

高 空 跳 傘 操 傘 要 領 之 探 討

筆者/潘益龍

提要

- 一、正所謂「工欲善其事、必先利其器」，每一位跳傘者都必須對自己所使用的傘具性能，應要有一定的認識，唯有如此才能精準且適當的操控傘具，而不被傘具操縱，然傘具的操控得先必須先瞭解傘具飛行之基本原理及結構。
- 二、任何一種飛行器都與氣象有關係，然氣象之變化對操傘之影響又非常的明顯，所以跳傘員在得到當下目標區氣候資訊時，又該如何操控傘具，讓每次的跳傘都能順利降落在目標區，都是每一位跳傘員經驗的累積。
- 三、操縱傘具要領及運用是有相關連性，所以每次跳傘訓練時，都要先規劃訓練科目及選擇使用的傘具，先行瞭解傘具的性能，就能懂得如何運用傘具去做科目，也就能降低危險的因子。
- 四、任何一項訓練都有潛在風險，包含操傘也是，跳傘訓練風險不會在空中傘具正常後張傘就不存在，而是更要時時刻刻提高警覺，除了隨時注意環境變化，更要觀察週邊是否有人靠近，將訓練風險降低，狀況演練也是非常重要，除了按步驟、程序、要領實施外，於實際碰到狀況後，才能在最短的時間內，以正確方式實施應處。

關鍵詞：高空跳傘、氣象、操傘模擬器

壹、前言

有鑑於目前高空跳傘僅限於國軍部隊執行，且也是部隊訓練當中一項，並非像國外早已盛行已久，並歸類於極限運動，也不是軍中專屬項目。但國人認識這項訓練時機，卻是從國內各重大慶典活動(如國防展演、國防知性之旅等)。而為了讓大家更熟悉這項訓練，希望能藉由本篇讓國人更加瞭解，高空跳傘除了自由落體外，在開傘後至著陸前，這段過程是如何透過平時訓練，養成跳傘員思考航線規劃及面對環境變化應處能力，提升操傘著陸至目標區的成功率。`

任何一項關於「術」的訓練之前，不管是有動力的、無動力的，在進入實際操作前，我們必須一定要先從它的基本原理開始，從中瞭解它的限制範圍及危險所在，進而開始做訓練，唯有先認識你（妳）未來所操作的器具或機器，在訓練上才能得心應手、游刃有餘。

「氣象」是身為一個跳傘者必須要有基本的認識，這樣才能在登機、跳空前甚至於傘開後在空中時，利用所得知的氣象資料詳加利用，提前規劃跳出的位置、傘開後的待命位置及航線，且在落地前都必須要時時刻刻的觀察風向(速)及環境的變化，適時操縱傘具避免造成空中碰撞或影響他人落地安全。

在傘具操控上，跳傘員在改變傘具前進速度及操作轉彎要領時，要知道傘具如何變化，也必須知道操控到哪個位置是危險就應避免，其重點在於最後如何結合傘具，穩定操控且安全的著陸，或更精準降落在既定目標。

高空跳傘具有潛在危險性，曾也有人說過飛機在起飛及落地時的過程中是最危險的，跳傘亦是如此，所以在操傘過程乃至著陸前等各跳傘程序階段，都要面臨突如其來的危險，這個危險不單單是針對個人，也可能來自他人造成的，因此，在整個過程中都必須膽大心細、專心致志，如履薄冰的處境來面對，絲毫大意不得。

貳、高空傘具基本原理

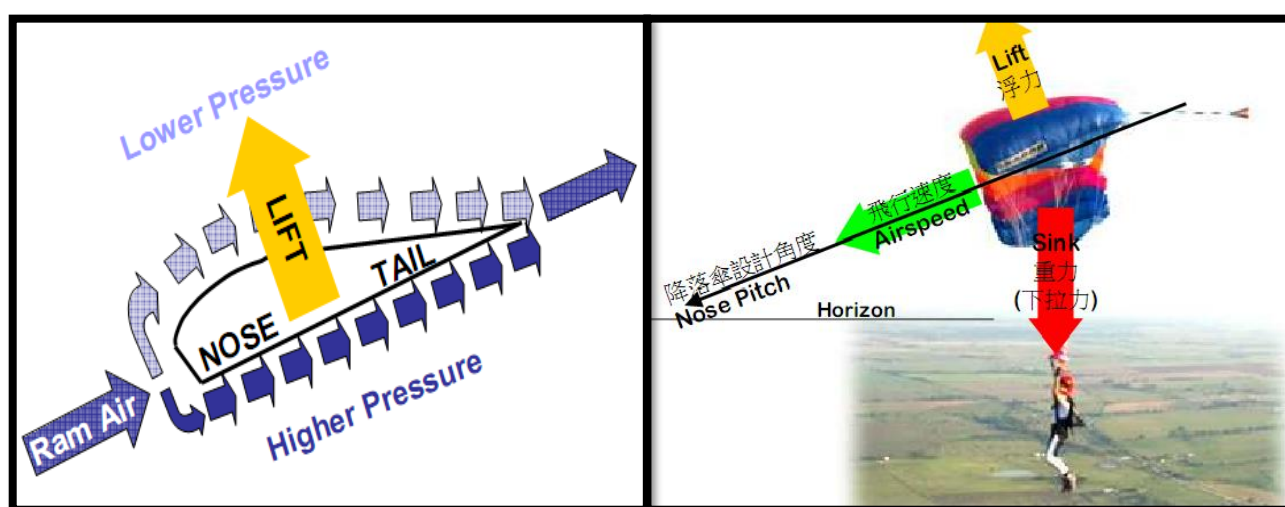
說到高空跳傘所使用的傘具，可能會有人把它與飛行傘劃上等號，殊不知這兩者在設計當初及張傘過程是不同，高空傘必須藉由載具或其他方式，利用自由落體的衝力過程將傘具打開。飛行傘則是須先將傘具平鋪於地面，再利用較平緩山坡的地物及當下的風速，加以助跑讓其充氣之後起飛，加上飛行傘若能確實掌握氣候及適當配合氣流，是足以讓它滯空時間增長，而高空傘則是永遠的下降，且傘具它的形狀、傘翼長及翼弦等結構，會依傘具當初設計需求及配合當時氣候情況及使用者的體重，進而產生不同的前進速度，惟前進速度及下降速率可能會受氣流影響而有所增減，因此我們可以先從以下幾點認識：

一、柏努利定律：

高空傘是利用空氣動力與流體力學中之部份原理，達到滑翔與滯空之目的。其中最主要的是柏努利定律=(空氣流經物體表面時在不同的面上會

產生不同之壓力，壓力大的一面空氣產生的壓力會往小的一面推擠)以飛行傘之翼型做說明，空氣流經上層凸面流速會加快壓力降低，相反 流經下層之空氣流速較慢壓力增加。因此下方空氣將翼面往上推、產生 昇力，以上是最基本的翼型原理，所有飛行物均利用此定律來達到滑翔與滯空之目的。此外尚有其他能助飛行體上昇之外力，如引擎動力，風與上昇氣流，在此我們主要討論的是風與上昇氣流，當然除此之外配合地形，空氣之溫度，溼度，密度差而產生不同比重之大氣，利用這些自然條件也能使飛行物向上爬昇，直到這些自然條件消失為止¹，如圖 1。

圖 1、柏努力定律



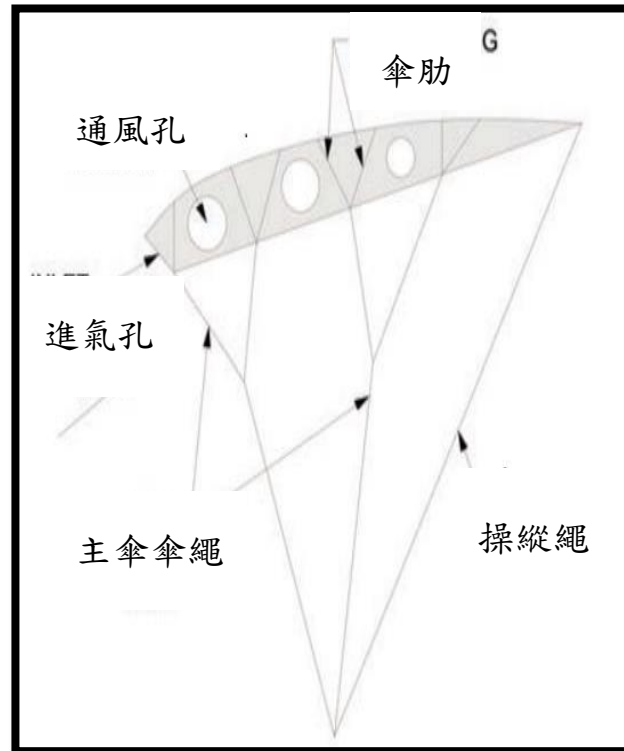
資料來源：陸軍空降訓練中心，定點、著陸技巧訓練，頁 17-18。

二、傘具構造：

傘具在製造前廠商都會針對跳傘員使用的任務性、特性及所想得到的預期效果進而量產，不管是有動力及無動力，而高空傘就屬無動力，傘開後它會隨著當下的環境及使用者的重量呈現不同的傘具性能，而這些也因它的設計結構有關係，高空傘為前傾式傘翼型，此設計可讓傘具形成類似滑翔翼，能讓傘具執行滑行、下降的方式，也因此可藉由傘翼型結構降低傘衣上方氣流造成的壓力，進而提供更多上升力，使傘具向前滑行更遠，如圖 2。

