，物体的内能也相等，然而，当光速不等时，物体的内能将发生变化，并且这种变化是光速比 k^2 的倍数。例如，若光速比 $k=0.5$ ，则两空间的内能差异为：

$$E_{0b} = k^2 E_{0a} = (0.5)^2 E_{0a} = 0.25 E_{0a}$$

这意味着在 B 空间中，该物体的内能仅为 A 空间中相同质量物体内能的 25%。由此可见，光速较高的空间中的物体，其内能较高；而光速较低的空间中的物体，其内能较低。

光速差异对物体内能的影响揭示了光速与物体内能之间的深刻关系，这对真空动力学和宇宙学领域的研究具有重要意义。

3.3 光速差异形成的三种能量空间

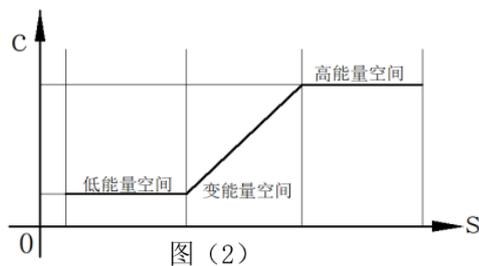
在探讨光速差异对空间能量分布的影响时，现将不同光速条件下的真空空间划分为三种能量空间：高能量空间、低能量空间以及变能量空间。具体定义如下：

光速相对较快的真空区域称为“高能量空间”。在此空间内，光速较高，物体的内能也相应较高。这意味着，同一质量的物体在高能量空间中的内能高于其他能量空间中的物体。

光速相对较慢的真空区域被称为“低能量空间”。在低能量空间中，光速较低，物体的内能相应较低。因此，同质量的物体在低能量空间中的内能低于高能量空间中的物体。

介于高能量空间与低能量空间之间的空间称为变能量空间，在此区域内，光速 c 随着空间位置的变化而变化，导致物体的内能随空间位置的变化而不同。

高能量空间和低能量空间均为惯性空间。在惯性空间中，时空保持平直。变能量空间则属于非惯性空间，由于光速随空间位置的变化而变化，时空结构将发生相应的变化，这种变化可能引发类似引力场中的时空弯曲效应。物体在此类空间中的运动轨迹和光传播路径将受到影响，因此变能量空间中的物理效应值得重点关注。



三个能量空间的划分如图 (2) 所示，这个划分有助于系统地研究光速差异对物质运动的影响。

4 能量最低原理

能量最低原理^[14-16]是物理学的基本规律，广泛适用于各个物理领域，是理解自然界中物体和系统行为的核心。该原理表明，物体或系统在理想条件下会自发地趋向于最低能量状态。无论是在宏观的天体尺度还是微观的原子、分子层面，物体和系统都倾向于朝着能量最低的状态发展。

这一原理的核心思想是，物理系统在平衡状态时，会处于所有可能状态中能量最低的那种状态。系统通过能量的交换、转化或者转移来调整至能量最小的稳定状态。例如，液体表面张力现象就是能量最低原理的一个实例。液体表面的分子能量较高，因此液体会自发地收缩，以减少表面张力。在化学中，原子通过形成化学键来降低能量，达到更稳定的状态。在天体物理学中，星体和行星的形成也遵循能量最低原理。

能量最低原理作为物理学的基础规律，清晰地揭示了物体和系统在自然界中自发趋向低能态的物质属性。在未来对真空动力学机制的研究中，这一原理将继续发挥至关重要的作用，成为理解和解释相关物理现象及规律的重要理论支柱。

5 物体的自发运动与加速度场

5.1 自发运动与能量转换

在光速连续变化的变能量真空空间中，物体会自发地朝向内能更低的区域运动，这种运动符合能量最低原理，本质上是物体趋向能量最小状态的自然表现。

假设物体在此自发运动过程中不受任何外力的作用且不对外做功，则物体的总能量应保持不变，其总能量变化量 ΔE 应为零，这意味着，物体内能的变化量 ΔE_i 与动能的变化量 ΔE_v 之和为零，即：

$$\Delta E = \Delta E_i + \Delta E_v = 0$$

因此可得：

$$\Delta E_v = -\Delta E_i \quad (5-3)$$

从上述推导过程可知，物体在自发运动过程中所增加的动能，完全来源于物体内能的减少。如果假设物体增加的动能来自外部，那就不再是自发运动，而是受迫运动，即外力做功。因此，物体在自发运动中增加的动能，其能量来源只能是物体内部。在这一过程中，只有物体朝向低内能态运动时释放出的多余内能，才是物体动能的唯一来源。这既确保了整个运动过程的自发性，又满足了能量守恒定律。

