

90385

國民中學

地球科學教師手冊

上冊

國立編譯館主編



中華民國七十七年八月 正式本初版

國民中學 **地球科學科教師手冊** 上冊

定價：（由教育部核定後公告）

主編者 國 立 編 譯 館

編審者 國立編譯館國民中學地球科學教科用書編審委員會

主任委員 吳 大 猷

委 員 丁有存 王執明 石再添 李太楓

李春生 陳汝勤 陳培源 陳鍾英

楊宏儀 蔡玉柔 蔡章獻 蔡清彥

蔡義本 鄭穎敏

編輯小組 王執明 李太楓 陳汝勤 蔡清彥

總訂正 吳 大 猷

出版者 國 立 編 譯 館

地址：臺北市古亭區 10770 舟山路二四七號

印行者 九 十 二 家 書 局

經銷者 臺 灣 書 店

門市部(一)：臺北市重慶南路一段十四號

電 話：三 一 一 〇 三 七 八

門市部(二)：臺北市忠孝東路一段一七二號

電 話：三 九 二 八 八 四 三

印刷者 內文：廣同彩色印刷公司
封面：

編輯大意

G634.5
12/11

- 一、本教師手冊係依據教育部於民國七十二年修訂公布之國民中學地球科學課程標準，以及國立編譯館主編之國民中學地球科學教科書編寫而成。
- 二、本手冊共分上、下二冊，供國民中學第三學年上、下學期，每學期一冊教學參考之用。
- 三、本冊內容係以國民中學地球科學上冊課文為主，依章節順序編輯，每章均包括「教學目標」、「教學方法」、「補充教材」、「作業指導」及「參考資料」等項，教師在教學時可依實際需要酌情運用。
- 四、教師在講授或進行實驗教學時必須給予學生充分發揮其思考力的機會，期能自動尋找答案，發掘知識。此外，教師在教學時應注重科學方法和科學態度。
- 五、本教師手冊如有未盡完善之處，尚祈任課教師就使用本書時所遭遇的實際問題，提出具體改進意見，隨時通知國立編譯館轉達編輯小組，以作為修訂時之參考。

國民中學 地球科學教師手冊（上冊）

目 次

第一章 地球的形態與運轉	1
1-1 地球的形態.....	1
一、教學目標.....	1
二、教學方法.....	1
三、補充教材.....	1
四、作業指導.....	4
1-2 地球的運轉.....	4
一、教學目標.....	4
二、教學方法.....	4
三、補充教材.....	5
四、作業指導.....	8
五、參考資料.....	8
第二章 地球的構造與組成物質	10
2-1 地球的層狀構造.....	10
一、教學目標.....	10
二、教學方法.....	10
三、補充教材.....	11
四、作業指導.....	15
2-2 地球的組成物質.....	15
一、教學目標.....	15
二、教學方法.....	16
三、補充教材.....	16

四、作業指導	16
五、參考資料	17

第三章 常見的地質作用18

3-1 風化作用	18
一、教學目標	18
二、教學方法	18
三、補充教材	18
四、作業指導	20
3-2 侵蝕作用	21
一、教學目標	21
二、教學方法	22
三、補充教材	22
四、作業指導	23
3-3 沈積環境	24
一、教學目標	24
二、教學方法	24
三、補充教材	24
四、作業指導	26
五、參考資料	27

第四章 地殼變動28

4-1 地質構造	28
4-2 岩漿活動與地熱	28
4-3 地震	28
4-4 大陸與海洋地殼變動	28
4-5 山脈的形成	25
一、教學目標	28
二、教學方法	28
三、補充教材	28

四、作業指導	47
五、參考資料	49

第五章 岩石圈50

5-1 岩 石	50
一、教學目標	50
二、教學方法	50
三、補充教材	51
四、作業指導	53
5-2 礦 物	53
一、教學目標	53
二、教學方法	53
三、補充教材	54
四、作業指導	66
五、參考資料	66

第六章 地球歷史和地質年代67

6-1 地層記錄地質事件	67
6-2 利用化石畫分地質年代	67
一、教學目標	67
二、教學方法	67
三、補充教材	67
四、作業指導	76
五、參考資料	78

