

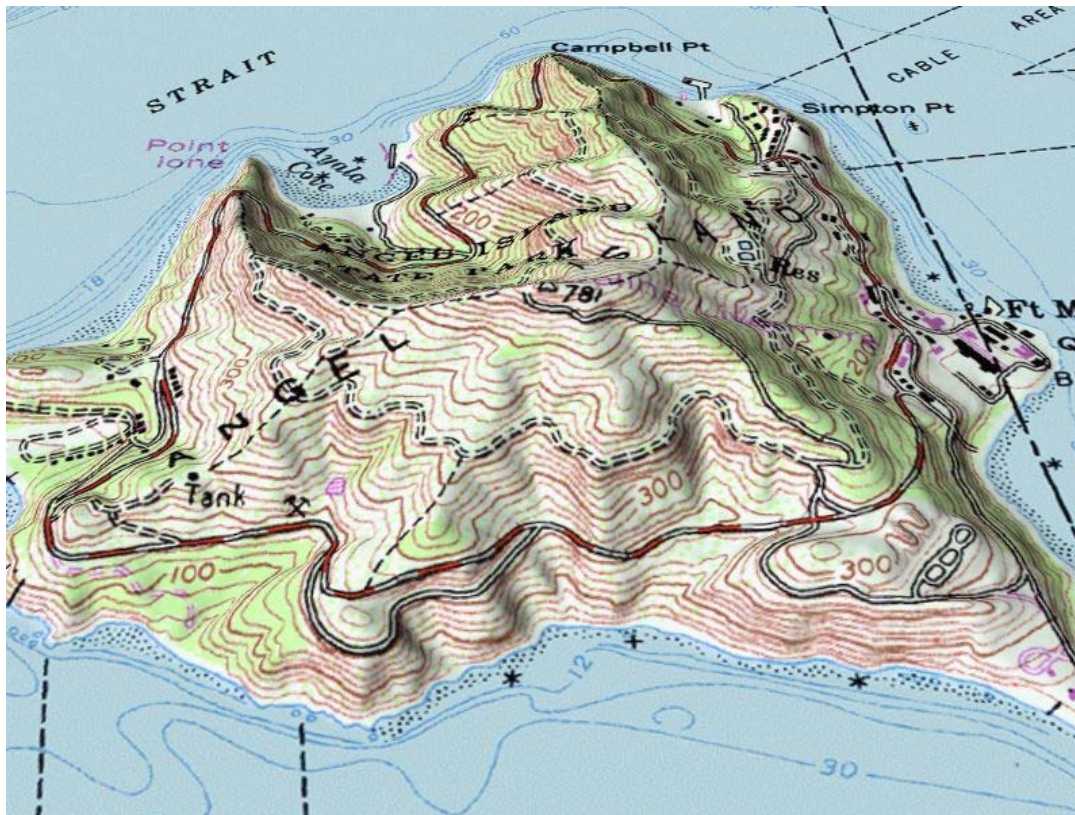
5. 地形圖

5.1 地圖投影法

5.2 台灣地形圖

5.3 等高線

5.4 數值地形與地質作圖



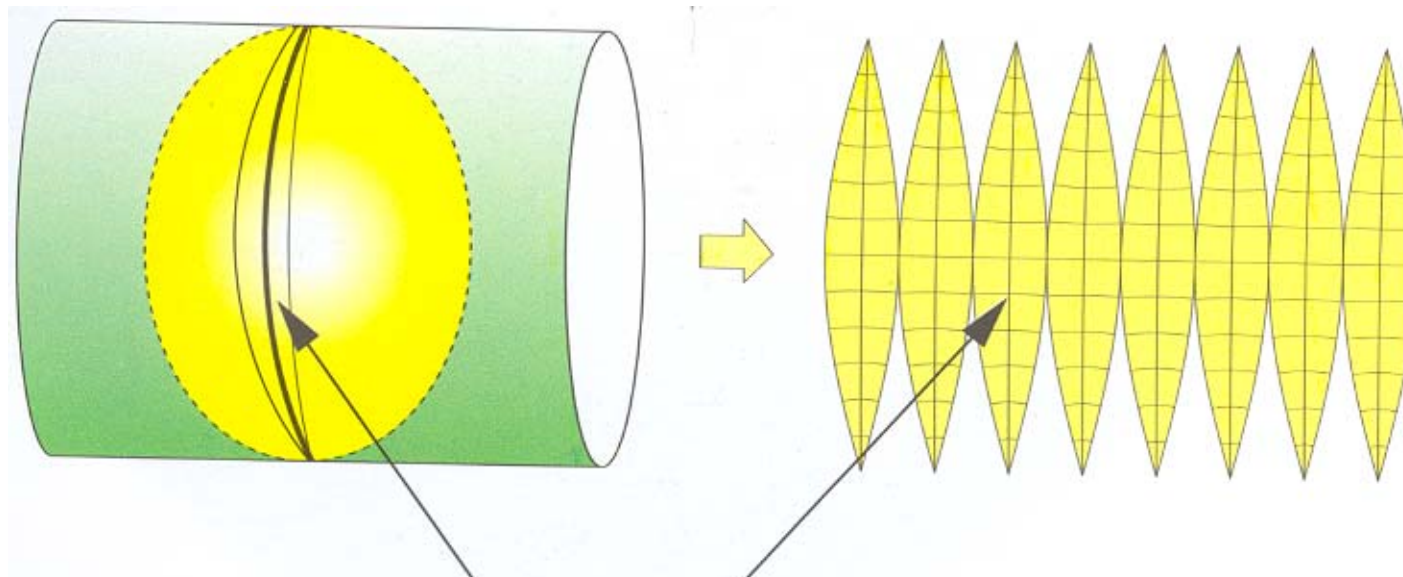
A topographic map is a two-dimensional (flat) representation of a three-dimensional land surface. It shows the three-dimensional information (relief or height variation) by using contour lines to represent elevations of hills and valleys.

5.1 地圖投影法

- **Conic projections** (圓錐投影): Albers conic equal-area projection, Lambert conic conformal projection, equidistant conic projection
- **Azimuthal projections** (方位投影): Lambert azimuthal equal-area projection, stereographic equal-angle projection, orthographic projection, azimuthal equidistant projection, Gnomonic projection
