

Alfa Laval × 赫豪股份有限公司

超音波防污技術研討會

從導入到成效

在台應用實例分享

八年實證 — 從馬可波羅 1 號到金星 6 號

2026 / 05 / 15 (五) 12:30 – 16:30 | JR 東日本大飯店 台北 – 2F 牡丹廳

主講人：汪國駿 總經理
赫豪股份有限公司 Hallmark-Marine
Alfa Laval Sonihull 台灣獨家授權代理商

主辦：阿法拉伐股份有限公司 Alfa Laval / 協辦：赫豪股份有限公司

汪國駿

總經理 | 赫豪股份有限公司

Hallmark-Marine Co., Ltd.

服務領域

- Alfa Laval Sonihull 台灣獨家授權代理
- 現場勘查、傳感器佈點規劃
- 安裝施工 (含船廠協同作業)
- 後續維護、故障排除、技術諮詢
- 防污整合方案 (搭配既有歲修工項)

我們做這場分享的目的

Sonihull 在台灣已交機 8 年。

從交通船、海巡艇到海軍艦艇，

我們累積了橫跨疫情、船舶因停航長期靠港、
復航再運作的「全週期實證」。

今天用照片，把這 8 年的真實狀況

完整呈現給各位船東與船廠先進。

01

海生物附著的代價

為什麼船東不能再忽視這個老問題 (含 IMO CII 法規)

