

艦載直升機輔降系統發展現況

著者／廖祥智 陳柏勳

海軍官校 110 年班，現服務於海軍岳飛軍艦作戰部門
海軍官校 93 年班，現服務於海軍軍官學校應用科學學系

直升機是海軍執行三度空間立體作戰中最不可或缺的兵力之一，在惡劣的海象下，直升機如何在狹窄的水面艦甲板上進行起飛或降落將考驗直升機飛行員的能力技術。

直升機輔降系統旨在提供水面作戰艦艇具備直升機起降作業能力，可有效幫助直升機機組員及艦上工作人員，提升艦機組合作業的安全性以及作業效率。

直升機輔降系統不斷地更新與發展，大幅提高了直升機飛行員起落艦的成功率與安全性，因此直升機輔降系統的未來技術發展，值得吾人關注。

壹、前言

直升機係由一個或多個水平旋轉的旋翼，藉以提供上升力與推進力進行飛行的航空器¹。現今海軍的作戰發展已朝向立體化，多層次作戰發展，因此各國海軍在發展水面兵力的同時，亦著重掌握海上的制空權，與制海權發展，藉以維護海洋權益。由於直升機可兼負早期預警偵察、水下反潛作戰、搜救與運輸等多種任務，因此新世代水面作戰艦艇均配置艦載直升機藉以強化作戰能力。艦載直升機的特點包括具備輔助降落設

備、採用可折疊的旋翼或尾樑、海上漂浮或自救能力等²。

相較於航空母艦或兩棲船塢登陸艦等大型船艦具備大面積飛行甲板，且在海上航行時艦船平穩且受風浪影響較小，故艦載直升機在其起落艦時不需特別的艦機輔助設施；但是在驅逐艦或是巡防艦等中小型艦艇上，因起降空間較小且受海象影響產生之橫搖、縱搖等因素，使得直升機在甲板易產生滑動甚至翻倒狀況³。因此如何在大海中使直升機安全地降落在狹窄的甲板上，端賴一套完善的直升機輔降系統得以提升起降的成功率⁴。一般中小型水面艦上與艦載直升

機有關的設施包括飛機庫、飛行甲板、起落艦所需之電源或油料支援設施、輔降系統、甲板輔助標誌與燈光指示、下滑道指示器、艦艇水平參考指示儀器等諸多設施⁵，其中最為重要的莫過於輔降系統。現今市場上之主流為美國 / 加拿大所發展的 RAST(Recovery Assist, Secure and Traverse) 系統與法國發展的 SAMAHE(System de Manutention pour Helicopteres) 系統。直升機輔降系統對於艦載直升機的安全甚為重要，試以本文介紹現今水面作戰艦艇上主要的直升機輔降系統發展現況，期能使更多人關注此技術之發展現況與未來。

貳、RAST(Recovery Assist, Secure and Traverse) 系統

一、發展簡史

在 1950 年代中期，各國海軍發展出利用直升機運用於反潛作戰之中，但是如何降落在中小型艦艇上反而成為一大難題，為此加拿大一間 INDAL 公司遂發展出一套用於艦載直升機輔降系統，稱之為 E 系統。E 系統的操作方式係當直升機準備著艦時，艦上飛行甲板人員將直升機所放下的之鋼纜固定在系統上完成連接後，系統開始收卷鋼索，使鋼索保持吃力並使直升機慢慢下降直到接觸甲板為止，而後再進行調整機身方向使直升機正對機庫才能進行進庫作業，由於因為系統操作時間較長、安全性差，加上系統重量過重

(約 9000 公斤) 等因素⁶，最後並未得到採用，但是這套系統也奠定了直升機輔降系統的原型。

而後 INDAL 公司於 1960 年代開發出一套可在任何天氣或能見度條件下，專用於牽引直升機與快速安全裝置系統(Helicopter Hauldown and Rapid Securing Device, HHRSD)⁷。HHRSD 系統也是 RAST 系統的前身，而加拿大海軍的 CH-124 海王則是第一型配置 HHRSD 系統的直升機，用以配合水面艦艇執行反潛作戰。使得 HHRSD 立即成為加拿大海軍艦艇執行反潛作戰的一部分。

HHRSD 系統中所使用的快速固定裝置(Rapid Secure Device, RSD) 又暱稱為 Bear trap，可在惡劣天候下，艦艇 30 度橫搖(Rolling)、9 度縱搖(Pitching)、相對風速 50 節狀況下，使



