

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

赴美國實習 GPS 載波相位高精度時間傳送
接收機技術暨前往 Stanford 大學參加 GPS 技
術研討會回國報告

服務機關：中華電信研究所
出國人職稱：助理研究員
姓名：涂昆源
出國地區：美國
出國期間：91.8.18 ~ 91.12.13
報告日期：92.2.24

H6/
09200805

公務出國報告提要

頁數: 19 含附件: 否

報告名稱:

實習GPS載波相位高精度時間傳送接收機技術暨前往Stanford大學參加GPS技術研討會

主辦機關:

中華電信研究所

聯絡人/電話:

楊學文/03-4244218

出國人員:

涂昆源 中華電信研究所 前瞻技術研究室 助理研究員

出國類別: 實習

出國地區: 美國

出國期間: 民國 91 年 08 月 18 日 -民國 91 年 12 月 13 日

報告日期: 民國 92 年 02 月 24 日

分類號/目: H6/電信 /

關鍵詞: GPS,載波,相位,Stanford

內容摘要: 本文主要簡介實習期間所了解的三大系統: WASS (Wide Area Augmentation System)、LAAS (Local Area Augmentation System)及AIS (Automatic Identification System)。特別是AIS, 由目前國際間發展的急迫性、系統之特性, 以及考量對本公司之實質效益, 均顯示值得本所大力建構推廣的系統, 亦為最具潛力在近期的未來成為本公司名利雙收的系統之一 本案係執行91年度標準檢驗局委託中華電信研究所之“建立及維持我國時間與頻率國家標準”計畫, 並奉中華電信公司及標準檢驗局同意, 准予赴美實習。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

摘要

本文主要簡介實習期間所了解的三大系統：WASS (Wide Area Augmentation System)、LAAS (Local Area Augmentation System)及 AIS (Automatic Identification System)。特別是 AIS，由目前國際間發展的急迫性、系統之特性，以及考量對本公司之實質效益，均顯示值得本所大力建構推廣的系統，亦為最具潛力在近期的未來成為本公司名利雙收的系統之一

本案係執行 91 年度標準檢驗局委託中華電信研究所之“建立及維持我國時間與頻率國家標準”計畫，並奉中華電信公司及標準檢驗局同意，准予赴美實習。

本文主要包含目的、過程、實習內容、心得與建議等部份。

目錄

一、目的	1
二、過程	2
三、實習內容	3
四、心得與建議	16

一、目的

本所國家時間與頻率標準實驗室接受經濟部標準檢驗局委託，負責建立及維持我國時間與國家標準。近幾年，本計劃除了致力於 GPS 在時頻應用研究，GPS 在定位導航相關應用，特別在於海洋及航空領域。

此次赴美實習之主要目的在於前往美國史丹佛大學 GPS 實驗室參加各項之會議與研討會，並且透過與世界知名之專家與學者討論之機會，吸收 GPS 先進技術，發掘具有潛力的系統，提供本所推展 GPS 相關應用之參考。

二、過程

本案係依據 91 年度標準檢驗局委託中華電信研究所之『建立及維持我國時間與頻率國家標準』計畫執行，並奉中華電信股份有限公司同意准予出國，行程如后：

8 月 18 日：

搭乘華航班機，由中正機場飛抵美國舊金山國際機場（台北→舊金山）。

8 月 19 日 ~ 12 月 12 日：

前往史丹佛 (Stanford University) 參加 GPS 會議與技術研討會。

12 月 13 日 ~ 12 月 14 日：

搭乘華航班機，由美國舊金山國際機場回程，於上午 06:30 抵達中正機場。(舊金山→台北)

三、實習內容

美國史丹佛大學為全球最著名的學府之一，其太空與航空所 (The Department of Aeronautics and Astronautics) GPS 實驗室之研究領域相當廣泛，包括載具的定位導航、載具之姿態判定、三頻接收機之研發與訊號分析、高精度飛航自動起降及廣域 DGPS 等。特別是廣域增廣系統 (Wide Area Augmentation System, WAAS) 與區域增廣系統 (Local Area Augmentation, LAAS) 等系統，更是享譽國際，且位居領導之地位。基本上，GPS 之應用環境，不外乎在於陸、海及空中。顯然海、空部份，最能彰顯 GPS 優越的性能，主要是這兩個環境所伴隨的誤差與偏差量，諸如地形、地物所導致之訊號遮蔽與多路徑效應等，均遠低於一般所熟知的陸地應用環境，有關 WAAS 及 LAAS 則較著重於航空之應用，提供穩定、可靠及精確之距離修正量，使飛航載具能更精確地解算位置，以增進飛航起降之能力。

在美實習期間，除了對於 WASS 及 LASS 等系統進行初步了解外，本人亦針對 GPS 在海洋領域之應用進行評估，結果發現一套可在國內大力推展之系統：船舶自動識別系統 (Automatic Identification System, AIS)，值得本所積極爭取，成為我國的執行單位，主導系統與相關設備之研究與開發。

