

三、 台北終端管制區之飛航作業

本研究主要在探討台北終端管制區國際線班機垂直飛航軌跡分析及航空器基礎資料 BADA 於台北飛航情報區之適用性，以台北終端管制區及中正國際機場為主要之探討範圍，另外依據 Yoon C. Jung 及 Douglas R. Isaacson [19] 的研究，影響航機垂直飛航軌跡預測的因素，除了航空器空氣動力特性與大氣氣候等非人為影響因素外，駕駛員操作航空器之特性與限制、儀器飛航離到場程序限制、駕駛員與航管人員的互動...等，皆是重要影響因素。因此，本研究有必要對台北終端管制區內之空域結構、中正機場儀器飛航程序、航空器隔離標準、飛航管制作業與駕駛員操作特性與限制進行瞭解。

3.1 台北終端管制區之空域結構

台北終端管制區位於台灣本島的北部位置，形狀類似葫蘆瓢(如圖 3.1)，其範圍之劃定方式為：

自鞍部多向導航台 005 輻向，與以松山機場為中心，40 哩為半徑弧線之交叉點開始，沿該弧線順時針方向至鞍部多向導航台 205 輻向與該弧線之交叉點連接至北緯 $24^{\circ}22'$ 東經 $121^{\circ}00'$ ，再連接至北緯 $24^{\circ}48'$ 東經 $120^{\circ}25'$ ，然後再連接至開始點。

上限：飛航空層 FL200 (含)

下限：自地面 1,200 呎 (含)

業務負責單位：中正近場管制塔台

台北終端管制空域西南方與台中終端管制空域相連，東南方與花蓮終端管制空域相連，FL200 高度以上及台北終端管制空域平面範圍以外之航路部分與台北區域管制中心之管轄空域相連，亦即與中正近場台進行航機交接管之單位為台北區域管制中心、台中近場台及花蓮近場台。

此外，座落於台北終端管制空域內之機場有位於桃園的中正國際機場，位於台北的松山機場，位於桃園的空軍桃園基地，位於新竹的空軍新竹基地，另有數個直昇機場，這些機場的儀器離到場管制皆由中正近場台

負責。

有一個台北飛航情報區內非常重要的導航電台「鞍部多向導航台 APU VOR」位於台北終端管制區內。鞍部電台組成 3 條國內航路，6 條國際航路，總共 9 條航路，這 9 條航路分別為 W2、W4、W8、B576、A1、G587、R583、R595、B591 航路，另外還有一條國際區域導航 RNAV 航路 M750 也通過台北終端管制空域上方，因此台北終端管制空域內共有 10 條航路通過。

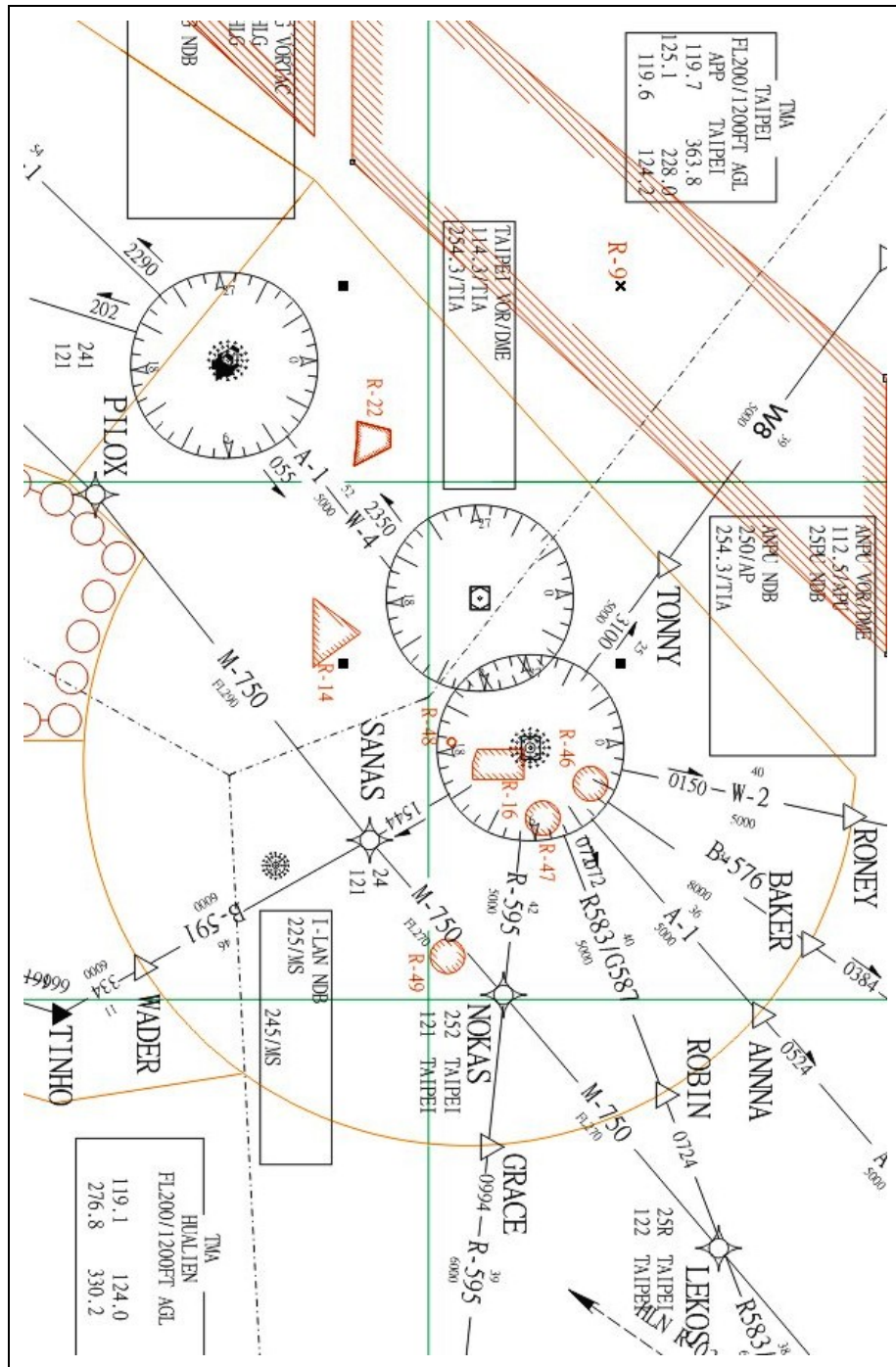


圖 3.1 台北終端管制區圖(資料來源：台北飛航情報區飛航指南 AIP[29])

