

去年，事件视界望远镜观测计划开启

2017年的4月5日到14日之间，来自全球30多个研究所的科学家们开展了一项雄心勃勃的庞大观测计划，利用分布于全球不同地区的8个射电望远镜阵列组成一个虚拟望远镜网络，人类第一次看到黑洞的视界面。这个虚拟的望远镜网络被称为“事件视界望远镜”，其有效口径尺寸将达到地球直径大小。人类在2015年第一次听到了两个黑洞相互绕转合并所产生的引力波之声，从那以后，科学家们又在为亲眼目睹黑洞真容而努力了。

无论我们最终得到的黑洞图像是什么样——是像电影画面一般壮观恢弘，或者只有几个模糊的像素点——事件视界望远镜都意义非凡，这是我们在黑洞观测史上迈出的重要一步。观测结果不仅仅是一张照片那么简单，它一方面呼应着爱因斯坦的广义相对论，一方面也将帮助我们回答星系中的壮观喷流是如何产生并影响星系演化的。我们将成为有史以来第一批“看见”黑洞的人类，真是好运气。

无图无真相，科学家怎么知道黑洞在那里？

尽管“黑洞”一词在1968年才由美国天体物理学家约翰·惠勒提出来，但早在1783年，英国地理学家约翰·米歇尔便已经意识到：一个致密天体的密度可以大到连光都无法逃逸。这也是普通人在今天对于黑洞的最基本认识：吸入所有一切，连光都逃不出来。

既然想一睹黑洞“芳容”，我们对这个遥远天体的认识就得再多些。黑洞的几乎所有质量都集中在最中心的“奇点”处，“奇点”在其周围形成一个强大的引力场，在一定范围之内，连光线都无法逃脱。光线不能逃脱的临界半径被称为“视界面”——顾名思义就是视线所能到达的界面。你大概感到好奇：登山者们攀峰高峰的原因是“山就在那里”，可是，既然天文学家们根本看不到黑洞，他们是怎么确定“黑洞就在那里”的呢？

黑洞自身不发光，难以直接探测，大大小小的望远镜对于直接观测遥远黑洞力不能逮。科学家们便只能“曲线救国”，采用一些间接方式来探测黑洞——比如观察吸积盘和喷流。

在某些时候，恒星量级（从3个太阳质量到100个太阳质量大小）的黑洞会存在于一个恒星周围，将恒星的气体撕扯到它自己身边，产生一个围绕黑洞旋转的气体盘，即吸积盘。

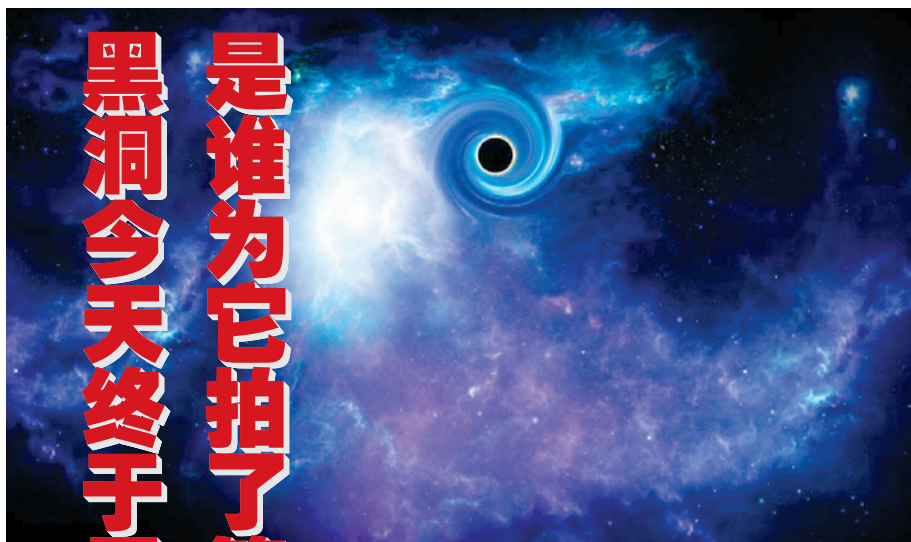
当吸积气体过多，一部分气体在掉入黑洞视界面之前，在磁场的作用下被沿转动方向抛射出去，形成喷流。