第一章 地球的形態與運轉

1-1 地球的形態

1-2 地球的運轉

1-1 地球的形態

一、教學目標

- 1.使學生對地球的形狀有正確的認識，並了解人類探索地球形狀的過程。
- 2.使學生知道導致地球形狀為南北略呈扁平球體的力學原因。
- 3.使學生了解地球平均密度遠大於地表岩石平均密度所隱含的意義。

二、教學方法

藉著地球模型及人造衛星拍攝的地球照片讓學生知道，現代科技的進步使人類可直接「看到」地球的形狀，然後再回顧古時候的科學家是如何探索推知地球是一個圓球的。關於地表的形態，可使用大區域的陸上地形圖及三大洋的海底地形圖，使學生實際觀察地形的起伏變化。

三、補充教材

早期的科學家如畢得格拉斯、亞里斯多德及厄拉托西尼等人分別由觀察月球、月食及太陽光照射角度等現象，而推測地球是圓的；以前的航海家也大多知道地表是個大曲面。當你注視著一艘由岸邊駛向遠處地平線的船隻時，就可體會到地面曲率的效應。首先，船的下部先看不見，然後上部的桅桿等才漸消失於地平線之下；相反的，當一艘船

駛向岸邊時，我們先看到上部的桅桿，然後船的其他部分逐漸出現，最後整條船都可看到。

當哥倫布發現美洲新大陸後，啟開了航海探險的新紀元。西元1522年，葡萄牙的麥哲倫完成環繞地球一周航行的壯舉，證明地球是一球體。西元1672年，法國的天文學家李契（Jean Richer）到接近赤道的法屬幾內亞觀測火星時，卻發現他的鐘擺比在巴黎時每天慢了2.5分。我們知道，擺的週期（往復運動一次所需的時間）與其所在位置重力加速度值的平方根成反比；今在赤道附近鐘擺較慢，亦即週期較長，故可推知赤道的重力較在其北方六千公里處的巴黎為弱，這顯示地球不是一理想球體。直到西元1686年，偉大的牛頓才對地球的形狀提出正確的描述。他說地球是一南北略呈扁平的球體，赤道半徑比極半徑稍長（約21公里），是由地球自轉引起的。在赤道處，地球自轉的速度約1600公里／小時，離心力抵消了部分的重力，使得地球物質被拉離地心，而形成赤道隆起現象。在赤道處的鐘擺離地心較遠，因而引力也較小；在兩極處則無離心力的作用，重力吸引物質向地心的引力較大，因此兩極處較赤道平坦。

經線（或稱子午線）是通過南北極的大圓。大圓乃通過地心的平面與地球球面的交線。將通過英國格林威治村的經線定為經度零度（即零子午線），其反面為經度180度，亦即國際換日線。如圖1-1所示，自零子午線向東為東經，向西為西經。若以經線將地球分為24等分，則每一等分為15度。因地球自轉一周為一天，即24小時，故每相差15度的兩經線有一小時的時差。當我們旅行通過國際換日線時，向西行少了一天（即錶須撥快一天），向東行則多了一天（即錶須撥慢一天）。

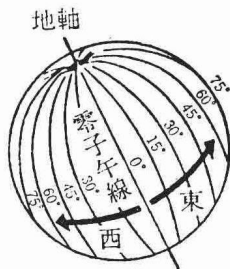


圖 1-1 經線

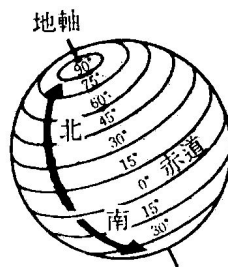


圖 1-2 緯線

緯線是與地球自轉軸正交的平面和地球球面的交線。自赤道量起，赤道為零緯度，兩極為90度；在北半球以北緯若干度表示，南半球則以南緯若干度表示（見圖1-2）。若地球係一理想球體，則緯度1度所切的南北距離應到處相等；但事實上，由於地球略呈

