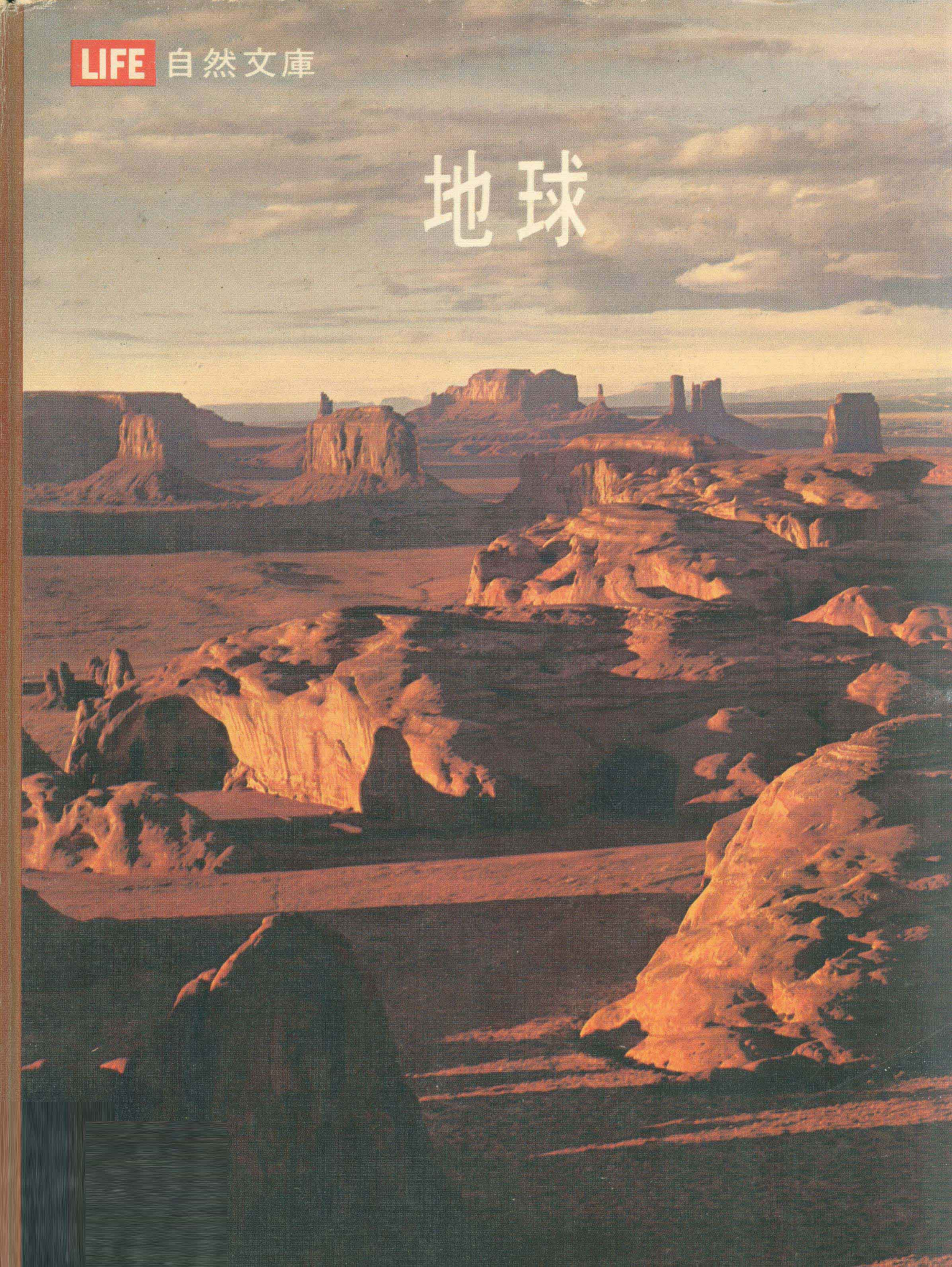


LIFE 自然文庫

地球



生活自然文庫

地球



叢書：

航海的人們
第二次世界大戰
人類的行爲
世界原野奇觀
世界各大城市
縫紉的藝術
人類的起源
時代生活園藝百科全書
生活攝影叢書
世界烹飪叢書
時代生活藝術文庫
人類的偉大時代
生活科學文庫
生活自然文庫
家庭實用叢書

專輯：

生活雜誌精粹
生活的電影世界
生活在戰爭中
嬰兒是怎樣製成的
瀕臨絕種的動物
攝影的技術

SERIES:

THE SEAFARERS
WORLD WAR II
HUMAN BEHAVIOR
THE WORLD'S WILD PLACES
THE GREAT CITIES
THE ART OF SEWING
THE EMERGENCE OF MAN
THE TIME-LIFE ENCYCLOPEDIA OF GARDENING
LIFE LIBRARY OF PHOTOGRAPHY
FOODS OF THE WORLD
TIME-LIFE LIBRARY OF ART
GREAT AGES OF MAN
LIFE SCIENCE LIBRARY
LIFE NATURE LIBRARY
FAMILY LIBRARY

SINGLE TITLES:

