

經濟部暨所屬機關因公出國人員報告書
(出國類別：實習)

油氣構造整合評估與震測屬性運用技術研習

報 告 書

出國人： 服務機關：中油公司探採事業部
 職務：地質師
 姓名：陳若玲
出國地點： 美國休士頓
出國期間： 92年8月17日至8月24日
報告日期： 92年11月19日

92/CO9203507

「油氣構造整合評估與震測屬性運用技術研習」
出國報告

出國人員：陳若玲

出國日期：92年8月17日至8月24日

行政院及所屬各機關出國報告提要

系統識別號：C09203507

頁數：22 含附件：否

出國報告名稱：

「油氣構造整合評估與震測屬性運用技術研習」

出國計畫主辦機關：

中國石油股份有限公司

聯絡人/電話：

葉宇容/87258422

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

陳若玲 中國石油股份有限公司 探採事業部測勘處 地質師

037-262100 ext:476

出國類別：研習

出國期間：92年8月17日至8月24日

出國地區：美國休士頓

報告日期：92年11月19日

分類號/目：G2/石油礦及石油工業 G2/石油礦及石油工業

關鍵詞：震測解釋系統、時間-深度轉換、合成震波、速度模型、時間切面、震測屬性、震測資料平衡

內容摘要：本次奉派赴美國休士頓參加「油氣構造整合評估與震測屬性運用技術研習」，期間為民國九十二年八月十七日至八月二十四日止。研習課程內容主要針對 Landmark 公司的交談式震測解釋系統提供一些使用上的小技巧，除希望協助解決一般使用者在使用時常會遇到的問題之外，對幾個在震測解釋工作上常用到的應用軟體也有著墨，介紹了這些軟體與震測解釋軟體間的相互關係及如何來交替運用。對於斷層構造複雜地區的解釋一向是解釋人員頭痛的問題，本課程也介紹了幾個軟體的運用技巧，有助於對複雜斷層構造地區的斷層解釋工作。如何將不同工作期施測所得的資料整合在一起解釋及如何除掉其間因施測及資料處理造成的差異性也包括在此次的課程內容中。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

前 言

探採事業部引進 Landmark 震測解釋系統已有多年，所購入的軟體除震測解釋軟體、電測解釋軟體外，尚還包括 TDQ, SynTool, PostStack, OpenExplorer, 及 Zmapplus 等。其中除二維、三維震測解釋軟體及電測解釋軟體曾經辦過訓練課程外，其餘因受限於經費關係皆未辦過訓練課程。而震測解釋軟體的訓練課程也侷限於基本的操作方法與技巧，對於如何在這套軟體中將震測屬性運用於解釋工作上則很少提及。測勘處同仁除對震測屬性的運用不熟悉之外，對於不同軟體間的整合運用更是生疏。此次出國計畫即針對此點不足加以補強，期能習得震測屬性在工作站軟體上的運用，並學習如何將二維、三維震測資料配合井下電測資料利用不同的應用軟體做綜合展示和解釋。五天的訓練課程僅能學習在工作站上軟體的操作方法和技巧，要成功的將綜合解釋評估方法及震測屬性運用在探勘工作上，則仍待反覆不斷的練習來提昇技術與熟練度方能達成。

目 次

報告提要.....	I
前言.....	II
一、目的.....	1
二、過程.....	1
一、時間-深度轉換法.....	1
二、利用地圖來做斷層解釋.....	5
三、調色板的使用.....	9
四、時間切面及椅子展示.....	10
五、繪圖工具.....	11
六、ZAP!及 FZAP!	14
七、SeisCube 及 StratAmp.....	16
八、震測計劃的整合(Seismic Project Merged).....	17
九、震測資料的平衡(Seismic Data Balance)	17
三、心得.....	21
四、建議.....	22

一、目的

測勘處乃使用 Landmark 公司的交談式解釋系統來做震測(SeisWorks 2D/3D)及電測(StratWorks)的解釋工作。但每一個地質解釋任務或多或少都會遇到一些有待解決的特殊問題—或是地層上的或是構造上的，無法僅靠單一的解釋軟體來能解決，必須採用一些特殊的技巧及方法來予以協助。此種狀況是所有使用者都會遇到的，因此 Landmark 公司提出了震測解釋工具箱的課程，教導一系列的電腦程式解釋技巧，期能協助世界各地的使用者解決遇到的問題。

此次奉派赴美國休士頓參加震測解釋技術之研習課程，期能學習將二維、三維震測資料與電測資料整合並運用在解釋工作上；學習震測屬性的運算、震測屬性圖幅的製作及如何將震測屬性運用在油氣探勘的解釋工作上；學習使用解釋系統的一些小技巧，以提昇使用工作站及應用軟體的能力。也期望在本課程中學習綜合運用不同應用軟體的技巧，並將之應用在工作上以提高工作成效。

二、過程

本次上課的課程涵蓋了 TDQ/Depth Team Express、SynTool、SeisWorks、PostStack 等幾個軟體，內容一共可分為九個大項，分別為時間-深度轉換法、利用地圖來做斷層解釋、調色板的使用、時間切面及椅子展示、繪圖工具、ZAP!及 FZAP!、SeisCube 及 StratAmp、震測計劃的整合(Seismic Project Merged)、及震測資料的平衡(Seismic Data Balance)。詳細的課程內容將分述如後。

一、時間-深度轉換法

將震測資料、地層解釋資料、及斷層資料由時間單位轉換成深度單位，往往是做震測解釋工作時的一個關鍵項目。尤其當震測資料的品質可信度不錯或研究區的岩性變化很大時，通常可考慮在做解釋之前先將震測資料由時間單位轉換為深度單位，在解釋複雜構造時同時參考二種不同的資料(以時間為單位及以深度為單位的資料)，對岩性、構造的判斷上應有所幫助。

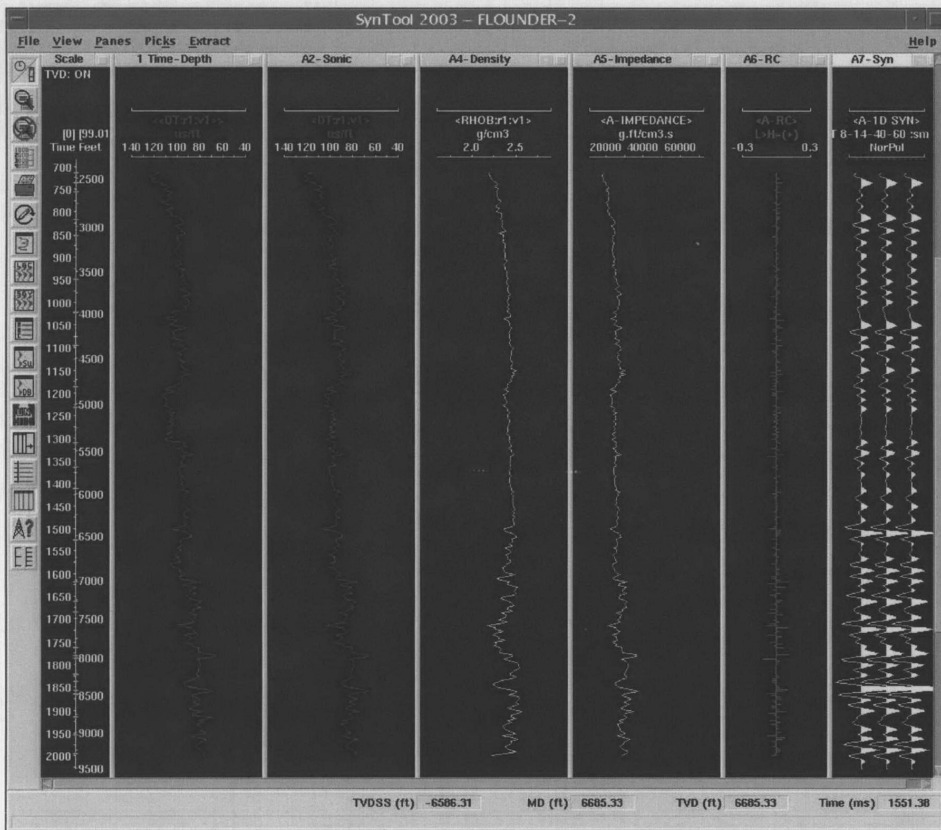
做時間-深度轉換需要用到三個 Landmark 公司的應用軟體：SeisWorks、SynTool、TDQ(或者是 Depth Team Express)。採用 Depth Team Express(簡稱為 DTE)來做深度轉換，參數選擇項較多、可採用的轉換方法也多、運用的靈活性也較高，因此，在地質構造複雜地區可使用較複雜的轉換方法以符合實際的狀況。但相對的，DTE 這套軟體的售價及每個月的維護費用也相當驚人。為此，測勘處至目前為止仍僅擁有 TDQ 這套軟體而並未購置 DTE。TDQ 雖然無法針對複雜構造產生量身訂做式的速度轉換程式，但就一般的解釋作業而言，也足可應付所需。(在這裏，也僅有 TDQ 的轉換法將被提及。)

