理论物理所在原初黑洞暗物质研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/10139.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！

中国科学院理论物理研究所研究员黄庆国等在伴随原初黑洞形成而产生的诱导引力波的理论研究和观测数据分析方面取得了一系列进展。

宇宙学和天文学观测表明，宇宙中存在大量的暗物质，约占宇宙全部物质的85%。不同于其他约占15%的普通物质，暗物质的本质依然是当前基础物理中最大的谜团之一。尽管弱相互作用大质量粒子（WIMP）被认为是暗物质的一个重要的候选者，但是大量的实验观测都没有发现它们存在的证据。相反地，它们赖以存在的理论参数空间正在被迅速压缩。原初黑洞最早由霍金以及卡尔在上世纪七十年代初提出。原初黑洞产生于早期宇宙辐射为主时期大的密度涨落导致的引力塌缩。较大的原初黑洞的量子效应可以忽略不计，因而几乎是不发光的，是暗物质的一个天然候选者。一个关键的科学问题是宇宙中的暗物质是否全部或部分由原初黑洞组成。

物理上，大的密度涨落带来宇宙物质密度分布的梯度，进而产生四极矩。同时在引力理论中，密度涨落必然随时间演化，因而原初黑洞形成的过程中必然伴随产生由密度扰动诱导的引力波。搜寻这些诱导引力波成为寻找原初黑洞的一个强有力的工具。鉴于爱因斯坦广义相对论是一个非线性的理论，黄庆国与他的两名博士研究生陈祖成和袁晨首次计算了伴随原初黑洞形成而产生的三阶诱导引力波，发现此三阶效应将未来的脉冲星计时阵列（包括IPTA、FAST以及SKA等）通过诱导引力波探测原初黑洞的质量范围有效地扩展到LIGO探测的黑洞质量范围。相关成果作为快讯（Rapid Communication）发表于*Phys.Rev.D*。

此外，除了诱导引力波以外，其他一些天体物理过程也会辐射出引力波，并最终形成弥漫于整个宇宙的随机引力波背景。如何区分诱导引力波和其他天体物理过程产生的引力波成为利用诱导引力波探测原初黑洞的一个关键问题。他们发现，诱导引力波能量谱的谱指数具有一种特别的对数依赖性，并且这一特征可以有效地用于区分其他天体物理过程产生的随机引力波背景。相关成果发表于*Phys.Rev.D*。

最后，研究人员将这些理论结果应用到在NANOGrav 11年的实际观测数据中搜寻伴随原初黑洞形成而产生的诱导引力波。由于没有发现具有统计显示度的信号，他们得到目前国际上在大约千分之一到一倍太阳质量原初黑洞丰度（fpbh）的最严格限制。相较于其他的天文学观测限制，他们的结果提升了几个到十几个数量级。相关结果发表在《物理评论快报》（*PRL*）上。

文章链接

研究团队单位：理论物理研究所

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