

國民中學地球科學科天文教學之研究

— 84年10月24日日偏食觀測活動記錄

孫國燕
臺中市立居仁國民中學

前 言

仰望神秘奧妙的天空，宇宙總是給予人們浩瀚無邊、無法真實掌握的感覺。對地球科學教師而言，限於授課時間的安排與觀測器材的缺乏等方面的困難，造成天文學的實地觀測教學較不易實施，導致國中生在課堂上很難自我建構具體的天體概念。如今正逢難得的機會—民國八十四年十月二十四日發生日全食，全食帶經過中南半島和中亞，而臺灣地區境內可見日偏食。從上午十一時十二分初虧到下午一時五十八分復圓（台北市時間），在中午十二時三十六分達到最大食分，也就是太陽的整個南半部被月球遮住，前後觀測歷時二小時四十六分。藉此機緣，本校地球科學教師架設好天文望遠鏡，而且和教務處與訓導處協調，由老師帶領學生到頂樓，實地觀測經由折射式天文望遠鏡投影在觀測板上直徑約十二公分的太陽影像，並事先提醒學生準備簡易而安全的太陽濾鏡，二張曝過光的黑白底片，甚至廢棄的X光片等減光措施，千萬不可裸眼或以太陽眼鏡直視太陽，如此才能安全地從頭到尾觀看日偏食的整個過程，使學生在其國中生涯回憶中，享有和宇宙擁抱、觀測天體變化的親身經驗。並於觀測活動之後，進行分組後續發展活動，讓同學們在彼此合作學習的過程中，將理論與實際合而為一，真正建構正確的天文學概念。

壹、黑暗籠罩白晝

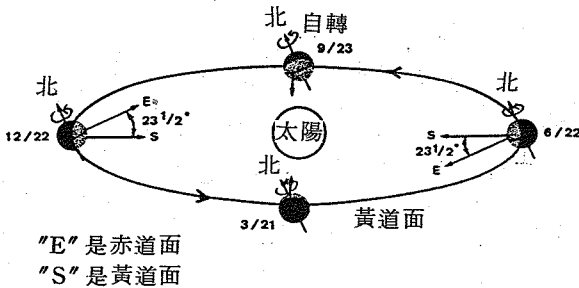
剎那間，明亮耀眼的大地，一下子陷入伸手不見五指的黑暗之中，漆黑的天空也顯現出些許星光，對天候敏感的動物，如鳥類和青蛙，在陽光逐漸消逝時，異常聒噪，非常害怕地急欲歸巢。而身為萬物之靈的人類也露出驚恐的表情，以為將要會有災難發生，古代的中國人便相信「天龍食日」的傳說，當日食發生時，儘量製造噪音以嚇跑那條企圖吞下太陽的龍，或是迫使牠吐出已被吞下的太陽，流傳至今，世界各地仍然有些地方以為日食是不祥之兆，用敲鑼打鼓或放鞭炮來趕走食日的惡魔，柬埔寨甚至鳴槍以驅除

邪魔，導致政府當局事先繳械，避免流彈傷人發生意外。更有不少印度教徒紛紛跳進恆河，以聖水沐浴祈求消災解厄。而天文學家和科學家們，反而紛紛攜帶大批攝影及天文器材，趕赴日全食的盛會，望著天空，迎接天文奇觀的到來，企圖能在日全食發生的當兒，捕捉到平時無法得知的訊息，以便作更深入的研究。

