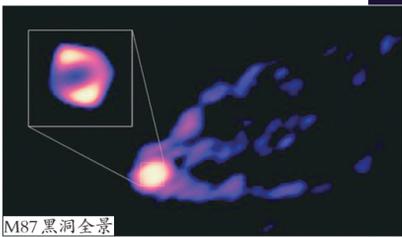


科技与新闻

探索与发现



M87 黑洞全景

很多人都熟悉一张“甜甜圈”照片，那就是人类历史上拍到的第一个黑洞。该黑洞位于距离地球5500万光年外的M87星系中心，是目前所知宇宙中质量最大的黑洞之一，大约65亿倍于太阳质量。2017年，事件视界望远镜(EHT)的射电望远镜拍摄到了它的“特写”。

最近，由中国科学院上海天文台研究员路如森领导的国际研究团队，换了个频道看M87黑洞，首次拍到了M87的黑洞全景。照片里，不仅有“甜甜圈”，还能看到从“甜甜圈”向远处延展的“尾巴”，即黑洞的喷流。

作为EHT照片的拓展，新照片首次展现出了黑洞和它周围环境的关系。近日，相关成果发表于《自然》。



此次研究成果示意图

中国学者领衔，全球联手

首次!拍到黑洞全景

“甜甜圈”长了“尾巴”、发了“胖”

黑洞，是一个引力极强的时空区域，包括光在内的任何东西都无法逃逸。它可以“吃掉”靠近它的一切。

此次，天文学家用3.5毫米波段开展了新观测。他们拍摄到的黑洞照片中，依然可以清晰看到“甜甜圈”——黑洞周围环绕着热气体，这些气体在不断发出辐射，形成亮环。与此同时，黑洞附近被“吐出”的气体也被拍到，“甜甜圈”长出了“尾巴”。

“以前我们曾在单独的图像中分别看到过黑洞和喷流，但现在我们在一个新的波段拍摄了黑洞和喷流的全景图。”论文第一作者路如森告诉《中国科学报》。

“我们可以看到喷流是如何从中央超大质量黑洞周围的环状结构中出现的，也可以在另一个波段测量黑洞周围环状结构的直径。”德国马普射电天文研究所的Thomas Krichbaum说。

通过这张全景图，天文学家获得了一些关于黑洞的新认识。

他们发现“甜甜圈”比之前“胖”了。“本次的观测波长是3.5毫米，而EHT的观测波长是1.3毫米，我们看到的环状结构变得更大、更厚。”这表明在新图像中可以看到落入黑洞的物质产生了额外辐射。这使我们能更全面地了解黑洞周围的物理过程。”路如森说。

他们还发现黑洞不是“很饿”。“它消耗物质的速度很低，只将其中一小部分转化为辐射。于是，为了了解这个更大、更厚的环的物理来源，我们使用计算机模拟

测试不同的情况。最终我们得出结论，亮环更大、更厚与吸积流有关。”台湾地区“中研院”天文和天体物理研究所的Kei-ichi Asada说。

此外，从数据中，他们还看到了一些“令人惊讶的事情”。日本国立天文台的Kazuhiro Hada说：“在靠近黑洞的内部区域，辐射宽度比我们预期的宽。这可能意味着黑洞周围不仅仅有气体落入，也可能有一股‘风’吹出来，造成黑洞周围的湍流和混乱。”

不过，路如森表示，尽管发现了很多新现象，但“星系中央的超大质量黑洞是如何形成的，仍是未解之谜”。

尽管还有很多问题无法回答，但论文的两审稿人都给予高度评价。一位审稿人指出：“该研究具有独创性、主题性，表现力强，可以引起人们的普遍兴趣，值得在《自然》杂志上发表。”另一位审稿人评价：“这项工作及时的，是在理解活动星系核喷流的形成和准直方面迈出的重要一步。”

黑洞照片的背后

此次研究由中国学者路如森领衔，成员来自17个国家和地区的64家研究单位，共计121位。拍摄动用了全球16台射电望远镜，共同组成了一台口径等效于地球直径的望远镜。16台射电望远镜包括全球毫米波阵列的14台望远镜、位于智利的阿塔卡马大型毫米波阵列望远镜，以及位于格陵兰岛的格陵兰望远镜。

