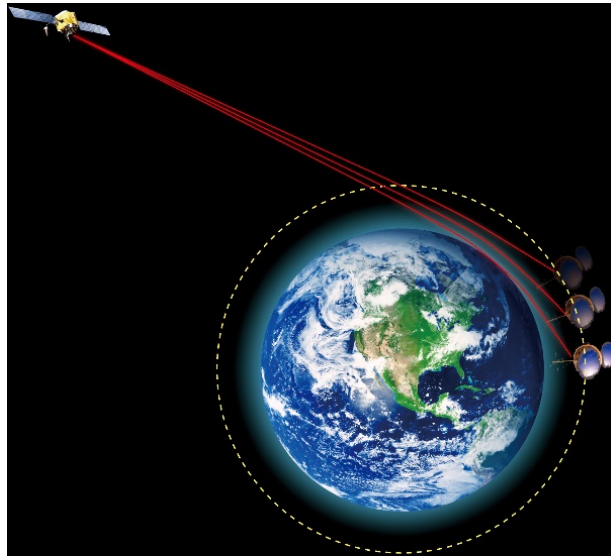


## 「福衛七號」科學小百科

### 1、福衛七號是用掩星技術增進氣象預報準確度，何謂掩星技術？

全球定位衛星發射的電磁波訊號經過大氣層時，會因為穿透不同溫度、壓力或濕度的空氣層，而產生轉向、變慢、減弱等現象。只要分析福衛三號和七號接收到的訊號特性，就能反過來推出地球上空的溫度、氣壓、濕度或電子密度等數據。



掩星技術示意圖

### 福衛三號及福衛七號的比較

特點	福衛三號	福衛七號
可接收的訊號來源	GPS(美國)	GPS(美國)+GLONASS(俄國)
軌道傾角(軌道面與赤道面的夾角)	72 度	24 度
每天可提供的掩星資料數量	2,000 點	4,000 點
資料分佈	全球均勻分佈	介於南北緯 50 度之間,增加中低緯度地區測量

2、福衛二號及五號是遙測衛星，福衛三號及七號是氣象衛星，其任務差異為何？  
為何福衛二號、五號只要一顆，福衛三號、七號卻要六顆？

福衛二號、五號是光學遙測衛星，可以對地表進行取像，福衛三號、七號則是透過掩星技術得到大氣資料，提供氣象預報使用。

過去高性能遙測衛星價格昂貴，而且除了部分國防或是災害對影像資料有即時性需求外，許多取像對時間的要求並不急迫，因此一顆衛星足以滿足任務需要。

然而隨著科技的進步，遙測衛星的價格逐漸下降，所以有許多商業衛星遙測公司提出大規模衛星星系部署的計畫，未來遙測衛星可以對同一地區每日多次再訪，也開啟了新型態的衛星影像應用。未來台灣遙測衛星也將會採取多顆星系部署的方向來發展。

至於氣象衛星，顆數越多，所獲取的全球大氣資料就越多、越均勻，有助於提升氣象預報的準確性；然而衛星計畫需考量預算、研製時程、資料數、資料均勻度以及衛星星系部署時程等，經由擇優分析，最後選擇 6 顆作為福衛七號星系的衛星數。

### 3、為何福衛五號在加州發射、福衛七號卻在佛州發射？

福衛五號是太陽同步軌道的遙測衛星，軌道傾角是 98.28 度。由美國西岸加州的范登堡空軍基地向南偏西發射，可以達到 98.28 度的軌道傾角，而且第一節火箭（如果不回收的話）會落入海中，不會危及空軍基地附近居民的人身安全。

福衛七號的軌道傾角是 24 度，搭配 GPS 和 GLONASS 可蒐集南北緯 50 度內的掩星資料。由美國東岸佛州的甘迺迪太空中心向東偏南發射，可以達到 24 度的軌道傾角，且第一節火箭（如果不回收的話）不會危及附近居民人身安全。



