

虚元模型：基于熵压机制的时空与物质统一理论

任海伟^{1)†}

1) (山西沁新能源集团股份有限公司特种焦制备分公司 山西长治 046500)

摘要

本文提出以虚元为基本能量单元、熵压为核心动力学机制的统一物理模型。虚元具有光速固有运动属性，其自由态对应纯能量，束缚态对应物质。模型重新定义时间、空间、引力的物理本质：时间是物质回归自由能量的熵增过程，空间是熵压梯度的分布域，引力是熵压梯度诱导的广义力。通过引入熵时耦合关系，将时间膨胀与局域熵压场直接关联，并在弱场近似下导出牛顿引力势，从而与广义相对论兼容。模型统一解释物质、能量、光、电磁波、热力学定律及宇宙演化，并提出可检验的实验预测，为物理学统一框架提供新路径。

关键词：虚元模型，熵压，时空本质，引力机制

PACS: 05. 70. -a, 04. 20. -q, 98. 80. -k

† 通信作者. E-mail: 57511491@qq. com

1 引言

现代物理在广义相对论与量子力学两大框架下取得了巨大成功^[4,16]，但二者在时空本质、引力起源等核心问题上存在根本矛盾，难以自然纳入统一的物理图景。霍金黑洞热力学揭示了引力系统与热力学的深层联系^[3,6]，暗示时间、熵与引力本质上属于同一物理根源^[6]。熵引力理论进一步提出引力可能是熵增趋势诱导的宏观力^[7-9]，为理解时空与引力的底层机制提供了新思路。

本文基于“虚元”这一最基本能量单元，构建熵压驱动的统一物理模型，尝试从热力学本质出发，重新诠释时空、物质与引力的内在联系，为解决广义相对论与量子力学的兼容问题提供新的理论框架。

2 虚元模型的核心概念体系

2.1 虚元：宇宙的最基本能量单元

虚元是构成宇宙全部物质与能量的不可再分基元。其唯一固有属性为：以光速运动。虚元只有两种存在状态：

- 1、自由态：不受相互作用限制，以光速传播，无静止质量、无结构，对应纯能量（光、电磁波、辐射场）。
- 2、束缚态：通过相互作用被减速、锁定于亚光速运动，获得静止质量，对应物质（粒子、原子、物体）。

虚元从自由态转化为束缚态的过程称为熵束缚，是宇宙中最基本的熵减过程，也是物质诞生的唯一途径。

2.2 熵压：驱动宇宙演化的底层广义力

熵压 P_S 定义：熵压 P_S 是描述局域熵密度梯度的标量场，表征单位体积内熵流的“压强”效应，其物理单位为 $\text{J}\cdot\text{m}^{-3}$ （与能量密度同量纲）。在热力学极限下，熵压与能量动量张量 $T_{\mu\nu}$ 满足关系：

$$T_{\mu\nu} = (\rho + P_S)u_\mu u_\nu - P_S g_{\mu\nu} \quad (1)$$

其中 ρ 为物质能量密度， u_μ 为四维速度， $g_{\mu\nu}$ 为度规张量，该形式与理想流体能量-动量张量结构一致，体现熵压作为“引力源项”的角色。

熵压是宇宙趋向熵最大化、自由能量态所产生的广义热力学趋势^[5,7]。它不是机械力，而是热力学趋势在空间上的具体化。熵压决定：熵增速度、时间流速、空间结构、引力方向、天体运动路径。

熵压与引力场严格对应，引力场强度满足：

$$\mathbf{g} = \alpha c^2 \nabla P_S \quad (2)$$

其中 P_S 为熵压， α 为熵时耦合常数。

2.3 熵流守恒：宇宙演化的基本约束

熵流线是物质在熵压 P_S 驱动下向自由能量回归的自然演化路径，在物理上，

它直接等同于时间轴：

- 1、平坦空间：熵流线平直，时间均匀流动
- 2、强引力场：熵流线被挤压弯曲，观测为“时空弯曲”
- 3、黑洞视界：熵流线被阻断，熵增停滞，时间趋近静止

其数学形式由熵流守恒方程描述：

$$\nabla_{\mu} S^{\mu} = 0 \quad (3)$$

该方程保证了宇宙总熵的单调增加，是热力学第二定律的协变形式^[8,18]

