

科學譯叢

——天文學與天體物理學：第2種——

地球起源學說四講

O. IO. 施密特院士著

中國科學院出版

科學譯叢

——天文學與天體物理學：第2種——

地球起源學說四講

O. Ю. 施密特 著

諸國楨 譯

戴文賽 校

中國科學院出版

1954年5月

內 容 介 紹

這本書是根據作者在 1948 年末在蘇聯科學院地球物理研究所的演講寫成。

全書共分成四講：

第一講：對地球起源學說的歷史及其現狀作了一個概括和總結，指出問題的關鍵，並且敘述了自己對這個問題的積極看法。同時也從哲學的觀點對一些新舊學說（其中包括其自己的學說）作了討論。

第二講：介紹了作為作者的學說的基本現象——“俘獲”現象並證明了“俘獲”發生的可能性，因為這個現象在 1947 年之前在科學界一般是懷疑其為不可能的。

第三講：從他的學說出發，圓滿地解釋太陽系的一系列基本特性。（如：行星到太陽的距離規律；行星的軌道面，自轉，衛星的規律）。

第四講：把這個學說用之於地球物理學，對地球的一些物理性質（如：地球內部的結構，內部的熱，年齡，地層的分化等問題）作了一些新的估計。

序

地球的起源是最重要的科學問題之一，各種科學部門的工作者（天文學家、地球物理學家、地質學家、地理學家等等）和蘇維埃的廣大羣衆都密切地關心着這個問題。廣大羣衆對這個問題的興趣是蘇維埃文化繁榮的表現。我們的人民有權利要求自己的科學家們儘快地去解決地球起源問題，因為這是自然科學的基本問題之一，從我們的宇宙觀——辯證唯物論看來是特別重要的問題。

作者在 1944 年所提出的關於地球及行星起源的假說曾引起很多的評論和批評，也曾得到廣泛的討論。假說不斷發展，已成爲學說了。除了在科學雜誌上的個別論文之外，對於基本的結果和方法做一個初步的、綜合的敘述已成爲必要。這本小書的第一版曾在 1949 年出版，是由 1948 年在蘇聯科學院地球物理研究所的演講稿整理而成。

在第一版的序言中曾規定本書有下面的任務和特點：作者希望集中注意力於新學說的原始觀念及其物理基礎；因此在演講中僅僅包含具體運用這個學說的主要結果。在敘述方面作者力圖避免細節，並儘可能避免數學計算，但同時仍然保持必要的科學水平。這個特點在第二版中仍然被保留下來，但是在材料方面有了顯著的擴充和修改。在第一版出版後的兩年來，學說仍然不斷發展着。例如，行星自轉的產生問題及衛星的起源

問題都第一次得到了解決。和作者及其同事們的新工作的同時，學說還在其他科學家的日益增多的工作中得到發展和豐富。所有這一切新的東西都反映在本書之內。爲了不使書的篇幅過於擴大，並且同時還要保持簡要敘述的特性，在第二版中取消了關於雙星的一章，因爲這個問題只和主題有着間接的關係。

作者希望這個第二版（增訂版）能對介紹新學說有幫助，希望對這個學說的批評，驗證和進一步的發展也有幫助。

在整理第二版的材料中，和過去一樣，作者得到科學上的老戰友、地球物理研究所 Е. Ю. 列文（Левин）和 Г. Ф. 赫爾密（Хильми）的很大的幫助。作者在這兒向其親密的老戰友們表示深切的感謝。

目 錄

序

第一講	問題的情況・新學說的開始的情況.....	1
第二講	俘獲的理論・粒子羣的演化.....	20
第三講	行星系的基本規律.....	38
第四講	行星地球.....	58
附錄:	關於O.IO.施密特天體演化學理論及其有關問題的 科學著作.....	78

第一講

問題的情況·新學說的開始的情況

地球起源問題的重大意義已無須證明。從我們科學宇宙觀的觀點看來，地球起源問題是三個最重要的科學問題之一，這三個問題就是：地球的起源，生命在地球上的起源和人類的起源。對於一切有關地球的科學（地質學、地球物理學、地球化學）這也是最重要的問題之一。它對於生物學也有着重大的意義，特別是對於生命發生的理論有着重大的意義。

爲了解某一個科學領域的近代規律，而這個科學是和某一隨着時間增長的事物有關的，那麼最好從這個事物的出現開始，注意到它以後的演化，從歷史發展中去研究這些規律。因此只要是和什麼時候和爲什麼開始形成山和發生地震等問題有關的問題（比如說山的形成的原因，磁的原因，地震的原因），最後都要依據地球起源問題的解決。

