

對中共海軍「366型」 超視距雷達作戰運用淺析

海軍上校 曾陳祥、海軍中校 蕭介源

提 要：

- 一、中共海軍於2000年從俄羅斯引進「現代級」驅逐艦後，也附帶獲得俄國產製的「米涅拉爾」(Mineral-ME)超視距雷達，並以此型雷達為基礎實施仿製，隨後發展出「H/LJQ-366」等系列超視距雷達配備至各型主要作戰艦艇上，做為擔負共軍水面作戰中重要的偵蒐與射控裝備。
- 二、共軍目前成軍列裝之各型主作戰艦中，除「055型」驅逐艦及「056/056A型」護衛艦等未配備「366型」雷達外，其餘各型作戰艦以及「遼寧號」、「山東號」航空母艦皆配置該型雷達，可見其對中共海軍任務執行之重要性不言可喻。
- 三、本文藉由探討俄羅斯「米涅拉爾」雷達的發展過程與運用，研析中共仿製之「366型」超視距雷達性能概況，並預判其在艦隊作戰時可能的戰術運用組合方式，包含單艦、雙艦或多艦編隊作戰及「艦對空」協同等任務，以及可能對國軍艦隊造成之作戰影響，並據此思考我海軍未來如何有效因應敵之威脅，並能及早擬妥具體處置作為，以削弱中共水面作戰艦艇之戰力，提升我艦隊任務成功之公算。

關鍵詞：超視距雷達、主被動模式、大氣導管、電磁波、米涅拉爾、366型雷達

壹、前言

中共海軍於2000年引進俄羅斯製造的「現代級」(956E/956EM型)驅逐艦，¹此舉對海軍艦艇裝備現代化有著關鍵性的作用，其配置的「米涅拉爾」(Mineral-ME)²超視距

雷達(以下簡稱「米涅拉爾」或「ME」雷達)，經中共仿製為「H/LJQ-366型」(以下簡稱「366型」)雷達；「頂板3D」雷達，仿製為「382型」對空雷達；「AK130式130公厘雙門艦砲」，仿製為「H/PJ38式單管130公厘艦砲」；「SA-N-7/20」系列防空飛彈，仿

註1：〈現代級飛彈驅逐艦〉，維基百科，2021年3月29日，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%8E%B0%E4%BB%A3%E7%BA%A7%E5%AF%BC%E5%BC%B9%E9%A9%B1%E9%80%90%E8%88%B0>，檢索日期：2021年11月14日。

註2：〈Mineral-ME / H/LJQ-366型超視距雷達在中國海軍艦艇的應用〉，每日頭條，2017年11月9日，<https://kknews.cc/military/l2xlvag.html>，檢索日期：2021年11月15日。

製為「海紅旗16型」；「3R90型」射控雷達，仿製為「349A型」射控雷達；「SS-N-22型」（北約稱「日炙」）飛彈，研製成「鷹擊12型」攻船飛彈等；³這些裝備目前均已大量服役於海軍各型作戰艦上（除055及056型外），上從航艦下至各型驅逐艦、護衛艦，其普及率及實用性均不在話下。

雖然「米涅拉爾」雷達知名度沒有日炙攻船飛彈、「SA-N-7/12型」系列防空飛彈及「頂板3D」對空雷達等具有較高能見度，但中共仿製之「366型」超視距雷達卻已成為目前海軍艦艇最重要之裝備，尤其是該型雷達可利用主、被動模式搜索目標，並導引攻船飛彈實施攻擊，其搜索範圍已超過本軍目前裝配之各型水面雷達，性能與實戰性均不容小覷。近幾年，中共海軍已從一支「近岸防禦」型海軍轉變為「近海防禦、遠海護衛」兼具之遠洋作戰能力兵種，且已有2艘航艦納入作戰序列，儘管航艦在缺乏艦載定翼預警機支援下，水面作戰編隊航進「第一島鏈」外作戰，其對目標掌握能力雖無法達到美軍水準；然編隊內裝配「366型」雷達各艦均可前進部署組成「突擊編隊」，為航艦艦載「殲15型」戰機及「055型」驅逐艦提供遠距離目標情資，並完成預警、防禦及攻擊任務，組合功能十分多元。

鑑於中共海軍艦隊偵蒐力、打擊力日益提升，「366型」超視距雷達所扮演之角色益發重要；因此，有必要針對該型雷達性能、相關特、弱點及可能組合運用方式（包含

單艦、雙艦或多艦編隊作戰及「艦對空」協同任務等）實施研析，並針對我海軍應對不足部分，儘速思考面對超視距雷達威脅的具體對策，同時進一步破壞中共海軍艦隊作戰任務之達成，以確保我海上交通線暢通與國家安全；或以此型雷達為模板，列為未來新造艦船配裝規劃之參考，此即撰寫本文主要的目的。

