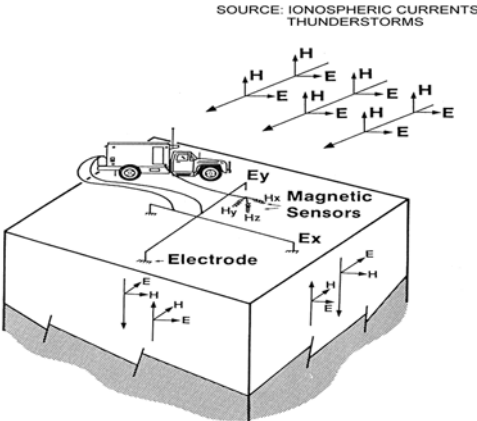
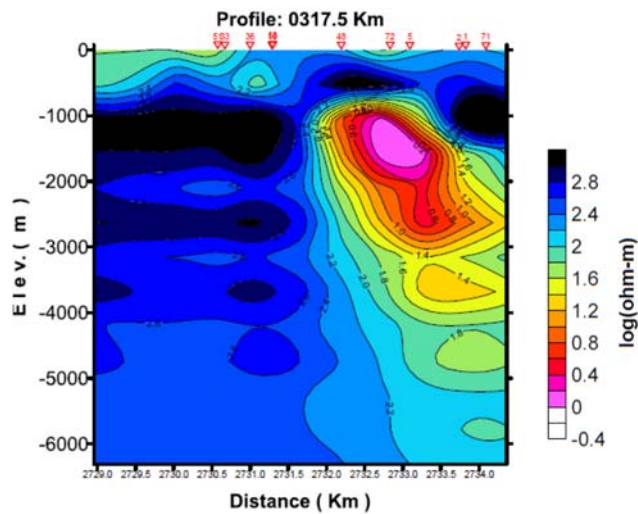


地球物理實習課程:大地電磁測勘

課程	大地電磁測勘實習
英文名稱	Practical Training for Magnetotelluric Surveys
時數	2 小時(含儀器解說及野外施測)
方法原理	<p>大地電磁法（簡稱 MT 法），係將量測地球磁場的地磁法（Geomagnetic Method），與用以量測地球電場的地電流法（Telluric Current Method）合併組成，可以直接量測大地之電阻率。MT 法波源包括：1) 頻率大於 1HZ 之遠方雷電所產生的電磁場； 2) 頻率小於 1HZ 之太陽風帶電粒子與地球磁場作用所產生的電磁場，在電離層與地表間重覆反射後，以平面波型式入射進入地球內部。此兩種自然作用所產生的天然電磁場，含寬廣頻率而且低頻部份能量大，可以穿透很深的地層，當地層的導電性質有差異時，便會引發不同程度的次生電磁場訊號。透過在地表量測大地電場與磁場，可據以分析不同頻率(深度)地層的導電性質，得到電性地層構造。</p> <div style="text-align: center;"> <p>SOURCE: IONOSPHERIC CURRENTS THUNDERSTORMS</p>  $\begin{bmatrix} \mathbf{E}_x \\ \mathbf{E}_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{xx} & Z_{xy} \\ Z_{yx} & Z_{yy} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{H}_x \\ \mathbf{H}_y \end{bmatrix}$ <p>Z 為阻抗與頻率有關</p> </div> <p>大地電磁探測方法收取兩個正交方向的電場 E_x 以及 E_y (通常野外定義 E_x 為南北方向；E_y 為東西方向) 及三個正交方向的磁場 H_x、H_y 以及 H_z (通常野外定義 H_x 為南北方向；H_y 為東西方向；H_z 為垂直向下入地表)，由電場及磁場的寬頻資料可推算出視電阻率，而寬頻視電阻率可逆推出地下電阻率構造。</p> <p>與傳統之地電阻法比較，大地電磁法施測時，只需要一小塊範圍設置電位極與磁場感測線圈，故現場施測不易受地形地物影響，且其探測深度可深達數百公尺，甚至數公里，很適合應用於深部大區域的地質調查或資源調查工作。</p>

大地電磁測勘所獲之二維地下電阻率分布



儀器

大地電磁探測儀器之基本組成為電場感測器、磁場感測器及數據紀錄儀。電場感測器之構造為金屬-金屬鹽溶液電極瓶，其特性為雜訊小、極化電位差穩定、及高靈敏度，常見的有：鉛-氯化鉛、鎘-氯化鎘以及銅-硫酸銅，封裝多由素燒瓷罐或半滲透之塑膠罐等。電場接收器的接收品質主要受到三個特性影響：電場接收器的雜訊頻譜範圍、溫度係數以及極化程度的長時間穩定性。