這個問題即使是對於實際應用也不是無所謂的，例如，地質學家的實踐，和所有的實踐一樣，是基於某種關於地質過程的理論觀點，而這些觀點的本身決定於對地球起源的見解，和地球的早期的、地質前年代的歷史。我們要創造預測地震的方法的企圖也要基於某種對於地震原因的見解或假說，也就是引起地震的地球內部的過程。但是也必須研究這些過程的原因。因此，歸根結底引向一個最後的原因，即地球的起源問題。

但是這個問題的目前情況實在是可悲的，大家知道康德—拉普拉斯的學說曾統治了 19 世紀，這個學說在那個時候是一個光輝的、具有巨大歷史意義的學說。但是後來發現這個學說和事實不符合。在 20 世紀三十年代流行最廣的是秦斯的假說，流傳於一切教科書中，甚至於中學教科書。但是這個假說破產了，突然地和徹底地破產了，在今天已經沒有一個人擁護。Н. Н. 巴利斯基 (Парийский) 曾給這個學說以決定性的打擊。

從那時起，就沒有一個公認的地球起源學說，即使是多少流行的學說也沒有，在這一方面科學完全是在混亂狀態中。創造新學說的企圖是很多的，但是沒有一個得到進一步的發展，它們一個跟着一個很快地消逝了。

在我們看來，在資本主義國家中的這種混亂狀態是不足為怪的。它反映了資本主義科學滯留原地的特點，只要當它所觸及的不是個別的問題而是主要的問題的時候，世界觀的缺點就變成科學認識的缺點，而不能不表現出來。

在蘇聯，不僅是科學家對天體演化學說有興趣，而且廣大的社會人士對天體演化的問題也有興趣。科學院院士 В. Г. 費森柯夫的功蹟是很大的，他以二十年的堅持工作推動天體演化問題，並且做了很多關於天體演化學的普及工作。天體物理學在我國的巨大發展給出了很多新的資料和新的觀點，這些都影響了天體演化學。而天文學的其他部門，特別是恆星天文學，恆星動力學，天體力學，彗星和隕星的研究也常常是和天體演化學有關的。但是所有這些個別的天體演化學工作我們還做的不多，並且還沒有總的計劃。

要把我們引到問題的現況，即使不去研究那些不包含在我們問題中的一切已往的學說和假說，那麼至少建立一些基本的類型，把所有已往的科學嘗試分類一下也是有益的。

在我看來，形成或產生行星的物質的起源問題可以作為分類工作中很自然的特徵。從這個觀念看來，根據形成行星的物質的來源可以把所有的假說和學說分為三類。這樣的一些學說屬於第一類，根據這些學說，太陽和行星都幾乎同時由同一組物質產生（這種物質在歷史上不很確定地稱為“星雲”）。屬於這一類的學說有：康德—拉普拉斯的學說和大量的其他的古老學說（以後我不擬敘述它們），此外還有魏札克，（Вейцекер）貝拉格，（Берлар）捷爾·哈耳（Ter Haar）的新假說，В. Г. 費森柯夫院士的第一假說等等。

認為行星是由於某種過程從已經存在的太陽中分出的那些天體演化假說可以攔在第二類。屬於這一類的古代有萊不尼茲的太陽火山噴出物質的想法，標峯（Бюффон）的太陽和彗星相碰而從太陽取出一束物質的假說；後來，屬於本世紀初的，有大家所熟知的潮汐學說；摩耳頓—張伯林（Monlton-Chamberlain），秦斯，捷弗利斯（Jeffreys）的學說。費森柯夫的新的轉動假說也屬於第二類。

最後，根據第三類的假說，太陽在已經形成之後，由於某種過程，從星際物質中得到行星的物質。屬於這一類的有席（Cu）的假說（關於這個理論我在後面還要較詳細地討論），林德不拉德（Lindblad）的看法，阿爾文（Aefvren）的學說，我的學說和愛施伏特（Эджворт）的假說。

大家知道，任何的分類都不能包括一切。可以用別種方式來分類。也有一些中間的折衷的形式。例如，里特敦（Lyttelton）和霍意耳（Hoyle）的假說，根據這個假說，太陽本來是雙星或三合星的子星之一，由於各種原因所引起的相互作用，從太陽和恆星上都分出了行星物質——顯然，這是三種範疇的複雜混合。

