

太陽轉盤和竿影觀察器之研究暨設計

邱國光

中央氣象局天文站

羅麗容

台北市三玉國小

摘要

本研究應用太陽每天在黃道上向西移動，且出現於偏南方天空的特性，設計製作出一個適用於北緯22度到25度的太陽轉盤。用以預測全年中太陽東昇西落的方位和太陽在天空中移動的情形，並於轉盤背面設計製作一具「竿影觀察器」和「太陽觀察口」，應用竿影原理、三角對應關係及減光效果，可實際量出太陽當時的方位和高度角，使本「太陽轉盤」兼備有天文教具的實用功能。

關鍵詞：太陽轉盤、黃道、高度角、方位角。

一、前言

太陽是我們所處行星系統中的母星，它帶給我們光和熱，是地球上萬物生命的泉源，太陽光的輻射熱影響著地球氣候的變化，因此對太陽的研究是天文學重要的課題；現行國民中、小學地球科學教育中，國中地球科學下冊第十章－「太陽、月球與地球的關係」和國小自然科第8冊第四單元－「太陽的觀測」，這些課程裏，介紹一年四季中，太陽在天空中移動變化的情形，以及利用竿影原理來觀測太陽在天空中的位置，筆者於天文推廣教學經驗中得知，學生對於太陽為何會如此移動變化的原因不甚了解，在國小課本中雖然附有可自製的竿影觀察器，但因使用的材料過於繁瑣，使學生在學習及度量上操作不易，有鑑於此，作者研究出一種輕轉盤旋轉，就能預測任何日期、任何時刻太陽在天空中位置的方法，並配合一種操作簡易的竿影觀察法，只要輕轉盤旋轉，使竿影對準度量尺就可讀出竿影長，再應用三角對應關係，即可讀出太陽在天空中的實際方位和高度，合併此兩種方法，創作出一具適合台

灣地區教學使用的「太陽轉盤」和「竿影觀察器」。

二、前置研究

太陽每天在不同時刻出現於天空的方位和高度，是本研究所需的基本資料，依據美國海軍天文台出版之星表(U.S. GPO 1993)，整理選出每隔3~4日，太陽在天球的位置，以赤經、赤緯表示於表一。

再由球面三角公式，

$$\sin\delta = \sin h \sin\phi - \cos h \cos\phi \cos A \dots\dots\dots (1)$$

$$\cos\delta \cos t = \cos\phi \sin h + \sin\phi \cos h \cos A \dots\dots\dots (2)$$

$$\cos\delta \sin t = \cos h \sin A \dots\dots\dots (3)$$

(其中 δ ：赤緯， t ：赤經 …… 赤道座標)

(h ：高度角， A ：方位角 地平座標)

(ϕ ：緯度 …… 地理座標)

- 1.以地理緯度25度和22度，定地平高度為0度，代入(1)(2)(3)式，精確計算出每間隔5度的赤經、赤緯數值。結果列於表二，表三。
- 2.再以緯度22度至25度為範圍，將高度分別以每隔5度的間隔，由10度至85度代入(1)、(2)、(3)

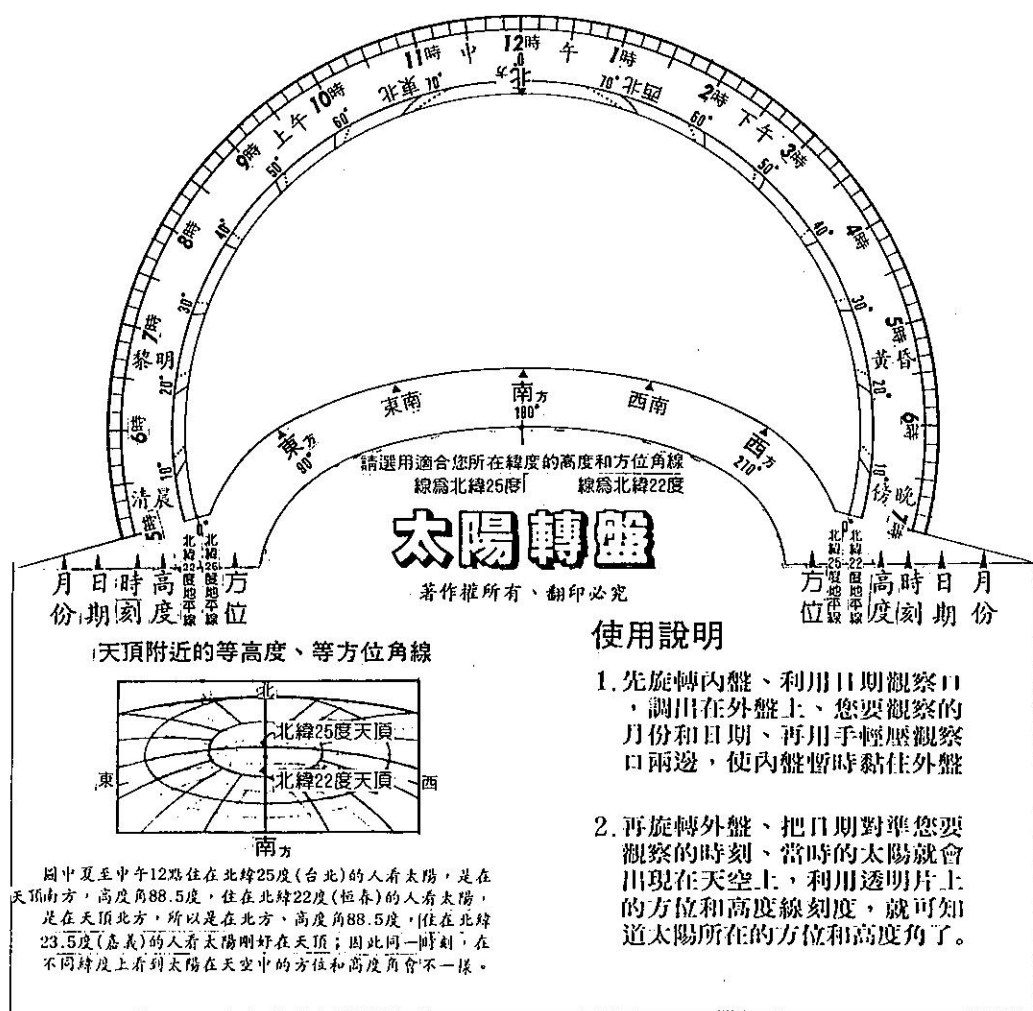


圖 1. 太陽轉盤正面

- 式，計算出對應的方位角所在的赤經、赤緯。表四至表七節錄高度30度、60度各方位角所在之赤經、赤緯數值。
3. 設計製作高出為3公分的日影測竿以及長度7公分的竿影度量尺。
 4. 配合設計月份和日期圓盤，並定出360度方位角刻度盤和弧形時刻表。
 5. 研究製作可過濾太陽光60%~80%的濾光膠片

