

探討國軍組織精簡後彈藥庫儲安全管理關鍵因素之研究

曹以明^{1*} 劉建志² 林鄉鎮³

¹義守大學工業管理學系教授

²陸軍第四地區支援指揮部少校參謀官

³陸軍官校管理科學系副教授

*iming@isu.edu.tw

摘要

國防部近幾年來逐步推動「精進案」、「精實案」與「精粹案」三大政策。在組織精簡下，如何能兼顧作業品質與作業安全，是國軍內部勤務管理中重要議題之一。因台灣地狹人稠，台灣地區部份彈藥庫緊鄰都會區；加上近年幾起彈藥爆炸事件，更顯示改善彈藥庫儲設施及維持彈藥庫儲管理安全，乃是目前刻不容緩的工作。因此，希望藉由探討近年來彈藥庫爆炸事件之肇因，分析影響彈藥庫儲管理安全之關鍵因素，進而建立一套彈藥庫儲管理的安全機制。本研究首先參考近年來幾件重大的彈藥庫爆炸意外事故；分析、檢討其作業環境與管理制度上的缺陷後，利用層級分析法（AHP）設計問卷，針對實際從事彈藥作業之各階層專家進行調查，以計算彈藥庫儲安全管理之各項因素相對權重，最後篩選出其中最關鍵之因素；分析結果顯示，作業機工具、防護裝備及車輛為專家認為重要性排序前三名之關鍵因素，其他依序為工作紀律、安全標示、彈藥素質、作業程序規定、場地環境安全、彈種特性、擋牆設置、碼堆狀況、人員經驗、人員訓練、庫房型式。本研究亦分別依服務單位與階級職務進行比較分析而得到不同重要性排序，期望藉此關鍵因素分析，提供爾後彈藥庫管理幹部建立安全管理模式與應變對策之參考，提升彈藥作業人員執行搬運、庫儲、拆卸、清點等作業時之安全。並提高彈藥作業安全與效率，減少意外事件發生，提升國軍戰力。

關鍵詞：彈藥庫儲安全管理、層級分析法、關鍵因素

一、緒論

國防部近幾年來逐步推動「精進案」、「精實案」與「精粹案」三大組織精簡政策。在組織精簡下，如何能兼顧各項作業品質與安全，是國軍戰鬥勤務管理中重要議題之一。彈藥庫安全管理更是重中之重，故本研究希望藉由分析出彈藥庫儲安全管理關鍵因素，在國軍組織精簡下建立安全管理作業基準，期使未來彈藥庫儲管理作業，能夠更臻完善。

南部地區彈藥庫儲場所，曾經在高雄

地區某彈藥庫發生爆炸事件，更突顯其安全管理之重要性，發生災害時，除造成本身官兵傷亡外，更威脅附近居民生命與財產。國軍彈藥庫散佈在北、中、南、花東、外離島等地區，某些鄰近都會地區及大型社區，故更應加強彈藥作業之穩定、安全性。國軍因經常戰備生成之大量彈藥與廢彈，長期佔用有限之庫儲空間，又因儲存愈久、愈易變質，而具有極高的危險性。如何有效利用現有資源執行彈藥庫儲管理，確實的維持安全，是刻不容緩之要務。

本研究對於各項影響彈藥庫儲安全管理之因素來實施探討，以確定其中最關鍵之要項，期能為國軍組織精簡下，為領導與管理階層提供改善措施對策之參考。

本研究針對國軍近年部分發生彈藥庫爆炸意外事件探討其發生之原因，輔以相關領域之文獻，以專家問卷方式蒐集相關意見，進而分析及歸納關鍵因素，以層級分析法鑑別個別關鍵因素之相對重要性，提出結論與建議。

二、現行作業管理模式與相關文獻探討

2.1 國軍彈藥庫儲管理現況

2.1.1 火藥之基本性質

現代人普遍將火藥運用於各項工業和國防用途上。由於火藥非同於一般物質，具有著「爆炸三要素」。因此更應在管理或使用方面，考量其相關的基本性質，以確維安全。包括物理安定性：吸濕、耐水、揮發、凍結、滲油、老化及結塊等性質；化學安定性：安定性高的火藥，可儲存許多年卻不會使其原有性質及成分產生變化，某些安定性較低的火藥，如遇高溫或年份過久等因素的影響時，就易產生性質變化。而分解造成化學反應時會釋出熱量，就容易引發彈藥的爆炸或自燃之事故；火藥敏感性：火藥因個別成份不同，而具不同之抵抗爆炸觸發能力，此能力之強弱，稱為「火藥敏感性」。

2.1.2 國軍現行彈藥作業管理模式

彈藥庫分類：(1)各地區(地支部)彈藥庫庫部：負責所屬彈藥分庫及整修所之行政指揮、作業督導、彈藥存量管制及對戰鬥部隊支援之計畫擬定。(2)各地區(地支部)彈藥分庫：分庫每日執行彈藥作業，包括清點、翻堆、接收、撥發、檢查等項目，並負責對各作戰區及外島彈藥存量支援。(3)各戰鬥部隊彈藥庫：編配於各戰鬥部隊或配屬適當之部隊，負責儲存各單位之彈藥

基本攜行量。(4)未爆彈處理組：各地區(地支部)彈藥分庫配屬或編配，負責責任區內未爆(廢)彈處理作業。

作業限制：人員限制：在不影響作業安全及效率前提下，使用最少的人員、時間，在最少量之彈藥環境下作業。混儲限制：彈藥需依據火藥量、物理與化學特性、質變性、敏感性予以分類。量距限制：目的在減低彈藥爆炸或燃燒後引發連鎖反應之機率，避免其爆炸波及週邊建築物或彈藥庫房，使損害降到最小程度。天候地形限制：彈藥庫至戶外開設彈藥補給點，易受天候、地形等因素影響。運輸能力限制：彈藥庫其所建制運輸載具不足以支援大量彈藥作業，對於接收及運補彈藥所需運輸載具，需地區運輸部隊派遣載具支援。交通能力限制：彈藥庫除少數位於大都會區周邊，大多位處偏遠地區，交通較不便捷，須選定交通狀況良好的運補路線，方可有效執行支援勤務。

