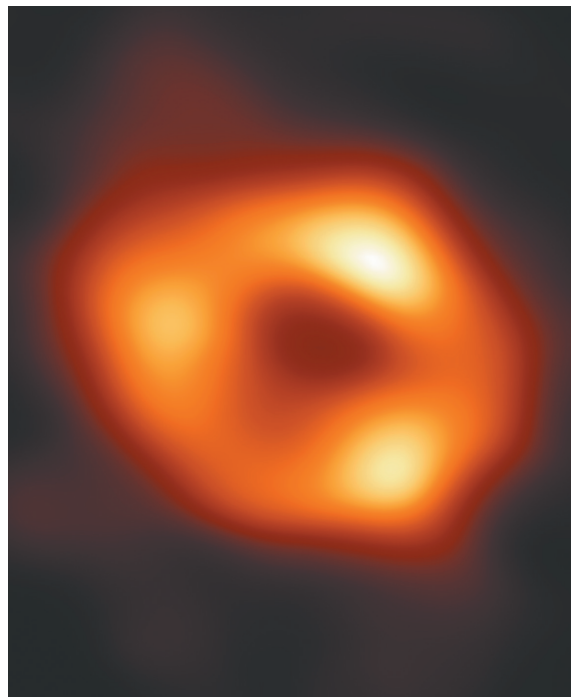


初识
黑洞

给黑洞
拍照

验证
黑洞理论



天文学家公布的银河系中心黑洞首张照片。新华社

黑洞是让很多人都感到无比好奇的宇宙天体。这个宇宙“怪兽”，相信许多人都听说过，却少有人了解它。

什么是黑洞？通俗来讲，黑洞其实就是巨大恒星的残骸。恒星的内部不断地在进行着热核反应。当一颗恒星衰老时，它因热核反应耗尽了中心的燃料，由中心产生的能量已经不多了。这时，它再也无法承担起外壳巨大的重量。所以在外壳的重压之下，核心开始坍缩，物质将不可阻挡地向着中心点“进军”，在这个时候会发生持续相当长时间的超新星爆炸，直到最后这颗恒星形成体积接近无限小、密度几乎无限大的星体，这就是黑洞。

从地球飞到太空，火箭需要达到每秒7.9公里的速度。随着地球质量的不断增加，它的表面引力也会增加，火箭逃离地球的速度会越来越大。当这个速度达到每秒30万公里的时候，任何东西都无法逃出这个天体，包括光。黑洞就是这个连光都无法逃脱的天体，这个区域被称为黑洞的事件视界。在这里面，任何光线都无法逃出，所有物质和质量都会聚集到黑洞中心的奇点上，这里时空曲率无限大，引力无穷大。一旦进入事件视界，世界上，所有我们已知的物理定律就会失效。

因为黑洞的性质，我们无法直接观测到它的样子，但黑洞在吞噬其他物质的时候，会形成一个吸积盘，在吸积盘内大量的物质围绕着黑洞旋转、摩擦、升温，使得这里的温度能达到上百万摄氏度，会显得非常明亮。

黑洞是科学史上极为罕见的情形之一，在没有任何观测到的证据证明其理论是正确的情形下，作为数学的模型被发展到非常详尽的地步。是的，黑洞是被算出来的。20世纪初，爱因斯坦的广义相对论让黑洞广为人知，可科学家们直到1970年才发现第一个黑洞。虽然科学家们早已在超级计算机中模拟出了黑洞的模样，但一直以来科学家们都希望能给黑洞拍个照。

随着技术的不断进步，人类终于可以给黑洞拍照了。科学家们选择了两个超大型黑洞作为“模特”。今年发布的是银河系中心的超大质量黑洞人马座A*，它距离地球有2.7万光年，质量超过了太阳质量的400倍。而2017年公布的黑洞照片则来自M87星系，它更远更大，距离地球有5500万光年之遥，质量为太阳的65亿倍。

我们从地球上观测这两个黑洞，它们都非常小，环状结构的视直径大约只有40到50微角秒。一个微角秒大概是从月球上看地球上一篇文章末尾的句号大小。这两个黑洞仿佛就是从地面看38万公里外月球表面上的一个甜甜圈。