BEST OF LIFE
LIFE GOES TO THE MOVIES
LIFE AT WAR
HOW BABIES ARE MADE
VANISHING SPECIES
THE TECHNIQUES OF PHOTOGRAPHY

生活自然文庫

地球

·阿瑟·拜塞爾

與時代 - 生活叢書編輯合著

紐約 時代公司出版

作者

本書作者阿瑟·拜塞爾 (Arthur Beiser) 生於紐約市並在那裏就學。離開學校後他就以研究地球為終身職業。作為地球物理學家，他的著作已有二十餘部，並為科學雜誌撰寫過好幾十篇論文。他曾任私立的原子能研究協會副會長，此後就一直在紐約大學，也即過去頒授給他理學士、理科碩士、哲學博士等學位的他的母校，擔任物理學副教授之職，並為曾在南太平洋、阿拉斯加州以及科羅拉多州各地建立宇宙射線觀測台及地球物理觀測台的諸考察隊的首席科學家。拜塞爾博士的主要著作計有：《現代物理學要義》，《物理學的基本概念》、《物理學發展的主要趨勢》，及與康拉德·克勞斯科普夫 (Konrad Krauskopf) 合著的《物理學基礎》、《物理世界》，與夫人傑曼·拜塞爾合著的《宇宙射線漫談》；此外還有一本短篇文集——《物理學談趣》；而拜塞爾博士編寫的教科書也已為世界各國 500 多所大學及學院採用。

封面說明

這是美國西南部碑銘谷的平鈍小山羣，正在晚照下閃耀着紅光。堅硬的石頂使這羣小峯巒未遭昔時四周較軟岩石所受到的水蝕，因而形成了今日這片兀立景象。

編輯顧問

本書中文版編輯顧問張學裕，香港中文大學社會科學學士，歷任香港九龍勵精英文中學及大埔王肇枝中學地理科主任教員、香港中文大學崇基學院地理學系助教，其後在美國明尼蘇達大學得文科碩士，曾任香港政府新界民政署田土督察，現任香港中文大學崇基學院地理學系副講師。

目錄

原序	7
1 一顆渺小而不平凡的行星	9
2 地球的星雲起源	35
3 天空的解剖	57
4 漂浮的地塊	81
5 海陸風貌的形成	105
6 岩石的歷史實錄	131
7 無可確知的未來	159
參考書目	185
附錄	186
誌謝	188
索引	189

時代 - 生活叢書

中文版

編輯：徐東濱

副編輯：蕭輝楷

助理編輯：張柱

編輯助理：嚴慧

本書譯者：時代公司 梁世偉

出版者：時代公司

Authorized Chinese language edition

©1976 Time Inc. Reprinted 1978.

Original U.S. English language edition

©1962 Time-Life Books Inc. All rights reserved.

原序

人類對地球的認真研究，是隨着工業化程度的不斷提高，全世界對於煤、石油、金屬、建築材料以及水源等等礦物資源之日益增多的需要而逐漸展開的。地球科學的創始雖說為期甚晚，而且本僅是出諸實用的要求，但它今日業已滋長而為一門成熟的地球歷史學了。這一學科和它所獲致的各種了解，無論對自然本身還是對人在自然之中的地位來說，都已成了今日人類在認知上與審美欣賞上的整個知識基礎之不可或缺的一部份了。

本書並非科學論文，也不打算裝點出任何正式論文的姿態。然而，本書照片精美，文字生動，正是一本關於地球及其成長過程的優秀入門讀物，足可使普通讀者都能去“確當地涉獵一下地球的事”，從而更清楚地了解人類是如何通過不斷的努力，從形成自然世界的林林總總事象羣中，逐步發現出更偉大更崇高的秩序、意義和美來的。

地球在無限時間過程中的整套故事，讀起來可說是困難而又輕鬆的。沒有人能夠充份地理解它，可是人人也都有機會去緻密觀察四周的各色零星記錄而不會毫無收穫。鄉下路邊或市區公園內露出的每塊岩石以及自然地貌的每一個特點，都提供了許多有關其成因的線索。這裏一塊形狀特異的冰河圓石，那裏一片剛探出頭來的含有化石的石灰岩，這條河流的沖積谷，那道山脈的綿延遠去——所有這些都會提供有關它們歷史之多方面的豐富資料。誠然，對於有關它們的成因所可能涉及的某些問題，其答案的追求仍不能不訴諸所有的人的智慧，但是許多資料本身的意義却已是明顯地擺在那裏的了。開始去意識到有關地球形成經過的諸如此類問題，同時也即是說，開始去意識到要用地質學上的時間觀來看世界，這便已是在人的心靈中開闢出一片新天新地的了。

地球科學現在正在生氣勃勃的時期。地球物理學、地球化學、生物化學以及其他學科的方法與概念，正在日益增廣地引用來解釋有關岩石與地貌形成史的各種古老問題乃至其他那些範圍更廣的問題，諸如有關生命的起源，有關山脈、大陸與海洋的成因，以及地球在太陽系與宇宙中的位置等等。許多令人驚奇的事實，以及各事實之間那些素未料及的相互關係，其發現已是越來越快的了。某些老問題正在開始獲得解決——起碼正在獲得部份的解決。人類，秉承着與生俱來的那片心靈光焰，秉承着定要為天地安排意義、為萬有釐清統緒的那股無邊的熱情，現在正在使一切地質記錄燦燦生光，正在使整個地球故事每年都增添上許多更見迷人的情節。

