

操舟機護罩研改效益之探討

作者／莊仲賢士官長

提 要

- 一、災害防救已是國軍中心任務之一，舟艇更視為工兵部隊執行水患救援之利器，而舟艇能否快速及順利執行救援之關鍵就是操舟機。操舟機護罩若可保護操舟機之推進器運作正常，將可確保使任務執行順遂。
- 二、鑒於操舟機於執行災害救援任務時，常肇生捲入漂流物造成裝備熄火或推進器遭受撞擊而損壞等情事，造成無法執行任務。遂實施操舟機護罩研改，以保護操舟機本體及作業人員、操行效率減損最少為目標。
- 三、研改後之操舟機護罩可有效保護操舟機推進器，使操舟機於複雜水域作業時，不受漂流物影響，可有效降低作業風險、提升作業效能，符合作戰任務、訓練與災害防救之需求。

關鍵詞：操舟機護罩、水患救援、舟艇

前言

臺灣位於熱帶及亞熱帶氣候區，是西太平洋颱風必經之路，每年光是颱風登陸至少3至4次¹。近年來風災每每夾帶超大豪雨量，造成各地區嚴重水患，國軍秉持「救災視同作戰」，災害救援已是國軍中心任務之一，舟艇更視為工兵部隊執行水患救援之利器，而舟艇能否快速及順利執行救援之關鍵，就是操舟機，操舟機護罩運用於舟艇之教育訓練及水患災害救援時，可保護操舟機之推進器，避免受到漂流物(碎木、鐵、鋁罐、寶特瓶、塑膠袋及漁網)影響而造成操舟機熄火或損壞，確使任務執行順遂；在裝設護罩後，以損耗操舟機操行效率最少及保護操舟機本體最有效之前提，可降低於颱風天過後之複雜水域中操行停機之情形，有效支援任務遂行。故研發操舟機護罩擬朝適合複雜水域運行之方向精進，以符合救災需求。

¹ 趙鋼、黃德清，《災害防救管理》(台北：中華消防協會，西元2010年12月1日)，頁4。

操舟機護罩概述

一、緣起

鑒於操舟機於執行災害救援任務時，常肇生捲入漂流物造成裝備熄火或推進器遭受撞擊而損壞等情事，使任務無法執行，工兵訓練中心於民國 99 年小型軍品研發操舟機護罩以保護操舟機推進器、降低其損壞機率，惟仍無法於複雜水域操行時保護操舟機推進器，遂於 103 年實施護罩研改，以保護操舟機本體及作業人員安全，以操行效率減損最少為目標，期能於風、水災過後之複雜水域中，降低操舟機損壞之情形，有效支援任務遂行，並在研改完成後，採購撥發至工兵部隊使用。

二、護罩型式介紹

操舟機是一種懸掛在舟、艇艀板上，能推動舟、艇航行的可卸式動力裝置，亦稱為「船外機」、「舷外機」或「掛機」，最早出現在 19 世紀末期，主要是由發動機和傳動、操作、懸掛裝置及推進器等組成，具有結構緊湊、重量輕、操作簡單、噪音小等特點，適用於河流、湖泊及近海使用，軍事上常用於偵察、登陸、渡河等舟、艇和門橋上²，而操舟機護罩是一裝置於操舟機上之保護裝置，可保護操舟機之推進器³，避免受到漂流物影響而造成操舟機熄火或推進器損壞，而影響操舟機作動，其護罩型式主要區分全罩型及半罩型等兩種型式：

(一)全罩型護罩：

全罩型護罩（圖一）係目前操舟機護罩中較常使用型式，其特性主要用以完整保護操舟機本身三角體及推進器，保護之範圍涵蓋較大，其優點為護罩可完整包覆操舟機，不易受漂流物質影響，可有效防護三角體及推進器，增加作業效能，缺點為護罩範圍涵蓋進水部，影響進水功能，也影響操舟機操行效率且較不易安裝。

