

蘇聯青年科學叢書

# 地球和行星

巴葉夫等著



中國青年出版社

52

50



蘇聯青年科學叢書

# 地球和行星

巴葉夫等著  
滕砥平譯

中國青年出版社

一九五三年·北京

第202號

## 地球和行星

著者 蘇聯 巴 奧 藥 夫  
奧 格 洛 尼 科 夫

譯者 滕 砥 平

青年·開明聯合編譯

出版者 中國青年出版社

北京東四門條老君堂11號

總經售 中國圖書發行公司

印刷者 新華社印刷廠

字數57,000

一九五一年十一月第一版

印數3,001--38,000

一九五四年一月第四次印刷

每冊定價3.000元

55

16

## 內 容 提 要

這裏把作者不同而內容相近的兩本小冊子——‘地球是什麼托着的?’和‘地球和行星’——的譯文合成一本,談的是宇宙的原始,地球和別的行星的構造,對於地球和火星尤其說得詳細。書中強調指出宇宙是絕對可知的,一切自然現象都是有因果性和規律性的,批駁了唯心科學家的謬說。對於外來天體毀滅地球的妄談,也給予明確的批判。

К. Л. БАЕВ

ЗЕМЛЯ И ПЛАНЕТЫ

К. Ф. ОГОРОДНИКОВ

НА ЧЁМ ЗЕМЛЯ ДЕРЖИТСЯ

ТЕХГИЗ, МОСКВА, 1950

## 譯者的話

本書包括兩篇文章，都是從蘇聯‘國家技術出版局’在一九五〇年出版的兩本通俗科學小冊子翻譯出來的。第一篇‘地球是什麼托着的？’(На чём земля держится)的作者是‘奧格洛尼科夫’(К. Ф. Огородников)；第二篇‘地球和行星’(Земля и планеты)的作者是‘巴葉夫’(К. Л. Баев)。由於這兩本書的篇幅都不多，而在內容上又有互相啓發互相補充的地方，所以經譯者和出版者商量後，就決定把這兩篇文章合成一本書出版了。

譯者感覺到，翻譯通俗的自然科學書跟翻譯文藝書不同。翻譯文藝作品，爲了保存故事和描寫的完整，必須和原作完全保持一致；翻譯通俗科學作品的目的在於介紹知識，在不違背原意的原則下，應該儘可能譯得淺顯易懂。因此，在翻譯時爲了把原作者所要表達的學理介紹得更清楚一些，對原文作一些適當的改動也是必要的。

這一個譯本就根據了上述的原則，凡是原文說得不很明確的地方，都作了一些必要的改動。不過譯者爲學識所限，所譯的不一定能算盡善盡美，還要希望讀者多多指正。

滕砥平 一九五一年，九，二五

# 地球是什麼托着的？

奧格洛尼科夫著

## 一 地球支托着各種物體

地球是什麼托着的？很早就有人提出過這個問題。這問題的發生是很自然的，因為我們在日常生活中到處都看見，物體必須有東西托住，否則它就要落到地上去。海上航行的船是水托住了它的底，鳥和飛機是空氣托住了它們的兩翼。飛機的翼要是損壞了，飛機就失事了。

可是海裏的水和包圍地球的空氣，又是什麼托住的呢？

顯然是地球托住的。

海底托住海水，是人人知道的。一提到空氣，乍看起來似乎不很明顯。空氣是不是必須有東西托住它呢？當然是必須的。

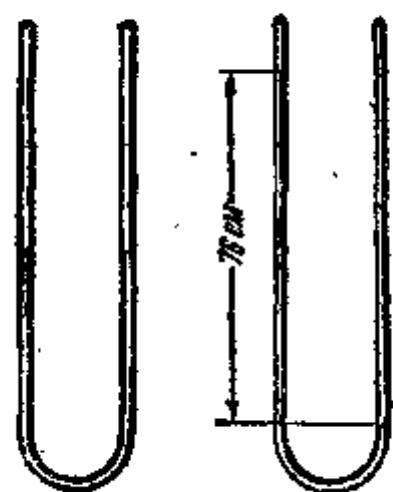


圖 1. 裝有水銀的玻璃管：  
左圖中，管子兩端都閉着口。  
右圖中，管子的一端抽去了  
空氣又封了口

因為空氣和一切其他物體一樣，也有重量，也以很大的力量壓在地面上。這可以用下面的試驗來證明。把一根橫截面為一平方厘米的長玻璃管變成馬蹄形（圖1）。把它兩端朝上豎立着，裏面灌上水銀（水銀是極重的液體，差不多相當於同體積水重的14倍）。在玻璃管的兩端都開着時，兩邊水銀的高低是一樣的（圖1左）。這因

爲壓在管子兩邊的水銀面上的空氣壓力，是一樣大小的。現在讓我們用抽氣筒抽出一邊的空氣，這時候立刻可以看到這一邊的水銀在開始上升。如果把空氣完全抽盡，同時把口封起來，結果其中水銀的表面，就會比開口那一邊水銀的表面，高出 76 厘米(圖 1 右)。這事只能有一種解釋，就是在開口那一邊有空氣壓在水銀面上，而在封口那一邊，因爲空氣已被抽盡，就沒有空氣壓在水銀面上。空氣的壓力恰等於封口一邊高出於開口一邊的那一段水銀柱的重量。這個重量不難算出來。假如管子的橫截面等於一平方厘米，那麼高 76 厘米的水銀柱就重 1033 克。從這裏可以看出我們不用水來做這個試驗的道理。水太輕了，如果用它來平衡空氣的壓力，水柱的高度就非有 1033 厘米或 10.33 公尺不可。這樣一根管子會有三層樓那麼高，試驗起來豈非太不方便？

由此可知空氣的壓力等於高 1033 厘米的一根水柱。換句話說，每一平方厘米的地面上所受空氣的壓力，就是 1033 克。

上述裝滿水銀的馬蹄形玻璃管，用途之一是做測量氣壓的儀器。這種儀器叫做氣壓計。

所以我們四周的一切，空氣也在內，都壓在地球上，依托在地球上。地球是托住地面一切的支持者。就是空中的飛鳥，最後也是壓在地球上的，因爲飛鳥依托空氣，而空氣又依托地球。可是地球又是依托什麼呢？爲什麼地球不會墜落呢？



我們現在就打算解釋這問題。

我們就會看到這問題並不簡單。在許多世紀裏，人們都不能替它找出科學的答案。於是教會中人就利用這個缺陷，來維持人們對於神力的畏懼。爲了這一點，他們對於這一個大家感覺興味的問題，想出了超自然力的解釋。可是在實際上，自然界並沒有什麼超自然力存在。你就可以看到在‘地球是什麼托着的’這個問題上，我們用不着求助於荒誕的傳說。從科學方面就能得到十分滿意的答覆。

## 二 ‘地是三條鯨魚馱着的’

今天誰都知道地球一方面繞着太陽轉，一方面依着自己

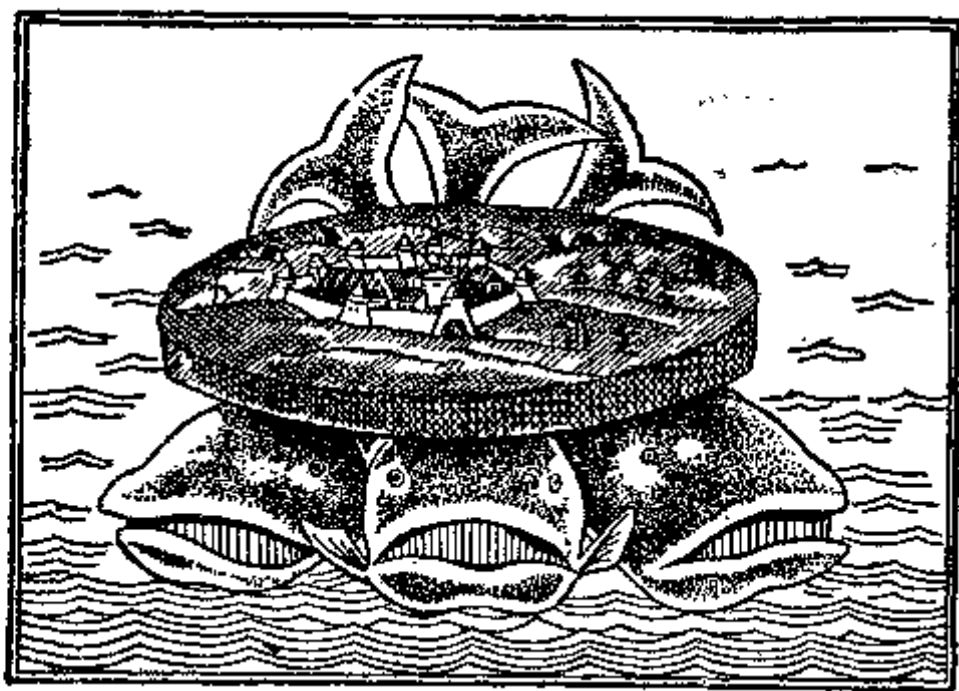


圖 2 古代的俄羅斯人以為地是浮在大洋上的三條鯨魚用背馱住的(古畫)

的軸心自轉。但是在從前，人都以為地是不動的，因此認為應當也有東西把地托住。

可是這種力能托地的東西，究竟是什麼？誰也無從追究，於是我們的祖先就想出了種種無稽之談。有的（如古代的俄羅斯人）以為地是浮在大洋上的三條極大的鯨魚用背馱住的（圖2）。有的（如古代的印度人）以為地是四隻大象馱着的（圖3）。而太古時代的人（如巴比倫人）則認為大地自己就能浮在洋面上。

由我們現代人看來，類似以上的看法，顯然都是迷信，都是信仰超自然的力量。因為無論是鯨魚或大象，即使再大些也斷然馱不起咱們的地球，何況只要是動物，它就要吃，要繁

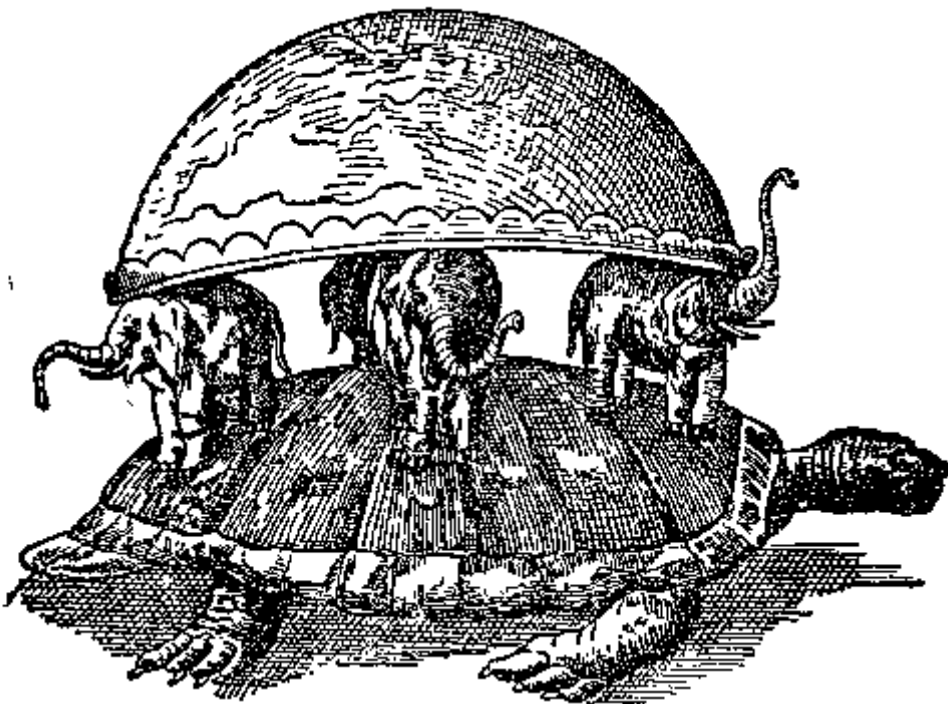


圖 3. 古代的印度人以為地是四隻大象馱着的，四隻大象又站在一隻能夠浮在水面的烏龜背上

殖，要衰老，要死亡。沒有一種動物能夠活到幾百歲以上。

這樣看來，主張地球是由鯨魚、大象或任何一種想像中的動物馱着的看法，都等於是相信超自然力，而相信超自然力，就是不相信科學。因為科學的結論，都是建立在以實驗為基礎的準確計算上的，它和迷信或超自然力沒有一點共同的地方。自然，你有你的信仰自由，不過在今天，全部技術和文化發展的基礎都是建立在科學上，你又怎能不相信科學？如果沒有科學發展的話，我們今天就沒有鐵路，沒有汽車，沒有飛機，沒有任何一種技術。人類也一定長期滯留在半野蠻狀態，和我們那些遠祖一樣，住在樹上，住在山洞裏。

至於古代巴比倫人認為地是浮在洋面上，像塊木頭一樣，這種看法當然也極荒誕。要知道地的分量極重，決不能像木頭一樣浮在水上。退一步講，就算它能浮在某一種大洋上吧，但這個大洋裏的水，也應當有東西托住它才行。巴比倫的聖人都想不到這一點，可見當時人類文化的水準比現在要低得多。

誠然，這裏還應當指出，早在古希臘因為天文學和幾何學會有高度的發展，當日的學者們也曾有過地是球形的思想，並且曾經算出地球一周的大約長度。公元前 250 年，學者阿里斯塔爾赫並且曾在公認地為宇宙的中心的時候，發表過地球繞日而轉的看法。但他的學說並沒有得到擁護者，他自己且被人控告為瀆神者。

進步的思想從教會方面受到嚴酷的迫害的例子，歷史上記載很多。因為教會是替壓迫階級服務的。而保持固有的秩序和落後的世界觀，對於壓迫階級正是有利的。

在中世紀的黑暗時代，教會享有很大的權力。教育權就掌握在那一班無知的教皇和僧侶手裏。於是他們就在科學的幌子下宣揚各種各樣的謬說。例如：他們主張地是有‘邊’的，在地邊上立着一個透明的圓屋頂把整個大地蓋着。上帝就住在這個圓屋頂上面，轉運着使太陽和行星運動的機器。

教皇和僧侶試着要用自認為可以證明上帝的全能和全知的種種奇蹟的故事，使人民停留在愚昧裏，使他們永遠在壓迫者面前低頭。僧侶們狂暴地保衛那些關於宇宙的古老的已死的看法，抗拒着那些能夠顛覆宗教的科學的新看法。

在好幾世紀中，教會一直在宣揚地是不動的中心，說它是上帝專門造來給他所造的人住的。但這時候却出來了一般前進的學者，他們證明不是太陽繞着地轉，而是地球繞着太陽轉，又證明了無限的宇宙間還有許多類似太陽的其他世界。這樣的看法並沒有給上帝和超自然力留地位。這就打破了宗教的謬說。

於是教會就說他們是所謂異端，對他們加以嚴酷的報復。他們的書被查禁了，燒燬了。意大利科學家伽里略並且因為擁護哥伯尼地球繞日而轉的學說受了教會的嚴刑拷打。還有一位布魯諾，因為他主張宇宙中有許多世界的存在和宇宙

的無限性，曾在350年前被教會活活燒死。直到十九世紀初期，他的文集還受着許多國家的查禁。俄國的偉大科學家洛莫諾索夫，也曾因為擁護宇宙中有許多世界的學說而受到教會方面的暴烈的攻擊。

在全部歷史中，正確的科學觀點是在與陳舊的假科學觀點，和教皇的愚昧主義觀點，作嚴厲的鬥爭中，鋪平自己的道路的。

直到社會主義勝利之後，科學思想發展的障礙才失去了存在，幾百萬的勞動者才得接近正確的科學教育。

那麼，地球是什麼托着的？為什麼它不墜落？對於這些問題，現代科學是怎樣回答的？在談到這問題以前，我們應當先把幾個已經完全不加思考的用慣了的觀念，拿來仔細分析一下。

### 三 ‘向下’是什麼意思？

當我們手上一只玻璃杯子偶而滑落到地下打碎時，我們不過責備自己不小心，至於杯子會墜落這件事的本身，我們是一點也不會驚訝的。從小時候起，我們就看慣，凡是沒有東西托住的物體，都會墜落下去。但它們為什麼一定要墜落下去呢？

讓我們對這個問題仔細想想。根據日常經驗，我們知道，要使某種不動的物體動，必須對它加上力量。如果不用力量

拖動它，它就要長期停在不動的狀態中。根據日常經驗，我們又知道，如果有一物體失掉了托住它的東西，它就要開始墜落。墜落也就是動。所以對於地面上的每一物體，一定有一種向下拖拉的力量。當物體停在任何一種支持的東西上時，它當然不向下落，可是拖它向下的力量，隨時都存在的。在這時候這力量是在使物體緊緊壓在支持的東西上。只要把一件很重的物體放在桌上，就可以看出它是在用多大的力量壓在桌上了。如果桌腿不够堅固，桌子就會倒塌。這時候，重物得到了動的自由，就要撲咚一聲掉落到地上去。這種力量誰都知道得很清楚。它叫做重量。要知道什麼是重量，也非常容易。只要把任何一件重物，拿在手裏掂一掂就成。

這樣，我們就可以說物體的重量，就是把物體拖向地球的力量。但是這力量究竟是怎樣的一種力量？為什麼會有這種力量？

對於這個問題的正確解答，是由偉大的科學家牛頓找到的。他發現了萬有引力的法則。他第一個看出物體的重量起因於地球。物體的重量就是力，地球就用這個力吸引地球表面上一切物體。

所以物體的重量不是別的，只是地球的引力。

地面上的一切物體都‘向下’墜落，可是這個用慣了的名詞‘向下’又是什麼意義呢？讓我們研究一下。

初看起來好像這個問題是多餘的。向下就是筆直朝着

腳底下。它和向上就是筆直朝着頭頂上是同一類的話。這些話簡單明瞭，好像一點也用不着再加解釋。我們如果想確切知道向下的方向，也很容易。只要用一根繩子吊住一塊小石頭，小石頭來回搖擺幾秒鐘之後，靜止下來時，繩子就會成爲一條鉛直線，而那縛有石頭的一頭，就恰恰指向我們所求的向下的方向。

但是現在讓我們問問自己，向下的方向是不是對於地球上所有的人都是一樣的？初看起來這個問題也好像是多餘的。因爲我們已經看慣，一切鉛直線好像到處都是正正的指向同一的方向。譬如城市中各種建築物的牆或電線桿子，沒有一堵或一根是斜站着的，它們都是彼此平行直立在地面上。

可是如果我們認爲整個地面上的電線桿子，都是指着同一的方向，却是錯誤的想法。假如地是平的，這想法才不會錯，因爲只有在一塊平地上，所有電線桿子才會彼此平行地站在那裏。但在事實上，地並不是平面的，而是球形的。因此，在地球上面，所謂向下的方向，只是指向地心的方向。而指向地心的方向，就地球表面上不同的地點來說，當然是不會相同的。例如，兩個腳底相對的人，譬如說，一個住在蘇聯某處，一個住在南美洲某處，就這兩個人來說，一個人所認爲的下方，必然是另一個人所認爲的上方，反過來也一樣（圖4）。