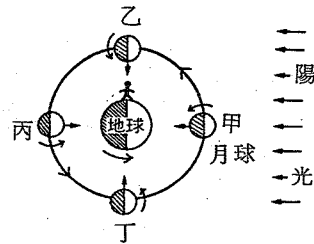
貳、太陽為何半遮面

一、日、地、月三者的運轉關係

地球上的晝夜與四季變化是由於本身的自轉與公轉所造成的。其運轉方向皆為自西向東地逆時針方向，如圖一所示。而月球也依同方向繞地球公轉，如圖二所示。但是地

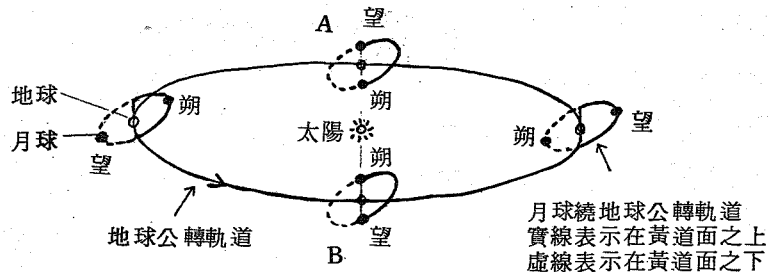


圖一 地球自轉與公轉示意圖



圖二 月球自轉與公轉示意圖

球繞太陽公轉的軌道面—黃道面，和月球繞地球公轉的軌道面—白道面，二者並不在同一個平面上，而是呈約 5° 的夾角，如圖三所示。所以，當



圖三 發生日食的示意圖

月球運行到圖二的甲位置，而且日、月、地三者成一直線，即圖三中地球在 A 或 B 位置，且月球在朔位置時，即朔月遮住了太陽表面而造成日食的現象。

二、日食的原理

地球繞太陽運行，月球又繞地球運行，在這三者之間，太陽會發光，而地球和月球皆為不會發光的不透光體。因此，當月球運行到太陽和地球之間，而且日、月、地三者恰好在一條直線上，即月球正好運行到黃道與白道的交點附近，那麼，地球上某些地區，

就會被月球的影子所遮蔽，在被遮蔽的地帶，便能看到日食的現象。

日食有三種不同的食象，如圖四所示。

1. 日全食：當日食發生時，月球恰好運行到近地點附近，這時候月球視直徑等於或大於太陽視直徑，因此太陽盤面全被月球所掩蔽，即為日全食。此時地面昏暗一片，天上星光顯現，鳥獸以為夜晚降臨而紛紛歸巢。

2. 日環食：當日食發生時，月球運行到遠地點附近，這時候月球視直徑小於

太陽視直徑，月球只能遮住太陽的中心盤面，而露出周圍環帶的部分，此為日環食。在環食帶內的人，可看到日環食，環食帶外的半影區，則只看到日偏食。

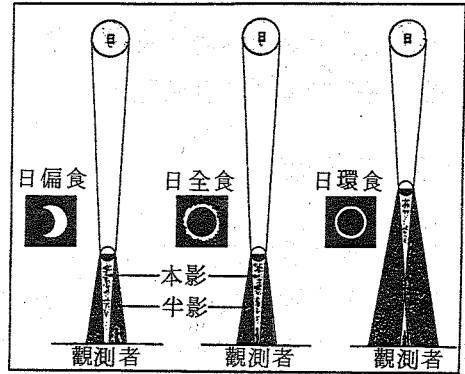
3. 日偏食：觀測者在半影區內，皆能看到日偏食。若月球的本影偏在太陽和地球中心連線的外側，不落在地球上，只有半影籠罩著地面，則只可看到日偏食。

三、日食的發生

對地球而言，發生日食的次數比發生月食的次數為多。但是對地球上的某一個地方而言，看見月食的機會却要比看見日食的機會來得大，這是因為日食帶的範圍較狹窄，而發生月食時，凡是地球上夜晚的一面皆可見到。所以在固定的地方，平均約三百年才能看到一次日全食，可見一個人一生之中要見到日全食是多麼難得啊！難怪發生日全食的地方都擠滿了來自各地的天文迷們！

早在中國古代及西方埃及，從觀測天象與研究工作中，發現了日、月食的周期，大約每隔 18 年 11 天 8 小時日、月食會重覆出現一次，古代巴比倫人便將此 $6585 \frac{1}{3}$ 日稱為「沙羅周期」，「沙羅」是指重覆的意思。

根據沙羅周期，天文學家僅能預言下一次日、月食發生的日期，而不能準確的預測發生的地點和食象。經過現代天文學家的努力，計算出從公元前 1207 年到公元 2161 年為止，曾經發生與將要發生的所有日食和月食，共有 8000 次日食與 5200 次月食。未來在臺灣地區境內，何時才能再見此天文奇觀呢？最快將是在 1997 年 3 月 9 日。另外在 2009 年的 7 月 22 日，中國大陸也會發生一次日全食，臺灣地區將再一次見到日偏食，屆時，全食帶通過人口眾多的重慶、武漢、上海等大城市。

