

步兵類模擬訓練系統運用與我未來精進方向——以步兵學校為例

作者簡介



馮秋國少校，志願役軍官87年班、工兵學校正規班148期；曾任排、連長、營參謀主任、教官等職，現任職於步校軍聯組聯二小組。

◆ 提 要

- 一、訓練模擬訓練系統運用可區分為：(一)單一武器訓練模擬訓練系統；(二)戰場虛擬實境模擬訓練系統；(三)電腦兵棋模擬系統等三種。
- 二、模擬訓練器之優點：(一)減少訓練傷亡；(二)降低訓練費用；(三)不受天候影響；(四)不受場地限制；(五)減低裝備耗損；(六)自我控制學習；(七)提高學習情緒；(八)熟悉戰場狀況；(九)提高訓練效益。
- 三、模擬訓練器之限制：(一)易造成身體不適；(二)體能無法肆應戰場需求；(三)不能取代傳統技能。
- 四、步兵訓練雖已建置「T-91步槍射擊模擬器」、「甲車駕駛訓練模擬器」、「拖式飛彈射手訓練模擬器」、「雷射接戰系統」等，但仍應持續檢討研購各式模擬訓練系統，以強化部隊訓練工作，增進作戰能力。

關鍵詞：模擬器、模擬訓練、模擬訓練系統運用

前言

由於科技日益發展，武器日趨精密與昂貴，操作越趨複雜，且其威力也越大，武器操作不慎的話，輕則造成武器損壞；重則造成人員傷亡。近年來美軍幾次對外戰爭中，雖徵召許多後備部隊，在短時間內能熟悉武器操作、團隊默契、戰場景況等，大都是依靠模擬訓練系統。面對新戰爭型態，我們不可墨守以往訓練方式，應講究訓練效率與成本，始能將武器效能發揮於極致，有效提升整體戰力。本文蒐集有美、英、中共步兵類模擬訓練器發展，並與現步兵學校建置之訓練模擬器比較分析，傳統訓練模擬器訓練之效益，並提出未來精進方向，俾供參考。

模擬訓練之運用概況

一、模擬訓練簡介

所謂模擬訓練，即藉由人機界面模擬現實環境中人類感官所能感受到的刺激反應，其特性有沉浸性（Immerse）、互動性（Interactive）、想像性（Imagination）等三種。沉浸性使人如臨現地情境般真實；互動性經由先前之行動設計而造成連續之互動狀態；想像性則經由美工設計、動作拆解、場景規劃、折光分布、光影配置與3D立體圖

像誘發人類想像力，故虛擬實境技術大致區分為三維立體模型建立、視覺輸入裝置、聽覺輸入裝置、觸覺輸入裝置，以及意念輸入裝置等。簡言之，虛擬實境就是透過電腦軟、硬體及各種周邊設備，如立體眼鏡、頭盔顯示器、螢幕顯示器、觸覺回饋手套、立體音響、各種感知意念追蹤器、動態平臺等，讓使用者能身歷其境地融入電腦世界當中^①（如圖一）。

二、模擬器之軍事訓練運用

（一）建構性模式模擬（Constructive Models and Simulations）系統

建構性模式模擬由電腦模式、兵棋和運用於許多方面的分析工具所組



圖一 結合圖像音效、力感及動感的訓練模擬訓練系統，可為人類感官提供適當訊號，發揮擬真效果

資料來源：<http://news.gpwb.gov.tw/Prosubpage.asp?DPT=新聞專題&DBT=軍武大觀&Nno=87>

註①：許秀影等著，〈結合虛擬團隊與最新資訊科技有效改善原住民教育之探討〉《86學年度原住民教育學術論文研討會》，民國87年，頁125～153。

成。在最低的層次，建構性模式模擬可能用來進行詳細的工程設計、成本計算、系統和次系統的計算，以支援技術性特定規格的发展。高層次的模式模擬，則用以提供與聯合軍兵種部隊相關的主要會戰和戰役等資訊，辨明任務需要和支援作戰效應分析。如漢光演習使用之「戰區聯合作戰電腦兵棋系統」，即為由電腦模擬輔助的陸、海、空多面向作戰環境之建構性模式模擬兵棋推演系統，主要是幫助指揮與參謀人員習得戰爭各階段之狀況處置作為。

(二) 虛擬模擬 (Virtual Simulation) 系統

虛擬 (Virtual) 係由實體或由電腦加以模擬的系統，真人在合成戰場環境中作戰 (訓練)，各兵彼此互動，進而和模擬系統產生關聯。諸如駕駛訓練模擬系統、射擊訓練模擬系統等。

(三) 實兵模擬 (Live Simulations) 系統

實兵 (Live) 係以實兵部隊和真實裝備進行空中、地面、水面和水下作戰演訓。實兵模擬就是提供一個測試場地來產生作戰環境中真實軟、硬體表現的數據諸元。這些數據亦用於驗證使用

在武器獲得計畫的模式模擬，且能提供人機一體相關的壓力和決心下達，如雷射接戰系統即是此類型代表^②。

美、英、中共步兵類訓練模擬器簡介

一、美國步兵類模擬器簡介

(一) 「雷射交戰系統」

「立方體公司」(Cublic) 自1997年以來，已生產6萬套Miles 2000型單兵裝備，用以取代第一代裝備。2006年6月Miles 2000型下車作戰型與反裝甲武器系統相關組件也已交運美國輕裝部隊訓練基地，包含有供5.56公厘M16A2步槍、M4卡賓槍、M2 0.5吋口徑重機槍、7.62公厘M24步槍及AT-4反裝甲武器使用的模擬器，以補充基地現有8,000具Miles系統所需配件^③。

