

作品名稱：太陽差異自轉之研究

國中組 地球科學科 第三名

縣市：台中縣

作者：翁家琪、蔣人傑

李雅婷、余長安

校名：大雅國民中學

指導老師：陳盈昌

關鍵詞：太陽、差異自轉



李
雅
婷

翁
家
琪

蔣
人
傑

余
長
安

太陽差異自轉之研究

一、研究動機：

今年太陽黑子活動邁入高峰期有較多的黑子可觀測，太陽黑子在不同的時間地點，有不同的變化。像高緯度和低緯度的太陽黑子不僅出現的機率不一樣，連轉動的週期也不一樣，我們在好奇心的驅使下，決定要研究這個富挑戰性和趣味性的問題，再加上前年的學長們的研究，留下許多相關的紀錄，使我們更容易探索這個問題。於是，立刻展開漫長的研究之旅.....

二、研究目的：

- (1.) 測量出太陽高緯度和低緯度的自轉週期。
- (2.) 利用半圓形的容器來模擬太陽的自轉。

三、研究器材及原理：

- (一) 折射式天文望遠鏡。
- (二) 太陽黑子觀測儀：
 - (1) 取一壓克力板，在其邊緣鎖上三個螺絲，用來調整水平。接著取一矩形木板，在上側栓入活動夾，並固定於壓克力板上，使之能夠上下轉動。
 - (2) 每日中午(大約 12:00 左右)太陽照射時，使壓克力觀測板的一側與鉛錘線的影子對齊，並利用水平儀調整水平。
 - (3) 取一張 B4 紙，畫半徑 9.1 公分的圓，固定在觀測板上，並將天文望遠鏡鏡筒的影子，調整於白紙的圓中，接著調整望遠鏡的像距及觀測板的角度，使太陽的影像與觀測紙上的圓大小相等。接著找出黑子，將黑子描下，並記錄當天觀測時間。
 - (4) 將每日定時觀察紀錄收集統計在一起。
- (三) 太陽自轉模擬裝置儀器：
 1. 太陽為流體，所以在半圓球容器中加水模擬。
 2. 取一壓克力板平放在半圓球模型的兩端並用夾子夾住，接著將點滴器固定在適當位置，在點滴器中加入紅墨水，準備模擬太陽黑子的轉動情形。
 3. 開啓馬達驅動半圓形容器旋轉，模擬太陽自轉，在轉速到達一定時，輕壓點滴器的管子，擠出一滴紅墨水，來模擬太陽黑子的轉動情形。

四、研究過程和方式：

(一) 測量出太陽高緯度和低緯度的自轉週期：

(1) 觀測時間的修正：

理由：由於天候的因素每日觀測的時間不盡相同，所以必須將紀錄表調整為正午時間，是因正午的太陽直射南北向，統計數據較容易，所以在長期描繪的太陽黑子紀錄圖中，將太陽黑子轉換並調整為正午 12 點的位置，是比較方便的。

作法：ㄅ.由於地球自轉的關係，由地球看太陽，太陽每分逆時鐘轉 0.25 度。將每一張數據中的時間，減掉 12 點鐘，即為當日須調整的時間，再將須調整的分鐘乘以 0.25 即為所需校正的度數。

ㄆ.將紀錄下的每一天圖形，找出紙上的圓心，過圓心畫一南北向直徑。拿一 0~180 度的量角器，直線一端對準上述中的直徑，量角器對準其圓心，再取一張畫好相等圓的紙置於原稿的上方，對準圓心，依步驟(ㄅ)中計算出的角度，順時鐘或逆時鐘轉動，重新描繪出太陽黑子的修正圖。

(2) 季節修正：

理由：由於地球繞太陽公轉，且地球的自轉軸與黃道面夾 66.5 度角，所以，不同季節的正午看太陽，所繪出的圖形其南、北極方向會有所偏差。如圖四，正午時間是在 A 點，但觀測點和黃道面的中垂線重疊時的位置在 B 點，所以，必須將 A 點的時間調到 B 點的時間，也就是將黑子圖轉 23.5 度。

作法：在夏至與冬至，A、B 點恰好重合，不必修正，其他的日期則計算當天到夏至或冬至的日數，每日修正 23.5 度/91。(因冬至到春分共約 91 天，地球自轉軸與黃道面中垂線偏了 23.5 度)

