


第四章 震測儀器與野外測勘

4.1 儀器

4.1.1 介紹



此篇研究論文使用之震測儀為美國 EG&G 公司所生產的 Geometrics Strata View 24 Bit 震測儀，雖然頻道數為 24 頻道，但可藉由一 roll box 來跳接預布在地上之各個受波器節省野外 CDP 炸射的勞務。此系統除震測儀本身具備類比/數位轉換器、放大器、多工器(multiplexer)、顯示器及濾波器等主要模組外，還需要外接擊發器、滾轉接器(roll-along switch)、展線、電池與受波器才能開始進行測勘工作。

由於測區剖面垂直深度可達 9 公尺，所以在考量震源能量是否足夠探測此測區的情況下，震源選用 7.5kg 之重鎚敲擊鋼板，而受波器則是使用自然震動頻率為 40Hz 之 P 波受波器。因為此研究是以分析頻譜為主要研究方向，故在此處使用自然震動頻率較低的 40Hz P 波受波器而不用一般淺層震測使用的 100Hz P 波受波器為合理選擇，可讓取得的數據資料在頻率方面保持較完整的原始性。

4.1.2 參數設定

關於震測儀的參數設定必須謹慎考慮其設定值，並同時用野

外測勘記錄冊記錄下來，便於日後處理資料前比對及輸入震測軟體之用。如果野外測勘前沒有針對測區構造尺度做參數設定上的設計，則取得的資料數據對欲測目標之解析度將會由於造成空間上的失真而不足。

對於儀器上的測線幾何參數，可按實際野外佈線幾何的各項數據輸入，包括受波器間距、震源與受波器位置以及每推進一次震源和受波器前進的距離，在佈線幾何的設計部份將會在 4.2 節詳加討論。

資料取得(acquisition)的參數方面，採樣時距是一項非常重要的參數，其對震測剖面的垂直解析度與資料可信頻率範圍有關，因為是對極淺層之尺度進行測勘，故本研究中取儀器的最小極限 0.25 ms 做為採樣時距。垂直解析度可依 P 波之波速、頻率先求出其波長 λ 後，以 $\lambda/4$ 為可信賴之深度解析範圍(Widess, 1973)。若 P 波在深度數公尺內速度約 100~300 公尺/秒(許, 1998; Baker, 1999; 陳, 2002)，我們取平均值 200 公尺/秒，而主頻帶(3~6 dB down)大約在 90~800Hz (Bühnemann, 1998)，則 λ 為 222~25 公分，故垂直解析範圍為 55.5~6.25 公分。有關採樣可信頻率範圍，依照 Nyquist Sampling Theorem 所述，信號在取樣時常常會引起交疊的現象而導致信號失真，為避免此一情形，

信號在取樣時之取樣頻率必須不小於有效取樣頻率，其取樣必須比最高頻率成份的頻率快兩倍以上。所以不論是垂直解析度或採樣可信頻率範圍，本研究採樣時距 0.25 ms 都在可接受的範圍之內。

另一個重要的參數是採樣長度(trace length)，一般都以淺層約略的 P 波速度與欲測得的深度推算出相對應之波線長度，並將其做為依據以倍數來設定採樣長度，但亦不可過長，因為會佔掉儀器內太多的儲存空間，最好視野外測勘實際現場狀況做設定的取捨。以竹山測區來說，採樣長度為 500 ms，根據採樣時距及長度可得採樣數為 2000 個。

關於延遲(delay)這項參數，由於施測時有拉長近支距的距離，所以在這不做延遲的設定來減少地滾波或來自震源之其他雜訊的干擾。而前置濾波(pre-A/D filtering)由於已確定過高及過低的頻率都不是我們要的信號，故設定 70Hz 低頻切除及 1000Hz 高頻切除。另外，為了抑制非相參性雜波和增強震源反射能量來提高訊號與雜訊比，於每個施測位置皆重複炸射並藉著次數設定讓儀器疊加記錄成一個檔案，完成一次完整的炸射聚排(shot gather)。而至於其他剩下的參數，尚有林林總總許多項目，但大多都是一些只需設定一次便不必再做更動的參數，或是