3.2 儀器飛航程序

根據 2.1 之參考說明，「儀器飛航程序」是一系列預設且有順序性之飛航程序與航線，以供航空器自起飛機場飛航至目的地機場。

儀器飛航程序依導航特性區分，可分為：

1. 參考無線電台設計的「傳統導航設施程序」。
2. 點對點(Point to Point)飛行的「區域航行(RNAV, Area Navigation)程序」。

儀器飛航程序依飛行階段區分，主要包括四種程序，以構築航空器自起飛機場飛航至目的地機場之飛行路線，此四種程序依飛航順序為：

1. 標準儀器離場(SID, Standard instrument Departure)：自終端(起飛機場)起飛爬升至加入航路之轉換程序(飛行路徑)。
2. 航路(Airway)：通道式之管制區域，為航空器巡航飛行之主要幹道，為點與點間連接所組成。
3. 標準終端到場(STAR, Standard Terminal Arrival Route)：自航路脫離下降至終端區域內目的地機場之儀器進場定位點的過渡程序(飛行路徑)。
4. 儀器進場程序(IAP, Instrument Approach Procedure)：最初進場定位點至落地之飛航程序，主要目的為能精準導引航空器飛航下降至目的地機場跑道。

中正國際機場目前共有 9 個傳統儀器離場程序，6 個區域航行 RNAV 儀器離場程序，銜接 7 條傳統航路，銜接 1 條區域航行 RNAV 航路，有 9 個傳統儀器到場程序，5 個區域航行 RNAV 儀器到場程序，有 10 個傳統儀器進場程序，4 個 GPS 儀器進場程序。所有儀器飛航程序之名稱與使用情況如表 3.1：

表 3.1 中正機場儀器飛航程序列表

傳統儀器離場程序		
程序	跑道	銜接航路
ANPU FOUR DEPARTURE (AP4)	23/24	W4、B576、A1、G587、

		R583、R595、B591、M750
COSMO ONE DEPARTURE (CSI)	05/06 23/24	W4、B576、A1、G587、 R583、R595、B591、M750
FIBER ONE DEPARTURE (FBI)	05/06	W4、B576、A1、G587、 R583、R595、B591、M750
SIKOU ONE MIKE DEPARTURE (SUIM)	05/06 23/24	A1
SIKOU ONE TANGO DEPARTUR (SUIT)	05/06 23/24	W4
HAIFU ONE RADAR DEPARTURE (HFI)	05/06 23/24	雷達引導至任一航路
ZEBRA ONE RADAR DEPARTURE (ZBI)	06	雷達引導至任一航路
KOUSI ONE MIKE DEPARTURE (KSIM)	05/06 23/24	A1
KOUSI ONE TANGO DEPARTURE (KSIT)	05/06 23/24	W4
區域航行 RNAV 儀器離場程序		
程序	跑道	銜接航路
AJENT TWO MIKE RNAV DEPARTURE (AJ2M)	05/06 23/24	A1
AJENT TWO TANGO RNAV DEPARTURE (AJ2T)	05/06 23/24	W4
NEPAS TWO GOLF RNAV DEPARTURE (NP2G)	05/06 23/24	R595
NEPAS TWO MIKE RNAV DEPARTURE (NP2M)	05/06 23/24	B576
NEPAS TWO ROMEO RNAV DEPARTURE (NP2R)	05/06 23/24	G587、R583、A1、M750
NEPAS TWO TANGO RNAV DEPARTURE (NP2T)	05/06 23/24	B591
傳統儀器到場程序		
程序	跑道	銜接航路
ANPU ONE ALFA ARRIVAL (AUIA)	05/06	B576、A1、G587、R583、 R595、B591
ANNNA ONE BRAVO ARRIVAL (ANIB)	23/24	A1
GREEN ONE ARRIVAL (GNI)	23/24	R595
NOTUS ONE ARRIVAL (NTI)	23/24	B576
TOKEN ONE ARRIVAL (TEI)	23/24	B591
MAGONG ONE BRAVO ARRIVAL (MGIB)	05/06 23/24	A1
SHKANG ONE BRAVO ARRIVAL (SAIB)	05/06 23/24	W4

MAGONG ONE CHARLIE ARRIVAL (MGIC)	05/06 23/24	A1
SHKAANG ONE CHARLIE ARRIVAL (SAIC)	05/06 23/24	W4
區域航行 RNAV 儀器到場程序		
程序	跑道	銜接航路
ANNNA ONE RNAV ARRIVAL (ANI)	05/06 23/24	A1
BAKER ONE RNAV ARRIVAL (BKI)	05/06 23/24	B576
GRACE ONE RNAV ARRIVAL (GRI)	05/06 23/24	R595
SHIKANG ONE RNAV ARRIVAL (SAI)	05/06 23/24	W4
TONGA ONE RNAV ARRIVAL (TGI)	05/06 23/24	M750
傳統儀器進場程序		
程序	跑道	
ILS RWY05	05	
ILS RWY05(CAT II)	05	
NDB/DME RWY05	05	
VOR/DME RWY05	05	
ILS/DME RWY06	06	
NDB/DME RWY06	06	
ILS/DME RWY23	23	
ILS/DME RWY23(CAT II)	23	
VOR/DME RWY23	23	
ILS/DME RWY24	24	
GPS 儀器進場程序		
程序	跑道	
GPS RWY05	05	
GPS RWY06	06	
GPS RWY23	23	
GPS RWY24	24	

