

离我们更近的黑洞“写真”来了!

未来,科学家还打算给黑洞拍小视频!



■ 由全球八个射电望远镜组成的虚拟望远镜

三年前,人类拍摄的首张黑洞照片亮相;两年前,诺贝尔物理学奖将当年奖项的一半授予了发现银河系中心超大质量的致密物体的两位科学家;而现在,我们看到了第二张黑洞照片,这个黑洞,离我们更近。

北京时间12日21时07分,在包括上海在内的全球七地同时召开的新闻发

本报记者 邵阳

布会上,事件视界望远镜(EHT)合作组织正式发布了银河系中心黑洞人马座A*(Sgr A*)的首张照片。这是该组织继2019年发布人类第一张黑洞照片后的又一重大突破。相关成果12日以特刊的形式发表在《天体物理学杂志通信》。

在参与研究的中国科学院上海天文台

科学家们看来,这是一张期待已久的关于银河系中心的大质量天体的真面目肖像——此前,天文学界普遍认为人马座A*应该是一个超大质量黑洞,但毕竟只是基于数据推测,而这一成果“实锤”了该天体就是黑洞,为理解这种被认为居于大多数星系中心的“巨兽”行为提供了宝贵的线索。

■ 银河系中心黑洞的首张照片

1 科技进步 得窥“庐山真面目”

科学家此前已观测到众多的恒星围绕着银河系中心一个不可见的、致密的和质量极大的天体作轨道运动——在上世纪70年代,天文学家通过美国绿岸射电干涉仪探测到对应银河系中心黑洞的致密射电源。此后,人们对该致密射电源提出了不同的命名,但最终只有人马座A*这一名称经受住了时间的考验而被人们接受,这也暗示被称作人马座A*的天体很有可能是个黑洞。

先来回顾一下黑洞的知识:黑洞是引力极强的时空区域,任何东西,甚至光都无法逃逸。黑洞不发光,因此我们看不见黑洞自身,但绕转的发光气体给出了它存在的信号。给黑洞“拍照”,实际是拍摄到黑洞的“阴影”。

要知道,银河系中心受到强烈的星际散射的影响,想要一窥“庐山真面目”,得靠在(亚)毫米波段的观测。随着近年来在深空探测工程中屡立新功的VLBI(甚长基线干涉测量)技术以及观测设备的发展,科学家们对Sgr A*开展了一系列的高分辨率观测。

就我国科学家而言,中科院上海天文台研究员沈志强牵头的国际团队在20年前就利用他国的VLBI对Sgr A*开展了首次的高分辨率成像观测,并测量到Sgr A*在3毫米的内禀大小,发现了支持银河系中心存在超大质量黑洞的令人信服的证据。

2 拍摄更难 只缘身在此山中

三年前公布的人类首张黑洞照片的主角M87*距离地球约5500万光年,而人马座A*黑洞距离地球仅2.7万光年;M87星系黑洞的质量有太阳的65亿倍之多,人马座A*黑洞的质量上只相当于太阳的400万倍,换句话说,银河系中心的黑洞比M87*小了1500多倍。

为何给更近、更小的黑洞“拍照”反而用了更久的时间?

来自斯图尔德天文台、亚利桑那大学天文系和数据科学所的EHT科学家打了个比方:“有点像给一只正在追逐自己尾巴的小狗拍张清晰照片。”原来,黑洞周围的气体均以几乎接近光速绕着Sgr A*和M87*高速旋转。气体绕转M87*一周需要几天到数周时间,但对于相对小很多的Sgr A*来说,几分钟内气体即可绕转一周。这意味着就在EHT观测Sgr A*之时,该超大质量黑洞周围绕转气体的亮度和图案也在时刻快速变化着。

研究人员不得不开发新的复杂的工具来考虑围绕Sgr A*的气体运动。为M87*这种稳定和几乎所有图案都相同的目标成像相对容易,对于Sgr A*就完全不一样了。Sgr A*的黑洞照片是研究团队通过将数千张使用不同计算方法得到的图像平均起来生成的,所有这些图像都可准确拟合EHT数据。最终照片保留了在所有不同图像中更常见的特征,并抑制了不常见的特征——这也是为什么照片上显示了三个光斑的原因。

此外,M87*黑洞的转动轴只有17度,换句话说,沿着它的转轴方向看去,几乎没什么遮挡;而人类处于银河系内部,拍摄银心可以用一句古诗概括:不识庐山真面目,只缘身在此山中。

3 充分验证 天下黑洞“一般黑”

