



## 全球望远镜联合对M87开展前所未有的多波段同步观测

发布时间：2021-04-14 | 【大 中 小】

2019年4月，科学家发布了有史以来第一张黑洞照片。这一卓越成就是通过事件视界望远镜（EHT）于2017年4月对M87星系中央超大质量黑洞的观测获得的。然而，这仅仅是这个科学故事的开始。中国科学院上海天文台牵头组织协调包括8位台内研究人员在内的国内学者参与了此次的EHT合作。期间，EHT国内牵头人上海天文台沈志强研究员领导天马望远镜团队，在2017年EHT观测前夕完成对天马望远镜在13mm和7mm两个波段的VLBI系统调试以及低频波段的检查，成功组织天马望远镜参加2017年3月至5月的EHT同步多波段VLBI国际联测及后续数据分析等。

今天公开的来自19台望远镜（阵）的数据将极大地加深对这个黑洞中央引擎及其系统的理解，并提升对爱因斯坦广义相对论的检验。日本国立天文台的Kazuhiro Hada说：“我们知道第一张黑洞照片是开创性的。但是要充分理解这张非凡的照片，我们需要通过观测整个电磁波谱来了解当时有关黑洞活动的一切信息。”

超大质量黑洞的巨大引力驱动强大的喷流，并使其以接近光速的速度传播到很远的距离。M87喷流的辐射覆盖从无线电波到可见光再到伽马射线的整个电磁波谱。对每个黑洞而言，其在各电磁波段的辐射特征各不相同。通过收集这些辐射的“指纹”可以加深人们对黑洞性质的了解（比如，它的自旋和能量输出），但面临的一个挑战是这些不同频率上的辐射特征往往是随着时间变化的。

### 一、天马望远镜参与了2个望远镜阵、3个波段的同步观测

全球科学家通过协调包括地面和空间最先进的望远镜，在对M87的EHT观测期间同步收集到了整个电磁波谱范围内的辐射，这是迄今为止对超大质量黑洞及其喷流的频率覆盖最广的同步观测。

天马射电望远镜参与了其中2017年5月9日的欧洲VLBI网（EVN）170mm观测，并贡献了最高分辨率基线（图1）。同时，作为东亚地区灵敏度最高的长毫米波射电望远镜，天马望远镜全程参与2017年3月至5月期间东亚VLBI网（EAVN）在13mm和7mm对M87共14次EHT协同观测（图1）。这是国内射电

