

建構互動式虛擬實境 教學品質評估指標之研究—— 以未爆彈處理教學為例

林文惠、陳鴻鈞

提要

- 一、戰時未爆彈將影響整體部隊作戰任務遂行，然而未爆彈處理極具危險，必須仰賴專業訓練，陸軍後勤訓練中心（以下簡稱後訓中心）於109年即在未爆彈處理教學導入虛擬模擬系統，以模擬戰場景況增進訓員對未爆彈處理作業的實務經驗，強化戰場心理抗壓素質。
- 二、本研究藉由相關文獻結合「修正德爾菲法」由專家意見歸納出3項主準則、12項次準則，再以層級分析法獲取各指標之優先次序與權重，建構未爆彈處理虛擬模擬器的教學品質評估指標。
- 三、經研究分析結果顯示主準則以「教學設計」權重達50.4%最為重要。依據所獲得結論，建議可依本研究建構之指標為基礎，設計「未爆彈虛擬實境教學品質評量表」，定時實施教學鑑定進行自我品質評估，針對不足部分可進行修正、增減與教學的調整。後續研究建議可持續研究課程配比，以作為虛擬實境課程導入未爆彈課程設計的依憑。

關鍵詞：虛擬實境教學、教學品質、層級分析法

圖片來源：本研究拍攝合成



壹、前言

研究資料顯示機場、海軍基地及飛彈陣地等列為中共首波攻擊名單，經常透過飛彈及導彈攻擊機場跑道有效封鎖來削弱或摧毀空軍的作戰能力，所以必須透過各種手段儘速恢復機場運作以恢復制空權，然而空軍基地跑道一旦發生未爆彈事件將遲滯搶修任務，必須等到未爆彈清除完成後，才能開始進行搶修作業。¹所以未爆組的執行成敗及效率，不僅影響了機場跑道整體搶救速度，更攸關國軍精銳戰機適時發揮戰力的關鍵因素。

根據現代戰爭統計資料所顯示，戰時約莫會產生10%的未爆彈，然而未爆彈處理具有高度危險性，依據資料統計，英軍於第二次世界大戰時此項專業人員之殉職率高達 99%，為所有專長之冠，顯示未爆彈處理為極端危險之任務。²未爆彈處理係以科學知識與極熟練技術，按程序執行任務；然而每種彈藥因構造諸元及備炸方式不同，其處理時安全防護措施亦各有差異，是一門複雜而需具抗壓力及應變能力的特種專長，必須仰賴於專業經驗傳承及平時紮實訓練，用心研析各類彈藥特性及反覆演練處理程序，才能有效且安全的執

行未爆彈處理任務。

目前針對未爆彈訓練，除後訓中心透過11週課程經過三階段測驗及最終爆燬實作驗收後取得專長外，各地區未爆組每週均排定駐地訓練課程，陸軍後勤指揮部每年針對傳統彈藥及精準飛彈排定2週複訓課程，就是希望面對變化多端的未爆彈作業時，能夠降低風險，然而訓練不僅僅只是藉由反覆地練習來精進專業技能，更需要充分瞭解作戰環境的臨戰經驗，提升戰場抗壓性，方能在關鍵時刻發揮有效戰力，形成克敵制勝的精銳勁旅。因此，未爆彈處理教學必須克服天候、地形、場地等限制，建置一套完整健全的訓練模式，讓受訓官兵沉浸在逼真的訓場中，藉由不斷地精訓勤練累積經驗，強化戰場抗壓力。

儘管虛擬模擬器能夠提供學員逼真且無風險的戰場環境感官體驗，使訓練時可免於依靠憑空想像來進行未爆彈處理的實作程序。但是基於虛擬模擬器在後勤教學仍屬於探索階段，仍鮮少有相關的研究做為品質評估參考依據。本次研究以文獻蒐整為基礎，並利用修正德爾菲法建立問卷方式彙整專家意見，以層級分析法評估構面，建立教學品質的

1 鄭舜元，〈中共軍事武力發展與其武力犯臺作戰方式之研究—2005—2010〉，《國防雜誌》，第20卷2期，西元2005年2月，頁77-87。

2 國軍○○手冊（國防部），民國110年3月24日，頁1-3。

評估指標，協助未爆彈作業人員增進專業素養，發揮其最大效益；爰此，本研究目的如後：（一）建構未爆彈處理虛擬模擬器的教學品質評估指標，提供虛擬模擬器評鑑機制（二）提供未來評斷虛擬模擬器優劣衡量之基準，以作為後續精進教材參考依據。

貳、文獻探討

一、未爆彈處理教學現況

韓兆福等人提出軍事職業教育與學歷教育本質不同，軍事教育屬於實踐教學，其特點為目標明確、專業性強、內容要求較高。³所以現行未爆彈專長班隊教材內容設計時，強調內容必須符合專業性及現行未爆彈作業標準，以期能夠在訓練後具備專業處理作業能力，擁有獨立遂行值勤任務為目標。⁴所以在課程訓練時要求不分官階，都必須有獨立處理作業的能力，現行未爆彈處理專長班是不分階級混合授課的特殊班隊，課堂上由軍士官及士兵在同一班級上課，因此授課時將因個人差異化加深教學難度。

Donna指出課堂上學習背景存在許多差異及不同面向。教師必須使用技巧降低差異。⁵面對學習背景迥異的學生，同一課堂上部分學生已明瞭課程內容，卻仍有人沒跟上進度，若教師停下腳步，輔導低學習成效的學生，將影響其他人，更礙於教學規定只能讓教學進度持續往前，這是傳統一對多教學的窒礙，也是教師的兩難糾結。為了解決差異化學習問題，所以在傳統授課初期，會依據個人對彈藥識別、內部構造及火藥鏈等基本彈藥知識實施測驗，以瞭解學員程度後進行能力分組，將人員區分為A、B、C、D四類，未爆彈課程學習編組分析表（如表一），以模擬現行未爆彈處理組執行勤務時編組，由具經驗的高階幹部帶領其組員，可有助於小組團隊進行課程的差異補強，運作同儕相互激盪，藉以訓練團隊合作能力。

課程區分為三階段共計11週，課程設計採循序漸進，經由每一階段的學習成果，作為下一階段的基礎。第一階段課程主要為各式彈藥構造與識別，時數設計為115小時，以課堂講解為主，首先讓學生對