(二) 「戰鬥實驗室」

美軍除一般裝備具有模擬訓練系統外，1992年5月起，陸軍先後建立作戰指揮、戰鬥勤務支援、縱深和同時攻擊、徒步戰鬥、乘車戰鬥、機動支援6個「戰鬥實驗室」。隨後根據三軍聯合作戰原則和作戰方案，陸軍又建立「空中機動戰鬥實驗室」、「太空和飛彈防禦戰鬥實驗室^④」。這些戰鬥實驗室可將分散於不同地點、相互獨立的模擬器

註②：國防部陸軍總部準則會，〈作戰模擬學〉（桃園：國防部陸軍總司令部，民國91年9月1日），頁1-17～1-20。

註③：Ian Kemp，黃淑芬譯，〈陸軍近戰訓練〉《國防譯粹》，第34卷第3期，民國96年3月1日，頁21～22。

註④：中華網，〈域外之師：美軍在實驗室模擬訓練戰場〉，http://military.china.com/zh_cn/critical/25/20030711/11504206.html，摘自《環球時報》2003-07-11 08:50:32。

或模擬訓練系統用電腦網路聯接起來，組成網狀化的模擬網路系統。在這個模擬網路系統中，所有網內受訓單位或個人既可單獨進行模擬訓練，又可與其他單位或個人配合進行整體之協同模擬訓練。

(三)「EST 2000移動型訓練系統」

美陸軍自2001年起配賦部隊EST 2000移動型訓練系統，該型系統有超過500套部署於美國境內的陸軍基地。除訓練輕兵器外，亦可供訓練諸如M2 0.5吋口徑重機槍、Mk19 40公厘自動榴彈槍及136型輕型反裝甲武器等其他支援武器^⑤。

(四)「室內模擬射擊術訓練器」

此系統為美軍陸戰隊主要訓練系統，係為在教室內使用的互動式系統。射手以加裝雷射的步兵武器模擬器，射擊投射在大螢幕上的三維圖像目標。使用「藍火」(Bluefire)的藍芽無線技術，可提升「室內模擬射擊術訓練器」性能。該系統可模擬若干想定狀況，並可與多項系統連線，創造出訓練4~5名陸戰隊員之環境模式^⑥。

二、英國步兵類模擬器簡介

(一)「下車近戰訓練器」

英陸軍於2001年採用「下車近

戰訓練器」，此訓練器依據原本美軍陸戰隊「強化型室內模擬射擊術訓練器」而設計，可同時訓練5~10名戰士的基本至高級射擊技能，並可供部隊裁判及小部隊戰術使用。2005年加購可配合使用7.62公厘通用機槍之組件，並針對目前正配發部隊使用的「紳寶下世代輕型反裝甲武器」，改裝「下車近戰訓練器」已能配合使用^⑦。

(二)「綜合武器戰術訓練器」

英國國防部公布一種價值2.5億英鎊的「綜合武器戰術訓練器」，每天可同時對700名士兵進行裝甲車戰鬥訓練。該訓練器能支援模擬戰場實況訓練，士兵能在模擬的裝甲車中，對從歐洲平原到沙漠環境中一定範圍內的「虛擬敵人」進行攻擊作戰技能訓練^⑧。

三、中共

(一)「紅山1號系統」

1980年代中期，便積極建立「紅山1號」作戰模擬訓練系統，運用數字模型表示作戰雙方的行動與交戰狀況，可驗證戰術理論及戰法。結合單兵武器模擬訓練系統，可計算單兵、各武器之戰術動作，以進行全面性虛擬戰爭^⑨。

註⑤：Equal Opportunity，趙復生譯，〈美軍陸戰隊加強模擬訓練〉《國防譯粹》，第34卷第3期，民國96年3月1日，頁5。

註⑥：同註③，頁19~20。

註⑦：同註③，頁20~21。

註⑧：人民網，〈英研製成功世界上最大的裝甲作戰模擬訓練系統〉，<http://www.people.com.cn>，2002年11月27日。

註⑨：〈紅山1號：網上練將〉《中國青年報》，2000年8月13日，網址：<http://zqb.cyol.com>。

(二)「遠端上網演練系統」

共軍於1999年11月18日於某軍區實施「四級首長司令部」遠端上網演練，該項演練是利用固定網路來進行，若能結合野戰車載網路系統，就可實施野戰條件下的戰役作戰指揮和訓練^⑩。

(三)「輕武器模擬訓練平臺系統」

北京吉泰克思科技發展有限公司已研發出「輕武器仿真訓練平臺」，該系統係為單兵射擊和小部隊戰術模擬訓練系統，可實施基本射擊訓練，訓練過程具有較強的互動性，能即時顯示射擊結果，有利於儘快掌握射擊要領。且能模擬瞬息萬變的戰場環境，對戰士的戰術動作、心理素質進行訓練，有效提高戰士快速反應能力和實戰能力。另可實施多人組合訓練，進行相互協同，實施紅藍模擬對抗，同時可訓練突發狀況時小部隊的協調能力，用於反恐、緊急救援等模擬訓練^⑪。

(四)「裝甲車輛車載武器射擊訓練模擬系統」

2005年4月共軍石家莊機械化步兵學院已研製數套「裝甲車輛車載武器嵌入式射擊訓練模擬系統」，該系統可將實裝與模擬訓練設施合理銜接，既能完成單車基礎練習和車（班）長、砲

手協同動作，又能提供全車乘員協同模擬實彈射擊及分隊射擊火力運用訓練要求，加上與實彈訓練進程同步的逼真槍砲聲效，其訓練環境與實際戰場環境幾乎一致，使模擬實彈射擊訓練更貼近實戰^⑫。判斷未來技術成熟後，將廣泛推廣運用於部隊訓練。

模擬訓練器之優點與限制

一、模擬訓練器之優點

(一)減少訓練傷亡

美軍經過統計和分析發現，美在近4年訓練中死亡的人數高達466人，是第一次波灣戰爭的27倍。而利用模擬系統實施各項訓練，將能提升安全係數、減少人員傷亡狀況；在各類槍砲射擊時，可在虛擬實境的模擬系統中，完成現實訓練中較危險的動作而絕無危安因素。美軍訓練證明，利用虛擬現實技術訓練後，訓練中傷亡人數大幅減少^⑬。