一些不會因更改施測地點而也要跟著變動之參數，所以也就顯得不那麼重要，可是仍需在施測之前做一次大致上的確認比較妥當，此研究儀器之重要參數設定如表 4-1 所示。

表 4-1 本研究儀器之參數設定值

項目	參數值
採樣時距	0.25 ms
採樣長度	500 ms
採樣數	2000
延遲	0
前置濾波	低頻切除 70Hz
	高頻切除 1000Hz
疊加數	走離雜波法 5 次
	共深點法 3 次
資料格式	SEG-2
bit 數	32 bits

4.1.3 資料格式

經由類比轉為數位化的數據資料，其格式必須統一才可以方便震測軟體讀取進而處理，所以震測資料逐漸以 SEG-Y (Barry et al., 1975)與 SEG-2 (Pullan, 1990)為國際通用的標準格式，本研究中的儀器是設定以 SEG-2 的格式來存取資料。在每個檔案的資料格式中，開頭都會有一個頭標碼(header)，震測儀會將當

初在施測前對儀器設定的參數數據記錄於此，所以在處理資料之前震測軟體會要求輸入野外記錄下來的參數，如果和檔案頭標碼記錄不吻合，則震測軟體會出現警告的訊息並不再繼續處理下去。由此可見，野外所記錄下來的數據及處理資料之前的格式轉換是資料處理很重要的一個環節。而關於資料格式的轉換，由於只要資料格式不同則資料儲存的資料量、頭標碼編寫的方式以及資料記錄的格式都不會相同，因此在軟體中轉換格式要選對格式選項，否則軟體將無法辨認而產生錯誤。除此之外，震測軟體也會要求輸入數據格式的 bit 數。因為此篇論文所使用之震測儀設定以 SEG-2 的格式記錄，故是以 32 bits 的資料量儲存下來(表 4-1)。

4.2 佈線幾何與施測位置

野外工作在施測前，除了儀器的參數必須針對探勘測區的特性事先設定好，有關空間上的佈線幾何設計也是非常重要，因為攸關資料取得的品質與水平方向解析度的高低。資料品質可由震源的種類、受波器的選擇、近支距是否要拉長、重複炸射的次數等方面來控制；而水平方向解析度可經由在 first Fresnel zone ($R \cong \frac{V}{2} \sqrt{\frac{T}{f}}$ T ：來回走時) 範圍內反射點數的多寡來判斷其高低 (Knapp et al., 1986)。測區內初步估計上層速度約 110m/s 及主頻帶在 100Hz 左右來推算可得 $R \cong 1.35$ 公尺 ($T \cong 60\text{ms}$)，受波器間距為 0.25 公尺可知地下覆蓋間距為 0.125 公尺，所以在 R 範圍內共採樣了 10~11 個反射點，其解析度應該相當可靠。有關本研究野外佈線的各項參數值可參照表 4-2 所示。

由於槽溝開挖的層與層之間寬僅約 1~2 公尺，再加上震源選用 7.5 公斤重鎚以及槽溝面土質容易崩塌，所以基於安全上的考量與槽溝的維護，我們將測線往槽溝南牆外側平移 5.5 公尺炸射 (圖 4-1)。在炸射方法上面我們分別做了兩種施測方法，一種用走離雜波炸射法，另一種為共深點炸射法。

表 4-2 本研究之野外佈線參數

項目	參數值
震源	7.5 公斤
受波器	40Hz P 波
受波器間距	0.25 公尺
近支距	0.75 公尺
遠支距	走離雜波法 24.5 公尺 共深點法 6.5 公尺
重複炸射次數	走離雜波法 5 次 共深點法 3 次
測線長度	24.5 公尺
地下覆蓋面	走離雜波法 11.875 公尺 共深點法 20.875 公尺
炸射幾何	走離雜波法 geophone moved 共深點法 end on push
檔案數	走離雜波法 4 個 共深點法 73 個
最大重合數	走離雜波法 0 共深點法 12