船舶自動識別系統 (Automatic Identification System, AIS) 已成為國際間各沿海國最受矚目，亦為最迅速被接受採用的系統。國際海事組織 (International Maritime Organization, IMO) 之海事安全委員會 (Maritime Safety Committee, MSC) 已修訂海上人命安全公約第五章第 20 條，將 AIS 納入成為強制性的船舶配備，自 2002 年 7 月 1 日起實施。考量系統之特性及目前國際的發展現況，個人認為 AIS 是相當

適合本所極積推廣的系統，甚至為因應本公司民營化後的諸多挑戰，AIS 亦為擁有龐大經濟效益之系統。

有關 WAAS、LAAS 與 AIS，茲分別簡述於后：

3.1 WAAS

美國聯邦飛航管理部門 (Federal Aviation Administration, FAA)，訂於 2003 年底宣告廣域增廣系統 (Wide Area Augmentation System, WAAS) 正式運作，此系統主要觀測導航衛星，如 GPS 及 GLONASS，廣播穩定、可靠及高精度之距離修正量，提供使用者修正原有之十數公尺定位導航精度至 1 公尺左右，以滿足一般飛航之需求。此外，由於使用者利用本身之 GPS 天線即能接收 WAAS 系統所提供之修正量，亦即，不需要額外的天線與地面之無線通訊設備。著眼於此，WAAS 系統之起用，亦吸引了眾多非航空應用者之關注。

所謂增廣 (Augmentation)，即由原有之 GPS 導航衛星系統增加同質性系統，如俄羅斯之 GLONASS 等，改善完整性 (透過即時觀測)、可用性、連續性及精度 (引入修正量，進行位置之解算)，以增強系統整體之性能。增廣系統又分為大空部份，如 WAAS、EGNOS 等；地面部份，如 LAAS；以及飛行載具部份，如 RAIM、Inertials 等。WAAS 的基本結構如圖 3.1 所示，主要包括：

- 地面監控站 (Ground monitor station)：負責觀測所有衛星之性能、提供 DGPS 修正量及提供可信度與完整性旗標；
- 資料鏈 (Data link)：透過地面之 VHF 或同步衛星，進行訊息之廣播；
- 經由同步衛星，獲得額外之虛擬距離；

- 飛行載具之監測：包括 RAIM 或慣性導航之整合。

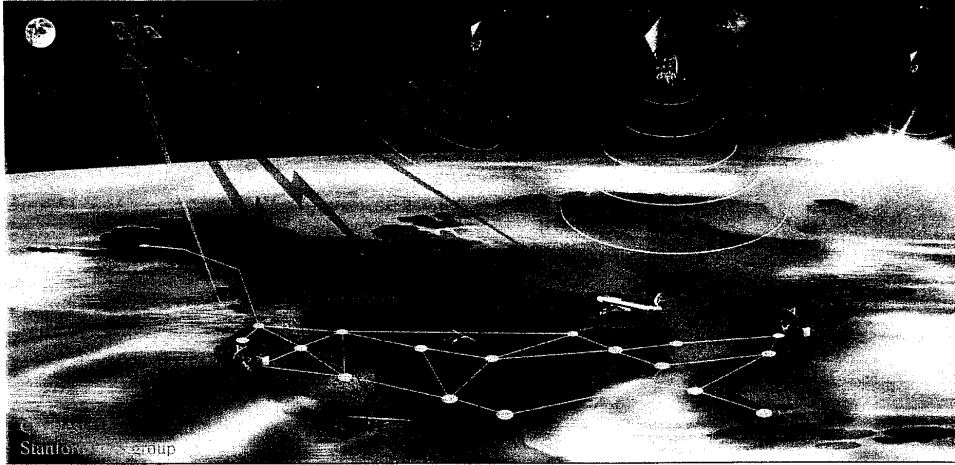


圖 3.1 WAAS 之基本架構

3.2 LAAS

區域增廣系統 (Local Area Augmentation System, LAAS) 為一 DGPS 系統，主要提供區域性航空載具之定位導航修正量，提昇解算精度至公分等級。基本概念與架構如圖 3.2 與 3.3 所示。LAAS 主要提供安全與精確的導航訊息，目的為了符合 Cat I (Category I)，以及未來滿足 Cat II 與 Cat III 飛機起降精度之要求。LAAS 之地面站 (LAAS Ground Facility, LGF) 負責地面與衛星訊號之偵錯與除錯，提供空中載具可靠之導航訊息，用以計算 VPL (Vertical Protection Level) 及 LPL (Lateral Protection Level)。有關各項飛航操作所伴隨之要求如表 3.1 所示。

