

## 遙測衛星軌道選擇與實務

◎黃楓台

### 一、前言

遙測衛星的主要工作是對地取像，在發射前我們會選擇一個軌道以滿足任務的需求。這些需求包括覆蓋區域、再訪頻率或是刈幅（衛星影像的寬度）等。本文首先簡介描述衛星在軌道運行的六個參數，接著介紹常用的三種遙測衛星軌道，最後則是簡單的結論。

### 二、軌道六元素

一般而言，衛星是以一橢圓軌道繞地球運行，而要描述一顆衛星在軌道上相對於地球的位置，需要六個參數，分別是軌道半長軸 $a$ 、軌道偏心率 $e$ 、升交點赤經 $\Omega$ 、近地點幅角 $\omega$ 、軌道傾角 $i$ 與真近點角 $\phi$ 。軌道半長軸與偏心率決定橢圓軌道的大小與形狀（亦即橢圓有多扁），當偏心率為零時，稱為圓形軌道。衛星在軌道面由南半球往北半球飛行與赤道面的交點稱為升交點，升交點赤經 $\Omega$ 是指由地心指向升交點與地心指向春分點間的夾角。近地點幅角 $\omega$ 是指由地心指向升交點與地心指向近地點間的夾角。軌道傾角是指軌道面的方向與北極間夾角。升交點赤經、近地點幅角與軌道傾角決定了衛星軌道面與地球的相對位置。軌道元素如圖所示。

由於衛星軌道會受到地球是不完美球體、日月引力與大氣阻力的影響，所以這些軌道元素並不是一個常數，而是會隨時間而改變。

### 三、遙測衛星軌道選擇

光學遙測衛星可以選擇的軌道種類主要有三種，一是太陽同步軌道，二是傾角軌道，三是非太陽同步的橢圓軌道。

#### （一）太陽同步軌道

絕大部分的遙測衛星選擇太陽同步軌道作為其任務軌道，由於地球是一赤道較胖南北極較扁的非均勻球體，所以衛星軌道面的升交點赤經會隨時間而改變，當軌道面繞地球自轉軸速率與方向等於地球繞太陽公轉一圈的速率與方向，我們稱此種軌道為太陽同步軌道。由於衛星軌道面一年四季與太陽的夾角相同，所以太陽同步軌道具有對於同一緯度太陽照射角度與能量接收量，以及衛星在蝕區（衛星被地球遮住太陽照射的地方）時間等因素變動最小的特性，可以降低影像處理與判識以及衛星設計的困難。

軌道高度在400公里至1,000公里的近地太陽同步圓形軌道，其軌道傾角約略介於97度與99.5度之間；另外，透過適當的高度選擇，太陽同步軌道的地面軌跡會呈現在繞地球D天N圈後有重複的現象產生（D與N互為質數）。舉例來說，400公里至1,000公里高度圓形太陽同步軌道，具有每日再訪（D=1）特性只有二種高度，分別是繞行地球14圈的888公里以及繞行地球15圈的561公里，福衛二號便是選擇前者作為任務軌道，另外具有隔日再訪（D=2）特性軌道也有兩種，分別是繞行地球29圈的720公里，以及繞行地球31圈的411公里，福衛五號的任務軌道為720公里高的太陽同步軌道。

#### （二）傾角軌道

衛星軌道具有不等於0度的傾角且其軌道面繞地球中心速率不等於地球繞太陽公轉一圈的速率，我們稱為傾角軌道。目前有越來越多民用遙測衛星採用傾角軌道，例如，於2009年7月14日發射的馬來西亞遙測衛星RazakSat選擇軌道傾角9度，高度685公里的傾角軌道；2014年4月16日發射的埃及遙測衛星EgyptSat-2選擇軌道傾角51.6度，高度700公里的傾角軌道；而預計2015年發射的新加坡遙測衛星TeLEOS-1衛星則是選擇軌道傾角約10至15度，高度550公里的傾角軌道。相較於太陽同步軌道的衛星，除了高緯度地區外，對大部分地區每天只有一次再訪機會，傾角軌道的衛星依據其傾角大小，可以增加對中低緯度區域的再訪次數，但缺點是每次取像光照條件不一致。

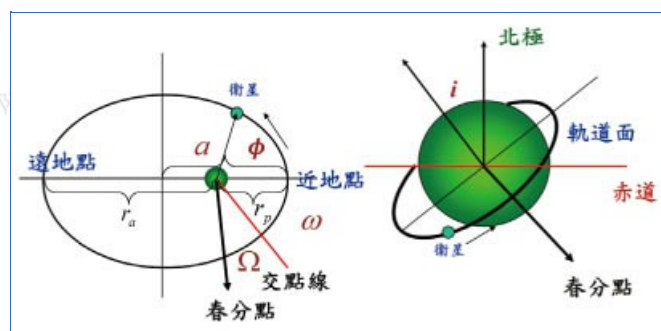
#### （三）非太陽同步橢圓軌道

衛星繞地球以橢圓軌道運動，當衛星在近地點附近取像，由於離地表距離較近，可以提升衛星影像的解析度，但是刈幅較小；而衛星到達遠地點附近取像時，則會降低影像的解析度，但是刈幅較大。

