

## 遙控飛機與數位錄影機於森林資源調查與環境監測上之應用

馮豐隆<sup>1</sup> 吳瑋軒<sup>2</sup>

### 摘要

本研究係以具安全性、精密度高、機動性強的低空遙控飛機載台，配合可方便提供製圖分析，且大家熟悉的彩色活動畫面的數位錄影機，以提供森林生態系與土地資源調查、研究、經營與環境監測上所需要的資料，更而研擬未來整合性空測資料收集與資訊管理系統的研發方向。

本系統具有自行研發的遙控載具及定位攝影裝置，透過自動遙控，將載台上攝影機鏡頭所獲得的畫面直接傳送至地面，並自動標幟 GPS 標定的"景"中心座標、飛航方向、速度、高度，以方便將收集的資料直接植入 GIS 中，以整合各尺度來源資料並提供未來製圖、資料分析之用。而載具方面包括遙控旋翼直昇機及遙控固定翼飛行器，其硬體包括結構模具、動力系統、致動系統、飛航控制系統、航電系統、微波傳送系統、攝影雲台控制系統。旋翼機身長有兩種：為 1.4m 與 1.6m；最大載重量分別為 2.5kg 與 4.5kg；最大續航時間 15 分鐘與 30 分鐘；操作半徑皆 800m；起降空間皆 2m<sup>2</sup>；固定翼機，翼長 3m；機身 2.5m 長；空機重 14.8kg；最大酬載重量 18kg；最大飛行高度為 1,500m 以上。巡航速度 35K~145K；最大續航時間 1 小時 30 分；操作半徑 6km 透過中繼站可達 10km；起飛跑道長度 40~50m；彈射起飛則 9m 即可；降落跑道長度 50~85m；有攔截網則不需。攝影機則為 SONY DCR-TRV7 數位化攝影機；35mm 鏡頭；焦距範圍 38-380mm。目前已整合 GPS、高度、航向、速度、飛行姿態等資料。

本研究除對本系統依載台、控制系統、攝影系統分別說明外，並以惠蓀林場第三林班舊實習館香杉採穗園與遊客中心範圍為實例進行調查，並將錄影帶置入電腦中，抓取香杉採穗園與遊客中心範圍，嵌鑲調整並嵌入惠蓀林場地理資訊系統中，進行屬性資料整合、圖籍疊合展示其位置並計算其面積，且以發生過土石流的霍薩溪源頭、嘉義布袋地區淹水前後加以監測。

<sup>1</sup> 國立中興大學森林系教授 Tel：04-2854060 Fax：04-2873628 E-mail：flfeng@nchu.edu.tw

<sup>2</sup> 全通科技公司總工程師 Tel：04-3388077 Fax：04-3388076 E-mail：wuwhsheng@ms1.hinet.net

## 一、前言

由於電腦科技、電子技術的發展，遙感探測 (Remote Sensing, RS)、衛星定位系統 (Global Position System, GPS)，以及地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 已成為自然環境、自然資源資料收集與經營管理保育決策擬定、經營規劃與計畫執行時，所需資料收集、貯存的主要工具。遙感探測與地理資訊系統的資料常需要更新，且由地面調查資料來驗證。過去這種資料的更新與驗證工作往往缺乏自動化，以致於資料的收集、資料整合管理，皆植入了許多人為因素導致的誤差。為了改進這種人為可能的誤差、自動化整合資料之資料收集、資訊管理變成必走的途徑。而在自動化資料的整合收集、資料管理系統設計時，最重要的部分需(一)使所有資料皆具有時間與空間因素，以便整合；(二)可以在不同的作業環境，透過網路進行資料經營管理。

建立多層次空測資料收集與資訊管理系統，使具有以上兩種最重要的部分的自動化資料的整合收集、資料管理系統。其透過衛星定位系統所提供的座標空間因子與電腦 CPU 所提供的時間因子，自動植入所收集的資料。這樣一來時間的碼與空間位置座標的碼，就成為自然資源資料管理時，特有唯一的辨認碼。本系統含有硬、軟體兩個次系統 (一)以硬體為主的整合資料之收集系統 (Integrated data acquisition system) (二)以軟體為主的多尺度資訊管理系統 (Multiscale information system)。本研究即將此空測資料收集系統設計加以介紹，面對未來資訊管理系統的研發目前進行狀況與展望加以說明，並將在中興大學惠蓀林場與台中縣大雅與沙鹿間土地利用的應用加以說明其價值。

## 二、空測資料收集系統

### (一)載具

而載具方面包括遙控旋翼直昇機及遙控固定翼機，其硬體包括結構模具、動力系統、致動系統、飛航控制系統、航電系統、微波傳送系統、攝影電台控制系統。

1.旋翼直昇機，其外觀如圖 1，該機種之機身分為 1.4m 與 1.6m；最大載重量分別為 2.5kg 與 4.5kg；最大續航時間 15 分鐘與 30 分鐘；操作半徑皆 800m；起降空間皆 2m<sup>2</sup> 即可。

2.固定翼機，其外觀如圖 2，翼長 3m；機身 2.5m 長；空機重 14.8kg；最大酬載重量 8kg；最大飛行高度為 1,500m 以上。巡航速度 35K~145K；最大續航時間 1 小時 30 分；操作半徑 6km 透過中繼站可達 10km；起飛跑道長度 40~50m；彈射起飛則跑道 9m 即可；降落跑道長度 50~85m；有攔截網則不需。