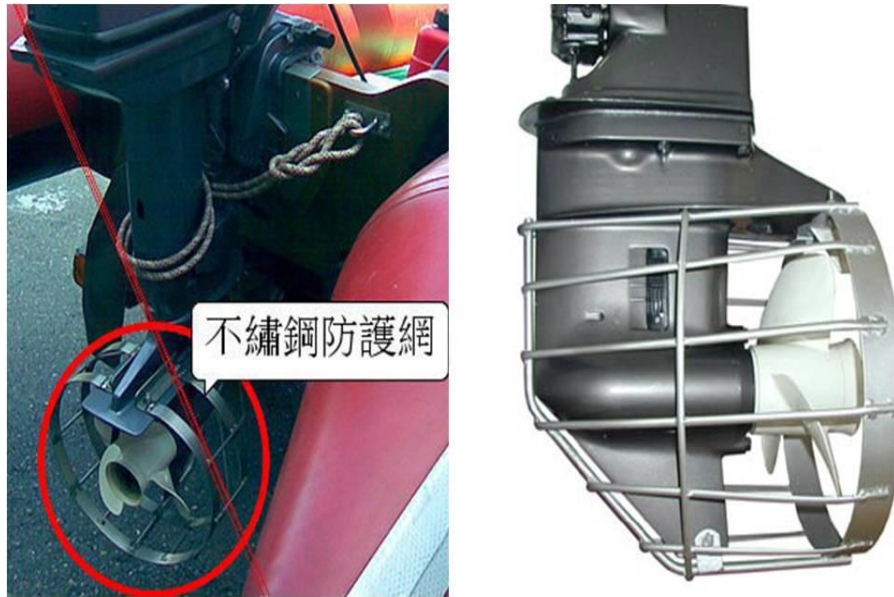
(二)半罩型護罩：

半罩型護罩（圖二）主要用以針對操舟機推進器設計，以有效保護操舟機推進器，其優點為護罩本體重量輕、安裝容易且僅些許影響進水功能，影響操舟機操行效率較小，操舟機操行速度較大；缺點為僅能保護操舟機推進器，漂流物質易從前、後進入而導致推進器損壞而失去其功能。

² 百度百科，<http://wapbaike.baidu.com/view/550871.htm>，西元 2015 年 7 月 20 日。

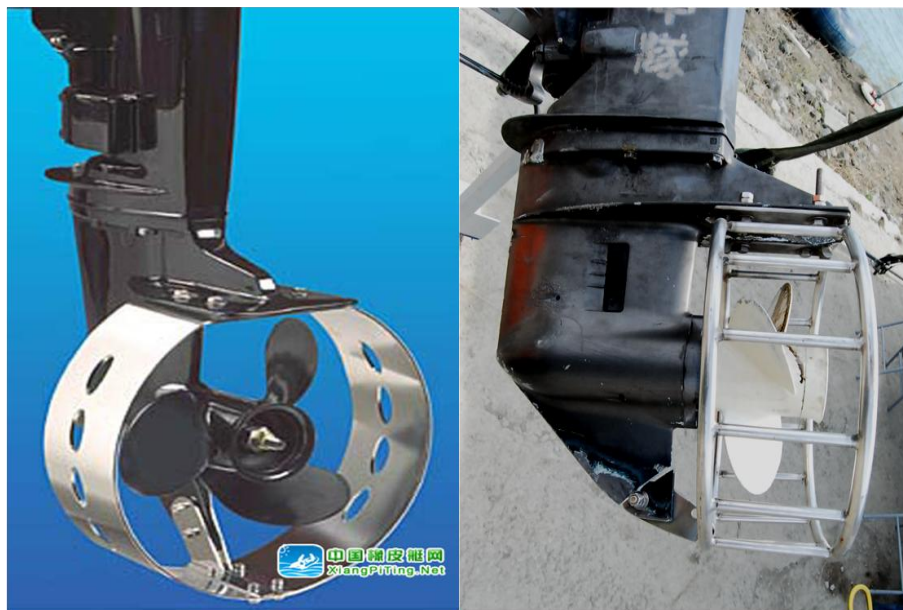
³ 余志柏，《陸軍偵察突擊舟操作手冊(第二版)》（桃園：國防部陸軍司令部印頒，西元 2014 年 6 月 25 日），頁 2-41。

圖一 全罩型護罩



資料來源：hojorubber，<http://www.hojorubber.com.tw/product-detail>，西元 2015 年 7 月 21 日。

圖二 半罩型護罩



資料來源：雅虎圖蒐，<http://tw.images.search.yahoo.com>，西元 2015 年 7 月 21 日。

三、運用實例探討

各地區消防局因應災害救援順利遂行，也於民國 96 年起開始裝設操舟機護罩，惟其在執行水患救援任務時，仍有少許的操舟機損壞案例。以下為近年來消防局執行災害救援造成操舟機損壞案例：

(一) 案例 1：

民國 97 年 7 月 17 日卡玫基中度颱風夾帶豪雨，由於高雄市愛河上游排水系統宣洩不及，造成位於下游的鹽埕區、前金區河水溢出河岸；楠梓後勁溪溪水也滿出，兩旁部分住家水淹及胸，消防局派出救生艇搶救，因為

