

中共航母發展艦載機 及電磁彈射器之研析

海軍中校 孫亦韜

提 要：

- 一、近代「航母」一直是武力強權國家的象徵，而建構航母戰力是各國海權欲從「棕水海軍」(Brown-Water Navy)走向「藍水海軍」(Blue-Water Navy)的關鍵武力；而從中共的觀點，航母代表著一個國家綜合國力強盛的象徵，是現代海上作戰的核心，捍衛海洋國土、維護海洋權益與海上交通線(Sea Line of Communications: SLOCs)重要武力，換言之航母就是「國威」的展示。
- 二、艦載機是一艘航母的主要打擊兵力，而艦載機也是藉由航母將其兵力投射至所望目標區，因此，航母的攻擊能力，基本上就是決定於艦載機數量及作戰性能，因此，要能發揮空中作戰能力，除了艦載機籌建，其彈射器的研發也將是中共所應面對的重要問題。

關鍵詞：航母、艦載機、電磁彈射器

壹、前言

依據軍語辭典【航空母艦】：乃載運轟炸機、魚雷機及戰鬥機等攻擊武器之海上活動機場。航空母艦有廣大之飛行甲板，供各型飛機起落之需，其指揮台及其他操縱設備位於甲板之旁側，配有對空武器，以作自衛之用¹。

海軍作戰要綱第六章第二節【航空母艦作戰要旨】：「航空母艦作戰，係以航艦為核心，編配所要之海航飛機及艦艇，構成威力強大、具有三度空間作戰能力之航艦特遣

部隊，以遂行遠洋作戰任務」²。

艦載機是一艘航母的主要打擊兵力，而艦載機也是藉由航母將其兵力投射至所望目標區，因此，航母的攻擊能力，基本上就是決定於艦載機數量及作戰性能，由於艦載機需長時於海上運行，並能承受降落在航母飛行甲板的強烈衝擊力，由於俄製瓦雅格號(遼寧號)上未安裝蒸汽彈射器，除了戰鬥機本身發動機所產生推力，可藉由滑跳起飛坡道(Ski-Jump Ramp)獲得向上衝力離艦起飛，而空中預警機及定翼反潛機係螺旋槳定翼機，滑跳起飛跑道將難以輔助產生足夠安全

註1：國防大學軍事學院，《國軍軍語辭典(92年修訂本)》，民國93年3月15日，頁10-67。

註2：海軍司令部，《海軍作戰要綱(97年修訂本)》，民國97年12月30日，頁6-5。

離艦速度³，因此，要能發揮空中作戰能力，除了艦載機籌建，其彈射器的研發也將是中共所應面對的重要問題。

貳、航母彈射器發展

中共對於未來新建的中、大型航艦艦載機的規劃由來已久，根據詹氏情報評論(Jane's Intelligence Review JIR)於2000年年初所載，中共海軍除了計畫著手研製航艦之外，並開始規劃航空母艦重要的核心部分之艦載戰鬥機。而現代化的航空母艦艦載戰鬥機應具備下列條件⁴：

一、具有多用途功能

航空母艦的艦載戰鬥機必須要具備全面的飛行能力，並兼顧高低空和高低速的作戰需求，還要能夠有掛載多種空射型武器的能力及完善的武器系統，除此之外還必須要能兼負艦隊防空、護航作戰，以及有奪取制空權和執行對地、對海攻擊任務的能力，要求艦載作戰飛機能夠攜帶齊備的機載武器，包含主動中距空對空飛彈、中程攻船飛彈、中、近程對地攻擊飛彈和各種精確制導炸彈。

二、具有先進的電子戰能力和較高的資訊化水準

因為航母戰鬥群遠離本土遂行作戰，無法即時獲得岸基飛機的支援，艦載戰鬥機不可避免地要付出重量上的代價，所以機動性能一般會比相同類型的岸基飛機稍差，由於為了獲得對抗岸基飛機的空戰能力，以及對地攻擊時的電子自衛能力，要求艦載戰鬥機

具有先進的電子設備。至少應具有：

(一)先進的雷達系統，除了對空偵測能力以外，還應當具備比較完善的對海面 and 地面目標的偵蒐能力，例如合成孔徑功能。

(二)保護飛機在夜間環境下和複雜電磁環境下作戰的光電探測設備，先進的電子戰設備，在執行攻擊任務時發現和壓制敵方防空火力。

(三)完善的導航和通信能力，以保障飛機執行遠端作戰任務。

另外在缺乏電子戰飛機支援下還要能適應現代化的空戰環境，艦載機必須要具備有較強的電子戰能力和較高的資訊化水準。

三、作戰半徑遠與續航時間長

不論是空射型或者是艦載型攻船飛彈，其武器射程隨著科技的進步已經越來越遠，因此航空母艦上之艦載機應儘可能將來襲敵之戰機與艦船阻絕於作戰(被威脅)半徑之外，亦表示艦載機需要具備有較遠的作戰半徑與長時間的續航力。

四、起飛重量不斷增大

在同等技術條件和作戰需求之下，飛機設計的大一點，推重比反而高，例如F-15的推重比就明顯高於F-16(F-15比F-16多一個發動機，但結構和設備重量並不會增加一倍)。艦載戰鬥機為了滿足艦上起降的要求，比同等技術水準的岸基作戰飛機重。為了達到和岸基飛機相同的推重比，需要把飛機設計的大一些。而且較大的飛機在載油系數上有優勢，作戰半徑大，載彈量大。例如，

註3：應紹基，〈中共航空母艦發展之研析〉，《海軍學術雙月刊》，第43卷，第1期，2009年2月，頁43-58。

註4：王校軒、李懷成，《海空雄鷹—海軍航空兵》(北京：國防大學出版社，1998年3月)，頁69。

表一 航母艦載機起飛方式比較表

起飛方式		蒸氣彈射器	滑跳甲板	電磁彈射器
比	出現年代	1951年	1970年	2010年
	彈射方式	將蒸汽壓力轉化為推力帶動彈射器	滑跳起飛	使用直線發動機產生磁力帶動彈射器
	使用人力	最多	最少	次之
	產生動力	次之	最少	最大
	完成週期	次之(60秒)	最慢(120秒)	最快(45秒)
	起飛穩定度	最差	次之	最好
	起飛重量	約30噸	20噸<	30噸>
	艦載機運用	次之	受限	彈性最大
較	限制因素	美國掌握關鍵技術、依彈射器數量可同時發射艦載機	英國研發，起飛時必須一架接續一架起飛	依彈射器數量可同時發射艦載機
	特性	重量重、體積大、造價貴、設計、安裝、製造均複雜、維護成本高、淡水消耗高	成本低、技術簡單、飛機油耗多、起飛效率低、耗時	重量輕、體積小、造價適中、維護成本低、淡水消耗低、節能

