

應用風險管理在國軍彈藥管理 作業導入RFID技術之探討

作者簡介



成曉琳上校，中正理工學院76年班、美國普渡大學土木博士；現任職於國防大學理工學院環資系副教授。



楊敏智少校，中正理工學院87年班、中正理工學院專26期；曾任工程官、侍從官、副工程師、海軍司令部人事軍務處工程官、海軍司令部後勤處參謀等職務，現為國防大學理工學院環資系碩士研究生。

提要

- 一、國防部先後實施精兵政策，在組織人力大幅緊縮下，造成以人力為主的彈藥管理工作更加困難，亦衍生管理漏洞，且因戰備及武器壽期所產生大量（廢）彈藥極具高危險性，更增加儲存愈久，愈易質變風險。
- 二、本文針對國軍歷年彈藥庫管理不善暨肇生意外爆炸事件、現行彈藥管理規定與方式彙整分析，檢討作業環境與管理制度缺陷，以釐清主要影響原因。
- 三、建構導入無線射頻辨識技術（Radio Frequency Identification, RFID）在彈管作業可行模式與風險管理等機制，冀以降低作業風險。並透過風險評估計算導入RFID前、後作業危害風險等級，俾供管理者據以精進作業效率與風險管控、強化庫儲安全與防災應變管理對策，俾作為爾後彈藥安全管理作業參引，進而使國人對國軍彈藥處理給予高度肯定。

關鍵詞：彈藥庫、彈藥管理、風險管理、RFID、無線射頻辨識技術



前言

國防部先後實施精實、精進、精粹案與募兵制等政策，在組織人力大幅緊縮下，致以人力為主的彈藥管理（以下簡稱：彈管）工作更為困難，甚或無法落實作業致形成管理漏洞，且因戰備存量汰除及武器壽期所產生大量（廢）彈藥，不僅占用有限空間更具極高危險，亦潛藏儲存愈久，愈易質變風險。

近年來國軍在執行相關作戰演訓及後勤補保維修等任務，如彈藥管理、飛安巡弋與艦艇靠泊等訓練上，陸續肇生意外事故，不但使人員與武器產生傷亡及損壞，也打擊到一向紀律嚴明的軍譽。因此為降低危安因子並確保部隊訓練安全遂行，本文針對彈管提供RFID技術與風險管理評估等機制，作為部隊未來在因應精兵政策下，執行彈藥安全管理作業時參引。

彈管不善暨肇生意外爆炸事件原因分析

蒐整民國82~97年彈管不善暨肇生意外爆炸事件計15案，分析原因計設備與線路故障爆燃等五類（如圖一），尤以彈藥變質（累積熱能）悶燒自燃比例最高，顯示環境優劣與壽期管控影響彈藥儲存安全甚鉅。次為監守自盜、作業不慎與執行中自爆，彰顯彈管人員的法律道德觀念、專業知識與作業規範等須再加強教育。依肇生起源可劃分內部型態（屬個人因素）與外部型態（屬物品及外在環境）等兩種（如圖二）。

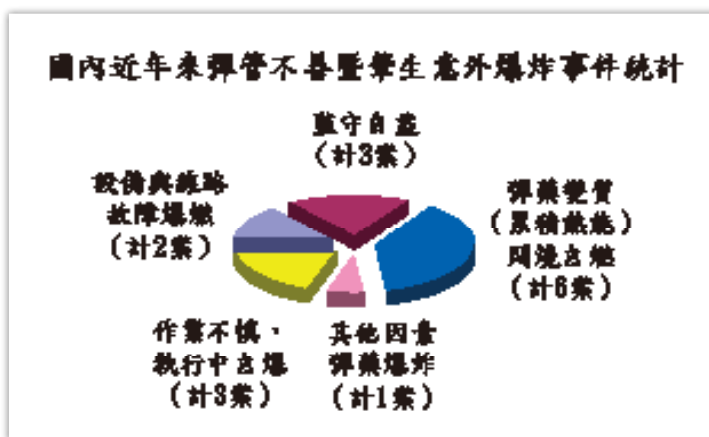
國軍彈管規範暨庫儲作業範圍探討彙整

著重於探討國軍各軍種間通用批號彈藥為主，經查閱彈管相關教範與庫儲作業範圍等手冊（如圖三）就作業原則、限制、彈藥失效原因、資管系統與組織等進行查考後，經歸納現行彈管作業模式概略可分為七大類：一、空間量距規劃管理；二、彈藥混儲作業管制；三、翻堆搬運作業安全；四、清點檢查帳籍異動；五、門禁防盜監視管制；六、溫度濕度防火管控；七、資訊知識整合分享。

