

國中地球科學天文及地質類疑難問題討論

傅學海 李春生

國立臺灣師範大學地球科學系

一、我們是一群愛好地球科學的學生，茲有一些天文疑難問題，請教您們。

1. 地球自轉軸既指向北極星，且北極星幾乎是不動的，那麼為什麼地球公轉半周後，自轉軸與黃道面的夾角為何不變呢？

答：更嚴謹的說，地球自轉軸指向「天北極」而非「北極星」，二者有 1° 的角距誤差，因為這個誤差不很大，所以有時候就都以指向北極星稱之，意即北極星與天北極二者可視為重疊。由於北極星距離地球極遠，約有 400 光年的距離（光年是光走一年之距離，約相當於 10^{13} 公里），因此地球繞太陽公轉半周後，雖然地球走了約 3 億公里（ 3×10^8 公里），但前後甲、乙兩地點對北極星（或嚴格的說，天北極）連線所形成的夾角 P（參考圖 1）等於

$$\frac{P(\text{角秒})}{60'' \times 60' \times 360^\circ} = \frac{2 \times 3 \times 10^8 \text{ 公里} \div \pi}{2\pi \times 400 \times 10^{13} \text{ 公里}}$$

$$\therefore P(\text{角秒}) = \frac{2 \times 3 \times 60 \times 60 \times 360 \times 10^8}{2 \times 3.1416^2 \times 400 \times 10^{13}} = \frac{3.89 \times 10^{14}}{3.94 \times 10^{16}} \doteq 0.01 \text{ 角秒}$$

受到大氣擾動的影響，在地面上通常祇能觀測到 1 角秒，0.01 角秒以下的角度變化，很難分辨。由於 P 角太小，0.01 角秒可視為沒有角度（即 0° ），所以甲、乙二地點與北極星（或天北極）之連線即可視為平行（圖 1）。此

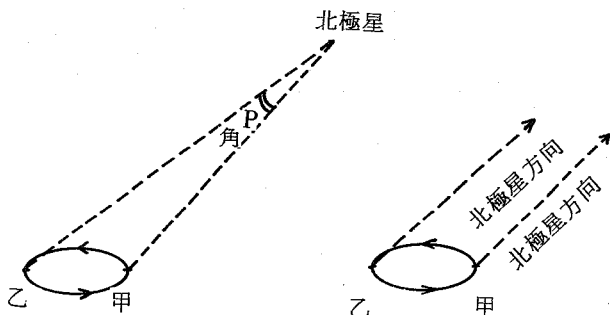


圖 1 甲、乙兩地點與北極星連線所成的夾角，經計算約等於 0.01 角秒。由於角度極小，如視為 0° ，則甲、乙二地點與北極星或天北極的連線可視為平行。此即圖 2 中夏至（6/22）與冬至（12/22）朝北的地球自轉軸被繪成互相平行的原因。

外赤道面永遠垂直地球自轉軸，所以甲、乙二地之赤道面也是平行，那甲、乙兩地點赤道面與黃道面之夾角都是 23.5° ，可視為不變（圖 2）。

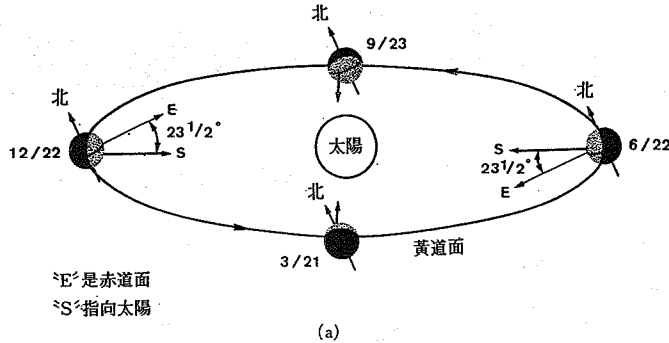


圖 2 地球的赤道面(E)不與公轉軌道面（黃道面S）重合，而有著 23.5° 的夾角。

2. 月球自轉軸與其繞地球的軌道面有何角度關係呢？

答：月球自轉軸與它繞地球公轉的軌道面的法線有 6.67° 之夾角（圖 3），日、月食現象中強調的是月球繞地球公轉面與黃道面約有 5.1° （或簡化成 5° ）的夾角；注意月球繞地球公轉，並非座落在地球赤道面向外延伸的面上公轉。

