

西元 1966~2005 年台北松山機場氣溫與大霧消長之分析研究

蒲金標¹ 陳海根²

摘要

根據美國國家海洋暨太空總署(NOAA)資料，台灣與全球各地一樣，都呈現暖化特徵。本文研究結果，除了應證台灣有暖化現象之外，同時顯示松山機場位於台北盆地，地勢低窪，更因基隆河流經其北邊，從前松山機場冬天經常發生大霧。唯因 1977 年 7 月 1 日高速公路基隆與內湖段經台北松山機場北邊沿基隆河通車後至今，機場發生大霧的頻率減少，能見度低於飛機起降標準的時間，也大幅減少。

本文就西元 1966~2005 年 1~4 月台北松山機場氣溫與能見度等觀測資料加以分析，並就西元 1977 年 7 月 1 日高速公路通車前後各 17 年期間氣溫與能見度加以比較，初步獲得以下成果：

- (一)高速公路通車前後 17 年每年 1~4 月松山機場每月平均溫度上升 0.4°C，其中平均每日最高溫度上升 0.1°C，平均每日最低溫度上升 0.8°C。通車後 28 年期間每月平均氣溫更大幅上升 0.8°C，其中平均每日最高氣溫更大幅上升 0.4°C，平均每日最低溫度上升 1.1°C。
- (二)通車前 17 年期間每年 1~4 月松山機場每月平均能見度<800m 發生的時間有 452 分鐘；通車後 17 年期間，1978~1994 年 1~4 月每年每月平均能見度<800m 發生的時間大幅降為 117 分鐘；通車前後 17 年，每年每月平均能見度<800m 發生時間減少 335 分鐘；通車後 28 年更大幅減少 359 分鐘，只剩 93 分鐘。
- (三)近年來，松山機場氣溫逐年升高，再加上 1977 年高速公路通車以來，汽車排放增溫，冬季夜間輻射冷卻不足，以及車流造成氣流的擾動，不容易形成輻射霧，致使松山機場發生濃霧的頻率減少，造成惡劣能見度(<800m)低於飛機起降標準的持續時間，也大幅減少。

一、前言

導致機場惡劣能見度之天氣現象甚多，諸如霧、雷雨或豪雨，惟松山機場每年 1~4 月因濃霧發生，造成惡劣能見度持續時間較長，對民航作業影響最大。

松山機場在 1977 年以前的冬季，常因夜間地表輻射(terrestrial radiation)冷卻，氣溫下降，空氣中水汽達到飽和而凝結成細微水

滴，懸浮於低層空氣中，產生輻射霧，造成能見度低於飛機起降的標準。通常形成輻射霧之有利條件為寒冬或春季在夜間無雲的天空，地表散熱冷卻快，相對濕度迅速升高，加上無風狀態下，最容易形成輻射霧。

近年來，根據美國國家海洋暨太空總署(NOAA)資料，台灣與全球各地一樣，都呈現暖化現象，再加上松山機場在其北邊興建高速公路而拆除附近的磚場，減少磚場煙囪排放煙灰，以及 1977 年 7 月 1 日高速公路基隆與內湖段經台北松山機場北邊沿基隆河通車等等因素，機場發生濃霧減少，並導致能見度低於飛機起降標準的時間，也大幅減少。本文僅就 1966~2005 年 1~4 月機場冬季氣溫的年變化，分析其對能見度的影響，以期了解松山機場冬季大霧減少的可能原因。

二、研究方法

本文就西元 1966~2005 年 1~4 月台北松山機場氣溫與能見度等觀測資料加以分析，並就西元 1977 年 7 月 1 日高速公路基隆與內湖通車前後各 17 年氣溫與能見度加以比較，以期了解通車前後至今，機場濃霧或惡劣能見度變化情形。依據松山機場飛機起降標準，能見度低於 800 公尺，機場跑道就必須暫時停止飛機起降，待能見度轉至 800 公尺以上，才恢復開放飛機起降。因此，本文選擇以能見度低於 800 公尺出現的時間數值，作為分析松山機場歷年來大霧消長之依據。

三、研究結果

(一) 松山機場地理位置與氣候概況

台北盆地位於台灣北部，盆地四周為山丘環繞，基隆河從盆地東邊缺口流入，繞經松山機場北邊，再轉向西北。大漢溪經桃園盆地，向東北流入台北盆地，與新店溪會合之後，轉向西北，進而與基隆河會合而成淡水河，最後注入台灣海峽。

