

科技新知

## 歐盟伽利略 (Galileo) 導航衛星系統介紹

張嘉強\*

### 一、前言

以目前我們慣常使用的衛星導航系統而言，美國的GPS (Global Positioning System) 系統或是俄羅斯的GLONASS (GLObal NAVigation Satellite System) 系統，皆可有效的應用於世界各地的海、陸、空運輸等民用導航領域。但由於這兩套系統皆是為了軍事用途而設計之導航衛星，他國根本沒有操控其系統管理或運作政策之空間，美俄兩國也就往往會因政治、軍事因素之考量，而不開放其完整功能給一般國家使用，進而影響民間企業許多事務的正常運作。

為求能在衛星導航領域中佔有一席之地，歐洲各國意識到建立自主性導航衛星系統的重要性，因此近年來便在歐盟的體系中，積極發展衛星導航系統，以盼能建立一個有別於美俄兩國以軍事用途為目的之衛星導航系統。同時，在歐洲各國一體化的演變過程中，亦盼能經由自主性導航衛星系統之建立，全面加強歐盟諸成員國之間的聯繫與合作，進而擴展各國就業市場與經濟發展之規模。而就在這種背景下，歐盟已決定發展一個以民用為主且與他國現有系統相容的全球導航衛星系統，亦即所謂的伽利略 (Galileo) 衛星系統。本文即擬針對此一未來深具影響之導航衛星系統，進行其發展緣由、推動歷程、技術規格、服務功能及困難衝擊等相關內容的介紹。

### 二、發展緣由

現今在歐洲的衛星導航使用者，除利用GPS或GLONASS系統來進行定位之外，已經沒有其他的選擇，然而這兩套以軍事用途為主的衛

---

\*國防大學中正理工學院測繪工程學系教授

星導航系統，並無法保證提供其連續不斷的系統服務。而由於衛星定位已成為各項載具導航的標準方法，一旦衛星信號被人為關閉，則要求導航人員回復傳統的方法來進行定位，將會是一項相當困難的舉動。

早在1990年代，當時的歐洲委員會（European Commission）便認為歐洲需要發展一套屬於自己的全球定位系統，因此歐洲太空局（European Space Agency, ESA）便開始推動Galileo衛星系統的發展，以求建置全世界第一個完全以民用為目的之導航衛星，並保證其全天候、全時程的服務提供。

除了建置一個自主性導航系統的考量之外，歐盟推動Galileo導航衛星系統的其他因素尚包括以下幾點：

- (一)配合GPS與GLONASS衛星系統的交互運作，Galileo導航衛星將可完成全球導航衛星系統（Global Navigation Satellite System, GNSS）的布建。
- (二)Galileo衛星系統可使導航衛星的數量增加一倍，使得地球上的大多數地方能有精確定位的功能，尤其可改善高樓城市地區必須接收高角度衛星的需求。
- (三)Galileo導航衛星設計有比GPS衛星更大的傾角軌道，使得Galileo衛星系統能在高緯度區域提供更佳的覆蓋面，尤其可改善現行GPS並無良好涵蓋及定位精度的北歐地區。
- (四)Galileo導航衛星可使歐洲各國全面擴展相關的商機，如GNSS接收設備的製造商，便可因產品供應及服務操作，而創造全新的商業機會。

### 三、推動歷程

#### 3.1 衛星系統

歐洲太空局（ESA）在1995年與歐洲委員會展開合作，決定籌建GNSS全球導航衛星系統，共分為兩個階段來推動，第一階段是建立一個與GPS、GLONASS以及區域增益系統均能相容的第一代全球導航衛星系統（GNSS-1），第二階段則是建立一個完全獨立於GPS與GLONASS系統之外的第二代全球導航衛星系統（GNSS-2）。其相關細節可說明如下：

(一)GNSS-1：EGNOS衛星（1995-2004）

GNSS-1建置之衛星計畫稱為歐洲地球同步導航重疊服務 (European Geostationary Navigation Overlay Service, EGNOS)，目前已投入運行並進行測試中。EGNOS衛星計畫之推動目的，除可提供空中和地面服務外，還包括其相關技術基礎及對衛星導航系統的瞭解。EGNOS的運作是在GPS衛星的L1頻率中傳送完整的即時定位資訊信號，以補強GPS和GLONASS系統之定位功能，並改善目前定位服務的精度。EGNOS所含三個地球同步衛星的涵蓋範圍包含整個歐洲，並可延伸至美洲、非洲、以及部份的亞洲及澳洲地區（如圖1）。

EGNOS可提供衛星導航使用者較高精度的導航與定位需求，可優於目前在歐洲的任何導航服務。此系統是由三個地球同步衛星內的三個中繼器、34個地面定位站以及4個控制中心所組成，該系統自2002年開始部署，2004年應完成運作試驗（中國大陸地區已於2004年2月在武漢附近的長江流域進行信號接收之相關測試），並將先以緊急交通安全為應用目標。

