

高光譜影像儀機載測試及沿海濕地量測

Airborne Test of Hyperspectral Imager and Study on the Wetland along the Coast

李龍正

溫仁佑

張勝聰

何承舫

黃鼎名

Long-Jeng Lee Jen-Yu Wen Shenq-Tsong Chang Cheng-Fang Ho Ting-Ming Hung

儀器科技研究中心

Instrument Technology Research Center

摘要

國人自行開發的推掃式(Pushbroom)機載高光譜影像儀(hyperspectral imager)已進行地面及機載測試，其光譜範圍為 435~940nm，光解析度為 3.5nm，有 218 個波段，FOV 60°。本文說明機載高光譜儀器性能及光學特性參數，也針對西海岸水域進行高光譜量測研究，討論沿海濕地植被情況及土地應用情形。本次測試航高 5000 ft，飛行時速 125 海哩，地面解析度為 1.5 m，目前已進行台中地區、埔里，台中港至麥寮六輕工業區沿海一帶取像。

關鍵字：高光譜影像儀、高光譜影像，沿海濕地

Abstract

The homemade pushbroom hyperspectral imager has been tested both on the ground and in the air. The imager has 218 bands with spectral range between 435~940nm, spectral resolution of 3.5 nm, and FOV of 60°. While flying at 5000 ft altitude and speed of 125 knots, the spatial resolution is 1.5 m. The hyperspectral instrument development and the optical characteristics will be introduced, as well as the case study on the wetland along the coast. The vegetation distribution and land use along the coast will be discussed. The airborne test has been performed in the region of Taichung, Puli, and along the coast of Taichung port to Mailiao port in Taiwan.

Keywords: Hyperspectral Imager, Hyperspectral Image, Wetland along the Coast

一、前言

在資源遙測領域中，高光譜影像儀對資源探索應用廣泛，如水域水質的優養化、濕地保育、精準農業及農地使用、礦產石油分佈、林區植群分佈及外來植群對生態影響等(李龍正，2004)。

國家實驗研究院儀器科技研究中心於近年努力空載遙測儀器開發，有多光譜「國土變遷觀測儀」，近年來也陸續開發高光譜影像儀工程體空載測試(李龍正，2004)及外來植群銀合歡高光譜影像研究(李龍正等，2004)。有關高光譜在濕地

研究有美國國防單位(Grave, M, 1994)的濕地觀察分析及 Salem 等人的濕地油污研究(Salem, F. 2005)。在本研究進行最新研製高光譜儀空載測試，利用民間空照飛機拍攝台中港至雲林麥寮六輕沿海區域，除了能提供沿海濕地高光譜影像，讓研究人員能針對國內沿海區域研究進行相關研究。

本文中除了介紹高光譜影像儀研製過程及其相關光學特性參數，並進行初部航拍高光譜影像分析，了解沿海環境生態分佈及目前土地利用狀況，並討論未來可能問題及相關設備輔助，希望未來在生態變遷能提供更多影像資源及佐証。

二、機載高光譜影像儀研製

2.1 系統概況

機載高光譜影像儀係使用光柵、楔角棱角及鏡片所組合而的光譜儀，光譜儀線性色散為 59nm/mm。使用一般廣角相機鏡頭，成像於 35 μ m 狹縫，視角 FOV 60 $^{\circ}$ ，飛行高度於 5000 呎，空間解析度約 1.5m，使用 Atmel-T20 CCD，取其部份像素 1150x218(原像素為 1150x437)，1150 像素為空間軸，218 為光譜軸，資料格式為 12 位元，取像速率約 32 幅/秒。飛行取像採用推掃式(Pushbroom)，地表太陽光反射經鏡頭成像於狹縫上，再將狹縫空間上各點由光譜儀分光成像於 CCD 上，其資料存檔格式為 ENVI 可讀取格式。