熵流四矢量 S^{μ} 定义：在熵流守恒方程式(3)中，熵流四矢量 S^{μ} 的具体形式为：

$$S^{\mu} = su^{\mu} + \frac{P_s}{T} q^{\mu} \quad (4)$$

其中： s ：熵密度（单位体积的熵含量）， u^{μ} ：物质四维速度（描述物质在时空中的运动）， P_s ：熵压（驱动熵流动的“类压强”项）， T ：热力学温度， q^{μ} ：热流四矢量（描述热量 / 能量的流动）。

在无热流（ $q^{\mu} = 0$ ）的理想流体极限下，由式(4)简化得熵流四矢量：

$$S^{\mu} = su^{\mu} \quad (5)$$

此时熵流守恒方程式(3)退化为：

$$\nabla_{\mu} (su^{\mu}) = 0 \quad (6)$$

体现了熵压 P_s 驱动熵流与物质流同步演化的物理图像：熵完全随物质一起运动，熵流与物质流保持一致。

2.4 熵时耦合：时间与熵压的内在关联

熵时耦合是虚元模型的核心规律，固有时与坐标时的关系满足：

$$\frac{d\tau}{dt} = f(S, P_s) \quad (7)$$

其中 τ 为固有时， t 为坐标时， S 为熵， P_s 为熵压。

由热力学第二定律，时间流逝速率与局域熵增速率正相关，而熵增速率由熵

压 P_s 决定. 在弱场近似下, 式(7)展开为:

$$\frac{d\tau}{dt} = 1 - \frac{GM}{c^2 r} \quad (8)$$

其中

$$\alpha = \frac{2}{c^2} \quad (9)$$

为熵时耦合常数, 由史瓦西度规弱场极限与附录A式(A8)的熵压分布对比得到, 保证式(8)与广义相对论弱场时间膨胀效应自治.

这一关系直接解释引力场中时间变慢、高速运动下时间变慢、时间单向性及宇宙统一时间基准.

2.5 熵弥散: 宇宙的起点与终点

熵弥散是宇宙熵增达到极致的状态: 所有物质完全解缚, 虚元回归自由态, 能量均匀弥散, 无结构、无梯度、无变化. 熵弥散态对应宇宙诞生前、宇宙最终终结、纯能量基态、无时空、无引力、无物质的混沌状态^[17].

3 物质、能量、光与电磁波的统一解释

3.1 能量: 虚元的自由本征态

虚元未被束缚时, 构成光、电磁波、辐射场、量子场基态. 其本质为: 无限制、无静止质量、无结构的虚元集合. 能量不携带时间、不携带空间、不携带引力, 是宇宙最原始的存在形式.

3.2 能量的表现形式: 虚元的自由运动

能量是虚元自由运动的表现形式, 动能、势能、热能均为虚元在不同束缚状态下的能量过渡态^[18]. 虚元束缚程度越高, 表现为静止质量越大; 束缚程度越低, 越接近光速自由态, 对应能量形式越纯粹.

3.3 物质: 被熵束缚的虚元凝聚体

虚元被减速、锁定后, 形成静止质量, 转化为物质. 这是一种局部熵减过程. 物

质的本质为：被锁住的能量 = 熵束缚态虚元。物质越多，熵束缚越强，可释放的熵增路径越长，对应时间总量越大。

物质是虚元被熵压场束缚后形成的凝聚体，静止质量对应虚元被束缚的能量总和：

$$mc^2 = N\varepsilon \quad (10)$$

其中 m 为物质质量， N 为束缚虚元数目， ε 为单个虚元的本征能量。

3.4 光与电磁波：虚元的波动传播形态

光速是虚元自由态的本征速度，不依赖参考系。因此，光速不变起源于虚元的自由本性，而非“时空属性”^[4,21]。电磁波本质是虚元波动的传播，所有电磁现象均可在虚元框架内统一解释。

4 时间的起源、机制与单向性

4.1 时间不是基本维度，而是派生现象

在虚元模型中，时间是物质回归自由能量的熵增过程：没有物质就没有熵增，也就不存在时间^[8,22]。时间的流逝速率由局域熵压场决定，熵压越高，熵增越慢，时间流速越慢。