受災範圍大的超乎想像，陸上的電線杆傾倒，電線斷成好幾節，2 艘橡皮艇因水中雜物捲入操舟機推進器，導致推進器毀損(如圖三)。

圖三 操舟機推進器及護罩損壞情形



資料來源：金門新聞-消防局救災事故案例教育，
http://www.kinmen.gov.tw/MultiMedia_FileDownload.ashx/htm，西元 2015 年 7 月 21 日。

(二)案例 2：

民國 98 年 8 月 8 日莫拉克中度颱風夾帶超大豪雨，重創南台灣，造成嚴重水患；台南市學甲區使用橡皮艇執行救災期間，因為地勢、水流流速、泥沙淤積、不明障礙物等影響，加上洪水水勢湍急，漂流木漂游阻塞橋樑，導致無法順利將橡皮艇運送至目的地執行救災任務，原先投入救援的 5 艘橡皮艇，其中 4 艘因操舟機絞進漁網導致推進器無法作動而拋錨(如圖四)。

圖四 操舟機損壞情形



資料來源：侵臺颱風資料庫-中央氣象局，<http://photino.cwb.gov.tw/tyweb/tyfnweb/htm>，西元 2015 年 7 月 21 日。

(三)案例探討：

目前消防單位所使用之操舟機護罩均為全罩型護罩，全罩型護罩會降低操舟機操行效率，而消防單位為因應災害救援需求，主要是以保護操舟機推進器及作業人員為主，且為求能迅速執行救援任務，使操舟機仍維持高操行效率，所以在護罩設計時，未針對運用於複雜水域設計，所以護罩本體網目均過大（大於 10 公分）且並未針對排水部實施設計，造成在沿海地區實施救援時，操舟機均捲入漁網或遭受較小漂流物撞擊而失去動力，也造成推進器損壞，影響後續救援任務。

研改及測試歷程

一、研發構想及目標

工兵部隊舟艇配賦制式操舟機「滿久力 40 匹操舟機」、「滿久力 75 匹操舟機」等兩種，推進器均無保護裝置，工兵訓練中心於民國 100 年實施研發改良，並以改善舟艇操舟機水上操作安全，並能提升訓練安全與救援任務效能為研發目的，考量護罩防護強度與操舟機效能成反比(防護性與操行性能)，為避免過度降低操行效能，而針對全罩型護罩（可防護 8*8cm 之漂流物，如圖五）實施研改。

圖五 操舟機護罩原型



資料來源：莊志寬，《操舟機螺旋槳葉護罩操作手冊》(桃園：國防部陸軍司令部印頒，西元 2011 年 10 月 7 日)，頁 4。

民國 103 年工兵部隊採購 M 字型偵察突擊舟及 30 匹操舟機，以因應災後救援執行，依前司令嚴上將提示，並針對消防局護罩之缺點，遂研改 30 匹操舟機三種型式護罩實施測試(如圖六、七、八)，期能朝適合複雜水域運行之方向精進，並降低裝備損壞機率，以符合水患災害救援需求，測試項目區分防捲入漂流物、防撞保護及水上操行效率等三部分實施測試，測試結果如表一：

圖六 操舟機護罩研改Ⅰ型



資料來源：作者自行拍攝

圖七 操舟機護罩研改Ⅱ型



資料來源：作者自行拍攝

圖八 操舟機護罩研改Ⅲ型



資料來源：作者自行拍攝

表一 操舟機護罩測試摘要表

研改類型 測試項目	I 型	II 型	III 型
			
防捲入漂流物	5%	90%	95%
防撞保護	50%	100%	100%
水上操行效率 (原 40km/hr)	24km/hr (剩餘 60%)	19km/hr (剩餘 48%)	6km/hr (剩餘 15%)

資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元2015年3月13日)，頁2。

經評估後，以研改 II 型護罩型式較符合現行操舟機需求，並以此護罩各項數據納入研改測試目標數據，以作為後續研改護罩測試範疇，其測試目標如下⁴：

- (一)護罩安裝可於3分鐘內完成，節省約1/3以上作業時間，以減少裝備整備時間。
- (二)安裝護罩後可有效隔絕漂流物(如浮木、鐵、鋁罐、寶特瓶等體積4cm*4cm以上物體或漁網、塑膠袋、鋁箔包等可壓縮性物體)捲入操舟機內達90%(含)以上，以避免因捲入漂流物造成推進器熄火，影響後續救援任務。
- (三)安裝護罩後可有效防止漂流物(如浮木、鐵、鋁罐、寶特瓶等體積4cm*4cm以上等物體)撞擊推進器達100%，以避免推進器因遭受撞擊而損壞，無法作動，影響後續救援任務。
- (四)安裝護罩後，減少水上操行效率在50%以下，確保操舟機仍有足夠動力可執行災害救援作業等任務。

