

114-024-7D93

MOTC-IOT-113- H3CA001b

商港能見度告警機制探討



交通部運輸研究所

中華民國 114 年 3 月

114-024-7D93

MOTC-IOT-113-H3CA001b

商港能見度告警機制探討

著 者：蔣敏玲、林雅雯

交通部運輸研究所

中華民國 114 年 3 月

114

商港能見度告警機制探討

交通部運輸研究所

GPN：1011400222

定價 150 元

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

商港能見度告警機制探討 / 蔣敏玲, 林雅雯著.

-- 初版. -- 臺北市 : 交通部運輸研究所, 民
114.03

面 ; 公分

ISBN 978-986-531-656-3(平裝)

1.CST: 海洋氣象 2.CST: 港埠

444.94

114001896

商港能見度告警機制探討

著 者：蔣敏玲、林雅雯

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：105004 臺北市敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>中心出版品)

電 話：(04)2658-7200

出版年月：中華民國 114 年 3 月

印 刷 者：綠凌興業社

版(刷)次冊數：初版一刷 45 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：150 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸科技及資訊組•電話：(02)2349-6789

國家書店松江門市:104472 臺北市中山區松江路 209 號•電話(02)2518-0207

五南文化廣場：400002 臺中市中山路 6 號•電話：(04)2226-0330

GPN：1011400222 ISBN 978-986-531-656-3(平裝)

著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：商港能見度告警機制探討			
國際標準書號(或叢刊號) ISBN 978-986-531-656-3(平裝)	政府出版品統一編號 1011400222	運輸研究所出版品編號 114-024-7D93	計畫編號 MOTC-IOT-113-H3CA001b
本所主辦單位：運輸技術研究中心 主管：蔡立宏 計畫主持人：蔣敏玲 研究人員：蔣敏玲、林雅雯 聯絡電話：(04)2658-7200 傳真號碼：(04)2657-1329			研究期間 自 113 年 1 月 至 113 年 12 月
關鍵詞：燈號告警、商港能見度管制			
摘要： 「商港海氣象資訊系統」告警燈號分為「綠燈、黃燈、橙燈、紅燈」等4級警示，以視覺、直覺方式快速告警港區目前商港海氣象狀態，並展示實際觀測數據供綜合研判。各級燈號可依各商港特性與需求之不同，設定各港不同之燈號告警門檻值，以強化港口決策支援應用。當超過橙燈、紅燈門檻值時亦會透過通訊軟體Line之聊天機器人(LINE Bot)推播告警資訊，讓相關人員能夠迅速掌握海氣象資訊，提升港埠營運效率與船舶航行安全。 本計畫主要研究目的為精進「商港海氣象資訊系統」之能見度告警功能，提出各港能見度告警燈號門檻值之建議。因此，本計畫首先蒐集國內機場、國道與省道公路對低能見度之管理現況，綜整商港船舶進出港之能見度管制作業管理要點；並針對各港的航管中心(或信號臺)及引水人，瞭解其對能見度告警燈號門檻值設定之需求與建議。 本計畫紅色燈號門檻值(行動值)之依據建議應為相關實務管理作業要點規定進行強制或封閉管制之基準，並考量各港差異因地制宜。橙色燈號門檻值(警戒值)次之，黃色燈號門檻值(注意值)再次之。 成果效益及應用情形： 1. 商港能見度告警機制可供港務單位、海事人員等各界應用，讓相關人員能夠迅速掌握商港能見度監測資訊之變化與告警，做為決策支援輔助，提升港埠營運效率與船舶航行安全。 2. 針對能見度告警建議進行影響評估，提供臺灣港務股份有限公司確認訂定告警燈號之參據。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
114 年 3 月	166	150	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
備註：本計畫之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: A Study on Warning Mechanism of Visibility in Harbors			
ISBN(OR ISSN) 978-986-531-656-3 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011400222	IOT SERIAL NUMBER 114-024-7D93	PROJECT NUMBER MOTC-IOT-113- H3CA001b
DIDIVISION: TRANSPORTATION TECHNOLOGY CENTER DIDIVISION DIRECTOR: Li-Hung Tsai PPRINCIPAL INVESTIGATOR: Min-Ling Chiang PROJECT STAFF: Min-Ling Chiang, Ya-Wen Lin PHONE: 04-2658-7200 FAX: 04-26567-1329			PROJECT PERIOD FROM January 2024 To December 2024
KEY WORDS: WARNING LIGHT, HARBOR VISIBILITY CONTROL			
Abstract: The warning lights of the "The Marine Weather Information System of Taiwan International Ports" are divided into 4 levels of warning: "Green Light, Yellow Light, Orange Light, Red Light", which quickly warns the current port marine weather conditions in a visual and intuitive way, and displays the actual observation. Different signal warning thresholds can be set according to the characteristics and needs of each port to enhance the port's decision support applications. When the orange light or red light threshold is exceeded, warning information will be pushed through LINE Bot, allowing relevant personnel to quickly get the marine weather information to improve port operation efficiency and ship navigation safety. The main purpose of this study is to improve the visibility warning of the " The Marine Weather Information System of Taiwan International Ports", and to propose suggestions for the threshold value of visibility, and investigates and understands the needs and suggestions for setting the threshold value of visibility warning lights in various ports. The red light threshold value(action value) in this study is in accordance with the benchmark for mandatory or closed control in the relevant practical management operation regulation, and consider differences in each port, then suggest light threshold value to local conditions.			
Benefits of Research: 1. The results can be used by Taiwan International Ports Corporation, maritime personnel, etc., The relevant personnel can quickly grasp the changes and warnings of visibility monitoring information in ports, and use it as decision support to improve port operation efficiency and ship navigation safety. 2. The results can be applied for Taiwan International Ports Corporation, in setting light threshold value for visibility warning.			
DATE OF PUBLICATION Mar. 2025	NUMBER OF PAGES 166	PRICE 150	
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
目 錄	III
圖目錄	V
表目錄	VII
第一章 前言	1-1
1.1 研究緣起	1-1
1.2 研究目的	1-3
1.3 研究內容與方法	1-3
1.4 研究流程	1-5
第二章 文獻回顧	2-1
2.1 霧的成因與特性	2-1
2.2 能見度量測方法	2-7
2.3 能見度預測	2-13
2.4 機場之能見度管制現況	2-17
2.5 國道與省道之濃霧管理現況	2-20
2.6 商港船舶進出港之能見度管制規定	2-22
2.7 商港海氣象資訊系統簡介	2-34
第三章 各港封港事件與能見度分析	3-1
3.1 各港能見度儀測站設置現況	3-1
3.2 各港能見度統計資料與特性分析	3-9
3.3 各港因能見度封港之事件探討	3-22

第四章 商港能見度告警機制建議與評估	4-1
4.1 各港對能見度管制之建議.....	4-1
4.2 商港能見度告警門檻值之探討與建議.....	4-3
4.3 各港能見度告警門檻值之影響評估.....	4-6
第五章 結論與建議	5-1
5.1 結論.....	5-1
5.2 建議.....	5-2
5.3 成果效益及應用情形.....	5-2
參考文獻	參-1
附錄一 專家學者座談會會議紀錄	附 1-1
附錄二 第 1 次工作會議紀錄	附 2-1
附錄三 第 2 次工作會議紀錄	附 3-1
附錄四 第 3 次工作會議紀錄	附 4-1
附錄五 期末報告審查委員意見處理情形表	附 5-1
附錄六 期末報告簡報資料	附 6-1

圖 目 錄

圖 1.1	研究流程圖	1-5
圖 2.1	不同大氣能見度下的天氣現象	2-3
圖 2.2	平流霧形成過程	2-4
圖 2.3	輻射霧形成過程	2-5
圖 2.4	能見度目標圖	2-9
圖 2.5	能見度散射儀	2-11
圖 2.6	能見度 AI 模組建置流程	2-15
圖 2.7	天氣與氣候監測網(WATCH)能見度監測與推估	2-16
圖 2.8	商港海氣象資訊系統文字版綜合表	2-35
圖 2.9	商港海氣象資訊系統臺中港地圖版展示頁面	2-35
圖 2.10	商港海氣象資訊系統 Line 推播畫面	2-36
圖 2.11	商港海氣象資訊系統燈號門檻值設定畫面	2-37
圖 3.1	基隆港能見度測站位置圖	3-4
圖 3.2	臺北港能見度測站位置圖	3-4
圖 3.3	蘇澳港能見度測站位置圖	3-5
圖 3.4	臺中港能見度測站位置圖	3-5
圖 3.5	高雄第一港口能見度測站位置圖	3-6
圖 3.6	高雄第二港口能見度測站位置圖	3-6
圖 3.7	花蓮港能見度測站位置圖	3-7
圖 3.8	布袋港能見度測站位置圖	3-7
圖 3.9	安平港能見度測站位置圖	3-8
圖 3.10	澎湖港能見度測站位置圖	3-8

表 目 錄

表 2-1	臺灣各機場適航能見度規定	2-19
表 2-2	各港因能見度之船舶進出港管制標準	2-33
表 3-1	各商港能見度測站列表	3-2
表 3-2	SWS-100 能見度儀規格	3-3
表 3-3a	基隆港 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比 ...	3-11
表 3-3b	臺北港 2022 年 12 月至 2024 年 10 月各月份能見度級距佔比...	3-12
表 3-3c	蘇澳港 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比....	3-13
表 3-3d	臺中港 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比...	3-14
表 3-3e	高雄第一港口 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比	3-15
表 3-3f	高雄第二港口 2023 年 10 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比.	3-16
表 3-3g	花蓮港 2022 年 12 月至 2024 年 10 月各月份能見度級距佔比 ...	3-17
表 3-3h	布袋港 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比 ...	3-18
表 3-3i	安平港 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比....	3-19
表 3-3j	澎湖港馬公 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比	3-20
表 3-3k	澎湖港龍門 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比 ...	3-21
表 3-4	基隆港因能見度封港事件統計表	3-23
表 3-5	臺北港因能見度封港事件統計表	3-25
表 3-6	蘇澳港因能見度封港事件統計表	3-26
表 3-7	臺中港因能見度封港事件統計表	3-28
表 3-8a	高雄港第一港口因能見度封港事件統計表	3-29
表 3-8b	高雄港第二港口因能見度封港事件統計表	3-30
表 3-9	花蓮港因能見度封港事件統計表	3-31

表 4-1	本研究各燈號情境內容	4-2
表 4-2	各港對能見度管制之建議列表	4-2
表 4-3	本研究對各港能見度管制建議	4-3
表 4-4	基隆港能見度告警門檻值之影響評估	4-6
表 4-5	臺北港能見度告警門檻值之影響評估	4-6
表 4-6	蘇澳港能見度告警門檻值之影響評估	4-7
表 4-7	臺中港能見度告警門檻值之影響評估	4-7
表 4-8	高雄第一港口能見度告警門檻值之影響評估	4-8
表 4-9	高雄第二港口能見度告警門檻值之影響評估	4-8
表 4-10	花蓮港能見度告警門檻值之影響評估	4-9
表 4-11	布袋港能見度告警門檻值之影響評估	4-9
表 4-12	澎湖港馬公能見度告警門檻值之影響評估	4-10
表 4-13	澎湖港龍門能見度告警門檻值之影響評估	4-10

第一章 前言

1.1 研究緣起

臺灣因地形及季風因素，每年冬、春兩季易發生起霧，由於每年 2 月至 4 月時，風向主要為南風，但海面溫度仍偏低，兩者溫差達到一定程度，就會形成大範圍的平流霧；而且因為暖空氣滯留在海面，所以平流霧發生在洋面會比在陸地上更明顯，如果此時有冷空氣吹拂，霧氣會比較容易散去，不過春季時，東北季風已不明顯，這亦為平流霧出現機率高的原因之一。能見度不佳對飛機起降、船舶進出港、汽機車駕駛之反應判斷等影響甚鉅，可能嚴重影響運輸安全，例如：影響飛機航班導致延遲或取消、造成旅客或船舶航班行程大亂、因視線不佳導致發生追撞車禍等等。

每年霧季時，濃霧等低能見度現象會影響船舶進出港安全，進而暫停船舶進出港作業，在濃霧中航行所肇生的航安事故，不外是碰撞、觸礁或擱淺等。例如：104 年 3 月 18 日霧鎖基隆港，能見度極差，基隆港務分公司航管中心 3 度暫停船舶進出港，大霧也造成碧砂漁港外的兩船擦撞，兩船員受傷，起因是鄰近碧砂漁港的一艘漁船因為視線不佳，與港外正要進港的一艘帆船相撞，衝擊力道之大，使得帆船桅桿當場斷裂，倒插在海裡，兩船員受傷，1 船員脊椎受傷、另 1 人員則手部骨折。

111 年 11 月 10 日基隆港清晨受到濃霧影響，基隆港航管中心因無法目視基隆港堤口紅綠燈塔(能見度不足 220 公尺)，上午 7 時 45 分宣布暫停船舶申請進出港管制作業，直到上午 9 時 30 分濃霧退散，方恢復船舶進出港申請作業。受到清晨濃霧影響，共有 4 艘進港船隻、5 艘出港的船隻，延誤近 2 個小時進出港作業。隔天，又陸續因濃霧進行 2 次船舶進出港管制作業，濃霧管制期間受到影響之船舶，共計進港船舶 5 艘、出港船舶 8 艘，共計 13 艘。

臺中港不僅常受東北季風影響，暫停船舶進出港，亦會受到濃霧造成視線不良而封港；臺中港濃霧期為每年 1 至 5 月間，111 年光從 1 月 10 日至 2 月 20 日間，臺中港總共有 14 度因濃霧而封港，情況較往年頻繁，造成許多艘船舶受延誤。

我國現有基隆港、高雄港、花蓮港、臺中港、蘇澳港、安平港、臺北港、布袋港、澎湖港等 9 個商港，在經濟發展上扮演了極重要的角色，為了讓船舶進出港、港埠營運單位及航商掌握即時海氣象環境資訊，交通部運輸研究所運輸技術研究中心(以下簡稱本所運技中心)在各商港設置許多即時海氣象觀測站，蒐集即時的風力、波浪、潮位、海流、能見度、港內靜穩等資料，並受臺灣港務股份有限公司(以下簡稱港務公司)委託，業已針對該公司之特定需求，客製化國際商港之「商港海氣象資訊系統」(<https://wwtf.twport.com.tw/twport/>)，藉由資訊與通訊科技技術(Information and Communication Technology, ICT)，將所有商港海氣象資訊收整於地理資訊系統，透過簡潔的文字版及視覺化的地圖介面，可以瀏覽各港最即時之海氣象測站觀測值，並透過不同燈號進行告警和 LINE 即時推播提供應變資訊，讓相關人員能夠迅速掌握海氣象資訊，以做為決策支援輔助，提升港埠營運效率與船舶航行安全。

依行政院「各類災害警戒顏色燈號訂定原則」，燈號告警分為「綠、黃、橙、紅」共 4 級警示，其中紅色燈號為最高警戒狀態(禁止、封閉、強制)，橙色燈號(警戒值)其次(加強注意或勸告)，黃色燈號(注意值)再次之(開始注意或通知)，綠色燈號則表示相對安全(一般狀況、平時作業)。

「商港海氣象資訊系統」之告警燈號共分為紅色、橙色、黃色、綠色等 4 級警示，其中紅色燈號為最高警戒狀態，必須暫停港區內絕大部分的作業、橙色燈號為應加強警戒、黃色燈號為應開始注意、綠色燈號則表示相對較為安全。告警燈號以視覺、直覺方式快速告警港區目前海氣象狀態，並展示實際觀測數據供綜合研判。各級燈號可依各港特性與需求之不同，設定各港不同之燈號告警門檻值，以強化港口應變能力應用，並提升港埠經營管理與防減災應用。

「商港海氣象資訊系統」之海氣象觀測數據於超過設定之燈號門檻值時，則以不同燈號告警，另超過橙燈、紅燈門檻值時亦會透過通訊軟體 Line 之聊天機器人(LINE Bot)推播告警資訊，讓相關人員能夠迅速掌握海氣象資訊，以做為決策支援，提升港埠營運效率與船舶航行安全。

本計畫旨在針對商港能見度告警機制進行探討，包含研析國內外相關文獻，瞭解我國各商港現行針對能見度條件之營運管理實務規定，釐清現況問題與挑戰；並透過各港能見度歷史資料分析，進而探討各港能見度告警建議與評估，提供港務公司訂定各港能見度告警機制之參據。

1.2 研究目的

本研究研究目的如下：

- 一、商港海氣象能見度告警機制可提供港務公司、海事人員等各界應用，讓相關人員能夠迅速掌握商港能見度監測資訊之變化與告警，以做為決策支援，提升港埠營運效率與船舶航行安全。
- 二、進一步透過長期歷史資料庫，對前述能見度告警建議進行影響評估與分析，提供港務公司確認訂定告警燈號之參據。

1.3 研究內容與方法

本計畫針對基隆港、蘇澳港、花蓮港、高雄港、安平港、布袋港、臺中港、臺北港及澎湖港等 9 個商港進行能見度告警機制探討，提供港務公司等相關單位做為船舶航行與港埠管理應用，提升船舶航行安全以及港埠營運效率與品質。本研究因係配合港務公司委託建置「商港海氣象資訊系統」之能見度燈號告警機制探討，故研究範圍僅限定為港務公司所管轄的 9 個商港，至於金門港及馬祖港則不在本研究範圍內。茲將本研究研究方法說明如下：

(一)文獻蒐集與研析

蒐集並研析國內外商港能見度告警機制之相關研究文獻。

(二)辦理專家學者座談會

邀集專家學者及應用單位座談，進行意見交流及瞭解需求，以供計畫後續執行與改善參據。

(三)瞭解實務現況

蒐集瞭解我國各商港現行針對能見度條件之營運管理實務規定，如：濃霧期間暫時停止船舶申請進出港作業要點、船舶交通服務指南、船舶進出港管制標準等，綜整港區相關實務作業管理要點，並瞭解現況問題與挑戰。

(四)探討商港能見度告警燈號建議

綜整港區目前相關實務管理要點及文獻，考量各港能見度歷史統計分析資料，及各港之特性及差異，進而因地制，提出各商港能見度告警燈號之建議。

(五)商港能見度告警機制影響評估

透過能見度長期歷史觀測資料，針對前述能見度燈號告警建議進行影響評估，提供港務公司確認訂定告警燈號之參據。

1.4 研究流程

本研究研究流程如圖 1.1。

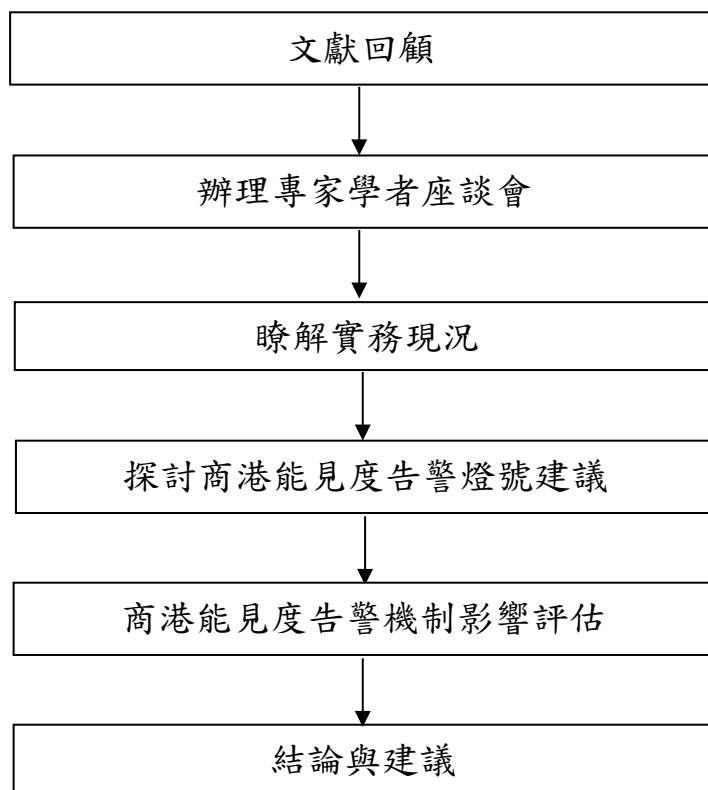


圖 1.1 研究流程圖

第二章 文獻回顧

本章首先說明霧的成因與特性，並介紹能見度量測方法與預測技術，蒐集國內機場、國道與省道公路之能見度管制現況；接著簡介商港海氣象資訊系統，及商港船舶進出港之能見度管制作業管理要點，以供後續研擬商港能見度告警機制之參考。

2.1 霧的成因與特性

能見度係描述大氣的穿透性(transparency)或混濁度(opacity)，亦即能以肉眼所能看見物體的距離(meteorological optical range, MOR)。在氣象上，能見度係可以看清已知物體之最大水平距離，亦即在白天正常光線下，以正常肉眼可以辨識物體的距離。在夜晚，雖然沒有白天的光線，只能單靠大氣的穿透性，當作白天正常光線下，可以辨識的距離。低能見度出現的因素，可能有霧、霾、大雨、逆溫等因素所致。

凡造成水平能見度低於 10 公里者，可視為視障現象，包括霧、靄、霾、塵霾、煙、塵暴或沙暴等現象。霧乃最常見之視障現象，霧(fog)係由肉眼不易分辨、非常細微而密集的小水滴所組成，一般懸浮於近地表處。霧的形成主要係因為空氣塊因為不同因素而降溫至露點(dew point)之下，或是水氣增加而達飽和，使空氣塊內部的水氣因此凝結成水滴或凝華成冰晶，瀰漫於空氣中，呈乳白色幕狀，霧中的水滴直徑約在 0.1~0.01 公厘之間。霧的出現和季節、氣候、地形與發生地的地理位置往往有很大的連結。霧的形成條件^[1]簡述如下：

一、地理條件：

(一)抬升作用：空氣塊易因抬升作用而溫度降低至露點，使水氣凝結成霧。

(二)有暖溼空氣進入：會增加水氣含量而易形成霧。

(三)有海灣大湖泊：有水氣的供應而易形成霧。

二、與空氣品質有關：因大氣中懸浮的水氣欲凝結成水氣是需要凝結核

存在，若空氣污染嚴重，則空氣中較容易有足夠的凝結核存在，有助於水氣附著其上，形成視障形成溼霾。

三、天氣條件：

(一)雲：白天多、晚上少時有輻射冷卻的現象發生易生輻射霧。

(二)風：靜風或微風小於 5kts(海浬/小時)，因為風太強會使混合作用太大，使飽和水氣量須加大而不易形成霧，故需風速較小的環境才有利霧的形成。

(三)低層有逆溫層，近地層的空气會較穩定，不易有對流產生，則近地面層的水氣就較容易成霧。形成逆溫因素分別有因下沉作用、輻射作用、鋒面經過、混合作用而有逆溫層的存在。

四、氣象條件：

(一)有鋒面接近也會形成霧，在臺灣僅會有冷鋒通過，當有冷鋒通過時，在鋒前、鋒際、鋒後均有機會形成霧，以下分別說明：

1、在冷暖空氣交界的鋒面附近會產生鋒面霧。當一股暖濕空氣與冷空氣交會進行爬升時，暖空氣裡的水氣就會凝結成雲並形成雨滴落下，由於地面冷空氣尚未飽和，故降落的雨滴會被蒸發以增加冷空氣之水氣量，當達飽和時即可凝結成霧，稱為鋒前霧。

2、當暖濕空氣移至原冷空氣佔據處，因本身溫度下降，使其達飽和凝結成霧即稱鋒後霧。

3、鋒面上之低雲與前方暖空氣相混合而成高地霧為鋒際霧，常見於梅雨季。

(二)有迴流產生：沒有明顯鋒面存在，但反氣旋西側或氣旋東側因屬南來氣流，故會產生平流霧。

(三)處高壓中心時會有 2 個特徵：

1、水平風較弱，形成地面霧

2、空氣下沉造成絕熱增溫而形成逆溫，最後產生輻射霧。

依據中央氣象署定義^[2]，凡是會造成水平方向能見度(visibility)低於 10 公里者，稱為視障現象(Obscuration phenomenon)，霧即為其中一種，且一般指水平方向能見度不足 1 公里者，若能見度小於 200 公尺，則稱為濃霧(dense fog)。如果霧看起來沒那麼濃，其能見度大於 1 公里者，稱作輕霧或是靄(mist)，詳如圖 2.1。

霧的形成因素相當複雜，化，會因不同的天氣形態，氣候條件不同甚至於地形不同而形成不同種類的霧，依其成因大致可分為平流霧(advection fog)、輻射霧(radiation fog)、上坡霧(upslope fog)、蒸氣霧(evaporation fog)、鋒面霧(frontal fog)等。茲將各類型的霧說明如下：

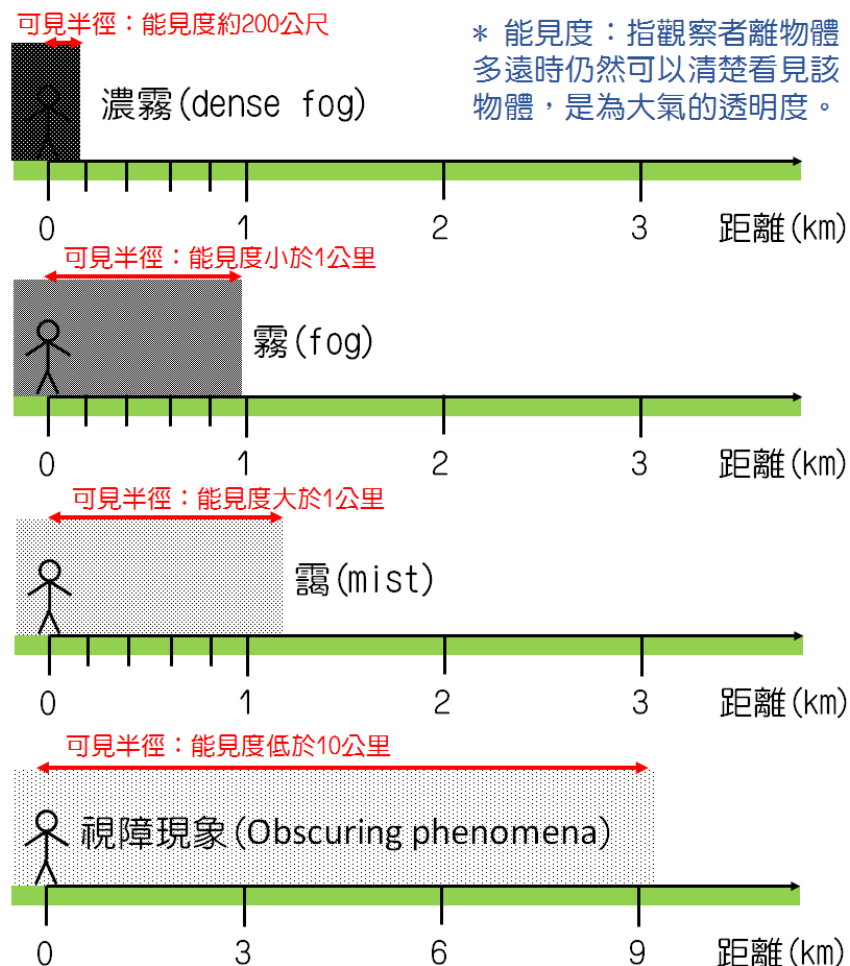


圖 2.1 不同大氣能見度下的天氣現象^[2]

一、平流霧(advection fog)

平流霧的形成和空氣水平方向之流動有關，當溫暖潮溼的空氣(多為偏南氣流)「平流」到溫度較低之海面或陸地時，近地表氣溫降低，水氣易達飽和，而凝結成的霧。只要風向和風速適宜，一經成霧，往往能持續一段相當長時間，除非風停止，或風向轉變，使暖濕空氣來源中斷，霧才會消散。

臺灣海峽西北邊，在冬季受北方較冷的中國沿岸流影響海溫降低，當冬季、春季天氣短暫回暖時，偏暖氣流來到海溫較低的臺灣海峽西北半部，金門、馬祖及桃竹苗沿海最常起霧。這種霧一般濃度較大，能見度較小，一整天都可能出現，持續時間較久，範圍也較大，導致臺灣本島來往兩地航班延遲或停飛。平流霧形成過程如圖 2.2 所示。

平流霧又可細分為海霧、季風霧、濕霧；當有暖濕空氣經過冷水面，下層空氣冷至露點易產生海霧。季風霧多發生於夏季，當大陸炎熱時，附近海洋則較涼爽，大陸暖氣團流入海上時，下層冷卻，產生季風霧。濕霧為熱帶氣流北上時，行經寒冷地面，下層冷卻，凝結成霧，多見於冬末春初。

平流霧生成的有利條件^[1]如下所列：(一)空氣與經過之冷表面溫度差大。(二)風速中度，以每小時3-12 哩為宜。(三)移動之暖氣流混合比大。(四)空氣穩定、阻止垂直擾動混合。

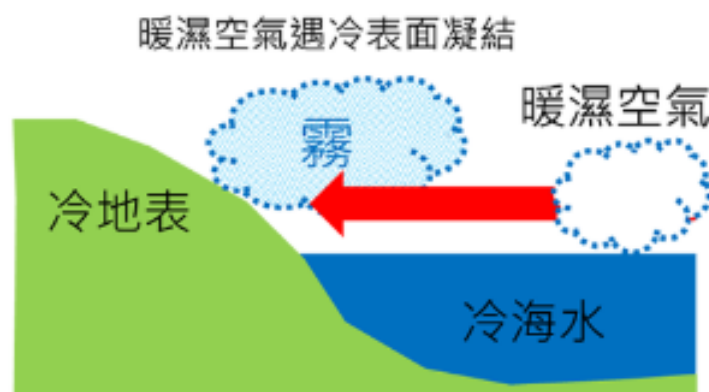


圖 2.2 平流霧形成過程^[2]

二、輻射霧(radiation fog)

通常會在晴朗無雲、天氣穩定、風速小濕度高的夜晚至清晨期間發生，最常出現在冬末春初的臺灣西部平原地區。夜間的地表輻射冷卻作用顯著，使地表溫度下降得很快，接近地表的水氣便會因而凝結出小水珠，形成霧氣，故其天氣條件需要晴朗無雲且無風，所以中南部背風面比其他地區發生頻率高。但只要太陽升起之後數小時，因地面溫度上升，霧中的小水滴迅速蒸發，霧便會因此而消散，故影響時間通常比平流霧來得短暫。不過，輻射霧出現的時間恰與上班、上學時間重疊，因輻射霧形成過程如圖 2.3 所示。

由於都會區人口密集，建築物也會在白天吸收熱量，人工熱源多、加上散熱不易，所以夜晚的輻射冷卻效應較緩；反之，郊區輻射冷卻效應就會較強。總而言之，晴朗無雲、乾燥微風及空曠的平地是利於輻射冷卻效應形成的條件，以臺灣來說，嘉南平原最容易出現這樣的現象，所以臺灣平地冬天清晨觀測到最低溫的地方，有時候不是在冷空氣影響較顯著的北臺灣，反而是在中南部的空曠地區。

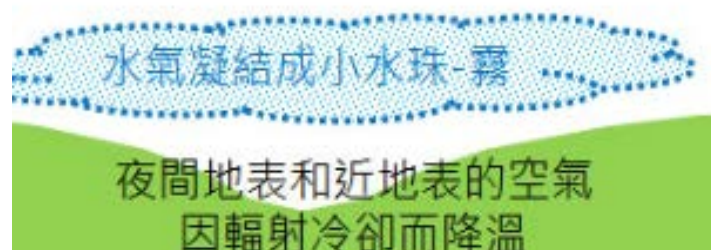


圖 2.3 輻射霧形成過程^[2]

輻射霧可分為以下兩種類型^[1]：

(一)低霧

夜晚地面冷卻，下層空氣產生一逆溫層，阻遏對流並減小亂流的功用，因而使空氣停留並繼續冷卻，若有微弱氣流將飽和層帶到高層，使整個氣層到達露點以下，則可形成霧。低霧以山谷內最濃，以季節來說，秋冬兩季最有利於產生輻射霧。

(二)大陸高逆溫霧

多見於冬季沈降高壓之濕空氣中，容易產生此種霧。這種霧通常日間抬高，轉變為層雲，但在夜晚冷卻開始，霧層又很快擴展到地面。

輻射霧生成的有利條件^[1]如下所列：(一)近地面的空氣潮溼度愈大愈易產生。(二)近地面層以上的空氣須較乾燥，因空氣中水氣可阻止輻射熱的散發。(三)雲量少，地面之長波輻射可達最大，冷卻快易生霧。(四)空氣的露點高，則易生霧，若露點隨高度劇減，則難生霧。(五)風力微弱(每小時 1-2 哩)，則易生成。(六)夜晚時間長，則長波輻射作用顯著，適於霧之生成。(七)高壓中心籠罩有利輻射霧生成。

平流和輻射兩種物理過程亦可相輔相成，造成所謂之平流輻射霧。在冬末春初，臺灣西部當日間受海風影響，暖濕空氣由海面流入(此即平流作用)，到入夜以後，因輻射冷卻，很容易產生平流輻射霧，當此種霧發生時，往往會使能見度降低到 100 公尺內，對交通安全危害甚大。在高速公路沿線，如林口、三義一帶容易出現濃霧，其主要原因有二，其一是由於平流輻射作用所引起，另一是因其所處地勢較高(屬臺地)，由於地形關係，在山窪處當有低雲移入時，即變成霧，實際上是在平地上所常見，浮游在山腰間的雲。

三、上坡霧(upslope fog)

山腰間縹緲的山嵐即為上坡霧，一般在山下或山腰開始形成。當潮溼空氣被風吹向山坡並向上爬升，由於氣溫會隨高度下降，此時空氣中的水氣會冷卻，因絕熱膨脹冷卻達到露點而凝結成霧，這情況多數在山脈面向風的一側(又稱向風坡)出現，在山坡形成層雲(stratus)，近看是霧，遠看是雲。一般而言，風越大霧就越濃，風向轉變後通常就會消散。

四、蒸氣霧(evaporation fog)

當寒冷空氣流經溫暖水面(如：溫泉、海洋、湖泊等)，獲得水氣達到飽和而凝結成霧。通常在氣溫低於水面溫度 15 度以上較易形成。蒸氣霧通常會在極地發生，常見於晚秋早冬時的大型湖泊及高緯度沿海，其特點是濃度不高、佔據面積不廣。

五、鋒面霧(frontal fog)

當冷暖空氣交會時，水氣凝結降雨落入暖空氣下方的冷空氣，經蒸發作用導致冷空氣濕度飽和產生的霧，因常伴隨降雨，所以亦稱為降水霧，臺灣較少機會出現鋒面霧。

霧為近地表的水氣凝結物，造成 1000 公尺以下的水平能見度的天氣現象，而霧和霾常令人混淆，其差異在於霾是由非水氣凝結物的懸浮物(如：塵埃、花粉、黴菌、有機化合物、金屬等物質所組成)造成能見度不足 1000 公尺，這些顆粒對陽光的散射作用會使近地表處呈現黃色、橘色或淡藍色。除了導致能見度不佳外，人體若是吸入此類物質，對人類的健康便會造成損害，輕則咳嗽、重則造成心血管疾病。其中顆粒直徑小於 $10\text{ }\mu\text{m}$ 者稱為 PM_{10} ，顆粒直徑小於 $2.5\text{ }\mu\text{m}$ 者則稱之 $\text{PM}_{2.5}$ 。此物質一旦被人類吸入， PM_{10} 則會由呼吸道侵入支氣管，部分可藉由咳嗽方式排出。若是 $\text{PM}_{2.5}$ 的話，則能抵達肺泡，部分顆粒更為細小者還能由此進入人體的血液循環系統，危害甚大。一般來說，起霧時相對濕度會高於 75%，而霾發生時，其相對濕度則不會高於 75%。

2.2 能見度量測方法

能見度又稱為可見度，係指觀察者離物體多遠時仍然可以清楚看見該物體。在氣象學中，能見度被定義為大氣的透明度，代表大氣清濁程度之光學狀態，綜觀影響能見度之主要因素，包括受到空氣中所含之空氣分子、雜質、水氣及氣膠體等對光線產生散射與吸收，使通過的光線受到衰減，而造成視程障礙現象^{[3][4]}。目前常見的能見度之量測方式可分為人工目視觀測、電子式能見度儀、影像自動辨識等 3 種。

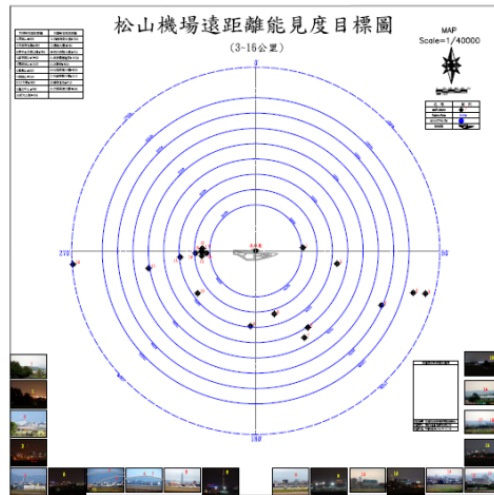
中央氣象署、民用航空局、港務公司目前盛行的能見度觀測主要仍以透過人工目視為主，這種方法相當耗費人力，且會依從於個人的視覺和闡釋能力而定，目測估計值較為主觀。電子式能見度儀則透過水滴或氣膠對於陽光散射程度來推估能見度，但有其侷限性，仍不足完全取代人工目視觀測。影像自動辨識技術近來陸續發展中，且多僅限於白天的使用，相關技術仍待突破。

茲將能見度 3 種常見的量測方式，簡述如下：

一、人工目視觀測：

依照氣象觀測實務，所謂能見度係指觀測員站在地面上沿水平方向，以正常肉眼所能分辨以天空為背景之黑色物體之最大距離。所謂肉眼係指正常之視力，不得使用望遠鏡等之幫助。又所謂能分辨，則是不僅能分辨某物體(相當大者，如山頂、遠樹、建築物等)之存在，且必須能確認為何種物體(例如能確認為山、樹木等)。地面氣象觀測所提及之能見度，均指水平能見度，以公尺為編報單位，對於較高之能見度(通常指 5,000 公尺以上)，亦可用公里表示。

當進行人為目視觀測時，應先對測站四周各方位之能見度目標物(visibility objects)分別加以辨認，然後決定該次觀測值。觀測時不能借助於雙筒望眼鏡、望眼鏡或經緯儀。為利測定能見度之數值，每一測站應事先選定測站四周之能見度目標物或光源，並測量其距觀測點之方位與距離，然後以測站為中心、距離為半徑，繪製數個不同半徑的同心圓，將目標物或光源依方位與距離標示之，即為能見度目標圖(plan of visibility objects)，如圖 2.4，以供能見度觀測用。對於能見度目標物之選擇，白天應以地平線天空為背景之黑色或暗色不反光之物體，如近距離的房屋、樹木、機場內設施，中距離的村落、高樓、尖塔，遠處的小丘、山嶺等；夜間則以已知距離、中等強度不聚焦之光源為最佳。因為強度關係，導航或警告用航線閃光燈不能選用為能見度目標光源。因測站四周各方位之能見度常不一致，觀測時應先對測站四周各方位之能見度目標物分別加以分辨，然後決定該次觀測值。若各方位之能見度均勻一致時，則以最遠可分辨之距離作為觀測之能見度。若各方位之能見度不一致時，則以最差方位之能見度作為觀測之能見度。