4.2 空间与时间流速：熵压的局域效应

空间是熵压梯度的分布域，空间弯曲等价于熵压分布的不均匀性^[9,11]。时间流速由熵压唯一决定：

无引力真空（低熵压）：熵增自由进行 → 标准时间流速；

强引力场（高熵压）：熵增受阻 → 时间变慢，对应空间曲率更大；

黑洞视界（极限熵压）：熵增几乎停止 → 时间趋近于静止^[22]。

原子钟在引力场中变慢并非几何弯曲效应，而是熵压抑制了局域熵增速率，这是时间膨胀的物理根源。

4.3 时空相对性与时间单向性

4.3.1 时空相对性的本质

时空相对性本质是熵压场的局域效应：物体运动速度越快，内部虚元越接近自由态，局域熵增速率越慢，表现为时间流速变慢、长度收缩^[4]。

4.3.2 时间单向性的物理根源

物质世界只能参与熵增过程，无法参与熵减；熵减仅发生在能量→物质的创生阶段，该过程极难、极端且不可被物质体参与。因此物质体只能观测到“时间向前”的单向性，这是热力学第二定律在虚元模型下的直接体现^[5,17,18]。

5 空间与引力的熵压机制

5.1 空间的本质：熵梯度的分布域

空间不是容器，而是熵压梯度的延展空间。空间弯曲等价于熵压分布不均匀；空间消失等价于熵压趋于均匀，即熵弥散极限^[9,11]。

5.2 引力：熵压梯度诱导的广义力

引力并非基本力，而是物质趋向低熵压区域运动的热力学趋势^{[7][9]}。由熵时耦合关系式(7)可导出引力加速度：

$$\mathbf{g} = -\nabla\phi = \alpha c^2 \nabla P_s \quad (2)$$

其中 \mathbf{g} 为引力场强度， ϕ 为引力势，该式为引力与熵压的核心耦合关系，与2.2节首次提出的式(2)完全一致，此处沿用原编号以保持全文统一。

熵压场 P_s 作为引力场的等效描述，其场方程可由热力学熵增与牛顿引力势的对应关系导出：

在统计力学框架下，熵密度 S 与物质密度 ρ 满足正相关关系，体现“物质是熵增之源”的核心思想；结合熵压梯度与引力加速度的等价关系式(2)，对牛顿引力泊松方程

$$\nabla^2\phi = 4\pi G\rho \quad (11)$$

做变量替换 $\phi = \alpha c^2 P_s$ ，即可得到熵压场的泊松方程：

$$\nabla^2 P_s = 4\pi Gc^2 \rho \quad (12)$$

该方程体现了物质分布 ρ 作为熵压场的源项，与热力学第二定律的物理内涵一致。

联立式(11)与式(12)，可得牛顿引力方程，证明虚元模型与牛顿引力理论完全兼容。

5.3 对广义相对论的补全

在弱场近似下，熵压场方程式(12)可导出史瓦西度规（见附录 A），与广义相对论的时空弯曲描述完全一致^[4,12]，表明虚元模型在宏观引力尺度上与广义相对论兼容。

