

專題報導 | 遙測大地

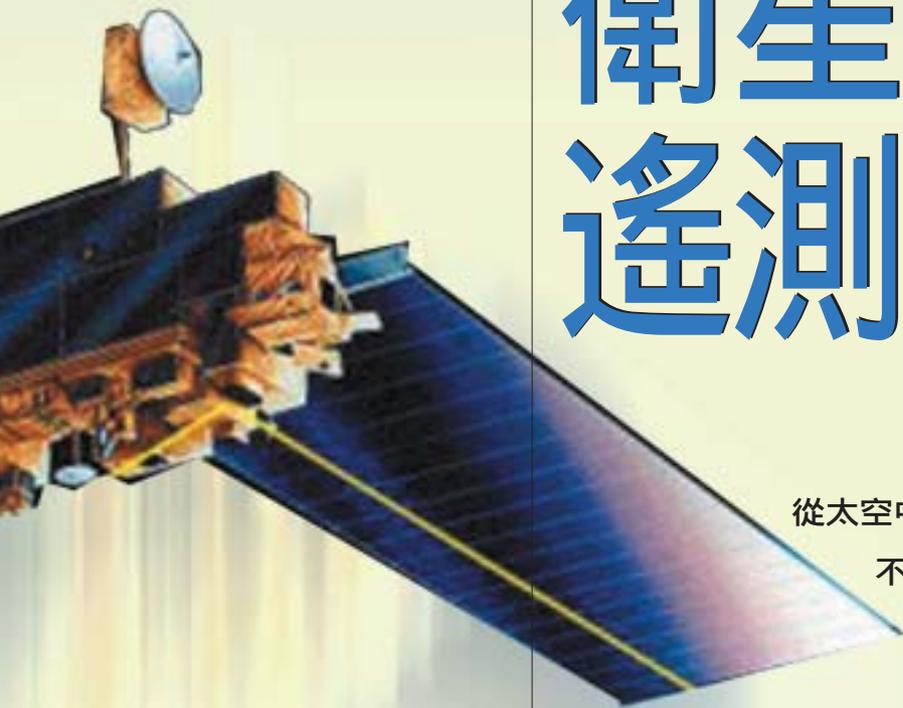
一覽無遺

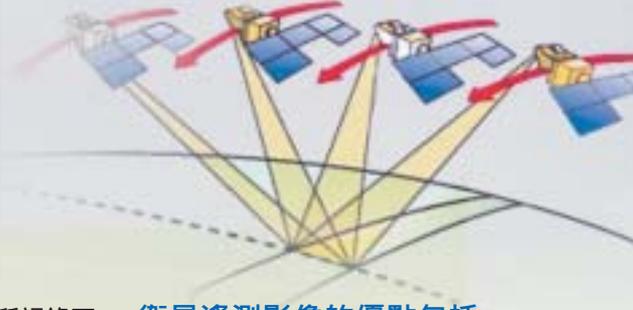
# 衛星 遙測影像

從太空中遙看地球，  
不僅整個美國或中國大陸  
可以一覽無遺，  
甚至清楚地看到你家樓頂的  
小耳朵天線盤。

衛星遙測影像的進展，反映了人類科技的進步。

李建成





什麼是衛星遙測影像？顧名思義，就是從人造衛星上偵測地球所記錄下來的影像。根據不同的需求，可以在衛星上裝置各種特殊功能的遙測感應器，來探測地球表面、大氣層、海洋等不同物質並取得各類資料。

