

## 反覆爆發的新星—Recurrent Nova

天文學家在觀測時發現一種奇特的現象：某個觀測目標的亮度會突然迅速增強，接著又逐漸變暗。起初因為不了解此現象發生的機制，曾誤以為是一顆新恆星的誕生，因此將此現象稱為「新星」(nova)，其中nova一詞在拉丁文中是「新」的意思。然而奇妙的是，天文學家發現這些新星會每隔一段時間反覆爆發。藉由觀測這些爆發現象，能幫助我們研究雙星系統中的質量傳遞機制以及恆星的演化過程。

文／張瑋芸



由藝術家所繪製的新星爆發示意圖。圖片來源：David Hardy/College of Arts and Science

## 雙星互繞

在我們的太陽系中只有一顆恆星，也就是太陽；但天文學家發現在宇宙中，某些恆星若彼此靠得非常近，會沿著彼此的質量中心互相繞行，形成雙星（或多星）系統。有時甚至不只兩顆恆星，可能是三顆或更多。這些非常接近的雙星系統，在恆星演化的過程中，容易發生質量轉移，並以複雜的方式進行交互作用。

## 吸積盤

在雙星系統中，質量較大的一顆恆星由於生命

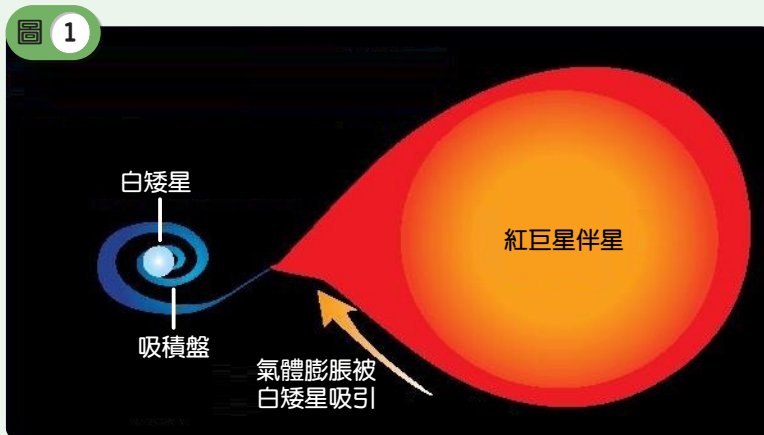
週期較短，會較早進入紅巨星階段，接著演化為一顆白矮星。而當質量較小的伴星也逐漸進入紅巨星階段時，其膨脹的外層氣體會受到白矮星的重力吸引而向其流動。由於角動量守恆的限制，氣體無法直接落到白矮星表面，而是在其周圍形成高速旋轉的吸積盤，如圖1、圖2所示。

## 失控的熱核反應

由於摩擦力與潮汐力的作用，吸積盤中的氣體溫度變得極高，靠近內部的氣體會在白矮星表面逐漸堆積。隨著氣體不斷累積，其密度與溫度逐漸升高，最終升溫至足以引發失控的熱核反應。在短短

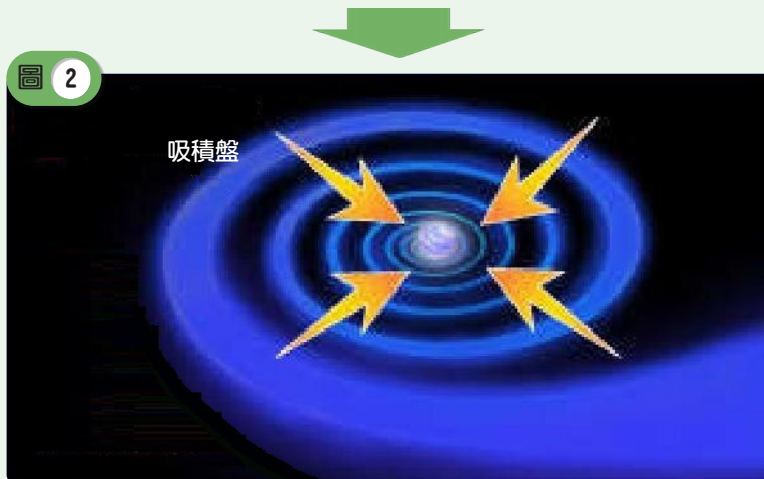
### 新星爆發機制的說明圖解

圖片來源：NASA, ESA, and A. Feild (STScI)