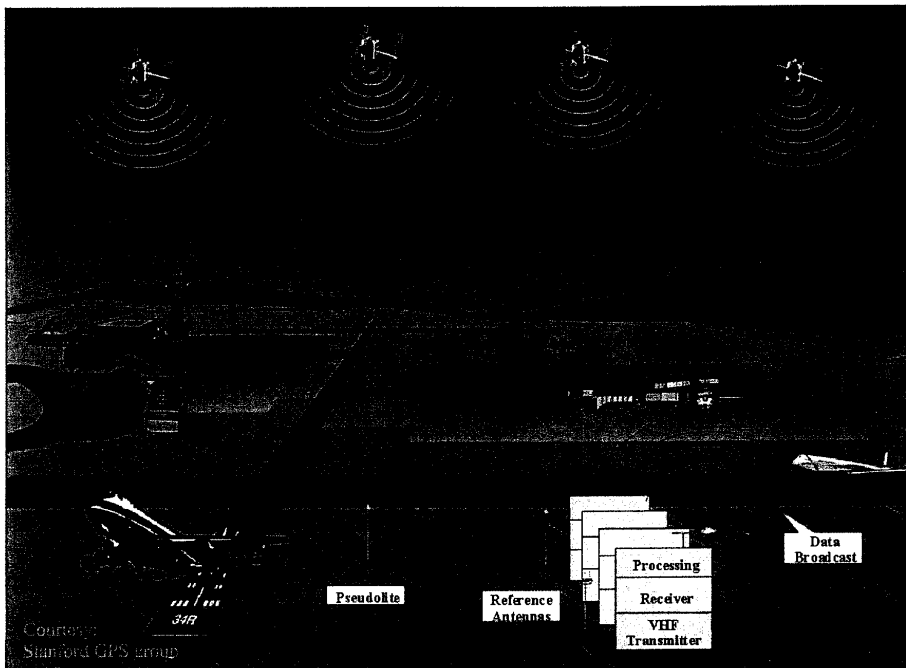


圖 3.2 LAAS 之基本概念。

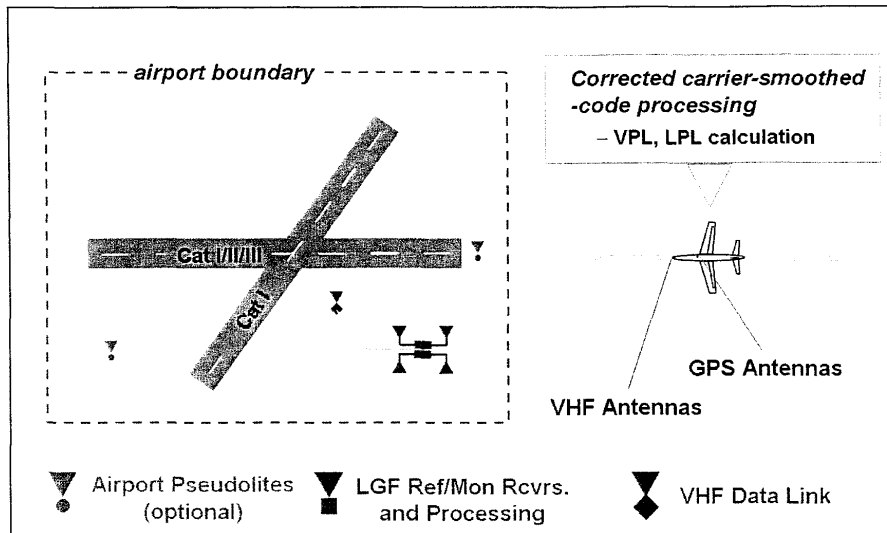


圖 3.3 LAAS 之基本架構

表 3.1 各項飛航操作之要求

Operation	Accuracy (95%)	Integrity			Availability ²			Continuity (Loss of Nav)
		Time-to-Alert	Alert Limit	Probability of MI	Thres	Obj	FAA	
Oceanic Enroute & Remote	12.4 nm	2 min	12.4 nmi*	10 ⁻⁷ /hour	.99	.99999	.999	1x10 ⁻⁶ /hour
Domestic Enroute	2.0 nm	1 min	2.0 nmi*	10 ⁻⁷ /hour*	.999	.99999	.99999	1x10 ⁻⁶ /hour
Terminal	0.4 nm	30 sec	1.0 nmi*	10 ⁻⁷ /hour*	.999	.99999	.99999	1x10 ⁻⁶ /hour
Non-Precision	220 m	10 sec	0.3 nmi*	10 ⁻⁷ /hour*	.99	.99999	.99999	1x10 ⁻⁶ /hour
Cat I Precision	H - 16 m V - 7.7 m	6 sec	H- 40m** V-10-15m**	2x10 ⁻⁷ / approach*	.99	.99999	.99999	5x10 ⁻⁶ / approach
Cat II Precision	H - 6.9 m V - 2.0 m	2 sec	H-17.3m** V- 5.3 m**	2x10 ⁻⁸ / approach**	.99	.99999	.99999	4x10 ⁻⁶ /15 sec
Cat III Precision	H - 6.1 m V - 2.0 m	2 sec** 1 sec (goal)	H-15.5m** V- 5.3 m**	2x10 ⁻⁸ / approach**	.99	.99999	.99999	2x10 ⁻⁶ /last 15 s 1x10 ⁻⁷ /last 15 s (vertical)