威廉·W·魯比

洛杉磯加州大學
地質學暨地球物理學榮譽教授



美國大峽谷，是世界上所有各洲的最巨大峽谷，由科羅拉多河冲刷而成，切進原始岩石6,000呎深，兩岸懸崖壁立，顯露出歷時十多億年的地質史。

1

一顆渺小 而不平凡的 行星

這是通往地球的一次旅行。旅程的起點在無邊無際的宇宙深處，在那星系叢聚的星系團——天文學家稱之為“本星系羣”——的內部。這一星系團內的一個成員，本身就由無數恒星組成，狀如一片環環相啣、瑩然有致的大漩渦的，這便是銀河系。和一般星系相比，銀河系只不過是一個中等規模的星系，然而其幅度之廣已足令人為之頭暈目眩的了。它那發光圓盤的直徑經測定約為80,000光年，中軸墳起部份的厚度也達15,000光年，而一光年乃是光線以每秒186,234哩速度在一年內所行經的距離——差一點就等於六萬億哩的。

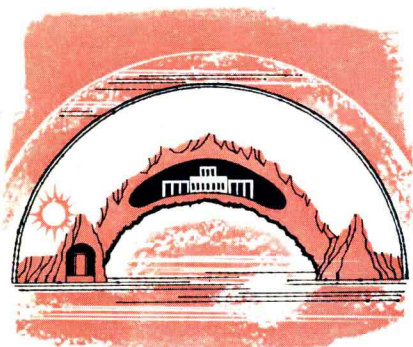
在離銀河系中心大約四分之三半徑之處，恒星分佈漸稀，一顆平平無奇的淡黃色恒星便在那裏照耀着。這顆恒星有充裕的空間供它運行，因為銀河系中離它最近的恒星也在它的25萬億哩之外——彼此相距超過四光年，而它與另一顆近鄰恒星的距離還要再遠出二光年左右。這個頗為寂寞的恒星便是我們的太陽。從遙遠的太空深處看它所發出的光，微弱到僅如螢火。它擁有繞膝承歡的家族——繞它運轉的行星、衛星、小行星、流星體以及彗星，其中搭配得很特別的一對（以離太陽的距離由近及遠而論，排位第三）便是地球及其衛星——

月球。

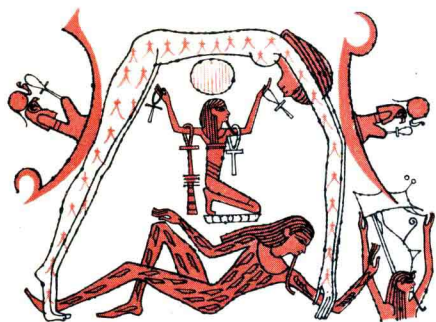
這便是地球——在數以十億計的芸芸星系中僅僅一個星系的邊緣，毫不起眼的恒星所率諸行星中之較次較小的那一顆。從凜冽無邊的太空深處來看地球，它實在是一顆極易遭受忽略的天體。如果不是因為它正是所有可能維持人類生命存在的天體中唯一已知住有人類的地方，這一處身無涯浩宇的地球委實是一顆微不足道的批糠塵垢。然而，地球的內部結構、外殼、大氣、氣候，乃至在太空的運行——所有這些以及它的其他屬性，都是本書將作詳細探討的——却綜合形成了一個有利於生物，特別是有智慧生物生存、繁殖的環境。除非另有反證，地球確實得算宇宙中一顆神奇無比的天體，它自己便是一個無垠的天地，它擁有一切，從永不停止運動的原子直到人類廣闊無邊的靈智與精神，徹上徹下，應有盡有。地球在宇宙萬物序列中，其份量畢竟並非無足輕重的。

在人類對自己所託足的這顆行星的形狀大小稍有真實了解之前——當然更是遠在能夠了解它在宇宙中的渺小地位之前——他們一直憑直覺認為，他們所居住的山谷、避風的港灣或獵物豐饒的平原便是整個宇宙萬有的中心。在古希臘，人們認為天上所有的神都住在離雅典150哩外一個不太高的奧林匹斯山上。中國雖然曾一再遭受蠻族的割裂侵凌，但它始終堅持其引以自豪的、自我中心的名號——中國。才不過幾十年前，美國波士頓還在開玩笑地自稱是宇宙中心，可是當時許多波士頓人的心目中並沒有把它當成玩笑。在此種情操以及上百類似想法背後的那一思考觀點即是：歸根結底，任何人都是他自己周圍事物的中心；任何國家都是周圍鄰國的中心；在人類看來，地球這一天體當然便是周圍天體的中心。人類文明開展很久以後，才有人去認真考慮地球本身的大小，嘗試這一顯然極度棘手的工作。大陸山岳的高度以及洋底溝槽的深度，不論在過去或是現在，都是一些驚人的數值，然而一切辛苦測量之所得，那怕就是珠穆朗瑪峯巔與馬里亞納海溝底之間的垂直距離，在整個地球上攤平來看，也無非僅是不用怎麼費勁的遠足一天所走的距離而已。

