



交通部民用航空局 民航通告

主旨：大氣亂流之避免 (Turbulence Avoidance)

發行日期：2005.04.13

編號：AC 00-002

發行單位：飛航標準組

一、目的：

本通告提供駕駛員、組員、簽派員及其他相關人員不同形式的晴空亂流，以及一些伴隨的天氣型態，同時也包括避免及減少遭遇晴空亂流的基本法則，附錄一提供對大氣中危險因子之諮詢及避免的方法，航空業者可依其特殊的需求修訂之。

二、修正說明：

新訂。

三、背景說明：

1966 年美國官方定義晴空亂流為「在自由大氣中所有與航空操作利害相關之亂流，不包括在可見的亂流中及其鄰近的亂流皆屬之。（這個包括在卷雲中之亂流，而卷雲並不在也不鄰近於可見的對流活動）」。長久以來很少有官方對晴空亂流下定義，(AIM) 航空資訊手冊確切說明晴空亂流的基本定義為「在無雲的空中所遭遇的亂流」，這個用詞一般適用在高高度時亂流伴隨著風切的情況。因此，晴空亂流已有多種定義，但最廣泛的為「在對流雲外所遭遇的亂流」，這些亂流包括卷雲內、駐留筭狀高積雲 (Lenticular Clouds) 中或其附近，有時會產生在暴風雨附近的晴空中，大體上晴空亂流的定義不包括由暴風雨、低高度逆溫現象、熱對流或地形所產生之

亂流。

在 1950 年代高高度飛行的噴射機出現，晴空亂流才被理解到是個問題，最令人煩惱的是晴空亂流常是無預警的發生而且經常沒有目視線索來警告駕駛員。

四、需求說明：

駕駛員及相關人員在規劃飛行計畫時應詳細研究飛越地區相關的駕駛員報告及航空氣象預報，指出有晴空亂流出現的地方（包括山岳波亂流），並依相關規定確保維護飛航安全之確實。

五、執行要點說明：

（一）討論

- 1、其中一個發現晴空亂流的地區是噴射氣流的附近，噴射氣流就像是一條位於高高度的河流似的，以 50 哩或大於 50 哩的流速且跟隨著地球運轉的大氣型態。實際上有三種噴射氣流的型態：極鋒噴射氣流、亞熱帶噴射氣流及極地晚間噴射氣流。
 - （1）極鋒噴射氣流：如名稱所指出的，它是伴隨著極區鋒面或介於極區冷氣團或亞熱帶熱空氣的氣團，其核心位置隨著緯度而變化，於冬季月份裡位於北緯 25 度，到夏季月份的北緯 42 度，它是隨著地球運轉的氣流型態的中心，整年裡它彎彎曲曲的涵蓋了半球的大部分，尤其在冬季特別強烈。雖然這種極地噴射氣流因高高度而不同，它的中心通常位於 30000 呎附近，在 300mb 等壓線有最佳的描述。
 - （2）亞熱帶噴射氣流：是非常持續性極地附近的噴射氣流，介於熱帶緯度區 20-30 度間的北方附近。它通常環繞著地球東亞海岸、北美及近東區域形成強波。就像極鋒噴射氣流，亞熱帶噴射氣流於冬季月份裡最活躍，而且經常影響到美國東南部，它大體上比極鋒噴射氣流還高，中心位於 35000-45000 呎之間。

- (3) 極地夜間噴射氣流：位於北極圈的附近冬季的平流層裡，對於美國及加拿大南邊沒有重大影響。
- 2、晴空亂流與噴射氣流常相伴而生，經常在對流層頂及鋒面上層發現（對流層頂及平流層之間僅有一層薄薄的界線），在其他訊息缺少的情況下，對流層頂的溫度經常介於-55°C到-65°C之間，某些狀況下有可能在卷雲層頂，在對流層頂上乾燥的平流層裡少有雲層產生（平流層中少有溫度隨高度變化，除非在頂端有溫暖的趨勢），除非在夏季，偶而的大風暴就會進入對流層頂而且在平流層衍生出砧狀雲，晴空亂流經常發現於向極地方向的噴射氣流（左方面下風區），它也經常位於噴射氣流最大區域的附近。
- 3、有些類型的高空風與晴空亂流有關聯的，一為深而高層的低壓槽，晴空亂流最常於低壓槽區底部的上風區，特別是氣溫劇烈變化的下風區，另一區域是預期晴空亂流會沿著有南向及北向的水平風切的低壓槽區的中心線發生，晴空亂流也會在大風產生的槽區後方附近產生。
- 4、一個值得注意是產生晴空亂流的地方是兩個噴射氣流的匯流區，有時極鋒噴射氣流會向南下沉而在亞熱帶噴射氣流下方通過，由這兩種噴射氣流匯流區域產生的風切作用，會使接近此匯流區下游常有較強的亂流。
- 5、晴空亂流很難準確地預測，主因是晴空亂流發生的時間及範圍零星的分佈，一般與噴射氣流伴隨而生的亂流範圍有 100-300 哩長，向風的方向延伸，並有 50-100 哩寬及 500 呎深。這個區域可能持續 30 分鐘到一整天，不論晴空亂流的難以預測，還是有分辨晴空亂流可能產生的區域的預測規則。
- 6、通常噴射氣流風速達 110 哩時會伴隨而生晴空亂流，噴射氣流裏的風速可遠大於 110 哩，當風速及風切越大時晴空亂流也比例產生。並不只是風速而產生晴空亂流，空層與空層、點與點之間風切及風速的不同造成了空氣的波動及翻轉，對航空器來說這就是亂流。風切發生於任何方向，但為了方便，它是從水平或縱向軸來衡量的，因此才會有水平及垂直的風切，中度晴