資料來源：筆者整理。

F-16 Block 50的正常起飛重量約為12噸，內部燃油3,100公斤，載油係數(燃油重量/起飛重量)為 $3.1/12=0.26$ 。F/A-18C的正常起飛重量約為15.7噸，內部燃油4,900公斤，載油係數為0.31。從美國艦載作戰飛機的發展，也可以明顯看出這個趨勢。例如F/A-18C的空機重量接近11噸，而F/A-18E的空機重量已經接近14噸，比F-15A還重。F-35C雖然只是單發戰鬥機，而目前的空機重量(設計值)已經超過14噸。當然，由於航母起飛重量的限制，艦載作戰飛機也不是越重越好，重型戰鬥機上艦，在F-14退役後，就只有俄羅斯的蘇-33一種。F/A-18、F-35C和法國的「陣風M」，都屬於中型作戰飛機。鷓式飛機雖然具有垂直起降的優勢，但是起飛重量偏輕，一直未能成為主流的艦

載戰鬥機，估計將來會被F-35B取代⁵。

五、在飛行性能上傾向於高升阻比的氣動設計

艦載戰鬥機首先要求優良的起降性能，還要求較好的續航性能。這二者都要求飛機採取高升阻比的氣動設計。艦載戰鬥機一般採用中等後掠角+中等展弦比的機翼，為了提高升阻比，還採用了邊條翼或者鴨式設計。追求高速性和高升阻比在氣動設計上存在一定的困難，艦載戰鬥機一般應當側重於後者。F-14通過變後掠翼的設計來彌補這一矛盾，但是付出的代價就是重量太大，而且變後掠翼不方便安排外掛點，攻擊能力受到限制。從這個角度上看，F-14雖然具有優異的截擊性能，但是已經不符合現代艦載戰鬥機的發展趨勢。對於高速性較差的戰鬥機來說

註5：張鵬翼，〈中國艦載機選型分析〉，《艦船知識》，2008年8月20日，頁25-30。

，截擊作戰任務可以通過先進中距空對空飛彈的全向攻擊能力得到彌補。

六、其他特性

艦載機除需具備上述條件外，還必須滿足對艦載機的共同要求，例如：飛行的安全性、執行任務的可靠性、在航艦上的起降能力、抗海洋環境腐蝕的能力等。

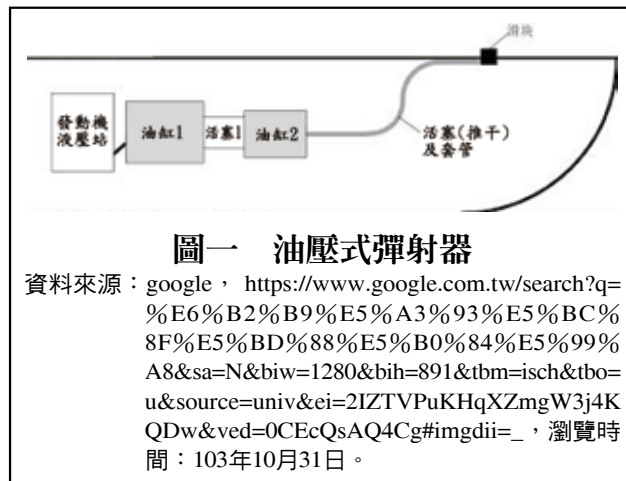
因此就目前航母艦載機其起飛的方式分為三種：「自力起飛」、「彈射起飛」和「滑跳起飛」（如表一）。

若以起降方式區分為三種：「垂直/短程起降」（V/Stol）、若藉由彈射器起飛與以攔阻索降落則稱作「彈射起飛/攔阻索回收」（Catobar）、另外還有「短程起飛/攔阻索回收」（Stobar）的配置方式⁶。

所謂「短距起飛/垂直降落」，並非因為這種飛機不能垂直起飛。而是因為這類飛機如果垂直起飛油耗量則會較高，那麼載彈量和載油量就會受到極大限制，會導致航程大幅降低。

因此，這類飛機通常會通過滑跳甲板實現短距離起飛，返回時由於燃油和彈藥都已經消耗殆盡，所以可以進行垂直降落。「短距起飛/垂直降落」飛機主要用於輕型航母以及兩棲攻擊艦。比較典型的型號包括英國的鷓、美國的AV-8以及蘇聯的雅克-38。

由於「短距起飛/垂直降落」飛機的控制難度大，其事故率幾乎高出常規艦載機，而且戰鬥力偏弱，目前服役的「短距起飛/垂直降落」飛機仍然都是亞音速飛機，所



以大型航母的艦載戰鬥機多為常規起降形式。而常規起降的噴氣式戰鬥機無論如何也無法在如此短的起飛道上起飛，因此不得不藉助外力—「彈射器」和「滑跳甲板」。

(一) 油壓彈射器

1911年美國的西奧多·戈登·埃利森上尉(Theodore Gordon Ellyson)發明了重錘與滑輪結合的加速彈射器裝置，再改進為壓縮空氣推動活塞的彈射器，並於1915年10月裝設於北卡羅來納號裝甲巡洋艦上，為最初實用化的彈射器⁷，而後又出現了油壓式的彈射器(如圖一)。

(二) 蒸汽彈射器(Steam Catapult)

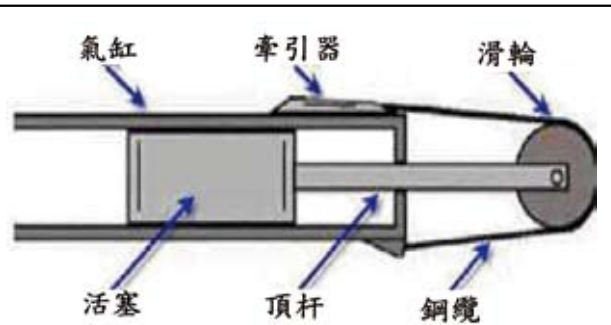
1951年英國柯林·米切爾中校(Colin C. Mitchell)提出將航艦輪機的蒸汽連動到彈射器上，進而發明了航艦用的蒸汽彈射器，彈射器形式分成兩種：「拖索式」和「前輪牽引式」，前者是以鋼索將艦載機掛載於滑塊上，再以其快速向前移動，將飛機沿著甲板上的軌道拖曳加速，進而起飛；後者則