南北扁平，故緯度 1 度的寬度向兩極漸增長。

牛頓對於地球形狀的解釋並不為當時所有的科學家接受，後來由實際測量結果證實他的解釋無誤。西元 1735 年，法國皇家科學院派出兩支遠征隊，一到接近赤道的祕魯，一到北極圈內的拉卜蘭，實際量測緯度 1 度的寬度，其結果如下：

在赤道附近 緯度 $1^{\circ} = 109.926$ 公里

在北極附近 緯度 $1^{\circ} = 111.051$ 公里

這項實際測量結果證明牛頓的解釋是正確的，亦即地球乃一兩極略扁平的球體，而非理想球體。最近經由人造衛星資料更指出南半球比北半球稍大，但相差甚小，故南北兩極略呈扁平的球體仍不失為對地球形狀的最佳描述。

由於近年海洋研究船都廣泛使用精密的自動測深紀錄儀及人造衛星導航定位系統，故海底地形的測勘工作進展神速。利用海面發聲至海底回聲間的聲波傳播時間，以計算海底深度的方法，稱為回聲探測法（圖 1-3）。海底可分為三個主要地形區，即大陸邊緣、洋底盆地與中洋脊。圖 1-4 所示為北大西洋海底地形及其剖面圖。

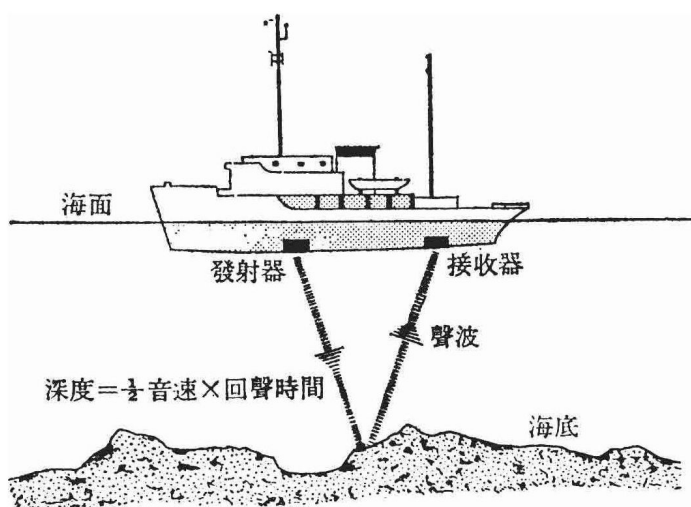


圖 1-3 回聲探測法

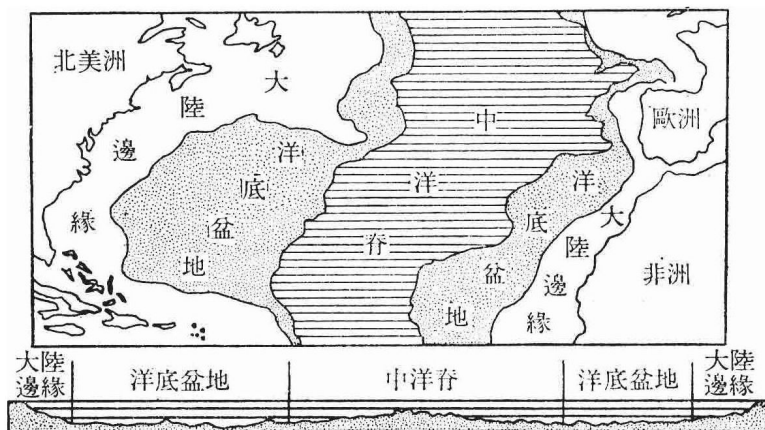


圖 1-4 北大西洋海底地形及其剖面圖

四、作業指導

1.試述地球的形狀。

答：南北極較短、赤道半徑較長的扁平橢圓體。扁平率極小，幾乎就是一個球形。

2.地球上最高的山峯與最深的海溝高度相差有多少？

答：約近二萬公尺。

1-2 地球的運轉

一、教學目標

- 1.使學生了解地球公轉與自轉的情形，並知道造成日夜交替及季節變化等自然現象的原因。
- 2.啟發學生探求自然界奧祕的興趣。

二、教學方法

若有地球公轉與自轉的模型，當有助於學生對本節內容的了解，並可提高學習興趣。

