

大衆科學叢書之二

地球歷史

蘇梁
波
丁香
著
譯



天下圖書公司出版

天下圖書公司出版
大眾科學叢書之二

地 球 的 歷 史

蘇聯·蘇波丁教授著
梁 香 譯

地球的歷史

民國三十六年八月初版

——二〇〇〇

翻	不	所	版
印	准	有	權

著者 蘇聯·蘇波丁著

譯者 梁香

編者 中蘇文化協會研究委員會

發行者 天下圖書公司

經售者 利羣書報聯合發行所

上海河南路三二八號電話一三八二五

生活書店

上海呂班路六號

大眾科學叢書之二

地球的歷史 目錄

緒論	一
一 人類意識生活曙光期人們對於世界的看法	三
二 科學的萌芽	七
三 阻礙科學之路的偏見的解除	一三
四 科學的宇宙起源論的產生	二八
五 宇宙起源論假說的進一步發展	三六
六 現在對於地球的起源可作怎樣的假說？	四四
七 地球的年齡	五七
結論	六六

緒論

關於地球的起源及其命運的問題，無疑地是人類研究自然界時所面臨的最重要的問題之一。早在太古時代，人類意識生活剛剛透露曙光，人們就企圖解答這個問題了。這種企圖在全部人類史上日新月異地進展着，而且由於科學的日益發達，因此非但可以逐步逐步的窺見空間的深淵，而且也可以逐步逐步探明過去和未來的時間的深淵了。

關於地球的遙遠的過去的問題，正像關於地球的遙遠的未來的問題一樣，是自然科學中最艱難的問題之一。因為由氣體或塵埃體變成地球的那一個遙遠的時代，幾乎沒有留下任何物證。在這種條件之下，我們能不能證明地球是這樣而不是那樣

造成的呢？我們能不能說出發生這種現象的時候呢？我們能不能解決關於地球起源的整個問題呢？

科學的歷史指示，問題祇要提得正確，決無不能解決的道理。但是複雜的自然科學的問題是要逐步逐步求得解決而決不會立刻就澈底解決的。許多世代的人民所建築的古代的城市就是這樣，他們一代一代的將以前所完成的加以擴大、改良和重建；以前所完成的東西中，有許多要在這時候毀掉，以便在空出來的地方建築一些更好的。

爲了使讀者能正確地了解人類思想的複雜的進程，了解現代科學對於我們地球的過去和未來的看法，最好是循着歷史的道路一步一步的來探究這種方法是怎樣造成的。到那一個時候，我們才能公正地估計科學在這一段短促的人類史的時間中所達到的結果。產生科學至今還不到三千年，而企圖解答地球起源的問題——却就是等於要研究離我們億萬年前的現象。

一 人類意識生活曙光期人們對於世界的看法

關於史前期人們怎樣想像世界的構造和起源的問題，這我們可以從漸傳到我們手中的古代各民族的宗教學說方面去判斷。每一種宗教，都是努力想提供一個完整的世界觀。它們對於世界的構造和命運，多多少少有着一定的觀念。當然，這種觀念是某一宗教創立時代為一般所接受的。這種觀念，一旦成為宗教的教條，即一旦成為盲目的信仰，那就不會再改變了，即使文明有了進一步的發展，也不會兩樣。所以非常古老的觀念，會像最早的一鱗半爪的人類思想的古跡那樣，原封不動地流傳到我們這時代。例如，巴比倫時代的或者和這時代很少區別的聖經中的關於創世

的神話，使我們可以斷定，數千年前人們想像中的周圍的世界是怎樣的。

在他們的想像中，宇宙是平坦的圓形的地，上面罩着圓頂形的天穹，天穹下運動着雲和天體。當時的人，不知道天穹不過是視線的錯覺，他們把它看做是種固體的東西，正像人們所熟悉的建築技術所造成的圓穹窿一樣。這個圓穹窿，據他們的意見，托住着『上面的』水，這樣水流到我們頭上，就成爲雨。聖經中說：『神創造天地，將水分爲上下。』因此，當時還沒有了解水在自然中的循環：他們不知道，水會蒸發，凝結成雲，落在地上成爲雨和雪，再回到河海中去。

我們再從這些純樸的想像中舉一個有趣的例子。那時候人們並沒有懷疑到大氣對於地上的光明有着多大的意義。他們不知道大氣是散佈太陽光和造成朝霞、晚霞和暮色的。他們看見，早在日出之前，白晝就開始，而日落之後，黑暗却並不立刻就來，而且陰天的時候，太陽完全看不見，但是晝夜還是照樣正確地交替着。古代的人們想不到太陽是白晝的原因。在他們看起來，太陽不過是裝飾裝飾已經來到的

白晝罷了。因此在西洋古代的神話中，朝霞是在太陽神「菲勃」駕着火輦馳到天空中來之前，由特殊的震旦女神「亞芙羅拉」所點燃起來的。與此類似，在西洋古代從基督教承繼下來的關於創世的神話中，第一天上帝創造光，把光暗分開；直到第四天，上帝才創造太陽。

在這一個時期，有史以來最古的人，對於世界的構造還抱着這樣不完善的幼稚的觀念，所以世界起源問題的解答也是很幼稚的。風，雷雨，海浪，植物的生長，——總之一句話，一切自然現象，那時候歸根結蒂總說是由於神或者是幽靈的直接干預所產生，那時候認為世界是一個或者幾個神所創造。而那些神或者幽靈，實際上和人及動物很是相像，不過比較強大有力些吧了。

很有趣，在文化的起源階段，我們就可以遇到一種觀念，認為世界是由幾種已經存在的物質——水、原始的渾沌等等——所創造出來。直到後來很晚近的時候，才產了一種觀念，認為世界是從「空無所有」之中創造出來的，換句話說，物體是

從「空無所有」之中創造出來的。這一種思想完全是不健全的。然而，這裏却正表現出，那已經形成的宗教企圖澈底發展全能的神的思想，企圖給神賦有一種神奇的力量，賦予一種從「空無所有」之中創造出一切的能力。

二 科學的萌芽

實際的迫切需要的滿足，驅使人們不得不仔細觀察和研究自然界，這一向是發展科學的最有力的動機。驅使初民仔細研究太陽和月亮的運動的，既不是出於有關的好奇心，也不是出於普通的求知慾，而是因為迫切需要曆法。

當人們不得不脫離那本是唯一生存手段的狩獵和畜牧而轉向農業的時候，他們爲了及時從事耕耘，已經不能沒有相當正確的曆法。所以紀元前幾千年，在美索不達米亞、埃及、印度和中國等肥沃流域中產生的農業國家內，有系統地觀察天體成了神官和僧侶的最重要的職務之一。仔細觀察了太陽好幾百年之後，他們研究出了

太陽對星辰的移位和確定了一年的時間，這就是曆法的基礎。爲了確定新的太陽曆和人們經營狩獵及畜牧生活時所用慣的依據月亮盈虧來計算時間的方法之間的關係，就必須觀察月亮和確定月亮在星辰之間移位的法則。

驅使人們努力觀察月亮和太陽的第一個原因，是爲了要精確地預測季節的來臨。觀察月亮和太陽時所看到的正確的交替，或者像我們現在所說，天體現象的周期性，第一次使人們得到了自然法則的觀念。他們開始了解，周圍世界的現象不是受了神的意志而是受了固定不變的法則而活動的。

貿易和航海的發展，對自然界的研究，起了新的強力的推動作用，因爲遙遠的航行，特別是在無邊無際的大海，祇有仔細地研究了星空和學會了以星座來測定方向之後，才能進行。腓尼基和希臘的商人，一方面達到了同時代的法國和英國沿岸，另一方面深入到了埃及的南部和印度洋，因此他們立刻相信地不會是平的。因爲在向北航行的時候，分佈在南部天空中的星座漸漸看不見，而向南方移動的時

候，却漸漸地出現新的星座。南方的旅行證明，夏天正午的時候，垂直體的影子，不是完全看不見，就簡直是向南，而不是像我們這裏那樣的向北。這一切都是和地平說積不相容的，因此爲地圓說準備了很好的基礎。

然而那時候從事研究天體運動的祇是些注意曆法的精確性的神官和僧侶以及關心於以星辰和太陽來確定路徑的航海商人，所以我們現在所了解的科學，那時候還沒有發生。不論是神官和僧侶，或者航海商人，都是閉關自守的集團，他們一點也不想傳佈他們自己的發現。正相反，累積起來的經驗，普通總成爲保藏在神廟或者商行裏的祕密，不是本階層之外的人所能窺見。而且最主要的是這兩種人都不過是狹隘的實踐家，他們並不從事綜合和解釋已發現的現象。

創立科學乃是古代希臘人的功績。雖然在希臘人之前，巴比倫人，埃及人，印度人，都已經開始有系統地觀察和研究自然界的現象，但是他們還沒有達到真正的自然科學。他們從來未能解除他們宗教的神秘觀念的束縛，而提高到產生認爲自然