RFID技術導入彈管應用探討

一、RFID技術發展簡介

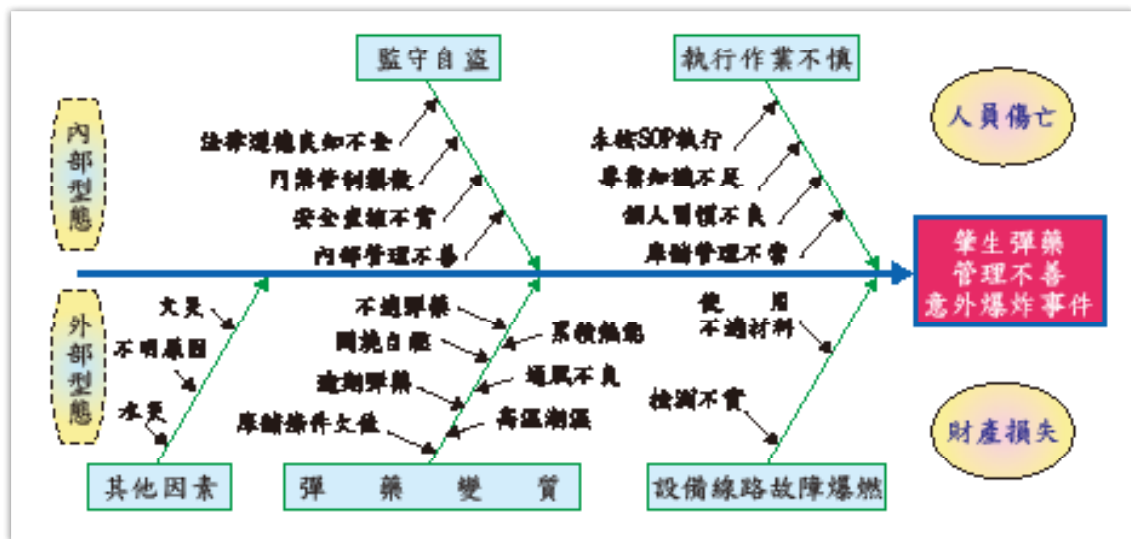
無線射頻辨識技術（Radio Frequency Identification, RFID）發明於1940年代，當時正是二次大戰發生時間，英國深受德國空軍轟炸之害，在1948年已藉其應用在辨識進入領空的戰機是敵或友的使用上^{1,2}，RFID技術係利用無線射頻電波來傳



圖一 彈管不善暨肇生意外爆炸事件計量圖

資料來源：本研究整理

1、2 於下頁。



圖二 彈管不善暨彈生意外爆炸事件要因圖

資料來源：本研究整理

送資料的非接觸式自動辨識技術，主要是將無線射頻晶片（貼）嵌入物品中來儲存資訊，並利用無線電波來傳送辨別、追蹤、排序和確認各式之物品，使其被自動偵測與記錄，以達到身分識別之目的³。系統具有六大特色：資料重複讀寫、資料容易辨識、資料儲存量、資料重複使用、資料同時讀取、資料的安全性⁴。