註6：柿谷，哲也，〈海上鋼鐵霸主！航空母艦全圖解〉，《瑞昇文化出版社，2011年》，頁74。

註7：陳書海、張正滿，〈航空母艦：海軍史上的里程碑〉，《國防工業出版社，2007年》，頁54-55。

是將飛機前輪上的彈射桿掛載於甲板上彈射器的滑塊中，經由彈射的拖曳達到加速之效，後者比前者省下大量的人力，彈射時間也更短，但艦載機需要經過專門設計，目前這種彈射法為主流⁸。

現代的彈射器一般以蒸汽作動力，其管線鋪設於飛行甲板下，並在甲板的溝槽上連結一滑塊，在「前輪牽引式」的情況下，飛機會將彈射桿勾住於滑塊，當彈射器充氣完成後，甲板會立起阻擋熱蒸汽、保護甲板作業人員的「噴流擋板」（分成耐熱磚和流水冷卻式兩種，目前新建航艦採用前者，在不需進行彈射作業的情況下可蓋起來成為甲板的一部分），飛機再藉由蒸汽的強大推力驅動滑塊前進而起飛，多餘的蒸汽再於管線末端排出，若天候惡劣、甲板勤務人員不好進行作業時，可由甲板的「彈射器綜合控制系統」操作，其為甲板上的一個半圓形透明操作室，不使用時可關閉而成為甲板的一部分。蒸汽彈射器造價昂貴、設計、製造和安裝技術均複雜、保養非常費工夫、佔用航艦空間過大和過重（以尼米茲級來說，四部蒸汽彈射器重量就有2,280噸，體積則有2,265立方公尺），一般大型航艦上都有兩部以上的彈射器⁹，可以在2秒內將飛機自0加速到每小時185公里¹⁰，大約每60秒即可讓一架飛機升空。目前世界上只有美國的蒸汽彈射器於航艦上使用為C-13型，C-13型除了供給美國海軍使用外，法國海軍也使用此型（如圖二）。



圖二 蒸汽式彈射器

資料來源：google，https://www.google.com.tw/search?biw=1280&bih=891&tbm=isch&sa=1&q=%E8%92%B8%E6%B1%BD%E5%BC%8F%E5%BD%88%E5%B0%84%E5%99%A8%E9%A3%9B%E8%A1%8C&oeq=%E8%92%B8%E6%B1%BD%E5%BC%8F%E5%BD%88%E5%B0%84%E5%99%A8%E9%A3%9B%E8%A1%8C&gs_l=img.3...153631.155800.0.156400.7.7.0.0.0.126.381.6j1.7.0.msedr...0...1c.1j4.57.img..7.0.0.JGkYGpcs-00，瀏覽時間：103年10月31日。

(三) 滑跳甲板 (Ski-Jump Ramp)

由英國的道格拉斯·泰勒 (Douglas Taylor) 所發明，最早於1970年代應用在無敵級航艦上。原理為飛機貼著甲板進行滑行加速時，經由向上抬升約4至15度的飛行甲板獲得正軌跡角、俯仰角速度和一定的初始高度。滑跳起飛和彈射起飛相比較的優勢是成本低、技術簡單和甲板人力少，缺點是飛機載重比彈射起飛者輕（載重中包括油料，影響其航程），也會降低飛機離艦速度、增加起飛所需跑道距離、起飛時需額外加速，使得飛機要耗更多油，導致飛機作戰時間較短、起飛效率也比彈射起飛低（後者約為其4倍以上）¹¹，這種起飛方式往往很難讓艦載機滿載起飛，限制了載油量和航程。在艦載機

註8：蔣林波，〈國外艦載機技術發展〉，《航空工業出版社，2008年》，頁35。

註9：蔣林波，〈國外艦載機技術發展〉，《航空工業出版社，2008年》，頁40。

註10：柿谷，哲也，〈海上鋼鐵霸主！航空母艦全圖解〉，《瑞昇文化出版社，2011年》，頁34。

註11：蔣林波，〈國外艦載機技術發展〉，《航空工業出版社，2008年》，頁44-45。



圖三 滑跳式甲板

資料來源：NOWnews.com 今日新聞網，<http://www.nownews.com/n/2014/10/28/1478058>，瀏覽時間：103年10月28日。

滑入翹板時，前起落架也會受到翹板較大的反向力，對前起落架的要求較高¹²。此外這種離艦方式一次只能讓一架飛機起飛，要執行大規模機群的行動時頗花時間，俄羅斯的「庫茲涅佐夫號」為了彌補這問題而設有兩條跑道(如圖三)；另外滑跳起飛、阻攔索著艦是前蘇聯獨具特色的航母艦載機起降方式，其設計理念相當於增加一段虛擬跑道，縮短了起飛滑跑距離，庫茲涅佐夫級航母的成功，為那些研制彈射器受挫，卻又缺乏先進垂直起降飛機的國家指引一條捷徑。

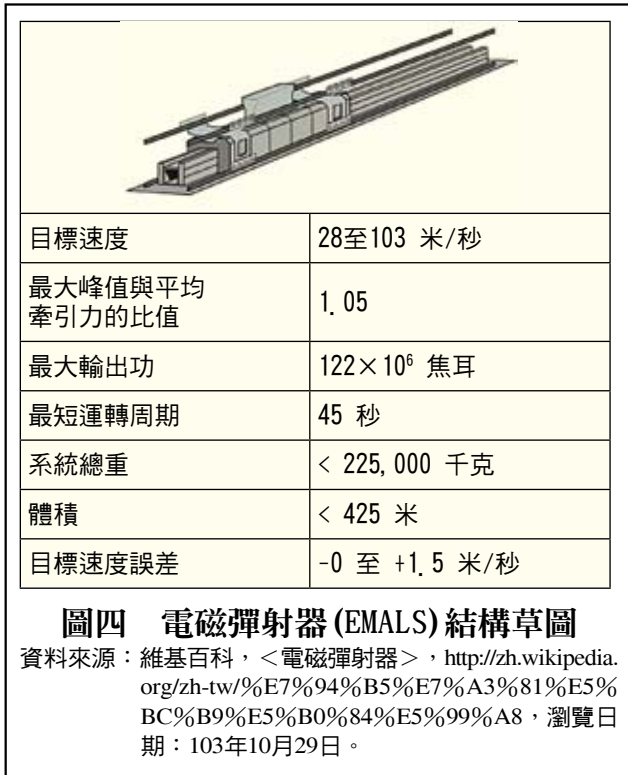
(四) 電磁彈射器 (Electromagnetic Aircraft Launch System)

