

新聞稿

即時發放

## 港大太空研究實驗室夥國際天文研究團隊

### 發現具五億年歷史、擁有熾熱藍心的罕見行星狀星雲

2022年8月26日

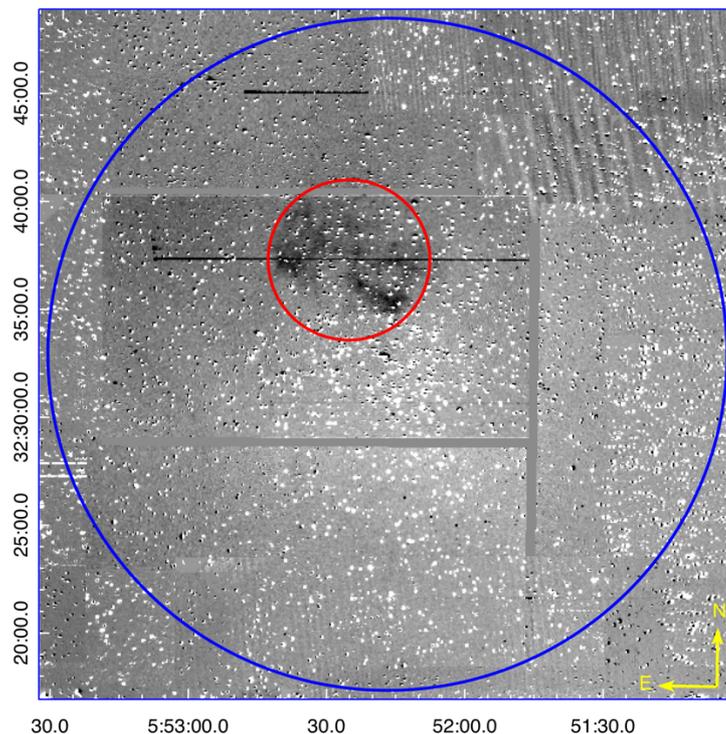


圖 1. 以 M 37 (NGC 2099) 為中心的增強對比度的 30x30 弧分尺寸的 IPHAS (Drew 等人, 2005 年) 商圖。直徑為 445 弧秒 (該星雲長軸程度) 的紅色圓圈圈出部分為該低表面亮度、呈雙極形態的行星狀星雲 (IPHASX J055226.2+323724), 藍色圓圈表示星團的完整延伸長度 (30 弧分)。該星雲座落於星團的潮汐半徑內並且其藍核心幾乎完美地位於星雲的幾何中心。從文獻中可知該星雲核心本身的大小僅約為 280 弧秒。

由香港大學 (港大) 太空研究實驗室領導的國際天文學研究團隊, 在一個距今約五億年的銀河系疏散星團 (Galactic Open Cluster) 中, 首次發現了一顆行星狀星雲 (Planetary Nebula) - M37 (又稱 NGC2099)。這一發現十分罕見, 具有極高的天體物理學研究價值。團隊剛剛於天體物理學領域的重要期刊《天文物理期刊通訊》(Astrophysical Journal Letters) 上發表了相關論文。

行星狀星雲發生於恆星演化末期，當恆星外層的氣體殼經膨脹和被電離後，噴射出的恆星覆蓋物會形成明亮的、在光譜上呈顯着放射線的光。在靜謐黑暗的浩瀚宇宙中，行星狀星雲色彩絢麗、形狀複雜多樣，總是吸引着公眾與天文愛好者的目光，就連目前世上最大的太空望遠鏡詹姆斯·韋伯太空望遠鏡 (James Webb Space Telescope) 亦捕捉了它的「倩影」，成為首批發放照片中的其中一位主角。

