

DOI:10.53106/230674382025021141006

探討戰時軍備局支援國軍彈藥整備之研究——以大口徑彈藥為例

作者/林威、張旭明

審者/黃為南、葉健忠、龔驛濱

提要

- 一、平時，軍工廠主要任務是軍品生產，尤其是彈藥組裝生產；戰時，軍工廠如何執行「生產轉換」或「擴大生產」，以發揮最大效益，遂行彈藥整備任務為本研究之目的。
- 二、本研究首先透過文獻分析探討「戰時國軍大口徑彈藥整備」各構面及關鍵因素，再運用AHP層級分析法及問卷設計，建立「生產新彈藥」、「檢整舊彈藥」及「鑑定舊彈藥」等3項構面，其中各構面包含有足夠彈藥零附件等10項關鍵因素。
- 三、研究結果發現，在「鑑定舊彈藥」構面下「人員經驗」及「量具儀器」等2項關鍵因素排名前2名，故以「鑑定舊彈藥」為後續發展之最佳化模式，提供國防部後勤決策單位參考。

關鍵詞：彈藥整備、應急作戰階段、層級分析法、關鍵因素

圖片來源：青年日報



壹、前言

俄羅斯於2022年2月24日以「非軍事化、去納粹化」為藉口，動員俄國軍隊向鄰國烏克蘭境內採取「特別軍事行動」，迄今已逾三年。烏軍每日向俄軍發射數千發砲彈，多數彈藥係由美國、澳洲及加拿大等西方國家提供。¹ 北約軍事委員會主席海軍上將羅布·鮑爾於2023年10月在華沙安全論壇曾表示「我們現在把武器系統及彈藥送給烏克蘭，但來自不充足的庫存。我們開始運送時，歐洲庫存處於半滿甚至更少狀態，然而現在已經見底，因此我們需要業界加速生產，以獲得大量武器彈藥」。² 報導指出，俄羅斯當前火炮彈藥產量幾乎是美國及歐洲的3倍，隨著俄烏兩國深陷漫長的消耗戰，彈藥供應將成為左右戰局的關鍵因素。³ 由此可知，兩國戰爭除戰略運用及兵、火力發揚外，後勤補給是國家戰鬥持續力之表現，而在各類補給品當中，以彈藥最為

重要，其消耗量通常較其他各類補給品多，當戰況越烈，其消耗量越大，而部隊要維持有形戰力，關鍵在於彈藥源源不絕地供應，因此交戰中軍隊需關注消耗性彈藥生產與補充。

中共與俄羅斯近年軍事合作日益密切，包含2019年聯合戰略巡航、2021年於日本海、東海、西太平洋展開聯合空中戰略巡航、2022年海空聯合演訓及2023年海上聯合軍演聯合軍機巡航及反恐行動演訓等軍事合作，⁴ 可見中共對臺軍事威懾、灰色地帶行動及親近俄羅斯等行為，係造成印太區域安全情勢不穩定之主要因素。在軍費支出方面，中共於2022年軍事預算已達2,290億美元，較前一年度成長7.1%，約佔國內生產毛額1.3%，而2023年國防預算延續20多年來開支增加，並維持亞洲第一、世界第二大軍費開支國之地位（僅次於美國）。從2013至2022年數據顯示，在扣除通貨膨脹因素後，中共官方軍事預算每年成長

- 1 大衛·布朗等，〈烏克蘭戰爭：烏克蘭至今獲得哪些西方武器〉，《BBC NEWS中文》，2022年7月7日，<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-62062520/>，檢索日期：民國114年1月10日。
- 2 VOA美國之音，〈烏克蘭戰爭消耗庫存，北約警告彈藥短缺〉，《科技新報》，2023年10月10日，<https://technews.tw/2023/10/10/russia-ukraine-war-ammo-shortage/>，檢索日期：民國114年1月10日。
- 3 陳成良，〈刻不容緩！專家：北約需贏得「彈藥戰爭」才能保衛烏克蘭〉，《自由時報》，2024年7月8日，<https://def.ltn.com.tw/article/breakingnews/4729732>，檢索日期：民國114年1月10日。
- 4 中華民國112年國防報告書(國防部)，2023年9月，頁12-13，檢索日期：民國114年1月10日。

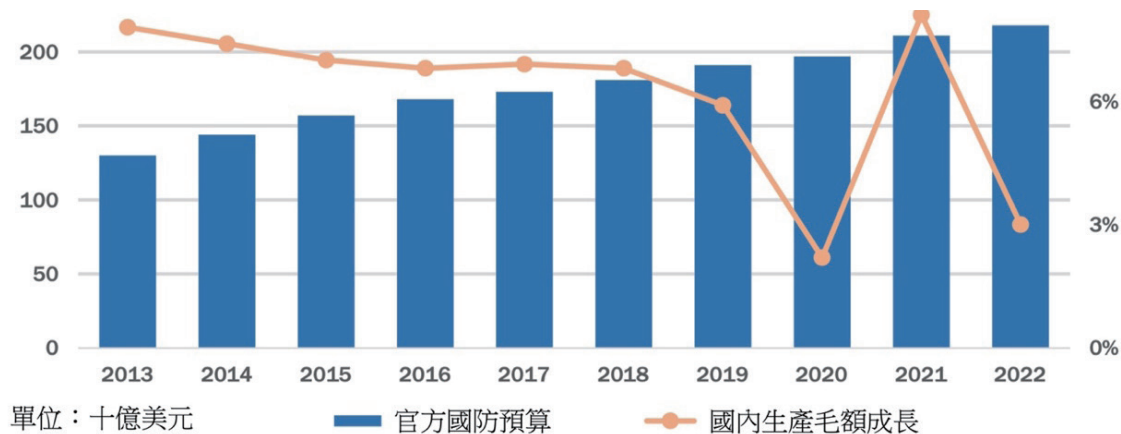
6%。根據經濟數據預判，中共至少可在未來5到10年內支持國防預算持續性成長（如圖一）。⁵

國軍彈藥分為「批號彈藥」及「序號彈藥」二類，其中「批號彈藥」是製造商為識別某批彈藥所用之編號，每批彈藥在完成製造後即賦予專屬之編號，作為後續管理之依據，種類包含槍彈、砲彈、水雷、地雷、火箭彈、炸彈等三軍通用或傳統式彈藥，由陸軍後勤指揮部（以下稱陸勤部）彈藥處負責全軍需求之籌補、儲存、撥發與運輸作業。批號彈藥獲得來源分為外購與自製，其中自製部分，由國家中山科學研究院或國防部軍備局生產，各軍種年度需求彈藥納入「軍品生產

五年需求（建議）計畫」管制，各軍品生產單位依該計畫及委承製協議書簽訂之解繳時程辦理軍品運輸與解繳，⁶以滿足軍種建軍備戰需求。

大口徑彈藥包含榴彈、戰車彈、迫砲彈及槍榴彈等各式彈藥，依總成可區分為彈頭總成、彈筒總成及火炸藥等，其生產流程大致可區分為籌料、零附件加工、鑄藥、裝藥、全彈組裝、功能性測試及鑑測等，依彈種結構複雜度、批量生產數及機械加工時程不等各面向評估，每批彈藥自料件全數籌獲後，生產所需時間至少2個月以上，始能完成產製及鑑測作業，運送至陸軍彈藥庫儲放。

以155公厘高爆榴彈為例，軍工廠平



圖一 中共2013-2022年國防預算

資料來源：2023年中國軍力報告

5 2023年中國軍力報告(美國國防部)，2023年10月19日，頁165，檢索日期：民國114年1月10日。

6 國軍軍品生產作業規定(國防部)，民國110年12月30日國備獲管字第110307576號令修頒，檢索日期：民國114年1月10日。

時單班年產能約8,000發，各總成組裝工序約有10至20道不等，生產人力至少10人且採流線式生產，考量戰時廠房有戰損之風險，因此平時須完成備料及總成組裝，戰時採雙班進行全彈組裝，平均日產能約60發，假設現有戰備存量能支應作戰7天，一旦戰事發動，兵工廠每週可生產彈藥數量約420發。

