

台北國際機場航空氣象之研究

劉鴻喜

一、緒言

近年來臺灣地位日趨重要，與遠東以及世界各國交往頻繁，海空運輸量均大見增加。交通部民用航空局於遷臺之初，原擬在中壢建一民航專用之國際機場，後以所需經費至為龐大而未果行；現在的臺北國際機場，係與空軍松山基地劃分使用，由同一塔台指揮軍民航機起飛與降落，現有跑道為東西向（087-273），長5280呎，寬150呎，單輪載重28,000磅，數年以來，所有臺北軍民以及國際航機，統在此跑道上起降，實難應付日益增加的航空運輸業務，政府有鑑於此，爰於去歲利用美援，開始改造此一機場，使之成為第一流的國際機場，其擴建工程主要為：

①增建重型跑道一條，新跑道計長7,500呎，寬520呎，載重可達九至十一萬磅，可以適應世界現有之各新式航機起落，包括DC-6, DC-7, C124等巨型航機及快速噴射機等，由於地形限制及配合盛行風向，新跑道亦為東西方向。

②建築新型塔台，塔台指揮航機起落，關係重大，新建塔台位於跑道近傍中部，為五層高塔，四面均為玻璃窗，能得到全面鳥瞰，臺內一切設備均極新穎，新台竣工後，氣象觀測人員亦將配合塔台飛航管制人員共同進入工作，使民航服務之配合，益臻密切而完美。

③重建停機坪，原有停機坪狹小，坪面薄弱，不宜重型航機使用，新建鋼筋混凝土停機坪，既大且厚，可供巨型機滑行。

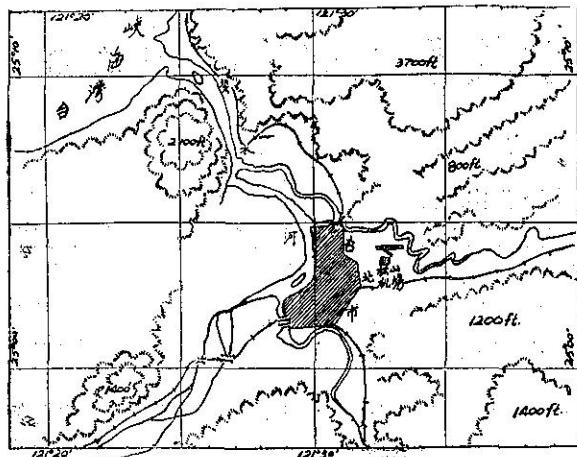
新建工程預計今春可以完工，屆時各大航空公司巨型客機均可在臺北起落，因此民航當局對於航空氣象的需要將更殷切，爰不揣翦陋，根據歷年（1946-55）松山機場氣象紀錄，及筆者在松山多年從事實際工作的體驗，以統計數字配合客觀法則，對松山各種氣象要素，加以研究分析，以就正於讀者。

二、台北在東亞天氣大勢中之地位

在東亞活動的氣團，計有極地西伯利亞氣團（ P_o , NP_o ），熱帶太平洋氣團（ T_p ）及赤道海洋氣團（ E_m ）三種，由於季節的變換，這三種氣團的盛衰也互有消長，因之對於臺北的影響也隨時而異；大致言之，冬季半年（十一月至翌年四月）， P_o 最強，其勢力自西伯利亞及蒙古一帶，一直伸張到菲律賓北部，臺灣完全在其影響之下；當此時也，臺灣在東北季風吹襲下，東北部首當其衝，氣流被山巒阻擋而上升，冷凝而降雨，臺北亦位此區內，晴曇日少，細雨綿綿連續可達十日半月之久；三月以後， P_o 力量漸弱，逐漸向北退縮，四五月間，臺灣北部為 NP_o 及 T_p 交互進退之時，雙方力量相持，每在臺灣附近相持不下，因而產生一連串的惡劣天氣，五月以後， T_m 當令，改吹西南季風，臺灣復在其控制之下，此時南部進入雨季，北部因遠處於背風面，天氣常晴朗而乾熱，雨日甚少，但月雨量並不少，此蓋由於颱風雨及熱雷雨所賜；在此期內，臺灣附近海面也常發生熱帶性低氣壓或大範圍的雨雲，此種對流性雲的發生與移動，也常在臺灣地區降下豪雨。在夏季半年中（五月至十月）， T_p 與 E_m 常互相左右臺灣天氣；大半時間是 T_p 向西擴展，直達華南及菲島南海一帶，有時則 E_m 活躍，自南中國海北上，可以直達臺灣以北，此時臺灣低空西南風特強，天氣燠熱不已。