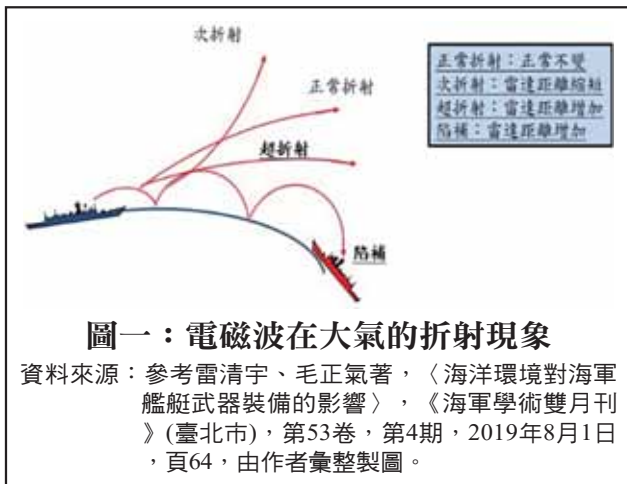
貳、超視距雷達發展歷程

「冷戰」時期，蘇聯海軍四大艦隊（包含北海、波羅的海、黑海、太平洋艦隊）因受地理環境及海軍科技能力限制，在無岸置空中兵力支援下，很難與以美國為首的航艦艦載航空兵力實施對抗；然為達到打擊美國及其友邦國家海軍艦隊之目的，因此蘇聯研製一系列配置水面超視距雷達之飛彈巡邏艦、輕型護衛艦，俾在俄羅斯周遭之「波羅的海」（Baltic Sea）、「黑海」（Black Sea）、「東地中海」（East Mediterranean）、「南海」（South China Sea）及西太平洋「第一島鏈」內海域，利用數艘艦艇組成突擊群方式，並在無空中兵力支援下，就能運用水面超視距雷達對目標實施偵蒐、協同定位及攻擊之目的。以下就超視距雷達運用原理及其發展與運用，分別介紹如后：

一、超視距雷達運用原理

超視距雷達主要是利用大氣環境中如「大氣導管」等物理現象，使雷達發射之電磁波能形成折射，因而達到遠距離目標偵測之

註3：〈通過引進現代級驅逐艦，你知道我國海軍摸透了多少俄式武器〉，每日頭條，2018年5月6日，<https://kknews.cc/military/aablrox.html>，檢索日期：2021年11月15日。



能力，意即艦船如能善用當下大氣環境特性，就可以增加雷達偵測距離，儘早發現目標，達到早期預警之功效。

(一) 大氣導管現象 (Atmospheric Duct)

1. 電磁波在對流層中傳播與「大氣折射指數」有關，而折射指數受大氣環境中的氣壓、水蒸氣壓及溫度等影響，因此在不同天氣型態下，隨著指數分布的不同，電磁波傳播的現象及路徑也不同。基本上可將電磁波在大氣中的折射現象分成四類(如圖一)，分別為「正常折射」(Standard)、「次折射」(Subrefractive)、「超折射」(Superrefractive)和「陷捕」(Trapping)，其中三種現象分別會對雷達偵蒐距離造成減短(次折射)或增加(超折射、陷捕)等影響。⁴

2. 「陷捕」現象發生，表示在大氣環境

中存在層狀結構，造成電磁波被限制在此層中傳播，這種情形與水下聲波音傳路徑非常類似；並造成雷達波傳播距離遠超過正常電磁波傳播範圍，⁵此結構現象稱之為「大氣導管」。「大氣導管」生成的主要因素為水面上的「蒸發效應」、「反氣旋」所伴隨之下沉運動、鋒面系統中的下沉運動、夜間的「輻射效應」，以及海陸交接處之「平流效應」等。⁶

(二) 大氣導管種類及特性

「大氣導管」依其發生地理位置不同，可分為「空中導管(Elevated Duct)」、「地面導管(Surface-Based Duct)」和「蒸發導管(Evaporation Duct)」三種類型，⁷而後二者主要影響艦隊水面作戰。當所處海域有此大氣現象發生時，會使電磁波「陷捕」於此空間中，並增加傳播距離，實現對遠距離目標偵測之目的。然其所能增加的偵測距離不一，端視當時大氣氣壓、水蒸氣壓、溫度及電離層電子密度垂直分配等因素影響；因此實際偵測效能仍須經由精準預報系統測知。一般水面艦船如要能善用此大氣現象，可透過調整雷達頻率及天線仰角等方式，就能適時發揮雷達超視距偵測能力，⁸進而提早對偵測目標實施飛彈攻擊，自然能夠大幅提升遠距離的水面作戰效能。

註4：雷清宇、毛正氣著，《海洋環境對海軍艦艇武器裝備的影響》，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第53卷，第4期，2019年8月1日，頁64。

註5：蔡世樵、毛正氣著，《大氣環境對軍事作戰之影響》，《海軍軍官》(高雄市)，第31卷，第2期，2012年5月1日，頁44-45。

註6：丁珏等，〈不同天氣系統內大氣導管特性之研究〉，《天氣分析與預報研討會論文彙編(83年)》，中央氣象局，1995年5月1日，<http://photino.cwb.gov.tw/rdcweb/lib/cd/cd01conf/dissertation1995/51.pdf>，檢索日期：2021年11月16日。

註7：蔡世樵、朱延祥、陳文定，〈臺灣附近海域蒸發導管之特性研究〉，國立中央大學碩士學位論文，2005年1月17日，<http://photino.cwb.gov.tw/rdcweb/lib/cd/cd01conf/dissertation/2005-1/017.pdf>，檢索日期：2021年11月20日。

註8：同註5，頁48-49。



圖二：俄羅斯配備「米涅拉爾」雷達之飛彈巡邏艦

資料來源：參考〈Nanuchka-class corvette〉，wikipedia，2021年，https://en.wikipedia.org/wiki/Nanuchka-class_corvette，檢索日期：2021年9月18日，由作者彙整製圖。

二、艦用超視距雷達發展

(一)緣起

1961年，前蘇聯在「波羅的海」發現電磁波大氣導管效應，並在波斯灣、阿拉伯海、東地中海、印度洋、南海與低緯度等地區也常發現有此現象，因此開始針對此大氣特性進行相關水面超視距雷達之研發，並先後於1970年研發出「橢石」(Sphene)、1976年的「紀念碑」(Monument)、1977年的「魚叉」(Harpoon)及1978年的「橡樹」(Oak)到1980年「米涅拉爾」等一系列型式雷達，但其工作原理均相同，差別僅在於操作頻段、接收精準度等不同，西方國家一般統稱這系列型雷達為「音樂臺」(Bandstand)。⁹

