

書劍戶外學習中心

外戶劍書

[鍵入文件副標題]

盡何

HoTao

[挑選日期]

[請在此處鍵入文件的摘要。摘要通常是文件內容的簡短綜覽。請在此處鍵入文件的摘要。
摘要通常是文件內容的簡短綜覽。]

導航

預計達成目標：

1. 能夠閱讀地圖，清楚了解地圖上所有資訊。
2. 能夠解讀所獲得資訊。
3. 能夠現地對照，將實際地形與地圖相結合。
4. 學習使用指南針，測量方位角。
5. 使用指南針標定自己位置。
6. 規劃路線。

課程摘要：

1. 等高線
2. 比例
3. 橫麥卡托圓柱投影
4. 座標格式
5. 大地基準
6. 地理座標尺
7. 正北、磁北、方格北
8. 出版通報
9. 指南針
10. 方位角
11. 方位角測量
12. 導航的運用

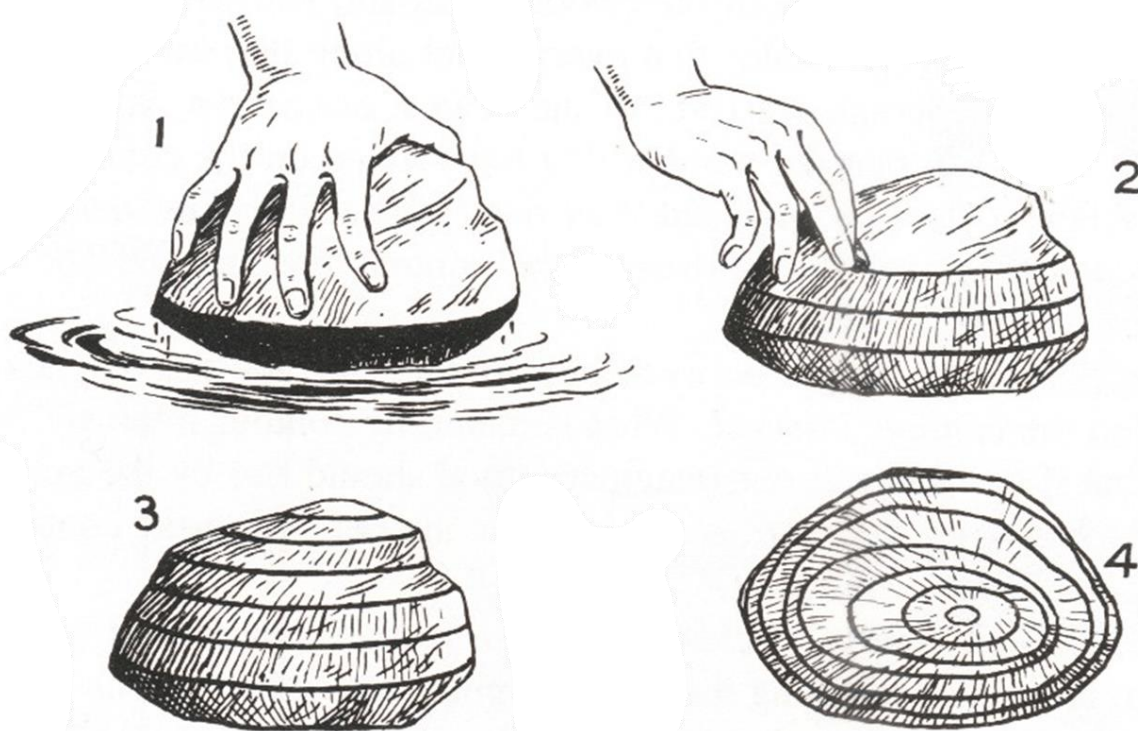
第一節 概論

學習導航為分為兩個部分，一為地圖，一為指南針。實際上另有 GPS 應用，但因 GPS 各家廠牌不同型號使用方式均不同，而其主要功能都是找出自己目前的位置，只要學會導航的技術，再依照各家廠牌自己的操作，就能配合應用。

閱讀地圖主要的目的，就是知道

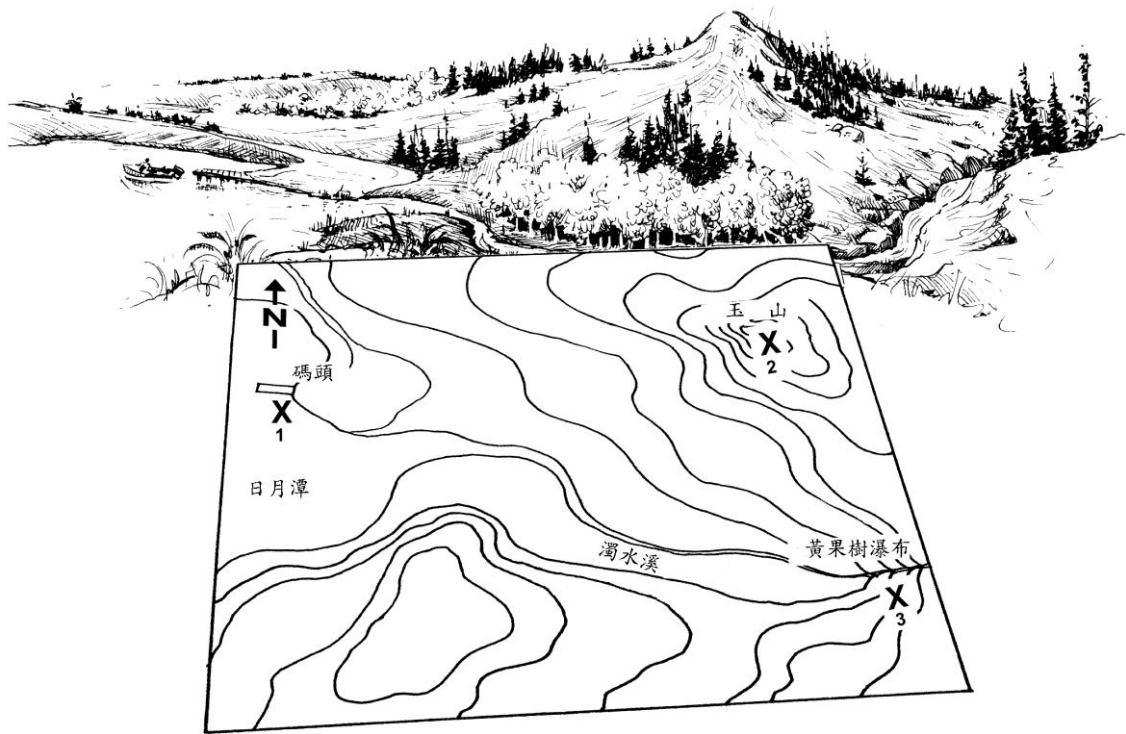
- (1) 目標區域的實際地形變化
- (2) 目標地（包括自己所在位置及目標所在位置）的座標

我們所介紹的是經建版地形圖，以橫麥卡托圓柱投影（**Transverse Mercator Projection**）所繪製出的等高線地圖。等高線地圖的功能，是將三度空間立體的實際地形，以二度空間平面圖展現出來。



等高線示意

我們要培養現地對照的能力，在野外，不斷的對照地圖與實際地形，習慣實際地形在地圖上展現的樣子，這樣就能夠增進導航的能力。



現地對照

使用指南針主要的目的是

- (1) 測量方位角
- (2) 利用方位角找出自己和目標的位置

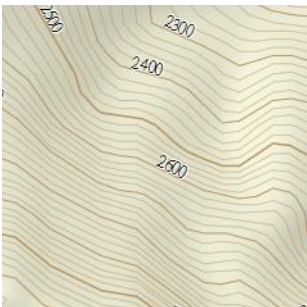
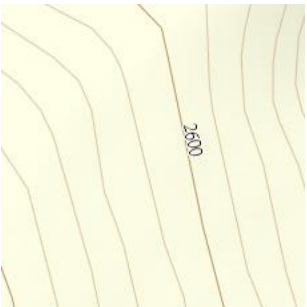
第二節 等高線

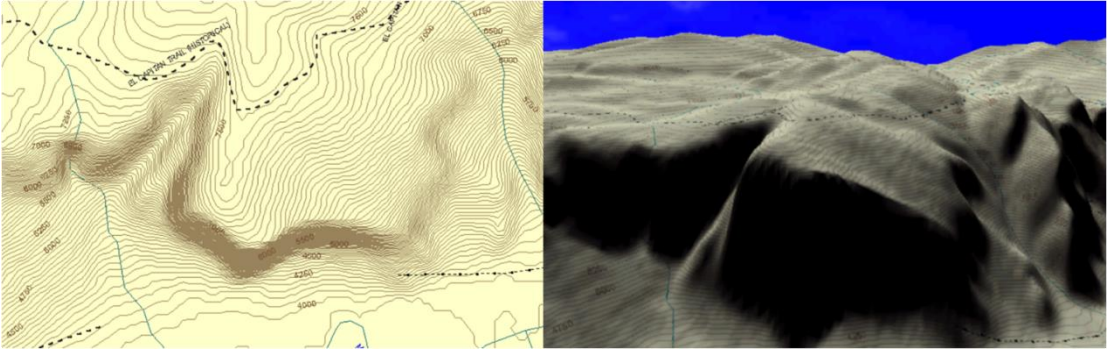
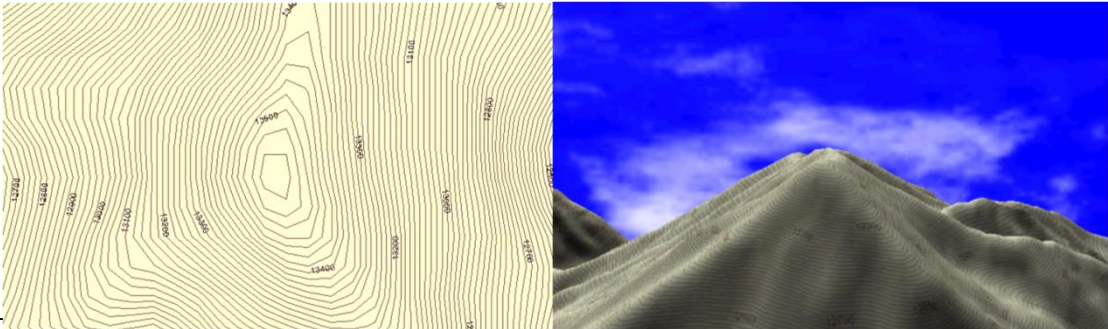
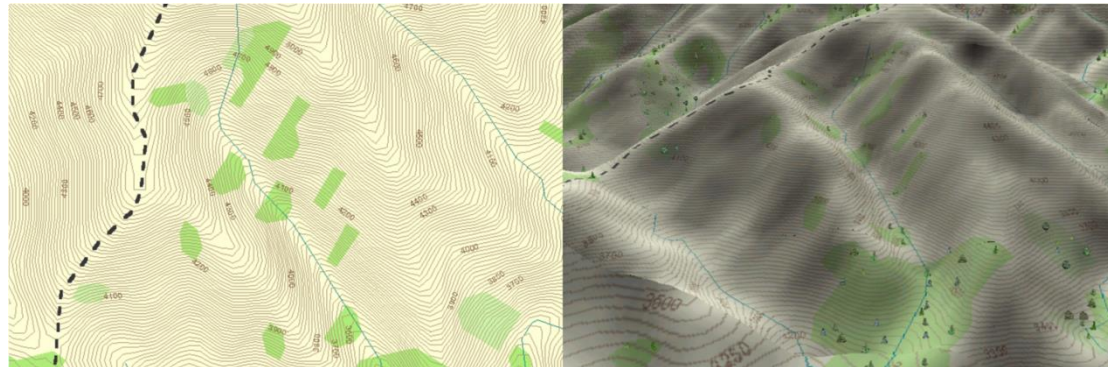
等高線，就是在地圖上同一個高度，以線條連接成一個封閉曲線。地圖上數量較多且細的等高線稱為首曲線，每隔 4 條首曲線就會有一條較粗的計曲線便於計算高度，有時會在首曲線之間出現虛線以描繪細微地形，稱為間曲線。