搬運方式：人工搬運：在庫房中，有時需以人力實施搬運，人工搬運亦較不受天候、地形之限制。機械搬運：依動力可分為電力、汽柴油和汽油電力式等三種。使用機械搬運有快速、持久及經濟的優點。但作業時應注意機械產生的火花與靜電引發的爆炸意外。

作業管理：在不影響作業之前提下，處理彈藥必須建立限制標準，作業人員與彈藥數量均應保持最少量。作業人員應遵守彈藥庫儲管理作業規定，以標準作業程序為基準，恪遵各項安全要求。搬運彈藥時應特別謹慎，不可滾動、丟擲、重放、拖曳、堆移或相互碰撞。使用之電氣設備應設置防火花、防爆型，並以安全管路覆蓋線路。開啟或修理內裝彈藥之箱件時，需使用不生成火花之工具。搬運彈藥時若發現內裝藥有滲漏現象，應立即停止作業，清除乾

淨滲漏之內裝藥。存放彈藥之庫房，完全禁止吸煙、使用明火及使用一般電器。彈藥爆炸後易產生殉爆，故彈藥庫房或修彈廠線，可使用抗火材料或抗火結構。視各庫房火炸藥量，設置合格的安全距離告示及消防設備，並設置擋牆。

2.2 國軍彈藥庫爆炸事件回顧與檢討

2.2.1 國軍彈藥庫爆炸部分案例

根據軍方統計；目前國軍各式彈藥庫遍佈全臺各地區，曾發生多起彈藥庫爆炸事件。本小節針對過去發生的兩起爆炸事件案例，分析探討事件的肇因。

案例一：聯勤○○整修所彈藥爆炸事件
民國 93 年 11 月 6 日，位於○○縣○○鄉○○村的聯勤彈藥庫○○整修所內部突然傳出一聲巨響，雖然沒有引起火災及其它的連鎖反應，不過在整修所內作業的少尉排長洪○○、中士黃○○及一兵楊○○受到爆炸波及，黃○○及楊○○當場身亡，洪○○雖然站在後方亦身受重傷，雖緊急送往醫院治療，仍因重傷不治。

整修所發生的這一起彈藥爆炸意外，疑肇因為砲彈年份久遠，致引信、內裝藥卡在彈內無法脫藥，必須剔退彈藥，該三名官兵可能在搬運彈藥時，不慎撞擊而引發爆炸，而造成兩人當場身亡，一人送醫不治的悲劇。

案例二：○○彈藥庫爆炸事件
民國 95 年 5 月 10 日，位於○○市、縣交界的聯勤司令部○○彈藥庫發生爆炸，由於爆炸威力強大，彈藥庫房後方屋頂爆開，火焰直接衝向行政區二樓宿舍內，造成正在休息的二兵方○○、姜○○當場被炸死。當時二樓還有數名士官兵，也分別受到輕、重傷。該彈藥庫爆炸的庫房為半地下化庫房，內存有大量的 155 公厘榴彈發射藥，這些均屬第八級(廢品)的彈藥。意外肇生原因是存放發射藥的庫房，非砲

彈操作的作業線。發射藥自燃引發氣爆，可能是氣溫過高或發射藥成分變質所導致。

2.2.2 案例關鍵因素分析

上述案例經軍方成立專案調查小組，分析事發原因，主要可歸納為以下幾點，分述如下：案例一：未對拆解場所採取適當的防護措施；作業人員未依規定實施拆解作業；作業安全意識過低；未於作業前實施安全提示；未依標準作業程序作業；督管幹部未確實督導作業或未至現場督導；工作人力未適當分配；未穿著適當的防護服；未妥善規劃作業空間。案例二：庫房溫度過高與發射藥變質；未實施環境檢查及採取通風降溫動作；安全意識過低；未對庫管人員實施安全教育；未依標準作業程序作業；未對作業環境實施檢測；彈藥儲存未與兵舍保持適當安全距離；未設自動監視系統及警報裝置；未實施彈藥檢查。

2.3 彈藥庫儲安全管理關鍵因素

適當的管理方式，可以獲致有效的成果，在研討庫儲安全管理方面亦然，為了維持有效率且安全的作業狀況，各項關鍵因素是否納入檢討成為了重點。

人員構面：曾傳銘[1]、張一岑[2]均指出，在許多工安相關意外事件中，檢討成因，人員的違失往往占了大部份比例。陳栢宏[3]提到，在危險物品運送途中，由於某些環節操作人員，對於運送規則不熟悉，或是經驗不足、警覺性不夠，或未能遵守相關之安全規範，而釀成意外事件。

工具構面：所謂「工欲善其事、必先利其器」，要有安全的作業，合格的作業用機具是必然需要準備的，在台北榮民總醫院作業手冊指出，作業前應該檢查作業用設備，如有異常應立即調整修復[4]。以彈藥庫最常使用之重型機工具「堆高機」為例，堆高機是搬運裝卸彈藥時不可或缺的工具；

但也由於它的速度和機動性，常因此而造成意外災害。中華民國工業安全衛生協會[5]列出五項堆高機作業安全規則。

彈藥構面：彈藥靜止存放於庫房內的狀態下，亦有可能發生危安事故，民國 95 年 5 月 10 日南港彈藥庫發生之彈藥庫房爆炸，當時庫房內並無人員作業，事件起因便是內存之發射藥自燃引發氣爆所致。彈藥靜態存放的典型事故可分為：雷擊(或靜電)、電氣、火花、高熱造成的彈藥燃爆；年份久遠、素質不良彈藥引發燃爆；包裝破損，造成內裝彈藥受潮或毀損[6]。