圖 1 旋翼直昇機 (1) 載荷攝影機及控制系統構成之球體



圖 1 旋翼直昇機 (2) 起飛英姿





圖 1 旋翼直昇機 (3)惠蓀之旅的見證



圖 2 固定翼飛行器

## (二)空中攝影工作雲台

- 1.本研究所研發出之攝影工作雲台，乃根據上述飛行載具之載重量與飛行夾艙空間大小所設計(如圖3)，旋翼直昇機最大酬載量可達4.5kg，而固定翼機最大酬載量則可達8kg，但目前載荷之感應器為SONY DCR-TRV7數位攝影機，如圖3。其主要功能有：飛行時攝影角度之變換、所拍攝物之現場立即傳送、自動伺服穩定及事後畫面數位化處理。

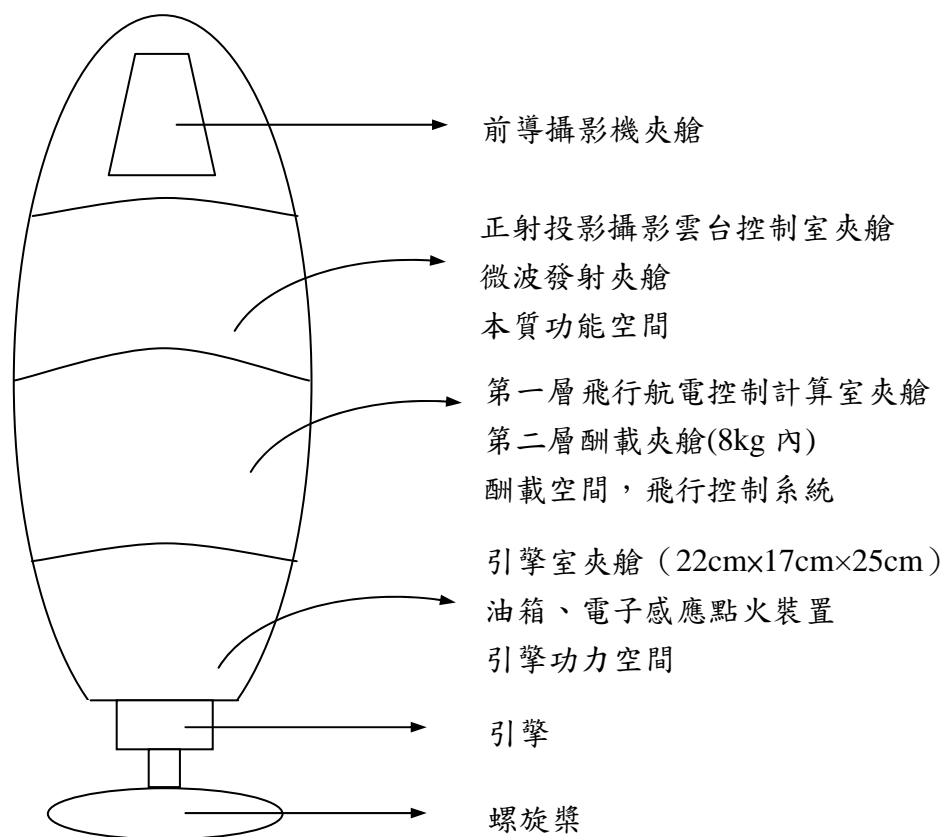


圖 3 固定翼機腹各部位

錄影機：利用鐘擺原理設置機械式反射器（日文稱 （日文稱）使裝置於飛行載具的錄影機—SONY DCR-PC7，可以永遠垂直攝影，且連續拍攝 1 小時 40 分(5W)，只因市面錄影帶目前有 60 分鐘(DV 帶子只有 60 分鐘)；CDCR-PC10 可達 4 小時 10 分 (4.5W)，35mm 鏡頭的焦距為 38-380mm (PC-10 可達 42-504mm)，變焦距倍率 10 倍 (數位 20 倍)。以高畫質手振動補正，68 萬畫素 (有效 38 萬畫素)：CCD 高畫質呈現，最大外形尺寸為 59×129×118mm，可以 DV 端子與 PC 連接，影片轉錄影像由多媒體影像卡擷取，以作事後資料編輯與處理。

2.影像即時微波傳送頻率：1.15GHZ 距離 (2 公里)

攝影機錄畫方式：數位錄畫

攝影角度控制器發射：PCM 載波

攝影角度致動量：上下 80°左右 120°

攝影機畫素：68 萬畫素 (彩色)

### (三)飛行資料航電傳輸系統

1.本研發之飛行器，內部均有一套獨特的航電裝備，其內部可將飛行器飛行時之航行狀態立即影像傳回，提供作資料修正與飛行操控參考。

2.航電資料傳回內容：

GPS (全球衛星定位儀、8 個頻道)

ALT (飛行即時高度資料)

AIR SPEED (飛行即時空速資料)

APDC (Air Position Digital Control: 飛行控制訊號傳送): 飛行控制訊號傳由環架陀螺儀將大地信號 X、Y、Z (X 為 yaw; Y 為 pitch; Z 為 roll)。

#### (四)遙控系統

##### 1.遙控飛機

(1)旋翼機控制飛機飛航的起飛、飛行、爬昇、下降穩定，皆需由致動器來控制。

(2)目前遙控固定翼飛機的致動器有 9 個—控制飛行姿勢的機身仰角<sup>1</sup>、左右傾<sup>2</sup>、尾翼<sup>2</sup>、攝影雲台的關啟等，讓飛機能順利的起飛、飛行、攝影、返航。

目前飛行需由人為控制，未來希望能透過飛航駕駛的知識庫 (Knowledge base)，將飛行的經驗、知識由知識引擎在規劃航線上自己調控與人工智慧、專家系統的結合是未來遙控飛機的走向。

