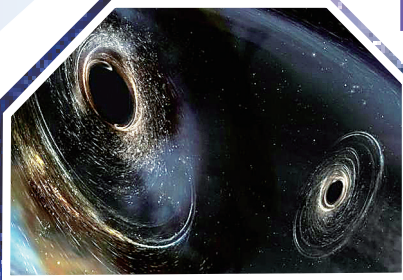
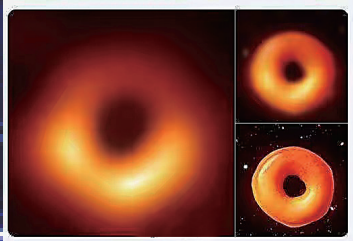


网红“甜甜圈”你真的了解吗

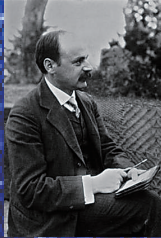
最近，银河系中心超大质量黑洞照片的公布又引发了大家讨论黑洞的热潮，很多网友亲切地把这位新晋网红称为“甜甜圈”。相比2019年的第一张黑洞照片，银心黑洞虽然离我们更近，但是它的质量更小，拍摄难度更大。即使费尽千辛万苦拍到了它的“真容”，其实也只是间接的样子。那只是它在明亮吸积盘中投下的一抹阴影。对于它的真实结构，人们更是知之甚少。



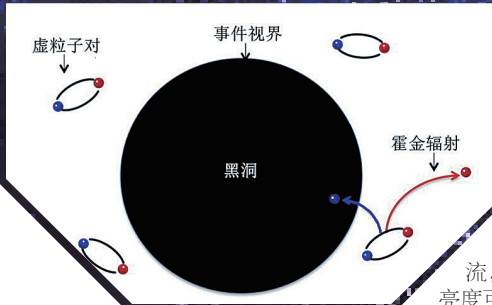
合并前的黑洞想象图



黑洞照片被网友玩坏了



史瓦西和史瓦西半径



霍金辐射示意图

最亮的天体居然可能是一种黑洞。类星体一般都是大型星系的核心。它由一个超大质量黑洞和黑洞吸收其他星体的物质形成的巨大吸积盘组成。黑洞在吞噬吸积盘的时候会在两极形成喷流，这种喷流由极强的伽马射线组成，它的亮度可以达到它所在整个星系的亮度的一百倍。这也是宇宙中最为壮丽的奇观之一。

而按照电荷和角动量分类，黑洞又有史瓦西黑洞（没有电荷也不自转）、克尔黑洞（没有电荷但是会自转）、赖斯纳-诺德斯特罗姆黑洞（有电荷但是不自转）和克尔-纽曼黑洞（有电荷且自转）的区别。

我们看到的黑洞照片中，橙红色的外环亮度不对称的原因就是黑洞的自转，所以这两个黑洞都是克尔黑洞。

克尔黑洞的内部是一个奇环而不是奇点，奇环的奇特时空性质或许存在让经过这个区域的物体回到过去的可能。克尔黑洞的这一可能性，给无数科幻作家带来了灵感和素材，并创作出了许多优秀的作品（比如《星际穿越》《命运石之门》），这也是黑洞带给人们的浪漫遐想之一。

黑洞家族

目前人类拥有的两张黑洞照片的主角——M87星系的黑洞和银河系中心黑洞，都是超大质量的克尔黑洞。但是宇宙中除了这种超大质量的大家伙，其实还存在着各种各样的黑洞。

黑洞的分类方式有两种：一种是按质量分类，另一种则是按照黑洞有没有电荷和角动量来分类。

黑洞按照质量可以分为原初黑洞（不超过地球质量）、恒星级黑洞（四到一百倍太阳质量）、中等质量黑洞（一百到十万倍太阳质量）和超大质量黑洞（十万到一百亿太阳质量）。

有趣的是，超大质量黑洞可能是宇宙中最亮的天体（类星体）——是的，你没有看错，宇宙中

大多数人对史蒂芬·霍金并不陌生，对他的“霍金辐射理论”却知之甚少。霍金辐射，就是霍金对黑洞性质的一个著名预言：黑洞并不是只进不出的，黑洞也会向外发射辐射。

你可能会想，黑洞不是连光都无法逃逸吗，怎么会有辐射可以逃脱黑洞的引力呢？确实，没有任何东西可以从黑洞视界内逃出来，但霍金辐射产生的场所恰恰就是黑洞视界的表面。

当真空中涨落出一对正反粒子时，如果其中一个落入黑洞视界，另一个逃逸，那么看起来就像是黑洞向外发射了一个粒子一样。根据能量守恒定律，为了“补偿”真空能量的亏损，虽然黑洞获得了一个粒子，自身却要损失能量。这样，黑洞的质量也减少了一个发射出的粒子的质量。霍金经过计算还指出，黑洞的质量越小，霍金辐射的温度就会越高。如果黑洞的温度大于宇宙微波背景辐射温度的话，黑洞就会慢慢蒸发质量。

那么问题来了，如果存在霍金辐射，则意味着黑洞是有寿命的。也就是说，黑洞并不是一个永恒存在、吞噬一切的怪物，它们也会有寿终正寝的一天。可对于恒星级以上的黑洞来说，它的寿命会非常漫长。但是，大爆炸产生的原始黑洞