三、實具製作：

本研究設計之天文教具—太陽轉盤和竿影觀察器為雙面兩用的教具，其各部份主要構造的原理和研製過程，依構造原理，模型設計和成品製

造三段分別敘述如下：

1. 構造原理

(1) 太陽轉盤部分：

① 正面：為求能看到內盤、外盤上的內容，必須有「星空觀察視窗」，其範圍是應用表二、表三，以南極為中心，做成向南方觀看所見的星空。太陽轉盤名稱、使用說明及天頂附近圖例，都標示於此面。

② 外盤：應用表一，以南極點為中心，把全年太陽所在天空的位置標示出來，形成太陽在天空中移動的軌跡，也就是黃道圈，然後把月份日期標於黃道圈外圍，做一圈對應黃道上的太陽，並標示廿四節氣名稱於此盤上。

③ 內盤：為了不使黃道圈全部露出於「星空

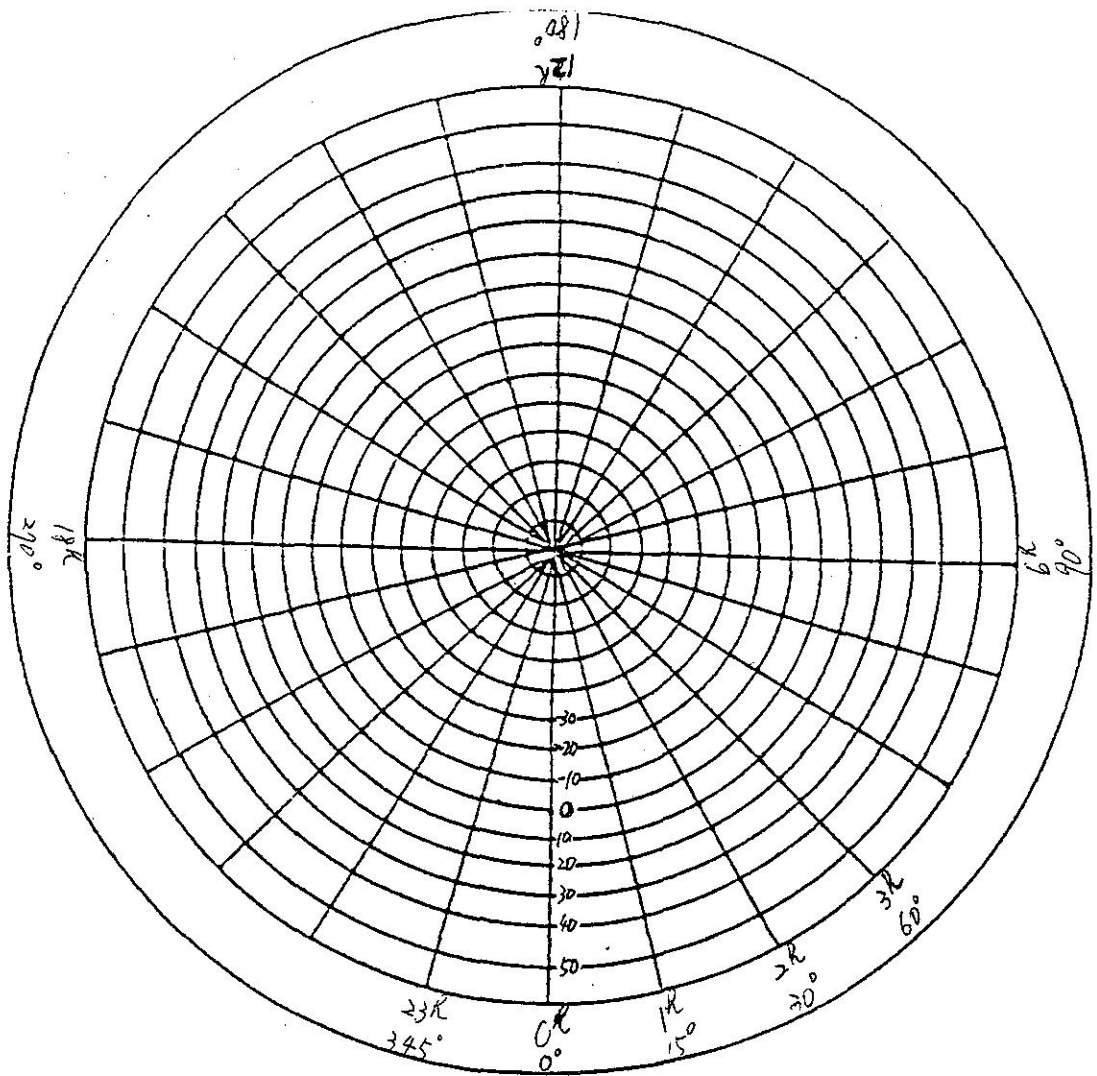


圖 2. 座標線 (中心點為南極點)

觀察窗」，特別設計此內盤。在內盤上有一長形「太陽及太陽觀察視窗」，並將十種標準雲的形狀及名稱描繪於此盤，以增加使用者對雲的認識。

④等方位角線、等高度線透明片：依據表二至表七的數據，將各點以平滑線連接，可做出在北緯25度和北緯22度的等高度線和等方位角線。因太陽是偏南方移動，所以方位角線只描繪東東北到西西北為止。高度線只描繪南天部分。俟繪製完成再轉印成透明膠片上，再貼於正面的星空觀察視窗上。

