

地利炸測點的定位

廖政賢 張建興

中央氣象局地震測報中心

摘要

我們利用地震波（初達 P 波及初達 S 波）到達地震站的時間和模擬地殼的震波速度模型來求得地震發生的時間及位置。由於不容易得到近似地殼的震波速度模型，我們知道所求得的發震時間與地震位置具有某種程度的不準確性，也由於不知道天然地震確實的發震時間與地震位置，我們無法估計此不準確度的大小。唯一能評估地震定位的準確度是實施人工炸測。行政院國家科學委員會於 2006 年 10 月 18 日 1 時 1 分 5.025 秒在南投縣地利村執行一次小規模的炸測，炸點位置是東經 $120^{\circ}55.78'$ 、北緯 $23^{\circ}47.49'$ 、高度 330 公尺。中央氣象局建置在此炸測點附近的短週期地震站記錄到由此炸測釋放出的地動波。本文將利用這些紀錄上的初達 P 波及初達 S 波時間來決定炸測點的位置。

地利炸測點的定位流程主要有三個部份：首先，初步選取炸測點周圍 46 個中央氣象局短週期地震站（圖一），應用震波速度與震波速度不連續面深度同時反演的的方法（廖，2000）得到 1250 個淺地震，震源深度小於 9 公里。這些地震的發生期間是從 1994 年 6 月至 2006 年 12 月。每個地震都滿足下述條件：至少有 6 個初達 P 波，其加權是 0 或 1（Lee and Lahr, 1975；HYPO71），至少有 3 個初達 S 波，其加權是 0、1 或 2，而且震央位於測站網內。這些地震是由地利炸測點周圍的 20 個地震站（圖一）來觀測到。其次，應用聯合地震定位的方法（Jose, 1995；JHD），從上述的淺地震計算各地震站的震波走時修正值。此計算過程採用一維的震波速度模型（陳燕玲，1998）。最後，從這 20 個地震站中的 15 個地震站（圖一）的三向量炸測紀錄所讀取的 15 個初達 P 波時間及 5 個初達 S 波時間，經地震站的震波走時修正後，應用固定震源位置計算震波走時殘差均方根（Root Mean Square, RMS；HYPO90，張建興撰寫的程式）的方法來搜尋最小 RMS 的震源位置作為炸測點的定位結果。此定位過程也採用上述的一維震波速度模型。

地利炸測點的定位結果如圖二所示。採用深度小於 6 公里的 451 個地震得到的測站修正值，得到下述的定位結果：1) 僅用修正後的初達 P 波時間來定位，震央位置的經度誤差是偏東約 1.019 公里，緯度誤差是偏南約 0.443 公里，深度誤差是約 0.52 公里，2) 同時用修正後的初達 P 波時間及初達 S 波時間來定位，震央位置的經度誤差是偏東約 0.646 公里，緯度誤差是偏南約 0.227 公里，深度誤差是約 1.12 公里。採用深度小於 9 公里的 1165 個地震得到的測站修正值，得到下述的定位結果：1) 僅用修正後的初達 P 波時間來定位，震央位置的經度誤

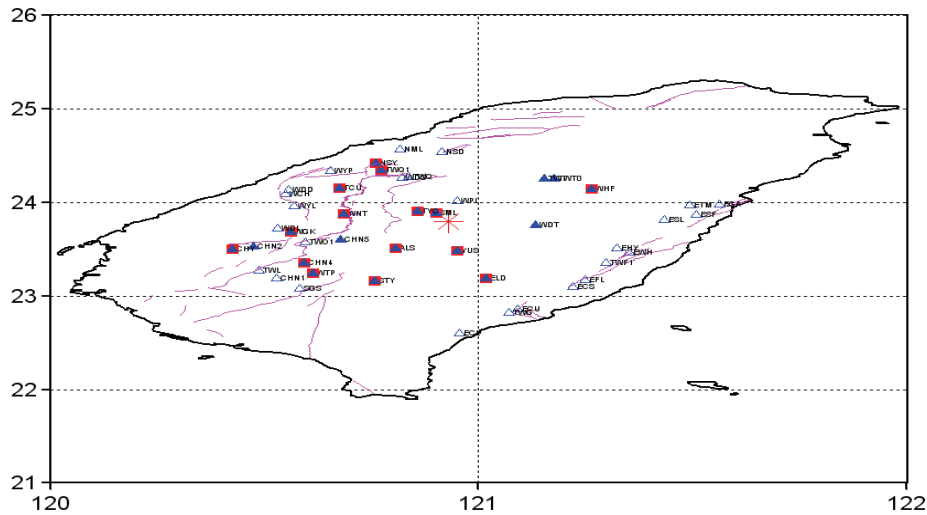
差是偏東約 0.459 公里，緯度誤差是偏南約 0.332 公里，深度誤差是約 1.62 公里，2) 同時用修正後的初達 P 波時間及初達 S 波時間來定位，震央位置的經度誤差是偏東約 0.171 公里，緯度誤差是偏南約 0.221 公里，深度誤差是約 0.62 公里。因此，採用不同的地震資料會得到不同的地震站震波走時修正值，進而得到不同的定位結果。這是由於複雜的地殼震波速度構造的影響。本文得到的地利炸測點定位的震源誤差約在 2 公里之內，其中最佳的定位結果只有約 0.4 公里的震央誤差與 0.62 公里的深度誤差。