望远镜在7mm工作波长首次成功参加国际VLBI联合观测。

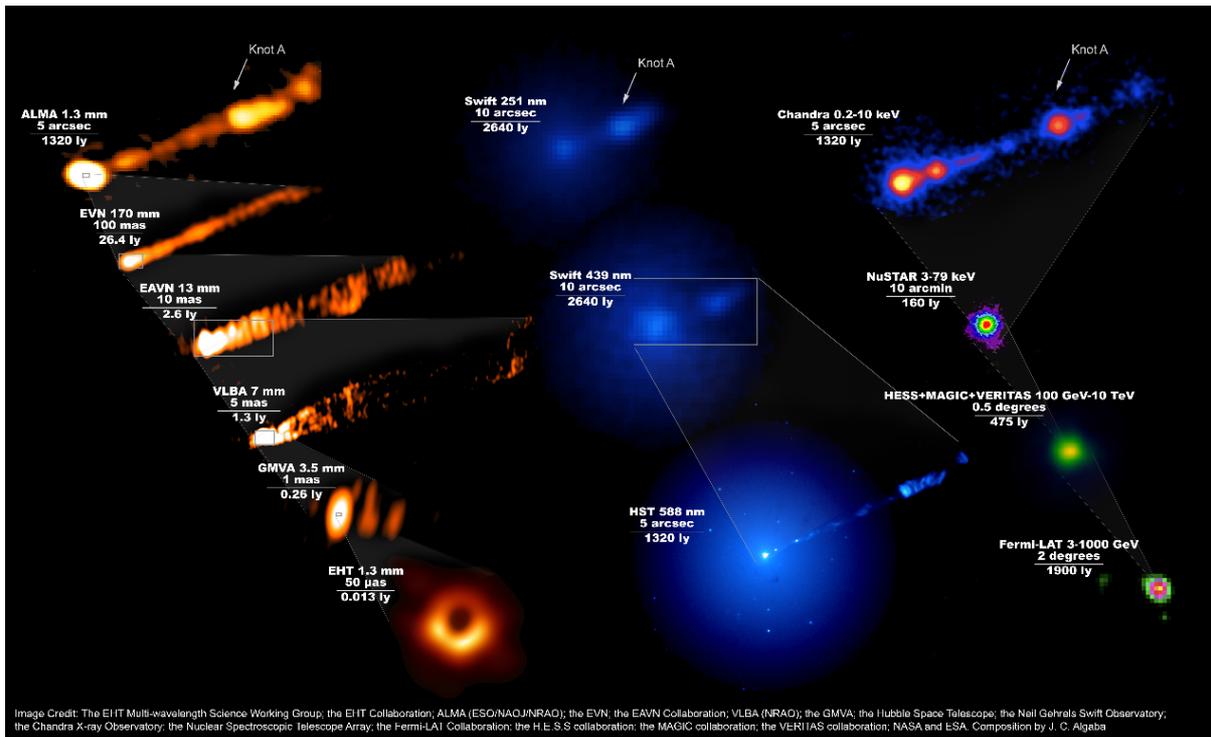


图1. M87的多波段观测结果，天马射电望远镜参加其中EVN的170mm和EAVN的13mm及7mm观测。  
(图片来源：EHT合作组织多波段工作组)

每台望远镜都为距离地球约5500万光年的M87中心这个65亿倍太阳质量的黑洞，提供了有关其物理行为和影响的独特信息。

## 二、新数据将有助于充分理解黑洞的首张照片

麦吉尔大学的合作者Daryl Haggard说：“有多个小组正在加紧研究他们的模型是否与这些丰富的观测结果相符，我们很高兴看到整个领域都使用这些公开数据来帮助我们更好地了解黑洞与喷流之间的深层联系。”

来自32个国家或地区近200个科研机构的760名科学家和工程师组成的团队，使用19台望远镜（阵），成功汇集了2017年3月底至4月中旬的观测数据。

马来西亚马来亚大学的Juan Carlos Algeba说：“这组令人难以置信的观测结果囊括了许多世界上最好的望远镜，这是世界各地天文学家为追求科学而共同努力的一个范例。”

结果表明，当时M87超大质量黑洞周围物质产生的辐射强度处于有观测记录以来最低水平。这为看黑洞的“阴影”提供了理想的条件，同时便于区分接近事件视界的区域和离黑洞数万光年尺度以外的辐射。

## 三、新数据将有助于解决最具挑战性问题

这些望远镜的数据与当前和未来的EHT观测相结合，将可以让科学家能够对天体物理学的一些最重要和最具挑战性的研究领域进行分析。例如，科学家计划使用这些数据来改进对爱因斯坦广义相对论的检验。上海天文台副研究员江悟说：“目前，因为还不完全确定围绕黑洞旋转以及被加速形成相对论性喷

流中的粒子组成，尤其是它们的辐射特性，对M87进行此类检验仍需要更全面的观测数据”。

今天发布的研究还解决了一个相关问题，涉及“宇宙线”的起源，宇宙线是不断轰击地球的高能粒子。它们的能量可以比地球上最强大的人工加速器大型强子对撞机（LHC）产生的能量高一百万倍。最高能的宇宙线最有可能是起源于今天发布的图像上显示的黑洞喷流，但有关细节，如这些高能粒子是在哪里被加速的，仍有许多疑问。因为宇宙线能通过相互碰撞产生辐射，最高能波段的伽马射线就可以用来精确定位粒子加速的区域。此新研究表明，至少2017年这些伽马射线不是在事件视界附近产生的。解决这一争论的关键是将其与2018年的数据以及本月正在观测采集的新数据进行比较。

