

一、摘要

聲納系統在商船上已經是不可或缺的設備，但其應用範圍不只於此，無論是用於船舶航行安全、航道疏浚、漁場找尋、海岸開發利用以及海洋科學研究等皆為其人類向廣闊海洋探索的一重要技術，而其測量海洋技術從手持測量工具直到探測儀器問世，水深探測的方法與時漸進，如聲納利用聲波在水中傳導能量，測深光達則利用綠光雷射穿透水體等等，但光學在水深過深處無法有效應用，故目前則以聲納作為最主要之科學研究使用，因其海洋研究船為台船首次承造，所以本文將對於海研船科學聲納介紹。

二、科學聲納簡介

聲納一詞代表了利用聲波進行導航並測距或測深之技術，對於一般商船用的測深儀(Echo sounder)與測速儀(Speed log)，其科學聲納對於其頻率不同與結構上不同而運用在不同地方，以 HNO.1088/1089 為例，再細分為以下項目：

2-1. 單音束聲納(Single-Beam Sonar)

典型單音束測深儀(Single-beam)主要的構造包含音鼓(Transducer)、紀錄器(Recorder)、發射及接收主機(Transmitter/Receiver)等構造，是將電能轉換成聲波能量，發射一個脈衝傳播至水體，當此脈衝接觸到一反射面後，此聲波能量會反射傳回，在接收此聲波後會將其能量轉換成電能強度，單音束聲納僅能沿著測線獲取海床的地形剖面，如圖1、圖2，顯示之海床地形剖面，在剖

面上測深點的間距，與測深儀之資料更新率以及測深時的船速有關。另外單音束測深儀除可用於測深外，也可利用所接收的回波反射強度分析海床散射特性，藉以了解海床表面沉積物之特性。

但因單音束聲納常以聲波返回最短距離作為該點水深，因此海床坡度可能會影響測得水深。海床坡度造成之影響而使得所測量得之海床地形未能完全展現，如圖3。

2-2. 多音束聲納(Multi -Beam Sonar)

多音束聲納非垂直測深，其系統的組成包含多音束測深儀及其他輔助設備如船隻姿態感測器及電羅經等，多音束測深系統以多個窄束寬之音束構成測帶(swath)，可視為全覆式(full coverage)海床測量，可以補足單音束測深系統在測線之間遺漏水深或特徵物細節的問題，如圖1、圖2，快速發展下的多音束測深系統，若操作程序正確且測深系統的解析度足以偵測航道障礙物時，其具備有涵蓋全面海床及精確水深量測與海床特徵物偵測能力的特性。

