

V131 统一因果场 — 宇宙学应用 终稿

基于路线 B 四方程 (00_终稿_路线B.md) 的天体物理推论。完整推导见 04_宇宙学应用.md ; 数值引擎: engine/v131_cosmos.py、v131_torsion_core.py、v131_wz.py、v131_halo_core.py。标注: 【成熟】 = 已发表主流/半主流物理, V131 继承; 【V131】 = 本框架特有诠释或预言; 【推测】 = 定性叙事, 未定量闭合。数据基准: Sgr A* (GRAVITY 2019)、阴影 (EHT 2022)、 Λ (Planck 2018)、 $w_0 w_a$ (DESI DR2 2025)。

〇、核心发现与预言 (校准摘要)

本节遵循框架自身的校准原则: 自报置信 = 实测命中率。"标定"与"预言"严格分开, 已知张力先说为敬。

发现 (理论与现有观测的对齐)

- 黑洞奇点的终结【成熟+V131】**: 黑洞中心不是无限发散的奇点, 而是自旋-挠率排斥托住的**挠率核洞**——银心 Sgr A* 约 **47 nm** (中子承载基准); 外部时空退回 GR, 阴影角直径算得 $52.1 \mu\text{as}$, 对 EHT 实测 $51.8 \pm 2.3 \mu\text{as}$ (1σ 内吻合)。注: 无奇点挠率反弹本身是爱因斯坦-嘉当文献的成熟结果; V131 的贡献是 9 维信息几何嵌入、传播挠率 ξ 因子与具体天体数值。
- 一场两谜【V131】**: 暗能量与暗物质是同一个 S01 场的两面——**暗能量 = 其位势** (因果固定残差), **暗物质 = 其梯度** (梯度晕)。
- 暗能量的重新诠释与标定【V131】**: 宇宙学常数被重释为尚未完成的因果固定残差, 由 Planck 2018 数据**标定**特征能标 2.25 meV ——这是标定而非预言; 真正的预言在 $w(z)$ 轨迹与幻影死线 (见下)。
- Donato 普适律的结构定理化【V131】**: 核心柱密度 $\Sigma_0 = a_*/16\pi G$ 中 v_{flat} 与 r_c 精确相消——**普适性 (与星系一切性质无关) 是零参数定理**; 绝对数值经单个 $O(1)$ 系数 $\zeta = 1.5$ 标定后命中实测中心值 $141_{-52}^{+82} M_\odot/\text{pc}^2$ 。
- 核-尖峰问题消解【V131】**: 固定闸门阈值自然给出**星系有平坦核、星系团趋近 NFW 尖峰**的双态分布——恰合观测现状, 正面回应 CDM 的小尺度困难。

预言 (可证伪, 面向未来数据)

- 传播挠率硬边界**: $\alpha < 10^{-6} \text{ m}^2$ (全部已知黑洞反弹须亚普朗克)。
- thawing 轨迹 + 幻影死线**: $w(z)$ 高红移冻结于 -1 、晚期解冻偏离, 且 $w \geq -1$ 恒成立——DESI DR3+ 若坐实幻影穿越 ($w < -1$), 暗能量扇区即死。
- 宇宙终局倒计时** (DESI 最佳匹配标定 $\psi_i = 1.0 M_{pl}$ 下): 宇宙已完成 **38%** 因果固定; 约 **160 亿** 年后暗能量耗尽、膨胀转折, 触发全宇宙波函数的最后一次坍缩。
- 星系动力学刚性关系**: $r_c \propto v_{\text{flat}}^2$ (log-log 斜率恰为 2) 且 Σ_0 对一切星系绝对同值——SPARC 级样本可直接判决。

已知张力 (先说为敬): 太阳圈暗物质密度偏 +23%; DESI 中心值含幻影穿越、thawing 原则上到不了; a_* 与 MOND a_0 相差 8 倍 (同源性待解释)。

