

澎湖機場 2014 年至 2024 年低能見度統計分析

王仕均、陳漢民、周煜哲、謝家偉

空軍第九天氣中心

摘要

本文係利用 2014 至 2024 年共 11 年澎湖機場之地面觀測資料，統計分析各月份低能見度 (<1,600 公尺) 出現時數及頻率，計探討風向(速)、雲幕、降雨及相對濕度等天氣現象與低能見度持續時間之相關因子。結果顯示，全年 1 至 3 月及 6 至 9 月為出現低能見度時數最多，出現日數長，最易出現時段為晨間(04 至 09L)。此外，冬季形成低能見度時，大多受輻射霧或平流輻射霧所影響，且為弱風速，風速若超過 10kts 以上，則機率將明顯下降；另夏季出現低能見度時數相對較少，主要為局部對流系統或颱風環流的短/長延時強降水而造成視障，因此多在午間及晚間時段出現。

關鍵字：澎湖機場、低能見度、霧、強降水、低雲幕

1. 前言

澎湖地區位於北緯 23.34 度、東經 119.37 度，係海底火山岩流，夾帶海相化石之水行程岩層，經過多次緩慢海底運動，形成較為平坦之地形，後經多次海水平面升降，進而露出水面之島嶼，島之四周多為岩壁，部分地區受海水侵蝕，為砂礫地形，亦有潮間帶區域。本島呈現門字型，東大西小，澎湖機場位其東側，跑道呈南北走向。而澎湖群島除四面環海外，亦有澎湖內海包圍，群島最高處位於望安鄉大貓嶼，高度為海拔 70 公尺，澎湖本島拱北山為最高點，高度為 56 公尺，地形平坦起伏不大，島嶼羅列，較大者位於其西南一隅，其餘較小者則落於南北兩側，其地理位置位於臺灣海峽中部，氣候受四周海水調節，為標準型海島氣候(如圖 1)。而影響澎湖機場飛航安全除了強降水及低雲幕，另一個重要的危安因子為低能見度，不論其陸海空等，均會影響作戰任務之遂行，甚而人員迷路、迷航及迷向等災難。

反之，若能掌握及預判低能見度發生時機及其變化，即時提前提出告警，對任務之

遂行有極大之助益。

當臺灣地區受高壓迴流、西南氣流、鋒面及颱風等天氣系統影響時，因逆溫或南來氣流夾帶豐沛水氣、颱風外圍雲系與地形交互作用等，常肇生濃霧與短延時強降水並伴隨低能見度。據統計發生低能見度機會較小，因四周鄰海，陸地比例相對極小，受溫和且廣大的海水調節，致使空氣無明顯輻射冷卻效應產生凝結；另地勢平坦，使其不易產生抬升及對流作用，且對流系統通過時間較短，因此發生濃霧及降水情況較臺灣其他地區為少，本文藉由分析統計資料藉以驗證，俾供後續預報之參據。

2. 資料與方法

2.1 澎湖機場低能見度主要形成原因

氣候統計顯示，澎湖機場於冬季及春季易有霧產生，惟能見度低於 1,600 公尺發生機率極低。於冬季受東北季風及大陸冷氣團影響時，南下之乾冷空氣下墊面為暖濕洋面，易因渦流混和形成低雲，並伴隨明顯雨感，隨者風場南下影響澎湖機場。而高壓迴

流時，則於晨間因輻射冷卻而產生霧，造成低能見度，春季及秋季受鋒面接近（鋒前暖區及降雨），夏季受臺灣西部午後陣（雷）雨的影響下，較易發生低能見度天氣；另因地理位置及地形因素，冬季受輻射霧、平流霧或平流輻射霧影響，尤以平流霧來時，造成長時間維持低能見度情況，以下就各型態的霧作簡要說明：

(1)輻射霧(Radiation fog)：指由於地表輻射冷卻作用使地面氣層水氣凝結而形成的霧，並非指這種霧具有輻射性。易發生在風速微弱且晴朗無雲情況下，地面輻射冷卻後溫度下降且相對濕度上升，常於近地面層形成淺薄霧層，好發時間以晨間（04 至 09L），平均能見度略大於 1,600 公尺，並於氣溫上升且風速增強時逐漸消散，係天空狀況良好，常以稀、疏雲為主。

(2)平流霧(Advection fog)：是當暖濕空氣平流經過較冷表面，因為接觸表面產生冷卻，加上渦流混和作用，使此飽和空氣的霧滴伸展至較高的高度，所形成的霧。當天氣系統為分裂高壓出海及高壓迴流系統時，其高壓中心位置位於西太平洋至東海一帶，氣團底層與暖濕洋面接觸而逐漸變性，底層空氣持續向東輸送，而東來之暖濕氣流因受臺灣地形阻擋，而沿著臺灣東北岸形成繞流，經臺灣海峽南下，於溫度較低海面凝結成霧。在海峽上方形成狹長型雲帶，且雲高極低，形似霧堤，若澎湖地區風場為北向風且風速穩定時，低層雲系易往澎湖地區移動形成平流霧，造成低能見度，影響時間隨冷暖平流交匯現象趨緩或風速增強消散。

