

出國報告（出國類別：實習）

「國際民航組織儀航程序設計訓練」
出國報告書

服務機關：民用航空局

姓名職稱：陳俊羽 管制員

派赴國家：新加坡

出國期間：自 102 年 8 月 4 日至 9 月 7 日

報告日期：102 年 10 月 30 日

列印

提要表

| | | | | | | |
|----------|---|----------|------|-----|-------|-----------------------------|
| 系統識別號： | C10202751 | | | | | |
| 計畫名稱： | 國際民航組織儀航程序設計課程 | | | | | |
| 報告名稱： | 「國際民航組織儀航程序設計訓練」出國報告書 | | | | | |
| 計畫主辦機關： | 交通部民用航空局 | | | | | |
| 出國人員： | 姓名 | 服務機關 | 服務單位 | 職稱 | 官職等 | E-MAIL 信箱 |
| | 陳俊羽 | 交通部民用航空局 | 航管組 | 管制員 | 薦任(派) | 聯絡人 c jy@mail.caa.gov.tw |
| 前往地區： | 新加坡 | | | | | |
| 參訪機關： | 新加坡民航學院 | | | | | |
| 出國類別： | 實習 | | | | | |
| 出國期間： | 民國102年08月04日 至 民國102年09月07日 | | | | | |
| 報告日期： | 民國102年10月30日 | | | | | |
| 關鍵詞： | 儀航程序(PANS-OPS,Procedures for Air Navigation Services-Operations)，儀器進場程序（IAP,Instrument Approach Procedure），精確儀器進場程序（PA,Precision approach），誤失進場（Missed Approach），高度損失（HL，Height Loss），障礙物評估面（OAS） | | | | | |
| 報告書頁數： | 44頁 | | | | | |
| 報告內容摘要： | <p>1.邇來本局推動有關航空產業之重大政策，諸如桃園航空城、空域規劃案等，儀航程序可說是無役不與，與飛航安全、航管作業息息相關，是故本局每年編列儀航程序之受訓預算，其目的除培養儀航程序設計人才外，瞭解目前國際最新法規或作法亦為取得銜接國際之主要管道。 2.近來我國有幸成為國際民航組織ICAO之特別貴賓，此意味未來各項飛航服務規範，包括儀航程序設計，均需嚴謹符合ICAO文件所制定之標準，未來如正式參與或成為組織觀察一員，勢將通過ICAO之相關查核檢驗。為符合國際規範，本局應持續全面檢視及修正相關程序。 3.為落實飛航安全兼顧地方經濟發展，禁限建之審核尺度與儀航程序之設計均扮演重要角色，相輔相成。透過本次出國學習，瞭解儀航程序設計原理，應用於目前國內所有禁限建之評估及未來桃園機場禁限建放寬對於程序之影響，甚至桃園機場第三跑道之規畫設計均多有裨益。</p> | | | | | |
| 電子全文檔： | C10202751_01.pdf | | | | | |
| 出國報告審核表： | C10202751_A.pdf | | | | | |
| 限閱與否： | 否 | | | | | |
| 專責人員姓名： | | | | | | |
| 專責人員電話： | | | | | | |

目 次

| | |
|---|----|
| 壹、目的..... | 2 |
| 貳、過程..... | 3 |
| 參、學習內容與心得..... | 5 |
| 第 1 章 PANS-OPS 介紹..... | 5 |
| 1.1 何謂「PANS-OPS」..... | 5 |
| 1.2 PANS-OPS 相關文件..... | 5 |
| 1.3 PANS-OPS 文件架構..... | 5 |
| 第 2 章 課程內容介紹..... | 6 |
| 2.1 儀器進場程序..... | 6 |
| 2.2 非精確儀器進場程序..... | 8 |
| 2.3 迴轉程序 Reversal procedure..... | 24 |
| 2.4 目視繞場程序 Visual manoeuvring (circling) procedure..... | 28 |
| 2.5 精確儀器進場程序..... | 33 |
| 肆、建議..... | 44 |

壹、目的

邇來本局推動有關航空產業之重大政策，諸如桃園航空城、空域規劃案等，儀航程序可說是無役不與，與飛航安全、航管作業息息相關，是故本局每年編列儀航程序之受訓預算，其目的除培養儀航程序設計人才外，瞭解目前國際最新法規或作法亦為取得銜接國際之主要管道。拜資訊軟體進步所賜，早期以手繪方式進行程序評估或繪圖方式，已漸由套裝軟體所取代，相關地理資訊系統 GIS 之開放與普及，亦為評估儀航程序帶來極大便利。然即便如此，對於學習儀航程序領域，仍宜以傳統手繪方式進行較為易為入門，且觀念較易建立。

近來我國有幸成為國際民航組織 ICAO 之特別貴賓，此意味未來各項飛航服務規範，包括儀航程序設計，均需嚴謹符合 ICAO 文件所制定之標準，未來如正式參與或成為組織觀察一員，勢將通過 ICAO 之相關查核檢驗。為符合國際規範，本局雖已完成『美國聯邦航空總署 FAA 之終端儀航程序 (TERPS) 規範』轉換為『國際民航組織之飛航服務程序-航空器作業 (PANS-OPS) 規範』。然經實施一段時間，仍有部分現有程序或因不符飛航所需，或因文件定義未明，故仍待持續全面檢視及修正相關程序。

為落實飛航安全兼顧地方經濟發展，禁限建之審核尺度與儀航程序之設計均扮演重要角色，相輔相成。透過本次出國學習，瞭解儀航程序設計原理，應用於目前國內所有超高建物之評估及未來桃園機場禁限建放寬對於程序之影響，甚至桃園機場第三跑道之規畫設計均多有裨益。此外，此行最大之目的及收穫在於：認識來自各國之良師益友，講師為資深且有豐富經驗之 Ralph 先生(美國籍)，本局有眾多長官、同事均曾受教於 Ralph 先生，當工作上或閱讀文件時出現相關疑義時，透過電子郵件往返可獲知正確且清楚之答案，甚有助益；另學習中亦結識來自新加坡、中國、澳洲、非洲之學習夥伴，工作背景含括機師、民航局、航空公司等領域，期間除因互動學習建立良好友誼外，各自返國後，透過網路持續保持聯繫，交換工作心得及甘苦談，殊為此行之意外收穫。

貳、過程

一、本局參與課程人員如下：

| 服務機關 | 服務單位 | 職稱 | 姓名 |
|----------|--------|-----|-----|
| 交通部民用航空局 | 航管組系統科 | 管制員 | 陳俊羽 |

二、本次課程安排如下：

| 日期 | 課程內容 / 行程 |
|-------|---|
| 8月4日 | 搭乘中華航空抵達樟宜機場 |
| 8月5日 | 環境介紹、自我介紹、課程介紹 General criteria |
| 8月6日 | Wind spiral, turn parameters Fixes, NAV tolerance, fix tolerance |
| 8月7日 | Fix tolerance, MOC, primary/secondary areas Initial approach segment |
| 8月12日 | Intermediate approach segment Final approach segment |
| 8月13日 | Course reversal, procedure turn, racetrack MOC & Minimum altitude, Missed approach initial phase |
| 8月14日 | Missed approach straight / intermediate phase Missed approach turning at point |
| 8月15日 | Missed approach turning at TNA/H Non-precision approach review |
| 8月16日 | Exam 1 (Non-precision approach) Non-precision procedure design lab |
| 8月19日 | Non-precision procedure design lab |
| 8月20日 | Non-precision procedure design lab |
| 8月21日 | Non-precision procedure design lab Presentation |
| 8月22日 | Precision approach segment OAS model, missed approach straight |
| 8月23日 | Parameters, adjustment to height loss altitude |

| | |
|-------|---|
| | Turning missed approach |
| 8月26日 | Turning missed approach Obstacle modeling |
| 8月27日 | Collision risk model, criteria review Exam 2 (Precision approach) |
| 8月28日 | Precision approach procedure design lab |
| 8月29日 | Precision approach procedure design lab |
| 8月30日 | Precision approach procedure design lab |
| 9月2日 | Presentation Departures general criteria |
| 9月3日 | Departure parameters, departure turning Departure lab |
| 9月4日 | Departure lab Presentation |
| 9月5日 | Charting, final summary & review Final exam |
| 9月6日 | Annex 14 RWY requirements, visibility considerations Helicopter, programs and criteria development |
| 9月7日 | 搭乘中華航空返臺 |

參、學習內容與心得

第 1 章 PANS-OPS 介紹

1.1 何謂「PANS-OPS」

PANS-OPS (Procedures for Air Navigation Services-Operations) 明訂於 ICAO 文件 8168 中，規範所有現行飛航服務程序及航空器作業，於 1979 年起分為兩大部分：Volume I 及 Volume II。其中 Volume I 之撰寫方向係針對個別飛行員之操作、導航及依據航空器性能進程序之設計。Volume II 係本次課程之主軸，以儀器飛航程序之發展及標準制定為主，包括目視及儀器飛航，提供程序設計專業人士訂出屬於該機場之障礙物容許高度及範圍，確保航機起降無虞。目前世界各國均以 PANS-OPS 作為標準制定之依歸，然而美國 FAA 仍選擇使用自訂文件標準 (TERPS, Terminal Instrument Procedures)，當有任何特殊程序需發布時，則利用 ICAO SARPS (Standards and Recommended Practices) 文件予以補充。

1.2 PANS-OPS 相關文件

與 PANS-OPS 相關之文件尚有：制定機場標準之 Annex 14 (障礙物表面、跑道標示及燈光、障礙物標示及燈光等)、導航標準之 Annex 10、航空公告發布之 Annex 15、航圖標準之 Annex 4、航空器操作之 Annex 6。

1.3 PANS-OPS 文件架構

欲參考 PANS-OPS Doc.8168 文件前，須先了解其編排架構，係以 Part (I, II, III,...) – Section (1, 2, 3,...) – Chapter (1, 2, 3,...) – Paragraphs (1.1, 1.2, 1.3,...) 作為基礎，當課堂講師提到某一章節時，以此架構可快速查找至指定位置。

第 2 章 課程內容介紹

2.1 儀器進場程序

儀器進場程序 (IAP, Instrument Approach Procedure) 係預先設計之一系列飛行路線。航空器參考地面設施或飛行儀表完成自航路階段起銜接最初進場點 (IAF)、中間進場點 (IF)、最後進場點 (FAF) 至誤失進場點 (MAPt) 間之航段，並維持與地障 (Obstacle) 間之安全隔離 (圖 2.1.1)。儀航程序設計者需考量上述所有階段之保護空域及範圍，及程序是否產生噪音影響等問題，俾航空器駕駛操作順利且安全落地。

儀器進場程序分為非精確儀器進場程序 (NPA, Non-precision approach) 及精確儀器進場程序 (PA, Precision approach) 兩類，兩者之差異僅在精確儀器進場程序使用垂直方位導引 (vertical guidance)，Doc. 8168 上稱為 Approach procedure with vertical guidance (APV)，而非精確儀器進場程序則無此導引。

其中非精確儀器進場程序 (NPA) 係利用特高頻多向導航台 (VOR)、歸航台 (NDB)、測距儀 (DME) 及雷達 (Radar) 等地面助導航設備設計而成之進場程序；而精確儀器進場程序 (PA) 則以儀器降落系統 (ILS)、微波降落系統 (MLS) 或 GCA (軍機使用) 等地面助導航設備設計之進場程序。

茲將非精確儀器進場程序階段及精確儀器進場程序階段劃整理如下表列。
(表 2.1.1)

表 2.1.1 非精確儀器進場及精確儀器進場程序之比較表

| | 非精確儀器進場階段 | 精確儀器進場階段 |
|-----------------------------------|---|--|
| 到場階段 (Arrival Segment) | 自航路上所設定之定位點至最初進場定位點 (IAF) 間之航段，其目的為航路 (En-Route) 階段之後提供進場前之過渡 | 自所設定之定位點至最初進場定位點 (IAF) 間之航段，其目的為航路 (En-Route) 階段之後提供進場前之過渡 |
| 最初進場階段 (Initial Approach Segment) | 自最初進場定位點 (IAF) 至中間進場定位點 (IF) 或至最後進場定位點 (FAF) 間之航段 | 自最初進場定位點 (IAF) 至中間進場定位點 (IF) 或至最後進場點 (FAF) 間之航段 |
| 中間進場階段 (Intermediate) | 自中間進場定位點 (IF) 至最後進場定位點 | 自中間進場定位點 (IF) 至最後進場點 (FAF) 間 |

| | | |
|---|---|---|
| Approach Segment) | (FAF)間之航段，或自迴轉程序 (Reversal Procedure、Race-track Procedure) 末端至最後進場定位點 (FAF) 間之航段 | 之航段，或自迴轉程序 (Reversal Procedure、Race-track Procedure) 末端至最後進場點 (FAP) 間之航段 |
| 最後進場階段 (Final Approach Segment) 或精確階段 (Precision Segment) | 自最後進場定位點 (FAF) 至誤失進場點 (MAPt) 間之航段，在此階段中需完成對正跑道及下降，若航空器在最低下降高度無法目視跑道時，則須保持最低下降高度，直至誤失進場點 (MAPt)，實施誤失進場程序 | 自最後進場點 (FAP) 至誤失進場階段 (Missed Approach Segment) 之中間誤失進場時期 (Intermediate Missed Approach Phase) 間之航段，在此航段中須加入下滑道及下降高度，並於必要時實施誤失進場 |
| 誤失進場階段 (Missed Approach Segment) | 航空器無法繼續進場時，為利重新進場、加入待命航線或回到航路上所使用之程序 | 僅包含最後誤失進場時期 (Final Missed Approach Phase) |

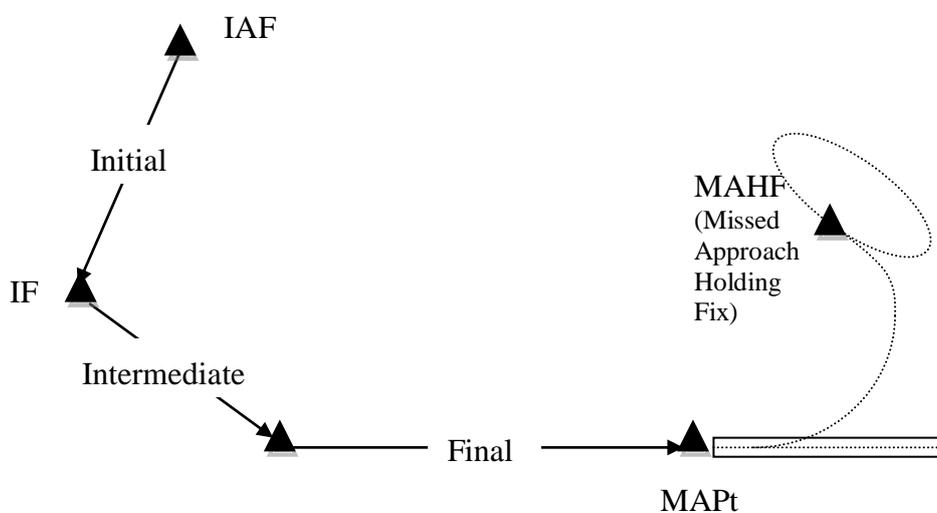


圖 2.1.1 進場程序階段示意圖

2.2 非精確儀器進場程序

非精確儀器進場程序主要考量參數 (Parameters) 包括：

- 路線設定 (Alignment)
- 長度 (Length)
- 下降梯度 (Decent Gradient)
- 保護範圍寬度 (Area Width)
- 最低障礙物間隔 (Minimum Obstacle Clearance, MOC)

