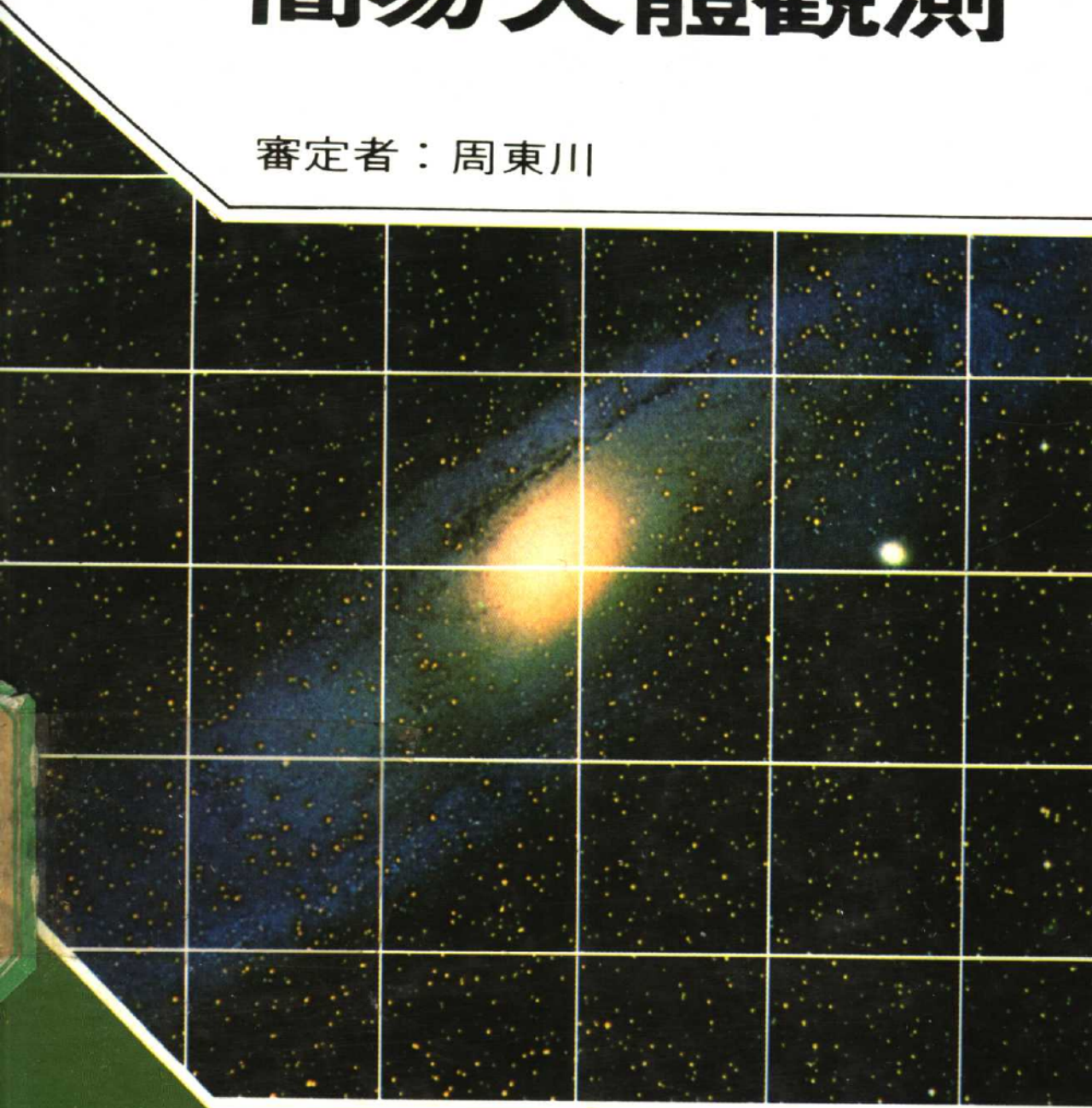


新世紀叢書

實用的、有趣的

簡易天體觀測

審定者：周東川



銀禾文化事業有限公司

051

新世紀叢書

簡易天體觀測

銀禾文化事業公司 印行



051

新世紀叢書

簡易天體觀測

主 編：新世紀編輯小組

審定者：周東川

出版者：銀禾文化事業有限公司

發行人：陳俊安

地 址：台北縣永和市林森路88-1號1樓

電 話：9230041・9230051

郵 撥：0736622-3

定 價：新台幣100元

新聞局登記證局版台業字第3292號

1990年元月再版

■版權所有●不准翻印■

目錄

第 一 章	沒有望遠鏡的觀測	1
第 二 章	不用望遠鏡觀察月亮	49
第 三 章	四季的星座	79
第 四 章	簡易天體照片拍攝方法	105
第 五 章	用小望遠鏡觀測天體	121
第 六 章	望遠鏡的原理	153
第 七 章	反射鏡片之磨製	159

第一章 沒有望遠鏡的觀測

1. 日圭製作方法

什麼是日圭

在距今兩千多年以前，埃及的天文工作者發明了一種非常簡單，然而極其卓越的儀器。使用這種儀器觀測太陽，測定出了(1)正確的南北方向；(2)觀測地點的緯度；(3)春分、夏至、秋分、冬至日；(4)太陽年的長度；(5)黃赤交角。這種儀器叫做日圭。