磁場感測器之構造為三根感應線圈(磁力棒)，一根感測一個方向，因解析度和內部的銅線圈數及內置之前置放大器有關，長度越長雖然越重，但可感測更低頻率(深度)訊號，磁力棒所感測的是瞬時的磁力變化，與磁力儀不同。

資料紀錄儀將感測器收到的 x, y, z 三分量電場與磁場訊號分別記錄，具有以下特性：

1. 紀錄長度：大地電磁探勘深度可達 1 公里以上或更深，因此使用最低頻率信號為 0.001Hz 左右，為了提高解析度降低誤差，一般要求包含至少 10 個週期信號，因此 10(個) \times 1000(s)即 10000 秒(約 3 小時)以上。一般需連續觀測 10 小時以上。
2. 各感測器的放大程度、精確度、靈敏度、相位及振幅有一致性。
3. A/D 轉換器需要滿足最高頻率信號的採樣要求。
4. 系統的雜訊最小化，有高/低通濾波器，濾掉不需要的雜訊。
5. 儀器方便攜帶、模組化、操作簡單、堅固耐用、方便維修，可適應各種環境。
6. 在 12V 電池支持下能於野外持續監測 1-7 日以上。

GPS 磁力棒(低頻) 紀錄器 電位瓶 磁力棒(高頻) 電纜線



施測

1. 以台灣地區而言，地狹人稠，尋找完全沒有干擾的測點非常困難，選擇測點時，以盡量避開人文活動區為主要考量，施測地點需遠離干擾源(如高壓電線、繁忙鐵公路與工廠等建物)至少 500 公尺以上，測站應選擇地形平坦、地貌簡單、廣闊空曠等地區，以利施工及擺設儀器，若有地形起伏，兩電極的落差須小於電極展距的 10%。
2. 在每個測點施測時，電磁場水平分量 E_x 、 E_y 與 H_x 、 H_y 必須互相正交，並注意測量二水平軸必須相互垂直，一般 x -代表正北 N， y -代表正東 E。原則上，依據地形不同，可依照實際情況旋轉主軸 x - y 方位，但旋轉角度不宜超過 ± 45 度，如已預知構造走向，則主軸 x - y 擺設可與構造接近平行擺設。 x 、 y 之定位，可藉由具修正磁偏角的指北儀來量測。每方向長度 100 公尺以上，以避免區域性的干擾。
3. 電極點挖約 50 公分深的圓洞，倒入泥漿電解液(通常為加入皂土的飽和食鹽水，皂土是為了保持長時間的保水性)，放入電極並掩埋。連結電極的電纜線避免碰到會震動的物體，以減少雜訊，例如樹木、草叢等。
4. 磁場感測器置於某一象限內並與主機連接，其中， H_x 、 H_y 為水平放置， H_z 為垂直埋設地表下。挖南北及東西向槽溝，將二水平磁力棒水平置入並掩埋，再挖約 50 公分的洞，將垂直磁力棒垂直置入，以水平儀確定為垂直。
5. 全部三條磁場感測器與三條電位瓶之電纜線接上主機，主機接上電池。電腦連接上主機，檢查資料是否正常(或用三用電表觀察紀錄電位瓶交流電壓、直流電壓與背景電阻值)。主機最好架設在陰涼處，避免直接日曬雨淋。
6. 紀錄測量地點附近的所有可能影響電磁場的環境情況並拍照，例如河流或建物，以及時間日期，方便日後資料處理判斷。
7. 暫離測站讓儀器長時間記錄之前，再次檢查各條電纜線連接線是否交錯。重複檢查上述項目是否確實完成，如果可能，將所有電纜線埋設於地下，避免干擾。
8. 資料收集完成後，將資料傳輸至手提電腦，立即進行初步資料處理與分

析，判別資料品質。

9. 將儀器回收，並盡量還原環境。

10. 回到實驗室後，將儀器清洗乾淨並歸位，妥善保存，主機及磁場感測器放回收納箱，而電位瓶必須放入飽和食鹽水中避免電位電極老化。

挖約 50 公分深



將電極放入洞中並倒入泥漿狀電解液



埋設垂直磁力棒