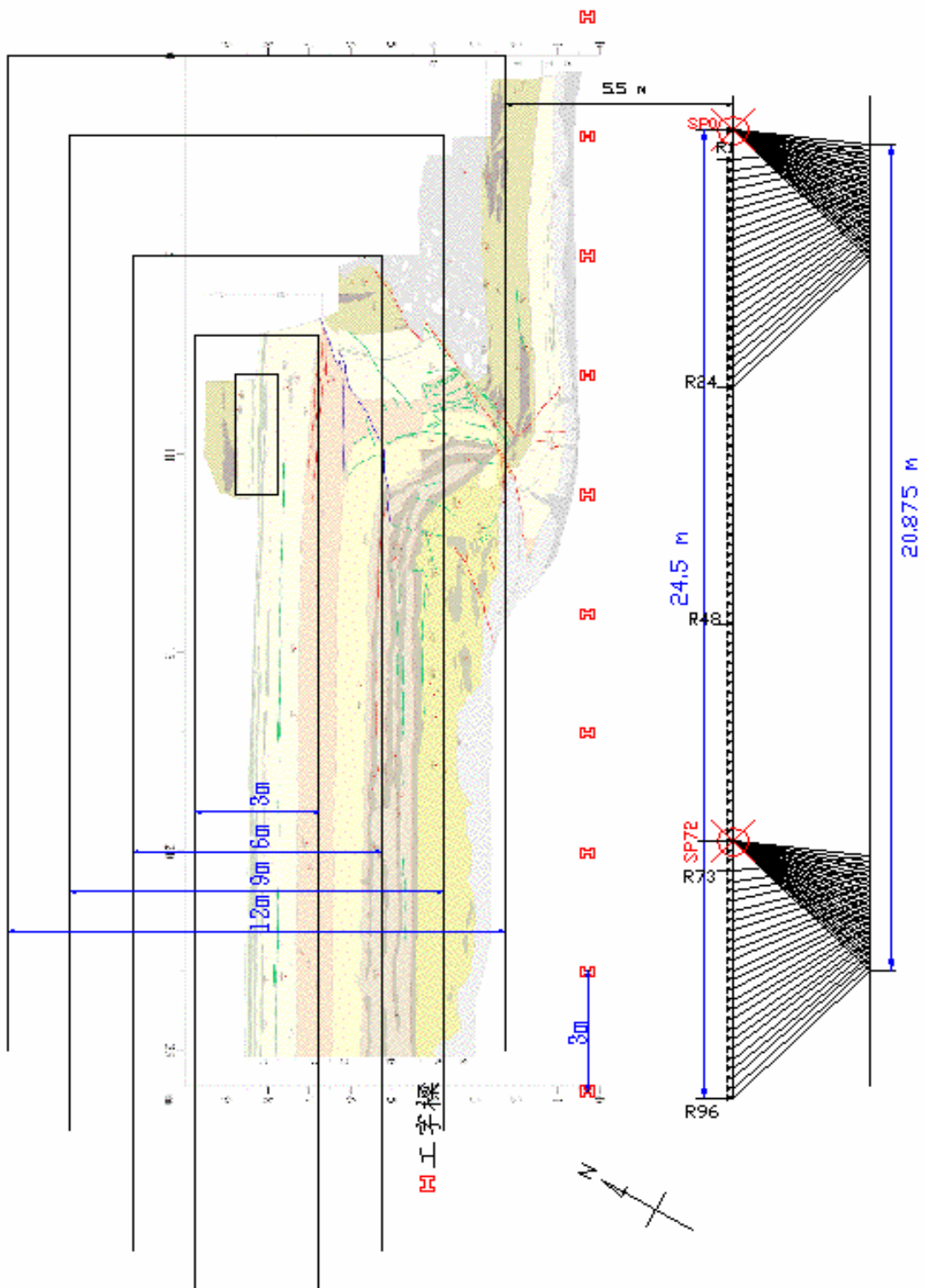


圖 4-1 測線與槽溝相對位置示意圖。(底圖修改自中央地調所報告第 92-7 號)