也許有人會以為，能夠測定出這許多天文學上的重要現象，日圭一定是件笨重不堪的儀器。其實不然。日圭是一種簡單的儀器，簡單到任何的天文觀測器都比不上它那樣簡單——在水平的地面上垂直地插上一根木桿，這就是日圭的全部了。

不過，真正的平地其實是很難找的。在今天的物質條件下，可以考慮在一塊水平的木板上製作日圭。

2 簡易天體觀測

日圭製作方法

找一塊一邊長 50 cm 左右的四角狀膠合板，但並非一定要正方形，最好是防水性膠板，如無此條件，在普通膠合板上塗以油漆或噴漆，使之不會滲水也一樣管用（見圖1）。

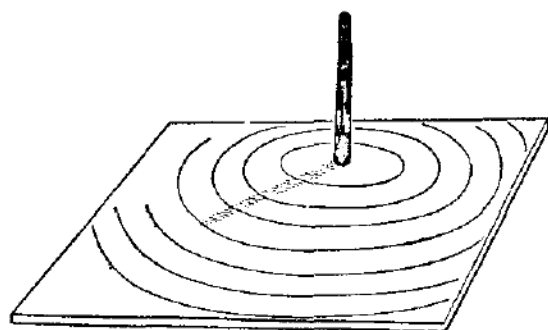


圖1

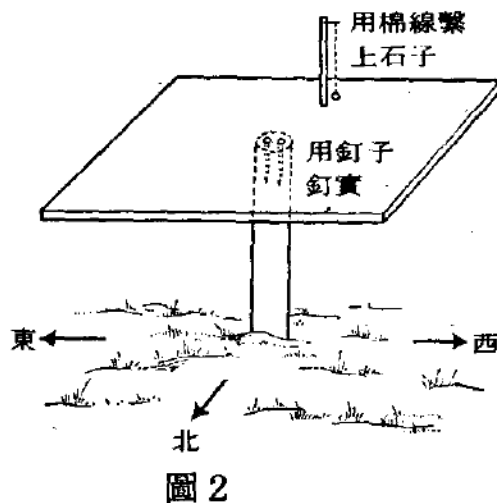
以膠板邊緣附近（不靠四角）的一點為中心，在板上畫出 $10\sim 15$ 個同心圓，同心圓間隔無嚴格規定，以 $5\sim 10\text{ mm}$ 為宜。

在圓心上鑽一個孔，用膠接劑牢固地黏上一根粗約 1 cm ，長 $15\sim 20\text{ cm}$ 的木桿，木桿與膠板必須保持完全垂直。請使用直角規尺從各個方向仔細檢查。

然後，在陽光全日可以照到的空地上打下一根木樁，將上述膠板用釘子水平地釘實在木樁上。木樁的高度無限制，以方便觀測為原則，一般以高出地面 $30\sim 70\text{ cm}$

較適宜。

膠合板在木樁上必須保持絕對水平。檢驗方法很簡單，在棉線上繫上小石製成一線垂，將它懸掛在膠合板上的木桿一側，如線垂和木桿平行，顯示膠板和木樁已是完全直角（見圖 2）。