* WAAS spec in FAA-E-2892C ** LAAS MASPS, DO-245 + RTCA DO-208, GPS MOPS ++ B. DeCleans

3.3 AIS

AIS 主要結合 GPS 與無線通訊技術，達成增進航行安全、環境保護及船舶交通服務 (Vessel Traffic Service, VTS) 之目的。國際海事組織 (International Maritime Organization, IMO) 之海事安全委員會 (Maritime Safety Committee, MSC) 已修訂海上人命安全公約第五章第 20 條，將 AIS 納入成為強制性的船舶配備。此修正案於 2000 年 IMO 大會通過後自 2002 年 7 月 1 日起適用。

目前國際間已實施的系統或測試的計畫相當多，僅亞洲而言，就有日本、新加坡、香港、中國大陸、澳門、南韓及馬來西亞等等，此外，美國、加拿大、澳洲、立陶宛、荷蘭、挪威、俄國、芬蘭、瑞典、德國、土耳其、英國、希臘及義大利等國家亦積極進行規化與建構。茲列舉挪威、澳洲、葡萄牙、土耳其、日本及埃及等國家目前建構之現況，分別如圖 4.4 至 4.9 所示。

有關 AIS 之背景、發展過程、基本功能及展望，茲分別簡述於后：

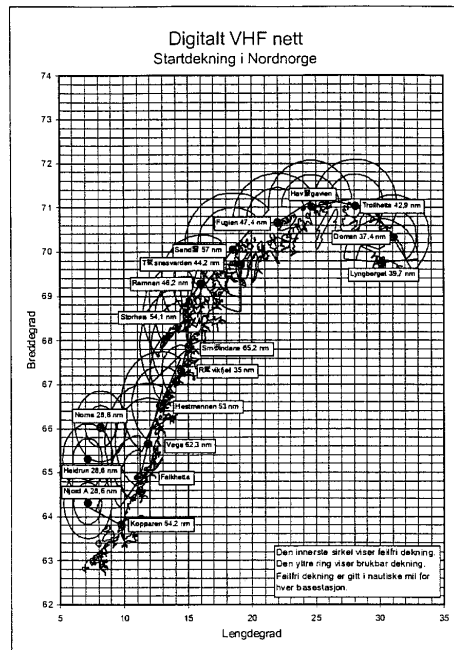
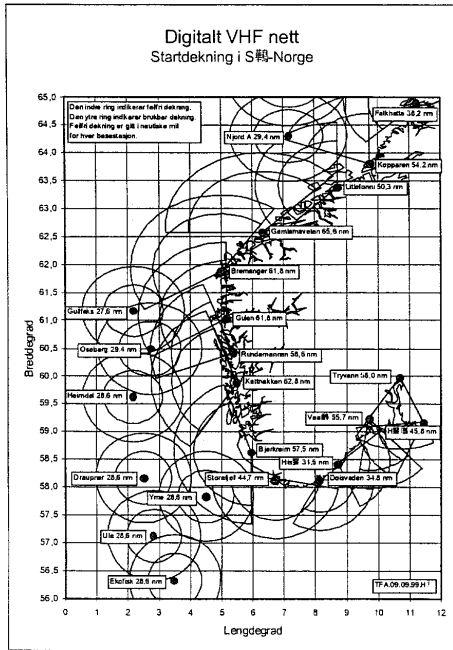


