



# 交通部民用航空局 民 航 通 告

**主旨：大型航空器之駕駛員地面除冰指南(Pilot Guide Large Aircraft Ground Deicing)**

|                        |                       |                   |
|------------------------|-----------------------|-------------------|
| <b>發行日期：2016.06.28</b> | <b>編號：AC 120-026A</b> | <b>發行單位：飛航標準組</b> |
|------------------------|-----------------------|-------------------|

## 一、目的：

本通告包含了確保大型航空器於結冰狀況下安全作業之建議，以及如何發展對大型航空器之除冰程序之指引，本通告係為駕駛員、維修人員、勤務人員以及其他負責大型航空器地面除冰及飛安人員之使用而設計的，本通告提供諮詢性指引及程序，並未訂定強制性之法規要求。

## 二、修正說明：

(一) 航空器飛航作業管理規則於民國 97 年 12 月 11 日發布修正全文 352 條，本通告五、執行要點說明：(四) 及六、相關規定及參考文件：(一)07-02A「航空器飛行作業管理規則」之相關條文條次變更。

(二) 取代民國 93 年（西元 2004 年）4 月 22 日訂定之 AC120-26。

## 三、背景說明：

(一) 依據交通部公佈之航空器飛航作業管理規則要求航空器使用人不得計畫或預期於疑似或已知地面結冰情況下操作航空器，但已檢查航空器之結冰情況及於必要情況下已實施適當之除/防冰措施者，不在此限。本通告可提供駕駛員、維修人員、勤務

人員等相關人員實施除冰時參考使用。

(二) 本通告 AC120-026「地面除冰及防冰計畫」係參考 FAA AC 120-58 SEP 30, 1992「Pilot Guide Large Aircraft Ground Deicing」摘錄訂定。

#### 四、需求說明：

##### (一) 簡介 (Introduction)：

基於乾淨航空器 (Clean Aircraft Concept) 之概念，法規禁止任何航空器起飛，除非確認其機翼、螺旋槳、控制面、引擎進氣口及其他航空器重要表面無雪、冰或霜之附著，重點是機長 (PIC) 必須確認機身重要組件無冰凍污染物之附著，始得操作航空器起飛。

乾淨航空器概念為安全飛行作業之基本條件，機長全權負責決定航空器是否乾淨適於飛行，機長亦可經由合格受訓過之地面人員協助確認航空器狀況，航空界一般認為，在結冰天氣下安全起飛之關鍵要素為起飛前以目視或接觸檢查航空器重要區域及零組件。

北美及歐洲一般使用加熱之冰點抑制劑 (FPD, Freezing Point Depressant) 溶液除冰，再使用未加熱、較濃較厚、及冰點較低之溶液實施防冰，過去 40 年已有多種除/防冰液開發使用，各有其使用特性及處理方法。新開發之 ISO Type II 及 SAE Type II 除/防冰液，若依航空器廠商建議方式使用，可在降雨或降雪天候下有較長之效期，並提供更大之安全範圍。

不當使用除/防冰液，將導致航空器性能、穩定性及操控性，產生不預期及潛在危險之改變。

地面除/防冰程序依機型、積雪及除/防冰液類型而異，所有駕駛員應熟悉航空器廠商之建議程序，這些資訊通常包含於飛航手冊、維護手冊或航空器勤務手冊之中。

下列各項為航空器除冰及防冰程序之重點：

- 1、大多數與結冰相關之飛航失事肇因於航空器於起飛前未執行除/防冰作業。

- 2、除冰程序是為了將航空器回復”乾淨”狀態，確保不改變其空氣動力特性及其相關重要機件不受阻礙。
- 3、航空器是否應除冰之判斷是整個除冰作業之重要環節之一。
- 4、機長（PIC）應對飛航安全負最後之責任。
- 5、機長（PIC）必須徹底了解整個航空器之除冰及防冰作業過程及核准之作業程序，並確任是否為乾淨狀態。
- 6、加熱過之冰點抑制劑溶液及熱水比未加熱之溶劑或水，其除冰效果較佳。
- 7、未加熱之冰點抑制劑或溶液，特別是 SAE 及 ISO Type II，因其產生較厚之殘餘薄膜，保護效果較佳。
- 8、最後覆蓋之防冰液薄膜，其結冰點應愈低愈好，下表為外界溫度所對應之結冰點緩衝之對照表：

| Fluid Type          | OAT** Range | Buffer |
|---------------------|-------------|--------|
| SAE and ISO Type I  | All         | 18°F   |
| SAE and ISO Type II | Above 19°F  | 5°F    |
| SAE and ISO Type II | Below 19°F  | 13°F   |

\*\* Outside of Air Temperature (OAT)

- 9、未稀釋之 SAE 及 ISO Type II 至少包含 50%之乙二醇（glycol）其最低結冰點為-32°C (-25.6°F)
- 10、SAE 及 ISO Type II 比北美傳統之冰點抑制劑溶液或 SAE 及 ISO Type I 有較長之防冰效果（於小降水量時可多 45 分鐘）。
- 11、除/防冰後檢查必須在除冰及防冰作業後完成後儘速完成
- 12、航空器可視需要在開始起飛滾行前執行起飛前檢查，駕駛員可由合格之地面人員協助完成起飛前檢查。
- 13、附在除/防冰液上層之冰、霜或雪應視同附著於航空器表面，不得試圖操作航空器起飛。
- 14、冰點抑制劑並不適用於飛航中之防冰。

15、由製造廠商所執行之飛行測試顯示大部份之 SAE 及 ISO Type II 之冰點抑制劑會在運輸類航空器起飛仰轉（VR）時被吹離航空器，一些大型航空器之性能將受影響，可能須要作起飛重量或其他之補償，但小型航空器之影響較明顯。

16、有些溶劑殘留在航空器非空氣動力作用之表面上，航空器製造廠商必須評估這些殘留液是否影響航空器性能及操控品質，但不論影響大小，皆應定期清除殘留液。

## （二）乾淨航空器概念（Clean Aircraft Concept）：

測試資料顯示冰、雪或霜所產生之具有厚度之粗糙表面，和以中度或粗砂紙貼在前翼前緣和上翼面有著相同特性，會造成降低 30% 的升力和增加的 40% 阻力。

此等明顯的升力和阻力變化會增加失速速度，減少操控能力和改變飛行特性。具有厚度或粗糙之結冰污染物會明顯影響升力，阻力，失速速度，穩定性和操控性，其主要影響是重要空氣動力表面變的粗糙。這些對機翼的空氣動力特性之不利影響可能造成在駕駛員無任何預警或任何空氣動力異常警告狀況下，突然性的偏離航道，。因此，除非機長根據法規已確保無冰、雪或霜附著於航空器之重要表面，否則不得操作航空器起飛。

目前已確認超過 30 種因素可能可影響冰，雪或霜之累積和造成航空器表面粗糙及影響冰點抑制劑之防冰效果。這些因素包含了外界溫度；航空器表面溫度；除冰液劑型別、溫度和濃度；相對溼度；和風速及風向。因許多因素會影響結冰污染物累積於航空器表面上，所使用之冰點抑制劑除冰或防冰或同時實施，不應認定為於限定時間內一定效果，所以起飛前總是需要執行近距離檢查。

