

地球物理實習課程：磁力測勘

課程	磁力測勘實習
英名	geomagnetic survey practical training
時數	2 小時 (含儀器解說及野外施測)
方法原理	<p>地球磁場的基本要素包括地磁場總強度、水平分量、南北分量、東西分量、垂直分量、磁偏角及磁傾角。通常以地磁場總強度、磁偏角與磁傾角來描述某一點的地磁場大小與方向。地球磁場約為 2.5 至 6.8 萬 nT。磁力測勘觀測地磁場的微量變化，單位為伽瑪 (γ) 或奈特斯拉 (nT)，$1\gamma = 1\text{nT} = 10^{-5}$ 高斯。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>早期的磁力測勘都為探測金屬礦體，現在則常用於測勘沉積岩厚度、基盤面起伏、沉積岩中之火成岩侵入等。</p> <p>磁力測勘與重力測勘流程類似。在野外進行磁力測勘須紀錄測站的經緯度、高程、時間和地磁場總強度。將測站的觀測值，扣除理論磁力值、日變化修正、時間修正、高程修正，就可以得到磁力異常圖(magnetic anomaly map)，代表地下地質構造所造成的磁力異常效應。相較於重力，磁力對測點位置比較不敏感，故磁力修正較簡單：</p> <p>磁力異常值= 地磁場總強度觀測值-全球地磁參考場-日變化修正-時間修正-高程修正</p> <p>全球地磁參考場：國際空中磁測及地磁學會(IAGA)每五年會公佈國際的地磁參考場(IGRF)。</p> <p>日變化修正：台灣地區的日變化量大約為 10 ~ 50nT，通常以最近測勘區的地磁固定站來進行日變化修正。</p> <p>時間修正：由於地磁場隨著時間不斷的改變，要將所有的觀測資料修正到同一時間點。</p> <p>高程修正：由 IGRF 的模型中得知，全磁場的垂直向梯度約為 -2.3nT/100m，也就是測點高度每上升 100 公尺，磁場強度變小 2.3nT。</p>

磁力異常資料可利用延伸法和微分法進行地下不同深度異常分析。另外採用二維的富利葉轉換(2DFFT)，計算居禮溫度面和磁性基盤面深度。磁性基盤面代表地下磁感率較強的地層，在構造高區的磁性基盤面較淺。居禮溫度面的深度表示地下有效磁場的最深深度，低於該面深度則因為地溫達到居禮溫度(Curie point)物質的磁性將會消失。居禮溫度面越深，表示該區域的地溫梯度較小。通常在有地熱存在的地區，其居禮溫度面會較淺，古老地盤地區的居禮溫度面則會較深。台灣地區的居禮面深度約在 10 幾公里。

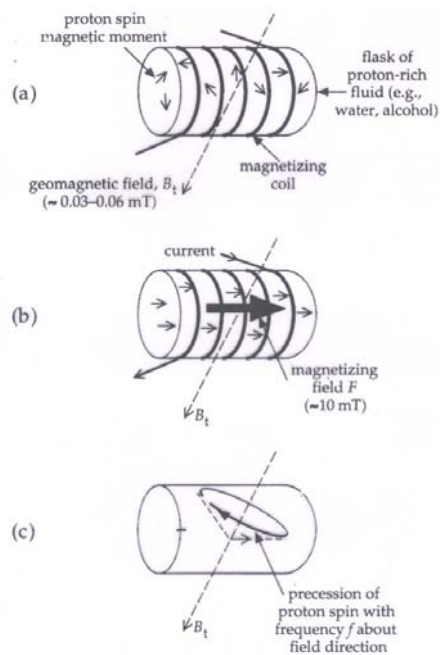
儀器

磁力測勘通常是利用質子進動式磁力儀 (proton-precession magnetometer) 量測地球磁場總強度。質子磁力儀是利用碳氫類液體中氫原子裡的質子或中子旋轉來量測地球全磁場。碳氫液體如水、煤油、酒精中的質子當作既小且旋轉的磁偶極，這些質子被極化線圈裡的規則電流所產生的磁場極化而排列。當電流移去，則會順著地球磁場的方向自旋，旋轉頻率 (f) 與地球磁場 (B_t) 有關：

$$B_t = \frac{2\pi}{\gamma_p} f \quad \gamma_p = 2.67513 \times 10^8 \text{ s}^{-1} \text{ T}^{-1}$$

質子進動磁力儀精確度為 0.1nT。

質子磁力儀感應器原理



質子進動式磁力儀



磁力野外觀測



直升機拖掛三軸拖鳥進行空中磁測



利用三軸線圈可以設計磁通量三分量磁力儀 (flux-gate magnetometer)，量取地磁場三分量。在人煙密集地區，近地表人為磁場雜亂，不利磁測，或者深山不易到達的地區，都可以實施空中磁測，將磁力儀拖掛在飛機下後方幾十米處，稱為「拖鳥」(bird)，進行網格狀交叉飛行路線觀測。空中磁測的經度可達 0.01 nT，優於地表磁力觀測的精度 1 nT，用於彌補因離地較遠造成觀測值較小之缺憾。

施測

1. 受外在磁場雜訊干擾影響很大，需遠離高壓電塔(線)、房舍、鐵公路等。
2. 施測人員身上不能有金屬物品，如皮帶扣、手機、硬幣等。
3. 磁暴期間避免從事磁力測勘。