一、总纲：四方程各管一个宇宙之谜

方程	结构	宇宙谜题	状态
(2b') 挠率方程	高密度自旋-挠率排斥	奇点问题 → 银心核洞	已数值化
(1') $\lambda(\Psi_{S01} - \Phi_{fixed})$	未固定因果残差	暗能量 / $w(z)$	已数值化
(2a') $\beta \Theta_{\mu\nu}^{[S01]}$	S01 梯度晕应力	暗物质 / 旋转曲线 / 核-尖峰	已数值化
(3') 信息相变 + $h(\tau)$	挠率轴性偏置	正反物质不对称	推测
(4') 挠率和乐	信息几何化存储	黑洞信息佯谬	叙事闭合
(2b') 反弹宇宙学	坍缩→反弹	大爆炸起点 / 初始低熵	推测

核心杠杆: V131 (2b') 是爱因斯坦-嘉当 (EC) 型挠率方程——费米子自旋密度源生挠率, 产生 $\propto n^2$ 的排斥性有效能量密度: 低密度下不可见 (GR 全部检验通过), 坍缩核心处必然反超引力。该线索有五十年主流积累 (Hehl-von der Heyde-Kerlick 1974; Trautman; Popławski 2010-2016); V131 将其接入 9 维信息几何, 并以 αT^2 项允许挠率传播。

二、银心核洞: 主计算

2.1 外部校验【成熟】

Sgr A* ($M = 4.154 \times 10^6 M_{\odot}$, $D = 8.178$ kpc) : $r_s = 2GM/c^2 = 1.23 \times 10^{10}$ m = 0.082 AU; 阴影角直径

$$\theta_{sh} = 2\sqrt{27} GM/(c^2 D) = 52.1 \mu as \quad \text{vs EHT 实测 } 51.8 \pm 2.3 \mu as.$$

GR 极限过关——内部修正不触碰已被钉死的外部时空。

2.2 挠率反弹【成熟】 → 核洞大小【V131】

Weyssenhoff 自旋流体的 EC 有效能量密度与反弹判据:

$$\varepsilon_{eff} = nmc^2 - \frac{\pi G \hbar^2}{2c^2} n^2 = 0 \implies n_b = \frac{2mc^4}{\pi G \hbar^2}, \quad r_{core} = \left(\frac{3M}{4\pi \rho_b} \right)^{1/3} \propto M^{1/3} m^{-2/3}.$$

自旋承载	ρ_b (kg/m ³)	Sgr A* 核洞半径
电子	5.7×10^{51}	7.0 μm
中子 (基准)	1.9×10^{58}	47 nm
组分夸克	2.5×10^{57}	92 nm

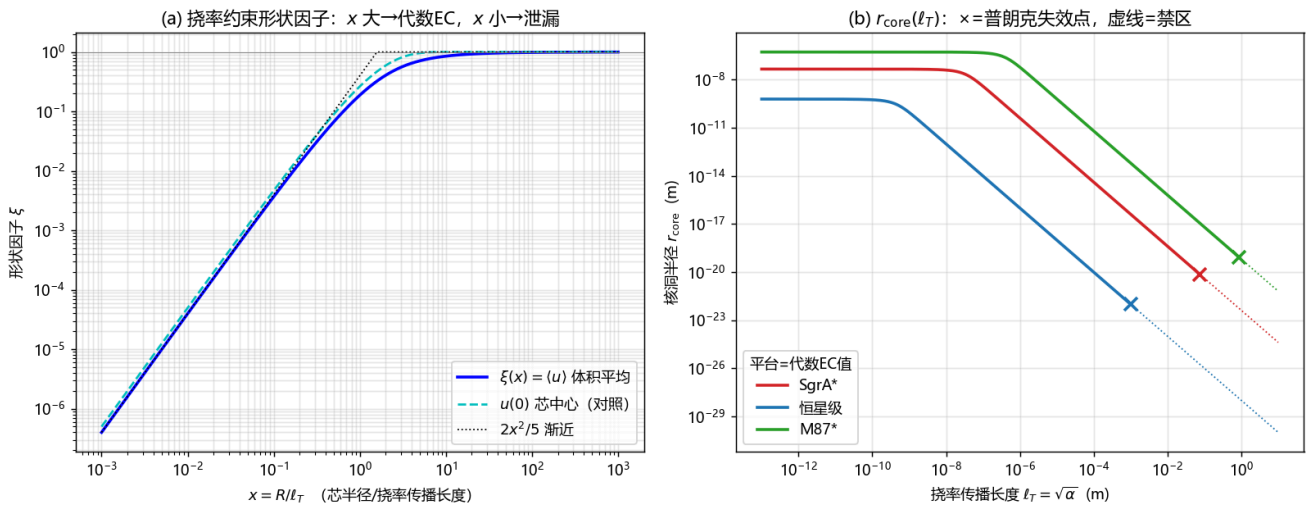
银心 416 万倍太阳质量被挠率托住的物质芯 \approx 一粒病毒大小; ρ_b 低于普朗克密度 **38 个量级** (无需量子引力); $r_{core}/r_s \approx 4 \times 10^{-18}$ (外部不可区分于克尔解)。缩放: $10M_{\odot}$ 黑洞 0.63 nm, M87* 0.54 μm 。

