

專用防護裝備教室訓練運用規劃之研究

作者簡介



作者邱柏森士官長，畢業於陸軍士官學校常 62 期、陸軍化學兵學校士高班 94-1 期、陸軍專科學校士正班 46 期。歷任班長、副排長、士官督導長、助教、中隊長，現任化訓中心化學課程組專業教官。

提要

- 一、專用防護裝備主要可提供人員皮膚及呼吸系統最高等級防護，以確保作業人員安全，然現行裝備訓練作法僅以裝備操作訓練為主，未將人員訓練強度及體力負荷納入訓練考量，實際穿著作業時，可能於體力消耗下，無法有效執行作業完成任務，或面臨氣瓶消耗殆盡，嚴重影響人員生命安全。
- 二、本文研究主要參考國內、外消防訓練設施及流程，並依據化學兵部隊任務及作業特性，規劃適當教學空間及庫儲設施，擬定專業訓練流程，藉以改善教學環境、增加實作訓練及訓練強度，提升教學品質及訓練效益，以滿足人員未來執行任務之需求。
- 三、經研究後提出後續規劃及建議，未來可規劃導入數位實境化訓練系統，以提升教學訓練成效，及建置裝備檢測設備，取得安全認證，以確保裝備操作使用之安全。

關鍵字：專用防護裝備、軍事教育設施投資、訓練運用規劃

前言

專用防護裝備(如圖1)係由氣密式連身防護服及空氣呼吸器所組成，可提供人員皮膚及呼吸系統最高等級防護，以確保作業人員之安全，然現行裝備訓練作法主要是以操作訓練為主，未將人員訓練強度及體力負荷納入訓練考量，導致作業人員實際穿著作業時，可能因作業環境及人因狀況，使得體力嚴重消耗，無法有效完成任務，甚至面臨氣瓶內空氣消耗殆盡時，影響人員生命安全。

因此，陸軍化生放核訓練中心於108年度運用軍事教育設施投資案，建置「專用防護裝備訓練設備」案，採購相關專業訓練器材及輔助設施，提供教學訓練運用，本文研究之目的，主要參考國內、外消防訓練設施及流程，並依據化學兵部隊任務及作業特性，規劃適當教學空間及庫儲設施，擬定專業訓練流程，藉以改善教學環境及訓練強度，提升教學品質及訓練效益，以滿足人員未來執行任務之需求。

圖 1 專用防護裝備



資料來源：作者自行拍攝整理。

教室設施介紹

專用防護裝備訓練教室運用108年度軍事教育設施投資案，採購相關專業訓練器材、輔助設備及裝備儲存等設施，並將相同運用高壓氣瓶操作的手推式消毒器及沖淋帳篷課程，整合於同一訓練場地實施授課，藉以減少高壓氣瓶搬運上風險。教室設施介紹說明如下：

一、教學區

教學區(如圖2)建置有多媒體投影(投影機、投影幕等)、移動式白板及教學課桌椅等設備，可提供30人次的班隊實施授課，主要以課程原則講解及裝備說明介紹為主。

圖 2 教學區



資料來源：作者自行拍攝

二、穿戴實作訓練區

穿戴實作訓練區(如圖3)為提供空氣呼吸器穿戴實作訓練時使用，訓練編組

為將班隊區分若干小組，每小組6~8員，分批輪流實作訓練，訓練時由教官一個口令、學生一個動作的方式實作，有別於以往個別分組操作，學生對裝備操作不熟悉，進而造成裝備損壞及人員受傷等風險。

圖 3 穿戴實作訓練區



資料來源：作者自行拍攝整理

三、進階訓練區

進階訓練區(如圖4)主要建置爬梯訓練器及拉力訓練器各2套，提供人員穿戴空氣呼吸器後，藉由攀爬及拉力訓練，增加體能負荷，進而訓練其呼吸調節及臂、腿等肌肉強度，器材功能說明如下：