現象是有着合法則性的觀念和從事解釋自然現象的因果關係。正相反，希臘人生活中的宗教觀念並不像東方各民族那樣的具有支配性的影響，因此他們很快就開始尋覓可以認識的現象的關係，而並不找尋什麼「神的意志」。

大約早在紀元前六世紀至七世紀之間，在希臘各邦以及散佈在地中海沿岸的殖民地，領導發展知識的已經不是神官和僧侶，而是哲學家了。在那個時候，凡是從事科學和教授事業的人都稱爲哲學家（希臘文哲學家——*Philosophos*——一字是「學問愛好者」的意思）。這一個時代，科學事業和宗教及職業澈底分家了，所以也可以稱之爲科學的萌芽時代。

然而，這已產生的科學，離開摸索到研究自然界的正確路線還很遠。最早的科學家，他們並不綿密地研究各種現象和逐步達到自然界的總的法則的發現，而却企圖一下子就包括整個宇宙。他們不願意小心翼翼地逐步逐步，正正確確地向前推進，他們竭力想猜測出解整個自然界的總的原則。古希臘思想家

法萊斯（註一）指出：『一切物體的基礎是水，一切都起源於水，同時一切都還原於水。』亞那克西曼德（註二）認為一切物體的基礎是某幾種原素。這幾種原素的質是不定的，而量是無限的、永恆的和取之不盡的。從這不定的原素中分出熱和冷的基礎，兩者結合則產生水，水乾涸而構成地，還有是空氣和火，從火產生天體。亞那克西曼（註三）認為空氣是基本的原素，他估計，空氣凝結變成水，水凝結變成土；空氣稀薄則產生火。

除了諸如此類的企圖研究周圍自然界（當時有着很大的成就）的率真的嘗試之外，精密性的知識也有點發展了。古代希臘科學家們最成功的是在幾何學方面，幾何學在他們的手中，由於它的諧和完整，而且主要是由於它的精確性，不久就成爲其他一切科學的模範。幾何學的發展，也在天文學方面促成了許多重要的結果。因此，認識周圍世界的基礎開始穩固起來了。

註一 法萊斯（紀元前七世紀末葉至六世紀初葉）是古希臘思想家之一，米萊人。他是古希臘唯物論的奠基者。他認為水是一切的基礎，整個自然界起源於水而還原於水。

註二 亞那克西曼德（大約紀元前六一〇——五四七年）是古希臘思想家之一，米萊人。他認為一切物體的原素是一種無限的、不定的、永恆的、不滅的和取之不盡的物質。

註三 亞那克西曼（大約紀元前五八八——五二四年）是古希臘思想家之一，米萊人。和他的先生亞那克西曼德不同，他認為一切物體的基本原素是空氣，空氣稀薄變成火，空氣凝結變成雪、水、土和石。

三 阻礙科學之路的偏見的解除

從大約在二千五百年以前開始產生的最初的科學思想的微光，到現代科學的宏大發展，還有着很大的距離。在從認識周圍的世界擴大到可能合理地解答地球起源的問題之前，人類還要通過一段悠久而艱難的路程。這第一先要弄清楚，我們的地球是什麼東西，它在宇宙間佔據着什麼地位。而這些問題，祇有在完全解脫了人們頭腦中許多根深蒂固的偏見之後，才可能獲得解決。最重要的偏見是：相信地是平的，深信地是不動的，以及也許更深地相信全宇宙是爲了地及居住在地球上的人而存在的，相信地是宇宙的中心。

在這一方面，古代希臘的科學家們完成了很重要的第一步，他們早在紀元前數世紀就確立了地的真正的形狀。等到人們證明了地是球形的，看世界時就完全不同了。將地看作是一個自由自在的地懸掛在空中而無所依憑的球，這種觀念在人們面前提出了許多新的非常重要的問題。對蹠人（*antipode*，即站在地球反對方面腳底相對的人）的問題，就是說，他們認為是『上面』的却正就是我們所認為是『下面』的問題，這一個問題第一次使人們清楚地感覺到了我們對於外界的觀念的相對性。

第二步是確立地動的說法，那也非常重要，同時却又是困難無比的一步，因為這一個地許多世紀以來一向被看作是不動的象徵的。

地球繞着自己軸心旋轉的運動以及因此而產生的天體晝夜運動的現象，同時地球繞着太陽旋轉的運動以及因此而在一年時間中所完成的公轉，——這還是紀元前四五百年間庇法高爾派哲學家們（庇法高爾（註一）的追隨者）所創說的。

註一 庇法高爾（大約紀元前五七一——四九七年）是古希臘觀念論哲學家兼數學家。他認為世界的基礎是數目。擁護他的學說的人稱為庇法高爾學派。

但是當時這一派學說不過是天才的猜測而已，它非但沒有經過基本的論說所證明，而且也不大符合當時的全部科學。所以，希臘最傑出的學者亞里斯多德（註一），亞希米德（註二），喜巴爾赫（註三），普多萊梅（註四）等等，雖然很熟悉這些見解而却並不表示同意，也是不足為奇的。

普多萊梅有一部名著，題為『偉大的構造』，他在這一部偉大的古代天文學的文獻中，將天文學領域中的希臘科學的全部業績作了一個總結。如果我們看看這部著作，我們就可以從這部著作中找到關於地不動說的結論。這些反對庇法高爾派哲學家的結論，非但對於普多萊梅的同時代人，而且在很長久的時期中，看起來都似乎是很有道理的。

直到後來，由於建設事業、工藝和軍事學在許多世紀中的發展，實用力學方面蓄積了大量的資料，因此為總的運動定律建立了預備的基礎。直到這一個時候，關於地球繞着自己軸心自轉的觀念，才似乎比了全宇宙繞着渺小的地旋轉的觀念易於

註一 亞里斯多德（紀元前三八四——三二二年）是古希臘的偉大學者，是『古代的偉大的思想家』（馬克思語）。他研究的範圍廣及他當時的知識的全部領域，他將其中許許多多部份加以研究和發展，從分裂的斷片的資料中建立了完整的科學體系。

註二 亞希米德（紀元前二八七——二一二年）是古代最偉大的數理學家，生於西拉古茲城。當羅馬人侵襲西拉古茲城時，死於保衛戰中。他曾完成許多發現，其中最著名的是液體靜力學（或靜水力學）的基本定律：浸在液體中的物體所喪失的重量等於被物體排擠掉的液體的重量（亞希米德定律）。

註三 喜巴爾赫是紀元前二世紀時的希臘天文學家。他的著作，由普多萊梅發揚和完成之後，曾對天文學家的發展有過很大的影響。

註四 克拉維·普多萊梅（大約在一〇〇——一七八年）是希臘天文學家。『偉大的構造』的作者。這一部著作的內容是總結當時的天文學說和建立世界體系地球中心說的基礎的。依照這一種學說的理解，地是不動的，地是全宇宙的中心。

被人接受。力學定律雖然尚未闡釋清楚，但是已經可以捉摸出它的基本特點。因此從力學定律的觀點看起來，全部天空都作晝夜的旋轉，日月星辰能嚴格地以不可想像的高速度嚴格地繞着地運動，這似乎並不真實。

爲了確信地球在一年中繞着太陽旋轉一周的事實，人類還要化更多的努力。地不動的觀念是和地是宇宙中心的這一個觀念密切聯繫着的。這種觀念是這樣的根深蒂固地存在於我們的頭腦中，以致於爲了解脫這種偏見，需要經過許多世紀的準備和殘酷的鬥爭。現在我們就來談談我們是怎樣解脫這種偏見的。

自從迫切的需要驅使人們仔細研究星空之後，不久就發現，有幾個我們大家都很熟悉的星座所管轄的許多不動的（就是說，不變自己相互間的位置的）星辰中間，有五顆星在移動位置。這五顆星就是水星、金星、火星、木星、土星，它們因此得到了行星的名稱（希臘文中行星——planeta——這一個字是「遊行」的意思）。這幾顆行星的行動成了不可解的謎，這一個謎的解答對於我們全部世界觀是

非常重要的。

當太陽和月亮一直以差不多是經常不變的速度向着同一方向運動的時候，這幾顆行星的運動就變得複雜無比。每一顆行星普通總是向着與日月相同的方向（即由西向東）運動，後來逐漸逐漸停止下來，再以相反的方向開始運動。這種後退的運動，在新的地方停留了一下，又改變為直線的運動向前進行等等。

預測太陽和月亮在天空中的位置的太陽和月亮的運動理論，早在兩千多年以前就被希臘的天文學家們所創立了。但是解答行星運動的關鍵直到四百年之前才被哥白尼（註一）所發現。哥白尼指出，這幾顆行星的紊亂的運動以及它們在空中所劃成

註一 尼古拉·哥白尼（一四七三——一五四三年）是波蘭天文學家。他樹立了地球繞太陽

公轉和繞自己軸心自轉的理論基礎，並且因此而說明了季節的交替，說明了我們所看見的行星的運動和天體的晝夜的旋轉。這理論稱為太陽中心說，它認為太陽是諸行星環繞旋轉的中心。這理論在人們的科學和世界觀中引起了大變革。它推翻了教會所支持的普多萊梅學說，後者認為宇宙的中心是不動的地。