大口徑彈藥生產工序多且耗時，因此平時需進行生產以滿足戰備存量，並先期整備各總成，倘若戰時在廠房未遭戰損情況下，軍工廠始能投入人力進行全彈組裝，惟每週單一彈種產能僅數百餘發，恐無法滿足軍種作戰需求。

倘若中共「由演轉戰」對臺猝然發動軍事行動，向臺灣周圍海、空域重要港口、機場、軍事設施及聯外航道進行封控，發射各式彈道飛彈、巡弋飛彈及遠程多管火箭，攻擊政治、經濟及軍事等重要目標，破壞關鍵基礎設施及癱瘓政軍指管中樞，國軍部隊進入應急作戰階段，上述彈藥生產單位可能遭敵攻擊，當廠房

機具受損或停水停電時，彈藥生產線將中斷，無法產製彈藥。若廠房未遭戰損，在有限資源及時間下，軍工廠每週能生產單一大口徑彈藥數量為數百發，因此部隊每發彈藥需慎選攻擊目標，以發揮最大效益。一旦當戰事持續發展，部隊勢必面臨彈藥補充問題，軍工廠如何在戰時為部隊提供彈藥支應作戰，此為本研究之動機。

當發生或將發生戰事或緊急危難時，總統依憲法發布緊急命令，實施全國動員或局部動員時期，⁷ 由國防部全民防衛動員署掌理軍需工業動員政策之規劃與督導，⁸ 而「軍需工業動員」係將全國可充軍需之民間生產工廠及其附屬設備等，進行管制運用，並配合各軍工廠增加原料、器材、設備、勞力及輸力等，將一般民需生產轉換為軍需生產，以增加生產力，使戰耗必需品適時獲得補充。⁹

依歷年漢光演習科目顯示，生製中心所屬軍工廠演練科目為「生產轉換」或「擴大生產」，前者是驗證民間衛星（動

7 全民防衛動員準備法(國防部)，2019年6月19日總統華總一義字第10800062211號令修正公布，檢索日期：民國114年1月10日。

8 國防部全民防衛動員署組織法(國防部)，民國110年6月9日總統華總一義字第11000052931號令制定，檢索日期：民國114年1月10日。

9 國防大學軍事學院，《國軍軍語詞典》，(國防部92年修訂本2004年)，頁1-9，檢索日期：民國114年1月10日。

員)工廠戰時配合軍需進行相關零附件生產,後者是驗證軍工廠戰時採雙班生產以提高產能支應作戰需求。換言之,兩岸一旦發生戰事,軍工廠的任務是軍品生產,尤其是彈藥組裝生產,且以軍職人員為主要生產人力,然軍官多擔任管理階層角色,不從事直接生產,故予以扣除,以第202廠人員組成分析,士官及聘雇人員的編制比例大約為1:1、現員比例大約為3:2。面對戰事到來,聘雇人員基於勞基法保障,不一定如承平時期在工作崗位上付出貢獻,因此戰時產能勢必與平時演習所驗證之產能有落差,影響彈藥補給數量。綜上,本研究有三個目的,說明如次:

- 一、探討現行軍工廠於平時演練生產彈藥之適切性。
- 二、如何發揮軍工廠戰時最大效益,遂行彈藥整備任務。
- 三、運用層級分析法建立量化評估模式,選出關鍵因素提供國防部相關決策單位參考。

國軍現行軍事戰略指導為「防衛固守,重層嚇阻」,係透過遠距制敵及重層

防衛等手段,運用各式武器系統對共軍實施火力打擊,迫使敵犯臺任務失敗。¹⁰依國土防衛作戰進程分析及「拒敵於彼岸、擊敵於海上、毀敵於水際、殲敵於陣內」之用兵理念,¹¹大口徑之彈藥在應急作戰階段勢必優先大量消耗及補充,其次為中小口徑彈藥,故本研究探討範圍為生製中心下轄軍工廠所產製之國造大口徑(即40公厘含以上)批號彈藥,除產製新彈藥外,同步評估檢整或鑑定庫存彈藥之方式。

考量共軍犯臺前勢必對臺重要軍事設施實施猛烈攻擊,而國軍將運用適切手段予以反制。國防部部長邱國正先生於2022年曾公開表示,若共軍犯臺,不論打多久,國軍將奉陪到底,¹²意味著國軍將戰到一兵一卒、彈盡糧絕,誓死捍衛國土,因此本研究的限制有以下三項:

- 一、軍工廠及陸軍各作戰區彈藥庫整修所在防空武器系統的保護下而未受戰損,廠房機具設備及軍職人員仍具備生產或檢整能量,形成有形戰力。
- 二、彈藥以批號彈藥為主,且均達戰備存量,可供軍工廠專業人員至地支部彈

10 中華民國112年國防報告書(國防部),民國112年9月,頁63,檢索日期:民國114年1月10日。

11 中華民國110年國防報告書(國防部),民國110年10月,頁55,檢索日期:民國114年1月10日。

12 黃子杰、陳信隆,〈邱國正:兩岸若開戰,咱有贏面,一定戰到上尾〉,《公視新聞網》,2022年11月2日, <https://news.pts.org.tw/article/607506/>, 檢索日期:民國114年1月10日。

藥庫進行鑑定及檢整。

三、軍工廠完成彈藥整備後，可運送至前線作戰部隊進行供補。

貳、文獻探討

一、國軍大口徑彈藥整備作法

後勤支援目的為適時、適地、適質、適量提供作戰部隊所需作戰能量，本「早期計畫，後勤為先」之思想，預先規劃補給勤務能量，於經常戰備整備時期依各作戰區之作戰構想，輔以機動作戰思想，完成各部隊基本攜行量補實、初期戰損（耗）及後續作戰期間所需彈藥整備，以利掌握致勝先機。¹³

國軍現役傳統武器（如155公厘榴砲、105公厘榴砲、105公厘戰車砲及120公厘迫擊砲等）所使用之國造彈藥，係由軍備局生產，過程對管控產品品質及建立安全工作場所相當重視，在各級幹部及生產線作業人員共同努力下，目前已通過ISO 9001、ISO 14001及ISO 45001等相關國際認證。¹⁴

根據陸軍後勤教則，在戰備整備階

段，彈藥支援置重點於彈藥庫儲維管、彈藥戰備包裝及掌握地區存量，以整體規劃彈藥支援分配機制，在有限時間內完成彈藥部隊動員編實、前支點開設及支援作戰部隊戰耗補給需求。作業權責區分以下三級：

（一）陸勤部：彈藥處依彈藥存量檢討，執行年度需求彈藥委製、彈藥跨區調度、補足作戰部隊基本攜行量及後續預置分屯彈藥整備。

（二）各地區支援指揮部（以下稱地支部）：掌握作戰部隊支援密度與配置，管制作戰區彈藥存量。

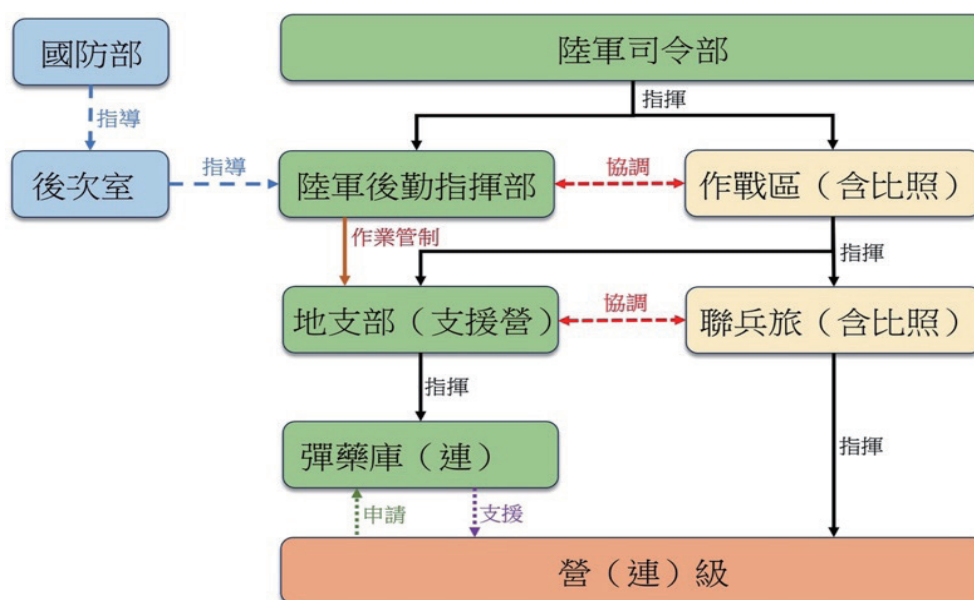
（三）彈藥庫先期完成防衛作戰各階段所需彈藥基本攜行量整備、彈藥存量不足申請、平衡調撥及前推預置點設施勘察等作業，遂行彈藥前支任務。

