

## 安全通告

### 主題： 使用無人機進行建築物測量／檢驗的指引

**概要：** 安全通告是由澳門民航局發出，向澳門航空機構傳達建議資訊以提升安全。安全通告包括現行法規和要求所涵蓋或尚未涵蓋有關特定主題的安全建議、指引和／或航空業界的最佳實踐方法。

**相關法規：** 《澳門空中航行規章》第 XVI 部份  
第 AC/GEN/013 號澳門航空通告

**適用性：** 本安全通告適用於有意在澳門使用無人機進行建築物測量／檢驗的營運人(個人或機構)。

**廢止：** 本安全通告為首次發出。

### 1. 前言

1.1 在澳門使用無人機必須遵守相關法律法規。除法律法規外，本安全通告亦從航空安全方面提供在澳門使用無人機進行建築物測量／檢驗操作的指引，並列出一些一般安全建議。

### 2. 背景

2.1 《澳門空中航行規章》第 XVI 部分具體說明了在澳門操作無人機的要求。除獲授權並按照民航局無人機活動許可操作外，營運人不得在《澳門空中航行規章》第 184 條規定的任何條件外操作無人機。當操作總質量超過 7 公斤(kg)但不超過 25 公斤(kg)的無人機，營運人還必須根據第 AC/GEN/013 號澳門航空通告的規定，向民航局取得無人機營運人許可。

2.2 鑑於無人機在廣泛領域的應用中扮演日益重要的角色，本安全通告就使用無人機進行建築物測量／檢驗操作提供相關安全建議，以確保操作安全。

### **3. 定義**

3.1 「**參與人**」是指參與或充分理解該無人機操作、明白風險並清楚與無人機操作有關的指示和安全注意事項的人員。實際上，這意指參與人必須：

- 清楚獲知並了解該無人機的操作；
- 了解所涉及的風險；
- 在無人機操作期間，場地管理者或無人機操作人員已為其採取合理的安全措施；和
- 應遵守所提供的指示和安全預防措施。

3.2 符合以下情況，**車輛**或**船隻**將被視為「**受無人機操作員控制**」（下文稱為「**參與車輛或船隻**」）：

- 可以合理地預期車輛或船隻上的人員會遵守無人機操作的相關指示和安全預防措施，以避免與無人機發生計劃以外的互動；和
- 車輛或船隻上的人應獲得適當的簡介或告知無人機的操作。

3.3 符合以下情況，**建築物**將被視為「**受無人機操作員控制**」（以下稱為「**參與建築物**」）：

- 可以合理地預期建築物內的人員會遵守無人機操作的相關指示和安全預防措施，以避免與無人機發生計劃以外的互動；和
- 建築物內的人員應獲得適當的簡介或告知無人機的操作。

3.4 「**非參與人／車輛／船隻／建築物**」是指除了「**參與人／車輛／船隻／建築物**」以外的任何人／車輛／船隻／建築物。

### **4. 設備考慮**

4.1 若無人機計劃在非參與人、車輛、船隻或構築物的上空持續飛行，無人機營運人應使用額外的安全系統或設備，以證明已加強安全保障，例如使用重量不超過 250 克的無人機。

註：如飛行只有短暫一次性地飛過非參與人／車輛／船隻／建築物，被飛越的人員或財產為偶然出現在點對點的飛行範圍，則不視為「持續飛行」。

4.2 進行建築物測量／檢驗操作時，無人機應配備適當航行燈（通常為前旋翼臂上安裝紅燈、後旋翼臂上安裝綠燈，或左翼上安裝紅燈、右翼上安裝綠燈）。在飛行過程中，航行燈應能讓無人機操作員全程可以看到，並足以讓無人機操作員目視判斷無人機的方位和方向。

- 4.3 應安裝旋翼防護罩以避免在建築物附近操控無人機時發生碰撞。也建議使用避障功能，以進一步降低碰撞風險。
- 4.4 在建築物測量／檢驗中也建議使用頻閃燈或防撞燈系統。
- 4.5 操作過程中應使用地理圍欄和高度限制功能，將無人機的機動限制在預定的飛行範圍內。建議使用實時動態定位（RTK）系統。
- 4.6 應配備適當的地面站或使用遙控軟件，以協助操作員即時識別無人機的位置。
- 4.7 應配備監測高空陣風的風速計，以監測飛行高度升高時風速和風向的變化。

## 5. 人員考慮

- 5.1 執行飛行任務的無人機操作員應具備進行建築物測量／檢驗所需的無人機操作能力。
- 5.2 除無人機操作員外，還應配備足夠的輔助人員及／或目視觀察員以提供額外的安全和觀察支持，協助無人機操作員監察遙控器或評估無人機的位置。

