

外太阳系小行星们行动“诡异”，天文学家试图找出背后原因，或可解开宇宙诞生之谜 太阳系“后院”真有一个“葡萄柚”黑洞？

大爆炸中诞生的黑洞会改变我们对宇宙的看法。就拿我们所生存的太阳系来说，天文学家心中就一直有个疑问：会不会有黑洞“潜伏”在太阳系的边缘？

如果这种猜测正确，那将是一个非常惊人的发现。原始黑洞会为我们研究宇宙初期提供一个新的视角。或许，我们还能由此发现那种把星系聚集在一起的神秘物质——暗物质。这些年来，宇宙学家为找到它们，一直在努力探索，可没准它们的身影就在人类自己的“后院”呢？



江泽珍/编译

在外太阳系的巨行星之外，有着广阔而荒凉的空间。大多数天文学家认为，那里有许多像冥王星一样的小型冰天体，一些团队也在研究那里具体有哪些矮行星。在研究过程中，有专家开始怀疑，或许那里潜藏着一个大东西——一颗比地球质量大好几倍的黑洞。

一些人认为，这可能是“第九行星”，因为其引力改变了周围一些小型冰天体的轨道。但同时，人们又对它的存在感到些许困惑：这么大一顆行星是如何在离太阳这么远的距离形成的？英国杜伦大学理论天文学家雅各布·朔尔茨说：“可以肯定的是，那里有一个具有一定质量的物体，但现有的观察无法确定那个物体的真实身份。”他甚至大胆猜测，它或许是一种更奇特的存在——一个在大爆炸中形成的原始黑洞。

原始黑洞

或可让观测疑团一目了然

黑洞的时空区域非常扭曲，从而产生了不可抵抗的引力，没有事物可以躲过这种引力，甚至光都不行。1915年，爱因斯坦提出了广义相对论，预测会有黑洞的存在。整整100年后，人们首次探测到了它们：激光干涉引力波天文台(LIGO)在引力波里探测到了两个黑洞通过撞击合并后产生的微弱波动。

从那以后，LIGO又探测到了好几十次黑洞的身影，其中很多都是意外发现。先前，按照理论推断，根据对于周围物质的影响，黑洞可以划分为两大类：

最大的是在宇宙各大星系中心发现的超大质量黑洞。通过与其他黑洞的融合，超大质量黑洞逐渐变成庞然大物，它们的质量是地球的数百万甚至数十亿倍。

第二类是恒星级黑洞。它们诞生于大质量恒星死亡时的超新星爆发中，其中离地球最近的超新星爆发发生在

1000光年外。恒星级黑洞的重量一般在5至15个太阳质量之间，大多数天文学家认为LIGO能发现这种黑洞。

在2015年的一次黑洞撞击事件中，两个碰撞的黑洞质量分别是35个和30个太阳质量。随后的探测又提供了更多不同的黑洞质量。GW190814信号探测到一个大黑洞和一个小黑洞，大的有约23个太阳质量，小的只有约2.6个太阳质量。GW190521则发现了85个太阳质量的黑洞和66个太阳质量的黑洞相撞。

比利时的布鲁塞尔大学的宇宙学家塞巴斯蒂安·克雷斯说：“太阳系边缘的观察结果很难用天体物理学解释清楚，但如果用原始黑洞概念来想的话，就一目了然了。”

人们认为，原始黑洞的质量范围很广，小的可以等同于行星和小行星的质量。理论上来说，它们形成于宇宙初期，物质和能量紧紧地挤在一起，形成一股不断变化的漩涡，任何干扰都可能使特定区域超过临界密度，从而撞出一个黑洞。它们的大小取决于各自产生时的条件，所以会有很多大小不一的原始黑洞。

