

環境監測—衛星影像之應用

國立中央大學 太空及遙測研究中心 教授 陳良健

壹、前言

臺灣地區地狹人稠，土地資源有限，對於與我們生存的大地之共存共榮本應採較高的標準。然而二十餘年快速的經濟發展，人們似乎變得更貪心了，對於土地等自然資源更是抱著掠奪式的心態來處理。於是我們感受到一個現象：國民所得日益提高，但人們居住環境之品質逐漸劣化。另外一個現象則是近年來天然災害所造成的生命財產損失也日顯嚴重。除了因為台灣地區地形起伏大，雨量大且集中，位處地震帶等必然存在的基本環境外，土地過度利用，山坡地超限使用，沿海地區因水產養殖超抽地下水所造成的地盤下陷，均使得水災，土石流及山坡地崩塌之發生頻率上升。不論是國土之管理或天然災害之防治除了要有完備的法令與制度及執政者堅定的意志外，即時且高品質

的土地狀態資料是必要的。而諸多資料當中，土地利用的影像檔案具有最豐富的內涵可提供最多的資訊供決策者參考。

國土之永續發展有賴政府之國土規劃及管理。然而民眾觀念之導正進而建立與環境共榮的生活態度及方式則是教育的重要一環。影像提供人們對所生存的環境最直接且真實的瞭解，因此是教育民眾最有效的工具之一。

由於人造衛星(以下簡稱衛星)科技之成熟，我們可藉由衛星進行地表影像掃描以滿足上述需求。衛星以其特殊的高度，採俯視的方式可進行宏觀的地面觀察。其綜觀攬要的特性，以及不受地形阻隔的長處使其拍攝的影像能提供豐富的資訊供政府決策參考，學術界之研究，產業界之製圖，及社會大眾對家園的瞭解。因此以航行於太空的衛星看我們生存的家園，可使我們更加認識我們的家，我們的土地。當

看到美麗的一面會讓我們更加珍惜，看到環境被破壞的一面則給我們警訊而有所反省。

貳、衛星的種類

自 1957 年前蘇聯的「史潑尼克一號 (Sputnik 1)」升空以來，數以千計的衛星被世界各國所發射。衛星以其特有的空間位置可以達成許多在地面上無法達成之任務。例如：它飛得很高，所以遮蔽少，所以不論在通訊、氣象，以及地球觀察均極為有利。衛星依其不同之應用大致可分成通訊衛星，氣象衛星，定位及導航衛星，科學衛星，偵察衛星及資源衛星等六類。

通訊衛星是一個高空的轉接站。它可以提供電話、電視、數據資料傳輸的轉接。氣象衛星可以探測大氣層中重要的氣象參數，例如溫度、水氣含量、氣體成份，使我們對於氣象變化能掌握先機。我們每天在氣象報告中看到的衛星雲圖就是直接由氣象衛星觀測到的。定位及導航衛星的目的是在提供地面點或航行器的瞬間位置，目前以美國的全球定位系統 (GPS) 為主。科學衛星主要功能在於地球觀察、太空環境監測、行星研究探測，及天文探測。已發射的人造衛星中，科學衛星的數量是最多的。各國發展太空科技計畫大多由此著手。我國的「中華衛星一號」就是屬於這一類。偵察衛星以軍事上敵情偵測為目

的。這種衛星因為需要很清楚地看到地面目標，所以要甚高的影像解析力。因為高解像力之需求，它需飛得較低，因此壽命較短。本文主角資源衛星之功能在於地形與地物的探測，它與偵察衛星有甚多相似之處，所不同者，它的觀測範圍較大，解析力較低。

參、資源衛星

資源衛星以甚高的航行軌道以俯視方式觀測地表，可以避開地形地物之阻隔及遮蔽，是地表探測的利器。目前美國、法國、加拿大、歐洲太空總署、日本、印度、以色列及中國大陸/巴西等均有此類衛星。我國即將於民國九十二年底發射的「中華衛星二號」就是資源衛星。它探測的對象包括地形地物、天災情況、污染狀態、森林植被、生態環境、聚落變化，以及各種礦產、海洋資源的情況。資源衛星所提供的資料具迅速有效的特性，故有「大地監護人」之美譽。

資源衛星的軌道高度一般約在五百公里至九百公里之間，屬「太陽同步軌道」。此軌道之特性是太陽相對衛星軌道平面之角度固定，而地球在軌道圈內自轉。所造成的現象是：衛星每次通過同一地理緯度上空的「地方時 (Local Time)」保持不變。就台灣附近而言，它之航行方向約與「台北市 - 鵝鑾鼻」平行。為降低雲的累積，一般光學探測器的衛星會選擇上午通