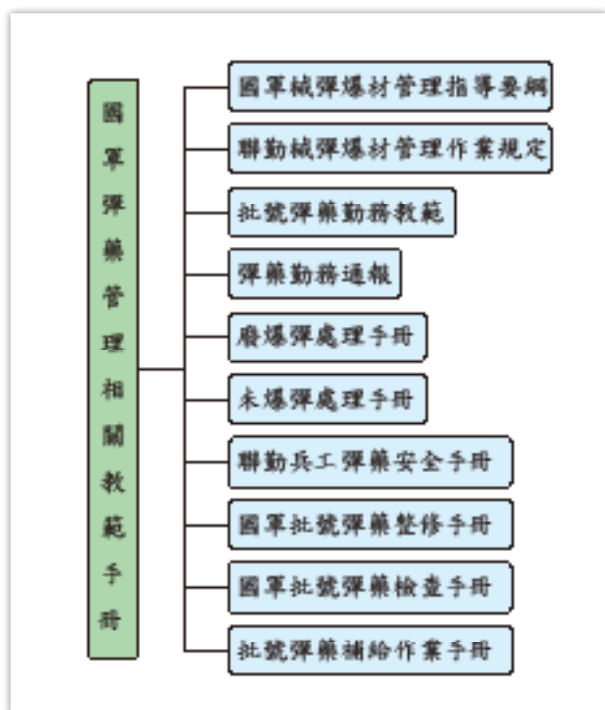
基本上RFID系統主要由無線射頻標籤、讀取器或接收器、電腦系統（含設備與中介軟體）等三個部分組成^{5,6,7,8,9,10}（如圖四）。工作頻率可分為134KHz以下（低頻）、13.56MHz（高頻）、860MHz

～960MHz（超高頻）、2.45GHz（微波）等四種。RFID標籤依有無附加電池可區分為主動式、半主動式與被動式三種，其使用壽限介於2～10年之間。目前該技術應用限制與挑戰因素，計有成本、訊號干擾（水與金屬）、國際標準化制定、隱私權等問題，各國電磁管制頻段不同、資料讀取率、市場尚未成熟、不易與上下游廠商及系統整合等項目^{11,12}。

在訊號干擾問題中（金屬與水分），當RFID系統和讀寫器間有金屬時，無論那種頻率都會造成通信困難，係因訊號易被磁場、電波、金屬吸收緣故，且當

- 1 陳瑞順，《RFID概論與應用》（臺北：全華科技圖書股份有限公司，2007年8月），頁1-1。
- 2 岸上順一，《圖解RFID》（臺北：全華科技圖書股份有限公司，2006年12月），頁1-4。
- 3 楊士賢，〈RFID在整體後勤的運用及發展〉《新新季刊》，第37卷第2期，2009年4月，頁95～96。
- 4 莊啟磊，〈彈藥貯存安全管理與應變對策之研究〉《國立交通大學工學院產業安全與防災學程研究所碩士論文》，2007年7月，頁58～59。

5～12 於下頁。



圖三 國軍彈管相關教範手冊整理圖

資料來源：本研究整理

RFID背面有金屬時，磁場無法通過天線四周就成為致命關鍵，改善方式應與金屬保持適當距離，並在標籤背面貼高導磁鐵氧體幫助訊號通過磁場。或透過可程式邏輯控制器、極限開關、燈號系統之運用可將RFID系統對金屬或水分造成及產生的不良影響完全消弭，另對於2.45GHz頻率會造成較大影響因素在於水分，係因該頻率電波容易被水所吸收緣故¹³。

(一)美軍發展現況

二次世界大戰後累積RFID經驗，自1980年起，在整體後勤支援亦採用許多自動辨識技術（AIT），使用效果卻未完善¹⁴。1990年波灣戰爭「沙漠風暴」，因未採用主動式RFID控管，致4萬餘個貨櫃有70%須開櫃才能確認，據估有27億美金的補給品可避免重複訂購¹⁵。2003年伊拉克戰爭採主動式標籤，可即時得知由40

5 楊士賢，前揭書，頁96。

6 Cheung, Y.Y., Choy, K.L., Lau, C.W., and Leung, Y.K, The impact of RFID technology on the formulation of logistics strategy (South Africa, 2008), p.1674.

