

出國報告（出國類別：實習）

# 遙測及地理資訊系統在農業生產之 應用

服務機關：行政院農業委員會林務局

姓名職稱：黃兆吟 技士

派赴國家：印度，新德里

出國期間：2009-11-5—2009-11-28

報告日期：2010-2-5

# 「遙測及地理資訊系統在農業生產之應用」出國報告

黃兆吟

行政院農業委員會林務局

## 摘要

本次課程自 11 月 6 日至 11 月 25 日，以介紹地理資訊系統及遙測原理為主，其它參訓國家計有敘利亞、巴基斯坦、蘇丹、奈及利亞、依索比亞等 5 國，課程除理論講解外，尚有野外實習、實機操作及參觀其他研究機構等。

課程內容大多講述如何把農業與遙測及地理資訊系統結合，以提高農作物產量的預測精準度，增加土地利用的效率，以及部分遙測理論。

另曾至印度 Uttar Pradesh 州之農村由政府官員實地帶領學員觀看官方推估農作產量的做法。

此外，亦有參觀「印度遙測研究所（Indian Institute of Remote Sensing）」，該中心有介紹印度的相關遙測技術及遙測發展歷史，亦有至農地中瞭解其如何蒐集土壤含水率及太陽輻射資料，以做為衛星影像的校正值。

## 目次

一、目的 .....	1
二、課程 .....	1
三、心得與建議 .....	15

## 一、目的

本次訓練係由「亞非農村發展組織(Afro-Asian Rural Development Organization, AARDP)」所舉行，於印度首都新德里的「印度農業統計分析研究所」進行相關課程，主要目的係使參訓人員將所學知識及技術帶回國進行推廣。上課內容均以遙測及地理資訊系統如何運用於農業發展及進行農產量推估，及介紹相關調查方式及使用設，另有參觀進行相關研究之研究中心。

## 二、課程：

日期：2009.11.06，天氣：陰霾

課程名稱：Research Methodology for Agricultural Statistics & Computer Application in Agriculture

主講者：Dr. V. K. Bhatia

課程內容：

課程大意：講述在印度電腦運用於農業調查領域的歷史及未來展望，同時亦介紹 IASRI 之成立過程，及內部運作情形。

課程名稱：Statistical Methods

主講者：Dr. V. K. Bhatia

課程內容：講義 P1-14

課程大意：利用統計學中的平均值（mean）的敏感度，告知學員如何剔除資料庫中人為誤植之資料或極端數字，以使資料庫可以被運用。為基礎的統計學。

課程名稱：Planning and Designing of Survey

主講者：Dr. K.K.Tyagi

課程內容：講義 P15-23

課程大意：在進行調查之前，必須先瞭解調查之目的，以利建立調查方法以及訓練調查人員。此部分所講述的調查前置作業，與我國目前欲進行之**農林漁牧業普查**相當類似。

**日期：2009.11.07，天氣：陰霾**

課程名稱：Spatial and Non-spatial Information System for Agriculture Research

主講者：Dr. P.K.Malhotra

課程內容：講義 P93-104

課程大意：講述空間資料如何與非空間資料間（屬性資料）的整合及應用方式，其中目前廣泛使用的 Google earth 即是最好的例子。空間資料及起屬性結合之後，才有應用之價值，也才能提供決策使用。

課程名稱：Designing of Data Base

主講者：Dr. S.B.Lal

課程內容：講義 P105-114

課程大意：主要在講授如何設計及建立資料庫以便利用，以及資料庫最基本的型態。為基礎統計學範疇。

課程名稱：Hands on Practice on Data Base Designing

主講者：Dr. K.K.Chaturvedi

課程內容：實機操作

使用 Microsoft Access 2007。

**日期：2009.11.09，天氣：陰霾**

課程名稱：Sampling Techniques I, II

主講者：Dr. Tauqueer Ahmad

課程內容：講義 P24-42

課程大意：簡述相關調查方法為講述內容，例如：現地調查、個人訪問、電子郵件訪問、電話訪問、網路填寫等方式，同時亦講述各種取樣方式及取樣原理。

課程名稱：Survey for Estimation of Cost and Production

主講者：Dr. U. C. Sud

課程內容：講義 P73-83

課程大意：講述印度政府如何利用農業調查所得資料訂出農作物之最低收售價格，以提供農民最低之收入保障，其所調查的項目中包含作物種類、產量、農村人口及農民顧工費用等數個項目。與本國欲進行之**農林漁牧業**普相當類似，惟印度政府每年以取樣方式進行調查。