(二)作戰模式

前「蘇聯」在「納努契卡 I、II、III、IV級(Nanuchka Class)」、「東北風級

(Bora Class)」、「毒蜘蛛 I、II、III、IV級(Tarantul-Class)」等飛彈巡邏艦、「現代級」驅逐艦及新一代「守護級(Steregushchy Class)」、「戈爾什科夫海軍元帥級(Admiral Gorshkov Class)」、「獵豹級(Gepard Class)」等護衛艦上均裝備超視距雷達(如圖二)，其作戰想定是設想在無空優條件，以及有陸岸指揮所指管引導下，將此類小、中型艦艇兵力組成「搜索-突擊編隊」，或在無岸置指揮或空中兵力引導下，藉由簡化通信、指管程序，運用此種兵力快速機動、小組(群)獨立作戰、飽和攻擊等特性，由編組內兵力獨立遂行作戰，並於近海海域實施偵蒐與發起集群作戰模式，對入侵之敵海上艦艇，實施飽和式飛彈攻擊，達成護衛海域安全之任務。至於大型水面艦艇如「現代級」驅逐艦，主要是與「勇壯級」(Udaloy Class)驅逐艦(以反潛作戰為主)搭配伴隨航艦或巡洋艦，以擔負海疆第一線或遠距離水面作戰任務。

參、米涅拉爾與中共366型雷達之性能

2003年時，中共再從俄羅斯引進8套原裝之「米涅拉爾」雷達，分別裝備於「現代級」(956型)、「旅洋 I 型」(052B)及「旅州級」(051C型)驅逐艦上，¹⁰其後中共針對此型雷達進行仿製及改良，並稱為「366型」超視距雷達，並陸續裝配於「旅洋 II 型」(052C)、「旅洋 III 型」(052D)驅逐艦、「江

註9：陳曦著，《美軍觀觀的音樂台-超視距雷達的作戰價值》，《艦船知識》(北京市)，第471期，2018年12月，頁55。

註10：〈音樂台、366型目標指示/射控雷達〉，MDC軍武狂人夢，<http://www.mdc.idv.tw/mdc/navy/china/china-radar-bandstand.htm>，檢索日期：2021年11月21日。



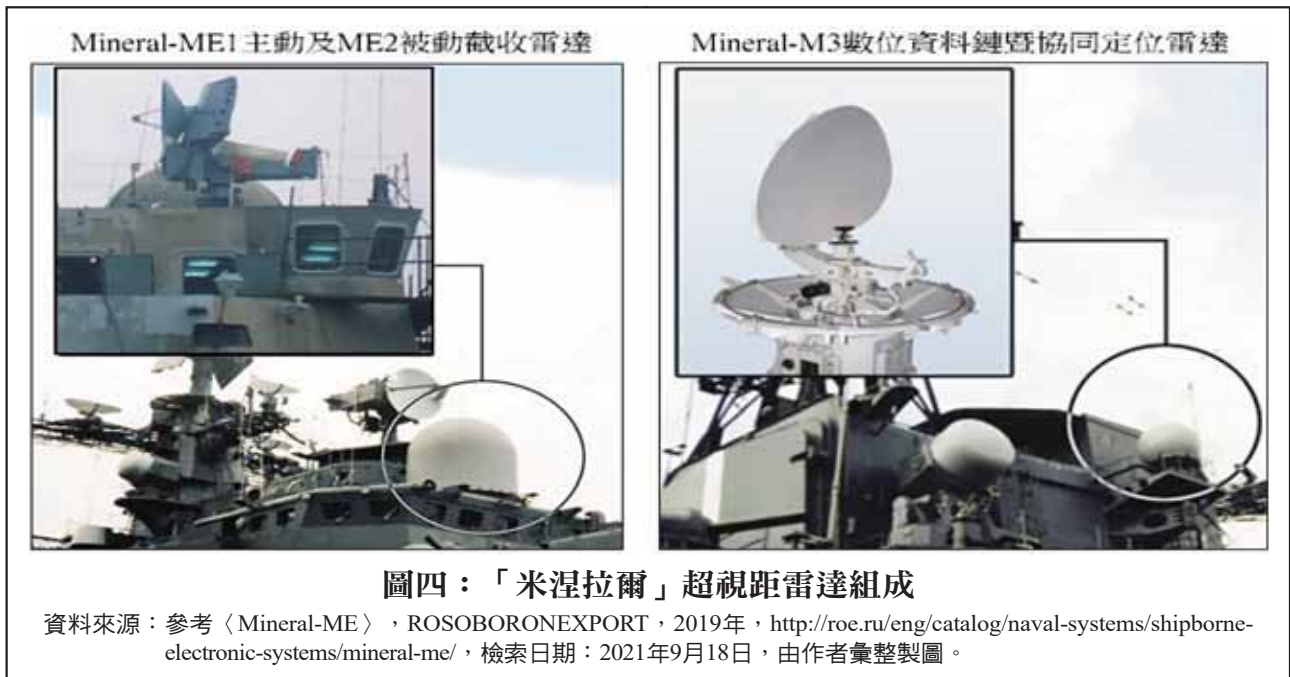
凱 I / II 型」(054/054A)護衛艦、「遼寧號」、「山東號」航艦及「815A型」電子偵察艦上(裝配366型雷達各艦，如圖三)。囿於公開資料有限，目前並無法獲知「366型」雷達的詳細能力，但仍可由公布之「米涅拉爾」雷達技術資料中，瞭解此雷達基本性能。