2. 確定南北向的方法

觀測方法

在陽光照射下，日圭桿影午前位於膠合板的西側，逐漸地向北移動，至午後移到了膠合板的東側。觀測者跟踪桿影的移動，當桿影前端每移到一個圓上時，即在這一點上做下一個記號。爲了便於觀測桿影的前端，木桿頂端應削製成半圓形狀。

當一天過去後，在各同心圓上留下了桿影移動經過

4 簡易天體觀測

時做下的記號，觀測初告成功。接近正午的觀測並不重要，因此在正午前後的一小時左右時間內，觀測者可稍事休息。

觀測結束後，接著是製圖求出正確的南北方向。

製圖方法

在同一個圓上，桿影上午與下午各經過一次，因此在圓的東側與西側各留下有一個記號，將這兩個記號用直線連結，在直線正中取一點。依此類推，在桿影移動經過的每一圓上取一中點，將所有這些中點和木桿的中心用直線連結起來，此直線就顯示了南北方向。

各個圓的中點，不一定準確地落在一直線上，這是因為觀測和製圖時多少會有點誤差。遇有這種情況，繪製直線時，這些中點應地等地分佈在直線兩側（圖3）。

這條南北線對於後面接著要談的測定春分、夏至、秋分、冬至日以及測定黃赤交角與緯度、經度時都要用到，因此請使用不會褪色的油漆或噴漆繪製直線。至於各個同心圓到此已完成了它的歷史使命，即使消失了也無所謂。

用北極星確定南北

利用北極星也能確定出正確的南北方向。不過並非

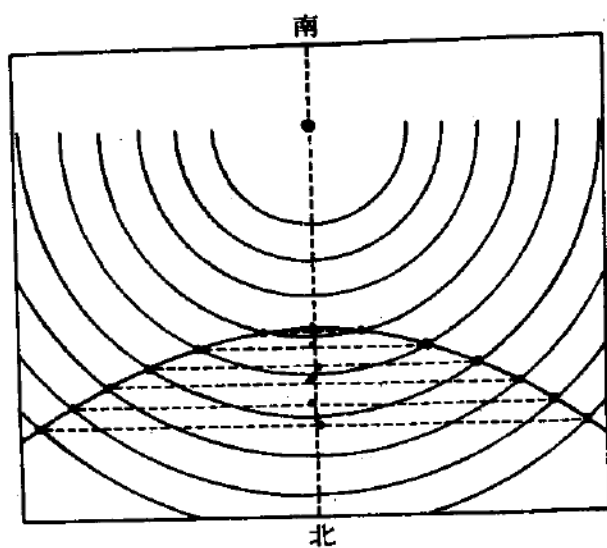


圖 3

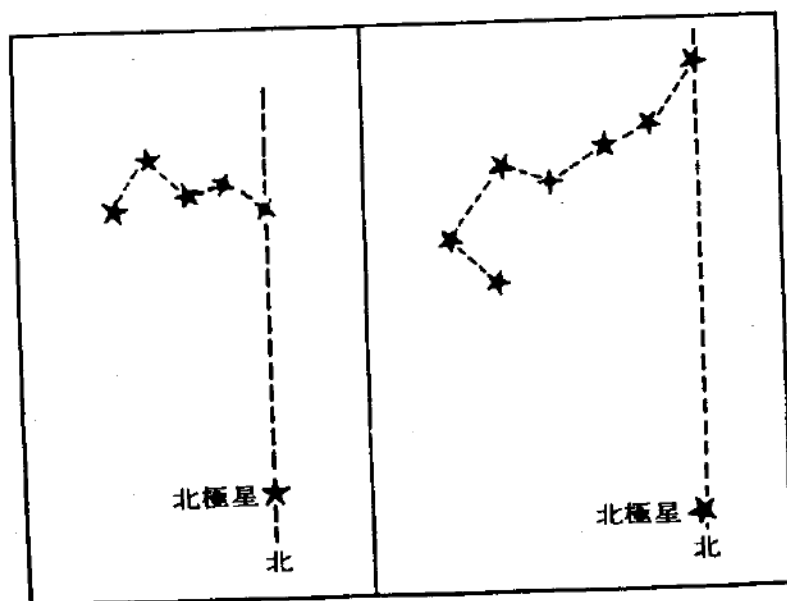


圖 4

6 簡易天體觀測

任何時候都適宜觀測北極星，因北極星只是大致地位於天球北極，偏離正北約 1° ，偏離角度因緯度而異。

爲了確定正北，必須選擇在如圖 4 所示的當北斗七星或仙后座的 W 形星的最邊緣一顆星移動到北極星頂上時才予觀測，因其時北極星位於正北。觀測方法很多，圖 5 介紹的是其中一例。

