

2013

三級山藝教練丁部實習 - 山藝專題研究

題目：山藝訓練證書課程的導航技術內容及教學探討

曾令達

二級山藝教練

2013/7/16, 少量修訂於 2015/07/10



三級山藝教練丁部實習 - 山藝專題研究

題目：山藝訓練證書課程的導航技術內容及教學探討

導航是山藝科的重點教授項目，亦是本港或海外登山不可缺少的技能。現時最新版本(2013年)的山藝訓練手冊內的，導航技術在整個一級/二級/三級訓練課程亦佔有相當大的篇幅。

本人自2009年擔任山藝科委員以來，積極參與修訂此部分的內容；山藝訓練手冊自2011年修訂後，在三級山藝領袖課程的導航技巧加入了大篇幅的新內容，令山藝教練在此部分的教學時間相應增加。本篇文章是主要針對在三級山藝領袖課程的導航內容上提出更深入的闡釋，輔助教練們的導航教學。本章內容對象是山藝教練，不會浪費篇幅在解釋基礎的導航技巧和教學。

內容或多或少涉及個人觀點，未必完全客觀，敬請各方好友在細閱後多加指導。

曾令達

二級山藝教練

個人背景介紹

任職土地測量專業已廿二年，對於地圖制作(Cartography)及全球衛星定位系統(GPS/GNSS)均有相當認識。多次被邀請在各大機構(包括總會，消防，香港紅十字會，警察歷險會等)舉行地圖閱讀及手提GPS接收器的公開講座。自1999年晉升為二級山藝教練及在2013年晉升為三級山藝教練，積極開辦各級山藝課程、山藝教練培訓課及海外冰雪攀登課程等。曾經是野外定向精英組賽員，曾多次在山頭霸王及Rogain廿四小時定向比賽晉身三甲。

此次探討分開三部分：

- 壹、 山藝訓練課程的導航技術在 2011 的修訂前後的比較
- 貳、 山藝與其他戶外訓練課程的導航內容比較
- 參、 三級山藝領袖訓練課程導航技術各相關項目的教學補充
包括導航上地圖/指南針/全球衛星定位輔助性補充資料及教學建議

壹、山藝訓練手冊導航技術在 2011 前後的修訂:

根據 2011 年前的山藝訓練手冊，三級山藝領袖課程是沒有涉及任何導航技術的教授；山藝委員會其後在參考其他外國相似的課程及參考書(例如 Freedom of the hill)作出現時的修訂。而現時 2013 年最新版本在導航技術方面依舊跟 2011 版本是一樣。

從下表可看到，一級及二級課程內容是沒有改變，而三級山藝領袖的所增加的導航內容部分有 1/3 部分(項目 1, 2, 7, 8)是重溫，1/3 部分是加深認識(項目 3, 4, 5)，1/3 部分是新增 GPS 相關(項目 6, 9, 10, 11)。所以本文第三章會對應以下的 11 項作出教學上的補充說明。

導航技術	2013(& 2011)年修訂後的手冊	2011 年之前
3 級山藝領袖訓練課程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 認識各種香港政府出版的地圖 2. HM20C 地形圖及郊區地圖的比較 3. 認識磁向偏差 4. 通用橫墨卡托方格網 (UTM) 及軍用網格參考系統 (MGRS) 的進一步認識 5. 經緯度簡介 6. 大地測量系統簡介 (World Geodetic System) 7. 不用指南針確定方向的其他方法 8. 純熟運用在二級課程的指南針定向技巧 9. 全球衛星定位儀 (GPS) 10. 衛星定位儀的基本原理 11. GPS 接受器 (戶外用型號) 的基本操作 	無
● 遠足領隊課程	重溫山藝技巧	重溫山藝技巧 (參照「二級山藝訓練課程」的內容)
● 山藝領袖重溫課程	重溫地圖閱讀及指南針運用技巧	不適用

而 1 及 2 級山藝課程整體內修訂變化不大，只是在字眼上更加具體及明確，見下表：

導航技術	2013(& 2011)年修訂後的手冊	2011 年之前
2 級山藝課程	<ul style="list-style-type: none"> ● 等高線與地形的關係 ● 縱切面圖的繪製 ● 比例與距離的量度 ● 磁向偏差（正北、磁北與網北）的概念 ● 通用橫墨卡托方格網（UTM）及軍用網格參考系統（MGRS）的簡介 ● 經緯度簡介 ● 各類指南針的認識 ● 後視方位應用 ● 運用後視方位交匯法（Resection）確定自己的位置 	<ul style="list-style-type: none"> ~ 等高線與地形的關係 ~ 比例與距離的量度 ~ 北的概念 ~ 經緯度的認識 ~ 統一橫墨卡托方格網的認識 ~ 縱切面圖的繪製 ~ 各類指南針的認識 ~ 後視方位應用 ~ 運用方位交匯法確定自己的位置 ~ 確定方向的方法（不用指南針） ~ 在能見度低時如何辨別方向
1 級山藝課程	<ul style="list-style-type: none"> ● 香港常用地圖的認識（HM20C 地形圖及郊區地圖） ● 圖例資料 ● 常見地形 ● 方格北、方格網的認識 ● 軍用網格參考系統（MGRS）六位網格坐標的認識 ● 地圖的摺法及保養 ● 指南針運用 ● 定向式指南針的認識 ● 正置地圖 ● 前視方位應用 	<ul style="list-style-type: none"> ~ 香港常用地圖的認識（H·M·20C 及郊遊圖） ~ 圖例資料 ~ 常見地形 ~ 方格北的認識 ~ 方格網的認識 ~ 六位坐標的量度 ~ 地圖的摺法及保養 ~ 定向式指南針的認識 ~ 正置地圖 ~ 前視方位應用

總括而言，導航技巧對於一級及二級山藝來說，都是基礎的地圖閱讀加指南針運用，修訂後的訓練手冊沒有太大改變的需要，而山藝三級領袖課程則刻意加入更深入及高階的導航內容，已追上時代的需求，但同時亦增加教練自身教學的要求。

貳、山藝與其他戶外訓練課程的導航內容比較

在本港與山藝科近似的課程有童軍的陸上遠足訓練課程，青年獎勵計劃(AYP)野外鍛鍊科和外展訓練學校的部分課程。

下面嘗試將山藝/童軍陸上遠足訓練課程/青年獎勵計劃(AYP)野外鍛鍊科/及英國 Mountain Leader Training, Scotland 的 Mountain Leader(夏季登山領袖課程)有關導航的內容作比較：

● 童軍：

(五) 深資童軍遠足訓練

深資童軍遠足訓練分為2個訓練班舉行，包括第1部份的「深資童軍地圖閱讀訓練班」及第2部份的「深資童軍遠足訓練班」。

為願及部份對地圖閱讀有一定認識的深資童軍，區會、地域及總會可為他們進行深資童軍地圖閱讀考驗。通過考驗者將獲發地圖閱讀考驗證書，以證明其地圖閱讀水平。

地圖閱讀訓練班、地圖閱讀考驗及遠足訓練班的班領導人須為本會現役遠足審核員或高級遠足審核員。為方便核實有關證書，舉辦單位所發出之地圖閱讀訓練班/地圖閱讀考驗/遠足訓練班證書，班領導人須於證書上填上其審核員編號。

第1部份課程 – 深資童軍地圖閱讀訓練班

學習時數：不少於30小時

課程大綱：

項目	內容
1. 地圖認識	1.1 何謂地圖及地圖閱讀的定義 1.2 地圖的種類 1.3 圖邊資料的認識 1.4 覆摺地圖及保養方法
2. 比例及距離	2.1 比例表示法 2.2 在地圖上量度距離的方法
3. 習用圖例	3.1 地圖的習用圖例 3.2 地圖上各種顏色所表示的事物
4. 網格式系統	4.1 座標的組成與面積的關係 4.2 4位、6位及8位座標讀法 4.3 讀圖尺(Romer)的使用
5. 方向及北的認識	5.1 方位表示法 5.2 磁北、方格北、正北的定義 5.3 磁向偏差

6. 指南針的應用	6.1 常用的指南針種類介紹及保養 6.2 在地圖上使用指南針量度方位 6.3 網格方位和實地方位的轉換 6.4 利用三點相交法確證位置
7. 等高線與地勢	7.1 何謂等高線 7.2 等高線所表示的地貌 7.3 兩地間彼此可見性的測試法
8. 路程表及縱切面圖繪製	8.1 計算行程時間的方法 8.2 路程表的意義及編寫方法 8.3 縱切面圖的繪製方法 8.4 垂直跨張率
9. 不使用指南針找尋方向	利用太陽、月亮、星宿、手錶、日規等找尋方向
10. 定位技巧	透過「DDCRAPS」原則進行實地-地圖相互校對
11. 通用橫墨卡托系統	簡單介紹有關原理
12. 全球定位原理	全球定位系統原理、發展及應用
13. 導行技巧	簡單介紹不同的導行技巧： 姆指扶行法、扶手法、攻擊點等
14. 戶外訓練	14.1 利用步距量度距離 14.2 辨認地圖的習用圖例 14.3 兩地間彼此可見性的測試法 14.4 利用地貌校對地圖 14.5 使用指南針校對地圖 14.6 使用指南針量度磁方位 14.7 實地量度前視方位 14.8 地圖上網格方位轉變為磁方位 14.9 磁方位轉變為地圖上網格方位 14.10 利用三點相交法確證位置
15. 戶外考驗	15.1 筆試 15.2 實地測試