吸积盘和喷流两种现象都因气体摩擦而产生了明亮的光与大量辐射，所以很容易被科学家探测到，黑洞的藏身之处也就暴露了。

理论很丰满，现实很骨感。以我们的银河系为例，根据理论推算，银河系中应该存在着上千万个恒星量级的黑洞，可到目前为止，我们只确认了20多个黑洞的存在，此外还有四五十个黑洞候选体。

要最终真正确认一个天体是否为黑洞，我们还需要做出更多测量与计算。要探测一个从几十万个太阳质量到几十亿甚至上百亿个太阳质量的超大质量黑洞，挑战就更大了，科学家们为了确认银河系中心黑洞 Sgr A* 的存在，着实费了不少力气。

是谁为它拍了第一张照片呢？ 黑洞今天终于显真身了，



望向银河系中心黑洞的视界面，犹如在地球上 看月球上的橙子

发现黑洞已如此不易，给它拍照岂不是更难？

从17世纪初人类发明望远镜至今，天文望远镜的口径已变得越来越大，从最早的2.5厘米口径，到目前最大的10米口径光学望远镜，还有我国贵州的500米口径射电望远镜，下一代更大口径的望远镜也正在计划或建设当中，这些望远镜无一不凝结了人类的智慧，甚至代表了人类社会的最高科技水平。然而，要想观测遥远黑洞，依靠目前任何单个望远镜都远远不够。因此，在过去10多年时间里，麻省理工学院的科学家们联合了其它研究机构的科研人员，开展了激动人心的“事件视界望远镜”项目，全球各地的8个亚毫米射电望远镜将同时对黑洞展开观测。

这八兄弟北至西班牙，南至南极，它们将向选定的目标撒出一条大网，捞回海量数据，为我们勾勒出黑洞的模样。

它们多数都是单一望远镜，比如夏威夷的JCMT和南极望远镜；也有望远镜阵列，比如ALMA望远镜是由70多个小望远镜构成。视界面望远镜此次观测目标主要有两个，一是银河系中心黑洞 Sgr A*，二是位于星系 M87 中的黑洞。

之所以选定这两个黑洞作为观测目标，是因为它们的视界面在地球上看起来是最大的。其它黑洞因为距离地球更远或质量大小有限，观测的难度更大。Sgr A* 黑洞的质量大约相当于400万个太阳，所对应的视界面尺寸约为2400万公里，相当于17个太阳的大小。

然而，地球与 Sgr A* 相距2万5千光年（约24亿亿公里）之遥，这就意味着，它巨大的视界面在我们看来，大概只有针尖那么小，就像我们站在地球上去观看一枚放在月球表面的橙子。

M87 中心黑洞的质量达到了60亿个太阳质量，尽管与地球的距离要比 Sgr A* 与地球之间的距离更远，但因质量庞大，所以它的视界面对我们而言，可能跟 Sgr A* 大小差不多，甚至还要稍微大那么一点儿。

8个望远镜同时看到2个黑洞，每年只有10 天窗口期

要想看清楚两个黑洞视界面的细节，视界面望远镜的空间分辨率要达到足够高才行。要多高呢？比哈勃望远镜的分辨率高出1000倍以上。

科学家们之前可以利用单个望远镜实现黑洞周围恒星位置的测量，但是，相较于恒星与黑洞之间的距离尺度（1万亿公里），视界面的尺度太微小了（至少小10万分之一倍），因此利用单个镜面很难完成。这时候，为了增强空间分辨率，我们就需要使用“干涉”技术了，即利用多个位于不同地方的望远镜在同一时间进行联合观测，最后将数据进行相关性分析之后合并，这一技术在射电波段已相当成熟。