在銀河系已知的約四千顆行星狀星雲中，是次發現的行星狀星雲 IPHASX J055226.2+323724，僅僅是與銀河系疏散星團相關聯的第三例；除此之外，它似乎也是迄今為止最古老的行星狀星雲。由港大物理學系教授兼太空研究實驗室總監柏坤霆教授 (Professor Quentin A PARKER) 領導的研究團隊還發現了一些有趣的特質——他們發現該行星狀星雲的「運動學年齡 (kinematic age)」，即星雲氣體殼被恆星射出後至今的時間，竟高達七萬年之久！此估算是基於星雲膨脹的速率而推斷 (即通過測量星雲的發射線，並假設星雲以恆定速率膨脹)。一般行星狀星雲的「運動學年齡」為五千年至二萬五千年，比較之下，是次發現的星雲實在非常長壽——當然，對宇宙銀河中已存在億萬年的原始恆星而言，行星狀星雲不過是流光瞬息。

由於這顆星雲位於星團中，而星團的特殊環境可以幫助研究團隊確定部分一般行星狀星雲研究中無法確定的恆星演化參數。這包括估計行星狀星雲的前星體脫離恆星主序帶時的質量 (根據由觀測星團中恆星特性繪製的顏色-星等圖得出)。團隊還通過理論等時線 (theoretical isochrones) 和觀測到的熾熱藍色中央恆星的特性來估算行星狀星雲在噴射後中央恆星的剩餘質量。團隊的研究揭示了中心恆星在誕生時的質量，以及此時此刻在白矮星階段的殘餘質量。在蓋亞 (Gaia) 衛星取得的數據中，此熾熱的藍核心的距離估算亦為團隊估計行星狀星雲的實際大小提供了很好的依據，他們推算其大小最多為直徑 3.2 秒差距 (parsec, pc; 星際空間的天文距離計量單位, 1pc 等於 3.26 光年) ——如團隊所料，這可能也是已知行星狀星雲物理尺寸的極限。

此研究的第一作者 Vasiliki FRAGKOU 博士為前港大物理學系博士研究生，她表示：「這項研究及之前的研究發現三個例子均為亮度微弱而高度演化的雙極 (蝴蝶狀) 形態星雲。另外，從放射線推測出的化學特質顯示，這三顆行星狀星雲都為 I 型，並且其前星都具有中至高質量，這些都是科學上

的重要發現，實在令人振奮。」

此研究的通訊作者、港大物理學系教授兼太空研究實驗室總監柏坤霆教授表示：「這僅是第三顆在銀河系疏散星團發現的行星狀星雲，而這三顆與疏散星團相關的星雲全部都由我的團隊發現。它們提供了一種讓我們能確定恆星的初末態質量關係（IFMR）的方法。有趣的是，我們利用這些行星狀星雲得到的初末態質量關係的數據點，都稍稍低於目前實證研究得到的趨勢線的定義域，但位於 Marigo 等人在《自然-天文》期刊中在 2-3 太陽質量初始質量處的發現的扭結附近。我們團隊發現的疏散星團中行星狀星雲數據點，正好處於現在初末態質量關係趨勢線中觀測恆星數量較少的部分，這使我們的研究工作具有十分重要的意義。」

LSR 成員之一、港大孔慶熒傑出訪問教授（科技）兼英國曼徹斯特大學 Albert ZILJSTR 教授表示：「是次發現的老星雲對估算行星狀星雲的可觀測時間給予很大的參考價值。這結果亦意味着疏散星團對行星狀星雲來說是一個有利的環境，適合其擴展或衰減，而不會受其他星際物質的干擾。」

相關論文可參閱以下網址：<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac88c1>



關於港大太空研究實驗室（LSR）

港大太空研究實驗室受益於香港這個充滿活力的亞洲國際城市，在天體物理學、太空和行星科學領域與內地以至全球太空科學界保持緊密聯繫，同時亦把握競投內地新興科研資金和開發研究環境的機遇。實驗室已與世界領先的太空科學研究所建立多邊和策略夥伴關係，並參與大型國際太空任務，期望實驗室的定位得以提升，而相關的物理系、地球科學系、理學院以至大學，都可以成為太空科學知識探究和交流的要點。

