

民用機場障礙物管制應注意事項



交通部民用航空局

2004年4月

目錄

| | |
|------------------------------------|-----------|
| 第 1 章 限制面 | 1 |
| 1.1 總則 | 1 |
| 1.2 「民用機場設計暨運作規範」規定之障礙物限制面 | 1 |
| 1.3 PANS-OPS限制面 | 5 |
| 1.4 內轉接面、中止降落面對 Y面和誤失進場面 | 7 |
| 1.5 碰撞風險模式之背景 | 8 |
| 第 2 章 機場障礙物管制 | 13 |
| 2.1 背景 | 13 |
| 2.2 法定單位與權責 | 13 |
| 2.3 土地分區高度管制 | 14 |
| 2.4 地役權或地上權之取得 | 15 |
| 2.5 建物提案通報 | 15 |
| 2.6 障礙物限制面的評估 | 16 |
| 2.7 障礙物測量 | 17 |
| 2.8 障礙物移除 | 17 |
| 2.9 遮蔽 | 17 |
| 2.10 障礙物標誌與障礙燈 | 18 |
| 2.11 障礙物通報 | 18 |
| 第 3 章 臨時性危險物 | 21 |
| 3.1 概述 | 21 |
| 3.2 非精確儀器及非精確進場跑道之限制規定 | 21 |
| 3.3 精確進場跑道的限制 | 23 |
| 3.4 工程前置會議 | 23 |
| 第 4 章 障礙物測量 | 25 |
| 4.1 澳洲之措施 | 25 |
| 4.2 英國之措施 | 31 |
| 4.3 美國之措施 | 34 |
| 第 5 章 可能構成障礙物之機場裝備及裝置 | 39 |
| 5.1 簡介 | 39 |
| 5.2 易斷性 | 39 |
| 5.3 可能構成障礙物之機場裝備及裝置之類型 | 39 |
| 附錄 | 44 |

附圖

| | |
|---------------------------------|----|
| 圖 1-1 單一跑道之內水平面 | 3 |
| 圖 1-2 兩平行跑道之複合內水平面 | 3 |
| 圖 1-3 內進場面、內轉接面與中止降落面構成之空域..... | 4 |
| 圖 1-4 航空器進場無障礙空域典型形式橫斷面圖..... | 6 |
| 圖 1-5 航空器進場無障礙空域典型形式橫斷面圖..... | 6 |
| 圖 1-6 航空器進場無障礙空域典型形式平面圖..... | 6 |
| 圖 1-7 進場空域圖 (OAS) | 9 |
| 圖 1-8 進場空域圖 (CRM) | 10 |
| 圖 3-1 限制分區圖 | 21 |
| 附圖 1 障礙物限制面圖 | 45 |
| 附圖 2 起飛爬升面圖 | 46 |
| 附圖 3 進場面圖 | 46 |
| 附圖 4 位移跑道之起飛爬升面與進場面圖..... | 47 |
| 附圖 5 有清除區跑道之起飛爬升面與進場面圖..... | 47 |

第 1 章 限制面

1.1 總則

- 1.1.1** 機場界圍內、外之先天自然條件和人工設施對機場使用效率影響很大，可能會限制起降航空器之可用起飛或可用降落長度及氣象條件。基此，有些空域必須視為整體機場區域之一部份。而該區域障礙物淨空程度，不但對機場安全和效率很重要，也是跑道及其相關地帶幾何特性中之必要條件。
- 1.1.2** 機場界圍內或鄰近範圍之既存或新增物體是否為障礙物，由兩類獨立準則視空域需求來評估認定。第一類準則為「民用機場設計暨運作規範」第四章所述障礙物限制面（特別針對跑道）規定，該限制面主要目的在界定障礙物須淨空之範圍，以將障礙物對航空器目視進場運作（全目視進場或儀器進場之部分目視進場）過程之危險性降至最低。第二套準則為PANS-OPS第二卷 -- 目視及儀器飛航程序制定 -- 所述限制面。PANS-OPS限制面乃用以設計儀器飛航程序及其運作中各部分之最低安全高度／實際高度。程序和最小高度可能會因航空器速度、使用的導航設施而不同，有些也會和航空器設備有關。
- 1.1.3** 「民用機場設計暨運作規範」所列限制面須透過法律程序使其有實質規範效力。限制面之劃定除了考量現有機場作業外，還要將機場最終之發展需求納入考量。有時，在不提高PANS-OPS準則算出之操作最低標準（operational minima）情況下，可能還有必要規範「民用機場設計暨運作規範」所述限制面外之區域的障礙物，以限制機場之使用。

1.2 「民用機場設計暨運作規範」規定之障礙物限制面

1.2.1 限制面功用

- 1.2.1.1** 以下章節闡述該規範內第四章中各種限制面的功用及其特性。附錄之附圖可利理解。

1.2.2 外水平面(Outer horizontal surface)

- 1.2.2.1** 依他國經驗，許多重要運作問題，都是起因於障礙物限制面外範圍有高建物之設立。因此，可能需要對限制面外之新建物進行管制，其實質應用依安全和效率目標而定。
- 1.2.2.2** 安全考量：對於在適合航空器遠距目視繞場(wide visual circuit)區域、在機場到場或繞場航路或在離場或在誤失進場爬升航路之高桿、柱或骨架式結構設置，都應審慎檢視評估。由於此類物體相對而言較不顯著，因此不能完全倚賴障礙物標誌或障礙燈來警告航空器；特別是在能見度降低的時候，更是無法保證能達到警告航空器迴避之作用。
- 1.2.2.3** 效率考量：如果高建物位在適合儀器進場程序之區域或其附近，且其存在會不利航空器正常運作及進場程序（像是原航空器等候進場高度不適用），則可能會有需要採較高的程序高度。此外，這些建物可能

還會影響雷達導航之初始進場運作彈性及離場爬昇或誤失進場迴轉運作。

1.2.2.4 基於前述潛在的重要運作考量，民航局與機場管理機關構須能藉各種管道確保事先獲知任何高建物設置提案，以評估其對航空運作上之影響並採取相關因應安全措施。評估新建物設置案對航空器運作之影響時，下述情形非屬立即性危險物：

- a) 建物設置在有同等高度之地形或建物屏障遮蔽之區域。
- b) 建物設置在相關導航安全程序會避開之區域。

1.2.2.5 依主要外水平面規定，高於水平面 30 公尺的建物以及在跑道分類長度為 3、4 類機場半徑 1500 公尺內高於機場標高 150 公尺的建物，即可能對航空器運作有顯著影響；而此限制範圍有時還可能需要擴大至 PANS-OPS 規定之單一進場程序障礙物限制面。

1.2.3 內水平面和圓錐面(Inner horizontal surface and conical surface)

1.2.3.1 內水平面主要用以提供航空器降落前的目視繞場（可能是在對準跑道穿雲下降後之運作）安全空域。

1.2.3.2 有些情況，會制訂相關程序確保航空器不在目視繞場區域某些部分飛航，因此該區域對航空器運作而言並非必要，而水平面所提供的保護區域就毋需延伸至該處。在有制訂程序且有相關導航規定確保航空器會依循進場或誤失進場路徑運作情況下，也可考量類似的處理方式。

1.2.3.3 要提供使用較短跑道、速度較慢的航空器目視繞場運作安全空域，以單一圓之內水平面即可；但若航空器速度較快，則有必要採 race-track pattern（類似 PANS-OPS），並採以跑道兩端點為中心畫圓（圓與圓間以切線直線連接）的橢圓內水平面提供航空器運作安全。而針對兩個或範圍較大的跑道，則需要形式更複雜的內水平面，該限制面可能是由四個或更多的圓弧連接而成，如圖 1-1 及 1-2 所示。

1.2.3.4 內水平面 — 標高測量基準。為達前述內水平面之劃設目的，應依下述原則擇一標高測量基準，以決定內水平面：

- a) 測高儀校定基準點最常使用的標高。
- b) 使用或所需最小繞場高度。
- c) 機場運作特性。

對較平坦的跑道而言，測量基準的選擇不是那麼必要；但若跑道頭標高差超過 6 m 以上，則測量基準的選定就要特別考量上述因素。對於複雜的內水平面（圖 1-2），不能只考慮一個共用標高，而要以限制面與限制面重疊處為基準。

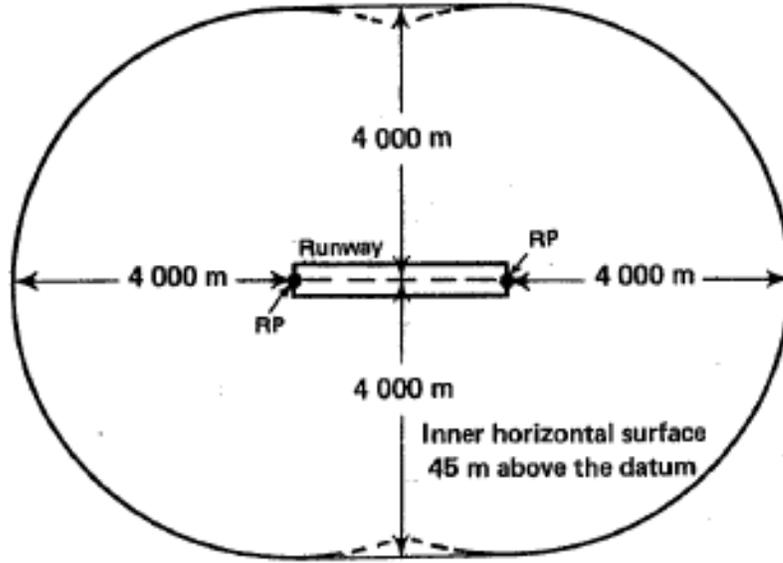


圖 1-1 單一跑道之內水平面

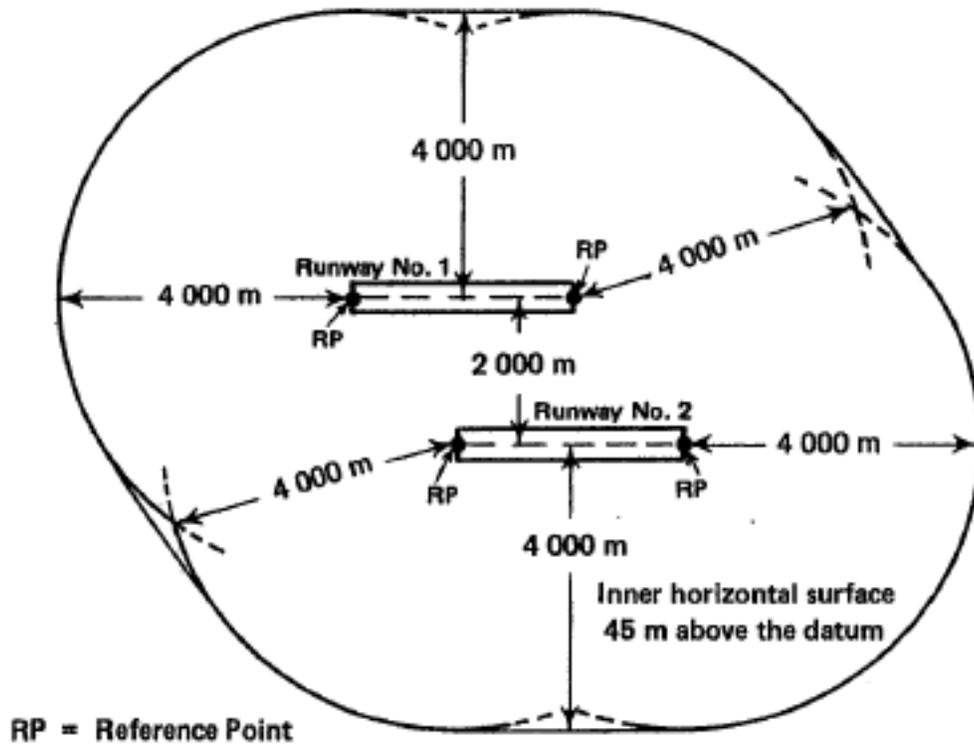


圖 1-2 兩平行跑道之複合內水平面

1.2.4 進場面和轉接面(Approach surface and transitional surface)

1.2.4.1 進場面和轉接面用以界定不應有障礙物存在之空域範圍，以保護航空器在最後進場降落階段之運作。而該面之斜率和尺寸依機場參考代號及跑道為目視、非精確或精確進場而定。

1.2.5 起飛爬升面(Take-off climb surface)

1.2.5.1 起飛爬升面用以提供航空器起飛運作時的保護，於此區域的障礙物應盡可能移除，若不可能移除時，亦應予以標示或加裝障礙燈。此限制面的尺寸和斜率亦依機場參考代號而定。

1.2.6 內進場面、內轉接面和中止降落面(The inner approach, inner transitional and bulked landing surface)

1.2.6.1 內進場面、內轉接面和中止降落面是毗鄰精確進場跑道的空域（見圖 1-3），該區域不可有障礙物，即所謂的障礙物淨空區（OFZ）。該區域除了必要之質輕易斷性助導航設施外，不可有固定的物體存在；第 II 類或第 III 類 ILS 進場跑道，還不可有移動的物體如航空器或車輛存在，第 I 類 ILS 精確進場跑道之 OFZ 亦不可有上述物體存在。

1.2.6.2 跑道分類長度為 3、4 類之精確進場跑道，其 OFZ 是提供翼展 60 公尺寬航空器於 30 公尺高以下對準跑道運作的保護，其限制面坡度是 3.33%，並以不超過 10% 角度自跑道中心線往外擴張。3.33% 是全引擎運作（all-engine-operating）中止降落之最小許可坡度。從跑道頭到中止降落面起始點 1800 公尺的水平距離，是假設駕駛最遲進行中止降落在降落區燈的端點，且改變航空器運作開始爬升額外需 900 公尺距離，相當於最大時間約 15 秒。將 3.33% 坡度與 10% 的擴張角度合併，就會得到 33.33% 的內水平面斜率。

1.2.6.3 跑道分類長度 1、2 類的 I 類精確進場跑道，其 OFZ 是提供翼展 30 公尺寬航空器在跑道中心線以 4% 往上、10% 往外延伸區域的運作保護。4% 是一般航空器爬升的坡度，若與 10% 的擴張角度合併，就會得到 40% 之斜率。中止降落面起點在跑道頭後 60 公尺，和起飛爬升面重合。

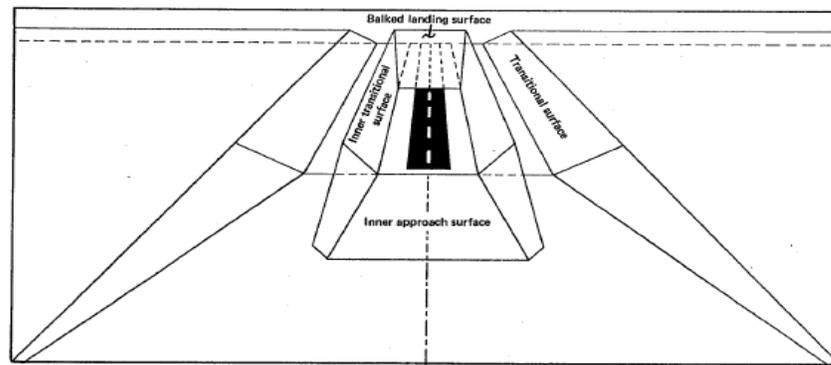


圖 1-3 內進場面、內轉接面與中止降落面構成之空域

1.3 PANS-OPS限制面

1.3.1 概述

1.3.1.1 PANS-OPS 限制面主要用以提供儀器飛航程序設計，保護航空器不與障礙物碰撞。程序設計時，要確定程序每部分所需水平區域，並分析該區域之障礙物，據此決定程序每部分所需最低安全高度／實際高度（minimum safe altitude / height）。