古代哲學家倒是早已斷定了地球是一個球狀天體，不過他們都沒有去作任何實測；直到公元前250年左右，才有個住在亞歷山大港，名叫埃拉托色尼的希臘人，開始運用幾何原理去測算地球的大小。在埃及亞歷山大港以南約500哩的一個上游城鎮——錫恩，有一口乾枯了的深井。埃拉托色尼發現，夏至那天中午的陽光垂直射入該深井，照亮了井底，但在它北面的亞歷山大港，夏至那天的陽光却不是垂直照射，而是斜射投出可以測量的影子的。太陽是一個遙遠的光源，足可把它的光線看作完全平行的射線，因此，埃拉托色尼便應用簡單的幾何運算求出錫恩與亞歷山大港之間的角度差約為圓周的五十分之一。這樣，以50乘500哩，埃拉托色尼便得出歷史上第一個地球圓周的近似值。當然，他當時用的是古希臘長度單位；如果把它換算成哩，埃拉托色尼所算出的地球圓周值約為25,000哩（近代測出的赤道圓周為24,902哩），直徑為8,000哩（近代測



古代巴比倫人設想地球是一個由海洋環包並撐托起來的中空山岳。地球內部是死者所居的暗沉沉的陰間。上空則是拱曲堅實的穹，日月星辰就沿着穹道從一端橫越到另一端去。



埃及人設想地球是一個身披植物的斜臥的男神凱布，天空則是一個曲身拱腰，由大氣之神承托浮空的姿勢優美的女神。太陽神每天乘船航過天空（本圖採用複示），沒入死亡之夜。

出的為7,917哩)。

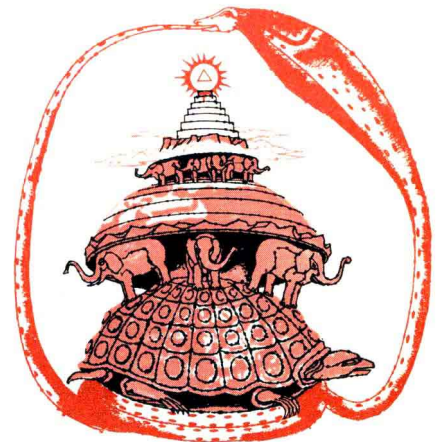
對這樣一個簡陋的測量而言，埃拉托色尼測得的結果可說是很出色的了。(在這一基礎上，另一位希臘幾何學家甚至還計算出月亮與地球的距離，其結果的準確度也是驚人的。)然而埃拉托色尼測出的結果後來不知怎麼竟被遺忘或遺失掉了。因此，又經過了約1,700年後，哥倫布才由海路繞地球西行到達西印度羣島，他根本沒有想到地球的實際大小遠比他想像中的要大。不論當時民間有關地球的傳說是怎麼說的，哥倫布和他那個時代其他商船的船長都知道地球是一個球狀體，當時他所不知道的僅是地球的實際大小而已。埃拉托色尼粗略的測算結果，一直到16世紀環球航行開始後才重新得到確認。

我們今日有關地球大小的資料業已相當完善，特別是因為在國際地球物理學年(1957—1958)期間作了一系列精確的測量。實際上，在國際地球物理學年之前，人們老早就已知道：地球雖是球狀體，但却不是正圓體。牛頓甚至在人們通過測量得知之前就已預言了這一情況，他的根據部份是推斷地球赤道區以每小時1,000多哩的速度轉動必然會產生某種離心效應，部份則是觀測到木星及土星的赤道都有凸起現象，類推而及的。十八世紀的觀測結果證實了牛頓的預言，測到地球赤道的直徑比南北二極間的直徑大26.7哩。美國在國際地球物理學年發射的先鋒一號衛星所作的更精確的測量表明，赤道上的隆起正好並不勻稱，它的最高點落在地球赤道中線稍南(大約25呎)的地方。

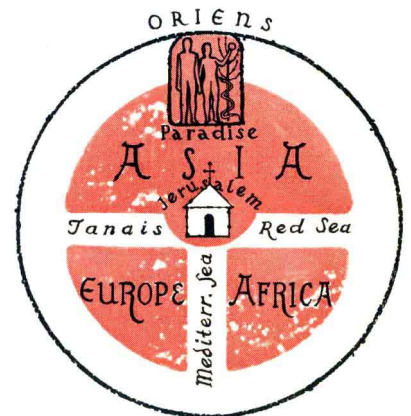
這些精細的修正已使某些作者放棄了對地球的傳統描述，不再把地球說成是“扁平球狀體”而試着去形容為“梨狀體”。垂直測量顯然又一次勝過了人類的想像力。如果地球的各種尺寸都同時縮成我們能夠觀察的球體，例如說縮為直徑五呎，則人的眼睛便察覺不到它的赤道直徑與南北兩極距離之間有約五分之一吋的出入；同時，地球上引人注目的高度與深度在此也會消失。一層薄薄漆皮的厚度也會高過各大洲的平均海拔高度，淺淺地刺穿這一模擬地球的外殼也會深過人們雄心勃勃的鑽探計劃所要達到的鑽進度。

現在已有大量照片以及太空飛行員的口頭報導證實，地球的峭峻地貌在背後那片光潔宛如絲緞的穹宇襯托下，足可補償地球那種遠逾一般星體的平滑表面所予人的單調枯燥之感而有餘。甚至對其他天外生物而言，小小的地球也很可能正是寰宇至美的景色之一。也許飛返本土的火星人在重睹火星那些灰暗赭紅的沙漠結構以及變幻無定的漩渦雲時會更形激動，但是，他也必定會目不轉睛地凝視着地球外廓在紫外線、紅外線織成的天輝中所發的藍光以及雲彩、海水、草木繽紛展現的藍、白、青綠諸彩——這些色彩使我們居住的地球在宇宙中，至少是在太陽系中，成為一幅獨特的圖相。