資料來源：<http://www.scout.org.hk/venture/vsts/128-155.pdf>

定位技巧 DCRAPS → direction-distance-conventional sign-relief-alignment-proximity-shape

香港青年獎勵計劃(AYP)野外鍛鍊科

	訓練項目	銅章級	銀章級	金章級
4	地圖閱讀	(60分鐘) ◆ 地圖分類 ◆ 地圖的摺放及保養 ◆ 方向 ◆ 比例 ◆ 在地圖上量度距離 ◆ 地圖索引及編號 ◆ 圖邊資料 ◆ 網格座標 ◆ 等高線及地形的認識	(60分鐘) ◆ 利用地圖上資料去描述連接兩地的路徑 ◆ 等高線及地形的深入認識	(60分鐘) ◆ 統一橫墨卡托方格網 ◆ 熟習等高線及地形
5	指南針使用技巧	(60分鐘) ◆ 認識指南針的各部份 ◆ 指南針的保養 ◆ 在地圖上量度網格方位(前視方位) ◆ 量度磁方位(前視方位) ◆ 依據方位指示前行	(30分鐘) ◆ 後視方位 ◆ 加強方位量度的練習	(30分鐘) ◆ 認識磁向偏差 ◆ 加強方位量度的準確性及熟練程度

	訓練項目	銅章級	銀章級	金章級
6	導航(地圖及指南針運用)	(30分鐘) ◆ 正置地圖 ◆ 從地圖中識別實際地形之特徵 ◆ 實地識別地圖上所顯示之地貌 ◆ 辨別地理方向、前行方向及路徑方向 ◆ 依循計劃路線前進	(30分鐘) ◆ 利用地圖及指南針確定位置 ◆ 確定自我位置之方法 ◆ 在有限之視野環境下導行	(30分鐘) ◆ 利用實際環境正置地圖 ◆ 熟習確定自我位置之方法

資料來源:<http://ayp.org.hk/doc/exp-hb.pdf>

Mountain Leader Training, Scotland 的 Mountain Leader(登山領袖(夏季)課程)



2 NAVIGATION

It is essential that a mountain leader can navigate competently. Candidates will be expected to choose the appropriate navigation technique for the prevailing conditions and be able to introduce these skills to others.

Candidates should be familiar with the following:

- a. maps, scales and conventional signs.
- b. contours and other methods of showing relief.
- c. topographical features.
- d. relating the map to the ground and vice versa.
- e. measuring distance on the map and the ground.
- f. navigating across country with map alone.
- g. compasses and other navigation aids.
- h. methods of identifying features and position.
- i. methods of relocation.
- j. methods for navigating across country in poor visibility and/or in darkness.
- k. route planning, including methods of recording routes.

資料來源：<http://www.mountain-training.org/award-schemes/ml-summer>

綜合比較三個課程大綱，結論如下：

- A. 青年獎勵計劃(AYP)野外鍛鍊科銅一銀一金章課程及英國(夏季登山領袖課程)所涉及的内容等同山藝的一級及二級的程度。
- B. 童軍課程的導航内容則與山藝一級至三級的内容非常近似，但 30 小時的課程教授相信非常的緊密。
- C. 值得一提是童軍遠足訓練課程包括了一些基礎野外定向技術和有部分的内容是山藝沒有具體地加入山藝訓練手冊內，例如：
 - 網格坐標量度計/尺 (ROMER) 的運用
 - 在郊野中利用步距/數步(PACING)原理，實地量度距離的方法
 - 簡單介紹不同的導行技巧：姆指扶行法、扶手法~攻擊點等

以上提及的内容相信有不少山藝教練早已在教授導航時自行提及，但根據本人過往在教練培訓課程的經驗，亦有不少準教練對這方面明顯認識不足，因此個人認為有需要將以上技巧納入在山藝訓練手冊內，以提供更完整的導航教學及提昇山藝參加者在這方面的技巧；本文在第三章將會詳細介紹。

為何同是性質類似的課程，所涉及的内容深淺會有所不同？

個人認為山藝運動的主要目標是學習登山的綜合技藝，從而能面對及克服在山野千變萬化的環境及安全完成一個野外旅程，當累積足夠經驗技巧更可進一步挑戰海外崇山峻嶺；但其他團體和組織雖然舉辦近似的課程，但山藝教練們要明白其他相近課程的目標及對象(例如參加者年齡限制等)和教學重點跟山藝運動截然不同；如 AYP 目標是為了鍛鍊年青人的探險精神，而外展訓練學校則利用陸上野外環境作參加者自我歷奇的平台，所以各項如繩索運用和導航等技巧可能只須要基礎的認識已足夠應付該課程的需要，未必是該課程的教學重點；以野外定向運動為例子，當中學習的定向地圖閱讀智識和便跟山藝科使用的 HM20C 1:20000 地形圖完全不同了。相信各教練會經常遇到參加者詢問：我已有 X X 科的金章，是否可以豁免或等同山藝二級呢？結論當然不可，兩者課程内容和考核要求不同，如何可直接比較或互相協調呢？

參、三級山藝領袖訓練課程導航技術各相關項目的教學補充

前二部分是希望各位作為山藝教練，要了先了解自己山科訓練手冊的內容，及明白跟他類似的運動的分別才可知己知彼。

接著的第三部分是本文核心內容，主要圍繞訓練手冊三級山藝領袖課程各導航部分享教學心得，逐項提出補充，包括地圖/指南針/全球衛星定位輔助性補充資料。

A. 訓練手冊三級山藝課程之認識各種香港政府出版的地圖

- I. 三級學員在一級訓練課程已有粗略認識；而各山藝教練在教學備課前亦應參考測繪處的網頁 http://www.landsd.gov.hk/mapping/tc/paper_map/paper.htm 尋找地圖最新版本的資訊。
- II. 除了找到各種地圖的資訊，測繪處的地理資訊地圖(Geoinfo Map)是非常好用的工具，在制作路程表時可以提示參加者用來核對各 check point GR 有否繪錯，非常好用。

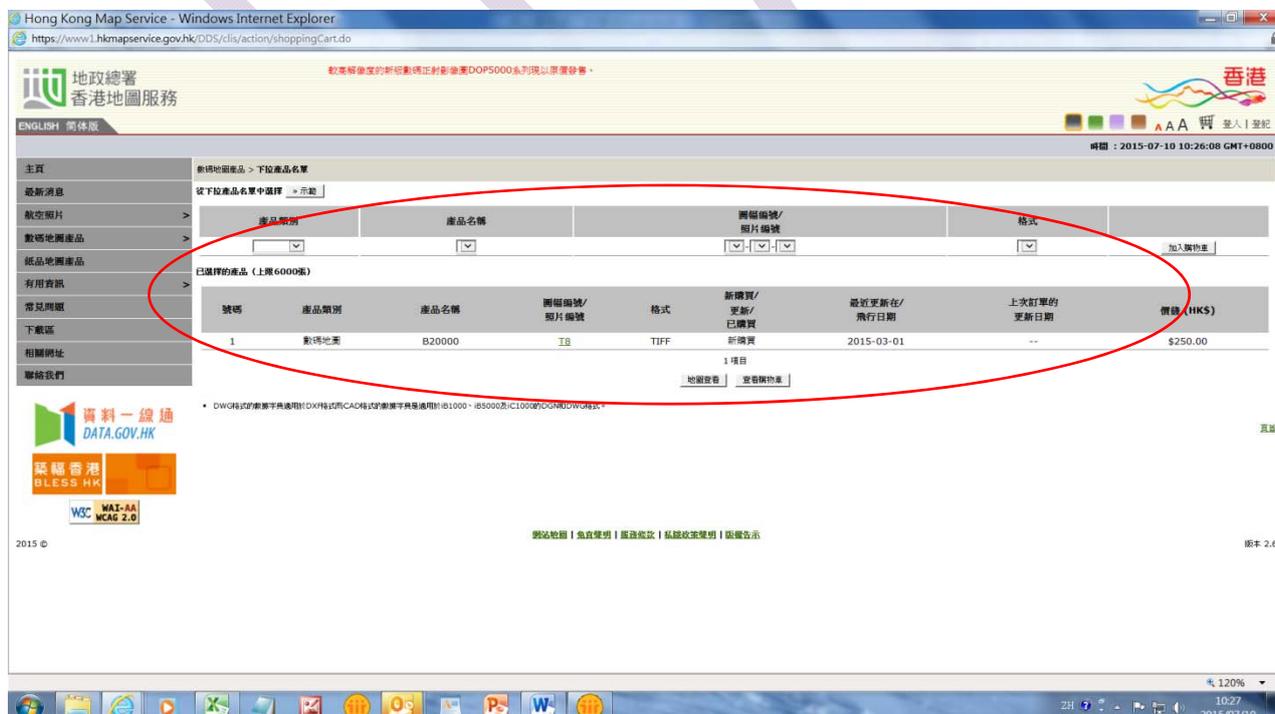


資料來源：<http://www1.map.gov.hk/gih3/view/index.jsp>

亦可透過分享地圖向參加者或工作人員發出集合地點的地圖。



III. 另外學員常問可否購入 HM20C 數碼地圖使用，雖然是可作網上訂購，但是 250\$一張 Geotiff 格式的 HM20C(=B20000)數碼圖太昂貴及特別軟件去閱覽；通常是大公司購買作其他用途，不推薦個人使用。



IV. 教練亦可在開課前提示參加者預先查詢各區銷售點的紙地圖存貨(詢問熱線 22313187)，以免參加者買不到相關地圖，影響學習。

V. 認識不同地圖比例和內容的關係:

不同種類地圖通常有不同比例，在三級山藝課程內，教練可讓學員進一步明白比例的變化會直接影響地圖所要表示的內容;香港政府出版的地圖最大比例的地圖是1:1000，如下圖，左方1:1000圖可以細緻表達電燈柱(L)/救火水龍頭(H)的位置，而行人路的大小闊度均是按真正比例繪劃，而右方1:20000圖是沒有顯示這麼細緻的地徵和對登山沒有實際需要表示的內容。