7 莊啟磊，前揭書，頁59～63。

8 林祐正，〈RFID在營建工程文件圖說及資訊管理之應用〉，RFID於營產業創新應用研討會，2007年11月，頁15～17。

9 饒瑞佑，《RFID資訊系統開發與應用》（臺北：碁峰資訊股份有限公司，2008年6月），頁1-6～1-8。

10 陳正忠、石豐銘、蔡明儒、周文陽，〈無線射頻辨識技術之過去、現在與未來〉《中興工程季刊》，第102期，2009年1月，頁8～9。

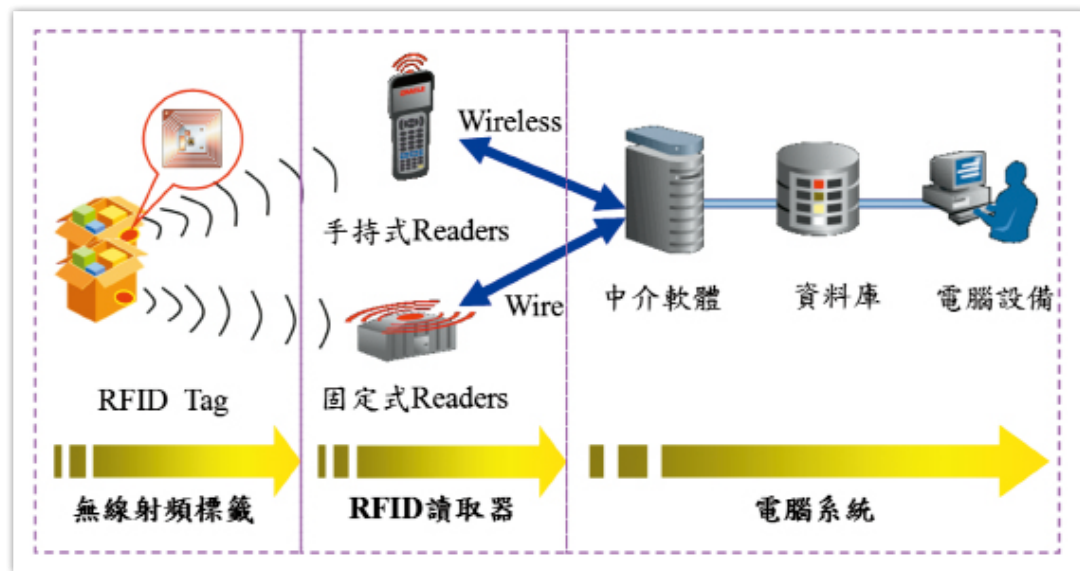
11 林祐正，前揭書，頁19。

12 李正明，〈RFID產業動態與公領域推動策略〉，經濟部RFID公領域應用推動辦公室，2008年7月，頁19。

13 錢攜清，〈無線射頻辨識應用於軍械及庫儲運管先導實驗研析〉《聯合後勤季刊》，第6期，2006年8月，頁66～80。

14 蕭亞洲，〈軍品導入無線射頻技術之探討〉《國防雜誌》，第21卷第6期，2006年11月，頁141。

15 鄭同伯，《RFID EPC無線射頻辨識完全剖析》（臺北：博碩文化股份有限公司，2004年11月），頁347。



圖四 RFID系統基本架構圖

資料來源：本研究整理

個國家、400個地點出發約27萬個貨櫃位置，實現可視化後勤，使約有90%補給品有效運抵前線¹⁶。自2005年物資供應商須以單件或至少以貨盤為單位貼上標籤，因購量大即使以貨盤為單位，1年就用掉數十億個左右¹⁷。

(二)國內發展現況

依據94年「行政院2005年產業科技策略會議」決議，推動「公領域應用整合型先導計畫」中計有五大領域。其中「武器與彈藥管制追蹤」已隸屬於「居家與公眾安全先導計畫」發展¹⁸。

經濟部於2006年成立「RFID公

領域應用推動辦公室」負起開創上述五個公領域先導應用與帶領產業發展的使命，是我國RFID政策最高領導單位，技術部分則是由工研院無線辨識科技中心為首¹⁹。

國內應用RFID產品已於生活中隨處可見，例如最具代表性的「悠遊卡」與2008年發行的「晶片護照」等均係導入範例。除此外諸如高速公路自動收費、物料（流）管理、倉儲管理、人員與門禁管制、動物監控、病患追蹤及設備管理、廢物處理、贓證物管理、商品防竊等均有應用實例^{20,21}。

16 洪有志，〈軍事供應鏈導入RFID之技術安全管控機制〉《國防雜誌》，第24卷第2期，2009年4月，頁33。

17 周湘琪譯，日經BP社著，《RFID技術與應用》（臺北：旗標出版股份有限公司，2005年5月），頁119。

18 葉世文，〈RFID在營產業之發展策略〉，RFID於營產業創新應用研討會，2007年11月，頁41。

19 饒瑞佑，前揭書，頁1-10。

20、21 於下頁。



二、RFID技術應用於彈管作業模式

分析國軍現有七大類彈管作業，RFID可導入各類作業應用方法如后：

(一)空間量距規劃管理

彈藥入庫時，應考量庫房現有彈類及彈量，於導入RFID階段可將感測晶片置於彈箱、枕木或棧板，並將基本資料建入且將晶片位置設計定位。系統將使堆積距離異常、年限久遠及小批存放之彈藥資料回饋彈藥管制機關，據依安全量距表實施距離調整，以降低因火災或爆炸所致危害（險），而不致波及到其他彈藥與建物，使災害減至最小限度。