松山機場位於台北盆地之東北隅，其地理位置圖，如圖 1。

松山機場東、北方較近山脈，機場北方為大屯山系，計有七星山(1120 公尺)、大屯山(1090 公尺)、大尖山(837 公尺)及五指山(689 公尺)等。機場西方十一公里處有林口台地(250 公尺)，25 公里以外即為台灣海峽。機場南方為中央山脈的北支，計有熊空山(974 公尺)、獅頭山(853 公尺)、雞罩山(779 公尺)以及白石山(572 公尺)。機場的東南方有土庫岳(389 公尺)及五分山(757 公尺)。松山機場位於北緯 25 度 04 分，東經 121 度 33 分，跑道幾乎接近東西向(100°~280°)，其全長為 2660 公尺，寬 60 公尺，中心點標高 7 公尺(21 呎)。

松山機場每年 10 月至翌年 4 月天氣主要受大陸變性氣團左右，經常會有冷鋒通過，鋒後盛行東北季風，多屬陰天，偶有寒潮爆發及持續性大霧。松山機場平均風速日變化，每天下午 13~16 時平均風速大於 8.0kt，風速達最高值；清晨 1~8 時平均風速在 5.0kt 以下。冬季晴朗的夜空，風力微弱時，常有大霧的發生，能見度降低，造成機場暫時關閉，飛機停止起降。

以上顯示松山機場位於台北盆地，地勢低窪，更因基隆河流經其北邊，水氣充足，容易造成松山機場冬天大霧。

(二) 平均氣溫

西元 1966~2005 年 1~4 月台北松山機場氣溫逐年每月平均溫度分布(圖 2)，圖中顯示在高速公路 1977 年通車前 17 年(1961~1977 年)1~4 月松山機場每月平均溫度為 17.2°C；通車後 17 年期間，1978~1994 年(1978~2005 年)1~4 月平均溫度為 17.6°C(18.0°C)，高速公路通車前 17 年比通車後 17 年每月平均溫度上升 0.4°C，通車後 28 年每月平均氣溫更大幅上升 0.8°C。

再分析，通車前 17 年(1961~1977 年)期間每年 1~4 月松山機場有 8 年(1961~63，1968，1970~72，1974 年)每月平均溫度低於 17.0°C；通車後 17 年(1978~1994 年)僅有 2 年(1984，1986)低於 17.0°C。另外，通車前 17 年(1961~1977)1~4 月松山機場僅有 2 年(1966，1973)每月平均溫度高於 18.0°C；通車後 17 年(1978~1994)更多達 6 年(1979，1981，1987，1990~91，1994 年)高於 18.0°C。隨後 1995~2005 年間有連續 8 年(1997~2004)每月平均溫度高於 18.0°C，其中有 3 年(1999，2001~02)高達 19.0°C 以上。

(三) 平均每日最高和每日最低溫度

西元 1966~2005 年 1~4 月台北松山機場逐年平均每日最高和最低溫度分布(圖 3 和 4)，圖 3 顯示在高速公路 1977 年通車前 17 年 1~4 月松山機場平均每日最高溫度為 20.9°C；通車後 17 年，1978~1994 年(1978~2005 年)平均每日最高溫度為 21.0°C(21.3°C)，高速公路通車前 17 年比通車後 17 年平均每日最高溫度上升 0.1°C；通車後 28 年更大幅上升 0.4°C。

圖 4 顯示在高速公路 1977 年通車前 17 年(1961~1977 年)1~4

月松山機場平均每日最低溫度為 14.2°C ；通車後 17 年，1978~1994 年(1978~2005 年)平均每日最低溫度為 15.0°C (15.3°C)。高速公路通車前 17 年比通車後 17 年平均每日最低溫度上升 0.8°C ；通車後 28 年更大幅上升 1.1°C 。

通車前 17 年(1961~1977 年)1~4 月松山機場僅有 2 年(1966, 1973 年)平均每日最高溫度高於 22.0°C ；通車後 17 年(1978~1994 年)期間，雖然也僅有 2 年(1981, 1987)平均每日最高溫度高於 22.0°C ，但是隨後 1995~2005 年期間有 6 年(1998~99, 2001~04)高於 22.0°C ，其中 2002 年更高達 23.3°C 以上。

通車前 17 年(1961~1977 年)1~4 月松山機場有 7 年(1966, 1973 年) 平均每日最低溫度低於 14.0°C ；通車後 17 年(1978~1994 年)僅有 1 年(1986)年低於 14.0°C 。隨後 1995~2005 年間沒有任何一個年份平均每日最低溫度低於 14.0°C 。

(四) 平均能見度 $<800\text{m}$

台北松山機場每年 1~4 月常發生大霧，造成能見度 $<800\text{m}$ 。西元 1966~2005 年 1~4 月台北松山機場逐年平均每月能見度 $<800\text{m}$ 之發生時間(分鐘)分布(圖 5)，圖中顯示在高速公路 1977 年通車前 17 年(1961~1977 年)1~4 月松山機場每年每月平均能見度 $<800\text{m}$ 之發生時間長達 452 分鐘；通車後 17 年，1978~1994 年(1978~2005 年)大幅降為 117 分鐘(93 分鐘)，高速公路通車前 17 年比通車後 17 年每年每月平均能見度 $<800\text{m}$ 減少 335 分鐘，通車後 28 年更大幅減少 359 分鐘，只剩 93 分鐘。