SynTool 程式利用電測中的速度及/或密度資料來計算聲波阻抗(acoustic

impedance)及井所在處的地下反射，並利用此二者來產生合成震波，模擬波穿越地球內部時的反應。

聲波阻抗值是直接由電測的密度及速度曲線值得到的，SynTool 再用聲波阻抗值計算一系列的反射係數(reflection coefficient, RCs)。反射係數可用以預估震測波在井附近的反射。

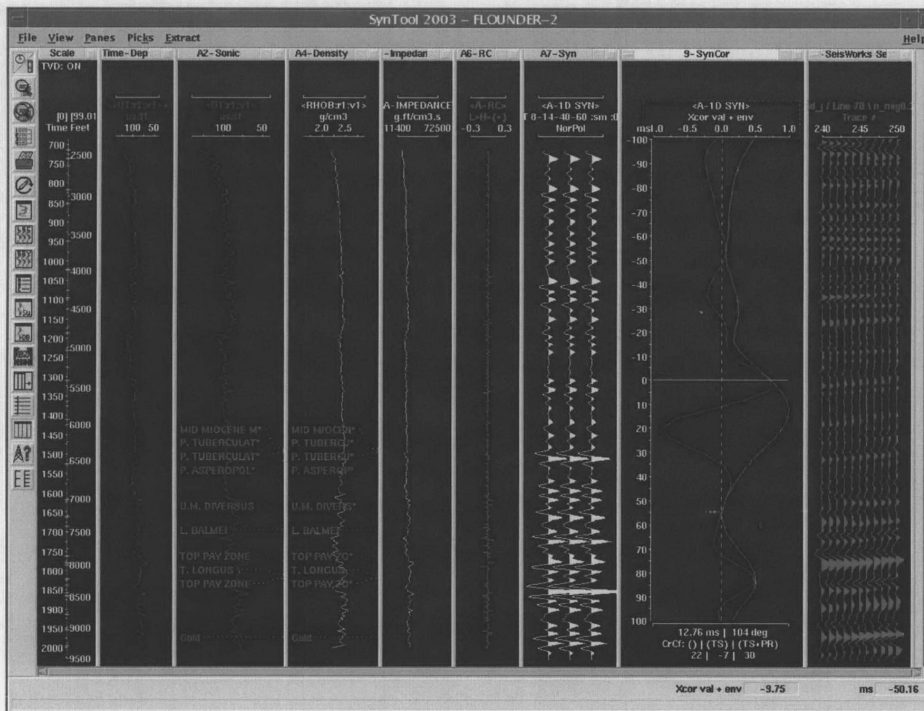
當井所在位置的反射特性計算出來之後，SynTool 便可模擬震波穿越地球內部遇到各種具不同反射係數層的反應，產生一維的合成震波。此合成震波的特性及用處完全取決於電測的正確性及所使用的波(wavelet)的種類。在 SynTool 中所採用的波(wavelet)可有三處來源：由資料庫中選取而來或選取自為該井保留的一系列波中、利用不同的濾波器來產生模型波、或利用比較 RC 波和震波資料的波而選定較為配合的波(wavelet)。



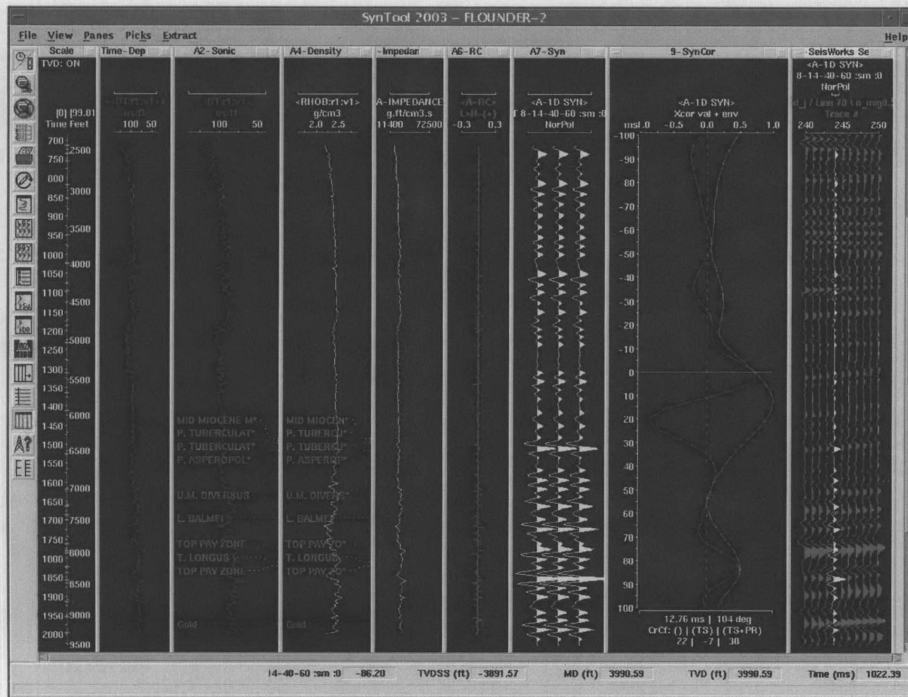
上圖為將聲波及密度曲線輸入 SynTool 之後所產生的聲波阻抗、反射係數、及

一維的合成震波等。其中第一欄為時間-深度關係值，此值乃由使用者在輸入 SynTool 的參數時決定，一共有四種選擇項：可選擇由 P 波聲波值直接計算、由 P 波聲波值間接計算、由資料庫中的電測曲線取得、或將一速度常數值直接帶入計算。（圖中最後一欄所展示即為一維的合成震波，倒數第二欄為反射係數值，倒數第三欄則為聲波阻抗值。）

之所以大費周章進行以上的步驟就是為了產生最能反應井所在處的震波行為的合成震波。將所產生的合成震波與震測波放在一起併排展示，並對其做合成震波的關聯計算，並將計算結果展示出來，則可得到如下圖的結果。其中倒數第一欄即為原始震測資料線號 78，CDP 編號由 240 至 250 之震測波資料。倒數第二欄即是合成波和震波的關聯結果，在該欄最下方的數據表示了合成震波相對於震測波的相對時間差及相對的相變及電腦軟體計算出來的建議修正值。



為更清楚辨識，使用者亦可將合成波與震測波疊在一起以方便比較，如下圖，在最後一欄中即將合成震波放入震測波中比較波的反應差異。



使用者可以用震波地層測試的數值來做為品質管控的參考，利用調整修改關聯波曲線的時間差及相變角度以得到最好的關聯效果，必要時還可編修炸孔測試的結果表格，將不合理的數值加以修改後再應用到 SynTool 中。當修改的結果達到滿意的程度時，便可將由 SynTool 產生的時間-深度表及合成震波曲線存到系統的資料庫中，在需要時便可隨時叫出來使用

編輯完成的合成震波可以用來產生基本的速度模型來將震測資料由時間轉換成深度。TDQ 提供了一個直接了當的方法來建構三維的速度模型，建構完成之後便可用以執行時間對深度或深度對時間的轉換工作。在利用 TDQ 建構速度模型時，所欲建立的模型的地層深度必須設為 0，再由資料庫中叫出所要使用的時間-深度轉換表即可進行建構工作。建構完成時可將模型存入資料庫中，也可將模型以 .3dv 的格式輸出並於 SeisWorks、SeisCube、EarthCube 或 OpenVision 中進行檢視。在執行建構速度模型的過程中，只要所參考的時間-深度表有異動的情形，所有的執行步驟必須重新來過，新的更動資料才會生效。

在將速度模型由 TDQ 程式中輸出為 .3dv 格式檔案後，便可在 SeisWorks 中叫出來與原來的震測資料加以比對。當檢視結果滿意之後，便可到 TDQ 的應用程式中將原來的震測資料檔(也是 .3dv 的格式)叫出來並執行轉換時間為深度的功能選項，在執行完畢之後，系統中就同時存在著以時間為單位及以深度為單位的震測資料檔了。在轉換完震測資料檔後，使用者還可由 TDQ 的主要功能表中選取地層(Horizon)→轉換時間為深度(Convert Time to Depth)的選項，將做過的地層解釋