(二)彈藥混儲作業管制

彈藥入庫時，應考量庫房現有彈儲種類、各類彈藥與火炸藥屬性與儲存原則、混儲所考慮因素，於導入RFID階段可將感測晶片置於彈箱、枕木或棧板，並將基本資料建入且將晶片位置設計定位。系統將使混合堆積異常資料回饋彈藥管制機關，據依彈藥與火炸藥混儲規定調整，以降低因混儲所致風險，使災害減至最小限度。

(三)翻堆搬運作業安全

彈藥應依翻堆週期作業並於作業前確認翻堆位址、彈類，導入RFID階段，可將感測晶片置於彈箱、枕木或棧板，並將基本資料、歷次收發、清點期程與翻堆週期建入且將晶片位置設計定位。系統將比對前次翻堆時間、歷次收發期程，將經（不）常撥發彈藥、預翻堆時間與部位等資訊回饋彈藥管制機關，據以安排翻堆、

堆積與調整搬運，並將自動定位顯示預翻堆或撥發彈藥點於顯示器，且將翻堆及檢查結果即時記錄。此一技術將有效管控作業於最少人員與軍品數量原則下，減少搬運次數。亦可於地震後，立即檢查彈藥堆定位情況並減少人員查找時效、提升效率及準確度、降低人為疏漏（失）風險與簡化人工登錄流程。

(四)清點檢查帳籍異動

為確實掌握彈藥素質、效能、數量及儲存情況，遂以鑑定堪用度，提供正確資料，導入RFID階段，可將感測晶片置於彈箱、枕木或棧板，並將基本資料、歷次清查期程建入，且將晶片位置設計定位。系統將比對前次清查時間，將預計清點時間與異常資訊回饋彈藥管制機關，據依庫儲管理表安排調儲與檢查管控。並將自動定位顯示清查彈藥或庫房位置，將結果即時記錄後，依所設權限連接國軍彈管資訊系統辦理帳籍異動，以減少人員查找時效、迅速修正存量記錄、提升效率及準確度、降低作業疏漏風險與簡化人工登錄流程。

(五)門禁防盜監視管制

為確實掌握值勤人員動向、降低營區防護疏漏風險，導入RFID階段，可將人員識別、監視與門禁控制等系統結合，系統將分析具RFID晶片人員識別證（可賦予作業權限禁區設定），符合權限者庫房門方准放行，另每季可主動設定或重設權限人員密碼，以防有心人士入庫盜取。而為避免衛哨（或設施維護人員）未依時

20 李正明，〈RFID產業動態與公領域推動策略〉《2009 APEC RFID Conference》，經濟部RFID公領域應用推動辦公室，2009年8月，頁15。

21 中華民國外交部領事事務局，〈晶片護照〉，<http://www.epassport.com.tw/>

進行巡查任務，系統可設定當人員抵達崗哨時將即時記錄時間，避免怠勤，且因作業狀況與巡查結果即時登錄，俾便彈藥庫儲單位查詢。

在進出人員管制上，可結合監視系統將進出者攝像備查，俾後續查察運用，系統可實施全時監控並將異常資訊回饋彈藥管制機關，據以執行安全管控。且值勤或作業人員位置可即時定位，以有效掌握人員動向、降低營區防護疏漏風險與簡化人工登錄流程。

(六)溫度濕度防火管控

庫房內溫濕度均有限制規定，導入RFID階段，可將具溫濕度感測晶片置於庫房全時監控，系統將溫濕度異常資料回饋彈藥管制機關，據以實施查察與調整或降溫。每日、半月與年度溫濕度記錄表將自動建立並永久保存。且可設定當溫度異常時能自動連線消防（含廣播、燈光設備）、監視、灑水、通風等系統，使機關、值日官室及警消等單位能即時應變或聽（看）到警報，並依系統顯示何處彈藥庫其儲放彈類、彈量等資訊，速採妥適行動以爭取時效。

