

方法 509.4 鹽霧

Salt Fog

備註：裁適是必要的。依據第一部分 4.2.2 節及附錄 C 之裁適過程，以選擇試驗方法、程序及參數位準。採用本標準第一部分第 5 章之敘述作為實驗室試驗方法之通用指引。

1. 範圍

1.1 目的

執行鹽霧試驗之目的在決定材料上之防護塗層及表面處理的有效性，亦可用於決定鹽之沉積物對軍品物理及電性方面的影響。

1.2 應用

本方法僅作為篩選用途，其目的係在較短時間內評估軍品上及同材質樣品之防護塗層及表面處理的有效性及品質，且找出潛在問題之位置、品質管制之缺陷及設計之缺點等。一般而言，本方法僅適用於經常性（相對於罕見或不規則）暴露於含高鹽份之大氣中的軍品。

1.3 限制

- 本試驗不擬複製海洋大氣環境效應，由於不同種類之海洋環境及其他腐蝕環境的化學成份與濃度各不相同。
- 目前尚未證實鹽霧腐蝕與其他介質的腐蝕有直接關係。
- 目前尚未證實忍受得住本試驗效應可以保證軍品在所有腐蝕條件下均能存活。對於酸性大氣試驗詳見方法 518。參閱 ASTM G85，"修訂之鹽霧試驗標準實例"中有關引入二氧化硫環境之相關資訊。警告：鹽霧櫃內引入二氧化硫，可能污染用於將來鹽霧試驗之測試櫃。
- 本方法已被證明在預估不同材質或塗層之服役壽命上，通常不可靠。
- 因為鹽霧效應與濕度及黴菌效應並不相同，且這些試驗不可替換，故本方法無法評估濕度及黴菌所產生之腐蝕。
- 本試驗不適用於以樣品或樣本試驗取代組合件試驗。

2. 裁適指引

2.1 鹽霧試驗法之選擇

經檢視需求文件及應用本標準第一部分之裁適過程，以決定大氣的腐蝕環境是否在軍品壽命週期中發生後，利用下述內容以幫助選擇本方法及安排之於其他試驗順序中。

2.1.1 腐蝕環境效應

鹽為世界上最普遍之化學混合物之一，可在海洋中、大氣中、地表上、湖泊及河川發現，因此要避免暴露於鹽環境中是不可能的。一般而言，最嚴厲的地方發生在海岸地區。軍品暴露於具腐蝕大氣環境下的效應分為下列三大類：腐蝕效應、電氣效應及物理效應。

考量下列之典型問題，以幫助決定本方法是否適用於待試軍品。以下所列並未涵蓋所有狀況。

2.1.1.1 腐蝕效應

- a. 因電化學反應產生之腐蝕。
- b. 加速應力腐蝕。
- c. 鹽於水中電離後形成酸/鹼溶液。

2.1.1.2 電氣效應

- a. 由於鹽之沉積物造成電氣軍品損壞。
- b. 產生導電覆膜。
- c. 絕緣材料及金屬之腐蝕

2.1.1.3 物理效應

- a. 機械元件及組件上之可動零件的卡死或咬死。
- b. 因電解使塗漆起泡。

2.1.2 在其他試驗中的順序

- a. 通則：見第一部分 5.5 節。
- b. 專屬考量：如果以同一試件樣品執行多項氣候試驗，大多建議鹽霧試驗置於其他氣候試驗後執行。鹽之沉積物會干擾其他試驗之效應，一般不適合以同一試件樣品執行鹽霧、黴菌及濕度等試驗，因為這三種環境所累積之效應可能是不真實的。然而，若須如此時，鹽霧試驗應置於黴菌及濕度試驗後執行。雖然一般並不恰當，但如果砂塵試驗也須以同一試件樣品執行時，則於鹽霧試驗後執行。