圖 4 進階訓練區



資料來源：作者自行拍攝整理

(一)爬梯訓練器，如圖5

人員穿戴空氣呼吸器後，藉由模擬爬梯的方式，訓練其呼吸調節控制，以強化其心肺功能、腿部肌肉強度及穿戴適應性。

圖5 爬梯訓練器



資料來源：作者自行拍攝整理

(二)拉力訓練器，如圖6

人員穿戴空氣呼吸器後，藉由拉力舉重的方式，訓練其呼吸調節控制，以強化其手臂、背部肌肉強度及穿戴適應性。

圖 6 拉力訓練器



資料來源：作者自行拍攝整理

四、氣瓶灌充區

(一)氣瓶灌充區(如圖7及圖8)為提供空氣呼吸器高壓氣瓶灌充使用，除原有

舊式灌壓機外；另增購新型高流量灌壓機及氣瓶防爆櫃，大幅增加灌充速度，以確保灌充作業安全。

圖 7 氣瓶灌充區-1



資料來源：作者自行拍攝整理

圖 8 氣瓶灌充區-2



資料來源：作者自行拍攝整理

(二)舊式灌壓機以引擎作為動力來源，運轉過程中會產生燃燒廢氣，故設計安裝引擎廢氣強制排氣裝置(如圖9)，將廢氣排放至室外，避免廢氣滯留於室內空間。

圖 9 引擎廢氣強制排氣裝置



資料來源：作者自行拍攝整理

(三)依照儲存需求訂製氣瓶置放架(如圖10)及氣瓶推車(如圖11)，採獨立圓筒區隔設計，內部具防撞擊及抗磨擦之高密度聚氨酯(Polyurethanes,PU)軟墊內襯，提供氣瓶存放及搬運時使用，可避免氣瓶瓶身因相互碰撞而造成損壞。

圖 10 氣瓶置放架



資料來源：作者自行拍攝整理。

圖 11 氣瓶推車



資料來源：作者自行拍攝整理。

五、手推式消毒器及沖淋帳篷訓練區

手推式消毒器及沖淋帳篷訓練區(如圖12)，設計5座獨立訓練平台基座，個別設有水源、氣源及電源接座，可提供沖淋帳篷裝備實作訓練時使用。

圖 12 手推式消毒器及沖淋帳篷訓練區



資料來源：作者自行拍攝整理。

另避免浪費水資源，設計有廢水回收循環系統(如圖13)，可將沖淋使用後水源導入回收陰井，再依使用需求選用，導入供水系統循環重複使用。

圖 13 廢水回收循環系統



資料來源：作者自行拍攝整理。

六、裝備吊掛架

氣密式連身防護服及空氣呼吸器於穿戴訓練後，因人員流汗造成裝備潮濕，若直接存放於攜行箱內，將導致裝備產生異味及發霉，因此，採購裝備吊掛架(如圖14)，可將裝備個別吊掛存放風乾。

圖 14 裝備吊掛架



資料來源：作者自行拍攝整理。

七、裝備庫儲庫房

裝備庫儲庫房(如圖15)主要整合原有教室庫儲設施，並依照各裝備區分儲位，以利裝備及相關附件收納儲存與清點。

圖15 裝備庫儲庫房



資料來源：作者自行拍攝整理。

訓練運用規劃

訓練運用主要整合空氣呼吸器、氣密式連身防護服、手推式消毒器及緊急沖淋帳篷等訓練課程，並結合教室器材及設施，區分空氣呼吸器穿戴訓練等5項訓練，規劃說明如下：

一、空氣呼吸器穿戴訓練

區分講解說明、穿戴訓練及進階訓練等3個階段，如圖16。

圖16 空氣呼吸器穿戴訓練流程



資料來源：作者自行拍攝整理。

(一)講解說明

教官統一於教學區實施原則講解及裝備說明，使學員生瞭解課程重點、安全規定及裝備組成功用介紹。

(二)穿戴訓練

由教官運用講解及示範方式，於穿戴實作訓練區說明操作前檢查、穿戴、脫卸程序及要領後，學員生採分組方式，由教官一個口令、學生一個動作的方式進行穿戴實作訓練。

(三)進階訓練

學員生於熟練穿戴程序後，參考國內外消防訓練單位訓練項目，增加空氣呼吸器進階訓練；另參考新加坡民防學院訓練標準¹，訂定出爬梯訓練器及拉力訓練器訓練標準，提供後續訓練運用，如圖17及圖18。

