

天文學譯叢

天體的起源和演化

B. Γ. 費森科夫院士 著

科學出版社

天文學譯叢

天體的起源和演化

B. I. 費森科夫院士 著

石 燕 譯

科學出版社

1955

Академик
В. Г. ФЕСЕНКОВ
ПРОИСХОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ
НЕБЕСНЫХ ТЕЛ
ПО СОВРЕМЕННЫМ ДАННЫМ
Издательство Академии Наук СССР

內 容 提 要

本書是用通俗的形式敘述蘇聯在天體演化學方面的成就。書中詳細地討論了恆星起源、太陽系起源和氣體塵埃的發展。作者是舉世聞名的天文學家，蘇聯科學院院士。他有自創的太陽系起源學說，他是星鏈的發現者，他詳細地研究了氣體塵埃雲，他對天文學的貢獻是多方面的。本書大多數插圖都是用蘇聯的馬克蘇托夫式望遠鏡最近拍照的。

天 體 的 起 源 和 演 化

譯者	石	燕
校訂者	戴 文 養	席 澤 宗
出版者	科 學 出 版 社	
	北京東皇城根甲 42 號	
	北京市書刊出版業營業許可證出字第 061 號	
印刷者	北 京 新 華 印 刷 廠	
總經售	新 華 書 店	

書號: 0355	1955 年 12 月 第 一 版
(譯) 217	1955 年 12 月 第 一 次 印 刷
(京) 0001 - 2,750	開本: 787×1092 1/32
字數: 38,000	印張: 2

定價: (8) 0.34 元

序

天體的起源和演化的問題——天體演化學——是自然科學的中心問題之一，它具有很大的理論上和實踐上的意義。如F·恩格斯在“自然辯證法”中所指出的：正是由於天體演化問題的研究，才第一次把自然界隨着時間而發展的觀念引入到科學裏來。地球和太陽起源問題的解決對於人類的生活、對於重要實際課題的解決，具有直接的關係。對於作出正確的唯物主義宇宙觀，天體演化學的意義極為巨大。正是以天體演化問題的解決為例、就可以特別一目了然地顯示出空間和時間的無限性，揭發出自然辯證法、自然發展的規律性。

近年來蘇聯天體演化學得到了卓越的成就。這本小冊子的目的是要以通俗的形式敘述這些成就，並且介紹現時關於天體的起源和演化的看法。

這裏所講的許多結論是立足於近年來在蘇聯所進行的觀測結果和作者自身的創造性的工作。有許多問題用通俗的形式敘述出來還是頭一次。

大多數圖（圖1—5和9—18）是用安置在高山天體物理觀測台（阿拉木圖）的Д.Д.馬克蘇托夫（Максутов）式大望遠鏡所攝得的天體照片。

目 錄

序·····	I
我們的星系——銀河系·····	1
恆星的本質·····	9
恆星的起源·····	19
氣體塵埃雲的演化·····	34
太陽系的起源·····	43

我們的星系——銀河系

我們這一個星系是很多恆星的集合，我們的太陽即其中之一，它是離開我們最近的恆星。恆星組成各個所謂星系或者所謂河外星雲的龐大系統、所以這樣稱呼是由於它們的外貌是如此。我們的太陽及其周圍的行星也參加在這種星系、所謂我們銀河系之中。

銀河系是一個外形像很扁的圓盤般的東西；在圓盤中心有一個由許多恆星所構成的顯著的核；從這個核分出了若干個漩渦分枝。銀河系是如此巨大，以致於連光線也需要十萬年左右才能從這一邊緣橫越銀河系到另一邊緣。爲比較計，讓我們指出：以 300,000 千米/秒 的速度傳播的光線穿過太陽地球間達一萬五千萬千米的距離祇要 8 分 18 秒。

我們的銀河系大致含有 1,500 億個恆星，它們在空間分佈的密度是離開中心漸遠便逐漸減少。它們全都繞着銀河系中心緩慢地旋轉。舉例來說，位於離開中心三萬光年距離處的我們太陽需要二萬萬年以上才能繞中心走一整圈。

太陽繞銀河系中心旋轉一整圈的時期規定稱爲一個宇宙年。根據放射性材料所決定的地球年齡大概是三十五萬萬年（我們這一個行星系統也可以假定存在這麼久）。所以地球的年齡大概等於 15 個宇宙年，換句話說，我們這個太陽在地球和行星存在期間之內已經繞銀河中心旋轉了 15 圈。這樣，在不同的地質時代中太陽連同其行星一起通過了龐大的銀河系統的不同地區，可能處於完全不同於今天另一