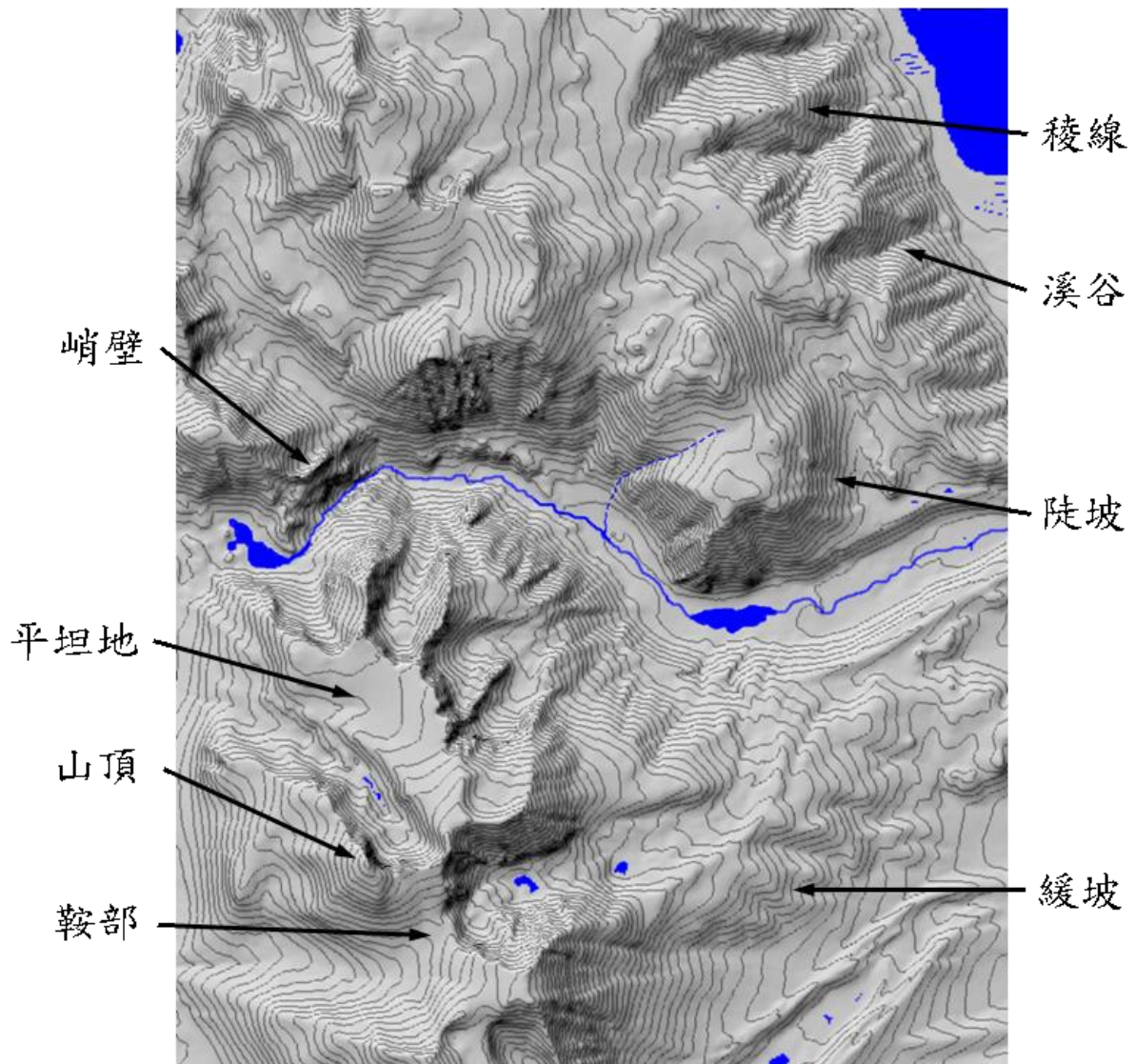
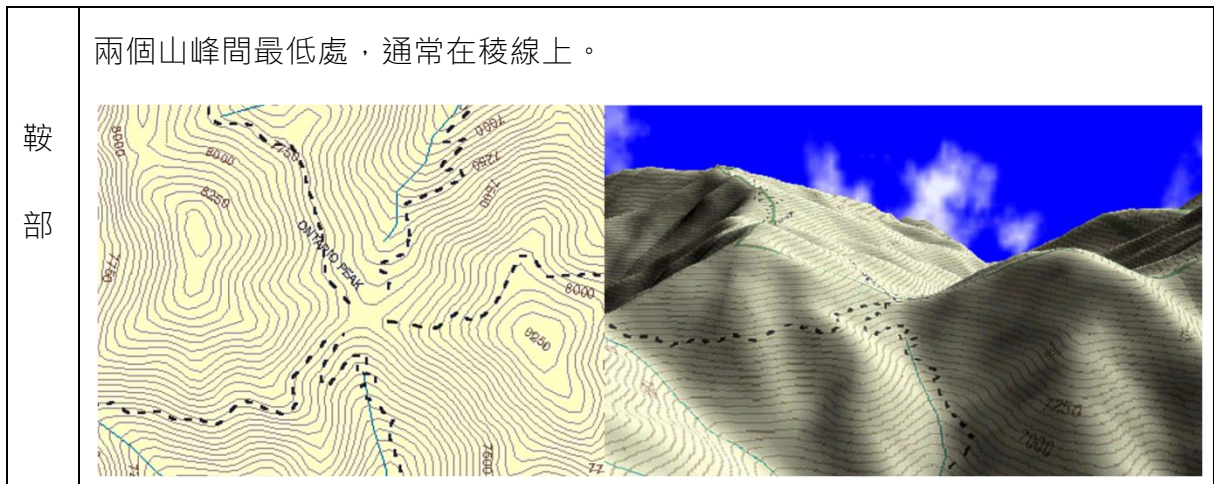


粗線為計曲線，細線為首曲線

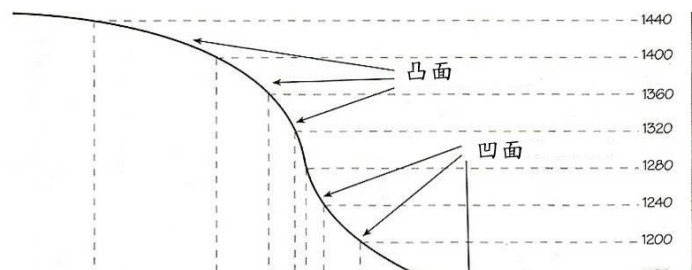
在 1：50,000 地圖的等高線，高差為 20 公尺，1：25,000 地圖的等高線，高差為 10 公尺。等高線相隔越遠，代表坡度越緩，反之則越陡，等高線密至一個程度之後即為峭壁。

平 坦 地	相隔較遠的等高線 	陡 坡	密集的等高線 	緩 坡	稀疏的等高線 
-------------	---	--------	--	--------	---

峭 壁	極度密集的等高線 
山 頂	區域的高點，等高線的最內圈即為山頂。 
稜 線	山的兩面相交高點所形成的線，在地圖上，以曲線 U 形或 V 形尖端指向低處。 
溪 谷	山的兩面相交低點所形成的線，在地圖上，以曲線 U 形或 V 形尖端指向高處。 



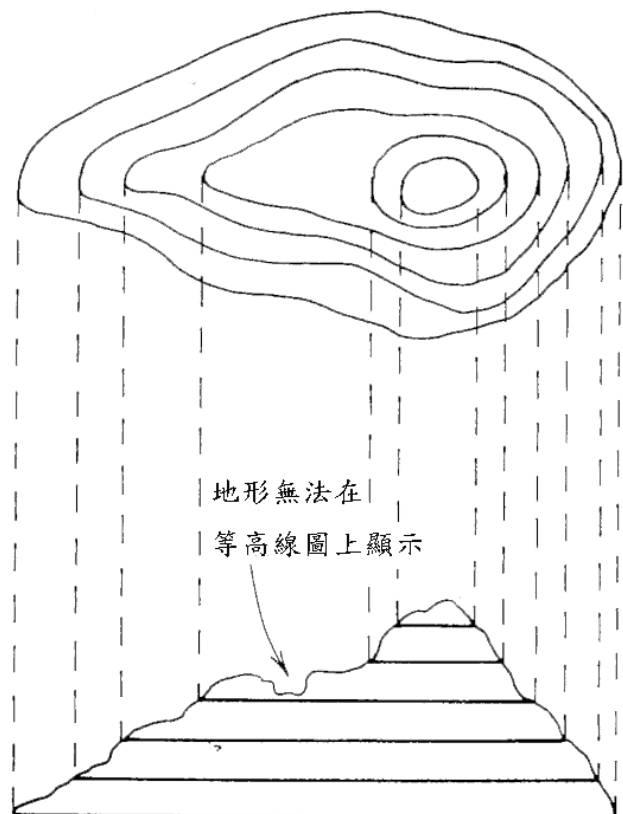
綜合地形圖



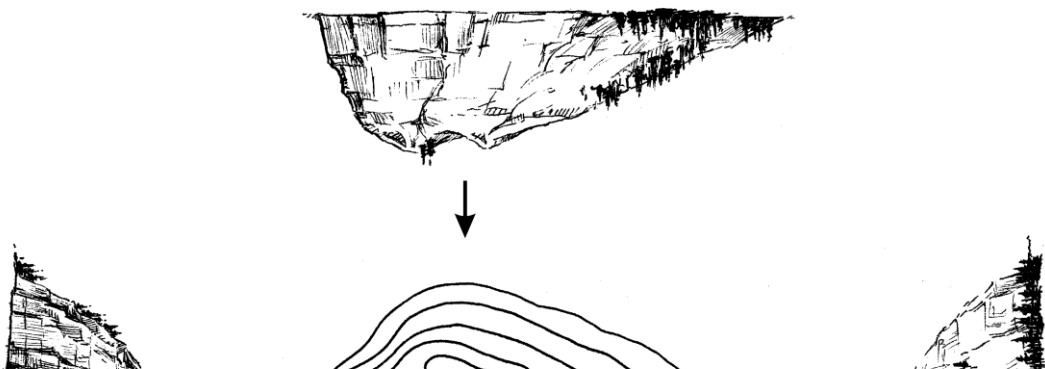
如果等高線由平緩轉密集，在實際地形上就會呈現凸面，若由密集轉向平緩，在實際地形上就會呈現凹面。

