

## 星星有多亮 論星等的概念

文·圖／王斌威

### 摘要

出去看星星，除了由看到的一些星點的連線能讓你觀察星座之外，其實星星的不同亮度也能讓大家馬上察覺。這篇文章大略介紹人類歷史上如何利用星等的概念去規範、分級星星的亮度，但是這一套分級方法真能充分顯示出星光的輻射能力嗎？本文做一個簡單的分享。

關鍵詞：星等、觀測天文學、天文史

又到冬天了，臺灣雖處亞熱帶，但這島上的冬天因為濕度高其實也讓很多人大喊吃不消。不過對於喜歡戶外觀星的同好們或是想要學習辨認星座的初學者，卻是好時機。冬季星空是亮星很多的季節，全天 10 大亮的恆星中冬季星空就有 7 顆。像是全天最亮的（太陽除外）天狼星、第二亮的老人星都是冬季星空的著名亮星。

有經驗的觀星者，不但會告訴你，這些亮星是屬於什麼星座，甚至還能告訴你，這些星有多亮，它們的星等是多少。於是我們曾經在小學自然科課本裡學過的星等概念好像又重返自身的腦海中了，如果你還有印象，應該記得一等星、二等星這些名詞，再回憶多一點還會記得星等越小代表越亮，所以一等星會比二等星亮，再厲害一點的還會知道星等也可以有負的，像天狼星的亮度達到 -1.5 等左右。看到這裡不知道大家學生時代的回憶有沒有完全回復了，如果有，筆者就為大家分享大多數人不知道的故事，關於星等的由來及其迷思。

星等觀念是大約來自於西元前 150 年，古希臘天文學家喜帕恰斯(Hipparchus)編製了一份約千顆恆星的星表。依據它們的亮度，由亮至暗劃分為 6 個等級。大約 300 年後，托勒密(Ptolemy)繼承喜帕恰斯的概念，將恆星的亮度分為 6 個星等，最亮的 20 數顆恆星都定為 1 等星，肉眼所能看見的最暗的恆星為 6 等星。然而當時沒有光偵測器，所以這個亮暗的分類是非常主觀的。歐洲文藝復興以後，因為觀測技術的不斷改進，許多人都測量過恆星的亮度，他們經由觀測發現 1 等星的亮度大約是 6 等星的 100 倍。因此，在 1856 年，英國天文學家普森 (Norman Pogson)，建議明訂 1 等星的亮度就是 6 等星的 100 倍，而每一星等間取對數可知，一星等的亮度約差 2.512 倍（100 取五次方根），根據這個關係（後人稱作普森比例），星等才得以被量化。但 1 到 6 的星等並不能描述當時發現的所有天體的亮度，天文學家只好進一步引入「負星等」概念，而這樣的觀念基本上一直沿用到現在。順道一提的是，普森雖是現代星等定義的奠基者，但他當時所用的亮度標準星是北極星（約 2 等），但沒過多久天文學家發現北極星長時間觀測光度會變化，於是現今天文學之星等的標準星已經改用織女星（約 0 等，嚴格來說是以包含織女星在內的 6 顆恆星來當作天文測光下的第一批標準星）。

前段所提的是星等的概念和由來，但誤用星等概念的人其實並不少。首先是恆星發光能力強不強和星等沒有絕對關係。這怎麼說，一般人所提到的星等其實是視星等，也就是恆星看起來有多亮，但恆星有多亮，簡單來說除了他本身發光的能力外，另外一個決定性的因素是距離。這應該很好懂，兩個一樣亮的東西一定是離我們越遠的那一個，看起來越暗。所以在天文學上，我們又定義了一種星等稱作絕對星等，這是指把天體都落在相同距離時（10 秒差距，1 秒差距約 3.26

光年，所以 10 秒差距約 300 兆公里左右）天體所呈現出的視星等。此方法可在不受距離的影響下，客觀的作出天體亮度的比較。舉個簡單的例子，全天最亮恆星是天狼星約-1.5 等，但它的絕對星等是 1.4 等左右，也就是說把天狼星移到測量絕對星等的距離下，它看起來的亮度只有現在的 15 分之 1 而已。如果大家有興趣，我可以跟你說太陽的星等是-26 等左右，但太陽的絕對星等才 4.8 左右，大家可以算一下這亮度的差距可以到幾倍（小提示：2.512 的 30 次方左右）。