圖 1 安裝在阿拉木圖高山天體物理觀測台中的 И. И. 馬克薩托夫
式巨大彎月形望遠鏡。

個恆星環境之中。

在我們銀河系中恆星也形成更緊密的集團，常常由於自己的物理性質聯合在一起。龐大的星系也類似地聯合在一起，形成所謂星系團。例如，我們的銀河系便是屬於一個還有 10 個星系所組成的系統之中，這 11 個星系都是形狀大小各不相同的獨立的恆星系統。最靠近我們的星系，便是離開我們大致兩百萬光年的仙女座星雲，差不多和我們銀河系具有同樣的大小和構造。所以我們觀測了我們毗鄰的恆星系統便可以判斷我們銀河系的性質。

研究了用肉眼容易看見像霧斑一樣的仙女座星雲，我們會發覺它具有很複雜的結構。其成員中有各種亮度和顏色的恆星，其中常常（一年中有好幾次）有所謂新星的爆發，

這種新星突然從自身拋擲出氣體物質，然後又逐漸恢復到它們原來的狀態。在仙女座星雲中可以看到長長的暗黑空隙，這種空隙顯然是光線被處於塵埃狀態的不發光物質所吸收的結果。除掉這些塵雲以外，在仙女座星雲中又發現有微微發光的氣體瀰漫物質——氣體星雲。

所有這些東西在我們銀河系內也是有的。在銀河系內也常常有“新”星爆發。由於某種內部原因恆星的亮度在數小時之內差不多增加了100,000倍，並且它整個的外部包層由於突然爆炸的結果開始急劇地膨脹而向空間擲出，用延伸的稀薄氣體的雲霧包圍爆發的恆星，這類雲霧看起來很清楚是一個膨脹中的星雲。在我們銀河系中這種現象一年出現數次。所謂超新星爆發的發生要難見得多（平均300年裏一次）。這類爆炸使恆星的亮度增加數百萬倍，而且拋擲出可以和我們太陽質量相比擬的相當大的一部分恆星物質。1054年在金牛座發生過一次這種的爆炸，這在中國史書上曾有記載。目前在這個地方可以看到相當大的氣體星雲，即所謂金牛座的蟹狀星雲，它從一個特定的中心繼續膨脹，這個中心顯然便是那個超新星所佔有過的位置，可是目前這個超新星已經很暗弱了。

完全同樣，在我們銀河系中也可以看見延伸的暗黑空隙，當它們投影在銀河的明亮背景上時特別看得清楚。已經證明：這些空隙是由於光線被遼闊的、由不大塵粒組成的雲霧所吸收的結果，這種塵埃的大小現在已知道不過十分之幾微米左右，能夠特別厲害地吸收光線。這樣，位於這些雲霧後方的更遠的恆星就差不多完全被遮掩住了。除了這些暗黑的吸收雲霧以外，在星際空間中還有比較不大觸目的氣體瀰漫物質，它也集成獨立的雲霧而有時形成細長的纖維狀星雲。當這些星雲偶然出現在很灼熱的恆星的近傍時，這些星雲便變得可以看見，也就是說開始發光，因為灼熱恆星的輻射使星雲中的原子到達了受激狀態，或者是這些星雲又可能因為下述原因發光，即它們以極大的速度在空間中運動而互相碰撞，並且引起物質的局部密集以及

溫度的顯著升高。

因此，宇宙空間不是祇為恆星所佔有；構成我們銀河系以及別的星系的成員的還有大量的比較不易觀測到的、瀰漫散射狀態中的物質。這物質正像許多研究所證明的，是一種充滿整個星際空間的很稀薄的氣體。這種氣體主要是氫，其次是氦，更少些的有碳、氧、氮、鈉、鈣和CH、NH、H₂O等各種化合物；平均說來每一立方厘米的空間內計有數個這種星際氣體的原子。在星際空間的低溫中，特別當離開灼熱恆星較遠時，可能會形成分子化合物，這種分子化合物

很可能成爲進一步凝聚的中心，因而造成微細的固體塵粒，這些塵粒形成了暗黑的吸收雲霧。星際氣體也參加在銀河系旋轉之內，但是它分佈得並不均勻，形成孤立的雲霧，在各個雲霧之間則是還要稀薄些的空間。星際物質的平均密

• 6 •

圖5 在獵戶座 γ 星附近星雲。可以看見吸收性的塵埃物質鮮明的參入其中。

度大概是 6×10^{-21} 克/厘米³，但是它的總質量却大致和構成我們銀河系的恆星的全部質量相彷彿。

這些事實是大家所公認的。近年來又獲得了許多新的

材料，這些材料使我們能夠導出關於恆星及四周星際物質間相互關係的某種結論，而且關於恆星——也包括我們太陽在內——的發展得到些推論。

先來談一下這一個問題：恆星究竟是什麼？

恆星的本質

恆星是一個具有自身能源的自己發光的物體，但是這並非簡單地輻射能量的灼熱氣體物質，而是一個這樣的物體，其中由於某種過程不需要任何外部的節制便產生原子能。祇要計算一下太陽在其生存的大約四十萬萬年時期之內必須失掉多少能量，便可以明白為什麼一定要有這種自發性的能量產生。