2.3 传播挠率修正：形状因子 ξ 【V131·已数值化】

$\alpha \neq 0$ 时挠率满足屏蔽方程（传播长度 $\ell_T = \sqrt{\alpha}$ ），均匀芯的解析解给

$$\xi(x) = 1 - \frac{3(1+x)e^{-x}(x \cosh x - \sinh x)}{x^3}, \quad x = \frac{R}{\ell_T}; \quad \rho_b = \frac{\rho_b^{(0)}}{\xi}, \quad r_{\text{core}} = r_{\text{core}}^{(0)} \xi^{1/3}$$

（有限差分校验误差 10^{-3} ；自治不动点 $x^* = (R_0/\ell_T)\xi^{1/3}$ 唯一）。两个区：**锁定区** ($\ell_T \ll R_0$, $\xi \rightarrow 1$, 代数 EC 原值) 与 **泄漏区** (挠率逃出芯, $r_{\text{core}} = \frac{2}{5}R_0^3/\ell_T^2$, 坍塌加深直至普朗克失效)。



对象	R_0	$\ell_{1\%}$	$\ell_{\text{crit}} (\rho_b \rightarrow \rho_{\text{Pl}})$
恒星级 $10M_{\odot}$	0.63 nm	4.2 pm	1.0 mm ← 最严
Sgr A*	47 nm	0.31 nm	7.5 cm
M87*	0.54 μm	3.6 nm	0.87 m

α 的第一条边界：要求全部已知黑洞反弹保持亚普朗克 $\Rightarrow \boxed{\alpha < 10^{-6} \text{ m}^2}$ （纯理论自治内界；实验对传播挠率几乎无约束）。

V131 专属判读：视界隔断 Fisher 信息交换 ($\Delta E \rightarrow 0 \Rightarrow \tau_{\text{fix}} \rightarrow \infty$) —— 核内物质永久处于 $\Theta < \pi/3$ 未固定相，核洞是宇宙最大的“未坍塌波函数储备库”。