1:1000 <> 1:20000



1:1000



1:20000

以上不同比例的地圖，明顯大比例地圖內容最全面最仔細，但覆蓋的範圍太細，同一張大小的1:1000地圖只覆蓋750米 X 450米即是幾個大球場的範圍;因此在戶外活動和訓練會選擇HM20C 1:20000系列的地形圖作為主要的導航教材，包含的內容已足夠導航使用。

B. 訓練手冊三級山藝課程 之→HM20C 地形圖及郊區地圖的比較

1. 在一/二級山藝課程已經作出兩種地圖的比較，而在三級山藝課程的教學上可以用地圖制作 (cartography) 的角度作更深入比較，如下表：

	HM20C	郊區地圖
I. 地形表示 (Relief)	只用 20m 一條等高線來表示地形，從訓練角度上看單一的資料更容易令有經驗的使用者掌握實際地形。對於細緻地形變化及精準導航 (micro-navigation) 更適合。	同時用三種方法表示地形： <ul style="list-style-type: none"> ■ 20m 等高線表示地形 ■ 暈渲法 (hill shading) → 假設陽光在西北面照射出的陰影做成立體感 ■ 分層着色法 (Layer colouring) → 不同高度用不同的顏色表示 資訊太多反而不利比對真實地形，甚至遮蔽細緻地形變化。
II. 地圖誇張 (Map exaggeration) 許多地徵如馬路/小徑等的真實闊度在地圖上刻意誇張數倍，否則會很不明顯。	一條原本約 1 米闊的小徑，如依足比例劃在地圖上 $=1/20000=0.00005m$ ，根本不可能印在地圖上，因此會用肉眼較易看到的 0.2mm 毫米代替， $0.0002m \times 20000=4m$ 闊即是誇大四倍	印在郊區地圖上的橙/紅色小徑約 0.5mm 粗， $0.0005m \times 25000 = 12.5m$ 即是誇大 12.5 倍，相對 HM20C 只有 0.2mm 毫米線條，在一些細緻路線變化會表示不到或遮掩。
III. 地圖簡化 (map generalization) 比例越變小→表達的細節越簡化。	HM20C 比例是 1:20000，比例較大，所包含地貌面積較少，地圖簡化程度較少。因此地形表示較清晰，圖面簡潔，適合導航訓練及複雜地形及不明顯路線的旅程。更適合精準導航 (micro-navigation)	一般比例是 1:25000 所包含面積較大，地圖簡化程度較多，因此地形表示沒有 HM20C 的細緻，不利於較精確導航的需要。

綜合結論是山藝課程選用 1:20000 地形圖最主要原因是此類別地圖可以更有效訓練及提高參加者的導航技巧，尤其是認識地形及提升指南針運用技巧。然而在課程以外的日常登山活動，郊區地圖包含更多有用資訊，在日常登山戶外活動更值得推薦使用。

2. 外國的登山地圖比例主流 1:50000 與香港有所不同:

香港登山路徑又多又雜亂，部分山形地勢相差不大，用比例太小的地圖，如 1:50000 會部分細節位置如路口未必能清晰顯示，故一張合乎香港戶外活動要求主流比例是 1:20000 和 1:25000 的地圖，加上香港面積細 1:20000 的地形圖 16 張已覆蓋全港了；但外國的地形及路線相對較簡單直接，都是大山大水的格局，如下圖便是日本槍岳一帶的登山圖，山形地勢在現場是一目了然（除非天氣惡劣作別論），主流 1:50000（如下面左圖）及附加 1:25000（下面右圖）作局部放大加基礎的導航技足夠應付了。



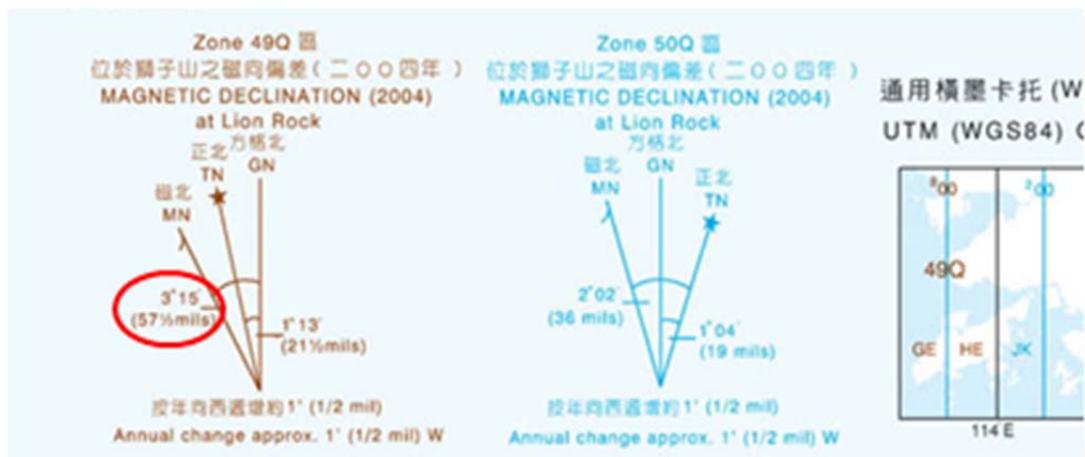
1:25000

日本槍岳登山地圖

1:50000

C. 訓練手冊三級山藝課程 之→認識磁向偏差

在一/二級的訓練，教練經常會聲稱香港磁向偏差因為數值太少而可以忽略，然而在三級山藝課程我們不妨再深入探討：



(資料來源:<http://www.landsd.gov.hk/mapping/tc/publications/map.htm>)

磁向偏差或磁偏角(Magnetic declination)是指正北與磁北之間的角度，在2013年香港的49Q區及50Q區，皆是大約2度31分。

網格磁偏角(Grid magnetic angle)是指網格北與磁北之間的角度，在2013年香港的49Q區是3度44分約等如4度 & 50Q區是1度27分約等如1.5度；

大家都知道北有三個：方格(網格)北，磁北，正北；在地圖上用刻度轉盤量度出來的方位叫網格方位(grid bearing)，而磁方位(magnetic bearing or field bearing)則是在實地利用指南針的磁針量度出來的方位，而正方位(true bearing)則只可以經換算或用經緯儀才可量度出來的方位。