環境構面：中華民國工業安全衛生協會[5]指出，好的環境整理在職業災害預防中扮演一個很重要的角色。對應於彈藥庫儲安全管理方面，即為下列因素：不同素質、不同混儲類別之彈藥是否加以分類儲存；彈藥是否先行規劃好儲位、定量擺放，並加以標示於庫儲表卡上；是否隨時保持走道之整潔、乾燥，照明、除濕…等設施是否維持妥善；現場作業通道是否保持暢通；現場作業人員是否遵守規定。我們將庫儲管理安全管理關鍵相關因素彙整如表 2.1。

表 2.1 彈藥庫儲安全管理關鍵相關因素彙整表

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
車輛裝載								◎	◎
防護裝備	◎	◎	◎		◎	◎			◎
作業機工具			◎		◎	◎			◎
工作紀律	◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎	
人員訓練	◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎	
人員體能狀況						◎			
人員經驗								◎	
安全標示	◎	◎	◎	◎	◎	◎			◎
作業程序規定	◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎	◎
彈藥素質							◎		◎
彈種特性					◎		◎		◎
包裝品質								◎	◎
碼堆狀況								◎	◎
儲位運用						◎			◎
標籤標示								◎	
天氣狀況	◎	◎		◎				◎	
安全措施	◎	◎	◎	◎	◎	◎			◎
場地環境安全	◎	◎	◎	◎	◎	◎			◎
溫度濕度					◎	◎		◎	◎
電器管制	◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎	
緊急設備	◎	◎	◎	◎	◎	◎			
設施維保	◎	◎	◎	◎	◎	◎			
庫房型式							◎		◎
擋牆設置					◎		◎		◎

A. 曾傳銘[1] B. 張一岑[2] C 中華民國工業安全衛生協會[5] D.王世煌 [7] E.郭晃佑 [8] F. 台北榮民總醫院 [4] G.李家儒[9] H. 陳栢宏[3] I. 彈藥勤務教範 [6]，

三、研究方法設計

本節將上節彙整之彈藥庫儲安全管理關鍵因素彙整總表，以專家訪談與問卷方式篩選成彈藥庫儲安全管理關鍵因素，亦同時進行構面因素分類建構 AHP 層級，以供進一步 AHP 擴大問卷之用，以鑑別出各構面與各因素之相對權重與彈藥庫儲安全管理關鍵因素，以下分別就層級分析法(AHP)、關鍵因素篩選與分類、研究對象、問卷設計、與抽樣設計加以說明。

3.1 層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)

層級分析法(AHP)係美國匹茲堡大學 Thomas L.Saaty [10]教授發展出的一個多準則、多目標的決策處理流程理論，主要應用在不確定情況下及具有多數個評估準則的決策問題。AHP 法可經由匯集學者專家及實際參與決策者之意見，將複雜的問題評估系統化為簡明的要素層級系統架構，再根據專家的評估（以問卷方式）結果，藉順序尺度對各層級之要素的成對比較結果，計算各層次的組成元素對上一層次某一元素的貢獻程度或優先程度，予以量化，彙總後建立成對比較矩陣，據以求得矩陣之最大特徵值及特徵向量，並藉 λ -max 值評定矩陣之一致性程度，若該矩陣通過一致性檢定，則依優先向量決定各要素間的優先順位，作為評估或提供決策參考之指標。接著運用層級分析法執行歸納分析，於完成類別屬性整理後建立影響因子之架構，於相同屬性指標建立之上一層級構面及律定下層內容要項，並據以設計問卷，最後以 AHP 評估尺度進行各項指標之權重計算，以提供相關單位制定增進彈藥庫儲安全管理政策時之參考與依據，研究方法架構如圖 3.1 所示：

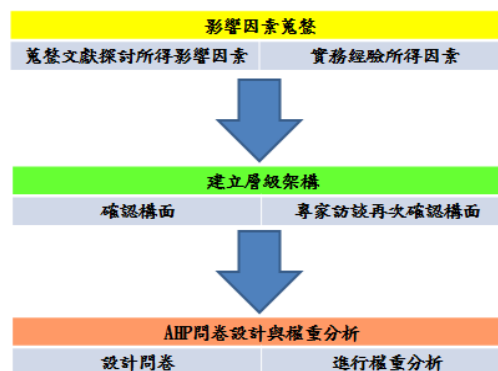


圖 3.1 研究架構圖

3.2 關鍵因素篩選分類與問卷設計

本研究依據文獻所建構之層級圖與研究方法之 AHP 之說明，進而規劃出專家問卷，目的在於調查彈藥庫儲相關主管與工作人員對於庫儲安全管理之衡量指標權重，問卷依照 Saaty[10]所出之層及分析表設計，每一個量表都有某一層級或某一變數項為準則。AHP 主要以成對比較方式進行，再以對偶比較作衡量的方式，在衡量尺度劃分不同的分數，匯集專家學者之評估觀點；但若有歧異的觀點，同時並存，再將計算成對比較矩陣採用幾何平均數作為平均之算數。透過三層架構進行權重比較調查。藉由每一層級各項因素對於每一層主題進行比較，據以轉換求得每一個因素「彈藥庫儲安全管理關鍵因素」之重要程度。問卷以 AHP 比較評估，將欲評估的因素放置至於兩邊，來評估尺度要素間。

3.3 研究對象與抽樣設計

本研究第一階段針對陸軍第四某地區支援指揮部彈藥庫從事庫儲補給、管理之主官、業務主管進行訪談、蒐集意見，共發放 20 份，以確立彈藥庫儲安全管理之各構面與因素。第二階段共發放 100 份問卷，針對庫儲補給、管理之主官、業務主管及作業人員進行填寫、調查，以確認彈藥庫

儲安全管理之關鍵因素，其相對權重與評選考量。

四、研究結果分析

本節說明研究結果分析，共分為四小節，第一小節為彈藥庫儲安全管理關鍵因素評選，第二小節介紹本研究以層級分析法計算權重值之流程，第三小節為本研究之結果說明，第四小節為區分服務單位、階級後進行之研究結果比較與分析。