空亂流是每 150 哩有大於或等於 40 哩的風切。

7、以下所遵循的指導方針是於 1969 年由國際民航組織第 6 屆空中航行會議發布。

- (1) 在核心風速大於 110 哩的噴射氣流，在核心的上方接近傾斜對流層頂，於噴射氣流核心的下方及核心部分的低壓區，有產生顯著亂流的可能性。
- (2) 噴射氣流裡伴隨產生的風切及晴空亂流於山岳波上方的背風面會較強，當飛越軌跡穿越山區附近的強烈噴射氣流，此時晴空亂流是可預期的。
- (3) 於山岳波的狀況下，水平及垂直的風切會大大的增強，因此當飛行穿越山岳波時，盡可能的以穿越亂流速度來飛行，而且盡量避免變化突兀的山區地形，即使沒有筭狀積雲供辨認的狀況。
- (4) 在等壓線圖表上，例如 300mb 的等壓線圖，若 20 哩的風量線（Isotachs）的間距約 150 海哩或 2-1/2 度緯度，則會有足夠的水平風切造成晴空亂流，這個區域通常是噴射氣流軸線靠極區的一邊，也就是低壓區的那一邊。
- (5) 亂流與垂直風切有關，由對流層頂的高度/垂直風切圖，垂直風切以哩/每千呎來定義，如果大於 5 哩/1000 呎就有亂流。
- (6) 彎曲的噴射氣流較直的噴射氣流有亂流的刃緣，尤其噴射氣流會向一個深壓的低壓槽附近彎曲。
- (7) 與壓槽區有關的風變動區域經常會有亂流，風切的大小是亂流大小的重要原因。

8、雖然晴空亂流很難預測，還是有一些幫助減少遭遇晴空亂流的方法，良好的追蹤系統、駕駛員報告及對晴空亂流特性的瞭解來避免遭遇晴空亂流，在實用的亂流偵測器被發展出來之前，希望駕駛員使用下章所述之避免及減少遭遇晴空亂流的基本法則。

(二) 避免亂流的基本法則：

以下的基本法則是針對避免西方噴射亂流所伴隨的亂流法則。

- 1、如果遭遇頂風或順風的噴射亂流，駕駛員最好改變飛行高度，因為這些亂流區域是依著風的方向延伸。
- 2、如果遭遇側風噴射氣流，因為亂流區域狹窄，可以不必改變高度或空層。
- 3、如果遭遇槽線的風切，採取一個橫越這個槽區的航向會比較好。
- 4、如果因為橫越對流層頂而預期會遭遇亂流，要注意溫度顯示，沿著航道的最低溫區是穿越對流層頂的地方，此時於平流層在傾斜的對流層頂的上方氣溫變化區的亂流會最顯著。
- 5、如果可能，當穿越噴射氣流時，沿著升溫區爬升或氣溫下降區下降。
- 6、用衛星天氣圖來分辨在卷雲團裡噴射氣流會很有效的，晴空亂流通常都伴隨在噴射氣流附近，衛星雲圖顯示出波狀及劍羽形雲圖通常與山岳波亂流有關，駕駛員應儘可能運用有助益的衛星資料來做任務提示。
- 7、最後，至少要守聽無線電，駕駛員的即時廣播是無價的，如果遭遇晴空亂流，填寫駕駛員報告（PIREP）。

（三）飛行中航空天氣諮詢：

這個主要的氣象產品用來傳播大氣亂流的資訊，對流活動及晴空亂流都是飛行中的航空氣象諮詢的項目（WST、WS 及 WA），航空氣象諮詢傳播的項目如下：

- 1、於每整點 55 分定期提供的顯著危害天氣資料（SIGMETS），E 表示美洲大陸東區、C 表示美洲大陸中區及 W 表示美洲大陸西區，主要是提供暴風雨及相關的天氣現象，若無對流活動的顯著危害天氣資料，則以「無」NONE 來表示。
- 2、顯著危害天氣資料（SIGMETS）內容包括特定天氣現象的強度或時段，這都是駕駛員所關心的資訊，當有亂流（包括晴空亂流）、積冰、大範圍的沙塵火山爆發及火山灰時，就會發布顯著

