

馬祖海氣象資料品管及 AIS 資料加值應用

林有騰¹ 林雅雯² 林騰威³ 張永葵⁴
鄭采誼⁵ 王廣亞⁶ 郭庭彰⁷

¹交通部運輸研究所港灣技術研究中心助理研究員

²交通部運輸研究所港灣技術研究中心科長

³數位地球科技有限公司總經理

⁴數位地球科技有限公司副總經理

⁵數位地球科技有限公司駐點工程師

⁶連江縣港務處處長

⁷連江縣港務處課長

摘要

馬祖四鄉五島間彼此聯繫的交通仰賴海上藍色公路，為使港務管理單位掌握船舶管理及海氣象資訊，本研究「馬祖海情資訊系統」整合船舶自動識別系統(Automatic Identification System, AIS)、海氣象現場觀測即時資訊以及數值模式計算資訊，藉由資訊與通訊科技技術(Information and Communication Technology, ICT)，將資訊彙整於地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)，提供港務管理人員透過視覺化的地圖介面，快速掌握船舶動態、海氣象資訊以及碼頭船席與港外泊船區的即時水深時序變化，並且持續精進功能，藉由系統資訊輔助決策，提升海上航行安全。

一、緒論

「馬祖海情資訊系統」應用交通部運輸研究所港灣技術研究中心(以下簡稱港研中心)及交通部中央氣象局(以下簡稱中央氣象局)的海氣象觀測與模擬資訊，滿足連江縣政府及旅客資訊服務之需求，達成提供海氣象資訊、防災應用、優化管理及航行安全之目標，系統畫面如圖 1 所示。

蔡等人(2021)說明本系統針對馬祖各港區(南竿福澳碼頭、北竿白沙碼頭、西莒青帆碼頭、東莒猛澳碼頭、東引中柱碼頭)，整合即時海氣象觀測、海象模擬、船舶動態(AIS)、港區結構物等基本資料以及船班/公車/(飛機)航班等資訊服務，建置一套馬祖海情資訊系統，將各項資訊根據經緯度標註於 GIS 圖臺，並以地圖呈現所有資訊，做為港務管理人員的決策輔助工具，也提供搭乘藍色公路的旅客瀏覽。

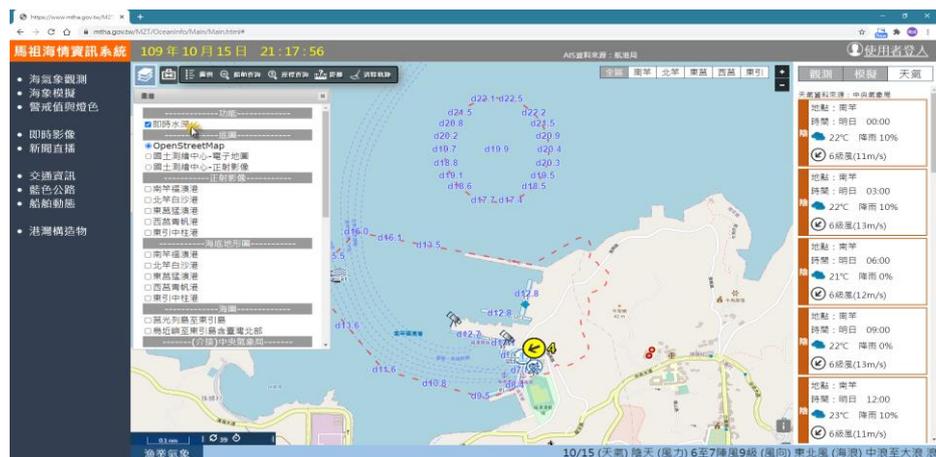


圖 1 系統畫面

海氣象觀測資料係以港研中心代辦設置之測站為主，介接中央氣象局所設置之測站為輔，應用資料如表 1。海氣象資料經由 4G 行動通訊服務傳送至港研中心海氣象資料接收主機，再以專線發送至本研究的系統資料庫。系統資料庫介接中央氣象局氣象開放資料平臺海氣象資訊，定時擷取儲存於系統資料庫，並向交通部航港局申請 AIS 資料介接，由該局發送資料到系統資料庫；雷達回波圖與衛星雲圖則介接中央氣象局資料；海氣象模擬成果圖則介接港研中心資料；船班與航班等交通資訊，分別介接連江縣港務處「馬祖智慧港口服務系統」與交通部「公共運輸整合資訊流通服務平台」服務；各項資訊透過 GIS 技術建置「馬祖海情資訊系統」並呈現，另外也提供「多媒體船班資訊系統」供旅客於候船室觀看，系統架構如圖 2。