一、米涅拉爾雷達性能

「米涅拉爾」(ME)超視距雷達由3個部分所組成，包含「ME1」主動式雷達(以下簡

稱ME1)、「ME2」被動截收雷達(以下簡稱ME2)，此2種雷達均安裝於大型雷達整流罩內，但使用相同天線，至於「ME3」數位資料鏈暨協同定位雷達(以下簡稱ME3)，設置在獨立的球型天線內(雷達組成，如圖四)，此型天線可依艦艇空間安裝1或2具，如艦船無須與友艦情傳資料與協同實施攻擊任務，亦可不裝配。¹¹艦艇藉由這3個部分的組成，對水面目標進行搜索、追蹤、定位、識別、

註11：〈Mineral-Me SHIP-BORNE radar Complex〉，Typhoon，2013年，<http://www.typhoon-jsc.ru/en/index.php/mineral-me>，檢索日期：2021年11月19日。



圖四：「米涅拉爾」超視距雷達組成

資料來源：參考〈Mineral-ME〉，ROSOBORONEXPORT，2019年，<http://roc.ru/eng/catalog/naval-systems/shipborne-electronic-systems/mineral-me/>，檢索日期：2021年9月18日，由作者彙整製圖。

攻擊和資料鏈傳。各部分性能(如表一)分述如後：

(一) 主動式雷達 (ME1)

「ME1」可對水面目標進行搜索、追蹤、定位、識別和射控，並具備敵我識別功能，主動式雷達採用I波段操作，其發射功率為25KW，¹²能將雷達偵測之目標數據資料透過「ME3」雷達鏈結傳送給其餘艦艇，做為攻擊目標之參數資料。在有「大氣導管」效應下，使用該雷達進行警戒或搜索，最大偵測距離可達50-135浬，且距離誤差僅50公尺

，能同時追蹤30個水面目標，並對其中10個目標實施攻擊。¹³

(二) 被動截收雷達 (ME2)

1. 「ME2」雷達截收範圍為D、E、F、G、I等5個波段，¹⁴可針對目標雷達輻射源進行測向與定位，並可與電子資料庫實施比對，確認目標型式；如氣候環境允許(指在大氣導管效應下)，截收L波段¹⁵特定信號可達240浬。¹⁶「ME2」被動雷達則能同時追蹤200個目標，並解算其中50個目標後，選擇其中10個目標進入攻擊解算。

註12：〈MINERAL-ME〉，SE SFTF “UKROBORON”，2015年，http://uoe.com.ua/products/en/?id=0&pid=catalogue&language=eng&catalogue_id=891&type=content，檢索日期：2021年11月18日。

註13：〈Mineral-ME〉，deagel.com，1999年，<https://www.deagel.com/Sensor%20Systems/Mineral-ME/a002366>，檢索日期：2021年11月19日。

註14：美國標準是以P、L、S、C、S、K等頻段劃分頻率，歐洲標準將上述更細分為：A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K等頻段。〈雷達波段〉，wiki，<https://www.easyatm.com.tw/wiki/%E9%9B%B7%E9%81%94%E6%B3%A2%E6%AE%B5>，檢索日期：2021年11月18日。

註15：同註14。

註16：〈Ukraine sells the "original version" of the 052D radar to the US for research. Is it a big threat to China〉，inews，2021年5月10日，<https://inf.news/en/military/657d26493e005bd32cb05da620ff193c.html>，檢索日期：2021年11月21日。

表一：米涅拉爾 (Mineral) 雷達性能諸元表

項 目	主動雷達 (ME1)	被動雷達 (ME2)	多艘組合 (主、被動各1艘)
偵 測 距 離	35浬 (無大氣導管) 50-135浬 (有大氣導管)	240浬	同主/被動雷達
距 離 誤 差	50公尺	單艦8-15%、多艦4-10%	40公尺
方 位 誤 差	0.25度	0.4-0.8度	0.3度
目 標 航 向 誤 差	3度	無	3度
目 標 速 率 誤 差	2-3節	無	2-3節
操 作 頻 段	I	D、E、F、G、I	同主/被動雷達

資料來源：參考〈MINERAL-ME〉，SE SFTF“UKROBORON”，2015年，http://uoe.com.ua/products/en/?id=0&pid=catalogue&language=eng&catalogue_id=891&type=content，檢索日期：2021年11月18日，由作者彙整製表。

2. 在未利用「大氣導管效應」下操作，定位精確度約為使用距離的百分之五，如有「大氣導管效應」距離誤差將達到百分之八至十五，以該型雷達最遠偵測距離為240浬計算，誤差約為19-36浬，方位誤差為0.4-0.8度。單艦作戰時可透過機動轉向對目標做被動解算，以獲得目標精確距離；如多艦聯合作戰時，各艦亦可用「ME2」被動雷達對目標實施三角定位，並由「ME3」雷達實施資料鏈傳，進而完成目標距離計算，作戰全程不必發射任何電磁波，¹⁷因此無須擔心雷達電磁波發射，造成船位暴露之風險。

(三) 數位資料鏈暨協同定位雷達 (M3)

「ME3」雷達於I波段操作，最遠傳輸距離約16浬，主要負責傳遞「ME1」及「ME2」所偵獲之參數資料，以及包括聯合作戰管制、作戰行動協調、飛彈參數資料、目標位置、友艦目標位置等其他情資，並將友艦傳遞的相關資料輸入至艦上的作戰系統中，做為

各艦擬訂飛彈攻擊計畫之依據。此系統最多能同時與9艘友艦進行資料傳輸與協同定位，此外也可與艦載直升機進行資料鏈傳。¹⁸系統彼此間鏈結能力相當強，代表艦船編隊間之情資分享與共同作戰圖像整合效果佳，且能有效降低戰場迷霧，有助提高水面編隊整體作戰能力。