- **Cylindrical projections** (圓柱投影): **Mercator projection**(麥卡脫投影), **Transverse Mercator (TM** , 橫麥卡脫投影), **Universal Transverse Mercator (UTM)**, oblique Mercator projection, Cassini cylindrical projection, cylindrical equidistant projection, general cylindrical projection, Miller cylindrical projections

5.2 台灣地形圖

Transverse Mercator (橫麥卡脫投影)



● 以臺灣本島為例，將這些坐標系統使用的參數列表如下：

坐標系統名稱	中央經線	中央經線尺度	橫坐標平移量
二度分帶	東經121°	0.9999	250000公尺
三度分帶	東經121°	1	350000公尺
六度分帶	東經123°	0.9996	500000公尺

橫麥卡脫投影的參數: 中央經線、中央經線尺度、橫坐標平移量

A few definitions

- **中央經線**：圓柱面與地球相切於一條子午線上，稱為中央經線。在這條經線上，投影面與地球表面是密合相切的，其圖形變形量最小。不同的投影帶，其中央經線也不同。
- **中央經線尺度**：中央經線與圓柱面相切密合，所以尺度為1，造成圖面其它地方均被放大。為了讓尺度變化較為均勻，於是將投影座標乘以某一常數，略為縮小，讓中央經線的尺度略小於1，逐漸往兩側放大，到投影帶邊緣則略大於1。這個常數即為中央經線尺度。
- **橫座標平移量**：為了避免讓中央經線西側座標出現負數，而將投影座標加上一個常數，即為橫座標平移量。

六度分帶(UTM)

The UTM system has been adopted for an area bounded by 80°S and 80°N latitude. It consists of 60 grid zones, each 6° of longitude in width (六度分帶).