2.2.1 非精確儀器進場之到場、最初、中間、最後進場階段

本節介紹非精確儀器進場程序中 5 個進場階段，而每個進場階段 (Segment) 均具備前揭五種參數，儀航程序設計者於設計程序時須加以考量。下表 (表 2.2.1) 整理非精確儀器進場程序各階段之設計準則：

表 2.2.1 各進場階段之設計準則 (誤失進場另詳述)

| 進場階段 設計準則 | 到場階段 (Arrival) | 最初進場 (Initial) | 中間進場 (Intermediate) | 最後進場 (Final) |
|---------------------|--|---|--|--|
| 相關說明 | 提供自航路 (En-Route) 階段至進場前之銜接 | 非必要階段。若無 Initial，則由航路經 IF 直接加入 Intermediate | 自 IF 至 FAF 間之航段，或自迴轉程序 (含 Reversal Procedure 及 RaceTrack Procedure) 末端至 FAF 間之航段 | 自 FAF 至誤失進場點 (MAPt) 間之航段。此階段中需完成對正跑道及下降，若航空器在最低下降高度無法目視跑道時，則須保持最低下降高度，直至 MAPt，實施誤失進場程序 |
| 路線設定 (Alignment) | 攔截角度 $\leq 120^\circ$ 當角度 $\geq 70^\circ$ 時，至少應提供 DTA (d = 4 km (2 NM))，俾順利完成轉彎 (圖 2.2.1) | 攔截角度 $\leq 120^\circ$ 於 IAF 點或 IF 點 (無 Initial 時) 開始轉彎 | 攔截角度 $\leq 120^\circ$ | CAT A/B 攔截角度： $\leq 30^\circ$ CAT C/D 攔截角度： $\leq 15^\circ$ Optimum = 0° (對 |

| | | | | |
|----------------------|--|--|---|---|
| | | | | 正跑道) 若無法符合此條件，則須採取迴轉程序 (Turn Procedure) 以對正最後進場航道 (FAT)(圖 2.2.5) 最後進場航道 (FAT) 與跑道中心線夾角之規定 (圖 2.2.6) |
| 長度 (Length) | 無限制，惟勿超過助導航設備所能提供服務之範圍 | MAX：無限制 MIN：需考量下降、轉彎、Fix tolerance 等因素 | MAX：15NM MIN：5NM Optimum：10NM (表 2.2.2) | MAX：10NM MIN：3NM Optimum：5NM (表 2.2.3) |
| 下降梯度 (Gradient) | 無限制 | MAX：8% Optimum：4% | MAX：5.2% Optimum：0% | MAX： 6.5% for CAT A/B 6.1% for CATC/D Optimum：5.2% |
| 保護區域 (Area Width) | 以距 IAF 點 25NM 為界:(圖 2.2.2.1&圖 2.2.2.2) 距 IAF 點 ≥ 25NM 者：自起始位置至 25NM 處適用航路標準，並於 25NM 處以 30° 角度加入最初進場階段，並適用最初進場標準。(W/2=5NM) 距 IAF 點 < 25NM 者：自起始位置以 30° 加入最初進場階段，並適用最初 | ➤ 一般狀況 Semi-width (W/2)：5NM Primary Area：2.5NM Secondary Area：2.5NM ➤ 以電台作為 IAF (圖 2.2.4) VOR 距 VOR 距離 (D) D ≤ 37NM 時： | 由 Initial (W/2 = 5.0NM) 連接至 Final (W/2 = 2.0NM) 階段 包含 Primary Area 及 Secondary Area | 視使用電台及位置決定寬度 VOR： W/2 = 1NM + tan 7.8° * D NDB： W/2 = 1.25NM + tan 10.3° * D |

| | | | | |
|----------------------|---|--|--|--|
| | 進場標準。 (W/2=5NM) | W/2=5NM D > 37NM 時： W/2=D*tan7.8° NDB 距 NDB 距離 (D) D ≤ 28NM 時： W/2=5NM D > 28NM 時： W/2=D*tan10.3° | | |
| 最低障礙物隔離 (MOC) | Primary Area : 300m / 984ft Secondary Area : 由內側至外側自 300m 線性遞減至 0m(圖 2.2.3) | Primary Area : 300m / 984ft Secondary Area : 由內側至外側自 300m 線性遞減至 0m | Primary Area : 150m / 492ft Secondary Area : 由內側至外側自 150m 線性遞減至 0m | 採用障礙物間隔高度/實際高度 (OCA/OCH) 表示。另當跑道頭標高低於機場標高超過 7ft 時，應使用跑道頭標高 有 FAF Primary Area : 75m / 246ft Secondary Area : 由內側至外側自 75m 線性遞減至 0m 無 FAF Primary Area : 90m / 295ft Secondary Area : 由內側至外側自 90m 線性遞減至 0m |

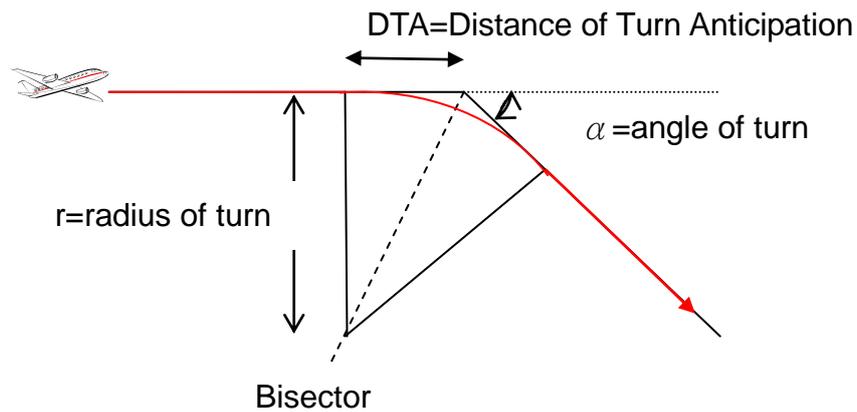


圖 2.2.1 DTA (Distance of Turn Anticipation) 示意圖

上圖 (圖 2.2.1) 中前置轉彎距離 (DTA) 計算公式如下：

$$DTA = r * \tan (\alpha / 2)$$

其中，

r = 轉彎半徑 (Turn Radius)

α = 轉彎角度 (Turn Angle)

