

陸 軍 跳 傘 危 安 之 淺 析

筆者/徐宏文

提要

- 一、空降作戰是軍（兵）種協同作戰的組成，是現代戰爭中的一種重要的作戰模式，而空降作戰的萌芽出現在第一次世界大戰，正因當時條件限制，空降活動只限於偵察、破壞及襲擊等任務，但真正的空降作戰卻出現在第二次世界大戰期間，並得到實際之運用。然在第二次世界大戰前不久，美國陸軍開始著手研究，如何提高空降兵著陸的安全及增加可能性，以利到達地面遂行作戰任務。
- 二、現代戰爭中，特戰部隊扮演著致命一擊與出奇制勝的「重要」角色，但隨著運輸方式、直升機運用、傘降裝備研改技術持續更新、老舊裝備的汰換和地面著陸技術成長，大大減少了受傷人數。其不同的傷害定義，以及不同的操作條件，都可能導致廣泛的差異，因此藉由目前國軍特戰部隊空降滲透作戰模式，探討有關軍事跳傘訓練的各項危安風險因素，內容包括環境、武裝負載與老舊裝備使用等項，來確定風險因素可能相互之作用，減少受傷的風險。本研究嘗試著將傘具發揮之關鍵與風險因素實施分析與探討，來檢視現行作法、未來精進及方向為研究範疇。

關鍵詞：傘具研改、氣象安全管控、跳傘危安因素、模擬跳傘訓練

壹、前言

「特戰部隊」是運用特殊編組、訓練及裝備之部隊，而運用上具有高度彈性、靈活機動、迅速部署等特性，可支援傳統部隊執行一般任務或遂行獨立之作戰，故能有效、快速的執行任何高難度之任務，然而面對先進武器裝備提升下，除體能要求精進外，更要有先進裝備作為輔助，以有效保存戰力進而提升作戰效能。因此傘具於戰時空中滲透時（任務支援器具），佔有重要地位，它能強化空中機動之時效性、準確性及空中滲透隱密性，可有效且大幅提升作戰能力，故探討現行國軍跳傘作業程序與方式，進而瞭解跳傘危安因素之關係，提升跳傘訓練安全係數，維護部隊戰力。

跳傘訓練課程可區分基本、專業及高空跳傘等項，每一個課目均有潛在之危安因素，稍不注意即會造成人員傷亡。有鑑於此，唯有依風險管理作業程序及藉由特戰部隊之人員訓練、裝備特性與作戰環境等因素，先行找出危安因子加以整理分析，發掘蘊藏其中之危安因素，並探討部分先進國家特戰部隊之訓練模式，以做為我特戰部隊精進之參考，對於現代戰爭型態下，如何建構一支具有相當戰力之特戰部隊與減少訓練危安提出相關建議，期使在未來防衛作戰中，發揮應有作戰效能，達到「傘訓零傷害」之目標，進而能擔負應急作戰之快速反應任務。

另本文研究係針對國軍現行跳傘程序與方式，以及傘具與危安因素之分析，並置重點在分析危安態樣、掌握風險及先期處置，且對於「基本跳傘、模擬跳傘設施及近年我國傘安事件分析比較」等 3 項實施研究探討，使其掌握全般狀況，降低危安事件發生機率，俾利從中發掘改善精進之處；另為限縮研究範圍與避免主題離題，探討因素未深入涵蓋人員心（生）理層面、行為舉止與地區內天候形成要素等細部之研究，希能帶給讀者更多啟發。

貳、影響跳傘安全之主要因素

特戰部隊是以傘具空降之方式投入地面作戰的兵種，具有空中快速機動之能力，能夠穿越地理障礙和地面敵軍防線，直接進入敵後進行猝然襲擊，是用於快速部署和縱深攻擊的主要力量¹，目前仍受各國的高度重視，而空降部隊跳傘訓練是培養合格空降特戰人員的必訓課目，其跳傘訓練是人體在瞬間受人員、裝備及環境影響之過程（包括重力、加速度及開傘與著陸衝擊力等因素作用）。因此，特戰部隊的跳傘訓練與其他訓練比較，相對成為一個危險系數較高的訓練項目，從離機過程中的碰撞、離機後傘繩的纏繞、開傘衝擊力及著陸衝擊力等，這些都能給傘兵帶來嚴重的傷害，如果加上傘具發生故障或天候環境等影

¹ 蕭達喜、韓志宏，《世界特種部隊大觀》（北京：軍事誼文，2003 年 6 月），頁 86。

響，而發生墜落傷損，其有可能導致死亡，故如何減少訓練過程中的損傷發生率，是國內（外）各國目前共同研究的重要課題之一。而依據陸軍跳傘安全維護實施計畫，為能有效強化安全管理與危安預防執行，○○部每半年召開「飛、地、傘、海安全工作檢討會」或臨時發生傘安事件時召開「傘安事件檢討會」²，實施研討解決危安因子及機會教育，目前傘安事件研析區分人員、裝備與環境等因素為主軸，現依探討之內容進行研究與分析：

一、人員因素部分：

- （一）自空降作戰誕生以來，安全對跳傘影響是國軍永恆之課題，由於近年科學技術的迅速發展與變化，使得跳傘危安事件發生後，事故調查能夠更快速、更精準及更符合實況，以提供相關數據實施檢討，經統計超過 7 成的危安事件與使用的裝備及當時環境因素有關，然在人員因素部分佔有比例較為偏低。故本文所探討之人員因素，僅圍繞於人員跳出飛機機門後，在有限時間與壓力下做出的判斷與決策行為（技術操作是否錯誤）實施探討，並未深入涵蓋人員體能、生理、心理、行為與管理等較細部因素實施探討研究。
- （二）其探討人員跳出後是否肇生跳傘危安，依據陸軍跳傘訓練現行作業程序，凡調任特戰指揮部、特戰訓練中心、空降訓練中心、高空特勤中隊及兩棲營等單位所屬官兵，均須完成 5 次基本跳傘訓練，並於到部後管制三個月內接受基本傘訓³（人員三項基本體能須達合格標準）；另如因傘訓技術、個人痼疾及傷病等因素淘汰人員，均檢討調整派職（或改分配）作業（如圖 1），故航特部所屬具跳傘專長官兵，其針對跳傘訓練方式、損傷防治知識的掌握程度，以及跳傘訓練危安判斷與態度，均具有一定的知識與經驗。
- （三）另為確保部隊隨時可執行戰（演）訓任務之能力，上述單位依計畫管制所屬官兵以 1 年半為週期，執行為期兩週的跳傘複訓，課程區分「地面複訓簽證」及「實機跳傘」兩個階段，且複訓評鑑不合格者，管制納入年度最後一梯次報進再複訓，以維繫跳傘基本職能及戰力⁴（年度內因演訓或班隊有實際完成空中跳傘訓練者，無須再複訓），其次於重大演訓及任務執行前，配合訓練中心年度訓練期程，實施參演官兵傘具熟裝、地面複訓，致強化傘繩纏繞、拉副傘動作等緊急狀況處置，以降低跳傘危安事件發生。

² 陸軍航空特戰指揮部 109 年度跳傘安全維護實施計畫，頁 4。

³ 陸軍航空特戰指揮部跳傘訓練現行作業程序，頁 8。

⁴ 陸軍特戰部隊年度跳傘複訓管制具體作法綱要計畫，頁 2。

圖 1 基本傘訓標準作業流程圖



資料來源：陸軍航空特戰指揮部跳傘訓練現行作業程序，(2019 年 4 月)。

二、裝備因素部分

因應戰場上的需求，目前各國特戰部隊比 20 世紀需要攜帶更多的裝備進入目標（任務）區，特戰兵與降落傘之系統和作戰載荷，加起來的平均重量有 300 磅（約 136 公斤），其次特戰兵跳出後傘具下降過程主要歷經自由落體、拉直、充氣與穩定下降等四個階段，過程之安全性，均仰賴特戰兵所著裝備之能力與限制狀況，然軍事跳傘所著之裝備是由人員防護裝備、裝備防護與傘具等三類裝備為主要組成，現僅針對傘具裝備部分實施分析與比較：

(一)現行 MC-1B 式與 T-10B 式人員主傘差異性如下：

- 1.MC-1B 式人員主傘，是以第 30 頁傘衣為中心，左右各 5 頁共計 11 頁，自下裙邊上方 13 呎處向上各開 2 呎、3 呎及 7 呎不等之風窗，使傘衣內之氣流自該風窗口向外排洩而產生前進滑行之作用，並於傘頂排氣孔增加 1 個通風帽，因而使傘頂排氣孔直徑自 19 呎減為 3 呎，降速仍保持於每秒 12 呎至 18 呎⁵（如圖 2）。
- 2.吊繩：除在左（右）後操縱帶上，各增加 1 條連結於第 5 頁及第 25

⁵ 國防部陸軍司令部，2011/8/22。〈陸軍傘具裝備操作手冊(第二版)〉，頁 2-1-4-14。

頁傘衣處之控制繩外，餘質料、重量、形狀、套帶、外（內）包、掛鉤與引張帶，均與 T-10B 式人員主傘相同，其穩定及操縱性 MC-1B 式人員主傘均較 T-10B 式人員主傘為優（性能差異如表 1）。

圖 2 人員主傘差異圖



表 1 傘具性能差異比較表

種類 項目	MC-1B 式人員主傘	T-10B 式人員主傘
張傘直徑	35 呎 (10.7 公尺)	35 呎 (10.7 公尺)
張傘面積	120 平方公尺	120 平方公尺
落速/秒	12-18 呎 (3.7-5.5 公尺) 依據陸軍傘具裝備操作手冊	
最低開傘高度	500 呎 (243 公尺)	500 呎 (243 公尺)
旋轉時間	自轉 360° 需 4 秒 依陸軍傘具裝備操作手冊	不可操控 (旋轉)
用途	專為小部隊特種空降使用，可於複雜地形(特種地形)使用。	專為特定地區行有計畫跳傘使用。
特性	若天氣風速為 6 哩，頂風時可抗風 6 哩維持定點著陸，滯空 1,000 呎，可順風滑行約 360 碼 (329 公尺)。	著陸穩定，配合風向前進，適合大規模空降或演訓部隊使用。
氣孔	在傘頂增加一個通風帽，因而將傘頂直徑自 19 吋減為 3 吋，藉使傘具內氣流由傘具後方之風窗排出，以達到使傘具向前滑行之功效。	用以向上排洩氣流，穩定傘衣下降，直徑為 19 吋。
風險評估	容易因人員操作不當，致風險提高。	就風險而言較為安全，因不容易受人員控制。
漂流率	兩者傘具漂流常數均為 3.3，漂流公式計算如後： 飛機高度/100×風速 (哩) ×常數 (3.3) =漂流距離 (公尺)	

