

# 無人機光學量測酬載 應用與發展趨勢

研究團隊：李孟諺、邱柏菁

報告人：邱柏菁 產業分析師

金屬工業研究發展中心

2025/01





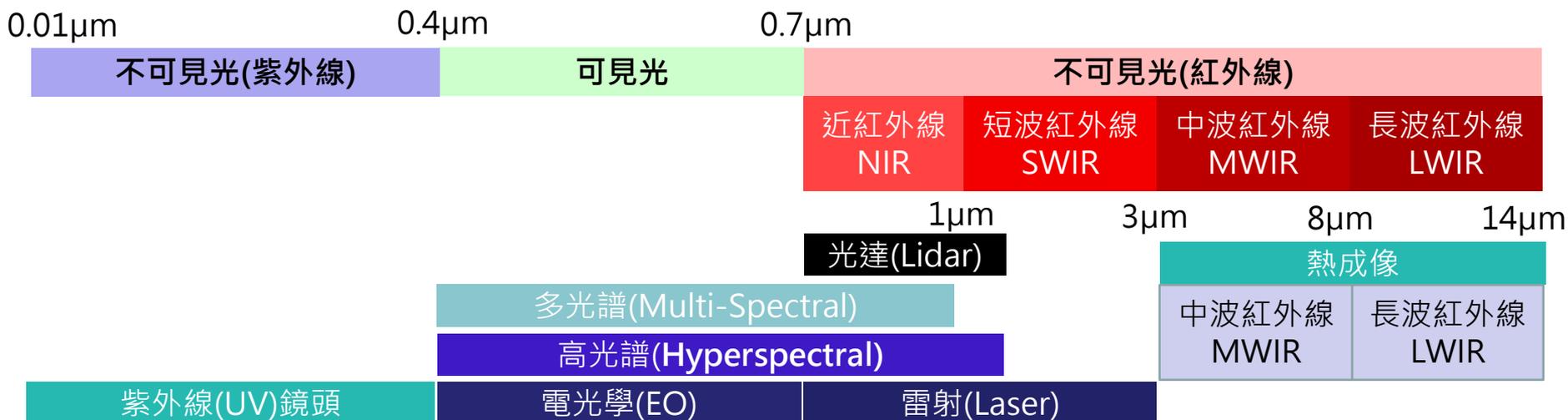
# 大綱

- 一、光學量測酬載系統概述
- 二、無人機光學量測酬載市場現況
- 三、無人機搭載光學酬載之應用與發展趨勢
- 四、標竿業者動態

# 光學量測酬載系統概述

- 無人機作為一個空中飛行載具，必須搭配不同的**酬載系統**才得以發揮作用。各類酬載中，**光學量測設備**最為重要，可量測無人機與特定物體的**距離**或是**監控**、**追蹤**與**測繪**各類目標，以及實現無人機**自主飛行**、**避障**與**決策**的目標。
- 無人機光學酬載系統的設計通常依據**波長**進行分類，以可見光與紅外線區段為主。市場上極少使用紫外線光學酬載設備，除造價高昂外，其功能多數可使用其他光學設備取代，僅有**電力設施放電現象**、**材料及塗層老化**檢測具有優勢。
- 依據**技術**分類，無人機光學酬載主要設備有**電光學**(Electro-Optical)、**多光譜**(Multi-Spectral)、**高光譜**(Hyperspectral)、**光達**(Lidar)、**雷射**(Laser)，以及**熱成像**應用的**中波紅外線(MWIR)**與**長波紅外線(LWIR)**。
- 各類光學酬載設備的**偵測距離與品質**，除了本身的**技術特性**與**組件性能**外，會隨著**目標大小**、**距離遠近**、**環境條件**，如天氣、光照、地形及障礙物、大氣特性、溫度條件、電磁干擾和飛行狀態影響。

無人機光學酬載設備常用波長區間分布



# 光學量測酬載系統概述

## ◆ 電光學(Electro-Optical)

- 原理：結合光學系統與電子技術，使用CMOS或CCD感測器捕捉可見光 ( 0.4 $\mu\text{m}$  – 0.7 $\mu\text{m}$  ) 和處理光學影像。
- 應用場景：測監控與偵查、災害管理、邊境監控、基礎設施檢測、農業偵測
- 優點：高辨識率，適合日間作業。技術成熟，成本低
- 缺點：依賴光照條件，夜間或低光環境性能表現不佳，無法偵測不可見光。
- 偵測距離：50公尺至5公里(取決焦距和目標大小)



