

路如森

中国科学院上海天文台研究员

银河系中心黑洞首次露真容 比遥远星系黑洞照片发布晚3年

为啥黑洞距离近了，拍照反而难了

◎本报记者 何亮

继2019年人类首张黑洞照片发布后，又一黑洞的“真容”被拍摄到！北京时间5月12日，中国科学院上海天文台公布了银河系中心黑洞人马座A*（Sgr A*）的首张照片。全球其他5个城市（比利时布鲁塞尔、智利圣地亚哥、中国

台北、日本东京、美国华盛顿）也都与上海同步公布了这张令天文学家兴奋的照片。

这张黑洞照片是由事件视界望远镜（EHT）合作组织，通过分布在全球的射电望远镜组网“拍摄”而成，它的发布给出了银河系中心人马座A*就是黑洞的实证，为理解这种被普遍认为居于大多数星系中心的“巨兽”提供了宝贵的线索。

置的8个射电望远镜“组合”起来，形成一个犹如地球那么大的“虚拟”望远镜，它的灵敏度和分辨力都是前所未有的。

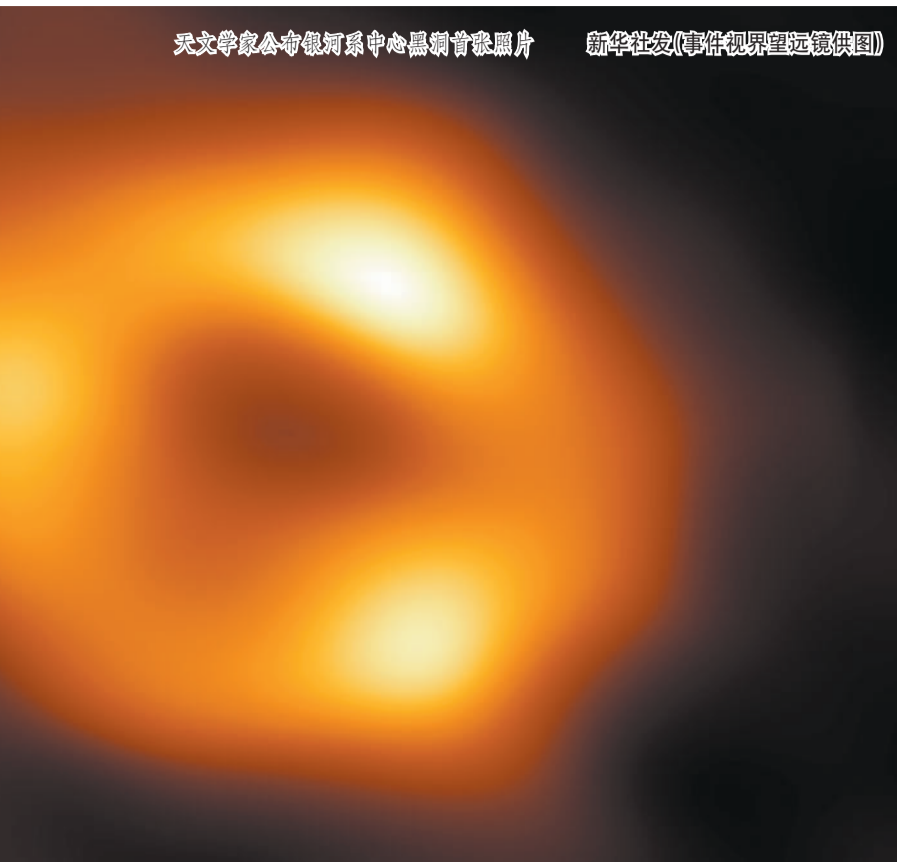
2017年，这8个北至西班牙，南至南极的望远镜朝向选定的目标撒出一张“大网”，“捞”回海量数据，为我们勾勒出黑洞的模样。但留给科学家的观测窗口期非常短暂，每年只有大约10天时间。

除了观测时间上的限制，拍摄黑洞对天气条件的要求也极为苛刻。“因为大气中的水对这一观测波段的影响极大，水会影响射电波的强度，这就意味着降水会干扰观测。”中国科学院上海天文台台长、研究员沈志强说。

因此这8个望远镜所在之处均位于海拔较高、降雨量极少、晴天概率非常高的地区。

此外，要成功成像还必须要要求所有望远镜在时间上完全同步。观测期间，每一个射电望远镜都收集并记录来自目标黑洞附近的射电波信号，这些数据被集成用于获得事件视界的图像。沈志强说：“为了确保信号的稳定性，EHT利用原子钟来确保其收集并记录的信号在时间上的同步。”