(2)竿影觀察器部分：

①內盤：設計一組3公分高的竿子，在竿子下

方連接影長的量尺，並把竿子的製作方法及使用說明標於量尺的兩側，而太陽所在的位置標於量尺對應的一邊，以便確定太陽的方位。

②正面外盤：於外盤上設計360度方位刻度圈，為了能看見內盤上的量尺，設計「量尺觀察視窗」，並把太陽高度角換算的方法和影長和竿頂夾角對應圖標於此面。

③濾光片：採用一種經鍍鋁的膠片，把太陽光過濾60%~80%的太陽觀察膠片，可見太陽面成圓盤狀，貼於外盤上的太陽觀察口上。

2. 模型設計：

依構造繪製設計圖，定稿、加入美編、打造樣本，直到成品完成。在這些過程步驟中，作者

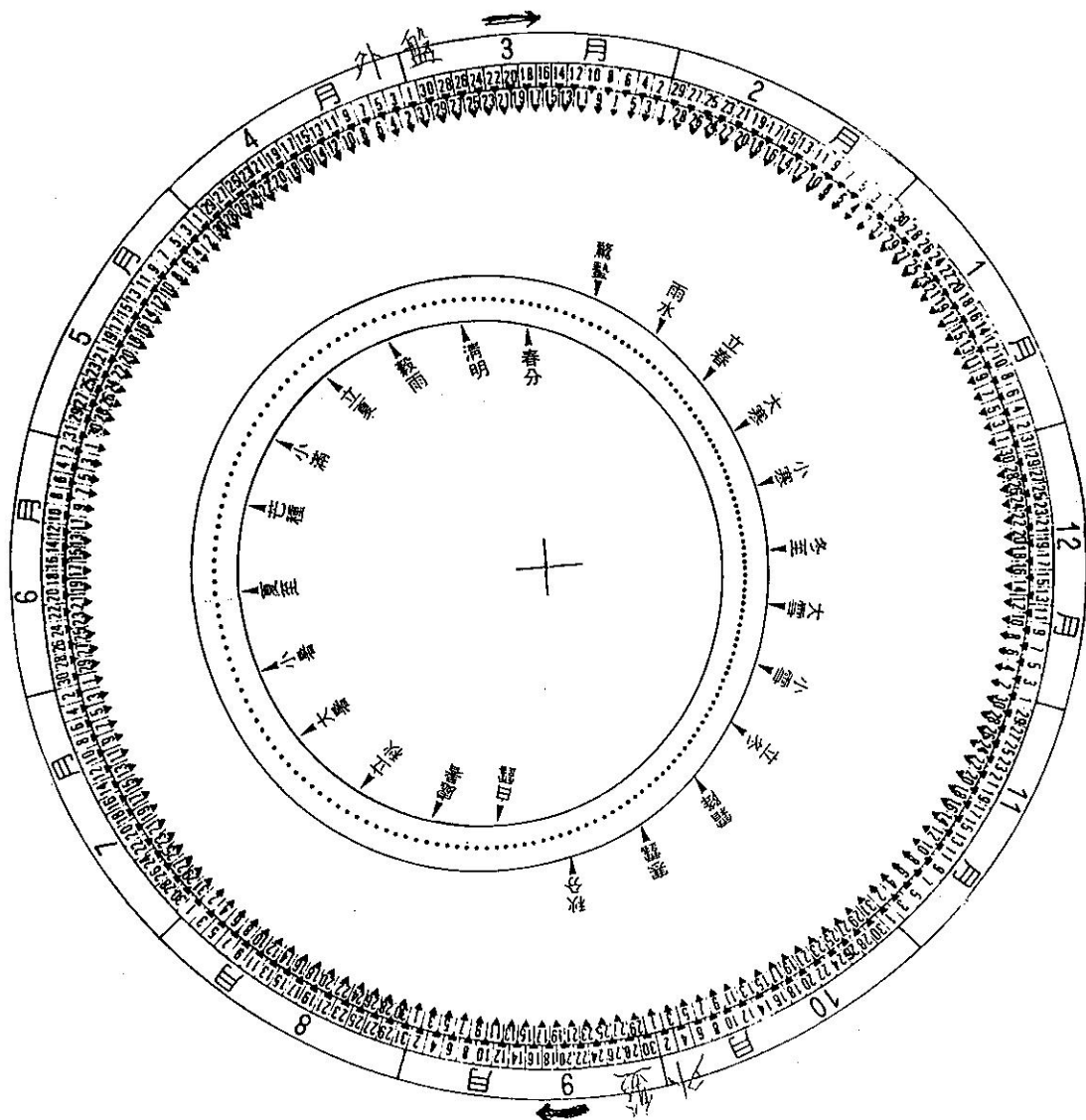


圖 3. 太陽轉盤外盤

先完成設計圖，把創作原意表現出來後，再交由專業單位依設計圖完成成品，錯誤與不符合的部分，俟試用無誤後，再複查以修正。

(1) 太陽轉盤：

正面：依據構想繪製如圖1。

外盤：依據構想繪製，其中須注意太陽的位置和日期的配置，首先繪出赤經、赤緯之放射狀座標線圖(如圖2.)，以中心點為南極點(赤緯負90度)，將表一太陽的位置標出後，做出平滑曲線，形成類橢圓形，再於赤經0時、6時、12時、18時的地方，標出春分、夏至、秋分、冬至的日期，以此為日期的基準點，做出環繞黃道一圈的日期刻度表(如圖3.)，此時日期對應著當日的太陽

