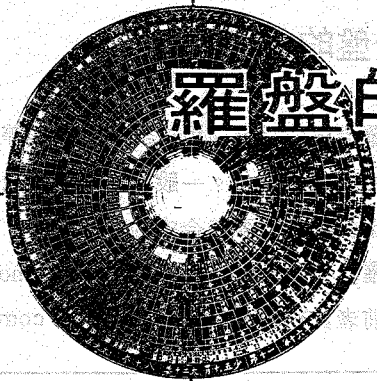




羅盤的淵源和使用

石·國·恩
國立臺灣師範大學

一、羅盤的淵源

我國是最先研究磁學的國家，所以羅盤出現得很早。今日科學技術上的針盤式儀器裝置，其設計原理即導源於我國的羅盤。羅盤裏最主要的零件為我國三大發明之一的指南針。相傳黃帝與蚩尤戰於涿鹿，蚩尤作大霧，將士皆迷於四方，黃帝於是利用磁針製作指南車以示方向，擊敗敵軍，並擒蚩尤誅之。

到了漢代，除張衡曾仿造指南車外，更流傳一種觀測天文星象的儀器，其下方是個方形銅板，代表地，上方是個圓形盤子，代表天，板上刻有八卦、天干、地支以及傳統上二十八宿名稱（角、亢、氐、房、心、尾、箕、斗、牛、女、虛、危、室、壁、奎、婁、胃、昂、畢、觜、參、井、鬼、柳、星、張、翼、轸）。東漢建初八年論衡一書中曾說到祇要把儀器上的附件——指南匙勺——放在銅板上，即可得見匙勺柄部永遠朝向南方。根據記載，匙勺本身實際上就是整片磁石，磨成大熊星座的模樣，而大熊星座（即北斗七星）的連線恰好和匙勺的樣子相近。經過實驗，更發現如果能將青銅板磨至非常平滑的程度，放在板上的匙勺即可自然旋轉至朝南方向（見封面）。封面中的插圖是由文獻中的記載重加設計而成的模型，實際上至今仍未能夠從古墓中發掘

到真的指南匙勺。然而自漢朝以來，我國一直都有「指南針」的記錄，說明了上述的儀器可能就是羅盤的前身，而且這種發明有著一段悠久的歷史。至於更類似羅盤的設計，大概要到宋朝以後才開始出現。

北宋年間，民間盛行一種玩藝——一塊刻成魚狀的木片浮在一大盆水中，木片中嵌有一支磁針，而魚頭會如今日的羅盤一樣朝向南方，（見圖一，依洋人的看法，磁針是指向北方的，但由於我國星相學上，北極星為天子的象徵，所以磁針通稱為指南針）。也有些人利用小木龜內裝插有磁針的木片，然後懸吊在空中，達到同一目的。後面這種設計出現於西元一一三〇年左右；其實早在西元一〇四四年曾公亮在武經總要中即曾提起過浮魚這種設計。阿拉伯人在文獻中也有「浮魚」的記載，可是年代要晚很多了。令人更驚奇的是，我國所用的磁針並非靠磨擦磁石而磁化，而是將鐵針按地球磁場的南北方向放置後燒至白熱階段而得，可見早在十一世紀我國即發現了頑磁性（殘餘磁性，remanent magnetism）原理。上述的各種裝置，均可稱之為原始的羅盤。

另一點值得重視的是：遠在歐人知道磁極性之前，我國就已經對磁偏角有所察問。在我國的堪輿羅盤（圖二）上，常常分別刻有三個不同的標度盤，一個是以天文上的正南正北為準，另兩個却以 $N 7.5^\circ E$ 及 $N 7.5^\circ W$ 為準。由此可知，堪輿羅盤說明了磁偏角有隨時間空間變化的事實。