二、電子式儀器觀測：

依據 [3][4]，考量目視能見度受到天氣狀態、光照度、眼睛對當時光線適應情形之影響，因此，逐步開發出測量儀器來輔助人工判識。能見度測量儀器對於缺乏合適目標物或者夜間觀測具有很高的效益。為了客觀測量能見度，可藉由儀器進行大氣透明度的測量，並換算為氣象光學視程(MOR)。氣象光學視程係指由白熾燈發出色溫為 2,700K 平行光束的光通量，在大氣中削弱至初始值 5%所通過的路徑長度，該光通量採用國際照明委員會光度測量發光度函數來確定。氣象學採用的能見度測量應不受極端氣象條件影響，且必須能反映普通目標物在正常情況下，能被確認觀測距離之直覺概念。MOR 在晝夜均可透過儀器測量，並與能見度其他測量方式具有完全明確的關係，因此，世界氣象組織 WMO 已正式確認 MOR 可做為一般性或航空用之能見度測量標準，而 MOR 也由國際電工委員會認可應用於大氣光學和視覺通訊。

目前普遍應用的能見度觀測儀主要有透射式和散射式兩種，透射儀因需要基線，占地範圍大，不適用於海岸臺站、燈塔自動氣象站及船舶上，但其具有自檢能力，低能見度時性能好等優點，故適用於民航系統。而散射儀之測量來自一個小採樣容積的空氣，並假定大氣是均質分布的，故測量代表性可能會有疑慮，不過該代表性可以透過取大量樣本

或測量值的平均來改善，或者可採用刪除極端值的方法來平滑測量結果^{[3][4]}，因此，散射儀以其體積小和低廉價格而廣泛應用於碼頭、航空、高速公路等系統。

(一)透射儀(transmisometer)

透程儀(亦稱視程儀)，係測定大氣之透射度(transmittance)，再換算成氣象光學視程(MOR)。現今機場跑道旁多裝有此種儀器；此為測量水平空氣柱之消光係數或透射因數，光的衰減是由於大氣微粒沿光束路徑之散射和吸收；其量測消光係數之儀器包括遠距光度計、目視消光儀、光學透射儀、光達等。

(二)散射儀

透射儀測量的是衰減係數，而散射儀則直接測量來自一個小採樣容積的散射光強，如圖 2.5 所示。透過散射光強來有效地計算消光係數係建立在以下 3 個假設的基礎：(1)假定大氣是均質的，即大氣是均勻分布的；(2)假定大氣消光係數等於大氣中霧、霾、雪和雨的散射，即假定分子的吸收、散射或分子內部交互光學效應為零；(3)假定散射儀測量的散射光強正比於散射系，在一般情況下，選擇適當的角度，散射信號近似正比於散射係數。

儀器的發射端發出光輻射對於臨近的採樣空間中的大氣進行照射，大氣樣本中的氣溶膠對照射的粒子產生散射，其散射光強的大小與粒子濃度及其尺度相關，而粒子濃度與與其尺度又能客觀的反映大氣能見度。散射式能見度測量儀通過測量特定角度上的散射光強，並根據其與總散射量之間的關係確定總散射係數，因為光在短距離的氣溶膠中傳播，氣溶膠對其的吸收係數是可以忽略不計，所以利用總散射係數就可以求得能見度。簡言之，散射能見度儀的工作原理為當空氣中粒子愈多，接收到的散射光線愈強，代表能見度愈低。

根據散射角度的不同，散射儀又可分為 3 種：前向散射儀、後向散射儀和總散射儀。前向散射儀以其體積小、性能價格比高而得到廣泛應用，普遍應用的前向散射儀可分為單光路和雙光路兩種。

前向散射式能見度儀工作原理乃其發射器以紅外 LED 作為光源，通過透鏡、經脈衝調製後光源照射到採樣空間，採樣空間內的氣溶膠粒子對光產生散射，散射量大小與氣溶膠粒子的尺寸、濃度相關，氣溶膠粒子的尺寸、濃度又與大氣能見度相關。散射光經濾光片濾出、接收器探測到前向散射信號，並根據一定角度上的散射信號與總散射量的關係確定總散射係數，由 CPU 通過專門算法轉化為能見度值。其具有如下優點：鏡頭污染對於測量效果的影響較小、探測範圍廣、結構緊湊易於調整等。當然亦存在一些先天的不足，比如因為採樣體積不大，所以對於一定範圍內能見度的測量，可能會出現以點代面的問題；由於是用一定角度方向上的散射係數進行比例放大後代替總的散射係數，故在應用時會引入相對的誤差。前向散射能見度儀的發射器與接收器在成一定角度和一定距離的兩端，接收器不能接收到發射器直接發射和後向散射的光，而只能接收大氣的前向散射光，通過測量散射光強度，可以得出散射係數，從而估算出消光係數。

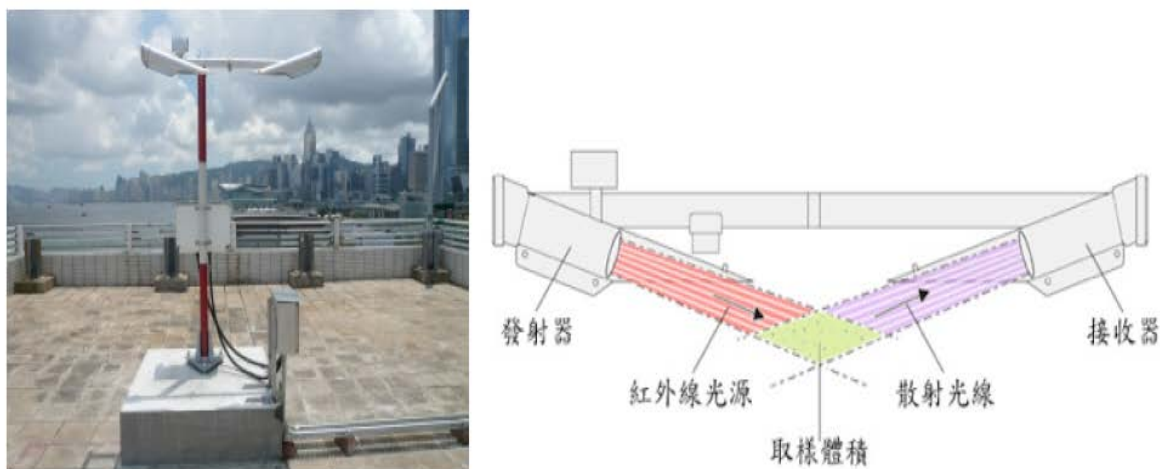


圖 2.5 能見度散射儀^[6]

依據^{[3][4]}，相對於觀測員所觀測，所有用來實際測量 MOR 的儀器只是採集了相當小範圍的大氣樣本，只有當儀器所取樣的空氣體積可代表觀測點周圍大氣狀態時，儀器才能提供一個準確 MOR 測量值。因此，在不均勻霧或局部降雨情況下，儀器數據可能出現誤導的情況。

三、影像自動辨識：

由於數位影像辨識技術不斷進步與普及，且不論在影像品質、硬體穩定性皆有相當顯著的提升；影像分析技術與研究大都集中在電子產業的黯淡影像再分析之克服，若能建立一套戶外型的空間影像處理機制，將數位影像自動拍攝記錄天空與地形地物影像，藉以取代人眼辨別目標物輪廓的目視流程，將是一種值得測試與簡便客觀的能見度觀測方式^[7]。

影像自動辨識系統近期已逐步做為能見度觀測之輔助工具，並應用在能見度觀測過程之建築物遮擋區域評估，以及對遠程位置判釋。目前市面上正在開發可自動辨識濃霧存在之技術，其藉由相機圖像技術來估算能見度，包括利用影像邊緣評估技術、或利用對比度降低來確定已知物體之距離、或利用圖像統計參數(如梯度或傅立葉分析)建立能見度分析之深度學習技術、或使用圖像增強方法(例如去霧)等，不過，通常這些技術多僅限於白天使用，並需要針對特定點位之圖像及場景進行客製化調整^{[3][4]}。

馬祖地區於每年 3 至 5 月間濃霧影響馬祖交通停航，故本所進行馬祖南竿福澳港濃霧能見度影像識別研究^[28]，探討了多組深度學習網路架構，如：ResNet、HarDNet-85 等，最終改用 Res2Net-50。Res2Net 具有極為傑出的細粒層級多尺度表現能力，在影像識別上有極高的辨識力。低能見度情境資料集準確度為 87%、晴天能見度情境資料集準確度為 85.5%、一般能見度情境資料集準確度為 85.9%。實驗結果顯示，高能見度的準確度略低於低能見度 1.5%，初步分析係由於極高能見度存在的影像差異過小，肉眼觀看影像兩者都是非常清晰的晴朗天氣，山脈、船舶、港口的能見度都是非常清楚，因此，影像判定上無法完全匹配極度高能見度的天氣細微差異。反觀低能見度，由於港口與山脈會受到天氣影響導致影像邊緣明顯變化，反而有更多資訊可以提供深度學習，未來可嘗試透過 4K 解析度的影像攝影機進行實驗進行改良，越高解析度將可帶來更多的影像細節資訊。

2.3 能見度預測

國內外有很多運用不同方法進行能見度的預測研究^[10]，包括類神經網路、模糊理論、特徵變數選取法、時間序列分析、高解衛星影像方法、受體模式、多變數迴歸分析模式(multiple regression model)、多變量分析之主成分分析法等等。

定量模型使用歷史數據來預測未來的趨勢，可分為傳統預測方法與人工智慧(Artificial Intelligence, AI)等 2 種方法：

一、傳統預測方法

傳統預測方法主要是以統計與迴歸分析為基礎，常見的有指數平滑法(exponential smoothing)、時間序列分析法(time-series analysis)、平均法(averages)及迴歸分析(regression analysis)等。此種方法的參數是由觀察值預估而來，比較耗力費時，故所得結果會比較客觀及結構化。

二、人工智慧方法：

人工智慧與傳統預測方法最大的差別在於不需要太多的統計假設，利用一些具有學習能力的演算法來進行預測系統的建構，以大幅提升建構預測系統的效率與彈性，因此，愈來愈受到重視與採用。

翁洞寧在「運用神經網路預測機場能見度-以金門尚義機場為例」研究^[10]，蒐集金門尚義機場自 2014 年到 2017 年，每天早上 6 點到晚上 8 點的逐時氣象偵測數據做為研究資料。資料內容包含相對濕度、風向、平均風速、陣風風速、溫度等氣象資料，並將歷史觀測數據資料做適當的整理後，先透過大數據的分析，證明以上的氣象資料皆為形成濃霧並造成低能見度的影響因素，再將以上的相對濕度、風向、平均風速、陣風風速、溫度等 5 項影響因子，透過倒傳遞類神經模型(Back-Propagation Neural Network, BPN)，進行多組的模擬訓練與進行能見度的預測，實驗結果顯示準確率可達 95%以上，證明使用神經網路預測能見度是可行的。

汲宗灝在「應用多變數迴歸與類神經網路模擬機場能見度」研究^[11]，蒐集臺灣本島機場及離島機場自 1984 年至 2004 年間共 21 年之氣

象電報資料，共有以風向、風速、陣風、視障、雲組、總雲量、溫度、露點、相對溼度、高度表撥定值、氣壓變量、降雨量及降雨時數等 13 項氣象因子；並統計學相關係數及 F 值檢定進行能見度影響因子篩選，再建置多變數迴歸與倒傳遞類神經網路模型。研究結果顯示以影響能見度因子，透過倒傳遞類神經網路預測的結果準確率最低有 77.4%，最高可達 93.4%，故以類神經網路來協助本研究中的 2 個機場在低能見度的判斷是可行的。

邱振源在臺灣西部及外島地區低能見度環境特徵分析及模擬的研究^[12]，以統計法歸納出地區特性及成霧特徵，並建立氣象要素之霧時預測參考指標。統計結果顯示溫度、相對濕度、溫度露點、風速等皆為成霧的充分條件，但統計結果發現可預報率嚴重偏低，顯示各指標雖為成霧之充分條件，卻非必要條件，故不適合做為預報依據，僅可藉由預測率了解其環境特徵，供氣象人員參考使用。研究中利用高解析度 WRF 模式，針對臺灣西部地區最容易發生濃霧的冬、春兩季挑選嘉義及臺南低能見度個案進行天氣分析及模擬，並參考國外學者成功模擬霧的參數設定及能見度方程式，嘗試模擬低能見度的發生，藉由比對，發現模擬區域及成霧時間與實際發生大致相符。

能見度對於機場能否起降是至關重要的影響因素，若能見度太低，基於飛航安全的考量，當地機場將禁止飛機降落。航空運輸是離島地區與本島聯繫的重要管道，若能提早瞭解離島機場啟閉趨勢，可讓民眾與政府單位往返離島活動行程的安排更有效率，對離島地區的經濟與社區發展有其正面助益。每年 3 月至 5 月是金馬地區的霧季，此時往往因低能見度使得海運及空運交通大受影響。若能即時掌握能見度的變化情形，勢必在民眾交通往返行程與運輸規劃上能有所助益。

國家災害防救科技中心(以下簡稱災防科技中心)於 2018 年起即嘗試用年引進 Doran(1999)所發展的能見度推估公式，考量溫度與露點溫度差、相對濕度等變數，亦為美國國家海洋暨大氣總署預測系統實驗室(National Oceanic and Atmospheric Administration/ Forecast Systems Laboratory, NOAA/FSL)所使用之能見度公式，提供離島地區的能見度

預警資訊^[8]，雖能掌握低能見度隨時間的變化趨勢，然而推估值卻與實際觀測值的平均誤差約 8,900 公尺，仍有不小差距，有許多改善空間。

有鑑於此，災防科技中心遂利用人工智慧演算法，搭配氣象系集模式預警資料，推估離島機場能見度，嘗試降低其推估量值的誤差。以多元分類支援向量機 (One- against-Rest, OVR) 作為能見度 AI 模組建置的演算法。OVR 是以支援向量機(Support Vector Machine, SVM)為基礎所發展出來的一對多支援向量演算法，有別於傳統 SVM 的二元分類特性，OVR 可針對應用主題的資料進行多組分類。

圖 2.6 為 AI 能見度模組的建置流程，首先將觀測與模式氣象因子資料皆分為訓練期與測試期 2 組資料集，將訓練期的機場能見度觀測資料以及模式的氣象因子資料，透過 OVR 演算法進行訓練，當模式中的氣象因子與觀測能見度資料間建立起長期且穩定的關聯時，即完成模組的訓練工作。其後再將未參與訓練的模式氣象因子資料輸入訓練完成的模組中，即可獲得模組推估的能見度結果，並將其與相對應的觀測值進行驗證測試。本研究所使用的模式氣象因子包含溫度、濕度、時間、風速、月份、風向等 6 種變數。

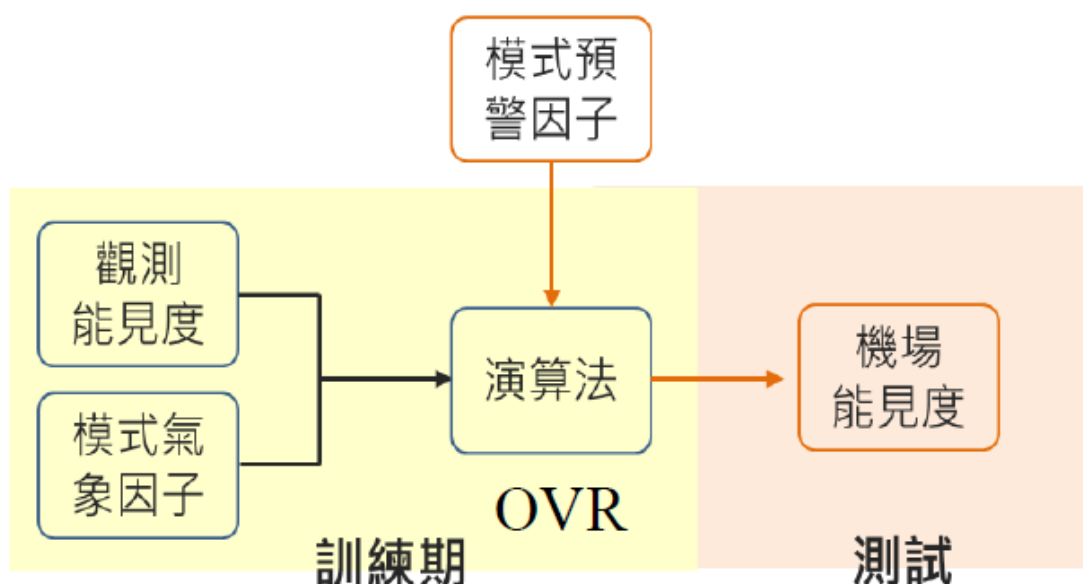


圖 2.6 能見度 AI 模組建置流程^[8]

研究結果透過 AI 模型推估的能見度預測皆有顯著提升，均方誤差改善率達 7 成以上。此技術目前已成功應用於全臺其他 17 個機場之能見度預測資訊，並於災防科技中心的天氣與氣候監測網(WATCH)進行系統作化業化展示，如圖 2.7。

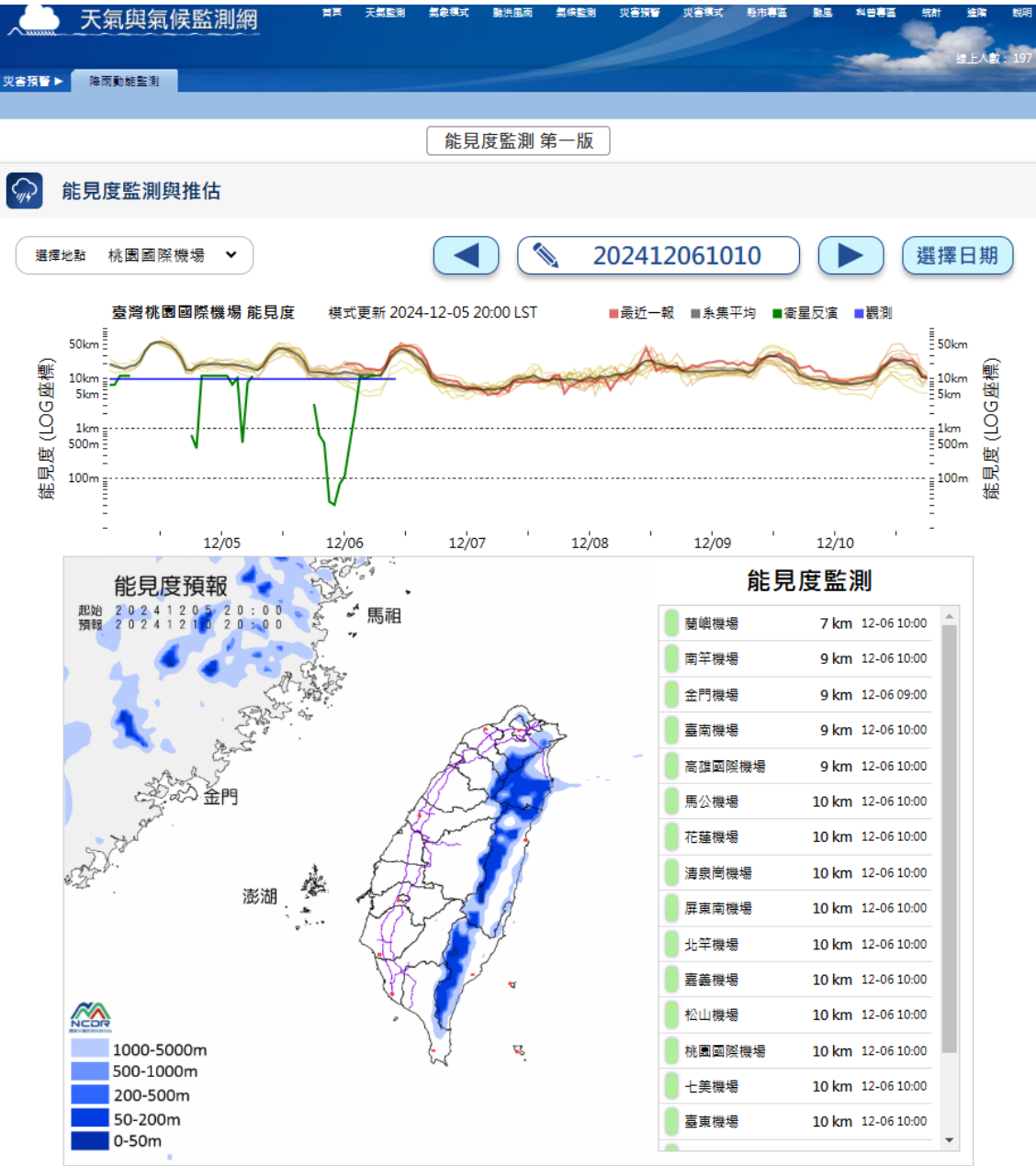


圖 2.7 天氣與氣候監測網(WATCH)能見度監測與推估 [9]

2.4 機場之能見度管制現況

能見度為航空氣象上重要的觀測要素之一，無論在地面或在空中，能見度皆為最關鍵性的天氣因素，飛機能否起降皆與能見度息息相關。造成能見度低的原因，通常為濃霧、濃霾或是降雨等因素所造成，並對飛航安全有以下的影響^[1]：

- 1、嚴重影響飛機之起降：當能見度低於機場最低起降標準值時，飛機根本無法降落或起飛，甚至無法滑行，若貿然起飛，將即容易發生空難事件。
- 2、影響航路飛航安全：當航路上有濃霧出現時，將影響民航機及直升機之目視飛行。
- 3、濃霧可變成低雲：影響飛航安全-因為濃霧可以隨溫度的升高而形成低碎層雲,影響飛航安全。

各機場會針對不同的飛機機型及機場的設備，訂定允許飛機起降的最低能見度標準，以確保飛航安全。為便利測定能見度之數值，每一航空氣象臺會事先選定測站四周之能見度目標，並測量其方位與距離，繪製成能見度目標圖，以備觀測時參考用。對於能見度目標之選擇，白天能見度目標物應為以天空為背景之黑色或暗色無反光之物體，夜間能見度目標物則以普通光度(如 100 燭光之普通電燈)不聚光之燈光為最佳。因測站四周各方位之能見度常不一致，觀測時應先對測站四周各方位之能見度目標物分別加以分辨，然後決定該次觀測值。若各方位之能見度均勻一致時，則以最遠可分辨之距離作為觀測之能見度。若各方位之能見度不一致時，則以最差方位之能見度做為觀測之能見度^[5]。

國際民航組織第三號附約有關氣象觀測和報告規定，當水平能見度低於 1,500 公尺或一條或多條跑道之跑道視程值低於 1,500 公尺時，須進行跑道視程觀測和報告。所謂跑道視程(Runway Visual Range, RVR)，係指航空器駕駛員在跑道中心線上，能看見跑道面標誌或跑道邊燈或跑道中心線燈之最遠距離。由 RVR 定義可知，RVR 即相當於航

空器駕駛員在跑道上的跑道能見度。但在實務作業上，無法在跑道上直接測量跑道視程，因此，跑道視程觀測不是氣象參數的測量，而是依據多種要素計算得出的評估。這些要素包括大氣之透射率或消光係數、低限照明、跑道燈光強度等。跑道視程之估算，先以架設於跑道著陸地帶距跑道中心線不超過 120 公尺處之視程儀(transmissometer)直接測量大氣之透射率或消光係數，然後換算成氣象光程(MOR)，此氣象光程即相當於能見度；並以儀器測量周圍亮度之低限照明，另採用使用中之跑道燈光強度，最後依據 Allard 定律計算導出跑道視程值。我國各機場適航天氣的起飛/降落能見度及跑道視程(Runway Visual Range, RVR)如表 2-1。

以桃園機場為例^[15]，當能見度不佳容易增加航機起降或地勤作業的困難與風險時，桃園機場運用科技對抗濃霧，如：儀器降落系統、地面搜索雷達，搭配維護作業安全的低能見度作業規範，塔臺管制員執行航機區塊隔離管制，減少濃霧對航機運作影響。機場能見度低於 1,500 公尺，會提報跑道視程(RVR)數據。桃園機場兩條跑道都提供第二類儀器降落設備，降落 RVR 不低於 300 公尺，起飛 RVR 不低於 175 公尺，起降標準為全國各機場最優。

地面搜索雷達也是對抗利器，對於場面狀況的掌握除了雷達掃描地面之外，要進入跑道、滑行道具 A 類通行證車輛均裝設與飛機同級的車載式位置自動回報監視-廣播系統(Automatic dependent surveillance – broadcast, ADS-B)，運作模式與機載式 ADS-B 相同，讓塔臺管制員在顯示幕上清楚掌握場面所有飛機及車輛位置，過去航機或車輛因濃霧迷路的風險可以大幅減少。

地面作業安全措施，RVR 低於 550 公尺(或者無 RVR 值但能見度 800 公尺時)，桃園機場啟動「低能見度作業程序」，細分為 RVR 低於 500 公尺、300 公尺、175 公尺 3 階段，作業的因應措施包括暫停施工、遠端停機坪暫停地勤作業、確認助航燈光妥善等，RVR 值低於 300 公尺時僅航機引導車、飛安巡查車等必要車輛能進入跑道、滑行道特定區域，減少風險因子。

濃霧中航機滑行移動，塔臺管制員執行「區塊隔離」限制，機場所有滑行道劃分多個區塊，同一區塊空間只准許一架航機移動，讓航機安全隔離，航機通過核對點機師都要向塔臺回報位置，確認後才能繼續移動。科技條件及管制措施使航機起降作業受到的干擾降低，跑道、滑行道能夠容納飛機運作數量仍會減少，延誤無法避免。起飛航機可以在地面等候，到場降落航機受到備用油料限制等因素，無法在天空盤旋久候，必須轉降備降機場，然而這些都是為了安全的必須

表 2-1 臺灣各機場適航能見度規定^[14]

機場名稱	起飛能見度或 RVR (m)		降落能見度或 RVR (m)
	1 或 2 引擎	3 引擎或以上	
臺灣桃園國際機場	175		300
臺北/松山機場	500		750
高雄國際機場	350		550
臺東/豐年機場	1600	800	1200
恆春機場	VMC		VMC
金門機場	500		750
馬祖/北竿機場	1600	800	2000
馬祖/南竿機場	3200		3200
綠島機場	VMC		VMC
蘭嶼機場	VMC		VMC
澎湖機場	550		750
七美機場	VMC		VMC
望安機場	VMC		VMC
臺中/清泉崗機場	550		550
嘉義機場	550		750
臺南機場	550		750
花蓮機場	550		1200

備註:1.能見度低於 1500 公尺者，以 RVR(跑道視程)表示之。

2.VMC(目視天氣)是指能見度 5,000 公尺及雲幕高 1500 呎之天氣狀況。

3.降落能見度依不同進場程序而異，本表僅標示各機場最低儀器程序天氣情況；各航空公司可能考量機型配備、駕駛員訓練、使用跑道、操作安全等因素，另訂之。

2.5 國道與省道之濃霧管理現況

110 年 2 月 21 日台 61 線西濱快速公路北上 254 公里處發生 20 部輛車輛連續追撞之重大交通事故，造成 2 死 8 傷，研判肇因於事發當時濃霧視線不良、未保持行車安全距離，故低能見度對交通安全影響甚鉅。

臺灣因地形及季風因素，於每年冬、春兩季易發生起霧情形，每年 11 月至隔年 3 月間，高速公路易起霧之路段為國道 1 號內湖、林口、楊梅、三義、彰化、員林、西螺、新營及仁德；國道 3 號七堵、樹林、龍潭、關西、香山、南投、竹山、梅山、關廟及田寮；國道 5 號坪林；國道 6 號霧峰系統至國姓等路段。當能見度在 500 公尺以下的大霧或濃霧時，對行車視線影響甚鉅，若用路人未保持行車安全距離與注意車前狀態時，便容易發生交通事故。故霧季時交通部高速公路局會加強提醒駕駛人特別小心駕駛、擴大行車間距，能見度不佳時，應即開亮車頭大燈、霧燈及危險警告燈，以提醒後方來車；如能見度太差時，建議從最近之交流道駛離高速公路，避免將車輛停於路肩。霧中行車時，應保持較長的跟車距離，小心駕駛並避免變換車道，切勿緊急煞車或將車輛停於車道上，以維護行車安全。

為強化霧季時之用路安全，交通主管機關強化高速及快速公路於濃霧路段、能見度低時之安全改善作為如下：

- 一、宣導事項：為強化用路人於濃霧或視線不良路段之正確駕駛觀念，交通部公路局及高公局持續透過資訊可變標誌(CMS)、服務區 LED、平面文宣、影片等管道，宣導用路人遇到視線不良狀況，應立即開亮大燈及前後霧燈(或危險警告燈)，以提醒後方來車；同時應保持較長的跟車距離，小心駕駛並避免變換車道，切勿緊急煞車或將車輛停於車道上。
- 二、交管作為：有關「強化交通管制作為」之具體工作內容包括：
 - (一) 高速公路所設濃霧偵測器在能見度低於 400 公尺時，即啟動濃霧事件，於濃霧沿線路段及上游 1 座資訊顯示標誌(CMS)，亦啟動

CMS 上方之閃光告警燈、霧區閃光黃燈及透過高速公路 1968 App「自訂推播路況事件推播(LBS/天候事件)」推播功能告知用路人。

(二) 交通部高速公路局對轄區易發生濃霧之路段，自建 29 座濃霧偵測器，另為提供更精準之能見度資訊，與中央氣象署合作完成北、中、南區 36 座濃霧偵測器建置，目前計有 65 座；另於易發生濃霧路段(計 79 公里)建置霧區閃光黃燈，於 113 年底完工。

三、強化西濱快速公路天候事件預警資料來源，110 年起交通部公路局與中央氣象署合作規劃並完成台 61 線沿線建置自動氣象站 16 處，另同步蒐集自動氣象站共 25 處，合計資料來源共 41 處。其數據包含風速、雨量及能見度等資料蒐集，透過系統資料判讀，並由各區養護工程分局交控中心於事件上游資訊可變標誌(CMS)等訊息管道，發布雨勢、濃霧、強風等異常氣候事件等即時路況警示資訊提供用路人，以維行車安全。

四、台 18 線阿里山公路終年常有濃霧發生，秋冬之際更為頻繁，對行車安全造成影響，時有因濃霧不諳路況行駛至對向車道釀禍事故發生，故交通部公路總局率先於台 18 線阿里山公路設置「霧區警示系統」，利用濃霧偵測設備搭配太陽能自發光 LED 導標，組成霧區警示系統，一旦偵測到濃霧現象發生，隨即啟動自發光 LED 導標，主動閃爍，有效導引用路人。另於台 18 線 3 處設有「恆亮式」霧區警示系統。

另為強化西濱快速公路濃霧預判機制，每日研析中央氣象署所提供之天氣資訊，當有濃霧形成之條件時，即增加可能發生濃霧地區之監控，例如監控閉路電視攝影機畫面或加強巡檢，以提早發現出現濃霧路段，並執行必要之交管措施，以供駕駛人及早應變。公路總局各區養護工程處依以下各階段作業流程及辦理措施如下：

一、預判部署：每日由工程處交控中心之氣象顧問人員依據高壓迴流及鋒前暖區等情形彙整大氣條件資料，提供隔日可能發生霧霾地區、機率及嚴重程度等預判情資。

二、偵知確認：

- (一)依工程處交控中心氣象顧問人員提供之預判情資，比對氣象局濃霧特報及環保署對所有族群不健康等級空污資訊進行偵知作業。
- (二)就可能發生霧霾地區於預警發生時間提前 2 小時啟動確認作業，由水情監控小組人員 24 小時輪值並以 CCTV 每半小時進行監控。
- (三)行動應變：監控路段發生濃霧或嚴重霾害等導致公路能見度不佳時，工程處交控中心人員將透過以下管道發布宣導資訊請駕駛人注意路況：(1)上游資訊可變標誌(CMS)(2)警察廣播電臺 VPN(3)幸福公路 App(4)即時路況網頁(5)交控系統資料交換

2.6 商港船舶進出港之能見度管制規定

一、基隆港船舶進出港管制標準

基隆港位於臺灣東北端，為三面環山之天然港埠。基隆嶼位處港口東北角，距本港港外 2.5 哩；和平島為港口東側最大島嶼；桶盤嶼為港口入口東側之低平島嶼，桶盤嶼上設有「基隆港務分公司港務處航管中心」負責港口交通服務。環港碼頭長度九千餘公尺，其中八千餘公尺為營運碼頭，水深從 9 公尺到 15 公尺不等，基隆港每年 9 月至翌年 5 月多為東北風及北北東風，6 至 8 月多為西南及南風，冬季以東北季風，夏季以西南季風較為強勁，每年 7 月至 10 月為颱風季，雨量冬季較多，霧日以春夏季(3 月至 7 月)較較多，平均潮差約 0.73 公尺。

基隆港務分公司為加強對船舶交通服務，促進船舶航行安全、保護海域環境、協助提供船舶訊息及必要之協助服務，特編訂「基隆港船舶交通服務指南」^[16]。其中濃霧期間暫停進、出港(多發生在 3 至 7 月)之管制規定如下：

(一)船舶長度 200 公尺以上之船舶，暫時停止船舶進出港管制標準：

1. 日間：以航管中心管制塔台(25°9' 35"N、121°45' 27.7"E)為定點，無法目視基隆港堤口紅色燈桿(25°9' 30.5"N、121°45' 9.1"E)輪廓時(兩地相隔約 500 公尺)。

2. 夜間：以航管中心管制塔台為定點，無法目視基隆港堤口燈桿紅色發光點時。

(二)船舶長度 200 公尺以內之船舶，暫時停止船舶進出港管制標準：

1. 日間：以航管中心管制塔台(25°9' 35"N、121°45' 27.7"E)為定點，無法目視東防波堤堤頭燈桿(25°9' 33.7"N、121°45' 19"E)輪廓時(兩地相隔 220 公尺)。
2. 夜間：以航管中心管制塔台為定點，無法目視基隆港堤口燈桿紅色發光點時。

(三)瞬間濃霧產生時，其船舶進出港口行動由船長在安全原則下自行決定。

(四)濃霧期間申請特許出港船舶：

1. 基隆港濃霧期間，須符合下列規定並經引水人、船長均同意且有臺灣港勤股份有限公司基隆營運所拖船協助離岸並伴護至防波堤口，始可申請出港。
2. 具備下列條件並經船長出於自由意願，提出「基隆港濃霧期間特許出港申請書」及「基隆港濃霧期間特許出港船舶裝備檢查表」，電傳引水人辦事處初步認可後，報請塔台管制員於引水人上船確認檢查表所列事項均備便無誤後，轉報港務長核可出港：(1)船舶主機、輔機、錨機、舵機、雷達、VHF 及各項航儀暨船舶自動辨識系統(AIS)運作俱正常。(2)總長在 200 公尺以上之船舶，如未有配備船艏側推器，則應有拖船於船艏協助作業。(3)能見度在離岸時，於船舷可見碼頭岸線，以適於解纜作業。(4)船舶於航道行駛中，於船舷可見碼頭岸線，且拖船可分辨商船船艏及其左右船舷各部位。(5)航行時速不得超過五節。(6)靠泊西 21 號碼頭之船舶，其出港申請須在西 20 或 22、23 號碼頭，其中一側無船靠泊情形下方得為之。(7)靠泊西 26 號碼頭之船舶出港申請，須在西 25 號碼頭無船靠泊情形下。(8)客船、貨櫃船或船期緊迫之其他商船方得提出申請。(9)船艏雙錨備便。

二、臺北港船舶進出港管制標準

臺北港港址位於臺灣北端淡水河出海口南岸新北市八里區至林口區瑞樹坑溪口近岸海域，以觀音山為屏障，濱臨臺灣海峽，東距基隆港 34 哩，南距臺中港 87 哩。春、夏季風風速多小於 10 公尺/秒，約佔 88.55~92.8%；秋、冬季東北季風期之風速較大，約有 19.2~24.8%之風速大於 10 公尺/秒；秋、冬、春季為東北季風影響，風向以東北及東北東為主，夏季風向多變，以南風比例最高。每年 7、8、9 月為主要颱風季，其中以 8 月最多。降雨以 5、6、9 月較多，降雨量超過 10mm 之天數，平均每年約 55.1 天。能見度小於 1 公里之霧日數，每年以 2、3 月較多。平均潮差約 1.93 公尺。

基隆港務分公司臺北港營運處為使船舶順利、安全及有序進出臺北港，特編訂「臺北港船舶進出港作業要點」^[17]及「臺北港船舶交通服務指南」，其中因能見度不佳進行進出港管制規定如下：

(一)船舶暫停進出港申請作業時機：

日、夜間均以信號臺無法目視東 14 碼頭時(兩地相隔約 600 公尺)，即暫停進、出港申請，俟霧散時再恢復進、出港口作業。

(二)通報程序：

1. 由信號臺管制員通報港務科經理、並轉陳處長核備後，再由管制員通知相關單位暫停船舶進出港。
2. 通知方式得以無線電(VHF68 頻道)，並另發送簡訊通知相關航商、引水辦事處、港勤業者、港區事業等單位。

(三)港內航行船舶及港外船舶應遵行事項：

1. 港內航行及港外船舶一律開啟港埠網 VHF68 頻道，並保持暢通隨呼隨應。
2. 港內船舶行動：

(1) 已離開碼頭準備出港在港內航行之船舶，船長或引水人應儘速通報信號臺管制員並應利用船上電子導航設施自行安全出

港，如安全有顧慮時，儘速回靠原碼頭。

- (2) 已進港之船舶，船長或引水人應儘速通報信號臺管制員並應利用船上電子導航設施自行安全儘速進港，如安全有顧慮時，應立即找適當地點迴轉出港，不得在港內下錨或停留。

3. 港外船舶行動：

- (1) 外海錨泊區船舶繼續在該區錨泊。
- (2) 在外海錨泊區附近航行之船舶應即自覓安全水域錨泊。
- (3) 剛宣布暫時停止船舶進出港申請作業時，如船舶已駛入外海之進港航道，而距港口北防波堤在 1 海浬內，因運轉困難不能駛離水道不得已情況下，得優先進港，船長或引水人應速通知信號臺考量其安全因素自行利用船上電子導航設施安全進港，其餘等待進港船舶則一律暫停進港。

(四) 濃霧期間申請特許出港船舶，依下列規定辦理：

1. 臺北港濃霧期間，須符合下列規定並經船長與引水人會商，由船長最後確認，提出「臺北港濃霧期間特許出港船舶裝備檢查表」及「臺北港濃霧期間特許出港申請書」，電傳本處港勤所後，經轉陳本處港務科經理及處長核可後，准予出港：
 - (1) 相關港勤作業可全力配合無誤。
 - (2) 船舶主機、輔機、錨機、舵機、雷達、VHF 及各項航儀暨船舶自動辨識系統(AIS)運作俱正常。
 - (3) 保持港內安全航速。
 - (4) 船艙雙錨備便。
2. 出港船舶，保持安全距離依序出港，引水人應儘可能將船舶引領至防波堤口，再行離船。
3. 濃霧暫停船舶進出港期間，參加實際作戰、救難任務之船、艦，不受第(四)之 2 點限制，經報信號臺管制員同意後進出港口，其