橢圓軌道最大的缺點，除了地面解析度會隨高度改變外，過低的近地點，由於空氣阻力的作用，衛星高度會快速地降低，需常常進行軌道維護，進而影響到衛星的任務壽命。以橢圓軌道作為任務軌道的遙測衛星並不多，2006年6月15日發射俄羅斯遙測衛星Resurs-DK1最初任務軌道為軌道傾角64度360x604公里的橢圓軌道，後來Resurs-DK1衛星也進行軌道調整，成為一個567x574公里的近圓軌道。

### 四、結論

遙測衛星依據任務的需求選擇軌道，每種軌道各有其優缺點，臺灣有句諺語「有一好，沒兩好」，遙測衛星軌道的選取也是如此，沒有一種軌道可以同時滿足所有的需求。因此衛星任務系統工程師必須做好權衡分析，使遙測衛星軌道能滿足大部分遙測任務的需求。



(作者為國家實驗研究院國家太空中心研究員)

[▲Top](#)

## 群眾的力量：開放街圖

◎常若愚

開放街圖（OpenStreetMap）是群眾共編的線上地圖，可視為維基百科式運作的共同繪製地圖，成立於2004年。開放街圖上的地理圖資係採用開放授權，因此只要標示的資料來源是開放街圖，就能用於各種用途，包括商用。開放街圖在歐洲地區圖資品質甚至不輸商業圖資，在國外也被廣泛運用在導航、防洪、登山、地圖輸出及人道救援等用途。

民眾只要申請OpenStreetMap.org的帳號，即可擁有參與、標示及修改之權限，算是VGI（volunteer geographic information，志願性地理資訊）的概念。目前開放街圖免費開放供使用者自行下載，全球資料約35GB；每日亦會更新全球有變動的地區資料，其資料量通常小於1 GB，但由於每日都會有資料更新，故其資料量已可定義為Big Data。而各大都會區通常每日均會更新最新的地圖資料，以供該地區的繪圖者同步更新。（可參考：<http://metro.teczno.com/>）

在實際的應用方面，最有名的例子就是海地大地震後所發起的Ushahidi Project（<http://www.ushahidi.com/>）；初始版本很簡單，僅為一張地圖與表格，讓使用者說明看到的事務，選擇離發生地點最接近的城鎮，記錄位置、日期與時間。當正常消息與公眾訊息來源中斷時，Ushahidi提供使用者的分享訊息、指引救援或共用資源，讓災難現場的人有一份地圖，才知道要將救難品送到何處。Ushahidi也被用來監督蘇丹選舉、記錄加薩暴動、追蹤BP石油洩漏。

在臺灣則有網友將開放街圖應用於莫拉克風災救援。另外，先前學生「占領」立法院行動中，蘋果日報於當時推出的「黑潮襲凱道新聞打卡地圖」，該地圖的底圖即是用開放街圖，這可是臺灣媒體第一次運用開放街圖圖資，當作報導的工具。伴隨著行動裝置的功能日益強大，群眾越容易利用各種資源描繪地圖，在短時間內形成各式各樣的事件地圖，打破了地圖只能由專業人員生產的藩籬。相信透過開放街圖，群眾共同創建的力量與創意，將可發揮更多不同的影響力。

（作者為國家實驗研究院國家高速網路與計算機中心副研究員）

## 科技新聞摘要

◎林治平

### 國際公衛危機 伊波拉恐擴散

致命的伊波拉病毒肆虐西非地區，自年初在幾內亞爆發疫情以來，又擴散到賴比瑞亞、獅子山和奈及利亞，並未如世界衛生組織先前所預期在二至四個月內受到控制。如今世衛組織宣告，這次40年來最嚴重的疫情已成國際公共衛生之緊急危機。這波疫情持續的時間和蔓延的範圍都是史上最，目前死亡率約50%，至今（2014）年8月初已造成千人喪生，世衛組織並預估未來數月還會更嚴重。

世衛組織認為目前雖然疫情嚴重，但還不需要全面禁止國際旅行及貿易，只提醒各國在機場等地加強檢測、調查及管理；惟現今疫情氾濫的西非國家，衛生系統脆弱，無法控制疫情，病毒仍有蔓延非洲以外地區的風險。無國界醫生組織警告，因疫情熱點已超過六十處，疫情已經失控；連美國疾病管制暨預防中心負責人都表示，因國際航空四通八達，病毒恐難避免傳入美國，只是應不致爆發為大規模疫情。

### 伊波拉疫情急 世衛認可防堵

儘管西非的伊波拉疫情似乎失控，引發擴散全球疑慮，惟世界衛生組織認為伊波拉病毒並非神秘而無法處理的疾病，只要採取正確措施，就可以防堵疫情擴散；首要之務是爆發疫情國家在機場、港口、邊境關卡加強防疫檢查。世衛組織建議各國萬一爆發疫情，應宣布進入緊急狀態，除加強機場口岸的防疫檢查，也應減少人員的移動，發現疑似病例則應隔離治療，並禁止其進行國內與國際旅行。