黑洞新照片其实在5年前的2018年4月14日至15日就已经拍好，但直至今日

才正式发布。

“在初步处理数据后，我们从中注意到了前所未有的新特征。之后用了5年，经过复杂的数据处理和成图过程、反复验证和确认结果，才最终发布。”路如森说。

在将“生数据”处理成“熟数据”过程中，他们前后做了4次甚长基线干涉测量技术分析中的“互相关处理”以及相应的“相关后处理”分析。“大家克服了来来回回的煎熬，得到了最可靠的‘熟数据’。”路如森说。

从“熟数据”重建观测图像时，研究团队遇到了前所未有的挑战。“这是一张视场很大的图像，图像包含许多成分，且这些成分的亮度差异很大。通过汇聚遍布全球各地许多合作者的经验，经过各种尝试和反复验证，我们才克服了这些困难。”路如森说。

要拍“彩照”，还要拍“电影”

路如森和他领衔的国际研究团队，已经想好了下一步目标——与EHT一起给黑洞拍摄“彩色”照片。

所谓“彩色”就是在不同的观测波长上给黑洞拍照。“进一步的观测和强大的望远镜阵列将继续揭开它的神秘面纱。”韩国天文和空间科学研究所的Jongho Park说，“未来，毫米波观测将研究M87黑洞的时间演变，并将结合不同颜色的‘射电图像’获得M87中心黑洞区域的多色视图。”

在上海天文台台长、研究员沈志强看来，未来非常令人期待。“此次展现的3.5毫米波长图像代表了当前的最新成就，但

为了揭开M87中央超大质量黑洞及其相对论性喷流的形成、加速、准直传播的物理机制之谜，我们需要拍摄更多色的高质量图像，包括在0.8毫米或更短的亚毫米波长的黑洞照片，以及在长至7.0毫米波长的黑洞和喷流的全景图像。”沈志强说。

“由于不同波长的电磁辐射揭示了黑洞附近不同的物理过程，相比于‘单色’黑洞，‘彩色’黑洞将带给我们更多信息，帮助我们更好理解黑洞本身，以及它和周围环的关系。”路如森说。

路如森还有一个更远的目标——给黑洞拍“电影”。

“黑洞并不是静止的，而是每时每刻都和周围环境相互作用，因此不同时刻看它，它是不一样的。拍摄‘动态’黑洞要求我们在空间维度上再解耦时间维度，以便全方位观测和理解黑洞。”路如森说。

对于5500万光年外的M87星系来说，黑洞图像的变化速度缓慢，需要通过长时间监测才能拍出它的变化。“EHT在过去几年进行了多次连续成像观测，未来5年也有持续的观测计划。这些观测数据将呈现M87黑洞在10年时间跨度上的‘电影’。”路如森说。

对于人类所居的银河系中央的银心黑洞，目前EHT的望远镜分布不足以实现“快拍模式”的动态摄影，“丢帧”问题严重。但路如森对未来保持乐观：“随着更多望远镜加入，人类将能达到所需的时间分辨率，并最终拍出‘黑洞电影’。”

(据《中国科学报》上海天文台供图)

新鲜事

让镜头更轻薄、信号不受扰、颜色更高级……

光学超材料的本领不只有隐形

光学超材料就是利用波长与光的波长相近或更短的人造结构来调控光的行为，包括光的强度、偏振态和相位等。光学超材料依然遵循物理规律，只是在研究视角和研究尺度上和传统的光学材料有所不同，需要在微米、纳米等亚波长尺度下设计和调控材料的电磁学性质。

光学超材料是由亚波长结构单元或具有特异电磁特性的超原子组成的人工微纳结构材料。通过人工改变构成材料的结构单元，可使光学超材料表现出一些新奇的光学性质。例如，特殊的微纳结构让光学超材料能够以特定的方式对光的传输进行调控，从而达到隐形效果。