3 韓兆福、楊中書、王超勇、王虹雲、劉蘭允，〈虛擬現實技術在軍事職業教育實踐教學中的應用〉，《實驗室研究與探索》，第24卷10期，西元2005年10月，頁65-67。

4 同註2，頁1-4。

5 Donna Walker Tileston著、高麗鳳譯，《所有教師都應該知道的事——學習者的個別差異》（新北市：心理出版社，西元2011年），頁15-16。

表一 未爆彈課程學習編組分析表

未爆彈課程學習編組分析表			
組別	稱謂	學生類型及背景	初測成績
A	組長	1. 通常為軍、士官，接受過6個月以上彈藥訓練或已在彈藥部隊擔任帶隊幹部。 2. 未來預劃擔任未爆彈處理組組長或副組長。	80以上
B	副組長	1. 通常為士官，接受過6個月以上彈藥訓練，曾從事彈藥檢查作業。 2. 未來預劃擔任未爆彈處理組上士缺。	70-80分
C	組員	1. 通常為士官，接受過2個月以上彈藥訓練，曾從事彈藥庫儲作業。 2. 未來預派職未爆彈處理組中士缺。	60-70分
D	組員	1. 通常為入伍未達2年的彈藥士兵。 2. 未來預劃派職廢彈處理作業。	60分以下

資料來源：本研究整理

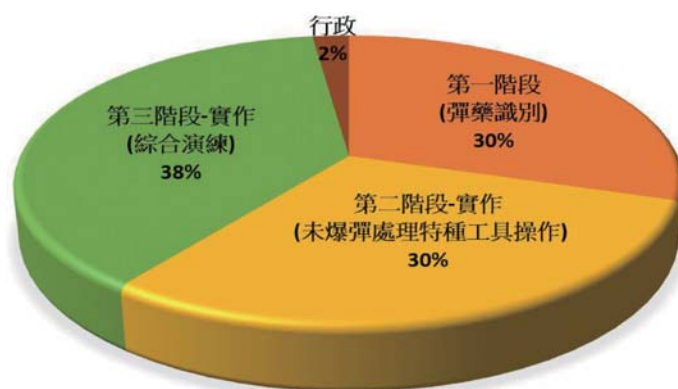
各式彈藥種類及內部構造有詳細瞭解，例如：各式火工另件⁶介紹、引信的種類。課程結束後，學生必須熟稔彈藥構造、彈藥內部配置、引信作用方式及相關火工另件，並瞭解潛存危害及必須注意事項。

第二階段針對處理未爆彈時所需的特種工具教學，時數為117小時，著重實作課程讓學生能夠透過反覆訓練，可更加熟悉各種特種工具使用方式及操作步驟，安全地將未爆彈進行卸火、移除及銷燬作業。第三階段時數為145小時，配合未爆彈處理技令，由勘察作業開始，針對不同彈

種及受損程度的處理方式進行研究。第三階段為融合前面兩階段所學，進行情境模擬演練，藉模擬未爆彈場景，形塑實際未爆彈處理氛圍。如同Dale研究發現傳統講述教學後僅剩10~20%記憶，而透過實際動手記憶力可提高至70~90%。⁷在未爆彈教學實作訓練中重視手作心動的學習，使身體與情境連結加深印象。在未爆彈處理專長班課程中，第二、三階段為課程主軸，佔所有課程68%（如圖一）。此階段中大部分的授課內容為室外實作，經常受天候、地形及場地影響，被迫於室內授課或縮小距

6 火工另件指一顆完整彈藥除主裝藥外的其他含有火藥成分的零附件，例如：引信、發射藥、傳火管、底火等。

7 陳嘉彌、蘇慧娟、張境桓，〈樂高認真玩策略促進幼兒學習之啟示〉，《育達科學報》，第43期，民國105年10月，頁63-86。



圖一 未爆彈學習課程分析

圖片來源：本研究繪製

離訓練，使學生在訓練時，缺乏空間感及真實感。

教學環境創建是為了學生可透過模擬貼近戰場景況訓練，更能掌握戰場變化，黃光雄等提出課程即是經驗，強調學生個人的學習經驗之意義理解，是學習者、學習內容與教學環境之間的交互作用後所產生的經驗歷程與實際結果。⁸所以教材應提供適當的練習並提供學習指導，以利將未爆彈處理程序訓練為反射式反應，深植在學生的身體中以適應高壓處理環境。情境模擬是未爆彈處理教學相當重要的一環，讓學生在預設場景所建構的情境脈絡下，使學生能夠結合第一階段彈藥構造與識別知識及第二階段特種工具處

理技能，以形成最後第三階段有目的之組合訓練，確保所獲得的知識是有意義，讓學生能在預設的狀況下訓練學生臨場反應，主動觀察的學習能力、解決方式。

未爆彈實作課程因高風險作業師生比要求高達1:5，⁹現行作法為申請現役未爆彈處理組支援教學，以使在操作過程中能注意

到學生操作的每一步驟，並及時發現問題給予適時指導修正，但難免無法顧及每一位學生，期間造成學習空轉。因此導入虛擬實境教學設備及作法以解決師生比問題是可行作法之一。

黃光雄等認為成功的教育方法，是一種知識的引導與啟蒙，乃在於蒐集並提供學生探究學習的證據材料。¹⁰在教學時最好能隨時監測學習狀況並記錄過程，若學習出現錯誤及時明確指出錯誤點。使用虛擬模擬器教學時學生可自選評鑑模式，透過個人評鑑來瞭解自己學習狀況，可有效的瞭解學習室礙，科學化的教學管理可更有效的避免學習空轉，節省時間與人力，促進有效學習。

8 黃光雄、蔡清田，《課程發展與設計新論》（臺北市：五南圖書，民國104年2月），頁34。

9 同註2，頁1-19。

10 同註8，頁34。

綜合上述，未爆彈教學著重情境模擬，訓練學生具備獨立處理作業的能力，首先必須考量「教學設計」，課程設計必須符合未爆彈處理作業實務及規範。另外透過有次序安排，依據由淺入深設計，確認學生每一個階段應具備能力後，再進行下個階段教學目標，清楚區分階段的學習架構，使學生完整瞭解知識內容並能夠達到所有學習目標，符合呈現順序合乎學習需求。在教學設計時，也要配合個人學習者程度，可選擇自己所屬程度的課程，以能夠有效地解決個人學習差異問題。

