

有關 GPS 的一些小故事

王太元

自從人類有了定居的習慣以後，「回家」就一直是個很重要的問題；姑且不論是獵人與四處出沒的兇禽猛獸到底是誰把誰當做晚餐，能不能記得回家的路恐怕才是關鍵所在。「需要為發明之母」，地圖老早就出現在人類歷史上了。但是光有地圖還不夠，要先找到你在地圖上的位置才行。在陸地上大多

數的地區都可以找到一些醒目的東西當成參考點，像高山、大河，或是城市，甚至於一塊形狀特別的大石頭都可以，反正只要是能表示特定位置的東西都可以。但反過來說，在一望無際的大草原或大沙漠中，或在大海中迷失了方向，看地圖找路不如燒地圖冒煙比較容易脫困。

但是有了指南針以後，一切就不同了。指南針是利用地球上無處不在的磁力，除了南北極附近地區以外，大致上都可以指示出約略的方向；但是光利用指南針還是有一些問題不能解決。古代西方有不少製作地圖的人，很辛苦地用手工繪製了許多在衛星拍照出現以前，形狀最接近真實地貌的古地圖；但是當他們用指南針標示方向時，卻發現在不同的地方竟然指示出來的北方並不相同！因為地磁方向並非正南北向，而且各地偏差量也不一樣；所以在古地圖上常看見幾個紅藍線交會而成的美麗圖案，就是因為本來是想標示各地的南北向，卻怎麼樣都不會平行，最後交會在一起，又想不出來如何自圓其說，只好畫成一個裝飾圖案了。在海上航行還可以將就用用，到了港口一定要用燈塔作精確定位才行，否則所有的船在晚上入港就好像是自殺一樣。在海上航行時，白天靠太陽，晚上看星星，用來定緯度是很簡單的；但是定經度一定要有很準確的時鐘才辦的到，否則用再詳細的海圖還不如多派幾個瞭望手更好。當年英國由納而遜元帥所指揮的英國艦隊能以寡擊眾打敗了三倍兵力的法國與西班牙聯軍，其實是因為法國人的懷錶實在不準，因此在海圖上判斷位置錯的離譜，結果艦隊觸礁的觸礁，迷路的迷路，英國艦隊因為大霧不敢亂動，反而撿到這個

「天上掉下來的禮物」。

在無線電發明以後，長距離的導航及定位系統陸陸續續地開發出來，如羅蘭 - C、奧米茄系統皆是。不過前者誤差小但範圍近，後者使用範圍雖擴及全球，但精確度很差。再加上南北極越來越熱鬧 - - 除了民航機的飛行，還有軍事強國的戰略部署；可是在極區無論何種定位或導航都會有很大的誤差，要如何解決呢？結果就是用衛星。

世界上最早使用的衛星導航系統是 1964 年開始使用的 Transit 子午線系統，不過它並不發送數據，只是發出訊號，由接收者利用都卜勒頻移來計算位置。但因為衛星數目少（大約只有五顆），軌道又太低（平均高度約一千公里），所以地面站觀測到衛星的時間間隔太長，每次要定位的時間要等很久，無法提供即時的定位服務。因此才誕生了現在的 GPS(Global Positioning System)，可以提供即時的定位服務

如果有路標的話，一般人大概都知道現在身在何處；如果沒有任何標示的話.....沒錯，拿出你的 GPS 查一下吧！可是，你確定上面顯示的位置正確嗎？GPS 的訊號有兩個波段：即 L1:1575.42MHz 和 L2:1227.60MHz。訊號內容包含兩種不同性質和精確度的測距碼：C/A 碼（coarse/acquisition）和 P 碼（precision）。C/A 碼精確度較低，誤差大約在 100 公尺以內，但碼結構公開，任何人皆可使用；P 碼精確度高，誤差在 10 公尺以內，但碼結構不公開，僅供美軍及特許的盟國軍事用戶使用。因此，如果你不是 007（我想你一定不是）的話，大概會差個幾十公尺吧！若是站著不動還好，要是正在開車的話.....那該怎麼辦呢？很簡單，就和行動電話一樣 - - 買隻雙頻機吧！民用型的 GPS 大多數只接收 L1 頻道而已，因為 C/A 碼只在這個頻道發射。但是 L2 頻道除了發射 Y 碼（就是 P 碼加保密 W 碼後所產生之密碼）外，可以用來修正因電波穿透電離層所造成之誤差，因此精密度可提高到

接近軍用的水準 - - 還是那句老話：如果你不是 007（我想你一定不是）的話，誤差依然很大。為什麼呢？

自從 911 事件之後，美國為了防止恐怖份子利用 GPS 系統對特定目標進行精確攻擊，於是在 L1 頻道上加上了 S/A 碼（Selective Availability），用來干擾定位的精確度，使得誤差又達到了 100 公尺左右。那開車時不就.....沒關係，也有解決的辦法。一種是用差分法修正：就是由一個已知道正確位置的接收站先處理所收到的訊號，把計算出來的誤差值再廣播給附近的用戶來使用；好處是精確度可以達到 1 公尺左右，壞處是使用範圍很小。另一種是廣域增強系統（WAAS，Wide Area Augmentation System），就是由一群上述的廣播站組成的大範圍網路，目前這套系統主要是服務美加地區。歐洲地區也有一套類似的系統 EGNOS（European Geostationary Navigation Overlay System 歐洲同步衛星導航覆蓋系統）提供類似的服務。

然而，世界上不是只有一套 GPS 可以導航的衛星系統哦！前蘇聯解體之前也曾仿造美國的 GPS 系統而設計了一套功能相同的 GLONASS 系統（Global Navigation Satellite System，全球導航衛星系統），但是因為經費問題一度停擺；後來在歐洲及中國的資助下又開始佈署了。由於這套系統也是免費開放給所有人使用，而且又沒有干擾訊號使準確度達到了 3 公尺以內，所以市場上已經出現了結合這兩套系統同時測量位置的 GG 系統（即 GPS + GLONASS）合用機，而且精確定位到無論何時何地都只有不到 1 公尺的誤差呢！由於 GPS 系統的市場龐大，而且商機無限，因此歐洲也決定發展自己的 GPS 系統 - - 「伽利略」全球衛星導航定位系統。除此之外，中國為了軍事用途，也發展了一套「北斗 1 號」導航系統，不過原理不一樣，並不是由接收訊號的用戶來進行解碼運算，而是用戶要發訊號給衛星，再由衛星轉發到控制中心來運算，再將結果用衛星傳回去 如果你是在車上查詢該走那條路，等到結果出來時 - - 你會發現已經迷路了。

但是在台灣使用 GPS 還有一個問題：座標系。全世界的 GPS 都採用 WGS-84 (World Geodetic System , 世界測量座標系) 座標系；但是大多數台灣的地圖卻採用較舊的 TWD-67 座標系！因此就算 GPS 測出來的經緯度完全沒有誤差，看地圖卻會差了將近 1 公里！因此民航局公告的總統府禁航區經緯度是用 GPS 測出來的正確位置，地圖上卻標示這個經緯度是在祖師廟那裡啦！原來禁航區是用來保護古蹟的！