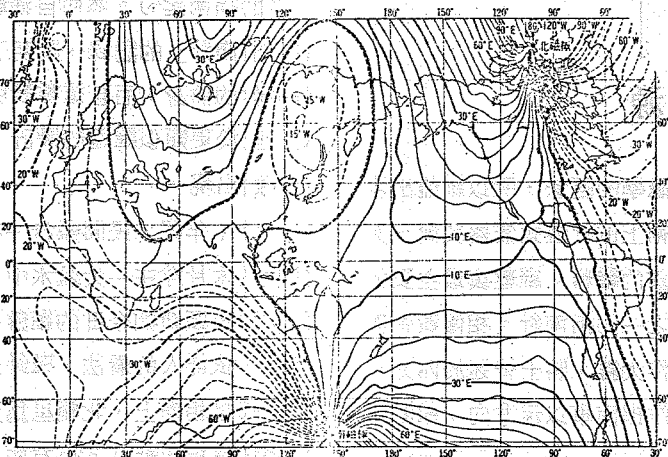
（圖一、圖二、圖四請閱封底）

從圖三全球磁偏角分布圖看出，我國大部分地區的磁偏角皆介於 7.5°E 和 7.5°W 之間，而以本部的磁偏角最小，在 0° 至 5°W 之間，證實古人已具備敏銳的觀察能力。

總之，羅盤以及羅盤所代表的磁學均為我國的產物，顯示我國早就有了穩固的科學根基。至於羅盤及磁學如何演進，又如何傳入西方，有待史學家更深入的研究。

二、羅盤的使用

如今羅盤已廣泛地使用於航海、航空等各方面，有各種不同的形式。一般考察地質、地形所用的是與傾斜計、水平儀合成的一種儀器，視其主體簡稱羅盤（compass）或傾斜計（clinometer）。前者如布倫頓羅盤（Brunton compass）



圖三 磁偏角的分布

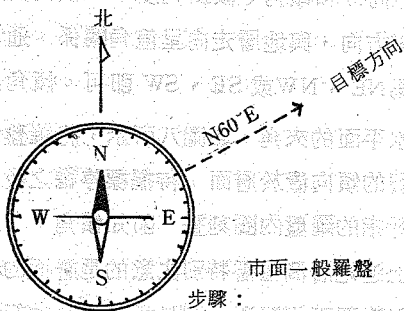
，其使用方法，請參照參考文獻4；後者如圖四所示，簡介於后。

A. 方位的測定：此種傾斜計中的羅盤，其刻畫的東西方位正好與實際方位相反，但使用時反較方便，只要將羅盤對準欲測目標，即可由指北針所指羅盤刻畫讀出測者與目標間的相對方位。如圖五右。假如使用市面一般羅盤測定方位，方法就不相同，須先使指北針對準羅盤刻畫的正北，而後才依所測目標查看羅盤刻畫的方位。如圖五左。

野外工作或登山活動者，常需判圖定出自己所在位置，稱為定位。其步驟，首先將圖北與正北方位對準，再對照地圖內容與實際景物，尋找固定而顯著的目標，如山頭、橋樑、高壓線桿、河流或公路之會口等，測出其方位，如為 $N70^{\circ}\text{E}$

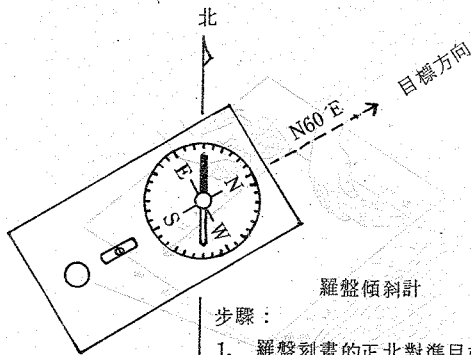
（指北針所示方位），則測者在目標之 $S70^{\circ}\text{W}$ （指南針所示方位），依據指南針所示 $S70^{\circ}\text{W}$ 方位，利用量角板從地圖上的目標代表點畫一直線，則測者的位置應在線上。照此方法尋另一目標再畫一線，則兩線交點便是測者所在位置。假使測者的位置在圖上明確的線上，例如在公路或濱線上，通常僅選一目標繪一直線便可定位，如圖六。