電光學  
品牌：Trillium

## ◆ 雷射與光達

項目	雷射 ( Laser )	光達 ( Lidar )
原理	透過發射單一光束的雷射，測量目標與雷射源之間的距離，通常透過反射或散射來獲得信息。	發射短脈衝的雷射光束，根據光脈衝返回的時間或相位變化來計算距離，並生成物體的3D點雲數據。
適用場景	測距、導航、物體識別、掃描、測量	地形測繪、3D建模、建築掃描
優點	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高精度，可達毫米級別。快速反應，量測速度快，可即時反饋。</li> <li>• 適合小範圍精密測量</li> <li>• 體積小，輕便</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可取得高精度的3D數據，生成高解析度的點雲，適用於地形測繪及大範圍掃描。</li> <li>• 不需要光源，能在夜間或低能見度環境中運行。</li> </ul>
缺點	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 單一光束的測量範圍有限，通常用於短距離測量。</li> <li>• 大範圍掃描和3D建模效能不如光達</li> <li>• 需要精確的瞄準，若目標面積較大，無法一次性覆蓋。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設備較重，耗電較大，影響無人機續航力。</li> <li>• 成本較高，特別是高精度光達系統。</li> <li>• 在強光環境中，雷射信號可能受到干擾。</li> </ul>
偵測距離	1公尺至2公里(取決於雷射與目標性質)	50公尺到5公里(取決功率與目標反射率)



Laser  
品牌：DJI



光達  
品牌：Geodetics

# 光學量測酬載系統概述

## ◆ 多光譜與高光譜

項目	多光譜	高光譜
原理	多光譜相機通過濾光片或多傳感器組合，捕捉特定波段（ $0.4\mu\text{m} - 1\mu\text{m}$ ）的光，涵蓋可見光和近紅外光，提取目標物的光譜特性。	高光譜相機連續捕捉數百個窄波段（ $0.4\mu\text{m} - 1.7\mu\text{m}$ ），生成包含光譜和空間信息的影像，用於偵測物體材料的光譜特徵。
適用場景	農業偵測、水資源管理、植被監測	礦物探勘、汙染檢測、農業偵測
波段數量	3-12 個波段	100-300 個波段
波段範圍	每波段寬（ $10-50\text{ nm}$ ）	每波段窄（ $1-10\text{ nm}$ ）
優點	<ul style="list-style-type: none"> <li>具成本優勢</li> <li>波段數少，數據處理簡單。</li> <li>可檢測近紅外波段，數據處理簡單，適合大範圍觀測和快速分析。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>光譜分辨率高，適合高精度分析，且能辨識物質的特殊光譜特徵。</li> <li>適合區分光譜特徵相近的目標和精細分析。</li> </ul>
缺點	<ul style="list-style-type: none"> <li>光譜解析度較低，僅捕捉特定波段的反射特徵。</li> <li>無法捕捉細微光譜變化，偵測精度和解析度不如高光譜相機。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設備昂貴</li> <li>數據處理複雜</li> <li>偵測距離有限，需低空飛行</li> </ul>
偵測距離	20公尺至500公尺(取決飛行高度與設備規格)	50公尺至2公里(依目標反射率和設備靈敏度而定)



多光譜  
品牌：Micasense



高光譜  
品牌：HAIP

# 光學量測酬載系統概述

## ◆ 中波紅外線與長波紅外線

項目	中波紅外線 ( MWIR )	長波紅外線 ( LWIR )
原理	捕捉高溫目標表面的紅外輻射，並轉換為電信號，再經過處理生成熱成像圖。	捕捉低溫目標表面的紅外輻射能量，轉換為溫度分布數據，再輸出為熱成像影像。
溫度範圍	<ul style="list-style-type: none"> <li>約 150°C 至 3000°C</li> <li>適用軍事、工業高溫監控、火焰觀測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>約 -40°C 至 200°C</li> <li>適用人體、建築物、環境熱源</li> </ul>
適用場景	<ul style="list-style-type: none"> <li>火災監測</li> <li>工業檢測(高溫設備)</li> <li>環境檢測(高溫氣體/火山活動)</li> <li>國防應用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>夜間監視</li> <li>搜救行動</li> <li>消防監測</li> <li>工業檢測</li> <li>農業檢測</li> </ul>
優點	<ul style="list-style-type: none"> <li>高溫目標煙霧穿透力強</li> <li>可遠距離偵測</li> <li>高靈敏度與解析度</li> <li>多波段覆蓋</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>無須冷卻</li> <li>成本低</li> <li>體積小</li> <li>溫度敏感性高</li> </ul>
缺點	<ul style="list-style-type: none"> <li>成本高</li> <li>需要冷卻系統</li> <li>高耗能、體積大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>低穿透性</li> <li>低解析度</li> <li>受環境影響大</li> </ul>
偵測距離	500公尺-15公里	50公尺-3公里



MWIR  
品牌：Sierra-Olympia



LWIR  
品牌：Sierra-Olympia

# 光學量測酬載系統概述

## ◆ 各類鏡頭應用場域

- **電光學**鏡頭應用領域最廣泛，若以專業需求角度，電光學為**航拍/攝影**最佳鏡頭選擇。
- **飛行避障**以**雷射**為主要選擇，**光達**則在**測繪**與**建模**具有最多優勢。
- **多光譜**在**農業**與**環境偵測**最具備優勢，因為適用於大範圍監測。**高光譜**則適用於**魚群偵測**。
- **長波紅外線**在**設施巡檢**、**山難搜救**與**交通監控**具有較大優勢。**中波紅外線**則適用於**火場應用**。