陸勤部彈藥處主動檢討全軍存量，如達籌補基準，檢討委由生製中心產製或循軍購管道向美方獲得（如圖二）。

陸軍彈藥部隊主要負責支援友軍及轄區內各受支援單位，執行彈藥補給、彈藥庫儲、修製保養、品質檢查及未爆

13 邱信智、黃為南，〈從後勤支援觀點探討不對稱作戰下最適彈藥整補策略〉，《陸軍後勤季刊》，2022年2月，頁21，檢索日期：民國114年1月10日。

14 吳典叡，〈推動職安有成 軍備局202廠獲北市勞安獎〉，《青年日報》，2022年6月24日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1508519>，檢索日期：民國114年1月10日。



圖二 彈藥整備作業流程圖

資料來源：本研究繪製

（廢）彈處理等任務。各地支部下轄彈藥庫，由彈藥分庫、整修所及未爆彈處理組所組成，金門、馬祖支援營下轄彈藥連，由連部、彈藥整修排及未爆彈處理小組所組成。

依據陸軍彈藥鑑整手冊，國軍彈藥存放於彈藥庫內，可能因為搬運、包裝、氣候及儲存環境等因素，而有受潮、生鏽、腐蝕、變形、自燃、滲漏及標誌模糊等疵病，容易產生危安疑慮，而彈藥依堪用程度區分1~9及0級共10個等級（如表一）。¹⁵各地支部彈藥庫執行彈藥技術檢查時，首先針對外觀採「由外而內、

由上而下」之檢查方式，自外包裝、內包裝、引信、彈頭、藥筒、底火及發射藥之順序，以視覺、觸覺、嗅覺、量具及儀器等實施初步檢驗，另針對火工零件之物化性，可進行底火「落錘試驗」或發射藥「安定劑含量檢驗」，據以判定彈藥堪用等級。倘若前述外觀檢查及火工零件檢驗無法判定其效能（如發射藥化性不合格等），可採實彈射擊方式確認彈藥性能及可靠度。

彈藥庫整修所執行彈藥檢整工項，包含彈體除鏽、重噴漆、塗矽化黃油、更換彈帶護圈、引信塞、擦洗滲漏及更換

15 監察院，調查報告（案號108國調0019），2019年6月20日，頁8~10，檢索日期：民國114年1月10日。

表一 國軍批號彈藥堪用程度等級

等級	程度	定義
1	新品	無任何限制，隨時可撥發之堪用彈藥。
2	堪用品	1. 因包裝型式破舊或外觀輕微瑕疵，預判1年或更短之庫儲時間限制內將可能劣化之彈藥。 2. 超過儲存參考年限及危安之彈藥，惟經測試檢驗合格者。
3	待測試	1. 新製彈藥、火工零件出廠後未完成彈道性能測試及修製單位所修製之彈藥未經檢查判定素質者。 2. 超過儲存參考年限彈藥（效能試射）或彈檢員認為彈藥素質有疑慮及超過檢查能力範圍者，須待進一步鑑定。
4	待測試（含彈藥包裝器材及測試彈藥）	1. 彈藥包裝器材。 2. 試驗新出廠武器之專用彈藥。 3. 庫儲彈藥專案委託生產鑑測單位功能測試和進行技術評估以作為判定其可靠性及堪用性。
5	待檢查	部隊後送彈藥庫之彈藥，其素質尚未完成檢查判定者。
6	待保養	須實施保養，但不包含拆換零件之彈藥。
7	待整修	須完成保養及更換火工零件之彈藥。
8	廢品	無經濟修復價值之不堪用彈藥。
9	停用	因彈藥事故或設計上有缺陷，經鑑測單位鑑驗不合格，並發布停用通報之彈藥。
0	停用（武器淘汰）	素質仍屬堪用或其他，惟經命令要求，該武器系統已汰除之彈藥（俟鑑測單位完成鑑驗後，據以判定後續轉級素質）。

資料來源：本研究整理

火工零附件（如引信、點火筒、底火、傳火管、尾翼、藥筒及發射藥）等，完成檢整之彈藥經檢查後辦理素質調整。¹⁶

二、戰時彈藥補給

綜觀歷史世界各國大大小小的軍事衝突或戰爭，一些具規模的戰爭，打到最

後都是在比誰資源多，包含兵士、軍械、彈藥、馬匹、糧草等等都可歸結為戰爭資源，因此，擁有充沛資源通常可決定戰爭最後的成敗。《孫子兵法·軍爭篇》：「故軍無輜重則亡，無糧食則亡，無委積則亡」，¹⁷這裡所稱之輜重、糧食、委積就是

¹⁶ 同註20，頁2-12。

¹⁷ 沈傑、萬彤，《孫子兵法：世界第一兵書》，（中華民國：典藏閣股份有限公司，民國101年4月18日），頁160，檢索日期：民國114年1月10日。

戰爭資源，孫子強調戰爭資源將決定一個軍隊的勝敗，甚至是國家的存亡，足見後勤支援在戰場極具關鍵。

我國軍作戰型態均以守勢作戰為主（島嶼防衛），而彈藥管理旨在維持作戰部隊火力無缺，¹⁸因此，在戰力防護整備方面，透過縝密計畫及有效庫儲管理，運用具洞庫化、地下化之設施，藉由彈藥資源先行與預屯分配，提高「多重備援」與「戰場存活」勤務支援整補能力，避免遭戰損或因補給問題而影響戰力。¹⁹

在應急作戰階段，置重點於彈補（前支）點開設及戰力保存作為，彈藥優先支援常備部隊戰耗補充及後備動員部隊基本攜行量補實；進入全面作戰階段，依「整體防空、聯合截擊、聯合國土防衛」之作戰進程，對敵實施反制、重層攔截與聯合火力打擊，以削弱作戰能力。²⁰各式彈藥運補優序，依當面敵情威脅與作戰區指揮官作戰意圖，支應作戰

部隊需要。

全民防衛動員區分行政動員及軍事動員，在軍事動員方面，區分軍隊動員與軍需工業動員，其中「軍需工業動員」主要係就每年各軍種作戰任務需求，完成軍需工業轉換作業需求檢討，納入各軍種軍需工業動員實施計畫。另依國軍各作戰部隊戰時需求檢討，年度計畫動員軍需工業生產工廠、保修工廠及動員工廠等，可於戰時立即實施動員生產（保修）轉換，有效支援軍事作戰。²¹如生製中心第202廠於111年「同心32號」演習在軍需工業動員整備方面，與民間合作廠商依軍需工業體系轉換程序，由平時之衛星工廠轉換為戰時之動員工廠，在一定時限內實施彈筒等金屬零附件加工作業，續提供第202廠執行全彈組裝，順利完成相關演練。²²

三、層級分析法（AHP）

在所有決策中，是根據設定之目標，

18 同註13，頁2-3-160。

19 中華民國108年國防報告書(國防部)，民國108年9月，頁65，檢索日期：民國114年1月10日。

20 中華民國112年國防報告書(國防部)，民國112年9月，頁63，檢索日期：民國114年1月10日。

21 余睿騰，〈分析層級程序法探討我國後備戰力轉型關鍵因素之研究—以蘭德公司「Transformation of Taiwan's Reserve Force」專案報告為例〉，《後備半年刊98期》，民國107年11月，頁57，檢索日期：民國114年1月10日。