是美國、英國及中共等多個國家的海軍正在研發的最新一代航空母艦專用飛機彈射器。2010年底由美國通用原子公司 (General Atomics GA) 測試成功，2013年5月8日，第一套電磁彈射器被安裝在建造中的福特級核子動力航空母艦上。電磁彈射器的主要部

分是一套線性馬達，利用強大電流通過線圈產生的磁場推動滑塊高速前進，整個系統長約91公尺(300英尺)，能夠產生45,000公斤(100,000磅)的推力，最高能將飛機加速到130節(時速240公里)，這套系統每45秒能夠完成一次充電，即最短彈射間隔為45秒，比傳統的蒸汽彈射器來得快；另外電磁彈射器有一套獨立的控制系統。利用霍爾效應，檢測系統的運作，精確地控制彈射速度。由於這套系統能讓加速度更穩定，使得彈射系統對航艦甲板造成的損傷也更小，使用的可靠性更高。相較於傳統的彈射器，電磁彈射器的重量更輕，只有20噸左右。而且佔用的空間更小，運作需要的人力也更少，可靠性也更高。一部傳統的蒸汽彈射器彈射一次，將要消耗614公斤的蒸汽，而效率不高，蒸汽彈射器的效率低得驚人—僅有4%~6%，非常浪費能量，常規動力航母這樣浪費燃油，續航能力會大打折扣。並且要在航艦甲板下，安裝龐大的機械，氣動和液壓系統。相對的，電磁彈射器不消耗蒸汽，而使用來航艦自身核反應爐產生的電能，在航艦上的安裝也更為簡易。

電磁彈射器最大的優點在於其加速度可以精確地控制。針對重型的戰鬥機和小型的無人機，可以調節不同的加速度，以適應其不同的起飛速度要求；另外電磁彈射器的最大彈射功率能夠達到122兆焦耳，而傳統的蒸汽彈射器功率只有95兆焦耳。相較之下，電磁彈射器的功率足足多出了29%。其次，

註12：新三才電子報，《艦載機起飛降落有多難？》，<http://www.newsancai.com/big5/news/142-editorial/59606-2014-07-01-06-29-46.html>，瀏覽日期：103年10月30日。



電磁彈射器能量利用率也高出了5% (如圖四)¹³。

參、彈射器運用於艦載機

以上就航母艦載機起飛方式做一分析後，我們發現滑跳甲板優點是成本低、技術簡單和甲板使用人力少，但就目前作戰的態勢而言飛機載重量不足，機種限制大、起飛效率低，以上種種限制影響到艦載機的運用優勢¹⁴，因此中共為了發揮未來航母的戰力與戰鬥效益，其必須研製飛機彈射器，因為具有彈射器的航母載機艦起飛速率約為「滑跳

甲板」航母的2倍，並且可以配置與使用定翼式預警機，但以現實面而言，蒸汽彈射器已顯落伍，且相關技術可能無法獲得或並未完備的條件下，相信中共不會去研製過時的蒸汽彈射器，應是研製具有較多優點且先進的電磁彈射器，以符合未來作戰所需，以下就目前中共現有航母遼寧號、後續可能產製新一代航母華清級、俄羅斯新一代庫茲涅佐夫級航母及美國福特級航母做一比較 (如表二)。

由表三可知滑跳甲板不利戰機性能發揮及飛機調度，經過美國航空工程師計算發現，在相同性能要求下，飛機的滑跳性能越好，其尺寸重量越大¹⁵。對於這個分析結果，前蘇聯深有體會。在庫茲涅佐夫級航母設計期間，原曾安排配置安-71K預警機，為了滿足150~200公尺之內滑跳起飛，而配備3部發動機，最終導致該機尺寸和重量超標難以上艦。倘若不想犧牲飛機性能則需增大飛機滑跑距離，此舉，將佔用更多的甲板做為起飛區，這會造成甲板調度困難，降低靈活性。

由於瓦雅格號的起降甲板維持原貌，也注定中共海軍第一代航母遼寧號必定是從滑跳起飛、攔阻索降落來開始。雖然滑跳起飛可以避開彈射器的技術難題，但也會使艦載機起飛時的籌載能力大打折扣。目前，以殲-15為例，一架戰鬥機最多僅能掛載5枚飛彈，遠不及美軍F-18戰機可掛載8枚空對空飛

註13：維基百科，〈電磁彈射器〉，<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%94%B5%E7%A3%81%E5%BC%B9%E5%B0%84%E5%99%A8>，瀏覽日期：103年10月29日。

註14：「中國航母編隊最大短板在補給」，中國評論月刊網絡版，<http://www.chinareviewnews.com/cn-webapp/mag/docDetail.jsp?coluid=28&docid=101788664&page=5>，瀏覽日期：103年10月27日。

註15：劉清，〈蘇式航母甲板作業與作戰使用分析〉，《現代艦船》，第101期(2007年10月)，頁25。

表二 航母艦載機比較表

國別	中共	俄羅斯	中共	美國
航母	遼寧號1143.6 (庫茲涅佐夫級)	〇〇號1143.8 (庫茲涅佐夫級)	新疆號 (華清級)	福特號 (福特級)
外觀				
動力	燃氣渦輪機	核子反應爐	核子反應爐	核子反應爐
起飛方式	滑跳甲板(304×75)	滑跳甲板(350×80)	電磁彈射器5部	電磁彈射器4部
機種	殲15戰鬥機24架	蘇-50戰鬥機 蘇-53/CFN38架 蘇-33戰鬥機16架 蘇-39戰鬥機18架	殲-31戰鬥機 殲-60戰鬥機 殲轟-9隱形殲擊轟炸機	F-35C戰鬥機 F/A-18E/F戰鬥攻擊機
	卡-31或直8預警直升機4架	AN-71空中預警機	空警500中型預警機	E-2D早期預警機
	卡-28反潛直升機15架	卡-27反潛機4架	直20反潛直升機	EA-18G電子作戰機
	直-9C搜救直升機2架	安-72運輸機8架		MH-60R/S多用途直升機 海用無人空戰系統(N-UCAS)
數量	45架	86架以上 (約一個聯隊)	75架以上 (約一個聯隊)	75架以上 (約一個聯隊)