表 1 資料介接一覽

資料	來源
風速	1.即時觀測：港研中心代辦設置(南竿、莒光、東引)、介接中央氣象局 OpenData 資料 2.模擬：港研中心提供(馬祖海域)
潮位	1.即時觀測：港研中心代辦設置(南竿、莒光、東引) 2.模擬：港研中心提供(馬祖海域)
波流	1.即時觀測：港研中心代辦設置(南竿、莒光、東引)、介接中央氣象局 OpenData 資料 2.模擬：港研中心提供(馬祖海域)
能見度	即時觀測：港研中心代辦設置(南竿、莒光、東引)
GIS 底圖	內政部國土測繪中心、OpenStreetMap(開放源)
港區海底地形圖	港研中心代辦「國內商港未來發展及建設計畫(106-110年)-馬祖港埠建設計畫」建置成果
港區正射圖	港研中心代辦「國內商港未來發展及建設計畫(106-110年)-馬祖港埠建設計畫」建置成果
海圖	購買自國防部海軍大氣海洋局
雷達回波圖	介接中央氣象局資料
衛星雲圖	介接中央氣象局資料
海氣象模擬成果圖	港研中心提供
AIS	介接交通部航港局
船班	介接連江縣港務處「馬祖智慧港口服務系統」
航班	介接交通部「公共運輸整合資訊流通服務平台」

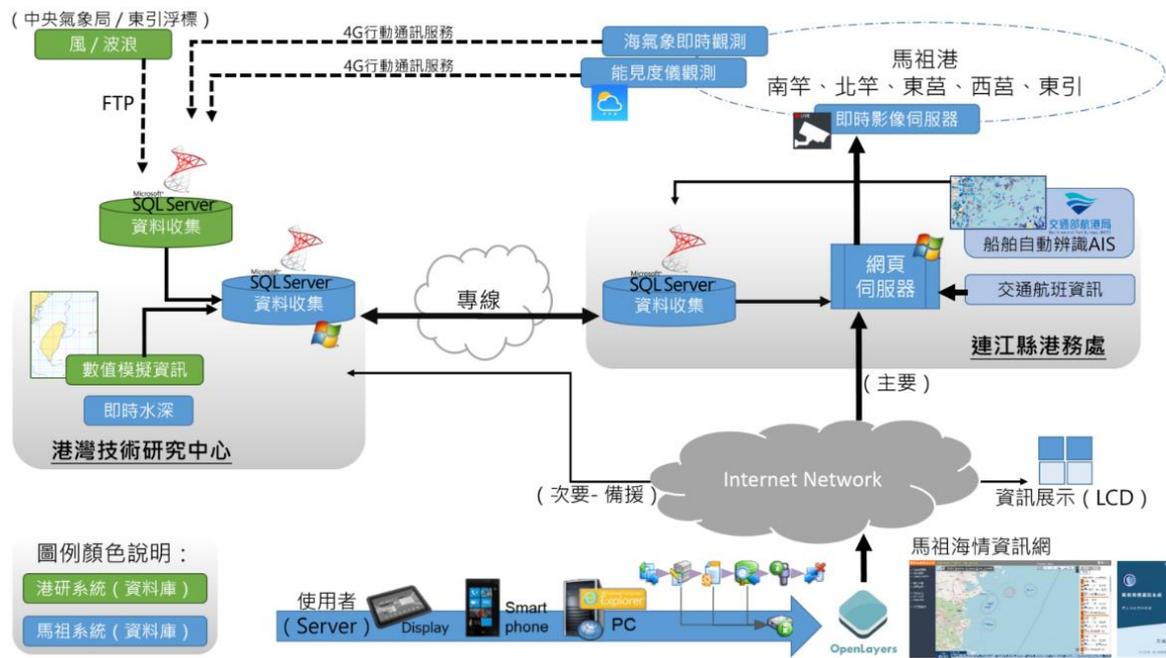


圖 2 馬祖海情資訊系統架構

本研究係針對連江縣港務處需求進行功能的開發與精進，透過 ICT 的技術輔助決策，藉此提升海上航行安全。

二、研究方法

2.1 資料快速品管

美國的海洋綜合觀測系統(Integrated Ocean Observing System, IOOS)之海洋即時資料品質保手冊(Manual of Quality Assurance of Real-Time Ocean Data, QARTOD Manual)中，依儀器種類與測站形式分類，提供標準化資料品質控管檢測程序，如表 2 所示，將品管檢驗分為 11 個細項，將原始觀測數據經資料品質檢驗後，將依據檢測結果給予資料品質狀態標記如「1」為通過、「2」為未檢測、「3」為可疑的資料、「4」為未通過、「9」為遺失資料。