三、台北國際機場之地理環境

臺北四周皆山，形為盆地，其間東北與東南山勢較高，山嶺綿亘少缺口（主要缺口用為基北交通要道），西南則平行為丘陵地，以與桃園臺地相連接（圖一）。松山機場位於北緯 $25^{\circ}04'$ ，東經 $121^{\circ}33'$ ，海拔高度僅7.8公尺（水銀氣壓表水銀槽高度），在機場以北不遠處，有山巒橫列，最前排矮山阜高僅324呎至486呎不等，距機場僅 $1\frac{1}{4}$ 哩，其後則有紗帽（2110呎），五指（2393呎），大屯（3543呎），七星（3674呎）諸山，東北有矮小山阜，適位於跑道尾端，幸高僅300呎，對於航機起降尚不致為障礙，西北面為圓山及中山北路市區，因此限制了機場向東西兩方的發展。機場之南為停機坪及民航大廈等，以北有基隆河，自東徂西，略與跑道平行，經中山橋注入淡水河中。通常因東風為松山機場盛行風向，故航機均自淡水上空入淡水河繞新莊降低高度後，即以平行基隆河之方



圖一、臺北國際機場位置圖

向降落於松山機場，基隆河水量不大，但河谷濕度常甚大，清晨因輻射冷卻作用，常在沿河一帶形成淺低霧，對於跑道附近之能見度影響頗大，此種情形尤以冬春季節為甚。

四、各項氣象要素之分析及其影響航空之情形

(一) 天空雲幕狀況

每年冬季臺灣北部因受東北季風及地形的影響，降水頻繁，因之陰天特多，松山亦難例外，如表一所示，全年從十月至翌年六月，每月密雲日數均在十天以上，其中一至四月，密雲日數(雲量 9.1 至 10) 均超過各該月日數一半以上，全年雲幕低於一千呎者日數達 10.4 天，即約 250 時次(註一)，其中二、三、四各月均約二天(即約 48 時次) 為最多，八月份平均僅 0.8 天為最少；

低於五千呎之雲幕，全年達 191.7 天，根據歷年統計平均，自十月迄翌年四月，各月雲幕低於五千呎者均達 18 天至 21 天左右，每年八月仍屬最少，僅 8.6 天；低於一萬呎之雲幕，全年共有 226.9 天，就中以一、三、十二等月

表一、松山機場各種天空狀況日數表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全 年
碧空 (0-0.9)	1.0	1.4	1.2	0.5	0.9	0.7	0.9	1.7	1.9	0.8	1.0	1.2	13.2
流 (1.0-5.4)	6.7	3.7	5.0	4.1	5.7	3.9	9.1	12.2	11.4	7.9	5.9	5.2	80.7
裂 (5.5-9.0)	7.1	7.8	7.8	8.1	13.2	12.1	14.8	12.4	11.2	10.1	9.5	10.4	124.5
密 (9.1-10.0)	16.2	15.3	17.0	17.2	11.2	13.3	6.2	4.7	6.5	12.2	13.6	14.2	147.5

出現最頻，達 23 天左右，八月最少僅 10.8 天，七、九等月次之，約均 14 天。

由上可知臺北陰天甚多，晴天較少，但就航空所需要之雲幕言，目前松山機場所規定之最低雲幕標準(Minimum Ceiling Limit) 日間為 500呎(降落) 及 300呎(起飛)；夜間不拘起降均為 600呎，現歷年紀錄顯示，全年雲幕低於一千呎者為 10.4 天，低於或等於 500呎之雲幕日數，當更少於此。最低雲幕之來源有二，每當降雨之際，常有碎雲飄浮空中，高僅三五百呎，另由濃霧上升所形成之薄層雲，亦常瀰漫機場上空，成為低雲幕之兩大來源，但每年出現總時數幸不過多，尚不致成為臺北機場飛航上的重大障礙。