02

Sonihull 超音波防污原理

非慣性空化作用、全球商船實績、Alfa Laval 永續訴求

03

馬可波羅 1 號 | 兩年驗證

2018 安裝 → 2019 / 2020 兩次上架勘查

04

金星 6 號 | 六年週期

未裝 → 安裝 → 疫情停航 → 2024 復航 → 2026 第六年

05

台灣實績、安裝示意與結論

海巡、海軍、商船全船型佈置

全球商船業每年因海生物附著多支出 USD 1,000 億以上 *

**USD
100B+**

全球年成本黑洞

海生物造成的燃油、養護、停航損失，是商船業每年最大隱形成本之一。

船速 ↓

航行速度下降

37 節快船結垢後實際航速僅剩 30 節以下，班次受影響、油耗倍增。

壽命 ↓

設備磨損加劇

海水管路、海底門、推進器結垢阻塞，造成主機過熱、設備提前損壞。

CO₂ ↑

排放與 CII 評級下降

油耗增加直接拉高 CO₂ 排放，影響 IMO CII 碳強度評級（E 級可能被禁航）。

* 資料來源：Alfa Laval 官方數據

防污塗料

依賴漆膜中的毒料釋放抑制生物附著

主要限制

X 施工受溫濕度限制
上架時間長、成本高

X 毒料隨時間釋放完畢
保護效果遞減

X 對海洋生態與工人有風險
部分國家限用

電解 / 陽極系統

外加電流電解陽極材料釋放離子

主要限制

X 陽極材料價格高
需定期更換

X 電流過大易使船殼受損
保護不均勻

X 管路內部仍會結垢
無法保護螺槳與舵機

上架清潔

等到結垢後上架人工刮除

主要限制

X 每次上架成本數十萬以上
還要算停航損失

X 破壞既有漆膜
下次更容易結垢

X 只是補救，不是預防

MGPS 的隱形成本 | 陽極耗材與設定風險

問題痛點

MGPS (外加電流防污系統) 是常見替代方案，但耗材成本與設定風險常被低估。

使用後的 MGPS 陽極

服役一段時間後的真實狀況



- 陽極外層嚴重結垢 (白色硬殼)
- 嚴重腐蝕、紅綠鏽斑，部分已斷裂
- 電流參數設定不當，反而異常消耗或殘留結垢
- 嚴重時可能造成船板腐蝕穿孔

全新 MGPS 陽極組

每次更換需採購的新件



- 每次更換需採購陽極 + 接線 + 上架施工
- 6 年週期內通常需 2-3 輪更換，CapEx 持續累積
- 全船電流隔離與監看，操作管理成本高

MGPS 是消耗品 — 設備生命週期內必須持續投入耗材，且設定不當反而傷船

解決方案

超音波物理防污 — Sonihull

不靠化學毒料、不靠電解陽極，靠物理力把藤壺幼蟲擋在門外。

人耳無法察覺，不干擾船員、聲納與船舶電子設備

1

多頻段超音波脈衝

Sonihull 在浸水表面產生規律交替的增壓 / 減壓振盪場，由發射器無接觸傳遞能量。

2

非慣性空化作用

Non-inertial cavitation
極微小氣泡產生與塌陷的微觀擾動
不會產生衝擊波，也不會侵蝕船體表面。

3

持續抑制 + 自我清潔

微生物薄膜與藤壺、貽貝幼蟲無法附著；
既有附著物逐步剝離。

Sonihull 自 2006 年商業化迄今，是全球領先的超音波防污專家。

數千艘

全球商船安裝實績

船舶、海工、岸基皆有應用

3%

5 年內節省燃油

螺旋槳裝設後實測 ·
引用 Glofouling GEF-UNDP-IMO
2022

95%

相較 MGPS 節省

CapEx + OpEx 總成本 ·
不需更換陽極或全船電流隔離

10×

清潔週期可延長

從數月延長至數年

2006 年商業化迄今，從遊艇到大型商船，全球已有數千艘安裝實績。

Sonihull — 「更聰明永續的選擇」 (Smarter, more sustainable choice)

IMO CII 碳強度指標

Carbon Intensity Indicator

— 國際海事組織 (IMO) 自 2023 起對
5,000 GT 以上船舶強制執行的法規。

船底結垢的直接影響

- 阻力上升 → 油耗增加
- 油耗增加 → CO₂ 排放上升
- CII 評級下降 (E 級可能被禁航)

Sonihull 的角色

Sonihull 「有助於提升 CII 評級」*

環保訴求 (vs 傳統工法)



無生物滅殺劑

不釋放有毒漆膜成份至海洋



無塑膠微粒排放

不依賴自磨耗型防污塗料



無侵蝕風險

非慣性空化不會產生衝擊波



防止生物跨境遷移

外來種藉船底入侵的關鍵環節



不干擾聲納電子

頻段不影響船舶電子設備

* 「更聰明永續的選擇」與 CII 評級表態，引述自 Alfa Laval 官方

<p>Sonihull02</p> <p>雙通道</p>	<p>Sonihull04</p> <p>四通道</p>	<p>Sonihull06</p> <p>六通道</p>	<p>Sonihull Xtreme</p> <p>可擴充至 16 組傳感器</p>
<p>小型遊艇、小艇 海底箱、冷卻器 海巡艇現役機種 金廈航線目前使用</p>	<p>中型商船 海巡大艇 海軍小型艦艇</p>	<p>中型客輪 商用拖船、漁船 中型海工船</p>	<p>高速客輪、大型海工船 海軍主戰艦艇</p>

代表機種規格 | Sonihull02 / Xtreme (CE、UL 雙認證)

項目	Sonihull02	Sonihull Xtreme	備註
電壓	110-240V 50/60Hz	110-240V 50/60Hz	船用直流可選
傳感器數量	2 個 / 控制盒	最多 16 組 / 控制盒	Xtreme 線長可達 100m
智慧功能	—	Auto Recovery + 多軌頻率	依工況動態調整
EMI 干擾	極低	極低	不影響聲納與電子儀表

外部結構

- 船體外板 (水線下全段)
- 螺槳與傳動軸
- 噴水推進器 (Water Jet)
- 艉推進器 (Stern Thruster)
- 舵機與舵板
- 聲納罩外殼 (不干擾聲納本體)

內部結構

- 海底門 (Sea Chest)
- 海水管路、過濾器
- 箱式冷卻器 (Box Cooler)
- 柴油機海水冷卻迴路
- 壓艙水艙、飲用水艙
- 噴水推進器內部流道