## 6. 操作考慮

- 6.1 除獲授權並按照民航局無人機活動許可操作外，不得在《澳門空中航行規章》規定的保護區（包括禁止或限制飛行區域）範圍內進行無人機操作。在沒有取得該無人機活動許可的情況下，應小心進行無人機操作以免錯誤進入上述所指的區域內。同時，應小心選擇操作範圍／路徑，並與非參與人、車輛、船隻或建築物保持足夠的橫向間距。
- 6.2 某些建築物測量／檢驗操作可能不可避免地涉及飛越非參與人、車輛、船隻或建築物，如果此類飛越不可避免或無法保持足夠的橫向間距，則應控制進入此類操作現場的通道。應與場地內的非參與人員或建築物的相關人員建立有效溝通，以便他們知悉無人機可能會飛越他們及其建築物。無人機操作員不應在非參與人員、車輛、船隻或建築物上空持續飛行，並應盡可能減少飛越的時間。
- 6.3 應就無人機操作通知公眾，建議擺放安全錐和警告標誌，以指示附近正在進行無人機操作。這將提高附近公眾對無人機位置的意識。
- 6.4 無人機操作員在操作前應進行全面的飛行計劃（包括日間偵察和場地安全評估），決定地理圍欄區域和高度限制等。無人機操作員應辨識、處理和記錄任何危險、限制和障礙。

- 6.5 無人機操作員應考慮預期的操作高度以及可能遮擋視線的障礙物，以確保無人機在任何時候都保持在視距內。
- 6.6 在飛行期間，無人機操作員、目視觀察員和/或輔助人員之間應維持有效的語音溝通。應建立溝通協定（例如標準指令和呼叫用語）來傳達防撞訊息、緊急程序和相應的指令等。
- 6.7 無人機操作員應向所有參與的操作人員，特別是輔助人員和目視觀察員進行簡報，確保他們充分了解自己的職責和操作任務。
- 6.8 輔助人員應通過另一個螢幕監察無人機的飛行參數，包括電池電量和追蹤的衛星數量，並持續向無人機操作員提供最新訊息。
- 6.9 起飛和降落點（包括另擇的降落點）應配備充足的照明，以提供清晰視野，使無人機操作員能夠目視看到並避開地面上的危險和障礙物，保障無人機安全起降。
- 6.10 在飛行期間，無人機操作員應能全程看見無人機的航行燈（通常紅燈在前旋翼臂、綠燈在後旋翼臂），以便目視判斷無人機的方位和方向。
- 6.11 起飛前和飛行期間，無人機應以衛星鎖定位置。如果製造商未有指明鎖定位置所需的衛星數量，則無人機不得在少於 7 顆衛星鎖定位置時飛行。
- 6.12 無人機飛行速度不應超過每小時 20 公里。
- 6.13 與非參與人、車輛、船隻或建築物的最小橫向間距不應少於 10 米。
- 6.14 如果無人機操作員未能以目視判斷無人機的方位和方向，或無人機對任何其他飛機、人員或財產構成危險，則無人機操作員應立即應對以確保操作安全。
- 6.15 無人機操作員應制定操作過程中發生緊急情況（如指揮和控制數據鏈路中斷、航行燈熄滅和全球定位系統信號中斷）時的適當反應和故障安全機制。
- a) 如果無人機將要自動返回「返航點」並自動降落，應根據操作前進行的日間偵察、場地和飛行安全評估，考慮可能的飛行路徑，以確保在啟用此功能時，無人機不會與障礙物碰撞。此類功能的高度也應仔細考慮，以避開障礙物，並避免與其他無人機、建築物或物體發生碰撞的風險。
- b) 無人機操作員（或在輔助人員的協助下）也應密切監控遙測數據，留意可能出現的訊號干擾，並制定適當的應對措施，以確保飛機繼續受控，且故障安全機制不會受到破壞。

- 6.16 建議為參與建築物測量／檢驗操作的所有人員（包括無人機操作員）配備適當的個人防護裝備（如反光衣、安全背心等）。

## **7. 其他考慮**

- 7.1 民航局僅以航空安全的考慮進行審批及發出本安全通告第 2.1 條所述的許可，該等許可並不構成其他個體要求的或其他政府部門/機構根據其權限針對無人機操作要求的其它許可。
- 7.2 無人機營運人應取得建築物業主／管理方的許可。
- 7.3 無人機營運人應考慮無人機的使用是否受到其他法律規例、要求等規管（例如，出於保安和個人隱私等方面的考慮），並按其要求取得相關政府部門/機構的許可。

## **8. 建議措施**

- 8.1 進行建築物測量／檢驗操作的無人機營運人應審視其政策、程序和培訓，以涵蓋本安全通告所載的安全建議。

- 完 -