運用掛圖、投影片或影片等教學媒體，亦可增加教學效果。

三、補充教材

刻卜勒 (Kepler) 及牛頓證明行星繞太陽運行的軌道都是橢圓形。繪製一橢圓的方法如下：在紙上的適當距離內釘兩支圖釘，將一堅韌細線兩端分別繫於兩釘上。以一支鉛筆撐開細線，使與兩釘形成三角形；讓鉛筆保持撐緊細線，連續移動鉛筆即可繪出一橢圓。此二圖釘的位置代表橢圓的兩個焦點（圖 1-5(a)），橢圓上任一點至二焦點距離的和為一常數。當兩焦點互相靠近時，橢圓即漸接近圓形。橢圓偏離圓形的程度，稱為離心率 e ，乃兩焦點的距離 a 與長軸 b 的比值，即 $e = \frac{a}{b}$ ，圓的離心率等於零。地球公轉軌道的離心率為 0.017，很接近於圓形；而太陽則位於橢圓軌道的兩焦點之一（圖 1-5(b)）。

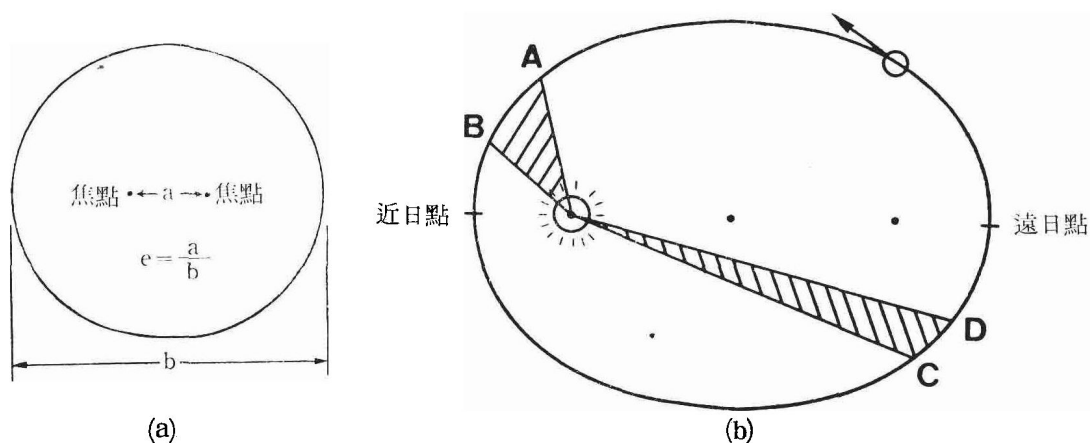


圖 1-5 (a) 橢圓的焦點與離心率，(b) 地球公轉軌道。

西元 1851 年，法國物理學家佛科 (Foucault) 在巴黎完成有名的佛科擺實驗，證實地球自轉現象。他用一條長達 200 呎（約 60 公尺）的鋼線懸吊一個很重的鐵球，球的底部附有一尖針，地面則鋪有細沙。鐵球開始擺動後，尖針即在沙盤上記錄下鐵球擺動的軌跡。過了不久，就可發現鐵球的擺動面緩慢地作順時鐘方向轉動（這是因巴黎位於北半球；若在南半球，則擺動面將作反時鐘方向轉動）。事實上，擺動面並未轉動，而是沙盤所在的地球在作反時鐘方向的自轉所致。擺動面轉動的速率等於每小時 15° 乘以該地緯度的正弦；因此，在南、北極，擺動面恰在一天內轉一圈；在赤道上則完全不會轉動。巴黎的緯度為北緯 $48^\circ 50'$ ，擺動面轉動速率每小時約 $11^\circ 18'$ ；若在臺北附近做佛科擺實驗，就會發現擺動面轉動速率每小時約 $6^\circ 20'$ （臺北位於北緯 25° ）。