地形凹凸面

如果地形的起伏程度低於等高線（首曲線）的高差，在地圖上就無法表現出實際的變化，例如 1:50,000 地圖首曲線高差為 20 公尺，如果地形起伏低於 20 公尺，在地圖上可能就會被認為是平地。



從不同方向看一個等高線，就如同從不同方向看一座山，會呈現不同樣貌。



第三節 比例

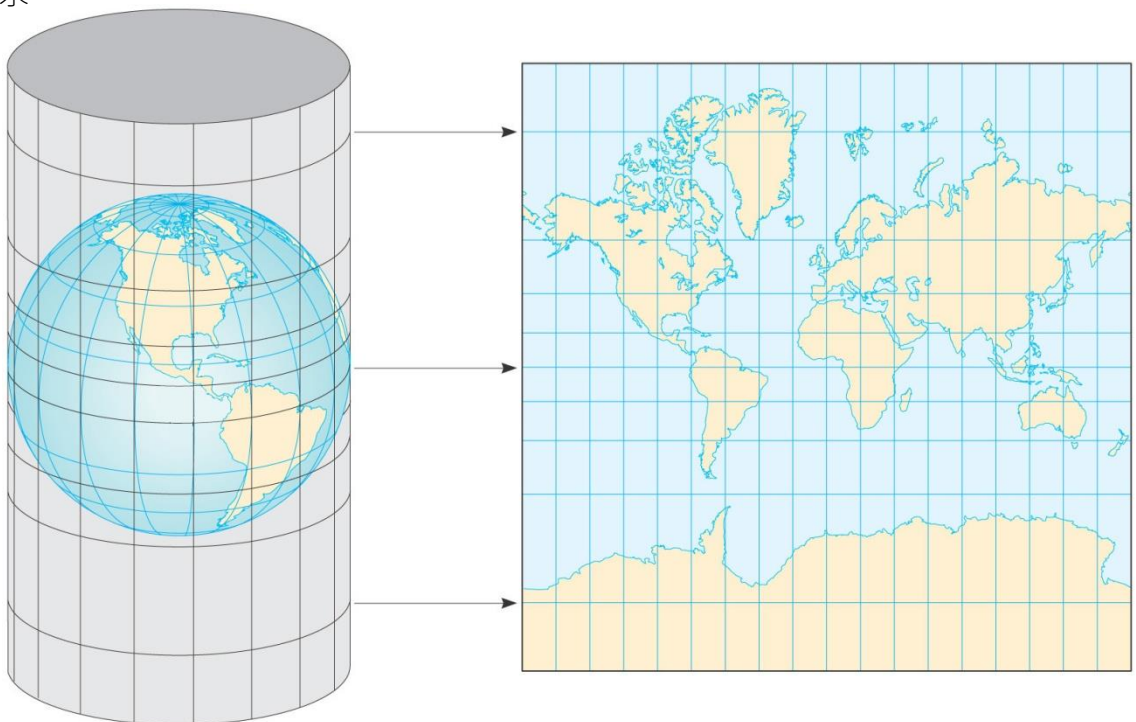
一般我們所使用的登山地圖，為 1：25,000 或 1：50,000 等高線地圖。在高山展望好的地方，多使用 1：50,000 等高線地圖；在中級山密林之中，1：25,000 等高線地圖較能展現出地形細部特徵；而在從事救援行動時，最好能夠準備 1：10,000 等高線地圖，在群體討論以及路線規劃時，較為方便。

在 1：10,000、1：25,000 以及 1：50,000 的地圖中，每一方格都是 1 公里。1：50,000 等高線地圖每一公里為 2 公分，1：25,000 等高線地圖每一公里為 4 公分，1：10,000 等高線地圖每一公里為 10 公分。

	1：50,000	1：25,000	1：10,000
每公里長度	2 公分	4 公分	10 公分
首曲線高差	20 公尺	10 公尺	5 公尺或 10 公尺
計曲線高差	100 公尺	50 公尺	25 公尺或 50 公尺
適用場合	開闊展望好，能望遠的高山	植被濃密無展望，需要細部地形的中級山	需要局部細緻規劃的狀況，通常是搜救時

第四節 橫麥卡托圓柱投影

橫麥卡托圓柱投影是全世界使用最多的製圖方法，將原本是球形的地球平面化。我們現在所使用的地圖，要求方位正確，即地圖上任何一點，往上為北，往右為東，往左為西，往下為南，而橫麥卡托圓柱投影做出來的地圖恰能符合我們的要求。



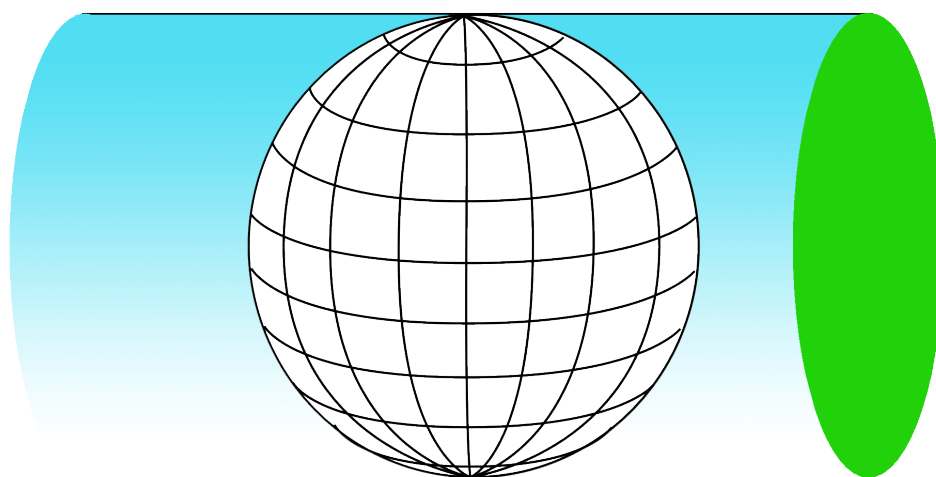
南極洲面積為 1 千 4 百萬平方公里，非洲面積為 3 千萬平方公里，因為變形的關係，圖上南

極洲比非洲面積大上許多。

麥卡托圓柱投影（Mercator Projection）：將一張紙捲成圓柱狀，包住整個地球（地球與圓柱接觸的地方是赤道），然後將每一條緯線所形成的圓都擴張拉開，使其跟赤道成為一樣直徑、一樣圓周的圓形，此步驟結束後，地球已經變成一個圓柱體。接下來，計算每一條緯線拉長的倍數，這條緯線與赤道之間的距離也必須以同樣的倍數拉長。最後，再將這張紙打開，就是麥卡托圓柱投影地圖了，也是我們常見到的世界地圖。

舉例：北緯 60 度的緯線，整圈的長度只有赤道的 $1/2$ ，所以在擴張拉開的時候，是原本長度的 2 倍。那麼，北緯 60 度這一條緯線與赤道這一條緯線之間的距離，也必須從圓柱體地球時所測量的距離，再拉長 2 倍。

麥卡托圓柱投影地圖有一個缺點，即是越遠離中心，形狀和面積變形越大。在球面上，原本經度線會在南、北極相交，緯度線彼此的距離均相同。但由麥卡托圓柱投影做出來的地圖，每一條原本在南、北極相交的經度線都會平行；緯度線彼此間的距離，越往南、北極差距越大。是以越往圓柱兩頭的地圖，變形越大，越接近赤道，越符合真實形狀及面積。

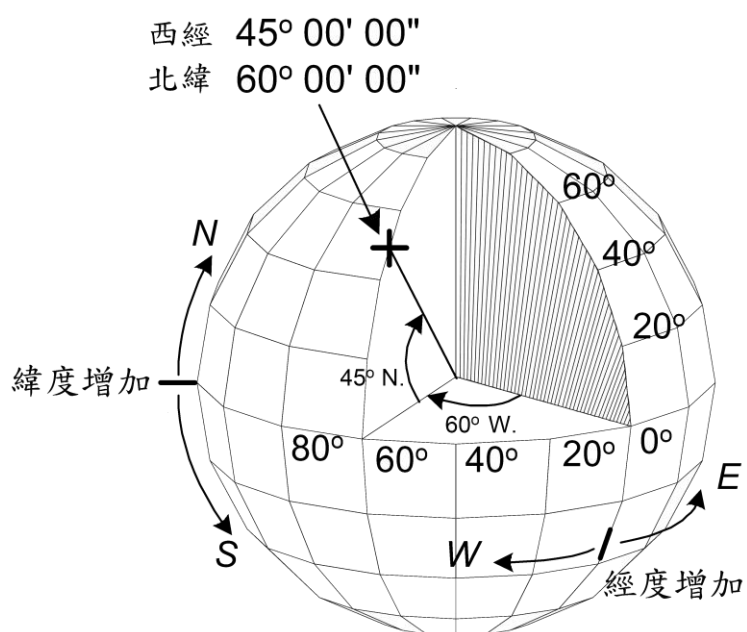


橫麥卡托圓柱投影

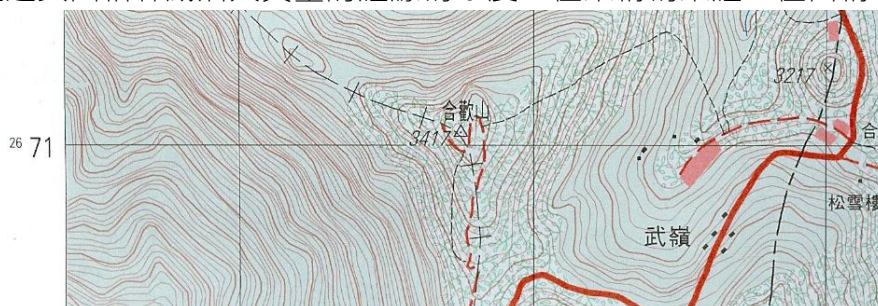
而橫麥卡托圓柱投影則是將圓柱橫放繪製，球體與圓柱相接的經度線，我們稱為「中央經線」。同樣是方位正確的地圖，越接近中央經線的區域，形變越小，為求精確，故製圖時僅取二度、三度或六度，稱為二度分帶，三度分帶以及六度分帶。台灣地圖為二度分帶製圖法，以中央經線為中心，左右各取一度，共二度，台灣地圖的中央經線為東經 121 度。