Taiwan and Penghu islands lies in UTM zone 51 and 50 respectively.

UTM zone 50: West=114°E; East=120°E; Central meridian= 117°E

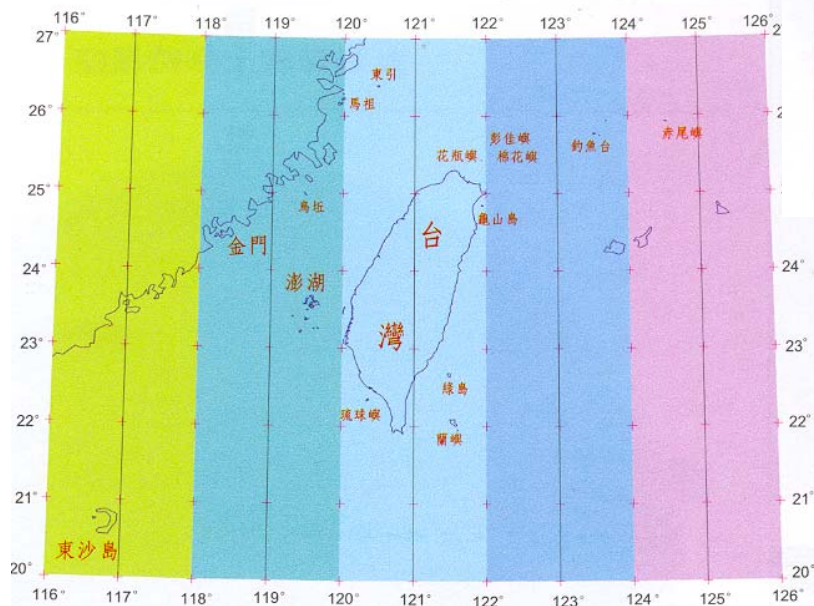
UTM zone 51: West=120°E; East=126°E; Central meridian= 123°E

二度分帶

二度分帶以二度分成一帶，是國人延伸UTM投影法，研發之平面座標。台灣、琉球嶼、綠島、蘭嶼及龜山島等地區為一帶(120°E~122°E)，其中央子午線為東經121度；澎湖、金門及馬祖等地區為另一帶(118°E~120°E)，其中央子午線定於東經119度。兩帶之座標系統皆向西推算250公里為Y軸，赤道為x軸(即赤道x=0)；中央子午線尺度比為0.9999。

- 臺灣地區從最西邊的東沙島、金門、澎湖，到最東邊的釣魚台，共計跨越5個二度分帶的投影帶，也就是有5個不同的坐標系統，中央經線分別是117°、119°、121°、123°與125°，分別表列與圖示如下：

中央經線	適用範圍	地區
東經117°	東經116° ~118°	東沙島
東經119°	東經118° ~120°	澎湖、金門、馬祖、烏坵
東經121°	東經120° ~122°	臺灣本島、綠島、蘭嶼、龜山島、琉球嶼、花瓶嶼、東引
東經123°	東經122° ~124°	釣魚台、彭佳嶼、棉花嶼
東經125°	東經124° ~126°	赤尾嶼



各投影帶以不同顏色標示：投影帶中央之黑色鎖線為中央經線

臺灣地區二度分帶投影帶分佈圖

TWD67 vs. TWD97

大地基準

台灣本島之2度TM座標系統有兩種大地基準：一為TWD67；另一為TWD97。不同的大地基準有不同的地球橢圓參數。TWD67 (TaiWan Datum)是內政部公告之坐標基準係引用國際上的 Geodetic Reference System 1967 的橢球體大小，坐標基準在埔里的虎子山 (台灣地區之各種比例尺的地形圖座標系統，大部分皆採用TWD67座標系統)。TWD97名字中的 '97' 是因為臺灣地區於 1997 年以 GPS 重新計算坐標基準，於 1997 年完成，他的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 的球體大小兩者可說相同。TWD97 的坐標基準與 WGS84 坐標基準兩者相差不大，約幾公分至數十公分。