資料全部由時間單位轉換為深度單位。至於斷層資料的轉換也是類似的方法，只是在 TDQ 中提供了三種的轉換模式，分別為地物轉換為地物(Geophysical to Geophysical → SeisWorks to SeisWorks)、地物轉換為地質(Geophysical to Geologic → SeisWorks to StratWorks)、及地質轉換為地質(Geologic to Geologic → StratWorks to StratWorks) 等，使用者可根據需要選擇適當的項目進行轉換工作。

除震測資料、地層資料、及斷層資料外，TDQ 還提供了格點(grid)的轉換選項供使用者使用。在速度模型完成之後，轉換的工作算是相當簡單、易懂，唯一需要注意的是在轉換前後的各項命名方式必須一致卻又不至於蓋寫掉舊資料，在轉換後的解釋工作方可持續進行又不致有令使用者困惑的情形發生。

二、利用地圖來做斷層解釋

一般在做震測解釋時都是直接在震測剖面上解釋斷層，在整個研究區域做完了斷層解釋後再利用地圖視窗(Map View)、震測剖面視窗(Seismic View)、及立體展示視窗(Perspective View)中的工具選項做斷層面的關聯動作(fault plane assignment)。完成之後再將斷層面帶入地層的等值線圖(contour map)中。此法可用在 2D 及 3D 的研究，並且較適合使用在下列的情況：研究區具大斷層並且組成了主要的構造控制項；或具小斷層且這些小斷層控制了儲集層的生產。

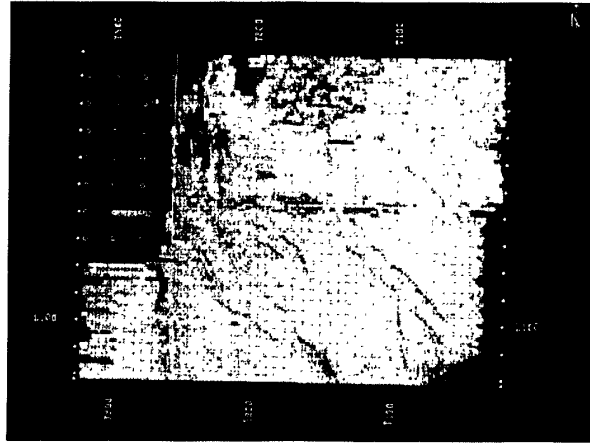
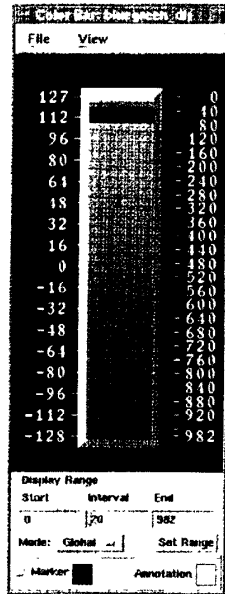
除了傳統的解釋方法外，Landmark 公司還提出地圖分析方法(map analysis method) — 可在地圖(Map)上做區域斷層解釋的方法。在這個方法中，利用檢視研究區域某地層的各種屬性，在各種特性展示地圖中來點出斷層的位置。將所點出的斷層資料帶回重新執行地層的追跡工作，並除掉在地圖中所繪出的斷層區域邊界線。此法除了可將研究區的斷層趨勢大致點出外，還可在複雜斷層地區協助點出各個斷層以利於對比。

傾角圖及方位角圖展示了在解釋的地層中每個點在時間梯度上的特性：傾角圖表示了時間梯度上的大小；而方位角圖則展示了方向的改變。方位角圖及傾角圖乃是將地層的每個點拿來與其斜角方向的鄰近兩點做比較而繪出的。當沿著地層過斷層時，經過斷層的地層點通常會有較高的傾角及有傾角方向的改變。由這些方向和大小的改變可以組成一線性排列指向斷層的位置。

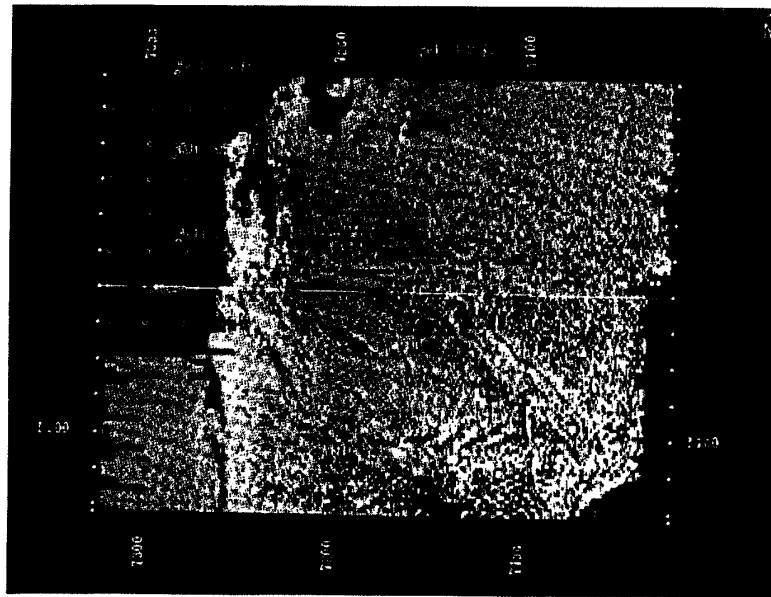
在對某個地層進行完解釋工作後，於 SeisWorks 3D 的地圖視窗中，在地層選項下的 Map Analysis 裏有幾個選項可以用來讓系統建構傾角圖、方位角圖、edge detection 圖及差異圖，使用者可非常快速的依據所需產生適當的屬性圖來。

在傾角圖中，若將顯示的色版利用線性調整法將整個地層顏色調成大致一樣

僅留下少數的線性構造出露，如下圖，則：出露的線性區通常指示是斷層所在處（有時也可能是指資料不良處）；顏色一致的大塊區域通常是指此區域的傾角一致。



*abc_blue_min Zap dip horizon
Colt data set*

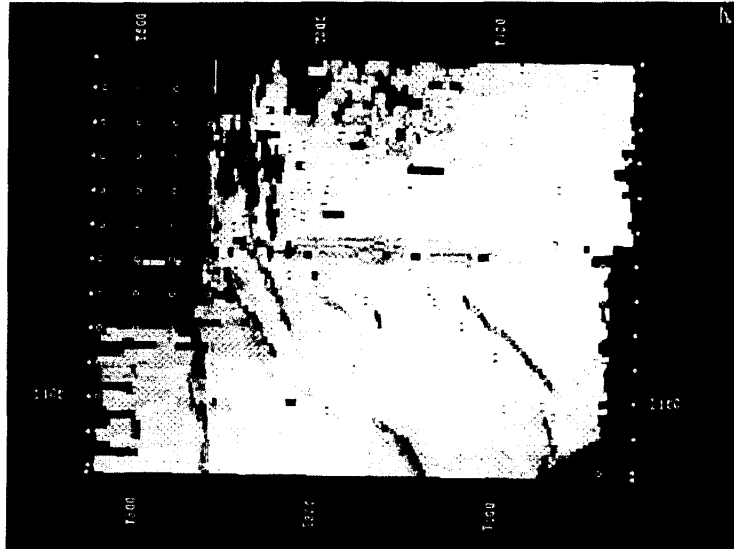


*abc_blue_min Zap_azimuth horizon
Colt data set*

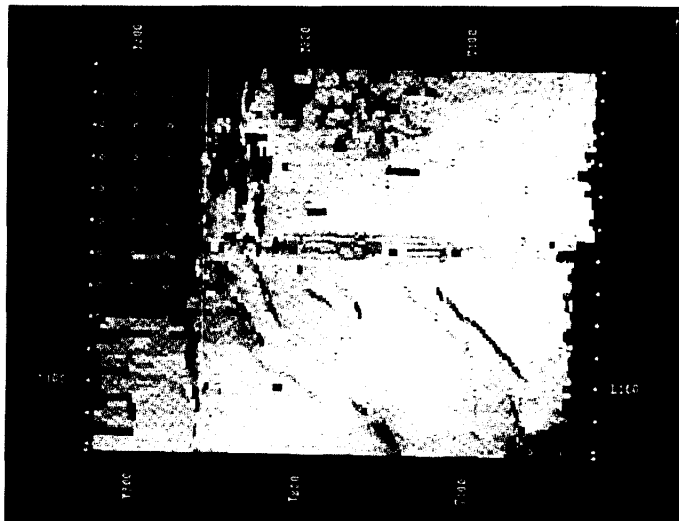
方位角圖通常展示最大傾角的方向，因此它和傾角圖的關係密切。通常方位角的量測法是以與正北方向的順時鐘方向夾角來表示。上圖為對與前面相同的地