以上我只列舉了那些具有歷史意義的假說，或是屬於最近幾年的假說，因為我的任務不是敘述天體演化學說的歷史。

不待說，在今天發表的假說的繁多引起了可悲的印象。科學在這一部門中處於危機狀態的感覺在上述的資本主義國家的科學家中也反映了出來。例如，在 1948 年捷弗利斯（很有名的地球物理學家）評論了西歐的和美國的最新的假說，最後得出結論說，他對於所有的新學說一個也不同情。順便提到，他在承認了自己的已往的學說的無根據之後也放棄了他的學說。

B. Γ. 費森柯夫認為，一般說來，不可能希望建立單一的地球起源的學說。

但是我敢於不同意這種流行的悲觀主義。我相信，近代科學的發展，無論是在理論方面，或者是在事實資料的累積方面，至少已經足夠為解決我們的問題打下理論基礎。為了解決這個問題，當然，不僅需要考慮到一切已有的事實，而且要決心擺脫習慣的思想境界，決心去嘗試新的道路。

分析以往的學說的錯誤和缺點當然是大有益處的。我不預備詳細地討論它們。第一個準則是：不能接受那些違反基本的已確定的自然定律的學說，例如違反能量守恆定律，或動量矩

守恆定律的學說。這樣看來，所有的上述的前兩類假說都不能符合動量矩守恆定律。

事實是這樣，在太陽系中動量矩的分佈和質量分佈之間的分歧是很大的。大家都知道，太陽佔系統的總質量的 99% 以上，但只佔有 2% 的動量矩，行星的質量只有 $\frac{1}{700}$ ，但是動量矩佔 98%。

這個現象是怎樣會產生的呢？顯然，所有第一類的學說（根據這些學說，行星和太陽是由同一團物質所形成的），是不能解釋這種分佈的。沒有這樣的機構使極大部份的質量集中在中心體，而極大部份的動量矩則集中於外圍。去構思拉普拉斯式的或和它相類似的各種日新月異的學說是沒有意思的，只要這個新假說或學說不能解釋動量矩的分佈問題。如果先找一個在這一點上和事實相符合的學說，然後再去查明它是否和其他的事實相符合不是更正確些嗎？

這一點對於第二類的學說，就是認為行星物質是從太陽分出來的學說，也是有關的。

仍然沒有這樣的機構使太陽給出像木星甚至於天王星的那樣巨大的，符合於其巨大軌道的動量矩。然而奇怪的是，對於這個已被證實千萬次的自然規律的簡單推論的認識竟那麼緩慢地才深入到天文學的深處。

彭加萊 (Poincaré) 在其關於天體起源假說的名著中並未提到反對拉普拉斯的這個論點，雖然還在 19 世紀巴平涅 (Бабинне) 和福謝 (Фуше) 已經肯定地指出了這個論點，而在 20 世紀初，席更着重地指出了這個論點。彭加萊引用了福謝的計算，

但並未從之得出必然的結論。彭加萊在其關於天體起源假說的演講中講出了他的世界觀，這種世界觀已經爲列寧在其名著中所揭露。對於彭加萊，重要的還不是尋找真理，而是去證明，無論是客觀地表述這個真理，或是去發現它都是不可能的。在其敘述中也包含了顯然是反科學的學說，如狂熱的天主教徒法伊的學說，這是企圖建立偽科學的，完全符合於聖經之言的學說。

在本世紀三十和四十年代羅素(Russell)和巴利斯基的工作之後，秦斯的學說在動量矩分佈問題上也破產了。上面我已經指出，持有和秦斯相近的觀點的捷弗利斯也自己放棄了他的學說。而自認爲是屬於同一類的費森柯夫的轉動學說也不能解釋動量矩的分佈問題。我們在第三講中還要討論克拉特(Крат)和費森柯夫的迴避動量矩這一難點的企圖。

動量矩的準則指出，今天應當從第三類假說中去尋求天體演化學說的出路，就是說應當放棄孤立地研究太陽系，而去研究那包含太陽系的更大的系統——銀河系。由於引入銀河物質，所有動量矩的困難便解決了，因爲恆星和塵埃物質的雲一樣地在銀河系中運動着，互相之間以及相對於銀河系重心都具有很大的動量矩，並且當這個動量矩重新分佈時，很容易並且毫無牽強地得到了行星所具有的動量矩，包含距太陽最遠的行星的動量矩。