CH-124 海王直升機與 HHRSD 系統
資料來源：同註 5。

1 維基百科，〈Helicopter〉，<https://en.wikipedia.org/wiki/Helicopter>，檢索時間 2019 年 5 月 10 日。

2 維基百科，〈Carrier-based aircraft〉，https://en.wikipedia.org/wiki/Carrier-based_aircraft，檢索時間 2019 年 5 月 10 日。

3 于進勇、支岳、程傳金，〈艦載直升飛機縱向著艦控制導引研究〉，《情科技通報》，2011 年，第 27 卷，第 5 期，頁 792-795。

4 章曉冬、侯志強、胡國才、劉志鵬，〈某型艦載直升機著艦風限圖的計算〉，《四川兵工學報》，2012 年，第 33 卷，第 10 期，頁 30-33。

5 Ron Johnson, "A New-Generation Helicopter Handling System" Maritime Engineering Journal, Sep. 1989, pp. 6-10.

6 Canadian Navy Timeline, 〈The Beartrap - A Canadian Invention〉，<http://readyayeready.com/timeline/1960s/beartrap/>，檢索時間 2019 年 5 月 10 日。

7 于青雲，〈談艦載直升機輔降系統〉，《海軍學術月刊》，1996 年，第 30 卷，第 12 期，頁 53-62。



一架海王直升機準備降落，飛行甲板上工作人員於 Bear trap 旁邊等待



Bear trap 於直升機降落後，固定直升機於飛行甲板上免於翻滾



快速固定裝置 Bear trap 的外觀



降落指揮員 (Landing Control Officer, LSO) 於甲板上負責操控 Bear trap 裝置

資料來源：同註 6。

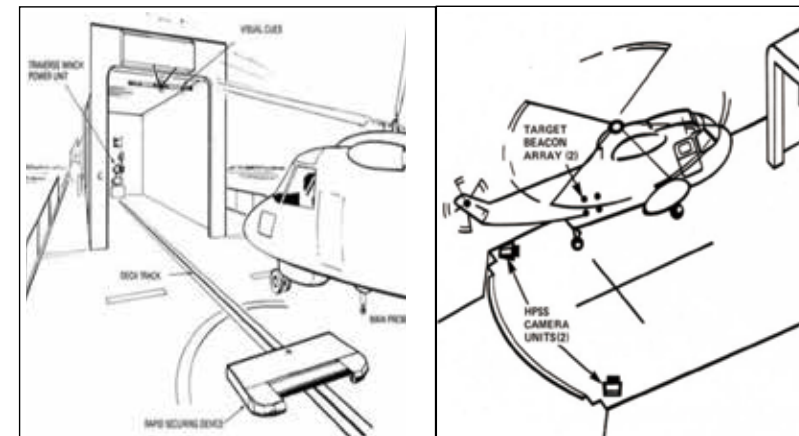
重型直升機降落並固定在驅逐艦大小的船上。HHRSD 系統在操作時，直升機飛行員控制機身在 Bear trap 上方的正確位置盤旋，此時 LCO 與飛行員聯繫控制直升機下降速度，並將直升機快速插入 Bear trap，裝置鋼爪在機身下方的探頭周圍咬合，藉以牢牢抓住直升機，免於船艦因海象所造成的任何晃動。

HHRSD 雖然提供了在著陸後機械固定直升機的方法，且使用最少的飛行甲板工作人員進行輔助降落，但是該系統在試驗初期，其 Bear trap 的捕獲區域太小，且系統存在缺失如過高的維修成本，過重的重量以致於無法使用於小型艦艇，系統過於複雜使得可靠度不佳，經過後續的演進與改良，遂造就了 RAST MK III 系統的誕生，其這



RAST 系統可使直升機惡劣海象下進行落艦與固定作業。
資料來源：參考 Curtiss-Wright, <RECOVERY ASSIST, SECURE AND TRAVERSE SYSTEM (RAST)>, <https://www.cw-ems.com/indal/products/helicopter-securing-and-traversing/rast/default.aspx>, 檢索日期：2019 年 5 月 15 日。