其次運用「教學管理」方式記錄每一位學生學習過程，透過評鑑讓教師及學習者瞭解個人學習問題，使學生依據學習進度建立個人課表，選擇所需課程進行標靶式教學，運用跳躍式學習針對弱點補強，不必擔心會影響到別人的進度，設定自身喜好學習方式有效學習。再則「課程呈現」中強調藉模擬未爆彈場景，形塑實際未爆彈處理氛圍，藉由身體與情境連結加深印象。

為強化未爆彈處理教學，後訓中心於109年建置完成「未爆彈互動式訓練模擬器」，訓練時可不侷限教室空間及課程進度反覆演練。不僅對於沒有接觸過未爆彈

處理的學生，可透過虛擬實境加速教師與學生之間產生共同圖像，還可經由虛擬實境建置不同場景，快速地切換練習，帶著學生到「真實的」場地處理未爆彈，這是傳統情境教學所無法營造的戰場全景圖，透過虛擬實境內建教學引導模擬操作訓練，系統相關介面與實務操作（如圖二），指導操作流程不熟悉的學生，亦可有效解決師生比例問題。

二、虛擬學習環境的涵義與作用

徐兆吉等指出人於感知外在世界時70%以上的外界資訊經視覺獲得。虛擬實境的教學模式正是運用電腦創建各種仿真的教學結構形式，充分利用真實、互動特點，協作學習及場景化設定，建立虛擬教室。¹¹後勤教學首重於實作，以加深學生印象，而情境教學更是實作課程中之重點。傳統教學必須以有限空間來模擬未爆彈處理可能的場景，然而傳統教學呈現方式，受天候、空間、安全及地理限制，無法充分還原戰場景況。虛擬實境在教學的運用，正好彌補了傳統情境教學與戰場場景之間的差距，就像是通往教學的任意門，可在不同的情境當中探索學習，有助於習得正確的動作技能。¹²此外，虛擬實境另一特點是可滿足不易達到的教學場景，進

11 徐兆吉、馬君、何仲、劉曉宇，《虛擬實境運算世代：實作應用與發展趨勢》（臺北市：佳魁資訊股份有限公司，民國109年1月），頁6-10。

12 林子超、陳五洲，〈虛擬實境應用於體育教學之探討〉，《大專體育》，第83期，民國95年4月，頁36-42。



圖二 互動式虛擬實境操作圖

圖片來源：本研究拍攝

行不確定性研究與探索，例如：在傳統教學無法將一顆已備發未爆彈交給學生練習，這樣的教學風險極高，但在虛擬學習空間中是可輕易達成，經由每一次的失敗進行研究而精進工法。

在操作模擬器學習時無需背誦電腦

指令或是運用想像力，而是融合電腦所創建出的環境，運用裝置控制及回饋，可透過視覺感受虛擬環境的變化。¹³學生可以如臨其境進行體驗、探索及學習。虛擬實境應用教學實踐的過程中，可創建真實世界無法實現超越現實表徵的學習環

13 藍義淵，〈虛擬實境技術應用於裝甲部隊駐地訓練之可行性分析〉，《陸軍裝甲兵季刊》，第246期，民國106年12月，頁21-38。

境。所謂虛擬學習環境 (Virtual Learning Environment, 簡稱VLE) 意指支援探索學習的虛擬空間, 可應用於輔助傳統的教學方式, 藉由營造的虛擬空間進行互動學習環境, 使學習不受時間、空間的限制¹⁴並提供適當的練習並提供學習指導。

未爆彈處理作業非透過11週訓練即可一蹴即成, 必須培養主動不間斷地學習, 所以在訓練過程中, 強調引發學生興趣、注意及成就感, 鄭芬蘭等研究指出學生對於感到興趣或專長的課程, 態度積極, 投入更多。有別於傳統教學, 虛擬教學是一個經過縝密規劃而設計的資訊空間, 教師與學生在虛擬空間不僅可進行教與學的互動, 更能建立共同圖像, 進而整合數種不同的技術與教學方法共構虛擬學習空間。¹⁵經由3D資訊技術使學者身歷其境在虛擬環境中從事學習活動, 正如同人類的身體本能, 眼睛接觸到外在的動態資訊, 就會促使大腦分泌腎上腺素, 並且自動去鎖定它。¹⁶這說明了虛擬實境為何比傳統教學模式更能提升學生的興趣及

注意力, 因為虛擬教學空間就是利用人類的生理本能來提升學生注意力, 使之沉浸於虛擬教學環境, 培養出主動探索式的學習思維軌跡。

此外, 蕭英勵研究發現在教學應用上虛擬實境應用, 讓學生免於人為疏忽所造成的危險。¹⁷藉由虛擬實境來呈現真實環境可能遭遇的狀況及危機, 在安全環境下允許學員在虛擬的狀況中出錯, 並從錯誤中學習, 反覆訓練及操作, 獲得技能和經驗, 提升專業能力, 更能透過學員間的反思及分享, 達到共享學習的成果, 根據北京理工大學研究, 虛擬實境不僅能用於娛樂, 可有效提升考試成績27.4%, 更是具有影響力及效率的新教育方式。¹⁸

透過實戰訓練可快速累積人員的經驗值, 然而每年舉行各項操演耗費許多人力、財力、物力, 在訓練過程中無法避免意外事件發生, 所以必須尋求更安全有效的訓練方式, 以提升國軍作戰能力。王清安研究發現科技結合應用軍事訓練, 透過針對性的模擬訓練, 可提升官兵學習成

14 國家教育研究院,〈虛擬學習環境釋義〉, 雙語詞彙、學術名詞暨辭書資訊網, 網址<https://terms.naer.edu.tw/detail/1678748/>, 檢索日期: 民國110年11月6日。

15 鄭芬蘭、陳鳳如、張景媛,〈建構大學教師因應社會發展趨勢的有效能教學模式: 探究教學歷程的雙中介效果〉,《測驗學刊》,第61卷1期,民國103年3月,頁105-133。

16 洪蘭,〈會動的教材讓學習更有效〉,《天下雜誌》,第658期,民國107年10月,頁24。

17 蕭英勵,〈擴增實境在教學上的能與不能〉,《師友月刊》,第545期,民國101年11月,頁56-60。

18 趨勢,〈VR改變百年不變的教法,教育的革命正在發生〉,鉅亨網,網址<https://www.inside.com.tw/article/8965-vr-education>, 檢索日期: 民國 111 年 1 月26日。