假设一质量为 1 kg 的物体利用其内能加速到 1000 m/s，那么所消耗的内能与物体总内能的比值为 5.55×10^{-10} ，由此可见，物体消耗的内能相对于物体总内能来说，几乎可以忽略不计。

5.2 内能差引发的自发力

在变能量真空环境中，物体会自发地朝着低能态方向加速运动，既然是物体的加速运动，就必然存在一个作用力，由于这是无外力作用下的自发运动，因此，定义这个力为物体的自发力 F_m 。

假设物体在加速运动的过程中的位移为 Δs ，根据功的定义，力 F_m 所做的功 ΔA 可表示为：

$$\Delta A = F_m \cdot \Delta s$$

由此可得作用力 F_m ：

$$F_m = \frac{\Delta A}{\Delta s}$$

其中功 ΔA 代表动能的增量 ΔE_v ，也等于内能的减量 $-\Delta E_i$ ，

$$\Delta A = \Delta E_v = -\Delta E_i$$

基于此，可进一步推导得到：

$$F_m = \frac{\Delta A}{\Delta s} = \frac{\Delta E_v}{\Delta s} = -\frac{\Delta E_i}{\Delta s} \quad (5-9)$$

代入内能的具体变化形式，得到：

$$F_m = -\frac{\Delta E_i}{\Delta s} = -\frac{\Delta(m c_b^2 - m c_a^2)}{\Delta s} = -m \frac{d(c^2)}{ds} \quad (5-10)$$

从公式（5-9）可以看出，自发力 F_m 的数值等于物体内能随空间变化量的负梯度。正如公式（5-10）所示，在变光速的空间中，物体即使处于静止状态，仍然存在一个向低能态运动的自发力，这类似于物体在引力场中的重力。

通过以上讨论，能够更清晰的理解物体内能变化与自发力之间的关系，并揭示了变能量环境中自发运动的动力学机制。

5.3 光速差引发的加速度

求物体在变能量空间中获得的加速度，对于质量为 m 的物体，由自发力 F_m 产生的加速度设为 g_m ：

$$g_m = \frac{F_m}{m}$$

将式（5-10）代入上式，可得：

$$g_m = -\frac{dc^2}{ds} \quad (5-12)$$

设 $c^2 = g(x, y, z)$, 加速度 g_m 就是光速平方 c^2 随空间变化的负梯度:

$$g_m = -\nabla g \quad (5-13)$$

光速 c^2 在空间中形成的的是一个标量场, 而 g_m 在空间中形成的的是一个矢量场。物体获得的加速度 g_m 仅与光速平方 c^2 在空间中的变化率相关, 而与物体的质量无关。这一物理特征与引力场的这一性质相一致。

尽管光速在空间中的连续变化并未直接对物体施加任何作用力, 但它为物体的自发运动提供了必要的环境条件, 这与广义相对论中物体在弯曲时空中的自发运动相类似。不同之处在于, 前者所增加的动能来源于物体的内能。

5.4 关于光速差的相关计算

在给定的真空空间中, 假设有一个恒定的加速度场 $g_m = 10 \text{ m/s}^2$, A、B两点间隔距离为 1m , A点光速 $c_a = 299792458 \text{ m/s}$, 现在来计算点B处的 c_b 光速, 以及由此引起的时间和空间的变化量。

1. 计算点B处的光速 c_b : 根据加速度和光速差的关系式:

$$g_m = -\frac{dc^2}{ds} = -\frac{\Delta c^2}{\Delta s} = -\frac{c_b^2 - c_a^2}{\Delta s}$$

求得点B处光速 c_b :

$$c_b = \sqrt{c_a^2 - g \cdot \Delta s} = 299,792,457.99999998$$

这表明, 点B处的光速略低于点A处的光速, 差异非常微小。

2. 光速的相对变化量 Δc :

$$\Delta c = c_2 - c_1 = -1.66782 \times 10^{-8} \text{ m/s}$$

这显示出极其微小的光速差异就可导致物体获得 10 m/s^2 的加速度。两点间的距离大到10万公里, 光速才有 1.66782 m/s 的差距。

3. 内能差异和势能差异的关系: 设地球表面引力场产生的重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 1kg 物体距离地面的距离为 1m , 其重力势能为 10J , 由光速差产生的内能差:

$$\Delta E_i = m_0(c_b^2 - c_a^2) = -10\text{J}$$

由此可见，重力场产生的势能差与光速差产生的内能差在量值上相等。

4. 时间和空间的变化量：利用以上设定和计算结果，计算由光速差引起的时间差和空间差，根据公式：

$$k = \frac{\Delta s_b}{\Delta s_a} = \frac{\Delta t_b}{\Delta t_a} = \frac{c_b}{c_a} \quad (2-6)$$