4.1 彈藥庫儲安全管理關鍵因素評選

4.1.1. 第一階段問卷調查專家特性

本研究首先採用專家訪談方式，針對某地區彈藥庫實際從事庫儲補給、管理之主官、業務主管及作業人員為調查對象，首先整理文獻，以問卷針對上述專家實施調查，完成因素篩選。主要研究目的在於以學術觀點整理文獻，與專家進行衡量彈藥庫儲安全管理關鍵因素指標之意見交換。問卷發放共發放 20 份，回收問卷 18 份，其中 4 份因未填寫完全，剔除不予採計，故實際有效問卷 14 份，其問卷職務為彈藥分庫長、彈藥補給官、排(副)長、班(副)長、彈藥補給士、彈藥檢查士、彈藥保修

士，其平均年資為 7.25 年。本研究問卷將針對專家職務進行分析，其問卷內容分析項目包括服務單位、職務、年資、性別，以臻本問卷之完整性。其中專家年資 0~5 年佔 43%、6~10 年佔 32%、11~15 年佔 6%、16~20 年佔 19%。

4.1.2. 專家問卷結果篩選與分類

第一階段主要針對具彈藥庫儲管理相關工作經驗之單位主官、業務主管及作業人員，進行相關因素與構面之排序「彈藥庫儲安全管理關鍵因素」與構面分類。經專家進行問卷填答與構面篩選分類，透過 EXCEL 統計對各因素所佔之比例進行比較。本研究經專家討論後發現平均值為 0.67 無法有效區分其重要程度，因此專家認為不同種類構面的門檻值應設定為不同標準值，故工具構面之門檻值設定為 0.9 以上、人員構面之門檻值設定為 0.9 以上、彈藥構面之門檻值設定為 0.8 以上、環境構面之門檻值設定為 0.7 以上、本研究將低於門檻值的數值進行刪除，最後從 24 項因素刪減至 14 項因素，詳如表 4.1。

表 4.1 第一階段專家問卷結果分析

因素	比例	工具構面	人員構面	彈藥構面	環境構面
車輛裝載	1	8	6	0	0
防護裝備	0.93	9	5	0	0
作業機工具	0.93	11	3	0	0
工作紀律	1	0	14	0	0
人員訓練	1	0	14	0	0
人員體能狀況	0.71	0	14	0	0
人員經驗	1	0	14	0	0
安全標示	0.86	1	4	4	5
作業程序規定	0.93	0	12	0	2
彈藥素質	0.93	0	3	10	1
彈種特性	0.93	0	0	14	0
包裝品質	0.79	0	1	12	1
碼堆狀況	0.86	0	3	9	2
儲位運用	0.86	0	6	6	2
標籤標示	0.57	1	4	6	3
天氣狀況	0.5	0	1	3	10
安全措施	0.93	0	8	2	4
場地環境安全	0.93	2	2	1	9

溫度濕度	0.57	3	1	2	8
電器管制	0.71	7	3	2	2
緊急設備	0.86	8	3	0	3
設施維保	0.93	5	6	0	3
庫房型式	0.79	3	0	2	9
擋牆設置	0.79	3	0	2	9

4.1.3. 彈藥庫儲安全管理關鍵因素之層級架構建立

經專家訪談後，依據大多數專家認為不同構面的門檻值刪除後，計算各因素在各構面之排序，以建立「彈藥庫儲安全管理關鍵因素」之層級架構，所得彈藥庫儲安全管理之關鍵因素計 14 項，將所得因素

依特性及屬性相似度作分類。綜整歸類後計分為：工具因素構面、人員因素構面、彈藥因素構面、環境因素構面等四大構面，將初步分類所得四大構面訪問專家意見，再次確認無誤，並完成「彈藥庫儲安全管理之關鍵因素」之層級架構圖，如圖 4.1。

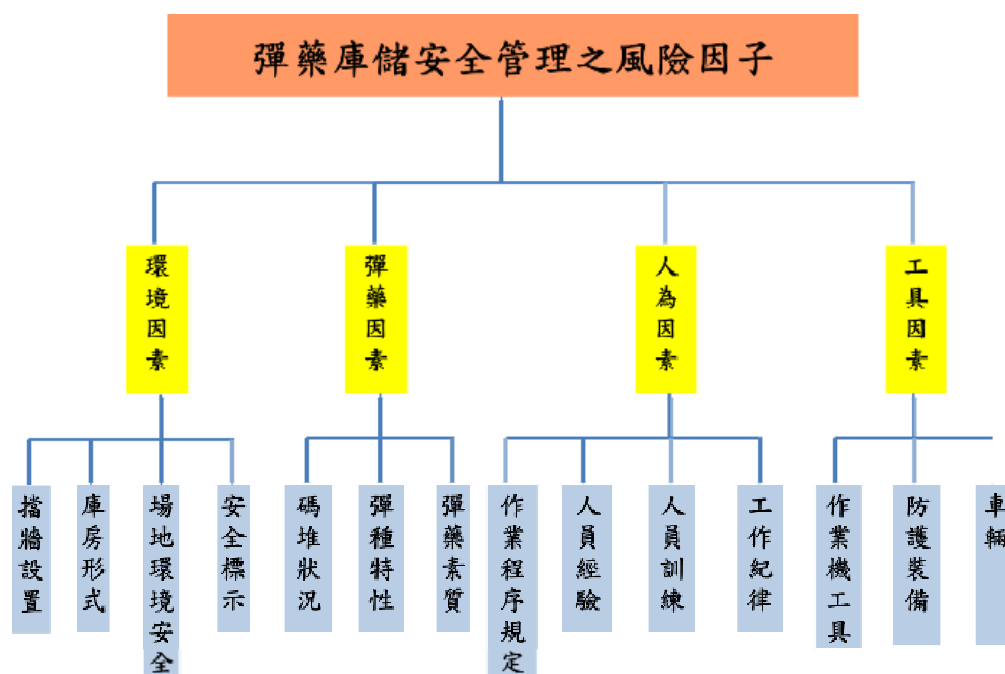


圖 4.1 彈藥庫儲安全管理之關鍵因素之層級架構圖

4.2 層級分析法問卷

4.2.1. 層級分析法(AHP)問卷調查

此階段以第一階段統計結果所建立之層級架構，編撰層級分析法之問卷，「彈藥庫儲安全管理關鍵因素」計分為四大構面 14 項因素，問卷將設計以某地區彈藥庫實際從事庫儲補給、管理之主官、業務主管及作業人員為調查對象。本研究問卷共發放 100 份，回收 100 份，其中有 13 份因未填寫完全及 CR 值超過標準值，剔除不予

