

梅雨季松山與中正機場低空風切之研究

涂明聖¹ 何台華¹ 蒲金標² 魏志憲¹ 張茂興¹

1. 國防大學中正理工學院應用物理系

2. 民航局飛航服務總台

摘要

本文使用 2002 年 5 月 15 日至 17 日梅雨季期間民航局松山及中正機場低空風切警告系統(Low Level Windshear Alert System; LLWAS)及航空氣象觀測系統(Automated Weather Observing System; AWOS)之觀測資料,分析與探討低空風切之發生,並利用松山及中正機場低空風切警告系統每十秒一筆的各測風站資料(松山機場有 13 個測風站,中正機場有 15 個測風站),來計算低空風切的數值,並與此低空風切警告系統所產生的數值做比對與校驗,以便了解此低空風切警告系統所產生資料的正確性,及建立此兩機場在梅雨季低空風切發生時間、次數與強度的分佈。

研究的結果顯示自行運算的低空風切數值與系統計算的結果雖然在強度、次數和時間上略有差異,此差異在於此低空風切警告系統只記錄強度最強的低空風切值或離跑道最近的低空風切值,而在自行運算低空風切的時候,只要滿足 FAA 低空風切的定義,即做記錄,這就是其差異之所在。無論是自行運算或者由低空風切預警系統所產生的低空風切來看,此個案顯示在松山及中正機場低空風切大部份發生於鋒面接近及影響期間,而且在鋒面系統影響期間低空風切發生的頻率最高、強度最強,鋒面系統過後則低空風切發生的頻率接近零。

一、前言

美國國家運輸安全委員會(National Transportation Safety Board; NTSB)所做的統計顯示,自從 1974 年以來,1987 年是航空運輸最壞的一年,該年美國總共發生 31 件空難事件,計有 231 人死亡,其中有許多空難事件與飛機在起降階段遭遇低空風切有關。此外,美國國家研究委員會研究顯示自 1964 年至 1982 年期間,幾乎大部分的空難事件都與低空風切有關,而在國內飛機失事的事件中,也有相當多案例證實是因低空風切所造成。何謂低空風切(Low Level Wind Shear)?當雷雨(或微爆氣流, Microburst)發生時,其內部會有強烈的小尺度下衝氣流到達地面,且在地面造成圓柱狀水平方向的輻散氣流。航空器穿越此種氣流時會遭遇危險的逆風到順風的低空風速轉變帶,該風速轉變帶則被稱為低空風切。低空風切對飛安的危害為當飛機飛進下衝氣流地面輻散場時,會先遇到頂頭之氣流,飛機空速相對增加,機翼浮揚力增加,此時駕駛員的瞬間反應是押機頭、關小引擎及修正回原來進場角度。待飛機過了下衝氣流中

心線,隨即遭遇從機尾來的強順風,於是機上空速表急遽下降,機翼浮力不足,飛機因而失速下墜,惟此時已在進場最後階段,其高度無法使駕駛員與飛機有充分的時間反映,因而無法重飛,導致失速墜毀。目前在台北松山機場及桃園中正機場設置有低空風切警告系統(Low Level Windshear Alert System, LLWAS),提供飛行員在起飛及降落最危險的時刻在機場周邊風切亂流的資訊,避免意外的發生,藉以減低航空營運成本。若能將松山及中正機場的低空風切警告系統的原始資料進行分析研究,將對低空風切多一些了解與認識,提早預防因低空風切所造成的飛航安全問題,將對於乘客及機組人員生命的安全有莫大的助益。

本文利用 2002 年 5 月 15 日至 17 日梅雨季期間民航局松山及中正機場低空風切警告系統及航空氣象觀測系統(Automated Weather Observing System; AWOS)之觀測資料,分析與探討低空風切之發生,並利用松山及中正機場低空風切警告系統每十秒一筆的各測風站資料(松山機場有 13 個測風站,中正機場有 15 個測風站),來計算低空風切的數值,並與此低空風切警告系統所產生的數值做比對與校驗,以便

