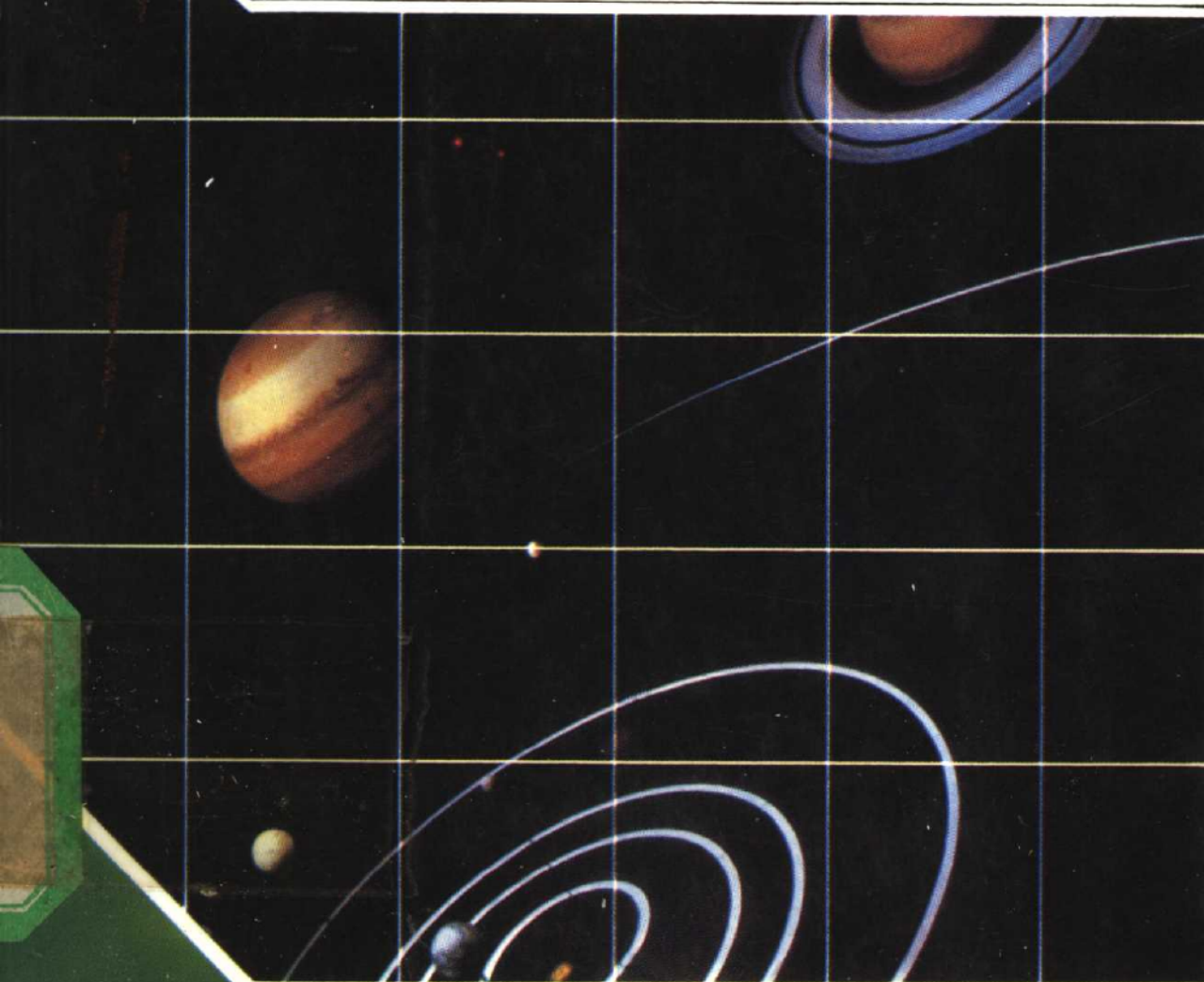


新世紀叢書

拜訪太陽的家族

太陽系

審定者：石育民



銀禾文化事業有限公司



新世紀

002

新世紀叢書

太 陽 系

銀禾文化事業公司印行



新世紀

002

新世紀叢書

太 陽 系

主 編：新世紀編輯小組

審定者：石育民

出版者：銀禾文化事業有限公司

發行人：陳俊安

地 址：台北縣永和市林森路 88-1 號 1 樓

電 話：9230041 · 9230051

傳 真：9230051

郵 撥：0736622—3

定 價：新台幣 90 元

新聞局登記證局版台業字第3292號

1991 年元月五版

■版權所有 · 不准翻印■

ISBN957-568-020-0

目 錄

第 一 章	太陽系	1
	太陽系的構成部分	1
	太陽系概念的確立	5
	太陽系的起源	8
第 二 章	太陽	15
	太陽的物理結構	15
	氣態的太陽	17
	太陽能量的來源	18
	太陽的構造	19
	太陽活動	21
	太陽黑子	24
	日蝕	27
	日冕	33
	日珥	36
	太陽焰	37
	太陽風	39
	范亞倫輻射帶	40
	太陽光譜	41
	來自太陽的干擾	42
第 三 章	行星	45
	行星如何運動	46
	行星上的狀況	48
	行星的研究	50