簡單換算就是：磁方位=網格方位+網格磁偏角

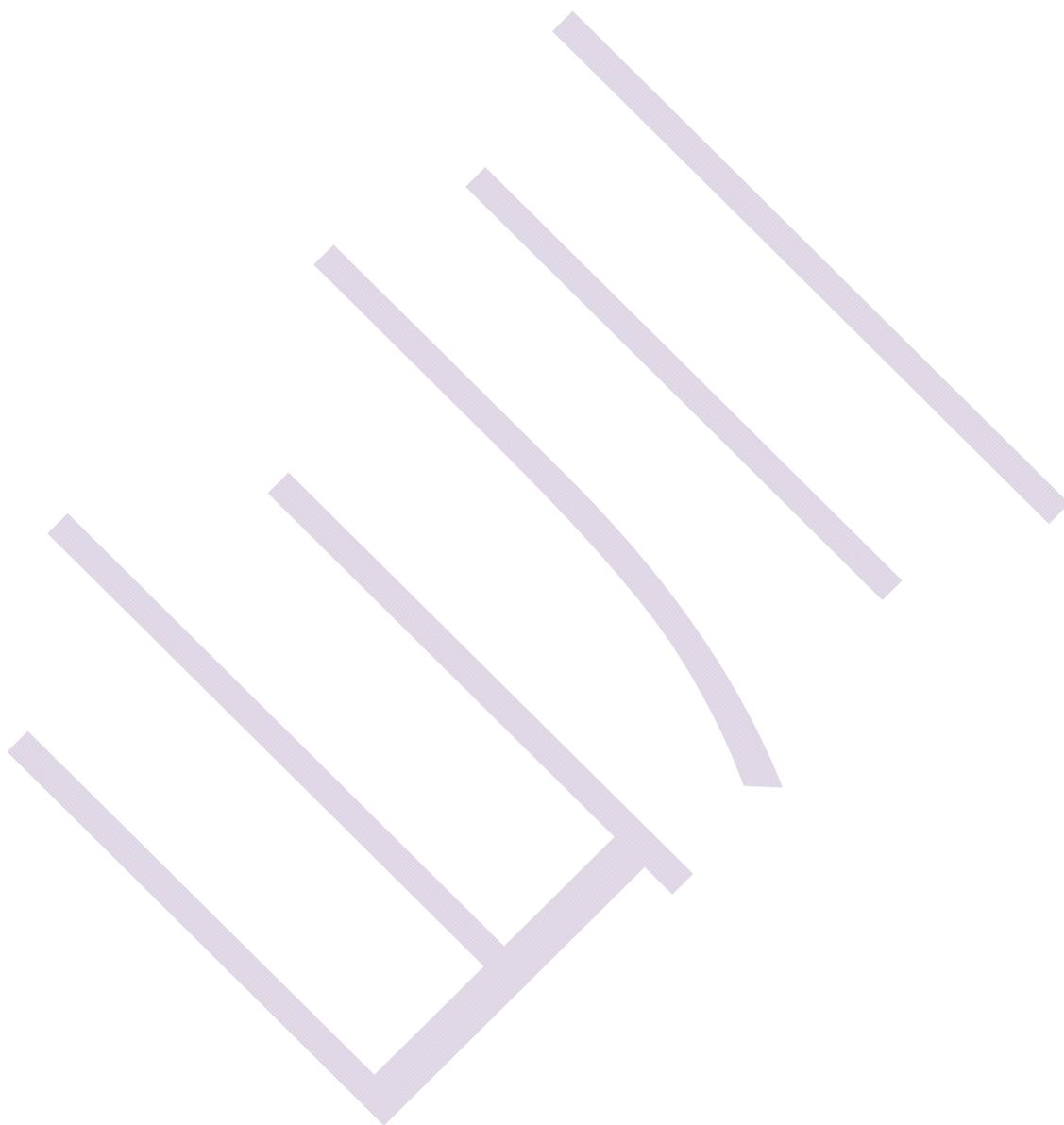


在上圖是用地圖量度出來的67度前視方位是網格方位(grid bearing)，如果在50Q的地區(如西貢/沙田)，用指南針指示前行方位時(即俗稱紅針入屋仔)理論上應該是67度+1.5度=68.5度(磁方位)。但相信在香港沒有一位教練在實際操作會加入此更正。

可是如果在49Q的地區(如大嶼山/青山)，經修正後的=67度+4度=71度(磁方位)。由於絕大部分的訓練班甚少在這些地區進行，引致不少教練甚少留意進行修正。

如果教練會認為前視或前進方位相差 4 度不是大問題，不會影響選擇路線，這個想法是錯誤的。在密林/視野不佳或完全依賴指南針方位前進的情況下，每 1 公里 4 度錯誤會做成 120M 誤差再加上在地圖上量度的程序亦會隨時有 +/-5 度的誤差；總誤差在行進 1 公里可達 250M 的錯誤。

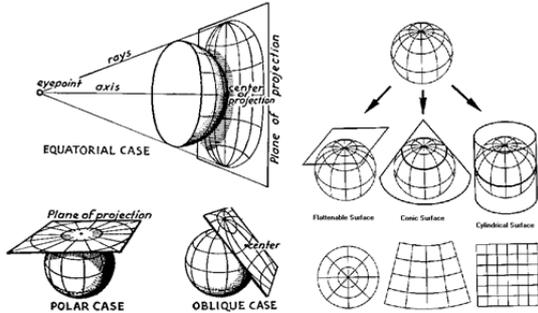
在稍後部分亦會再提及 4 度網格磁偏角的對交匯法定位的影響。



D. 訓練手冊三級山藝課程 之→

通用橫墨卡托方格網 (UTM) 及軍用網格參考系統 (MGRS) 的進一步認識

1. 在介紹通用橫墨卡托方格網 (UTM) 前，先介紹投影法 (projection)：

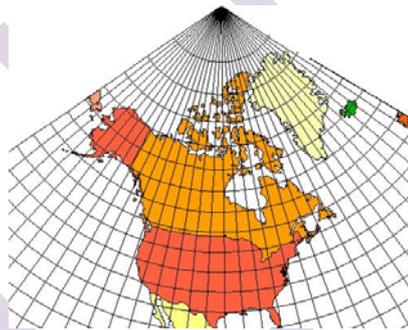


投影法概念

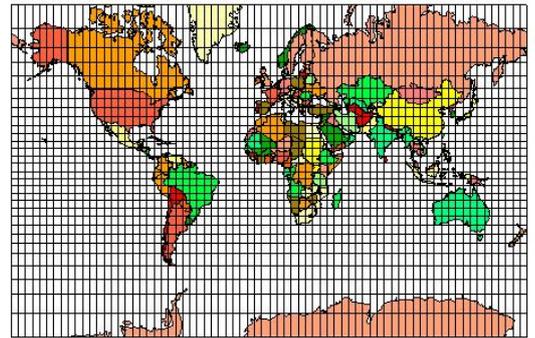
地球表面實際是一個曲面;如上圖，投影的概念是幻想地球是半透明，然後在視點 eye point 位置上放一盞燈，光線投射出來的影，在背景的平面就有如一張地球的平面地圖了。



曲面的地球



圓錐投影法



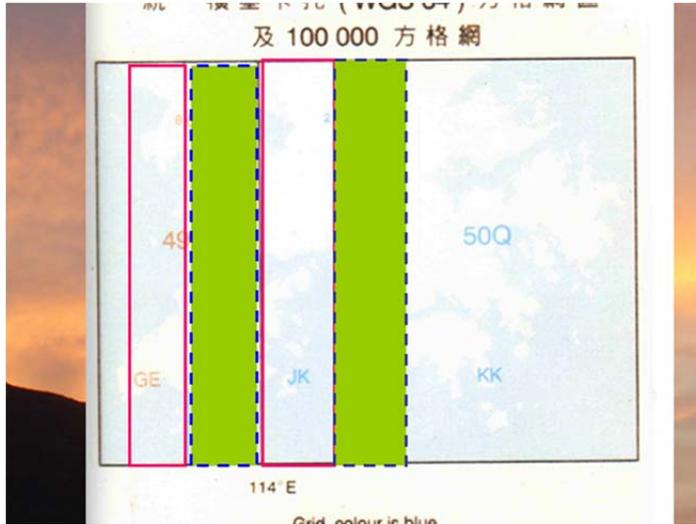
橫墨卡托投影法

本來一個曲面 3D 的地球，用不同的投影位置所做成的平面 2D 的地圖影像，自然會引致各種變形如面積，形狀和方位;如上中圖是圓錐投影法 (conical projection) 和右上圖 (我們熟悉的橫墨卡托投影法, Transverse Mercator projection/Cylindrical projection) 繪畫出來的美洲便有明顯不同。雖然用圓錐投影法 (Conical projection) 似乎更近似原貌，可是只局限在該緯度的位置才適用，不適用於全世界，而通用橫墨卡托方格網 (UTM) 將全球分為 6 度闊的 60 個 UTM 區 和清楚定義每區的投影位置，則適用於全世界。

3. 軍用網格參考系統 (MGRS-Military Grid Reference System) 教學時，學員常問的問題：

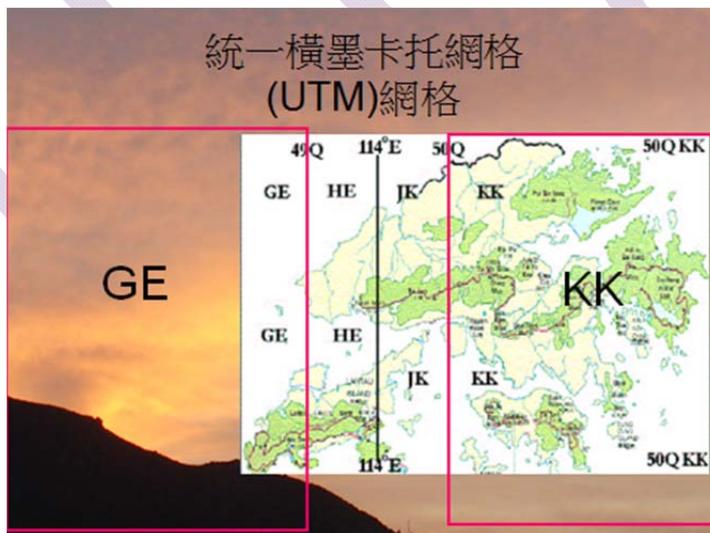
a. MGRS 座標：50QKK 287 812 可否只讀 KK287812 或 287812 已足夠？

只讀 KK287812 在香港當然明白一定是在 50Q 區，但不是好習慣；如果只讀數值 287812，而不讀區號，則一定不可以，因為如下左圖會出現兩個同數值(但不同區號)的地方。