過觀測區。這種衛星的設計壽命為 3 5 年。

資源衛星的探測器有兩類：光學探測器及雷達探測器。光學探測器提供較易識別且較有「真實感覺」的影像，而且可達到甚高的解析力，但受到雲雨的影響甚巨。雷達探測器具全天候的能力，除可夜間觀測外，亦不受雲雨的影響，影像識別需較多的專業訓練是其普及化應用的限制。目前運作中典型的光學探測器衛星有美國的 Landsat 5, 7, IKONOS-2、法國的 SPOT 1, 2, 4、日本的 JERS-1、印度的 IRS-1C, 1D、以色列的 EROS A、中國大陸與巴西合作的 CBERS。雷達衛星則有加拿大的 Radarsat-1，及歐洲太空總署的 ERS-2。

民國八十三年行政院國家科學委員會補助國立中央大學太空及遙測研究中心設置了資源衛星接收站。當資源衛星對測區進行掃描後將影像訊號傳至接收站的碟型天線，經錄製、清除雜訊，及校正圖形即可得到一張可用的影像。再經多張影像的拼合，即可得到全省的衛星影像圖。該接收站能接收的範圍大約為以中央大學為中心，半徑三千公里內的範圍，包括日本、部份西伯利亞、中國大陸精華地區、中南半島、北婆羅洲、菲律賓群島及關島。

肆、衛星影像於環境監測之應用

在民國八十三年以前國內尚未設置資源衛星接收站時，資料來源不穩，不易建置完整資料庫，加上電腦及影像處理系統均甚昂貴，因此，衛星影像僅限於學術研究及特殊案例的應用。但自資源衛星接收站設立後，國內衛星遙測邁入新的紀元。因資料庫逐漸完整，影像資料之使用已自學術研究擴增為實際之應用。茲將與環境監測有關的三個方向即土地變遷偵測，違規開發監測，及災害調查等各舉一例。

伍、土地變遷偵測

土地利用之改變影響了人類生活的品質。它可能是建設的一部份，也可能是一種破壞。因為土地利用變遷與吾人生活息息相關，所以它的改變應加以監測。資源衛星的宏觀特性加上重複取樣的能力，使得我們能夠使用其影像資料進行土地變遷的偵測。如圖1以彰濱工業區為例，於1972年時的Landsat衛星影像上看不出人工的建設，但是在1986及1997的SPOT衛星影像上就明確地顯示了其建設的過程。在國家建設的過程中，此種例子不勝枚舉。時光無法倒流，所以歷史性的資料更顯其珍貴。

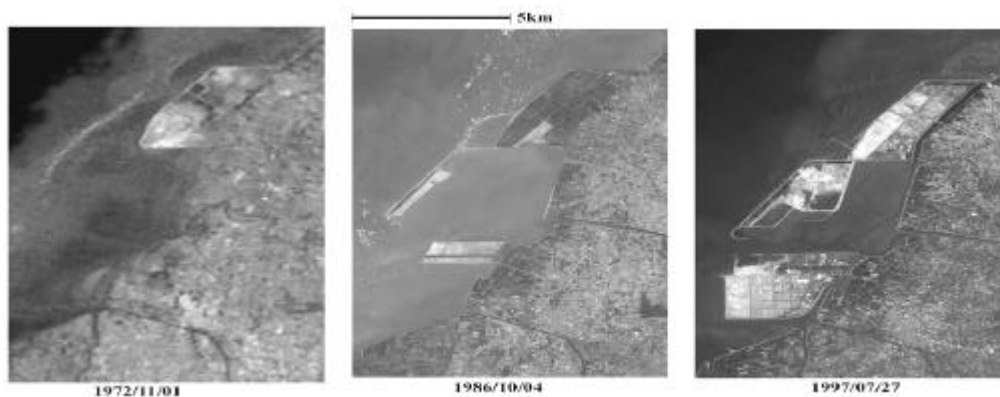


圖 1. 土地變遷實例

陸、違規開發監測

違規的土地開發造成環境的破壞是台灣地區普遍的現象，因此，以有效的工具進行監測是刻不容緩的。衛星的綜觀攬要特性可有效達成任務。以高爾夫球場的開發為例，圖 2 顯示了某高爾夫球場在開發前申請並核定的範圍 1 與衛星影像上觀測到的實際開發範圍 2。二者之差異極為明顯。雖然就面積而言，二者差異不大，但區位則有甚大之差別。目前農委會水土保持局已使用此種技術作為山坡地違規查報的第一級過濾對象之用。