將兩根繫上石塊的繩子以適當間隔分開掛在兩根橫木上，一根繩子固定不動，另一根繩子上端打個活結，使能在橫木上左右移動。觀測者坐在後一根繩子的前面

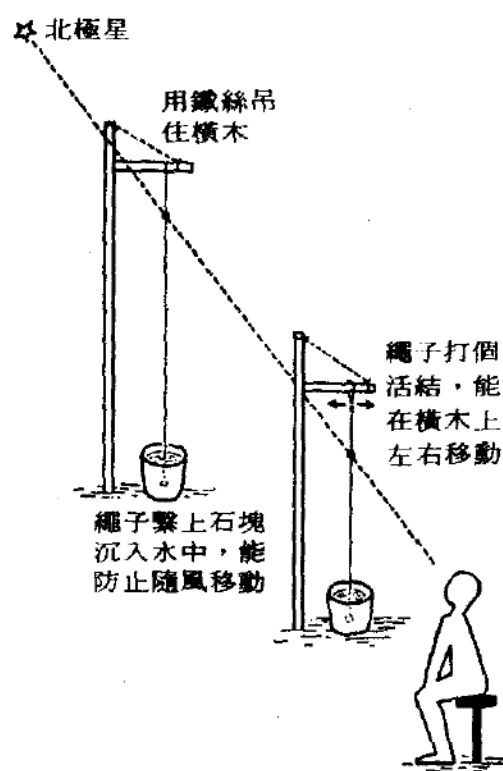


圖 5

，通過調節繩子的位置，對準北極星望去，直至兩根繩子和北極星重疊在一起時，這兩根繩子之間的一條直線，就顯示了正確的南北方向。觀測過程中爲防止繩子隨風搖，可將繩子下端的石塊沈入水中。

3. 日影曲線

請使用日圭觀測太陽由日出到日沒的移動路線。

觀測方法很簡單。因太陽將木桿投影在膠合板上，每過一小時或三十分鐘在桿影前端位置處做上一個記號，並在旁邊註上時間。

一天終了，觀測結束，將所有的記號用平滑的曲線連結起來，這便是日影的曲線。從日出到日沒的桿影長度及方向之變化，由此曲線一目了然。

太陽剛從東方升起時，高度很低，因此桿影長長地拖在西方。隨著向正午接近，太陽逐漸偏南，並向天空升高，桿影也隨之向北側移影，同時逐漸縮短。到了太陽落山時，桿影已拉長在板的東側了。

太陽高度和方位角

我們再根據日影曲線研究一天中太陽高度和方位角的變位。

方位角的測定頗爲簡單。以正確的南北線爲基準，

8 簡易天體觀測

使用量角器測定桿影偏西或偏東的角度。記錄時，採用 $S 37^{\circ} E$ ， $S 52^{\circ} W$ 這樣的書寫形式。S 表示南，E 表示東，W 表示西。上面兩個記錄，分別表示太陽的方位是「南偏東 37° 」與「南偏西 52° 」。

有一點必須注意，測定的是桿影的方向，但記錄的是太陽的方向，桿影方向和太陽方向正好相反。

太陽的高度（即太陽對於地平面的仰角）通過木桿的長度和桿影的長度計算出來。請注意盡可能精確地測定每個長度。在方格紙上取橫線表示桿影長度 OA，取直線表示木桿長度 OB， $\angle OAB$ 就顯示了太陽的高度（圖 6）。請使用量角器測定。