22 李德威，〈國防部發布「同心32號」演習動員召集令〉，《青年日報》，2022年7月25日，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1520748>，檢索日期：民國114年1月10日。

從許多替代方案中，依幾個評價基準以選擇一個或數個可行方案，可說是在模糊不清或複雜之情況下，根據人們主觀意識判斷進行決策，而決策須遵循一定模式，方能使其規範化及科學化，避免盲目性及主觀隨意性，這樣取得之結果較有參考價值。

為處理不確定因素下複雜的決策問題，美國匹茲堡大學沙第教授(Thomas L. Saaty)於1971年時提出「層級分析法」(Analytical Hierarchy Process, AHP)，在問題分析方面，係為適切組合主觀判斷與系統研究之一種問題解決型手法。²³將複雜問題予以系統化，從不同層面給予層級分解，第一層級為目標、第二層級為構面(表示影響目標之決策要素)及第三層為關鍵要素(表示該層級影響構面層之次要要素)，要特別注意層級內之關鍵要素不宜超過7個，若超出應再分層解析，以免影響層級之一致性。

學者榮泰生先生針對AHP提出以下8個基本假設：²⁴

(一)系統可拆解成數個類別或組成，且具方向性層級結構。

(二)在每一個層級結構中，假設每一層級之要素均具有獨立性。

(三)每層級之要素，可用次一層級某個或全部要素做為評估標準來進行評估。

(四)進行比較評估時，可將絕對數值尺度轉換成比率尺度。

(五)各要素成對比較評估後，使用正倒值矩陣進行處理。

(六)偏好關係滿足遞移性。不僅優劣關係滿足遞移性(甲優於乙，乙優於丙，則甲優於丙)，同時強度關係也滿足遞移性(甲優於乙二倍，乙優於丙三倍，則甲優於丙六倍)。

(七)要素優勢程度，經由加權法則而求得。

(八)任何要素只要出現在層級結構中，不論其權重(優勢程度)如何小，均被認為與整個評估結構有關。

簡言之，AHP法係依審定問題進行專家訪談，找出影響關鍵要素，並同時建構層級結構，運用成對比較規劃出比例尺度，探索出各層級間決策屬性上下相對重要性。另一方面，由成對比較矩陣計

23 陳耀茂，《決策分析—方法與應用》，(五南圖書出版股份有限公司，民國108年7月23日)，頁3，檢索日期：民國114年1月10日。

24 榮泰生，《EXPERT CHOICE在分析層級程序法(AHP)之應用》，再版(中華民國：五南圖書出版股份有限公司，民國112年3月10日)，頁5，檢索日期：民國114年1月10日。

算出特徵向量及特徵值，以尋找出各要素之間權重。經過一致性檢定，當矩陣結果一致性可達滿意程度，此時可根據權重值大小排列優序作為決策參考，否則就要檢討是否請專家重新答填問卷。

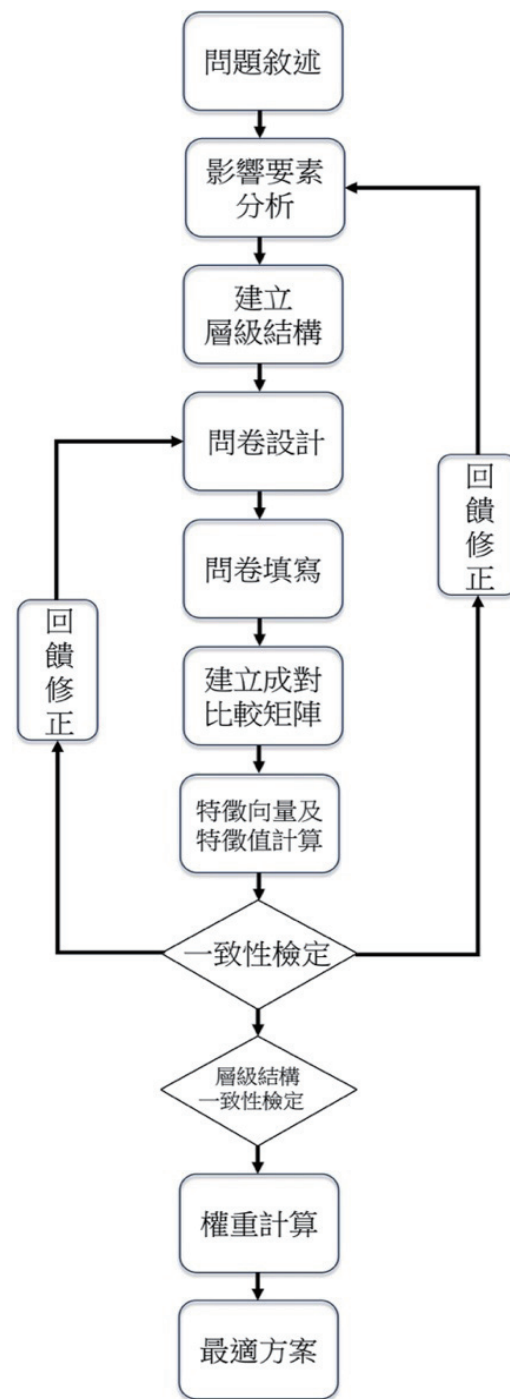
本研究議題主要包含彈藥整備決策中AHP法評估準則及權重之評估與排序，以下係分析步驟流程（如圖三）：²⁵

參、研究設計

一、研究步驟

本研究先透過文獻探討國軍彈藥整備及動員機制，瞭解軍備局下轄軍工廠及陸軍彈藥部隊相關生產、檢整及素質鑑定等任務，於本章中研擬戰時彈藥整備之構面及關鍵因素，再運用德菲法徵詢專家實務經驗，進行訪談後收斂各專家意見以取得共識，運用AHP層級分析法找出各關鍵要素權重比例關係，探討出影響生產大口徑彈藥整備各構面及因素之重要性（如圖四）。

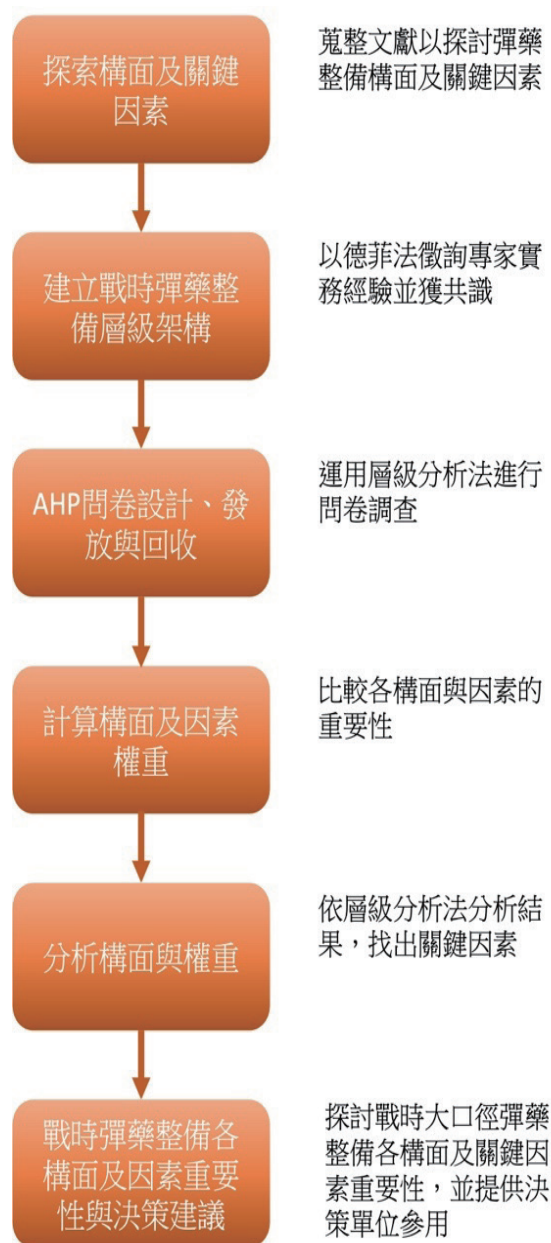
在文獻探討中，依陸軍現行彈藥相關準則及全民防衛動員機制，找出影響國軍大口徑彈藥整備之構面，將初步探索之3項構面及8項關鍵因素，向生製中心及陸勤部等7位中校階（含以上）主