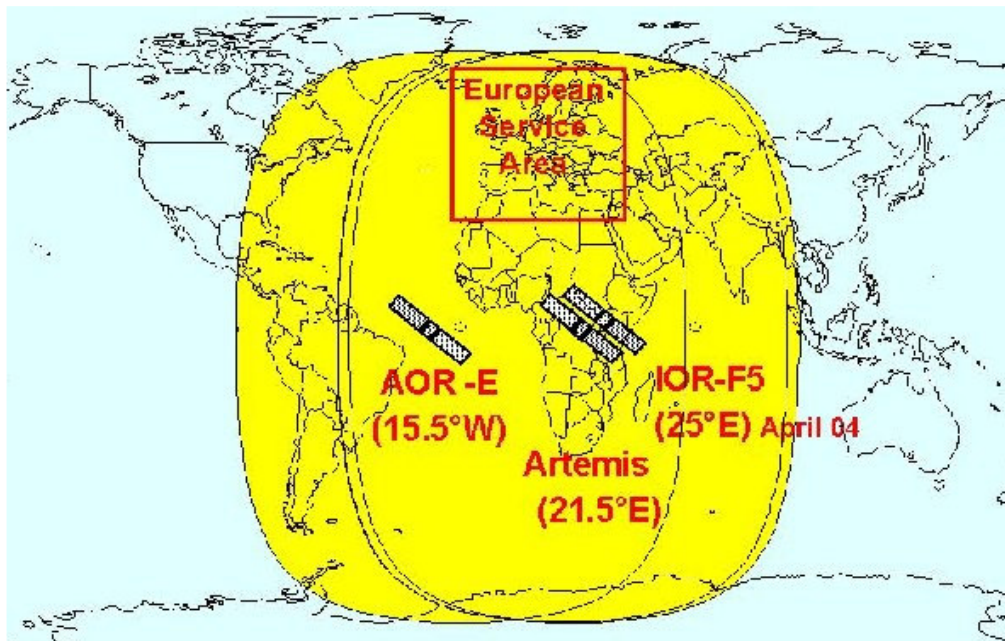


圖1 EGNOS衛星系統的運作涵蓋範圍

## (二)GNSS-2：Galileo衛星（1999-2008）

GNSS-2建置之衛星計畫稱為Galileo，它會是歐盟所發展的最先進導航衛星系統，將可與其它兩個運行中的GPS與GLONASS導航衛星同時提供高精度的導航定位服務。就技術面的角度來分析，Galileo導航衛星所設計的特殊規格，將可有效提高其在未來全球導航定位系統中的重要性，如Galileo導航衛星所提供三個頻率上的載波相位觀測量，將使其成為所謂TCAR(Three Carrier Ambiguity Resolution)相位起始未定值特殊演算法不可或缺的運用資訊，進而使得衛星導航的定位功能可有效進入公分級精度的領域。

Galileo系統未來能與GPS、GLONASS實現多系統內的資訊互通，使得任何使用者皆可使用一個定位儀來接收各個導航衛星系統所傳送的信號資料，並經由各系統信號觀測資料的組合來完成較高精度的定位需求。就單一系統的運作而言，Galileo系統可以獲得6公尺以內的水平向(經緯度)即時定位成果精度(如圖2)，這是現有衛星導航系統尚未能達成的目標，若單以垂直向(高度)的定位精度表現來預判(如圖3)，更可由此展現Galileo導航衛星之優越定位成果。

除了定位精度的表現可有效提昇外，Galileo系統也能保證在許多特殊情況下仍然提供完整的系統服務，如果系統失敗也能夠在幾秒鐘內通知定位使用者，這對具有特殊安全性考量之應用項目而言（如飛機降落），就特別適用也更加具有保障。