(二) 能見度及視程障礙

一地之雲幕高，可說是垂直方向之能見度，而普通所指的能見度，乃指水平方向之能見度(Horizontal Visibility)而言。能見度之優劣，與當地的視程障礙直接相關，臺北地處盆地，目前已為八十萬人口之工商大城，機場附近設有不少小型工廠，跑道北端，復有基隆河迴曲繞行，因此構成視程障礙如霧，霾等的必備條件一水氣和凝結核，經常容易充分獲得，是以松山機場之能見度，常非甚佳；由紀錄顯示，能見度小於六哩之日數，全年

表二、松山機場各月霧日及能見度表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全 年
霧 日	5.7	4.0	5.5	6.0	5.9	5.9	4.4	1.3	2.8	1.9	2.0	6.0	51.4
能見度 (mls)	4.3	4.3	4.4	4.5	5.0	4.3	5.4	6.3	6.0	5.5	5.1	5.0	5.0

達 290.1 天，不足一哩之日數全年共 18.9 天，能見度年平均為五哩，上半年各月平均為四·四哩，下半年因秋季能見度較佳，月平均增為五·六哩(參看表二)。松山機場能見度之低落，主要受降水，霧，霾等影響，全年降水日數達 162 天，霧日(能見度不足二公里) 年達 51.4 天，霾日未見統計，但據筆者經驗，幾乎每日均有霾出現，每屆黃昏，暮靄四合，能見度即迅速自十餘哩降至五、六哩，如此一直維持至翌晨四時以後，由於氣溫續降，濕度增加，視程障礙乃由霾增濃變為晨霧，能見度亦續減至二哩左右，甚且在短時間內低減至一哩以內，其出現時間

約為晨六時至八時許，為時雖甚短暫，但因此一時間適為環島班機起飛（每日上午八時）及自日來臺班機抵臺之時，故晨霧常成為延阻航機起落時刻的一項重要因素；因此晨霧及能見度之觀測，特別重要，必需精確依能見度目標圖仔細測報，並隨時注意其變化，方能使航空公司心悅誠服；此時塔台方面亦常索詢短時預報，以為其指揮航機之參考，故霧之生成及消散，在航空天氣預報上，常居重要地位。

（二）地面風信及高空氣流

A. 地面風信：松山機場北有群山屏障，因此在全年之中，最盛行風向為東風（參看表三）南、北風絕無僅有，在一年十二個月中，僅七月份月平均風向為西風，其餘均為東風。就季節言，秋、冬、春三季均以東風居首，東北及東南風居第二位，僅夏季以西風及西北西風為主，此因夏季為西南季風當令，故多西風，其餘各季均受東北季風控制，故地面風向多東風及東北風；就風速言，各月平均風速均不及每秒五公尺（10kts），而每日最大風速小於7.5m/s之日數，全年達201.6天，冬季因寒潮經常南下，東北季風強烈，故月平均風速較強，最大月平均為4.6m/s（即9.2kts）；夏季西南風吹至臺北已成弩末，風力較弱，最小月平均為2.2m/s（七月），但就

表三、松山機場地面風信表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均風速 m/s	3.3	3.4	33.6	3.0	2.9	2.6	2.2	2.8	3.7	4.2	4.6	4.0	3.4
最多風向	E	E	E	E	E	E	W	E	E	E	I	E	E
最大風速 m/s	14.7	15.1	15.1	15.8	18.8	19.2	32.3	24.4	35.0	18.4	25.5	18.0	35.0
最大風速之風向	NE	E	E	E	E	W	ESE	E	SE	NE	E	E	E

最大風速言，則在夏季，如表三所示，九月份最大風速達卅五每秒公尺，此項紀錄乃颱風所造成，至極端最大風速，松山氣象台曾於去年（1956）當颱風黛納來襲時，測得四十一每秒公尺（82kts）之紀錄，為近十年中之最大者。該次強風會將松山機場民航機吹損三架，而以一架 PBY 水陸兩用機被吹翻身為最重。航機起降對於平行或近於平行跑道之風力大小，較少顧慮，甚且可以利用風力加速起降，但若果側風過於強大，其對於機翼之強大浮力，常使航機知所警惕，而避免意外損害。現松山南北風絕無僅有，偶有風向不定，亦極微弱，而百分之九十五以上為東西向風，故對於航機起落言，極為便利而安全。