資料來源：筆者整理。

彈，再加上滑跳起飛設計限縮遼寧號可配載的艦載機數量，故中共若欲以單一航母戰鬥群與美軍航母戰鬥群對抗，其對空攻擊持續能力將有極大落差。

電磁彈射器是航空母艦上的一種艦載機起飛裝置，已由美國最新下水的福特號(USS Gerald R. Ford)航母首先裝備。與傳統的蒸汽彈射器相比，電磁彈射具有容積小、對艦上輔助系統要求低、效率高、重量輕、運行和維護費用低廉的好處，是未來航空母艦的核心技術之一。

目前，世界上研製電磁彈射器的國家僅

有中共、美國、英國和俄羅斯等4國，而建造1：1全尺寸大型電磁彈射器地面試驗設施的國家僅只有中共、美國等2國¹⁶。

美軍研發的電磁彈射器由三大主要部分構成，分別是線性同步馬達、盤式交流發電機和大功率數字循環變頻器，線性同步馬達是電磁彈射器的主體，它是20世紀80年代末期研究的電磁砲的放大版及磁浮列車的延伸產物。

美軍為何要採用電磁彈射器？這是因為這種彈射器有很多優點，首先是飛機加速均勻且力量可以控制，C-13-1型蒸汽彈射器發

註16：《美衛星圖顯示中國在建電磁彈射器》，文匯網，<http://news.wenweipo.com>，瀏覽日期：103年10月31日。

表三 航母艦載戰鬥機比較表

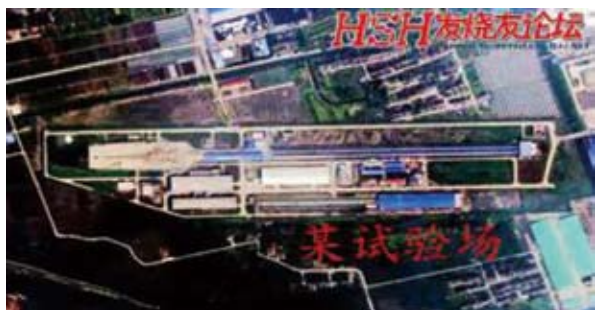
機 種	殲15戰鬥機	殲31戰鬥機	F/A-18E戰鬥攻擊機
外 觀			
機 長	21.935公尺	16.9公尺	18.31公尺
機 寬	14.7公尺	11.50公尺	13.62公尺
機 高	6.357公尺	4.8公尺	4.88公尺
空 重	25,000公斤	12,020公斤	13387公斤
正常起飛重量	33,000公斤	175,00公斤	22,328公斤
最大燃油量	5,300公斤	7,000公斤	6,530公斤
掛載重量	2,000公斤	5,897公斤	8,051公斤
最高速度	2.4馬赫	1.8馬赫	1.8馬赫
作戰半徑	1,200公里	1,000-1,250公里	722公里
最大航程	3,500公里	3,800公里	2,346公里
機 砲	30公厘機砲一門	23公厘雙管航空機砲一門	20公厘火神式六管機砲一門
武器掛載點	12	內置	9
對空武器掛載	2枚PL-8短程空對空飛彈 2枚PL-12中程空對空飛彈	2-4枚PL-12中程空對空飛彈	4枚AIM-9L響尾蛇短程空對空飛彈×4枚AIM-120中程空對空飛彈 或 2枚AIM-7麻雀中程空對空飛彈×2枚AIM-120中程空對空飛彈
對地武器掛載	航空炸彈 鷹擊系列1枚	500公斤級精確制導炸彈2枚 鷹擊12攻船飛彈2枚	AGM-65小牛巡弋飛彈 (SLAM-ER) AGM-88A哈姆高速反輻射飛彈 AGM-154聯合距外武器 (JSOW) GBU-10、12、24雷射導引炸彈 MK-82普通炸彈 CBU-78、87、97、MK20集束炸彈 B-57、B-61核彈 AGM-84魚叉 (Harpoon) 攻船飛彈

資料來源：筆者整理。

射是最大過載可以達到6G，而整個行程的平均加速度僅有2G多一點，F/A-18E戰鬥攻擊機飛行員常常調侃C-13-1型蒸汽彈射器在後段往往沒有飛機自身的發動機加速得快。隨著速度和氣缸容積的增加，過熱蒸汽的膨脹絕大多數能量用於蒸汽本身的加速和推動上

了，而體積增加後氣體膨脹所需蒸汽的比例成立方關係增加。蒸汽彈射器長度和氣缸容積幾乎達到極限，到彈射衝程的末端，蒸汽基本上只能加速活塞，對飛機的幫助不大。

自從中共第一艘航母遼寧號下水以來，有關航母艦載機起飛問題一直受到高度關注



圖五 美衛星照片顯示，中共建世界第二條電磁彈射器(圖/翻攝網路)

資料來源：ETtoday大陸新聞，〈美衛星照曝光中國建造世界第二條「電磁彈射器」〉，<http://www.ettoday.net/news/20140123/319084.htm#ixzz3Ha4Z3ses>，瀏覽日期：103年10月29日。

。102年9月13日中共江蘇電視新聞一則報導中提到國內有媒體報導了第一艘國產航母的彈射器系統，專家分析稱，從新聞圖片中可以推測，中共國產航母極有可能採用電磁彈射系統(如圖五)¹⁷。

從衛星照片推測，這個試驗裝置大約長120至150公尺，電磁軌道估計長80公尺左右，能夠建造如此大規模的實驗設施足以證明中共已經全面驗證和掌握了大型直線感應電機、先進高儲能裝置以及高性能脈衝發生器等電磁彈射器關鍵技術(如圖六)。

