

中大學者觀「貓掌」揭宇宙奧秘 屢歷波折終顛覆主流理論

磁場有序

造星關鍵



李華白和團隊的研究發現，磁場在高質量恒星的演化過程中起着關鍵性的作用。 彭子文 攝

古往今來，人類通過揭示浩瀚宇宙的真相，探索萬事萬物的本質，而了解有關恒星的演化，可說是揭秘宇宙的基礎。在太空中有無數像太陽般燃燒發亮的恒星，單是我們身處的銀河系，便有2,000億顆；它們絕非從「無」而生，而是穹蒼中的星雲氣體及塵埃，在特有的物理定律下匯聚合成，並在演化過程中迸發出光芒。

李華白介紹說，自牛頓發現萬有引力/重力 (gravity) 後，科學家於隨後長達200年的時間都認為，恒星是靠宇宙中緻密星雲氣體在重力下自身塌縮 (collapse) 而形成。及至20世紀以來，天文學界藉先進望遠鏡，觀測到銀河中沒有恒星發光的部分亦存在十分緻密的雲氣，如果按照「恒星因塌縮而成」理論計算，整個雲氣理應於100萬年之內全部變成恒星；可事實上，有關恒星形成率只得少於理論預測的10%，意味當中还有其他重要因素未被考慮。

湍流易觀測 影響成主流

天文學家及後提出，由於星雲中涉及極大量氣體，在流體力學下其聚集流動時所產生的湍流 (turbulence)，應為制衡重力塌縮的重大力量。而由於湍流較容易觀測，故過去20年間科學界的主流共識認定，在恒星形成時湍流是對抗重力的單一主要因素；而宇宙中另一重要但難以觀測的力量——磁場 (magnetic fields)，則普遍遭到忽略。

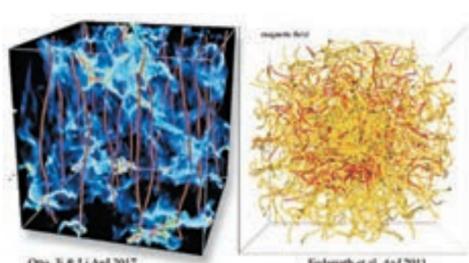
李華白表示，自己10年前已初步發

現，磁場不論對星體形成、星雲碎裂都有關鍵影響；不過要衝擊主流觀點並不容易，其間他經歷幾番波折嘗試多次論證 (見另稿)，至近年「磁場」的角色終開始獲學界重視。而其有關天蠍座 NGC 6334 貓掌星雲 (Cat's Paw Nebula) 的研究，更成功獲得國際頂尖科學期刊《自然》刊登。

觀貓掌星雲 成功集數據

貓掌星雲的雲氣質量是太陽的20萬倍，距離地球5,500光年，為最近的大質量恒星形成區，相對較容易觀測。在該研究中，李華白團隊建立一個創新的簡易磁量估算法，用近10年時間，從夏威夷與南極洲兩地的觀測站收集貓掌星雲的數據，審視其按磁力線排列的雲氣分佈。

他指出：「在95%以上的模型或理論，磁場是非常混亂的，是因為他們假設湍流會把磁場弄亂，認為磁場不發揮作用。」但實際觀察的結果顯示，「我們在10、0.1、0.01光年等不同大小的尺度，都看到磁力線有序的排列，意味雲氣自身的重力及湍流均未能有效改變磁場方向。相反地，塌縮的重力及湍流速



左圖為李華白團隊的數值模擬，藍色部分顯示低密度星雲氣體，紅線代表磁場方向，強烈且有規律。右圖則為主流理論，磁場線與星雲中的湍流糾纏不清。 受訪者供圖

度卻因強磁場而不對稱，這說明了磁場的影響。」

要證明磁場對恒星形成的重要性，磁場強度如何隨雲氣密度改變亦是一個重要指標。李華白進一步指，主流觀點假設磁力線在重力塌縮過程中不起任何作用，根據物理及數學理論，磁場強度應正比於雲氣密度的2/3次方 (強度 \propto 密度 $^{2/3}$ 上標)，即磁場在各個維度均勻壓縮。他說：「但實際發現，磁場約與雲氣密度的0.4次方成正比，比2/3要小，即是說氣體沿著磁力線多壓縮了一些，那亦證明磁場在裡面發揮作用。」

