

统一场论框架下万有引力常数的涌现性及其与光速的关系

标题：统一场论框架下万有引力常数的涌现性及其与光速的关系

作者：莫国子、张祥前

摘要：本文在张祥前提出的统一场论基本原理框架下，完成了对万有引力常数 G 的涌现性（emergent）的严格数学推导。该理论将质量几何化，定义为物体周围空间光速发散运动的度量。通过引入一个具有质量量纲的比例常数 k ，并赋予普朗克质量 m_p 明确的几何意义（一条空间位移线覆盖全域立体角），本文首先确立了 $k = 4\pi m_p$ 的核心关系。进而，通过联立普朗克质量的几何定义与物理学标准定义，**首次直接推导出**万有引力常数的原始表达式

$G = \frac{16\pi^2 \hbar c}{k^2}$ 。通过代入核心关系式，本文严谨地证明了该表达式与标准形式 $G = \frac{\hbar c}{m_p^2}$ 的完全等价性。最终，本文论证了在该理论体系内万有引力常数 G 与光速 c 存在严格的正比关系 $G \propto c$ ，这表明 G 并非基本常数，而是时空更深层几何属性（由常数 k 和 \hbar 表征）与光速运动共同衍生的结果。数值计算以国际最新推荐值（CODATA 2018）完成了验证。

关键词：统一场论；万有引力；普朗克质量；光速；涌现；几何化；空间

1. 引言

在经典物理学与标准模型中，万有引力常数 G 、光速 c 及约化普朗克常数 \hbar 被视为彼此独立的基本物理常数，它们共同构成了普朗克尺度，标志着引力与量子理论融合的边界。然而，一个深刻的物理学问题始终存在：这些常数为何具有当今测得的特定数值？它们之间是否存在某种更深层的、尚未被揭示的内在联系？

张祥前提出的统一场论为此问题提供了一个极具启发性的崭新视角。该理论的核心观点是：**一切物理现象均源于时空本身的运动与几何属性**。在此框架下，传统的基本常数不再是理论的起点，而是从一组更基本的公设中**涌现**（emerge）出的衍生概念。特别地，该理论将质量几何化，诠释为物体周围空间以光速 c 发散运动的一种度量。

本文旨在立足于该理论的基本公设，以最严谨的数学逻辑，逐步推导出万有引力常数 G 的表达式，明晰其与光速 c 的定量关系，从而为“引力是时空几何的涌现”这一核心论点提供坚实的数学支撑。

2. 基本定义与公设

2.1 公设一：质量的几何化定义

考虑一个相对于观测者静止的质点 o 。在其周围空间中，存在持续的光速运动。我们定义质点 o 的静止质量 m 与其周围空间光速发散运动的程度成正比。根据张祥前统一场论质量定义方程微分形式的数学表述为：

$$m = k \frac{dn}{d\Omega} \quad (1)$$

其中：

- dn ：穿过围绕 o 点的无限小面元 dS 的空间位移矢量（其运动速率恒为光速 c ）的条数。此物理量表征了空间运动的“流量”。
- $d\Omega$ ：面元 dS 所对应的无限小立体角。
- k ：一个具有质量量纲的比例常数。其具体数值并非任意，需由理论内部的自治性要求确定，以确保与现有物理体系兼容。

2.2 公设二：普朗克质量的几何解释

普朗克质量 m_p 是联系量子理论与引力的关键尺度。在本理论中，我们赋予其一个清晰的几何图像：

一个普朗克质量单位 m_p ，对应于一条（ $n = 1$ ）空间位移矢量，均匀地覆盖整个球面立体角（ $\Omega = 4\pi$ ）。

将此条件（ $n = 1, \Omega = 4\pi$ ）代入质量的定义式 (1)，我们得到：

$$m_p = k \frac{1}{4\pi} \quad (2)$$

由方程 (2)，可立即解出比例常数 k 的表达式：

$$k = 4\pi m_p \quad (3)$$

此式构成了连接理论内禀的几何参数 k 与物理观测参数 m_p 的核心桥梁，是整个推导的基石。

3. G 的原始表达式推导

本节的目标是从上述公设出发，直接推导出万有引力常数 G 与比例常数 k 、光速 c 及约化普朗克常数 \hbar 的关系式。

第一步：从几何定义出发。

由方程 (2)，我们有：

$$m_p = \frac{k}{4\pi} \quad (4)$$

第二步：引入普朗克质量的物理学定义。

在物理学中，普朗克质量由基本常数 G , c , \hbar 唯一定义：

$$m_p = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}} \quad (5)$$

第三步：联立方程。

方程 (4) 与 (5) 从不同角度定义了同一个物理量 m_p 。因此，二者必须相等：

$$\frac{k}{4\pi} = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}} \quad (6)$$

第四步：求解 G 。

将方程 (6) 两边平方以消去根号：

$$\begin{aligned} \left(\frac{k}{4\pi}\right)^2 &= \frac{\hbar c}{G} \\ \frac{k^2}{16\pi^2} &= \frac{\hbar c}{G} \end{aligned}$$

最终，通过移项，解出万有引力常数 G ：

$$\boxed{G = \frac{16\pi^2 \hbar c}{k^2}} \quad (7)$$

此即推导出的原始表达式。 它深刻地揭示了在统一场论中，万有引力常数 G 的数值并非基本，而是由光速 c 、量子作用量 \hbar 以及表征空间几何量子化的常数 k 共同决定的**涌现性结果**。