當中正機場使用 05/06 跑道時，最常使用的儀器飛航程序如表 3.2：

表 3.2 中正機場 05/06 跑道常用儀器飛航程序

儀器離場程序		
程序	目的地	銜接航路
COSMO ONE DEPARTURE	韓國、日本、夏	W4、B576、A1、G587、

(CSI)	威夷、北美洲	R583、R595、B591、M750
FIBER ONE DEPARTURE (FBI)	韓國、日本、夏威夷、北美洲	W4、B576、A1、G587、R583、R595、B591、M750
SIKOU ONE MIKE DEPARTURE (SUIM)	港澳、曼谷、中亞、歐洲國家	A1
SIKOU ONE TANGO DEPARTUR (SUIT)	菲律賓、印尼、東南亞國家、澳洲、紐西蘭	W4
儀器到場程序		
程序	起飛地	銜接航路
ANPU ONE ALFA ARRIVAL (AUIA)	韓國、日本、夏威夷、北美洲	B576、A1、G587、R583、R595、B591
MAGONG ONE BRAVO ARRIVAL (MGIB)	港澳、曼谷、中亞、歐洲國家	A1
SHKANG ONE BRAVO ARRIVAL (SAIB)	菲律賓、印尼、東南亞國家、澳洲、紐西蘭	W4
SHIKANG ONE RNAV ARRIVAL (SAI)	菲律賓、印尼、東南亞國家、澳洲、紐西蘭	W4
TONGA ONE RNAV ARRIVAL (TGI)	港澳、曼谷、中亞、歐洲國家	M750
儀器進場程序		
程序		
ILS RWY05		
ILS/DME RWY06		

當中正機場使用 23/24 跑道時，最常使用的儀器飛航程序如表 3.3：

表 3.3 中正機場 23/24 跑道常用儀器飛航程序

儀器離場程序		
程序	跑道	銜接航路
ANPU FOUR DEPARTURE (AP4)	韓國、日本、夏威夷、北美洲	W4、B576、A1、G587、R583、R595、B591、M750
COSMO ONE DEPARTURE (CSI)	韓國、日本、夏威夷、北美洲	W4、B576、A1、G587、R583、R595、B591、M750
SIKOU ONE MIKE DEPARTURE (SUIM)	港澳、曼谷、中亞、歐洲國家	A1
SIKOU ONE TANGO	菲律賓、印尼、	W4

DEPARTUR (SUIT)	東南亞國家、澳洲、紐西蘭	
儀器到場程序		
程序	跑道	銜接航路
ANNNA ONE BRAVO ARRIVAL (ANIB)	日本、北美洲	A1
GREEN ONE ARRIVAL (GNI)	日本、夏威夷	R595
NOTUS ONE ARRIVAL (NTI)	韓國	B576
TOKEN ONE ARRIVAL (TEI)	東南亞國家	B591
MAGONG ONE BRAVO ARRIVAL (MGIB)	港澳、曼谷、中亞、歐洲國家	A1
SHKANG ONE BRAVO ARRIVAL (SAIB)	菲律賓、印尼、東南亞國家、澳洲、紐西蘭	W4
SHIKANG ONE RNAV ARRIVAL (SAI)	菲律賓、印尼、東南亞國家、澳洲、紐西蘭	W4
TONGA ONE RNAV ARRIVAL (TGI)	港澳、曼谷、中亞、歐洲國家	M750
儀器進場程序		
程序		
ILS/DME RWY23		
ILS/DME RWY24		

如果將中正機場的較常使用之儀器離到場程序投影放在同一張圖面上，其結果示意圖如圖 3.2。由圖 3.2 中可以明顯觀察出儀器離到場程序間相互交錯情形非常頻繁，這還僅僅是投影常使用程序之情形，尚有許多程序未被投影至圖中。而這些儀器離到場程序間相互交錯的地方也就是最容易發生衝突的地方。為了避免航機發生衝突，航管便需要介入，運用飛航管制作業程序來確保航機間之安全與有序。較詳細之飛航管制作業將於後續介紹。