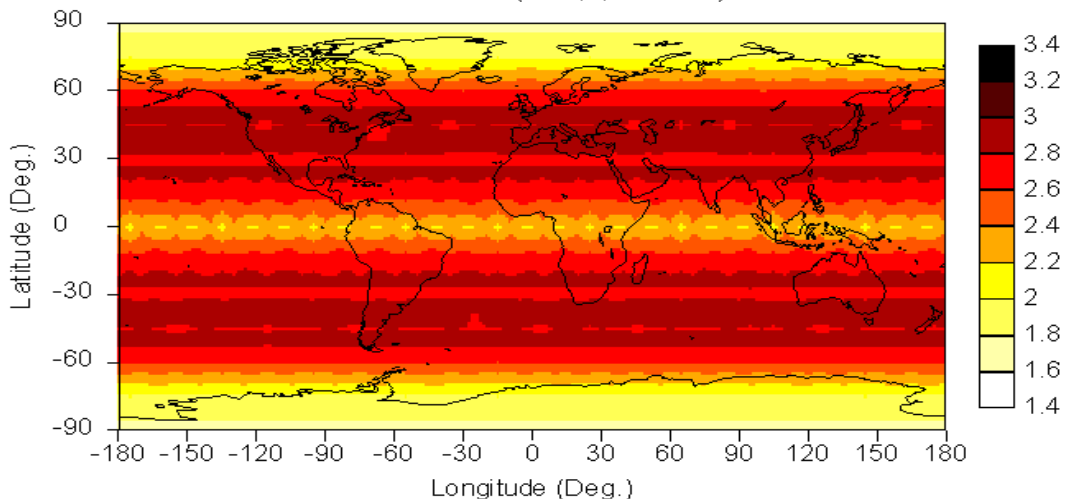


圖2 Galileo 導航衛星的水平向定位精度

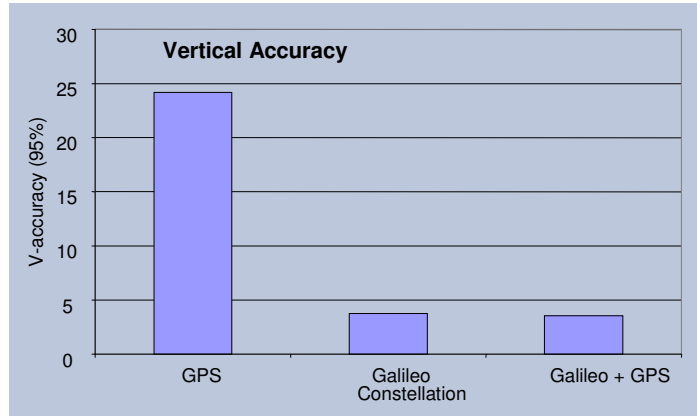


圖 3 Galileo 與 GPS 導航衛星的垂直向定位精度比較

### 3.2 推動程序

歐盟在1999年正式提出Galileo導航衛星計畫，根據其構想，Galileo計畫共分為四個階段來逐步實施，第一階段是定義階段（目前已完成）；第二階段為發展及驗證階段（2002年至2005年）；第三階段是部署階段（2006年至2007年）；第四階段為商業營運階段（從2008年以後）。各階段之工作項目及要點如下：

- (一) 定義階段：從完成的定義報告中將Galileo計畫勾勒出一個輪廓，包括系統的衛星布設、地面設備的設置、服務範圍與方式、資金的投入與籌措、管理機構的建立、國際合作等方面。
- (二) 發展及驗證階段：此階段在2002至2005年之間進行，工作包括研製衛星及地面控制設備、發射試驗性衛星、檢驗在軌道的運行、用戶接收機等系統部件的詳細定義與製造，最後確認實施方案。
- (三) 部署階段：此階段在2006至2007年之間進行，預計將從2006年開始製造、發射、及部署應用衛星，並建設地面控制設施。
- (四) 運作階段：此階段預計在2008年完成系統建置，並開始投入完整的商業運營。

### 3.3 任務夥伴

#### (一) 歐洲委員會

選自於歐盟內閣的一組人員，其任務為極積拓展Galileo計畫，並在管理權限內具有重大法案的決議權。此一委員會係以重大的經濟貢獻為要件，透過歐盟體系內之第五架構計畫來推動

Galileo系統的定義階段，並以第六架構計畫來進行Galileo系統的建立階段。

#### (二)歐洲太空局

歐洲太空局受政府機構委託，長期推動歐洲太空政策的計畫及實踐。歐洲太空局共有十五個成員，其中有十三個是歐盟成員（希臘與盧森堡未加入），另加入挪威與瑞士兩國。歐洲太空局在現代化太空系統（如氣象或通訊衛星）的建立與運作上，擁有長期豐富的經驗。現今正進行運作測試的EGNOS，即是由歐洲太空局加以管理，而對於Galileo系統的發展，歐洲太空局是居於計畫主導地位，負責定義及發展太空部份以及相關的地面元件，並進行太空軌道的確認。

#### (三)私人企業參與者

Galileo計畫預期可為私人企業提供設備生產及導航服務上的巨大商機，並可透過使用者付費方式以取得更高級的服務功能。因此，吸引私人企業參與Galileo計畫投資的考量包含：增加國家稅收之商業方針、高效率之管理以及資金之籌措。

#### (四)聯合事業處

在歐洲委員會、歐洲太空局及投資國（私人企業）之指導下，Galileo計畫設有管理委員會以及所屬之聯合事業處，負責Galileo計畫各個推動階段的管理工作。主要任務是透過子計畫的委託，完成地面及太空系統的基礎設施、應用發展以及部署與運作階段的準備工作。

### 3.4國際合作

中國大陸（科技部）已在2003年9月與歐盟簽署協議，出資（約2.6億美金）參與Galileo衛星計畫的推動，並已在北京大學設立一個科技訓練及合作中心，以做為衛星導航雙邊合作的基石，並提供中國大陸有關衛星導航的訓練，另扮演雙方合作交流機制的功能。由於中國大陸已成為歐盟Galileo衛星導航系統的主要合夥人，因此在考量一個獨立運作系統的建置技術及投資經費皆有相當困難度的情況下，已考慮放棄原先所獨自發展但卻遭遇技術瓶頸的北斗(Beidou)導航衛星計畫。

印度政府緊接在中國大陸的腳步之後，亦已決定向歐洲太空局的Galileo計畫提供約3.6億美金的合作資金，這也代表印度政府計劃建立其自有導航衛星系統的企圖。此外，澳大利亞、以色列、加拿大、南韓等各國政府皆曾表達意願，而陸續針對加入Galileo衛星的投資計畫展開磋商。