的線結，完全是因為我們從運動的地球上觀察而發生的，地球本身也是一顆行星，它也是像水星、金星、火星、木星和土星那樣的繞着太陽旋轉的。

認識這一個事實，乃是整個世界觀中的一大進步，是最深入的革命。這表示是澈底推翻了那將『天』『地』對立的觀念。作為全部古代哲學的基礎的這一個觀念，是為基督教所接受的，而且是十六世紀之前全部世界觀的基石。依照這一個觀念，宇宙分成質素完全不同的兩個部份：一部份是下界——就是我們的地，這裏一切都從屬於生長、變化和滅亡的法則，任何運動都有停止的時候，任何火都有熄滅的時候，一切都不是完善無缺的；還有一部份是天界，那裏一切都是永恆、不變和完美無缺的，那裏的永不熄滅的天體，以它們永遠不變的運動構成了諧和一致的天界。

但是新的宇宙觀，認為『下界』和『天界』都是從屬於同一的自然界的法則的，兩者之間沒有基本的差別——這種觀念決不是立刻就形成的，這要經過了殘酷

的鬥爭才能產生。哥白尼還認為天體祇可能依照着圓周（髮髻是表示永恆性的理想的最完善的曲線）和經常不變的速度而運動的，因為，據他的意思，任何別的運動都『及不上天體』。在哥白尼看起來，正像普多萊梅一樣，世界還是局限於不動的星辰的範圍，雖然和普多萊梅不同，他也認為那些不動的星辰距離我們非常遙遠。在論述他的學說的時候，哥白尼將可以認識的事物和『我們無法認識的事物』分開來。

非但對於哥白尼，甚至對於他的偉大的承繼者凱普勒（註一），地球起源的問題還不是在科學的範圍之內，雖然後者是行星運動定律的最後建立者。在他們兩人看起來，世界是不變的，創造的時候怎樣，現在還是怎樣。那是還沒有成立宇宙的發展的思想。產生宇宙起源論，即世界發展的科學，行星、星球、星系的起源的科

註一 約翰·凱普勒（一五七一——一六三〇年）是德國天文學家。他所發現的行星運動定律是現代天文學理論的基礎。

學，還需要在整個世界觀方面有一個深入的變革。這表示從中世紀封建制度及其教會繁瑣哲學世界觀過渡到新時代的變革，在笛卡兒（註一）的哲學中表現得最明顯。

笛卡兒的哲學，在十七世紀中葉形成了新的世界觀。他的哲學的基礎是堅決相信理性本身可以不依賴任何勢力（包括教會和宗教的勢力在內）而理解真理。他的哲學完全是想解釋現象的因果關係。在他一六四四年發表的『哲學基礎』一書中，笛卡兒企圖建立一個宏大的理論來解釋世界的發展，從最初的同質的物體一直到現在複雜的太陽系構造和地球上的全部生活。據他的意思，這一個理論應該網羅全宇宙的歷史，其中包括地球的歷史，植物和動物的歷史，人的歷史。笛卡兒認為物質微粒的旋渦狀的運動乃是宇宙發展的基礎。

笛卡兒認為最初的世界是處在運動狀態中的一片渾沌的物質，他的出發點是這樣的：自然界本身是能夠解決這種複雜的渾沌和使一部份物質變成整然有序的。物質微粒的運動和互相磨擦的結果，經常在破壞物質的同質性和經常在造成旋渦。在

這些旋渦運動的影響之下，原始物質的無形的聚積，逐漸平滑起來，同時最微小的物質沉澱在旋渦的中央，於是形成了太陽和羣星。

笛卡兒所創立的旋渦論，和某幾個古希臘哲學家的學說一樣，企圖以一個包羅萬象的總的原則來解釋清楚宇宙中的世界的形成過程和現在在宇宙中進行的種種過程。笛卡兒企圖依賴了旋渦的幫助來解釋行星繞太陽進行的運動、行星的旋轉、衛星環繞行星的運動和最後太陽系全部形成的過程。

旋渦論在世界的歷史發展方面提供了一幅非常完整而詳盡的圖畫，這對當時的人產生了很深的印象。它首先完全消滅了那無限制地統治了許多世紀的教會的世界觀。這學說的積極意義就在這裏，因此非但在十七世紀，而且在十八世紀，有許多

註一 雷納·笛卡兒（一五九六——一六五〇年）是法國的哲學家，數學家 and 物理學家。他是解構幾何學的創立者之一。他曾經想以他所創立的旋渦論來解釋天體的起源。

傑出的科學家也都要熱中地研究旋渦論了，例如瞿根斯（註一），雷勃尼茨（註二），白奴里弟兄（註三）。

但是旋渦論對於科學的發展並沒有直接的意義，因為它在基礎上是錯誤的。笛卡兒並不從觀察出發來得出那在物體之間起作用的力，而却任意假定有一個旋渦存在。笛卡兒並不提出一個真正科學的理論來作出一些能和觀察相比較的精確的計算，他祇局限於一般性的泛論，而並沒有作出數字的結論。

在一六八六年，牛頓（註四）發表了他那有名的『自然哲學的數學基礎』。在這一部著作中，牛頓將天體的一切運動歸結到一個總的原則上去——這就是宇宙萬有引力定律。依據這一個定律，宇宙間的一切物體，地球上的一切物體也是如此，都互相以一種力量來吸引對方，這種力量愈大，物體的質量也愈大；這種力量，由於物體之間的距離的擴大而會迅速消失的。牛頓向旋渦論施行了致命的打擊。但是宇宙萬有引力的擁護者和笛卡兒派哲學的歸皈者之間的鬥爭，還是繼續進行了數十年

註一 克里斯強·畢根斯（一六二九——一六九五年）是荷蘭的數理學家和天文學家。以力學和光學的研究著名。光波論就是他所創立。同時他還完成了許許多多有名的發明，例如有擺的鐘。他大大地改良了望遠鏡，因此他得能在天文學方面完成了許多發現，例如土星的環和衛星，奧里昂星雲等等。

註二 高佛里德·威廉·雷勃尼茨（一六四六——一七一六年）是德國的觀念論哲學家和數學家。他並沒有依賴牛頓而和他同時發現了研究自然界的最重要的武器——微積分學。

註三 約翰·白奴里（一六六七——一七四八年）和雅各·白奴里（一六五四——一七〇五年）兩弟兄是居住和工作於瑞士巴塞爾城的著名數學家。他們對於最重要的數學部門的研究——無限小數的分析及其在研究自然現象時的應用方面——有過很多的貢獻。

註四 伊薩克·牛頓（一六四二——一七二七年）是偉大的英國數理學家。他是力學的奠基者，力學的基本定律就是以他的名字為名的。他發現了宇宙萬有引力定律，即包括天體在內的自然界的一切物體是互相吸引的定律。由於這個發現，因此得能解釋清楚了天體的運動，潮汐的現象，同時在這發現上建立了現代天文學的基礎。

之久。

牛頓及其追隨者證據確鑿地證明，宇宙萬有引力非但完全能在一切細節上解釋天體的運動，而且也能解釋像海潮和歲差等數千年來仍舊無法解釋的現象。歲差還是喜巴爾赫所發現的。他發現，以兩個春分之間的時間來計算的一年的時間（所謂回歸年或太陽年），比了以太陽達到原來星座位置所化的時間來計算的一年的時間（星年或恆星年），短二十分零四十秒。哥白尼指出，這種現象是地球軸心在二萬六千年中所劃出的圓錐形逐漸變位所造成的。牛頓證明，地球軸心的這種現象是宇宙萬有引力定律所造成的不可避免的後果。除此之外，宇宙萬有引力定律並且立刻促成發現了新的現象——例如，地球兩極部份凝縮的扁圓度。

然而，宇宙萬有引力——這種強制無論多遠的物質微粒互相接近的奇怪的力量，它的本質仍舊是莫明其妙的。因此笛卡兒派認為宇宙萬有引力定律不能解答天體運動的謎，它不過以另一個謎來代替吧了，同時他們以為旋渦論却對宇宙的構造

提出了完整和透澈的解釋。

但是後來由於數學上有着不可推翻的有力的證據，因此笛卡兒派也不得不讓步了。宇宙萬有引力簡單而自然地揭露出了行星運動的全部特性，它雄辯地證明控制了這些運動的力就是每個人從小就知道的重量的力，這一個定律精確得驚人地預告了新的現象，因此對於我們這裏存在着自然法則這一點，竟也不可能再有所懷疑了。

至於宇宙萬有引力定律的本質，我們是直到一九一五年才開始知道的，在這一年，愛因斯坦（註一）創立了一般的相對論，他指出，宇宙萬有引力是相對論的必然結果之一。所以，從宇宙萬有引力定律成爲物理學和天文學的基礎的那一個時刻

註一 亞爾培·愛因斯坦（一八七九年生）是現代大物理學家。起初在德國工作，後於一九三三年爲了表示反對希特勒恐怖政權而離開德國，並退出德國籍。他所創立的相對論，使空間、時間、引力等的物理學概念完全改觀。

