

海洋遙測方法與應用實例

著者／呂黎光

交通大學土木研究所博士
現任職海軍官校海洋科學系教師

遙感探測(Remote Sensing簡稱遙測)顧名思義，不直接接觸目標物，即能測知目標物之特性的一門技術。較嚴謹定義遙測即是利用載台(如衛星、飛機)上的感測器(如多譜掃描儀、航照相機)來蒐集地表及海面之反射或輻射電磁波，紀錄為類比或數位影像資料，並據以分析、判釋或推論目標物及其相關資訊的一門技術。遙測技術發展之起初，以大範圍稻米農作的調查及深山峻嶺中的林木數量分布調查最具成效，隨後，遙測技術逐步推廣應用到各領域，舉凡資源探勘、環境監測到災害調查等遙測技術都派上用場，從電機、資訊與影像處理基礎研發，拓展應用到農、林、漁、牧各個產業，從陸地、大氣到海洋，遙測技術無所不在，身為海洋國家一員，不知海洋遙測，不懂應用海洋遙測，那可真落伍了。

壹、前言

人類用眼睛看東西就叫遙感探測，遙測技術人類與生俱來，人一呱呱墜地就開始使用遙測技術，遙測技術人人會用，時時在用，無處不用，但我們對遙感探測知多少？海洋遙測價值何在？又如何應用？

貳、遙測技術的特色與方法

遙測技術具有廣景覽要、便捷安全、無遠弗屆以及周而復始的特長，採用遙測方式即可克服實地觀測的不能與不足，它是傳統觀測方法很好的輔助工具。遙測技術也非萬能，先天性的限制如表皮性

(SKIN)、解析力不足以及重複周期較長。如同人用眼睛觀察周遭景物，包括人與人面面對望，也只能觀看表面意象，表皮性是遙測技術基本限制，“知人知面不知心”，這正是遙測技術的寫照，而熟稔遙測技術，正如同以目相人，觀其人，視其面，亦可知其心，此即遙測技術經驗累積功力的表現。此外，飛行掃描或衛星繞地觀測，空間上佔足優勢，但時間上卻是間斷而缺乏連續，尤其是衛星遙測繞行掃描時間間隔少則三、五天，多則長達近一個月，對緊急災變(如船難與漏油事件或地震、海嘯、水災及森林大火等)很難持續監測而有效掌控變化，這些限制在使用遙測技術之時就得了解在先，以免鞭長莫及或緩不濟急。我們常用的遙測方式依影像成像有無，大致可分為影像式及非影像式量測，若依發射與接收特性則可區分為主動與被動遙測。主動遙測包含雷達遙測、激光遙測及聲遙測；被動遙測則涵蓋可見光遙測、紅外與熱感遙測、被動微波遙測、紫外光遙測以及螢光遙測等。

參、海洋遙測的應用範圍

遙測技術於海洋方面的應用如下所述，舉舉大端，不一而足，能巧妙應用，效益可觀。海洋遙測應用範圍如下：

- 一、海面溫度
- 二、水色(如葉綠素含量)
- 三、懸浮固體(如漂砂)
- 四、汙染(油汙和廢棄物等)
- 五、海岸變遷
- 六、海洋鋒面及湧升流
- 七、海面水位及潮汐
- 八、風場及波場
- 九、淺海水深地形
- 十、海流