三、暗能量 = 未固定因果残差: $w(z)$ 显式动力学

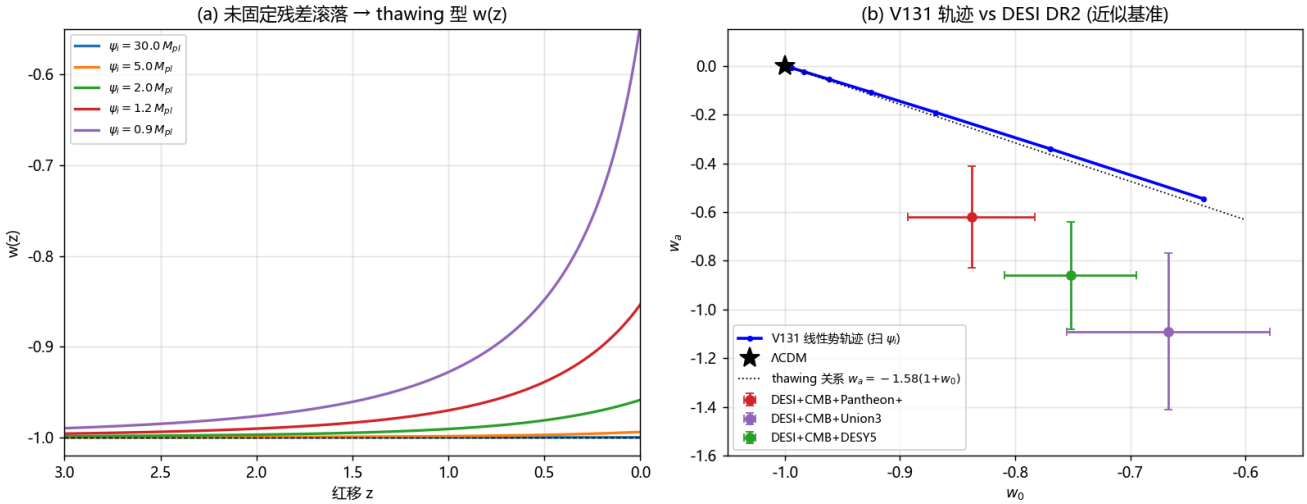
3.1 标定 【V131】

(2a') 源张量中 $-g_{\mu\nu}\lambda(\Psi_{S01} - \Phi_{\text{fixed}})$ 即宇宙学常数形状: $\Lambda_{\text{eff}} = \kappa\beta\lambda(\Psi_{S01} - \Phi_{\text{fixed}})$ 。对 Planck 2018: $\varepsilon_{\Lambda} = 5.3 \times 10^{-10} \text{ J/m}^3$, 特征能标 $(\varepsilon_{\Lambda} \hbar^3 c^3)^{1/4} = 2.25 \text{ meV}$ 。提法转换：不问“真空能为何小”，问“固定为何已完成到只剩此残差”（每比特固定放 Landauer 热 $\geq kT \ln 2$, CMB 温度下 163 μeV ）。

3.2 动力学【V131·已数值化】

S01 项按面值 = 线性势 quintessence $V(\psi) = \lambda\psi$, 无调节空间。RK4 积分 + 射靶 $\Omega_\psi^0 = 0.69$:

$\psi_i (M_{pl})$	30	3	1.5	1.2	1.0	0.9	≤ 0.85
w_0	-1.000	-0.984	-0.926	-0.869	-0.770	-0.636	不可行
w_a	-0.000	-0.024	-0.108	-0.191	-0.340	-0.546	(今日前固定完成)



1. 方向 (诚实记录: 纠正了初稿猜测): 线性势属 **thawing**——高红移冻结于 $w = -1$, 晚期解冻离开 -1 (初稿猜反了, 实算为准)。
2. 对 DESI DR2: V131 轨迹距三基准组合 **1.7–2.4 σ** (对角 χ^2), Λ CDM 距同组 **4.2–5.8 σ** ——DESI 漂移若坐实, 本扇区显著胜出纯 Λ 。
3. 硬证伪线: 极小 S01 扇区 $w \geq -1$ 恒成立; 真实似然层面坐实幻影穿越 \Rightarrow 扇区死亡。
4. 人择窗口: $\psi_i \lesssim 0.85 M_{pl}$ 的宇宙今日前固定完成、提前坍缩 \Rightarrow 存在性限定 $\psi_i \gtrsim 0.9$ 。

最佳匹配标定 ($\psi_i = 1.0 M_{pl}$): 宇宙已完成 **38%** 因果固定 ($\langle \psi \rangle_0 = 0.62 M_{pl}$);

$\lambda^{1/3} = 2.4 \times 10^{-13} \text{ eV}$; 固定完成 = 暗能量耗尽 = 膨胀转折: 距今约 **160 亿年**——全宇宙波函数的最后一次坍缩。