應用場域	電光學	雷射	光達	多光譜	高光譜	MWIR	LWIR
飛行避障		V	O				
航拍/攝影	V						
地形測繪	O	△	V				
3D建模	O	△	V				
設施巡檢	O		△	△		O	V
農業監測	△			V	O		
環境監測	△			V	O		
山難搜救	O					O	V
交通監控	O					O	V
火場救援	△					V	O
魚群偵測	△			O	V		

V最佳選擇

O次選擇

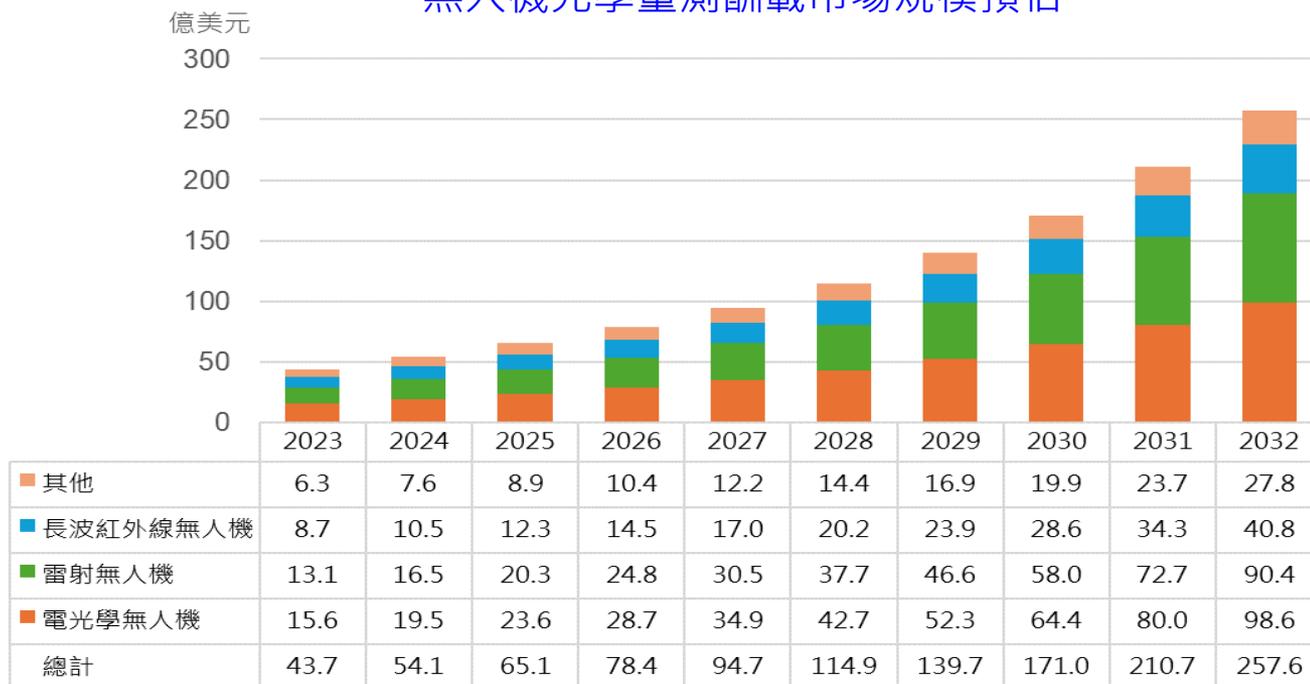
△可選擇

# 無人機光學量測酬載市場現況

## 光學酬載無人機市場成長高，電光學酬載為主力

- 2023年全球無人機光學量測酬載市場規模約**43.7億美元**，2032年預計成長至**257.6億美元**，年複合成長率**21.8%**。
- 電光學(EO)**無人機為市場銷售主力，2023年市場規模**15.6億美元**，約占市場規模之35.7%，2032年市場規模**98.6億美元**，約占38.3%。
- 成長力道方面，搭載各類光學酬載之無人機均呈現高度成長，年複合成長率(CAGR)依序為雷射酬載無人機(23.9%)，電光學無人機(22.7%)和長波紅外線無人機(18.8%)，搭載其他種類無人機的CAGR則為17.9%。