本研究適合 QARTOD Manual 檢測項目如下：

- (1)Test 4 - Gross Range Test(極限值檢驗)：小於儀器極限值標記為 1，大於儀器極限值標記為 4。
- (2)Test 5 - Climatology Test(季節性極限值檢驗)：小於該點測站的季節性極限值檢驗標記為 1，大於該點測站的季節性極限值檢驗標記為 3(可疑的資料)。
- (3)Test 7 - Rate of Change Test(資料變化率檢驗)：採取樣 24 小時資料做為樣本母體，若母體資料少於 8 小時則標記為 2，若資料變化率小於 3 倍標準差標記為 1，超過 3 倍標準差標記為 3(可疑的資料)。

套用之觀測值檢測如下：

- (1)風速計：平均風速。
- (2)AWAC：有義波高(Hs)、尖峰週期(Tp)、流速。

表 2 QARTOD Manual 品管檢驗

測試項目	說明
Test 1 Timing/Gap Test(資料時序檢驗)	檢驗資料點連續性與時間間隔正確性
Test 2 Syntax Test(資料格式檢驗)	檢驗資料傳輸格式與編碼正確與否
Test 3 Location Test(座標資料檢驗)	檢驗浮標測站之 GPS 座標資料
Test 4 Gross Range Test(極限值檢驗)	檢驗資料是否超過儀器或是物理現象的極限值
Test 5 Climatology Test (季節性極限值檢驗)	檢驗資料是否超過逐月變化合理範圍或是季節性變動的極限值
Test 6 Spike Test(離群值檢驗)	檢驗資料是否為短時距之離群值
Test 7 Rate of Change Test(資料變化率檢驗)	檢驗資料的短時距變化率是否超過觀測值標準差變化率
Test 8 Flat Line Test(觀測值無變動檢驗)	檢驗資料是否長時間僅有微小變動或是毫無變化
Test 9 Multi-Variate Test(複合變數檢驗)	使用其他類型並具有相關性之觀測值，檢驗資料的特性
Test 10 Attenuated Signal Test(訊號衰減檢驗)	檢驗資料於一定時間區間內是有適當的變化量
Test 11 Neighbor Test(鄰站比對檢驗)	檢驗資料與鄰近測站觀測結果的相似性

2.2 統計圖表產製

現今的趨勢為雲端計算，個人電腦已不是計算或統計的主要運算元。因此，本系統採用網頁方式建置資料分析功能，資料皆在伺服器上處理，系統維護也較方便，使用者只要開啟網頁就能產製統計表與繪製相關圖資，不會因使用者的作業系統的關係而有無法適用的疑慮。圖 3 為以 SQL 指令於資料庫中產製之聯合分佈百分比統計表，產製過程不須取出全部數據，不會有陣列過大而無法計算的問題。本系統於伺服器端計算，可依使用者需求，自訂時間區間與選擇海氣象觀測項目，產出聯合分佈百分比統計表與玫瑰圖。

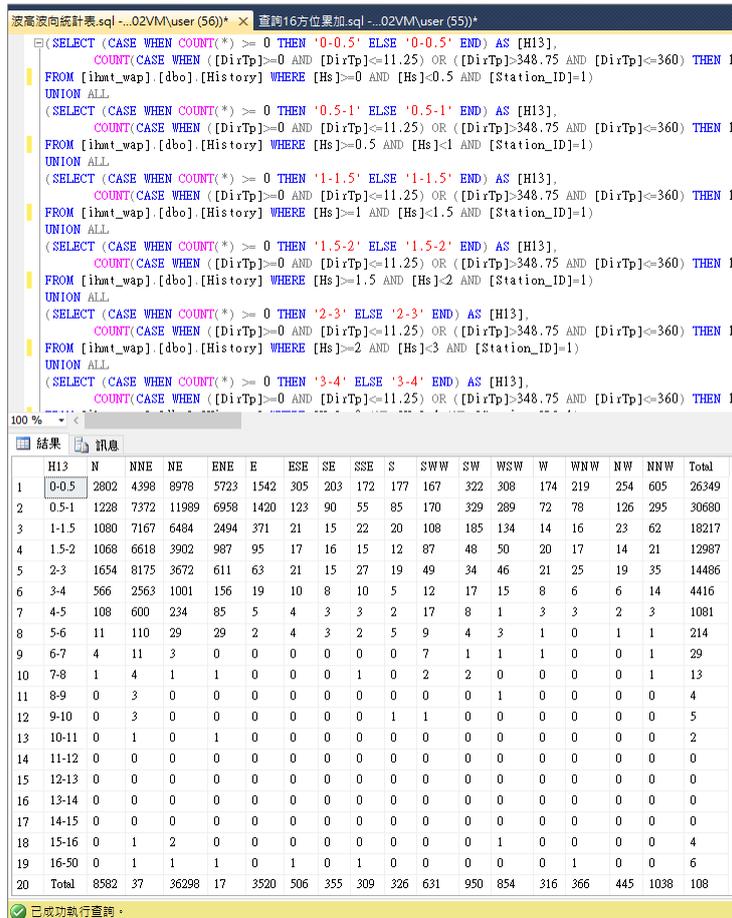


圖 3 聯合分佈百分比統計表之 SQL 內建指令

2.3 自動化告警

為了即時提醒使用者海氣象觀測的告警資訊，因此，本系統依各港口特性，設定出各項海氣象觀測告警之門檻值(分為綠-黃-橘-紅燈號值)，當實際觀測值到達門檻值時(推播橘燈及紅燈值)，透過通訊軟體 Line 之聊天機器人(LINE Bot)第一時間推播告警通知使用者，俾利爭取應變處理時間。