2.2 程序變異之選擇

本方法僅有一試驗程序，可能之變異描述如下。

2.2.1 鹽溶液

除非其他濃度值已確認，否則使用濃度 $5 \pm 1\%$ 之鹽溶液（參考文件 d）。試驗用水如本標準第一部分 5.16 節之規定，其目的為避免導入可能影響試驗結果之污染物或酸/鹼條件（見 4.5.1.1b 節）。

2.2.2 試件構型

鹽霧試驗暴露期間，為決定環境對試件之效應的重要因子。除非另有規定，試驗時試件之構型與放置方位必須與儲存、運輸或使用時所預期之構型及放置方位相同。下列是幾種軍品暴露於腐蝕大氣時最可能之構型，選擇其中最嚴厲/關鍵之構型作為試驗目的之用：

- a. 於儲運箱或運輸箱內。
- b. 於儲運箱外，但具備部分排除鹽霧環境之有效環境控制系統。
- c. 於儲運箱外且設置在正常操作模式。
- d. 為特殊應用或為補償正常狀態存在之配合組件（但未於本試驗中使用），而以工具修正。

2.2.3 駐留時間

48 小時鹽霧暴露及 48 小時乾燥時間之標準暴露方式並無改變。然而，依據經驗顯示，24 小時鹽霧暴露及 24 小時乾燥條件週期交替的作法（至少 4 個 24 小時週期，含 2 次潮濕及 2 次乾燥週期），比連續暴露在鹽霧大氣中更能提供較真實之暴露及較高之破壞潛能（參考文件 d）。因為試件從潮濕狀態轉為乾燥狀態過程中具較高之腐蝕率，因此若欲比較各次試驗之腐蝕程度時，嚴密的控制乾燥速率是相當關鍵的。試件乾燥 24 小時。增加循環數，對於組成材料忍受腐蝕環境能力，提供較高度度的信心。

2.2.4 溫度

暴露區之溫度維持在 $35 \pm 2^\circ\text{C}$ ($95 \pm 4^\circ\text{F}$)，此溫度值長期以來已被接受，但並非用以模擬實際暴露情況。如果適當的話，亦可使用其他溫度值。

2.2.5 空氣循環

確保試驗櫃內空氣流速為最小（最好為零）。

2.2.6 噴霧率

調整噴霧量使每一收集器於每 80 cm^2 之水平收集面積上（直徑 10 cm），每小時所收集到之溶液為 1~3 ml。

3. 資訊需求

3.1 試驗前

下列為適當執行鹽霧試驗所需之資訊：

- a. 通則：列於本標準第一部分 5.7、5.9 節及附錄 A Task 405 之資訊。
- b. 特殊考量：
 - (1) 試件已執行目視及功能檢驗之區域，及包含或不包含那些區域之說明。
 - (2) 鹽液濃度，若異於 5%。
 - (3) 初始之電阻係數及水之種類。

3.2 試驗中

試驗執行中必須蒐集下列資訊：

- a. 通則：列於本標準第一部分 5.10 節及附錄 A Task 406 之資訊。
- b. 特殊考量：
 - (1) 櫃內溫度對時間之記錄。
 - (2) 單位時間之噴霧量（參考 4.1.4 節）。
 - (3) 鹽霧之 pH 值（參考 4.5.1.1b 節）。

3.3 試驗後

下列為試驗後所需資訊：

- a. 通則：列於本標準第一部分 5.13 節及附錄 A Task 406 之資訊。
- b. 特殊考量：
 - (1) 試件已執行目視及功能檢驗之區域，及包含或不包含那些區域之說明。
 - (2) 試驗變數
 - (a) 鹽溶液 pH 值。
 - (b) 鹽溶液噴霧率($\text{ml}/\text{cm}^2/\text{hr}$)。
 - (3) 腐蝕、電氣及物理效應之檢查結果。
 - (4) 有助於失效分析之觀察。