二、中共366型雷達性能預測

(一)「米涅拉爾」雷達的系統組合極具彈性，上述三個部分可協同操作，也可各自獨立運作，並依照當時艦艇編組類型(含數量)及天候狀況與任務需求，進行不同之操作和配置。如果設定該艦船任務只需要超視距主、被動探測而不需要參與協同定位能力時，就可只裝配「ME1、ME2」雷達而不需要「ME3」資料鏈雷達。¹⁹例如中共海軍「遼寧艦」及「山東艦」都僅配備ME1和ME2做為遠距離預警使用，畢竟航艦編隊配有眾多護衛艦艇，各有其功能定位及賦予之職責，相關

註17：〈Multifunctional Radar Complex “MINERAL-ME”〉，Deftech Global Limited，<https://deftech-ltd.com/products/ships-and-maritime-equipment/maritime-radars-sonars-navigation-equipment/365-multifunctional-radar-complex-mineral-me.html>；〈MINERAL-ME〉，SE SFTF “UKROBORON”，2015年，http://uoe.com.ua/products/en/?id=0&pid=catalogue&language=eng&catalogue_id=891&type=content，檢索日期：2021年9月22日。

註18：同註10。

註19：同註10。

目標偵蒐與位置標定就不須航艦親自參與，因此沒有配置「ME3」雷達，各艦依靠數據鏈傳即可達到遠距目標偵測。

(二)目前雖然無法確實查證中共「366型」雷達各項性能參數，但從俄羅斯原型「米涅拉爾」雷達中可以瞭解其具備的基本能力，且以中共目前科技研發及快速成長作戰能力觀察，應可對原型雷達實施改良及性能提升。因此，「366型」雷達性能應該在截收波段、方位精準度、資料情傳距離等項目有所提升，使其偵測誤差縮小、更精準。例如「ME3」雷達原只能同時9艘艦船組成群組進行資料傳遞，「366型」雷達可能精進為只要備配此雷達系統艦艇，均可相互情傳資料，協同作戰艦艇數量增多，有如美軍「LINK-16」數據鏈路一樣，在群組各艦都能相互回報船位及情資，提供一共同作戰圖像，使作戰任務分配及火力協調均能順利進行。

(三)「366型」雷達被動截收除原有D、E、F、G、I等5個波段外，其頻率範圍也可能包含與前述波段相近之C、H、J波段截收能力；因此，中共艦船更可在不主動發射電磁波下，偵測到本軍各項電子裝備電磁波參數，除加深我制定電磁波發射管制計畫之困難度外，亦增加我艦隊船位曝露之風險。

肆、「366型」超視距雷達運用方式

中共所有主作戰艦型中配備該型雷達所占比例甚高，尤其是擔負主戰任務之「052C」、「052D」二型驅逐艦及「054A型」護衛艦均配置該型雷達。所以在海上作戰時，中

共勢必已對其裝備特性研擬出多種戰術運用方式，以發揮其最大作戰效能。該型雷達可能戰術運用方式，分述如后：

一、單艦作戰

此為艦船最單一作戰方式，完全藉由「366型」雷達主、被動功能偵蒐目標，其偵蒐距離約35-240浬(ME1+ME2雷達)；此範圍落差極大，端視當時大氣環境條件是否出現「大氣導管」效應而定。由於單艦作戰並無法有效發揮快速定位之作戰能力，簡言之，單艦在戰術運用上威脅程度較低，亦為其作戰應用上的缺點。

二、雙艦或多艦編隊作戰

運用配備「366型」雷達2艘或以上之作戰艦艇編組，各艦於「ME3」雷達資料傳遞距離內分散配置，可透過其中1艘主動模式、餘均使用被動模式並交替變換，以偵測敵目標位置，並進行定位及攻擊分配。運作方式如后：

(一)配置366雷達艦型

1. 運用雷達主、被動模式對目標實施偵蒐，當以主動模式偵測到目標情資時(或具大氣導管效應)，各艦可利用「ME3」雷達，進行目標情資相互比對及攻擊計畫擬定，並由實施發射管制之其餘艦艇對目標實施攻船飛彈攻擊，可大幅降低目標定位誤差，也增加敵人對戰場現況研判之複雜性。如以被動模式時，各艦利用三角定位方式標定目標位置，並藉由「ME3」雷達情傳資料進而標定目標位置，各艦均在不主動發射雷達電磁波下，可以在目標毫無預警情況下，發動猝然飛彈飽和攻擊。

表二：中共航艦艦載機性能表

機 型	KA-31	直-18J	殲-15
			
諸 元	航速：135浬/小時。 最大航程：340浬。 空中目標80浬、水面目標110浬。	航速：273浬/小時。 最大航程：430浬。 最大偵蒐135浬。	航速：1580浬/小時。 最大航程：810浬。 裝載鷹擊-83K飛彈2枚，霹靂8空對空飛彈4枚。
滯空時間	2.5小時	4小時	2.5小時
作戰半徑	160浬	200浬	670浬

資料來源：參考〈直18〉，維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%9B%B4-8>；〈KA-31〉，wikipedia，https://en.wikipedia.org/wiki/Kamov_Ka-31；〈J-15〉，military-today，<http://www.military-today.com/aircraft/j15.htm>，檢索日期：2021年9月24日，由作者彙整製表。

2. 編隊內各艦主、被動雷達交互運用，由1艘艦艇操作主動模式，其餘各艦採被動模式，利用三角定位方式與主動模式艦艇進行目標資料比對，提升位置精準度後實施攻船飛彈飽和攻擊。各艦間亦可主、被動雷達模式相互調整，並增加攻擊成功機率。

(二) 具366型艦雷達與不具備之艦艇組合
中共目前具備「366型」雷達艦艇，以「054A型」搭載「鷹擊-83」（射程約75浬）飛彈攻擊距離最短。因此，可將「054A型」做為前置部署偵測艦，運用「366型」雷達主、被動模式完成目標位置標定後，情傳後方配備「鷹擊-83J」（射程95浬）、「鷹擊-62」（射程大於160浬）、「鷹擊-12」（射程215浬）、「鷹擊-18」（射程320浬）等遠距離