什么是光学超材料？光学超材料未来还有哪些改变人们生活的应用场景？日前，华中科技大学光学与电子信息学院教授杨振宇、张诚和副教授缪灵接受了科技日报记者专访，揭开了光学超材料的“神秘面纱”。

通过改变材料结构来调控光的行为

一块透明的玻璃，通过改变成分可以让它的透光率和颜色发生变化。而除了调节成分以外，还可以通过在这块玻璃表面刻上像窗纱一样的具有周期性的亚波长格子图案，来使直射在它表面的光发生偏转或者反射，甚至让它产生透镜的效果。“通过改变材料结构让自然材料变成一种人工材料，产生它原本没有的特性，这就体现了光学超材料中‘超’的特点。”缪灵说。

从专业角度来讲，光学超材料就是利用波长与光的波长相近或更短的人造结构来调控光的行为，包括光的强度、偏振态和相位等。光学超材料依然遵循物理规律，只是在研究视角和研究尺度上和传统的光学材料有所不同，需要在微米、纳米等亚波长尺度下设计和调控材料的电

磁学性质。

“大致上光学超材料的研究主要集中在设计和加工制备这两个方向。”杨振宇介绍，在光学超材料的设计上，现有基于麦克斯韦方程组或者声学、热学、力学中对应的传统设计方法，也有将深度学习、人工智能引入超材料设计的新方法。在制备技术层面，则可以根据维度的不同将光学超材料分为二维超材料和三维超材料。二维超材料以光学超表面为代表，可以在很薄的一层亚波长结构上实现对入射光的调控。相比三维的体超材料，光学超表面具有一定的加工优势，可以完全兼容平面化的传统半导体加工方式，因此成为主流的研究方向。而三维的光学超材料则主要利用自组装、多层纳米结构、激光3D打印等技术来制备。

光学超材料应用领域十分广阔

光学超材料可用于光学器件及光学传感器制造，例如光学超透镜就是利用光学超表面设计加工出来的一种具有透镜功能的器件，用其来构建小巧、紧凑、高质量的成像系统。此外，利用光学超材料及超表面技术，有望研制高性能、多功能和集成化的光学器件，打破传统光学技术的限制。在紫外、深紫外，甚至真空紫外波段应用。

在能源和环境领域，越来越多的科研团队正想方设法地在太阳能电池板的表面甚至是内部结构中，利用光学超材料来提升太阳能电池的光电转换效率。

光学超材料的另一个研究方向是结构色，也称物理色。张诚介绍，像大自然中孔雀的羽毛还有蝴蝶的翅膀，它们看起来很漂亮的原因并不是因为里面含有某些化学物质或者染料，而是因为它们的微观结构导致其与入射的太阳光发生了相互作用。“基于此，我们可以去设计各种人

工微观结构，做出我们想要的颜色。”他说。结构色是依靠结构本身产生的颜色，其不依赖化学物质，具有良好的持久性和稳定性，应用在彩色打印和照片冲洗上，可以达到在日照下不褪色的效果。“结构色还可以用于制作口红或者汽车喷漆，不仅无毒无害，而且合成出来的颜色在视觉效果上往往也更高。”张诚说。

在通信领域，光学超材料已有非常成熟的应用。光子晶体光纤从本质上讲也是一种光学超材料，要通过人为的制备和加工才能够形成这样的微结构光纤。杨振宇表示，学术界对光子晶体光纤的研究已经有十几年的历史，这种光纤在很多光学应用场合都占据一席之地。

智能超表面则是光学超材料领域的一项新的“黑科技”。作为一种基础性创新技术，智能超表面具有低成本、低能耗、可编程、易部署等突出优点，对6G通信技术发展有重要作用。“当我们通过提高电磁波的载波频率来提高信息容量的同时，电磁波的定向性也会随之加强，就像家里的Wi-Fi信号从覆盖整间屋子变成了只有固定的几个方向信号强。而智能超表面可以通过设计信号覆盖的局域位置，让每个角落都有信号。”缪灵表示，除了在家环境中，智能超表面还可以在楼宇间布置，减少高楼大厦对信号尤其是高频段信号的遮挡效应。