第五節 座標格式

在地圖上的座標格式有兩種，一為經緯度，一為二度分帶方格座標。



地球是一個球體，我們將地球以縱線及橫線劃分座標區域，稱為經緯度。縱線為經度 (Longitude)，橫線為緯度 (Latitude)，經度線在南、北極相交，緯度線彼此平行。以通過英國格林威治天文臺的經線為 0 度，往東稱為東經，往西稱為西經，各有 180 度。以赤道



緯線為 0 度，
 往北稱為北緯，
 往南稱為南緯，
 各有 90 度。經
 緯度為 60 進位，
 1 度可分為 60
 分，1 分可分為
 60 秒。台灣位
 置在東經

121 度，北緯 24 度。地圖上左下角為經緯度，東經 121 度 15 分 0 秒，北緯 24 度 7 分 30 秒。
 其餘每個方格線上的數字均為二度分帶方格座標。

二度分帶方格座標以 X、Y 軸來標示位置，以合歡山東峯為例，位置在 X 軸方格線 277 及 278 之間，與方格線 277 相距 719 公尺；位置在 Y 軸方格線 2670 及 2671 之間，與方格線 2670 相距 279 公尺。標記為(277719m E, 2670279m N)，讀為東距 277719 公尺，北距 2670279 公尺。

Y 軸座標數字代表和赤道的距離，赤道 (即北緯 0 度) 數字為 0，圖上 2670 代表距赤道 2670 公里。X 軸座標數字代表和中央經線距離，中央經線 (在台灣為東經 121 度) 數字為 250 (為了不讓中央經線西方的方格線出現負數，故將中央經線加上一常數，即為 250)，圖上 278 代表位於中央經線東方 28 公里處。

由於二度分帶方格座標無法在無工具情況下精確到 1 公尺，而且在報讀時數字太多，容易混淆，所以一般我們使用六位報讀。即為 X 軸數字後兩位加上一估計值，Y 軸數字後兩位加上一估計值。所以合歡山東峯六位報讀座標為 (777,703)。

(2 7 7 7 1 9 m E, 2 6 7 0 2 7 9 m N)
 (7 7 7 , 7 0 3)

航海、飛行或軍事單位，標示大範圍位置大多使用經緯度；登山小範圍定位則使用二度分帶方格座標。

第六節 大地基準

TWD 67

台灣大部分的登山地圖以及部分經建版地圖的繪製，是採用「1967 年大地參考系統」(Geodetic Reference System 1967 ; GRS-67) 橢球體，也就是以 1967 年所測得的地球橢圓體，繪製成橫麥卡托圓柱投影地圖，這個大地基準 (datum) 稱為 TWD67 (Taiwan Datum 1967)。當時是以傳統天文觀測及三角測量的方式測定經緯度，而這個系統也僅適合台灣使用。

WGS 84

全球定位系統 GPS (**Global Positioning System**) 發明了之後，不再需要以傳統方式測量經緯度，而且精度更高，於是發展出 WGS84 系統 (**World Geodetic System 1984**)，能通用於全世界，目前大部分 GPS 系統預設的大地基準，幾乎都是 WGS84。

TWD 97

而台灣於 1997 年以 GPS 重新計算座標基準，稱為 TWD97 (Taiwan Datum 1997)。橢球體大小是採用國際上的 Geodetic Reference System 1980 的橢球體大小，此橢球大小與 WGS84 的球體大小兩者幾乎相同，故以 TWD97 大地基準所得出的座標與 WGS84 幾乎相同 (差距不到一公尺)。

簡而言之，台灣目前現存以兩種不同基準繪製的地圖，登山者所用地圖多是

TWD67，登山以外地圖多為 TWD97，在同一個位置，不同座標基準的地圖上，會得到不同的座標數據。

TWD 6 7 與 TWD 9 7 、WGS 8 4 轉換

國內經建版地圖已逐步汰換成 TWD97，WGS84 和 TWD97 因為差別太小，我們一般都視為同一系統。但國內登山地圖仍大部分都是 TWD67 系統，而市售 GPS 除了 GARMIN 手持戶外款式以外，幾乎都沒有 TWD67 可轉換，所以在台灣地圖全面汰換成 TWD97 系統之前，應該要多注意這個問題，你所得到的座標是以哪一個大地基準。經過複雜的計算，可得出一個公式：

$$\text{TWD67 橫座標} = \text{TWD97 橫座標} - 828 \text{ 公尺}$$

$$\text{TWD67 縱座標} = \text{TWD97 縱座標} + 207 \text{ 公尺}$$

以合歡山東峯為例，TWD67 二度分帶方格座標為

(277719m E , 2670279mN)

合歡山東峯的 TWD97 二度分帶方格座標為

(277719m E + 828m, 2670279mN - 207m)

即為 (278547m E , 2670072mN)

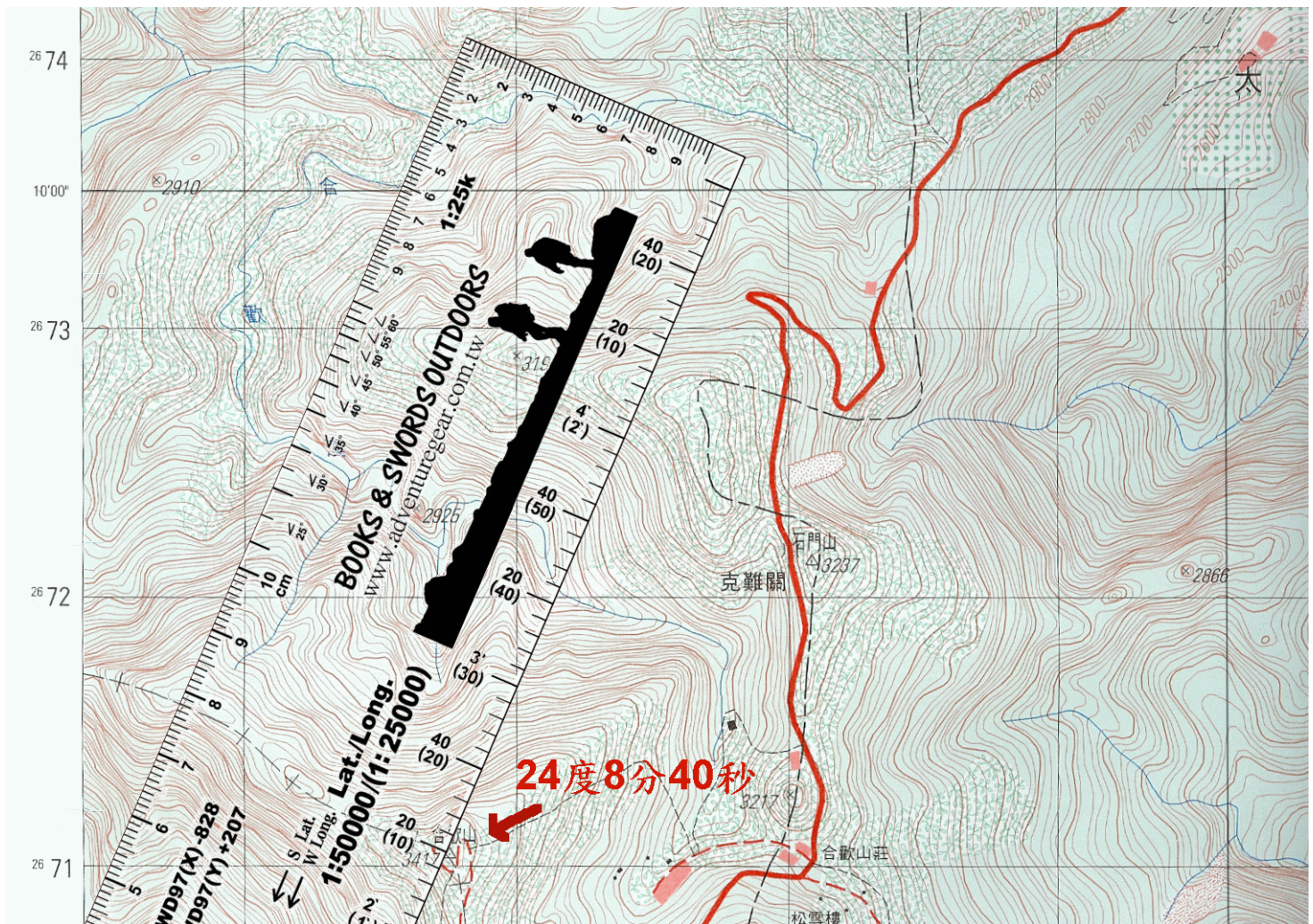
由於經建版地圖上每隔 2 分 30 秒 (1 : 25000) 或 5 分 (1 : 50000) 才會標示一個經緯度的數據，且經緯度為 60 進位，我們無法不靠工具在地圖上標出精確的經緯度，因此我們必須使用 GPS 或地理座標尺來標定目標在地圖上精確的經緯度。

地理座標尺的使用

1:25000 經建版地圖為例，經緯座標尺上 1:25000 部分的刻度細分為 2 分 30 秒 (括弧內的數字，每一小格為 2 秒)。將經緯座標尺的兩端分別對齊地圖上北緯 24 度 7 分 30 秒及北緯 24 度 10 分，合歡山位於經緯座標尺的 1 分 10 秒處，其緯度位置則為

$$24 \text{ 度 } 7 \text{ 分 } 30 \text{ 秒} + 1 \text{ 分 } 10 \text{ 秒} = 24 \text{ 度 } 8 \text{ 分 } 40 \text{ 秒}$$