的寿命都极其短暂，人造的超级“迷你”黑洞的寿命更短，甚至可能一瞬间就蒸发殆尽了。即使成功制造出来，我们也只能探测到一个小小的、来自它的霍金辐射的闪光。

看到这里，你有没有对黑洞这种神秘的天体了解的更多了一点？由于黑洞视界内部完全无法观测的性质，人们在进一步了解黑洞的道路上遇到了很大的困难。但是，科学家们从未放弃过对黑洞真相的不懈追求。

目前，关于黑洞内部结构的理论模型的构建工作正在持续进行，而为了探测到更清晰的黑洞，世界各国也联合起来，使用最先进的探测手段和分析技术，只为了看到更真实的黑洞。这次银心黑洞的照片，就是世界各地的射电望远镜组成了一个等效面积几乎和地球一样大的大望远镜阵列，并一齐向银河系中心观测才得到的。相信在不久的将来，人们一定可以破解更多黑洞的奥秘。

据“中科院物理所”

黑洞也会死去吗？

「黑洞」概念的提出

黑洞并不是一个大洞，它也是一种天体。早在1784年，英国牧师约翰·米歇尔就提出了暗星的概念：如果有一种和太阳密度相同但直径是太阳500倍的天体，它发出的光将无法逃脱自身的引力——也就是说，这颗星星是暗的、无法被观察到的。同时，他还提出了观测这种天体的方法——利用它对其他天体的引力效应来间接观测，这种方法也是现代观测黑洞的手段之一。

由于缺乏观测手段和与之匹配的理论，黑洞直到爱因斯坦的广义相对论出现才开始被研究。1915年，卡尔·史瓦西在研究爱因斯坦场方程的时候，提出了史瓦西半径公式。史瓦西发现，当天体的半径等于史瓦西半径时，方程的解变得很奇怪，但是当时的人们并不能理解这意味着什么。

不过，有一群人从另一个角度逼近着问题的答案。1931年，钱德拉塞卡指出，大于1.4倍太阳质量的天体在没有核反应的情况下，由于电子简并力（一种抵抗压缩的压力）无法对抗巨大的引力，电子会被压入原子核，不可避免地发生坍缩，最终变成完全由中子构成的星体，也就是中子星。对于质量更大的情况，中子也会进入简并态，通过中子简并力对抗引力以维持稳定。罗伯特·奥本海默计算出中子简并物质的质量上限：超过3倍太阳质量的话，引力就会增强到中子简并力都无法对抗的程度，物质就会不可避免地坍缩到一个点——一个密度无穷大的奇点（宇宙演化的起点或者黑洞中心的点）。

奇点的出现赋予了史瓦西半径现实的意义：天体的史瓦西半径就是一个天体坍缩成奇点所需要压缩到的半径，而且也是天体坍缩成奇点后的逃逸速度等于光速的距离。

由于史瓦西半径内的逃逸速度大于光速（光都无法从这个区域逃脱），所以史瓦西半径内发生的一切事件外界都无法观测，也就是说，有一个无形的边界将史瓦西半径内的一切和外界隔绝开来。这个边界被称为“事件视界”（简称视界）。美国物理学家约翰·阿奇博尔德·惠勒给这种漆黑的天体取了一个非常贴切又帅气的名字——黑洞。

黑洞的概念虽然已经提出了，但是这种天体是否存在？尴尬的是，很长时间内，这都是一个无解的争论，因为谁也没有观察过它。

很有意思的是，虽然广义相对论是近代黑洞概念的起源，但是它的提出者——爱因斯坦却对黑洞的存在表示反对——因为它太违反常理：怎么会有一个密度无穷大的东西存在呢？一直以来，物理学家们都认为无穷属于一种纯粹的数学概念，现实世界中不应该存在无法用具体数值来表示的量。为此，爱因斯坦提出了一些假设模型来“阻止”天体的质量坍缩到奇点。两派观点一直争论不休，却都因为缺乏证据导致没有定论。

但是，进入21世纪，观测数据却似乎越来越往“黑洞真的存在”的方向倾斜——2015年9月14日，LIGO引力波天文台首次直接观测到了引力波。观测信号与两个黑洞合并产生引力波的理论预测相符，其中一个黑洞约36倍太阳质量，另一个黑洞则约29倍太阳质量。引力波信号表明，两个物体在合并前的距离只有350公里，因此，这些物质一定非常致密，合并后留下一个黑洞是最合理的解释。此后，黑洞合并的引力波信号又被探测到近百次。

2019年，EHT合作组使用事件视界望远镜获得了黑洞的照片，这是人类第一次观察到黑洞的样子。最近，银心黑洞照片的发布再次验证了一些黑洞理论的预言，照片的黑洞形态和理论预测也基本一致，所以这也是目前黑洞存在的最有力证据。

虽然目前有了一些有力的证据，但是这些证据仍不够充分。由于缺少更清晰的观测数据，尤其是缺少关键的“霍金辐射”的观测证据，目前的黑洞模型是否正确还无法盖棺定论。黑洞到底是一种什么样的天体，还等待着人们去探索。

黑洞存在与否的争论