福衛五號與福衛七號發射方向

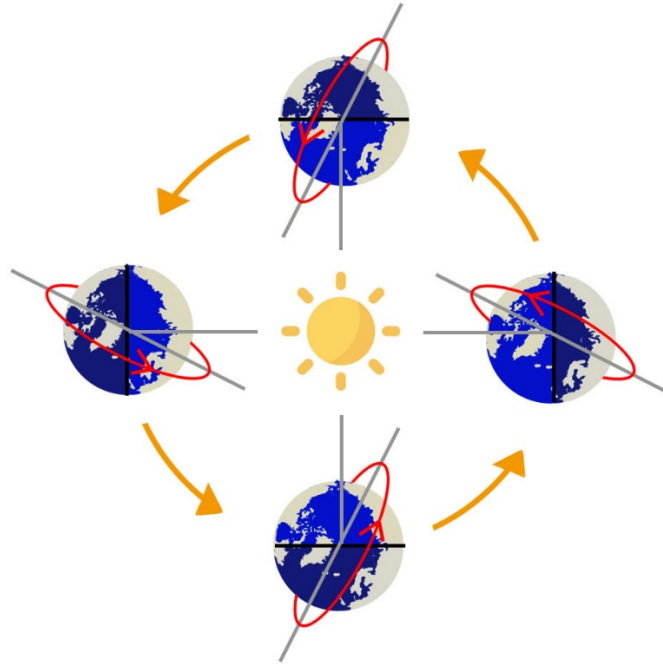
#### 4、福衛七號 6 顆衛星如何從剛發射的 720 公里高空調整到 550 公里工作軌道？ 為何要花 19 個月？

衛星運行速度會影響到高度的升降。高度 720 公里的衛星，以和運行方向相反的方向進行噴射，使衛星減速，就會造成衛星軌道下降。

當福衛七號第一枚衛星被調降到 550 公里的任務軌道高度後，它所運行的軌道面會因地球扁圓型重力場的影響，與停留在 720 公里衛星運行的軌道面每天產生約 0.55 度的軌道面飄移現象。108 天後，第一枚 550 公里高的衛星軌道面與 720 公里高的衛星軌道面，就會分開約 60 度。接著，第二枚衛星開始從 720 公里高調降到 550 公里高的軌道，108 天後，第二枚 550 公里高的衛星軌道面與 720 公里高的衛星軌道面，也分開約 60 度，此時第一枚 550 公里高的衛星軌道面與 720 公里高的衛星軌道面，已經分開了約 120 度。如此依序將第三、四、五、六枚衛星從 720 公里的軌道高度調降到 550 公里的軌道高度，從第一枚衛星開始調降軌道高度開始到第六枚衛星調降軌道高度結束止，共花  $108 \times 5 = 540$  天，加上衛星發射後的前四週還在進行健康檢查，總共約需 19 個月，此時，第一枚 550 公里的衛星軌道面與第二、三、四、五、六枚 550 公里的衛星軌道面，已經分別分開了 60、120、180、240、300 度，就完成了六枚衛星的星系佈署。

### 5、為何福衛五號高度是 720 公里，福衛七號卻是 550 公里？

福衛五號是遙測衛星，選擇 720 公里太陽同步軌道，就是衛星的軌道面永遠以相同的角度面對太陽，這樣子衛星每次都是在相同的時間經過地球同一地點的上空，因此可以達成兩日再訪的目標。



