

Q：哈伯太空望遠鏡最近發現了迄今為止最遙遠的恆星—「埃蘭迪爾 (Earendel)」，距離為129億光年，這是怎麼算出來的呢？

A：人類要發現遠方的恆星其實相當不容易，恆星的大小及亮度隨著距離拉遠就會變得難以觀測，當距離來到數十億光年以上時，即便是星系本身有時候看起來都像是一個點，所以當科學家第一次發現類星體的時候，甚至因為不曉得它是何物，而自認為在這樣子的天體中發現了新的元素，但實際上那只是光譜位移的結果。

既然遠方的恆星這麼難發現，那這次又是如何判讀出來的呢？這裡就得引入新詞彙，重力透鏡效應，當前景的星系團或星系的重力將來自背景恆星的光線扭曲時，其相對位置適合的情形下，就會變成一種類似透鏡的聚光效果，使得背景恆星的光被放大好幾倍之後從而被我們看見，在發現埃蘭迪爾之前的前一個最遙遠恆星「伊卡路斯 (Icarus)」也是用同個方法辨認出來的。

然而不論是伊卡路斯或是埃蘭迪爾，它們的距離都相當遙遠，僅能使用哈伯-勒梅特定律來計算。在高中物理裡面有提過一個簡易的算式， $v=H_0 \times D$ ， v 為天體退行速度， H_0 為哈伯常

數， D 即為該天體與我們的距離，經過簡單的移項，我們只要知道 v 是多少就可以知道距離了，然而這個 v 值還跟紅移的數值有關，如果將相對論效應考慮進去，就會成為下方兩條式子：

$$v = c \times \frac{(z + 1)^2 - 1}{(z + 1)^2 + 1}, z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$$

c 為光速（30萬公里/秒）、 z 為紅移值、 λ 為觀測波長、 λ_0 為原始波長，科學家透過量測光譜中的波長資訊可以得到紅移值，接著利用哈伯常數推定天體距離，依此法，埃蘭迪爾的紅移值約為6.2，若將其代入上式，該天體的退行速度達到了28.84萬公里/秒，接著將 H_0 代入目前最新的數值 $73.4 \text{ km/s} \cdot \text{Mpc}$ ，即可得到大略的數值，誤差本身源自於大家所使用的哈伯常數 H_0 可能有所不同，而在 $z < 0.01$ 的情況下一般可以使用更簡化的式子 $v=c \times z$ ，如果對此過程有興趣的話，不妨試著計算一下4月發表的未確認最遙遠星系HD1（紅移值 $z=13.27$ ）距離我們多遠呢？（答案在[天文新知](#)）

許晉翊：臺北市立天文科學教育館