課程名稱：Livestock Surveys

主講者：Dr. Hukum ChanDra

課程內容：講義 P58-67

課程大意：印度政府相當重視畜牧業之調查作業，因畜牧業為印度重要經濟及農產收入來源，依據 2003 年 FAO 調查資料顯示，印度的牛隻（含水牛）數量為世界第一位，故畜牧業在印度之重要性自不在話下。本課程講述調查及推估方法。

**日期：2009.11.10，天氣：陰霾**

課程名稱：Principles of Remote Sensing

主講者：Dr. U. C. Sud

課程內容：講義 P115-122

課程大意：主要講述遙感探測之原理，為基本入門知識。

課程名稱：Small Area Estimation in Sample Surveys

主講者：Dr. B. C. Panda

課程內容：講義 P143-165

課程大意：本課程係以大尺度之調查成果，推估小範圍資料。以印度為例，全國性的農作調查樣點數量為 500,000 點，若要以其調查方法對各農村進行取樣調查，則全國樣點數將增加 15 倍，即 7,500,000 點，要對前述樣點進行調查實屬困難，故印度政府利用現有之全國尺度之 500,000 樣點，推算樣點周圍均值環境之村莊農作產量。

課程名稱：Horticulture Surveys

主講者：Dr. Tauqueer Ahmad

課程內容：講義 P84-92

課程大意：印度將葉菜類、香料作物及水果類視為園藝作物，與一般的稻作等主食進行區隔，其調查方式目前係以以村調查 150-200 人，由調查員與農民接觸後，隨即確定其作物之採收日期，並於採收當日前往取樣。以果樹為例，每座果園隨機挑選 4 棵樣木為產量推估用，以該 4 棵樣木之產量該座果園之產量。

由於此方法所需之調查人力眾多，IASRI 目前正在研擬新的調查方案，如新方案確定可行，則查訪之農民人數將降至 20 人，可大幅增加調查效率。

**日期：2009.11.11，天氣：陰霾**

課程名稱：Historical Perspective in Sample Surveys

主講者：Dr. A. K. Srivastava

課程內容：調課至 11 月 12 日

課程名稱：Crop Estimation Surveys

主講者：Dr. A. K. Srivastava

課程內容：調課至 11 月 12 日

課程名稱：Digital Image Processing

主講者：Dr. Anil Rai

課程內容：講義 P166-177

課程大意：主要講述衛星影像拍攝及成像原理，以及如何處理衛星影像使其符合研究需要。

課程名稱：Practical on Digital Image Processing

主講者：Dr. Santosh Kumar 及 G. M. Pathak

課程內容：實機操作

課程大意：使用 ERDAS IMAGINE 9.3(講義中為 8.6 版介面，操作方式無太大差異)

**日期：2009.11.12，天氣：陰霾**

課程名稱：Digital Image Processing

主講者：Dr. Anil Rai

課程內容：講義 P166-177

課程大意：主要講述衛星影像拍攝及成像原理，以及如何處理衛星影像使其符合研究需要。

課程名稱：Map Projection and Coordinate System

主講者：Dr. Milap Punia

課程內容：講義 P189-195

課程大意：以地圖之投射原理及座標為主要講述內容，其中因測繪地區不同及製圖目的不同，所使用之投影方式亦隨之改變。

課程名稱：Historical Perspective in Sample Surveys  
主講者：Dr. A. K. Srivastava  
課程內容：講義（P43-49）  
課程大意：以樣區調查之演進歷史為主要課程內容。

課程名稱：Crop Area and Production Surveys  
主講者：Dr. A. K. Srivastava  
課程內容：講義（P50-57）  
課程大意：概述印度地區之農產量預測方式。

**日期：2009.11.13，天氣：陰霾**

課程名稱：Introduction to Geographic Information System (GIS)  
主講者：Dr. Prachi Misra Sahoo  
課程內容：講義 P178-188  
課程大意：簡述地理資訊系統之組成及應用。

課程名稱：Introduction to Global Positioning System (GPS)  
主講者：Dr. Anil Rai  
課程內容：講義 P205-224  
課程大意：簡述全球定位系統之組成及應用。

課程名稱：Practical on GIS  
主講者：Dr. Sameer Farooqi and Gracy Oinam  
課程內容：實機操作  
課程大意：實地使用 PDA 進行現場製圖。



日期：2009.11.14，天氣：陰天

課程名稱：實地參訪 Uttar Pradesh 州的一個小農村(單趟車程 5 小時)