四百多年以前，地是球形還不像現在這樣爲大家所深知。那時候，關於腳底相對的人的問題，有時候被提出來，作爲地

球決不會是圓形的證據。當時許多人都認為，人決不能在

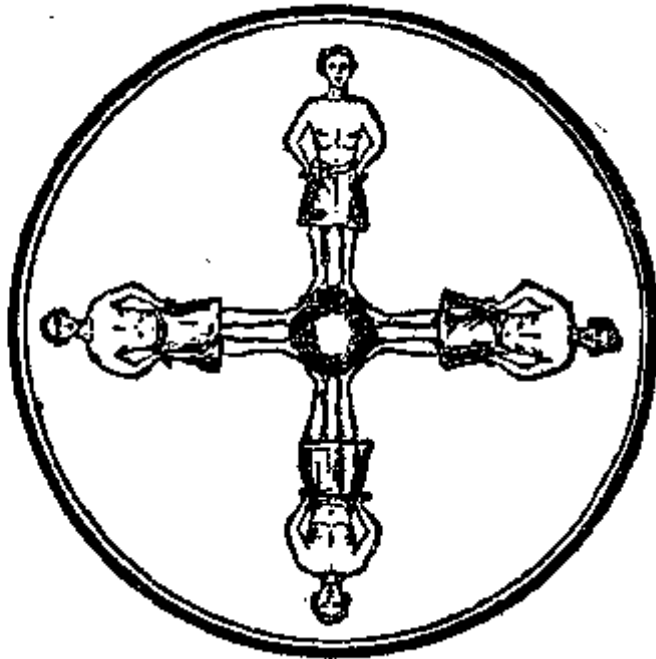


圖4. 地球和腳底相對的人(一幅古畫)

地球的那一面住，住在那一面的人，一定會從地球上掉下去。

在今日，地是球形，已經沒有任何人加以懷疑了。人們常作環遊地球的旅行。單是這一件事，就可以證明這一點。

因為顯而易見，假如

地球是平的，我們便沒有完成這種旅行的可能。再則到了今日，差不多全部地球的表面，都已經經過了仔細的測量，並已製成了成百成千種各式各樣的地圖，使地球各處的大小和形狀，極準確地擺在我們眼前。因此，在今天已沒有人懷疑地球那面不可以住人了。我們(蘇聯)自己便住在南美洲人的腳底下。但我們這裡有人從地面上掉到那兒去了沒有？當然沒有。

反對地是圓形的人，他們的錯誤極其明顯，他們不過是沒有考慮到一件事，即：地球各部分所謂向下的方向是各不相同的，但都是指向地球的中心(圖5)。在日常生活裏，我們所以注意不到這件事，是因為人的眼界比起地球的大小來是太小



了。地球的半徑大約是六千五百公里。我們要察覺許多鉛

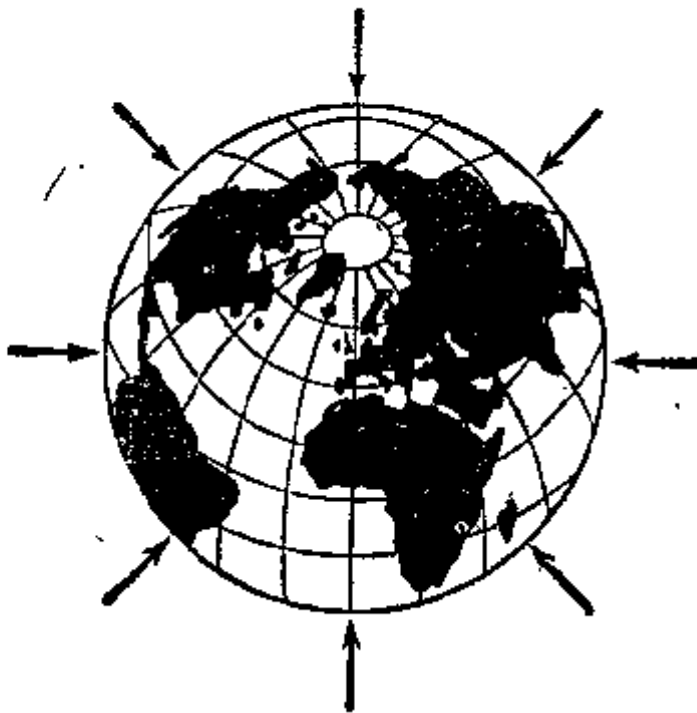


圖 5. 地球各部分有着各不相同的‘向下’的方向，如箭頭所示

直線在方向上的差別，必須在地面上移動好幾百公里。而在移動時，我們到了一處便又不能看見別處。雖是如此，科學家仍能在幾公尺的距離裏察覺這種差別。不過他們不能憑眼睛去察覺，必須利用特別的儀器。

這樣說來，就整個地球來看，所謂向下的方向並不存在。因此，說我們的地球會向某一個向下的方向墜落，這話顯然是十分荒唐的，事實上，我們普通所謂向下的方向，只是指向地心的方向。因此，如果說地球會向下墜落，意思只能是說，它是向它自己的中心墜落，這話顯然是不通的。

不過地球雖然不能向某一向下的方向墜落，却不能跟着就說地球是不動的。在下一節裏，我們就會懂得地球不但會動，甚至於還會墜落。不過它並不向下墜落，而只朝着太陽墜落。並且它雖是這樣的墜落，却無論什麼時候也不會落到太陽上去。

#### 四 墜落而又永遠落不到地是可能的嗎？

我們已經看見，就是像‘重量’和‘向下’這類最簡單的觀念，如果加以思索，都會得出許多有趣的結論。現在讓我們仔細研究‘墜落’又是什麼意思。初看起來，問題似乎也是簡單明瞭的。當一件東西在本身重量的影響下，向地面掉下去的時候，我們在習慣上就說它是墜落了。我們當然總相信東西一經開始墜落，就遲早要落到地上。問題只在時間。假如是從不高的地方墜落，這東西落地很快。假如是從高處墜落，它落地所需的時間也不會怎樣長。這就是經驗告訴我們的一切。

可是事實上，這裏的情形並不像我們初看時那樣的簡單。初看時我們沒有把現象徹底思考，只憑我們那少量的日常經驗來推論，當然覺得它很簡單。可是日常的經驗雖然在生活中常對我們有幫助，用在這裏却全無是處。我們以科學的態度來考察物體的墜落現象時，馬上就會覺出這句話的可信來（科學的態度就是一切求其精確，任何‘細節’都不放過。因為導引科學家走向偉大發見和發明之路的，常常都是一些‘細節’）。

① 物體墜落的研究是力學（關於運動的科學）的一個主題。在力學的無可爭辯的證據前，我們的日常經驗常常顯得十分落後。物體墜落的現象正是一個例證。

日常經驗說些什麼？它說任何一件物體如果它墜落，一定往下落到地上。可是力學告訴我們，墜落的物體有時候並不落到地上。在某些條件下，它甚至於會飛到地球外面去。

爲了能够正確瞭解物體墜落的現象，我們必須懂得兩條關於物體運動的法則：一條是慣性的法則；一條是運動合成的法則。

慣性法則的表現，我們隨處都遇得到。電車司機把車陡然煞住時，車裏的全體乘客都會經驗到一種力量把他們推向前方。這種情形，我們誰沒有遇見過呢？這樣的推力正因慣性而發生。在司機煞車以前，車中人都以某種一定的速度前進。當車身因煞車而猛然停止前進時，每一個旅客的身體都要在這一霎那間依照慣性法則，繼續以從前的速度向前運動。結果旅客們就向前傾斜，或者向前跌倒。反之，假使司機猛然間把車的速度加快，那麼乘客就要向後傾斜或倒下，因爲他們在車速加快以前，只有很小的速度，按照慣性法則，這時候還要努力保持那個速度。

物體的慣性法則是這樣的：如有一種物體以不變的速度沿着直線向前運動（速度不變，就是說在每一個單位的時間裏所走過的距離都相同），那麼這物體就要保持這樣的運動，直到有某種力量出來改變它。

第二條法則是運動合成的法則。在一個物體同時進行兩種不同的運動時，就要用到這一法則。舉例來說：假如有隻

小船，橫渡一條流得很急的河。在這種情況下，小船有兩種不同的運動：一方面，划船者的力量使小船橫渡到對岸去；另一方面，水流又在使小船沿河而下。結果這隻小船靠岸的地方決不會是和開船處恰恰相對的地方。水流要把它沖向下游的某一點，並且水流得越急，船沖得越遠。

要對這一點瞭解得更清楚些，請看圖 6。A 是開船的地

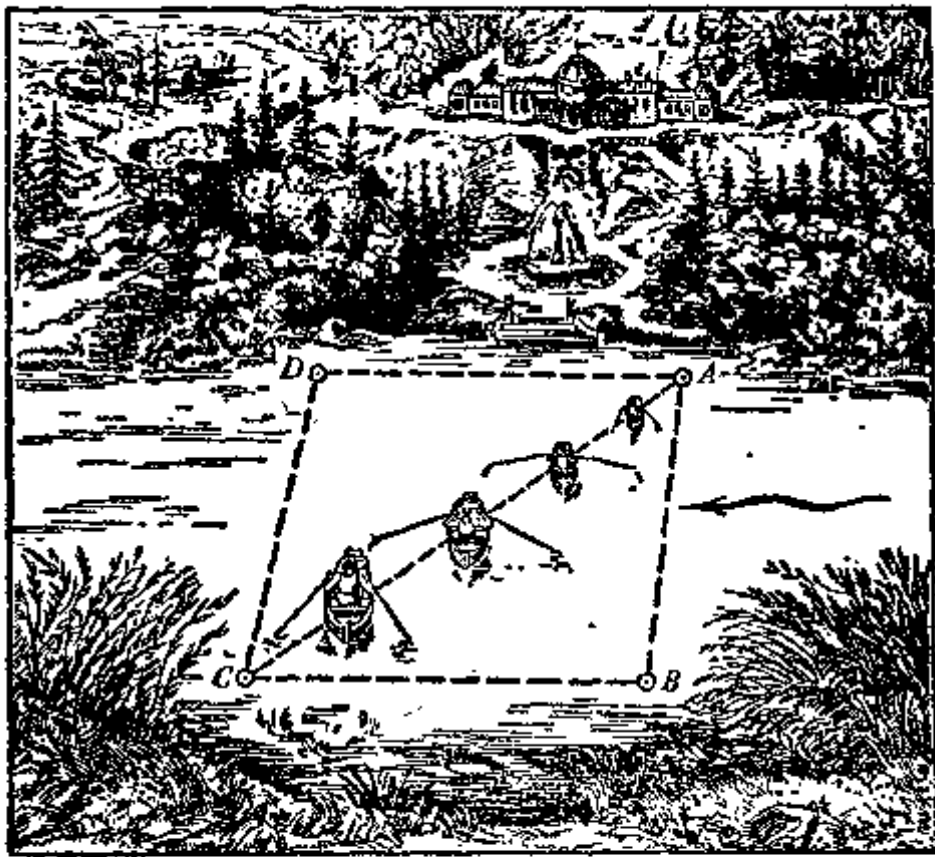


圖 6. 運動合成的例子

點。如果河中的水不流，而小船前進全靠划船者的力量，那麼小船靠岸的地點，一定會是和 A 點恰恰相對的 B 點。可是河裏的水是在不息地流，把小船向下游沖去。如果划船的

人完全不划，讓小船自由漂流的話，小船就會漂到  $D$  處。但事實上，小船是在同一時間，取着兩種運動，所以它不會來到  $B$  點，也不會來到  $D$  點，却要走到  $C$  點。這  $C$  點就在  $ABCD$  這個長方形的對角線  $AC$  的末端(圖 6)。

我們所說的關於小船運動的情形，可以用來說明任何別種物體。這就是運動合成的法則。內容如下：

‘如果有一種物體，同時取着方向互相垂直的兩種運動，那麼實際上它的運動必然要沿着這兩種運動所形成的長方形的對角線方向前進。’

我們已經明白了這兩種運動的法則。現在可以進一步去考察物體墜落的現象了。

假定我們站在一座樓房的陽台上，往下扔石頭。如果我們用手把石頭輕輕放下去，一點也不向它加上推力，那麼它落地的地點，一定正對着我們的腳底了。讓我們把這地點記下來。

如果我們再試驗一回，可是並不單是把石頭放下去，却是用力把它扔出去。那它一定不會落在以前的地方，而要落得比較遠一點。我們扔石頭的力量越大，它落地的地點，離開屋基也一定越遠。

我們還可以用放槍來試驗。槍彈也和石塊一樣會落在地上。不同的只是它落地的地點離開我們會遠到幾公里。

以上種種情形的原因，很容易明瞭。如果地球不吸引石

頭，那麼，依照慣性的法則，石頭被扔了出去以後，就會順着我們扔它的方向，以我們加在它身上的速度，繼續向前面飛去。但是實際上對石頭起作用的，還有永遠鉛直向下的地心吸力。假使我們沒有用力扔它的話，石頭依照地心吸力的法則，一定會垂直落下去。由於我們這一扔，石頭同時得到了兩種運動。它從我們扔它的地方向前飛去——和地面平行，又受地心吸力的影響，向下飛去。結果這兩項運動合在一起，就使石頭的運動，取對角線所指的方向。這一運動的合成，可以用圖 7 來表示。爲了簡單起見，圖中畫的是物體在一秒鐘裏

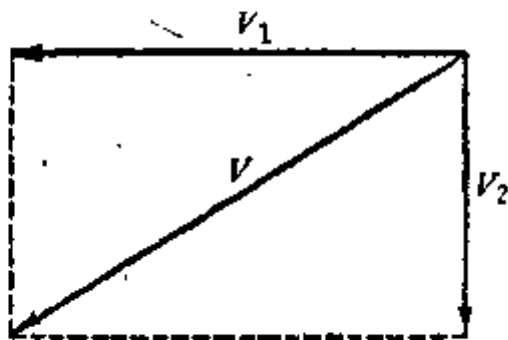


圖 7. 橫扔出去的物體墜落時，兩種運動怎樣合成。 $V_1$ ，橫行的速度； $V_2$ ，墜落的速度； $V$ ，真正的速度

走過的距離。一秒鐘裏走過的距離，在力學上叫做速度。因此，這圖是以速度的合成來代替運動的合成。其餘的情形看圖就可以知道，不必多加解釋。

不難領會，橫行的（向前的）速度越大，物體的實際運動

一定越平；墜落的速度越大，物體的實際運動一定越陡。

我們上面說到運動合成的法則時，只假定物體所有兩種運動的速度，在物體運動的全部時間中，始終沒有變動。在這種場合，物體運動的路線，將是一條直線如圖 7 所表示的。但在實際上，我們知道，橫扔出去的物體的路線，總是逐漸彎曲的。並且越近地面，彎得越厲害。理由是物體墜落時，墜

落的速度會隨時間的經過而增大。這在物體從很高的地方墜落要經過相當時間才會落地的情況下，特別顯著。在這一段時間中，物體橫飛的速度變化很少（因為這裏使它變小的原因只是空氣的阻力），可是它的墜落速度却增大得很多。因此，如果物體開始時的路線是很平的話，到後來，

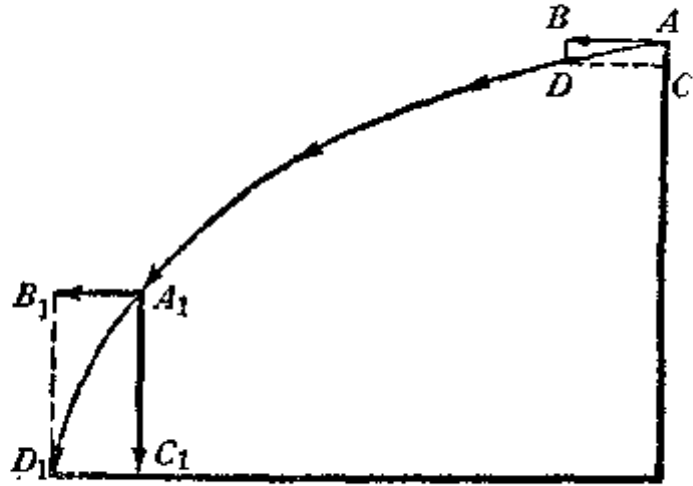


圖 8. 橫扔出去的物體在長時間的墜落中所經的路線

它就要變得越來越陡了。試看圖 8，就可明白這一點。物體在  $A$  處受到了一種推力，同時開始墜落。在開始的時候，它墜落的速度很小。因此，當它在一秒鐘裏，在橫的方向飛過了距離  $AB$  時，它在鉛直的方向裏只飛過了較小的距離  $AC$ 。速度相合的結果，使物體來到  $D$  處。圖中  $AD$  這條線代表物體在剛扔出去的那一瞬間所取的路線，它是傾斜很小的。現在讓我們看看同一物體在它墜落的最後一段行程裏，也就是最後一秒鐘裏的路線。在這裏，物體橫飛的速度，幾乎沒有改變。而它的墜落速度却大有增加。由於這個緣故，物體在一秒鐘裏向下飛去的路程  $A_1C_1$ ，就顯著增大。再由於運動合成的結果，物體自然便要飛到  $D_1$  處。圖 8 明白地告訴我們，物體在墜落的最後一階段所取的路線，要比最初一階段陡

得多。

現在讓我們說明只要開始時向石頭加上够大的速度，就可以使它雖然時時都在墜落，却永遠不會落到地上。這裏需要考慮的總關鍵，就在地是球形，不是平面。

請看圖 9。A 是地面上我們選擇的地點，O 是地球的中

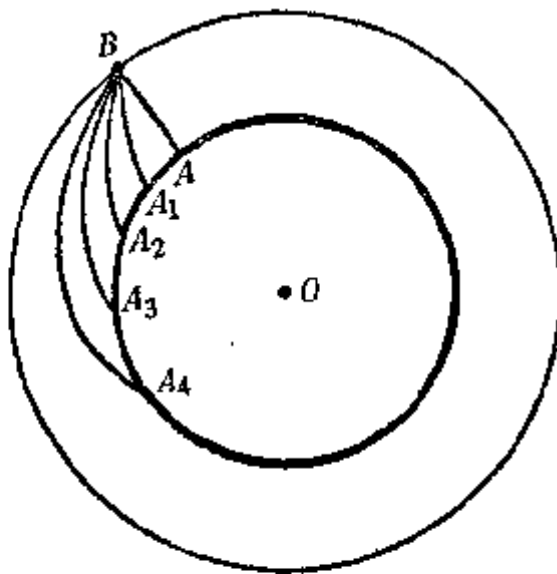


圖 9. 開始速度不同的石頭墜落的路線

心，B 處就是我們扔石頭的地點，它比 A 處高。如果我們只把石頭簡單地撥一下，一點推力都不用，那它一定鉛直下墜，落到 A 處。但如我們用力把石頭扔出去，那它一定落在另一地方 A<sub>1</sub>，這地方離開 A 點已有一段路程。扔石頭

時，我們用力越大，石頭落得越遠。A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub> 和 A<sub>4</sub> 都是石頭在各種推力下落地的地點。這裏我們可以看出，石頭落地的所有路線，都不是直線，而是曲線。開始較平，越近地面越陡。這種情形的原因，我們已經知道，在於石頭的墜落速度是在地心引力的影響下，不斷地增大着。

看看圖 9，不難明瞭：開始的速度大到一定程度時，石頭的路線應當變成一個圓。這時候，就發生本節標題所指的情形：石頭是在墜落，但在墜落過程中，它始終和地面保持同一



的距離。

把扔出去的石頭的路線變成一個圓所需要的速度，這個速度的大小可以利用力學的法則，把它算出來。它大約等於每秒 8 公里。這個速度一般叫做繞轉速度。

假如物體的開始的速度小於繞轉速度，那麼物體遲早要落在地球上。假如等於繞轉速度，那物體就要取圓形路線，環繞地球而運動。在每秒 8 到 11 公里的速度時，物體環繞地球