2021年，华中科技大学武汉光电国家研究中心陶光明教授团队与浙江大学马耀光教授团队、中国纺织科学研究院有限公司等多家单位开展交叉学科联合创新，基于形态学分级设计研发出无源降温光学超材料织物。该织物实现了太阳辐射波段92.4%的反射率以及中红外波段94.5%的发射率。其降温效果好，可穿戴性能高，应用前景广阔，入选应用研究类

“2021中国光学十大进展”。

走向产业化充满机遇和挑战

从实验室走向产业化、市场化的过程往往充满困难和挑战，光学超材料也不例外。“任何技术或者理论要想推向市场并获得广泛应用，都建立在制备工艺可实现规模化生产的基础上，但目前仅二维的光学超表面的制备难度就已经非常高了。”杨振宇表示，光学超表面的微结构特征尺度大都在几十纳米到几百纳米的亚光学波长量级，要想实现大面积的微结构加工，就需要克服高成本、长制备周期等问题。

“光学超材料的应用并不是孤立的，不仅要考虑超材料本身的设计制备，还要考虑在与其他已有器件集成的过程中如何更好地结合。此外我们还希望做出来的光学超材料具有可控性、稳定性，这些都是今后研究的重点和难点。”杨振宇说。

缪灵认为，找到一个好的应用场景，是让光学超材料从科研走向应用的关键所在。尽管距离“隐身衣”的实现还很遥远，但光学超材料对人们生活方方面面的改变，依然值得期待。“比如电磁超表面可以和智慧道路结合起来。现在的汽车越来越智能化，通过毫米波雷达可以和智慧道路不断进行交互。电磁超表面的应用可以让汽车的雷达信号源与道路交互的时候信号互不干扰，并一直保持强信息交互。”他介绍。

光学超表面的应用还有望替代传统的光学镜头，实现平面化、多模式的成像方式，在成像效果不变甚至更强大的前提下让手机、相机的镜头变得更轻薄，提升便携性。“超材料还可以用于AR、VR设备，让显示效果更好，设备重量更轻，增强人们的体验感和佩戴舒适度。”张诚说。(据《科技日报》)

如果说传统电商是消费互联网的上半场二维1.0时代，那么，消费元宇宙可能即将开启消费互联网的下半场，进入三维2.0时代。

下一个黄金10年，消费将作为拉动国民经济增长三驾马车的核心增长引擎。消费元宇宙如何加速重构人货场，新流量地图如何描绘，新商业模式是什么？

消费元宇宙：加速重构人货场

在消费元宇宙，所有办公室、道路、飞机、码头、车站、户外、风景区等公共空间，以及购物中心、百货店、超市、便利店、网店、社交场景、直播间等各种线上线下或视频场景等消费场景，将加速元宇宙化。所有元宇宙场景，包括现实世界的镜像或原生元宇宙的各种场景将商店化。未来，传统的实体商场和抖音直播间，可能将被3D沉浸式场景的消费元宇宙重新武装起来，它们的使命将转向体验店、履约网点和社交场景。这样一个过程，使得元宇宙变成了无限的场景，我们都可以沉浸其中。这种变化对传统的实体店和电商的人货场的重构将带来巨大的影响，加速消费社会的转型。

时尚元宇宙有可能是消费元宇宙最大的突破。数字时装产业规模到底有多大？未来每个人在各大元宇宙场景可能有超过上千亿数字人化身，它们的着装可能带来价值万亿美金的数字时尚的繁荣。

消费元宇宙将过去低频的人货场加速重构成为高频、实时的人货场，这为每一个品牌及零售商带来无限商机。2020年，嘻哈歌手特拉维斯·斯科特(Travis Scott)在《堡垒之夜》元宇宙舞台上的虚拟演唱会，搭建了一个新的零售场景，吸引了1230万玩家，T恤、人偶等商品卖得盆满钵满。

创作“铁三角”：催生无限创意

每个人、每个创业公司，都可以搭建一个创作新“铁三角”，包括专家生成内容(PGC)、用户生成内容(UGC)和人工智能生成内容(AIGC)，并合围成一股力量，形成飞轮效应，掀起一场供给端革命。