圖17 爬梯訓練器訓練標準

空呼吸器進階訓練-爬梯訓練器



●訓練標準參考

等級	A	B	C	D	E
人員穿戴空氣呼吸器，爬升速率：15 m/分					
男性					
18~24	>45 m	39~45 m	30~38 m	20~29 m	<20 m
25~29	>41 m	35~41 m	27~35 m	19~26 m	<19 m
30~34	>36 m	31~36 m	25~30 m	18~24 m	<18 m
35~39	>35 m	30~35 m	24~29 m	16~23 m	<16 m
40~44	>33 m	27~33 m	22~26 m	15~24 m	<15 m
45~49	>31 m	25~31 m	21~24 m	14~20 m	<14 m
女性					
18~24	>34m	28~34m	21~27m	15~20m	<15m
25~29	>33m	26~32m	20~25m	14~19m	<14m
30~34	>29m	24~29m	18~23m	13~17m	<13m
35~39	>27m	22~27m	16~22m	12~16m	<12m
40~44	>26m	20~26m	15~19m	10~14m	<10m

(參考新加坡民防學院-空及呼吸器組訓練標準(Breathing Apparatus Proficiency Test)訓練標準)

資料來源：作者自行拍攝整理。

圖18 拉力訓練器訓練標準

空呼吸器進階訓練-拉力訓練器



●訓練標準參考

等級	A	B	C	D	E
人員穿戴空氣呼吸器實施訓練 (淨重：18kg)					
男性					
18~24	>35	31~35	25~30	20~24	<20
25~29	>33	29~33	23~28	18~22	<18
30~34	>30	27~30	21~26	17~20	<17
35~39	>28	25~28	19~24	16~18	<16
40~44	>26	23~26	18~22	15~17	<15
45~49	>24	21~24	17~20	14~16	<14
女性					
18~24	>27	23~27	19~22	15~18	<15
25~29	>26	22~26	18~21	14~17	<14
30~34	>24	21~24	16~20	13~15	<13
35~39	>23	20~23	15~19	12~14	<12
40~44	>21	19~21	14~18	11~13	<11

(參考新加坡民防學院-空及呼吸器組訓練標準(Breathing Apparatus Proficiency Test)訓練標準)

資料來源：作者自行拍攝整理。

1 吳東峯、楊宗文、許慧觀，「赴新加坡民防學院實習化災救援訓練」公務出國報告，民國106年9月21日，第13頁。

二、氣密式連身防護服穿著訓練

區分講解說明、穿著訓練及耐熱訓練等3個階段，如圖19。

圖19 氣密式連身防護服穿著訓練流程



資料來源：作者自行拍攝整理。

(一)講解說明

教官統一於教學區實施原則講解及裝備說明，使學員生瞭解課程重點、安全規定及裝備組成功用介紹。

(二)穿著訓練

由教官運用講解及示範方式，於穿戴實作訓練區說明操作前檢查、穿脫程序及要領後，學員生採2人一組，區分穿著人員及輔助人員，進行穿著實作訓練。

(三)耐熱訓練

穿著A級防護衣之人員，除面對裝備之笨重性外，其穿著之悶熱感，極有可能造成人員體能負荷過大及熱衰竭等生理問題，因此，課程增加耐熱訓練項目。耐熱訓練項目主要運用學員生大樓，人員著裝後，步行繞行大樓外圍1圈，再由樓梯步行登高1樓至5樓往復2趟，藉此訓練人員穿著適應性及耐熱程度，如圖20。