主講者：印度州政府農業官員

課程內容：

課程大意：瞭解州政府如何抽樣及預測農產量

印度行政體系於國家以下之最大單位為州，村為最小單位，本次係以德里以東約 300 公里處 Uttar Pradesh 州的一個小農村進行實地考察。印度的農作季節由每年的六月開始至隔年七月，在這期間州政府的農業官員須至其所轄農村田野做至少 3 次巡視，一次為夏季、一次為冬季以及這兩季中間。



圖 1、Uttar Pradesh 州所在位置



圖 2、沿途農田



圖 3、印度州政府官員

於農村中該農業官員展示了本次參訪農村的地圖，其繪製方式類似我國之地籍圖，於農村中的所有物件都被詳細描繪於上，並給予數字代碼。另有一本各農田所有人資料簿，上面詳細記載該農田之繼承、轉讓、售予及分割等資料，同時如有售予情況，也記載其售價。除此之外，還有一本農田紀錄簿，其上記載了該村各農田之面積及作物種類。在做過簡單之介紹之後及前往農田實際瞭解其取樣方式。



圖 4、參訪農村之農田位置圖

本日所取樣的農田為長 80 步、寬 58 步，作物種類為水稻。農業官員表示，在測得農田實際大小之後，長寬將各減去 13 步，以免樣區超過作物範圍。因此

農田被分割成 67\*45 的小網格，此時再以事先繪製好的隨機數字表格挑選數字，並前往所得數字位置。在抵達樣點之後，以其為頂點朝最靠近之田埂方向，設置一邊長為 10 公尺之全等三角形，並收割其中所有之稻米進行秤重，再推估該農田之稻作產量。



圖 5、州政府官員正在農田設置三角型樣區

但並非所有農作物均使用全等三角形之樣區，根據 Dr. Anil Rai 表示，如果今天取樣作物為蕃茄，則是設置一邊長 5 公尺之正方形樣區，故各種作物均有其特有之樣區取樣及設置方法。



圖 6、現場討論

**日期：2009.11.16，天氣：晴**

課程名稱：Fisheries Survey

主講者：H.V.L Bathla

課程內容：講義 P68-76

課程大意：講述印度之漁業統計方法，其中亦包括市場販售之合法魚貨及非法魚貨，以及利用販賣之魚種與該魚種產地距市場之距離推算損失魚貨量。

課程名稱：Data Quality and Errors in GIS

主講者：Dr. Sameer Farooqi

課程內容：講義 P225-230

課程大意：講述於地理資訊系統中，所可能產生之誤差，其誤差的種類。

課程名稱：Digital Image Processing using ERDAS

主講者：Dr. Anil Rai 及 Santosh Kumar

課程內容：實機操作

課程大意：使用 ERDAS IMAGINE 9.3(講義中為 8.6 版介面，操作方式無太大差異)

日期：2009.11.17，天氣：晴

課程名稱：Trip to Space Application Center, Ahmedabad (取消)

主講者：Dr. K.R. Manjunath

課程內容：因 IASRI 未取得安全認證而未成行，由其派員前來授課。

課程大意：講述有關該中心如何進行印度全國之農業調查。

課程名稱：Trip to National Agricultural Science Museum

主講者：博物館人員

課程內容：

課程大意：主要介紹印度農業發展的歷史、演進及未來發展方向。

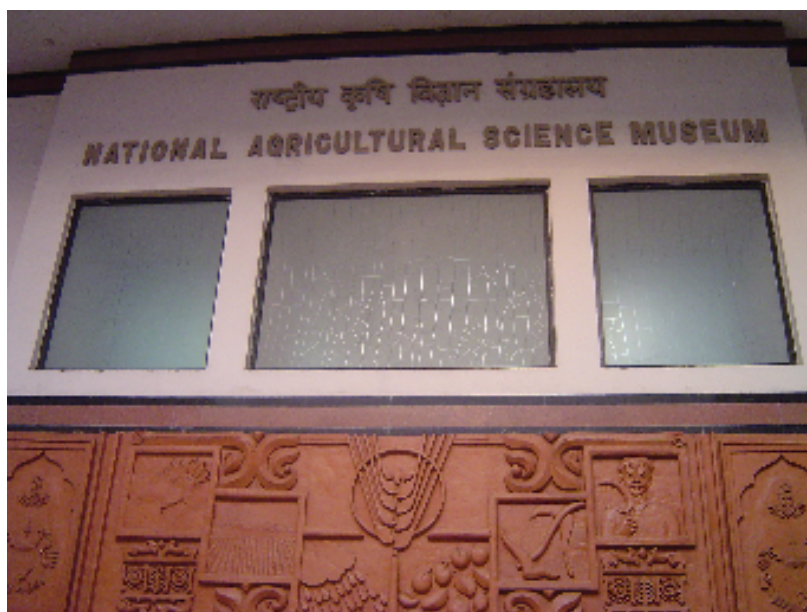


圖 7、博物館內部



圖 8、內部展場 I



圖 9、內部展場 II



圖 10、印度農業部長(任何事情都可以等，農業則不)

