

聲納概述：

聲納技術發展可追溯至人類對於海洋探索的需求，尤其在軍事潛水艇航行、海底探測及漁業等領域，聲納更是扮演了至關重要的角色，以海底探勘為例，當有多個音束同時收集時，研究人員就可透過儀器分析描繪出一條輪廓，在海洋環境調查、海底資源探勘或是海上工程協助人員或獲取足夠資訊，了解海底樣貌。

聲納的基本運作原理是發射或接收聲波，當發射聲波遇到水下物體（如潛艇、魚群或水底地形）時會發生反射，透過聲波發射及接收，電能轉換和資訊處理分析感測器探測到的訊號[1]，來搜索探測水中周圍物體，完成水下距離測量、探測動態和通訊任務，在 20 世紀初期此項技術在軍方單位大量應用，快速的發展成為水下探測、定位、識別、導航等領域重要技術。

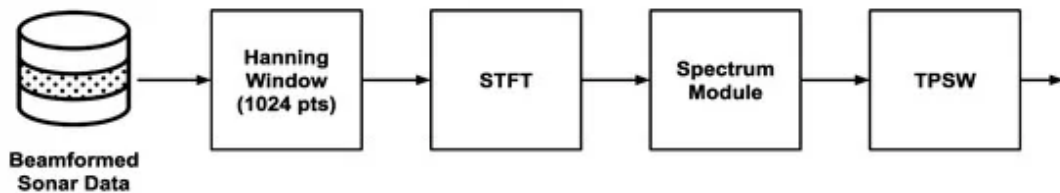


圖 1[6]

而聲波在水中傳播速度受海水溫度、鹽度、深度及壓力等因素影響，而不同的密度就等於不同的介質，聲波在穿透時會不斷發生折射及反射現象[3]。因此，聲波傳遞時間與水深、距離以及物體反射的特性有著密切關聯。聲納系統的接收器會於接收到回波信號後，透過計算時間差，可以準確測量物體的位置，並且通過信號的強度判斷物體的大小和形狀。

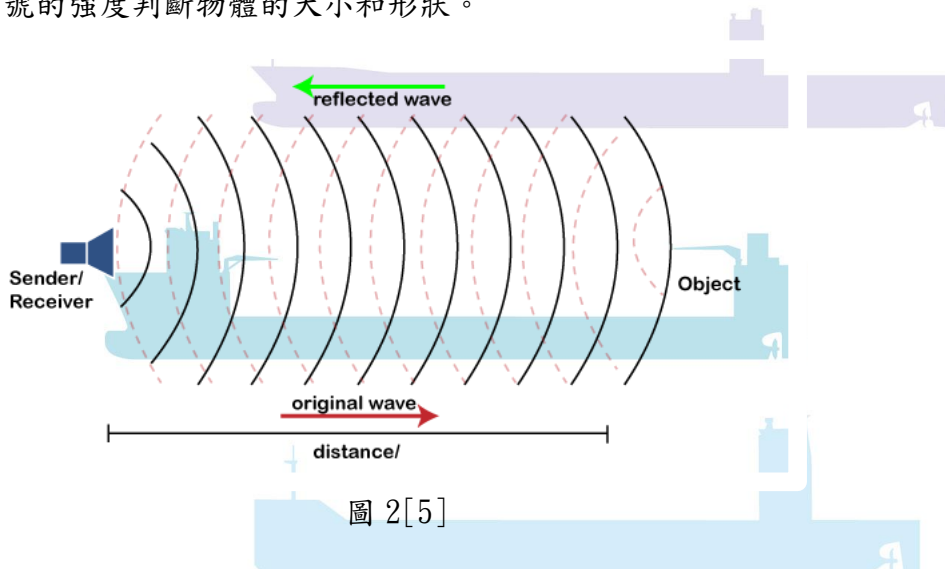


圖 2[5]

聲納種類：

根據使用場景和所需功能，聲納系統主要可以區分為主動聲納和被動聲納，這兩種聲納在工作原理和應用上有所不同。

主動聲納是主動發射聲波並接收回波信號來探測水下物體。通過發射聲波信號，並根據回波信號的時間差和強度來推算物體的距離、方位、速度等信息。主動聲納常用於測距、導航和探測等應用，能夠清晰地顯示水下物體的具體位置。在民用領域，主動聲納則常用於漁業探測、海底地形測繪和海洋資源開發。

與主動聲納不同，被動聲納並非靠主動發射聲波，而是依靠接收水中物體所發出的聲音來進行探測。由於被動聲納不會主動拍發聲波。目前已廣泛應用於海洋監測、環境保護及軍事反潛等領域。被動聲納技術可探測低噪音目標，因此在安靜環境中會有較好探測效果。而潛艦被動聲納水下偵查因不主動產生噪音，將使敵方不易察覺，能長時間對敵方重要目標持續偵搜。