(七)資訊知識整合分享

人員執行彈藥空間量距、混儲、翻堆、搬運等作業時，均需充分資訊、專業知識與對標準作業程序有確切瞭解，故導入RFID階段，因所屬彈箱、枕木或棧板，均依管控需求置入感測晶片，單位亦將各類彈藥基本資料、標準作業程序、注意事項與歷次收發、清點與翻堆週期等資訊建置於資料庫。系統可即時統合資訊或新頒規定於資料庫，故人員可於平時或作業前上線查詢並藉以教育新進，使人員對所作業之資訊、知識、標準作業程序與應有之本職學能有充分瞭解。而本整合資訊

技術將有效落實作業檢查程序、降低疏漏（失）風險，俾維個人、單位與生命財產安全。

風險管理導入彈管 應用評估探討

一、風險評估導入彈管應用分析

針對綜上所歸納國軍彈管七大作業可能面臨風險，利用定量風險評估法模擬建置風險矩陣，並結合現行作業（遵行規範、考慮風險）與RFID導入模式（考慮故障保養）進行估算，並針對三者間人員暴露率、危害發生率、作業風險、作業效率、作業時間、成本、災害預防、環境風險、安全性等九項作整體效益綜合性分析。所獲結果除可量化各作業潛在風險程度暨效益、有效規劃後續風險管控外，並可驗證RFID應用於彈管具體成效。

二、風險等級暨效益比較評估

現行模式與RFID模式之風險等級評估比較，以「清點檢查帳籍異動」作業為例，其比較分析結果（如表一）。

(一)分析本作業在導入RFID後較現行作業，可降低人員處於危害環境暴露率；惟考量RFID設備仍有故障保養之虞，故危害發生率相對於現行模式（遵行規範）微高，但就現行模式（考慮風險）時，發生率即降低甚多。

(二)現行模式（考慮風險）作業肇生之意外，常因個人因素所致（如未按SOP執行、專業知識不足、習慣不良等）故作業風險較高。導入RFID後，系統可主動即時定位、清查彈量類別及設施狀況，並將異常資訊回饋彈藥管制機關，據以安排管控，以降低作業疏漏風險，進而減少因清查不善致帳籍錯誤造成大量人力與時間重



表一 風險等級比較分析

項 目	清 點 檢 查 帳 籍 異 動 作 業 流 程 與 風 險 等 級		
作業模式	現行模式 (遵行規範)	現行模式 (考慮風險)	RFID模式 (考慮故障保養)
暴露率評分 (A)	10	10	6
發生率評分 (B)	1	8	2
機率 (C) = (A) × (B)	10	80	12
嚴重度等級	第6級	第2級	第6級
風險等級	可接受風險 (AR)	重大風險 (E)	可接受風險 (AR)

資料來源：本研究整理

複投資，故作業風險低。

(三)另依現行模式作業時，須仰賴大量人力、時間在配合清點前查找預劃作業位址與前次清點時間，另清點時一般會配合進行設施暨功能檢查，因此易有人為疏失（或故意）進而造成清查錯誤，致須重派人力與增加額外工時作業，故作業效率低與時間長。然導入RFID後，系統可主動將異常資訊回饋彈藥管制機關，據以安排管控，可減少人員查找時效、迅速修正帳藉、提升清點準確度，故大幅提升作業效率及減少作業時間。

(四)由成本角度觀點分析，現行作業人員處於危害環境暴露率較高，且作業因須仰賴人力，若又肇生危害其衍生之索賠，更須高度成本因應。然導入RFID後，毋需增加人力或設置改善設備，即可有效降低風險，故暴露率低，使本作業在人力必要派遣次數與設備改善等成本上，亦可大幅節省。

(五)另因現行作業倘若彈量類別清查錯誤，致彈藥量超屯、類別或帳藉不符時，將衍生災害無法即時預防、工作環境風險大與安全性低之隱憂。然導入RFID後，系統可主動將異常訊息回饋彈