日期：2009.11.18，天氣：晴

課程名稱：Spatial Data Analysis

主講者：Dr. Prachi Misra Sahoo

課程內容：講義 P196-204

課程大意：講述基本之圖層套疊及應用。

課程名稱：Practical on GIS

主講者：Dr. Sameer Farooqi and Gracy Oinam

課程內容：實機操作

課程大意：使用 ESRI ArcView 3.2。

日期：2009.11.19 至 21，天氣：晴

課程名稱：實地參訪 Indian Institute of Remote Sensing (單趟車程 8 至 10 小時)

主講者：該機構研究人員

課程內容：瞭解印度如何應用遙感探測

課程大意：



圖 11、I.I.R.S.所在位置

印度政府除了應用外國衛星進行農作物產量推估外，也自行製作及發射衛星，其太空科技至今也發展超過 40 年，目前印度自製衛星所生產之影像解析度最細緻者可達  $1m*1m$ ，但由於區域廣大，實際現場作業所使用之影像解析度為  $23m*23m$ 。

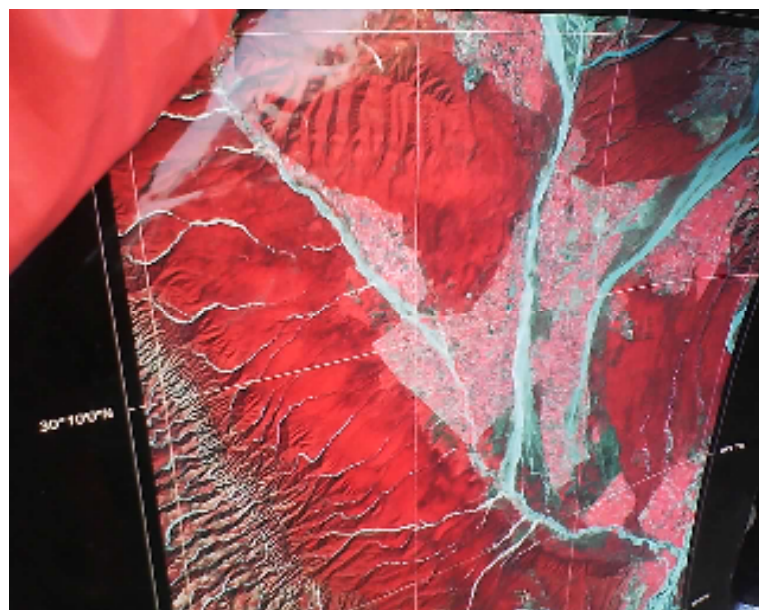


圖 12、印度於農業使用之衛星影像

由於印度之作物推估方法相當依重 NDVI 值，所以需配合衛星拍攝時間派員至調查範圍調查農田之土壤含水量及陽光之輻射值。



圖 13、於農地中測量太陽輻射值。

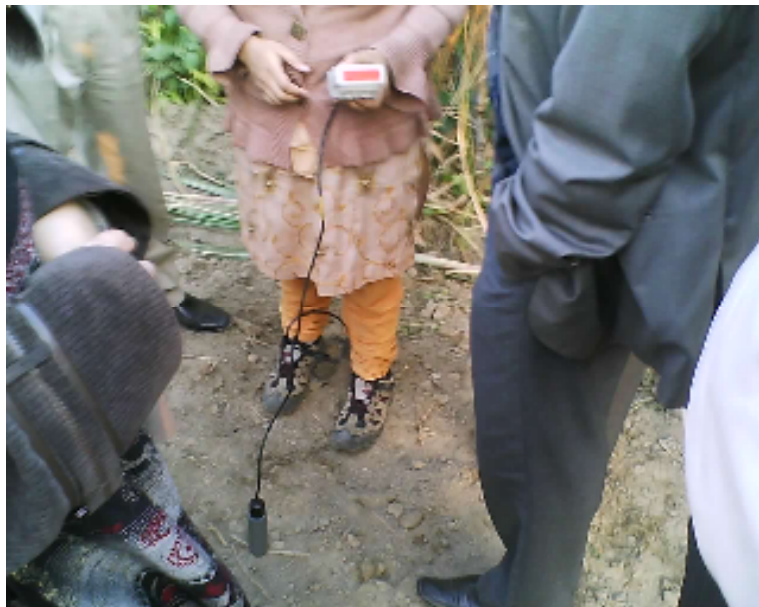


圖 14、於農地中測量土壤含水率



**日期：2009. 11. 23，天氣：晴**

課程名稱：Application of GIS in Spatial Sampling for Agricultural Surveys

主講者：DR. Prachi Misra Sahoo

課程內容：講義 P243-252

課程大意：簡述現地調查取樣之原理及應用方式。

課程名稱：Use of Remote Sensing for Crop Yield Simulation

主講者：Dr. V. K. Sehgal

課程內容：講義 P253-263

課程大意：簡述如何將結合遙測影像及地面調查成果推估作物產量，明確的說，遙測影像必須結合地面調查結果才能進行作物產量推估，兩者缺一不可。

課程名稱：Application of GIS in Agro-Forestry

主講者：Dr. Tauqueer Ahmad

課程內容：講義 P264-272

課程大意：簡述如何利用 GIS 推估潛在可以進行農林業之區域，本方法目前仍在試驗階段。發展本方法之主要目的為幫助印度農人增加收益，但由於並非所有農地均能生產林木，故必須進行調查及推估潛在可造林區域。

課程名稱：Remote Sensing and GIS in Precision Agriculture

主講者：Dr. Rabi N. Sahoo

課程內容：講義 P273-281