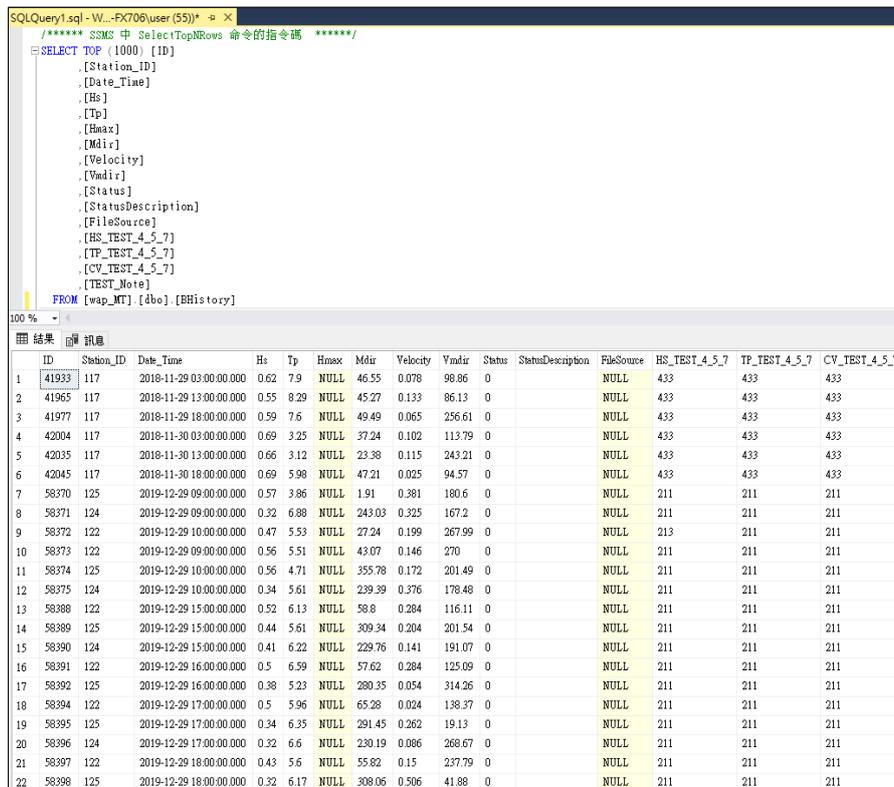
2.4 AIS 資料加值運用

利用 AIS 的資料開發船舶管制工具，將單一船舶的時序列單點資料，以空間幾何(Geometry)的線(Line)儲存於資料庫，以利後續快速查詢軌跡或環域分析之用。此外，海面上各時間所有船舶的位置資料，也以 GEOJSON 格式儲存，提供使用者針對所有船舶做歷史回放使用；另外，增加可劃設管制區域(禁止進入或超速)之功能，當收到 AIS 資料時，可進行船舶位置檢查，若有發生違規，可利用 LINE Bot 推播通知管理員。

三、研究成果

3.1 資料快速品管

當觀測資料寫入資料庫時，就立即進行快速品管，以 Test 4(極限值檢驗)、Test 5(季節性極限值檢驗)、Test 7(資料變化率檢驗)進行，圖 4 為波流觀測資料表，有義波高的檢測結果紀錄於「HS_4_5_7」，其中顯示「433」表示 Test4=4(未通過)、Test5=3(可疑的資料)、Test7=3(可疑的資料)，若為「211」表示 Test4=2(未檢測)、Test5=1(通過)、Test7=1(通過)。尖峰週期、流速與平均風速分別紀錄於「TP_4_5_7」、「CV_4_5_7」與「WS_4_5_7」，若發生 Test4=4(未通過)，則不於系統畫面上顯示該筆資料。



The screenshot shows a SQL query window with the following query:

```
SELECT TOP (1000) [ID]
, [Station_ID]
, [Date_Time]
, [Hs]
, [Tp]
, [Hmax]
, [Mdir]
, [Velocity]
, [Vmdir]
, [Status]
, [StatusDescription]
, [FileSource]
, [HS_TEST_4_5_7]
, [TP_TEST_4_5_7]
, [CV_TEST_4_5_7]
, [TEST_Note]
FROM [wap_MT].[dbo].[BHistory]
```

The results table contains 22 rows of data. The columns are: ID, Station_ID, Date_Time, Hs, Tp, Hmax, Mdir, Velocity, Vmdir, Status, StatusDescription, FileSource, HS_TEST_4_5_7, TP_TEST_4_5_7, CV_TEST_4_5_7. The HS_TEST_4_5_7 column contains values 433 or 211, representing the quality control status for each record.