航空界已發展許多技術以符合乾淨航空器概念。在航空器結冰的天候情況下，不論使用何種除冰和防冰技術，航空界一致認為，確保飛航作業安全之主要方式是起飛前，由目視或接觸檢查航空器重要表面是否乾淨。

## 五、執行要點說明：

(一) 駕駛員確認航空器是否「乾淨」之實施 (Practices For Pilots To Ensure A Clean Aircraft)

- 1、瞭解機身外表不平整對航空器性能及飛航特性之不良影響。
- 2、瞭解所飛機型地面除/防冰之實施情況及程序，不論由公司、代理公司或其他業者實施。
- 3、瞭解航空器重要區域確認已進行除/防冰作業。
- 4、除非已熟悉該公司地面除/防冰作業及其品管流程，否則必應允許其執行防冰/除冰作業。
- 5、在執行除冰作業時，確認已採取適當之防護措施以避免損害航空器組件及機體表面。
- 6、確認航空器起飛前已完成除/防冰後檢查，即使此檢查已由其他單位或人員實施。
- 7、瞭解航空器所裝置之除/防冰系統之功能、限制及操作。
- 8、必要時得視需要執行額外之防冰或除冰後檢查。
- 9、瞭解冰點抑制劑 (FPD, Freezing Point Depressant) 之有效作用時間僅為估計值，因各種狀況將影響其持續時間長短。
- 10、瞭解各種狀況將減少除/防冰之持續時間 (Holdover Time) 之影響。(參考項目 13 及 FAA AC20-117)
- 11、確保除/防冰作業於航空器滑行至起飛位置之最後一刻完成。
- 12、於啟動引擎或葉片前確認結冰已經清除，因旋轉拋出之冰塊可能造成航空器損壞或人員受傷。
- 13、注意在某種操作情況下可能使冰、雪或濕氣再度產生。
- 14、注意若太靠近其他航空器時，將導致結冰或雪塊或濕氣吹到航空器之重要區域，造成乾雪融化並再度凍結。
- 15、在滑行時若發現雪或溶雪飛濺到機翼前緣時，應停止起飛。
- 16、若無法證明是否為乾淨之航空器，不要起飛。

## (二) 除/防冰後檢查 (Post Deicing/Anti-Icing Check)

除/防冰後檢查必須於實施地面除/防冰作業後立即進行，除/防冰後檢查表須列出依據機型設計所須檢查之區域，並至少應包含製造商建議之所有項目，一般應包含下列項目：

- 1、機翼前緣、上表面及下表面；
- 2、垂直及水平安定面，前緣、上表面、下表面及側面；
- 3、高升力裝置如前緣縫翼及後緣襟翼；
- 4、擾流板及減速板；
- 5、所有之控制面及控制平衡艙 (Control Balance Bays)；
- 6、螺旋槳；
- 7、引擎進氣口、分隔板、及濾網 (Screen)；
- 8、風擋及對視線有關之其他窗戶；
- 9、天線；
- 10、機身；
- 11、暴露在外之儀器設施像攻角片、空速管、靜壓口等；
- 12、油箱及油箱通氣口；
- 13、冷卻及輔助動力單元進氣口、及排氣口；及
- 14、起落架。

完成除冰後檢查，只要確認航空器乾淨並有足夠之防冰保護，應儘快起飛。這程序在降雨、降雪或高相對溼度情況下時特別重要。

## (三) 起飛前檢查 (Pre- Takeoff Check)

強烈建議航空器於進入起飛跑道或起飛滾行前必須進行目視之起飛前檢查，檢查之機組件依航空器型別設計而不同，某些機型從駕駛艙及客艙中能觀察整個機翼及部份機尾，有些僅能觀察到機翼之上方某部份，高翼或肩翼設計之航空器則可觀察到其機翼下方及起

落架，一般航空器使用人之目視起飛前檢查包括機翼表面，翼前緣，發動機進氣口及其它可從駕駛艙或客艙觀查到飛機組件之可能提供之最大區域，機長得要求經訓練之合格地面人員協助下進行起飛前檢查。

若航空器之某一表面未噴灑除/防冰劑，機長或其他組員應特別檢視是否有溶雪或可能之結冰。此外對於可能於航空器滑行時引起積冰之現象應予移除。噴灑除/防冰劑之機身表面應為光滑平整及潮濕的，若檢查發現航空器有冰、霜及雪之堆積，應立即返回重新進行除/防冰。

執行所要求之起飛前檢查時，機長與其組員必須要瞭解地面除冰程序與任何危險之跡象。除冰後檢查可確保地面除冰及防冰作業的完整性及一致性並也確保無法從駕駛艙或客艙看的到之重要區域或組件的清潔性，

起飛前檢查為駕駛員確認航空器無冰、霜及雪附著之最後一道程序。

於完成起飛前檢查後，決定航空器是否可以起飛為機長之責任。

#### (四) 乾淨航空器之要求 (Need For A Clean Aircraft)

依據交通部公佈之 07-02A「航空器飛航作業管理規則」第 124、218 條，禁止航空器在機翼、螺旋槳或操縱面有雪、冰及霜之附著情況下起飛，此為乾淨航空器之基本概念。當航空器重要區域有污染性之結冰時，其飛航性能將受很大而完全無法預期之不利影響，其程度和該機型設計有很大關聯，因此機長必須確認航空器依據法規要求之重要部位無冰、雪、霜附著之情況下才能起飛。

瞭解乾淨之航空器之需求應先具有以下之認知：

- 1、若航空器有冰、霜、雪之附著將對其性能及飛航特性有重大影響，例如導致推力下降、升力降低、失速速度增加、配平(Trim)、失速特性及操控品質之改變；
- 2、各種地面除/防冰之作業程序及冰點抑制劑之使用方法及效用；
- 3、各種除/防冰作業程序之適用範圍及限制；

4、航空器重要區域如機翼及機尾；及

5、於最後階段確認航空器為”乾淨”之狀況，始可安全起飛

#### (五) 冰凍污染物 (Frozen Contaminants)

冰凍污染物在地面以冰、雪或霜之形式附著於航空器之表面，其附著之形式將決定要實施除/防冰作業之方法。

冰、雪或霜必須於航空器起飛前清除，乾雪、粉雪可使用冷空氣或氮氣方式將其吹走，厚重又溼的雪或冰可使用加熱之冰點抑制劑或機械方法將其清除

航空器表面積冰也可使用冰點抑制劑清除，有多種冰點抑制劑可供大型運輸類航空器使用，以北美、歐洲及俄國製造之乙二醇 (glycol Based) 類型之冰點抑制劑較為廣泛。