層所計算出的方位角圖。圖中線性區域可能是斷層位置，單一顏色顯示的大塊區域表示傾角都大致落在單一的方向上。若採用四個顏色的圖版來展示(一個象限使用一種顏色)，將可更有效的展示出方位角圖的特性。

邊緣偵測圖可將輸入的地層傾角發生變化的區域指示出來，對偵測細微的斷層位置十分有用。下圖即為利用同一地層所計算出來的邊緣偵測圖。



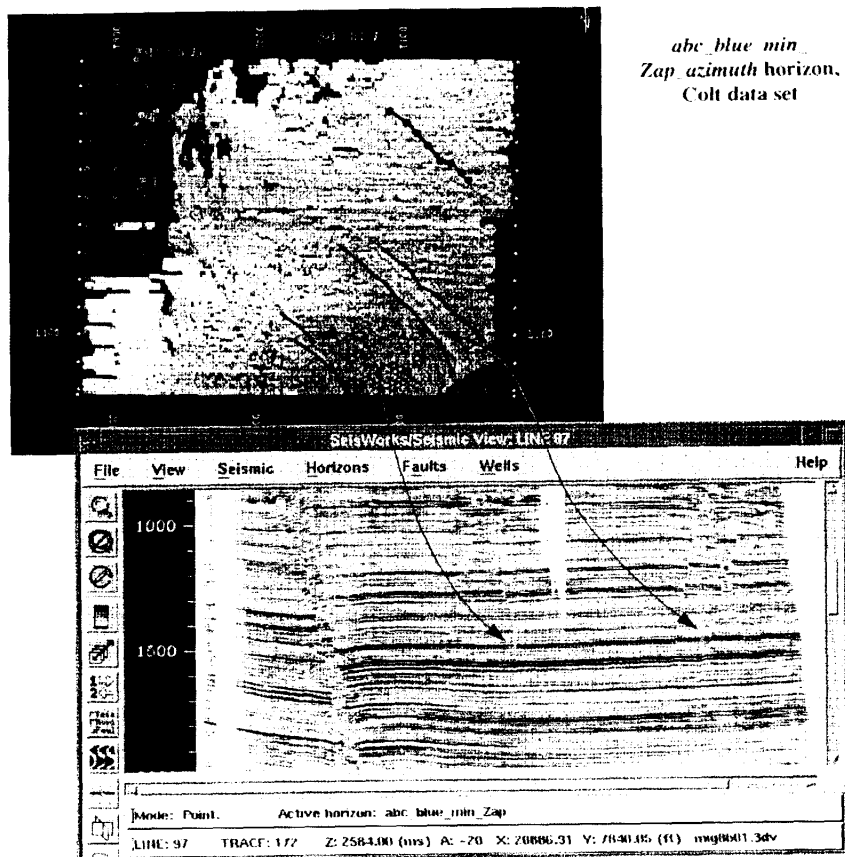
abc_blue_min_Zap_edge horizon
Colt data set



Abc_blue_min_Zap_diff horizon
Colt data set

差異圖通常展示在沿著一特定的 3D 地層——不論是沿著線的方向還是沿著 trace 的方向——其 trace 和 trace 之間的差異。在過斷層時時間的突然改對相對於沿著地層的時間改變通常可指出小斷層的位置。上圖即為利用與前例同一地層所計算出來的差異圖，可利用調整調色板來使欲展示的特性更為突出。

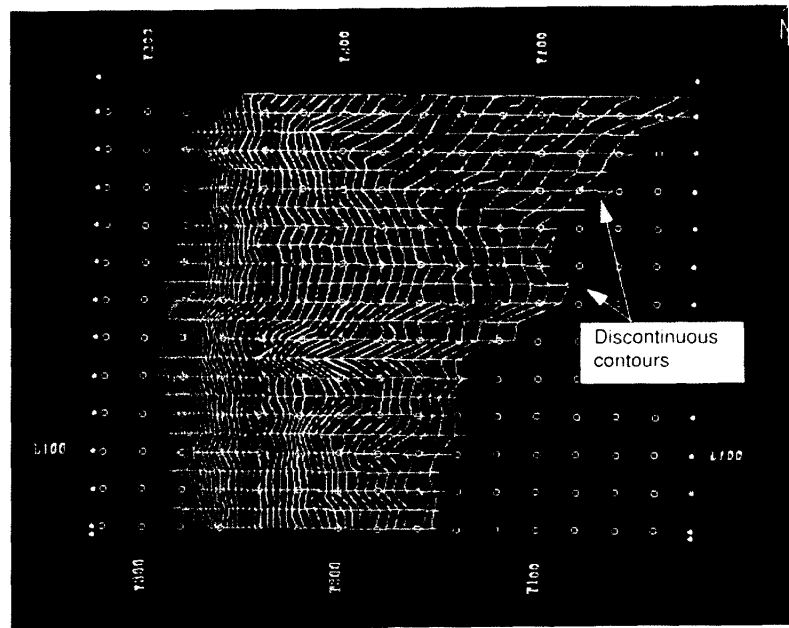
在計算地層的屬性圖時，電腦所做的動作是將解釋好的地層資料當做輸入的地層，依使用者所要求製作的屬性圖進行適當的計算並將計算結果當做另一個地層輸出。因此，我們可由前面幾張圖中看到，地層的名字前面都是一樣的——都是以 abc_blue_min_Zap 為開始——之後再依所要求計算的屬性種類不同加上 dip、azimuth、edge、及 diff 等字樣。由於這些圖皆是以所計算的屬性所使用的單位為單位，與一般的地層展示圖以時間或深度為單位的並不相同，因此，在利用地層屬性地圖做斷層解釋時必須特別注意，這些屬性圖僅能提供斷層的 x、y 位置，卻不能提供正確的深度或時間值。



要在特性圖上進行斷層位置之數化動作之前，必須先把正確的地層叫出來，

在地圖上所點出的斷層位置才會以正確的深度/時間值存入系統中，如上圖。

同樣的解釋方法可在四個不同的屬性圖上執行，不同的屬性圖所展示出的斷層位置都大同小異，但使用者在解釋時仍需要交互參考。在地圖上做完斷層解釋後，也可在地圖上進行斷層面的修正編輯作業。要在地圖上做斷層面的編輯，必須先將斷層線段 (fault segment) 關聯到斷層面上，將斷層三角形化 (triangulation)，並在地圖上將斷層和等值線一起展示方可，如下圖所示，在圖上我們可以看到不連續的等值線或不合理的地方，這時就可以利用軟體所附的功能選項對不合理的地方進行增、刪、改的動作，直至資料合理為止。



alpha fault, contoured
Colt data set

利用地圖分析法可讓使用者在震測剖面上進行斷層解釋之前就看出所有小斷層的整體分佈趨勢，如果在解釋初期便做地圖分析法，將有助於決定解釋時間的重要排序，對於那些會影響到最後結果的小斷層，使用者可以在上面花費較多的時間，對於影響較小的斷層，使用者便可直接跳過，而不必浪費時間在上面。

在解釋過程中，使用者還可利用立體檢視視窗來檢視斷層解釋的合理性，3d 檢視視窗可以上下左右旋轉，對於不合理的解釋結果可以一目瞭然的找出來並加以修改，對於斷層解釋助益頗大。

三、調色板的使用

在 Landmark 的應用軟體-SeisWorks 中，共提供了 28 個已定好的調色板供使用者使用。其中使用者在解釋時最常用的有：blkwhtrd、blkwhyel、bluwhtbn、grnwhtbn 及 bluwhtrd 等五種。這五種調色板的設定主要要清楚的展示地層界限、地層尖滅及不整合面。而被用來加強斷層、地層型貌及種類的調色板則為 blkwht 及 whtblk。至於 ampphase、instfreq、rdwhtrd、reflstg、refstg、及 spectrum 等主要是用來展示震測波的特性分析結果；而 segfreq、segphase、segpolar 及 segstg 則是被用來在地圖上展示特性分析結果。

除了出廠時所提供的調色板外，Landmark 公司的軟體亦提供功能選項，讓使用者自己設定符合自己需求的調色板以顯示出所欲展示內容的特點來，例如針對傾角圖及方位角圖分別設定出不同的調色板來。調整色板的方法包括有線性的調整法、直接指定法及指數性調整法。由於每個人對顏色的感受性並不相同，如何調整出最適用的色板則因人而異，若不願使用自設的調色板或無法調整出令人滿意的色板，則原廠附來的 28 個機定的調色板也足夠應付所需。