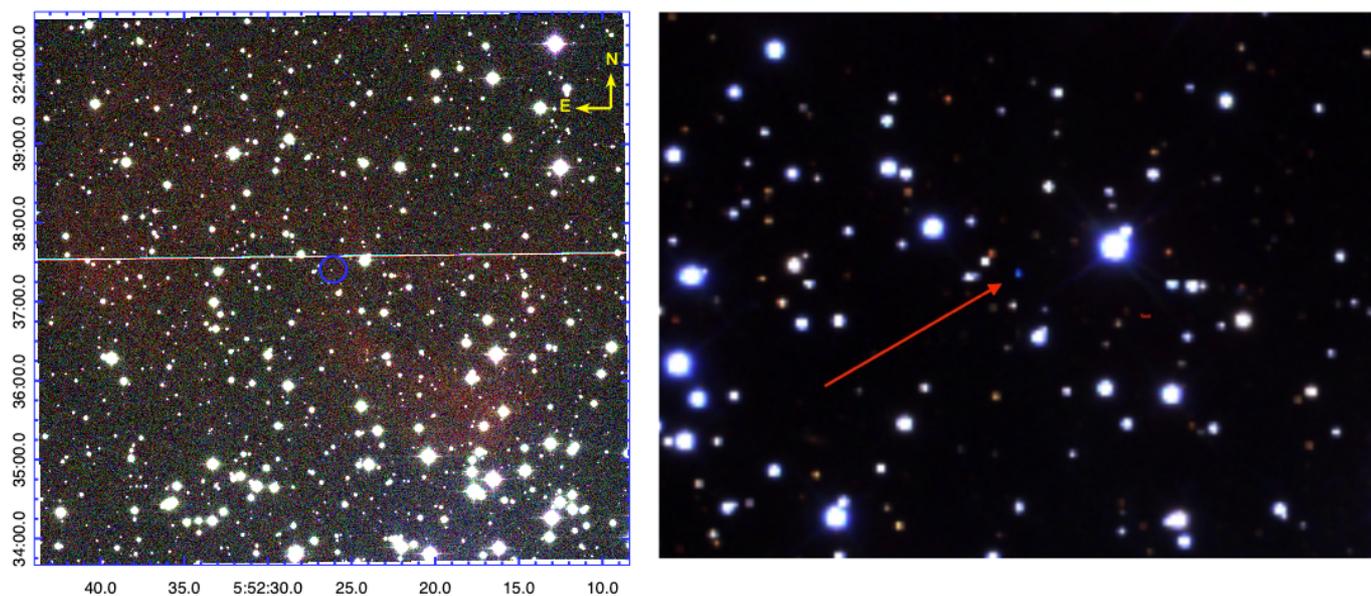


圖 2. 圖 2a (左圖) : 利用 IPHAS (Drew 等人, 2005 年) 觀測結果獲得的, 大小為 6.5x6.5 弧分的 IPHASX J055226.2+323724 星雲的 RGB 合成增強影像, 我們以此確定其位於銀河系疏散星團 M37 中。合成 RGB 影像中的 R, G, B 分別使用 H $\alpha$ , 寬波段紅光與寬波段 i 波段。星雲核心用藍色圈出。  
圖 2b (右圖) : 利用 SDSS 觀測結果獲得的, 大小為 190x145 弧秒的 RGB 合成影像, 合成 RGB 影像中的 R, G, B 分別使用 i 波段, r 波段與 g 波段圖像。這些觀測數據清晰地展示了亮度較低的位於中心位置的星雲核心 (箭頭指出)。圖像上方與右方分別是北與東方向。