#### (六) 除/防冰液 (De/Anti-Icing Fluids)

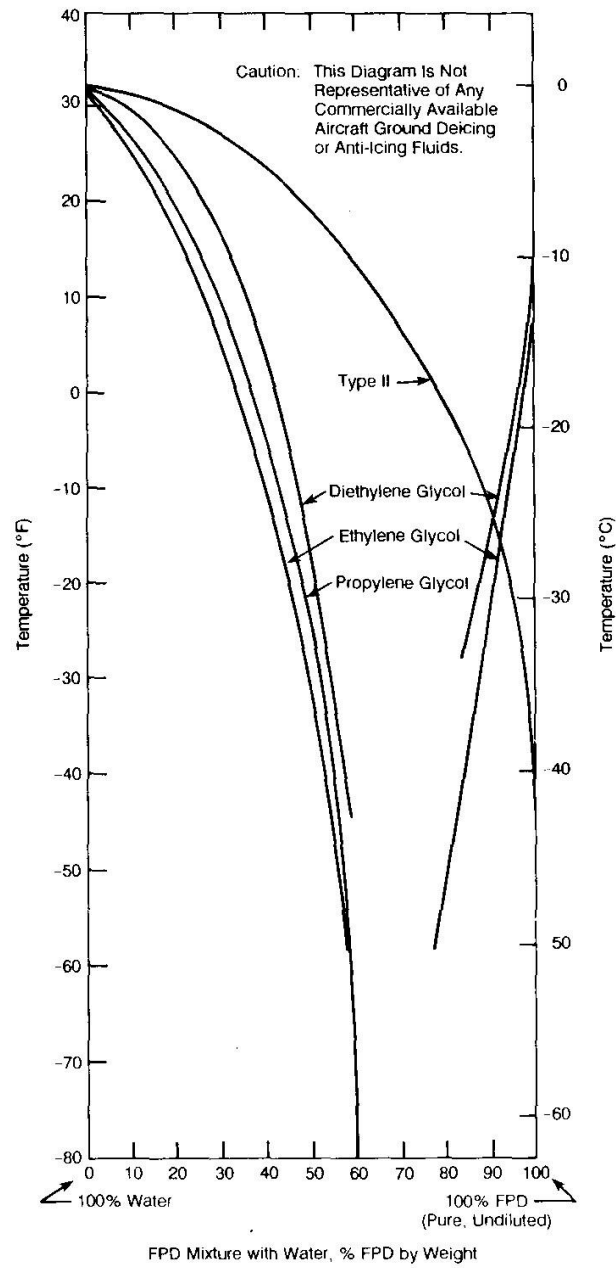
實際上，北美及歐洲航空界對航空器起飛前除/防冰作業已累積相當多之經驗，且已發展各種地面除/防冰技術，其中以使用冰點抑制劑進行航空器除/防冰作業最為普遍，冰點抑制劑形成保護膜以延長冰、雪及霜再度形成。商業上使用之冰點抑制劑通常含有乙二醇或丙二醇 (Ethylene glycol or Propylene glycol)，冰點抑制劑特性及冰點請參考圖一及表一。

**註：**一般廠商提供之冰點液抑制劑都是純溶劑。

不論是在液態或結晶(冰)狀態下，使用冰點抑制劑於航空器的基本觀念是降低水的結冰點。冰點抑制劑很容易溶於水；但是，冰當與冰點抑制劑接觸時，不容易將冰點抑制劑吸收或溶化。如果霜，冰，或雪附著於航空器表面，重複使用適量的冰點抑制劑可溶化結冰情況。靠加熱過的液劑內的熱能可顯著加速此過程。當冰溶化時，冰點抑制劑與水混合，形成了稀釋過的冰點抑制劑。當此稀釋狀況發生，此混合液劑開始流失。如果全部的冰還沒溶化，額外冰點抑制劑應使用直到液劑滲入到航空器表面。當全部的冰都溶化時，殘留的液體是水與冰點抑制劑的混合。稍微溫度的降低，合成的薄膜可能會結冰(開始結晶)。



圖一：Phase Diagram of Aqueous Glycol Solutions



**FPD Mixture with Water, percent FPD by Weight**

表一: General Characteristics of Commercially Available FPD's

| Common Name                    | Primary Active Ingredients                                | Viscosity         | Primary Use                   | Notes (see AC 20-117 for more complete information)   |
|--------------------------------|---|-------------------|-------------------------------|---|
| North American                 | Ethylene glycol<br>propylene glycol                       | Low               | Deicing                       | Includes AMS** 1425, AMS 1427, and Mil-A-8243 fluids. May not meet SAE nor ISO Type I specs.  |
| SAE Type I<br><br>ISO Type I   | Propylene/diethylene<br>ethylene glycol                   | Low               | Deicing                       | Propylene glycol based fluids not to be used undiluted at OAT < 14°F (-10°C). Aircraft performance changes may result. AMS 1424 included. SAE, ISO specs similar. |
| SAE Type II<br><br>ISO Type II | Propylene/diethylene<br>glycol with<br>polymer thickener  | High<br>to<br>Low | Deicing<br>and anti-<br>icing | For use on aircraft with $V_R > 85$ knots; lower viscosity than AEA*** Type II produced before 1988. AMS 1428 included. SAE, ISO specs similar.                   |
| Mil-A-8243D<br>Type I          | Propylene glycol  | Medium            | Deicing                       | Less toxic to animals. <b>Not to be used undiluted.</b> Not similar to Mil-A-8243C Type I or II.  |
| Mil-A-8243D<br>Type II         | 3 parts ethylene<br>glycol,<br>1 part propylene<br>glycol | Low               | Deicing                       | Similar to Mil-A-8243C Type I and II. Not approved as SAE or ISO Type II.   |
| Arktika<br>(Russia)            | Ethylene glycol<br>with thickener                         | High              | Deicing<br>and anti-<br>icing | Not approved as SAE or ISO Type II. Considered thickened Type I. Effects on aerodynamics unknown to date.   |

\*\*AMS - Aerospace Materials Specification

\*\*\*AEA - Association of European Airlines

#### (七) 北美傳統除/防冰液 (Traditional North American Fluids)

如表一所示，有多種冰點抑制劑可使用。這些液劑是由北美與歐洲之化學製造商所製造的。對航空器之除冰，北美通常使用的冰點抑制劑是由乙二醇 (Ethylene glycol) 或丙二醇 (Propylene glycol) 結合水與其他成份。使用者可購買濃縮的除冰液(含 80% 至 90% 乙二醇 (Glycol)，或大約 50% 乙二醇 (Glycol) 及 50% 水之溶液。

#### (八) 國際標準組織商用除/防冰液 (International Standard Organization ISO Commercial Fluids)。

這種液劑即為原來之 AEA Type I 與 Type II。這兩種液劑之規格可在 ISO guidelines 內之 ISO #11075, “Aircraft deicing/anti-icing Newtonian fluid ISO Type I”與 ISO #11078, “Aircraft deicing/anti-icing non-Newtonian fluids ISO Type II”找到。

- 1、SAE 商用液：SAE Type I 及 Type II 液與 ISO Type I 及 Type II 液在大致上都很類似。較小的差異不在此通告說明。這些冰點抑制劑由 SAE 與 ISO 規範為 Type I 與 Type II，並以成份、結冰點、流動的特性(黏性及可塑性)與防冰性能作區分。
- 2、SAE 與 ISO Type I 液：這些濃縮液劑至少包含了 80% 的乙二醇 (Glycol) 及被認為“非濃稠 Unthickened”的，因其相對黏性較低。這些液劑使用於除冰或防冰，但僅能提供非常有限的防冰保護效果。
- 3、SAE 與 ISO Type II 液：這些液劑至少包含了百分之五十的乙二醇 (Glycol)，被認為“濃稠 thickened”的，因為加入一些濃稠劑並能形成一層較厚的膜附著於航空器表面直到起飛前。這些液劑使用於除冰或防冰，提供了比 Type I 液更好的防冰保護效果，尤其是針對冰、霜或雪型式所造成航空器地面結冰之狀況。
- 4、SAE 與 ISO Type II 液是針對 VR 速度超過 85 浬之航空器所設計的。如同其他除/防冰液一樣，除非航空器製造商准許使用時可不需考慮仰轉速度，否則不得使用 SAE 與 ISO Type II 液，SAE 與 ISO Type II 液具相當有效的防冰效果因為其擁有高黏性

