

運用多旋翼無人機於太陽光電設備巡檢培訓班

■ 課程簡介

近年來政府積極推動再生能源的布建，以達成 2025 年再生能源發電量佔 20% 之目標，其中以太陽光電裝置容量佔 66.3% 最高，累積設置目標 20 GW（地面 17 GW 及屋頂 3 GW，1GW 為 10 億瓦），能源局已盤點出 2.5 萬公頃土地來布建，並已於 110 年 6 月完成太陽光電 6.62GW 設置量，相關的設備**佈建及維運**將耗費大量人力及費用。隨著時代演變，無人機的應用領域與日俱增。除了娛樂、新聞報導、緊急救災等傳統用途，現在更經常應用於重要基礎設備的維護管理，以取代效率低、成本高，還具有一定安全風險的人工巡檢。因應太陽光電系統生命週期長達 20-30 年，電場一起手就 40 萬片以上太陽能板等維運實務成本考量，**用無人機巡檢太陽能電場，效率約是人工 6-8 倍**；針對太陽能案場維運需求，推動無人機巡檢應用，及擴大培訓無人機太陽能巡檢專業人才，大幅節省太陽能巡檢的時間以及人力，以達到更高的產業效益是勢在必行。

本課程將針對多旋翼無人機應用於太陽光電設備巡檢需求，將教導學員們建立在無人機工程巡檢及細部人工巡檢的互補概念下，學習基本太陽光電串列電壓電流知識及量測實作，搭配以熱顯像鏡頭去分析且判斷太陽能光電系統的健康程度或異常問題。包括介紹民航局無人機及與太陽光電巡檢相關規定及活動申請（違規飛行罰款都是 6 萬元以上），並介紹熱顯像儀原理及設備實務操作、無人機/手持式熱像數據解析、場址現勘模組擺佈、盡職調查及太陽光電場域相關維運問題之對策等。

■ 課程目標

- 太陽光電系統生命週期長達 20-30 年，因應系統不同運作階段（如圖一），透過無人機巡檢太陽能電場，效率約是人工 6-8 倍，能有效地提高營運維運及太陽能發電效益。
- 針對目前產業現況應用最佳化，教導學員運用無人機協助完成案場的巡檢維運。
- 以無人機常態維運延長太陽能模組壽命及發電效益。
- 瞭解熱像儀的原理，及應用實際熱像數據做檢測分析，以排除維運問題。

■ 課程特色

- 理論與實務並重，**上午理論講授，下午實際於場域上演練**，提供多旋翼無人機太陽光電系統巡檢維運解決方案及培訓。
- **資深專業講師，具備八年以上太陽光電系統維運巡檢經驗，以及採用無人機進行盡職調查現勘擺布規劃、熱影像健檢等應用，講授控制無人機取得良好的拍攝高度及角度，及太陽光電系統失效異常處理準則。**
- 實際於太陽光電案場上（六甲院區）設計維運情境問題，並**使用空拍熱影像巡檢操作與分析，以及使用空地進行盡職調查做太陽能模組擺佈圖。**
- **手把手學習**專業熱像儀知識及工業應用、熱像數據解析、場域現勘、盡職調查、