圖 3.4、挪威 AIS 基站佈署概況

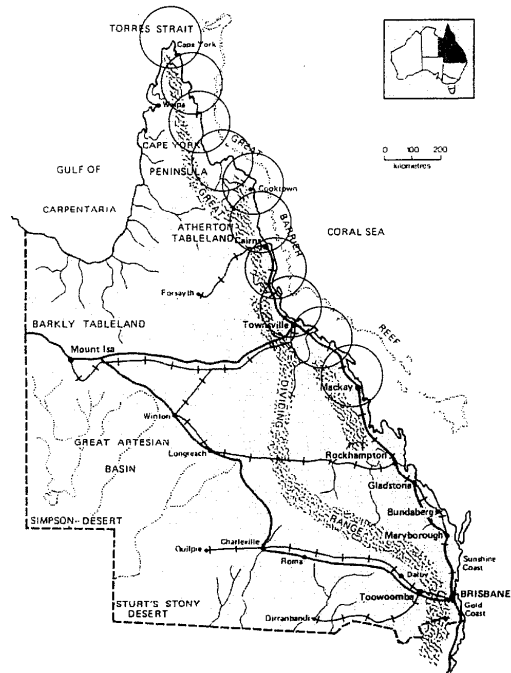


圖 3.5、澳洲 AIS 基站佈署概況

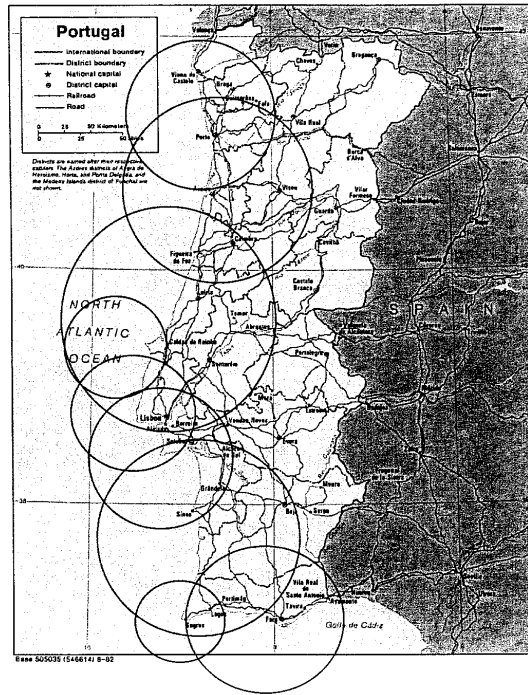


圖 3.6、葡萄牙 AIS 基站佈署概況

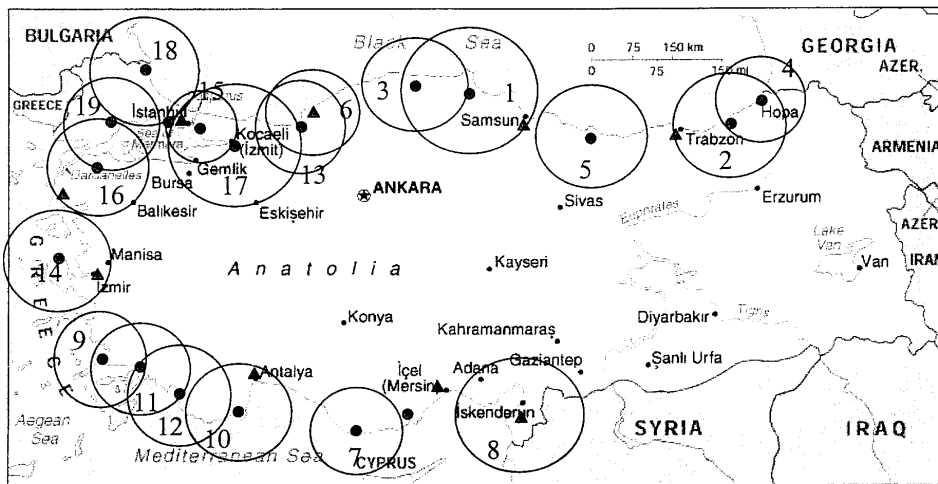


圖 3.7、土耳其 AIS 基站佈署概況

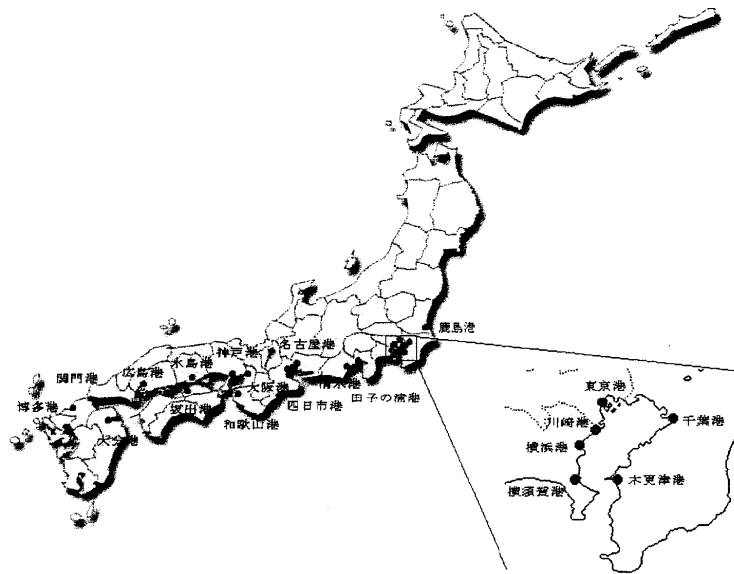


圖 3.8、日本 AIS 基站佈署概況

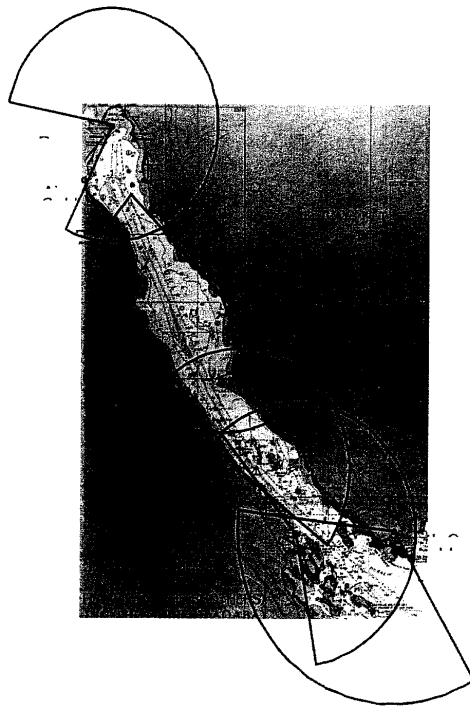


圖 3.9、埃及 AIS 基站佈署概況

3.3.1 背景

IMO 和各國主管部門通過制定及實施避碰規則，強制性規定安裝助航設備，以建立 VTS、船舶報告等制度，以達船舶之安全航行，然而，船舶的碰撞事故還是屢屢發生。為了進一步提高船舶安全航行的性能，相關機構和廠商則不斷致力助航設備的研究開發。有鑑於現今導航衛星、通信技術及電腦技術等的一日千里，AIS 則應運而生。

以往海上船舶的碰撞事故，多起因於 VHF 設備操作與語言溝通的問題上，主要是無法透過及時溝通，來瞭解對方船舶的資訊與操船意圖，最終導致碰撞事故的發生。傳統上，在限制水域或 VTS 作用區域，控制中心透過無線電話詢問或船舶同以無線電話向控制中心報告而獲得船舶的資訊，然後再以人工方式將船舶資訊輸入 VTS 監控系統，以達追蹤管理之目的。然而，由於採人工方式輸入資訊，對於船舶來往密度較大的 VTS 作用區域之控制中心而言，不僅工作負荷大，且易出現操作上的差錯，導致出現盲區而失去目標船之追蹤。針對此，一些歐美國家在 90 年代前後，即著手展開自動獲得船舶資訊及航行狀態之技術探索與研究。

3.3.2 發展過程