優先順序在特許出港船舶之先。

4. 濃霧期間，港內作業船舶、外海航行之船舶應配合收聽無線電廣播並儘量遠離航道，本港港勤船舶航經外港錨地，如發現前開情事時，應通報信號臺通知該船移泊位。

5. 濃霧期間特許出港之船舶，須填報「臺北港濃霧期間特許船舶裝備檢查表」，並保證在該船出港期間，倘有任何肇致港埠設施或對其他船之損害事故，船東及船長本人願承擔一切損害賠償責任。若有涉及刑事責任者，另依有關法令規定辦理。

(五) 濃霧消散後，當信號臺日(夜)間可目視東 14 碼頭輪廓時，依通報程序通知恢復船舶進出港申請作業，並解除暫時停止進出港申請作業。

三、蘇澳港船舶進出港管制標準

蘇澳港位於臺灣東北部，雄距在蘭陽平原的蘇澳灣內，是一個地理形勢十分優良的天然港，北距基隆港 50 海浬，南距花蓮港 40 海浬。擁有 13 座碼頭，共長 2610 公尺。水深自 -7.5~15 公尺，長度由 125 公尺至 300 公尺不等，船舶進出港時採單進單出方式。

基隆港務分公司蘇澳港營運處為使霧季期間港區船舶確保航行安全，減少海事發生，訂定「蘇澳港濃霧及能見度不佳期間商船進出港作業要點」^[19]，說明如下：

(一) 濃霧發生及引水人認定能見度不佳時，船舶暫停進出港申請作業時機：日、夜間均以本處港務科 VTS(以下簡稱 VTS)為定點，無法目視蘇澳燈塔輪廓時(兩地相隔約 1 海浬)實施。

(二) 通報程序：

1. 由 VTS 管制員通報本處港務科經理、並轉陳處長核備後，再由管制員通知相關單位暫停船舶進出港。
2. 通知方式得以無線電(CH-14)、並另發送簡訊通知相關航商、引水人辦事處、港勤業者、港區事業等單位。

(三)港內航行船舶及港外船舶應遵行事項：

1. 港內航行及港外船舶一律開啟港埠網 14 頻道，並保持暢通隨呼隨應，在能見度受限制時，港內航行及港外船舶均應依照 1972 年國際海上避碰規則之規定，鳴放適當之音響信號。
2. 港內船舶行動：
 - (1) 已離開碼頭準備出港，而仍在港內航行之船舶，船長或引水人應儘速通報 VTS 管制員並應利用船上電子導航設施自行安全出港，如安全有顧慮時，儘速回靠原碼頭。
 - (2) 已進港之船舶，船長或引水人應儘速通報 VTS 管制員並應利用船上電子導航設施自行安全儘速進港，如安全有顧慮時，應立即找適當地點迴轉出港，不得在港內下錨或停留。
3. 港外船舶行動：
 - (1) 外海錨泊區船舶繼續在該區錨泊。
 - (2) 在外海錨泊區附近航行之船舶應即自覓安全水域錨泊。
 - (3) 剛宣布暫時停止船舶進出港申請作業時，如船舶已駛入外海之進港航道，而距港口南防波堤在 1 海浬內(視船型大小而定)，因運轉困難不能駛離航道不得已情況下，得優先進港，船長或引水人應速通知 VTS 考量其安全因素自行利用船上電子導航設施安全進港，其餘等待進港船舶則一律暫停進港。

(四)濃霧及能見度不佳期間申請特許出港船舶，依下列規定辦理：

1. 蘇澳港濃霧期間，符合下列第 2 點之規定得申請特許出港。
2. 具備下列條件並經船長與引水人會商，由船長最後確認，提出「蘇澳港濃霧期間特許出港船舶裝備檢查表」，電傳本處港務科後，經轉陳本處港務科經理及處長核可後，准予出港：
 - (1) 相關港勤作業可全力配合。

- (2) 船舶主機、輔機、錨機、舵機、雷達、VHF 及各項航儀暨船舶自動辨識系統(AIS)運作俱正常。
 - (3) 船舶應保有最低舵效之速度。
 - (4) 船艏雙錨備便。
 3. 出港船舶，保持安全距離依序出港，引水人應儘可能將船舶引領至防波堤口，再行離船。
 4. 濃霧暫停船舶進出港期間，參加實際作戰、救難任務之船、艦，不受第(四)之 2 點限制，經報 VTS 管制員同意後進出港口，其優先順序在特許出港船舶之先。
 5. 濃霧期間，港內作業船舶、外海航行之船舶應配合收聽無線電廣播並儘量遠離航道，本港港勤船舶航經外港錨地，如發現前開情事時，應通報 VTS 通知該船移泊位。
 6. 每次進港(含軍、巡)或出港之船艦，只准一艘在航道中行駛，引水人應引領至港外，離開防波堤並報告 VTS 管制員核可後，始得離船。
 7. VTS 管制員每隔 3 分鐘以港埠網第 14 頻道廣播：「XX 船駛離 XX 碼頭出港，刻正航行中，若有占用航道之船舶，立即駛離」。並持續以 AIS 全程監控。
 8. 蘇澳港濃霧期間與引水人、船長確認出港作業是否需要臺灣港勤股份有限公司拖船協助離岸並伴護至防波堤口。
 9. 濃霧期間特許出港之船舶，須填報「蘇澳港濃霧期間特許船舶裝備檢查表」，並保證在該船出港期間，倘有任何肇致港埠設施或對其他船之損害事故，船東及船長本人願承擔一切損害賠償責任。若有涉及刑事責任者，另依有關法令規定辦理。
- (五)濃霧消散後，當 VTS 日(夜)間可目視蘇澳燈塔輪廓時，依第三點通報程序通知恢復船舶進出港申請作業，並解除暫時停止進出港申請作業。

四、臺中港船舶進出港管制標準

臺中港港址位在臺灣西海岸的中央，北距基隆港約 110 哩、南距高雄港約 120 哩航程，是臺灣西部平直沙岸上。海流方向沿海岸線呈東~西向間週期性往復運動，平均流速為 0.396 公尺/秒，最大流速為 2.597 公尺/秒(SW)，平均流向為西北向。臺中港平均波高約為 1.46 公尺，平均週期 6.3 秒，全年波向東北及西北向間為主，冬季(12 月~2 月)平均波高約為 2.13 公尺，夏季(6 月~8 月)平均波高約為 0.86 公尺。

臺中港務分公司為律定臺中港之船舶航行秩序，以維護及提高航行安全與效率，特編訂「臺中港船舶交通服務指南」^[19]。其中因能見度不佳之進出港管制規定如下：

(一) 能見度受限期間：臺中港濃霧期間為每年 2 月至 5 月間，易造成能見度受限。

1. 白天或夜晚之能見度，自信號臺無法目視到南內堤燈塔或燈塔發光點時(兩地相隔距離 740 公尺)。
2. 白天或夜晚之能見度，自信號臺能目視到南內堤燈塔或燈塔發光點，但無法目視到南防波堤燈塔或燈塔發光點時(兩地相隔距離 1,650 公尺)。

(二) 能見度受限期間船舶進出港管制基準：

1. 白天或夜晚之能見度，自信號臺無法目視到南內堤燈塔或燈塔發光點時(兩地相隔距離 740 公尺)，即暫停船舶進、出港航行作業。
2. 白天或夜晚之能見度，自信號臺能目視到南內堤燈塔或燈塔發光點，但無法目視到南防波堤燈塔或燈塔發光點時(兩地相隔距離 1,650 公尺)，船舶雷達性能或操縱性能較差者，得暫停進、出港航行作業。
3. 船舶應遵守「國際海上避碰規則」有關能見度受限制時之規定，並應保持 VHF 第 14 頻道及第 16 頻道無線電話守聽，加強人

員瞭望，注意附近水域航行船舶之動態，以維護各航行船舶之安全。

4. 當瞬間濃霧產生或能見度受限制時，船長應立即採取最安全之措施以維護航行安全。
5. 當能見度恢復，自信號臺可目視到南防波堤燈塔或燈塔發光點時，則全面開放船舶進、出港航行作業。

(三) LNG 船進港之天候條件限制之為當白天能見度小於 2 哩以內時。

五、高雄港船舶進出港管制標準

高雄港係臺灣最大的國際港埠，位於臺灣西南海岸，扼臺灣海峽與巴士海峽交匯之要衝，且港域遼闊腹地廣大，氣候溫和，臨海有狹長沙洲為港灣的天然防波堤，地理條件優良港灣形勢天成為一天然良港。是歐、美、亞海運必經之道，為臺灣進出口貨物之首要門戶與集散中心。

高雄港務分公司為加強港區船舶航行安全，維護水域交通安全秩序，保護水域環境，保障船舶、設施和人命財產安全，特訂定「高雄港船舶航行規定」^[20]。其中因能見度不佳之進出港管制規定如下：

颱風期間及平時期間，能見度達下列情況時，得暫停船舶進出港：

(一) 總噸位 500 以上船舶：

1. 一港口：能見度低於 1 千公尺(即第一信號台至一港防波堤口距離或第一信號台至中信順榮廠船塢距離)。
2. 二港口：能見度低於 1 哩(1,852 公尺，即 VTC 塔台至二港防波堤口距離或 VTC 塔台至 79W 與 80W 交接處距離)。

(二) 總噸位小於 500 船舶：能見度低於 500 公尺。

(三) 能見度不佳，引水人辦事處建議船舶暫停進出港。

六、花蓮港船舶進出港管制標準

花蓮港東濱太平洋，西依美崙山。花蓮港係屬人工開鑿，東西兩防波堤左右環抱，開口西南，防波堤內之港域區分為內、外港，自外港往

北經狹長航道而進入內港。港灣長度為 6,245 公尺，海底地質為硬砂土，最大潮差為 2.55 公尺。

花蓮港務分公司為維護花蓮港之船舶進出港秩序及提升航行安全與效率，特編訂「花蓮港船舶進出港作業服務指南」^[22]。其中因能見度不佳進行進出港管制規定如下：

(一) 依據本港能見度儀，如能見度數值小於 1 海浬(1852 公尺)，即管制本港進出港作業，如能見度儀數值未達管制標準，仍遇有能見度不佳之情形，引水人得依現況暫停作業。

(二) 俟能見度數值持續大於 1 海浬(1852 公尺)，恢復進出港作業。

七、布袋港船舶進出港管制標準

布袋港位於臺灣西南部沿海地區，港區功能以服務往來澎湖、金門的國內線離島航運為主。布袋港因地理位置擁有至澎湖離島的客運航線最短優勢，近年搭船至澎湖旅遊之人次逐年成長，加上結合港區周邊景點及資源，近年亦以觀光及親水性港口作為發展重點。目前布袋港主要進出船舶有客船、貨船，以及浚挖工作船、拖帶駁船、探測作業船、離岸風電運維船等均歸屬特種船舶。

高雄港務分公司布袋管理處為加強港區船舶航行安全，維護水域交通安全秩序，保護水域環境，保障船舶、設施和人命財產安全，特訂定「布袋商港船舶進出港管制基準」^[21]。有關因為能見度不佳進行進出港管制規定如後所述，平時期間及颱風期間，當港區目視港域航道之能見度不及 700 公尺時（以東三碼頭後線旅客服務中心出口處起算，至港嘴堤口兩側堤頭燈塔之直線距離為間距），應暫停船舶進、出港。

八、安平港船舶進出港管制標準

安平港南距臺灣最大貨櫃港-高雄港僅 23 海浬，為高雄港之輔助港，水域穩定度佳，平均潮差僅 0.57 公尺。安平港提供近洋航線外籍商船、化學品船、水泥船及離島航線國輪靠泊服務，貨物裝卸涵蓋液化品、水泥、礦石、雜貨及乾貨品等。安平港除為雲嘉南地區重大建設物資及農漁產品之進出口港外，積極朝向多元化發展，依所在區位及產業

特性，以「北觀光、南自貿」雙軸心方向推動，北港區配合鄰近景點設置遊艇碼頭區及觀光遊憩商業區，南邊則劃設自由貿易港區，發揮臺南地區產業優勢。

高雄港務分公司安平營運處為律定安平港之船舶航行秩序，以維護及提高航行安全與效率，特訂定「安平港船舶交通服務指南」^[23]，對能見度不佳之進出港管制未見特別著墨。

九、澎湖港船舶進出港管制標準

澎湖港位處臺灣西南離島地區，為一港二碼頭區型態，港區由馬公碼頭區及龍門尖山碼頭區構成，為發揮整體港埠之效益，馬公碼頭區以發展客運為主，龍門尖山碼頭區則以發展貨運為主。

「馬公碼頭區」，緊鄰馬公市，位於一馬蹄形天然灣澳內，港區遮蔽良好，風浪平穩，為澎湖群島對外海上交通客運運輸首要門戶，以發展國際郵輪與兩岸小三通及澎湖對外客運運輸為主，同時兼具觀光及親水遊憩功能。澎湖地區觀光資源豐沛，因此馬公碼頭區以觀光旅遊為主要發展方向，為開發國際郵輪市場，目前正規劃興建金龍頭郵輪碼頭等港埠設施，以提供大型郵輪靠泊。

「龍門尖山碼頭區」位於澎湖本島東岸，提供兩岸小三通貨運及澎湖對外海上貨運之進出，是砂石、油品、一般散雜貨及澎湖群島民生物資主要輸入之貨運港口，目前可供 5 千噸散雜貨輪靠泊，另為因應小三通常態化之發展，將繼續強化小三通與國內線所需港埠營運設施，以滿足澎湖地區貨物運輸需求，並加速兩岸通航港口貨物運輸之發展。

高雄港務分公司馬公管理處為律定澎湖港之船舶航行秩序，以維護及提高航行安全與效率，特訂定「澎湖港船舶交通服務指南」^[23]。其中因能見度不佳之進出港管制規定如下：

船舶進出港管制基準(平時及颱風期間能見度管制)：

(一)馬公碼頭區：當目視能見度不及 600 公尺(馬公港埠大樓至南側測天島紅色燈標)時，得暫停船舶進出港。

(二)龍門尖山碼頭區：當目視能見度不及 800 公尺(龍門辦公廳舍至西外廓堤頭)時，得暫停船舶進出港。

茲將各港務分公司(含附屬港)船舶之能見度進出港管制標準整理如表 2-2。

表 2-2 各港因能見度之船舶進出港管制標準

商港	能見度管制內容
基隆港	1.船舶長度超過 200 公尺以上之船舶，暫停船舶進出港管制標準： • 日間:航管中心管制塔台無法目視基隆港堤口紅色燈桿輪廓時(約 500 公尺) • 夜間:航管中心管制塔台無法目視基隆港堤口燈桿紅色發光點時。 2.船舶長度 200 公尺以內之船舶，暫時停止船舶進出港管制標準： • 日間:航管中心管制塔台無法目視東防波堤堤頭燈桿輪廓時(約 220 公尺)。 • 夜間:航管中心管制塔台無法目視東防波堤燈桿發光點時。 3.瞬間濃霧產生時，船舶進出港口行動由船長在安全原則下自行決定。
臺北港	日夜間均以信號臺無法目視東 14 碼頭時(約 600 公尺)，即暫停進出港。
蘇澳港	日夜間均以 VTS 無法目視蘇澳燈塔輪廓時(約 1 海浬)，即暫停進出港
臺中港	1. 日夜間自信號臺無法目視到南內堤燈塔或燈塔發光點(約 740 公尺)，即暫停進出港。 2. 日夜間自信號臺能目視到南內堤燈塔或燈塔發光點，但無法目視到南防波堤燈塔或燈塔發光點時(相隔 1,650 公尺)，船舶雷達性能或操縱性能較差者，得暫停進出港。
高雄港	1.總噸位 500 以上船舶： • 一港口：能見度低於 1000 公尺，即第一信號台至一港防波堤口距離或第一信號台至中信順榮廠船塢距離。 • 二港口：能見度低於 1 浬(1,852 公尺)，即 VTC 塔台至二港防波堤口距離或 VTC 塔台至 79W 與 80W 交接處距離。 2.總噸位小於 500 船舶：能見度低於 500 公尺。 3.能見度不佳，引水人辦事處建議船舶暫停進出港。
布袋港	當港區目視港域航道之能見度不及 700 公尺時(以東三碼頭後線旅客服務中心出口處起算，至港嘴堤口兩側堤頭燈塔之直線距離)，應暫停船舶進出港。
安平港	-
澎湖港	1. 馬公碼頭區：當目視能見度不及 600 公尺(馬公港埠大樓至南側測天島紅色燈標)時，得暫停船舶進出港。 2. 龍門尖山碼頭區：當目視能見度不及 800 公尺(龍門辦公廳舍至西外廓堤頭)時，得暫停船舶進出港。
花蓮港	1. 依據本港能見度儀數值小於 1 海浬(1852 公尺)，即管制本港進出港作業，如能見度儀數值未達管制標準，仍遇有能見度不佳之情形，引水人得依現況暫停作業。 2. 俟能見度數值持續大於 1 海浬(1852 公尺)，恢復進出港作業。

2.7 商港海氣象資訊系統簡介

即時的海氣象觀測與預測資訊，能讓船舶及海事相關人員瞭解當前及即將面臨的風速、浪高、海流、潮位、港內靜穩等情況，對於航行安全至關重要，可以避免船舶遇到強烈的風暴、海浪和其他惡劣天氣條

件，對於海上災防與應對也至關重要，海氣象資料在海洋相關活動中扮演著不可或缺的角色。為了讓船舶在進出港時，有更多的海氣象環境資訊提供港埠營運單位、航商等各界參考，運研所長期在基隆港、臺北港、臺中港、高雄港、花蓮港、蘇澳港、安平港、布袋港、澎湖港等商港設置即時海氣象觀測站，蒐集即時的風力、波浪、潮位、海流、能見度、港內靜穩度、地震(地表加速度)等資料，已累積四十餘年商港海氣象監測經驗，同時也發展海象模擬預測系統，提供波浪、潮位、海流等預測資訊給各界參考。

近年來全球海運重要港口都藉由資訊與通訊科技(Information and Communication Technology, ICT)發展智慧港口，期望船舶能夠像自動駕駛汽車一樣，達到自動進出港口、停泊碼頭與裝卸貨物之目標，其中即時海氣象觀測與預測資訊之提供則為相當重要的一環，尤其現今大型貨櫃船愈來愈多，且排水量愈來愈大，港埠營運單位必須精準掌握各項海氣象資訊，船舶方能順利進出港。港務公司負責經營與管理我國各商港，包含基隆港、臺北港、臺中港、布袋港、安平港、高雄港、花蓮港、蘇澳港、澎湖港等商港，在經濟發展上扮演了極重要的角色，自 106 年起委託本所設置更多的海氣象觀測站，並客製化「商港海氣象資訊系統」(<https://wwtf.twport.com.tw/twport/>) (以下簡稱本系統)，藉由資訊與通訊科技之技術，以綜合表(如圖 2.8 所示)及視覺化 GIS 地圖介面(如圖 2.9 所示)展示各商港的風力、潮汐、波浪、海流、能見度等即時觀測資料及模擬預測數據，並以不同燈號告警和 LINE 即時推播提供應變資訊。

本系統燈號告警分為「綠、黃、橙、紅」共 4 級警示，其中紅色燈號為最高警戒狀態、橙色燈號其次、黃色燈號再次之、綠色燈號則表示相對安全。另外，當平均風速超過橙燈門檻值時，會以 LINE 即時推播提供相關資訊。但若 3 小時內有同樣的燈號則不進行重覆推播，以避免頻繁推播造成洗版，反而降低警覺，推播詳如圖 2.10。此外，商港海氣象資訊系統後臺可針對各港口不同特性考量而設定不同之燈號門檻值，設定畫面詳如圖 2.11。

商港海氣象資訊系統 The Hong Kong Marine Information System of Coastal Weather and Tide 2024/12/09 09:53:54 登入註冊										
三 設定 顯示 1 10 15 分鐘平均風速 海氣象資訊 字體 小 中 大 繁體										
風速顏色 風速顏色 風速顏色 風速顏色 風速顏色 風速顏色 風速顏色 風速顏色 風速顏色 風速顏色 風速顏色 風速顏色										
港口	葵涌港	葵涌港	葵涌港	葵涌港	葵涌港	葵涌港	葵涌港	葵涌港	葵涌港	葵涌港
時間	12/09 09:50	12/09 09:50	12/09 09:50	12/09 09:50	12/09 09:50	12/09 09:50	12/09 09:50	12/09 09:50	12/09 09:50	12/09 09:50
平均風速	4級(5.6m/s)	3級(5.2m/s)	3級(5.5m/s)	2級(1.9m/s)	6級(12.3m/s)	2級(1.8m/s)	2級(3.3m/s)	4級(7.4m/s)	3級(3.8m/s)	5級(10.2m/s)
平均風向	東北	東北	西	西北	東北	西北	西北	東北	北	北
時間	12/09 09:10	12/09 09:00	非即時觀測	12/09 09:10	非即時觀測	12/09 09:10	12/09 09:10	12/09 09:10	12/09 09:00	12/09 08:00
港外波高(Hs,m)	2.0	2.1		1.7		1.0	0.9	0.6	0.6	1.3
風向	9.0	8.0		9.2		6.6	7.3	8.7	9.1	9.3
波向	東北	北		西北		西北	西北	南	西北	東北
波速	0.35m/s(0.17m/s)	0.2m/s(0.10m/s)		1.44m/s(0.72m/s)		0.2m/s(0.10m/s)	0.15m/s(0.07m/s)	0.2m/s(0.10m/s)	0.11m/s(0.05m/s)	0.5m/s(0.25m/s)
波速	西南	東北		東北		西南	東南	西	西南	東南
時間	12/09 09:20	12/09 09:20	12/09 09:20	12/09 09:20	12/09 09:20	12/09 09:20	12/09 09:20	12/09 09:20	12/09 09:20	12/09 09:20
港內波高(Hs,m)	0.20	0.16	0.25	0.06	0.03	0.15	0.17	0.12	0.17	0.06
時間	12/09 09:48	12/09 09:48	12/09 09:48	12/09 09:48	12/09 09:48	12/09 09:48	12/09 09:48	12/09 09:48	12/09 09:48	12/09 09:48
單位(TWVD,mm)	-0.57▲	-1.24▼	-0.03▲	-0.48▲	-1.66▼	-0.04▲	-0.05▲	-0.12▲	-0.57▼	-0.92▼
單位(CDL,mm)	0.35▲	0.19▼	0.89▲	0.23▲	1.01▼	0.51▲	0.50▲	0.35▲	0.53▼	0.56▼
風化率	滿潮12/09 16:17	乾潮12/09 10:36	滿潮12/09 12:52	滿潮12/09 13:00	乾潮12/09 10:44	滿潮12/09 15:33	滿潮12/09 15:33	滿潮12/09 16:19	乾潮12/09 10:11	乾潮12/09 10:44
時間	12/09 09:50	12/09 09:49	12/09 09:49	12/09 09:49	12/09 09:50	12/09 09:49	12/09 09:49	12/09 09:50	12/09 09:49	12/09 09:50
能見度	10.8等以上 (20公里以上)	非即時觀測	10.8等以上 (20公里以上)	10.8等以上 (20公里以上)	10.8等以上 (20公里以上)	10.8等以上 (20公里以上)	10.8等以上 (20公里以上)	10.8等以上 (20公里以上)	10.8等以上 (20公里以上)	10.8等以上 (20公里以上)
CWA時間	-	-	-	12/09 09:09	-	-	-	-	-	-
CWA位置	-	-	-	葵涌港(HWA)第1期	-	-	-	-	-	-
TTC時間	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TTC位置	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(註：為避免版面過於混亂，目前綠燈不特別標示)

圖 2.8 商港海氣象資訊系統文字版綜合表

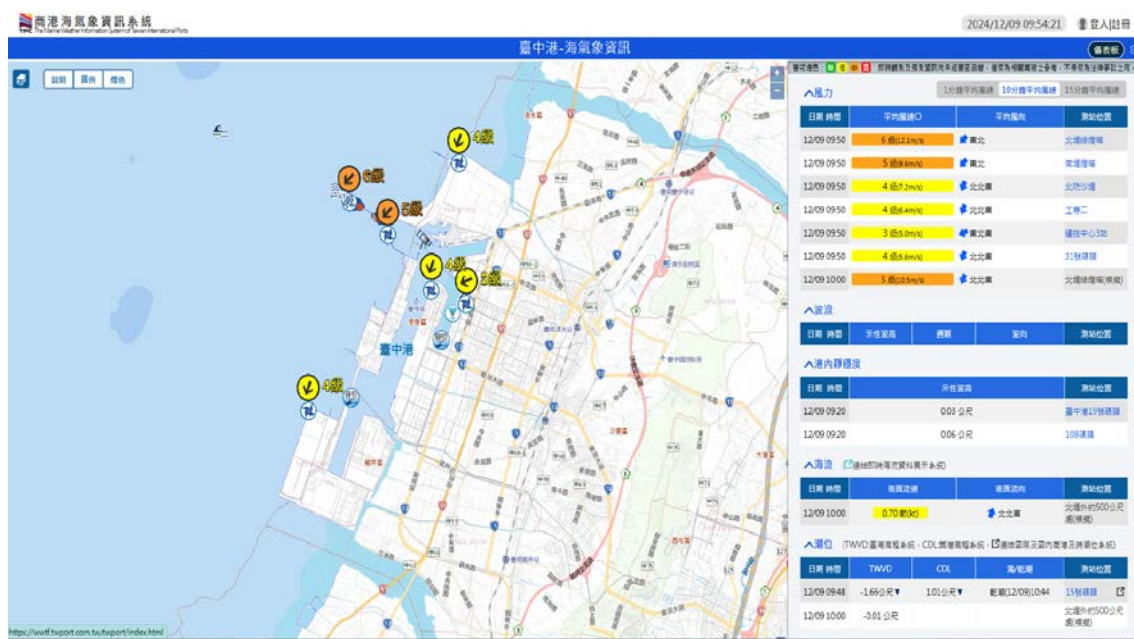


圖 2.9 商港海氣象資訊系統臺中港地圖版展示頁面



圖 2.10 商港海氣象資訊系統 Line 推播畫面

站別	項目	設備型號	設備位置	警報/預警	預警	警報	備註		
1	實測	波浪儀	基隆港防波堤主站	KJAW06H02	基隆港港外830公尺處	V	-	V	修改
2	實測	波浪儀	基隆港防波堤副站	KJAW07H02	基隆港港外450公尺處	V	V	V	修改
3	實測	風速計	-	-	-	V	-	-	修改
4	實測	風速計	光華燈	KLWD01new	光華燈	-	V	V	修改
5	實測	風速計	光華燈2站	KLWD04new	光華燈2站	V	-	V	修改
6	實測	風速計	西16碼頭	KLWD05M01	西16碼頭	V	-	-	修改
7	實測	浮標	基隆浮標	KLBU01	基隆港港外500公尺處	V	-	V	修改
8	實測	航標燈	航管中心	KLVS01	航管中心	V	-	V	修改
9	實測	航標燈	光華燈	KLVS02	光華燈	V	-	V	修改
10	實測	潮位計	基隆副站	KLTD01	基隆港港外光華燈碼頭	V	-	V	修改
11	實測	潮位計	基隆港(即淡水港)主站	KLTD02	基隆港	V	V	V	修改
12	實測	靜壓感	東7碼頭	KLHS01M20	東7碼頭	V	-	V	修改
13	實測	靜壓感	東12A碼頭	KLHS02M20	東12A碼頭	V	-	V	修改
14	實測	靜壓感	西27碼頭	KLHS03M20	西27碼頭	V	-	V	修改
15	模擬	波浪	基隆	-	基隆港港外約3500公尺處	V	-	-	修改
16	模擬	風	基隆	-	西33碼頭	V	-	-	修改
17	模擬	海況	基隆	-	基隆港港外約300公尺處	V	-	-	修改
18	模擬	潮位	基隆	-	基隆港港外約300公尺處	V	-	-	修改

新增測站: (名稱)
 (資料型態) 實測
 (備註)

****警報值設定****

項目	綠燈	黃燈	橘燈	紅燈	備註
平均風速(m/s)	3.299999	7.900000	13.800000		☒ 綠燈(綠燈與紅燈)
最大陣風風速(m/s)	13.300000	17.899999	23.799999		☐ 綠燈(綠燈與紅燈)
波高(m)	0.600000	1.5	3		☒ 綠燈(綠燈與紅燈)
流速(cm/s)	25	100	200		☒ 綠燈(綠燈與紅燈)
航標燈(m)	4000	2000	1000		☒ 綠燈(紅燈)
位置	CWA震度>2級,TTRC震度>3級				☒ 綠燈

圖 2.11 商港海氣象資訊系統燈號門檻值設定畫面

第三章 各港封港事件與能見度分析

根據前述研究動機、研究目的、相關文獻探討之結果後，本章主要說明各港封港事件與能見度分析，蒐集各港因能見度不佳而封港之案例，並與各港能見度儀觀測數據進行分析，俾能探討及提出各商港能見度告警機制之建議。3.1 節說明各港能見度儀測站設置現況；3.2 節說明各港能見度統計資料與特性分析；3.3 節說明各港因能見度封港之事件探討。

3.1 各港能見度儀測站設置現況

基於本所長期辦理臺灣主要商港海氣象觀測，累積多年調查技術及資料與系統設備建置等經驗，因此，港務公司委託本所執行為期 5 年的「海氣象監測及預警技術精進計畫」(111-115 年)，冀以能夠提升臺灣港埠包含臺北港、基隆港、蘇澳港、花蓮港、高雄港、安平港、布袋港、臺中港及澎湖港等 9 個商港之即時海氣象觀測；海氣象監測項目包含風力、波浪、潮位、海流、能見度、港內靜穩度等。並藉由這些海氣象資料庫或系統加值應用，提供資訊服務，方可有效地管理和分析港口相關資訊，提高商港運營效率，保障商港安全，並促商進港的永續發展。

上述計畫在各商港建置能見度測站，詳如表 3-1 所列，俾利掌握港區能見度變化，提供船舶航行安全、港口營運、港區防災等應用。各港能見度測站之位置，詳如圖 3.1 至圖 3.10。

各測站資訊回傳後，會即時進行觀測資料初步品管，並定期維護觀測資料庫及系統，提供後續展示網頁介接。彙整各港區與鄰近港區能見度資料，透過完整品管程序剔除謬誤數據，確保長期觀測統計資料品質與正確性。另外，測站儀器長期置於高濕度及鹽度之港區，日經月累便易損壞或者量測資料準確性降低，為使儀器維持正常運作及提升資料之精確性，每年需採購儀器備品以便於定期汰換或搶修作業時更換。

表 3-1 各商港能見度測站列表^[24]

商港	地點說明	類別	儀器類別	電力	觀測時間
基隆港	航管中心	主站	SWS-100	市電	2022/10/26~迄今
基隆港	光華塔	副站	SWS-100	市電	2023/07/13~迄今
臺北港	行政大樓/信號臺	主站	SWS-100	市電	2022/10/27~迄今
蘇澳港	信號臺	主站	SWS-100	市電	2022/11/22~迄今
臺中港	北內堤	主站	SWS-100	太陽能	2022/10/05~迄今
臺中港	運技中心	副站	SWS-050	市電	2022/04/15~迄今
高雄港	一港口信號臺	主站	SWS-100	市電	2022/11/14~迄今
高雄港	63-64碼頭	副站	SWS-100	太陽能	2022/11/03~迄今
高雄港	二港口信號臺	主站	SWS-100	市電	2023/09/22~迄今
花蓮港	西突堤平臺	主站	SWS-050	太陽能	2022/09/27~迄今
布袋港	雷達塔柱	主站	SWS-100	市電	2022/11/18~迄今
安平港	新信號臺	主站	SWS-050	市電	2022/09/26~迄今
澎湖港	馬公案山漁港	主站	SWS-100	太陽能	2022/10/14~迄今
澎湖港	龍門辦公室頂樓	主站	SWS-100	市電	2022/10/13~迄今

由表 3-1，可看出臺北港、基隆港、蘇澳港港、安平港、高雄港之能見度測站位置係位於信號臺，其他如花蓮港、臺中港、布袋港、澎湖港等測站位置則非位於信號臺。另由表 3-1，基隆港、臺中港、高雄港皆有主副 2 站能見度站，依本研究需求，故以下僅就信號臺測站或最鄰近信號臺的主站進行探討，研究範圍不包含副站。

能見度儀廠牌型號為英國 Biral 公司之 SWS-100 機型，英國 Biral 公司以超過 20 餘年所累積的豐富經驗與驗證記錄，推出多款頗具聲譽的能見度儀，SWS-100 為相對平價且高效率機型，廣泛應用於各個領域。SWS-100 所使用的 45°前向散射角和 850nm 紅外線光源可在所有天氣條件下提供最佳的能見度測量精度，與所有 Biral 能見度和當前天氣感測器一樣，SWS-100 採用 2kHz 光源調製，結合窄通帶光學濾波器和接收器同步檢測，以確保測量不受明亮或閃光的影響。這種設計還確保感測器準確報告降水期間的能見度，同時可以準確報告毛毛雨、降雨和降雪。水平罩設計消除了由表面反射引起的問題，而表面反射是採用俯視罩幾何結構的感測器的誤差來源。SWS-100 之規格詳如表 3-2。

表 3-2 SWS-100 能見度儀規格^[25]

測量	能見度、MO R 當前天氣(毛毛雨、降雨和降雪)
輸出	RS232、RS422 或 RS485 0 - 10 伏 4-20mA(可選) 2 個閾值和 1 個故障繼電器
測量原理	前向散射 45°
測量誤差	1,500 公尺處為 5%
感測器電源	9 – 36V DC (5.2 W)
罩加熱功率	24 V 交流或直流 (24W)
窗戶加熱和污染監測	Fitted
工作溫度	-40°C 至 60°C
工作濕度	0 ~ 100% 相對濕度
防護等級	IP66/IP67
重量	4.2公斤

各港之能見度測站大多建置於 2022 年底，所以目前累積約 2 年的能見度歷史資料，惟高雄港第二港口能見度測站是 2023 年 9 月時建置，所以僅累積約 1 年的歷史資料，這些能見度歷史觀測資料將提供後續 3.3 節進行各港因能見度封港事件探討時之用，及 4.3 節透過各港能見度歷史資料分析，進而探討各港能見度告警建議與評估，提供港務公司訂定各港能見度告警機制之參據。