¹ 陸軍空降訓練中心，《定點著陸、踩點技巧訓練教案》，(民國 113 年 11 月 8 日)，頁 17。

圖 2、傘具構造



資料來源：陸軍美製 RA-300 型高空滲透系統操作手冊，頁 3-93

三、傘具翼荷重：

翼載荷重是一個數字，表示降落傘每單位表面的負荷。通常以每平方英尺承受的磅數來表示。計算時必須包含跳傘者離機時攜帶的所有物品，這包括所有衣物、裝備、以及主傘與備用傘重量。因國外均採用英制單位來衡量所有物品，我們國內則是以公制單位為主，也因此我們必須乘以 2.2(1 公斤約等於 2.2 磅)，這樣才能得到正確的數值。完整公式如下：

$$\text{全身裝備} \times 2.2 = \text{重量(磅)} / \text{傘衣尺寸} = \text{翼荷重}$$

利用這個程式，我們可以看到不同體型的人在相同的傘衣尺寸下，會得到不同的翼荷重，這樣的原理下即可知道，體重越重在相同的條件下，傘具飛行速度越快，相對的跳傘經驗及技術就必須要更加的熟練，以維跳傘安全²。

四、傘具飛行原理：

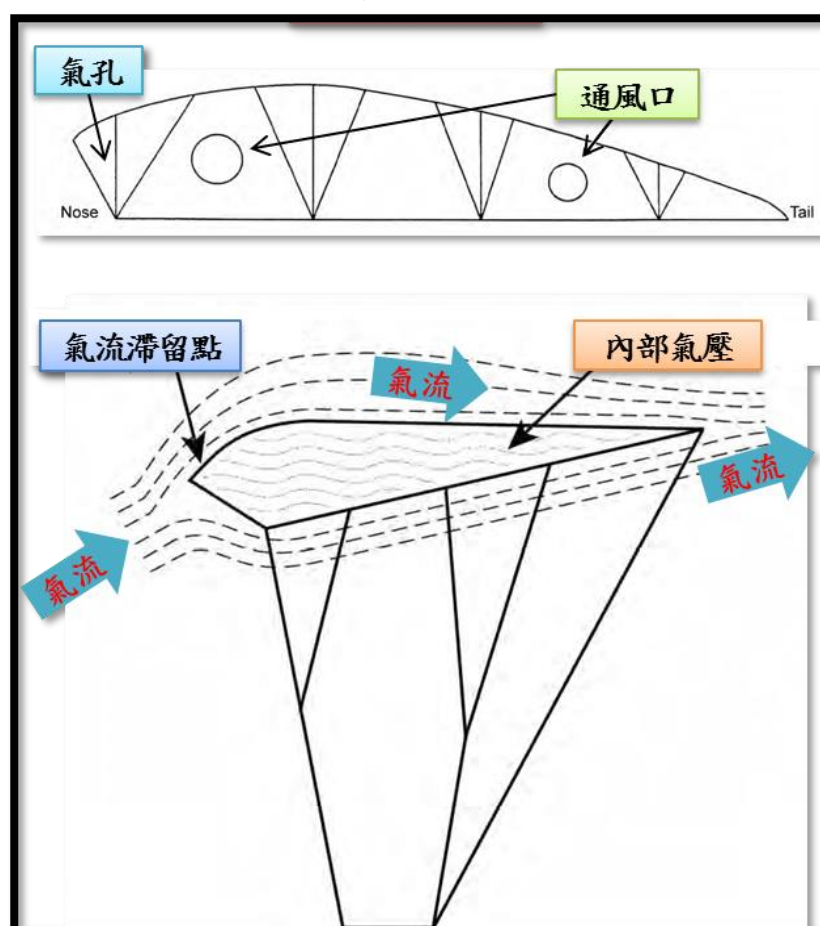
高空傘具係使用適合空氣流體力學而加強的布料作為傘翼當在空中向前飛行時即產生升力。其翼面之角是依吊繩之相對長度而定。傘衣形成之翼面在空中滑行，非常類似滑翔機在空中下滑的情形。此刻傘具產生升力的原理，就是利用空氣流經弧形上表面產生較低之壓力，與下表面較大壓力之差值而產生升力³。

² JYRO, <http://www.heipcentre.jyro.com>(檢閱時間:114 年 2 月 13 日)

³ 葉守逸,《陸軍美製 RA-300 型高空滲透系統操作手冊》,(民國 110 年 12 月 14 日),頁 3-121

高空傘具的翼前緣是開放式的，如此形成一個進氣口，使氣流進入傘囊而充氣脹滿。翼內之氣壓會將少量滯氣推至翼割面前方，形成人為之翼前緣，在空氣頂成的這點上，就有如真正的翼前緣一樣，會將迎面而來的氣流分開向上，下翼面流去。而平行於相對風速的阻力，則是唯一阻礙傘翼前進的力量。而重力則與空氣動力形成一股向前拉的力量，使傘具可向前滑行，如圖 3。

圖 3、傘具飛行原理



資料來源：陸軍美製 RA-300 型高空滲透系統操作手冊，頁 3-121

參、風對傘具之影響

風的形成：顧名思義氣流就是空氣流動，風與氣流之區別一般所指上下流動之空氣稱為上昇及下降氣流，而橫方向與地面平行流動之空氣稱為風，大氣流動之因素有太陽之照射，日夜溫差及地球自轉公轉形成之季節變化等，現在我們要討論的主要是溫差問題，因地面受陽光照射由於地形地物不同而產生不同的氣溫，不同溫度的大氣有不同的密度，因此有不同的比重，空氣溫度高體積膨脹密度越低比重也越輕，因此而往上昇，而附近較冷較重的空氣就移動來補充其空位，如此循環流動形成風，往上昇之空氣就是上昇氣流⁴，如圖 4。

⁴中央氣象署南區氣象服務，<https://south.cwa.gov.tw/inner/> (檢閱時間 114 年 2 月 13 日)

圖 4、風的形成



資料來源：<https://south.cwa.tw/tkjk1572428480y,vAx>

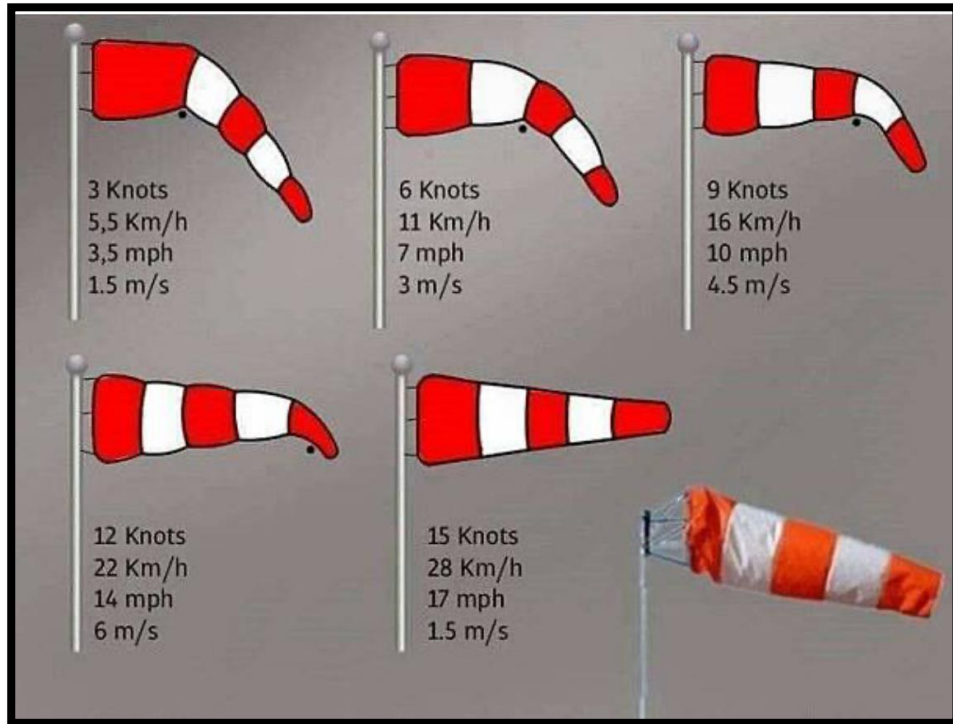
一、風速之測定：

(一)風向與風速：風向即風吹的方向，風速指的就是單位時間內空氣移動的距離，通常以公尺/秒或海浬/小時。

(二)風向袋(風筒)：是一個圓錐形紡織管，長得就像在日本傳統節慶時會懸掛的鯉魚旗，當風吹入風向袋時，風向袋就會膨起來，指向風的去向，觀察風向袋與風向竿的角度也能夠判斷當下的風速，而橘色風向袋也是最常在機場看到的象徵物。參照聯邦航空局標準，15 節(每小時 17 英里)的風力就能將風向袋充分延長。3 節(每小時 3.5 英里)的微風就能吹動風向袋，以下是各風向袋各彎取角度所代表的意義⁵，如圖 5。