採計，故實際有效問卷為 87 份，其問卷職務為彈藥分庫長、彈藥補給官、排(副)長、班(副)長、彈藥補給士、彈藥檢查士、彈藥保修士、彈藥補給兵，其平均年資為 6.2 年。

本研究問卷將一併調查填寫人員之服務單位、階級，填寫完成後除研究分析整體權重外，另針對服務單位、階級分項進行研究分析，以臻本研究之完整性。其中

問卷年資 0~5 年佔 31%、6~10 年佔 32%、11~15 年佔 28%、16~20 年佔 9%。回收之問卷透過層級分析法進行權重值計算，所分析之結果將提供各級彈藥庫管理人員做為未來彈藥庫進行庫儲安全管理之參考依據。

4.2. 層級分析法(AHP)問卷結果分析

本問卷回收後，透過 EXCEL 軟體編寫公式先計算問卷一致性與一致性比率， $CR < 0.1$ ，可容許之偏差。通過一致性標準，篩選出符合一致性之問卷後，進行層級分析法(AHP)問卷權重值之計算，本研究層級區分為三層，目標為「彈藥庫儲安全管理關鍵因素」。第二層包含了四種構面：工具構面、人為構面、彈藥構面、環境構面。

第二層級經專家作答後，透過 EXCEL 軟體計算成對之比較，得到權重值與排序，如表 4.2。第三層在「工具構面」下有三個因素：車輛、防護裝備、作業機工具。在「人員構面」有四個因素：工作紀律、人員訓練、人員經驗、作業程序規定。在「彈藥構面」下有三個因素：彈藥素質、彈種特性、碼堆狀況。在「環境構面」下有四個因素：安全標示、場地環境安全、庫房型式、擋牆設置。

完成上述的各構面之關鍵因素權重值計算後，進而彙整第三層構面之權重值相對重要性，並給予比例上之分配。因素間計算主要是以：「上層之權重」乘以「下層各構面之權重值」，以產出第三層之權重比並加以排序，結果如圖 4.2。

表 4.2 彈藥庫儲安全管理關鍵因素層級權重值彙整表

總體				
評估指標		原始權重	加權後權重	排序
彈藥庫儲安全管理關鍵因素				
工具(0.28)	車輛	0.323	0.090	3
	防護裝備	0.329	0.092	2
	作業機工具	0.347	0.097	1
人員(0.271)	工作紀律	0.326	0.088	4
	人員訓練	0.19	0.052	13
	人員經驗	0.208	0.056	12
	作業程序規定	0.275	0.075	7
彈藥(0.199)	彈藥素質	0.376	0.075	6
	彈種特性	0.317	0.063	9
	碼堆狀況	0.307	0.061	11
環境(0.25)	安全標示	0.315	0.079	5
	場地環境安全	0.258	0.065	8
	庫房型式	0.182	0.046	14
	擋牆設置	0.245	0.061	10

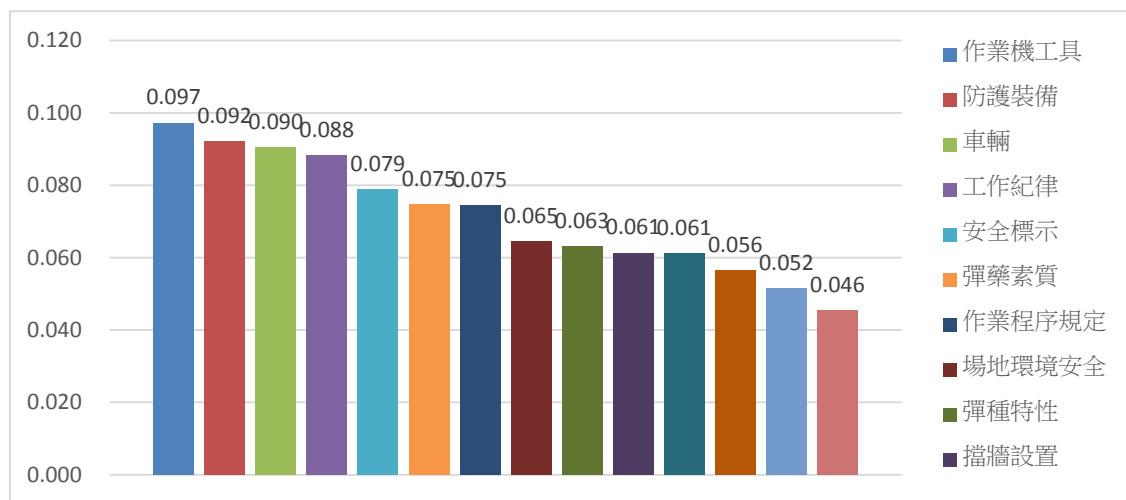


圖 4.2 彈藥庫儲安全管理關鍵因素之彙整

4.3 研究結果分析

本節主要說明層級分析法(AHP)問卷結果，本研究透過 EXCEL 軟體分析計算相關之權重值。在第二層衡量構面比較結果分析中，專家最重視的評估選項依序為工具構面(整體權重 0.28)、人員構面(整體權重 0.271)、環境構面(整體權重 0.25)、彈藥構面(整體權重 0.199)。