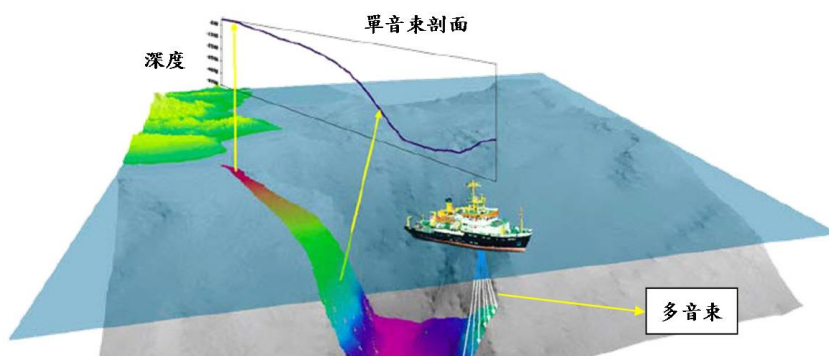


圖1. 單音束剖面及多音束系統施測示意圖

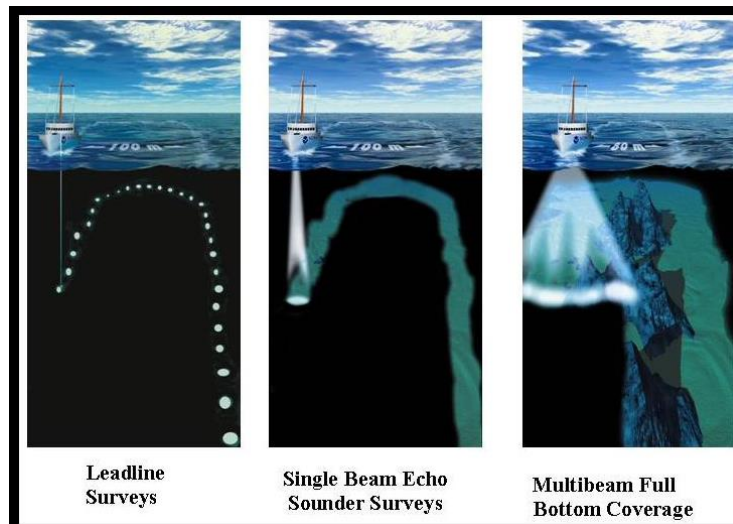


圖 2. 單音束剖面及多音束系統施測示意圖

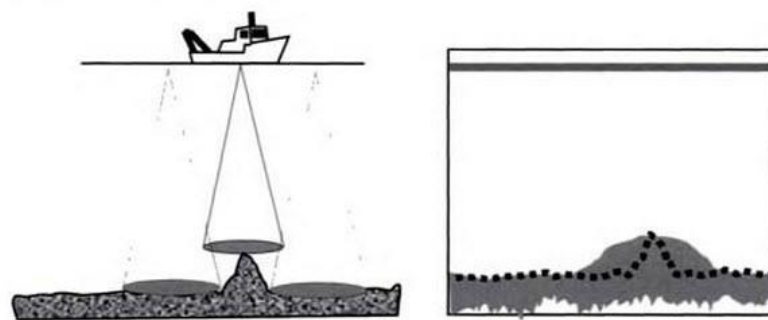


圖 3. 單音束聲納系統解析度不足時之現象

2-3. 都卜勒流速剖面儀(Acoustic Doppler Current Profiler; ADCP)

相較於單音束測深儀及多音束聲納用於測深或海床表面沉積物外，其都卜勒流速剖面儀(ADCP)利用都卜勒原理，測量水流速度剖面，相較傳統流速儀具有測驗時間短、分辨率高、精度好、資料完整、信息量大等優點，其原理為固定頻率之聲源與待測物間之相對運動，將導致接收頻率之都卜勒位移(如下說明)，該儀器以四組音鼓對待測流動水體以適當角度發射聲波，得到四組位移量，用以解算整個水體之流層剖面結構，並以若干特定深度層表示之(如圖4)，船舶實用上ADCP使用GPS系統提供地面平台的運動，在內部結合這些數據類型來計算

實際的水流速度，有時也稱為地面速度。

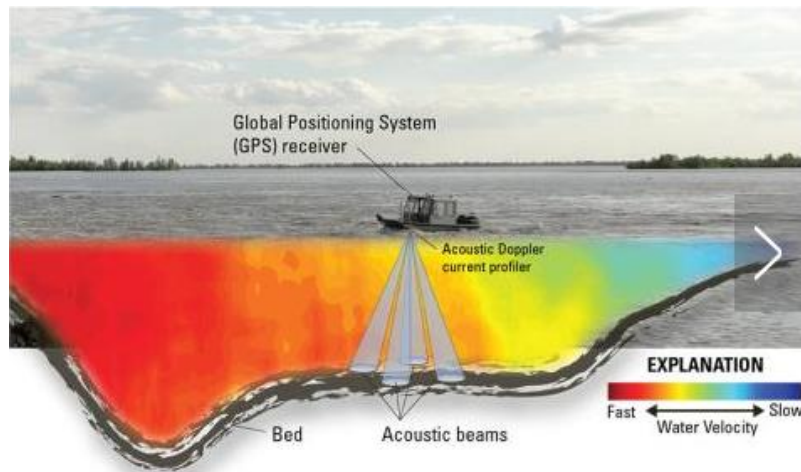


圖4. ADCP水流記錄以熱色和冷色表示流速

都卜勒位移-水流向聲源運動時，反射波的波長被壓縮，因而頻率增加，水流離開聲源運動時，反射波的波長變長(如圖5)，因而在單位時向裡頻率減少，反射波頻率增加或減少的量，是與水流運速度成正比，從而就可根據聲波的頻移量，測定水中的流速。



圖 5. 都卜勒位移聲源波長演示

2-4. 底質剖面儀(Sub-Bottom Profiler)

底質剖面儀以變頻的方式傳送電子脈衝，其信號傳送時頻率由低逐漸增高，底質剖面儀音鼓的頻率範圍在2-16 kHz之間，主頻為4.5 kHz，波束寬度(Beamwidth)在20-40度之間。而接收到的信號則需與原發射出的信號做互對比，以獲得高解析度的海床淺層底質、構造、地層變化等海底聲納回聲剖面(如圖6)，

其系統的一個關鍵特性是，同時將多個ping訊號以分區方式，發至陣列音鼓方式轉換為聲音發射至水層中，對於深水調查，能支持堆疊在水中的多個ping訊號回傳以提高底質剖面相對高度之分辨率，其音鼓陣列Transducer Arrays根據不同探測需求水深，提供各種聲納波束寬度，通常較低的工作頻率需要多個接收陣列和較大的音鼓，因此需要不同的陣列尺寸。

