



■ 劉仁銘

航海與討海人的眼睛—— 雷達和聲納

目前已整合雷達、魚探機、聲納系統、電子海圖、全球定位系統、通訊系統及其他航儀設備與安全裝置，發展出一套船舶航行安全整合資訊系統，可以展現水上和水下各種環境的狀態及變化，並隨時提供完整的航行資訊。



雷達和聲納主要都是利用能量入射及反射的原理，量測水面上及水面下目標物距離及方位的儀器。

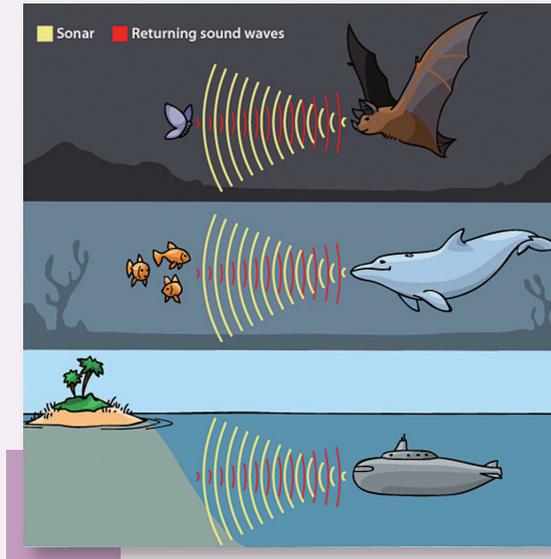
雷達和聲納發展史

遠在 1912 年鐵達尼事件發生後，為了海上航行的安全與避免擱淺，發明了兩部原理一樣、但使用不同能量當作定位與測距的航海設備，那就是現在常聽見的雷達和聲納。由兩部航海設備英文字意，就很容易看出兩部設備的功能性了。雷達 (RADAR) 是由 radio detection and ranging 幾個英文字的字首組合而成，意思是使用無線電磁波偵察與測量水上目標物方位和距離的航海設備。聲納 (SONAR) 則是由 sound navigation and ranging 幾個英文字的字首組合而成，意思是使用超音波作為水下目標物定位與測量其距離的航海設備。

兩部航海儀器主要都是利用能量入射及反射的原理，量測水面上及水面下目標物距離及方位的儀器。雷達所使用的能量波是電磁波，電磁波在空氣中的速度可以達到 3×10^8 (m/s)，如果以台灣的高速公路南北總長度 400 km 換算，電磁波一秒鐘內可以來回北高兩地 375 趟，可見使用電磁波的速度效益有多大。

然而，電磁波與光波在水下都一樣英雄無用武之地，海水的吸收與衰減，受到水中懸浮粒子的碰撞折射與反射，使得電磁波無法穿透海水向前直射，也就不能使用，因此科學家改以使用超音波進行水中目標物的探測。

什麼是超音波呢？所謂超音波就是超過人耳可聽到聲音範圍（約 20 ~ 20,000 Hz）以上的聲音，超過人耳可聽到聲音範圍以下的聲音，則稱為低音波。使用超音波當作聲納的能量波，除了超音波不似電磁波或光波容易被海水吸收衰減及被懸浮粒子



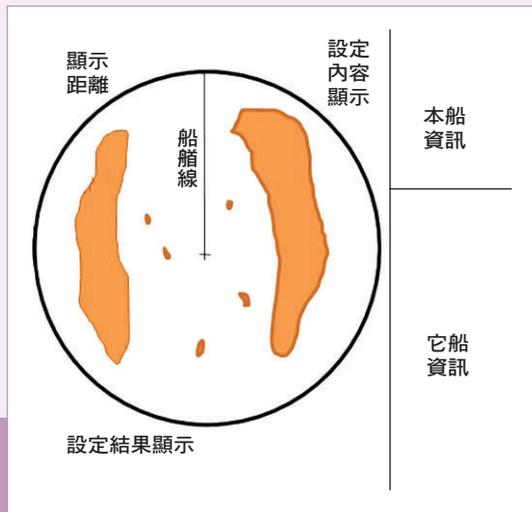
聲納及雷達測距和定位的原理

碰撞外，超音波在水中的傳遞速度也可以達到 1,500 m/s，是目前許多水下探測儀器經常使用的能量波。當時這兩種航海設備主要用來增加商船海上航行安全，雷達用來防止與水面上航行的船隻或障礙物碰撞，聲納則是偵測海底地形及深度，防止船隻因為水深太淺而擱淺。