(3) 地球公轉修正：

理由：由於地球公轉的緣故，由地球上觀測太陽黑子的位置會有所偏差，所以，必須將連續數天都出現的黑子，取一天為基準日，其他的日子則須朝向日修正。

作法：ㄅ.在修正圖上找出連續出現 3 天以上的黑子群，在畫有相等圓的透明紙上描繪出來。

ㄆ.套用已設計好的公式，並將日期，黑子的 X.Y 座標和基準點相差的天數代入公式中，電腦顯現出黑子修正量，並在紙上畫出修正黑子修正後的位置。

(4) 找出黑子所在的緯度：

理由：要找出太陽差異自轉的原因，必須測量出各種不同緯度的自轉週期，所以要測量各個黑子所在的緯度。

作法：ㄅ.畫出各種偏轉角度的緯線：

用電腦繪出各緯線向南或向北偏轉不同角度時，所形成的曲線。

ㄆ.找出黑子所在緯度：

將已修正好的黑子圖形放在桌上，分別用不同弧度的緯線圖放在下面，找出一條最接近這些點的曲線，並求出黑子所在的緯度，以及太陽自轉軸的偏轉角度。

(5) 計算不同緯度的自轉週期：

先將電腦繪圖好的緯線圖，對在黑子修正圖，上找出黑子的緯度，將緯度的起點和終點連起成一直線，並將黑子垂直投影到直線上，拿直尺量出第一與最後黑子的 X 座標，用公式算出這兩點所夾的角度，再輸入日

數，即可算出自轉的週期。

(二) 等速旋轉：

等速旋轉的時間測定：

原因：因為容器剛開始旋轉時，內部的水漸漸開始加速旋轉，並非是一個穩定的狀態，所以，我們做這項實驗，是為了解容器在旋轉幾分鐘後，其內部溶液才會等速旋轉。

做法：啓動馬達，開始計時，將容器旋轉速度控制在轉五圈的時間約 4.5~5.5 秒內，然後每一分鐘都壓入紅墨水，測量紅墨水轉一圈的時間，當液體的轉速以到達穩定狀態，時間不再改變時便可知道。

(三) 差異自轉：

原因：為探討差異自轉是否外圍流體旋轉因素所造成，所以在容器內不同深度之處，滴入墨水，模擬不同深度的太陽自轉！

做法：將深度 1 公分、深度 6 公分和深度 2.5 公分、7.5 公分且距器壁各 0.5 公分處裝置點滴管，並在兩支點滴管內分別裝入紅墨水及黑墨水，同時滴入紅墨水和黑墨水，並且測量兩種不同墨水轉一圈的時間，以此類推的重複 5 次測出結果，並算出平均值。

(四) 差異自轉的原因探討：

原因：我們要了解流體旋轉時，外圍流體轉動的快慢，是否會影響內側流體的轉動速率。

做法：在深度 1 公分且距器壁 0.5 公分和 1.5 公分處裝置點滴管內裝入紅墨水和黑墨水及可以開始實驗。當到達等速旋轉的時間後就開始同時滴入墨水，測出五組的數據的結果。

時間	外圈五圈	內圈一圈 (1)	內圈一圈 (2)
一分鐘	5''74	0''98	1''49
二分鐘	4''22	0''93	1''97
三分鐘	4''87	0''96	1''96
四分鐘	5''49	0''83	1''88
五分鐘	4''27	0''93	1''89
六分鐘	5''34	0''89	1''92
七分鐘	5''50	0''91	1''85
八分鐘	4''35	0''93	1''97
九分鐘	4''94	0''93	1''96
十分鐘	5''06	0''96	1''89

五、研究結果：

(1.) 太陽自轉週期與緯度的關係：

觀測日期：89 年 1 月 1 日~ 90 年 1 月 19 日

緯度	0~±9	±10~±19	±20~±29	±30~±39
週期	24.5	25	25.3	33

結果：緯度越高，自轉的週期越長；緯度越低，自轉的週期越短。

(2.) 模擬太陽自轉：

- 1.先裝兩組點滴器，加入紅墨水並鎖住不滴水，一組較深，一組較淺，固定每個尖端至器壁的距離為一公分。
- 2.啟動馬達至轉動速度維持一定時同時壓兩條點滴管，各擠出一滴紅墨水，模擬太陽黑子運轉的情形。
- 3.分別記錄兩滴紅墨水轉一圈的時間，重複五次。

次數 深度		測量一	測量二	測量三	測量四	測量五	平均
1.	1 cm	0''73	0''79	0''81	0''73	0''91	0''794
	6 cm	1''06	1''03	1''10	1''18	1''32	1''138
2.	2.5 cm	1''10	1''10	1''17	1''13	0''91	1''082
	7.5 cm	1''29	1''26	1''30	1''37	1''36	1''316