圖20 氣密式連身防護服耐熱訓練



資料來源：作者自行拍攝整理。

三、手推式消毒器實作訓練

區分講解說明、實作訓練及噴灑訓練等3個階段，如圖21。

圖21 手推式消毒器實作訓練流程



資料來源：作者自行拍攝整理。

(一)講解說明

教官統一於教學區實施原則講解及裝備說明，使學員生瞭解課程重點、安全規定及裝備組成功用介紹。

(二)實作訓練

由教官運用講解及示範方式，於手推式消毒器及沖淋帳篷訓練區說明操作前檢查、連結、拆卸程序及要領後，採分組輪替式進行實作訓練。

(三)噴灑訓練

結合手推式消毒器及沖淋帳篷訓練區，可直接運用所設置水源進行藥劑調配及裝填。於噴灑訓練時，若噴灑藥劑，則直接對教室牆面實施噴灑訓練；若噴灑清水，可於沖淋帳篷訓練區內實施噴灑訓練，以利清水導入回收系統重複循環使用。

四、緊急沖淋帳篷實作訓練

區分講解說明、實作訓練及除污作業訓練等3個階段，如圖22。

圖22 緊急沖淋帳篷實作訓練流程



資料來源：作者自行拍攝整理。

(一)講解說明

教官統一於教學區實施原則講解及裝備說明，使學員生瞭解課程重點、安全規定及裝備組成功用介紹。

(二)實作訓練

由教官運用講解及示範方式，於手推式消毒器及沖淋帳篷訓練區說明操作前檢查、搭設、撤收程序及要領後，結合訓練區內部水源、氣源及電源設施，採分組輪替式進行實作訓練。

(三)除污作業訓練

學員生於熟練搭設及撤收程序後，將人員區分為污染人員及除污人員，污染人員穿著A級防護服，除污人員架設沖淋帳篷，並對污染人員進行除污作業，使其熟悉沖淋帳篷架設及除污作業之動作要領。

五、氣瓶灌充訓練

區分講解說明及灌充作業訓練等2個階段，如圖23。

圖23 氣瓶灌充訓練流程



資料來源：作者自行拍攝整理。

(一)講解說明

教官統一於教學區實施原則講解及裝備說明，使學員生瞭解課程重點、安全規定及裝備組成功用介紹。

(二)實作訓練

由教官運用講解及示範方式，於氣瓶灌充區說明操作前檢查、灌充程序及要領後，採分組輪替式進行實作訓練。

後續規劃及建議

一、導入虛擬實境教學，提升教學訓練成效

國防管理學院運籌管理系石裕川教授研究實驗室，於108年度運用科技部研究經費，協助中心先行開發「A級防護裝備虛擬實境(Virtual Reality，以下簡稱VR)教學系統(如圖24)」，此系統主要運用VR訓練，使學生以擬真互動方式實施訓練，更結合眼動儀追蹤裝置，藉由眼動追蹤訓練中眼睛注視及掃視過程，紀錄眼睛瀏覽和停留位置及時間，藉以提供教官判斷學員生熟練程度及訓練專注度，如圖25。

圖24 A級防護裝備虛擬實境教學系統



資料來源：作者自行整理。

圖25 眼動儀追蹤運用

眼動儀追蹤紀錄



資料來源：作者自行整理。

經初步驗證，此教學系統運用於裝備組成說明及操作檢查程序上，可大幅提升學員生的學習興趣，以及增加裝備操作訓練熟練度，建議未來可運用軍事教育設施投資案，規劃建置相關虛擬實境訓練系統，藉以提升教學訓練成效。

二、統一裝備型式，便於教學維護

中心現有教學使用之空氣呼吸器，因裝備逐年採購因素，以致現有空氣呼吸器廠牌眾多，包含FENZY、SKUER、ISI、AUED等4種廠牌型式(如圖26)，導致裝備於教學及維護上，產生同一廠牌裝備操作數量不足，以及裝備損壞故障，無法相互通用等問題。

圖26 空氣呼吸器廠牌型式



資料來源：作者自行拍攝整理。

參考現行消防訓練單位裝備訓練作法，均統一其空氣呼吸器廠牌型式，以便於裝備操作及保養維護(如圖27)，建議後續能將現有空氣呼吸器，各廠牌留用1套提供說明介紹使用，並協調部隊實施裝備調整互換，統一裝備廠牌型式，便於後續教學及維護。