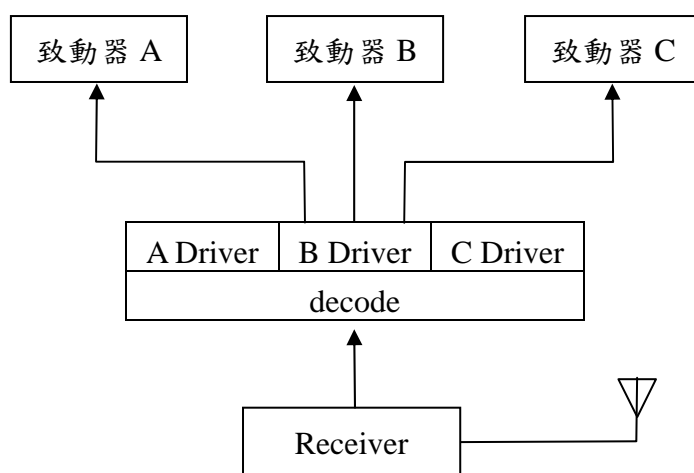


圖 4 飛行控制、攝影控制系統

##### 2.遙控感應器 (掃描、攝影系統)

目前獲得森林生態系經營管理資料，除了過去留下已有資料外，更新及新增之資料，其主要方法有：(1)地面調查 (ground work) (2)航空遙測 (airborne remote sensing) 包括航空照片 (aerial photos) 與錄影影像 (video) (3)多光譜掃描影像 (multispectral scanning imagery) (4)衛星遙測 (satellite remote sensing)。

然而各種資料獲得方法，所使用的技巧往往有缺失，如：

##### (1)地面調查資料 (ground work)

許多地面調查的資料，皆來自踏勘或憑經驗，主觀地決定調查地點，主觀地決定調查的項目，甚或由路旁看看估計或猜測，而沒有實際選擇有代表性、逢機性的樣本，進行科學化客觀的測量，以致由於經驗不足、精神上的疏忽、經費的不足等而引入了許多人為的誤差。若能設立代表性、逢機性、科學性的永久樣區調查規劃、配合經營決策者的重視，執行調查人員的技術與敬業精神等，則可改

進資料及資訊的品質，如果再配合全面或更大範圍（即族群）的資訊與持續一致的調查，則可建成較理想的資料庫。臺灣在 1989-1993 年內，花費約二億元，動員數十人，進行全省資源調查、建檔，獲地面樣區共 4,002 個航空照片樣點、位於國有林班地內有 1,996 個、航空照片判釋樣點有 3 萬多點、土壤剖面調查等資料，而當今樣區資料都已建檔，且各事業區又有許多主題圖籍資料，如何整合這些空間、非空間資料，為一易於查詢的資料庫系統，使各樣區之樣木位置圖與樣木調查資料，皆可容易查出，甚而檢討各樹種、林分、林型、景觀種類與環境因子、其他生物間的關連，以為建立全省永久樣區之參考依據，是目前當急之務。

## (2)航空遙測 (airborne remote sensing)

航空遙測即利用高、低飛機、氣艇、氣球等載台，進行地面航空照片 (aerial photos) 與錄影影像 (video) 的資料收集。

a.航空照片：全面或更大範圍的資料，則需由航空照片或衛星影像來掌握，否則”只緣身在此山中，不知廬山真面目”。然過去在航空測計上，尚有許多缺失，如航空照片更新速度跟不上地景的改變速度、機動性不高，且由航空照片、人為判釋技巧，往往需具有許多經驗、精度才能提高，且各專家間亦常常有許多出入，尤其在沒有涵蓋所有土地利用型、林型之航空照片之對照圖，更沒有更新完整的空中材積表或各種樹冠屬性（即樹冠鬱閉情形、結構組織狀況，需要與地面量測變數建立相關函數）、地景等科學化指標，可以進行自動監視判釋，則航空照片很難發揮其精度效果。

再者，由於台灣的航空照片大部分還是黑白，且沒有較準確的定位座標之標示，以致要利用光譜 (spectral) 或空間 (spatial) 因素來發展自動化判釋分析，進而自動植入地理資訊管理系統中，則仍有困難。目前只能就人為經驗，針對形狀大小、色澤、色調、陰影、組織排列等加以判釋。有了永久樣區規劃設計，可利用不同高度的航空遙測資料進行多尺度取樣之調查資料組合，以便未來有關森林生態系性態值的推估、預測與土地利用型圖、林型圖、林木活力分布圖、空地分布圖等主題圖之製作。

b.錄影 (video) 影像：將具有 GPS 座標、時間，架設於輕航機或無人操控的飛機、氣艇、氣球等載台上的錄影機，可以很快速、很機動地獲得較大比例尺的資料，且以幾乎及時且大家熟悉的畫面展現，更可分析各種彩色畫面的光譜與空間物理，生物因子間關係，其結果可以(a)驗證由其他方法所獲得的資訊，如土地利用型、植生分佈圖、森林、河流的關係變化。(b)動態影像資料易於引起大家的興趣，可提供公共參與 (public involvement) 及經營管理決策更實際的資訊。(c)可提供經營者所需資料，如倒木狀況、每公頃枯木數量，甚而森林健康狀況、生產活力、野生動物棲息環境的掌握、地面調查設計、經營管理作業規劃上。(d)監測計畫擬定執行以及地面樣區的管理。(e)結合於地理資訊系統中，由疊圖、比對，瞭解各種變遷。(f)可以做目標計劃之結果推估，使用圖型表示，展示林分或

景觀層次狀況。凡此種種，皆可以說明錄影帶在未來森林生態系經營，適應經營管理上，皆具有相當的潛能。

### (3)光譜掃描影像

在航空遙測與衛星遙測，常利用空中掃描儀（scanner）所產生之瞬析視野（Instantaneous field of view, IFOV）以決定解析度，再依地面物體的反射能或輻射能之特性，收集地面資料或影像照片，經數位化後儲存於高密度磁帶（HDDT）上，再經轉換成為一般電腦用磁帶（CCT），目前大地衛星（landsat 5）有 7 個光譜掃描帶，預計 198 年發射的 landsat 7 則將有 30 個光譜掃描帶，飛機載設的光譜掃描儀，其帶數也可與衛星相同。