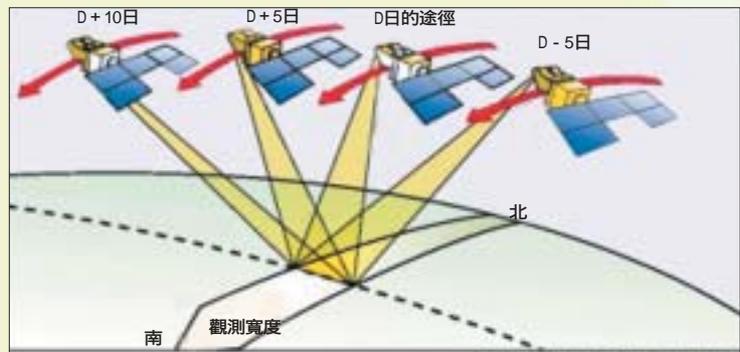
**衛星遙測影像的優點包括感應涵蓋整個地球表面、位置控制非常精準等。**

相較於飛機等取得的低空遙測影像，衛星遙測影像的優點包括感應涵蓋整個地球表面、位置控制非常精準等。由於遙測感應器距離地球表面較遠，一般來說，其影像的解析度不如飛機遙測影像。然而近年來感應技術日新月異，目前新一代的研究及商業衛星影像的地面解析度可達 2.5 公尺，已經非常接近一般飛機遙測影像的 1.3 公尺解析度；至於國防用的機密衛星影像的解析度，就更不只如此了。

衛星遙測影像是透過遙測感應器所得到的，為了偵測不同介質的性質及探測各種物理作用，感應器可同時接收物質在不同波段的反應。地面上常見的物質如植物、岩石、土壤、水、建物等，對不同波段的反射及吸收程度並不一樣，例如植被對於綠光波段的反應特別強，而水對紅外光及熱波段的反應則非常敏感。記錄這些不同波段的影像，可以提供不同的應用。

過去幾十年來，世界各國陸續發射了許多遙測衛星，用途甚為廣泛，包括國防、通訊、氣象、地面資訊等。與地球科學研究相關的衛星遙測影像也有不少，如美國的 Landsats、ASTER 及 GOES-9、歐洲的 ERS、法國的 SPOT、台灣的福爾摩沙衛星等。本文選擇介紹目前最為廣泛使用的兩種衛星遙測影像，SPOT 及 ASTER。

SPOT 衛星遙測影像是由法國國家太空研究中心（CNES）、瑞典與比利時合作研發的，從 1986 年發射 SPOT 1 衛星起，陸續在 1990、1993、1998、以及 2002 年各發射了 SPOT 2、SPOT 3、SPOT 4、以及 SPOT 5 衛星。目前有 3 顆 SPOT 衛星仍持續運作中。