資料來源：1.國防部陸軍司令部，2011/8/22，《陸軍傘具裝備操作手冊(第二版)》。

2.作者自行綜整調製

(二)美軍現行 T-11 式人員主傘（未採購）性能如下：

- 1.美軍為提高跳傘之安全性，自 2013 年已完成 T-11 式人員主傘近 3,200 多次跳傘試驗，以確保該降落傘與密集戰術固定繩的使用能夠相互匹配⁶，直到 2014 年美國陸軍將現存已久，且使用 50 多年的 T-10 式降落傘系統，全數替換調整為 T-11 式先進戰術降落傘替代⁷，其 T-10 式降落平均速率為 24 英尺/每秒 (7.3 m/s)，T-11 式降落傘的降落速率為 19 英尺/每秒 (5.8 m/s)，這個數字的減少，意味著能夠大幅減少跳傘者的受傷機率。
- 2.T-11 式人員主傘背帶系統設計更為舒適，大幅提高降落傘和任務需求的綜合性能，其傘體四角加開排氣口，使主傘在速度較低狀況下，傘具能夠快速展開且更流暢，從而減少傘兵之損傷，然 T-11 式降落傘系統提高降落傘安全性的關鍵，在於下降速率的減小，平均速率為 19 英尺/秒 (5.8 米/秒)，使衝擊力比 T-10 式傘具減小 25%，從中探討 T-11 式降落傘系統下降速率減小原因，是由於傘衣面積比 T-10 式增大 28%，然而重量僅增加約 7 磅 (約 3.2 公斤)⁸，且主傘衣在充氣展開後擺動極小 (如圖 3)。

圖 3 T-11 式人員主傘圖



(三)美軍現行 MC-6 式人員主傘（未採購）性能如下：

- 1.該傘具為美國陸軍和特種作戰司令部，為了實現精確滲透的戰術目標而聯合開發的裝備，由特種作戰部隊戰術突擊降落傘系統項目發展而來，用以替換老式的 MC-1 式人員主傘。相較之相比，它的下降速率更安全、開傘衝擊力更小、轉向速率更快、滑翔比更佳、使用海拔更高及攜帶重量更大⁹，而改進後的降落傘機動和操控性得到提升，降低了跳

⁶ 維基百科，T-11 式人員主傘，《<https://www.mobile01.com>》(檢索日期：2022 年 7 月 18 日)。

⁷ 維基百科，美軍新式降落傘，《<https://kknews.cc/zh-tw/military/I9l8lr.html>》(檢索日期：2022 年 7 月 19 日)。

⁸ 維基百科，美軍新式降落傘，《<https://kknews.cc/zh-tw/military/I9l8lr.html>》(檢索日期：2022 年 7 月 19 日)。

⁹ 維基百科，MC-6 式降落傘系統，《<https://kknews.cc/military/ypvqpkg.html>》(檢索日期：2020 年 4 月 22 日)。

傘人員受傷率，滿足更廣泛的作戰需求和環境條件（如圖 4）。

2.MC-6 式降落傘系統採積木式結構，便於生產和維修（主傘和背帶系統重 13 公斤），該傘為圓形 28 幅多圓錐可操縱降落傘，其前方增加 5 個氣窗、左右各 2 個制動氣窗及後方 3 個氣閥等，使操縱系統兼顧了快速轉向和擺動最小化，且前進速度和轉向速率均可以控制，然具獨特的深度制動功能，可以使特戰部隊在即將越過預定著陸點時輕鬆修正（MC-1C 式主傘則僅能靠 360 度轉向來修正）。

圖 4 MC-6 式降落傘系統圖



三、環境因素部分

因地球自轉關係對環境風場產生之局部影響，針對氣候變化、航空、任務執行與軍事戰（演）訓等項，對於大氣環境風場訊息都有著不同程度的需求，而風場資訊的精度及密度，除了在氣象上會直接影響數值天氣的預報結果，更在運輸安全、軍事戰（演）訓及防救災任務執行等行動中，佔有相當比重之重要關鍵之角色¹⁰，如能充份掌握垂直大氣風場的資料，提供精確可靠參數，絕對是任務成功的必要之條件。而臺灣位於西太平洋與亞洲大陸東南隅之副熱帶島嶼，地形為陡峭且複雜的海島地形，因其四面環海且受平均高度 2,000 公尺的中央山脈縱貫臺灣全島之緣故，地形對大氣環境風場所造成影響相當顯著，因此如何監測大氣風場變化，進而針對天氣系統發展及演變之分析與解釋，就顯得相當重要。現就目前我國台灣地區地形風及氣象探測系統實施介紹，以利後續探討與發覺潛藏於中低空層大氣之潛危因子，確保特戰部隊跳傘之安全；另環境因素成因過於廣泛，故本章節未提及與涵蓋地區內水汽、溫度等要素實施探討說明：

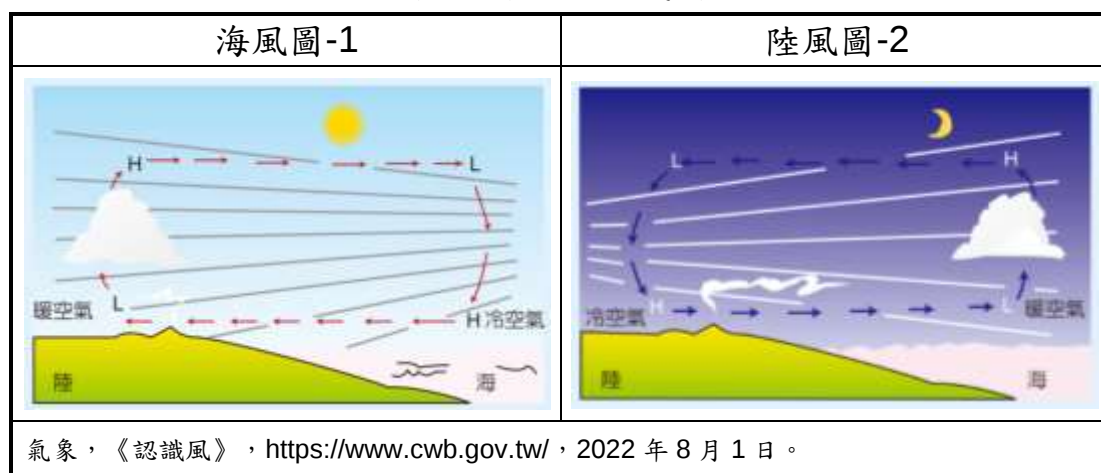
（一）地形風

¹⁰ 國防部陸軍司令部，《RT-20 氣象自動探測系統操作手冊》，國軍準則-陸軍-3-5-40，頁附 1-1-4，2001 年 11 月 5 日。

係「空降場」內因空氣流動而形成的自然現象，空氣會由氣壓高的地方流向氣壓低的地方，而影響高、低氣壓分布的因素很多，其中最主要因素就是空氣的溫度，因為溫度差異，就會影響高低氣壓分布，同時帶動空氣流動，而空氣流動有平衡氣壓及溫度分布的效果¹¹。臺灣地形複雜四周臨海，常因地形及海陸分布，受日照加熱不平均，而產生小規模局部環流，如海陸風、山谷風及焚風，這些局部環流只會發生在某些特定地區，以下就簡略介紹這些局部環流的形成原因與特徵：

- 1.海陸風：白天風由海面吹向陸地稱為海風，夜晚風由陸地吹向海面稱為陸風，合稱海陸風，其形成原因是因白天地表受熱，陸地增溫比海面快，陸地上的氣溫較高，相對的成為低壓區，吸引海面空氣吹向陸地，上層則有反方向的迴流（如圖 5-1）。到了夜晚，地表散熱冷卻，陸地散熱比海面散熱快，使陸地上的氣溫較低，形成相對的高壓區，陸上氣流吹向海面，上層亦有反向迴流¹²（如圖 5-2）。

圖 5 海陸風形成圖



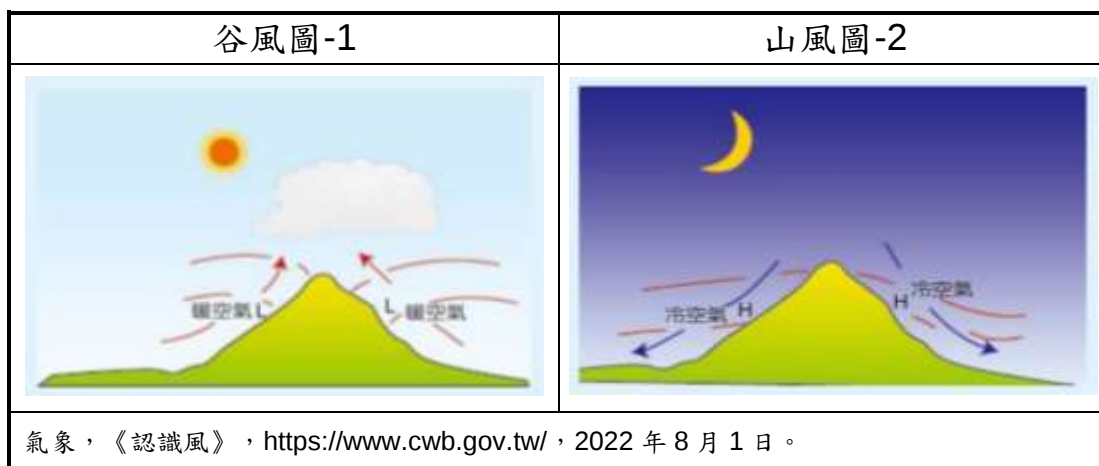
- 2.山谷風：白天風從山谷沿山坡爬升吹向山頂稱為谷風，夜晚風從山頂沿山坡吹向山谷稱為山風，常見於山區，故合稱為山谷風¹³，其形成原理與海陸風類似，因白天沿斜坡之地表受日照加熱，斜坡附近的空氣溫度隨之升高，使暖空氣上升，沿斜坡的每一高度都有暖空氣上升，即形成空氣由山谷（或山下）沿斜坡吹向山頂的谷風（如圖 6-1），白天谷風輸送水氣上昇到山頂，往往可凝結成雲，所以山頂上常可見到較厚的積雲，夜晚時地表輻射冷卻降溫，山上氣溫下降快，谷地空氣則降溫較慢，遂形成與白天方向相反的環流，下層風由山坡吹向山谷，稱為山風（如圖 6-2）；當山風沿山坡下降，帶下來的冷空氣聚集於山谷內，使谷內水氣凝結，因此山谷或盆地內，常在日出前形成雲霧。

