

# 側掃聲納影像之併圖

林俊賢、宋國士

國立台灣大學海洋研究所

## 摘要

側掃聲納為判讀水下地貌極佳工具之一，其依據為併圖圖像上灰階的濃淡程度與形狀。併圖影像的正確與否，深切地影響判斷地貌的準確性。而影響側掃聲納影像併圖之因素如：測量時拖魚之實際狀態、斜距修正所導致之影像變形、及航跡、船、拖魚間之交互指向影響等。本文將針對影響併圖之分別要素，予以討論，期能獲得正確之側掃聲納併圖影像，促使側掃聲納應用於水下地貌之判讀更趨完善。

## 一、前言

側掃聲納是利用基本的回聲原理，以沿預定之航線拖曳一後拖式回聲器(簡稱“拖魚”)，向左右兩側發射一扇形之高頻聲波(100 or 500 KHz)(如圖一)，再由拖魚之接收器接收因水下地形起伏及底床粗糙度不同之散射(Backscattering)能量，據此繪製成所謂之測音圖(Sonograph)(圖二)。將沿航線之測音圖影像，依拖魚定位予以併合(Mosaic)，其結果為一併圖影像(如圖三)。由記錄之併圖影像灰暗色調對比，可以用來區分不同之海床地貌特徵。本報告將從介紹側掃聲納之系統整合、資料處理談起，進而探討影響併圖品質之誤差來源與因應之道。

## 二、系統整合

整體系統(圖四)可分為側掃聲納單元(圖五)、定位單元以及收集單元(圖六)，分述如下：

1. 側掃聲納單元：EdgeTech 272-TD 底拖式拖魚為系統中之回聲器，其可提供雙頻率之任一聲波(100 及 500 kHz)，射程距離(Range)可達 600 公尺。由拖魚兩側發射一扇形之聲波，拖魚接收器接收因底質及地形起伏所回散射之能量，傳至 EG&G M260 側掃聲納主機(如圖四)，並據此繪製在圖紙上。
2. 定位單元：以 Ashtech 所生產之 GG24C-Surveyor 接收器當做整套系統之定位單元；其最大之特色為同時接收美國的 GPS 與蘇聯的 GLONASS，藉此 48 顆衛星提供更佳之定位精度。實際作業時更以即時差分定位(RT-DGPS)，提供測量時之即時精確之定

位座標。

3. 收集單元：將以上由拖魚傳回 M260 之類比訊號，經類比/數位卡(A/D Card)將其數位化，連同即時差分定位，兩者一併傳至由 OceanStar System 公司生產之 SeaSone Hunter 軟體，輸入電腦儲存(如圖六)，以供後續資料處理。(參考 3、4)

## 三、資料處理及展示

本所記錄於電腦中之側掃聲納數位資料，是利用 OceanStar System 公司生產之 SeaSone Hunter 軟體及 Mapper 軟體作後期資料處理。資料處理之要點步驟如下：

1. 增益(Gain)修正：記錄於電腦中之原始側掃聲納資料，為了滿足突顯水下目標物影像之目地，須作增益修正。圖七中，上半圖為未經過增益修正之原始資料展示，下半圖為經過增益修正後之資料，可看出水下之目標物較為明顯清楚。
2. 斜距修正(Slant Range Correction)：原始側掃聲納資料之記錄，為根據由拖魚發射接收訊號之時間差，與訊號強弱而儲存，因此原始資料之展示為時間域之圖像(如圖八)，但側掃聲納最終是為了展示空間域上 1:1 之影像，斜距修正便為滿足此一目地。經過斜距修正後之側掃聲納影像(如圖九)，中間之空白(水深)便會消失，而接近航線處之內側影像會縮小，外側影像會放大。(參考 2)
3. 拖魚後拖長度(Layback)修正：將經過斜距修正後之

側掃聲納資料影像，逐一沿航線併在一起，此步驟稱為併圖(Mosaic)。由於即時衛星差分所提供之定位，為測量船隻衛星天線之位置，與實際拖魚所在之位置有一幾何上之關係，影響併圖之精確度。因此我們必須輸入在現場工作時，連接拖魚之繩長、拖繩入水之角度、與施放拖魚點與船上定位衛星天線之相對位置等，以進行修正(如圖十)。後拖長度之修正為獲得正確併圖結果過程中重要之步驟。(參考 2)