(二)降低訓練費用

虛擬訓練無需動用一槍一彈、一兵一卒，就能取得比實兵演練更佳訓練效果。傳統訓練中，一具單兵攜行式「標槍」反裝甲飛彈成本需3萬多美元，而在虛擬環境中，甚至花費不到1美元。美國陸軍1994年的「路易斯安

註⑩：〈解放軍挺進虛擬戰場〉《尖端科技軍事雜誌》，第86期，2002年2月，頁54～55。

註⑪：中國軍工網，〈輕武器仿真訓練平臺〉，<http://www.chinajungong.com/Html/xxnews/20068/2006829213237.html>

註⑫：鄒兵、王丹青，〈裝甲車輛車載武器嵌入式射擊訓練類比系統〉，中國軍網，http://www.pladaily.com.cn/site1/jgzxpd/2006-01/10/content_381047.htm

註⑬：王運剛，〈外軍虛擬現實模擬訓練〉《中共國防報》，2002年2月26日，版8。

那94」演習，就是因為利用虛擬現實技術而節約近20億美元¹⁴。

(三)不受天候影響

一般部隊通常是在天候狀況佳時實施訓練；天候狀況差時，為避免傷亡與裝備損壞，常停止訓練或以雨天備案實施訓練。但作戰時，就不能以天候狀況為由不實施作戰，尤其是槍砲射擊的精準度受天候狀況影響大，平時若未有惡劣天候射擊經驗，射擊精準度將大受影響。模擬訓練系統可於室內實施訓練，除不受外面天候影響外，並可配合虛擬實境，模擬在各種天候狀況下的作戰要領，且隨時都可從事訓練，增加作戰人員應變能力，將裝備實際性能予以充分發揮。

(四)不受場地限制

國內地狹人稠，部隊實施訓練時偶有跳彈、誤射，訓練時產生噪音、環境污染、甲車壓壞路面、破壞農作物等情事，或實施訓練時須管制人員、船隻進出、飛機飛行，以及訓練場地附近居民的抱怨與抗爭，使部隊訓練倍感艱辛、窒礙難行。而模擬訓練系統則可使人員於室內訓練環境中實施訓練，減少槍砲射擊次數，降低危險性、噪音污染等問題（如圖二）。

(五)減低裝備耗損

裝備操作頻繁，壽限將大幅縮短，影響戰力甚鉅。運用模擬系統從事訓練，能減少裝備不

當耗損，延長裝備使用壽限。如步槍槍管壽限為1萬發，若使用模擬訓練系統，則可減少實際射擊次數而延長裝備壽命。

(六)自我控制學習

模擬訓練系統甚具彈性，可針對個人較不熟悉、不熟練部分，實施反覆操作，而較無教官、長官、同儕的壓力。

(七)提高學習情緒

一般戰鬥教練時，學者常反覆練習衝山頭、爬壕溝，而無實際戰場景況配合，感覺相當單調、乏味，而毫無學習情緒。戰場虛擬實境模擬訓練系統場景，可在虛擬戰場中設定，設計有許多不同戰場狀況，學者可感覺到逼真戰場情境，提高學習情緒，進而提升訓練成效。

(八)熟悉戰場狀況



圖二 模擬訓練不受場地限制

資料來源：<http://www.sina.com.cn>

註¹⁴：同註¹¹。

主要利用虛擬現實技術，建立相應的戰場環境圖形、圖像庫，儲存戰場環境虛擬過程中的各種戰場目標物件（如戰甲車、槍砲、飛機等）、作戰場景、作戰背景及作戰雙方人員的圖形、圖像，並配合聲響、氣味、火光，為使用者創造一種險象環生、幾近真實卻沒有硝煙的立體戰場環境，增強臨場感覺，使學者更易熟悉戰場狀況^⑮（如圖三）。

（九）提高訓練效益

根據美國使用模擬訓練系統後效果評估，一些使用特殊模擬訓練的飛行員經過20小時的訓練，便可達到實際飛行4年才能達之技術水準^⑯。而美國陸軍透過位於肯德基之陸軍研究部，運用SIMNET系統發展「虛擬訓練計畫」，來評估模擬訓練系統效益，比較訓練前後其作戰技能程度之能力增減，平均得分由3點多分提升至5點多分，亦即每位學員均認同模擬訓練系統，確實可使他們的作戰技能顯著提升^⑰。

二、模擬訓練器之限制

（一）易造成身體不適

虛擬現實模擬訓練系統產生的視覺信號與人的感覺之間存在差異，容易引起頭痛、噁心、

眩暈。

（二）體能無法肆應戰場需求

根據美軍訓練經驗指出，美軍士兵迷戀於在教室中進行電腦模擬演練。美軍新兵可穿運動短褲、T恤和休閒鞋受訓，如果天氣太熱有些訓練就會被取消；而海軍陸戰隊越障練習中，甚至為爬不過障礙的士兵準備樓梯，以往令士兵生畏的「獸營」（特種訓練），變成有如「夏令營」。電腦遊戲並不能幫助每個美國士兵都成為身經百戰的戰士^⑱。

（三）不能取代傳統技能



圖三 訓練模擬系統提供的擬真環境，可有效提升訓練成果

資料來源：<http://news.gpwb.gov.tw/Prosubpage.asp?DPT=新聞專題&DBT=軍武大觀&Nno=87>

註⑮：同註⑮。

註⑯：同註⑮。

註⑰：林輝銘，〈訓練模擬訓練系統未來發展〉《裝甲兵學術季刊》，第178期，民國89年12月16日，頁56。

註⑱：于國喜，〈既安全又省錢電腦遊戲訓練美軍〉《環球時報》，2001年11月30日，版11。

使用新型裝備與模擬訓練的指揮人員，若是忽略傳統技能，如方向判定、選定路線方法等，新式裝備損壞時，將導致部隊迷失方向，行動遲滯，延誤戰機。

步兵類訓練模擬器教學效益比較分析

步兵學校現設置之模擬訓練系統有「T-91步槍射擊模擬器」（如圖四）、「甲車駕駛訓練模擬器」（如圖五）、「拖式飛彈射手訓練模擬器」、「雷射接戰系統」（如圖六），茲將其教學效益分析如下：

