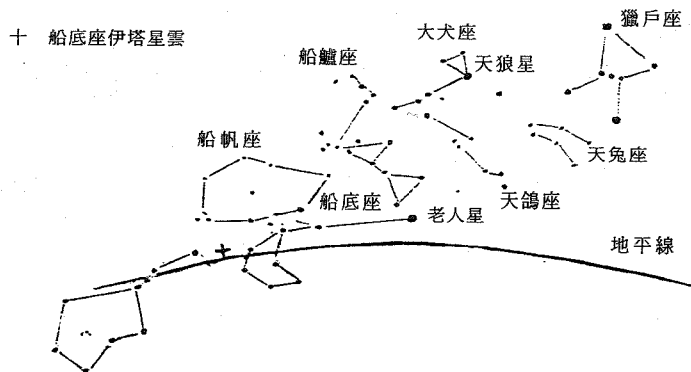


# 詭譎多變的船底座伊塔星

傅學海 汪惠玲

國立臺灣師範大學地球科學系

在滿天星子中，有許多星星的亮度是會變化的，但其中有些變化呈現規律性，即變暗、變亮有規律的交替著，有些變化呈現半規則性，另有些變化是沒有規則性的。在這些亮度變化不規則的恆星中，極少數是屬於光度極大，處於不穩定狀態的超巨星，其中一顆引起天文學家極大興趣的恆星是位於船底座的伊塔星 ( $\eta$  Carinae,  $\eta$ 是希臘字母，拼字為 *Eta*)。船底座和船底座伊塔星雲在天空中的位置如圖一所示，實際上船底座伊塔星是船底伊塔座星雲 (圖二，見封底) 裡面眾多恆星中的成員之一，這個星雲是個巨大的氫離子區，大小約 400 光年寬，位於銀河系的船底座旋臂上，距離地球有 8000 光年遠。整個星雲的視直徑可達 3 度，比滿月還要大六倍。



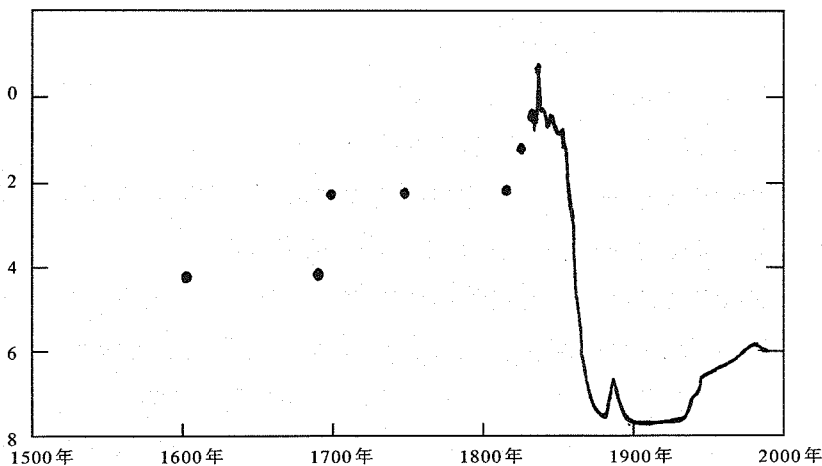
圖一、三月晚上九點左右南天的星空

船底座屬於南方天空的星座，從台灣看過去位於南方地平線上方一點，所以必須在一望無際的平原，或是在高山視野開闊的地方，才能看到它，而春天是觀看船底座的最好時機。船底座中最亮的星星是亮度達  $-0.9$  星等的老人星，它可是天空中亮度僅次於太陽及天狼星的恆星。至於船底座的伊塔星雖然不是一顆很亮的星，但因為它的亮度變化詭異，所以大名鼎鼎，享譽已久。從 1603 年到現在將近四百年中，天文學家們持續地紀錄它的亮度，也進行種種從影像攝影、光度到光譜的觀測。除了可見光外，也用紅外線、無線電波、與 X 光來觀測它，甚至還勞駕赫伯太空望遠鏡專程拍攝其倩影。如果它沒有特殊之處，那能使天文學家們勞師動眾，費時費力地研究它呢！

## 歷史上的紀錄

船底座伊塔星在歷史上的第一次現身，是在天文學家拜葉 1603 年出版的星圖中，他把船底座伊塔星列為四等星。但是在西元 150 年左右，當代天文學家托勒密 (*Ptolemy*) 已經觀測過了這個區域中最亮的恆星，可是在其巨著「天文學全集」 (*Almagest*) 中，卻沒有提到這顆星。甚至在 1600 年，荷特曼 (*Houtman*) 檢驗此區所有比四等星亮的恆星時，也沒有提到它。表示船底座伊塔星在 1603 年才首次被人觀察到，而記錄下來的。