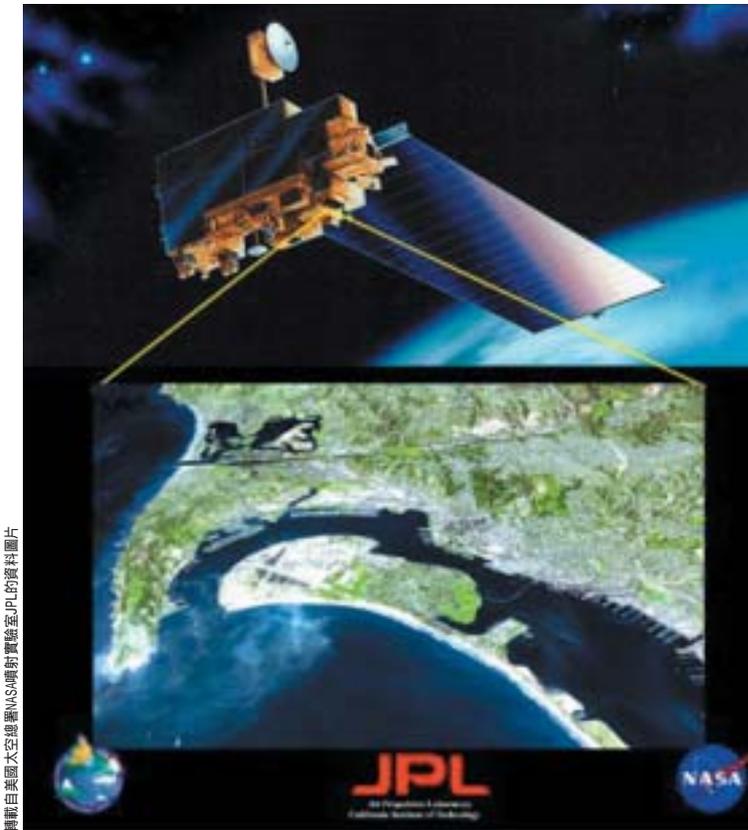
人造衛星裝載遙測感應器收集地面資訊

轉載自SPOT衛星中心網站資料圖片



衛星遙測影像可以利用不同的角度拍攝立體像對，並可藉以製作數位化地形資料。

轉載自SPOT衛星中心網站資料圖片



轉載自美國太空總署NASA噴射實驗室JPL的資料圖片

ASTER衛星及其遙測影像

SPOT衛星軌道的主要特點有二：（一）被偵測地區的地面時間與太陽時間同步（上午十點

半），（二）偵測同一地點的周期是26天。SPOT遙測感應器設有全波段及不同光譜多波段的光學接收儀器，另外在最新一代的SPOT 5中，更裝置了高解析度立體影像儀，可以立即獲得120×600公里範圍、地面解析度是10公尺的立體像對。

ASTER衛星遙測影像的英文全名是Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer，它是裝置在Terra衛星上的一組遙測儀器。Terra衛星在美國太空總署「地球觀測系統」計畫下，於1999年12月發射；除了ASTER儀器外，Terra衛星上還有其他可偵測大氣、海洋等不同性質的裝置。

ASTER遙測感應系統是由美國太空總署、日本經貿工業部、美國地球遙測資料分析中心所共同合作發展的，它主要的目的在獲取地球表面的溫度、輻射性、反射性、以及高度起伏的形貌等。ASTER遙測儀器系統包括可偵測3個不同波段的3個感應儀，即可見及近紅外光、短波紅外光、以及熱紅外光。



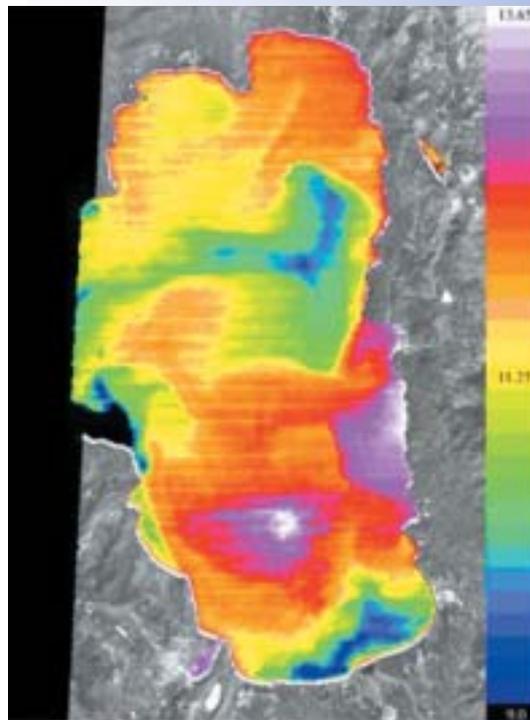
轉載自美國太空總署NASA噴射實驗室JPL的資料圖片

**長江三峽大壩的ASTER衛星遙測影像** 三峽大壩在圖的左側。在圖的中間，河流彎曲穿越群山的峽谷，就是位於三峽最東的西陵峽。峽谷地形非常明顯，包括河道寬度縮減、河流兩岸地勢高峻。從區域的地形來看，峽谷位置與區域岩石特性的分布有密切關係。影像顯示峽谷地區分布了許多堅硬、抗蝕性強的岩石，而且呈東北—西南走向。

衛星遙測影像在地球科學相關領域的應用很廣，例如岩石與礦產的辨識與探勘、土地利用與規畫、水文學、火山學等等。

衛星遙測影像可以展示大範圍區域的地形概況，藉以了解各種不同地形地貌，如山脈、平原、盆地、海岸線、城市、河流、道路等的分布狀況；更細緻的地形分布，如山勢的走向、河流的流向與幾何形貌等，也可以一覽無