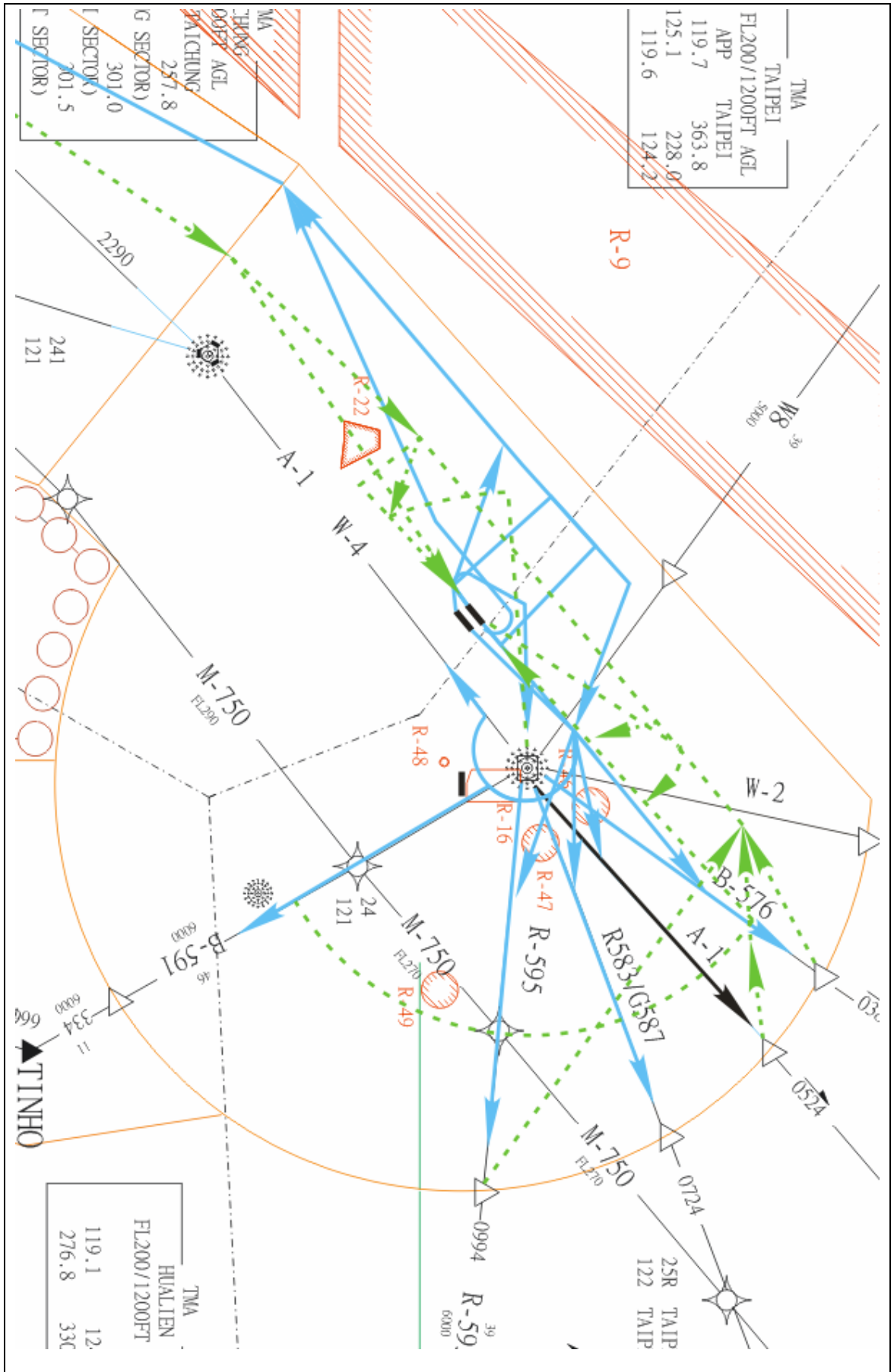


圖 3.2 中正國際機場較常使用儀航程序投影圖

3.3 隔離標準

根據交通部民航局與空軍總司令部合頒之「飛航管制程序 ATP-88」[28] 規定，飛行中航空器間的最低隔離標準，視飛航管制所擁有的裝備而不同，如果航管人員不配備有雷達裝備，則航空器間需採行「非雷達隔離標準」，如果航管配備有雷達裝備，且航管人員運用該雷達裝備提供雷達隔離服務，則航空器間可以採行「雷達隔離標準」。然而，如果航管配備有雷達裝備，航管人員卻並非一定必須運用雷達隔離，他也可以採用非雷達隔離標準，只是非雷達隔離的運用效率一般來說比雷達隔離差，過於採用非雷達隔離很容易造成航機嚴重的延誤。

3.3.1 非雷達隔離

飛航管制程序 ATP-88[28]將非雷達隔離的運用另再區分為三種：前後隔離、左右隔離與高度隔離，茲分述如後：

1. 前後隔離：

運用前後隔離的情況為起飛與落地航空器間、連續兩架起飛航空器間、連續兩架落地航空器間、前後通過同一點的兩架航空器間。前後隔離的隔離標準單位通常為時間(分鐘)，依照兩航空器間的空速快慢差異、航空器產生機尾亂流等級差異、兩航空器飛行航道的角度差異，訂定不同的標準。例如：依情況不同有一分鐘、二分鐘、三分鐘、五分鐘、十分鐘等隔離。

2. 左右隔離：

飛航管制程序 ATP-88[28]規定採用下列方法之一，作為航空器之左右隔離標準：

- a. 許可航空器飛航於不同之航路或航線上，但各航路或航線之寬度或保護空域不得重疊。
- b. 在飛航空層 201 以下，可許可航空器飛向並報告通過或等待在由目視或參考助航設施所定出之不同地理位置上。
- c. 許可航空器在不同之等待點等待，且其等待航線之保護空域彼此或不與其他保護空域重疊。
- d. 許可離場航空器飛

航於至少相差 45 度之指定航向上。

基本上而言，如採用左右隔離，兩航空器間之水平距離至少會大於 10 哩。

3. 高度隔離：

飛航管制程序 ATP-88[28]規定儀器飛航航空器高度隔離之最低標準如下：

a. 飛航空層 290 或以下—採 1,000 呎隔離。

b. 飛航空層 290 以上—採 2,000 呎隔離，除了：

1. 於洋區管制空域，飛航空層 450 以上，於超音速與其他航空器間—採 4,000 呎隔離。

2. 飛航空層 600 以上，於軍用航空器之間—採 5,000 呎隔離。

3. 對經核准且符合下列情況之航空器提供 1000 呎隔離：(a)於指定之縮減垂直隔離(RVSM, Reduced Vertical separation Minimum)空域及高度範圍內作業者，或(b)於指定之縮減垂直隔離 RVSM 轉換空域及高度範圍內作業，且係進入或離開縮減垂直隔離 RVSM 空域者。

台北終端管制區的高度上限為 FL200，因此台北終端管制區範圍內採用採 1,000 呎之高度隔離。

3.3.2 雷達隔離

飛航管制程序 ATP-88[28]規定當管制員滿意雷達之顯示與裝備性能，且適合提供雷達服務時，始提供雷達服務。在下列航空器間提供雷達隔離：

a. 已雷達識別之航空器。b. 起飛之航空器與已雷達識別之航空器間，如起飛之航空器將在跑道末端 1 哩內被雷達識別。c. 已雷達識別之航空器與未雷達識別之航空器間符合特定條件時。

中正近場管制台的終端航管自動化系統屬數位式雷達系統，並設立有單一雷達區，因此台北終端管制區所適用之航空器間最低雷

達隔離標準為：

航空器位於距雷達天線 40 哩內之單一雷達區—採用 3 哩隔離。

航空器距雷達天線 40 哩以外或於多雷達區—採用 5 哩隔離。

經由上述所述隔離標準，可知非雷達隔離的前後隔離與左右隔離的隔離標準相當大，非常不符合效益。以十分鐘的前後隔離來說，如果飛機以每小時 400 哩的速度飛行，十分鐘的前後隔離就相當於 66 哩(120 公里)，在 66 哩(120 公里)如此遠的前後距離下僅能容許兩架同高度的飛機飛行。因此，在航管人員配備有雷達裝備的情形下，會以採取最低僅需 3~5 哩的雷達隔離來取代非雷達隔離的前後隔離與左右隔離，以提高航行量，增加空域與機場使用效益。

高度隔離是非雷達隔離中唯一不會減低效益的隔離方式，相反的，甚至有輔助其它隔離方式，增加效益的功能。不論是非雷達隔離的前後隔離與左右隔離，或是雷達隔離的 3~5 哩隔離，都是屬於同一平面(2D)上的水平隔離，然而天空是屬於三度(3D)空間，水平隔離加上高度隔離的搭配運用才能發揮三度(3D)空間的效能。因此，雷達隔離與高度隔離搭配運用是航管人員在確保航機間安全隔離時最常使用的方式，不需要同時保持雷達隔離與高度隔離，只要同一時間有任何一種隔離存在，即代表航機間有足夠的安全距離。圖 3.3 表示兩航空器間高度雖不足 1000 呎，但兩航機間之水平距離已大於雷達隔離所需之 3 或 5 哩隔離，兩航機間有足夠之安全距離。圖 3.4 表示兩航空器間水平距離雖不足雷達隔離所需之 3 或 5 哩隔離，但兩航機間之高度差已大於 1000 呎，因此兩航機間也有足夠之安全距離。