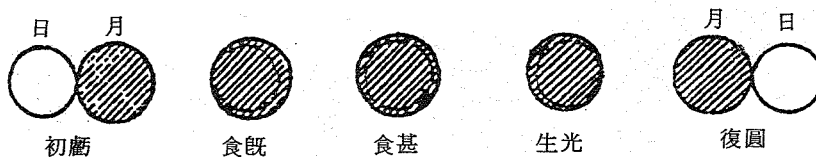


圖四 日食的原理

參、日食的過程

一、日全食

完整的日全食過程可分為五個階段，如圖五所示。



圖五

當月球趕上太陽時，月影恰好到達日面的西緣上（外切），此時正是日全食的開始，稱為「初虧」；日、月繼續向東運行，但是月影以每小時約1600公里的速度移動極快，使月影遮住日面的範圍不斷增大，當月影到達日面的東緣上（內切），此時日面全部被遮掩，稱為「食既」；當月面與日面中心相重疊時，稱為「食甚」；當月影即將離開日面的西緣時，日全食將要結束，稱為「生光」；當月面完全超過日面，月影的西緣離開日面的東緣時，日食過程全部結束，稱為「復圓」。

因此，日食發生時，太陽的西緣先被月球的影子食缺，由初虧到復圓的影像，考慮月球由西向東行地橫過日面與太陽東升西落地進行周日運動，所以將會形成如圖六之順序。



日 冕

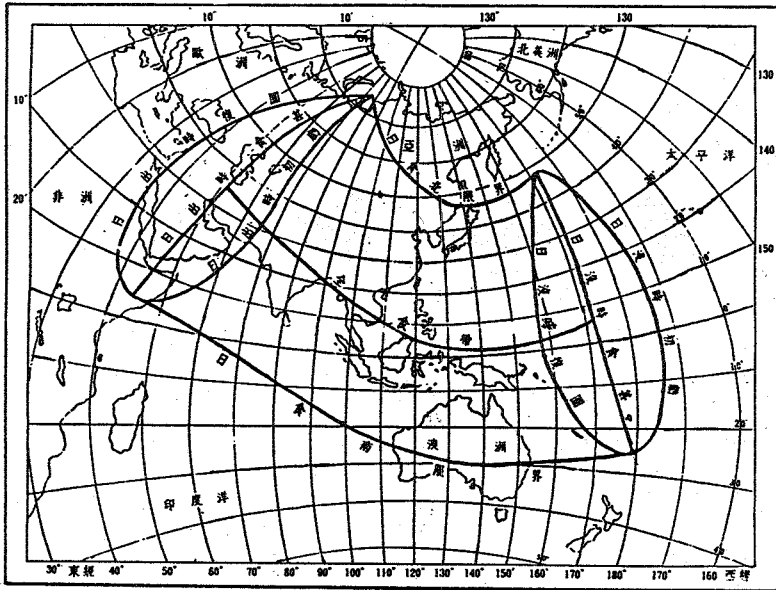
圖六

民國八十四年十月二十四日所發生的日全食大勢圖，如圖七所示。其全食帶依序通過阿富汗、印度、孟加拉灣、緬甸、泰國、柬埔寨、越南、南海到馬來西亞，寬度約為一百公里，日全食時間約持續二分十四秒。

二、日偏食

日偏食的過程只包括初虧、食甚、復圓三個階段。如圖八所示。

民國八十四年十月二十四日發生日全食，我國境內可見日偏食，台中地區日偏食過程如圖九所示。



(摘錄自中央氣象局
1995 年天文日曆)

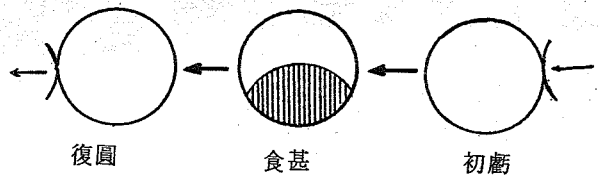
圖七 民國八十四年十月二十四日 日全食大勢圖

肆、為何要觀察日食

烈日當空，陽光之強烈，讓我們無法肉眼直視，就是因為太陽表面耀眼光球層遮住了日冕等部分，所以天文學家對日食的發生特別地感到興趣，因為只有在發生日食的時候，才有機會更清楚地觀測日冕、日珥、閃焰及色球等太陽表面的景象。不僅拍攝下難得一見的日食景象，亦可進一步研究太陽的構造和天體的運行，例如印度政府派出米格二十五戰鬥機，拍攝月球遮住太陽時，投射在地球上的陰影面積，以計算太陽的直徑或地日間的距離。除此以外，對地球上能量有相當高影響力的太陽黑子，在日食發生的時候，也可清楚地觀測其數目、活動情形及對日冕形狀的影響。當然，更可將此時觀測到的太陽光譜進行分析。