作轨道运动。这已强烈暗示这个被称作人马座A*的天体是一个黑洞，而这次发布的照片则提



天文学家公布银河系中心黑洞首张真容

新华社发（事件视界望远镜供图）

供了首个直接的视觉观测证据。

2019年，人类发布的第一张黑洞照片，捕获的是更遥远星系M87的中心黑洞M87*。尽管M87*比银河系中心的黑洞人马座A*大了1500多倍，也重了1500多倍，但两个黑洞看起来格外相似。

“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，但当我们聚焦在这两个黑洞的边缘时，它们看起来又神奇地相似。”来自荷兰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萨拉·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。”

尽管人马座A*离地球更近，但是为其拍摄照片却比M87*艰难得多。来自美国斯图尔德

天文台、亚利桑那大学天文系和数据科学所的科学家Chi-kwan Chan解释道：“周围气体均以几乎接近光速的速度绕着人马座A*和M87*高速旋转。气体绕转M87*一周需要几天到几周的时间，但对于小很多的人马座A*来说，几分钟内气体即可绕转一周。这意味着在EHT观测人马座A*时，该超大质量黑洞周围环绕气体的亮度和图案也在时刻快速变化着。给人马座A*拍照有点像给一只正在追逐自己尾巴的小狗拍张清晰照片。”

这项成果的实现，集结了来自全球80个研究机构共300多名研究人员的奇思妙想。除了开发复杂的工具来克服人马座A*成像面临的挑战外，EHT合作组织还花了5年时间，用超级计算机合成和分析数据，编纂了前所未有的黑洞模拟数据库与观测结果进行严格对比。

未来EHT将拍一部黑洞“电影”

“现在我们能就这两个超大质量黑洞的差异展开研究。”来自天文与天体物理研究所的科学家Keiichi Asada表示，“利用已有的两个质量相差1500倍以上的黑洞的照片，我们将可以进一步检验极端环境下的引力。”

人马座A*的照片是由2017年EHT观测数据中提取的诸多照片组合制作而成的。在此后的2018年、2020年和2021年，EHT合作组织并未停止观测研究的脚步。而且，EHT的台站数量还在不断增加，在2018年新增加了包括格陵兰望远镜在内的3个新的台站，观测阵覆盖范围进一步扩大。

在未来的计划里，更多的望远镜将被用来扩展EHT观测阵，譬如已经建成的欧文斯山谷射电天文台和即将建造的非洲毫米波望远镜。除了望远镜数量的增加，从2023年开始，EHT将进行0.87毫米波段的观测，相比于相同情况下的1.3毫米波段的观测，分辨率提升了近50%。而人马座A*和M87*仍是EHT合作组织最重要的科学观测目标，天

文学家正在探究它们是如何随时间变化的，并对其周围磁场展开研究。

EHT数量的持续扩展和技术革新将使得科学家可以分享更多引人注目的天文照片，甚至是黑洞“电影”。“运用下一代EHT拍摄这样一部银河系中心黑洞的‘电影’，是天文学家的追求。”沈志强说，“我们正在规划建设中国的亚毫米波VLBI望远镜，以期参与到对人马座A*的24小时不间断的接力观测中。”

我国科学家长期关注高分辨率黑洞成像研究。此次的EHT合作中，我国科学家积极参与了早期EHT国际合作共同推动、EHT观测时间的共同申请、夏威夷麦克斯韦望远镜的观测运行，以及后期数据处理分析等。

沈志强说：“我们还将把望远镜对准其他目标源，制作更多‘甜甜圈’。因为其他‘甜甜圈’更迷你，所以需要更高的角分辨率，建设空间望远镜或可以实现这一目标。”

为银心黑洞提供首个直接视觉证据

科学家之前已观测到众多恒星围绕着银河系中心一个不可见的、致密的、质量极大的天体

作轨道运动。这已强烈暗示这个被称作人马座A*的天体是一个黑洞，而这次发布的照片则提

地球成形之前，巨行星轨道或曾有过一场“车祸”

◎洪恒飞 柯溢能 本报记者 江耘

太阳系诞生之初，星际空间中的气体分子云坍缩，中心部分形成了太阳，残余物质绕恒星旋转形成了一个扁平的原行星盘，这个时期也被称为太阳系的气体盘时期，行星成长在原行星盘内，与盘中气体相互作用，轨道逐渐圆化并向内迁移。

科学家尝试通过研究木星、土星、海王星等天体的动力学变迁，求索太阳系的成长历程。记者从浙江大学获悉，该校物理学院刘倍贝研究员与法国波尔多大学雷蒙德教授、美国密歇根州立大学雅格布森教授共同提出太阳系巨行星轨道演化的新模型。他们指出，在太阳系形成初期，原行星盘受到太阳光致蒸发作用，盘中气体从内向外耗散诱发了巨行星轨道的重塑并引发动力学不稳定。相关研究成果近日刊登于《自然》杂志。