## 四、技術規格

### 4.1 系統特性

Galileo導航衛星系統的主要特色可以歸納成以下幾點：

- (一)可獨立運作於其它衛星導航系統之外；
- (二)可與GPS及GLONSS系統相容；
- (三)可提供公開服務、商業服務、生命安全服務、公共管理服務等導航相關功能；
- (四)可提供搜尋及救援服務等非導航相關功能；
- (五)可在歐洲及非歐洲地區提供健全的服務；
- (六)以全球分部的衛星架構來測定位置和時間；
- (七)可整合區域性系統(如EGNOS)；
- (八)可整合地區性的差分系統；
- (九)可與未來的行動無線網路系統相容。

### 4.2 系統架構

與GPS的運作特性相較可知，Galileo衛星系統在全球及區域性監控上有較健全的改善，其考量目的是為求協助緊急的飛行導航安全(降落)和火車的定位與引導管理。然而Galileo衛星系統與GPS的組成單元一樣，仍可將其分成太空、地面及使用者三個單元(如圖4)。

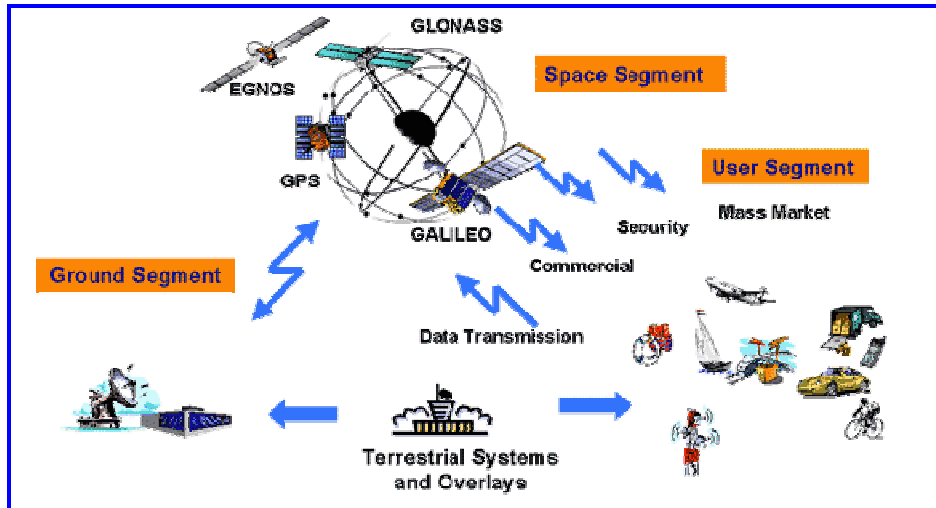


圖 4 Galileo 系統的組成單元

(一)太空單元(Space Segment)

Galileo 衛星系統的太空部份是由 30 顆中高度地球軌道 (Medium Earth Orbit, MEO) 衛星所組成，其中 27 顆為常態運作衛星，3 顆為備用衛星，分別分布於 3 個軌道面上，衛星的高度 23616 公里，衛星軌道傾角  $56^\circ$ ，位於北緯 75 度以上地區亦可接收得到衛星訊號 (如圖 5)。如此多量的衛星設計，連同最佳化的星座分佈，並配合三個主動備用衛星的有效性，將可保證單一衛星的喪失功能並不會對使用者造成影響。

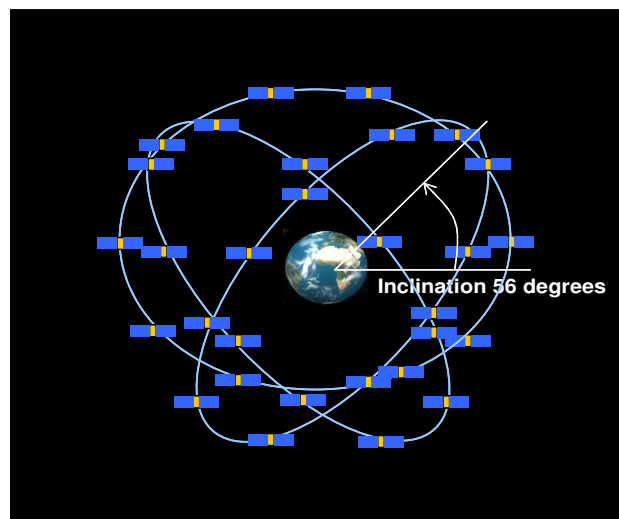


圖 5 Galileo 衛星的太空分布



Galileo衛星的運行週期為14小時4分鐘，衛星壽命20年，衛星重量680公斤，1600 W的電力需求(具有太陽能板以吸收太陽光產生能量)，衛星尺寸大小為2.7m x 1.2m x 1.1 m(如圖6)，衛星所包括的標準系統可用來做為衛星軌道、姿態和熱量之操控等。