地理座標尺適用於 1:25000 及 1:50000 地圖。



地理座標尺用法

第八節 正北、磁北、方格北

在導航的領域裡，北方有三種，即正北(True North)、磁北(Magnetic North)、方格北 (Grid North)。

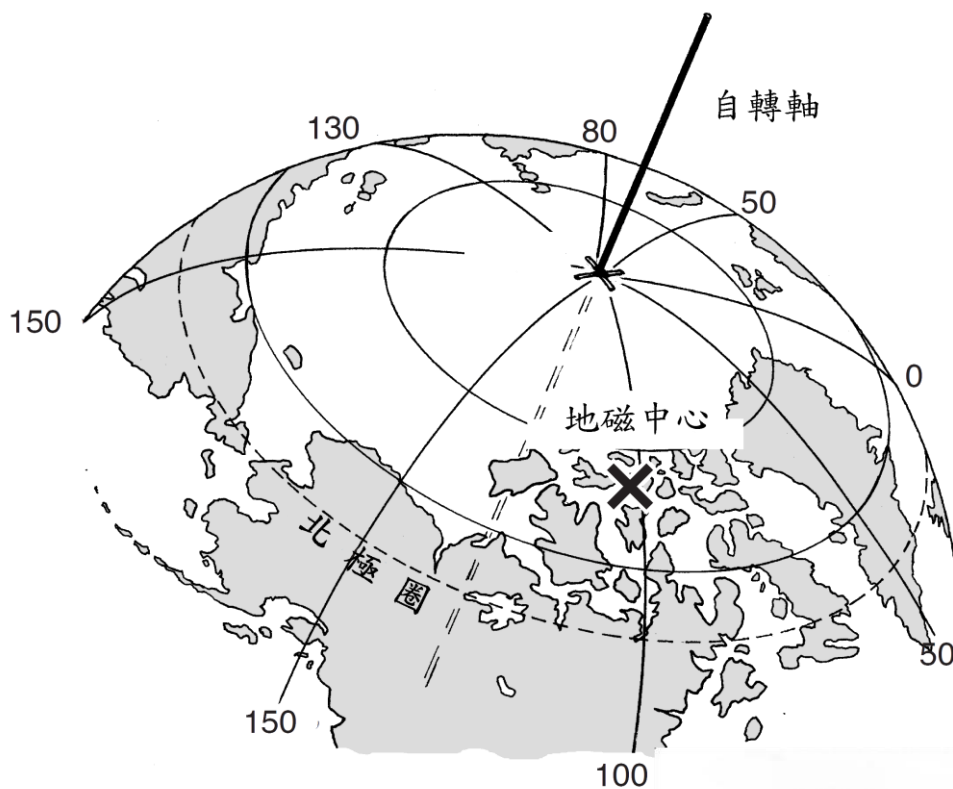
正北

一般我們所說的北方稱為正北或真北，即所有經線在北極交會的一點，地球自轉時不會移動的兩點之一。地球上任何位置指向北極點的方向都是正北。北極點的正上方的星星稱為北極星，所以地球上任何位置指向北極星的方向也都是正北。



磁北

指南針所指的北方，稱為磁北。指南針的指針受地磁吸引指向南北，但這個磁力中心並不在北極點，而是在北極點南方 1400 英里的哈德森灣(Hudson Bay)內，地磁中心並不是一個固定的點，它不斷的在移動。

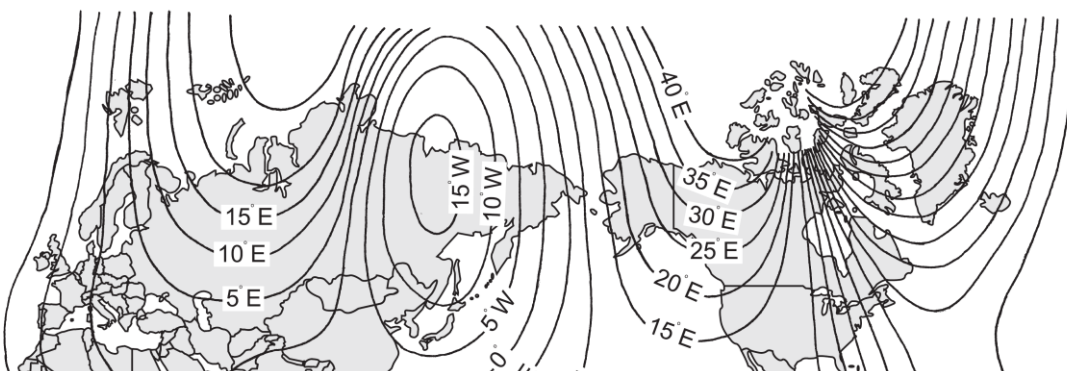
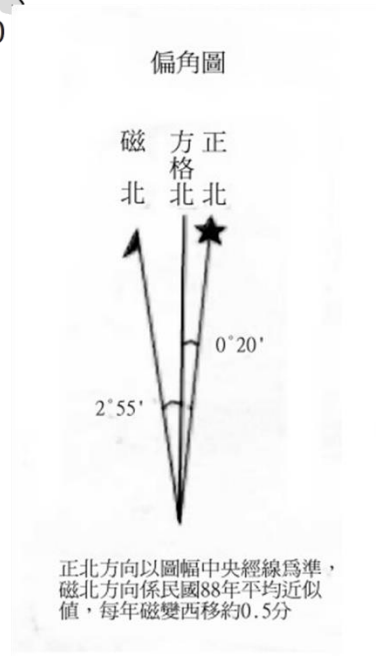


方格北

方格北即地圖上的北方，和方格的縱線同走向。

磁偏角

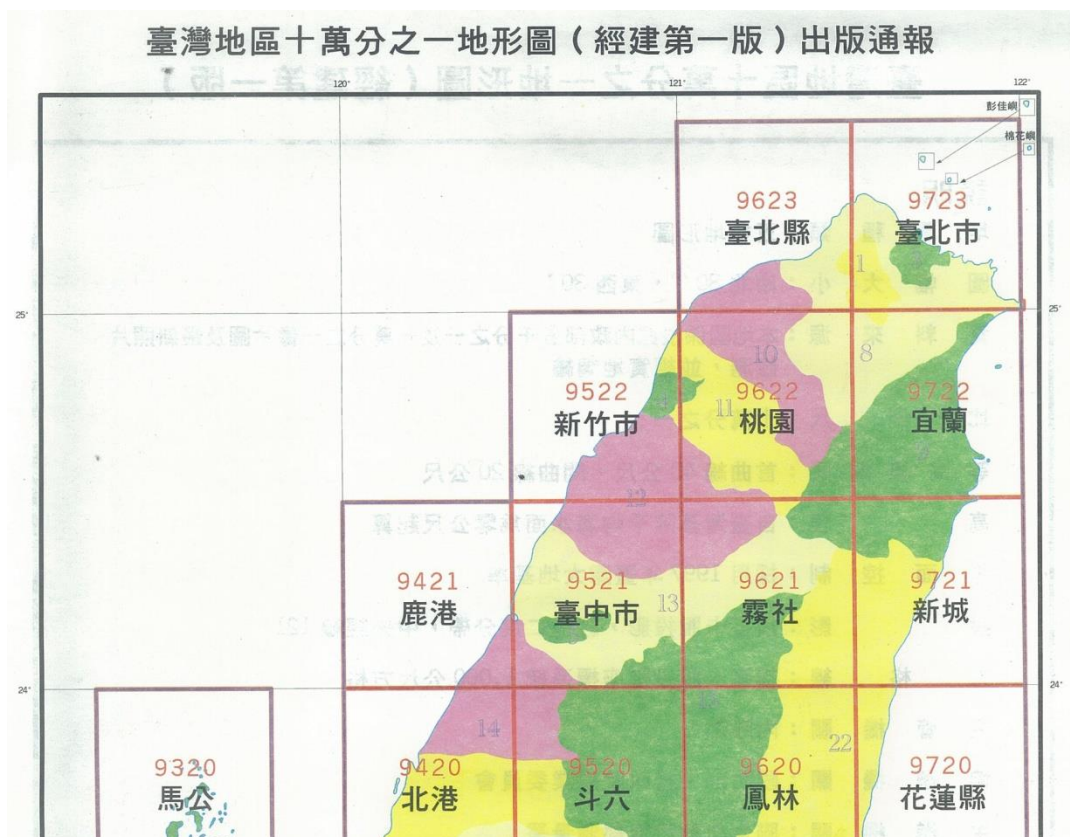
通常方格北和正北相當接近，而磁北和正北的差別角度稱為磁偏角。在臺灣磁北西偏 3 度到 4 度之間，越往北越接近 4 度，越往南越接近 3 度，我們在定向時，需要修正誤差才能提升精準度。



全世界的磁偏角分布圖。

第九節 出版通報

在選用我們所需的地圖時，我們先得查詢出版通報，依照出版通報選擇我們所需區域的圖名及圖號之後，從中選出地圖。



臺灣地區十萬分之一地形圖（經建第一版）出版通報

台灣地區是由 24 幅十萬分之一地形圖組成，以霧社為例，圖名為"霧社"，圖號為"9621"。



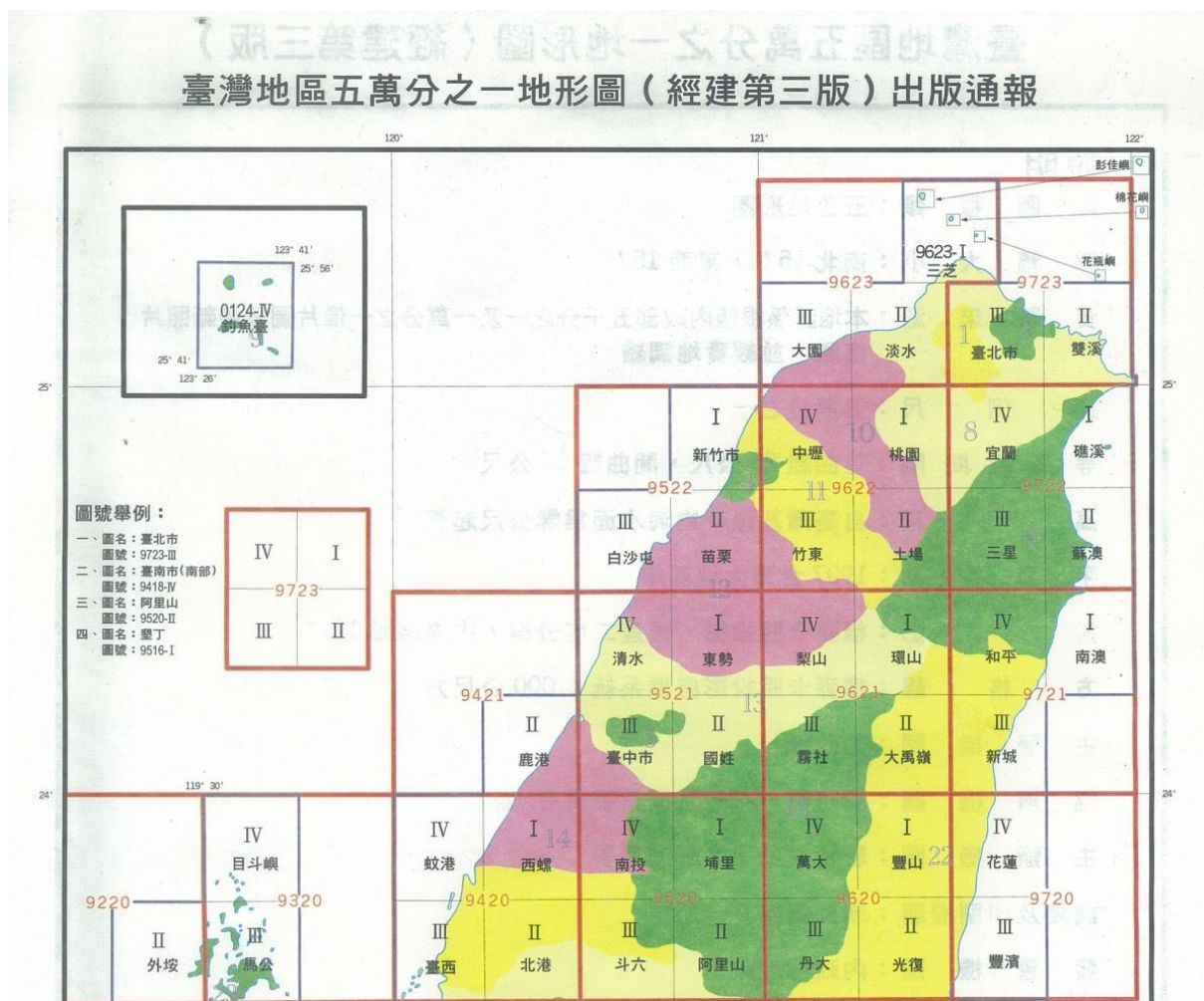
五萬分之一地形圖，全台共 79 幅，以大禹嶺為例，圖名為"大禹嶺"，圖號為"9621-II"



