

2013年蘇力颱風侵襲期間臺灣桃園國際機場 顯著氣壓變化與低空風切之相關性分析研究

蒲金標

林清榮

財團法人中華氣象環境研究發展中心

前言

- 低空風切→最低層500m (1,600ft) 以下
- 風向或風速之突然變化，
- 對飛機起降階段，
- 飛機速度和高度都接近安全的臨界值
- 飛機遭受風切的影響，
- 可能對生命及財產造成嚴重的威脅。

顯著氣壓變化與標準偏差

- 穩定大氣→一般氣象要素如氣壓等觀測，每分鐘前後觀測數值跳動幅度，通常是在一定範圍內
- 若跳動範圍是近似於常態分布，約68%或95%數值分布在1個或2個標準差之內。
- 在不穩定大氣之下，該等氣象要素跳動大，可能會超出1個或2個標準差。

資料來源和研究方法

- 資料→臺灣桃園機場低空風切警告系統
- 2013年7月12-13日風切警告資料(每10秒擷取風塔資料)、
- 地面自動化測報系統(AWOS) (每秒一筆資料)
- 低空風切警告系統係以每10秒計算是否有風切現象。
- 機場AWOS系統之氣壓，雖然都是每秒紀錄，但氣壓是每分鐘觀測變動，略有不同。

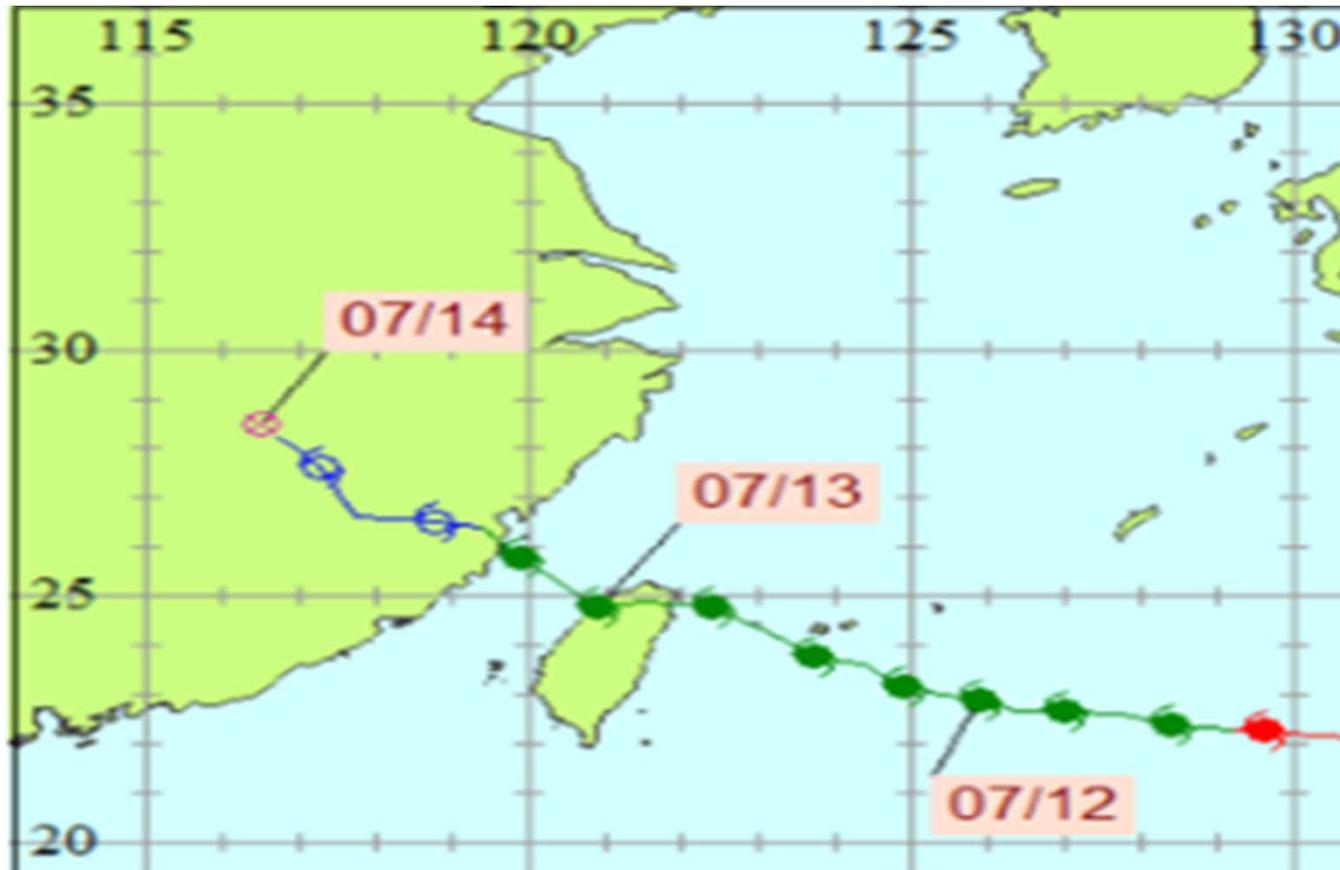
顯著氣壓變化(fluctuation)