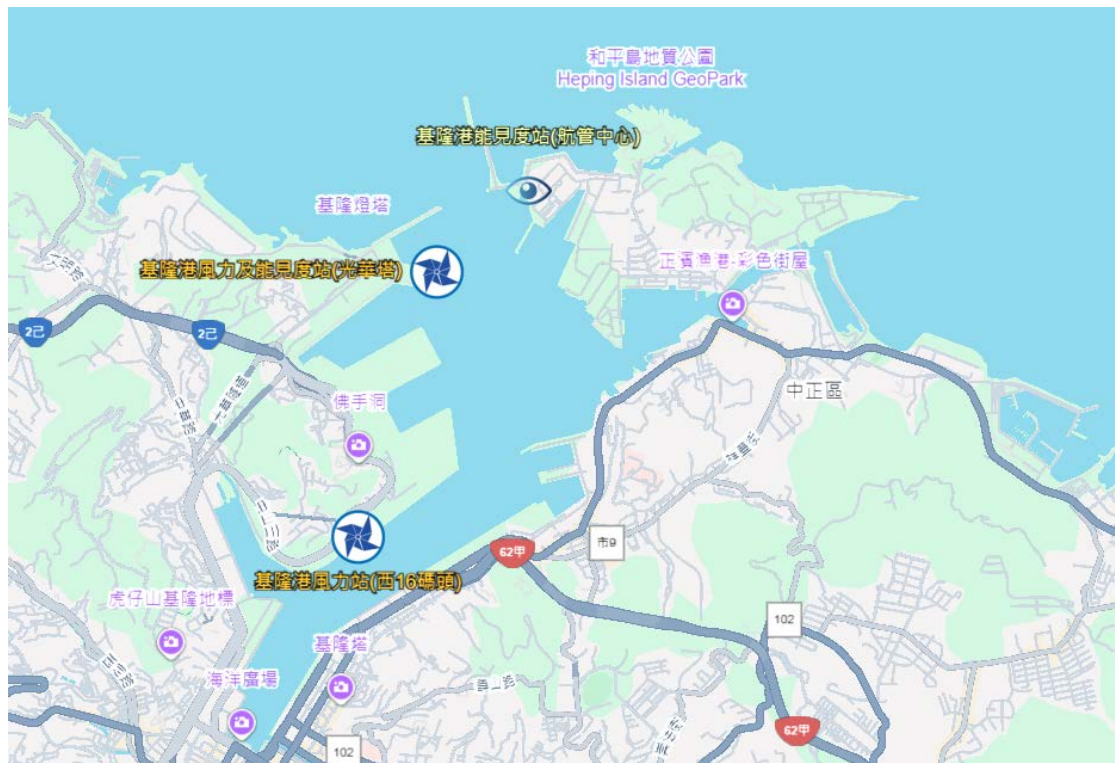


圖3.1 基隆港能見度測站位置圖

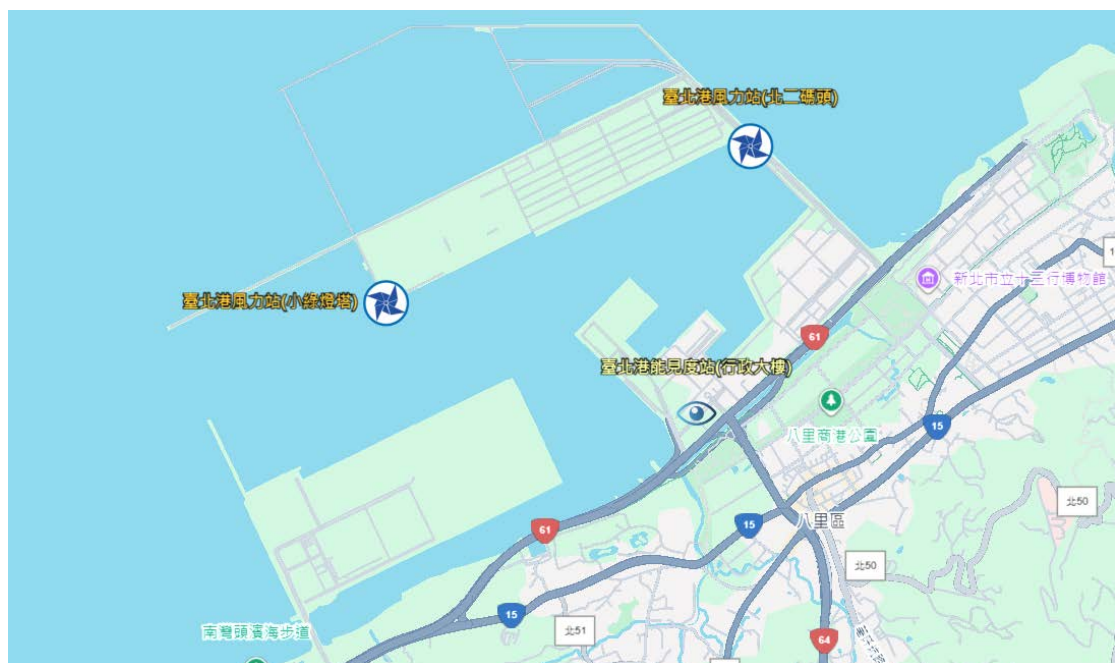


圖3.2 臺北港能見度測站位置圖

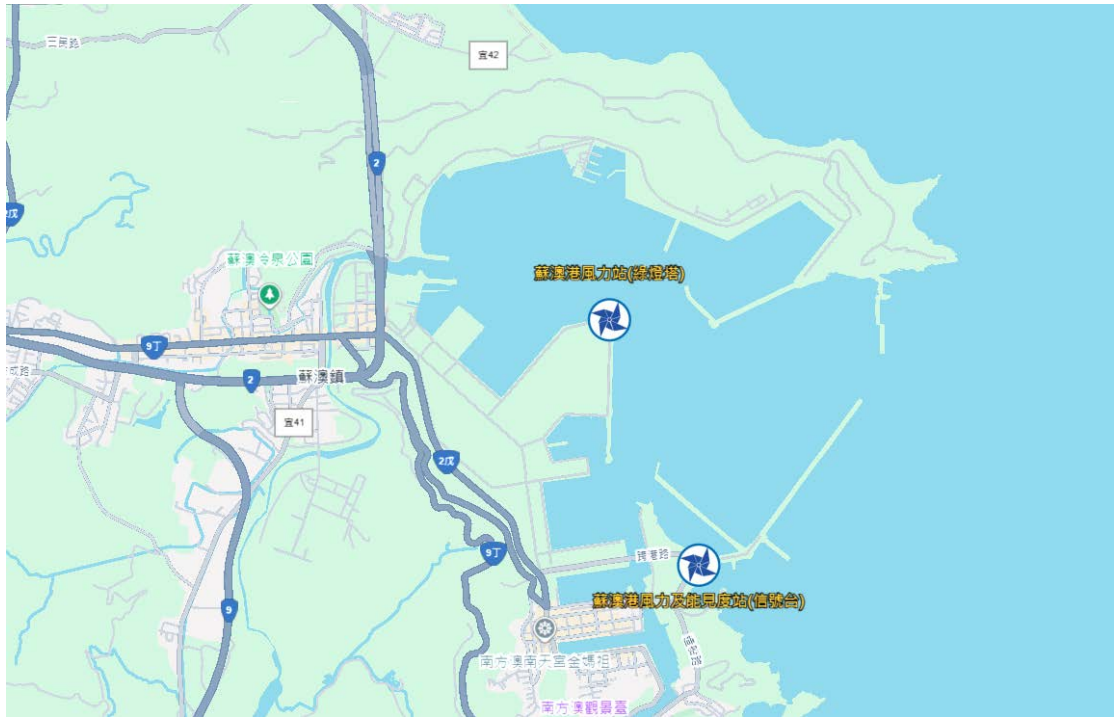


圖3.3 蘇澳港能見度測站位置圖

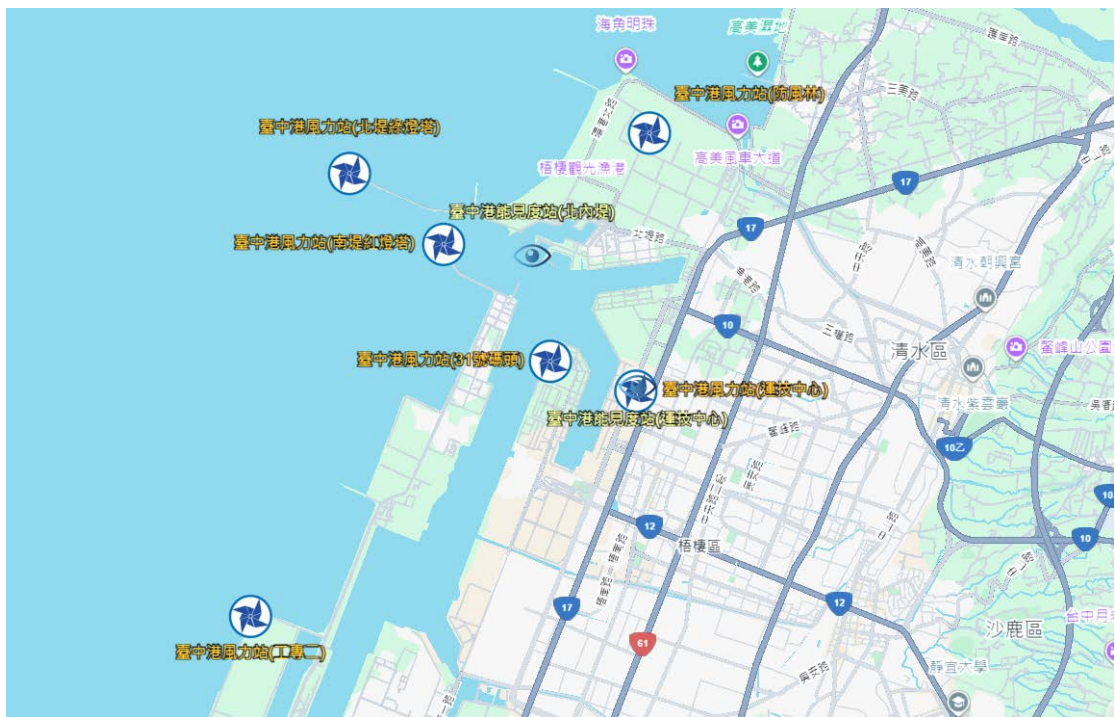


圖3.4 臺中港能見度測站位置圖

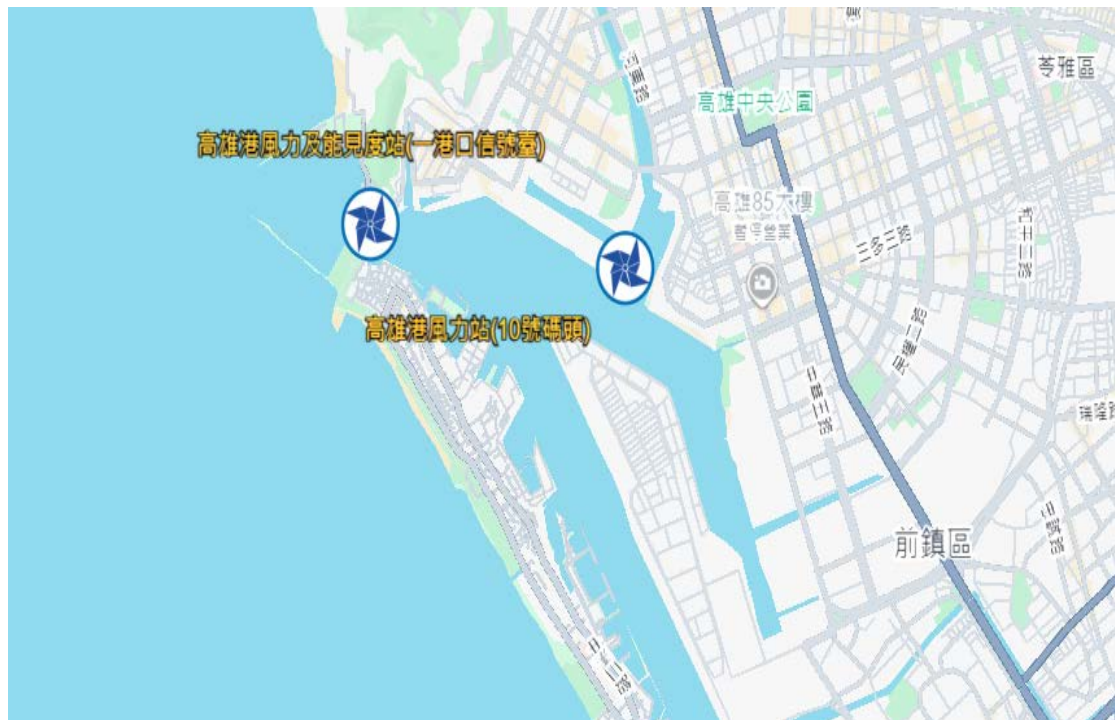


圖3.5 高雄第一港口能見度測站位置圖



圖3.6 高雄第二港口能見度測站位置圖

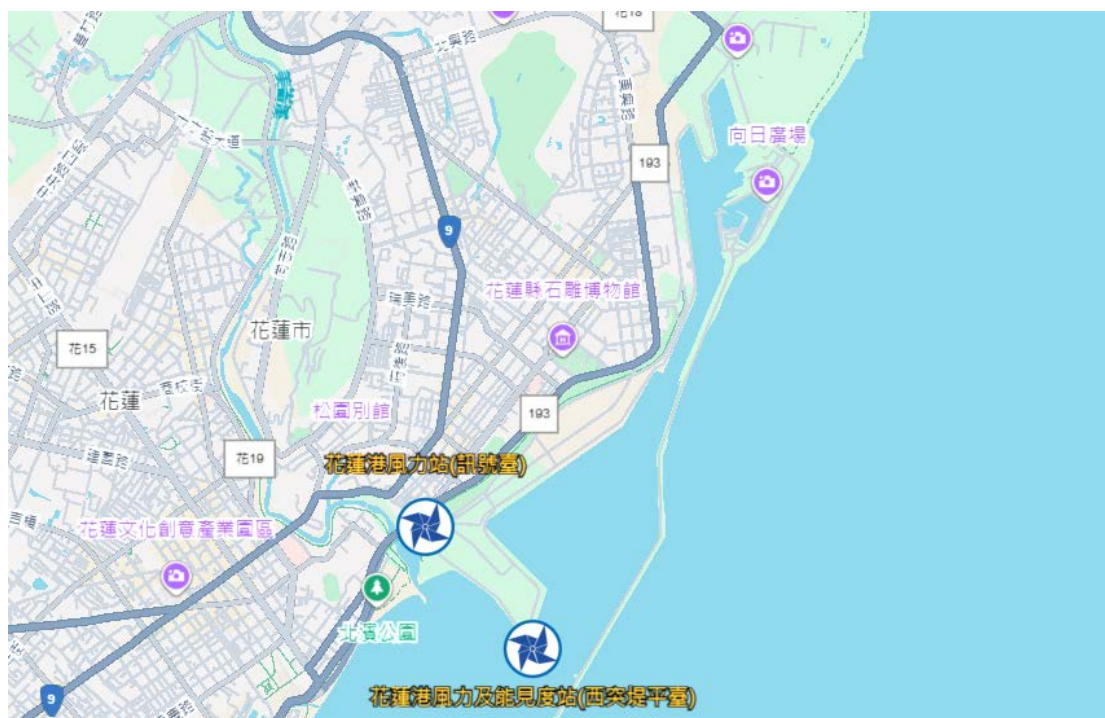


圖3.7 花蓮港能見度測站位置圖

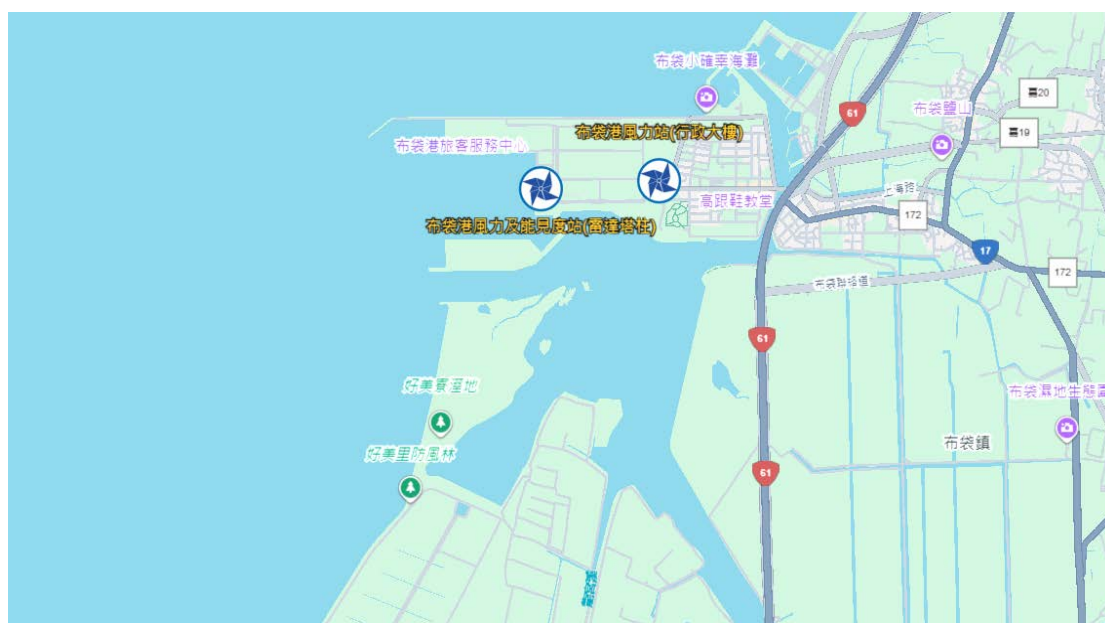


圖3.8 布袋港能見度測站位置圖

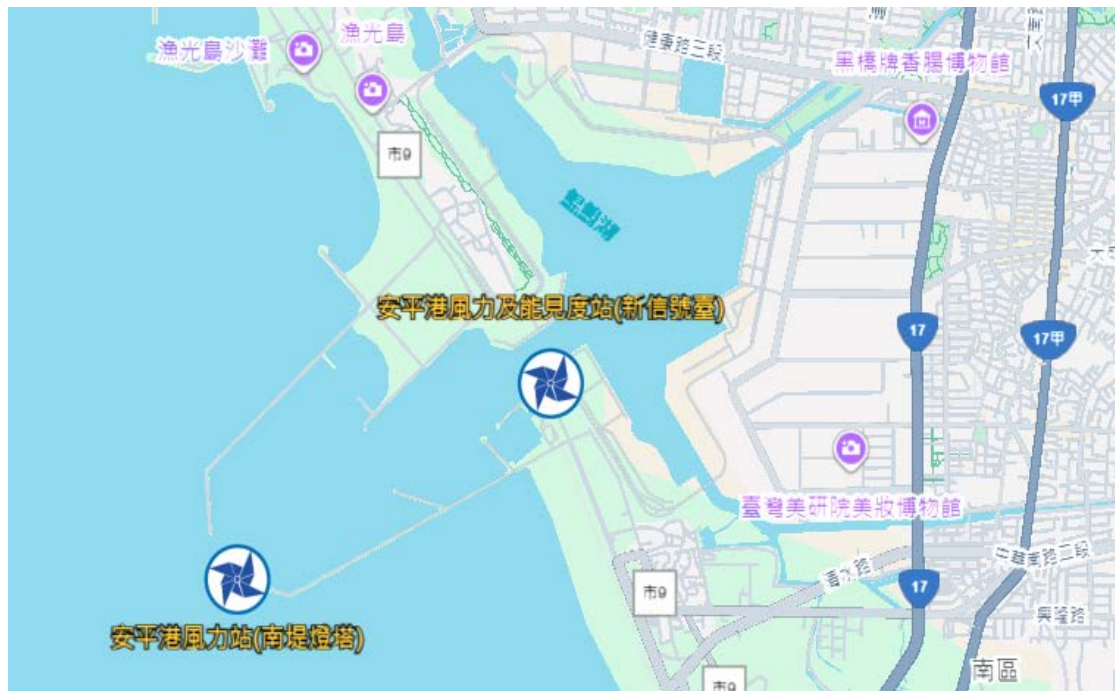


圖3.9 安平港能見度測站位置圖

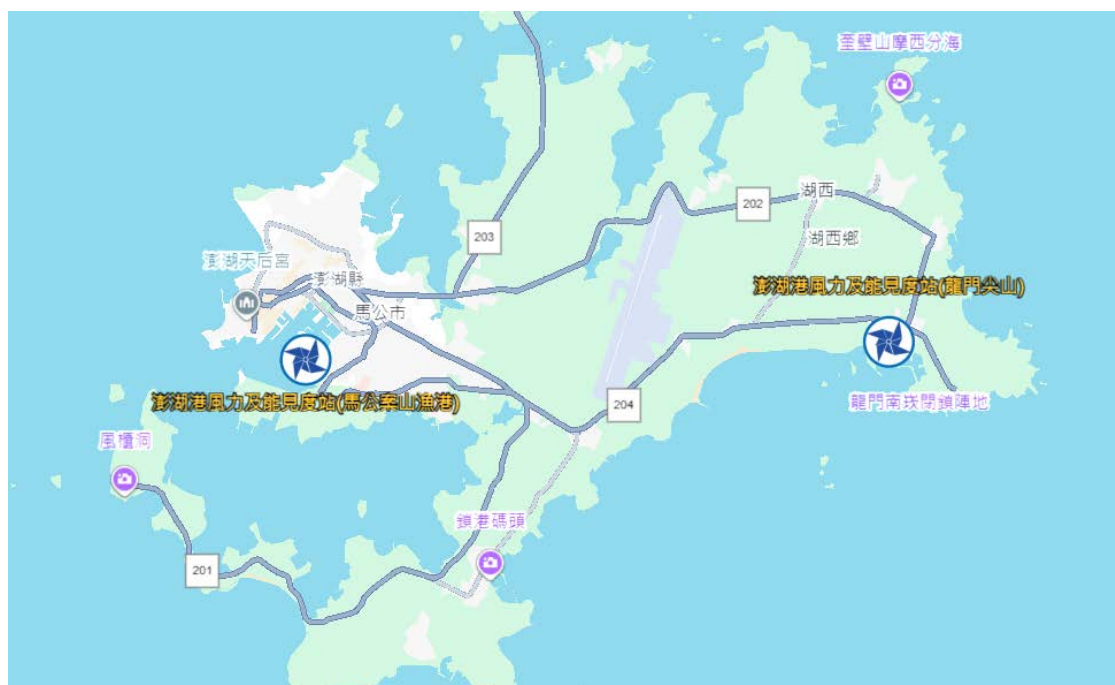


圖3.10 澎湖港能見度測站位置圖

3.2 各港能見度統計資料與特性分析

依據在能見度分級依照 WMO 電碼手冊之能見度編報規範，將能見度分為 10 個級距，包括 50 公尺以下、50~200 公尺、200~500 公尺、500~1000 公尺、1~2 公里、2~4 公里、4~10 公里、10~20 公里、20~50 公里，以及 50 公里以上。故商港海氣象資訊系統之能見度展示亦遵循此規則。表 3-3a 至表 3.3k 分別為各港各月份能見度級距佔比。

表 3-3a 為基隆港 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比資料，在 1 月、2 月、3 月、4 月、10 月、11 月、12 月份較常發生低能見度(當月發生機率大於 15%者低於 10 公里)的情形，特別在冬季及初春(12 月、1 月、2 月)更常發生低能見度，當月約有 10~25% 的機率會低於 4 公里。

表 3-3b 為臺北港 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比資料，在 2 月、12 月份能見度較常發生低能見度(當月發生機率大於 15%者低於 10 公里)的情形，各月份能見度大致都超過 10 公里以上。

表 3-3c 為蘇澳港 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比資料，在 1 月、2 月、10 月、11 月、12 月份較常發生低能見度(當月發生機率大於 15%者低於 10 公里)的情形，特別在冬季及初春(12 月、1 月、2 月)更常發生低能見度，當月約有 8~20%的機率會低於 4 公里。

表 3-3d 為臺中港 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比資料，當月發生機率大於 15%者低於 10 公里者最高為 7 月(6.43%)，主要係 2024 年 7 月 23 日至 26 日因凱米颱風之雨勢過大造成長時間低能見度。其餘各月份能見度大致都超過 10 公里以上。

表 3-3e 為高雄第一港口 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比資料，在 10 月、11 月份較常發生低能見度(當月發生機率大於 15%者低於 10 公里)的情形，主要係 2024 年 10 月 2 日至 3 日受山陀兒颱風影響、2024 年 11 月 16 日受天兔颱風影響，因雨勢過大造成長時間低能見度。另 1 月份容易受空污影響能見度情形，但能

見度上可達 4 公里以上。其餘各月份能見度大致都超過 10 公里以上。

表 3-3f 為高雄第二港口 2023 年 10 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比資料，在 10 月、11 月份較常發生低能見度(當月發生機率大於 15%者低於 10 公里)的情形，主要係 2024 年 10 月 2 日至 3 日受山陀兒颱風影響、2024 年 11 月 16 日受天兔颱風影響，因雨勢過大造成長時間低能見度。其餘各月份能見度大致都超過 10 公里以上。

表 3-3g 為花蓮港 2022 年 10 月至 2024 年 10 月各月份能見度級距佔比資料，在 1 月、10 月、11 月份較常發生低能見度(當月發生機率大於 10%者低於 10 公里)的情形，其中 10 月及 11 月主要係 2023 年 10 月 4 日至 6 日受小犬颱風影響、2024 年 10 月 30 日至 11 月 2 日受康芮颱風影響，因雨勢過大造成長時間低能見度。其餘各月份能見度大致都超過 10 公里以上。

表 3-3h 為布袋港 2023 年 10 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比資料，在 1 月、2 月、3 月、4 月、10 月份較常發生低能見度(當月發生機率大於 10%者低於 10 公里)的情形，其容易受空污影響能見度，但能見度上可達 4 公里以上。

表 3-3i 為安平港 2023 年 10 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比資料，在 1 月、2 月、3 月、4 月、10 月、11 月份較常發生低能見度(當月發生機率大於 10%者低於 10 公里)的情形，其容易受空污影響能見度，但能見度上可達 4 公里以上。

表 3-3j 及表 3-3k 分別為澎湖港馬公及龍門 2023 年 10 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比資料，各月份能見度大致都超過 10 公里以上。

從各港能見度分析結果，以北部商港容易受到冷空氣等鋒面影響，造成起霧情形(低於 2 公里以下能見度)，在冬季船舶進出港需特別留意，在南部港口受空氣品質不佳影響能見度，特別在冬季及春季因空氣對流擴散不佳，略為造成能見度下降，東部、中部及離島港口全年能見度大致超過 10 公里以上，僅少數時段因大雨造成之能見度低下情形，屬於能見度較佳的港口^[24]。

表 3-3a 基隆港 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比

單位：%

能見度 日期	0~50 m	50- 199m	199~ 499m	500~ 999m	1~ 2km	2~ 4km	4~ 10km	10~ 20km	20~ 50km	50km 以上
2022.12	0.00	0.00	0.24	1.46	8.72	15.34	18.31	15.73	40.21	0.00
2023.01	0.00	0.13	0.11	0.11	1.48	7.08	17.79	27.02	46.28	0.00
2023.02	0.00	1.26	0.60	0.52	4.37	10.59	15.97	20.96	45.73	0.00
2023.03	0.00	0.00	0.00	0.11	0.83	3.97	12.95	26.88	55.26	0.00
2023.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	2.66	9.49	31.16	56.41	0.00
2023.05	0.00	0.00	0.02	0.11	0.40	2.51	7.84	18.48	70.63	0.00
2023.06	0.00	0.00	0.00	0.12	0.09	0.23	1.94	8.98	88.63	0.00
2023.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.52	2.87	96.5	0.00
2023.08	0.00	0.00	0.02	0.04	0.16	0.38	1.90	8.60	88.89	0.00
2023.09	0.00	0.00	0.00	0.05	0.14	0.44	3.45	14.75	81.18	0.00
2023.10	0.00	0.00	0.11	0.29	0.81	2.15	9.90	15.68	71.06	0.00
2023.11	0.00	0.00	0.00	0.07	1.23	3.63	7.96	9.28	77.82	0.00
2023.12	0.00	0.00	0.11	0.22	1.05	7.50	17.47	21.80	51.84	0.00
2024.01	0.00	0.53	0.01	0.15	0.99	3.11	11.26	24.59	59.36	0.00
2024.02	0.00	0.55	0.42	0.15	3.53	13.18	23.07	24.98	34.12	0.00
2024.03	0.00	0.01	0.18	0.20	0.98	4.02	12.77	30.17	51.67	0.00
2024.04	0.00	0.05	0.03	0.12	0.63	1.90	13.82	30.07	53.38	0.00
2024.05	0.00	0.01	0.05	0.23	0.87	1.80	5.06	14.42	77.56	0.00
2024.06	0.00	0.00	0.04	0.08	0.65	2.22	3.81	5.72	87.48	0.00
2024.07	0.00	0.04	0.11	0.14	0.46	0.81	1.92	2.47	94.05	0.00
2024.08	0.00	0.00	0.03	0.04	0.01	0.08	0.40	5.78	93.66	0.00
2024.09	0.00	0.00	0.04	0.08	0.65	2.22	3.81	5.72	87.48	0.00
2024.10	0.00	0.27	1.21	2.02	3.29	4.09	10.77	21.55	56.80	0.00
2024.11	0.00	0.00	0.03	0.46	3.26	6.47	13.19	22.02	54.57	0.00
平均佔比	0.00	0.12	0.14	0.28	1.45	4.02	9.39	17.07	67.52	0.00

資料來源：[24] 及本研究整理

表 3-3b 臺北港 2022 年 12 月至 2024 年 10 月各月份能見度級距佔比

單位：%

能見度 日期	0~50 m	50- 199m	199~ 499m	500~ 999m	1~ 2km	2~ 4km	4~ 10km	10~ 20km	20~ 50km	50km 以上
2022.12	0.00	0.00	0.01	0.06	0.44	5.01	13.21	16.08	65.20	0.00
2023.01	0.00	0.07	0.25	0.16	0.20	0.69	7.44	22.13	69.06	0.00
2023.02	0.00	0.27	2.31	0.92	0.99	2.78	11.63	26.49	54.61	0.00
2023.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	2.87	14.52	82.57	0.00
2023.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	1.99	20.19	77.73	0.00
2023.05	0.00	0.00	0.00	0.04	0.45	1.68	6.77	13.17	77.84	0.00
2023.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.42	1.48	5.60	92.48	0.00
2023.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.11	0.25	1.19	98.41	0.00
2023.08	0.00	0.00	0.02	0.04	0.11	0.36	1.43	3.85	94.18	0.00
2023.09	0.00	0.00	0.00	0.05	0.09	0.28	0.95	6.2	92.43	0.00
2023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	1.55	4.97	10.62	82.73	0.00
2023.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	1.99	8.91	89.07	0.00
2023.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	5.06	21.95	72.56	0.00
2024.01	0.00	0.00	0.28	0.25	0.16	0.99	6.24	22.43	69.65	0.00
2024.02	0.00	0.10	1.27	0.43	0.33	0.68	5.43	27.17	64.59	0.00
2024.03	0.00	0.01	0.03	0.07	0.09	0.34	4.27	21.44	73.75	0.00
2024.04	0.00	0.00	0.00	0.07	0.08	0.48	4.96	26.41	68.00	0.00
2024.05	0.01	0.00	0.04	0.02	0.11	0.31	1.97	11.05	86.49	0.00
2024.06	0.00	0.00	0.01	0.08	0.45	2.02	3.79	3.48	90.17	0.00
2024.07	0.00	0.00	0.03	0.05	0.19	0.48	2.24	2.47	94.54	0.00
2024.08	0.00	0.00	0.00	0.04	0.15	0.25	0.67	8.32	90.57	0.00
2024.09	0.00	0.00	0.08	0.46	0.89	1.37	3.11	7.59	86.50	0.00
2024.10	0.00	0.00	0.02	0.06	0.07	2.86	10.72	15.71	69.93	0.00
平均佔比	0.00	0.02	0.19	0.12	0.22	1.01	4.50	13.78	80.13	0.00

資料來源：^[24] 及本研究整理

表 3-3c 蘇澳港 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比

單位：%

能見度 日期	0~50 m	50- 199m	199~ 499m	500~ 999m	1~ 2km	2~ 4km	4~ 10km	10~ 20km	20~ 50km	50km 以上
2022.12	0.00	0.00	0.07	0.89	6.12	14.38	13.93	7.52	57.09	0.00
2023.01	0.00	0.00	0.00	0.04	1.41	6.74	9.79	12.86	69.15	0.00
2023.02	0.00	0.00	0.00	0.32	2.63	7.96	12.85	12.20	64.04	0.00
2023.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	2.67	5.00	13.04	78.99	0.00
2023.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	1.20	5.28	24.28	69.07	0.00
2023.05	0.00	0.00	0.00	0.09	0.31	1.23	8.13	19.98	70.25	0.00
2023.06	0.00	0.00	0.00	0.21	0.56	1.88	3.68	13.31	80.37	0.00
2023.07	0.00	0.00	0.04	0.04	0.20	0.52	2.40	7.66	89.13	0.00
2023.08	0.00	0.00	0.00	0.07	0.22	0.20	1.23	10.60	87.68	0.00
2023.09	0.00	0.00	0.19	0.46	0.63	1.44	2.78	7.11	87.41	0.00
2023.10	0.00	0.00	0.04	0.25	1.46	4.41	10.62	12.43	70.79	0.00
2023.11	0.00	0.00	0.00	0.07	2.50	8.84	8.50	6.85	73.24	0.00
2023.12	0.00	0.00	0.00	0.02	1.23	9.57	14.22	9.66	65.30	0.00
2024.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.55	2.53	6.23	15.03	75.65	0.00
2024.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	3.26	8.93	15.91	71.49	0.00
2024.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.90	5.32	15.37	78.39	0.00
2024.04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.23	1.43	10.39	30.14	57.80	0.00
2024.05	0.00	0.01	0.00	0.07	0.31	1.02	2.77	6.49	89.33	0.00
2024.06	0.00	0.00	0.07	0.16	0.72	2.08	5.48	11.13	80.36	0.00
2024.07	0.00	0.40	0.44	0.75	1.34	1.82	3.53	3.89	87.83	0.00
2024.08	0.01	0.00	0.00	0.01	0.05	0.13	0.60	4.40	94.80	0.00
2024.09	0.00	0.01	0.28	0.45	0.81	0.97	2.20	6.40	88.88	0.00
2024.10	0.01	0.17	0.81	1.56	2.97	6.28	9.53	13.92	64.75	0.00
2024.11	0.00	0.00	0.10	0.51	3.74	12.74	15.11	11.68	56.12	0.00
平均佔比	0.00	0.02	0.09	0.25	1.20	3.93	7.02	12.16	75.33	0.00

資料來源：^[24] 及本研究整理

表 3-3d 臺中港 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比

單位：%

能見度 日期	0~50 m	50- 199m	199~ 499m	500~ 999m	1~ 2km	2~ 4km	4~ 10km	10~ 20km	20~ 50km	50km 以上
2022.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.51	0.72	98.76	0.00
2023.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.07	0.87	1.93	96.93	0.00
2023.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.72	1.54	2.06	95.21	0.00
2023.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.0	0.00
2023.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.25	8.19	91.53	0.00
2023.05	0.00	0.00	0.00	0.11	0.38	0.27	3.61	15.08	80.56	0.00
2023.06	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.30	1.06	4.07	94.51	0.00
2023.07	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.07	0.27	2.04	97.58	0.00
2023.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.34	0.52	4.70	94.35	0.00
2023.09	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.02	1.13	9.07	89.70	0.00
2023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	3.23	7.30	89.20	0.00
2023.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.74	98.26	0.00
2023.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.0	0.00
2024.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.19	0.21	99.36	0.00
2024.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.84	0.93	6.10	92.07	0.00
2024.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	1.79	98.15	0.00
2024.04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.12	0.51	99.28	0.00
2024.05	0.00	0.00	0.00	0.03	0.10	0.11	0.68	3.81	95.26	0.00
2024.06	0.00	0.00	0.01	0.03	0.11	0.22	0.94	2.44	96.25	0.00
2024.07	0.02	0.30	0.32	0.52	0.68	0.87	3.72	3.58	90.01	0.00
2024.08	0.00	0.01	0.01	0.04	0.10	0.26	1.35	8.31	89.93	0.00
2024.09	0.00	0.00	0.01	0.07	0.14	0.36	3.22	12.23	83.96	0.00
2024.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37	5.22	93.42	0.00
2024.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.0	0.00
平均佔比	0.00	0.01	0.01	0.04	0.10	0.21	1.06	4.21	94.35	0.00

資料來源：[24] 及本研究整理

**表 3-3e 高雄第一港口 2022 年 12 月至 2024 年 11 月
各月份能見度級距佔比**

單位：％

能見度 日期	0~50 m	50- 199m	199~ 499m	500~ 999m	1~ 2km	2~ 4km	4~ 10km	10~ 20km	20~ 50km	50km 以上
2022.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.11	1.53	8.97	89.36	0.00
2023.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.13	28.56	61.31	0.00
2023.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	18.53	77.75	0.00
2023.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	4.48	95.50	0.00
2023.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	5.25	14.44	80.28	0.00
2023.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.09	3.34	16.76	79.75	0.00
2023.06	0.00	0.00	0.00	0.14	0.28	0.69	1.53	4.75	92.62	0.00
2023.07	0.00	0.00	0.00	0.09	0.56	1.41	2.31	3.03	89.61	0.00
2023.08	0.00	0.00	0.07	0.09	0.25	0.47	2.51	18.71	77.91	0.00
2023.09	0.00	0.00	0.23	0.63	0.74	0.86	4.14	12.62	80.79	0.00
2023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	3.20	19.87	76.84	0.00
2023.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.56	17.45	78.98	0.00
2023.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.21	15.34	83.45	0.00
2024.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	19.25	79.34	0.00
2024.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	8.33	91.59	0.00
2024.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	7.48	92.51	0.00
2024.04	0.00	0.00	0.03	0.19	0.24	0.38	0.75	2.25	96.15	0.00
2024.05	0.00	0.01	0.02	0.20	0.50	0.95	9.13	16.66	72.54	0.00
2024.06	0.00	0.00	0.06	0.13	0.28	0.37	1.92	5.52	91.71	0.00
2024.07	0.00	0.17	0.66	0.94	1.36	1.67	4.94	5.85	84.41	0.00
2024.08	0.00	0.01	0.03	0.36	0.52	0.94	2.40	5.38	90.35	0.00
2024.09	0.00	0.01	0.08	0.28	0.50	1.02	3.52	13.88	80.71	0.00
2024.10	0.02	0.20	0.46	0.50	1.03	2.35	11.81	29.01	54.63	0.00
2024.11	0.00	0.00	0.02	0.15	0.19	0.73	18.58	34.68	45.65	0.00
平均佔比	0.00	0.02	0.07	0.15	0.27	0.51	4.04	13.83	80.99	0.00

資料來源：^[24] 及本研究整理

表 3-3f 高雄第二港口 2023 年 10 月至 2024 年 11 月
各月份能見度級距佔比

單位：％

能見度 日期	0~50 m	50- 199m	199~ 499m	500~ 999m	1~ 2km	2~ 4km	4~ 10km	10~ 20km	20~ 50km	50km 以上
2023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.24	7.07	25.05	67.59	0.00
2023.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.47	28.08	65.45	0.00
2023.12	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.09	4.08	27.91	67.88	0.00
2024.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	3.16	31.18	65.65	0.00
2024.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	19.33	80.44	0.00
2024.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.25	22.10	76.64	0.00
2024.04	0.00	0.00	0.06	0.23	0.38	0.27	0.78	9.50	88.78	0.00
2024.05	0.00	0.00	0.08	0.06	0.10	0.36	7.35	23.63	68.41	0.00
2024.06	0.00	0.03	0.09	0.16	0.26	0.40	1.66	3.40	94.00	0.00
2024.07	0.00	0.26	0.77	0.77	0.92	0.95	2.44	7.00	86.89	0.00
2024.08	0.00	0.01	0.17	0.27	0.54	0.85	2.57	5.13	90.45	0.00
2024.09	0.00	0.08	0.24	0.49	0.69	0.69	3.72	13.78	80.33	0.00
2024.10	0.04	0.11	0.14	0.57	0.85	2.14	14.39	30.13	51.63	0.00
2024.11	0.00	0.01	0.06	0.12	0.24	0.39	16.53	33.65	49.00	0.00
平均佔比	0.00	0.04	0.12	0.19	0.29	0.46	5.12	19.99	73.80	0.00

資料來源：本研究整理

表 3-3g 花蓮港 2022 年 12 月至 2024 年 10 月各月份能見度級距佔比

單位：%

能見度 日期	0~50 m	50- 199m	199~ 499m	500~ 999m	1~ 2km	2~ 4km	4~ 10km	10~ 20km	20~ 50km	50km 以上
2022.12	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.45	1.75	5.85	91.90	0.00
2023.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.72	3.54	8.04	13.93	73.75	0.00
2023.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.67	3.57	9.03	86.71	0.00
2023.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	2.20	6.74	90.82	0.00
2023.04	0.00	0.00	0.07	0.39	0.25	1.02	5.32	16.06	76.88	0.00
2023.05	0.00	0.00	0.00	0.02	0.63	2.28	9.27	16.80	70.99	0.00
2023.06	0.00	0.00	0.19	0.44	0.76	1.62	4.47	8.52	84.00	0.00
2023.07	0.00	0.00	0.13	0.34	0.47	1.10	2.58	7.55	87.84	0.00
2023.08	0.00	0.00	0.04	0.07	0.38	0.25	1.61	7.75	89.90	0.00
2023.09	0.00	0.05	0.09	0.42	0.72	1.06	2.73	5.69	89.24	0.00
2023.10	0.00	0.00	0.00	0.16	0.56	2.17	7.15	14.09	75.87	0.00
2023.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.58	3.56	98.81	0.00
2023.12	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.65	3.72	18.79	76.77	0.00
2024.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	1.36	12.42	86.14	0.00
2024.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.61	5.23	11.06	83.05	0.00
2024.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.22	2.79	20.58	76.40	0.00
2024.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	1.83	9.65	88.36	0.00
2024.05	0.00	0.01	0.04	0.10	0.20	0.86	3.52	6.34	88.93	0.00
2024.06	0.00	0.01	0.08	0.14	0.27	0.85	2.97	6.61	89.07	0.00
2024.07	0.15	0.26	0.31	0.45	1.11	2.08	5.18	4.79	85.67	0.00
2024.08	0.00	0.00	0.01	0.06	0.22	0.25	0.67	2.27	96.52	0.00
2024.09	0.00	0.01	0.13	0.28	0.41	0.77	2.44	5.92	90.03	0.00
2024.10	0.11	0.23	0.37	0.66	3.02	2.14	5.40	13.34	74.73	0.00
平均佔比	0.01	0.02	0.06	0.16	0.43	1.01	3.67	9.88	84.89	0.00