起，到引力（或即重量的力）的本質被闡釋清楚爲止，經過了三百年。在這三百年中，人們不斷努力想解答這種力的祕奧。這是一個很好的例子：科學不是永遠能立刻解答我們所關心的問題的！但是科學遲早是會有答覆的。

四 科學的宇宙起源論的產生

宇宙萬有引力打倒了那最後一次企圖以一飛衝天的狂想力直搗宇宙發展的秘奧的旋渦論。同時，就是這一個宇宙萬有引力定律，成了建立科學的宇宙起源論的鞏固基礎。依據這樣的宇宙起源論所描繪的宇宙發展的圖畫，是依靠了嚴格的數學理論而從確切不移的自然法則中得出來的結論。

第一次嘗試創立宇宙起源論的是名哲學家康德（註一）在一七五五年發表的著作

註一 伊曼奴愛·康德（一七二四——一八〇四年）是德國觀念論哲學家。起初他是研究自然

科學問題的。他提出了在當時是頗為大膽的觀念，認為太陽系的構造和發展是可以用力學定律來解釋的。

中。這一部著作的名字很長：『自然通史與天文理論或根據牛頓定律檢討全宇宙的構造及其力學的起源之嘗試』。

康德根據的出發點是：構成太陽和行星的全部物質，起初是均勻地分佈在現在的太陽系領域之內，同時並且處在渾沌的運動狀態之中。他竭力再證明，物質微粒的相互吸引，結果形成了一個龐大的中央物體——現在的太陽——和其餘一切物質繞着太陽進行的圓周運動；這一切物質，康德以為，後來在引力影響之下形成爲行星。

康德有一點是對的，他說，均勻地分佈在空中的物質處在不安定的狀態中，而且在引力影響之下分解到各部份去。但是他認爲從物質微粒的雜亂的運動中會產生總的旋轉的運動，那他可是犯了一個大錯，因爲這和基本的力學定律之一——旋轉量保持定律——相抵觸的。任何物質的旋轉量都是作爲一切物質微粒的旋轉量來計算出來的。沿着圓周旋轉的各個物質微粒的旋轉量，相等於下列三個度量的結果：

微粒的質量，它的速度和圓周的直徑。旋轉量也稱爲運動量能率。依據那對於宇宙起源論有着第一等意義的旋轉量保持定律，任何物質質量所持有的總的旋轉量，祇有在相當的外來的反作用之下才可能起變化。內部的力（在這種情形之下是各微粒互相吸引的力）是不會使總的旋轉量起變化的。因爲在微粒的混亂的運動之下，總的旋轉量等於零，所以是永遠等於零，而我們太陽系，由於太陽的旋轉和行星循着太陽所旋轉的方向而繞着太陽進行的旋轉，所以是有着很大的旋轉量的，而這一個假說一點也不像我們的太陽系。

康德那時還剛剛開始他的事業，所以他這一部著作並沒有引起注意，因此他所發揮的太陽系起源的假說也沒沒無聞了好久。而對於這一個假說毫無所聞的拉普拉斯（註一），那時已經因爲在天文學和數學方面的光輝發現而名聞遐邇。他在一七九

註一 庇埃·西蒙·拉普拉斯（一七四九——一八二七年）是法國有名的物理學家和天文學家。

他對於天體力學、數學學和公算論有過很大的影響。他關於太陽系起源於最初的星雲的假說，在發展太陽系起源與構造的觀念方面起過很大的作用。

六年提出了一個相同的但是要完全得多的假說。

拉普拉斯對於他自己的假說顯然並不重視，他僅僅在風行一時的『世界體系概述』一書最後一章第七條註脚中論述了一下。他的科學著作是這樣的多，但是他後來再也沒有重提過這一個假說。在論述這一個假說的時候，他說他作這一個假說『頗乏自信』。

拉普拉斯的宇宙起源論的假說，雖然作者自己對它抱着這樣的態度，但是立刻引起了專家和最廣大階層方面的注意。在整個十九世紀中，人們差不多在這一個假說中看到了太陽系起源問題的最後的解答，所需要的不過是某些細節的修正。這不僅是由於拉普拉斯的權威的論證，而且由於他用來敘述他的假說的那個卓絕的方式：他的思想的行程是這樣的清晰和合於邏輯，簡直不必要什麼數學的計算，就產生了非常雄辯的印象。

拉普拉斯所提出的課題並不是揭露太陽系構造的祕密——這不過是論證的副產

品，——而是闡釋我們所觀察到的那些合法則性的原因。

請歸結起來如下：

(一) 太陽系的物質幾乎全部集中在太陽中；一切行星所有的不過是全部物質的七百分之一。

(二) 一切行星以及它們的衛星的軌道的平面相互之間並且和太陽赤道的平面是一致的。

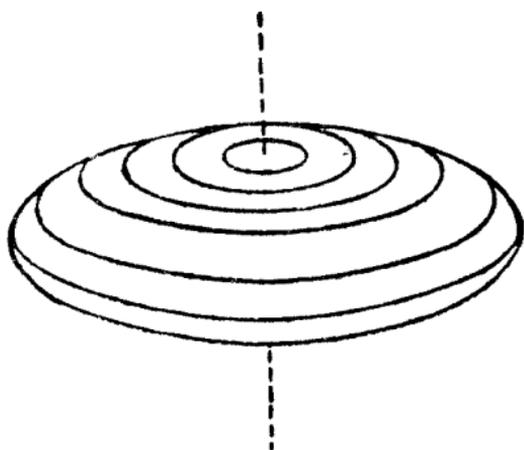
(三) 一切行星都朝同一方向——即朝太陽繞着自己軸心旋轉的方向——而繞着太陽旋轉。

(四) 行星也朝同一方向繞着太陽旋轉；衛星也同樣地繞着行星旋轉。

(五) 行星和衛星的軌道，和圓周形很少差別。

(六) 行星中的土星，除了衛星之外，還有一個扁平的、薄薄的、但是很闊的環，繞在土星赤道的平面上。

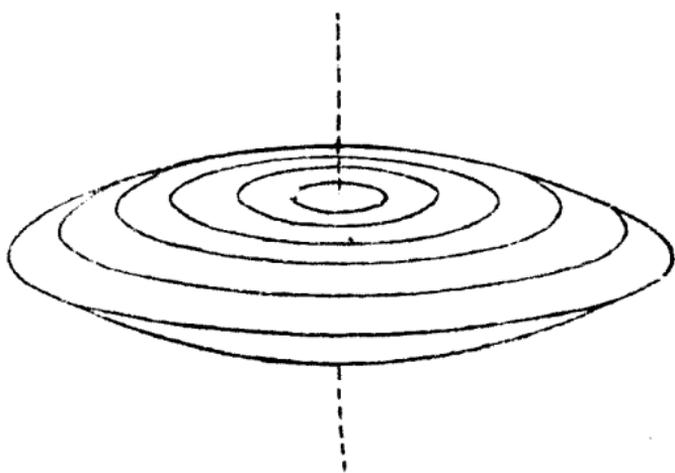
我們行星系構造中的這一切合法則性顯然都不是偶然的。爲了說明這一切合法則性，拉普拉斯假定，我們的行星系從前本來是一團非常龐大的氣體的星雲，它的



(第 1 圖)

範圍一直要擴展到最遠的行星軌道領域之外，而且它處在繞着自己軸心緩慢地旋轉的狀態之中。由於這一大團星雲的漸漸冷卻和濃縮，旋轉的速度也逐漸逐漸不斷增加。像上面所已經指出，總的旋轉量應該仍舊是恒久不變的，而由於物質微粒和旋轉軸心之間的距離逐漸縮小，它們的速度也就相應地逐漸增加。這也就促成了這一大團星雲的旋轉的角速度的逐漸增

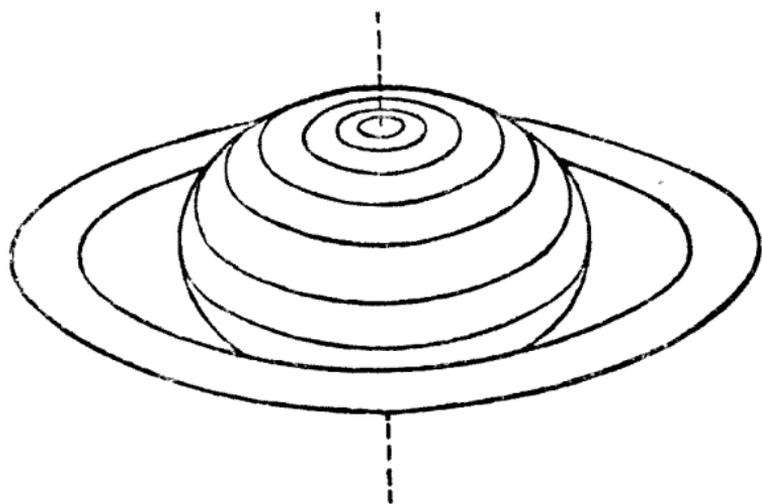
加。但是旋轉速度增加的時候，這一大團星雲逐漸逐漸壓扁（圖一），最後成了扁豆形（圖二）。旋轉速度再進一步增加下去，赤道上的離心力就變得比引力大，因



