



革命性「武器裝備」封存新方法

## 氣化防蝕(VpCI)技術探討

臧持新

All Photos by 後備司令部、Cortec Corporation & DTM

軍事裝備封存的目的，是將暫時或長期不用的各式武器進行科學化包裝和儲存，藉以避免因與水、空氣、濕氣、酸鹼等外在

環境接觸後，造成的鏽蝕、損壞與零件不正常損耗，以期節省維護成本，延長使用壽命，確保隨時處於戰備可用狀態；尤其濕度

或鹽分較高的地區，對裝備無形的破壞情況更為嚴重，為了延長武器的壽命、確保戰鬥力，必需對暫時停用的裝備進行必要的封

(下)與現行封存技術相較，氣化防蝕封存只需少量人力，並具有相當高的成本效益。





(上) 即使包裝破損或封閉不完全，氯化防蝕封存仍具高度防蝕效果。

存包裝。

歐美先進國家對於武器封存技術與材料，多年來一直不斷地進行研究和改良，以期降低成本，強化其實用性及效率，從一支槍上的小零件，大到戰車、航太裝備或軍艦都封存技術發展應用的對象。經長年的開發，現行封存法計有防鏽油封存、真空封存、除濕封存、環境控制系統封存、化學封存等，不過因為封存方法、條件不同，其投資成本相對也不一樣，有些封存技術相當耗費工時與人力；需要依照裝備特性及實際需求，採用合適的封

存方法，改善裝備封存效果，減輕人工作業困擾。

美軍訂定的規範嚴格要求，軍用物資和車輛裝備的封存包裝，在世界任何地方、任何時候以及面臨各種可能的惡劣環境條件下，解封後應隨時處於可用狀態。依據美軍提出的需求，廠商開發出一項運用氯化防蝕(VpCI, Vapor Phase Corrosion Inhibitor)的封存方法，其原理即是以防蝕劑所氯化、昇華的電離子吸附於金屬表面，形成一層保護阻隔層，以降低金屬正、負電子位移，終止氧化作用，以便將包裝材料內

(下) 以氯化防蝕技術封存的法製幻象 F-1 戰機。



的鏽蝕化學反應機制即水份、氧、鹽害、酸害等腐蝕性物質予以隔絕、阻斷，而完全揮發防鏽的功能，其並且具備自動修補遭破壞阻隔層的功能。當封存各種軍事裝備時，可依據封存條件、需求、期程，放置或添加不同數量的氯化防鏽抗腐蝕劑，並以特製包裝材料包裹，以保護軍事裝備中鐵類、非鐵類及各種合金的零組件，即使包裝破損或處於高潮濕環境中，仍可達到全面的防蝕效果，尤其是高精密電子零組件，更顯現防蝕及保護作用。

為達到槍械、彈藥、飛機、飛彈、各型軍用車輛(含戰車)、火炮、雷達與通訊設備等軍事裝備的完整封存作業，並達到快速恢復戰備，即「解封快速有效」、「不影響裝備效能」、「及時能用」的特性要求，VpCI 氯化性的離子抑鏽劑可依不同的用途，而在製作過程中摻(溶)入各型材料中，如「氯化塑膠膜、夾鍊袋、牛皮紙，固體型式的防鏽包、槍砲管防鏽條，重包裝的加強編織紙，防震氣泡紙，水、油性防鏽液(添加劑)及防鏽塗料」等，其不論對各種軍事裝備外部的防鏽處理，或內部各種零組件如精密電子零組件、液壓油系統、燃料油系統、槍砲管內部等皆能達到完整的防鏽保護，且恢復戰備時不須費時清理。

氯化防蝕(VpCI)最大優點為乾式封存法，不需使用傳統的重防鏽油，解封後不需清理油脂，立即可以恢復戰備，相較其它封存方法，操作簡單、迅速，節省人力(如附表)。若是採用真空封存、除濕封存、環境控制系統封存，需要建案投資採購真空包裝機、除濕機等相關設備，並且耗費電力，對國防預算來說，經年累月的負擔相當可觀，相對的氯化防蝕(VpCI)技術對於各類型武

**表 1：現行各種封存方式效益比較表**

封存法	氣化防蝕封存法	真空袋封存法	重防鏽油封存法	除濕設備封存法
封存效果	極佳	不佳	普通	普通
封存時效	短、中、長皆可	長	長	長
操作方便性	容易	普通	難	難
解封時效	快速	快速	緩慢	快速
機能影響	不影響	不影響	影響	不影響
斷電顧慮	無	無	無	影響極大
成本	低	高	高	極高
人力需求	低	普通	高	普通
溫溼度氣候影響	低	低	低	普通
環保性	安全	安全	不安全	安全

器封存卻是經濟、實惠，不需要建案投資相關設備，也比較節省電力和人工，尤其成份不含亞硝酸鹽、磷酸鹽及鉻酸鹽等，具備環保、無毒性，不會危害人體健康，並且封存裝備經過啟封使用後，氣化防蝕包裝材料可重複使用，節省封存的經費與資源。

經過美軍實際驗證及評估，一般輕兵器採用氣化防蝕(VpCI)方法封存，短期封存每支槍工時僅需 1 至 2 分鐘，中長期封存工時 2 至 3 分鐘，解封工時 1 至 2 分鐘，就人工(時)成本評估比較，傳統封存方法所需的人工時成本為氣化防蝕的 4 倍以上，若是氣溫低的狀況下，因重防鏽油凝固且黏度增加，解封所需工時倍數相對增加。若是各型車輛使用氣化防蝕進行封存，其工時約為 4 至 5 小時，但是完成解封僅約 15 至 20 分鐘，經過電瓶更換或充電，即可執行戰備任務，相對的飛機、飛彈、各型火炮、彈藥也可以立即解封支援作戰，還可以提供潮濕、高鹽份環境下的海軍艦艇、駐防沿海的海防部隊維持武器、雷達與通訊等裝備，確保作戰效能。