座標轉換

TWD67與TWD97同樣定東經121度為 $x = 250,000$ m，赤道為 $y=0$ m，兩套2度TM系統的經緯線相差八百多公尺，兩者之間並沒有簡單的公式可供轉換。但若要求精度不高，則可概略以下列公式換算之：

97 to 67

$$67N=97N+205.915 \text{ m}$$

$$67E=97E-828.589 \text{ m}$$

67 to 97

$$97N=67N-205.915 \text{ m}$$

$$97E=67E+828.589 \text{ m}$$

二度分帶/經緯度互轉 <http://140.115.123.30/QUERY/xcord.htm>

臺灣地區像片基本圖第一版及第二、三版圖幅圖號對照表

說明

在黑色與紅色圖號重複地區：

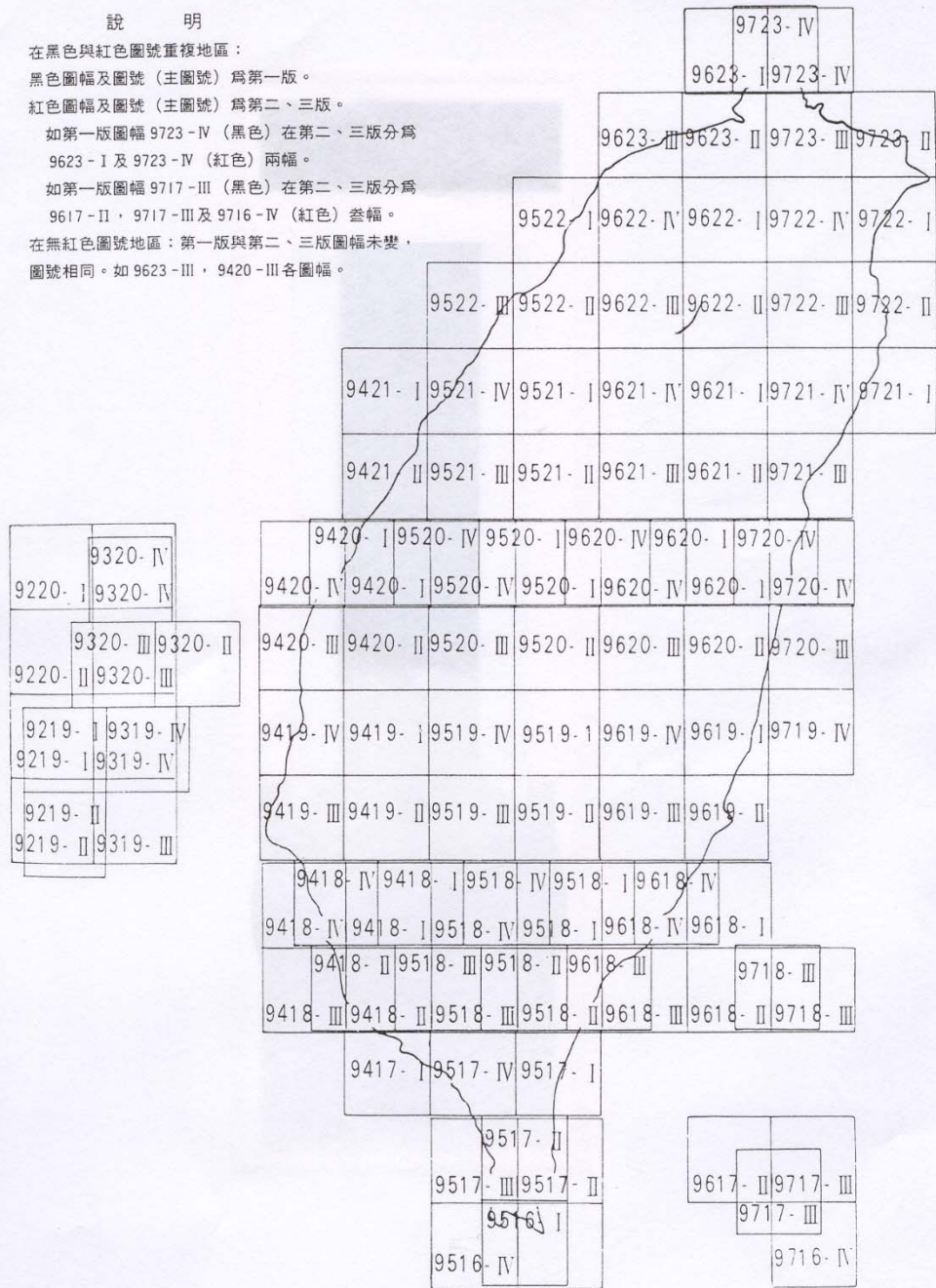
黑色圖幅及圖號（主圖號）為第一版。

紅色圖幅及圖號（主圖號）為第二、三版。

如第一版圖幅 9723-IV（黑色）在第二、三版分為
9623-I 及 9723-IV（紅色）兩幅。

如第一版圖幅 9717-III（黑色）在第二、三版分為
9617-II，9717-III 及 9716-IV（紅色）三幅。

在無紅色圖號地區：第一版與第二、三版圖幅未變，
圖號相同。如 9623-III，9420-III 各圖幅。



台灣地區地形圖