效、節省培育人才費用，訓練過程可降低人員傷損。¹⁹

綜合上述文獻可知，虛擬實境的教學係藉由3D資訊技術的場景設計，首先著重在「教學呈現」必須讓學生體驗身歷其境的感受，帶著敵情訓練，在近似戰場的高壓環境下，強化學生對彈藥構造、原理及未爆彈處理流程的理解，彌補傳統情境教學與戰場實景的差距，使教學場地及氛圍符合實況。其次教學環境應操作簡單，不必依靠想像，而是外在環境可仿真的作出具體回應，以沉浸式學習輔助傳統教學中的不足。更可透過與四周環境互動吸引學生的注意力，加深學生印象，提升興趣

快速累積實作經驗。建立師生之間共同圖像，讓學習不只是依靠想像力，以強化整體的訓練成效。而這樣的教學方法，不僅促發學生主動探索學習的熱情，更允許學生可以在錯誤中反覆嘗試，亦能避免學生因高風險作業環境下的失誤導致人員傷亡，以提升培訓期間的訓練效益，根據前述文獻探討，建構互動式虛擬實境教學品質評估指標主要朝向「教學設計」、「課程呈現」及「教學管理」等三大構面（如表二），並以此為基礎，作為後續專家問卷訂定主次準則評估及權重因素等參考（如表三）。

表二 互動式虛擬實境教學品質評估指標主準則層面

主準則	說明	參考文獻
教學設計	教學設計中的內容對有效教學有重要的影響，課程內容需符合未爆彈處理作業實務，教學設計配合個人學習者程度，減少個人學習差異，課程設計採循序漸進，內容呈現順序合乎學習需求。	關文信（2005）
課程呈現	傳統的教學環境有其天候、空間、安全及地理上的限制，無法充分的還原戰場景象。強調教學場地及氛圍符合實況，並且需要教學操作簡單且具體，內容表達生動，能吸引學習者興趣與注意，教學場地及訓練安全。	林子超等（2006）
教學管理	成功的教育方法，乃在於蒐集並提供學生探究學習的證據材料。隨時監測學習狀況，若發現錯誤需及時明確指出錯誤點，並記錄學習狀況，提供適當的練習並提供學習指導。	黃光雄等（2015）

資料來源：本研究整理

19 王清安，〈從美國擴增實境(AR)應用於部隊訓練對我陸軍教育訓練之啟示〉，《陸軍通資半年刊》，第132期，民國108年9月，頁25。

表三 次準則歸納依據說明

主準則	次準則	說明	文獻出處
教學設計	課程內容符合未爆彈處理作業實務	軍事職業教育與學歷教育本質不同，軍事教育屬於實踐教學，其特點為目標明確、專業性強、內容要求較高。	韓兆福等（2005）
	教學設計配合個人學習者程度	教師在課堂上必須使用技巧，協助學生減少差異。每個學生有其獨特性需要針對學生的特質。在教學過程中應適時修正教學思考的邏輯、程序及內容。	高麗鳳譯（2012）
	教材內容呈現順序合乎學習需求	課程區分三階段，每個階段有其賦予之任務，課程設計採循序漸進，課程內容呈現順序需符合學習需求。	後訓中心111年教育訓練課綱
課程呈現	教學場地及氛圍符合實況	虛擬實境教學模式正是運用電腦創建各種仿真的教學結構形式，充分利用真實、互動特點，協作學習及場景化設定，建立虛擬教室。	徐兆吉等（2020）
	教學操作簡單且具體	在操作模擬器學習時無需背誦電腦指令或是運用想像力，透過視覺感受虛擬環境的變化。	藍義淵（2017）
	內容表達生動能吸引學習者興趣與注意	學生對於感到興趣或專長的課程，態度積極，投入更多。	鄭芬蘭等（2014）
	教學場地及訓練安全	在教學應用上虛擬實境應用，讓學生免於人為疏忽所造成的危險。在安全環境下允許出錯，使學員獲得技能和經驗，提升專業能力。科技結合應用軍事訓練，訓練過程可降低人員傷損。	蕭英勵（2012） 王清安（2019）
教學管理	學習過程記錄	成功的教育是知識的引導與啟蒙，蒐集並提供學生探究學習的證據材料。在教學時最好能隨時監測學習狀況並記錄過程，若學習出現錯誤及時明確指出錯誤。	黃光雄等（2015）
	學習評鑑	測驗是監控並診斷學生的學習成果，可作為學習調整的依據，並使學生具學習效能。	黃光雄等（2015）
	提供適當的練習並提供學習指導	在未爆彈實作課程因高風險作業師生比要求高達1：5，能夠及時發現問題並給予適時指導修正。	陸軍後勤指揮部（2020）

資料來源：本研究整理

參、研究方法與設計

一、研究方法

根據目的與相關文獻分析、探討後歸納學者之觀點提出主準則及次準則，並以此為基礎，初步建構出修正德爾菲法專家問卷，省略第一階段專長訪談及問卷，後續根據未爆彈領域相關專家學者意見，檢視並修正本研究準則及指標層面，運用層級分析法實施問卷調查進行權重分析與一致性檢定，利用科學的方法進行評估，建構出教學品質評鑑指標。

層級分析法(Alytic Hierarchy Process, AHP)為1980年由匹茲堡大學教授Thomas L. Saaty所發展之理論，是一套有系統的決策模式，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。²⁰可以將複雜的問題系統化，進而作出有效的決策，將複雜且非結構的情況實施分解後再予以組成。層級分析法理論簡單又具實用性，能夠化繁為簡，透過擷取專家或高層的意見，建立層級結構，運用評量尺度方式，將主觀的意見加以量化，做出有效的決定。

二、層級架構建立

(一) 專家問卷：根據文獻蒐集所訂之主、次準則層面，透過專家問卷後確認以

增加可信度。參與成員邀集未爆彈處理政策制定與發展承辦參謀、地支部庫長及教學教官等各領域專家組成決策群體，藉由專業知識與實務經驗依問卷內容適切性，提供不同角度觀點，使研究結果更為中立及嚴謹。因設定之受訪對象工作地點及工作執勤時間，故本研究採「自填式問卷調查」方式蒐集專家意見。本研究第一次專家訪談，採電子郵件方式寄送專家問卷，並輔以影片及電話說明方式實施，共計邀請8位專家進行訪談，回收8份問卷資料(專家背景資料如表四)。

(二) 主、次準則研訂經蒐集各層級專家意見，建議事項彙整如后：

1. 國防部參謀本部後次室承辦參謀認為，考量彈藥發展日新月異，在未爆彈處理作業亦須與時俱進，應定時新增新型彈藥的未爆彈處理作業種類，故建議於「課程呈現」主準則項下，增加「資料新穎無老舊過時資料」次準則。
2. 後訓中心教官表示，學習是為了發現自己的錯誤後改進，才能夠在學習過程得到進步，學而知不足，在未爆彈處理教學中，學生在操作當下可能因

20 Saaty, Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary, European Journal of Operational Research, 145 (2003),P. 85-91.