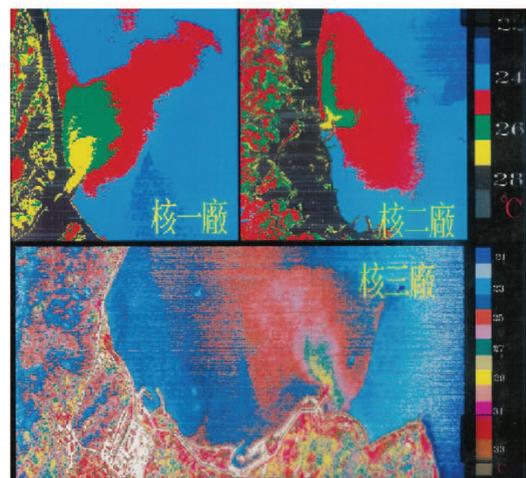


圖1 核電廠溫排水遙感監測

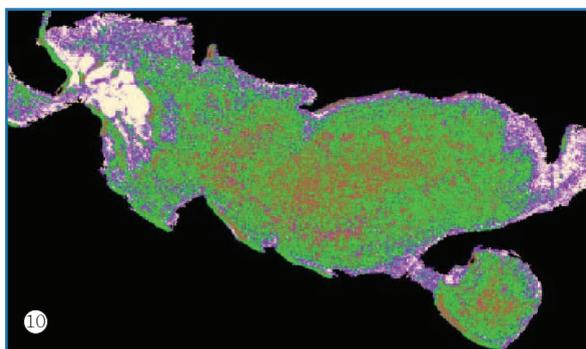
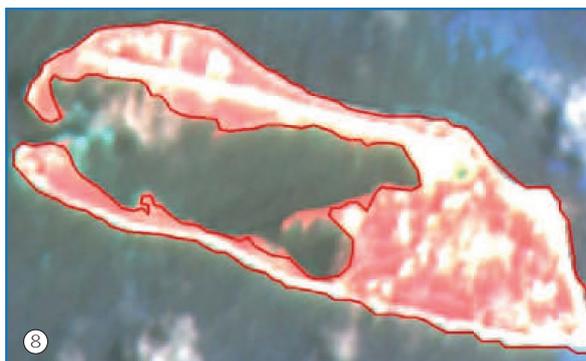
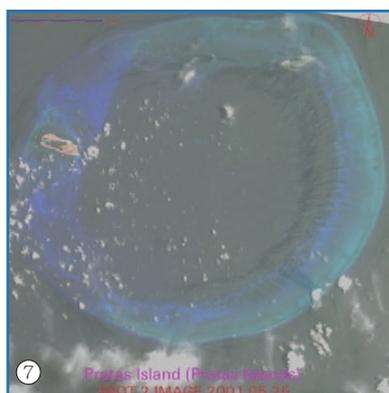
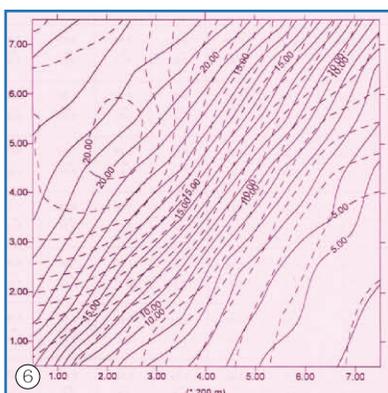
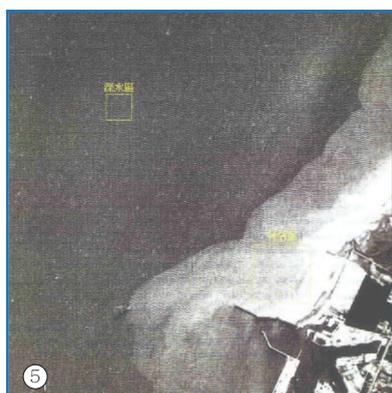
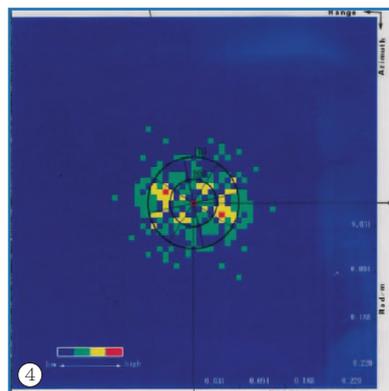
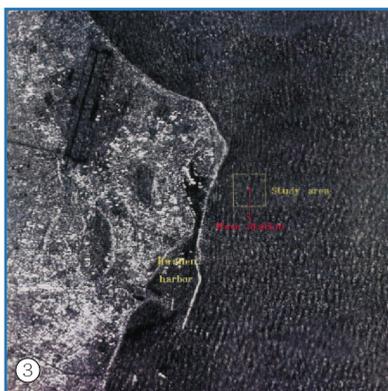
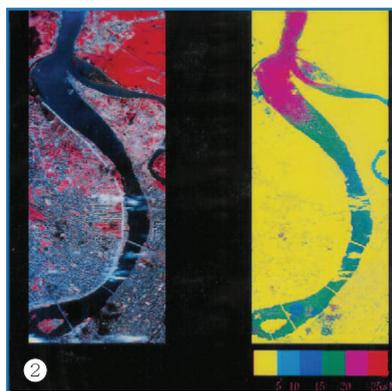