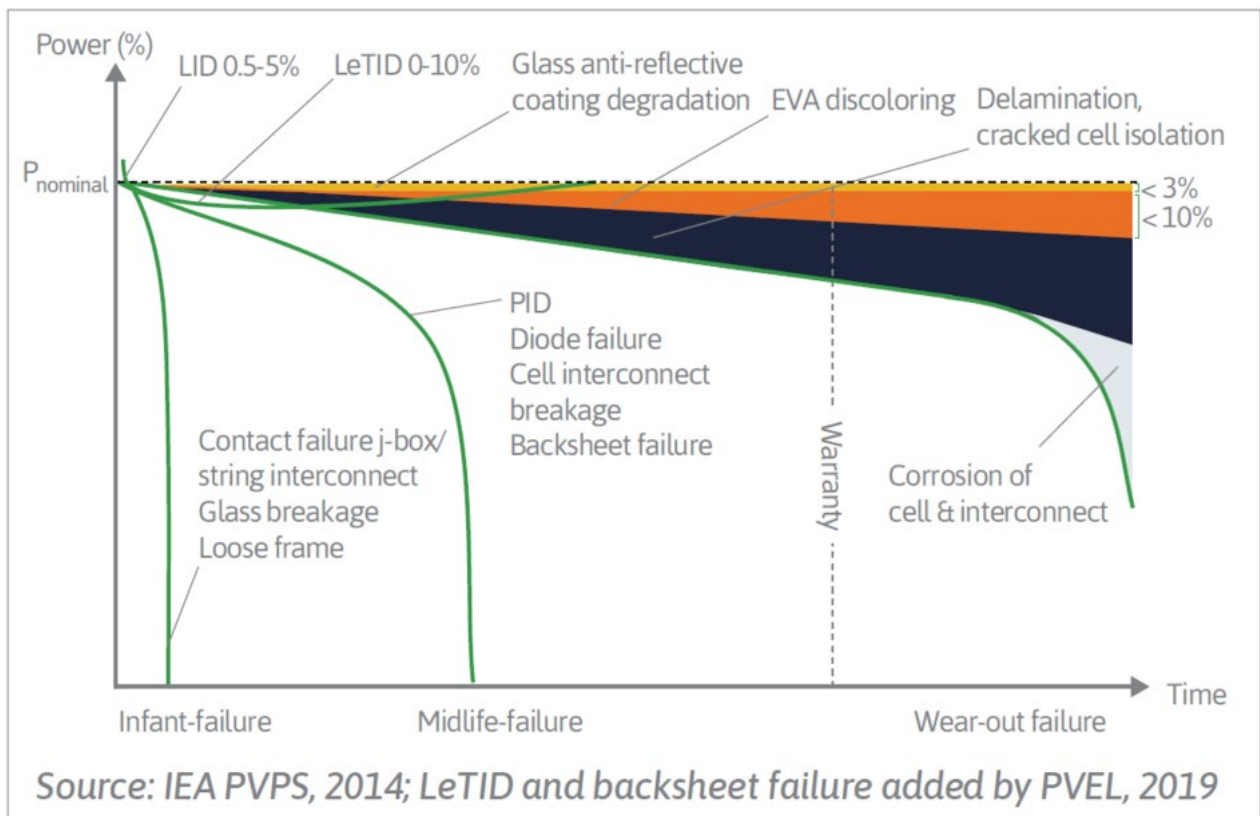
無人機操控及太陽光電巡檢注意事項等，讓學員們能夠多向發展，在綠能產業領域上增添一大助力。

■ 適合對象

- 從事多旋翼無人機專業應用者，如：航拍、報導、消防、救援、設備巡檢等
- 從事太陽光電場域維運工作者
- 從事太陽光電系統場址進行現勘與擺佈規劃者
- 從事無人機工程設備巡檢、基礎設備維護管理等工作者
- 任何對無人機飛行操控及應用感興趣者
- 保險業者需針對太陽光電案場盡職調查及案場風險評估等

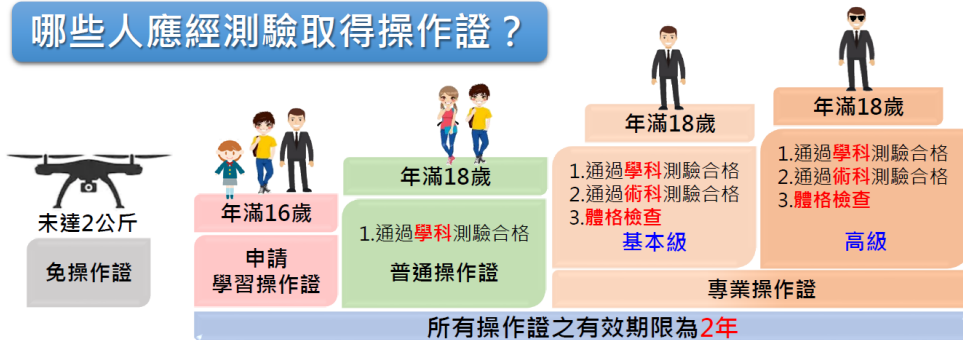
■ 先備知識

- 建議大專以上、理工相關科系畢業。
- 基本的電腦或手機/PDA App 操作能力。
- 無人機將採用GPS模式飛行，故不需操作經驗（須聽從講師指示）。



圖一、常見的太陽能板衰退機制對發電的影響

哪些人應經測驗取得操作證？



| 重量 | 目的 | 個人休閒娛樂用 (無例外限制排除) | 執行政府機關(構)、學校或法人執行業務 | |
|-----------------------|----|----------------------|-----------------------|------------------------|
| | | | 專業基本級操作證 (無例外限制排除) | 專業高級操作證 (可執行例外限制排除) |
| 未達2kg | | 免操作證 | | |
| 2kg ↑、未達15kg (裝置導航設備) | | 普通操作證 | I (未達2kg註記) | Ia (未達2kg註記) |
| 15kg ↑、未達25kg | | 同專業基本級操作證 | | Ib |
| 25kg ↑、未達150kg | | | II | IIc |
| 150kg ↑ | | | III | IIId |