第 四 章	水星	55
第 五 章	金星	63
第 六 章	地球	73
	宇宙中的地球	74
	地球内外	77
	地球如何改變	83
	地球之初	87
	地球的歷史	89
第 七 章	月球	99
	月球的面貌	100
	月球的運轉	106
	月球的形成	113
第 八 章	火星	121
第 九 章	木星	133
第 十 章	土星	145
第十一章	天王星	155
第十二章	海王星	159
第十三章	冥王星	163
第十四章	X行星：第十顆？	169
第十五章	小行星	171
第十六章	流星	175
第十七章	彗星	181
第十八章	隕石	189

第一章 太陽系

太陽系是由太陽、行星及其衛星、小行星、彗星、流星體和行星際物質構成的天體系統。在太陽系中，太陽是中心天體，其他的天體都在其引力作用下，繞著它公轉。

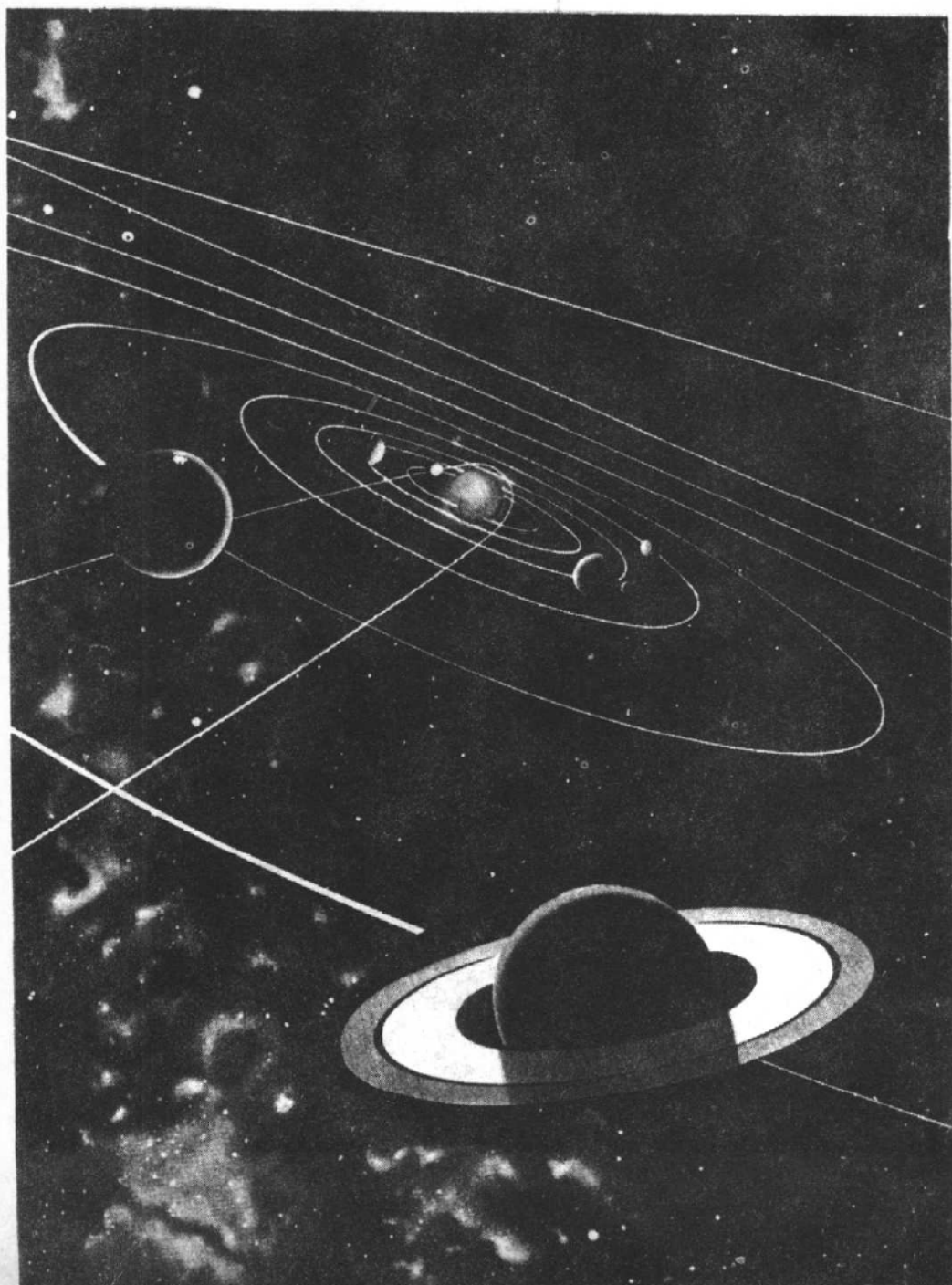
整個太陽系呈圓形，是更大的天體系統——銀河系中極微小的一部分。銀河系中類似太陽的星體就超過了1000億個。銀河系大致也呈圓形，直徑長達10萬光年，中心部分厚約16000光年。光年是天文學上用來表示距離的單位，代表光速行進一年所走的距離（光速為每秒299792公里）。整個太陽系還不夠光速行進一天的距離。太陽系距離銀河系中心約3萬光年，每隔兩億年繞銀河系中心旋轉一周。

