

地圖

地圖是地質學中必不可少的工具。地圖在地質學中與書面文本在文學研究中一樣重要。通過研究地圖，地質學家可以看到地球表面的形狀和地質，並推斷出隱藏在表面之下的地質結構。地質學家接受過地圖閱讀和地圖製作方面的培訓。許多地質學家都有繪製地球表面某些部分的經驗。

需要一些培訓才能熟練地閱讀地圖。您不會成為閱讀地圖的地質專家。但是，當您使用地圖來幫助您學習地質學時，將期望您提高地圖閱讀能力。

地形圖



圖 1. 黃石地圖。

甲地形圖（像在圖 1 中）是由地質學家使用的一種類型的地圖。地形圖顯示了土地的三維形狀和地球表面的特徵。遠足者，對分區和建築許可做出決定的規劃者，參與土地使用規劃和危害評估的政府機構以及土木工程師也使用地形圖。美國地質調查局繪製和發布的地形圖描繪了在行動中用於識別房地產位置的網格，因此房主和財產所有者有時會發現參考其所在地區的地形圖很有用。

大多數地形圖都是利用等高線來描繪海拔高度。等高線在垂直方向上揭示了平台的形狀，從而可以在二維紙或計算機屏幕上描繪平台的 3 維形狀。當您知道

如何讀取等高線時，可以在地形圖上查看它們，並想像地描繪出它們所描繪的山脈，平原，山脊或山谷。

地形圖在地質學中很重要，因為它們詳細描繪了地球表面。該表面視圖顯示了可提供有關該表面以下地質信息的圖案。

地球的地形是由表面過程（例如侵蝕或沉積）與內部地質過程（例如岩漿上升形成火山或沿著斷層推升的基岩脊）相結合而形成的。通過地形圖研究地球表面的形狀，地質學家可以了解給定區域中地面過程的性質，包括遭受滑坡的區域，遭受侵蝕的地方以及沉積物積聚的地方。他們還可以找到該地區潛在的地質結構和地質歷史的線索。

除了地形圖，要全面了解基礎地質結構和區域歷史，還需要完成地質圖和橫截面。地形圖提供了構建大多數地質圖的參考框架。

閱讀地形圖

閱讀地形圖需要熟悉它如何描繪土地的三維形狀，以便在查看地形圖時可以形象化土地的形狀。要閱讀地形圖，您需要了解輪廓線的規則。

等高線規則

- 等高線連接地圖區域上特定高程的所有點。例如，600 英尺輪廓線上的每個點都代表地球上一個海拔 600 英尺的點。您可以將等高線可視化為海岸線，如果海洋要覆蓋該海拔的土地，該輪廓線將存在。
- 所述輪廓間隔是垂直距離，也被稱為高度差，在相鄰輪廓線之間。在等高線間隔為 40 英尺的地圖上，彼此相鄰的兩條等高線之間的垂直距離為 40 英尺，而不管地圖上兩條線之間的水平距離如何。
- 等高線不會相交，因為地球表面上的點不能處於兩個不同的高度。（但是，在極少數情況下，在地形圖上顯示垂直懸崖的情況下，沿著懸崖的輪廓線可能看起來像是連接成一條線。）
- 閉合輪廓的圓通常表示丘陵。
- 沒有出口的凹陷由輪廓閉合的輪廓表示，短輪廓從輪廓中伸出並指向中心。（從輪廓線伸出的短線稱為陰影線，陰影線或刻度線。）
- 標準的美國地質調查局地形圖上的等高線是棕色的-例如在冰川表面上等高線是藍色的。

- 地圖上不在輪廓線上的點的海拔高度必須估計為大於其下方最近的輪廓線的海拔，並且小於其上方最近的輪廓線的海拔。例如，位於輪廓 5440 英尺和 5480 英尺之間的中點將位於大約 5460 英尺的高度。
- 等高線越過山谷時會向上游彎曲。這導致了“Vs 規則”：等高線越過河流時，輪廓線使 Vs 指向上游。
- 等高線靠近的地方，地勢陡峭。等高線分開的地方，坡度平緩或平坦。
- 景觀上的浮雕是兩個給定點之間的高程差。地形圖上的最大浮雕是地圖上最高點和最低點之間的高程差。

映射四邊形，緯度和經度

標準的美國地質調查局地形圖覆蓋了一個四邊形。地圖四邊形從東到西跨度為一度的經度，而從北到南則跨度為一度的經度。由於北半球的經度線（也稱為子午線）越靠近北極，它們之間的距離就越近，而緯度線在繞地球旋轉時保持相同的距離，因此四邊形圖在東邊的距離較小西到西比他們從北到南

緯度是一個點在地球赤道以北或以南的距離，以度為單位，從赤道的 0° 到兩極的 90°。指定緯度時，請務必註明其位於北半球（N）或南半球（S）。

經度是指東西經線向東或向西的最大距離（最高 180°）。本初子午線，經度為 0°，是一條貫穿英格蘭格林威特的南北線。指定經度時，請說明它是在西半球（W）還是在東半球（E）。

經線是經線，從南極延伸到北極，在兩極匯聚（匯聚在一起）。由於子午線在兩極匯合，因此每個極點附近的經度會越來越小。相反，無論距兩極或赤道有多近或多遠，緯度始終保持約 69 英里。

