

# 美國工程師團在水文方面 應用人造衛星之情形

## Corps of Engineers Utilization of Satellites for Hydrologic Purposes

行政院農發會水利組工程師

黃 介 泉(譯)  
Jieh-Chyuan Hwang

### 摘 要

美國陸軍工程師團從 1972 年初開始於水文方面應用人造衛星工作，以後逐年有增多。從遠處感應器迅速的傳送環境資料為工程師團主要之工作工程，師團地面工作人員操作位於麻州 Waltham 與密州 Vicksberg 二個地面衛星資料接收站，衛星影像已被應用到水文方面。透過衛星所獲得之資料，對於水控制管理、逕流估計、獲得地面使用與監視變化情形，定出洪泛範圍、重要地形、地物，如水庫與水壩之位置以及其他重要工事等有所貢獻。工程師團所參與增加人造衛星在水文方面之應用的研究工作，大部份與改善感應器之性能或更新穎之衛星影像應用有關。

### Abstract

The U. S. Army Corps of Engineers use of satellites for hydrologic purposes has gradually increased since its initial experiment in 1972. Rapid transmission of environmental data from remote sensors has been the primary activity pursued by the Corps. Two ground receive stations are operated by field offices in Waltham, Massachusetts, and Vicksburg, Mississippi. Satellite imagery is also utilized for hydrologic purposes. Information obtained in the manner contributes to water control management, runoff estimating, obtaining land use, monitoring changes, identifying flooded areas, locating important features such as dams and lakes, and other important activities. The Corps is engaged in research projects which will enhance the use of satellite in the field of hydrology. Most of the research relates to improved sensors or advanced applications of satellite imagery.

(KEY TERMS. satellite; environmental data; communication; adaptive random reporting; imagery; land use; snow cover; flooding; soil moisture.)

美國陸軍工程師團 (U. S. Army Corps of Engineers, 以下簡稱工程師團) 目前正享用許多由太空科技所帶來的益處。在水文方面應用人

造衛星之情形是一漸進並且是相當謹慎的過程。無疑的，工程師團早期朝向瞭解利用人造衛星所能提供對本團業務的協助方面之努力，曾有過甚多的懷

疑。透過這個持續且尚在擴大的學習過程，美國太空總署 (NASA) 的人員一直都非常的幫忙與合作，引導本團從黑暗摸索中理出頭緒。

早期對應用衛星於水文調查方面，在衛星影像以及資料感應器的通訊方面，皆顯示出有合理的成功希望。由於水文測站廣佈全國，按時、精確且經濟的收受諸觀測資料，一直是件困難的事。獨立的以及系統性水資源事業的即時控制管理，須要大量資料的搜集、處理、評估與分送。隨着水資源事業的逐漸增多，同時各事業相互間之衝擊影響關聯之需要性也增大，更多的資料以及水控制的決策成爲必須。因此該工程師團數個單位瞭解將資料搜集自動化亦是必須。

1965年之黛安颶風造成美國新英格蘭地區廣泛的洪災損失，也因此建造許多防洪水庫來防止再次發生相同的水災。1960年代，在這些水庫興建期間，工程師團新英格蘭地區分處 (New England Division, 以下簡稱 NED)，開發工程師團的第一個大規模自動化水文觀測無線電傳送網。其包含 41 個遙測站以及一個中央電腦控制中心，整個水文自動測報網於 1970 完成。觀測與傳送之環境參數包括：河川、水庫及潮汐之水位；降雨量；風速與風向；氣壓等。由於此自動測報網的成功，NED 受 NASA 邀請參與大地衛星 I 號與 II 號 (Landsat I and II) 之試驗工作。

1972 年 6 月工程師團與太空總署簽約，進行探討使用大地衛星來從資料搜集平台 (Data Collection Platforms, DCP's) 搜集環境有關資料之可行性的試驗。從 1972 年 7 月至 1975 年 9 月之間，在新英格蘭地區設立 25 個資料搜集平台，將水位、降水與水質資料經由大地衛星傳送至 Goddard 太空飛行中心。這些資料再經由電話在 1~2 小時內轉送到 NED。