4.2.1 走離雜波(walkaway)炸射法

走離雜波法一般稱為走離雜波測試，通常在震測探勘之前皆會先以此炸射法求得測區地下構造的概況。本研究中以一個固定震源點、24 個為一組的受波器做四次推進(圖 4-2)以取得 96 條波線組合圖，測線之受波器間距為 0.25 公尺、近支距 0.75 公尺、遠支距 24.5 公尺並每次重複炸射五次以增強信號，而地下覆蓋面(subsurface)為 11.875 公尺(表 4-2)。測線與地下覆蓋面和剖面間的關係如圖 4-3 所示。

4.2.2 共深點(CDP)炸射法

共深點(common depth point)炸射法雖然野外工作較為繁重，但因為此方法可以挑選各種集聚出來分析，且最後也可做疊加來提高信號與雜訊比，所以目前震測探勘多採此種方法。本研究以一個震源搭配 24 個受波器為一組炸射一次，每炸射一次重複炸射三次並往前推進 0.25 公尺(圖 4-4)，測線之受波器間距為 0.25 公尺、近支距 0.75 公尺、遠支距 24.5 公尺，整條測線共 73 個檔案、地下覆蓋面 20.875 公尺(表 4-2)。測線與地下覆蓋面以及剖面間的關係如圖 4-5 所示。