⁵FFTW flight training Taiwan, flyfttw.com 風向與風速如何測量 (檢閱時間 114 年 2 月 13 日)

圖 5、風筒(風速)參考表



資料來源：航空知識 風向與風速是如何測量 flyftw.com

(三)風力級數與風速之比較，⁶如表 1。

風力 /秒公尺 /公里(時)。

0-0.2 < 1 靜態 煙往上升。

0.3-1.5 1-5 面部有風吹感。

1.6-3.3 6-11 樹葉搖動。

3.4-5.4 12-19 樹枝搖動。

5.5-7.9 20-28 紙片細砂吹起。

二、安定與不安定的風：

(一)安定的風：煙及風筒平穩，一般在早晨黃昏與陰天較多此狀況。

(二)不安定的風：煙及風筒上下左右飄動，一般在天氣轉變時或晴天中午較常發生。

(三)障礙物後之亂流(EDDIES)旋流(ROTORS)：風速越大亂流越強。

1.起伏高低、樹木、山的、建築物。

2.空氣中靜態變化（受冷熱的影響）。

3.風切，兩層空氣間之流速差所造成。

4.冷風或暖流過境所產生亂流。

5.風力梯度：越接近地面風速遞減越快，風速急減會使傘突然下沉，很容易造成類似失速情形或重著陸。

⁶陸軍空降訓練中心，《定點著陸、踩點技巧訓練》，(民國 113 年 11 月 8 日)，頁 22。

表 1、蒲氏風級參考表

蒲福風級	每秒公尺 m/s	每時 哩 kt	風之稱謂	一般敘述
0	不足 0.3	小於 1	無風 calm	無風；煙直上
1	0.3~ 1.5	1~3	軟風 light air	僅煙能表示風向，但不能轉動風標
2	1.6~ 3.3	4~7	輕風 slight breeze	人面感覺有風，樹葉微動，普通風標轉動
3	3.4~ 5.4	8~12	微風 gentle breeze	樹葉及小枝搖動不息，旌旗飄展
4	5.5~ 7.9	13~16	和風 moderate breeze	塵土及碎紙被風揚起，樹之分枝搖動
5	8.0~ 10.7	17~21	清風 fresh breeze	有葉之小枝搖擺，內陸之水面生小波
6	10.8~ 13.8	22~27	強風 strong breeze	樹之大枝搖動，電線發出呼嘯聲，張傘困難
7	13.9~ 17.1	28~33	疾風 near gale	全樹搖動，逆風行走感困難
8	17.2~ 20.7	34~40	大風 gale	小樹枝被吹折，步行不能前進
9	20.8~ 24.4	41~47	烈風 strong gale	建築物有損壞，煙囪頂管及石瓦被刮走
10	24.5~ 28.4	48~55	狂風 storm	樹被風拔起，建築物有相當破壞
11	28.5~ 32.6	56~63	暴風 violent storm	極少見，如出現必有重大災害

資料來源：陸軍空降訓練中心，定點著陸、踩點技巧訓練，頁 22。

三、地形造成風速的變化：

(一)山谷與鞍部凹處在大氣安定時風速會比週圍更強。

(二)山脊線頂部水平流動之風力特別集中，因此風速比週圍更強。

(三)獨立山頭山脊線側面同樣風速比週圍更強。

(四)山脊線後方斜面部份同樣會產生障礙物亂流，尤其有日照之斜面 亂流中夾雜上昇流是危險地帶。

四、高空跳傘天候限制：

(一)雲幕高(垂直)：高於飛機航高 1000 呎(含)以上。

(二)能見度(水平)：同基本傘訓(以跳傘長能目視地標、著陸區)。

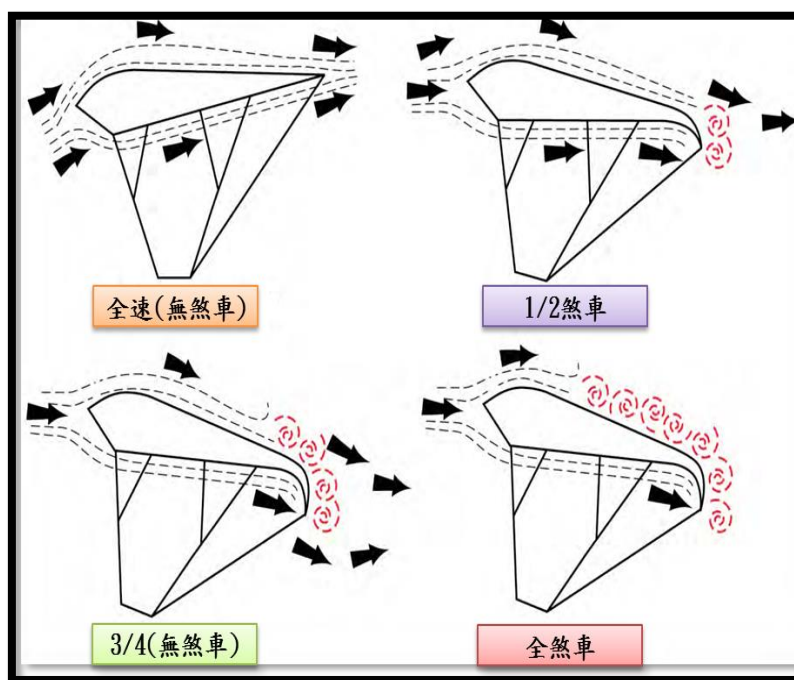
(三)風速：地面風速 13.0(不含)以下、2000 呎以上，各千呎高空風 18.0 哩(不含)以下。

(四)雨量：0.5mm/H(不含)以下。

五、傘具控制要領：

執行跳傘或其他課目時的訓練原則，乃是確保人員空中操傘及落地時的安全，因此跳傘人員必須非常清楚與瞭解傘具的操控特性與滑行原理，方可在安全前提下遂行高空跳傘訓練。傘具之操縱是由兩根控制繩，控制傘衣氣孔之開合而進行傘具的性能及特性，與此同時跳傘員要知道在改變傘具前進方向或速度時，如圖 6，傘具變化與氣流的關係是如何形成⁷。茲就操傘動作概分為：

圖 6、傘具操控變化



資料來源：陸軍美製 RA-300 型高空滲透系統操作手冊，頁 3-124

⁷葉守逸，《陸軍美製 RA-300 型高空滲透系統操作手冊》，(民國 110 年 12 月 14 日)，頁 3-124。

(一)全速：

當兩根控制繩均置於最高點時，傘衣完全不受控制繩之作用，此時傘具向前滑行之速度最快⁸，如圖 7。

(二)全煞車：

當兩根控制繩拉下煞車至傘具完全停止前進時，即為全煞車，此時傘具之前進完全消失，控制著陸之時間在人為改變攻角而產生最大升力之瞬間。此一瞬間極近失速，跳傘員因此必須極其小心！如果跳傘員在著陸前，因誤判剎車時機進而太早或太高將控制繩拉至全煞車時，極可能造成重落地。操控傘具應在 8—15 呎(2.5—4.5 公尺)高度開始，需留足夠之運用餘地。離地約 10 呎(10 公尺)，再將兩邊控制繩輕輕拉下，控制時間使在將著地前之瞬間恰至全(100%)剎車⁹。如圖 8。

圖 7、全速



圖 8、全煞車



資料來源：陸軍空降訓練中心，定點著陸、踩點技巧訓練，頁 36。

(三)半煞車：

控制繩位於全速與全煞車之中間時稱為半煞車，此時傘衣保持在最平穩狀態，下降速度亦為最緩慢¹⁰。如圖 9。

(四)轉彎：

當控制繩之位置不平行時，即產生因傘衣氣孔受力不平均而轉彎之現象，兩根吊繩高度差越大，傘衣旋轉越快¹¹。如圖 10。

⁸陸軍空降訓練中心，《定點著陸、踩點技巧訓練》(民國 113 年 11 月 8 日)，頁 36。

⁸陸軍空降訓練中心，《定點著陸、踩點技巧訓練》(民國 113 年 11 月 8 日)，頁 36。

¹⁰陸軍空降訓練中心，《定點著陸、踩點技巧訓練》(民國 113 年 11 月 8 日)，頁 36。

¹¹陸軍空降訓練中心，《VR 操傘模擬器訓練》(民國 113 年 11 月 8 日)，頁 30。

圖 9、半煞車



資料來源：陸軍空降訓練中心，定點著陸、踩點技巧訓練，頁 36。

圖、10 轉彎



資料來源：陸軍空降訓練中心，VR 操傘訓練訓練，頁 35。

(五)盤旋：

控制繩一邊置於全速，另一邊置於最低處，使傘具形成氣孔朝下之快速旋轉方式下降，此動作通常為每波次第 1 員用於快速消耗高度，以便於將高度及空層拉開，使後方跳傘員能依自己跳出順序位置及高度，更能有效運用。初轉較慢，傾角亦淺，但如若繼續此動作，旋轉速度與傾角立即大增¹²，如圖 11。