4. 試驗過程

4.1 試驗設備

確認用於執行鹽霧試驗之設備包括下列部分。

4.1.1 試驗櫃

使用不影響鹽霧特性之支撐架。所有試驗設置及與試件接觸之部位不得引起電解腐蝕。不允許凝結液滴在試件上。與試驗櫃或試件接觸過之液體，不可再回收至鹽溶液貯存槽。暴露區應能排氣，以避免增加壓力。確認試驗櫃具有廢品蒐集系統，以使所有廢棄物品在處理之前可先進行測試。依據當局、州及聯邦之規定處理任何屬於有害廢品之物質。

4.1.2 鹽溶液貯存槽

須確認鹽溶液貯存槽之材質不致與鹽溶液產生反應，如玻璃、硬橡膠或塑膠等。

4.1.3 鹽溶液噴霧系統

鹽溶液過濾（圖 509.4-2 及 509.4-3）後，以霧化器產生細小分散、潮濕之濃霧噴入試驗櫃內。霧化用之噴嘴及管路系統的材質不可與鹽溶液產生反應，

且不可讓鹽粒阻塞噴嘴。

備註：櫃內容積小於 $0.34 \text{ m}^3 (12 \text{ ft}^3)$ 時，可依下列作法達到適當的霧化需求：

- 儘量降低噴嘴壓力，以產生需求率之霧。
- 噴嘴口徑介於 $0.5 \sim 0.76 \text{ mm} (0.02 \sim 0.03 \text{ in})$ 之間。
- 櫃內容積每 $0.28 \text{ m}^3 (10 \text{ ft}^3)$ 在 24 小時中霧化之鹽溶液約為 2.8 公升。

當使用容積較 $0.34 \text{ m}^3 (12 \text{ ft}^3)$ 大很多之試驗櫃時，上述條件可能需做修正。

4.1.4 鹽霧收集器

至少使用兩個收集器收集水溶液樣本，一個置於試件周圍最靠近噴嘴的地方，另一個亦置於試件周圍但距離噴嘴最遠的地方。如果使用多個噴嘴時，上述原則同樣適用。收集器放置位置不得被試件所遮蔽，且不得收集到由試件或其他來源滴下之溶液。

4.2 控制

用於產生霧化溶液之無油及無污壓縮空氣須先預熱（為補償壓縮空氣膨脹至大氣壓力時，所產生的冷卻效應）（參見表 509.4-I）。

表 509.4-I 於 35°C 下運轉所需之空氣壓力與預熱溫度

氣壓(kPa)	83	96	110	124
預熱溫度($^\circ\text{C}$) (霧化前)	46	47	48	49

4.3 試驗中斷

- 通則：見本標準第一部分 5.11 節。
- 特殊考量：

- 試驗不足中斷：如果非預期之試驗中斷發生，使試驗條件低於允許之容差下限時，應對試件執行完整之目視檢查及發展有關中斷對試驗結果產生衝擊的技術評估。試驗應從中斷的時間點繼續執行，並將試件於該試驗條件下重新達穩態。
- 試驗過度中斷：如果非預期之試驗中斷發生，使試驗條件高於允許之容差上限時，將試驗條件維持及穩定在容差範圍內，直到完整的目視檢查及技術評估可以完成，以決定中斷對試驗結果產生的衝擊。如目視檢查或技術評估結果的結論為試驗中斷對最終試驗結果無不利之影響或中斷的效應可相信為無效時，應使中斷前之條件重新達穩態，並從超出容差