#### 四、影響側掃聲納併圖之要素

側掃聲納實測前之航線規劃，當為一平行且相鄰測線左右測區成完全覆蓋(Overlap)之齒齒形航線(如圖十一)，因此任何水下之目標物至少被拖魚之聲納掃過兩次以上，其中一次為自目標物之右側掃過，另一次為目標物之左側反方向側掃。由於拖魚面對目標物之面不同，在側掃聲納影像上出現之圖案也不一樣。如圖十一說明，A、B 所代表之拖魚指向分別為進入紙面與離開紙面，而目標物皆在拖魚之右舷，圖中之黑白影像代表此目標物分別在側掃聲納右舷影像上所代表之圖樣。併圖時，選擇航線之右舷或左舷影像為併圖依據，所產生之併圖影像也不一樣。

所謂理想之側掃聲納併圖，是能使水下目標物凸顯、易於判讀；而影響側掃聲納併圖影像品質之誤差來源如下：

##### I. 測量時拖魚之實際狀態

###### 1. 拖魚定位

正如前述，實際拖魚所在之位置，與測量船隻之衛星天線位置有一幾何上之相對位置關係(如圖十)，圖十二為後拖長度修正前之併圖影像，圖十三為後拖長度修正後之側掃聲納併圖影像，可看出經過後拖長度修正後水下目標物之影像較為連續及清晰。

###### 2. 拖魚之不穩定性

海上測量時，常因海流、波浪、湧等因素，造成拖魚之不穩定，如圖十四所示，不但影響獲得之資料影像品質，更影響最終之併圖。以圖十五為例，一海底筆直放流管，在側掃聲納影像上應為一直線，卻因拖魚航向受潮流作用，使其與船航向之差

異無法修正，導致影像變形，影響併圖之結果。

##### II. 斜距修正所導致之影像變形

如前所述，斜距修正為將時間域之資料轉換成空間域上等比例之影像，因此，經過斜距修正後之側掃聲納影像，接近航線處之內舷影像會較原始影像縮小，而外舷影像則會放大。相同之目標物，在此航線時可能位於內舷，但下一條航線可能位於外舷，如此影像之放大縮小，除了會影響我們判斷此目標物之位置、大小外，也將影響併圖結果。圖十六可看出，在相同拖魚深度及穩定之拖魚情況下，相同目標物，因斜距修正所導致陰影區之大小不同，此將影響併圖結果。(參考 2)

##### III. 航跡、船、拖魚間之交互指向影響

航線之指向與船隻之指向及拖魚之指向關係，如圖十七說明。指向性間之交互作用，不易於收集資料時看出，卻會嚴重影響最終之併圖影像。茲針對其中兩個顯而易見的例子，予以討論。

###### 1. 流場之影響

當拖魚受一海流之影響時，拖魚指向與航線指向成一夾角，以圖十八，海下放流管為例說明，由於拖魚指向與航線成一夾角，垂直拖魚側掃所得之管線距離，將比實際距離遠；將之繪製於側掃聲納影像上，如圖十八，A 航線所繪得之管線影像位置為 a，回航時 B 航線所測得為 b 影像位置，在併圖時無法吻合。圖十九，便為實測之海底管線因海流影響併圖時所出現之影像，可清楚看見一條管線併圖出兩個影像，當拖魚指向與航向差角愈大，影像分開距離將愈明顯。

###### 2. 船轉向之拖曳影響

圖二十說明當拖魚因受船轉彎時，拖魚指向與船指向間之關係圖，右側為一拖魚航線及指向與海底管線位置之關係圖，拖魚受船轉彎之拖曳而與管線有相對位置變動，拖魚之指向為所在位置之沿切線方向，而與指向垂直者為則側掃聲納之音傳方向，由拖魚音傳方向測得之管線距離及對應位置，可得如，圖二十左側沿航線之側掃聲納管線影像(只展現左舷資料影像)。圖二十一為海底管線在實測時因拖魚隨船轉向效應所呈現之影像。