B. 高空氣流：松山機場軍民氣象臺均缺乏系統性高空測風紀錄，臺灣省氣象所僅有探空紀錄，此處僅依據空軍桃園高空紀錄，略將臺北附近高空氣流情形，予以說明。臺灣冬季低空受東北季風所控制，上層為西風，二者之間有一變風層（Changing Level），風力最小，元月份該層高度約為五千呎，上層西風氣流來自中印邊境，經華南而達臺灣上空，高度愈高，風速愈大，冬季桃園二萬呎上空，經常有時速五十哩以上之西風，目前西北航空公司航機為 DC-6B 型，為趁此強大西風便利，於由臺北飛航日本東京時，大多將巡航高度提高至一萬五千至二萬一千呎之間，但由日返臺時，為減小逆風阻力，又將高度改為一萬呎以內，此為航機為圖適應氣象因素的一個顯明例證。至在中緯度活躍的噴射氣流，據魏元恒氏之研究，因臺灣緯度較低，其平均位置並不通過臺灣而在北緯廿二度附近，但根據桃園探空紀錄顯示，此噴射氣流軸心，偶然（多在寒潮南下時）可抵臺灣北部上空，此時桃園上空風速可達120~150kts之間，而整個東亞噴射氣流則呈雙噴射氣流軸心型式。

春季以後高空氣流漸次減弱，故每年五一十月份即夏半年內，桃園高空風速無超越五十浬者；夏季臺灣為發源於印度洋的西南季風當令，故低空經常吹西南風，高空則為東風波，此層甚為深厚，常可高達平流層，航機在夏季對於高空風信之利用，比較不如冬季持恒而穩定，大致言之，夏季港臺間民航機之巡航高度，常低降至五六千呎，以配合西南季風；夏季最可得順風之助者，莫若自關島來臺航機，若巡航高度選擇適宜，則可較正常時間提前抵臺北達一小時之久。

自低空季風層，轉變入高空氣流，其間風向轉變之順逆，對於機師講解天氣時，也頗有說明之必要，大致言之，冬季自低空之東北季風，隨高度而風力減弱，方向之轉變則為順時鐘向上，即由東北風漸變為東南風，再變為西南風，此蓋由於副熱帶高壓中心自低空向上隨高度傾向西南所影響；夏季風變層之轉變則為反時鐘向，即由西南風先變為東南風，再變為東風或東北風，此因印度夏季低壓區隨高度而減弱，上空被太平洋高壓伸入所致。

(◎) 降 水

臺北位於副熱帶北緣，歷年氣溫紀錄，從無低於攝氏零度者，即五度以下者亦極少，故臺北無降雪紀錄，僅附近大屯諸山，每年都有一至二次降雪紀錄。過去五十五年之紀錄顯示，臺北曾見霜卅四次。松山年平均雨量為1866.8公厘，與臺北市年平均雨量2111公厘相較，尚少二百四十五公厘，惟因兩項紀錄所統計之年代不同，前者為最近十年之紀錄(1946—55)，後者則為五十五年(1897—1952)之紀錄，可能有偏高偏低之情形，也可能表示松山機場年降水量經常略小於市區。至於降雨型式，則隨季節而異，大致言之，冬季受東北季風吹襲，氣流經北方

表四、松山機場各月雨日及雨量表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全 年
雨 日	12.0	13.2	13.2	15.2	11.6	16.0	13.2	12.6	11.2	14.6	16.0	13.2	162.0
雨 量 mm	84.7	100.6	85.6	155.3	125.6	232.6	200.6	188.9	194.2	200.7	178.8	69.2	1866.8
一日最多量	46.8	71.7	41.9	56.5	69.2	94.4	135.7	280.5	165.0	308.8	122.1	118.4	308.8

海面，常有渦流逆溫層，形成低層雲，越山冷凝，故天色陰沈而有毛毛雨，纏綿長達半月之久，但雨日雖多，雨量却少，如表四所示，從十二月至三月各月中，月雨量多在百公厘以下，十二月更僅69.2公厘，此四個月佔全年時間三分之一，但雨量尚不及年雨量的五分之一。三月以後，氣溫增高，雨型丕變，雷雨及對流性陣雨取而代之，此時溫濕氣流所產生的豪雨，常傾盆而下，故夏季各月平均雨量遠較冬季為大，遇颱風襲臺時，雨量更屬驚人，最多日雨量曾達308.8公厘(發生於十月)，每小時平均降雨達12.8公厘之多。