無人機光學量測酬載市場規模預估

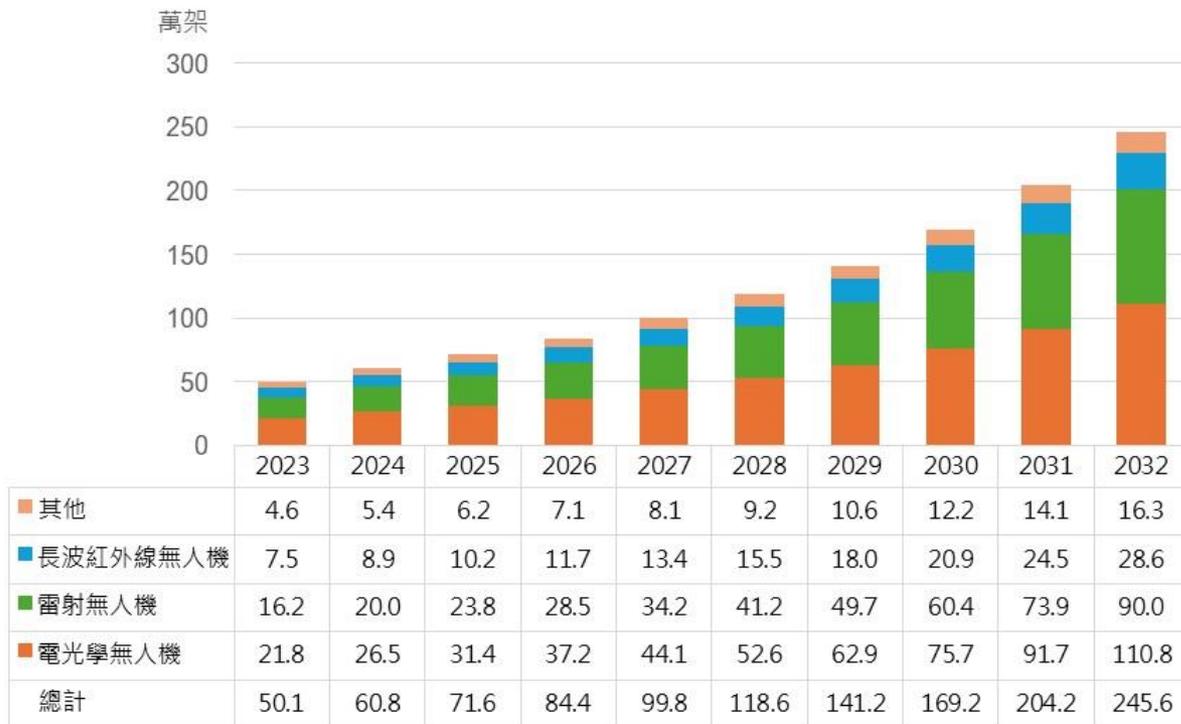


# 無人機光學量測酬載市場現況

## 2028年全球光學量測酬載無人機年銷售將突破百萬架

- 2023年全球光學酬載無人機銷售量約為**50.1萬架**，2032年預估成長至**245.6萬架**，年複合成長率19.3%。
- 電光學(EO)無人機為市場銷售主力，2023年市場銷售約**21.8萬架**，2032年則將成長至110.8萬架，CAGR 19.8%。
- 雷射無人機成長速度最快，市場銷售架數將自16.2萬架(2023年)成長至90萬架(2032年)，CAGR 21%。

光學酬載無人機銷售數量預估



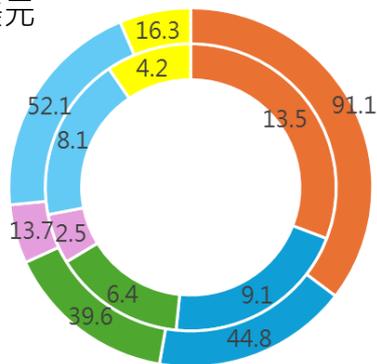
# 無人機光學量測酬載市場現況

光學量測酬載無人機市場成長高，電光學技術為主力

- **軍事國防**與**公共行政**光學酬載無人機主要應用市場。2023年，兩者市場規模合計為21.6億美元，占2023年市場銷售之49.3%。2032年則為143.2億美元，占比達55.6%。顯示公部門需求仍為光學酬載無人機主要推力。
- 2023年，軍事國防與公共行政光學酬載無人機銷售架數約為26.8萬架，占當年銷售之54%，2023年兩者銷售數量為147.5萬架，銷售占比達60%。
- 年複合成長率(CAGR)方面，除軍事國防與公共行政應用外，農業需求的市場規模與銷售數量成長率最高，媒體娛樂用途則僅次於農業，居於第四。

主要應用產業市場規模預估

單位:億美元



主要應用產業銷售數量預估

單位:萬架



內圈:2023，外圈2032

■ 軍事國防 ■ 建築業 ■ 農業 ■ 媒體娛樂 ■ 公共行政/執法 ■ 其他

■ 軍事國防 ■ 建築業 ■ 農業 ■ 媒體娛樂 ■ 公共行政/執法 ■ 其他

## 光學量測酬載無人機應用產業分析



### 軍事國防

- **需求原因：**  
地緣政治不穩定造成軍事衝突的風險越來越高。  
。俄烏戰爭更將軍事行動帶入無人載具領域，透過無人機進行情報收集、監控及軍事攻擊，加速各國發展軍用無人機。
- **應用範疇：**  
戰場情報監偵、精準攻擊指引、邊境與設施監控，戰鬥傷害評估及軍事攻擊。
- **技術方向：**
  - 惡劣天氣、遮蔽物情境下的偵測能力。
  - AI技術應用，提升目標辨識與自動化威脅分析與決策處理。
  - 抗干擾、通訊加密與遠端控制技術和設備輕量化。
- **業者案例：美國 MQ-9 Reaper**  
搭載多光譜與紅外線感測器、高解析度光電/紅外線鏡頭與合成孔徑雷達。