二、測試規劃與標準

操舟機護罩最主要用途為有效保護操舟機推進器，所以在確認操舟機研改型式及目標後，即訂定規劃測試內容，測試內容除原來捲入漂流物、防撞保護及水上操行效率等三部分外，並針對護罩網目及安裝部分實施研改（如圖九、十），網目部分以縮短護罩網目距離為主要研改項目，護罩安裝則將原由螺絲緊定方式設計成以固定栓搭配插銷方式實施緊定，並將護罩排水部以快扣方式結構於護罩，期能縮短結構時間，並方便於水上作業時拆卸及安裝護罩。其測試

⁴ 莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元2015年3月13日)，頁3。

程序及標準如下：

(一)測試程序(步驟)⁵：

1.護罩安裝：

將操舟機置於置放架上，由測試組員實施安裝作業，測試作業時間，次數為三次，並取其平均時間為測試數據。

2.防捲入漂流物、防撞測試：

(1)準備 1 公噸水桶(長、寬、高皆為 1 公尺)及同類型操舟機各 2 具，1 具安裝原有護罩(或未安裝)，另一具安裝新式護罩。

(2)災後環境模擬：

A.對照組：

安裝原有(30匹)操舟機護罩或無護罩於水桶上測試，逐次增加漂流物種類(浮木、鐵、鋁罐、寶特瓶及漁網、塑膠袋、鋁箔包等可壓縮性物體)、數量，至操舟機發生槳葉卡機狀況，並記錄運轉過程及時間，以作為對照。

B.實驗組：

維持對照組模擬環境，並更換新型(30、40及75匹)護罩操舟機，依前項運轉要求實施測試，若可正常運轉至前項卡槳時間2(或3)倍時，則測試告一段落。

(3)重複前項測試 2 次，若 3 次測試均無槳葉卡機情形，且無不可壓縮物體未進入護罩內，始為判定為合格。

3.水上操行：

將操舟機安裝於偵察突擊舟上下水測試，於水面上操行5分鐘，其操行平均速率應較原有速率降低50%以下。

(二)測試標準：

1.護罩安裝取三次以上測試值之平均(值)為測試數據，測試數據需低於原有護罩安裝時間（於實測比較時，在相同環境、人員狀況下測試）。

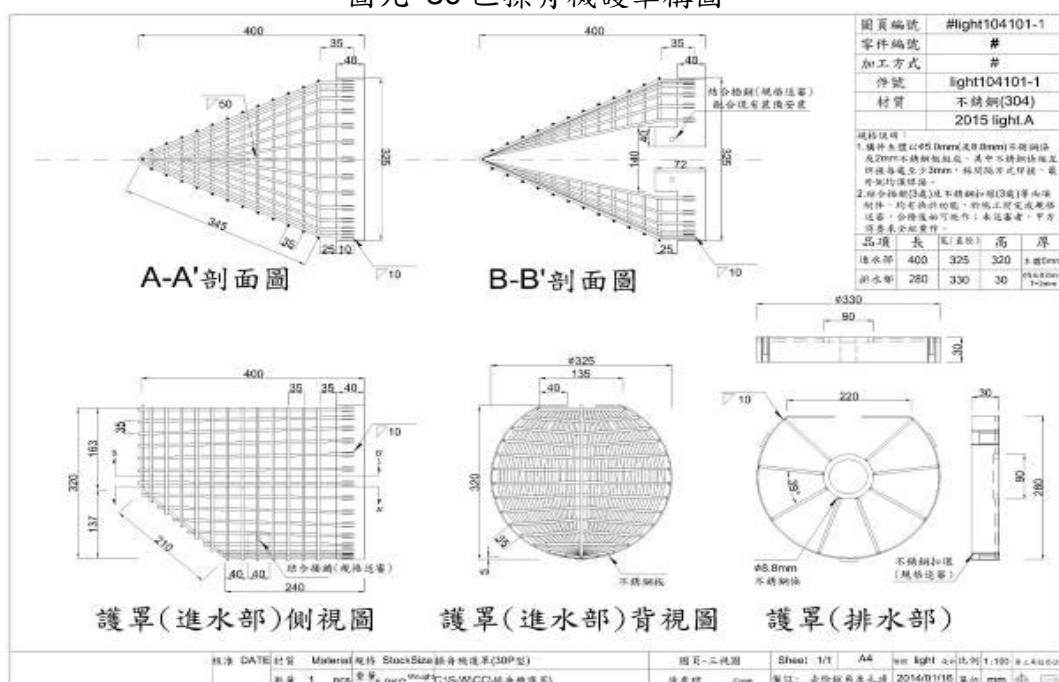
2.防捲入漂流物及防撞測試需於具漂流物水桶中運轉測試十分鐘以上，測試結果防捲入漂流物需低於原有數據90%(含)以上；防撞測試檢視護罩外部及推進器葉面外觀是否有遭受撞擊痕跡，以確認護罩是否可防止撞擊推進器100%；上述測試均採三次以上測試值之平均數來計算。