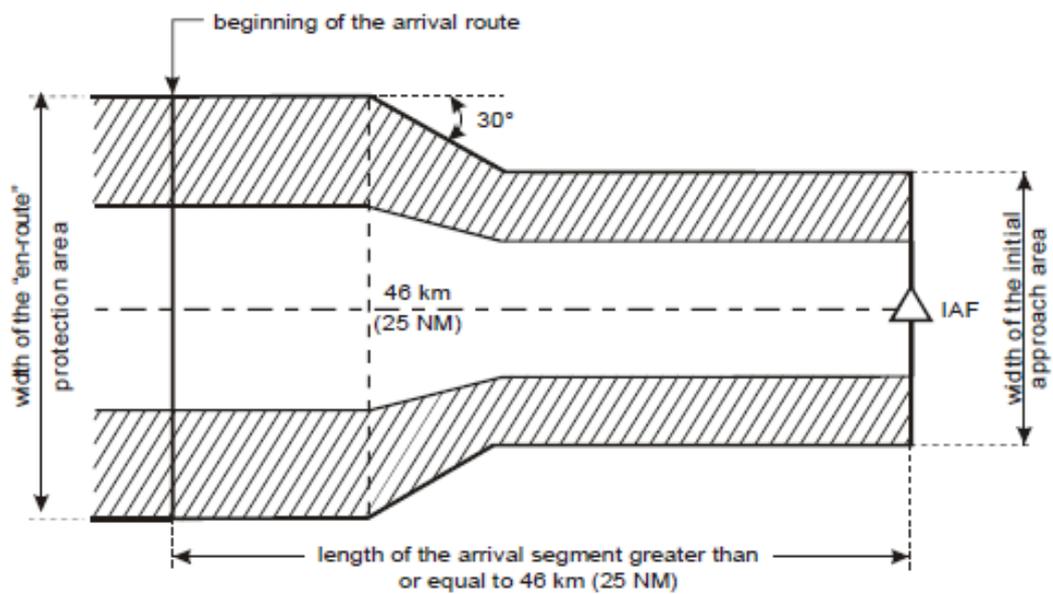


圖 2.2.2.1 到場階段：距 IAF 點 ≥ 25 NM，保護範圍及寬度示意圖

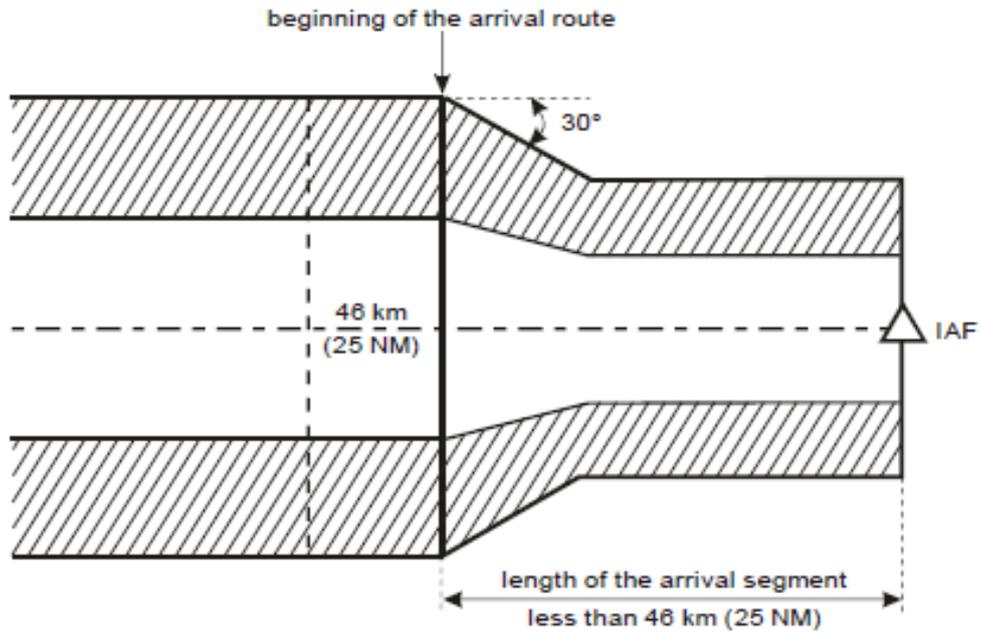


圖 2.2.2.2 到場階段：距 IAF 點 < 25NM，保護範圍及寬度示意圖

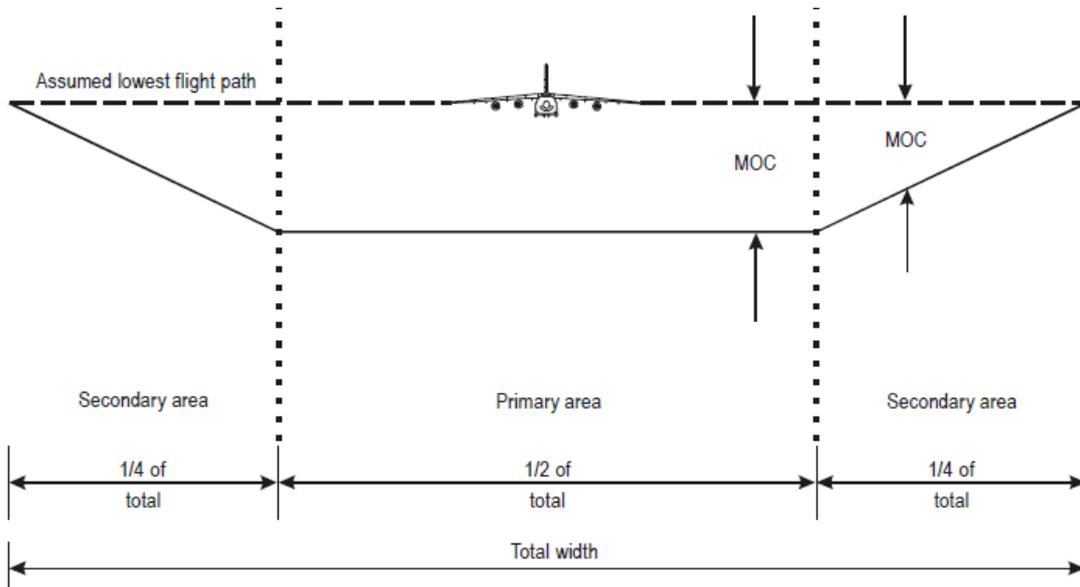


圖 2.2.3 MOC 於 Primary 及 Secondary Area 示意圖

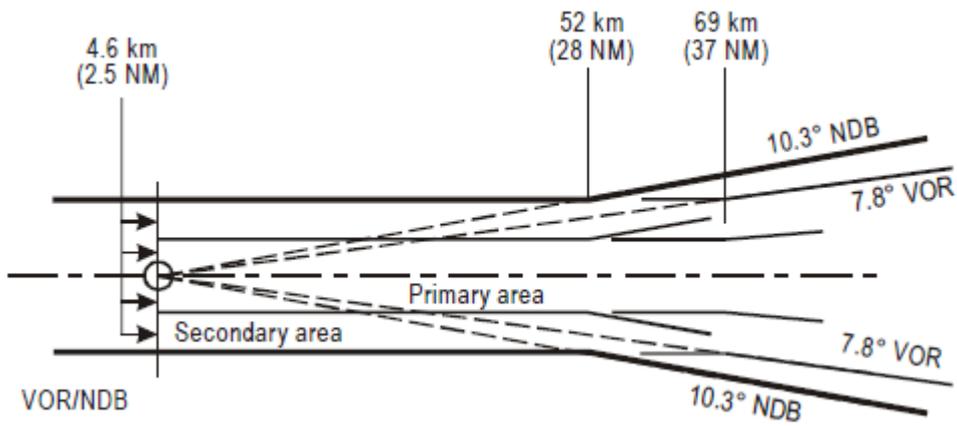


圖 2.2.4 以 VOR/NDB 電台作為 IAF 時之保護空域示意圖

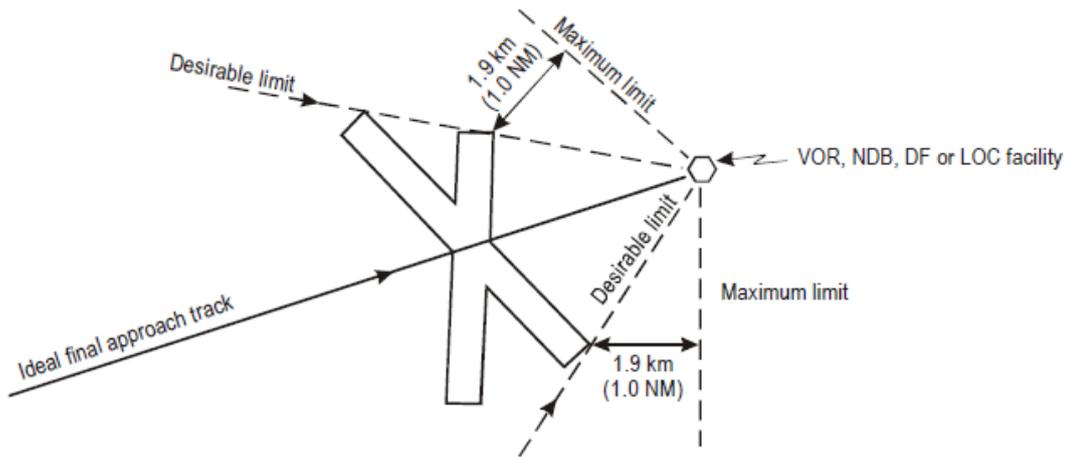


圖 2.2.5 Final 階段之繞場程序路線設定

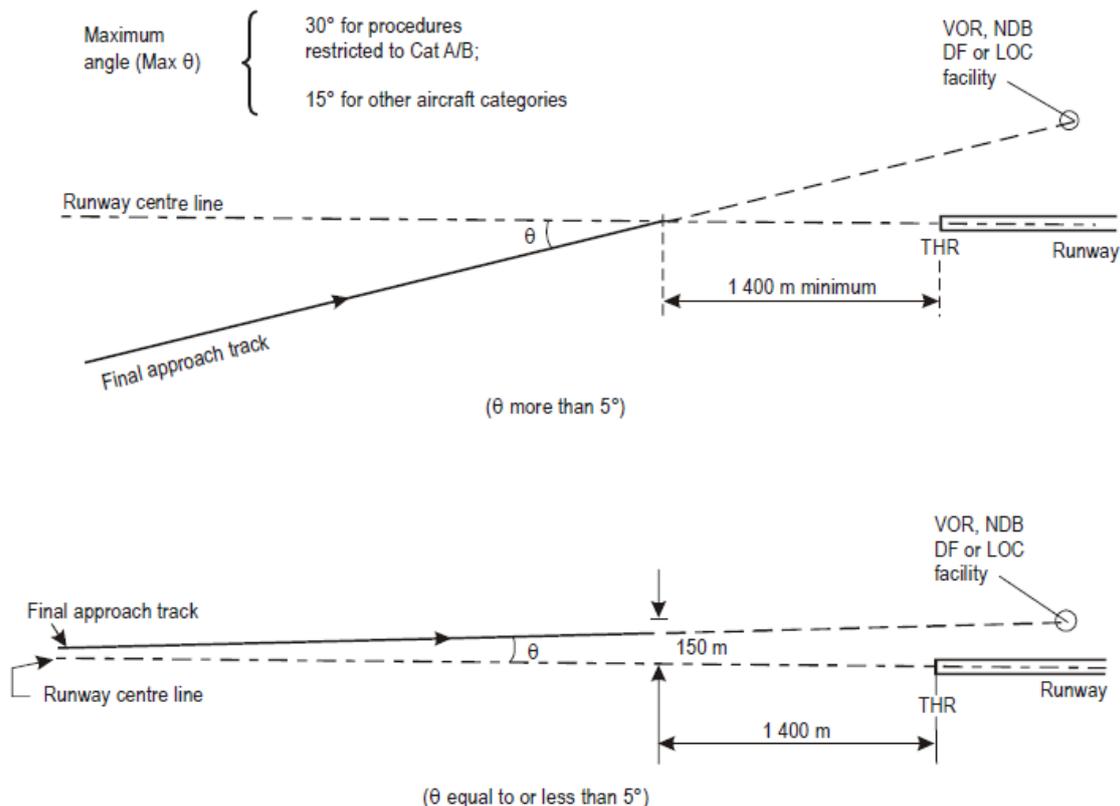


圖 2.2.6 最後進場航道（FAT）與跑道中心線夾角之相關規定

上圖例中，最後進場航道(FAT)與跑道中心延伸線交會處距離跑道頭(THR)須大於 1400m；如交會距離超過 1400m，則距離跑道頭 1400m 處，FAT 與跑道中心延伸線之距離不得超過 150m。

此外，當實施直接進場程序（Straight-in）時，對 A、B 類航空器，攔截角度不得超過 30°；對 C、D 類航空器，則不得超過 15°；如超過，則改以環繞進場（Circling approach）。

表 2.2.2 決定中間進場階段之最小長度

| <i>Interception angle (degrees)</i> | <i>Minimum track length</i> |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| 91 — 96 | 11 km (6 NM) |
| 97 — 102 | 13 km (7 NM) |
| 103 — 108 | 15 km (8 NM) |
| 109 — 114 | 17 km (9 NM) |
| 115 — 120 | 19 km (10 NM) |
| Cat H | |
| 61 — 90 | 5.6 km (3 NM) |
| 91 — 120 | 7.4 km (4 NM) |

前表列 2.2.2 係當中間進場點 (IF) 之轉彎攔截角度超過 90° 時 (最大不得超過 120°), 中間進場階段之長度所需最小之距離, 角度愈大, 所需之長度愈長, 於進入最後進場階段前達到穩定狀態。

表 2.2.3 決定最後進場階段之最小長度

| Aircraft category | Magnitude of turn over FAF | | | |
|---|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 10° or less | 20° | 30° | 60° |
| D and D _L | 5.6 km (3.0 NM) | 5.6 km (3.0 NM) | 6.5 km (3.5 NM) | |
| E | 5.6 km (3.0 NM) | 6.5 km (3.5 NM) | 7.4 km (4.0 NM) | |
| H | 1.9 km (1.0 NM) | 2.8 km (1.5 NM) | 3.7 km (2.0 NM) | 5.6 km (3.0 NM) |
| The values in this table may be interpolated. If turns of more than 30° (Cat H, 60°) are required, or if the minimum lengths specified in the table are not available for the procedure, straight-in minimums are not authorized and only the circling OCA/H should be published. | | | | |

上表列 2.2.3 顯示最後進場階段所需之最小長度要求 (3NM), 最大為 10NM, 最佳為 5NM。

2.2.2 誤失進場程序 (Missed approach procedure)

誤失進場程序 (MAP) 係當航機於最後進場階段無法繼續進場時，自誤失進場定位點 (MAPt) 始，爬升至特定高度，並至指定之待命航線、準備使用其他進場程序重新進場或重新加入航路。每個進場程序均會設計一個誤失進場程序，避免航機無法順利降落。

誤失進場階段 (Phases of missed approach segment)

誤失進場程序 (MAP) 依實施過程分為三個時期 (Phases)。此外，誤失進場依航向軌跡可分為：直線誤失進場 (Straight Missed Approach) 及轉彎誤失進場 (Turning Missed Approach) 兩種。

其中，直線誤失進場係指誤失進場之航向軌跡與最後進場航道 (FAT) 之夾角小於或等於 15° 。保護範圍取決於所使用之助導航電臺 (NDB 分歧角為 10.3° ，VOR 分歧角為 7.8°)，若無可用之助導航電臺參考，則改採以 15° 分歧角向外擴散作為保護範圍。(圖 2.2.7)

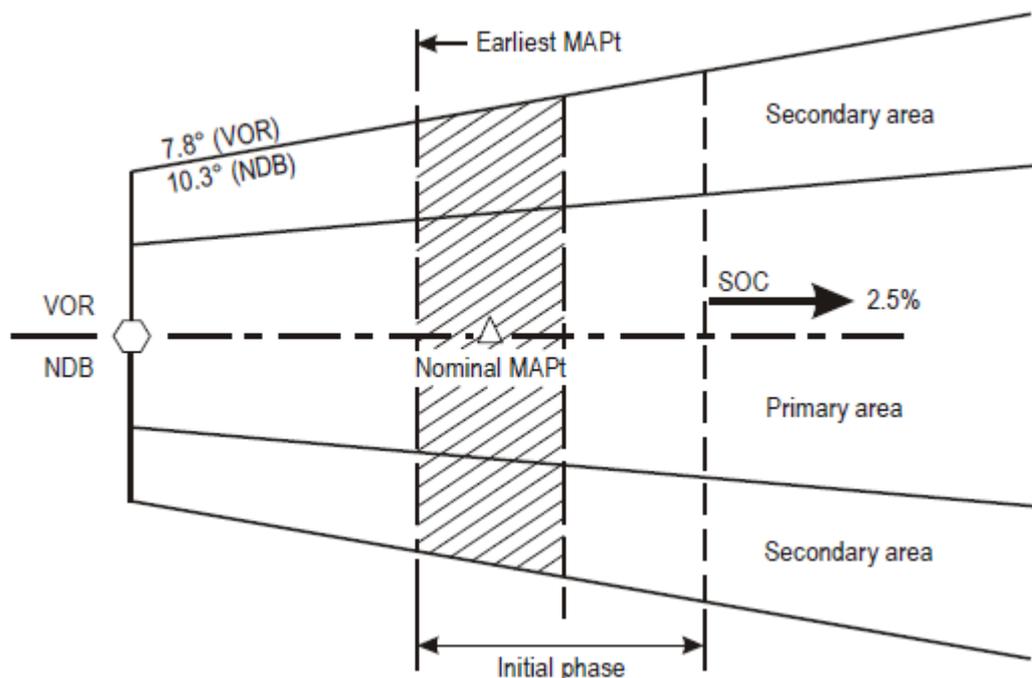


圖 2.2.7 直線誤失進場示意圖

以下針對直線誤失進場（Straight Missed Approach）說明誤失進場階段之三個時期及條件：

- 最初誤失進場時期（Initial Missed Approach Phase）
 1. 自最初誤失進場點（Earliest MAPt）起，延伸至起始爬升點（SOC，Start Of Climb）止。
 2. 路線方向（Alignment）：與最後進場航道（FAT）相同。
 3. 梯度（Gradient）：持平飛角度，供駕駛員操作及反應後續重飛程序，此時期亦不參考地面助導航設備。
 4. MOC：採計最後進場階段（Final segment）之 MOC（75m 或 90m）。
 5. 計算最初誤失進場時期長度公式如下：（圖 2.2.8）

$$\text{Distance of (MAPt-SOC)} = \text{ATT} + d + x$$

其中，

- 航跡容許值（ATT，Along track tolerance）與使用之導航設備相關，以使用 DME 為例：其 ATT 值為 $\pm (0.25+0.0125D)$ ，D 為距該 DME 之距離。
- d = 駕駛員反應時間（3 sec）所飛行之距離。
- x = 航機的操作反應時間（15 sec）所飛行之距離。

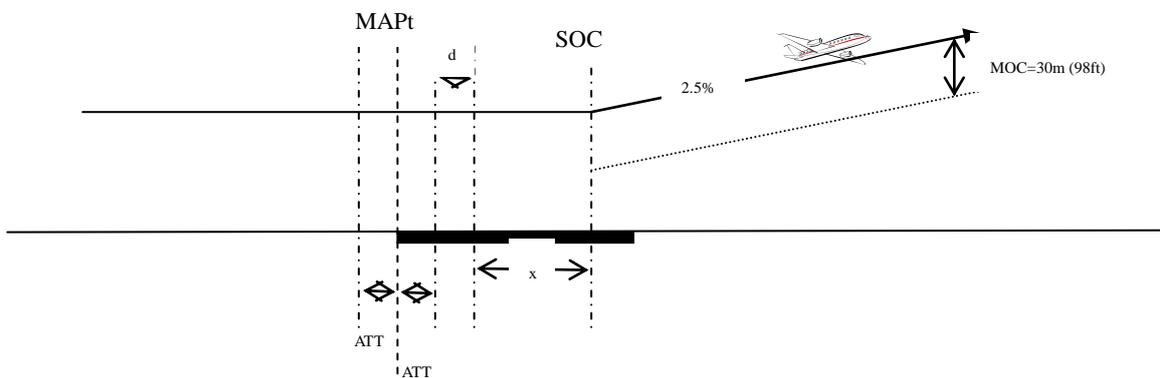


圖 2.2.8 最初誤失進場時期示意圖

- 中間誤失進場時期 (Intermediate Missed Approach Phase)

1. 自起始爬升點 (SOC) 起，至初始建立並維持 MOC=50m (164ft) 止。
2. 路線方向 (Alignment)：與最初誤失進場時期夾角不得超過 15°。
3. 梯度 (Gradient)：2.5% (0.025)
4. MOC：Primary area 為 30m (98ft)；Secondary area 由內側至外側自 30m (98ft) 線性遞減至 0m。 (圖 2.2.9)
5. 評估中間誤失進場時期之地面障礙物時，若遭遇地障超過原採計之最後進場階段之 MOC (75m/246ft 或 90m/295ft) 時，透過以下三種方法可解決地障突出 (Penetration) 之問題：
 - (1) 增加最後進場階段之 OCH；
 - (2) 調整 MAPt 位置 (提早爬升)；
 - (3) 提高爬升梯度 (Gradient)。
6. 中間誤失進場時期標準爬升梯度 (Gradient=2.5%) 之障礙物間隔高度/實際高度 (OCA/OCH)，應標明公布於儀器進場圖上，如有特殊異於標準爬升梯度，其相關之障礙物間隔高度/實際高度，亦應一併加註於航圖上，供駕駛員選擇適合該航空器之爬升梯度。

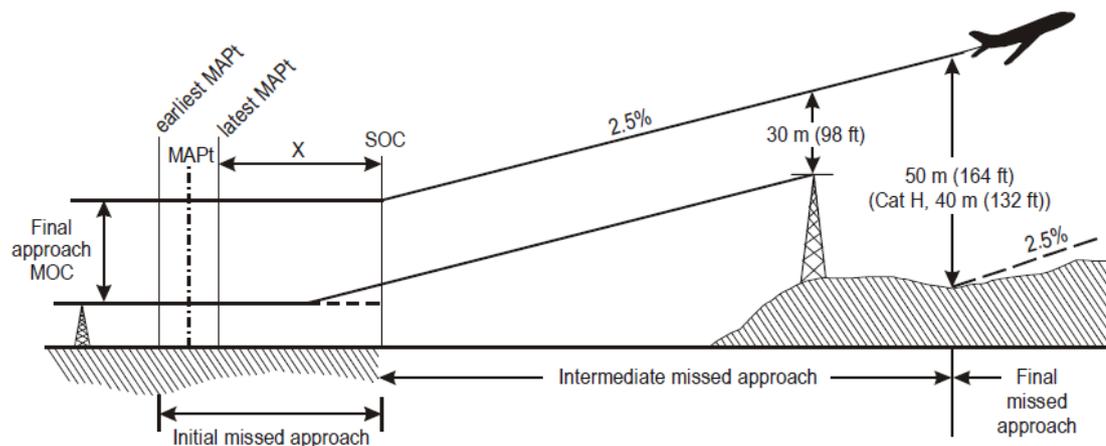


圖 2.2.9 各誤失進場時期之 MOC 定義

- 最後誤失進場時期 (Final Missed Approach Phase)

1. 自中間誤失進場時期之終點 (初始建立並維持 MOC=50m (164ft) 之位置) 起，至另一進場程序之起始點、等待航線待命點或重新加入航路之航點。此時期可能執行轉彎程序。
2. 梯度 (Gradient)：2.5% (0.025)。