中共航母電磁彈射系統設計師馬偉明，於2008年首次完成一個電磁彈射器原理原型機的科研成果，開展了1：1電磁彈射器驗證設備的研製工作¹⁸。

電磁彈射器的推力啟動段沒有蒸汽那種



圖六 大陸航母電磁彈射系統

資料來源：環球網，<http://www.want-daily.com/portal.php?mod=view&aid=87384#ixzz3Ha8PQjyr>，瀏覽日期：103年10月31日。

突發爆炸性的衝擊，峰值過載從6G可以降低到3G，這不僅對飛機結構和壽命有著巨大的好處，對飛行員的身體承受能力也是一個不錯的改善。此外，由於電磁彈射的加速和彈射器的長度沒有關係，除了受到氣動阻力和摩擦阻力的影響外，彈射初段到末段的基本加速度不會出現太大的波動，這就比蒸汽彈射的逐步下降來得更有效率。根據計算，平均加速度一樣時，電磁彈射器可以比蒸汽彈射器讓飛機多載重8%~15%¹⁹；另外以電磁彈射起飛的艦載機能掛載更多的武器和燃油，並能彈射裝載有高性能雷達的艦載預警機起飛，從而可以極大增加航母的作戰半徑、偵蒐力、打擊力、持續力等一系列戰鬥力。

據報導中共殲-31隱形殲擊機的全尺寸模型已經登上遼寧號航母甲板，中共經常通

註17：〈陸航母系統或採「電磁彈射」艦載機能載更多武器〉，ETtoday大陸新聞，<http://www.ettoday.net/news/20130915/270702.htm#ixzz3Ha4xUWuC>，瀏覽日期：103年10月31日。

註18：〈大陸產航母彈射器曝光—電磁彈射暗藏恐怖機密〉，今日新聞網，<http://www.nownews.com/n/2013/09/20/974784>，瀏覽日期：103年10月31日。

註19：〈陸航母系統或採「電磁彈射」艦載機能載更多武器〉，ETtoday大陸新聞，<http://www.ettoday.net/news/20130915/270702.htm#ixzz3Ha4xUWuC>，瀏覽日期：103年10月31日。

過製造1：1模型的方式開始新型武器裝備的驗證。因此這可顯示殲-31(鶻鷹)可能進行測試機翼在飛行中的相關參數，並針對機翼做一些大攻角的測試進行相關改進型號的先期測試。報導並以中共首款隱形戰機殲-20為例，在發展過程中，已出現多款型號、甚至有外觀差異的原型機進行驗證，對主翼、垂直尾翼切尖等進行改進²⁰。

有推測指出，殲-20研發過程中的相關技術成果和進步，可能應用在殲-31上，也讓殲-31改進型號在邊條翼、主翼、垂直尾翼的改進上，使殲-31在新一代航母尚未成軍前，可隨遼寧號航母出海，以增強其遠海制海能力。

肆、中共航母機動編隊未來任務取向及我因應作為

自1980年代起，中共海軍戰略在劉華清的帶領下，從沿海沿岸防禦、近岸防禦，演變為1980年以後的近海防禦與三層防禦海洋戰略²¹。對此劉華清認為，航母是現代海上作戰的核心，捍衛海洋國土、維護海洋權益與海上交通線(Sea Line of Communications, SLOCs)，航母則是國家綜合力的象



徵「國威」的展示²²。

目前各報章媒體持續探討中共航母後續發展，尤其美軍於2008年中共軍力報告書²³中，更明確表示航母的建造為中共海軍下一階段的重要發展，筆者研判中共一個合理的航母機動編隊，應採「1+6+2+1」的編隊形式，組合能量將視任務而定(如圖七)。按此思路發展，中共航母機動編隊擺脫俄式風格，不像俄羅斯的航母集反艦、反潛和防空於

註20：〈軍武／大陸航母配四代機後—大幅提升戰力！〉，今日新聞網，<http://www.nownews.com/n/2014/10/28/1478058>，瀏覽日期：103年11月1日。

註21：劉華清指出：「近海是中國的黃海、東海、南海、南沙群島及臺灣、沖繩島鏈內外海域，以及太平洋北部的海域…。海洋戰略是國家戰略的重要組成。…根據新的國際海洋法，中國可以劃定300萬平方公里左右的管轄海域，這些海域和大陸架，構成了中國海洋國土」。另外，依劉華清規劃，第一層為150哩內的「內層」，第2層為300哩內「中層」，第3層「外層」則北起阿留申群島(Aleutian Island)南至中國海(South China Sea)。並計畫中國能於2000年將勢力推展控制「第一島鏈」(First Island Chain)在內的千島(Kurile Island)、日本(Main island of Japan)、琉球(Ryukyu Archipelago)、臺灣、菲律賓及巽他群島(Lesser Sunda Island)。然後在2050年前控制「第二島鏈」(Second island chain)，小笠原(Ogasawara)、馬里亞納(Mariana)、關島(Guam)、及加羅林群島(Caroline Island)等。吳東林，《中國海權與航空母艦》(臺北：時英出版社，2010年)，頁89。

註22：劉華清，《劉華清回憶錄》(北京：解放軍出版社，2004年)，頁434。

註23：美國國防部《中共軍力報告》(The Military Power of the People's Republic of China)2008。

一身，編隊分工遠不及美國艦隊細密，反觀中共航母的防空責任，交給編隊其他艦艇負責，自己除具備近身防空能力，本身即扮演海上的空中機動打擊載台，作戰思路較傾向美軍。而未來中共航母機動編隊所擔負的任務為何，就現階段而言可以有以下推斷：

一、藉航母塑造大國形象價值與主權宣示

日本(朝日新聞)就曾報導稱：中共建造國產航母，目的不僅僅是為了保護遍及世界的經濟權益，另一方面也是為了宣揚國威及主權維護。中共看到了航母在外交與人道主義援助方面的功能，深深體會航母在非軍事任務和塑造大國形象的價值²⁴。擁有航母不只是軍事上的需要，更是一個國家綜合國力的象徵，是與經濟發展概念相關連同時具有攻勢性的軍事工具，中共可以藉航母機動編隊表達對東海或南海島嶼的主權宣示。

