

手機飛上天

林信嘉

日常生活中使用的手機，除了打電話外，還能做什麼？

中國大陸有句俗話：「只要風夠大，豬也能飛上天。」手機比豬輕多了，應該也可以飛上天吧！

手機可用以通話、傳訊息、上網、付款、導航等，已成為現代生活的必需品，在都市中甚至已到人手一機的地步。但除了這些習知的應用外，你可知道手機也能用於天空及太空領域嗎？就像中國大陸有句俗話：「只要風夠大，豬也能飛上天。」手機也能飛上天！

手機和衛星的比較

衛星組成	手機組成	備註
特製照相機	手機內含照相機，並具影像壓縮功能	二者影像解析度、鏡頭大小、影像品質的等級不同。
可充電電池	可充電電池	二者可使用同款鋰離子電池，例如 18650 型號，但衛星電池容量比手機大很多，且耐真空及耐摔。
電池管理	含電池管理晶片及軟體	控制電池充放電及使用狀況
記憶體	使用記憶卡	商用記憶卡的容量愈來愈高，但不耐高低溫及輻射。
通訊頻率 S-band, 2~4GHz	通訊頻率 850/900/1,800/1,900 MHz	二者射頻傳送功率、通訊協定、編碼格式不同，且太空中無手機基地台可使用。
GPS 接收器	GPS 接收器	用 GPS 接收器來決定位置，但一般商用 GPS 接收器無法在高空及高速下使用。
磁力計	磁力計	用來偵測地磁大小和方向，而手機磁力計敏感度不及衛星。
陀螺儀	陀螺儀	用來偵測衛星 / 手機的轉動大小，但手機陀螺儀敏感度及反應速度不及衛星。
不需使用加速計	加速計	手機加速器用來偵測手機移動的加速度，在衛星上不需使用。
太陽光感測器	亮度感應器	二者感測光源感應光強度及角度不同
無螢幕	USB 介面、螢幕顯示	衛星靠訊號線或無線通訊傳送資料
無鍵盤及螢幕	鍵盤、手寫螢幕	衛星靠訊號線或無線通訊接收指令



美國航空暨太空總署所做的手機衛星（圖片來源：<http://phonesat.org/>）



手機衛星在太空拍到的地球照片（圖片來源：<http://phonesat.org/>）

仔細觀察，現代的智慧型手機所搭配的周邊裝置和人造衛星頗有相似之處。手機微處理器的運算速度甚至已略勝一般的衛星電腦，其輕薄短小的體態更是遠勝衛星電腦。惟其略遜一籌的是手機因採商用零件，所以在耐震、操作溫度範圍、抗輻射能力等方面還不如衛星電腦。

既然手機功能這麼好，價格又便宜，有沒有可能把它應用在人造衛星上，送到太空中呢？基於這一發想，2011年美國航空暨太空總署（NASA）用台灣宏達電公司生產的 Nexus One 智慧型手機研製了「手機衛星」（PhoneSat），以它為立方衛星（CubeSat）的控制器。

這種衛星是邊長各 10 公分的立方體，重量只有 1 公斤。為能了解這樣的衛星能否在太空中存活，NASA 還進行了振動測試、真空艙內高低溫測試、輻射測試等，也用探空火箭、探空氣球發射升空做過試驗。

2013 年 4 月美國航空暨太空總署成功發射了 3 台手機衛星（PhoneSat 1.0）上太空，這幾個手機衛星在太空中存活了 7 天，

除了用無線電訊號下傳自身運作狀況的資料外，還用手機內建的相機拍攝地球照片傳回地面。因考慮到它是使用業餘無線電頻段，傳送速率較慢，把所拍到的影像分割成許多小段，衛星一邊飛行，一邊下傳給當地的地面站，然後把各地所得的檔案拼湊在一起才形成整張的影像圖案。