台灣地區共有十萬分之一、五萬分之一、二萬五千分之一、一萬分之一與五千分之一等比例尺的地形圖。其中一萬分之一與五千分之一為航空像片與地形圖結合而成，稱為”像片基本圖”。五千分之一的地形圖涵蓋海拔1,000公尺以下的地區，共有3,227幅。一萬分之一的地形圖涵蓋海拔1,000公尺以上的地區，共有564幅。

台灣地區像片基本圖說明

- **地圖投影**：橫麥卡脫投影，第一版苗栗以南，經差三度分帶，苗栗以北，經差二度分帶；第二、三版全為二度分帶。台灣本島以東經121度為中央子午線；澎湖地區以東經119度為中央子午線。
- **平面控制**：TWD67為基準，以南投縣埔里鎮虎子山三角點為原點。
- **高程**：台灣地區基本圖上之高程，自基隆平均海水面為零公尺算起；澎湖地區基本圖上之高程，則自馬公平平均海水面為零公尺算起。
- **等高線間隔**：1/5,000為5公尺；1/10,000為10公尺。

Graphic scale

Large scale map → R.F. > 1:75,000

Median scale map → 1:600,000 < R.F. < 1:75,000

Small scale map → R.F. < 1:600,000

Common scales in the metric system:

1:100,000 (1 cm = 1000 m)

1:50,000 (1 cm = 500 m)

1:25,000 (1 cm = 250 m)

1:10,000 (1 cm = 100 m)

1:5,000 (1 cm = 50 m)