爲着消除時間之延誤，同時防備通訊系統之故障，NED 在其總部 Waltham 設立一座電腦控制之試驗性衛星地面接收站，並且於 1975 年 9 月正式啓用。自 1977 年起，NED 改良了接收站，使其也可從海洋與大氣總署 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 之地球同步氣象衛星 (Geostationary Operational Environmental Satellites, GOES) 接受資料。NED 同時負責一個研究發展合約，來設計與建造一個隨機傳送資料搜集系統 (Random

Reporting Data Collection System, PR DCS)，此系統使用 NOAA/ 國家環境衛星服務 (National Environmental Satellites Service, NESS) 的 GOES 衛星。這個新的資料搜集工具包含一個配備有微處理機的資料搜集平台，它能每八分鐘自動的核對感應器乙次。並據其現值予以傳送。當河川水位上昇時，其傳送之頻率將增加，使其能搜集每小時或延時更短之水位資料。在退水時，傳送頻率將漸減，減至一個可能每天傳送 2~4 次之基本傳送頻率。

這個可修正之隨機傳送工具有下述之優點：

1. 此資料搜集平台之成本較工程師團目前使用之定時資料傳送器之成本爲低，
2. 此資料搜集平台之功能類似成本比定時傳送器高出甚多之詢問式傳送器，
3. 更多的資料搜集平台可共用一個無線電頻道，因而減少無線電頻道的使用。
4. 所接受資料之頻率直接與資料的需要性相關。

雖然這種操作方式，目前尚未被 NOAA/NESS 接受，成爲一作業型式，但正進行成果的展示並積極協商中以便獲得正式的批准。

密西西比河在 70 年代初期的大洪水，促使當地工程師團密西西比河下游沿河分處 (Lower Mississippi Valley Division, LMVD) 設立自動化資料處理系統。由於 NED 在大地衛星之試驗方面獲得良好的進展，LMVD 選擇試驗其他衛星設施。在 NASA 與 NOAA/NESS 的協助下，LMVD 設立一套系統含有：自動量測設備、微電腦處理機資料傳送器、地球同步衛星、中心接受站、資料處理與分送之小型電腦以及簡報用之即時電子顯示器等。30 英尺直徑接收天線之內部控制，使當衛星浮動時仍可準確的接收訊號。此系統在 1977 年 2 月 14 日開始運作，其運作雖多少屬於試驗性質，但自開始使用即被視爲即時水控制管理型態來加以應用。由於此系統操作所提供的即時資料，使相關主要水工結構物運轉之決策的價值增加甚多。

雖然此系統已證明其存在的價值，許多問題仍待克服，並且所花費的經費也相當可觀。一個主要的問題爲缺乏硬體維護以及發展所有軟體之高度技術性必需人才。由於無法獲得擴充編制來從事此項工作，使大部份之工作都以合約的方式進行。不用

說，當每次系統有問題時，整個系統的可靠性就會被懷疑。當故障發生，資料能經由 NED 之資料傳送系統轉送。時間相當長時，在 Suitland, 馬利蘭與 Bay St. Louis 密州的接收站也可做為替代。其他工程師團地區、分處也同樣擁有資料搜集平台，但是沒有衛星地面接收設備，因此其資料必須經由 NED、LMVD 或其他機關的轉送。

工程師團對依賴使用人造衛星，來搜集必要的水資料方面之一個主要的顧慮，為衛星供應工程師團使用之可靠性。由於工程師團本身並不擁有與操作一枚人造衛星，因此常會有是否有適當的衛星可供使用之惱人的問題，與此問題相關的則為維持可供使用之成本計算方式。迄今為止，衛星成本並沒有轉嫁到使用機關的身上，因此它一直不是用來同其他資料搜集系統成本比較之實際成本的一部份。工程師團以及其他聯邦政府機關將對美國地質調查所 (U. S. Geological Survey, USGS) 使用裔用人造衛星之研究的結果非常感到興趣。