ID	Station_ID	Date_Time	Hs	Tp	Hmax	Mdir	Velocity	Vmdir	Status	StatusDescription	FileSource	HS_TEST_4_5_7	TP_TEST_4_5_7	CV_TEST_4_5_7
1	41933	117	2018-11-29 03:00:00.000	0.62	7.9	NULL	46.55	0.078	98.86	0	NULL	433	433	433
2	41965	117	2018-11-29 13:00:00.000	0.55	8.29	NULL	45.27	0.133	86.13	0	NULL	433	433	433
3	41977	117	2018-11-29 18:00:00.000	0.59	7.6	NULL	49.49	0.065	256.61	0	NULL	433	433	433
4	42004	117	2018-11-30 03:00:00.000	0.69	3.25	NULL	37.24	0.102	113.79	0	NULL	433	433	433
5	42035	117	2018-11-30 13:00:00.000	0.66	3.12	NULL	23.38	0.115	243.21	0	NULL	433	433	433
6	42045	117	2018-11-30 18:00:00.000	0.69	5.98	NULL	47.21	0.025	94.57	0	NULL	433	433	433
7	58370	125	2019-12-29 09:00:00.000	0.57	3.86	NULL	1.91	0.381	180.6	0	NULL	211	211	211
8	58371	124	2019-12-29 09:00:00.000	0.32	6.88	NULL	243.03	0.325	167.2	0	NULL	211	211	211
9	58372	122	2019-12-29 10:00:00.000	0.47	5.53	NULL	27.24	0.199	267.99	0	NULL	213	211	211
10	58373	122	2019-12-29 09:00:00.000	0.56	5.51	NULL	43.07	0.146	270	0	NULL	211	211	211
11	58374	125	2019-12-29 10:00:00.000	0.56	4.71	NULL	355.78	0.172	201.49	0	NULL	211	211	211
12	58375	124	2019-12-29 10:00:00.000	0.34	5.61	NULL	239.39	0.376	178.48	0	NULL	211	211	211
13	58388	122	2019-12-29 15:00:00.000	0.52	6.13	NULL	58.8	0.284	116.11	0	NULL	211	211	211
14	58389	125	2019-12-29 15:00:00.000	0.44	5.61	NULL	309.34	0.204	201.54	0	NULL	211	211	211
15	58390	124	2019-12-29 15:00:00.000	0.41	6.22	NULL	229.76	0.141	191.07	0	NULL	211	211	211
16	58391	122	2019-12-29 16:00:00.000	0.5	6.59	NULL	57.62	0.284	125.09	0	NULL	211	211	211
17	58392	125	2019-12-29 16:00:00.000	0.38	5.23	NULL	280.35	0.054	314.26	0	NULL	211	211	211
18	58394	122	2019-12-29 17:00:00.000	0.5	5.96	NULL	65.28	0.024	138.37	0	NULL	211	211	211
19	58395	125	2019-12-29 17:00:00.000	0.34	6.35	NULL	291.45	0.262	19.13	0	NULL	211	211	211
20	58396	124	2019-12-29 17:00:00.000	0.32	6.6	NULL	230.19	0.086	268.67	0	NULL	211	211	211
21	58397	122	2019-12-29 18:00:00.000	0.43	5.6	NULL	55.82	0.15	237.79	0	NULL	211	211	211
22	58398	125	2019-12-29 18:00:00.000	0.32	6.17	NULL	308.06	0.506	41.88	0	NULL	211	211	211

圖 4 波流觀測資料表

3.2 統計圖表產製

於系統的后臺建置「聯合分佈百分比統計表」與「玫瑰圖」的分析功能介面，使用者可選擇馬祖各碼頭區所須之海氣象觀測資料進行分析，並自訂時間長度，選擇當年、歷年、歷年春夏秋冬等時間區間。聯合分佈百分比統計表可選擇(1)示性波高及週期(2)示性波高及波向(3)流速及流向(4)風速及風向等圖表，針對所選擇的項目給予各區間值的佔比、平均值、最大值、統計資料筆數及蒐集率，玫瑰圖可選擇(1)波浪(2)海流(3)風等圖表，以方位角展現觀測值的特性資料，2種圖表皆提供直接下載 PNG 圖檔功能，如圖 5 與 6。



