

热点聚焦

八台毫米波射电望远镜指向宇宙，百年前爱因斯坦预言终获证实

全世界仰望星空，1.3毫米精度让黑洞现真容

■本报见习记者 金婉霞 首席记者 许琦敏

“当你凝视着深渊时，深渊也在凝视着你。”若将尼采这句名言嫁接到天文学上，当科学家凝视黑洞时，却连一丝光也看不到……

然而，科学家却以恢弘的想象力、超凡的实验能力和惊人的毅力，组建起了直径相当于地球的“事件视界望远镜”(EHT)。经过两年多不懈努力，终于获得了黑洞在明亮吸积现象和“宇宙火柱”喷流现象衬托下的首张“剪影”——如同一团温暖的烛光，温柔映衬出沉寂黑洞的阴影。

自爱因斯坦1916年提出黑洞理论预言以来，人类终于第一次得到了黑洞存在的铁证！

全球联手，拼接黑洞“剪影”

由于强引力的存在，黑洞里连光都无法逃逸。因此，从理论上来说，人类根本不可能给黑洞主体拍照。不过，根据爱因斯坦广义相对论的预言，黑洞边缘存在着一种名为“黑洞视界”的交界带。在这个交界地带，周围气体会在黑洞强大引力下落入其中，并发出强烈辐射，产生明亮的吸积现象，同时还会喷发出强烈的物质和能量外流，呈现壮观的“宇宙火柱”喷流现象。由此，人类可通过对它的精细描绘勾勒出黑洞轮廓。

然而，要获得这样一幅黑洞“剪影”，难度超乎想象。黑洞研究专家、中国科学院上海天文台副台长袁峰介绍，直接观测黑洞需要极高分辨率的望远镜；如果是光学望远镜，则要为它配备一块直径达几公里的玻璃镜片；如果是红外望远镜，它的口径更要达到几十甚至上百公里；若是毫米波望远镜，其口径将相当于地球直径。

目前，人类技术磨不出几公里口径的玻璃镜片，但依靠甚长基线干涉测量(VLBI)技术，只要将地球不同地区的毫米波射电望远镜联网，就相当于组成了一座与地球直径相当的超大望远镜。

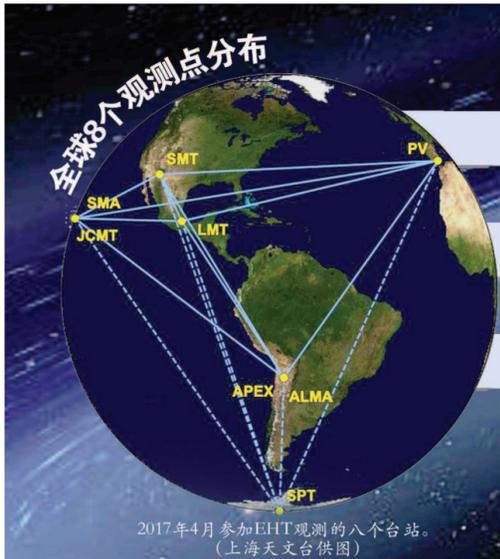
创建EHT是一项非常艰巨的工作，需要升级和连接部署八个现有的射电望远镜来组成全球网络，而这些望远镜分布在全球的高海拔地区，包括夏威夷和墨西哥的火山、美国亚利桑那州山脉、西班牙内华达山脉、智利阿塔卡马沙漠，以及南极点。

2017年4月，科学家将八台射电望远镜组成了巨大的EHT。“通过这些望远镜，我们可以接收到来自黑洞的辐射，如同拼图一般将这些微弱信号累积起来，最终就能获得一幅黑洞“剪影”。”袁峰说，哪怕是2016年发现的引力波，也只是间接证明黑洞的存在，只有得到真实影像，才是黑洞真实存在的铁证！

黑洞“模特”：人马座A*星和M87

经过两年多数据处理，科学家们终于在北京时间4月10日21时，向全球揭开首张黑洞“剪影”。

这次公布的黑洞照片，拍摄的是银河系外的巨型椭圆星系M87中心黑洞。中国科学院上海天文台台长沈志强解释说，M87中心黑洞是目前已知的最大黑洞之一，距离地球5500万