圖三 AHP流程圖

資料來源：EXPERT CHOICE在分析層級程序法（AHP）之應用

25 同註23。



圖四 研究步驟

資料來源：本研究繪製

要從事彈藥整備決策之人員進行訪談，再運用修正式德菲法 (Modified Delphi Method)²⁶ 專家訪談結果，審視關鍵要素是否需要增加或減少。蒐集專家訪談資料方式係以預先繕製之問卷請各專家針對內容進行意見回饋，再去探索可能影響彈藥整備之關鍵因素，以透過專家問卷訪談結果使研究更加周延，並將建議事項納入問卷，以明確構面及關鍵因素之說明 (如表二)。

以各構面及關鍵因素繕製 AHP 問卷，問卷發送對象含括軍備局及陸勤部人員總計 35 員，主要從事彈藥整備決策及實際彈藥保修之專業人員，均熟悉陸軍保修制度及彈藥維保學能，俾利探究戰時大口徑彈藥整備之關鍵因素 (如表三)。

基於文獻探討及專家訪談，本研究包含組裝新彈藥、檢整舊彈藥、鑑定舊彈藥等 3 大構面，以及足夠彈藥零附件、廠房生產機具未戰損、組裝人員士氣、水電供應無虞、料件前推、預置分屯、拆裝工具、人員經驗判斷、量具儀器完整及場所具彈性等 10 項關鍵因素，作為本研究之依據，以下係各構面及關鍵因素之定義

26 Murry, J. W. & Hammons, J. O. (1995). Delphi: A Versatile Methodology for Conducting Qualitative Research. *The Review of Higher Education*, 18(4), 423-436. 檢索日期：民國 114 年 1 月 11 日。

表二 戰時彈藥整備關鍵因素評估調查問卷專家建議表

層級	建議事項	問卷調整
構面	建議考量廠房內水、電等管路有無受阻斷，以及源頭供應狀況。	「組裝新彈藥」構面增列「水電供應無虞」。
關鍵因素	重要彈藥零附件應分散屯儲於良好戰力保存設施內，如地下化設施及堅固掩體等。	關鍵因素「預置分屯」說明內容修正為抗炸式彈藥庫。
關鍵因素	鑑定作業由專業人員進行外觀檢查及重要物化性檢驗，應評估何種環境下始可作業。	關鍵因素「場所具彈性」說明內容修正為在無水無電的環境下仍可作業。
關鍵因素	戰時要能組裝新彈藥之關鍵在人、機、料，所以廠房設施未戰損，建議修改為廠房生產機具未戰損，另建議增加一項跟人力有關的關鍵因素。	原關鍵因素「廠房設施機具未戰損」修改為「廠房生產機具未戰損」；「組裝新彈藥」構面增列「組裝人力」。

資料來源：本研究整理

表三 專家類別統計表

類別		人數(員)	百分比(%)
單位	軍備局生產製造中心	6	17.14
	第202廠	11	31.43
	陸勤部	8	22.86
	地支部彈藥庫	10	28.57
階級	上校(含)以上	8	22.86
	中校	12	34.29
	少校	7	20
	尉官	5	14.29
	士官	3	8.57
服役年資	21年以上	12	34.29
	16~20年	11	31.43
	11~15年	6	17.14
	10年以下	6	17.14
職務層級	管理幹部	20	57.14
	業務執行	15	42.86

資料來源：本研究整理

(如表四)。

二、層級架構模型

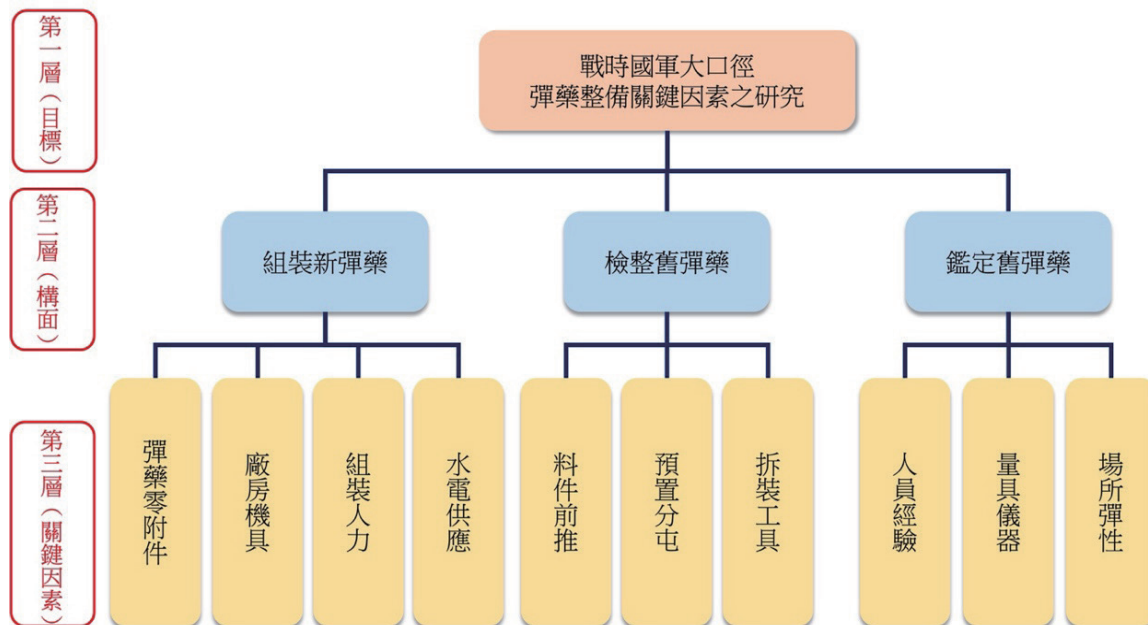
在AHP層級架構中，第一層為戰時國軍大口徑彈藥整備最適化之研究，第二層有3個構面，分別是組裝新彈藥、檢整舊彈藥及鑑定舊彈藥，而第三層的關鍵因素包含有足夠彈藥零附件、廠房生產機具未戰損、組裝人員士氣、水電供應

無虞、料件前推、預置分屯、拆裝工具、人員經驗判斷、量具儀器完整及場所具彈性等10項(如圖四)。由決策群體所組成的成員中，評估前述每2個項目之間之二元關係，由專家們選擇適當描述相對項目間重要程度的尺度數字，據以建立成對比較矩陣C， C_{ij} 為i元素與j元素互相比較的數值，矩陣內主對角線係各元素

表四 構面及關鍵因素之說明表

構面		關鍵因素	
項目	說明	項目	說明
組裝新彈藥	軍工廠平時預屯彈藥零組件，戰時進行全彈組裝。	彈藥零附件	引信、彈體(含灌藥)、彈筒、底火及發射藥等關鍵零附件於平時產製備便，含料件籌購期程與驗收等項。
		廠房機具	防空系統成功攔截敵導彈攻擊，軍工廠彈藥組裝線未遭戰損，含廠線及組裝機具等項。
		組裝人力	專業人員不畏戰事，士氣高昂執行任務，含人力素質及經驗等項。
		水電供應	重要關鍵基礎設施未遭戰損，水電持續供應，且在無外力干擾下，每日產能可達一定產能。
檢整舊彈藥	軍工廠平時預屯彈藥零組件，戰時至前支點進行火工零件更換。	料件前推	引信及底火總成等關鍵零附件平時置於前支點，並具備一定存量。
		預置分屯	各式發射藥平時分散儲存於抗炸式彈藥庫。
		拆裝工具	設計易攜式手工工具組方便專業人員使用，且相關廠線、組裝機具及基礎設施未遭戰損。
鑑定舊彈藥	軍工廠會同彈藥庫人員進行老舊彈藥素質鑑定作業。	人員經驗	人員素質高且可快速並正確判斷彈藥堪用等級(含發射藥更換)，且搬運開箱人力無虞。
		量具儀器	彈體合膛及電底火電阻量測所需量具及儀器平時完成調校備便，並建立鑑濾允收標準及效能驗證測試。
		場所彈性	無作業場所限制，即使水電缺乏仍可鑑定。