藥管制機關，據以應變改正，有效即時預防災害，故工作環境風險小與安全性高。

(六)就本作業綜合效益評估，導入RFID後，相對於現行模式的遵行規範與考慮風險兩項作業模式，與其相較制衡後對機關整體效益最高（如表二）。

三、風險評估結果分析

依風險分析方法分別計算國軍彈管七大類作業後，可明顯量化各作業潛在風險程度暨效益，俾機關據以有效規劃後續風險管控工作，進而降低作業風險。本研究經彙整上述三種作業情境風險計算結果後，其綜合風險等級與效益分析表（如表三、四）。

(一)分析彈管七大作業導入RFID後，相對於現行作業兩種模式，可明顯降低人員處於危害環境暴露率（除資訊知識整合分享作業，係考量該作業無論有無導入RFID技術，仍須針對每日人員勤前實施教育記錄的工作，故作業危害暴露率相等）。且考量RFID設備有故障保養之虞，故危害發生率相對於現行模式遵行規範下微高（除翻堆搬運作業安全、門禁防盜監視管制兩項作業，雖設有監視門禁系

表二 作業效益比較評估

清 帳	點 籍	檢 異	查 動	現 行 模 式		R F I D 模 式
				遵 行 規 範	考 慮 風 險	考 慮 故 障 保 養
人 員 暴 露 率				高	高	中
危 害 發 生 率				最低	高	低
作 業 風 險				中	高	低
作 業 效 率				中	低	高
作 業 時 間				中	高	低
成 本				中	高	低
災 害 預 防				中	低	高
環 境 風 險				中	高	低
安 全 性				中	低	高
整 體 效 益				中	低	高

註：反白區塊係指效益評估最佳。

資料來源：本研究整理

表三 綜合風險等級一覽表

作 業 模 式	風 險 等 級		
	現行模式		RFID模式
	遵行規範	考慮風險	考慮故障保養
空間量距規劃管理（一）	可接受風險	重大風險	可接受風險
彈藥混儲作業管制（二）	可接受風險	高度風險	可接受風險
翻堆搬運作業安全（三）	可接受風險	中度風險	可接受風險
清點檢查帳籍異動（四）	可接受風險	重大風險	可接受風險
門禁防盜監視管制（五）	可接受風險	重大風險	可接受風險
溫度濕度防火管控（六）	可接受風險	重大風險	可接受風險
資訊知識整合分享（七）	可接受風險	高度風險	可接受風險

資料來源：本研究整理

統且人員均按SOP作業；惟考量仍係由人力執行彈藥翻堆位址查找，併同實施彈藥清點、溫濕度檢查、門禁管制，並與事後搜尋監視影像比對，據以查證關鍵證據，故相關影響因素較難掌握，相對於RFID模式發生率亦較高）。但兩者仍屬低度危害發生率，但在現行模式考慮風險時，危

害發生率即屬高層級。

(二)現行模式考慮風險作業肇生之意外，常因個人因素（如未按SOP作業、缺乏專業及設備檢測知識、習慣不良、法律道德良知不全與查核管制疏忽不實等）及相關防護檢測系統故障，致無法正確偵測溫濕度、掌握異常部位等因素



表四 綜合作業效益分析

評估項目	作業種類	現行模式		RFID模式
		遵行規範	考慮風險	考慮故障保養
人員暴露率		中	中	低
危害發生率		最低	高	低
作業風險		中	高	低
作業效率		中	低	高
作業時間		中	高	低
成本		中	高	低
災害預防		中	低	高
環境風險		中	高	低
安全性		中	低	高
整體效益		中	低	高

資料來源：本研究整理

所致，故作業風險較高。導入RFID後，系統可整合消防、廣播、燈光設備、監視、門禁、人員識別、灑水、通風、門窗控制等系統，自動實施環境監測、身分辨識、即時定位、進出管制記錄、彈藥清查、帳籍即時更新、設施檢查、異常訊息回饋與資訊規範整合等工作，使人員隨時可上線學習查詢，進而有效掌握環境、降低彈管不善風險、減少因彈管作業、教育訓練不善或檢查疏忽造成彈藥受潮質變自燃，甚或爆炸等財產損失、人員危害與組織形象受損，故作業風險低。

(三)現行模式作業時須仰賴大量人力、時間在門禁監視防盜管制、彈藥清點、翻堆作業、溫濕度防火管控、門窗通風設施調整、周延規劃空間量距、混儲管制與教育訓練宣導等作業上，易有人為疏失（或故意），導致彈藥清點、空間量距與混儲作業規劃錯誤、重複翻堆、未依SOP作業、專業學能不足、溫濕度及門禁管制巡