將解決當前 HHRSD 與舊式 RAST 系統的缺點，並為加拿大海軍提供下一代船載直升機回收和處理系統。



RAST MK III 組成元件 (左) 直升機位置感測系統 (右)
資料來源：同註 5。

二、設計特點

在開發 RAST MK III 時，主要的設計考慮因素是先前系統已知的缺點。具體而言 RAST MK III 必須具備以下特點⁸：

1. 提供整合的安全和移動系統。
2. 允許直升機在不管白天或夜晚上均能在海象五級下運作。
3. 除去回收輔助電纜和尾導絞車。
4. 直升機在甲板上滯空或落艦時，不可有任何作業人員在甲板降落區附近。
5. 減少著陸，擺正和進庫所需時間，進而提高操作靈活性。
6. 減少對甲板以下設備需求，並減少系統重量及所需空間。
7. 降低系統複雜性，從而降低操作成本並提高系統可靠性和維護性。
8. RAST 配置兼容所有海軍直升機，且適用於各種規模的海軍水面艇。

8 同註 3。

9. 可使用表面平整的軌道進行操作，並與當前的軌道安裝相容。

三、系統組成

新的 RAST MK III 系統基本上由三個主要子系統組成，分別是快速固定裝置 (RSD)，可變速之輸送絞車以及一獨立的位置感測系統。新型的 RSD 具備較大的捉捕面積，並可以用以固定或移動直升機；輸送絞

車則可移動甲板上 RSD 向前或向後移動；獨立的位置感測系統則可以偵測直升機滯空位置，藉以自動控制 RSD 隨直升機向前或向後移動，定位於直升機探針下方。此外尚包括一個新型的駕駛員目試引導系統 (Pilot Visual Cues, PVC)，包括水平參考儀藉以提供落艦直升機相對於飛行甲板的位置準確指示，以及艦船運動預測系統 (Ship Motion Prediction, SMP)，以輔助落艦時機點掌握。

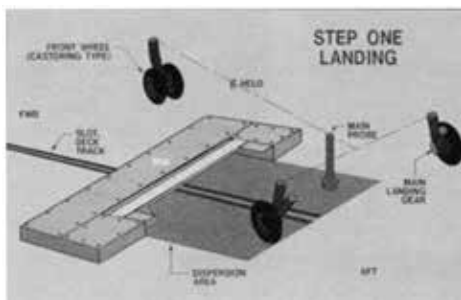
四、降落步驟

RAST 系統降落程序可概分為降落 (Landing)、捕捉 (Capture)、固定 (Secure)、腳輪調整 (Castor Alignment)、對正機庫 (Straightening)、輪動 (Traversing)。

1. 降落 (Landing)

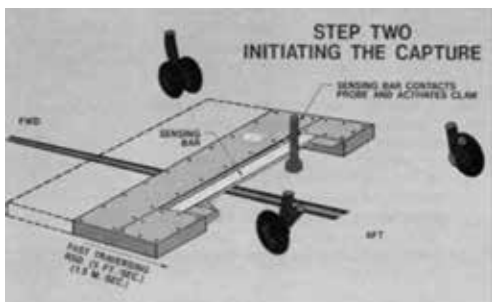
按照標準程序執行正常進場後，直升機在飛行甲板附近盤旋，直到降落安全官 (LSO) 指揮降落時，飛行員控制直升機移動到飛行甲板上方的滯

空位置，紅外線傳感器獲取並定位直升機側邊的信標陣列後，傳感器提供信號從傳感器中心和位移成比例輸出信號，該信號用於控制獨立且可變速的電動橫向絞車，將 RSD 的位置保持在直升機探測器著陸位置 500 毫米（1.5 英尺）、正負 150 毫米（6 英寸）內。與 HHRSD 相比，總體捕獲面積有效增加 4 倍。



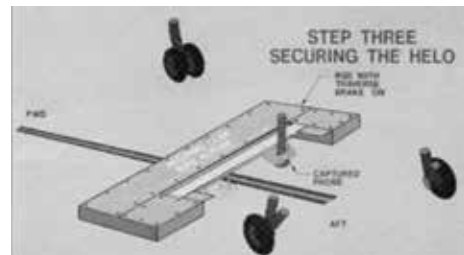
2. 捕捉 (Capture)