四、時間切面及椅子展示

在 SeisWorks 3D 中，水平剖面(稱為時間切面，timeslice)可以單獨展示在震測剖面視窗中，也可將水平剖面夾在二個垂直剖面之間展示，就好像以水平剖面為椅面，而在其上面及下面的垂直剖面就有如椅背及椅腳，是以稱為椅子展示(chair display)。

一般 3D 的震測資料格式為 .3dv 檔，其中 v 代表垂直(vertical)。但要展示時間切面時，不能採用 .3dv 檔，而僅能採用 .3dh、.bri、或 .cmp 等格式的資料檔。要將垂直資料檔轉換為水平震測資料檔有三個方法可行：利用震測計劃管理員(Seismic Project Manager)中的震測資料轉換器(Seismic Converter)；利用 Landmark 公司的 Batch Control Monitor (bcm3d)語言編寫程式讓系統進行資料轉換；或者利用 Landmark 公司的另一個套裝程式- PostStack 來進行資料轉換。

最簡單的方法就是採用震測資料轉換器，它其實就是一個在幕後執行 bcm3d 的使用者圖形界面，使用者只要根據螢幕上的要求，輸入適當的資料，程式就會自動執行。但它的限制是僅能將 .3dh 檔做為輸出檔，而無法將 .3dh 檔轉換成其它的檔案格式。

利用 PostStack 可以針對指定地層未拉平(unflatten)及拉平(flatten)的震測資料檔做水平震測資料的轉換工作。以拉平的時間切面資料進行解釋，對斷層構造複雜的地區來說，是一項非常有用的工具。

在使用 bcm3d 程序進行資料轉換時，使用者必須根據一定的程式語法、利用文

字編輯器將要執行的程式編輯成一個程序控制檔，並在適當位置輸入指定的參數值(例如：所要執行的工作、要輸入的檔案名稱、要輸出的檔案名稱、要進行轉換的時間範圍及取樣大小等)。編輯完成後只要在指令行中下達「bcm3d + 程式名稱」，系統便會依照所要求的程序開始執行的動作。通常使用者對bcm的指令若不熟悉，可直接使用震測資料轉換器進行轉換，若還有困難，應該直接找系統人員尋求協助。

五、繪圖工具

由於在 Landmark 系統中做各種地層的運算處理時，輸入及輸出的資料都是以地層的格式存在，因此在 SeisWorks 中，使用者針對不同的資料型態及處理過程會產生許多種類的地層資料，若將這些地層資料繪圖出來往往可以透露出一些重要趨勢。利用比對不同的資料群組可以有助於進行不同的分析工作。Landmark 公司將比較常用的分析組合及其使用方式列如下表。

Overlay	Underlay	Purpose
Structure contours	Amplitude horizon	Shows relationship of "bright spots" to structure.
Time contours	Depth contours	Shows effects of laterally varying velocities.
Structure contours	Attribute horizons	Shows relationship of potential reservoir characteristics (porosity, permeability, and so forth) to structure
Structure horizon A (annotated contours)	Structure horizon A (flood-filled)	Accentuates significant features of structure map.
Structure horizon A (contours)	Structure horizon B (flood-filled)	Reveals structure anomalies in time.
Isopach or isochron contours	Structure horizon	Reveals development of geologic structure through time.
Velocity contours	Isopach or isochron (flood-filled)	Illustrates how velocity changes with respect to isopach or isochron.

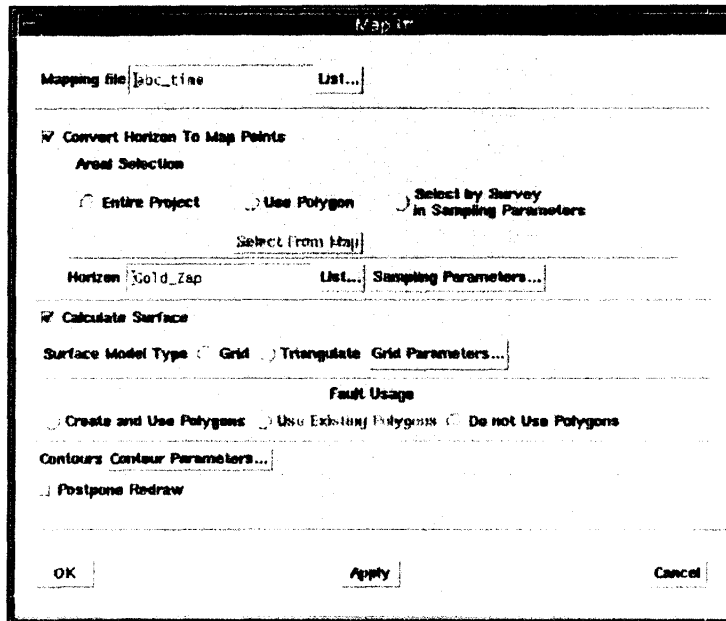
雖然同時展示數種等值線組合或等值線和地層的組合可有助於分析研究工作的進行，但由於受到軟、硬體的限制，使用者無法隨心所欲的展示所要的地層資料組合。在 SeisWorks 中，一次僅能開啓一個圖檔來展示，因此無法在地圖視窗中一次開啓多個等值線檔。另外，在地圖視窗中所使用的調色板僅能針對一組資料做適當的設定，在同時展示兩組資料 — 尤其是值的分佈範圍差異極大時 — 將會有一組資料的值無法清楚的以適當的顏色展示出來。且在 SeisWorks 中所使用的

顏色有 64 色的限制，因此，也相對的對等值線的最小間隔提出了限制 — 所產生的等值間隔不可以超過 64 階，否則將因顏色不敷使用而造成錯誤。Landmark 所提出來的解決方案便是利用製作不同特性的覆蓋圖檔來解決此一難題。

覆蓋圖檔(.zgf)主要是用來在地圖上展示使用者有興趣的一些特性，這些覆蓋檔乃是二維的資料群組，以 .zgf 的格式儲存在檔案中，它們可包括多種的二維繪圖資料，例如人文資料、解釋資料、及震測計劃資料等。

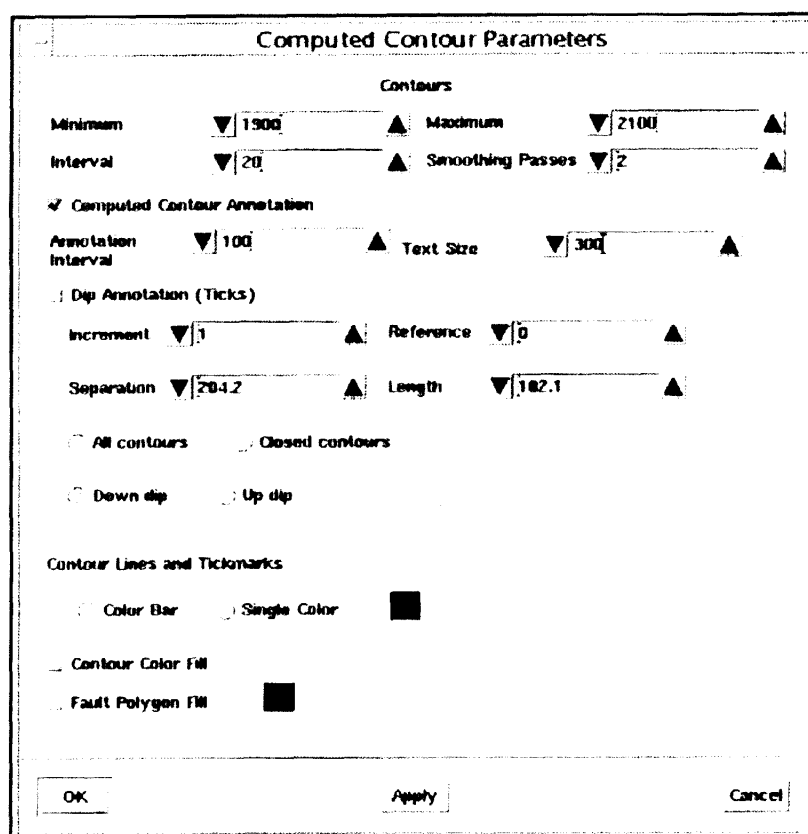
.zgf 的檔案格式最初是用在 ZMAPPlus(註：另一個 Landmark 公司的應用軟體，主要在處理繪圖的工作)做為標準的圖檔格式，現在 Landmark 公司已將此種格式應用在大部份的應用軟體上，做為繪圖資料的標準格式。.zgf 檔的格式具有階梯式的構造：每一個圖檔可以存放許多不同的圖(picture)，而每一張圖(picture)中可以存放一或多個特性(feature)(如邊界、邊界標題、等值線、控制點等)，每一個特性(feature)中又可由一個或多至四個繪圖元件組成(如線條、字元、符號、及多邊形等)，每個繪圖元件又可有一個或多個特性(如線條型式、字型、顏色等)。另一個.zgf 檔的重要特點是它的背景是透明的，而且.zgf 檔並沒有大小上的限制。