第三層之「工具構面」，因素權重評估指標依序為：作業機工具、防護裝備、車輛，其權重值大小分別為 0.097、0.092、0.090。檢討「工具構面」，彈藥庫儲安全管理關鍵因素之評估選項中，專家多數認為「作業機工具」為最重要之考量因素。其次是「防護裝備」，在作業過程中，為因應各式突發狀況，作業人員均需穿戴基本之防護裝備，如安全頭盔、棉質手套、安全鞋等，以保護人體於遇突發狀況時，不致遭受太大之傷害。再其次為「車輛」，彈藥因其具備之噸重性，長途運送時無法靠人力搬運，均需仰賴各式大、小型車輛輸具，作業人員於作業前均需完成車輛出勤前之檢查，首重胎壓、胎痕、煞車等檢查項目，避免車輛機動中，因爆胎、煞車不及等因素導致追撞、甚至翻車等交通意外

產生，間接影響所運送彈藥之安全性。

第三層之「人員構面」，因素權重評估指標依序為：工作紀律、作業程序規定、人員經驗、人員訓練，其權重值大小分別為 0.088、0.075、0.056、0.052。

檢討「人員構面」，彈藥庫儲安全管理關鍵因素之評估選項中，專家多數認為「工作紀律」為最重要之考量因素。其次是「作業程序規定」，如果作業人員對於所從事作業之相關程序規定沒有一定程度之瞭解及熟悉，遇到問題時，便無法按規定採取適當之因應措施。再其次是「人員經驗」，一個工作經驗豐富之人員，相對於一個新進人員來說，無庸置疑的在遇到突發狀況時，所具備應對能力一定會比新進人員較優良，亦不易因慌張而出錯。最後是「人員訓練」，訓練為現今國軍部隊所最重視之事項，在彈藥庫平時之人員訓練上，便會採取熟手、半熟手、生手這種分組方式來實施，訓練重點均不同，熟手多數採取案例宣教方式實施，以提醒熟手勿偷懶、按程序執行作業，對於半熟手及生手，便會採取較鉅細靡遺之教學方式，以使其能快速熟知各項注意事項及作業規定。

第三層之「彈藥構面」，因素權重評估

指標依序為：彈藥素質、彈種特性、碼堆狀況，其權重值大小分別為 0.075、0.063、0.061。檢討「彈藥構面」，專家多數認為「彈藥素質」為最重要之考量因素。彈藥內裝化學藥，故年份影響其效能，庫儲彈藥依國軍現行作業程序將彈藥素質區分為 1 級至 0 級，以保證其安全無虞；其次是「彈種特性」，依國軍彈藥勤務教範規定，彈藥及火藥依其種類可區分為 12 個混儲，如未按規定之混儲類別來實施彈藥屯儲，則於單一品項彈藥發生問題時，則會因化學反應而造成各品項間之連鎖效應；再其次是「碼堆狀況」，國軍現行彈藥碼堆方式區分為屋頂式、寶塔式，屋頂式適合長方體箱件堆儲、而寶塔式則適合正方體箱件堆儲，使用符合規定之堆儲方式，就可使彈藥碼堆重心穩固，而不至於在人員作業時因箱件重心不穩、掉落而砸傷人員，或使箱件堆上方作業人員踩空而摔落地面。

第三層之「環境構面」，因素權重評估指標依序為：安全標示、場地環境安全、擋牆設置、庫房型式，其權重值大小分別為 0.079、0.065、0.061、0.046。檢討「環境構面」，專家多數認為「安全標示」為最重要之考量因素。其次是「場地環境安全」，彈藥庫有定期實施庫房巡查之規定，庫巡人員如遇到庫房內有雜物、地板不潔等狀況，則需立即將其排除。再其次是「擋牆設置」，曾因存放發射藥之彈藥庫房爆炸，火焰直接衝向鄰近庫房之行政區大樓，造成在屋內二員士兵被炸死，影響內部人員安全；最後是「庫房型式」，目前各地區彈藥庫現存庫房大致可分為：平面庫房、半地下化庫房、坑道庫房、掩體庫房、棚庫，

每種庫房之抗炸能力及所需之安全量距均不同，其中以半地下化庫房及坑道庫房抗炸能力較為優秀。

整體以權重值作為排序，可發現其相對之重要性，如圖 4.2 所示，依序為作業機工具(0.097)、防護裝備(0.092)、車輛(0.090)、工作紀律(0.088)、安全標示(0.079)、彈藥素質(0.075)、作業程序規定(0.075)、場地環境安全(0.065)、彈種特性(0.063)、擋牆設置(0.061)、碼堆狀況(0.061)、人員經驗(0.056)、人員訓練(0.052)、庫房型式(0.046)。

4.4 服務單位、階級比較之研究結果分析

經由問卷分類後，本節將進行「單位分類比較」、「階級分類比較」進行比較彙整，以瞭解各不同單位、階級之相關彈藥庫儲管理作業人員，對於彈藥庫儲安全管理關鍵因素選定之考量依據。

4.4.1 彈藥庫儲安全管理關鍵因素選定「單位分類比較」

彈藥庫儲安全管理關鍵因素選定，問卷以「服務單位分類」比較，總表統計排序前四名為作業機工具(0.097)、防護裝備(0.092)、車輛(0.090)、(工作紀律 0.088)；彈藥庫庫部統計排序前四名為工作紀律(0.160)、作業程序規定(0.101)、防護裝備(0.095)、作業機工具(0.094)；彈藥庫分庫統計排序前四名為作業機工具(0.109)、車輛(0.097)、安全標示(0.089)、防護裝備(0.088)；彈藥庫整修所統計排序前四名為工作紀律(0.132)、防護裝備(0.100)、彈藥素質(0.092)、人員經驗(0.090)。我們將單位分類比較彈藥庫儲安全管理關鍵因素在圖 4.3 呈現。