來自紅外線傳感器的橫向和前後信號向飛行員提供有關安全恢復區的滯空位置的信息。當位置正確且船舶運動預測系統指示船舶靜止時，飛行員可以滯空於飛行甲板上，必要時調整其位置，然後安全降落。在降落甲板的時刻，一個傳感器（併入 RSD 的前部）導致 RSD 一直以高達 1.5 米 / 秒（5 英尺 / 秒）的速度，減速至在與探頭接觸之前的 0.3m / sec（1 英尺 / 秒）。在與直升機機腹探針 (Probe) 接觸時，RSD 閉合以捕捉探針。



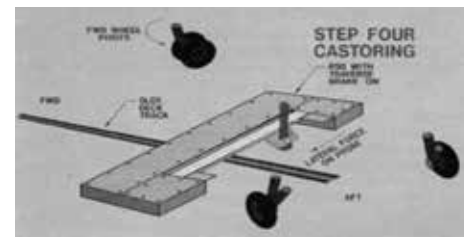
3. 固定 (Secure)

當按下 RSD 的衝擊桿或前緣並且 RSD 已經停止時，通過液壓驅動的鏈驅動器以 1.83 米 / 秒（6 英尺 / 秒）立即驅動捕獲爪越過 RSD。在系統以正常模式運行的條件下，爪將接觸探頭並在指定著陸區域內的任何地方以兩秒或更短時間內將直升機牢固地固定在飛行甲板上。當 RSD 爪式傳感器指示捕獲探頭時，應用 RSD 和機械橫向絞車製動器捕獲信號被發送到控制器並且系統恢復到待機狀態。雖然普遍都是自動的，但 RSD 爪可由 LSO 手動操作。但一旦直升機被 RSD 爪抓住，直升機就永遠不會被鬆開直到下一次發動。



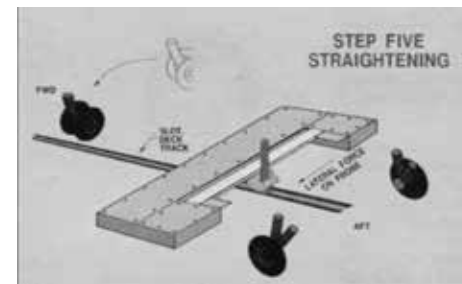
4. 腳輪調整 (Castor Alignment)

既然直升機已安全地固定在甲板上，它必須對準並進入機庫（到目前為止，由降落安全官進行對目標對齊的操作，現在透過 RAST 也可以自動化這個過程）。為了使直升機對準，過程需有一個無障礙的視野，只需撥動操縱桿，通過 RSD 的爪子向飛機探測器施加一側向力，使尾輪或前輪成為腳輪。



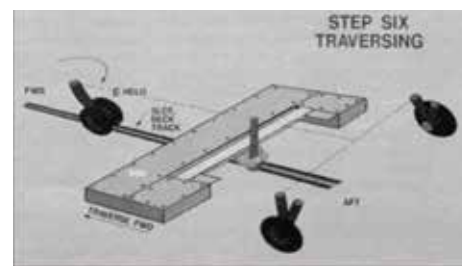
5. 對正機庫 (Straightening)

腳輪被夾住之後，LSO 可以通過進一步應用來對準直昇機在適當的方向上向探頭施加側向力用以對正。



6. 輪動 (Traversing)

RSD 快速地對準直昇機，LSO 只需要操縱相同的操縱桿控制器就可以移動飛機到機庫。在行進機鼻或尾部偵測器可以沿著甲板軌道到機棚時，仍然可以對準進行微小的校正。整個回收和安全過程僅須使用兩個人即可完成且飛行員和 LSO，不需要額外的尾導絞車或電纜。所有發射和回收操作都是完全自動化的，對飛行甲板作業人員沒有任何風險。