之時間點繼續執行試驗。

4.4 試驗設置

- a. 通則：見本標準第一部分 5.8 節。
- b. 專屬考量：確認櫃內收集器放置位置不會收集到由試件滴落之液體。

4.5 試驗執行

以下之步驟，單獨或組合，提供關於蒐集軍品在鹽霧環境下需求資訊之基礎。

4.5.1 試驗準備

4.5.1.1 初始步驟

試驗開始前，從試驗計畫中決定試驗細節（如程序變異、試件構型、循環數、駐留時間及儲存/操作之參數位準等）。（見上述 3.1 節）

a. 試件處理及構型：

- (1) 儘可能少碰觸試件：準備好之試件立即執行試驗。除非另有規定外，應先確認試件表面無污染物，如可阻斷試件與水接觸之油、脂或污垢。在任何清潔方法中，不要使用具腐蝕性之溶劑，或會沉積形成腐蝕或保護膜之溶劑、或非純氧化鎂軟膏之研磨劑。

- (2) 依試驗計畫規定之構型將試件置於試驗櫃內。

- ###### b. 鹽溶液之準備：本試驗所使用之氯化鈉，於乾燥狀態下，其碘化鈉之含量須小於 0.1%，且所有雜質須小於 0.5%。不要使用含有防止結塊媒介之氯化鈉，因為此種媒介可能抑制腐蝕。除非另有規定，準備濃度為 $5 \pm 1\%$ 之鹽溶液，即 5 個重量單位之鹽溶於 95 個重量單位之水中。由鹽溶液之溫度及濃度，調整及維持溶液之比重（如圖 509.4-1）。如有必要，鹽溶液中加入四硼酸鈉（硼砂），以作為 pH 值之穩定媒介（75 公升之鹽溶液其硼砂含量不可超過 0.7 g）。鹽溶液（如同櫃內鹽霧落下收集所得之溶液）在溫度為 $35 \pm 2^\circ\text{C}$ 時之 pH 值，應維持在 6.5~7.2 之間。僅可使用稀釋之化學純鹽酸或氫氧化鈉以調整 pH 值。須使用電或熱測量方式以量測 pH 值。

- ###### c. 試驗櫃操作確認：除非試驗櫃曾在五天內使用過或噴嘴堵塞，否則試驗執行前，應立即以空櫃調節所有試驗參數以符合試驗需求。維持上述條件至少 24 小時或直到試驗櫃操作正常及所收集之鹽霧被證實已符合需求。量測 24 小時後之鹽霧噴量，以確認試驗櫃操作正常，並於試驗前（即將試驗時）及往後每 2 小時（至少）監視及記錄櫃內溫度。

4.5.1.2 試驗前標準周遭環境查核

所有項目需於室內周遭條件下進行試驗前查核，以提供基準資料。查核步驟如下：

步驟 1. 依據本標準第一部分 5.8.1 節之規定，準備需求構型之試件。

步驟 2. 記錄室內周遭條件。

步驟 3. 試件執行完整之目視檢查，並注意下列事項：

- (1) 高應力區域。
- (2) 異金屬接觸的區域。
- (3) 電氣及電子元件—特別是那些緊密、無塗層或暴露的電路。
- (4) 金屬表面。
- (5) 已發生或可能發生凝結之封閉空間。
- (6) 具塗層或防蝕表處之元件或表面。
- (7) 陰極保護系統及若鹽沉積物堵塞或覆蓋時會導致失效之機械系統。
- (8) 電氣及熱絕緣體。

備註：如果必須執行完整之目視檢查時，可考慮部分或全部分解試件，但應小心不要破壞任何保護塗層等。

步驟 4. 記錄結果（如果需要的話，應附相片）。

步驟 5. 依據試驗計畫執行操作查核，並參照本標準第一部分 5.9 節之規定記錄結果。

步驟 6. 如果試件符合試驗計畫或其他適用文件需求時，則進入試驗程序步驟 1。如果不符合時，應於解決問題後，由以上最適當之步驟繼續執行試驗前標準周遭環境查核。

4.5.2 程序

步驟 1. 噴霧前應將櫃內溫度調至 35°C ，並使試件於此溫度下保溫至少 2 小時。

步驟 2. 櫃內以 4.5.1.1b 節規定成分之鹽溶液連續噴霧 24 小時，或依試驗計畫之規定。噴霧全程至少每隔 24 小時^{1/}需測量鹽霧收集量及 pH 值。確認噴霧收集量在 $1\sim 3\text{ ml}/80\text{cm}^2/\text{hr}$ 之間。