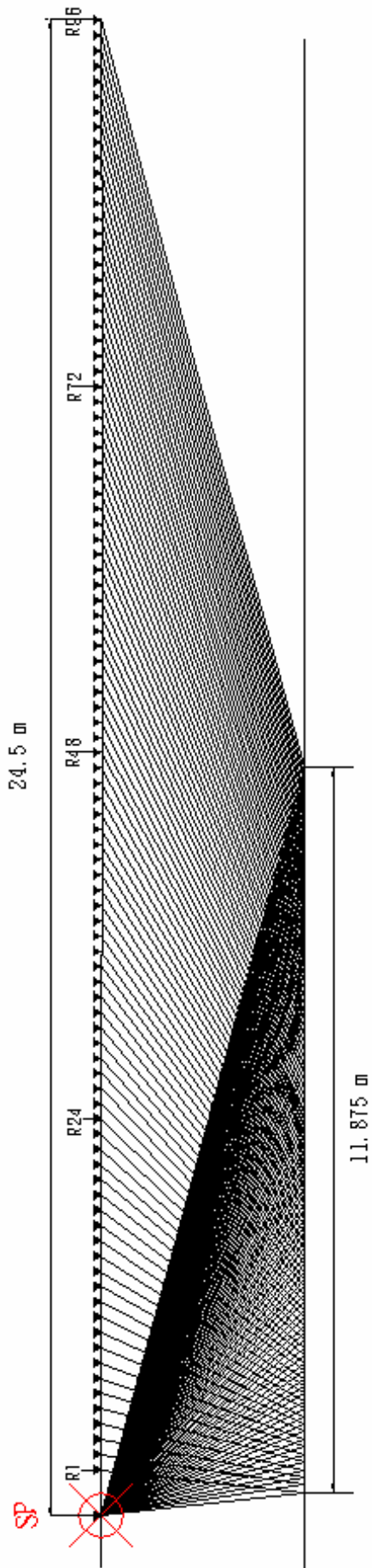


圖 4-2 走離雜波炸射法示意圖，受波器間距 0.25 公尺、近支距 0.75 公尺、遠支距 24.5 公尺。

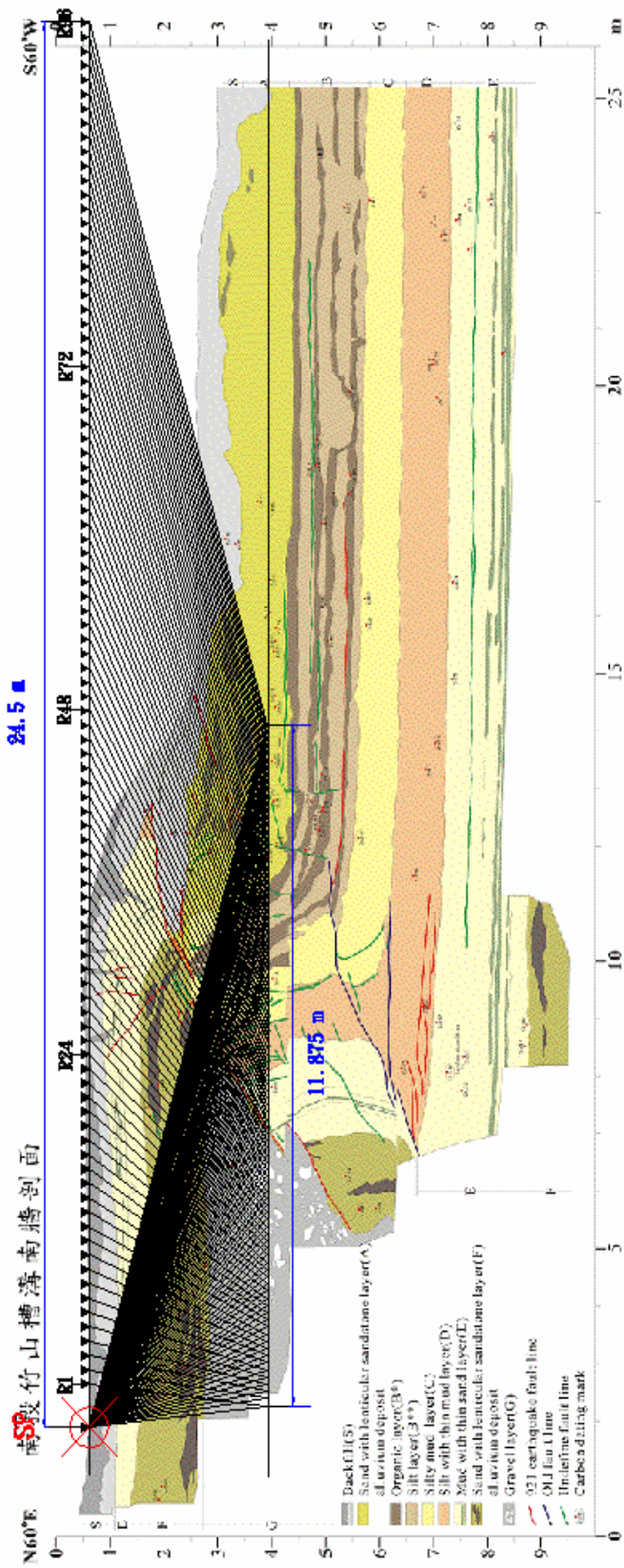


圖 4-3 走離雜波地下覆蓋面與剖面的關係。(底圖修改自中央地調所報告第 92-7 號)