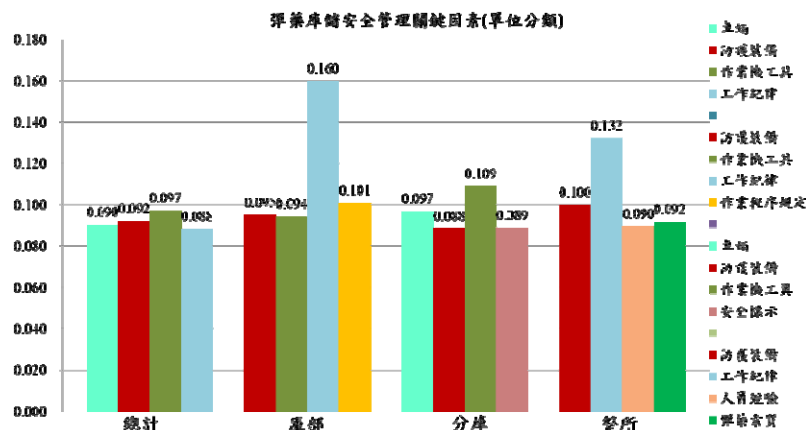


圖 4.3 彈藥庫儲安全管理關鍵因素以「單位分類」比較結果

我們發現，「工作紀律」被「彈藥庫庫部」及「彈藥庫整修所」人員視為最重要之關鍵因素，而「彈藥庫分庫」則視「作業機工具」為其最重要之關鍵因素，分析其中之差異性，乃由於單位間工作性質不同所致。「彈藥庫庫部」為彈藥庫總管單位，屬於督導之工作性質，負責管制所屬地區各彈藥分庫及整修所之作業進度，每週需定期至單位督導其作業，且須查察有無可能影響彈藥庫儲安全之危安因子肇生，故庫部人員即對於「工作紀律」最為要求，有了紀律，才能在安全的環境下，達成預劃之工作進度；「彈藥庫整修所」平日負責處理地區內各式待整修之彈藥，是將年久或失修之庫儲彈藥，以整修方式使其素質恢復為堪用，由於待整修彈藥均具有一定程度之危險性，在整修廠線內若無要求嚴謹之「工作紀律」，一旦發生意外，則廠線上工作之人員將首當其衝遭受傷害。另「彈藥庫分庫」視「作業機工具」為最重要之因素，乃因一般彈藥庫儲作業均需使用各式機工具來輔助，小至最基本的彈藥箱件打包工具、大至移動彈藥板台用的吊桿車，

均為彈藥庫儲作業機工具，如果機工具損壞，而作業人員不知情，仍使用損壞之機工具執行彈藥庫儲作業，如吊桿車之吊臂掛勾損壞，而操作手仍將其吊掛彈藥板台，意使板台裝載至車上，就有可能在吊掛作業中使板台脫落而砸傷作業人員，故「彈藥庫分庫」人員則較重視「作業機工具」之妥善狀況，自然就認為其為最關鍵之因素。

4.4.2. 彈藥庫儲安全管理關鍵因素選定「階級分類比較」

若依「階級分類比較」區分發現，軍官認為關鍵因素排序前四名為：工作紀律(0.151)、防護裝備(0.106)、作業程序規定(0.103)、作業機工具(0.094)。士官認為關鍵因素排序前四名為：擋牆設置(0.126)、作業程序規定(0.099)、場地環境安全(0.090)、碼堆狀況(0.083)。士兵認為關鍵因素排序前四名為：車輛(0.131)、作業機工具(0.109)、防護裝備(0.102)、工作紀律(0.086)。我們將單位分類比較彈藥庫儲安全管理關鍵因素以圖 4.4 呈現。

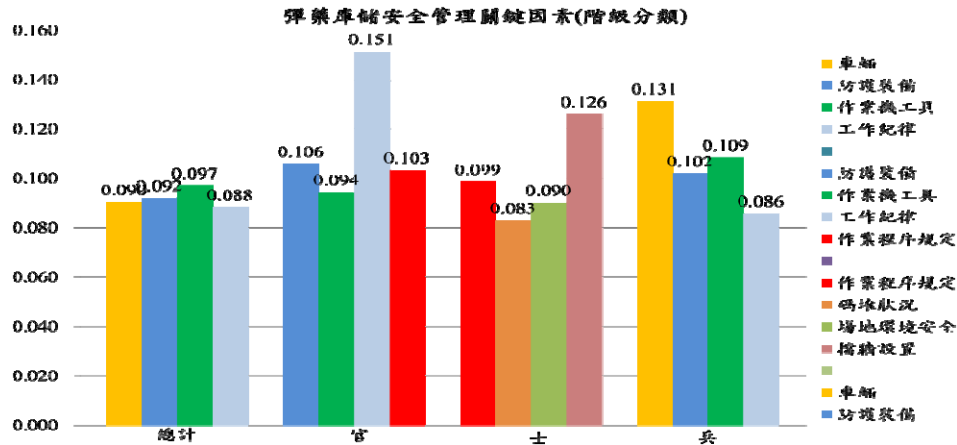


圖 4.4 彈藥庫儲安全管理關鍵因素以「階級分類」比較結果

由上述統計發現，軍官認為最重要之關鍵因素是工作紀律，因其身為部隊管理與決策階層，在彈藥庫儲管理作業上，自然會要求所屬人員均能維持紀律，按規定、按程序執行任務，才能將危安因子減輕到最小程度。士官及士兵認為最重要之關鍵因素則分別是擋牆設置及車輛，由於在大多數彈藥庫儲作業中，士官身為現場帶隊幹部，而士兵身為作業人員，故其考量之關鍵因素則較因偏重於實務方面，庫房之擋牆設置，可有效降低彈藥爆炸意外發生時，所影響到的最大爆炸範圍，而彈藥作業中，以車輛裝載彈藥時，駕駛一般均由士兵擔任，車輛的妥善與否，則直接影響了駕駛之行車安全，故其考量因素就偏重於車輛狀況。

五、結論與建議

本節共分為兩小節，第一小節為研究結論，第二小節為未來可能研究方向。

5.1 研究結論

本研究首先蒐整彈藥庫儲管理現況、彈藥特性、近年各項彈藥作業意外之相關文獻，之後透過實際從事彈藥作業之專家訪談，透過問卷調查方式討論及評選各項決策因素，找出影響彈藥庫儲安全管理之各項因素，繼以層級分析法，計算出其中影響最為重大的關鍵因素，提出研究結論，