有些天文學家認為銀河系中許多類似太陽系的天體系統可能有高度智慧的生命存在，但它們畢竟離地球太遠，其中最近的一個距地球也有100光年之遠。易言之，即使用無線電來通訊，往返對話一次也要花上200年的時間。

太陽系的構成部分

太陽 太陽是太陽系的中心，它的質量超過所有其他行

太陽系——太陽和它的孩子們。



星質量總和的 750 倍。由於太陽的質量如此巨大（占太陽系總質量 99.8 % 以上），故而太陽的引力控制著整個太陽系，使其他天體繞太陽公轉。

太陽是有熱核能源輻射的發光恆星，不斷以各種形式釋放能量——可見光、紅外光、紫外光、X 射線、伽瑪射線、無線電波和電漿（帶電荷的熾熱氣體）。電漿的流動變成飄浮在太陽系中的行星際物質，稱為「太陽風」。

太陽表面也不斷地在改變，太陽黑子會倏爾出現及消失，也經常會自太陽表面猛烈地吹出熾熱的氣體。

行星 行星是太陽系中除太陽外最大的天體。九大行星一般按性質不同分為三類：水星、金星、地球、火星等四個最靠近太陽的行星稱為「類地行星」，體積較小（冥王星之體積據近代科學家估算，可能比水星還要小），主要由鐵及岩石所組成。地球有一個衛星（即月球），火星有兩個衛星，水星和金星沒有衛星。木星和土星稱為「巨行星」，體積最大，可能由氫、氦、氨及甲烷所組成，含鐵及岩石的成份很少甚至沒有。巨行星的衛星很多，截至目前為止，木星的衛星已發現至少有 13 個，土星的衛星則更多，巨行星都有光環。天王星、海王星和冥王星稱為「遠日行星」，天王星也有光環。九大行星都在接近同一平面的橢圓形軌道上，朝同一方向

繞太陽公轉。

三類行星的平均密度以類地行星最大，遠日行星次之，巨行星最小。

地球、火星、木星、土星、天王星和海王星的自轉週期為幾小時到一天左右，但水星、金星和冥王星自轉週期很長，分別為 59 天、243天和 6 天。多數行星的自轉方向與公轉方向相同，但金星則相反，而天王星和冥王星的自轉軸與軌道面交角很小，呈現側向自轉。