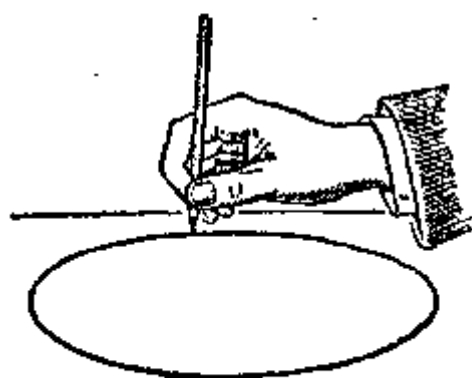


圖 10. 橢圓形

運動的路線成橢圓形（圖 10）。可是如果扔出物體的橫行速度大過每秒 11 公里，那它就要飛出地球界外去（圖 11）。

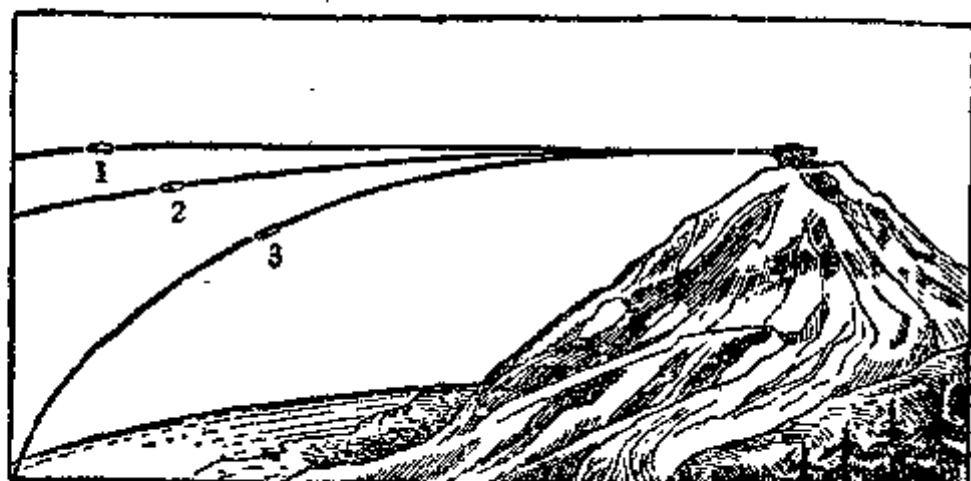


圖 11. 假想有這麼一尊大砲，安放在山頂，它發出的砲彈以極高的速度飛行：1，速度每秒 11 公里時；2，速度每秒 8 公里時；3，速度小於每秒 8 公里時

這件事，不只一次被文藝家用來描寫飛入月球和其他

行星的小說，例如：幻想小說作家尤拉·維爾納，就寫過一本砲彈奔月記。其中的描寫雖然只是作家大膽的想像，可是脫離地球飛到其他行星的可能性，却不是憑空臆造的，而是建基在正確的計算上面的。

不過應當說明，像每秒 8 到 11 公里的那種速度，在目前的技術水準下，還很難達到。最大的遠射程大砲，也只能有每秒 2 公里以下的發射速度。那就是說，只有上述的繞轉速度的四分之一。此外速度高到這步田地時，又必須考慮到空氣阻力的因素，因為空氣的阻力是隨着速度的加大，而很快增高的。目前戰鬥飛機的速度還只有繞轉速度的五十分之一。可是就在這種低速的情形中已非想盡方法減少空氣阻力不可。目前的方法是將飛機的外形造得沒有一點突出的地方，使成為所謂‘流線型’。那麼，速度高到 50 倍於目前的戰鬥機時，空氣阻力將是如何巨大，可想而知。就是因為這個緣故，所以直到現在，還沒有能夠造成一種大砲，把砲彈射到月亮上去。

不過在我們所談的題目裏，空氣阻力的問題，沒有重大影響。因為我們是談月亮和地球的運動。那都是些天體，它們不在空氣裏運動，而是在沒有空氣的星際空間裏運動。因此，它們的運動，也受不到任何阻力，而只受到力學法則的支配。

## 五 作為砲彈的月球

當我們談到萬有引力法則的發現時，我們只講了事情的一部分。我們只說到牛頓講過物體所以墜落是由於地球有引力，能強迫物體墜落下來。還有物體的墜落並不一定要落到地面上，條件適合的話，物體也能被拋射到地球界外去。

可是牛頓並不就此放手。研究了物體墜落現象以後，他

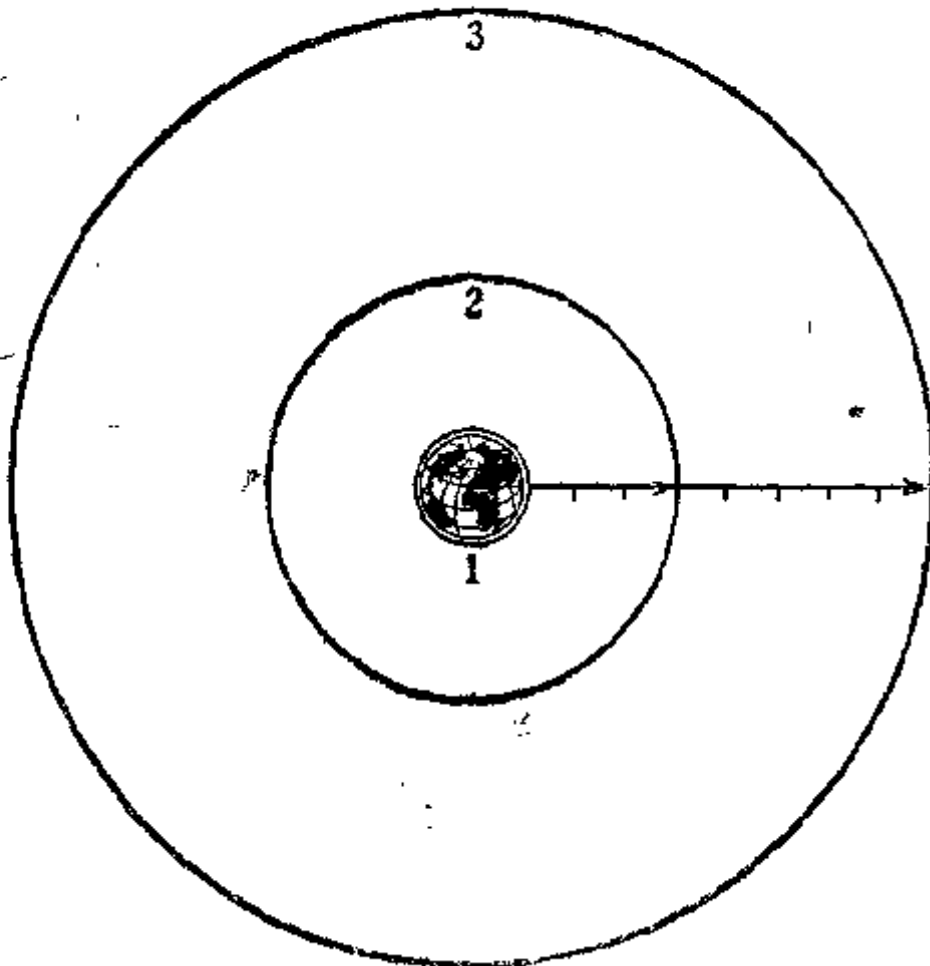


圖 12 離地球越遠，繞轉速度越小：1，在地球表面，繞轉速度每秒 8 公里；2，在四個地球半徑處，繞轉速度每秒 4 公里；3，在九個地球半徑處，繞轉速度每秒 2.7 公里。

又說明離開地球越遠，繞轉速度應當越小。具體地說，如果距離加大到4倍，繞轉速度就要減少到二分之一，如果距離加大到9倍，繞轉速度就要減少到三分之一，依此類推（圖12）。這樣，如果要知道在一定的距離時，繞轉速度會減少到幾分之一，那就只須找出那個自乘起來等於距離倍數的數目。此外，研究了行星繞日的運動以後，牛頓又得出了許多條新的結論，其中之一是說行星是在日球的引力下運動；日球加於各行星的引力隨距離的增加而減少，引力的太小恰和距離的平方成反比。換句話說，如果甲行星離開日球相當於乙行星的2倍，那麼作用在甲上的日球引力，就要比作用在乙上的弱，只相當於作用在乙上的太陽引力的四分之一（ $2 \times 2 = 4$ ）。如果是3倍，作用在它身上的引力就要小到九分之一（ $3 \times 3 = 9$ ）。其餘類推。

得到了這個結論，又明白了物體的落地是由於地球引力的影響之後，牛頓就向自己提出了這樣一個問題：使物體落地的同一引力是否也作用在月球上？也就是說，地球的引力是否和天體間的引力是一樣的？

月球是地球的衛星。它繞着地球轉，和地球與其他行星繞着日球轉是一樣的。月球環繞地球的路線或稱月球的軌道，和一個圓只有很少的不同，因此使物體落地的引力，是不是也作用在月球上的問題，就等於這樣一個問題，即月球環繞地球而運動，是不是完全和一枚從大砲裏以繞轉速度放射出

去的砲彈環繞地球而運動一樣？

牛頓做了一點算術，就令人信服地指出它們的確是一樣。現在將它的推理大致說明如下：月球距離地球大約等於 60 倍地球的半徑。所以如果在靠近地球的地方，繞轉速度等於前面已經說過的每秒 8 公里，那麼，在距離 60 倍遠的地方，繞轉速度即將減小到大約 8 分之一（精確地說是 7.8 分之一）。這樣，在相當於月球離地的距離，繞轉的速度應當是大約每秒 1 公里。

但月球環繞地球而運動的真正速度，是否確是這樣呢？不難用另一計算來核對一下。地球的圓周長四萬公里，而月球環繞地球而運動的那個圓周的半徑，相當於地球半徑的六十倍。因此，這個圓周的長度，也將是地球圓周的六十倍，那就是說，長二百四十萬公里。

天文上的觀察告訴我們，月球環繞地球一周，需時 27 又  $\frac{1}{3}$  晝夜，用這數來除二百四十萬公里，就得出月球一晝夜要飛行 87,820 公里。一晝夜等於 86,400 秒，所以馬上可以看出月球在一秒鐘裏大約飛行一公里。正和牛頓所求出的月球繞轉速度相符。

這樣，假使我們把一枚砲彈發射出去，使它留在同於月球的遠近上，永遠不再落到地球上來，那它的速度就應當恰恰和月球飛行的速度相同。

這是一個極重要的發現。因為它證明，地球的引力乃是

一切天體所服從的萬有引力的一個表現。

由此可知拿月亮來和砲彈相比是很正雅的。砲彈的飛行將完全和月球的飛行一樣，只要我們懂得怎樣把它發射到60倍地球半徑那麼高的地方去。

## 六 地球到底是什麼托着的？

我們的推理現在已經很徹底。對於最初提到我們面前的問題：‘地球到底是什麼托着的？’現在已經能夠十分清楚和準確地解答了。

月球運動的例子告訴我們月球是用不着任何東西托住它的。如果我們問：‘月球是不是落向地球？’我們應當回答：‘是的，月球也像任何物體——石塊、砲彈等一樣要墜落的，因為地球的引力在把它引向地球。’可是既是這樣，為什麼直到今日，月球還沒有落到地面上？這是因為月球一面墜落，一面又始終和地球保持同一的距離。而月球所以能這樣，又是因為月球不是一直向下墜落的。它是循着一個圓圈繞着地球運動的。

同樣的話對於地球也可以用。太陽依照萬有引力的法則吸引地球，所以我們很可以說，地球也是在向着太陽墜落。可是為什麼直到現在，地球不但沒有落到太陽上，根據最精確的測量，地球離太陽的距離連一點縮短的形跡都沒有呢？原因也就是地球在以一種繞轉速度運動。地球有了這個速度，太

陽的引力便不能把它吸引到自己身上去，同時地球也不能不繞日而轉，像月亮不能不繞地球而轉一樣。

作一點簡單的算術，像我們在上面替月亮作過的一樣，就可以知道這裏的情形的確也是如此。

太陽比地球大得多，因此它的引力也大得多。假如在地球表面上繞轉速度每秒約 8 公里，那麼在太陽表面上繞轉速度幾乎要大 55 倍，就是每秒 435 公里。如果要在太陽上發射一枚砲彈讓它繞着太陽轉，就得使這砲彈有這樣高的速度才行。地球離開太陽的距離約等於太陽半徑的 215 倍。可是你知道 215 等於  $14.7 \times 14.7$ 。所以地球應有的繞轉速度，必須相當於太陽表面上的繞轉速度的 14.7 分之一，也就是說必須是每秒 29.8 公里。事實上，地球也真是用這樣的速度繞日而轉的。由於這個緣故，地球才沒有越來越走近太陽，以至於落到太陽上。

可是地球也不能完全飛出太陽界外，因為要飛出太陽界外，它的運動速度應當再比這速度大半倍，即每秒 42 公里。

所以對於地球是什麼托着的這個問題，我們只能回答說：‘沒有什麼托住它。’若要再作幾句解釋，也只能說，我們的地球所以始終離太陽一般遠近，只是由於它自己的繞日而轉的高速運動。這就是這問題的科學解釋。

至於要維持繞轉的運動必須用力這一點，也只消很簡單的一種試驗就可證明。拿一根細繩拴一塊小石頭，把繩的一

端拿在手裏揮動，使小石頭在空中轉圈。這時候你就會覺出石頭在拉繩子。並且石頭轉得越快，它的拉力也越大。要使石頭不至於飛走，就非用力抓住繩子不可。我們在石頭的繞轉中不能不出的那一部分力，是要使石頭不至於沿着直線飛走所必需的。我們的手所用的力，在這裏就相當於引力。這力量一消滅（譬如繩子一斷），石頭馬上就會沿着直線飛走。

假如地球和月球所受的引力消滅了的話，地球和月球也要像上述的小石頭一樣，沿着直線飛走的。那時候月亮將飛出地球界外，地球將飛出太陽界外。可是引力不許它們這樣做，却把它們從直線的運動扭過來，強使它們循着圓圈運動。不過引力也只能做到這一點，它不能進一步使月亮落到地球上，或使地球落到太陽上。因為這兩個天體所具有的速度，都太高了。

最後我們可以說，一切繞日而轉的行星，都處在和地球相同的情形。它們也是沿着軌道繞日而轉，也是在落向太陽，却永遠落不到太陽上。

## 結 語

本文一開頭講了兩個鯨魚和大象的傳說。這些傳說已經老得幾乎沒人記得了，現在提出來加以批駁，讀者們也許覺得那是多餘。

但從那些故事開始，我們能夠漸漸深入到許多好像是十



分簡單的習慣了的觀念的本質。結果使我們看出在許多事例中，我們的想法都極不夠。同時又看出，有時候十分陳舊的概念在精密的研究下，可以獲得許多新內容。

如果讀者諸君對於這次深入日常觀念的小小旅行，不感覺枯燥，反而想多知道一點關於地球，關於月亮，關於運動法則的事情，那麼，作者就算達到了他那引起讀者對於知識研究的興味和愛好的目的。至於如何去求這些知識，這裏不想多談。因為在我們的國家裏有着一切可能的學習機會，世界任何別的地方，都沒有這麼方便，只要你愛好知識，你就可以得到知識。

# 地球和行星

巴葉夫著

## 前 言

這裏要講的是：太陽的衛星——地球和行星。

行星是什麼？

這個問題，相信許多人已能回答。行星就是巨大的球形天體；曾有一個時期，它們是熾熱的；但它們已經冷卻很久了。它們的表層已經凝成了堅硬的外殼，不能自己放光了。只因它們很像巨大的銀幕，能夠反射落在它們上面的太陽光，所以我們還能看見它們。

我們所住的地球，也是一個行星。地球和其它行星一樣，也是球形的，繞着太陽轉，同時也自轉。

天氣晴朗時，可以看看天空。在晨光和夕照下，我們可以在地平線不遠的地方看見一顆極亮的星。這顆星有時在白晝也能看見。它就是我們的近鄰金星——一個行星。我們還有一個天上的近鄰火星，它是一顆微紅色的行星，我們可以在夜間不同的時間看見它。有時候在晨光和夕照下，我們還可以看見水星。它是太陽系九大行星中最小的一個，也是離太陽最近的一個，它也呈現着微紅色。

最大的行星是木星和土星。我們常能在黃昏後整個夜間看見它們。木星非常明亮，如果我們已經知道了它的方位，甚

至在早晨太陽升起之後還能看見它。

上面提到的五大行星，古人早就知道了。古人用‘行星’二字來表明它們和那些似乎不大動的恒星的區別，因為他們看見行星在恒星中間行動。除了這五個肉眼能見的行星外，還有三個只能用遠鏡看見的行星——天王星、海王星和冥王星。

這樣，太陽系就包含着太陽和在近乎圓形軌道上圍繞太陽旋轉的九個大行星（地球在內）。有些行星——地球、火星、木星、土星、天王星、海王星都有衛星。衛星就是比行星更小的天體。它們繞着自己的行星轉，同時也和自己的行星一起繞着太陽轉。地球的衛星——月亮，就是這類天體中的一個。

此外在太陽系裏還有極多的小行星，它們的大小有時只有地球上一座小山、甚至一塊火石那樣大。可是小行星雖小，也和一切行星一樣，要依着完全一定的軌道繞着太陽運動。

參加太陽系組織的還有彗星和無數流星。它們都依着自己的軌道繞着太陽運動。

這裏却發生了一個問題：我們爲什麼要把太陽、九大行星以及它們的衛星和其他繞太陽轉的天體叫做太陽系呢？原因是：行星系統的中心天體——太陽，好像是在把繞着它轉的那些天體組成了一個嚴密的系統，並且在指揮它們的運動似的。原來太陽具有強大的引力，能夠強迫一切行星、小行星、彗星和流星，各依軌道繞着它轉。因為有太陽，這些天體才不亂走，才形成一個井然有序的固定的系統。因此，我們把它們全

體稱為太陽系(圖 1)。

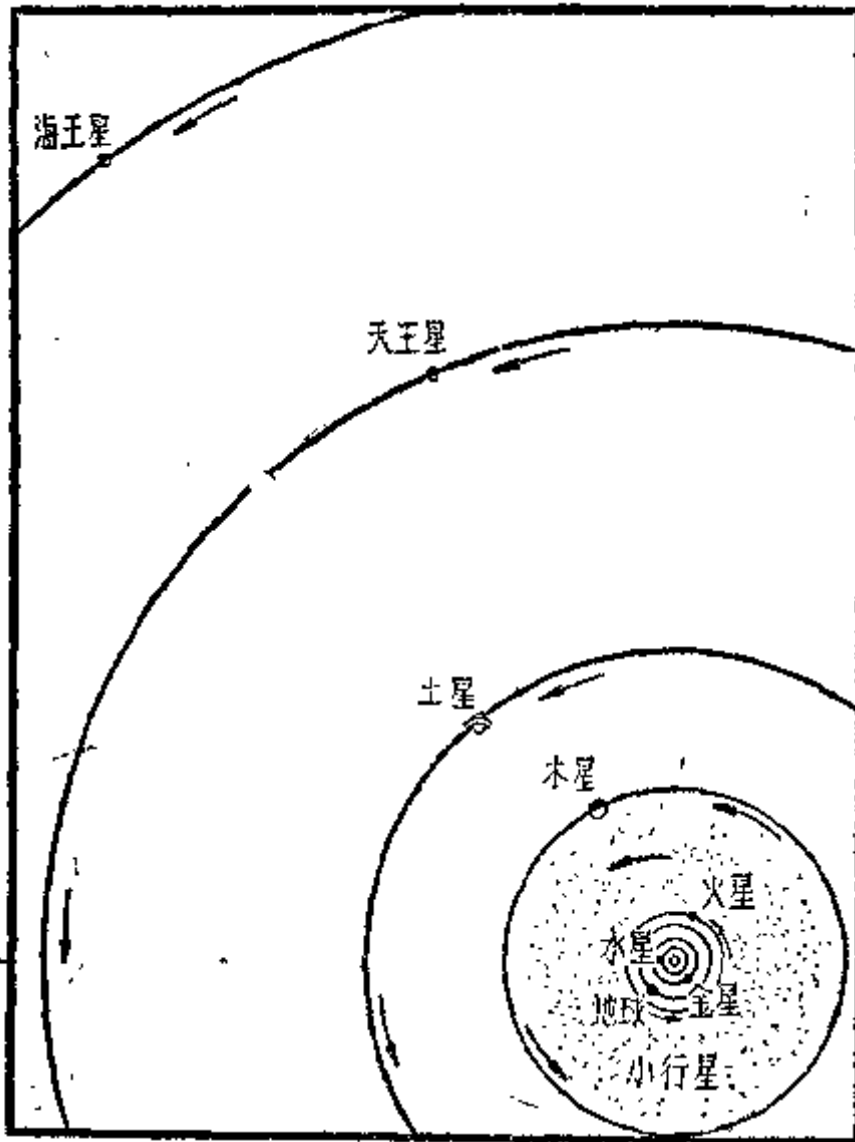


圖 1. 太陽系的行星(冥王星沒有畫上去)