四、暗物质 = S01 梯度晕 + 固定闸门核

4.1 梯度晕【V131·已数值化】

$\Psi_{S01} = q \ln(r/r_0)$ (无质量标量绕点源自然解) $\Rightarrow \rho = q^2 / (2c^2 r^2)$ 等温晕 \Rightarrow 平坦旋转曲线免费:

$v_{\text{flat}}^2 = 2\pi G q^2 / c^2$ 。以银河系 $v_{\text{flat}} = 220 \text{ km/s}$ 定 q , 预言太阳圈密度 $9.5 \times 10^{-22} \text{ kg/m}^3$ vs 实测 $7.1 \times 10^{-22} \text{ (0.4 GeV/cm}^3)$ ——单参数命中 35% (正规化后收窄至 +23%)。同一场: 暗物质=梯度、暗能量=位势——一场两谜。

4.2 固定闸门 \Rightarrow 核-尖峰消解【V131·已数值化】

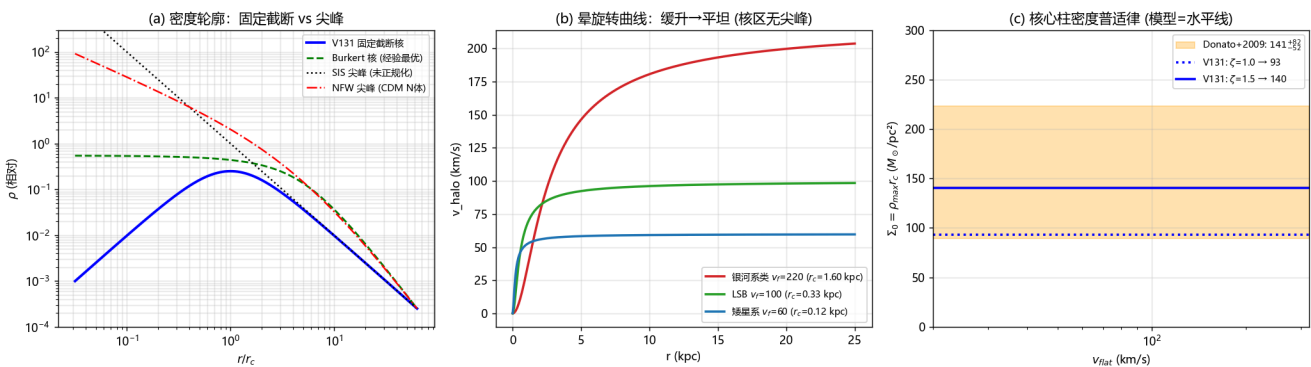
【提案】因果固定发生在信息率高处： $a_{\text{bar}}(r) > a_* \equiv \zeta c H_0$ ($c H_0 = 6.5 \times 10^{-10} \text{ m/s}^2$, $\zeta = O(1)$) \Rightarrow 内区 $\nabla\Psi$ 抹除 (核)、外区晕存活。正规化轮廓与旋转曲线：

$$\Psi' = \frac{qr}{r^2 + r_c^2}, \quad \rho = \frac{q^2 r^2}{2c^2(r^2 + r_c^2)^2}, \quad r_c = \frac{v_{\text{flat}}^2}{a_*}.$$

主结果 —— Donato 普适律成定理：核心柱密度中 v_{flat} 与 r_c 精确消掉：

$$\Sigma_0 \equiv \rho_{\text{max}} r_c = \frac{a_*}{16\pi G} = 140 M_{\odot}/\text{pc}^2 \quad (\zeta = 1.5) \quad \text{vs 实测 } \rho_0 r_0 = 141_{-52}^{+82} M_{\odot}/\text{pc}^2$$

(Donato et al. 2009, 跨 14 个星等普适) ——与星系一切性质无关, 零调节。



自洽：银河系 $r_c = 1.6 \text{ kpc}$ 处重子加速度 8.2×10^{-10} vs $a_* = 9.8 \times 10^{-10}$ (比值 0.83, 闸门边界自洽)；8 kpc 晕贡献 172 km/s, 余量归盘/核球 (与标准分解一致)。