圖2 淡水河段衛星影像與汙染遙測分析
 圖3 ERS-1衛星 SAR合成孔徑雷達之花蓮港影像
 圖4 花蓮波場遙測之波數能譜分析波長及波向
 圖5 法國SPOT 3衛星台中港影像比較
 圖6 SBM遙測等深線(虛線)與實測等深線(實線)比較
 圖7 東沙環礁衛星影像
 圖8 東沙島岸線與面積之遙感測繪
 圖9 東沙島福衛二號衛星影像
 圖10 東沙島潟湖珊瑚礁分類測繪

十一、內波

十二、海冰

肆、海洋遙測應用成效

一、海面溫度遙測：其原理乃通過測定水面目標物的黑體輻射強度來獲取溫度資訊。一般採用熱紅外波段或微波波段分析，科學研究海面溫度與微波影像之輻射數值更接近線性關係，有較佳應用成果。海面溫度分布與動態變化，影響水中營養物質富集與魚類迴游，海面溫度遙測除可提供漁情之外，尚可提供海流指標及輔助熱汙染監測(如核電廠溫排水遙感監測，圖1 工研院能資所提供)(盧及吳, 1983; Tassan, 1987)。

二、色遙測：可見光遙測影像中，海面水色差異是由於海洋水體中物質組成的不同而產生，感測器接收到海面信息，取決於海水對輻射的吸收和散射，其與海水的物質組成和含量密切相關，利用此關係分析影像，獲取海面水色資訊加以應用。漁業產量估計、魚群分佈通報及汙染分布分析(如淡水河段汙染分析，圖2 工研院能資所提供)(鄭等人, 1984;

Deering, 1989; Mace, 1982)等都是很好應用範例。

三、波浪遙測：波浪影像藉由能譜分析，獲取波浪系統之波長與波向，進一步再取得頻率與波高資訊，提供應用(如花蓮港外波場遙測分析)。一般採用微波遙測獲取廣域波場資訊，提供海況測報及海洋工程規劃施工之參考(呂等人, 1993; Leu et al., 1996)。

四、近海水深遙測：一般採用可見光測深，可見光有效穿透水深僅及二、三十公尺，水深再深遙測誤差增大而失準確。另外，波譜水深法(SBM)則利用波浪傳播由外海到近岸，水深漸淺，波長亦隨之改變，由波場影像分析推算水深分布。對台灣而言，東岸水深過深，西岸海域汙染過於嚴重，可見光測深幾乎不可行，使用波譜水深法測深似乎較為可行(如台中港近岸水深遙測)(呂等人, 1997; Leu et al., 1999)。

五、疆國土資源遙測：從衛星影像自動測繪分析海岸線長度與島嶼面積，既便捷又安全，可獲取最新資料，隨時更新國土資訊，如澎湖群島、東沙島及南沙太平

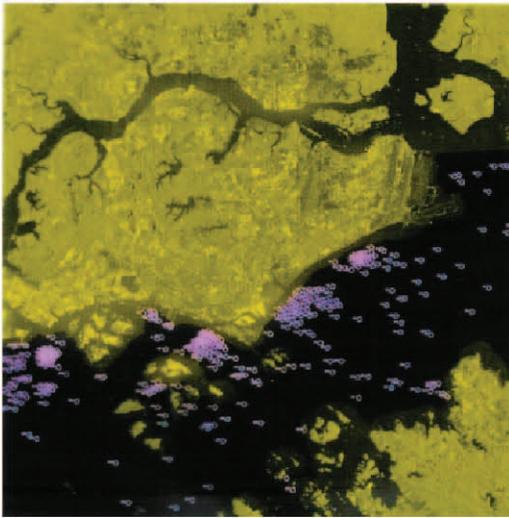


圖11 新加坡之船舶衛星遙感偵測系統

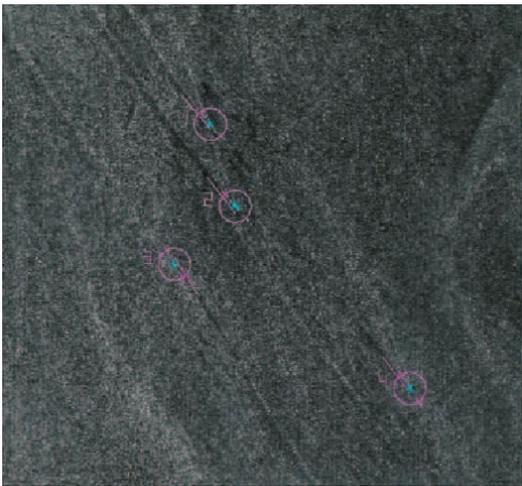


圖12 船舶航速與航向遙測分析

島等國土資源之遙感測繪(參衛星影像及東沙島測繪成果)(呂等人, 2003)。

六、珊瑚礁遙測：東沙環礁已列入國家公園，高雄市政府著手規劃開放觀光，

其生態環境保育與管理愈形重要，以東沙島內潟湖為例，將其內之海域珊瑚礁進行遙測分類(如福衛影像及其分析成果)，並了解其分布概況，可資生態環境管理決策之參考依據(呂, 2006)。