資料來源：^[24] 及本研究整理

表 3-3h 布袋港 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比

單位：%

能見度 日期	0~50 m	50- 199m	199~ 499m	500~ 999m	1~ 2km	2~ 4km	4~ 10km	10~ 20km	20~ 50km	50km 以上
2022.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.13	1.05	6.92	91.86	0.00
2023.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	1.81	17.97	37.90	42.25	0.00
2023.02	0.00	0.02	0.40	0.17	0.17	0.25	22.69	57.96	18.33	0.00
2023.03	0.00	0.00	0.20	0.04	0.18	6.29	38.28	35.28	19.71	0.00
2023.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.44	10.95	27.34	61.09	0.00
2023.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.20	7.30	23.66	68.79	0.00
2023.06	0.00	0.00	0.20	0.09	0.16	0.32	1.30	5.97	92.13	0.00
2023.07	0.00	0.00	0.04	0.13	0.52	1.14	2.26	7.57	88.33	0.00
2023.08	0.00	0.00	0.11	0.31	0.34	0.65	3.21	10.20	85.18	0.00
2023.09	0.00	0.00	0.07	0.46	0.37	1.11	3.70	17.80	76.48	0.00
2023.10	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.16	12.61	32.01	55.20	0.00
2023.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	6.85	19.14	73.68	0.00
2023.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	9.79	23.39	66.51	0.00
2024.01	0.00	0.00	0.00	0.11	0.24	0.06	0.02	2.41	97.16	0.00
2024.02	0.00	0.00	0.00	0.06	1.03	0.21	1.70	17.21	79.78	0.00
2024.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.51	20.43	78.05	0.00
2024.04	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06	0.06	3.23	58.76	37.85	0.00
2024.05	0.00	0.00	0.00	0.03	0.05	0.35	5.12	18.12	76.33	0.00
2024.06	0.00	0.01	0.03	0.13	0.26	0.53	4.20	5.12	89.73	0.00
2024.07	0.01	0.37	0.72	0.85	1.23	1.42	2.21	4.24	88.95	0.00
2024.08	0.00	0.01	0.08	0.22	0.32	0.50	1.16	5.87	91.85	0.00
2024.09	0.00	0.01	0.01	0.10	0.16	0.35	3.32	10.14	85.91	0.00
2024.10	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11	0.16	2.06	12.54	85.12	0.00
2024.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.58	4.32	21.89	73.15	0.00
平均佔比	0.00	0.02	0.08	0.11	0.23	0.72	6.95	20.08	71.81	0.00

資料來源：[24] 及本研究整理

表 3-3i 安平港 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比

單位：%

能見度 日期	0~50 m	50- 199m	199~ 499m	500~ 999m	1~ 2km	2~ 4km	4~ 10km	10~ 20km	20~ 50km	50km 以上
2022.12	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.11	2.28	10.89	86.68	0.00
2023.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	1.81	17.97	37.90	42.25	0.00
2023.02	0.00	0.02	0.40	0.17	0.17	0.25	22.69	57.96	18.33	0.00
2023.03	0.00	0.00	0.20	0.04	0.18	6.29	38.28	35.28	19.71	0.00
2023.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.44	10.95	27.34	61.06	0.00
2023.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.20	7.30	23.66	68.79	0.00
2023.06	0.00	0.00	0.02	0.09	0.16	0.32	1.30	5.97	92.13	0.00
2023.07	0.00	0.00	0.04	0.13	0.52	1.14	2.26	7.57	88.33	0.00
2023.08	0.00	0.00	0.11	0.31	0.34	0.65	3.21	10.20	85.18	0.00
2023.09	0.00	0.00	0.07	0.46	0.37	1.11	3.70	17.80	76.48	0.00
2023.10	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.16	12.61	32.01	55.20	0.00
2023.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	6.85	19.14	73.68	0.00
2023.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	9.79	23.39	66.51	0.00
2024.01	0.00	0.00	0.00	0.09	0.17	1.05	16.43	44.08	38.18	0.00
2024.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	13.22	34.26	52.36	0.00
2024.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	10.22	32.09	57.21	0.00
2024.04	0.00	0.00	0.01	0.10	0.15	0.41	3.44	27.34	68.55	0.00
2024.05	0.00	0.00	0.06	0.09	0.32	0.90	11.47	20.72	66.43	0.00
2024.06	0.00	0.01	0.20	0.41	0.43	0.96	2.99	6.67	88.32	0.00
2024.07	0.06	0.38	1.21	1.74	1.65	1.66	2.77	4.66	85.87	0.00
2024.08	0.00	0.03	0.34	0.67	0.82	1.41	3.04	4.17	89.52	0.00
2024.09	0.00	0.04	0.14	0.31	0.53	1.11	4.42	17.41	76.03	0.00
2024.10	0.00	0.00	0.24	0.25	0.43	1.49	13.40	25.84	58.36	0.00
2024.11	0.00	0.42	0.27	0.34	0.73	0.91	10.18	25.89	61.25	0.00
平均佔比	0.00	0.04	0.14	0.22	0.30	0.99	9.62	23.01	65.68	0.00

資料來源：^[24] 及本研究整理

表 3-3j 澎湖港馬公 2022 年 12 月至 2024 年 11 月

各月份能見度級距佔比

單位：%

能見度 日期	0~50 m	50- 199m	199~ 499m	500~ 999m	1~ 2km	2~ 4km	4~ 10km	10~ 20km	20~ 50km	50km 以上
2022.12	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.28	1.75	11.38	86.56	0.00
2023.01	0.00	0.09	0.18	0.07	0.07	0.20	5.26	31.38	62.75	0.00
2023.02	0.00	0.00	0.00	0.07	0.12	0.17	3.37	27.65	68.60	0.00
2023.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	5.87	93.71	0.00
2023.04	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.12	1.92	22.85	75.07	0.00
2023.05	0.00	0.00	0.00	0.07	0.04	0.34	3.11	15.59	80.85	0.00
2023.06	0.00	0.00	0.02	0.09	0.14	1.02	1.27	9.75	87.71	0.00
2023.07	0.00	0.18	0.43	0.09	0.29	0.58	1.59	5.17	91.67	0.00
2023.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	11.90	88.02	0.00
2023.09	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.60	2.89	9.12	87.29	0.00
2023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	2.22	4.39	93.32	0.00
2023.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	1.44	98.52	0.00
2023.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	3.16	96.55	0.00
2024.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	3.13	7.66	89.16	0.00
2024.02	0.00	0.06	0.30	0.43	0.29	0.27	0.88	24.25	73.52	0.00
2024.03	0.00	0.01	0.54	0.42	0.20	0.21	0.68	9.23	88.72	0.00
2024.04	0.00	0.00	0.01	0.18	0.33	0.55	3.24	10.44	85.25	0.00
2024.05	0.00	0.03	0.06	0.11	0.13	0.22	1.29	4.14	94.02	0.00
2024.06	0.00	0.00	0.01	0.08	0.10	0.40	2.07	2.51	94.84	0.00
2024.07	0.00	0.06	0.50	0.62	1.40	1.92	2.22	4.80	88.48	0.00
2024.08	0.00	0.01	0.03	0.12	0.20	0.23	0.62	3.66	95.13	0.00
2024.09	0.00	0.00	0.04	0.03	0.35	0.48	2.02	9.45	87.63	0.00
2024.10	0.00	0.00	0.01	0.07	0.29	1.30	5.09	14.18	79.07	0.00
2024.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.31	1.72	13.65	84.22	0.00
平均佔比	0.00	0.02	0.09	0.11	0.17	0.39	1.97	10.98	86.28	0.00

資料來源：^[24] 及本研究整理

表 3-3k 澎湖港龍門 2022 年 12 月至 2024 年 11 月

各月份能見度級距佔比

單位：%

能見度 日期	0~50 m	50- 199m	199~ 499m	500~ 999m	1~ 2km	2~ 4km	4~ 10km	10~ 20km	20~ 50km	50km 以上
2022.12	0.00	0.00	0.00	0.01	0.10	0.17	1.24	6.42	92.06	0.00
2023.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.07	3.94	23.81	72.16	0.00
2023.02	0.00	0.00	0.10	0.05	0.12	0.55	5.75	19.67	73.76	0.00
2023.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.67	3.67	95.63	0.00
2023.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.21	3.03	21.11	75.56	0.00
2023.05	0.00	0.02	0.04	0.18	0.29	0.81	4.91	20.07	73.68	0.00
2023.06	0.00	0.00	0.00	0.02	0.32	0.23	2.25	8.40	88.77	0.00
2023.07	0.00	0.09	0.34	0.31	0.29	0.92	2.44	6.77	88.84	0.00
2023.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	2.11	19.56	78.29	0.00
2023.09	0.00	0.00	0.00	0.02	0.14	0.44	5.76	16.94	76.69	0.00
2023.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	1.68	5.67	92.61	0.00
2023.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	1.37	98.56	0.00
2023.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	2.80	96.51	0.00
2024.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	3.34	6.43	90.19	0.00
2024.02	0.00	0.09	0.72	0.29	0.09	0.09	0.68	12.75	85.28	0.00
2024.03	0.00	0.00	0.38	0.26	0.19	0.23	0.64	9.38	88.92	0.00
2024.04	0.00	0.00	0.11	0.19	0.15	0.52	3.13	8.76	87.13	0.00
2024.05	0.00	0.00	0.05	0.09	0.08	0.13	1.09	5.19	93.36	0.00
2024.06	0.00	0.00	0.01	0.15	0.74	0.53	1.68	2.67	94.20	0.00
2024.07	0.03	0.19	0.37	0.56	1.22	1.66	2.97	4.78	88.23	0.00
2024.08	0.00	0.03	0.02	0.14	0.20	0.52	1.47	3.80	93.83	0.00
2024.09	0.00	0.00	0.06	0.12	0.24	1.72	6.24	13.34	78.28	0.00
2024.10	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	0.36	5.54	14.21	79.74	0.00
2024.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.37	1.29	12.73	85.50	0.00
平均佔比	0.00	0.02	0.09	0.10	0.19	0.40	2.61	10.43	86.16	0.00

資料來源：^[24] 及本研究整理

3.3 各港因能見度封港之事件探討

本節說明本研究所蒐集各港因能見度不佳而管制暫停進出港之事件，並與當時管制期間的能見度儀觀測數據進行分析探討。因各港記錄進出港管制之方式與記錄時間長短皆不一，本節以下會分別以各港實際所蒐集到的資訊進行說明。

因為各港能見度儀均為散射儀，係直接測量一個小空間的採樣容積之散射光線，當空氣中粒子愈多，接收到的散射光線愈強，代表能見度愈低。故當不均勻霧或局部降雨情況下，能見度儀觀測數據可能僅能反映局部地區之能見度。

總體而言，設置地點於信號臺的能見度儀(如：臺北港、基隆港、蘇澳港、安平港、高雄港)之觀測數據，可能較趨近信號臺管制人員之人工目測能見度。其他如花蓮港、臺中港、布袋港、澎湖港等能見度儀測站位置，當初因為其他考量或需求，並與港務(分)公司會勘決定設置於其他地點，而未設置於信號臺，故其能見度儀觀測數據，有時可能會和信號臺管制人員之人工目測之能見度有異。

一、基隆港

表 3-4 為基隆港因能見度封港事件列表，本研究蒐集基隆港自 2021 年 1 月至 2024 年 8 月期間因能見度不佳而暫停進出港之事件。基隆港因能見度不佳而封港大多是在濃霧季節，集中分佈在每年 11 月至隔年 3 月之間，暫停進出港之管制時間長度最長達 6 小時 20 分鐘，最短為 59 分鐘。

表 3-3 並列出封港管制期間能見度儀觀測值之平均值、最大值、最小值、標準差、中位數及管制期間之觀測筆數、管制開始數據、管制解除數據；基隆港之能見度管制基準為當船舶長度超過 200 公尺時，航管中心目視距離不足約 500 公尺時，即暫停船舶進出港作業；當船舶長度小於 200 公尺時，航管中心目視距離不足約 220 公尺時，即暫停船舶進出港作業。

觀察管制期間之逐時能見度儀觀測值，可發現低能見度漸漸發生後，當逐漸達到管制基準時，此時會宣布暫停進出港作業，接著持續一段或長或短的管制時間後，能見度逐漸好轉(表 3-4 的管制期間

最大值大概係出自此階段)，根據表 3-4 基隆港管制期間之能見度儀觀測值及統計值趨勢，大概與信號臺之管制作為相符，可作為能見度管制之輔助參據。

表 3-4 基隆港因能見度封港事件統計表

管制開始時間	管制解除時間	管制長度 (分)	能見度觀測值(單位:公尺/觀測時間:2022/10/26~迄今)							
			平均值	最大值	最小值	標準差	中位數	觀測筆數	管制開始數據	管制解除數據
2021/02/26 01:33	2021/02/26 05:52	259	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/17 19:00	2021/03/17 23:10	250	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/18 01:16	2021/03/18 04:02	166	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/18 05:55	2021/03/18 07:29	94	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/18 19:00	2021/03/18 21:30	150	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/19 02:00	2021/03/19 03:00	60	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/19 09:30	2021/03/19 10:35	65	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/20 02:40	2021/03/20 07:05	265	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/20 08:25	2021/03/20 11:25	180	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/29 06:55	2021/03/29 13:15	380	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/29 16:50	2021/03/29 18:40	110	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/30 17:35	2021/03/30 19:50	135	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/30 20:30	2021/03/30 22:10	100	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/03/17 08:10	2022/03/17 09:30	80	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/03/30 20:25	2022/03/31 00:05	220	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/11/10 07:45	2022/11/10 09:30	105	1,790	21,520	120	4,484	430	35	310	690
2022/11/12 15:10	2022/11/12 17:50	160	147	340	100	41	140	54	170	370
2022/11/12 19:30	2022/11/12 23:30	240	165	340	120	34	155	80	220	340
2022/11/13 08:30	2022/11/13 10:00	90	202	450	150	57	180	30	180	450
2023/01/13 13:35	2023/01/13 15:35	120	296	1,290	100	250	210	39	160	810
2024/01/31 20:48	2024/02/01 02:50	362	156	280	110	27	150	121	130	220
2024/02/18 09:31	2024/02/18 12:44	193	408	5,690	110	719	250	65	140	670
2024/02/22 07:05	2024/02/22 08:04	59	359	1,180	100	357	165	20	170	990

二、臺北港

表 3-4 為臺北港因能見度封港事件列表，本研究蒐集臺北港自 2022 年 1 月至 2024 年 8 月期間因能見度不佳而暫停進出港之事件。臺北港因能見度不佳而封港大多是在濃霧季節，集中分佈在每年 11 月至隔年 4 月之間，暫停進出港之管制時間長度最長達 10 小時 15 分鐘、最短為 30 分鐘。

表 3-5 並列出封臺北港管制期間能見度儀觀測值之平均值、最大值、最小值、標準差、中位數及管制期間之觀測筆數、管制開始數據、管制解除數據；臺北港能見度管制基準為航管中心目視距離不足約 600 公尺時，即暫停船舶進出港作業。

觀察封港管制期間之逐時能見度儀觀測值，可發現低能見度漸漸發生後，當逐漸達到管制基準時，此時會宣布暫停進出港作業，接著持續一段或長或短的管制時間後，漸漸出現能見度好轉(表 3-5 的管制期間最大值大概係出自此階段)，根據表 3-5 約有 6 成以上封港事件，其管制期間之能見度儀觀測值及統值趨勢，大概與信號臺之管制作為相符。另有趨勢不盡相符之管制事件，可能係因信號臺與引水人領港登輪點等地點之能見度狀況不同，考量實際需求所進行之管制。

表 3-5 臺北港因能見度封港事件統計表

管制開始時間	管制解除時間	管制長度 (分)	能見度觀測值(單位:公尺/觀測時間:2022/10/27~迄今)							
			平均值	最大值	最小值	標準差	平均值	觀測筆數	管制開始數據	管制解除數據
2022/01/23 13:45	2022/01/23 16:45	180	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/03/11 04:30	2022/03/11 05:30	60	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/04/25 05:30	2022/04/25 07:30	120	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/11/12 00:45	2022/11/12 09:00	495	3,078	25,890	140	4,607	620	169	160	4,660
2022/11/12 14:20	2022/11/12 18:20	240	5,107	17,630	450	4,385	3,765	80	890	17,280
2022/11/12 19:55	2022/11/12 22:25	150	1,006	4,190	190	974	580	50	590	4,190
2023/01/13 04:40	2023/01/13 06:40	120	3,404	10,090	180	3,805	1,270	41	300	7,830
2023/02/09 11:30	2023/02/09 16:40	310	2,806	5,920	1,400	1,136	2,480	104	2,040	4,680
2023/02/10 00:00	2023/02/10 01:15	75	931	3,790	200	1,195	310	26	200	3,790
2023/02/11 21:30	2023/02/12 07:45	615	1,157	9,710	150	2,126	300	206	510	9,300
2023/02/12 12:35	2023/02/12 14:40	125	15,457	24,940	1,530	6,398	17,900	43	3,730	13,310
2023/02/12 18:15	2023/02/12 19:10	55	9,793	22,190	3,420	5,330	9,260	19	3,720	4,670
2023/02/13 13:45	2023/02/13 14:20	35	5,634	8,030	4,240	1,131	5,450	12	4,390	6,570
2023/02/17 23:50	2023/02/18 02:00	130	619	2,170	180	588	305	44	180	2,170
2023/02/18 17:00	2023/02/18 20:55	235	5,336	16,820	260	4,918	3,180	79	6,990	2,560
2023/02/19 01:10	2023/02/19 09:15	485	1,064	10,310	240	1,541	450	163	300	5,720
2024/01/31 17:00	2024/01/31 19:30	150	790	2,420	270	483	635	50	660	1,510
2024/01/31 23:50	2024/02/01 02:40	170	278	1,200	170	159	240	58	360	1,200
2024/02/01 05:06	2024/02/01 06:00	54	3,957	16,420	300	4,656	2,060	19	500	990
2024/02/04 17:30	2024/02/04 18:00	30	5,321	8,900	1,680	3,120	5,410	7	8,500	7,790
2024/02/18 03:15	2024/02/18 09:45	390	747	2,480	190	1,489	330	131	430	10,780
2024/02/20 02:50	2024/02/20 03:55	65	3,182	9,150	360	2,905	1,690	22	390	9,150
2024/02/22 07:20	2024/02/22 08:10	50	6,204	17,430	1,670	4,672	4,650	17	1,650	17,430

三、蘇澳港

表 3-6 為蘇澳港因能見度封港事件列表，本研究蒐集蘇澳港自 2023 年 1 月至 2024 年 8 月期間因能見度不佳而暫停進出港之事件。蘇澳港因能見度不佳而封港的案例較少，僅有 1 次記錄因濃霧而封港，暫停進出港之管制時間長度為 50 分鐘。

表 3-6 並列出封港管制期間能見度儀觀測值之平均值、最大值、最小值、標準差、中位數及管制期間之觀測筆數、管制開始數據、管制解除數據；蘇澳港之能見度管制基準為當濃霧發生及引水人認定能見度不佳時，船舶暫停進出港申請作業，日、夜間均以信號臺無法目視約 1 海浬時進行管制。

觀察管制期間之逐時能見度儀觀測值，可發現低能見度漸漸發生後，當逐漸達到管制基準時，此時會宣布暫停進出港作業，接著持續一段或長或短的管制時間後，能見度逐漸好轉(表 3-6 的管制期間最大值大概係出自此階段)，根據表 3-6 蘇澳港管制期間之能見度儀觀測值及統計值趨勢，大概與信號臺之管制作為相符，可作為能見度管制之輔助參據。

表 3-6 蘇澳港因能見度封港事件統計表

管制開始時間	管制解除時間	管制 長度 (分)	能見度觀測值(單位:公尺/觀測時間:2022/11/22~迄今)							
			平 均 值	最 大 值	最 小 值	標 準 差	中 位 數	觀 測 筆 數	管制 開始 數據	管制 解除 數據
2023/11/12 07:30	2023/11/12 09:00	90	2,708	17,570	440	3,232	1,620	31	710	1,840

四、臺中港

表 3-7 為臺中港因能見度封港事件列表，本研究蒐集臺中港自 2023 年 1 月至 2024 年 8 月期間因能見度不佳而暫停進出港之事件。臺中港因能見度不佳而封港的案例較少，僅有 1 次記錄因濃霧而封港，暫停進出港之管制時間長度為 50 分鐘。

表 3-7 並列出封港管制期間能見度儀觀測值之平均值、最大值、最小值、標準差、中位數及管制期間之觀測筆數、管制開始數據、管制解除數據；臺中港之能見度管制基準為日、夜間均以信號臺無法目視約 740 公尺時進行管制，即暫停船舶進出港作業；另無法目視約 1,650 公尺時，船舶雷達性能或操縱性能較差者，得暫停進、出港航行作業。

觀察表 3-7 臺中港管制期間之能見度儀觀測值及統計值趨勢，與信號臺之管制不盡相符，可能係臺中港能見度儀測站位置非位於信號臺，故其能見度儀觀測數據，有時可能會和信號臺管制人員之人工目測之能見度有異；因為能見度儀均為散射儀，故當不均勻霧或局部降雨情況下，能見度儀觀測數據可能僅能反映局部地區之能見度。

表 3-7 臺中港因能見度封港事件統計表

管制開始時間	管制解除時間	管制長度 (分)	能見度觀測值(單位:公尺/觀測時間:2022/10/05~迄今)							
			平均值	最大值	最小值	標準差	中位數	觀測筆數	管制開始數據	管制解除數據
2021/01/21 06:50	2021/01/21 11:20	270	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/01/22 01:30	2021/01/22 10:05	515	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/01/22 11:25	2021/01/22 11:55	30	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/01/22 16:30	2021/01/23 05:35	785	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/01/31 09:00	2021/01/31 14:20	320	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/02/01 06:55	2021/02/01 08:55	120	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/02/01 15:30	2021/02/01 16:30	60	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/02/06 06:40	2021/02/06 11:15	275	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/02/07 00:55	2021/02/07 03:00	125	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/12 05:55	2021/03/12 07:45	110	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/20 05:05	2021/03/20 06:00	55	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/20 07:00	2021/03/20 10:15	195	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/01/23 08:15	2022/01/23 09:45	90	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/03/05 07:00	2022/03/05 08:45	105	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/11/13 01:00	2022/11/13 05:00	240	1,282	13,020	90	2,651	470	81	250	13,020
2023/02/07 04:10	2023/02/07 08:20	250	16,797	32,000	5,870	7,852	13,415	84	6,240	32,000
2023/02/10 01:10	2023/02/10 05:30	260	9,302	32,000	1,180	12,053	2,095	88	1,590	32,000
2023/02/18 18:40	2023/02/19 07:30	770	10,482	32,000	1,280	10,159	6,380	257	5,960	32,000
2023/05/04 01:45	2023/05/04 03:30	105	2,883	6,640	590	2,166	2,070	36	910	5,790
2024/01/31 20:30	2024/02/01 09:13	763	5,943	3,200	1,760	6,797	3,520	255	9,320	32,000

五、高雄港

表 3-8a 為高雄港第一港口因能見度封港事件列表，本研究蒐集高雄港第一港口自 2024 年 1 月至 2024 年 8 月期間因能見度不佳而暫停進出港之事件。高雄港第一港口因能見度不佳而封港大多是 4 月至 6 月之間，暫停進出港之管制時間長度最長達 75 分鐘，最短為 12 分鐘；其中部分管制原因係因雨勢過大而造成的視線不良所致。

表 3-8a 並列出封港管制期間能見度儀觀測值之平均值、最大值、最小值、標準差、中位數及管制期間之觀測筆數、管制開始數據、管制解除數據；高雄港第一港口之能見度管制基準為當船舶總噸位 500 以上，航管中心目視距離不足約 1,000 公尺時，即暫停船舶進出港作業；當船舶總噸位小於 500 時，航管中心目視距離不足約 500 公尺時，即暫停船舶進出港作業。

觀察管制期間之逐時能見度儀觀測值，可發現低能見度漸漸發生後，當逐漸達到管制基準時，此時會宣布暫停進出港作業，接著持續一段或長或短的管制時間後，能見度逐漸好轉(表 3-8a 的管制期間最大值大概係出自此階段)，根據表 3-8a 高雄港第一港口管制期間之能見度儀觀測值及統計值趨勢，大概與信號臺之管制作為相符，可作為能見度管制之輔助參據。

表 3-8a 高雄港第一港口因能見度封港事件統計表

管制開始時間	管制解除時間	管制 長度 (分)	能見度觀測值(單位:公尺/觀測時間:2022/11/14~迄今)							
			平 均 值	最 大 值	最 小 值	標 準 差	平 均 值	觀 測 筆 數	管制 開始 數據	管制 解除 數據
2024/04/25 15:40	2024/04/25 16:05	25	1,724	3,380	580	1,178	1,700	9	670	3,080
2024/04/26 13:50	2024/04/26 14:03	13	1,630	4,390	580	1,568	950	5	580	4,390
2024/05/28 09:40	2024/05/28 09:52	12	2,715	2,730	750	2,083	1,815	6	750	5,730
2024/05/28 11:00	2024/05/28 11:24	24	3,024	8,440	960	2,431	2,290	8	960	8,440
2024/06/02 18:15	2024/06/02 18:40	25	2,174	5,960	340	1,957	1,720	9	340	3,690
2024/09/14 08:30	2024/09/14 09:45	75	6,990	16,210	420	5,864	4,755	26	420	16,130

表 3-8b 為高雄港第二港口因能見度封港事件列表，本研究蒐集高雄港第二港口自 2024 年 1 月至 2024 年 8 月期間因能見度不佳而暫停進出港之事件。高雄港第二港口因能見度不佳而封港大多是 4 月至 6 月間及 9 月，暫停進出港之管制時間長度最長達 75 分鐘，最短為 17 分鐘；其中部分管制原因係因雨勢過大而造成的視線不良所致。

表 3-8b 並列出封港管制期間能見度儀觀測值之平均值、最大值、最小值、標準差、中位數及管制期間之觀測筆數、管制開始數據、管制解除數據；高雄港第二港口之能見度管制基準為當船舶總噸位 500 以上，航管中心目視距離不足約 1 浬(1,852 公尺)時，即暫停船舶進出港作業；當船舶總噸位小於 500 時，航管中心目視距離不足約 500 公尺時，即暫停船舶進出港作業。

觀察管制期間之逐時能見度儀觀測值，可發現低能見度漸漸發生後，當逐漸達到管制基準時，此時會宣布暫停進出港作業，接著持續一段或長或短的管制時間後，能見度逐漸好轉(表 3-8a 的管制期間最大值大概係出自此階段)，根據表 3-8a 高雄港第二港口管制期間之能見度儀觀測值及統計值趨勢，大概與信號臺之管制作為相符，可作為能見度管制之輔助參據。

表 3-8b 高雄港第二港口因能見度封港事件統計表

管制開始時間	管制解除時間	管制 長度 (分)	能見度觀測值(單位:公尺/觀測時間:2023/09/22~迄今)							
			平 均 值	最 大 值	最 小 值	標 準 差	平 均 值	觀 測 筆 數	管制 開始 數據	管制 解除 數據
2024/04/25 15:18	2024/04/25 15:55	37	8,482	27,04	920	8,107	4,450	13	920	13,750
2024/04/26 13:50	2024/04/26 14:18	28	2,273	7,270	550	2,395	1,135	10	640	7,270
2024/05/28 11:00	2024/05/28 11:30	30	817	2,570	240	810	390	11	320	2,570
2024/06/02 18:28	2024/06/02 18:45	17	5,806	18,130	140	8,249	530	7	140	18,130
2024/06/06 17:15	2024/06/06 17:35	20	3,327	12,810	170	4,969	560	7	180	12,810
2024/07/21 15:00	2024/07/21 15:30	30	1,596	6,220	210	2,075	660	11	500	4,840
2024/09/08 16:50	2024/09/08 17:10	20	1,405	3,220	410	920	1,08	8	840	1,940
2024/09/12 16:40	2024/09/12 17:00	20	1,369	4,170	610	1,173	945	8	610	4,170
2024/09/14 08:30	2024/09/14 09:45	75	1,333	8,750	160	1,942	530	26	540	3,380

六、花蓮港

表 3-9 為花蓮港因能見度封港事件列表，本研究蒐集花蓮港自 202 年 1 月至 2024 年 8 月期間因能見度不佳而暫停進出港之事件。花蓮港較少因濃霧而暫停船舶進出港作業，2 次因能見度封港之管制皆因大雨造成的視線不佳所致，管制時間長度皆不長，分別為 13 分鐘與 22 分鐘。

表 3-9 並列出封港管制期間能見度儀觀測值之平均值、最大值、最小值、標準差、中位數及管制期間之觀測筆數、管制開始數據、管制解除數據；花蓮港之能見度管制基準為依據該港能見度儀，如能見度數值小於 1 海浬(1,852 公尺)，即管制進出港作業，如能見度儀數值未達管制標準，仍遇有能見度不佳之情形，引水人得依現況暫停作業。

觀察表 3-9 管制期間之逐時能見度儀觀測值，可發現低能見度漸漸發生後，當逐漸達到管制基準時，此時會宣布暫停進出港作業，接著持續一段管制時間後，能見度逐漸好轉(表 3-9 的管制期間最大值大概係出自此階段)，根據表 3-9 花蓮港管制期間之能見度儀觀測值及統計值趨勢，大概與信號臺之管制作為相符，可作為能見度管制之輔助參據。

表 3-9 花蓮港因能見度封港事件統計表

管制開始時間	管制解除時間	管制 長度 (分)	能見度觀測值(單位:公尺/觀測時間:2022/9/27~迄今)							
			平均 值	最大 值	最小 值	標準 差	中位 數	觀測 筆數	管制 開始 數據	管制 解除 數據
2024/05/24 15:40	2024/05/24 15:53	13	1,208	2,290	670	738	935	4	820	2,290
2024/06/19 18:30	2024/06/19 18:52	22	3,663	9,070	850	2,728	3,170	8	850	4,000

最後，本研究所蒐集到之安平港及布袋港船舶暫停進出港原因，皆係颱風所導致的封港，這幾年並沒有因濃霧或天候狀況造成能見度不佳而封港之事件。至於澎湖港，本研究則未蒐集到相關封港管制記錄。

第四章 商港能見度告警機制建議與評估

本章探討商港能見度告警機制，本計畫函詢並辦理座談會瞭解各港航管中心及引水人對能見度告警燈號門檻值之建議與意見。4.1 節說明各港航管中心及引水人對能見度管制之建議；4.2 節說明為本計畫對商港能見度告警門檻值之探討與建議；4.3 節透過各港能見度歷史資料分析，進而探討各港能見度告警建議與評估，提供港務公司訂定各港能見度告警機制之參據。

4.1 各港對能見度管制之建議

各商港之地形氣候條件各不相同，濃霧等能見度不佳之狀況亦各不相同，故對告警燈號門檻值便有不同之考量與需求，「商港海氣象資訊系統」可依各港特性與需求之不同，設定各港不同燈號告警門檻值。

依行政院「各類災害警戒顏色燈號訂定原則」，燈號告警分為「綠、黃、橙、紅」共 4 級警示，其中紅色燈號為最高警戒狀態(禁止、封閉、強制)。橙色燈號門檻值(警戒值)其次(加強注意或勸告)。黃色燈號門檻值(注意值)再次之(開始注意或通知)。綠色燈號則表示相對安全(一般狀況、平時作業)。

依據前述原則，「商港海氣象資訊系統」之告警燈號共分為紅燈、橙燈、黃燈、綠燈等 4 級燈號警示，其中紅色燈號為最高警戒狀態，必須暫停港區內絕大部分的作業、橘色燈號為應加強警戒、黃色燈號為應開始注意、綠色燈號則表示相對較為安全。另各港可依其特性與需求之不同，設定各港不同燈號告警門檻值，以利強化港口於短時而劇烈天氣災變下之應變能力，並提升港埠經營管理與防減災應用。茲將「商港海氣象資訊系統」各燈號情境內容，整理如表 4-1。

表 4-1 本計畫各燈號情境內容

燈號	危險等級	情境內容	管制內容
綠色		港區各項作業可正常進行	一般狀況、平時、整備作業
黃色	低	港區所有工作仍可進行，但可能必須稍微開始提高警覺及注意	注意、警戒、通知、警告
橙色	中	港區少部分作業可能必須停止，且其他大部分仍進行之工作必須提高警覺、注意安全	加強注意
紅色	高	港區內已無法正常工作，必須暫停港區內絕大部分的作業	禁止、封閉、強制

因為低能見度嚴重影響船舶進出商港之航行安全，為瞭解各港之實際需求與建議，故本計畫以各港航管中心(或信號臺)及引水人為對象，進行函詢並辦理座談會，綜整各單位對能見度之告警燈號門檻建議值如表 4-2，藉此瞭解各港航管中心及引水人對告警燈號門檻值之建議與理由。

表 4-2 各港對能見度管制之建議列表

商港	管制規定	單位	能見度		
			黃燈	燈橙	紅燈
基隆港	500 公尺(船舶>200m) 220 公尺(船舶<200m)	航管中心	500~1,000 公尺	200~500 公尺	50~200 公尺
		引水人	1~2 公里	500~1,000 公尺	200~500 公尺
臺北港	600 公尺	航管中心	2~4 公里	1~2 公里	500~1,000 公尺
		引水人	1~2 公里	500~100 公尺	200~500 公尺
蘇澳港	1 海浬(1,852 公尺)	航管中心	5 公里	2~4 公里	1~2 公里
臺中港	740 公尺 1,650 公尺(船舶操縱性差者)	航管中心	2~4 公里	1,650 公尺	740 公尺
		引水人	1~2 公里	500~100 公尺	500~100 公尺
高雄港	一港 1,000 公尺 500 公尺(總噸位<500) 二港 1,852 公尺/500 公尺 500 公尺(總噸位<500)	航管中心	4 公里以上	2~4 公里	1~2 公里
		引水人	>1.5 海浬	<1.5 海浬	0.5~1.0 海浬
安平港	-	航管中心	2~4 公里	1~2 公里	500~1000 公尺
		引水人	200~500 公尺	200~500 公尺	50~200 公尺
布袋港	700 公尺	航管中心	500~1000 公尺	200~500 公尺	50~200 公尺
澎湖港	馬公 600 公尺 龍門 800 公尺	航管中心	目前規定是信號臺肉眼可見標的 600m，船舶可進出		
花蓮港	1 海浬(1,852 公尺)	航管中心	2 海浬 (3,704 公尺)	1.5 海浬 (2,778 公尺)	1 海浬 (1,852 公尺)
		引水人	2~4 公里	1~2 公里	500~1000 公尺

4.2 商港能見度告警門檻值之探討與建議

監測系統之管理基準值通常又可區分為「注意值」、「警戒值」與「行動值」，當觀測值超過「注意值」時，表示觀測值有所變異需加以注意，並提高監測頻率。當監測值超過「警戒值」時，表示可能有異於常態之現象，但尚未達立即危險狀態，需提高警覺注意其後續發展。當觀測值超過「行動值」時，表示已處於緊急之狀態，須立即採取各項緊急應變措施。本計畫訂定之黃色燈號門檻值即為「注意值」、橙色燈號門檻值即為「警戒值」、紅色燈號門檻值即為「行動值」。

本計畫紅色燈號門檻值(行動值)之依據，建議應為相關實務管理作業要點規定進行強制或封閉管制之基準，橙色燈號門檻值(警戒值)次之，黃色燈號門檻值(注意值)再次之。依此原則，本計畫對各商港能見度告警燈號設定門檻建議值，整理如表 4-3。

表 4-3 本計畫對各港能見度管制建議

商港	管制規定	綠燈(安全)	黃燈(注意)	橙燈(警戒)	紅燈(管制)
基隆港	500 公尺(船舶>200m) 220 公尺(船舶<200m)	≥ 2 公里	1~2 公里	220~1,000 公尺	≤ 220 公尺
臺北港	600 公尺	≥ 2 公里	1~2 公里	600~1,000 公尺	≤ 600 公尺
蘇澳港	1 海浬(1,852 公尺)	≥ 4 公里	2~4 公里	1,852~2,000 公尺	≤ 1,852 公尺
臺中港	740 公尺 1,650 公尺(船舶操縱性差者)	≥ 2 公里	1,650~2,000 公尺	740~1,650 公尺	≤ 740 公尺
高雄港	一港 1,000 公尺 500 公尺(總噸位<500)	≥ 2 公里	1~2 公里	500~1,000 公尺	≤ 500 公尺
	二港 1,852 公尺/500 公尺 500 公尺(總噸位<500)	≥ 2 公里	1,852~2,000 公尺	500~1,852 公尺	≤ 500 公尺
安平港	-				
布袋港	700 公尺	≥ 2 公里	1~2 公里	700~1,000 公尺	≤ 700 公尺
澎湖港	馬公 600 公尺	≥ 2 公里	1~2 公里	600~1,000 公尺	≤ 600 公尺
	龍門 800 公尺	≥ 2 公里	1~2 公里	800~1,000 公尺	≤ 800 公尺
花蓮港	1 海浬(1,852 公尺)	≥ 4 公里	2~4 公里	1,852~2,000 公尺	≤ 1,852 公尺

註：依 WMO 建議，分為 50 公尺以下、50~200 公尺、200~500 公尺、500~1000 公尺、1~2 公里、2~4 公里、4~10 公里、10~20 公里、20~50 公里，以及 50 公里以上等 10 個級距

水平方向能見度低於 10 公里者稱為視障現象，其中水平方向能見度不足 1 公里者為霧，若能見度小於 200 公尺則為濃霧。若霧看起來沒那麼濃，能見度大於 1 公里者稱為輕霧或是靄(mist)。

基隆港之能見度管制基準為當船舶長度超過 200 公尺時，航管中心目視距離不足約 500 公尺時，即暫停船舶進出港作業；當船舶長度小於 200 公尺時，航管中心目視距離不足約 220 公尺時，即暫停船舶進出港作業；故本計畫建議基隆港之紅燈門檻值為小於等於 220 公尺、橙燈門檻值為 220~1,000 公尺、黃燈門檻值為 1~2 公里、綠燈門檻值則為大於 2 公里以上。

臺北港能見度管制基準為航管中心目視距離不足約 600 公尺時，即暫停船舶進出港作業；故本計畫建議臺北港之紅燈門檻值為小於等於 600 公尺、橙燈門檻值為 600~1,000 公尺、黃燈門檻值為 1~2 公里、綠燈門檻值則為大於 2 公里以上。

蘇澳港之能見度管制基準為當濃霧發生及引水人認定能見度不佳時，船舶暫停進出港申請作業，日、夜間均以信號臺無法目視約 1 海浬時進行管制；故本計畫建議蘇澳港之紅燈門檻值為小於等於 1,852 公尺、橙燈門檻值為 1,852~2,000 公尺、黃燈門檻值為 2~4 公里、綠燈門檻值則為大於 4 公里以上。

臺中港之能見度管制基準為日、夜間均以信號臺無法目視約 740 公尺時進行管制，即暫停船舶進出港作業；另無法目視約 1,650 公尺時，船舶雷達性能或操縱性能較差者，得暫停進、出港航行作業；故本計畫建議臺中港之紅燈門檻值為小於等於 740 公尺、橙燈門檻值為 740~1,650 公尺、黃燈門檻值為 1,650~2,000 公尺、綠燈門檻值則為大於 2 公里以上。

高雄港第一港口之能見度管制基準為當船舶總噸位 500 以上，航管中心目視距離不足約 1,000 公尺時，即暫停船舶進出港作業；當船舶總噸位小於 500 時，航管中心目視距離不足約 500 公尺時，即暫停船舶進出港作業；故本計畫建議高雄港第一港口之紅燈門檻值為小於等於 500 公尺、橙燈門檻值為 500~1,000 公尺、黃燈門檻值為 1~2 公里、綠燈門檻值則為大於 2 公里以上。