上面是我們這個太陽系的構造。

但太陽系以外是些什麼呢？

很久很久，人們都認為地球是世界的不動的中心。太陽、恆星和行星，一切都在環繞着地球轉。現在我們知道這是錯的。地球並不是‘世界’的中心，它只是一顆平凡的行星，並且

經常在運動着。早在十六世紀，意大利有一位名叫布魯諾的科學家就說過：恆星都是一些離開我們很遠的太陽。它們的光要穿過極大的宇宙空間才來到我們這裏。

我們在天空中看見的一切恆星，都屬於一個偉大的銀河系。肉眼看來，銀河好像一條拖過全部天空的銀色帶子。自1610年遠鏡發明後，人們才查出銀河是由大量恆星組成的。

現在已查明我們的太陽也屬於這個銀河系統，那就是說，太陽只是組成銀河的無數恆星中的一個。假如我們能夠不從內部而從外部去看銀河，銀河的形狀就像一個透鏡。光線從這個大到不可想像的透鏡的一邊走到另一邊，要走十萬年之久。而光線的速度，我們知道，用整數來說是每秒30萬公里。這個由幾百萬萬恆星組成的銀河系統，也在繞着它自己的中心星羣旋轉。太陽就帶着地球和其他行星一起繞着銀河系的一個中心旋轉。它轉完一周的時間是18,500萬年。

可是我們的銀河系也不是無限廣闊的宇宙中唯一的銀河系。現在又發現了許多別的銀河系，它們都是和我們的銀河系相同的恆星系統。其中有些看上去很像霧。天文學家攝取了它們的照片，才查出它們多數有着螺旋般的形狀。

科學家發明了越來越強的遠鏡，因之就能越來越深入地透視宇宙。可是無論透視到那裏，也沒有發現宇宙的邊緣。宇宙在空間上、時間上都是沒有窮盡的。我們的地球只是太陽系中一個平凡的行星。而太陽又只是我們銀河系中一顆恆

星。至於銀河系的個數，在無邊的宇宙中又是數不清的。

## 一 太陽系的形成

天文學中有一部分專門研究星雲、恆星和宇宙中其他世界的形成和發展，叫做天體演化學。太陽系各行星的發生的問題，就是天體演化學裏面的一個基本問題。

早在十八世紀，哲學家康德和數學家拉伯拉斯就研究過這個問題。他們的科學假說是用純粹機械的方法，即和超自然力的干涉完全脫離關係的方法來說明行星的發生。

康德所提出的假說是向唯物的自然觀前進的第一步。所以恩格斯對它作了很高的評價，自然辯證法裏寫着：‘1755年出現了康德的“自然通史和天體論”，裏面拋開了關於原始推動力的問題。地球和全部太陽系被他描寫成在時間裏自己出現的東西。’恩格斯在這裏所用‘原始推動力’一詞，當然是指神的創造行為說的。

在康德的時代，他的太陽系起源假說曾經是很進步的；可是到了現在，它已只有歷史意義了。

十九世紀所公認的拉伯拉斯的假說，說得比較更為圓滿。他認為會有一個時期，太陽比現在要大得多。那時，它還不是什麼星，而是一團氣狀的雲霧。這團雲霧慢慢地旋轉，就漸漸凝固，漸漸冷卻。隨着這個初期太陽的逐漸收縮，它的旋轉速度自應增加，它的赤道上的離心力，也應隨着增大。其結果自

然就應當有許多氣體的環，逐漸從這個旋轉的星雲或太陽的赤道上分離出來，這些環後來就變成了行星。

但是這個假說，也引起了很多的異議。許多天文學家認為還是十九世紀中期出現的所謂‘隕星說’比較更可靠些。隕星說認為一切天體都是由隕星堆積成的。在前一世紀的七十年代，俄國會有一位科學家烏利夫（後來他成了有名的結晶學家）把這個假說加以發展。到現在，蘇維埃的名科學家希米德特又做了些輝煌的工作，使它復活。

在二十世紀初期，英國科學家琴斯的行星起源說，得到了廣大的流傳。他主張太陽在離我們極遠的時代，曾遭到過一次大劫。那時候有一個更大的恆星走到太陽附近。這個恆星的引力在太陽表面上造成了強大的浪潮或突出部分。後來這突出部分逐漸變成一條長長的氣流。過了很久，這個由太陽物質造成的氣流，也和太陽分手。這顆恆星不久就遠離太陽而消逝在無限的宇宙空間裏。隨着時間的過去，赤熱的氣狀凝固體分成了許多部分。冷卻後每一部分變成一個行星。

琴斯是個唯心論者，他公然信神。在他那本‘我們周圍的宇宙’裏，他十分坦白地說到‘激動以太並以此創造宇宙中各種新元素的神的手指’。

琴斯的假說，已被蘇聯的科學家巴利斯基駁倒了，巴氏指出行星決沒有依照琴斯的想法而形成的可能。

這時候，別國還在繼續創造種種有關地球和行星形成的



唯心論假說。認為宇宙間的物質是會時而發生，時而消滅的。可是偉大的洛莫諾索夫早就確定了一條絕對的自然規律，即物質是不生不滅的。

蘇聯的天文學家是從完全不同的地位上看這問題的。蘇聯的科學家：院士費森柯夫和希米德特根據新發現的事實，各人創造了一種唯物宇宙觀的行星起源說。這兩種假說都和琴斯的假說沒有絲毫相同之處。

按照院士希米德特的假說，太陽在銀河的中心運動時，曾經俘獲了一些宇宙物質的雲霧。那些雲霧裏都是些大小不同的固體顆粒。

原來在銀河的照片上，常常可以發現許多黑暗區域。按照蘇聯科學家安巴爾楚勉和哥爾捷拉茲的研究，這些黑暗區中不但有隕星的顆粒，而且還有氣體。這種黑暗的雲霧吸收了後面射來的恒星的光，這些區域因此在照片上呈現了黑色。

於是希氏的假說主張，太陽既有強大的引力，就能俘獲若干由大小宇宙顆粒組成的黑暗雲霧（現代的研究指出在太陽系裏也有大量的這種隕星物質存在）。黑暗的雲霧既然是由大小不等的宇宙顆粒組成的，許多小顆粒黏着在一起就形成行星。這個過程當然要延長許多萬萬年，才能使行星取得目前的大小。就我們這地球來說，它從微小的隕星長到它目前的大小，必須經過七十萬萬年。這數字和現代的地質學與地球物理學的數據恰相符合。

太陽系裏還有所謂‘逆行的’衛星。它們不是像普通衛星從西向東繞着自己的行星轉，而是從東向西反着轉的。我們知道，一切行星都是從西向東繞着太陽轉的。爲什麼有些衛星會逆着轉呢？院士希米德特的解釋是在形成行星的隕星的雲霧裏，可能是順着轉和反着轉的隕星都有。因此，某幾個行星才會有逆行的衛星。

隕星逐漸合併成行星的過程，依希氏說，又決定了軌道的形式。大行星的軌道應當是圓形的，較小行星的軌道應當更接近於橢圓形。這也切合事實。

關於行星的自轉，從前的一切假說，都解釋得不大高明。希氏却根據精密的數學，說明由於落在各行星上的隕星的作用，各行星一定要發生自轉，並且自轉的方向，一定和這行星繞行太陽的方向相同。

希氏從自己的假說出發，又得出了一條有趣的結論；即太陽系應有某種的邊界。按照他的算式，這邊界應當落在兩個離太陽最遠的行星軌道的範圍裏。這和一般的看法也相符。

不過希氏的假說也有一點困難，就是太陽和銀河中黑暗雲霧的遇合只能是偶然的。希氏對於這個問題的答覆是：‘唯物辯證法教導我們不要把偶然性和必然性對立起來，當做兩種彼此不相容的範疇看，却應把它們看做有着相互關係的範疇……這個和那個具體的恆星，可以在便於俘獲的條件下，和黑暗雲霧遇合，但也可以因爲條件不好，雖然遇到了雲霧也俘

獲不到什麼。可是就那無數恒星組成的銀河全體說，能有合乎俘獲條件的遇合，却是一種必然性。

然而在他方面，宇宙科學的最新數據，又使人相信太陽系裏面的一切行星，仍是從太陽裏分出來的，它們仍是太陽的子女。這信念的根據是，一切行星都在一個方向裏繞着太陽轉，而且它們的軌道都差不多落在一個平面上。太陽自轉的方向也和各行星相同，並且大多數行星的衛星也有同樣的特點。

因此，院士費森柯夫在1939年，又拿這幾點根據來建立他的新的行星起源說。一切地球和行星起源的舊說，都是以機械的因素，主要是萬有引力因素做根據的。費氏建立他的太陽系來源說時，却廣泛利用了原子物理學上的最新成就。依他看，地球、行星和它們的衛星過去所以能夠產生，是由太陽中原子核反應供給所必需的條件的。

目前大家公認太陽裏進行着的是一種有碳參加的循環原子核反應。在這裏，碳是永遠不會用去的，反應的最後結果是氫氣變成氦氣，同時放出大量的熱能。根據這個說法，費氏認為在幾十萬萬年前，太陽的溫度和密度一定都比現在小得多，所以在那時候的條件下，太陽裏還不能有目前這種原子核反應。過了很久才有可能發生第二種反應。這樣，原子核反應的性質就發生了一次轉變，結果使太陽開始迅速收縮，同時溫度提高，自轉的速率也加大。這個轉變的過程大概曾經延長幾十萬年，直到太陽內部的溫度逐漸增加到約二千萬度時才

完結。太陽有了這種溫度條件後，目前太陽上進行的那種碳的反應，才開始展開。所以這中間有一個過渡時期，從一種原子核反應過渡到另一種原子核反應。

這個過渡時期，據費森柯夫看，也就是行星出現的時期，因為改造期中的太陽很容易喪失自己的安定性。它的平衡性一旦被破壞，太陽中某一部分的旋轉能就必然會從一部分太陽物質裏解放出來。

太陽在這時候發生了什麼變化呢？由於迅速的自轉，它一方面克服着離心力作用，一方面開始在一個方向裏漸漸改變自己的形狀。其結果在太陽的表面上就出現一個很長的突出部分。後來過了很久，這個突出部分才和太陽的本體脫離。這個突出部分很大。它的基礎部分應當出現在離太陽表面五到十個太陽半徑的距離裏，並在那裏逐漸變成氣體的凝固體。

行星就是由這個從太陽裏分出來的氣體凝固體變成的。這個凝固體上的溫度分配得很不平均。不久以前還和太陽本身有着接觸的它的基礎部分，熱度非常高。離開太陽表面較遠的那些突出部分，溫度就十分低。因此，由遠離太陽的那個突出部分形成的那些外圈大行星就能在自己的大氣中保留一些氫氣，而內圈的幾個行星，因為它們一開始就有着極高的溫度，像氫氣這種輕快的氣體就從它們的大氣裏逃跑了。

這個理論的創造者費森柯夫認為在開始的時候，年輕的太陽系是比較不大的，後來才擴大起來。在這個擴大過程裏

起重要作用的是太陽質量的不斷減少。太陽不斷地放射光和熱，太陽的物質又經常要以原子和電子的形態流出去，結果它的質量就自然要不斷減少了。

費森柯夫的假說把行星的形成過程拿來和太陽的行爲和發展聯繫在一起講，所以極有興味。這個理論完全取消了行星形成中的偶然性因素，又對各式各樣的唯心論假說給了一個新的重大的打擊。

以上只是把太陽裏生出行星的過程粗枝大葉地解釋了一下。至於行星形成這個偉大過程的詳細情形，我們現在還不清楚。但我們相信目前不清楚的地方，將來一定會清楚的。

現在要問地球從太陽裏分出來以後是個什麼樣子？當然是個熱到極點的火球。很慢很慢它才冷卻下來，把自己包在一層大氣裏。地殼的形成也非常慢，經過了不知多少萬年，灼熱的地心外面才出現一層相當堅硬的地層。開始時候地層很薄，常要裂開，使地心裏的灼熱的物質衝到外面來，像現今火山爆發的情形那樣。不過那時候的規模，當然要比現在大到不知多少倍。

關於地球的最初生活，我們知道些什麼呢？地球在二十萬萬年前已經硬化了，地球上最古的地層，有着大約 123,000 萬年的壽命。

地殼的硬化過程大概經過了數十萬年之久，在這數十萬年中，地殼被壓緊了，因此就形成波狀的山脈和巨大的深谷。

地球的原始大氣裏含有水蒸氣極多。水蒸氣凝聚成水，流到這些深谷裏，就形成海和洋。在地球的原始大氣裏，自由的氧氣和臭氧似乎是極少的。

在最古的原始海洋裏，由於長期發展的結果，逐漸出現了某種複雜的化合物和後來的原始有機物質——蛋白質。這樣，在地球表面上就發生了第一批生物和生活。這個過程可能是在十五萬萬年前發生的。

斯大林同志寫道：‘我們知道，地球曾有一個時期是一團灼熱的火質，後來漸漸冷卻下來，又漸漸產生了植物和動物，跟着動物世界的發展又出現了某種猿類。這一切之後才出現人。

‘這就是自然界一般發展的經過情形。’（斯大林全集卷一）

## 二 行星的兩類

上面已經說過，太陽系裏有九大行星。其中冥王星發現得最晚（1930年才發現），還沒有徹底研究。至於其他八大行星，可以分成區別非常明顯的兩類。

第一類是類地行星，包含水星、金星、地球和火星。它們的大小和質量都不很大（圖2），它們的特點是密度比較大，自轉比較慢。

第二類包含太陽系中的大行星：木星、土星、天王星和海王星。它們的體積和質量都非常大，它們的密度比較小，它們

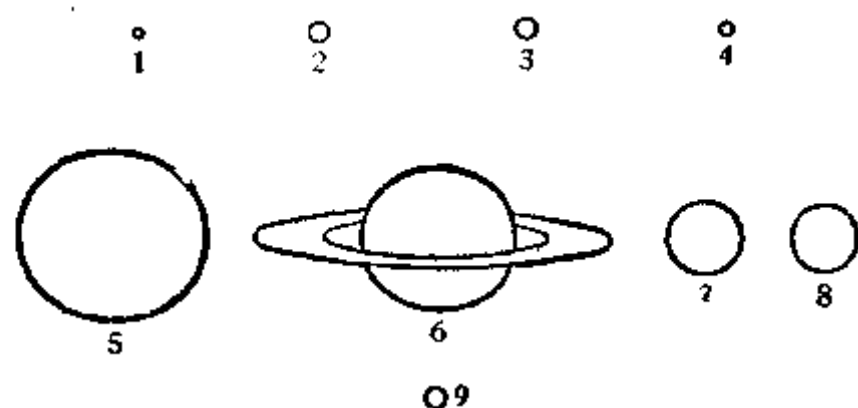


圖2. 九大行星的比較大小：1, 水星；2, 金星；3, 地球；4, 火星；5, 木星；6, 土星；7, 天王星；8, 海王星；9, 冥王星

的自轉速度比較快。

讓我們把兩類行星細說一下。

離開太陽最近的水星是最輕最小的一顆行星。在地球上的一年裏，水星要繞行太陽四周。水星的軌道是一個長的橢圓形。因此，水星離太陽的距離最短可以短到4600萬公里，最長可以長到7000萬公里。

用遠鏡觀察時，就可以看出水星也和月亮一樣的有盈虧（圖3）。這自然可以又一次證明水星是一個自己不放光，而只反射太陽光的球形天體。就亮度來說，它只比金星、火星和木

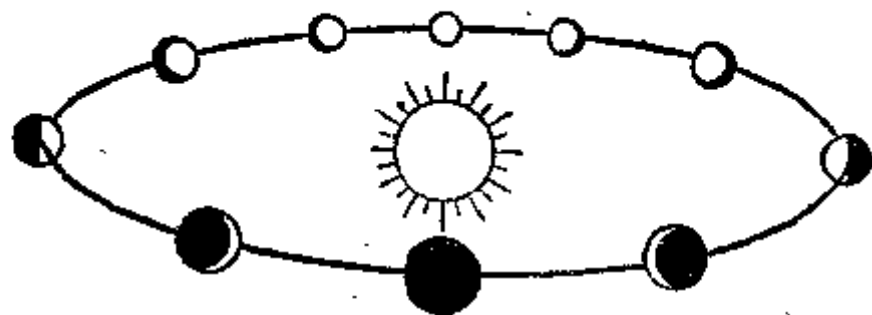


圖3. 水星的盈虧

星差一級。

從太陽出發，過了水星就是金星。這是一個在我們地球的天空裏除掉月亮以外最亮的天體。金星是我們的鄰居，它和地球相隔不到 4000 萬公里。它和太陽的平均距離差不多是 11,000 萬公里。它在 225 個地球上的晝夜裏，繞行太陽一周。它的軌道差不多是正圓形，據說它自轉的期間，比地球上的三個星期多一點。可是實在是多少，還沒有查明。

金星有時被稱為地球的‘孿生兄弟’，因為它在質量上，密度上，體積上，都極像地球。

在 1761 年，俄國的天才科學家洛莫諾索夫發現了金星上的氣體外殼或大氣。金星上大氣的存在，自然使它更像地球。

由於金星離太陽更近，它所接受到的光和熱就比地球約多一倍。

金星表面被太陽照明的地方，似乎熱到了約攝氏 100 度，但金星的陰面却冷到了零下 20 到 30 度。

地球的另外一個最近的鄰居是火星。本書對它要另闢一節(謎的行星)來講。

現在談到另一類行星了，這一類裏都是一些大行星。最近太陽的大行星是木星(圖 4)；木星離太陽的距離在 75,000 萬公里以上。它在太陽系各行星中是最大的一個。我們可把它稱為行星的魁首，因為它對別的行星引力極大，其餘行星的引力都不及它。它的質量比地球大三百多倍，約等於太陽質





圖4. 木星——太陽系中最大的行星  
(遠鏡中所見的形狀)

量的千分之一。木星的平均密度却不大，比水大不了多少。這個行星的體積，等於地球體積的1330倍。

利用遠鏡來觀察時，可以看見木星每經過一小時，就變一副面目。原來木星上的一晝夜非常之短，只等於地球上的9小

時55分，這在行星中算是最短的了。他方面，木星上的一年，即繞行太陽一周的時間，却差不多等於地球上的十二年。

還有一件事很有趣，木星自轉的軸，幾乎和它的軌道平面成直角，所以木星上沒有四季的變化。

我們這個行星家族中的另一大星是土星。它的質量幾乎是地球的100倍，體積幾乎是地球的750倍。因此土星的密度當然比地球小得多。事實上它比一切行星的密度都小，只等於水的密度的三分之二。