(3)平流輻射霧(Advection radiation fog)：是由平流及輻射兩種因素共同作用造成的，一開始主要由平流作用供應水氣，後因地面輻射冷卻再生成霧，即為平流輻射霧。出現機率較輻射霧或平流霧機率低，對飛行安全較其他單一現象影響為大，因其

出現時常伴隨低能見度及低雲幕，且發生時間較難以掌握。

2.2 低能見度頻率統計

統計 2014 年至 2024 年逐月發生低能見度總時數及其所佔機率(如表 1)，統計時間單位為小時，自 00L 起至 24L 迄，只要能見度低於 1,600 公尺以下，紀錄為 1 次。過去 11 年間發生總時數為 415 小時，每年 1 至 3 月所佔機率較高，佔發生總數達 35.2%，4 至 8 月則以 6 月(12.5%)及 8 月(14.9%)最高，9 至 12 月出現時數則相對較少。統計資料並參照逐月各時段發生低能見度機率(如表 1)，研析概述如後：

(1)低能見度單月份出現機率，以 8 月 3.97%最高，3 月 2.91%及 1 月 2.90%次之，2 月 2.79%再次之，7、10、11 及 12 月份均低於 1.0%。低能見度極大值為 2012 年 2 月，次之為 2014 年 3 月，顯示出現頻率及極大值均以 1 至 3 月為最；另搭配逐月各時段降雨出現率(如圖 2 及圖 3)顯示，晨霧出現率較高的月份，也同時有較高降雨機率，故此兩者有相連性。

(2)低能見度出現時段，以冬季至春季(11 至次年 4 月)晨間(04L 至 09L)最為明顯(如表 2)，3 月晨間時段(04L 至 09L)出現機率最大為 9.14%，平均機率為 1.83%，2 月晨間時段(04L 至 09L)。而最大機率次之為 5.17%，平均機率為 1.10%，顯示低能見度以晨間時段為主。

(3)夏至秋季(5 至 10 月)出現低能見度機率較低於冬至春季，主要以晨間時段(04 至 09L)為主，平均出現機率為 0.74%，次之為午夜時段(22 至次日 03L)，平均出現機率為 0.40%，研判與臺灣西半部午後對流，隨者中高層風場移入造成午夜時段較高；另熱帶系統造成之陣(雷)雨造成晨間時段與午夜時段有關。而春末夏初西南氣流

及滯留鋒面伴隨之短延時強降雨，亦為該季節影響澎湖機場低能見度之主因。

2.3 各項氣象要素與低能見度相關性探討

依 2014 年至 2024 年統計資料（如表 3 至表 5 及圖 4），針對各項氣象要素之探討如下：

(1) 風向：統計逐月發生低能見度與各發生風向所佔機率(%)顯示（如表 3），全年吹北向風並伴隨低能見度發生機率佔 47%，為全年最高，西南風向佔 15.9% 為次之，各月所發生最大風向機率主要與夏季及冬季時之盛行風向呈現正相關。

(2) 風速：統計逐月發生低能見度與不同風速所佔機率(%)顯示（如表 4），整體而言，全年發生低能見度之風速普遍較小，4kts 以下機率佔 32.4%，5kts 至 9kts 則亦有 26.3%；另值得留意為冬季風速達 10kts 至 14kts 時，1 至 2 月份發生低能見度之機率約 27.8% 及 23.8%，研判與東北季風有關，南下之乾冷空氣下墊面為暖濕洋面，易因渦流混和形成低雲，並伴隨明顯雨感，隨者風場南下影響澎湖機場，導致低能見度，當冷空氣與洋面上暖空氣溫差愈大，形成的平流霧影響愈大；此外，夏季（7 至 9 月）發生低能見度之風速則有較強趨勢（20kts 以上），發生機率為 30% 及 33%，研判與陣(雷)雨及颱風侵襲有關，係屬強降水伴隨低能見度所致。

(3) 無雲幕條件：統計逐月低能見度並同時發生無雲幕天氣條件(%)顯示（如表 5 及圖 4），全年同時發生無雲幕條件下，平均值為 11.2%；另於 11 月之機率 60% 為最高，研判此時逢秋末冬初季節，在東北季風增強下，於海上形成平流霧移入澎湖機場所致。

(4) 降水：統計逐月低能見度並同時發生降水天氣現象機率(%)顯示（如表 5 及圖 4），全年低能見度同時發生降水情形下，平均值為 41.1%，特別於夏季及秋季（5 至 9

月）低能見度與降水有相當高的關係，除 6 月份機率為 48.5%，其餘 5 月、7 月至 9 月機率均有 50.0% 以上，顯示澎湖機場夏季及秋季發生之低能見度，係因臺灣西部地區午後對流系統或颱風環流影響，隨者風場移入所造成之短/長強降水使得能見度突降。