表四 專家背景資料

準則項目確立問卷調查專家背景分析表			
項次	服務單位	職稱	彈藥年資
1	國防部參謀本部後次室	後參官	13年
2	陸軍司令部後勤指揮部彈藥處	未爆士	16年
3	後訓中心教官組	雇員 老師	35年
4	後訓中心教官組	教官	19年
5	後訓中心測考中心	教官	16年
6	地區支援指揮部彈庫	庫長	24年
7	地區支援指揮部彈庫	庫長	25年
8	地區支援指揮部彈庫	庫長	24年

資料來源：本研究整理

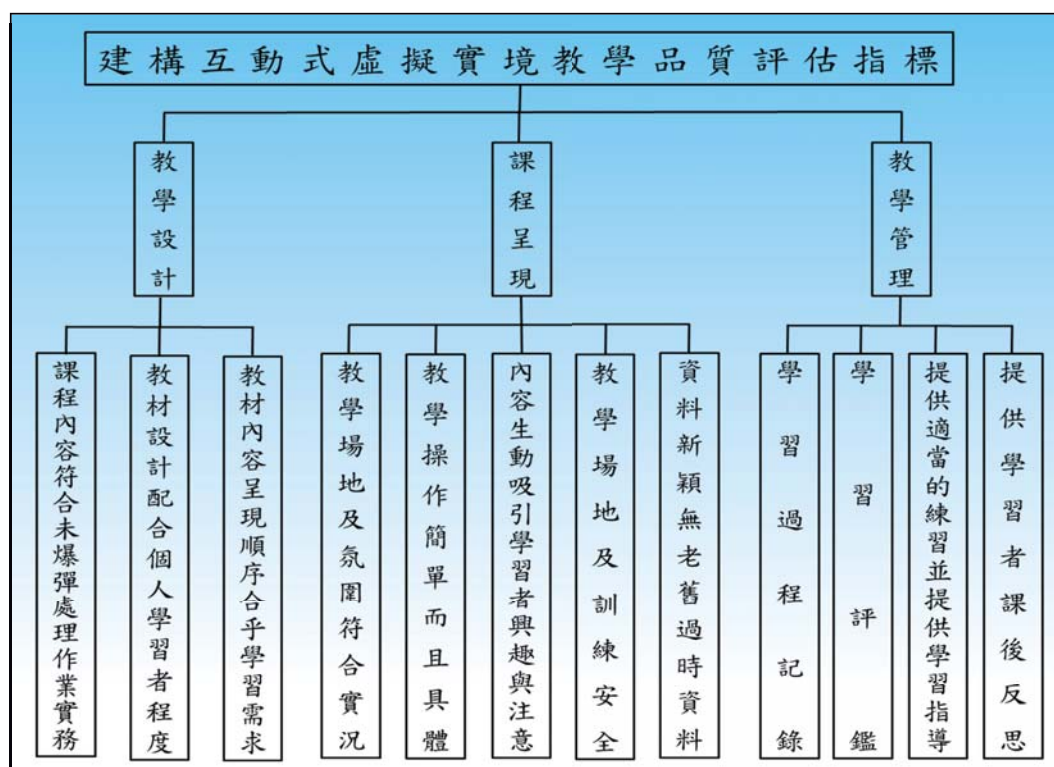
過度緊張無法細心檢視自己，直接指正又會中斷學生練習，導致無法一貫地學習，但於操作完後再告知其錯誤之處，往往已來不及心神體會，教學模擬器在設計時應著重於如何記錄學習者的操作過程，可供後續課後研討改進，故建議於「教學管理」主準則項下，增加「提供學習者課後反思」次準則。

(三) 本研究於第二次專家問卷，方法及對象均同第一次專家訪談。問卷計送達8份，回收8份，統計評估要項專家勾選次數，以80%以上專家勾選者成為主、次準則，本次結果主、次準則均無需整合或刪除，成立共3項主準則及12項次準則，作為設計本研究後

續AHP層級分析問卷之參據（層級架構圖如圖三）。

肆、驗證分析與結果

首先針對發放之AHP問卷結果，區分國防部、陸軍後勤指揮部、後訓中心及各地支部彈藥庫庫長、未爆彈處理組等單位組成，共計15員。問卷總計發放15份，回收15份，回收率100%。經計算及驗證後，每份問卷一致性比率(C.R.值) ≤ 0.1 （如表五），均通過信效度檢定，故本研究以15份有效問卷作為決策主體依據計算；再針對各主、次準則計算後所得之權重執行綜合分析，作為本研究結論與建議之依據。分析結果區分主、次準則



圖三 未爆彈處理虛擬模擬器的教學品質評估指標之層級架構圖

圖片來源：本研究繪製

個別探討如后：

一、主準則權重優序分析

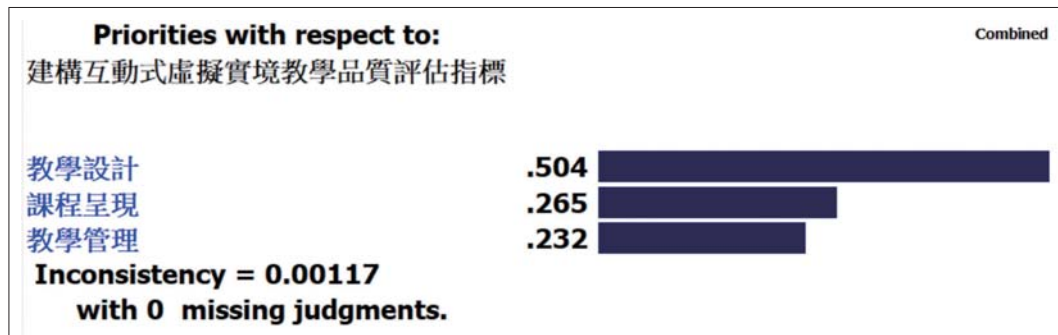
「教學設計」其相對權重值高達 50.4%，由此可知「教學設計」為影響教學品質之最重要的因素，顯示在評估互動式虛擬實境教學品質，首重強調教學設計，其中包含課程內容必須符合未爆彈處理作業實務、教材設計要針對個人學習者程度及教材內容呈現順序須有其邏輯性配合學習需求等3項；其次為「課程呈現」排序第二位，權重值為27.7%，藉虛擬實境模

