
宇宙中有多少星星？

這看似想當然爾的疑問，卻沒有簡單的答案。

如果是問晚上可以「看到」多少星星，由於全天空約有 9,000 顆星亮於肉眼極限的 6.5 星等，所以在完全晴朗、沒有光害的夜晚，在地平線以上肉眼大概可以看到數千顆星星。在光害嚴重的都會，常常只能看到幾十顆最明亮的星星。

我們的銀河系包含了太陽在內約 3 千億 (3×10^{11}) 顆恆星，那麼宇宙中呢？回答這個問題，先要釐清何謂宇宙。目前認為宇宙誕生於 138 億年以前，因此在地球上我們只能看到部分宇宙，更遠的天體發出的光線還沒有到達我們這裡。

那麼在「可觀測的宇宙」(observable universe) 當中總共有多少恆星呢？目前估計可見的宇宙中包含了千億個星系，有些比銀河系大了數十倍，有些矮星系雖然小，但為數眾多。以星系發出來的光線來估計所包含的恆星數量，推測出**可觀測宇宙包含了大約 $10^{22} - 10^{24}$ 顆恆星**。

可觀測的宇宙到底有多大？而「整個」宇宙又有多大呢？如果只把 138 億年乘以光速，而得到 138 億光年，這是錯誤的答案。目前理論推測大霹靂之後的 38 萬年，宇宙混沌一片，光線無法跑出來；直到氫原子形成以後，宇宙才開始有光。38 萬年跟 138 億年相比，差別不大，但是以下的效應就有很大的影響了。

由於宇宙處於膨脹狀態，我們現在接收到某個星系發出的光線，那個星系在光穿越這段距離期間，又離我們遠去很多，更何況宇宙正在加速膨脹，造成了觀測與實際更大的差異。利用例如哈伯太空望遠鏡探討宇宙大尺度結構，或是 WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) 衛星測量宇宙微波背景輻射的觀測數據，我們得以估計宇宙目前膨脹的速率以及加速的程度，而推測出宇宙的年齡。

依此估計出**可觀測的宇宙大小約為 460 億光年**（也就是直徑 920 億光年），在此之內我們「知道還有事情不知道」，例如暗物質的性質等等。至於在可觀測宇宙之外，則屬於「不知道什麼事情不知道」，純粹只能臆測而無法直接觀察。有些推論整個宇宙超過可觀測範圍數百倍，關鍵在於宇宙的形狀，如果空間曲率是正值，有如封閉的球體，那麼宇宙就有一定大小。然而要是曲率為負值，形狀有如馬鞍，或是如目前所觀測曲率接近零，表示宇宙是平的，那麼宇宙就無限大，而我們只觀測到極小的部分。

<https://www.space.com/26078-how-many-stars-are-there.html>

<http://www.skyandtelescope.com/astrophysics-resources/how-many-stars-are-there/>

<http://www.pbs.org/wgbh/nova/blogs/physics/2012/10/how-large-is-the-observable-universe/>

陳文屏 撰文 2017.06.16
