紫金山天文台在搜寻类轴子方面取得新进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/8085.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！

观测和计算表明，宇宙总质量的85%和总能量密度的26%由暗物质提供。但对于暗物质究竟是什么，人们还几乎一无所知。轴子（Axion）和类轴子是一类重要的暗物质粒子候选者，它们都可以通过普里马科夫过程与光子在电磁场中相互转化。借助这一特性，天文学家可以通过寻找银河系内伽马射线源能谱中因光子在银河系磁场中传播累积形成的所谓光子-
类轴子震荡结构来间接搜寻类轴子的行踪。

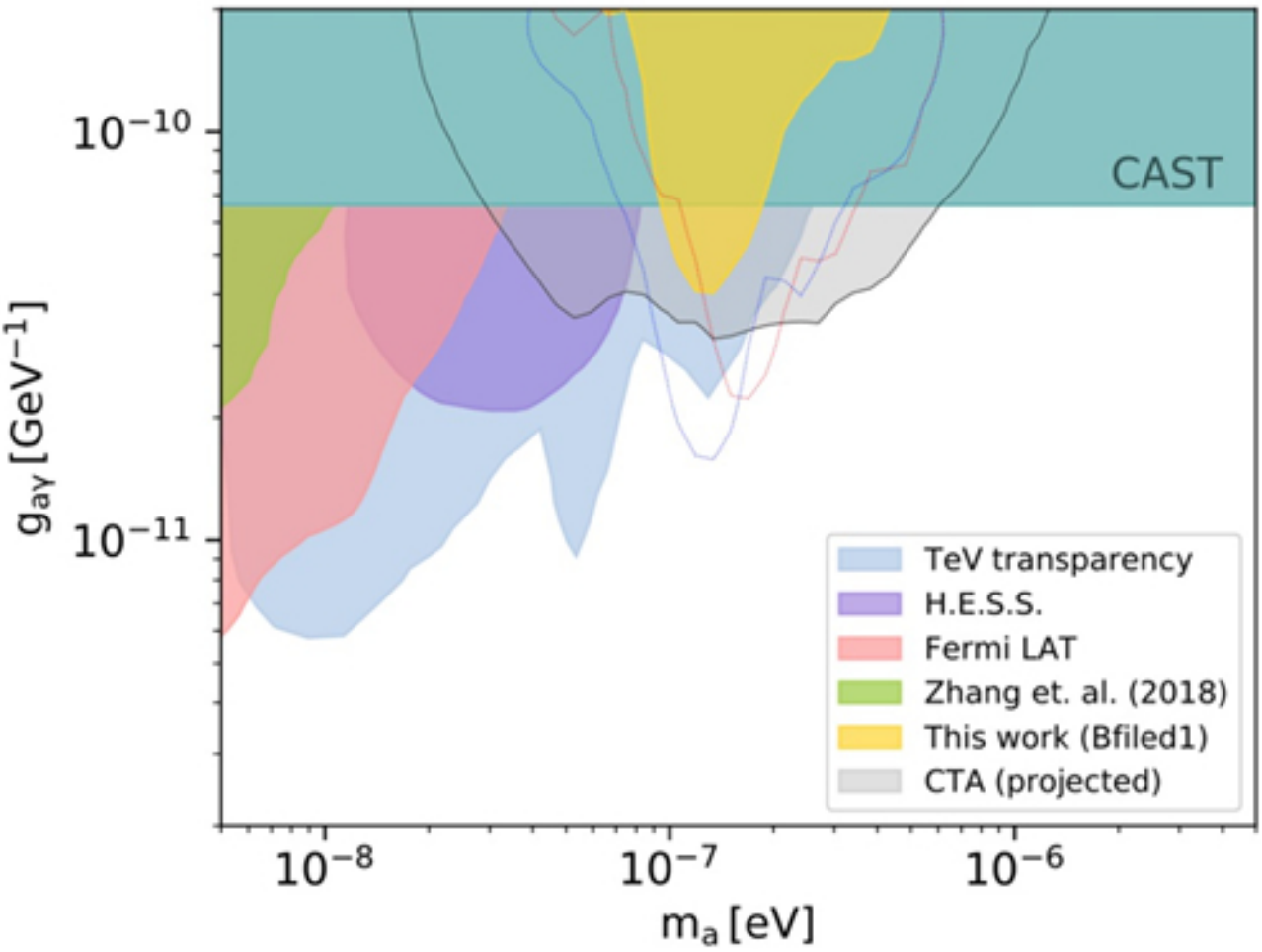
根据这一思路，中国科学院紫金山天文台的一个暗物质科研团队首次利用高能立体视野望远镜（H.E.S.S.）对银河系内源的观测结果搜寻光子-类轴子震荡信号。为了使目标源能谱中的光子-类轴子震荡信号足够显著，需要来自于目标源的伽马光子在足够长的距离上穿过强度足够大的银河系磁场。基于这一考虑，该研究团队选择分析了10个H.E.S.S.观测的银河系内亮源（其中大多属于超星系遗迹和脉冲星风云）的能谱，虽然没有发现明显的光子-类轴子震荡信号，但是在较高的类轴子质量区域（～100neV）对光子-
类轴子耦合常数的参数空间做出了目前最强的限制（见下图）。

除了作为暗物质粒子候选者，类轴子模型也有助于合理地解释观测到的宇宙对TeV光子光学深度偏低（TeV transparency）的现象：河外源发出的TeV光子可以在源附近的磁场中转化为类轴子，随后可以几乎不受阻碍地传播很长一段距离，在最终到达地球之前反转化为TeV光子被探测到，从而降低了宇宙对TeV光子的不透明度。该研究给出的限制结果有效地排除了部分解释TeV transparency现象理论预言的类轴子参数空间。该研究团队还模拟了未来的TeV能段望远镜CTA对这10个河内亮源的观测，预期可以有效地提高对类轴子的探测灵敏度。

目前在轨运行的暗物质粒子探测卫星（DAMPE）和研制中的空间高能宇宙辐射探测设施（HERD）均能有效地对伽马射线进行观测，且具有较高的能量分辨率，将有助于更好地搜寻类轴子。

以上研究结果发表于《宇宙学与天体粒子物理学报》[*JCAP*06 (2019) 042]。该工作得到国家重点研发计划项目、国家自然科学基金、中科院百人计划和中科院青年创新促进会等的资助。

论文链接



图：目前对类轴子质量（m_a）和耦合常数（$g_{a\gamma}$）参数空间限制的比较。其中黄色区域为本项研究得到的排除区域（95%置信度）。红、蓝两条虚线分别代表选取另外两个不同的银河系磁场模型时对参数空间的限制。蓝色区域为解释TeVtransparency 理论预言的类轴子参数空间。

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