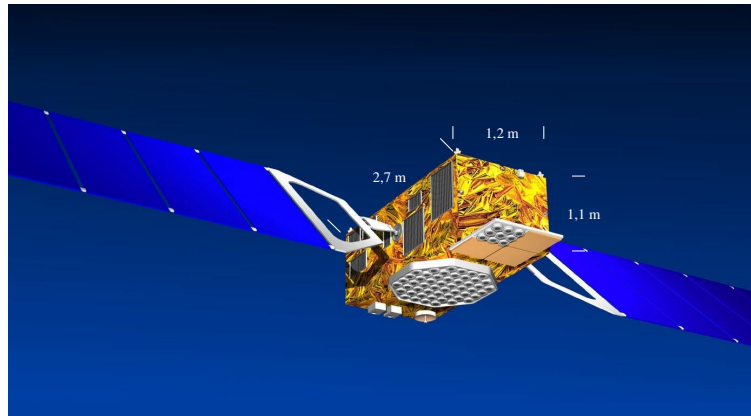


圖 6 Galileo 衛星的外觀

與GPS衛星不同的是，Galileo衛星裝設有雷射回傳反射器，可藉由地面站的衛星雷射測距儀(Satellite Laser Ranging, SLR)來輔助衛星的定軌。Galileo衛星的導航酬載主體是由原子鐘、CPU信號產生器、頻率產生器、輸出放大器、姿態感測器、雷射回傳反射器和L頻段天線所組成，並將使用二個鈷原子鐘和二個被動式氫脈衝原子鐘。

## (二)地面單元(Ground Segment)

歐洲大陸的地面上將設置兩個Galileo衛星控制中心，以提供衛星的控制並完成導行任務的管理。此外，利用全球布建的30個Galileo偵測站(如圖7)，可將觀測資料透過通信網路傳送到控制中心。Galileo控制中心隨即利用偵測站送回的資料，計算衛星與地面站之間有關運作控制、軌道測算、時間信號同步等各類完整資訊。而控制中心與衛星之間的資料交換，則係透過所謂的上傳站來完成，全球各地分布之5個S頻段上傳站以及10個C頻段上傳站即為此目的而設置。

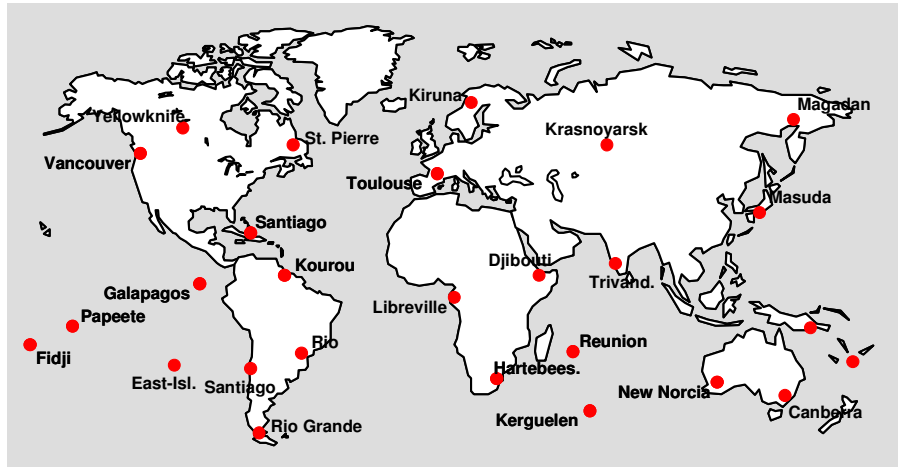


圖 7 Galileo 衛星的地面偵測站

### (三) 使用者單元(User Segment)

Galileo 衛星系統的用戶和 GPS 一樣可包含陸上、海上、空中和太空的所有使用者，若以 2005 年全球導航衛星系統在歐洲的應用市場比率預測，Galileo 定位使用者之應用領域包括：行動電話佔 73%；汽車導航佔 23%；測繪科技佔 1%；休閒娛樂佔 1%；車隊管理佔 1%；飛機製造佔 1%；其他額外附加應用約 1%。

## 4.3 信號結構

Galileo 衛星未來將在無線電導航衛星服務組織(Radio Navigation Satellite Service, RNSS)所核定分配的 3 個頻段上提供 10 種導航信號，其頻率範圍可繪如圖 8 並列整說明如下：