### 建築業

- **需求原因：**  
傳統工程評估、施工、監督需要耗費人力且成本高，特別是大規模建設專案需要地形、結構與工程管理的精準控管，藉以降低工程相關風險。
- **應用範疇：**  
地形探勘與測繪、3D建模、進度監控、結構檢測、施工安全評估、材料管理與廢棄物監控等。
- **技術方向：**
  - 精度與靈敏度提升：LiDAR技術微型化和成本下降，促進中小型工程專案應用。
  - 多傳感器整合搭配AI技術實現多重數據收集與分析，提升工程管理能力。
- **業者案例：大疆 Matrice 300 RTK**  
搭載多光譜、高解析鏡頭與Lidar。可執行3D建模與測量、結構檢測及施工進度監控。



## 光學量測酬載無人機應用產業分析



### 農業

- **需求原因：**  
全球糧食需求增加，精準農業受重視，搭載光學酬載設備監測農作物生長情形和病蟲害狀況，有助於灌溉管理、施肥優化、精準除蟲和產量預估，有助於提高作物產量與減少資源投入。
- **應用範疇：**  
作物健康管理、灌溉需求分析、雜草監測、產量估算、土壤分析、畜牧管理等。
- **技術方向：**
  - 高精度傳感器整合，如光達、紅外線、多光譜等整合。
  - 多光譜設計須提升AI與機械學習優化主動辨識與預測。
  - 紅外線感測器提高解析度與靈敏度提升對水分壓力、植物熱輻射的偵測。
- **業者案例：Parrot Bluegrass Fields**  
使用**多光譜**相機與高解析度**電光學**鏡頭針對施肥規劃、雜草監測及分析工具提升農地管理。



### 媒體娛樂

- **需求原因：**  
媒體娛樂產業對於高品質的內容需求，以及多元化的效果，無人機搭載高品質光學設備的應用越來越受重視，提升市場需求。
- **應用範疇：**  
影像製作、活動直播、虛擬場景建構、創意行銷、拍攝場景規劃等。
- **技術方向：**
  - **多光譜**與**HDR電光學鏡頭**，提升影像細節捕捉能力，滿足電影與廣告需求。
  - 高精度穩定系統，增加無人機**抗風性**與**穩定性**，確保拍攝品質。
  - 即時傳輸與雲端處理，讓畫面可即時使用以及處理相關資訊，實現更靈活的內容呈現。
- **業者案例：Sony Airpeak S1**  
Sony Airpeak S1 搭載 Sony Alpha 全幅相機可應用於電影及廣告拍攝使用，為影像設備業者跨足開發無人機之案例。



## 光學量測酬載無人機應用產業分析



### 公共行政/執法

- **需求原因：**  
社會安全或災難造成的經濟損失越來越高，因此各國政府對警政、消防和救災等需求提高，透過無人機協助，可提升執法效率、降低成本和達成快速反應的目的。
- **應用範疇：**  
空中巡邏、活動監控、交通管理、搜救行動、刑事調查、環保調查、緊急救難等
- **技術方向：**
  - 高精度LiDAR和多光譜技術提高精度與辨識率，有助於執法與搜救。
  - AI技術融合，使無人機可自動辨識違法行為、交通異常或確認目標。
  - 即時傳輸資訊至雲端或後台，協助指揮中心做出即時決策。
- **業者案例：FLIR SkyRanger R70**  
搭載高解析度電光學鏡頭與LWIR鏡頭，結合可見與不可見光，適用白天與黑夜，可用於監控、執法、消防與救援。



### 能源產業

- **需求原因：**  
能源設施通常位於廣大且難以到達的區域，傳統檢測方式效率低且風險高。無人機可進行遠距、快速且精確的檢測，減少人員進入危險區域的風險。提升資產管理效率與降低成本。
- **應用範疇：**  
電力線路檢測、風力發電葉片或塔架結構、太陽光電面板、石油與天然氣管線。
- **技術方向：**
  - 提升光達3D測繪精準度，提升對電力線路、油氣管道檢測能力。
  - 擴展多光譜波段範圍與靈敏度，提升對細微異常的辨識能力。
  - 紅外線感測器結合AI運算，實現自動化故障分析與早期預測。
- **業者案例：Flyability Elios 3**  
搭載電光學相機和Lidar模組，可進行油氣設施、地下管道及核電廠等狹小空間的檢測。