太陽連續兩次通過中天所經歷的時間，稱為一太陽日。某一恆星連續兩次通過中天

所經歷的時間，稱爲一恆星日。太陽日與恆星日的差異如圖 1-6 所示。在某地一正午，太陽及恆星同時通過中天（或當地的子午線），因地球每天在其公轉軌道上運行 $\frac{1}{365}$ 圈（即 0.986° 的角距），當次日恆星再度通過中天後（即一恆星日），地球必須再自轉 0.986° 的角距（即一天的 $\frac{1}{365}$ ），太陽才會通過同一地點的中天（即到達正午），亦即經歷一太陽日的時間。因此，一恆星日比太陽日約短 24 小時的 $\frac{1}{365}$ ；換句話說，一平均太陽日正好 24 小時，而恆星日則短 3 分 56 秒。

天文學上常以天球代表天空，除太陽外，恆星距離地球都非常遙遠，故在天球上的相對位置，顯得長久固定不變。地球赤道外延至天球所成的假想圓圈，稱爲天球赤道

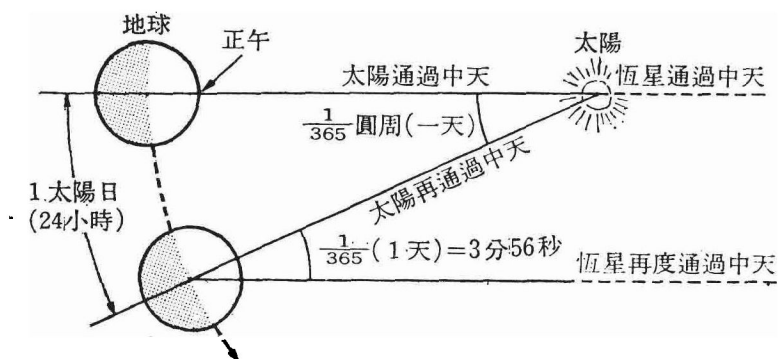


圖 1-6 太陽日與恆星日

(圖 1-7)；地球繞太陽公轉的軌道面假想擴大與天球相交成一大圓，叫做黃道，也就是太陽每年在天球上自西向東運行一周的軌道。

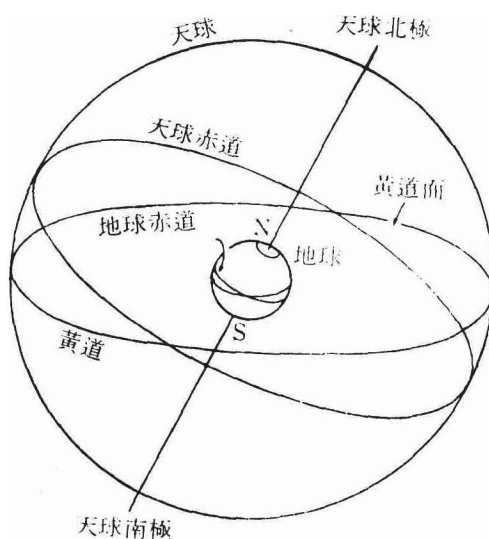


圖 1-7 天球的概念

由於地球公轉軌道的離心率及地球自轉軸（地軸）與黃道面的法線相交約 23.5° ，使得一天時間的長短在一年中略有變化。地球軌道的離心率使得地球在近日點時運行比遠日點快，因此它必須自轉較大的角距（即花較長的時間）使太陽重複通過中天；這使得在近日點時的一太陽日比在遠日點時稍長。因地軸的傾斜（不與黃道面垂直），使得太陽相對於地球的運行隨季節變化，這乃是一天時間有長短變化的主要原因；也使得最長的太陽日不在近日點，而在夏至與冬至；最短的太陽日不在遠日點，而在春分與秋分。

若地球軌道是一圓形，且地軸垂直於其軌道面，則太陽將以等速度在天球赤道上運行；而一天的長短也是固定不變的，此稱為平均太陽日。一平均太陽日被定為 24 小時，作為計時的標準。

從北半球看太陽橫越天空的路徑隨季節的變化，如圖 1-8 所示。在北半球中緯度地區，冬天太陽從東偏南方升起，而向西偏南方落下，晝短夜長；夏天太陽則從東偏北方升起，而向西偏北方落下，晝長夜短。因此，坐北朝南的房子冬暖夏涼，較受一般人喜愛。這種季節性的變化都是由於地軸的傾斜所致。