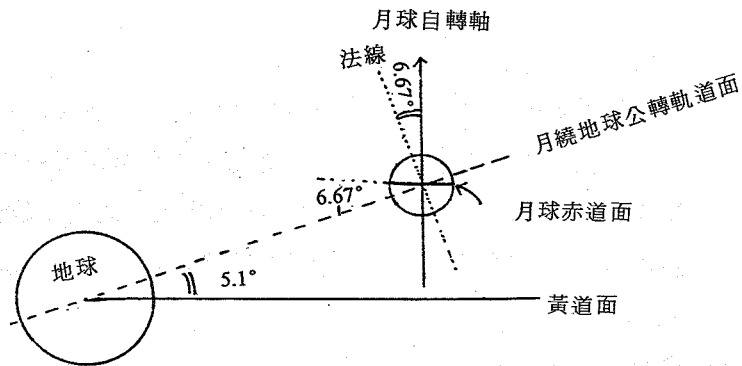


圖 3 月球自轉軸與月球公轉地球軌道面（白道面）的法線有 6.67° 的夾角，也就是月球赤道面與月繞地球公轉軌道面（白道面）有 6.67° 的夾角，而白道面與黃道面的夾角則為 5.1° 。

3. 月球繞地球的軌道面在黃道面的西方時，其軌道面為東高西低（圖 4），那若在東方時，又如何呢？

答：月球繞地球公轉軌道面並不是固定的，而會有 18.6 年的周期性進動（亦稱為章動），所以有時該軌道面東高西低，有時西高東低（圖 5）。此外，由

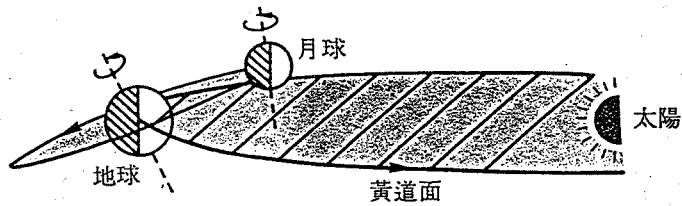


圖4 月球繞地球的軌道面與黃道面有一夾角，約為 5.1° 。

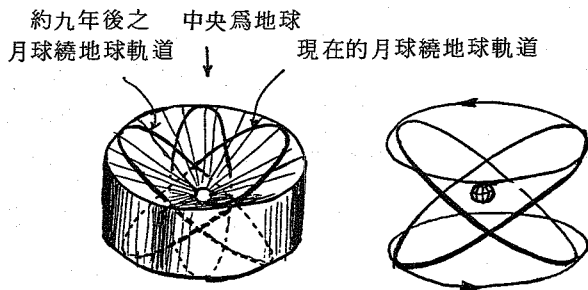


圖5 月球公轉地球的軌道面有章動的現象，週期為18.6年，右圖只出示左圖的左右二個極端月球繞地球軌道為其所界定的上下二界面及地球。

於月球繞地球的軌道有一半在黃道面上，一半在黃道面下，所以你所說的「月球繞地球的軌道面在黃道面的西方時或東方時……」，意思不明確。

4. 在晴朗的夜空觀看北極星（嘉義地區）其仰角為何是 23.5° ？

答：想想看，赤道（緯度等於 0° ）所看的北極星是否在地平線上？所以仰角等於 0° ，而北極點看到的北極星是否就在天頂之上？故仰角等於 90° ，那麼嘉義地區北回歸線上的人（緯度等於 23.5° ）所看到的北極星仰角自然是 23.5° 。

5. 月球繞地球的軌道面與黃道面成 5° 角，那又如何形成日食或月食呢？

答：月球繞地球公轉的軌道面（一般稱為白道面），在地球繞太陽公轉面上（即黃道面）有升交點與降交點二點，一旦在圖6中之乙、丁兩特殊交點處，就有可能使日、月、地三者同處在黃道面上，且三者成一直線，此即月球介於日、地之間或地球介於日、月之間，且三者成一直線，那就有可能分別形成日食或月食了。

