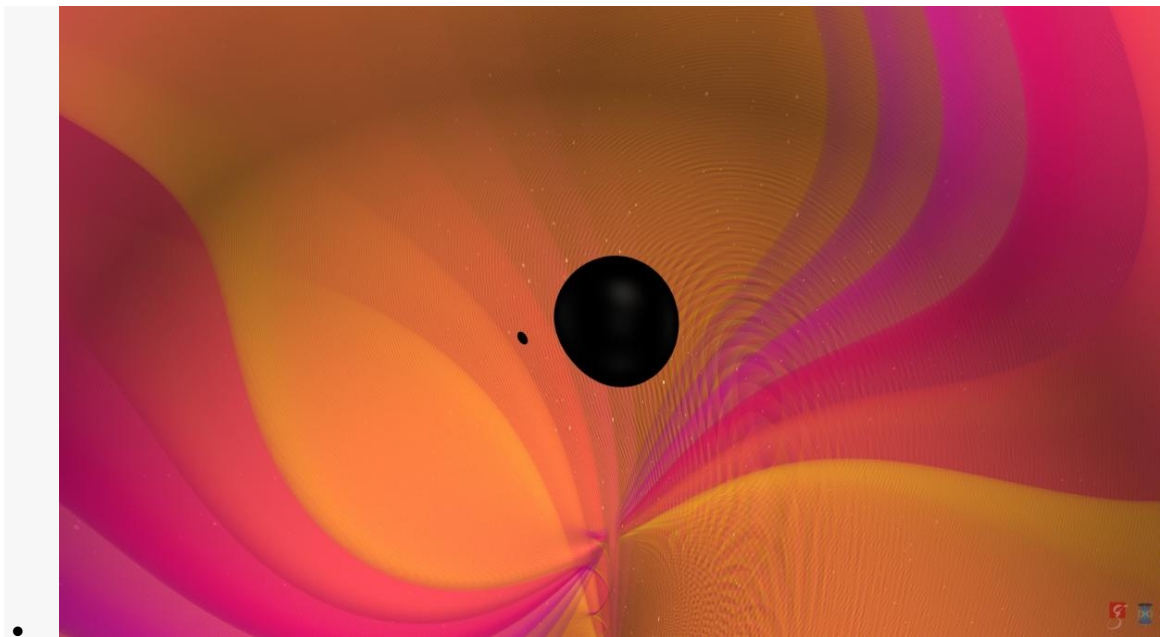


黑洞吞下的這個神祕天體，令天文學家百思不得其解

撰文：NADIA DRAKE

編譯：邱彥綸



- 這張示意圖顯示出兩個黑洞相互繞旋，在合併過程中釋放出重力波，橘色色帶表示從這個系統所釋放出的最高輻射量。雷射干涉儀重力波觀測站（**Laser Interferometry Gravitational Wave Observatory**，簡稱 **LIGO**）和室女座干涉儀（**Virgo**）在 2019 年 8 月 14 日觀測到這次合併事件，並發現其中較小天體的質量約為太陽的 2.6 倍，這個不可思議的質量大小介於中子星和黑洞之間，或許能讓天文學家釐清兩者的界線。IMAGE BY N. FISCHER, S. OSSOKINE, H. PFEIFFER, A. BUONANNO (MAX PLANCK INSTITUTE FOR GRAVITATIONAL PHYSICS), SIMULATING EXTREME SPACETIMES (SXS) COLLABORATION

這個由重力波（**gravitational waves**）觀測所發現的未知天體，挑戰了天文學家對大質量恆星劇烈爆炸死亡的理解。

宇宙中發生了一起神秘事件。

在大約 8 億光年之外，有個黑洞吞噬了一個不明的天體，這次合併釋放出的能量激起了時空的漣漪。這種名為「重力波」的漣漪跨越了浩瀚的宇宙，於 2019 年 8 月 14 日抵達地球。地球上三個靈敏度極高的探測器，測量到記錄此次合併事件的微小擾動——而天文學家在理解重力波中隱藏的訊息時，卻遇到了新的謎團。

在雷射干涉儀重力波觀測站（數百名科學家曾參與過它的研究工作）以及義大利一座類似設備——室女座干涉儀所偵測到的數十次宇宙合併事件中，這次名為 **GW190814** 的宇宙碰撞非常特別。這兩個天體已經彼此互繞數百萬年、或甚至數十億年了，它們之間的距離以螺旋形愈靠愈近，直到最後互相碰撞。天文學家推算出其中一個天體是質量為太陽 **23** 倍的黑洞，而另一個被黑洞囫圇吞下的天體質量約為太陽的 **2.6** 倍——是個無法定義的神秘天體。

「可以確定的是，我們之前從未見過這樣的東西。」薇姬·卡洛耶拉（Vicky Kalogera）表示。她統籌撰寫此次合併事件的報告，該研究發表於 6 月 27 日出版的《天文物理期刊通訊》（*Astrophysical Journal Letters*）。

這個神秘天體恰好處在臨界點上，介於像恆星一樣擁有表面的天體以及黑洞這種時空無底洞之間。它的質量在已知最重的中子星（恆星發生超新星爆發後遺留的殘骸）與最輕的黑洞（恆星殘骸足夠緻密而塌縮成的密度無限大的點）之間。

科學家一直在研究中子星與黑洞之間的邊界，因為這個邊界能讓我們得知物質在宇宙最極端條件下的行為。而且也因為這些奇特天體是恆星演化的終點，就某種程度而言，當所有恆星都燃燒殆盡之時，可能只剩下它們飄浮在空蕩的宇宙之中。正因如此，確認 GW190814 事件中奇特天體的特性，就變得更加吸引人了。