初期的 AIS 是以 VHF 選擇性呼叫 (Digital Selective Calling Systems, DSC) 技術發展而成的，稱為自動回應系統 (Transponder System)。基本方法是在 70 頻道上以 DSC 方式自動發出詢問資訊，接收到資訊的接收機 (船舶或岸上的 AIS 設備) 則根據詢問之要求，將目標船之識別碼、船名、船位、航向、航速及吃水等資訊自動傳給詢問方，如此便實現了自動回應功能，其中船舶的位置是由 GPS 所

提供。在 VTS 作用區域，岸上設備不斷地向周圍區域發出詢問信號，區域內的船舶在接收到詢問信號後便自動依次向岸上設備回應各類資訊，這些訊息則被自動輸入至 VTS 設備，然後 VTS 控制中心透過 VHF 將這些資訊進行廣播。因此，凡具有相關設備的船舶皆可接收到資訊，並可在電子海圖上加以顯示，駕駛人員因而可在電子海圖上看到周圍船舶的船位、船名、航向及航速等資訊，此外，系統還可進行數位通信和語音通信。再者，由於新技術在 VTS 中的運用，增加了系統的功能，而成為了“增強型 VTS”。與此同時，一種在 VHF 頻道上，用歐洲數位標準的技術來實現自動回應與通信功能的研究也相當成功。在 IMO 正式公佈 AIS 的性能標準之前，上述系統已在歐美國家延用多時。

後來，IMO 很重視這項新技術對安全航行的作用，在 1995 年 11 月 29 日之 74SOLAS 公約締約國會議上，通過了一系列決議，其中決議 9 是關於《自動船舶識別應答/收發系統》。該決議中，肯定了這種裝置“將極大地提高航行安全性”，並提出儘快制定該裝置的操作要求和性能標準及審議通過該裝置系統配置的 SOLAS 公約修正案，同時請國際電信聯盟制定該裝置的技術標準與適合的頻率。於 1996 年 IMO 航行安全委員會第 42 次會議上，審議了技術小組提交的《使用 VHF DSC 技術的船用自動識別系統裝置》之性能標準草案，並將該系統簡稱為“ AIS ”；同年，海安會的 67 次會議上同意把 AIS 作為今後需實行的方案。1997 年 IMO 的航行安全委員會舉行了第 43 次會議，會上通過了《關於全球船舶自動識別系統 (AIS) 性能標準的建議案》。此次會議簡報了 AIS 的功能描述，稱該系統“滿足以下需要：船對船模式的避碰；港口國獲得船舶和其所運送貨物的資訊；