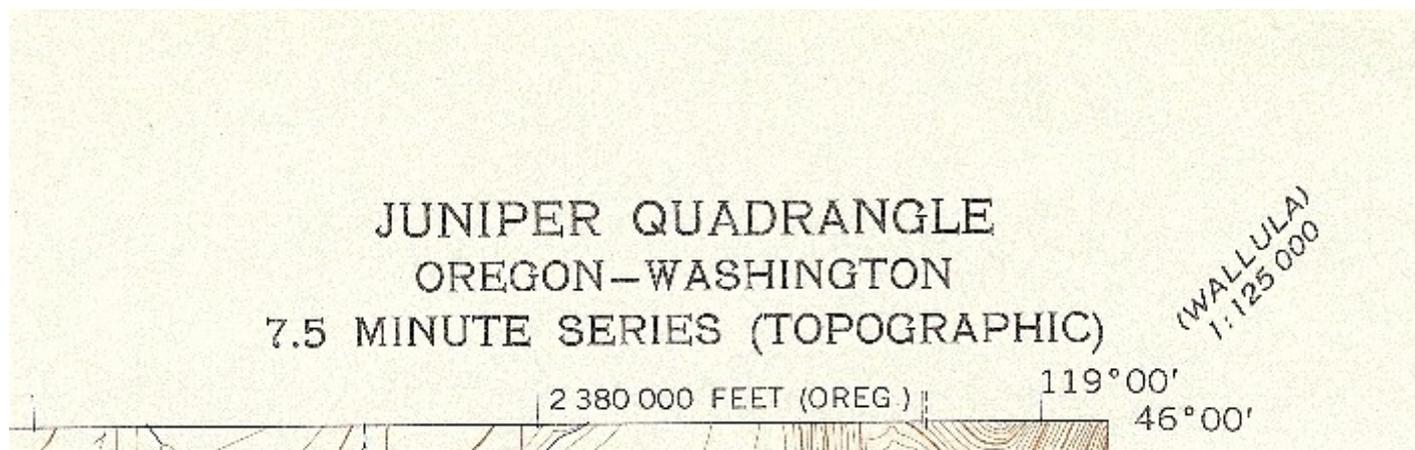
緯度和經度分為弧分和弧秒。在這種情況下，通常將它們稱為分鐘和秒，但是必須記住，這些分鐘和秒是角度單位，而不是時間單位。這些將角度分成較小部分的單元的工作方式如下：

1. 1 度中有 60 弧分。
2. 分鐘的符號是一個單撇號：'。
3. 在符號中，60' = 1° 表示 1 度有 60 分鐘。
4. 1 弧分分鐘內有 60 弧秒。

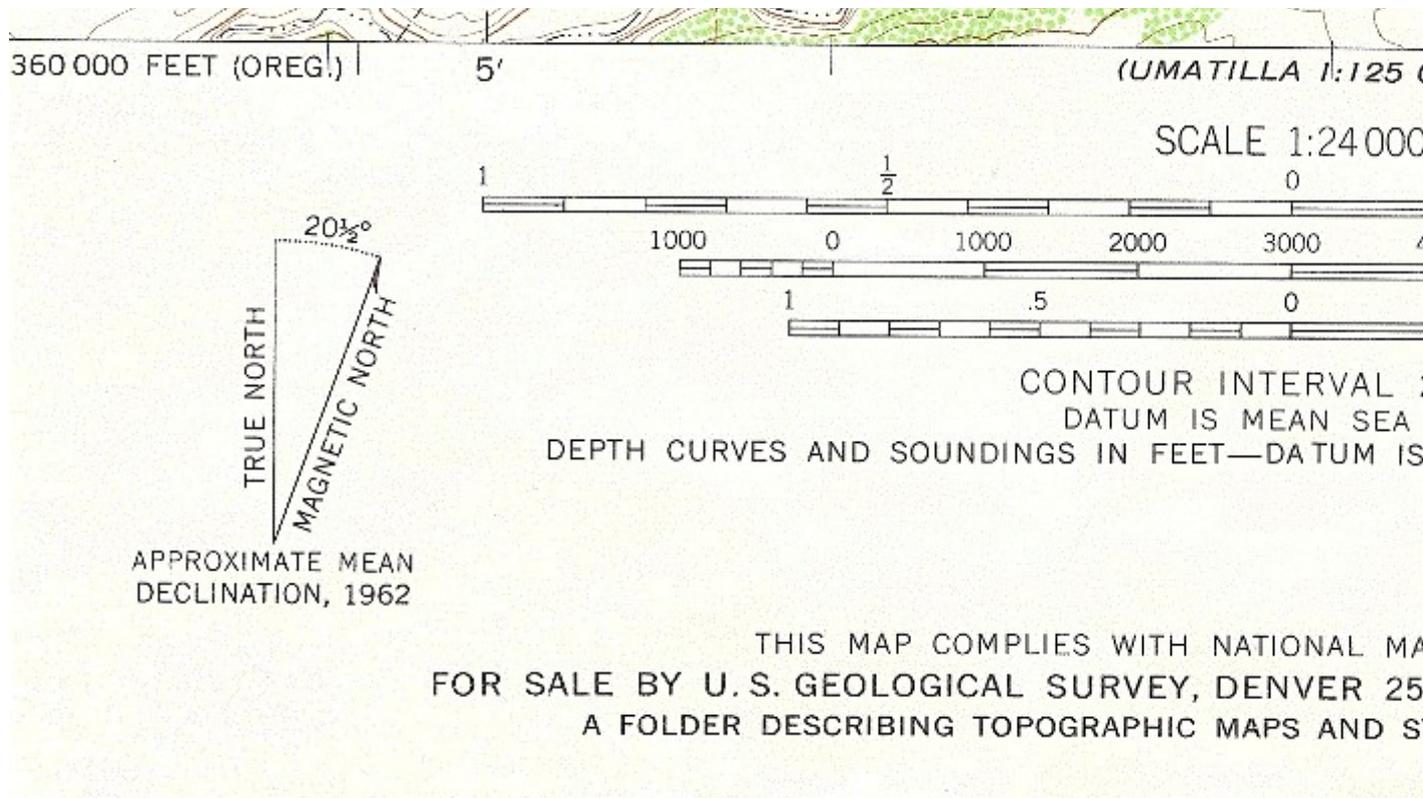
5. 要將弧分轉換為度的十進制分數，請將弧分的數量乘以 $1^\circ/60'$ 。例如，要將 $15'$ 轉換為度的小數部分，則 $15' \times 1^\circ/60' = 0.25^\circ$ 。用更簡單的術語來說，只需將弧分鐘數除以 60 即可轉換為十進制度。
6. 弧秒的符號是雙撇號或引號：“”。
7. 在符號中， $60'' = 1'$ 表示 1 分鐘內有 60 秒。