資料來源：本研究整理



圖四 戰時彈藥整備層級架構圖

資料來源：本研究繪製

與自身的比較，故均為1，經彙整專家問卷各元素比較結果形成矩陣倒數。當團體進行兩兩成對比較時，以全體之幾何平均數作為代表的值。

接著蒐整學者專家之意見，採用名目尺度執行因素間成對比較，給予量化後建立「成對比較矩陣」，據以求出各矩陣之特徵向量（Eigenvector）及最大特徵值（ $\lambda_{\max}$ ），用以比較出所有層級「成對比較矩陣」之一致性指標（Consistency Index, C.I.）及一致性比率（Consistency Ratio, C.R.）。因此，AHP可尋找出專家們的共識，以解決複雜性決策問題，並透過

比較成對矩陣及特徵向量，決定影響各因素間之相對權重問題。²⁷

美國Saaty教授認為成對比較可使用9個尺度來表示，評比尺度劃分成：同重要、稍微重要、重要、極重要及絕對重要，其餘尺度則介於這5個尺度中間。而尺度可視實際情形做調整，惟超過9個尺度容易造成填答者混淆（如表五）。在一致性指標方面，當 $C.I. \leq 0.1$ 時為可接受之誤差。另當問題複雜且比較之因素眾多時，成對矩陣之階數（ m ）隨之增加，要維持一致性判斷就會產生困難，因此Saaty教授提出隨機指標（Random Index,

27 同註24，頁3。

R.I.) (如表六)。當m大於2時，用來調整不同階數下所產生不同程度C.I.值變化，得到之數值即為C.R.值。若 $C.R. \leq 0.1$ ，則代表成對比較具有一定程度之信度，C.R.值愈偏向0時，代表一致性越高；相

反地，當C.R.值大於0.1時，表示調查結果不一致，需重新判別比較（如表七）。²⁸

三、問卷設計

在完成建立層級架構模型及關鍵因素後，依層級分析法之程序進行專家問

表五 AHP評估尺度說明

重要性尺度值	定義	說明
1	同重要	兩因素具有同等重要性
3	稍微重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某因素
5	重要	經驗與判斷比較傾向喜好某因素
7	極重要	實際顯示非常強烈傾向喜好某因素
9	絕對重要	有足夠證據肯定絕對喜好某因素
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	做為折衷值

資料來源：The Analytical Hierarchy Process

表六 AHP隨機指標 (R.I.)

隨機指標表												
m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R.I.	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48

資料來源：The Analytical Hierarchy Process

表七 AHP一致性檢定

指標	公式	評估準則
一致性指標 Consistency Index (C.I.)	$C.I. = \frac{\lambda_{max} - m}{m - 1}$	C.I. > 0.1 表示前後判斷不一致性。
		C.I. = 0 表示前後判斷完全一致性。
		C.I. ≤ 0.1 表示可容許的偏差。
一致性比率 Consistency Ratio (C.R.)	$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}$ R.I.由查表得知。	C.R. ≤ 0.1 表示一致性達到可接受水準。

資料來源：The Analytical Hierarchy Process

28 Satty, T.L. The Analytical Hierarchy Process,(New York: McGraw-Hill,1980). 檢索日期：民國114年1月11日。

卷設計與調查規劃。問卷設計採成對比較方式，將欲評估之構面或關鍵因素置於比較表兩側，評估尺度置於中間，如評估項目有K個，則須進行 $K(K-1)/2$ 次比較（如表八）。

為使問卷樣本分析所產生誤差降至最低，群體可信度達到最高，學者Dalkey等人指出專家小組人數以10員以上最佳，而同質性高之團體人數15至30員即

足夠，異質性高之團體則為5至10員。²⁹另學者Isaac及Michael表示應考量受訪者背景，最好能由不同學術領域之專家所組成，以強化參與者之代表性。³⁰

承上，本研究之專家選取要求為從事後勤業務至少8年以上工作經驗，區分管理與執行等2個階層，共計35員專家人員。

（一）管理階層人員：生製中心6員、第

表八 評估項目成對比較問卷（格式）

評估項目	重要性尺度																評估項目	
	絕對重要		極重要		重要		稍微重要		同重要		稍微重要		重要		極重要	絕對重要		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
甲																		乙
乙																		丙
甲																		丙

填表說明：

兩兩比較其相對重要性後，在上方1-9空格中勾選符合之數字，數字越大表示評估項目相對越重要

←

越往左邊越重要

→

越往右邊越重要

資料來源：本研究整理

29 Dalkey, N. C., Brown, B. B., & Cochran, S. The Delphi method: An experimental study of group opinion Vol. 3. (Santa Monica, CA: Rand Corporation,1969). 檢索日期：民國114年1月11日。

30 Isaac, S., & Michael, W. B. (1984). Handbook in research and evaluation (San Diego, CA: EdITS Publishers). 檢索日期：民國114年1月11日。

202廠6員及陸勤部8員。

(二) 執行階層人員：第202廠5員及地支部彈藥庫10員。

問卷發放方式以親自訪談為主，若受訪者不方便面談則以電子郵件方式進行，發送問卷前，均以電話確認受訪者訪談意願及日期，並說明大致訪談內容，同時回應受訪者對問卷內容不清楚之處，再約定時間親自面談或以電子郵件回覆，本專家問卷共發放35份（如表九）。

肆、研究結果

本研究運用層級分析法（AHP）針對戰時國軍大口徑彈藥整備關鍵因素進行問卷調查，共發放35份，回收34份，回收率為97.1%。經檢視問卷填答完整性及一致性檢定後，有效問卷計31份，為回收問卷之88.6%。採用Expert Choice 11套裝軟體，在Windows作業系統下執行，分析31份有效問卷之權重值及一致性檢定。

一、有效問卷分析

在31份有效問卷中，答填者服務單位以第202廠佔大多數，比例為35.5%，其次為彈藥庫佔比25.8%；在階級部分，以中校居多佔35%，其次為上校佔比25.8%；在服役年資部分，以21年以上居多佔35.5%，16~20年佔比29%次之。

針對問卷第五部分之個人基本資料（服務單位、階級、服役年資及職務）個別進行統計分析，相關結果說明如次：

服務單位：有效問卷中，屬生製中心計有5員，佔總人數16.1%，第202廠計有11員，佔總人數35.5%，陸勤部計有7員，佔總人數22.6%，彈藥庫計有8員，佔總人數25.8%（如表十）。

(一) 階級：有效問卷中，屬上校以上計有8員，佔總人數25.8%，中校計有11員，佔總人數35.5%，少校計有6員，佔總人數19.4%，尉官計有5員，佔總人數16.1%，士官計有1員，佔總人數3.2%（如表十一）。

表九 受訪者問卷統計表

問卷統計表	
階級	士官長3員、尉官5員、少校7員、中校12員、上校8員。
服務單位	軍備局生產製造中心6員、第202廠11員、陸勤部8員、地支部彈藥庫10員。
學歷	正規班11員、指參班（含碩士）18員、戰略班（含博士）6員。
服役年資	10年以下6員、11~15年6員、16~20年11員、21年以上12員。

資料來源：本研究整理

- (二) 服役年資：有效問卷中，年資21年以上計有11員，佔總人數35.5%，16~20年計有9員，佔總人數29%，11~15年計有5員，佔總人數16.1%，10年以下計有6員，佔總人數19.4%
- (如表十二)。

(三) 職務：有效問卷中，屬管理幹部計有17員，佔總人數54.8%，業務執行計有14員，佔總人數45.2%（如表十三所示）。

表十 服務單位人數統計表

單位	人數(員)	百分比(%)	累積百分比(%)
生產製造中心	5	16.1	16.1
第202廠	11	35.5	51.6
陸勤部	7	22.6	74.2
地支部彈藥庫	8	25.8	100
總計	31	100	100