了解此低空風切警告系統所產生資料的正確性，及建立此兩機場在梅雨季低空風切發生時間、次數與強度的分佈。

二、資料來源與分析原理

本資料來源乃利用梅雨季期間民航局松山及中正機場低空風切警告系統及航空氣象觀測系統之觀測資料，在松山和中正機場的低空風切警告系統的資料中，除利用系統所產生的低空風切資料外，更利用每十秒一筆松山機場的 13 個測風台和中正機場的 15 個測風台的風向風速資料進行自行計算低空風切發生的時間及強度分佈，並與此兩機場低空風切警告系統所產生的低空風切資料進行比對。

低空風切是根據美國聯邦航空總署[Federal Aviation Administration; FAA]的定義，以風切強度為標準，當每公里水平距離的頂風（增速）或順風（減速）數值介於 15kt 至 19kt 時表示有輕度低空風切，介於 20kt 至 29kt 者稱之為中度風切，大於 29kt 者稱之為強烈風切，其中順風（減速）大於 29kt 者稱之為微爆氣流（蒲金標，2003）。而其演算法的概念則是利用機場起降航路附近的數個測風儀，利用任意三點測風儀資料，算出此三角形面積內的輻合、輻散場，再與其他三角形遞迴運算，得出起降區低空風切警示資訊。而此任意三點需符合：三角形夾角需大於 25 度，任二點距離需介於 1~5km 之間，此三角形平均之輻合、輻散場的演算法為：

$$K = (\int Vnds) / A$$

其中 A 為三角形之面積，s 代表三角形的邊長，Vn 則為垂直於各邊的風速大小（陳泰然，1993）。若此三角形的三個頂點分別表示為 B、C 及 D，設此三點位置及風場的資料分別為 B: S (Bx, By), V (Bu, Bv)、C: S (Cx, Cy), V (Cu, Cv) 及 D: S (Dx, Dy), V (Du, Dv)，則此三角形平均之輻合、輻散場改成（UCAR, 1992）：

$$K = (\int Vnds) / A = \\ \left[(Cy-By)*(Du-Bu) - (Dy-By)*(Cu-Bu) \right] / 2*A + \\ \left[(Dx-Bx)*(Cv-Bv) - (Cx-Bx)*(Dv-Bv) \right] / 2*A$$

在松山機場有 13 個測風台的風向風速資料，除中央測風台的風向風速資料不進行三角形的運算外，其餘 12 個測風台的資料皆可進行三角形輻合輻散的遞迴計算，每十秒一筆的資料可進行 20 個三角形輻合輻散的計算。而在中正機場有 15 個測風台風向風速的資料可進行三角形輻合輻散的遞迴計算，每十秒一筆的資料可進行 32 個三角形輻合輻散的計

算。

三、個案分析

本個案時間選自 2002 年 05 月 15 日 01UTC 至 05 月 18 日 00 UTC，為一梅雨鋒面系統從接近到影響本省及離開的個案，來探討松山和中正機場低空風切發生的情形，並將自行運算低空風切與此低空風切警告系統所產生低空風切的強度進行比對與校驗。

藉由圖 1.(a)和(b)2002 年 05 月 15 日 03UTC 和 06UTC 主觀中尺度分析地面圖和圖 2. 2002 年 05 月 14 日 17UTC 至 05 月 15 日 16UTC 依據松山機場地面自動氣象觀測系統所解算的溫度、露點、氣壓、雨量、風向、風速之時間變化圖及圖 3. 2002 年 05 月 14 日 17UTC 至 05 月 15 日 16UTC 依據中正機場地面自動氣象觀測系統所解算的溫度、露點、氣壓、雨量、風向、風速之時間變化圖。可知鋒面系統開始影響松山和中正機場的時間約為 05 月 22 日 04-06UTC，而由圖 4. 2002 年 05 月 15 日 01UTC 至 05 月 16 日 00UTC 期間松山機場低空風切警告系統產生的低空風切警報次數、時間與風切強度，和圖 5. 2002 年 05 月 15 日 01UTC 至 05 月 16 日 00UTC 期間中正機場低空風切警告系統產生的低空風切警報次數、時間與風切強度，可以得知此兩機場的低空風切都是發生在鋒面系統接近及影響期間，且在鋒面影響期間低空風切發生的頻率最高、強度最強，此鋒面系統一過，則此兩機場則無低空風切的發生，05 月 16 日及 17 日兩個機場發生低空風切的頻率為零。