證明彗星是繞太陽運行的英國天文學家哈雷 (*Edmond Halley*, 1656-1742) 曾在 1677 年記錄了船底座伊塔星的亮度是 4 星等。直到將近一百年後，有人發現它成為比較明亮的 2 等星。這顆星自 1811 年以後就持續地被觀察著，發現它的亮度變化形態與眾不同，被歸類為不規則變星。它的亮度從 1837 年起開始增加，到了 1843 年 3 月，成為全天域中亮度僅次於天狼星的亮星 (-0.7 等，比原來船底座中最亮的老人星還亮)，呈現出澄紅的色澤。這種情況連續了幾個月後，星光逐漸黯淡。除了在 1856 年、1871 年與 1889 年曾稍稍變亮外，亮度一直持續衰減，最後大致穩定在 8 等星。裸眼約能看到比六星等亮的天體，因此它比六星等還暗的時期持續了一百年以上，但是在 1940 年以後，它又開始變亮，到 1976 年已經亮到眼睛可以看到，目前維持在六等星左右，圖三顯示船底座伊塔星的亮度變化情形。



圖三、船底座伊塔星的光度變化情形

## 明亮藍色變星

船底座伊塔星被籠罩在一個直徑達0.4光年、名字叫人偶形 (*homunculus*) 的濃厚小星雲中。它的光度比太陽大五百萬倍，質量大約是太陽的一百倍，可能是銀河系百億顆恆星中質量最大的恆星。因為船底座伊塔星的質量及光度都如此巨大，亮度又有大幅度的變化，天文學家把它歸於明亮藍色變星 (*luminous blue variables* 簡稱 *LBVs*) 一族。目前已知的明亮藍色變星有：我們銀河系中的船底座伊塔星、天鵝座 *P* 星，大麥哲倫星雲中的劍魚座 *S* 星，以及少數在星系 *M 31* 與 *M33* 中。

這一類的星體有非常大的質量，屬於高光度、不穩定的高溫超巨星。目前仍不清楚是什麼原因導致它的亮度，在這一百多年間有這麼大幅度、不規則的變化。分析船底座伊塔星的光譜，發現它原本屬於 *F* 型的光譜現在已經轉變為明線光譜，而且光譜有天鵝座 *P* 星 (*P Cygni*) 的效應，及即光譜中的明線呈現較寬的帶狀，在明線波長較短的一側，則伴隨著較細的黑色吸收譜線。這種現象表示船底座伊塔星四周有溫度比較低的氣體圍繞著。天文學家可以從暗線至明線帶中央的偏移量推算出這些氣體塵埃的移動速度，而從移動速度的快慢及明線的強度便可以推算出星體損失質量的速率。

## 爆發事件

籠罩著船底座伊塔星的人偶形星雲目前仍然在不斷地擴大中，由這個現象可以推測：人偶形星雲是船底座伊塔星過去一次大規模的爆發事件後的結果。星雲邊緣的移動速度約每秒660公里（時速約兩百多萬公里），按照星雲的大小和運動速度推算，可以算出當初的爆發時間約在1837年。天文學家認為質量極大的恆星，在演化末期處於極不穩定的狀態中，由於目前還不完全了解的原因，產生了一次激烈事件，導至表面物質被噴發出去，使整個恆星陡的亮起來。這些急速向外擴張的物質逐漸累積，最後累積的夠厚而遮蔽了星光，使船底座伊塔星在1843年後便逐漸變暗。

以往用地面望遠鏡觀察時，只能看到模糊的雲氣中有一塊明亮的區域，加上它具有巨大的質量及光度，所以一度認為船底座伊塔星是由數十顆星構成的疏散星團 (*Maffei*, 1977)。但是赫伯太空望遠鏡在1995年11月傳回了它的照片（圖四，見封底），總算將神秘的船底座伊塔星清楚地呈現在世人面前。從圖四中可以看出人偶形星雲實際上呈現兩瓣啞鈴形構造，左下的瓣吹向地球，右上的瓣則遠離地球，愈靠中間，氣體向外移動的速度則愈快。現在天文學家相信人偶形星雲便是1837年爆發事件的產物。仔細

看兩個瓣狀構造的中間，有一破碎的赤道圓盤，這可能是一百年前另一次爆炸後殘留的噴發物。

根據推算，船底座伊塔星每年大約會流失 0.07 個太陽質量。外流的氣體形成圍繞的星雲，平均以高達每秒 700 公里的速度膨脹。當它最亮時，也就是最初質量急速流失的時候，到現在大約已經有 1 到 2 個太陽質量的物質被噴出。隨後數十年，外流物質逐漸累積，當塵埃厚到可以遮住恆星的程度時，恆星的視亮度便明顯地變暗，但是如此高速的質量流失無法持久，最多持續幾百年而已，此後物質流失的速率趨緩。天文學家認為船底座伊塔星目前正處於恆星演化的末期，趨於崩潰的階段，估計它會在幾萬年後發生大爆炸，成爲一顆超新星。

