

# 臺灣發展自主低軌 AIS 衛星趨勢探討

李政達<sup>1</sup> 錢樺<sup>2</sup> 蔡立宏<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究員

<sup>2</sup> 國立中央大學水文與海洋研究所教授

<sup>3</sup> 交通部運輸研究所港灣技術研究中心主任

## 摘要

鑑於船舶自動識別系統(Automatic Identification System, 簡稱 AIS)逐漸普及, 其商業規模與各項船舶數據應用之商業價值與日俱增, 惟一旦船舶遠離 AIS 岸台訊號接受範圍, 超過通訊距離(20~40 海浬)時, 意謂著失去船舶資訊之掌控, 因此, 全球致力於低軌道 AIS 衛星發展, 並於軌道中運行形成衛星網絡, 解決通訊距離受限之問題。星鏈優勢相較於 AIS 地面接收站, 能提高更廣泛之覆蓋率, 從而消除對 AIS 地面接收站依賴, 至 2021 年為止, 總計已超過 300 顆餘衛星, 本文藉由探討臺灣發展 AIS 衛星之背景條件, 盤點全球 AIS 衛星發展、商業規模與近 10 年臺灣發展現況, 瞭解臺灣近幾年太空產業訂定相關法規已逐漸完善、產業鏈能量充足, 晶片供應能支持需求、不論是設備檢修、維運服務與關鍵零組件製造測試, 皆使臺灣發展自主低軌 AIS 衛星具備發展性及潛力。

## 一、前言

根據國際海事組織(International Maritime Organization, 簡稱 IMO)統計, 海事風險最常發生船舶碰撞與擱淺等事故。自從 AIS 問世以後, 船舶動態與位置逐漸開放透明, 船長容易透過 AIS 訊息協助辨識船舶與目標追蹤, 瞭解海域與掌握船舶周遭狀況, 大幅減少海上風險。過去 150 年間氣象學存在大洋中缺乏海氣象數據問題, 故國際氣象組織(世界氣象組織前身)推廣海氣象志願觀測船, 並招募海事人員進行觀測與填寫航海日誌, 待船舶登陸時提交港務人員, 再將氣象資訊回傳氣象組織, 以提升海洋觀測氣象數據總量, 做為改善與提供氣象服務使用。海事人員便不需要再透過航海日誌提交海氣象資訊, 船舶可利用 AIS 系統(AIS 之訊文 8), 回傳具有海氣象資訊的特殊應用訊文(Application-specific message, 簡稱 ASM)。AIS 應用不限於船舶, 只要空間足夠與電力無虞, 便能裝置於浮標或儀器並透過進行通訊與資料傳輸, 有助於海上搜索及救援, 亦能簡化資訊交流, 提高行政管理效率, 為具應用價值的海上工具; 惟受到 AIS 通信技術範圍限制, 商業衛星公司利用 AIS 做為酬載與低軌道衛星整合, 解決 AIS 傳送距離限制, 目前低軌道衛星應用 AIS 已相當普遍, 船公司與船舶管理單位於商業服務已能選擇多種衛星數據來源。本文透過船舶自動識別系統簡介, 盤點 AIS 數據應用與商業模式調查, 以及臺灣自製遙測衛星發展情形, 探討臺灣發展自主低軌 AIS 衛星趨勢, 做為日後發展自主低軌 AIS

衛星與智慧海象監測應用參考。

## 二、船舶自動識別系統

16 世紀全世界順應經濟發展需要相繼探索海洋，隨著地理大發現與海上貿易熱絡，航運榮景盛況非凡，當時未知海域與新大陸尚未為人熟知，在資訊不發達年代常有船舶觸礁與擱淺事件發生，為減少船難事件發生，全倚靠航海日誌與航海士海氣象經驗之判斷，此外，船舶受波浪、海流與風力影響，正確航向需仰賴船長操航經驗修正，以及天文導航方式判斷船舶是否於正確航向，如透過觀測星體的相對位置判斷船舶與方位關係，一旦多雲或天候不佳，將可能發生船舶迷航事件，航行過程若有不慎，便可能造成難以彌補之財產損失。從航海歷史角度而言，航海訊息為航程成敗中不可或缺之關鍵，掌握航行資訊越多，航行成功率越高，現今船舶定位與航向判定與過去相比，已不可同日而語。以下分類說明船舶自動識別系統介紹。

