

---

# 引力波理论研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/4479.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！**

引力波理论研究获进展。理论预言，一个超大质量黑洞(数百万太阳质量)和一个恒星级黑洞(数十个太阳质量)会组成极端质量比旋进系统(extreme-mass-ratio inspiral, 简称“EMRI”)，并辐射低频引力波，是空间引力波探测器最重要的探测目标之一。如果EMRI中的小家伙不是一个恒星级黑洞，而是两个恒星级黑洞构成的系统呢?这便是北京大学博士陈弦和中国科学院上海天文台研究员韩文标于2018年提出的极端质量比双旋进系统(binary-EMRI; b-EMRI)。近日，二人针对b-EMRI系统再次进行了深入探讨，发现这种引力波源在黑洞天体物理和检验引力理论上的重要作用，他们提出的方法能精确测量b-EMRI系统经由引力波辐射而损失的质量和反冲速度，检验引力理论。该工作已发表在《皇家学会天文月刊快报》(MNRAS Letter)。

b-EMRI可以同时辐射低频和高频两种引力波——恒星级双黑洞被超大质量黑洞捕获，不断旋进着靠近超大质量黑洞，发出低频引力波;而这两个恒星级质量黑洞有一定概率并合，辐射出如LIGO的地面天文台探测到的高频引力波。当时，陈弦将其称之为高低音二重奏，而韩文标将其比喻为“二踢脚”。

据最新工作MNRAS Letters 论文的第一作者韩文标解释，他们发现，由于这种系统有个非常有趣的现象，两个小黑洞在绕转超大质量过程中发生并合，导致5%左右的质量损失，而这种并合的产物(也是一个黑洞)会被引力波反冲，获得高达上千千米每秒的反冲速度。这就很像在天空中二次爆炸的“二踢脚”。

根据这种反冲现象，该工作提出了识别b-EMRI系统的方法，并且可以精确测量b-EMRI系统经由引力波辐射而损失的质量和反冲速度，对反冲速度的测量精度远远高于其它方法。

在检验引力理论方面，该工作指出，b-EMRI的研究将能对引力子的质量作出限制，且限制精度比当前LIGO测量精度高出10倍以上。韩文标介绍：“有引力波，就对应引力子。广义相对论中，引力子是没有质量的，引力波的运动速度就是真空中的光速。但有一些引力理论会给出有质量的引力子，这样引力波的传播速度就和其频率有关。就像光在介质中传播时，不同频率的光传播速度不同一样，引力波的这种假想性质称之为色散。因此，如果b-EMRI同时辐射的高频和低频引力波同时抵达太阳系，那么引力波色散就被排除;反之，则能对引力子的质量作出限制。”

图1：b-EMRI系统的示意图，恒星级双黑洞绕转超大质量黑洞，并在距离中心黑洞很近的距离并合。并合后的产物会获得一个反冲速度，可高达一千千米/秒。

---

图2：利用b-EMRI对双黑洞并合时的质量损失和反冲速度的测量精度非常高。

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](http://www.iikx.com)转发