遙控無人機專業操作證

取得基本級、高級專業操作證皆可排除下述4項操作限制

- 距高速公路、快速公(道)路、鐵路、高架鐵路、地面或高架之大眾捷運系統、建築物及障礙物30公尺以內作業
- 於移動中之航空器、車輛或船艦上操作
- 最大起飛重量未達25公斤且裝置導航設備之遙控無人機最大飛行速度每小時超過87海哩或160公里
- 延伸視距飛航

| 基本級 | 2公斤以下 | I2 |
|-----|-------|------------|
| | | 2-25(不含)公斤 |

須排除以下3組操作限制，請依組別取得高級專業操作證▼

| 高級 | 2公斤以下 | Ia2 |
|----------------------------------|---|-----|
| | 2-15(不含)公斤 | Ia |
| | 15-25(不含)公斤 | Ib |
| | 第一組(Group1) 飛航活動之實際高度得逾距地面或水面四百呎得於日落後至日出前之時間飛航得以外除矯正鏡片外之任何工具延伸飛航作業距離 | G1 |
| | 第二組(Group2) 得以遙控無人機投擲或噴灑任何物件 | G2 |
| 第三組(Group3) 得於人群聚集或室外集會進行上空活動 | G3 | |

★取得專業操作證，可操作之遙控無人機公斤數向下相容

★15公斤以上之航空模型機(不具導航裝置)，請報考：
基本級專業操作證>I (2-25(不含)公斤)



Q&A 小編替你來解答

操作證逐級報考及越級報考常見問題

Q. 「9月30日前完成專業操作證學科測驗報名者，10月1日起仍可擇單一構造及單一重量完成術科越級報考」。請問擇單一構造及單一重量是什麼意思？

A. ◆構造分為三種：無人飛機、無人直昇機及無人多旋翼機
◆重量分為三種：未達2公斤、2-15(不含)公斤及15-25(不含)公斤

9月30日前完成專業操作證學科測驗報名者，學科通過後仍可**直接報考**專業操作證並選擇上述任一構造及重量(例：無人多旋翼機/高級15-25(不含)公斤/G1)完成越級報考，無需從基本級專業操作證I2/I開始考試。

Q. 9月30日前已完成報名專業操作證學科測驗了，但之後術科測驗沒有通過的話，就要逐級報考了嗎？

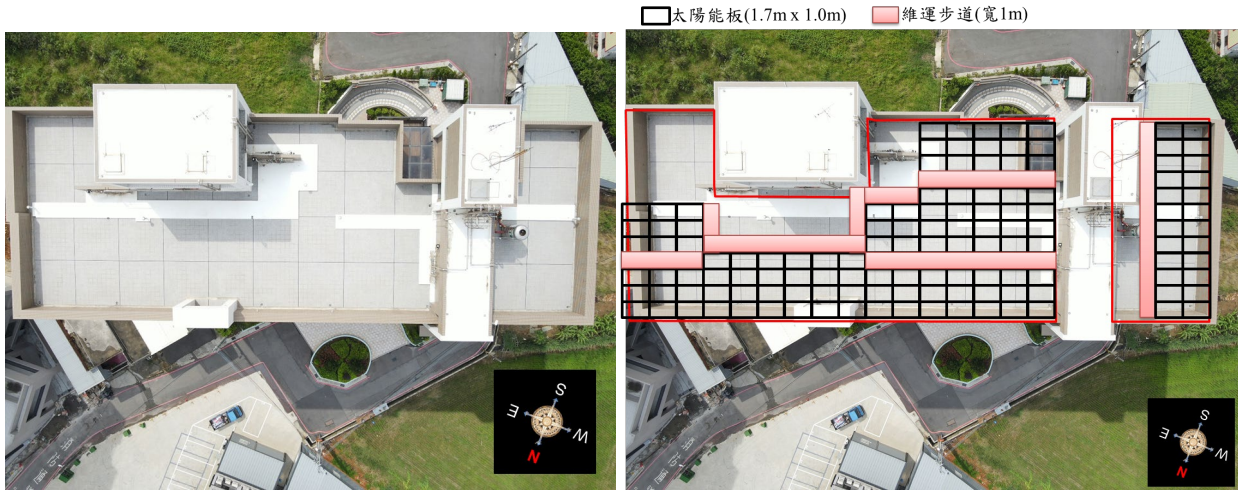
A. 若術科測驗未通過，該次報考之構造及重量級別，可於通過學科測驗日起算一年內申請複測。
※一年效期內未通過術科測驗者，應重新申請專業操作證學科測驗且不得越級報考。