兩種常見的四邊形尺寸為 7.5 分鐘（ $1/8$ 度）和 15 分鐘（ $1/4$ 度）。

地形圖四邊形的名稱，大小和經度



地圖比例，等高線間隔和磁偏角



重要信息顯示在 USGS 四邊形地圖的底部，包括地圖比例，等高線間隔和磁偏角。上圖是從瞻博網絡 7.5 分鐘四邊形的底部開始的。它可以告訴您：

1. 地圖比例尺。地圖比例按比例列出為 1：24,000。這意味著地圖上的 1 英寸對應於地圖所代表的現實世界中的 24,000 英寸，或者 1 厘米等於 24,000 厘米；換句話說，地圖上的距離比實際大小縮小了 24,000 倍。在分數比例尺下，地圖比例尺也以不同的方式描繪，使用三個不同單位的條形比例尺。一種條碼刻度尺以英里為單位，一種以千英尺為單位，另一種以千米為單位。
2. 等高線間隔，即地圖上相鄰等高線之間的高程差，在地圖比例尺下方列為 20 英尺。
3. 還提醒您，地圖上顯示的海拔是高於地球平均（平均）海平面的海拔。
4. （您可能會注意到，該地圖對地形圖的處理有些不同尋常。它顯示了當哥倫比亞河在大壩後的水庫中倒流至正常水池表面海拔高度 340 時，在河面以下英尺處的哥倫比亞河深度。海平面以上。）
5. 在條形刻度的左側，磁偏角顯示為箭頭，該箭頭從朝向真實北向的線偏離。真正的北方是指向地理北極的方向。地理北極是地球自轉軸北端的位置。

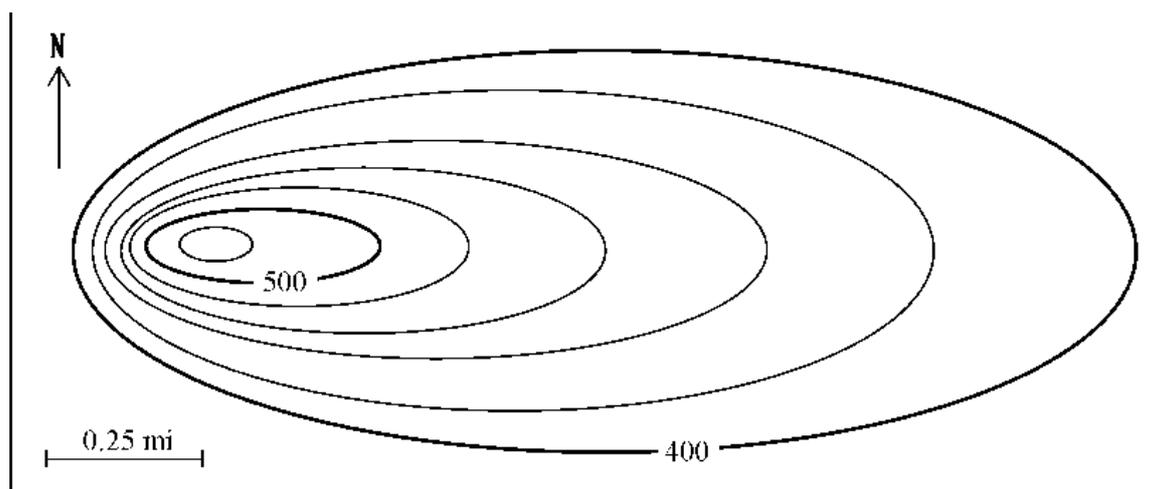
磁性北極位於加拿大東北部。1962 年，從 Juniper 四邊形測得的磁北極位於真北向東 20.5° 。如果您在 1962 年對 Juniper 四邊形使用了磁羅盤，它的向北箭頭將指向真北向東 20.5° ，因此您必須設置磁羅盤以補償磁偏角。磁北極每年徘徊幾英里，1962 年確定真北向東的磁偏角為 20.5° 。現在可能有所不同。