圖 5 聯合分佈百分比統計表

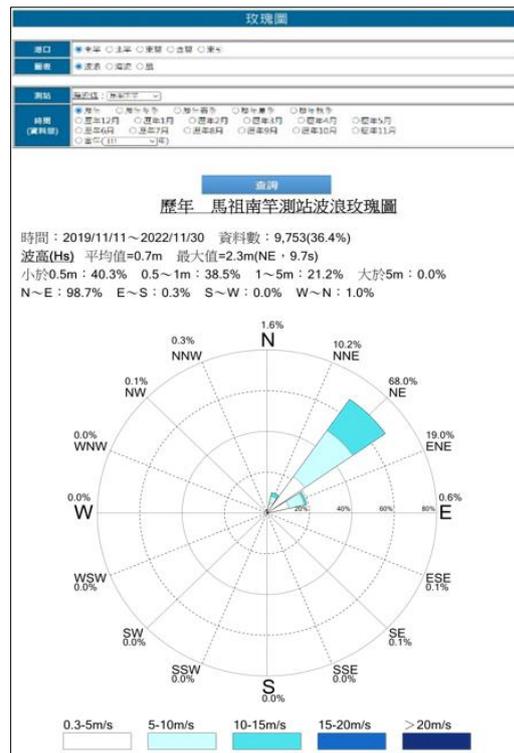


圖 6 玫瑰圖

3.3 自動化告警

觀測資料經過前述的分析功能處理後，可瞭解當地的海氣象狀況，因此可定義出告警門檻值，以「綠-黃-橘-紅」燈號表示，不同燈號對應不同門檻值，當觀測值進入燈號變換時，就會利用 LINE Bot 推播，目前係於門檻值顯示為橘燈及紅燈推播告警，訊息內容含港口名稱、燈號、日期、時間及觀測值，如圖 7 所示，讓港務管理人員能迅速針對海氣象變化做出最適合的應變措施。



圖 7 Line 推播告警畫面

3.4 AIS 資料加值應用

3.4.1 船舶軌跡查詢

於左方功能列，展開「船舶動態」選擇(1)船舶軌跡」，點擊後於浮動視窗輸入 MMSI(Maritime Mobile Service Identify)，即可由下拉式清單選取船名(圖 8)，再選擇日期及時間後進行搜尋，搜尋結果顯示於清單中，可於清單點選後將軌跡顯示地圖中(圖 9)，每 1 段軌跡有 1 船舶位置資訊可供查看，內容有船名、MMSI、經緯度、航向、航速、時間紀錄等資訊。