圖八



圖九

伍、如何觀測日食

正確的觀測方法如下：

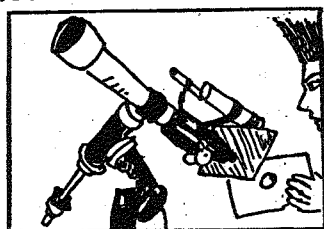
一、將二張完全曝光後沖洗的黑白底片重疊來觀測。



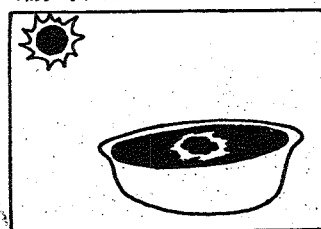
二、用燭火把透明玻璃燻黑來觀看。



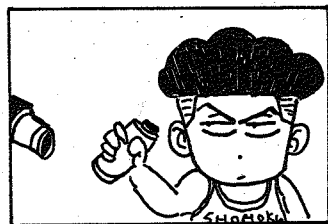
三、在望遠鏡的後面墊上一張白紙，使太陽投影於白紙上。



四、在水盆中加入黑色墨水，觀察水盆中太陽的倒影。



五、使用觀測太陽專用的濾鏡或眼鏡。



六、使用焊接專用的護目鏡。

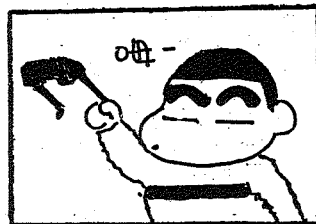


觀測時應注意的事項：

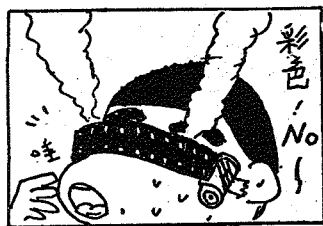
一、不可直接用肉眼觀察。



二、不可使用一般太陽眼鏡。



三、不可使用彩色底片。



四、不可使用塑膠墊板。



陸、觀測與記錄

一、實地觀測時應具備的知識

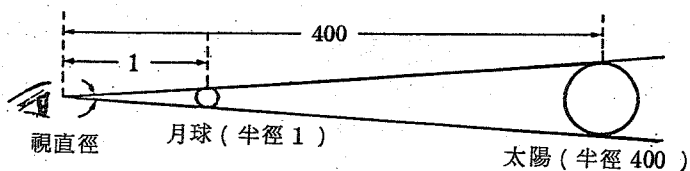
1. 視直徑：光源 A、B 兩點所發出的光進入兩眼所張的角度，即我們眼睛所見物體之大小，稱為視直徑。如圖十所示的 α 角。

(1) 在同一距離，光源愈大，其視直徑也愈大。
($\alpha < \beta$)

(2) 同一物體，和觀測者愈遠，其視直徑便愈小。
($\alpha > \gamma$)

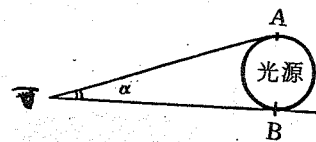
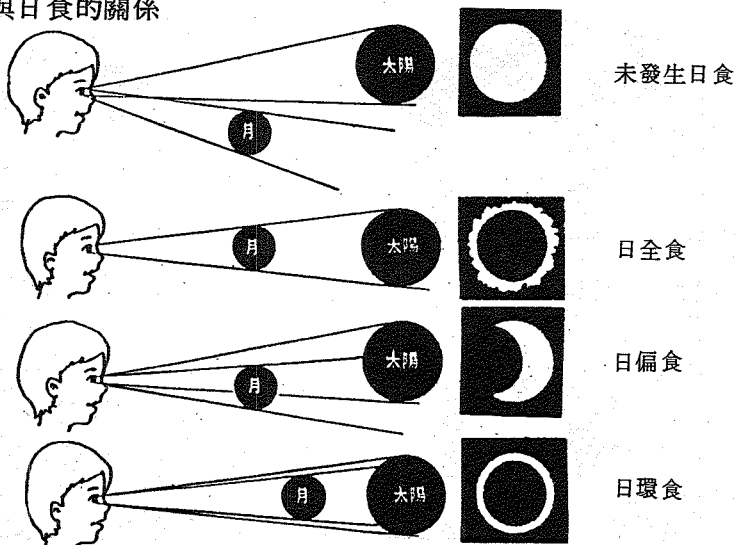
(3) 視直徑的大小，除了與物體真正大小或正比之外，也與物體和觀測者的距離成反比。