高雄港第二港口之能見度管制基準為當船舶總噸位 500 以上，航管中心目視距離不足約 1 浬(1,852 公尺)時，即暫停船舶進出港作業；當船舶總噸位小於 500 時，航管中心目視距離不足約 500 公尺時，即暫停船舶進出港作業；故本計畫建議高雄港第二港口之紅燈門檻值為小於等於 500 公尺、橙燈門檻值為 500~1,852 公尺、黃燈門檻值為 1852~2,000 公尺、綠燈門檻值則為大於 2 公里以上。

布港之能見度管制基準為當能見度不及 700 公尺時，應暫停船舶進、出港；故本計畫建議布袋港之紅燈門檻值為小於等於 700 公尺、橙燈門檻值為 700~1,000 公尺、黃燈門檻值為 1~2 公里、綠燈門檻值則為大於 2 公里以上。

澎湖港馬公碼頭區之能見度管制基準為當能見度不及 600 公尺時，得暫停船舶進出港；故本計畫建議澎湖港馬公碼頭區之紅燈門檻值為小於等於 600 公尺、橙燈門檻值為 600~1,000 公尺、黃燈門檻值為 1~2 公里、綠燈門檻值則為大於 2 公里以上。

澎湖港龍門碼頭區之能見度管制基準為當能見度不及 800 公尺時，得暫停船舶進出港；故本計畫建議澎湖港馬公碼頭區之紅燈門檻值為小於等於 800 公尺、橙燈門檻值為 800~1,000 公尺、黃燈門檻值為 1~2 公里、綠燈門檻值則為大於 2 公里以上。

花蓮港之能見度管制基準為依據該港能見度儀，如能見度數值小於 1 海浬(1,852 公尺)，即管制進出港作業，如能見度儀數值未達管制標準，仍遇有能見度不佳之情形，引水人得依現況暫停作業；故本計畫建議花蓮港之紅燈門檻值為小於等於 1,852 公尺、橙燈門檻值為 1,852~2,000 公尺、黃燈門檻值為 2~4 公里、綠燈門檻值則為大於 4 公里以上。

4.3 各港能見度告警門檻值之影響評估

本計畫透過在各港設置之能見度監測站所蒐集之歷史資料，對 4.2 節所提出之能見度燈號告警門檻建議值進行影響評估，透過各燈號門檻值在歷年各季節之分佈百分比進行影響評估，整理如表 4-4，其中春季為 3-5 月、夏季為 6-8 月、秋季為 9-11 月、冬季為 12-2 月。

基隆港能見度測站自 2022 年 12 月 1 日至 2024 年 11 月 30 日的觀測資料進行影響評估，綜整如表 4-4。其中以歷年資料來看，綠燈、黃燈、橙燈、紅燈之佔比，分別為 97.7%、1.99%、0.17%、0.14%。逾橙燈以上之比例較高者，以秋季及冬季兩季為主，其中秋季 0.42%和冬季 0.67%。

表 4-4 基隆港能見度告警門檻值之影響評估

港口	期間	觀測期間	綠燈 ≥ 2 公里	黃燈 500 公尺~2 公里	橙燈 220~500 公尺	紅燈 ≤ 220 公尺
基隆港	歷年/冬	2022/12~ 2024/11	95.17%	4.16%	0.22%	0.45%
	歷年/春		98.98%	0.95%	0.05%	0.02%
	歷年/夏		99.55%	0.39%	0.06%	0.01%
	歷年/秋		97.06%	2.52%	0.34%	0.08%
	歷年/年		97.70%	1.99%	0.17%	0.14%

臺北港能見度測站自 2022 年 12 月 1 日至 2024 年 11 月 30 日的觀測資料進行影響評估，綜整如表 4-5。其中以歷年資料來看，綠燈、黃燈、橙燈、紅燈之佔比，分別為 99.39%、0.253%、0.1%、0.25%。逾橙燈以上之比例較高者以冬季 1.06%為主。

表 4-5 臺北港能見度告警門檻值之影響評估

港口	期間	觀測期間	綠燈 ≥ 2 公里	黃燈 1~2 公里	橙燈 600~1,000 公尺	紅燈 ≤ 600 公尺
臺北港	歷年/冬	2022/12~ 2024/10/12	98.60%	0.34%	0.20%	0.86%
	歷年/春		99.77%	0.14%	0.04%	0.04%
	歷年/夏		99.73%	0.19%	0.04%	0.03%
	歷年/秋		99.47%	0.37%	0.11%	0.05%
	歷年/年		99.39%	0.25%	0.10%	0.25%

蘇澳港能見度測站自 2022 年 12 月 1 日至 2024 年 11 月 30 日的觀測資料進行影響評估，綜整如表 4-6。其中以歷年資料來看，綠燈、黃燈、橙燈、紅燈之佔比，分別為 94.24%、3.93%、0.28%、1.55%。逾橙燈以上之比例較高者，以秋季及冬季兩季為主，其中秋季 3.21%和冬季 2.72%。

表 4-6 蘇澳港能見度告警門檻值之影響評估

港口	期間	觀測期間	綠燈 ≥ 4 公里	黃燈 2~4 公里	橙燈 1,852~2,000 公尺	紅燈 ≤ 1,852 公尺
蘇澳港	歷年/冬	2022/12~ 2024/11	89.85%	7.42%	0.45%	2.27%
	歷年/春		98.15%	1.49%	0.08%	0.28%
	歷年/夏		97.80%	1.16%	0.10%	0.94%
	歷年/秋		91.06%	5.73%	0.48%	2.73%
	歷年/年		94.24%	3.93%	0.28%	1.55%

臺中港能見度測站自 2022 年 12 月 1 日至 2024 年 11 月 30 日的觀測資料進行影響評估，綜整如表 4-7。其中以歷年資料來看，綠燈、黃燈、橙燈、紅燈之佔比，分別為 99.82%、0.03%、0.1%、0.05%。逾橙燈以上之比例較高者以夏季 0.38%為主；其中 2024 年 7 月 23 日至 26 日因凱米颱風之雨勢過大造成長時間低能見度。

表 4-7 臺中港能見度告警門檻值之影響評估

港口	期間	觀測期間	綠燈 ≥ 2 公里	黃燈 1,650~2,000 公尺	橙燈 740~1,650 公尺	紅燈 ≤ 740 公尺
臺中港	歷年/冬	2022/12~ 2024/11	99.88%	0.04%	0.09%	0.00%
	歷年/春		99.88%	0.02%	0.07%	0.02%
	歷年/夏		99.56%	0.07%	0.20%	0.18%
	歷年/秋		99.95%	0.01%	0.03%	0.01%
	歷年/年		99.82%	0.03%	0.10%	0.05%

高雄第一港口能見度測站自 2022 年 12 月 1 日至 2024 年 11 月 30 日的觀測資料進行影響評估，綜整如表 4-8。其中以歷年資料來看，綠燈、黃燈、橙燈、紅燈之佔比，分別為 99.43%、0.29%、0.17%、0.1%。逾橙燈以上之比例較高者，以夏季及秋季兩季為主，其中夏季 0.55%和秋季 0.56%；其中 2023 年 7 月 28 日因受杜蘇芮颱風影響、2023 年 9 月 3 日至 4 日因受海葵颱風影響、2024 年 7 月 24 日至 26 日受凱米颱風影響、2024 年 10 月 2 日至 3 日受山陀兒颱風影響、2024 年 11 月 16 日受天兔颱風影響，因雨勢過大造成長時間低能見度。

表 4-8 高雄第一港口能見度告警門檻值之影響評估

港口	期間	觀測 期間	綠燈 ≥ 2 公里	黃燈 1~2 公里	橙燈 500~1,000 公尺	紅燈 ≤ 500 公尺
高雄港 第一港口	歷年/冬	2022/12~ 2024/11	99.995%	0.005%	0.00%	0.00%
	歷年/春		99.77%	0.14%	0.07%	0.01%
	歷年/夏		98.85%	0.60%	0.35%	0.20%
	歷年/秋		99.11%	0.43%	0.26%	0.20%
	歷年/年		99.43%	0.29%	0.17%	0.10%

高雄第二港口能見度測站自 2023 年 12 月 1 日至 2024 年 11 月 30 日的觀測資料進行影響評估，綜整如表 4-9。其中以歷年資料來看，綠燈、黃燈、橙燈、紅燈之佔比，分別為 98.36%、0.04%、0.51%、1.09%。逾橙燈以上之比例較高者，以春季及夏季兩季為主，其中春季 2.67%和夏季 1.37%；其中 2024 年 7 月 24 日至 26 日受凱米颱風影響、2024 年 10 月 2 日至 3 日受山陀兒颱風影響、2024 年 11 月 16 日受天兔颱風影響，因雨勢過大造成長時間低能見度。

表 4-9 高雄第二港口能見度告警門檻值之影響評估

港口	期間	觀測 期間	綠燈 ≥ 2 公里	黃燈 1,852~2,000 公尺	橙燈 500~1,852 公尺	紅燈 ≤ 500 公尺
高雄港 第二港口	歷年/冬	2023/12~ 2024/11	98.77%	0.00%	0.00%	1.23%
	歷年/春		97.32%	0.01%	0.24%	2.43%
	歷年/夏		98.58%	0.05%	0.91%	0.46%
	歷年/秋		98.79%	0.08%	0.90%	0.23%
	歷年/年		98.36%	0.04%	0.51%	1.09%

花蓮港能見度測站自 2022 年 12 月 1 日至 2024 年 11 月 30 日的觀測資料進行影響評估，綜整如表 4-10。其中以歷年資料來看，綠燈、黃燈、橙燈、紅燈之佔比，分別為 99.62%、1.35%、0.35%、1.68%。逾橙燈以上之比例較高者，以秋季及夏季兩季為主，其中秋季 6.38%和夏季 1.15%；其中 2023 年 5 月 30 日因受瑪娃颱風影響、2023 年 7 月 26 日至 28 日因受杜蘇芮颱風影響、2023 年 8 月 29 日至 31 日受蘇拉颱風影響、2023 年 9 月 3 日至 5 日因受海葵颱風影響、2023 年 10 月 4 日至 6 日受小犬颱風影響、2024 年 7 月 23 日至 27 日受凱米颱風影響、2024 年 9 月 29 日至 30 日受山陀兒颱風影響、2024 年 10 月 30 日至 11 月 2 日受康芮颱風影響，因雨勢過大造成長時間低能見度。

表 4-10 花蓮港能見度告警門檻值之影響評估

港口	期間	觀測期間	綠燈 ≥ 4 公里	黃燈 2~4 公里	橙燈 1,852~2,000 公尺	紅燈 ≤ 1,852 公尺
花蓮港	歷年/冬	2022/12~ 2024/11	98.65%	1.12%	0.05%	0.18%
	歷年/春		98.77%	0.86%	0.05%	0.32%
	歷年/夏		97.84	1.01%	0.08%	1.07%
	歷年/秋		91.20%	2.41%	1.22%	5.16%
	歷年/年		96.62%	1.35%	0.35%	1.68%

布袋港能見度測站自 2022 年 12 月 1 日至 2024 年 11 月 30 日的觀測資料進行影響評估，綜整如表 4-11。其中以歷年資料來看，綠燈、黃燈、橙燈、紅燈之佔比，分別為 99.64%、0.21%、0.05%、0.1%。逾橙燈以上之比例較高者以夏季 0.49%為主；其中 2023 年 7 月 28 日因受杜蘇芮颱風影響、2024 年 7 月 24 日至 26 日受凱米颱風影響，因雨勢過大造成長時間低能見度。

表 4-11 布袋港能見度告警門檻值之影響評估

港口	期間	觀測期間	綠燈 ≥ 2 公里	黃燈 1~2 公里	橙燈 700~1,000 公尺	紅燈 ≤ 700 公尺
布袋港	歷年/冬	2022/12~ 2024/11	99.64%	0.31%	0.05%	0.01%
	歷年/春		99.93%	0.04%	0.01%	0.02%
	歷年/夏		99.13%	0.38%	0.14%	0.35%
	歷年/秋		99.85%	0.11%	0.02%	0.02%
	歷年/年		99.64%	0.21%	0.05%	0.10%

澎湖港馬公能見度測站自 2022 年 12 月 1 日至 2024 年 11 月 30 日的觀測資料進行影響評估，綜整如表 4-12。其中以歷年資料來看，綠燈、黃燈、

橙燈、紅燈之佔比，分別為 99.59%、0.18%、0.09%、0.14%。逾橙燈以上之比例較高者以夏季 0.42%為主；其中 2023 年 7 月 28 日因受杜蘇芮颱風影響、2024 年 7 月 24 日至 26 日受凱米颱風影響，因雨勢過大造成長時間低能見度。

表 4-12 澎湖港馬公能見度告警門檻值之影響評估

港口	期間	觀測 期間	綠燈 ≥ 2 公里	黃燈 1~2 公里	橙燈 600~1,000 公尺	紅燈 ≤ 600 公尺
澎湖港 馬公	歷年/冬	2022/12~ 2024/11	99.71%	0.08%	0.09%	0.12%
	歷年/春		99.60%	0.14%	0.10%	0.16%
	歷年/夏		99.22%	0.36%	0.16%	0.26%
	歷年/秋		99.82%	0.15%	0.02%	0.02%
	歷年/年		99.59%	0.18%	0.09%	0.14%

澎湖港龍門能見度測站自 2022 年 12 月 1 日至 2024 年 11 月 30 日的觀測資料進行影響評估，綜整如表 4-13。其中以歷年資料來看，綠燈、黃燈、橙燈、紅燈之佔比，分別為 99.57%、0.2%、0.05%、0.18%。逾橙燈以上之比例較高者以夏季 0.41%為主；其中 2023 年 7 月 28 日因受杜蘇芮颱風影響、2024 年 7 月 24 日至 26 日受凱米颱風影響，因雨勢過大造成長時間低能見度。

表 4-13 澎湖港龍門能見度告警門檻值之影響評估

港口	期間	觀測 期間	綠燈 ≥ 2 公里	黃燈 1~2 公里	橙燈 800~1,000 公尺	紅燈 ≤ 800 公尺
澎湖港 龍門	歷年/冬	2022/12~ 2024/11	99.74%	0.05%	0.02%	0.19%
	歷年/春		99.61%	0.15%	0.05%	0.19%
	歷年/夏		99.10%	0.49%	0.09%	0.32%
	歷年/秋		99.83%	0.11%	0.02%	0.04%
	歷年/年		99.57%	0.20%	0.05%	0.18%

第五章 結論與建議

本計畫主要為精進「商港海氣象資訊系統」之能見度告警功能，提出各港告警燈號門檻值之建議。因此，本計畫首先綜整港區目前相關實務管理要點及文獻，並調查瞭解各商港對能見度告警燈號設定門檻值之需求與建議，據以建提出商港海氣象能見度告警機制之建議。

5.1 結論

1. 本計畫紅色燈號門檻值(行動值)之依據建議應為相關實務管理作業要點規定進行強制或封閉管制之基準，橙色燈號門檻值(警戒值)次之，黃色燈號門檻值(注意值)再次之。此外，亦需考量各港差異而因地制宜。
2. 本計畫對能見度告警燈號設定門檻值之建議：基隆港之紅燈門檻值為小於等於 200 公尺、橙燈門檻值為 220~1,000 公尺、黃燈門檻值為 1~2 公里、綠燈門檻值則為大於 2 公里以上。臺北港及澎湖港馬公之紅燈門檻值為小於等於 600 公尺、橙燈門檻值為 600~1,000 公尺、黃燈門檻值為 1~2 公里、綠燈門檻值則為大於 2 公里以上。蘇澳港及花蓮港之紅燈門檻值為小於等於 1,852 公尺、橙燈門檻值為 1,852~2,000 公尺、黃燈門檻值為 2~4 公里、綠燈門檻值則為大於 4 公里以上。臺中港之紅燈門檻值為小於等於 740 公尺、橙燈門檻值為 740~1,650 公尺、黃燈門檻值為 1,650~2,000 公尺、綠燈門檻值則為大於 2 公里以上。高雄港第一港口之紅燈門檻值為小於等於 500 公尺、橙燈門檻值為 500~1,000 公尺、黃燈門檻值為 1~2 公里、綠燈門檻值則為大於 2 公里以上。高雄港第二港口之紅燈門檻值為小於等於 500 公尺、橙燈門檻值為 500~1,852 公尺、黃燈門檻值為 1,852~2,000 公尺、綠燈門檻值則為大於 2 公里以上。
3. 前述能見度告警燈號門檻建議值，並以各港設置之能見度監測站所蒐集之歷史資料進行影響評估，瞭解各燈號門檻值在歷年各季節之

百分比分佈及影響程度，評估結果本計畫所建議能見度告警燈號門檻值尚屬切適。

4. 商港海氣象資訊系統採「綠、黃、橙、紅」等 4 級告警，以視覺、直覺展示快速告警港區目前能見度狀態，惟實務仍需依實際觀測數據綜合研判為準。

5.2 建議

1. 受海氣象條件影響之港區活動，包含船舶進出港、錨泊、碼頭裝卸、起重機吊掛作業、遊客垂釣等，其相關管制基準皆不相同，自然對告警燈號門檻值之需求亦各異，有不同需求之使用者可多加利用「商港海氣象資訊系統」使用者自訂告警燈號門檻值功能，進行客製化之燈號告警展示及 Line 推播之門檻值，將更滿能足各類使用者之需求。
2. 本計畫提出之能見度告警門檻值建議，後續可供港務公司進一步確認，並應用於商港海氣象資訊系統於設定能見度告警燈號之參據，強化港務管理及災防應變效率。
3. 隨著影像辨識技術日益成熟與進步，建議後續研究持續投入研究能量於能見度影像辨識，以彌補人工目視或儀器量測能見度之不足。
4. 研究成果後續可供港務公司確認「商港海氣象資訊系統」訂定能見度告警燈號之參據。

5.3 成果效益及應用情形

1. 商港能見度告警機制可提供港務公司、海事人員等各界應用，讓相關人員能夠迅速掌握能見度監測資訊之變化與告警，做為決策支援輔助，提升港埠營運效率與船舶航行安全。
2. 針對能見度告警建議進行影響評估，提供港務公司確認訂定告警燈號之參據。

參考文獻

1. 黃惠君，「影響飛航的天氣-霧的簡介」，飛航天氣第 7 期，22-27 頁，2007 年 4 月。
2. 「迷茫之城——是霧，或是霾」，<https://edu.cwa.gov.tw/PopularScience/>，中央氣象署。
3. 「馬祖港域能見度探討之研究(1/2)-環境因子特性分析」，交通部運輸研究所，民國 111 年 3 月。
4. 「馬祖港域能見度探討之研究(2/2)- 能見度預測模式之概念驗證」，交通部運輸研究所，民國 112 年 3 月。
5. 郭忠暉，「能見度與跑道視程」，航空氣象，第 17 期，頁 25-26 頁，民國 91 年 11 月。
6. 能見度測量方法，<https://i.cs.hku.hk/~visible/Visibility-Chinese.php>。
7. 影像分析在天氣觀測之應用(1/3)，交通部中央氣象署，民國 103 年。
8. 林冠伶、江宙君、林欣弘、朱容練、徐理寰、黃紹欽、于宜強，「離島機場能見度 AI 分析系統介紹—以金、馬地區機場為例」，災防救災電子報第 223 期，2024 年 2 月，國家災害防救科技中心氣象組。
9. 天氣與氣候監測網，https://watch.ncdr.nat.gov.tw/watch_vis_v2，國家災害防救科技中心氣象組。
10. 翁洞寧，「運用神經網路預測機場能見度-以金門尚義機場為例」，國立金門大學碩士論文，民國 110 年 5 月。
11. 汲宗灝，「用多變數迴歸與類神經網路模擬機場能見度」，國立屏東科技大學碩士論文，民國 100 年 1 月。

- 12.邱振源，「臺灣西部及外島地區低能見度環境特徵分析及模擬」，國防大學理工學院，民國 105 年 5 月。
- 13.郭忠暉，「跑道視程之觀測及報告解析」，飛航天氣第 2 期，22-27 頁，2004 年 10 月。
- 14.臺灣各機場適航天氣，
https://aoaws.anws.gov.tw/AWS/takeland.php?lang=tw&voice_alarm=0，交通部民用航空局飛航服務總臺航空氣象服務網。
- 15.機場運作看天吃飯，<https://www.taoyuan-airport.com/baomazai>，桃園國際機場。
- 16.基隆港船舶交通服務指南，基港港字第 1116271137 號函修訂，民國 111 年 12 月 19 日。
- 17.臺北港船舶進出港作業要點，港總勞字第 1090152270 號函，民國 109 年 5 月 4 日，臺灣港務股份有限公司。
- 18.蘇澳港濃霧及能見度不佳期間商船進出港作業要點，民國 111 年 3 月 2 日，臺灣港務股份有限公司基隆港務分公司蘇澳港營運處。
- 19.臺中港船舶交通服務指南，臺中港務分公司，民國 111 年 11 月。
- 20.高雄港船舶航行規定，高港港字第 1126202738 號函公告，民國 112 年 2 月 15 日。
- 21.布袋商港船舶進出港管制基準，高港布袋字第 1136950206 號函修訂，民國 113 年 5 月 28 日。
- 22.花蓮港船舶進出港作業服務指南，112 年 2 月 18 日花港港字第 1128201081 號函修正，臺灣港務股份有限公司花蓮港務分公司。
- 23.臺灣港務股份有限公司船舶交通服務指南，臺灣港務股份有限公司。

- 24.海氣象監測及預警技術精進計畫(111~115 年)111-112 年成果報告，交通部運輸研究所，民國 113 年 3 月。
- 25.Biral 公司官網，<https://www.biral.com/product/sws-100-visibility-sensor/#product-block-specifications>。
- 26.World Meteorological Organization (WMO), Guide to Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 8), 2018 edition.
- 27.World Meteorological Organization (WMO), Manual on Codes - International Codes, Volume I.1, Annex II to the WMO Technical Regulations: part A - Alphanumeric Codes (WMO-No. 306), 2019 edition.
- 28.「馬祖南竿福澳港濃霧能見度影像識別工作」完工報告，交通部運輸研究所(曜辰國際企業有限公司執行)，民國 111 年 10 月。

附錄一

專家學者座談會會議紀錄

交通部運輸研究所運輸技術研究中心會議紀錄

壹、會議名稱：交通部運輸研究所運輸技術研究中心第二科與第三科自行研究計畫專家學者座談會議

貳、時間：113 年 4 月 29 日(星期一)上午 10 時

參、地點：本所運輸技術研究中心 2 樓會議室

肆、主持人：蔡立宏主任

紀錄：蔡世璿

伍、出單位及人員：如後附簽到表

陸、審查意見：

一、交通部中央氣象局呂國臣副署長

有關運技中心第二科和第三科自行研究計畫分別有 9 項及 6 項研究，其內容符合運輸技術研究中心自行研究計畫的需求。在個別計畫方面以下幾點建議：

- (一)在商港風力觀測技術精進部分，風力觀測的定義一致性很重要，例如風速觀測的採樣頻率和平均秒數等，聯合國氣象組織規定平均風為連續 600 秒紀錄之平均值，期間連續 3 秒之最大平均值為瞬間風(或陣風)，船舶觀測亦同，惟因各類群使用有其特殊性，例如航空飛行上之平均風採 120 秒平均。在儀器校驗部分，若有需要可送到氣象署新北園區新建的風洞進行。
- (二)馬祖港福澳碼頭潮位站旁即是氣象署的潮位站，2 站有否合作或整併機制，可進一步去了解。
- (三)關於臺灣港群觀測的統計資料精進部分，須注意無線電傳輸和電力供應技術。
- (四)關於智慧航安的海氣象資料應用的探討，可以依使用者角度進行客製化監測與預警。唯對公眾發布部分，可參考氣象署發布之港口之客製化天氣預報，若需要有較特殊之天氣或海象預報可逕與氣象署合作，評估是否採共同發布。
- (五)臺中港陣列雷達的訊號處理應用於海流與波浪，已有一定的技術，但在落地應用上，仍有許多技術開發備受期待。這部分未來建議能有跨單位的交流與合作。
- (六)觀測資料系統的建置需要有資料治理的觀念，在大數據需求日增趨

勢下，包含的資料一致性、格式、品管、資料履歷和生命週期，還有觀測儀器變遷等，都需要長時且階段性的規劃。

二、海洋委員會國家海洋研究院翁健二副院長

(一)第 1 案，商港風力觀測技術精進及強風特性分析之研究：

- 1.研究中分別用超音波風速計與螺旋槳風速計進行比對，但 2 者設備後續的比對方式建議再詳細論述。
- 2.經費概估表中儲存伺服器概估費用為 30 萬元，建議增加規格說明。

(二)第 3 案，臺灣港群波流觀測資料統計分析及通訊技術精進(1/2)：

- 1.建議說明觀測傳輸方式改成無線後，通訊距離、傳輸速率與電力搭配的問題。
- 2.112 年於室內水槽進行研究，而 113 年則在開放海域進行驗證測試，惟測試環境條件不同應如何比對？

(三)第 7 案，臺中港海洋陣列雷達訊號應用分析(2/3)：

- 1.請說明 112 年與 113 年探討雙雷達系統平面波浪觀測時，其特性與執行內容的差異。
- 2.計畫書中提及空間解析度為 500 公尺方能判讀，然而部分船舶長度小於 500 公尺的部分如何監測判讀？
- 3.114 年延續 113 年船舶判讀研究，透過 AIS 進行船舶航安研究，而微波雷達有進行船舶監測，在陣列雷達則較少，其 2 者差異應注意。

(四)第 8 案，海氣象觀測作業數位管理系統建置之研究(1/2)，建議於系統建置前先行律定資料庫系統資料格式。

(五)第 9 案，港區水下巡查技術初探(2/3)，建議可參考臺灣港務股份有限公司於 110 年港區水下無人載具及擴充設備應用研究已初步探討之相關內容。

(六)第 10 案，運技中心網頁資訊安全現況分析與探討，建議分析後可提出改善方法，如狀況處理、事先預防等。

(七)第 12 案，花蓮港碼頭波高預測模式作業化研究，請說明計畫經費於文字概述為 1,670 仟元，與總計畫經費 5 萬元之差異。

三、臺灣港務股份有限公司高雄分公司鄭智文總工程司

(一)第 1 案，商港風力觀測技術精進及強風特性分析研究，建議後續可

應用風速與延時在不同高度風力梯度之推算與模擬，以提供港區大型船舶受高度較高之風壓對於航行操控之影響。

(二)第 3 案，臺灣港群波流觀測資料統計分析及通訊技術精進(1/2)：

- 1.經費概估無水聲通訊數據機。
- 2.建議可增加電力損耗、船舶通過干擾、底泥及水域混濁干擾之校正與應用。
- 3.建議可建立港區即時波流資訊與颱風長浪預測及潮位之關聯模型。

(三)第 4 案，花蓮港湧浪遮蔽試驗(2/3)，今年評估消能設施布設於花蓮港之模型，除評估設施布設前後波高變化情形以外，應增加布設前後波浪頻率(週期)之變化。

(四)第 6 案，智慧航安與海氣象資訊應用探討(3/4)：

- 1.針對船舶於不利航行之海氣象水域，可提高預測及識別，並對船舶操航及港口管理單位，雙方提出危險預警。
- 2.建議研究範圍可擴大至港口外之錨泊區，或商港區域範圍外之領海。
- 3.建議系統可針對船舶運動狀態與航行軌跡，深度學習及識別其是否受局部海流與風力紊亂影響，或船舶機械故障之情形，並提早提出警示。
- 4.建議可結合港區塔臺雷達系統，針對刻意關掉 AIS 應答機之船舶，提出警告。

(五)第 7 案，臺中港海洋陣列雷達訊號應用分析(2/3)，建議可針對海域受油污染時之波高壓抑特性，觀測海域污染之分布及趨勢，並預測未來流向及範圍。

(六)第 8 案，海氣象觀測作業數位管理系統建置之研究(1/2)，於過往觀測取得之 Raw data 整理與比對時，應要求建立資料之校正與回歸標準作業程序，以利後續更精確之研究與模型建立。

(七)第 9 案，港區水下巡查技術初探(2/3)，建議水下無人載具可結合機械手臂，以利取樣及強化定位能力。

(八)第 12 案，花蓮港碼頭波高預測模式作業化研究：

- 1.有關經費概估為 1,670 千元，與計畫經費概估表有異。
- 2.建議可蒐集過往資料，經校正及回歸後，導入深度學習及人工智能，強化預測模型，提高預測準確度。

四、國立中山大學陳冠宇教授

(一)第 1 案，商港風力觀測技術精進及強風特性分析之研究：

1.建議說明儀器不確定性的檢驗方式。

2.建議是否以某些參數(如 Gustiness)為中心，較易突顯？

(二)第 2 案，馬祖港福澳碼頭設計水位之探討，建議說明水位以中潮系統為準，是以大地水準面亦或引測求得？

(三)第 3 案，臺灣港群波流觀測資料統計分析及通訊技術精進(1/2)，聲波通訊在淺水域易有多重反射，建議藉由例證說明其適合應用於港域。

(四)第 4、5 案，花蓮港湧浪遮蔽試驗(2/3)、長週期波斷面模型試驗(2/3)，花蓮港震盪乃亞重力波(約 100 多秒的週期)引致，建議透過相關例證說明可有效消能與模擬。

(五)第 6 案，智慧航安與海氣象資訊應用探討(3/4)，111 年與 114 年、112 年與 113 年的工作項目有重覆。

(六)第 7 案，臺中港海洋陣列雷達訊號應用分析(2/3)，建議波流觀測儀器 AWAC 遠離防波堤，以利與雷達的觀測結果進行驗證比較。

(七)第 8 案，海氣象觀測作業數位管理系統建置之研究(1/2)，數位管理系統之建置是否有自動化品管、自動即時回傳與自動補遺(年報)的功能？

(八)第 9 案，港區水下巡查技術初探(2/3)，是否引進 ROV？

(九)第 10 案，運技中心網頁資訊安全現況分析與探討，建議可列入各資料庫。

(十)第 12 案，花蓮港碼頭波高預測模式作業化研究，港池震盪造成的困擾可能更要注意流所造成的斷纜狀況。

(十一)第 13、15 案，評估 SCHISM 模式於港區波浪模擬可行性、評估 FUNWAVE 模式於港內波浪模擬可行性，建議說明採用模式之原因與應用的方向。

五、臺灣港務股份有限公司花蓮分公司鄭璟生處長(書面意見)

(一)第 4 案，花蓮港湧浪遮蔽試驗(2/3)：

1.本計畫著重於如何透過佈設消能設施，評估消能工法對於各湧浪條件下之波能削減成效。在消能選址方面，花蓮港新舊東防波堤交

界處起算 500 公尺處係常受颱風損壞之弱點(沉箱編號#1~#22)，建議可選擇新東堤 0k+000~0k+500 港側規劃設置消能設施，此外，建議可選擇佈放消能設施位址如以下 3 處：

(1) 束縮航道(有效寬度僅 100 公尺)之兩側，設施方案宜檢討不得影響操船空間。

(2) 7 號碼頭。

(3) 12 號碼頭。

2. 參考歷年貴中心於花蓮港港池共振研究與相關研討論文，曾有 1 方案檢討是否於花蓮港港形底部(#7、#12 碼頭)設置通水箱涵的方案，讓能量能透過此箱涵予以遲滯消散。因#7 碼頭與#12 碼頭後線基地均有大排，是有機會透過拓寬大排斷面的方式，以此發揮一定程度的消能功效，規模也較小，故提請本案考量在消能設施的選擇方案方面，有無機會就此一併納入研究。

3. 本案模型的平面佈置目前仍以花蓮港現有港形為基礎，做為規劃配置可行的消能設施方案，如有其他港形變化的空間，是否可考慮#10 至#16 碼頭間設置具消能設施的擋浪堤，於內部研究案內先有最初步的探討，港務公司亦於 114 年起提編 2,500 萬預算辦理「花蓮港港池共振削減方案暨可行性評估」。

4. 有關新東堤 0k+000~0k+500 港側規劃設置消能設施，如設施方案為通用型的如鼎形塊或林克塊，港務公司可從 114 年度預算內優先試拋以利驗證。

(二) 第 5 案，長週期波斷面模型試驗(2/3)：

1. 本案為評估選定花蓮港內港 1 座碼頭，探討更新為消能碼頭，並規劃於第 3 年期規劃設置束縮航道的消能斷面或設施，以削減長周期波波能，並建立模型。請問選定花蓮港內港 1 座碼頭探討更新為消能碼頭，是否也做斷面模型？

2. 內港碼頭的選擇建議優先考量#7 與#12 碼頭。

3. 未來消能碼頭仍須有靠泊需求，即消能碼頭仍需安裝防舷材與繫船柱，故建議設施方案的評估要納入此實務需求。

(三) 第 12 案：花蓮港碼頭波高預測模式作業化研究

1. 據悉花蓮港在通告港內船隻避湧的決策判斷，除貴中心建置的「花蓮港區靜穩展示」系統外，亦仰賴觀察 CCTV 鏡頭對準外港堤口

水尺的刻度觀測值，本研究成果預期提出建置 113 年度花蓮港碼頭波高預測模式，提供未來 2 日於#9、#17、#25 等 3 處之波高預測值，建議其模擬值時間尺度宜在小時以內，以爭取監控中心決策時間與航商移泊時間。

2.建議系統所呈現的波高預測值可參考監控中心發佈通告所採之警戒值，同目前系統根據預測波高所作出的紅黃綠 3 色燈號告警

六、國立成功大學董東璟主任（書面意見）

- (一)提送之 15 項計畫均有其重要性與必要性，予以支持。
- (二)關於「商港風力觀測技術精進及強風特性分析之研究」計畫，建議本案產出應確定能符合利害關係者(stakeholder)的需求。
- (三)關於「馬祖港福澳碼頭設計水位之探討」計畫，各潮位參數之定義(算法)宜和相關機關(如中央氣象署)一致或有所說明(若定義不同)。
- (四)關於「臺灣港群波流觀測資料統計分析及通訊技術精進(1/2)」計畫，第 1 年度水下無線通訊現場測試是否有訂相關達成指標以評估其妥善率？第 2 年度工作標題註明要建置，但工作項目內容似乎僅為建置評估，現場海洋狀況與實驗室不同，建議測試妥當後始開始進行建置。
- (五)關於「花蓮港湧浪遮蔽試驗(2/3)」計畫，建議有系統且完整地蒐集並說明過去數十年來關於花蓮港港池不穩度之相關研究成果或作為，以給予本計畫清楚之定位。
- (六)關於「長週期波斷面模型試驗(2/3)」計畫，計畫第 2 年和第 3 年仍再進行文獻蒐集，建議重點工作著重在水動力分析與改善試驗研究，此外，長波試驗條件如何定義應有明確說明。
- (七)關於「智慧航安與海氣象資訊應用探討(3/4)」計畫，計畫中的 VDES 等船舶通訊技術發展是如何達到船舶監控預警的應用，請詳細說明，此外，「預警」的標的為何？建議更明確闡述。
- (八)關於「臺中港海洋陣列雷達訊號應用分析(2/3)」計畫，應特別著重在觀測結果正確性的探討。
- (九)關於「海氣象觀測作業數位管理系統建置之研究(1/2)」計畫，如何整合管理不同觀測系統、測站型式、儀器類別等，建置符合運技中心需求之管理系統應有妥善規劃。
- (十)關於「港區水下巡查技術初探(2/3)」計畫，取得之水下影像如何進

行分析、解讀為計畫成敗關鍵，建議可引入 AI 判識技術。

(十一)關於「運技中心網頁資訊安全現況分析與探討」計畫，支持目前辦理方案。

(十二)關於「商港能見度告警機制探討」計畫，目標是要提出告警機制抑或告警標準建請釐清。

(十三)關於「花蓮港碼頭波高預測模式作業化研究」計畫，建議確認計畫目標為預測某幾個碼頭的波高？統計模式用以預測局部地區特性是否具有足夠能力需稍加留意。

(十四)關於「評估 SCHISM 於港區波浪模擬可行性」計畫，運技中心原已有 TaiCOMS 模式可用來進行風浪模擬、潮汐和水動力模擬，引入 SCHISM 模式之定位為何，建請詳細考慮？