(5) 低雲幕：統計逐月發生低能見度並同時出現低雲幕發生機率(%)顯示（如表 5 及圖 4），全年度同時發生低能見度及低雲幕情形，平均值為 47.7%，於夏季及秋季（5 至 10 月）發生機率達 36.4% 至 60.0%；另統計顯示，夏季期間出現強降水事件時，相對較高之機率將同時造成低能見度與低雲幕天氣現象，而冬初至春季（12 至 4 月）二者同時發生機率亦有 30% 至 50%，顯示該時期低能見度之成因，由低雲移入所產生的平流霧或平流輻射霧所造成。

3. 低能見度成因探討與綜觀環境場分析

低能見度形成之主因通常為霧及雨，霧大都為平流霧或平流輻射霧，雨則為劇烈對流及颱風外圍雲帶，而易形成低能見度之天氣系統如後：

(1) 鋒前暖區型（如圖 5）：冬季鋒面前緣有時會出現南來氣流，將暖濕海洋空氣吹向較冷之水（地）面，造成水氣凝結成霧，因此在鋒面前緣易生成平流霧或平流輻射霧。

(2) 高壓迴流型（如圖 6）：高壓中心由黃海、東海一帶向東出海，到達日本南方海面，氣團經過海面而變性為暖濕之海洋空氣，經迴流到達臺灣東部後，又受臺灣地形阻擋而北上，最後空氣繞流抵達臺灣海峽一帶，此時暖濕海洋空氣吹向較冷之水（地）面，造成水氣凝結成霧。

(3) 高壓迴流+鋒前暖區型（如圖 7）：當高壓迴流後另一波鋒面接踵而至，在整個環境場持續受南來暖濕之海洋空氣影響，澎湖

機場極易形成濃霧或低雲幕之現象，通常此系統配置下，澎湖機場能見度有可能全日皆不佳，甚至可達低能見度標準，此類型天氣系統形成低能見度比例較小。

(4)局部環流型：

1. 臺灣西半部夏季山區發展旺盛對流雷雨胞隨高層東風移入澎湖機場，但此種比例極少。

2. 大陸沿海線狀雷雨胞移入澎湖機場，俗稱飆線。

3. 受颱風外圍環流影響，強烈對流胞隨外圍環流帶進澎湖機場。

4. 梅雨季或颱風環流引進旺盛之西南氣流。

4. 結論

澎湖機場於冬至春季出現低能見度及低雲幕，係由平流霧或低雲從北面移入時，能見度常由目視等級驟降至禁航等級以下，月份為 1 至 3 月機率較高；夏季（8 月）因雷雨及颱風影響，導致常伴隨著低能見度及低雲幕的現象發生，綜合上述，綜整結果歸納下例幾點：

(1) 低能見度出現總時數為 415 小時，以 8 月最多，平均為 62 餘個小時，佔全年時數 14.9%，次之為 1 月 53 小時，佔全年時數 12.8%，再次之為 6 月有 52 小時，各佔全年時數 12.5%。

(2) 晨間（04 至 09L）出現低能見度為全日最高機率時段，平均為 9.77%，午夜時段次之，平均為 5.53%，尤以冬至春季（11 至 4 月）為最。主要係因受高壓迴流或鋒前暖區天氣系統影響下，水氣易於臺灣海峽上凝結而形成霧，此種霧大多為平流霧或平流輻射霧。

(3) 夏至秋季（5 至 8 月及 10 月）發生低能見度，主要以晨間及晚間時段發生頻率相對較高，通常發生時間較短，極少連續數日發生，主要係因局部對流系統（如雷雨）

或颱風環流影響，出現短/長延時強降水時致使能見度突降。

(4) 風場及風速統計上，澎湖機場於冬至春季時，風場偏北向風且風速微弱情形下，發生低能見度機率較高；另夏季發生低能見度時，風場為偏西南向風且風速均超過 10kts 以上。

澎湖機場作為往來臺灣及澎湖地區重要樞紐，低能見度對海陸空交通影響甚鉅，尤其在春冬霧季，若因濃霧導致能見度驟降，將嚴重威脅航運與飛航安全，更可能影響航班船班往來運輸。因此，精準掌握濃霧成因、發生機率及影響時間並作好提前預警，對維持澎湖地區交通具有相當大的應用價值。

5. 參考文獻

- 林則銘，(1975)：危害飛行氣象因素客觀預報之研究，空軍氣象聯隊。
- 陳孟青、戚啟勳，(1988)：初步探討臺灣之霧，氣象學報，第三十四卷第四期，第 308-318 頁。
- 高國棟、陸榆蓉，(1994)：物理氣候學，第 240-245 頁。
- 蕭長庚，(2008)：臺灣氣候變化區域差異之分析，交通部中央氣象局，2008 臺灣氣候變遷研討會。
- 林得恩、楊忠權、張培臣，(2014)：1992-2011 年氣象統計分析，空軍氣象聯隊，第 287-295 頁。

6.表附錄

表1 澎湖地區2014至2024年逐月發生低能見度(<1,600公尺)總時數及其所佔機率(%)

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
2014-2024年 低能見度發生 總時數	53	48	45	32	28	52	40	62	24	12	11	8	415
所佔機率(%)	12.8	11.6	10.8	7.7	6.7	12.5	9.6	14.9	5.8	2.9	2.7	1.9	100