五、機械間主要組件

RAST 機械間內主要組成包括下列單元：

1. 絞機液壓動力總成 (Winch Hydraulic Power Unit, WHPU): 供給需求液壓動力之運送、輔助回收及尾輪引導等附屬裝備液壓能。

2. 主馬達：440V AC，60HP，3 相電動馬達；其能驅動 5 個液壓泵和 5 個液壓馬達。

3. 輔助回收液壓泵：直接由主馬達驅動，供給液壓至輔助回收馬達。

4. 輔助回收液壓馬達：經由一個 3：1 的減速齒輪，驅動輔助回收（RA）絞機。

5. 輔助回收絞機：能容納 100 呎的輔助回收（RA）鋼纜，且使輔助回收鋼纜在輔助回收絞機上捲入及放出。

6. 運送液壓泵：由主馬達所驅動，供液壓給需求的左或右舷運送液壓馬達。

7. 尾輪引導絞機 (TGW) 液壓泵：由主馬達的皮帶所驅動，供液壓給左或右舷 TGW 液壓馬達及支援運送操作所需液壓。

8. 縱列泵組成：包含兩個獨立液壓泵，在共同軸承上；為主馬達所驅動的伺服泵及加壓泵。

9. WHPU 油箱：儲存及供液壓油至 RA，TRVS 和 TGW 附屬系統；容量約 60 加侖。

10. 測試控制面板 (TCP): 位於 WHPU 油箱上方，用於本地啟動 WHPU 及測試 WHPU 和 RAST 系統部份裝置。

11. 液壓測試面板 (HTP): 位於 WHP 油箱上方，TCP 的左側；它能檢查附屬系統特定位置之液壓壓力合。

六、RAST 系統使用優勢

對於海軍水面艦艇來說，RAST MK III 系統最大優點在於相關設備的重量減輕，使得中、小型艦艇均可安裝此系統，相較 HHRSD 與舊式的 RAST 系統，RAST MK III 系統由於系統簡化使得船舶的重量整體減少 5 噸重量，此外 RAST MK III 在



(左) RAST 系統直升機裝備間與 (右)LS0 控制間



SH-60 與 RSD 快速固定裝置

資料來源: Marine time quest, 〈Inside the Oliver Hazard Perry Class Guided Missile Frigates〉, https://www.maritimequest.com/warship_directory/us_navy_pages/frigates/inside_the_oliver_hazard_perry_class_page_4.htm, 檢索日期: 2019 年 5 月 9 日。

目前的市場上亦有諸多優點，試說明如下：

1. 價格—相較 HHRSD 與舊式的 RAST 系統，RAST MK III 可降低採購與生命週期成本，預估可節省高達 60% 的成本。
2. 體積—RAST MK III 系統組成將可減少更多的內部空間。
3. 安全性—當直升機停留、著陸等操作時，飛行甲板上不需要 LS0 以外的作業人員。此外其他輔助系統例如 PVC 與 SMP 可輔助飛行員在落艦時進行適當提示艦船運動與相對位置指示。
4. 速度—在位置感測系統和 PVC 提示系統的

幫助下，直升機可以快速準確地定位，從而減少高低空之滯空時間。

5. 通訊—RAST MK III 減少飛行員與 LS0 之間語音通訊需求。

6. 高可靠度和簡單維護—因為 RAST MK III 係依高度整合系統，加上相關設備減少使得系統具備高可靠度和簡單維護需求。

7. 系統簡單—RAST MK III 雖為一先進技術，但它實際上是一個簡單的機械系統，使得人力需求與教育訓練成本均能有效降低。培訓 LS0 操作人員與設備維護人員均能比以前的舊系統更快，更簡單完成。

參、與 RAST 有關之輔降系統

一、艦機整合安全和輸送系統 (ASIST)

艦機整合安全和輸送系統 (Aircraft Ship Integrated Secure and Traverse System, ASIST) 同樣係由加拿大 Indal 公司開發⁹，並於



SH-60 與 RSD 快速固定裝置

資料來源: Marine time quest, 〈Inside the Oliver Hazard Perry Class Guided Missile Frigates〉, https://www.maritimequest.com/warship_directory/us_navy_pages/frigates/inside_the_oliver_hazard_perry_class_page_4.htm, 檢索日期: 2019 年 5 月 9 日。

功能	敘述
系統目的	提供主動且持續的安全保障
輔助降落方式	通過使用自動位置傳感系統和飛行員輔助提示來控制直升機落艦
捕捉範圍	4 ~ 6 m ²
移動輸送	僅需一名操作員即可控制快速固定裝置沿甲板軌道移動，並使直升機進行入庫作業
性能 / 規格	敘述
捕捉時間	2 秒
傳送速度	0 ~ 0.3 m/sec
人力需求	不需要飛行甲板工作人員，執行系統相關的操作
電源需求	440V，功率 3 相，60/400 Hz 115V，功率 1 相，60 Hz

1992 年 7 月 31 日完成海上測試¹⁰。ASIST 的輕量化的設計，不僅便於在新造艦船上安裝，更可改裝現有船舶的輔降系統而成，整體設計具備高度模組化與系統化整合而成。ASIST 其電機控制或機械系統均為模組化，並可安裝在機庫或飛行甲板下方，可以最大限度地減少空間或重量上的要求¹¹。