擬未爆彈場景，形塑實際未爆彈處理氛圍，建立師生之間共同圖像，不依靠想像，在操作簡單的前提下，藉由身體與外在情境互動作出具體回應加深印象，更可吸引學生的注意力，加深學生印象，快速累積實作經驗。允許學生可以在錯誤中反覆嘗試，避免失誤所導致的傷亡，系統適時因應新增新型彈藥的未爆彈處理作業種類彈，以提升訓練效益。結果如圖四所示，權重優先順序統計為表六所示。

表五 AHP一致性檢測結果統計表

問卷 編號	以Expert Choice檢測之 C.R.值				採用與否
	主準則	次準則一	次準則二	次準則三	
P1	0.05	0.05	0.04	0.06	V
P2	0.07	0.03	0.05	0.04	V
P3	0.07	0.03	0.07	0.07	V
P4	0.09	0.07	0.07	0.04	V
P5	0.05	0.06	0.01	0.07	V
P6	0.09	0.08	0.05	0.04	V
P7	0.09	0.05	0.07	0.04	V
P8	0.09	0.01	0.09	0.07	V
P9	0.05	0.05	0.07	0.02	V
P10	0.05	0.02	0.01	0.04	V
P11	0.07	0.03	0.07	0.01	V
P12	0.05	0.03	0.02	0.04	V
P13	0.02	0.02	0.04	0.02	V
P14	0.03	0.03	0.04	0.03	V
P15	0.02	0.03	0.01	0.03	V

資料來源：本研究整理



圖四 主準則權重分析結果圖

圖片來源：本研究繪製

表六 主準則權重優先順序

主準則	相對權重	優序	一致性指標
教學設計	0.504	1	incon=0.00117 With 0 missing judgment
課程呈現	0.277	2	
教學管理	0.239	3	

資料來源：本研究整理

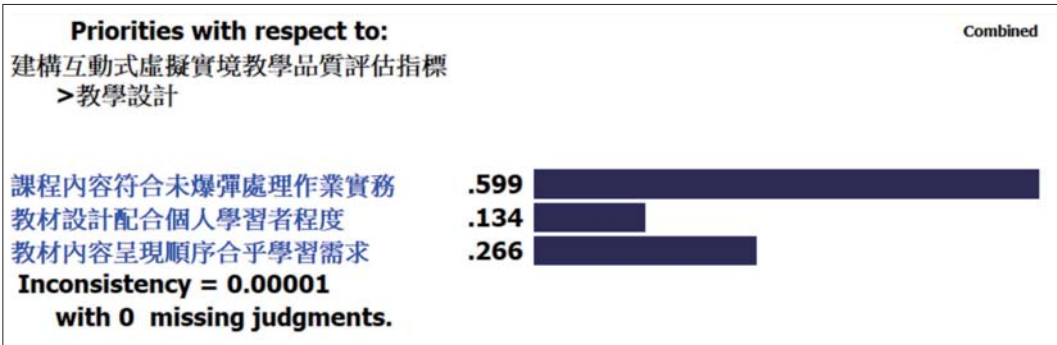
二、次準則權重探討

(一) 各次準則權重優序分析

1. 教學設計：分析「教學設計」層級之次準則構面，以「課程內容符合未爆彈處理作業實務」占權重59.9%為最高，其次依序為「教材設計配合個人學習者程度」占26.6%，最後則為「教材內容呈現順序合乎學習需求」占比13.4%；顯示大多數受訪者認為，未爆彈處理有其標準作業程序，必須依照準則及技令執行才能夠安全地完成任務，所以在教學設計構面中，必然強調以虛擬實境課程內容設計必須要與未爆彈處理作業實務相符合，才能夠學以致用，結果為圖五所示。
2. 課程呈現：分析次準則「課程呈現」層級構面，以「教學場地及氛圍符合實況」占權重41.9%為最高，其次依序為「教學操作簡單且具體」占比18.4%、「資料新穎無老舊過時資料」

占比16.6%、「教學場地及訓練安全」占比16.8%、及「內容表達生動能吸引學習者興趣與注意」四者構面重要性概等；顯示專家們認為，在課程呈現構面中，教學環境必須充分地還原戰場景況，虛擬實境所創建的教學場景，必須如同實際未爆彈處理的緊張氛圍，可有效提升學員戰場抗壓能力，結果為圖六所示。

3. 教學管理：分析次準則「教學管理」層級構面，以「提供適當的練習並提供學習指導」占權重35%為最高，其次依序為「提供學習者課後反思」占24.7%、「學習評鑑」占比20.8%及「學習過程記錄」占比19.5%重要性概等；顯示在教學管理構面中，虛擬實境教學需重視隨時監測及記錄學習狀況，及時發現問題並給予適時指導修正，可有效地排解個人學習窒礙，避免學習空轉，節省不少學習時間與精力，



圖五 準則「教學設計」權重分析結果

圖片來源：本研究繪製

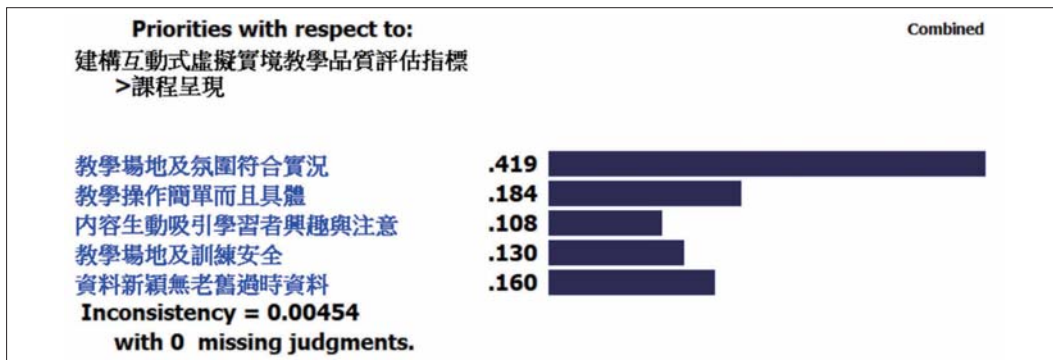
促進有效學習，結果為圖七所示。

(二) 整體次準則權重優序分析

本研究次準則共計12項，歸納整體權重值前5位，其中排序前2位的次準則，著重於未爆彈處理教學講求要符合實務，必須營造出未爆彈處理實況的緊張氛圍。傳統的教學呈現方式，有其天候、空間、安全及地理上的限制，無法充分的還原戰場景象，恐影響到訓練強度，虛擬實境教學創建仿真環境，彌補傳統情境教學與戰場實景的差距，學生透過模擬戰場景況，