表2 澎湖機場2014至2024年逐月各時段發生低能見度(<1,600公尺)機率(%)及其極大值機率(%)與發生年份)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
晨間時段 04-09L	1.16	1.10	1.83	0.63	0.88	0.84	0.27	1.61	0.32	0.49	0.48	0.16
晨間時段 04-09L (極大值)	2019	2020	2016	2022	2021	2017	2019	2021	2021	2019	2017	2015
午間時段 10-15L	0.68	0.06	0.11	0.06	0.48	0.74	0.12	1.02	0.11	0.05	0.12	0.05
午間時段 10-15L (極大值)	2016	2019	2021	2020	2023	2018	2017	2018	2016	2018	2022	2021
晚間時段 16-21L	0.48	0.53	0.22	0.19	0.48	0.56	0.31	0.59	0.33	0	0.2	0.11
晚間時段 16-21L (極大值)	2021	2021	2018	2017	2018	2022	2024	2018	2023	0	2019	2020
午夜時段 22-03L	0.58	1.1	0.75	0.56	0.18	0.61	0.28	0.75	0.28	0.27	0.17	0
午夜時段 22-03L (極大值)	2021	2019	2017	2017	2020	2017	2020	2018	2016	2016	2016	0
各月份 總和	2.90	2.79	2.91	1.44	2.02	2.75	0.98	3.97	1.04	0.81	0.97	0.32

表3 澎湖機場2014至2024年逐月發生低能見度風向機率（排除靜風資料）

月份 風向	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均 (%)
N	98.7	68.2	70.6	35.3	21.4	9.1	16.7	0	21	49	77	97	47
NNE	1.3	8.7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1.2
NE	0	0	0	17.6	0	0	0	5.6	0	0	0	0	1.9
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	5.9	0	0	0	16.7	0	0	0	0	0	1.9
ESE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0	22.7	0	0	0	0	0	0	1.9
SSE	0	0	0	0	28.6	0	0	38.9	0	0	0	0	5.6
S	0	0	5.9	23.5	0	31.8	0	0	0	51	0	0	9.4
SSW	0	0	0	0	50	0	0	55.6	0	0	0	0	8.8
SW	0	0	0	23.5	0	36.4	50	0	59	0	22	0	15.9
WSW	0	0	0	0	0	0	16.7	0	0	0	0	0	1.4
W	0	23.1	17.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.4
WNW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	1.7
NNW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表4 澎湖機場2014至2024年逐月發生低能見度風速機率（排除靜風資料）

風速 月份	0-4kts	5-9kts	10-14kts	15-19kts	20kts以上
1 月	22.2	27.8	27.8	16.7	5.5
2 月	28.6	38.1	23.8	9.5	0
3 月	34.6	42.3	3.9	11.5	7.7
4 月	40	35	10	10	5
5 月	52.6	15.8	21	5.3	5.3
6 月	15	55	10	15	5
7 月	20	10	20	20	30
8 月	23.3	26.8	23.3	13.3	13.3
9 月	17	0	33	17	33
10 月	75	25	0	0	0
11 月	60	40	0	0	0
12 月	0	0	100	0	0
平均	32.4	26.3	22.7	9.9	8.7

表5 澎湖機場2014至2024年逐月發生低能見度並伴隨天氣現象機率

月份 時數	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	總計
總時數	53	48	45	32	28	52	40	62	24	12	11	8	415
無雲幕 機率 (%)	10	8.4	5.5	5.6	6.3	9.1	9.1	0	0	20	60	0	11.2
降雨 機率 (%)	30	33.3	38.9	44.4	50	48.5	54.5	53.6	50	20	20	50	41.1
低雲幕 機率 (%)	60	58.3	55.6	50	43.7	42.4	36.4	46.4	50	60	20	50	47.7

