

航空電子設備提供包括通信(Communication)、導航(Navigation)與監視(Surveillance)等航空電子服務。隨著科技的進步，這50年來航空電子設備所採用的技術，也從早期的類比技術提升到數位技術，再進化到目前的網路化時代，與時俱進的航空電子設備始終是飛航服務的堅強後盾。

## 雷達監視裝備

在航行量不高的年代，飛航管制作業可以僅利用無線電聯絡方式來進行，但隨著航行量逐漸增加後，航機的動態監視變得日益重要，為了減少對於軍方雷達的依賴，從民國61年起，開始著手規劃建置自有之雷達設備。

航空監視雷達主要可分為初級雷達與次級雷達，前者以電磁波反射原理偵測航機相對於雷達所在位置的距離以及方位，後者則利用答詢原理，藉由地面雷達發射詢問訊號給航機，航機的機載答詢裝置再回覆航機識別碼、氣壓高度和緊急狀態等相關訊息的無線電信號給地面雷達。

本區雷達技術的演進，主要可分為：類比技術、數位技術、固態電子技術與全面換裝 Mode S等幾個時期。

## 類比技術時期

為了提升空域容量與飛航安全，總臺分別在松山、臺中與高雄機場建置ASR-7雷達，隨後並於桃園國際機場建置ASR-8雷達。

此時的雷達沒有天線罩保護，在電子技術部分，尚屬類比雷達系統，資料處理容量不高，且初級雷達發射機採調速管功率放大，較為耗電。



民國70年9月中正國際機場啟用ASR-8雷達 ▶

◀ 民國62年9月高雄機場啟用ASR-7雷達



## 數位技術時期

民國80年起，有鑒於本區航行量持續成長，總臺除於馬公增設雷達(法國湯姆笙公司製造)外，亦著手汰換桃園、臺中與高雄等3套雷達(美國西屋公司製造)，此時期的雷達系統已有雷達天線罩保護，同時在次級雷達部分，也開始採用數位信號處理及單脈衝技術，大幅增進航機偵測軌跡精準度，而初級雷達部分也開始有顯示天氣狀況之功能。



▲民國80年4月啟用馬公Thomson雷達



▲民國83年6月啟用桃園機場ASR-9雷達

## 固態電子技術時期

隨著航行量不斷成長，總臺於民國89年啟用松山、花蓮及臺東等機場終端雷達，另為減少對於軍方雷達之依賴，於三貂角及鵝鑾鼻等地，建置民航專用之長程航路雷達。

此時的雷達系統除已具備數位化資料處理與輸出介面功能外，初級雷達發射機已改採固態放大器，較以往的調速器更為省電且易於維護。



▲民國89年7月啟用松山機場終端雷達



▲民國90年1月啟用三貂角航路雷達

## Mode S時期

為避免航機間之回答訊號彼此干擾，提高雷達詢問效率及航機定位精確度，自民國90年起，配合國際發展趨勢，於新增或汰換雷達時，全面換裝具備Mode S功能之次級雷達。

民國94年3月於桃園國際機場增設第二套終端雷達(STAR2000)，為全國第一套具備Mode S功能之雷達，後續換裝之Mode S雷達包括有：民國100年8月啟用高雄機場STAR2000終端雷達、民國101年2月啟用馬公機場次級雷達(RSM970S)、民國104年5月啟用桃園機場NEC終端雷達、民國104年12月啟用臺中機場NEC終端雷達、民國107年3月啟用金門機場NEC次級雷達。



▲臺中機場NEC終端雷達

◀桃園國際機場STAR2000終端雷達



▲金門機場NEC次級雷達

## 多向導航臺裝備

多向導航臺 (VHF Omi-Range, VOR) 裝備以「磁北」作為0度，利用參考訊號與可變訊號間之相位差，將平面空間劃分為360個輻向，不僅可作為航路導航，亦可應用於終端離、到場程序使用。在衛星導航尚未發達的年代，VOR是非常重要的導航設施，即便到了今日，對於不具備區域航行 (Area Navigation, RNAV) 能力的航機而言，VOR仍然是不可或缺的導航設施。VOR主要可分為「CVOR」與「DVOR」兩種技術，前者是所謂的傳統型 (conventional) VOR，而後者則是採用都卜勒 (Doppler) 效應之VOR，對於地形與障礙物之適應力與抗干擾能力，均遠較CVOR改善許多。

## CVOR時期

在數位電子技術尚未普及以前，DVOR技術複雜，價格昂貴，VOR設備多為傳統型。另因測距儀 (Distance Measuring Equipment, DME) 造價不菲，早期的VOR也多與軍方太康共構，共享測距服務。