在天空中的位置，以閏年計算總共有366個太陽。並於黃道上下標出24節氣名稱，然後繪製如圖3的點狀，表示太陽。

內盤：依據構想繪製如圖4。

等方位角線、等高度線透明片：依據構想繪製如圖5，其中北緯25度和22度各別用顏色區分之。

(2) 竿影觀察器：

內盤：依據構想繪製如圖6，其中含切割線及折線，使平板面豎起後成為竿子。

正面外盤：依據構想繪製如圖7，其中設計一個太陽觀察口，以便貼上濾光片，觀察太陽的圓盤面。

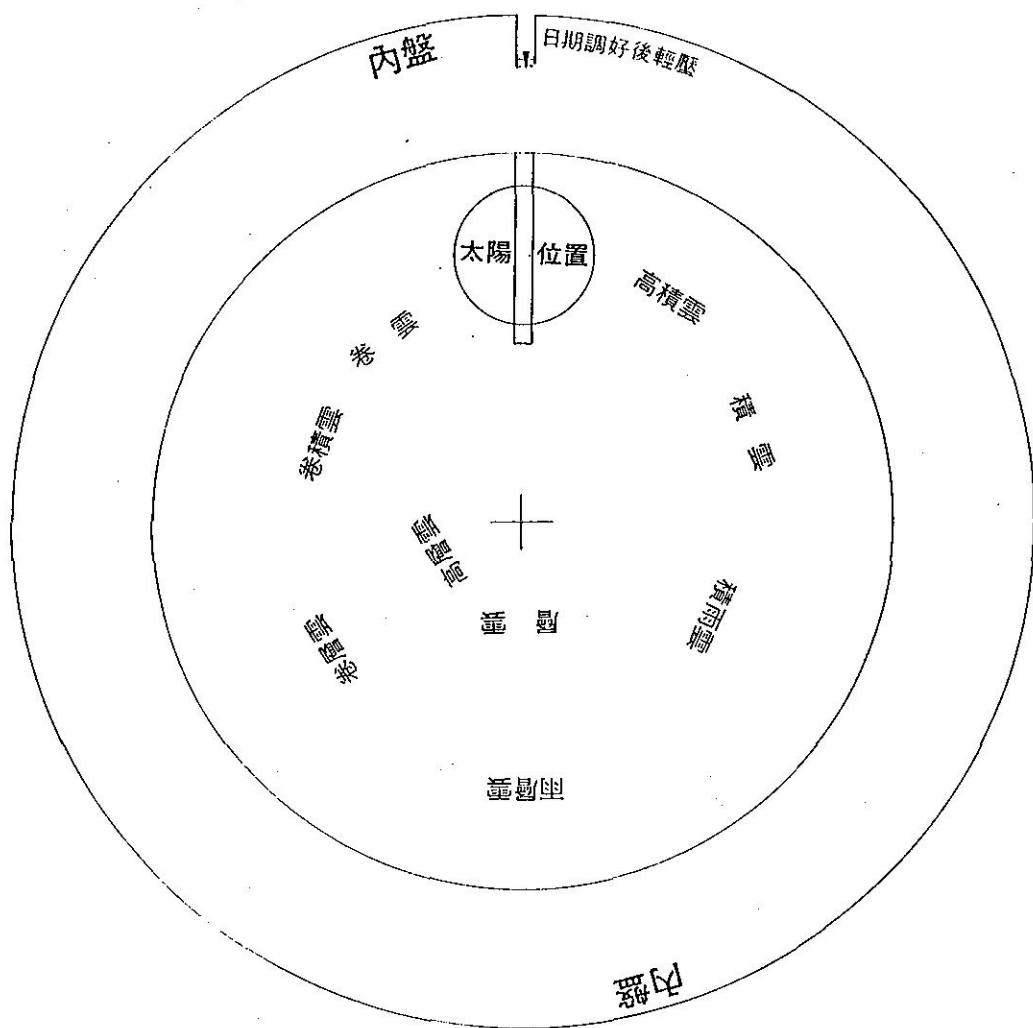


圖 4. 太陽轉盤內盤

3. 成品製作

根據所繪製之草圖，把圖1、圖3、圖4、圖5、圖6及圖7影印後貼於厚紙板上，其中圖1和圖2之底邊是相連的，圖6是貼於圖3後面。完成後依圖樣把觀察視窗切割出來，並把「太陽轉盤正面」和「竿影觀察器正面」對折，把太陽轉盤的外盤（背面是竿影觀察器內盤）和內盤夾於中央，固定外盤、內盤和正面的中心點，使外盤、內盤能自由旋轉，再把透明膠片貼於太陽轉盤的星空觀察視窗上，並把濾光片貼於太陽觀察口上，即可完成樣品實物。（如圖8、圖9）

四、操作說明

天空中的星體，為立體空間，以太陽轉盤上的黃道圈表示太陽的位置，是將三度空間轉成二維平面，在接近地平的区域，顯然存在較大的誤差。

本研究採用方位等距極地投影法，可降低太陽對極點的相對位置誤差，又因為我們在地球的北半球觀察太陽時，太陽是在偏南方天空中移動，所以天空觀察視窗是以南極點為極點所繪出，使用時以朝正南方天空看為正確方位。

使用本「太陽轉盤」和「竿影觀察器」的方法及步驟如下：

1. 太陽轉盤

(1) 首先旋轉內盤，把日期觀察視窗轉出來，

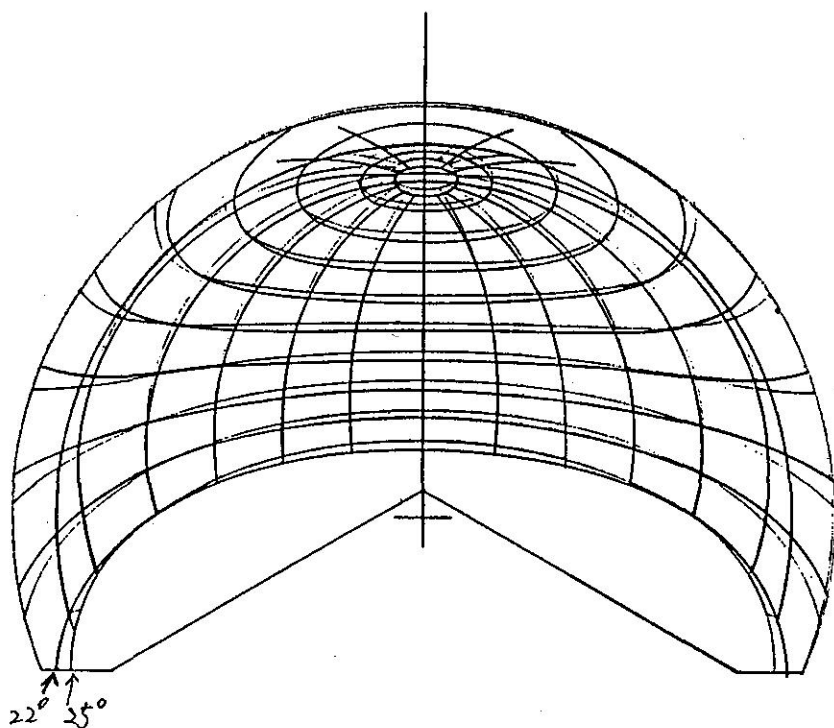


圖 5. 北緯25度和22度之等高線、等方位角線（透明膠片用）

然後旋轉外盤，將要觀察太陽的月份日期旋轉至日期觀察視窗下面，就可看見月份和日期。

(2)把內盤和外盤同時旋轉，使內盤和外盤一起轉動，把日期對準正面上，觀察的時刻，這時在「星空觀察視窗」上，會露出在「太陽觀察視窗」下的三個太陽，正中間的太陽就是當天當時太陽在天空中的位置。

(3)利用透明膠片上的等高線、等方位角線的刻度，可計算出北緯25度或22度，所觀察到太陽在天空中的方位和高度。

2. 竿影觀察器

(1)依照內盤上的說明，在太陽觀測盤的背面，有一個高3公分，可豎起的三角形平面板，即是日竿。

(2)把竿影觀察器的外盤正面擺平，把盤面上的南方對準地理的南方。

(3)慢慢旋轉內盤，使竿影的尖端對準量尺的

中間線，就可讀出竿影的長度。

(4)利用外盤正面標示的影長與竿頂對應圖及太陽高度角換算的方法，其公式為： $90 - \text{影長和竿頂的夾角} = \text{太陽高度}$ 。如此不需其他任何度量工具，即可立即測出太陽在天空中的高度和所在的方位，在教學上非常實用。