白矮星從伴星吸取物質：

白矮星自其伴星（紅巨星）吸取物質，這些物質被白矮星吸引，逐步落向白矮星並開始旋轉匯入吸積盤。

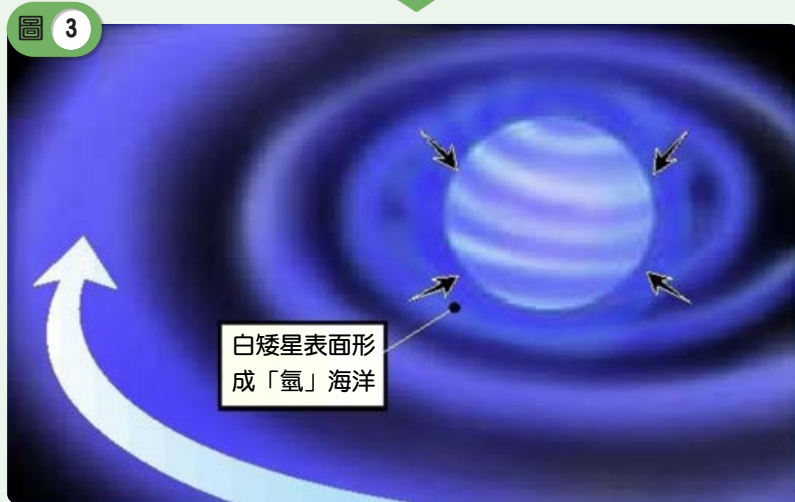


吸積盤中的物質因重力落向白矮星表面：

因角動量守恆的限制，物質會在白矮星周圍形成高速旋轉的吸積盤，而靠近吸積盤內部的氣體物質會逐漸落向白矮星表面。

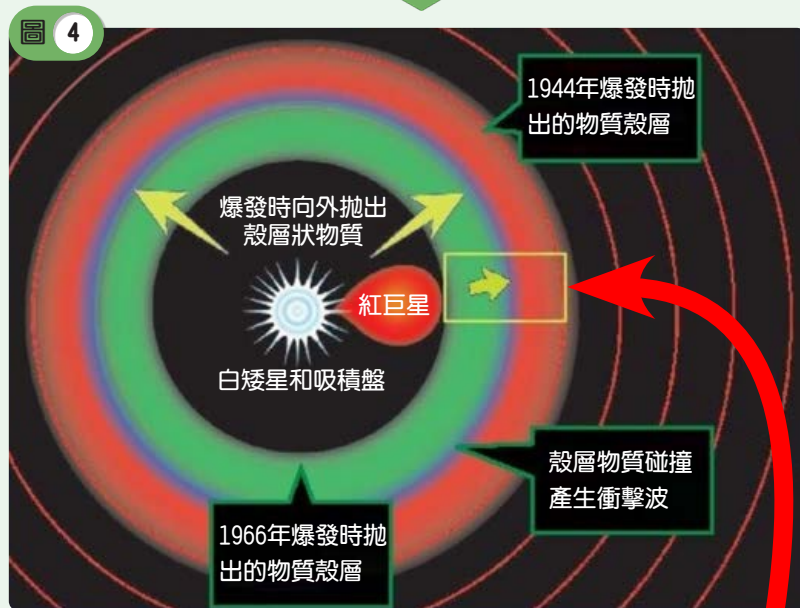
氫「海洋」累積引發爆炸：

落至白矮星的物質以氫為主，在其表面形成一層「氫」海洋。隨著白矮星內部壓力與熱能的逐漸累積升高，最終引發劇烈的熱核反應爆發，將表層的氫拋射至太空。接著吸積過程再次啟動，如此週而復始。