### (4)衛星遙測

衛星限於軌道一定、掃描、照攝的角度、範圍固定，再加以(a)大氣條件（atmospheric conditions）不同；(b)儀器光譜調度（instrument calibration）不易；(c)頻寬選擇（waveband width selection）不一，且解析度與影像分析技巧上的種種限制，導致衛星影像分析效果精確度的不足，而導致同樣時間、地點的衛星影像資料，其分析結果迥異等缺點。但在“未來世紀的衛星資訊（Landsatellite Information Next Decade）”報告指出，未來陸地衛星解析度可達到 1 公尺，而 2001 年台灣要發射的中華二號衛星，係以低軌道小型衛星搭載可見光(含近紅外光)遙測酬載對台灣陸地及附近海域與太陽同步軌道高度 560-900km 適時之遙測，地面可見光距離可達 3-5m，多光譜則達 20-30m，將可解決一些限制，固定掃描、照攝的角度、軌道一定，配合其它資源工具與分析，可使衛星影像資料更具實用。

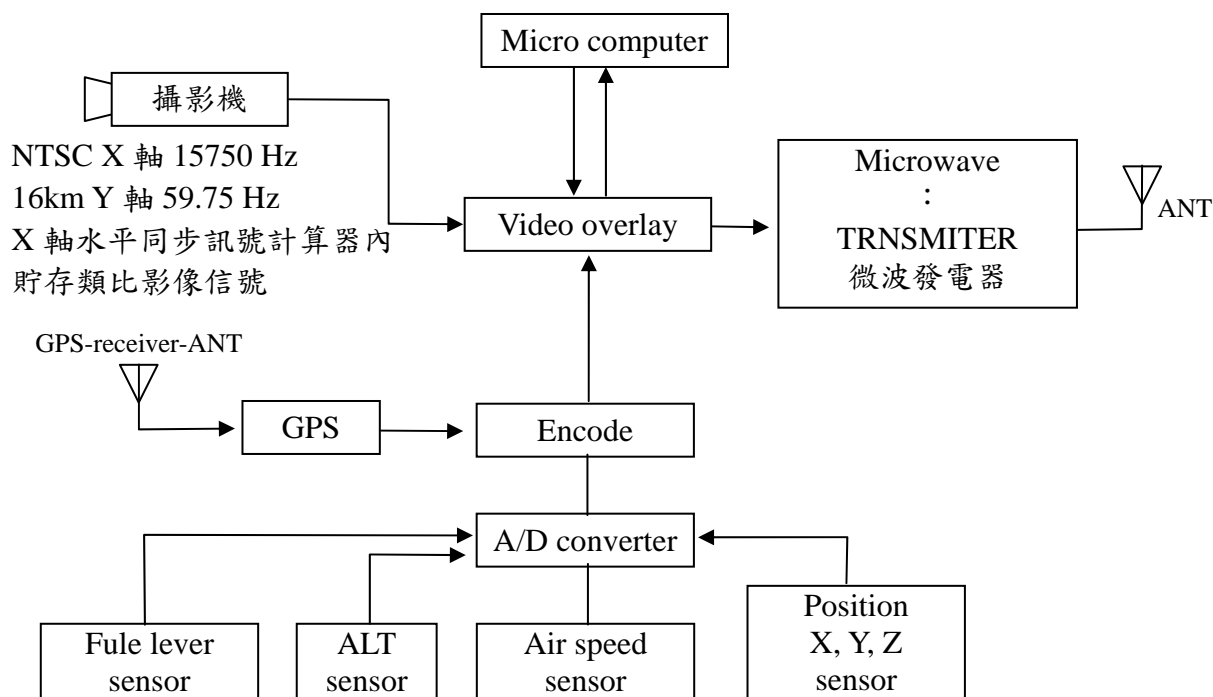
### (2)整合 GPS/Video/RS/GIS 之資訊管理系統

基於以上的缺點，如何結合各種不同尺度的調查資料，加以分析建立其關係，以利資料之整合與應用各種檔所具有的座標系資與時間資料，將過去已有資料、地面調查資料、航空照片、數化資料與衛星影像資料、錄影機、高、低空攝影資料，予以整合為一具有時間、空間的地理資料庫，再植入地理資訊系統與其他具有空間座標資料結合，以提供資料做全盤考慮的分析。至於用何感應器？可依需要、對象、目的決定之，而關於儀器光譜調度的問題，在無人遙控飛機與輕航機上架設 BaSO<sub>4</sub> 白色光譜調度板可解決。

## 2.遙控感應器

為了使攝影錄製的地面影像，能結合攝影時，載具的位置、高度、速度、姿態（X：yaw；Y：pitch；Z：roll）等資料，以方便未來影像的校正處理分析。另外，亦即時將由 NTSC X 軸 15750 Hz 水平同步信號計數結合攝影時，載具的位置、高度、速度、姿態的疊合影像資料透過微波，直接將 6 mega 頻寬 NTSC 的信號轉送至地面接收站，整個資料收集器設計如圖 5 所示。