在20世紀初這一點對於席已經很清楚了。按照席所說的，行星是太陽由銀河系中俘獲來的，在俘獲之前行星是作爲獨立的物體，作爲暗的球體而存在，但是席除了相當模糊的阻尼介質的荒謬的假想之外不能想出這種俘獲的更好的原因。根

據席，這樣的暗球在以雙曲綫的速度接近太陽時，爲太陽週圍的阻尼介質所阻尼，並且由於阻尼使行星的速度變成橢圓的。但是，產生這一種效應的物質在太陽週圍是沒有的。除此以外，席不能解釋如拉普拉斯所已經解釋了的那些太陽系的最簡單的特徵中的任何一個，例如圓形的軌道，在同一方向和在同一平面上的運動。因此席的理論未能引起人們的注意，也沒有信徒，雖然在我們今天看來，正是因爲他引入了太陽外的銀河物質的思想，所以在他的思想中包含着健康的，有價值的因素。

有名的瑞典天文學家林德不拉德在 1935 年發表了很有價值的看法。他強調那在充滿於星際空間的密度不大的擴散物質（氣體的，煙霧的，塵埃的物質）中所進行的過程在天體演化學方面的巨大意義。林德不拉德看到在星際空間中分子逐漸聚集成塵埃，塵埃聚集成較大的物體直到恆星和行星的過程的意義。但是他沒有把這樣一個深刻而重要的看法加以具體化，也沒有加以發展。

我在 1944 年提出太陽從星際空間中俘獲塵埃物質和流星物質而形成行星的學說，並且和席不同，俘獲服從天體力學述語的古典意義。我們將看到，這個學說不僅和動量矩的準則相符合，而且能從數量上去解釋行星系的一切基本特徵。

但是必須談下一個哲學問題。我們引入銀河系的物質和力來解釋太陽系的起源問題。這是否正確呢？是否應當僅僅用太陽系內力的發展來解釋太陽系的形成呢？

列寧、斯大林關於現象的普遍聯系的學說是我們大家都知道的辯證法的基礎之一。因爲考慮到現象之間的一切聯系，內

部的和外部的互相關係問題已爲唯物辯證法所具體解決。可以指出很多的例子，其中包含不久之前在生物學中所進行的關於內因和外因問題的大可引以爲訓的討論會，大家知道，在這兒，限制了外部因素的影響就會得到反科學的結論，事實上米丘林已證明了外部因素的重要性。

對我們更近的例子是：由於沒有考慮到太陽熱的外因的作用而得出關於地球大氣循環的不正確的解釋。這樣的例子要舉多少就可以舉多少。如果僅僅限於系統內部的力，而這個系統又是緊密地和其週圍聯系着的（例如太陽和銀河系），那是不正確的。把太陽系人爲地從銀河系分出來是不正確的。相反地，應當注意到太陽在其中轉動的那個介質。如果把注意力轉向銀河系和在其中運動的太陽，那麼，那些在太陽系範圍之內所不能解決的問題便可以很簡單地解釋了。

這樣，我們的方法不僅不和辯證法的基本規律相抵觸，恰巧相反，它正掌握了辯證法的核心。太陽系的起源和演化僅是宇宙，首先是銀河系的一般演化的一部份，並且是不大的一部份，但是這一部份對於我們特別重要。

在我的演講範圍之內我只能略微觸及這個重要的問題——所有的物質的整體的發展問題。對於在辯證唯物論宇宙觀之下培養出來的我們，不會懷疑：宇宙在時間上和在空間上都是無窮的，物質的循環在進行着；並且我們應當認識到，循環並不是簡單的重覆。保證這個循環的物質互相影響的基本性質會爲恩格斯所指出。這就是吸引和排斥。在吸引力中間，對於我們的問題最重要的當然是萬有引力，其次是電磁力。在天文學中

光壓的作用，實際上是排斥力中最重要。但是排斥特別形式中最重要的是光能的轉換，這種能是由於恆星發光和光的傳播而產生。

“排斥”這個述語的一般意義在這兒是不合適的，事實上是能量的放出並把它轉移到遙遠的空間。這對光能散失了，但是在某時某處又一定會完成相反的過程，這個過程我們才開始去摸索和研究，這就是光子轉變為陰電子和陽電子和重新出現原子，直到很重的原子。大家知道，光子轉變為電子對（陰電子和陽電子）第一次是在約里奧居里的實驗中觀察到的。天體物理學必須全部了解這個大的循環。它曾得到很大的成就，並且是發展最快的科學之一。但是恆星的起源，包含太陽的起源，還遠遠沒有弄清楚；星團，星系，星系團的產生也還不清楚。我們的問題是很平凡的：說明某一些恆星的伴星（行星）是怎樣產生的，也就是在宇宙物質的巨大循環和發展的背景上說明一個在時間上和空間上都很小的過程的細節。