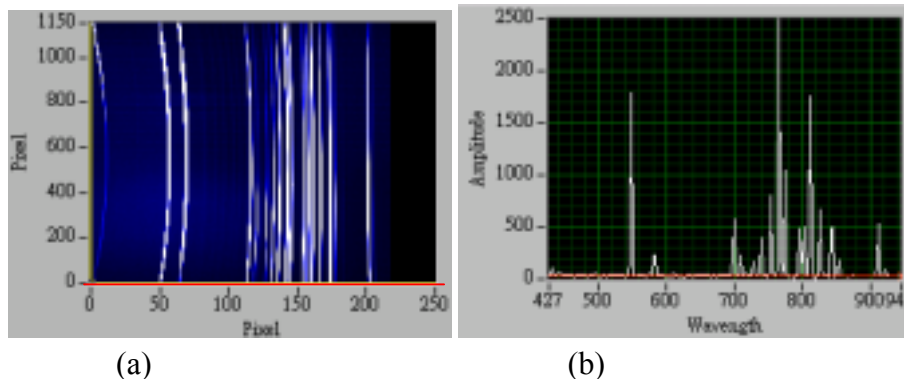


圖 1：高光譜儀實體

目前高光譜影像儀的鏡頭是可更換，可依使用者徵換所須視角像機鏡頭。

2.2 光譜定址

高光譜影像儀所擷取每一幅影像一軸為光譜軸，另一軸為空間軸，光譜軸的光譜位址，須要進行校正，利用 Oriel 光譜燈源 HgAr 的光譜線做為光譜定址的依據。HgAr 光譜燈源對準於高光譜儀鏡頭前面，取得影像如圖二 2(a)，再將圖二(a)中紅線部份取其線剖面(line profile)如圖二(b)，可得該空間的光譜。將其光譜和 HgAr 燈管的特性光譜做二次最小均方差對應，即可將光譜軸定址，所得光譜範圍為 435~940nm，再由部份譜線半高寬求取光譜解析度約為 3.5nm(於約 764nm 處)。一般光譜影像儀皆有微笑曲線的困擾，於高光譜儀亦有微笑曲線，於紫光 435nm 處差 10 像素，在綠光 550nm 差 5 個像素，這些微笑曲可經軟體修正為直線。



圖二：(a)高光譜儀 HgAr 光譜燈成像圖 (b)定址完後光譜位置

三、高光譜影像儀空載測試

高光譜航測使用群鷹翔航空的空照飛機 BN2，並使用其穩定平台 T-AS，飛行記錄高光譜影像係使用桌上型電腦，並由 Applanix 的 POS-AV 記錄飛行姿態，供影像處理進行姿態修正，系統裝置如圖三所示，雖然航拍有穩定平台進行即時姿態水平修正，但在沿海側風強大，影像仍須後續處理。在 2005 年 11 月 30 日拍攝自台中港至雲林麥寮六輕沿海進行航拍，飛行高度 5000ft。如圖 4 為台中港區和彰濱工業區高光譜影像中三個波段紅光(850nm)、綠光(670nm)及藍光(561nm)套色而成的假色影像，可見工業區植被分佈及房屋建築。以下光譜影像套色同上，不在贅述。



圖三. 高光譜影像儀裝置及空載實驗飛機 BN2

四、高光譜影像於沿海濕地調查

高光譜影像應用於沿海濕地研究，在國外研究頗受重視，因其提供較多光譜資料供植群進行植群分類，對植群的健康植數，在多光譜研究係使用植被指數，但高光譜除了提供植被指數外，尚可提供 red shift 可了解植被生長情況，生長品質，如生長在污染的環境，植被生長時程會受影響。

在台灣西部沿海如有深水港口，大都興建工業區和發電廠，台中港和雲林麥寮六輕工業區就是典型的例子，如圖四，台中港週邊工業區和彰濱工業區已規劃完成，從影像了解綠色植被比例未若科學園區，重工業區帶來問題就是熱和污染，綠色植被可減低工業區的熱問題。再者沿海地區興建垃圾掩埋場似乎無法避免，如圖四(b)彰濱工業區南方垃圾掩埋場覆土處的植被發育狀況不是很



(a)

(b)

圖四：高光譜航照假色影像圖，(a) 台中港 (b)彰濱工業區

好。

沿著台中港至雲林麥寮港航拍，發現彰化苑芳二林溪口出海處有一處符合濕地標準，如圖五(a)。其植被健康指數均較地上植物高。此處似有實驗區，此處以南漁塭較少，大都農田均有作物。圖五(b)為雲林麥寮六輕東方，北方為濁水溪出海口，大都為漁塭養殖業，圖五(b)中間林地為木麻黃防風林，剛好將工業區和漁塭隔離，降低養殖業者餘慮，而施厝大排水溝至虎尾溪出海口原有泥沙皆已深竣放至東方處，以為工業區阻隔和交通運河觀光之用。