B. 俯仰角度及斜率的測定：羅盤傾斜計置有一可伸縮的簡易水平測管（圖四右）。用時將測管推出，視線經由目孔，對準管口十字標交點與目標，右手食指按壓水平泡上方之彈簧固定鈕，使俯仰角度刻盤裏的擺機能自由擺動，待對準目標後，將食指鬆放使之固定，即可讀出俯仰角度。或使該儀器保持水平，利用以找出與測者相



步驟：

1. 指北針對準羅盤刻畫正北。
2. 看目標在羅盤刻畫的方位，如圖目標在測者 N60°E 方位。

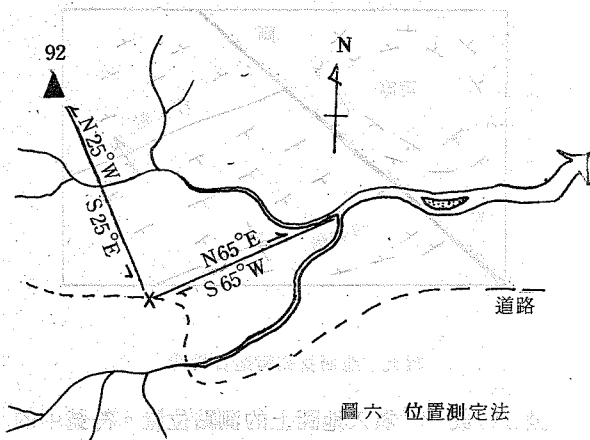


羅盤傾斜計

步驟：

1. 羅盤刻畫的正北對準目標。
2. 看指北針所指的羅盤刻畫，如圖目標在測者 N60°E 方位。

圖五 方位測定法



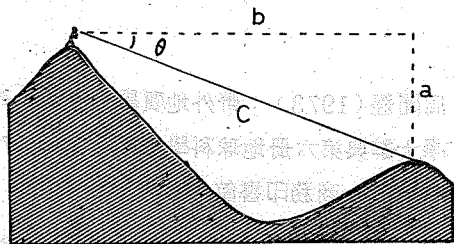
圖六 位置測定法

步驟：

1. 以羅盤傾斜計正北對準 92m 高地，看指南針所指刻畫得 S 25°E 方位。
2. 依同方法對準河川會口，測得 S 65°E 方位。
3. 從 92m 高地及河川會口在地圖上的位置，依所測方位繪二直線，其交點即為測者位置。
4. 如測者位置在圖中明顯的路線上，則僅選一目標測其方位所繪直線與路線的交點也可定位。

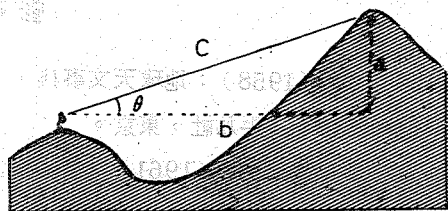
同高度的水平位置。其刻盤（圖四右）上排為角度的刻畫，左右各 0~50；下排為斜率的百分刻畫，左右各 0~100。斜率為施測點與目標間

的垂直距離和水平距離的比值，我們可藉以計算施測點和目標間的垂直距離或水平距離。欲求兩地間的垂直距離時，可由地圖上兩地間的長度依比例尺換算而得的水平距離乘以斜率求得。反之，已知兩地間垂直距離而求其水平距離時，則以垂直距離除以斜率即得。如果刻盤中只有角度刻