構造地形輪廓

可以用來從地形圖提取垂直信息並更清楚地看到其代表的地球表面形狀的重要工具之一就是地形輪廓。

地形輪廓的構建使您可以可視化景觀的垂直部分。地形輪廓類似於您站在地上時從側面而不是從上方看山丘和山谷時所看到的風景。

給定如下圖所示的地形圖，以下是構建地形輪廓的方法。



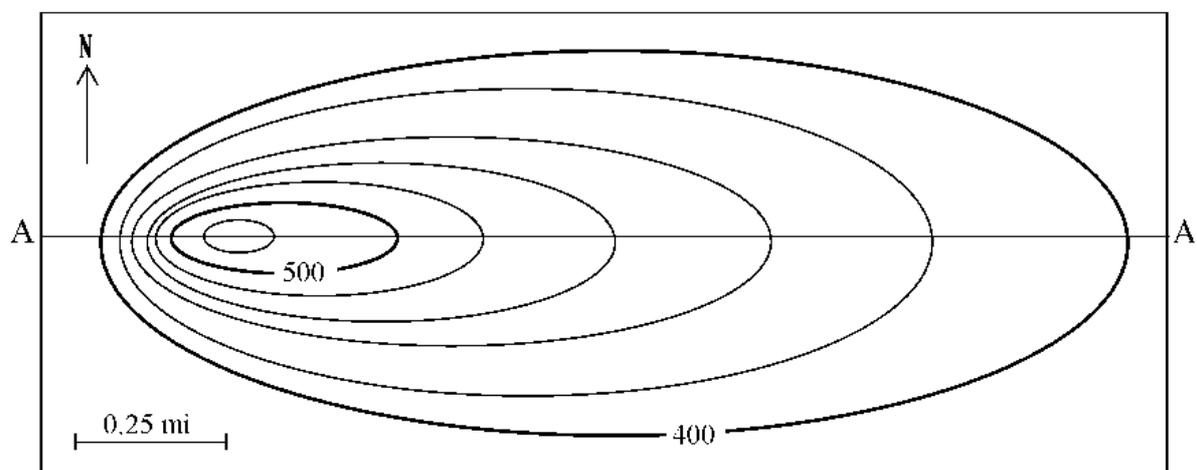
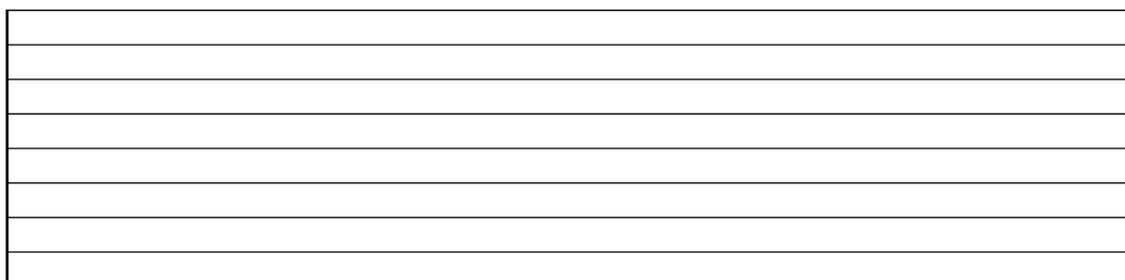
第 1 步

確定輪廓線，即您要在輪廓或橫截面視圖中看到的那部分地圖上的線。根據要在配置文件中看到的地圖的哪個部分，可以在所選地圖的任何部分上沿所選方向繪製輪廓線。對於本示例中使用的地圖，我們選擇如下圖所示從 A 到 A' 繪製輪廓，以查看輪廓中山丘的整個長度。

第 2 步

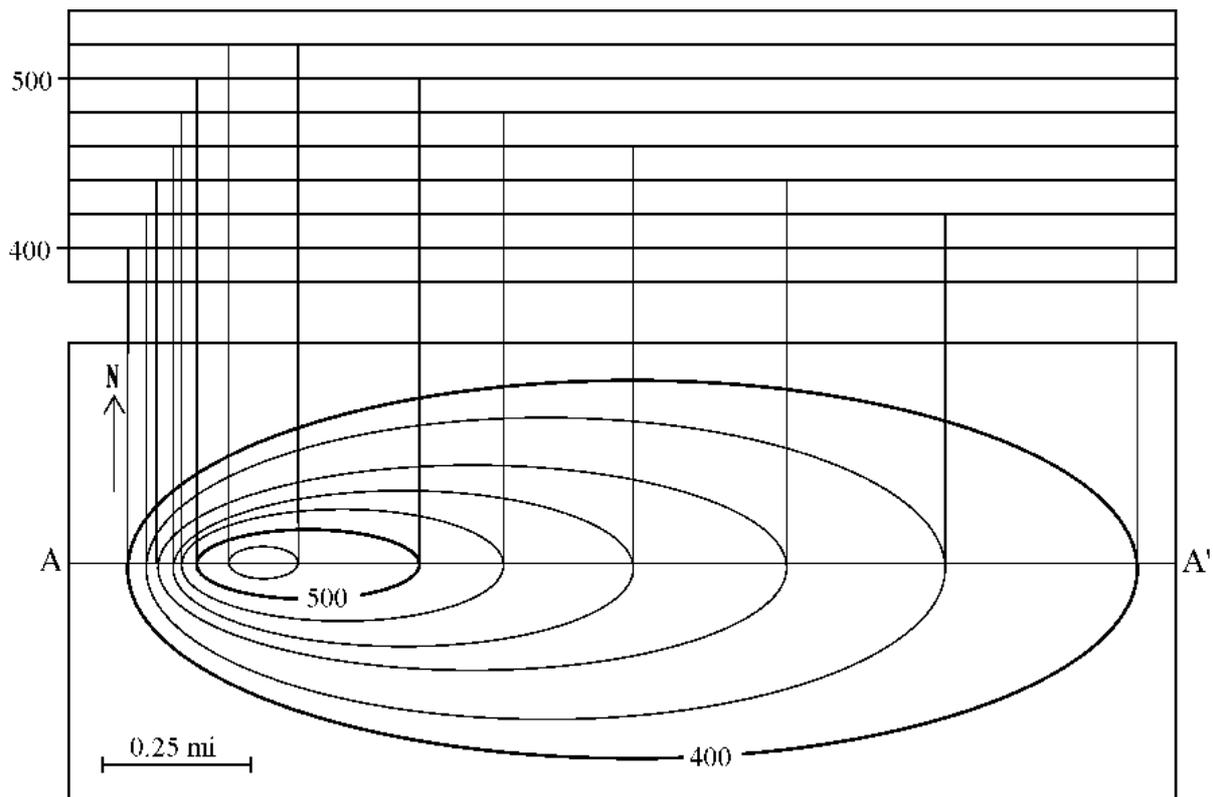
繪製一個包含輪廓的網格。網格的寬度應與輪廓線的長度相同。要繪製輪廓，網格必須與代表輪廓高程的均勻間隔的水平線相交。網格必須足夠高以覆蓋輪