¹¹ 氣象，《認識風》，<https://www.cwb.gov.tw/>，2020 年 5 月 7 日。

¹² 氣象，《認識風》，<https://www.cwb.gov.tw/>，2020 年 5 月 7 日。

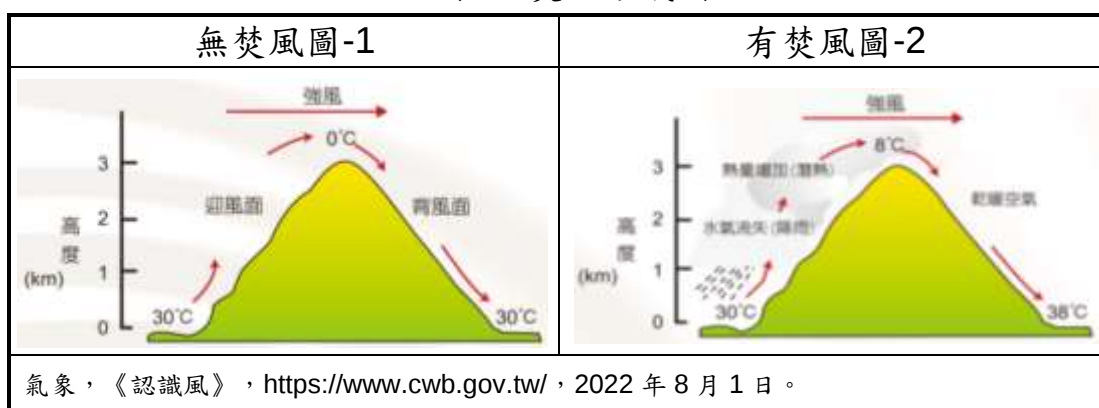
¹³ 氣象，《認識風》，<https://www.cwb.gov.tw/>，2020 年 5 月 7 日。

圖 6 山谷風形成圖



3. 焚風：這是一種乾而熱的風，在適當的氣象條件配合下，每當有強風越過高山，則可能在山的背風面發生焚風，其形成原理，當風吹向山脈時，若風速夠強，氣流在迎風面會沿地形斜坡往上爬升，因越高的地方氣壓較低（空氣較稀薄），空氣的溫度會隨高度升高而降溫，而當空氣越過山頂沿斜坡往下降時，則過程相反，空氣的溫度會隨高度下降而增溫。如果是乾燥的空氣，每爬升 1 公里，氣溫約下降 10°C ；反之每下降 1 公里，氣溫約上升 10°C ，因此空氣經過山脈之後，溫度大致不變（如圖 7-1），但如果是潮溼的空氣，在上升過程中，水氣凝結成雲滴及雨滴，並放出熱量抵銷部分降溫效果，結果每爬升 1 公里約只降溫 6°C ，潮溼的空氣在上升過程中會形成雲，甚至產生降雨，則空氣不斷損失水氣，空氣到達山頂時已經非常乾燥，當空氣越過山頂下降時，溫度增加但是不再有凝結或蒸發，因此每下降 1 公里增溫 10°C ，到達平地時，溫度已比過山前高出許多，且空氣也會變得非常乾燥，於是形成所謂的焚風¹⁴（如圖 7-2）。

圖 7 焚風形成圖



¹⁴ 氣象，《認識風》，<https://www.cwb.gov.tw/>，2022 年 8 月 1 日。

(二)臺灣地形風與任務執行之影響

- 1.探討陸軍特種作戰指揮部往年結合各年度「聯雲操演」，均以一部擔任攻擊軍，假想奪取任務地區之主要地形要點驗證及誘導作戰區執行反空降作戰之任務，就 109 年度配合漢○演習，區分「電腦輔助指揮所（電腦兵推）」及「實兵」等演習模式，故依據實兵任務執行時間（7 月份）及動次（空軍清泉崗基地），先行探討地形風與任務之相互關聯，其中並未考慮大氣中水汽、環境風場、地形及地表能量，僅依據臺中氣象局近 5 年天氣中心資料，針對 104 至 108 年空軍清泉崗基地 7 月份每日上午氣象數據實施統計，分析成果超過跳傘放行標準¹⁵ 風速統計（13 浬），總計發生次數為 61 次，針對 7 至 8 時發生次數 18 次（29%），8 至 9 時發生次數 22 次（35%），9 至 10 時發生次數 27 次（43%），10 至 11 時發生次數 31 次（50%），其分析發生機率綜合評估及資料顯示（如表 2），推算出 7 至 8 時為最佳空跳時間，其次則為 8 至 9 時。
- 2.然空跳任務執行當日（A 日 P 時），可能由於空中測量風速較高與地面測量符合跳傘標準之量測誤差，造成模擬兩可的狀況，因此空降部隊指揮官跳與不跳的決心成為最大關鍵（需與地面任務部隊指揮官，保持聯繫持續確認天候狀況）；另為確保任務執行，通常任務飛機會於空跳前 10 分鐘進場（P 時-10m），配合天氣數據及目視任務區能見度，於空跳任務執行前 6 分鐘（P 時-6m）會由「地面導航人員」接管任務執行機（空軍 C-130 運輸機），實施 3、1 分鐘任務地區天候確認及回報（可依狀況適時調整時間），確保任務執行順遂及安全。

¹⁵ 國防部陸軍司令部，2008/12/5。〈空降導航及地面導引訓練教範〉，頁 2-3-6。

表 2 臺中清泉崗基地 104-108 年 7 月每日上午最大風速發生機率統計表

風速(哩) \ 時間	0700 時	0800 時	0900 時	1000 時	1100 時
21			1		
20				1	1
19					3
18					
17			1	1	1
16		3	1	3	1
15	3	5	2	4	4
14	5	2	7	6	6
13	3	3	7	7	5
12	3	8	5	3	10
11	3	8	8	6	3
10	5	10	7	13	14
9	7	3	8	12	15
8	12	8	9	14	27
7	9	7	16	16	16
6	14	14	14	16	13
>13(哩)不可執行	8 次	10 次	12 次	15 次	16 次
風險機率	13%	16%	19%	24%	26%
可執行率	87%	84%	81%	76%	74%

資料來源：1.交通部中央氣象局，臺中氣象局，〈<https://www.cwb.gov.tw>〉，(檢索日期：2022 年 5 月 4 日)

2.作者自行綜整調製

(三)氣象探測系統

現行陸軍特戰部隊跳傘時之氣象探測，均仰賴陸軍砲兵無線電經緯儀氣象探測系統與空軍所建置之車載式剖風儀，實施氣象自動監測，直接觀測定點垂直方向之中低空層及高密度來獲得相關風場資訊，進而分析未來天氣之發展前兆及風場特徵，特別是中低空層風場的垂直分布，以及隨時間演變特性，均有利於天氣系統結構及演變行為掌握，致使提早發覺潛藏於中低空層大氣之飛安潛危因子（如低空風切、風切變等天氣現象），確保特戰部隊跳傘之安全，現就氣象探測系統實施介紹與比較：

1.陸軍 RT-20 無線電經緯儀氣象探測系統¹⁶

該系統（如圖 8）為作業自主化之高空氣象探測裝備，為芬蘭費莎納公司生產，係由多空層氣象自動探測系統（MW-12）與無線電經緯儀（RT-20）整合而成，能有效達成野戰砲兵彈道氣象探測之任務，並可裝載於悍馬車或輕型戰術車輛上，現編配於各軍團砲兵目標連與防衛部砲兵營之氣象組，具有自主性、高精度、快速度與自動化之彈道氣象探測作業。

圖 8 陸軍 RT-20 無線電經緯儀氣象探測系統圖



(1)系統發展

原 MW-12 多空層彈道氣象自動探測系統，為我國陸軍於民 80 年採購獲得，運用世界導航組織之「亞米加」（OMIEGA）信號探測探空儀之相位變化，作為空層風向、風速探測計算依據，迄民 86 年 9 月底，世界導航組織評估亞米加導航信號之精確性不如「全球定位系統」（GPS），且涵蓋區域有限，系統之維護投資當時已不符本效益，決議關閉信號，致影響空層風向及風速探測作業，後續陸軍雖改採「羅蘭」（LORAN-C）信號因應，惟該信號強度不足，且相容性受限，仍無法改善風向及風速品質，故為徹底解決氣象探測之信號問題，將 MW-12 提升為 RT-20 無線電經緯儀氣象探測系統，使其具備自主性、高精度、快速度與自動化作業性能之優勢，以符合作戰需求。

(2)系統工作原理：

A.RT-20 無線電經緯儀氣象探測系統，係利用無線電經緯儀之接收天線，追蹤探空發射之電子信號與探空儀相位變化，計算出風向、風速資料，並接收氣球所攜帶之探空儀於各空層測得之氣壓、氣溫及濕度等資料，再傳至 MW-12 主機內，迅速計算出砲兵所需之各種氣象電

¹⁶ 國防部陸軍司令部，《RT-20 氣象自動探測系統操作手冊》，國軍準則-陸軍-3-5-40，頁附 1-1-4，2001 年 11 月 5 日。

碼資料，提供火炮射擊時氣象修正之依據¹⁷。

B.當使用導航信號方式探測時，氣球攜帶探空儀迅速升空，探空儀上之感應器隨即測得各空層之氣壓、氣溫及濕度，並藉由探空儀上之發射機，將資料經由超高頻天線傳送至主機；另 LORAN-C 之導航信號，由極低頻天線接收傳送至主機，經主機處理、計算而求得風速、風向等資料。