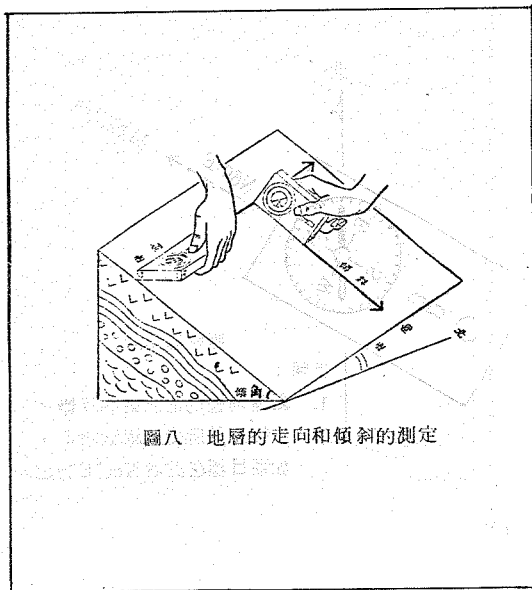
θ : 俯仰角度
 a : 垂直距離
 b : 水平距離
 c : 斜邊距離
 G : 俯仰斜率
 $(\frac{a}{b} \times 100 \%)$

由 θ 、 a 、 b 、 c 任何兩項值可求出其他兩項



$$\begin{aligned} a &= b \times G & b &= a \div G & c &= \sqrt{a^2 + b^2} \\ &= b \times \tan \theta & &= a \div \tan \theta & &= a \times \sin \theta \\ & & & & &= b \times \sec \theta \end{aligned}$$

圖七 距離測定法



圖八 地層的走向和傾斜的測定

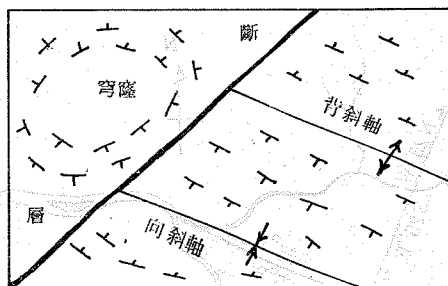
畫而沒有斜率刻畫，則需利用三角函數換算，以所測得俯仰角度的正切值 ($\tan \theta$) 來代替斜率計算。如圖七。

C. 地層的測定：欲知褶曲、斷層等地質構造，須先明瞭地層的排列，故尋找地層露頭，利用羅盤傾斜計測其走向、傾斜是地質調查中最基本的工作，方法如下：

1. 地層走向的測定：地層因形成時期或組成物質之不同產生層面，其與水平切面所成直線的延伸方向稱為走向。測定地層走向時，如圖八，將羅盤長邊緊靠層面，調整羅盤使水平泡對中而保持水平，待磁針穩定，讀出方位即為地層走向。通常以北為中心作紀錄，如 $N10^{\circ}E$ 或 $N25^{\circ}W$ 。

2. 地層傾斜的測定：地層傾斜包括傾向（傾斜方向）和傾角（傾斜角度）。傾向就是地層的下斜方向，與地層走向呈直角關係，通常只須知其為 NE、NW 或 SE、SW 即可。傾角是地層面與水平面的夾角，如圖八所示，將羅盤傾斜計順地層的傾向置於層面，待擺標停穩之後，視其準心所指的羅盤內圈刻畫，即知傾角。

上述地層測量需特別注意的是層面的辨識，不可與節理面相混淆。測量所得資料的紀錄順序，先為走向，次為傾角，後為傾向，其方式如 $N45^{\circ}E, 30SE$ 或 $N50^{\circ}W, 20NE$ 亦可換成符



圖九 地層排列與地質構造

號 $\nearrow_{30}$ 或 $\searrow_{20}$ 填入地圖上的測點位置。符號中的長桿代表地層走向；短桿與長桿垂直，代表地層傾向；短桿與長桿間的阿拉伯數字，則示地層的傾角。由這些符號的組合，可以顯示地層排列，進而了解地質構造。如圖九。

參考文獻

1. 彌永昌吉等編 (1958)：地球天文事典，pp.419～424，平凡社，東京。
2. 福井英一郎，渡部景隆 (1961)：地學の實驗，pp.106～109，岩崎書店，東京。
3. 赤木三郎等 (1962)：地球科學序說，p.200 築地書館，東京。
4. 周聞經 (1973)：野外地質學，中山自然科學大辭典第六冊地球科學第二十章，pp.793～796，商務印書館，臺北。
5. Raymond Dawson (1964)：The Legacy of China，pp.252～256，Oxford University Press，London。