資料來源：本研究整理

表十一 階級人數統計表

階級	人數(員)	百分比(%)	累積百分比(%)
上校以上	8	25.8	25.8
中校	11	35.5	61.3
少校	6	19.4	80.7
尉官	5	16.1	96.8
士官	1	3.2	100
總計	31	100	100

資料來源：本研究整理

表十二 服役年資人數統計表

服役年資	人數(員)	百分比(%)	累積百分比(%)
21年以上	11	35.5	35.5
16~20年	9	29	64.5
11~15年	5	16.1	80.6
10年以下	6	19.4	100
總計	31	100	100

資料來源：本研究整理

表十三 職務人數統計表

職務	人數(員)	百分比(%)	累積百分比(%)
管理幹部	17	54.8	54.8
業務執行	14	45.2	100
總計	31	100	100

資料來源：本研究整理

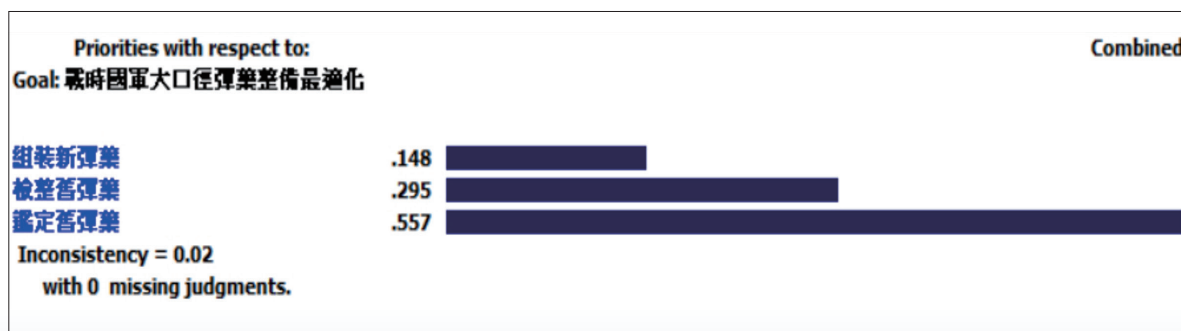
二、權重分析及一致性檢定

本研究以Expert Choice 11軟體進行31份有效問卷之權重值分析，並利用一致性指標(C.I.)衡量比較矩陣之一致性，當 $C.I. \leq 0.1$ 為可接受之條件，如果大於0.1則須重新修正，軟體中顯示Inconsistency字樣即C.I.值。填答者大多認為「鑑定舊彈藥(0.557)」係戰時大口徑彈藥整備最關鍵之構面，其次為「檢整舊彈藥(0.295)」與「組裝新彈藥(0.148)」；經軟體統計分析結果，C.I.值為0.02，計算一致性比率(C.R.值)為 $0.034 < 0.1$ ，因此彈藥整備層級三大構面之一致性達到可接受水準(如圖五)。

以下就各構面之關鍵因素進行分析：

析：

- (一) 組裝新彈藥：在「組裝新彈藥」構面下，「彈藥零附件(0.474)」係最主要之關鍵因素，依序為「組裝人力(0.349)」、「廠房機具(0.098)」及「水電供應(0.079)」，C.I.值0.02，經計算C.R.值為 $0.022 < 0.1$ ，因此一致性達到可接受水準(如圖六)。
- (二) 檢整舊彈藥：在「檢整舊彈藥」構面下，「預置分屯(0.478)」係最主要之關鍵因素，其次為「拆裝工具(0.273)」及「料件前推



圖五 戰時大口徑彈藥整備各構面權重分析圖

資料來源：本研究繪製

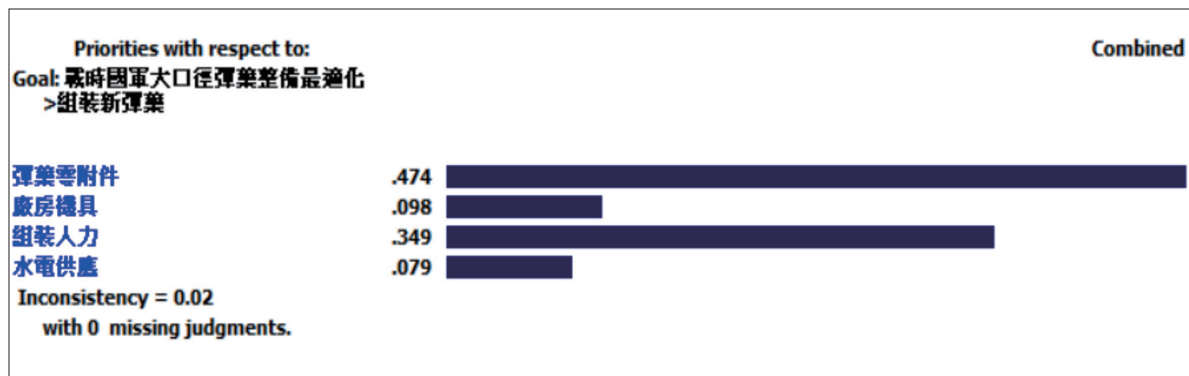
(0.249)」，C.I.值為0.02，經計算C.R.值為 $0.034 < 0.1$ ，因此一致性達到可接受水準(如圖七)。

(三) 鑑定舊彈藥：在「鑑定舊彈藥」構面下，「人員經驗(0.47)」係最主要之關鍵因素，其次為「量具儀器(0.371)」及「場所彈性(0.16)」，C.I.值為0.02，經計算C.R.值為 $0.034 < 0.1$ ，因此一致性達到可接受水準(如圖八)。

針對上述之10項關鍵因素進行整體

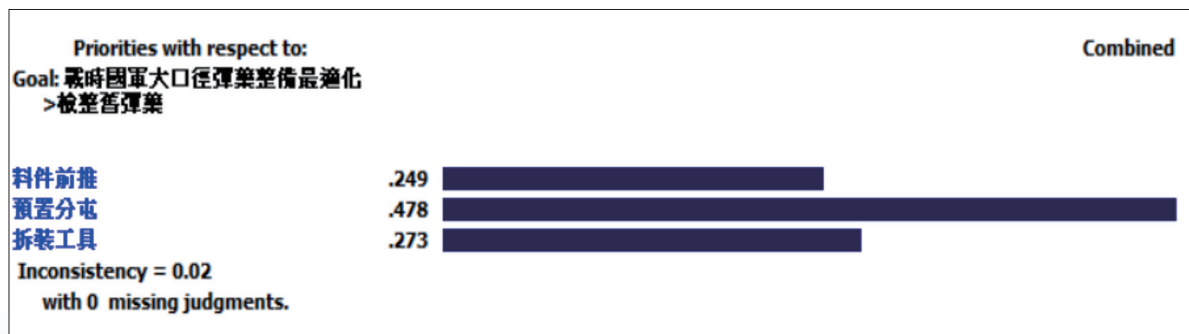
權重值計算，戰時大口徑彈藥整備之關鍵因素重要性由高至低依序為「人員經驗(0.263)」、「量具儀器(0.208)」、「預置分屯(0.139)」、「場所彈性(0.09)」、「拆裝工具(0.08)」、「料件前推(0.073)」、「彈藥零附件(0.07)」、「組裝人力(0.051)」、「廠房機具(0.014)」及「水電供應(0.012)」，C.I.值為0.02，經計算C.R.值為 $0.013 < 0.1$ ，說明整體一致性達到可接受水準(如圖九)。