工程師團開始對衛星影像在水文上應用方面感到興趣的時間，可追溯至 1972 年 7 月大地衛星 I 號發射時。從衛星影像所得資訊所做水庫管制之有關工作，大都是共同的努力。

NED 與工程師團在 Hanover, 緬因州之寒帶研究與工程試驗室 (Cold Regions Research and Engineering Laboratory, CREEL) 以及康乃迪格大學之研究人員，共同合作來確定衛星影像作為即時水控制管理之有效性。雪覆蓋、土壤水份、低濕地、冰覆蓋以及洪泛區等非常有用的資料也可從影像分析裏獲得。

NASA 準備一份用來分析、辨認攔蓄水面之分析者指南。偵測與繪製程式集之基本目的，為利用 NASA 大地衛星上多波段掃描系統 (Multispectral Scanner System, MSS) 遙測所得之資料，加以分類並繪製水面圖。工程師團一直應用此程式集來更新全國水庫現況之詳細資料，而此為非聯邦管轄水庫檢視計畫之一部份。雖然此程式集為用來偵測表面積大於 4 公頃的水體，但更小的水體也可被找出。從衛星在一場大水過後不久所拍得之相片上，發現一個不平常的現象，一些小型水庫由於大量沉滓流入，使水庫變成非常混濁，因而無法偵測出來。

目前正在 Davis, 加州之水文工程中心 (Hydrologic Engineering Center, HEC) 與

CREEL 進行利用衛星於水文方面之研究。

HEC 在應用衛星影像資料於水文集水區內，建立土地使用情形之可用性與實際成本方面之研究與 NASA 合作。HEC 逕流模式被應用到土地利用情形，分別由衛星影像來描述與由傳統方法來描述之數個集水區裏。結果接着分別從精確性、時間性與成本等方面來加以比較。對於正都市化中之集水區的水資源規劃研究，必須包含各種未來發展情形之水文變動。衛星影像提供一個可獲得土地使用現況並能監視未來變更之動人的方法。

CRREL 在新英格蘭地區 參與使用大地衛星數據資料來從事雪覆蓋分析之研究。其目的為攝取大面積雨覆蓋相片，並且決定年積雪量之相當水量與從大地衛星所得之可用電腦磁帶上之相關輻射值間是否有一關係存在。在新英格蘭集水區裏二個雪脈 (Show Course) 之觀測資料則提供地面驗證以供比較。此外將進行試驗一個新近發展，用來定量的估計年積雪量之相當水量的微波感應器。對被選雪脈之輻射光譜波段比，大地衛星將提供最可靠的資料，其與積雪相當水量之相關性，將被探討與評估。如果雪的觀測能採用大地衛星之數據資料來取代地面觀測方法時，將可節省大量之經費，同時偏遠地區抵達困難之問題也可能消除。

以即時方式定量的量測土壤水份，多年來一直是項問題。CRREL 與 Dartmouth 學院物理系之研究人員合作，已發展出一張力計/轉換器 (Tensiometer/Transducer) 土壤水份量測設施。此一現場可安裝且價格不貴之水份感應器能被用來量測不同深度土壤水份含量之體積。這個設備於 1978 年秋天裝設在位於佛蒙特州北部 Sleepers River 集水區之 NOAA 試驗場附近。此系統搜集所得之資料，經由 GOES 傳送到 NOAA/NESS 再轉送至 CRREL。土壤水份資料將被輸入逕流模式來測試資料之可靠性。NED 的水庫控制中心為此研究計畫之主要推動者並積極的參與此項研究。將來土壤水份與積雪之相當水量資料，可能以即時的方式傳送至 NED 的接受站，來改正水庫進流量之預測。

在過去，設計與裝設資料搜集系統，皆由地區與分處之工程師團自行負責，很少受到在華盛頓總部之干涉。採用此項政策之理由為管理不同型態水資源事業，其所需的資料間有相當之差異。多年來，隨着科技的改良，產生許多類型的資料搜集網 (文轉第 31 頁)