(第2圖)

在星雲赤道平面上的環。後來這些環破裂開來，各小塊的物質溶合成一塊，一面繞着

（圖三）
 此，從這一大團星雲上脫下了一個氣體狀的環。
 這一個
 過程再
 繼續下
 去，結
 果就造
 成了許
 多分佈



(第3圖)

自己的軸心旋轉，一面仍舊繼續依着從前的環所走的那條路線繞着太陽旋轉。這樣，據拉普拉斯的意思，就形成了行星；同樣的過程造成了行星的衛星。

拉普拉斯自己並沒有給他自己的假說提供什麼數學的基礎。他並沒有證明，位在赤道上的物質微粒的確會在分離時形成環而不會就散佈到空中去。他沒有檢討環變成行星的力學以及從這裏發生的其他許多問題。補充這一切空白的各種嘗試，證明拉普拉斯的假說所描寫的行星形成圖，不僅在細節上，而且也許在基本上，都是不大正確的。雖然如此，拉普拉斯的思想仍舊不是沒有結果的。正相反，他的假說的出現，可以看做是真正科學的宇宙起源論的萌芽，因為拉普拉斯所指出的路是正確的。這一條路就是從科學所確定的事實為出發點來作出能依靠精密的計算來證實的假說。

祇有循着拉普拉斯所指出的這一條路走去，才能逐漸逐漸深入宇宙發展的祕奧和擴大關於遙遠的過去和遙遠的未來的知識。

五 宇宙起源論假說的進一步發展

在很長久的一個時期內，拉普拉斯的假說非但沒有引起什麼懷疑，而且甚至於常常被看作是鞏固地確定了的科學的業績。但是由於觀象天文學的逐漸發展，由於望遠鏡的逐漸改進，慢慢地開始發現，行星及它們衛星的運動中的特點，和拉普拉斯所描繪的太陽系發展圖是不大吻合的。

早在一八一五年，那時拉普拉斯還在世，就澈底確定了一個事實（起初曾經似乎難以置信）：天王星的四顆衛星繞天王星旋轉時並不是朝着太陽系一切行星運動的方向而是朝着相反的方向進行的。而且發現，這四顆衛星運動的平面對天王星自

己所運動的平面差不多是垂直的。所以，天王星的衛星完全不是從屬於拉普拉斯依據了來創立他的假說的那些定律的。

當在一八四七年發現了海王星的一顆衛星之後，又看到，這一顆衛星也是朝着相反方向旋轉的。再後來，天文學中應用了照相觀察法，因此發現，木星和土星也都有朝着相反方向運動的很小的衛星。

所以，假使說，拉普拉斯曾在創立他的宇宙起源論的假說時解釋爲什麼一切行星和衛星朝着同一方向運動，那末，現在已經要解釋比較複雜得多的運動圖了。我們要說出一方面產生筆直運動和另一方面產生相反運動的原因。

一八七七年發現的火星的兩顆衛星，造成了另一種困難。拉普拉斯的假說認爲每一顆衛星繞行星旋轉的周期應等於產生這一個衛星的環所旋轉的周期。但是自從行星上脫下了環之後，這行星還是繼續在收縮，因此，它旋轉的周期還是繼續在縮小（因爲旋轉的角速度在增加）。所以，衛星旋轉的周期應該總是大於行星繞着自

已軸心旋轉的周期。然而火星的兩顆衛星中，最大的一顆叫福博斯，它在七小時三十九分中繞行星旋轉一周，而火星繞着自己軸心旋轉一周所需要的時間却是二十四小時三十七分二十三秒，因此這一個假說就不成立。

土星的環，拉普拉斯認為是他的假說的最好的證據，但是也有着相同的現象。當能用析光法確定那構成環的微粒的運動速度的時候——（這是白洛波爾斯基（註一）在布爾珂伏天文台上用折射望遠鏡所完成的），於是發現，土星環中的裏面的邊的旋轉時間等於八小時，而土星繞自己軸心轉一周却需時十小時十四分二十四秒。

所有這些事實，都要用各種多多少少是人為的補充的假定才能符合拉普拉斯的假說。例如，為了解釋福博斯在它迅速運動時總是超在火星的前面，可以假定，從前火星旋轉得快得多——它的旋轉周期比福博斯的旋轉周期短，——但是火星表面

註一 亞里斯達赫·白洛波爾斯基（一八五四——一九三四年）是俄羅斯的傑出的天文學

那時尙未凝結，由於太陽的引力而發生了潮汐的現象，在這潮汐影響之下，火星的旋轉速度就緩慢下來了。不過這裏又發生了新的難題。計算的時候得出結論，使潮汐能將火星的旋轉速度減低到所需要的程度，所化的時間簡直大得可怕。

用潮汐來解釋土星旋轉速度的減低，那是還要困難。因為土星距離太陽大約比火星遠六倍，因此土星上的潮汐比火星上的小二五〇倍。

如果用精密的計算來檢驗，拉普拉斯的假說在理論方面所引起的矛盾也相當嚴重。早在上世紀中葉，羅塞（註一）研究的結果就已經指出，環的脫離過程，即使把它祇看作純粹是力學的過程，也比原來所想像的要複雜得多。如果把這一個過程看作是物理學的，就是說，非但看作是構成星雲的物質的運動，而且看作是它的物理學的狀態，那所產生的困難還要多。

假定說，環不管怎麼樣，的確是脫離下來產生的。但是這一個環能否集合成一個整體而形成行星呢？金斯（註二）指出，像這樣由環變成行星的現象，祇有在不可

能有的非常的條件之下才有可能。早在羅塞的研究工作之前，人們就發現，髣髴一向是拉普拉斯假說的明證的土星的環，是不可能形成衛星的。正相反，這環祇能看作是由於太接近行星而被行星的引力所破裂成粉碎的衛星的殘餘。

拉普拉斯的假說，雖然由於發現了許多與之不相符合的發現，因此受到了許多修正和補充，但是在整個十九世紀，科學還是不敢用別的假說來代替它。直到二十世紀初，才發生了代替這一個假說的問題。當時在太陽系的構造中完全認識了一個也是和拉普拉斯的假說不相符合的非常重要的特點。這一個特點是這樣的：太陽系所擁有的全部旋轉量，是和四顆質量最大的行星——木星、土星、天王星和海王星

註一 愛德華·亞爾培·羅塞（一八二〇——一八八三年）是法國的天文學家，曾從數學出發來研究拉普拉斯的假說。

註二 傑姆斯·金斯（一八七七年生）是英國的物理學家和天文學家。發表過許多關於宇宙起源論和星球內部構造的名著。有一個時期，他所提出的行星起源論曾經是這方面最好的假說。

——的軌道的運動有關的。很容易計算，這幾顆行星的旋轉量佔全部旋轉量的百分之九十八。所以，質量超過全部行星質量總和的太陽却抵不到全部旋轉量的百分之二。由於非常龐大的行星的軌道和很緩慢的太陽的旋轉所造成的這種旋轉量的分配，是怎麼也不能符合拉普拉斯的假說的。

因此自然產生了一種見解，認為行星所擁有的比太陽龐大的旋轉量是從外界引進太陽系中來的。這一個見解後來成為二十世紀時代取代拉普拉斯假說的許多宇宙起源論的新假說的基礎。這些新假說是從這樣的假定出發的：行星是在太陽和別的星球互撞的時候或者在別的星球逼近地飛過的時候從太陽中拋投出來的一大團物質所形成的。

這一類的假說，總稱為災變說，其中傳佈最廣的是金斯的假說。

金斯認為是由於太陽和別的星球緊密接近而發生的結果。由於那一顆星球的引力的作用，太陽表面上脫下了一大團流波狀的物質，這一個物質後來就繞着太陽旋

轉。其中一部份飛散開去形成扁豆形的星雲，圍繞在太陽四周。但是比較緊密和比較巨大的部份則形成許多凝塊，後來就變成行星。

這些凝塊，在繞着太陽運動的時候，以自己的引力收集那飛散開去的物質。同時，這些凝塊也受到那飛散開去的物質的抵抗力。因此，起初這些凝塊的軌道是張得很開的橢圓形的，後來在這種抵抗力影響之下，逐漸逐漸近於圓周形，即我們現在所看見的行星的軌道。

經過金斯和傑佛萊斯（註一）所詳細發揮的這一個假說，對我們行星系的許多基本特點，作了比拉普拉斯假說更好的解釋。但是這一假說不久也遇到了無法克服的困難。

第一，愈精密計算，就愈相信，形成中的行星所擁有的旋轉量，比了我們實際

註一 哈羅爾德·傑佛萊斯（一八八一年生）是英國地球物理學家，對於宇宙起源論曾發表過

許多有意思的著作。

上所有的還要小許許多多。即使假定太陽和星球相遇的條件，也得不出我們所觀察到的那種巨大的軌道。尤其是在研究物理學方面的行星形成過程的時候所遇到的困難特別大。太陽表面上所脫落下來物質凝塊有着這樣高的熱度，而且冷卻得這樣的慢，以致於在它形成行星之前，早已先要飛散到空中去了。