阿姆斯特丹大学的合作者Sera Markoff说：“粒子的加速机制是我们理解黑洞照片和喷流的关键。喷流将黑洞释放的能量运送到远比宿主星系尺度还要大许多的地方，就像一根巨大的能量传送带。我们的数据将帮助我们估算携带的能量以及黑洞的喷流对其环境的反馈”。

#### 四、恰逢EHT的2021年观测，未来已来

这批新的数据宝库的公开恰逢EHT的2021年观测，这还是自2018年以来的首次EHT观测。2020年，计划的EHT观测由于突如其来的新冠疫情而被迫取消了，而2019年的观测则由于未曾预料的技术问题和恶劣的天气原因而被迫叫停。就在本月上周开始，天文学家再一次将用6天开展对M87、银河系中心超大质量黑洞（Sgr A\*）以及另外若干遥远黑洞的EHT观测。与2017年相比，该阵列新增了三台望远镜——格陵兰望远镜，基特峰12米望远镜和北方扩展毫米波阵列（NOEMA）。

耶鲁大学的合作者Mislav Balokovic说：“随着此次数据的发布以及恢复EHT观测和EHT阵列性能的提升，许多新的令人兴奋的结果将露出端倪。”

“今年的天马望远镜参与的东亚VLBI网（EAVN）联测目前正在进行中，”上海天文台刘庆会研究员表示：“未来，我们的天马望远镜仍将积极参与到这类国际合作中，对包括M87在内的更多黑洞天体进行监测”。

#### 附加信息:

此次发布的结果发表在《天体物理学杂志通讯》上[<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/abef71>]。该论文由EHT多波段（MWL）工作组的33名成员牵头，并且包括以下合作者：事件视界望远镜合作组（Event Horizon Telescope Collaboration）；费米大面积望远镜合作；H.E.S.S合作；MAGIC合作；VERITAS合作和东亚VLBI网（EAVN）合作。多波段科学工作组的协调员是Sera Markoff，Kazuhiro Hada和Daryl Haggard。Juan Carlos Algaba和Mislav Balokovic也协调了论文的撰写工作。

MWL合作的设施包括：欧洲VLBI网（EVN）；高灵敏度阵列（HSA）；VLBI射电测量探测网（VERA）；韩国VLBI网（KVN）；东亚VLBI网和KaVA；甚长基线阵列（VLBA）；全球毫米波VLBI阵列（GMVA）；甚大望远镜干涉仪（VLTI / GRAVITY）；尼尔·盖勒斯·斯威夫特天文台（Swift）；哈勃太空望远镜（HST）；钱德拉X射线天文台（Chandra）；核光谱望远镜阵列（NuSTAR）；高通量X射线



光谱任务和X射线多镜任务 (XMM-Newton) ; 费米大面积空间望远镜 (Fermi-LAT) ; 高能立体望远镜系统 (H.E.S.S.) ; 大型大气伽马射线契伦科夫望远镜 (MAGIC) ; 甚高能辐射成像望远镜阵列系统 (VERITAS) 。

EHT多波段工作组集合EHT合作成员和外部合作伙伴的共同努力, 以确保EHT观测期间最宽MWL频谱覆盖范围, 以最大程度地提高科学产出。 EHT合作涉及来自非洲, 亚洲, 欧洲, 北美和南美的300多名研究人员。

天马望远镜是欧洲VLBI网 (EVN) 和东亚VLBI网 (EAVN) 的正式成员, 它的建设和运行得到中国科学院和上海市的大力支持。

版权所有 © 中国科学院上海天文台 沪ICP备05005481号-1

地址: 上海市南丹路80号

邮编: 200030