經分析結果可知，戰時大口徑彈藥



圖六 組裝新彈藥關鍵因素權重分析圖

資料來源：本研究繪製



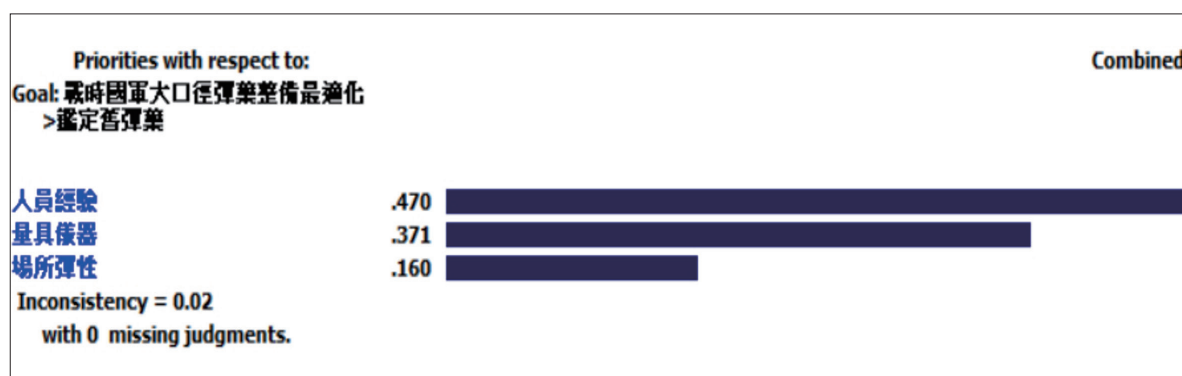
圖七 檢整舊彈藥關鍵因素權重分析圖

資料來源：本研究繪製

整備最主要之前3項關鍵因素分別為「人員經驗(0.263)」、「量具儀器(0.208)」及「預置分屯(0.139)」，因此「鑑定舊彈藥」為彈藥整備之優先考量，其次為「檢整舊彈藥」，有效提供作戰部隊維持火力（如表十四）。

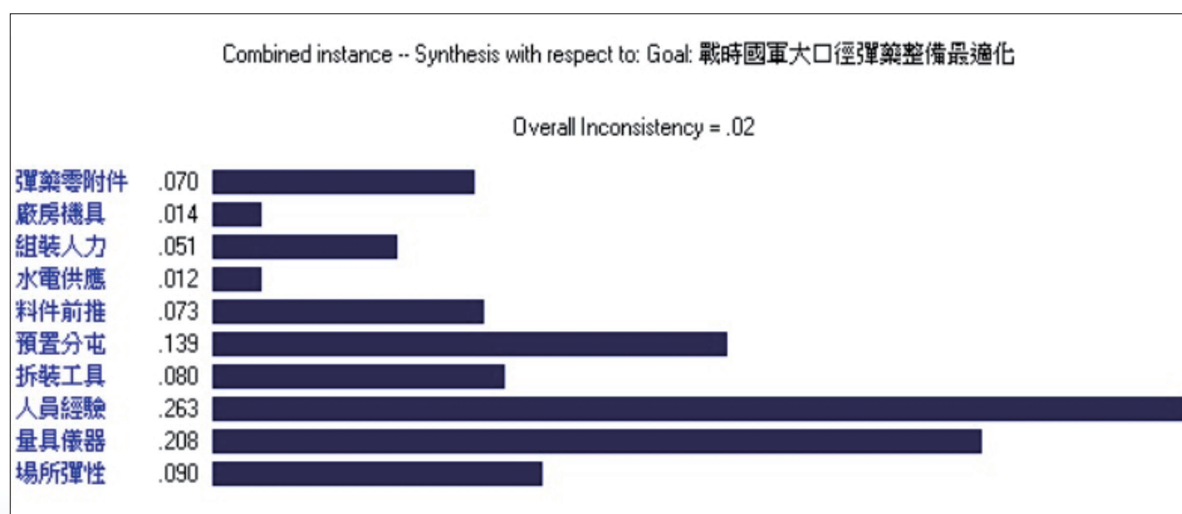
伍、結論

本研究首先透過文獻分析初步探討各構面及關鍵因素，再運用修正式德菲法訪問7位專家意見後，建構出「戰時國軍大口徑彈藥整備」的AHP層級分析法及問卷設計，並將問卷發放後勤主管及



圖八 鑑定舊彈藥關鍵因素權重分析圖

資料來源：本研究繪製



圖九 彈藥整備關鍵因素權重分析圖

資料來源：本研究繪製

表十四 戰時大口徑彈藥整備關鍵因素整體權重值排序表

構面評估	權重	關鍵因素評估	權重	排序	整體權重	整體排序
組裝新彈藥	0.148	彈藥零附件	0.474	1	0.070	7
		廠房機具	0.098	3	0.014	9
		組裝人力	0.349	2	0.051	8
		水電供應	0.079	4	0.012	10
檢整舊彈藥	0.295	料件前推	0.249	3	0.073	6
		預置分屯	0.478	1	0.139	3
		拆裝工具	0.273	2	0.080	5
鑑定舊彈藥	0.557	人員經驗	0.470	1	0.263	1
		量具儀器	0.371	2	0.208	2
		場所彈性	0.160	3	0.090	4

資料來源：本研究整理

業管合計35份，有效問卷計31份，為便於引用者參考運用，計算出各構面及關鍵因素之相對權重及整體權重，一致性比率(C.R.值)皆小於0.1通過一致性檢定，所獲得結論說明如次：

一、現行軍工廠平時演練生產彈藥需修正

在本研究中以「戰時大口徑批號彈藥整備」為目標，建立「組裝新彈藥」、「檢整舊彈藥」、「鑑定舊彈藥」等3項構面，經研究顯示權重以「鑑定舊彈藥」55.7%為最大，其次「檢整舊彈藥」29.5%，最低「組裝新彈藥」14.8%，故「製不如修，修不如鑑」，因此軍工廠平時演練應包含鑑定與檢整。

二、重視人員經驗以發揮軍工廠戰時最大效益

各構面包含有足夠彈藥零附件、廠房生產機具未戰損、組裝人員士氣、水電供應無虞、料件前推、預置分屯、拆裝工具、人員經驗判斷、量具儀器完整及場所具彈性等10項關鍵因素，在整體權重佔比最大「鑑定舊彈藥」之關鍵因素「人員經驗」為47%，因此軍工廠須重視人員經驗，以長留久用為方向，以發揮戰時最大效益。

三、運用層級分析法選出關鍵因素提供國防部決策參考

以上述評量架構，邀請35位任職於生製中心及陸勤部彈藥業管或主管進行

決策評量，使用AHP層級分析法評估結果顯示「人員經驗」及「量具儀器」等2項關鍵因素排名前2名，故以「鑑定舊彈藥」為後續發展的最佳化模式，提供國防部後勤決策單位參考。

陸、研究建議

本研究建議國防部相關業管部門未來可透過權重比例，建立彈藥整備之數學模型，進而建置一套重要決策支援系統，提供政策制訂者參考運用。另後續在「軍需工業動員」方面提出以下三點建議：

- 一、考量平戰合一，軍工廠技術人員平時會同彈藥庫人員，對地區彈藥庫所屬6、7級彈藥實施聯合鑑濾，優先完成鑑濾納補作業，以提升作戰部隊彈藥支援任務之達成。
- 二、應急作戰階段，軍工廠彈藥技術人員分組前往各地區彈藥庫配合協助鑑定各式批號彈藥，加速作業流程，屬等級2~6之大口徑彈藥，運用目視及量具儀器進行鑑定後，即運往補給點供應作戰部隊使用。
- 三、戰時民間動員工廠生產彈藥零附件之場所應有別於平時生產地點，否則易遭有心人士情蒐知悉，進而破壞機

具而無法遂行生產；另重要生產機具設備應具備機動性，且設置於地下化場所並保密，避免戰時遭敵破壞。考量本項涉及需投入兵力防護民間工廠，建議軍備局與各軍種司令部研討並取得共識後，評估納入實兵演習驗證之可行性。

作者簡介

林威中校，國防大學管理學院戰略班畢業。國防大學管理學院後勤管理正規班99年班、台灣大學電信工程研究所碩士99年班、國防大學戰略班113年班。曾任所長、副主任、副組長，現為軍備局獲得管理處兵督官。

作者簡介

張旭明上校，國防大學管理學院戰略班畢業。國防大學中正理工學院兵器系統工程研究所碩士89年班、國防大學指參班95年班，國防大學戰略班100年班。曾任組長、隊長、場長，現為國防大學管理學院國管中心戰略教官。