(六)待命位置：

正常之待命位置應於上風處 500 至 1000 公尺處，若因空中對流風或地面障礙等因素，跳傘者則應自行選擇適當之待命位置¹³，如圖 12。

(七)進航路線：

進航路線通常由目標（預定著陸點）之右側進入，而操傘路線之遠近由操傘者依風速來決定。如跳出之位置未在正上風處，可做直接切入動作，但不可影響到正常進航進入之跳傘者，並以安全著陸為主，圖 13。

¹²同註 10

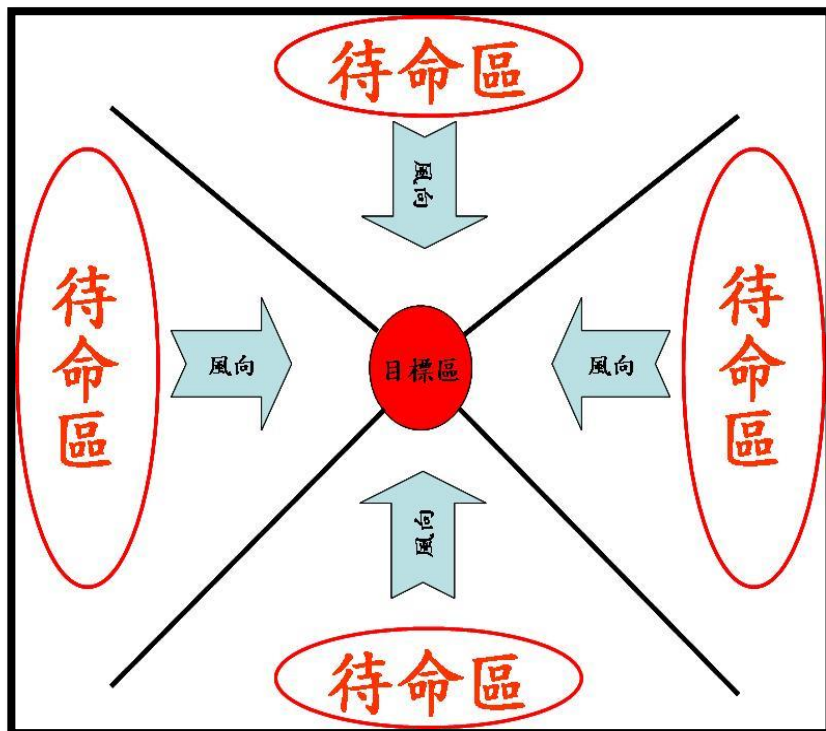
¹³陸軍空降訓練中心，《定點著陸、操傘技巧訓練》，(民國 113 年 11 月 8 日)，頁 27。

圖 11、盤旋



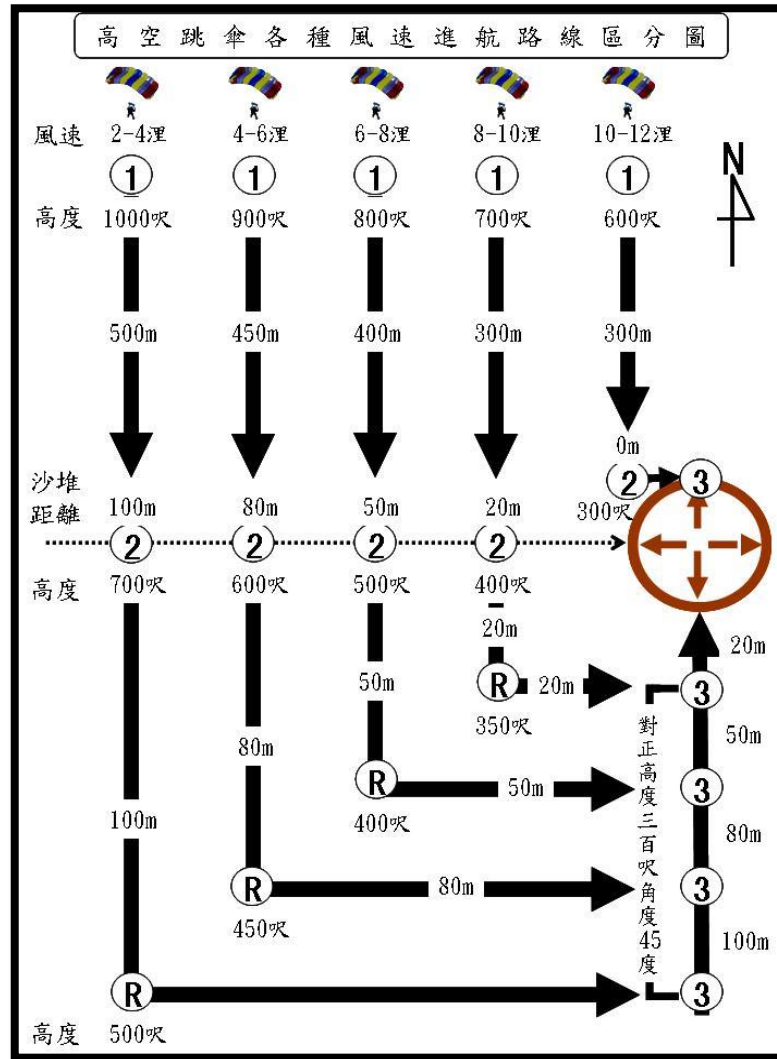
資料來源：陸軍空降訓練中心，VR 操傘訓練訓練，頁 35

圖 12、各風向待命位置示意圖



資料來源：陸軍空降訓練中心，定點著陸、操傘技巧訓練，頁 27。

圖 13、進航路線圖



資料來源：陸軍空降訓練中心，定點著陸、操傘技巧訓練，頁 30。

肆、認識精準跳傘

精準跳傘是對操傘要領要求非高的課目，也必須從基本操傘當中，慢慢累積對傘具性能、操傘技巧及檢討動作後，方能一步一步進入此項目做訓練。跳傘前都必須要有針對進入目標區航線詳細的規劃，跳傘員必須要針對當天空降場的所有狀況納入規劃當中，然最基本要先瞭解的就是風向風速。且對安全必須要有完全的認知，切忌忽略任何一絲小細節。這時，跳傘員必須對於今天所有跳出位置與著陸區假想了然於胸，試著去模擬一遍，包括所有的意外狀況。這計畫的過程是不可以忽略的，每位隊員都可以去預期所有可能發生的過程，沒有一次跳傘過程情況會相同的，必須要有謹慎小心的認知，每次的跳出都是全新的一跳。而規劃的時間不宜過早。

一、如何去規劃？

(一)學習「了解」著陸區、明瞭著陸須週圍地物如目標建築、風筒、國旗、其

他旗幟以及可以顯示風向的樹木，這些地物，將有助於跳傘員確認風線，使跳傘員能快速了解風向狀況，還有一個用處是讓跳傘員知道當下高度位置大致上如何，尤其是進入 300 呎高度前的高度預判。去了解當地著陸區的地圖，以及該區的通常風向風速、跳出點的選擇，綜合上述以利跳傘規劃。

(二)在跳傘員獲得著陸區所有參數資料後，需要注意的便是雲層了，雲的狀況是必須注意的，雲層厚度、高度、移動速度都是跳傘員需要掌握的。接下來身為跳傘員必須審視三個問題。1.跳出點位置選擇？ 2.1000 呎高度的上空風向風速為何？3.風線為何？就以上述三個問題將可提升進入目標區的機率：

- 1.1000 呎處找到風線以及掌握風的參數。
- 2.可以規劃 1000 呎到 300 呎進航之路線。
- 3.最後 300 呎至著陸。

然後如何運用這三個過程，將心中的路線提前規劃好。下述為舉例說明：

(1)張傘後到達 1000 呎高度：

找出風向頂風帶半煞車來觀察和地物相對位移來計算上風風向、風速，並找出風線，盤旋在風線附近，不要偏離太遠。

(2)1000 呎至 300 呎：跳傘員在確認風線後，需躍過目標區到下風處離目標區約 600 呎高度再轉向前近(當然風速不能比當下使用的傘抗風性還大)，到 300 呎高時就目標區一側準備轉彎進航對正。

(3)最後踩點：到達正確高度的進航點後，就像先前所討論，不同風速會有不同的高度進航點，完成最後一次轉彎後，注意腳的位置以及目標點的位置，注意煞車的操控。然後命中¹⁴。

二、風速判斷：

在空中如何判斷風速的方法，首先跳傘員要先得知目標區的風向(速)後，經由本身經驗判斷慎選跳出位置，通常一般都會選擇於上風處跳出，這樣有利於航線規劃及降低因環境變化無法到達目標區的風險。跳傘員也可以利用傘開後位置做風速的判斷，不管面對任一方向，利用傘具的性能，並觀察自身與地物的關係變化(前進速度快、慢)，這也是得知風速的一種，並藉由得知風向及風速當下，做為傘具控制繩煞車點位置(半煞車、全煞車)，做為後續進入最後踩點的參考。也可利用地面任何物體，例如旗幟、樹木、煙幕等，只要能做為風向或風速參考都可用來參考。

¹⁴Eiff Aerodynamicx linc，<http://eiff.com/manuals/accuracy>(檢閱時間 114 年 1 月 16 日)

