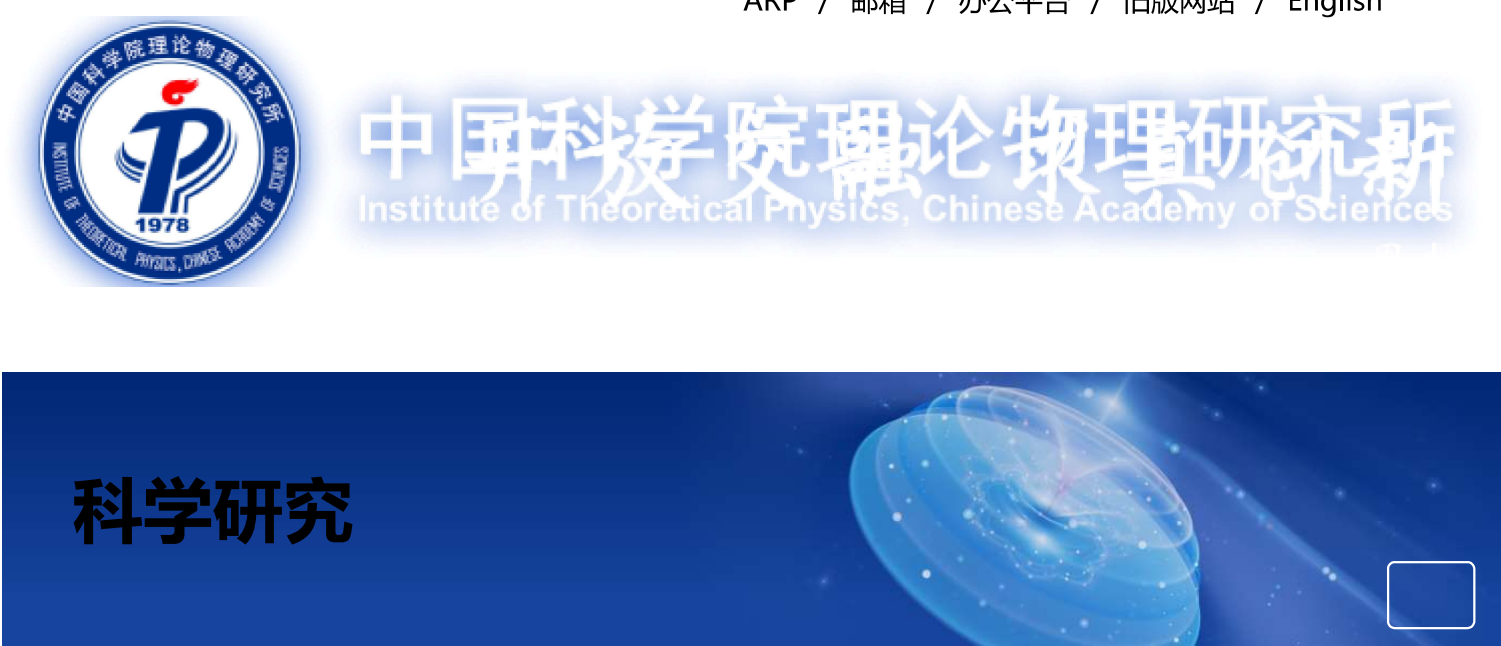




科研动态

利用事件视界望远镜对M87*的偏振观测限制轴子

常用
链接

发布时间: 2022-04-02 | 【字体:大 中 小】

事件视界望远镜（EHT）合作组织观测到的巨型星系Messier 87（M87）中心的黑洞阴影图像为天文学和引力研究带来了丰富的信息。利用偏振图像的变化，研究人员对一种被称为轴子的新粒子和可见光子之间的耦合给出了一个新的约束，到达过去未曾探索过的区域。这项研究发表在最新一期《自然·天文》，由理论物理研究所舒菁研究员合作团队完成，团队成员包括博士后陈一帆、博士生薛潇（现为德国DESY博士后）、研究生刘雨鑫，以及上海天文台路如森研究员、李政道研究所水野洋介研究员、紫金山天文台袁强研究员和美国犹他大学赵悦教授。