七、船舶遙感偵測：透過合成孔徑雷達影像分析船舶及其尾跡，可探測得知船舶位置、航速、航向及其噸位或大小(參衛星影像及其分析成果，新加坡遙感成像中心CRISP提供)，對港區附近出入船隻有一全面性掌控，使港口吞吐量之統計及航運管理等港務工作推行更加順遂(Eldhuset, 1996; Sanderson P G, 2001)。

伍、結語

結合遙測技術於海洋方面的應用已是一種趨勢，現場實測的不足與不能，有賴海洋遙測技術的支援，海洋儀器現場量測以時間為主軸，分析現象之時間變化，海洋遙測則屬空間觀測，提供空間資訊，兩者相輔相成，時空偵測與變化分析，更可把海洋現象看得更完整，瞭解更透徹，當可將海洋遙測技術發揮到極致，創造最佳應用效能。遙測技術引進海洋，須推動

專責機構的設置與層級提升，以利海洋遙測技術研發與相關業務的推動，專業人才的培訓，資料處理技術與能力的提升，以及教育宣導和推廣應用的加強都是當務之急。近年來我們樂見有更多人力、物力投入海洋遙測，在迎接海洋遙測時代的來臨，我們更期待海洋遙測技術的應用開花結果，成果豐碩。 🌊

參考資料

- 1 呂黎光，珊瑚礁之遙感探測分析與應用，國防部人力司結案報告，2006。
- 2 呂黎光，方司佐，劉雨青，林曉正，楊柏綱，海疆國土資源之衛星遙測分析與管理，第二十二屆測量學術及應用研討會論文集，pp.29-36,2003。
- 3 呂黎光、郭一羽、劉進金，SPOT資料應用於海洋波場試驗觀測，航空測量及遙感探測，第25期，P.73-93，1993。
- 4 呂黎光、劉倬騰、郭一羽、賀文凱，「波譜法遙測推算近岸水深」，航測及遙測學刊，第二卷第四期，39-63頁，1997。
- 5 林敏基，海洋與海岸感應用，海洋出版社，PP.537，1991。
- 6 盧誌銘、吳啟南，遙測技術應用於金山核能---廠溫排水調查，海洋工程研討會，1983。
- 7 鄭文哲、吳啟南及盧誌銘，淡水河流域河川水質遙測計畫報告，能礦所服務報告第252號，共85頁，1984。
- 8 Dale A. Quattrochi and Jeffrey C. Luvall, Thermal infrared remote sensing for analysis of landscape ecological processes: methods and applications, *Landscape Ecology*, Volume 14, Issue 6, pp 577-598, 1999.
- 9 Deering, D. W., Field measurements of bidirectional reflectance. In *Theory and Applications of Optical Remote Sensing*, edited by G. Asrar (New York, Toronto : John Wiley & Sons), pp.14-65, 1989.
- 10 Eldhuset K., An automatic ship and ship wake detection system for spaceborne SAR images in coastal regions, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 34, no.4, pp. 1010-1019, 1996.
- 11 Leu L. G., Y. Y. Kuo, C. T. Liu “Examples of Ocean Wave Spectra Estimated from ERS-1 SAR Images”, *Lamer* Vol.34 NO.2, PP. 45-55, 1996.
- 12 Leu L.G., Y. Y. Kuo, C. T. Liu, “Coastal Bathymetry from the Wave Spectrum of SPOT Images”, *Coastal Engineering Journal*, Vol. 41, No. 1, PP. 21-41, 1999.
- 13 Mace, T. H., Characterization of Lake Water Quality Parameters with Airborne Multispectral Scanner Data : Flathead Lake, Montana. *Proceedings of the American Society of Photogrammetry*, pp.375~387, 1982.
- 14 Sanderson P G, The application of satellite remote sensing to coastal management in Singapore, *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 30(1):43-48. 2001.
- 15 Tassan, S., Evaluation of the Potential of the Thematic Mapper for Marine Application, *IJRS*, Vol.8, No.10, pp.1455~1478, 1987.