- 顯著氣壓變化→每分鐘氣壓值減去前1分鐘鐘氣壓差絕對值，選定顯著氣壓變化差值大於零者，來計算標準偏差。
- 顯著氣壓變化超過1個標準偏差($>1\sigma$)→風切現象。
- 氣壓雖有每秒紀錄，但是每個1分鐘才更新一次，雖然氣壓和風場都採每10秒一筆，但是氣壓在1分鐘6次氣壓都是一樣。

顯著氣壓變化與低空風切發生頻率和時段 比較分析

- 機場AWOS系統每秒或每分鐘資料，嘗試以2013年7月12-13日蘇力颱風侵襲期間
- 分析機場05L跑道顯著氣壓變化超過 1σ 與機場低空風切警告系統發出風切警告之頻率和發生時段加以比較分析。

蘇力颱風路徑

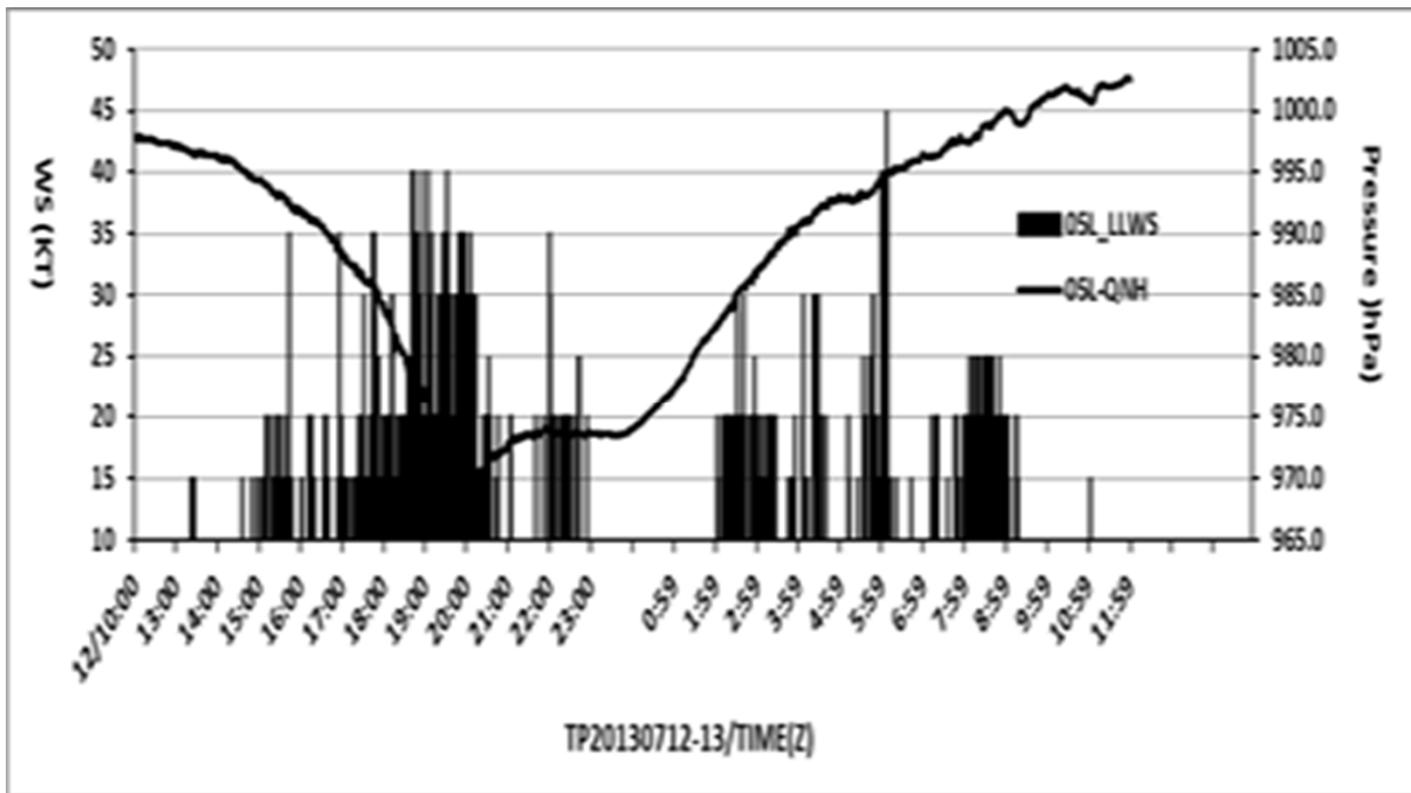


05L跑道顯著氣壓變化

- 2013年7月
- 臺灣桃園國際機場05L跑道顯著氣壓變化
- 一個標準偏差月平均為0.12 hPa

機場05L跑道氣壓和風切分布圖

低空風切(直線)和氣壓(曲線)分布

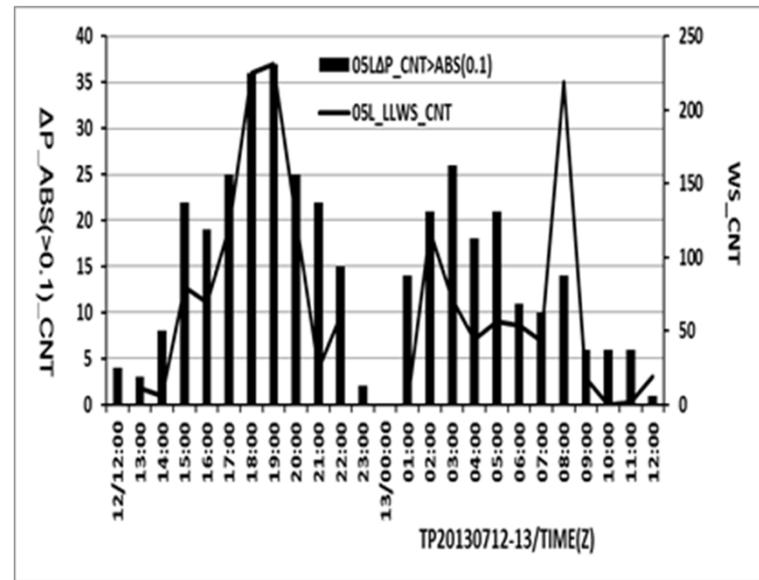
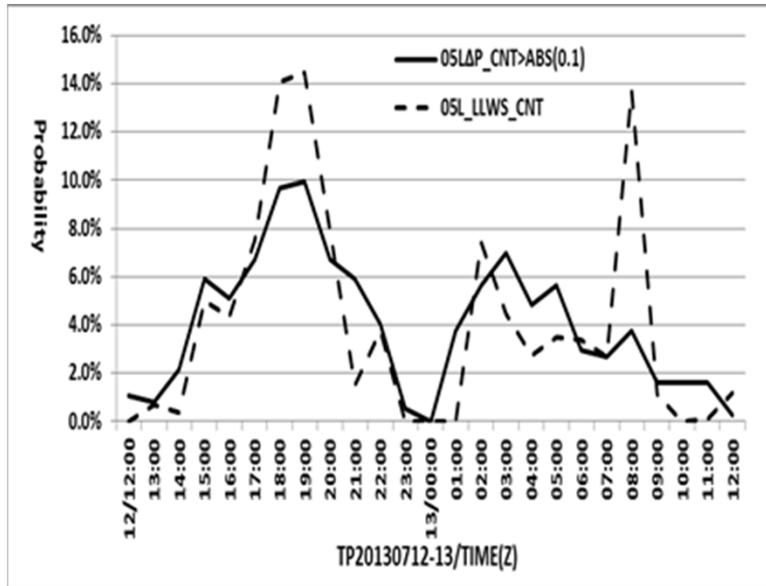