二萬五千分之一地形圖，全台共 262 幅，以大禹嶺為例，圖名為"大禹嶺"，圖號為"9621-II NW"

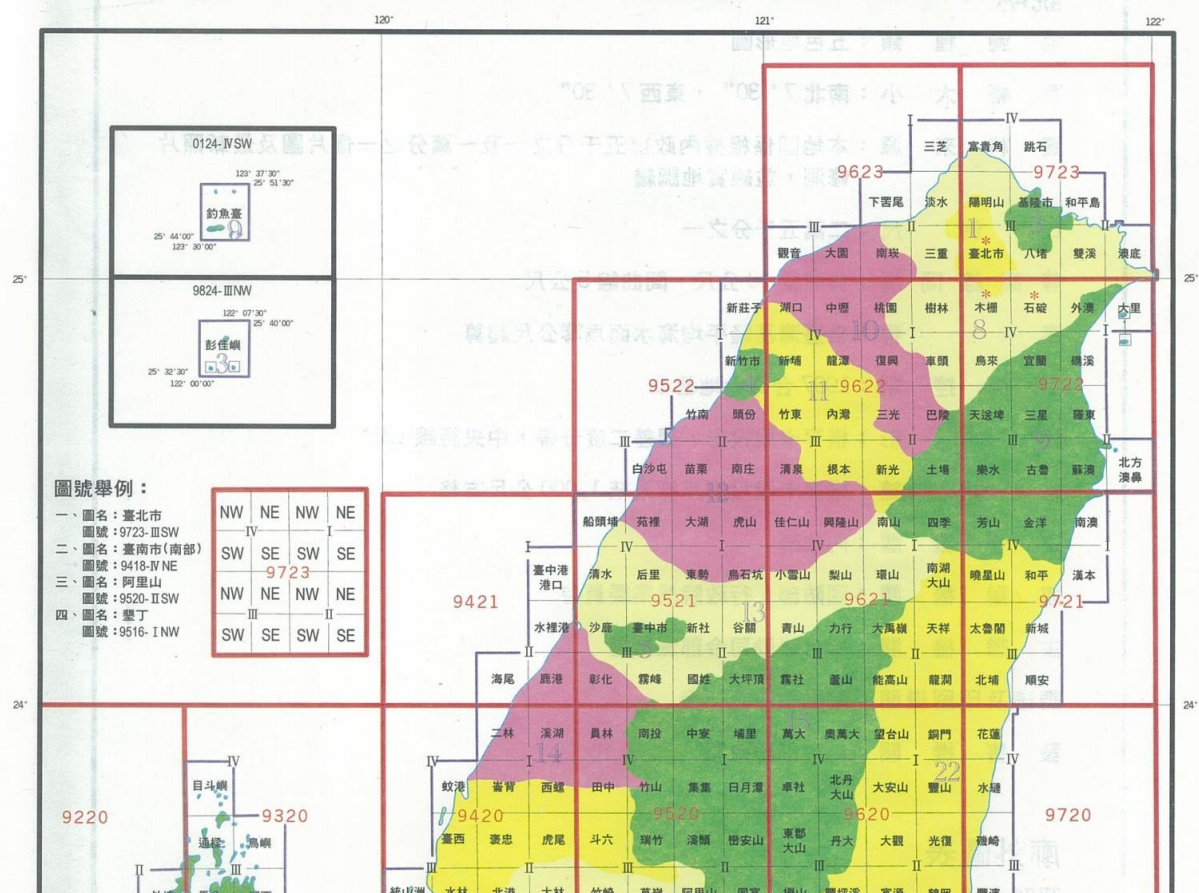


十萬分之一地圖圖幅範圍為南北 0.5 度 (30 分)，東西 0.5 度 (30 分)，圖號是以二維座標系統命名，西邊起點為東經 73.5 度帕米爾高原，南邊起點為北緯 14 度西沙群島。以大禹嶺為例，圖號為 9621 (96,21)，前兩位為 X 軸，後兩位為 Y 軸，即從 X 軸 00 位置東經 73.5 度數起第 96 幅；從 Y 軸 00 位置北緯 14 度數起第 21 幅。



臺灣地區五萬分之一地形圖（經建第三版）出版通報

臺灣地區二萬五千分之一地形圖（經建第四版）出版通報



臺灣地區二萬五千分之一地形圖（經建第四版）出版通報

臺灣地區五萬分之一地形圖（經建第三版）

說明

地圖種類：五色地形圖

圖幅大小：南北 15'，東西 15'

資料來源：本地圖係根據內政部五千分之一及一萬分之一像片圖及最新照片修測，並經實地調繪

比例尺：五萬分之一

等高線間隔：首曲線 20 公尺，間曲線 10 公尺

高程：自臺灣基隆平均海面為零公尺起算

平面控制：1997 台灣大地基準

投影：橫麥卡脫投影，經差二度分帶，中央經線 121°

方格線：橫麥卡脫投影座標系統 1,000 公尺方格

主管機關：內政部

協辦機關：國防部、行政院農業委員會

主辦機關：聯合後勤司令部測量署

調繪及印刷機關：聯勤第四〇一廠

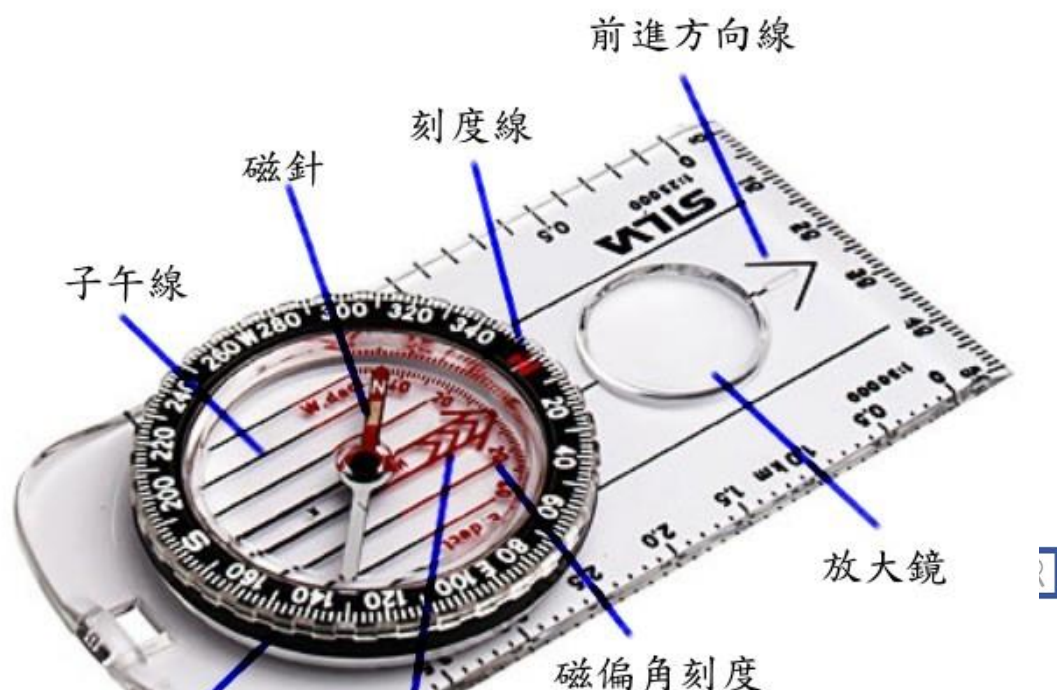
發售機關：內政部地政司

[臺灣地區五萬分之一地形圖（經建第三版）出版通報](#)

第十節 指南針

指南針

登山時，我們最常使用的是透明底板式的指南針（Baseplate）。這樣的指南針，是將傳統的指南針加上一個方型透明底板，用以增加量角器的功能，測量方位角。



指南針細部名稱

指南針握持方式

在學習指南針使用時，握持方式可以幫助我們更容易學習。以單手握住透明底板兩側，前進方向線指向自己正前方，使指南針和自己成為一個 T 行垂直。

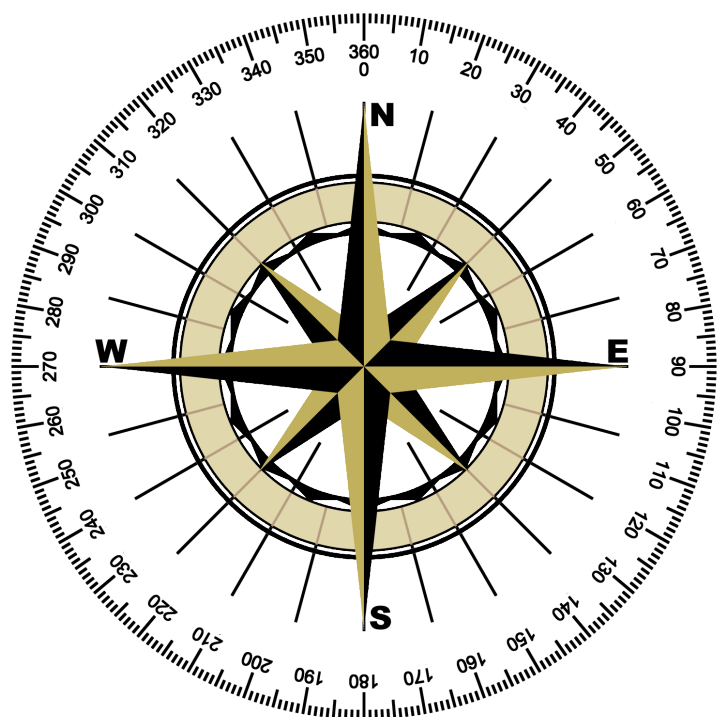


第十一節 方位角

方位角

北方到目標物的順時針夾角。

我們在溝通的時候，要溝通方向，彼此的前、後、左、右會依位置面對的方向而有所不同，而北方始終是同一方向，所以我們以北方至目標物順時針夾角為溝通方式，即方位角。是以東方為方位角 90 度，西方為方位角 270 度，南方為方位角 180 度，北方為方位角 0 度或 360 度。