與可塑性之特性。此液之目的是當地面作業或短暫停留時，附著於航空器機翼表面提供了一些防冰保護功能，但起飛時將從機翼上被吹離。當該液受到像起飛滾行之剪力（Shear stress）作用時，其黏性將明顯降低，足以讓液劑從機翼吹離，因此該液對航空器之空氣動力性能幾無不利之影響。

5、SAE 與 ISO Type II 液之防冰效果是根據其可塑性，可塑性可經由不當使用除/防冰裝備或處理而改變。有些北美航空公司將除/防冰裝備、液劑儲存設備、除/防冰程序、品質控制程序與訓練課程更新來配合 SAE 與 ISO Type II 液獨特的特性。測試 SAE 與 ISO Type II 液劑之結果顯示，使用不當裝備可能會損失 20% 至 60% 的防冰性能。

6、自 1985 年以來，SAE 與 ISO Type II 液劑被引進到北美。直到 1990 年才開始廣泛的使用。類似的液劑，但特性稍微有所差異，目前使用於加拿大。

（九）美軍軍用航空器除冰液（U.S Military Aircraft Deicing Fluids）美國國防部發布軍用規格，“Anti-icing and Deicing-Defrosting Fluids”。這些文件詳列冰點抑制劑種類如下：

1、MIL-A-4823C Type I – standard

2、MIL-A-4823C Type II – standard with inhibitor

3、MIL-A-4823D Type I – (propylene glycol base)

4、MIL-A-4823D Type II – (ethylene and propylene glycol mix)

基本上 Military Type I 及 Type II 液劑是相同的，除了 Military Type II 液劑含有抗火劑。Military Type I 及 Type II 液劑與 SAE 與 ISO Types I 及 II 液劑並無關聯(見表一)。

（十）冰點抑制劑之特性（Characteristic Of Freezing Point Depressant Fluids）

1、冰點抑制劑之化學結構：商業販賣之冰點抑制劑是屬於乙二醇（Ethylene glycol）或丙二醇（Propylene glycol）家族。每一家

製造商所使用的配方及製造之冰點抑制劑都是專利的。重要的是要了解市面上一些冰點抑制劑包含了乙二醇成份 (Ethylene glycol) 或乙二醇之提煉物，如 Diethylene glycol 加上少許之添加物及水。不同的製造商可依顧客之要求調配特殊冰點抑制劑。在使用冰點抑制劑混合液前，其成份及產品編號須仔細核對並經過品質管制檢查，以確認該劑符合顧客之需求。冰點抑制劑製造商可針對品質管制檢查提供方式及建議所需之裝備。建議駕駛員應了解其嚴格之有效品質管制程序。

- 2、冰點抑制劑之結冰特性：在航空器使用冰點抑制劑前，使用者必須要了解該劑之結冰特性。這些特性資訊可從採購規格、容許度及品質管制監控中了解。冰點抑制劑是由製造商以水去稀釋的混合液或是使用者由原料中自行調配之混合液。應抽取最後混合劑之樣本，分析確認該劑之特性後方可使用。
- 3、冰點抑制劑使用時之強度：如事先注意 (Precautions, ) 應於使用前事先知道冰點抑制劑強度或冰點抑制劑成份比例，例如乙二醇(glycol)與水比例，如同上述章節所說明者，在除冰特性中，冰點抑制劑強度為其中一項重要要素，即為冰點抑制劑效力之維持時間(持續時間)。
- 4、附錄之表一、二為 SAE 與 ISO Type II 及 SAE 與 ISO Type I 根據不同的天氣狀況及外界實際溫度 (OAT)，所達到之持續時間 (Holdover Times)。
- 5、在未降雪或未降雨的情況下，不得使用純 (100%) 乙二醇 (Ethylene glycol) 或純丙二醇 (Propylene glycol)。原因如下：
  - (1) 純乙二醇 (Ethylene glycol) 之結冰點比已與水稀釋過之乙二醇來的高。下列因素可造成輕微溫度的降低，如機翼油箱內之冷油、雲將太陽遮住造成太陽能減低、周圍溫度降低、風的影響及機翼產生升力時之溫度降低。如果發現機身上剩餘之冰點抑制劑薄膜結冰點不足時，在航空器放飛前需要再次實施除/防冰作業。
  - (2) (未稀釋)丙二醇(propylene glycol)之最強強度約相當於 88% 乙

二醇在氣溫低於-10°C(+14°F)之強度，具有相當的黏性。在這個型態下，以丙二醇（Propylene glycol）為本防冰液所產生之阻力會減少 20%的昇力。丙二醇（Propylene glycol）冰點抑制劑一般不在未稀釋狀況下使用，除非航空器製造商作如此特別建議。

#### （十一）溫度緩衝值（Temperature Buffer）

- 1、美國實務做法：北美航空業界已經發展及使用傳統之北美液劑，其留存薄膜之結冰點可保證至少低於外界溫度 20°F。
- 2、歐洲及加拿大實務做法：歐洲航空業界已經發展之液劑，其 SAE 與 ISO Type I 液劑留存薄膜可保證至少低於外界溫度 10°C(18°F)。除單位轉換之差異外，這點與北美實務類似。SAE 與 ISO Type II 液劑之結冰點應至少低於外面溫度 7°C(13°F)。SAE 與 ISO Type I 及 SAE 與 ISO Type II 之最大差異在於凍雨狀況下之液劑稀釋度。在一定的時間內，Type II 濃度較高，無法稀釋到一定的程度。

#### （十二）現行 FAA 之建議（Current Federal Aviation Administration Recommendations）

一般來說持續時間（Holdover time）的增加是跟著溫度緩衝值（Buffer）擴大。如果可選擇，使用最大緩衝值。越大的緩衝值需要使用更多的乙二醇（Glycol），且增加收集、噴灑、處理冰點抑制劑之費用負擔。冰點抑制劑混合液及後續緩衝值之決定應依照下列優先順序考慮。

安全

環境影響

成本

- 1、傳統北美與 Type I SAE 與 ISO 液劑：冰點抑制劑之結冰點緩衝值應盡可能越大越好，但不可少於 10°C(18°F)。
- 2、SAE 與 ISO Type II 液劑：冰點抑制劑之結冰點緩衝溫度不可少於 SAE 與 ISO 之建議值，當外部溫度低於-7°C(19°F)時緩衝

溫度為 7°C (13°F)，當外部溫度高於 -7°C (19°F) 時緩衝溫度為 3°C (5°F)。

3、FAA AC 20-117 之建議：FAA 於 1982 年 12 月發行及 1988 年再版的 AC 20-117 內建議，確認防冰液結冰點溫度應低於外界或航空器表面溫度至少 20°F (11°C)，以較冷者計算。會有此差異之原因為延遲冰點抑制劑再度結冰及考量下面因素：

- (1) 當爬升或產生空氣動力效應時，溫度會降低，及殘留液（航空器表面或平衡艙內）可能在高高度結冰；
- (2) 在易於結冰狀況下之結冰可能性，當不同來源之凍雨或水氣接觸殘留的冰點抑制劑並被吸收時，將導致結冰點提高。較大的溫度緩衝值能提供較長的持續時間；與
- (3) 品質管理之誤差範圍。