2.空軍雷射式剖風儀：

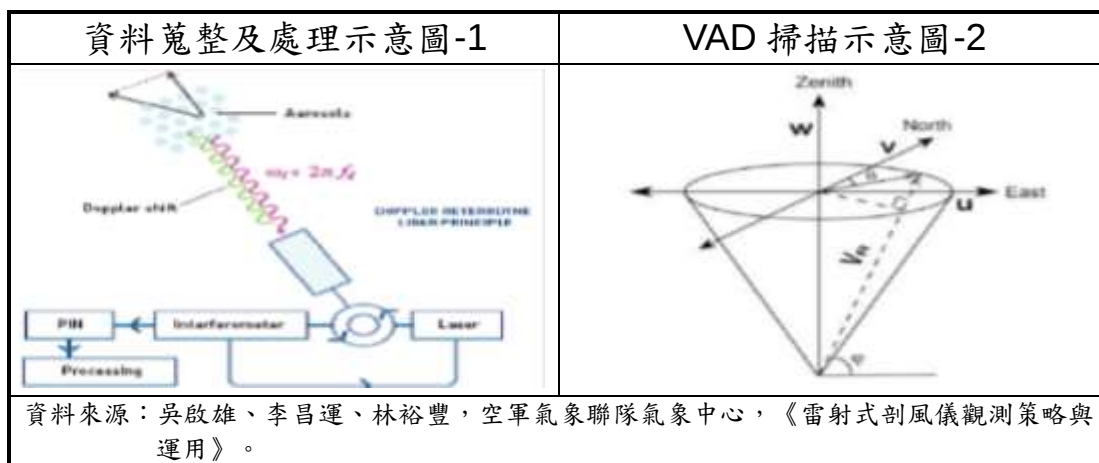
(1)雷射式剖風儀觀測原理

空軍氣象聯隊所建置之雷射式剖風儀，為法國廠商(Leosphere 公司) WINDCUBE-100S 型機，目前該裝備於 2016 年已建置臺灣北、中、南及東部等地區，分別由各地區實施當地大氣背景與環境狀況長期蒐集定點風場資訊，以提供參考，做為大氣環境風場及天氣系統發展前兆及演變等依據，其觀測原理是以該光學儀器向大氣中之粒子(塵象、水象粒子及氣溶膠等)發射一脈衝波，並接收其所發散信號，轉換為電子信號後，傳送至電腦，再經過信號處理方程反演，獲得該信號的都卜勒偏移量，進而計算光束路徑上之徑向風場，而光脈衝波傳送到目標物的來回時間，則用來演算至目標物的距離¹⁸，而因大氣無論晴、雨天均有氣溶膠存在，故可於儀器限度內藉由空氣中氣溶膠的移動，獲得所需之風場資料(如圖 9-1)；另一般雷射式剖風儀採用 VAD (Velocity-Azimuth Display) 來進行風速量測(如圖 9-2)，意謂這該儀器每一次掃描均會以固定角度進行一次 360°掃描，進而量測出掃描區域徑向風場，而定點風場 $V(u, v, w)$ 可視為三個獨立的風場向量組成，理想情況下，量測空間某一點風場資訊，需同時計算出其三個方向的向量值，即至少需要三部量測系統，方能計算出此一風場資訊。

¹⁷ 國防部陸軍司令部，《RT-20 氣象自動探測系統操作手冊》，國軍準則-陸軍-3-5-40，頁附 1-1-4，2001 年 11 月 5 日。

¹⁸ 吳啟雄、李昌運、林裕豐-空軍氣象聯隊氣象中心《雷射式剖風儀觀測策略與運用》(2015 年 10 月 25 日)。

圖 1 系統資料蒐整及處理示意圖



(2)規格及性能介紹

雷射式剖風儀為輕量型雷射光達，便於攜帶，且可快速組裝使用，而其配備高強度外殼，具有防水、防塵、防鹽之防護能力，可於戶外特定區域進行觀測，以利蒐整特定地區長期觀測數據(其外型如圖 10)，其裝備驗證具有相當測量精度，且具有每秒鐘採集 50 公尺至 14 公里間(量測範圍與大氣環境狀況運算模式有關)之風場資料，並能運用內建資料庫軟體，記錄每秒鐘的任一組資料¹⁹。

圖 2 裝備外型示意圖



(3)觀測產品介紹

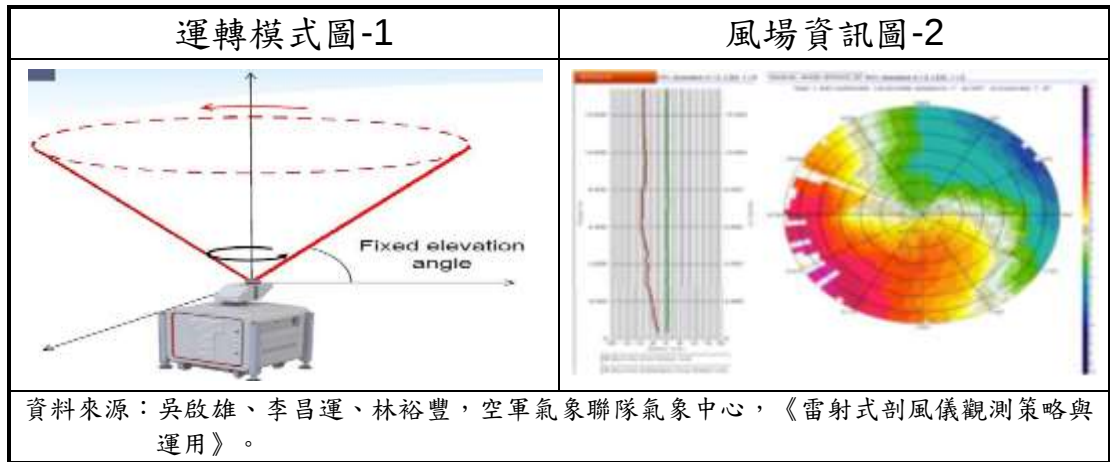
WINDCUBE 100S 型風場資訊產品，主要以四種模式進行掃描，其模式如下：

A.PPI 模式：可以 -10° 至 90° 的固定高度角，於水平方位角執行 0° 至 360° 方向掃描(如圖 11-1)，並藉由儀器求得其徑向風場資訊²⁰(如圖 11-2)。

¹⁹ 國防部陸軍司令部，《RT-20 氣象自動探測系統操作手冊》，國軍準則-陸軍-3-5-40，頁附 1-1-4，2001 年 11 月 5 日。

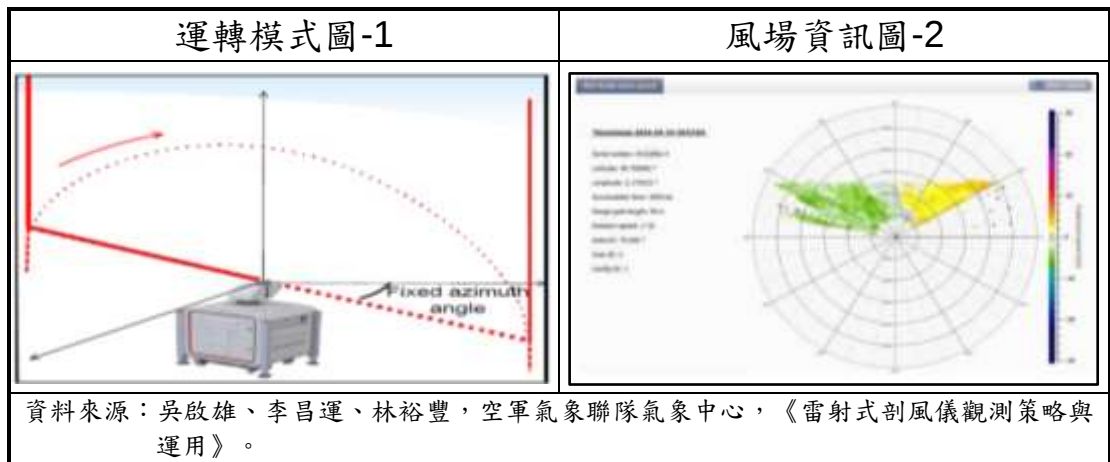
²⁰ 吳啟雄 李昌運 林裕豐-空軍氣象聯隊氣象中心《雷射式剖風儀觀測策略與運用》(2015 年 10 月 25 日)。

圖 11 PPI 模式示意圖



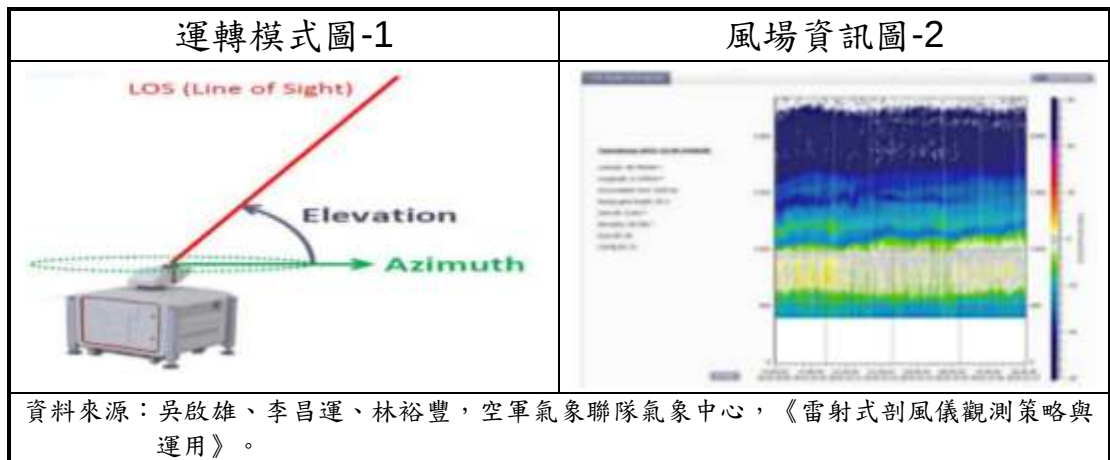
B.RHI 模式：可於 0° 至 360° 之間任一固定水平方位角，做垂直方向掃描（如圖 12-1），並藉由儀器求得其徑向風場資訊²¹（如圖 12-2）。