ASIST 系統可在海象 6 級條件下進行操作。在直升機落艦期間，系統的直升機位置傳感系統 (HPSS) 會精確的持續跟踪和監控飛機的確切位置，並將相關資訊回饋顯示給飛行員，而位置數據同時傳遞到電腦控制的 RSD，使 RSD 自動向前沿著甲板軌道移動，以便在低滯空時跟踪直升機。在直升機落艦後的兩秒鐘內，機腹的探針由 RSD 固定，隨即將直升機準備對準擺正後並送往



TC-ASIST 系統的捕捉器，可注意捕捉位置為直升機之機輪而非 ASIST 所需之探針。

<https://www.cw-ems.com/indal/products/helicopter-securing-and-traversing/tc-asist/default.aspx>

功能	說明
系統目的	提供主動且持續的安全保障
輔助降落方式	有額外可選的 ASIST 式直升機追 系統可用於補充標準甲板提示和排隊線
捕捉範圍	3 ~ 4 m ² 不需使用甲板固定鎖和網格
移動輸送	同樣僅需一名操作員，即可控制快速固定裝置沿甲板軌道移動，並使直升機進行入庫作業
性能 / 規格	敘述
捕捉時間	4 秒
傳送速度	0 ~ 0.3 m/sec
人力需求	不需要甲板上的人員處理系統相關的操作
電源需求	440V，功率 3 相，60/400 Hz 115V，功率 1 相，60 Hz

機庫。ASIST 的對準擺正和傳送能力是整個系統關鍵所在，因為機庫中，僅需一名操作員即可在安全的環境中進行操作，而在初始固定之後，即使在惡劣海象下，也可以使直升機在不到五分鐘的時間內完成傳送進入機庫。

⁹ 維基百科〈Aircraft Ship Integrated Securing & Traversing〉, https://en.wikipedia.org/wiki/Aircraft_Ship_Integrated_Secure_and_Traverse, 檢索時間 2018 年 10 月 22 日。

¹⁰ NAVAL TECHNOLOGY Helicopter Securing and Traversing, <https://www.naval-technology.com/products/helicopter-securing-and-traversing/>, 檢索時間 2018 年 11 月 10 日。

¹¹ Curtiss-Wright-Naval-Handling-Systems-Brochure, 第 5 頁, 檢索時間 2018 年 11 月 10 日。

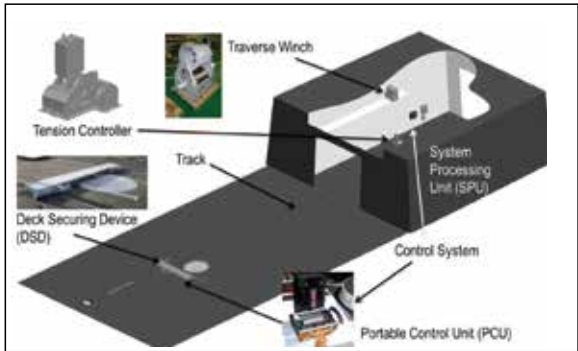
二、雙爪艦機整合安全和輸送系統 Twin Claw ASIST (TC- ASIST)¹²

雖然 ASIST 系統對於具備機腹探針的海軍直升機相當受到歡迎，但並非各型直升機均具備探針，為了支援安裝探針的直升機，Indal 公司遂開發了雙爪艦機整合安全和輸送系統，這是 ASIST 系統的衍生型，TC-ASIST 可視為一獨立系統¹³，提供安全有效的甲板固定和傳輸功能，特別適用於較重的大型直升機，其整合了 INDAL ASIST 各子系統設計，亦可適用於 AW101 或 NH90 等大中型直升機，提升了起落艦的安全性及甲板工作效率。

TC-ASIST 系統可在海象 6 級以下操作使直升機起落艦，當啟動時快速安全裝置 (RSD) 由待機位置移動以與飛機位置對齊，RSD 上配有一對加載彈簧的爪臂，用於捕獲和固定安裝在飛機主起落架上的輪轂，直至傳感器定位每個臂偵測到輪胎位置，此時每個爪臂向上旋轉以捕獲機輪平齒輪。這些爪臂雖可獨立工作，但具備機械聯鎖裝置以確保同時操作。一旦飛機被固定，即可對準機庫並進行進庫作業，所有甲板作均可在直升機駕駛艙無人的情況下完成。TC-ASIST 可在甲板無工作人員狀況下提供安全、快速的擺正與進庫作業。藉由這些附加設備使得 TC-ASIST 可如同 ASIST 操作般，於大型直升機著陸時提供全自動捕獲，而無須甲板固定鎖和網格等額外固定裝