當地球繞太陽運行時，地軸在空間的方向幾乎是固定不變的（圖 1-9）。夏至（約

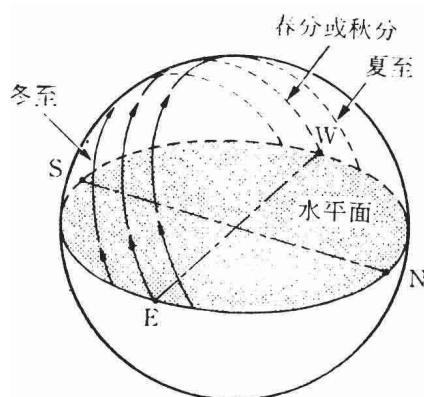


圖 1-8 從北半球看太陽越過天空的路徑變化

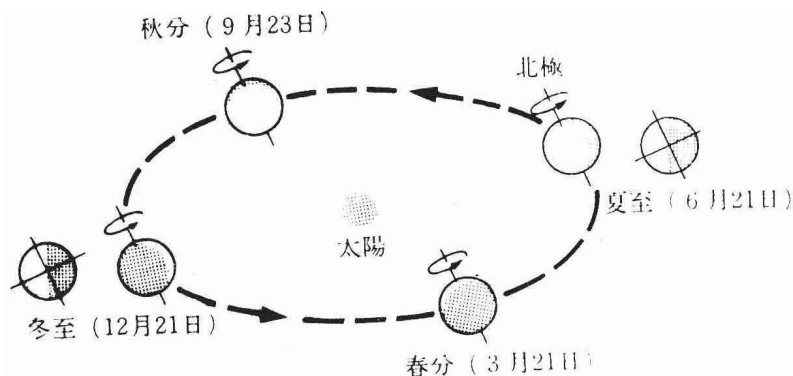


圖 1-9 地球公轉時，地軸方向保持不變。

在 6 月 21 日前後）時，在北緯 23.5° （即北回歸線）處，正午時太陽恰在頭頂上，這是太陽在一年移動中的最北處（見圖 1-8）；地球北極傾向太陽。夏至是北半球夏天的開始，南半球則是冬天的開始；由於陽光直射北回歸線，故北半球受熱較多而溫暖。夏至時北半球的白天最長，在北極圈（北緯 66.5° ）以北地區，太陽整天在地平線之上（沒有夜晚）；反之，在南半球則白天最短，南極圈（南緯 66.5° ）以南地區整天見不到太陽（沒有白天）。冬至（12 月 21 日前後）恰好相反，地球北極偏離太陽，太陽達到其年移動中的最南處（見圖 1-8）。陽光斜射北半球，使其受熱較少而寒冷。故冬至是北半球冬天的開始，白天最短。在南半球因陽光直射南回歸線（南緯 23.5° ），是夏天的開始。春分及秋分時，各地的白天與夜晚等長，都是 12 小時；在赤道的正午，太陽恰位於頭頂上。秋分時，太陽自北向南越過赤道；春分時，則自南向北越過赤道。

如前面所述，地軸與黃道面的法線保持固定偏斜 23.5° ，但實際上，地軸很緩慢地在空中作圓錐形運動，稱為進動；其週期為 25,800 年。現在地球的北極指向小熊座 α 星(Polaris)，大約在 12,000 年後，北極將指向織女星(Vega)，而後另經約 12,000 年，北極又再度指向小熊座 α 星，完成一個進動週期。

四、作業指導

1. 夏季較熱是因為地球距太陽較近，對不對？為什麼？

答：地球公轉遠日點在 7 月，是北半球的夏季，所以夏季較熱並非因為與太陽的距離較近。

2. 以平均值來計算，要經過多少年地球自轉才會減慢 1 秒？

（提示：利用四億年前的珊瑚資料）

答：四億年中減慢約兩小時，所以平均每年減慢 $7200 \text{ 秒} / 4 \times 10^8 \text{ 年} \sim 1.8 \times 10^{-5} \text{ 秒}$ ，需要 $5.5 \times 10^4 \text{ 年}$ 才減慢一秒（但短時間自轉速度尚有其他不規則的增減）。