圖 12 RHI 模式示意圖



C.LOS 模式：用來觀測固定方位之徑向風場資訊（圖 13-1），並藉由儀器求得其徑向風場資訊，且由軟體顯示一時序分布²²（如圖 13-2）。

圖 13 LOS 模式示意圖

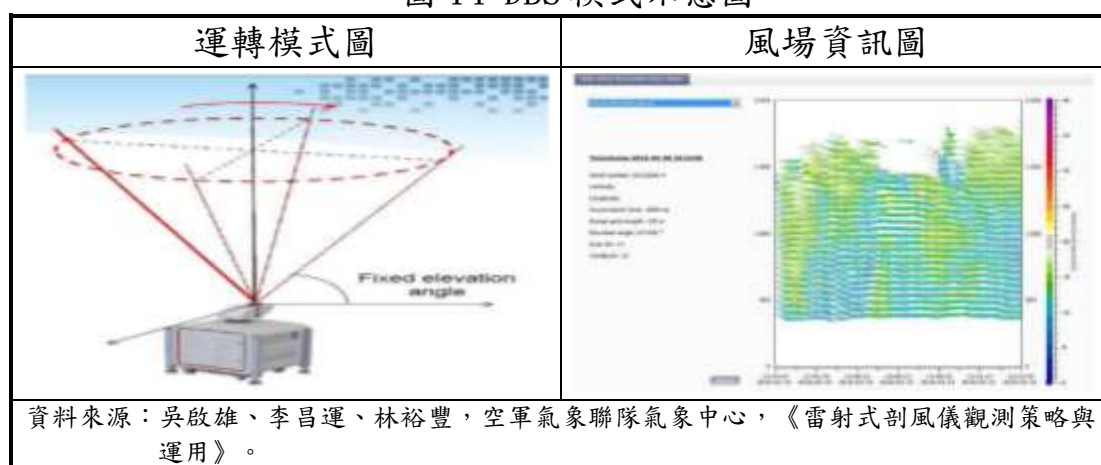


²¹吳啟雄 李昌運 林裕豐-空軍氣象聯隊氣象中心《雷射式剖風儀觀測策略與運用》(2015 年 10 月 25 日)。

²²吳啟雄 李昌運 林裕豐-空軍氣象聯隊氣象中心《雷射式剖風儀觀測策略與運用》(2015 年 10 月 25 日)。

D.DBS 模式：主要用於垂直風場反演，藉由儀器求得徑向風場資訊後，運用演算法反演出垂直向的風場資訊，且由軟體顯示一時序分布²³（如圖 14）。

圖 14 DBS 模式示意圖



（四）氣候探測裝備性能差異比較

空軍氣象聯隊之車載雷射式剖風儀，為垂直觀測風場能量及危安天氣監測，透過雷射光束通過大氣中之粒子（砂塵、水滴及氣溶膠等）測量局部大氣中的風場，然陸軍砲兵 RT-20 無線電經緯儀氣象探測系統，則是利用探空氣球（風向球）搭載升空，觀測中低層大範圍大氣變化，透過無線電將數據傳回地面氣象站點的儀器，如能將該兩項探測裝備配合實施反演驗證，將能建構周邊更精準的任務地區（空降場）大氣環境風場變化，以彌補雷射式剖風儀大氣垂直風場觀測不足，來增強對中低空層天氣系統風場演變特性之掌握。

（五）目前氣象探測系統觀測策略及運用構想

主要是藉由氣象探測系統觀測，協助執行國軍戰演訓、防救災任務及相關研究，以精進國軍氣象作業能量，其運用區分下列幾個主要執行方向²⁴：

- 1.依地理位置區分北、中、南、東等任務區域，執行例行性觀測作業；另於國軍執行戰演訓或於防救災任務啟動時，由最近任務目標區之配置單位負責該區域觀測任務，以適時、適切，並有效支援國軍各類戰演訓任務。
- 2.空軍所建置之剖風儀為先進的風場遙測系統，相較於其他高空探空設備，資料時間與空間解析度高，惟容易受到降雨、低雲等影響其量測精確度，故須與高空探空及雷達資料實施比對分析，驗證各地區大氣

²³吳啟雄 李昌運 林裕豐-空軍氣象聯隊氣象中心《雷射式剖風儀觀測策略與運用》(2015 年 10 月 25 日)。

²⁴吳啟雄 李昌運 林裕豐-空軍氣象聯隊氣象中心《雷射式剖風儀觀測策略與運用》(2015 年 10 月 25 日)。

環境與地形之風場資訊。

- 3.因臺灣地區四面環海，地形複雜，除要求驗證風場資訊精度外，並需長期蒐整觀測資訊，以建構大氣環境風場背景資訊。
- 4.運用其所蒐整之大氣環境風場資料，分析歸納資料特性，利用風場資料高密度特性，進行數值資料同化，增加數值模式正確性，提升對風速、風向以及大氣邊界層特性，強化時間與空間上變化的預報能力。

參、各國模擬跳傘訓練設施

對於特戰部隊而言，實際跳傘是高風險之訓練，這種訓練除了要有紮實的地面基礎訓練外，還要有強大的安全保障。目前各國跳傘訓練基地，均建置先進立式傘降風洞等模擬跳傘訓練設施，而運用先進的訓練裝備，讓官兵訓練效果能有顯卓提高，提升新一代跳傘的訓練現況，現各國所使用的立式風洞，是以攜帶基本戰鬥裝備，縱身跳入風洞設施，然其先進立式傘降風洞的原理，是藉由通過人造產生垂直向上氣流，克服人受地心引力的作用，使身體受到空氣阻力與身體重量相等，當垂直氣流達到一定的速度，訓員以一定姿態進入氣流，將不需要任何工具就能飄浮起來，使人懸浮在空中，藉此可以做出各種高難度動作的系統配套設施。目前全世界有多座不同形式及具規模的傘降訓練風洞與模擬訓練設施，例如美國、英國、法國、加拿大、中國及新加坡等軍事強國，均利用該設施來提升跳傘訓練。然我國與新加坡長年以來的軍事交流，以及均採購美國軍需規格傘具裝備（協辦維修能量技術轉移），故現就我國、新加坡及美國所使用之模擬跳傘訓練設施實施介紹：

一、中華民國：

（一）檢視我國現行跳傘訓練方式，區分地面基礎訓練（如圖 15-1 及 15-2）

及空跳訓練，惟實際空跳訓練常因氣候、航空器及空域管制之影響而無法執行，進而造成訓練延宕成效提升困難。目前陸軍已購置「操傘模擬器」乙座（如圖 15-3），其針對人員跳出後在危機處理，實施仿真模擬強化訓練，課程區分於近程中，修訂授課模式，利用吊架訓練課程強化故障纏繞與排除作為，並領取到期推陳 T-10R 副傘提供學員模擬使用；中程方面結合「操傘模擬器」，利用模擬訓練系統，輸入危安狀況處置圖像，排定學員仿真訓練；遠程則完成電腦連線作業，實景圖像連線操作²⁵（如圖 15-4）。

²⁵ 國防部陸軍司令部，2008/12/5。〈空降導航及地面導引訓練教範〉，頁 2-3-6。

圖 15 我國跳傘訓練模擬方式示意圖



(二)針對強化風險教育部分，每季一週依模式化課程律定週一為傘訓安全日，當日停止訓練，第 1 節實施跳傘訓練安全教育與案例宣教，第 2 至 4 節依專長區分傘具保養、庫儲管理、勤務車輛保修授課、訓場維護及訓練器材檢整等，第 5 至 6 節至訓場實施跳傘失事預防演練，第 7 至 8 節實施教官評核作業²⁶（跳傘安全日模式化課表如表 5），藉由講解、研討、壁（海）報、檢查及安全新知介紹等項，增進官兵對裝備之瞭解及改進辦法與跳傘安全認知，進而擴大策進失事預防效果，以確保傘訓危安。

²⁶ 陸軍航空特戰指揮部 109 年度跳傘安全維護實施計畫，頁 5。

表 3 陸軍「跳傘安全日」模式化課表

項次	節次	時間	工作管制事項
1	第 1 節	0800-0900	跳傘訓練安全教育與案例宣教
2	第 2-4 節	0900-1200	傘具維保、庫儲管理督導
			勤務車輛保修查驗
			訓場維護及訓練器材檢整
3	第 5-6 節	冬令 1330-1530 夏令 1400-1530	跳傘失事預防演練(潮州、昌隆、枋山訓場，每季擇一場地實施)
4	第 7-8 節	1530-1730	教官評核作業(含統一教學示範)

資料來源：陸軍航空特戰指揮部 109 年度跳傘安全維護實施計畫。

(三)另陸軍雖已建置模擬跳傘訓練設施，為仿真及強化模擬訓練方式，仍與臺中民間○○極限運動有限公司實施委外場地訓練，採 1 年訓練 1 梯次，每梯次 10-15 位訓員（1 次 1 位訓員進入），除可讓訓員藉風洞設施，實際體會自由落體動作變化外，並藉此與民間教練技術交流，提升部隊敵後滲透及空降作戰能力，確保任務之遂行。

二、新加坡：

(一)2014 年新國於巴西立軍營，設置全球首座空降部隊「一站式」跳傘訓練設施（室內設施佔地約 2.4 萬平方公尺），在高科技協助下精進跳傘技術，致使訓練過程更具效率。該座設施是由新國國防科技局參考美國、法國等軍隊設施後設計(如圖 16)，區分跳傘和垂降兩大訓練部分，其中跳傘訓練設施之特點是可讓訓員在兩分鐘內，執行過一次跳機、滑翔和著陸等動作的高科技裝置，較以往傳統訓練必須分開進行²⁷，且過程耗時，其系統也可模擬強風對繩索造成的拉扯和壓力，讓訓員身臨其境考驗反應。