3.水上操行部分則於廣大水域操行5分鐘以上，其操行平均速率應僅較原有速率降低50%以下；不合格項目於次週針對該項目實施補測；上述測試

⁵ 莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，9-10 頁。

均採三次以上測試值之平均數來計算。

圖九 30 匹操舟機護罩構圖



資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，頁 5。

圖十 30 匹操舟機護罩總成



資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，頁 5。

三、研改測試比較⁶

在擬訂相關測試標準及程序後，針對30、40及75匹等3類操舟機實施測評，測評項目計「護罩安裝時間」、「防捲入漂流物」、「防撞測試」及「水上操行」等4項，實測成果及相關說明如后：

(一)護罩安裝時間：

1.護罩安裝程序：

⁶ 莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，10-25 頁。

(1)原有護罩⁷：

	
護罩主體安裝於平衡翼片	結合螺絲及螺帽
	
緊定螺絲及螺帽	緊定螺絲及螺帽

資料來源：莊志寬，《操舟機螺旋槳葉護罩操作手冊》(桃園：國防部陸軍司令部印頒，西元 2011 年 10 月 7 日)，頁 6-8。

(2)研改護罩⁸：

	
護罩主體安裝於平衡翼片	固定栓結合平衡翼片
	
固定栓結合三角體	結合保險插銷

⁷ 莊志寬，《操舟機螺旋槳葉護罩操作手冊》(桃園：國防部陸軍司令部印頒，西元 2011 年 10 月 7 日)，6-8 頁。

⁸ 莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日，12-13 頁。



資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，頁 12-13。

2. 「30匹操舟機護罩」：

(1)原有護罩：

原有護罩未具前蓋，以螺絲固定，測試3次安裝時間分別為116秒、106秒及95秒，平均時間為106秒。

(2)研改護罩：

研改後護罩以快扣方式結合，測試3次時間分別為51秒、51秒及47秒，平均時間為50秒。

(3)分析：

原應取測評計畫規劃之3分鐘為基準，考量該項安裝時間無準則或技令可循，且實測值(106秒)與計畫基準(3分鐘，180秒)尚有差距，建議修正為採實測值(較嚴格及公正)為基準來計算成效；取測試結果之平均值(106秒)來計算縮減時間，計縮減53%，符合測試標準(節省1/3以上)。

3. 「40匹操舟機護罩」：

(1)原有護罩：原操舟機無護罩。

(2)研改護罩：

研改後護罩以快扣方式結合，測試3次安裝時間分別為57秒、68秒及54秒，平均時間為60秒。

(3)分析：

取測試結果之平均值來計算縮減時間，與30匹原有護罩比較計縮減44%，符合測試標準(節省1/3以上)。

4. 「75匹操舟機護罩」：

(1)原有護罩：原操舟機無護罩。

(2)研改護罩：

研改後護罩以快扣方式結合，測試3次安裝時間分別為53秒、57秒及46秒，平均時間為52秒。

(3)分析：

取測試結果之平均值來計算縮減時間，與30匹原有護罩比較計縮減51%，符合測試標準(節省1/3以上)。

(二)防捲入漂流物及防撞測試：

測試實際(災後環境)模擬方式為將漂流物區分為 2 部份(各一半)，於測試前置入第一次漂流物，經運轉測試 1 分鐘後(無卡機或故障者)，再置入第二次漂流物測試，實機運轉 2(或 3)倍以上之卡住推進器時間。

1. 「30 匹操舟機」：

(1)原護罩：

於第一次置入漂流物後，安裝原有操舟機護罩以定速方式運轉測試，裝備分別為33秒、28秒及32秒，因捲入漁網等漂流物及受浮木、鐵鋁罐撞擊而卡機造成熄火(如圖十一)。

圖十一 30 匹操舟機原護罩測試結果



資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，頁 15。

(2)研改護罩：

維持模擬環境(將卡住漂流物置回水桶內，即保留第一次漂流物)，更換研改之護罩後以定速方式運轉，並於1分鐘後置入第二次漂流物，定速運轉5分鐘後按程序熄火，同程序測試3次；檢視操舟機外部，僅些許漁網等攀附於護罩外側，且護罩內無漂流物留滯，操舟機無遭受撞擊痕跡(如圖十二)。