一、「T-91步槍射擊模擬器」

（一）「T-91步槍射擊模擬器」適用於各層級之班隊射擊訓練簡介

「T-91步槍射擊模擬器」，於民國94年正式建置於步兵單位供訓練使用。本系統係依步槍射擊訓練所需，採用高可靠性的工業級電腦，透過區域網路分散式模擬架構，建置三維立體射擊靶場實景，可模擬晴、雨、雲霧、天色明暗等自然現象；且各種現象，可用手動設定方式選擇10種漸次之微調改變。另具子彈擊發音爆效果及槍枝後座力動作模擬，增加靶場射擊訓練之逼真度，並提供授課教官中文視窗操作與顯示介面，提供模擬各種習會射擊功能，操作的結果可記錄、分析及提供修

正意見，及要求重新學習基本原理。

（二）教學效益比較分析

依教學效益比較分析（如表一），「T-91步槍射擊模擬器」可節約課前準備時間，減少靶場附近居民抗爭，節約訓練成本，有效提升射擊技能等。

二、「甲車駕駛訓練模擬器」

（一）「甲車駕駛訓練模擬器」簡介

「甲車駕駛訓練模擬器」於民國95年正式建置於步兵單位供訓練使用，該系統主要訓練對象為甲駕兵。此系統為即時作業系統，提供即時模擬程序最高50Hz執行頻率之穩定排序功能。負責即時運算各模擬應用軟體、目標物模擬軟體及高階連網軟體。資料庫範圍包含12X12平方公里範圍之戰鬥駕駛訓練場地地形環境，另含2X2平方公里基礎駕駛訓練場地，以供學員基礎駕駛訓練。可由教官在主控教官臺選定訓練課目，同時對各車（最多15輛）進行



東方紅一號



東方紅二號



東方紅二號甲



東方紅二號

圖四 「T-91步槍射擊模擬器」訓練情形

資料來源：步校兵一小組提供

訓練，各車之間無法連線，適用於2X2平方公里基礎駕駛訓練場及12X12平方公里戰鬥駕駛訓練場，另亦可選定訓練課目同時對各車（最多30輛）進行連網訓練，各車彼此相互連線，適用於12X12平方公里戰鬥駕駛訓練場。

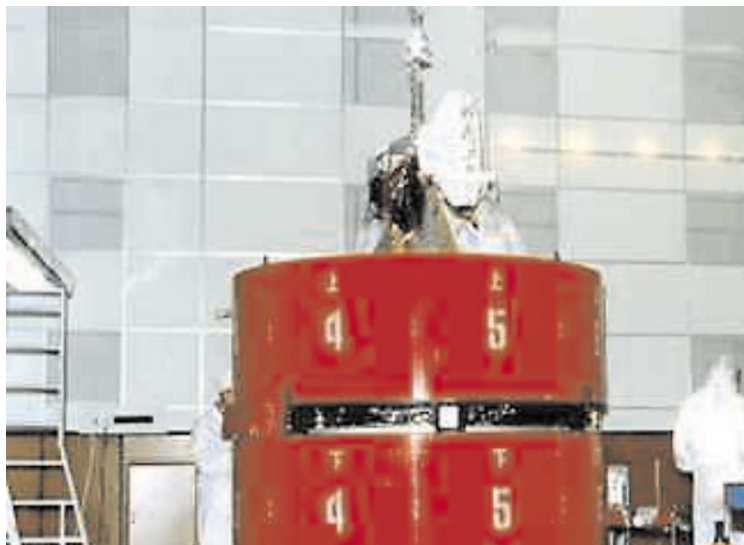
(二)教學效益比較分析

依教學效益比較分析（如表二），「甲車駕駛訓練模擬器」可節約課前準備時間，不受訓練場地限制，節約訓練成本，可訓練駕駛員全方位駕駛職能等。

三、「拖式飛彈射手訓練模擬器」

(一)「拖式飛彈射手訓練模擬器」簡介

「拖式飛彈射手訓練模擬器」於民國91年正式建置於步兵單位供訓練使用，主要施訓對象為反裝甲班隊。此模擬器提供拖式2型武器導引飛彈系統精準的射手訓練、練習及認證。模擬器資料庫可模擬超過90種不同長度及學習主題的任務。射手可透過觀景窗觀察模擬之戰爭場景中的敵我車輛，利用控制及開關，射手可以選擇、追蹤，及與目標交戰；在射擊時，能經由方向機之十字瞄準絲來追瞄目標，並能看見、聽到爆炸聲響，以得知是否命中目標；每個任務結束後，會顯示出此任務之分數，藉以實施檢討與精進射手技能。



