

本月物理史

1998 年 1 月

宇宙的加速膨脹

譯 蕭如珀、楊信男

(譯自 APS News, 2009 年 1 月)

在 1990 年代中期，有兩個競爭團隊開始觀察超新星，目的是要確定宇宙膨脹趨緩的速率，但大出大家意料之外的是，他們的發現結果剛好相反：宇宙膨脹不僅沒有慢下來，而且還因看不見的神奇力量所驅使而加速。1998 年初，研究員將這些震驚天文物理學領域的奇怪結果發表出來。

1917 年，當愛因斯坦正在建構他的廣義相對論理論時，他在方程式中加了一個任意的常數，來維持宇宙的靜止不變，因為當時大家都相信宇宙是靜態的，若不加這個常數的話，宇宙物質一開始的靜止結構就會因重力吸引而拉擠在一起，所以需要宇宙常數來抵銷吸引的趨勢，以阻止宇宙的崩塌。

然而在 1929 年，哈伯 (Edwin Hubble) 觀測遠方星系的紅移時發現，一個天體離我們遠去的速率和該天體與我們之間的距離成正比，宇宙事實上是正在膨脹，絕非靜止的。宇宙常數看來並不需要，之後愛因斯坦也將它摒棄，並稱這是他最大的敗筆。

在哈伯發現之後的幾十年，大多數的科學家都相信宇宙常數不存在。大家相信是物質主導著宇宙，最終會使其膨脹趨緩；不過也要看宇宙到底有多少物質，才知道最終是會大崩墜的崩塌，或是永遠一直膨脹著，只是膨脹越來越慢。

那時的研究都專注於經由觀測極遠的天體來測定宇宙膨脹的歷史，比較這些天體的紅移和它們的距離即可測定宇宙的膨脹有多快。

但要測得遠方天體的正確距離是很困難的，方法之一是去找所謂的「標準燭光」，就是將已知天體真正的亮度和其被觀測到的亮度做比較，來測量天體和我們的距離，1a 型的超新星就正是這種天體。1a 超新星的產生是雙星系中的白矮星吸收了它的伴星中的一些質量，當到達了特定的質量時（大約太陽質量的 1.4 倍時），它就會爆炸。這些超新星極度明亮，在好幾十億光年外都看得見。因為所有 1a 型超新星達到相同質量時都會爆炸，所以它們就成了很好的標準燭光，1980 年代中期前，一些自動化的搜尋裝置就已經開始尋找這些罕見的爆炸事件了。

1980 年代後期，一個由羅倫斯柏克萊國家實驗室的普爾馬特 (Saul Perlmutter) 所領導，名為超新星宇宙學計畫的團隊，開始找尋 1a 型超新星。

1990 年代中期開始，另一個由澳洲國立大學的施密特 (Brian Schmidt) 和太空望遠鏡科學中心的瑞斯 (Adam Riess, Space Telescope Science Institute) 所領導，名為 High-Z 超新星找尋的團隊，也加入了

競爭的研究行列。

兩個研究團隊同時都使用地面的望遠鏡和哈伯太空望遠鏡，來比賽尋找數十億光年遠的超新星，然後使用它們來測量（假設的）宇宙膨脹慢下來的情形。

至 1997 年末為止，兩個團隊蒐集了成堆的超新星資料，雙方都注意到遠方的超新星比預期的來得暗，顯示出宇宙的膨脹實際上正在加速，而非趨緩。

1998 年 1 月，在美國華府舉行美國天文學會會議的記者招待會中，超新星宇宙學計畫團隊宣布他們已經分析了 40 個超新星，發現宇宙將會永遠繼續地膨脹，他們所得到的資料可用一個宇宙常數來解釋。

在記者招待會後，有一個記者注意到了宇宙加速膨脹的跡象，以及有一個將宇宙一直更快速推開的神奇力量這些令人難以置信的消息，然而大多數的記者都只報導說，宇宙將不會有大崩塌。

2 月時，High-Z 團隊在會議中發表他們的超新星資料，同樣顯示出宇宙一直在加速地膨脹。現在一切都很清楚，是有某一個奇怪且看不見的反重力力量正不斷地將宇宙推開。這兩個團隊很快地都在有

審核制的期刊發表了他們的論文，這些發現和大家的期待完全相反，但兩個競爭的團隊得到了令人震撼的相同結果，大家都得嚴正地看待。

之後在同一年，宇宙論者特納（Michael Turner）創造了一個新詞「暗能量」（dark energy）來說明這個神秘的力量，以類比於組成大部分宇宙物質但看不見的「暗物質」。1998 年 12 月的《科學》（*Science*）雜誌稱膨脹的宇宙為「年度重大的突破」。

現在距此發現又過了 10 多年，進一步的結果證實宇宙的膨脹正加速在進行中，但這個奇異的暗能量仍是個謎。

暗能量的一個說法是，它是一個宇宙常數，就像愛因斯坦所預測的（雖然值不一樣）。量子理論則預測說，虛粒子躍進與躍出以及真空的漲落提供了空無一物空間的能量，只是很不幸地，根據理論的計算，和真空漲落相關的能量密度非常巨大，比宇宙學者所計算的能量密度大上 120 個數量級（ 10^{120} ）。還有人提出了其他暗能量的說法，進一步的研究也一直在進行，但科學家對於大部分的情形仍是一無所知。