²⁷ 國防部陸軍司令部，2008/12/5。〈空降導航及地面導引訓練教範〉，頁 2-3-6。

圖 16 新加坡跳傘訓練模擬方式示意圖



(二)跳傘訓練設施區分跳傘著陸訓練機和旋轉訓練機等兩項，前者可使訓員以三種滑翔速度練習降落，後者則是讓訓員學習如何掌握在空中控制和解開纏結的降落傘繩索²⁸；另新國部隊以往在進行部分訓練時，均採夥伴制度，即是一人訓練，另一人則從旁協力輔助，造成訓練時間無法得到充分分配利用，該設施建置後，每名訓員可同時投入訓練，使彼此間能在同樣時限內進行更多次跳傘練習，進而提升跳傘技術。

1.降落傘飛行模擬器（PFS）是由突擊隊訓練學院（CTI）特種作戰戰術支持中心（SOTSC）設計，並於 2014 年 2 月投入使用，且 PFS 能夠模擬環境條件，例如風的方向和強度，白天和黑夜的條件，各種降落區、高度以及降落傘緊急情況，以用於靜態和自由落體下降，且可透過頭戴式顯示單元，以逼真的視頻的形式查看這些模擬，並相應的進行演練，為訓員提供仿真跳傘的模擬環境。

2.PFS 包括一系列皮帶輪和傳感器系統（傳感器安裝在肘節開關），能夠記錄每個模擬跳躍，並將視頻記錄用於匯報會議，從而通過視覺反饋增強學習，訓員可查看模擬跳躍的回放，並從各種角度觀察他們的動作，例如第一人稱視角（POV），第三人稱 POV，俯視圖和地面 POV；另借助視頻播放系統，模擬訓員在空中飛行時可能遇到的各種情況，使其識別和響應不同的降落傘緊急情況做好準備，教官可更有效的回報和糾正訓員的錯誤。

(三)新國武裝部隊每年分四期，利用該設施訓練約 640 名來自特別行動特遣部隊、突擊隊、精衛兵和步兵等營隊的空降部隊，每期基本課程長達四週，前三週為營地訓練，最後一週則是實際跳傘訓練，使訓員接受嚴格和真實的訓練，提升軍人的作戰信心。

²⁸ 國防部陸軍司令部，2008/12/5。〈空降導航及地面導引訓練教範〉，頁 2-3-6。

三、美國：

(一)2019 年 2 月 19 日美軍於佛羅里達州空軍基地，在安裝聯合降落傘索具工廠新的模擬跳傘訓練系統 (PARASIM 7)，該系統從頭戴式 3D 虛擬現實顯示器，到檢測跳線輸入的懸吊線束，實現真實的跳傘體驗，基於物理學的降落傘模擬技術使用真實世界的場景，如故障、風廓線、各種天氣條件和完整的地形類型庫，來重新創建實時跳躍的條件²⁹（如圖 17）。

圖 17 美國跳傘訓練模擬方式示意圖



(二)模擬器使美軍麥克迪爾空軍基地內之傘兵，能夠在真實的虛擬環境中接受訓練，以擬真實準確反映他們將跳入的區域和地形，且當與強制性進修訓練結合使用時，該模擬器非常有用，它可以使訓員瞭解他們將跳到哪裡，以及在模擬空間下看到的東西，使訓員有機會在安全的虛擬環境中練習和完善控制技術，並在實際跳傘之前，可能會犯錯誤學到糾正方法，否則這些錯誤可能會造成災難性的後果。

(三)另目前聯合降落傘索具工廠不斷開發和增強該系統，以響應各國訓練的需求，其總體目的是在可控與可重複的條件下，在教室環境中訓練，並運用控制、飛行模式優化、應急程序、設備和小組操作等熟悉結合，提高整體訓練成效。

肆、近年我國傘安事件分析

近年來，國軍在跳傘訓練過程中仍有部分事故發生，然「傘訓」為特戰部隊重要之訓項，為符合「為戰而訓」原則，對此陸軍空降訓練中心仍持續精進跳傘現行做法，現就列舉近期跳傘危安事件，針對人員、裝備及環境對跳傘危安之影響實施分析：

²⁹ 國防部陸軍司令部，2008/12/5。〈空降導航及地面導引訓練教範〉，頁 2-3-6。

一、人員與傘具對跳傘危安之影響

(一) 2018 年跳傘訓練-主傘張開未完整³⁰

1.案情概述：特戰部隊當日執行基本跳傘訓，某員為執行第二波次帶包跳傘訓練時，發生姿勢錯誤傘繩穿越傘衣，致使傘衣部分失效無法正常張傘，且副傘未完全張傘人員即落地，致肇傘安事件。

2.原因分析

就人員、裝備及環境等三大方向實施研析，經現有資訊綜合研判該案係屬複合式因素造成，相關分析如后：

(1)就人員因素言：當日執行 1,250 呎高度帶包跳傘訓練，由跳傘長實施空勤（負責地面傘具及穿著檢查），其中該員為左機門第四員攜帶槍包跳傘，研判因跳出機門時，檔門兩步路腳步未確實踩踏，及動作受槍包影響（槍包重心位置錯誤），造成人員偏移（前傾現象），使其傘開過程中傘繩穿越傘衣，造成半翻傘為本案肇生主因。

(2)就裝備因素言：當日所攜帶槍包為該員訓練時練習打包之包袋，仿機槍重量以磚塊代替真槍 1：1 等重捆紮（重量 12.6 公斤），惟教官未能將重量平均分散於包袋，皆集中於包袋中上部分，造成人員跳出重心偏移為本案肇生次因。

(3)就環境因素言：依據「跳傘訓練教範」（氣候限制、跳傘高度及風速限制），當日 1430 時測報氣象資料，能見度 5 哩、地面風向（速）西北風 4 哩，無降雨，1,350 呎空軍 C-130 運輸機測報東北風 4-6 哩，天氣狀況符合跳傘標準，無勉強執行任務之情事。

(二)結論：經綜合研判擋門兩步路未確實踩踏併腳跳出之人員因素，亦為肇案主要因素。

二、裝備訓練與傘具對跳傘危安之影響

(一) 2018 年反空機（降）訓練-主傘張開未完整³¹

1.案情概述：特戰部隊某員當日執行「清泉崗機場反空（機）降演練」，搭乘空軍 C-130 運輸機，當時所使用 MC-1B 人員傘具（實施帶包），發生 MC-1B 主傘傘繩纏繞，張傘不完全，人員重落地受傷，致肇傘安事件。

2.原因分析

就人員、裝備及環境等三大方向實施研析，經現有資訊綜合研判該案係屬複合式因素造成，相關分析如后：

(1)就人員因素言：

³⁰ 陸軍航空特戰指揮部檢討會議資料，頁 5。

³¹ 陸軍航空特戰指揮部檢討會議資料，頁 5。

- A. 該員跳出機門後，因左腳繫固攜行 GP 包（裝備包 19 公斤），且受旋翼氣流及環境風速影響兩腳分開無法併攏，造成頭下腳上，傘衣由前向後拋時一股傘繩纏繞右腳，致使主傘單邊拉緊無法正常充氣；另造成傘具於張傘過程旋轉，傘衣下裙處纏繞使主傘無法順利進氣。
- B. 該員雖按程序拉開副傘（主傘 5 秒內未完全張開時之標準緊急處置作為），惟研判因當時處於隨機性旋轉狀態，副傘釋放向上彈開與主傘繩纏繞，致副傘無法張傘作用。
- C. 該員並非一般新兵，且就跳出之影片及照片判斷，推算跳出機門瞬間，姿勢改變（頭下腳上）及兩腳分開，且右腳此時已跨越操縱帶，致腳纏繞傘繩。
- D. 該員任務前，已執行跳傘次數計 10 次（基本跳傘 5 次、組合訓練 3 次、任務前置專長訓練合格簽證 2 次），且機上安全長及安全官表示，空跳前裝備檢查及跳出動作均正常且標準，無較大影響之因素。

(2)就裝備因素言：

- A. 傘具裝備：該員使用 MC-1B 傘具於民 100 年出廠（使用年限 10 年或 100 次），摺傘區分六大步驟（鋪傘、平摺、長曲摺、盤結吊繩、封閉外包、整理引張帶及套袋），惟經檢視傘房監視畫面紀錄，全程均依技令完成整摺、檢查及紀錄。
- B. 攜行裝備：GP 包（裝備包）內載 60 迫擊砲，重量約 19 公斤，掛於腰際位置，該員於機艙內需向上提並向前滑行，至機門口再向上向右侧 45 度角跳出，可能因負載重量影響人員操作靈活度，且帶包裝備使身體呈現不規則外型，增加受風面積及受風面不均勻，而產生身體隨機性旋轉導致後續傘具（繩）旋轉。

(3)就環境因素言：

- A. 當日 0600 時測報著陸區氣象資料，能見度達 9,999 公尺，地面風向 220 風速 9 哩，雲幕高 12 稀 200 疏，無降雨狀況，均符合執行跳傘限制範圍內，無勉強執行任務之情事，惟目視人員跳出後向北漂流約 600 英尺，且 0612 時空軍 C-130 運輸機測報 1,000 呎風速 27 哩及 0620 時空軍剖風儀測報 1,000 呎風速 25 哩，千呎風局部時段風速變化較大，致人員身體帶包裝備呈不規則，外型易受風影響增大，增加身體隨機性旋轉發生機率。
- B. 經檢視影片，人員跳出時多為順時針擺盪，研判飛機周邊旋翼氣流與環境風吹動 CP 包及人員，而造成人員隨機性旋轉，致使右腳勾住傘繩可能性升高；另飛機因空中移動，與大氣風向、風速相互影響，造成局部風切及環境風速變化較大，吹動人員及裝備，致使不均勻受

風面使人員隨機性旋轉右腳勾纏傘繩，衍伸主傘拉緊無法正常充氣。
C.場地狀況：驗證臺中清泉崗空降場地地面為草皮地質，無較大影響，亦可能緩衝人員落下之衝擊；另跳傘場地幅員達 2,697X800 公尺，符合標準且週邊無高壓電線，且地面整治及障礙物包覆，均於跳傘前完成。