Q. 9月30日前已取得操作證資格了，之後如果要再加銜術科測驗項目，要如何報名呢？

| | | |
|------|----------------------|-----------------------|
| 相同構造 | 同重量級別 | 可直接加銜其他高級組別(G1、G2、G3) |
| | 不同重量級別 | 須依已取得操作證資格往上逐級報考 |
| 不同構造 | 須從基本級專業操作證I2/I往上逐級報考 | |

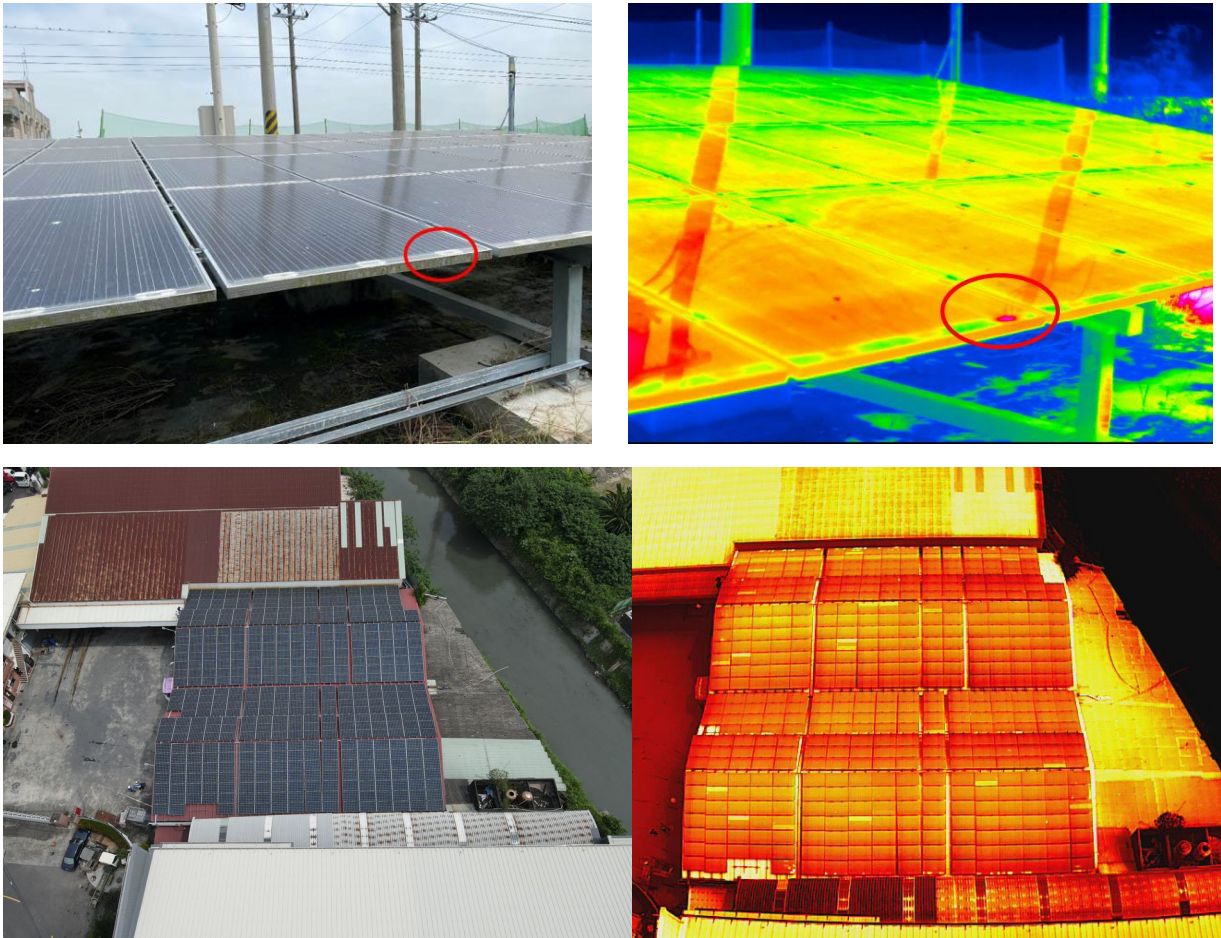
※詳請見【遙控無人機管理規則附件九備註(二)】

空拍場址現勘擺佈

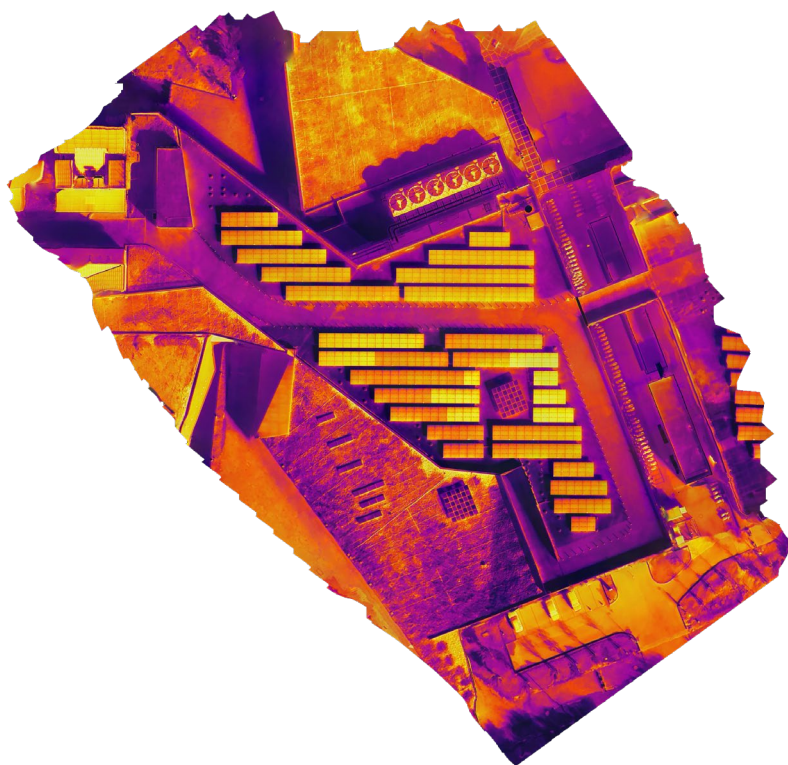


圖二、擺佈圖(可不用 Autocad) – from 宋洪義

熱影像圖例



圖三、旁路二極體短路 – from 宋洪義



圖四、沙崙院區空拍熱影像拼接 – from 宋洪義

■ 課程大綱

第一天

| 時間 | 主題 | 內容 | 場地/時數 |
|---------------------|--|--|---------|
| 09:00 ~ 12:00 | 太陽能、串列電性基本計算與修正 | <ul style="list-style-type: none"> • IEC TS 62446-3 熱像設備規格功能及設備選用 • 太陽光電系統基本電性知識:標準狀態 STC 修正、電性量測環境條件要求，應用於系統維運於量測電性修正後之數據分析 | 教室 3 |
| 午餐 | | | 教室 |