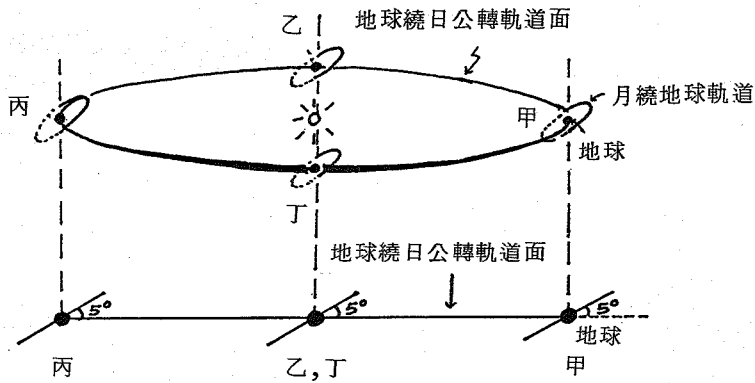


圖 6 月球繞地球軌道上之乙、丁兩處，日、月、地三者同落在黃道面上，三者如能成一直線，就能形成日食或月食。

二、金山國中盧建昇老師再詢問地質問題：

看到84年版國中地科教科書上册 p.81，圖 6-2，熱對流圈已有新修訂，但岩石圈底下直到地心（核），為何仍全畫紅色？

答：很高興您一直對地科疑難問題，保持高度興趣。但您對國中地科上册 p.81 圖 6-2 之建議，我有一些不同意見，在此提出來與您切磋。

- (1) p.81 之圖 6-2 不要再計較「地核」在那兒？正確比例為多大？地核、地函該塗什麼色？等等，因為此圖之表達主旨不在此。也許圖 7 或圖 8 省略掉「地核」是比較好的插圖，但它們不妥的，却是對流圈之頂界設定在地殼底部而非岩石圈底部，所以圖 9 較佳。

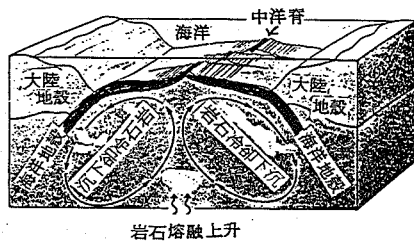


圖 7 地球內部熱對流循環示意圖

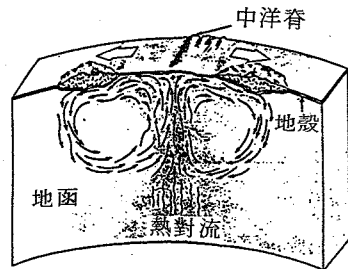


圖 8 地函熱對流造成海洋地殼的擴張

- (2) 記住板塊是由「岩石圈」碎裂成塊所構成的。那麼熱對流循環圈不管圈子多大，即不管圈子的底部只局限在軟流圈之底或已深到地函與地核的界面，實不重要。重要的是只要它能存在於岩石圈與軟流圈界面上，即可造成輸

送帶效應(如圖9所示),那麼碎裂的岩石圈(即板塊)躺在輸送帶上,不是就能隨著輸送帶的移動,跟著運動嗎?所以您所建議新圖及說明(1)熱對流模式是因為熱流傳導至地函所引起的。若僅畫在軟流圈,

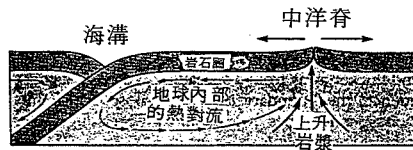


圖9 以岩石圈而非地殼為界面的熱對流循環示意圖

似乎引不動岩石圈之移動,在畫線的部份可說是不正確的推論。因此你建議的熱對流圈,若只侷限在地殼(包括大陸地殼及海洋地殼)與軟流圈之間成爲一循環也是不妥的。

- (3) 「課本中已說過軟流圈是造成漂移之主因,因此重要的熱源大抵皆來自軟流圈,我們可以不必再探觸地核之引發地函之熱對流。所以我認爲熱對流循環問題只存在於部份的上部地函及以下之軟流圈。方是本圖之重點」。畫線的部份出現在課本何處?請明示。如果找不到,是否您還堅持您的推論? ★

主 編 的 話

彭育才

本期封面裡「稿約」欄,有重大修訂:謹將其要點列後,敬請賜稿者惠予配合爲至感:

- (1) 來稿請以中、英文註明“論文題目”、“作者真實姓名”、“服務單位”、“職稱”等項。發表時用真名或筆名,悉隨尊意。
- (5) 請將參考文獻依作者姓氏排序:中、日文依筆劃多寡排列;西文(英、法、德……等)依字母順序排列;若中、日、西文並列時,則先中、日文後西文。至於參考文獻之寫法,若爲 a. 期刊論文,可依下列次序書寫:
 - ①作者②出版年③論文篇名④期刊名稱⑤卷期⑥頁數。註:出版年位置較具彈性,可置篇名前、卷期前或頁碼後。
 - b. 圖書單行本時,可依下列次序書寫:
 - ①作者②書名③版次④出版地⑤出版社⑥頁數⑦出版年。
- (7) 來稿設爲學術研究或原創性論文,請於稿末附以中、英文摘要及關鍵詞彙,以供編審及排印參考。

本刊一向重視中學教師之稿件,本期除科教論著及國際數理科奧林匹亞競賽有關文獻外,餘皆爲中學教師之作品及疑難問題討論。另者中華民國數學奧會試題組徵求優良試題,尚請讀者踴躍參與、共襄盛舉。 ★