3. MOC : Primary area 為 50m (164ft) ; Secondary area 由內側至外側自 50m (164ft) 線性遞減至 0m 。

以下針對轉彎誤失進場 (Turning Missed Approach) 說明如下：

當最後進場航道 (FAT) 與誤失進場航道兩者夾角超過 15° 者，稱為轉彎誤失進場。

轉彎誤失進場 (Turning Missed Approach) 共計有三種模式：

- 於固定轉彎高度 (Turn at TNA/H)
- 於航點 / 助航設施點轉彎 (Turn at Fix / Facility)
- 於誤失進場點處轉彎 (Turn at MAPt)

相關轉彎程序所使用之參數詳列如下表 (表 2.2.3)：

表 2.2.3 轉彎誤失進場程序使用之參數表

| 項目 | 值 / 說明 |
|--------------------------------------|---|
| 指示空速 IAS | 依航空器分類查表可得 (表 2.2.4) |
| 真空速 TAS | 由指示空速換算可得 (表 2.2.5)，另需參考機場跑道頭標高外加 1000 呎作為空速轉換因子 (factor) |
| 順風影響 | 真空速加計 30 KT |
| 轉彎角度 Bank | 15° |
| 航點 / 助航設施誤差 Fix Tolerance | 視使用之助航設施而定 |
| 飛航誤差 FTT, Flight Technical Tolerance | 包含駕駛員及航空器反應時間 (共計 6 秒) 所走之距離 |

表 2.2.4 依航空器分類之指示空速對照表

| Aircraft category | V _{at} | Range of speeds for initial approach | Range of final approach speeds | Max speeds for visual manoeuvring (circling) | Max speeds for missed approach | |
|-------------------|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------|----------|
| | | | | | Intermediate | Final |
| A | <91 | 90/150(110*) | 70/100 | 100 | 100 | 110 |
| B | 91/120 | 120/180(140*) | 85/130 | 135 | 130 | 150 |
| C | 121/140 | 160/240 | 115/160 | 180 | 160 | 240 |
| D | 141/165 | 185/250 | 130/185 | 205 | 185 | 265 |
| E | 166/210 | 185/250 | 155/230 | 240 | 230 | 275 |
| H | N/A | 70/120** | 60/90*** | N/A | 90 | 90 |
| Cat H (PinS)*** | N/A | 70/120 | 60/90 | NA | 70 or 90 | 70 or 90 |

表 2.2.5 轉換因子對照表（指示空速→真空速）

| Altitude (feet) | Conversion factor | | | | | | | |
|--------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | ISA-30 | ISA-20 | ISA-10 | ISA | ISA+10 | ISA+15 | ISA+20 | ISA+30 |
| 0 | 0.9465 | 0.9647 | 0.9825 | 1.0000 | 1.0172 | 1.0257 | 1.0341 | 1.0508 |
| 1 000.0 | 0.9601 | 0.9787 | 0.9969 | 1.0148 | 1.0324 | 1.0411 | 1.0497 | 1.0667 |
| 2 000.0 | 0.9740 | 0.9930 | 1.0116 | 1.0299 | 1.0479 | 1.0567 | 1.0655 | 1.0829 |
| 3 000.0 | 0.9882 | 1.0076 | 1.0266 | 1.0453 | 1.0637 | 1.0728 | 1.0818 | 1.0995 |
| 4 000.0 | 1.0027 | 1.0225 | 1.0420 | 1.0611 | 1.0799 | 1.0892 | 1.0984 | 1.1165 |
| 5 000.0 | 1.0175 | 1.0378 | 1.0577 | 1.0773 | 1.0965 | 1.1059 | 1.1153 | 1.1339 |
| 6 000.0 | 1.0327 | 1.0534 | 1.0738 | 1.0938 | 1.1134 | 1.1231 | 1.1327 | 1.1517 |
| 7 000.0 | 1.0481 | 1.0694 | 1.0902 | 1.1107 | 1.1307 | 1.1406 | 1.1505 | 1.1699 |
| 8 000.0 | 1.0639 | 1.0857 | 1.1070 | 1.1279 | 1.1485 | 1.1586 | 1.1686 | 1.1885 |
| 9 000.0 | 1.0801 | 1.1024 | 1.1242 | 1.1456 | 1.1666 | 1.1770 | 1.1872 | 1.2075 |
| 10 000.0 | 1.0967 | 1.1194 | 1.1418 | 1.1637 | 1.1852 | 1.1958 | 1.2063 | 1.2270 |

- 於固定高度轉彎模式（TNA/H）
 1. 最初轉彎點（TP，Turn Point）：自起始爬升點（SOC）起，至達到指定高度止開始進行轉彎程序，該轉彎位置點稱為最初轉彎點（TP）。
 2. 轉彎初始區域（TIA，Turn Initiation Area）：係由最初誤失進場點（early MAPt），至航空器爬升達固定轉彎高度（TNA/H）之位置止。
 3. 轉彎內側保護範圍以轉彎角度是否超過 75° 作為區分，示意圖如圖 2.2.10 及圖 2.2.11 所示。
 4. 轉彎外側保護範圍應考量駕駛員及航空器反應時間（c=6 秒）及風螺旋效應。
 5. MOC：Primary area 為 50m（164ft）；Secondary area 由內側至外側自 50m（164ft）線性遞減至 0m。（TIA 範圍內之 MOC 係取自 TNA/H 所使用之 MOC）
 6. 若轉彎高度恰與障碍物間隔高度/實際高度（OCA/OCH）相同，則中間誤失進場時期（Intermediate Missed Approach Phase）將不予考慮，直接由最初誤失進場時期進入最後誤失進場時期（Final Missed Approach Phase）。

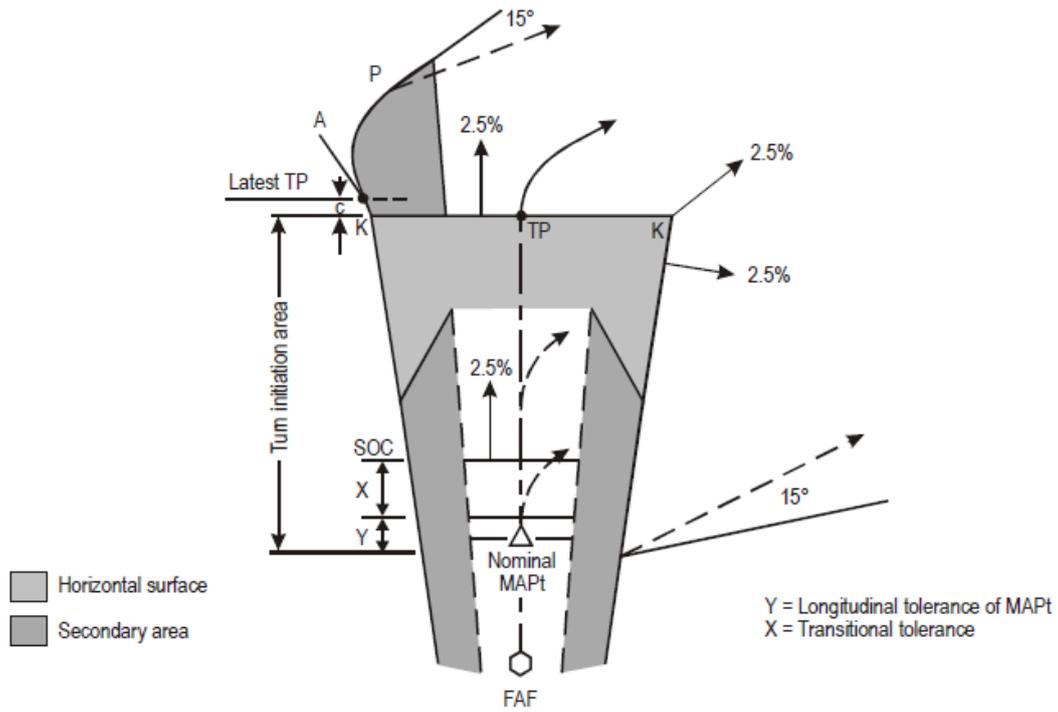


圖 2.2.10 固定高度轉彎模式轉彎角度少於 75°

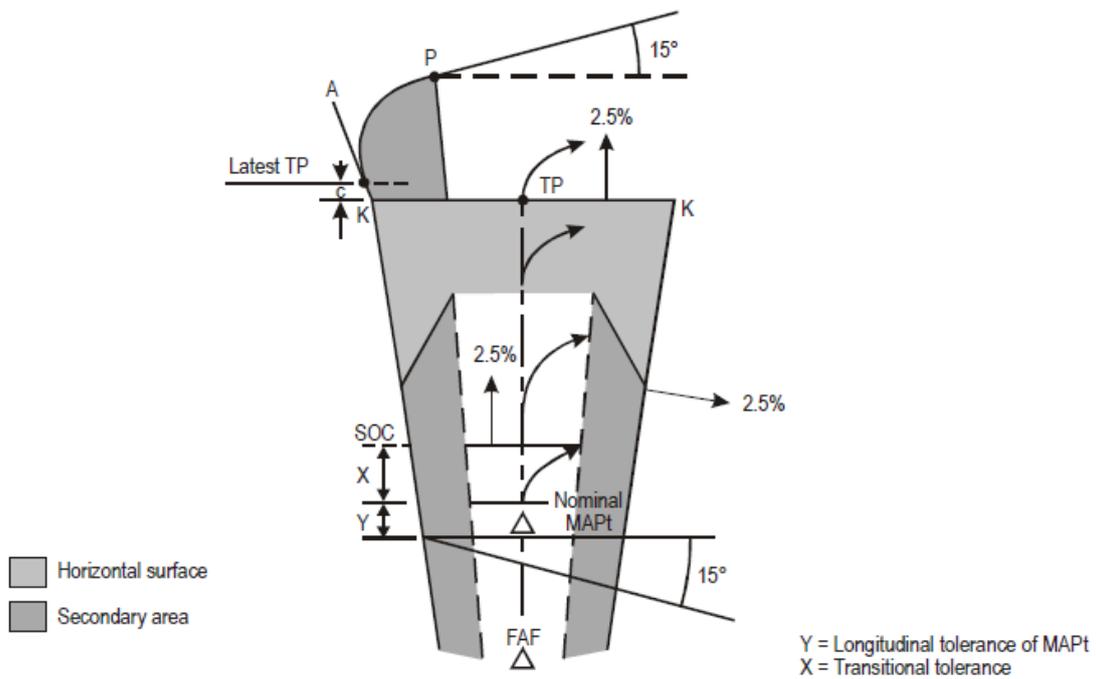


圖 2.2.11 固定高度轉彎模式轉彎角度大於 75°

● 於航點 / 助航設施點轉彎 (Turn at Fix / Facility)

1. 最初轉彎點 (TP) 係以一特定航點 (Fix)、助導航設施 (Facility) 或助導航設施所定義之航點作為轉彎參考點，主要目的在於避免誤失進場路線之障礙物影響。
2. 轉彎內側保護邊界自最初轉彎點 TP (此處定義為 K 點)，平行正常飛行航道 (nominal flight path) 向外擴展 15° 。
3. 轉彎外側保護範圍應考量駕駛員及航空器反應時間 ($c=6$ 秒) 及風螺旋效應。(圖 2.2.12)
4. MOC : Primary area 為 50m (164ft) ; Secondary area 由內側至外側自 50m (164ft) 線性遞減至 0m。

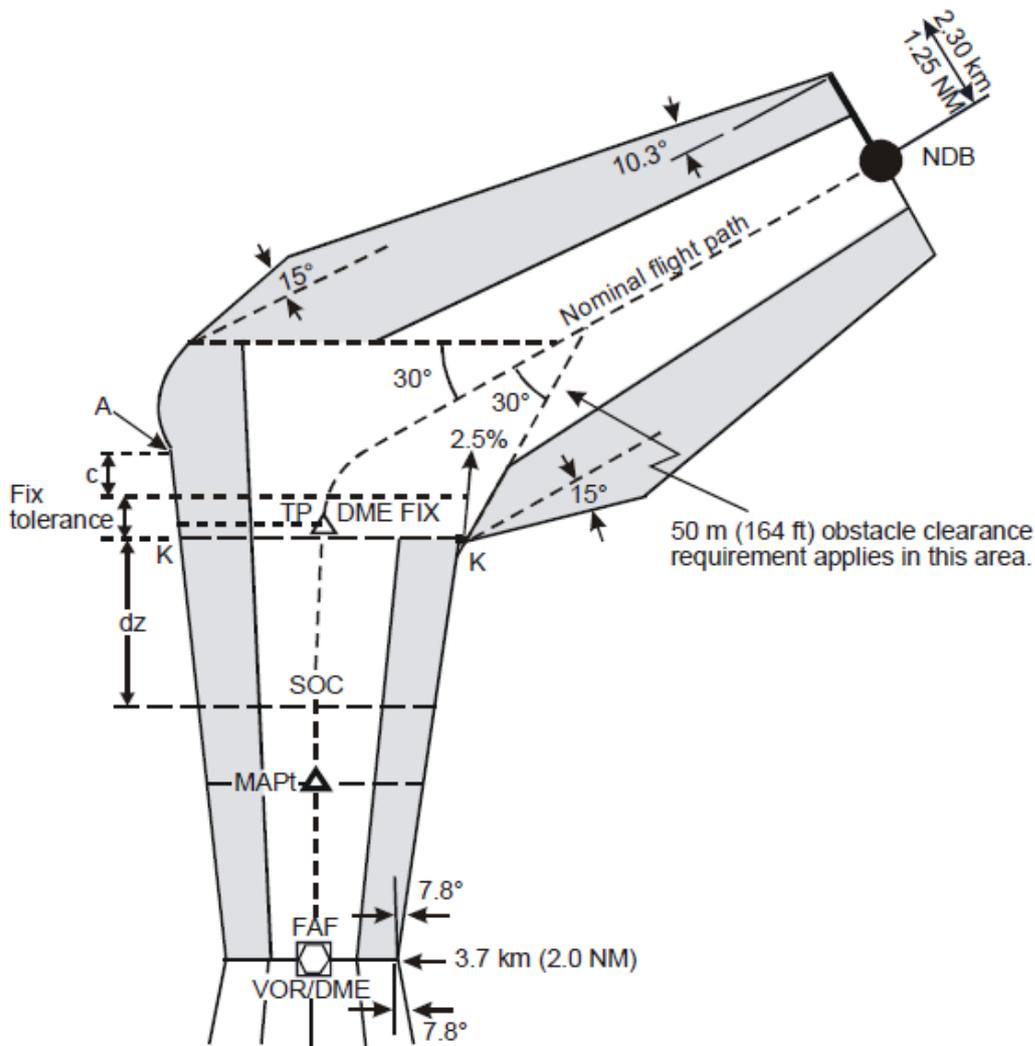


圖 2.2.12 助航設施點轉彎模式示意圖

- 於誤失進場點處轉彎 (Turn at MAPt)

1. 當駕駛員嘗試建立爬升路線及隨後之轉彎路線時，可採行此模式。
2. MOC : Primary area 為 50m (164ft) ; Secondary area 由內側至外側自 50m (164ft) 線性遞減至 0m 。
3. 轉彎範圍自最初誤失進場點 (earliest MAPt) 至起始爬升點 (SOC)。(圖 2.2.13)
4. 因轉彎高度與障碍物間隔高度/實際高度 (OCA/OCH) 相同，故中間誤失進場時期 (Intermediate Missed Approach Phase) 不予考慮，直接由最初誤失進場時期進入最後誤失進場時期 (Final Missed Approach Phase)。