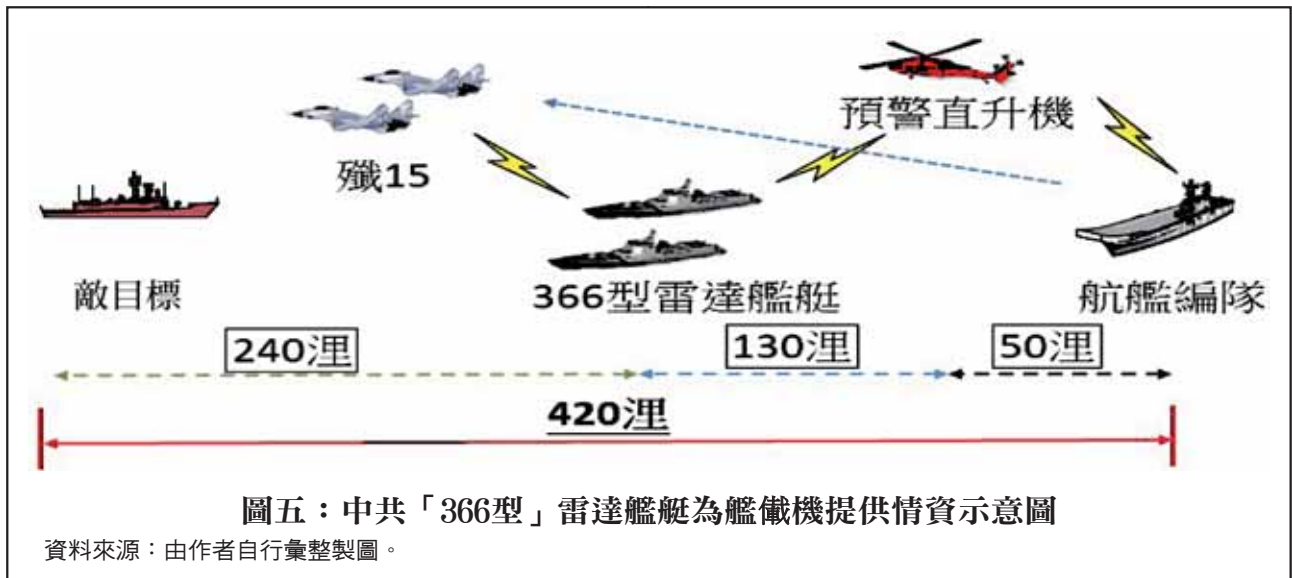
攻船飛彈艦艇實施超視距飛彈攻擊。²⁰尤其是配備「鷹擊-18」之「055型」驅逐艦，因飛彈射程遠、性能佳（具亞、超音速），²¹且「055型」屬大型水面作戰載台，其主要任務係為艦艇編隊提供區域防空。故艦隊於執行水面打擊作戰時，可在不主動發射雷達波情況下，由「054A型」艦艇將目標情資鏈傳「055型」艦實施遠距飛彈打擊任務，亦可保護編隊艦船其不受敵反制攻擊，提升戰場存活能力。

(三) 為航艦艦載機提供情資

1. 中共「遼寧」、「山東號」航艦受限於甲板滑跳起飛方式，目前並無定翼預警機可供使用，雖可使用「直-18J」或「Ka-31」旋翼直升機擔負部分預警任務（航艦艦載

註20：〈鷹擊83反艦飛彈〉，維基百科，2021年3月19日，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%B9%B0%E5%87%BB83%E5%8F%8D%E8%88%B0%E5%AF%BC%E5%BC%B9>；〈鷹擊62反艦飛彈〉，維基百科，2021年4月5日，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%B9%B0%E5%87%BB62%E5%8F%8D%E8%88%B0%E5%AF%BC%E5%BC%B9>；〈鷹擊12反艦飛彈〉，維基百科，2021年4月30日，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%B7%B9%E6%93%8A12%E5%8F%8D%E8%89%A6%E9%A3%9B%E5%BD%88>；〈鷹擊18反艦飛彈〉，維基百科，2021年7月27日，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%B9%B0%E5%87%BB18%E5%8F%8D%E8%88%B0%E5%AF%BC%E5%BC%B9>，檢索日期：2021年11月15日。

註21：陳彥名、蔣忠諺著，《中共潛射攻船飛彈發展與運用研析-以鷹擊18飛彈為例》，《海軍學術雙月刊》（臺北市），第52卷，第6期，2018年12月1日，頁66-67。



機性能，如表二），但直升機主要運用於防空預警與警戒，可能無法提供航艦編隊全方位之防空、水面警戒工作；²²此時航艦編隊內艦艇，可於預判威脅來向或主要進攻軸向，派遣配置「366型」雷達艦艇2-3艘，於編隊前方180-200浬採前置部署方式為航艦艦載機提供預警情資(如圖五)；並利用該型雷達主、被動模式提供距航艦編隊420浬外之水面情資及目標位置，再由艦載「殲15型」戰機對目標進行攻擊。如此可使航艦編隊於遠離陸岸海、空支援範圍下，仍能在主要作戰軸向提供約400-420浬範圍的偵測及打擊距離；另一方面也可彌補艦載定翼預警機數量及能力不足之限制。

2. 中共已在建造中之「003號」航艦甲板上裝配彈射系統，²³不論其未來艦載戰機

是否更新為「殲20」或「殲31」戰機，或是沿用「殲15」戰機，其彈射起飛時內載燃油可從滑跳起飛之7噸增加至9噸，最大起飛重量更可達30噸，²⁴屆時將能大幅增加艦載戰機作戰半徑，再輔以配有「366型」雷達艦艇配合，編隊遠程打擊能力將更能發揮。