利用遠鏡觀察時，土星比其他一切行星都更亮，這是因為土星外面有一個光環的緣故(圖5)。光環和土星本身以及它自己的直徑比起來是薄極了——厚度還不到15公里。因此

當土星光環轉到我們只能看到它的側面的時候，我們就要看不見它了。

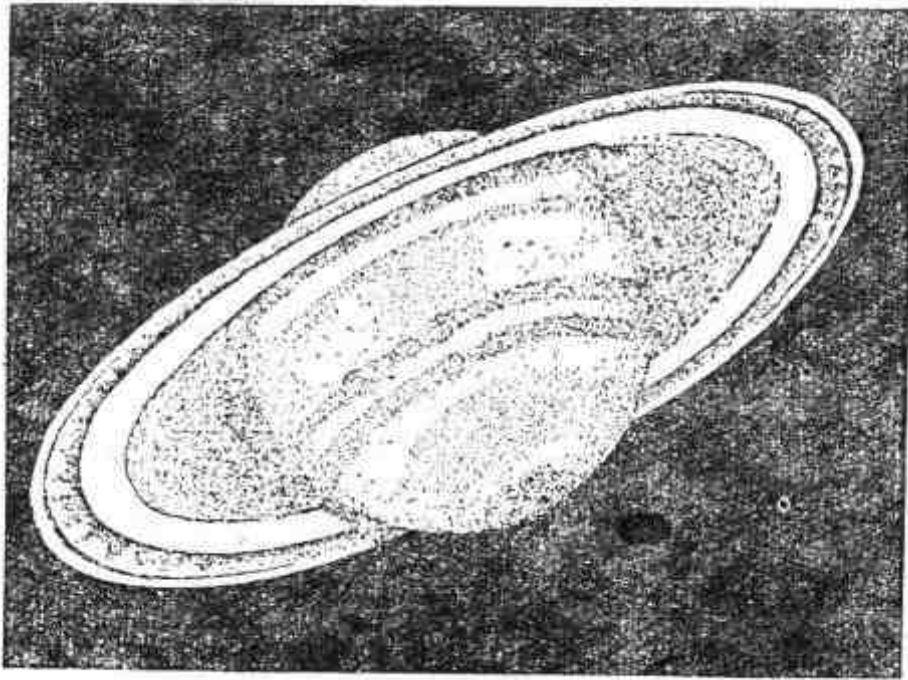


圖5. 土 星

土星也和木星一樣，自轉速度相當大，土星上的一晝夜只長 10 小時 15 分。但土星繞行太陽一周，所需的時間差不多等於地球上的 30 年。

太陽系中最後的三個行星——天王星、海王星和冥王星，要用遠鏡才能看得見。因此，我們對它們的研究，遠比不上對別的行星那樣透徹。二十年前才發現的那個最遠的行星——冥王星，我們對它特別缺少研究。

天王星和海王星是像地球和金星一樣的一對孿生兄弟。它們在體積上、質量上、密度上和許多別種特性上，都十分相似。這兩個行星的體積，都大約是地球體積的六十倍，它們自

轉速度都比地球快得多。蘇維埃天文學家巴列那哥查出這兩顆星的最可信的自轉速度是：天王星 10 小時 40 分，海王星 15 小時。這兩個行星上的溫度條件，我們還不能拿來比較，因為我們現在只知道天王星上的溫度是零下 160 度，而海王星的溫度却還沒有決定出來。不過沒有疑義，有一條規律：行星離太陽越遠，接受到的熱越少，因而溫度也越低。海王星當然也不能例外。因此我們就有充分根據，相信海王星的溫度比它的孿生兄弟更接近於星際空間的溫度。

讓我們附帶說明，天王星和海王星繞行太陽一周的時間，前者大約是 84 年，後者是 164 年。它們和太陽的距離，天王星是 285,000 萬公里，海王星是 50 萬萬公里左右。

至於冥王星，和上述兩類行星都不同。上面已經說過，對於冥王星的研究很少。可是，我們對它的認識雖然貧乏，它的許多重要因素却已全部查明。不久以前，查出冥王星的質量約和地球相等。冥王星繞行太陽一周的時間，大約是 250 年。這個行星的軌道，形式和水星一樣，也是長的橢圓形。因它離太陽非常遠（最大距離是 590,800 萬公里），所以它上面的溫度比四周天空的溫度只能高出 60 到 50 度，也許更少些。可見冥王星是我們這個行星家族中最不可能有生命存在的地方。

以下再對行星的衛星說幾句話。

太陽系各行星的衛星離我們最近的是月球，它和我們相隔大約 384,000 公里。從前都認為月球上沒有大氣的外殼，

可是不久以前，蘇聯的青年科學家利浦斯基發現月球上也有這麼一層大氣，不過極稀薄。它的成分也還在探究中。

月球上沒有水——那裏的全部水分久已在太陽的灼熱光線下變成蒸汽，飛到周圍空間裏去了。因此，要說月球裏有生命是不可能的。還有，月球上的白晝很長，等於地球上的十四個晝夜。在這樣長的白晝裏，月球表面上的溫度要熱到攝氏100度到120度，而夜晚又要冷到零下160度。晝夜溫度變動得這樣激烈，生命當然難以存在。

月球經常以它的一面朝着地球，另外一面我們永遠看不見它。因此，看得見的那一部分月球表面就被研究得很清楚。它上面有各種形式和不同來源的摺皺(圖6)。又有不少直徑達幾十公里的環形口。此外還有一些極大的凹處，裏面填滿着沙子、灰塵和火山的灰燼，我們把它叫做海，雖然裏面一滴水都沒有。

蘇聯科學家的工作，把月球的研究提到了大家面前。有趣的是地球表面上某些最新發現的地質學規律，在月球上也完全有效。例如，已經證明月球上的環形口決不是隕星落在上面砸成的穴，像從前所想像的那樣。月球上環形的或者噴火口形的山，只是從前月球表面上進行過火山爆發的結果。所以我們的月球只是一個火山已熄的、沒有生命的陰暗世界。

火星有兩個衛星，它們只能在強大的遠鏡裏看見。海王星也有兩個衛星。天王星、土星和木星的衛星特別多。天王

星有五個，土星有九個，木星有十一個。這樣，就現在已經查知的來說，全體行星一共有衛星三十個。

行星的衛星對於天文學家研究行星本身極有幫助。研究了衛星的運動，就能相當準確地判定行星本身的質量。

有幾個衛星本身就非常有趣。例如在土星的衛星中，有



圖6. 月面的一部分

一個最大的名叫泰坦的衛星，質量約等於月球的兩倍，上面也有大氣，但裏面盡是些沼氣。木星有兩個衛星，就體積說，比水星還大；此外和木星的衛星有關的，還有幾種非常有趣的現象。這些衛星的星蝕現象，曾在十八世紀幫助人們決定海上的位置。此外，觀察木星衛星的星蝕現象，又使科學家結論到光速有着一定的大小（光的傳播從前是認為立刻到達的）。

有些個別的衛星，從天體演化學的觀點上看，有着很大的趣味。前已說過，太陽系中有所謂逆行的衛星。這樣的衛星，木星和土星各有三個。天王星和海王星的所有衛星也都屬於這一類。

最後還要談一談小行星。

第一個小行星是在前一世紀初年發現的。火星和木星的軌道間，有着極廣闊的空間，這事早已使天文學家推測這個區域裏可能有一個尚未發現的行星。因此，在這裏發現第一顆小行星時，天文學家誰都沒有感到驚訝。後來小行星的發現越來越多。到現在有了名稱的，已經在一千五百以上。其中最大的一顆名叫穀神星，它的直徑不過 800 公里。其餘的都比這小得多。它們大多數只是些各種形狀的岩石碎塊。有一個很像一條長棒的，名叫愛神星。

有人認為某些行星的衛星是由小行星形成的。木星和土星的外層幾個衛星，還有火星的衛星，顯然從前都是小行星。因為被它們抓住了走不脫，才變成它們的衛星的。

在小行星之中，小的只能在像片上辨清，大的才能從遠鏡裏看見。對它們的研究能擴充我們對於太陽系及其起源和發展的認識。

### 三 謎的行星

離我們最近的行星之一——火星，很早就已引起了天文學家的特別注意。同時，小說作家也常常拿火星和火星來做題目，寫過不少科學幻想小說和長篇小說。

天文學家和小說作家爲什麼這樣注意火星呢？

原來有些科學家認爲，這個行星在太陽系裏占着一種獨特的地位，因爲它是太陽系中除了地球以外唯一可能有生物甚至理性動物存在的地方。

前面已經講過火星是屬於類地行星的。火星的軌道和地球的軌道是緊鄰。和地球一樣，火星繞行太陽的軌道也是一個橢圓形。它離太陽的平均距離，約爲地球離太陽的距離的一倍半，即 23,000 萬公里左右。

從地球上觀察時，火星前進的路線是一個極複雜的曲線。那是當然的，因爲地球也在運動。由於雙方都在運動，所以火星有時候離地球遠到 40,000 萬公里，有時候近到只有 5600 萬公里。火星差不多每隔兩年逼近地球一次。天文學家把這一情形起名叫火星與太陽的衝，因爲在這時候火星剛剛落在太陽相反的方位上。

每隔十五到十七年，有一次所謂火星的大衝，這時候它離地球特別近。火星的衝往往出現在火星離太陽最近的八月和九月。最近的火星大衝曾經在1909, 1924 和 1939 年碰到過。在最近的將來，1956 年和 1971 年又將出現大衝。天文學家對於大衝最有興味。因為在這時候觀察和研究這個直到如今還被稱為謎的行星，最為方便。

和地球一樣，火星也自轉，它的一晝夜和我們的一晝夜差不多長短——它的一晝夜等於地球上的 24 小時 37 分。火星自轉的軸也是和自己的軌道平面成傾斜角的，因此，火星上也和地球一樣，有四季的變遷。但火星沿着軌道前進的速度比地球慢。火星上的一年，差不多是地球上的兩年。地球上的人要過 687 天，火星才繞行太陽一周。

就體積說，火星比地球小得多，火星的直徑只有地球的一半，它的體積只有地球的六分之一，它的質量大約是地球質量的九分之一。因此火星的密度比地球小，又因此，火星上的引力也只等於地球表面上的引力的三分之一。

我們從火星上觀察到許多現象，使我們相信火星上也有大氣。在這些現象中，首先可以提到常常遮蔽火星表面的雲。其次可以提到火星上面的黃昏情形（火星上白晝和黑夜的轉變是逐漸而非突然的）。還有，就是在觀察火星時，火星的邊緣似乎比它的中央更亮，可是出現在它邊緣上的景物，却又是模糊不清的。



此外還應當指出，火星裏的大氣非常稀薄，大概只相當於地球上高出海平面 15 到 18 公里處的大氣。而且火星大氣所含氧氣和水蒸氣，大約只有地球大氣所含的 0.1%。

上面已經說過，火星有兩個小衛星。假如我們能把自己帶到火星上去，到了夜間，我們就能在天空看到兩個月亮。

別看火星在大衝時離地球那樣近，要觀察它，却相當困難（圖 7）。在放大 500 倍的遠鏡裏，火星只有一枚銀幣那麼大。再要把它放大時，它的影子立刻就會模糊起來。同時，地球大



圖 7. 在強大遠鏡中見到的火星

氣的各種流動，也會使我們對於火星的觀察，發生絕大的困難（觀察別的行星時當然也有這一種困難）。因為大氣的流動常常會使觀察到的圖畫和真象大有分別，甚至有時候還會使人無法進行觀察。

由於觀察的相當不容易，所以科學家們對於火星表層構造的意見，對於火星上有無植物和動物存在的意見，就有了許多的分歧。

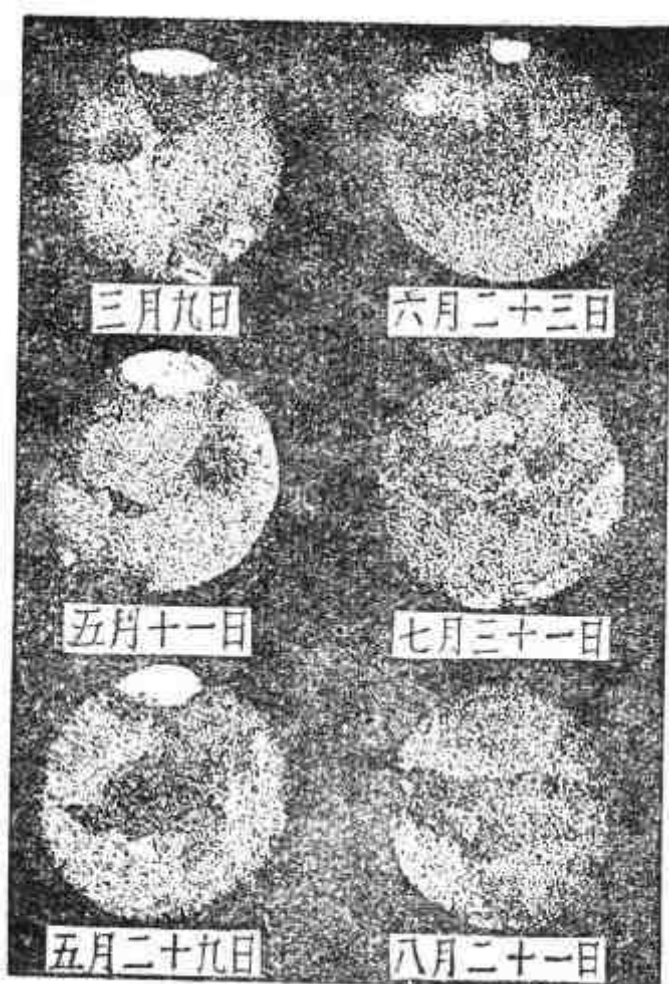


圖8. 火星上的季節變遷

在遠鏡裏觀察火星時，首先來到我們眼睛裏的是火星兩極處的兩個大白點（一個大一些，一個小一些）。又可以看出哪個半球是夏天，那個半球上的白點就縮小得很多，甚至於幾乎消失。到冬天它又會長大，直徑可以大到三、四千公里（圖8）。現在稱為極冠的這些白點，有人認為一定是很大的冰區，或蓋

滿了霜的地區，那是很自然的。因為只有冰區或霜區才能在這一半球是夏天的時候，由於融化而面積縮小，也才能隨着冬季的降臨而面積擴大。

除了這些白點以外，火星表面上還有一些黑色的、鋼灰色的或藍綠色的，叫做‘海’的斑點，可以被我們清楚看出。另外還有一些紅黃色的、鮮紅色的和淺黃色的斑點，叫做‘大陸’。大陸占有火星面積約六分之五。由於大陸的顏色，我們的肉眼才把火星看成一顆微紅色的星。

火星上的大陸，很像地球上那些有着微紅色土壤的荒原。

火星上的海，和地球上的海洋毫無相同之處。按照費森柯夫院士的研究，火星上並沒有什麼水面。假如火星上具有某種廣大的水面，那麼太陽的光線照到上面時，它就會被反射成很亮的光束射到我們眼睛裏來。依費森柯夫的計算，水面只要廣濶到200到300公尺，地球上的遠鏡中就能出現很清楚的太陽光束。但天文學家在火星距離地球最近時，並沒有觀察到這種光束，因此我們只好假定火星上沒有液體的水。

火星上的海也受季節變遷的影響。春天極冠融化的時候，極冠的四周會出現一個黑環。極冠後來逐漸加黑，終於整個取得海的濃綠色或藍色。這時候，海的形狀也在改變，它的面積擴大起來，早先本是大陸的地方也成了海。火星海面的顏色隨季候而變遷的情形，便是某些科學家推測火星上也有植物的根據。

在1877年火星的大衝時，火星離地球只有5550萬公里，當時觀察火星的人發現在它的表面上，有許多黑色線條形成的一個網。這些黑色線條有一種特色，即它們的起點或終點總是在極冠或海附近，或別的幾條線的交叉點上。於是大家稱它們做‘運河’（圖9）。這些運河的發現造成了一種根據，使一些幻想家認為火星上一定有一種有理性的動物存在，能在自己的行星上建造人工的水道系統。有人推算這些運河的長度，短的幾百公里，長的三、四千公里，其中還有幾條寬達200到300公里的。

美國天文學家羅威爾對火星做了二十年的不斷觀察後，

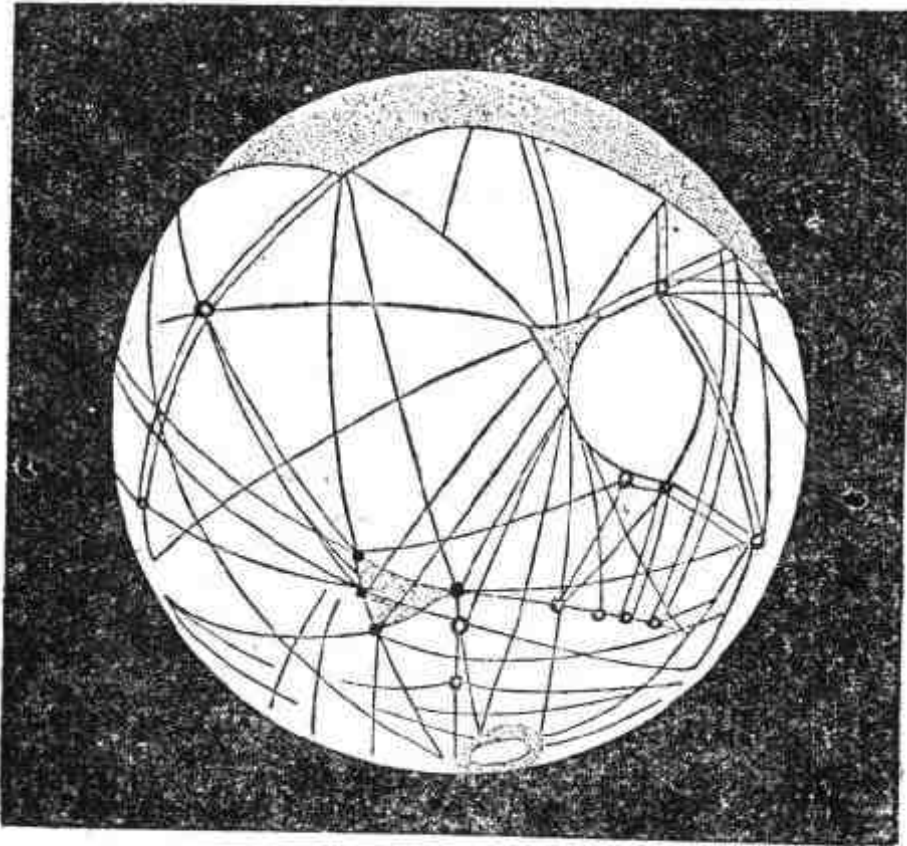


圖9. 火星上的運河(有幾位觀察人認為是這樣)

提出了一種假說，以爲火星中的運河就是一種龐大無比的灌溉系統，火星上的居民就以這種灌溉系統來利用火星上貧乏的水源。它指出在春天運河要變得黑些，寬些。到夏天，顏色漸變蒼白。到了冬天，其中許多又變得完全看不見。由於這種情形，羅威爾就說我們從地球上看見火星上的運河，是受過灌溉的泥土地帶。上面長的植物受着和地球上的植物所受相同的季候變遷的影響。假如我們從火星上觀察我們的地球，那就很可能看見尼羅河兩岸的灌溉地帶，在黃色沙漠的背景上，也會呈現同樣或類似的顏色上的季候變遷。看看火星上的運河是那樣的直，而且具有幾何學上的正確性，同時它們的大小和顏色，又會隨季候而變化，羅氏的解說好像也很有理。

可是用更強大的工具觀察火星時，又看出有些運河的布置，有着極自然的特色。許多運河都不過是許多獨立的黑點連在一起的形象。另外一些運河只是亮度不同的兩塊區域的邊緣。只有很少幾條才真是長度不大的黑色地帶。

在1924和1939年最近兩次火星的衝出現時，天文學家使用了更強大的儀器去觀察火星，因而發現了更多的運河和更寬的運河。結果認爲似乎應當把它們看做火星上的氣候變遷所造成的結果。

這樣，火星上運河的性質和構造的問題，到現在還是沒有得到決定性的答案。現在所能相信的，只是火星上不可能有人工的運河。大多數的研究者認爲這些運河只是火星外殼

上的某種自然物(如狹縫,或破裂線之類)。至於決定性的答案,今後的觀察一定會向我們提出無疑。

無論如何,某些外國科學家用簡單的光學幻象來解釋火星運河的那種沒有根據的結論,是應當放棄的。

科學家久已忙着研究火星上有無生命的問題。應當指出,火星上的條件對於動物的存在比地球上壞得多。火星上的氣候非常乾燥,火星離太陽比較遠,所得到的太陽熱和光也少得多(只有地球所得到的36-52%)。火星上的大氣非常稀薄,所以火星表面上晝夜和四季的變遷非常劇烈,和地球上寒暖適中的情形,大不相同。就是在火星的赤道上,晝夜溫度也差不多要相差到攝氏100度——白晝零上15度,夜間零下80度。火星上一年的平均溫度在零下23度,這也和地球上的平均溫度在零上15度的不同。