## 四、討論

測掃聲納提供我們便利又經濟判讀水下地貌之工具，瞭解影響測掃聲納影像併圖之因素，除可得較為正確之併圖影像外，也可協助我們解讀水下目標物。然而實際海上作業之情形，並非只有單一因子影響收集之側掃聲納影像，如何將之分別剝離並修正，為今後努力之方向。

## 五、參考資料

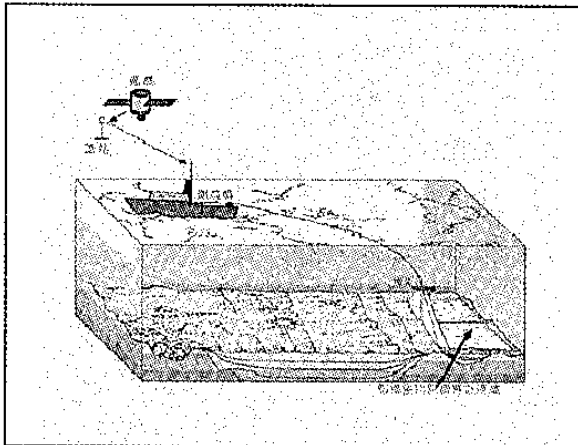
1. 羅聖宗、連永順，1997，澎湖海域古沈船海面偵測，海下技術季刊，第七捲，第一期，pp.13-20。

2. John P. Fish & H. Arnold Carr，1990，Sound Underwater Images。

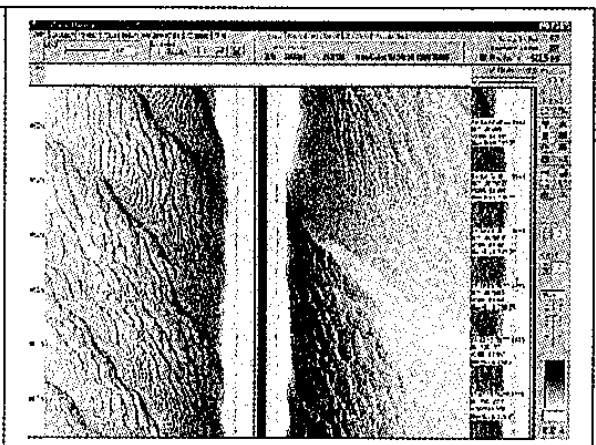
3. OceanStar Systems Incorporated，1999，Season Hunter Manual，Ver 2.08

4. OceanStar Systems Incorporated，1999，Season Mapper Manual，Ver 2.06

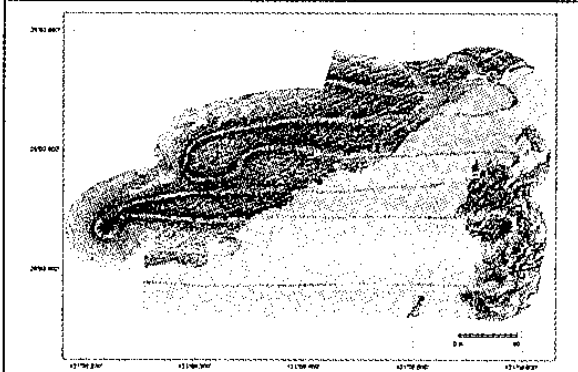
5. Kinsler，L.E.； A.R. Frey； A.B. Coppens； and J.V. Sanders(1982)，Fundamental of Acoustics，New York，John Wiley & Sons, Inc。