從我們的觀點出發，行星的產生是在物質發展的較後期，那時已經有了星系。這個現象的發展的程度決定於該星系的結構和年齡。因此在某一個星系中有較多的恆星產生行星，而別星系可能少一些。但是對於每一個星系，產生或多或少的行星的過程是普遍的過程，這就是說在宇宙間的行星的數目是無窮的。

如果放棄了太陽系的孤立性，而注意它在銀河系中的環境，那麼動量矩的困難就沒有了，因為太陽可以從銀河系中俘獲有足夠的動量矩的物質。但是什麼東西被俘獲了呢？不是現

成的行星球體，如席所說的那樣，因為如果那樣，則照例行星的軌道是很扁的橢圓，並且伸張在各個平面和各個方向，不久之前在天文學發展中所發現的事實把答案暗示給我們。基本上就是下面三個事實：

第一個事實：銀河系的轉動。這是赫歇耳（父）（譯者註：有父子兩人）Herschel 和康德的古老的觀念，後來被遺忘了，在 20 世紀之初由於林德不拉德、奧特和我們的同胞奧果羅尼可夫（К. Ф. Огородников）的工作而重建和具體化了。

第二個事實：在銀河系，並且主要是在其中心平面上存在着暗物質的雲，組成這些雲的除了氣體之外還有各種固體微粒，從塵埃烟霧到大的物體。這個事實也是不久之前才明確的。這個事實在近代天文學中也有着巨大的意義。所有的天文學家在其研究工作中不得不考慮到光被這個物質所吸收。對於我們，這個黑暗物質更有着基本的意義。

最後，第三個事實，也是最近才明確了的：這個事實解決了古來爭論的問題——流星體是不是太陽系的成員？在不久之前大多數的天文學家還相信，流星體，包含落到地球上的隕星，至少最大多數是從太陽系以外來的，在其穿過太陽系時有時被地球的大氣所阻尼了。過去的觀測指出隕星的速度似乎是雙曲綫的，這些觀測也就支持了這樣的觀點。

在四十年的開始，由於在兩個地方用“開閉器”（Обтюратор）去拍取流星的照相的方法使問題得到了解決。這個事實使我們有可能去客觀地測量速度，而過去只是憑主觀去決定。一切的測量到的速度都證明是橢圓的。我們到今天為止還沒有觀測到

有着雙曲綫速度的流星體穿過太陽系。橢圓的速度就意味着該物體是太陽系的成員。

基於這些事實，我在 1944 年提出了下面的假說。由於太陽在銀河系中的運動，即由於太陽參加在銀河系的轉動之中，它由一些黑暗物質雲俘獲了一部份塵埃的和流星的固體物質，也可能還有一部份氣體。這樣就在太陽的週圍形成了粒子羣，它們在太陽引力作用之下圍繞太陽作橢圓運動並且和太陽一同繼續其在銀河系中的行程。後來從這些固體物質，也就是從這些粒子羣形成了行星。這些物質的一部份也形成了彗星，一部份形成了今天被大家看見的流星和隕星。

在下一講中將闡明俘獲的學說。從這個學說中可以得出各種可以和事實（即觀測數據）相比較的結論。從我們的宇宙觀看來，實踐的準則是真理的最重要的準則。但是在我們的問題中，這個準則的最簡單的形式也是不適用的——因為無論我們的學說如何，我們終於不能夠創造行星。但是這個準則在另一種形式之下仍然是有效的，這就是從學說中得出的結論是否與天文實踐的真實數據（即觀測數據）相符合。

自命為基本正確的學說應當從一個基本假設出發去解釋所有主要的現象。假說的詳細的，也必然是數量上的加工就使它變為學說，而在上述意義之下的實踐也就是真理的準則。

當然，同時應當解釋行星系的主要特徵。並不是我們今天所觀測到的所有現象都應當直接由天體演化學來解釋。其中很多是以後發展的段階上的結果。大家都知道的在地球大氣中的自由氧的例子就是有機體的生命活動的結果，而在生命產生之