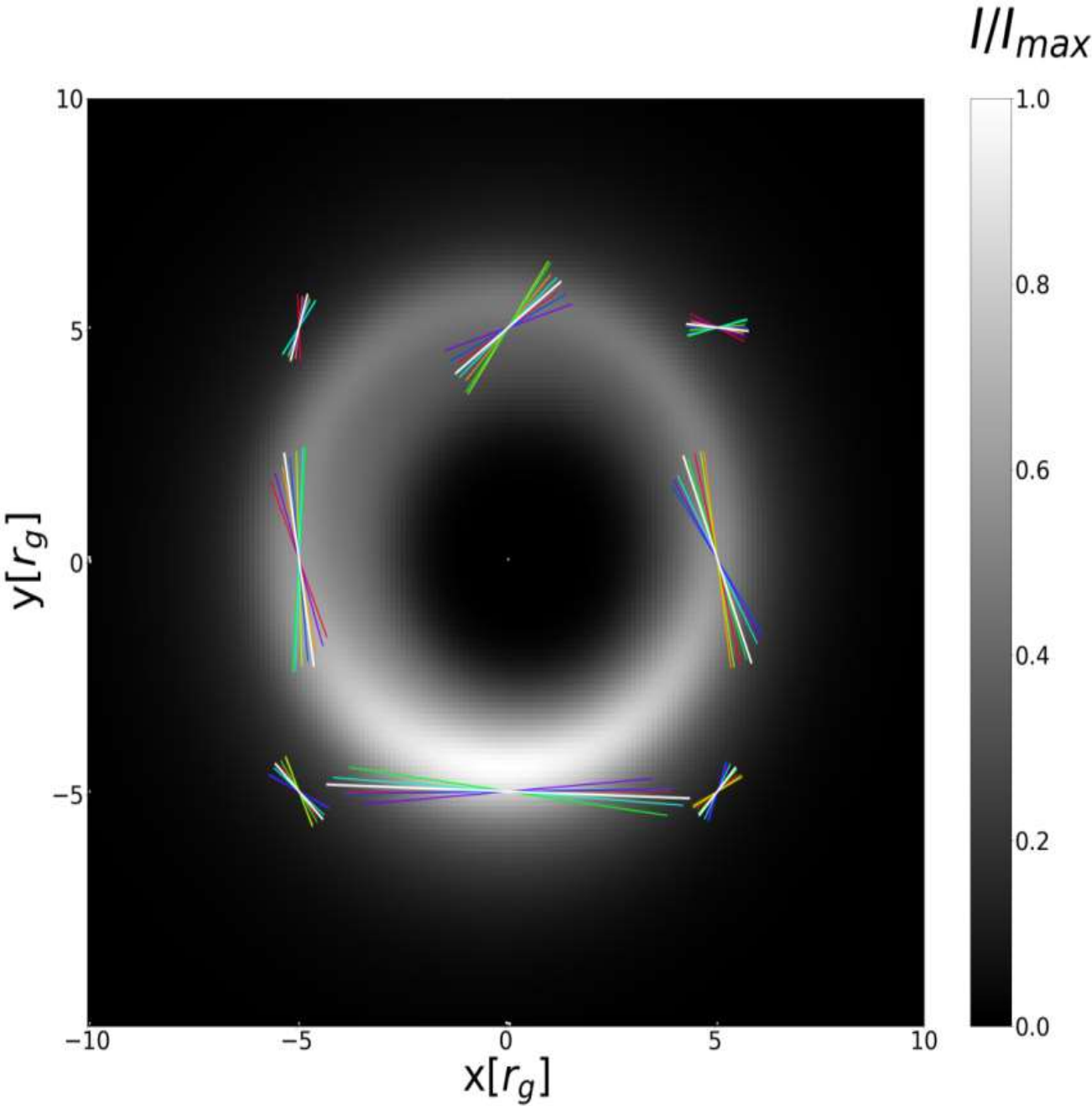
2019年，结合世界各地多台望远镜对室女座星系团中超大质量星系M87中心黑洞（M87*）的观测结果，EHT合作组织公布了一张分辨率极高的黑洞照片。照片中明亮的圆环结构来自于黑洞周围吸积流的辐射，而黑洞吞噬了中心区域的光线，在圆环的中心形成了一个阴影。两年后，EHT合作组织给这张照片带来了根据泽尔多维奇1971年提出的超辐射机制，从无穷远处看，一个耗散性的运动介质可以加速在其中传递的波。把这个想法推广到黑洞视界外，视界的非厄米边界条件起的是耗散的作用，当视界旋转时，外部存在波被拖拽着一起运动，从而不断提取黑洞的角动量并指数增长。当玻色子存在一个特定范围质量的时候，会和黑洞形成一个束缚态，被称为引力原子。玻色子的波函数因此会不断增强。可以将黑洞对极轻玻色子的超辐射看做是波动版的彭罗斯过程以及经典版的霍金辐射。过去通常考虑的一种情况是黑洞自旋降低后达不到超辐射条件，指数增长过程终止。另外一种情况是，由于玻色子的自相互作用随着波函数的增长逐渐变强，将向外辐射引力波和轴子波，从而和超辐射机制供能达到平衡。这时玻色子一般会达到所能达到的最高能量密度。