1,600 TEU 貨櫃輪兩台 LT 冷卻器，一台裝 Sonihull、一台不裝。*

未裝 Sonihull

Control / 對照組

$\Delta 2^{\circ}\text{C}$

LT 水冷卻溫差

- 8 個月後可見明顯生物附著
- 冷卻效率明顯下降
- 需依正常週期上架清潔
- 下次停機可能因過熱中斷

已裝 Sonihull

Test / 試驗組

$\Delta 4^{\circ}\text{C}$

LT 水冷卻溫差

- 8 個月後表面明顯較乾淨
- 冷卻效率提升一倍以上
- 清潔週期可大幅延長
- 主機散熱穩定，運行可靠

* 資料來源：Alfa Laval 2024 官方案例

Sonihull® 超音波防污系統 — 台灣實船案例

實船案例

小三通金廈航線

三艘同級高速客輪 — 八年實證

280 名載客 | 設計航速 30–37 節 | 全鋁合金船體 | 噴水推進器

馬可波羅 1 號

2018 全船安裝

完整週期實證

金星 6 號

2020 全船安裝

停航 + 復航壓力測試

新東方

2020 全船安裝

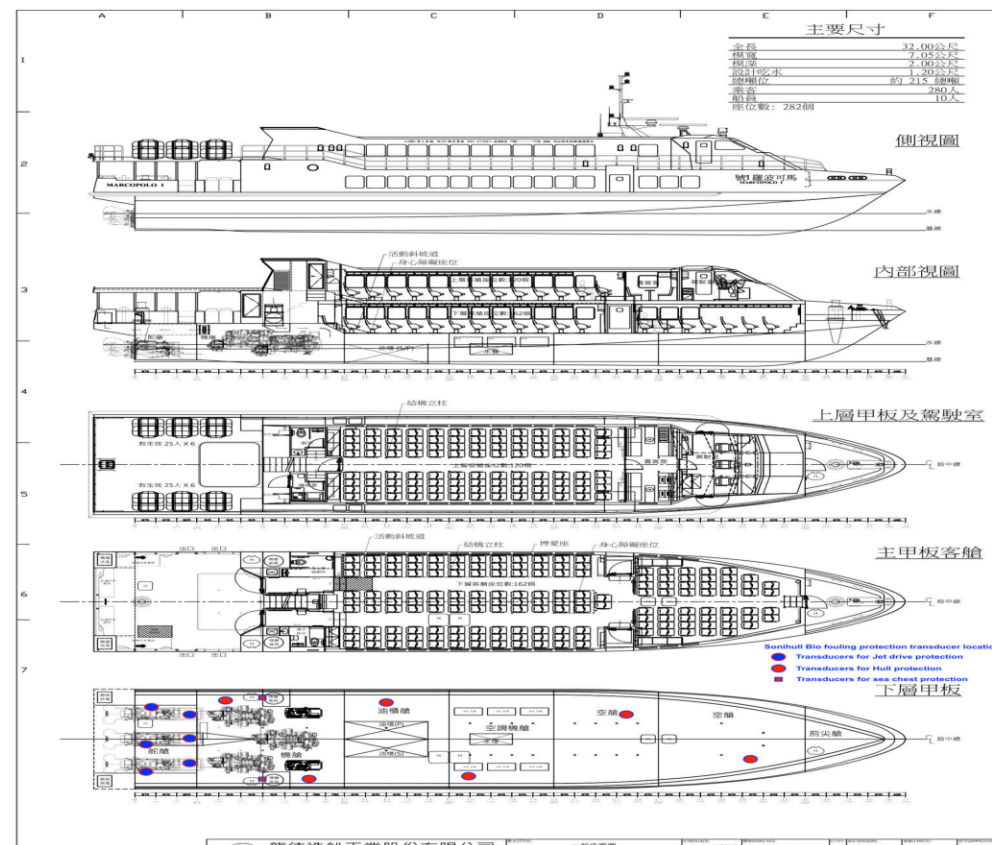
同船型實績

MARCO POLO 1

馬可波羅 1 號

台灣首艘搭載 Sonihull 全船防污的金廈高速客輪

航線	金門 — 廈門 (小三通)
載客	280 人
設計航速	37 節
安裝時間	2018 年 (歲修同期)
佈置範圍	船體外板、海底門、噴水推進器
設備	Sonihull02 (SH-02) 全船整合



Sonihull 全船佈置設計圖 (傳感器位置標示)

馬可波羅 1 號 | 2019 年第一次上架 (裝後 1 年)