毫无疑问,人马座A*黑洞照片的问世是一项突破性的天文观测成果。在中科院上海天文台研究员沈志强看来,这次成像结果为银河系中心超大质量黑洞的存在提供了直接证据,而与超大质量黑洞M87*的“照片”比较,表明了广义相对论的预言在跨越三个质量量级系统中的一致性,充分证明了天下黑洞“一般黑”。

“我们惊叹于环的大小与爱因斯坦广义相对论预测结果出奇一致!”来自天文与天体物理研究所的EHT项目科学家杰弗里·鲍尔也表达了相同的观点,“这些前所未有的观测极大地提升了我们对银河系中心所发生一切的认识,并为了解超大质量黑洞如何与周围环境相互作用提供了全新视角。”

在外行人看来,这两张黑洞照片都酷似甜甜圈。“它们来自两种不同类型的星系,且具有极不相同的黑洞质量,但当我们聚焦在这些黑洞的边缘时,它们看起来竟神奇地相似。”来自阿姆斯特丹大学的理论天体物理学家、EHT科学委员会联合主席塞拉·马尔科夫教授说,“这告诉我们靠近黑洞的物体完全受广义相对论支配,我们在远处所看到的不同表象是由黑洞周围物质的差异造成的”。

显然,科学家对最终获得两个不同大小黑洞的照片尤其兴奋,这为他们的对照研究提供了条件——天文学家已经开始用这些新的数据来检验超大质量黑洞周围气体行为的相关理论和模型。目前这个过程尚不完全清楚,但被认为对星系的形成和演化起了关键作用。

“后续的工作将通过偏振观测数据来研究该黑洞周围的磁场,并进一步研究与观测到的X-射线耀斑活动有关的结构变化。”沈志强介绍。

4 六地八镜 观测合作我也在

银河系中心黑洞距离地球有2.7万光年之遥,所以它的大小看上去与从地球上看到38万千米远月亮上的甜甜圈大小差不多。为了给它拍这张照片,研究团队创建了观测利器:由分布在全球六地的八个射电望远镜组成的一个犹如地球那么大的虚拟望远镜。EHT对Sgr A*开展了多个晚上的观测,每次连续采集了好几个小时的数据,就如同相机的长时间曝光。

记者了解到,EHT合作组中,270名成员参与了该成果的发表,分别来自120个研究机构,包括17位中国大陆学者,分别来自中科院上海天文台、李政道研究所等单位。在此次EHT合作中,我国科学家积极参与早期EHT国际合作的共同推动、EHT望远镜

观测时间的共同申请、夏威夷JCMT望远镜的观测运行、后期数据处理分析和结果分析等。

来自上海天文台的EHT合作成员路如森说:“确实,对银河系中心黑洞首次成像观测的数据分析耗费了EHT合作团队的巨大心血。”另一位来自上海天文台的EHT合作成员江悟补充说,研究团队遍历了极大的成像参数空间,才得以确定这张黑洞照片。

此外,在EHT全球联合多波段观测的2017年3至5月间,上海65米天马望远镜作为东亚VLBI网的主力测站参加了17次对M87和Sgr A*的协同观测,显著提高了东亚VLBI网的观测灵敏度,在微弱信号探测方面发挥作用。

而EHT理论和模拟工作组组长、上海交通大学李政道研究所的副教授水野陽介说:“在成像过程中,我们使用了超级计算机进行了非常大规模的计算,如上海交通大学的思源一号,数值模拟生成了超过20万张图像,我们需要分析每张图像以选择出那些可以再现黑洞附近结构的图像。”

5 下代追求 拍一部黑洞“电影”

EHT并未停止观测研究的脚步:就在今年3月份刚完成了有更多望远镜参与的联合观测。EHT的持续扩展和技术革新将使得科学家可以分享更引人注目的照片,包括在不久的将来的黑洞“电影”。

事实上,EHT在M87黑洞首次成像后,就提出了下一代EHT计划(ngEHT),希望在地球上布设更多的亚毫米波望远镜,增加观测灵敏度及频率覆盖等,来提升黑洞成像的质量与速度,以拍摄更清晰的“甜甜

圈”和第一部黑洞视频。

“每一帧画面都有很大的变化,我们希望能够将它连续地拍摄下来,以得到完整的、清晰的物理过程。”沈志强也是EHT合作国内协调人,“拍摄这样一部银河系中心黑洞的‘电影’,是下一代EHT的追求。”

据介绍,中国科学家正在规划建设中国的亚毫米波VLBI望远镜,以期参与到对Sgr A*的24小时不间断的接力观测中。上海天文台副研究员江悟表示,我国西部地区具备优良的观测条件,台内同事已经前往相关区域开展选址工作,如果未来能够布设亚毫米波望远镜,或为观测提供独特的基线覆盖。