置。

三、Manual Aircraft Securing & Traversing (MAST) System^{14、15}



人工艦載機固定與傳送系統 (Manual Aircraft Securing & Traversing, MAST System)
<https://s2.q4cdn.com/767595508/files/images/indal/gallery/MAST-system.jpg>

功能	說明
系統目的	提供主動且持續的安全保障
輔助降落方式	需搭配甲板鎖定網格或採自由甲板方式著陸後，藉操作員手動控制與直升機主起落架連結甲板固定裝置 (Desk Securing Device, DSD) 後進行入庫。
移動輸送	同樣僅需一名操作員，即可控制快速固定裝置沿甲板軌道移動，並使直升機進行入庫作業
性能 / 規格	敘述
直升機降落進行時間	直升機落艦後藉甲板鎖固定，與 RSD 接合後可在 5 分鐘內完成擺正入庫
輸送速度	0 ~ 0.3 m/sec
人力需求	一名甲板人員需要手動操作可攜式控制單元以利操作處理系統
能源需求	440V, 功率 3 相, 60 Hz

人工艦載機固定與傳送系統 (Manual Aircraft Securing & Traversing, MAST System) 與先前討論過的 TC-ASIST 類似，人工艦載機固定與傳送系統 (MAST) 提供了一種經濟實惠的替代方案，用於將直升機固定、擺正並送入機庫內。MAST 系統需搭配甲板鎖定網格系統，使直升機落艦時固定於甲板上，MAST 系統再以簡單的主起落架連接口控制機輪，無需將探針集成到機身中。此系統最大特色在於免除 TC-ASIST 系統上複雜的自動控制與使用單一甲板軌道即可達成，各項裝置均可配置在飛行甲板上即可達成，而無須使用額外空間。MAST 系統亦可由單一操作人員即可控制，提供了一種安全可靠的方式在飛行甲板和機庫之間操縱直升機，可在海象 6 級下進行作業。

而 INDAL MAST 性能特點為：

1. 提供直升機良好的防滑和固定方式
2. 在擺正和輸送過程中提供完善的控制和引導
3. 最少量的操作人員訓練需求
4. 在穿過機庫門時提供精確的飛機定位和定位
5. 安全操作（操作人員不與機身接觸或甲板上無裸露電纜）
6. 甲板上僅需要一名操作員即獲得完整系統作業能力

四、MANTIS Aircraft Tug^{16、17}

MANTIS 飛機拖車係專為軍用直升機和戰鬥機的甲板作業而設計，它提供了在飛行甲板，艦上機庫空間或地面停機坪範圍內，操縱直升機或定



MANTIS Aircraft <https://s2.q4cdn.com/767595508/files/images/indal/gallery/Mantis-ELP.jpg>

功能	說明
輔助降落方式	直升機採自由甲板著陸後，藉系統移動艦載機
捕捉區域	操縱至飛機著陸點
操作方式	操作員透過 MANTIS 的控制實現 0 米轉彎圈

性能 / 規格	敘述
捕捉時間	11 秒
可操作的地方	船艦飛行甲板或機庫
人力需求	一個 MANTIS 單元系統操作員使用胸包控制模塊
能源需求	高頻變壓器充電 96 至 260 VAC 輸入 連續運行 3.5 小時 單次充電，18,000 kg a / c
轉向	基本單元 MANTIS 中的 2 個轉向輪，帶有 Mantis ELP 的 4 輪轉向

12 CURTISS-WRIGHT AN INTELLIGENT CLAW CAPTURE SYSTEM FOR NON-PROBE INSTALLED AIRCRAFT, <https://www.cw-ems.com/indal/products/helicopter-securing-and-traversing/tc-asist/default.aspx>, 檢索時間 2019 年 5 月 13 日。