| 13:00 ~ 15:00 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 串列電壓、電流實作檢查與教學 2. 實作場址現勘 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 於實際操作過程中，電性量測、熱影像檢查，教導量測注意事項以及實作練習，以應用於系統維運檢查。 2. 實際空拍場域，以及現場長寬量測 | 戶外 2 |
| 15:00 ~ 17:00 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 串列電壓電流量測數據分析 2. 用 PowerPoint 教學擺佈圖配置畫法 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 量測電性分析計算(老師示範) 2. 擺佈圖畫法(老師示範) | 教室 2 |

第二天

| 時間 | 主題 | 內容 | 場地/時數 |
|---------------------|---|--|---------|
| 09:00 ~ 12:00 | 太陽光電系統常見的異常問題 | <ul style="list-style-type: none"> 熱斑原理、旁路二極體原理 遮蔽保護設計原理 熱異常現象與原理說明:遮陰、逆電流、電致衰減(PID)、隱裂、串列開路 IEC TS 62446-3 熱異常圖形說明 空拍圖判斷各類太陽光電系統之熱異常圖形分析 | 教室 3 |
| 午餐 | | | 教室 |
| 13:00 ~ 17:00 | <ul style="list-style-type: none"> 戶外飛行操作注意事項 戶外空拍檢查 (1) 戶外空拍檢查與電性確認 (1) | <ul style="list-style-type: none"> 無人機操作注意事項 分組飛行熱影像巡檢、場址現勘 | 戶外 4 |