李華白說，星雲中磁場的議題尚需要作深入探索，包括討論更小尺度磁場帶來的影響，為此中大物理系正在研發一個繪製磁場的儀器，他計劃說服日本的天文台把儀器置於相關望遠鏡上，希望2019年可使用帶來更細緻資訊。



隕石旁的天際，是千萬顆星星的「家園」。過去天文學家成功解構恒星的「成長」和「死亡」，唯獨對其「出生」過程始終一知半解。香港中文大學物理學系助理教授李華白，前後花近10年時間，結合詳盡分析數據，成功論證「磁場」於恒星形成中的重要角色，有望顛覆原有單純以「湍流」對抗「重力」的主流理論，為科學界更深入認識「星」之誕生掀開新篇章。

香港文匯報記者 柴婧

肉醬意粉喻星雲 醬粉比例極重要

在宇宙看似虛空散亂的混沌之中，卻奧妙地演化出不同的星體，那正是當今天文學家致力研究的熱點之一；而原來一盤肉醬意粉，也可以成為當中的解謎關鍵。李華白團隊前成員、現正於美國威斯康辛大學麥迪遜分校進行天文研究的袁嘉豪指，星體演化中的物質及磁場，正猶如一盤肉醬意粉的形態，值得跟進研究；他早前獲「研資局—富布萊特 (香港) 學人計劃」獎學金資助赴美探究有關的理論特性，期望解開其中奧秘。

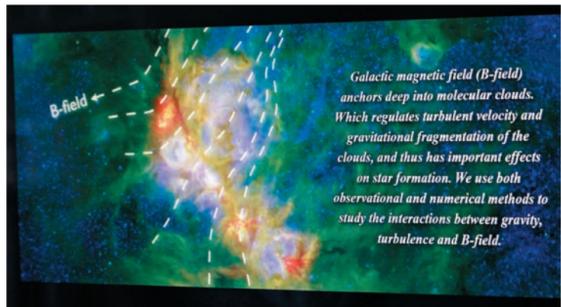
袁嘉豪接受本報電話訪問時解釋指，肉醬就如各種物質，理論上是向內塌下，意粉就如磁場，限制了肉醬向內塌的移動，於是他着手研究在不同分量的肉醬和意粉組合下，會變成什麼狀態，「即是星體在不同環境下如何形成」。

他在該校天文學教授Alexandre Lazarian指導下進行研究，了解形成星體的條件，「由於磁場在星體形成時極其重要，其強度足以影響星體的特性，例如大小、亮度、形態等，所以了解磁場對建構星體形成的理論極為重要。」他和研究團隊亦設計了一個初始電腦模型協助研究。

李華白則補充說，若以肉醬意粉的形態來比喻星體形成前星雲的狀態，當意粉 (磁場) 混亂時，肉醬意粉所呈現出來的形態其實沒有方向可言；但按他和團隊最新研究發現，在太空中的意粉 (磁場) 其實有關的影響力，可令「肉醬意粉」呈現出有規則的狀態。

記者 鄭伊莎

研究非主流 遭編輯質疑



李華白透過紅外光圖片，說明星雲中的磁場情況。虛線顯示以南極洲望遠鏡觀測到的大型磁場。 彭子文 攝

貓掌星雲距離地球5,500光年，是最近的大質量恒星形成區。 ESO/Digitized Sky Survey 2 圖片

提起磁場影響恒星形成的新發現，李華白坦言「我不得不說，這 (過程) 令我很挫敗。」其實早約10年前，他進行博士後研究時，已有分析星雲氣體的磁場數據並提交論文，但卻面對學術期刊評審及編輯的大量質疑甚至強硬反駁。他要不斷堅持耐心解答，及爭取每次難得機會累積更有力的資料，始能說服科學界，讓新的想法開始為人接受。