#### (十三) 影響持續時間之變數 (Variable That Can Influence Holdover Time)

本節列出了一些會影響到冰點抑制劑效率之主要變數，尤其當冰點抑制劑被降雨或降雪稀釋時。AC 20-117 附錄三裡敘述了這些變數會影響到冰點抑制劑之時效性。這些主要變數包含：

- 1、航空器組件傾斜度、輪廓及表面粗糙性；
- 2、外界溫度；
- 3、航空器表面（表皮）溫度；
- 4、冰點抑制劑之使用程序；
- 5、冰點抑制劑與水之混合劑（強效性）；
- 6、冰點抑制劑薄膜厚度；
- 7、冰點抑制劑溫度；
- 8、冰點抑制劑類型態；
- 9、與其他航空器，裝置及結構之近距離作業；

- 10、在雪地、雪泥作業，或在潮濕停機坪、滑行道及跑道作業；
- 11、降雨/雪種類及速度；
- 12、呈現的冰點抑制劑；
- 13、輻射冷卻；
- 14、殘留於航空器表面上之水氣；
- 15、相對溼度；
- 16、太陽輻射；及
- 17、風速及風向。

#### （十四）對健康之影響（Health Effects）

駕駛員要確實注意除冰及防冰作業對健康可能之影響並採取必要之防護措施，保護乘客與駕駛員。在除冰及防冰作業中，所有客艙進氣口應關閉，防止冰點抑制劑水氣進入，以保護乘客與組員。當接觸到冰點抑制劑水氣或煙霧，可能會造成短暫的眼睛刺激。於通風不良的空間內接觸到乙二醇（Ethylene glycol）水氣，也會造成鼻子及喉嚨刺激，頭痛，噁心，嘔吐與暈眩。

所有的乙二醇（Glycol）當接觸到眼睛或皮膚會造成一些刺激。當執行正常除冰作業時，雖然刺激現象可能“微不足道”，但一般化學製造商仍建議穿上防護衣以避免讓冰點抑制劑接觸到皮膚。

乙二醇（Ethylene glycol）及 diethylene glycol 對人體有一定之毒害。吞食少許乙二醇（Ethylene glycol）或 diethylene glycol 會造成肚子不舒服及疼痛，暈眩，以及會影響中樞神經系統與腎臟。因冰點抑制劑內的乙二醇（Glycol）是與水或其他添加物稀釋過，執行除冰作業人員是很難吸入至致命的量（3 到 4 盎司的純乙二醇）。商業用冰點抑制劑對健康影響及安全須知之詳細資訊可從冰點抑制劑製造商所發行之安全須知（Material Safety Data Sheet）內找到，提供除冰或防冰服務之使用人亦應留存此資訊。

#### （十五）除冰及防冰程序（De/Anti-Icing Procedures）



地面航空器除冰及防冰程序是根據航空器表面上不同的積雪情況及機型而有所不同。一般航空器使用人所使用的程序都很類似，通常是依據航空器製造商所建議之程序，通常包含冰點抑制劑製造商、引擎製造商、SAE 及 ISO 所建議之程序。附錄內之表格三及四陳述了 SAE 及 ISO 所建議的參考程序。

駕駛員訓練可藉由手冊、影片、或至某些限度內之實際作業觀摩來達成。機長完全瞭解現行之除冰及防冰程序是很重要的。所有駕駛員應每年複習除冰及防冰程序，以維持其現行除冰及防冰方法之知識，因機長之責任是在起飛前確保航空器重要表面無結冰、積雪及結霜的情況。任何適合的人工方式都可用來幫航空器除冰，如使用水、冰點抑制劑或冰點抑制劑與水之混合液。將這些液劑加熱可增加其除冰效果；但在防冰過程中，未加熱的液劑是比較有效的。在防冰效果上，SAE 與 ISO Type II 液劑比傳統北美液劑與 SAE 及 ISO Type I 液劑有效。

基於先前的實務、天氣狀況的優劣、使用冰點抑制劑的濃度及可用的除冰器具與設備，除冰或防冰作業過程可分為單步驟（One-step）或兩步驟（Two-step）過程。

完成單步驟程序是使用加熱或有些情況下使用未加熱之冰點抑制劑混合液。在這過程中，殘留液膜只能提供非常有限的防冰保護。經由使用冷的液劑或在除冰過程中運用技術將已加熱過的液劑冷卻可加強防冰保護效果。在過去經常使用的技術是以細霧方式噴灑最後一層冰點抑制劑，經拋物線噴灑，於接觸時已經冷卻。這種方式會產生一層較厚的液膜，並增強少許防冰保護。當使用此技術時要注意之前所噴灑的液劑是否有結冰現象發生。

兩步驟程序包含了除冰及防冰作業，以熱水或熱的冰點抑制劑與水之混合液來完成除冰，當選擇冰點抑制劑種類時，應考慮外界天氣狀況及從航空器上清除的積雪種類。第二步驟（防冰）為將 SAE 或 ISO Type II 與水之混合液噴灑於航空器之重要表面。

如僅使用熱水實施除冰過程，第二步驟一定要於再次結冰之前執行 — 通常是在開始除冰步驟後之三分鐘內。如果需要，作業可分區段來執行。如同其他除/防冰液一樣，除非航空器製造商同意，

否則不得使用 SAE 與 ISO Type II 液。SAE 及 ISO Type II 液劑係設計使用於 VR 速度超過 85 浬之航空器，這是確保於起飛滾行過程中有足夠的速度讓液劑吹離。

附錄一表格三包含 SAE 及 ISO 所提供的建議。

在任何情況下，濃縮的 SAE 及 ISO Type II 液劑不能使用於下列航空器之區域：

- 1、空速管頭及攻角感應器；
- 2、控制面之縫隙；
- 3、座艙窗戶及機鼻；
- 4、機鼻雷達罩下緣；
- 5、靜壓口；
- 6、進氣口；及
- 7、發動機。

航空器表面上冰點抑制劑與降雪或融冰混合後之殘留液的結冰點數值應至少要達到附錄一內表格三與四的數值。冰點抑制劑之結冰點數值可使用折射計或類似技術來量測。

#### (十六) 建議使用除冰及防冰碼(Recommended Use Of De/Anti-Icing Codes)

在執行地面除冰、防冰並由合格人員之檢視之後，提供給飛航組員的資訊應包含最後一層所使用的液劑種類，混合液之容量比例及執行時間。這些資訊可由下面四個要素來告知駕駛員。

|      |  |
|------|--|
| 要素 A | 說明 Type I 或 Type II 液劑                         |
| 要素 B | 說明液劑/水混合液之液劑比例(例如: 75/25 = 百分之七十五的液劑及百分之二十五的水) |
| 要素 C | 說明開始執行除/防冰之最後步驟的當地時間(例如:1330)；與                |
| 要素 D | 說明日期(日，月，年)<br>(例如: 20 April 1992)。            |

建議將這些要素保存於紀錄中或選擇用來通知飛航組員。

下列為除/防冰資訊格式之範例:

Type II – 100/0 – 1100h – 16 Mar 1991

Type II – 75/25 – 1330h – 20 Apr 1992

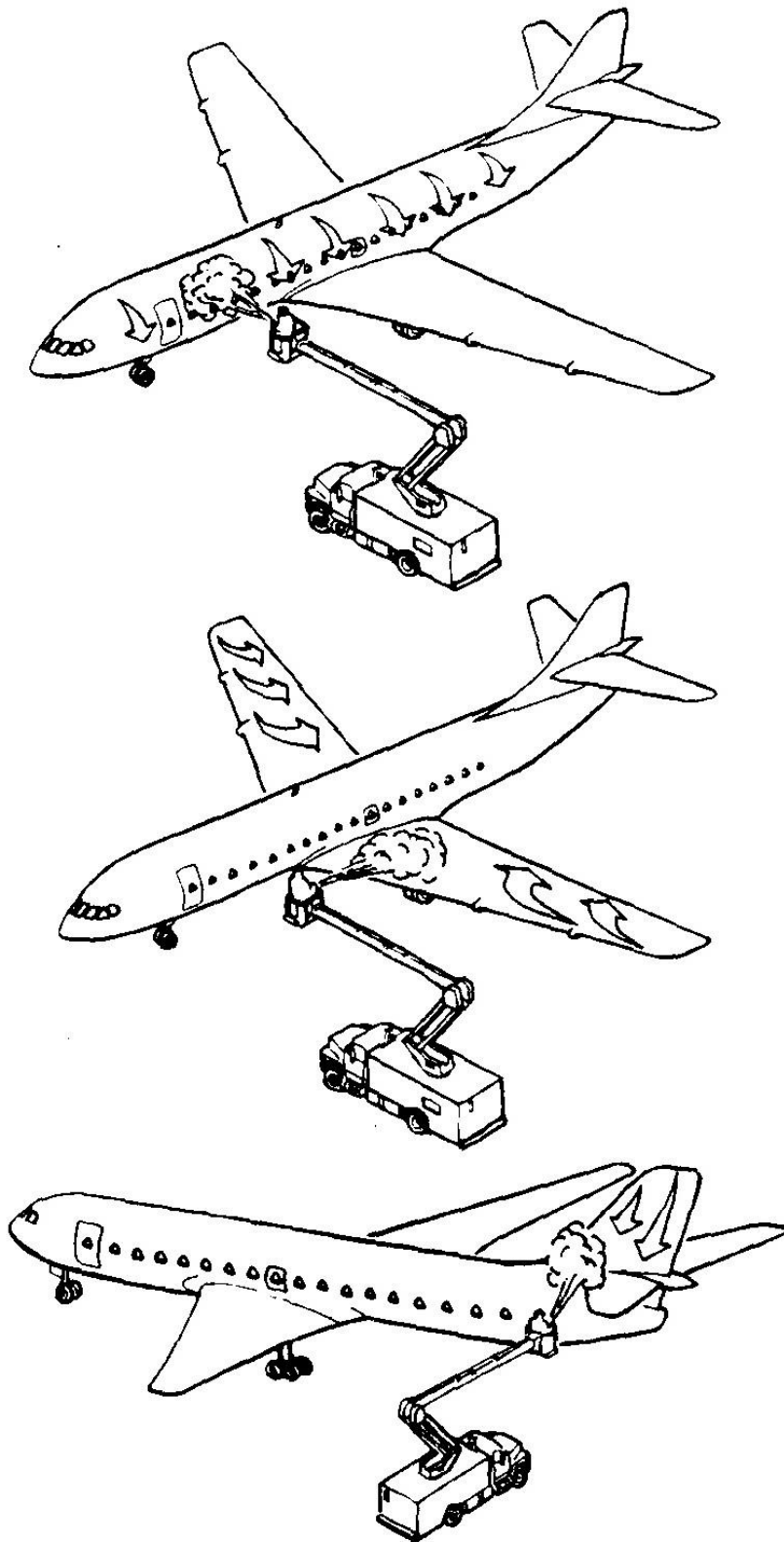
Type I – 70/30 – 0942h – 17 Feb 1992

### (十七) 航空器表面除冰 (Deicing Of Aircraft Surfaces)

在導致結冰之天氣狀況下，航空器必須有系統地除冰及防冰(圖示二)。每架乾淨的航空器需靠使用特定技術於每一個航空器表面上而完成。

機翼是航空器之主要升力來源，應避免受到污染以維持有效的運作。機翼上方結霜、積雪或結冰會改變機翼上空氣流動特性，減少了機翼的升力，增加阻力，增加失速速度及改變俯仰力距。航空器重量會增加輕微，較之與翼表面粗糙的影響來比的話是次要的。

圖二: Systematic Deicing of Aircraft in Conditions Conducive to



icing

大多數航空器，機翼的除冰應從翼尖前緣開始，再移向後端及內側方向。此過程可避免增加外側機翼部份的積雪量，在一些大雪情況下可能造成機翼負荷過大。此方法也可能減少被沖下來的冰或雪堆積於平衡艙及縫隙處。

如果結冰的情況發生於襟翼軌道上及操縱系縫隙內，也許必要從後緣往前噴灑。同時，在某些天氣或機坪狀況下，也可能必須從後緣噴灑。

航空器於登機門或過夜時，應將可伸放之機翼表面（指前緣縫翼及後緣襟翼）收起，避免結霜、積雪或結冰。任何翼表面在需除冰及防冰之天氣狀況下在放出位置，收起前一定要目視檢查確實無任何污染發生於表面、軌道、絞鏈、密封處及致動器。襟翼與縫翼於防冰作業中於收起位置時無法受到冰點抑制劑膜的保護且可能會結冰或結霜。確實跟航空器製造商討論找出最適合的襟翼與縫翼處理程序。

執行除冰作業中，尾翼翼面需要跟機翼同樣的謹慎。位於活動及固定翼面之間之平衡艙區域應該仔細檢查。某些航空器，把水平安定面之前緣端放低，可讓冰點抑制劑及污染物流掉，避免流往平衡艙。某些航空器於除冰時，需把水平安定面之前緣端調整往上。

平衡艙，操縱系縫隙，及縫隙封口應該確實檢查是否乾淨及適當的排水。當在表面接縫有囤積物時，一定要確實清除，防止封口結冰及阻礙到控制面之活動。

機身應由從上到下作除冰及防冰。除冰時，清理機身上方以人工代替噴灑時要謹慎，以避免損壞突出的裝備（例如：天線）。噴灑加熱過的冰點抑制劑於機身上方，首先讓液劑往下流，使其加熱兩側機身以清除積雪。這對航空器之窗戶或風擋的除冰也很有效，但直接噴灑產生之熱震（Thermal shock）可能會造成窗戶裂開或裂痕。為了保持最好的視線，冰點抑制劑必須從駕駛員之窗戶上清除。

機身上方之除冰針對位於機身中線之後置發動機及安裝於機身之發動機之航空器尤為重要，冰或雪被發動機吸入將會造成壓縮器失速或發動機損壞。

航空器之雷達罩或機頭應執行除冰，以避免起飛時積雪或積冰濺起影響到駕駛員視線。這區域也包含了航行與導向儀器；所以，積雪或積冰務必要清除以確保感應器能正常運作。

另外，要特別注意殘留的液劑不能進入敏感的儀器或在滑行或起飛時流過駕駛艙窗戶。

貨艙或客艙門也必須除冰及防冰以確保其功能正常運作。所有的鉸鏈及軌道都需檢視過並確保沒有堆積現象。堆積現象雖然對地面作業不會造成損傷，在高空時也許會結冰及導致航空器於目的地無法正常運作。結冰之形成也會造成貨艙與客艙艙門損壞及滲漏。