藉由天然或人為災害發生前、後衛星遙測影像的比對及分析，可以很快地掌握發生災變的位置。



轉載自美國太空總署NASA噴射實驗室JPL的資料圖片

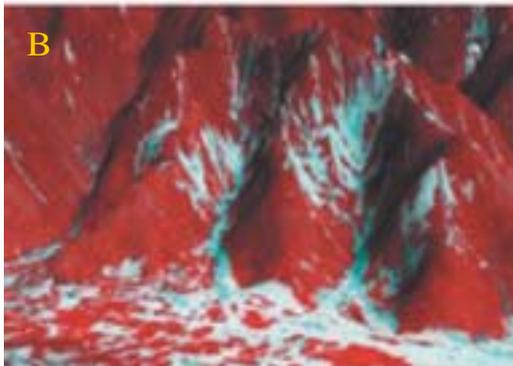
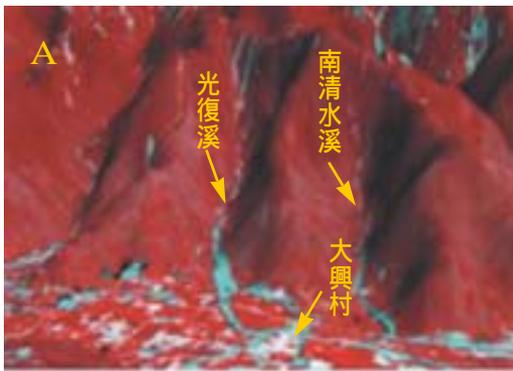
這是利用ASTER衛星遙測影像中的熱感應波段所獲得的美國西部太浩湖（Lake Tahoe）溫度分布圖，太浩湖是美國加州與內華達州交界處的觀光勝地，這張圖於2001年6月3日晚上拍攝。強勁而持續的西南風把湖水由西吹向東方，使得湖西側深部較冷的水往上湧流，由於冷水較湖表面的溫水更富含營養物質，如磷與氮等，因此利用ASTER衛星影像的熱波段追蹤繪製營養物移動路線，可以了解湖內有機物及其他細粒沈積物的分布狀況。

遺。而由於不同的地形型態與岩石的種類及地質組成之間有密切的關聯，因此藉由地形影像組織、光譜反應等進一步的影像分析，可以更了解區域內的地質概況。

此外，藉由天然或人為災害發生前、後衛星遙測影像的比對及分析，可以很快地把發生災變的位置，如山崩、土石流、火災等，在影像地圖上描繪出來。不僅即時掌握災害現況，也可提供精確的資料，分析災害發生的原因。

在水文學研究上，利用衛星遙測感應儀對水物理性質在不同波段的反應，可監測河水、湖水、海洋等的物理性質變化，及了解與水物理性質變化相關的自然現象，例如紅外光反映出水的清晰度或穿透度；熱波段反映水的表面溫度。

李建成  
中央研究院地球科學研究所



衛星影像由李錦堤及賴曉慧教授製作提供

從颱風前後花蓮縣光復鄉大興村地區的SPOT衛星遙測影像（分別是圖A及圖B），可以很清楚地把發生土石流、山崩等災害的位置圈定出來。把SPOT衛星的綠光、紅光及近紅外光影像組合處理後，可以清楚反應地表土壤、植物及水的位置。這兩張圖是2001年7月花蓮縣光復鄉受桃芝颱風夾帶大量雨水，導致中央山脈東翼支流光復溪及南清水溪發生嚴重且大規模土石流的情形。圖中紅色是地表綠色植被所覆蓋的區域，而白藍灰色則是裸露的土壤岩石及河水的地帶。從颱風後的影像上裸露的土石及岩石呈現白藍灰色，可以看到光復溪與南清水溪的中上游山壁岩石及土壤的崩落侵蝕非常嚴重，若能進一步實地了解與地質或天然、人為因素間的關聯，會有助於對土石流及山崩等災害的防治。