## 光學酬載應用挑戰與研發趨勢

### ◆ 無人機運行議題

應用挑戰	描述	相關光學設備	產業技術創新案例
圖像穩定性	無人機飛行震動會導致影像模糊或數據不準確，影響檢測精度。	電光學、光達、MWIR、LWIR	DJI 開發穩定雲台技術，採用三軸穩定結構和電子穩定算法，確保影像在飛行中清晰穩定。
重量與尺寸	部分光學鏡頭（如光達、高光譜）較重，影響無人機的載荷能力與飛行時長。	高光譜、多光譜光達、MWIR、LWIR	Quantum Systems 在 Trinity F90+ 中採用小型化的高光譜和光達模組，大幅減輕鏡頭重量，提升無人機續航能力至90分鐘。
能耗效率	高能耗鏡頭（如光達熱成像）縮短無人機續航時間，長距離任務受影響。	光達、MWIR、LWIR	Parrot 在 Anafi USA 中整合低功耗的雙鏡頭結構（電光學與熱成像），減少整體能耗並延長續航至32分鐘。
熱管理問題	長時間運行可能導致設備過熱，特別是高光譜儀和熱成像鏡頭。	高光譜、MWIR、LWIR	FLIR Systems 在其熱成像模組中加入主動散熱技術（風扇和散熱鰭片），防止鏡頭過熱，適合長時間作業需求。

## 光學酬載鏡頭應用挑戰與研發趨勢

### ◆ 數據管理議題

應用挑戰	描述	相關光學設備	產業技術創新案例
數據處理與儲存	高解析度鏡頭生成的大量數據需要高效處理，尤其是高光譜和光達數據量巨大。	高光譜、多光譜、光達	Pix4D 開發數據處理軟體 Pix4Dmapper，能快速處理高光譜和光達數據，可自動拼接影像和點雲生成，提升效率。
即時傳輸	高解析度數據的實時傳輸可能出現延遲，特別是遠距離任務中	高光譜、多光譜、光達	DJI 的 Matrice 300 RTK 中整合 OccuSync 3.0 傳輸技術，提供高頻寬低延遲數據傳輸功能，傳輸距離可達 15公里。
數據兼容與標準化	不同鏡頭生成的數據格式多樣，增加後期處理難度和複雜性。	高光譜、多光譜、光達	Esri 推出多數數據格式處理的 ArcGIS 平台，兼容高光譜多光譜和光達數據，並提供標準化的處理協定。

## 光學酬載鏡頭應用挑戰與研發趨勢

### ◆ 環境適應性挑戰

應用挑戰	描述	相關光學設備	產業技術創新案例
天候與環境干擾	雨霧、煙霧、強風等惡劣條件會降低鏡頭的數據質量與精準度。	電光學、光達、MWIR、LWIR	Teledyne Optech 在光達設備中使用多波長技術，提升穿透雨霧能力，用於惡劣天候下的地形測繪。
校準與精度	飛行震動和溫差可能影響鏡頭校準精度，增加操作難度，影響測量結果的準確性。	高光譜、多光譜光達	Trimble 在光達系統中使用自動校準模組，可實現飛行過程中的自動化校準，減少人工操作需求並提升精度。
解析度	遠距離檢測或小目標識別時，部分光學鏡頭可能解析度不足，影響細節捕捉能力。	電光學、多光譜光達	MicaSense 提供高分辨率多光譜鏡頭（如 Altum），可進行遠距離目標檢測和小面積作物的精細分析。
溫度靈敏度	部分鏡頭（如熱成像）在細微溫差檢測中靈敏度不足，影響異常檢測效果。	MWIR、LWIR	FLIR 在其熱成像模組中增加多波段技術，如FLIR Vue TZ20-R可進行細微溫差檢測，適合設備巡檢和火災監控等場景。

## 多鏡頭整合趨勢

為擴大應用範疇，提升數據收集效率、降低營運成本及同業競爭，多鏡頭整合為趨勢

產品案例	整合鏡頭	應用場景
FLIR Duo Pro R	<ul style="list-style-type: none"> <li>電光學 (EO)</li> <li>熱成像 (LWIR)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>農業監測：作物健康分析</li> <li>設施巡檢：檢查設備外觀與熱異常</li> <li>搜索與救援：融合可見光與紅外影像</li> </ul>
Teledyne Optech Polaris	<ul style="list-style-type: none"> <li>光達 (LiDAR)：高精度點雲數據</li> <li>多光譜 (Multi-Spectral)：結合多波段分析，用於地形與植被檢測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地形測繪：生成高精度地形模型</li> <li>農業監測：檢測作物健康與土壤狀況</li> <li>環境監測：追蹤植被覆蓋與污染狀況</li> </ul>
MicaSense Altum	<ul style="list-style-type: none"> <li>多光譜 (Multi-Spectral)：分析作物健康與環境</li> <li>長波紅外線 (LWIR)：監測熱異常，適用於農業與工業巡檢</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>農業監測：檢測作物水分與病害情況</li> <li>設施巡檢：監測光伏板和其他設備的熱異常</li> <li>環境監測：追蹤地表溫度與植被覆蓋變化</li> </ul>
SenseFly eBee X + S.O.D.A 3D	<ul style="list-style-type: none"> <li>高分辨率 EO 相機：地形測繪與 3D 建模</li> <li>多光譜鏡頭：作物健康檢測</li> <li>光達 (LiDAR)：高精度地形測量與點雲數據</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地形測繪：生成 DEM 和 3D 模型</li> <li>農業監測：作物健康分析</li> <li>建築與文化遺產保護：高精度結構模型生成</li> </ul>