而由圖 6. 說明 2002 年 05 月 15 日 01UTC 至 05 月 16 日 00UTC 期間松山機場 12 個測風台原始觀測資料重新依照面積輻散法計算的低空風切警報次數、時間與風切強度，圖 7. 描述 2002 年 05 月 16 日 01UTC 至 05 月 17 日 00UTC 期間松山機場 12 個測風台原始觀測資料重新依照面積輻散法計算的低空風切警報次數、時間與風切強度，圖 8. 代表 2002 年 05 月 15 日 01UTC 至 05 月 16 日 00UTC 期間中正機場 15 個測風台原始觀測資料重新依照面積輻散法計算的低空風切警報次數、時間與風切強度。上述三張圖是根據松山機場 12 個測風台和中正機場 15 個測風台的風向風速資料，自行計算三角形的輻合輻散所得出的低空風切警報次數、時間與風切強度的結果，此自行運算的值與系統計算的結果雖然在強度、次數和時間上略有差異，此差異在於此低空風切警告系統只記錄強度最強的底空風切值或離跑道最近的底空風切值，而在自行運算低空風切的時候，只要滿足 FAA 低空風切的定義，即作紀錄，這就是其差異之所在。

四、結論與未來展望

無論是自行運算或者由低空風切警告系統所產生的低空風切來看，此個案皆顯示在松山及中正機場低空風切大部

份發生於鋒面接近及影響期間，並於鋒面系統影響期間低空風切發生的頻率最高、強度最強，鋒面系統過後則幾乎無低空風切發生。

未來則希望能多做幾個梅雨季期間的個案，以便了解在梅雨季期間崁山和中正機場低空風切發生的情形與各氣象因子間的關連，並提供相關作業人員參考，以減少低空風切所造成的威脅。

參考文獻

陳泰然，1993：天氣學原理。聯經書局，台北，337頁。

汪天錚、汪庭安、蒲金標和楊正治，1998：台灣崁山機場低空風切之研究。交通部民用航空局專題研究報告，台北，93頁。

蒲金標，2003：台灣崁山機場低空風切警告系統與低空風切診斷分析。大氣科學，31，2，181-198頁。

UCAR，1992：Appendix A&B，Network Expansion LLWAS (Phase 3)，Algorithm Specification，University Corporation for Atmospheric Research，51pp.