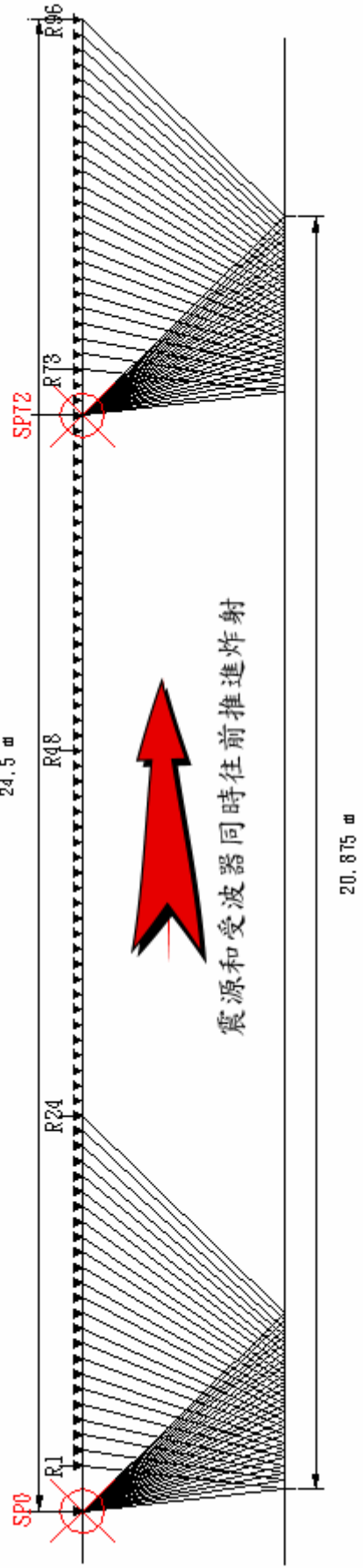


圖 4-4 共深點炸射法示意圖，受波器間距 0.25 公尺、近支距 0.75 公尺、遠支距 6.5 公尺。

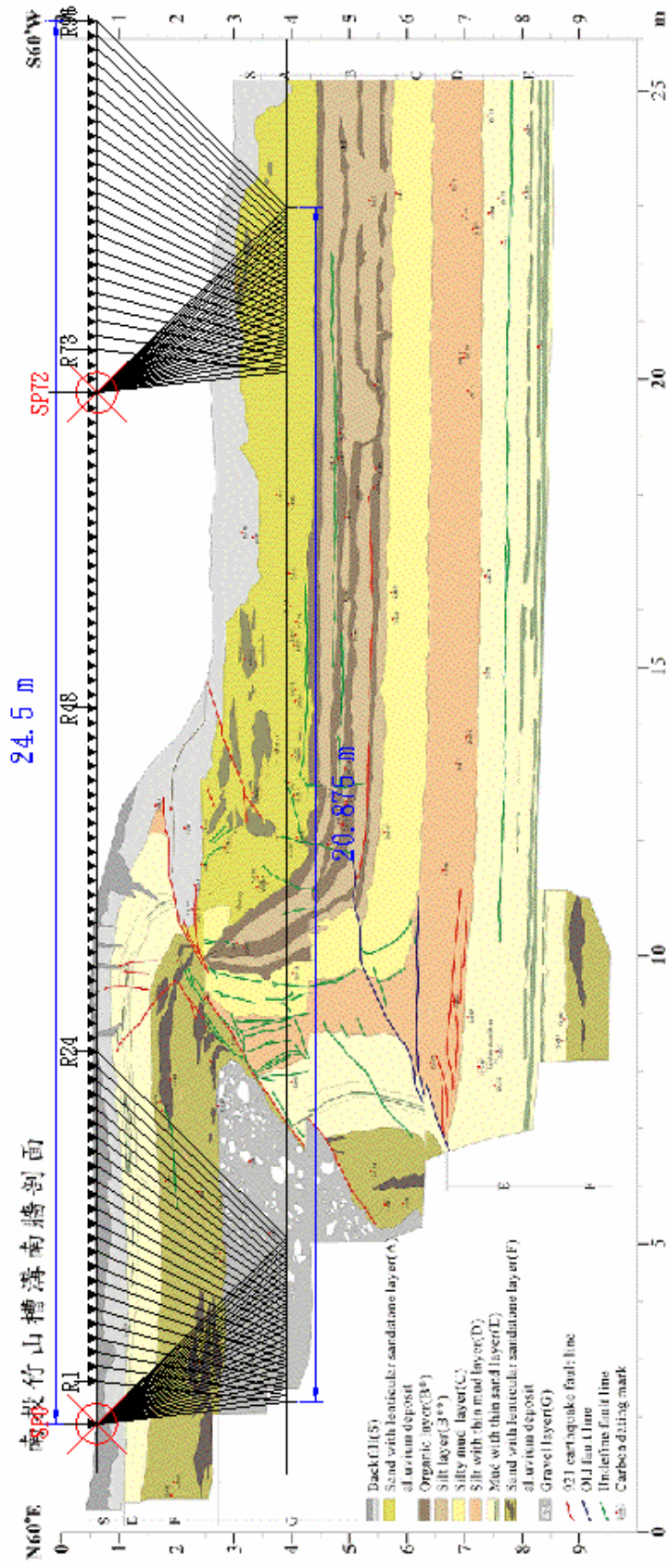


圖 4-5 共深點法地下覆蓋面與剖面的關係。(底圖修改自中央地調所報告第 92-7 號)