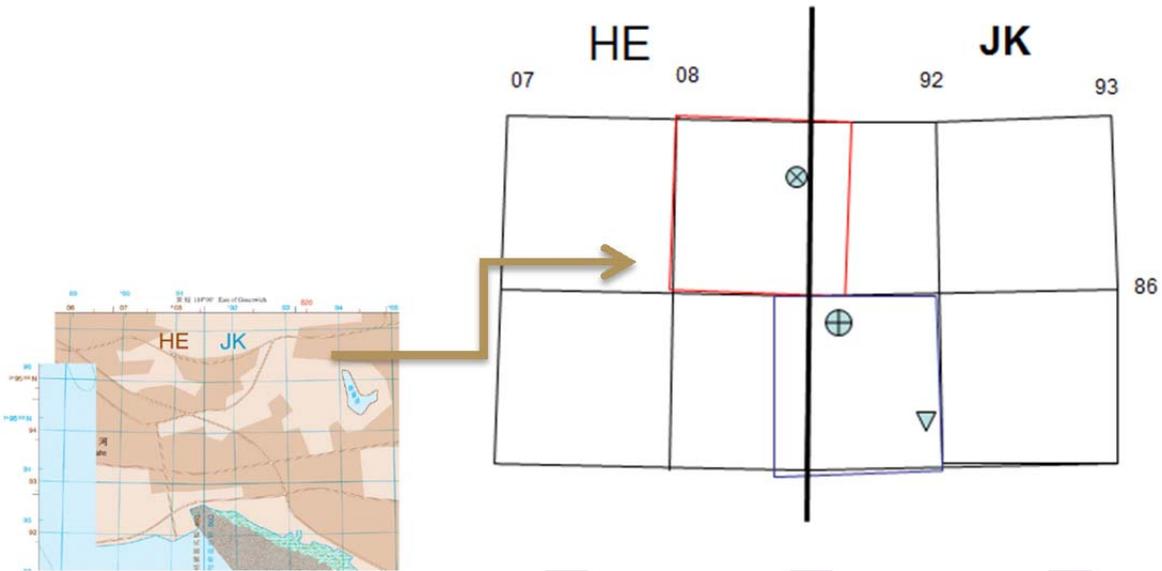


b. 為甚麼只有 KK 區域特別大，其他 3 區較細？

如上右圖，香港橫跨四區，GE，HE，JK，KK，處於夾縫位的 HE/JK 較小，而 GE 跟 KK 則是一樣大小的，均是 100km x 100km。



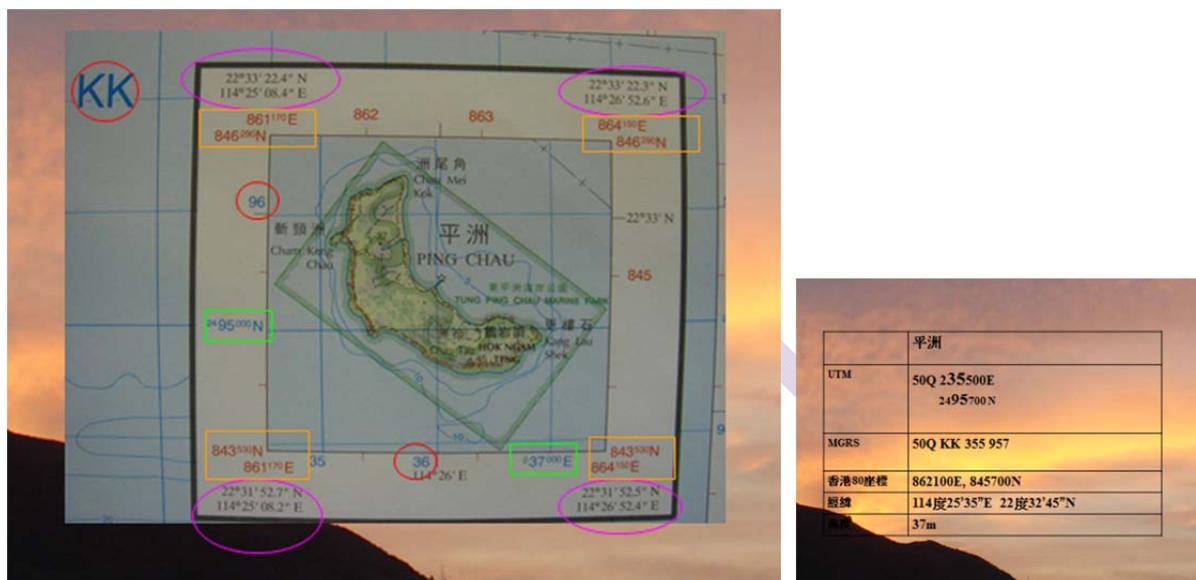
- c. 在 HM20C 地形圖 2 & 6 號圖均同時出現有 49Q HE & 50Q JK 的區域，在貼近 HE & JK 區的網格是梯形，如下圖的 3 個不同位置座標的讀法是？



如 ⊗ 的正確座標 49Q HE 087867，可是不少學員會以為是 0898671。

⊕ 的正確座標 50Q JK 913858，不是 912858，教練要強調不要自行將好像變細了的網格自行按比例改正。網格只是被遮蓋而非縮少了。

E. 訓練手冊三級山藝課程 之→經緯度簡介



一張地圖有四種座標

香港地圖上有四種座標，分別是 UTM，MGRS，香港 80 座標及經緯度，前 3 種是稱為平面的網格座標，而只有經緯度是用地心的角度去表達的大地座標(geodetic coordinate)。

平面座標最大的好處是可以直接運算出兩點之間的距離和角度，和十進制，在換算及表達上均非常方便。反而經緯度則採用 60 進制，表示及運算繁複，如下圖，整個香港是位於 113 度 42 分 E 至 114 度 30 分，不足 1 度，在陸路登山徒步的座標運算及讀寫均不方便，日常只適合海空交通的應用。

初學者最容易混淆經線/經度及緯線/緯度，橫經直緯等項目，筆者建議教練經線/緯線的概念不要同時介紹，應首先介紹經度是代表闊度，而緯度則是代表垂直高度，令初學者明白後才可進一步教授經線/緯線的概念，否則很易產生混亂。

另一方面，地球儀很多時是每 15 度劃一條經線和緯線，但是經線和緯線當然沒有硬性固定間隔才可以劃上，可在任意的度數上劃下經線/緯線，如下圖：



F. 訓練手冊三級山藝課程之→

大地測量系統簡介 (World Geodetic System) WGS84

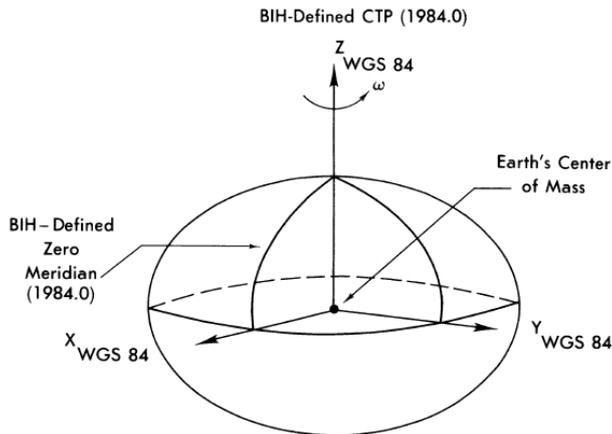


Figure 1.1. WGS 84 Reference Frame

資料來源: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/WGS_84_reference_frame.png

如上圖，地球近似一個橢球體，如一個圓的球體，再在南北極的位置壓扁了一點點(約1/300)。由60年代至80年代全世界不停透過不同的大地測量方法去量度及定義最接近地球形狀橢球體；最後於80年代定下了世界測量坐標系統 (World Geodetic System, WGS84)，因為美國的全球衛星定位系統(GPS)採用了WGS84，因此WGS84逐漸成為目前世界上通用的坐標系統。

WGS84 簡單來說就是制定了地球的大小是：

長軸(赤道)半徑(a): 6378137m, 短軸(南北極)半徑(b): 6356752m, 兩者相差約等於1/298

地球的大小數值改變其實最直接的影響是平面座標的數值換算；1996年前的舊HM20C地圖(那時圖例是在地圖下方，不是在現時的右方)，採用是1910國際海福特橢球體，1996年後則開始採用WGS84，新舊圖的網格線位置不同，引至同一地點的座標量度出來的數值相差達300米，相信資深的山藝教練都經歷過這個新舊座標JV, KV→JK, KK的交替。