## 無人機整合光學量測設備發展趨勢

### 自主導航與控制技術

**自主導航**和**控制技術**可提高無人機的功能、效率和應用。未來無人機走向自主化過程中，所搭配的光學測距鏡頭或感測器可協助無人機進行精準且正確的飛行路徑規劃。這對於無人機在陌生領域中執行任務極為重要，可降低人員操作風險，提高飛行安全性。如坍塌結構/建物進行受困者搜尋、監控災區或軍事偵察、或進行多機協同飛行合作等任務。

### 智慧聯網技術整合

**智慧聯網(IOT)**技術可使光學感測設備收集的資訊傳輸到遠端或雲端平台，實時數據對於需要即時決策的任務極為重要，如救災。此外，光學量測設備透過智慧聯網技術亦可用於**資產管理**，如**物流**或**倉儲管理**，可讓業主掌握遞送與庫存狀態。遠端部署或無人機機隊管理亦可透過AIOT技術監控無人機自身狀態，監控各類運行數據，如電池壽命、電機系統性能等，有效提升無人機之可用性與營運效率。

### 多感測器整合

光學測距設備走向**多感測器整合**趨勢，包況將測距儀、鏡頭、GPS或IMU等測量單元整合，透過數據的整合分析應用，可減緩單感測器的局限，提升測量的精準度與準確性，更全面的對環境進行偵測，包含更細緻的3D建模、地形、地貌量測、障礙物距離檢測等。多感測器整合使無人機處理及時數據的能力提升，加速各場景的反應速度，對於自主飛行、最佳路線規劃和避障策略等，讓無人機可於無人工干涉下，自主決策完成所賦予的任務，提高無人機的效率。特別是對於軍事或緊急救難行動。

## 無人機整合光學量測設備發展趨勢

### AI 技術應用發展

AI與機器學習技術正大幅影響光學測距技術發展，包含強化數據處理與精確度，如降低背景干擾值。改善物體識別與分類，提升特定物品辨識能力。自適應與預測算法，依據環境變化自動調整測距參數，以及預測潛在環境變化，確保飛行安全。優化能源消耗，精簡數據處理降低計算需求與光學設備能耗等。

### 資料傳輸與邊緣運算

感測器收集之資訊，必須進一步處理，可透過5G、衛星或其他通訊方式將資料傳遞至遠端處理，透過後端平台強大的運算能力進行資料處理，若執行之任務需要快速反應，則傳輸速度、頻寬將是重要因素。邊緣運算技術使無人機能夠即時處理量測數據，不用將其發送到遠端伺服器進行分析。此功能可減少延遲，從而實現更快的決策，但邊緣運算功能能耗通常較大，因此優化運算功能成為技術重點之一。

### 優化能源使用

有鑑於光學量測設備的性能提升，收集的數據量大，對於無人機能源的使用也隨之提高，因此，加強對電池性能或動力管理的需求。電池通常非無人機業者可控之技術，因此業者朝向結構輕量化、光學設備模組化、空氣動力學優化和邊緣運算等無人機自身能源運用的改善。

## 無人機與光學設備業者發展策略

### 光學業者跨足無人機產業

光學設備為無人機服務發展之關鍵，為了增加市場機會，光學業者投入無人機開發，如SONY運用自家於影像光學的市場地位，開發Airpeak S1無人機，搶攻媒體及娛樂市場。光學設備大廠FLIR收購微型無人機業者Prox Dynamics，推出FLIR Black Hornet Nano無人機，搶攻軍用市場。

### 無人機業者跨足光學鏡頭

為了建立自主光學酬載設備技術，維持無人機產品市場競爭力，大疆開發大疆禪思光學鏡頭，切入電光學、長波紅外線、Lidar等技術，確保市場領先地位。

### 無人機與光學業者策略合作

歐洲最大無人機製造商Parrot，以其Anafi系列和FLIR的熱成像光學技術合作，提升軟體整合效能，提供巡檢或公共安全等應用更佳的产品體驗。Parrot透過合作強化專業市場的服務，FLIR則提升對無人機開發的經驗，藉此開發自身產品。

# 標竿業者發展動態

光學業者跨足無人機產業

## Teledyne Technologies

為全球最大專業熱成像攝影機與組件供應商、專營儀器儀表、數位影像產品與軟體、航太國防電子及工程系統服務。產品廣泛應用於海洋、環境、工業市場。2021年收購Flir System，強化既有感測器技術，擴展航太、國防，以及無人機酬載市場。