1.3.1.2 所謂「障礙物間隔高度／實際高度」（OCA/H）即最後進場階段最低安全高度／實際高度。駕駛員從 OCA/H 以上的高度開始誤失進場，可確保駕駛員看不到任何目視參考點時，仍可安全越過任何潛在危險障礙物。只有在駕駛員以目視確定航空器已對準跑道並有足夠目視指引航空器進場作業時，航空器才可以自 OCA/H 以下高度下降。在 OCA/H 以下的高度，如有目視參考點不清楚等狀況，航空器仍可中斷進場作業。這種後段之誤失進場稱為中止降落。因為中止降落程序比誤失進場程序要精確，因此需要的保護空域範圍較小。

1.3.1.3 航空器進場、OCA/H 以上起始的誤失進場及目視繞場程序所需無障礙空域大小和尺寸，規定於 PANS-OPS 中；而 OCA/H 下的航機下降及其後續目視對準確認作業，則藉「民用機場設計暨運作規範」障礙物限制規定（包含障礙物限制面、相關障礙物限制及標誌燈光設置規定），提供航空器運作安全。同樣地，中止降落亦由「民用機場設計暨運作設計規範」所述障礙物限制規定確保航空器運作安全。在非低能見度的情況時，駕駛員可能有需要以目視方式避開障礙物。

1.3.1.4 航空器進場所需空域（包括誤失進場和目視繞場）之限制面，通常和「民用機場設計暨運作規範」所述障礙物限制面不一樣。非精確進場、誤失進場、目視操作的限制面比較單純。圖 1-4 與 1-5 圖為此類無障礙空域典型橫斷面形式。該類無障礙空域平面圖與航空器特性無關，而是視進場所用導航設備特性而定，圖 1-6 為其典型形式。

1.3.1.5 精確進場之無障礙空域比較複雜，因其要考量許多不同變數，如航空器特性（尺寸、設備、操作性能）和 ILS 設施特性（設施功能分類、參考基準高度、左右定位台航道寬度和天線與跑道頭的距離）。其空域可以是平面或曲面，如基本 ILS 面、障礙物評估面（OAS）、碰撞風險模式（CRM）。

1.3.2 基本ILS面：此面在PANS-OPS規定中，為保護ILS運作最簡單之形式。該面是「機場設計暨運作規範」部分限制面的延伸（以跑道頭為基準，修正跑道頭後之部分），以保護儀器誤失進場。惟該限制面通常太過保守，故乃另有其他限制面如障礙物評估面的規定。

1.3.3 障礙物評估面（OAS）：障礙物評估面所構成的空域，乃設定其內航空器之運作為ILS進場，且有極高可能會採誤失進場。因此，通常只要限制該區不要有障礙物（意即障礙物只要不侵入該空域）就不會對ILS運作造成危

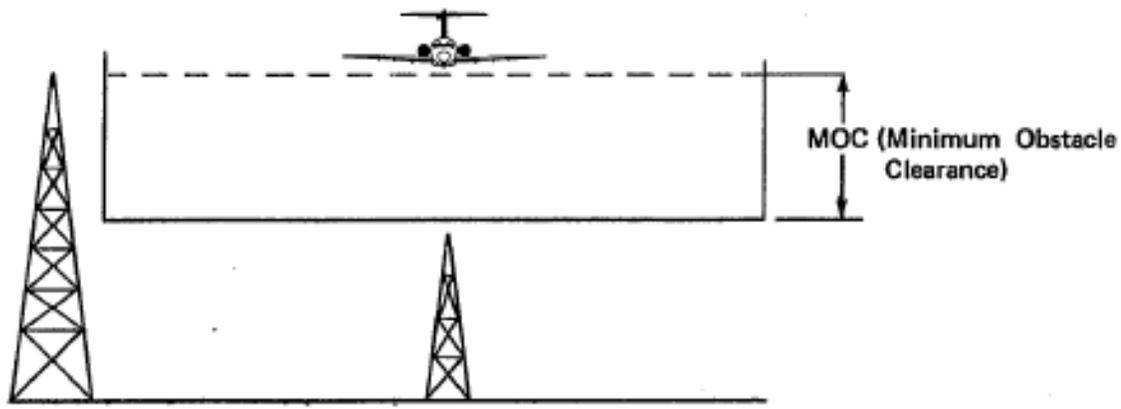


圖 1-4 航空器進場無障礙空域典型形式橫斷面圖

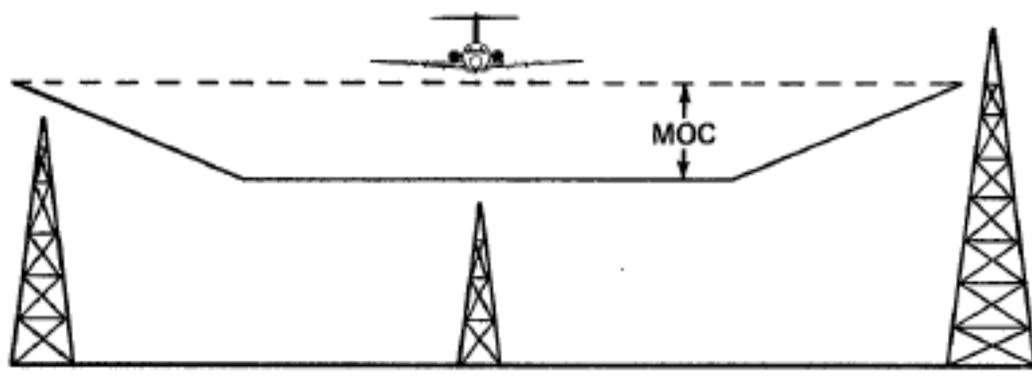


圖 1-5 航空器進場無障礙空域典型形式橫斷面圖

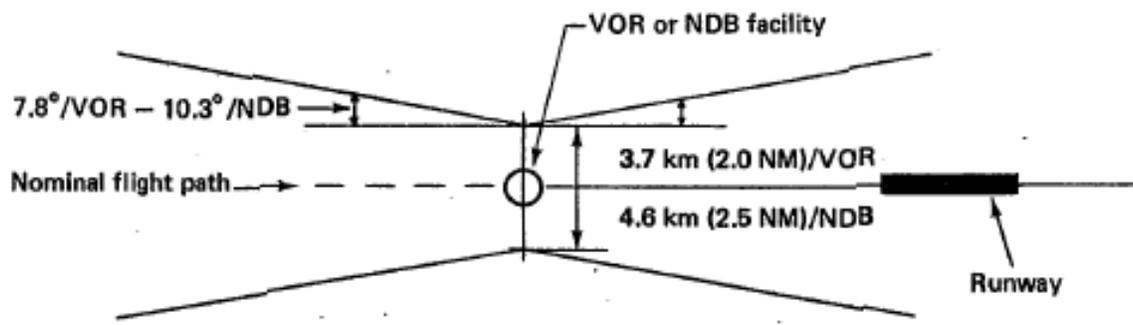


圖 1-6 航空器進場無障礙空域典型形式平面圖

險。不過如果OAS下的範圍障礙物過於密集，則可能要評估全部障礙物之總體性風險（詳1.5.2）。圖1.7為障礙物評估面圖示，其由一系列平面組成：進場面（W）、基底面（A）、誤失進場面（Z）、側面（X和Y），其尺寸詳列於PANS-OPS, Volume II中。該限制面側邊範圍依航空器進場或誤失進場自跑道中心線預估最大偏離角度而定，亦即航空器落於障礙物評估面任一點的機率不大於 10^{-7} 。航空器沿ILS訊號進場之可能航路（垂直或水平），已將陸空助航設備及航空器運作誤差納入考量。而誤失進場可能的航路則依航空器誤失進場操作最小爬升性能和最大擴角而定。附帶一提，評估面之精確尺寸受諸多因素影響而大不同。只要界定該空域，就可以簡單算出OCA/H以保護航空器不受障礙物危害。基本ILS限制面和OAS的差別在於，OAS的尺寸，並非由「民用機場設計暨運作規範」中所列限制面而定，而是依實際儀器氣象條件下航空器ILS精確進場性能相關資料而定。

1.3.4 ILS碰撞風險模式（CRM）：OAS的進場空域之設計，乃設定整體風險為每1千萬次進場發生一次意外（也就是說，每次進場的安全性目標水準為 1×10^{-7} ）。故在運作上需要評估OAS附近可容許的障礙物密度，即使障礙物高度低於OAS。此外，OAS在某些區域會提供過份的保護，因其為容許簡單的人工作業，相對而言只是將複雜地形整個包圍的簡單平面。故乃另發展出較複雜的估算障礙物高度及位置對整體風險影響及OCA/H方法。這種方法以碰撞風險模型(CRM)電腦程式，模擬障礙物個別與總體實際影響。實際進場空域設計（如圖1-8所示）涉及繁瑣的數值運算，無法採人工計算。然而因其所有計算都可以以電腦完成，因此應用方式其實很簡單。碰撞風險模型應用很普及，有興趣者可向ICAO購買。1.5節還有更詳細的說明。

1.3.5 目視運作（繞場程序）：PAN-OPS之目視運作（繞場程序）為儀器進場程序之延伸，其空域大小依飛航速度而定。不過，有些區域已有針對其主要障礙物制訂相關運作程序，可省略此項考量。許多例子，目視運作繞場區域範圍要比「民用機場設計暨運作規範」規定的內水平面來大很多。因此，PAN-OPS計算所得之實際繞場運作高度可能會比僅以突出內水平面之障礙物為基準算出的高度來得高。

1.3.6 操作最低標準（operational minima）：總之必須強調的是，單以「民用機場設計暨運作規範」的障礙物限制面提供跑道保護，而無法滿足PANS-OPS要求時，航機就不一定可以採運作最小高度。因此，要特別考量障礙物是否有突出PANS-OPS限制面，無論障礙物有無突出「民用機場設計暨運作規範」之障礙物限制面，因該種突出PANS-OPS的障礙物會不利航機運作。

1.4 內轉接面、中止降落面 對 Y面和誤失進場面

1.4.1 當制定II類精確進場運作之無障礙物區時，限制面是內轉接面和中止降落面；但制定PANS-OPS, Volume II所包括之進場程序時，則限制面為Y限制面和一有關誤失進場面的新限制面（見圖1-7）。兩組限制面都屬必要。要確認該兩組限制面的設置需求時，需先知道「民用機場設計暨運作規範」與「PANS-OPS」之限制面目的之差別；前者乃用以限定機場範圍物體的延

伸，而後者則是用以評估障礙物影響範圍以決定障礙物許可高度（OCH），即用以決定進場最低高度，並確保航空器運作達可接受之最低水準（與障礙物碰撞的機率為 $1:10^{-7}$ ）。另一個不同之處在於，PANS-OPS限制面提供障礙物淨空高度以上航空器運作及引擎故障航空器誤失進場之障礙物評估；而「民用機場設計暨運作規範」所述限制面則用以保護從OCH下降的航空器運作，或OCH以下全引擎航空器中止降落作業。若是誤失進場，則PANS-OPS（見1.3.2-1.3.4）為主要限制面，該限制面包含有誤失進場面。障礙物評估面（OAS）落在部分「機場設計暨運作規範」內進場面及轉接面靠著陸區端的區域。這些情況，「民用機場設計暨運作規範」限制面是用來決定OCH；在降落及中止降落時，主要限制面為內轉接面及中止降落面。

1.4.2 PANS-OPS限制面和「民用機場設計暨運作規範」限制面不同的原因有很多。第一，誤失進場是在OCH上或以上高度執行，依此就不能假設中止降落的航機會精準對準跑道，因駕駛員可能並無法視得目視參考點。因誤失進場所需運作寬度比中止降落運作大，故要以比內轉接面大的轉接面為限制面。再者，誤失進場是假設航機在一個引擎故障下運作之情況，故爬升率會比全引擎航機中止降落爬升率小，也因此誤失進場面的斜率要比中止降落面的斜率小。依定義，誤失進場必須在OCH上或OCH以上運作，因此，誤失進場面起點可能比中止降落面更靠近跑道頭。

1.5 碰撞風險模式之背景

1.5.1 CRM為計算航空器以ILS進場及其後續誤失進場中與障礙物碰撞機率電腦程式。CRM是由障礙物間隔專案委員會議（Obstacle Clearance Panel）發展而來，涉及龐大資料收集及繁瑣數值分析。CRM是PANS-OPS第二冊第三部份中所述ILS作業準則之重要部分。

1.5.2 障礙物評估和障礙物許可高度計算可以藉由障礙評估面求得（詳1.3.3）。然而，其觀念雖簡單，但涉及複雜麻煩費時的數值計算，特別是有很多障礙物的時候。此外，還有兩大缺點：

a) 首先，OAS 為能由人工方式求得相關準則，僅為一組簡單平面，但卻致有些區域會受到過度保護，特別是在跑道附近，也就是必要障礙物（如滑降台天線、停等之航空器等）可能座落的區域。因此，若依 OAS 準則，此類障礙物可能就會成為航機無法採操作最低標準之非必要原因。

b) 再者，使用 OAS 也隱含這些限制面可能變成實體障礙時，也不用增加OCA/H。很明顯地，這樣會降低安全性。如果完全依賴程序專家從操作上判斷跑道周圍哪裡障礙物密度過高，可能運作上會有缺失。