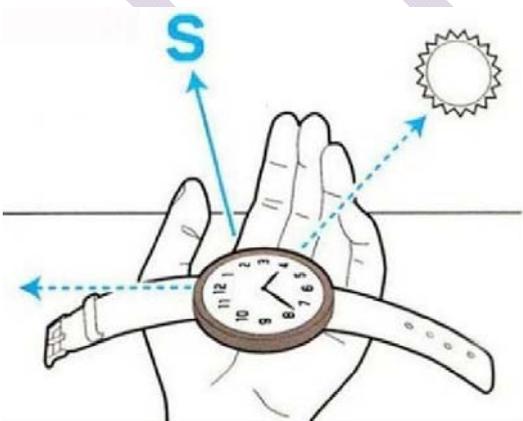
G. 訓練手冊三級山藝課程 之→不用指南針確定方向的其他方法

不用指南針確定方向有很多種，在理論課最常教授的方法是觀星，可是在光害嚴重的香港，筆者從未試過在訓練課程內可以讓學員真正實踐，相信大家亦有同感。

另一較常會教授而可以真正實習的方法是用用手錶的時針指向太陽定方位，此方法是用手錶的時針指向太陽定方位，然後時針與 12:00 的平分夾角就是南方。在北半球，如是早上舉例如 08:00，南方就是 0800 至 1200 的中間 1000 所指的方向是南方，如果是下午，舉例如 1600，南方就是在 1200 至 1600 的中間 1400 的方向是南方。但學員最容易攪錯是所謂中間的夾角是指時鐘 2 點的方向還是 8 點的方向是南方呢？其實南方是處於較小夾角(小於 180 度)那面的。

舉例如 1600，南方是位於 1200 至 1600 的中間的方向即 1400 方向是南方。而 0600/1800 是日出日落的方向，當然不須要用手錶的時針指向太陽定方位這方法了。

這個觀察太陽定方位的基本概念是假設 0600 太陽在正東方升起，在 1200 是正南方，1800 在西方降下。可是由於地理位置和季節/節氣不同，太陽有時在 0700，1930 才日落，又或較東北的位置才升起，所以有頗大誤差，此方法僅可粗略定向用。



H. 訓練手冊三級山藝課程 之→純熟運用在二級課程的指南針定向技巧

a. 量度前進/前視方位方法都離不開以下幾種方法:

- Silva 1-2-3 又名(定向 1-2-3)
- Start to end, North to north, Red to red

筆者教學生涯中不時發現有部分參加者對於(Start to end, North to north, Red to red)全英語式的口訣會容易忘記,不明白或抗拒,想借此篇提醒各教練注意,有時要對應參加者的接受能力改用中文式的口訣,效果會更好,如下圖

(第一步起點至終點,第二步轉底盤向上,第三步紅針入屋仔)較易明白.



b. 交匯法 Intersection(又名 triangulation)<>後視方位交匯法 Resection 介紹

交匯法 Intersection 和後視方位交匯法 Resection 是經常令參加者混淆的技巧,前者意義是身處已知的位置去確認其他未知點,而後者是自己失位或迷途後,利用周圍的已知位置去確認自己身處的位置. 其實兩者均是取材自土地測量的專業名詞:

1. 交匯法或前視交匯法→

如下圖, 假設想從遠方確定 A 點的位置, 可在 2 個或以上的已知點→ 老虎騎石/石屋山向 A 點量度前視方位, 然後繪畫在地圖上, 相交的地方便是 A 點的大約位置. 這是定向圖及其他地圖繪製常用的方法.

同樣方法亦可應用在搜索迷途失蹤者的位置, 舉例搜索隊伍可從不同已知位置量度迷途失蹤者發出的燈光/聲音的前視方位去定大約位置, 大大收窄搜索範圍.

前視交匯法intersection <> 後視交匯法resection

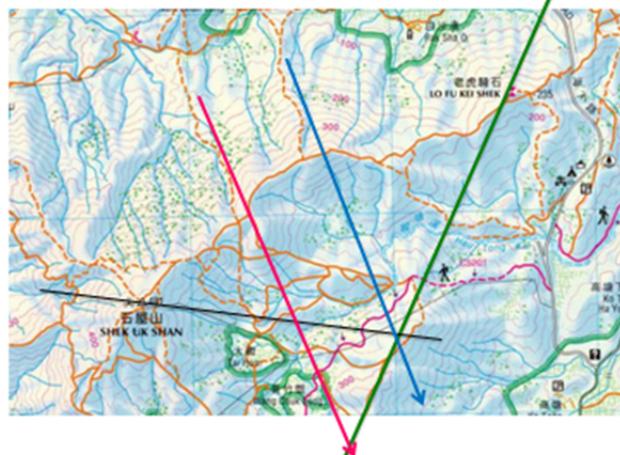


2. 後視方位交匯法 Resection →

概念是自己在野外迷途未能確認身處位置，於是尋找周邊看到及認得出的已知位置；舉例同樣如上圖，在現場看到及認得石屋山/老虎騎石兩個山頂，於是分別實地量度出由自己位置(A)去石屋山/老虎騎石的前視方位，然後換算出由石屋山/老虎騎石的後視方位，最後繪畫在地圖上相交的位置便是自己所在位置。

前視交匯法甚少會弄錯自己身處的已知點，反而後視方位交匯法(Resection)在實際使用上，一個迷途人士卻很易認錯周邊的已知點，(如果技巧好又那會迷途);所以必需多加第三點作核對和檢查;如下圖，3個已知點只要有任何一個已知點是認錯位置(如藍色的山頂位置誤認是紅色的山頂位置)，會形成一個不合理大的三角形，提醒迷途人士要再核實一次。

第三條 = check bearing + 地貌



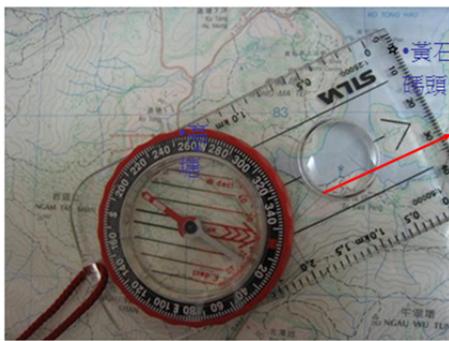
3. 後視交匯法究竟有幾準?

其實影響準確性會涉及 3 個因素:

a. 量度實地的前視方位有幾準→

除非是使用菱鏡式(prismatic)或反射鏡式(mirror type)指南針(聲稱+/-1 度誤差), 一般常用的如下圖的指南針, 最細刻度是 2 度, 即使是熟練的登山人士, 有+/-5 度誤差是很常見的. 假如目標物在 1 公里遠足以做成近 100 米→十分一的偏差了. 而初學者最易犯的錯誤是選擇偏遠的山頂(因為通常較高和較易認)引致偏差更大.

量度實地前視方向有幾準?



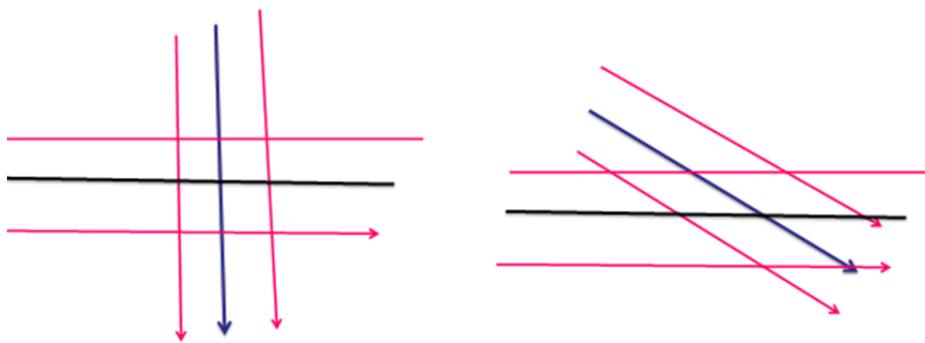
劃上地圖有幾準?



b. 相交的角度: 甚麼角度相交是最理想?

如下圖, 只有在完美無誤差的情況下, 藍黑相交才是正確位置;可是現實是量度上的角度誤差會有機會偏差而劃出紅色相交的位置, 即使以 90 度相交的所做成的誤差最細, 亦會將兩邊量度出來的方位誤差放大 1.5 倍;如果相交角度越闊則更可以放大至 2 倍以上.

角度 90° → 90 m x 1.5 倍 = 140m 角度 120° → 90 m x 2 倍 = 180m



c. 網格磁偏角(Grid magnetic angle)的影響:

在上文 C 部分提到: 磁方位=網格方位+網格磁偏角

4 度(49Q)/1.5 度 (50Q)的網格磁偏角究竟影響大不大?