太陽每一秒輻射 4×10^{33} 爾格，而其質量計 2×10^{33} 克，由此可知每一克的太陽質量每一秒鐘要失去兩個爾格。在從前的四十萬萬年之間也發生了這樣的支出，甚至為量還要大一些。這就是說，每一克的太陽物質應該至少放出過和四十萬萬年間的總秒數相當的爾格數。雖說能量的支出是如此非常龐大駭人，可是即使在今天太陽仍是中心溫度不低於二千萬度的灼熱非凡的物體。

很早就已經證明任何一個化學反應、例如碳在純氧中的燃燒、像鈾及釷等通常的放射性的輻射（即使太陽全部是由碳或者鈾、釷所構成）都甚至不能一部分地填補太陽能量的鉅大耗損。

已經確知：在每一個恆星的內部發生着原子能的解放。恆星內部的高溫和高壓、宇宙空間中含氫的豐富（比起一切其餘元素統統加在一起還要大達數十倍）以及恆星內部含氫的比較豐富都促使氫核——質子——鑽進像碳、氮等輕的元素核中，而且在這些核中形成了氦粒子。和某些元素

的核本身變換有關的核反應引起了原子能的放出，計算指出：這種原子能的份量已足夠供給在太陽及恆星生存期間上述巨量的消耗。爲了能夠發生這一類的反應，也就是說，爲了恆星能夠名符其實，那末一定要它有充分大的質量，假如說質量很小，例如像地球質量一樣，那末原子能不可能自發地放出來，因爲中心部分的溫度和壓力太小，不能夠戰勝原子間的斥力，不能夠使質子鑽進核裏面去。

因此，恆星和行星之間的唯一差別是在於它們的質量不同。質量小的物體獨自個兒總是冷的，在其中不能發生任何的核反應。但是假如把這個物體的質量擴大到差不多太陽質量的 $1/20$ ，那末它內部的溫度以及壓力升得那樣高以致於核反應變得可能的了。這種物體將已經是恆星了，也就是說，將是自身發光的物體了。換言之、冷行星和自己發光的恆星的差別祇完全是由於它們質量中的差別所引起的。在這裏我們面臨着從量到質的辯證轉化的很好的例子。

把恆星像上面一樣定義爲能夠自發地放出能量的物體是完全正確的，但是在天文學裏爲了判定我們在空間中所觀測到的物體究竟是恆星抑係單單是角直徑不大的很濃密的氣體凝聚物，上述的定義是不能直接應用的。因此在實踐上我們求助於更簡單的判定法。例如、假若在照相上發現了一個沒有顯著自行的點狀物，因而一定是遠遠處於太陽系之外，又假若這些物體一般來說在數十年間沒有變化，也就是說，生存得特別久，而且假若它們在所有波長中都輻射能量，也就是具有連續光譜的特徵，那末它們可以完全有理由地歸屬到恆星範疇之內。

這類物體一定是充分亮、質量充分大和充分密的，所以它的其餘的性質、首先是在其內部將有原子能放出也顯然

是會出現的。其實爲了斷定這種點狀物完全具備恆星的性質，並沒有必要求出它的整個光譜。祇要用不同的濾光板照幾張照相便行，這些濾光板可以祇讓某部分的光譜例如紅光、黃光、青光通過。如果說在這些光線中該點狀物和四周的其餘恆星並沒有不同，那末便可以完全有把握地把它歸屬到恆星範疇之內。

恆星內部的原子能的放出和它們的質量密切相關，因爲當質量增加時每一克物質所放出來的能量迅速增大。И. И. 巴連拿果斷定：已經處於穩定狀態的恆星每一克物質所放出的能量大致和恆星的總質量的立方成正比。假如恆星的質量是太陽的質量的十倍，那末恆星總輻射能是太陽的一萬倍。因此，恆星質量愈大，它所輻射的能量愈多。這種恆星的表面溫度很高，達數萬度。這種恆星爲數不少，例如在獵戶座和天穹的若干其他部分裏便有這種恆星。這些恆星的輻射如此地強以致甚至於在它們內部氫蛻變爲氦也不能保證它們在數十萬萬年之內不斷輻射。這些恆星祇能存在數百萬年而不是數十萬萬年。