3. 參考圖 1-2 及圖 1-5，說明北半球夏季時北極為什麼全天都是白晝？

答：在夏季時由北極看，太陽不落到地平面以下，所以全天都是白晝，太陽看起來只是在天邊由東向西，每天繞行一周。

五、參考資料

林朝棨編：中山科學大辭典，第六冊：地球科學，臺灣商務印書館出版，民國六十
二年。

第二章 地球的構造與組成物質

2-1 地球的層狀構造

2-2 地球的組成物質

2-1 地球的層狀構造

一、教學目標

- 1.認識地球的實體部分，包括固體地球、海洋與大氣。
- 2.進一步認識固體地球分為地殼、地函、地核三層。
- 3.了解目前的科學方法可以直接採樣觀察的僅限於地殼物質，而地函是依地震波的速度與岩石比重的關係，以及由玄武岩的捕獲岩所見到的橄欖岩而間接推斷的；至於地核，則更不能直接觀察，而只能利用地球整體的比重，以及隕石的成分來推算。
- 4.認識海水的分層。
- 5.認識大氣的垂直分層。

二、教學方法

- 1.本章重點為介紹地球的分層構造，不僅固體地球部分是呈層狀構造，海水與大氣也是呈成層狀構造。
- 2.固體地球、海水、大氣的分層，不是日常可以觀察到的，故應多利用圖、表、模型加以解釋。有關海水、大氣的分層是人類可以到達的地方，一般學生較易接受，而固體地球部分因人類尚不能進入地球內部，因此應強調是依據物理、化學等原理、原則來推算的。
- 3.地球內部構造、溫度及成分，除推算外，並配合實驗岩石學的一些證據。因為上

部地函的溫度、壓力在今日的實驗室中已可以模擬，所以對構成上部地函物質的爭論不多，已有漸趨於一致的看法。而相當於地核部分的壓力與溫度都是目前人類尚無法做成的，因此不同的書籍常引用不同的數據，出入較大。教學時宜引導學生立志將來解決這些問題而不必做數字之爭。

三、補充教材

本節按照物質的三態來畫分地球，將地球分為固體地球、海洋與大氣三部分。

固體地球部分可以課本圖 2-1 之固體地球的構造來說明。圖 2-1 只能說是一個簡單的示意圖，真正的情形還要複雜些。例如圖中之過渡帶或許可稱做中部地函，而上部地函中，在深 100 公里至約 220 公里處，有一層軟流圈，此處的岩石具有塑性，可以非常緩慢的流動，因此我們把在軟流圈以上的部分，包括上部地函最上部及地殼，稱為岩石圈（岩圈）。板塊學說中的板塊即指可在軟流圈上移動的岩圈部分而已，以下即不屬板塊的範圍。請參考高中基礎地球科學第六章及本手冊的表 2-1。

表 2-1 固體地球的構造

	分 層	深 度	物 質	比 重	溫度°C注(1)	P 波速度 公里 / 秒
地 殼	大陸地殼	30—60公里	矽 鋁 質 (花崗岩質)	2.7	300—540(1)	5.6—6.0
	海洋地殼	5—10公里	矽 鎂 質 (玄武岩質)	3.0	670—740	6.4—7.0
~~~~~ 莫氏不連續面 5~60 公里 ~~~~~						
地 函	上部地函	400 公里	矽 鐵 鎂 質 (橄欖岩質)	3.3	1400	7.8—8.3
	過 渡 帶				8.2—8.4	
	下部地函	700 公里	5.7	2500	13.6	
~~~~~ 古氏不連續面 2900 公里 ~~~~~						
地 核	外 地 核		液 體 (鐵鎳質)	9.4	2500—3000	8.1
						9.4
核	內 地 核		固 體 (鐵鎳質)	11.0—13.5	3000—5000	11.3

注(1): 300~540°C 是指地殼底部而言，其他溫度為推算值。

課本圖 2-1 之右側放大圖為地表下厚 100 公里左右的剖面圖。圖中所示為一海洋與