供決策與管理階層參考：

(1)本研究首先評選彈藥庫儲安全管理之層級架構，構面衡量重要程度依序為工具構面、人員構面、環境構面、彈藥構面等四項，這四項構面則包含了所有影響彈藥庫儲安全管理之因素。

(2)影響彈藥庫儲安全管理之因素包含 14 項，依問卷調查後，所計算權重值排序，分別為：「作業機工具」、「防護裝備」、「車輛」、「工作紀律」、「安全標示」、「彈藥素質」、「作業程序規定」、「場地環境安全」、「彈種特性」、「擋牆設置」、「碼堆狀況」、「人員經驗」、「人員訓練」、「庫房型式」。

(3)以上關鍵因素，乃是以層級分析法此一客觀且科學之決策方法實施評比，期望評選出之結果，可提供未來國軍各級彈藥管理幹部，在維持彈藥庫儲管理作業安全性時，所需優先考量因素之參據，其評選方式亦可作為爾後執行重要彈藥作業任務時各項決策之參考。

5.2 未來研究方向

以下將針對未來研究相關議題實施建議：

(1)因目前只有國軍可合法持有及儲存各式彈藥，故彈藥庫儲管理，有其獨特性，無法參考各大企業之管理經驗，且因多數彈藥庫房及內囤彈藥之年份久遠，故實際作業上亦有其噸重性(彈藥搬運及保存均

較一般貨物為困難)，未來建議可透過民間企業與國軍合作，以較先進之倉儲環境，並派遣保全人員實施專業彈藥訓練後，代為實施彈藥庫儲管理，部隊僅於須使用彈藥時，派遣人員至庫房實施憑單簽證即可，此一方面可增加民眾對於彈藥管理安全方面之信心，亦可減輕部隊執行彈藥管理、運補任務上之負擔。

(2)彈藥庫儲可結合所謂 RFID(無線射頻識別系統)實施管理，藉由在彈藥箱件上貼附電子標籤，可有效提升作業效率，如前述之憑單簽證手續，即可以掃描電子標籤上條碼，完成彈藥提領簽證。

(3)彈藥庫儲安全管理關鍵因素選定之議題，具有其獨特性，專家之主觀看法通常會影響研究結果，礙於時間及成本之考量，本研究僅針對南部地區之彈藥庫(現稱陸軍第四地區支援指揮部彈藥庫)之各級從事庫儲補給、管理之主官、業務主管及作業人員為調查對象，來實訪問卷調查，建議未來如有欲從事相關議題之深入研究人員，能夠更全面性的針對現有臺灣地區各級彈藥庫、生產製造單位及使用單位來實施研究調查。

參考文獻：

1. 曾傳銘，工業火災爆炸防範實務，新北市：揚智文化事業股份有限公司，2000。
2. 張一岑，防火與防爆，新北市：揚智文化事業股份有限公司，2001。
3. 陳栢宏，危險品貨櫃運送安全與防護，國立臺灣海洋大學商船學研究所碩士論文，2007。
4. 台北榮民總醫院，物料庫儲管理作業手冊，第四次修訂本，2015。
5. 中華民國工業安全衛生協會，勞工安全管理師，2006。
6. 聯合後勤司令部彈藥處，彈藥勤務教範。
7. 王世煌，工業安全風險評估，新北市：揚智文化事業股份有限公司，2005。
8. 郭晃佑，國軍廢彈藥處理作業研析，聯合後勤季刊第4期，2006。
9. 李家儒，彈藥庫安全量距縮短技術之研究，國防大學理工學院化學工程研究所碩士論文，2013。
10. Saaty, T.L., (1980), The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill. International Book Company, New York.

A Study on the key factors of the safety management of ammunition storage after the national army organization is streamlined

I-Ming Chao^{1*}, Jian-Zhi Liu², and Hsiang-Chen Lin³

¹**Department of Industrial Management, I-Shou University, Taiwan, R.O.C.**

²**Headquarter of Army Fourth Regional Support Command**

³**Department of Management Science, R.O.C. Military Academy**

***iming@isu.edu.tw**

Abstract

In recent years, the Ministry of National Defense has gradually promoted the three major policies of "excellent case", "compact case" and "pure case". Under the premise of manpower and organizational streamlining, how to balance the quality of work and safety of work is the most important issue of the national army. Due to the narrowness of Taiwan's land, some ammunition depots are adjacent to the metropolitan area. In addition, several ammunition explosions in recent years have also shown that improving the ammunition storage facilities and maintaining the safety of ammunition storage management is an urgent task for the national army. Therefore, it is hoped that by discussing the causes of ammunition detonation in recent years, the key factors affecting the safety of ammunition storage management will be analyzed, and then a safety mechanism for ammunition storage management will be established. This study first refers to several major ammunition detonation accidents in recent years, analyzing and reviewing the defects in the operating environment and management system. The hierarchical analysis method (AHP) was used to design a questionnaire to investigate the experts of all levels who actually engaged in ammunition operations, in order to calculate the relative weights of various factors in the safety management of ammunition storage, and finally, the most critical factors are selected. The analysis results show that the working machine tools, protective equipment and vehicles are the key factors for the experts to consider the top three importance. Others are work discipline, safety signs, ammunition quality, and operating procedures. , site environmental safety, bomb characteristics, retaining wall settings, code stack conditions, personnel experience, personnel training, warehouse type. This study also compares the importance of service units and class positions and obtains different importance rankings. It is expected to analyze the key factors and provide reference for the establishment of safety management mode and response measures for the ammunition warehouse management cadres, and improve the handling of ammunition operators. It is safe to store, disassemble, and count operations, and improve the safety and efficiency of ammunition operations, reduce accidents and improve the combat effectiveness of the national army.

Keywords: ammunition safety management, hierarchical analysis, key factors