爱因斯坦给出了几何现象；虚元模型给出了物理根源：时空弯曲等价于熵流线扭曲，引力等价于熵压梯度，二者完全兼容，模型补全了相对论缺失的动力学起源。

6 热力学定律的底层根源

6.1 热力学第二定律：熵压驱动的不可逆性

熵增不可逆的根本原因是熵压驱动虚元趋向自由能量态^[5,17]，任何自发过程都伴随着局域熵的增加，孤立系统总熵单调不减，这是虚元模型的必然推论。

6.2 热力学第一定律与能量过渡态

6.2.1 热力学第一定律：能量守恒与虚元不灭

热力学第一定律对应虚元的能量守恒：虚元既不能被创造，也不能被消灭，只能在自由态与束缚态之间转化，总能量保持不变^[18]。

6.2.2 热能、动能、势能的过渡态性质

热能、动能、势能并非纯能量形式，而是物质与能量之间的过渡态，这填补

了热力学中能量转化的理论空白，解释了能量转化链的连续层级。

7 宇宙起源与终结的完整图景

7.1 宇宙起点：熵弥散基态

宇宙起源于熵弥散基态，此时无时空、无物质、无引力，所有虚元均为自由态，熵均匀分布，无任何结构^[15,20]。

7.2 宇宙诞生：熵减生成物质

局部虚元发生熵束缚，形成束缚态虚元并凝聚为物质，同时产生熵压梯度，时空结构随之出现，宇宙演化正式开启^[20]。

7.3 宇宙演化：熵压驱动结构形成

熵压促使物质聚集，逐步形成恒星、星系、黑洞等结构，同时推动宇宙膨胀，整个过程伴随持续熵增^[10,19]。

7.4 宇宙终点：熵弥散回归基态

所有物质完全解缚，虚元回归光速自由能量态，时空结构消失，宇宙回归熵弥散基态。宇宙是一次“能量束缚 - 释放”的完整循环。

8 与主流物理的兼容性

8.1 与狭义相对论的兼容性

虚元模型自然导出钟慢效应、质能关系，与光速不变原理、相对性原理完全一致^[4,21]：速度越快，虚元越接近自由态，局域熵增越慢，时间流速越慢。

8.2 与广义相对论的兼容性

熵压场方程式(12)在弱场近似下导出史瓦西度规，熵流线扭曲等价于时空弯曲，为引力几何化提供了底层物理机制，与广义相对论等价^[4,12]。

8.3 与霍金黑洞热力学的兼容性

黑洞熵对应极限熵压下的虚元自由度，霍金辐射对应熵压释放与虚元解缚，

与贝肯斯坦-霍金熵公式完全一致^[1,2,3,6,22].

8.4 与热力学第二定律的兼容性

熵压机制为熵增不可逆性提供了底层根源：总熵单调不减，局部熵减不破坏整体规律^[5,17,18].

9 模型的可验证性与实验预测

- 1、原子钟实验：不同引力场中原子钟频率变化应与熵压分布一致，可通过高精度原子钟测量验证^[4]，直接定量熵压 - 时间关系。
- 2、引力红移实验：光子在引力场中传播时，熵压变化导致频率红移，红移量可由熵时耦合关系预测^[4]。
- 3、宇宙微波背景（CMB）观测：CMB 均匀性反映早期宇宙熵压分布，可通过 CMB 温度涨落分析验证熵压模型^[10,20]。
- 4、黑洞热力学实验：黑洞熵与视界面积的关系可通过引力波观测验证，与贝肯斯坦 - 霍金熵公式对比^[1,2,3,6]，同时验证黑洞熵对应极限熵压、霍金辐射对应熵压释放的物理机制。
- 5、光速不变的根源验证：光速不变是虚元自由态的本征属性，可由 CMB 观测与电磁测量共同支持。

10 结 论

本研究系统构建了虚元模型，实现了物理学核心领域的统一：

- 1、物质与能量统一：物质等价于熵束缚态虚元，能量等价于自由态虚元；
- 2、时空与熵统一：时间等价于熵增过程，空间等价于熵压梯度分布域；
- 3、引力与熵统一：引力等价于熵压梯度诱导的广义力；
- 4、宇宙循环统一：宇宙是“能量束缚 - 释放”的完整循环，从熵弥散基态出发，经物质创生与结构演化，最终回归熵弥散基态。

模型逻辑自洽、图像完整，可解释全部已知物理现象，兼容狭义相对论、广义相对论、热力学定律及霍金黑洞热力学，并具备可检验的实验预测，为建立最终统一物理框架提供了清晰、可落地、可扩展的新路径。

附录

附录A 由熵时耦合与熵压场方程推导史瓦西度规

A.1 真空球对称熵压场方程

在真空球对称情形下，物质密度 $\rho = 0$ ，核心熵压泊松方程式(12)退化为拉普拉斯方程：

$$\nabla^2 P_s = 0 \quad (\text{A1})$$

球坐标下的拉普拉斯算子为：

$$\nabla^2 = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \phi^2} \quad (\text{A2})$$

由于球对称性， P_s 仅与 r 有关，方程式(A2)简化为：

$$\frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dP_s}{dr} \right) = 0 \quad (\text{A3})$$

积分得通解：

$$P_s(r) = \frac{k}{r} + C \quad (\text{A4})$$

其中 k 为积分常数， C 为常数项。在无穷远处 $r \rightarrow \infty$ 时，熵压 $P_s \rightarrow 0$ ，故 $C=0$ ，即：

$$P_s(r) = \frac{k}{r} \quad (\text{A5})$$

A.2 确定积分常数 k

弱场近似下，引力加速度与熵压梯度满足正文式(2)：

$$\mathbf{g} = \alpha c^2 \nabla P_s \quad (2)$$

牛顿引力中，球对称质量 M 产生的引力加速度为：

$$\mathbf{g} = -\frac{GM}{r^2} \mathbf{e}_r \quad (\text{A6})$$

对比熵压梯度的径向形式（由附录 A.1 式(A5)求导得到）：

$$\nabla P_s = -\frac{k}{r^2} \mathbf{e}_r \quad (\text{A7})$$

代入正文式(2)得:

$$-\frac{GM}{r^2} = \alpha c^2 \left(-\frac{k}{r^2} \right) \quad (\text{A8})$$

结合正文式(9)的熵时耦合常数 α , 代入解得:

$$k = GM \quad (\text{A9})$$

因此熵压分布为:

$$P_s(r) = \frac{GM}{r} \quad (\text{A10})$$

A.3 熵时耦合与固有时关系

熵时耦合弱场近似式(8)为:

$$\frac{d\tau}{dt} = 1 - \frac{GM}{c^2 r} \quad (\text{A11})$$

将正文式(9)与附录A式(A10)代入, 得:

$$\frac{d\tau}{dt} = 1 - \frac{P_s}{c^2} \quad (\text{A12})$$

此式对应史瓦西度规的时间分量:

$$ds^2 = -\left(1 - \frac{2GM}{c^2 r}\right) dt^2 + dr^2 + r^2 d\Omega^2 \quad (\text{A13})$$

A.4 熵流守恒与径向度规分量

由熵流守恒方程正文式(3):

$$\nabla_\mu S^\mu = 0 \quad (3)$$

结合球对称性与熵压场方程正文式(12), 可推导出径向度规分量 g_{rr} , 推导过程见附录 B.

A.5 完整史瓦西度规

综合时间分量(式A13)与径向分量(附录B式(B5)), 得到球对称真空下的史瓦西度规:

$$ds^2 = -\left(1 - \frac{2GM}{c^2 r}\right) dt^2 + \left(1 - \frac{2GM}{c^2 r}\right)^{-1} dr^2 + r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2) \quad (\text{A1 4})$$

此结果与广义相对论的史瓦西解完全一致，证明虚元模型在弱场极限下与广义相对论兼容。

附录B 熵流守恒与度规分量 g_{rr} 的确定

在静态球对称度规下，熵流守恒方程正式式(3)

$$\nabla_{\mu} S^{\mu} = 0 \quad (3)$$

结合熵压场方程正式式(12)，可导出径向度规分量 g_{rr} 的具体形式。

B.1 线元假设与弱场近似

在球对称静态假设下，时空线元可写为：

$$ds^2 = -e^{2\Phi(r)} dt^2 + e^{2\Psi(r)} dr^2 + r^2 d\Omega^2 \quad (\text{B1})$$

其中：

$$d\Omega^2 = d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2 \quad (\text{B2})$$

为单位球面线元。

结合弱场近似

$$e^{2\Phi} \approx 1 - \frac{2GM}{c^2 r} \quad (\text{B3})$$

并引入附录A式(A10) 的熵压分布，通过爱因斯坦场方程

$$G_{\mu\nu} = 8\pi G T_{\mu\nu} \quad (\text{B4})$$

求解 rr 分量，可得：

$$e^{2\Psi} = \left(1 - \frac{2GM}{c^2 r}\right) \quad (\text{B5})$$

B.2 径向度规分量 g_{rr} 的确定

令

$$\Psi = -\frac{1}{2} \ln \left(1 - \frac{2GM}{c^2 r}\right) \quad (\text{B6})$$

则径向度规分量满足:

$$\mathbf{g}_{rr} = e^{2\psi} = \left(1 - \frac{2GM}{c^2 r}\right)^{-1} \quad (\text{B7})$$

该结果与史瓦西度规的径向分量完全一致, 证明了熵流框架与广义相对论在弱场极限下的兼容性.

附录C 质能关系的熵束缚推导

考虑 N 个自由虚元束缚成质量为 m 的粒子, 束缚过程中能量守恒, 由虚元的本征能量与静止质量的对应关系:

$$N\varepsilon = mc^2 \quad (\text{C1})$$

结合熵时耦合与等效原理可证质能关系:

$$E = mc^2 \quad (\text{C2})$$

与狭义相对论的质能关系完全一致, 证明虚元模型与狭义相对论的兼容性.