### (一)船舶自動識別系統發展

國際海事組織(IMO)於 1914 年為提升船舶安全，草創國際海上人命安全公約(International Convention for the Safety of Life at Sea，簡稱 SOLAS)，數十年間對航海安全基本設備經歷多次修改，直至美國海岸警衛隊(U.S. Coast Guard，簡稱 USCG)為增加船舶安全與追蹤，於 1993 年利用兩個 VHF 通信頻率(161.975MHz 與 162.025MHz，帶寬為 25kHz)，以及數位選擇呼叫(Digital Selective Calling，簡稱 DSC)架構前身發展，成功將船舶位置顯示於船舶自動化監視設備，並自動化發送訊息至其他船舶與信號台顯示狀態，獲得良好反響；因此，2000 年 12 月，國際海事組織 IMO MSC73 會議通過 AIS 強制性安裝議案，規定國際航線 300 總噸以上貨船、非國際航線 500 總噸以上貨船，以及載客船不論船舶大小，均須按規定裝 AIS，如圖 1 所示，以獲取船舶靜態與動態資訊及海氣象觀測資訊，進而達到海上生命安全、船舶航行安全性與效率，以及海洋環境保護目標。

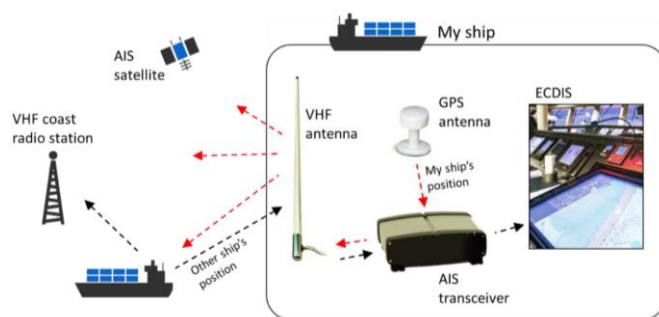


圖 1 AIS 架構圖(資料來源：Sternula 公司)

### (二)船舶自動識別系統功能與限制

AIS 是一套安裝於船舶的自動追蹤系統，能藉由與鄰近船舶、AIS 岸台以及衛星等設備交換電子資料，提供船舶交通服務系統(Vessel Traffic Services，簡稱 VTS)進行船舶辨識及定位，若

與其他電子航儀結合，還能同步接收 AIS 信號與顯示資訊，避免海上交通發生碰撞事故。AIS 優點係能於天候環境較差狀況，穩定獲得動態與靜態 2 種資料，以符合 A 級規範之 AIS 動態資料為例，包含：船舶航速、船舶位置、時間戳記、對地航向、對地航速、船艏向、轉向速率與航行狀態，但依據船舶航速不同，動態資料(AIS 訊文 1)傳送頻率亦不同，例如：當船舶航速超過 23 節時，動態資料為每 2 秒發送 1 次，船舶停泊或航速小於 3 節，則動態資料為每 3 分鐘發送 1 次，而 A 級規範靜態資料則提供船舶水上識別碼(Maritime Mobile Service Identity，簡稱 MMSI)、IMO 編號、呼號、名稱、船型、船長寬與靜態水深、目的地等訊息內容，靜態資料(AIS 訊文 5)傳送頻率固定，固定每 6 分鐘發送 1 次，整理如表 1 所示。

表 1 船舶自動識別系統訊息發送週期

| 船舶航速        | 動態資料           | 靜態資料                       |
|-------------|----------------|----------------------------|
| 航速 > 23 節   | 每 2 秒發送 1 次    | 不論航速，固定<br>每 6 分鐘發送 1<br>次 |
| 改變航向中       | 每 3.33 秒發送 1 次 |                            |
| 航速 14~23 節  | 每 6 秒發送 1 次    |                            |
| 航速 2~14 節   | 每 10 秒發送 1 次   |                            |
| 停泊或航速 < 3 節 | 每 3 分鐘發送 1 次   |                            |

AIS 的限制性主要為(1)通信範圍與(2)頻道使用率超載兩者，第 1 種通信範圍限制係通信受限於天線高度與地球曲率，船與船通訊距離一般為 20 海浬，船與岸台通訊距離可達 40 海浬，超過通信範圍 AIS 便無法進行訊號傳輸，須待船舶駛入範圍之內才能恢復 AIS 訊息傳輸；第 2 種為頻道使用率超載限制，國際航標協會(International Association of marine aids to navigation and Lighthouse Authorities，簡稱 IALA)提出 AIS 頻道使用率超過 50%，便會造成 AIS 訊息阻塞，以致於接收 AIS 訊號發生停滯或延遲情況，因此，世界無線電通訊大會(World Radiocommunication Conferences，簡稱 WRC)因 AIS 頻道使用率已超載，於 2015 通過甚高頻資料交換系統(VHF Data Exchange System，簡稱 VDES)國際標準，以解決頻道超載問題，如圖 2。

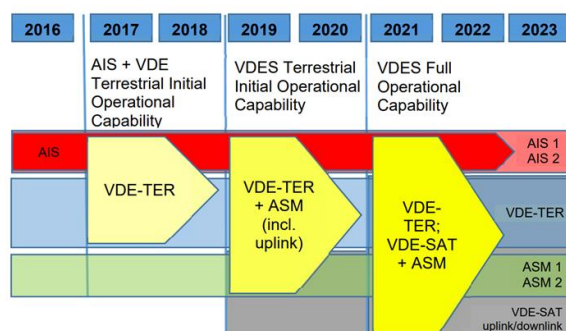


圖 2 VDES 實施時程圖(資料來源：IALA G1117 VDES overview)

