

潛艦隱形技術之探討

著者／陳建廷、洪聖復、鄭景鴻、李岳龍
海軍官校正期100年班學生

水下作戰不外乎指的就是潛艦，從最早潛艦的發明，經過大戰、科技的演化，潛艦從最簡單的構造，慢慢的發展至現代具有完善設備、精密武器之水下作戰船艦。

早期的潛艦，因為技術的落後造成沒有水面艦可以偵獲，初期每次攻擊必有水面艦會沉沒，但隨科技進步，偵測方面的技術越來越高明，導致潛艦在水下的活動漸漸的白熱化，該如何確保我軍潛艦在海上、海底下的自身安全？就目前海軍的技術，在聲音、在磁像上已經做了許多的變動。

談到潛艦，不外乎就是隱密性，隱密性好的潛艦在海中就是最大的威脅，我們該如何使潛艦的隱密性更好？最常使人探討的是聲音的隱形，聲音在水中是最容易暴露自己的因素，現代的科技也是偏重於聲音的防治，再者是磁像，因金屬的關係，使潛艦全身充滿了磁場，在水中一巨大磁場移動是非常容易被敵人所發現的。

壹、潛艦隱形技術之分類及發展

潛艦是海上極具威脅性的武器，他的優點有高匿蹤性、機動性…等。二次世界大戰後，水中偵測的長足發展，使潛艦活動受到威脅。回歸正傳，潛艦如何隱形呢？以下我們將分為聲音隱形、磁像隱形及其他隱形技術。

一、聲音隱形：

聲音的隱形顧名思義是一種對聲納裝置的反制，可以不被敵人聲納所感測到，是最普遍也最容易使人聯想到的隱形技術，以下分為反射聲波的強度(被動式消音技術、主動式消音技術)；輻射聲訊的音源強度(降低機械噪音、降低推進器噪音、降低流噪音)。二、磁像隱形：

由於建造潛艦的材料，以及其推進系統大多為鐵磁材料，皆會因地磁的作用磁化，而產生磁場。當航行時會切割地球磁力線，使地磁場造成磁異常現象，該如何防止這樣的情形發生來避免我方潛艦不被輕易發現，這才是我們所要討論的，以下就被動式消磁技術、主動式消磁技術做個比較。

貳、聲音隱形技術之研究

潛艦於水下運動時，產生的噪音大小決定該艦隱密與否。要了解噪音的形成，減少噪音方法，有助於提升潛艦在戰場的優勢。

噪音成因及降噪方式

潛艦於水下航行之噪音，可分為寬頻連續譜、離散

單音調；潛艦本身輻射的噪音可分為主輔機裝備、葉/推進系統、結構共振、流體及空蝕。而主輔機裝備、伸葉/推進系統、結構共振為單音調諧音(低速，10Hz～100Hz)。流體及空蝕為寬頻聲紋(高速，10kHz以上)。

一、主輔機裝備噪音

屬於旋轉運作，轉動過程中稍有失衡，會產生振動。包含的裝備有發電機、渦輪機、鼓風機、幫浦。而輻射噪音聲強與船速有關。降噪可分為兩種：

(一)推進系統：

推進效率及靜音兼顧，安靜推進系統。如：噴水式推進系統、電磁或磁流動力推進、絕氣推進系統。

(二)工程方法：

吸音、遮音、阻尼及彈簧等方式來降低及控制噪音。

二、伸葉/推進系統

(一)旋轉時受外型幾何的影響使伸葉入流產生不均勻尾跡流場，造成葉面受力不平均產生振動，經大軸及推力軸承的傳遞使得船體產生低頻振動模態。若兩頻率共振，會產生極強的單音調噪音，造成「鳴音伸葉」的效應。