(十五)關於「馬祖海氣象特性分析」計畫，建議著重在 Mike21 HD 模式的海流模擬結果之驗證。

(十六)關於「評估 FUNWAVE 模式於港內波浪模擬可行性」計畫，建請強化模擬結果之驗證。

柒、結論：

感謝委員提供本所自行研究計畫之專業建議，請案關同仁將委員意見納為執行計畫重要參採依據，俾以達到成果實際應用目的，以及提升研究成果之廣度及實用性。

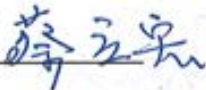
捌、散會：上午 12 時 40 分

會議簽到表

會議名稱：交通部運輸研究所運輸技術研究中心第二科與第三科自行
研究計畫專家學者座談會議

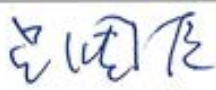
時間：113 年 4 月 29 日(星期一)上午 10 時

地點：本所運輸技術研究中心 2 樓簡報室

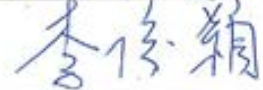
主持人：蔡立宏主任 

紀錄：蔡世璿

專家學者：

專家學者	簽名
呂國臣委員	
翁健二委員	
鄭智文委員	
鄭璟生委員	請假 提供書面意見
董東璟委員	請假 提供書面意見
陳冠宇委員	

出席單位與人員：

出席單位	職稱	簽名
交通部運輸研究所 運輸技術研究中心	科長	
	副研究員	
	科長	

單位	簽名
交通部運輸研究所 運輸技術研究中心	陳劍屏 羅冠毅 洪維育 傅怡創 蔣敏玲 黃茂仁 林有騰 許義宏 李政達 蔡世瑜 林夏利 陳冠廷 曹勝陽 劉清軒

附錄二

第 1 次工作會議紀錄

113 年 6 月工作會議紀要

會議名稱：本所運輸技術研究中心第三科 113 年自行研究計畫第 1 次工作會議

時間：113 年 6 月 27 日(星期四)上午 9 時

地點：本所運輸技術研究中心 5 樓第一會議室

主持人：林雅雯科長

出席者：如後附簽到表

主辦單位：本所運輸技術研究中心第三科

紀錄：林有騰

壹、討論議題/計畫名稱

一、工作進度說明

(一)商港能見度告警機制探討

- 1.綜整各商港目前能見度相關管制規定。
- 2.研析國內外能見度相關文獻。
- 3.彙整各港對能見度示警門檻值建議。

(二)運技中心網頁資訊安全現況分析與探討

- 1.研析網頁漏洞資訊安全相關文獻。
- 2.進行駭客攻擊手法蒐整與瞭解。
- 3.釐清常見攻擊手段與系統漏洞評估方式。
- 4.說明中心網頁歷年資安事件。

(三)花蓮港碼頭波高預測模式作業化研究

- 1.說明花蓮港 112 年港外、港內碼頭波浪觀測資料統計分析結果，以及蒐集花蓮港 7 件 112 年度防颱避湧事件。

2.展示納入 112 年度觀測及模擬資料，進行神經網路再訓練、
驗證及測試之結果。

3.初步規劃作業化流程，完成相關程式編寫工作並已封裝成執行檔。

(四)評估 SCHISM 模式於港區波浪模擬可行性

1.蒐集花蓮港波浪觀測資料、應用 SCHISM-WWM III 模式於波浪模擬相關文獻。

2.針對 SCHISM 模式執行之軟、硬體需求，建立所需作業環境(Linux)。

(五)馬祖海氣象特性分析及應用研究

1.馬祖南竿福澳港數值模式建模說明(MIKE 21)。

2.水動力模式驗證及參數調整比較。

(六)評估 FUNWAVE 模式於港內波浪模擬可行性

1.蒐集國內外關於 FUNWAVE 於海岸與港灣模擬的相關文獻。

2.初步建置 FUNWAVE 模擬環境。

二、針對目前研究方向與執行情形進行討論

(一)商港能見度告警機制探討

1.討論各港對能見度示警門檻之初步建議值。

2.討論後續辦理方向及蒐集資訊。

(二)運技中心網頁資訊安全現況分析與探討

1.說明駭客攻擊手法與網頁漏洞相關資源目前辦理情形。

2.討論中心網頁歷年資安事件與發生原因。

(三)花蓮港碼頭波高預測模式作業化研究

1.說明花蓮港 112 年港外、港內碼頭波浪觀測資料統計分析結

果。

2.展示 17 號碼頭在納入 112 年度觀測及模擬資料，進行神經網路再訓練後之驗證及測試結果。

3.說明 17 號碼頭波高預測模式之作業化流程。

(四)評估 SCHISM 模式於港區波浪模擬可行性

1.SCHISM 模式可進行混合網格與局部加密網格之模擬計算，且可與 WWM-III 風浪模式進行雙向耦合計算，於近岸考量流場對波浪場影響。

2.開源 Linux 系統版本眾多，經測試多種版本，已完成建置作業系統及所需工具軟體，且可運行案例模擬。

(五)馬祖海氣象特性分析及應用研究

1.探討不同網格邊界及匯入水深地形對於模擬結果的影響。

2.使用其中一種網格邊界進行潮位、流速及流向驗證，並以不同參數產出模擬結果後，審視歷線圖及評估指標之適宜性。

3.探討匯入模擬風場之準確性。

(六)評估 FUNWAVE 模式於港內波浪模擬可行性

1.現有數值模擬軟體與 FUNWAVE 的差異討論。

2.環境建置方式討論。

貳、重點紀要/主要結論

一、商港能見度告警機制探討

(一) 可以用平面圖方式標明能見度進出港管制的起迄點位、引水人領港從登輪點進港之能見度，以及本所能見度儀設置點位。

(二) 蒐集各商港因能見度而封港與重新開放進港之案例，及當時本所能見度儀之觀測數據。

(三) 後續可針對中央氣象署、高速公路局、公路局等單位採用之

能見度儀或濃霧偵測器進行瞭解與比較。

(四)蒐集瞭解臺灣港務股份有限公司進出港或異常事件管制之紀錄，如：避湧、斷纜、能見度進出港管制、船難等。

二、運技中心網頁資訊安全現況分析與探討

(一)建議可著重於網頁弱點與相關應用資源做探討。

(二)問卷相關內容，請與計畫相關人員釐清後再提出。

三、花蓮港碼頭波高預測模式作業化研究

波高預測模式之作業化流程部分，後續可再增加使用 TaiCOMS 產製花蓮港 1 日 4 次波高模擬預測資料之流程，以比較 2 者預測成果。

四、評估 SCHISM 模式於港區波浪模擬可行性

(一)建議可強化 SCHISM 模式應用文獻蒐集。

(二)建議可盤點現有資料建置模型，進行花蓮港區波浪模擬，並與本所 TaiCOMS 模擬結果比較，以評估 SCHISM 模式之模擬可行性。

五、馬祖海氣象特性分析及應用研究

(一)建議邊界潮位條件選擇 MIKE 21 內建 0.125 degree 全球潮位預報資料。

(二)建議可使用觀測資料風速及流速，先行比較兩者間之相關性。

(三)建議可將 TaiCOMS 模擬的流速一併套疊歷線圖，並加以比較。

六、評估 FUNWAVE 模式於港內波浪模擬可行性

後續可以再針對港內或近岸模擬部分進行文獻的蒐集與回顧，並就折、繞、反射的物理現象，可與其他數值模式的結果進行比較。

簽到表

壹、會議名稱：本所運輸技術研究中心第三科 113 年自行研究計畫第 1 次
工作會議

貳、時間：113 年 6 月 27 日(星期四) 上午 9 時

參、地點：本所運輸技術研究中心5樓第一會議室

肆、主持人：林雅雯科長 林雅雯

伍、出席單位及人員：

出席單位	職稱	姓名
本所運輸技術研究中心 第一科	科長	賴瑞聰
本所運輸技術研究中心 第二科	科長	請假
本所運輸技術研究中心 第三科	副研究員	劉清松
	副研究員	蔣敏玲
	副研究員	傅怡劍
	副研究員	陳金玲
	副研究員	游世瑛
	助理研究員	林有騰
本所運輸技術研究中心 行政科	科員	郭德芳
	會議室管理員	顏震香

附錄三

第 2 次工作會議紀錄

113 年 8 月工作會議紀要

會議名稱：本所運輸技術研究中心第三科 113 年自行研究計畫第 2 次
工作會議

時間：113 年 8 月 30 日(星期五)上午 9 時

地點：本所運輸技術研究中心 5 樓第一會議室(視訊會議)

主持人：林雅雯科長

出席者：如後附簽到表

主辦單位：本所運輸技術研究中心第三科

紀錄：林有騰

壹、討論議題/計畫名稱

一、工作進度說明

(一)商港能見度告警機制探討

- 1.綜整各商港目前能見度相關管制規定。
- 2.針對氣象署、高公局、公路局等採用之能見度儀或濃霧偵測器進行瞭解與比較。
- 3.彙整各港對能見度示警門檻值建議。
- 4.各港對能見度示警門檻值彙整與初步建議。

(二)運技中心網頁資訊安全現況分析與探討

- 1.進行對外網頁服務系統網頁弱掃與網頁弱掃種類與漏洞分布結果分析，以瞭解網頁之弱點與威脅。
- 2.說明 113 年中心網頁歷年資安事件。

(三)花蓮港碼頭波高預測模式作業化研究

使用以模擬資料訓練之神經網路，規劃港內碼頭波高預測工作

流程及編寫相關程式工作。

(四)評估 SCHISM 模式於港區波浪模擬可行性

- 1.針對 SCHISM-WWMIII 耦合模式建置包含臺灣之西太平洋計算域之數值網格，進行網格除錯、格式調整。
- 2.進行 SCHISM-WWMIII 耦合模式輸入檔製作及參數設定探討。

-

(五)馬祖海氣象特性分析及應用研究

- 1.馬祖南北竿、莒光及東引港口海氣象特性分析比較。
- 2.馬祖南竿福澳港數值模式建模說明(MIKE 21)。
- 3.水動力模式驗證及參數調整比較。

(六)評估 FUNWAVE 模式於港內波浪模擬可行性

- 1.針對 FUNWAVE 基本案例進行模擬與討論。
- 2.於不同環境進行模擬效能比較。

二、針對目前研究方向與執行情形進行討論

(一)商港能見度告警機制探討

- 1.討論各港對能見度示警門檻之初步建議值。
- 2.討論後續辦理方向及蒐集資訊。

(二)運技中心網頁資訊安全現況分析與探討

- 1.討論「網頁弱掃」主要工具與弱點比對方法。
- 2.討論網頁弱掃報告之弱點種類與弱點數量主要分佈，以及各漏洞主要發生原因、駭客利用漏洞攻擊方式與漏洞修補方法。
- 3.討論 113 年本所運技中心資安事件與發生原因，及事件處置方式。

(三)花蓮港碼頭波高預測模式作業化研究

- 1.說明 6 月初步規劃作業化流程之執行檔上線後之執行情形，如

程式有漏洞導致特定時間點會執行不成功、港外模擬資料或港內觀測資料中斷時，執行檔表現情形等。

- 2.針對 6 月規劃之作業化流程，說明進程式修改、修正漏洞，並新增下載使用 TaiCOMS 花蓮 1 日 4 次波浪資料，以執行神經網路預測港內波高等工作；另神經網路部分，新增使用波高、週期、波向之神經網路。

(四)評估 SCHISM 模式於港區波浪模擬可行性

- 1.數值模式網格以 SMS 軟體製作，網格加密過程中於近岸出現錯誤網格，需以手動方式刪除，經確認及測試 SMS 軟體版本後已可產製正確數值網格。
- 2.SCHISM-WWMIII 耦合模式所需設定之基本參數眾多，且需分別於不同輸入檔中設定，正進行參數研析及設定。

(五)馬祖海氣象特性分析及應用研究

- 1.藉由特性分析比較馬祖四鄉五島各海氣象觀測測站風速風向、波高波向、週期波向及流速流向相同及相異處，呈現各處受地形環境影響之特點。
- 2.使用 0.125 度潮位邊界及 WE02 風場資料，探討不同網格邊界對於模擬結果的影響。
- 3.比較 2 種網格邊界進行 2 處潮位站、1 處流速及流向驗證與比差異。

(六)評估 FUNWAVE 模式於港內波浪模擬可行性

- 1.FUNWAVE-TVD 基礎案例模擬討論。
- 2.不同模擬環境下之效能討論。

貳、重點紀要/主要結論

一、商港能見度告警機制探討

- (一)期末報告可加入更多國內外能見度之文獻回顧資料。

(二)針對所蒐集各商港因能見度不佳之封港案例，分析與探討封港與恢復開放時之本所能見度儀觀測數據。另一方面，分析當儀器觀測到之能見度低時，航管中心是否有對應之封港管制作為。

(三)可瞭解高速公路採用長程與短程能見度儀交錯設置之用意。

(四)研究範圍未包含金馬等離島濃霧情形，應於報告中敘明。

二、運技中心網頁資訊安全現況分析與探討

(一)建議可加強網頁弱掃複測結果說明。

(二)網頁弱點掃描為被動方式，建議可採主動式防護機制。

(三)網頁弱點掃描後系統已有針對弱點修改，系統名稱「港灣構造物維護管理系統」請更正為「港灣設施維護管理系統」，「商港海氣象即時應變系統」請修正為「商港海氣象資訊系統」。

三、花蓮港碼頭波高預測模式作業化研究

後續整理重做的執行檔並再上線執行，觀察其於颱風期間使用 1 日 1 次及 1 日 4 次花蓮港模擬資料，17 號碼頭波高預測變化情形。

四、評估 SCHISM 模式於港區波浪模擬可行性

建議釐清 SCHISM 與 WWMIII 模式的耦合計算過程中，耦合之流程、所需產出的資料如何相互應用，並規劃研究成果呈現及如何探討模擬結果。

五、馬祖海氣象特性分析及應用研究

撰寫報告書時，建議以本次簡報比較各測站差異之心得來撰寫各特性分析的小結，較易於閱讀及提供應用。

六、評估 FUNWAVE 模式於港內波浪模擬可行性

後續模擬測試可配合目前進行中的實驗模型(斷面或平面)，就折射、繞射、反射等物理現象進行比較。

簽到表

壹、會議名稱：本所運輸技術研究中心第三科 113 年自行研究計畫第 2 次
工作會議

貳、時間：113 年 8 月 30 日(星期五) 上午 9 時

參、地點：本所運輸技術研究中心5樓第一會議室

肆、主持人：林雅雯科長 林雅雯

伍、出席單位及人員：

出席單位	職稱	姓名
本所運輸技術研究中心 第一科	科長	賴瑞興
本所運輸技術研究中心 第二科	科長	李俊翔
本所運輸技術研究中心 第三科	副研究員	劉清玲
	副研究員	魏敏玲
	副研究員	陳劍峰
	副研究員	蔡世瑋
	副研究員	傅怡劍
	助理研究員	林有騰
本所運輸技術研究中心 行政科	科員	郭淑芬
	會議室管理員	顏麗香

附錄四

第 3 次工作會議紀錄

113 年 10 月工作會議紀要

採購/自辦案件編號：MOTC-IOT-113-H3CA001a~f

會議名稱：本所運輸技術研究中心第三科 113 年自行研究計畫第 3 次
工作會議

時間：113 年 10 月 30 日(星期三)上午 9 時

地點：本所運輸技術研究中心 5 樓第一會議室

主持人：林雅雯科長

出席者：如後附簽到表

主辦單位：本所運輸技術研究中心第三科

紀錄：林有騰

壹、討論議題/計畫名稱

一、工作進度說明

(一)商港能見度告警機制探討

- 1.綜整各商港目前能見度相關管制規定。
- 2.分析各商港因能見度不足而封港之案例。
- 3.探討與建議各港能見度示警門檻值。

(二)運技中心網頁資訊安全現況分析與探討

- 1.進行網頁弱點掃描複掃結果分析。
- 2.問卷結果分析。
- 3.探討中心 113 年網頁系統資安事件原因。

(三)花蓮港碼頭波高預測模式作業化研究

使用以模擬資料訓練之神經網路，規劃港內碼頭波高預測工作流程及編寫相關程式工作。

(四)評估 SCHISM 模式於港區波浪模擬可行性

- 1.針對 SCHISM-WWM 耦合模式數值網格，調整模擬範圍、邊界條件，模擬 2016 梅姬颱風案例並取出波高值與花蓮港波高觀測值比較。
- 2.進行前處理、後處理程式除錯。-

(五)馬祖海氣象特性分析及應用研究

- 1.馬祖南北竿、莒光及東引港口海氣象相關性分析比較。
- 2.馬祖南竿福澳港數值模式建模說明(MIKE 21)。
- 3.水動力模式驗證及參數調整比較(使用評估指標)。

(六)評估 FUNWAVE 模式於港內波浪模擬可行性

- 1.綜整 FUNWAVE 範例進行案例模擬。
- 2.參考本中心前期波浪交互作用相關試驗成果進行模擬分析，建置網格資料庫，模擬並探討其差異。

二、針對目前研究方向與執行情形進行討論

(一)商港能見度告警機制探討

- 1.各港因能見度不足而封港之案例。
- 2.各港能見度示警門檻值建議值。

(二)運技中心網頁資訊安全現況分析與探討

- 1.「網頁弱掃」複掃結果與弱點。
- 2.問卷分析結果，瞭解資通安全相關之業務承辦人對資通安全法、C 級機關應辦事項與資通安全事件發生如何通報，以做為提出對本中心資通訊安全防護上之依據參考。
- 3.討論 113 年中心資安事件與發生原因，及事件處置方式。

(三)花蓮港碼頭波高預測模式作業化研究

- 1.說明作業化流程於 7~8 月期間，因應新增使用 1 日 4 次花蓮港外波高模擬資料，修改相關程式及流程，以及執行檔封裝上線後之執行情形。
- 2.為了增加 25 號碼頭神經網路預測模式，9~10 月期間，將 112 年度港外模擬資料及 25 號碼頭港內波高資料重新訓練、驗證及測試，並修改作業化流程及程式，新增下載 25 號碼頭資料、進行資料檢核、神經網路預測及檔案輸出等部分。

(四)評估 SCHISM 模式於港區波浪模擬可行性

- 1.目前呈現 SCHISM-WWM 之模擬結果為使用歐洲 ECMWF 之 6 小時解析度再分析風壓場，波高變化趨勢與觀測值與 TaiCOMS 之 SWAN 模式皆相近。
- 2.SCHISM-WWM 耦合模式所需設定之基本參數眾多，正持續進行前處理設定與後處理之附屬程式調整、除錯。

(五)馬祖海氣象特性分析及應用研究

- 1.藉由鄰站距離近及條件一致，可視作同一站的研究設定，使用相關性數值比較夏季及冬季馬祖四鄉五島各海氣象觀測測站間風速、風速分量、示性波高、尖峰週期、流速及流速分量相關性程度的高低，並探討數據波動最大的部分與季節的影響是否顯著。
- 2.使用 2 種建模條件在夏季、冬季及颱風期間進行模擬，同時調整底床阻抗值 $M(20、28 \text{ 及 } 32)$ ，接著使用模擬結果與觀測資料做準確率評估。
- 3.選擇多種評估指標數據較為良好的建模及參數條件來呈現模擬成果。

(六)評估 FUNWAVE 模式於港內波浪模擬可行性

- 1.針對 FUNWAVE 網格(波浪交互作用相關試驗、花蓮港建模方式)進行討論。

2.針對於 FUNWAVE 內建模後之造波結果進行討論。

貳、重點紀要/主要結論

一、商港能見度告警機制探討

- (一)在各港因能見度不足而封港之案例分析中，請加入管制開始與結束之能見度觀測數據。
- (二)有關各港能見度示警門檻值建議，請再考量採絕對值或級距方式呈現。

二、運技中心網頁資訊安全現況分析與探討

- (一)建議本計畫投稿時，僅呈現可對外公開之資料。
- (二)結論與建議需再做調整與修正。

三、花蓮港碼頭波高預測模式作業化研究

後續請將所做之作業化流程封裝成執行檔上限執行，觀察於颱風期間使用 1 日 1 次及 1 日 4 次花蓮港模擬資料後，17 號及 25 號碼頭波高預測變化情形。

四、評估 SCHISM 模式於港區波浪模擬可行性

建議釐清 TaiCOMS 之 SWAN 模式於花蓮港區既有模擬值位置與資料正確性，以利與 SCHISM-WWM 模擬結果比較。

五、馬祖海氣象特性分析及應用研究

使用相關性分析西莒風速與其他測站比較的結論，建議有其他文獻搭配佐證能增加研究的價值。

六、評估 FUNWAVE 模式於港內波浪模擬可行性

後續結果以波浪交互作用相關試驗之比較為優先，並探討其物理現象之完整性。

簽到表

壹、會議名稱：本所運輸技術研究中心第三科 113 年自行研究計畫第 3 次
工作會議

貳、時間：113 年 10 月 30 日(星期三) 上午 9 時

參、地點：本所運輸技術研究中心5樓第一會議室

肆、主持人：林雅雯科長 林雅雯

伍、出席單位及人員：

出席單位	職稱	姓名
本所運輸技術研究中心 第一科	科長	賴瑞璽
本所運輸技術研究中心 第三科	副研究員	劉清杉
	副研究員	陳金鈺
	副研究員	傅怡鈞
	副研究員	蔣敏玲
	副研究員	蔡世銘
	助理研究員	林有騰
本所運輸技術研究中心 行政科	科員	郭淑芬
	會議室管理員	顏震香

附錄五

期末報告審查委員意見處理情形表

期末報告審查委員意見處理情形表

項次	委員意見	處理情形
賴志炫委員		
1	結論中有針對各港提出能見度門檻，對於商港海氣象資訊系統設置預設值提供參考，也提供臺灣港務股份有限公司(以下簡稱港務公司)訂定進出港之規定有很大的參考價值。	感謝委員肯定。
2	報告書內有提到部分港口趨勢不盡相符的情況，後續建議可對於能見度儀器最佳位置或架設原則，提供港務公司未來移設之參考。	感謝委員建議，將納入後續研究辦理。
3	由 2.3 預測一節，可知運用人工智能協助判斷有不錯的效果，機場、國道及省道均有預測機制，建議未來可以港務公司港口來做驗證。	感謝委員建議，將納入後續研究辦理。
4	第 1-3 頁，第 3 行，另超過「橙號」、「紅號」門檻…，文字是否有誤植。	感謝委員意見，該誤植已修正。
溫志中委員		
1	內容豐富具實用性。	感謝委員肯定。
2	各港口因港區設置不同、能見度管制距離有所差異，建議予以說明，例如：橙燈至紅燈、門檻值接近等。	感謝委員意見，各港能見度管制距離說明於 2.6 節。
3	報告結論建議可增加機制是否適切之探討結果。	遵照辦理，已於 5.1 節結論加入第 3 點說明文字。
簡仲璟委員		
1	內頁計畫名稱是否誤植，請檢視後修正。	感謝委員意見，該誤植已修正。
2	示警、告警及預警其涵義是否不	本文內之「示警」、「告警」皆指以觀

	同？若不同則請補充說明；若相同(似)則請統一。	測值進行警示，「預警」則以預測值進行警示，已全文重新檢視，將「示警」、「告警」皆統一為「告警」。
3	目前各商港區之能見度觀測大部分採用 Brial 公司之 SWS-100 機型，建議補充該儀器之規格及功能等相關資料。圖 3.1~圖 3.10，圖中看不清楚能見度測站位置(臺中港有 6 個站?)，其資料來源？	Brial 公司 SWS-100 機型之規格及功能補充於 3.1 節，另圖 3.1~圖 3.10 已重新調整底圖改善清晰度。
4	第 4-4 頁，基隆港紅燈門檻值誤植為 200 公尺，請修正為 220 公尺。	感謝委員意見，該誤植已修正。
5	第 4.3 節，有關示警門檻值之影響評估，建議後續可區分有納入及無納入颱風事件。	感謝委員建議，將納入後續研究辦理。
6	影響評估是否以各燈號出現時間百分比做定量統計？建議補充說明。	影響評估是以各燈號出現時間百分比做定量統計，已說明於 4.3 節第 1 段。

賴瑞應委員

1	本計畫蒐整國內機場能見度管制現況、國道與省道之濃霧管理現況及國內各商港船舶進出港能見度管制規定，提供後續能見度告警機制探討，同仁的努力，值得肯定。	感謝委員肯定。
2	第 2-7 頁提到能見度量測方法，提到中央氣象署及民用航空局目前盛行的能見度觀測主要仍以人工目視為主，有鑑於港務公司目前也是以人工目視能見度方式判斷船舶進出港管制，建議能將港務公司納入。	感謝委員意見，第 2-7 頁已將港務公司納入。
3	第 3-15 頁表 3-2f 高雄港第二港口 2023 年至 2024 年各月能見度級距佔比顯示，2023.12 及 2024.3 之能見度 0-50m 比例為 3.58 及 7.08，請確認是否有封港的事件，還是誤植。	感謝委員意見，已將部分異常量測值剔除，並修訂表 3-2f。
4	報告第五章建議部分，建議後續可	感謝委員意見，已將此列入 5.2 節建

	思考以 AI 影像辨識方式來協助人工目視判定船舶進出港管理，也期許將研究成果儘速與港務公司研商，以利研究成果的落實應用。	議事項。
許義宏委員		
1	第 3.3 節在各港能見度封港事件統計表中，其能見度觀測筆數與管制時間長度差 3 倍，而各港能見度觀測頻率係為 1 分鐘，推測本研究使用的能見度資料應為海氣象資訊系統的資料庫，建議可使用完整的原始資料進行分析。	為免造成系統負荷過重，商港海氣象資訊系統之能見度展示頻率，係每 3 分鐘抓取最新一筆 1 分鐘能見度資料進行展示，本研究為期和各港信號臺管制人員所見系統展示資料一致，故採和系統一致的觀測頻率進行探討分析。
2	由於濃霧有局部性及移動特性，在報告中可進一步探討管制時間的能見度歷線變化，例如以第 3-26 頁提到臺中港管制時間與觀測數據有所差異的部分，其可能與信號臺瞭望高度與能見度儀設置高度的落差有關，可以從歷線圖去瞭解管制期間的濃霧消散情形。	因濃霧有局部性及移動特性，且判斷是否管制尚或解除管制皆需觀察時間俾利決策，故管制期間之歷線圖可瞭解濃霧變化情形，可能呈現濃霧逐漸消散，亦可能出現能見度時好時壞之情形。
3	布袋港雖然沒有能見度不佳的管制資料，然而從觀測資料以及中央氣象署過往發布的濃霧特報來看，其在春初及秋末亦有發生多起能見度不佳的狀況，建議仍可利用觀測資料進行分析。	感謝委員意見，表 3-3h 為布袋港 2022 年 12 月至 2024 年 11 月各月份能見度級距佔比，亦由此看出不同季節之能見度狀況。
4	在 4.3 節能見度影響分析中，單從燈號比例並無法完整呈現低能見度之影響程度，因為啟動封港程序會有一定的流程，以目前每分鐘的觀測資料去探討容易產生誤判，其需要從發生時間、頻率及延續時間去探討，建議可從超過 1 小時之低能見度的件數及延續時間去探討會比較適宜。	感謝委員建議，將納入後續研究辦理。

5	花蓮港因 2024 年康芮颱風造成能見度儀探頭錯位，其 10/31 至 11/13 之觀測數據有誤，建議不予使用。	感謝委員告知，已將花蓮港此段期間之觀測數據剔除。
6	其他錯漏內容如下，請修正： (1) 表 3-1 能見度站資訊，缺少基隆港光華塔、臺中港運技中心及高雄港 63-64 碼頭等 3 組，再請補充更新。 (2) 圖 3.1~3.10 有風力站及能見度站，不易閱讀，建議將風力站圖示刪除。 (3) P3-9 最後一段文字，應為本所執行港務公司之「海氣象監測及預警技術精進計畫(111~115 年)」子計畫 1 的 112 年成果報告內容，請修正。 (4) 本報告引用許多 WMO NO.8 與 NO.306 之相關內容，請將相關報告納入參考文獻。 (5) 參考文獻漏列 24。	相關錯漏修正說明如下： (1) 因基隆港、臺中港、高雄港皆有主副 2 站能見度站，依本研究需求，僅探討信號臺測站或最鄰近信號臺的測站。表 3-1 已依委員意見將本所所有測站納入並補充說明。 (2) 圖 3.1~3.10 已重新調整，以提升易讀性。 (3) 引用文獻已更正為本所執行港務公司之「海氣象監測及預警技術精進計畫(111~115 年)」子計畫 1 的 112 年成果報告[24]。 (4) 參考文獻已補列第 26、27 篇納入 WMO NO.8 與 NO.306 之相關內容。 (5) 參考文獻已補列第 24 篇。
林雅雯委員		
1	第 2-12 頁能見度影像自動辨識，運技中心第二科於馬祖有做過相關研究，建議補充納入。	感謝委員意見，已將此文獻回顧補統於頁 2-12。
2	第 2-15 頁圖 2.6 模式預警因子為何？建議補充。	當模式中的氣象因子與觀測能見度資料間建立起長期且穩定的關聯時，即完成模組的訓練工作。其後再將未參與訓練的模式「氣象預警因子」資料輸入訓練完成的模組中，即可獲得模組推估的能見度結果。
3	第 2-18 頁能見度低於 1,500 公尺時使用視程儀計算跑道視程 RVR，其適用性為何？建議補充。	依國際民航組織第三號附約有關氣象觀測和報告規定，當水平能見度低於 1,500 公尺時，須進行跑道視程

		觀測和報告。
4	第 2-22 頁公路局是否有能見度預警？	公路局工程處交控中心之氣象顧問人員依據高壓迴流及鋒前暖區等情形彙整大氣條件資料，提供隔日可能發生霧霾地區、機率及嚴重程度等預判情資。再比對氣象局濃霧特報及環保署對所有族群不健康等級空污資訊進行偵知作業。
5	第 3-3 頁各港能見度測站位置不明顯或被遮住，是否採用圈註？第 3-7 頁澎湖港建議分馬公及龍門 2 港區細部圖。	感謝委員意見，圖 3.1~3.10 已重新調整，並將，澎湖港建議分馬公及龍門 2 港區，以提升易讀性。
6	第 3-10 頁各能見度級距佔比，建議下方有總計列。	感謝委員意見，已於表 3-3a 至表 3-3k 最末列增加各級距之平均佔比
7	第 3-22 頁表 3-3 及第 3-27 頁表 3-6 管制解除能見度數據大於最大值，建議檢核。	濃霧有局部性及移動特性，且判斷是否解除管制尚需觀察時間進行決策，故管制解除時之能見度數據，與管制期間之能度最大值，沒有必然的關係。
8	第 3-24 頁，臺北港管制為 600 公尺，但 2,040~8,500 公尺即有管制的情形；臺中港管制為 740 及 1,650 公尺，但 6,240~9,320 公尺即有管制的情形，建議後續年度可進一步分析。	濃霧有局部性及移動特性，且判斷是否管制尚需觀察時間進行決策，有可能宣布管制前的能見度是低於管制基準的，但宣布管制之後能見度時好時壞。
9	第 4-6 頁基隆港管制除 220 公尺外，尚有 500 公尺，燈號如何建議？	第 4-6 頁，表 4-4 表頭誤植處已修訂，橙燈為 220~500 公尺，黃燈 500 公尺~2 公里

附錄六

期末報告簡報資料

簡報大綱

- 一、前言
- 二、文獻回顧
- 三、各港封港事件與能見度分析
- 四、港能見度告警機制建議與評估
- 五、結論與建議

2

一、研究內容

研究項目 與內容

- ✓ **文獻回顧**：蒐集並研析濃霧或能見度告警之相關文獻。
- ✓ **瞭解實務現況**：蒐集各商港現行能見度條件之營運管理實務規定，瞭解現況問題與需求。
- ✓ **商港能見度告警機制探討及評估**：提出商港能見度告警機制之建議；並進行影響評估與分析。

預期成果 、效益及 應用

- ✓ **預期成果(效益)**
 - 提出商港**能見度燈號告警建議**，提供船舶進出港管理之參據。
 - 針對**能見度告警建議**進行**影響評估**，提供港務公司確認**訂定燈號門檻值**之參據。
- ✓ **應用**
 - 做為精進**商港海氣象資訊系統**於**設定能見度示警燈號之應用參據**，強化港務管理及災防應變效率。
 - 提供**港務公司、海事人員**等各界應用，讓相關人員能夠迅速掌握商港能見度之變化與告警，以做為**決策支援輔助**，**提升港埠營運效率與船舶航行安全**。

4

一、研究內容

研究項目 與內容

- ✓ **文獻回顧**：蒐集並研析**濃霧或能見度告警**之相關文獻。
- ✓ **瞭解實務現況**：蒐集各商港現行**能見度條件之營運管理實務規定**，瞭解現況問題與需求。
- ✓ **商港能見度告警機制探討及評估**：提出商港能見度告警機制之建議；並進行影響評估與分析。

預期成果 、效益及 應用

- ✓ **預期成果(效益)**
 - 提出商港**能見度燈號告警建議**，提供船舶進出港管理之參據。
 - 針對**能見度告警建議**進行**影響評估**，提供港務公司確認**訂定燈號門檻值**之參據。
- ✓ **應用**
 - 做為精進**商港海氣象資訊系統**於**設定能見度示警燈號之應用參據**，強化港務管理及災防應變效率。
 - 提供**港務公司、海事人員**等各界應用，讓相關人員能夠迅速掌握商港能見度之變化與告警，以做為**決策支援輔助**，**提升港埠營運效率與船舶航行安全**。

4

二、文獻回顧

商港海氣象資訊系統(文字版綜合表)

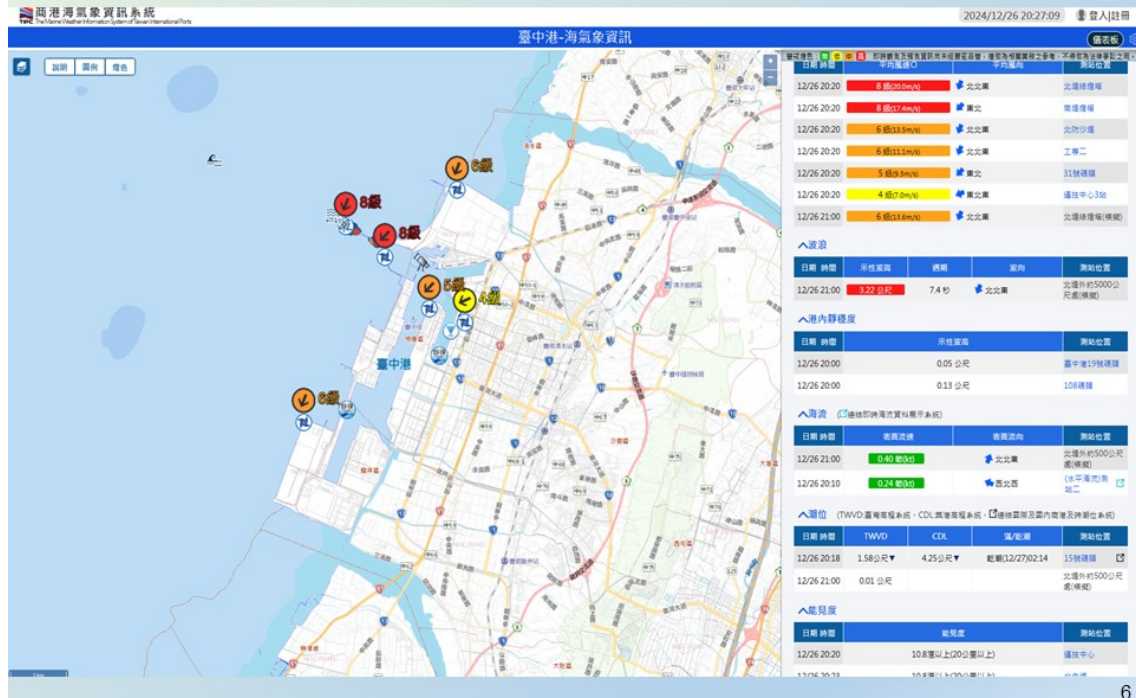
商港海氣象資訊系統 The Marine Weather Information System of Taiwan International Ports											
2024/12/26 20:24:50 登入註冊											
海氣象資訊											
字體 小 中 大 打印											
資料來源：本系統數據由台灣各港口氣象站提供，六通海平聲望號，採用使用自行設定之門限值，本系統提供即時資料未經審核品質，請參閱說明。											
港口	基隆港	臺北港	蘇澳港	花蓮港	臺中港	高雄港(一)	高雄港(二)	安平港	布袋港	澎湖(馬公)	澎湖(望安)
時間	12/26 20:20	12/26 20:20	12/26 20:20	12/26 20:20	12/26 20:20	12/26 20:10	12/26 20:20	12/26 20:20	12/26 20:20	12/26 20:10	12/26 20:20
平均風速	4級(7.8m/s)	4級(8.7m/s)	2級(2.3m/s)	5級(10.2m/s)	8級(20.0m/s)	2級(2.0m/s)	3級(4.2m/s)	4級(7.9m/s)	3級(4.7m/s)	5級(10.0m/s)	6級(12.8m/s)
平均風向	北北東	東北	西北西	北	北北東	北	北北西	北	北	東北	北
時間	12/26 19:40	12/26 19:00	非即時觀測	12/26 19:40	非即時觀測	12/26 19:40	12/26 19:40	12/26 18:00	12/26 19:30	12/26 19:00	12/26 19:00
港外波高(m)	2.2	1.9		1.5		0.8	0.8	0.5	0.8	1.4	1.4
週期(s)	8.2	8.0		7.9		4.6	6.5	6.5	8.7	6.6	6.6
波向	東北	北		東南		西北西	西南西	西南	北北西	東北	東北
浪高(m)	0.29(0.11m/s)	0.16(0.08m/s)		1.2(0.60m/s)		0.22(0.11m/s)	0.5(0.25m/s)	0.07(0.03m/s)	0.32(0.16m/s)	0.14(0.07m/s)	0.14(0.07m/s)
浪向	東南	東北東		東北		西南	北北西	西南東	西南東	西南東	西南東
時間	12/26 20:00	12/26 20:00	12/26 20:00	12/26 20:00	12/26 20:00	12/26 20:00	12/26 20:00	12/26 20:00	12/26 20:00	12/26 20:00	12/26 20:00
港內波高(m)	0.33	0.14	0.20	0.06	0.05	0.09	0.14	0.11	0.27	0.11	0.06
時間	12/26 20:18	12/26 20:18	12/26 20:18	12/26 20:18	12/26 20:18	12/26 20:18	12/26 20:18	12/26 20:18	12/26 20:18	12/26 20:18	12/26 20:18
潮位(mWD, m)	0.05▼	0.80▼	-0.37▼	-0.85▼	1.58▼	0.23▼	0.24▼	0.35▼	0.76▼	0.89▼	0.34▼
潮位(mLW, m)	0.97▼	2.23▼	0.55▼	-0.14▼	4.25▼	0.78▼	0.79▼	0.82▼	1.86▼	2.37▼	2.27▼
滿/乾潮	乾潮(12/27 00:32)	乾潮(12/27 02:04)	乾潮(12/26 21:52)	乾潮(12/26 22:02)	乾潮(12/27 02:14)	乾潮(12/27 00:29)	乾潮(12/27 00:29)	乾潮(12/27 01:08)	乾潮(12/27 01:55)	乾潮(12/27 02:29)	乾潮(12/27 02:29)
時間	12/26 20:20	非即時觀測	12/26 20:20	12/26 20:19	12/26 20:20	12/26 20:20	12/26 20:20	12/26 20:20	12/26 20:19	12/26 20:19	12/26 20:20
能見度	10.8(10.8以上)		10.8(10.8以上)	10.8(10.8以上)	10.8(10.8以上)	10.8(10.8以上)	5.4~10.8(10~20公里)	5.4~10.8(10~20公里)	10.8(10.8以上)	5.4~10.8(10~20公里)	5.4~10.8(10~20公里)
CWA時間	-	12/26 16:08	12/26 16:08	12/26 16:08	12/26 16:08	-	-	-	12/26 16:08	-	-
CWA位置	-	淡水(NTS)測站 1級	蘇澳(TWC)測站 2級	花蓮(HWA)測站 4級	梧棲(WWC)測站 1級	-	-	-	蘇澳(CHNS)測站 1級	-	-
TTRC時間	-	-	12/26 16:09	12/26 16:08	-	-	-	-	-	無設置	無設置
TTRC位置	-	-	2級	3級	-	-	-	-	-	-	-

註：為避免版面過於混亂，綠燈不特別標示

5

二、文獻回顧

商港海氣象資訊系統(單一港口地圖版)



6

二、文獻回顧

告警燈號之設定情境：

燈號	危險等級	情境內容	管制內容	閾值
綠(安全)		港區各項作業可正常進行	一般狀況、平時、整備作業	
黃(注意)	低	港區所有工作仍可進行，但可能必須稍微開始提高警覺及注意	注意、警戒、通知、警告	注意值
橙(警戒)	中	港區少部分作業可能必須停止，且其他大部分仍進行之工作必須提高警覺、注意安全	加強注意	警戒值
紅(管制)	高	港區內已無法正常工作，必須暫停港區內絕大部分的作業	禁止、封閉、強制	行動值

註：參考行政院「各類災害警戒顏色燈號訂定原則」

7

二、文獻回顧

商港海氣象資訊系統(後臺設定門檻值)

站別	站名	站址	站址座標	站址高度	站址類型	站址狀態	站址備註
1	基隆	基隆港主站	KJ000000	基隆港主站	基隆港主站	正常	
2	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	
3	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	
4	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	
5	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	
6	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	
7	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	
8	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	
9	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	
10	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	
11	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	
12	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	
13	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	
14	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	
15	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	
16	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	
17	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	
18	基隆	基隆港副站	KJ000000	基隆港副站	基隆港副站	正常	

Line 推播

TIPC海氣象即時資訊系統

安平港：南堤紅燈塔
****「橘」燈警戒****
2022/12/28 03:39
平均風速 5 級(8.3m/s)
<https://www.tipc.gov.tw/>

臺北港：臺北港資料浮標站
****「橘」燈警戒****
2022/12/28 05:00
平均風速 5 級(9.4m/s)
<https://www.tipc.gov.tw/>