作為 VTS 的工具”。1998 年 IMO 的海安會則批准了該建議案。1999 年航行安全分委會第 45 次會議最後確定了對 SOLAS 公約第五章的修訂，規定航行於國際航線 300 噸以上的船舶及航行於國內航線之公約國 500 噸以上之船舶，將從 2002 年 7 月 1 日起到 2008 年 7 月 1 日分階段執行配備 AIS 設備。

為了統一規範系統技術標準和頻率資源的合理使用，國際電信聯盟 (ITU) 曾於 1992 年提出了 ITU RM.825 建議案。1997 年世界無線電行政大會 (WRC 97) 核准將 VHF87 和 88 頻道拆為單工頻道，其中的 161.975 MHz 為 AIS1 頻道；162.025 MHz 為 AIS2 頻道。國際電信聯盟無線電通信第八研究組經過激烈討論後，在 1998 年提出了一份《海上 VHF 波段使用 TDMA 的船用自動識別系統 (AIS) 之技術特性》的建議案，該建議案採用 SOTDMA 系統，用於船舶間的航線監督、船舶報告、VTS 應用等，最終為 IMO 所採納。

3.3.3 基本功能

1. 系統工作特點：

- 在所有區域內自主和連續工作；
- 由交管監視中心指派工作模式，以便主管部門控制資料傳輸的間隔；
- 資料的傳輸回應來自於船舶或主管部門的詢問，包括輪詢和受控兩種模式。

2. 系統傳遞之靜態資訊：IMO 編碼、呼號和船名、船的長度和寬度、船的類型、船上的定位天線位置。

3. 系統傳遞之動態資訊：船位、國際協調時、對地航向、對地航速、

航行路徑、航行狀態、轉向率、橫傾角 (選用項)、縱傾和橫擺 (選用項)。

4. 系統傳遞之的航行相關資訊：船舶吃水、危險貨物類型、目的港和預計到達時間、航行計畫 (選用項)、簡明的安全資訊。
5. 技術特點：AIS 採用 OSI (Open Systems Interconnection) 工作模型；無線傳輸的頻寬為 25kHz 或 12.5kHz (ITU RM.1084)；調變方式為 GMSK；資料編碼方式為 NRZI；資料傳輸速率則為 9600 b/s。

3.3.4 展望

從 AIS 的基本功能和技術特點來看，該系統為船舶航行安全和航行管理提供了一新穎而有效的手段。初期，國外有關部門在 1999 年作的統計和預測，AIS 的發展雖比電子海圖顯示與資訊系統 (ECDIS) 起步晚十年左右，但它的發展速度已大幅超過 ECDIS。從 IMO 的方面來看，AIS 成為強制配備要求已先於 ECDIS，如今，新的 SOLAS 公約修正案已被正式通過，亦即，自 2002 年 7 月 1 日起將進入配備 AIS 設備的實施期。而最近的修正案已通過 300~5 萬噸級的任何船隻，於 2004 年底前均必需配備 AIS。

Amendments to SOLAS

The Conference adopted a series of Amendments to the 1974 SOLAS Convention, aimed at enhancing maritime security on board ships and at ship/port interface areas. Among other things, these amendments create a new SOLAS chapter dealing specifically with maritime security, which in turn contains the mandatory requirement for ships to comply with the ISPS Code.

Modifications to Chapter V (Safety of Navigation) contain a new timetable for the fitting of Automatic Information Systems (AIS). Ships, other than passenger ships and tankers, of 300 gross tonnage and upwards but less than 50,000 gross tonnage, will be required to fit AIS not later than the first safety equipment survey **after 1 July 2004 or by 31 December 2004**, whichever occurs earlier. Ships fitted with AIS shall maintain AIS in operation at all times except where international agreements, rules or standards provide for the protection of navigational information."

四、心得與建議

本人能順利出國實習，首先必須感謝本所及標檢局各級長官的支持與鼓勵。再者，職必須要感謝前瞻標頻計劃同仁們的鼎力相助，對於職於出國前夕所分配的工作加以分擔，使職無後顧之憂。所以，今後亦將秉持一貫努力不懈的精神，繼續致力於研發工作。

茲針對前述系統，分別表達個人之心得與建議如后：

4.1 WAAS

WAAS 即將於 2003 年底由美國 FAA 宣告正式運作，屆時在美國境內及其臨國均能享有免費可靠之高精度 GPS 訊息，使得各項應用之定位精度大幅提昇。並且我國之鄰國日本亦著手規劃建立基站，因而在不久之將來，台灣亦能享有 WAAS 之導航訊息。再者，將來若台灣亦能加入 WASS 網路建立一追縱站，不但有助於提昇台灣之國際知名度，更重要的是能提供台灣廣大之 GPS 使用者高精度的導航訊息，以增進各項應用之性能。