圖五 成員艙不僅外型仿真，且能完全表現其操縱特性

資料來源：步校裝步三小組提供



圖六 雷射發射器與班用機槍結合

資料來源：曾幸義拍攝

(二)教學效益比較分析

依教學效益比較分析（如表三），「拖式飛彈射手訓練模擬器」可節約課前準備時間，訓練較不受場地影響，不受彈藥限制，可充分反覆練習，有效提升射擊技能等。

表一 「T-91步槍射擊模擬器」與傳統射擊效益比較分析

訓練 方式 項目	傳 統 射 擊 訓 練	T-91步槍射擊模擬器	備 考
課 前 準 備	實施靶場安全檢查、彈藥整備、實施交管、派遣警戒哨等，需多人配合才可完成。	具每日例行使用前檢查及自我故障功能顯示，僅教官1人即可完成。	「T-91步槍射擊模擬器」訓練教官每日可節約1.5小時課前準備時間。
訓 練 場 地	須建置完整射擊場地。	室內教室建置模擬器即可實施。	傳統射擊訓練，常因射擊噪音、跳彈、人員管制，引發靶場附近居民抗議。
訓 練 成 本	一、每人歸零射擊9發，實距離基本射擊6發，實距離鑑定射擊6發，步槍彈每發7元，每人每次訓練成本為147元。 二、每百人班隊需教勤與助教30人。	僅需220伏特之電源，訓練每人每次約估不到1元。	一、以射擊模擬器訓練後再實施300公尺實距離歸零射擊，平均節省彈藥數5~6發。 二、每百人班隊每次射擊可節約25~30人次兵力。
訓 練 效 益	一、傳統射擊訓練較為單調，枯燥乏味。 二、每人僅能依射擊習會規定彈藥數，實施射擊。 三、天候不佳時，常停止射擊訓練。	一、T-91步槍射擊模擬器可反覆不斷練習，不受彈藥限制。 二、可藉音效、視訊虛擬下雨、夜晚等景況，使學者能習得惡劣天候射擊要領。	一、T-91步槍射擊模擬器之後座、音爆、表尺修定、故障排除設定、瞄準軌跡、風偏修正等，與實彈射擊相同，可使射手真實學習，糾正射手痼癖，以利實彈射擊訓練實施。 二、以同一班隊人員區分兩種課程比較，以射擊模擬器訓練後，再實施300公尺實距離鑑定射擊，5人總分比傳統訓練組高95~100分。 三、以同一班隊人員區分兩種課程比較，以射擊模擬器訓練後，再實施實距離基本射擊，5人300公尺3線總分比傳統訓練組高235~240分。
危 安 因 素	實彈射擊訓練時，偶因射手訓練不足，造成偏、跳彈，或因清槍不確實造成意外事件。	無	T-91步槍射擊模擬器無危安因素。
場 地 維 護	定期須實施場地維護，諸如割草、遮彈板檢整等。	僅實施一般清潔打掃。	「T-91步槍射擊模擬器」訓練場地維護簡單。

資料來源：步兵學校兵一小組提供，作者製表。

表二 「甲車駕駛訓練模擬器」與傳統實車訓練效益比較分析

訓練 方式 項目	傳 統 實 車 訓 練	履帶型甲車駕駛模擬器訓練	備 考
課 前 準 備	實施行車安全檢查、油料整備、行車安全教育，需多人配合才可完成。	具每日例行使用前檢查及自我故障功能顯示，僅教官1人即可完成。以百人班隊而言，教勤及助教僅需3人。	甲車駕駛模擬器訓練每日施訓可節約2小時課前準備時間。
訓 練 場 地	基礎駕駛訓練場需2X2平方公里；戰鬥駕駛訓練場需12 X12平方公里。	可依履帶型甲車駕駛模擬器數量，建置適當廠庫，即可施訓。	甲車駕駛模擬器訓練可不受地形影響，訓練場地易獲得。
訓 練 成 本	一、訓練每人1小時約需油料2加侖。 二、常損壞之機件，如引擎、變速箱、風扇、履帶、扭力桿、煞車總承等，年度裝備耗損約1,400萬元。 三、以百人班隊而言，需教勤及助教15人。	一、僅需220伏特之電源，訓練每人次約估15元。 二、年度裝備耗損約560～600萬元。	一、1年概可節約油料72萬加侖。 二、依零附件（總成）單價計算年度可節省料件經費約750～800萬元。 三、以百人班隊而言，每次上課可節約教勤及助教12人。
訓 練 時 程	以30人為一班隊，每天實車訓練時間以8小時計，每次4台教練車同時施訓，每位學者平均每天實際開車約1小時，常有一人練習，多人等候的現象，訓練時間利用率低。	以30人為一班隊，本校建置30台甲車駕駛模擬器，每天以8小時訓練時數計算，每人實際訓練8小時。	甲車駕駛模擬器可使學者有充分時間實施反覆練習，熟練駕駛職能。現行甲駕兵訓練時數為91小時，以模擬器實施訓練，完成合格駕駛時數可縮減至56小時。
危 安 因 素	一、由於基礎動作不熟練，常常出現油門控制不當、踩煞車過猛等問題，容易造成事故。 二、鑑於危安因素，甚少實施雙車以上同時訓練。	一、運用模擬器可使學者熟悉駕駛操作程序、注意事項，可降低實車訓練時之意外事件發生，確保訓練安全。 二、可同時對各車（最多30輛）進行連網訓練，而無危安因素。	甲車駕駛模擬器訓練無危安因素。
訓 練 效 益	由於場地限制，僅具一般道路基本駕駛能力。	一、一般道路駕駛能力。 二、夜間駕駛能力。 三、甲車駕駛模擬器可模擬地形起伏狀況、河川、房舍、城市、街道、溝渠、魚塢、水稻田，使學者具有特殊地形駕駛能力。 四、進行連網訓練，使學者具備協同作戰能力。	甲車駕駛模擬器可訓練駕駛員全方位駕駛職能。

戰場臨場感	無	可藉音效、視訊模仿戰場景象，並能設置各種狀況，增強學者處置能力。	甲車駕駛模擬器可有效提升戰鬥效能。
場地維護	定期須實施道路維修。	僅實施一般清潔打掃。	甲車駕駛模擬器訓練場地維護簡單。

資料來源：黃中正，〈甲車駕駛模擬器效益評估之我見〉《步兵季刊》，民國95年11月1日，步兵學校網站（軍網）。

四、「雷射接戰系統」

（一）「雷射接戰系統」簡介

「雷射接戰系統」於民國95年正式建置於步兵單位供訓練使用，結合模式化的訓練課程，以沙盤推演、分段演練、綜合演練等訓練模式實施，再加上應用雷射接戰系統於單兵，透過資料傳輸蒐整並藉由演訓回顧，提升訓練成效，主供連級以下戰術訓練。此系統係以雷射發射器與感應器裝設在實際武器上，其適用武器型式包含國軍現用之任何武器，如步槍、機槍、肩射武器、反裝甲武器、戰車等，具有與實彈射擊之相同效果。配合演訓控制中心及通信、資訊系統之運用，還具有蒐集戰鬥參數及分析檢討等功能，更可以透過美軍作戰模擬系統的整合標準——高階架構，與電腦兵棋系統及訓練模擬器整合，構成完整的合成戰場^⑩。