致謝

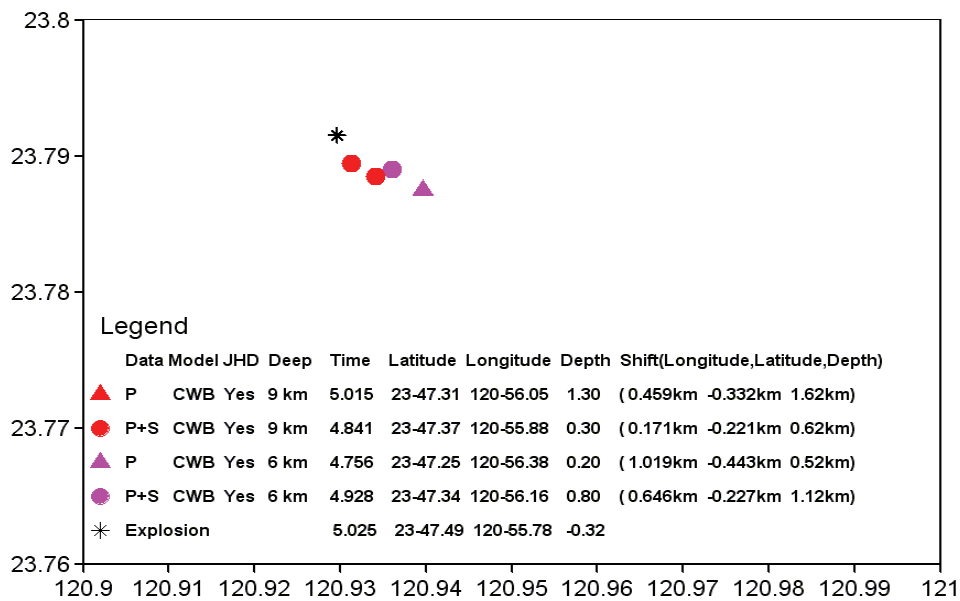
作者感謝中央研究院地球科學研究所林正洪先生建議尋求最好的定位結果。

參考書目

- Lee, W.H.K. and Lahr, J.C. (1975). HYPO71 (revised): a computer program for determining hypocenter, magnitude and first motion pattern of local earthquakes. Open-file report, U.S. Geological Survey, 75-311.
- Pujol, Jose(1995). Application of the JHD technique to the Loma Prieta, California, mainshock-aftershock sequence and implication for earthquake location, Bull. Seism. Soc. Am., **85**, 129-150.
- 廖政賢、邱哲民(2000)·水平層震波速度不連續面深度和震波速度的同時反演，第八屆臺灣地區地球物理研討會論文集，121-132 頁。
- 陳燕玲、辛在勤(1998)·臺灣地區三維速度構造。氣象學報第 42 卷第 2 期，135-169 頁。



圖一．地利炸測點的位置（*符號），震波速度與震波速度不連續面深度同時反演的的方法使用的 46 個地震站（實心及空心三角形），聯合地震定位的方法使用的 20 個地震站（實心三角形），讀取炸測初達 P 波時間的 15 個地震站（紅色方形）。



圖二．地利炸測點的定位結果。Data 欄位的 P 或 P+S 分別表示僅使用初達 P 波時間或同時使用初達 P 波時間及初達 S 波時間來定位。Model 欄位的 CWB 表示一維的震波速度模型（陳燕玲，1998）。JHD 欄位的 Yes 及 Deep 欄位的 6km 與 9km 分別表示採用深度小於 6 公里與 9 公里的地震來執行聯合地震定位，得到測站修正值。Time、Latitude、Longitude、Depth 欄位的數字表示最好的定位結果。Shift 欄位的數字表示定位結果與炸點位置的誤差。