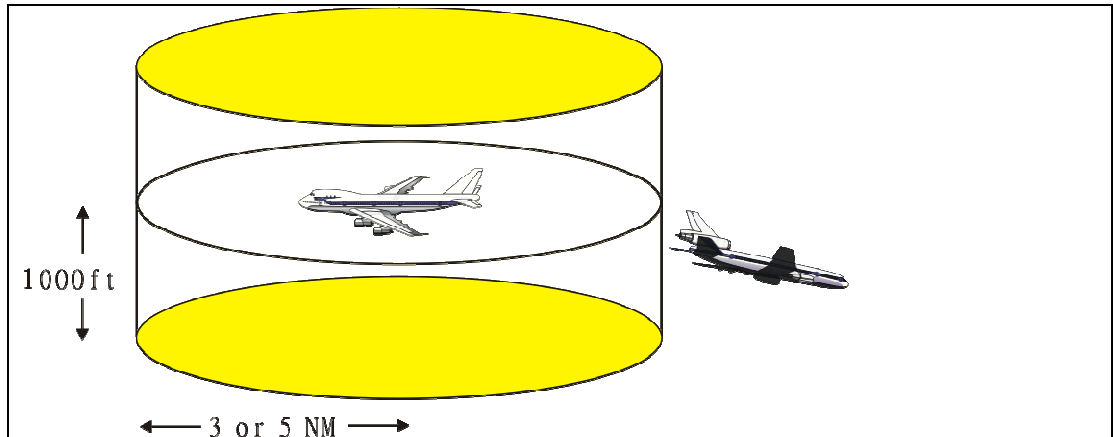


圖 3.3 雷達隔離運用示意圖

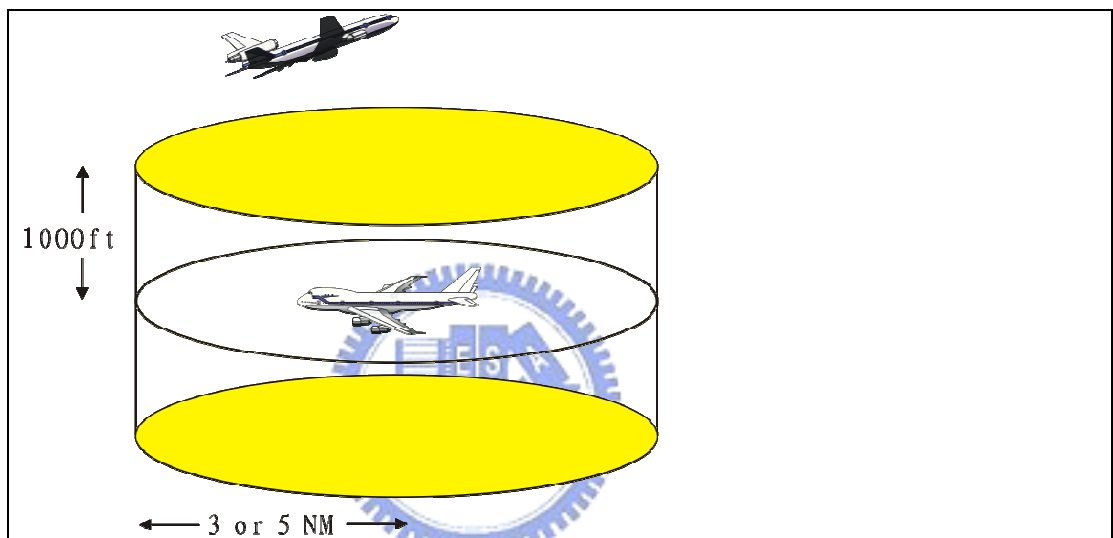


圖 3.4 高度隔離運用示意圖

3.4 飛航管制作業

民航局對「飛航管制(Air Traffic Control)」的定義為：為促進安全、有序、迅速之空中交通，由有關單位所提供之服務。另外，對「飛航管制服務(Air Traffic Control Service)」的定義為：指空中交通管制業務，為防止航空器間及在操作區內航空器與障礙物間之碰撞；加速並保持空中交通之有序，所提供之服務。由以上的兩個詞彙定義，可以歸納出飛航管制的主要目的為 1.確保飛航時航空器間及航空器與障礙物間之安全。2.有次序的安排空中交通。3.提高效率、減少延誤、加速流量。這三個主要目的具有順序性，安全重於一切，安全無虞後才是適當的安排航空器間的順序，順序安排確定後便，再考量如何加速流量，減低航空公司與乘客的成本。為了達到飛

航管制的三大目的，航管人員主要運用四種飛航管制作業技巧來提供飛航管制服務：1.高度指定(爬升下降指示)。2.雷達引導。3.空速調整。4.等待。以下分別就此四種飛航管制作業技巧進行說明。

3.4.1 高度指定

離場的航機起飛後便是希望能儘速爬升到最適當省油的巡航空層，然後以該空層飛往目的地；到場的航機在到達目的地前，最理想的狀態便是於距目的地機場適當距離外，離開巡航空層，開始引擎怠速以平穩的角度，持續下降至降落在跑道上。然而，實際情形是有太多的因素無法讓飛機如前述理想狀況般一路爬升或下降；例如：儀器飛航程序設有高度限制，兩個飛航管制單位訂有固定交接管高度協議等情形，最常見的，就是兩架航空器間會有水平隔離不足最低雷達隔離的 3 或 5 浬情形，航管為確保航機間之安全距離，因此介入指定兩架航機分別保持有 1000 呎隔離以上之高度，等兩架航機間取得水平隔離後，再讓航機繼續爬升或下降。相關示意圖如圖 3.5。

