



## 編者的話

林志平

### 主題：近地表地球物理

本期專輯的主題是「近地表地球物理」，介紹本專輯之前想先指出本期大地工程發展史之專欄「臺灣地錨的發展史」，乃由廖瑞堂博士與楊品錚先生主筆，本期出版之前，廖博士已離我們而去，留下這篇深具價值的最後遺作。廖博士對於臺灣地工界有令人感佩的付出，特別是在坡地防災方面，對社會、國家貢獻良多，他的驟然離世著實令我們不捨，但他的敬業精神與專業著作將繼續影響臺灣的大地工程界。

回到本期專輯主題，大多數的大地工程師可能對於「近地表地球物理」(Near Surface Geophysics) 一詞不見得很清楚它的定義與內涵，本期首篇文章「近地表地球物理方法之簡介、挑戰及地工應用的調適」即扮演拋磚引玉的角色，給予近地表地球物理一個較為廣泛的介紹，其他篇文章則接著介紹近期本土相關的發展與應用，精彩可期。在這裡藉由編者的篇幅，對於近地表地球物理的起源與發展史做一點補充。地球物理技術的發展一開始主要是為了油氣與礦物探勘，探測深度一般較深，隨著人類社會及地球物理技術的發展，近地表地球物理在二十世紀80年代開始形成，一開始北美與歐盟在這方面發展的驅動力是對保護地下水源地的重視，需要評價地下水儲存與保護條件，確定地下水污染源和污染範圍，監測地下水系統修復的過程等；另外一個驅動力是基礎設施建設，如80年代

末開始的樁基檢測和城市地下管網普查，90年代第三世界國家開始大規模高速公路與大型水利水電工程建設，以及本世紀初中國大規模城市地鐵與高速鐵路建設，加速了近地表地球物理方法的技術發展。獨立於美國探勘地球物理學會(Society of Exploration Geophysicists, SEG)，美國於1992年成立環境與工程地球物理學會(Environmental and Engineering Geophysical Society)，算是第一個專注在近地表地球物理的組織。

「環境地球物理」與「工程地球物理」代表了「近地表地球物理」兩大驅動力所屬應用領域，由於相關技術也受到地質、考古、農業、軍事等領域的重視，因此後期以更廣義的「近地表地球物理」稱之。地球物理相關的三大組織分別設置了所屬分會，SEG於10年代初期推動合併EEGS未果，便於2014年成立Near-Surface Geophysics Technical Section (NSTS)，歐洲EAGE(European Association of Geoscientists & Engineers)則直接區分為Oil and Gas Geoscience Division與Near Surface Geoscience Division，美國地球物理聯盟(American Geophysics Union)在2006年即設立Near-Surface Geophysics Section。中國地球物理學會則於2014年成立「淺地表地球物理專業委員會」，以「淺地表」一詞取代直譯的「近地表」，原因是地球物理學空間物理中也有「近地表」的概念。空間物理中的「近地表」是指地表以上地球的空氣部分，而淺地表地球物理具體的

## 2 編者的話

研究標的則是地表以下地球的固體部分。大地工程師常自詡為地球的雕刻師，但任何大地工程的進展必須先對地下環境有相當程度的掌握，就如近代醫學造影與監測對於人體醫學的影響，近地表地球物理對於大地工程勢必扮演越來越重要的角色。

本專輯共收錄八篇文章，前兩篇文章分別對於「陸域」與「淺海域」的近地表地球物理方法做了回顧與展望，編者及其研究團隊以「近地表地球物理方法之簡介、挑戰及地工應用的調適」介紹目前發展較為成熟、較適用於大地工程(陸域)的近地表地球物理方法，除了說明這些技術的原理與發展趨勢，特別強調近地表地球物理方法在工程應用的瓶頸，並針對這些挑戰提出短期對策與後續發展建議，最後以一工程問題(高壓噴射灌漿的成效評估)為例說明如何選擇與調適地球物理方法的施測與資料解釋，使地球物理技術能對工程問題更具有實務價值。臺灣目前正如火如荼進行離岸風電的開發，由於現地鑽探在海床工址調查之費用與困難度比陸域高出許多，海域地球物理方法的配合更顯得重要，林俊宏等的「淺海域地球物理調查方法之回顧與展望」中，回顧各類淺海域地球物理調查方法，並提出未來可關注投入發展的定量式調查技術(包括水下折射震測、水下表面波震測及水下地電阻影像探測)與目前應用困境，希冀本文可引起產官學在此方面有更多的共同投入。