因為中共對配置「366型」雷達艦艇運用方式與前蘇聯不同，共軍著重於將此雷達配置於大型作戰艦艇上，使其艦艇編隊在脫離岸置觀通範圍外時，仍能運用當時大氣環境條件下進行遠距離目標偵蒐，再結合配置同型與不同型雷達艦艇、航艦、艦載航空兵等，靈活搭配形成多種戰術組合運用模式，同時進行視距外目標攻擊，為其水面作戰提供更高成功機會，亦有助其作戰目標達成。

三、電子截收任務

註22：遼寧號航艦搭載「直18J」預警直升機6架，如要於主要威脅軸向保持全天候預警任務，每架次滯空時間4小時，全天需6架次；如改用「ka-31」型(每架次滯空時間2.5小時)，每天派遣10架次預警。曾陳祥，《中共海軍「901型」快速油彈補給艦能力及運用方式研析》，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第54卷，第3期，2020年6月1日，頁73。

註23：〈陸003航母最新進度照片曝光 對比全球航母網民關注尺寸〉，中時新聞網，2021年8月20日，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20210830005391-260409?chdtv>，檢索日期：2021年11月13日。

註24：同註22。

中共除將「366型」雷達裝配於作戰艦艇外，也配置於「815A型」電子偵察船上。²⁵研判該型艦在平時於西太平洋及南海地區蒐集大氣水文環境資料，並配合水面作戰編隊實施遠海長航訓練時，赴各地區實施電子情報截收任務；²⁶另在其海軍於本島周邊海域或美、日等國於西太平洋舉行軍演時，該型艦可航行至軍演海域，負責截收各國電磁波信號，以強化「366型」雷達電子情報資料庫，提升戰場經營成效。

伍、我軍因應作為

中共海上作戰艦艇在大量配置「366型」雷達後，在未來臺澎防衛作戰中，對我軍海上作戰艦艇威脅亦隨之升高。在瞭解其雷達性能及操作特性後，有必要針對當前威脅提出因應及處置作為建議，期能提高海軍水面艦隊應對威脅時之生存機率，因應作為分析如后：

一、建置大氣環境預測能力

中共於2000年引進「現代級」驅逐艦時，就將大氣環境預報系統配置到艦上，²⁷「366型」雷達要發揮其最大偵測能力，有賴大氣環境之配合；因此，如何掌握作戰海域即時「大氣折射指數」為任務成功重要關鍵。換言之，本軍若要有效防範該型雷達造成之影響，作戰艦艇上即應配置如美軍「大氣

折射效應預報組合系統」(Integrated Refractivity Effects Prediction System, IREPS)²⁸，就能即時預測當前作戰海域大氣環境現況，並據以研判該型雷達目前可能操作模式，同時調整本軍任務艦艇雷達仰角及發射功率，才能達到最大偵測效能，提前發現敵目標並採取行動。至於如何利用大氣預報系統精進本軍雷達偵蒐距離及精準度，可從以下二方面來說明。

(一) 偵蒐距離

如果敵目標及配置「366型」雷達艦艇均位於「大氣導管」中，我軍艦艇在水平距離內均可偵測到目標，如要偵測導管頂部之盲區，可藉由調整雷達發射頻率及天線角度，使電磁波不會陷到導管內；反之調整發射頻率及改變角度，也可使電磁波限制於導管內傳遞，以達到偵測遠距離目標之目的。

(二) 偵測精度

1. 在「大氣導管」環境下，雷達電磁波會對偵測目標方位、高度及速度產生誤差，例如可能將遠距離水面目標誤判為空中目標，或因雷達自身頻譜展開，使系統誤判目標速度變快等現象。²⁹上述現象若能藉由良好的「IREPS」系統，就能提供本軍海上作戰艦艇即時大氣環境條件，適時採取調整雷達發射角度及功率方式，以發揮雷達最大偵測效能。

註25：〈令美日頭痛的中國電子偵察船，這些雷達能讓導彈顯踪跡〉，TOMENTS.COM，<https://toments.com/170281/>，2017年12月3日，檢索日期：2021年11月16日。

註26：〈解放軍海軍特遣隊闖美專屬經濟海域〉，新頭殼，2021年9月13日，<https://newtalk.tw/news/view/2021-09-13/635734>，檢索日期：2021年11月17日。

註27：同註9，頁61。

註28：「IREPS系統」可依據實測氣象現況，計算出大氣導管相關資料，並可顯示出各型雷達於此環境下電磁波傳播情形、有效偵測距離及雷達盲區等訊息。同註4，頁66。

註29：同註4，頁66-67。

2. 本軍「大氣海洋局」除例行針對本島周邊海域實施大氣數據監測，並將預報資料定時發送各單位運用；儘管艦艇雖可經由數據換算，分析即時的作戰海域情資，但不如美軍預報系統精準，有可能產生誤差；因此未來若能普遍建構類似「美軍大氣折射效應預報組合系統」，任務艦船將能即時判斷當時大氣現象對電磁波傳播之影響，也可預先研判「366型」雷達可能操作模式，此將有利我軍海上作戰艦艇妥善規劃防範措施。

二、精進電磁波發射管制作為

(一)我海軍艦艇於海上執行作戰任務時，不管艦隊部署於近岸或遠離本島海域，電磁波發射管制計畫與作為均極為重要，尤其是當艦隊遠離本島監偵涵蓋範圍外，無法獲得岸上單位支援及情資傳遞訊息時，艦艇對空中、水面目標之偵蒐、識別及定位均需開啟雷達偵測(即解除電磁波發射管制)才能獲得。因此，艦隊很容易因暴露電磁信號而遭敵早期偵知、定位；換言之，當我軍艦艇為偵蒐可能威脅區域的目標而開啟雷達時，就很容易被中共配置「366型」雷達之主、被動模式偵獲，進而標定船位。再者，我軍海上艦艇大部分所使用之對空、水面及射控雷達頻段，頻段範圍多介於8-10GHZ間，且與「366型」雷達被動模式截收範圍(D、E、F、G、I頻段)相近，因此敵人即使在電磁波發射管制情形下，仍可能截收及標定我軍艦艇位置，並發動飛彈攻擊，艦隊執行海上任務期間不能不多加防備。