新模型显示巨行星轨道不稳定发生时间更早

巨行星轨道演化对包括地球在内的其他行星、卫星和小天体的演化，以及地球生命起源、地球宜居性等多方面影响深远。

学界认为，在太阳系的气体盘时期，太

阳系的土星、木星、天王星、海王星等四大巨行星通过迁移进入轨道共振态，即相邻行星的公转周期为整数比。现今，四大行星的轨道分布更为开阔，巨行星也已脱离了原有的共振状态，巨行星的轨道或许经历过动力学剧变。

“想象一条车辆正常流通的高架桥，如果有车辆发生碰撞追尾，整个高架桥的行车秩序就会被打乱。”刘倍贝说。

当前描述太阳系巨行星演化最流行的模型是尼斯模型。尼斯模型认为，巨行星轨道不稳定发生在太阳系诞生数亿年之后，那时原行星盘气体耗散，巨行星与外部的星子盘（由直径为数公里到上百公里的星子组成）相互作用不断交换轨道能量，最终使得行星摆脱共振束缚并引发动力学不稳定。由于该过程的能量交换十分缓慢，轨道不稳定属于太阳系诞生数亿年之后的“晚期不稳定”。

刘倍贝团队提出，前人的研究忽略了气体盘耗散过程中行星受到气体的反向作用力。可以用气体盘的耗散来解释行星轨道的演化，这是尼斯模型没有考虑到的因素。

“在气体盘演化的晚期，太阳辐射的高能光子直射行星盘，形成的强劲光压首先吹散了靠近太阳的气体，行星盘内部出现了中空的结构。后续光压由内向外逐步驱散盘中剩余气体，行星盘质量伴随着盘内边界向

外扩张而减小，这个过程被称为行星盘的光致蒸发。”刘倍贝说，这时太阳就好比一个巨型吹风机，不断“吹”走盘中的气体。

刘倍贝团队通过理论计算发现，由于原初气体盘的内边界处气体的快速耗散，行星在该处受到向外的气体作用力，这与行星在原初气体盘的其他位置受到向内的力截然不同。当气体盘内边界由光致蒸发向外扩张时，原本向内迁移的行星改变运动方向，随内边界共同向外移动。巨行星由于质量不同，它们向外迁移的速度也不同，从而打破原轨道共振态并引发了动力学不稳定。

“团队研究表明，该过程导致的动力学不稳定紧随着气体盘耗散，在太阳系诞生后约500万到1000万年间发生。有别于尼斯模型，我们的模型中巨行星轨道不稳定的时间更早。”刘倍贝说。

太阳系内其他天体为新模型提供了佐证

上述论文提出，早期巨行星轨道的动力学不稳定，导致起初的四大行星与另一个冰巨星在气体盘耗散时经历了大幅度轨道变化，冰巨星与木星碰撞后被甩出太阳系，达到四大巨行星最终稳定的轨道分布，这与如今观测结果吻合。

月亮算星星、恒星也会“动”……

这些“星知识”，来了解一下

新华社讯（记者周润健）立夏后，气温回升，天气转暖，夜晚观星开始渐渐进入舒适的时节。恒星也会“动”，行星很“调皮”，月亮是“星族”一员……这些“星知识”，你了解吗？

中国天文学会会员、天津市天文学会理事修立鹏介绍，在理想状态下，人类肉眼在一晚上能看到大约4000颗星星，这其中绝大多数都是恒星。所谓行星，并不是恒定不动的星星，在北半球能用肉眼看到几乎恒定不动的恒星只有一颗，那就是北极星，其他恒星都会围绕北极星自西向东旋转。

恒星的“恒”，指的是在夜空背景下，它们之间的相互位置短时间内不会发生变化。“这个‘不会发生变化’并不是绝对的，如果时间足够长的话，恒星的相对位置也会发生变化，不过，这个时间少说也得几百年，在我们的一生中，是看不到恒星的相对位置发生显著变化的。”修立鹏说。

会有两颗星星离得非常近，甚至用肉眼都几乎分辨不出来的情况吗？“有的。宇宙中普遍存在着‘双星’甚至‘聚星’这样的恒星系统。我们能看到的恒星里面，诸如天狼星、尾宿一等，都是‘双星’，它们就是离得非常近的两颗星星，如果视力好，仔细辨认的话是能够辨认出来的。当然，在我们肉眼可见的星空中，这种情况只是少数，而且虽然离得很近，但它们之间的相对距离是固定的，不会出现‘越来越近’这种情况。”修立鹏说。