◀ 早期中正國際機場CVOR，上半部白色圓筒狀設施為軍用太康設備，下半部圓錐筒內部為民用VOR。



▶ 早期大屯山CVOR/DME，標高1,092公尺的大屯山VOR是全國最高VOR電臺。

## DVOR時期

民國90年以後，數位電子技術突飛猛進，為提供更精確穩定之導航服務，本區開始引進DVOR設備。



▲民國91年7月於中正國際機場啟用本區第一套DVOR



▲民國94年5月西港VOR升級為DVOR(與軍用太康設備共構)



▲民國95年12月綠島VOR升級為DVOR  
(與軍用太康設備共構)



▲民國97年4月恆春VOR升級為DVOR  
(與軍用太康設備共構)



▲民國102年6月馬公VOR升級為DVOR (搭配民航專用之DME設備)



▲標高1,092公尺的大屯山DVOR，冬季常被大雪覆蓋。



▲民國103年12月松山機場啟用DVOR/DME

## 儀器降落系統裝備

儀器降落系統(Instrument Landing System, ILS)裝備是目前全球使用最廣泛的精確儀器進場設備，主要由左右定位臺(Localizer, LOC)、滑降臺(Glide Path, GP)與信標臺(markers)或測距儀(Distance Measuring Equipment, DME)等3個子系統所組成，分別提供航機降落時，對正跑道中心線之方位導引、滑降導引與距離導引等信號。

隨著電子科技的進步，本區ILS系統也從最早的真空管、電晶體、數位IC等技術，逐步進展到現今的計算機控制技術；而遠端監控方式，則由初期的雙音多頻類比語音專線，進階到目前的IP化網路監控。

### 單頻ILS時期

早期ILS設備只能發射單頻訊號，LOC天線也多為V-RING，與現今使用的對數陣列天線相比，V-RING天線不僅指向性較差(亦即易受周邊障礙物影響)，調校及維護亦較困難。



▲單頻V-Ring天線



▲早期臺南機場LOC設備單頻V-Ring天線



▲早期臺南機場使用單頻天線滑降臺(GP)

### 第一代雙頻ILS時期

隨著電子技術快速發展，民國80年以後，運用捕捉效應的雙頻ILS設備漸成為國際間大型機場或地形複雜機場的首選，本區亦於此時期開始進入第一代雙頻ILS的建置時代。

民國86年本區啟動了第一代雙頻ILS計畫，共計採購6套雙頻式ILS設備，供中正國際機場(目前的桃園國際機場)05/23跑道、松山機場10跑道、高雄機場09跑道、嘉義機場36跑道以及屏南機場09跑道使用。後續又於民國88年採購3套ILS設備供中正國際機場06/24跑道與高雄機場27跑道使用。

民國89年3月啟用松山10跑道ILS設備，為本區第一代雙頻ILS。此時的ILS/DME設備，開始使用數位積體電路、計算機以及個人電腦遠端連線技術。



▲松山機場第一代雙頻式LOC天線陣列

## 第二代雙頻ILS時期

民國90年代以後，運用捕捉效應的雙頻ILS普及，並開始大量使用超大型積體電路與可程式化邏輯閘陣列技術，可靠性大幅提升，本區爰於民國96年起，開始對第一代雙頻式ILS進行第二次換裝。

第二代ILS換裝的重點，除了要求ILS的設備主機必須符合國際民航組織第10號附約相關規定外，對於設備的安裝地點與天線材質等，亦必須符合第14號附約相關場面安全規定。

民國99年9月松山機場啟用第二代雙頻式ILS，新LOC及GP天線為本區首座依據國際民航組織相關規定訂製之易碎結構。



▲松山機場第二代雙頻式LOC天線陣列



▲松山機場第二代雙頻式GP天線塔

民國101年1月桃園機場汰新05L跑道ILS/DME設備，這是全國首套以CAT III 規範進行採購並通過飛測之ILS設備。



▲桃園機場05L LOC天線陣列



桃園機場05L GP天線塔與天線 ▶

## 臺北飛航情報區儀器降落系統5年汰換計畫

鑒於以往進行ILS汰換時，均僅以個別ILS的使用壽年做為考量依據，致因採購分散而有ILS設備廠牌及型號不一致之情況，衍生後續備份組件不通用，以及維護訓練不一致之情況。

為有效簡化後勤補給與維護訓練，總臺於民國106年啟動臺北飛航情報區ILS汰換案5年計畫(106-110年)，將本區11套ILS、5套LDA以及16套DME等設備，以「一次採購，分年安裝」方式，統一於106年公開辦理採購，促使相關設備之型號有效簡化，大幅節省公帑並提升設備之可維護性。

截至107年底為止，已陸續完成馬公02跑道ILS/DME、高雄27跑道ILS/DME、嘉義機場18跑道ILS/DME與金門機場06跑道ILS/DME之換裝。



▲民國106年10月完成馬公機場02跑道ILS/DME換裝



▲經克服地形障礙限制，高雄機場27跑道LDA於民國107年4月升級為ILS。



▲民國107年5月完成嘉義機場18跑道ILS/DME換裝



▲民國107年8月完成金門機場06跑道ILS/DME換裝