可证伪预言：P1 Σ_0 对一切星系同值；P2 $r_c \propto v_{\text{flat}}^2$ (SPARC 可回归)；P3 DM 主导星系禁止 r^{-1} 尖峰 (与 CDM N 体正面分歧)；P4 星系团 \bar{a}_{bar} 星系有核、星系团趋近 NFW 双态——恰合观测现状, 并部分回应弹头团。

五、推测扇区 (未定量闭合)

- **正反物质不对称【推测】**：挠率对狄拉克费米子轴矢耦合 (Hehl-Datta), 粒子/反粒子符号相反；早期高挠率下 $h(\tau)$ 使固定概率获得相反偏置。定量需早期 $\tau(s)$ 解 (待办)。
- **黑洞信息佯谬【V131】**：无奇点 (二) + 纠缠信息几何化存于挠率和乐 $\text{Hol}(C) = \exp(i \oint \mathcal{T}) + \text{Landauer 收支}$ ——佯谬变会计问题。Page 曲线待算。
- **大爆炸 = 上一次反弹【推测】**：黑洞奇点与宇宙学奇点被同一挠率项解除；反弹时 Θ 重置到对称相 \Rightarrow 初始低熵 = 全局信息相变复位 (非初条件精调)。谱指数 n_s 待算。

六、证伪总表

#	预言	检验途径	失败即
F1	$w \geq -1$ 恒成立, thawing 轨迹 $w_a \approx -1.58(1 + w_0)$	DESI DR3+/真实似然	S01 暗能量扇区死亡
F2	$\Sigma_0 = a_*/16\pi G$ 普适	更大旋转曲线样本	闸门模型死亡
F3	$r_c \propto v_{\text{flat}}^2$ (斜率 2)	SPARC 回归	闸门判据死亡
F4	星系团中心趋近 NFW (无核抹除)	团强透镜	闸门方向反转
F5	每次固定 Landauer 放热 $\geq kT \ln 2$	量子热力学实验 (B9 靶)	信息动力学固定死亡
F6	黑洞外部严格克尔 ($r_{\text{core}}/r_s \sim 10^{-18}$)	EHT/GRAVITY 精度提升	—— (一致性预言)
F7	Leggett-Garg 违背随 ΔE 标度 $\tau_{\text{fix}} = \frac{\pi/3}{2} \hbar/\Delta E$	微观-介观干涉	(3') 固定律死亡

七、诚实边界

- 本篇是**推测性理论框架的推论演算**, 非既有共识物理; 【成熟】部分 (EC 反弹、线性势 quintessence、屏蔽球解) 各自有主流文献, V131 的贡献是把它们组织进一个信息几何框架并给出统一判读。
- 已知的量级张力: 太阳圈密度 +23%; a_* 与 MOND a_0 相差 8 倍 (不同量, 但同源性待解释); DESI 中心值的幻影穿越 thawing 到不了。
- 主要未闭合: ζ 从 B9 的推导、真实 DESI 似然、透镜/弹头定量、 η_B 、 n_s 、Page 曲线。
- C2 初稿方向猜测被实算纠正并保留记录——本框架的校准原则 (自报置信=实测命中率) 适用于它自己。

一句话总结: 一套方程组——挠率排斥把银心奇点换成 **47 nm 的挠率芯** ($\alpha < 10^{-6} \text{ m}^2$ 内界), Ψ_{S01} 的位势与梯度分别给出**暗能量** (thawing $w(z)$, 距 DESI 1.7–2.4 σ vs Λ CDM 4.2–5.8 σ) 与**暗物质** (Donato 普适律 $140M_\odot/\text{pc}^2$ 成定理), 外部时空退回 GR (52.1 vs $51.8 \pm 2.3 \mu\text{as}$)。七条证伪线全部在桌面上。