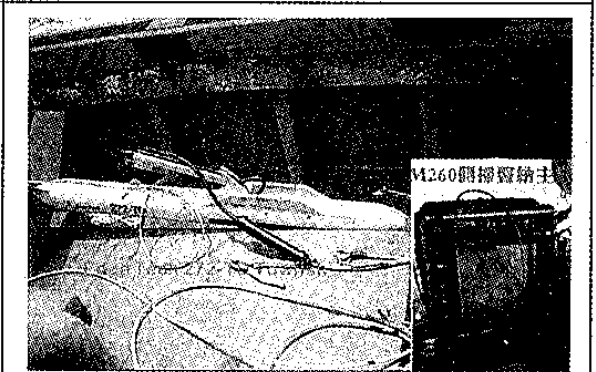
圖一 側掃聲納之示意圖



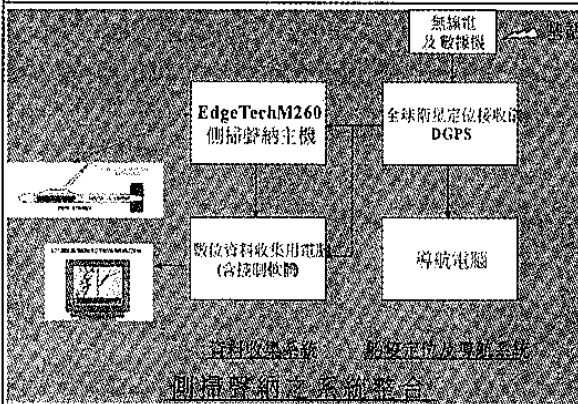
圖二 側掃聲納獲得之沿航線測音圖



圖三 側掃聲納之併圖影像



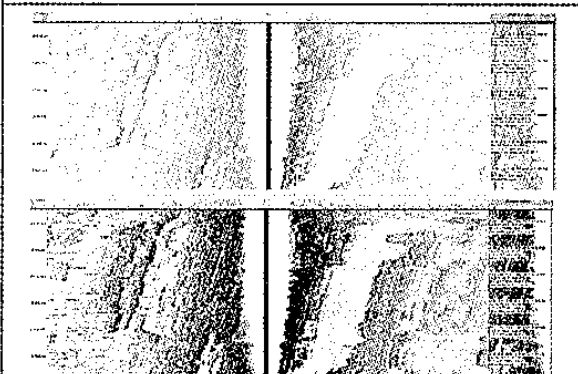
圖四 Edge Tech 272-TD 雙頻拖魚與 260 側掃聲納主機。



圖五 側掃聲納之系統整合。



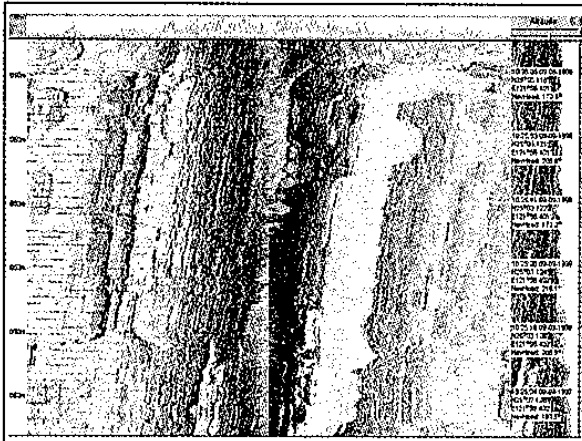
圖六 側掃聲納之資料收集單元。



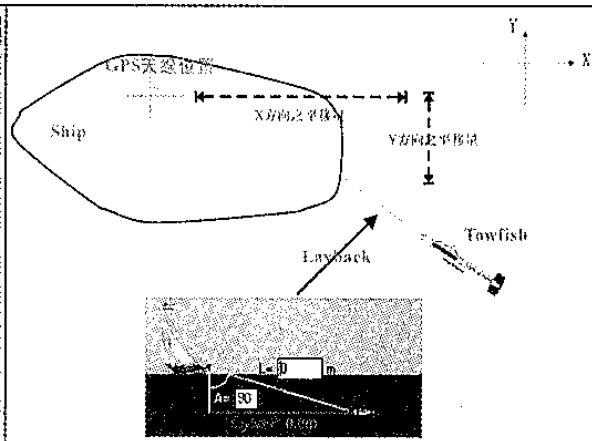
圖七 增益修正前(上圖)後(下圖)之資料展示。