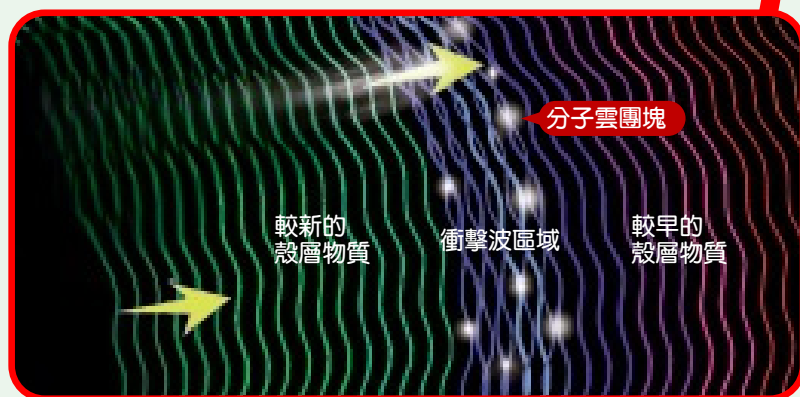


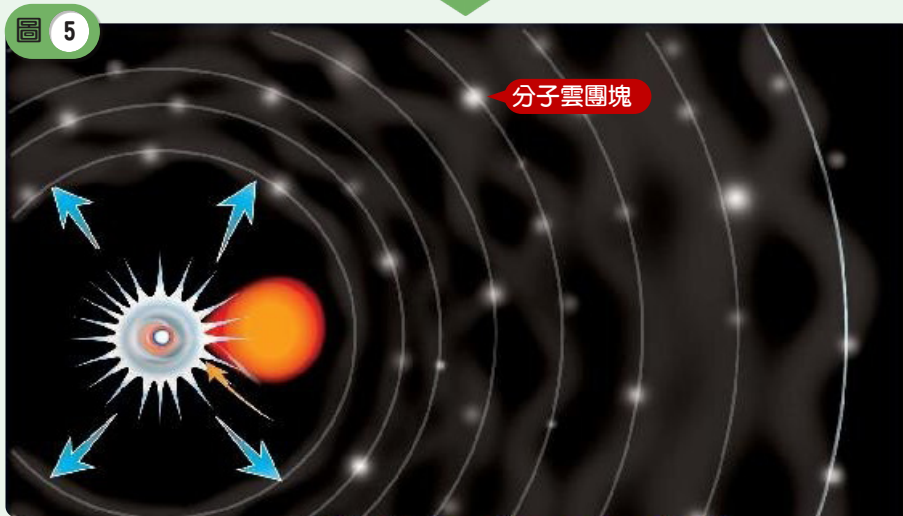
多次爆炸所產生的氣體殼層，相互碰撞形成分子雲團塊：

爆炸形成的第一波物質殼層以極高速度向外擴散，其外緣速度快於內緣。以羅盤座T星為例子，哈伯太空望遠鏡觀測到的氣體分子雲團塊，可能是由後來新星爆發的殼層物質與先前緩慢擴展的殼層物質碰撞而產生。圖中所示為1966年爆發時噴出的物質與1944年爆發所遺留物質的碰撞過程。

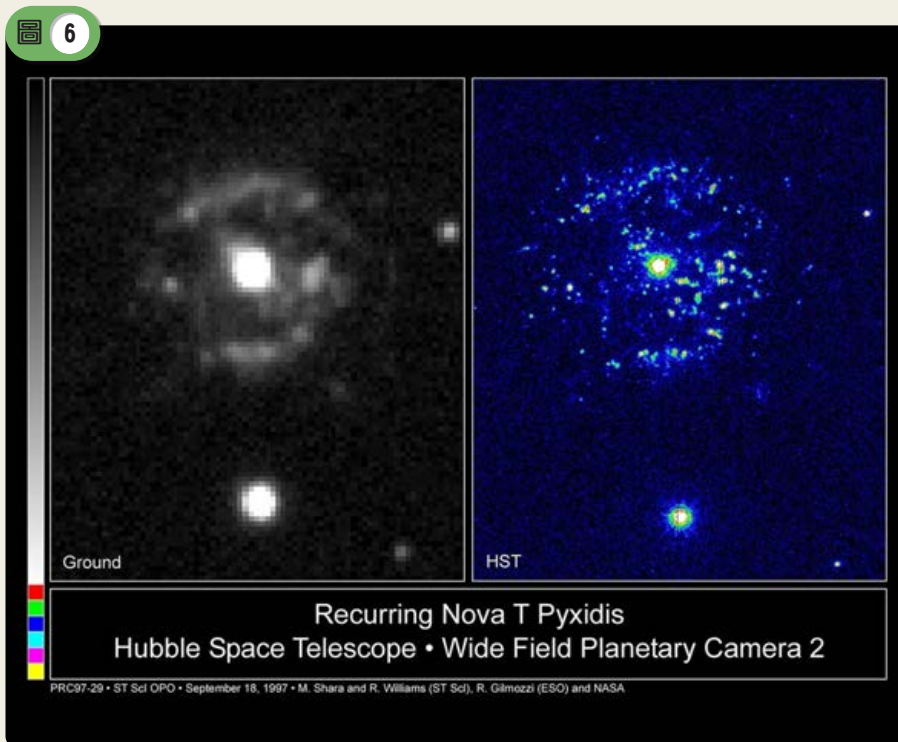


此為上圖中黃色長方形區域的放大圖，顯示較新殼層的物質追上逐漸變慢的較早殼層物質，相互碰撞後，在氣體塵埃密度較高的區域形成分子雲團塊。





當新的新星爆發殼層物質，逐漸追上較早拋出的多層殼層物質時，相互碰撞會形成同心圓狀分布的氣體分子雲團塊。



羅盤座T星爆發後的影像，其中左圖為位於智利的歐洲南方天文台所拍攝到的圖像，右圖為哈伯太空望遠鏡拍攝的影像，羅盤座T星已經經歷過許多次的爆發，可看出新星爆發後吹散的氣體殼層，而哈伯的廣角相機顯示這些氣體殼層是由2,000多個分子雲團塊組成。影像來源：Mike Shara, Bob Williams, and David Zurek (Space Telescope Science Institute)；Roberto Gilmozzi (European Southern Observatory)；Dina Prialnik (Tel Aviv University)；and NASA