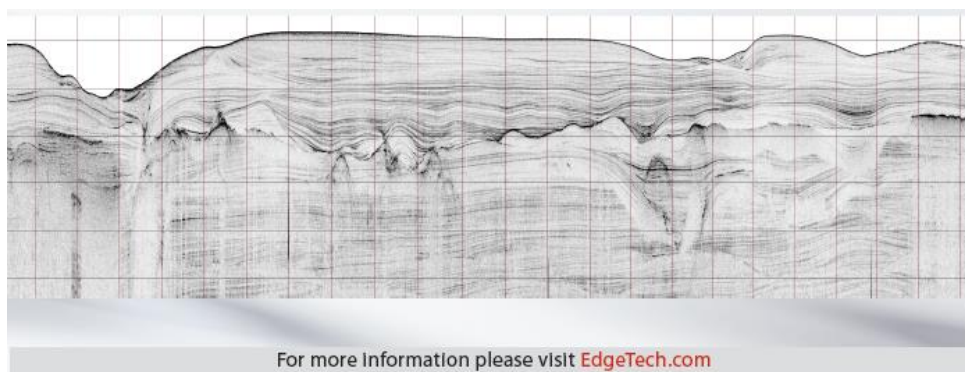


圖6. 地層剖面示意像

2-5. 超短基線水下定位系統(Ultra Short Baseline; USBL)

超短基線 (Ultra Short Baseline; USBL)水下定位系統主要包含收發器 (Transceiver)與應答器 (Transponder)，其中收發器由聲學換能器 (Acoustic transducer)陣列所組成。收發器通常安裝於船底，而應答器則安裝於水下目標物。其定位原理是由收發器發出詢答訊號，應答器收到詢答訊號後再發射回訊給收發器。藉由水層聲速與量測收發器發出訊號到接收到應答器回訊的時間差，便可求得收發器與應答器之間的距離，此一距離稱為斜距 (Slant range)。此外，利用收發器中各個換能器收到回訊的相位差，便可估算出應答器相對於收發器的方向角與俯仰角。經由斜距、方向角與俯仰角這三個資訊，便能利用三

角幾何關係求得應答器相對於收發器的座標位置(如圖 7 所示)。超短基線水下定位系統主要運用於水下載具或水下儀器之水下位置定位,當海洋儀器設備需要長時間觀測而進行底碇式的佈放時,可以搭配具備聲學釋放 (Acoustic release)功能的應答器 (Transponder)同步使用,可以省時且有效地回收海洋儀器,已獲取寶貴的海洋資料。

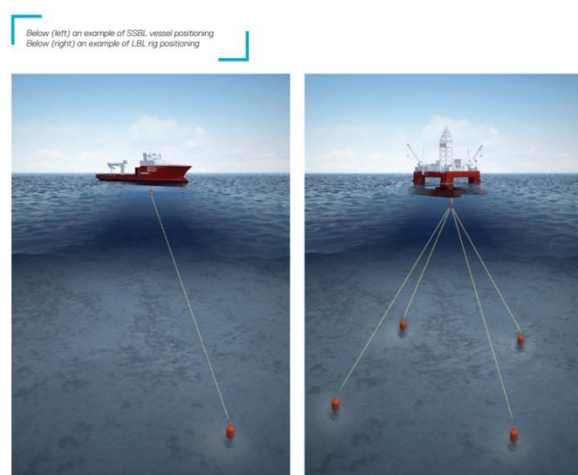


圖7. 超短基線水下定位系統(USBL)收發示意圖

三、科學聲納安裝

此次海研船合作案採用挪威康士伯 Kongsberg 的 Subsea systems 解決方案,該系統為水下聲納與定位裝置提供相關服務,在一開始廠家建議為使用吊艙 Gondola 外掛垂直龍骨下方式裝載聲納設備於船外使用,該設計可避免航行時聲納設備遭受氣泡干擾進而獲得純淨的探測數據,如圖 8,但考量台灣沿岸礁石多及港區腹地不深等等因素,故建造規範要求聲納設備以嵌入式 Flush mounted 齊平船底整合於船體,如圖 9,此方式將會因船艏側推器運轉或船舶航行時,產生氣泡干擾聲納設備量測,為此,本司設計部門透過線形規劃及分析後修改船型,使其聲納艙下方在船舶操作中所通過之水流以層流緩慢經過而不產生氣泡