按照蘇聯天文學家沙羅諾夫的推算,火星上的氣候大概和地球上高出海面十五公里以上的高山(那就是說,已經到了平流層)情形相同。火星上的溫度條件這樣苛刻,水源又非常稀少,這對於火星上生命的存在,當然非常不利。

然而也可以假定,火星上的植物經過了幾千萬年的鍛鍊,已經能夠適應這樣嚴酷的生存條件。所以蘇聯科學研究院通訊會員、天文植物學這門新科學的創始人季霍夫說:‘要說在火星上有植物存在,常青的和落葉的兩種都有,也有根據。’不過這種植物一定不會和地球上的植物相似。其間必有許多重

要的分別，比如火星上的植物吸收和反射光線的能力，一定不和地球上的植物相同。這種差異自應看做火星上的植物力求適應嚴寒氣候的結果。

火星上的植物主要是淺藍色，甚至於深藍色，這也和我們常見的綠色植物不同。

季霍夫認為火星上的植物一定不高，一定挨近泥土生長。那就是說，它們主要都是草類和蔓生的灌木，甚至更簡單的形式，如苔蘚之類，似乎和蘇聯北方以及高山上的植物差不多。這種植物大多數生長在火星的海裏和運河裏，那些地方的淺綠色及其隨季節而變化的情形，便是那裏有植物的證據。

按照某些科學家的意見，火星上某些從灰綠色變成棕色、淡紫色或淺紅色的地區，應當可以和地球上的沙漠相比。大家都知道，沙漠在春季主要是罌粟開花的時候，會從淺灰色變成玫瑰色的。

巴拉巴舒夫和捷吉爾達進行的探究工作，結果也很有趣。它們查出火星的表面似乎是光滑的，平坦的，蓋着很像黃土的細塵的。

那麼現代科學關於火星上生命的可能性問題，究竟得出了怎樣的結論呢？

火星上大氣和水的存在，火星從太陽得到的熱量，火星表面上的氣候變化，這一切都使我們相信，火星上的條件對於某種生命的出現和存在，是相當有利的。我們幾乎可以有把握

地說火星上有植物。但既有植物，就可能有動物。不過必須指出，火星上的動物，假如它真有的話，也要由於生存條件的不同而和地球上的動物有極大的差異。

不過現在關於火星上動物存在的問題，還沒有超出推測和假定的範圍。要做決定的答覆，還有待於將來的研究。

#### 四 地球——一顆平凡的行星

聖經上說地不動，穩坐在世界的中心，太陽却繞着地運動來造成晝夜。在許多世紀中，人都認為地是平面的，天是一個堅實的半圓形穹窿。

十六世紀以前所謂地中心的世界觀，支配了科學界。這個世界觀就是從地是萬有的中心，而太陽、恆星、月亮和行星都繞着地轉這個看法發生的。可是人們在天的穹窿上所看見的行星運動，似乎非常複雜。於是就有人出來捏造種種糾纏不清的理論來解釋它。

1543年，偉大的波蘭科學家哥伯尼，出版了他的地動論，把以前流行的世界觀顛倒過來。他主張太陽才是行星運動的中心，而地球只是一個普通的行星，只和其餘的行星一起繞着太陽轉（圖10）。他又在這本書裏附入許多講明行星和地球運動所必需的圖表。這樣，人們眼裏看見的行星的複雜運動，才得到了解釋。

可是這種新的‘異端’學說，遭到了整個宗教界的瘋狂反



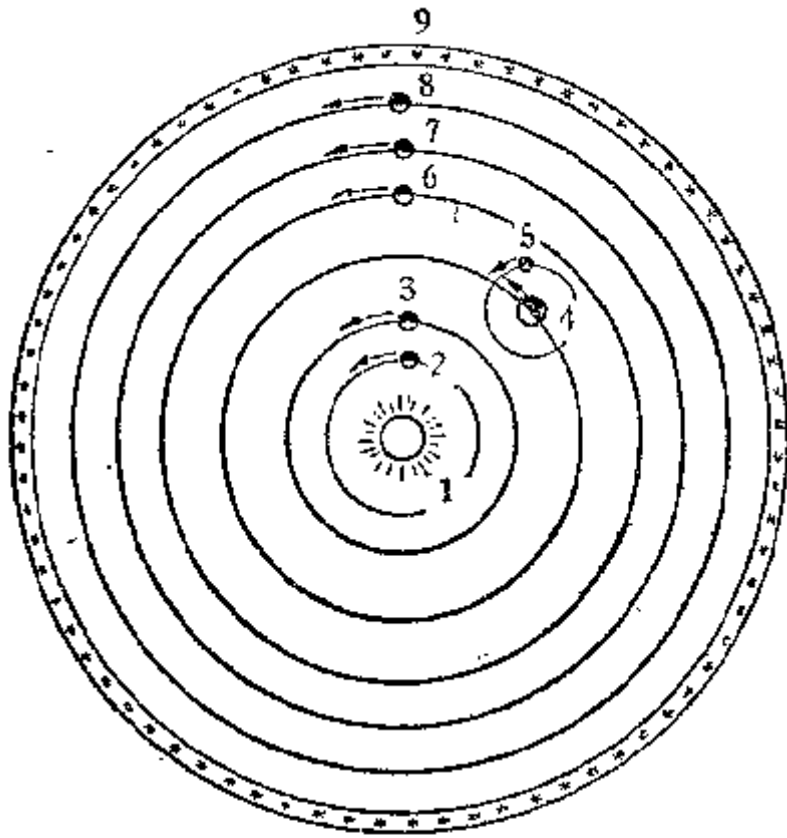


圖 10. 哥伯尼的世界系統：1, 太陽；2, 水星；3, 金星；4, 地球；5, 月球；6, 火星；7, 木星；8, 土星；9, 恒星圈

對。哥伯尼的書被天主教會命令禁止發行。

不過教會的迫害雖兇，哥伯尼的學說仍然流傳很廣。到十八世紀，地球繞日而轉的思想，就逐漸支配了天文學界。後來又查出地球是在離太陽 14,950 萬公里之外繞日而轉的，並且地球繞行太陽一周的時間是 365 又  $\frac{1}{4}$  晝夜。

地是球形的，不是像前人所信的那樣成平面的。關於這一點的證據很多。人們可以做環球旅行，人們眼中的地平線是圓形的，從地平線上露出的物體，一定是先出現上面的一部分，然後逐漸出現全身，這都是地為球形的顯明證據。此外，

月蝕時候月面上出現的地球影子也是圓形的。

可是應當附帶說明，地球的真實形狀很複雜，還應繼續研究下去。實際上，地球這個球體，兩極略微扁平。蘇聯科學家克拉索夫斯基曾在 1940 年把地球的大小極準確地測定下來，據他計算，赤道上的地球半徑等於 6378 公里又 245 公尺，從地球中心到兩極的距離是 6356 公里又 863 公尺。

和一切別的行星一樣，地球也在自轉。這也很容易證明。我們現在知道地球自轉一周的時間是 23 小時 56 分 4.09 秒。這個自轉週期是和地球上赤道部分旋轉的速率每秒 465 公尺相符合的。至於兩極的自轉速率當然等於零。

在前一世紀中已經查出，從高塔上扔下來的物體，落地時會略微偏東一些(圖 11)。爲什麼會這樣，也並不難明瞭。高塔的頂部和底部，因地球自轉而在每一時間單位裏走過的路線是不同的。因之

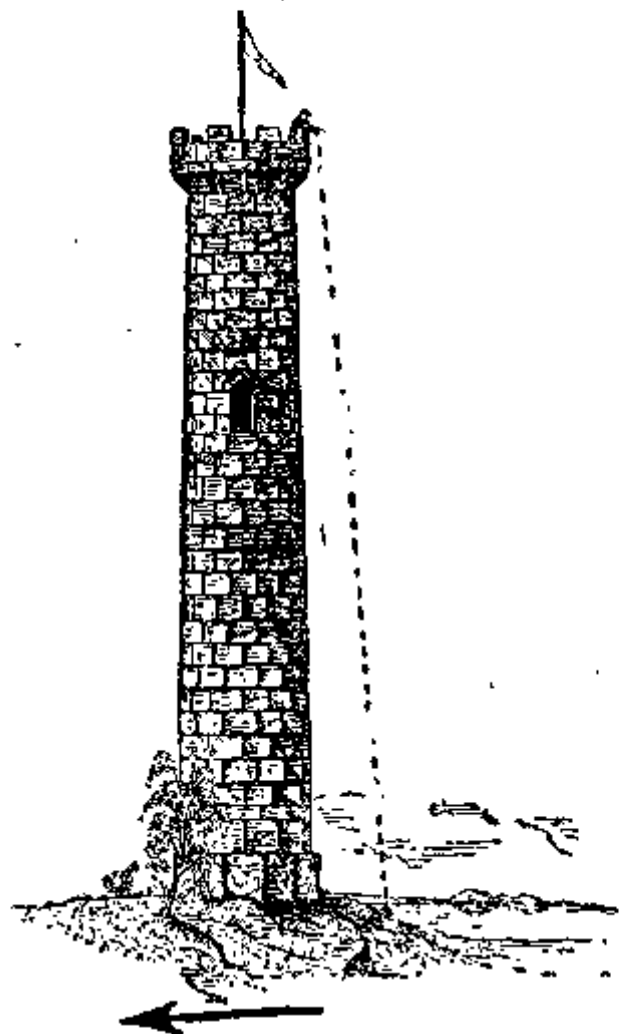


圖 11. 塔頂拋下的石頭落地偏向東方

它們的運動速率也不相同——頂部要比底部略微快些。這樣，從塔頂自由下落的石頭，按照慣性規律，一定會保持自己原有的速度，因此，自然就要走在塔底的前頭，落地偏東一些。塔越高，或者離赤道越近，這個試驗的結果越清楚。

還有許多別的試驗可以證明地球在自轉。最清楚的一個試驗是利用佛科氏擺（這試驗曾在列寧格勒做過）。機器工人都知道，凡是擺都要依着一個一定的平面來回擺動。所以如果把一個擺臨空掛着，讓它能在任何一個鉛直的平面上擺動，那麼由於地球的自轉，擺的平面也將轉動（和地球一起轉動）。並且，舉行這試驗的時候，地點越是逼近兩極，擺的平面旋轉的角度越大。在列寧格勒，這個角度是每一小時約 13 度。裝在另一巨大建築裏的一個擺，因為它的長度有一百公尺左右，所以它在一兩分鐘之內，就會使人相信地球的確在自轉。

由地球自轉而生的另外一些現象，也可以提一提。例如：北半球射出的砲彈會偏向右方，南半球射出的砲彈會偏向左方。北半球的河，總是右岸被沖刷；南半球的河，總是左岸被沖刷等等。

證明地球自轉的還有地球兩極的扁平形。如果地球不自轉，它就應當是個渾圓的球形。在自轉中發展的任何一件物體，都要由於離心力的作用而改變形狀。假如這物體是柔韌的，那麼，在自轉中，它的直徑就一定會增大。地球也是如此。

可是爲什麼我們不覺得地球在自轉，並且在繞着太陽公

轉呢？我們坐火車、輪船或飛機時，不是總會覺出自己是在變動位置嗎？就是把車窗關嚴，電燈熄滅，也一樣要覺出自己是在運動的。這是憑着火車輪船和飛機的搖幌與振動，可以覺出來的。

地球的運動我們爲什麼覺不出來呢？

理由也很簡單：就因爲地球的自轉平穩到了理想的地步，地球沿着軌道前進的速度，也不起一點使人覺得出的變化；天空中可以做爲定向物的天體呢，又離地球太遠。而運動速度的本身我們又覺不出來。

在前一世紀曾經得到地球一年繞行太陽一周的證明。原來地球如果真在繞着太陽轉，我們一定就會看見我們附近的那些恆星要在一年當中不斷改變位置。這現象可以打個比方來說明。我們步行或坐在車上，看遠處的物體時，一定會看見這些物體的相對位置是在發生變動。而且距離我們越近的物體，位置變動越大。

在第一批發現恆星在一年中的位置移動現象的人中間，並決定了許多靠近我們的恆星在一年中位置移動的大小的中間，有一位是有名的俄國天文學家、普爾科夫天文臺第一任臺長斯特盧維院士。這種恆星因地球沿着自己的軌道前進而發生的位置移動，叫周年視差。

所以，現在已經查出，地球的確是球形的，的確是在自轉，同時又繞着太陽轉的。因此地球就是一顆行星，並且是一顆

最平凡的行星。從天文學的立場來看，它在任何方面——質量方面、大小方面、衛星的數目和大小方面——都和別的行星沒有什麼太大的差別。

前面已經說過，地球和其他三個行星——水星、金星、火星——特別相像。所以就把它們稱為類地行星。下文還要講到它們在構造上也有相同的地方。從那一點看，它們中間的類似性將更加顯明。

我們的地球是有生命存在的地方。陸上，水中，空氣中，幾乎到處可以找到形形色色的動物標本。從最簡單的動物蛋白質——濾過性毒素——起，到最高級的哺乳類動物止，樣樣都有。地球上的環境對於生物的存在，似乎是太陽系中最好的了，太陽系中其他行星沒有一個趕得上它。

蘇聯生物學家的工作指出，地球上的生命決不是當初由於某些條件的偶然滙合而一次發生的。在生命所需要的條件具備了以後，生命就永遠蕃殖下去。而這種條件在地球上發生之後，也確曾被繼續維持下去，通過全部的地質時期，直到如今沒有改變。

和別的行星比較，地球有着極柔和的氣候。而且即使就長時期來觀察，我們這個行星上的氣候也變化得非常少。

地球上有着經常的四季變遷：春夏秋冬，循環不已。地球各部分的溫度情形所以會有這樣的週期變化，起因於地球的軸和地球軌道的平面成了傾斜角(圖12)。由於地軸的傾斜，

地球沿軌道作周年運動時，太陽光線射在地球上各帶的角度也時常在變動。而太陽光線落在地上的角度越垂直，它就越把地面曬得熱。由此可見地球上所以有這麼五個氣候帶——一個熱帶，兩個溫帶，兩個寒帶——也是地軸傾斜的結果。

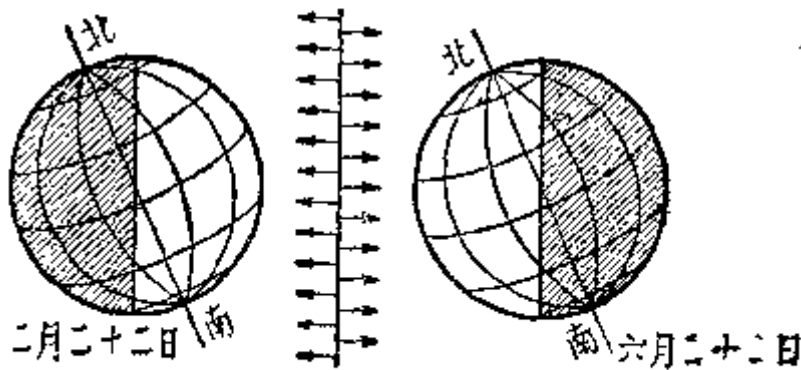


圖 12. 冬季(左)和夏季(右)太陽光線  
(如箭頭所示)怎樣照到地球上

地球外面蓋有一層相當厚的氣體外殼。它把我們這地球和宇宙空間隔開。沒有這一層可靠的甲冑，地球上也不可能生命。地球的大氣保衛着地球，使它不至於被宇宙空間的嚴寒和太陽的炎熱光線所侵害；同時，它也有支持地球生命的功能。而地球上的水，又是生命所必需的東西。

料想不久就會有宇宙船出現，把第一位勇敢的宇宙學者帶到別的行星裏去。那時候，天文學家的夢想就將最後成爲事實了。他們將能從宇宙空間，從宇宙火箭或其他行星上遙望地球。而地球也將使人認識它的全部莊嚴的面貌。

根據探究與推理，我們相信從遠處看地球時，它一定是一顆和金星相似的星。和我們看火星一樣，外邊的人看地球時，

也會看見它的表面有季節性的顏色變更，它的外層有藍色的大氣，大氣裏浮着雲。

## 五 地球和行星的構造

今日的科學已經掌握了許多資料，足以證明行星起源的統一性。我們所得關於地球和行星構造的知識，就是這類資料之一。

行星之中最容易研究的是地球，因此，我們對於地球的構造，當然估計得更正確些。

人們對於周圍的事物，向來就有興味。因此，人們曾經作出各種關於地和天的猜測。但古人對於宇宙構造的見解是簡陋的，甚至是荒誕的。例如他們曾經認為地球是平坦的，並且是由浮在海上的三條鯨魚馱着的。又有人認為平坦的地球是由四個大象馱着的。還有人認為有些命該受苦的罪人住在那黑暗的地下。

這些無稽之談，我們現在聽來當然付之一笑；我們今天已能拿科學的結論做根據，替地球畫出一張很清楚的構造圖了。

地球的表面可以說是一個空氣海洋的底部。在四面八方圍繞我們這個行星的大氣，只有它的較低區域得到過透澈的研究。蘇聯的平流層飛船，曾經飛到 22 公里的上空。測空氣球所到的高度比這幾乎高一倍。氣象學的火箭可以上升到幾十公里高。原來在這樣高的所在依舊有空氣。那麼，地球大

氣的邊界究竟在哪裏呢？

觀察一下天空銀色的雲，研究一下隕星和極光，就可以幫助我們解決這個問題。探究的結果告訴我們，在離地面 80 到 85 公里的高空，空氣仍有那麼密，可以支持住那些高速飛行的銀色雲。在 100 公里以上的高空也還有空氣；隕星和空氣摩擦而爆發，就是那裏還有空氣的證據。對於極光的研究又使科學家相信，在 1000 公里的高空，也還有極稀薄的氣體（圖 13）。

環繞我們這個行星的氣體外殼，它的重要性在哪裏呢？

就整個來說，空氣是由兩種氣體相混合而成的，一是氮氣（略少於  $4/5$ ），一是氧氣（ $1/5$ ）。此外空氣裏還有幾種別的氣體，共占百分之一。空氣裏所含最重要的氣體是氧氣。如果沒有氧氣，地球上一切生命都不可能存在。

空氣對於呼吸是必不可少的。此外，它又保護我們這個行星，夜間不至於過寒，白晝不至於過熱。地球上沒有這一層空氣的外衣的話，它的溫度在一晝夜裏可能就有攝氏二百多度的差別。在氣候的這種激烈的跳動下——從白晝零上一百度到夜間的零下一百度——我們所知道的一切生命形式都會不能維持的。