所以不論是那將太陽及全部行星系看作是星雲旋轉的合法則發展的結果的拉普拉斯星雲說，或者是將行星看作是兩顆已經形成的星球互撞（或者近乎是互撞）的產物的災變說，都是和所見的事實不相符合的。

六 現在對於地球的起源可作怎樣的假說？

上面我們已經簡略地論述了嘗試發現地球起源的祕奧的全部歷史。我們看了這一段歷史，就可以知道，這一個問題是多麼困難。我們可以看見，直到在數千年中完成了宏大的預備工作，才開始可能比較成功地解答這一個問題。直到最近，由於科學蓄積了很多的智識，因此才得能開始嘗試解釋包括地球在內的行星形成過程的一般特性。

將來我們的望遠鏡的威力再增強數百倍的時候——毫無疑問，這是一定會逐漸實現的，——我們的課題就將簡單了。那時候我們就可以看見環繞在最近的星球周

圍的行星系。將這些星系加以研究，將它們作相互的比較，將它們來和我們的太陽系作比較，等等，這樣一來，毫無疑問，對於行星系的形成和發展過程的解釋就將有許多貢獻。

但是現在的技術還不可能使我們看見其他許多行星系。我們現在至多所能做到的，是證明這樣的行星系是的確存在的，我們的太陽也不是例外。最近幾年中，人們確定，在離我們最近的星球中，有幾個正在經歷不大的周期性的移位。這種移位，祇能解釋做是在這些星球周圍旋轉的許多看不見的小衛星的引力所造成的。因為我們可以看到，從各方面研究起來，這些看不見的衛星比我們的行星要大出許多倍。它們的質量不下於星球質量的百分之二至三，而我們最大的行星木星的質量却不到太陽質量的千分之一。所以暫時可以確定，宇宙中存在着些星系，它們還沒有完全酷似我們的星系，雖然也許在原則上已經很少區別。

在這些條件之下，就是說，在目前完全不能研究其他行星系的條件之下，我們

祇能以仔細研究我們太陽系的特點為基礎，並且祇能建立宇宙起源論的假說。

自從拉普拉斯的星雲說出現以來，有了一百五十年的歷史了。在這一百五十年中所提出的宇宙起源論假說是很多很多。這些假說，無論在出現時顯得多麼雄辯，但是沒有一個能忍受得了持久的科學的批判。一方面，觀象天文學的新發現，另一方面，詳盡的理論研究，一步一步的指出，這些假說所面臨的問題非常複雜，我們雖然已經接近解決的階段，但是還沒有達到我們的目的。

當然，為了創立宇宙起源論假說和批判地分析這些假說而所化費的工作，都不是徒然的。甚至被科學所推翻的假說，差不多也總是正確地闡釋了問題的某一方面，所以其中也有一部份能被科學利用作進一步的發展。可以完全肯定地說，地球起源問題的科學已經站在正確的道路上，這條道路上的也許是最艱難的一部份，已經通過，而且我們已經在邁步向前挺進了。

現在科學正在嘗試走兩條不同的道路。也許這兩條道路將來會溶合在一起，但

是目前這兩條道路都有着它們各自的擁護者。

——一條道路是從拉普拉斯星雲說開始的，或者正確些說，是從這假說的基本思想——行星是伴着星球的正常發展進行的內部過程的產物——開始的。

另一條道路正相反，它將行星的起源去和外來條件對星球發展所起的作用相聯繫起來。

第一條道路的基本原則，認為行星的形成過程不能孤立地觀察，而應該把它看作是許多星球以及那總稱為銀河系的許多大星系的宏大得不可計算的形成過程的一部份來研究。祇有明白了這些星系的發展過程，明白了構成這些星系的各個星球的產生與發展的過程，我們才能依照這個觀點來認識，怎麼會在星球附近產生行星系，怎麼會產生我們的太陽系及其所有的特點，最後，才能認識，怎麼在別的行星中間有形成我們這個也有着自已的特點的地球。

不要以為這樣擴大課題一定會使問題更加困難。常常有這樣的情形，了解總的

過程，比較了解那被看作與整個過程無關的總的過程的各部份，要容易。

無論如何，對於星球發展過程的研究，我們有着最豐富的實際材料，因為我們可能研究許許多多處在最不同的發展階段的星球。這令人似乎看到了星球的全部發展過程。因為譬如說，如果要研究櫟樹的發展，不一定要下了種子，等待數百年之久，看着它生長起來，衰老下去和直到最後看它變成朽木。不必這樣，我們可以到森林裏去，那邊有着一切年齡的櫟樹——從剛剛茁長的萌芽一直到完成生命周期的樹木。科學就是循着這條道路研究星球的發展的。

我們知道，所有的星球都是由同一的化學原素所構成——我們的地球也是如此。但是各星球的物質的物理狀態是完全各不相同的。有些星球很熱，表面層的热量達三〇、〇〇〇度以上。有些放射熱力的星球比較冷，熱度約有二、〇〇〇度。我們的太陽的熱度居中：它外層的热量約達六、〇〇〇度。太陽中心的热量要高出許多。理論上的計算指出，太陽中心的热量大約有二〇、〇〇〇、〇〇〇度。一切

星球的中心都有着比較高的熱度。

星球在密度方面的差別還要大。有些星球的平均密度比水的密度高四〇、〇〇〇倍。但是也有些星球的平均密度比水的密度低一〇〇、〇〇〇倍，差不多比我們周圍的空氣的密度小一百倍。太陽在這一方面也處在這兩個極端之間：它的平均密度超過水的密度半倍。

各星球的物質所處的物理條件之迥不相同，當然是由於這些星球年齡不同的關係。但是那一顆星球應該算做比較年輕，那一顆比較年老呢？這一個問題直到最近才開始可能確切地得到答案，因為最近我們開始明白星球上所進行的過程和支持它們放射的過程。而這是由於物理學給我們發現了原子內部所進行的現象的祕密之後才成爲可能的。

星球的全部發展過程原來是和所謂核子反作用有着最密切的關係。所謂核子反作用，也就是一種化學原素變成另一種化學原素。原來星球（我們的太陽也在其內）

所放射的大得不可想像的力能的來源，是氦的原子之形成氦的原子。

星球物質中進行的核子反作用的理論給我們描繪出了星球發展的圖畫。蘇聯學術院會員菲辛柯夫（註一）最近指出，星球形行星系的過程也是非常自然地包括在這幅總的圖畫中的。所以，宇宙起源論中發現了許多解釋地球和行星的起源的完全新的可能性，假使把這些可能性看做是太陽正常發展的產物，而不是像太陽和別的星球相撞之類的災變現象的結果。

依照菲辛柯夫所發揮的理論，星球的生命是由比較長久的周期所形成的。在這些周期中，星球的放射是某一型的核子反作用和轉向到另一型核子反作用的中間的比較迅速的過渡的核子反作用。在這種中間性狀態的過程中，星球由於迅速冷卻的關係而大大地縮小了它的面積，而這也表示它的旋轉速度正相對地增加了。但是在增加旋轉速度的情形之下，星球的狀態就變得不固定，就是說，星球的狀態不能保

註一 華西里·菲辛柯夫（一八八九年生）是蘇聯有名的天文學家，蘇聯學術院會員。

持長久。那末，星球的狀態將變成什麼樣子呢？

起初，由於旋轉速度的逐漸增加，星球也逐漸逐漸壓扁，成爲圖一中所示的形狀（見第三三頁）。從數學方面發展拉普拉斯的假說的時候，羅塞指出，由於旋轉速度的更進一步的增加，星球赤道的邊上形成了一個尖形的邊緣（圖二，見第三四頁），開始從這邊緣中拋射出星球的物質來。對於處在這邊緣上的物質微粒，離心力和引力是相等的。

所以，這些微粒變成『沒有重量』，因此而失去了和星球的關係。這一部份拋投出去的物质，照羅塞的意思，就形成了那後來變成行星的環（圖三，見第三四頁）。這是拉普拉斯的假說。實際上，上面已經說過，分離出來的物質微粒是要逐漸在空中散佈而不形成環的。