查不實、人員違紀、彈藥遭竊等狀況，使作業潛藏風險，致須重派人力與增加額外工時，依標準步驟、程序及要領執行管制查證作業，故作業效率低與作業時間長。然導入RFID後，系統可主動分析彈藥、人員及庫儲設施現狀、對完訓者勾稽備查等，將異常資訊回饋彈藥管制機關，據以執行安全管控與應變改正，進而減少人員查找時效、迅速修正帳籍、提升準確度，故可大幅提升作業效率及減少作業時間。

(四)由成本角度分析，現行作業人員處於危害環境暴露率較高，且因作業須仰賴人力（含資訊規範專人整理搜尋，並召集人員宣教），故從機關、教官至學員等，無論係直（間）接從事作業或教育訓練所需時間均屬人力成本，倘若又肇生危害其衍生之索賠與組織負面形象，更須高度成本因應。然導入RFID後，毋須增加人力或設置改善設備，即可有效完成彈管作業與教育訓練宣導，故在人力派遣

次數、作業時間與設備改善成本上可大幅節省。

(五)若現行作業在彈量類別清查錯誤、翻堆不善、門禁防盜及溫濕度防火管控不實、教育訓練宣導不善或疏忽，且彈藥庫相關防護系統（如消防、廣播、燈光設備、監視、門禁、灑水、通風、門窗控制等）均各自獨立未能整合，均能致使作業潛藏風險（如彈藥帳籍不符、遭竊、受潮質變、超屯、人員違紀等危害），將衍生災害無法即時預防、工作環境風險大與安全性低之隱憂。然導入RFID後，系統可主動整合相關防護系統並分析當空間量距、混儲安全、翻堆、帳籍、門禁、營區安全及溫濕度防火管制有異常狀況時，包含可在人員執行作業前，分析該員有無完成應有作業知識訓練，並將上述異常資訊回饋彈藥管制機關，據以應變處置，可有效即時預防災害，故工作環境風險小與安全性高。

(六)就彈管七大作業綜合效益評估，導入RFID技術與現行遵行規範模式，經分析兩者風險均屬可接受等級，然而當採現行考慮風險模式時，其風險便提升到暫時至不可接受等級，此時單位應儘速提出管理改善控制對策與建議。經評估三種作業模式並分析相關效益相較制衡結果，有導入RFID技術時其整體作業效益最高。

結 論

在國軍持續推動精兵政策下，即時依本研究建置之RFID導入彈管作業模式管控下，除可有效掌握環境、降低因作業或教育疏忽致彈藥受潮質變甚或爆炸等財產損失、人員危害與組織形象受損外；亦係

實現可視化與彈補履歷e化等後勤與維持作戰持續力的關鍵，並具精進防災與救災效率，更供未來決策單位建構RFID與風險評估時有確切模式參引。

本研究就彈管所開發之風險評估模式，除可讓人員清楚辨知作業潛在危害因子，據以增修訂及強化彈管規定與SOP外，冀能協助機關單位迅速自我評估與估算風險等級，依本研究執行各項強化庫儲安全與防災應變管理改善控制對策與建議，以確保庫儲環境妥善與人員作業能達到本質上的安全要求。

本文僅針對彈藥管理作探討，故導入RFID確實可減少人員暴露率。惟事實上，各彈藥庫仍有經常性之彈藥接收及撥發作業，故在暴露率等級區分上，絕大多數屬連續及經常作業（等級1、2），且為不可避免之因素。故欲降低風險機率，其關鍵為減少危害發生率，故正確之SOP、彈藥專長人員之專業知識、作業紀律、內部管理及適當之庫儲設施，仍為彈藥作業執行單位最為重要的課題，否則，空有再先進的系統，然若缺乏訓練有素之人員操作或配合正確觀念管制，亦無法發揮其應有功效，冀由個人至整體作業面落實作起以蔚為風氣，據以降低危害、有效提高庫儲環境妥善安全，進而達至人與RFID科技化雙重併行改善的循序式彈藥管理。

收件：99年4月1日

第1次修正：99年4月17日

第2次修正：99年4月27日

接受：99年5月4日