(4) 太陽直徑雖是月球的四百倍，但日地距離却為

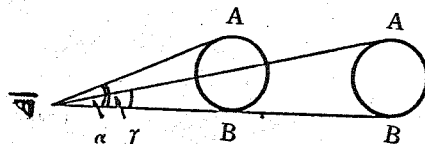
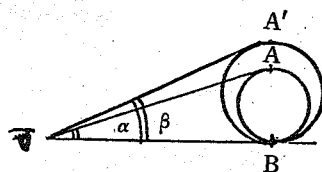


地月距離的四百倍左右，所以在天空中看起來，兩者視直徑大約相等，因此日食時，小小的月球能將大大的太陽遮住。

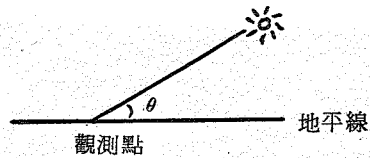
(5) 視直徑與日食的關係



圖十

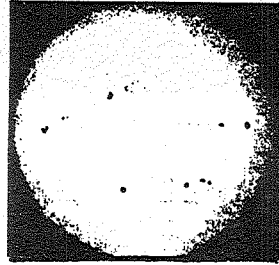


2. 仰角：物體與地平線之間的夾角，即為仰角。
3. 太陽黑子：太陽表面出現許多溫度較低的斑點，叫做黑子，其數目以11年為週期而增減。



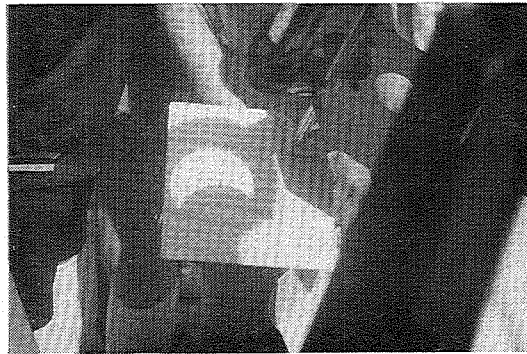
二、活動記錄

民國八十四年十月二十四日，台中市時間上午11時8分12秒，即「初虧」；漸漸地太陽西側的缺口愈來愈大，到了中午12時33分55秒，太陽表面被月球陰影遮住約52%，僅剩下約半個太陽，即「食甚」；接著日偏食程度逐漸縮小，下午1時57分21秒，月球由太陽的東側離開，即「復圓」，結束了歷時二小時四十六分的日偏食過程。（上述時間為中央氣象局1995年天文日曆所預測的觀測時間）