第九行星

太阳系边缘神秘的引力源

我们如何才能知道潜伏在太阳系边缘的神秘引力源究竟是什么？

如果说“第九行星”就是黑洞，可能有些牵强。因为“第九行星”的质量要比LIGO探测出的黑洞质量小很多。目前较为流行的说法是，冥王星之外的神秘引力源是来自一颗质量在5至15个地球质量的行星。这是由美国卡内基科学研究所的斯科特·谢波德和美国北卡罗来纳州的查德·特鲁希略在2014年估算得出的结论。

随着朔尔茨和他在美国伊利诺伊大学的同学詹姆斯·昂温对“第九行星”的了解不断深入，他们提出了一个更奇特的想法。

昂温在美国芝加哥天文馆的一场讲座中听说了“第九行星”，听完之后非常兴奋。朔尔茨回忆道：“当时他立马就打电话给我，说‘第九行星’的想法很棒，但如果它不是行星又会是什么呢？”于是，朔尔茨和昂温从基础理论出发，开始了他们的研究，其中就包括了“大行星是如何在离我们恒星这么远的地方形成的”。

太阳系的行星是由太阳周围的一系列物质合并而成的。距离太阳越远，可以合并的物质就越少。就“第九行星”所处的位置来看，那里的物质稀少，应该合并不出这么大的行星。

有一种说法是，“第九行星”其实是在离太阳较远的地方形成的，只不过之后被木星或是土星的引力扔到了远处。不过，这说法很快就被质疑了，因为无论是木星还是土星，其单方面影响都无法做到这一点。要确保“第九行星”不会回到原来的轨道，就必须有更多的影响介入，因此朔尔茨认为这个说法太牵强了。

“研究‘第九行星’形成，可以发现很多问题。”朔尔茨说，在看到更多天文学家的观察结果后，他提出太阳系边缘的神秘质量体可能是一个原始黑洞。

“葡萄柚”黑洞

超短波现象背后的秘密

最初在智利的拉斯坎帕纳斯天文台进行的光学重力透射实验(OGLE)，可以用微引力透镜增加亮度来观察银河系中心的恒星——天体的光线被中间物体阻挡后，光线会发生弯曲，强度变弱，有时甚至会被完全遮挡。不过，当恒星、地球，以及两者之间的光线恰好处于同一水平线上时，恒星和地球的引力就会聚焦光线，让恒星看上去更明亮。

2010年到2015年间，OGLE共检测出了2600起微引力透镜现象，其中有6起“超短波现象”，持续的时间不超过半天。波兰华沙大学天文台的普热

梅克·莫兹和他的同事认为，这些“超短波现象”中的恒星在星际间的运行方向是自由的，并不受到太阳系的约束。但日本东京大学的新仓广子和他的同事在2019年发表了一篇论文提出，这些现象也可能是由几个地球质量的原始黑洞产生。

朔尔茨看了这些论文后认为，外太阳系的这些小行星“结晶”，可能意味着在“超短波现象”背后藏着一个与其相似质量的物体。当然，这一切也可能只是一个巧合，但对于朔尔茨和昂温来说，这代表了一大片以前从未看到过的天体，“如果它们不是行星的话，那唯一符合要求的事物就只有原始黑洞了”。

2019年，朔尔茨和昂温发表了一篇名为“如果‘第九行星’是原始黑洞”的论文，从理论上揭示了一个直径只有9厘米的黑洞——大小和一个葡萄柚差不多。论文还详细说明了为什么这个设想是合理的，这与“第九行星”(前提是它是一颗行星)进入自己的轨道有关。

如果“第九行星”不是在我们这个太阳系中形成的，那么它要到达现在的位置，就只有捕捉一个在其他星系中形成的、可自由漂浮且恰好经过的行星。不少研究团队用不同方法进行了推算，最终得出的结论是，这种想法不太可能，但也不是绝对不可能。朔尔茨和昂温也在论文中表示，捕捉一个原始黑洞的可能性不大。