1.5.3 因此，雖然OAS準則是用以達到特定的安全水準目標，但卻可能會不必要地妨礙航機採以操作最低標準之可能，或使運作安全性反低於標準。CRM針對這些問題提供解決之道：

a) 對特定條件及跑道環境進行風險估算（對總體障礙物及個別障礙物）

b) 針對特定條件及跑道環境估算可接受之最低 OCA/H 值。

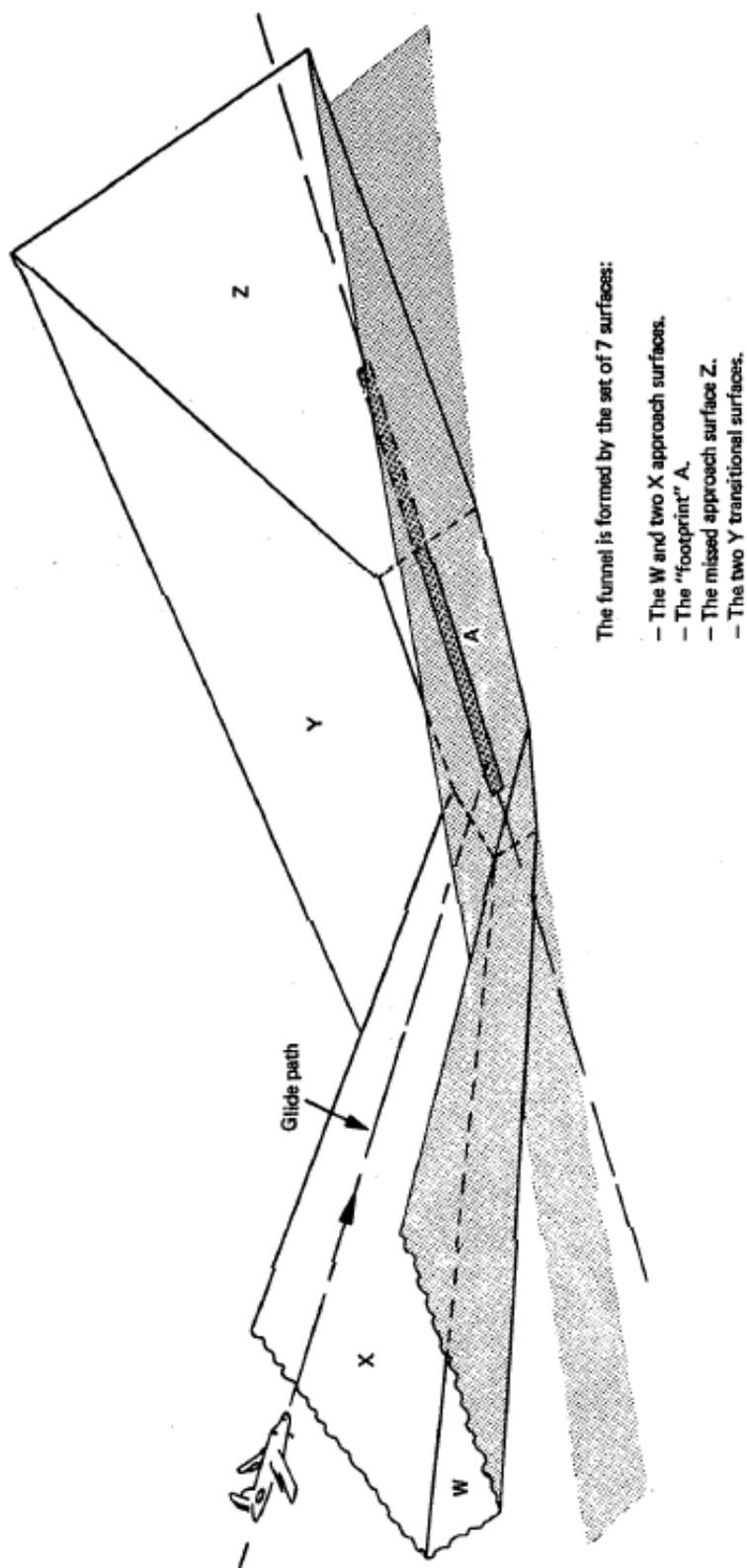


圖 1-7 進場空域圖 (OAS)

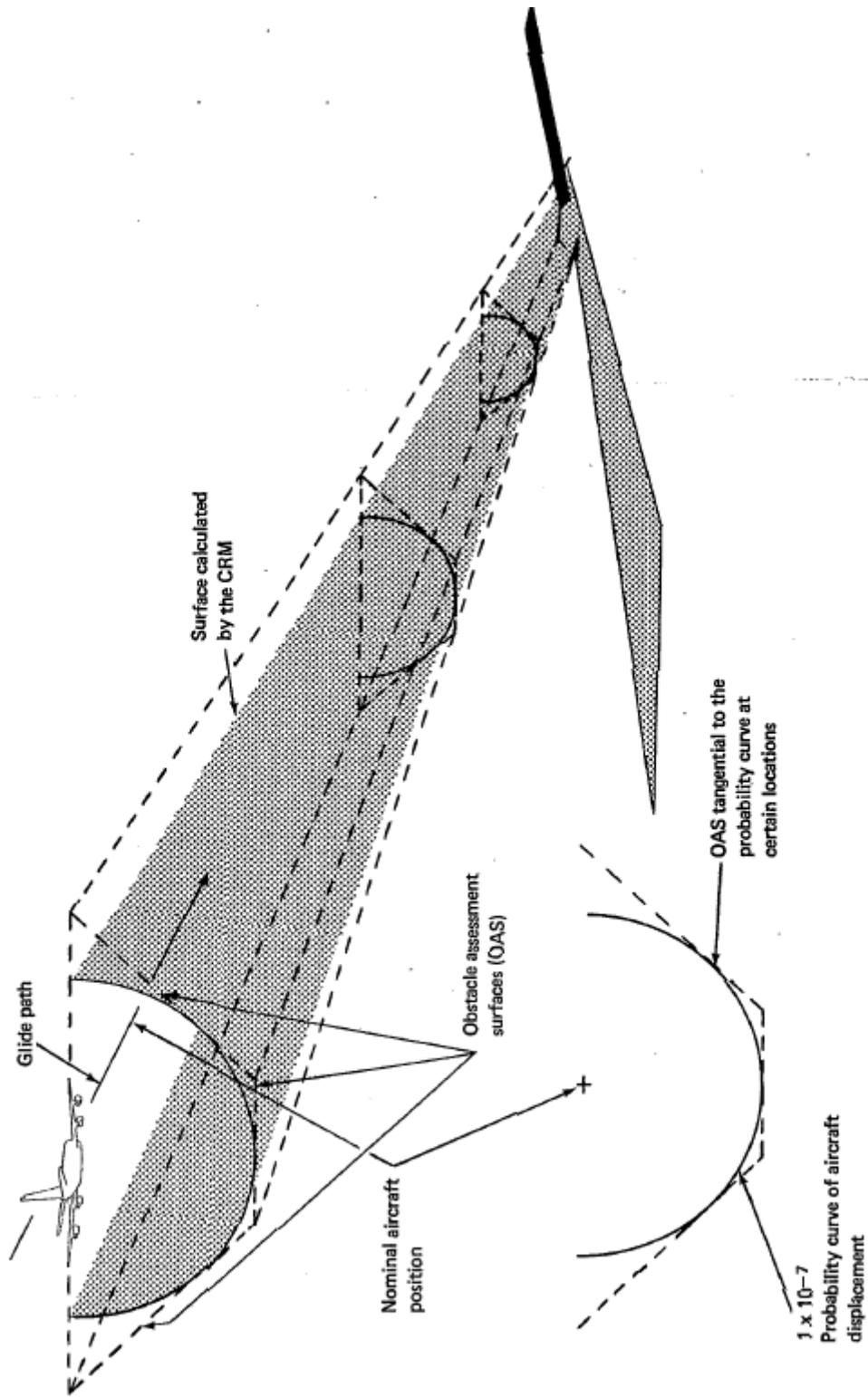


圖 1-8 進場空域圖 (CRM)

1.5.4 CRM也可用以輔助：

- a) 機場規劃（用來評估既定地理及障礙環境下新跑道的可能位置）。
- b) 決定是否應有既有障礙物應移除。
- c) 決定是否有特定的新建物會影響飛航作業（也就是增加 OCA/H）。

1.5.5 ICOA Doc 9274-AN/904 --*ILS*作業之碰撞風險模型(CRM)使用手冊，有CRM完整說明及其用途指引。

第 2 章 機場障礙物管制

2.1 背景

- 2.1.1** 以往，地主對其土地上空及下方享有完全主權，可在其上任意擴增延展物體，且航空器飛越其上空須經地主同意始得為之。惟因此會阻礙航空事業之發展，故後來慢慢演變成物主只對其土地上方某一高度下之空域有主權，該高度上之空域則完全作為大眾航空運輸使用。
- 2.1.2** 當有建物突出航空器運作空域時，建物物主與機場經營者間就會有利害衝突產生。若兩者間無法達成共識，為安全起見，須由機場管理機關構以相關程序限制航空器運作，如採跑道頭位移運作（因跑道有效長度減少）、提高操作最低天氣標準（weather minima for operations）、減少航空器載重、或限制某些航空器運作。任何因應措施都可能會嚴重影響航空運輸運作與效率，並影響機場營運。
- 2.1.3** 機場毗鄰之障礙物管制，涉及政府機關、民眾、物主和機場營運者各層面，並受法律、經濟、社會及政治等因素所牽制。即使很理想地在一片空曠無障礙物的土地上建置新機場，要避免以後不會有障礙物產生也很困難，因為機場會往鄰近社區方向擴展，而其鄰近社區也會往機場方向擴展。因此，要採取任何措施避免障礙物新增並移除或減少既有障礙物。

2.2 法定單位與權責

- 2.2.1** 障礙物限制準則及管制辦法由中央政府訂定。其中，障礙物限制準則要能與「民用機場設計暨運作規範」第四章一致。此外，要將障礙物限制面無法淨空可能造成的社會或經濟問題清楚告知大眾及機場官員。
- 2.2.2** 除訂障礙物限制準則外，政府還可授權地方單位以土地分區管制限制建物和樹木高度，以將物體未來突出障礙物限制面的可能性降至最低。同時，政府亦應授權機場經營者（或地方單位）取得空域權或地上權，包括為公用目的徵收土地之權。另外，為確保能得知任何可能影響航空器運作安全之潛在障礙物，政府亦可考量制訂相關程序和規定。
- 2.2.3** 地方機關（如縣市政府的企劃單位或建照核發單位）經授權，應依障礙物限制面規定制訂分區高度管制規定，並據此管制該區未來都市發展；此外，其亦可要求地主或開發商在有可能會超出障礙物限制面之建物提案時，事先提出正式書面說明。地方單位應與機場經營者密切合作，確保障礙物限制措施能提供航空器最佳飛航安全與效率、社會最大經濟效益，並將涉及地上權之層面減至最低。
- 2.2.4** 實際上，障礙物管制之責任，最終還是落在機場經營者身上，包括機場內障礙物的管制，以及機場外現有障礙物的移除或降低高度協調工作；後者可經協調取得或徵用空域權與地上權達成。
- 2.2.5** 每個機場經營者皆應指定一專責人員，持續監控確保機場進場、離場及運作空域保持淨空無障礙。機場經營者或其指定人員，應與中央或地方政府

單位密切合作，採取任何措施防止障礙物設立，像是提供都市計劃當局障礙物限制面劃定依據的跑道位置、長度、方位及標高。機場經營者應隨時提高警覺，以防止機場周圍有障礙物設立，同時亦應提醒其它政府單位注意其所管轄區域潛在問題。為此，機場經營者應制訂一套定期檢視程序，確保機場內外工程或植物生長在突出於障礙物限制面前就能被及時發現，而不致成為障礙物。該程序同時也應包括每日機場內外所有障礙物高度之檢視，只要稍有突出限制面，就要立即採取相關改善措施。

2.2.6 總之，只要中央政府制訂障礙物限制規範，地方當局與機場管理機關構就應據此進行土地分區高度管制及地役權與地上權之徵購作業。此將於下節作更詳細之敘述。

2.3 土地分區高度管制

2.3.1 依機場障礙物限制界面制訂土地分區高度管制規定為一困難、複雜的過程，但卻是必要的。一般而言，地方單位若欲採行該項法規，需上級單位之正式授權，但即使獲授權，高度管制之效果還是可能會嚴重受限。

2.3.2 依法律原則，若無法提供土地分區管制區域適當之補償，則分區管制就不可太過嚴格，否則會有剝奪人民權益之嫌。土地使用分區高度管制曾被法院宣判無效，主要原因就是地上所有權人宣稱其權利被侵犯。

2.3.3 此考量會限制土地分區高度管制之效率，特別是靠近跑道端之地區，因該區的障礙物限制面高度非常低。進行分區高度管制時都必須瞭解這項事實，並給予機場鄰近土地合理可使用之高度。縱然如此，地方對航空器運作及涉及其權利之限制都會相當反彈，並循法律途徑處理，而恐將致周詳之分區管制法令無法通過。

2.3.4 高度分區管制及其它分區管制規定是不溯及以往的，也就是現有建物和樹木若不符合管制規定，原則上是可以繼續存在的。而該類的障礙物此時就得以其它方式處理，如取得地役權或地上權。

2.3.5 機場的障礙物限制面範圍可能會涵蓋數個獨立的地方部門或法律管轄區，而使得分區管制之施行變得很複雜。機場經營者並沒有分區管制之執行權力，而必須仰賴與鄰近地方單位之合作。有時會涉及3或4個不同的管轄區，各管轄區還不見得會願意合作。有時上級單位會授權成立地方規劃單位整合執行分區管制。像是由機場與地方單位成立委員會，針對機場界圍內外一定範圍進行分區高度管制。

2.3.6 如上所建議，土地使用分區管制對障礙物管制有所幫助。如果可行的話，可劃定未開發地區不可有高建物，像是農業區、遊憩區、公園、墓地、停車場和工業用低建物（一樓）。

2.3.7 典型分區管制規定一般包含其目的、管制之必要性以及障礙物限制面之敘述，此外亦應障礙物應裝設標誌與障礙燈之最小許可高度以及法律效力。其中障礙物限制面必須與第一章所述限制面一致，允許高度並須與「民用機場設計暨運作規範」第四章所述一致。

2.4 地役權或地上權之取得

- 2.4.1** 在不適合分區管制之區域（如跑道端或已有障礙物存在的區域），機場經營者應採取相關措施保護障礙物限制區域，包括移除障礙物或降低既有障礙物的高度，並採取相關措施確保不會有新的障礙物突出限制面。
- 2.4.2** 機場管理機關構可以地役或地上權取得方式達到保護障礙物限制面之目的。其中，地役權取得方式較為簡單經濟，機場管理機關構可提供合適賠償金或直接與物主協調降低障礙物高度；無法或不適以土地分區管制障礙物高度時，與物主之協議應包括避免障礙物未來突出限制面之事項。
- 2.4.3** 當無法取得地役權時，機場管理機關構則應考量其他替代方案，如取得土地所有權。機場經營者經核准授權下，可以市場機制購買土地所有權，並須給予物主合理賠償金。
- 2.4.4** 曾有機場經營者授權強制徵收跑道末段後4.8公里作為無障礙物區域；其為助導航設施所需用地亦採相同手段，且無距離限制。
- 2.4.5** 土地所有權取得會遭遇幾個困難，首先地方機關可能會持反對立場，因土地所有權變為機場經營者，其地方稅收會減少；另一方面，經場經營者取得用地後，其上所有權之維護所需費用，對機場經營者而言會是一大財務負擔。
- 2.4.6** 免稅問題可由雙方協調支付某一金額代替稅金，不過對機場經營者來說可能就會額外擔負一些不需使用土地之部分。較佳的解決方式，是將整片土地售予私人，並且簽訂保護契約防止未來此區障礙物之設立。當然出售的土地必須與該區現行區域劃分一致。除了跑道端外300公尺及進場燈光或其它助航系統所需用地外，機場經營者可以將其他受高度及使用管制之土地售出，以回收其收購土地之龐大費用，免除維護費用，又可將土地回歸稅收名冊。適當的使用限制也包括第2.3節所述規定。

2.5 建物提案通報

- 2.5.1** 障礙物管制困難之一，是預期新建物可能會突出障礙物限制面的問題。由於機場經營者無法阻止都市建物之發展，因此要經常檢視機場周圍，瞭解是否有新的建物提案。雖然機場經營者在知悉有建物提案時，並無通報之法律義務，但為其自身利益與機場安全著想，最好還是告知相關單位。不過如果障礙物在機場所有物（電子或助導航設備）之位址上，則機場經營者就一定要進行通報作業。
- 2.5.2** 許多國家以法令或規範指定負責通報新建物提案之權責單位，而此單位可能是地方規劃單位、建照單位核發或開發單位。有些例子，會明定建物之限制高度，而該高度一般與障礙物限制面準則一致。低於規定高度之建物提案，地方機關可免進行高度審視即核准之；如果建物提案有突出障礙物限制面之可能性，則應另送往民航機關進行審視，評估其對一般飛航與特定運作程序之影響。若評估結果建物提案在附加條件下可予同意，則應確認是要以裝設標誌、障礙燈方式，或以其他相關措施確保飛航安全等。最