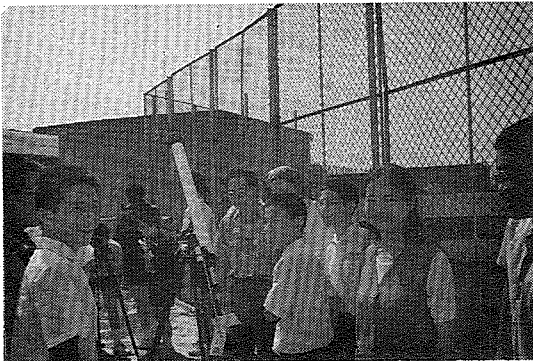


（食分是指太陽表面被遮去十分之幾，如食分為0.5，表示日面食甚時被遮去 $\frac{1}{2}$ ）。

整個日偏食過程從初虧、食甚到復圓，如圖十一所示。



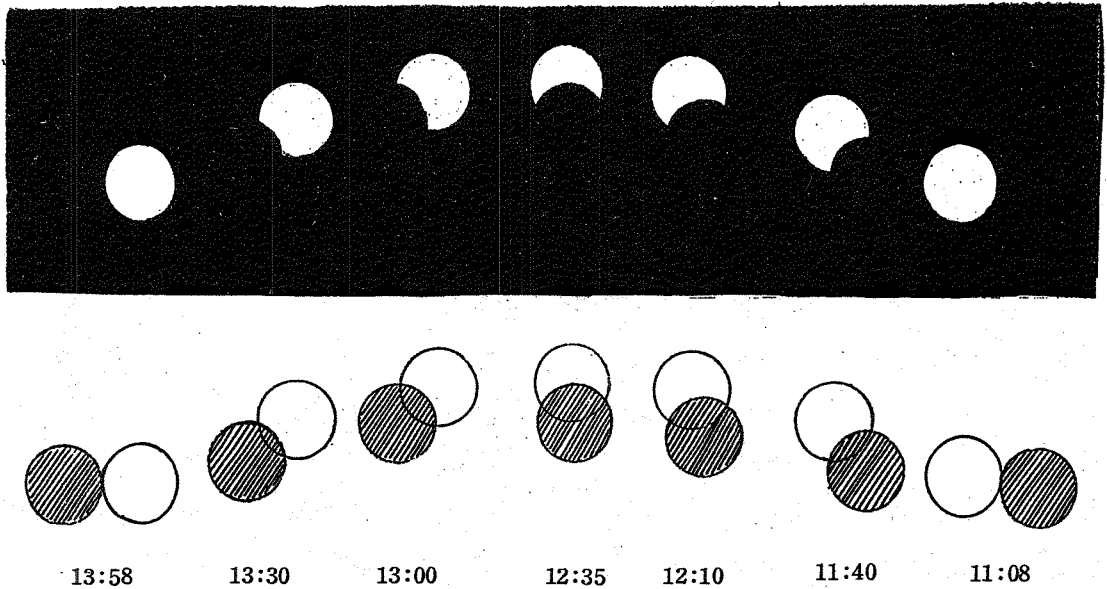
照片一 中午12時33分拍攝投影板的最大食分之太陽像



照片二 於頂樓架設天文望遠鏡觀測日偏食



照片三 學生以自製雙層曝過光的黑白底片觀測日偏食



圖十一

柒、問題與討論

請同學觀測與記錄後，回答下列問題：

- 一、現在觀測時刻為何年何月何時何分？
- 二、請略述這次你觀測日偏食的方法。
- 三、此時，太陽的仰角約為多少？
- 四、請畫下現在所看到的太陽影像。
- 五、你現在看到的太陽影像和平常有何不同？原因何在？
- 六、太陽盤面上是否可觀測到太陽黑子？位置如何？
- 七、太陽視直徑約為多少度？是否比一元硬幣為大？
- 八、臺灣地區下次要再看到日食現象，大約是在何年何月何日？食象如何？

捌、後續活動

日偏食觀測活動結束後，將學生分組，蒐集資料，設計開放性的問題，讓同學們在探究的過程中，真正融會貫通天文學的概念，達到合作學習的目的。分組問題如下：

- 一、有關日、月食的傳說有那些？請略述之。
- 二、日、月食對動物與植物分別有何影響？

三、日、月食對人類又有何影響？

四、中國古文中對日、月食的描述有那些？

五、根據所發生日、月食的統計資料，日食、月食何者次數較多？日全食、日偏食與日環食的發生頻率何者較高？

六、請設計與製作模型，表達日食的天文概念。

結 語

人潮漸漸散去，留在我們心中的是：自古以來，照耀著大地的太陽，竟然真的會消失在眼前！經過這次難得的日偏食觀測經驗，在每個人的腦海中，都留下了難以抹滅的印象。藉由此次活動，希望能夠打開學生探索天文學的大門，和宇宙拉近彼此之間的距離，學習著去印證理論，並在同學互動的合作學習中，以實際動手操作與歸納整理資料等方式，積極參與科學活動，訓練科學過程技能，成為未來 21 世紀具有科學素養的公民。

參考資料

1. 國立編譯館，國民中學地球科學下冊，國立編譯館。
2. 交通部中央氣象局，天文日曆 1995，交通部中央氣象局，57～65 頁。
3. 齊田博（民 74），太陽系奧秘探索，正海出版社，64～73 頁。
4. 陳舜華（1983），浩瀚宇宙，銀禾出版社，60～67 頁。
5. 牛頓出版公司（民 78），科學教授 - 天文，牛頓出版公司，73～80 頁。
6. 牛頓出版公司（1989），現代科技大百科（I），牛頓出版公司，108～112 頁。
7. 張惠民（民 79），地球科學概論，明文書局，42～44 頁。
8. 郭瑞濤、林政宏（民 81），地球科學概論，新學識文教出版中心，100～109 頁。