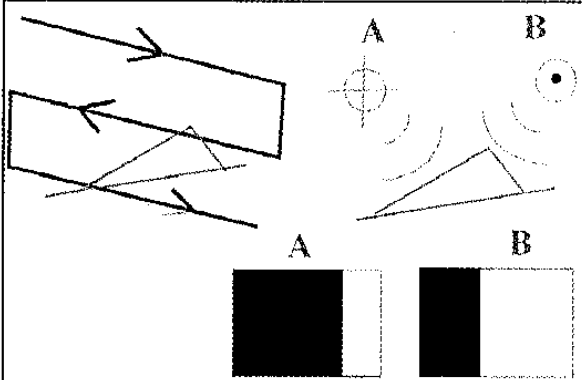
圖八 斜距修正前之資料展示。



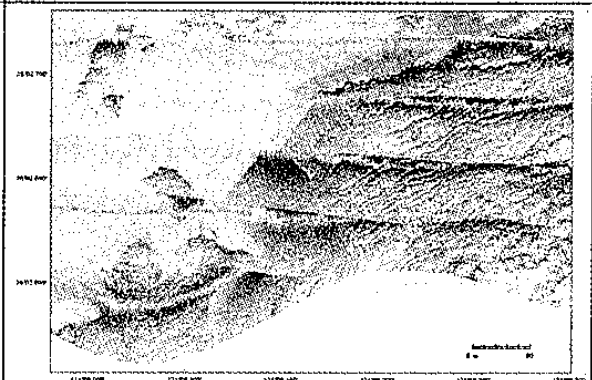
圖九 斜距修正後之資料展示。



圖十 拖魚與船上衛星天線間之幾何關係。



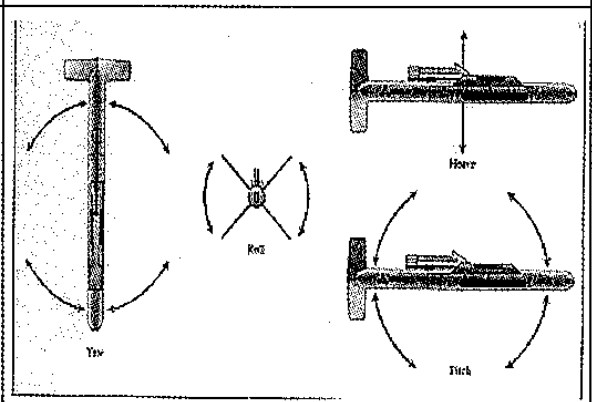
圖十一 側掃聲納之航線規劃，與水下目標物於來回航線中所呈現之影像



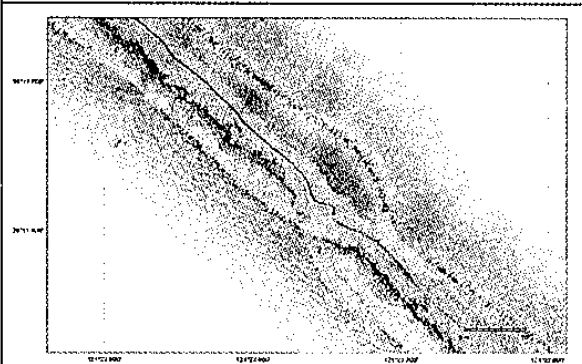
圖十二 後拖長度修正前之資料展。



圖十三 後拖長度修正後之資料展。



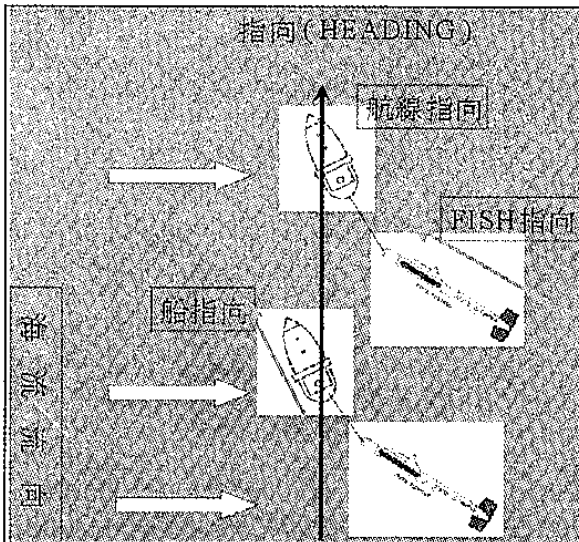