臺中港：31號碼頭
****「橘」燈警戒****
2022/12/28 09:18
平均風速 5 級(9.0m/s)
<https://www.tipc.gov.tw/>

臺中港：工專二
****「橘」燈警戒****
2022/12/28 09:30
平均風速 5 級(8.6m/s)
<https://www.tipc.gov.tw/>

臺中港：北堤綠燈塔
****「紅」燈警戒****
2022/12/28 09:39
平均風速 7 級(15.1m/s)
<https://www.tipc.gov.tw/>

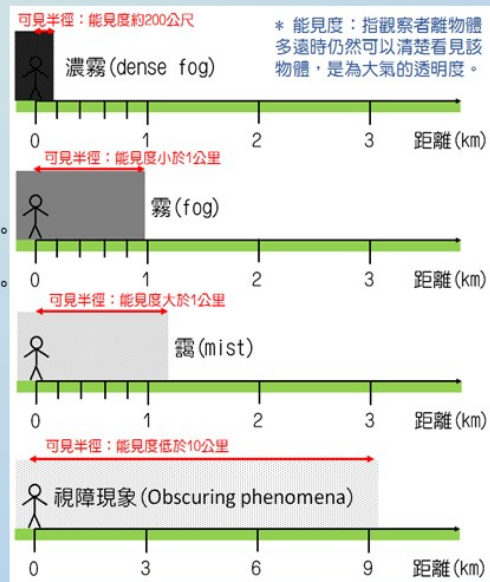
目前各港之能見度門檻值尚未設定進行燈號示警

綠->黃->橙(推播)->紅(推播),3小時內不推播重覆燈號,避免洗版

二、文獻回顧

霧的成因與特性

- 視障現象(Obscuration phenomenon)：水平方向能見度小於10公里者，包括霧、靄、霾、塵霾、煙、塵暴、沙暴等。
- 霧(fog)為其中之一，由細微而密集的小水滴組成，並懸浮於近地表處，起霧時相對濕度會大於75%。霧指水平方向能見度不足1公里者。
 - 濃霧(dense fog)：能見度小於200公尺者。
 - 靄(mist)/輕霧：能見度為1~2公里者
- 霾(haze)則為懸浮於大氣中的非吸水性固態顆粒(塵埃、花粉、黴菌、有機化合物、金屬等物質)所組成，但健康危害大，相對濕度則小於75%。



資料來源：中央氣象署數位科普網[2]

二、文獻回顧

霧的類型

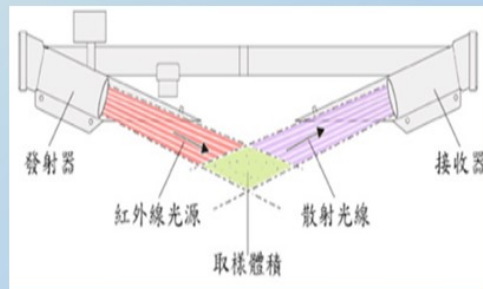
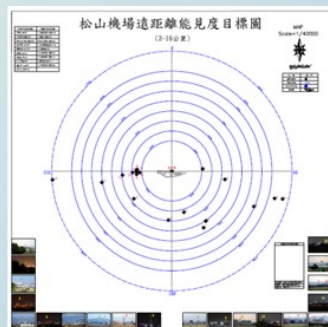
- **平流霧(advection fog)**：當溫暖潮溼的空氣(多為偏南氣流)「平流」到溫度較低之海面或陸地時，近地表氣溫降低，水氣易達飽和，而凝結成的霧。只要風向和風速適宜，一經成霧，往往能持續一段相當長時間，除非風停止，或風向轉變，使暖濕空氣來源中斷，霧才會消散。
- **輻射霧(radiation fog)**：通常會在晴朗無雲、天氣穩定、風速小濕度高的夜晚至清晨發生，夜間地表輻射冷卻作用使地表溫度下降，接近地表水氣便凝結形成霧氣，最常出現在冬末春初的臺灣西部平原地區。
- **上坡霧(upslope fog)**：山腰間縹緲的山嵐即為上坡霧，一般在山下或山腰開始形成。當潮溼空氣被風吹向山坡並向上爬升，由於氣溫會隨高度下降，此時空氣中的水氣會冷卻，因絕熱膨脹冷卻達到露點而凝結成霧，近看是霧，遠看是雲。
- **蒸氣霧(evaporation fog)**：當寒冷空氣流經溫暖水面(如：溫泉、海洋、湖泊等)，獲得水氣達到飽和而凝結成霧。通常在氣溫低於水面溫度15 度以上較易形成。常見於晚秋早冬的大型湖泊及高緯度沿海，特點是濃度不高、面積不廣。
- **鋒面霧(frontal fog)**：當冷暖空氣交會時，水氣凝結降雨落入暖空氣下方的冷空氣，經蒸發作用導致冷空氣濕度飽和產生的霧，臺灣較少機會出現鋒面霧。

10

二、文獻回顧

能見度量測方式

- **人工目視觀測**：觀測員在特定測站以肉眼水平觀察，分辨以天空為背景之黑色物體的最大距離，並佐以能見度目標圖加以記錄；為氣象署、民航局主要採用此方式，避免單以儀器觀測之誤判。
- **電子式能見度儀**：針對大氣懸浮微粒和水氣等視障物的顆粒大小、視障狀衰減、散射強度衰減等，推估周遭環境能見度程度，僅能提供參考輔助用途，仍不足取代人工觀測。
- **影像自動辨識**：數位影像自動辨識分析，輔以能見度目標圖數位化分析能見度，此技術仍不斷發展精進中。

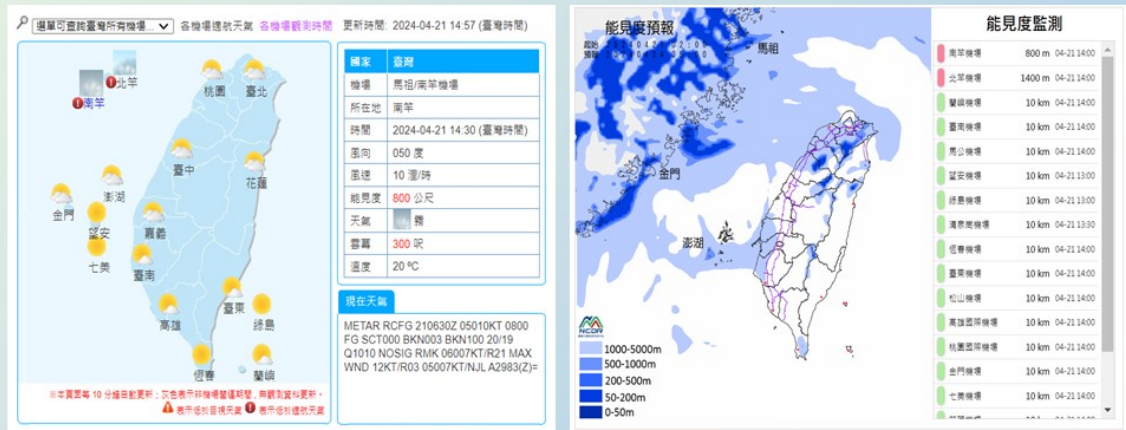


空氣中粒子愈多，接收到的散射光線愈強，代表能見度愈低

11

二、目前辦理情形

機場濃霧管制現況



交通部 民用航空局
飛航服務總臺 航空氣象服務網

17機場、1筆/30min-1hr能見度觀測值

國家災害防救科技中心

18機場、1筆/10min能見度觀測值、
未來5天1筆/3hr能見度預報值

12

二、目前辦理情形

臺灣各機場適航能見度規定

機場名稱	起飛能見度或RVR (m)		降落能見度或RVR (m)
	1或2引擎	3引擎或以上	
臺灣桃園國際機場	175		300
臺北/松山機場	500		750
高雄國際機場	350		550
臺東/豐年機場	1600	800	1200
恆春機場	VMC		VMC
金門機場	500		750
馬祖/北竿機場	1600	800	2000
馬祖/南竿機場	3200		3200
綠島機場	VMC		VMC
蘭嶼機場	VMC		VMC
澎湖機場	550		750
七美機場	VMC		VMC
望安機場	VMC		VMC
臺中/清泉崗機場	550		550
嘉義機場	550		750
臺南機場	550		750
花蓮機場	550		1200

備註：
1. 能見度低於 1500 公尺者，以 RVR(跑道視程) 表示之。
2. VMC(目視天氣)是指能見度 5000 公尺及雲高 1500 呎之天氣狀況。
3. 降落能見度依不同進場程序而異，本表僅標示各機場最低儀器程序天氣情況；各航空公司可能考量機型配備、駕駛員訓練、使用跑道、操作安全等因素，另訂之。

13

二、文獻回顧

國道高速公路局濃霧管制現況

- CCTV(2600支)可監視起霧狀況，霧季時採24小時監控濃霧狀況。
- 高速公路濃霧偵測器在能見度低於400公尺時，即啟動濃霧事件，於濃霧沿線路段及上游資訊可變標誌(CMS)，啟動CMS閃光告警燈、霧區閃光黃燈及透過1968 App推播示警。
- 易濃霧路段自建29座及與氣象署合作設置36座，共計65座濃霧偵測器；並建置霧區閃光黃燈(計79公里主線內外側均設置，間距為50~100公尺)，113年底完工。



14

二、文獻回顧

公路局濃霧管制現況

1. **預判部署**：每日由工程處交控中心之氣象顧問人員依據高壓迴流及鋒前暖區等情形彙整大氣條件資料，提供隔日可能發生霧霾地區、機率及嚴重程度等預判情資。
2. **偵知確認**：
 - A. 依氣象顧問人員提供之預判情資，比對氣象局濃霧特報及環保署對所有族群不健康等級空污資訊進行偵知作業。
 - B. 就可能發生霧霾地區於預警發生時間提前2小時啟動確認作業，24小時輪值並以CCTV每半小時進行監控。
3. **行動應變**：監控路段發生濃霧或嚴重霾害等導致公路能見度不佳時，工程處交控中心人員將透過相關管道發布宣導資訊請駕駛人注意路況。
 - 為強化西濱快速公路天候事件預警，與氣象署合作完成台61線沿線建置自動氣象站16處，另同步蒐集自動氣象站共25處，合計共41處。蒐集數據包含風速、雨量及能見度等，透過系統資料判讀，由各區養護工程分局交控中心於事件上游資訊可變標誌(CMS)、警察廣播電臺、幸福公路APP，發布雨勢、濃霧、強風等即時異常氣候事件。
 - 台18線阿里山公路設置「霧區警示系統」，利用濃霧偵測設備搭配太陽能發光LED導標，主動閃爍，有效導引用路人。

15

二、文獻回顧

商港進出港管制規定之能見度條件(1/2)

商港	依據	規定內容
基隆港	基隆港船舶交通服務指南(111.12.19)	濃霧期間暫停進、出港: 1.船舶長度 超過200公尺以上之船舶 ，暫時停止船舶進出港管制標準: • 日間:航管中心管制塔台無法目視基隆港堤口紅色燈桿輪廓時(相隔約500公尺) • 夜間:航管中心管制塔台無法目視基隆港堤口燈桿紅色發光點時。 2.船舶長度 200公尺以內之船舶 ，暫時停止船舶進出港管制標準: • 日間:航管中心管制塔台無法目視東防波堤堤頭燈桿輪廓時(相隔220公尺)。 • 夜間:航管中心管制塔台無法目視東防波堤燈桿發光點時。 3.瞬間濃霧產生時，其船舶進出口行動由船長在安全原則下自行決定。
臺北港	臺北港船舶進出港作業要點(109.5.4)	日夜間均以信號臺無法目視東14碼頭時(相隔約600公尺)，即暫停進出港申請，俟霧散時再恢復進出港口作業。
蘇澳港	蘇澳港濃霧及能見度不佳期間商船進出港作業要點(111.03.02)	濃霧發生及引水人認定能見度不佳時，船舶暫停進出港申請作業時機： 日、夜間均以VTS無法目視蘇澳燈塔輪廓時(相隔約1海浬)實施
臺中港	臺中港船舶交通服務指南(111.11)	濃霧期間為每年二月至五月間，易造成能見度受限。 1. 白天或夜晚之能見度，自信號臺無法目視到南內堤燈塔或燈塔發光點時(相隔740公尺)，即暫停船舶進、出港航行作業。 2. 白天或夜晚之能見度，自信號臺能目視到南內堤燈塔或燈塔發光點，但無法目視到南防波堤燈塔或燈塔發光點時(相隔1,650公尺)，船舶雷達性能或操縱性能較差者，得暫停進、出港航行作業。

16

二、文獻回顧

商港進出港管制規定之能見度條件(2/2)

商港	依據	規定內容
高雄港	高雄港船舶航行規定(112.2.15)	能見度達下列情況時，得暫停船舶進出港： 1. 總噸位500以上船舶 ： • 一港口：能見度 低於1000公尺 ，即第一信號台至一港防波堤口距離或第一信號台至中信順榮廠船塢距離。 • 二港口：能見度低於 1浬(1,852公尺) ，即VTC 塔台至二港防波堤口距離或VTC 塔台至79W與80W交接處距離。 2. 總噸位小於500船舶 ：能見度 低於500公尺 。 3.能見度不佳，引水人辦事處建議船舶暫停進出港。
布袋港	布袋商港船舶進出港管制基準(109.12.2)	平時期間及颱風期間，當港區目視港域航道之 能見度不及700公尺 時(以東三碼頭後線旅客服務中心出口處起算，至港嘴堤口兩側堤頭燈塔之直線距離)，應暫停船舶進、出港。
安平港		無
澎湖港	澎湖港船舶交通服務指南	1. 馬公碼頭區 ：當目視能見度不及 600公尺 (馬公港埠大樓至南側測天島紅色燈標)時，得暫停船舶進出港。 2. 龍門尖山碼頭區 ：當目視能見度不及 800公尺 (龍門辦公廳舍至西外廓堤頭)時，得暫停船舶進出港。
花蓮港	花蓮港船舶進出港作業服務指南(112.2.18)	1. 依據本港能見度儀，能見度數值小於 1海浬(1852公尺) ，即管制本港進出港作業，如能見度儀數值未達管制標準，仍遇有能見度不佳之情形，引水人得依現況暫停作業。 2. 俟能見度數值持續大於1海浬(1852公尺)，恢復進出港作業。

17

三、各港封港事件與能見度分析

各商港能見度測站列表

商港	地點說明	儀器類別	電力系統	觀測時間
基隆港	航管中心	SWS-100	市電	2022/10/26~迄今
臺北港	行政大樓/信號臺	SWS-100	市電	2022/10/27~迄今
蘇澳港	信號臺	SWS-100	市電	2022/11/22~迄今
臺中港	北內堤	SWS-100	太陽能	2022/10/05~迄今
高雄港	一港口信號臺	SWS-100	市電	2022/11/14~迄今
高雄港	二港口信號臺	SWS-100	市電	2023/09/22~迄今
花蓮港	西突堤平臺	SWS-050	太陽能	2022/09/27~迄今
布袋港	雷達塔柱	SWS-100	市電	2022/11/18~迄今
安平港	新信號臺	SWS-050	市電	2022/09/26~迄今
澎湖港	馬公案山漁港	SWS-100	太陽能	2022/10/14~迄今
澎湖港	龍門辦公室頂樓	SWS-100	市電	2022/10/13~迄今

18

三、各港封港事件與能見度分析

從表3.2各港能見度級距佔比分析結果，並參考文獻^[24]：

- **北部**商港易受到冷空氣鋒面影響以致起霧，在冬季船舶進出港需特別留意。
- **南部**商港受空氣品質不佳影響能見度，特別在冬季及春季因空氣對流擴散不佳，略為造成能見度下降。
- **東部、中部**商港全年能見度大致皆屬良好，僅少數時段因大雨造成低能見度情形。

19

基隆港

三、各港封港事件與能見度分析

管制開始時間	管制解除時間	管制長度(分)	能見度觀測值(單位:公尺/觀測時間:2022/10/26~迄今)							
			平均值	最大值	最小值	標準差	中位數	觀測筆數	管制開始數據	管制解除數據
2021/02/26 01:33	2021/02/26 05:52	259	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/17 19:00	2021/03/17 23:10	250	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/18 01:16	2021/03/18 04:02	166	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/18 05:55	2021/03/18 07:29	94	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/18 19:00	2021/03/18 21:30	150	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/19 02:00	2021/03/19 03:00	60	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/19 09:30	2021/03/19 10:35	65	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/20 02:40	2021/03/20 07:05	265	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/20 08:25	2021/03/20 11:25	180	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/29 06:55	2021/03/29 13:15	380	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/29 16:50	2021/03/29 18:40	110	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/30 17:35	2021/03/30 19:50	135	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/30 20:30	2021/03/30 22:10	100	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/03/17 08:10	2022/03/17 09:30	80	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/03/30 20:25	2022/03/31 00:05	220	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/11/10 07:45	2022/11/10 09:30	105	1,790	21,520	120	4,484	430	35	310	690
2022/11/12 15:10	2022/11/12 17:50	160	147	340	100	41	140	54	170	370
2022/11/12 19:30	2022/11/12 23:30	240	165	340	120	34	155	80	220	340
2022/11/13 08:30	2022/11/13 10:00	90	202	450	150	57	180	30	180	450
2023/01/13 13:35	2023/01/13 15:35	120	296	1,290	100	250	210	39	160	810
2024/01/31 20:48	2024/02/01 02:50	362	156	280	110	27	150	121	130	220
2024/02/18 09:31	2024/02/18 12:44	193	408	5,690	110	719	250	65	140	670
2024/02/22 07:05	2024/02/22 08:04	59	359	1,180	100	357	165	20	170	990

- 因能見度封港多在濃霧季節，集中在11月至隔年3月，暫停進出港最長達6小時20分鐘，最短為59分鐘。
- 港管制期間之能見度儀觀測值及統計值趨勢，大概與信號臺之管制作為相符，可作為能見度管制之輔助參據。20

臺北港

三、各港封港事件與能見度分析

管制開始時間	管制解除時間	管制長度(分)	能見度觀測值(單位:公尺/觀測時間:2022/10/27~迄今)							
			平均值	最大值	最小值	標準差	中位數	觀測筆數	管制開始數據	管制解除數據
2022/01/23 13:45	2022/01/23 16:45	180	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/03/11 04:30	2022/03/11 05:30	60	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/04/25 05:30	2022/04/25 07:30	120	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/11/12 00:45	2022/11/12 09:00	495	3,078	25,890	140	4,607	620	169	160	4,660
2022/11/12 14:20	2022/11/12 18:20	240	5,107	17,630	450	4,385	3,765	80	890	17,280
2022/11/12 19:55	2022/11/12 22:25	150	1,006	4,190	190	974	580	50	590	4,190
2023/01/13 04:40	2023/01/13 06:40	120	3,404	10,090	180	3,805	1,270	41	300	7,830
2023/02/09 11:30	2023/02/09 16:40	310	2,806	5,920	1,400	1,136	2,480	104	2,040	4,680
2023/02/10 00:00	2023/02/10 01:15	75	931	3,790	200	1,195	310	26	200	3,790
2023/02/11 21:30	2023/02/12 07:45	615	1,157	9,710	150	2,126	300	206	510	9,300
2023/02/12 12:35	2023/02/12 14:40	125	15,457	24,940	1,530	6,398	17,900	43	3,730	13,310
2023/02/12 18:15	2023/02/12 19:10	55	9,793	22,190	3,420	5,330	9,260	19	3,720	4,670
2023/02/13 13:45	2023/02/13 14:20	35	5,634	8,030	4,240	1,131	5,450	12	4,390	6,670
2023/02/17 23:50	2023/02/18 02:00	130	619	2,170	180	588	305	44	180	2,170
2023/02/18 17:00	2023/02/18 20:55	235	5,336	16,820	260	4,918	3,180	79	6,990	2,560
2023/02/19 01:10	2023/02/19 09:15	485	1,064	10,310	240	1,541	450	163	300	5,720
2024/01/31 17:00	2024/01/31 19:30	150	790	2,420	270	483	635	50	660	1,510
2024/01/31 23:50	2024/02/01 02:40	170	278	1,200	170	159	240	58	360	1,200
2024/02/01 05:06	2024/02/01 06:00	54	3,957	16,420	300	4,656	2,060	19	500	990
2024/02/04 17:30	2024/02/04 18:00	30	5,321	8,900	1,680	3,120	5,410	7	8,500	7,790
2024/02/18 03:15	2024/02/18 09:45	390	747	2,480	190	1,489	330	131	430	10,780
2024/02/20 02:50	2024/02/20 03:55	65	3,182	9,150	360	2,905	1,690	22	390	9,150
2024/02/22 07:20	2024/02/22 08:10	50	6,204	17,430	1,670	4,672	4,650	17	1,650	17,430

- 因能見度封港多在濃霧季節，集中在11月至隔年4月，暫停進出港最長達10小時15分鐘、最短為30分鐘。
- 約6成以上封港事件之管制期間之能見度儀觀測值及統計值趨勢，大概與信號臺之管制作為相符。
- 趨勢不盡相符之管制事件，可能係因信號臺與引水人登輪點之能見度不同，考量實際需求而為之管制。21

三、各港封港事件與能見度分析

蘇澳港

管制開始時間	管制解除時間	管制長度 (分)	能見度觀測值(單位:公尺/觀測時間:2022/11/22~迄今)							
			平均 值	最大 值	最小 值	標準 差	中 位 數	觀 測 筆 數	管制 開始 數據	管制 解除 數據
2023/11/12 07:30	2023/11/12 09:00	90	2,708	17,570	440	3,232	1,620	31	710	1,840

- 因能見度不佳而封港的案例較少，僅有1次記錄因濃霧而封港，暫停進出港之管制時間長度為50分鐘。
- 管制期間之能見度儀觀測值及統計值趨勢，大概與信號臺之管制作為相符，可作為能見度管制之輔助參據。

花蓮港

管制開始時間	管制解除時間	管制長度 (分)	能見度觀測值(單位:公尺/觀測時間:2022/9/27~迄今)							
			平均 值	最大 值	最小 值	標準 差	中 位 數	觀 測 筆 數	管制 開始 數據	管制 解除 數據
2024/05/24 15:40	2024/05/24 15:53	13	1,208	2,290	670	738	935	4	820	2,290
2024/06/19 18:30	2024/06/19 18:52	22	3,663	9,070	850	2,728	3,170	8	850	4,000

- 較少因濃霧而暫停船舶進出港作業，2次皆因大雨視線不佳所致，管制時間不長，分別為13分鐘與22分鐘。
- 管制期間之能見度儀觀測值及統計值趨勢，大概與信號臺之管制作為相符，可作為能見度管制之輔助參據。

22

三、各港封港事件與能見度分析

臺中港

管制開始時間	管制解除時間	管制長度 (分)	能見度觀測值(單位:公尺/觀測時間:2022/10/05~迄今)							
			平均 值	最大 值	最小 值	標準 差	中 位 數	觀 測 筆 數	管制 開始 數據	管制 解除 數據
2021/01/21 06:50	2021/01/21 11:20	270	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/01/22 01:30	2021/01/22 10:05	515	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/01/22 11:25	2021/01/22 11:55	30	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/01/22 16:30	2021/01/23 05:35	785	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/01/31 09:00	2021/01/31 14:20	320	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/02/01 06:55	2021/02/01 08:55	120	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/02/01 15:30	2021/02/01 16:30	60	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/02/06 06:40	2021/02/06 11:15	275	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/02/07 00:55	2021/02/07 03:00	125	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/12 05:55	2021/03/12 07:45	110	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/20 05:05	2021/03/20 06:00	55	-	-	-	-	-	-	-	-
2021/03/20 07:00	2021/03/20 10:15	195	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/01/23 08:15	2022/01/23 09:45	90	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/03/05 07:00	2022/03/05 08:45	105	-	-	-	-	-	-	-	-
2022/11/13 01:00	2022/11/13 05:00	240	1,282	13,020	90	2,651	470	81	250	13,020
2023/02/07 04:10	2023/02/07 08:20	250	16,797	32,000	5,870	7,852	13,415	84	6,240	32,000
2023/02/10 01:10	2023/02/10 05:30	260	9,302	32,000	1,180	12,053	2,095	88	1,590	32,000
2023/02/18 18:40	2023/02/19 07:30	770	10,482	32,000	1,280	10,159	6,380	257	5,960	32,000
2023/05/04 01:45	2023/05/04 03:30	105	2,883	6,640	590	2,166	2,070	36	910	5,790
2024/01/31 20:30	2024/02/01 09:13	763	5,943	3,200	1,760	6,797	3,520	255	9,320	32,000

- 能見度儀觀測值及統計值趨勢與信號臺之管制不盡相符，可能係能見度儀位置非位於信號臺。
- 因能見度儀為散射儀，當不均勻霧或局部降雨情況下，能見度儀觀測數據僅能反映局部地區之能見度。

23

三、各港封港事件與能見度分析

高雄第一港口

管制開始時間	管制解除時間	管制長度(分)	能見度觀測值(單位:公尺/觀測時間:2022/11/14~迄今)							
			平均值	最大值	最小值	標準差	中位數	觀測筆數	管制開始數據	管制解除數據
2024/04/25 15:40	2024/04/25 16:05	25	1,724	3,380	580	1,178	1,700	9	670	3,080
2024/04/26 13:50	2024/04/26 14:03	13	1,630	4,390	580	1,568	950	5	580	4,390
2024/05/28 09:40	2024/05/28 09:52	12	2,715	2,730	750	2,083	1,815	6	750	5,730
2024/05/28 11:00	2024/05/28 11:24	24	3,024	8,440	960	2,431	2,290	8	960	8,440
2024/06/02 18:15	2024/06/02 18:40	25	2,174	5,960	340	1,957	1,720	9	340	3,690
2024/09/14 08:30	2024/09/14 09:45	75	6,990	16,210	420	5,864	4,755	26	420	16,130

- 因能見度不佳封港大多是4月至6月之間，暫停進出港時間最長達75分鐘，最短為12分鐘；其中部分管制原因係因雨勢過大所造成的視線不良所致。
- 能見度儀觀測值及統計值趨勢大概與信號臺之管制作為相符，可作為能見度管制之輔助參據。

24

三、各港封港事件與能見度分析

高雄第二港口

管制開始時間	管制解除時間	管制長度(分)	能見度觀測值(單位:公尺/觀測時間:2023/09/22~迄今)							
			平均值	最大值	最小值	標準差	中位數	觀測筆數	管制開始數據	管制解除數據
2024/04/25 15:18	2024/04/25 15:55	37	8,482	27,04	920	8,107	4,450	13	920	13,750
2024/04/26 13:50	2024/04/26 14:18	28	2,273	7,270	550	2,395	1,135	10	640	7,270
2024/05/28 11:00	2024/05/28 11:30	30	817	2,570	240	810	390	11	320	2,570
2024/06/02 18:28	2024/06/02 18:45	17	5,806	18,130	140	8,249	530	7	140	18,130
2024/06/06 17:15	2024/06/06 17:35	20	3,327	12,810	170	4,969	560	7	180	12,810
2024/07/21 15:00	2024/07/21 15:30	30	1,596	6,220	210	2,075	660	11	500	4,840
2024/09/08 16:50	2024/09/08 17:10	20	1,405	3,220	410	920	1,08	8	840	1,940
2024/09/12 16:40	2024/09/12 17:00	20	1,369	4,170	610	1,173	945	8	610	4,170
2024/09/14 08:30	2024/09/14 09:45	75	1,333	8,750	160	1,942	530	26	540	3,380

- 因能見度不佳而封港大多是4月至6月間及9月，暫停進出港時間最長達75分鐘，最短為17分鐘；其中部分管制原因係因雨勢過大所致。
- 能見度儀觀測值及統計值趨勢大概與信號臺之管制作為相符，可作為能見度管制之輔助參據。

25

四、港能見度告警機制建議與評估

各港對能見度告警門檻值建議

商港	管制規定	單位	能見度		
			黃燈	橙燈	紅燈
基隆港	500公尺(船舶>200m) 220公尺(船舶<200m)	航管中心	500~1000公尺	200~500公尺	50~200公尺
		引水人	1~2公里	500~1000公尺	200~500公尺
臺北港	600公尺	航管中心	2~4公里	1~2公里	500~1000公尺
		引水人	1~2公里	500~100公尺	200~500公尺
蘇澳港	1海浬(1,852公尺)	航管中心	5公里	2~4公里	1~2公里
臺中港	740公尺 1,650公尺(船舶操縱性差者)	航管中心	2~4公里	1650公尺	740公尺
		引水人	1~2公里	500~100公尺	500~100公尺
高雄港	一港1,000公尺 500公尺(總噸位<500) 二港1,852公尺/500公尺 500公尺(總噸位<500)	航管中心	4公里以上	2~4公里	1~2公里
		引水人	>1.5海浬	<1.5海浬	0.5~1.0海浬
安平港	-	航管中心	2~4公里	1~2公里	500~1000公尺
		引水人	200~500公尺	200~500公尺	50~200公尺
布袋港	700公尺	航管中心	500~1000公尺	200~500公尺	50~200公尺
澎湖港	馬公600公尺/龍門800公尺	航管中心	目前規定是信號台肉眼見標的(600米)，船舶可近出		
花蓮港	1海浬(1,852公尺)	航管中心	2海浬(3704公尺)	1.5海浬(2778公尺)	1海浬(1852公尺)
		引水人	2~4公里	1~2公里	500~1000公尺

註：依WMO建議，分為50公尺以下、50~200公尺、200~500公尺、500~1000公尺、1~2公里、2~4公里、4~10公里、10~20公里、20~50公里，以及50公里以上等10個級距

26

四、港能見度告警機制建議與評估

本研究對能見度告警門檻值建議

商港	管制規定	綠燈(安全)	黃燈(注意)	橙燈(警戒)	紅燈(管制)
基隆港	500公尺(船舶>200m)	≥ 2公里	500公尺~2公里	220~500公尺	≤ 220公尺
	220公尺(船舶<200m)				
臺北港	600公尺	≥ 2公里	1~2公里	600~1,000公尺	≤ 600公尺
蘇澳港	1海浬(1,852公尺)	≥ 4公里	2~4公里	1,852~2,000公尺	≤ 1,852公尺
臺中港	740公尺	≥ 2公里	1,650~2,000公尺	740~1,650公尺	≤ 740公尺
	1,650公尺(船舶操縱性差者)				
高雄港	一港1,000公尺	≥ 2公里	1~2公里	500~1,000公尺	≤ 500公尺
	500公尺(總噸位<500)				
	二港1,852公尺/500公尺 500公尺(總噸位<500)	≥ 2公里	1,852~2,000公尺	500~1,852公尺	≤ 500公尺
安平港	-				
布袋港	700公尺	≥ 2公里	1~2公里	700~1,000公尺	≤ 700公尺
澎湖港	馬公600公尺	≥ 2公里	1~2公里	600~1,000公尺	≤ 600公尺
	龍門800公尺	≥ 2公里	1~2公里	800~1,000公尺	≤ 800公尺
花蓮港	1海浬(1,852公尺)	≥ 4公里	2~4公里	1,852~2,000公尺	≤ 1,852公尺

註：依WMO建議，分為50公尺以下、50~200公尺、200~500公尺、500~1000公尺、1~2公里、2~4公里、4~10公里、10~20公里、20~50公里，以及50公里以上等10個級距

27

四、港能見度告警機制建議與評估

港口	期間	觀測期間	綠燈 ≥2公里	黃燈 500公尺~2公里	橙燈 220~500公尺	紅燈 ≤220公尺
基隆港	歷年/冬	2022/12~ 2024/11	95.17%	4.16%	0.22%	0.45%
	歷年/春		99.98%	0.95%	0.05%	0.02%
	歷年/夏		99.55%	0.39%	0.06%	0.01%
	歷年/秋		97.06%	2.52%	0.34%	0.08%
	歷年/年		97.70%	1.63%	0.53%	0.14%

基隆港逾橙燈以上者以秋季及冬季兩季為主，其中秋季0.42%和冬季0.67%。

港口	期間	觀測期間	綠燈 ≥2公里	黃燈 1~2公里	橙燈 600~1,000公尺	紅燈 ≤600公尺
臺北港	歷年/冬	2022/12~ 2024/10/12	98.60%	0.34%	0.20%	0.86%
	歷年/春		99.77%	0.14%	0.04%	0.04%
	歷年/夏		99.73%	0.19%	0.04%	0.03%
	歷年/秋		99.47%	0.37%	0.11%	0.05%
	歷年/年		99.39%	0.25%	0.10%	0.25%

臺北港逾橙燈以上者以冬季1.06%為主。

港口2	期間	觀測期間	綠燈 ≥4公里	黃燈 2~4公里	橙燈 1,852~2,000公尺	紅燈 ≤1,852公尺
蘇澳港	歷年/冬	2022/12~ 2024/11	89.85%	7.42%	0.45%	2.27%
	歷年/春		98.15%	1.49%	0.08%	0.28%
	歷年/夏		97.80%	1.16%	0.10%	0.94%
	歷年/秋		91.06%	5.73%	0.48%	2.73%
	歷年/年		94.24%	3.93%	0.28%	1.55%

蘇澳港逾橙燈以上者以秋季及冬季兩季為主，其中秋季3.21%和冬季2.72%。

說明：春季為3-5月、夏季為6-8月、秋季為9-11月、冬季為12-2月

28

四、港能見度告警機制建議與評估

港口	期間	觀測期間	綠燈 ≥2公里	黃燈 1,650~2,000公尺	橙燈 740~1,650公尺	紅燈 ≤740公尺
臺中港	歷年/冬	2022/12~ 2024/11	99.88%	0.04%	0.09%	0.00%
	歷年/春		99.88%	0.02%	0.07%	0.02%
	歷年/夏		99.56%	0.07%	0.20%	0.18%
	歷年/秋		99.95%	0.01%	0.03%	0.01%
	歷年/年		99.82%	0.03%	0.10%	0.05%

臺中港逾橙燈以上者以夏季0.38%為主，主要受颱風雨勢過大造成之低能見度。

港口	期間	觀測期間	綠燈 ≥2公里	黃燈 1~2公里	橙燈 500~1,000公尺	紅燈 ≤500公尺
高雄港 第一港口	歷年/冬	2022/12~ 2024/11	99.995%	0.005%	0.00%	0.00%
	歷年/春		99.77%	0.14%	0.07%	0.01%
	歷年/夏		98.85%	0.60%	0.35%	0.20%
	歷年/秋		99.11%	0.43%	0.26%	0.20%
	歷年/年		99.43%	0.29%	0.17%	0.10%

高雄港第一港口逾橙燈以上者以夏季0.55%和秋季0.56%為主，主要受颱風雨勢過大造成之低能見度。

港口	期間	觀測期間	綠燈 ≥2公里	黃燈 1,852~2,000公尺	橙燈 500~1,852公尺	紅燈 ≤500公尺
高雄港 第二港口	歷年/冬	2023/12~ 2024/11	98.77%	0.00%	0.00%	1.23%
	歷年/春		97.32%	0.01%	0.24%	2.43%
	歷年/夏		98.58%	0.05%	0.91%	0.46%
	歷年/秋		98.79%	0.08%	0.90%	0.23%
	歷年/年		98.36%	0.04%	0.51%	1.09%

高雄港第二港口逾橙燈以上者以春季2.67%和夏季1.37%為主，主要受颱風雨勢過大造成之低能見度。

29

四、港能見度告警機制建議與評估

港口	期間	觀測期間	綠燈 ≥ 2公里	黃燈 1~2公里	橙燈 600~1,000公尺	紅燈 ≤ 600公尺
澎湖港 馬公	歷年/冬	2022/12~ 2024/11	99.71%	0.08%	0.09%	0.12%
	歷年/春		99.60%	0.14%	0.10%	0.16%
	歷年/夏		99.22%	0.36%	0.16%	0.26%
	歷年/秋		99.82%	0.15%	0.02%	0.02%
	歷年/年		99.59%	0.18%	0.09%	0.14%

澎湖港馬公逾橙燈以上者以夏季0.42%為主，主要受颱風雨勢過大造成之低能見度。

港口	期間	觀測期間	綠燈 ≥ 2公里	黃燈 1~2公里	橙燈 800~1,000公尺	紅燈 ≤ 800公尺
澎湖港 龍門	歷年/冬	2022/12~ 2024/11	99.74%	0.05%	0.02%	0.19%
	歷年/春		99.61%	0.15%	0.05%	0.19%
	歷年/夏		99.10%	0.49%	0.09%	0.32%
	歷年/秋		99.83%	0.11%	0.02%	0.04%
	歷年/年		99.57%	0.20%	0.05%	0.18%

澎湖港龍門逾橙燈以上者以夏季0.41%為主，主要受颱風雨勢過大造成之低能見度。

31

四、港能見度告警機制建議與評估

港口	期間	觀測期間	綠燈 ≥ 2公里	黃燈 1~2公里	橙燈 600~1,000公尺	紅燈 ≤ 600公尺
澎湖港 馬公	歷年/冬	2022/12~ 2024/11	99.71%	0.08%	0.09%	0.12%
	歷年/春		99.60%	0.14%	0.10%	0.16%
	歷年/夏		99.22%	0.36%	0.16%	0.26%
	歷年/秋		99.82%	0.15%	0.02%	0.02%
	歷年/年		99.59%	0.18%	0.09%	0.14%

澎湖港馬公逾橙燈以上者以夏季0.42%為主，主要受颱風雨勢過大造成之低能見度。

港口	期間	觀測期間	綠燈 ≥ 2公里	黃燈 1~2公里	橙燈 800~1,000公尺	紅燈 ≤ 800公尺
澎湖港 龍門	歷年/冬	2022/12~ 2024/11	99.74%	0.05%	0.02%	0.19%
	歷年/春		99.61%	0.15%	0.05%	0.19%
	歷年/夏		99.10%	0.49%	0.09%	0.32%
	歷年/秋		99.83%	0.11%	0.02%	0.04%
	歷年/年		99.57%	0.20%	0.05%	0.18%

澎湖港龍門逾橙燈以上者以夏季0.41%為主，主要受颱風雨勢過大造成之低能見度。

31

五、結論與建議

結論

1. 本研究紅色燈號門檻值(行動值)之依據建議應為**相關實務管理作業要點規定進行強制或封閉管制之基準**，並考量**各港風力歷史統計數據**，及**各港之差異(問卷調查結果)**，而因地制宜。
2. 海氣象及應變即時系統採「綠、黃、橙、紅」等4級示警，以**視覺、直覺展示快速告警**港區目前風力狀態，惟實務仍需依**實際觀測數據綜合研判**為準。

32

五、結論與建議

建議

1. 受海氣象條件影響之港區活動，包含船舶進出港、錨泊、碼頭裝卸、起重機吊掛作業、遊客垂釣等，其相關管制基準皆不相同，自然**對示警燈號門檻值之需求亦各異**，有不同需求之使用者可多加利用「商港海氣象資訊系統」使用者**自訂示警燈號門檻值功能**，進行客製化之燈號示警展示及Line推播之門檻值，將更滿能足各類使用者之需求。
2. 本研究提出之能見度示警門檻值建議，後續可**再與港務公司進一步確認**，並應用於商港海氣象資訊系統於設定能見度告警燈號之參據，強化港務管理及災防應變效率。

33

簡 報 結 束
敬 請 指 導