方位角圖

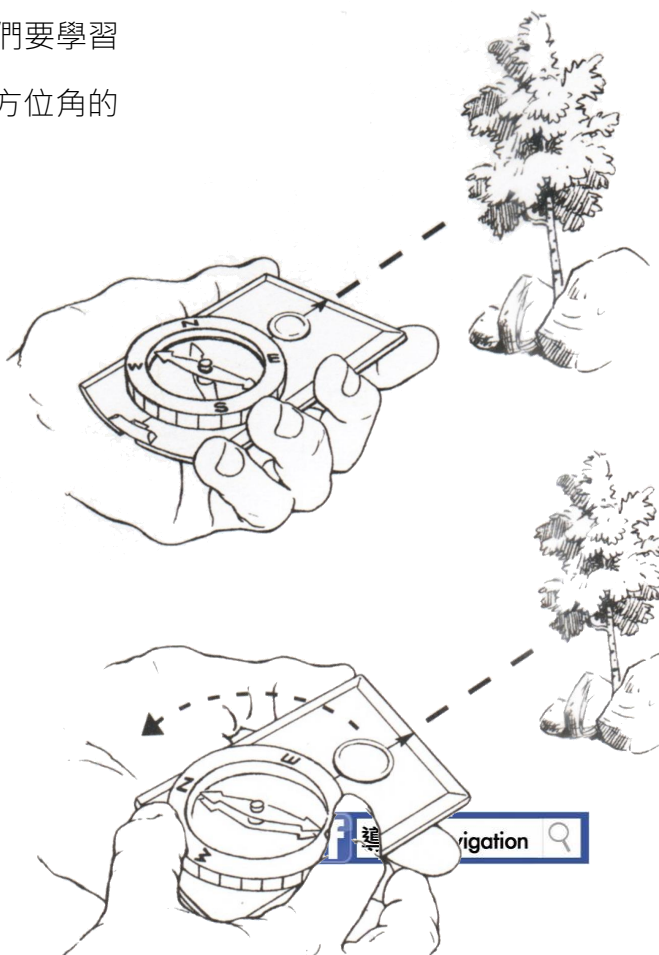
反方位角

若從點 A 向目的地 B 測量得一方位角，目的地 B 向點 A 測量得出的角度則是反方位角，方位角與反方位角相差 180 度。例如測出方位角為 30 度，反方位角則為 $30 \text{ 度} + 180 \text{ 度} = 210 \text{ 度}$ 。