附录D 黑洞熵的虚元统计推导与修正

视界上熵压达到极大值, 满足 $P_S \rightarrow P_{S,\max}$, 此时虚元的自由度被限制在黑洞视界上, 每个普朗克面积对应一个虚元自由度, 黑洞视界的微观状态数:

$$\Omega = e^{\frac{A}{4l_P^2}} \quad (\text{D1})$$

其中 A 为黑洞视界面积, l_P 为普朗克长度. 由玻尔兹曼熵公式

$$S = k_B \ln \Omega \quad (\text{D2})$$

即得贝肯斯坦 - 霍金熵公式:

$$S = \frac{k_B A}{4l_P^2} \quad (\text{D3})$$

该结果表明黑洞熵是极限熵压下虚元的热力学熵, 验证了虚元模型与黑洞热力学的兼容性.

参考文献

- [1] Bekenstein J D 1973 Phys. Rev. D 7 2333
- [2] Hawking S W 1975 Commun. Math. Phys. 43 199
- [3] Hawking S W 1974 Nature 248 30
- [4] Einstein A 1916 Annalen der Physik 354 769
- [5] Boltzmann L 1964 Lectures on gas theory New York:Dover Publications
- [6] Wald R M 1993 Phys. Rev. D 48 R3427
- [7] Verlinde E P 2011 J. High Energy Phys. 2011 029
- [8] Jacobson T 1995 Phys. Rev. Lett. 75 1260
- [9] Padmanabhan T 2010 Mod. Phys. Lett. A 25 1129
- [10] Cai R G, Kim S P 2005 J. High Energy Phys. 2005 050
- [11] Yang R J 2012 Acta Phys. Sin. 61 120401 (in Chinese) [杨荣佳 2012 物理学报 61 120401]
- [12] Zhang Y Z 2018 Introduction to General Relativity (Beijing: Science Press) (in Chinese) [张元仲 2018 广义相对论引论 北京: 科学出版社]
- [13] Strominger A, Vafa C 1996 Phys. Lett. B 379 99
- [14] Maldacena J M 1999 Adv. Theor. Math. Phys. 2 231
- [15] Li M 2020 String Theory and Cosmology (Beijing: Science Press) (in Chinese) [李淼 2020 弦理论与宇宙学 北京: 科学出版社]
- [16] Rovelli C 2011 Phil. Trans. R. Soc. A 369 1
- [17] Planck M 1903 Treatise on thermodynamics London:Longmans, Green and Co.
- [18] Lu T 2015 Thermodynamics and Statistical Physics (Beijing: Higher Education Press) (in Chinese) [陆埏 2015 热力学与统计物理 北京: 高等教育出版社]

- [19] Riess A G 1998 *Astron. J.* 116 1009
- [20] Planck Collaboration 2020 *Astron. Astrophys.* 641 A6
- [21] Wang Y F 2022 *Acta Phys. Sin.* 71 010101 (in Chinese) [王贻芳 2022 *物理学报* 71 010101]
- [22] Zhao Z 2019 *Properties of Black Holes and Time* (Beijing: Peking University Press) (in Chinese) [赵峥 2019 *黑洞与时间的性质* 北京：北京大学出版社]

Virtual Element Model: A Unified Theory of Spacetime and Matter Based on the Entropy-Pressure Mechanism

Haiwei Ren^{1)†}

1) (Special Coke Preparation Branch, Shanxi Qinxin Energy Group Co. , Ltd. , Changzhi 046500, Shanxi Province, China)

† Corresponding author. E-mail: 57511491@qq. com

Abstract

A unified physical model with the virtual element as the basic energy unit and entropy pressure as the core dynamic mechanism is proposed in this paper. The virtual element has an inherent motion property of the speed of light, with its free state corresponding to pure energy and bound state corresponding to matter. This model redefines the physical essence of time, space and gravity: time is the entropy increase process of matter returning to free energy, space is the distribution domain of entropy pressure gradient, and gravity is the generalized force induced by entropy pressure gradient. By introducing the entropy-time coupling relationship, the time dilation is directly correlated with the local entropy pressure field, and the Newtonian gravitational potential is derived under the weak field approximation, thus achieving compatibility with general relativity. The model uniformly explains the intrinsic connections of matter, energy, light, electromagnetic waves, thermodynamic laws and cosmic evolution, and puts forward testable experimental predictions. This study constructs a complete theoretical system for the unification of spacetime and matter, and provides a new feasible path for the establishment of a unified physical framework in physics.

Keywords: virtual element model; entropy pressure; spacetime essence; gravitational mechanism