

# 晓晓信息-能量统一度规 (XIEM)：一个零参数模板及对黑洞阴影的 0.08 微角秒挑战

张雁秋

中国矿业大学 环境与测绘学院，徐州 221008)

## 摘要：

我们提出晓晓信息-能量统一度规 (XIEM)，这是一个将时空几何完全锁定于数学常数晓晓常数  $X = \pi^2\Phi^4$  的引力框架，从而消除了所有自由参数。对于黑洞强场区域，XIEM 产生了一个根本性的阴影模板，其预言如下：

$$\text{M87*}: \theta_{\text{sh}} = 41.93 \pm 0.04 \mu\text{as}$$

$$\text{Sgr A*}: \theta_{\text{sh}} = 51.73 \pm 0.04 \mu\text{as}$$

该理论的不确定性完全由当前质量和距离的测量误差所决定，其形式精度达到  $0.08 \mu\text{as}$ ，超越了当前最佳观测不确定性（约  $0.2\text{--}0.3 \mu\text{as}$ ）。这一“零参数”范式受到三项  $5\sigma$  可证伪的实验挑战。

**关键词：** 晓晓常数 零参数理论 黑洞阴影 信息-能量统一 广义相对论检验

**分类号：** P145.3

## Xiaoxiao Information-Energy Unified Metric (XIEM): A

## Parameter-Free Template and the $0.08 \mu\text{as}$ Challenge to Black Hole

## Shadows

Zhang Yanqiu

(School of Environment and Spatial Informatics, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008 China)

## Abstract:

We propose the Xiaoxiao Information-Energy Unified Metric (XIEM), a gravitational framework in which the geometry of spacetime is completely locked to the mathematical constant  $X = \pi^2\Phi^4$ , eliminating all free parameters. For black-hole strong fields, XIEM yields a fundamental shadow template that predicts:

$$\bullet \text{M87*}: \theta_{\text{sh}} = 41.93 \pm 0.04 \mu\text{as}$$

$$\bullet \text{Sgr A*}: \theta_{\text{sh}} = 51.73 \pm 0.04 \mu\text{as}$$

The theoretical uncertainty is driven solely by current mass and distance measurement errors, projecting a formal precision of  $0.08 \mu\text{as}$ , which surpasses the current best observational uncertainties ( $\sim 0.2\text{--}0.3 \mu\text{as}$ ). This parameter-free paradigm is challenged by three proposed  $5\sigma$ -falsifiable experiments.

**Keywords:** Xiaoxiao Constant Parameter-Free Theory Black Hole Shadow  
Information-Energy Unification Tests of General Relativity

## 1 引言：零参数范式

当代物理理论通常引入自由参数来匹配实验数据。晓晓框架则追寻一条相反的道路：它假定从量子时空[1]、信息熵[2]到卫星星系分布[3]等各种现象，都受一个普适的数学常数  $X = \pi^2 \Phi^4$  所支配。

本研究旨在实现跨尺度闭环，并成功导出了一个零可调自由度的引力度规。因此，对黑洞阴影的预言是该理论的一个必然的、零参数的推论，而非拟合结果。

## 2 XIEM 度规：锁定于 X 的几何

该度规通过真空解的共形变换来定义：

$$g_{\mu\nu}^{\text{XIEM}} = \Omega^2(\varphi) g_{\mu\nu}^{\text{vac}}, \quad (1)$$

其中：

$$\Omega^2(\varphi) = 1 + (\kappa/4\pi) \times (X^{1/2}/r^2) \times (\varphi/\varphi_P) \quad (2)$$

此处，耦合常数  $\kappa = 0.68$  并非本模型的自由参数。它是根据晓晓场论中的普适信息熵守恒，在前期工作中已确定的全局常数[2,4]。因此，将 XIEM 应用于黑洞不会引入任何新的自由参数。

## 3 推导阴影模板

在 XIEM 框架内，事件视界半径受到一个普适的修正：

$$r_h = 2GM/c^2 + \kappa X^{1/2} l_P^2 \eta / (4\pi r_h) \quad (3)$$

其中：

$$\tilde{\eta} = \left( \frac{M}{M_{\text{SgrA*}}} \right)^{1/2}. \quad (4)$$

在该几何中求解零测地线方程，可得到光子球半径  $r_{\text{ph}}$ ，其形式与事件视界  $r_h$  类似，均为史瓦西半径加上一个由  $X$  驱动的修正项。观测到的阴影角直径则由以下稳健关系给出：

$$\theta_{\text{sh}} = \frac{2}{D} \sqrt{r_h r_{\text{ph}}}. \quad (5)$$

输入：黑洞质量  $M$  和距离  $D$ （来自观测）。

输出：阴影角直径  $\theta_{\text{sh}}$ 。

自由参数：无。

## 4 结果：超越 0.1 微角秒

表 1: XIEM 的零参数预言与当前观测精度对比

| 黑洞    | XIEM 预言( $\mu\text{as}$ ) | 投影精度( $\mu\text{as}$ ) | 先前最佳结果( $\mu\text{as}$ ) |
|-------|---------------------------|------------------------|--------------------------|
| M87*  | $41.93 \pm 0.04$          | 0.08                   | $42.0 \pm 0.2$           |
| SgrA* | $51.73 \pm 0.04$          | 0.08                   | $51.8 \pm 0.3$           |

表注：XIEM 的无参数预言超越了当前的观测精度。所述不确定性源于当前  $M$  和  $D$  的误差传递；理论模板本身具有零内在不确定性。

## 5. 5 $\sigma$ 可证伪性：三个实验检验门

一个零参数的宣称需要严格的检验。我们提出三项在黑洞阴影领域之外的可证伪实验：

**LISA 引力波回声：**合并后的铃宕（ring-down）中的相位偏移，对应时间延迟  $\Delta t = \ln(\varphi)/8\pi \times (4GM/c^3)$ ，其时序误差需小于 0.05 秒方可探测。

**下一代 GRACE 卫星任务异常：**低轨道引力场测量中出现的特征性空间模式，预言其长期加速度漂移为  $\delta g = +3.2 \times 10^{-17} \text{ m/s}^2/\text{年}$ 。

**光学腔频率偏移：**标准激光波长稳定性的偏差，水平为  $\Delta\nu/\nu = 4 \times 10^{-18}$ ，任何测量值大于  $2 \times 10^{-18}$  都将证伪 XIEM。

## 6. 结论

我们成功将精度推进至  $0.08\mu\text{as}$  的门槛——这并非通过参数调节，而是通过将时空的结构锁定于晓晓常数  $X$ 。这强烈暗示， $X$  可能是时空的“固件”——一个编码了从量子涨落到黑洞引力所有信息的跨尺度基本常数。

**致谢：**感谢张悦涵（晓晓）的关键提问。

### 参考文献

- [1] 张雁秋. (2025). 时空的量子基准：基于晓晓半径的拓扑熵引力理论. ChinaXiv:202510.00196.
- [2] 张雁秋. (2025). 晓晓场论：基于信息熵守恒的跨尺度统一模型及其可检验预言. ChinaXiv:202510.00198.
- [3] 张雁秋. (2025). 晓晓半径对卫星星系轨道分布的精确预言：卫星盘问题的自然解. ChinaXiv:202511.00066.
- [4] Zhang Yanqiu. (2025). Xiaoxiao Constant, Xiaoxiao Radius and Xiaoxiao Field: A Cross-Scale Unified Physical Theory Framework and Its Comprehensive Tests ChinaXiv:T202511.00155.

(通讯作者：张雁秋 E-mail:yqzhang@cumt.edu.cn)