下圖便是本人及多位山藝教練在伯公坳附近位置的作單切法練習時，當時只以為是目標物過遠(>3km)引致的誤差，但比預期中大很多;原來忘記身處大嶼山，沒有修正 4 度的網格磁偏角對前視方位做成的影響，出現的很大的偏差結果，由原來真正身處紅色的位置，漂移至伯公坳的另一面(藍色線的位置)。



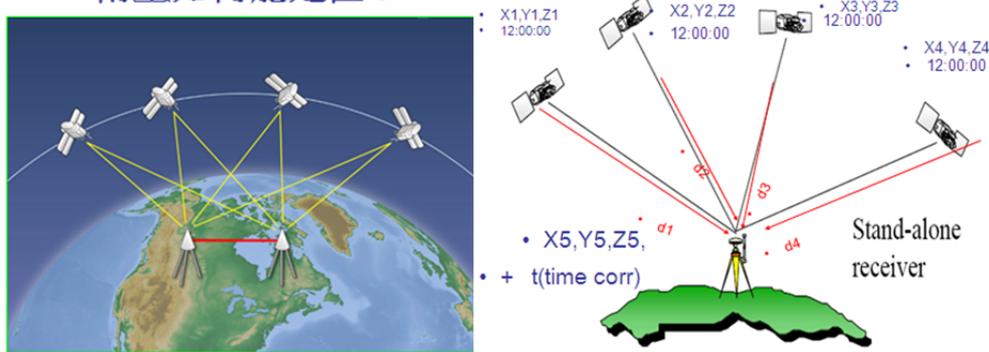
紅色是真正方位，藍色是用單切法量度出來的方位

總結：後視交匯法只可以提供一個大約位置而非一般人印象中的準確，使用者必須根據在量度後再根據身處的地貌作出修正。

I. 訓練手冊三級山藝課程 之→

全球衛星定位儀 (GPS) 基本原理及 GPS 接受器 (戶外用型號) 的基本操作

衛星如何能定位？

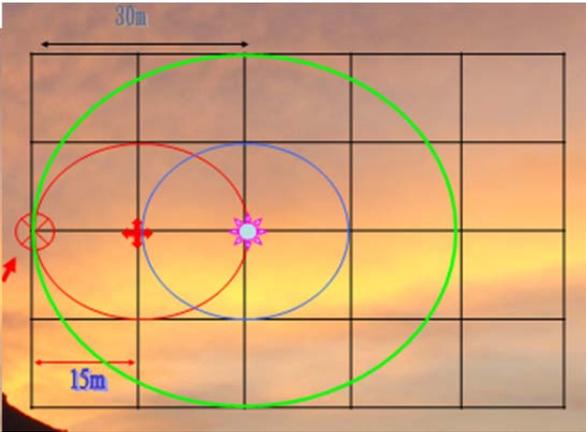


全球衛星定位儀(Global Positioning System-GPS)是其中一種全球衛星導航系統(GNSS-Global Navigation Satellite System)，亦是最為人所熟知。其餘有俄國的格洛納斯全球衛星定位系統 (GLONASS-Russian Global Navigation Sputnik System -*sputnik* 是俄語解作人造衛星)，及中國發展中的北斗系統。

1. 衛星如何能定位：如上圖，跟上面提及的指南針交匯法概念相似，只不過交匯法是用方位來<綁定>位置，衛星(座標是已知點)發射出的信號由接收器接收的所需時間，然後計算出兩者之間的距離；很多時的誤解以為只需透過3個衛星信號便可以<綁定>出3D(X, Y, Z)的位置，但是要多加第四顆衛星去計算衛星之間的些微時間差異，合共四顆衛星才可以有較準確的定位。
2. 右下圖列出各種不同用途的GPS接收器的精度，而我們日常使用的單機手提GPS接收器定位精度則在10~15米。左下圖則示意如果在第一次定位時紀錄的座標有機會錯至-15米，而在同一個位置(+)可能在第二次定位時亦有可能錯至+15米，2個原本代表同一個位置(+)可能在一加一減的情況下可以錯達30米。所以用家要明白單機手提GPS接收器在導航上的限制。

衛星定位有幾準？

- 100米: 當誤差管制(SA)開啓時
(SA 為美國防部為減低GPS精確度而實施的一種措施)
- 10~15米: 當誤差管制(SA)關閉時
- 3 - 5米: 配合 “差分GPS”(DGPS)使用
- < 3米: 配以 廣域增強差分GPS.
e.g. WAAS, EGNOS
- < 0.1米: RTK /RAPID STATIC 測量/工程用GPS接收器



3. 坊間的單機手提 GPS 接收器有不同的價位，經常令人誤會越貴越準確，但實質定位的準確度並不沒有分別，高檔機種優點在靈敏性高，定位時間較快(例如有雙星定位系統)及各項附加功能更多。

- 600~4000\$
- 定位精度?

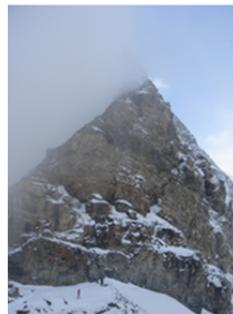


4. GPS 接收器的優點:

不受天氣影響/24 小時運作

快速計算實時/現時座標

可在惡劣環境下應用



5. GPS 接收器的缺點:

- a. GPS 要看到天空
- b. 要電
- c. 要配合電子地圖/紙地圖

d. 有機會提供錯的座標:

有機會提供錯的座標最常見的原因是在設定(SET UP)是將座標系統(DATUM:WGS84→WGS72)及座標格式(LAT/LON, MGRS, UTM)攙錯。而另一原因是只收到少於四個衛星信號出來的 2D 粗糙座標或因多重反射(multi-path)衛星信號而有機會誤差高達數百米。

6. 智能手機內置 GPS <>野外用的手提 GPS 接收器 比較:

其實兩者的分別逐年的拉近, 相信很快智能手機在野外亦會取代手提 GPS 接收器成為主流。手機用的程式如 Oruxmap/GPSTEST/MAP WITH ME 相信有很多教練熟悉。

在現階段, 撇除錢的因素, 野外用的手提 GPS 接收器比起智能手機暫時的優勢是可在惡劣的環境使用, 電源補充容易(一般使用 2A 電, 而在寒冷地方更可改用 2A 鋰電)及耗電量較少; 另一個重要因素如下圖在日照下, 手提 GPS 接收器的螢光幕比起手機較容易閱讀。



7. GPS + Glonass + 北斗 的雙/三星定位系統:

- 現時較新型號的智能手機內置 GPS(如 Samsung Galaxy Note 4) 及手提 GPS 接收器 (Garmin Oregon 650T) 已有雙星或(三揀二星)定位系統; 以雙星定位系統解釋, 由原來的 24 顆衛星 (GPS)+ 21 顆衛星(Glonass)增加至合共 45 顆衛星, 提高了衛星在天空分布的密度, 同時大大加快定位時間; 在一些原本難接收到足夠顆數衛星信號的地方, 如峽谷/兩旁有高樓大廈/濃密樹林均可以定位。而明顯縮減斷信號的機會。加上收到的更多不同衛星信號, 在定位的準繩度較好, 不過 10~15 的定位精度則與單單用 GPS 定位不會有太大分別。

(參考: <http://gpstracklog.com/2013/05/garmin-oregon-650-review.html>)

- 下圖是智能手機 Samsung Galaxy Note II 的進行雙星定位時所採集到的星圖, (APPS: GPSTEST)左圖是天空上的衛星分布圖, 圓圈代表 GPS 衛星, 三角形是 Glonass 衛星, 天空理論上可看到 20 顆衛星, 比起單單 GPS 最多只看到 12 顆衛星要強多了。右下圖是收到的衛星信號強度, 01~32 編號是 GPS 的衛星, 32 以上的編號是 Glonass 衛星。筆者在麗江中

虎跳峽高度 1522m 徒步時，峽兩邊是 500 至 1500 米的高山單靠只收到 3 顆 GPS 星是不可能定位，但再加上 4 顆 Glonass 星便可 5 秒左右定位了。



(Apps: GPS TEST)

星圖分布

8. GPS/電子地圖 <>傳統地圖/指南針 比較

山藝科的三級山藝訓練引入依靠科技作主導的 GPS/GNSS 導航是順應世界的潮流，而在另一方面的在一/二級山藝的基礎導航訓練依然是教授傳統地圖/指南針;教練在這方面教學時要誘導三級學員作討論：

GPS/電子地圖可否可以做到以下？

- 旅程前進行旅程策劃整條路線/第二或撤退路線？
- 旅程期間的導航？
- 導航的準確性/可靠性？
- 在出現緊急事故時即時決定第二或撤退路線？



過分依賴科技=玩命?



GPS/電子地圖的導航是完全依靠科技作主導的導航，最大的好處是所需的訓練時間少，但任何的少許操作失誤/失靈可導致非常嚴重的事故，因此絕對有需要先掌握好傳統地圖/指南針的導航技術。在現階段的野外訓練上，在某些場合，如大風雨/大霧/白化 white-out，傳統地圖/指南針未必有用武之地，這時 GPS/電子地圖會是非常好的支援 backup 裝備。



筆者記得在某次的GPS講座完畢後上，曾有一位資深教練公開表示GPS這裝備對他來說是沒有用，如果每次旅程都選擇熟口熟面的明顯山徑，他的說法我是絕對認同；甘於作為一位區域性山藝教練？還是在裝備及個人技術上與時並進？

J. 建議在導航實習時加入基礎定向技術/精細導航(micro-navigation)

第二章曾提及童軍的課程包括有不少的屬於基礎定向技術/精細導航(micro-navigation)技巧，而現時山藝科訓練手冊是未有列明教授，但相信不少山藝教練或多或少會提及以下技術；下文是簡單介紹各相關技巧，教練可考慮加入訓練班以豐富教學。至於應否加入手冊內則交由山藝委員會決定了。