但是我們現在知道，祇有在星球中心有着很強力的濃結狀態的時候，才會發生這種情形。假使中心的濃結狀態並不怎麼強力，那末，在相當地增加旋轉速度的時

候，星球不會形成圖三所示的形狀，而會變成圖四所示的梨形的。

李亞布諾夫(註一)研究的結果證明，旋

轉中的物質

團的梨形是

不固定的。

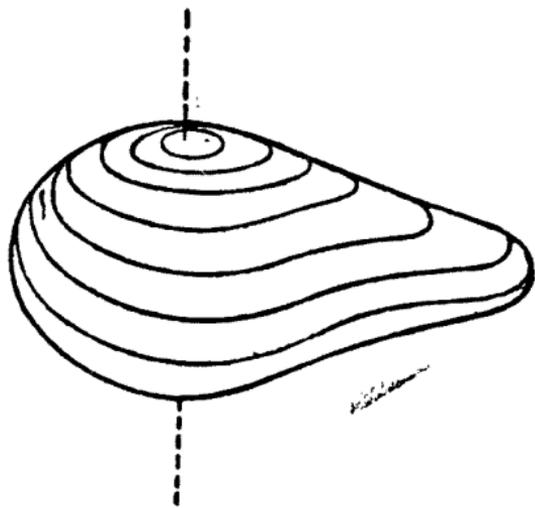
星球祇在最

短促的時間

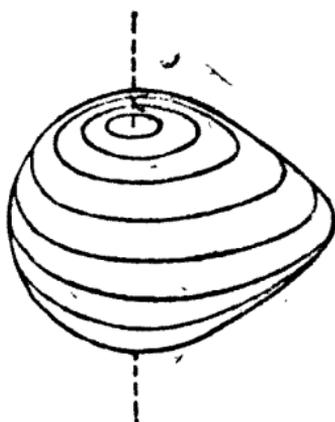
中保持這種

形狀，不久

之後，它就要脫落下一部份物質(圖五)。



(第4圖)



(第5圖)

註一 亞歷山大·李亞布諾夫(一八五七——一九一八年)是俄羅斯的傑出的數學家，學術院

會員。他的基本工作是研究最重要的自然科學問題——運動的固定性和液體均衡狀態論。

從自己身上拋去了那造成不固定狀態的剩餘的旋轉量之後，星球就開始旋轉得比較緩慢。現在它已經處在固定的狀態之中，至少要等到將來由於更進一步的冷卻而引起的更進一步的收縮和再增加它的旋轉速度至決定限度的時候。

所以，核子反作用在經常不變的水準上支持星球熱度的過程是有着好幾個周期，在劃分這些周期的間歇時期中，星球將分離出許多物質團，這些物質後來就形成爲行星。因爲物質團的分離，是在星球旋轉得特別迅速的時候發生的，所以總的旋轉量中有一部份過渡到行星上去。這對於上面所提到的我們行星系的特點是完全符合的。

這一個假說的研究剛剛在開始之中，所以將來當然還要克服許多困難。譬如說，要說明，形成後的行星的軌道起初是很小的，後來怎麼會擴大到我們現在所觀察到的範圍。潮汐的作用，依據喬治·達爾文（註二）爲月球的運動所發展的理论，是會擴大那分離出來的物質團的軌道的。但是還要證明，這種擴大爲什麼正是爲符

合所觀察到的事實所需要的。

最近，施密德（註二）提出了新的宇宙起源論的假說。從這一假說的基本思想上看來，它是傾向於災變說的，因為它並不將行星的形成看作是與星球的正常發展同時進行的內部過程的結果，而看作是某些外來條件影響星球的發展的結果。

施密德的假說，利用兩個最近發現的事實為基礎：其一是銀河系的旋轉的現象，其二是星空間集結着大量黑暗的塵埃狀物質。

包括我們太陽在內的銀河系的這一大羣星球的研究，在最近幾年來提供了許多新的意外的結果。原來發現，形成銀河系的千百萬顆星球，是繞着它的中心旋

註一 喬治·達爾文（一八四五——一九一二年），自然科學家查理斯·達爾文的兒子，是英國天文學家和地球物理學家。他的主要的勞作是獻給潮汐理論的。

註二 奧多·施密德（一八九一年生）是蘇聯的數學家，有名的兩極研究者，蘇聯學術院會員，蘇聯英雄，蘇聯最高蘇維埃代表。

轉的，其情形正像行星繞着太陽旋轉一樣。我們的太陽也參加這一個旋轉運動，它繞着銀河系的中心旋轉一周，約需時二億年。銀河系的這一個中心位在射手座星座（或稱人馬星座）那一個方向，那裏因為有着大量集結的黑暗的物质，所以我們是看不見的。

現在我們假定，太陽行過銀河系中心部份的時候，橫斷過黑暗的物质中的星雲，它以自己的引力掠取了這物质的一部份。掠取到的這一部份物质微粒就在近乎同一的平面上繞着太陽旋轉。比較大的物质微粒逐漸吸收比較小的物质微粒，最後這一個過程以形成行星而作結束。施密德計算的結果證明，這一個假說對於我們行星系的許多特點解釋得很清楚。

現在，科學還在繼續仔仔細細地研究幾條不同的形成行星的道路，因為假使我們行星系構造的某些特點能為某一個假說所解釋得更清楚，那末其他的特點也可以更自然地從另一個假說中產生。這一切都不過證明，我們面臨的課題非常複雜，同

時證明，澈底解答地球起源的問題還需要化費許多勞動。要解決這一個問題，第一要依靠擴大我們關於我們四周的宇宙的知識。我們剛才已經看見，不久以前，原子物理學和星球天文學方面的發現，驅使人們完全重新考慮這一個問題。但是不能因此認為我們應該將地球起源問題擱置下來，等待進一步的發現，而不想依靠我們現有的資料來解決這一個問題。假使人們有這樣的耐心，科學就永遠不會產生了。

七 地球的年齡

談到地球的起源的時候，我們當然也應該談談地球的年齡問題。確定地球的年齡，也是科學面臨的最艱難的課題之一。直到最近，我們才有可能比較精確地估計那與解答這一個課題有關的一大段時間。自從物理學家們，在研究放射性現象的時候，深入了那些構成我們地球的化學原素的原子構造的堂奧之後，這種估計才成爲可能。原來發現，有幾種原素的原子竟是一種時鐘，雖然走得很慢，但是走得很平穩準確。這些時鐘就使我們至少明白了地球表面層的年齡。

我們直接對於地球的研究祇能及到極小極小的一部份。人們依靠了鑛洞和鑛鑿

的孔穴而深入到地球內部去的範圍不到兩三公里，這不過佔地球直徑的萬分之三至五。地質學能研究比較深的地層，因為鑛物的形成過程將強大的鑛物地層踐踏、破裂和互相堆疊起來，將它們擁到地球表面上，而雨打風吹和河流的沖刷又將這些地層的構造深深地暴露出來。這使我們得能研究鑛層深到二十公里，即將達地球直徑的千分之三。地球直徑其他千分之九九七的構造，我們祇能根據我們研究地球表面各點的重力和研究地震及其他種種現象所得到的間接的資料來判斷。從這一切資料中，可以得出一個結論，地球內部是由三個主要部份所構成：

(一) 約有一、二〇〇公里厚的由鑛石構成的外層；

(二) 約有一、一〇〇公里厚的中間層；

(三) 非常緊密的核心，直徑約計三、四〇〇公里，大約是由鐵和鎳所構成。

外層首先是由沉澱鑛物構成的，其中如砂、粘土、砂土混合物、板岩、石灰岩等等，地球表面層大部份蓋着這些鑛物，有些地方厚達一〇〇公里。這一層稱為地

殼。沉澱礦物層之下，是由花崗岩和雪花岩構成的地層，這些岩石是由從前溶解的物質凝結而成。

在外層鑽石之下，是中間層。這稱為鑛層，因為有充分的根據可以測定，其中有着很豐富的鐵，鉻，鎳和錳。

不久以前認為，地球內部的熱度很高，所以物質都化成爲氣體的狀態。這種意見的根據是這樣的：因為我們研究所能達到的地球層中的熱度是隨着深度而增高的

——大約每一百公尺增加三度。假使這種熱度的增加幾乎一直達到地球的中心，我們就可以在地球的中心發現熱度達二〇〇、〇〇〇度。然而，地震的研究證明，地球內部是像一個彈性超過鋼達一倍半的固體那樣地起着震動作用的。現在人們認為，我們所觀察到的與深度俱進的熱度的增加，祇限於很薄的表面層，而這却並不是由於地球內部很熱的關係，而是由於表面層中有放射性原素（鐳，鈾，釷等等）在不斷放出熱來的緣故。至於中央核心的熱度，現在估計約爲二、〇〇〇度至四、

〇〇〇度。雖然熱度這樣高，核心的物質還是能夠擁有固體的特性，因為它處在高達三百萬度氣壓的大壓力之下。

如果不和某種宇宙起源論的假說聯繫起來而想直接確定地球的年齡，那我們所能了解的祇是地球的最上面的表面層，因為實驗的研究祇能及到這些地層。

第一次這樣的嚐試是牛頓的同時代人英國天文學家迦萊（註一）在一七一五年所作的。滋養河流的地下的泉水溶解着地下的鹽。這些鹽由河流帶到海洋中去，就留在海洋中。然後在帶走這些鹽的水蒸發掉之後，仍舊以雨的形式回返到泉水和河流中去。由於水的這種循環，海洋中的鹽的內容一定會隨着時間而逐漸擴大。