（二）教學效益比較分析

依教學結果比較分析（如表四），「雷射接戰系統」較生動有趣，貼近實戰景況，戰士可迅速習得精準射擊價值和活用有效掩蔽的重要性，幹部於演訓後可藉由此系統實施周延的「演訓後檢討」，以改進戰術、戰法之缺

失。

步兵模擬訓練未來精進方向

近年來步兵採購與自製許多新式高科技武器，這些精密複雜且造價不菲的武器裝備，應如何去熟悉操作使用與妥善保養維護，發揮其效能於極致，提升整體統合戰力，端賴善加利用各式模擬訓練系統，才能節約訓練成本、減少訓練傷亡與提升訓練質與量。檢討現有模擬訓練系統，尚未能完全符合未來作戰訓練所需，個人依先進國家模擬訓練發展趨勢，建議未來步兵模擬訓練應努力方向如下：

一、戰術課程

戰術課程教學，一般運用原則講解、兵棋推演、實兵演練並配合教學看板與戰鬥圖囊實施教學，較以往活潑，但亦難引起學者學習興趣；學者終日在背準則、口述命令與跑龍套，學習效果有限。甚至有些課程，如排戰鬥射擊，基於訓練場地的限制與危安因素甚多，政策上不准部隊實作，僅以兵棋推演代替，無法具體、有效磨練部隊戰術與戰技。現已引進「雷射接戰系統」，期能有效提升實兵對抗訓練效率，降低訓練

註⑩：同註②。

表三 「拖式飛彈射手訓練模擬器」與傳統射擊訓練比較分析

訓練方式 項目	傳統射擊訓練	拖式飛彈射手訓練模擬器	備考
課前準備	實施行車安全檢查、油料整備、行車安全教育，彈藥整備，需多人配合才可完成。	僅教官與助教2人，即可完成課前準備。	拖式飛彈射手訓練模擬器每日施訓可節約1小時課前準備時間。以30人班隊而言，每次上課可節約教勤10人。
訓練場地	須有標準且管制良善之射擊場地。	正常操作至少要有200公尺以上距離，收發機校正時，至少須有300公尺以上距離。	拖式飛彈射手模擬器訓練較不受場地影響。
訓練成本	一、每班次訓練需大量教勤、裝備、彈藥、油料配合實施。 二、以30人班隊而言，需助教及教勤12人。	一、僅需教官與助教即可實施訓練。 二、拖式飛彈射手訓練模擬器維修經費年約20萬。 三、每班次彈藥節約74發，約2,200萬元。 四、每班次節約柴油385加侖。	一、訓練每班次教勤節約97人次。 二、年度節約裝備經費約200萬元。 三、年度節約彈藥經費約2億6千6佰萬元。 四、年度節約柴油4,600加侖。
訓練時程	射手經射擊訓練課程後，常因彈藥有限，無法充分實施練習。	拖式飛彈射手模擬器可使學者有充分時間實施反覆練習。	拖式飛彈射手模擬器可實施反覆練習，提升學者射擊能力。
危安因素	一、行車安全。 二、射擊人員缺乏經驗，加上心理因素影響，偶會偏彈，造成危安因素。	一、M80模爆片所產生噪音值達140分貝，為避免聽力受損，模擬器操作範圍內70公尺的所有人員都必須戴上耳塞。 二、模擬器筒後噴火範圍內應淨空。	拖式飛彈射手訓練模擬器訓練危安因素較小。
訓練效益	傳統射擊訓練後，彈藥昂貴，驗證成效不易。	經由射擊訓練課程後，再以拖式飛彈射手模擬器反覆實施射擊練習，能有效提升射擊能力。	拖式飛彈射手模擬器可於成為合格射手後，實施持續訓練，精進射手射擊能力。

資料來源：步兵學校兵三小組提供，作者製表。

成本。

然本軍步兵已轉型為機械化步兵，
模擬器亦應隨之轉型，未來必須研購新

型模擬器，以符訓練與作戰需求，研購
建議如下：

(一)「戰甲車輛射擊訓練系統」

表四 「雷射接戰系統」與傳統戰鬥教練效益比較分析

項目\訓練方式	傳統戰鬥教練	雷射接戰訓練	備考
課前準備	實施行車安全檢查、油料整備、行車安全教育、空包彈申請與提領。	實施行車安全檢查、油料整備、行車安全教育、空包彈申請與提領、雷射接戰系統穿戴整備。	雷射接戰訓練系統課前準備時間較傳統戰鬥教練為長。
訓練場地	戰鬥教練場	戰鬥教練場	相同
訓練成本	訓練每班次（步兵排攻、防對抗）教勤約80人次。	一、教勤所需人數大為減少。 二、以步兵排攻、防對抗課程而言，每班次所需電池約3,000元。	一、每班次僅需教勤10人。 二、雷射接戰系統所需教勤人數較少；電池每班次多花費3,000元。
危安因素	一、中暑、扭傷等。 二、空包彈射擊時，可能造成危安因素。	一、中暑、扭傷等。 二、空包彈射擊時，可能造成危安因素。	雷射接戰系統較與傳統戰術教練危安因素相同。
訓練效益	一、僅磨練演習主要幹部（排）的狀況處置能力，而編制內之多人操作武器（如排用機槍）及火力運用方式（班、排集火）則未納入，致使兵、火力協同運用體認不深。 二、未將戰場實務，如傷亡及戰損納入演練，無法合宜呈現戰況之推移。	一、戰士運用此系統可迅速習得精準射擊價值和活用有效掩蔽的重要性。 二、採攻、防對抗演練，全程實施實兵演練及兵力運用，磨練學者對建制及上級火力在各戰鬥階段運用方式，以達兵、火力相結合。 三、幹部於演訓後可藉由此系統實施周延的「演訓後檢討」。	一、傳統小部隊戰鬥教練，均無法有效將指揮官下達決心後，所獲得之戰場數據有依據的提出，供戰術戰法研討。使用雷射接戰系統能獲得演練數據，據以改進缺失。 二、改變傳統演訓中點到為止的對抗觀念，以及裁判主觀認定等種種缺失。
戰場臨場感	實兵演練僅藉由假設敵誘導採單方面空槍彈施訓，不符實際戰況。	可有效結合現行武器操作，每射擊1發空包彈，雷射單元就會發射一雷射光束，經由判讀，可立即明瞭人員、裝備是否喪失戰力。	雷射接戰系統較生動有趣，貼近實戰景況，經問卷調查，95%學生認為此教學方式較能引發學習情緒。