後，新障礙物要以「航圖規範」規定圖表公告，並發佈飛航公告（NOTAM），或依「航空情報規範」規定公告飛航指南補充通知書（AIP）。

2.6 障礙物限制面的評估

2.6.1 下述限制面為精確進場跑道之分區高度管制之基本要素：

- a) 圓錐面
- b) 內水平面
- c) 進場面
- d) 轉接面
- e) 中止降落面

而針對非儀器或非精確儀器跑道之高度限制規範，則不包含上述限制面中止降落面；如果是起飛跑道，則只涉及起飛爬升面。所有限制面的尺寸和斜率詳見「民用機場設計暨運作規範」表 4-1 及 4-2 和本文件第一章之概述。

2.6.2 民航部分之障礙物限制面規範由民航局制定，為此，機場經營者須提供下述機場相關資料：

- a) 跑道位址、方位、長度、標高。
- b) 用以制定障礙物限制面所有參考點之位址與標高。
- c) 跑道使用分類---非儀器、非精確儀器或精確儀器（第 I 類、第 II 類或第 III 類）。
- d) 未來跑道延長或使用類別改變計劃。

2.6.3 障礙物限制面的劃定要考量機場未來發展，最好以機場最終發展高標準劃定，以免未來限制標準提高不易。有些機場不論其跑道分類為何都以第 III 類跑道作為障礙物劃定依據，以保留最大之未來擴充彈性。

2.6.4 機場參考點：在「民用機場設計暨運作規範」中要求設定機場參考點用以指定機場地理位置。該點經緯度之量測精確性要達“秒”，而該值可依引用單位所需進行座標系統轉換。而該點之標高量測與通報要以某定點為基準點（如平均海平面）並達整數m之精確度。

2.6.5 內水平面：基本上，內水平面為以機場參考點為圓心所構成之單一圓平面。惟在較大的機場及跑道佈設複雜時，則內水平面則為以兩個參考點構成的橢圓面。而參考點最好為跑道端或近跑道端點，通常在跑道地帶端點（跑道分類長度為3和4的跑道在跑道60公尺外）並在跑道中心線延伸線上。該橢圓的以此兩個參考點各畫適當半徑的圓，並以外切線連接此二圓，如第一章圖1-2所示。如果跑道兩端點有明顯的標高差（6公尺或更多），則最好自最低參考標高上45公尺開始劃定內水平面，以提昇整體安全。

2.7 障礙物測量

- 2.7.1** 須依循障礙物限制面規定進行全面測量確認障礙物。該類測量由民航局與機場經營者共同進行（詳第四章），惟後續資料庫之建立及維護則由機場經營者執行。
- 2.7.2** 初始測量：初始測量應制訂可描述機場及至圓錐面（如果有外水平面的話，則應包含）邊界範圍平面及障礙物限制面縱剖面之圖表。每個障礙物都應該要有其特性資料、平面、剖面高度資料，並應詳列於圖表內。在「航圖規範」第三章、第四章有機場障礙物圖表較詳細之規定。工程場面測量可以航空圖或航空攝影輔助測量無法由機場視得的障礙物。
- 2.7.3** 定期查核：機場經營者應經常檢視機場周圍環境以判定是否有新的障礙物。只要有明顯的障礙物出現，就應進行測量作業。初始測量若顯示應考量障礙物移除，則宜進行詳細的障礙物檢視。若完成障礙物移除作業後，則該區應進行重新測量更新資料。同樣的，在機場特性如跑道長度、標高或方位改變時，也要進行測量作業更新資料。有關定期測量並無硬性規定測量頻率，但須隨時保持警覺。障礙物因測量所致資料之變更，應依「航空情報規範」之規定通報相關飛航單位。

2.8 障礙物移除

- 2.8.1** 一旦確定有障礙物，機場經營者隨同地方政府機關，盡可能移除此障礙物或降低其高度使其不構成障礙物。此項作業要與障礙物物者進行協調。如果障礙物是單一物體如樹、電視天線、或煙囪等，則有可能與物主達成協議降低其高度。但若障礙物是建築物，則可能會需要進行整個建物的移除，還要進行購買或徵用作業。不論何種情形，機場經營者都必須要賠償物主相關損失。
- 2.8.2** 如果達成降低既有障礙物高度之協議，則應以書面詳定飛航空域權，並依障礙物限制面限定未來建物高度，除非已有效的建立高度限建區分。（參閱上述第2.3及2.4節）
- 2.8.3** 樹：如果修剪的樹，要有物主書面協議保證未來不會使樹長到構成新的障礙物。物主可以同意進行必要的樹木修剪或同意為飛安前提下由機場經營者代表進行樹木修剪作業。
- 2.8.4** 有些必要助導航設施（儀器或目視）會構成障礙物，但不能被移除。而該類物體必須為易斷設計。第五章有關目視及非目視助導航易斷要求。必要時，此類障礙物要裝設標誌或障礙燈。

2.9 遮蔽

- 2.9.1** 在許多國家，遮蔽原理提供一較合理的途徑規範新建物高度與障礙物標誌、燈光裝設；同時，亦可減少相關單位需進行新建物檢視之數量。遮蔽原理主要應用在已有物體突出於障礙物限制面之區域。如果某一區域已有永久障礙物存在，則於該物一定範圍內突出限制面之新設物體可不被視為

障礙物，而以原有的障礙物作為代表或遮蔽物。

2.9.2 AGA第七會議將遮蔽原理引入Annex14，然雖認可遮蔽原理，但並無其詳細的應用規定。有關此議題，AGA確有進行討論過，但決議暫作參考之用。

2.9.3 一般所認同的遮蔽原理，主要依據兩個平面，一為自障礙物頂端遠離跑道方向投射之水平面，另一為朝跑道方向斜率負10%之平面；物體只要在任一平面下，就視為被遮蔽。不過所有的遮蔽原理，都還是要有航空研究作為其原理採行之依據。

2.9.4 位進場或起飛爬升側邊區域之不可移動障礙物，其遮蔽效應較無法確知。某些情況，保留既有無障礙橫面區域可能較好（特別是在障礙物靠近跑道時），因其可確保進場或起飛爬升區域之規定不會任意變更或確保不用採行迴轉起飛程序（turned take-off procedure）。

2.9.5 要作為某一區遮蔽之不可移動障礙物，其永久性應先經嚴謹之審視考量。只有當物體就最長遠來看，不論飛航運作程序、類型或密度如何改變，皆無移動之可行性、可能性或合理性時，方分類為不可移動。

2.10 障礙物標誌與障礙燈

2.10.1 實務上若無法移除障礙物，則應裝設標誌或/與障礙燈，使駕駛員在各種天候狀況與能見度下都能視得該障礙物。「民用機場設計暨運作規範」第六章有障礙物標誌與障礙燈詳細規定；另在ICAO「Aerodrome Design Manual」Part4 有高密度障礙燈特性之規定。

2.10.2 要注意，障礙物標誌與障礙燈乃用以告示障礙物的存在，以降低障礙物對航空器的危險性，但並不一定能降低其對航空器所造成的運作限制。「民用機場設計暨運作規範」規定，除了以下情況外，障礙物都要有標誌，夜間使用機場，還要加裝障礙燈：

- a) 被其他固定障礙物遮蔽之障礙物，不用裝設標誌或障礙燈。
- b) 白天有高亮度障礙燈之障礙物，不須標誌。

活動區之車輛和其他可移動的物體（不包括航空器），都應裝設標誌或障礙燈，但若僅在機坪活動者則可免。

2.10.3 障礙物標誌與障礙燈可由物主、地方機關或機場經營者負責裝設。機場經營者每天要進行機場內外障礙燈目視檢視，並應有故障燈光維修計畫。有些情況，障礙燈（主要位於工、商業區者）的維護、維修、替換可由障礙物物主負責，不然機場經營者就得先徵得物主同意，方得進行必要維護工作。許多機場經營者會利用自動切換的雙障礙燈組（該燈會在其一障礙燈故障時自種轉換至另一功能正常者），來確保障礙物隨時有燈光標示，並減少往赴更換燈泡之次數。

2.11 障礙物通報

2.11.1 「民用機場設計暨運作規範」第二章規定，須有機場內或鄰近範圍明顯障

礙物的位址、標高、類型資料。有關提供前述資料的服務與通報單位詳述於「航圖規範」與「航空情報規範」。從民航安全與有序的觀點，應盡可能符合前述規定。

- 2.11.2** 一旦發現有障礙物，不論是臨時性的或永久性的，都要馬上進行通報。為此，進行障礙物測量的單位（政府或機場經營者）要負責確定該資料在第一時間送到航空情報服務單位（AIS）。如第2.5節所述，新建物的通報可由提案廠商、當地規劃單位、建物核准單位或機場經營者提報。有關該資料之發佈，機場經營者為最直接之利害關係者，而藉由目視檢視或定期測量都可利新障礙物之察覺。也因此，機場經營者最好將所有有關障礙物之資料（包括標誌障礙物與加裝障礙燈資料）都通報航空情報服務單位。通報作業可以口頭方式，但仍應儘速以書面確認。
- 2.11.3** 「航空情報規範」有詳述航空資料發佈之規定，其中亦包含障礙物資料之發佈。資料除發佈飛航公告（NOTAM）外，還可以飛航指南補充通知書（AIPs）或航空通報（Aeronautical Information Circulars）方式。當有緊急的情況時，飛航管制單位（ATC）應將相關資料口頭告知鄰近的航空器。飛航指南補充通知書應包含現有障礙物資料及有裝設標誌與障礙燈之障礙物資料。每個飛航指南補充通知書資料都應定期修正發佈。
- 2.11.4** 障礙物測量所得障礙物資料，或其他方式如由機場營運者通報所得之障礙物資料，也以「航圖規範」第3、4、8、11和12章規定之機場障礙物圖表A及B形式（精確進場圖表、目視圖表和降落圖表）表示。
- 2.11.5** 障礙物之管制與機場內航空器安全效率之運作環境，有賴民航局、地方政府、機場營運者和障礙物物主之高度合作配合。

第 3 章 臨時性危險物

跑道地帶臨時性危險物之處理程序

3.1 概述

3.1.1 臨時性危險物包括在跑道邊或跑道端之機場建置或維護工程、工程附帶之廠房、機具及材料，以及跑道附近無法移動的航空器。

3.1.2 臨時性危險及容許障礙物存在之程度，應由相關單位決定，並考量以下因素：

- a) 跑道可用寬度
- b) 使用航空器的類型和交通量
- c) 有否備用跑道
- e) 盛行天候狀況，如能見度和降雨。後者對於跑道煞車係數有不利影響，並對航空器於地面滾滑有決定性影響。
- f) 跑道長度減少和違反進場面規定兩者折衷之可能性。

3.1.3 所有臨時性危險物都應公告飛航公告（NOTAM），並應依「民用機場設計暨運作規範」規定裝設標誌及障礙燈。針對像航空器滑出跑道等無法預期的危險，飛航管制單位（ATC）應通知駕駛員危險發生位置及其種類。

3.2 非精確儀器及非精確進場跑道之限制規定

3.2.1 跑道邊區域如圖3-1劃分為I、II、III區。

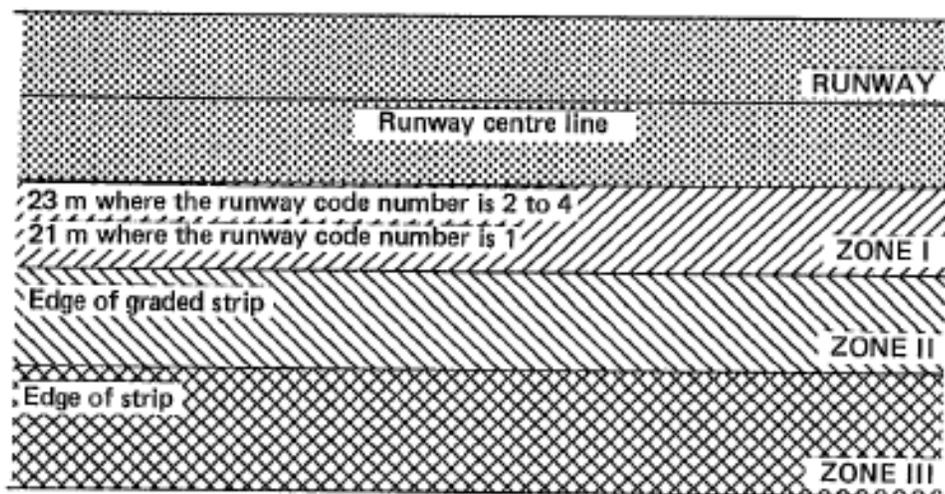


圖 3-1 限制分區圖

I區

3.2.2 I區範圍為自跑道邊起向外延伸下述距離：

23m：跑道長度分類為2、3、4類之跑道。

21m：跑道長度分類為1之跑道。

3.2.3 該區障礙物所佔面積不得超過 9m^2 ，不過，如果是狹溝渠則面積可以容許達 28m^2 。惟為提供航空器螺旋槳與引擎淨空，任何允許存在的障礙物，其高度皆不得超出地面1m。

3.2.4 當跑道使用時，該區不應有任何機具或車輛運作。

3.2.5 該區若有無法移動的航空器，則跑道必須關閉。

II區

3.2.6 該區範圍自I區邊緣開始，至其所屬跑道分類之跑道地帶平整區邊緣。

3.2.7 該區限制規定視運作種類與天候狀況而定。

3.2.8 跑道長度分類為4、側風不大於15km之乾燥跑道，以及跑道長度分類為2、3類、側風不大於10km之乾跑道，得進行下述作業：

a) 目視飛航情況

1) 非限制之施工區，其開挖長度與開挖量應儘可能小。開挖物堆積高度不可高於地面2m。

2) 所有施工機具都應為可移動，並限定在一定高度以下。

3) 當有無法移動的航空器在該區域時，跑道或可以繼續運作。

b) 儀器飛航情況

1) 非受限之施工區，其開挖長度與開挖量應儘可能小。開挖物堆積高度不可高於地面2m。

2) 所有施工機具都應為可移動，並限定在一定高度以下。

3) 當航空器在此區無法移動，跑道必須關閉。

III區

3.2.9 該區只應用在低能見度或低雲層之非精確進場跑道。其範圍自II區邊緣開始，至誤失進場所需地帶邊緣，即至距跑道中心線150公尺處。

3.2.10 無須限制在該區進行之工程，惟仍應確認相關作業與工程車輛不會影響助導航無線運作。有關無線助導航敏感地帶見Annex10附錄C。

跑道端

3.2.11 若有靠近跑道端的工程時，最好的因應措施是採用備用跑道或跑道位移，以避免障礙物位於有效之跑道地帶長度內或是突出於進場面之情形；不

過，如果降落長度已達臨界值，則允許障礙物有前述侵入情況存在或許會比跑道位移方式好。

3.3 精確進場跑道的限制

3.3.1 III類精確進場跑道

ICAO circular 148 SMGCS有規定低能見度所應遵循之運作程序，並有相關車輛檢視與人員活動限制規定。跑道在使用時，活動區內不可有任何工程作業進行，且OFZ不可有任何設備存在，所有人員也應退出活動區。第3.2.3與3.2.8節所述土堆高度的限制亦適用於此。