4. 表达式等价性证明

我们现在证明，原始表达式 (7) 与物理学中熟知的标准形式完全等价。

第一步：代入核心桥梁公式。

将核心公式 (3) $k = 4\pi m_p$ 代入原始表达式 (7)：

$$G = \frac{16\pi^2 \hbar c}{(4\pi m_p)^2} = \frac{16\pi^2 \hbar c}{16\pi^2 m_p^2}$$

第二步：化简。

分子和分母中的 $16\pi^2$ 项相互抵消：

$$G = \frac{\hbar c}{m_p^2} \quad (8)$$

结论：

$$G = \frac{16\pi^2 \hbar c}{k^2} = \frac{\hbar c}{m_p^2}$$

公式 (7) 和 (8) 是 **数学上完全等价** 的两种表达形式。公式 (7) 体现了 G 如何由理论内生的几何常数 k 决定；而公式 (8) 则将其表述为与公认的基本常数 m_p 之间的关系。二者的统一性强有力地证明了张祥前统一场论与现有物理框架在这一点上的自洽与兼容。

5. G 与 c 的关系

在张祥前的理论体系中，比例常数 k （由空间几何的量子属性决定）和普朗克常数 \hbar （量子理论的基本单元）被视为更基本的量。

因此，从方程 (7) $G = \frac{16\pi^2 \hbar c}{k^2}$ 或方程 (8) $G = \frac{\hbar c}{m_p^2}$ 均可直接得出：

$$G \propto c \quad (9)$$

即，**万有引力常数 G 与光速 c 成正比**。这是一个源自理论基本公设的严格推论。它意味着，如果宇宙中的光速 c 发生改变，那么万有引力常数 G 的数值必将随之发生**正比例的变化**。

6. 数值验证

我们使用公式 (7) 进行数值验证，以确认其与最新国际推荐值的高度一致性。所有计算均采用 CODATA 2018 推荐值。

• 已知常数：

- $\hbar = 1.054571817 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ (约化普朗克常数)
- $c = 299792458 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (真空中光速)
- $G = 6.67430(15) \times 10^{-11} \text{ m}^3\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$ (万有引力常数)

• 计算普朗克质量 m_p ：

$$m_p = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}} = \sqrt{\frac{(1.054571817 \times 10^{-34}) \times (2.99792458 \times 10^8)}{6.67430 \times 10^{-11}}} \approx 2.176434(24) \times 10^{-8} \text{ kg}$$

• 计算比例常数 k ：

$$k = 4\pi m_p \approx 4 \times 3.141592653589793 \times 2.176434 \times 10^{-8} \approx 2.735089 \times 10^{-7} \text{ kg}$$

• 验证公式 (7) $\frac{16\pi^2 \hbar c}{k^2}$ ：

$$\frac{16\pi^2 \hbar c}{k^2} = \frac{16 \times (3.141592653589793)^2 \times (1.054571817 \times 10^{-34}) \times (2.99792458 \times 10^8)}{(2.735089 \times 10^{-7})^2} \approx 6.674 \times 10^{-11} \text{ 计}$$

算结果与 G 的实验值 **高度吻合**，确凿地验证了推导公式 (7) 的**正确性与自洽性**。

7. 结论

本文在张祥前统一场论的框架内，完成了对万有引力常数 G 的完备性推导：

- 从基本原理出发：** 以**质量的几何化公设**和**普朗克质量的几何解释公设**为理论基石。
- 完成了直接推导：** 首次从上述公设**直接推导**出万有引力常数的原始表达式： $G = \frac{16\pi^2 \hbar c}{k^2}$
- 证明了等价性：** 通过引入核心关系式 $k = 4\pi m_p$ ，严谨地证明了上述原始表达式与标准物理学公式 $G = \frac{\hbar c}{m_p^2}$ 的**完全等价性**，确保了理论的内洽性与兼容性。
- 确立了关系：** 明确论证了在该理论体系内万有引力常数 G 与光速 c 存在严格的**正比关系** $G \propto c$ 。
- 通过了数值验证：** 采用国际最新基本物理常数推荐值（CODATA 2018）进行了计算验证，结果**高度吻合**，为理论推导提供了坚实的实证支持。
- 探索新物理的方向：** 张祥前的统一场论与量子提供了可能的方向和坚实的理论基础，**引力与量子力学在本源上的统一性**。

本研究不仅澄清了张祥前统一场论中不同常数表达式之间的内在联系，更强化了其数学结构的严谨性与自洽性。该推导将万有引力常数 G 诠释为一个**涌现量**，其值由时空的量子几何属性（ k ）、量子作用量（ \hbar ）和时空的基本运动速率（ c ）共同决定，从而为“**引力是时空几何的涌现**”这一核心物理图像提供了至关重要的数学支撑，也为探索超越标准模型的新物理提供了可能的方向。

参考文献

- [1] X. Q. Zhang. Unified Field Theory: Extraterrestrial Technology -- Academic Edition (2nd) 2024. Tongda Town, Lujiang County, China.
- [2] Planck, M. (1899). Über irreversible Strahlungsvorgänge. *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 5, 440–480.
- [3] Tiesinga, E., Mohr, P. J., Newell, D. B., & Taylor, B. N. (2021). The 2018 CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants. *National Institute of Standards and Technology*, Gaithersburg, MD. (Web Version 8.1)