## 小規模的振盪

天文學家對於恆星成爲超新星之前的行爲非常好奇，而船底座伊塔星正是一個很好的研究對象。分析近二十年的光譜變化，發現它的譜線呈現規律性的來回移動著，顯示一個穩定的週期性脈動，每一個週期爲 58.58 天，誤差爲半個小時，這是第一顆可以辨認出光譜線移動具有穩定週期的明亮藍色變星 (*Sterken, Groot, and van Genderen 1996*)。

此外，天文學家認爲這一類星球如果發生爆發事件時，會因體積變大而使可見光及紅外線增加，但表面溫度因體積膨脹而降低，使激發周圍氣體的高能輻射減少。反言之，在平靜時期，星球會變暗而溫度升高，使周圍氣體出現高度激發狀態的譜線。船底座伊塔星深深的隱藏在人偶形星雲中，如果有小規模爆發事件時，無法直接看到其現象。如果它的亮度稍有增加，則周圍氣體在高度激發狀態下發出的譜線就會變暗或消失，天文學家便利用這種資料的記錄，來找出其曾發生爆炸的時刻。用這個方式，推算每隔 2014 天，也就是 5.52 年，船底座伊塔星會發生一次小規模爆發事件，使星體中的物質向外噴出，產生新的殼層。上次噴發在 1992 年 6 月 3 日，預計下次噴發日期是在 1997 年 12 月 8 日到 1998 年 1 月 25 日之間。屆時，天文學家就可以知道這樣的推算是否正確了。

## 謎樣的船底座伊塔星

濃厚的塵埃和雲氣吸收了大部份來自船底座伊塔星的星光，只有一小部份的可見光能透出來。紅外線波段較能穿透雲層，所以進行紅外線波段觀測時，這個星雲顯得比較透明。事實上，雖然船底座伊塔星星距離我們有 8000 光年之遠，它卻是太陽系以外最

強的紅外線來源。

除了發射出強烈的紅外線外，船底座伊塔星也是一個強烈的X射線波源。這些X射線是因為速度達每秒100~1000公里的噴流，擴張進入周圍物質時，壓擠星際介質使之成為高溫、高壓狀態而發出X光，但在1994年拍攝的X射線影像中，星雲中央出現了謎樣的點狀X射線源，這個現象到目前仍然沒有合理的解說。

船底座伊塔星曾被認為是一顆怪異的星，擁有無法解釋的怪異行徑。到了今天，它仍然還有許多的謎題留待天文學家們繼續努力，例如：

1. 它如何爆炸？因為目前對於不穩定的模型瞭解太少。
2. 它如何演化？因為它無法適用於星球標準的演化模型。
3. 它為什麼在所有的電磁波段上都很明亮？難道是一個雙星模型？
4. 那一種機制可以解釋船底座伊塔星人偶形星雲的啞鈴形狀？
5. 過去幾年來各種電磁波譜的變化是如何引起的？

生物學家對人類的生老病死的情形已經有相當的了解，但仍在探索巨大的恐龍滅絕的原因。同樣的，天文學家對一般恆星的演化也有基本的認識，但對於質量極大恆星演化，以及恆星形成初期與演化末期的細節，仍然在探索當中。由於這些過程都非常短暫，因此很難觀測到處於這種階段的天體。例如一般相信大質量恆星處在明亮藍色變星的階段祇有一萬年左右，相對於動輒幾億年的恆星壽命來說，真是短的有如一瞬間。人類發明望遠鏡也不過四百年的歷史，因此只能觀測到極少數這些一幌而逝的天體，這也是為什麼天文學家對船底座伊塔星如此感興趣的原因，主要是希望借著了解它而去解開恆星的生死之謎。

## 參考文獻：

Paolo Maffei (1977) *Eta Carinae, Monsters in the Sky* 第四章, translated by Mirella & R. Giacconi. The MIT Press 出版。

C. Sterken, M. de Groot, A. M. van Genderen (1996) *A Pulsating Star Inside Eta Carinae. II The Variability of the Pulsation Period.* A & A. 116

一般參考資料：

A. Unsold & B. Baschek (1991) *The New Cosmos* (英文版), 第194頁, 第258頁-259頁 Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 出版

Roberta M. Hunphreys (1992) *Astronomy and Astrophysics Encyclopedia*, 第741頁 -

743頁，第840頁 *edited by P. Maran, Nan Nostrand Reinhold* 公司出版。

*Robert Naeye (1997) Stars on the Brink, Astronomy magazine, January 1997, p46。*

*William K. Hartmann: Astronomy: The Cosmos Journey, 4th edition, p.454-457*

全球網際網路資料：

<http://www.stsci.edu/pubinfo/captions/96-23b.txt>

<http://www.stsci.edu/pubinfo/captions/96-23c.txt>

[http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/rosat/newsletters/cover\\_inager11.html](http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/rosat/newsletters/cover_inager11.html)

[http://lheawww.gsfc.nasa.gov/users/corcoran/eta\\_car/ec\\_spec/ec\\_spec.html](http://lheawww.gsfc.nasa.gov/users/corcoran/eta_car/ec_spec/ec_spec.html) ☆