要對這些恆星能夠在什麼時候誕生這一點做出完全肯定的結論就必須追尋它們過去的歷史。

在出現於蘇聯的許多工作中證明了：每顆恆星除掉以光流及熱流而傳播的尋常輻射以外還放射一種粒子流，也就是說，還具備有粒子輻射，因此在其發展過程中不斷喪失掉物質。把近代天體物理學所確立下來的基本規律加以比較，如果注意到恆星的輻射是在氫蛻變爲氦的過程中發生，因而恆星裏的氫含量要慢慢減少並且減少得很顯著的話，那末從數學上的必然性會得出恆星有粒子輻射的結論。正像 A. T. 馬塞微琪的詳細計算所證明的一樣，恆星內部結構

的理論也證實這個結論。

在質量很大的恆星上，可能直接觀測到物質不斷的流出，特別是個別的爆炸或爆發。我們已經提到過所謂新星和超新星，它們時時爆發而向空間拋擲出大量的物質——

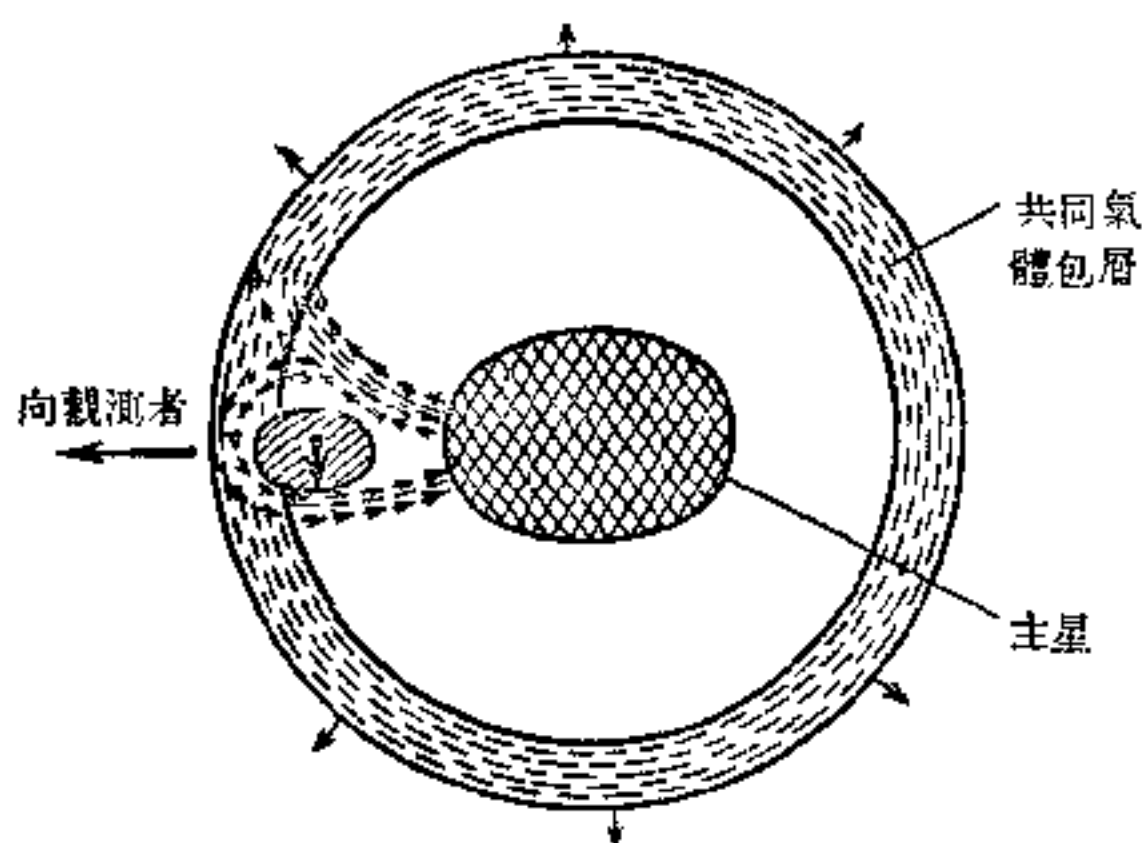


圖 6 在天琴座 β 雙星系中物質流出示意圖。

本質上拋擲出自己的表面層。T. A. 沙因院士大致在十年以前斷定：雖說有若干巨大的恆星並不發生任何猛烈的爆發，然而畢竟它們仍是處於不穩定狀態的。它們的外包層差不多完全受到了大概是電磁性質的斥力，因而好譬說是沒有重量的。從這些恆星的表面不斷發生物質的喪失，跑到了星際空間裏去。假如恆星有一個靠近它的伴星，也就是說在所謂分光雙星的場合，特別容易看到粒子輻射、也即從恆星向四周空間不斷的物質流。天琴座 β 這個分光雙星大家知道得很清楚，它有一個很靠近的伴星，每一旋轉都部分地遮住了主星。它的光譜變化的分析證明：從主星不斷有強大的氣體流拋擲出來，這種氣體流一部分包圍住伴星，