註：A/D：Analog to digital

X、Y、Z：yaw、pitch、roll

圖 5 航電控制系統（資訊傳送系統）

### 3.EM 初號機

本記錄器乃針對遠距離、長時間環境監測而研發，其主要功能為使監測人員於遠端控制監視自然環境之變化，進而記錄其過程，以供日後研究、採證使用，如土石流、自然生態觀察及保護。本記錄器（外觀如圖 6）為一直徑 35 公分之球型體，內部裝設有一數位影機、微波傳送器及攝影角度控制器與太陽能電池。它可於半徑 1.5~2 公里範圍內架設觀測點與監測站，進行為期 10 天之長時間觀測及記錄，並可外接感測器進行自動觸發啟動記錄與傳送功能。

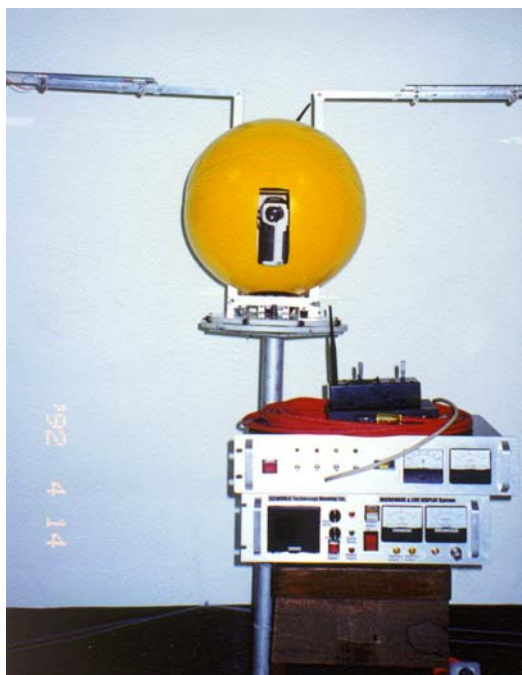
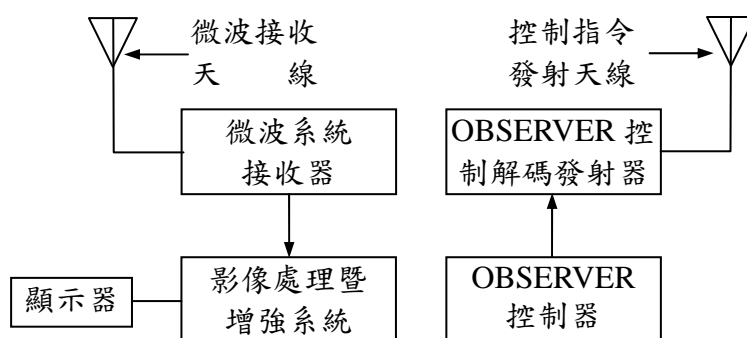


圖 6 EM 初號機

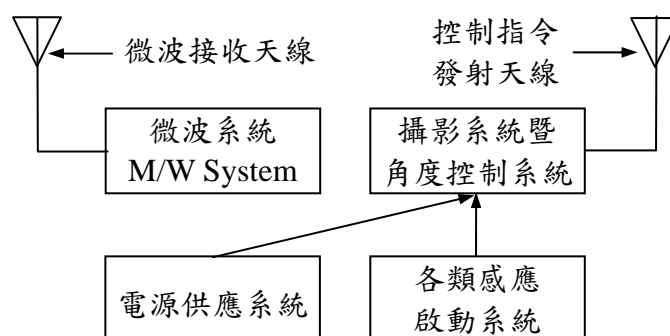
利用每小時 600Amp 太陽能板提供能源補充，具 7000Amp 之主要源之鋰電池，而具 4 組致控器—可遙控數位攝影機上下、左右與 360° 旋轉及太陽能板伸張、縮收，詳細功能與規格如下：

項目	規格	內容
1	尺寸	直徑 35 公分
2	重量	4.50 公斤
3	攝影角度控制器控制距離	1~2 公里
4	攝影角度控制範圍	上下 60 度；、左右 360 度
5	影像訊號傳輸距離	直線 2 公里(NTSC SYSTEM)
6	單次使用最長時間	240 小時
7	主機可接控制點數	最多 5 個控制點
8	外接感測器電壓位準	TTL 位準
9	攝影機記錄方式	數位攝影、畫素 68 萬
10	外接聲音記錄方式	STEREO、立體聲錄音及傳送