案例一 | 馬可波羅 1 號

結果：船體保持光滑，僅水線處有少量正常磨損，水線下無海生物附著。



船艙水線下 — 表面乾淨



船艙外板 — 無生物附著



船底 — 平整無結垢

判讀重點 水線 (吃水帶) 會因纜繩、漂浮物碰撞造成漆膜剝落屬正常現象。重點是**水線下整片船底完全沒有藤壺、貽貝附著**，這是 Sonihull 的關鍵作用。

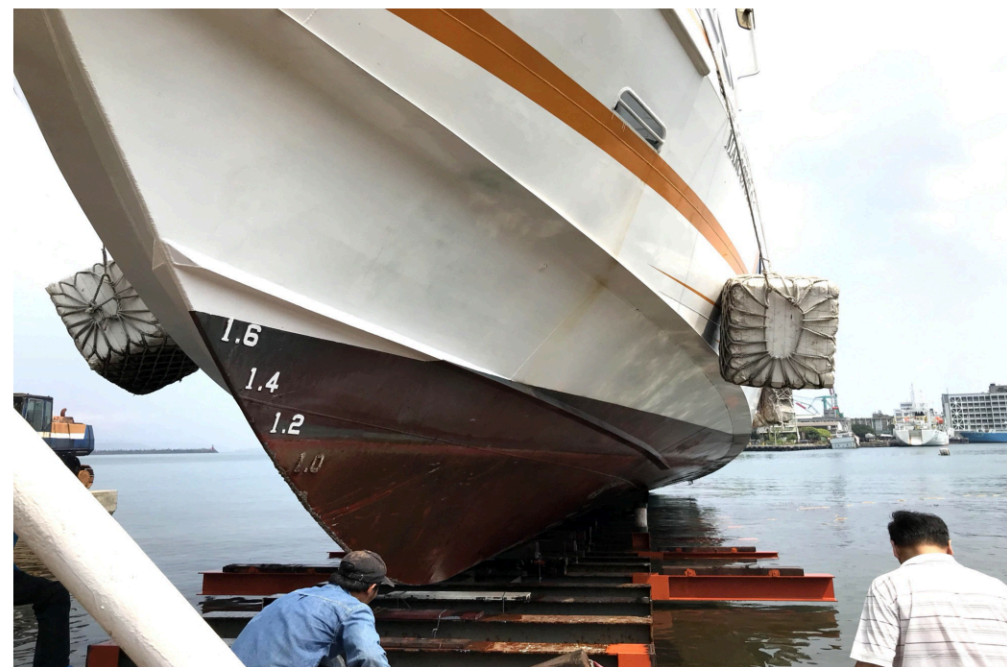
馬可波羅 1 號 | 2020 年第二次上架 (裝後 2 年)

案例一 | 馬可波羅 1 號

結果：連續 2 年運行後，船底依然光滑黑亮，效能與第 1 年無差異。



船艙全景 — 水線下油漆完整、表面平滑



船底側面 — 平整無結垢、無腐蝕

✓ 連續 2 年運轉，水線下完全無海生物附著、不需上架前清潔，省下大筆養護費用



2018 安裝後，馬可波羅每年依規上架（2021-2023 疫情停航期間除外）。本頁列出有照片佐證的關鍵勘查節點。

觀察重點

- 船東不需在歲修期間花錢做船底清潔，
- 船速沒有衰減（仍可達設計航速 37 節），
- 噴水推進器、海底門皆無生物附著，
- 客船班次正常，沒有因為效能下降被迫降速。

案例 2

金星 6 號

一場橫跨 6 年、含疫情停航的極端壓力測試

從未裝設、到全船安裝、到 4 年靠港停航、再到復航 2 年後的真實狀況。
這是 Sonihull 在「非理想條件」下的完整實證。

2020



未安裝
重度結垢

2020



全船安裝
Sonihull 8

2020-24



疫情期間
長期靠港

2024



復航前
上架清潔

2026



第 6 年
船底乾淨

金星 6 號 | 2020 年首次上架 (尚未安裝 Sonihull)

案例二 | 金星 6 號

實況：噴水推進器、舵機、舵板被藤壺與藻類嚴重覆蓋。



整艇上架 (基隆船廠)