7.圖附錄

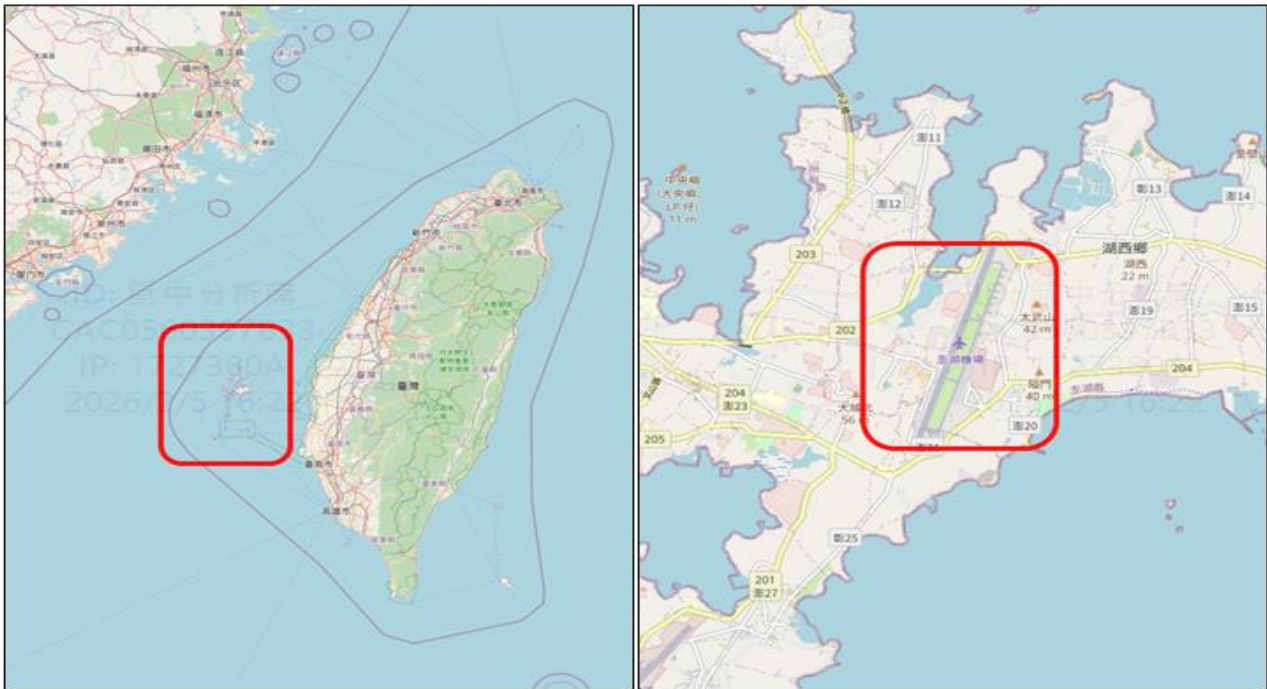


圖1 澎湖機場地理位置地形圖

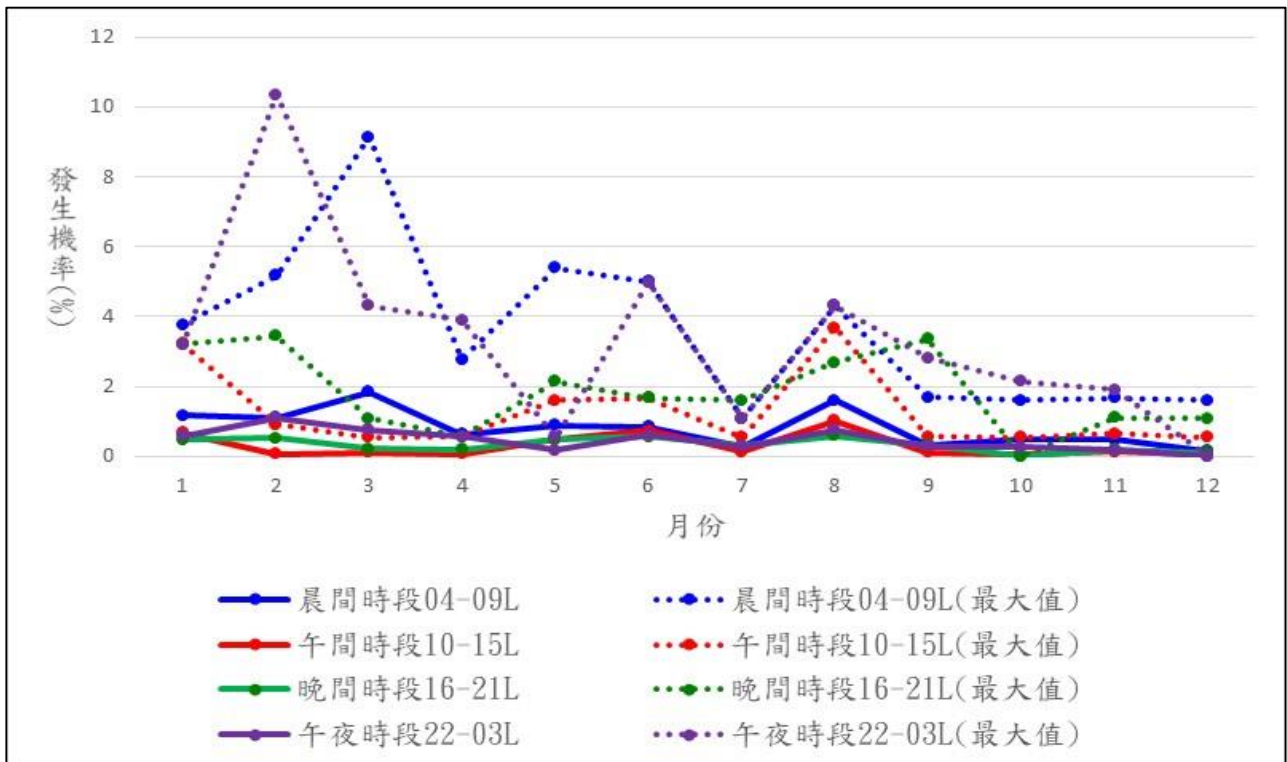


圖2 澎湖機場2014至2024年逐月各時段發生低能見度 (<1,600公尺) 危險天氣機率折線圖 (實線) 及其極大值機率折線圖 (虛線)