### 三、AIS 數據應用與商業模式調查

由於海運較空運成本低，且具有運量高優點，根據產業研究報告全球貿易近 80-90%仍仰賴海上運輸，已為經濟發展不可取代之貿易方式。隨國際海事組織(IMO)規定船舶須裝設 AIS 後，每日超過數億則 AIS 訊息發送，所累積巨量船舶數據衍生之商業價值十分龐大，以致於近幾年全球成立眾多船舶資訊服務公司，建立資訊平台提供使用者查詢，與做為輔助經營管理之用。本文蒐集 6 間頂尖與具規模公司，探討有關 AIS 數據之商業模式，包括：希臘 Marine Traffic、德國 FleetMon、中國億藍海數據技術、保加利亞 Vesselfinder、日本 Aidea 與日本 Mitsui O.S.K. Lines，藉由各公司差異瞭解各商業模式如何利用 AIS 大數據進行商業服務，並綜整歸納各公司商業模式類型，說明如下。

#### (一)AIS 數據商業模式調查

本文市場規模(market scale)調查部分，選擇產業中用戶數最穩定與具潛力之 Marine Traffic 公司為代表，根據該公司 2017 年公布資料，每日收發訊息約處理 5 億 2,000 萬則 AIS 資訊，用戶註冊人數已達到 120 萬人，每日至少 50 萬客戶登入平台及使用大數據資料；根據 Zoominfo.com 網站 2020 年 Marine Traffic 公司年收入約為 1,000 萬美元，FleetMon 公司年收入約為 510 萬美元，Vesselfinder 公司年收入約為 500 萬美元；總歸來說，AIS 數據之商業模式已創造許多價值，若僅考慮用戶人數與年營收入，毫無疑問 Marine Traffic 公司為此商業模式之頂尖公司。

##### (1)希臘 Marine Traffic

營業項目提供海上交通數據與衛星數據，以及船舶動態公共服務平台，能監視世界港口船隻即時動態，查詢全球船舶與貨輪目前之所在位置，達成即時航程追蹤；蒐集 2009 年迄今之 AIS 歷史資料，能提供查詢 AIS 電子商務與學術支援，如圖 3 所示。

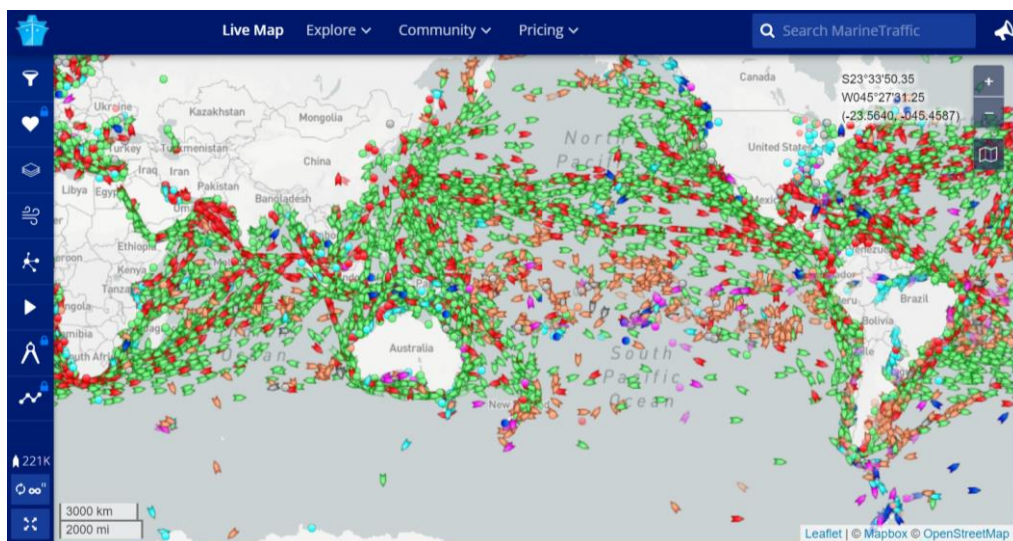


圖 3 Marine Traffic 船舶動態平台(資料來源：Marine Traffic)

## (2)德國 FleetMon

營業項目包括與國際海事風險評級機構(International Maritime Risk Rating Agency，簡稱IMRRA)密切合作能提供船舶風險評級評估，並提供即時全球船舶數據庫，例如：海上交通數據、海事數據與衛星數據等，以及船舶動態跟蹤與船舶靜態資訊查詢、事件日誌等資料，如圖 4 所示。