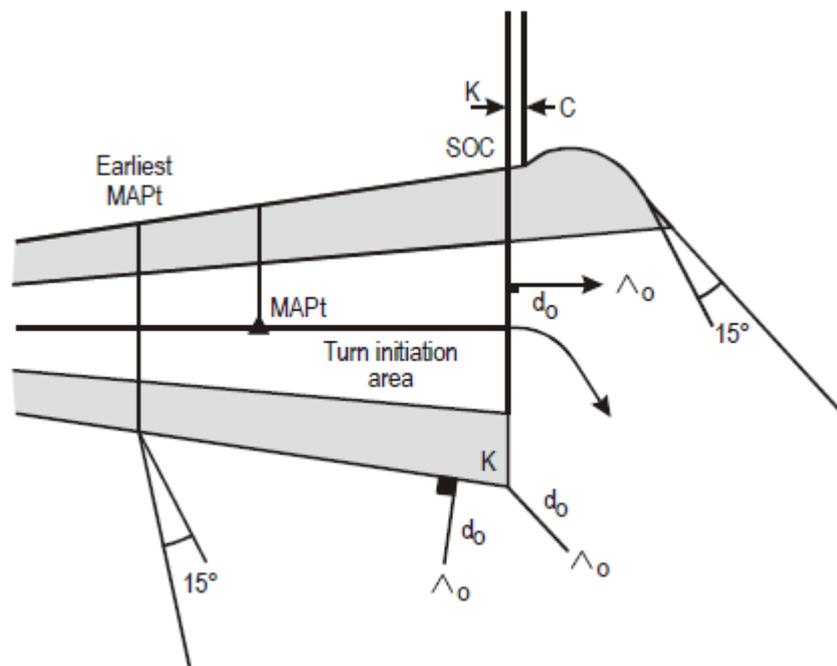


圖 2.2.13 誤失進場點處轉彎模式示意圖 (轉彎角度超過 15°)

2.3 迴轉程序 Reversal procedure

於最初進場階段使用迴轉程序（Reversal procedure）之主要目的，在於使航空器於中間進場或最後進場階段之前達到預期高度。主要分為兩大類：Procedure turn 及 Base turn，其中 Procedure turn 又可分細為兩種：45°/180° procedure turns 及 80°/260° procedure turns。此外，Race-track procedure 使用之目的亦與迴轉程序相同，故於此節一併介紹。（圖 2.3.1）

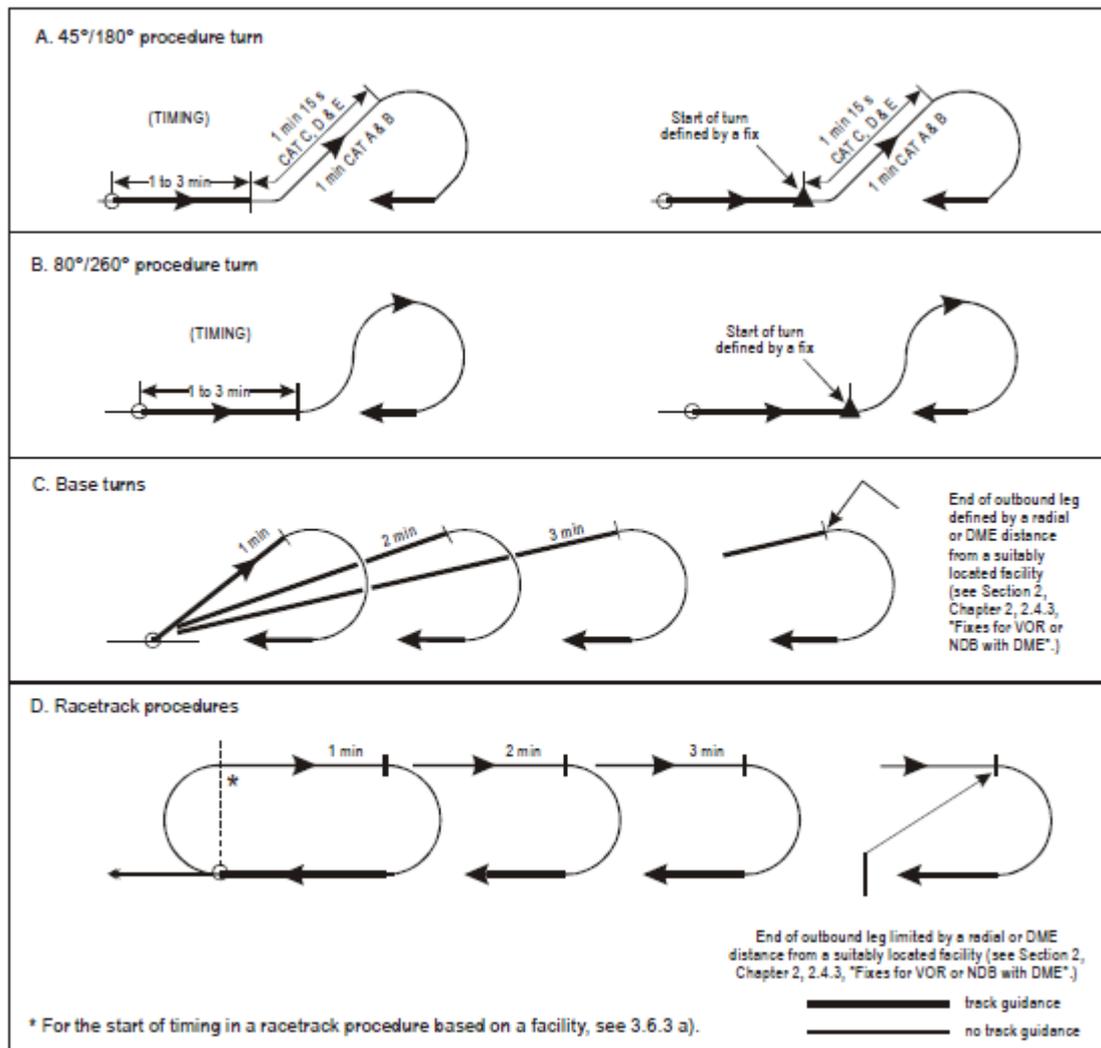


圖 2.3.1 迴轉程序（reversal procedure）

2.3.1 起始點

Base turn 之起始點：助航設施（facility）

Procedure turn 之起始點：助航設施（facility）或參考航點（fix）

2.3.2 使用時機

- 最初進場點（IAF）所參考之助航設施或航點位於機場附近。
- 於中間進場點（IF）轉彎轉度超過 70°，且無足夠助航資訊供參考加入中間進場階段。
- 於中間進場點（IF）轉彎轉度超過 120°時。

2.3.3 下降率

由於當進行迴轉程序時，真實的航跡長度可能為變動無法界定，故下降梯度（descent gradient）無法明確定義。惟下降率可依航機種類（Category）來區別，透過下降率及下降總高度差即可計算出由加入最初進場點（IAF）至離開最後進場點（FAF）所需消耗之總時間。（表 2.3.1）

表 2.3.1 迴轉程序定義（Inbound / outbound）之最大及最小下降率

| | | <i>Maximum*</i> | <i>Minimum*</i> |
|----------------|-------------|--------------------------|------------------------|
| Outbound track | Cat A/B | 245 m/min (804 ft/min) | N/A |
| | Cat C/D/E/H | 365 m/min (1 197 ft/min) | N/A |
| Inbound track | Cat A/B | 200 m/min (655 ft/min) | 120 m/min (394 ft/min) |
| | Cat H | 230 m/min (755 ft/min) | N/A |
| | Cat C/D/E | 305 m/min (1 000 ft/min) | 180 m/min (590 ft/min) |

2.3.4 保護區域

繪製 racetrack 保護區域之前，需先決定進入點（IAF）之高度及航空器種類（Category）速度，用以選取合適之圖版模型。本次之實習課程有機會練習繪製儀航程序，其中一項即利用 VOR 作為 IAF 及 FAF，最後完成 racetrack 之保護區域，以下簡述繪製步驟：

- 依據該區域之最低區域高度（MSA，Minimum sector altitudes）決定最初進場高度（Initial altitude=3200ft），及航空器種類（Category）/ 速度（CAT C = 240 KT），選擇 RT 9 作為圖版模型。（圖 2.3.2）
- 將該圖版模型之透明片置於圖紙上，並將圖版模型左下方之 VOR 小區

塊重疊置於 1:250,000 比例之地圖中使用之 VOR (IAF) 位置，並於圖紙勾勒該區塊。

- 決定 **outbound / inbound track** 之長度為 1 分鐘，依照透明片上 1 分鐘之範圍，於圖紙先描繪一基本之 **racetrack**。
- 於圖紙上繪製與最後進場航道 (FAT) 夾角 70° 之線。
- 移動圖版模型透明片之紅點，依序對準圖紙上 VOR 小區塊四個邊角，並使 **inbound / outbound track** 平行於圖紙上之最後進場航道 (FAT)，將紅點對準所有四個邊角為中心，描繪涵蓋之 1 分鐘範圍之保護線於圖紙上。
- 逆時鐘旋轉透明片使 **inbound / outbound track** 平行於圖紙上 70° 之線，將紅點對準所有四個邊角為中心，描繪涵蓋之 **Wind Spiral** 範圍之保護線於圖紙上。
- 將透明片旋轉至原位，E 點對準 VOR 小區塊右邊 2 個邊角，描繪涵蓋之 1 分鐘範圍之保護線於圖紙上。
- 將上開所有保護線最大範圍以切線方式連結即為該 **racetrack** 之主要保護區 (**Primary area**)，向外延伸 2.5NM 即為次保護區 (**Secondary area**)。(圖 2.3.3)

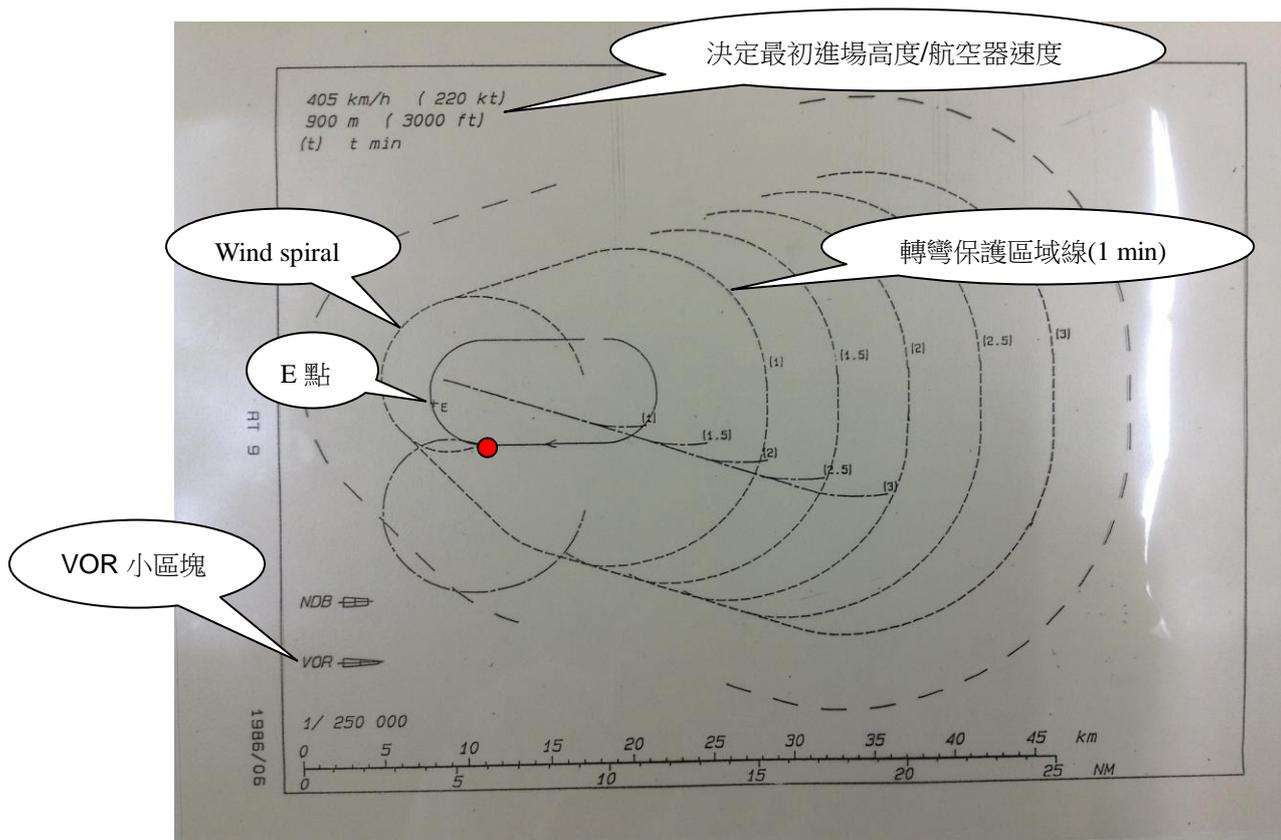


圖 2.3.2 Racetrack (RT 9) 圖版模型透明片

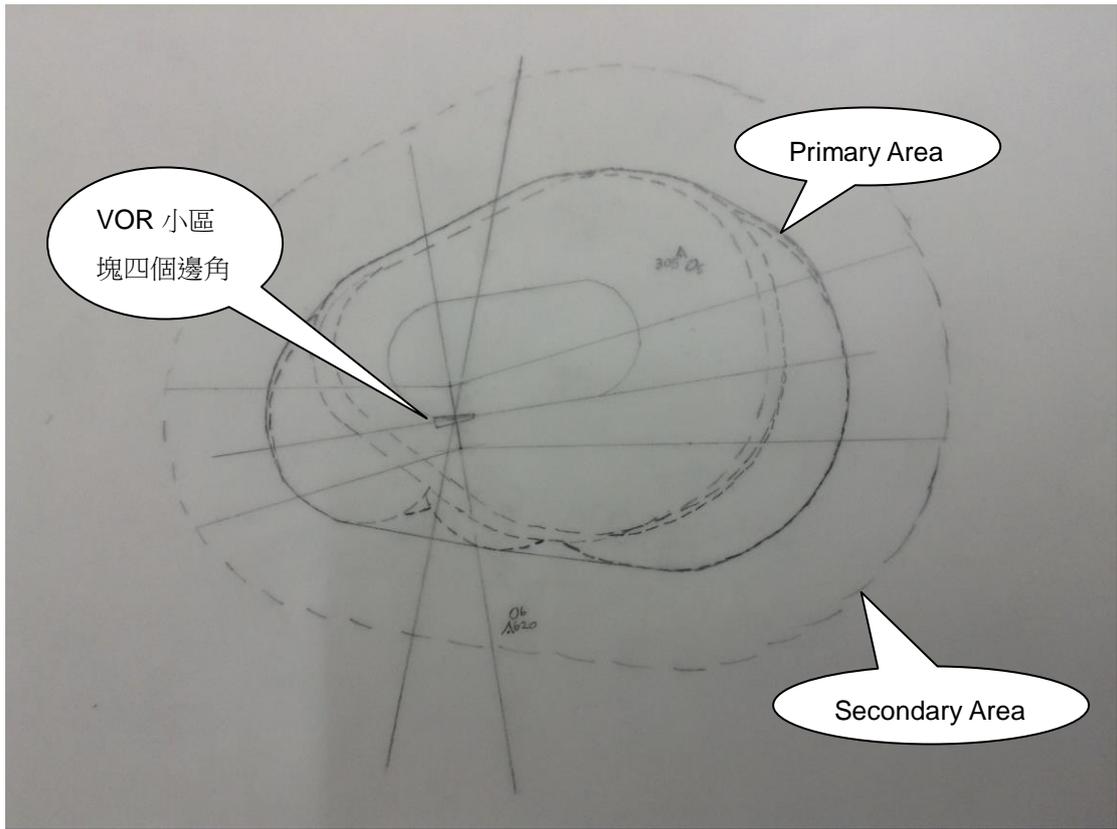


圖 2.3.3 Racetrack 最後完成結果 (圖紙)