遠在太空深處的火星探險家可以輕易窺察地球上所發生的巨大變化。植物每年的榮枯會由各大洲的色調變化來反映。北半球高緯度地區雪冠的季節性擴張與收縮也可探知。雲彩是極觸目的，常常排列成條，條與條之間保有清晰



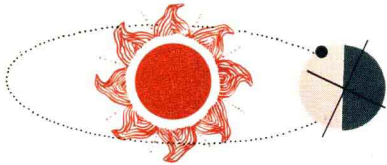
印度人有關地球的觀念頗不一致，一個部落的說法是：護持神毗瑟拿，化身為大海龜，由殼上站着的幾頭大象背負着地，大象動一動便引起地震；海龜則站在作為水之象徵的眼鏡蛇身上。



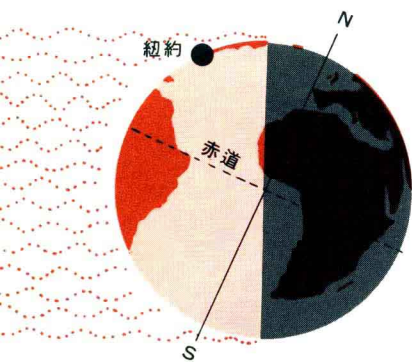
中世紀人提出一幅圓盤形世界圖。世界劃分為三大洲，亞洲在上、歐洲在左、非洲在右；把它們分隔的T字代表地中海、頓河以及紅海。耶路撒冷位於該圖中心，伊甸園則在亞洲。

的空隙。太空觀察者可從雲彩漂浮過地球上空的動向來察知位於地球中緯度地區的西風帶及東風帶等主要風系。他必須俯臨近空才能看見大城市夜晚的燈火，但是，一架良好的無線電收訊機就在遠處也可收到地上居民的大量電磁信號之一部份，這些信號不是全部、起碼也有一部份，會穿透地球的大氣表層，散入毗鄰的太空區域去的。

另一些儀器則會測得——正如保險號衛星最初向我們揭示的——地球四周廣闊的環形輻射帶。最初人們認為這種輻射帶共有兩條，名之曰范艾倫帶，後來整個輻射帶才重新命名為磁層。這一磁層的厚度達40,000哩，它是地球磁場形成的一層護罩，足可收捕從太陽或宇宙空間飛來的帶電粒子的。



地球上季節的變化，是由地軸的 $23\frac{1}{2}^\circ$ 傾角以及地球環繞太陽的公轉而造成的。當地球北極不指向太陽時（上圖），冬季便光臨北半球。這時，太陽斜照紐約等地（下圖），使這些地區可獲的太陽能減少，天氣因而變冷。而且，地軸傾斜的情況使白晝時間為之縮短，於是天氣遂變得更冷。



觀察者還可以從太空的適切地點，審視地球那些永不停息的形形色色的運動。最顯而易見的是地球繞地軸的自轉運動，使地表各區都不斷由向陽而背陽，這一轉動形成了晝夜的交替出現。比較不那麼顯眼的，是地球每年環繞太陽一周的公轉，行程6億哩，需時大致剛好 $365\frac{1}{4}$ 天，這一運行便形成了春夏秋冬四季的相繼出現。地球繞太陽公轉的軌道並非正圓，而是橢圓的：地球與太陽的平均距離為9,290萬哩，這一距離在地球繞太陽公轉一周的行程中會有3,100,000哩的變化。地球上冬夏之間的變化，和某些門外漢的設想剛剛兩樣，它不但與地球距離太陽的遠近在基本上毫不相干，甚至更有趣的，在大多數人所住的北半球處於冬令而一般較不注意的南半球處於夏令時，地球才恰巧是最靠近太陽的時候哩！

導致季節變化的是地軸的斜度。地球每年繞太陽公轉時，其北極在夏至（約在6月22日）朝向太陽，但在冬至（約在12月22日）則遠離太陽（地軸相對於地球公轉軌道面的傾斜角為 $23\frac{1}{2}^\circ$ ）。自然，地球的南極朝向或者遠離太陽的情況正好相反，這也就是南半球的季節與北半球正好相反的原因。對地球上季節溫度變化起決定性作用的，是太陽照射地面的角度，而不是太陽與地球間的距離。一束垂直照射某平面的光線所給予該平面每平方呎的能量，是一束以 30° 角照射的光線所給予的能量的兩倍。不論在南半球還是在北半球，太陽會以較近直角的角度來照射地面的季節是夏季，而照射角度最小的季節則是冬季。

遠比地軸傾斜這回事更不明顯的，是地球繞太陽公轉的橢圓形軌道並不即是地心的運行軌道。地球一月球這一對由萬有引力聯成一體的天體，在繞太陽公轉的軌道上就恰像一隻頭大而另一頭小的啞鈴；因此事實上圍繞太陽運行的橢圓形軌道，乃是這隻不對稱啞鈴的質量中心的運行軌道。地球的重量雖比月球的80倍還多，這一地球一月球的質量中心仍落在離地心3,000哩左右之處。而且由於月球每個月還得繞地球運行一周，這隻繞日啞鈴另一端的地心遂不斷受到牽動而在公轉軌道上不斷地擺盪來回，使得地心的運行軌道成為一種沿着公轉軌道蛇行向前（距公轉軌道的最大偏離幅度約為6,000哩）的之字形曲線。