### (一) E5A、E5B 頻段：1164-1215 MHz

中央頻率：E5A—1176.45 MHz，E5B—1207.14 MHz

測距碼信號：E5A、E5B 頻段上調製代號 1-4 的四種導航信號

### (二) E6 頻段：1215-1300 MHz

中央頻率：1278.75 MHz

測距碼信號：E6 頻段上調製代號 5-7 的三種導航信號

### (三) E2-L1-E1 頻段：1559-1592 MHz(可簡化以 L1 頻段表示)

中央頻率：1575.42 MHz

測距碼信號：E2-L1-E1 頻段上調製代號 8-10 的三種導航信號

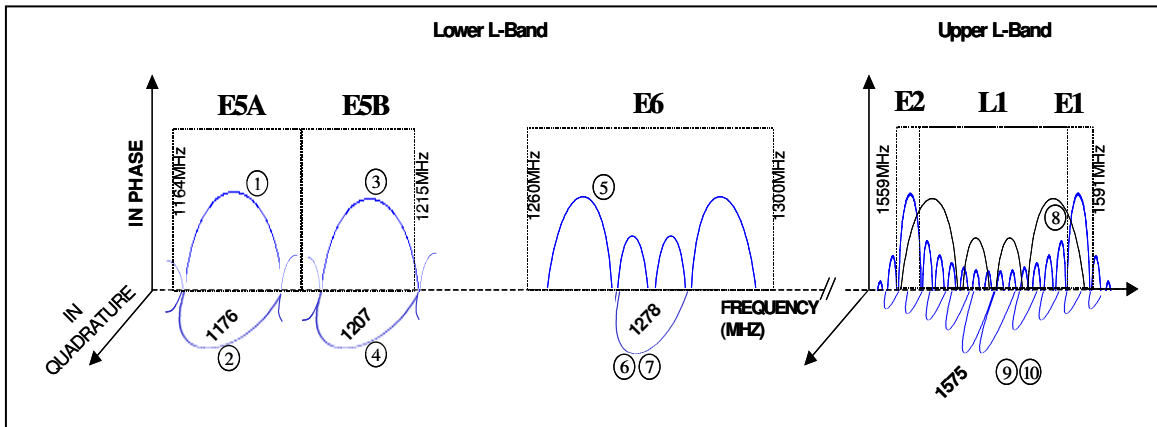


圖8 Galileo衛星的信號結構

對於Galileo衛星信號頻段的設計而言，E5B頻段的中央頻率擬訂為1207.140 MHz，主要是儘可能的降低來自於聯合戰術資訊分送系統的干擾影響。所有在E5A/E5B頻段上的信號傳送速率都使用10 Mcps(Megacycles per second)，而E5A/E5B的共用頻段也較可有效保障高精度的定位和多路徑效應的降低。另在考量其它的干擾因素時，E5A/E5B頻段的設計已考慮到DME、TACAN戰術導航系統以及Galileo信號覆蓋到GPS未來L5頻段等多項因素；E6頻段則是考慮來自於雷達訊號間相互干擾的影響；E2-L1-E1頻段的考慮因素則是Galileo信號對GPS 現行L1頻段的覆蓋問題。

所有的Galileo衛星將使用相同的信號頻率，並使用碼分多址(CDMA)技術，以利用電碼的調製來區分衛星，且能與GPS的信號頻率共存。有關Galileo衛星測距電碼調製的設計因素包括：

- (一)目前科技水準裝備以使Galileo衛星信號的失鎖降至最低；
- (二)使Galileo衛星的效能發揮到最大；
- (三)使GPS衛星接收儀受到Galileo衛星信號的干擾影響降至最低；
- (四)將Galileo衛星接收儀的運作效能及功能更加強化。

另就Galileo衛星的電碼種類而言，Galileo衛星所提供的10種測距碼導航信號之種類及用途可列如表1並說明如下：

- (一)有6種測距碼信號調制在E5A、E5B和L1(E2-L1-E1)三個頻道上，其是未經資料調制的測距碼（被稱為pilot tones），所有Galileo衛

- 星系統的用戶都可以接收，並可用於公開服務(Open Service, OS)和生命安全服務(Safety-of-Life Service, SoL)之項目上。
- (二)另有2種測距碼信號調制在E6上，它是經過資料加密的測距碼，該種測距碼將限定是商業服務(Commercial Service, CS)授權的使用者方能接收使用。
- (三)最後2種測距碼信號分別調制在E6頻段及L1(E2-L1-E1)頻段，它是經過資料加密的測距碼，而且必須是公共管理服務(Public Regulated Service, PRS)授權的使用者才能接收使用。

表1 Galileo衛星信號的服務項目

導航服務項目	頻段分配	電碼代號
公開服務(OS)	E5A, E5B, L1	1, 2, 3, 4, 9, 10
商業服務(CS)	E6	6, 7
生命安全服務(SoL)	E5A, E5B, L1	1, 2, 3, 4, 9, 10
公共管理服務(PRS)	E6, L1	5, 8

Galileo衛星信號除了上述所提供之服務項目，另有一項所謂搜尋和救援服務(Search and Rescue Service, SAR)非導航信號，此項危急信號(從危急信號發射處到SAR操作處)，將可在Galileo衛星的406 MHz頻段中被偵測到，然後會以1544 MHz頻段(稱為L6)廣播到專門的地面接收站，而L6頻段(較E2導航頻率為低且專門留作緊急應變的服務)，便可用來做為示警確認和救援團隊協調之用，並可將其加載在公開服務(OS)信號上，而以E2-L1-E1(L1)頻段來傳送。

#### 4.4 坐標及時間系統

Galileo衛星系統所使用之坐標參考系統(GTRF)是依據國際地球旋轉服務組織(International Earth Rotation Service, IERS)所建立的國際地球參考框架(IERS Terrestrial Reference Frame, ITRF)，ITRF是一組以VLBI、LLR、SLR、GPS和DORIS等太空大地測量技術觀測成果所推求的全球測站坐標和變位速度場為基礎之參考框架。

目前GPS衛星定位所使用的坐標基準稱為WGS84，實際上也是架構在ITRF參考框架上，二者坐標系統間之測點坐標差異量約為2 cm，這也可暗示未來構建之全球導航衛星系統(GNSS)所呈現之定位成果，便會因坐標系統間的一致性，而使得Galileo衛星與GPS衛星會有一定程度之成果相通性，當可滿足導航使用者的需求。

Galileo衛星的時間系統(GST)會是一個連續同步的時間尺度，並以國際原子時(TAI)為準，二者間有一個低於33奈秒的差離量。GST相對於TAI的每年時間差離量有95%的可能達50奈秒，但透過每一種服務信號可將GST與TAI間的差離量以及GST與UTC(民用標準時)間的差離量廣播給用戶。