暴風與低空風切

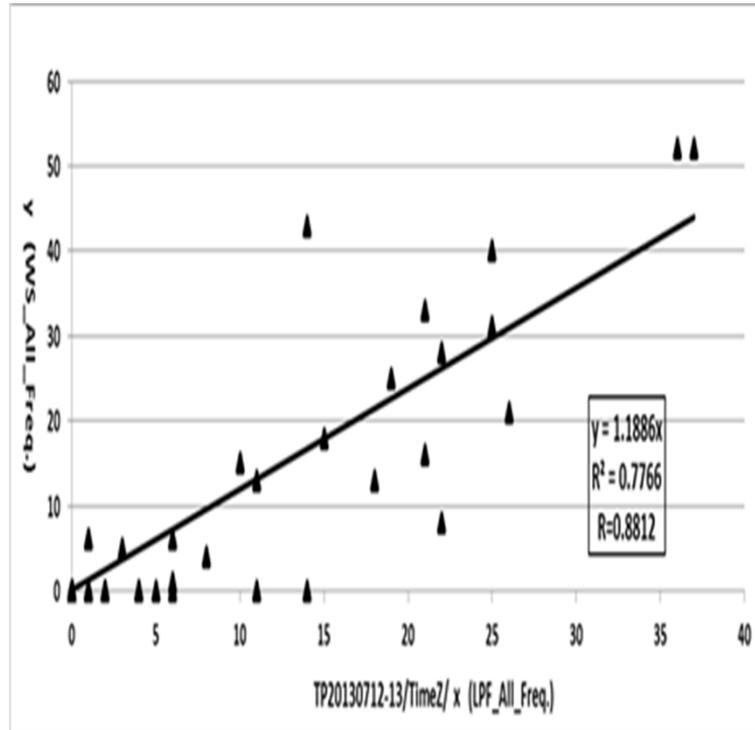
- 蘇力颱風暴風圈接近臺灣北部地區
- 機場風速增強，最大陣風達20KT以上時，開始有低空風切現象發生。
- 暴風圈籠罩臺灣北部地區，機場氣壓下降至最低之際，最大陣風達到最強時，引發低空風切更密集。
- 陣風大於30KT，風切發生頻繁；
- 陣風大於50KT，風切發生更為頻繁；陣風大於65KT，強烈風切發生頻繁。