3.3.2 I類與II類精確進場跑道

跑道在使用時，不得有任何工程作業在OFZ進行，且所有設備與人員都要撤離OFZ。第3.2.3與3.2.8節所述土堆高度的限制亦適用於此。

3.4 工程前置會議

3.4.1 在工程施作前，包商、機場經營者、航務組（若有）最好針對下述事項進行協調，以達共識：

- a) 工程車管制方式，使對航空器運作之影響降至最低。
- b) 工程作業時程規劃，以儘可能縮小影響航空器運作之時間。
- c) 廢物棄置、工程材料和機具儲存，以及完工後之施工區回復。

第 4 章 障礙物測量

4.1 澳洲之措施

4.1.1 本節為有關於籌畫中及既有之機場其進場區域及進場面、起飛爬升區域及起飛爬升面、轉接面、水平面及圓錐面等之測量，以決定物體之位置及標高是否可能違反這些限制面。在精確進場跑道或可能架設精確進場助航設備之跑道，此測量應涵蓋與此助航設備有關之額外的水平面。此水平面位於機場參考點上方30 m處，形狀為矩形。此水平面寬1.75 km沿跑道中心線對稱，其長從精確進場跑道頭前端1050 m開始至另一頭之跑道地帶末端。

4.1.2 此測量將產生一淨空面¹配置圖，顯示與構成障礙物之物體其位置及折合水準有關之淨空面空中輪廓，將可：

- a) 評估違反淨空面的程度及評估減少或移除違反淨空面之障礙物其可行性。
- b) 決定障礙物需要標示至何程度。
- c) 決定作業程序，例如航空器繞場之臨界高度及在起飛或降落時發生緊急事件之應變。
- d) 編撰與飛航法規有關之高度限制圖(禁限建)。為編撰這些圖，淨空面配置圖須包括關鍵區域之地面輪廓及特徵。這些資訊或可從當地政府相關單位等所編圖表取得，否則須經由一般之測量方法獲得。

1.淨空面一詞在本節中與障礙物限制面同義。

4.1.3 淨空面之測量一般應以水平及垂直均能讀至5"之經緯儀行之。

淨空面之特性

4.1.4 進場區域及進場面、起飛爬升區域及起飛爬升面、轉接面，其特性隨機場所採用之航空器作業之本質及型態而變。

4.1.5 要開始測量之前，須先確定機場所採用之航空器作業之本質及型態，再決定淨空面之幾何特性。

4.1.6 若能取得此區域之地形圖，將淨空面之限制標於圖上，對於外業甚有幫助。

測量程序

4.1.7 測量程序應由以下各項決定組成：

- a) 跑道地帶末端之跑道中心線其位置與折合水準、跑道地帶末端以外任何已核准之清除區其末端、及將來可能延伸之延伸部分末端。
- b) 機場參考點之位置與折合水準。

- c) 可能對淨空面構成障礙物之所有物體之最高點其位置與折合水準。從測量者之觀點看來可以移除之障礙物其地面高度亦應取得。
- d) 位於水平面及圓錐面內，在鄰接之起飛爬升面之間之最高物體其位置與折合水準，不論此物體是否違反限制面。
- e) 位於進場區域及此區域內端算起 600 m 內之道路及鐵路斜坡部分其位置與定點高度之變化。
- f) 跑道中心線之磁方位及磁偏角，以整數度表示。

4.1.8 折合水準應計算至最接近0.3 m，若可能應與平均海平面有關。若此不可行，應清楚指明所使用之測量基準。任何用來決定折合水準之程序，必須考量地球曲率及所需折射以符合4.1.13所規定之精確度要求。

4.1.9 障礙物必須標明，例如樹木、丘陵、桿、塔、塔尖、煙囪、牆、柱、天線、建築物及房舍等。

4.1.10 大範圍之障礙物諸如丘陵、山脈等，其垂直及水平之突出限制，應經由得到關鍵地點之折合水準及突出之水平區域而定。

4.1.11 與4.1.7有關之外業，除c)及d)外，只涉及一般之測量程序不會有進一步處理。在很多情形下這些資訊可從既有之輪廓圖及地形圖得之。

4.1.12 與4.1.7 c)及d)有關之外業，包括：首先一初步程序以標明可能構成障礙物之物體，然後另一程序決定這些物體之位置與折合水準。在某些情形下可將此兩程序結合為一。

精確度

4.1.13 外業之精確度，其結果數據最大偏差須如以下所述：

- a) 跑道地帶末端之水平尺寸、跑道地帶末端以外任何已核准之清除區其末端、及將來可能延伸之延伸部分末端，須計算至最接近 0.3 m。
- b) 對淨空面可能構成障礙物之物體，水平方向須位於 4.5 m 以內，從限制面原點起每隔 150 m 再加 0.3 m。折合水準須從限制面原點開始，最初 300 m 為 23 cm，以後每 300 m 增加 15 cm。

附註—為精確度之故，圓錐面原點須為機場參考點。

起飛爬升區域及起飛爬升面

4.1.14 須於跑道地帶末端或跑道地帶末端以外任何已核准之清除區其末端，設置一經精確量測之基準線。此基準線應與起飛爬升區域內端等長，且應設計成與跑道地帶中心線垂直並沿跑道地帶中心線對稱。此基準線兩端應打地樁，且這些地樁應與起飛爬升區域內端各角一致。量測這些地樁之折合水準之方法應與量測障礙物之折合水準之方法相同。

- 4.1.15** 建立起飛爬升區域之外緣，應將經緯儀架設於角落地樁(基準線兩端)，以基準線為參考，水平轉一角度使等於斜角再加90度。在距角落地樁一段距離之起飛爬升區域外緣豎立標桿，對於辨視起飛爬升區域範圍有實質助益。
- 4.1.16** 檢查起飛爬升面，可將經緯儀架設於一角落地樁，經由將望遠鏡設於等於限制面斜率之垂直角度，並將望遠鏡從起飛爬升區域外緣旋轉至接近延伸之中心線。在另一角落地樁重複此過程。
- 4.1.17** 任何投射於限制面之物體構成障礙物，若辨識障礙物之方法不夠精確，則任何接近限制面之物體亦應暫視為障礙物。辨識障礙物之方法不夠精確是由於以下因素：
- 未校正望遠鏡使其在限制面內緣之中心點與地平面一致。
 - 未對曲率及折射度校正。
 - 限制面斜率不必然須由一與限制面成 90 度之垂直面上讀得。
- 4.1.18** 構成障礙物或暫被視為障礙物之物體其位置與折合水準，可由以下方法精確測得：
- 三角測量法及基準線末端或其他為此目的所設置之控制站之垂直角讀數。
 - 從基準線或控制站橫貫及水平量測。在被障礙物遮蔽而有可能為障礙物之物體，有需要應用此方法。
- 4.1.19** 通常三角測量法原則不用於頂點角度(物體的角度)小於 $2^{\circ}15'$ 或離物體的距離大於基準線25倍長之處。對遠距離的物體而言，此規則將需經由設立其他控制站或應用貫穿原則或貫穿與三角測量法合用，以加長基準線長度。
- 4.1.20** 假如跑道及/或跑道地帶將來可能延長，則測量應包括：
- 在既有之跑道地帶末端及延長後之末端之間，地平面以上物體其位置與折合水準。此延長後之末端係對與依據既有之跑道地帶末端之起飛爬升區域全部寬度而言。
 - 從延長後之末端對起飛爬升面構成障礙物之物體其位置與折合水準。此延長後之末端係對與依據既有之跑道地帶末端之起飛爬升區域全部寬度而言。

進場區域及進場面

- 4.1.21** 進場區域及進場面之幾何特性沒有起飛爬升區域及起飛爬升面之幾何特性重要，但在跑道與精確進場降落有關時例外。
- 4.1.22** 因此，與起飛爬升區域及起飛爬升面有關之測量也將滿足進場區域及進場面之需求，但在與精確進場降落有關時例外。
- 4.1.23** 除區分國際或國內精確進場區域及進場面之幾何特性外，精確進場區域及

進場面之測量程序同起飛爬升區域及起飛爬升面。

轉接面

4.1.24 就確認構成障礙物之物體而言，轉接面測量最好分兩部分實施。一部分由與進場面有關之轉接面測量組成，第二部分為與跑道地帶有關之轉接面測量。轉接面與跑道地帶連結之參考線，與從進場區域內緣末端開始而平行於跑道中心線之地平線一致。

4.1.25 與進場面有關之轉接面確認測量，所採用的經緯儀或校正過之水平儀¹最好配備有可將一度分成七等分之十字絲。

1. 校正過之水平儀為一經專依此環境而修正之標準測量員水平儀。校正必須包括重新放置望遠鏡光學儀器將視野加大，以便安裝刻上百分比坡度的量板。這樣望遠鏡的圓罩才可在跑讀傾斜度時固定在中央，平衡儀器使儀器作業簡化，直接瞄準並讀取傾斜比例。為利測量轉接面，每度分為七等分的標線也會整合在量板上。

4.1.26 此部分之測量，儀器應沿代表進場區域邊緣之線段放置，並沿著線向外一段距離讓望遠鏡位於進場面。將望遠鏡抬高對齊進場面的傾斜度，沿著代表邊緣的線目測並加以水平和垂直固定。再將每度分成七等分讀取的望遠鏡十字絲放置在轉接面和進場面連接之處的平面以及任何突出於此平面構成障礙物的物體上。在進場面的另一邊重複此程序。

4.1.27 若無可將一度分成七等分的十字絲，就必須以諸如4.1.18節中所指明之精確方法確認檢查中之區域內很多可能形成障礙物的物體其位置和折合水準。其他物體可與此目視比較，由此可確認可能之障礙物。

4.1.28 構成障礙物或暫被視為可能構成障礙物之物體其位置和折合水準，可用4.1.18節中所指明之方法確定。

4.1.29 對轉接面與跑道地帶連接處之確認測量，應將經緯儀置於疑似構成障礙物的物體與跑道中心線相交的線上（與跑道中心線成直角的線），並位於參考線（詳見4.1.24）外一段距離，如此儀器之望遠鏡才能位於轉接面上。

4.1.30 將望遠鏡抬高七分之一的傾斜度並垂直固定，再觀測物體。則望遠鏡位於轉接面上，若物體突出此平面便會構成障礙物。

4.1.31 若很多物體已經過如此測量，則其餘物體可與已測過之物體目視比較，由此可確認可能之障礙物。

4.1.32 構成障礙物或暫被視為可能構成障礙物之物體其位置和折合水準，可用4.1.18節中所指明之方法確定。

水平面及圓錐面—與精確進場跑道有關之額外水平面

4.1.33 確認可能對淨空面構成障礙物的物體最好參考已經標繪這些淨空面範圍的地形圖。既然這些物體至少高於機場參考點30公尺以上，它們便是高而易於看見或位於高地的物體，可審視地形圖找出它們的位置。

4.1.34 若無法取得地形圖，就必須以諸如4.1.18節中所指明之精確方法確認很多對這些面可能形成障礙物的物體其位置和折合水準。則其餘物體可與已測過之物體目視比較，由此可確認可能之障礙物。

4.1.35 構成障礙物或暫被視為可能構成障礙物之物體其位置和折合水準，可用4.1.18節中所指明之方法確定。

應用航空攝影測量淨空面

4.1.36 當牽涉廣泛且複雜之淨空面測量，採用空中攝影，製作可展現出此區域內可能構成障礙物的物體其位置與高度之圖，可能更方便、經濟。於此圖上也可標繪出範圍中不同淨空面的航空等高線，4.1.2節所設目標即可達成。

應用陸地攝影測量進場面、起飛爬升面及轉接面

4.1.37 製作進場面、起飛爬升面及轉接面圖片，以顯示違反這些面的範圍時，可採用以下所述之陸地攝影。此圖片對須詳細描述進場面、起飛爬升面及轉接面等淨空為一理想方式，特別是障礙物含括茂密樹林的區域。此圖片亦可用來檢查之前以一般測量程序所作之測量是否已將形成障礙物的物體都處理完畢。

附註—此處所提及之轉接面僅為與進場面有關之轉接面。

4.1.38 雖然可應用此攝影方式製作平面圖以顯示障礙物之位置及折合水準，然實務上為達成此目的所需之額外攝影和外業太過繁雜。

理論

4.1.39 若相機設置在平面上，平面在底片上就會投射為一條直線。此外，若相機為同高，且朝向平面上最陡坡的方向，相機上的平面投射將會與水平地面的投射平行。

4.1.40 由於進場面、起飛爬升面和轉接面為平面，投射在底片上即為直線，拍攝時要注意將相機鏡頭放在平面上。

4.1.41 萬一相機設在斜面邊緣時，例如進場面和轉接面的交界，兩個平面都會在底片上呈直線。

4.1.42 然而，這些平面無法被繪製在相片上，除非它們與相片上的基準面相關。只要將目標的折合水準設定與相機一致，即可設定基準面。相片上所繪製穿越這些目標的線條可經由相機投射到水平平面上。

4.1.43 若設定好目標，使中央的目標穿越所欲量測平面之對稱軸而位於垂直的平面上，其他的目標則放在固定水平角度的任一邊，則有可能利用相片中的三個目標形成角度比例尺。

4.1.44 利用這比例尺，與欲測面高度角度相等的中央目標可在相片上定出距離。

穿過這一點所繪製出與水平平面平行的線就是此限制面的投射。

- 4.1.45 除非外部目標與中央目標間之角度和斜面角度相同，否則若相機設在斜面邊緣和進場面或起飛爬升地面上，則目標設置如前。
- 4.1.46 最後相片上，欲測面會被畫至與外部目標上方垂直的一點。此點若位於進場面，就可朝相片的邊緣拉一條七分之一斜率的線，因我們面對轉接面的斜坡。
- 4.1.47 既然相片上任何點均可量得，因此任何物體的位置即可計算或標繪出，以提供一張以上的相片及由測量所定之相機站位置。然而，如同4.1.38所提及的，實務上為達成此目的所需之額外攝影和外業太過繁雜。

裝備

- 4.1.48 相機應為配備90釐米鏡頭之高品質相機，或同等級產品。
- 4.1.49 利用類似Watts Microptic或同級之水準儀設立垂直控制。水準儀應配備小座臺附加在望遠鏡圓筒及圈在主圓罩上的金屬蓋上。此座臺形成相機的固定托板，相機的重量直接落在水準儀的垂直軸上。座臺的前後邊緣都要有小的隆起部份讓相機不論設在哪裡都能固定位置。相機的三腳架裝置應配備固定螺絲。水平控制則以經緯儀為之。
- 4.1.50 標的應為環型並採用堅固的材質，後方加用管子和固定螺絲。應漆成四分之一圓，半徑範圍應等於水準儀上的望遠鏡軸距至相機距離。
- 4.1.51 上下調整目標高度的調整桿可為一般的測桿，但應要可延伸3至3.5公尺高。