以保持聲納設備量測準確。



圖 8. 吊艙 Gondola 方式安裝聲納設備

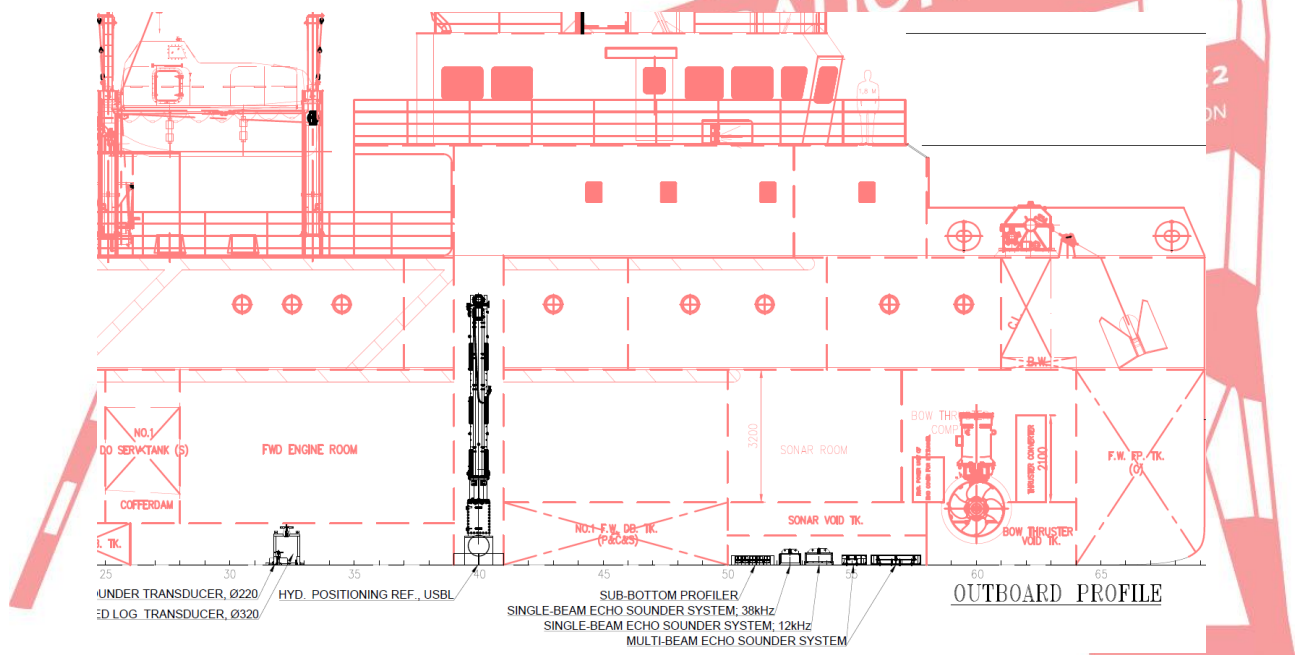


圖 9. 嵌入式方式安裝聲納設備

由於本次之海研船建照計畫為 500 噸及 1000 噸，因其船體噸位限制，在 HNO.1088 聲納艙的空間僅有 800mm 高度，若減去加強結構等限制更只有幾乎 500mm 高的施作空間（如圖 10），在需要高度精密的科學聲納在焊接、油漆及配線技術上，在往後施工上將有不少需要克服的地方。

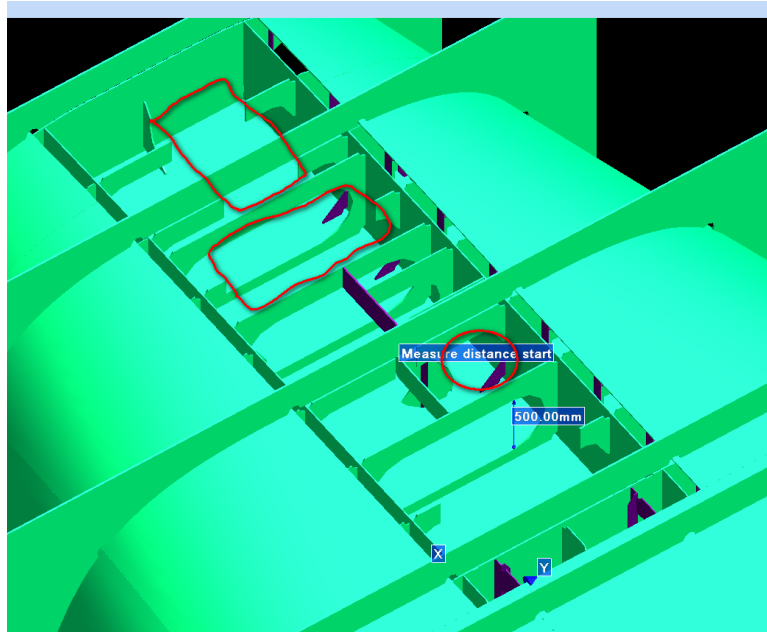


圖 10. 海研船聲納艙空間模型圖

四、參考文獻

1. 薛憲文、史天元、吳泓毅、王韋樺、王聖瀚、劉黃宗隆，2012。
航測及遙測學刊 第十六卷 第 3 期 第 203-217 頁。
2. Hell, B., 2009. Towards the Compilation of a New Digital Bathymetric Model of the North Atlantic Ocean, Stockholm University Licentiate thesis.
3. Lurton, X., 2002. An Introduction to Underwater Acoustics: Principles and Applications. Springer-Praxis, 258 p.