機場05L跑道風切和顯著氣壓變化 $>ABS(0.1hPa)$ 發生 次數度分布圖

風切(曲線)和顯著氣壓變化(直線)分布



每小時顯著顯著氣壓變化與低空風切次數回歸相關分析圖

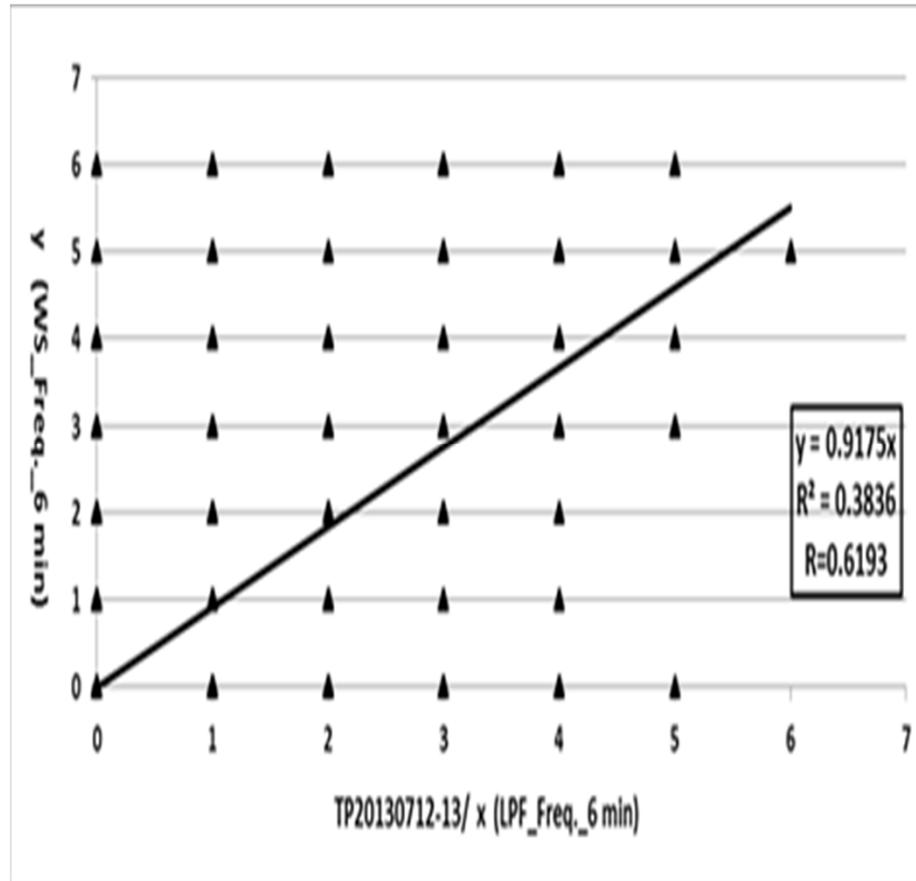


12日0000Z至13日2400Z兩者每小時(總共48筆)發生次數回歸相關，前者設為自變數(x)，後者設為應變數(y)，

其回歸方程為 $y=1.1886x$ ，兩變數相關性(R²)達77.66%，相關係數(R)為0.8812

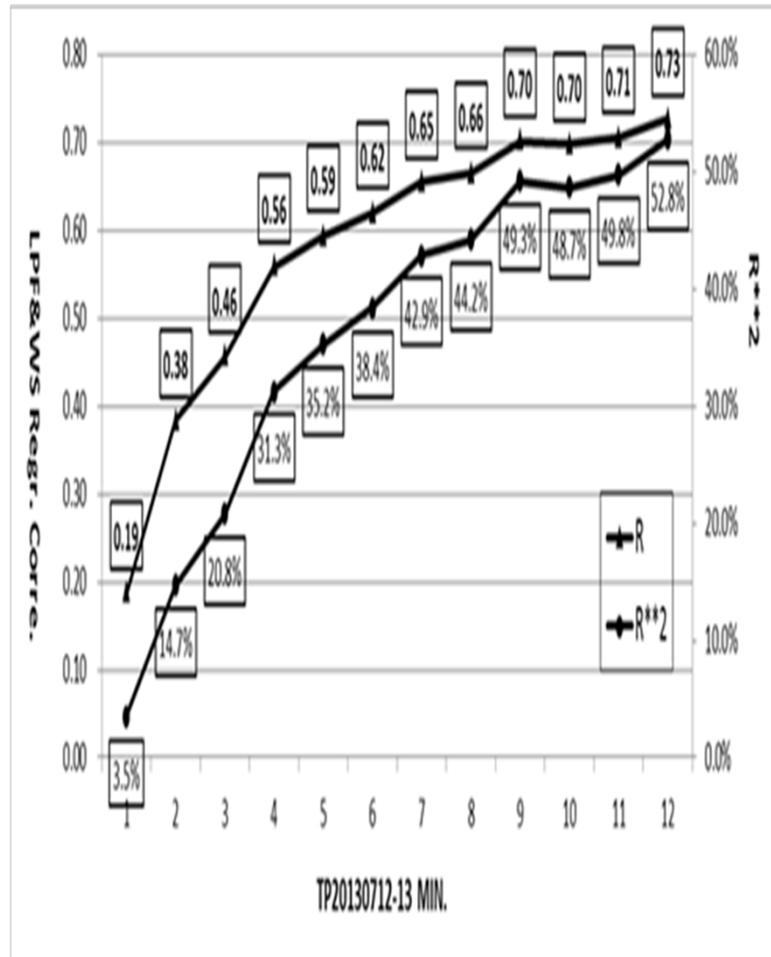
意謂每小時顯著顯著氣壓變化發生時，低空風切也會發生，前者發生次數多時，後者發生次數也會多，兩者相關性很高。

每6分鐘顯著顯著氣壓變化與低空風切發生次數回歸相關分析圖



每6分鐘(480筆)
發生次數回歸相關。
兩變數相關性和相關係
數為38.4%/0.62。

短時間顯著顯著氣壓變化(y)與低空風切(X)發生次數之相關性 (R²)和相關係數(R)