迦萊建議依據海洋中所含有的鹽的數量來確定海洋的年齡。後來有許多科學家依靠了比較精密的料資而重複進行這種計算，他們估計海洋的年齡約自九億年至三

註一 愛德蒙·迦萊（一六五六——一七二四年）是英國天文學家。特別有名的是他對於彗星

十五億年。但是，計算每年由河流帶到海洋中去的鹽量，是很不可靠的，所以以此為根據的計算方法不會有什麼精密的結果。

能提供比較可靠的結果的是以確定沉澱厚度為基礎的地質學方法。雨水不斷將土壤沖洗到河流中去，而河流又把土壤帶到海洋中去，然後在海洋中沉下來。像英國泰晤士河這樣不怎麼大的河流，每年帶到海洋中去的泥砂達二百萬噸以上。地球存在以來表面上所構成的沉澱礦物的總的厚度，估計約有一百公里。沉澱的平均速度，很難確定。有人估計，形成厚達一公尺的沉澱層，需時約三千年，有人估計約一萬年。以這些資料為根據，地球的年齡，從開始形成沉澱礦物的時候起，約在三億至十億年之間。但是這一個方法是得不到精確的結果的，其主要缺點是因為我們沒有什麼根據可以認為沉澱速度是不變的。在很久很久以前的時候，沉澱礦物還不過剛剛開始形成，地球上的條件是完全不同的，所以沉澱過程的速度也許完全是另一個樣子。

直到發現了放射能現象之後，才開始可能真正可靠地確定地球的年齡。這些現象的本質是這樣：有幾種稱爲放射性原素的化學原素，在不固定的狀態中逐漸分解，轉變成別的原素的原子。這一個過程一直繼續進行到形成一種固定的原子，由這些原子所形成的原素已經沒有放射性的能力。例如，一八九六年初發現有這種原子分解現象的鈾，起初先變成一八九八年居禮夫婦（註一）所發現的錳，後來又變成氫——這是一種很輕的氣體，最初在太陽上發現，後來地球上也有了。氫以後就不再變化。錳是放射性原素，所以它的原子仍舊繼續要分解，直到最後形成鉛的原子。錳的原子分解過程，比鈾的原子分解過程要快得多。一千五百年之後，一公分錳變化成半公分錳和大約半公分鉛。所以鈾的變化的最後產品是鉛和氫。從鈾形成

註一 瑪麗亞·居禮（斯克洛道夫斯卡亞，一八六七——一九三四年）是傑出的物理學家，

原籍波蘭，與法國大物理學家庇埃·居禮（一八五九——一九〇六年）結爲夫婦，於一八九八年共同發現錳。

的鉛，有着和普通的鉛所含有的同樣的化學特性，但是原子量有點不同——前者爲二〇六、〇，後者爲二〇七、一。這就是它和別的來源的鉛所不同的地方。

鈾變成鉛的過程進行得非常慢。如果我們取一公斤鈾，那末在六千六百萬年之後，這一公斤鈾的百分之一，即十公分，變成八·六五公分鉛和一·三五公分氦。在此後的六千六百萬年中，其餘的鈾中的百分之一，即九·九公分，變成八·五六四公分鉛和一·三三六公分氦。在再後面的六千六百萬年中，其餘的鈾中的百分之一，即九·八〇一公分，又變成八·四七八公分鉛和一·三二三公分氦等等。

最有趣的走這種變化過程的速度，即放射性物質原子分解的速度，並不受該物質所處的條件的影響。這方面的實驗證明，不論在接近絕對零度（攝氏二七三度）的溫度中，或者在幾千度的高熱中，原子分解的速度是同等的。同樣，高達數萬度的氣壓也不會影響原子分解的速度。

所以，在確定了任何礦層中由鈾形成的鉛的數量之後，我們就能計算出這一

個礦層的年齡，即從該礦層凝結以來的年數。這種方法當然祇適於確定固體物質的年齡，因為由鈾分解而形成的鉛，在流質或氣體的狀態中，會捨棄它的形成過程的。

這一個確定年齡的方法，給構成地球表面層的年輕的礦層所提供的結果，非常符合地質學家們從完全不同的出發點所估計的比較年齡。將這方法應用到最古老的礦層上去，所得的年齡約自十五億年至三十五億年。所以我們可以斷定地球的硬殼約在三十億年之前形成。

放射性現象的研究還剛剛在開始之中。但是我們已經知道，這種現象在自然界起着多麼重要的作用。一種化學原素變成另一種化學原素，同時還放出大量的能，這是宇宙的基本過程之一。這種過程供給了億萬年中太陽和星球所放射的那些大量的光和熱。放射性物質在我們地球的生活中所起的作用還剛剛在開始闡明之中，但是毫無疑問，作用是很大的。

無論如何，我們已經在放射性現象中找到了測量過去的、出色的時鐘。而這種放射性現象在自然界散佈得這樣廣，差不多地球上沒有一個角落不可能發現原子分解的痕跡、

結 論

上面已經敘述過了各時代人們怎樣接近解決地球起源的問題。現在我們祇還要指出某些要點，以便正確地評估已經達到的結果和完全闡明我們對於未來的科學能有什麼期望。

首先，應該弄清楚，人類度過的生活的歷史是多麼短，科學還是多麼年輕。這可以從下面的計算中看出。

例如地球自從形成地殼以來的年齡是三十億年。地質學的發掘，以各種最不同的方法使我們相信，地球上的生物是在三億年之前產生的。從最古老的表面地層

中所遇見的殘餘的最平常的動植物，直到比較新的地層爲止，我們可以看到，生物怎樣的發展，怎樣的先出現貝介類生物，後來出現魚類，爬蟲，飛禽，哺乳類生物。最後，在年齡估計約有三十億歲的地層中，第一次遇到了存在人類的遺跡。所以，由原始的類人猿變成現代的人，約需化費三億年的時間，或者換句話說，大約要經過一萬個世代的交替。

從我們日常所用慣的測量方法看來，這一段時間是很大的，因爲人類的全部歷史生活，祇有幾千年之久。但是從過去和未來的地球的生活看來，人類存在的時間，人類從事科學的研究工作的時間，祇是短短的一瞬間吧了。爲了使讀者明白實際的情形，我們可以用下面的方法來作解釋。

我們算作地球年齡的三十億年，我們稱之爲『大年』。我們將這一『大年』依照普通的年份分成日，時，分，秒。在這種情形之下，就很容易算出了：生物存在的時間是三十六『天』半，而人類存在的時間却祇有五十二『分』三十六『秒』。

科學的萌芽，我們大約可以在三千年之前發現。這就是說，科學一共祇存在了三十一『秒』的時間！

第一次用望遠鏡觀察天文是在一六一〇年一月七日，從這一天起才開始能真正順利地研究我們周圍的世界。但是從那一個時候起，至今僅僅過了……三『秒』！你瞧，如果和地球的生命相比，我們的科學是多麼年輕啊！

現在我們來看看另一面，未來的一面。

我們有一切的根據可以認為，地球現在所處和造成可能在地球上所有生物存在的條件，在未來的億萬年中不會有多大的變化。在這一個時期中，不論是太陽所放射的光和熱的量，或者是地球和太陽之間的距離，都不會有什麼顯著的變化。

所以，人類真正從事科學工作還祇幾『秒』的時間，他們面前正有着許許多多『年』的時間可以將科學作進一步的發展。和人們將在巨大的時間中所認識的事物相比，現代科學所達到的一切知識和成就，那算得了什麼。因為一『年』有三千一

百五十萬『秒』。而應該承認，人類面前還將有很多很多的這樣的『年』。

再有一點，科學發展的速度，正像不能脫離科學技術一樣，是激急增進的。例如，在十九世紀中，科學和技術的成績比了先前的任何世紀要大得多。而且將來由於社會制度的逐漸逐漸改善，可能從事科學工作的人將愈來愈多，因此科學的進步也將愈來愈快。

所以，我們應該記住，科學還很年輕，它在認識自然界的事業中還祇有初步的成就。它面前還有着無限的光輝燦爛的前途。假使說，科學還沒有完全詳細解決地球起源問題這一個複雜的任務，那這也是不足為奇的。正相反，我們應該高傲，科學現在已經這樣的發達，已經能真正着手解決這一個巨大而複雜的問題了。

大眾科學叢書

本叢書係中蘇文化協會研究委員會根據蘇聯最新出版之科學書籍所編譯。原著者均屬蘇聯最享盛名之科學家，用新的觀點，以深入淺出之文筆，闡明各種科學問題，及日常生活現象。在目前科學大眾化運動中刊行，尤富有意義。第一輯之上下兩部份書目如下：

- | | |
|---------|--------|
| 宇宙的構造 | 波拉克著 |
| 地球的歷史 | 蘇波丁著 |
| 人怎樣征服自然 | 華爾德加德著 |
| 生命的起源 | 凱勒爾著 |
| 人怎樣講話的 | 雅柯伏里夫著 |
| 做母親的指南 | 斯比爾斯基著 |
| 物質的變化 | 甘堡著 |
| 地球在宇宙間 | 龍蓋維奇著 |
| 地震怎樣發生的 | 高爾希柯夫著 |
| 水底世界 | 鮑戈羅夫著 |
| 人體的故事 | 卡巴諾夫著 |
| 樹葉怎樣會綠的 | 史托列多夫著 |