航管對於離場爬升或到場下降的航機進行高度指定，便有可能造成航機的垂直飛航軌跡呈現階梯式的爬升或下降情形。

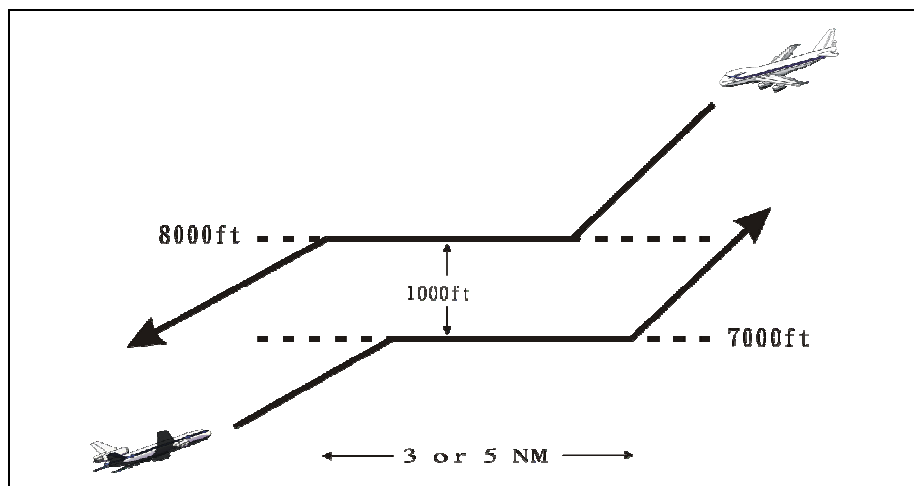


圖 3.5 高度隔離示意圖

3.4.2 雷達引導

航管運用雷達引導頒發航機航向指示，可以取代 2.1 及 3.2 所述儀器飛航程序中的標準儀器離場程序、航路、及標準終端到場程序。一般而言，儀器飛航航機皆按照的儀器飛航程序所訂定的固定路線飛航。然而，當航機間飛航路線有可能交錯，僅採取高度隔離可能造成航機保持固定高度過久，或為了安排離到場航機之飛航順序以加速流量，航管會採取以雷達引導航機方式來介入取代航機之飛航路線。

雷達引導的優點是：1. 可以有效的縮短航機間的水平距離，對狹小的空域是增加容量與效率的有效方法。2. 航管容易掌握航機的飛航動態。3. 航管容易安排航機順序。4. 取得航機間安全隔離的最快速方法。

雷達引導的缺點是：1. 航管需耗費大量精神於航情警覺(Situation Awareness)上，航管人員工作負擔大，且增加無線電通話量。2. 駕駛員不易掌握所需飛行距離。3. 額外的雷達引導可能增加航機飛行距離。4. 額外的雷達引導可能增加航機平飛保持高度之情形。

3.4.3 空速調整

空速調整在飛航管制上主要的作用為安排航機間的順序。飛航管制程序 ATP-88[28]對空速調整的規定為：

儘量少用速度調整以取得或保持所需之隔離。避免加速與減速交替並用。如先前指定之速度調整不需時，應同意駕駛員恢復正常空速。駕駛員認為速度調整超出或違反航空器之操作規定時，有責任及權利加以拒絕。

當運用速度調整時應考慮決定所需之間隔及達到該間隔之定點。

實施空速之調整應基於下列原則：1. 調整空速之前應先考慮相對速度，相關航情之位置及隔離之需求。2. 空速之調整並非一蹴可及，

達成速度調整所需之時間、距離與航空器之外形、高度及速度有關。運用下列技巧實施速度管制：1.對前後航空器之速度調整，應運用下列技巧之一：(1)先對後一航空器減速。(2)先對前面之航空器加速。(3)為保持隔離，指定一特定空速。2.在下列情況下，應增加時間和距離，以達成速度調整之目的：(1)較高之高度。(2)較大之空速。(3)外形完全收起。(4)航情許可時，儘可能允許航空器收起外形操作。(5)儘可能將要求航空器速度調整之次數減至最少。

航空器的爬升下降率依照空氣動力特性而言，與航空器的空速有關，空速的調整可能影響航空器垂直飛航軌跡。

3.4.4 等待

在航路或儀器離到場程序的航點上，會設計等待點與等待航線，目的為供航機因任何因素無法繼續往前飛行時，可以在等待點上空等待。航管頒發等待指示與航空器通常為機場或跑道關閉航機無法落地時，或因為航機太多，已無多於空域實施雷達引導，抑或即使實施雷達引導也只是會成為過度引導時。等待會大幅增加航機到場的飛行距離(Flying Miles)，而且等待時為了取得與其它在相同等待點等待的航機間之高度隔離，會指定固定高度等待。因此，等待會影響航空器的垂直飛航軌跡。航機於等待點等待情形如圖 3.6。

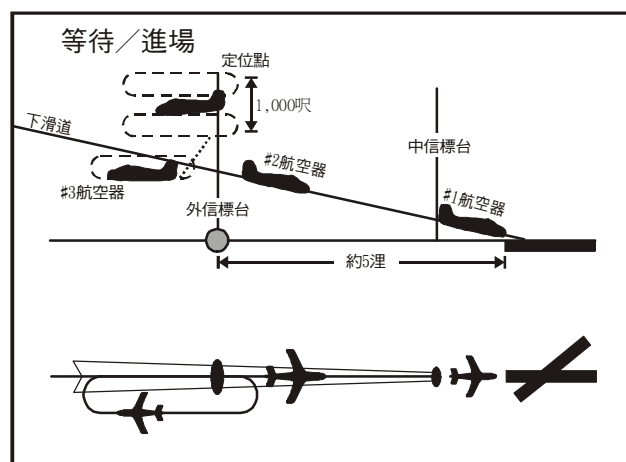


圖 3.6 航機於等待點上空等待示意圖

3.4.5 其它作業

儀器進場程序(IAP, Instrument Approach Procedure)主要目的為能精準導引航空器飛航下降至目的地機場跑道。因此除了航空器實施目視進場程序外，民航機在落地前最後進場階段皆以實施儀器進場程序來落地。前述 3.4.2 說明航管運用雷達引導頒發航機航向指示，可以取代 2.1 及 3.2 所述儀器飛航程序中的標準儀器離場程序、航路、及標準終端到場程序。然而雷達引導在民航方面無法取代儀器進場程序，因此，被雷達引導的到場航機最終航管必須將飛機引導回儀器進場程序的航線上，讓航機實施儀器進場程序落地。飛航管制程序 ATP-88[28]對引導航空器攔截儀器進場程序最後進場航道有如下的規定：

引導到場航空器攔截最後進場航道：

- 1.至少在進場口 2 哩以外，除非有下列情況之一：(1)當報告之雲幕高在最低引導高度之上至少 500 呎及能見度至少 5 公里時(無氣象報告之機場可依駕駛員報告者為準)，得引導航空器至進場口外 2 哩內攔截最後進場航道，但不可於進場口以內攔截。(2)如駕駛員特別請求，得引導航空器於進場口以內攔截最後進場航道，但不得在最後進場點以內攔截。
- 2.精確進場時，其高度不高於下滑道，或不低於進場程序圖指定之最低下滑攔截高度。
- 3.非精確進場時，其高度能容許依公佈之程序下降。