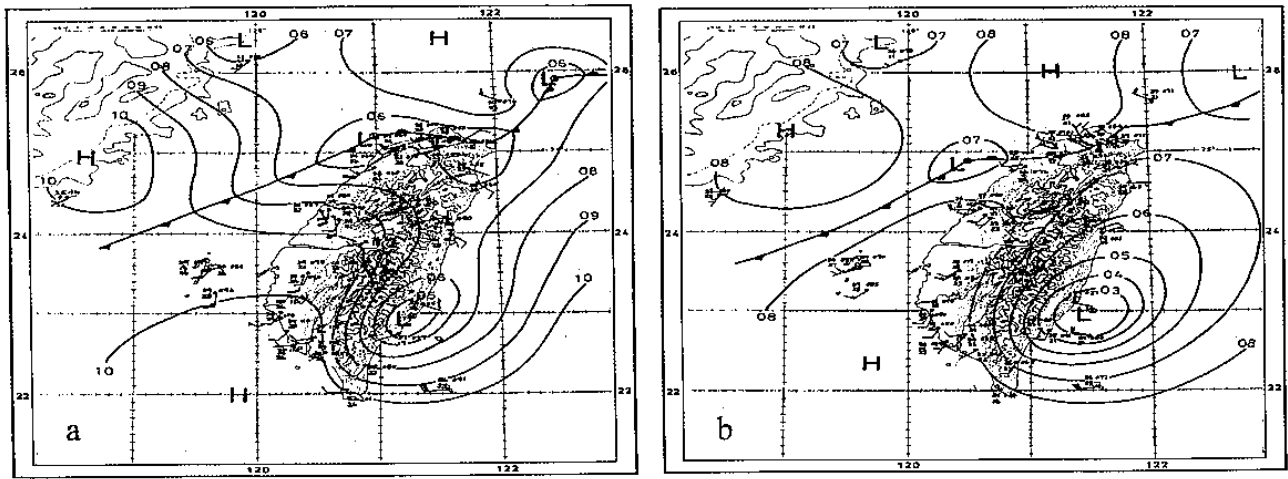


圖 1. (a)2002 年 05 月 15 日 03UTC 主觀中尺度分析地面圖(b)2002 年 05 月 15 日 06UTC 主觀中尺度分析地面圖。

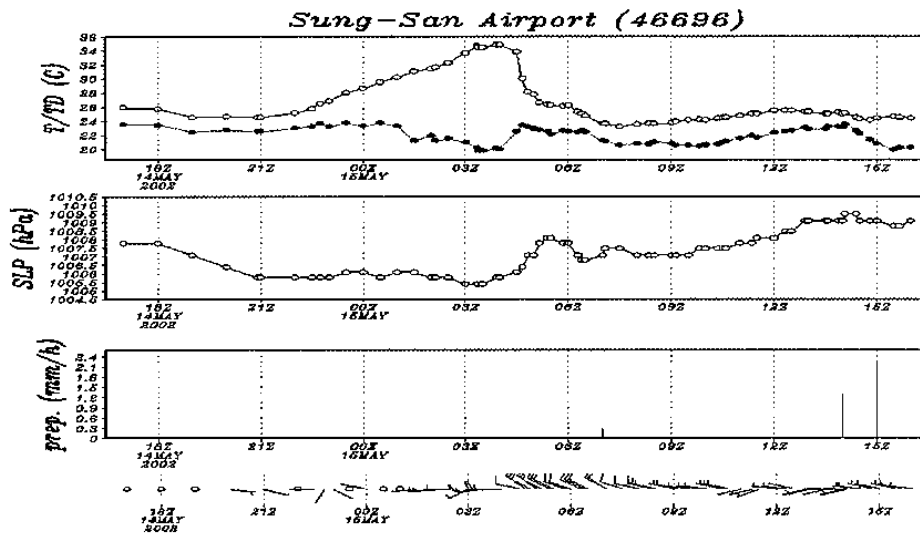


圖 2. 2002 年 05 月 14 日 17UTC 至 05 月 15 日 16UTC 依據松山機場地面自動氣象觀測系統所解析的溫度、露點、氣壓、雨量、風向、風速之時間變化圖。