(5)利用太陽觀察口，朝向太陽觀察，可見太陽的圓盤面，以增加學生對太陽的認識。

五、結 論

本研究設計的「太陽轉盤」及「竿影觀察器」，乃是一種具有創新特色的旋轉盤，作者於樣本試用後，一般所得反應良好，並有結論如下：

(一)可觀察出任何一天，太陽東昇西落移動的軌跡，位置及時刻。

(二)可觀察出一年中太陽位置高低的的不同，驗證夏至中午太陽最高，冬至中午太陽最低，甚而獲得定

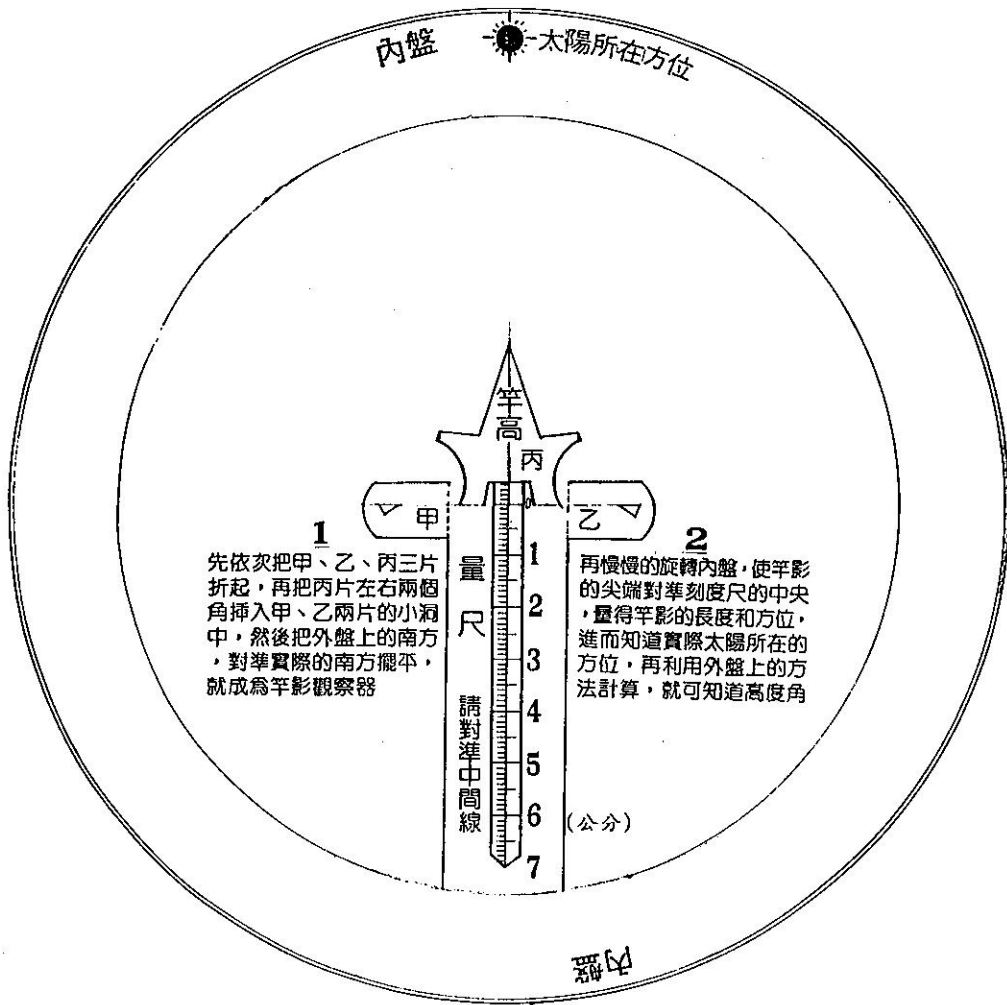


圖 6. 竿影觀察器內盤

表 1. 太陽在天球的位置

月份	日期	視赤經		視赤緯		月份	日期	視赤經		視赤緯	
		h	m	0	1			h	m	0	1
1	1	18	41.6	-23	5.7	3	17	23	46.8	-1	25.7
	4	18	59.3	-22	44.4		20				
	8	19	16.6	-22	16.0		21	0	1.4	+0	9.2
	11	19	29.8	-21	50.0		25	0	16.0	+1	43.8
	15	19	47.1	-21	9.5		29	0	30.5	+3	17.8
	18	19	59.9	-20	34.8	4	2	0	45.1	+4	50.8
	22	20	16.9	-19	43.2		6	0	59.6	+6	22.4
	25	20	29.5	-19	0.6		10	1	14.3	+7	52.2
	29	20	46.1	-17	58.9		15	1	32.8	+9	41.4
2	2	21	2.5	-16	52.1		19	1	47.6	+11	6.0
	5	21	14.6	-15	58.9		23	2	2.6	+12	27.7
	9	21	30.6	-14	44.2		27	2	17.6	+13	46.1
	13	21	46.4	-13	25.5	5	1	2	32.8	+15	0.8
	17	22	1.9	-12	3.2		4	2	44.3	+15	54.3
	21	22	17.4	-10	37.8		8	2	59.8	+17	1.8
	25	22	32.6	-9	9.8		12	3	15.4	+18	4.8
3	1	22	47.7	-7	39.7		16	3	31.2	+19	3.0
	5	23	2.6	-6	7.8		...	...	...	...	...
	9	23	17.4	-4	34.6		...	...	...	...	...
	13	23	32.1	-3	0.4	12	29	18	36.1	-23	14.3