除了冥王星外，所有行星周圍都為各種氣體所環繞，地球是其中唯一有充分氧氣和足夠水分以維持生命存在的星球。

小行星 在火星和木星軌道之間，有許多小行星，其質量總和約等於地球的萬分之四，形狀多不規則，而且質量愈小的數目愈多。目前天文學家已計算出其中較大的 1700 個之大小及軌道。只有少數幾顆小行星直徑超過 160 公里，大多數直徑尚不足 1.6 公里。天文學家相信小行星帶佈有大量的塵土，係由小行星彼此互撞而產生的。

流星體 太陽系中還有數量衆多的大小流星體，有些流星體是成羣的，稱為流星羣，已證實一些流星羣是彗星瓦解的產物。大流星體降落到地面即成為隕石，隕石又分為石隕石、鐵隕石和石鐵隕石三大類。

彗星 大多數彗星分成三部分：(一)固體的彗核。體積甚小，是彗星的中心；(二)環繞彗核周圍的彗髮。由塵粒及冰凍的水、甲烷及氨所構成；(三)長長的彗尾。由塵粒及氣體所組成。現在已發現的彗星約有 1600 多顆。

行星際物質 除了上述那些天體外，行星際還有稀疏的微塵粒和氣體，集中於黃道面附近，產生黃道光。太陽不斷地向行星際拋出等離子體，構成太陽風，有時這種拋射很猛烈，對行星、衛星和彗星等有相當大的影響。

太陽系概念的確立

遠在古代，人們就注意到天上衆星的相對位置在長時期內保持不變，稱之爲恆星，但有五顆亮星（金星、木星、水星、火星、土星）在衆恆星間不斷移動，稱之爲行星。在中國，這五顆行星加上太陽和月亮，總稱「七曜」。

中國古書中早有地動的記載，如「天左旋，地右動」（春秋緯元命苞），「地動則見于天象」（運斗記），「地恆動不止，人不知，譬如人在大舟中，閉牖而坐，舟行而人不覺也」（尚書緯考靈曜）。西元前 3 世紀，古希臘學者艾瑞斯塔卡斯推測太陽比地球大，認爲地球繞太陽轉動，而不是太陽繞地球轉動。但是，從古代到中世紀，認爲地球不動地居於宇宙中心的錯誤觀念仍

占據了統治地位。在中國，先後有「蓋天說」、「渾天說」和「宣夜說」。在西方，有「九重天」的說法，認為星辰嵌在九層水晶球上，自內向外各層水晶球上嵌著月亮、水星、金星、太陽、火星、木星、土星，第八層球上釘著所有的恆星，第九層最高天是神靈居住處；九層天和諧地繞地球轉動。後來，水晶球被圓軌道所代替。西元前4世紀，古希臘學者亞里斯多德雖然正確地推測地球是球形的，但他仍認為地球不動地居於宇宙的中心。他還堅持天體完美論，認為天上的東西與地上的迥然不同，星星都沿完美的圓軌道運行。為了解釋行星相對於恆星時而東移（順行）、時而西移（逆行）現象，古希臘學者阿波隆尼提出「本輪均輪偏心模型」，認為五大行星在較小的圓軌道（本輪）上作等速運動，本輪中心則在一個較大的圓軌道（均輪）上繞地球等速運動，但地球位於偏離均輪中心處。約在西元140年，亞歷山大城的天文學家托勒密寫了「天文學大成」，總結並發展了前人成果，建立了地心體系，對「本輪」和「均輪」做了一些選擇，來擬合行星的運動，並編制了行星星曆表，大體上與當時低精度的觀測位置相符合。地心體系由於同上帝創造日月星辰和人類的宗教教義合拍，長期受宗教統治者的庇護和利用。雖然隨著社會的發展，在實際天文觀測中越來越暴露出地心體系的謬誤，但