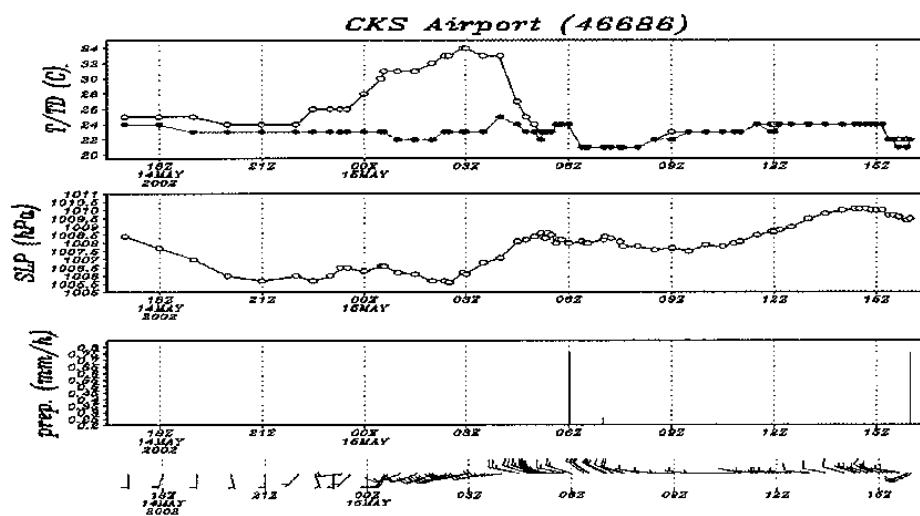


圖 3. 2002 年 05 月 14 日 17UTC 至 05 月 15 日 16UTC 依據中正機場地面自動氣象觀測系統所解析的溫度、露點、氣壓、雨量、風向、風速之時間變化圖。