太陽同步軌道即衛星軌道面永遠以相同的角度面對太陽

福衛七號的目標是搜集均勻分佈在中低緯度的大氣資料。福衛七號的 6 枚衛星會分別分佈在 6 個軌道面上，其任務軌道在 500~850 公里之間皆可達成任務目標。

## 6、福衛七號三個酬載任務及其作用方式為何？

- (1)全球衛星導航系統無線電訊號接收器 (TGRS)：TGRS 接收全球導航系統 (Global Navigation Satellite System, GNSS)衛星(包括 GPS 和 GLONASS)所發射出的無線電波，電波經過電離層與大氣層時會產生折射效應，分析這些折射訊號即可以得到大氣層中溫度、壓力、水氣以及電離層電子濃度的資料。
- (2)離子速度儀 (IVM)：沿著衛星軌道實際量測電離層的離子資料，藉由改變探測器表面電位能，及計算後端電流板所收集的離子入射角，計算出離子的速度。
- (3)無線射頻信標儀 (RF Beacon)：電離層是無線電訊號傳輸必經的介質，台灣上空是電離層的不穩定區，科學團隊在亞太地區設置多個地面站，接收 RF Beacon 所發射的電磁波，即可分析出台灣上空的電離層結構。

## 7、全國學生參與福衛七號發射活動的情形

國研院太空中心、中央大學太空科學研究所與桃園市政府教育局合作，連續三年舉辦 5 場為期 1 週的密集訓練營隊。邀請桃園市高中生、中央大學大氣科學系太空組新生、全國高中職生共 152 位，參與福爾摩沙衛星七號科學任務訓練，從結訓學生中遴選出表現積極且學習成果優秀的 36 位學生。除部分學生自費參加外，桃園市政府教育局與青年事務局、國研院太空中心、中央大學分別提供全額或部分補助學生前往美國佛羅里達州甘迺迪太空中心，觀看福衛七號發射。

今年 (2019) 國研院太空中心又與成功大學及南瀛天文館於 3 月舉辦兩天一夜的「太空探索體驗營」，由國研院太空中心林俊良主任以福爾摩沙系列衛星的太空科技發展為專題，搭配成功大學太空與電漿科學所所長陳炳志介紹登月任務 50 周年的主題探討，加上南瀛天文館的觀測實務，帶給臺南地區高中生許多學習上的啟發與成長。在本次營隊中選出 10 名高中生，由成功大學蘇慧貞校長拋磚引玉提供出國經費協助，亦將一同赴美參加福衛七號發射活動。

### 8、福爾摩沙系列衛星規格表

項目	福衛一號	福衛二號	福衛三號	福衛五號	福衛七號
衛星任務	科學實驗	地球遙測/科學	氣象星系/科學	地球遙測/科學	氣象星系/科學
衛星數量	1 枚	1 枚	6 枚微衛星	1 枚	6 枚衛星
衛星重量	401 公斤	760 公斤	62 公斤	450 公斤	300 公斤
任務軌道高度	600 公里	891 公里	700~800 公里	720 公里	520~550 公里
繞行地球一周時間	96.7 分鐘	103 分鐘	100 分鐘	99 分鐘	97 分鐘
酬載儀器	1. 海洋水色照相儀 (OCI) 2. 電離層電漿電動效應儀(IPEI) 3. 通訊實驗酬載 (ECP)	1. 遙測照相儀(RSI) 2. 高空大氣閃電影像儀(ISUAL)	1. 全球定位系統氣象量測儀(GOX) 2. 小型電離層光度計 (TIP) 3. 三頻段信標儀 (TBB)	1. 遙測照相儀(RSI) 2. 先進電離層探測儀(AIP)	1. 全球衛星導航系統無線電訊號接收器(TGRS) 2. 離子速度儀(IVM) 3. 無線電射頻信標儀(RFB)
大氣剖面資料/遙測影像對地解析度		黑白影像 2 公尺 彩色影像 8 公尺	2,000 筆/日	黑白影像 2 公尺 彩色影像 4 公尺	4,000 筆/日
發射地點	美國甘迺迪太空中心	美國范登堡空軍基地	美國范登堡空軍基地	美國范登堡空軍基地	美國甘迺迪太空中心
運載火箭	ATHENA-1/LMLV1	Taurus	Minotaur	Falcon 9	Falcon Heavy
發射日期	1999 年 1 月 27 日	2004 年 5 月 21 日	2006 年 4 月 15 日	2017 年 8 月 25 日	2019 年(暫定)
除役日期	2004 年 6 月 17 日	2016 年 8 月 19 日			