外業程序

- 4.1.52 相機位置選用在跑道中心線延長線與斜面的外緣上，這樣相機在設置時就可依狀況需要放在進場面或起飛爬升面上。當相機位於和進場面連接之斜面上時，相機也會同時位於轉接面上，因斜面的外緣就是兩個面的交界。相機之位置和高度，皆依據跑道地帶末端設置。

附註—為排除使用兩組相片的必要性（一組測量起飛爬升面，另一組則測量進場面和轉接面），轉接面可設在起飛爬升面的邊緣而非進場面的邊緣，除非是精確進場面。如此就算將轉接面淨空納入，財務上也不會增加重大負擔。

- 4.1.53 當確定相機在中心線延長線上之位置後，在其上方設置經緯儀，於是目標位置就可確立。將一目標設在跑道的中心線延長線上，另依相機而定，以同角度在兩邊各設一目標—通常為20度。目標與相機不需特定之距離。
- 4.1.54 以水準儀取代經緯儀並對準目標的下緣。再將相機加設在水準儀上。由於目標的半徑範圍和水準儀望遠鏡及相機的軸垂直分隔線相等，目標中心點將對準相機鏡頭。

4.1.55 相機直接朝向中心目標拍攝。

4.1.56 斜面相機點也採用類似的流程。中心目標設在與跑道中心線延長線平行的方位，內部目標距離此線20度，但外部目標則設在斜角上。相機直接對在中心目標。要注意相機軸心永遠保持水平。

內業程序

4.1.57 最後底片須放大，使目標之間的20°間距成為125cm（約為四倍放大）。

4.1.58 畫過目標中心點的直線代表穿越相機之水平面。

4.1.59 採用正片底片透明刻度使20°等於125 cm，這樣便可標示出起飛爬升面或進場面離目標上方之角度距離，以及穿越目標與水平線平行的直線。此線代表要測量的限制面，並清楚地顯示此限制面已淨空或仍有障礙。

4.1.60 關於斜面攝影方面，限制面可作類似的繪圖，但終結在斜面目標的正上方。從這裡起，向外畫出7分之一斜率的線，這條線就是轉接面。

4.1.61 三組相片結合可完整顯示起飛爬升面或進場面及轉接面整個範圍。

4.2 英國之措施

4.2.1 以空中測量確定機場周圍各區域內各種物體之位置及高度。須有此資訊才能製定航空器作業所需之飛航圖，也才能確定哪些物體構成障礙物。構成障礙物之物體，若可能，須予移除，否則須予標示或照明。

4.2.2 以下之機場測量規定是用來獲得障礙物資料以遵守ICAO各公約內相關標準及措施及英國法規CAP168之規定。

A 型障礙圖測量

4.2.3 大型噴射機使用之跑道。此區域之測量從180m寬之起飛爬升區域內緣開始。從原點至15000m處，寬度從180m均勻增加到3930m，並沿中心線延長線對稱。依據剖面圖界定此區域內障礙物之重要性，此剖面圖從原點持續90公尺水平平地之外方起向外9000公尺有百分之1斜率的上坡。若待測平面無障礙物，高度便會降低直到遇到第一個易斷障礙物或到達百分之0.5為止。

4.2.4 前900公尺，障礙物會向前投射水平陰影，從900公尺至9000公尺，陰影會向上呈百分之一的斜度；9000公尺之外，陰影再度呈水平。完全低於此陰影的障礙物不需顯示在圖表上（選擇陰影投射流程詳見4.2.5）。此外，9000公尺到15000公尺的外部區域裡，障礙物可視為投射向後呈百分之十坡度的陰影。所有完全低於此陰影的障礙皆不需標示（但請參閱4.2.5之陰影投射流程）。

4.2.5 目前英國法令允許小型航空器之駕駛將總寬度少於4.2.3所界定之障礙物說

明起飛航道區域 (TOFPA) 納入考量。為確保整個區域一律採用障礙物陰影投射技術的 A 型圖表不會漏掉此區域中的障礙物，於是採用了特選的障礙物陰影投射流程。針對障礙物陰影投射流程，首先測量 4.2.3 所敘述的起飛航道區域 (TOFPA) 之可能障礙物。然後再分為三部份。兩個最外部的區域各為 25 公尺寬的跑道地帶，與相對的 TOFPA 外緣互相平行。中央區域的可能障礙物可在兩個最外部的區域內投射障礙陰影。兩個最外部區域內的可能障礙物則不能在中央區域投射陰影。任一最外部區域內的可能障礙物不可投射陰影至另一個最外部的區域內。

4.2.6 精確度規範詳見「航圖規範」第三章 3.9 節。

4.2.7 若有必要設立轉彎之起飛爬升區域，則其測量應由適當的機場當局及經營者協商決定。

4.2.8 其餘跑道。請依據「航圖規範」的規範。

AGA 測量

4.2.9 突出以下各清除面之障礙物須予確定：

- a) 跑道地帶
- b) 滑行道地帶
- c) 進場面
- d) 起飛爬升面
- e) 轉接面
- f) 水平面
- g) 圓錐面

4.2.10 障礙物面之尺寸和斜度是經由研究 Annex 14 和 CAP 168 而予確認。兩者若有差異時，選用較嚴格之規定。

4.2.11 測量之精確度應依據「航圖規範」第四章 4.9 節。

RAC 測量(用於精確進場程序)

4.2.12 對各類 ILS 及雷達進場程序須予詳細測量至終端範圍 1/2NM。第 I 類 ILS 剖面圖及雷達進場程序平面圖區域，取兩者中規定較嚴格者為量測基礎。所有在平面圖區域內之障礙物若突出或位於清除面 3m 內必須測量其高度。一台電腦用來接收 4.2.21 及 4.2.22 所規定格式之資料，並以程式計算適用於各類 ILS 之障礙物清除限制 (OCL) 及主要障礙物允許值 (只用於英國)。為保險起見，也需核查電腦 ILS 輸出。測量必需每年更新，每三年必需全部重作。

4.2.13 進場通道的起點位於 600 公尺寬的降落跑道頭上：從起始點 660 公尺順風處，每邊偏離百分之 15 的比率 (角度為 $8^{\circ}32'$) 直到寬度為 4NM 為止，然後維持此寬度至距起始點 15NM 處。進場通道前 790 公尺的地形為水平，超過這點

之後的向上坡度為1：32。錯失進場從600公尺寬的跑道頭開始，並持續保持這個寬度直到距跑道頭逆風875公尺處，此處每邊偏離角度為15°。跑道頭逆風方向的前1800公尺的錯失進場地地形為水平，而後的向上坡度為1：40。當坡度與最小扇形高度相交時，便是此區域的終點。

機場測量程序

4.2.14 比率為1：10000或1：10560之完整涵蓋地圖都有現成的。所測量之機場其位置大多位於已出版比率為1：2500之全國平面圖，。這些平面圖提供了基準位置和標高，並沿著公路標示定點高度。在英國之測量便是據此運作。

4.2.15 機場障碍物之測量必須遵循ICAO Annex 4和14所載之規定，及CAP168的標準。

外業

4.2.16 外業通常是使用全國平面圖1：2500之副本。荒僻地區若未出現於1：2500比率之平面圖，則使用1：10000或1：10560之平面圖。測量之目的為製作平面圖和待測高度清單。此需要：

- a) 檢查出現在所採用的平面圖上的機場之跑道配置及長度、跑道頭標高、以及一般配置。
- b) 在外業使用之平面圖上標示起飛、降落和繞場操作之區域及容許高度。
- c) 在平面圖上標示高度之點的位置。
- d) 測高。以經緯儀觀察來測量，利用儀器和標示高度之物體在平面圖上之位置兩者之間的比例距離，將垂直角度的切線相乘即可得出高度差距。此差異可應用於儀器站之標高，以取得特定物體於測量基準上之高度。必須至少要取得2個從不同的儀器站所得之測定高度以決定高度。

內業

4.2.17 或者，也可用航空攝影來測量，再將其結果與抽樣之外業測量來驗證。

4.2.18 將標高點繪製在適當之1：2500的全國格狀平面圖的尺寸固定塑膠投影片上，並標示出獨特的數字。盡量將這些點也繪製在1：10000或1：10560含括機場和各種進場、起飛和繞場區域的全國格狀平面圖上。每個平面圖都有參考號碼及負責量測所載資料的單位。

4.2.19 將測量高度清單裝訂成冊。首頁記載：

- a) 機場名稱。
- b) 測量區域範圍。
- c) 每條跑道頭的全國格狀座標，校準至±1 m。
- d) 每條跑道頭在測量基準上之標高，至±0.03 m。

- e) 測量及修訂日期。
- f) 記錄號碼。
- g) 負責資料測量之單位名稱。

4.2.20 每頁清單包括以下資訊：

- a) 繪製標高點的平面圖之記錄號碼。
- b) 地點的平面圖號碼。
- c) 地點在測量基準上之標高，至 ± 0.03 m。
- d) 每個點的1公尺全國網格位置，通常可從1:2500的全國格狀平面圖上量得。
- e) 簡介（依據電腦輸入規定只限於八位數）。

4.2.21 可於尺寸固定的塑膠原料上製作這些平面圖的透明正片副本，並連同清單副本一併交給適當的管理機關。相關官員可從其中所載的資訊決定哪個物體構成障礙物。

4.2.22 外業測量和後續的內業流程可確保資料完備，足以製作A類和B類圖表，並可對進場作更詳細研究。

4.2.23 一般來說，都是從高速公路和間道上量測，因此通常並不需處理土地進入權。總體而言，測量者所要進行的測量種類如下：

- a) 綜合測量：首次測量或指出所有障礙物和地形的複測，必須申請土地進入權。
- b) 限制測量：首次測量或僅指出密集成群物體所構成之代表性障礙物之複測。從高速公路或間道上進行測量，通常不需申辦土地進入權。
- c) 修訂測量：此為一檢查性測量，用於以前受過精密測量的機場以及出現新建築物和實施障礙淨空計畫的地方。

4.2.24 每個機場都會指明其跑道及跑道地帶為儀器或目視，和其相關的進場區域的確切尺寸和坡度也都會標明。AGA測量的規定包括了轉接面、水平面和圓錐面，詳Annex14及CAP168。

4.2.25 若檢查測量高度之平面圖及清單顯示有必要施行淨空計畫，特定的包括區域必須再測量，通常必需安排土地進入權，備妥一份1:2500縮尺的平面圖，詳細標示須移除之物體，並估計成本。

4.3 美國之措施

4.3.1 機場障礙物測量主要必須提供：

- a) 機場標高
- b) 跑道剖面標高
- c) 機場參考點之經緯度
- d) 每條跑道之長度及寬度
- e) 每條跑道之方位

- f) 機場使用之測面法
- g) 圖表含括區域內每一障礙物的位置和標高

4.3.2 每次測量之複雜度及圖表之保存編號因各州而有很大變化。測量方法、裝備及外業人員所需支援也有差異。在此所描述之外業程序範圍，應足以提供選擇，供非常複雜及較簡單之測量情況之所需。這些方法大多假設測量採空中攝影，再經內業編輯過程。若攝影測量程序不可行，可選擇不需此程序之外業方式。

4.3.3 為便於參考，外業測量分為一系列的步驟或流程：

- a) 原始測量
- b) 修訂測量
- c) 規劃及勘察
- d) 水準測量
- e) 水平控制
- f) 降落區域測量
- g) 障礙物偵測及篩選
- h) 障礙物位置及標高
- i) 助導航設施(ILS 及雷達等)

初始測量

4.3.4 初始測量之定義為機場首次的障礙物測量。此測量必須提供所有主要的資料，包括任何所需之補充資料。此外，原始測量應提供水平和垂直控制站的基本網絡—敘述及標明所在以確保將來修訂測量時能找到及使用。若有額外支出，其控制需精準，須對機場官員及現場工程師之測量需求有幫助。

修訂測量

4.3.5 每次修訂測量期間，勘測的工作團體必須針對現有的障礙物圖表進行完整的現場檢測，並提供更新圖表所需之現場勘測資料以符合目前規定。修訂測量所須之外業種類及數量變化極大，端視圖表的年代而定。圖表上障礙物之實地檢視係強制性。為此，現有的圖表可作為平面表單來使用。在新或較新的障礙物圖表上，通常都需要作修訂測量。在較為老舊的障礙物圖表上，常需額外之作業，例如重新設定機場參考點(ARP)、新的跑道水準測量、修訂水平和垂直之控制計劃等。

規劃和勘察

4.3.6 個別測量之規劃應從研究當地最準確的地圖及當地現有的水平和垂直控制做起。於研究中在地圖上標繪進場面等會有很大的助益。研究之後應與機

場經營者、塔台人員及機場工程師針對測量、建議的架構或淨空、重要的障礙物和現行的控制進行初步討論。完成初步討論之後，應進行一般性勘察以提升對機場和鄰近區域的熟悉度。

水準測量

4.3.7 為設立所需之機場標高，包括跑道剖面標高及水準點，並根據這些標高測定障礙物的標高，機場必須採用第三級或更高級的水準儀。水準測量應從兩個以平均海平面為基準的現有基準點向前和向後測量，在兩點之間進行符合要求的檢測。在水準測量無法依據平均海平數據之處，應在圖表上註明其影響。水準測量期間，至少要設立兩個固定和敘述的基準點讓機場在未來使用。

4.3.8 從這些新的基準點，水準儀可繞著降落區域之週邊運作形成一環狀，且應在每個跑道終點附近設立有記號或有說明的半固定點以供未來使用。0.1ft¹的環狀乘以水平線以英哩計算之平方根才算符合規定。跑道剖面的水準測量和機場標高可從這些基準點進行水準測量來取得。水準測量也可從這些基準點向外延伸，從機場一直到以前設立而今基準點已不復存在之鄰近地區中的障礙物。

¹ 本節採用英制單位以與美國措施一致

4.3.9 任何品質良好的水準儀和精確的水準測量桿都可用來進行以上的水準測量。水準測量時，儀器應精確校正，前視和後視長度亦須保持平衡。

水平控制

4.3.10 跑道、障礙物和其他細部之間的正確關連必須記錄在圖表上。水平控制的目的就是要找出這些關連。通常其中一條跑道沿線會被貼上基準線，並依據此基準線自此開始延伸形成三角測量或交叉的小網絡，直到當地重要的控制站都能確認這些位置。

4.3.11 所需的當地控制站數目視測量障礙物位置和標高時是否採用攝影而定。在採用航空攝影和攝影測量流程之處，只要在跑道末端設置三個控制站，機場參考點設一個站並在機場每個方位上障礙物範圍外之偏遠處設置一個就足夠了。不用航空攝影之處，只需要在機場參考點和每條跑道末端各設置一個當地的控制站即可。此外也必須要有足夠的偏遠控制站，從這些控制站取得平面圖或經緯儀交點或橫切線來測定每件障礙物或其他細項之位置。

4.3.12 要整合每個當地控制站的平面圖，可假設從基準線的一端和基準線的方位開始整合計算。觀察太陽的方位可改善基準線，因為這可將圖表的整合系統導向正北。另外的改善方式是將當地的控制站計劃和採用攝影測量方式、三角測量、或橫切線的全國水平控制系統加以結合。只要這是其中一個當地控制站，或圖表上的任何一點，就可將圖表的整合系統放入大地測