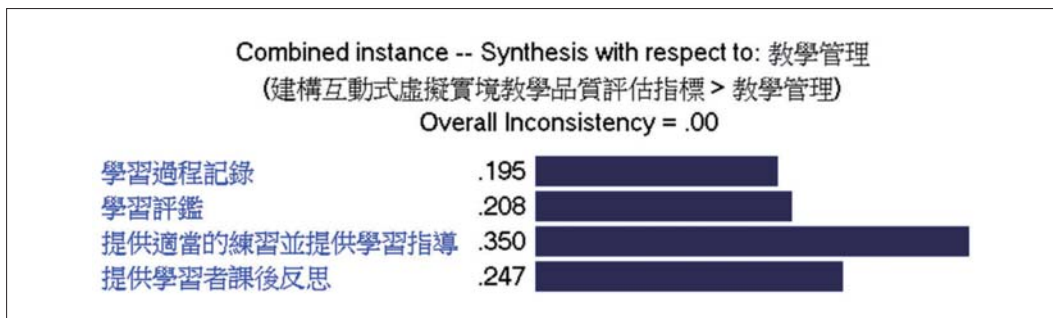
可有效掌握瞬息萬變戰場情勢，更能適應高壓戰場環境，使教學場地及氛圍符合實況，可降低未來戰場人員傷損。

在排名第3、5位，說明學習是由反覆訓練及操作，透過適當的練習及時發現問題並給予適時指導修正，才能獲得專業技能和經驗，否則將形成無效學習，強調透過學員間由虛擬實境系統，可反觀自己操作情況進而達到反思。於課堂間共同討論達到共享學習的成果，可有效地解決個人學習窒礙，科學化的教學管理可更有助達



圖六 次準則「課程呈現」權重分析結果

圖片來源：本研究繪製



圖七 次準則「教學管理」權重分析結果

圖片來源：本研究繪製

成教學目標，促進有效學習。

在排序第4位，強調教學必須循序漸進，也符合目前分為三階段的教學設計，將前階段作為下一階段的基礎，確認學生已具備能力後，再進行下個階段教學目標，依據由淺入深設計，強調未爆彈處理內容呈現順序合乎學習需求。結果為如圖八所示，權重優先順序統計如表七所示。

伍、結論與建議

一、結論

綜合本研究各章節之探討、問卷調查及分析結果，結論依主、次準則闡述如后：

(一) 主準則權重探討

分析3項主準則結果顯示「教學設計」權重值高達50.4%影響最大，由此觀之，根據未爆彈處理專家問卷得知，認為在互動式虛擬實境教學品質評估指標著重於「教學設計」，此研究結果正符合目前未爆彈教學設計，現行教案及教學設計每年根據當年度教學所遇到之缺失、窒礙或待精進項目，於年度結束前針對次年度教學課程實施改進及規劃。好的教學設計與規劃，可讓學習事半功倍，這也是教學單位責無旁貸的任務，教學設計可謂整個教學的第一步，決定了教學方向及重點。虛擬實境教學設計也必須強調優化教學過程，預先進行計畫制定整體教學運行方案，重視教學過程的各個環節，進而提升教學品質。



圖八 各次準則權重分析結果

圖片來源：本研究繪製

表七 主、次準則分析結果排序表

主準則	主準則權重	優序	次準則	次準則權重	整體權重	優序
教學設計	0.504	1	課程內容符合未爆彈處理作業實務	0.599	0.236	1
			教材設計配合個人學習者程度	0.134	0.053	9
			教材內容呈現順序合乎學習需求	0.266	0.105	4
課程呈現	0.265	2	教學場地及氛圍符合實況	0.419	0.124	2
			教學操作簡單且具體	0.184	0.054	8
			內容表達生動能吸引學習者興趣與注意	0.108	0.032	12
			教學場地及訓練安全	0.130	0.038	11
			資料新穎無老舊過時資料	0.160	0.047	10
教學管理	0.232	3	學習過程記錄	0.195	0.060	7
			學習評鑑	0.208	0.064	6
			提供適當的練習並提供學習指導	0.350	0.109	3
			提供學習者課後反思	0.247	0.077	5

資料來源：本研究整理

研究結果顯示「課程呈現(26.5%)」及「教學管理(23.2%)」兩項因素權重其實相當接近，代表不管是課程呈現或是教學管理都是虛擬實境教學相當重要考量因素。在軍隊管理強調「計畫、執行、考核」，好的教學首重優良的教學計畫及設計，但成敗仍需仰賴執行及考核面向能否確實執行，這正是專家群認為課程呈現及教學管理重要的原因。在虛擬實境教學較傳統教學更加強調之處就是可以利用擬真的教學環境，如同在真實的戰場上，預設未爆彈處理事件供學員練習，課程內容可隨時因應戰場或彈種更新，並提供安全的教學場地，毋須擔心會有學員因錯誤操

作而受傷。「教學管理」為教學設計實施審閱評鑑，教學與評量本就互為一體，可避免讓未爆彈模擬器侷限於紙上談兵、流於形式而未能發揮其實質效用，確認每一位學生均能夠有效學習，確保課程之品質。

(二) 次準則權重探討

經分析本研究歸納之次準則計12項，專家意見彙整結果得知其權重比值。經由本研究分析次準則重點區分為3大部分，分述如后：

1. 強化戰場與訓練場景：在權重比值前2位分別為「課程內容符合未爆彈處理作業實務(23.6%)」及「教學場地及氛

圍符合實況(12.4%)」,此研究結果與現行未爆彈教學均都以強調情境模擬演練,貼近戰場景況訓練。未爆彈處理極具危險性,如同彈藥界前輩所警示「彈藥處理只有0分及100分沒有模糊空間」,在處理時配合不同的彈種及彈藥損壞部位、程度,都必須有不同的處理工法,作業講求應變作為,訓練時必須要強調符合未爆彈處理作業實務,才能夠於取得專長後,即可從事相關作業,達到學以致用。