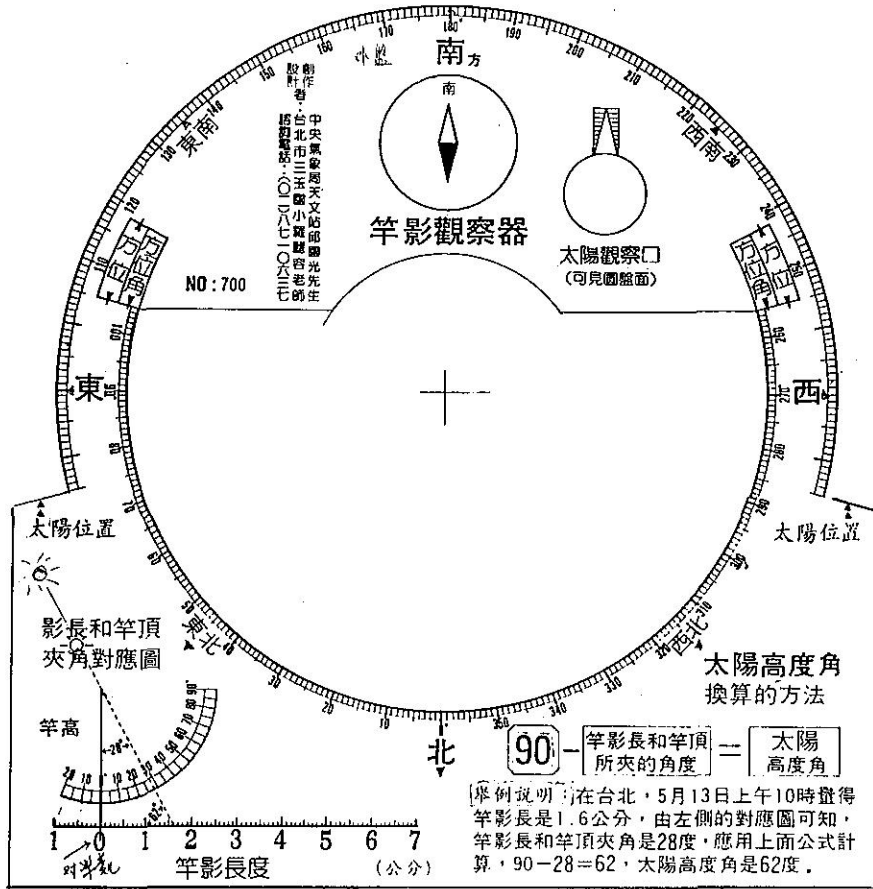


圖 7. 竿影觀察器外盤



圖 8. 太陽轉盤正面

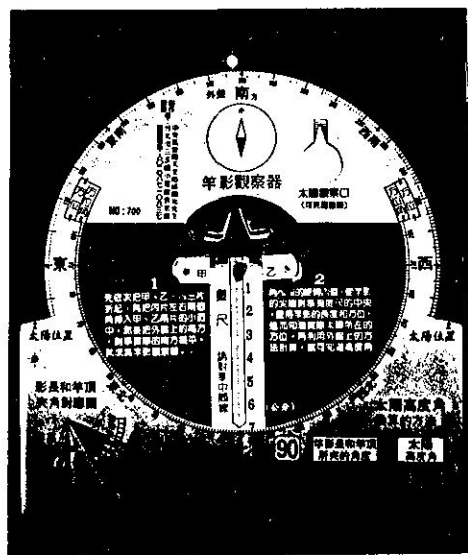


圖 9. 太陽轉盤背面 (竿影觀察器)

表 2. 北緯25度地平方位線數據

單位：度

北緯 25度	高度 (H)	方位角(A)	0	5	10	15	20	22.5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	67.5	70	75	80	85	90
		赤經(T)	0	11.7	22.7	32.4	40.7	44.4	47.8	53.8	58.9	63.3	67.1	70.5	73.5	76.3	78.9	80.1	81.3	83.5	85.7	87.9	90
		赤緯(δ)	-65	-64.5	-63.2	-61.1	-58.4	-56.9	-55.2	-51.7	-47.9	-44.0	-39.9	-35.6	-31.3	-26.9	-22.5	-20.3	-18.1	-13.6	-9.1	-4.5	0
	0度	方位角(A)		95	100	105	110	112.5	115	120	125	130	135	140	145	150	155	157.5	160	165	170	175	180
		赤經(T)		92.1	94.3	96.5	98.7	99.9	101.1	103.7	106.5	109.5	112.9	116.7	121.1	126.2	132.2	135.6	139.3	147.6	157.4	168.3	180
		赤緯(δ)		4.5	9.1	13.6	18.1	20.3	22.5	26.9	31.3	35.6	39.9	44.0	47.9	51.7	55.2	56.9	58.4	61.1	63.2	64.5	65.0
	正南	方位角(A)		185	190	195	200	202.5	205	210	215	220	225	230	235	240	245	247.5	250	255	260	265	270
		赤經(T)		191.7	202.6	212.4	220.7	224.4	227.8	233.8	239.9	243.3	247.1	250.5	253.5	256.3	258.9	260.1	261.3	263.5	265.7	267.9	270
		赤緯(δ)		64.5	63.2	61.1	58.4	56.9	55.2	51.7	47.9	44.0	39.9	35.6	31.3	26.9	22.5	20.3	18.1	13.6	9.1	4.5	0.0
	0°	方位角(A)		275	280	285	290	292.5	295	300	305	310	315	320	325	330	335	337.5	340	345	350	355	360
		赤經(T)		272.1	274.3	276.5	278.7	279.9	281.1	283.7	286.5	289.5	292.9	296.7	301.1	306.2	312.2	315.6	319.3	327.6	337.4	348.3	360
		赤緯(δ)		-4.5	-9.1	-13.6	-18.1	-20.3	-22.5	-26.9	-31.3	-35.6	-39.9	-44.0	-47.9	-51.7	-55.2	-56.9	-58.4	-61.1	-63.2	-64.5	-65.0
	90°	方位角(A)		275	280	285	290	292.5	295	300	305	310	315	320	325	330	335	337.5	340	345	350	355	360
		赤經(T)		272.1	274.3	276.5	278.7	279.9	281.1	283.7	286.5	289.5	292.9	296.7	301.1	306.2	312.2	315.6	319.3	327.6	337.4	348.3	360
		赤緯(δ)		-4.5	-9.1	-13.6	-18.1	-20.3	-22.5	-26.9	-31.3	-35.6	-39.9	-44.0	-47.9	-51.7	-55.2	-56.9	-58.4	-61.1	-63.2	-64.5	-65.0