噴水推進器尾段 - 重度結垢

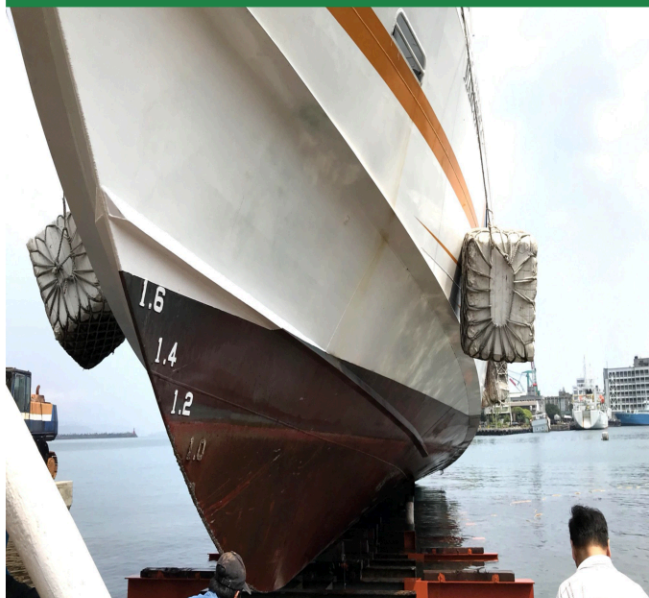


舵機 / 舵板 - 藤壺嚴重附著

金廈航線 3 艘同型船 | 裝 vs 沒裝 三方對照

案例二 | 金星 6 號

已裝 Sonihull



馬可波羅 1 號

2020 / 裝後 2 年 | 船底光滑無附著

未裝 Sonihull



金星 6 號

2020 | 藤壺重度覆蓋

未裝 Sonihull



新東方

2020 | 舵機與推進器重度結垢

3 艘同船型、同金廈航線、同船齡 — 唯一差別是「有沒有裝 Sonihull」。

安裝規格與範圍

Sonihull02 × 7 套 | 共 14 個發射器

- ✓ 船體外板 (水線下全段)
- ✓ 海底門 (Sea Chest)
- ✓ 海水冷卻管路
- ✓ 噴水推進器內外側
- ✓ 舵機與舵板

安裝完成後緊接著迎來 — 全球疫情



金星 6 號 | 2020 上架施工期間 (基隆)

2020 — 2024 | 疫情期間長期靠港

金廈航線在疫情期間全面停航。

金星 6 號連續 4 年靠港、無正常運轉。

為什麼這對 Sonihull 是壓力測試？

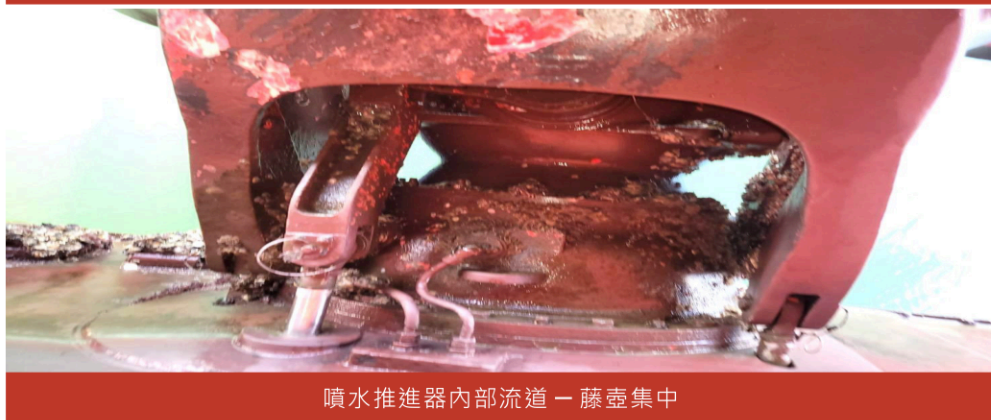
Sonihull 的空蝕作用，需要靠水流帶走被剝離的微生物與藻類。

船舶長時間靠港靜止，海水不流動、海生物大量繁殖，

靜水環境會讓任何防污系統的效能受限 — 包含化學漆與電解防污。

關鍵問題：4 年停航之後，這套系統還能不能恢復？

實況：4 年靜止靠港的代價 — 推進系統、海底門、舵機嚴重結垢。



為什麼 2024 還會結垢？

1. 4 年完全靠港、主機不啟動。

Sonihull 在「靜水 + 設備斷電」狀態下無法持續工作。

2. 港內水質、停泊時間遠超設計工況。

金廈航線疫情前每天往返、海水流動充足，
疫情期間船舶幾乎不出港。

3. 結垢集中在噴水推進器內側、舵機等死角。

船體外板狀況反而比未裝設的 2020 好得多。

這次經驗給船東的啟發

✓ 船舶長期靠港時，建議仍保持 Sonihull 通電

搭配定期主機啟動，可大幅降低結垢累積。

✓ 復航前的上架清潔仍然必要

把疫情期間累積的部分清掉再下水。

✓ 真正的考驗在於：清潔下水後

— 系統能不能恢復原本的防污效能？

下一頁：2026 年復航 2 年後的勘查結果。

金星 6 號 | 2026 年第 6 年勘查 (復航 2 年後)