廓線所跨越的輪廓線的高程範圍。您可以看到，如下所示的網格包括輪廓線在地圖上相交的高程範圍。此外，網格的底部和頂部必須有一條額外的水平線，以容納輪廓的最高輪廓線以上和最低輪廓線以下的部分。這就是為什麼下面的示例中的網格的海拔高度低於 400 英尺且高於 500 英尺。



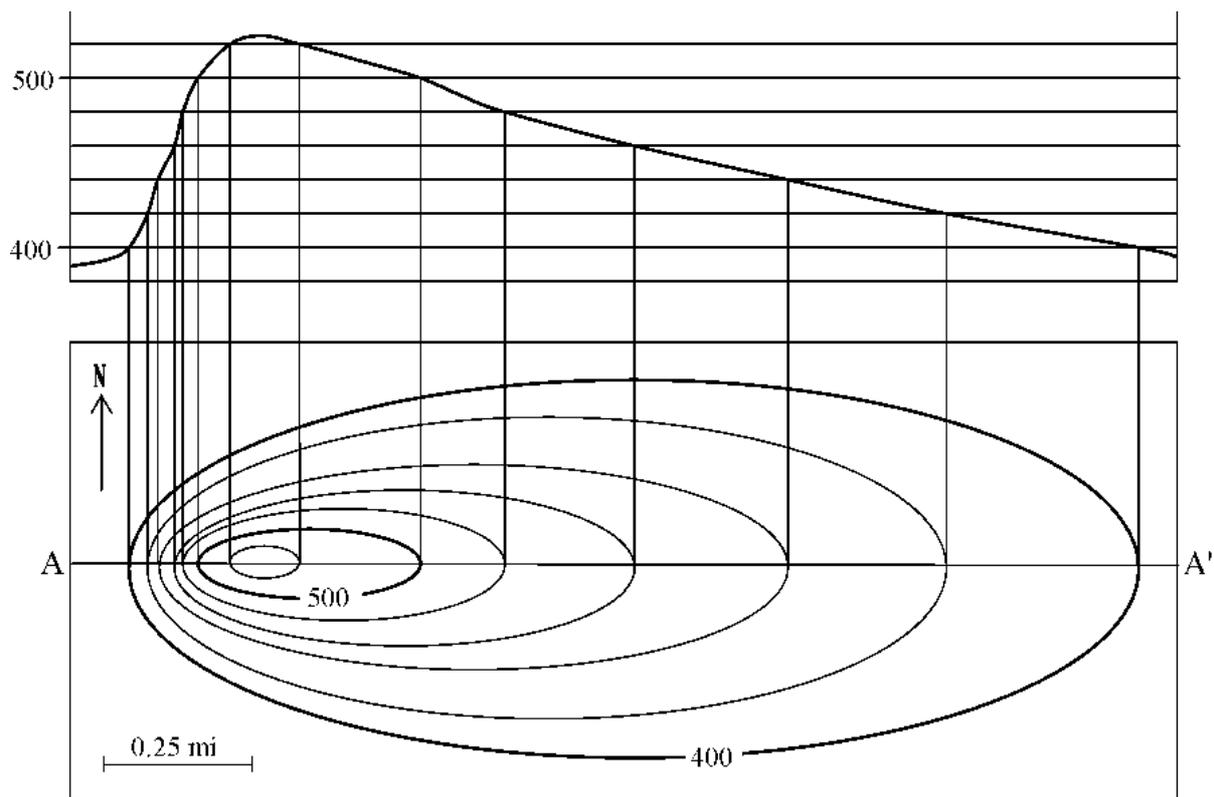
第三步

將輪廓高程從地形圖傳輸到輪廓網格。每個輪廓線與地形圖上的輪廓線相交的點確定了地形輪廓的網格上每個相應點的水平坐標。每個輪廓線的高程對應於輪廓網格上每個相應點的垂直坐標，如下圖所示。