單位：度

表 3. 北緯 22 度地平方位線數據

北緯 22 度	高度 (H)	方位角(A)	0	5	10	15	20	22.5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	67.5	70	75	80	85	90
		赤經(T)	0.0	13.1	25.2	35.6	44.2	47.9	51.2	57.0	61.9	65.9	69.5	72.6	75.3	77.8	80.1	81.2	82.2	84.3	86.2	88.1	90.0
		赤緯(δ)	-68.0	-67.5	-65.9	-63.6	-60.6	-58.9	-57.2	-53.4	-49.4	-45.3	-41.0	-36.6	-32.1	-27.6	-23.1	-20.8	-18.5	-13.9	-9.3	-4.6	0.0
	0 度	方位角(A)		95	100	105	110	112.5	115	120	125	130	135	140	145	150	155	157.5	160	165	170	175	180
		赤經(T)		91.9	93.8	95.7	97.8	98.8	99.9	102.2	104.7	107.4	110.5	114.1	118.1	123.0	128.8	132.1	135.8	144.4	154.8	166.9	180
		赤緯(δ)		4.6	9.3	13.9	18.5	20.8	23.1	27.6	32.1	36.6	41.0	45.3	49.4	53.4	57.2	58.9	60.6	63.6	65.9	67.5	68.0
	正南 為 0°	方位角(A)		185	190	195	200	202.5	205	210	215	220	225	230	235	240	245	247.5	250	255	260	265	270
		赤經(T)		193.1	205.2	215.6	224.2	227.9	231.2	237.0	241.9	245.9	249.5	252.6	255.3	257.8	260.1	261.2	262.2	264.3	266.2	268.1	270
		赤緯(δ)		67.5	65.9	63.6	60.6	58.9	57.2	53.4	49.4	45.3	41.0	36.6	32.1	27.6	23.1	20.8	18.5	13.9	9.3	4.6	0.0
	正東 90°	方位角(A)		275	280	285	290	292.5	295	300	305	310	315	320	325	330	335	337.5	340	345	350	355	360
		赤經(T)		271.9	273.8	275.7	271.8	278.8	279.9	282.2	284.7	287.4	290.5	294.1	298.1	303.0	308.8	312.1	315.8	324.4	334.8	346.9	360.0
		赤緯(δ)		-4.6	-9.3	-13.9	-18.5	-20.8	-23.1	-27.6	-32.1	-36.6	-41.0	-45.3	-49.4	-53.4	-57.2	-58.9	-60.6	-63.6	-65.9	-67.5	-68.0

表 4. 高度30度方位線數據 (北緯25度)

單位：度

北緯 25度	高 度 (H) 30 度	方位角(A)	0	5	10	15	20	22.5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	67.5	70	75	80	85	90
		赤 經(T)	0.0	5.3	10.5	15.5	20.4	22.7	25.0	29.3	33.4	37.2	40.7	43.9	46.9	49.7	52.2	53.4	54.6	56.8	58.8	60.7	62.4
		赤 緯(δ)	-35.0	-34.8	-34.2	-33.1	-31.8	-30.9	-30.0	-27.9	-25.6	-23.0	-20.1	-17.0	-13.8	-10.4	-6.9	-5.1	-3.3	0.5	4.3	8.2	12.2
		方位角(A)		95	100	105	110	112.5	115	120	125	130	135	140	145	150	155	157.5	160	165	170	175	180
		赤 經(T)		64.0	65.4	66.8	68.0	68.6	69.2	70.2	71.1	71.8	72.4	72.8	72.8	72.5	71.6	70.9	69.8	66.0	58.3	40.4	0
		赤 緯(δ)		16.2	20.3	24.5	28.7	30.8	32.9	37.1	41.4	45.7	50.0	54.3	58.7	63.0	67.3	69.5	71.6	75.8	79.0	83.3	85.0
		方位角(A)		185	190	195	200	202.5	205	210	215	220	225	230	235	240	245	247.5	250	255	260	265	270
		赤 經(T)		319.6	301.7	294.0	290.2	289.1	288.4	287.5	287.2	287.2	287.6	288.2	288.9	289.8	290.8	291.4	292.0	293.2	294.6	296.0	297.6
		赤 緯(δ)		83.3	79.8	75.8	71.6	69.5	67.3	63.0	58.7	54.3	50.0	45.7	41.1	37.1	32.9	30.8	28.7	24.5	20.3	16.2	12.2
		方位角(A)		275	280	285	290	292.5	295	300	305	310	315	320	325	330	335	337.5	340	345	350	355	360
		赤 經(T)		299.3	301.2	303.2	305.4	306.6	307.8	310.3	313.1	316.1	319.3	322.8	326.6	330.7	335.0	337.3	339.6	344.5	349.5	354.7	360.0
		赤 緯(δ)		8.2	4.3	0.5	-3.3	-5.1	-6.9	-10.4	-13.8	-17.1	-20.1	-23.0	-25.6	-27.9	-30.0	-30.9	-31.8	-33.1	-34.2	-34.8	-35.0

表 5. 高度60度方位線數據 (北緯25度)

單位：度

北緯 25度	高度 (H) 60 度	方位角(A)	0	5	10	15	20	22.5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	67.5	70	75	80	85	90
		赤經(T)	0	2.5	5.0	7.5	9.9	11.0	12.2	14.5	16.7	18.8	20.7	22.6	24.3	25.9	27.4	28.1	28.7	29.9	30.9	31.8	32.5
		赤緯(δ)	-5.0	-4.9	-4.6	-4.1	-3.4	-3.0	-2.6	-1.5	-0.3	1.1	2.6	4.3	6.1	8.0	10.0	11.1	12.2	14.4	16.7	19.1	21.5
	方位角(A)		95	100	105	110	112.5	115	120	125	130	135	140	145	150	155	157.5	160	165	170	175	180	
	赤經(T)		33.0	33.3	33.5	33.4	33.3	33.1	32.5	31.7	30.5	29.1	27.3	25.1	22.6	19.6	18.0	16.3	12.6	8.6	4.3	0.0	
	赤緯(δ)		23.9	26.4	28.9	31.4	32.6	33.9	36.3	38.7	41.1	43.3	45.5	47.5	49.3	51.0	51.7	52.4	53.5	54.3	54.8	55.0	
	方位角(A)		185	190	195	200	202.5	205	210	215	220	225	230	235	240	245	247.5	250	255	260	265	270	
	赤經(T)		355.7	351.4	347.6	343.7	342.0	340.4	337.4	334.9	332.7	330.9	329.5	328.3	327.5	326.9	326.7	326.6	326.5	326.7	327.0	327.5	
	赤緯(δ)		54.8	54.3	53.5	52.4	51.7	51.0	49.3	47.5	45.5	43.3	41.1	38.7	36.3	33.9	32.6	31.4	28.9	26.4	23.9	21.5	
方位角(A)		275	280	285	290	292.5	295	300	305	310	315	320	325	330	335	337.5	340	345	350	355	360		
赤經(T)		328.2	329.1	330.1	331.3	331.9	332.6	334.1	335.7	337.4	339.3	341.2	343.3	345.5	347.8	349.0	350.1	352.5	355.0	357.5	360		
赤緯(δ)		19.1	16.7	14.4	12.2	11.1	10.0	8.0	6.1	4.3	2.6	1.1	-0.3	-1.5	-2.6	-3.0	-3.4	-4.1	-4.6	-4.9	-5.0		

表 6. 高度30度方位線數據 (北線22度)