宇宙之初

寻找原始黑洞存在的证据

可以肯定的是，在宇宙中的任何地方都能找到大量的、巨大的黑洞。如果它们还像人们预期的那样分布在宇宙的各个角落，那宇宙中一些最大的问题也就迎刃而解了。

真正困难的是，我们要找到原始黑洞存在的证据。以暗物质举例，在过去半个世纪的大部分时间里，研究人员一直坚信，暗物质是由人类未知的粒子所组成；是一种我们不知道但能形成引力，且不和光线互相影响的奇特物质。可这么多年过去了，人们在探测暗物质的实验上投入了数十亿美元，依然没能发现哪怕一个暗物质粒子。

近年来，研究人员一直在争论原始黑洞是否会由暗物质构成。克雷斯和西班牙马德里自治大学的胡安·加西亚-贝利多利用LIGO观测到的黑洞融合速度来推断原始黑洞的大致个数。从他们的估算来看，这些黑洞的总质量确实能占宇宙总质量的很大部分。克雷斯认为，原始黑洞可能就是暗物质。

原始黑洞是在宇宙诞生后的最初几分钟形成的，它们应该存有关于大爆炸后几秒所发生事件的信息。这短短几秒非常关键：自然界的力形成了自身的最终形态；物质、反物质和暗物质形成了各自的占比；太空被指数级的膨胀吞噬……

但这个时期是很难研究的。它太远，已超出光学望远镜和射电望远镜的目力所及范围。望远镜至多只能观察到爆炸后30万年的情况，再往前的观测范围就被加重的物质密度挡住。研究人员也尝试过提取这个时期的引力波信号，却因银河系中的尘埃影响而失败。

作为宇宙诞生的遗迹，原始黑洞或许会改变这一切。加西亚-贝利多说：“有了它们，我们能探索过去发生的、以前无法探索的事件。”

这些事件发生在不同时期，从理论上来说，它们和原始黑洞不同的质量有关。而且，每个事件都会影响那个瞬间产生的原始黑洞的数量。所以，对比不同质量的黑洞，我们就能推断那个时候发生了什么。比如，如果“第九行星”是原始黑洞，那么它的质量表明，它可能是在电磁与弱核力分离的弱电转变时期产生的。

但现在还不是研究宇宙历史的时候。我们首先要证明的是，太阳系边缘真的有黑洞。这意味着，我们要先采用不同的方法来寻找有可能是黑洞的行星。

光学望远镜是看不到黑洞的。X射线望远镜有可能会看到，因为任何落入黑洞的物体都会升温，发出一道X射线波长的亮光。但问题是，这些光是稍纵即逝的，想要看到它们，我们必须在准确的时间观察准确的位点。还有一种能给出稳定X射线信号的方法，外来的暗物质粒子在与其他粒子碰撞时，会释放出稳定的X射线或者伽马射线。暗物质会聚集在黑洞周围，当黑洞沿着它的轨道运行时，这些粒子相互接触所释放的射线就能被人类观察到。

太阳帆设想

千方百计解开“后院”谜团

或许捕捉黑洞最好的方法是寻找它的大量产物——引力。

美国宇航局喷气推进实验室的斯拉瓦·托拉谢夫为此做了大量实验。他建议用一组小型的航天器去探测这种引力的来源。如果小型航天器偏离了预定轨道，那就意味着在那里存在一个行星或者黑洞运行的大型天体。这就给我们提供了一个精准的方位，如果在那个方位上看到的是光点，那就是行星；如果没光点，那就是黑洞。

托拉谢夫和同事在近期一篇论文中表示，微型卫星和太阳帆能完成这项任务：太阳帆不需要燃料，它们把落在帆上的光压转换成动能驱动航天器。带有太阳帆的微型卫星先前往太阳周边，以获得充足的能量，使之足以维持微型卫星在海王星轨道上平稳行驶一年。托拉谢夫认为，这比用化学推进剂的速度快10倍。

目前，这类任务还处于设想阶段。事实上，一些天文学家到现在都不相信有“第九行星”或是其他东西存在。数月前，美国密歇根大学的凯文·内皮尔和同事一起发表了一项分析，他们通过矮行星的合并推断出“第九行星”只是数据假象，随着更多更好的数据出现，“第九行星”会逐渐消失。

