
科学家发现理解黑洞的新路径

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/32772.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

科学家发现理解黑洞的新路径。物理学家发现了一种新方法，通过绘制黑洞的详细结构图，重新定义了黑洞的概念，新的见解可能会让人们更深入地理解理论物理中的黑洞微观结构。相关研究成果近日发表于《高能物理杂志》。

该研究详细介绍了名为超迷宫的新理论结构，这些结构为理论物理学领域提供了关于黑洞的更普遍的图景。基于弦理论的超迷宫对于理解黑洞的微观结构至关重要。

广义相对论是一种强大的理论，用于描述黑洞的大尺度结构，但它是一种非常粗糙的工具，用于描述黑洞的微观结构，该研究的共同作者、南加州大学多恩西夫学院物理、天文和数学教授Nicholas Warner说，在超越爱因斯坦方程的理论框架中，‘超迷宫’为我们提供了关于膜黑洞微观结构的详细画像。

黑洞是一种引力强大到足以捕获光线的天体，而传统广义相对论中的黑洞被事件视界所包围。从事件视界之外看，这与量子力学的基本原理不一致。在超越广义相对论的量子引力理论中，黑洞必须表现出大量的微观结构。

弦理论可以通过用一种毛球的概念性物体取代传统黑洞来实现这一点。Warner展示了如何从高维时空中物理对象的超迷宫中实际构建毛球，从而创建一个表现得像黑洞但又展现出其所有结构的物体。

假设你想得到一幅米开朗基罗的《最后的审判》的画像：带有视界的广义相对论就像使用只有一个像素的相机。Warner说，你看到的只是一抹色彩。我们早期的工作为我们提供了一幅可能有1000个像素的画像：结构的轮廓和一些阴影。而超迷宫则像是拥有数十亿个像素，使我们能够详细地欣赏这幅杰作。

这项新的研究以物理学中的一个理论框架——M理论为中心，后者与弦理论密切相关。M理论认为，作为宇宙基本构成单元的弦并非一维的，而是以膜的形式存在于更高维度中，这些膜是延伸到多个空间维度的物理对象。膜的多维表面在弦理论和M理论中起着关键作用。

在这篇论文中，我们探索了在超引力（M理论的低能近似）领域内二维的M2膜和五维的M5膜的交叉系统。Warner说，我们可以将迷宫视为‘基底’，所有关于形成黑洞或落入黑洞的信息都可以编码在上面。

通过研究控制这些膜交叉的迷宫函数，该研究揭示了迷宫如何能够重现黑洞的熵，并可能描述黑

洞的微观态。

膜的交叉在弦理论中已经被广泛研究，但这篇新论文重新设计了这些概念，以提供能够描述黑洞的新几何结构。该研究开发了一种迷宫函数，这是一种新的数学结构，用于描述超引力中M2和M5膜交叉系统的解。迷宫函数必须满足一个类似于著名的蒙日-安培方程的非线性微分方程，后者控制着M2和M5膜交叉的几何形状和动力学。

迷宫函数在将膜配置与超引力解联系起来方面发挥着关键作用，这反过来又为我们探索黑洞微观态提供了一种新方法。Warner说，迷宫函数就是那个拥有数十亿像素的相机，能够为我们提供黑洞微观结构的深入而详细的图像。

Warner表示，这只是开发全面弦理论描述膜黑洞微观结构的更大计划的第一步。（来源：中国科学报 赵宇彤）

相关论文信息：[https://doi.org/10.1007/JHEP03\(2025\)120](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2025)120)

作者：Nicholas Warner 来源：《高能物理杂志》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发