圖十四 拖魚之不穩定性。



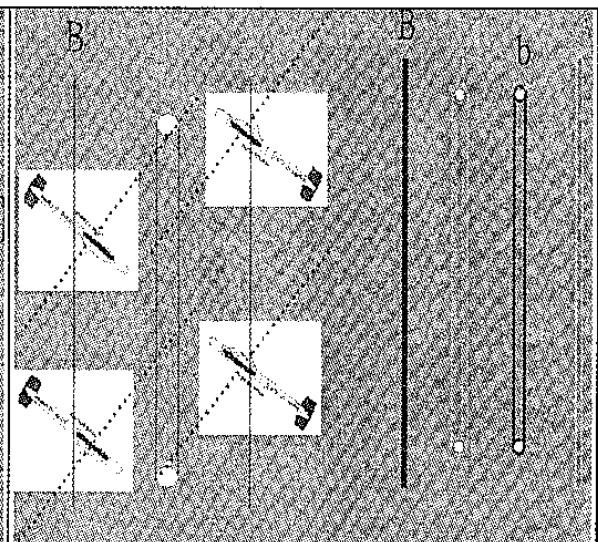
圖十五 因拖魚航向偏轉所造成之影像偏移。



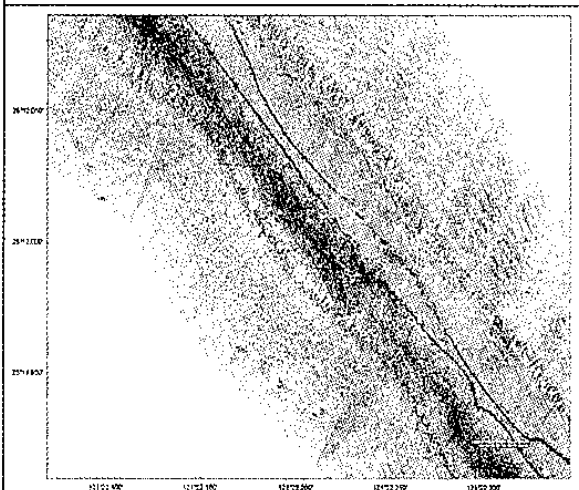
圖十六 斜距修正導致之影像放大與縮小。



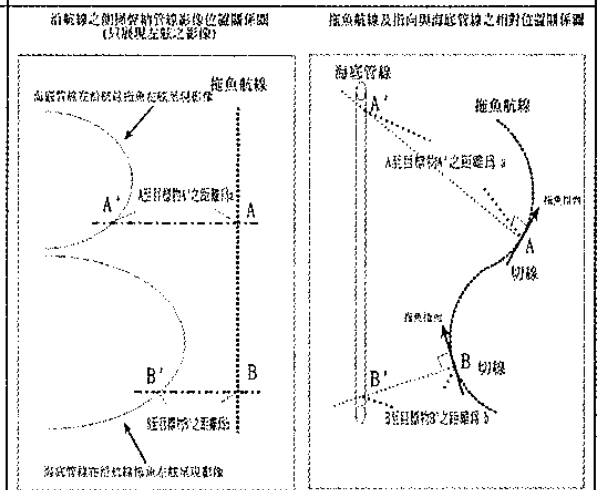
圖十七 船指向、拖魚指向、與海流指向間之相互關係。



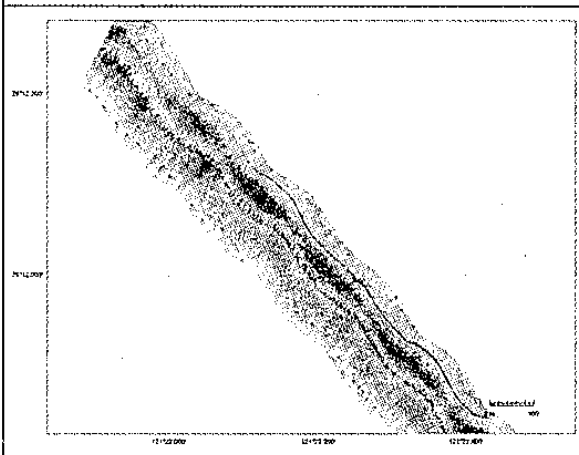
圖十八 海流所造成之影像偏移。



圖十九 海流造成之海底管線影像偏移，明顯看出兩條管子影像。



圖二十 船轉彎導致拖魚指向改變之示意圖。



圖二十一 海底管線因船轉彎所導致之影像偏移。