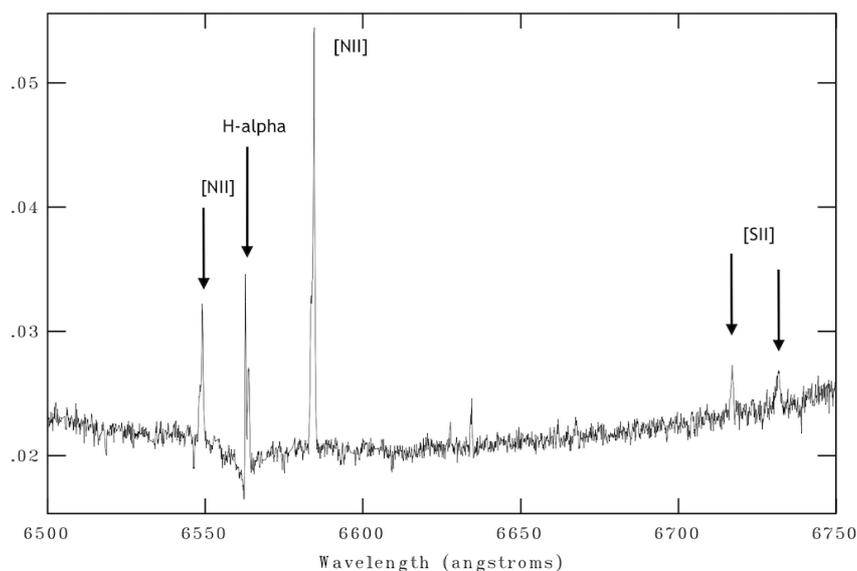


圖 3. 從 2022 年 3 月 4 日起, 分別指向文中的 a、b、c 和 d 四點積分視場單元觀測組合成的 1-d 減去 PN 光譜的連續譜。5 條可見 PN 發射線在圖中標記出。

