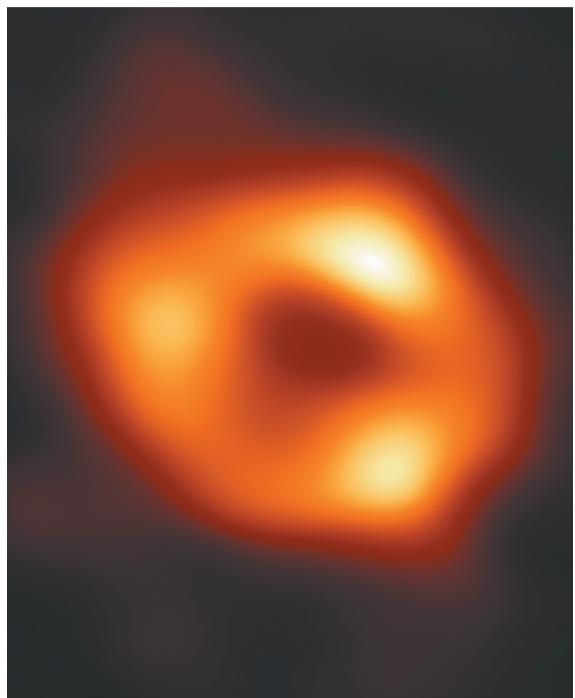


初识
黑洞给黑洞
拍照验证
黑洞理论

天文学家公布的银河系中心黑洞首张照片。新华社

黑洞 露真容

文本刊特约撰稿 沈滔

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。

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?通常来讲,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除尾的句号大小。这两个黑洞仿佛就是我们从地面看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。

EHT于2017年4月首次全面运行,并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。所以天文学家的主要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照片。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

会会长)



上海天马望远镜。新华社

青海冷湖天文基地。新华社