2.4 目視繞場程序 Visual manoeuvring (circling) procedure

與目視進場程序 (visual approach procedure) 不同處為：目視繞場程序為一儀器進場程序，需設計相關之保護空域；而目視進場程序則非屬於儀器進場程序。

2.4.1 使用時機

目視繞場程序使用時機在於：若設計儀航程序時，受限於機場附近地理位置或地障因素等，無法滿足前述章節所規定之路線設定 (Alignment) 或下降梯度 (Gradient)，可考慮採用目視繞場程序進場。

2.4.2 使用參數

- 指示空速 (IAS)：依航空器種類 (Category) 決定。(表 2.2.3)
- 真空速 (TAS)：由指示空速換算可得 (表 2.2.4)，另需參考機場標高 (aerodrome elevation) 外加 1000ft (300m) 作為空速轉換因子 (factor)。
- 順風影響：真空速加計 25 KT。
- 直線階段 (straight segment)：最後進場航道直線部分，依各類航空器種類 (category) / 指示空速 (IAS) 表定義之。(表 2.4.1)
- 轉彎角度 (bank)：25°。
- 轉彎率公式：
$$r = \frac{V^2}{68625 \cdot \tan \alpha}$$
- 轉彎半徑公式：
$$\bar{R} = 2r + \text{straight segment}$$

表 2.4.1 目視繞場轉彎率加計直線距離

| Category of aircraft/IAS (kt) | A/100 | B/135 | C/180 | D/205 | E/240 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| TAS at 2 000 ft MSL + 25 kt wind factor (kt) | 131 | 168 | 215 | 242 | 279 |
| Radius (r) of turn (NM) | 0.69 | 1.13 | 1.85 | 2.34 | 3.12 |
| Straight segment (NM) (this is a constant value independent of aerodrome elevation) | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.70 |
| Radius (R) from threshold (NM) | 1.68 | 2.66 | 4.20 | 5.28 | 6.94 |
| Note.— Radius from threshold (R) = 2r + straight segment. | | | | | |

2.4.3 路線設定 (Alignment)

目視繞場進場航道種類甚多 (圖 2.4.1)，茲摘列三項原則如下：

- 最後進場航道 (FAT) 延伸線跨越雙跑道之交叉中心。
- 最後進場航道 (FAT) 延伸線跨越最後下滑面 (landing surface)。
- 最後進場航道 (FAT) 延伸線通過最後下滑面 1NM 距離內。(圖 2.4.2)

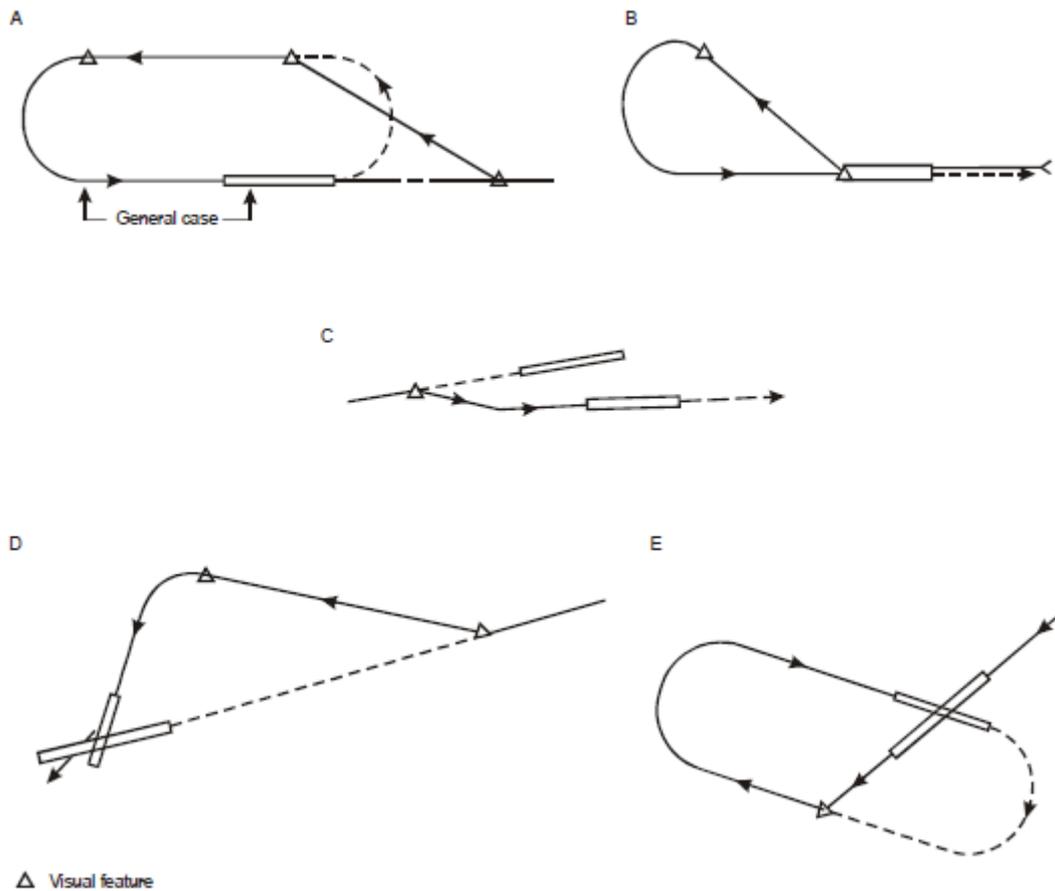


圖 2.4.1 一般常見之目視繞場路線

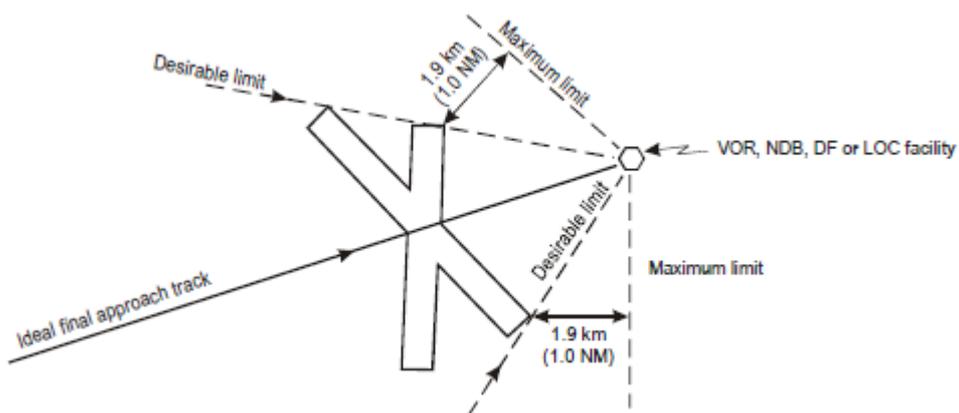


圖 2.4.2 目視繞場進場航道限制

2.4.4 最低障礙物間隔 (MOC) 及障礙物間隔高度 (OCH)

於目視繞場保護區內之所有障礙物，均須以表 2.4.2 評估後，方得最終障礙物間隔高度 (OCA/H)。首先，先將該區域內最高之障礙物高度加上表列第二欄之最低障礙物間隔 (MOC)，再和第三欄之最低障礙物間隔高度 (OCH) 比較，取其高者作為該區域之最終障礙物間隔高度 (OCH)。

此外，由於 PANSOPS 設計儀航程序之概念，並不考量能見度 (visibility) 因素，故表格第四欄「最低能見度限制」應是本文件唯一出現能見度之處。

表 2.4.2 目視繞場之最低障礙物間隔高度評估表

| <i>Aircraft category</i> | <i>Obstacle clearance m (ft)</i> | <i>Lower limit for OCH above aerodrome elevation m (ft)</i> | <i>Minimum visibility km (NM)</i> |
|--------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------------|
| A | 90 (295) | 120 (394) | 1.9 (1.0) |
| B | 90 (295) | 150 (492) | 2.8 (1.5) |
| C | 120 (394) | 180 (591) | 3.7 (2.0) |
| D | 120 (394) | 210 (689) | 4.6 (2.5) |
| E | 150 (492) | 240 (787) | 6.5 (3.5) |

2.4.5 保護區域

目視繞場之保護區繪製方式相較 racetrack 保護區為簡易。首先，依照 2.4.2 節公式計算出各類航空器之轉彎率 (r) 及轉彎半徑 (R)。接續再以各跑道頭 (RWY threshold) 為圓心，轉彎半徑 (R) 為半徑繪製四個圓。再將各圓外部之間以切線方式連結成一大範圍面積，此即為目視繞場之主要保護區域 (primary area)。由於航空器空速愈低者，所計算出之轉彎半徑 (R) 將愈小，故所繪製之保護範圍亦將愈小，下圖 2.4.3 及圖 2.4.4 說明此情形。

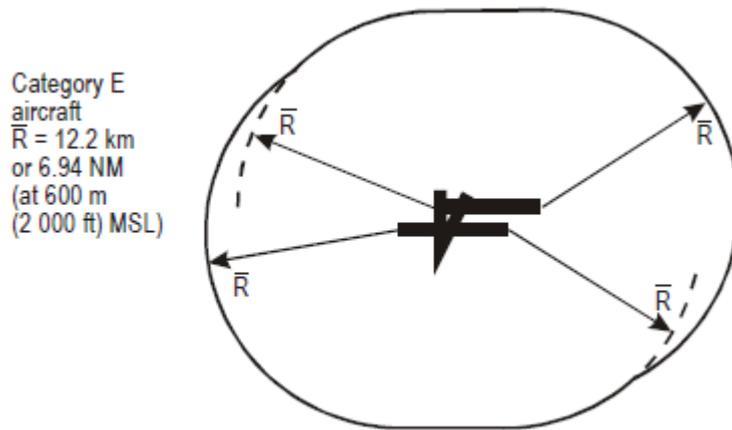


圖 2.4.3 Cat E 航空器目視繞場之保護區

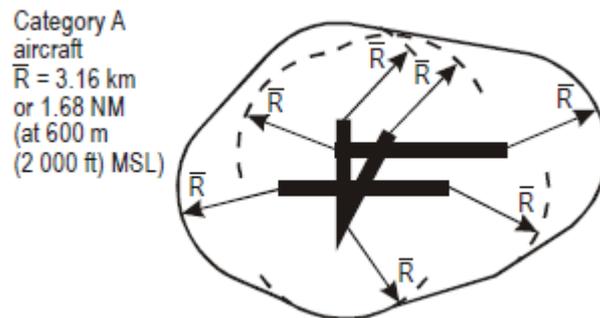


圖 2.4.4 Cat A 航空器目視繞場之保護區

繪製完畢之主要保護區（primary area）後，再依各航空器種類對照查找表 2.4.3，於主要保護區外圍再增加半寬度（W，semi-width），形成次要保護區（secondary area）。（圖 2.4.5）

表 2.4.3 依各航空器種類所需之半寬度（目視繞場）

| Aircraft category | A | B | C | D | E |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| semi-width of the corridor (w) | | | | | |
| metres | 1 400 | 1 500 | 1 800 | 2 100 | 2 600 |
| (feet) | 4 593 | 4 921 | 5 905 | 6 890 | 8 530 |

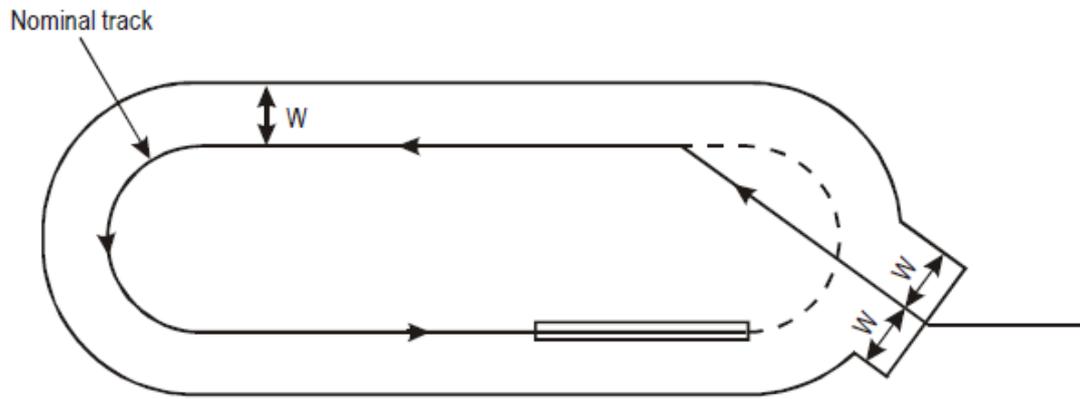


圖 2.4.5 目視繞場次要保護區 (secondary area) 示意圖

2.5 精確儀器進場程序

精確儀器進場之主要訊號導引系統，包含地面及在空機機載設備，其能力、完整性是否符合不同作業類別（CAT I、CAT II、CAT III）之最低限制（該類別限制於 Annex 10 有詳載）。目前常見用於民航機場計有三種：儀器降落系統（ILS、Instrument landing system）、微波降落系統（MLS、Microwave landing system）、陸基增強系統（GBAS、Ground based augmentation system）。軍方機場常見之精確儀器進場則有利用精準進場雷達（PAR）輔助之地面控制進場程序（GCA、ground-controlled approach）。

傳統儀器降落系統（ILS）僅提供直線進場能力，本飛航情報區受限於地形及障礙物影響，某些機場無法架設 ILS，早期本區曾於臺中及花蓮機場架設微波儀降系統（MLS），提供航機更低之落地標準，但囿於各航空公司之機載設備未能全面配合加裝 MLS，故無法全面普及，目前本區仍以 ILS 為主。本節介紹亦將以 ILS 為主體。

所謂精確儀器進場（PA）與非精確儀器進場（NPA）之差異僅在於精確儀器進場具有垂直導引功能（vertical guidance），及具有精確階段（precision segment）；雖非精確儀器進場之垂直導引係以高度計為之，惟仍有例外具備垂直導引之功能（如：BARO VNAV）。前述之精確階段（precision segment）包括：最後進場階段（final approach segment）、誤失進場階段之最初誤失進場時期（MA initial phase）及中間誤失進場時期（MA intermediate phase），亦即自最後進場點（FAP）起，至爬升高度達 300m 處或開始實施轉彎誤失進場（進入最後誤失進場時期（MA final phase）），兩者取其高度低者為精確階段之終點。