大氣決定着地球的氣候。各種天氣現象所以會發生，就是因為我們這行星上有空氣。最後地球的空氣外殼又保衛我們不受天外來客——隕星的侵害。

以上講過了我們這個行星的外殼，現在要講它的內部構



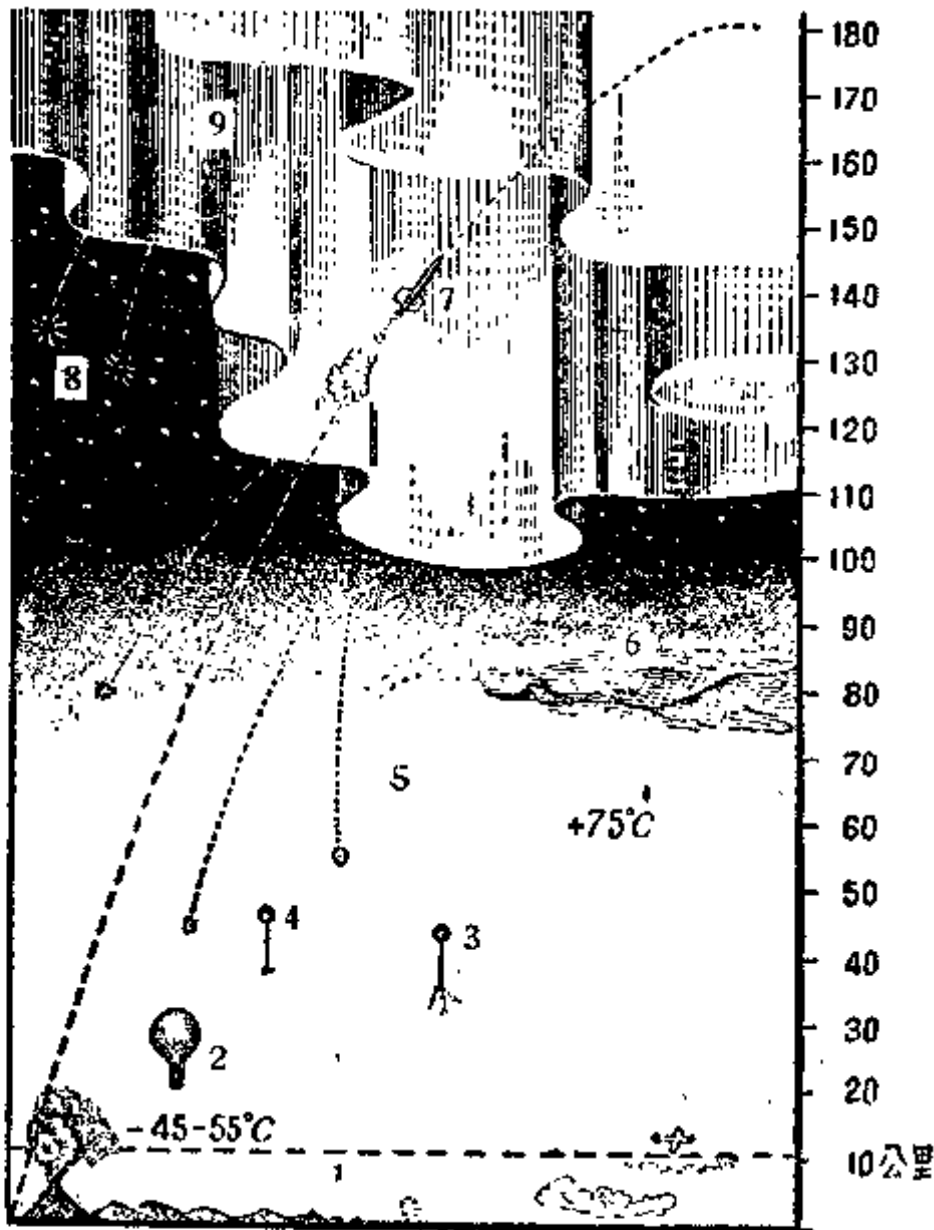


圖 13. 地球上大氣的構造: 1, 對流層; 2, 平流層飛船所到處; 3, 無線電推測器所到處; 4, 測空氣球所到處; 5, 平流層; 6, 銀色雲; 7, 火箭所到處; 8, 隕星; 9, 極光

造。這一部分的研究却是困難得多。

地球在離我們極遠的時代裏結上了那層硬殼以後,由於這層硬殼的傳熱能力很小,它的冷卻當然就會慢起來。這一

推測，使得過去幾世紀的科學家想到在地球的硬殼下面，物質是保存在熔融的狀態下的。實地的觀察似乎也證實了這個想法。進入地殼越深，溫度越高，便是證據。礦井和油井裏的觀察並且指出，深度每增加 30 公尺，溫度約升高攝氏一度。

然而我們這個行星的內部，假如全部都是液體，那麼，浮在上層的熔融部分，應當會受到激烈的振動。在月球引力的影響下，地球的熔融部分一定會發生潮汐現象的；可是實際上，地球幾乎一點也不起這類的振動，好像它是最堅硬的鋼鐵成的一般。

這就應當把整個地球看成固體的了，但這個看法又和我們由經驗而得的結論相矛盾。我們知道，有時候，在地球上某些地方會發生一種可怕的現象——火山的爆發。火山爆發的時候，有熾熱的流體物質衝到地球表面上來，這曾經使我們結論到地球內部是液體的。那麼，我們這個行星內部到底是固體還是液體的呢？

我們還不準確知道地心裏是怎樣的溫度。蘇聯名科學家費爾斯曼院士推測地心的溫度，在 1000 公里的深處超過 1000 度。在地球的中心部分可以到達幾千度，在這樣的高溫裏，似乎任何物質都不能保持固體狀態的。這是不是說地球內部是液體的呢？却又不然。

利用巧妙的準確的實驗，科學家已能估計地球的平均密度。原來地球物質的密度，是水的密度的五倍半。這個數字

使我們能够算出地球中心的壓力竟大到 150 萬大氣壓上下。這樣高的壓力會阻止地球深處赤熱物質的熔融。因此，地球中心部分可能還是固體的。

研究地震時發生的波的傳播，證實了這個結論。已經確定，地球有個固體的核心，它開始於地面下 2900 公里的深處。

那麼火山的爆發又怎樣講呢？假如地球全部都是固體的話，火山爆發時，噴火口裏流出的熔融的赤熱岩漿，又是從哪裏來的呢？

科學家也答覆了這個問題。在地殼的深處顯然有許多個別的岩漿發源地。那就是說，有許多熔融的物質被摺疊在地球的內層。火山中流出來的赤熱的液體岩漿、可燃氣體和水蒸氣，就是從這種孤立的岩漿發源地中冒出來的。

所以地面以下溫度會隨深處而升高的說法，只對最上層很薄的那層地殼說來是正確的。這是因為地殼的最上層有着鈾鐳等放射性元素。它們崩解時就會放出熱能來。

科學家這樣一步步累積着事實，又比較研究着資料，就得出關於我們這個行星構造的確定的結論(圖 14)。

現在都認為地球的中心部分有一個金屬核心，它的半徑約為 3400 公里。這核心好像是由鐵和鎳，還有少量的其他物質的雜質組成的。它的密度大概是水的十倍。至於這個核心的外圈，上面已經說過，就在地面下 2900 公里處。

地球的核心外面，有着好幾層球形的外殼，核外第一層外

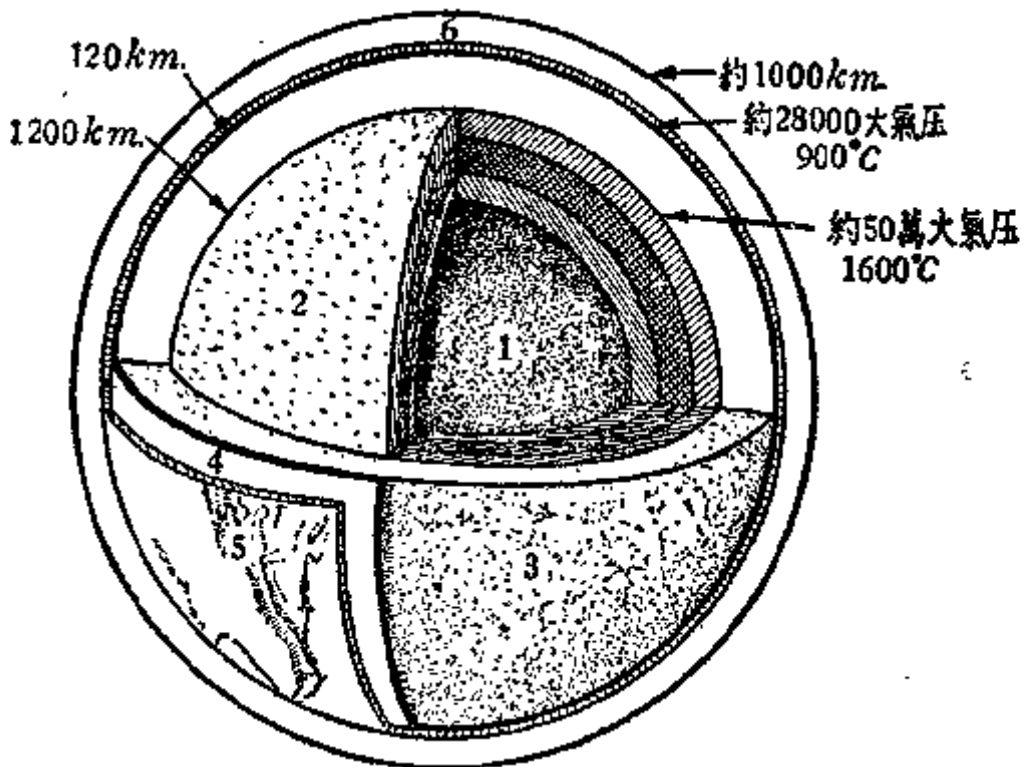


圖 14. 地球的構造: 1, 鐵鎳核心, 密度 9.6; 2, 中間層, 密度 6.4; 3, 重岩層, 密度 3.4; 4, 可塑層, 密度 3.0; 5, 地殼, 密度 2.6; 6, 大氣層

殼, 密度比核心本身的一半稍大, 成分也和核心本身略有不同。它上面一層密度比它小些, 它是在離地面 1200 公里處開始的。

最外面一層是地殼, 它的平均密度又要小些, 却有着極複雜的構造。地殼以上直達幾百公里的高處是我們這個行星的氣體外殼——大氣。

地球中所含各種物質的成分, 也已算出了個大概。我們有根據推測, 我們這個行星的三分之一以上是鐵。氧在地球的質量中幾占三分之一, 矽約七分之一, 此外地球裏含量較大

的是鎂、鎳和幾種別的元素。

在我們這個行星上發現的大多數元素，都可以在太陽裏和恒星裏發現。我們還沒有發現太陽系其他行星中有什麼物質是地球上所沒有的。這一切都說明行星、太陽系和宇宙在物質上的統一性。

我們這行星的起源史，也大致可以證實它有這樣的構造。當地球還是一團熔融的液體時，地球內部的物質，顯然是按照密度排列的。質量越重的物質，越向這行星的中心集中。

關於別的行星的構造，我們知道些什麼呢？

決定了各行星的質量及體積之後，已有可能算出它們的平均密度來。再把密度的數據和觀察的結果，一起拿來研究，我們就能提出一種關於太陽系其他行星的構造的假說來。

各行星平均密度的比較研究，指出大多數行星的密度都比地球小。

行星按照密度而分配的情形，本身就很有指示性。最近太陽的水星密度是地球的 $2/3$ 。次近太陽的金星，雖然比水星的密度大些，仍比地球的密度小些。地球以外各行星的密度就很快的小下去：火星的密度幾乎和水星的密度相同（也是地球的 $2/3$ ），木星的密度是地球密度的 $1/4$ ，土星是 $1/8$ 。

不難看出這裏的規律性。依照院士費森柯夫的假說，行星的形成和它們按密度而分配的情形，可能都不是偶然的。從太陽裏分出來，成爲行星始基的那個長條形突出體，它的溫

度和密度並不是全部一律的。

在接近太陽的突出體基礎部分，溫度當然應當比它那遠離太陽的外部更高。這種情形顯然就在某種限度內決定了它所形成的全部行星的密度分配方式。

關於另外兩個大行星——木星和土星的探究，指出它們的構造是類似的。遠鏡的觀察使我們看出這兩個行星上都有覆着厚雲的大氣，裏面含氫最多。對其中的雲加以研究時，又查出它們是由氨氣和沼氣組成的，而氨氣和沼氣又都是含氫的化合物（氨是氫和氮的化合物，沼氣是氫和碳的化合物）。

這些行星裏，氫氣這樣多，自然會形成水。可是土、木二星上的嚴寒氣候（攝氏零下100度到150度）又一定會使水化成冰。

前面已經說過，木星的平均密度略大於水，而土星的平均密度甚至比水還小。這一事實和天文學家手頭所有的其他數據聯繫起來，就使他們能夠得出十分確定的結論來（圖15）。

木星和土星似乎都有金屬的核心。核心外面都包着一層極厚的

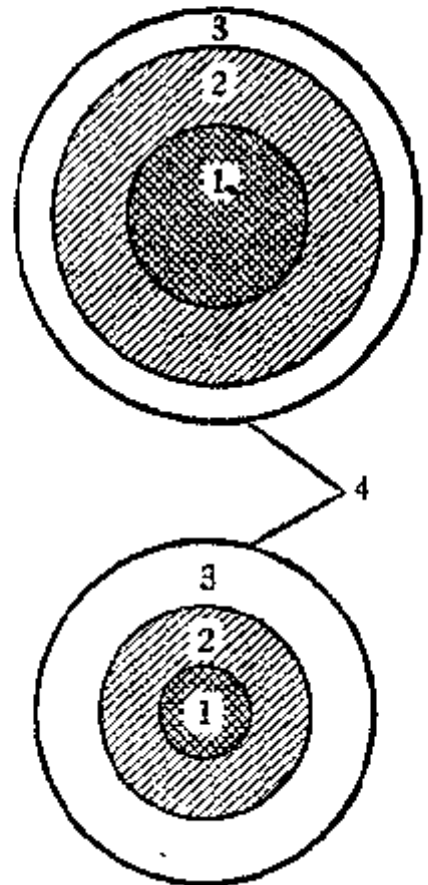


圖 15. 木星和土星的可能的內部構造：1, 核；2, 冰；3, 氫；4, 氫氣和沼氣的雲

冰。二星的外殼最可能是由結了冰的氣體和液態氣體組成的。兩星的巨大引力會將其中大氣的最低各層加以壓縮，氣體受到強大的壓力和寒冷時是會變成液體的。所以包在冰的外殼裏的堅硬而且相當密實的木、土二星的核心，一定還有結了冰的氣體層、液態氣體層和含氫的大氣層包在外邊。

當然，土、木二星在構造上的類似性，可能只是大致如此。講到細節，不同之處一定還多。例如它們的金屬核心和核外各包圍層的相對大小，一定是不相同的。木星的金屬核心，按照某些數據，質量約占整個星體的一半，而土星的核心在全體質量中的比值不能多於十分之一。

木星的大氣裏有雲浮着，這雲大概是由氮氣的極小晶體組成的（這正好使人想到在地球的大氣裏可以看到由冰的晶體組成的雲）。蘇聯的天文學家沙依恩和巴拉巴舒夫二人的研究指出，我們能在這兩個行星表面上看見的景物，差不多全部是高高浮在它的氣體外殼裏的。

到現在還沒有查出木星上所看見的一些很大的‘紅斑’和別種斑的性質。這些斑點本來就不易一目了然。又有一個問題也還沒有得到清楚的答案，那就是這個星球的表層和它的大氣中間，有沒有清楚的界限？因此，關於斑點的研究愈加複雜起來。不過不容置疑，今天關於這個巨星的自然事物，雖然還有不清楚的地方，隨着時間的前進，一切都會研究明白的。

對土星的觀察，發現土星的大氣中有着某種的騷動。原

來土星也和木星一樣，還有一種未知的強大力量在它的雲層下面起作用。

木星的衛星有四個，土星的衛星有三個，密度比水還小，這是怎麼回事，現在也還沒有得到解釋。土、木二星的其餘衛星，都是和月球一樣，極可能是由岩石材料組成的，而這幾個衛星，我們要假定它的構成不是岩石，而是和土、木兩星一樣的組成，便好像說不過去。

在遠鏡中，土星比其他行星都更容易看見。這首先是因為土星外面有一個光環，可以增加它對我們視覺的有效影響。在強大的遠鏡裏，很容易看出這環分做三層。

土星的光環是少見的希奇組織。它的厚度幾乎只是它的直徑的二萬分之一。天文學家利用靈敏的儀器和完善的研究方法，已將這些光環的秘密揭開。原來它是由許多分立的小顆粒組成的。每一個這種小顆粒都循着自己特有的路線圍繞土星旋轉，好像都是土星的極小衛星一般。

光環裏的空間，不是完全充滿了小顆粒的。有時候我們可以透過光環看見光環那面的土星的衛星和恒星。光環的平均密度約為土星密度的三百分之一。各光環的質量加在一起，約為土星質量的一百萬分之一。土星的光環能夠把照在它上面的太陽光清清楚楚地加以反射，所以它在遠鏡裏可以看得很清楚。

俄國天文學家別羅波爾斯基在木、土二星的研究上有過



很大的貢獻，對於土星光環的研究尤其有趣。他在1900年證明這些光環是由分立的流星顆粒組成的。

太陽系中另外兩個巨星，天王星和海王星，也有極顯明的類似性。按密度來說，它們都和木星最相近。它們的大氣裏都有許多沼氣，至於氮氣差不多全部已經凍結了。關於這兩個行星的大氣或表面上的顏色，看不出有什麼激烈的變化。

自轉很快這個特徵，不但土、木二星有，天王星和海王星也有。這就是這四大行星的兩極所以全都比較扁平的原因。拿這一點做基礎，就算出天王星和海王星也和其他兩個巨星一樣，其中質量的基本部分，都集中在中心部分。天王星和海王星的密度，前面已經說過，也都很小。因此，它們的構造應當和土、木兩星大致相似。

類地行星的密度，都和地球很相近。這一情形和其他數據一起說明着它們和地球的類似性。我們應當想，所有的類地行星，連地球也包括在內，彼此在構造上都有許多相似之處。十分明顯，這些行星和地球一樣，都是由較重的材料組成的，而那些大行星的材料却比較輕。

太陽系行星中最小的水星和地球的衛星——月球很相似。前已說過，水星總是一面朝着太陽的，這正和月球總是一面朝着地球相同。水星和月球的基本分別只在於它們離太陽的遠近。它們表層上的溫度就因此而有高低之分。

研究水星的結果，知道它上面也許完全沒有大氣，也許有

極稀薄的氣體外殼。它朝太陽的那一面，溫度大約高到攝氏 400 度；背太陽的那一面，溫度低到零下 270 度，這溫度已和宇宙空間的溫度相差不遠了。

至於金星，上面早已說過，比別的一切行星都更像地球。在大小上，它和地球差不多沒有分別，在質量和密度上，它和地球也差別很少。這一切都使我們不能不認這兩個行星在內部構造上也沒有很大的分別。

金星的大氣却是自成一格的。蘇聯的天文學家索波列夫和辛加列夫二人，他們曾利用另一蘇聯科學家安巴爾楚勉的光在氣體環境中發生漫射作用的新理論來研究金星的大氣，結果很有成績。已經確定，金星的大氣外殼含有碳酸氣很多，頗不利於呼吸。因此，金星上雖然存在着够多的水分和良好的溫度條件，對於生物的存在十分有利，但是我們現在還不應當幻想金星上有可能發展目前地球上所有的種種生命形式。

總而言之，金星上的情形，和地球上生命沒有出現以前的情形很相似。

可是由於溼氣很多、溫度很高而產生的多量的雲，經常遮蔽着金星的表面，使我們無法從它上面看見地球在數萬萬年以前，生命還不存在時候的情形，這却是十分可惜的。

蘇聯的天文學家瓦西里葉夫和干斯基二人，在金星的研究上得到很多的成果，他們的有趣的觀察，使我們能夠推想金星是自轉得比較快的。

講到火星的大小，無論是我們眼睛看見的，或它自己實有的，都和水星相仿。這兩顆行星的密度，幾乎完全相同。這一點和別幾種數據一同說明着，它們的內在構造可能也是相似的。關於火星的詳細情形，上文已經講過，這裏不再重複了。

剩下來要講的是太陽系中最遠的行星——冥王星。這個行星的大小和質量（實在的數字現在還沒有完全確定），使我們不能不把它列入類地行星中。我們現在還沒有數字根據去做關於冥王星的構造的可靠推測。我們只能說它的表面大概是極不平的，上面也沒有塵灰或晶體物質，因為它反射光線的能力比較薄弱，在照片裏它只是一個小光點。

蘇聯的天文學家在行星的研究中曾經得到巨大的成功。有許多蘇聯天文學家研究小行星，特別有成果。他們又用自己創立的方法探究了大行星中的大氣，得到了許多重要的新資料。對於別的行星尤其是火星，蘇聯天文學家也研究得極有成績。

國立天文學院的工作人員青年天文學家波布洛夫，最近所作關於土星光環的研究極其有趣。它決定了組成光環的小顆粒的平均體積。它們顯然比以前所推測的大得多。在這些小顆粒上還發現了霜的痕跡。那當然是從土星中的冷大氣裏生出來的。