4.2 LAAS

GPS 之應用不外乎在於陸、海、空三大領域，而 LAAS 則為最典型的航空應用之一。LAAS 主要提供安全、可靠與精確的導航訊息，以符合各等級飛航起降之精度要求。相較於傳統之系統，其精度、效率及可靠度等均獲得明顯提昇，因而，對於排解目前已相當擁擠的空中交通，提供了至為有效的解決方案。事實上，目前台灣各主要機場之飛航起降均至為擁擠，有鑑於此，在不久之將來若能引進 LAAS 系統，應用於台灣各主要機場，相信能大幅度提昇飛航起降之效率，使得擁擠之空中交通得以疏解，更重要的是能大幅提高飛航之安全。

4.3 AIS

AIS 已於 2002 年 7 月 1 日成為強制性的船舶配備，若能及早規劃 AIS 相關之基礎建設，不但可提昇我國海運之競爭力，並且對於目前台灣海域管理問題，著實提供了最為有效的解決方案。

事實上，接收 AIS 相關資訊的船舶均必需付費，有關費率部份，目前各國均積極立法制定，因此，若站在系統業者的角度而言，顯然以收取龐大的通訊費用為最主要的目的。為了因應本公司民營化後之諸多挑戰，且順應求新求變之趨勢，本人在此誠摯地推薦世界各海洋國家正如火如荼地展開建構之 AIS。若最終本所能成為台灣 AIS 之執行單位，相信 AIS 將會成為本公司另一名利雙收的系統之一。

最後，列舉 AIS 之特點如后：

圖 4.1 顯示傳統的雷達系統易受地形之限制，而無法查覺臨近船舶的位置，增加了碰撞之可能性；反觀 AIS 系統，在通訊範圍內所有配備 AIS 的海上載具，都將自動被識別、追蹤，並顯示在 VTS 或監控中心的電子海圖上。

圖 4.2 與圖 4.3 顯示了海上救援行動，只要救援直昇機與海上載具均配備 AIS，則受難船隻即能迅速被鎖定，因而能掌握時效，且全程可由岸邊之監控中心完全掌握。

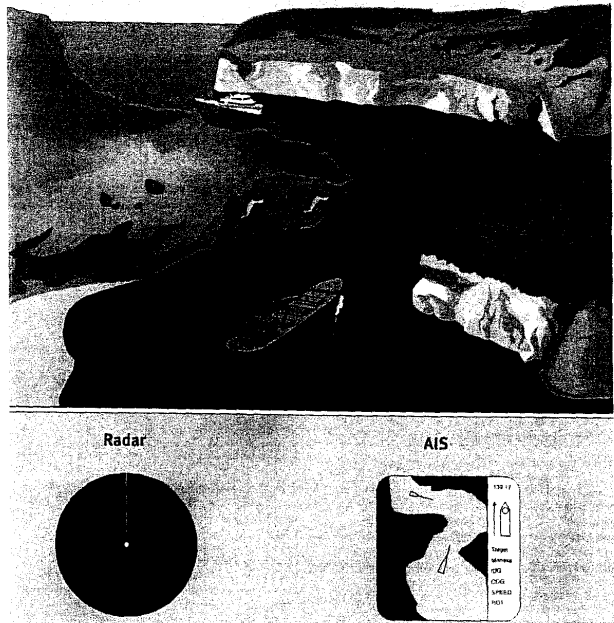


圖 4.1、AIS 與傳統雷達之比較圖。

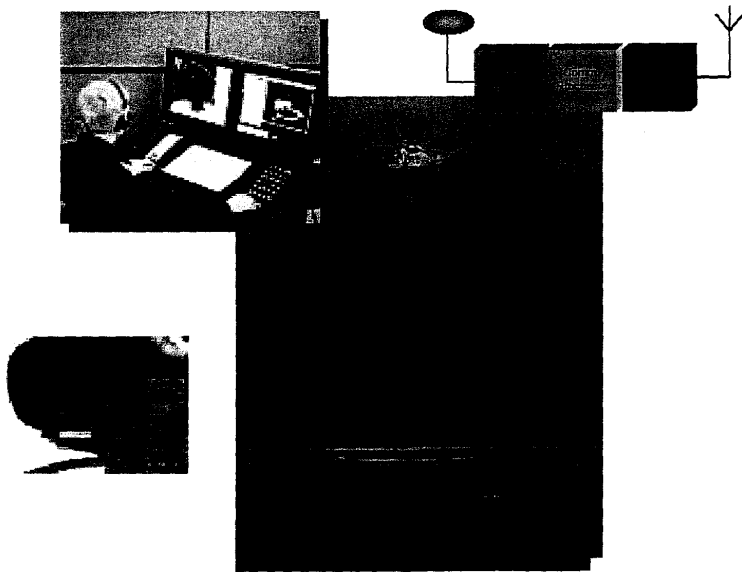


圖 4.2、海上直昇機救援監控作業示意



圖 4.3、AIS 監控中心救援作業示意