違中立慣例 五頁紙反駁

李華白憶述，2006年至2009年間，他於哈佛——史密松天體物理中心當博士後

研究員，當時曾收集廿幾個星空區域的數據，比較10光年和0.1光年尺度下的磁場方向均吻合，說明磁場對星體的重要性；但於投稿到天文期刊時，卻收到評審員的質疑，而負責編輯更一反中立的慣例，提出長達5頁紙的強硬反駁，而該位編輯就是為「湍流」主流理論奠基的資深學者。

「以前我以為科學界應是開放的，大家可以用數據對話，但現實是，當科學家所持的觀點被挑戰時，許多人仍然會十分抗拒。」李華白慨嘆說。

當時他經過來回多次質疑和解答後，成功說服評審員，惟編輯卻又提出可否再找另一位評審，意味其對當中觀點仍大有保留。最終在李華白堅持下，論文才得以發

表。於《自然》發表論文能引起廣大注意，惟要求亦高。李華白解釋說，就有關天文的項目，研究人員需要先提案說服3位頂級評審員，才能使用望遠鏡觀測，但一般非主流想法並不容易獲青睞。

他於2006年開始連續3年遞交提案，而《自然》則每年只給他1晚觀測時間，到第四年他於提案中把前3年的數據呈現出來，遂獲批3晚觀測時間，再到第五年，他連同之前6晚的觀測數據收集起來撰寫論文，終首次成功獲《自然》採納。李華白其後繼續堅持研究，再憑貓掌星雲的研究數據獲得更大重視。

記者 柴婧

恒星會「老死」 太陽料再活50億年

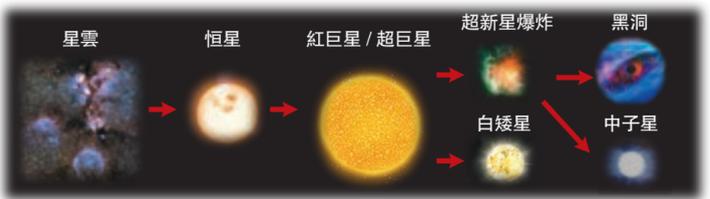


對於星雲氣體塌縮後的恒星演化理論，科學家的認知相當仔細。恒星會於平衡狀態下持續進行核聚變反應，放出能量發光發熱；而當其核心的燃料接近用盡步入晚年時，恒星將視乎其大小大幅膨脹甚至爆發，最後剩下拋離於星際空間的氣體塵埃以及核心的殘骸。經常聽聞的超新星 (Supernova) 及黑洞

(Black hole)，便是較太陽質量大數十倍的恒星，其爆發及核心殘骸的狀態。

以太陽為例，科學家推算其於50億年後將步入「死亡」階段，膨脹100倍成為紅巨星 (Red giant)，屆時水星及金星都會遭吞噬，而地球亦會被燒焦；隨後則會大幅收縮至近似地球大小，殘骸變成高密度、微微發光的白矮星 (White dwarf)。

記者 高鈺



港雖有光害 無礙學天文



香港有「東方之珠」美譽，但城市夜晚的光害問題，對天文觀星構成一定障礙。不過李華白指，雖然香港夜空較難觀星，但在港研究天文卻是完全無困難的，「即使你坐在哈佛 (大學) 的辦公室做天文研究，也要申請智利、夏威夷或南極等基地的望遠鏡做觀測，所以在香港做亦是面對同樣的情況。」

近日香港大學理學院宣佈，將於2018/19學年起取消全港唯一的「天文學本科主修課程」，是否意味著天文前景不被看好呢？李華白表示，理解大學有資源安排的考慮，但他相信對天文有濃厚興趣的學生不會因此打消

學習念頭，「因為一開始要學的都是基本的物理理論，可以學好了再去研究及學習更多天文學理論。」作為過來人的他於台灣讀大學時亦是修讀物理及數學，及後赴美攻讀天文及物理博士學位。

李華白又提到，為鼓勵學生批判及獨立思考，會要求他們提交期末報告並撰寫計劃書予智利望遠鏡轄下的委員會，申請使用望遠鏡作研究，期望學生能在過程中善用所學知識並列出其理據及研究方法，「例如你有更好的model (電腦模型) 嗎？你要提出證據去證明你是對的，這是我希望學生學到的，勇敢去嘗試，而非只將課本理論背得滾瓜爛熟。」

記者 鄭伊莎