步驟 3. 將試件置於標準周遭溫度及 $50\%\pm 5\%$ 之相對濕度下乾燥 24 小時或按其他規定，乾燥期間儘量不要處理試件或調整機械外觀。

步驟 4. 除非另有規定，乾燥期結束後，應將試件置入鹽霧櫃內，並重複步驟 2 及步驟 3 至少一次。

步驟 5. 完成物性及電性檢查後，記錄結果（如需要，應附相片）。為助於接續之腐蝕檢查，如果有必要的話，可在標準周遭條件下以流動水輕洗，執行腐蝕檢查，並記錄結果。

^{1/} 建議增加時間間隔。如果某段時間內鹽霧收集量不符需求時，重新執行該段時間之試驗。

步驟 6. 依據 4.5.1.2 節之指引執行試件目視檢查。

5. 結果分析

除第一部分 5.14 及 5.17 節提供之指引外，下列資訊有助於評估試驗結果。

- a. 物性：鹽沉積物可引起機械元件及組件卡死或咬死，且試驗中所產生之鹽沉積程度可代表預期環境所衍生之情況。
- b. 電性：經過 24 小時乾燥期後，所留下之濕氣可導致電性失效。如果如此的話，應試圖找出其與服役時可能發生失效間之關聯性。
- c. 腐蝕：分析腐蝕對試件正常功能及結構整體性的立即與潛在的長期效應。

6. 參考及相關文件

- a. AR 70-38, Research, Development, Test and Evaluation of Materiel for Extreme Climatic Conditions.
- b. MIL-HDBK-310, Global Climatic Data for Developing Military Products.
- c. Army Materiel Command Pamphlet AMCP-706-116, Engineering Design Handbook, Environmental Factors.
- d. Final Letter Report of Methodology Investigation on Evaluation of Test Procedures Used for Salt Fog Tests, TECOM Project 7-CO-PB7-AP1-018, Aberdeen Proving Ground, MD 21005; July 1979.