一般而言，民航機進場下滑道(Glide Path)為以跑道頭位置開始，以 3 度角往外延伸之高度路線。為了符合前述 2.及 3 項之規定，航管人員通常會於引導航機攔截儀器進場程序最後進場航道前，指定航空器下降並保持適當高度，再攔截最後進場航道。攔截高度依攔截位置而定，通常為 2000 呎、3000 呎及 4000 呎。因此，落地的飛機在 5000 呎以下會有平飛一段距離的現象非常普遍。

3.5 駕駛員操作特性與限制

3.5.1 台北飛航情報區空速限制與噪音管制程序

在台北飛航情報區內操作民用航空器，駕駛員必須遵守我國的民航法規，而我國需要駕駛員遵循的民航法規則公布於「台北飛航情報區飛航指南 AIP」[29]。由於航空器飛行空速與其垂直飛航軌跡有很大的關係，所以本章節就我國法規對民用航空器駕駛員操作航空器的空速限制予以探討說明。台北飛航情報區飛航指南 AIP[29]規定：

除下列情況外，民用航空器於 B 類、C 類、D 類、E 類及 E 類地表空域內高度低於 10,000 呎飛航時，指示空速不得超過每小時 250 浬。

1. 如上述之空速限制低於航空器之最低安全空速，駕駛員得依安全空速操作並儘速告知航管。
2. 為隔離航機及加速流量，對雷達管制情況下之航機，航管得取消上述之空速限制，惟駕駛員與航管不得違反下列空速限制：
 - (1) 儀器飛航程序另訂之空速限制；
 - (2) 噪音管制程序(機場 1.1 第 7 小節)之空速限制；
 - (3) 航空器進入或飛航等待航線時之規定(航路]·5 第 5 小節)。

由以上的規定可以瞭解，飛機在 10000 呎以下高度，除了特定情況外，航空器的指示空速不得超過 250 浬/小時，其所代表的意義就起飛爬升的航機來說，在 10000 呎高度以下，當空速到達 250 浬/小時後，駕駛員將會把剩餘引擎推力用在爬升上，直到離開 10000 呎後再加速至適當速度繼續爬升。而就下降的航機來說，航機在下降到達 10000 呎以前，駕駛員必須減少航機的下降率，以使航機於大速度下利用飛機本身的阻力讓速度減低至 250 浬，再繼續下降。因此，10000 呎以下 250 浬/小時空速限制，不論對起飛爬升或到場下降的飛機，在爬升下降率的變化上都會造成影響。


另外，噪音管制程序也會對航空器的操作產生限制。台北飛航

情報區飛航指南 AIP[29]有關噪音管制的部分也有特別的規定如下：

1. 航空器於本飛航情報區起飛爬升操作時應遵循國際民航組織所制定之航空器噪音管制離場程序一(NADP1)或噪音管制離場程序二(NADP2)，以確保為降低地面噪音於最小程度時仍保有飛行操作所必需之安全。
2. 有關噪音管制離場程序-及噪音管制離場程序二之操作細節請參閱 ICAO Procedures for Air Navigation Services - Aircraft Operations Volume 1 – Flight Procedures PANS-OPS , Doc 8168 Volume 1)。

噪音管制離場程序(NADP,Noise Abatement Departure Procedure)是國際民航組織規範航空器駕駛員的操作程序，將在下一章節予以探討說明。

3.5.2 駕駛員操作特性



在起飛與爬升時引擎推力的操作上，航空公司有兩種不同的策略；當起飛與爬升時使用全推力(Full Thrust)時，可以儘速到達巡航高度作省油飛行，然其缺點是較長的時間引擎幾近全速運轉而壽命較短；亦可於起飛與爬升時使用減低推力(Reduced Thrust)，以減少引擎全速運轉的時間而延長其壽命，相對的其缺點就是較慢到達巡航高度，整體飛行較為耗油。有關減低推力起飛或爬升資料，可於各機型操作手冊中查得。以波音公司 B757-200 型機為例，減低起飛推力(Reduce Takeoff Thrust)有兩種模式可選擇，模式一為引擎推力設定為正常起飛約 90%之推力，模式二為引擎推力設定為正常起飛約 82%之推力；減低爬升推力(Reduce Climb Thrust)也有兩種模式可以選擇，模式一為引擎推力設定為正常爬升約 92%之推力，模式二為引擎推力設定為正常爬升約 85%之推力。

國際民航組織規範航空器駕駛員有關的噪音管制離場操作有二

個程序，NADP 1 與 NADP 2。NADP 1 及 NADP 2 兩程序的主要差異在於收起襟翼/副翼(flaps/slats)的時機，一個程序的收起時機是在到達 3000 呎高度前收起，另一個程序是在到達 3000 呎高度後才執行收起動作。

1. NADP 1：本程序主要的作用是減低跑道離場端鄰近區域的噪音。假使跑道離場端的鄰近區域就是密集人口區，則需要運用 NADP 1。NADP 1 於起飛後要求航機保持 V_2+10 to 20 kt 的空速爬高，離開 800 呎後，依照航空器操作手冊上的減低噪音管制推力力量爬升，空速仍維持 V_2+10 to 20 kt，外型襟翼/副翼(flaps/slats)仍保持在起飛狀態，直到航機離開 3000 呎高度，再增加推力加速至理想爬升速度爬升，並收回襟翼/副翼。(如圖 3.7)