降雨對於松山機場飛機起降自有相當影響，其一為大量碎裂雨雲，隨低空氣流飄越機場上空，使機場雲幕高低降至三、五百呎，其二因在降雨時濕度甚大，而溫度却不甚低，故常蒸發有迷濛霧滴飄浮，使能見度銳減至半英里左右，此時若有航機降落，除在上空盤旋以候天氣略形好轉外，只有由機師請求開放利用儀器着陸(G.C.A. Ground Control Approach)之一法。但若能見度小於半哩時，則一切航機均須停止起降。

五、松山機場天氣預報之探討

由於飛機工業發展迅速，航機速率日有增加，以目前往來臺北的各型航機而論，其巡航速率(True Air Speed)自C47的每小時140kts，C46的160kts，號稱空中霸王的DC-4為185kts，至DC-6B已增為268kts，速率躍增幾達一倍，至於未來的噴射客機，速率更為驚人，(香港航空公司的子爵式機 Viscount，即將開航臺北，速率已在三百浬以上)，因此航機在遠東各大國際機場間飛行時間，日益短促，如臺北至香港，由於機種的改變，飛航時間也由從前的二小時四十五分(DC-4)縮短為約二小時(DC-6B)。故機場天氣預報以短時間為主，目前中央氣象局松山氣象台，每日根據四次地面天氣圖，編發四次航線終點預報(TAFOR)，有效期間為十二小時，且前後互相重複六小時(如在2200z時，編發00-12之預報，但在0500z以前，又編發06-18之預報)，以便及早對上次預報有所校正。除此以外，尚有逐時飛行天氣報告電碼(AERO)後面附加的短時天氣預報電碼(TFAWS)，計每日十六次；此外尚有航線預報(ROFOR)及其他各航站之終點預報(Terminal)等，均隨各公司民航機之需要而予供應。

關於松山機場天氣預報之技術，僅簡分為冬夏二季述之：

◎夏季：臺北地處副熱帶，氣候炎熱，六、七、八、九各月份月平均溫度，均在26°C以上，絕對最高溫度，甚且高達37.2°C(參看表五)，在此炎熱天氣下，最多熱力雷雨，溫濕氣團在條件性不穩定下，發生強烈對

表五、松山機場各月氣溫表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全 年
氣溫	15.3	15.6	17.4	20.6	24.4	26.4	27.9	23.0	26.8	22.7	20.0	17.2	21.9
月 平 均 (C°)	15.3	15.6	17.4	20.6	24.4	26.4	27.9	23.0	26.8	22.7	20.0	17.2	21.9
絕 對 最 高	28.3	30.1	32.4	34.4	36.7	36.8	36.7	37.2	35.8	33.1	31.5	32.4	37.2
絕 對 最 低	1.8	3.0	7.0	10.0	13.5	17.0	20.1	21.1	17.8	12.8	10.9	4.5	1.8

流，地面濕熱空氣猛升至高空，發生大量凝結而降雨，有雷雨之日，大致晨間風力微弱，已呈對流徵象，上空產生凝結，故上午即有少數積雲飄浮空中，迨熱力愈增，對流益盛，小積雲發展為濃積雲，向上激升，頂部常凍為

冰雪，此時乃有偽卷雲出現而成積雨雲，迨雨滴愈積愈大，下沈力勝過氣流挾升率，遂沛然下降，並伴以雷電現象，是爲雷雨。若晨間已覺濕熱，風力微弱，高空風力亦屬微弱，且有小積雲出現，預測午後氣溫可在 26°C 以上，露點在 16°C 以上時，則午後必有雷雨，夏季臺北雷雨甚頻，且有其連續性 (Continuity)，即可連續每日於午後下雷雨達一週之久，但每日雷雨之時間則呈顯著之落後現象；又因「夏雨隔丘田」故有時松山無雷雨，而臺北市區已大雨傾盆，此蓋因其局部甚大之故。除熱力雷雨外，尚有冷面雷雨，此種雷雨之發生均在冷面過境時，每年發生次數不多，但偶有發生，性極猛烈，故當冷鋒迫近時，應注意高空氣流及絕熱圖情形，如被來襲的冷氣團楔抬升的暖氣團，其屬性高溫濕重，呈條件性不穩定狀態，則雷雨機會甚多，應及時對航機發佈線跑 (Squall) 雷雨之警告。