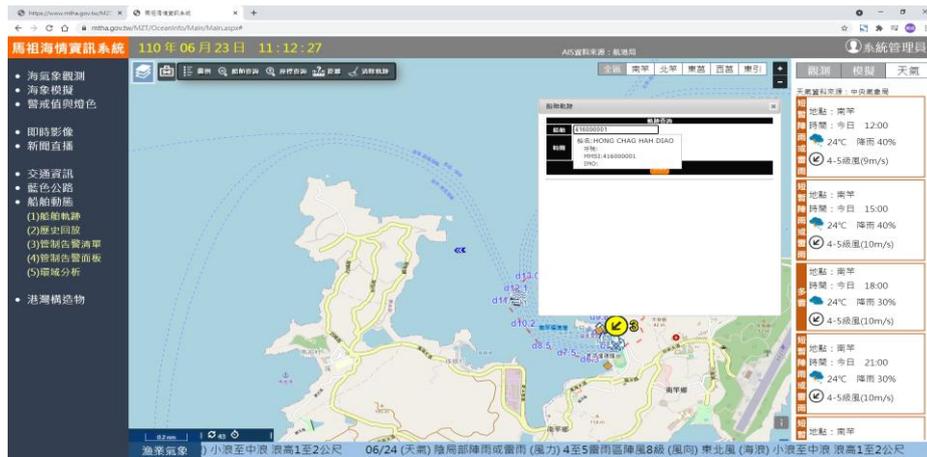


圖 8 船舶軌跡查詢

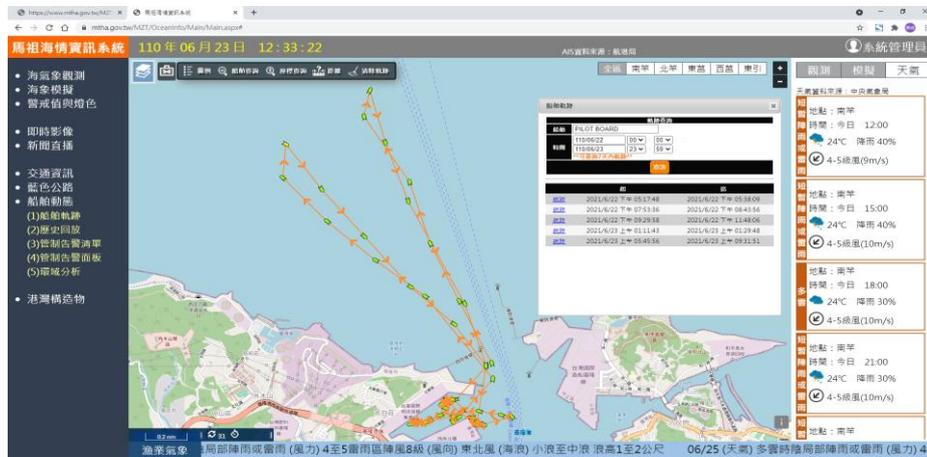


圖 9 船舶軌跡顯示畫面

3.4.2 歷史回放

選擇日期及時間後進行搜尋，時間間距可供調整，觀看方式可利用時間軸來播放，如圖 10 所示，此功能可以還原特定時間區間在海面上各船舶間的位置，另外可以查詢特定區域於某段時間下，是否有船舶通行，透過時間軸的操作，讓使用者更可以靈活運用。

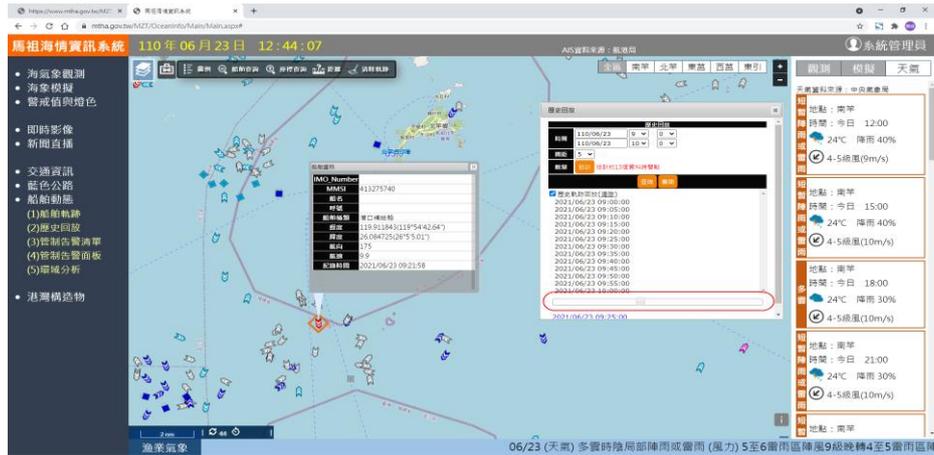


圖 10 歷史回放展示

3.4.3 船舶管制工具

由於馬祖海域位於重要戰略位置，海洋委員會海巡署金馬澎分署及軍方常有實彈射擊演習，雖有射擊通報，若無適當提醒，易有航安疑慮，另外，非本國籍船舶未通報即靠近我國航道海域作業，屢有船舶撞擊事件，上述狀況都將影響航道安全，因此，該功能可自動提醒管制人員海面上之狀況，俾利後續作業。

(1)管制區劃設：以滑鼠點選或鍵盤輸入坐標形成多邊形區域，設定禁止進入或超速的時間起迄(圖 11)，此功能可設定在實彈射擊前的時間，若有船舶進入作業，可使用無線電呼叫與通知該船舶未來在此海域有實彈射擊，請勿進入以策安全。



圖 11 管制區劃設

(2)告警清單顯示：顯示告警的船舶，「」為禁止進入，「」為超速，且同一艘船的多筆紀錄可以收摺(圖 12)，需要時可展開檢視。如果使用者在帳號設定選單勾選 Line 推播通知禁止進入與超速情形，系統會自動發送訊息(圖 13)。