2017年4月参加EHT观测的八个台站。(上海天文台供图)

用难以想象的计划寻找“至暗信号”

组成一个口径如地球直径大小的虚拟望远镜

条件苛刻的观测点，包括夏威夷和墨西哥的火山、西班牙的内华达山脉、智利的阿塔卡马沙漠、南极点等

望远镜记录下的海量数据，需要进行复杂的后期处理和分析，才能获取最终的黑洞图像

以2017年4月的观测为例，每个台站的数据率达到惊人的32GB/秒，8个台站在5天观测期间共记录约3500TB的数据。如果是像看电影一样不间断地看，这些数据至少需要500多年才能看完

黑洞是什么？

理论上，黑洞是爱因斯坦广义相对论预言存在的一种天体。它具有的超强引力，使得光也无法逃脱它的势力范围，该势力范围称作黑洞的半径或事件视界

黑洞真会吞噬一切吗？

黑洞的“势力范围”是有边界的，物体并非不论远近都会被它吞噬，边界外的物体会遵循万有引力定律绕着黑洞旋转。所以几乎每个星系的中心都会有一个超大质量黑洞，其他天体就绕着黑洞转

给黑洞拍张照到底有多难？

细节太小、信号太暗、干扰太多

经过10多年准备，四大洲8个观测点组成虚拟望远镜网络——一个如同地球直径大小的事件视界望远镜，在集齐所有观测数据并深度分析后，让黑洞终于拥有了一张“正面貌”。给黑洞拍照的难点，在参与此次大科学计划的专家眼中，可以用三个字来形容：“小”“暗”“扰”——细节太小，信号太暗，干扰太多。

黑洞如此遥远，寻找它如同从地球观察月球上的一个橘子，需要的望远镜口径超乎想象。况且，这个望远镜还要足够灵敏，才能“看”得清极

其微小的细节。自400多年前伽利略发明望远镜以来，人类科技水平的飞速提升让望远镜的口径越来越大，“分工”越来越细。但要给黑洞拍照，依靠人类现有任何单个天文望远镜都远远不够。

这是一个难以想象的大科学计划：用分布全球的8个观测点，组成一个口径如地球直径大小的虚拟望远镜。条件苛刻的观测点，包括夏威夷和墨西哥的火山、西班牙的内华达山脉、智利的阿塔卡马沙漠、南极点等。

这次EHT在1.3毫米波观测到了黑洞迄今为止最清晰的图像。“参与EHT项目的中国科学院上海天文台研究员路如森告诉记者，EHT的分辨率达到了20微角秒，这个精度意味着，你可以在纽约阅读一份巴黎街头摊开的报纸。

达到这个精度需要克服难以想象的困难。自上世纪六十年代，天文学家逐渐意识到黑洞可以被观测，就开始了几十年坚持不懈的努力。“从开始到现在，观

测精度已经提升了不止十倍。沈志强介绍，为了突破观测极限，科学家把望远镜造在海拔几千米的高山上，但观测精度又要求望远镜的反射面偏差不能超过60微米，克服温差和材料形变都是必须攻克的关键。而且，数据必须记录在充氮磁带上；无法联网的八台望远镜必须用氢钟保持同步……

路如森曾在夏威夷麦克斯韦望远镜(JCMT)工作过，他对坚守的日子记忆犹新：稀薄的空气令人感到呼吸困难，24小时值守只分两班，每天还必须将沉重的磁带上机器，不出差错地安装上去。“这的确是段艰苦的日子，但终于实现了我们的梦想！”