課程大意：簡述如何應用遙測技術管理農田。因印度農作範圍相當廣大，如不應用遙測技術進行農田管理，將造成資源及時間的浪費。

課程名稱：A Study of Land Use Statistics through Integrated Modeling Using GIS

主講者：Dr. Rabi N. Sahoo

課程內容：講義 P231-242

課程大意：簡述 GIS 各圖層間之相互關係。

**日期：2009.11.24，天氣：晴**

課程名稱：Application of RS and GIS for Crop Acreage Estimation in Hilly Region

主講者：DR. Prachi Misra Sahoo

課程內容：講義 P315-324

課程大意：簡述如何應用遙測技術調查山區之農作物產量，本方法目前仍在試驗階段，仍在進行改進中。

課程名稱：Effect of Misclassification on Post-Stratified Estimators of Crop Yield using Remote Sensing Data

主講者：DR. Prachi Misra Sahoo

課程內容：講義 P325-335

課程大意：因衛星影像在印度的農業調查中佔有相當重要的角色，所以，一旦出現分類錯誤，將影響作物產量的推估，本課程是就此影響進行探討。

課程名稱：Application of GIS in Land and Water Management

主講者：DR. D. K. Singh

課程內容：講義 P301-314

課程大意：講述如何運用遙測技術進行土地及水資源管理，本技術因全球氣候變遷及印度人口成長，目前正大量的運用，惟遙測技術仍有其限制，無法做到百分之百有效的管理。

課程名稱：Practical on GIS

主講者：Dr. Sameer Farooqi and Gracy Oinam

課程內容：實機操作

課程大意：使用 ESRI ArcView 3.2。

### 三、心得及建議：

印度將遙測及地理資訊系統應用於農業上的技術可說相當純熟，然因監測範圍廣大，故均使用衛星影像進行觀測，並無使用航空像片。目前該國於農業使用之衛星影像解析度為 23m\*23m，但亦有 1m\*1m 之衛星影像，另印度可依需要進行衛星之研發及發射工作。

其農產之推估方式相當完整，每個村落均有及自己的農村地圖，該地圖類似我國地籍圖，上面均標明農地位置及編號，另有一本管理清冊，上有所有權人、買賣、轉讓、繼承之紀錄、前次交易價格等資訊。農地之買賣僅限於該農村之居民，其他農村或外地人不得購買。



圖 15、印度水牛為主要獸力

不過，經現場觀察，其農村發展相當落後，大約是我國 40 至 50 年代之農村，農地之耕作大多仰賴獸力，有農業機械之村民不多，且農村之為生活條件相當惡劣，毫無居住品質可言。

但印度仍具有相當大的發展潛力，其遙測技術亦與我國相當，應有合作的空間，因印度與中國之關係並不睦，故可評估請其代為發射衛星之可能性。另其他參與訓練國家，有詢問我國是否也會舉辦類似之訓練，此部分可以再作討論。