三、進航路線之選擇：

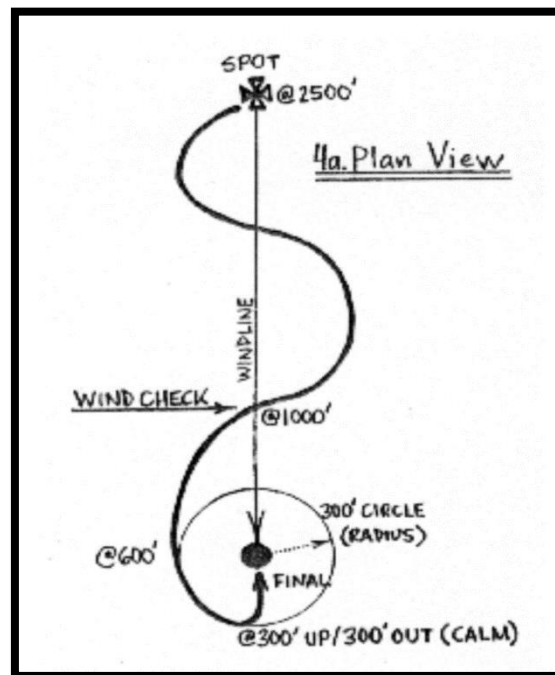
(一)進航路線俯視圖：

進航路線俯視圖是由俯視圖來提供初學者做一個開傘後進航路線及最後踩點期程參考，途中可以使用各種操傘策略，如失速、S 型前進、快速前進及利用控制繩煞車減速等，但是唯一不變的原則是跳傘員必須是在風線上，掌握基本風向狀況，以便風向轉變時轉移你的風線，因為 180 度的風向轉換在任何一場地並不常見。確認風線後在 1000 呎高度再次確認當下的風速，這時的檢查與跳傘員所在的位置有相對關係，千萬記得一定要在上風處。並且利用此時做全剎車、半剎車對傘具前進的變化，這個測試動作有利於跳傘員於最後進入踩點時如保有效控制傘具，進而提升踩點成績。因為有了先前的測試動作，可以讓跳傘員輕鬆規劃爾後航路規劃，尤其得知在風速較強時，更需要作這樣的規畫，如圖 12、13。

(二)對正目標後之操傘技巧：

在持續迂迴前進超過標定點後轉入下風處，但同樣是對正風向，依據風速來決定最後轉正角度及高度，一般來說沒有硬性規定，大多而言是在 300 呎高度轉彎進航對正後，就不再做轉彎的動作，不過像歐洲的跳傘員，則都喜歡在高度 100 呎才轉進目標區。然而風速過大時，則會非常慢才轉入目標區，使順風時間降至最低。有些跳傘員甚至不轉向，頂風到最後一刻使用側向進航去踩點。¹⁵

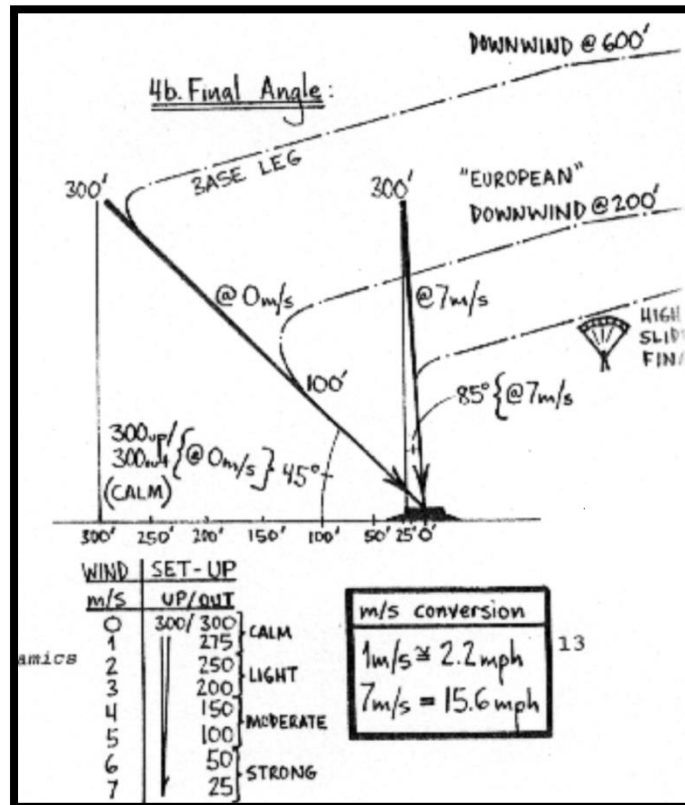
圖 12、進航俯視圖



資料來源：<http://eiff.com/manuals/accuracy.htm>

¹⁵Eiff Aerodynamicx Lnc, <http://eiff.com/manuals/accuracy>(檢閱時間 114 年 1 月 16 日)

圖 13、對正目標高度、角度判定圖



資料來源：<http://eiff.com/manuals/accuracy.htm>

(三)著陸前之最後修正

操傘滑行不論是多麼急速以及緩慢，至使至終都是在做一個「曲線」的動作。所以定點一開始的選擇，就是第一個關鍵點，務必確定這頂傘的轉彎過程平順弧形完整，這也牽扯到很多關鍵，包括要點之一的引導傘之選擇更是在近年來扮演關鍵的角色，已經鮮少使用開傘後持續吃風的引導傘，包含減震布的設計都是可以束起來或者捲起來置於頭部後方避免吃。

1.第三邊對正目標(高度 300 呎):

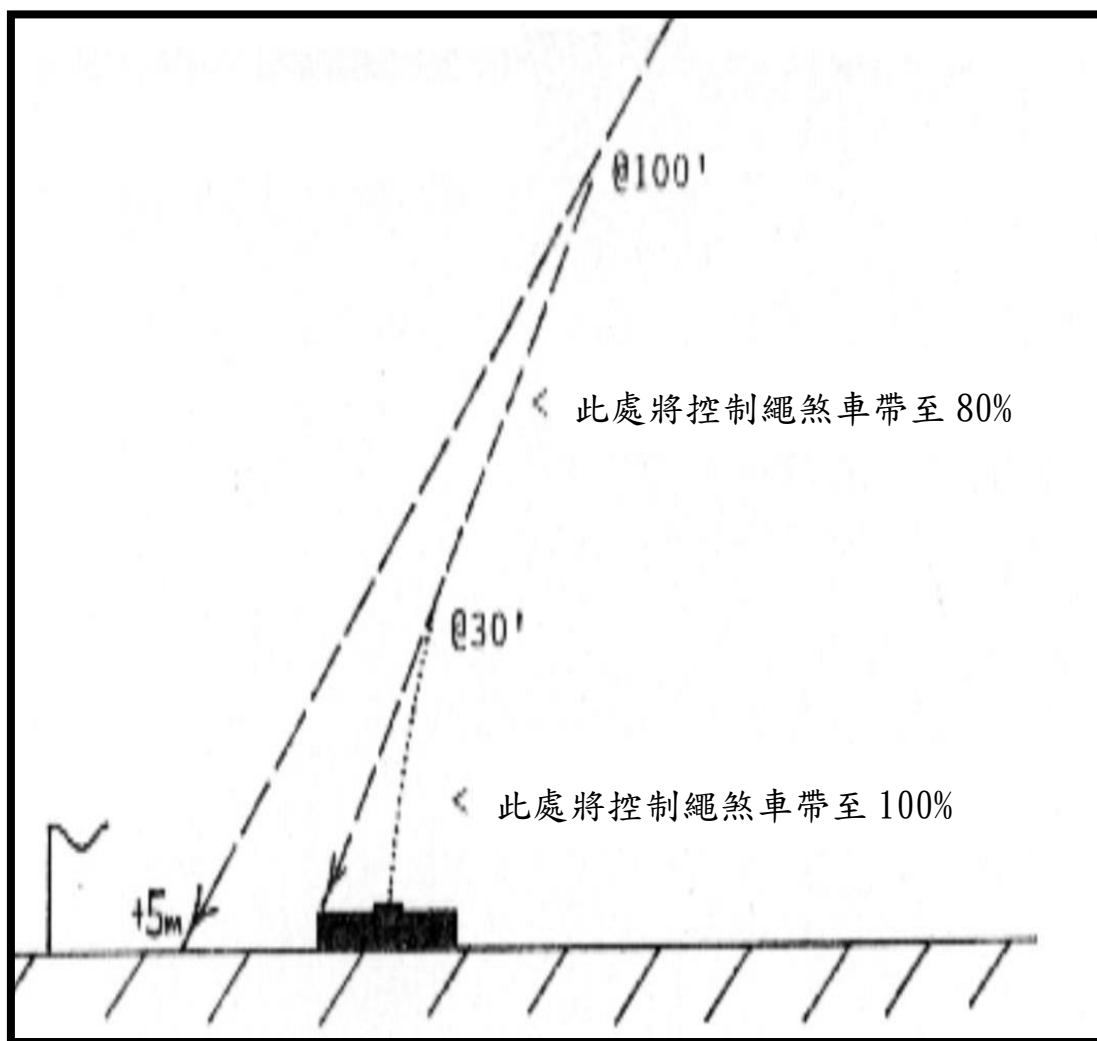
回到進航目標區的時間點，此時距離地面大約 300 呎，使用前 200 呎(大約 20 秒的時間)對正目標區使用 66% 的煞車來穩定傘具，完成穩定的滑行，進入目標區後方 5 公尺內。這邊要注意，跳傘員是要主動操控傘具，而不是被動的被傘具操控。如果跳傘員的高度還是太高，跳傘員可以試著用迴旋下盤或者帶煞車，但不建議在這樣低的高度帶失速，必須在高度到達前就停止動作，因為傘具需要一些緩衝高度來穩定傘具下降速率。如果是高度太低，可以試著只帶 25% 的煞車，高度到達後，持續做這個動作直到煞車帶至 66%，並注意不要超過目標區，因為只要超過目標區就一點機會沒有了。