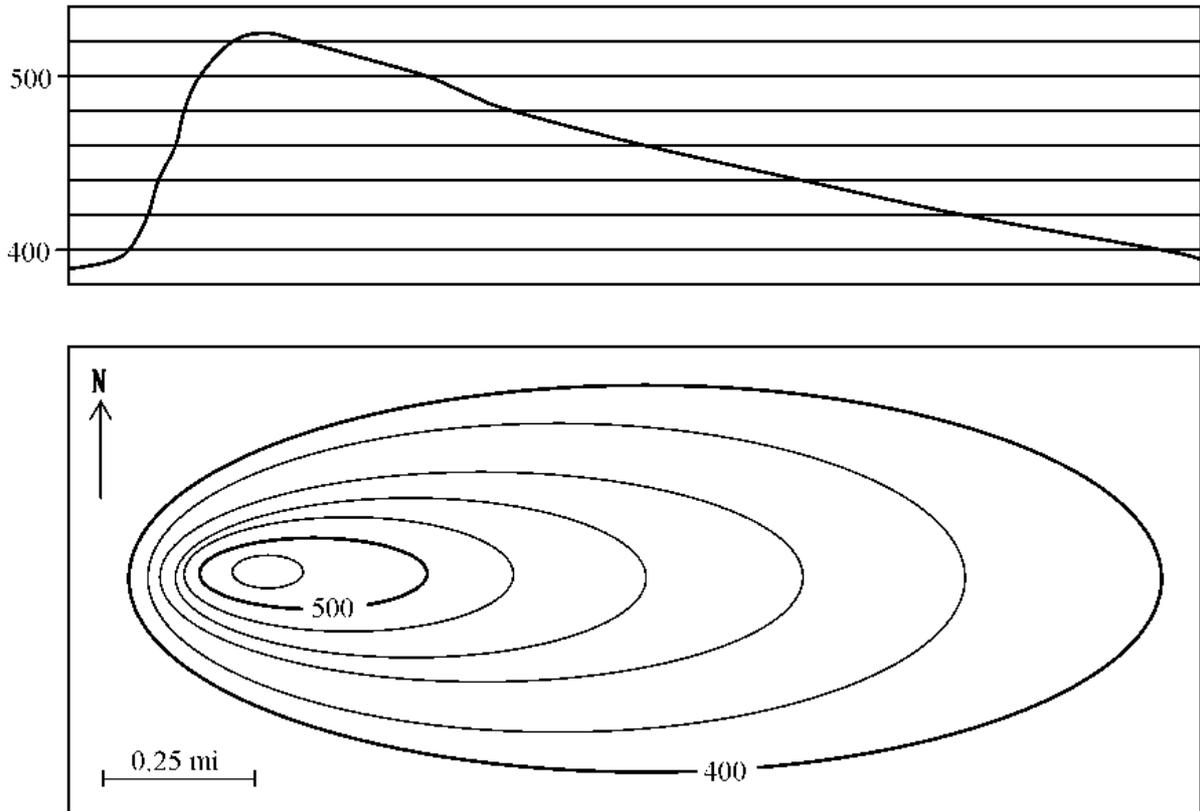
步驟 4

現在，您已經在輪廓網格上標記了高程點，繪製一條連接數據點的平滑線，如下所示。請注意，此輪廓的末端低於 400 英尺輪廓線高程，但它們不延伸至 380 英尺高程線，因為在地圖上輪廓線沒有達到 380 英尺輪廓線。另請注意，輪廓的頂部達到了一個高於 520 英尺但小於 540 英尺的峰值，因為輪廓線未與 540 英尺的輪廓線交叉。



第 5 步

完整的地形圖及其繪製的地圖如下所示。通常在不繪製地圖上任何線的情況下構造地形輪廓。取而代之的是，沿著輪廓線放置一張紙的邊緣，並將輪廓線數據傳輸到該紙的邊緣。從紙的邊緣，數據被傳輸到另一張紙上的配置文件網格。



請注意，在上面構造的地形剖面上，山峰位於 520 英尺以上，但低於 540 英尺。類似地，剖面的末端在 400 英尺以下但在 380 英尺以上。這與線路的這些部分的高程一致在地圖上的輪廓。

請注意，輪廓上的垂直比例與地圖上的水平比例有很大不同。在此示例中，地圖沿水平方向覆蓋 0.25 英里的距離小於輪廓線垂直覆蓋 100 英尺的距離。結果，在垂直方向極大地放大了地形輪廓。從山的側面實際看，它看起來不像我們建造的地形那樣陡。

如果在這種情況下地形輪廓上的垂直比例尺與地圖比例尺不同，則輪廓將顯示垂直放大率。可以計算出地形輪廓的垂直放大率。它是地形輪廓的垂直軸的小數比例，除以地圖的小數比例。例如，如果輪廓上的垂直比例為 1：200，地圖比例為 1：24,000，則垂直誇大為 $\frac{\left(\frac{1}{200}\right)}{\left(\frac{1}{24,000}\right)}$ (24,000 個) (200 個)。要除以小數，您可以求逆和乘積，因此這變為 $\left(\frac{1}{200}\right) \times \left(\frac{24,000}{1}\right) = \frac{24,000}{200} = 120$ (200 個) \times (1 個 24,000) = 20024,000 = 120。VE 為 120 的地形輪廓將是非常誇張的地形輪廓。好像是在垂直方向上拉伸了景觀的橡膠模型，直到其比實際

高 120 倍。

如果地形剖面的垂直比例尺與地圖比例尺不同，則應在剖面輪廓旁邊列出垂直放大比例，例如 $VE = 10$ 或 $VE 10x$ （如果垂直放大比例為 10）。

將輪廓與地形圖進行比較。您會看到山的西側（左側）比東側（右側）陡峭。這與等高線在山的西側間隔更近，在山的東側間隔更遠是一致的。這符合等高線的規則，即等高線間隔更近的地方，坡度更陡峭；等高線間隔更大的地方，坡度不那麼陡峭。

如果從山頂的北到南繪製輪廓，您認為該輪廓是對稱的還是不對稱的？

完整地形圖的清單

正確繪製的地形輪廓將具有以下屬性：

- 在具有均勻間隔的網格線的直線圖形上繪製地形輪廓。（不需要垂直網格線。）
- 高程線沿左側的垂直軸標記。
- 輪廓是一條平滑的曲線，其坡度會發生變化，而不是連接點並僅在點處彎曲的直線段。
- 如果輪廓上的垂直比例尺與地圖比例尺不同，則會列出最終的垂直誇張量。
- 地形輪廓的端點和任何高點或低點應在高程線之上或之下，而不是在高程線上，除非在輪廓線的端點，高點或低點恰好落在輪廓線上的情況下線。