A. 適合在一級山藝課程內教授：

1. 交通燈

交通燈是一個簡單易明的概念希望令初學者在計劃路線和行進時，將路線分為若干部份來調節行進快慢及讀地圖的時間。

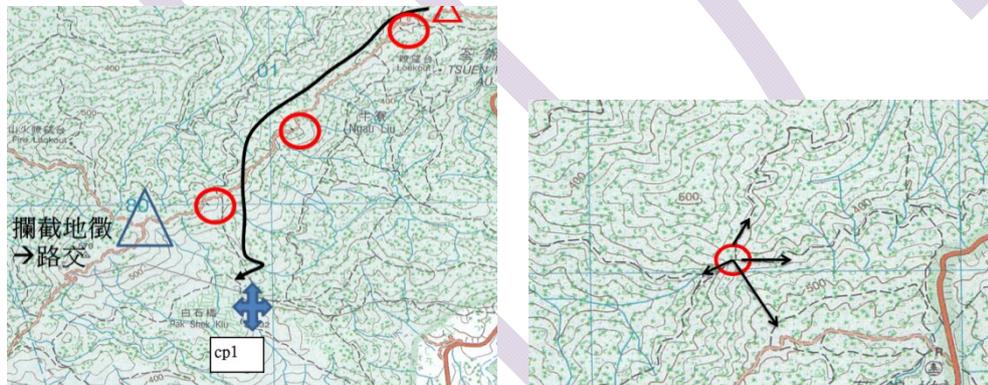
綠燈區，非常容易不會錯誤的路段，例如沿大路走的路線，不用經常停下看圖。

黃燈區，將到檢查點時，減慢速度，多留意任何明顯地徵，

紅燈區，要集中注意檢查前進方位及距離，由明顯地徵前往檢查點。

2. 沿途地徵 (collecting feature) & 攔截地徵(catching feature)

在計劃路線和行進時，要預算出路程中一定會見到的地徵，要盡量明顯可見及貼近前進路線的地徵，如下圖紅圈的山咀-路/徑交界等；攔截地徵(如左下圖馬路交界)則是在控制點後方會出現的地徵，可及時告訴我們已經越過了控制點，及監察有否走錯路和重新定位。



3. 3S 口訣-> stop-set map-select

一個令初學者簡單易明的口訣，令初學者習慣在任何行進時間需要做決定時，如右上圖當在路交叉處/河交或需要轉方向時，就記得執行 3S 的程序。

- STOP
- SET MAP
- SELECT DIRECTION

B. 適合在二級山藝課程內教授:

1. 數步(pacing)

在短距離(500 米內)尋找不明顯路口和地徵，數步是最直接及準確的距離估算，尤其在能見度非常差或夜行時均大派用場。

要讓參加者明白數步的做法及自己的步幅，首先在平地量度 50/100 米距離，可用登山繩作為量度工具，參加者自行只數左或右腳(即是俗稱數雙步)的步數。如果 50 米用 35 步走完，即是每 100 米要用 70 雙步(=140 單步)，每一步步幅 = $100/140 = 0.7$ 米。大部分人的 100m 步數(雙步)在 65~75 之間。

太長距離，數步法不大適用，但如配合數十元的數步計，步行者便不需自己心裡數步，大大減少數錯機會及延長距離。筆者經測試後發現可作長距離的量度。左下圖左邊是 GPS 顯示累積行了 13.13 公里，右邊是數步計顯示 18194 單步(即是左右腳相加)， 0.7m 步幅 $\times 18914 = 13239$ ，誤差不到百分一!當然在陡峭崎嶇不平的路線，數步的可靠性便會降低。



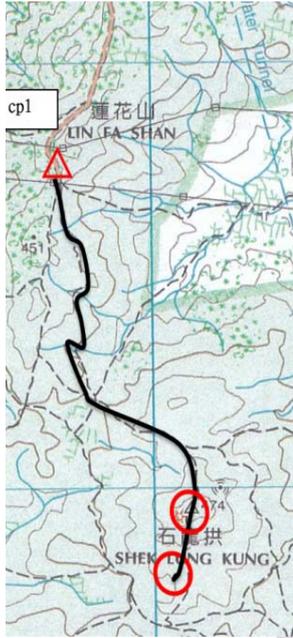
2. 拇指輔行法 (thumb pointing)

拇指輔行法是一個小技巧，就是將地圖摺起來至手板大小，只顯示要行進的那一段路線，把拇指放在地圖上自己的位置旁，指尖指向前進方向，再將地圖正置而拇指保持指著地圖上的位置，好處是:

- 任何時間我們都可以指出自己在地圖上的位置
- 任何時間，都面向前進方向
- 可集中留意自己周遭的景物

3. 攻擊點(attack point)

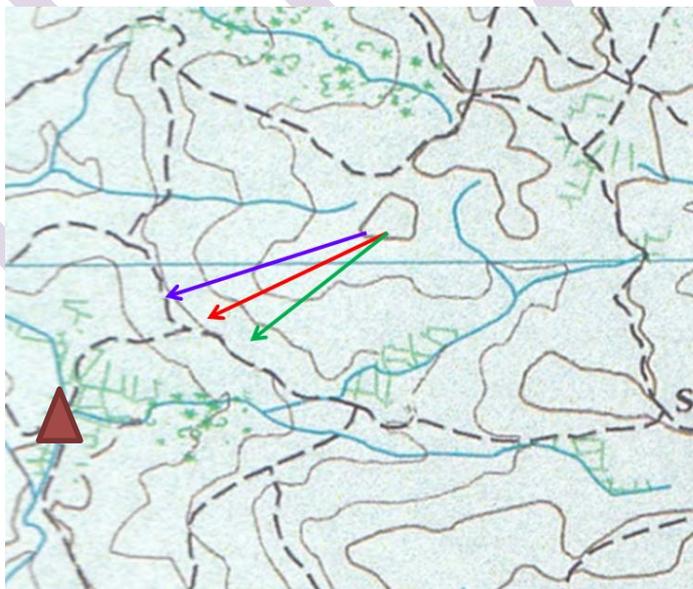
假如檢查點附近有更明顯易認的地徵例如山頂/路交等(如圖)，山頂比起檢查點-山窩更明顯易認，所以山頂就成了一個攻擊點。我們可以更快速及更有信心先前往此位置，到達後再仔細利用其他技巧如 3S，數步等方法到達檢查點-山窩。



C. 適合在三級山藝課程內教授:

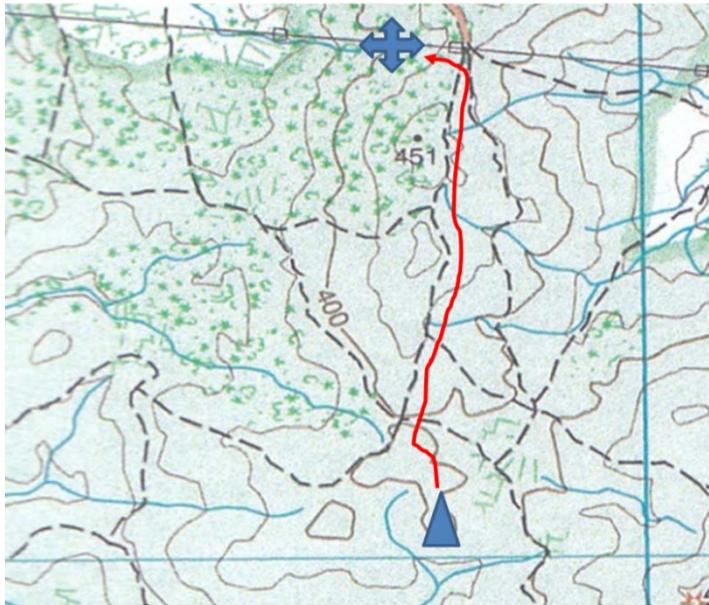
1. 目標偏差法(aiming off)

在野外定向是經常使用的方法，但在山藝訓練上應用較少，假如途中要穿越的地方沒有明顯地徵時，如下圖， 在小山崗上要穿越密林再到下方的三角形檢查點，下意識會直接用紅色箭咀前行的方位下山，可是在行進時是有機會偏離而達紫色/綠色的路線，當抵達小路後就不知該各上或向下走才可找到正確的小路口;因此，此方法是刻意偏離，在起步便故意向綠色箭咀方向，當抵達小路後便直接向上方前進，找到正確小路口。



2. 扶手法(handrail)

其實大部分登山路線的控制點皆在線狀地徵上，如路交/橋/建築物/山脊。在路線計劃時，選擇沿(扶手)- 即是明顯的線狀地徵前進，如上右圖，山小徑，電纜，溪澗。



筆者曾經非常熱愛參與野外定向比賽，建議山藝教練應該參加定向訓練班，在定向訓練課程上學到的定向技巧及比賽經驗，均可應用及豐富我們在山藝訓練班的教學。

參考資料:

<http://www.sa-orienteeing.asn.au/about/OrienteeringSkills/>

<http://www.oahk.org.hk/cframe.html>

<http://orienteering.org/calendarresults/foot-orienteering/>

野外定向全攻略 (作者:蔡偉傑)

結論：

本文章嘗探討了三部分：

- 壹、 山藝訓練課程的導航技術在 2011 的修訂前後的比較
- 貳、 山藝與其他戶外訓練課程的導航內容比較
- 參、 三級山藝領袖訓練課程導航技術各相關項目的教學補充

尤其第三章是針對山藝教練在山藝領袖實際教學上的內容提出補充。內容或多或少涉及個人觀點，敬請各方好友在細閱後多加指導及電郵本人指正。

曾令達

Tsang92000@yahoo.com.hk