圖十二 30 匹操舟機研改護罩測試結果



資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，16 頁。

(3)分析：

測試結果防漂流物捲入率約95%，另防漂流物撞擊率可達100%，符合測試標準(防捲入漂流物90%以上及可有效抑止漂流物撞擊達100%)。

2. 「40 匹操舟機」：

(1)無護罩：

於第一次置入漂流物後，以定速方式運轉測試，裝備分別為52秒、48秒及51秒，因捲入漁網等漂流物及受浮木、鐵鋁罐撞擊而卡機造成熄火，本次模擬未置入第二次漂流物(如圖十三)。

圖十三 40 匹操舟機測試結果



資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，17 頁。

(2)研改護罩：

維持模擬環境(將卡住漂流物置入水桶內，即保留第一次漂流物)，更換研改之護罩後以定速方式運轉，並於1分鐘後置入第二次漂流物，以同樣速度運轉5分鐘後，由操作手以正常程序熄火，同程序測試3次；檢視操舟機外部，僅些許漁網等攀附於護罩外側，且護罩內無漂流物留滯，操舟機無遭受撞擊痕跡(如圖十四)。

圖十四 40 匹操舟機研改護罩測試結果



資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日，18 頁。

(3)分析：

測試結果防漂流物捲入率約90%，另防漂流物撞擊率可達100%，符合測試標準。

3.「75 匹操舟機護罩」：

(1)無護罩：

於第一次置入漂流物後，以定速方式運轉測試，裝備分別為20秒、23秒及26秒，因捲入漁網等漂流物及受浮木、鐵鋁罐撞擊而卡機造成熄火，本次模擬未置入第二次漂流物(如圖十五)。

圖十五 75 匹操舟機測試結果



資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，頁 19。

(2)研改護罩：

維持模擬環境(將卡住漂流物置入水桶內，即保留第一次漂流物)，更換研改之護罩後以定速方式運轉，並於1分鐘後置入第二次漂流物，以同樣速度運轉5分鐘後，由操作手以正常程序熄火，同程序測試3次；檢視操舟機外部，僅些許漁網等攀附於護罩外側，且護罩內無漂流物(如浮木、鐵鋁罐等不可壓縮物體)留滯，操舟機無遭受撞擊痕跡(如圖十六)。

圖十六 75 匹操舟機研改護罩測試結果



資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，頁 20。

(3)分析：

測試結果防漂流物捲入率約95%，另防漂流物撞擊率可達100%，符合測試標準。

(四)水上操行：

1.測試說明：

將操舟機安裝於舟艇上下水測試，裝備負載 1 員操作手(圖十七)，以最大油門且在定速狀況下測試。

圖十七 舟艇操行測試



資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，頁 20。

2. 「30 匹操舟機護罩」：

(1)無護罩：

以 30 匹操舟機安裝於 M 字型偵察突擊舟之空載操行速度 40 km/hr 為基準。

(2)研改護罩：

安裝研改後護罩(圖十八)在相同條件下測試，測試時間為 5 分 33 秒、5 分 33 秒及 5 分 33 秒，操行距離為 1.93 公里、1.87 公里及 1.95 公里(如圖十九)，換算速度為每小時 20.86 km/hr、20.21 km/hr 及 21.08 km/hr。

圖十八 30 匹操舟機研改護罩水上操行測試



資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，頁 21。

圖十九 30 匹操舟機研改護罩水上操行測試結果



資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，21 頁。

(3)分析：

安裝研發護罩測試結果，操行速度均達 20km/hr 以上，符合測試標準(損失動力在 50% 以下， $40/2=20\text{km/hr}$)。

3. 「40 匹操舟機護罩」：

(1)無護罩：

以 40 匹操舟機安裝於平底型偵察突擊舟之空載操行速度 14 km/hr 為基準。

(2)研改護罩：

安裝研改後護罩(圖二十)在相同條件下測試，測試時間為 7 分 50 秒、7 分 30 秒及 7 分 30 秒，操行距離為 1.26 公里、1.15 公里及 1.21 公里(如圖二一)，換算操行速度為每小時 9.65km/hr、9.2 km/hr 及 9.68km/hr。