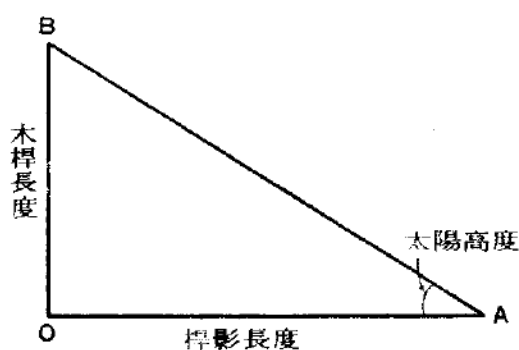


圖 6

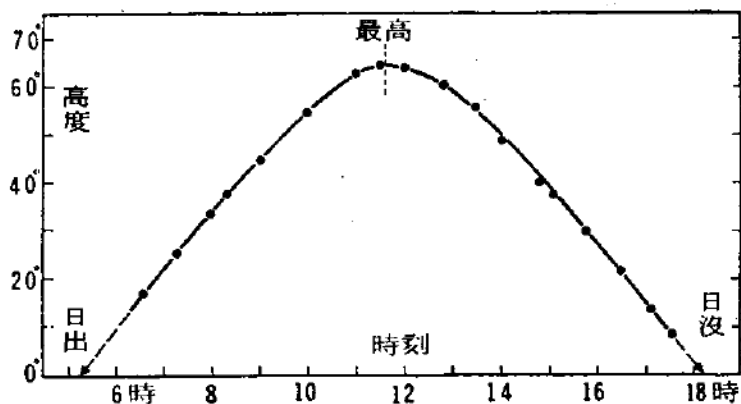
高度曲線圖

當計算全部結束後，製作太陽高度和方位曲線圖。

在方格紙上以橫軸表示時間，縱軸表示太陽高度，將觀測記錄記入進去，用平滑的曲線連結起來，便形成

了一條中央高聳如山坡狀的曲線。這條曲線顯示了一天之內的太陽高度變化（圖7）。

圖 7



請注意曲線最高處的時刻並非是正午十二時。像在後面所要說明的，太陽的高度當太陽通過正南時（稱為太陽中天）位置最高。正午時太陽不是處在中天，有兩個原因：(1)國際上通用的時間以英國格林威治時間作標準，把整個地球按東西方向劃分成二十四個時區，在同一時區內採用統一的時間標準，但太陽的高度卻不可能在同一時區內統一起來。舉例說，日本使用的是以東經 135° 子午線為基準的時間標準，除東經 135° 以外的日本任何地方，太陽通過中天的時間都不會搭準十二點。(2)我們日常在使用的「時」，不是採用太陽中天時定為正午的視太陽時，而是採用以平均太陽這一假想天體

處於中天時定為正午的平太陽時。

像這樣的高度曲線圖一年之中應選擇適當日子多繪製幾幅，其中春分、秋分、夏至、冬至日是非繪製不可的。只有這樣，才能更好地理解太陽高度在一年之中是如何變化的。簡單說來，太陽中天高度在夏至那天達到最高，因此該天白晝最長；冬至日的太陽中天位置最低，夜最長。春分與秋分日的太陽高度處於兩者之間，晝夜相等。

高度和方位角曲線圖

在方格紙上，以橫軸表示方位角，縱軸表示高度，記入觀測值（圖 8）。與前一樣，記入的觀測值用曲線連結，其形狀是中間高，兩邊低。請注意曲線最高、方位角等於 0° 的地方，就是太陽中天時。

曲線兩端與橫軸的交點分別是日出與日沒的方位角。圖 7 中的同樣的交點則顯示了日出與日沒的大致時刻。

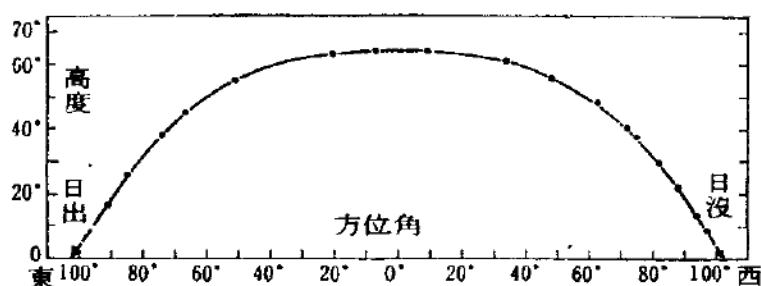


圖 8

請選擇在春分、秋分、夏至、冬至及其它適當日子觀測並繪製太陽高度和方位角曲線圖，能夠清楚地比較出不同季節中的日出與日沒的方位角的變化，以及在同一方位角上，例如 $S 56^{\circ} E$ ，太陽移經時的高度之區別。