“现在才算初步看清了黑洞的样子。”沈志强说，接收到信息后，科学家还

观测精度已经提升了不止十倍

需对海量的信息进行处理，“比如南极的数据四月收了之后，直到九月份才能取到。”科学家将大量时间用在比对、确认上，确保发布的图像准确无误。

在这场漫漫探索中，我国科学家作出了重要贡献。不少科学家长期关注高分辨率黑洞观测和黑洞物理的理论及数值模拟研究。在2017年EHT全球联合观测期间，上海65米天马望远镜和新疆南山25米射电望远镜，共同参与了密集的毫米波VLBI协同观测，为最终的黑洞成像提供了总流量的限制。

“接下来，我们准备将观测波段提升到0.8毫米、345GHz。”沈志强说，未来随着格陵兰望远镜、基特峰望远镜等的加入，EHT的灵敏度将显著提高，“我们将把黑洞看得更加清晰。”

下的海量数据，需要进行复杂的后期处理和分析，才能获取最终的黑洞图像。以2017年4月的观测为例，每个台站的数据率达到惊人的32GB/秒，8个台站在5天观测期间共记录约3500TB的数据。专家表示，如果是像看电影一样不间断地看，这些数据至少需要500多年才能看完。

该国际合作项目负责人、哈佛大学教授谢拉德·多尔曼表示，10多年来，正是技术的突破、新望远镜的建成，最终使人类能够“看到”黑洞。

(据新华社上海4月10日电)

需对海量的信息进行处理，“比如南极的数据四月收了之后，直到九月份才能取到。”科学家将大量时间用在比对、确认上，确保发布的图像准确无误。

在这场漫漫探索中，我国科学家作出了重要贡献。不少科学家长期关注高分辨率黑洞观测和黑洞物理的理论及数值模拟研究。在2017年EHT全球联合观测期间，上海65米天马望远镜和新疆南山25米射电望远镜，共同参与了密集的毫米波VLBI协同观测，为最终的黑洞成像提供了总流量的限制。

“接下来，我们准备将观测波段提升到0.8毫米、345GHz。”沈志强说，未来随着格陵兰望远镜、基特峰望远镜等的加入，EHT的灵敏度将显著提高，“我们将把黑洞看得更加清晰。”

“令人惊讶的是，我们所观测到图像的许多特征与理论预言相一致。”EHT董事会成员保罗·胡认为，这使科学家对观测的理论解释，包括对黑洞质量的测量，都充满信心。

这是一项由全球200多位科研人员组成的团队完成的非凡成果，中国大陆有16名科学家参与，并在观测技术与科学理论研究上作出了重要贡献。中国科学院国家天文台、紫金山天文台和上海天文台共同建立了中国科学院天文大科学中心参与到EHT项目中。“对M87中心黑洞的顺利成像，绝不是EHT国际合作的终点。”中国科学院上海天文台台长沈志强研究员透露，目前天文学家已在尝试开展0.8毫米波段的观测——分辨率比现在提升2.6倍，人类对黑洞的认识还将不断深入。

“令人惊讶的是，我们所观测到图像的许多特征与理论预言相一致。”EHT董事会成员保罗·胡认为，这使科学家对观测的理论解释，包括对黑洞质量的测量，都充满信心。

这是一项由全球200多位科研人员组成的团队完成的非凡成果，中国大陆有16名科学家参与，并在观测技术与科学理论研究上作出了重要贡献。中国科学院国家天文台、紫金山天文台和上海天文台共同建立了中国科学院天文大科学中心参与到EHT项目中。“对M87中心黑洞的顺利成像，绝不是EHT国际合作的终点。”中国科学院上海天文台台长沈志强研究员透露，目前天文学家已在尝试开展0.8毫米波段的观测——分辨率比现在提升2.6倍，人类对黑洞的认识还将不断深入。

人类终睹黑洞真容

(上接第一版)

M87黑洞距离地球5500万光年，质量为太阳的65亿倍。它是人类从地球上可以望见的黑洞中，最易观测到的两个之一。为探测遥远黑洞传来的微弱辐射，天文学家构建起了EHT。

EHT把分布在西班牙、智利、夏威夷、南极等地的八台毫米波射电望远镜“组合”起来，形成一个口径如地球大小的虚拟望远镜。凭借EHT具有的空前灵敏度和分辨率，科学家在1.3毫米观测波段，捕获到了一个环状结构及其中心的暗弱区域，即黑洞阴影。