13 Curtiss-Wright-Naval-Handling-Systems-Brochure, 第 6 頁, 檢索時間 2019 年 5 月 13 日。

14 THOMAS Single Operator Helicopter Handling System suits smaller ships, <https://news.thomasnet.com/fullstory/single-operator-helicopter-handling-system-suits-smaller-ships-20048673>, 檢索時間 2019 年 5 月 14 日。

15 Curtiss-Wright-Naval-Handling-Systems-Brochure, 第 7 頁, 檢索時間 2019 年 5 月 14 日。

16 MANTIS Aircraft Tug-Curtiss-Wright EMS, <https://www.cw-ems.com/indal/products/helicopter-securing-and-traversing/mantis-aircraft-tug/default.aspx>, 檢索時間 2019 年 5 月 26 日

17 Curtiss-Wright-Naval-Handling-Systems-Brochure, 第 8 頁, 檢索時間 2019 年 5 月 26 日。

翼飛機，以執行相關移動或維護作業。MANTIS 藉一傳輸線連接的操作員穿戴身上的控制箱，可精確的控制飛機在地面上的移動，適合作業空間小並具備高精確度，高運動能力，可有效充分利用寶貴的機庫空間，相當適用於艦艇上，而拖車操作員在進行操縱時，可以完全掌握飛機與周圍區域的所有狀態。

MANTIS 使用獨特的矩陣頭直接與飛機連接，毋需額外牽引桿或機身改裝，其低矮的設計和機身下方的較大的間隙使得此系統相當適用於各型直升機或定翼機。MANTIS 系統能在四個方向上行駛，並在牽引點周圍旋轉。此種機動性以電動方式操作，並不會產生煙霧或較大噪音，亦相當適用於陸基維護設施。MANTIS 拖車內具備一高效可充電電池，專為高負載飛機提供顯著的連續工作時間與牽引能力，具備簡單操作方式與低維修成本。

肆、其他系統

一、法國 SAMAHE 魚叉式輔助著艦系統

除了 Indal 所發展出的 RAST 輔降系統外，市場上另一快速發展的即是法國所開發的 SAMAHE 魚叉式輔助著艦系統。此系統在甲板起降區中，設有一圓形的鋼製捕捉柵格，直升機在降落時，其機腹下帶有一似魚叉的抓

鎖器，當直升機落艦後，即伸出抓鎖器插入卡住甲板柵格遂完成固定，再以牽引滑車將直升機擺正後拖回機庫內完成入庫作業。我國康定級巡防艦與共軍旅滬級巡防艦上，均採用此種法製輔降系統。



法國所開發的 SAMAHE 魚叉式輔助著艦系統
<https://kknews.cc/zh-tw/military/m2rv9m9.html>



共軍旅滬級（左）及我國康定級（右）巡防艦均採用法國 SAMAHE 魚叉式輔助著艦系統

二、俄羅斯輔降網系統

此系統為在飛行甲板上，設置一片大網並由框架撐起距離甲板面高度約 10 到 12 公分，直升機降落時，機輪將卡於隔網內即完成固定，目前多為俄羅斯艦艇或前東歐國家使用。



卡 -27 直升機降落於艦艇飛行甲板上，注意機輪下方的輔降網系統

<https://new.qq.com/omn/20171222/20171222A12Y2R.html>
<https://www.helis.com/database/model/Kamov-Ka-27-Helix/>

伍、結語

綜觀世界上目前艦機輔降系統，仍以 RAST 系統為大宗，目前使用的艦艇超過 200 艘，RAST 等系統採用捕捉方式，適用於 10 到 20 噸的中型直升機使用；而法國的 SAMAHE 魚叉式輔助著艦系統則適合十噸以下的中小型直升機使用，具有方便靈活的特點；而俄羅斯的輔降網方式極為簡單，為僅適合俄製直升機使用，但直升機降落後擺正與入庫等作業則極為不便。

艦載直升機是目前現代化的海軍艦艇上，不可或缺的配備之一，直升機可提供海軍水面艦艇多重任務的角色，舉凡空中預警偵蒐、反潛等作戰任務，以及海上搜救、運輸等低強度任務，均需仰賴艦載直升機方可完成。在惡劣海象或是移動的艦艇上，如何順利地使直升機進行起降作業，均仰賴直升機輔降系統方可執行，並增進作業效率與安全性。鑒於我國主要作戰艦上均配有艦機輔降設施，期能透過此文使相關作業人員知悉艦機輔降系統的發展現況，以增進我海軍之作戰能力。