其構造如下：

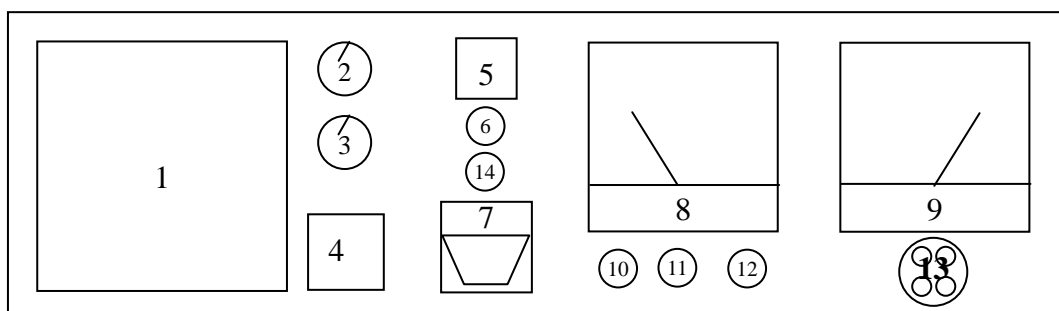


OBSERVER 觀察家系統架構圖



觀察家本體

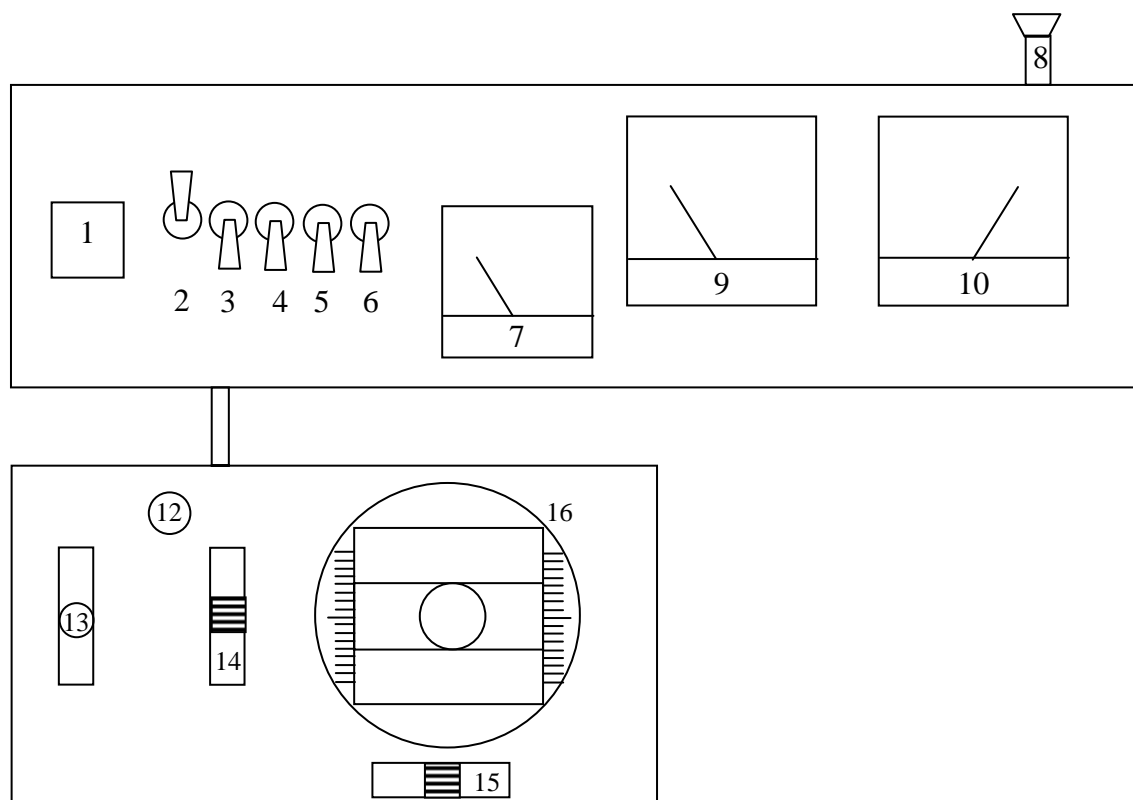
- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| 1. LCD 液晶顯示器      | 8. 工作電壓指示表     |
| 2. LCD 亮度調整旋鈕     | 9. 工作電流指示表     |
| 3. 影像增強度調整旋鈕      | 10. 影像輸出插座 1   |
| 4. LCD 電源開關<含保護蓋> | 11. 影像輸出插座 2   |
| 5. 總電源開關<含保護蓋>    | 12. 音頻輸出插座     |
| 6. 影像增強系統工作指示燈    | 13. 感應器觸發警報器插座 |



7. 內電源 UPS 充電開關

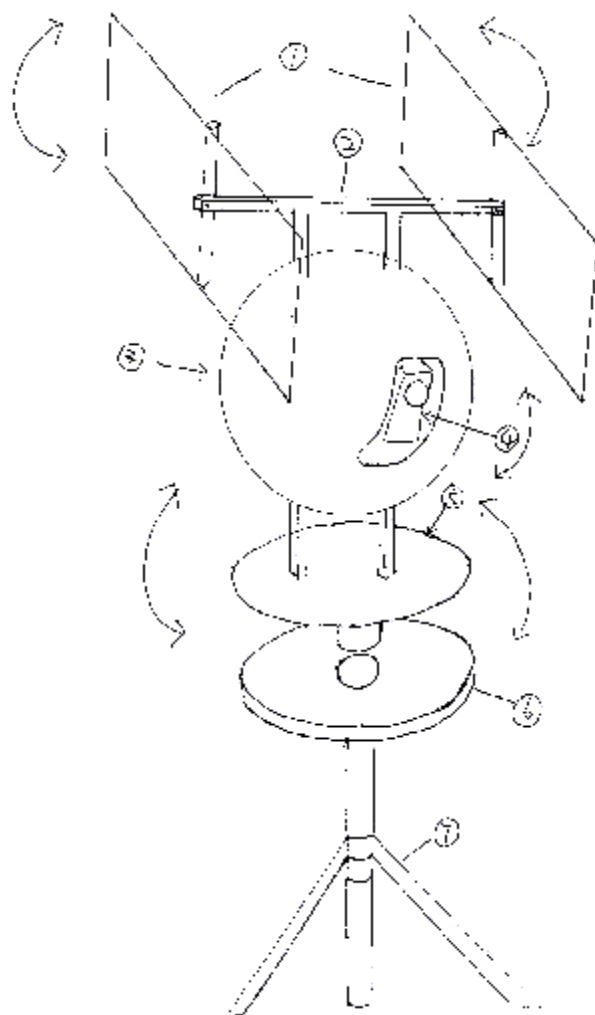
14. 充電指示燈

OBSERVER 微波影像接收暨增強系統說明



- |                    |                  |
|--------------------|------------------|
| 1.總電源開關<含保護蓋>      | 9.工作電流指示表        |
| 2.太陽能轉換充電板 [開啟/收下] | 10.工作電壓指示表       |
| 3.一號攝影機 [開啟/收下]    | 11.控制器連接線        |
| 4.二號攝影機 [開啟/收下]    | 12.工作指示燈         |
| 5.三號攝影機 [開啟/收下]    | 13.遠景/近景變化控制     |
| 6.四號攝影機 [開啟/收下]    | 14.上/下攝影角度微調撥盤   |
| 7.發私功率輸出指示表        | 15.左/右旋轉速率控制盤    |
| 8.發射天線             | 16.上/下/左/右角度控制撥桿 |