資料來源：步兵學校戰二小組提供，作者製表。

我國發展中之八輪甲車，依車輛類型配備有不同武器，如裝甲運兵型八輪甲車將配備聯勤自製的遙控槍塔，使用40公厘榴彈機槍或50機槍，也完

成105公厘低膛壓砲的改裝²⁰，故須針對車裝武器建置「戰甲車輛射擊訓練系統」，使射手能獲得充分的射擊訓練，於機動狀態亦可準確擊中目標。

註²⁰：於下頁。

(二)「下車近戰協同訓練系統」

針對機步部隊下車近戰狀況，並可與多項系統連線，營造出排級戰鬥環境模式。每位成員可使用不同武器，有人負責迫擊砲、機槍，有人則遂行近距離戰鬥等，端視虛擬戰場出現的狀況而定，各人負有其特定任務，可訓練幹部指揮力與士兵間協同作戰力。

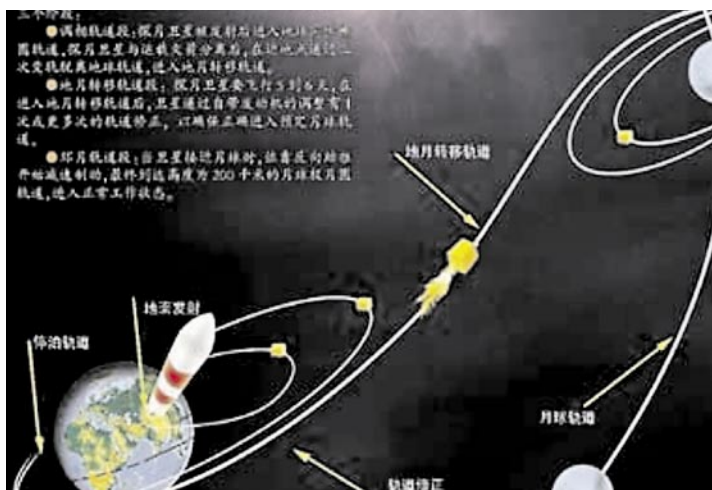
(三)「多重整合式雷射接戰系統」

以現有之「雷射接戰系統」實施研改，自T-91步槍、反裝甲武器到八輪甲車的105公厘主砲等直射武器，都可安裝編碼雷射發射器；甚至車輛加裝感測器後，也會成為攻擊目標或被判遭擊毀，可供各單位以編制武器進行大規模作戰訓練。戰士運用此系統可迅速習得精準射擊實效和體會有效掩蔽的重要性，以評估槍砲射擊熟練度及命中率，並能藉以強化協同作戰能力。

二、城鎮戰課程

根據預測，到2020年時，地球70%以上的人口都將居住在城鎮，這使未來的戰場不可避免地會蔓延到城市。城鎮中狹窄的街道制約了部隊的機動性；敵人與平民混雜在一起，使作戰模式和武器的選擇使用有較大限制；近距離作戰和不時遭致襲擊，會使士兵心理和生理造成極大壓力。

城鎮戰的訓練，很難於現實的場地實施訓練，只能藉由設置的城鎮戰教室實施戰術、戰技訓練，成效有限。美國Pandemic公司曾於洛杉磯舉行的年度電子娛樂產品博覽會上，展示其研發的作戰訓練虛擬遊戲，遊戲內容包括兩支輕型步兵部隊在類似一個中東國家城市展開激烈巷戰（如圖七）。遊戲中的「敵人」不停的從牆壁後面或是從汽車兩側鑽出來，使用自動武器向「美軍」開火，雙方展開長時間激戰，士兵被對方擊中時，頭部就會流出鮮血²¹。藉此電動遊戲實施城鎮戰訓練，可大幅提升城鎮戰訓練效果。建議未來我城鎮戰訓練除利用城鎮戰教室作一般戰技、戰鬥



圖七 戰爭遊戲中的美軍101空降師於伊拉克摩蘇爾作戰情形

資料來源：<http://www.people.com.cn>

註②：加卡利亞、薛屏，〈新世代八輪甲車專題系列〉《青年日報》（臺北），民國96年8月13日，版6。

註③：21世紀網，〈美軍用電玩訓練城市戰：「全方位戰士」類比實戰〉，<http://it.21cn.com/software/softnews/2003-05-16/1044175.htm>

訓練外，還應設置「城鎮作戰訓練模擬教室」，使學者能身歷其境處於虛擬的城鎮中，模擬未來戰爭各種可能情況，使受訓者最大限度地貼近城鎮戰實戰訓練；為受訓者提供各種困境、危境、絕境等高危險境況，全面模擬演練各種高危險性作戰行動，提高處理各種危險突發事件能力。