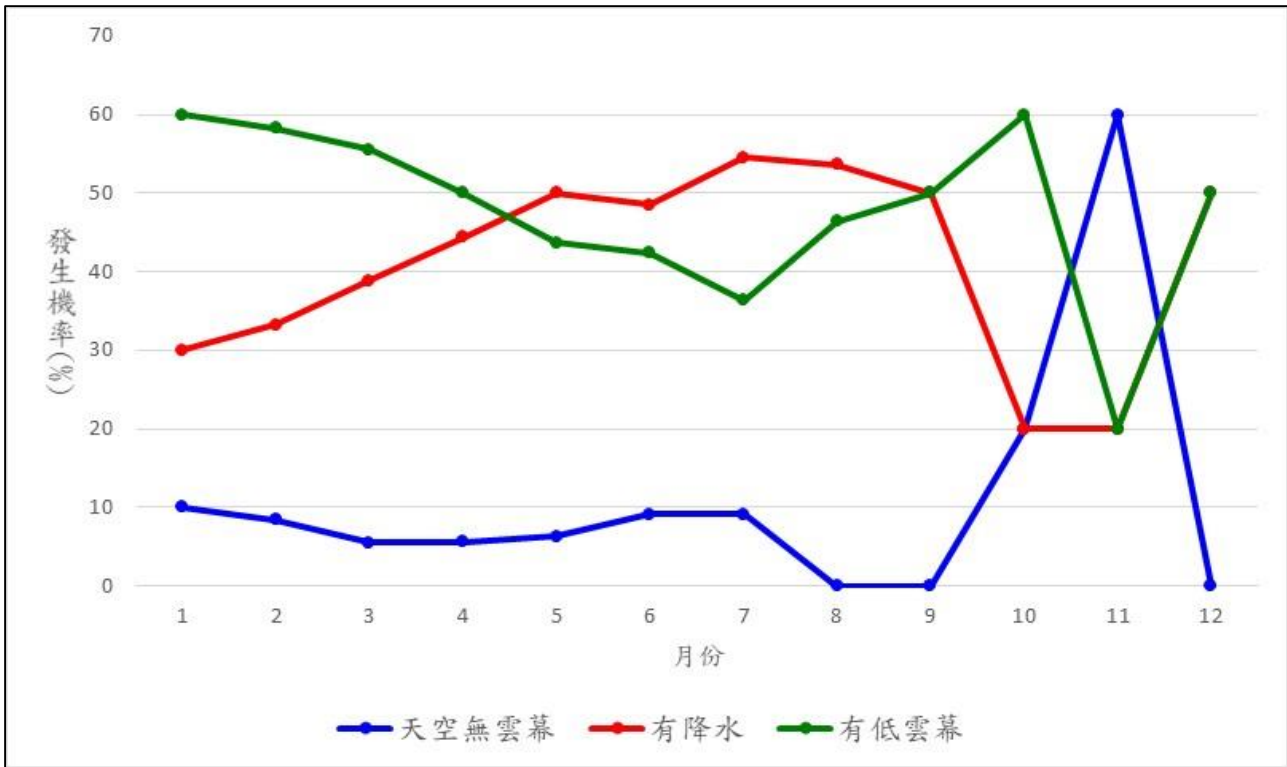


圖3 澎湖機場2014至2024年逐月各時段發生低能見度伴隨天氣現象機率

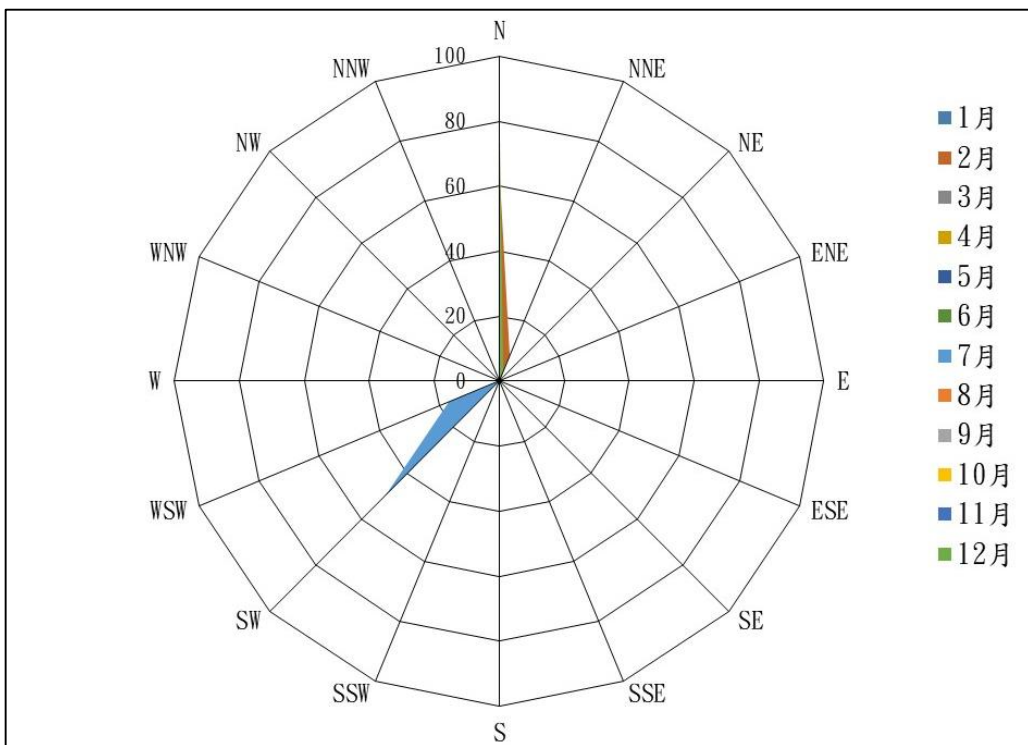