(二)我軍應該在例行電磁波發射管制作

為中，擬定出更細緻及複雜的計畫內容，並區分空間、時間及頻率管理等部分，以精進發射作為。

1. 空間管理方面：要能準確預測目前電磁波傳播模式，即時調整發射頻率、功率強弱、雷達發射天線角度、發射扇區等，形成對我有利之戰場環境與態勢。

2. 時間管理方面：在分配電磁波發射單位時，宜朝各艦發波時間短、交替頻繁來規劃，避免遭敵艦以三角定位暴露船位；另輪值開啟電磁波之艦艇相距位置應分隔，並適時輪替發射，將可令敵人無從確定我艦艇主力位置，增加研判之困難。

3. 頻率管理方面：以水面警戒、哨戒艦為例，配置不同頻率水面搜索雷達之艦艇，因相互輪替並縮短發射時間間隔，將能混淆及提高「366型」雷達被動模式偵測及定位之難度，增加我預警時間。

三、強化電子偵測及反制能力

本軍各艦艇配置有「AN/SLQ-32(V)」、「CS/SLQ-3」及「CS/SLQ-6型」等電戰系統，而「錦江級艦」等小型艦艇，亦裝有電戰預警器(RWR)，³⁰儘管主戰艦艇配置之電戰系統，多已具備自衛式電子反制(ECM)功能，惟在面臨速度更快、抗干擾能力更強之新式攻船飛彈威脅，恐仍「力有未逮」；主要因素為相較其他國家發展之新式艦艇，其先進干擾彈發射系統可與戰鬥管理系統整合，具備自動解算迴避航向及干擾彈發射規劃等功能，可有效反制攻船飛彈尋標器。³¹尤其，艦隊在反制敵攻船飛彈威脅上，首要前提為

註30：洪御祥，《海軍電子戰戰術戰法研討 以未來整備方向為例》，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第53卷，第2期，2019年4月1日，頁81。

註31：同註30，頁82-83。


能預先偵測敵水面偵蒐雷達信號，方能使我軍艦隊能預先規劃應變作為。因此，強化電子偵測及反制能力並不是只在艦艇電戰裝備上精進，而是要有一完整電子作戰體系，包含艦艇電戰裝備、大氣環境預報、岸置電子設施及空中電戰載台支援等，如此才能全面性提升艦艇在戰場上的生存能力。

陸、結語

中共海軍從2000年引進4艘俄製「現代級」驅逐艦後，藉由對其「米涅拉爾」超視距雷達深入研究，從而使其海軍雷達系統科技能力飛躍式進步，尤其是仿製「366型」雷達與「382型」3D對空搜索雷達(3D頂板)已成為主要作戰艦艇標準配備；而「366型」超視距雷達更是廣設於各作戰艦艇，可見此型雷達在中共海軍具有重要的地位。換言之，在未來海上作戰中，我海軍艦隊遭遇此型雷達機率將會非常高，所以針對該型雷達操作特性、能力及戰術運用方式實施研究與防範，為我海軍當前重要課題。

美軍近年也發現此型雷達對中共海軍軍力提升的重要性，且另一個潛在對手俄羅斯也大量配置操作此原理之雷達裝備，遂於2019年向烏克蘭購買一套早期「音樂台」雷達做為研究對象，³²以解析其作用原理及偵蒐能力，並據以擬定相對應處置作為，以利未來在「東海」、「南海」等可能爆發衝突海域與中共海軍發生爭端時，能及早預測及

反制「366型」雷達，達到「知己知彼」的目標，並使美軍處於優勢的「先發制人」地位。軍力強大的美軍尚且如此謹慎，國軍又豈能無備。

對水面艦艇而言，要能預先偵知雷達信號，那我軍艦艇應具備即時預測目前大氣環境之能力，以研判雷達電磁波傳播方式，才能達到早期預警目的。再者，面對中共強大海軍實力的威脅，國軍更應該深入研究「366型」雷達之能力及可能戰術運用方法，並據以擬出相對應反制作為，如此才能避免在未來海上作戰遭遇中共海軍時處於劣勢。換言之，我國除應持續關注、蒐整配置「366型」雷達後續艦艇建造狀況及相關性能參數外，亦需加強本島周邊戰場環境之經營及雷達頻譜管理與運用，以利我研擬更佳因應對策來反制「366型」雷達對艦隊水面作戰所造成之影響；另透過持續更新戰場思維及精研戰術戰法，提升我軍作戰能力，才能不讓敵人輕越雷池一步，並保衛我海疆安全，最終達成海軍制海作戰任務。 

作者簡介：

曾陳祥上校，海軍軍官學校84年班、國防大學海軍指揮參謀學院98年班。曾任潛艦兵器長、作戰長，海軍司令部計畫參謀官，現服務於國防大學海軍指揮參謀學院。
蕭介源中校，海軍軍官學校90年班、國防大學海軍指揮參謀學院106年班。曾任大屯艦救難長、192艦隊部救難官、海軍司令部督察長室督察官，現服務於國防大學海軍指揮參謀學院。

註32：〈Ukraine Provides Shipborne Multifunctional Radar System to the U.S〉，Defense.World.NET，https://www.defenseworld.net/news/28642/Ukraine_Provides_Shipborne_Multifunctional_Radar_System_to_the_U_S_#.YJSFrugzZPY，2020.11.28，檢索日期：2021年11月18日。