三、兵器課程

兵器操作為軍人必備技能，操作時若有不慎，輕則損壞裝備；重則造成人員傷亡，且兵器射擊課程常受場地、天候影響，操作錯誤時，甚至常有軍民糾紛，訓練上頗受限制。現兵器課程中僅有「拖式飛彈射手訓練模擬器」、「T-91步槍射擊模擬器」等，實屬不足，未來應針對班、排機槍、手榴彈投擲、迫砲課程等設置模擬訓練系統，且未來若引進新式裝備，如標槍飛彈等，亦應同時建置模擬訓練系統。如此，學員生可依據本身實際需求與不熟悉部分，不斷練習同一課程直至純熟為止，可增強對於武器操控之熟練度，減少武器裝備之損壞率，並不受天候影響與設備、場地之限制，每位學員生可自行控制系統練習操作，另可模擬於各種惡劣天候下，操作各項兵器裝備技能，有助提高教學品質與訓練效果。

四、通信課程

美國國防部於2000年，就「臺海安全情勢」對國會所做的報告顯示，共軍由總參電子對抗雷達部統籌，擴編電

子對抗部隊，演練對抗戰法，加速裝備更新，並要求各部隊演習必須在電子干擾與反干擾環境下進行，以強化部隊電子對抗能力^②。近年來其各項演訓，常可見到電戰機與電子部隊參演。反觀我軍演訓，因恐電戰參數遭敵偵蒐，電戰部隊甚少使用，部隊通信操作人員甚少在電戰狀況下，使用通信裝備經驗；未來若遭敵電戰攻擊時，恐將手忙腳亂，指、管、通、情系統亦可能無法順暢通連，影響作戰甚鉅。故應儘早籌建「電戰模訓教室」，以熟悉敵電子戰狀況下通資作業要領，減低敵電子戰對我之干擾。

五、聯戰課程

現代戰爭是「無戰不聯、備周力強」，面對詭譎多變的臺海情勢，戰爭隨時可能一觸即發；所以我們應如何藉由基礎、兵科教育，使基層幹部瞭解聯合作戰概念，進而在未來防衛作戰中，使軍、兵種能有效配合，創造勝利契機，應為當務之急。

實施軍、兵種演習，費時、費力又費錢。若能使用模擬訓練系統連網，提供聯合作戰模擬演訓環境，隨時實施協同作戰訓練；並將「學科訓練」、「模擬訓練」、「術科訓練」結合成完整的訓練模式。除在經濟效益方面，可大幅減少支援訓練人力，可訓時數亦相對較多，並減低武器裝備實際操作成本。其他諸如保密性較佳、不擾民、減少軍民糾紛、並可協助策進作戰需求暨戰術戰

註②：李雨林，〈論中共信息化軍備建設對我之影響〉《陸軍學術月刊》，第473期，民國94年1月1日，頁56。

法等，亦是模擬訓練系統的優點。

六、核生化課程

核生化狀況不易以實物顯現，部隊在實施核生化訓練或核生化演訓時，大都以煙幕彈、旗幟或口頭發布，學員生或參演人員，無法真實感受核生化武器之威力與威脅，訓練常流於形式。須知，在核生化狀況下，有任何小疏失，都可能造成部隊大量的傷亡；故應研擬建立「核生化模擬訓練系統」，使人員能於模擬核生化作戰環境下實施訓練，培養正確防護觀念。

七、後勤保養課程

由於科技的發展，現今之新裝備多為高價、高精密，生手驟然上機拆裝、測試常易肇生危安或損壞裝備，若能先運用模擬訓練系統從事訓練，當能減少裝備不當損耗。模擬訓練系統可將故障、檢修之實況在系統上顯示出來，且可運用狀況之設定，模擬各種可能發生之故障狀況，使學者瞭解各項狀況之保修處置，期於實際檢修前熟悉裝備檢修要領，延長裝備使用壽限。

八、期末演練課程

第二次波灣戰爭之前，美軍就多次舉行有針對性的軍事演習，「千年挑戰2002」演習就是其中的代表；它是美軍歷史上規模最大、最複雜的演習。演習中，美軍藉大量的作戰模擬與軍事虛擬訓練，創造出迄今最大的聯合虛擬作戰環境。演習以部隊實戰與電腦模擬作業相結合，80%的戰鬥都是模擬的，並使用50種作戰模式和模擬系統，虛擬攻擊15,000個目標（如防空設施、車輛等），分散在全美各地的指揮中心和訓練基地的各軍兵種指揮人員，在同戰

爭背景、同一戰場狀態、同一作戰想定下，同步進行大規模的聯合模擬演練。根據美軍統計，經過最大限度貼近實戰的模擬訓練後，士兵在激烈戰鬥中的生存機率可提高到70%~90%。建議國軍可參考美軍研製「綜合演練系統」，藉由網路系統整合各類模擬器，並設計狀況實施綜合演訓，以實兵結合模擬器，設計敵可能攻擊狀況，使演習人員能於同一想定狀況下，實施期末綜合模擬演練，自然整合決策過程、計畫過程、作戰命令、管制過程及執行階層，以利作戰人員肆應突發之戰況，提升戰場存活率。

結語

無論是武器操作、作戰演訓，模擬訓練都可提供使用者置身戰鬥實境的真實感受，不需耗費一槍一彈，不會有危安狀況發生，不必動員大量的人力、物力，就可達成訓練的期望，因此，模擬訓練系統未來勢必將更廣泛運用於軍事訓練用途。臺灣地小人稠，經濟高度發展、土地密集開發的環境下，可供部隊實兵訓練的場地有限，使部隊訓練頗受制約，故應善用模擬訓練系統之特性，輔助提升訓練成效。未來各單位應持續研購「戰鬥車輛射擊訓練系統」，設置「城鎮作戰訓練模擬教室」，籌建「電戰模訓教室」，建立「核生化模擬訓練系統」與「裝備保修模擬訓練系統」，使教育訓練有效結合作戰，達成防衛作戰使命。

收件：96年6月26日

修正：96年7月12日

接受：96年12月12日