每1分鐘(2880筆)發生次數回歸相關，
回歸方程為 $y=0.4496x$ ，
兩者相關性(R²)偏低，僅3.49%，R為
0.19

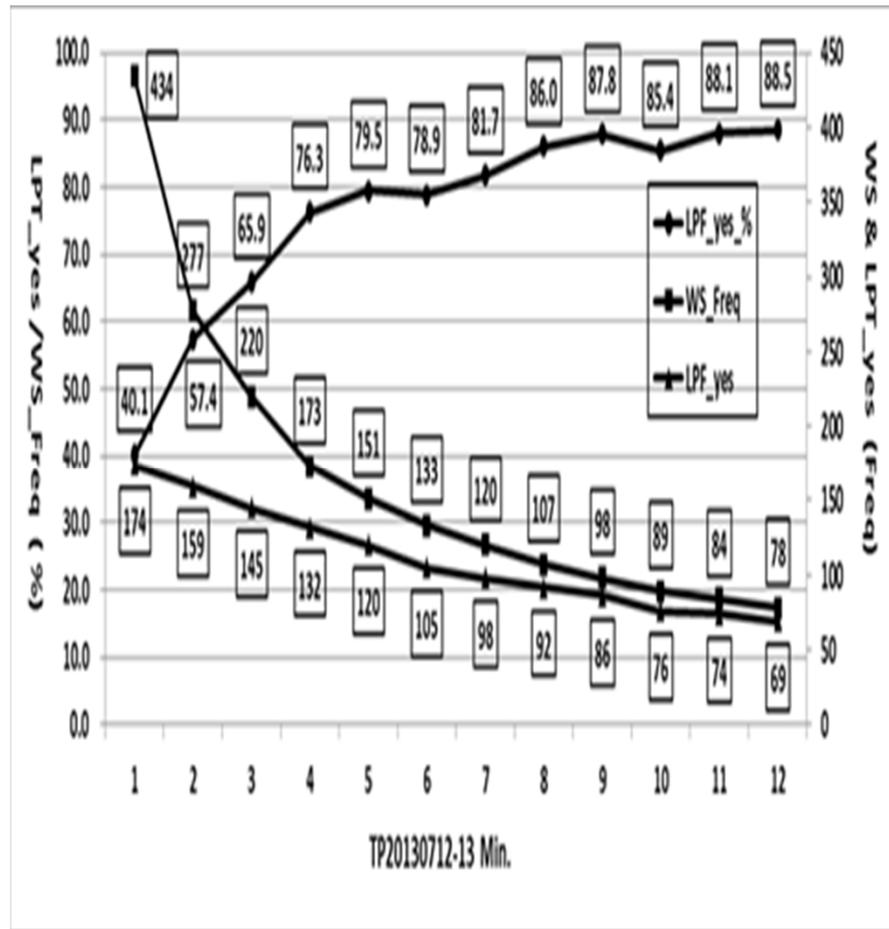
逐步增加時間間距，
每2分鐘(1440筆)發生
兩者相關(R²)提高至14.7%，比每1分
鐘分別提高約4倍和2倍。

每3、4、5、6、7、8、9、10、11和12
分鐘(960、720、576、480、411、
360、320、288、262和240筆)

兩者短短時間內相關性提升至21-
53%，每4-5分鐘提高至31-35%/ 0.46-
0.59；每6-8分鐘提高至38-44%/0.62-
0.66；

每9-12分鐘提高至49-52%/0.70-0.73。

每1~12分鐘顯著顯著氣壓變化佔同時間低空風切發生次數之比例



每1分鐘低空風切發生次數434次，同時段顯著顯著氣壓變化發生174次，顯著顯著氣壓變化佔低空風切發生次數的**40.1%**。

唯在每2-3分鐘同時發生的次數(159次；145次)佔低空風切發生(277次；220次)的比例大幅提升至**57.4-65.9%**。

每4-6分鐘比例大幅提升至76.3-78.9%。當每7-12分鐘比例大幅提升至81.7-88.5%，尤其每8分鐘以上，比例都接近**90%**，

機場顯著顯著氣壓變化在短短幾分鐘之內可偵測到大部分低空風切的發生

討論

- 短時間兩者發生之所以有時間落差，可能為兩者地點不同，距離又遠所致。
- 參考機場氣壓變化與風切亂流警告系統發明專利權（專利證書，發明第I611198號）以及新式樣專利權「風切亂流偵測及警告系統」（新型第M533697號）
- 機場四周廣設氣壓觀測站矩陣(9x3)系統使用單一氣壓測站每分鐘顯著顯著氣壓變化，就可提早偵測或警告亂流發生之時間和地點，對飛機起降的安全和旅客生命安全，更可確保。

結論

- 機場顯著顯著氣壓變化與低空風切；
- 每4-5分鐘、6-8分鐘和9-12分鐘兩者短時間
- 相關係數分別達0.60、0.65和0.72。
- 每小時接近0.90和0.80
- 每4-6分鐘和每7-12分鐘顯著顯著氣壓變化
- 發生次數佔低空風切警告的比例約達76-79%
- 和82-89%，
- 每8分鐘以上，其比例都接近90%。
- 建立機場低空風切警告輔助系統，可解決美國FAA / LLWAS系統在機場找不到腹地來裝置風塔的問題，以及系統建置和維修之困難。

謝謝大家

- 蒲金標
- 0932-592-908
- pu1947@ms14.hinet.net