现在，我们要做的是探究外太阳系的小型冰天体，判断在那里是否有“第九行星”或是其他东西存在。而去年底在智利开始运行的薇拉·鲁宾天文台很快就能告诉我们答案——这个天文台可以找到太阳系外数万个小型冰天体，这样研究人员能得到更多的样本。通过这些冰天体，天文学家能判断那里是否有行星质量的物体存在，并且预测出它的准确位置加以观察。

如果看到的是一颗行星，那将会是一件了不起的发现。如果没有看到任何东西，但是异常引力还在，那太阳帆就可以上场了。



激光干涉引力波天文台(LIGO)在美国列文斯顿的部分引力波探测装置(LIGO官网)

科学新知

上海期刊

水下成像也可清晰真实

《激光与光电子学进展》近期以封面文章介绍了西安电子科技大学邵晓鹏、刘飞团队在水下偏振成像技术中的突破性进展。该研究利用光的偏振特性抑制了水下成像中遭受到的散射效应和色彩畸变效应，实现了水下清晰成像。

水下光学成像技术在水下救援、水下工程等领域有着广泛应用。然而，在现实应用中，受悬浮物质的散射作用影响，所得图像如同被纱巾覆盖，导致图像模糊、亮度降低、色彩退化，大大降低了水下目标的探测、成像能力。因此，在此类情况下，如何完全去除水体中的散射效应，恢复真实场景是具有挑战性的难题。

近年来，该团队围绕水下场景偏振信息的获取与解译，展开了系统研究，提出了一套完整的水下清晰成像技术。

团队在自然光照射的浅海水域，通过建立基于深度信息的水下朗伯反射模型来去除散射，恢复场景原有色彩。针对高浑浊水体，他们利用长波长光波作为主动光源来抑制散射，再结合光学相关性，有效挖掘场景偏振信息的唯一性和差异性，准确估算目标信息光和背景散射光的偏振特性的变化关系与趋势，反演目标信息光和背景散射光的强度分布，从而实现了水下场景由“看不见”到“看得见”的提升。该技术对于无先验、高分辨率的水下偏振成像研究具有重要意义。(吕璇/整理)



《激光与光电子学进展》由中国科学院上海光学精密机械研究所主办、中国激光杂志社出版

找到培育短节间黄瓜基因

《分子园艺(英文)》近期在线发表一项由上海交通大学与西班牙农业基因组研究中心合作的研究论文，报道了黄瓜的LONG HYPOCOTYL (CsLH)基因编码光敏色素PHYB蛋白，并证实其在群体驯化中获得了适应性选择。

株高作为重要的农艺性状，被育种和栽培研究者广泛关注。经过农业绿色革命，调控株高的关键基因被大量鉴定并广泛应用于育种，但在葫芦科园艺作物中报道不多。

黄瓜超长下胚轴突变体材料LONG HYPOCOTYL (lh)发现已久。作为光依赖型单基因隐性突变体，它所对应的基因预测为光敏色素PHYB蛋白，但具体由哪个基因编码尚不清楚。研究者根据黄瓜基因组信息，找到了5个候选PHY基因，并通过实验手段，确认了CsLH对应的唯一候选基因，并证实了其生物学功能。

为探究该基因在黄瓜驯化中是否受到选择，研究者检测了115个黄瓜品系中该基因区域的核苷酸多样性及选择信号。结果发现，经过长期驯化，西双版纳(XSBN)群体中CsLH的N端序列受到显著选择，形成了特有的单倍型。

研究还发现，西双版纳群体中CsLH的表达量高于亚洲型或欧亚型黄瓜，西双版纳黄瓜的下胚轴长度短于其他黄瓜群体。作者通过构建近等基因系，证明了来源于西双版纳的CsLH基因区域可以用于黄瓜短节间品种的培育。(袁捷/整理)



《分子园艺(英文)》由上海交通大学与施普林格·自然集团合作出版