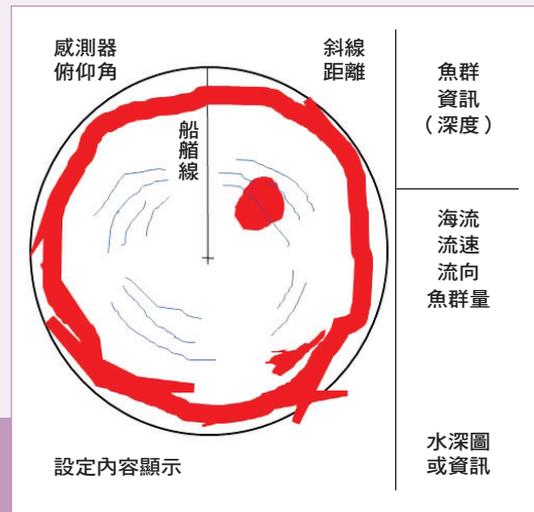
航海設備的通訊協定

美國國家海洋電子學會在 1990 年制定一套所有航海儀器間資料可以任意連接通訊的標準，這套通信協定標準稱為 NMEA-0813，這標準在傳輸資料內容方面是透過電腦訊號傳輸線 RS232 傳送的。目前廣泛使用的電子航儀間訊號傳送格式已經進步到 NMEA-2000 版，這版本是透過船用 T 型電子防水連接器傳送訊號。

由於各項航海儀器都能透過上述的設備通訊協定而彼此把訊號傳送給對方，因



現代的雷達畫面內容



現代的聲納畫面內容

此現在的各種航海設備幾乎能讀取本機以外的各種航海設備的訊號內容，並且把這些內容顯示在螢幕相對位置上，讓使用者方便研判海上及水下各種狀況。

討海人重要的眼睛

雷達與聲納兩部儀器螢幕上各個角落的設計，都是提供航海人員在駕駛與操作船隻時重要的相關資訊，而且可以很方便且明顯地看懂其意義。尤其對於在海上討生活的漁民來講，這兩項重要的設備更是討海人的眼睛，一個（雷達）用於水面上航行及漁撈作業時避碰，一個（聲納）用於找尋及漁撈作業時監視用。對於在海上作業的漁民朋友們，如果同時擁有這兩種設備，在找尋魚群及捕撈魚群的過程中，簡直就是如虎添翼。

一般人見到雷達或聲納螢幕上顯示出一堆似英文又非英文的字彙，就感到怯怯駐足而不前。其實，並沒有想像中的困難，

只要了解聲納及雷達的工作原理，便很容易理解螢幕上簡寫的英文字義。

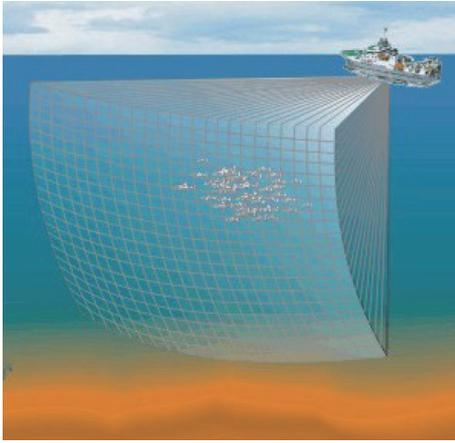
聲納顧名思義是使用超音波向海底發射，然後接收來自海水中各種目標物（包括海底）反射回音。依照回音強度大小，以紅黃藍綠白等顏色代表各種不同強度的目標物，例如在海水中的群體結構（如魚群）大小。