在高速公路 1977 年通車前 17 年(1961~1977 年)1~4 月松山機場

每月平均能見度 $<800\text{m}$ 之發生時間沒有任一年份低於 100 分鐘；通車後 17 年，1978~1994 年(1978~2005 年)每月平均能見度 $<800\text{m}$ 之發生時間低於 100 分鐘有 11 個年份(1981~82, 1984, 1987~1994, 其中 1993~1994 年整整兩年沒有能見度 $<800\text{m}$ 之現象。隨後 1995~2005 年間, 有 9 年(1996~99, 2001~05)每月平均能見度 $<800\text{m}$ 發生時間低於 100 分鐘, 其中 2002 年整年沒有能見度 $<800\text{m}$ 現象發生。

以上分析顯示高速公路通車前後 17 年每年 1~4 月松山機場每月平均溫度上升 0.4°C , 其中平均每日最高溫度上升 0.1°C , 平均每日最低溫度上升 0.8°C 。通車前每月平均能見度 $<800\text{m}$ 發生時間有 452 分鐘；通車後 17 年, 1978~1994 年(1978~2005 年)1~4 月每月平均能見度 $<800\text{m}$ 發生時間大幅降為 117 分鐘(93 分鐘)；通車前後 17 年期間, 每月平均能見度 $<800\text{m}$ 發生時間減少 335 分鐘；通車後 28 年期間, 每月平均氣溫更大幅上升 0.8°C , 其中平均每日最高氣溫更大幅上升 0.4°C , 平均每日最低溫度上升 1.1°C ；能見度 $<800\text{m}$ 發生時間更大幅減少 359 分鐘, 只剩 93 分鐘。

通車前 17 年 1~4 月松山機場有 8 年每月平均溫度低於 17.0°C , 其中僅有 2 年高於 18.0°C ；平均每日最高溫度為 20.9°C , 其中僅有 2 年高於 22.0°C ；平均每日最低溫度為 14.2°C , 其中平均每日最低溫度有 7 年低於 14.0°C 。

通車後 17 年期間僅有 2 年每月平均溫度低於 17.0°C , 更多達 7 年高於 18.0°C ；平均每日最高溫度為 21.0°C (21.3°C), 其中也僅有 2 年高於 22.0°C 。平均每日最低溫度為 15.0°C (15.3°C), 其中僅

有 1 年平均每日最低溫度低於 14.0°C。

隨後 1995~2005 年期間，有連續 8 年每月平均溫度高於 18.0°C，其中有 3 年高達 19.0°C 以上。有 6 年(1998~99, 2001~04) 平均每日最高溫度高於 22.0°C，其中 2002 年更高達 23.3°C 以上。沒有任一年份平均每日最低溫度低於 14.0°C。

四、討論

桃園國際機場能見度時序預報模式之研究(蒲與李；1984)認為桃園國際機場前一天下午 3 時起至早晨 6 時止，地面風速小，則翌日早晨能見度不良或有濃霧的可能。松山機場位於台北盆地，地勢低窪，更因基隆河流經其北邊，水氣充足，再加上夜間輻射冷卻和風力微弱之下，容易造成松山機場冬天大霧。唯因高速公路通過其附近之後，造成汽車排放增溫，夜間輻射冷卻不足，以及車流造成空氣的擾動，使機場發生大霧的機會減少，導致能見度低於飛機起降標準的時間，大幅減少。

本文分析高速公路通車前後 17 年每年 1~4 月松山機場每月平均溫度上升 0.4°C，其中平均每日最高溫度上升 0.1°C，平均每日最低溫度上升 0.8°C。通車前 17 年期間，每月平均能見度<800m 發生時間有 452 分鐘；通車後 17 年期間，1978~1994 年 1~4 月每年每月平均能見度<800m 發生時間大幅降為 117 分鐘；通車前後 17 年期間，每年每月平均能見度<800m 發生時間減少 335 分鐘；通車後 28 年每月平均氣溫更大幅上升 0.8°C，其中平均每日最高氣溫更大幅上升 0.4°C，平均每日最低溫度上升 1.1°C；能見度<800m 發生時間更大幅減少 359 分鐘，只剩 93 分鐘。

由此可見，近年來，松山機場氣溫逐年升高，再加上 1977 年高速公路基隆與內湖通車以來，汽車排放增溫，冬季夜間輻射冷卻不足，以及車流造成氣流的擾動，不容易形成輻射霧，致使松山機場發生濃霧的頻率減少，造成惡劣能見度(<800m)低於飛機起降標準的持續時間，也大幅減少。