最後需要解釋的是：太陽、恆星和其他行星的大氣裏所含的成分，天文學家是怎樣知道的。

天體成分上的秘密是光線向我們揭露的。如果太陽光穿過玻璃做的三稜鏡，它就會被這稜鏡所折射而分散成組成它的各種顏色。於是我們得到太陽光譜，在裏面可以看到七種顏色：紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫，從一種慢慢過渡到第二種。

各種顏色互相連續像虹一樣的光譜，叫做連續光譜。一切熾熱的固體、液體和密度大的氣體，在分量特別多的時候，都會產生這樣的光譜。

穿過稜鏡的如果是熾熱氣體放出的光，我們就會得到線狀光譜。這種光譜是由一條或者幾條色線組成的。在這裏特別重要的是每一種氣體有它自己獨有的線狀光譜。

假如熾熱的固體或液體放出的光線，先穿過較冷的氣體，再穿過分光鏡中的稜鏡，我們就會得到所謂吸收光譜。在這裏，氣體只吸收那些它自己能放出的光線。所以在原先出現某種氣體色線的地方，現在就在連續光譜的背景上出現暗線。

這樣，只要把天體的吸收光譜加以研究，就能決定它們的化學成分。

太陽和恆星的外層大氣，比它們的核心總要冷些，因此，就會吸收天體內層發出的光線。這樣，太陽和恆星的光譜，自然就是吸收光譜。如果把太陽光譜拿來和氫的光譜互相比較，就會看見氫的明線恰和太陽光譜上某些暗線相符合。這就告訴我們太陽上有氫。同樣的方式又告訴我們，太陽上有氮，有鈣，有鐵和許多別種化學元素的蒸氣。

這方法叫做光譜分析術。它使我們有可能決定離我們無論多遠的任何一種天體的化學成分。

我們現在已經看遍了太陽系各行星的構造。由太陽物質變成的行星，當初一定有大致同於太陽外層的成分。由熔融的程度不大的太陽物質形成的大行星，能够保留住氫一類的輕質氣體。小型的行星所保留的主要是些更重的物質，因而就改變了自己的成分。個別行星的獨特性，大半是由這點來決定的。

我們相信太陽系中大多數行星，在構造上都有一定的類似性。這證明它們在物質上的統一性和起源上的共同性。

## 六 地球和行星的將來

我們住在地球上的人，誰都不能不對行星和地球的將來這個問題感到興味。

我們已經知道，太陽系行星的生命首先依靠太陽。可是，太陽會不會有一天冷卻呢？它像今天這樣發熱發光，還能維持多久呢？

天文學告訴我們，太陽是一個比較‘年輕的’恆星。它也許還沒有超過它的‘中年時代’。在目前，它還沒有變冷的趨勢，它生活得很正常，很健壯。可是時間再長下去又怎樣呢？科學的答覆是在今後幾萬萬年裏，行星將從太陽得到約和現在一樣多的熱和光。在這樣悠久的時間面前，人類的生存實

在顯得太渺小了。

那麼，其他方面有沒有危險呢？要知道行星的將來和整個太陽系的將來，並不專靠太陽的活動能力的。

首先，讓我們看太陽系會不會因為行星四散而崩潰。

太陽的強大的引力，把所有行星都維持在它們的軌道上，行星又以同樣的引力吸住自己的衛星，所以它們是不會分散的。已經查出物體間的距離越小和它們的質量越大，它們中間的引力也越大。不懂得這條總的規律，就不會懂得行星為什麼要依一定的軌道繞着太陽運動，和衛星為什麼要依一定的軌道繞着行星運動。此外還有三條力學上的基本定律，對於講明行星的運動有同樣的重要。

第一條定律主張任何一種物體總要保持自己的原有的狀態。這就是說物體要留在靜的狀態裏，或者作等速的運動，一直等到有某種外來的力量前來加以干涉時才會改變。這原則有一個人所共知的名稱即慣性定律，它在我們日常經驗裏到處可以得到證實。

依照第二條力學定律，物體的質量越小和作用在它身上的力越大，這物體的速度（加速）也越大。

力學的第三條定律告訴我們作用和反作用大小相等而方向相反。

讓我們運用這三條定律來解釋行星的運動。現在就拿地球做代表。

地球要依着直線作等速的運動(圖 16)。但我們知道,事實上它並沒有那麼做。由於太陽的引力,地球又要落到太陽上去,並且正在向着太陽降落。這樣,地球運動的途徑就是這兩種運動——等速的直線運動和向太陽加速降落的運動——相加的結果。因此,地球就不斷地向太陽下落,而這種下落的速度可以用地球偏離直線而運動的方向偏差來測量。

所以太陽的引力是在強迫地球以偏離直線而運動的方式向它降落。換句話說,太陽的引力剛剛和地球沿着軌道運動時所產生的離心力相平衡。

這些結論對於別的行星,對於它們的衛星,對於一切的天體,當然都是正確的。因此,我們相信太陽系決不至於崩潰,因為太陽有強大的引力作用在所有的行星上,使它們跑不開。衛星環繞本行星的運動,也一樣地很可靠,很安定。

談到行星系統的安全性時,不能不指出太陽的質量約為地球的 30 萬倍。這件事實對於解決上述問題十分重要。正因為太陽系全部質量的 99.86% 是集中在太陽本身中,所以太陽才成了行星、行星的衛星、小行星和流星的領導者、指揮者、組織者和運動中的秩序維持者。行星假使和太陽在質量上可

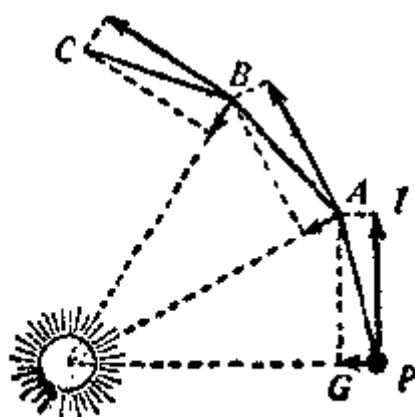


圖 16. 行星(P)在慣性力(I)和太陽引力(G)作用下沿着圓形軌道繞日運行

以相比的話，不但太陽系的安定性要成問題，它的存在也要成問題了。

然而太陽對行星的運動所加的影響，還只是引力作用的規律應用於太陽系中的一部分。在行星、行星的衛星、小行星當中也存在着相互的引力。再則這一切天體還要把自己的引力向太陽發揮。誠然，在太陽本身的強大引力面前，行星的相互引力對於它們的運動並沒有重要的影響（衛星和小行星的引力更不必提）。但多少總有影響的，所以我們在研究某個行星的運動時，必須針對這一層做點修正。

這裏却發生了一個問題：行星相互之間的引力，會不會顯著地改變行星本身的運動路線呢？會不會引起某種不幸的後果，如行星相撞的事呢？

現代天體力學掌握了極準確的行星運動圖表。它證明了太陽系在今後幾萬萬年中的安定性。在天文學上，幾萬萬年誠然不算長，可是和我們這個地球上的時間標尺比起來，已經大到不可想像了。

也許有人要問：地球不會跳出自己的軌道嗎？不會的。地球的軌道的確在極慢極慢地隨着時間前進而改變，將來它可能要比數千年以前更圓一些。可是要說地球會不會在軌道上亂走起來，却是不可能的。拿年做時間單位來說，地球和太陽中間的距離，在幾年中改變極少。它的軌道和其他行星的軌道一樣，也幾乎絲毫沒有變動。就是拿一百萬年來說吧，行



星的軌道也只能有比較很小的變動。

但是我們這地球不會遇到什麼意外麼？譬如說，地球不會和彗星或別的巨型流星相撞嗎？

這樣的撞碰當然也可能有。可是它們並不會成爲我們這行星的危險。小型的隕石常常會落在地球表面上。但它們的平均質量極小，每塊只重0.2克。

觀察和計算都指出：普通的流星，出現在120公里的高空中，飛過幾十公里之後，就燒完了。中型的流星呢，飛到離地面30到40公里的高處也燒完了。原因很易懂。流星的速度是每秒幾十公里。在這種速度裏和空氣一摩擦，它們就會由燒紅而着火，終於燒成灰燼，因而飛不到地面上。巨型的流星呢，如果還有沒燒盡的部分，也要因爲空氣的阻力而失去了速度，熄滅了火光，落到地面上。

這樣看來，地球的空氣外殼具有一種甲冑的作用，它能保護我們不受天外來客——隕星的傷害。沒有這層甲冑的話，只要是重1/1000克的宇宙微粒，對於我們地球上的人就一定是極危險的。這種微粒以每秒60到70公里的速率降落時，可以有那種從手槍裏直射出來的子彈一般大的力量。所以由於這樣的高速，比這更大的宇宙顆粒，可能洞穿我們的住宅，甚至把它們打爛。

假如竟有最大的隕星偶而穿過大氣，那它的速度也會變慢。隨之，它的破壞力也就減少很多。

‘隕星的危險’究竟可怕到什麼程度呢？在過去三百年中，歷史上記載過的隕星落在建築物上的事，一共只有 30 件，可見這樣的事決不是常見的。

重達百噸和千噸的巨型隕星下落的事尤其少有。我們只知道有兩次。

第一次是 1908 年地球和一個巨型流星相碰。這個流星落在通古斯森林區，因而得到‘通古斯隕星’的名稱。它和地球相撞引起的爆炸，毀壞了三十公里上下的森林。爆發的火頭，雖然在白晝太陽很亮的時候，也可以在幾百公里之外望見；爆發的聲音，一千公里以外都聽得到。各國地震儀器上都有了紀錄。而爆發的空氣波曾經環繞全球兩周，世界各國的觀象臺都曾覺察到它。

第二次巨型流星的墮落，是在 1947 年初。降落的地點離海參崴不遠，是在西科他阿林山區的海濱森林裏。蘇聯科學院的遠征隊曾把這顆隕星降落的地點研究了差不多半年。這顆隕星在空氣中早就碎成了幾萬塊大小極不相同的碎塊。降落的時候，像是下了一場隕星的鐵雨，事後所收集到的隕星物質，重約二十五噸，其中最大的一塊約重一噸。

這樣看來，我們可以得出結論說：小隕星對於我們絲毫沒有危險。中型隕星和巨型隕星，落到地面的機會極少。就是落到地面上，也不會造成大災害。

還有什麼能夠威脅我們這個地球呢？

有時候，彗星會接近地球。彗星的出現，在古代或中世紀的黑暗時代，人們都相信是戰爭饑饉等災異的預兆。現在我們知道彗星的質量小到極點，所以就是彗尾和地球相撞，彗星頭部核心中的碎片，也要在我們的大氣裏像隕石一樣被燒掉。只有個別的最大的碎塊才能够以隕石的形態落到地面上。在1872年比埃拉彗星有些碎片落到地面上，造成一陣流星雨的奇觀。在這以前，歷史上還不會知道有過這類事情。

在過去，地球也曾通過彗星的尾部。1910年5月就有過這麼一次。天文學史上有名的哈雷彗星，那時正向地球逐漸接近。它的來到，天文臺早就很準確地算到，並宣布過了。我們這行星必然要通過這彗星的尾部，因為這個彗星的尾部在天上拖得極長，足有幾個星座那麼遠。依天文學家的探究，彗星的尾部，主要由二氧化碳組成。人都知道二氧化碳有毒，所以在許多地方，人們都懷着恐怖等待彗星尾部的掃來。社會上甚至闢傳‘世界末日’就要到了，鄉間到處舉行祈禱。沙皇政府又不許舉行通俗的科學演講來科學地解釋這種自然現象。

可是結果並沒有發生什麼特別事故。地球穿過彗星尾部時的情形，人們一些都沒覺出來。原來在每10,000立方公尺的彗星尾部裏所包含的物質，只相當於15立方厘米空氣中所含的那麼多，當然誰也覺察不出它的來到。彗星的尾部對於地球上的居民絕對沒有危險的原因，也是很好懂的。由於它的極度稀薄，彗星的氣體不能透過地球大氣的上層太遠，有時

候根本透不過去。再則彗星氣體的密度又極小，不能成爲有害於呼吸的毒質。可見彗星對於我們這個地球，其實是一點危險都沒有的。

有時候，也可聽到將來地球會和月亮相碰的說法。有這麼一種假設，認爲將來的‘地球——月亮’這個系統可能會這樣發展。在離我們極遙遠的將來，一晝夜的長度約等於目前地球上的 55 晝夜。那時我們這行星和它的衛星所造成的系統，就進入一個長期的安定階段。在那個階段，地球和月亮中間的距離將是現在的一倍半。但經過一個很長的時間之後，情形又要激烈變動。月亮開始迫近地球，直到它們中間的距離短到只有地球半徑的兩倍半時候才停止。這時候，月亮的均衡就最後被破壞了，它就分裂成許多碎塊。

可是月亮的碎塊並不散布在地球上，它們要彼此碰撞而成許多更碎的碎塊，最後，終於形成一些和土星裏一樣的光環繞着地球轉。

現代天文學上的數據，使我們相信這種事在極其遙遠的將來確有出現的可能。但這個將來一定在幾萬億年後。所以現在就爲月亮的命運擔憂，實在太早。

前曾說過，我們這行星系統的中心——太陽，屬於一個龐大無比的恒星系統——銀河，於是又發生一個問題：行星或太陽不會和銀河中別的恒星相撞嗎？

真的，組成銀河系統的所有恒星，並不是呆在一處的，而

是在全體恒星的強大引力影響下以極高的速率運動着的。然而銀河大極了，即使說其中只有兩個星有彼此相撞的可能，都是不真實的；不但相撞的事在恒星中極少可能，就是彼此逼近都是極難遇見的事。事實上，在太陽所在的這一部分宇宙，各恒星中間的平均距離是大到不可想像的。光的速率我們知道是每秒30萬公里，但速度這樣高的光線要穿過這一個平均距離也得走十年之久。半人馬座中的比鄰星是離我們最近的恒星。然而就是從它發出的光也要走上四年才能來到地球上。

所以極其明顯，太陽或行星與任何一個恒星相撞的可能性極少，實際上沒有注意的價值。

總之，無論是整個的太陽系或地球，都沒有任何真正的危險威脅到它。不但是目前沒有，就是在今後幾千萬甚至幾萬萬年中也不會有，這是可以信得過的。

## 結 語

蘇維埃的天文學取着大體和資本主義世界的天文學不同的立場。在帝國主義國家，天文學也和一切科學一樣，是為愚民政策和反動集團服務的。

資產階級的唯心派科學家拒絕承認在行星和宇宙中別的世界有着物質上的共同性。他們通說宇宙是有限的，物質是會消滅的。激烈的唯心論者，英國天文學家琴斯甚至進一步主張‘宇宙的機器’已在漸漸破壞，而又不可能再建。資本主義

各國一些信神的天文學家正在宣傳一種學說，主張生命只有在我們這一個行星上被創造出來過。他們又試用這個學說作根據，‘科學地’編出一些宗教性的故事，把地球和地球上的居民描寫成宇宙間特殊地位的占有者。

蘇維埃的天文科學却把宇宙看成在時間上空間上無限制地展開着的一個不斷的過程。蘇維埃科學家的工作證明我們這太陽系中的行星和散在無限的宇宙間的其他世界在物質上的統一性。蘇維埃的科學是世界上最前進的科學，他主張宇宙是絕對可知的，一切自然現象都是有因果性和規律性的。

蘇聯對天文科學的計劃性發展，提供了不少的人力和物力。蘇聯的光學工業是在斯大林五年計劃的年代創立並且鞏固的。蘇聯的天文臺裝設着第一等的天文儀器。天文臺和天文科學研究院，都在按照一個統一的明顯的計劃進行工作。

年輕的蘇維埃天文科學，對資本主義各國顯着日益增長的優勢，有一件事可以為證，即 1949 年蘇維埃天文科學家安巴爾楚勉和馬爾卡連，還有沙依恩三位，都得了第一級斯大林獎金。

原來阿美尼亞蘇維埃社會主義共和國的科學院院長安巴爾楚勉和馬爾卡連，發現了一種新型的恆星系統。在不久以前，大家都認為我們這銀河裏的全體恆星都是在幾十萬萬年前由某種巨大的星雲一次變成的。安巴爾楚勉和馬爾卡連的研究却無可爭辯地證明，就是在我們這時代，銀河的領域內也

還在進行新恆星形成的過程。在這裏，新恆星是分組形成的。已經查出了二十個以上的這種所謂‘星協’。在我們這銀河裏，它們的總數似乎在幾百甚至幾千之譜。

沙依恩院士研究恆星光譜的工作，也是一種最高的成功。因為他發現恆星的大氣裏含着許多碳元素的更重的同位素。

蘇聯天文學上的傑出的新發現，再度證明了宇宙過程的統一性和連續性，又擴大了我們對於宇宙的概念。

蘇聯的天文學家堅決指出生命並不是我們這行星上所獨有的。

對恆星世界做了長期的仔細研究之後，我們已經清楚，我們這個太陽只是一顆典型的普通恆星。在宇宙中像它這樣的恆星，簡直多得不可想像。甚至在一個恆星系統，我們所屬的這個銀河系裏，也能找出極多和太陽一樣的恆星來。原來對銀河中許多恆星的運動作了研究之後，已得出結論，認為其中有些也率領着許多自己不能發光的衛星。那些恆星的不發光的衛星，按質量說，與其說是接近於恆星，不如說是接近於太陽系中幾個大行星。例如：列寧格勒天文學家傑基在普爾科夫天文臺做了好幾年觀察之後，曾得出結論，認為恆星天鵝座61B這不發光的伴星，質量是木星的16倍。而它繞着自己的‘太陽’旋轉的週期，等於地球上的五年。

宇宙是無限的。其中有着不少和我們這太陽系一樣的別的行星系統，而且很可能，宇宙中還有許多行星，比我們這地

球對於生命的發展更有利。

我們又不能否認在條件和地球不相同的其他星球上，生命也有存在的可能。

這樣說來，在我們迄今還不知道的世界裏有高級的理性生物存在，也是十分可能的事。

天文學和其他科學一樣，其中一切都是可知的。昨天的謎，今天都解釋明白了。今天還不懂的秘密，明天一樣可以揭開。這就是科學前進的一般路線。

以前進的唯物世界觀來武裝自己的蘇維埃天文學家，曾經增益過本國（蘇聯）天文學家在過去一百年中所做的光輝成就。立足在所向無敵的馬恩列斯學說上的蘇維埃天文科學，也一定會在今後保持它的領導地位的。



## 本書俄國科學家譯名表

安巴爾楚勉	Амбарцумян, В. А.	巴列那哥	Паренаго, П. П.
巴拉巴舒夫	Барашев, Н. П.	巴利斯基	Парийский, Н. Н.
別羅波爾斯基	Белопольский, А. А.	索波列夫	Соболев, Е. В.
波布洛夫	Бобров, М. С.	斯特盧維	Струве, В. Я.
瓦西里葉夫	Васильев, А. С.	季霍夫	Тихов, Г. А.
烏利夫	Вульф, Ю. В.	費爾斯曼	Ферсман, А. Е.
干斯基	Ганский, А. П.	費森柯夫	Фесенков, В. Г.
哥爾捷拉茲	Горделадзе	捷吉爾達	Чекирда
傑基	Дейч, А. Н.	沙依恩	Шайн, Г. А.
克拉索夫斯基	Красовский	沙羅諾夫	Шаронов
利浦斯基	Липский, Ю. Н.	辛加列夫	Шингарев, Л. И.
洛莫諾索夫	Ломоносов, М. В.	希米德特	Шмидт, О. Ю.
馬爾卡連	Маркарян, Э. Е.		

[ G e n e r a l I n f o r m a t i o n ]

书名 = 地球和行星

作者 =

页数 = 92

SS号 = 0

出版日期 =

V s s 号 = 7 7 2 5 6 9 1 5

封面  
书名  
版权  
前言  
正文