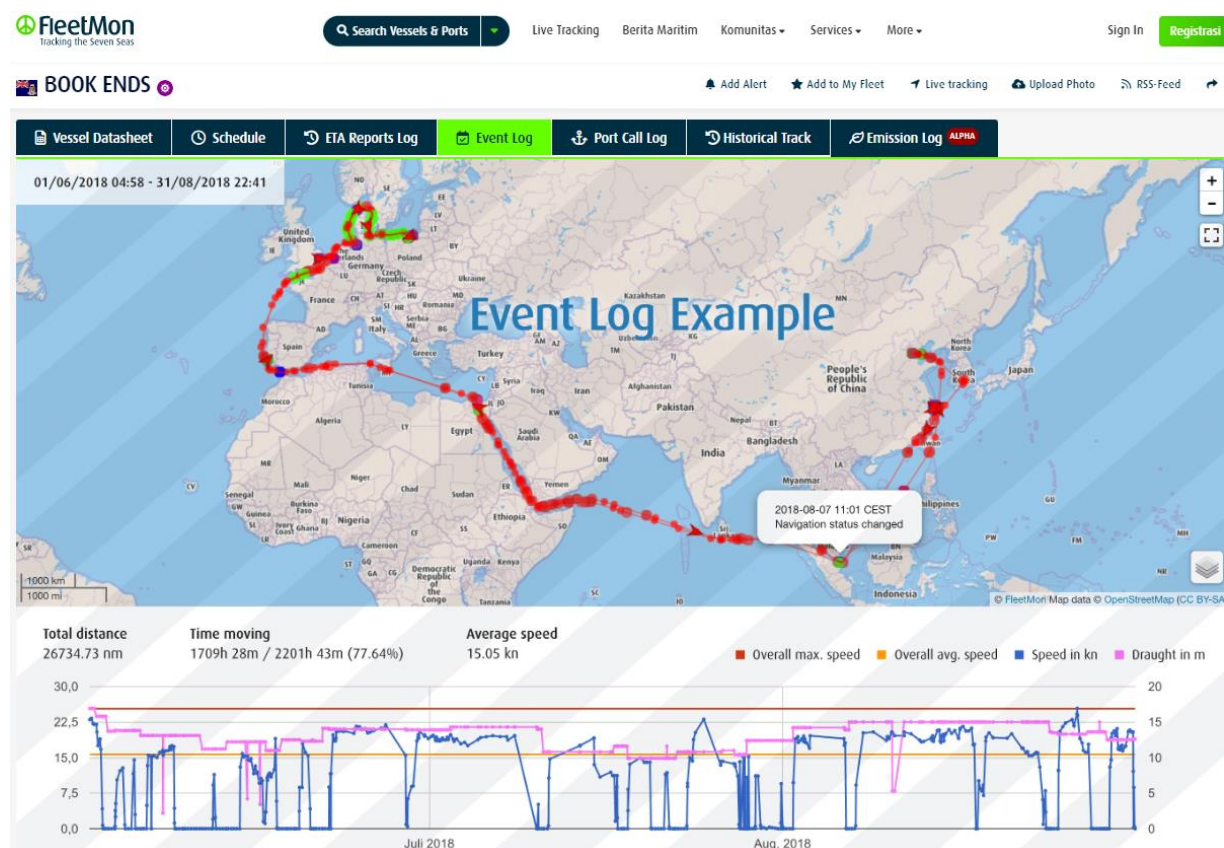


圖 4 船舶事件日誌(資料來源：FleetMon)

## (3)中國億藍海數據技術

營業項目為船訊網，提供衛星 AIS 船舶位置、歷史軌跡與詳細船舶檔案，以及航運大數據，例如：應用於貿易、金融領域之指數，如波羅的海指數、國際貨櫃租船指數，全球業務公司能掌握鐵礦石、煤炭、原油、大豆、LNG 天然氣、LPG 天然氣等大宗商品貨物流動之數據；此外，船訊網附加社群平台功能，能藉由平台媒合需求端尋覓適合船商與人才。

## (4)保加利亞 Vesselfinder

營業項目類似如同前面 3 家公司，能透過支付費用獲得船舶數據使用權，提供港口停靠、事件報告、海上交通數據與衛星數據等，亦能查詢 2009 年迄今海事數據之歷史資料，提供海事保險公司船舶理賠事件使用。除此之外，該公司進階加值服務，包括：航運數據分析與評估船舶航運效率，優化航線減少燃油損失，並可做為船舶運價釐訂標準等，如圖 5 所示。