2.接近目標至著陸：

(1)在高度 100 呎時：

從最後的高度 100 呎到落地大約只有短短十秒鐘，然而有些歐洲國家的跳傘者卻是在這時才轉正面對目標區，不論如何最後轉進的這個曲線，也是定點過程中的第二個關鍵點所在。在進度高度 100 呎後將煞車由慢慢帶至 80%，手部位置大約在胸部高度，前臂大約低於水平 30 度。這裡是所謂的「動力區」，傘衣還在滑行，而持續對操縱繩穩定的施以壓力會和傘衣的反應互相配合，如若此時放掉，傘具會回復向前，操縱繩拉到底，傘具前進速度會慢下來，也使傘具下切角度變更大。這時已經在整個棉墊的旁邊了，並且不要瞄準紅心，先瞄準海綿的的最遠端，大約距離紅心 2.5 公尺處，傘具在接近了，如圖 14。

圖 14、100 呎操傘示意圖

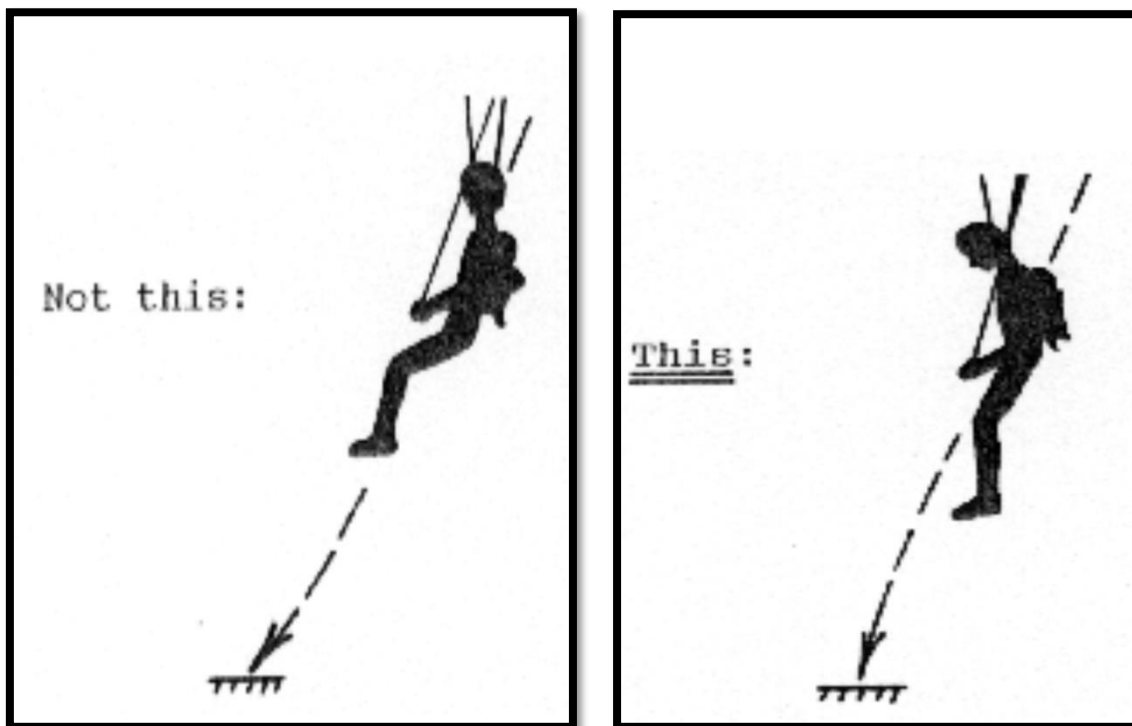


資料來源：<http://eiff.com/manuals/accuracy.htm>

(2)在高度 30 呎時：

轉移，使傘具從水平運動轉變為垂直運動，簡單的來說就是將最後的 30 呎，作最後的結束。跳傘員似乎會稍微飄過目標點的那一刻，將煞車完全帶到底。這最後陡峭的角度變是最後的進點角度了。如果進點完美，此時會完全將煞車帶到 100%，利用那停再空中的一秒鐘，定點著陸，¹⁶如圖 15。

圖 15、正確踩點示意圖



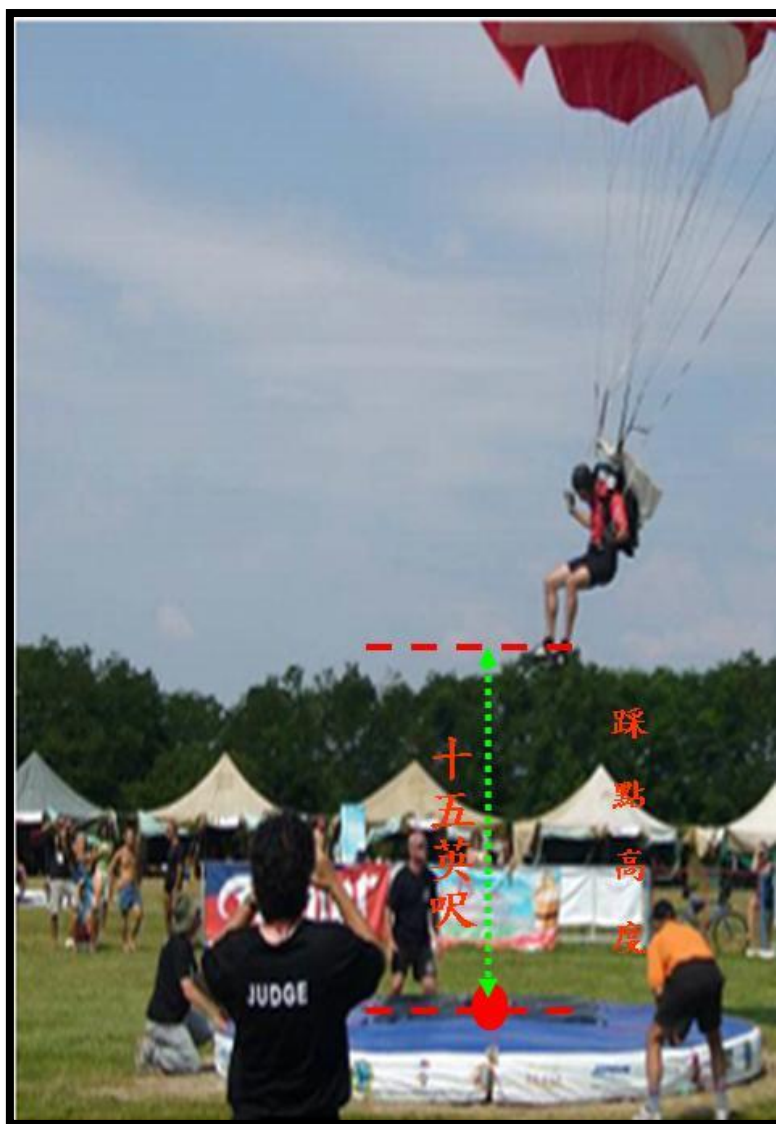
資料來源：<http://eiff.com/manuals/accuracy.htm>

¹⁶Eiff Aerodynamicx Lnc，<http://eiff.com/manuals/accuracy>(檢閱時間 114 年 1 月 16 日)

(3)最後的踩點：

最後必須額外提到的關鍵，最後就剩踩點腳最後的姿勢了，跳傘員會一目了然的，另外要注意的就是這沒有捷徑，只有多加了練習踩點的動作，就像投籃一般，靠的就是練習，如圖 16。

圖 16、進入踩點高度



資料來源：<http://eiff.com/manuals/accuracy.htm>

圖 17、踩點姿勢圖



資料來源：<https://www.fai.org/page/isc-accuray-landing-freefall-style>

四、高空跳傘操傘對軍事行動之重要性：

誠如前面所述，有了基本的操傘觀念、對傘具及空中安全認知後，在使用任一傘具都會有所進步，然唯有滲透傘的操傘就會不同，因執行滲透傘跳傘任務時可區分高跳高拉(HAHO)、高跳低拉(HALO)等 2 種方式，但要用何種方式執行可就任務性質及目標區的敵我狀況而選擇。