整體而言，Galileo衛星系統是依據國際性的標準來測定它的時間和坐標參考系統，這將使其與GPS系統間具有較高程度的相通與相容性，若單以Galileo衛星系統之定位而言，當可有90%的時間達到6公尺的精度，而結合Galileo及GPS衛星系統時，90%的時間可達到4公尺的精度。

為能簡明呈現Galileo、GPS與GLONASS三種全球導航衛星系統間之規格比較，現將其相關內容彙整如表2

表2 Galileo、GPS與GLONASS衛星系統之比較

項目	GPS系統	GLONASS系統	Galileo系統
衛星數	24	24	30
軌道面個數	6	3	3
軌道高度	20200 公里	19100 公里	23616 公里
運行週期	11 小時 58 分	11 小時 15 分	14 小時 04 分
軌道傾角	55 度	65 度	56 度
載波頻率	L1:1575.42 MHz	L1:1602.56-1615.50 MHz	E2-L1-E1:1560-1595 MHz
	L2:1227.60 MHz	L2:1246.44-1256.50 MHz	E5:1164-1214 MHz
	L5:1176.45 MHz		E6: 1260-1300 MHz
傳輸方式	碼分多址(CDMA)	頻分多址(FDMA)	碼分多址(CDMA)
調制碼	C/A 碼、P 碼和 M 碼	S 碼和 P 碼	代碼 1-10
時間系統	UTC	UTC	UTC
坐標系統	WGS-84	SGS-E90	GTRF(ITRF)

## 五、服務功能

現依表1所列示之 Galileo衛星信號的服務項目，可將其詳細功能說明如下：

### (一)公開服務(OS)

Galileo衛星系統的公開服務(OS)功能是指應用於大眾市場的服務，它將提供授時與定位的信號且完全是免費的。OS功能是無需經過授權即能被任何配備有接收儀的用戶所接收使用，定位的精度和可用性將會優於GPS與規劃中所發展的新一代GPS(GPS IIF 和 GPS III)。OS功能將不提供完整的資訊，對用戶也不提供信號品質的保證，但OS功能仍預期可使雙頻接收儀之定位達到水平4公尺、高程8公尺之精度（95%的機率），而使用單頻接收儀之定位精度則為水平15公尺、高程35公尺（95%的機率）。

Galileo衛星系統的OS功能將使得GPS接收儀製造商受到現實的競爭壓力，而促使精度需求較低的單頻接收儀能有更廉價的產品問世。然而，絕大部分的定位應用仍將會是結合Galileo和GPS衛星信號以進行導航定位，這將有助於在不佳的信號接收環境下（如城市地區），有效提升其導航定位精度。

## (二)商業服務(CS)

Galileo衛星系統提供的商業服務(CS)可在大眾市場內比OS具有更強大的功能，這是因為它可提供額外的附加服務。CS功能主要是在公開的存取信號上加載兩個電碼信號，這兩個信號可透過加密而受到保護，且將由服務供應商和Galileo衛星營運公司(GOC)共同管理。這類信號的接收是在接收機端做控制，只要支付服務費用，即可由接收機收取所需之信號。

對其應用層面而言，CS功能可預見於高資料傳送率和周波未定值的求解應用上，使用者購買商業信號的使用權後，可藉由與其它Galileo信號或通訊系統的結合，使其商業方面的應用層面更加廣大。

## (三)公共管理服務(PRS)

Galileo衛星系統可提供一個完整存取控制的服務功能給政府機構使用，此一公共管理服務(PRS)將應用於一些政府團體（如警察、消防隊、醫護單位、救護車、軍隊和關稅機構），其應用項目則涵蓋核廢料的運送、道路通行費收取和關稅管理等，加密的PRS功能將會限制民間團體使用，而所有用戶都須遵守歐洲制定的安全政策條例。

PRS功能必須能在任何環境下進行全天候的運作，尤其是在緊急狀況發生期間，而當其它的衛星服務中斷時，由於PRS功能是

與其它衛星服務功能分開的，故PRS功能仍將能持續的運作。PRS功能可不受其它系統干擾的最主要因素，是它具有健強的信號使其免於受到人為的干擾和欺騙。PRS功能預期可提供之定位精度為水平坐標6.5公尺、高程12公尺之精度（95%的機率）。

#### (四) 生命安全服務(SoL)

生命安全服務(SoL)未來將會最常被用於交通運輸方面，這是因為SoL功能除將提供與OS功能一樣精度的定位與授時服務外，SoL功能還具有高安全標準，以免因導航系統失效而導致傷亡，因此SoL功能也就特別適用於全球緊急安全狀況。

SoL功能將具有公認性，且須使用有保障的雙頻接收儀來接收衛星信號，SoL功能預期可提供之定位精度為水平坐標4公尺、高程8公尺之精度（95%的機率），系統失效時具有6秒的警示時間，定位精度警示標準為水平12公尺、高程20公尺。在這樣的安全條件下，未來Galileo衛星營運公司將在保護信號安全需求的情況下，對SoL功能提供有效的保障。