危害天氣資料。

- 3、航空人員氣象資料（AIRMET）是提供低於顯著危害天氣（SIGMETS）強度的顯著天氣現象。

六、相關規定及參考文件：

無

簽署：_____

飛航標準組組長李萬里

避免晴空亂流的模式

一、 背景：

(一) 有效避免晴空亂流系統有三個重要要素，分別為

- 1、 適當的初訓及複訓計畫
- 2、 完善的計畫及簽派功能
- 3、 落實駕駛員報告（PIRET）的執行及聯絡系統（不是指航管通話）

(二) 不會有神秘或魔法的因素涉入，只有對此三個要素與航空操作安全有關的瞭解，一個最有效的系統是以訓練、內部溝通及對全部相關的操作因素都要列入運作的考量，這是航空工業界提供給航空運輸業者一個非常簡單而有效的模式。

二、 操作概念：

第一步要避免大氣危險，尤其是亂流，必須詳細檢視可以取得的天氣資訊來製作飛行操作計畫。直接向內部或外包的氣象服務單位取得資料，來製作飛行操作計畫或執行派遣，是避免亂流的不二法門。強烈建議利用有可能發生亂流地區的預報，以及受影響的空域實用座標圖，飛行組員、派遣管制人員需經由完整的訓練來提供即時而精確的飛行員報告，以及後續有關整個飛行路線亂流空域的座標圖及飛行員報告的傳遞技巧。一個有效的聯絡系統必須建立且落實，用簡易而迅速的方式來提供飛航組員及簽派中心危急性訊息的交換，然而有效的避免亂流系統是對晴空亂流問題管理的決定性因素，管理者必須以建立一個避免大氣危險現象的單位為第一要務，而且必須排除樽節的考量，願意為飛航作業安全的操作提供更多的資源。

三、系統模式

- (一) 一個有效的系統是以避免為宗旨，並給予完整的訓練，也可將其他大氣的危險現象附屬於避免亂流的系統裡（有個航空公司已擴大此系統來包括危害天氣，例如暴風雨、積冰、臭氧及火山灰）。
- (二) 收集實用的氣象資料及產品來計畫及準備航行作業，是成功的亂流追蹤及避免系統好的開始，建議的氣象資料及產品資料如下：
 - 1、以文字數字交雜表示的天氣資訊，例如地面觀測。
 - 2、地區及終端預報。
 - 3、風速、風向及溫度預報。
 - 4、高空天氣圖，雷達的綜合結論圖。
 - 5、衛星雲圖。
- (三) 當今的資料處理及電腦製圖技術會促進分析及計畫可能發生有害的大氣亂流區域，氣象分析師利用實用的軟體，便利的追蹤受影響的區域，一個例子就是利用電腦製圖的功能，用滑鼠及其點擊鍵自動的製出天氣圖並涵蓋有害天氣的區域。
- (四) 存檔及分配亂流的資訊是這個程序的下一個步驟，這個資料應儲存易於存取的資料庫裏，讓派遣管制及其人員以及製作單位可輕易的不定期查閱。組員派遣的資料袋中不僅應包括最新亂流資訊，還要有這系統所產生的最新實用的駕駛員報告（PIREPS），即時而準確的飛行員報告在亂流追蹤系統裡也是同樣重要的。
- (五) 在追蹤及避免系統中最重要的構成要件就是支援通訊系統，這個系統能促進飛航組員、簽派中心及氣象中心間的支援功能，以及亂流資訊即時的交換，派遣

中心即時的諮詢、準確的晴空亂流預報及周到的飛行員報告是避免晴空亂流或對流亂流最有效的方式。如果沒有有效的空對地通話，航機不能確保即時的傳遞這些特別容易過時的資料給適當的操作單位，無效率的通話系統會造成避免及追蹤晴空亂流或任何大氣危害的方案毫無效率。

- (六) 最後，確保航機的亂流避免及追蹤系統短期或長期成功，必須給予駕駛員、簽派人員、氣象人員及相關的簽派控制人員完整而持續的訓練，訓練需合理的深入大氣科學及亂流預報有關的氣象預報設施之使用技巧。

四、 實施建議：

- (一) 給予飛航組員、簽派人員及氣象人員綜合的訓練。
- (二) 建立一個完整的氣象支援系統(內部的或外包皆可)。
- (三) 完善的飛行前計畫應包括盡力檢查及了解高空風的型態。
- (四) 準確的追蹤噴射氣流。
- (五) 取得為飛航組員、派遣中心及簽派人員製作的衛星雲圖。
- (六) 計畫飛行航路中亂流預報區域的圖示。
- (七) 使用適當的天氣圖來標示飛行員報告。
- (八) 建立一個由簽派中心所管理的有效率及有效的通化系統來支援公司的飛行員報告系統。
- (九) 發布公司的宗旨，避免亂流是第一線的防衛。