(二)降噪方式與伸葉幾何外型及速率息息相關。

(三)降噪與幾何

1、降低尾跡流場變化的船型設計、高歪斜伸葉、葉片跡流分佈。

2、避免鳴音，高阻尼合金製作葉片或是採用削尖或鈍化葉片前後緣來改變渦流溢放頻率防止葉片共振。

三、結構共振噪音

(一)潛艦在水中航行時有六個自由度的運動變化。

(二)船體會因流場、控制翼翼角、大軸推力改變其受力(矩)。各斷面如肋骨或縱肋材等結構因應力(矩)產生振動。

(三)可藉改變深度、控制翼角、控制速率來改變激振力、激振頻率。

四、流體噪音

(一)紊(擾)流噪音：

海水流經船體表面不滑順部份產生紊(擾)流，造成邊界層內壓力急劇變化，導致水分子產生特定頻率噪音。

(二)非定常流噪音：

海水流經船體或附屬物尾端，受外型尾緣厚度影響，產生剪力流形成渦旋，進而產生噪音並與固定頻率溢放形成渦旋列。

(三)渦旋的交互作用生成不穩定流，除了導致結構振動及造成葉入流不均勻產生葉噪音外，還藉由結構及海水傳播到本身聲納音鼓，成為本艦噪音。

(四)降噪的方式

1、流線型幾何設計。

2、塗覆減阻塗料。

3、安裝消音瓦。

4、減少突出物和舷外開口數量。

5、採用X型艉舵及改善進排氣口形狀等。

五、空蝕噪音

(一)成因：

潛體周圍在海水流動時會形成低壓區進而產生氣泡，氣泡會隨著海水流動而產生位移，氣泡從低壓區至高壓區會受力爆破而產生音量強的寬頻噪音。

(二)主要發生在俾葉。

(三)空蝕噪音強度與水深成反比，與旋轉速度成正比，該現象與環境壓力有關。

(四)解決方法：

深潛、減速，利用氣幕，或避免葉尖渦旋空蝕發生的葉尖卸載設計。

參、磁像隱形技術之研究

一、磁性跡訊

潛艦磁性跡訊來自艦殼以及艦內裝備含有鐵磁材料所產生之磁場，其磁場強度在空氣與水中僅與距離成反比遞減，對磁感水雷與魚雷近磁引信皆屬近場感測，且潛艦又是多個磁偶矩構成，必須以多個磁感應偵測器組成之平面式陣列來測量，方能了解其磁性跡訊特性。

我海軍現有潛艦無內裝式固定消磁與自測量系統，只靠佈放於淺海之臨時式磁感量測系統或在海軍校磁站量測系統來測磁。

量測到之潛艦磁場強度量必要換算至一船寬深度之數據，再與磁性安全標準值相比，如超過則需要實施消磁措施。

但目前所量測到的數據為單軸垂直分量之磁場(實際

上艦船磁場可分為垂直與水平三軸分量)，且未能有艦船磁場數值模式來自動解算磁源位置、磁量大小及磁量換算，只能以人工方式來判斷。

二、消磁

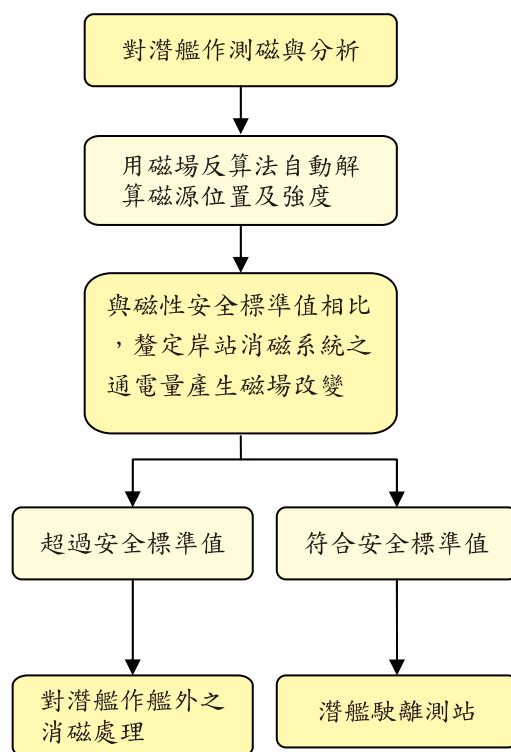
運用海軍校磁站測磁系統：

(一)先對潛艦作測磁與分析。

(二)用磁場反算法自動解算磁源位置及強度。

(三)與磁性安全標準值相比，釐定岸站消磁系統之通電量產生磁場改變。

(四)對潛艦作艦外之消磁處理。



肆、結語

潛艦的隱密，從世界大戰開始蓬勃發展的反潛技術，這些技術相繼的出現使潛艦優勢不在，從隱形的殺手變為大家的鏢靶中心，也因為這樣使得潛艦的科學家們更努力的發展反反潛的方法，因此開始有了一些新技術誕生。

首先科學家所想到的是聲音與磁像上的技術，聲音的隱形顧名思義是一種對聲納裝置的反制，可以不被敵人聲納所感測到，是最普遍也最容易使人聯想到的隱形技術，而目前最讓人熟知的就是流線型設計、塗覆減阻塗料、安裝消音瓦、減少突出物和舷外開口數量、採用X型艏舵及改善進排氣口形狀等。介紹了反射聲波，緊接著介紹輻射的聲音，降低機械噪音、降低推進器噪音、降低流噪音。

再者是磁像的隱型，潛艦磁性跡訊來自艦殼以及艦內裝備含有鐵磁材料所產生之磁場，其磁場強度在空氣與水中僅與距離成反比遞減，對磁感水雷與魚雷近磁引信皆屬近場感測，且潛艦又是多個磁偶矩構成，必須以多個磁感應偵測器組成之平面式陣列來測量，方能了解其磁性跡訊特性。👁️

參考文獻

- 1 深海幽靈—潛艇發展史，網址(http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/mil/2003-02/19/content_735079.htm)
- 2 林武文，潛艦的隱形技術(上)，海軍學術月刊第三十四卷第四期。
- 3 林武文，潛艦的隱形技術(下)，海軍學術月刊第三十四卷第五期。
- 4 林澄貴，提升潛艦水聲及磁像對抗措施之我見(中)，海軍學術月刊第三十四卷第八期。
- 5 刁文川、吳立藩，潛艦流體噪音成因及預估模式，海軍學術雙月刊第四十二卷第一期。
- 6 郭光顯，傳統動力潛艦之低頻噪音頻譜分析，海軍學術月刊第三十四卷第十二期。
- 7 林澄貴，提升潛艦水聲及磁像對抗措施之我見(下)，海軍學術月刊第三十四卷第九期。