魚群探知機（簡稱魚探機）或澳大利亞俗稱的回音探測器，是一種經由檢測聲能的反射脈波來定位（或找尋）水下魚類的儀器。它的原理和聲納一樣，只是脈波的發射方向是垂直向船底下發射，以得知船底下的魚群及海底狀態。由於聲納系統所包含的軟硬體較大，且使用在漁撈作業上也有特定對象，例如大型圍網及拖網（如雙船拖網）比較適當且需要，一般的釣漁業漁船如延繩釣或一支釣就不需要使用聲納。

近年來，由於水下及海上的休閒活動在台灣越來越盛行，從事海上釣魚的人口

傳統的聲納實際畫面及原理

聲納 (SONAR)



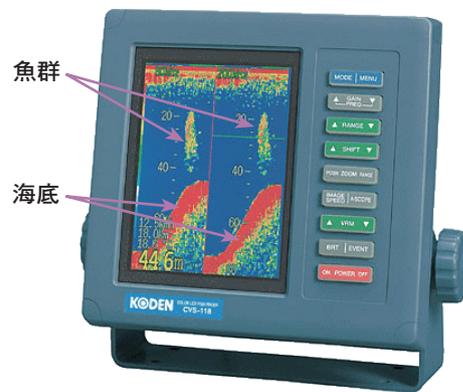
原理：透過收發波器（俗稱海底頭）向水下發射超音波，同時接受由海底或水中反射的回音，依回音的反射強度大小，以彩色色階顯示在螢幕上，使船長研判魚群位置



主機（控制及顯示部分）

魚探機實際畫面及原理

魚探機 (FISH FINDER, ECHO SOUNDER)



主機（控制及顯示部份）

水中生物在超音波束內的反射強度隨著音波頻率不同而不同，漁民們可以以此為依據，為捕捉不同魚類而使用不同頻率的魚探機。

也越來越多，使用魚探機從事各項水下或海上活動的人也就越來越多。一般的使用者比較容易理解魚探機的工作原理，由於聲納機械設備較大型且大多以二維方式顯示水下三維的情境，因此除了上述幾種特殊的漁撈作業外，絕大部分的漁船大多裝設魚探機為主要探魚的設備。

魚探機的妙用

一般從事漁撈作業或海上休閒釣魚活動的人士，大多不知道水中生物（如魚類、頭足類，甚至浮游生物）在超音波束內的反射強度會隨著音波頻率不同而不同。漁民們可以以此為依據，為捕捉不同魚類生物而使用不同頻率的魚探機。除此以外，浮游動物在頻率較高（如 200 kHz）的魚探機下可以清楚地研判，而較低頻率的魚探機畫面中則沒有探測到。

為何要使用高頻的魚探機找尋浮游生物呢？海中哪裡有浮游生物聚集，哪裡就可能在 3 ~ 7 天內形成一個短暫的食物鏈區塊，屆時就會吸引大型或大群的魚類到

此覓食。因此，漁民們掌握魚探機所展現出來的畫面內容，研判魚群可能出現的動態位置。使用者若能善用這些資訊，無論在漁撈作業或休閒釣魚方面，會有相當大的助益。

目前所有相關的漁航儀器設備，都已把雷達、魚探機、聲納系統、電子海圖、全球定位系統、通訊系統及其他航儀設備與安全裝置等，透過 NMEA 2000 及 T 形連結器連線到電腦伺服器中，並且各自相互連接在一起，以發展出一套船舶航行安全整合資訊系統。這系統可以展現水上和 underwater 各種環境的狀態及變化，隨時提供完整的航行資訊，是一種機動力強、安全性高的整合系統設備，且絕大部分的設備也已繁體中文化。不久的將來，使用這些整合設備的航海人員能更得心應手地使用它們。

劉仁銘

高雄科技大學漁業生產與管理系