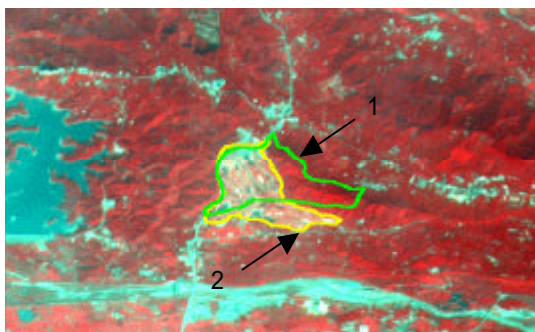


圖 2. 違規的土地開發實例

柒、災害調查

現場之勘災有利於小範圍之詳細調查。但就大範圍之災區而言，現場勘災受到地形地物之阻隔以致觀察面無法完整。此外，受交通路線之限制亦使現場勘災呈現不足。衛星影像具俯視之能力且具廣域及快速之非探觸探測特性。因此，衛星遙測技術提供了極佳的勘災能力。以九二一地震為例，中部災區數以千計之山坡地崩塌若採現場調查，根本無法完成。使用衛星影像即可快速進行崩塌地之調查與統計。圖 3 所示為九九峰在地震前(左)及地震後(右)之比對。地震後山尖的崩塌即由暗(左)變亮(右)，極易於影像上比對出來

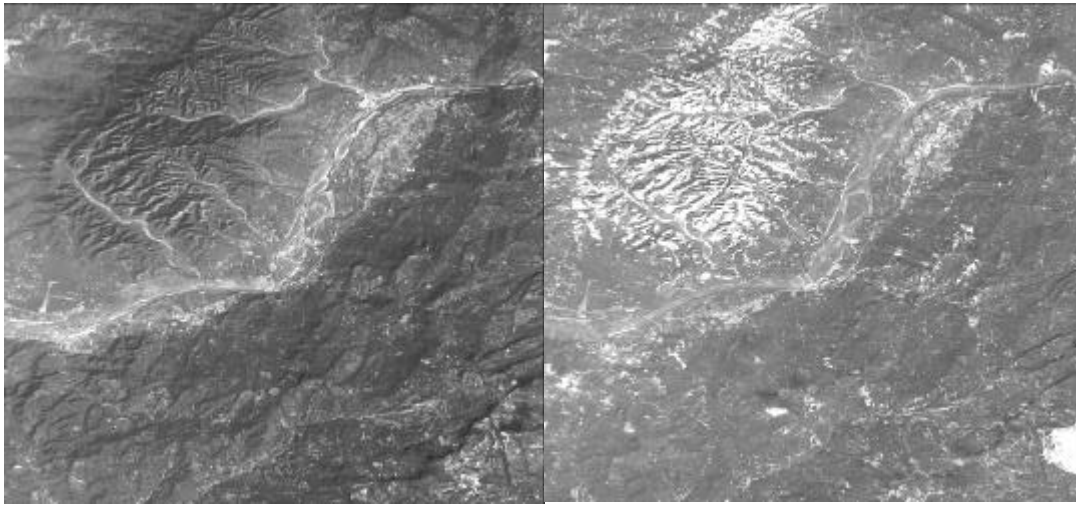


圖 3. 地震後崩塌調查實例

捌、展望

不到十年，國內的衛星遙測科技已經由學術研究邁向了實際的應用。除了中央大學的努力外，國科會長期的支持是這個趨勢明朗化之主要因素。未來，高解析的資源衛星將會普及，因此衛星影像之應用將更為廣泛、多元，特別是在兩年後中華衛星二號的發射，值得國人期待。

衛星遙測科技絕非萬能，電影如「全民公敵」的情節過於戲劇化。遙測科技之充份發揮必須整合衛星與飛機的探測系統方能達成遙測中三個基本的需求：高的空間解析力；高的光譜解析力，及高的時間解析力(即機動性)。未來的電子地圖將朝向三度空間發展。為了達成資料庫建構時之效率，資源衛星資料與全球定位系統(GPS)衛星之結合亦是必然的趨勢。

此外配合空間資料與電腦模擬技術亦可能創造出如虛擬實境中之場景，更可發揮決策支援的潛力。

科技發展之目的在於改善人類生活的品質。人類賴以生存的土地是極為脆弱的，如何將一個優質的土地環境交給我們的子子孫孫是人們應重視的問題。土地的永續利用需要許多努力。環境之監測能力，未來隨遙測技術之發展將更上一層樓。太空及遙測中心有著全國最佳的遙測環境與實力，同仁的努力，將對這個社會作出更多的貢獻。