二、加大打擊縱深，達成維護海洋權益戰略

經濟發展有賴國防安全保障，海上安全更是維繫經濟發展之命脈。航母其實就是水上移動機場，是可以投射長距離作戰的載臺。艦載機可提供防空縱深，同時還可做為空中預警機基地，提供艦隊遠程偵察能力，發揮早期空中預警功能，做為艦隊的耳目，加大打擊縱深²⁵。

中共正朝向世界能源中心的中東地區前

進，因此南海就成為了中共海洋運輸命脈，所以中共的海洋戰略，特別是航母機動編隊的使用都離不開南海²⁶。因此，中共航母機動編隊未來主要活動區域應當處於第一至第二島鏈之間，以及中國南海最南端到麻六甲海峽地區²⁷。

三、將影響東亞戰略平衡

航空母艦同時具備攻勢性海權(Offensive Sea Power)與防衛性海權(Defensive Sea Power)的工具，基於南海海域周邊美國力量薄弱，對於美國方面可能的挑釁，中共海軍都將有足夠的時間和空間進行反應。可以想見一旦中共部署航母機動編隊，將進一步影響原本東亞的戰略平衡，極可能將翻轉原本所設定美國加上日本可約束中共軍力擴張的假定；對我國而言，我將毫無戰略縱深，值得後續持續關注。

未來面對中共航母機動編隊的陸續成軍，載臺的改進及艦載機的不斷發展我應有下列作為：

一、持續增強不對稱作戰能力，研擬戰術戰法

有鑑於我與中共軍力之差距，除不斷更新傳統軍備外，置重點於「基本戰力」，更應積極發展「創新/不對稱作戰能力」，例如潛艦、輕型飛彈艦艇(如沱江艦)、無人載具，甚至非正規兵力等，加強聯戰訓練，並研擬「反制航母」戰術戰法，希望以不對稱

註24：蔡翼，《檢視解放軍遠洋海軍之發展，崛起東亞聚焦新世紀解放軍》(臺北：勒巴克顧問有限公司)，頁78。

註25：高月，〈東南亞的地緣和安全〉，《現代艦船》，第310期，2007年10月，頁11。

註26：〈中國以外南沙糾紛各國與地區之主張〉，新青年論壇，<http://www.nyforum.org/uploadfiles/南沙群島的爭端.pdf>(檢索日期：2012年5月7日)。

註27：〈中國海軍航母編隊鑿戰南海〉，新浪網，<http://grass.chinaiiss.com/html/20074/8/wad33.html>(檢索日期：102年5月7日)。

優勢及戰術戰法打擊中共航母潛在致命弱點，取得首戰決勝優勢。

二、提升現有裝備性能，加強武器研製能力

依據「防衛固守、有效嚇阻」之方針及「精、小、強」兵力之指導，逐步建立「嚇阻戰力」與「快速反應能力」之現代化戰力，在有限的國防資源下，提升現有裝備性能，以發揮武器最大功能；另外加速國防科技發展，結合民間力量，加強自主性國防科技發展，期望在質的方面超越中共。

三、擴大聯合作戰指揮機制運作

聯合作戰指揮機制成敗，在於「指管系統」與「戰場管理系統」鏈結，除賡續提升指管功能外，並將重要指、管、通、資、情、監、偵(C4ISR)系統與武器載台有效整合及構連，建立共同作戰圖像，強化戰場監控能力，有效遂行戰場管理，使聯合作戰指管功能趨於完備，依照航母可能威脅及攻擊方向，及早掌握中共有關航母機動編隊活動情報，進行精準先制攻擊行動，以形成嚴密多重的攔截攻擊，對中共構成嚴重威脅。

四、整合聯合電子戰力及資訊確保能量

為因應敵匿蹤技術發展與臺海地區之電磁環境威脅，我應建立複雜電磁環境下作戰模式之應處作為，同時藉由頻譜管理及電子參數資料庫之建置與電子戰系統偵蒐、干擾、欺騙及摧毀等手段之整合；另外結合資訊科技，強化網路資安防護與反制措施，嚴密監控網路資訊動態，建構資訊防禦縱深，使

我方指、管、通、資、情、監、偵系統，避免遭敵破壞、癱瘓與利用，確保資電安全與優勢，以防敵對我之作為，確保我指管暢通及作戰行動安全與自由，並建立臺海領域周邊電磁屏障，有效發揮聯合電子戰力，掌握優勢之制電磁權。

伍、結語

早在2011年年中就有報導稱，中共已經開始建造第2艘航母，而且似乎就是在長江三角洲的長興島船廠內建造，而最令人感興趣的是中共航母計畫的第二階段。2012年有報導稱，在落實第二階段計畫時，中共至少將建造2艘6.5萬噸級航母(如圖八)，甚至更大，據稱為華清級10萬噸級航母(如圖九)，而且使用核動力裝置和電磁彈射器。它們將在2020年之後，很可能是在21世紀20年代末裝備中共海軍。為了落實這些計畫，2013年2月中共政府批准了核動力水面艦船，首先是核動力航母的建設計畫。在已經批准的計畫框架內，中共準備研發新一代緊湊型核反應爐，工程代號863。新反應爐將來計畫用在航母、戰略潛艇、驅逐艦和貨船上。2013年2月22日 中共國家統計局公佈2012年國家經濟和社會發展統計報告，在第10章「教育、科學、技術和文化」專案下，高科技領域的863工程總共進行了1,165項科研和試驗設計工作，但是該工程的其他細節沒有披露²⁸。

但是美國公佈的衛星圖片表明，中共核動力航母很可能使用電磁彈射器。2014年初

註28：中共國家統計局，〈中華人民共和國2013年國民經濟和社會發展統計公報〉，http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201402/t20140224_514970.html，2014年2月24日，瀏覽日期：103年10月31日。



圖八 國產核動力航母想像圖：殲20、殲31、暗劍無人機

資料來源：Google。https://www.google.com.tw/search?q=%E8%8F%AF%E6%B8%85%E7%B4%9A%E8%88%AA%E6%AF%8D&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=JL5UVKW5F4aK8QXJ04LYDg&ved=0CC0QsAQ&biw=1280&bih=891，瀏覽日期：103年11月1日。



圖九 華清級核動力航母—新疆號

資料來源：Google。https://www.google.com.tw/search?q=%E8%8F%AF%E6%B8%85%E7%B4%9A%E8%88%AA%E6%AF%8D&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=JL5UVKW5F4aK8QXJ04LYDg&ved=0CC0QsAQ&biw=1280&bih=891，瀏覽日期：103年11月1日。