此外，對於不同進場程序作業類別（CAT I、CAT II、CAT III），均有不同之需求限制。（圖 2.5.1）

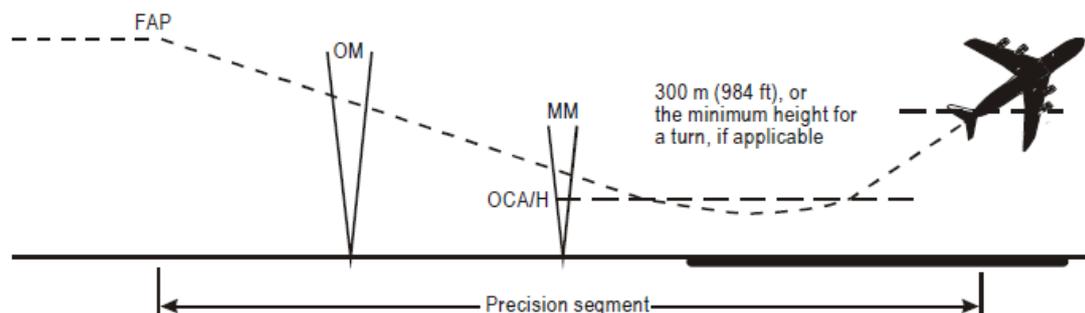


圖 2.5.1 精確階段（precision segment）示意圖

2.5.1 標準條件

實施精確進場須考量一些標準條件，俾符合不同作業類別（CAT I、CAT II、CAT III），以下就各條件摘要說明：

- 最大航空器尺寸：表 2.5.1 顯示不同種類之航空器所代表之機翼尺寸、GP 天線位置亦不相同。其中，Wingspan 表示機翼寬度，antenna-wheel 表示航空器搭載之 GP 天線裝備與機輪所在位置之平均垂直距離。（圖 2.5.2）顯示當航空器所在位置偏差至橢圓線上時，其天線/機輪位置及機翼寬度與 OAS 保護面所形成之緩衝空間。

表 2.5.1

| <i>Aircraft category</i> | <i>Wingspan</i> | <i>Vertical distance between the flight paths of the wheels and the GP antenna (m)</i> |
|--------------------------|-----------------|--|
| H | 30 | 3 |
| A, B | 60 | 6 |
| C, D | 65 | 7 |
| D _L | 80 | 8 |

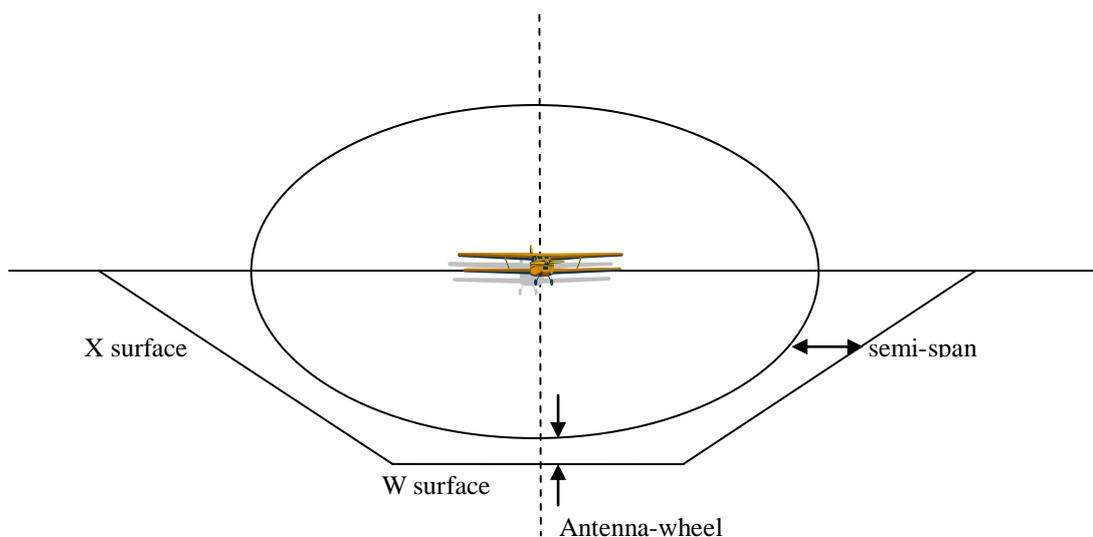


圖 2.5.2 GP 天線/機輪位置及機翼寬度之誤差空間

- 如使用 CAT II 進場，需配備 FD（Flight Director）。

- 誤失進場爬升梯度：2.5%。
- 儀器降落系統（ILS）信號扇區於跑道頭處之寬度（Sector Width）：210m。
- 滑降角度（Glide path angle）：
 - 最小：2.5°；
 - 最佳：3.0°；
 - 最大：3.5°（CAT II 或 III 限定為 3.0°）。
- 儀器降落系統（ILS）參考點高度（Reference Datum Height）：15m（49ft）。
- 所有障礙物高度參考基準：跑道頭標高（Elevation）。

2.5.2 計算障礙物實際/間隔高度（OCA/H）之方法

主要有三種方法供計算障礙物實際/間隔高度（OCA/H），分別如下：

方法一：基本儀降系統面（Basic ILS surfaces）

依據 Annex 14 之標準制定精確進場及誤失進場階段障礙物之限制面。如基本儀降系統面未被障礙物突出，則對第一類（CAT I）及第二類（CAT II）精確進場之障礙物間隔實際高度（OCH）直接等於「高度損失（Height Loss）」（表 2.5.2），惟對第三類進場（CAT III）不受此限；如基本儀降系統面被障礙物突出（進場障礙物或誤失進場障礙物），則障礙物間隔實際高度（OCH）則為進場障礙物高度，或誤失進場障礙物轉換為進場障礙物之轉換高度（ha），加計高度損失（Height Loss）。

所謂高度損失（HL，Height Loss），係指航空器實施誤失進場時，於下降階段因慣性作用或航空器操作因素等，維持下降一段時間/距離後始開始向上爬昇，此期間之下降高度即為高度損失（HL，Height Loss）。此外，在下列兩種情況下，須對每一航空器種類（category）之高度損失（HL，Height Loss）進行調校，以求得正確之壓力高度值（pressure altimeter margin）：

- 機場標高（Elevation）超過 900m（2953ft）：
原壓力高度值加計所增加之雷達高度（每超過 300m，增加 2%之雷達高度）。
- 滑降角度（Glide path angles）超過 3.2°，且低於 3.5°：
原壓力高度值加計所增加之雷達高度（每超過 0.1°，增加 5%之雷達高度）。

表 2.5.2 高度損失 (Height Loss) 表

| Aircraft category (V_{at}) | Margin using radio altimeter | | Margin using pressure altimeter | |
|--------------------------------|------------------------------|------|---------------------------------|------|
| | Metres | Feet | Metres | Feet |
| A – 169 km/h (90 kt) | 13 | 42 | 40 | 130 |
| B – 223 km/h (120 kt) | 18 | 59 | 43 | 142 |
| C – 260 km/h (140 kt) | 22 | 71 | 46 | 150 |
| D – 306 km/h (165 kt) | 26 | 85 | 49 | 161 |
| H – 167 km/h (90 kt) | 8 | 25 | 35 | 115 |

Note 1.— Cat H speed is the maximum final approach speed, not V_{at} .

Note 2.— For Category E aircraft refer directly to the equations given in 1.4.8.8.3.4.

上表(表 2.5.2)中，雷達高度計(Radio altimeter)又稱為 Radar altimeter，係利用機載之雷達偵測反射地表之反應時間原理，推算航機距地表之距離 (height)，使用於 CAT II 之進場程序。壓力高度計 (Pressure altimeter) 又稱為 Baro altimeter，即一般常用之 QNH，利用大氣壓力差異原理推算航機距海平面之距離 (altitude)，使用於 CAT I 之進場程序。

此外，如下表(表 2.5.3)所列之障礙物，符合下列兩條件時，將可不被納入基本儀降系統面障礙物評估考量：

- 儀器降落系統 (ILS) 信號扇區於跑道頭處之標準寬度 (Sector Width)：210m。
- CAT I 進場程序之決定高度 (decision height) 不低於 60m (200ft) 或 CAT II 進場程序之決定高度不低於 30m (100ft)。

表 2.5.3 機場範圍之障礙物可不納入考量之條件

| | Maximum height above threshold | Minimum lateral distance from runway centre line |
|---|--------------------------------|--|
| GP antenna | 17 m (55 ft) | 120 m |
| Aircraft taxiing | 22 m (72 ft) | 150 m |
| A/C in holding bay or in taxi holding position at a range between threshold and –250 m | 22 m (72 ft) | 120 m |
| A/C in holding bay or in taxi holding position at a range between threshold and –250 m (Cat I only) | 15 m (50 ft) | 75 m |

方法二： 障礙物評估面（OAS，Obstacle Assessment Surfaces）

使用 4 種斜面（X, Y, Z, W）所架構出之 6 個評估面，以傳統（partesian）座標系統（X, Y, Z）表示，原點以跑道頭及跑道中心線交點為基準，並依據右手原則決定 X, Y, Z 之正、負方向，以進場相對位置而言，進場階段之 X 屬正；面對跑道方向左邊之 Y 屬正；地表以上之 Z 屬正。（圖 2.5.3）

該座標系統中，以方程式 $Z=AX+BY+C$ 來表示任一平面，其中係數 A、B、C 係依據以下條件決定之：

- 滑降角度（Glide path angle）：3°；
- 左右定位臺（Localizer）至跑道頭（Threshold）之距離：3000m；
- 誤失進場爬升梯度：2.5°。

故可決定障礙物評估面（OAS）之 4 種斜面（X, Y, Z, W）方程式各為：

- W 斜面： $Z_w = 0.0285X - 8.01$
- X 斜面： $Z_x = 0.027681X + 0.1825Y - 16.72$
- Y 斜面： $Z_y = 0.023948X + 0.210054Y - 21.51$
- Z 斜面： $Z_z = -0.025X - 22.5$

將所有機場附近障礙物之（X, Y, Z）座標資料，代入上述之方程式，可求得影響斜面（Controlling surface）、關鍵障礙物（Critical obstacle）及突出高度（Penetration），進而決定障礙物間隔實際高度（OCA/H）。

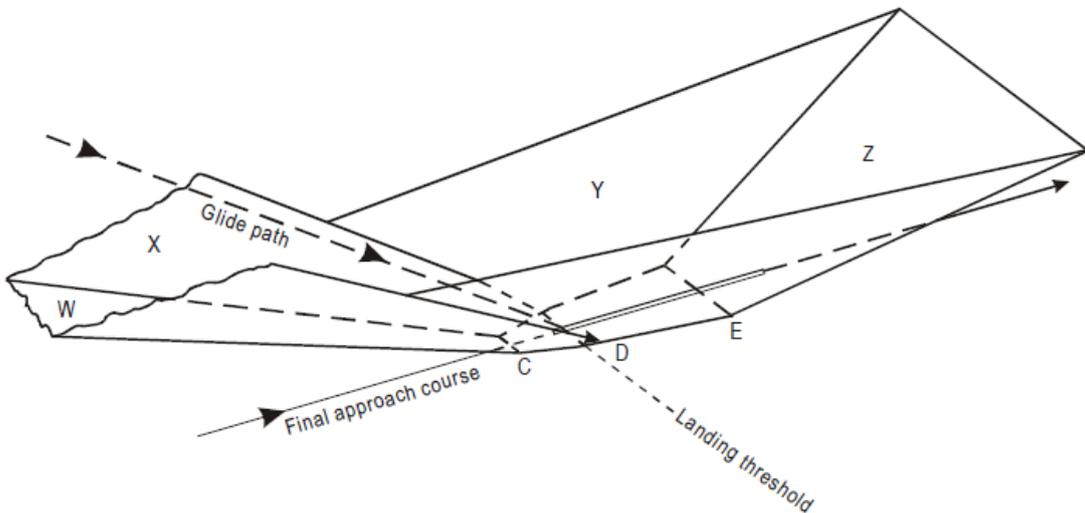


圖 2.5.3 使用 OAS 評估 ILS 之透視示意圖

A. Category I/GP angle 3°/LOC-THR 3 000 m/missed approach gradient 2.5 per cent.

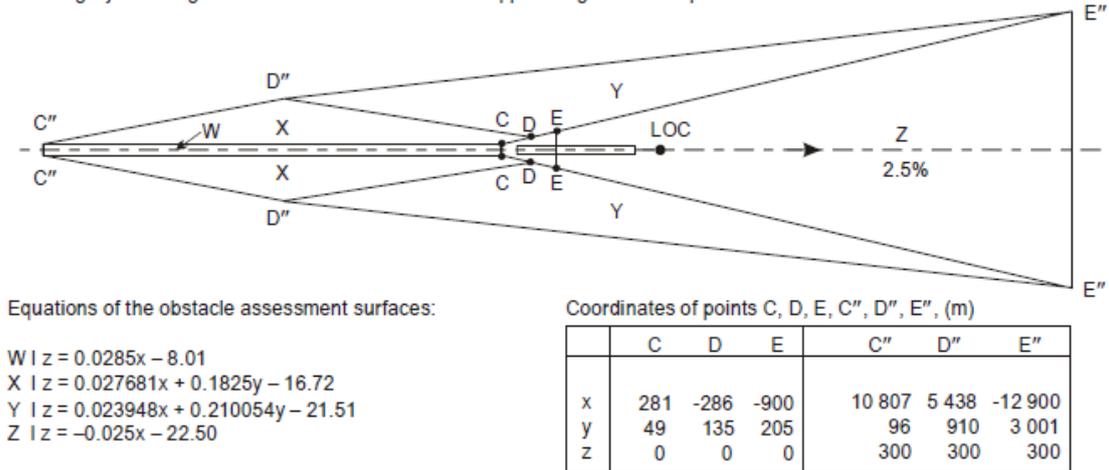


圖 2.5.4 標準 OAS 模型示意圖

障礙物間隔實際高度（OCH）之計算方法：

- 首先，將所有突出障礙物評估面（OAS）之障礙物列為評估對象。（障礙物高度大於任一斜面計算所得之 Z 值）
- 將上列之評估對象區分為進場障礙物（approach obstacle）及誤失進場障礙物（Missed approach obstacle）兩類。
- 將所有誤失進場障礙物（Missed approach obstacle）透過以下公式轉換為進場障礙物之轉換高度（ha）。¹（圖 2.5.5）

$$ha = \frac{hma \cdot \cot z - (Xz - x)}{\cot z + \cot \theta}$$

其中，

hma = 誤失進場障礙物高度，

x = 誤失進場障礙物之位置 x 值，(negative)

z = 誤失進場之爬升角度，(cot z = 40)

θ = 滑降角度（Glide path angle），(cot 3° = 19.08)

Xz = Z 斜面於跑道上之 X 座標值 = -900m。

下圖 2.5.5 中之參考資料高度（RDH，Height of the ILS reference datum）係指航機於正常下滑角度下通過跑道頭之高度，一般為 15m（50ft）。