地球除了在公轉軌道上作之字形運行外，還有其他一些小得多的擺動，這

些擺動也都是萬有引力引起的——這裏指的是其他行星施加於地球的引力。然而，其他行星雖然都重過月球，而且大部份比月球要重很多，但它們與地球的距離也遠比月球與地球的距離為大。因此，這些引力所引致的地球偏離公轉軌道的幅度乃是非常微小的。

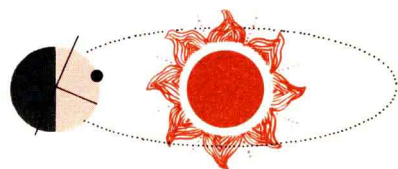
正如地球繞太陽的軌道運動之並不如何均勻，它以地軸為中心的自轉也不是完全穩定的。這裏，導致地球自轉不穩定的主要因素又是月球的引力。月球對地球上海洋的引力導致潮汐的漲落，而潮汐重量的移動使地球會出現輕微的失衡。此外，當月球由南向北越過赤道時，月球對地球赤道隆起部份的引力便會使地軸像個旋轉得不好的陀螺那樣發生旋晃擺動。這種旋晃，正式的名稱是“進動”。

在人類的測量工作尚未精密到足能測出地球赤道的隆起現象之前，人們老早就已察覺到並量度到地球的這一擺動了。公元前 130 年，希臘天文學家希帕恰斯就已預測：太陽會於每年春季稍稍提早一些時候完成繞黃道帶各星座的周年運動，因此它每年到達春分點時的位置，在星圖上便會比上一年的位置稍向東移（約 50 弧秒）。自那時以後，這個每年的位移就稱為“二分點的進動”即“歲差”。如果不考慮“歲差”這個天文學術語，這一運動仍不外一種普通的旋晃擺動而已，只不過地軸頂端即兩極的這一旋晃速度很慢，需時 25,800 年才會轉完一個周期。在這一運行周期內，南、北兩極在宇宙空間中的運動各勾劃出錐頂在地心點相互對頂的兩個錐體的底部，而所謂“北極星”，所指之星自己也就隨之不斷在變。

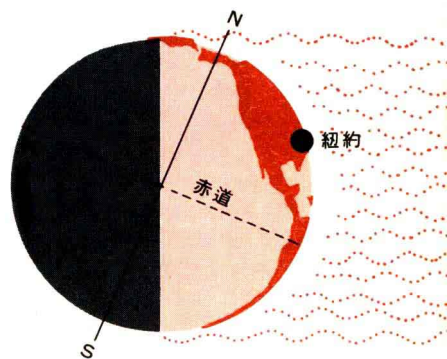
大約 5,000 年前，埃及的一些天文學家兼祭司發現，離天北極最近的恆星是天龍座 α 星（ α 音阿爾伐），而不是今天叫做“北極星”的小熊座尾端那顆恆星（小熊座 α 星）。而目前，地軸的搖擺運動正緩慢地使地球北極比以往更接近小熊座 α 星，但在經過大約 100 年之後，即到公元 2100 年左右，地球北極將開始離開小熊座。直至公元 14,000 年，新的北極星將是天琴座 α 星。如果 12,000 年後地球上還有海員在大海中往返航行的話，他們一定會深慶能有這一歲差運動，因為天琴座 α 星正是天北羣星中最明亮的那一顆。但是，到公元 28,000 年，當歲差運動完成另一周期時，小熊座 α 星又將再次成為那時的北極星了。

太陽的引力對引起地球的歲差運動也有作用，而且太陽與月球還共同引起地球的第六種運動。由於太陽和月球對地球的位置常在變遷，因而它們引起地球產生歲差運動的力也不是完全固定不變的。它們對地球的共同作用使地軸產生好像微微點頭的小幅度顫搖——也稱為“章動”——附加於歲差運動緩慢的旋晃上。顫搖的周期比歲差運動的周期短，但沒有歲差運動那麼明顯易見。地軸每 18.6 年——這是月球本身運動的一個完整周期——完成 9.2 弧秒的一次顫搖，即 $\frac{1}{400}$ 度左右。

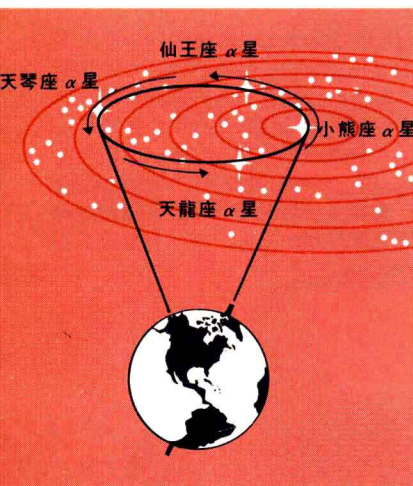
任何一個物體具有這麼一大套旋晃、顫搖、蛇行、滾轉等等運動，已該算



北半球的夏季是在北極指向太陽之時（上圖）來臨的。北極最接近太陽的那一天即是夏至日——約在六月末。在那一天，太陽幾乎垂直地照射紐約，使當地的白晝長達 15 小時；但在南半球，這一天却正是冬至，太陽照射阿根廷首都布宜諾斯艾利斯的時間極短，而且照射角度極小。