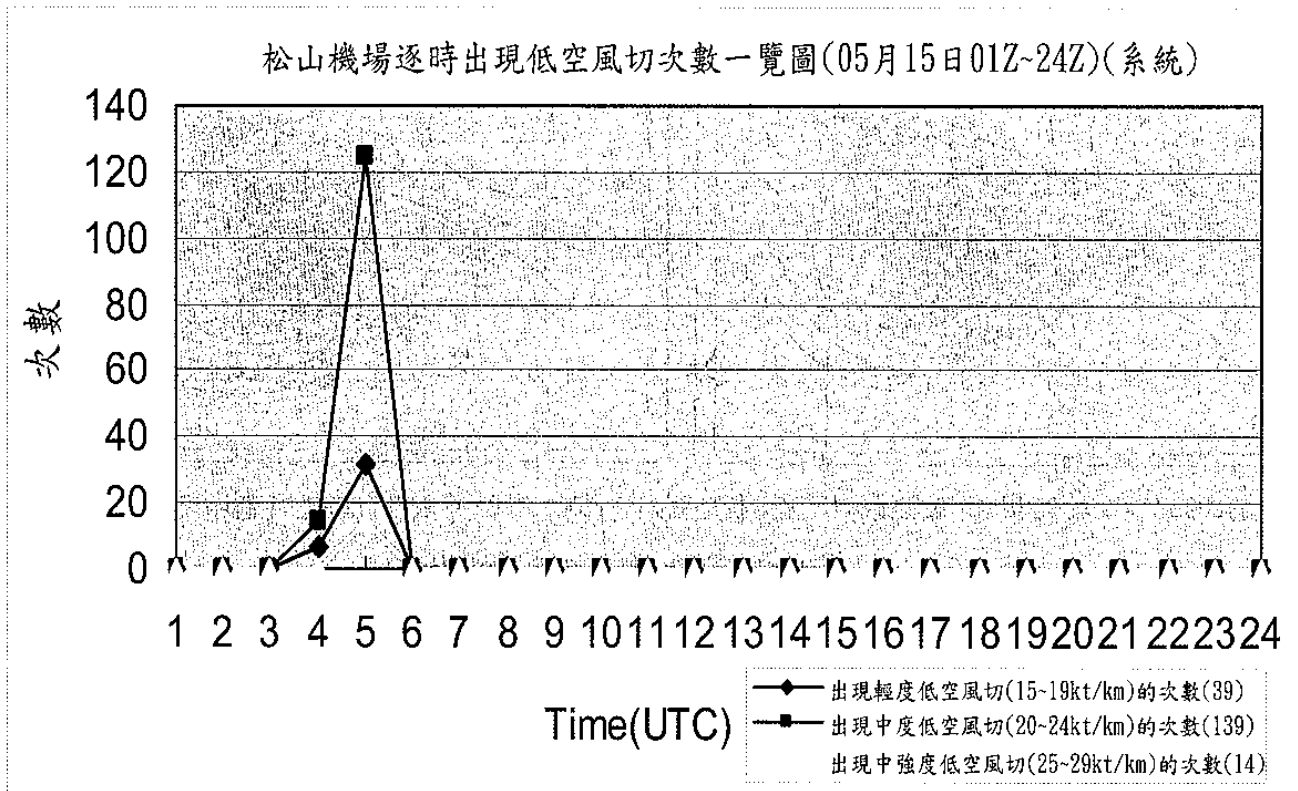


圖 4. 2002 年 05 月 15 日 01UTC 至 05 月 16 日 00UTC 期間松山機場低空風切警告系統產生的低空風切警報次數、時間與風切強度。

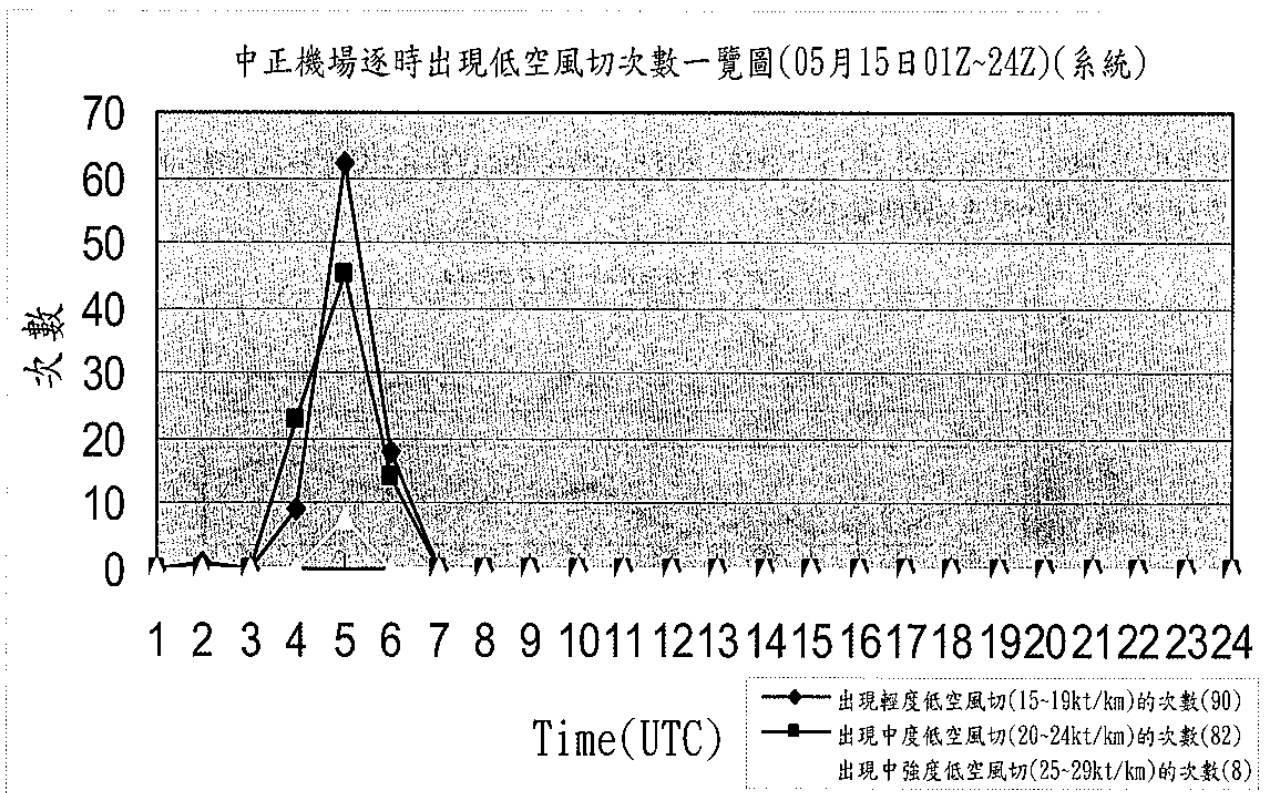