这么小的视直径对望远镜的角分辨率提出了挑战。角分辨率是描述望远镜能力的专有名词。角分辨率越小，望远镜分辨遥远天体的能力就会越强，我们能获取到的图像就越清楚。光学望远镜受到镜片工艺和地球大气的影响，分辨能力较弱，即使是在建的39.3米口径的欧洲极大望远镜，理论上的极限角分辨率也只能达到1000微角秒，这和50微角秒还相差甚远。

科学家们想到了射电望远镜。单台射电望远镜口径可以做到几十米甚至上百米。虽然因其观测波长更长，使得分辨能力远低于同口径的光学望远镜，但科学家们可以使用一种VLBI（甚长基线干涉测量）技术，把两台甚至更多的射电望远镜组成一台更大口径的射电望远镜，通过增加口径来提升分辨能力。但50微角秒意味着射电望远镜的口径至少需要达到6000千米，要知道地球的半径也不过6371千米呢。

可不可以通过VLBI技术把整个地球变成一个巨大的射电望远镜？

当然可以！科学家们提出了个宏伟的计划，将全球8个不同的毫米波望远镜组成了一台口径达到地球直径的射电望远镜，组成了一个所谓的“事件视界望远镜”（缩写EHT），让他们在同一时间一起给M87星系中心以及银河系中心的黑洞拍照。



上海天马望远镜。新华社

EHT于2017年4月首次全面运行，并且在那一次的运行中就取得了全部的黑洞数据。通过这次连续五天的观测，科学家们得到了4PB（1PB=1024TB）的数据。由于数据量巨大，无法通过网络传输，所以所有存储数据的硬盘需要有工作人员来运输。EHT中有一台望远镜在南极，每年的联合观测在四月份，在观测结束的时候，南极就进入了冬季，需要等到十月份工作人员才能去把硬盘接回。所以人类历史上第一张黑洞照片在观测结束了两年之后的2019年四月份才正式公布，这也是人类第一次通过成像的方式验证了黑洞的存在。可银河系中心黑洞照片直到2022年5月12日才姗姗来迟。

虽然银河系中心黑洞比M87黑洞更近，感觉上也好像更好拍一些，但实际拍摄结果却并不是这样。VLBI技术的科学发现受限于设备，每台射电望远镜的工作状态和参数并非完全一致，而且照片的处理有多个不同的算法工作组分别参与，最终照片是所有合格照片平均而成的。所以天文学家的工作就是尽可能保证不同算法下的结果是相似的，才能提高成像的可信度。

银河系中心的黑洞质量小，它的自转周期只有40到30分钟，在长时间的观测之下，它的结构会发生很大的变化，拍摄的影像也会模糊不清，有点像给一只正在追逐自己尾巴的小狗拍张清晰照片。科学家们需要花费更多的时间反复处理，才能把它处理成清晰的图片。而多数吸积盘的光是人类肉眼看不见的，为了方便大家理解，科学家们给它们上了个色。所以，这张照片的后期足足用了5年时间。

这两张黑洞照片验证了黑洞理论的正确性。这些黑洞的照片，将有助于科学家进一步验证爱因斯坦广义相对论等基础理论，也有助于揭开更多未解谜团，包括位于星系中心的喷流是如何产生的、宇宙究竟有多大等。拍到黑洞照片，只是人类认知黑洞的第一步。接下来，人类将进一步增加观测望远镜的数量，希望用更短的时间拍出细节更丰富、角度更多样的黑洞照片。未来，甚至不排除在外太空“搭建”清晰度更高的望远镜的可能性。

这次展示的照片集结了来自全球80个研究机构共300多名研究人员组成的EHT合作组织的奇思妙想，其中中国有来自7家单位的17位天文学家参与该项目。这是一次史无前例的合作，在探索宇宙的道路上，世界上的天文学家们精诚合作，付出了惊人的努力，才让我们看到了这来自宇宙深处的奇景。

（本文作者系海口市天文爱好者协会会长）

黑洞 露真容

来自宇宙深处的奇景

2022年5月12日晚，在上海召开的全球新闻发布会上，天文学家向人们展示了位于银河系中心的超大质量黑洞的首张照片。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。关于黑洞，关于这张神奇的照片，值得我们一探究竟。

文本刊特约撰稿 沈滔