#### (五) 搜尋與救援服務(SAR)

因應未來的需要，Galileo衛星系統也將提供全球搜尋和援救（SAR）的功能，該功能係架構於現行運作的全球搜救系統（COSPAS-SARSAT）上，故須將一組中繼器裝設在每一個衛星上，使其具備將使用者求救信號傳送到援救協調中心的功能，以便展開即時援救的行動。同時，衛星系統也將對使用者傳送信號，以告知他的狀況已被探知，而搜救行動也正在進行的訊息，此一互動傳訊機制即是一項系統開發的新功能。

COSPAS-SARSAT系統是目前國際上一種主要的搜救系統，它是由美國、加拿大、法國及俄國所聯合創立，目前許多國家都有自己的資料處理站，這個系統包括四個以上的低軌道衛星與三個以上的地球同步衛星，這些衛星會接收來自海上與空中發出的求救訊號，予以定位之後，衛星會繼續將訊號傳到資料處理中心，資料處理中心再將訊息傳達給與救難搜尋相關的聯絡中心。

Galileo衛星導航系統的SAR功能會較COSPAS-SARSAT系統更為強大，其提升之功能包括近即時（約1分鐘）接收從世界各地傳送來的危難訊息（目前的搜救系統需等待1個小時），警示位置的定位精度為10公尺以內（目前的搜救系統定位精度是5公里），

也由於太空衛星的增加，便可藉由多顆衛星的偵測來克服惡劣環境下訊號的遮蔽阻擋問題。此外，Galileo衛星系統的SAR功能亦具有互動傳訊之機制，使得搜救工作更加容易也更有助於降低錯誤警示的機率。

## 五、困難及衝擊

### 5.1 雙系統整合設計之困難

美國參議院軍事委員會(SASC)已在2004年國防授權法案中同意增加太空方面的投資，其中包括空軍的8000萬美元以加速GPS III更新計畫。SASC在該法案所附的報告中指出，該會已注意到目前GPS衛星所採用的信號功率非常低，很容易受到外力干擾，儘管美國空軍發展中的另一代GPS IIF衛星可以提高抗干擾能力，但美國國防部認為這些改進將不足以滿足未來的需求，因此撥款推動的GPS III衛星的抗干擾能力，將會是目前衛星的100~500倍。

由於目前美國尚不確定Galileo衛星系統是否會比GPS具備更多的民用或軍事功能，但美國國防部的導航衛星專案科技主管透露，如果Galileo衛星在2008年或2010年才投入運行，則歐洲至少還有4~5年的時間可構建一個優於GPS電碼性能的系統。而其它相關業界的專家則對於Galileo衛星是否真能如期在2008年發射抱持一些懷疑態度，並預測它可能會延期4年才能投入運行，這也會因此造成GPS與Galileo雙系統整合發展上的遲延。

近來有一些研究Galileo信號結構的衛星導航專家建議，是否可將Galileo信號頻率覆蓋於相應的GPS信號中心頻率上。他們認為將這兩種信號結合起來，將能夠大幅提高定位的幾何品質，從而增強全球導航衛星系統的完整性和有效性，同時達到提高定位精確度的目標，並使Galileo/GPS聯合接收機的產品更為經濟實惠。然而，相同的中心頻率可能會對衛星導航系統之間的互操作形成不利的影響，彼此間干擾問題所可能帶來的後果也不明確，又加上Galileo系統以及GPS升級系統都還處於計畫階段，因此到目前為止，美國與歐盟之間針對GPS與Galileo信號相容問題所進行的協商變得舉步維艱，也使得Galileo衛星的信號結構問題仍未能完全的予以確定。



## 5.2對我國經濟發展之衝擊

衛星導航定位系統設置的規模尺度必然是以全球性為趨勢，故須結合各國最先進的航太技術以及廣大的資金來源，亦須與國際磋商以確定系統規格，並有必要於世界各地廣設分布良好的地面控制站。以我國目前的政經條件而言，並無獨立發展衛星定位系統之大環境，但因衛星定位所帶來的商機無限，以我國現為世界重要資訊電子產品製造之能力來看，未來必須要能掌握先機，有效克服中國大陸投資Galileo計畫所取得之電子設計能力，以求適時進入衛星定位系統及週邊產品之國際市場，方可配合我國的強大製造能力以及順應市場需求的靈活性，為我國帶來更大的經濟利益。

### 參考網站

- 1.European Space Agency 網站：<http://www.esa.int/>
- 2.Europa-Galileo 網站：<http://europa.eu.int/>
- 3.Galileo's World 網站：<http://www.galileosworld.com/galileosword/>
- 4.GPS World 網站：<http://www.gpsworld.com/gpsworld/>

### 參考資料

- 1.Benedicto, J., S. E. Dinwiddy, G. Gatti, R. Lucas and M. Lugert (2000), Galileo: Satellite System Design and Technology Developments, ESA Publications Division, European Space Agency.
- 2.Berkes, U. L. (2003), Galileo System Update, Presentation at Australian CGSIC Meeting, Melbourne, Australia.
- 3.Hein, G. W. and T. Pany (2002), Architecture and Signal Design of the European Satellite Navigation System Galileo – Status, Journal of Global Positioning Systems, Vol.1, No.2, pp.73-84.
- 4.Wilson, A. (2002), Galileo: The European Programme for Global Navigation Services, ESA Publications Division, European Space Agency.