量基準的資料中，找出機場參考點的地理位置。若無法用此方式找出機場參考點的地理位置，就必須從現有最佳之地圖上找出它的位置。

- 4.3.13** 若能在基準線的前後方向都貼上高品質的鋼尺，由跑道地面支撐，且鋼尺又依溫度校準過，這樣即可達到充分的精確度。而且，若能使用水平圈至少有20"等分的經緯儀，並將每個角度都作兩次直向和反向的測量，也同樣可達到充分的準確度。

降落區域測量

- 4.3.14** 測量降落區域之目的是要設定每條跑道的寬度、長度和方位，並提供所需的測量記錄以編輯機場測面細項。
- 4.3.15** 用量尺很快就可確認跑道的寬度；長度也可用此方式測得。另外，也可逆向計算水平控制作業期間設在每條跑道末端的當地控制站之間的距離來取得長度。採用此方式時，計算出之數值也會得出跑道方位。第三種方式是利用攝影測量方式將當地控制站和全國水平控制系統加以結合，利用攝影測量方式找出這些點的對應之處，再從這些對應處計算出長度和方位。最後還可用量尺測量方式測得長度，可觀察太陽方位找出一條跑道的方位，導向其他每條跑道的有角度橫切線也可用來確認方位。
- 4.3.16** 攝影測量細項最適合用來編輯機場的測面細節，以詳細記載於跑道、滑行道、建築等圖表上。採用此步驟時，外業只需在要呈送給內業編輯者的相片上標註從攝影日期至今所產生的變動即可。不使用攝影測量詳細記錄的地方，最好將所需的細節用平面圖表的方式加以確認。

障礙物偵測與篩選

- 4.3.17** 障礙物的位置和標高構成障礙物圖表上最重要的資訊。測量人員必須徹底熟知界定障礙物的想像限制面。發行後的障礙物圖表的有效期限視現場工作人員在障礙物偵測與篩選，以及後續的定位和確認標高等作業上所投注的關切和判斷而定。
- 4.3.18** 從跑道末端即可看見的進場區域內之障礙物，可利用經緯儀望遠鏡從接近跑道末端處掃望那個區域就可偵測。要達成此目的，望遠鏡的垂直角度應與進場面的斜率相等（50：1的斜率為1°09'，40：1的斜坡為1°26'，或1.2%的斜率為0°41'）。置換任何超出或低於進場面的望遠鏡都需制定容許值。採用此方式時，要用其他方式仔細檢查是否有從跑道末端可能難以辨識的障礙物之存在。
- 4.3.19** 此區域其餘部分的障礙物現場勘察可仔細研究現有的地形圖快速完成。此地圖之勘察必須以步行、卡車或輕型機進行地面目測檢查。勘察之種類視區域的延伸範圍、可用道路和岩層特性而定。
- 4.3.20** 通常需要大略的測試標高來判定物體的最終位置和標高確認是否應被歸類

為障礙物。若測試高度顯示某項物體為障礙物，可用肉眼或實體攝影之研究比較鄰近區域的其他物體，以判定他們是否亦為障礙物。勘察障礙物所需的測試標高可從一已知高度的點利用地圖或相片上按比例縮放的一段距離以直角度觀察加以確認（從地形測量地圖或其他來源取得高度）。這些觀測粗略測試標高的點，可為建築物頂樓、高地、跑道末端等。應留心穿越接近跑道末端航道之移動性物體如火車、卡車、起重機，甚至船。

4.3.21 下一個步驟便是篩選障礙物繪製在圖表上。將現場勘察到的每一項障礙物都納入圖表中是不實際的。因此必須篩選最重要的障礙物，再加註這些障礙物的特性和在整個圖表區域上的分布。應盡力在每個區域中篩選出幾個障礙物繪製出障礙物密度，密度較高的地區要比密度低的地區多篩選一些。

障礙物位置和標高

4.3.22 每一個經篩選要繪製在圖表上的障礙物都必須確認位置（水平位置）。可在航空相片上利用現場辨識來確認其位置，後續再採用三角測量、橫切線或兩者併用之行政攝影測量方式、地面勘測方式加以定位。

4.3.23 攝影測量方式相當令人滿意。它依據每個障礙物的相片影像來限制現場定位作業，並可用來設定足量的水平控制站以控制攝影測量樑架或測量位置。無法採用此方式時，可利用三角測量交叉的方式、橫切線或平面圖表或整合這些方式確認障礙物的位置。

4.3.24 採用視距儀-三角法水準測量，或從至少兩個已知高度和水平位置的點來觀察障礙物頂端的水平和垂直角度都可得到令人滿意的障礙物標高。

第 5 章 可能構成障礙物之機場裝備及裝置

5.1 簡介

- 5.1.1 所有固定及移動的物體或其一部分，若位於供航空器場面活動之區域，或突出於為保護空中航空器而指定之限制面，都稱為障礙物。某些機場裝備及裝置，由於其助導航功能，其位置及/或建造不可避免的使其成為障礙物。除此之外，其他裝備及裝置，不被允許成為障礙物。本章討論必須位於跑道地帶、跑道端安全區、滑行道地帶或「民用機場設計暨運作規範」第三章表3-1第5欄及第6欄所規定之滑行道淨距內、或清除區，但可能危及空中航空器之機場裝備及裝置其選址與建造。
- 5.1.2 機場裝備如車輛、工舍等如為障礙物，通常為臨時性障礙物。但機場裝置如目視輔助設施、無線電助導航設施及氣象裝置等如為障礙物，通常為永久性障礙物。
- 5.1.3 任何位於機場內且為障礙物之裝備及裝置，其重量及高度均應儘可能地小，且其座落方式應將對可能危及航空器之風險降至最低。此外，任何此類裝備及裝置若係固定於基座，則其連結須為易斷。
- 5.1.4 裝備及裝置能符合所需之建築特性至何程度，通常須根據此裝備或裝置之性能需求而定。例如，易斷質輕之建築特性可能不利於透射計所需之堅固支撐。
- 5.1.5 在選擇助導航設施之連結材料時須考慮許多因素，以確保這些助導航設施能維持其可靠性，又對空中或地面操作之航空器危害最小。因此，規定及發行所有可能為障礙物之助導航設施其適當之結構特性以作為設計者參考極為重要。

5.2 易斷性

- 5.2.1 易斷性是指一個物體其在所需之最大負荷下能維持完整架構及堅硬度，但當遭遇更大負荷之撞擊時會斷裂、扭曲或變形，以對航空器之危害降至最小之能力。
- 5.2.2 符合上述規定之物體稱為易斷的。

5.3 可能構成障礙物之機場裝備及裝置之類型

5.3.1 概述

- 5.3.1.1 有很多類型之機場裝備及裝置，由於其特殊之助導航功能，其位置使其必然構成障礙物。如此之機場裝備及裝置包括：
 - a) ILS 滑降台天線
 - b) ILS 內信標台

- c) ILS 左右定位台天線
- d) 風向指示器
- e) 降落方向指示器
- f) 風速計
- g) 雲幕儀
- h) 透射計
- i) 立式跑道邊燈、跑道頭燈、跑道末端燈及緩衝區燈
- j) 立式滑行道邊燈
- k) 進場燈
- l) 目視進場滑降指示燈系統
- m) 指示牌及標記
- n) MLS 元件
- o) 特定雷達及未列於上述各項之電子裝置
- p) 位於機場內之 VOR 或 VOR/DME
- q) 精確進場雷達系統
- r) 極高頻定向儀
- s) 機場維護裝備，例如卡車、牽引機

5.3.1.2 目前使用中之助導航設施，其彼此間結構特性差異甚大。然無論如何，政府須提供助導航設施適當之結構特性供設計者參考。以下為某些國家所採用之 ILS 天線及透射計之詳細結構(5.3.2 至 5.3.4)，及由目視輔助設施小組針對跑道、滑行道、進場燈及其他助航設施之結構需求而發展之指導材料(5.3.5 至 5.3.7)。

5.3.2 ILS 滑降台天線

5.3.2.3 德國。德國使用之 ILS 滑降台天線桅杆是由薄壁、大直徑且稍呈圓錐形之管狀體組成，其材質為玻璃纖維。這些桅杆能承受相當之風載重，但當遭受如航空器撞擊等重大負荷，則會斷裂。

5.3.2.4 法國。在法國 ILS 滑降台天線桅杆是由角鋼製成，其橫截面為每邊 1 m 長之等邊三角形，在各邊 0.7 m 處有鉸接支撐。桅杆高度視滑降台種類而定，由 15 m 至 17.5 m 不等。強度(風阻)與易斷性間之折衷是經由切割、削弱鐵塔上端(離地面 10 m 處)各部分結構之連接板而得。經計算應用於其桅頂之直接破壞荷載為 492 kgf。

5.3.3 ILS 左右定位台天線

5.3.3.1 英國。一種使用於英國之 ILS 左右定位台天線為號角型。此號角型左右定位台天線系統是由質量輕、耐撞度低之材料構成。主要之支撐托架係以機械方式結合，遇撞擊則斷裂，其削角之反射罩是由緊密排列

之不鏽鋼絲在主架兩端之間水平延伸而成。主架架於支撐托架，支撐托架則固定於水泥基座之上，其陣列高約 5.5 m，天線長約 25 到 50 m。當航空器衝出跑道撞上天線，支撐托架正面之結合栓斷裂，整個主架往後塌陷到地面對航空器產生最小危害。同樣地，若航空器從後撞上，則陣列會往前塌陷。

5.3.3.2 德國。用於德國之 ILS 左右定位台天線支撐托架，是由玻璃纖維材料製成之薄壁管組成。此設施最大高度約 3 m。左右定位台天線之反射罩，是長約 2.5 m 之桿狀物，僅由彈簧固定。當荷重超過設計值，彈簧彈出，因此對衝出跑道之航空器產生最小危害。

5.3.3.3 澳洲。一種應用於澳洲之左右定位台天線，其桅杆是鋁皮包裝之木質材料並由鋁管支撐。其支撐架構於關鍵處使用插梢，以使結構於遭受撞擊時能倒塌。

5.3.3.4 法國。用於法國之左右定位台天線，其拋物線型反射罩兩端長 35 m，為由銅線連接之 19 根垂直鋼管組成。這些鋼管直徑 70 mm，厚 3.75 mm。其由以 45°角固定於天線高度中點之撐木所支撐。其反射面由 56 根直徑 2.5 mm 之水平銅線組成。反射罩之設計可承受風速 125 km/h 所引起之動壓，並可抵擋可能之彈性變形。在中央部位之鋼管，其距頂端 1.5 m 處有鑽 12 個 9 mm 之孔形成環狀，以減弱其強度。在裂縫處於正常降落方向，經計算之直接破壞荷載為 108 kgf，在反方向則為 44 kgf(這些荷載隨與反射罩的曲率及銅線造成的張力有關之應用角度而變)。

5.3.4 透射計

5.3.4.1 英國。在英國透射計及反射罩是個別裝於易碎的玻璃纖維框架內，此框架之幾何特性如下：

高度 — 1.83 m

直徑 — 0.74 m

最大重量 — 89 kg

最大集中重量 — 34 kg，在高度 1.5 m 處

此單元是由一單頸螺栓所固定，此結構可於側荷載為 227 kgf 時崩裂。

5.3.4.2 德國。在德國之機場，透射計是架於石綿水泥、玻璃強化多元酯或鋁鑄管柱上。製造廠商宣稱此結構可於彎矩為 400 N.m 時破裂。

5.3.4.3 荷蘭。在荷蘭，透射計是架於由空心鋁管組成之架構上，雖然其本身強度足夠，然遇航空器撞擊則彎曲或破裂。此架構以易斷螺栓附著於一凹陷之水泥基座上。

附註—5.3.5 至 5.3.7 節中，特定目視助航設施之結構需求之指導材料，已由目視輔助設施小組制定中。

5.3.5 立式跑道邊燈、跑道頭燈、跑道末端燈、緩衝區燈及滑行道邊燈

- 5.3.5.1** 這些燈的高度須低到足以與航空器螺旋槳及引擎間保持必要的間距。在動荷載下機翼彎曲可能使某些航空器之引擎接近地面。僅能容許些微高度，建議最大高度為 36 cm。
- 5.3.5.2** 這些助航設施須架於易斷裝置上。讓其斷裂所需之撞擊荷載不可超過 5 kg·m，且斷裂所需之靜荷載，從易斷點上方 30 cm 處水平施力，不可超過 230 kg。燈光設施及易斷裝置理想之最大高度為高出地面 36 cm。高度超過此限制之設施，其易斷裝置可能需有更好之斷裂特性。
- 5.3.5.3** 此外，所有架於飛機大小分類為 A 或 B 的跑道之立式燈具，須能承受 300 kt 之噴射引擎排氣速度，而在飛機大小分類為 C、D 或 E 的跑道之立式燈具，須能承受 200 kt 之噴射引擎排氣速度。立式滑行道邊燈須能承受 200 kt 之排氣速度。

5.3.6 進場燈系統

- 5.3.6.1** 進場燈系統易斷性之指導資料較難擬定，因其設置變化極大。靠近跑道頭之裝備其週遭情況與靠近系統起始處不同；例如，距離跑道頭或跑道末端 90 m 內之燈具須能承受 200 kt 之陣風效應，而更外面的燈具僅須承受 100 kt 之陣風效應或一般環境下之風載重。同樣地，靠近跑道頭之地形可視為與跑道頭有相同標高，因此可允許燈具架於較低之架構上。離跑道頭較遠處，可能需相當高之支撐結構。
- 5.3.6.2** 為將對航空器之危害降至最低，進場燈須為易斷式裝置，或其支撐為易斷式設計。
- 5.3.6.3** 在地形需要進場燈配備且其支撐結構高於約 1.8 m 並構成嚴重危害，則要求此結構之基座為易斷式裝置乃不切實際。除非此結構本身是易斷的，否則易斷部分可限制在結構頂端前 1.8 m。雖然關於離跑道頭前 300 m 以外之進場燈是否須為易斷仍有疑問，然提供保護給可能低於進場面或保護面之航空器乃為必須。結構頂端前 1.8 m 須為易斷乃為最小要求，若可能，易斷部分可更長。
- 5.3.6.4** 無論如何，當撞擊荷載不大於 5 kg·m，靜荷載從結構易斷點上方 30 cm 處水平施力，大於 230 kg，則進場燈系統及其支撐應斷裂。
- 5.3.6.5** 當進場燈需設於緩衝區，若緩衝區有鋪面，則燈具須為嵌入式。若緩衝區無鋪面，則燈具可為嵌入式或符合設於跑道末端外易斷標準之立式燈具。

5.3.7 其他助航設施(例如VASIS、指示牌及標記)