許、劉與陳(2001)認為台灣各地區近 40 年來(1961~1998)起霧頻率的減少與相對溼度的降低有良好關係性，主要的影響來自於夜晚至清晨的明顯增溫。本文未來將進一步分析西元 1966~2005 年 1~4 月台北松山機場每日清晨 1~6 點鐘氣溫及相對溼度與惡劣能見度減少之相關性。

五、結論

本文就西元 1966~2005 年 1~4 月台北松山機場氣溫與能見度等觀測資料加以分析，並就西元 1977 年 7 月 1 日高速公路通車前後各 17 年氣溫與能見度加以比較，初步獲得以下成果：

- (一) 高速公路通車前後 17 年每年 1~4 月松山機場每月平均溫度上升 0.4°C ，其中平均每日最高溫度上升 0.1°C ，平均每日最低溫度上升 0.8°C 。通車後 28 年每月平均氣溫更大幅上升 0.8°C ，其中平均每日最高氣溫更大幅上升 0.4°C ，平均每日最低溫度上升 1.1°C 。
- (二) 通車前 17 年期間每年 1~4 月松山機場每月平均能見度 <800m 發生的時間有 452 分鐘；通車後 17 年，1978~1994 年 1~4 月每月平均能見度 <800m 發生的時間大幅降為 117 分鐘；通車前後 17 年期間，每年每月平均能見度 <800m 發生時間減少

335 分鐘；通車後 28 年期間更大幅減少 359 分鐘，只剩 93 分鐘。

(三) 近年來，松山機場氣溫逐年升高，再加上 1977 年高速公路通車以來，汽車排放增溫，冬季夜間輻射冷卻不足，以及車流造成氣流的擾動，不容易形成輻射霧，致使松山機場發生濃霧的頻率減少，造成惡劣能見度(<800m)低於飛機起降標準的持續時間，也大幅減少。

致謝

本文感謝民用航空局飛航服務總台台北航空氣象中心提供松山機場觀測資料。

參考文獻

- 許乾忠、劉紹臣與陳正平(2001)：台灣各地區起霧頻率減少之可能原因與含意，第七屆全國大氣科學學術研討會論文彙篇，266~267。
- 蒲金標與李定國，1984：台灣桃園國際機場能見度時序預報模式之研究。中央氣象局「天氣分析與預報研討會」論文彙編，433~440。

作者 1 為民航局飛航服務總台副總台長
作者 2 為台北航空氣象中心主任氣象員



圖 1 台北松山機場地理位置圖

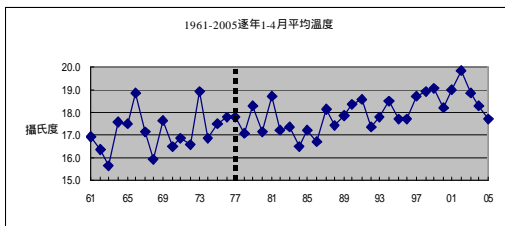


圖 2 台北松山機場 1961~2005 年 1~4 月逐年每月平均溫度分布

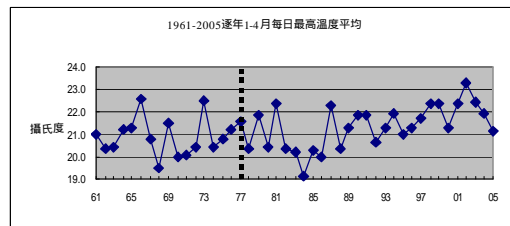


圖 3 台北松山機場 1961~2005 年 1~4 月逐年平均每日最高溫度分布

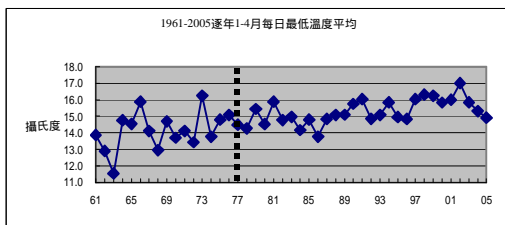


圖 4 台北松山機場 1961~2005 年 1~4 月逐年平均每日最低溫度分布

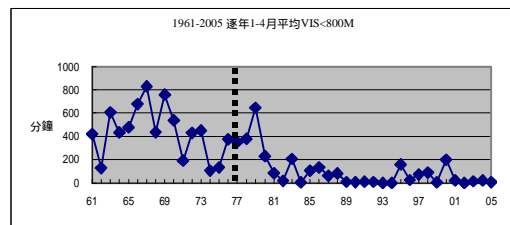


圖 5 台北松山機場 1961~2005 年 1~4 月能見度低於 800m 之發生時間 (分鐘)分布