圖 5. 2002 年 05 月 15 日 01UTC 至 05 月 16 日 00UTC 期間中正機場低空風切警告系統產生的低空風切警報次數、時間與風切強度。

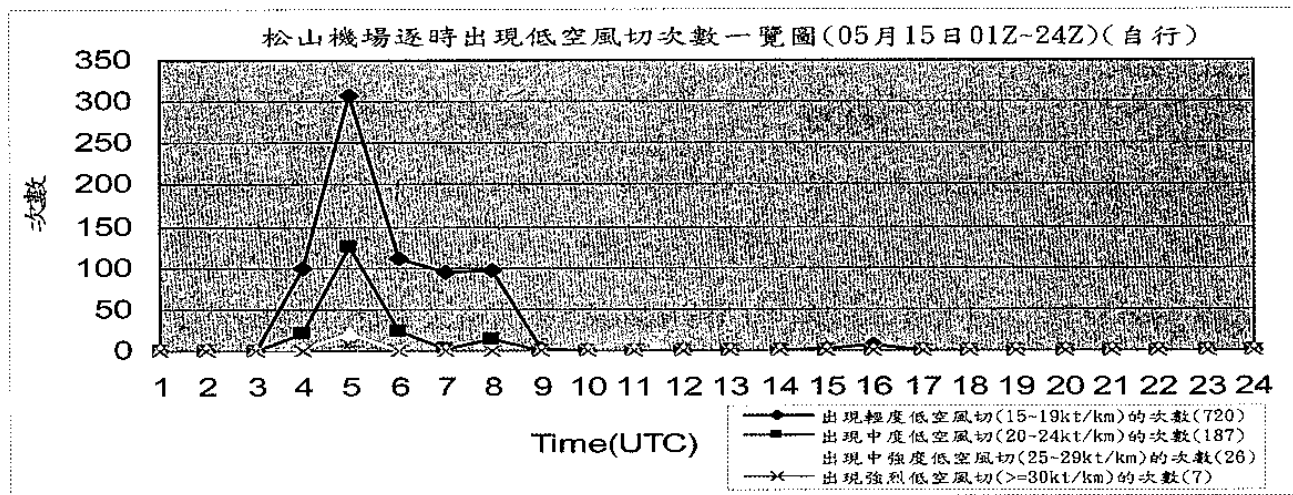


圖 6. 2002 年 05 月 15 日 01UTC 至 05 月 16 日 00UTC 期間松山機場 12 個測風台原始觀測資料重新依照面積輻散法計算的低空風切警報次數、時間與風切強度。