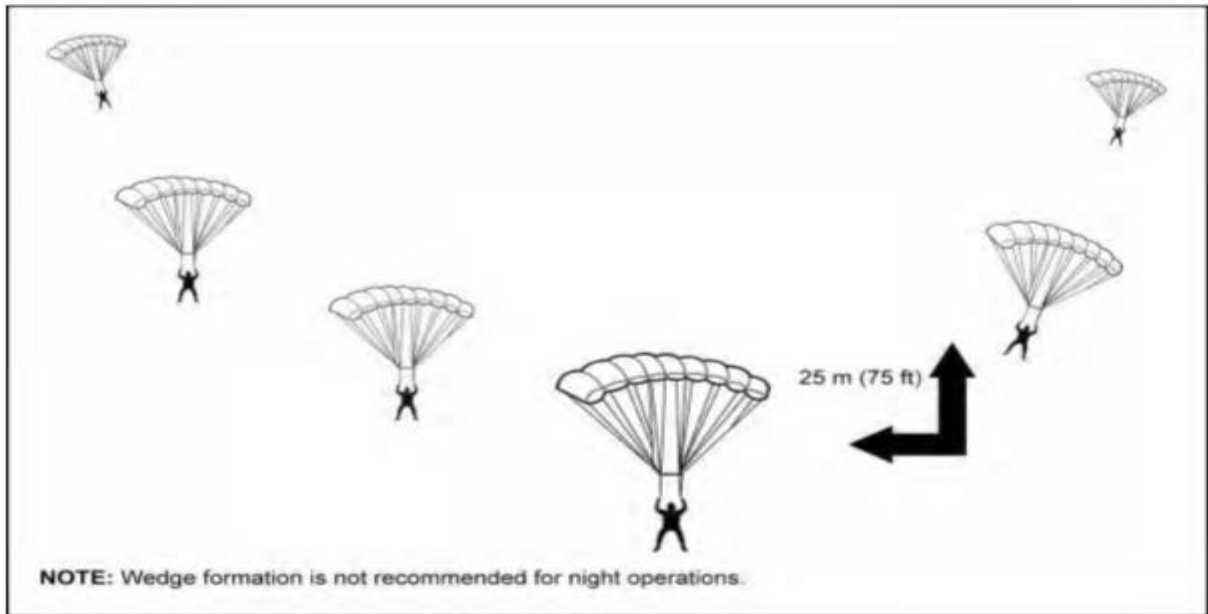
- (一)高跳高拉(HAHO)：當飛機無法在敵方上空飛行而能不對特戰人員構成威脅時，HAHO 技術則是比較安全的選項，特戰人員自飛機跳出後，各隊員依律定的秒數，於高空中將傘具拉出，利用傘具的特性實施遠距離滲透，避免傘具因充氣過程中造成的聲響，暴露人員位置。
- (二)高跳低拉(HALO)：高跳低開任務是在跳出高度最高達相對高度 35000 英尺，且張傘高度低於絕對高度 6000 英尺實施跳傘。當目標區無威脅時，則可以選擇 HALO 技術，飛機抵達目標區週邊時，特戰人員自飛機跳出後，經空中自由落體一段時間，在律定的高度下將傘具拉出，由於距離地面高度不高，滯空時間短可避免被敵軍發現。

(三)空中操傘隊形及要領：

張傘高度應最少於任何雲層上方 1,000 英尺，才有足夠的高度讓組員集結。讓每位隊員能操傘到達他們於任務計劃時的位置，每位組員跟著組長的方向，且每頂傘具空中跟蹤隊形須保持水平及垂直 25 公尺以維空中安全。『楔

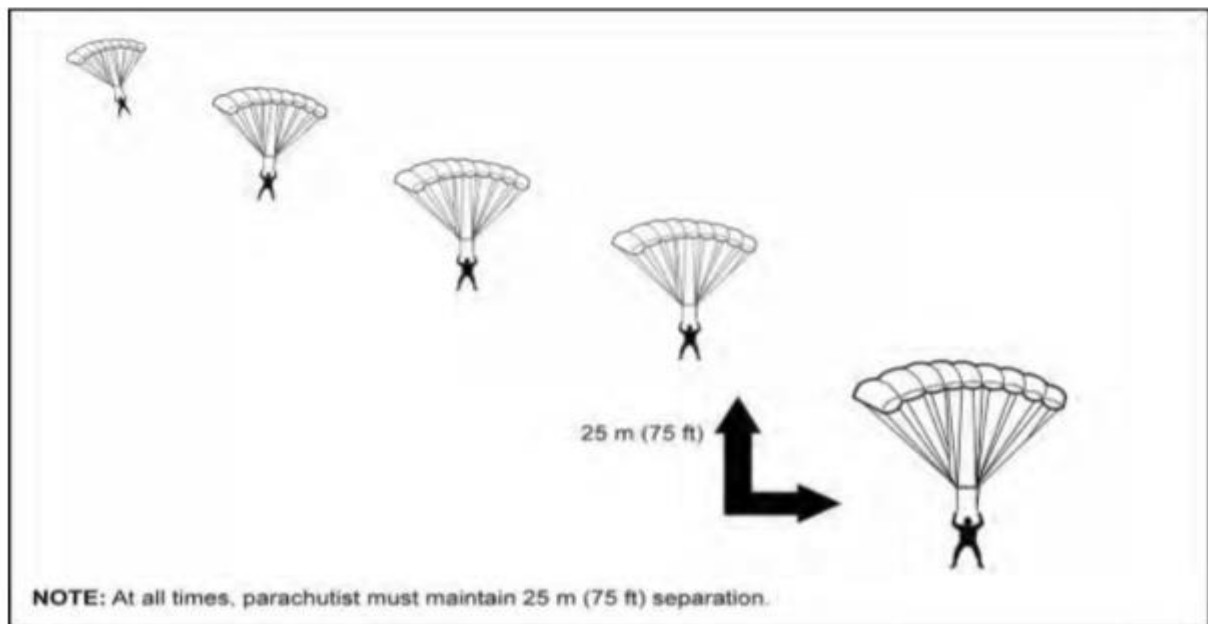
形」和「梯形」是於空中傘開後最容易控制與維持的隊形（圖 18 與 19）。組長（最下方者）需負起導航之責，但其他隊員則應提供導航協助。

圖18、楔形隊形（不建議於夜間跳傘使用）



資料來源：美軍高空滲透跳傘作戰教範譯(第10-8頁)

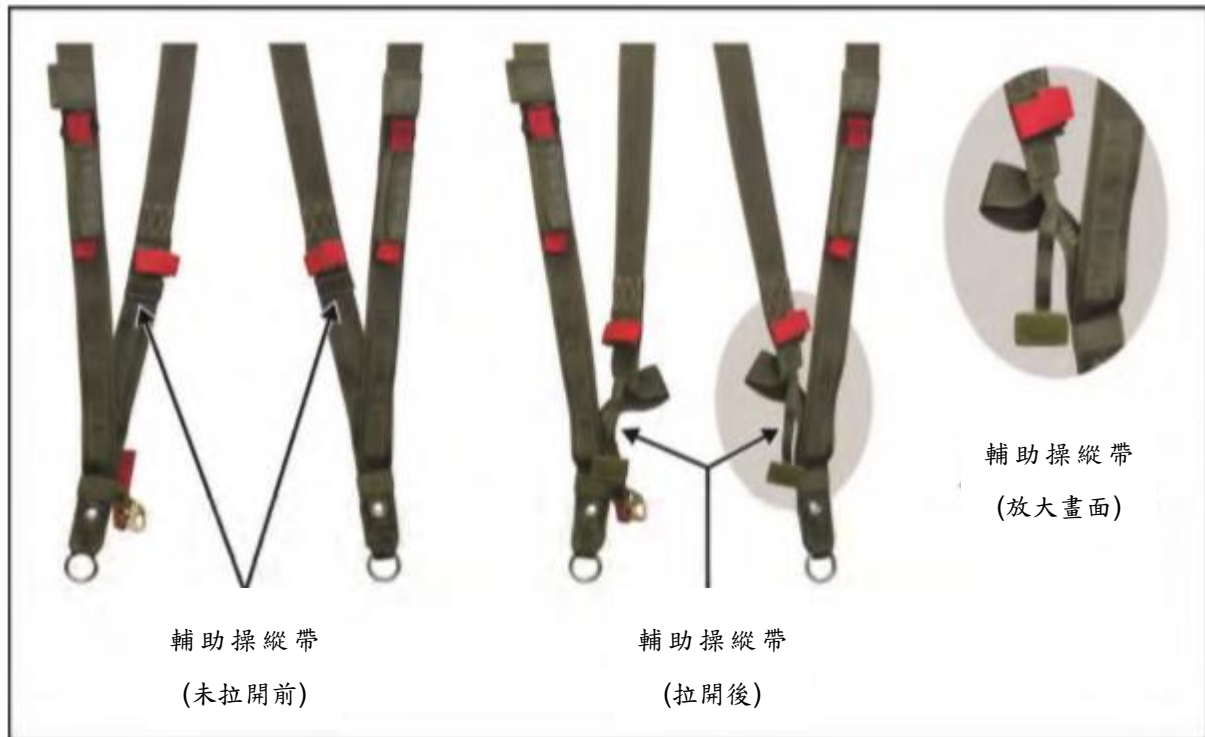
圖19、梯形隊形



資料來源：美軍高空滲透跳傘作戰教範譯(第10-9頁)