第二個小迷思，常出現在已經有一點觀星基礎的人身上，這些人已經會利用一些資料來幫助自己觀星。這些觀星同好會發現為什麼有些星雲、星團和星系的視星等是二至三等，但它看起來比很多三等星還要暗很多。簡單的解釋是，這是因為點光源和延展光源的不同，換句話說是恆星的亮度是集中在星點上，而像彗星、星雲、星團的亮度則是它總面積的亮度集合起來，它的亮度被分散在延展面上，所以看起來亮度會比你在書上查到的還要暗。這些天體的星等是怎麼得出的，這和它的測光法有絕對的關係。天體測光是一門很大的學問，先略過不提，有機會再好好描述討論。此外，目前我們能在網路上或書上查到的天體星等資料，都有做大氣消光修正，也就是在沒有地球大氣的情況下，這些星星看起來的亮度。在觀星的時候你也會發現，比較亮星它剛升起時和它升到天頂時的亮度，若去除地表光害的因素，升至天頂時的星星一定比較明亮。那是因為，星光經由大氣層傳至你的眼睛裡，地平大氣的厚度遠大於天頂大氣，所以星光衰減的程度不同所造成的。

第三個迷思是在人類懂得利用其他電磁波段觀測星體時才出現的。星等的觀念原本是建立在可見光的規模下（那是當然，畢竟我們只能看見可見光），但當天文學家開始用紅外線、紫外線等等探索天體時，發現天體在各個波段的發光強度都不一致。有些天體可能看起來很暗，但在紅外線觀測下會覺得亮得不得了，所以傳統定義下的星等只能代表這些天體在可見光波段的發光強度罷了。所以現今天文學家如果要了解各個星體的總輻射能量，會考慮採用全波段星等，它會包含所有電磁波段波長總體發光的能量，不過一般人是不需要考慮這麼多的。

前面提到很多星等的故事和定義演進的過程，但其實對現代的天文物理學來說，星等的概念讓人又愛又恨。從現代物理學可以知道，發光的能力就是天體輻射的能力，基本上就是能量的觀念，像比較新進的觀測天文學領域，例如無線電波天文學就直接用 J A N S K Y ( J y )，即是單位頻率以及單位面積下有多少瓦的強度。學過數學的人，會發現星等的計算是把星體的發光強度比取對數再乘上 -2.5，對於有物理學基礎的人則會覺得直接用光度和照度來表示就好了，用等級的概念反而是多此不只一舉了（先取比例再取對數還乘上一個常數）。有趣的是，現天的天文學家們雖然知道星等是過時的觀念，但因為歷史因素，大家其實對於天體星等（尤其是對可見光以及近紅外觀測的天文學家們）的表示方法還頗習

慣。你如果問我天狼星的亮度是幾瓦特，我反而要想一下，甚至還要動筆算一下，這有點類似斯德哥爾摩症候群的感覺。不過，一個古老的學科因為發展過程造成一些特異的現象，卻是不能全用現代的科技觀點來看待之。