由上式可得：

$$\Delta t_b = \frac{c_b}{c_a} \Delta t_a$$

$$\Delta s_b = \frac{c_b}{c_a} \Delta s_a$$

A、B 两点间空间和时间的变化量为：

$$\Delta t_{ba} = -\Delta t_a \left(1 - \frac{c_b}{c_a} \Delta t_a \right)$$

$$\Delta s_{ba} = -\Delta s_a \left(1 - \frac{c_b}{c_a} \Delta s_a \right)$$

当 $\Delta t_a = 1s, \Delta s_a = 1m$ 时，代入以上公式计算得：

$$\Delta t_{ba} = -0.556 \times 10^{-16} s$$

$$\Delta s_{ba} = -0.556 \times 10^{-16} m$$

当加速度 $g_m = 10 (m/s^2)$ ，且距离为 $1m$ 时，B 点的时钟比 A 点的时钟每秒慢 $0.556 \times 10^{-16} s$ 。且空间距离每米收缩了 $0.556 \times 10^{-16} m$ 。

以上计算结果表明，微小的光速差就能产生可观的加速度，用时光速差还引起了时空的扭曲，这在一定程度上与广义相对论的时空弯曲相契合。

6 结语

本文基于光速相对变化原理的假设，通过一系列严谨的推理和数学推导，得出一个重要结论：光速的相对变化形成了一个非惯性的真空空间，即使物体没有外力作用，也能够自发地进行加速运动。光速在空间中的连续变化，不仅能够产生加速度场 g_m ，还会引起整个时空的相应形变，这构成了真空动力学理论的核心思想。

在宇宙中，如果光速呈现出离得越远光速越慢的分布状态，那么暗能量便是天体向低光速空间自发运动过程中转化出的内能。

真空动力学理论是一个自洽的理论体系，建立在光速相对变化原理的基础上。如果该理论能够通过实验验证，它将不仅具有深远的理论意义，还能为场推进技术的研究提供坚实的理论支持。本文主要探讨了真空动力学理论的物理思想，旨在引起大家的关注与讨论，共同推动该理论的深化与完善，为物理学的发展贡献力量。

通讯作者：李亚克 Email:liyik29@163.com

参考文献：

- [1] Shapiro, I. I. (1964). Fourth Test of General Relativity. *Physical Review Letters*, 13(26), 789–791.
- [2] Shapiro, I. I., et al. (1971). Fourth Test of General Relativity: New Radar Result. *Physical Review Letters*, 26(18), 1132–1135.
- [3] Bertotti, B., Iess, L., & Tortora, P. (2003). A test of general relativity using radio links with the Cassini spacecraft. *Nature*, 425(6956), 374–376.
- [4] Einstein, A. (1936). Lens-Like Action of a Star by the Deviation of Light in the Gravitational Field. *Science*, 84(2188), 506–507.
- [5] Walsh, D., Carswell, R. F., & Weymann, R. J. (1979). 0957+561 A, B: Twin Quasistellar Objects or Gravitational Lens? *Nature*, 279(5712), 381–384.
- [6] Oguri, M., & Marshall, P. J. (2010). Gravitational lensing by galaxy clusters: A comprehensive review. *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 62(4), 1017–1044.
- [7] Magueijo, J., & Barrow, J. D. (2002). Varying Speed of Light Theories. *Physics Reports*, 419(1–3), 1–50.

- [8] Moffat, J. W. (1993). Superluminary Universe: A Possible Solution to the Initial Value Problem in Cosmology. *International Journal of Modern Physics D*, 2(3), 351–366.
- [9] Ellis, G. F. R., & Uzan, J.-P. (2005). c is the speed of light, isn't it? *American Journal of Physics*, 73(3), 240–247.
- [10] Hubble, E. (1929). A Relation between Distance and Radial Velocity among Extra-Galactic Nebulae. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 15(3), 168–173.
- [11] Einstein, A. (1917). Cosmological Considerations in the General Theory of Relativity. *Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften*, 142–152.
- [12] Sandage, A. (1961). The Ability of the 200-Inch Telescope to Discriminate Between Selected World Models. *The Astrophysical Journal*, 133, 355–392.
- [13] Perlmutter, S., et al. (1999). Measurements of Omega and Lambda from 42 High-Redshift Supernovae. *The Astrophysical Journal*, 517(2), 565–586.
- [14] Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics, Vol. II: Mainly Electromagnetism and Matter*. Addison-Wesley.
- [15] Goldstein, H., Poole, C., & Safko, J. (2002). *Classical Mechanics* (3rd Edition). Addison-Wesley.
- [16] Landau, L. D., & Lifshitz, E. M. (1976). *Mechanics* (3rd Edition). Pergamon Press.