幾秒內，溫度會飆升至一億度以上，比氫彈威力強上數億倍的爆發會將白矮星表層物質拋入太空，形成高速擴張的氣體殼層，也產生了我們所觀測到的「新星」現象，如圖1～圖5。

不過不必擔心，這樣的爆發對整個雙星系統並無重大影響。在新星爆發後，伴星的紅巨星仍會持續供應氣體，重新堆積於白矮星表面，直到下一次爆發再次發生。

## 北冕座T星

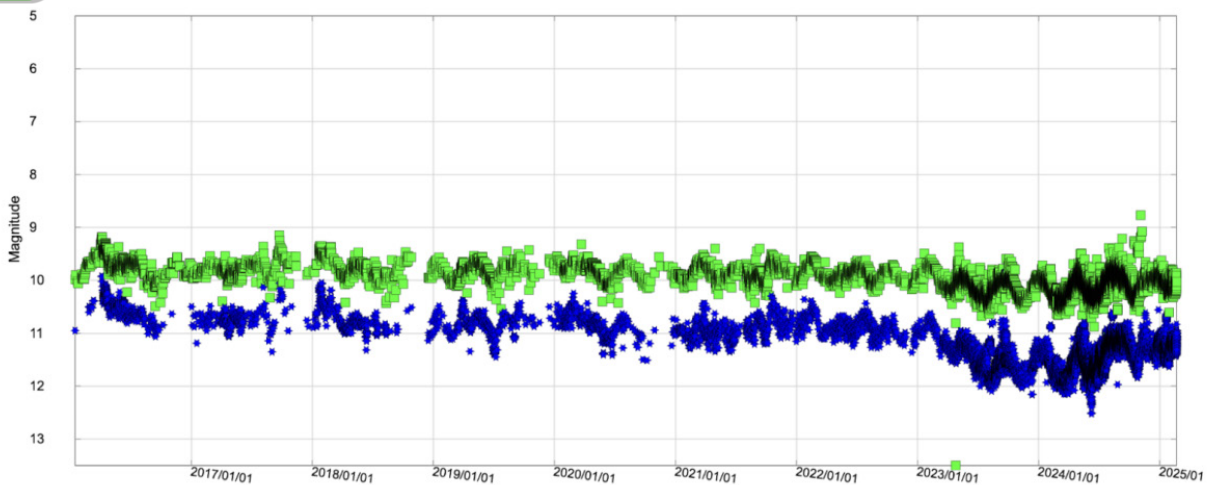
北冕座T星（T Coronae Borealis，簡稱 TCrB）是一個由白矮星與紅巨星組成的雙星系統，距離地球約3,000光年。根據歷史紀錄，這顆恆星曾於1866年與1946年兩度爆發，約每80年爆發一次。

北冕座T星在未爆發時的亮度為10等星，肉眼難以觀察，但在爆發期間，其亮度會迅速增至2等，與北極星差不多明亮。天文學家估計，肉眼可見的高亮度將持續約一週，是百年難得一見的天文事件。

這類型的再發新星事件平均每年約有10次以上，但上一次亮度達到北極星等級的新星為1975年爆發的天鵝座V1500；而本世紀最亮的新星則為2013年爆發的半人馬座V1369，亮度約為3.3等。