圖二十 40 匹操舟機研改護罩水上操行測試



資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，21 頁。

圖二一 40 匹操舟機研改護罩水上操行測試結果



資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，21 頁

(3)分析：

安裝研發護罩測試結果，操行速度均達7km/hr以上，符合測試標準(損失動力在50%以下， $14/2=7\text{km/hr}$)。

4. 「75 匹操舟機護罩」：

(1)無護罩：

以 75 匹操舟機安裝於 V 字型偵察突擊舟之空載操行速度 40 km/hr 為基準。

(2)研改護罩：

安裝研改後護罩(圖二二)在相同條件下測試，測試時間為 5 分 31 秒、5 分 31 秒及 5 分 31 秒，操行距離為 2.00 公里、1.93 公里及 2.07 公里(如圖二三)，換算速度為每小時 21.75km/hr、20.99km/hr 及 22.51km/hr。

(3)分析：

安裝研發護罩測試結果，操行速度均達20km/hr以上，符合測試標準(損失動力在50%以下， $40/2=20\text{km/hr}$)。

圖二二 75 匹操舟機研改護罩水上操行測試結果



資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，22 頁。

圖二三 40 匹操舟機研改護罩水上操行測試結果



資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，22 頁。

四、小結

本次研發測評項目針對「防捲入漂流物」、「防撞測試」等 2 項，測試環境為 1 公噸水桶(長、寬、高皆為 1M)，因測試空間影響(漂流物於水桶內反覆循環)，測試條件應較嚴苛，經由 30 匹、40 匹及 75 匹操舟機實機測試後，研發測評項

目均符合測試標準，符合複雜水域運行之需求(在高防捲入及防撞效能下，操行速度損耗最小)，研發測評成果對照表詳表二，綜觀而論，操舟機研改後之護罩已可有效的保護操舟機，對於工兵部隊於執行複雜水域水患災害救援必定有實質上的幫助。

表二 研發測評成果對照表

測試類型 研發測 評項目	原護罩 (或無護罩)		研改護罩					
			30 匹 (研發基準)		40 匹 (研發基準)		75 匹 (研發基準)	
護罩拆裝時間 (秒)	116.52	106	51.06	50 (<70)	57.33	60 (<70)	53.92	53 (<70)
	106.65		51.90		68.63		57.27	
	95.19		47.36		54.67		46.68	
防捲入漂流物 (%)	5 (0)		95	95 (≥90)	90	90 (≥90)	95	95 (≥90)
			95		90		95	
			95		90		95	
防撞測試 (%)	20 (0)		100	100 (100)	100	100 (100)	100	100 (100)
			100		100		100	
			100		100		100	
水上操行 (km/hr)	30 匹：40 40 匹：14 75 匹：40		20.86	20.71 (>20)	9.65	9.51 (>7)	21.75	21.75 (>20)
			20.21		9.20		20.99	
			21.08		9.68		22.51	
研發需求(測 試標準)	1.護罩拆裝時間：可於 3 分鐘內完成護罩裝設，節省約 1/3 以上作業時間；惟考量該項安裝時間無準則或技令可循，且實測值(106 秒)與計畫基準(3 分鐘，180 秒)尚有差距，建議修正為採實測值(較嚴格及公正)為基準來計算成效；(106.12*2/3=70.75，即 70.75 秒以下始合格)。 2.防捲入漂流物：可有效隔絕漂流物(體積 4cm*4cm 以上或可壓縮性物體)捲入操舟機內達 90%(含)以上。 3.防撞測試：可有效防止漂流物(體積 4cm*4cm 以上或可壓縮性物體)撞擊推進器達 100%。 4.水上操行：可有效降低水上操行效率之影響達 50%以下。							

資料來源：莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元 2015 年 3 月 13 日)，頁 24。

研改效益分析

目前民間消防單位已將操舟機護罩列為舟艇基本配備，其原因不外乎操舟機護罩可有效運用於複雜水域執行災害救援，藉由護罩的研改，使其更有效於執行災害救援，除可保護作業手更可以保護操舟機。所以在本節中，針對以上相關議題，提出各項分析，成果如下：

一、成本效益分析

推進器好比是操舟機的心臟，當推進器損壞，操舟機也就無用武之地。一部操舟機至少 7-8 萬元；操舟機護罩購置費用僅約在 8500 至 13000 元之間，而推進器損壞造成操舟機無法作動，其保養維修或更換的費用少則數千、多則上萬元以上，且在未裝設護罩或護罩功能不足狀況下，在執行災害救援過程中，推進器隨時可能會因水位、漂流物或人員操作不當等不安定之因素導致操舟機損壞，而相對伴隨著的就是作業人員的安危及救援的成效，相對所需花費的人力、物力、財力與時間等成本效益，卻是無法想像得到的。