4. 測量樹木高度

利用日圭能夠測定樹木與建築物的高度。測定時間不拘，午前或午後均可。當有太陽照射時，仔細地測定樹影的長度 AB （圖 9）。樹影長度是指由樹幹中心到樹影前端之間的距離。由於樹影婆娑，前梢多較模糊，必須仔細看清楚再予測定。

在測定樹影長度的同時，也請測定日圭桿影的長度

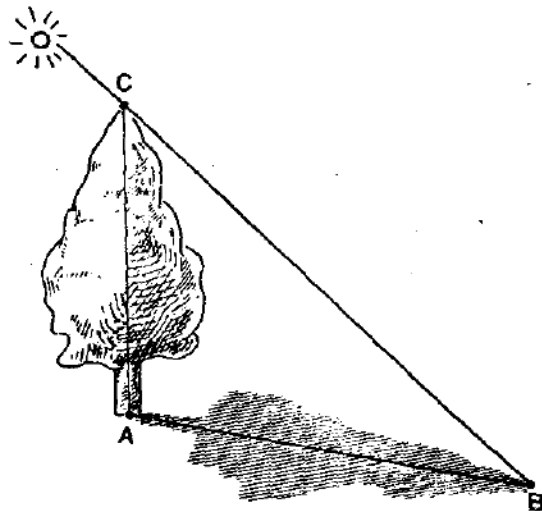


圖 9

12 簡易天體觀測

。如有其它人和你一道觀測，測定樹影長度和日圭桿影長度的工作便可同時進行。

如是單獨一人觀測，可運用下述方法測定：(1)先測出日圭桿影長度；(2)接著測定樹影長度；(3)再次測定日圭桿影長度；(4)取前後兩次測出的日圭桿影長度的平均值，也就是相當於測定樹影長度時的日圭桿影長度了。

樹木高度通過下列公式計算：

$$\text{樹木高度} = \frac{\text{日圭高度}}{\text{日圭桿影長度}} \times \text{樹影長度}$$

爲什麼能用這個公式求算呢？請讀者自己考慮，因道理並不複雜，只不過是一個簡單的比例問題。

計算例

下面介紹一個具體計算例子。

學生張劍秋三次測定了樹影長度與日圭桿影長度。日圭桿影長度在測定樹影長度前後各測定一次，因此實際共測定六次。下面的長度，是他第一次的測定值：

$$\text{日圭高度} = 100 \text{ mm}$$

$$\text{日圭桿影長度} = 82.3 \text{ mm}$$

$$\text{樹影長度} = 4 \text{ m } 63 \text{ cm} = 463 \text{ cm}$$

由上述數值計算樹木高度。

$$\text{樹木高度} = \frac{100mm}{82.3mm} \times 463cm = 563cm = 5m\ 63cm$$

這樣的測定不僅限於一次，在不同時間或不同日子測定三至五次是需要的，因每一次的計算結果不可能完全一致，從幾次計算結果中取其平均值，更接近準確的樹木高度。

建築物高度亦用同樣方法測定，但因必須從建築物頂直下點開始測定影子長度，不如測定樹木那般容易。

有一點仍須提請大家注意，測定現場的地面必須水平，傾斜的地面將產生錯誤的結果。

5. 太陽的出沒方位

由日影曲線顯示，日出與日沒時的太陽方位角在一年四季中是不同的。下面我們就來實際測定該方位角之差別。

第一步工作先要把東邊與西邊地平線附近的景色準確地寫生出來。寫生對象選擇那些大而注目的景物，包括山、樹林與住宅等沿左右方向（水平方向）分佈的景物，小而次要的景物可以省略不畫。

爲了幫助準確地繪出景物位置，我們先動手做個簡單的寫生工具。取一張 $30cm \times 20cm$ 的厚紙，上面開