OBSERVER 控制解碼發射系統說明



- ① 太陽能轉換充電板<可上、下動作>
- ② 太陽能轉換充電板承載架<鋁合金材質>
- ③ 絕緣保護蓋<複合材料製成>
- ④ 數位高解析度廿倍攝影機<可上、下移動>
- ⑤ 360 度旋轉底盤<PE 材質>
- ⑥ OBSERVER 承載架<<PE 材質>
- ⑦ 鋁製裝置架

#### OBSERVER 本體組合作說明

### 三、資訊管理系統

#### (一)自動傳輸系統

##### 1.地面接收站

如圖 6，由地面監視器可以看到飛機所飛航拍攝地面的具訊號之錄影畫面，但是飛機的實際位置目前由地面監視器無法知曉，透過 GPS 定位與 GIS 的底圖資料，可以考慮於另一監視器上顯示及時飛機飛航的位置，以解決”身入林中，不知身處何處”之困擾，並為未來人工智慧自動導航立下踏腳石。

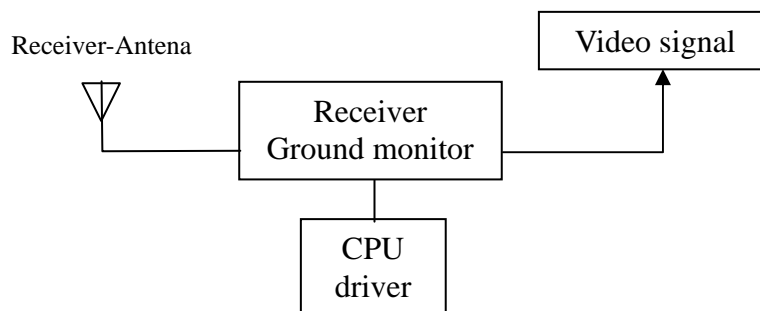


圖 6 地面接收站

#### (二)自動貯存系統

希望不管飛機飛航姿態如何，其空照錄影拍攝之畫面皆為垂直正射影像，以方便未來數位圖籍之處理分析，因為植有 GPS 收集的座標位置資料，可考慮將由載具傳回地面的錄影畫面直接載入調查範圍的 GIS 數化圖籍上顯示，因為同時有時間訊息，可以考慮與電腦 CPU 的時間結合，則可貯存具有時間的地理空間攝影資料。

#### (三)影像捕捉卡：

由數位化攝影機拍攝之錄影像每秒鐘有 60 景。人類對每秒鐘 22 個景的畫面，人們視攝影資料為連續的畫面，但若要利用其”景”來做校正分析，這些影像資料才可為學術研究之量化、屬性與圖層。

#### (四)自動幾何校正與植入 GIS (資料處理)

研發空照錄影帶自動化製圖(判釋影像處理、幾何校正、垂直投影自動化處理)。

#### (五)屬性分析、圖層空間分析(資料分析)

於 GIS 之資料依不同尺度、相同座標等方式貯存、展現內容，大體可分為具空間位置資料的圖層，以網格(raster)和向量(vector)方式表現，另一則為網格資料內容各區塊單元(cell)或向量資料點、線、面單元相關連的屬性資料存放，再以傳統統計與多變值來分析屬性資料，以為推估預測其現況、探討其關係、功能、推測其變化。而空間圖層的資料，則可由點推面的空間分析、路網分析、影響範圍分析、疊合分析。

#### (六)資料提供與應用

整合已有的圖層與屬性資料，將網格影像 ( raster image ) 如附檔名為 .pcx、.tiff、.bmp、.rgb；向量影像 ( vector image ) 如 .dxf 及試算表 ( spreadsheet )、時間碼 ( time code ) 及空間碼 ( spatial code )，錄影帶顯示於電腦銀幕或表列，而應用於環境資源的調查與監測上。

#### 四、森林資源調查案例

- (一)以中興大學惠蓀實驗林場、土地利用最集約的第三林班約 300 公頃，地形南北狹長、海拔高度 500m~1650m，由北至南逐漸升高，坡度 0~83°間，北界北港溪、東界關刀溪，關刀溪長期生態研究區 (即第三、四林班) 中間部分約 400ha 為範圍，進行以遙控直昇機與固定翼飛機為載具，錄影機數位影像、高度計、衛星定位系統、座標、飛機航向等感測器資料整合、應用。
- (二)架設 EM  $\phi$  1 初號機於惠蓀林場活動中心屋頂、遙控器置於屋內進行 360°旋轉拍攝，並針對特殊林型進行 Zoom in 放大攝影，且可設定旋轉固定時間。
- (三)台中縣沙鹿與大雅間土地利用狀況：以固定翼飛機 1998 年 11 月飛航由東北向西南飛，高度 100~120m；航寬 202m；長度 753m 範圍；比例尺為 1：1408 之範圍，影像並加以製圖如下圖：