二、人力時間之分析

由測試數據可以得知，在護罩安裝上，原有護罩採用螺絲緊定的方式安裝，往往必須藉由工具（開口扳手或活動扳手）緊定，在時間及人力都有一定的耗費，尤其於水上作業時，為防止緊定螺絲或工具掉落，必須靠岸實施護罩安裝或拆卸，而研改後之護罩採用固定栓結構方式，安裝時間及人力皆較原有護罩安裝時間少，也較方便，且固定栓採用鍊條結構於護罩上，作業手若於水上作業時，可立即安裝或拆卸護罩，不必使用工具或擔心緊定螺絲掉落，對於在執行災害救援時，均可以縮短裝備整備時間。

三、作業風險之分析

任何機械或機器在作業時皆有風險的存在，操舟機也是，尤其在複雜水域執行救援任務時，更需擔心舟艇翻覆之風險，在民國 97 年花蓮有民眾乘坐橡皮艇出海遊玩，因橡皮艇突然翻覆，人員落水後，大腿遭推進器的螺旋槳葉打中而削掉一大塊肉，都在在顯示護罩保護人員之重要性，若在執行災害救援時，因護罩未裝或保護不足而造成操舟機熄火，在毫無動力的狀況下，湍急的水流會對舟艇產生極大的危害，相對的作業人員也就增加了作業風險，安裝護罩可降低操舟機損壞機率，也就降低了作業的風險。

四、作業效能之分析

操舟機在未安裝護罩下，其操行速度快、機動性也高，卻無法於複雜水域操行，執行救援任務亦會因漂流物造成裝備損壞，而延宕救援時機，大大的降低其作業效能，而在安裝研改護罩後，雖然在操行速度上減少了將近 50%，但

仍保有一定的操行效率，對於爾後的救援任務不會造成太大的影響，且在執行複雜水域救援任務時，不易因水中漂流物撞擊或吸附於推進器上而損壞，反而因為護罩的保護效果，增加其作業效能。

結語

工兵部隊在歷年災害救援與投入重建任務中均扮演著「關鍵角色」，在水患災害救援中，舟艇是最重要的救援裝備，部隊舟艇是否能於救援中發揮其效用，實為災害救援關鍵之一，若能在其現有裝備特性下，有效運用於重要災害地區實施救援任務，將能發揮極大化之災害救援能力⁹。所謂「工欲善其事，必先利其器」，操舟機護罩可有效保護操舟機推進器，使操舟機於複雜水域作業時，不受漂流物影響，可有效降低作業風險、提升作業效能，符合作戰任務、訓練與災害防救之需求。在本次研改過程中，從研改過程、測試評估及發包作業等，司令部工兵處皆以最快速度檢討經費完成撥發作業，各工兵部隊在汛期來臨之前，得到最新研改完成之護罩，有利於在各項操演、平時訓練及水患災害救援能因應不同任務，妥善運用護罩，方能有效遂行救災，降低人員傷亡及減少財產損失，期能達到戰時支援各種作戰任務，平時支援災害防救之雙重效益。

參考文獻

中文書籍

1. 趙鋼、黃德清，《災害防救管理》(台北：中華消防協會，西元2010年12月1日)。
2. 莊仲賢，《操舟機護罩研發測評報告》(高雄燕巢：陸軍工兵訓練中心，西元2015年3月13日)。
3. 莊志寬，《操舟機螺旋槳葉護罩操作手冊》(桃園：國防部陸軍司令部印頒，西元2011年10月7日)。
4. 余志柏，〈陸軍偵察突擊舟操作手冊(第二版)〉《桃園：國防部陸軍司令部印頒，西元2014年6月25日》。

中文期刊

吳世鴻，〈複合式災害救援工兵部隊運用之研究〉《戰術研討會》(高雄燕巢)，西元2011年6月11日。

網路引用

1. 百度百科，<http://wapbaike.baidu.com/view/550871.htm>。

⁹ 吳世鴻，〈複合式災害救援工兵部隊運用之研究〉，《戰術研討會》(高雄燕巢)，西元2011年6月11日，64頁。

2. 侵臺颱風資料庫-中央氣象局，<http://photino.cwb.gov.tw/tyweb/tyfnweb/htm>。
3. 金門新聞-消防局救災事故案例教育，
http://www.kinmen.gov.tw/MultiMedia_FileDownload.ashx/htm。
4. 雅虎圖蒐，<http://tw.images.search.yahoo.com>。
5. hojorubber，<http://www.hojorubber.com.tw/product-detail>。