(二)結論：因飛機旋翼氣流及環境風速變化較大，影響該員跳傘姿勢，致使人員隨機性旋轉而右腳勾傘繩，造成主傘單邊拉緊無法正常充氣，亦為肇案主要因素。

三、環境與傘具對跳傘危安之影響

(一)2019 年跳傘訓練-主傘張開未完整³²

1.案情概述：特戰部隊執行特種地形跳傘訓練，並穿著鐵漢裝跳傘訓練（高度 1,250 呎），渠等當日分為第 3 波第 2、3 員跳出機門後，因空中距離逐漸接近，第 61 秒時（高度約 150 呎）進入傘具昇力真空區，致傘具吃風不完整，造成雙方傘具快速下降後，隨即依程序拉副傘處置，副傘因高度不足無法發揮作用，故人員重落地受傷，致肇傘安事件。

2.原因分析

就人員、裝備及環境等三大方向實施研析，經現有資訊綜合研判該案係屬複合式因素造成，相關分析如后：

(1)就人員因素言：

渠等人員於執行任務前，均已完成人員體檢、體測及無痼疾影響訓練，且無身體不適及飲酒或用藥；另渠等並非一般新兵，自 105 年 8 月 31 日起，跳傘共計 13 及 15 次，當日機上安全長及安全官表示，空跳前裝備檢查及跳出動作均正常且標準，無較大影響之因素。

(2)就裝備因素言：區分傘具裝備、個人裝備及攜行裝備等三項，分述如次：

A.傘具裝備：渠等人員使用主傘均為 MC-1B 人員主傘，該傘具均於民 100 年由軍備局 209 傘製所出廠，且於民 108 年 3 月 18 日由該所完成年度鑑定，而渠等傘具亦符合使用年限（8 年）及次數（32 及 30 次）規範，後於該年 5 月由傘具整備連完成傘具整摺作業。

B.個人裝備：渠等穿著鐵漢裝（鐵漢頭盔、鐵漢裝及手套）於 6 月 20 及 24 日實施鐵漢裝著裝訓練，均完成裝備試（載）及型號調整。

C.攜行裝備：渠等執行跳傘攜行之裝備，為鐵漢袋（無裝置內容物），提供人員著陸後放置鐵頭盔裝及手套使用，依傘具裝備、個人裝備及

³² 陸軍航空特戰指揮部檢討會議資料，頁 5。

攜行裝備分析，均依規範執行，初判無（間）接肇生本案因素。

(3)就環境因素言：當日 0835 時測報潮州空降場著陸區氣象資料，能見度達 4 哩、地面風向、風速東風 2 哩，雲幕高：12 稀 25 疏 50 裂，無降雨狀況，天氣狀況符合跳傘標準，無勉強執行任務之情事，惟台灣南部地區因受西南氣流影響，高雄外海已明顯因季風潮發展出強對流雲胞，朝東北方移動，其伴隨之下沉（爆）氣流（水平距離可達 10 公里以上）因素舉升力不足，造成飄降速度相對較快，間接減少人員反應時間，然渠員為第三波第 2、3 員跳出機門張傘後，傘具風窗受氣流及風向（速）等不可抗拒因素影響，致無法明訂傘具風窗位置情況下，第 2 員跳出後風窗處於西側，屬頂風飄降狀態，故以每秒 4 哩速度（6 哩減至 2 哩）向東側前進降落；另第 3 員風窗處於東側，屬順風飄降狀態，故以每秒 8 哩速度（2 哩增至 6 哩）向西側前進降落，致渠等傘具於高度約 200 呎相互接近後，第 3 員進入施員昇力真空區破壞正常吃風態勢，故研判環境影響為本案肇生之主要因素。

(二)結論：當日天候因季風風潮發展出強對流雲胞，其伴隨之下沉（爆）氣流因素產生舉升力不足，渠員跳出機門張傘後，傘具風窗受氣流及風向（速）等不可抗拒之因素影響，均造成飄降速度相對較快，間接減少人員反應時間，故研判環境影響亦為肇案主要因素。

伍、結論

現陸軍跳傘訓練於「地面及空跳訓練階段」，因裝備仍屬舊式，故僅採嚴格之要求、考核及評鑑等方式，期達到安全著陸之保證，本研究總結歸納計訓練效益、傘具研改、防護裝備及氣象掌握等項研究發現與建議，期能提供各級參考與運用：

一、研究發現：

(一)訓練效益：現有跳傘場地，依其訓練課目不同而定，區分地面訓練（地面姿勢訓練場、操傘訓練場、跳塔訓練場、高空姿勢跳水訓練場等）場地及空中跳傘訓練（潮州、大聖西）場地，惟現有場地常因天候、接訓跳傘班隊訓練器材重疊等因素影響，無法連貫持恆訓練，如增建設置簡易型模擬跳傘訓練設施系統後，可透過訓後回顧系統，立即修訂痼癖姿勢，若因天候影響無法執行空中跳傘訓練時，其可於模擬設施內實施；另探討跳傘地面訓練階段使用模擬跳傘訓練設施，除可減少土法煉鋼的訓練外，亦可藉由器材等模擬資訊調整，使人員模擬跳傘期間身體重心的變化，在空中穩定控制其姿態，逼真體驗故障、風況等各種天氣條件，進而熟練空中各種姿勢的變換及故障排除技巧。

(二)傘具研改：

- 1.儘管國軍已運用有所改進的訓練設備，跳傘技術和安全預防措施，仍存在跳傘相關傷害的風險，現國軍目前基本跳傘所使用之傘具，是軍備局 209 廠傘具製配所承接技轉能量的美製 T-10 式降落傘，在沒有外在因素（例如風）的影響下，其傘具於空中僅具有有限操縱能力，沒有太多移動位置的空間。而另一種「特種地形跳傘（簡稱鐵漢傘）」使用之 MC-1 式傘具，因圓形傘衣後方開有 11 個大小不等之風窗，可藉由傘繩控制兩側風窗的排氣，實施向左或向右轉彎，形成初階的定點降落能力，然我國現具產製傘具能量，僅能產製上述兩種型式之主傘（基本傘-高度 2,000 呎以下適用），惟已不適用於現代高科技戰爭之空降作戰。
- 2.針對我國陸軍未來「空降作戰傘具裝備」採購，就美軍現役 MC-6 式及 T-11 式人員主傘，其探討 MC-6 式人員主傘兼顧了快速轉向與擺動最小化之優點，前進速度和轉向速率均可控制，且下降速率低。目前該裝備已普遍用於美軍特種部隊，且能結合美軍現役各型飛機上使用（含直升機跳傘）；其次針對 T-11 式人員主傘雖然標榜安全系數高於其他傘具，但近年來危安事件仍然層出不窮（如表 6），且該傘具為美軍專利獨家產品，在單價遠比 T-10 式系列高出 5 倍，所以不可能有技轉空間，然其設計均以西方人體格與廣大地區空降為考量，故如重量不足（裝備未達載重），將造成傘具浮力過大，容易使人員飄出降落目標區，再者因 T-11 式人員主傘傘體較大，跳出飛機的間隔時間就會比原本 T-10 式人員主傘多出幾秒，其著陸區之範圍就必須是大區域，才能讓相同人數空降，是否符合我國特戰部隊需求與運用，值得後續實施評估及未來探討。

表 4 美軍 T-11 空降跳傘訓練事故案例統計表

項次	年分	訓練地點	肇因
1	2010	喬治亞州(李堡)	空降場周邊準備不周 (未能於預定空降場內著陸)
2	2011	北卡羅萊納州 (布雷格堡)	摺傘過程欠落實，致傘張開不完全
3	2013	喬治亞州 (史都華堡)	上層風風速過大
4	2013	喬治亞州 (班寧堡)	操傘不正確，導致人員相互穿入纏繞
5	2013	北卡羅萊納州 (布雷格堡)	主傘部分失效(呈煙捲式)
6	2014	北卡羅萊納州 (布雷格堡)	跳傘長檢查不正確
7	2014	加勒福尼亞州 (艾爾珊朵堡)	副傘不意張開於機艙內
8	2015	北卡羅萊納州 (布雷格堡)	跳離機身時姿勢不正確
9	2015	聯戰整備與訓練中心 (波克堡)	裝備包勾掛其他傘兵主傘
10	2016	北卡羅萊納州 (布雷格堡)	跳離機身時姿勢不正確
11	2019	密西西比州	裝備輕未達載重

資料來源：1.美海軍研究院(NPS)2016 年專題資料。

2.作者自行綜整調製

(三)防護裝備：

1.對於特戰部隊而言，在跳傘訓練中，著陸傷害導致特戰兵無法正常訓練的機率非常高（如表 7），而著陸傷中腳踝關節損傷往往最具突然性和劇烈性，並佔受傷項目比例較高，原因是從跳出機門後到準備落地這個過程中，向下的衝擊會始終保持一個較高的水平，當雙腳接觸地面瞬間，位於身體最底部的腳踝關節會先受到衝擊，且可能因跳傘著陸動作的不紮實、地面環境複雜、身體素質等因素，造成腳踝關節的損傷，因此除熟練掌握跳傘技術外，運用新型腳踝防護裝備，是預防腳踝關節損傷的法寶，我國現跳傘著陸均採「五點著陸」將其衝擊力化解，但穿戴外（內）掛式腳踝護套結合傘靴，防護力稍嫌不足且效果有限，這均有可能影響跳出後危安，進而增加及提高腳踝關節受傷機率。

表 5 美軍空降跳傘訓練受傷原因平均比例統計表

項次	項目	百分比%
1	著陸時擺盪著陸姿勢	49.6
2	引張帶	7
3	著陸樹林區	2.5
4	纏繞	2.5
5	跳出機艙門姿勢	1.7
6	著陸於裝備上	0.8
7	遭傘具拖行	0.8
8	鞋背帶	0.8
9	緩衝帶	0.4
10	不詳	33.9
統計		100

資料來源：1.美軍陸軍公共衛生指揮部空降訓練受傷風險 2010 年研究資料。

2.作者自行綜整調製。

2.目前國內（外）均有鞋業針對軍事跳傘需求，整合了傘靴及腳踝護套之功用，設計專用於特戰等高強度訓練部隊在戰鬥或跳傘訓練使用，其目的在支持著陸後，人員必須立即行走或奔跑，為腿部（腳踝）穩定性提供了重要支撐，惟國內使用單位僅特種作戰指揮部，且年度專用裝備預算額度無法提高，致使鞋業無法提供量產實施穩定、避震及扭轉等測試，亦使傘靴性能無法有效提升與跳傘受傷機率仍存在無法降低。