防範伊波拉擴散的關鍵是了解它，這種致命病毒據信源自森林蝙蝠，1976年中非首度爆發伊波拉疫情，其後又在世界各地出現三十餘次，症狀包括發燒、肌肉疼痛、頭痛和喉嚨痛、嘔吐、腹瀉，最後階段為體內外出血，目前仍無藥可治。一般認為患者出現發燒、嘔吐和腹瀉等症狀後，才會有傳染性，主要透過患者體液傳染，如血液、汗、嘔吐物、排泄物、尿液、唾液等，目前尚無證據顯示會透過空氣傳播。

### 防伊波拉入侵 亞洲嚴陣以待

亞洲雖然尚未發現伊波拉病毒入侵，但因有過對抗禽流感、嚴重急性呼吸道症候群（SARS）等致命病毒經驗，各國已經提高警覺，加強戒備，紛紛在機場使用可檢視發燒旅客的熱顯像攝影機，以及派駐醫師值勤，加強把關防疫。此外，各國政府也紛紛發布旅遊警報，暫緩前往西非疫區幾個國家，並宣導大眾提高警覺。我國採取的因應措施除了加強出境衛教和入境檢疫外，並提升國內整備演練及國際合作。

亞洲主要國家都不敢掉以輕心，中國大陸曾經歷嚴重禽流感和SARS疫情，當局已通令醫院必須通報任何疑似病例；日本也預備將疑似病例送往特別的醫院隔離檢查和治療；印度因有數萬國民旅居疫區國家，因此對來自或經過這些國家的旅客進行篩檢。這波伊波拉疫情來勢洶洶，就連美國也如臨大敵；疾病管制暨預防中心表示，已成立最高反應層級的緊急行動中心，有超過二百名人員專門因應這波疫情。

### 遏伊波拉危機 亟需新藥疫苗

遏阻伊波拉疫情的最大困難是這種病目前既無藥可治，也無疫苗可防；但鑑於這波疫情非常凶猛，歐美藥廠已加快研製疫苗和新藥的腳步，美國研究機構和英國藥廠都預計下個月展開新疫苗的臨床試驗，並希望在年底至明年就可上市。美國一名醫師和一名女傳教士在西非感染伊波拉後，使用一種實驗新藥已使病情好轉，世界衛生組織已表示，考慮也讓非洲病患取得實驗新藥用以救急。

這種實驗藥物名為ZMapp，是以基因改造的菸草葉製造3種抗體，用來製成血清，但因很難量產，且未經大規模臨床試驗，效果尚待評估。另有一種新藥在猴子身上實驗時顯示，可提供伊波拉病毒百分之百的防禦力，原本因安全疑慮而暫停臨床試驗，如今也獲放寬，可望提早供患者使用。

### 影響1%人口 關節炎可治療

全球人口有多達百分之一苦於關節炎，目前雖有各種藥物可阻止或延緩病勢惡化，但至今仍無法完全治癒。風濕性關節炎除會造成關節疼痛發炎外，病情嚴重時還會摧毀軟骨和骨頭。瑞士研究人員最近傳出好消息，他們用患有關節炎而腳爪發炎腫脹的老鼠進行試驗，結果實驗性藥物完全成功治癒關節炎；這項療法可能在明年展開人體試驗。

研究人員結合兩種成分，創造出他們稱為「武裝抗體」的融合分子，成分之一是身體本身的免疫分子，研究顯示它能保護患有關節炎老鼠的軟骨和骨頭免於受損；另一成分是一種抗體，會與只存在發炎組織的一種蛋白質結合，能確保藥物幾乎僅在患處發揮作用，避免副作用。單獨使用「武裝抗體」，只能減緩關節炎惡化，但結合現已用於治療關節炎病患的抗發炎藥物後，可使老鼠的關節炎獲得治癒。

### 解DNA密碼 有望終結化療

英國政府提出雄心勃勃的計畫，將測繪包括7萬5,000名癌症與罕見疾病患者的基因圖譜，希望藉由研究10萬個基因組的DNA密碼序列，能夠辨識基因中可能引發疾病的微小改變，以利發展出個人化及更有效的治療方式。這項努力可望改善癌症和心臟病等重大疾病的診斷和治療，二十年內就可能發展出針對個人所患癌症設計的專屬標靶療法，終結有許多不良副作用的化學療法。

這項計畫目前瞄準的癌症包括腸癌、乳癌、血癌、肺癌、卵巢癌、攝護腺癌。基本方法是以癌症患者的腫瘤細胞基因組與自己身上健康組織的基因密碼對照觀察；罕見疾病的患者則以他們的DNA與他們近親的DNA對照觀察。英國期望在基因研究上領先世界，並藉由科學上的突破，研發更精進的檢驗方式及更好的藥品，讓病人得到更好的照顧。