- 1.接著改變深度 6 公分，重複上述步驟。

次數 距離		測量一	測量二	測量三	測量四	測量五	平均
深度 1 cm							
1.	1.5 cm	1''37	1''22	1''42	1''32	1''36	1''338
	0.5 cm	10''4	0''89	1''03	0''92	0''92	0''987
深度 6 cm							
2.	0.5 cm	1''02	1''09	1''06	1''04	1''08	1''058
	1.5 cm	1''18	1''19	1''12	1''26	1''16	1''182

六、討論及結果：

- 1.由於太陽黑子出現的天數大約都在 1~3 天左右，所以，很難觀測到太陽的一邊運行到另一邊都不消失的黑子，因此，我們只能從現有的數據中推論及揣摩，誤差是不可避免的，再加上黑子大量出現，在判斷是否連續出現的問題上，造成許多困擾。
- 2.受到天氣因素的關係，太陽黑子的觀測有時不得不停止觀測，這也是增加誤差

不可避免因素。

3. 觀測的日數還是太少，像我們雖然觀測了一年，但是還是找不出緯度 50 度以上的黑子，希望能再多做幾年的觀測，這樣分析出來的資料比較客觀。
4. 手繪黑子圖，受地球自轉影響，較難畫的精準，希望在日後經費許可下，能用照相的方式來探討會更好。
5. 模擬黑子裝置器，可以模擬太陽黑子在太陽表面移動的情形，但是太陽是高溫的流體，而我們用的是低溫的，所以有所誤差，再加上受到地心引力的影響，容易產生漩渦，與太陽表面的狀況有點差異，所以無法盡善盡美。

七、結論與應用：

1. 由模擬太陽自轉的結果得知，液體旋轉越快，越容易帶動周圍的液體快速旋轉，由此一結果，我們可以來探討太陽差異自轉的原因。太陽的核心，密度極大，可視為剛體，所以其旋轉的角速度都一樣，但線速率在赤道要比高緯度高許多。在太陽核心，帶動周圍氣體旋轉的過程中，由於核心在赤道的線速率較快，所以在赤道附近而氣體較容易被帶動旋轉，而高緯度由於線速率較慢，所以較不易被帶動旋轉，於是線速率就慢了下來，造成了太陽表面的差異自轉。
2. 太陽黑子邁入極大期之後，對地球的通訊會有影響，所以，長期時間觀測是有其必要性地，由於長期的觀測較容易找出規律性，找出規律性之後，人們才可以預作防患，以減少損失。
3. 了解太陽的差異自轉，可以進一步探討其磁場的變化，或是 11 年的黑子週期，這些現象對地球都有密切的影響，值得我們日後繼續探索。
4. 許多的科學家對黑子的產生有著不同的看法，其中的原因大多是”太陽的溫度太高了”地球上很難提供類似的高溫讓科學家研究，所以各種說法都是由推測而來的，並無直接的證據。正因為如此，我們研究的這個主題，讓我們有更大的想像空間，即推理的機會，這也是在學校課堂上所學不到的。

八、參考資料及其他：

※郭瑞濤、林政宏，地球科學概論 新學識文教出版社 1993 年 3 月初版

評語：

- 一、創造力平實。
- 二、符合科學精神與態度。
- 三、資料蒐集完整（經兩年之長期資料之蒐集）。
- 四、思考程序不甚週密。
- 五、表達能力稍嫌不足。
- 六、學術性或實用性平平。
- 七、物理模型模擬有待改進。

作者簡介

翁家琪

個性開朗，喜歡從事有關自然研究的活動。所以參加科學展覽活動，等於找到適合的空間，讓她能夠好好的從事有關自然的研究，並且在科展方面也得到一個不錯的成績，在組別裡擔任研究工作和解說員。

李雅婷

個性文靜，總是喜歡安分的努力讀書，但加入有關科學展覽活動，是默默的付出，但求好心切的她，也是非常努力的在課業和科展活動上找到平衡點。在組別裡擔任研究工作和解說員。

蔣人傑

個性活潑，喜歡學習任何的新事物，在參加科學展覽讓他學習到非常多東西，但在課業的成績不輸其它的人，常指導其他組員的功課，在組別裡擔任研究工作。

余長安

個性頑皮，常常將事情搞砸，但有時候也會有令人意想不到的表現，課業成績雖不理想，但參加科學展覽讓他發揮了聰明的一面，在組別裡擔任研究工作。