“我们已经取得了上一代人认为不可能做到的事情。”EHT项目主任谢拉德·多尔曼说，“技术的突破、世界上最好的射电天文台之间的合作、创新的算法汇聚到一起，打开了一个关于黑洞和事件视界的全新窗口。”

“令人惊讶的是，我们所观测到图像的许多特征与理论预言相一致。”EHT董事会成员保罗·胡认为，这使科学家对观测的理论解释，包括对黑洞质量的测量，都充满信心。

这是一项由全球200多位科研人员组成的团队完成的非凡成果，中国大陆有16名科学家参与，并在观测技术与科学理论研究上作出了重要贡献。中国科学院国家天文台、紫金山天文台和上海天文台共同建立了中国科学院天文大科学中心参与到EHT项目中。“对M87中心黑洞的顺利成像，绝不是EHT国际合作的终点。”中国科学院上海天文台台长沈志强研究员透露，目前天文学家已在尝试开展0.8毫米波段的观测——分辨率比现在提升2.6倍，人类对黑洞的认识还将不断深入。

文化视点

暂别400天后，上海话剧艺术中心华丽回归

打造一座“开放性”剧场，让这里成为一个有呼吸、有生命、有记忆的城市公共空间

■本报记者 童薇菁

乳白的墙体与浅灰色的大理石地砖，用一道古铜色的栏杆勾勒出整体的明亮和典雅……修缮一年多的上海话剧艺术中心剧场即将全部竣工。昨日记者前往探班，一睹新容。新剧场继续沿用了原有的ArtDeco(装饰主义)风格，观众厅的两根大理石柱以及旋转门处的圆形拼花地砖被完整保留了下来——这里是上海话剧艺术中心每年30多万观众的必经之路，它与新的设计元素互相交融，寓意着剧场连接过去与未来。

接下来，第22、23届佐临话剧艺术奖颁奖典礼将于5月11日在焕然一新的剧场举行，紧随而至的是“2019-2020”上海话剧艺术中心开幕演出年的十场精彩演出。这意味着在告别400天

后，这座沪上重要的文艺地标重新回到了剧迷的生活中。

崭新的上海话剧艺术中心原有的三个剧场：一楼的“大剧场”艺术剧院、三楼的“小剧场”戏剧沙龙、六楼的“黑匣子”D6空间位置不变，但观众空间得到了拓展。艺术剧院一楼观众席可容纳513人(不含包厢)，戏剧沙龙、D6空间分别可容纳观众232位、255位，其中，戏剧沙龙的观众席均可自由拆放，为艺术家的创作提供了灵活、多变的空间舞台。

上海话剧艺术中心还特别邀请了同济大学声学专家为剧场打造专业的“话剧声场”，确保演员不用佩戴麦克风就能把声音传递到最后，尽情展现话剧的艺术魅力。

“打造一座‘开放性’的剧场是我们

此次修缮的根本理念。”上海话剧艺术中心总经理张惠庆说，“剧场应成为一个有呼吸、有生命、有记忆的城市公共空间。”

据悉，“2019-2020”上海话剧艺术中心开幕演出年为观众献上的十部剧目中，有中俄合作、咏叹昆曲世家三代悲欢离合的原创话剧《良辰美景》；“劳伦斯·奥利弗奖”最佳新创话剧奖和“托尼奖”最佳复排话剧奖获奖作品《天窗》；北欧剧协最佳戏剧奖获奖作品、获“易卜生奖”的挪威国宝级大师约恩·福瑟代表作《一个夏日》；上话携手英国皇家莎士比亚剧团共同演绎的经典历史剧《亨利五世》；灵感来源于中国志怪古籍的舞台剧《山海经》等。所有十部开幕演出季剧目，将于本周六上午9点，在安福路上海话剧艺术中心进行统一的“半价开票”活动。



修葺一新的上海话剧艺术中心观众大厅以及大剧场。(上海话剧艺术中心供图)