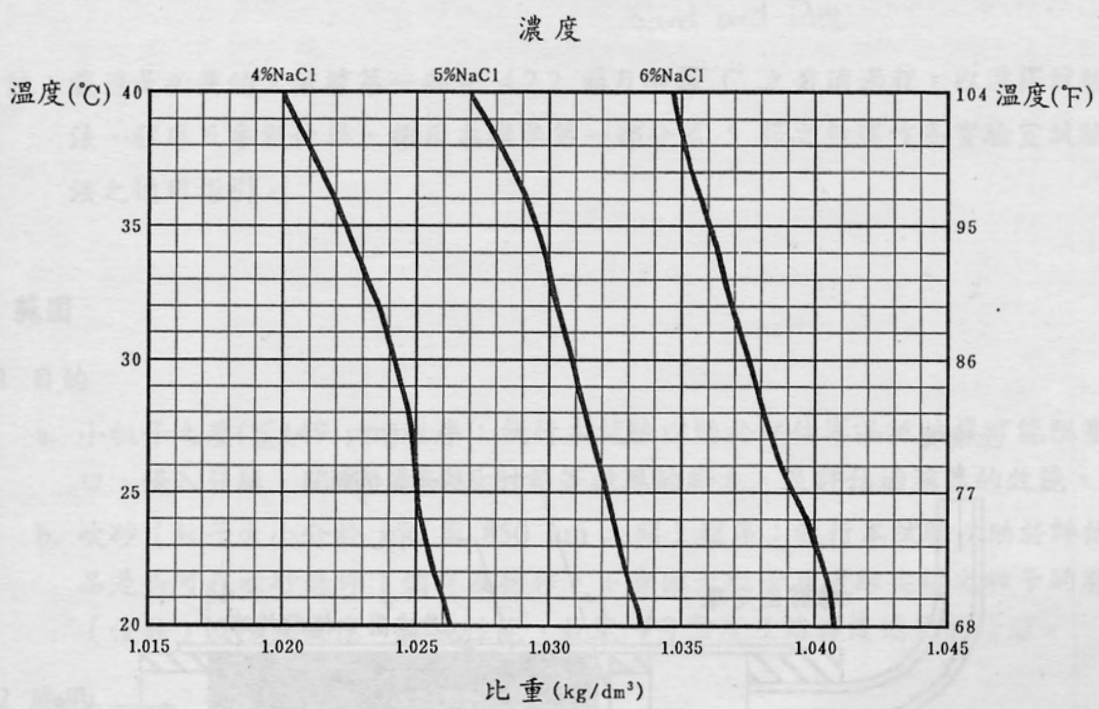


圖 509.4-1 鹽溶液比重與溫度間之變化關係

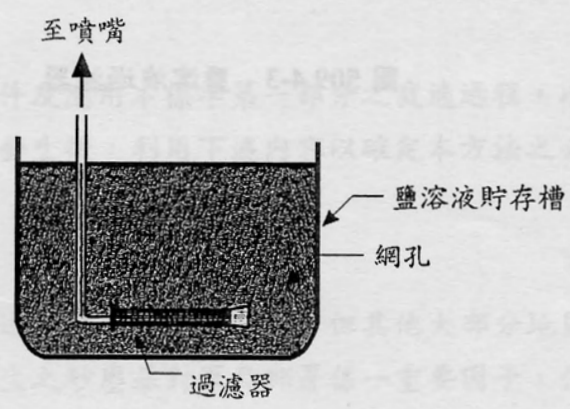
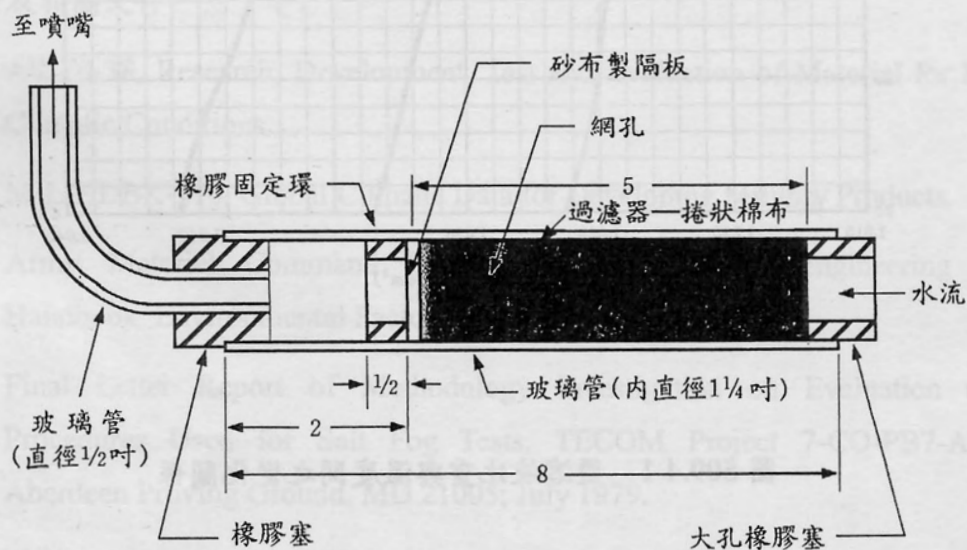


圖 509.4-2 鹽溶液過濾器位置

步驟 6. 依據 4.5.1.2 節之指引執行試件目視檢查

5. 結果分析

圖 509.4-3



尺寸(單位：吋)為指引用

圖 509.4-3 鹽溶液過濾器