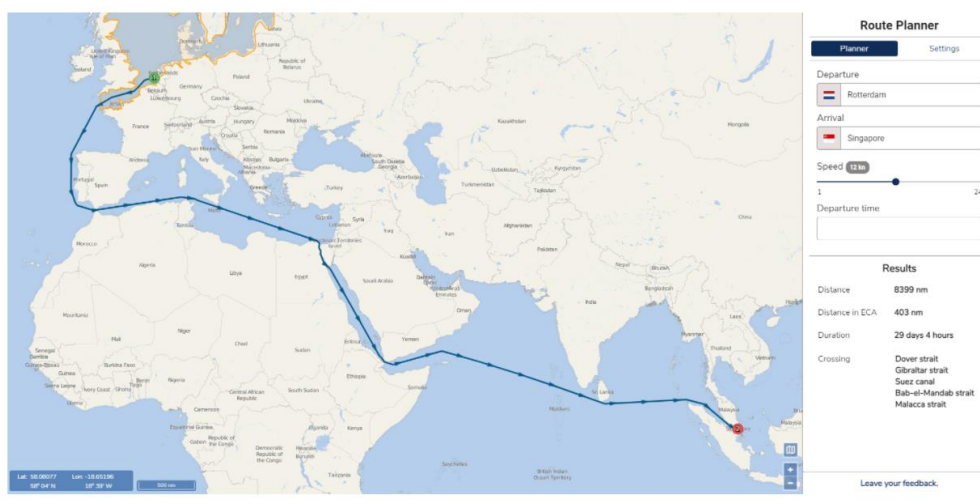


圖 5 Vesselfinder 航運優化分析(資料來源：Vesselfinder)

#### (5)日本 Aidea

營業項目與前述公司不同，Aidea 公司為專門客製化服務的 IT 公司，專屬提供船舶移動共享導航系統(即無人船)開發與運營，以及專案海事產業平台服務，包括：船舶公司與船舶運營商海上施工區域、危險區域、淺水區、碼頭等訊息進行可視化呈現，並預測與管理其他船舶的動態，以利管理人員適時發布避碰訊息或警報等。

#### (6)日本 Mitsui O.S.K. Lines

Mitsui O.S.K. Lines 公司稱為日本商船三井公司，其營業項目主要為國際集裝箱運輸公司，惟該公司瞭解船舶大數據應用需求所帶來效益巨大，因此與日本東京海洋科技大學合作開發 AIS 自動避碰之研究項目，目前已整合船舶大數據、避碰演算法與自動靠泊演算法，持續朝向無人船目標研發。

### (二)AIS 數據應用商業模式歸納

本文經各商業模式調查，歸納出 3 層級商業模式，第 1 級商業模式，建構大數據平台提供查詢服務模式，查詢以運輸鋼鐵、礦砂、糧食穀物、煤炭與礦石等原物料的散裝貨論之航運運價指標，又稱波羅的海指數(Baltic Dry Index, BDI)，以及反映貨櫃航運景氣指標，又稱國際貨櫃租船指數(Howe Robinson Container Index, HRCI)，該指數能判斷貨櫃運輸市場之枯榮，達到產業鏈監視、景氣預測與期貨金融業行情的評估。第 2 級商業模式，提供大數據資料之加值服務，例如：船舶物流管理、航線規劃、運價分析與船舶保險等管理服務，船舶物流管理方面能追蹤船舶與貨物之現況，評估運輸過程是否延誤，航線規劃係優化航運路線減輕燃油使用率，運價分析能藉由與其他競爭者比較航運路線的運輸策略(如船期頻率、運輸需求等)，做為運價調整基礎，船舶保險部分能為風險管理與海上事故調查提供數據，影響保險公司保費高低與理賠額度等。第 3 級商業模式為客製化 IT 服務，針對專屬客戶的需求進行定制服務，提供優質的數據分析，以及專案管理使用之決策輔助，本文依據前述公司營運項目歸納彙整，如表 2 所示。

表 2 AIS 數據商業模式調查與盤點

| 商業模式代表廠商                                                      | 說明                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Marine Traffic</b><br><b>Level 1 : FleetMon</b><br>億藍海數據技術 | 支付費用獲得數據使用權，透過查詢波羅的海指數(BDI)、國際貨櫃租船指數(HRCI)等服務，掌握期貨金融業脈動、監視產業鏈與景氣預測。                                        |
| <b>Level 2 : Vesselfinder</b>                                 | 支付較第 1 級客戶更高的費用，獲得數據與進階使用權，透過加值查詢船舶公司能對旗下船舶進行物流管理，航線規劃優化航運路線減輕燃油使用率，運價分析能做為運價調整基礎，船舶保險分析提供風險管理數據與海上事故調查數據。 |
| <b>Level 3 : Aidea</b><br>Mitsui O.S.K. Lines                 | 最高級之商業模式亦支付最高費用，屬於客制化定制服務，為解決客戶需求提供專屬 IT 服務、專案的數據分析服務與決策輔助。                                                |