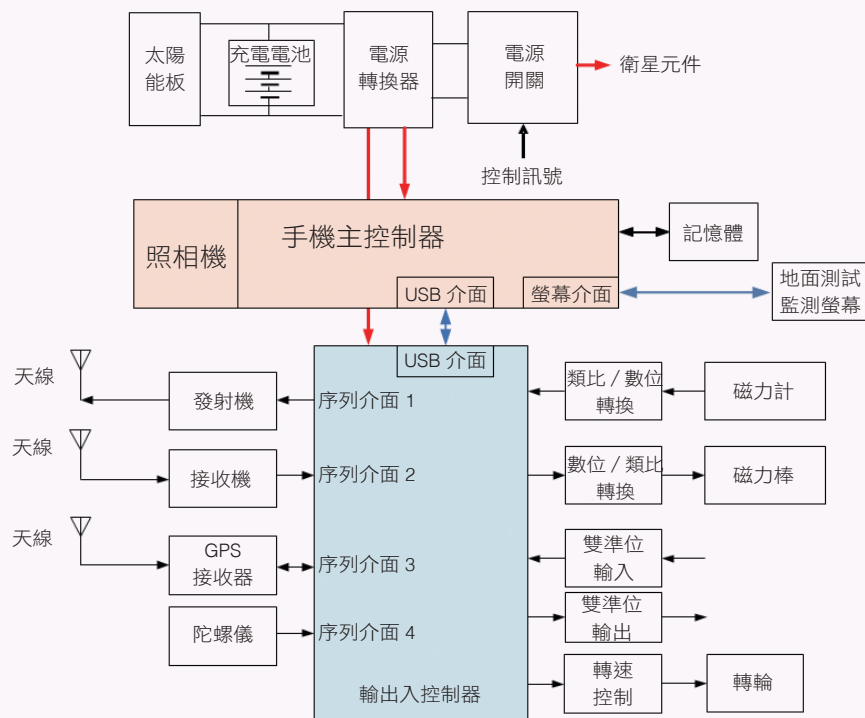
以這成功的經驗為基礎，美國航空暨太空總署又陸續發射了幾次手機衛星。因為手機衛星造價便宜，研製時程短，很適合當作新技術的實驗平台。若同時分布多顆手機衛星在空中繞地運行，還可以增加涵蓋地表的範圍及再訪次數。未來甚至有機會送手機衛星到繞月軌道呢！

要如何才能把智慧型手機改裝成適合太空中使用呢？

外殼：手機外殼不夠堅固，可以去掉外殼放到衛星結構內。

螢幕：在太空中不需要螢幕顯示影像，而且螢幕易碎，應拆除。

天線：手機通話的頻率和衛星不同，因此需更換成衛星所用頻段的天線及收發機。



手機衛星的系統功能方塊圖

喇叭：太空中幾乎沒有空氣，喇叭派不上用場。

電池：手機電池容量不夠大，應換成較大容量的鋰電池，但手機的內建電池充放電管理功能可以派上用場。

照相機：可用在太空中拍照，但若需要更高的照相品質，則需要額外訂製。

主機板：這是手機運作的主要組件，可以用在衛星上，惟可增加記憶卡以擴大儲存空間。不過手機的輸出入介面很少，需用手機 USB 介面接到擴充電路板上。

於是，可想像手機衛星的系統功能方塊圖應建置如下，以手機模組為衛星主要控制器，搭配 Arduino® 電路板做周邊設備輸出入的控制器，以控制整個衛星的運作。手機模組內含照相機介面，並有內建

記憶體和可擴充記憶體以儲存影像及衛星資料。手機模組和輸出入控制器透過 UART 或 USB 介面交換資料，輸出入控制器則透過序列介面、類比 / 數位轉換、數位 / 類比轉換、雙準位輸入、雙準位輸出等介面和衛星其他組件互動。

由於衛星是以太陽能板提供電力，以鋰電池蓄電，因此經由電源轉換器可轉成各組件所需的電壓，再經電源開關提供電力給各衛星元件。手機衛星的無線電通訊一般是使用業餘頻道，例如 145 MHz、435 MHz 頻率。衛星姿態控制元件則有 GPS 接收器、陀螺儀、磁力計、磁力棒、轉輪等。

手機由於使用者眾多，造就了網際網路上有很多的開放及免費的軟體資源。比如要把手機當作空中的檔案伺服器，在安卓

(Android) 系統的 Google Play 市集就可以找到免費的檔案伺服器軟體 (FTP server App)。再搭配無線通訊數據機，就可把檔案上傳到空中的手機，或自空中的手機下載檔案，達到遠距離檔案分享的目的。

例如手機在空中拍攝影像，把檔案放在伺服器內。地面使用者則可使用 FTP 協定把檔案自空中下傳到地面。或者甲地的使用者把檔案上傳到空中手機，當手機飛到乙地上空時，乙地使用者再把它下載。

手機除了可以搭火箭升空外，還有其他交通工具可以選擇。例如搭乘探空氣球可以飛到 32 公里的高度，沿途探測大氣的溫度、溼度、氣壓等，再回報給氣象單位作天氣預測。另外，現在無人飛機功能強大，如同會飛的智慧型手機，透過自動導航系統，就可以設定飛行路徑，並搭載攝影機進行地面景物的空拍。甚至有貨運公司、餐飲店已開始試驗用無人飛機來送貨。

手機還可以有什麼用途呢？讓你的想像力起飛吧！手機也會隨著飛起來呢！



手機衛星概念設計

林信嘉

國家實驗研究院國家太空中心