第十二節 方位角測量

以透明底板指南針測量方位角，我們要學習的，是兩種方位角測量法以及兩種以之方位角的方向尋找方法。分別為：

- (1)測量現地上目標點的方位角
- (2)測量地圖上目標點的方位角
- (3)知道方位角後，找出現地的方向
- (4)知道方位角後，找出地圖上的方向



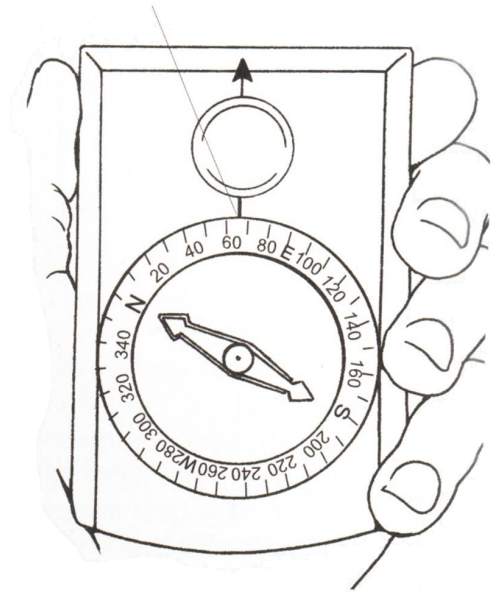
- (1) 測量現地上目標點的方位角

I. 前進方向線指向目標物。

II. 轉動磁針盒，讓磁針盒的北方
和磁針的北方重疊。

III. 讀取刻度線，刻度線上的角度即為
方位角

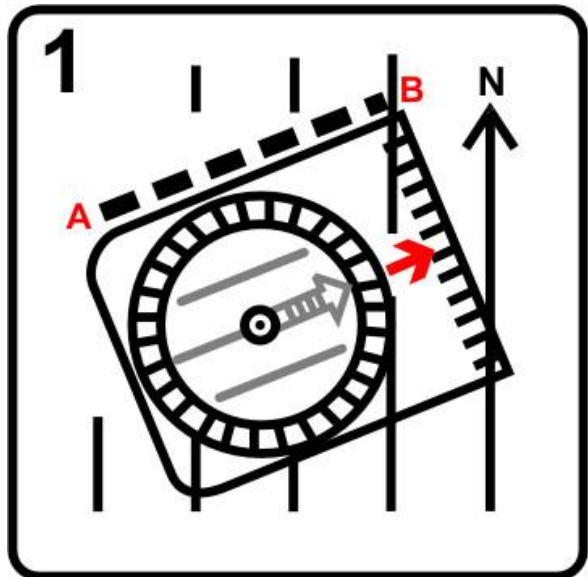
在此讀方位角



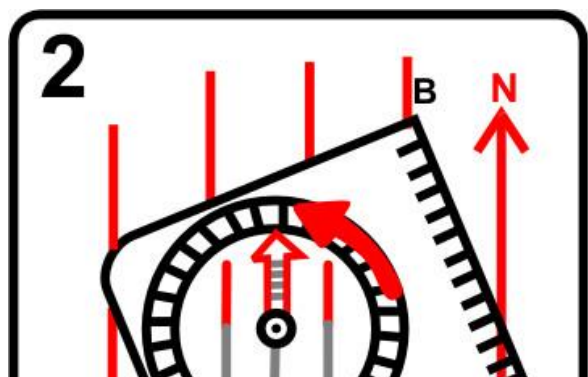
(2) 測量地圖上目標點的方位角

假設我們在 A 點，目標物是 B 點。

I. 以指南針透明底板邊緣為直線，前
進方向線為前方，由 A 點指向 B
點。

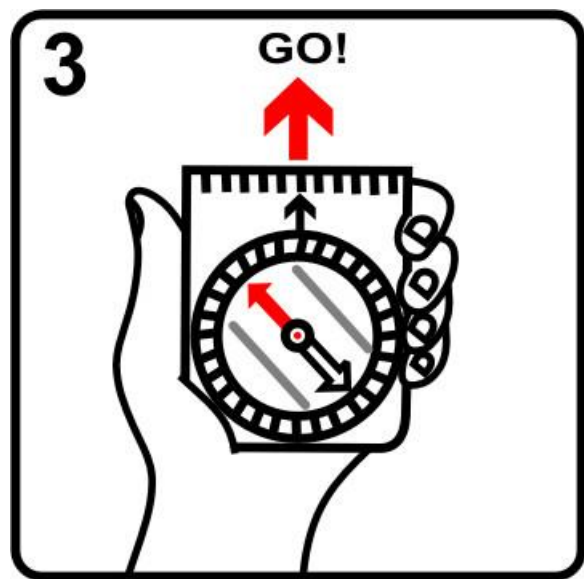


II. 轉動磁針盒，讓磁針盒的北方指向



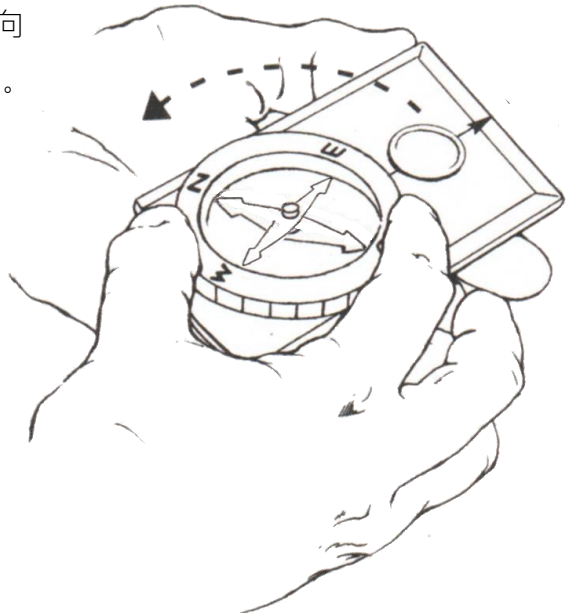
地圖的北方。

III.讀取刻度線，刻度線上的角度即
為方位角



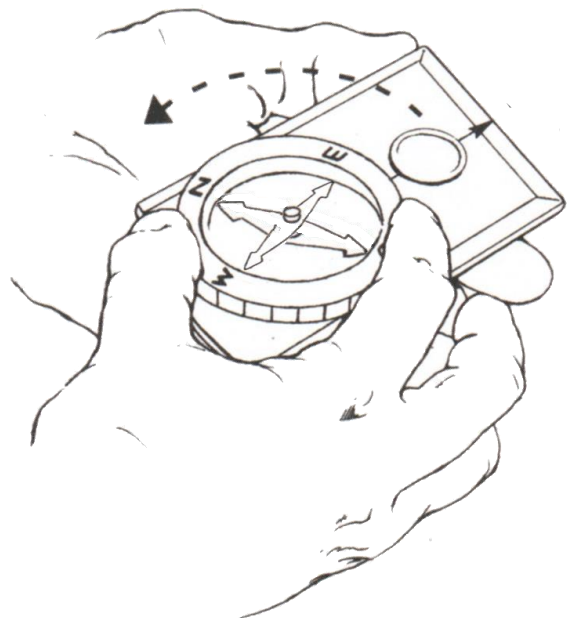
(3) 知道方位角後，找出現地的方向

- I. 轉動磁針盒，到所知方位角。
- II. 轉動身體，讓磁針盒的北方和磁針的北方重疊。
- III. 前進方向線所指的方向就是方位角的現地方向。



(4) 知道方位角後，找出地圖上的方向

- I. 轉動磁針盒，到所知方位角。
- II. 轉動指南針，讓磁針盒的北方指向地圖的北方。
- III. 前進方向線所指的方向就是方位角的地圖上方向。



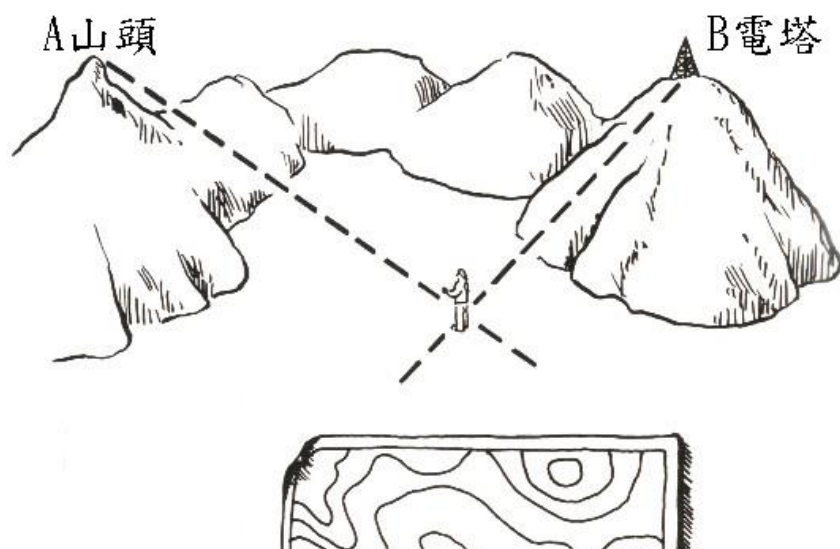
第十三節 導航的運用

三角測量-後方交會

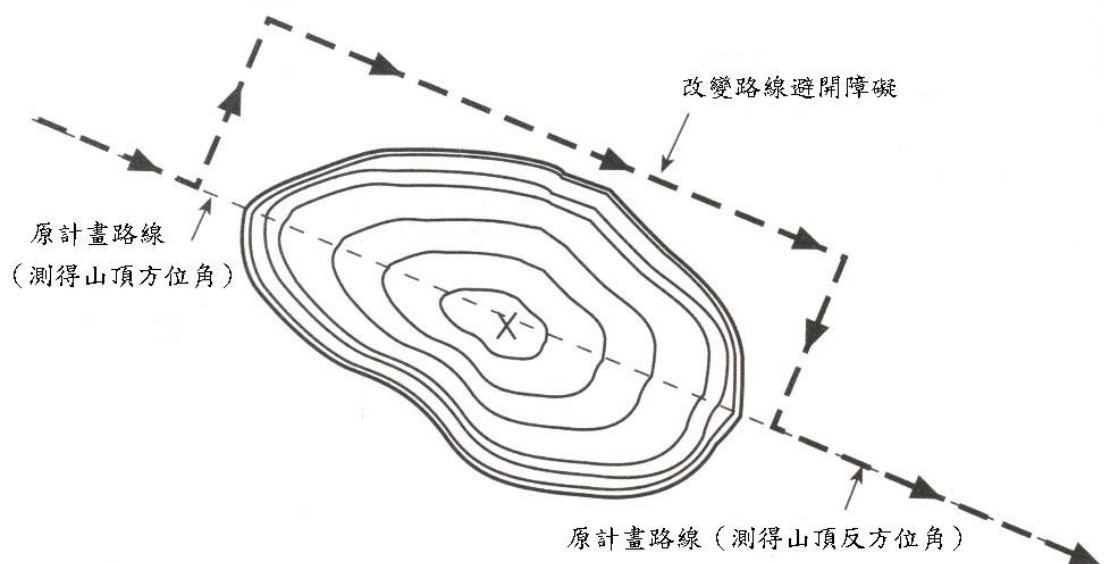
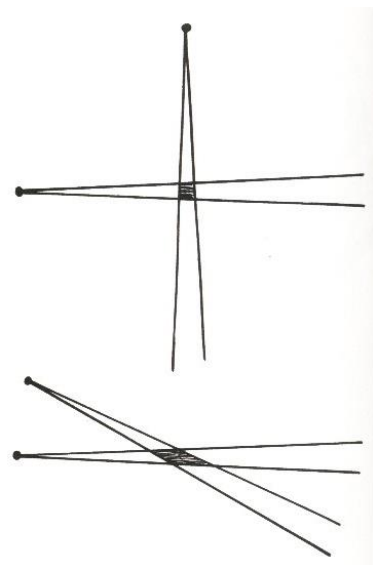
目標：測出自己所在位置。

條件：已知 A、B 兩山頭分別在地圖上 A、B 兩點。

先在實地測量出 A 山頭的方位角，以所測得 A 方位角在地圖上從 A 點回畫一條線；再測量出 B 山頭上電塔方位角，以所測得 B 方位角在地圖上從 B 點再畫一條線，兩線相交的點即為自己所在位置。

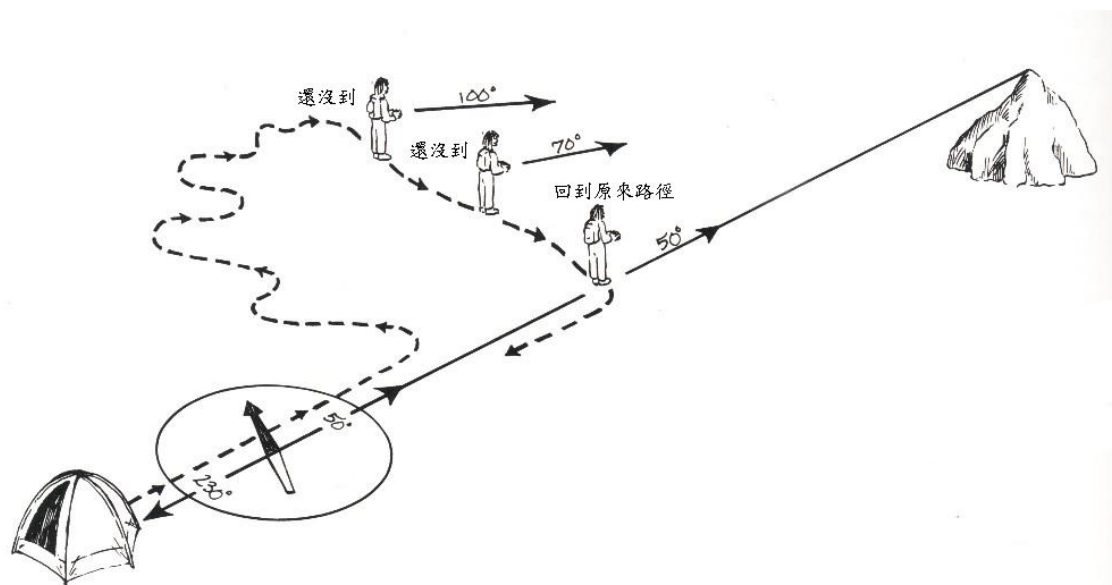


在後方交會時，所選擇的 A、B 兩參考點，夾角越接近 90 度，在有測量誤差時，誤差的範圍越小。

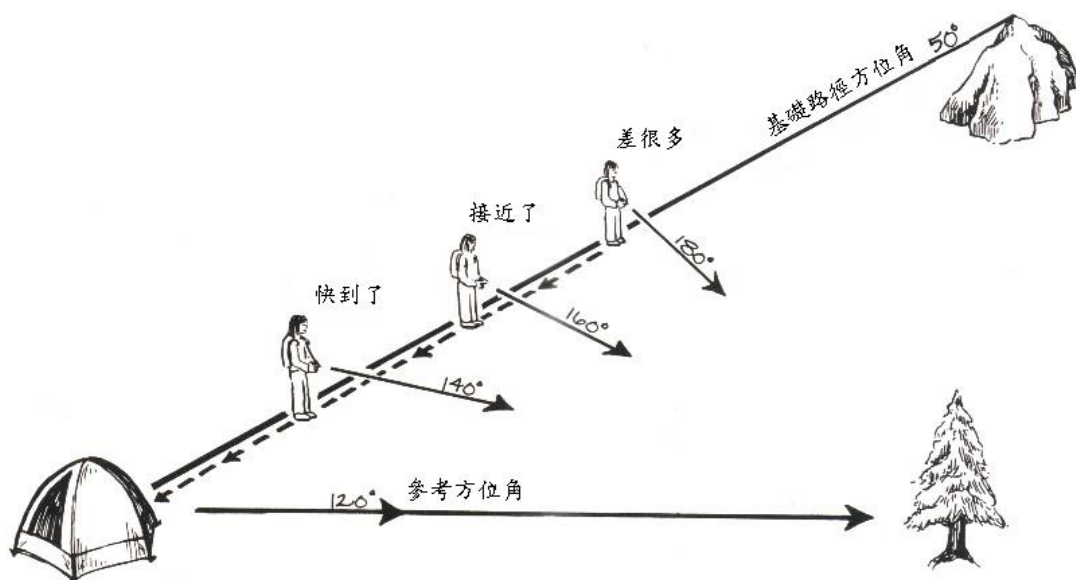


前進時遇到障礙，繞路尋找容易行走的路徑，往往比克服困難地形直接穿越更快。直線經常不是最短的路。越過障礙山頭後，回測山頭若是原先測量的反方

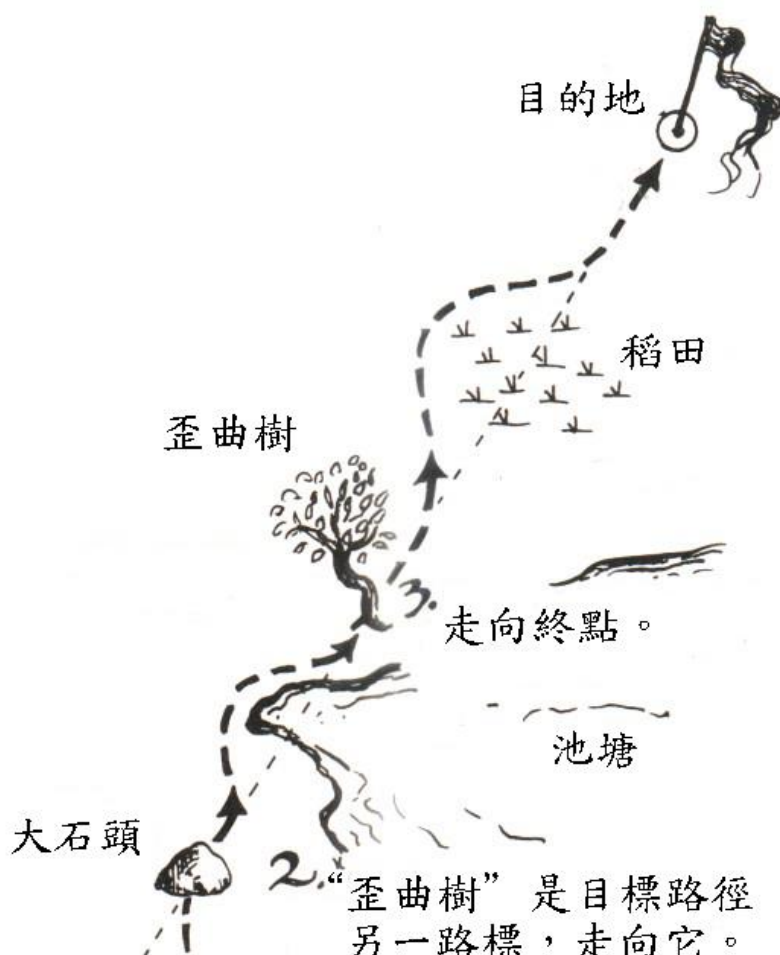
位角，即是回到原計畫路線上。



在營地時，測量山頂方位角為 50 度。在行進過程中，只要測量山頂方位角為 50 度，或測量營地方位角為 230 度，我們就是在原來路徑上。



在營地時另測一參考點樹木方位角為 120 度。我們只要保持在基礎路徑上，測量樹木越接近 120 度，我們就越接近營地。



“歪曲樹”是目標路徑另一路標，走向它。

大部分的時候，我們無法直線走向目的地，必須先以明顯地標為中間點，一步一步到達目的地。