¹ 若誤失進場障礙物之突出高度(penetration)低於進場障礙物高度，則可不納入計算 OCH 之考量。

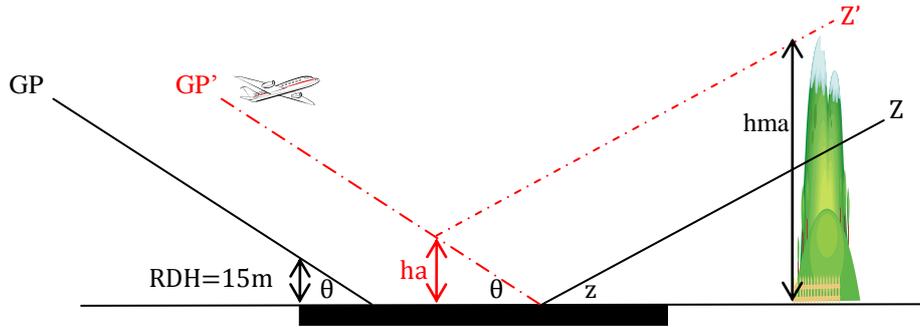


圖 2.5.5 計算誤失進場障礙物之轉換高度示意圖

- 將所有進場障礙物之高度比較誤失進場障礙物轉換後所得之進場障礙物之轉換高度 (h_a)，取其高者，再依航空器類型加計高度損失 (Height Loss) 即為障礙物間隔實際高度 (OCH)。

方法三：碰撞風險模型 (CRM, Collision Risk Model)

計算 CRM 前須先評估所有機場附近之障礙物，並輸入所有障礙物資料及機場或程序相關之參數。障礙物以尖狀 (Spike) 或牆面 (Wall) 表示，其中尖狀障礙物之座標以 (X, Y, Z) 表示之；牆面障礙物則具有 (X, Y1, Y2, Z) 之座標，亦即所有牆面均採垂直跑道中心線方向，不考慮平行中心線之方向。此外，如障礙物為鐵路或圍牆等不規則線段，採用牆面表示時須注意：牆面之兩端 (Y1 或 Y2)，由於靠近跑道頭側之風險較高，故牆面須處於較靠近跑道頭之側 (圖 2.5.3)，以利安全風險評估。

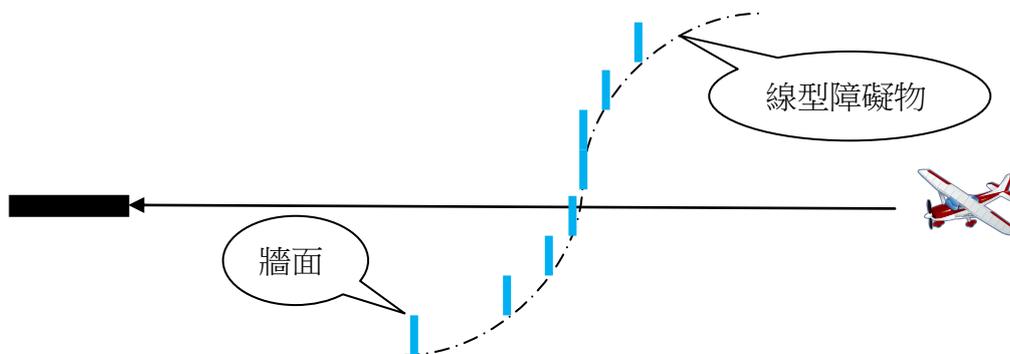


圖 2.5.3 線型障礙物之 CRM 評估方式

CRM 之主要功能係推算航空器於精確進場階段 (Precision approach segment) 中，對於不同之航空器種類 (Category) / 速度 (CAT A/B/C/D) 與障礙物碰撞機率，計算其可能超出障礙物評估面之機率不超過 10^{-7} ，並藉以推算障礙物實際/間隔高度 (OCA/H) 及最關鍵之障礙物 (critical obstacle)。

CRM 之評估面係平滑弧面 (圖 2.5.4)，較 OAS 之斜面為精準，使用 CRM 程式計算總風險 (Total Risk) 及 OCA/H 時，CRM 所得之 OCA/H 值較 OAS 為低 (亦可能相等)；評估 OAS 之風險時，須先輸入事先計算所得之安全 OCA/H 值於程式中，方可評估，如有新障礙物或原障礙物變更資料時，亦可置入程式中一併評估。是故，利用 CRM 程式所求得之 OCA/H 值，係於風險不超過 10^{-7} 情形下，最低之障礙物實際/間隔高度 (OCA/H)。

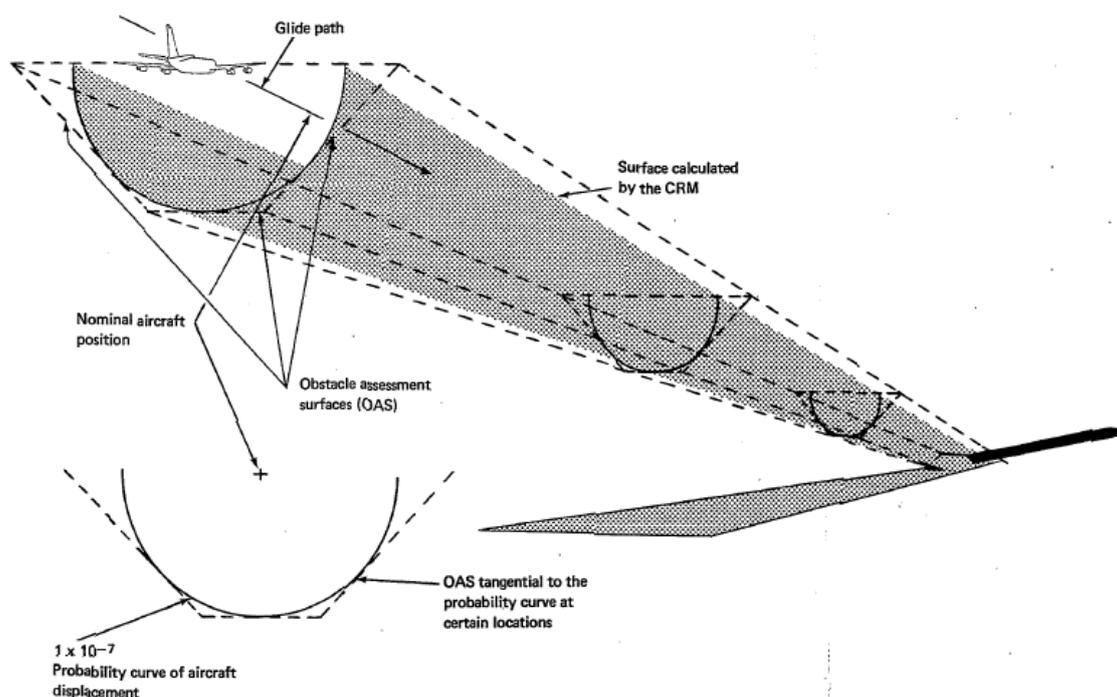


圖 2.5.4 CRM 之評估面示意圖

2.5.3 精確儀器進場之各進場階段

精確儀器進場階段包括最初進場 (Initial approach segment)、中間進場 (Intermediate approach segment)、精確階段 (Precision segment)。精確儀器進場程序主要考量 (Parameters) 大部分均與非精確儀器進場階段雷同，整理如下表 2.5.4 (粗紅字為相異之處)：

表 2.5.4 各進場階段之設計準則 (誤失進場另詳述)

| 進場階段 設計準則 | 最初進場 (Initial) | 中間進場 (Intermediate) | 精確階段 (Precision) |
|---------------------|--|--|--|
| 相關說明 | 非必要階段。若無 Initial，則由航路經 IF 直接加入 Intermediate | 自 IF 至 FAP 間之航段，或自迴轉程序 (含 Reversal Procedure 及 RaceTrack Procedure) 末端至 FAP 間之航段 | 包含最初、中間誤失進場時期。自最後進場點 (FAP) 起，至爬升高度達 300m 處或開始實施轉彎誤失進場(進入最後誤失進場時期)，兩者取其高度低者。 |
| 路線設定 (Alignment) | 於 IF 點開始轉彎 攔截角度 $\leq 90^\circ$ Optimum $\leq 30^\circ$ 當角度 $\geq 70^\circ$ 時，至少應提供 DTA (d = 4 km (2 NM))，俾順利完成轉彎 (圖 2.2.1) | 攔截角度 = 0° 使用左右定位台 (LLZ) 之信號航軌 | 使用左右定位台 (LLZ) 之信號航軌實施最後進場 |
| 長度 (Length) | MAX：無限制 MIN：需考量下降、轉彎、Fix tolerance 等因素 | MAX： 自 LOC 至 IF 點 25NM MIN：(表 2.xx.1) Optimum： 5NM | 無特別限制 |
| 下降梯度 (Gradient) | MAX：8% Optimum：4% | MAX：5.2% Optimum：0% | 滑降角度： MAX：3.5° (CAT II/III：3°) MIN：2.5° |

| | | | |
|----------------------|--|---|--|
| | | | Optimum : 3° 誤失進場爬升梯度： Optimum : 2.5 % |
| 保護區域 (Area Width) | ➤ 一般狀況 Semi-width (W/2) : 5NM Primary Area : 2.5NM Secondary Area : 2.5NM | 由 Initial (W/2 =5.0NM) 連接至最後進場點 (FAP) (與 X 斜面邊緣之延伸線交匯處) 包含 Primary Area 及 Secondary Area | 使用障礙物評估面 (OAS, Obstacle Assessment Surfaces) 或碰撞風險模型 (CRM, Collision Risk Model) |
| 最低障礙物隔離 (MOC) | Primary Area : 300m / 984ft Secondary Area : 由內側至外側自 300m 線性遞減至 0m | Primary Area : 150m / 492ft Secondary Area : 由內側至外側自 150m 線性遞減至 0m | 採用高度損失 HL (High Loss) 加計關鍵障礙物高度 (Critical obstacle height) 可求得障礙物間隔實際高度 (OCH) |

2.5.4 精確儀器進場之誤失進場

介紹精確儀器進場之誤失進場前，首先需先瞭解精確階段 (Precision segment) 之定義：起始於最後進場點 (FAP)，終止於以下兩條件高度較低者：

1. 即將進入最後誤失進場時期 (Final Missed Approach Phase)²
2. 到達 OAS 模型之最高點高度：300m (984ft)

本階段分為直線誤失進場 (Straight missed approach) 及轉彎誤失進場 (Turning missed approach) 兩類。介紹如下：

- 直線誤失進場 (Straight missed approach)
 直線誤失進場之保護範圍涵蓋 OAS 模型，及 z 斜面之最後寬度 (E'' - E'')，亦為到達高度 300m (984ft) 之位置，兩端平行中心線方向向外延伸 15° 如 (圖 2.5.5) 所示

²最後誤失進場時期 (Final Missed Approach Phase) 詳參 2.2.2 節

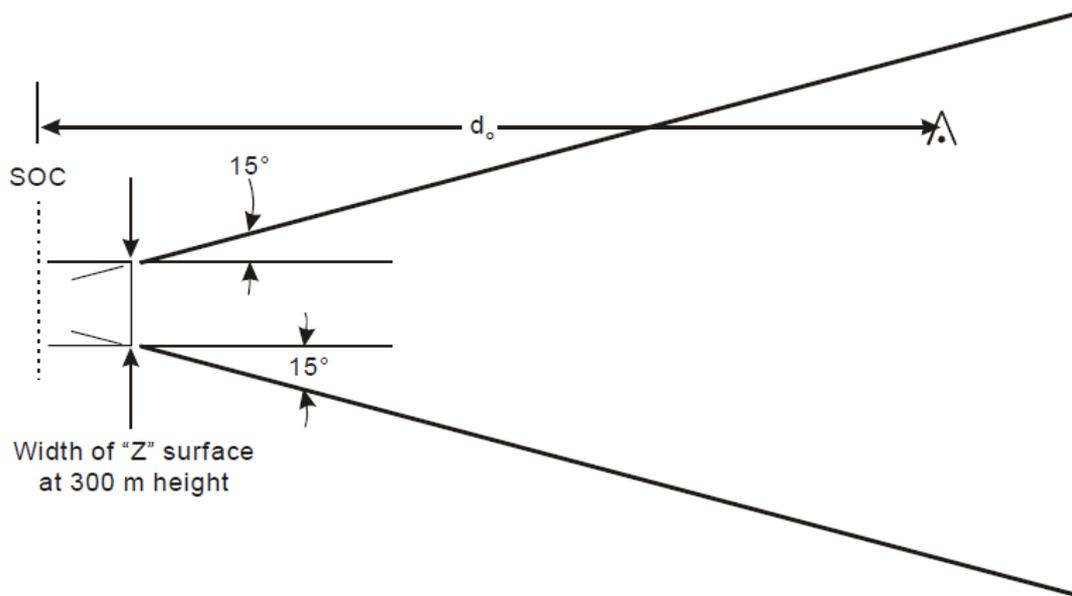


圖 2.5.5 直線誤失進場之最後階段

- 轉彎誤失進場

轉彎誤失進場 (Turning Missed Approach) 共計有四種模式：

- 於固定高度轉彎模式 (Turn at TNA/H)
- 於航點 / 助航設施點轉彎模式 (Turn at Fix / Facility)
- 於精確階段 (Precision segment) 結束前轉彎模式
- 於精確階段 (Precision segment) 結束後轉彎模式 (E'' 之後)

肆、建議

一、由國內舉辦儀航程序訓練課程

儀航程序係一專業且需實務經驗累積之課程，本局歷年持續派員赴美國、斯洛伐克、新加坡等地接受相關課程訓練，優點為：可接收目前 ICAO 最新規範資訊、異地學習可培養國際事務觀點；惟仍有部分不足：授課地點遙遠，人員複訓如派出國不僅費時亦耗費大量出國預算。ICAO Doc 8168 係一原則性規範，為達教學及作法之一致性，避免因人員異動或對於文件解讀不一造成業務銜接及運作上之困難，如可委外詢求專家來臺教授儀航程序複訓課程，內容及時程比照國外民航學院作法，除可達到教學一致目標外，亦可於有限預算內增加受訓人數，擴大成本效益。

二、傳統程序及 RNAV 程序學習並進

本次赴新加坡學習之出國案，因預算調整之故，無法將傳統程序 (Module I) 及 RNAV 程序 (Module II) 畢其功於一役甚為可惜。當 5 個星期之 Module I 課程結束時，對於當地之人、事、物、課程內容均已漸熟悉，如可接續進行 Module II 課程之學習，無論對於講師之適應、課程之熟稔度、及實作課學員之默契等，均可獲得事半功倍之成效。

三、思考簡化超高建物審查流程之可行性

儀航程序應用範圍甚廣，諸如：禁限建審查、煙火、天燈、無人載具、探空或空飄氣球、跳傘作業等評估，甚至空域航路規劃均與儀航程序有關。實務方面，本局場站組、航站管理小組依據「航空站飛行場助航設備四周禁止限制建築物及其他障礙物高度管理辦法」及「航空站飛行場及助航設備四周禁止或限制燈光照射角度管理辦法」審查機場附近之禁限建，及任何影響助航設施或燈光照設之建物；而審查超高建物對於儀航程序之影響係由本局航管組負責。長期以往，三個負責單位依據相關之工作協議分工合作，惟因建物所在位置、高度影響包括禁限建、燈光、助航設備、儀航程序等，主辦單位需加會相關影響之單位，公文往返經常造成案件數量增加連帶影響行政效率，為解決此一現象，宜朝向以建置系統或設立判斷條件等方式，對申請案件進行初步過濾，對真正需耗時評估之案件再作進一步分析，以簡化作業流程，提升作業效益，俾審查業務更加運作順暢。