5.3 等高線

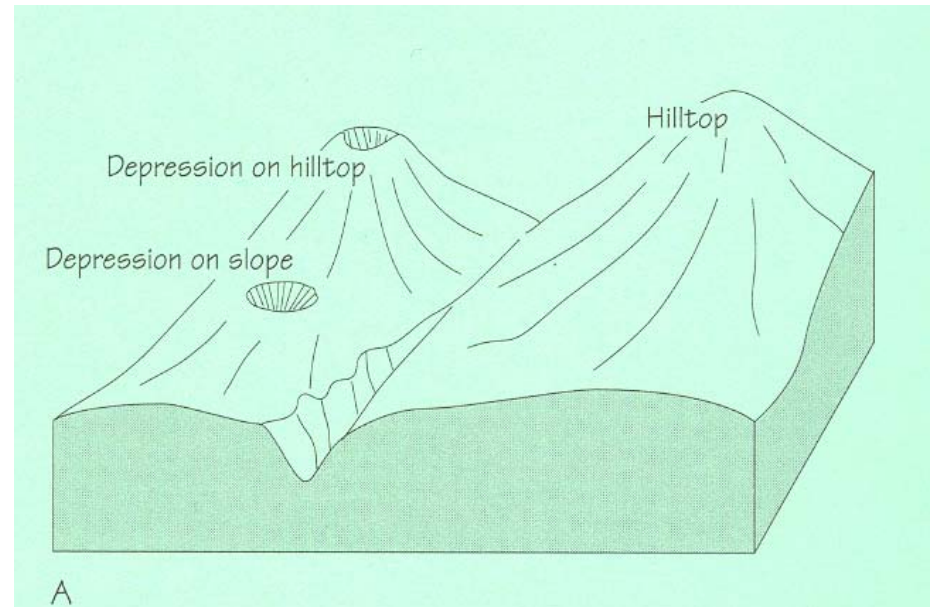
Visit: <http://reynolds.asu.edu/>. This website is authored by Steve Reynolds, a geology professor at Arizona State University. It contains numerous color photographs, 3D topographic maps etc.



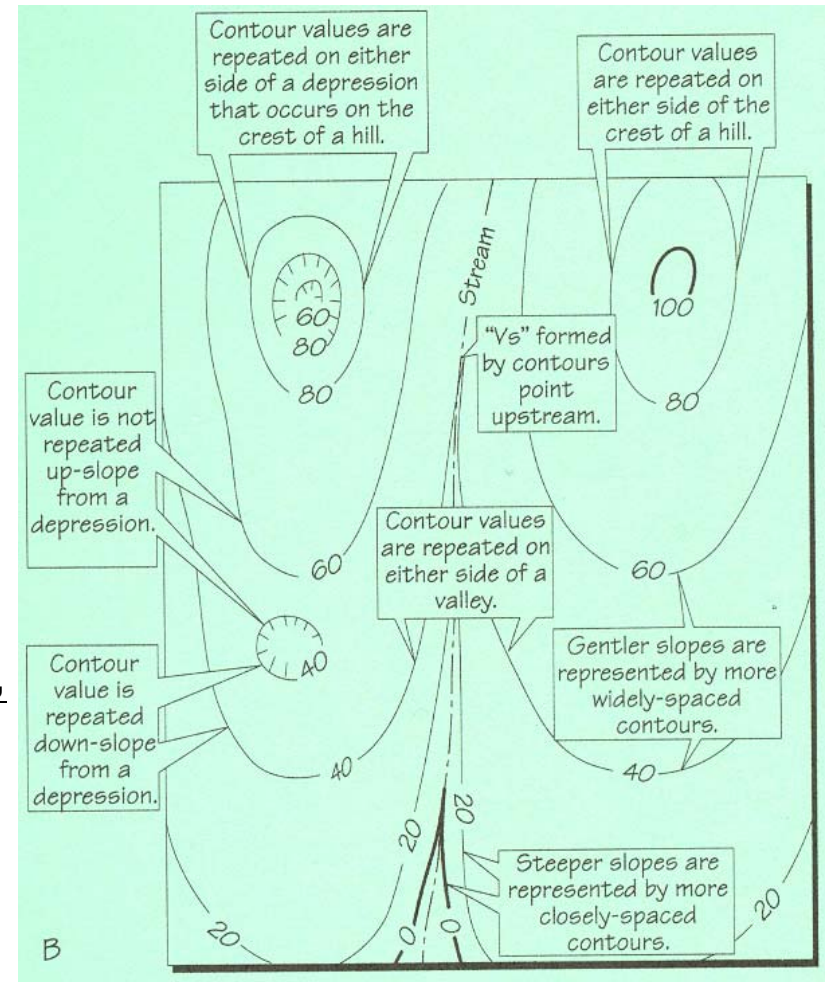
Rules for contour lines

Every point on a contour line is of the exact same elevation; that is, contour lines connect points of equal elevation.