## 四、自製遙測衛星發展

### (一)臺灣太空產業環境

有鑑於 2017 年 8 月 25 日我國第一顆自製遙測衛星(福爾摩沙五號)於美國范登堡太空基地(Vandenberg Space Force Base, VBG)發射，成功送入人造衛星軌道，如圖 6 所示，我國已逐步達成衛星自製目標，隨近年來商用太空產業活動之發展，AIS 衛星終端使用者(End user)與市場份額(Market shares)逐年增長趨勢明顯。因此，行政院以建立太空產業與產業連結為目標，核定「第三期國家太空科技發展長程計畫(2019~2028)」，預計 10 年投入 251 億元，發展頂尖太空領域技術與商業衛星藍圖，進行人才培育與養成，並於 2022 年 1 月 20 日頒布實行太空發展法，使臺灣太空發展條件更加完備(李，2022)，為交通部推動「5G 帶動智慧交通技術與服務創新及產業發展計畫」，發展 AIS 智慧港之船舶航安管理與環境監測應用，以及臺灣太空產業發展低軌衛星奠定良好基礎。

### (二)立方衛星計畫

國家太空中心(NSPO)於 2017 年執行「臺灣新興太空產業領航計畫-微衛星發展」又稱立方衛星計畫(方，2016)，旗下研發 3 顆圓形軌道衛星，軌道高度 525 公里之低軌衛星，名稱分別為飛鼠衛星(IdeasSat)、堅果衛星(NutSat)及玉山衛星(YuSat)，目前除堅果衛星尚未發射，其餘飛鼠衛星與玉山衛星均已於 2021 年 1 月 24 日發射升空，且於同年 9 月、10 月分別退役。飛鼠衛星體型最大，尺寸為 10x10x34cm<sup>3</sup>，重量 4.4 公斤，任務為攜帶縮小版電離層探測儀(CIP)探測繞地軌道路徑電離層特性，研究衛星與地面無線通訊之干擾；堅果衛星重量僅 1.8 公斤，尺寸為

10x10x23cm<sup>3</sup>，搭載廣播式自動回報監視系統(ADS-B)處理飛機無線電信號接收，以進行飛安導航、飛安救援與無人機管理等；玉山衛星體型最小，重量僅 1.6 公斤，尺寸為 10x10x17cm<sup>3</sup>，衛星攜帶船舶自動識別系統與自動封包回報系統(APRS)酬載可接受地面車輛 APRS 與船舶 AIS 發射器發射之訊息，進行臺灣海陸範圍車船動態跟蹤、維持海上搜救與國土安全，立方衛星發展整理如表 3 所示。



圖 6 福爾摩沙五與整流罩照片圖(資料來源：NSPO)

表 3 立方衛星計畫

| 衛星  | 飛鼠衛星(IdeasSat)             | 堅果衛星(NutSat)               | 玉山衛星(YuSat)                |
|-----|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 狀態  | 退役                         | 尚未發射                       | 退役                         |
| 尺寸  | 10x10x34(cm <sup>3</sup> ) | 10x10x23(cm <sup>3</sup> ) | 10x10x17(cm <sup>3</sup> ) |
| 重量  | 4.4(kg)                    | 1.8 (kg)                   | 1.6 (kg)                   |
| 軌道  | 525(m)                     | 525(m)                     | 525(m)                     |
| 酬載  | CIP                        | ADS-B                      | AIS、APRS                   |
| 發射日 | 2021.1.24                  | 預計 2022.10                 | 2021.1.24                  |

1.CIP 電離層探測儀：探測繞地軌道路徑電離層特性，研究衛星與地面無線通訊干擾。

2.ADS-B 廣播式自動回報監視系統：接收飛機無線電信號、進行飛安導航與管理。

3.AIS 與 APRS 自動封包回報系統：跟蹤臺灣船車動態與維持陸海安全。

## 五、臺灣發展自主低軌 AIS 衛星趨勢探討

基於臺灣周邊海域船舶受限於 AIS 岸台涵蓋範圍影響，AIS 訊號丟失問題仍待解決，一旦船舶超出船與船或船與岸台可接受範圍，船舶數據便無法傳輸，且臺灣目前尚無可蒐集船舶數據之 AIS 衛星，尚需借重其他國家 AIS 衛星克服。此外，向國外商用公司購買之船舶數據，尚有時間差，不能即時獲得資料，無法達到真正意義上的即時，以及國防通訊安全缺乏備援方案，與國產零組件缺乏太空計畫驗證，鑑於美國商用衛星已達穩定產業化階段，且商用立方衛星與 AIS 數據需求龐大，為避免技術持續落後，臺灣應投入低軌道 AIS 衛星發展。國家太空中心自成立至今已完成無數次太空計畫，累積不少經驗與自主開發能力，加上政府發展太空產業方向政策明確，雖然臺灣本身缺乏發射能力，須依賴國外火箭發射公司，但仍不斷進步，惟陽明交通大學「前瞻火箭研究中心」已科研臺灣首枚「HTTP-3A」混合動力類衛星載具火箭，並於 2022 年 7 月 10 日由屏東旭海九鵬基地試射升空，顯示衛星發展已有成效。