在这种情况下，望远镜的分辨率取决于望远

镜之间的距离，而非单个望远镜口径的大小，所以，事件视界望远镜的分辨率相当于一部口径为地球直径大小的射电望远镜的分辨率。

在此事件视界望远镜进行观测之前，天文学家们已经利用其中部分毫米望远镜对 Sgr A* 和 M87 星系中心黑洞进行了联合观测，并得到了一些令人兴奋的结果：尽管没能看清黑洞视界面，但已探测到了黑洞中心区域的辐射。

为了增加空间分辨率，以看清更为细小的区域，科学家们在本次进行观测的望远镜阵列里增加了位于智利和南极的望远镜。要保证所有8个望远镜都能看到这两个黑洞，从而达到最高的灵敏度和最大的空间分辨率，留给科学家们的观测窗口期非常短暂，每年只有大约10天时间（对于2017年来说，是在4月5日到4月14日之间）。

在所有参与观测的望远镜当中，坐落于智利、耗资140亿美金的ALMA毫米望远镜是最为重要的一个，因为其灵敏度是目前单阵列当中最高的，但它的观测时间也是最为宝贵的。

除了黑洞“芳容”几何，这一观测还将为我们解答诸多问题

给黑洞拍张照片不容易，“洗照片”更是耗时漫长。射电望远镜不能直接“看到”黑洞，但它们将收集大量关于黑洞的数据信息，用数据向科学家们描述出黑洞的样子。

对于之前的干涉仪来说，因为不同望远镜之间的距离不会太远，不同位置的观测数据通常可以实时比较、合并而后得到图像，科学家们是有可能实时在屏幕上看到图像的。但对于此次跨越南北半球的事件视界望远镜观测，因其所涉及的站点区域非常广阔，所产生的数据量将十分庞大。事件视界望远镜每一个晚上所产生数据量可达2PB，和欧洲大型质子对撞机一年产生的数据量差不多。考虑到有些区域（比如南极）的数据传输速度相对较慢，所以科学家们在观测时不会对各个站点的数据进行实时相关分析，所以更不可能在屏幕上看到黑洞的实时图像。

在每一个观测中心，科学家们将利用提前校对好的原子钟时间，对每一个电磁波到达的时间进行分别标定和存盘，等到观测结束之后再汇总比较。

在观测结束之后，各个站点收集的数据将被汇集到两个数据中心（分别位于美国麻省Haystack天文台和德国波恩的马普射电所）。在那里，大型计算机集群将会对数据时间进行合并与分析，从而产生一个关于黑洞的图像。这一分析所需的时间少则半年，长则一年。

万事俱备，只欠东风

设备准备就绪之后，剩下一个非常重要的因素，就是天气以及观测时间了。因为大气中的水对这一观测波段的影响极大，要想事件视界望远镜顺利观测，需要所有8个望远镜所在地（从夏威夷到智利，从墨西哥到南极）的天气情况都非常好。目前这些望远镜所在之处通常都是位于海拔较高，另外降雨量也是极少，所以全部晴天的概率其实非常高。

当所有数据被合并，最终得到图像时，天文学家们希望看到这样一副图像：一个黑色的圆盘，被一个非常靠近黑洞视界面、很亮的光子圆环所环绕；因为黑洞转动的多普勒效应，光子圆环一侧较亮，另外一侧较暗。

天文学家们希望能够通过这一观测结果，对爱因斯坦的广义相对论做出最为严格的限制。与此同时，黑洞图像将帮助我们回答星系中的壮观喷流是如何产生并影响星系演化的。

当然，这是科学家心中的理想图景，实际得到的黑洞图像可能差很多。但无论最终的图像如何，即便是只能看到几个像素，此次视界面望远镜的观测也将是人类黑洞观测史上的重要一步。

我们是何其幸运，将成为这宇宙中第一批亲眼看到黑洞的碳基生物。