

影響飛行的天氣-積冰

陳維翔

天氣的守視與掌握在維護飛行安全的工作上經常扮演相當重要的角色。透過資料的分析與研判，我們發現飛機的「積冰」現象常常是導致飛航安全的天氣因素之一，當飛機遇到了積冰，不但容易改變原先流線體之外觀，讓飛行員對起初的環境流場產生誤判；也使得飛機上舉力在瞬間減少，拖力、重量、失速同時增加，倍增飛行任務的危險性。由於積冰常發生在飛機操縱系統外部可活動部分之表面，也亦引發飛機操縱系統失靈的危險。

一、積冰出現的條件：

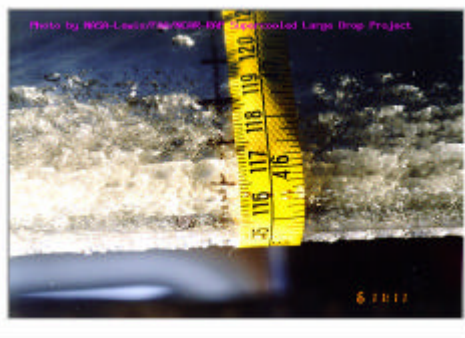
積冰出現的條件主要決定於雲中過冷水滴含量與水滴的大小，強烈積冰多發生在溫度 0 ~-10 度範圍，高度 5000 呎~25000 呎範圍(台灣主要出現在 14000~18000 呎)。

梅雨季和夏、秋季有對流雲時，則在 0 ~-15 (10000~25000 呎)的雲層內容易出現中度及強烈飛機積冰，冬、春季和 700hpa 的高空槽前以及層狀雲中，5000~20000 呎的雲層內容易出現中度積冰。

濕度上，台灣主要由 700hpa 相對濕度 $\geq 70\%$ 或是相對濕度小於 3 度時有 80%的機率出現積冰。其中存在著低於 0 而且仍未凍結的過冷水滴(包括雲滴和雨滴)是最重要的條件。

二、積冰的種類：

1、明冰：明冰是光滑透明、結構堅實的積冰，明冰通常是飛機在凍雨中或由過冷大水滴組成，在0 ~-10 的雲中飛行時形成。明冰是較大的過冷水滴在機身上迅速增加而形成，它的形成在-2 和-4 之間最為迅速，明冰的積聚速度很快，冰層厚且附著牢固，使用除冰設備也不易使其脫落，對於飛航安全危害較大，可以使飛機重心改變，產生俯仰力矩，使飛機飛行的穩定性變壞。



增加而形成，它的形成在-2 和-4 之間最為迅速，明冰的積聚速度很快，冰層厚且附著牢固，使用除冰設備也不易使其脫落，對於飛航安全危害較大，可以使飛機重心改變，產生俯仰力矩，使飛機飛行的穩定性變壞。

2、霧凇：霧凇是由許多粒狀冰晶組成表面不透明的積冰，是民航機在-20 左右的混合雲中飛行時形成，過冷水滴較小(直徑小於



10 μ m)，聚積過程各冰粒間仍有空隙，故冰層不透明，因結構鬆脆，除冰裝置易除去，對於飛行的危害較小，但如聚積較厚時，也會改變空氣動力特性，例如擋風玻璃上積有霧凇時，會影響飛行員的目視。

3、混合冰：明冰和霧凇的混合體，表面粗糙不平，附著比較牢固且不透明，混合冰多形成在-5 ~-20 的過冷雲或混合雲中，雲中大小過冷水滴同時存在，有時還夾有冰晶一起凍結。所以混合冰是比較堅



固且內部結構不均勻的積冰，混合冰對飛機空氣動力特性的改變較明冰大，所以對飛機的影響不亞於明冰。

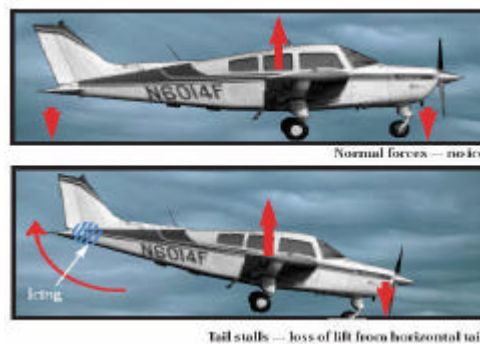
三、積冰強度：

積冰強度是指單位時間內機體表面形成冰層的厚度，一般以整個飛行過程中所累積冰層的厚度來劃分強度，不考慮積冰時間的長短。或根據積冰後飛行狀態變化來劃分強度。

積冰強度等級	整個飛行過程中，機體單位面積上積冰的總厚度(公分)	飛機飛行狀態的變化
弱	<5.0	航路航機和高度無大變化，未引起空速損失
中	5.0-15.0	航向或高度有顯著變化，冰層不斷聚積，對飛機飛行無顯著影響，空速有些損失
強	15.1-30.0	航向和高度皆有顯著變化，冰層聚積很快且厚，嚴重影響飛機的飛行性能，空速損失明顯
極強	>30.0	

四、積冰對飛航安全的影響：

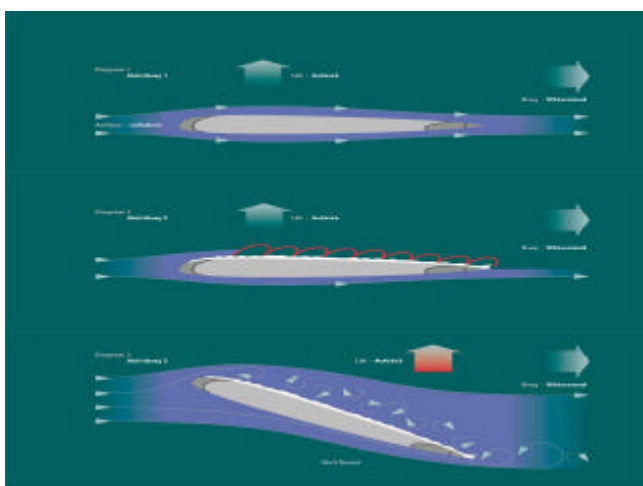
飛機積冰是影響航空安全的惡劣天氣之一。它以累積方式影響飛機，增加飛機之重量，因而減低



飛機之飛行效率、爬升力和推進力，增加後拖力。以上的效應都能使飛機速度減慢，最後導致失速而下墜。

結冰的形狀、大小、位置對機翼或水平尾翼而言，是不會絕對的相同或對稱，因此機翼兩邊的氣流也就不對稱了，兩邊所產生的升力就不一樣了，在這種情況下飛機便會產生無預警的滾轉，飛行員沒操縱駕駛桿或駕駛盤，而飛機自己就滾轉了，飛行員要改正時亦有可能產生反向操作的現象而產生飛航安全的危機。

嚴重的翼面積冰能令翼面變形，而使與翼面接觸的氣流呈不規則的分佈狀態，引致減少升力，增加阻力，容易令航機失速。其次，機身外的高度儀積冰時，能使機艙



內高度表的讀數不正確而發生危險。最後，天線積冰可使航機與地面的通訊完全隔絕，令利用儀器飛行的航機，產生嚴重的問題。

參考書目：

航空氣象學新論，劉昭明，第七章 飛機積冰

航空氣象學，蕭華，第五章

圖片摘自 GOOGLE 網路搜尋圖片，(AIRCRAFT ICING)

作者為台北航空氣象中心 2006 年新進人員