是，這一體系仍禁錮著人們的思想，不少人只在這一體系內修修補補。

波蘭天文學家哥白尼總結並分析了前人關於日、月和行星的觀測資料，並根據他自己 30 餘年多次的實際觀測，在 1543 年發表的「天體運行論」中提出了日心體系，即「日心地動說」。他得出結論：地球不是宇宙中心，而太陽才是宇宙中心，地球只是一顆行星，和其他行星是一起繞太陽公轉；日月星辰的東升西落是地球自轉的反映；月亮是地球的衛星，每月繞地球一周，同時跟著地球繞太陽公轉。這是人類知識史上一次大的飛躍，把自然科學從神學中解放出來。經過以後不斷的觀測證實，日心地動說日益得到公認和發展。17 世紀初，伽利略用望遠鏡發現了木星的四個大衛星，觀測到金星的盈虧等。接著，德國天文學家克卜勒分析了第谷的大量觀測資料，提出行星運動三定律。17 世紀 80 年代，牛頓發現萬有引力定律，從理論上闡明了行星繞太陽運動的規律。18 世紀初，英國天文學家哈雷計算了許多彗星的軌道，成功地預言了哈雷彗星在 1759 年初的再次出現。1781 年赫歇爾發現天王星，後來又發現天王星的衛星。1846 年在用天體力學方法推算的位置附近找到了海王星。1930 年又發現了冥王星。此後又發現更多的衛星。19 世紀以來，又發現了許多小行

星。

18 世紀 50 年代和 90 年代，康德和拉普拉斯各自提出了太陽系起源的星雲假說，認為太陽系有其形成發展的歷史，在宇宙萬物不變這種僵化的自然觀上打開了缺口。這是繼哥白尼之後又一重大發現，從此，太陽系起源便成為一個著名的科學問題。星際航行以來，太陽系研究也進入了新的時期。

太陽系的起源

大多數科學家認為太陽系是由一團巨大的雲氣（氣與塵組成的雲狀物）繞著太陽做漩渦形運動發展而成，太陽本身可能先在星雲中心位置形成。當雲氣旋轉時，它的形狀漸趨扁平，其中某些部分也自成體系地發生小漩渦，並將雲狀的氣與塵集聚成一球體，最後終至發展成今天能自轉又能繞太陽公轉的行星。

自從 1755 年康德提出第一個太陽系起源的星雲說以來，已有 40 多種學說，但其中還沒有一種學說是比較完整而被普遍接受的。行星的物質來源和行星的形成方式，是太陽系起源的兩個基本問題。根據對行星物質來源的看法，可以把各種學說分為三類：（一）災變說或分出說。認為行星物質是因某一偶然的巨變事件從太陽中分出的，例如由於另一顆恆星走近或碰到太陽。（二）俘獲

說。認為太陽從行星際空間俘獲物質，形成原行星雲，後來演變成行星。(三)共同形成說。認為整個太陽系所有天體都是由同一個原始星雲形成的，星雲中心部分的物質形成太陽，外圍部分的物質形成行星等天體。俘獲說和共同形成說的共同點是星雲集聚形成行星，常合稱為「星雲說」。每一類又都有幾種學說，各有各的具體內容。

對於行星的形成方式問題大致有五種看法：(一)先形成環體，然後由環體形成行星。(二)先形成很大的原行星，原行星演化成行星。(三)先形成中介天體，由中介天體結合成行星。(四)先形成湍渦流的規則排列，在次級渦流中形成行星。(五)先凝聚成大大小小的固體塊——星子，星子再集聚形成行星。

對太陽系起源問題的研究可追溯到 17 世紀中葉。1644 年，法國哲學家 and 數學家笛卡兒在「哲學原理」中提出渦流學說，他認為在太初的混沌中，物質微粒獲得渦流運動，在渦流中形成太陽、地球、行星和衛星。1745 年，法國動物學家布豐提出第一個災變說，他認為曾有一顆彗星撞到太陽上，撞出的一部分物質形成了行星。雖然這兩個學說科學價值不大，但是給宣揚上帝創世的宗教勢力予以很大振撼，具有啓蒙作用。