學員需自備: 筆電，讀記憶卡器

第三天

| 時間 | 主題 | 內容 | 場地/時數 |
|---------------------|---|--|---------|
| 09:00 ~ 12:00 | 太陽光電巡檢照片(拼接)之異常問題分析 | <ul style="list-style-type: none"> 近年太陽光電系統失效與設計上注意事項 太陽光電系統拼接之可行性，以及拍攝注意事項。 熱影像拼接教學 案場盡職調查及案場風險評估 禁止、限航區域查詢、申請流程說明 | 教室 3 |
| 午餐 | | | 教室 |
| 13:00 ~ 16:00 | <ul style="list-style-type: none"> 戶外空拍檢查 (2) 戶外空拍檢查與電性確認 (2) | 於無人機實際操作過程中，了解各種熱異常原因，以及失效狀況排除 | 戶外 3 |
| 16:00 ~ 17:00 | 綜合討論 | <ol style="list-style-type: none"> 問題討論 學員案場中遇到問題 其他問題討論 | 1 |

學員需自備: 筆電，讀記憶卡器

★主辦單位及講師保留調整課程內容，及教室、飛行場地之權利

■ 講師簡介

工研院太陽光電講師：宋洪義 工程師

【學經歷及專業領域】

- 國立交通大學／光電工程所
- 工業技術研究院 2007～迄今
- 岳豐科技 2003～2007
- 專長：太陽光電系統之
 - (1)盡職調查、設計審查
 - (2)工廠檢查、生產檢查
 - (3)施工監工、竣工驗收
 - (4)系統維運、失效鑑定



■ 主辦單位：財團法人工業技術研究院

■ 舉辦地點：工研院六甲院區

實際上課地點，請依上課通知為準！

■ 舉辦日期：2023/02/22(三)~02/24(五)；09:00~17:00；共計三天，21 小時

■ 報名截止日期：2023/02/15 (一周前)

因無人機及太陽光電場域之教學場地空間及教練人數考量，練習將分組，採小班制，員額有限，請儘速報名。

■ 課程費用：

一般生：每人\$19,000 元，團報（同公司 2 人以上）優惠價：\$18,000 元

【早鳥優惠（三週前報名）】

早鳥一般生：\$18,000 元，早鳥團報（同公司 2 人以上）：\$17,000 元。

太陽光電相關公協會會員視同團報，早鳥優惠：\$17,000 元，一般優惠：\$18,000 元

（以上價格均含稅、餐飲、點心、講義、無人機與太陽光電巡檢操練等）

■ 報名方式：

◆ 工研院學習服務網，線上報名：<https://college.itri.org.tw/Home/LessonData?PosterGUID=BE8E2314-C781-4CE4-ADE6-5148D0E193DA>

◆ 或請洽詢郭小姐，06-3847538 或 email 至 khw@itri.org.tw、
陳先生，03-5732864 或 email jameschen@itri.org.tw

■ 注意事項：

1. 為確保您的上課權益，報名後若尚未收到任何回覆，敬請來電洽詢以完成報名。報名時不需事先繳費，待確認開課後才會通知繳費，並依繳費順序確認員額。
2. 若原報名者因故不克參加，欲更換他人代為參加，煩請於開課七日前通知。

3. 若經講師評估認為天候不佳，不適合飛行操控，得臨時通知調整課程及場地。
4. 學員需攜帶手機或平板等連網裝置到課，以學習任務飛行 App 安裝及操作(此與無人機型號有關，不見得都能適用)。
5. 後兩天之戶外飛行課程，學員需自備: 筆電，讀卡器，以便現場分析太陽光電熱顯像，亦鼓勵自帶無人機+熱像鏡頭，此屬太陽光電設備巡檢必要之設備。
6. 出席率達 80%以上，將可取得產業學院之電子培訓證書。
7. 其他無人機考照及應用相關課程，包括考照、職業航拍、太陽光電檢測等，歡迎報名，以先取得早鳥優惠資格，待確認開課前 1~2 週才會通知繳費。<https://reurl.cc/55yeln>
8. 歡迎接洽技術移轉或顧問諮詢，及課程企業包班。