圖4 澎湖機場2014至2024年逐月發生低能見度風向次數風花圖 (排除靜風資料)

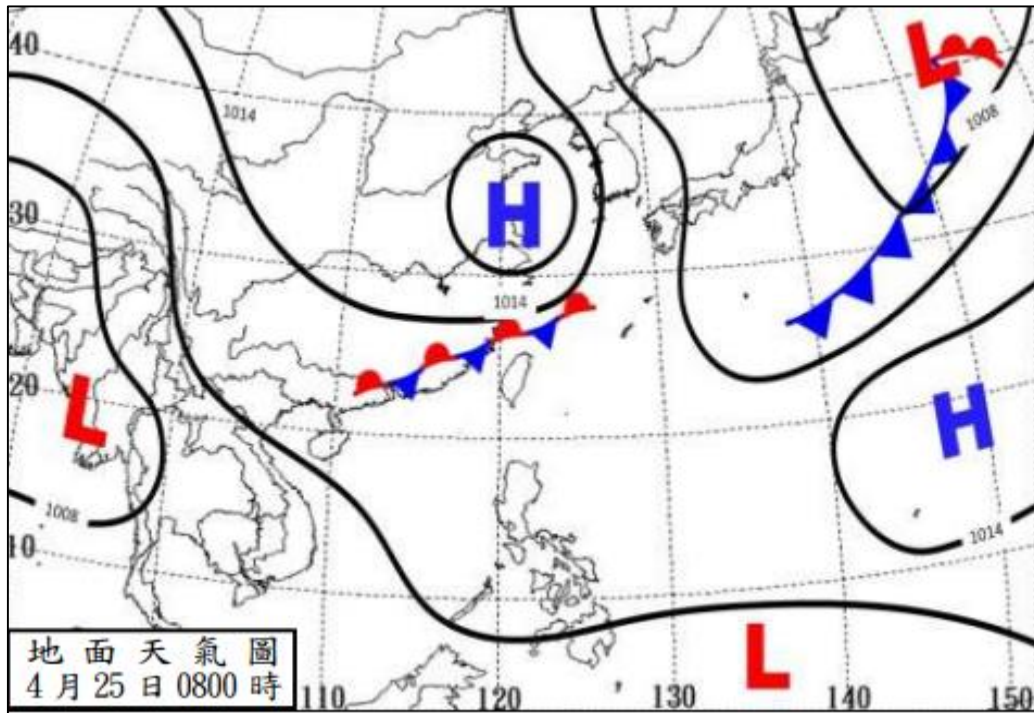


圖5 鋒前暖區型天氣圖配置 (2024年4月25日地面天氣圖)