圖六為六輕的西邊靠海處假色影像，與海爭地，並促進地方繁榮，提供觀



(a)

圖五：假色影像航照圖，(a)彰化苑芳，北方為二林溪出海口。(b)雲林麥寮六輕東方，北方為濁水溪出海口。



(b)



施厝大排水溝

圖六：雲林麥寮六輕工業區假色影像圖，標註A為灰塘，標註B為未來灰塘或填沙處，標註C為港口，標註D為近期工業計畫。

光景點，上方為濁水溪出海口，並有防風木麻黃和風力發電風車抵禦強烈東北季風，在沿海港口旁邊為煤炭火力發電廠，而煤炭燃燒後的灰爐，放入灰塘 A(標註 A)，當灰塘填滿後，再填入灰塘 B(標註 B)，這樣可減少填沙成本，也是很環保的做法，而 D 區(標註 D)是正進行填沙工作，進行新期工業計畫。以高光譜假色影像評估六輕，六輕綠色植被比例較高，較有效減少工業帶來熱的問題，如能在其東側種植深根植物，以為得來不易的水土保持和阻隔工業區污染外面養殖區域。

在此次航拍選擇沿海地區，希望藉由高光譜推算沿海植被率，用以了解沿海水災積水處一些原因，推估沿海有綠色濕地，地處較高，也較有農田，而漁業養殖多，植被率少，可能會地處較低，所以較難有綠色濕地，其原因可能是抽取地下水造成地層下陷。

五、未來的工作方向

台灣沿海土地利用大都為魚溫養殖業及農田，養殖業者超抽地下水用以養魚，已造成地層下陷，由近年來沿海水災積水處可了解問題嚴重性，地層下陷，土質鹹化，農作生產亦有影響。隨著工業科技引入，部分土地已變為工業區如六輕及彰濱工業區等。雖然工業區方面均有良善管理和計畫推動，在污染防治和環境保護進行也不遺餘力，然對環境生態影響仍有餘慮，如雲林麥寮六輕工業區和台中港的電力來源係煤炭火力發電，其熱氣及排放空氣均會造成生態衝擊；再者台中港至彰濱工業區之空氣景懸浮微粒之濃度已超過標準，也受環保署關切，其工業區所帶來廢棄物處理及掩埋也須強置分類。所以工業區週遭生態及水質優養須不定期監測，藉以了解生態變遷而有所警訊。目前高光譜儀波段範圍自 435~940nm，可提供植被指數及生長期的 red shift，藉以了解植被發育狀況和水質優養情況。可以利用海中水藻的葉綠素光譜推估分佈是否有受熱影響，但是如有熱紅外波段影像，可提供區域性熱分佈，對照高光譜所提供植被發育情況，可輔助了解環境脈動變化，找出問題和解決方式。

六、結論

自製高光譜影像儀經過空載測試，在影像品質和空間解析度均較原來工程體高。此次航拍結果除了驗證高光譜儀器各項功能和週邊設備，另外也進行沿海地區植被研究，也了解六輕工業區規劃及生態現況，希望未來能引入熱影像儀配合高光譜儀，以為工業區所帶來熱和污染問題進行研究。

七、誌謝

感謝國家科學委員會及國家實驗研究院支持本研究，並對群鷹翔航空黃震靜先生在航道規劃及穩定平台操作協助，於此誌謝。

八、參考文獻

李龍正，2004，高光譜影像儀發展及影像市場前景，科儀新知，第 26 卷，第 2 期，頁 50~57。

李龍正，2004，本中心自製機載高光譜工程體首航測試，精儀中心簡訊，第 62 期，第 1~2 頁。

李龍正、蔡和霖、李良愷、黃鼎名，機載高光譜影像儀研製及空載測試，第二十三屆測量學術及應用研討會，2004。

Graves, M, U.S. Army Cold Regions Research & Engineering Center, Hyperspectral Imagery: A new Tool for Wetlands Monitoring/Analyses, WRP Technical Notes WG-SW-2.3, 1994. <http://el.erdc.usace.army.mil/wrtc/wrp/tnotes/wgsw2-3.pdf>

Salem, F., Kafatos, M., El-Ghazaw, T., Gomez, R. and Yang, R., Hyperspectral Image Assessment of Oil-Contaminated Wetland, International Journal of Remote Sensing, Vol. 26, No. 4, pp.811-821.