### (一) AIS 衛星標竿與基準選擇

根據太空英特爾報導(Peter B. De Selding, 2021)海上船舶數據商業衛星 3 個主要相互競爭公司為 exactEarth 公司、Orbcomm 公司與 Spire Global 公司。第 35 屆年度小型衛星會議於 2021 年 8 月 7 日猶他州立大學舉行，有關海上船舶數據商業 AIS 衛星數量報告，美國總計 281 顆，其次為中國 15 顆。美國 Spire Global 公司擁有最大衛星群 151 顆，其次以 exactEarth 公司位居第 2 名，旗下有 exactView 衛星 10 顆與 Iridium-NEXT 擁有 58 個 AIS 有效接收衛星，總計 68 顆衛星，第 3 名次為 Orbcomm 公司 50 顆衛星，第 4 名次為 AprizeSat 12 顆衛星；中國 Commsat 公司擁有 8 顆衛星，其次 HEAD Areospace 公司則為 7 顆衛星。除此之外，其他國家亦有投入資源發展 AIS 衛星，例如：挪威 AISSat 與 NorSat 衛星專項，以及盧森堡的 ESAIL 衛星專項，惟至 2021 年 11 月美國 Spire Global 公司完成對 exactEarth 公司併購後成為最大的 AIS 衛星公司總計 219 顆衛星，Orbcomm 公司 50 顆衛星緊追其後，如表 4 所示。

表 4 已發射 AIS 商用衛星公司規模排序

| 國家 | 累積數量 | 公司名稱              | 在軌衛星顆數 | 排序 |
|----|------|-------------------|--------|----|
| 美國 | 281  | Spire Global      | 151    | 1  |
|    |      | exactEarth(Spire) | 68     |    |
|    |      | Orbcomm           | 50     |    |
|    |      | AprizeSat         | 12     |    |
| 中國 | 15   | Commsat           | 8      | 2  |
|    |      | HEAD Areospace    | 7      |    |

|     |     |                |     |   |
|-----|-----|----------------|-----|---|
| 盧森堡 | 8   | Kleos Space    | 8   | 3 |
| 西班牙 | 3   | Aistech        | 3   | 4 |
| 俄羅斯 | 2   | SPUTNIX        | 2   | 5 |
| 義大利 | 1   | OHB Italia     | 1   | 6 |
| 西班牙 | 1   | Elecnor Deimos | 1   | 7 |
| 總計  | 311 |                | 311 |   |

(資料來源：NewSpace Index 網站，本文彙整)

## (二)衛星板基準選擇

衛星監測範圍可涵蓋大片區域優勢，能與軌道內其他衛星網絡形成星鏈，有效地覆蓋地球表面，AIS 衛星通信範圍可達到 1,000 海浬(Eriksen et al. 2006)，其因涉及船舶與衛星動態因素，故從衛星收集船舶 AIS 數據其實非常複雜。太空衛星接收 AIS 訊號有 3 種處理方式，第 1 種為機載處理(On-board processing, OBP)，第 2 種為頻譜去衝突處理(Spectrum Decollision Processing, SDP)，第 3 種處理方式係結合前兩種處理方法，稱為機載頻譜去衝突處理(Spectrum Decollision Processing on Board, SDPOB)。OBP 衛星板使用專門 AIS 接收器，使船舶訊息接收的更佳靈敏，其功能與地面 AIS 接收站工作原理相同，僅負責接收並不負責處理訊號，因此，缺點為無法同時偵測密度過高的船舶區，故於高船舶密度區域，船舶檢測率將為降低，例如：超過 1,000 艘船舶以上的軌跡，訊號間相互排擠，導致檢測機率低。SDP 方法是 AIS 無線電訊號演算法之應用，原理係使用船舶數據檢測與利用數位化訊息，以辨別船舶行駛於密度高區域，能將船舶軌跡重疊訊息進行檢測分離，SDP 方法通常用於地面 AIS 基站解碼與分析；若衛星電力系統足以負荷 SDP 演算能力，即可於衛星本體直接接收與解碼船舶數據(SDPOB)，以提供海上船舶動態追蹤、貿易物流管理與海上搜救等更廣泛的應用，例如：Orbcomm 公司 OG2 AIS 衛星。目前衛星常見 AIS 衛星板體積與重量大幅減小，由幾公斤降至幾百克，電力功耗亦大幅下降，市面常見衛星板模組資料整理，如表 5 所示。