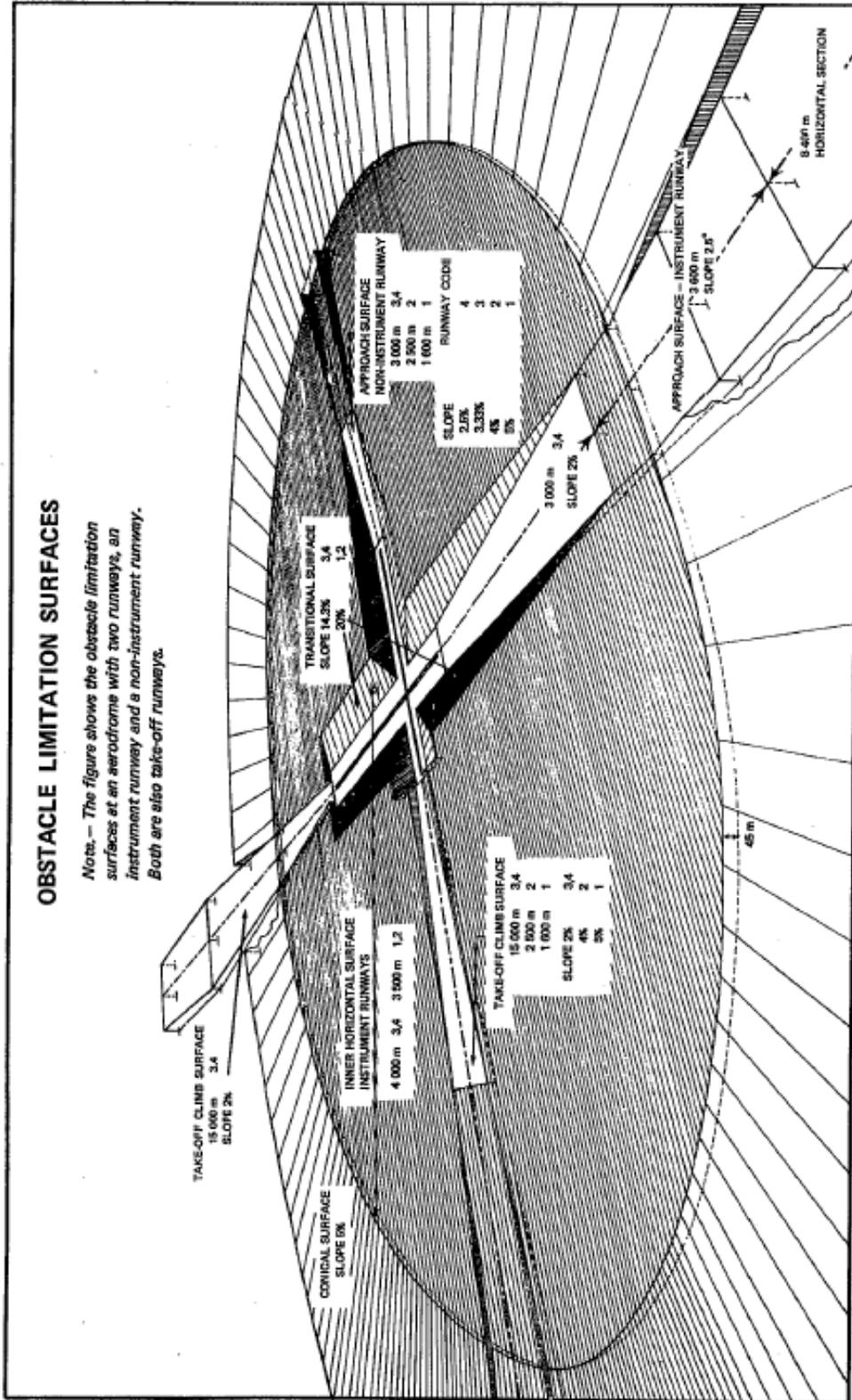
- 5.3.7.1** 這些助航設施在不影響其功能下，應儘可能遠離跑道、滑行道及停機坪等之邊緣。必須盡一切努力，確保這些助航設施在遭遇最惡劣的環境情況下仍能維持結構完整。然而當遭受航空器撞擊，這些助航設施將會斷裂、扭曲或變形，使對航空器之危害降至最小或毫無損害。
- 5.3.7.2** 當架設目視輔助設施於活動區時須小心，確保燈具支撐基座不突出地

面，以對航空器之危害降至最小或毫無損害。然而，易斷之結合部分必須隨時高於地面。

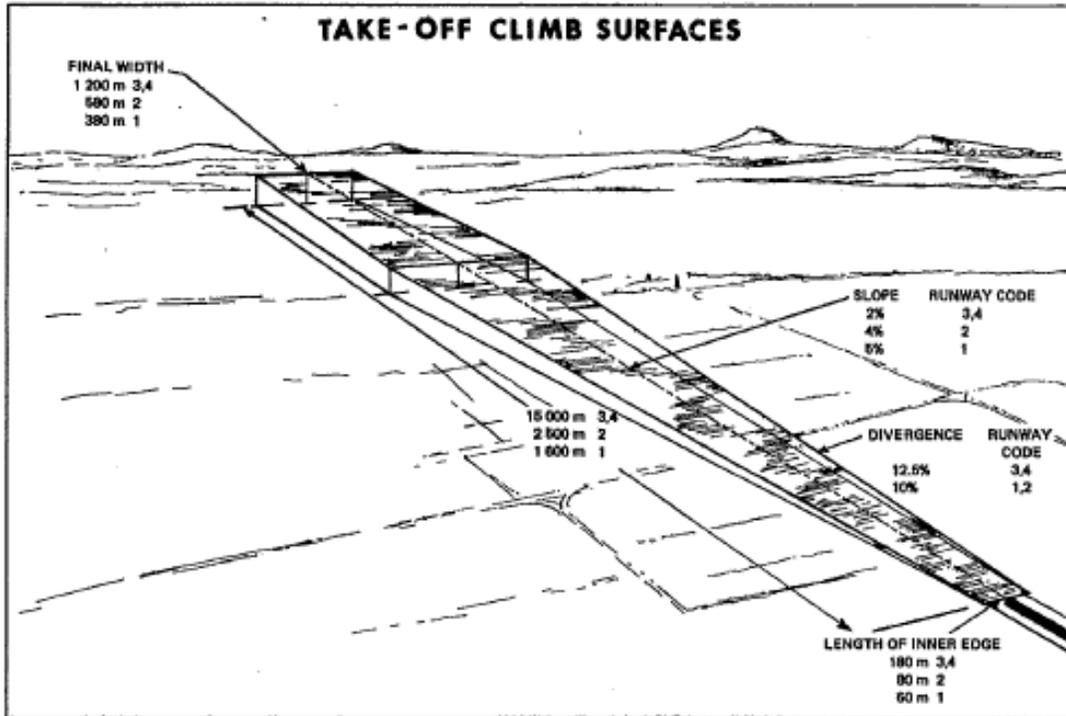
附錄

OBSTACLE LIMITATION SURFACES

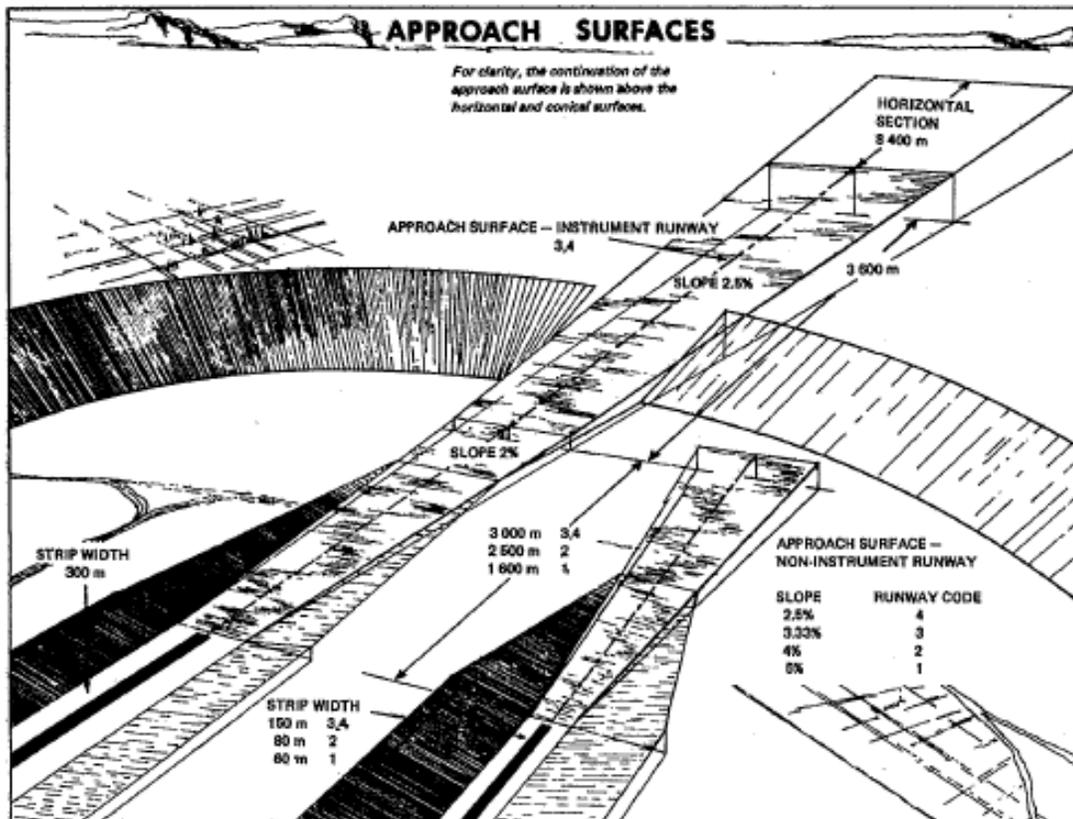
Note. - The figure shows the obstacle limitation surfaces at an aerodrome with two runways, an instrument runway and a non-instrument runway. Both are also take-off runways.



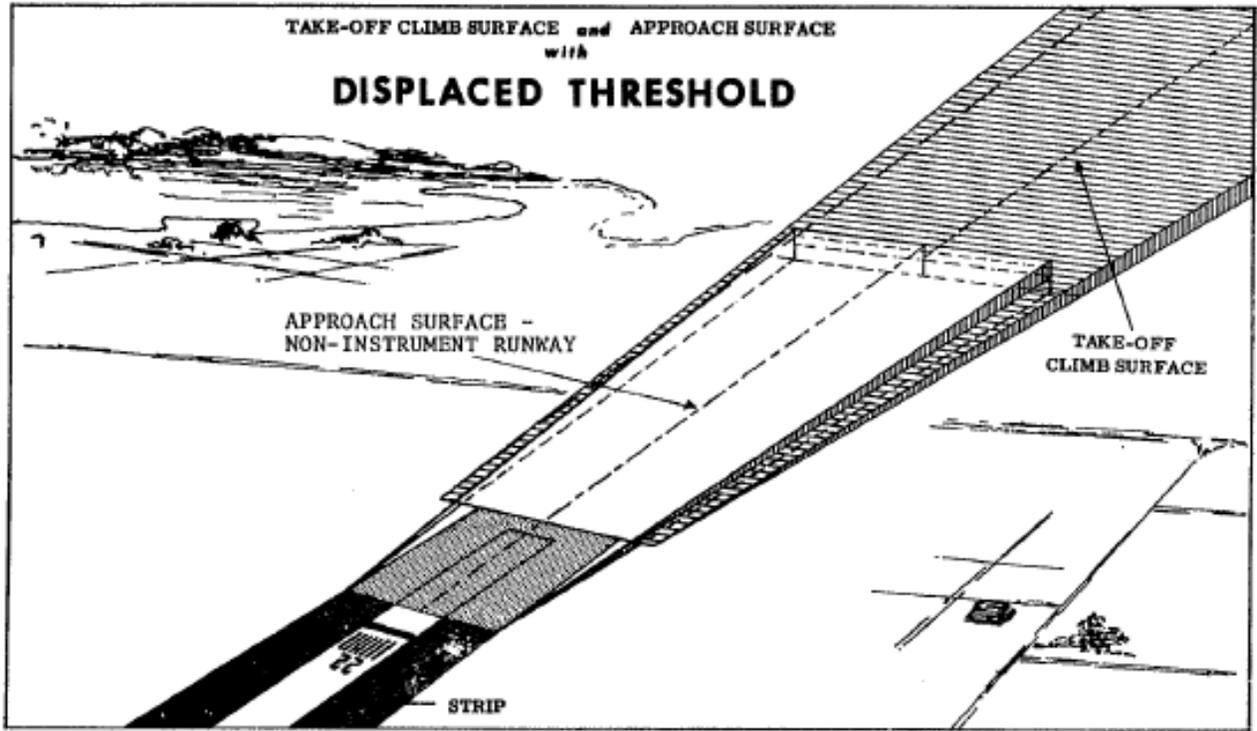
附圖 1 障礙物限制面圖



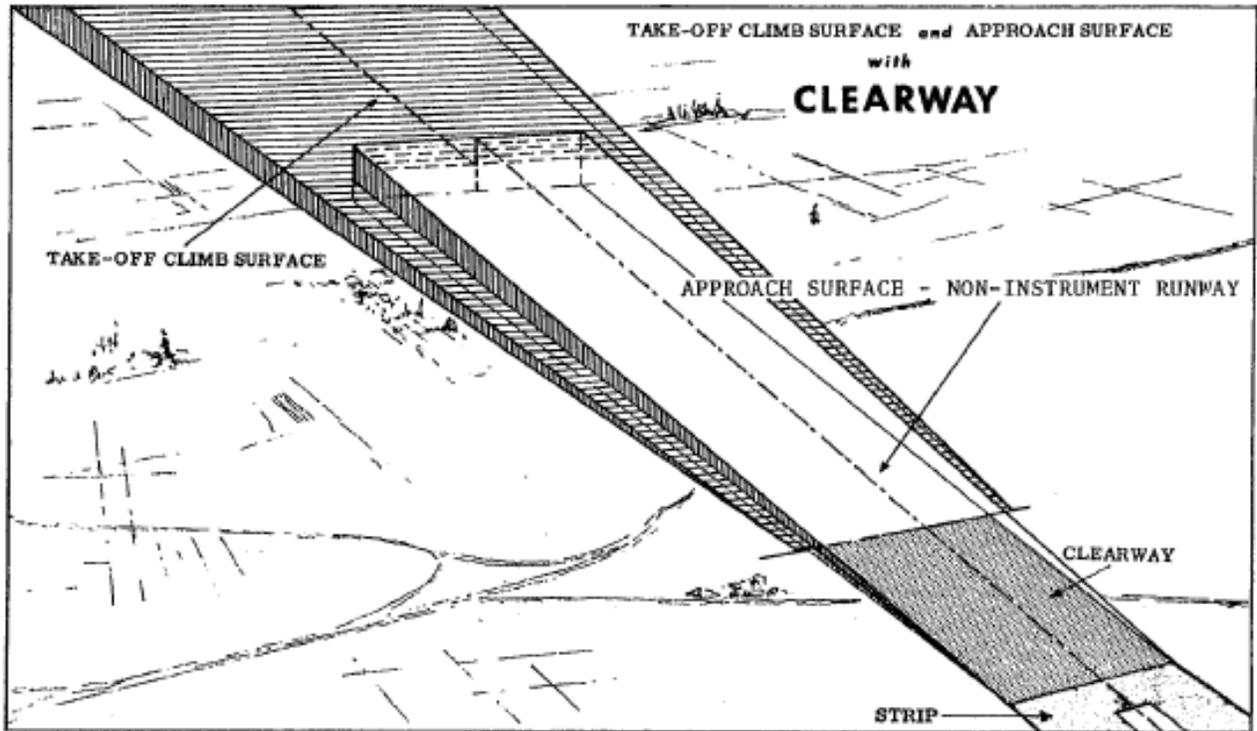
附圖 2 起飛爬升面圖



附圖 3 進場面圖



附圖 4 位移跑道之起飛爬升面與進場面圖



附圖 5 有清除區跑道之起飛爬升面與進場面圖