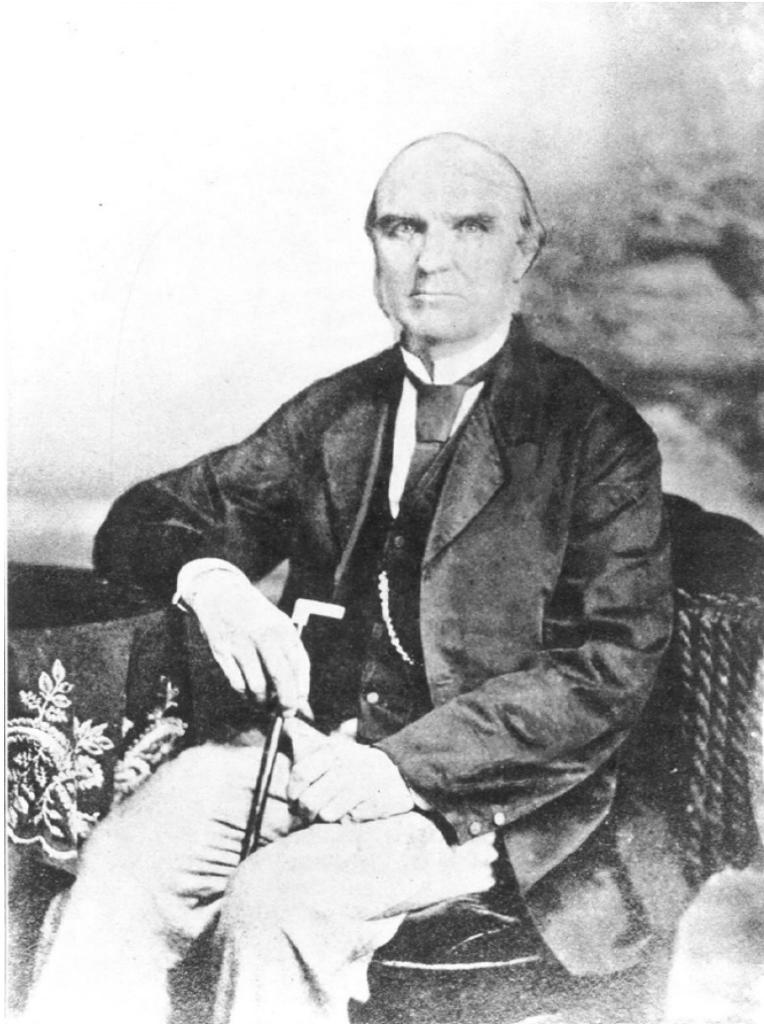


圖 1. 普森是第一個將星等以數學規則化的人

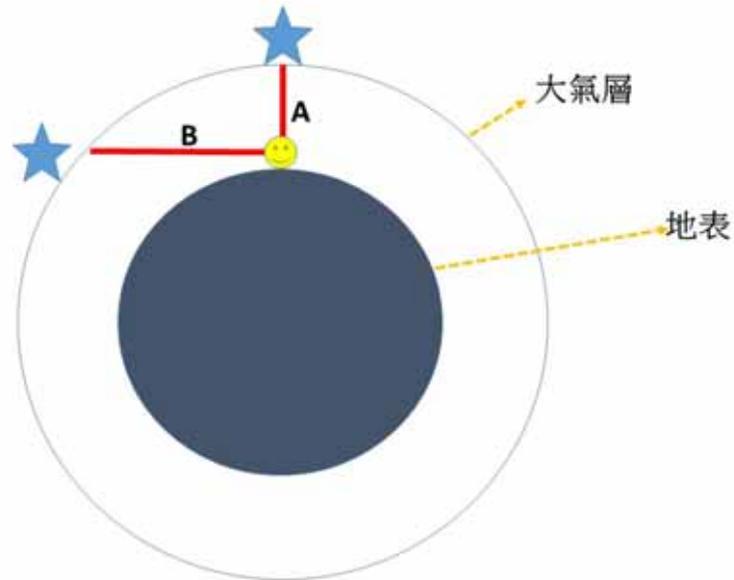


圖 2. 這示意圖能讓你知知道同樣的星光在天頂的時候經過的大氣途徑(A)比較短，受到消光的影響比較少；從水平方向比較長(B)受到的影響比較大。

$$M=m-5\log\left(\frac{d}{10}\right)$$

圖 3. 絕對星等和視星等轉換式，M 為絕對星等、m 為視星等、d 為距離(以秒差距單位表示)

全天 10 大亮星表

排行	中文星名	西洋星名	所屬星座	視星等	距離（光年）
1	天狼星	Sirius	大犬座	-1.46	8.6
2	老人星	Canopus	船底座	-0.72	80
3	南門二	Rigel Kentaurus	半人馬座	-0.30	4.3
4	大角星	Arcturus	牧夫座	-0.04	30
5	織女星	Vega	天琴座	0.03	25
6	五車二	Capella	御夫座	0.08	40
7	參宿七	Rigel	獵戶座	0.12	700
8	南河三	Procyon	小犬座	0.38	11
9	水委一	Achernar	波江座	0.46	80
10	參宿四	Betelgeuse	獵戶座	0.50	500