颱風迫近臺灣時，由於颱風所處的位置不同，對於松山機場的影響也不同，大致當颱風自西南方穿過巴士海峽向東北東行進時，松山風速增大甚早，即中南部尚無明顯影響時，而松山已是東風甚勁，此蓋由於合成風速及缺乏地形阻擋的結果，若颱風自東南方迫近臺灣東部時，則松山及臺北所獲雨量常較多，而風力每甚小。此種現象尚有待進一步的統計分析研究。此外本區尚有夜雨習性，以夏季言，如白日天氣晴好，黃昏時機場東北山坡上有虹出現，則夜間常有小雨，至翌日又復晴好如昨。冬季夜雨則係由夜溫降低致雨，白日因氣溫增高復爲陰天。

夏季臺灣海峽也常出現小型低壓，挾有大量水氣造成大範圍之雨區，但有時臺灣有大範圍的降雨，而在高空及地面圖上，均難找到其降雨原因，魏元恒氏曾假定其與高空噴射氣流有關，但在目前尚未發現確證。

〔冬季〕：冬季松山及臺北天氣完全受制於大陸冷氣團，每次寒潮南下，臺北即氣溫陡降，陰雨連綿，且連續性特強，必待高壓中心或其前部分裂中心移出大陸，臺北天氣始克開朗，冷氣團中心若由長江以南移入東海，則天氣轉晴機比極大，若自華北移入黃海，則臺北天氣尚未可必。又變性大陸高壓南下時，因其所經途徑不同，其秉性也大有差異，當寒潮南下之初，其行徑大多自華北經華東南侵臺灣，此時氣團寒冷而乾燥，本省北部氣溫急降，密雲而毛雨，迨持續日久，大陸氣團逐漸東移，南來氣流多經行黃海，東海而至臺灣，此時氣團所含水氣大增，至本省北部因遇山地而升，乃冷凝大量雨水，此所以寒潮初來，降雨不多，迨後始見中雨或大雨之原因，故冬季預報，對於寒潮南下之途徑宜特別注意；另外臺灣及琉球之間，此時常易形成低氣壓，因而召致本省北部大量降水，此蓋由於冷氣團經東海及琉球海面南下時，在宮古、石垣島附近與南方暖氣團相遇之故，故宮古 (927) 及石垣 (918) 二島風向之改變，（即由冬季慣常之東北風，偏轉爲東南風向時），常爲臺琉間發生氣旋之良好指標，於進行松山及臺北天氣預報時，宜早注意及之。

此外另一值得注意者，即當寒潮南下之初，臺北、桃園、新竹(基隆、淡水更是如此)各地，均是彤雲低垂，細雨紛紛，但此時花蓮則僅由疏雲漸增爲密雲，不致有雨，此蓋由於背風山坡之故，迨寒潮南下路線逐漸東移後，花蓮始降雨。

松山霧日主要在春冬二季，如表二所示，從十二月至翌年六月每月霧日均在五日以上(二月爲四日)，松之山霧，以低霧爲主，此蓋由於當地小範圍環境所致，霧的局部性也很大，松山清晨常見低霧形如白帶，懸於基隆河谷之上，蓋地形使然。霧的預報，宜留心前一日地面輻射強度，若黃昏溫度及露點已甚接近，夜風復甚微弱，則明晨多有濃霧。若此時低空已有霾層出現，表示低空已有逆溫層存在，則濃霧可必。

至於春秋二季，因係南北冷暖氣團交相進退之期，所產生之天氣形勢又自不同，如春季冷鋒之南下，常不及冬季強勁而快速，因而由冷鋒過境所產之天氣，也常有明顯的落後現象，甚且根本不顯。因而此期預報應特別衡量鋒線之強弱，移行之速度，仔細估算天氣落後的時間，再行發布預報，當不致差誤過大。

總之，氣象學發展至今日，有關天氣預報之方法及原則雖已甚多，但對於預報一地小範圍之天氣，除一般天氣預報大原則應予遵守外，當地獨有之特性，更應密切觀察，細心體驗，庶幾不致差之毫釐，謬之千里，預告之準確率，亦必可提高。本文匆忙草成，卦一漏萬，在所不免，尚祈各先進不吝指正。

註一：文中雲幕高日數及能見度少於一哩日數，係以各種雲幕高實際出現之總時數及小於一哩之總時數，除以規定觀測時數而得。