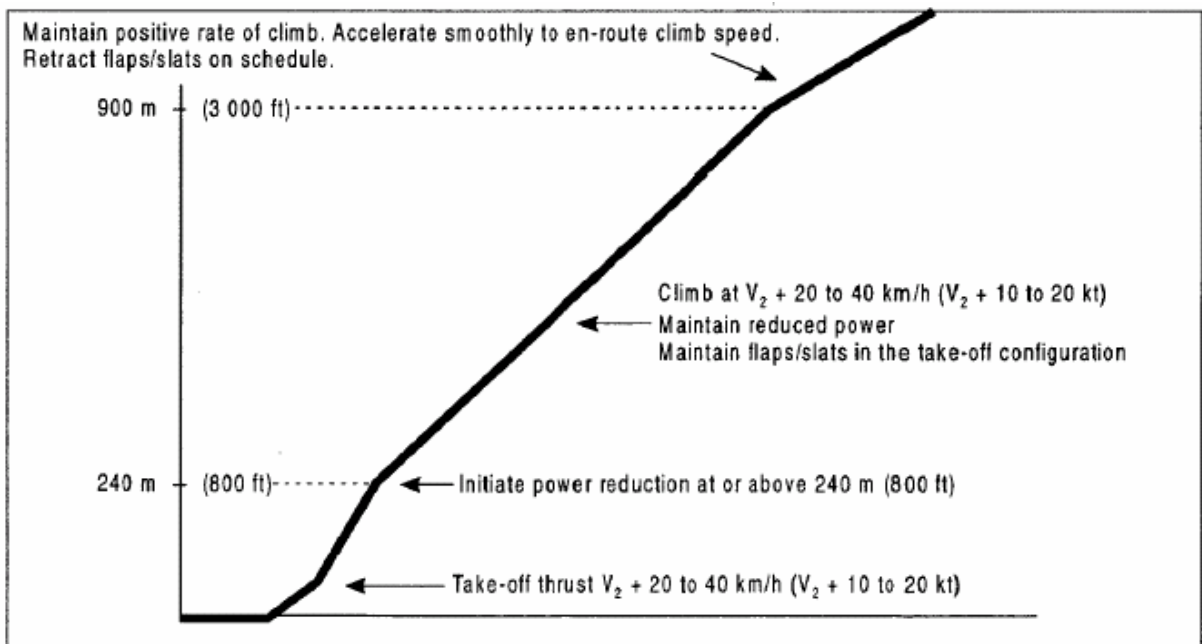


圖 3.7 NADP 1(資料來源：ICAO Doc. 8168 Volume 1)

2. NADP 2：本程序主要的作用是減低距離跑道離場端較遠區域的噪音。假使跑道離場端的鄰近區域非人口密集區，而較遠區域為人口密集區，則需要運用 NADP 2。NADP 2 於起飛後要求航機保持 V_2+10 to 20 kt 的空速爬高，離開 800 呎後，開始收回外型襟翼/副翼，降低爬升增加空速至 $V_{zf}+10$ to 20 kt， V_{zf} 為襟翼完

全收起之失速速度(stall speed)的 1.3 倍，再依照航空器操作手冊上的減低噪音管制推力力量爬升，直到航機離開 3000 呎高度，再增加推力加速至理想爬升速度爬升。(如圖 3.8)

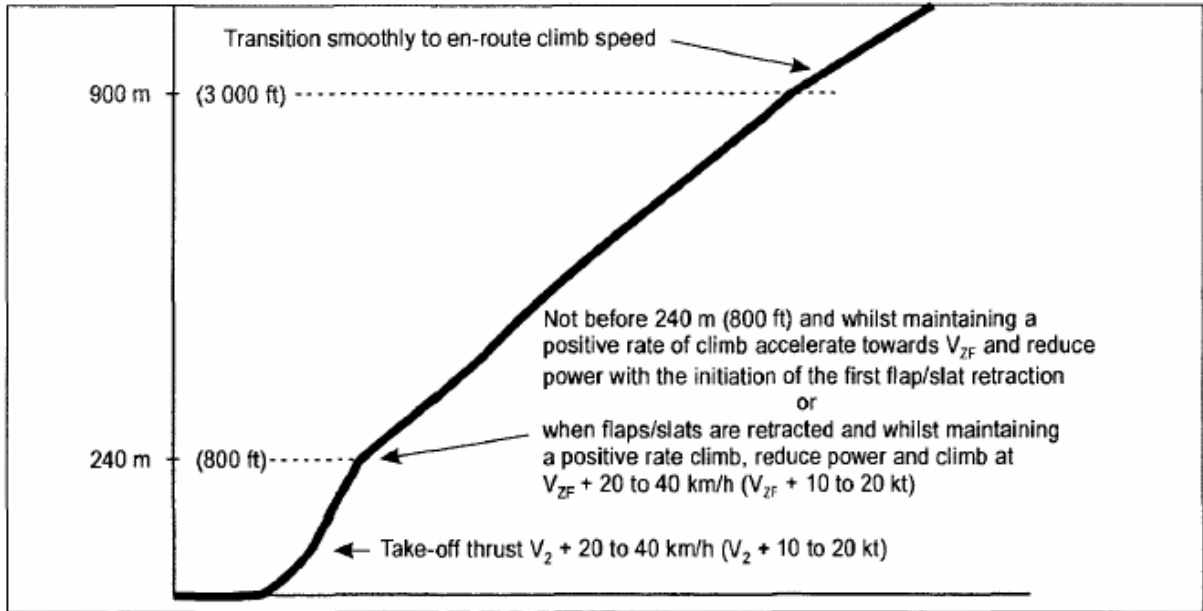


圖 3.8 NADP 2(資料來源：ICAO Doc. 8168 Volume 1)

3.6 小結

台北終端管制區範圍狹小，卻有中正機場、松山機場、桃園基地、新竹基地四個主要機場的離到場飛行，每日飛行架次總量近 800 架次，而且各機場離到場航線繁複交錯，中正近場台航管人員在這狹小的空間內為了確保航機間之安全隔離，並能充分運用空域，增加效益，因此大量運用雷達引導技巧、高度隔離、空速調整與等待的航管策略，如此多的航管介入究竟是好或不好？離到場航線交錯情形有沒有調整的空間？調整後是否有助於減低航管的介入？是否能找出航管策略搭配運用的最佳方法？這些都是未來值得研究的課題。

綜合本章所述，在台北終端管制區內，除了航空器空氣動力特性與大氣氣候等非人為影響因素外，可歸納離場航機垂直飛航軌跡可能受到影響的因素主要包括：1.航空公司減低推力起飛爬升政策。2.噪音管制離場程序。3.於 10000 呎以下 250 哩/小時之空速限制。4.航管指定保持高度，與其

它航機採取高度隔離。而到場航機垂直飛航軌跡可能受到影響的因素則主要包括：1.於 10000 呎以下 250 哩/小時之空速限制。2.航管指定保持高度，與其它航機採取高度隔離。3.航管進行空速調整。4.航管進行雷達引導而增加飛行距離。5.航管實施等待策略。6.航管雷達引導至最後進場航道。7.航機依照儀器進場程序下滑角(glide slope angle)進場落地。

前述影響台北終端管制區內離到場航機垂直飛航軌跡的因素，將作為本研究後續研究以理論性的 BADA 求得台北終端管制區國際線航機垂直飛航軌跡及以實際雷達數據分析所得資料比對作業之重要參考。