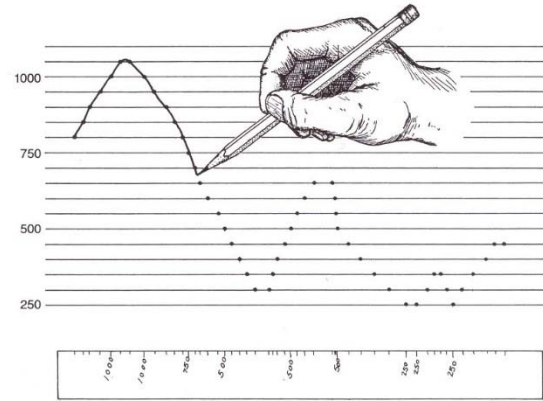
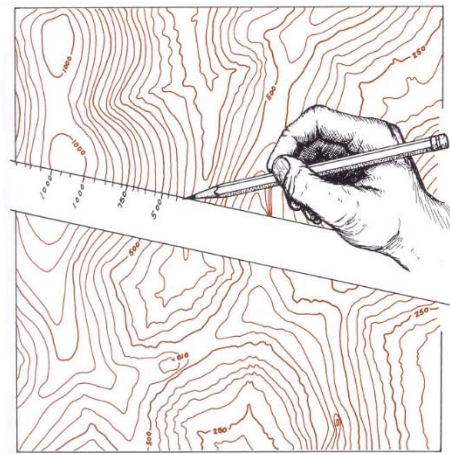
1. Contour lines always separate points of higher elevation (uphill) from points of lower elevation (downhill). You must determine which direction on the map is higher and which is lower, relative to the contour line in question by checking adjacent elevations.
2. Contour lines always close to form an irregular circle; but sometimes part of a contour line extends beyond the mapped area, so that you cannot see the entire circle formed.
4. The elevation between any two adjacent contour lines of different elevation on a topographic map is the **contour interval**. Often every fifth contour line is heavier, so that you can count by five-times the contour interval. These heavier contour lines are known as **index contours**, because they generally have elevations printed on them.



5. Contour lines never cross one another, except for one rare case: where an overhanging cliff is present. In such a case, the hidden contours are dashed.
6. Contour lines can merge to form a single contour line only where there is a vertical cliff.
7. Evenly spaced contour lines of different elevation represent a uniform slope.
8. The closer the contour lines are to one another, the steeper the slope. In other words, the steeper the slope, the closer the contour lines.
9. A concentric series of closed contours represents a hill.
10. Depression contours have hachure marks on the downhill side and represent a closed depression.
11. Contour lines form a V pattern when crossing streams. The apex of the V always points upstream (uphill).
12. Contour lines that occur on opposite sides of a valley always occur in pairs.



Constructing a topographic profile

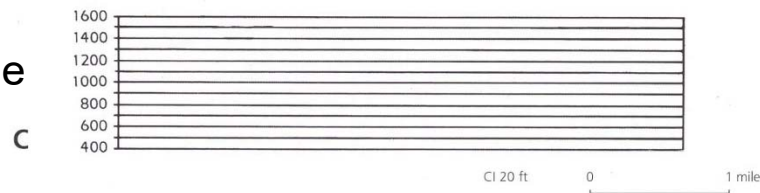


A



B

vertical scale = map scale



C

Hamblin & Howard (2001)