在要建製覆蓋圖時，須先將地圖檢視視窗叫出來，選定要使用的調色板，再由目錄中叫出 MapIt(由視窗目錄中→Mapping→MapIt)，則會出現如下圖之視窗。



在視窗中設定所要輸出之檔案名、要執行的工作、要採用的地層名稱、要程式作用的資料範圍、決定是否要採用斷層資料、及設定等值線之參數等。當按下等值線參數的鈕時，計算等值線的參數設定視窗就會出現，如下圖。使用者可根據所想要的結果進行參數的設定。其中需特別注意的是在” Contour Lines and Tickmarks” 項下的色彩選項。誠如前面所言及，在地圖檢視窗中調色板的使用有其限制，因此在展示二個以上的資料檔時，常無法清楚的表達出該資料集的特性來。

在” Contour Lines and Tickmarks” 的選項下，使用者可以選定所欲使用的調色板：可以使用機定的調色板，亦可使用自行調設的調色板，也可使用自行選定的單一顏色來展示資料集的特性。使用者可以測試不同的顏色組合，以期能得到最好的搭配，將其所欲展示的特性對比清楚的展示出來。



除了顏色之外，使用者也可針對等值線的粗細、顏色及註標進行設定與測試，以求達到最好的展示效果。需注意的是：雖然.zgf 的檔案格式可內含多個圖

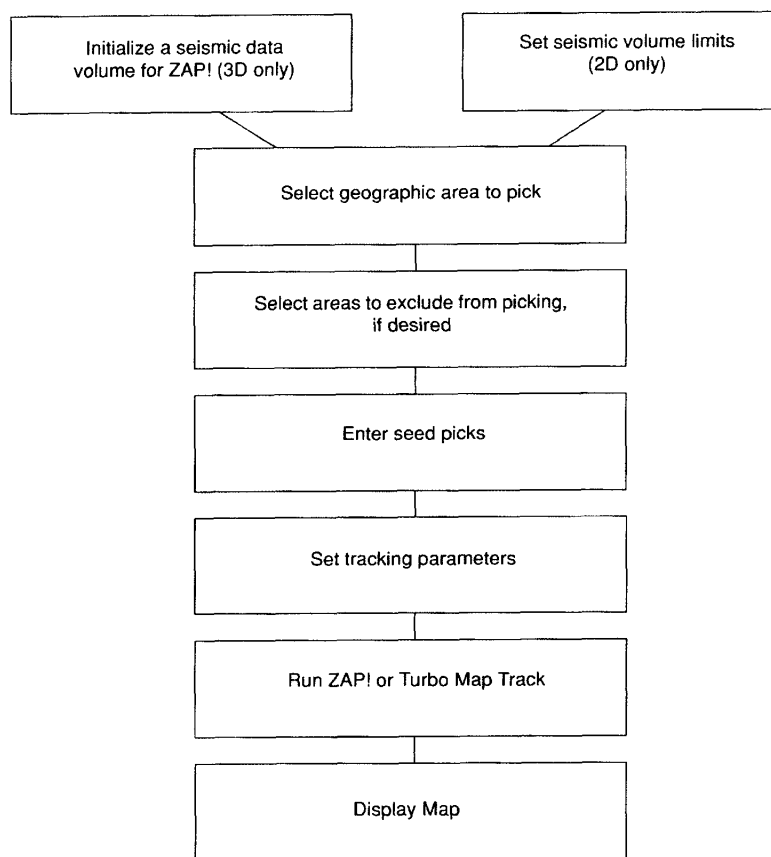
(picture)，但在 SeisWorks 中則僅支援一個圖，因此若使用同一檔案名重複做繪圖動作，則後面產生的資料會蓋寫掉前面的資料。

六、ZAP! 及 FZAP!

ZAP! 是 Landmark 系統的地層自動追跡器，它採用一套預設的追跡規則、根據已輸入的幾個資料點自動做地層的解釋動作。ZAP! 可以僅根據極少的資料點來對大區域做解釋。它主要是根據波幅及特性資料來做自動解釋的動作。

自動追跡系統的工作流程如下表。

Autopicking Workflow



執行 ZAP! 工作必須要先啟動資料集、選定追跡的型式及輸入/輸出的地層名稱、及設定追跡的參數，在完成上述的動作之後便可開始執行 ZAP! 了。

當 ZAP! 執行完畢之後，可利用下列方法來改善細部資料並檢查 ZAP! 解釋工作的正確性：

- . 利用重複執行法來改善解釋的正確性
- . 利用 Zap Polygon 來進行填充、修改、重新追跡、及刪除的動作
- . 利用 Paintbrush 來進行填充、修改、重新追跡、及刪除的動作
- . 使用不同的啓始形態及時間位移
- . 使用 confidence map 進行品質的管控
- . 對解釋結果進行內插及平滑動作
- . 檢視世襲關係
- . 利用 minimum jump 來做品質管控
- . 利用 constraint 來做特殊目的的解釋工作

FZAP! 是三維解釋系統的自動斷層解釋軟體。當震測資料的品質良好時，使用者可以在幾個關鍵點上點出斷層再讓 FZAP! 將斷層的解釋拓展到整個研究區域。自動追跡系統在斷層發生變化時會發出警訊，讓使用者可以即時的檢視有問題的地區並適時的做出必要的修改。

FZAP! 具有三種不同的模式：Snap, Track 及 ReRib.

- . Snap：嚐試在輸入斷層的線上及交叉線上修正解釋值
- . Track：嚐試在未輸入斷層的線上及交叉線上修正解釋值
- . ReRib：將輸入的斷層資料三角形化之後產生平均分佈的斷層線段。ReRib 會在三個任意方向(線上(inline)、交叉線(crossline)及時間)上依使用者指定的增加值輸出斷層線段(segment)。

依據震測資料的品質及研究目的，FZAP! 的工作流程可如下表所示。

FZAP! Workflows

Objective	Workflow (Tracking Mode)	Minimum Seismic Quality	Advantages
Detailed fault analysis	Tracking the Full Fault (Track)	Very good	Alerts you to changes in the fault such as breaks, splits, en echelons
Horizon interpretation (need fault to block ZAP! autotracking of horizon)	Tracking a Fault Scarp (Track)	Very good in zone of interest	Can be used when data is very good only within a narrow time range
Detailed fault analysis	Filling In a Fault Surface (ReRi, then Snap)	Good	Can be used when data quality is not high enough for tracking mode

Horizon interpretation (need fault to block ZAP! autotracking of horizon)	Filling In a Fault Scarp (ReRi, then Snap)	good in zone of interest	Can be used when data is good only within a narrow time range
Fault heave calculation. Horizon mapping	Generating Inline or Crossline Segments (ReRib)	Data quality irrelevant	Lets you interpret in any orientation and then produce the types of segments required to calculate heaves and generate fault polygons
Reservoir modeling	Trimming Vertical Edges of Fault (ReRib)	Data quality irrelevant	Lets you fit the fault to the time range of the model
Fault data management	Copying, Merging, or Deleting Fault Planes (Fault Utilities)	Data quality irrelevant	Ease of use

七、SeisCube 及 StratAmp

SeisCube 是一展示及解釋的工具，可讓使用者將震測資料以 3D 的方式展示出來並直接做解釋。使用者可將震測剖面及時間切面以快速、有效、連續動畫式的方式展示出來。由檢視快速展示的動畫，使用者可以比檢視靜態的多框式的震測剖面更容易找出震測資料的形貌來。

要使用 SeisCube，震測資料必需以 cube volume 的格式存在。使用者可以使用 bcm3d 指令程式、震測資料轉換器或 PostStack 將 .3dv 的資料轉換成 .cd 的格式以便在 SeisCube 中叫用。使用者可根據系統硬碟的大小及/或其研究的需要而決定要進行轉換的資料範圍的大小，以確實符合所需。