「如果它是顆中子星，那這顆中子星的質量可真是讓人興奮。如果它是個黑洞，那這個黑洞的質量也同樣令人興奮，」卡洛

耶拉表示：「無論如何，當我們看到它的那一刻，我們的天線都要豎起來了！」

聆聽重力之聲

重力波以光速傳播，所經之處的一切事物都會受到它的影響。但是，它們彎曲時空的程度太小，因此極難探測。雷射干涉儀重力波觀測站（LIGO）設在美國華盛頓州和路易斯安那州的探測器，以及設在義大利的室女座干涉儀，會發射出來回反彈的雷射光束，測量光線傳播所需的時間。若正常傳播的時間發生了任何微小的改變，可能就是由時空的收縮或膨脹所引起的。

這樣的觀測方法在 2015 年第一次成功，觀測結果最終榮獲諾貝爾物理學獎。此後，多數偵測都指向了成對黑洞的碰撞事件。天文學家也探測到中子星碰撞所產生的時空漣漪。但是，GW190814 與之前的碰撞合併事件不同，科學家們還在努力確認這起事件中兩個天體的真正性質。

這次事件中，較重的那個天體很明顯是個黑洞，而較輕的天體則和少數幾個已知天體一樣，質量介於中子星和黑洞之間，落

在科學家所稱的質量間隙內。在這個間隙的某個位置，物質變得不穩定而塌縮成一個黑洞，而中子星恰好處在這個極限值的邊緣。

「大自然對物質要能穩定的密度施加了一個極限，」美國航太總署（NASA）戈達德太空飛行中心（Goddard Space Flight Center.）的札文·阿州曼尼恩（Zaven Arzoumanian）說：

「但我們不知道那個極限是什麼，也不知道超過極限之後的物質會變成什麼樣子。」他所負責的中子星內部組成探測器

（NICER）從國際太空站（International Space Station）上進行和中子星相關的研究實驗。

美國亞利桑那大學的（University of Arizona）費麗雅·奧佐

（Feryal Özel）的研究正是專注在中子星的質量界限，她表示觀測顯示中子星的質量上限約為 2.1 倍太陽質量，且大多數都接近 1.4 倍太陽質量。雖然有觀測指出有更重的中子星（約為 2.5 倍太陽質量）存在，但這個數據並仍尚未獲得確認。研究中子星內部物理特性的理論，也難以解釋當中子星質量更大時，究竟是什麼阻止了恆星繼續塌縮。

在這個質量間隙的另一側，目前觀測到的最輕黑洞質量約為太陽的 5 倍。直至最近，天文學家幾乎沒有發現任何介於 2.1 倍太陽質量與 5 倍太陽質量之間的天體。雷射干涉儀重力波觀測站有發現另一個質量約為太陽的 2.7 倍的天體，屬於兩顆中子星撞在一起的產物。

目前，我們仍不清楚最近這次合併事件中的黑洞是吞噬了另一個黑洞，還是吃了一顆中子星當作點心。

奧佐表示：「如果最終證實那是一顆中子星——假設中子星的質量能夠達到 2.6 倍的太陽質量——那可真的是一種典範轉移。」

她和卡洛耶拉懷疑這個天體是否為一個小質量的黑洞。奧佐說：「我們還無法用物理解釋為什麼不能有 2.6 倍太陽質量的黑洞存在。」但他們兩位都指出想要確切查證相當困難。這個天體系統對其他天文臺來說距離太過遙遠，無法進行研究。此外，這兩個不對稱天體的質量差異還隱藏著另一個線索：如果那個黑洞的質量再小一些，就可能觀測到它扭曲並撕碎接近的

中子星，而不是一口吞下。這種混亂的合併過程，會在重力波裡留下得以識別的痕跡。

「我想我們沒有任何機會得知那個天體究竟是什麼，」奧佐說表示：「就是沒有證據顯示它是中子星，但這點也無法說明什麼。」

未知的起源

即使我們不知道那個天體究竟是什麼，但 **GW190814** 事件中的兩個天體仍然特別引人注意，因為它們很不相配。雷射干涉儀重力波觀測站和室女座干涉儀觀測到的碰撞事件中，兩個天體的質量大多相對接近，但 **GW190814** 事件中的黑洞約為 **23** 倍太陽質量，幾乎是另一個天體的 **9** 倍。

「我們先前真的沒見過這種情形，」奧佐說：「這可能會為我們以前做不到的重力測試開啟一扇窗，也讓我們不禁懷疑，這類的雙星組合是如何形成的。」

這個系統的不對稱性讓科學家很難解釋其起源和環境。舉例來說，在球狀星團這樣圍繞星系旋轉的緊密恆星集團中，成對緻

密天體的質量可能更為接近。在星系內獨立演化的系統可能產生不平衡的成對天體，但這類系統發生碰撞的機會，應該不會頻繁到能讓我們看到這樣的觀測結果。

研究團隊還在考慮更奇特的形成過程，像是多個合併系統、鬆散結合的星團，以及天體掉進繞著超大質量黑洞旋轉的物質圓盤裡等狀況。

但是，正如宇宙中存在無限的可能性一樣，也有許多未知相伴。

「中子星的一個迷人之處在於，它們代表物質在重力塌縮時的最後一站，」阿州曼尼恩說：「在中子星發生內爆並塌縮到本身的事件視界之內、永遠無法再次見到它之前，物質所能達到的最高穩定密度究竟是多少呢？」

轉自: <https://www.natgeomedia.com/science/article/content-11561.html>

國家地理雜誌