於高跳高開任務中，隊形中的組員與組長保持相對的空速與位置，可藉由前操縱帶調整帶下切或藉由剎車保持隊形(圖 20)。前述動作使傘具攻角改變讓重量輕的傘兵得以跟上重量重的傘兵，因此減低隊員於全程拉前操縱帶的需求，在鬆開控制繩之前，可以藉由身體重量移動或微調前、後操縱帶修正航向。

圖20、操縱帶調整帶位置



資料來源：美軍高空滲透跳傘作戰教範譯(第 10-9 頁)

(四)夜間操傘及注意事項

夜間操傘要領基本上同晝間，但本身會因使用夜視鏡產生對著陸區地面視覺上的差異性，間接影響適當的著陸動作，因此在對正目標區後，多半都會將傘具煞車帶至 50%，並於接觸地面時實施滾翻。若任務需求執行夜間高空滲透跳傘須依完成前置訓練始可執行，區分學、術科等兩階段實施熟裝訓練，計 12 小時課程，分述如后：

執行徒手夜間高空滲透跳傘，除完成各階段前置訓練外，亦須完成至少晝間 3 次以上(含終昏 1 次)高空跳傘訓練(配戴夜視鏡)；如執行「武裝」夜間高空滲透跳傘須增加徒手夜間高空滲透跳傘 2 次(含)以上，以周延任務遂行。

表 2、夜間高空滲透跳傘前置訓練

夜間高空跳傘-前置訓練課程時數配當管制			
期程 項次	學科	術科	
	D 日	D+1 日	D+2 日
授課 內容	1.夜視鏡裝備諸元介紹與限制。 2.結合高空跳傘戰術頭盔實作。 3.著裝檢查要項。 4.空中緊急狀況預擬。	1.夜間高塔訓練(配戴夜視鏡裝備)。 2.夜間著裝檢查程序。 3.高度錶功能設定與操作。 4.空中緊急狀況演練。 5.跳傘波次與手勢偵查。 6.空降場夜間現地偵查。 7 穿戴夜視鏡「暗適應 30 分鐘」。	
訓練 時數	3 小時	7 小時	2 小時
授課地 點	大聖西營區	大聖西營區	大聖西營區
附記	施訓時數區分學、術科授課，共計 12 小時。		

資料來源：葉守逸，〈傘訓現行作業程序〉《陸軍航空特戰指揮部》，113 年版第 12 頁。

伍、操傘不當案例：

一、空中操傘：

(一)操傘碰撞：

國外在實施一次日落時段的跳傘中，兩名跳傘者參加了一次 5 人接力跳傘，自由落體階段過程中並無意外產生，所有跳傘者在分散順利開傘後 有兩名跳傘者於接近著陸區，他們的高度分別處於上風處及下風處。高度較低者已觀察到高度較高者的位置，且以為該員已注意自身的位置，殊不知該員只專注於目標區未注意其他跳傘者的位置。在距離地面 20 英尺時，該員做了一個下降轉彎讓傘具提升傘具下降速度的動作，便於最後對正風向實施剎車動作，而因該動作導致由後方碰撞了較低跳傘者的傘具，造成傘具因碰撞塌陷無法充氣，形成該員猛烈撞擊地面，儘管發生碰撞，較低的跳傘員則安全的操控傘具至著陸¹⁷。

(二)操傘動作不當：

國外一名跳傘者在最後準備著陸階段，做了一個下降轉彎讓傘具提升傘具

¹⁷UNITED STATES PARACHUTE ASSOCIATION, <http://www.uspa.org/searchincidentreports>(2024 年 3 月，Collison(Canopy))，(檢閱時間：114 年 2 月 17 日)

下降速度，卻未注意本身高度及未給傘具恢復動作，發生重著陸事件。這事件提醒所有跳傘者，對自身使用的傘具要非常瞭解其性能，唯有這樣才不會做超乎本身技術及傘具極限，並謹慎執行操傘動作，以確保自身與他人安全¹⁸。

(三)一名跳傘者在接近地面時，過早將實施全剎車準備著陸，殊不知此時離地面仍有高度，該員發現後雖立即做恢復的動作試圖控制傘具，但此時傘具仍舊依照它的飛行性能模式，導致重落地造成腳部受傷。此事件告訴我們，高度的判斷除了靠高度錶外，也可利用周邊地物判讀，也提醒要時時專注於目標區及準確及掌握傘具剎車點各位置，以利配合當下的風速做適當的調節，確保人員著陸安全，使跳傘者有更足夠的時間及高度來排除問題¹⁹。

二、操傘注意事項：

使用任何傘具，於張傘後應實施傘具檢查，並注意四周。在同一高度面對面相遇，一律拉右邊控制繩環往右操傘。兩傘交錯通過時，須注意高度差距，並做適當之調整。

(一)進入目標區注意事項：

進入之航線須與第一員相同，除非風向有太大的改變，後者則再依當時的風向適時修正。後進入者須讓先進入者。後方者讓前方者。高度較高者讓較低者。資深者讓資淺者。傘具高級者讓傘具低級者。

(二)換用較高級之傘具須經教官（組長）許可，並由資深教官檢查傘具並完成簽證。

(三)高度低於兩百呎時，不可做小角度轉彎著陸。

參、結論

高空操傘是一門需要累積經驗並從中檢討每次的缺失，才能在爾後的訓練中顯現技術是否純熟，然部隊雖也採購了操傘模擬器做為平時輔助訓練，在提升操傘技能這方面仍有限，因操傘模擬器主要是在養成個人及空中操傘概念，以及空中資源分配的場景，但最終仍需與實際環境結合後才能瞭解隊員彼此間的默契、缺失加以檢討，進而改善個人乃至團體的操傘技能。

操傘是一種需要思考與肢體協調、自身信心及專注力相結合的一項訓練，在這麼多條件加總下，我們必須要先瞭解傘具的性能，再考慮環境的因素是否會對傘具有所影響，唯有如此才能將它的功能發揮至最大功用。任何訓練都需要長時間及持續性來維持，這樣才能得到既定訓練效益，但高空跳傘在這一區

¹⁸UNITED STATES PARACHUTE ASSOCIATION, <http://www.uspa.org/searchincidentreports>(2024 年 3 月, intentional Low Turn), (檢閱時間: 114 年 2 月 17 日)

¹⁹UNITED STATES PARACHUTE ASSOCIATION, <http://www.uspa.org/searchincidentreports>(2024 年 3 月, Landing Problem(No Turn)), (檢閱時間: 114 年 2 月 17 日)

塊顯的較為薄弱，主因是氣候影響佔大宗，其次是載具的因素，這些因素加總在一起後，就變成執行一次高空跳傘訓練是非常難能可貴的。

是以跳傘訓場一直以來都是在潮州空降場實施為主，載具也是以空軍 C-130 運輸機為主，若能可以藉由移地訓練，配合陸軍航空旅各機場及載具(空運作戰隊、突擊作戰隊)，除了體驗不同的訓場、不同的載具及不同以往的風場所帶來的感受外，也由於環境的改變，關於跳出前的問題思考點、考慮因素及空中操傘航線規劃，也會有所不同。進而提升本身操傘技能與航空旅各型機對跳傘任務座艙協調相關程序，也能為以後高空滲透作戰做準備。

參考文獻

中文書籍

1. 陸軍空降訓練中心，《定點、著陸技巧訓練教案》，(民國 113 年 11 月 8 日)，第 17-18 頁、頁 22、頁 27、頁 30、頁 36。
2. 葉守逸，國防部陸軍司令部，《陸軍美製 RA-300 型高空滲透系統操作手冊》，(民國 110 年 12 月 14 日)，第 3-121 頁、第 3-124 頁。
3. 陸軍空降訓練中心，《傘具漂流與計算教案》，(民國 113 年 11 月 8 日)，第 18 頁。
4. 陸軍空降訓練中心，《VR 操傘訓練訓練教案》，(空降訓練中心，民國 113 年 11 月 8 日)，第 35 頁。

網路引用

1. <http://web.mit.edu/yenjie/www/lm/.physics/mechanics/q4.htm>，(檢閱時間 114 年 1 月 6 日)。
2. 中央氣象署南區氣象服務，<https://south.cwa.tw/inner/tkjk1572428480y,vAx> (檢閱時間 114 年 1 月 6 日)。
3. Eiff Aerodynamicx Lnc，<http://eiff.com/manuals/accuracy.htm>，(檢閱時間 114 年 1 月 6 日)。
4. <https://www.fai.org/page/isc-accuray-landing-freefall-style>，(檢閱時間 114 年 1 月 6 日)。
5. FTW flight training Taiwan，風向與風速是如何測量 flyftw.com，(檢閱時間 114 年 2 月 13 日)
6. JYRO，<http://JYRO.COM>，(檢閱時間 114 年 2 月 13 日)
7. UNITED STATES PARACHUTE ASSOCIATION，<http://www.uspa.org/searchincidentreports>(檢閱時間：114 年 2 月 17 日)

筆者簡介



姓名：潘益龍

級職：士官長教官

學歷：高空士第十四期，步校士高班第 9 期，正規班第二十一期

經歷：作戰士、助教、現任空降訓練中心傘訓教官組教官

電子信箱：軍網：happysundaytw@webmail.mil.tw