虛擬實境教學充分利用各種互動式仿真教學形式,使學習者融入教學環境後產生經驗,如同Dale所提及透過動手做可提高記憶力,強調戰場與訓練場景,所創建出的仿真教學環境氛圍,提升戰場抗壓性,使學習者能適應未來面對高危險而複雜未爆彈處理實況達到臨危不亂。

2. 提供適當練習、指導及反思:在權重比值第3位及第5位分別為「提供適當的練習並提供學習指導(10.9%)及「提供學習者課後反思(7.7%)」,此研究結果顯示在虛擬實境教學著重在提供適當的練習及指導,未爆彈實作課程佔整個學程高達68%,在設計系統時強調除了提供仿真的教學

環境以供訓練,仍要適合的指導,於操作錯誤時即時糾正,彌補師生比不足。最重要的是避免因為個人背景差異導致低度學習,可依據自身程度選擇適合的課程進行訓練,不用囿於同一個班級必須只能有一個教學進度。教學於平時就應該對學習記錄及評鑑,反覆驗證學習效果,才可適時地瞭解學習狀況。未爆彈模擬器可在任何時刻,立即切換至鑑測模式進行測驗,以瞭解學習程度。

3. 強調由淺入深學習:在權重比值第4位為「教材內容呈現順序合乎學習需求(10.5%)」,由此結果窺見,就如同現行未爆彈教學將課程區分為三大學程,在教學設計強調由淺入深的課程安排,在評估虛擬實境時要注重各學程順序合乎學習的需求,檢視模擬器是否設定好每一學程的學習目標,經由上一個學程,可作為下一個學程的基礎,有系統地進行學習,如同林文惠所述,在學生處理流程不熟稔情況下,導入虛擬實境教學成效較差,前置講解教學可使學生更融入虛擬實境教學場域。²¹避免因為上個階段未能夠達到標準,而影響到後續學習導致成就感低落。

21 林文惠,〈電子化教學管理策略與效益探討:L訓練中心為例〉(明新科技大學管理研究所碩士在職專班論文,民國110年),頁54。

二、建議

綜合上述資料及結論，本研究針對後續推動虛擬實境教學品質及未來相關研究，提出以下建議：

(一) 對軍事教育機構的建議

一套詳實完整互動式虛擬實境教學品質評估指標，不但能引導課程內容，若能與戰場實務相互結合，則更能夠發揮教學的功能。然而現階段虛擬模擬器多屬於探索階段，尚有許多精進空間。鑑此，針對未爆彈虛擬模擬器，可以朝下列三點進行效能提升及設備研改：

1. 強化敵情威脅訓練：目前未爆彈模擬器僅針對機場、火車站等場景，未來可因應戰場的變化擴建虛擬教學場景供學生練習。再則於戰時未爆彈處理時，不只是針對未爆彈本身，可適時加入敵情威脅，例如：槍林彈雨場

景或機場跑（滑）道爆坑實況，能更加貼近戰場緊張氛圍符合實務，有效提升學員戰場抗壓能力。

2. 提升裝備仿真體驗：目前未爆彈虛擬模擬器所採用之虛擬控制手把，與實際未爆彈操作實況有些許差別，建議後續研改時可參考專業應用的虛擬控制手套（如圖九），配合仿真操作的實際手感，藉以訓練作業流程中的細微動作，如：電雷管接合、卸火裝備安裝等，讓學生感受不同物件的反饋力道，更符合裝備操作實況。
3. 貼近實際作業程序：綜合上述兩項的研改建議，更能進一步改善現階段受限於虛擬裝備，僅能採取下拉式選項來作為作業程序選擇的訓練模式，讓學生能夠以更逼真的設施裝備，全方面進行虛擬實境沉浸式體驗，來實際



圖九 虛擬控制手套

資料來源：玩具人TOY PEOPLE NEWS

練習繁瑣的作業程序，以達到虛擬實境教學模擬最佳效果。

需特別注意的是，不同軍種、兵科特性的教育機構，因應教學對象、內容及目標具有差異性，必須依據特點修正使用。未來規劃建置新的教學模擬器時，可依據軍事教育特性參考此研究指標，建立符合機構特性之指標，作為各軍事教育單位未來進行教學模擬器參考方向。

（二）對授課教師的建議

教學必須要有革新精神，無止盡的追求更好的教學方式，才能夠提供教學之專業發展，並協助將教學目標與願景相結合。如同專家著重教學符合實況、漸進式課程安排，針對傳統未爆彈處理課程與虛擬實境課程銜接，教師在其中扮演最重要的關鍵角色，建議在課程安排上需重新擬定一套專屬課程，每年依據所建構評估品質指標，協助教師從事教學作為的反省與檢核依據，後續可依據本研究建構之指標與權重，設計出「未爆彈虛擬實境教學品質評量表」，定時實施教學鑑定，檢視虛擬實境教學之優勢與弱勢項目，促進自我導正成長，作為改進的客觀依據，以提升教學品質。

另為使課程內容、教學場地能符合未爆彈處理作業實務及氛圍，課程安排應以未爆組平、戰時任務為主，即著重平時本軍射擊訓練彈藥及共軍攻臺所適用彈種，

以強化戰場與訓練場景。

（三）對後續研究的建議

教學必須站在時代的前端，期能夠及早發現問題，後續可加入學生意見，針對虛擬模擬器之學習成效及滿意度，作為教師教學設計之參考及改善方針。再則依據此研究指標為基底，針對評估較不足部分予以記錄，以供後續深入研究課程配比，作為虛擬實境課程導入未爆彈課程依憑。最後於未來在建置其他彈藥專長的模擬器軟體時，可以此研究結果作為參考依據，以擘建一套更有助學習的教學模擬器。

作者簡介

林文惠少校，專業軍官班98年班，陸軍後勤正規班104年班，明新科技大學管理碩士在職班110年班，國防大學陸軍指揮參謀學院111年班，現任職於陸軍後勤指揮部彈藥處飛彈技術官。

作者簡介

陳鴻鈞中校，國防大學管理學院87年班，國防大學管理學院正規班89年班，國防大學指參班99年班，現任職於國防大學管理學院國管中心後勤管理組指參教官。