水深圖

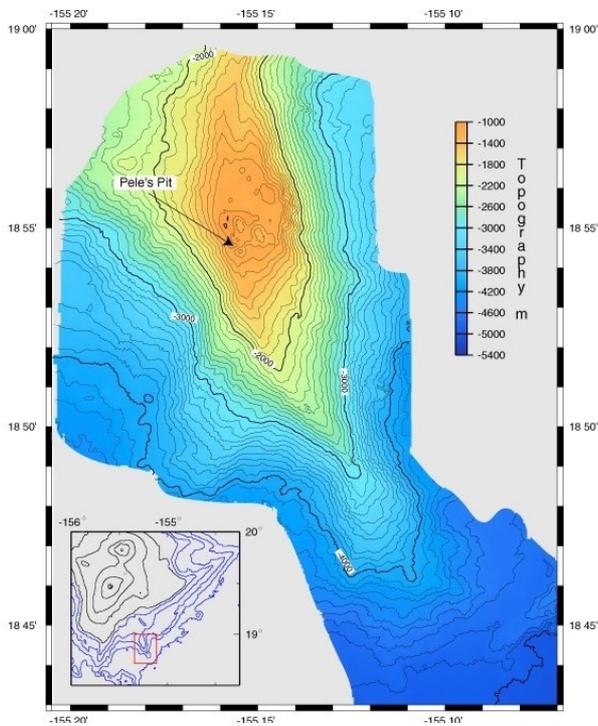


圖 3.在夏威夷基拉韋厄火山火山側面生長的 Loihi 火山。插圖中的黑線表示海平面以上的陸地表面，藍線表示海平面以下的地形。點擊圖片查看大圖。

甲測深圖就像是一個地形圖與表示海平面以下的深度，而不是高度以上的輪廓線。靠近海平面的數字低，隨著深度增加。

基拉韋厄火山是夏威夷海拔最高的最年輕的火山。基拉韋厄（Kilauea）的側面還有一個更年輕的火山，稱為 Loihi。圖 3 中所示的測深圖顯示了 Loihi 的形式。

地質圖

甲地質圖示出了區域的地質特徵（參見，例如，圖 4）。岩石單位採用顏色編碼，並在鍵中進行標識。斷層和褶皺也顯示在地質圖上。地質疊加在地形圖上，可以更全面地查看該區域的地質情況。

地質圖顯示可繪製的岩石單元，覆蓋岩石的可繪製的沉積物單元以及諸如斷層和褶皺之類的地質結構。岩石或沉積物的可繪製單位是地質學家可以一致地識別，追蹤景觀並進行描述的單位，以便其他人能夠識別它並驗證其存在和身份。可映射的單位在地理區域的基礎地圖上顯示為不同的顏色或圖案。

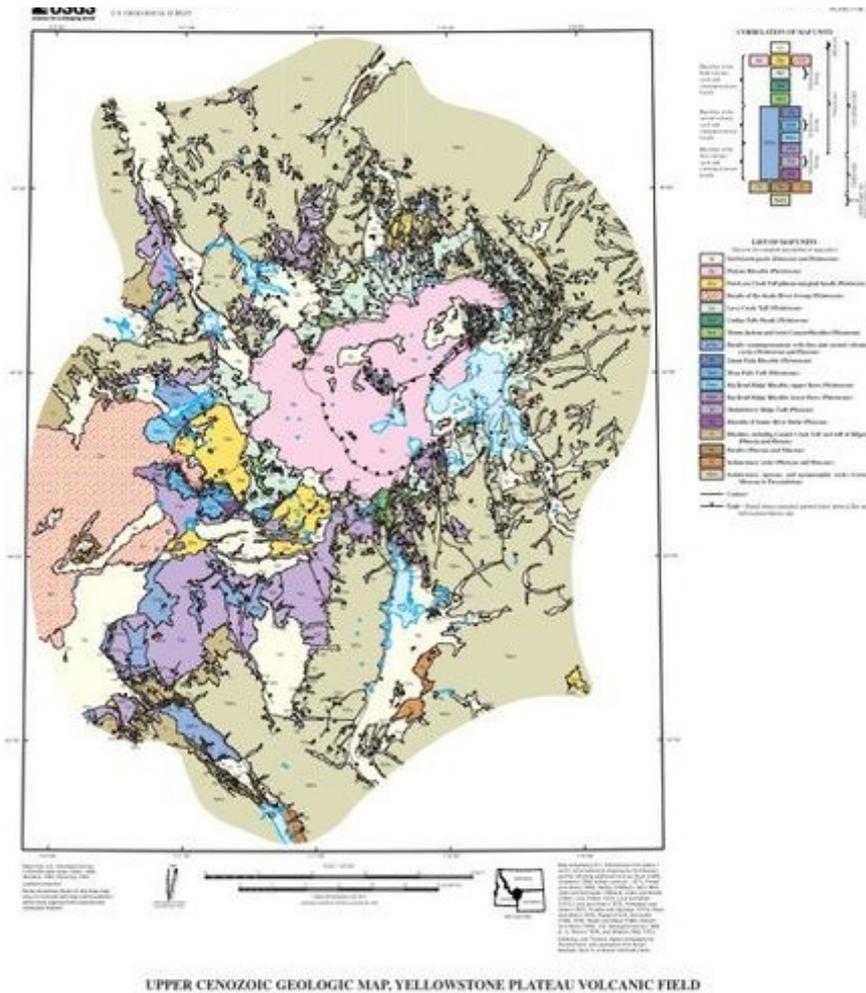


圖 4. 黃石國家公園舊忠實地帶周圍地區的地質圖。

地質圖很重要，原因有二。首先，隨著地質學家繪製地質圖以及相關的解釋和橫截面，他們對給定區域的地質和地質歷史有了理論上的理解。

其次，地質圖是諸如分區，土木工程和災害評估等實際應用的重要工具。地質圖對於發現和開發地質資源也至關重要，例如，礫石可幫助您修建行駛的道路，石油為您行駛的汽車提供動力，或者鋁質材料可為您的下一輛汽車建造更省油的發動機。在地質地圖的基礎上開發的另一種資源是地下水，許多城市，農場和工廠都依賴於地下水來使用它們。