表 5 AIS 衛星板介紹

| 公司/衛星板名稱                                             | 說明                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AAC Clyde/<br>STS-300 CubeSat AIS Receiver<br>(2022) | <p>海事頻段：156-162 MHz</p> <p>輸入電壓：2.5V–5.0V DC</p> <p>功耗：400mW–650mW</p> <p>重量：180g(包括鋁製外殼)</p>  |

|                                                          |                                                                |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Satlab A/S /<br>Polaris 4-channel AIS Receiver<br>(2017) | 海事頻段：156-162 MHz<br>輸入電壓：4.5V–40V DC<br>功耗：1350 mW<br>重量：185g  |  |
| Kongsberg Satellite Services AS/<br>ASR x50<br>(2016)    | 海事頻段：156-162 MHz<br>輸入電壓：9V–32V DC<br>功耗：4.5W–6.5W<br>重量：1300g |  |

(資料來源：AAC Clyde、Satlab A/S、Kongsberg Satellite Services AS 公司文件，本文彙整)

## 六、結論與建議

鑑於海運發生船舶事故，對於公司損失與發展影響甚鉅，一旦船舶遠離 AIS 岸台訊號接受範圍，超過通訊距離(20~40 海浬)時，意謂著失去海勤系統掌控，因此，接用 AIS 衛星數據已成為產業鏈不可或缺的一項。距離海表面越遠大氣越稀薄，對 VHF 訊號阻力較小，因此，可從地球大氣層上方接收，且 2005 年以後，AIS 衛星板重量減輕，更便於安裝於低軌道衛星中，形成衛星 AIS 網絡，衛星星鏈之優勢相較於 AIS 地面接收站，能提高更廣泛之覆蓋率，從而消除對 AIS 地面接收站依賴。臺灣發展低軌道 AIS 衛星具有潛力、法規完善、產業鏈能量充足，能支持晶片供應、關鍵零組件製造、設備檢修、維運服務，不論是衛星或酬載元件製造皆具可發展性，此外，太空技術已有相當程度的產業布局，將能促進與擴大國內產業投資，達到充實太空人才目標。

## 參考文獻

1. 李政達、蔡立宏、錢樺 (2022)，「臺灣發展自主低軌 AIS 衛星之倡議」，第 23 屆海洋與水下技術研討會，2022 年 5 月。
2. 張憲國、李俊穎、黃茂信、陳蔚瑋、劉勁成、曾士瑋、曹勝傑，「船舶特高頻資料交換與航行風險評估之技術發展」，交通部運輸研究所，2022 年 3 月。
3. 方振洲，「發射台灣的立方衛星」，國家實驗研究院科學發展期刊，第 517 期，60~66 頁，2016 年 1 月。
4. Eriksen, T., Høye, G., Narheim, B., & Meland, B. J. (2006), "Maritime traffic monitoring using a space-based AIS receiver.", *Acta Astronautica*, 58(10), pp. 537-549.
5. Lin, H. C., Fong, C. J., & Chang, H. K. (2018), "Taiwan CubeSats for Outer Space Exploration.", *iCubeSat 2018, the 7th Interplanetary Cube-Sat Workshop*.
6. Kulu, E. (2021, August), "Satellite Constellations-2021 Industry Survey and Trends.", In 35th

Annual Small Satellite Conference.

7. Eriksen, T., Hellenen, Ø., Skauen, A. N., Storesund, F. A., Bjørnevik, A., Asheim, H., ... & Harr, J. (2020) , “In-orbit AIS performance of the Norwegian micro-satellites NorSat-1 and NorSat-2.”, CEAS Space Journal, 12(4), pp. 503-513.
8. Eriksen, T., Skauen, A. N., Narheim, B., Hellenen, Ø., Olsen, Ø., & Olsen, R. B. (2010), “Tracking ship traffic with space-based AIS: experience gained in first months of operations.”, In 2010 International WaterSide Security Conference (pp. 1-8). IEEE.
9. Giannakopoulos, T., Gyftakis, S., Charou, E., Perantonis, S., Nivolianitou, Z., Koromila, I., & Makrygiorgos, A. (2015), “Long-term marine traffic monitoring for environmental safety in the Aegean Sea.”, The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 40(7), p. 949.
10. Wawrzaszek, R., Waraksa, M., Kalarus, M., Juchnikowski, G., & Górski, T. (2019), “Detection and decoding of AIS navigation messages by a low earth orbit satellite.”, In Aerospace Robotics III, pp. 45-62.
11. Market, V. F. (2021) , “Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2020-2027.”, Allied Market Research: Philadelphia, PA, USA.
12. Ghosh, S., Konugurthi, P. K., Shankar Rao Singupurapu, G., Patel, S., Tammanagari, T., Rao Desu, M., ... & Ghara, I. (2021) , “On-board ship detection for medium resolution optical sensors. Sensors.”, 21(9), p. 3062.
13. Market, V. F. (2016) , “Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2017-2023.”, Allied Market Research: Philadelphia, PA, USA.
14. IALA, G1117 VHF DATA EXCHANGE SYSTEM (VDES) overview : <https://www.iala-aism.org/product/g1117/>
15. RESOLUTION MSC.112(73) (2000.12.1) Adoption of the Revised Performance Standards for Shipborne Global Positioning System (GPS) Receiver Equipment.