使用冰點抑制劑時，要特別注意感應口及機身上的探測器。直接噴灑這些開口將使殘留的混合液劑造成儀器讀取錯誤。另外，除冰作業中使用之保護蓋若忘記移走，也會於飛行中造成儀器讀取錯誤。

#### (十八) 發動機區域除冰 (Deicing The Engine Area)

發動機或輔助動力裝置應使用最少量的冰點抑制劑來除冰。冰點抑制劑滲入輔助動力裝置會造成客艙內產生煙霧或水氣。發動機關車後應該馬上檢查引擎進氣區是否有結冰現象。於發動機冷卻中及安裝接頭與護蓋前，如有任何結冰或積雪發生應立即清除。任何積水現象亦需清除以避免壓縮器結冰。接頭塗上一層薄薄的冰點抑制劑可避免接頭凍住在發動機艙 (Nacelle) 上。

發動機扇頁 (Fan) 或壓縮器葉片上之殘留液會降低發動機效能或造成失速或喘震 (Surge)。除此之外，也會增加乙二醇蒸氣從引擎供氣系統進入航空器之機會或數量。

大部份之渦輪噴射發動機與渦輪螺旋槳航空器製造商建議或於 AFM 中要求，在地面作業時每隔一段時間要將推力 N1 轉速增至 70% 至 80%。這個動作可防止發動機於低推力狀況下結冰、造成風扇或壓縮器氣流不平衡或導致吸入過多的碎冰。駕駛員應確實注意及遵循該航空器之操作程序。

#### (十九) 透明狀積冰現象 (Clear Ice Phenomena)

有些航空器可能會有透明狀積冰現象發生於上層機翼表面靠近油

箱的部分。這種冰很難用肉眼看到，在許多情況下需使用徒手或使用特殊的結冰偵測器來偵測。這種現象通常發生於下雨或高溼度時，航空器於高空中執行飛行任務，其時間長到足夠讓油箱內之燃油降至極低溫（Cold Soak Fuel in Tank），而於目的地時，剩餘的燃油於機翼油箱多至足以接觸機翼表皮上層。在高相對溼度的情況下，上機翼可能會發生結霜的情況。在任何其中一種情況下，起飛前應清除上機翼表面上之結冰或結霜，亦應提高機翼表面溫度以避免結冰形成，通常是加入溫暖的燃油以提高表面溫度。

透明狀積冰現象發生會造成航空器性能改變，該積冰會於起飛仰轉時或飛行中剝離，導致發動機損壞，尤其是後置發動機之航空器。

（二十）中央及外機坪除冰（Central And Remote Deicing）於接近離場跑道頭執行除冰及防冰作業有明顯之優點：

- 1、可減少除/防冰與起飛之間的時間；
- 2、利於除冰液混合劑內之冰點抑制劑回收；
- 3、可減少潛在性的環境影響；與
- 4、可針對離場的環境狀況，正確調配冰點抑制液劑與水之混合比例。

當有適合的設備及合格人員可供執行作業時，建議使用此方式。此方式不能代替起飛前檢查，除非可以於除/防冰作業執行後立即起飛。

（二十一）實施乾淨航空器概念之技巧（Techniques For Implementing The Clean Aircraft Concept）

- 1、建立訓練課程以持續教育駕駛員有關冬季作業之危險性、結冰對航空器性能與飛行特性之不利影響、正確地使用防冰裝備、地面除冰與防冰程序、除冰程序與地面除冰或防冰後之起飛前檢查。
- 2、針對維修人員或執行航空器除冰作業之其他人員建立訓練課程，確保充分了解結冰對航空器性能與飛行特性之影響、重要零件、各機型之特定地面除冰及防冰程序、使用地面除冰及防

冰裝備包含偵測不正常作業狀況。

- 3、建立品質保證計畫來確保購買及使用之冰點抑制劑之特性是符合要求的，確實執行地面除冰及防冰程序，起飛前確實檢查全部的重要區域，以及確實清理全部的重要零組件。
- 4、執行規劃之地面除冰計畫來確保在預測天氣情況下能有適合的材料與裝備，明訂責任歸屬；這也包含了維修服務承包商。
- 5、依據預報天氣狀況完成地面除冰計畫來確保能提供適當之供應品及裝備並了解其所負之責任，並包括維護服務合約。
- 6、仔細監視天氣狀況以確認地面除冰或防冰作業與隨後航空器作業之中所計畫之資訊仍然有效。冰點抑制劑種類、濃縮比例、除/防冰程序與離場計畫都應隨狀況來改變。
- 7、自駕駛艙所能看到的區域應優先除冰或防冰，駕駛員於起飛前檢查時可確保航空器之其他區域是乾淨的。通常先除冰或防冰的區域會先再度結冰。
- 8、使用兩階段除冰程序，先將結冰清除，然後噴灑一層適合的冰點抑制劑混合液於航空器之重要區域來延長防冰之效果。
- 9、確保地面除冰及防冰作業經適當協調，使其最後防護程序剛好於起飛前完成。
- 10、若可行，使用靠近起飛位置之外機坪來執行除冰、防冰作業及實施最後檢查，以縮短從除冰至起飛之時間。
- 11、於下雪或下雨時，同時使用多組航空器除冰或防冰裝備，縮短作業時間且有較佳之一致性。
- 12、使用航空器製造商所認可之冰點抑制劑。有些液劑可能與航空器材質及配備不相容，有些液劑之特性會減損航空器性能與飛行特性或造成操縱系不穩定。
- 13、除非航空器製造商核准，用於氣動式除冰靴（Pneumatic Boot，增進除冰性能）之產品不得用於其他用途。
- 14、在明顯開始結冰的情況下，使用適當之冰點抑制劑種類及濃



度，盡可能延遲冰的形成。

**六、相關規定及參考文件：**

- (一) 07-02A「航空器飛航作業管理規則」第 124 及 218 條。
- (二) FAA AC 120-58「Pilot Guide Large Aircraft Ground Deicing」。
- (三) 附錄一應用指南表 (Application Guideline Tables)。

簽署： 林俊良  
飛航標準組組長林俊良

## 附錄 應用指南表 (Application Guideline Tables)

表一：Guidelines for Holdover Times Anticipated by SAE Type II and ISO Type II Fluid Mixtures as a Function of Weather Conditions and OAT.