案例二 | 金星 6 號

結果：船底光滑黑亮、無生物附著 — 系統完全恢復原本防污效能。



船艙外板 — 光滑無附著



船舳水線下 — 漆膜完整

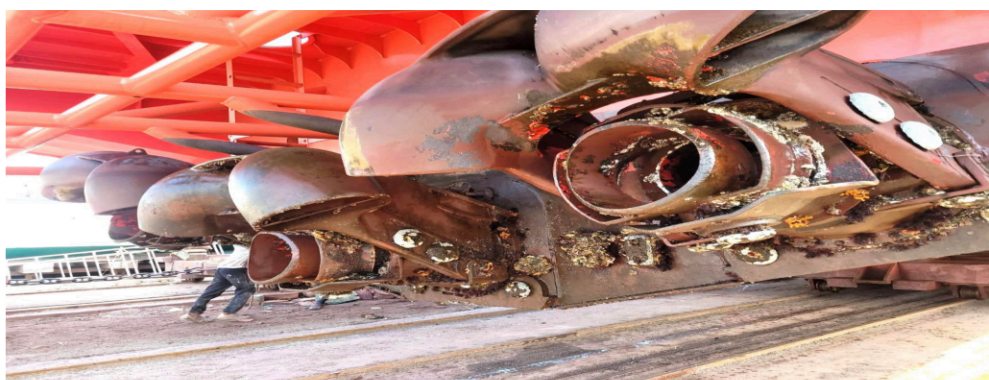


船艙水線下 — 表面平滑

2024 vs 2026 | 復航 2 年的恢復實證

案例二 | 金星 6 號

2024 復航前



2026 復航 2 年後



Sonihull 不是「裝完就一勞永逸」，而是「只要船在跑，它就在工作」。



給船東的三個結論

1. Sonihull 對「正常運行」的船是極為有效的防污方案 — 馬可波羅 1 號與金星 6 號復航後皆得到驗證。
2. 長期靠港的船舶仍須保持系統供電，才能維持效能；這不是 Sonihull 獨有的限制，是物理現象。
3. 即使遭遇 4 年停航的極端情境，復航 2 年後系統仍能完全恢復防污效果，沒有永久性的損害。

①

船艙內部黏貼

傳感器以工業膠黏貼於船殼內側對應位置，
無需動火、無需鑽孔。

②

走線單一控制盒

8 通道集中於一個控制盒，主電源僅需 110-
240V 一路供電。

③

可遠端監控

搭配 RS232/RS422 與 Modbus 介面，可整
合至既有船舶監控系統。

④

施工時間短

100 噸級船型約 1-2 個工作天即可完成，可
與歲修其他工項並行。

⑤

無耗材成本

免換陽極鋅、免特殊油漆，後續維護幾乎為
零。

⑥

可直接接驗船

通過 CE / UL，可配合 CR、ABS、LR、DNV
等驗船協會驗證。

為什麼選 Sonihull

免化學、免耗材

不依賴有毒漆膜或陽極鋅
符合 IMO 永續方向

提升 CII 評級

減少阻力、降低 CO₂ 排放
助船東符合 2023 起 IMO 強制法規

全船保護

外板、海底門、推進器
海水管路一機到位

施工簡單

1-2 天完工
可隨歲修同步進場、不需上架

驗船認證齊全

CE / UL 雙認證
可配合 CR / ABS / LR / DNV

在地代理服務

赫豪股份提供台灣現場勘查
安裝、維修一條龍

如果你的船 —

該認真考慮 Sonihull 了

- ✓ 一年至少要靠岸 / 上架做一次海生物清潔
- ✓ 海水冷卻管路、海底門經常需要清通
- ✓ 計畫導入環保 / 低毒料、符合驗船協會新規
- ✓ 船速比新船時下降 5% 以上、油耗逐月攀升
- ✓ 陽極鋅塊更換週期短、成本逐年上升
- ✓ 船型有噴水推進器，傳統漆膜保護不到

赫豪股份提供台灣現場評估、傳感器佈點規劃、安裝施工與後續維護

聯絡資訊與後續服務

Contact & Next Steps

主辦 | Alfa Laval

阿法拉伐股份有限公司

Alfa Laval Co., Ltd.

電話 +886 2 2658 8881

Email taiwan.info@alfalaval.com

網站 www.alfalaval.tw

產品線 Sonihull® 超音波防污系統

協辦 | 台灣總代理

赫豪股份有限公司

Hallmark-Marine Co., Ltd.

講者 汪國駿 總經理

電話 +886 2 2462 2220

Email service@hallmark-marine.com

網站 www.hallmark-marine.com

謝謝聆聽 · 歡迎現場提問與交流