那么，为什么人们偶尔还会看到两颗星星之间离得越来越远呢？“最有可能看到的是‘调皮’的行星”，修立鹏表示，肉眼看上去，恒星跟行星的大小差不多，都是一个小亮点。在夜空背景下，行星移动的速度要比恒星快很多。由于行星的运行轨道跟黄道相距不远，所以位于黄道上的一些恒星，时不时地就会被行星们“骚扰”一下，比如恒星毕宿五、心宿二、角宿一等，就会经常与行星离得越来越远。在天文学上，这种现象称为“合”。“其实，不只行星跟恒星会出现合，由于每颗行星的速度都不一样，行星之间也会出现合的现象。”

如果把太阳（恒星）和月亮（地球的卫星）这两颗特殊的“星星”也算进来，那天宇就热闹多了。由于运行速度远高于其他星星，月亮可谓是“左右逢源”，跟其他行星、恒星相合的次数特别多，甚至有的时候还会直接从星星前面跑过去，这种现象称作“掩”。

至于太阳，“家”里也时常会有星星来“做客”，只不过白天看不见而已。但是水星和金星这两颗地内行星要是恰巧在它前面经过的话，用特殊的望远镜却是能够看到的，这就是罕见的“凌日”现象。

太阳和月亮有没有合的时候呢？“其实每个月初一，它们两个都会合上那么一次，只不过我们看不见月亮而已。如果合发生在黄白交点附近，月亮就会刚好挡住太阳，我们就能欣赏到壮观的日食。”修立鹏说。

太阳活动迎来活跃期

手把手教你如何摄影留念

◎刘永晟

太阳活动迎来活跃期，你是否跃跃欲试，想要拍张酷炫的太阳照片呢？想要拍摄太阳，只需要一个晴朗的天气，一张巴德膜就可以完成。但若是想要在拍摄太阳的同时，获得更多的细节元素，就需要掌握更多方法，灵活用好手中的设备进行拍摄。

影响太阳摄影的因素有很多，其中最重要的一点就是天气。当我们计划拍摄太阳时，应该提前了解自己所在的区域近期的天气情况，确定一个天气良好的拍摄日期。

确认天气后，你可以使用微信小程序“天文通”查看拍摄当天的太阳实时图像，小程序页面右下角的菜单栏里，可以找到“此刻太阳”功能项，能够查看最新的日面图片，可以看看是否有值得拍摄的黑子或者日珥等太阳活动。

拍摄器材

普通人拍摄日面的器材主要有两种选择：一是相机加长焦距镜头的组合，二是相机加望远镜的组合。不论使用哪种组合，拍摄日面首先要保证的就是安全问题，一定要做好对应的防护措施。

对于第一种相机加长焦距镜头的组合，通常只需要准备好巴德膜覆盖在镜头上，就可以进行拍摄了，但是大多数情况下只能拍到一些太阳黑子。

对于相机加望远镜的组合，如果是普通望远镜，巴德膜也是必需品；如果是专业的太阳望远镜，如日珥镜等，原装套件就可以正常拍摄，无需巴德膜。当然，还有一些特殊的滤镜也可以拿来拍摄太阳，比如赫歇尔棱镜等。

此外，有条件的话还可以采取天文CMOS相机加望远镜的组合。

前期准备

理想的前期拍摄准备是在拍摄前一天的晚上提前架设好器材，对好赤道仪的极轴，实在没有条件的話，只能白天临时相对极轴进行拍摄，不过对于拍摄太阳来说，也基本够用。

如果是晚上提前架设好器材，一定要进行多星校准，等到白天拍摄太阳的时候就会相对省心，因为赤道仪的GOTO功能可以保证寻星的准确性，同时也能保证跟踪太阳时的稳定性。

如果是临时架设器材，极轴和星体校准都有一定误差，赤道仪的GOTO功能也会受影响。这时就只能先粗略地寻找太阳，如果你用的是普通望远镜就只能借助寻星镜了。寻星镜要调整和望远镜同轴，并且也需要加上巴德膜做好眼面防护。

实际操作

一切准备就绪后就可以开始拍摄了。以我个人的设备为例：笔记本电脑连接好设备后，使用SharpCap进行拍摄，将拍摄分辨率设置成最大，格式设置为“mono16”，把“USB Traffic”的值设置成相机帧率最快的数值。因为太阳的亮度即便是使用日珥镜也是非常高的，所以要通过灵活调整快门速度和增益Gain值来保证画面的曝光和拍摄帧率。

我使用日珥镜拍摄太阳，主要拍摄两个部分：第一部分是太阳中间的黑子、暗纹等特征部分（太阳边缘的日珥部分不明显）。第二部分是灵活调整快门速度和增益Gain值让太阳边缘日珥部分显示出来，单独拍摄日珥部分（此时太阳中间部分会处于过曝状态）。素材可以选择帧数保存，也可以选择按实际拍摄时间保存。（据中国国家天文公众号）