**CAUTION! THIS TABLE IS FOR USE IN DEPARTURE PLANNING ONLY AND IT SHOULD BE USED IN CONJUNCTION WITH PRETAKEOFF CHECK PROCEDURES.**

| OAT                       |                         | Type II Fluid<br>Concentration<br>Neat-<br>Fluid/Water<br>[% by<br>Volume] | Approximate Holdover Times Anticipated Under<br>Various Weather Conditions (hours: minutes)   |                 |           |                  |  |
|---------------------------|-------------------------|--|---|-----------------|-----------|------------------|--|
| °C                        | °F                      |  | FROST   | FREEZING<br>FOG | SNOW      | FREEZING<br>RAIN | RAIN ON<br>COLD SOAKED<br>WING                                 |
| 0<br>and<br>above         | 32<br>and<br>above      | 100/0  | 12:00   | 1:15-3:00       | 0:25-1:00 | 0:08-0:20        | 0:24-1:00  |
|                           |                         | 75/25  | 6:00  | 0:50-2:00       | 0:20-0:45 | 0:04-0:10        | 0:18-0:45  |
|                           |                         | 50/50  | 4:00  | 0:35-1:30       | 0:15-0:30 | 0:02-0:05        | 0:12-0:30  |
| below<br>0<br>to<br>-7    | below<br>32<br>to<br>19 | 100/0  | 8:00  | 0:35-1:30       | 0:20-0:45 | 0:08-0:20        | CAUTION!<br>clear ice may<br>require touch for<br>confirmation |
|                           |                         | 75/25  | 5:00  | 0:25-1:00       | 0:15-0:30 | 0:04-0:10        |  |
|                           |                         | 50/50  | 3:00  | 0:20-0:45       | 0:05-0:15 | 0:01-0:03        |  |
| below<br>-7<br>to<br>-14  | below<br>19<br>to<br>7  | 100/0  | 8:00  | 0:35-1:30       | 0:20-0:45 |                  |  |
|                           |                         | 75/25  | 5:00  | 0:25-1:00       | 0:15-0:30 |                  |  |
| below<br>-14<br>to<br>-25 | below<br>7<br>to<br>-13 | 100/0  | 8:00  | 0:35-1:30       | 0:20-0:45 |                  |  |
|                           |                         |  |   |                 |           |                  |  |
| below<br>-25              | below<br>-13            | 100/0 if 7°C (13°F)<br>Buffer is maintained                                | A buffer of at least 7°C (13°F) must be maintained for Type II used for<br>anti-icing at OAT below -25°C (-13°F). Consider use of Type I fluids where<br>SAE or ISO Type II cannot be used. |                 |           |                  |  |

**THIS TABLE DOES NOT APPLY TO OTHER THAN SAE OR ISO TYPE II FPD FLUIDS.**

**THE RESPONSIBILITY FOR THE APPLICATION OF THESE DATA REMAINS WITH THE USER.**

表二：Guidelines for Holdover Times Anticipated by SAE Type I and ISO Type I Fluid Mixtures as a Function of Weather Conditions and OAT.

**CAUTION! THIS TABLE IS FOR USE IN DEPARTURE PLANNING ONLY AND IT SHOULD BE USED IN CONJUNCTION WITH PRETAKEOFF CHECK PROCEDURES.**

Freezing Point of Type I fluid mixture used must be at least 10°C (18°F) below OAT.

| OAT           |                | Approximate Holdover Times Anticipated Under Various Weather Conditions (hours:minutes) |              |           |               |  |
|---------------|----------------|---|--------------|-----------|---------------|--|
| °C            | °F             | FROST   | FREEZING FOG | SNOW      | FREEZING RAIN | RAIN ON COLD SOAKED WING                                 |
| 0 & above     | 32 & above     | 0:18-0:45   | 0:12-0:30    | 0:06-0:15 | 0:02-0:05     | 0:06-0:15  |
| below 0 to -7 | below 32 to 19 | 0:18-0:45   | 0:06-0:15    | 0:06-0:15 | 0:01-0:03     | CAUTION!<br>Clear ice may require touch for confirmation |
| below -7      | below 19       | 0:12-0:30   | 0:06-0:15    | 0:06-0:15 |               |  |

THIS TABLE DOES NOT APPLY TO OTHER THAN SAE OR ISO TYPE I FPD FLUIDS.

THE RESPONSIBILITY FOR THE APPLICATION OF THESE DATA REMAINS WITH THE USER.

表三：Guidelines for Application of SAE and ISO Type II Fluids as a Function of OAT

| OAT              |                | Minimum Concentration, Heated - Fluid/Water Ratio<br>(% by Volume)  |   |                    |
|------------------|----------------|---|---|--------------------|
|                  |                | One-Step De/Anti-Icing<br>Procedure with SAE<br>OR ISO Type II Fluid  | Two-Step Procedure  |                    |
| °C               | °F             |   |   | First Step Deicing |
| above<br>-3      | above<br>27    | 50/50 heated Type II  | Water heated to<br>60°C (140°F) minimum<br>at the nozzle or a heated<br>mix of Type I or II and<br>water              | 50/50 Type II      |
| -3<br>to<br>-7   | 27<br>to<br>19 |   | 50/50 heated Type II or<br>heated suitable mix of<br>Type I with freeze point<br>not more than<br>3°C (5°F) above OAT |                    |
| -7<br>to<br>-14  | 19<br>to<br>7  | 75/25 heated Type II  | 75/25 heated Type II or<br>heated suitable mix of<br>Type I with freeze point<br>not more than<br>3°C (5°F) above OAT | 75/25 Type II      |
| -14<br>to<br>-17 | 7<br>to<br>1   | 100/0 Type II fluid not<br>suitable for deicing.<br>Consider use of<br>suitable mix of Type I<br>or the two-step<br>procedure   |   | 100/0 Type II      |
| -17<br>to<br>-25 | 1<br>to<br>-13 |   | 75/25 heated Type II or<br>heated suitable mix of<br>Type I with freeze point<br>not more than<br>3°C (5°F) above OAT |                    |
| below<br>-25     | below<br>-13   | TYPE II used for anti-icing below -25°C (-13°F) must meet<br>aerodynamic acceptance test of AMS 1428, and maintain a<br>buffer of at least 7°C (13°F). Consider use of SAE or ISO Type I<br>where Type II cannot be used. |   |                    |

Heated fluid - Fluid temperature not less than 60°C (140°F) at the nozzle

Note: FOR OVERNIGHT PROTECTION USE TWO-STEP PROCEDURE, SECOND STEP ANTI-ICING

**\*\* To be applied before first step fluid freezes, typically within 3 minutes.**

**Caution: Aircraft skin temperature and OAT may differ**

表四：Guidelines for Application of SAE and ISO Type I Fluids as a Function of OAT

| OAT         |             | Minimum Concentrations, Heated - Fluid/Water Ratio<br>(% by Volume)                                       |   |   |
|-------------|-------------|---|---|---|
| °C          | °F          | One-Step<br>De/Anti-Icing<br>Procedure with<br>Type I Fluid   | Two-Step Procedure  |   |
|             |             |   | First Step Deicing  | Second Step<br>Anti-Icing**   |
| above<br>-3 | above<br>27 | Freeze point of<br>heated Type I<br>fluid mixture<br>should be at<br>least<br>10°C (18°F)<br>below OAT*** | Water heated to<br>60°C (140°F)<br>minimum at the<br>nozzle, or a<br>heated mix of<br>Type I fluid and<br>water | Freeze point<br>of heated<br>Type I fluid<br>mixture<br>should be at<br>least<br>10°C (18°F)<br>below OAT |
| below<br>-3 | below<br>27 |   | Freeze point of<br>heated Type I fluid<br>mixture should not<br>be more than<br>3°C (5°F) above<br>OAT          |   |

Heated fluid - Fluid temperature not less than 60°C (140°F) at the nozzle

Note: FOR OVERNIGHT PROTECTION USE TWO-STEP PROCEDURE, SECOND STEP ANTI-ICING

**\*\* To be applied before first step fluid freezes, typically within 3 minutes.**

**\*\*\* Clean aircraft may be anti-iced with cold fluid**

**Caution: Aircraft skin temperature and OAT may differ**