是夠複雜的了。但是，作為太陽系的一個成員，地球還具有另外兩種運動。一種較小的運動來自我們這一銀河系在其所屬本星系羣這一星雲中的穿越，即是太陽這麼一顆星，帶着它所率的地球以每秒12哩的速度，大致朝着武仙座的方向移進。另一種較快的運動則是太陽帶着地球圍繞本銀河系的中心作高速盤旋推進，其運行周期為二億五千萬年；這一運行表面看來就像是一種奔向天鵝座的直線運動，速度為每秒150哩。地球的最後一種運動，是銀河系及其2,500個近鄰星系組成的本星系羣，相對於數十億計、散佈於宇宙空間的姐妹星系團的運動；但是，直到最近才有關於這一運動的明確闡述。在美國亞利桑那州基特山頂國立天文台工作的愛德華·K·康克林於1969年量測到的這一運動為：地球在以每小時 360,000哩的速度向獵犬座飛去。



地軸在一個歲差運動周期(26,000年)期間，圍繞黃道極(垂直於地球繞日軌道平面者)晃出一個錐體，使地球北極所指的北極星會由好幾顆星來隨時間的推移逐次輪替。上面的星圖表明，天龍座 α 星(A)在公元前3000年曾是當時的北極星，而小熊座 α 星(B)是今天的北極星；仙王座 α 星(C)將於公元7500年成為北極星，而天琴座 α 星(D)將是公元14000年的北極星。

地球附近太空中的某一適切觀察點，還可供火星人探險家另作他用：用來觀測地球那個關係緊密的近鄰月球的特徵，獲取充份的資料。太陽系外圈那些巨大的氣狀行星的諸衛星，其大小至少都不亞於我們的月球——例如木衛三的體積即是月球的一倍半——但是，按行星與其衛星的比例來說，在整個太陽系中還沒有一個行星的衛星是大過地球衛星——月球的。從宇宙標準來看，月球與地球間的距離只不過等如青蛙在地球上的一跳——月球中心到地球中心的最大距離也只得25萬哩略多，但是，月球的直徑却大過四分之一地球直徑、大過三分之二水星直徑。近代有關太陽系形成的學說確認月球是一個正統的行星。科學家的推論是：月球或者是由形成地球的同一種宇宙物質在地球附近形成的孿生體，或者是在同一地帶的某處形成後由地球捕獲而聯為目前這一成雙系統的。

月球研究所獲的有關資料如不加以適當的重視，我們便不可能研究地球這個行星的歷史。月球這個較小的孿生兄弟沿橢圓軌道每 $27\frac{1}{3}$ 天繞地球運行一周。月球在繞地球一周的同時，也繞軸自轉一周，因此，地球上的居民從來就沒有見過月球的“背面”。事實上，月軸不僅有傾斜，使我們能交替看到它的北極區和南極區，而且它的形狀和運動都相當不規則，因此它的擺動和顫搖——稱為天平動——使地球上的天文台能拍攝到月面總面積的59%。在太陰日期間，月球的東向面直對太陽，被太陽照射得很耀眼，但在太陰夜期間，該月面則僅由地球反射回頭的陽光去照射，亮度因而變得暗淡。由於月球是拍攝照片及目視觀測的理想物體，因而它的可見面已繪製成了詳細的月面圖。由美國及蘇聯的太空船通過無線電傳回地面的月球背面照片表明，月球的背面雖說比可見面粗糙，但情況却與可見面並無二致。

月球那一沒有空氣、沒有水份的景色的鮮明特徵，是一片片廣闊的暗色平原(由於極像海洋，以前的天文學家即稱之為海)，一座座與地球最高山岳相近甚至更高的鋸齒狀山峯，以及直徑各長達150哩、巍巍然成千成萬的環形嶺。由於月球上沒有可以察覺到的大氣層以及隨之而來的水氣循環，因此素來即無地球上那種不斷在刮削打磨地形的侵蝕作用。月球那種鋒利地貌的成因是：隕

星的不時衝擊以及溫度的急劇變化——白晝可達 200° F 的騰溫度，而夜晚則會冷至 -300° F ——使月球表面脹縮無定所形成的猛烈扭曲。而且，根據太陽神號太空人所提供的證據以及對他們帶回的岩石標本所作的分析，月球至今仍在繼續的撞磨折損之中。當月球岩石標本最初帶回地球時，月球研究科學家都大為吃驚，不僅因了它們的種類繁多，更因了它們顯然曾在億萬年中給不停地翻來倒去。宇宙射線粒子的撞擊在石上留下的痕跡，表明了許多岩石都曾滾轉過好多次，可能便是隕星衝擊所致。這些衝擊的力道極強，以致月球表面到處都有顯然是由遠遠飛來的岩石，也許還是由遠自幾百哩外飛來的。