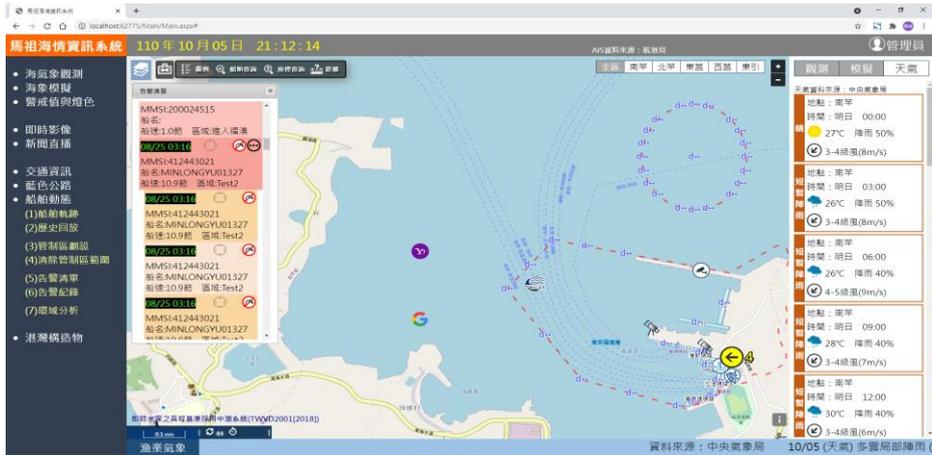


圖 12 告警清單顯示

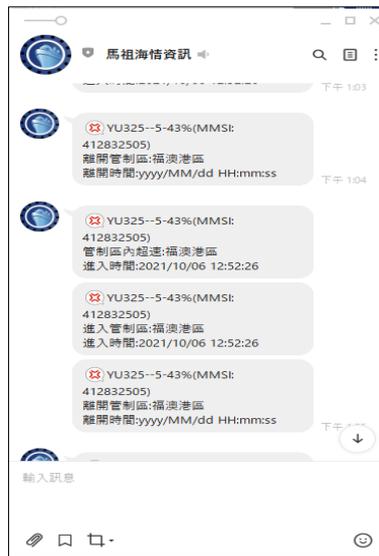


圖 13 Line 推播告警違規船舶

(3)告警紀錄查詢：可查詢禁止進入管制區與管制區超速的歷史紀錄，圖 14 為查詢禁止進入管制區的紀錄，圖 15 為查詢管制區超速的紀錄。



圖 14 告警紀錄查詢-禁止進入管制區



圖 15 告警紀錄查詢-管制區內超速

3.4.4 環域分析

輸入 MMSI 進行海面的船舶搜尋(圖 16)，點選船舶後出現紅色圓形範圍，可以自行設定其半徑，範圍內之船舶將全部列出。此功能可以做為海上船舶緊急呼叫時，搜尋鄰近的船舶前往支援之參考。

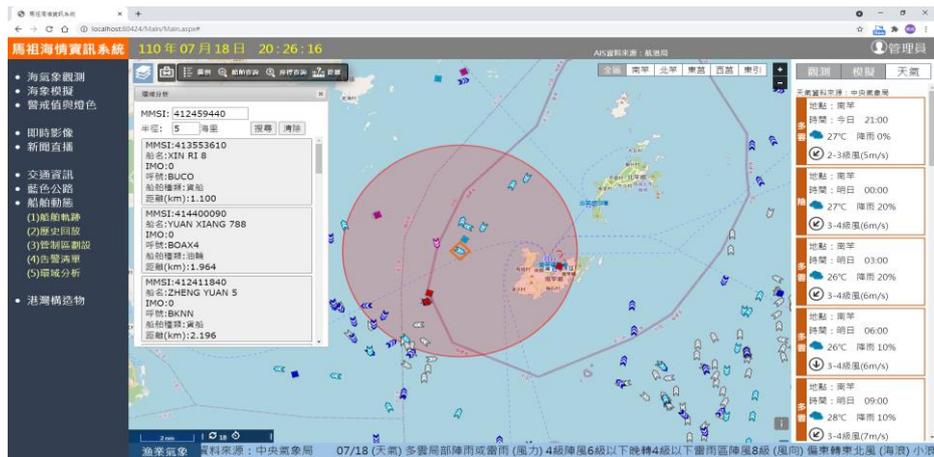


圖 16 環域分析

四、結論

「馬祖海情資訊系統」應用 GIS 介面整合所有資訊於地圖上，讓使用者能透過地圖，快速地瀏覽海氣象觀測數據及船舶 AIS 資料，在數據部分，增加了快速品質檢驗，並進行統計圖表的產製，藉由分析成果來描述馬祖地區的海氣象特性，且為了方便使用者管理，增加設定實際觀測之門檻值以進行自動化推播告警；在船舶資訊部分，增加了 AIS 資料的加值應用，提供船舶軌跡查詢、歷史回放、船舶管制工具及環域分析等，皆有助於使用本系統的港務管理人員，能夠藉由 ICT 相關的技術，讓資訊更容易取得，強化港務管理與災防應變效率，俾利爭取應變處理時間。

參考文獻

1. 蔡世璿、李俊穎、林騰威、鄭采誼、林志豐、陳登壽，「馬祖海域 AIS 與海氣象資訊整合運用」，港灣季刊，第 120 期，2021 年。
2. 交通部運輸研究所，2019 年港灣海氣象觀測資料統計年報(12 港域觀測風力資料)，2021 年。
3. 交通部運輸研究所，2019 年港灣海氣象觀測資料統計年報(12 港域觀測波浪資料)，2021 年。
4. 交通部運輸研究所，2019 年港灣海氣象觀測資料統計年報(12 港域觀測海流資料)，2021 年。
5. LINE 公司，LINE Developers，開始使用 Messaging API，<https://developers.line.biz/zh-hant/docs/messaging-api/getting-started/#using-console>, 2021 年 5 月。