第一個比較科學的太陽系起源學說是康德的星雲說

，這是他在 1755 年 31 歲時匿名發表的「宇宙發展史概論」一書中提出的，但當時沒有引起公眾注意。1796 年，法國數學和力學家拉普拉斯在「宇宙體系論」一書之附錄中，提出另一個星雲說，並修正康德的理論。他認為最初星雲生成的體積必定比目前的太陽系要大，在其縮小的過程中，留下一些自行旋轉而後來變成行星的物質。這些物質在當時也是一些氣體組成的，在經過一段長時間後才冷凝成液體，最後形成目前的情況——具有一個冷而硬的外殼。由於拉普拉斯在當時之學術界頗具聲望，故此學說便受到廣泛的傳播。於是 41 年前康德的書又被人們注意，並得以再版流傳。雖然康德和拉普拉斯對星雲說的解釋各不相同，但他們主要的觀點卻是相同的，即認為整個太陽系是由同一個原始星雲形成的。

19 世紀末到 20 世紀 40 年代初，由於星雲說無法解釋太陽系角動量特殊分布等問題（太陽系中，質量占 99.8 % 以上的太陽的角動量只占 1 % 左右；而質量不到 0.2 % 之其他天體的角動量總和卻占 99 % 左右），以致各種災變說一度盛行，然由於災變說在基本上無法成立，後來遂被否定。

在 1905 年，美國地質學家張伯倫及天文學家莫頓聯合發表小行星體理論，認為目前的行星是來自一次彗

星的拜訪。他們設想出一種高速飛向太陽的彗星，藉著本身重力的作用，將太陽表面捲走了大片物質，並形成一條線狀氣體尾隨其後，這些多漩渦運動的氣體後來被彗星擺脫，並自行冷卻成固態粒子，當這固態物質集聚在旋轉中心點後，就能漸漸變成一個行星。此種說法的特殊點，是在於行星生成之初的物相是固態而非傳統的氣態冷卻說法，他們認為隕石長年不斷的墜落就是他們理論的證據。

但到了1919年，前述1905年的理論又被修正了，有兩位英國科學家珍斯及傑佛瑞提出另一相類似的說法，所不同的，只在該旋動氣體並非獨自凝成固體球後再聚合，而是先聚合成數個大行星球體，再冷卻成液態或冷卻到有硬化的外殼的規模，此說為氣體理論。

理論發展到了1930年代，英國的天文學家萊特利頓提出了所謂的雙星理論，認為我們的銀河系中有許多雙星存在，所以我們的太陽過去可能也有一個夥伴，若這個不幸的夥伴發生了破壞，那麼它的碎片很可能將被太陽吸捕去，而留下某些高速運動的氣體，經過匯集與冷卻，而終於變成目前所見的行星。

截至今1980年代為止，最受歡迎的理論是1940～1950年代發展出的一次星球爆炸的說法，他們認為目前的行星是由太陽捕到的，因為其他星球爆炸而飛來

的一團星雲狀的物質，再經過聚集冷凝而生成的。

1944年，蘇聯地球物理學家施密特提出了關於太陽系起源的一種俘獲說——隕星說。後來，又有許多學者提出了不同的俘獲說。這些學說均一致認為，太陽是從鄰近空間或銀河系中俘獲物質，最後才形成行星系。

同年，德國物理學家魏次澤克提出「漩渦說」，認為太陽形成後，被一團氣體塵埃雲環繞著，雲因轉動而變為扁盤，盤中出現湍流，形成漩渦的規則排列。他取每個同心環內有5個漩渦。在相鄰兩環間出現的次級漩渦裏形成行星。現已證明，星雲中沒有足夠能量來維持湍流，漩渦會很快擴散而消失，因此這種學說難以成立。1949年，美國天文學家柯伊伯提出「原行星說」，認為星雲盤中發生引力不穩定性，瓦解為一些大的氣體球——「原行星」，例如，原地球質量約為現在地球的500倍，原木星質量為現在木星的20倍。原行星中心部分的氣體凝集成固體。離太陽較近的類地原行星的外部氣體被太陽輻射蒸發掉，只留下固體部分。離太陽較遠的類木原行星因質量大、溫度低，故能保留一部分氣體，這樣就解釋了行星的物質。這一學說還認為衛星是由原行星俘獲周圍物質團塊形成的。20世紀40年代，瑞典磁流體力學家阿爾文特別注重太陽系起源的電磁作用，提出了「電磁說」。1952年，美國化學家尤里