網路上曝光了中共新型電磁彈射器地面試驗設施圖片，電磁彈射器需要使用普通蒸汽輪機無法保證的特殊電容器和能量。如果這個專案發展到完善的地步，中共就將成為世界上第二個使用航母電磁彈射器的國家。鑒於中共逆向工程能力，未來將可能於新一代航母上使用(如圖十、十一)。

總之，中共海軍擁有核動力航母之後，將會適當擴大中共航母機動編隊的作戰實力



圖十 國產航母模擬分段細節分析，最令人驚訝的是為電磁彈射器準備的開槽結構



圖十一 圖中左側(模型右舷)可見模擬升降機開口結構

資料來源：文匯報，http://paper.wenweipo.com，瀏覽日期：103年10月31日。

，因為核動力艦艇的航程和續航力幾乎不受限制，配合電磁彈射器加上功能強大的艦載機隊。這意味著中共將確定無疑地增強自己在世界各大洋的軍事存在，對抗美國。否則只是為了在中共沿海執行既定任務的話，哪怕海岸線再長，那麼使用常規動力航母將會更合適更經濟。

但就目前看來，中共航母發展必定成為其海權與戰略發展的一大指標，尤其是對臺海與亞太局勢帶來較多的衝擊，但是由於中共過去在航母相關領域(包含航母系統整合、開發彈射器、艦載機研製、飛機起降、甲板運作、消防損管、編隊協同作戰等等)一

片空白，並且難以獲得外來的系統性協助，因此中共從建造出航母、組建艦載機隊，到能夠有效運作，必須投注大量的資金和時間，甚至過程中犧牲相當數量的艦載機飛行員，才有可能達成一定的戰力水準，而我可利用此一空檔持續加速各項建設，以縮短彼此後續軍力上的差異。

〈參考資料〉

1. 應紹基，〈中共航空母艦發展之研析〉。《海軍學術雙月刊》，第43卷，第1期，2009年2月。
2. 王校軒、李懷成，《海空雄鷹—海軍航空兵》，北京：國防大學出版社，1998年3月。
3. 張鵬翼，〈中國艦載機選型分析〉，《艦船知識》，2008年8月20日。
4. 柿谷，哲也，〈海上鋼鐵霸主！航空母艦全圖解〉，瑞昇文化出版社，2011年。
5. 陳書海、張正滿，〈航空母艦：海軍史上的里程碑〉，國防工業出版社，2007年。
6. 蔣林波，〈國外艦載機技術發展〉，航空工業出版社，2008年。
7. 劉清，〈蘇式航母甲板作業與作戰使用分析〉，《現代艦船》，第101期，2007年10月。
8. 新三才電子報，〈艦載機起飛降落有多難？〉，<http://www.newsancai.com/big5/news/142-editorial/59606-2014-07-01-06-29-46.html>。
9. 文匯網，〈美衛星圖顯示中國在建電磁彈射器〉，<http://news.wenweipo.com>，1ETtoday大陸新聞，〈陸航母系統或採「電磁彈射」艦載機能載更多武器〉，<http://www.ettoday.net/news/20130915/270702.htm#ixzz3Ha4xUWuC>。
10. 今日新聞網，〈軍武／大陸航母配四代機後—大幅提升戰力！〉，<http://www.nownews.com/n/2014/10/28/1478058>。
11. 中共國家統計局，〈中華人民共和國2013年國民經濟和社會發展統計公報〉，http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201402/t20140224_514970.html，2014年2月24日。
12. 今日新聞網，〈滑跳式甲板〉，<http://www.nownews.com/n/2014/10/28/1478058>。
13. ETtoday大陸新聞，〈美衛星照曝光中國建造世界第二條「電磁彈射器」〉，<http://www.ettoday.net/news/20140123/319084.htm#ixzz3Ha4Z3ses>。
14. 環球網，〈大陸航母電磁彈射系統〉，<http://www.want-daily.com/portal.php?mod=view&aid=87384#ixzz3Ha8PQjyr>。
15. 文匯報，〈國產航母模擬分段細節分析〉，<http://paper.wenweipo.com>。
16. 吳東林，《中國海權與航空母艦》（臺北：時英出版社，2010年）。
17. 劉華清，《劉華清回憶錄》（北京：解放軍出版社，2004年）。
18. 美國國防部，《中共軍力報告》（The Military Power of the People's Republic of China）2008。
19. 蔡翼，《檢視解放軍遠洋海軍之發展，崛起東亞聚焦新世紀解放軍》（臺北：勒巴克顧問有限公司）。

20. 高月，〈東南亞的地緣和安全〉，
《現代艦船》，第310期，2007年10月。

21. 〈中國以外南沙糾紛各國與地區
之主張〉，新青年論壇，[http://www.ny-
forum.org/uploadfiles/南沙群島的爭端
.pdf](http://www.ny-forum.org/uploadfiles/南沙群島的爭端.pdf) (檢索日期：2012年5月7日)。

22. 〈中國海軍航母編隊鏖戰南海〉
，新浪網，<http://grass.chinaiiss.com/>

html/20074/8/wad33.html (檢索日期：102
年5月7日)。

30. 維基百科、google：有關航空母艦
裝備資料。 

作者簡介：

孫亦韜中校，海軍官校正期82年班，淡江
大學國際事務與戰略研究所研究生，現服
務於國防大學海軍指揮參謀學院。

老軍艦的故事

太武軍艦 AP-518

太武艦係由日本廣島市宇品造船廠所建造之交通船，民國59年9月海軍為適應外島運補需要，奉令成立「捷安計畫」小組，籌建3,000噸級及1,000噸級客貨輪各一艘，以參加金馬運補任務，該艦即在此需求下建造的，民國60年6月6日安放龍骨，9月17日下水，12月6日返抵國門，民國61年1月6日由當時副總司令黃中將主持成軍典禮，命名為「太武」艦，隸屬國防部，主要任務為運送外島人員及物資，曾聘雇艙間客房服務人員。次年4月1日奉令納入海軍序列編號AP-518，隸屬勤務艦隊，亦是執行上項任務，該艦因機件老舊，於民國87年7月16日奉令除役。(取材自老軍艦的故事)