月球的地貌可以告訴我們哪一些有關地球的往事呢？有段時期，大家都認為月球上的大量環形嶺是一系列類似地球上習見的猛烈火山迸發所遺的景象。今天，許多科學家仍然相信那些小的環形嶺是火山活動造成的，但同時也幾乎肯定地認為大的環形嶺乃是古代隕星轟擊月面的結果。近年來，科學家根據這一思路已經發現，地球上也有由巨大隕星的衝擊形成，但已瀕湮滅的類似痕跡。當然，為求去研究那些來自太空深處的各種大塊小塊、碎片塵礫等等對地面的不停撞擊，以便進一步了解我們自己這顆行星，仍有不少遺跡是尚待查考的。不過，我們有關月球的知識所提出的，還不只是地貌問題。月球大小及其質量的觀測，使我們獲知月球的平均密度比地球平均密度足足要小三分之一。如果說地球和月球是由大致一樣的物質形成的，那麼又該如何解釋這兩個天體在密度上的差異呢？我們在檢驗並稱量了地殼各種成份後所知的是，地球內部深處物質的密度必然比地球表面物質的密度大很多，它的平均密度這樣才正確符合實際情況。雖然我們現已知道太空人所帶回的月球塵及月球岩石的重量，但是，我們對月球內部深處物質的密度分佈比例的了解仍是非常不夠的。

不久之前，大家還認為我們叫做流星的那種空中的短暫光閃，大致上總該與大氣層和天氣有點關係（“meteor”——流星——一詞是由希臘文轉來的，涵意即是“高出雲表”）。這一觀點有些道理，但它來自下述這一甚不精確的假設：閃電——不言而喻這便和天氣拉上了關係——會產生某種名曰雷石的東西。事實上，這裏指的即是岩石碎塊，特別是原始人所用的某些不知名的粗笨工具。流星的閃光有時也會伴隨着雷鳴聲以及無從識別的碎石片或鐵片。雖然這種情況的出現機會比雷暴要少得多，但是閃光、雷鳴聲以及伴隨而來的物塊之間之顯然具有某種相因相應的關係，則是很難加以否定的。當然，並非所有的流星雨都會產生所謂“boloid”——今日科學上對伴有響聲而且產生碎片的隕星的專門稱謂，而且，也不是所有的電閃都一定會與雷鳴同時出現。

古代的人們曾對流星做出各種各樣的解釋，大部份是把流星加以“神化”，例如指稱流星為“掃帚星”，會給世間帶來災禍等，反映了當時知識的欠缺。

那怕就在今日知識之中，關於流星的物質構成仍然存有許多未能解開的奧秘。專家們對“流星體”、“流星”以及“隕星”是有嚴格分類的。流星體是指

漂浮於宇宙空間的不明物塊，而不論其大小或成份如何。流星是指流星體在穿過地球大氣層時因發熱導致發光所產生的閃亮物。隕星則指那些在穿過地球大氣層時經得起猛烈燃燒最後仍能落到地球上來的有形碎塊——從塵埃到相當大的成噸重物。

隕星分為三大類：(1)鐵隕星——含有98%或更多的鎳鐵；(2)石鐵隕星——大約含50%的鎳鐵、和50%稱為橄欖石的一種岩石；(3)石隕星，即隕石。石隕星再作進一步的細分，以其是否含有由橄欖石及輝石構成的細小物體（或粒狀體）為分界線；那些含有這些物質的石隕星稱為球粒隕石，它佔已知石隕星的90%以上，剩下少數不含上述物質的石隕星則稱為無球粒隕石。這種分類為那些試圖根據遠古遺跡去設想出地球歷史的人，提供了許多寶貴的線索，因為隕星不僅也是太陽系的成員，而且放射性的年代測定更說明了它們與地球的年齡一樣大。

除了一些足可把重達50,000噸的鐵塊打入地底的驚人降落之外，還有大量隕星塵繼續不斷地從天空掉落到地面上來，估計年積累量為自幾千至幾百萬噸。這種隕星塵是由萬分之一吋至百分之一吋直徑的粒子組成的。隕星塵粒子在世界各處都發現過，而且可用磁吸法從任意收集到的雨水中吸取出來。目前甚至還存在一種極具說服力的學說，認為全世界雨量的增減變化與墜向地球的隕星塵降落量的增減變化是密切相關的。

遺憾的是，隕星幾乎沒有給我們提供任何線索去推想它的假定母體——流星體——的情況。例如說，許多流星雨各以既定的軌道川流不息地出現。（它們是以看到它們發光所在的星座命名的，例如八月初的英仙座流星羣、十月末的獵戶座流星羣。）有些軌道已知就是從前的彗星軌道——在正常情況下，彗星是太陽系最外層的、運行於非圓形軌道上的成員。因此，似乎可以假定：一切周期性發生的流星雨，應該即是過去或現在的彗星所遺留下來的碎片。

但是，大家都知道彗星物質是沒有甚麼實體的；因此，是否真有“彗星塵”曾以固態隕星的方式落到地面上來，乃是深值懷疑的。反而是那些孤零零地獨降地球的隕星給地球科學家帶來了一些特別重要的物質。一個流行的理論認為，這些碎塊便是過去曾一度繞太陽運行的類似行星的小天體分裂後遺下的碎片。通常位於火星運行軌道與木星運行軌道之間的小行星帶，就是這類碎塊的無盡源泉。石隕星含有地殼所包含的某些無機物。鐵隕星具有的晶體結構可能是熔融金屬在強大壓力下緩慢冷卻時形成的——這正是極易想到的行星內部的環境條件。石鐵隕星恰符有關地核與地殼之間的某一地層構造的理論——鐵、石各佔一半。過去降落地面的隕星以及今後還要降落的隕星——還有過去把月球打成一個大麻子的隕星——給人類提供了可望了解那一為我們所永遠無法到達的地底深處的組成的線索，也即是，地球起源的線索。