由於簡便好用，氣化防蝕(VpCI)技術還獲得美國國防部物資供應中心(DSCR)頒發的銀質獎章。而除美國三軍部隊採用外，也已獲得以色列、印度、丹麥、馬來西亞、新加坡、菲律賓等十

餘國軍隊使用；甚至國際上知名製造商如波音、奇異、通用、賓士、勞斯萊斯等多家，也採用這項技術作為維護、封存、保養、延壽裝備或相關零組件方法；義大利也將此技術運用於戰鬥機封存作業，顯示這種封存技術成熟，逐漸成為世界潮流，遠較早

期運用黃油的傳統封存方式進步，也比其他方法節約經費。

當前國軍刻正推動「軍事事務革新」，積極進行「精進案」，逐年精減三軍編裝及員額，為了減輕國防預算負擔，維繫應急戰備時期的戰力，因裁編而多出來的各式武器裝備必須執行封存作業，俾利因應戰時緊急動員所需。國軍目前對於武器裝備的封存觀念及作法，還停留在「重防鏽油封存」法，該作業程序繁瑣且耗費工時，依據執行「精進案」後人力精簡狀況下，無論是封存或者解封，若耗時、費力對部隊將是一種沉重的負擔，也不符海峽兩岸軍事情勢現況。



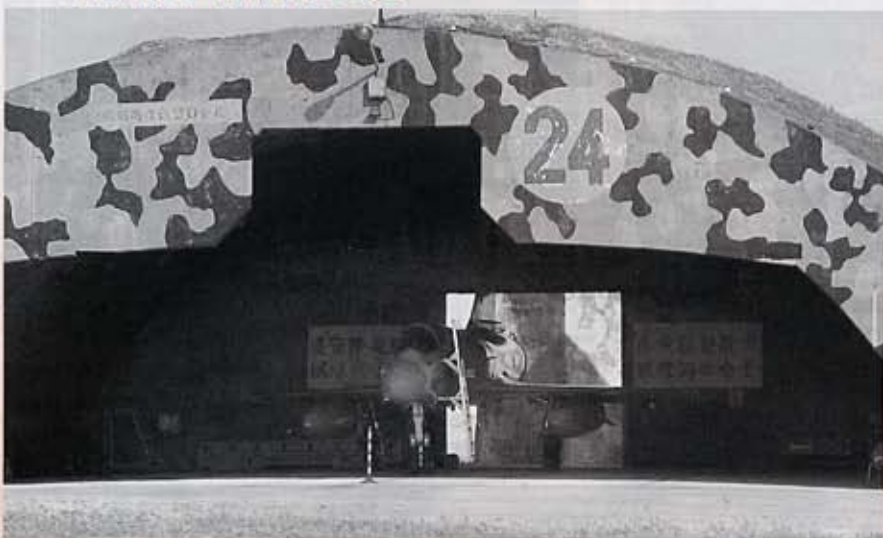
(上) 與重防鏽油封存方式相較，以氣化防蝕技術封存的槍械可以快速拆封，並立即具備射擊能力，無需費時費力清洗重防鏽油。

(下) 以氣化防蝕技術封存的載重車輛，解封後只需換個電瓶、稍微檢整油水項目、熱個車後，即可立即上路。





(上及下) 國軍或因部隊精簡、或因後備部隊儲存武器需求、或因戰機維持經費過高，而須封存部分裝備；美軍採用的氣化防蝕封存技術所需人力與經費低，亦無需耗電，相當值得國軍考量。



由於臺灣位處亞熱帶地區，海島型氣候高溫、高濕度、沿海鹽害、多颱風及雨量豐沛等效應，全年平均相對濕度達 80%，對於武器裝備、雷達與通訊電子零件侵蝕性強，所以維護非常不容易，例如配發海軍艦艇使用的 T65K2 步槍或 T75 機砲，受到海水及海風侵蝕極易生鏽，一般保養油無法有效防範，影響武器性能。所謂「工欲善其事，必先利其器。」面對臺灣這種環境條件下，若欲對停用的武器裝備進行短(1年)、中(5年)、長(10年)期封存作業，為維繫整體戰力，更須慎選封存的方法。

國軍教戰總則強調：「時間之爭取與運用為作戰致勝重要因素。」又說：「保持現狀就是落伍，故研究發展乃軍隊進步之動力。」以此而論，武器裝備封存作業如何符合兩岸軍事情勢，既經濟又有效率，快速反應、及時動員是一項重要課題。就當前兩岸軍事戰略發展，以及政府財政緊縮，為了節約國防預算支出，符合現代化國防需求，國軍朝向「精簡常備、廣儲後備」，「常備機動打擊、後備城鄉守備」的國防政策發展，以達成「及時動員、及時作戰、就地動員、就地應戰」目標，並改以三軍通用後勤，以作戰區責任劃分提供各軍種補保支援。

這顯示，封存的武器裝備必須符合「解封快速有效」、「不影響裝備效能」、「及時能用」原則，尤其後備部隊所使用的各式武器裝備，平時並無多餘人力保養、維護，面臨緊急動員之際，也沒有太多時間進行解封、修護、清除油脂，以現代化戰爭型態，為因應中共對我猝然攻擊的戰備任務，本文所述之氣化防蝕(VpCI)技術及其應用，相當值得國軍部隊審慎考量。 ▣