在超越粒子物理学标准模型预言的各种极轻粒子中，轴子是最有动机的候选者之一。寻找轴子是粒子物理学的首要任务之一，在许多包含额外维的基本理论如弦理论中被广泛预言存在。轴子也是一个完美的冷暗物质候选者。在极轻质量窗

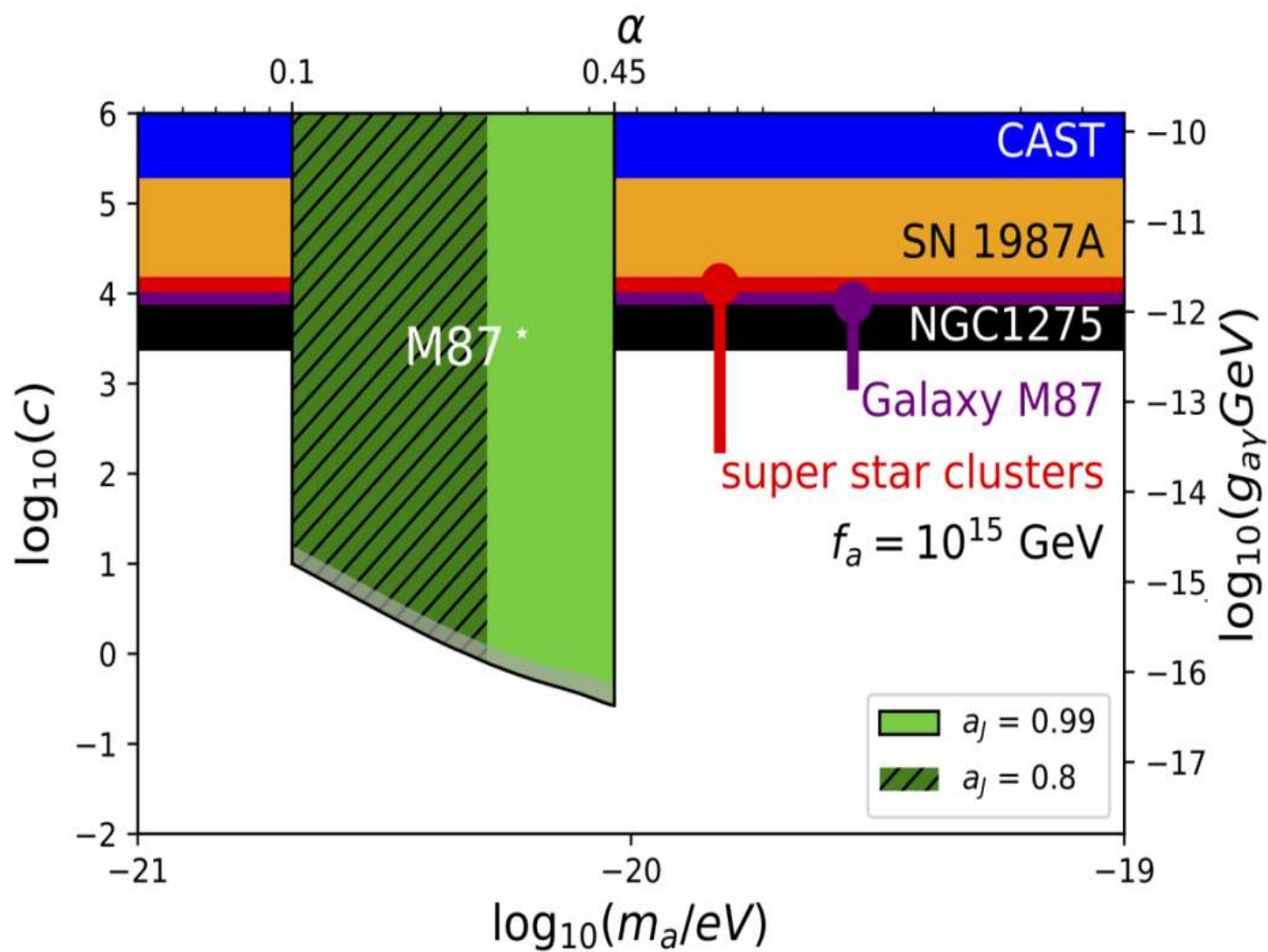
口，星系中心形成的平坦的轴子分布有可能解决星系的一些小尺度问题。轴子的势能周期性离散对称性保护，呈现一个余弦函数的形式，也自动预言了四个轴子场的吸引自相互作用形式。轴子和光子的相互作用是目前最普遍的探测渠道，其中之一便是双折射效应，即轴子会改变左旋光和右旋光的相速度，从而使得线偏光的相位角发生改变，产生一个周期振荡。其周期和轴子场在黑洞附近的振荡周期相同，在M87*附近为5到20天。由于超辐射的轴子场存在角动量，其预言的偏振角振荡在光环角度方向上将如同一个行波在传递。

EHT对M87*为期四天的偏振测量提供了含有线偏振方向信息的高分辨率图像，正是用于搜索或限制轴子所需的关键信息。为了降低吸积流的湍流变化的不确定度，团队引入了一种新的分析策略，将相邻两天的观测之间的差异作为观测量来限制轴子引起的EVPA变化。通过未来更详细的数观测据，特别是更多的连续观测和更好的空间分辨率，将可以探测到更大的参数空间。

常用
链接



被轴子云包围的克尔黑洞的线偏振辐射图。电矢量位置角（EVPA）用不同颜色的线表示，白色线是轴子场不存在时的EVPA，彩虹色线（从红到紫）表示一个周期内等时间间隔线偏振光投影方向角的变化。整体辐射强度由黑白表示并被归一化。



常用
链接

从M87*的EHT偏振观测中得到的对无尺寸轴子-光子耦合的约束。绿色区域表示黑洞自旋为0.99对应的轴子质量窗口，其中较小的斜线区域表示黑洞自旋为0.80对应的轴子质量窗口。前者完全包含后者。该区域底部的灰色窄条表示五个不同的EVPA重建方法的不确定性。过去关于轴子-光子耦合界限的五个结果以其他颜色表示，以便比较。

原文链接：<https://www.nature.com/articles/s41550-022-01620-3>

下一篇: 大批振幅张量网络方法模拟量子线路



微信公众号 | 违法违纪举报 | 所长信箱 | 联系我们

版权所有 © 中国科学院理论物理研究所 京ICP备05002865号 京公网安备1101080094号

地址：北京市海淀区中关村东路55号 邮政编码：100190