#### 五、環境監測案例

- (一)1996 年 7 月 31 日至 8 月 1 日間賀伯颱風帶來狂風暴雨侵襲臺灣本島，為南投縣新中橫公路沿線帶來空前的土砂災害，其中南平坑、郡坑口、郡坑橋、信義活動中心、上豐丘、豐丘、同富社區、隆華國小 (一號溪) 及神木國小 (出水溪) 等地區之土石流 ( debris flow ) 災害尤為嚴重，至少造成 27 條人命損失和 14 人失蹤的慘劇，其災難之慘重，數十年僅見。有鑑於這次災害發生規模之大，且山區之災害型態以土石流所造成之破壞最為特出，特將其發生後之陳有蘭溪之霍薩溪支流沖蝕後情形抽出展示，並於電腦上展示。
- (二)嘉義布袋海水倒灌，全村被水淹沒情形，若能事前有空中攝影資料，事件發生時、發生後，亦前往拍攝則由水災、土石流發生前後影像展示、抓取影像，且配合拍攝時飛機航高、飛機姿態、X、Y、Z 資料，則可以幾何校正製圖與 GIS 之圖籍結合比較其天然災害前後土地利用情形，藉以推估損害面積、探究發生原因之依據。

#### 六、討論與建議

##### (一)討論：

- 1.載台：載台目前有旋翼直昇機與固定翼機，旋翼直昇機無需很大的起降空間，但能載荷的量有限、續行力較短、航高較低、可停留時間長，但是其螺旋槳會影響光譜感應、機動性大、姿態動線不規則、飛行高度有限、不需仰角

90 度往下推、上升時垂直往下推 45° 往後仰角為下垂；固定翼飛機需要較長跑道起降、拋物線轉彎、直線性飛行甚佳，所以各有千秋。一般長距離、飛航高度高、穩定直線飛行、載重大、載光譜之載台以固定翼機較佳；需機動力大、無需飛航跑道、停留時間長，則可以螺旋直昇機為之。

2. 感應器：航空攝影像片影像、空載多光譜掃描影像、錄影機雖同為遙感探測領域，但其硬體研究設計則各異其趣，航空攝影可針對照相機本身尋求更高之系統解析力，如具有數位的 HRBV 高解像力照相系統，而空載多光譜掃描影像針對掃描偵測器 (detector) 研究發展，使較低之地面解像力得以提高，配合即時 GPS 座標定位資料，由不同感應器收集到的像片影像、光譜、掃描影像、錄影動態影像等，則將使數字、圖形、影像、錄影動態影像資料整合於一考慮時間、空間的資料庫管理系統。

3. 資料應用：這些資料可以整合應用於調查中，如：資源調查、自然資源健康調查、環境監測、濫墾、濫伐、濫葬、核能及火力發電廠排水測定、海面溫度分佈與烏魚汛期關係研究、天然災害調查及提供 GIS 更新圖層。

4. 製圖方面：像片圖測製已引用最新之數化製圖儀，但在人為判釋上仍有待以專家系統將航照判釋專家之經驗攫取成數個規則以供自動化判釋、製圖。

當然另外以掃描影像之光譜、數字處理技術，配合不同衛星、飛機、高塔不同高度的載臺，以收集不同尺度，相同時間空間的整合性資料。ADAMS 在這些整合性空測資料收集與資訊管理系統功能上頗值應用發展。往後可以將 ADAMS 這種整合性空測資料收集與資訊管理系統，結合(1)整合資源調查分析、監測系統，(2)永久樣區設立，(3)地理資訊系統與(4)空間模式系統等，將可有效地應用於臺灣森林資源經營保育之支援決策上，以方便資料更新、儲存、分析及資訊提供。

## (二)空測資料收集與資訊管理系統之應用與未來發展：

以硬體為主的整合資料收集系統 (Data Acquisition System) 在飛行器 (載具) 與攝影、掃描之感應器 (sensor) 自動化、安全、準確上，改進發展穩定畫面，另以軟體為主的多尺度資訊管理系統 (Multiscale Information System) 上，結合電腦、GIS、地面調查資料、高空飛航調查資料與衛星遙測資料，再透過 GPS 提供座標空間的因子與電腦 CPU 提供的時間因子結合成一整合資料收集與多尺度資訊管理系統。現階段實際研發上分二部分加以討論。

### 1. 整合資料收集系統 (Integrated Data Acquisition System)

(1) 空照時錄影掃描即時與地面的地理資訊系統整合。

(2) 研發系統能支援”重寫消費者 (Rewrite Consumer, RC) 時間碼”，提供可再紀錄時間欄。

(3) 用 VISCA 錄影帶控制語言，以做具有彈性且精確的編輯。

(4) 整合即時差分衛星定位系統以獲高精度的空間資料



(5)研發架設於箱型車車頂的彈射架與攔截網，以免去固定翼飛機需要 40-50m 跑道的限制，則可更具彈性於崎山區地形、小面積平坦地上飛行。

## 2.多種尺度資料經營管理系統 (Multiscale Data Management System)

(1)研發地面監視器與電腦之 GIS 結合，以方便掌握飛行拍攝位置。

(2)研發空照錄影帶自動化製圖 (幾何校正，垂直投影自動化處理)。

(3)與資源調查與監測模式結合。

## 七、結論

1.同時獲得各種感應器所收集到同一地點之地面資料，並且皆自動整合於一資料庫中，即可由不同儀器收集的資料獲得同一景觀現象。

2.在快速、機動性強、節省經費原則下，獲得不同高度的地面現況資料。

3.無法由地面調查、中、高空航測及衛星遙測取代，亦即可將中、高空飛機進行之地面資料收集所缺乏之部分，予以補足。即可隨時支援地面調查工作，將各種來源的資料整合於相同資料管理系統中，以方便應用。

4.整合電腦分析軟體，可做即時即地 (on-site) 資料處理分析。

5.機動性強，可以進行具有彈性的不同尺度之空間調查與時間序列調查。

## 八、引用文獻

- 陳晁峰、馮豐隆 1995 空測資料收集與資訊管理系統 遙感探測第 22 期：39-52  
段錦浩等 1997 陳有蘭溪治山防災整體治理規劃報告 行政院農委會台灣省水土保持局 中華水土保持學會 pp11-5.