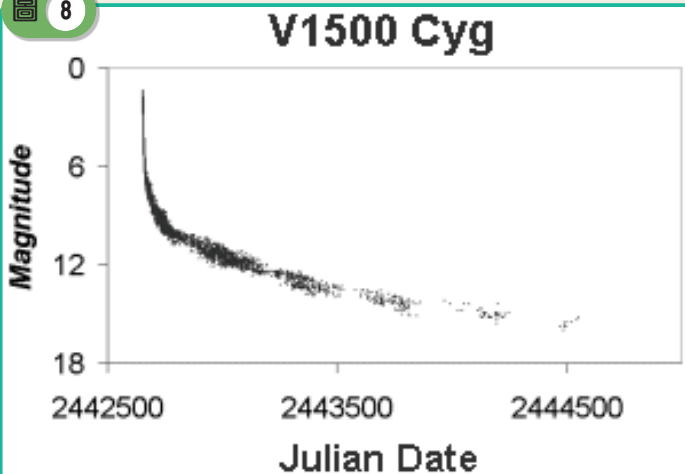
最近，美國變星觀測者協會（AAVSO）發現北冕座T星的亮度與光譜出現異常變化，加上其80年的爆發週期即將屆滿，因此被認為極有可能在今年再度爆發。為了迎接這次難得的天文現象，天文學家早已準備好望遠鏡，隨時監測其變化，如圖7、圖8。

圖 7



此圖為北冕座T星在B波段及V波段的光變曲線，美國變星觀測者協會（AAVSO）觀察到北冕座T星（TCrB）於2024年初出現光度下降的情況，而根據最近的觀測結果，TCrB的光譜在H-alpha位置發生了重大變化，被認為是爆發前的徵兆，加上推算TCrB的80年爆發週期也即將來到，因此天文學家們認為TCrB很有可能在今年的3月到9月之間發生爆發。圖片來源：AAVSO Light Curve Generator

圖 8



此圖為天鵝座V1500（V1500 Cyg）的光變曲線，其中橫軸的時間是以儒略日表示，天鵝座V1500在爆發時最亮達到1.7等，但3天後亮度急劇下降，為20世紀變光最快、光度變化最大的新星。圖片來源：AAVSO

圖 9



北冕座T星 (T CrB) 位於北冕座，這個星座的形狀像是一個小半圓弧，位於北方又像皇冠的樣子而被稱為北冕座。T CrB目前肉眼看不見，當T CrB爆發時，可以很明顯地看到一顆亮星出現在北冕座的圓弧旁邊（如圖紅圈的位置），亮度和北極星差不多亮。

而對於沒有望遠鏡的一般民眾也不必擔心，一旦北冕座T星爆發，肉眼即可輕鬆觀察。你所需要做的，就是抬頭尋找北冕座的位置，如圖9，留意是否在某天晚上，北冕座附近突然出現一顆異常明亮的星星。

張瑋芸：臺北市立天文科學教育館

**參考資料：**

NASA, Global Astronomers Await Rare Nova Explosion  
<https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/marshall/nasa-global-astronomers-await-rare-nova-explosion/>

Blobs in Space: the Legacy of Nova T Pyxidis  
<https://science.nasa.gov/asset/hubble/blobs-in-space-the-legacy-of-nova-t-pyxidis/>

Illustrations which Demonstrate How Blobs From Some Nova Outbursts are Created  
<https://science.nasa.gov/asset/hubble/illustrations-which-demonstrate-how-blobs-from-some-nova-outbursts-are-created/>

北冕座T即將爆發。天象預報/天文館網頁  
[https://tam.gov.taipei/News\\_Content.aspx?n=B64052C7930D4913&sms=2CF1F5E2E0B96411&s=E47DD61D447C9AE9](https://tam.gov.taipei/News_Content.aspx?n=B64052C7930D4913&sms=2CF1F5E2E0B96411&s=E47DD61D447C9AE9)

T Coronae Borealis  
[https://www.aavso.org/blog/tcrb-blazed-and-confused?fbclid=IwY2xjawJcef5leHRuA2FlbQIxMAABHVu3iilIH3\\_DOAmRf2IJRiV0nBv33\\_IakDBsE1SQCjs10TirEUuW\\_wuDg\\_aem\\_Nsg6ndLJpKc7gOXMcfTkNQ](https://www.aavso.org/blog/tcrb-blazed-and-confused?fbclid=IwY2xjawJcef5leHRuA2FlbQIxMAABHVu3iilIH3_DOAmRf2IJRiV0nBv33_IakDBsE1SQCjs10TirEUuW_wuDg_aem_Nsg6ndLJpKc7gOXMcfTkNQ)

V1500 Cyg (Nova Cygni 1975)  
<https://www.aavso.org/v1500-cyg-nova-cygni-1975>

The star that should have exploded already: T Coronae Borealis  
<https://www.eso.org/public/videos/cs0016a/>

Michael A. Seeds, Dana Backman. Foundations Of Astronomy 13 Edition. Cengage Learning ch13

**YouTube 相關影片：**

The star that should have exploded already: T Coronae Borealis  
<https://www.youtube.com/watch?v=EZPpXXq9Pfs>

新星爆發過程模擬  
<https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/marshall/nasa-global-astronomers-await-rare-nova-explosion/>