地質圖的基本組成

完整的地質圖至少具有兩個特徵：

- 地圖本身
- 地圖圖例或說明地圖上所有符號的鍵。

專業地質圖通常還具有其他兩個組成部分：

- 岩石或沉積物單元的隨附說明
- 地圖區域的地質剖面。

地質圖的圖例或鍵通常與地圖印在同一頁面上，並遵循慣用格式。每個岩石或沉積物單元的符號顯示在其名稱和簡要說明旁邊的框中。這些符號按年齡順序排列，從底部的最舊到頂部的最小。密鑰中每個岩石單元都列出了地質年代或時期或時代（地質年代）。通過按年齡順序從上到下從最年輕到最老在下依次堆疊單位，並確定每個單位所屬的地質時間間隔，地圖閱讀器可以快速查看每個岩石或沉積物單位的年齡。地圖密鑰還包含地圖上顯示的符號的列表和說明，例如不同類型的斷層和褶皺的符號。

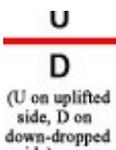
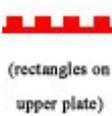
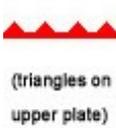
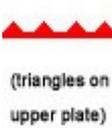
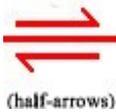
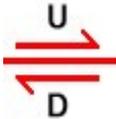
地質圖符號表

罷工和浸水符號

敲擊和傾斜是在二維地圖上表示平面的三維方向的一種方式。打擊是平面上水平線的羅盤方向。平面上的所有水平線都具有相同的特徵羅盤方向。傾角是指飛機從水平面向下傾斜的角度，即其最大傾斜度，它與走向成直角（90°）。

地圖符號	定義	符號說明
	除水平床或垂直床以外的其他床的撞擊和傾斜	<ul style="list-style-type: none">• 打擊（較長的線）是鋪墊平面上的水平線• 平行地層岩石之間的接觸• 傾斜顯示床下坡的方式• 傾角，傾角符號結尾的數字是床從水平向下傾斜的
	臥床	<ul style="list-style-type: none">• 因為床是水平的，所以它可以全方位撞擊• 因為床是水平的，所以傾角是0%
	垂直床的走動和傾斜	<ul style="list-style-type: none">• 打擊（較長的線）是鋪墊平面上的水平線• 因為床是垂直傾斜的（傾斜度為90%），所以它在地以直角傾斜以撞擊，因此顯示傾斜線在兩個方向上都延

地質斷層符號

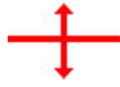
故障類型	地圖符號	定義	區域壓力類型	地質協會
正常		壁掛向下，底盤向上	張力	<ul style="list-style-type: none"> • 地殼伸展 • 板塊邊界 • 霍斯特和 • 盆地和山
分離		低角度正斷層，下盤一片麻岩，上盤一淺殼岩石	張力	<ul style="list-style-type: none"> • 變質核復
推力		掛牆向上，下牆向下	壓縮	<ul style="list-style-type: none"> • 地殼壓縮 • 會聚板塊
逆轉		大角度（傾角大於等於45°）推力故障	壓縮	<ul style="list-style-type: none"> • 地殼壓縮 • 會聚板塊
走滑		兩側的岩石沿相反方向水平移動	剪力	<ul style="list-style-type: none"> • 大陸邊緣直) 板塊交匯 • 變換板塊
斜滑		結合水平和垂直運動	組合	<ul style="list-style-type: none"> • 造山帶 • 大陸邊緣直) 板塊交匯

地質折疊符號

折疊類型	地圖符號	定義	地圖視圖中床的外觀
------	------	----	-----------

地質折疊符號

背斜



向上折

- 大致平行的條紋
- 偏離中心（遠離軸）
- 中心最古老（沿軸）
- 距離中心最遠的最年輕

背斜下降



傾斜軸向上折疊

- 大致為U形的圖案
- 朝U點跌落
- 中心最古老（沿軸）
- 距離中心最遠的最年輕

同步線



下折

- 大致平行的條紋
- 向中心傾斜（向軸方向）
- 距中心最遠的地方
- 中心最小（沿軸）

同步線暴跌



傾斜軸向下折疊

- 大致為U形的圖案
- 跌落到U方向打開
- 距中心最遠的地方
- 中心最小（沿軸）

單線



地層向一個方向傾斜

- 都朝同一個方向傾斜

結構圓頂



層狀岩石中的向上凸起

- 大概是牛眼圖案
- 偏離中心
- 中心最古老
- 距離中心最遠的最年輕

地質折疊符號

結構盆地



層狀岩石中的向下凸起

- 大概是牛眼圖案
- 向中心傾斜
- 中心最小
- 距中心最遠的地方

岩石單位的說明通常在地圖隨附的單獨小冊子中給出。這些解釋包括足夠詳細的描述，以使任何地質學家都能夠識別這些單位並了解其年齡是如何確定的。

如果包含橫截面，則通常將其與地質圖印在同一頁上。它們是地質圖的重要伴奏，尤其是當該地圖著重於土壤和疏鬆沉積物下方的基岩的地質時。