單位：度

北 緯 22 度	高 度 (H) 30 度	方位角(A)	0	5	10	15	20	22.5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	67.5	70	75	80	85	90
		赤 經(T)	0	5.5	10.9	16.1	21.1	23.5	25.8	30.2	34.3	38.0	41.5	44.6	47.5	50.2	52.6	53.7	54.8	56.8	58.6	60.3	61.8
		赤 緯(δ)	-38.0	-37.8	-37.1	-36.0	-34.6	-33.7	-32.7	-30.5	-29.1	-25.3	-22.4	-19.2	-15.9	-12.4	-8.7	-6.9	-5.0	-1.2	2.7	6.7	10.8
		方位角(A)		95	100	105	110	112.5	115	120	125	130	135	140	145	150	155	157.5	160	165	170	175	180
		赤 經(T)		63.2	64.5	65.6	66.6	67.0	67.4	68.1	68.6	69.0	69.1	68.9	68.3	67.1	65.1	63.7	61.8	56.2	46.2	28.3	0
		赤 緯(δ)		14.9	19.1	23.3	27.5	29.6	31.8	36.1	40.4	44.7	49.0	53.4	57.7	62.0	66.2	68.3	70.4	74.3	78.0	80.8	82.0
		方位角(A)		185	190	195	200	205.5	205	210	215	220	225	230	235	240	245	247.5	250	255	260	265	270
		赤 經(T)		331.7	313.8	303.8	298.2	296.3	294.9	292.9	291.7	291.1	290.9	291.0	291.4	291.9	292.6	293.0	293.4	294.4	295.5	296.8	298.2
		赤 緯(δ)		80.8	78.0	74.3	70.4	68.3	66.2	62.0	57.7	53.4	49.0	44.7	40.4	36.1	31.8	29.6	27.5	23.3	19.1	14.9	10.8
		方位角(A)		275	280	285	290	292.5	295	300	305	310	315	320	325	330	335	337.5	340	345	350	355	360
		赤 經(T)		299.7	301.4	303.2	305.2	306.3	307.4	309.8	312.5	315.4	318.5	322.0	325.7	329.8	334.2	336.5	338.9	343.9	349.1	354.5	360.0
		赤 緯(δ)		6.7	2.7	-1.2	-5.0	-6.9	-8.7	-12.4	-15.9	-19.2	-22.4	-25.3	-28.1	-30.5	-32.7	-33.7	-34.6	-36.0	-37.1	-37.8	-38.0

表 7. 高度60度方位線數據 (北緯22度)

單位：度

北緯 22 度	高 度 (H) 60 度	方位角(A)	0	5	10	15	20	22.5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	67.5	70	75	80	85	90
		赤 經(T)	0	2.5	5.0	7.5	9.9	11.1	12.3	14.5	16.7	18.8	20.7	22.5	24.2	25.8	27.2	27.8	28.5	29.6	30.5	31.3	31.9
		赤 緯(δ)	-8.0	-7.9	-7.6	-7.1	-6.4	-6.0	-5.5	-4.4	-3.2	-1.8	-0.2	1.5	3.4	5.3	7.4	8.5	9.5	11.8	14.1	16.5	18.9
	方位角(A)		95	100	105	110	112.5	115	120	125	130	135	140	145	150	155	157.5	160	165	170	175	180	
	赤 經(T)		32.3	32.6	32.6	32.5	32.3	32.0	31.4	30.5	29.3	27.8	26.0	23.8	21.3	18.5	16.9	15.3	11.8	8.0	4.0	0	
	赤 緯(δ)		21.4	23.9	26.4	28.9	30.1	31.4	33.8	36.2	38.5	40.7	42.8	44.8	46.5	48.1	48.8	49.5	50.6	51.3	51.8	52	
	方位角(A)		185	190	195	200	202.5	205	210	215	220	225	230	235	240	245	247.5	250	255	260	265	270	
	赤 經(T)		356.0	352.0	348.2	344.7	343.1	341.5	338.7	336.2	334.0	332.2	330.7	329.5	328.6	328.0	327.7	327.5	327.4	327.4	327.7	328.1	
	赤 緯(δ)		51.8	51.3	50.6	49.5	48.8	48.1	46.5	44.8	42.8	40.7	38.5	36.2	33.8	31.4	30.1	28.9	26.4	23.9	21.4	18.9	
	方位角(A)		275	280	285	290	292.5	295	300	305	310	315	320	325	330	335	337.5	340	345	350	355	360	
	赤 經(T)		328.7	329.5	330.4	331.5	332.2	332.8	334.2	335.8	337.5	339.3	341.2	343.3	345.5	347.7	348.9	350.1	352.5	355.0	357.5	360.0	
	赤 緯(δ)		16.5	14.1	11.8	9.5	8.5	7.4	5.3	3.4	1.5	-0.2	-1.8	-3.2	-4.4	-5.5	-6.0	-6.4	-7.1	-7.6	-7.9	-8.0	

量的結果。

- (三)透明片上的等高度線和方位角線，有兩種，一種是北緯25度地方所見，一種是北緯22度地方所見，兩者相差3度左右，恰好適合台灣地區使用，並由此推知所在緯度的不同，所看見太陽高度及方位是會不同的。
- (四)將平板豎起成三角形的竿子，其竿影成三角形，非常容易對準影子的量尺中間線，得知竿影長度。
- (五)影子與光源成對應關係，所以由竿影所在方位可得知太陽所在方位，一目了然。
- (六)已知竿影長度利用三角對應關係，可由三角形內角和為180度的原理，換算太陽高度。
- (七)經濾光片濾光效果可見太陽亮亮的圓盤面。

六、誌 謝

本研究經多位中小學教師提供寶貴意見，和氣象局天文站同仁的協助，美編方面由魚拓漫畫家施建平先生的協助，使成品能順利完成，在此一併致謝。並榮獲中華民國第五屆發明及創新展覽會佳作獎。

七、參考文獻

1. Astronomical Almanac 1993 c1~c18, 1993, U.S. Government Printing Office.
2. 邱國光，1992：星座盤之改良設計。氣象學報38卷第4期 p346

IMPROVEMENT AND IMPLEMENTATION OF THE SUN-PLATE AND SHADOW ALTIMETER

Kuo-Kuang Chiu

Astronomical Observatory
Central Weather Bureau

Li-Lung Lo

Taipei Municipal San-ei
Primary School

ABSTRACT

A Sun-plate suitable for the northern hemisphere between 22 degree and 25 degree is designed based on the characters that the Sun's position on the sky drifts westward along the ecliptic and leans on southern sky.

The Sun-plate can show the azimuth angles of the positions of the sunrise and the sunset, and can determine the altitude of the Sun whenever in a year. Furthermore, it can be used as a Sun observing window on the back side of the plate by attaching a solar filter to it.

The dual usages of this Sun-plate based on the fundamental triangulation relations and the filter ability in reducing the light makes it become a good, reliable astronomical teaching equipment.

Key words: Sun-Plate、Ecliptic、altitude、azimuth.