就如同國外地下水方面的研究驅動了近地表地球物理的發展一樣，國內在這方面也有許多相關的研究發展與應用，本專輯就收錄了四篇這方面的文章，占了本專輯一半的篇幅。張竝瑜等所著之「運用二維地電阻時序觀測方法推估非拘限含水層地下水位面變動及區域比出水率~以濁水溪中游名竹盆地為

例」，介紹如何以地電阻探測結果推估非拘限含水層地下水位面及比出水率，成功結合地球物理探測結果(電阻率垂直分布)與非飽和土壤著名的van Genuchten 模型來推估地下水位與比出水率，並以不同時期的量測結果觀測地下水位面的變動，從水位變動與比出水率的空間變化進一步探討區域的水文地質構造。蔡瑞彬等的「應用地表地電阻與抽水試驗資料於地下水盆地異質水力傳導係數場建置」則整合地表地電阻探測結果與抽水試驗資料來推估區域水力傳導係數(K)的變化，由於抽水試驗費時費工且成本高，本文成功整合大量地表地電阻調查與少量之抽水試驗資料建立蘭陽平原之三維異質性K場，所推估之K場未來可輸入數值模式進行地下水流模擬，作為地下水資源管理重要之參考。上述兩篇關於水文地質應用的文章著眼於地下水資源，方怡中等的「鹽水追蹤在邊坡滲流的調查~以電阻率監測為例」則關注在影響坡地滑動的地下水滲流方向與路徑，同樣使用了表面地電阻探測，但結合鹽水灌注，透過電阻率的時間變化探明坡體內的地下水滲流位置與流動方向，與電腦斷層掃描的顯影劑有異曲同工之妙。最後一篇關於地下水的文章是邱永嘉等所著的「複合式土壤監測系統之應用~現地土壤長期監測案例研析」，所發展的複合式土壤監測系統係在雙環入滲試驗位置，利用時域反射法(Time Domain Reflectometry)監測不同深度之土壤含水量與導電度，並結合土壤張力計與溫度計，可於不破壞土體的情形下，對於未飽和層的重要參數進行長期監測以於釐清未飽和層內的流體流動與溶質傳輸行為，監測結果可描繪土壤水分特徵曲線與分析未飽和層水力傳導係數，並進一步應用於降雨入滲補注或蒸發散量之推估。

本期專輯主題下還有兩篇工程地球物理方面的文章，趙韋安等的「高山坡地之地動響應分析與應用」以地動訊號感測器監測崩塌區域之臨近邊坡承載的地震力響應特性，藉以了解可能發生崩塌之區域範圍。雖然臺灣地區地震活動頻繁，地震力響應特性的調查仍需較長的監測時間來蒐集可用的地震紀錄，文末建議未來可以探討使用周遭環境噪訊(ambient noise)做為地動響應的資料來源，利用環境噪訊來進行探測也是近年震測較新的發展趨勢。最後是曾振韋等人所著的「地球物理方法在開挖損傷帶特性調查之評估」，所欲解決的地工問題是隧道開挖損傷帶的特性調查，在一坑道測試場域中使用了地電阻、震波、透地雷達、跨孔聲波等多種近地表地球物理方法進行調查，評估不同方法在開挖損傷帶探測的限制與成效，對於地球物理方法在開挖損傷帶的調查作

出了具體建議。本期另收錄兩篇自由投稿之文章，分別為江明珊等的「高雄鐵路地下化延伸鳳山計畫之中山高下既有障礙物排除及雙層連續壁施工介紹」以及鄭寓守等的「原水管取水隧道開挖前之雙環塞灌漿地盤改良工程」，這兩篇屬於施工案例的介紹，雖內容未涉及地球物理方法，但近地表地球物理的技術發展若更加成熟，相信未來在類似的案例中可以有效的協助地下障礙物的探測和地下施工的控制與品管。

很榮幸可以參與本期的編輯，更慶幸能夠邀請到地球物理最權威的組織SEG的主席 Dr. Rick Miller，給予本專輯贈言。根據所提供的英文論文摘要，Dr. Miller的贈言給予臺灣這方面的發展與應用甚高的評價與肯定，欣慰之餘也期許臺灣工程師可以從工程的角度，對近地表地球物理與大地工程的結合做出更多貢獻。

#### 小啟

地工技術自1983創刊，即採用比銅版級更高規格的雲銅紙(不會反光)印製，期望提供讀者最佳的閱讀品質。為響應環保愛地球並節能減碳，在不影響閱讀品質前提下，地工技術自159期起，將紙張磅數稍作調整，為環境保護略盡綿薄之力，特此說明。