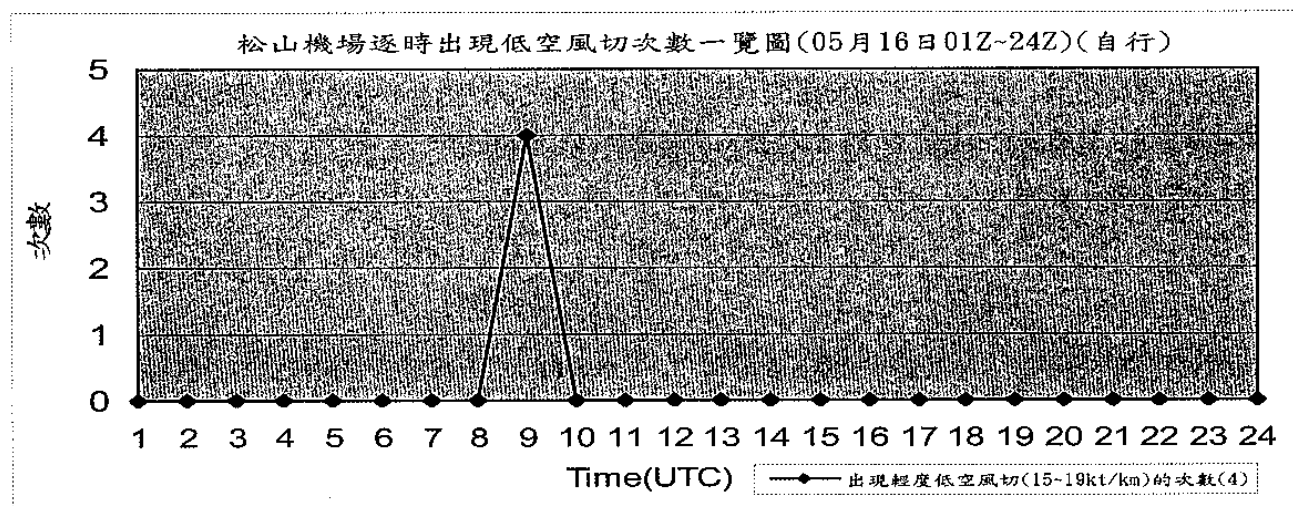


圖 7. 2002 年 05 月 16 日 01UTC 至 05 月 17 日 00UTC 期間松山機場 12 個測風台原始觀測資料重新依照面積輻散法計算的低空風切警報次數、時間與風切強度。

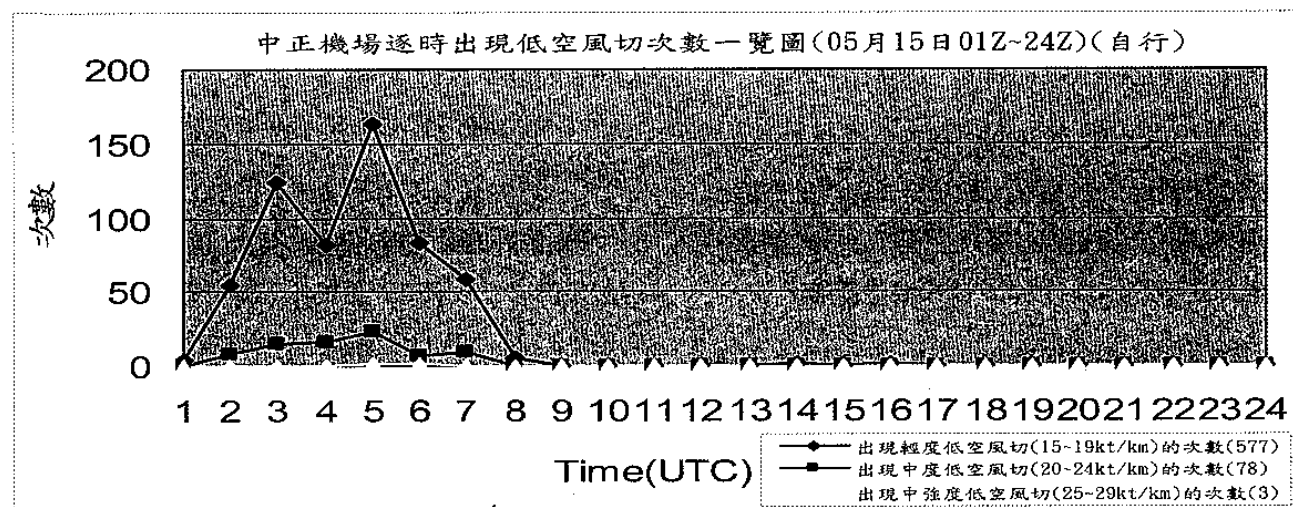


圖 8. 2002 年 05 月 15 日 01UTC 至 05 月 16 日 00UTC 期間中正機場 15 個測風台原始觀測資料重新依照面積輻散法計算的低空風切警報次數、時間與風切強度。