（四）氣象掌握：任務執行成功與否仰賴氣象的掌握，而要有精準的氣象數據，就離不開先進的觀測設備，目前陸軍依現有國軍裝備與氣象局配合，按區域執行例行性觀測作業，以獲得監測溫度、濕度、風向、風速、氣壓和降水等基本氣象數據，而特戰部隊在選擇天氣空降時，亦不能全靠氣象人員分析，參與任務之官兵，應有目視分析雲狀、雲量、雲高與能見度(如表 8)之基礎，期達初步瞭解對軍事裝備限制與要求，甚至對未來天空變化實施推斷，進而使這些氣象在軍事行動中有其利用之價值，然影響作戰之氣象因素極為眾多，各種作戰任務之氣象條件均不相同，其重點各異，但如何迅速支援作戰，及確保獲得最佳戰果之有效途徑，氣象因素實不可不加以考慮，瞭解這些風險因素可進一步有效協助特戰部隊和訓練教官進行風險評估。

表 6 航空天氣預報中雲高和能見度分類表

類別	1	2	3	4	5	6
雲高 (m)	<60	60-120	150-270	300-880	900-2300	>2300
能見度 (m)	<800	800-1400	1600-4400	4800-6400	8000-9600	>9600

資料來源：1.維基百科，雲幕分類表，

<http://www.atmos.pccu.edu.tw/weather/ordinary/CLD-FG-ICE02A.htm>。

2.作者自行綜整調製

二、建議事項：

- (一)增加防險課程：目前我國基本傘訓課程設計區分地面基礎訓練及空跳訓練等項，惟課程針對「訓練傷害防治及相關跳傘知識」等排定時數較少，為強化防險意識，應降低部隊傳統之束縛，建議配合基本傘訓訓期結合完善軟、硬體及教育資源實施授課，以強化學員心理因素與正確運用訓練傷害防治知識；另增加選拔優秀幹部赴國外參與軍事教育訓練課程，以體驗美軍現行 T-11 式及 MC-6 式人員傘之安全系數，其針對傘體表面積及浮力設計，所產生之較長滯空時間與偏移等狀況，是否符合東方人體格、作戰實需與有限地區空投等要求探討，並重視返國後針對所學，就派訓專長、工作領域及經驗，發表不同之意見與看法，從中獲取不同思維。
- (二)提升訓練效益：遵司令部政策指導，訓練須朝建置科學化、自動化及系統化實施連續性動態訓練為目標，以符合部隊跳傘訓練之實需，目前我國現有傘訓設施，區分跳台側滾、機身訓練、擺動著陸、吊架訓練及高塔訓練等項，惟是項設施僅能採分站式施訓，無法執行連續式動態訓練，更無法建構完整跳傘場景，且現有訓練場地僅建置一座高塔(原大武營區設置為兩座)，故訓練硬體能量減少 50%，這在班隊人數較多時，除造成訓員高塔訓練操作次數減少外；另於班隊數量較多、部隊操演(複)訓、傘訓戰鬥營及專案部隊等任務期間，易肇生器材不敷使用，影響訓練進度延宕等情事，建議效仿新加坡建置一站式綜合訓練場之自動化操作系統，並配合現有基本傘訓場之六大課目(跳台測滾、擺動著陸、機身、高塔、吊架及收傘訓練)，先實施第一階段分段訓練，完成後再進階進入一站式訓場實施組合訓練，以連續式之動態訓練，精進動作要領與強化人員空中跳傘階段，突發之危機應變及狀況處置能力，並建構完整跳傘場景，俾利降低跳傘危安風險。

(三)強化裝備效益：

- 1.聯合空降作戰空降人員均需攜行個人裝備實施跳傘，針對體積較大之裝備，必須藉由槍包或 GP 包實施打包，以避免裝備損壞，故演訓前須完成帶包訓練後才能參加演訓，特戰部隊自 107 年起聯雲操演及跳傘長訓練班開始，於完成裝備捆紮後，增加須實施真品配重量測及教官簽證，惟現行裝備捆紮區分 A-7A 帶（彈藥箱）、GP 包（60 迫擊砲、通信裝備）及槍包（機槍）等，部分設計已不符現行空降作戰任務執行與訓練方式；另各種捆包重量均達 10 公斤以上，若加上人員用傘，將影響行動與跳出動作，建議後續課程除可加強機身、高塔訓練時數外，應比照基本跳傘，協調實機座艙訓練，使學員更加熟稔機身內行動及跳出動作，避免因配重不均造成傘安事件。
- 2.空降戰力發揮之關鍵，除精良訓練及個人堅強的意志外，高性能特種作戰裝備，也是不可或缺的元素之一，現依國內軍備國防自主政策指導，是項裝備亦可委由中科院或軍備局研發產製，惟現國內具產製能量僅能產造基本傘（高度 2,000 呎以下適用），研製時間恐延宕年度演訓任務執行，且現行部隊「傘具裝備及各式裝備包（含腳踝護套）」均已不符訓練，建議可配合軍備局 209 廠，針對人員配備、訓練、裝備、維持、設施及能力等項，探討後續「新式傘具、傘靴及裝備包」等項採購與研改，以提升我備戰及訓練能量，使部隊訓練與武器裝備性能相互結合，有效強化空降作戰能力，並發揮最大作戰效率。

- (四)環境因素掌握：合理之天候狀況下訓練，是特戰部隊強化戰力之要求，而任務（目標）地區天候為左右跳傘成敗之關鍵因素，且受地區內氣壓、水氣及溫度等項影響，均容易產生強烈熱對流阻礙任務執行，然任務執行中友軍依探測儀器所探測之氣象數據轉換成天氣資訊，最快週期時間概約 5 至 10 分鐘乙筆，對跳傘所需之週期短與高精準度氣象有所差異，故特戰部隊為掌握跳傘全程之空降場周邊天候（涵蓋跳傘任務期間）、最佳跳傘時間與獲得解析度較高之環境因素，已於屏東潮州空降訓場建構氣象探測系統（機動雷射式剖風儀），以獲得週期短（每 2 分鐘）且高解析度之精準氣象資訊，來探測任務當時（下）及未來風層中空氣密度對傘具飄降之影響，其未來如結合手機 APP（天氣預報或 WINDY 等程式）使用，可先期瞭解地區內風、雨、溫度、壓力及對流位能指數，使能快速初步掌握、直觀與詳細之天氣變化，加強對特別（溫度、空氣密度、氣旋外圍環流）危險天氣預報分析，強化天候掌握深度，提供空降部隊指揮官下達跳與不跳之決心，以落實全程任務整備，提升危安掌控力度。

參考文獻

一、期刊

- (一)吳啟雄，《空軍氣象聯隊氣象中心-雷射式剖風儀觀測策略與運用》(2011 年 10 月)。
- (二)賴金鑫，《台大醫院復健科-運動醫學講座-淺談跳傘運動》(2007 年 5 月)。
- (三)王仁堂，《中華體育 第五卷第三期-淺談跳傘運動的準備》(2013 年 4 月)。
- (四)吳定建，《航特部隊學術半年刊 第四十二期-簡易型高空跳傘自由落體訓練模擬系統效用研析》。
- (五)吳錦祥，《航特部隊學術半年刊 第三十八期-探討高空跳傘意外事件防處及對緊急狀況之正確處置》。
- (六)胡斌，《南京航空航天大學學報 第三十八卷第二期-降落傘開傘過程的試驗研究》(2006 年 4 月)。
- (七)周慧青，《上海大學學報 第十卷-空投空降救生系統仿真的研究》(2004 年 10 月)。
- (八)謝立文，《大專體育學報 第一百零二期-世界運動會新興運動-高空跳傘》(2009 年 6 月)。

二、官方文件

- (一)國防部陸軍司令部，《陸軍直升機跳傘訓練手冊》，陸軍準則-專業-訓練-1000。
- (二)國防部陸軍司令部，《跳傘訓練教範(第二版)》，國軍準則-陸軍-2-5-06，2004 年 3 月 15 日。
- (三)國防部陸軍司令部，《跳傘訓練教範(第二版)》，國軍準則-陸軍-2-5-06，2004 年 3 月 15 日。
- (四)國防部陸軍司令部，《空降導航及地面導引訓練教範》，國軍準則-陸軍-2-5-07。
- (五)國防部陸軍司令部，《RT-20 氣象自動探測系統操作手冊》，國軍準則-陸軍-3-5-40，2001 年 11 月 5 日。
- (六)陸軍特戰部隊 109 年度跳傘複訓管制具體作法綱要計畫，2020 年 1 月 16 日。

三、網路

- (一)維基百科，自由的百科全書 <http://zh.wikipedia.org/wikitj/>垂直風洞資料(檢索日期：2019 年 12 月 10 日)。
- (二)維基百科，自由的百科全書 <https://www.wikiwand.com/zh-hk/>中華民國陸軍特戰指揮部(檢索日期：2019 年 11 月 13 日)。
- (三)〈跳傘期間受傷危險因素〉美國陸軍空降部隊，<https://>

www.google.com/search?q=U.S.+military+parachuting+safety+factors&oq/ (檢索日期：2019 年 12 月 15 日)

(四)國立中央大學官網，〈大氣物理研究〉<http://pblap.atm.ncu.edu.tw/>(檢索日期：2020 年 2 月 10 日)。

(五)美國陸軍協會官網，<https://translate.googleusercontent.com/translate/>陸軍雜誌 (檢索日期：2019 年 11 月 22 日)。

(六)ETtoday 軍武，<https://www.ettoday.net/news/20191004/1549653.htm#ixzz68ZLB14ul/>美軍 87 名傘兵偏離 180 米「墜樹林」(檢索日期：2020 年 1 月 2 日)。



姓名：徐宏文

級職：中校營長

學歷：陸軍官校 95 年班專 27 期、步兵學校正規班 98 年班、陸軍指參學院 109 年班。

經歷：排長、副連長、連長、訓練官、行政官、後勤參謀官、參謀主任、副營長、營長。

電子信箱：軍網：army109007402@army.mil.tw