Teledyne Flir則於近期委託中光電設計與製造SIRAS™無人機，並推出專用酬載 **Vue® TV128+**：

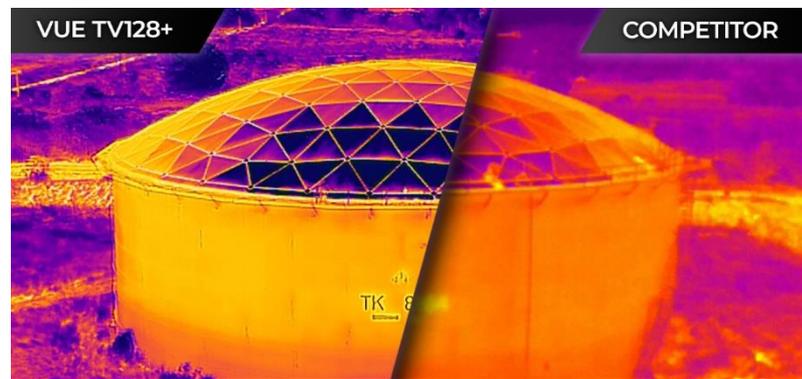
- 該酬載整合FLIR Boson® + 熱感相機及FLIR MSX® 多光譜動態成像軟體，可進一步改善熱成像和姿態感知。MSX 即時為熱影像添加可見光細節，提高清晰度，將邊緣和輪廓細節嵌入熱讀數中。與影像融合（可見光和熱影像的合併）不同，MSX 不會稀釋熱影像或降低熱透明度。提高熱靈敏度及熱成像和可見光成像雙重能力，特別適合執法和搜尋救援任務。



SIRAS™無人機



Vue® TV128+ 酬載



Vue® TV128+ 成像效果與競爭者比較圖

DJI 逐步朝向在**單一酬載中整合多種功能**，如將高清相機、熱成像儀、鐳射測距儀和 LiDAR 等技術整合到一個系統中，藉由整合使可得資訊更全面化，供更多應用場景與問題解決提供解決方案。DJI 積極推動無人機酬載系統的智慧化、模組化和多元化發展，並通過資料分析和 AI 技術的應用，進一步提升無人機的應用價值。包括推出 Zenmuse (禪思) H30 變焦雲台相機，具 IP54 防塵防水能力，能於嚴苛作業環境中，維持穩定及安全的運作。



### Zenmuse H30 特色

- 可見光能力：支援 34 倍光學變焦和 400 倍數位變焦
- 熱成像相機能力：解析度 1280x1024、測溫範圍從 0°C 至 1600°C。
- 運作環境溫度：-20°C 至 50°C
- 夜景功能：支援調整為 25fps、15fps、5fps；提供近紅外線補光燈功能。
- 智慧拍照功能：以演算法處理影像，即使在高動態、強光、低光等環境下拍攝，也能輸出明暗過渡自然、細節豐富的照片；減弱長焦畫面的抖動，更利於精細的電力巡檢作業。
- 雲端資訊同步，空陸協同作業：透過 DJI FlightHub 2 雲端平台，操作者可即時查看拍攝畫面，及時進行遠端指揮，以實現空陸協同作業。
- 可應用於公共安全、電力、石油與天然氣、水力、林業等巡檢作業。

## 無人機與光學業者策略合作

## Sierra-Olympia



- 成立於1995年，過去專注於銷售雷神公司開發的先進冷卻紅外線攝影機技術。2010年被俄勒岡州 Hood Tech 收購，更名為Sierra-Olympia，產品涵蓋所有基於 FPA 的現代紅外線成像技術，其紅外線攝影機能與各種載具（包括固定、手持、移動、無人機等）的複雜熱成像系統無縫整合。產品涵蓋短波紅外（SWIR）、中波紅外（MWIR）和長波紅外（LWIR）頻譜，並應用於能源產業、氣體洩漏檢測及監測，空中監控、繪圖與測量等。
- 考量無人機對於酬載性能強化、輕量化、減少成本，以及組裝整合的需求，Sierra-Olympia 推出開放式架構鏡頭，供客製化調整，並為客戶提供客製化諮詢與技術支援。亦有裝備IP54防護外殼可於惡劣環境中使用的鏡頭酬載產品，供工業或軍用使用。

VENTUS HD6 Zoom

VENTUS HD6 Fixed

VENTUS HD6 Zoom

客製化新品  
Ventus HD6-2.4 (MWIR)

- 有效焦距：18mm-180mm
- 可視範圍：25 °-2.4° (HFOV)
- 解析度：1280 X 960
- 對焦方式：一鍵式自動對焦
- 重量：1390克
- 特色：具有成熟的6微米技術和高解析度、10 倍長距離光學變焦，視野較HD6-FIX更寬，輕量化設計，可搭載於無人機、飛行器或部分陸域平台使用，主打low size、weight、power。