除了展示剖面之外，使用者還可以直接在 SeisCube 中做地層及斷層的解釋工作，並可直接在 SeisCube 中啟動 ZAP! 及 FZAP!。

StratAmp 主要用來計算 2D 及 3D 震測資料的振幅。使用者可用它來計算一地層或某一時間間隔範圍內的振幅。對每一地層或間隔區段，使用者可在八種振幅的計算方式中選擇一樣來執行。這八種計算方式分別是：振幅的厚度(Thickness of amplitude)、振幅*h、平均振幅、正振幅的最大值、負振幅的最大值、絕對振幅的最大值、絕對振幅的平均值、RMS 振幅。對 StratAmp 來講，計算時輸入的資料可以是 8 位元、16 位元、或是 32 位元的資料。

由 StratAmp 所得到的結果是振幅地層，可將其展示在地圖視窗中。使用者也可以加以變化，將振幅及構造資料整合在一起展示，或者，將振幅資料與其它資料如傾角資料、差異性資料一起展示。

在SeisWorks的地層計算中或是在ZAP!(3D)中都可執行振幅的擷取，通常此項功能即可以應付大多數使用者的需求。但如果使用StratAmp，使用者可以對整個地層及/或某個間隔區段做振幅的擷取動作，此外還可以選擇計算的方法，使用的靈活性要強大許多。

StratAmp的應用包括了熱點(hot spot)的研究、地層層序中震測特性的研究、儲集層孔隙率的研究及薄砂的研究等。

八、震測計劃的整合(Seismic Project Merged)

震測計劃的整合乃是將數個獨立的震測計劃整合在一起、當做一個獨立的計劃來進行解釋工作。由各組成成員而來的資料都被看成是屬於同一個計劃並據以進行解釋工作。

震測計劃的整合分為兩個類別：2D3D及3D3D。2D3D的整合計劃乃由一2D的計劃和一個或多個3D計劃組合而成，在工作時必須選擇SeisWorks 2D3D來進行解釋工作。3D3D的整合計劃則是由二個或二個以上的3D計劃組合而成，在作解釋時必須選擇SeisWorks 3D3D的選項方能進行解釋工作。在做震測計劃整合時，每個組成成員——不論是2D或是3D計劃——都必須使用同一個資料庫計劃，因為震測解釋的斷層資料乃是存放在資料庫中，如果組合的計劃分屬於不同的資料庫，對斷層資料的取得會發生困難，使用者將無法進行整合後的解釋工作。

震測計劃整合時會牽涉到應以何者為基本計劃。對2D3D的整合計劃而言，一律以2D計劃為基本計劃；對3D3D的整合計劃來說，使用者可以依自己的工作方式選擇要做為基本計劃的3D震測計劃。整合後的計劃會以當做基本計劃的計劃名稱為名，一些整合後相關的基本資料亦會放在基本計劃的系統目錄下。比較特別的是，對於整合後的計劃而言，僅有存在於基本計劃中的地層才是有效的地層名稱，若其它組成成員在整合之前曾做過地層解釋且地層名稱與基本計劃中的不同，則整合後將看不到這些地層。解決方法是在進行解釋工作之前，使用地層的整合工具將其它計劃中的地層名稱加到基本計劃中，才可進行解釋工作。

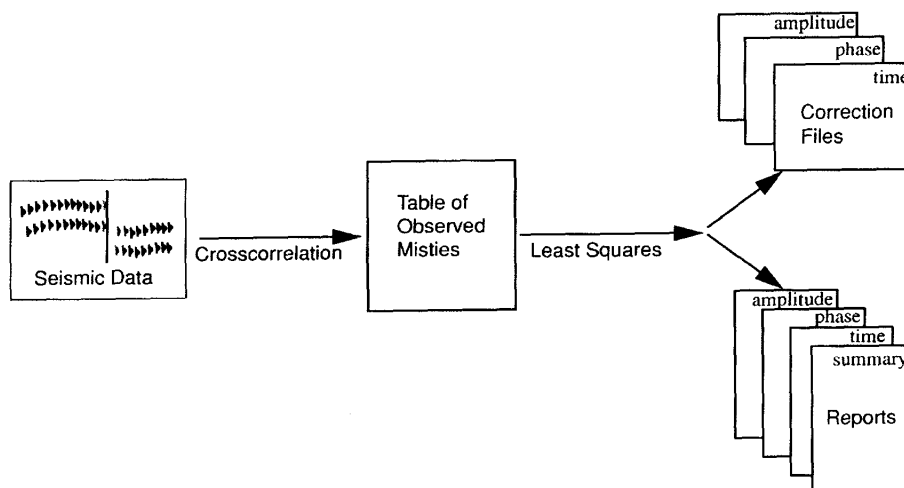
九、震測資料的平衡(Seismic Data Balance)

在野外炸測及資料處理時的差異性會造成在重疊的研究區所得到的資料有振幅、相位、頻率、及震測事件發生的時間不同等的變化。在開始解釋工作前先修正這些差異性通常有助於改善解釋的正確性，尤其在整合數個震測計劃之後，更需要在解釋工作開始進行之前先進行這類的修正動作，將差異性減到最低，如果可能，將所有測線都處理到達成平衡。

Landmark 公司的震測解釋軟體 SeisWorks 的附件中有一個工具—Seismic Balance，專門用來處理震測資料的平衡問題。要啟動 Seismic Balance 有二種方式：直接由 OpenWorks 主目錄下→Applications→SeisWorks→Seismic Balance 或者在啟動 SeisWorks 之後由 SeisWorks 主目錄→Utilities→Seismic Balance。由於使用 Seismic Balance 並不需要使用執照，在震測解釋軟體的使用執照不敷使用時，使用者可以採用第一個方法啟動 Seismic Balance，不需要先進入 SeisWorks 再啟動 Seismic Balance，以免佔用 SeisWorks 的使用執照，影響其他使用者使用解釋軟體的權益。

Seismic Balance 允許使用者採自動計算、互動式及綜合式等三種方式來進行修正動作。

自動計算式的修正法包含二個步驟：1. 將所有震測資料做交叉關聯，產生一個列有所有測線交叉點處 mistie 值的表格；2. 將所觀察到的資料表格當做輸入項目，Seismic Balance 會執行最小平方計算以求對所有的測線達到最好的解答。整個自動計算法的作業流程如下圖所示。

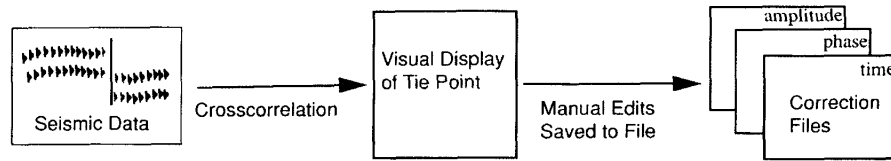


Automatic Computation: Compute Misties and Corrections

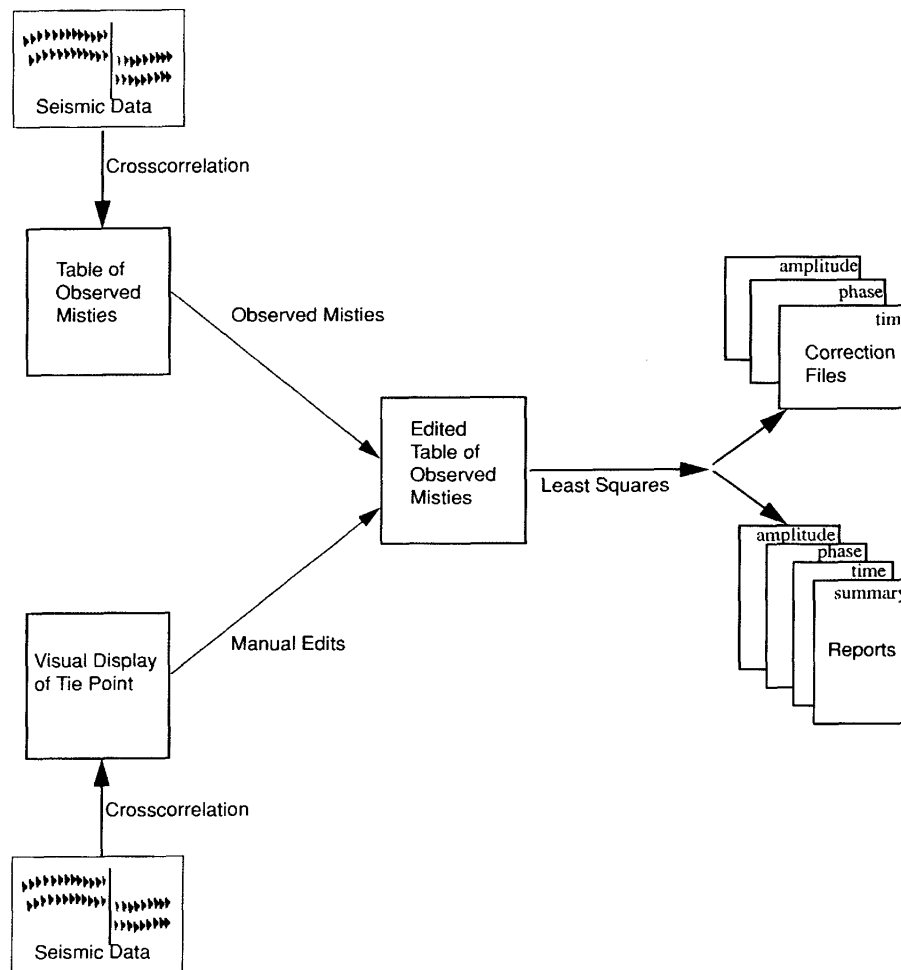
互動式計算修正法乃是將任何交叉的線展示在螢幕上，用目視法觀察其 mistie 並決定最適宜的修正值。在決定好修正值之後，對此二條交叉的測線做交叉關聯計算，將修正結果也展示在螢幕上。