聊天机器人ChatGPT的问世，堪称人类的又一次蒸汽机革命，将加速生成式人工智能(AIGC)的低成本、大规模应用。AIGC将极大地解放人类，充分利用人工智能来进行画面的创作，拥有上百亿甚至上千亿个参数的数字神经网络，通过深度学习算法，可以从简单的文字提示到创建充满创意的合成图像。

当第一次看到《太空歌剧》画作时，我感觉画面宏大，但没有想到这座富丽堂皇的宫殿、婀娜多姿的5位女士，竟是人工智能的杰作。这是游戏设计师杰森·艾伦使用人工智能绘图工具自动生成的。

大数据将成为新的生产资料，可以提前理解消费者的精神需求，也能为我们生产真实商品提供直接的指导。

人类和AI互为师徒，将逐步形成一个人工智能的“铁三角”，共同创作催生无限创意。消费元宇宙把原有的有限供给，真正变成了一个无限的供给。

每家零售商、直接面向消费者的品牌，都可以充分发挥创作“铁三角”的创造力，不断创造出一系列独具匠心，集时尚、潮流、艺术和技术为一体的新产品集。

新商业模式：订阅经济

我们可以为地球上每个人提供可重复的订阅服务，最经典的就是数字人即服务、机器人即服务，从物质世界的有限供给变成精神世界的无限供给。通过订阅经济，消费者可以在元宇宙歌剧院身临其境地欣赏来自世界各地的剧目。

订阅经济打破了一锤子买卖的困境，消费者可以按月获得产品或服务，而不是一次性购买，形成一个长期的、稳定的正弦波收入。

我们可以设计运动元宇宙，为每一个跑步爱好者、抑郁症患者，甚至糖尿病患者，提供订阅一个你喜欢的明星教练一起运动或陪跑。你只需要戴上XR眼镜，即通过计算机技术和可穿戴设备产生的一个真实与虚拟组合的可人机交互的环境，这时你可以看到自己的手和身体，并进行交互。

很多睡眠障碍者完全可以建立一个订阅服务，每个人只需花一元钱，就可为自己创造一个睡眠健康的元宇宙：可以在贝尔加湖畔，让淅沥沥的雨声来陪伴；也可以在新疆天山山顶的营地上，眺望浩瀚的宇宙星空；甚至订阅一个冥想大师或心理专家来陪伴。(据《科普时报》)

一个国际科研团队开发出一种非破坏性的新方法，从一件旧石器时代的马鹿牙齿饰品中提取出古代人类的脱氧核糖核酸(DNA)。研究发现这件饰品的制造者或佩戴者是一位生活在约两万年前的女性智人。

该研究由德国马克斯·普朗克进化人类学研究所等机构进行，采用溶液浸泡而不是传统的钻孔取样，在不破坏饰品完整性的情况下成功提取出渗透到内部的古人DNA，相关论文发表在新一期英国《自然》杂志上。

这件饰品出土于俄罗斯西伯利亚地区的丹尼索瓦洞穴，由一枚加拿大马鹿的牙齿制成，上面打着一个小心孔，可能曾用作挂坠。研究人员用水清洗去饰品表面的沉积物后，将它放置在磷酸二氢钠溶液中，在21摄氏度到90摄氏度的4个不同温度下分别浸泡一段时间，提取从浅层到深层的DNA。

提取出的马鹿和人类线粒体DNA都显示，这件饰品制作于约1.9万至2.5万年前。人类细胞核DNA则显示，当时长期与该饰品接触是一位女性，她与同一时期生活在西伯利亚的一个智人群体有密切亲缘关系，此前人们只在出土地点以东更远的地区发现过这群智人的踪迹。

研究人员希望将该方法应用于更多动物骨骼和牙齿制品分析，这类材质的多孔属性有利于汗水、唾液和血液渗入，所含的羟磷灰石成分有助于防止DNA分解。

古代饰品对研究当时的文化发展、社会分工、族群交流等非常重要。新方法提供了一个有力手段，可判断饰品持有者的性别、分析血统，而且不会对文物造成破坏。(据新华社电)

消费元宇宙正呼啸而来

□ 顾艳春