圖27 消防單位空器呼吸器訓練實況



資料來源：作者自行整理。

三、採購高壓氣瓶，滿足訓練需求

現有空氣呼吸器使用之高壓氣瓶，區分無縫合金鋼氣瓶及碳纖維複合式氣瓶兩種，其中碳纖維複合式氣瓶(如圖28)，依據美國運輸部(U.S. Department of Transportation)氣瓶使用規範，其使用最大年限為15年，氣瓶逾年限後，必須報廢銷毀，不得轉作其他用途。

圖28 碳纖維複合式氣瓶



資料來源：作者自行拍攝整理。

中心現有教學使用氣瓶計有24支碳纖維複合式氣瓶，其中13支逾使用年限，無法滿足教學需求，建議後續納入教學設備採購，以滿足教學訓練實需。

四、取得高壓安全認證，強化灌充作業安全

依據我國政府訂定「職業安全衛生法」第32條²及「職業安全訓練規則」

² 職業安全衛生法第 32 條：「雇主對勞工應施以從事工作與預防災變所必要之安全衛生教育及訓練。」。

第13條³規定，對於高壓氣體特定設備及高壓氣體容器操作人員，須接受具有危險性之設備操作人員之安全衛生教育訓練。

高壓氣瓶及氣瓶灌壓機均列屬於高壓氣體容器及特定設備，建議後續運用相關證照培訓經費，培育教官取得高壓安全教育訓練認證，強化操作及灌充作業安全，以確保人員、器材及設備之安全性。

五、建置裝備檢測設備，確保裝備使用安全

參考國外相關空氣呼吸器使用與保養維護，針對學員所使用的空氣呼吸器，會配置專責人員負責將使用過空氣呼吸器進行灌充、保養與維護工作(如圖29)，其工作內容如下：

- (一)檢視空氣鋼瓶無明顯損傷及符合使用期限，送入灌充室進行氣體灌充。
- (二)呼吸面罩及背架則送入清洗室，由專責人員以專用清潔劑進行清洗作業。
- (三)完成灌充及清洗後，會依檢核表逐項完成檢查及確認，將檢核表置入裝備資料袋內，再將裝備移至裝備領用區，提供下一批學員領用。
- (四)面罩定期進行氣密測試，由專責人員運用面罩密合度檢測裝備，連結電腦分析進行固定時間的檢測作業，以確保面罩之氣密性。
- (五)高壓鋼瓶定期進行水壓測試，由專責人員於氣瓶水壓測試站，對高壓鋼瓶實施水壓試驗、外觀及閥類檢查，以確保鋼瓶使用及人員操作安全。

圖29 國外空氣呼吸器保養維護實況



資料來源：作者自行整理。

3 職業安全衛生教育訓練規則第 13 條：「雇主對擔任下列具有危險性之設備操作之勞工，應於事前使其接受具有危險性之設備操作人員之安全衛生教育訓練。」一、鍋爐操作人員。二、第一種壓力容器操作人員。三、高壓氣體特定設備操作人員。四、高壓氣體容器操作人員。五、其他經中央主管機關指定之人員。

建議後續可參考採購相關檢測裝備及培訓專責檢測人員，建置設備維護檢測間(如圖30)，提供裝備檢測及維護保養運用，確保裝備妥善及操作安全性。

圖30 設備維護檢測間-示意圖



資料來源：作者自行整理。

結語

提升訓練成效首重於訓練課程的規劃及設計，依照訓練目標、難易度及課程相關性，發展出適性、多元、創新的訓練，才可有效執行教學及提升教學成效；透過本研究針對專用防護裝備訓練課程，結合教室場地、設施及設備，將人員訓練強度及體力負荷納入訓練考量，規劃設計出空氣呼吸器等5項訓練流程及方式，後續將納入課程內施訓運用。

另針對課程未來教學發展、裝備維護及操作安全性，提出後續規劃及建議，期藉由結合科技化訓練設備、模組化訓練方式及專業化檢測設備，增進課程教學多元性，提升專業操作(檢測)能力，以確保人員及裝備操作安全。

參考資料

- 一、職業安全衛生法。
- 二、職業安全衛生教育訓練規則。
- 三、「赴新加坡民防學院實習化災救援訓練」公務出國報告。