如此持續對交叉測線進行時間修正、相位旋轉修正、及振幅修正，在每次施行修正動作後，即進行交叉關聯的計算，並將修正結果立即展示出來以便觀察所施加的修正效果。當所施行的修正動作達到滿意之後，便可將其寫入修正檔案

中，如不滿意，則重覆進行修正的動作。修正動作僅針對該單獨的測線進行，並不會影響其它的測線。作業方式如下圖所示。



Interactive Computation: Manually Adjust Tie Line



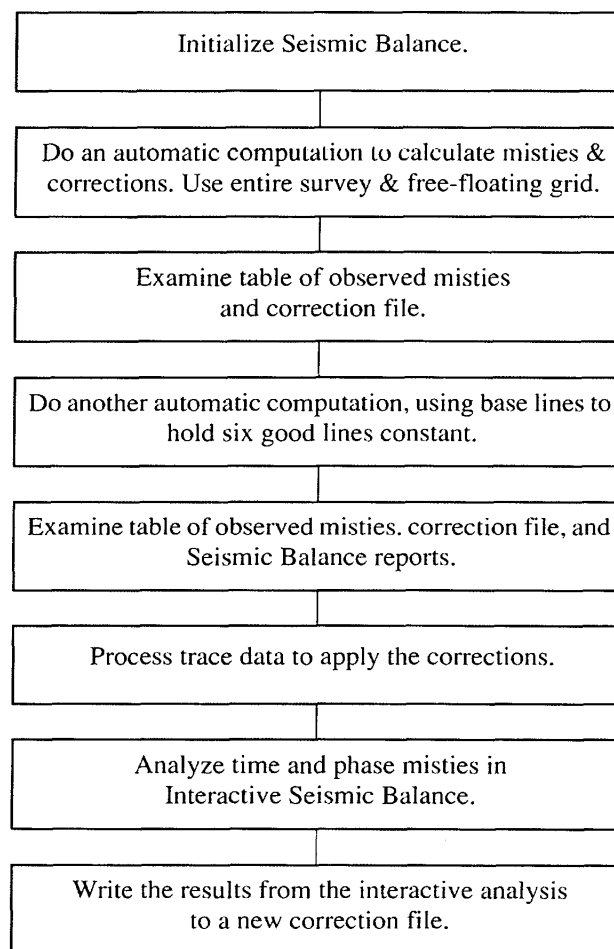
Combined Approach: Automatic Computation + Interactive Computation

在一般情況下，使用者會希望結合自動式修正法及互動式修正法的優點，因

此就有了綜合式修正法。使用者可以根據互動修正法的觀察結果或依使用者對研究區域的認識對由自動修正法所計算得到的 mistie 表格加以編輯修改，再將修改過的 mistie 表格輸入電腦，重新執行最小平方的計算。此法的好處在於使用者可以將修正值整個帶回最小平方的計算中，不是只考慮單一測線的修正，還同時考慮了所做的改變對所有測線可能造成的影響，以達到最好的解答。上圖即為綜合式修正法的作業流程。

下圖為使用 Seismic Balance 的整個工作流程，為要得到較好的結果，有時前面四個步驟須反覆進行。

**Workflow for Introducing Seismic Balance
(artificially altered dataset used)**



在執行 Seismic Balance 時，會有三種檔案被寫入系統：修正檔案、修正資

料、及修正報告。修正檔案其實是以使用者所訂定的名字而配上不同延伸檔名的 3 個檔案：.shf 檔是記錄所做的時間差修正檔；.psh 檔是記錄所做的相位旋轉修正檔；.ash 檔是記錄對振幅所做的修正檔。這三個檔案都會存放在震測計劃的系統目錄下。

修正資料檔乃指將原始資料輸入系統後，再施以修正檔案所列的值加以修正後所得的結果。通常輸出的格式是和輸入的資料格式一致。Seismic Balance 可以處理的資料式有 .2v2, .3dv, .bri, 及 .cmp 檔，但並無法處理 .cd 及 .cdn 格式的檔案。

當利用自動計算法進行修正時，會產生四種報告。報告中會記錄所用以進行修正計算的各項參數、在各個交叉點所觀察到的 mistie 值、建議的修正值、及殘餘的差異值，這些報告在分析現況及評估建議修正值時非常有用。四個報告檔都具有同樣的檔案名稱但不同的延伸檔名：.gbs 檔記錄執行 Seismic Balance 的摘要；.psp 檔記錄測點的相位報告；.tsp 記錄測點的時間值報告；而 .asp 檔則記錄測點的振幅資料。這四個亦會存放在震測計劃的系統目錄下。

Seismic Balance 主要是針對因炸測或資料處理所引起的差異性來尋求解決方法，如果是因 migration 或其它因素造成的 mistie，則可以使用 SeisWorks/2D3D 軟體所附的 Misties 選項來處理，不過此項功能的修正主要是針對地層資料且侷限於時間的位移問題。

三、心得

本次的研習課程雖說是以震測解釋為主，理應包括二維及三維的震測解釋工作，但由整個教材內容來看，仍偏向於應用在三維震測資料。這是因為三維震測資料分佈較為密集，許多課程內容提到的技巧及方法都涉及了大量的計算及內插，三維的資料是連續的所以應用起來非常方便，誤差不致於太大，可信度較高。若要應用在二維震測資料上，則除非在施測時二維震測測線的排列非常規則且線與線間間距不會太大，如果真是此種狀況，就可以將二維資料視為三維資料，將課程內容所提的技巧應用於二維資料上，不過像這種情形應該不常見。但由這一點可以看出，三維的震測計劃除了可提供更詳實的資料外，在電腦應用程式的使用上也具有較大的靈活性，在經濟及各項環境條件許可下，應優先考慮三維施測。

所有的問題都會回到最根本的地方。本次課程所教授的技巧在使用授課公司所附的資料檔操作時都非常好用，但常常一回到公司，許多方法都要大打折扣。其實這也難怪，在教材中，在許多地方都有提到，若要使用某些技巧、方法，先

法條件是震測品質不能太差。可是由於台灣是麓山帶，人口又密集，在作野外施測時就有許多的限制，炸測所得的資料品質並不好，對解釋的同仁而言也是一種難言的負擔。電腦可做人腦所不能的工作是大家皆已接受的事實，且又更快更好，要充分應用電腦於解釋工作上，唯有靠同仁們的努力，先由資料品質改善開始，才有可能。

四、建議

測勘處的交談式解釋系統設置已有多年，但使用率一直無法提昇，除前面所提震測資料品質不好是一重要因素外，同仁對電腦有畏懼感是一個原因，因為在工作站上一切都是英文畫面，不似個人電腦可以有中文畫面，即使是以下拉式目錄的方式在運作，還是有同仁無法自在面對。另一個無法讓同仁輕鬆面對的原因可能在於本交談式系統的應用程式功能強大，無法一蹴即就，必須相當的時日才能够悠遊自如、駕輕就熟，因此對剛開始啓步的使用者而言，無形中就會有壓力存在。最後也是最重要的關鍵點在於主要的震測解釋工作者都習慣於紙上作業，要一個人改變已成慣例的習性不是件簡單的工作，但凡事總要有個開頭，如果使用者無法自動踏出第一步，就要靠長官施點壓力、展示點魄力，鼓勵並督促同仁開始使用電腦從事解釋工作。誠如外聘的幾個教授、顧問所講的，在目前這個階段如果還不能使用電腦作業，就別想踏入世界的舞台了。