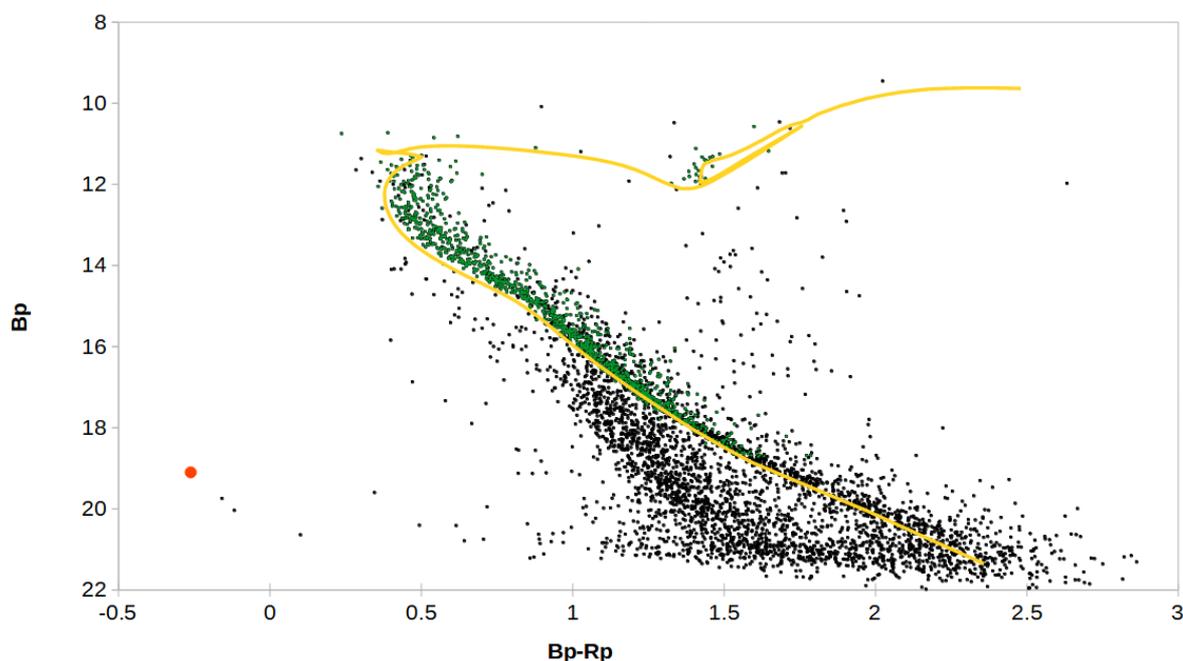


圖 4. 採用帕多瓦等時線 (Bressan et al. (2012) 及星團 Gaia DR3 數據擬合的星團 CMD (B vs. B-R) 圖, Marigo et al. (2013), 採用星團參數 (年齡=470+/-50 Myrs, 紅化  $E(B - V) = 0.26 \pm 0.04$ , 距離=1.49+/-0.13 kpc, 金屬豐度  $[Fe/H] = 0.03 \pm 0.28$ )。星雲核心由實心紅色符號表示。位於星團中的概率大於 80% 的恆星在圖中用綠點表示 (Cantat Gaudin 等人, 2018 年與 Gaia DR3 結果進行比較得出)。該 CMD 圖包括了 pmRA=0 至 4 且 pmDec= - 8 至 - 2 毫安培/年 (基於平均自運動推測出的最可能的星團成員), 距離星團視中心 15 弧分鐘內的所有恆星。

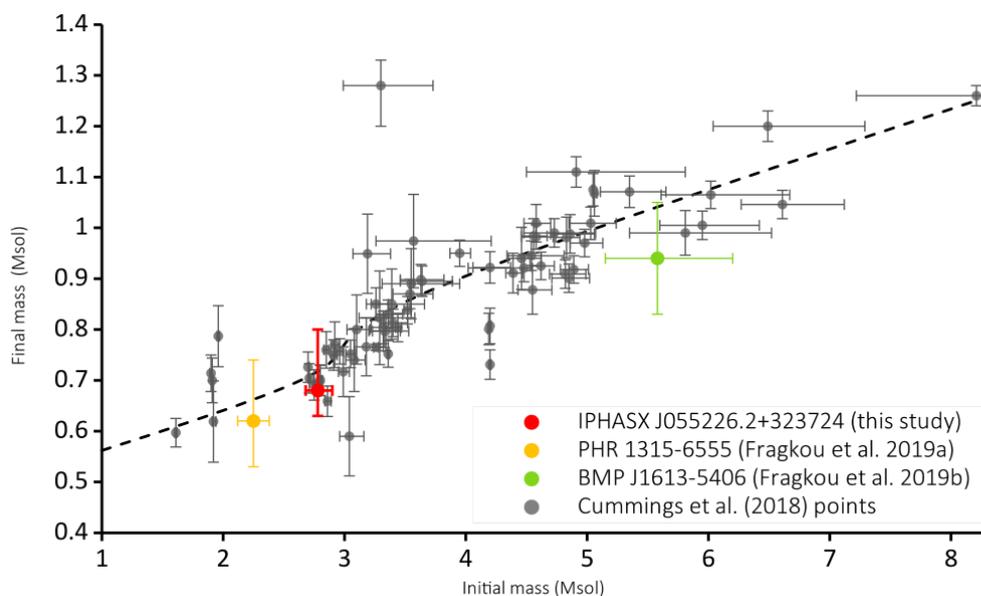


圖 5.由利用已知星團白矮星樣本進行的最新 IFMR 估算和半經驗“PARSEC”擬合 (Cummings et al.2018) 得到的圖像。圖中包括我們對星雲-IPHASX J055226.2+323724 的估算數據點並由紅色圓圈表示。已知的兩顆疏散星團星雲用黃色圓圈 (PHR 1315-6555 (Fragkou 等人, 2019a) 和 (Parker 等人, 2011) ) 和綠色圓圈 (BMP J1613-5406-Fragko 等人, 2019c) ) 表示。圖中誤差來自採用的星團參數的誤差和估算的核心星等的誤差。

相片下載及說明：<https://www.scifac.hku.hk/press>

傳媒如有查詢，請聯絡理學院外務主任杜之樺（電話：3917 4948；電郵：[caseyto@hku.hk](mailto:caseyto@hku.hk) / 助理傳訊總監陳詩迪（電話：3917 5286；電郵：[cindycst@hku.hk](mailto:cindycst@hku.hk)）。