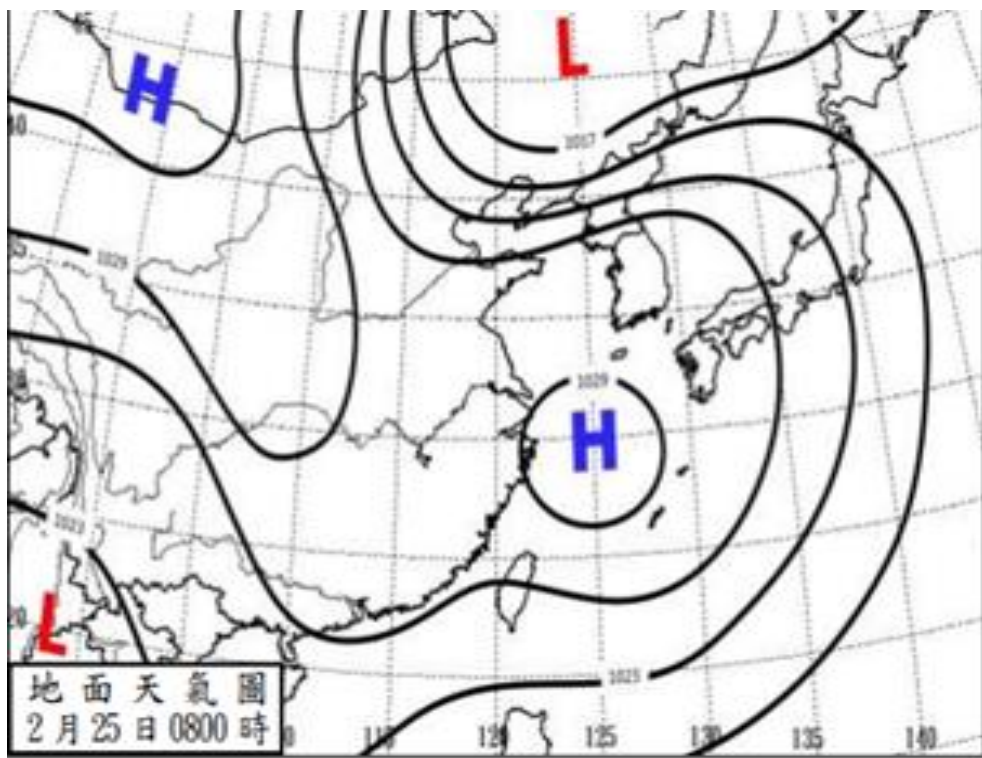


圖6 高壓迴流型天氣圖配置 (2024年2月25日地面天氣圖)

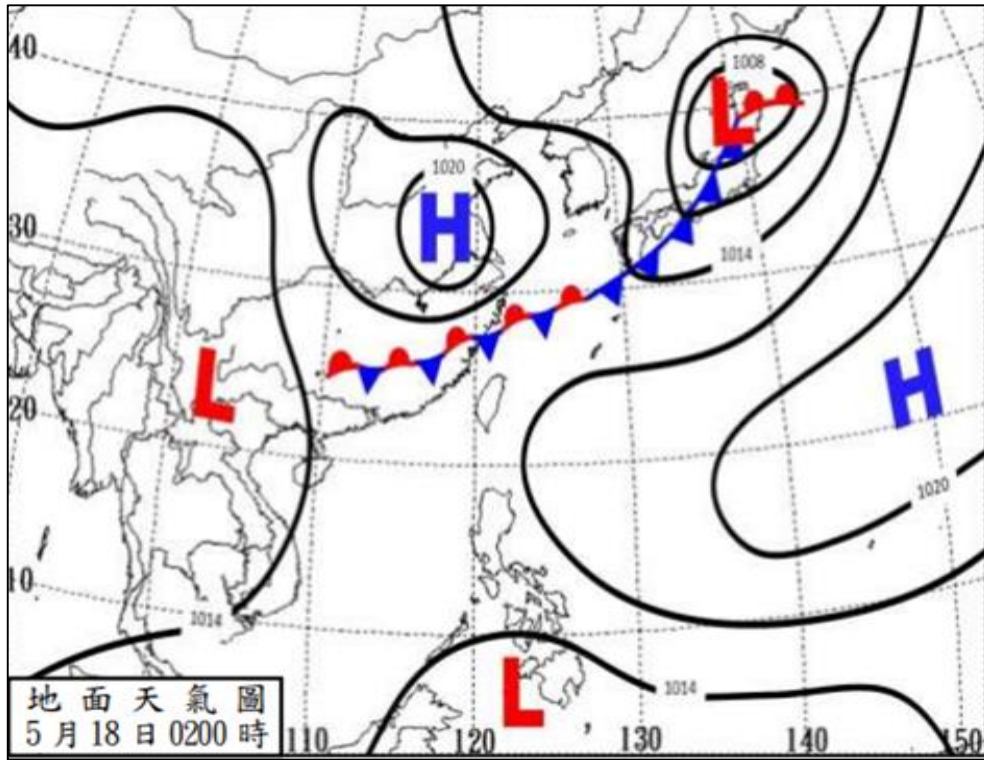


圖7 高壓迴流+鋒前暖區型天氣圖配置 (2024年5月18日地面天氣圖)

Statistical Analysis of Low Visibility at Penghu Airport from 2014 to 2024

Shih-Yun Wang, Han-Min Chen, Yu-Che Chou, Chia-Wei Hsieh

The 9th weather squadron of Winter Wing, R.O.C.A.F.

Abstract

This study utilizes 11 years of surface observation data from Penghu Airport, spanning from 2014 to 2024, to statistically analyze the occurrence hours and frequency of low visibility (defined as <1,600 meters) across different months. It investigates correlation factors between the duration of low visibility and weather phenomena, including wind direction and speed, cloud ceiling, precipitation, and relative humidity.

The results show that the highest number of low-visibility hours and the longest periods of occurrence occur from January to March and from June to September. The most frequent time for these occurrences is during the morning hours, specifically from 0400 to 0900L.

Furthermore, low visibility during the winter is mostly influenced by radiation fog or advection-radiation fog. These conditions typically involve weak wind speeds; if wind speeds exceed 10 knots, the probability of low visibility significantly decreases. In contrast, the occurrence of low visibility is relatively less frequent in the summer and is primarily caused by visual obstructions from short- or long-duration heavy precipitation associated with local convection systems or typhoon circulations. Consequently, summer low-visibility events tend to occur mostly during midday and evening periods.

Keywords: Penghu Airport, Low Visibility, Fog, Heavy Precipitation, Low Cloud Ceiling