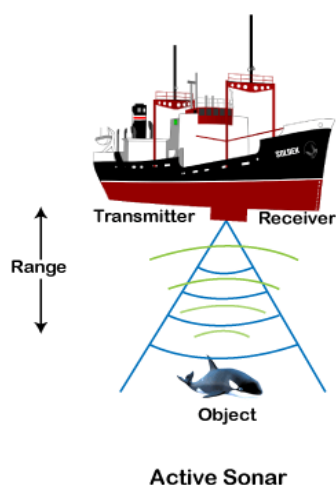


圖 3[5]

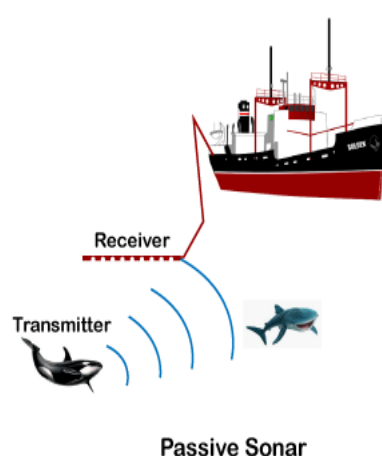


圖 4[5]

應用領域：

聲納技術在軍事應用已歷史悠久，可追溯至 19 世紀初期[1]，商業中早期聲納便是為了提高船舶的航行安全而發明的。隨著聲納技術的發展，聲納成為了潛艇進行水下導航和探測的核心技術。現代潛艇大多配備先進的聲納系統，能夠在水下探測敵方潛艇或水面艦船。而聲納技術在反潛作戰中也發揮了重要作用，反潛軍艦和飛機等利用聲納技術來追蹤敵方潛艇的活動，並根據回波信息定位其方位、深度和速度。

在漁業中，聲納技術被廣泛應用於漁船的魚群探測。漁民使用聲納設備來探測海洋中的魚群，根據回波信號的強度和模式，識別出魚群的密度、種類及位置，藉由此技術大大提高了捕魚的效率，減少了捕撈成本。除了探測魚群，聲納還可以幫助漁民測量水深，了解水底地形，從而選擇相對最佳的捕撈地點。現代漁業聲納系統目前還具備其它多種功能，例如識別不同的水下物體、分析水質狀況等。

聲納技術在海洋科學研究中也具有廣泛的應用，專家學者們利用聲納來研究海底地形、測量海洋深度，並且探索海底的地質結構和資源分佈。例如使用聲納來製作海底地圖，研究海底山脈、深海溝和海底熱泉等特殊地形。在海洋環境監

測中，聲納技術也被用來研究海洋生態系統等。聲納系統能夠幫助精確地捕捉水下生物的聲音，進一步了解海洋生物的活動和生態習性。

AI 導入聲納技術：

隨著先進技術的發展，聲納技術也在不斷進步。未來的聲納系統將會更加智能化，具備更高的分辨能力和更強的分析能力。例如，隨著人工智能導入，聲納系統能夠自動識別不同的水下目標，並實現動態調整參數，以適應不同的環境。以目前世界大國為例，美國、英國、澳洲、法國都先後將AI投入聲納領域[2]，藉由AI自主學習及分析能力，與人力相比發現可大幅縮短分析所需時間，並可處理更為複雜訊號。法國海軍則嘗試借助AI技術對水下聲學信號進行分析，並規劃2025投入作戰部署[4]。隨著聲納技術和新型材料突破，相信未來聲納系統的探測範圍、精度和抗干擾能力將大大提升，並且能夠在更深的海域和更加複雜的環境中發揮作用。

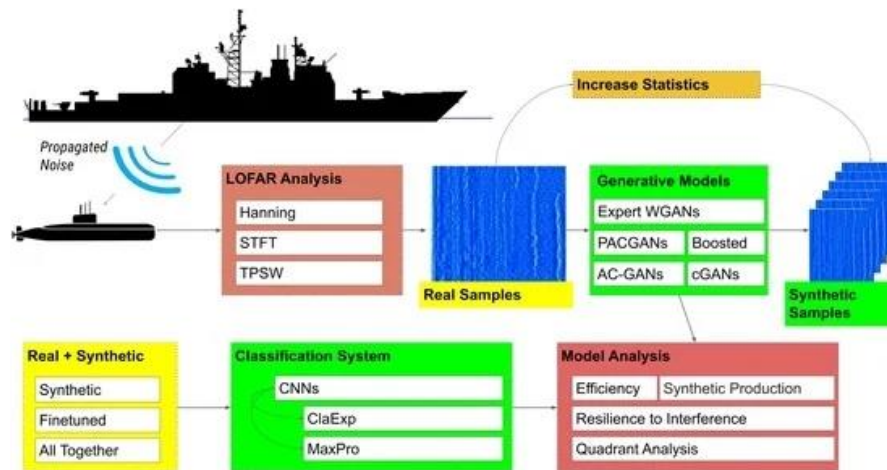


圖 5[6]

參考資料：

- [1] <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/聲納>
- [2] <https://technews.tw/2023/12/02/us-uk-and-australian-set-to-test-sonar-data-processed-by-ai/>
- [3] <https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4484512>
- [4] <https://www.i-mei.hua.com/Article/Detail/7613>
- [5] <https://www.javatpoint.com/sonar>
- [6] <https://www.mdpi.com/2072-4292/14/11/2648#>