科学家利用引力波观测验证黑洞面积定律

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/38026.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！

科学家利用引力波观测验证黑洞面积定律
。黑洞面积定律指出，在经典物理过程中，黑洞事件视界的总面积始终不会减少，这一定律构成了黑洞热力学的基石。然而，在引力波成功探测之前，该理论预言一直未被直接且定量的天文观测验证。引力波天文学的诞生，特别是频繁探测到的双黑洞并合事件，为在强场、动态时空中检验这一定律提供了“ 宇宙实验室 ”。

在引力波成功探测十周年之际，中国科学院紫金山天文台牵头的科研团队，利用第四期引力波源目录中一例信噪比极高的双黑洞并合事件GW230814，对黑洞面积定律开展了新检验。

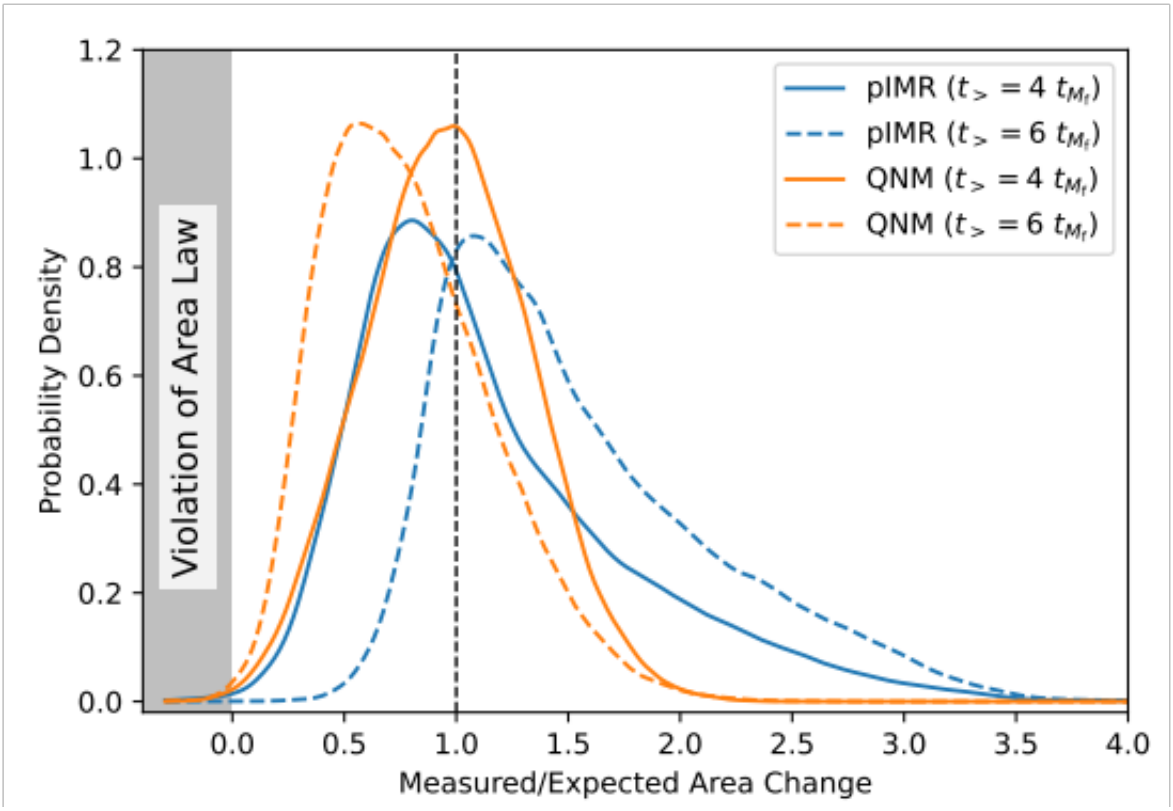
双黑洞并合过程一般可分为旋近、并合与铃宕三个阶段。并合阶段处于高度非线性、强场动力学的极端物理环境中，是最有可能出现新物理或偏离广义相对论的阶段；而旋近与铃宕阶段的引力波辐射，被认为可由广义相对论可靠地描述。团队选择GW230814事件作为关键研究对象，源于其优异的观测特性：极高的信噪比确保了信号波形的清晰度，而其合适的黑洞质量与自旋参数，保证了并合前后的信号在探测器频段内均具有足够的信噪比，从而为分别在旋近阶段和铃宕阶段独立且精确地推断黑洞参数提供了理想条件。

研究团队对GW230814事件的旋近阶段与铃宕阶段分别进行了参数推断，约束并合前后黑洞质量与自旋，进而计算事件视界面积变化。在分析过程中，团队考虑了多项不确定性因素，包括天空定位误差、波形模板的系统误差、铃宕阶段建模的选择，以及旋近终止与铃宕起始时间等。结果表明，并合后黑洞的事件视界面积，以极高的后验概率大于并合前两个黑洞的事件视界面积之和，统计置信度可达4.1σ。该结果有力地支持了黑洞面积定律，进一步验证了广义相对论在黑洞并合这一强场、动力学极端过程中的有效性与自洽性，并间接支持了“ 宇宙监督假设 ”等黑洞基础理论。

该研究为未来探索黑洞量子效应、黑洞热力学乃至量子引力理论奠定了坚实的观测基础。随着第三代引力波探测器的建成，通过对大量事件的族群分析，未来将有望以更高精度探寻可能偏离经典理论的量子引力或新物理效应。

相关研究成果发表在《科学通报》（*Science Bulletin*）上。研究工作得到国家自然科学基金委员会等的支持。

论文链接



并合前后黑洞事件视界面积变化的测量值与预期值之比的概率密度分布

研究团队单位：紫金山天文台

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转发