



科技新知技術摘要

UAV：無人機之潛在職業安全衛生風險討論

技術摘要

UAV：無人機之潛在職業安全衛生風險討論

無人機應用現況

隨著無人機的應用越來越廣，國際上也開始探討無人機可能帶來的潛在風險。當有了潛在風險的意識，將更有助於新技術的使用與潛在危險的預防。美國聯邦航空管理局（Federal Aviation Administration, FAA）提到統計至 2019 年，已經註冊了 150 萬架無人機和 16 萬名的操作者，近十年的數量正在快速增加中（Federal Aviation Administration, 2019）。FAA 也預測隨著無人機在休閒娛樂與商業應用上的增加，無人機將改進生產技術與降低價格，因此 2020 年至 2040 年間的無人機數量將大量增加（Federal Aviation Administration, 2020）。營造業的工地常位於偏遠的山區，或難以到達的危險區域，透過無人機可以更輕鬆的進行航拍調查與測量、檢查潛在的工區安全問題，降低工作者直接進入到不安全環境中的情況（Kas & Johnson, 2020）。此外，無人機可搭配遙測軟體，即時傳輸工程測量資訊（Wang et al., 2016），無人機除了於地理環境三維建模之外，也應用於施工進度監控、設施檢查與管理、損壞評估等應用。例如，戶田建設將無人機攝影應用於鋼塔拆除工程，此案例為 40 年前完工的設施，缺少過去的設計圖紙與實際尺寸，因此運用搭載點雲掃描的無人機進行拍攝，進行施工架計畫的模擬與拆除進度的模擬（圖 1）。

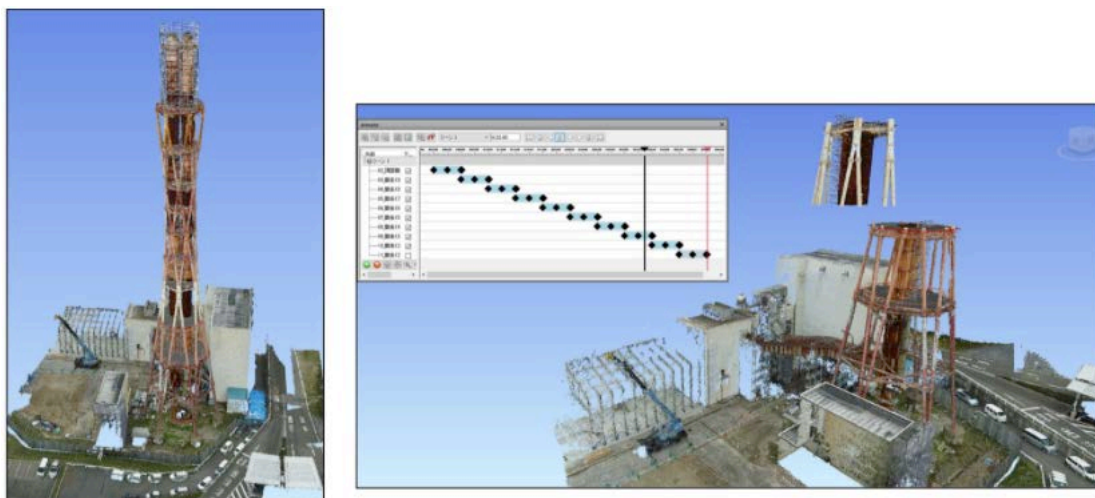


圖 1、點雲建模後進行拆除進度模擬（建災防，2019）

無人機應用的潛在職業安全衛生風險

無人機能夠為營造業帶來很好的貢獻，但同樣也有部分研究開始探討其潛在風險，而這些風險將帶來直接或間接的影響，導致準確性和可靠性降低（Schenkelberg, 2016）。例如，無人機可能會在幾乎沒有任何警告的情況下從天而降，而高速旋轉的葉片極有可能造成頭部鈍傷或瘀傷（Afman et al., 2018）。本技術摘要整理 Khalid et al. (2021)提出的無人機應用的潛在問題，提供給未來使用參考，詳如表 1。

表 1、無人機的潛在風險（本技術摘要整理）

風險類型	說明
UAV 選擇	選擇適當的型號，如不燃材料或保護緩衝裝置，減少碰撞衝擊。
電力條件	有限的電池資源可能導致飛行終止而墜機
零件老化	電池、螺絲和感測器等零件會隨時間退化而造成危險
內建電池	內建鋰電池可能因為過熱而起火
訊號干擾	無線電通訊設備和 GPS 可能干擾無人機的操作訊號
無人機失控	失控將導致對工作者和財物上的碰撞與損失
行為限制	操作者因工作量大、注意力分散或疲勞而採取了錯誤行動
外部干擾	好奇的工作者、鳥類、車輛和飛機干擾正在飛行的無人機
環境狀況	因惡劣天氣而失去控制（如強風、豪雨、霧和雪）
分心	無人機分散工作者對其工作的注意力
壓力	工作者可能會受到附近飛行的無人機影響而產生心理壓力
訓練不足	因訓練和經驗不足而產生飛行操作上的困惑
飛行錯誤	操作者缺少決策上的技能與經驗
隱私	收集可能侵犯隱私的敏感資訊（工作者的位置與工作項目、私人資產資訊）
侵入	飛入工地附近的私人領域或由外部飛來工地的莫名無人機

無人機在營建業需思考的問題

隨著營造業的發展，無人機的應用與整合為其增加了許多的不確定性。本技術摘要彙整國際文獻中所探討的無人機潛在風險問題，應思考如何降低無人機帶來的各種職業安全風險，這將有助於未來更好的有效管理無人機。

參考文獻

Federal Aviation Administration, (2019). Press Release – U.S. Department of Transportation Issues Proposed Rule on Remote ID for Drones. Retrieved from

https://www.faa.gov/news/press_releases/news_story.cfm?newsId=24534

Kas, K. A., & Johnson, G. K. (2020). Using unmanned aerial vehicles and robotics in hazardous locations safely. *Process Safety Progress*, 39(1). <https://doi.org/10.1002/prs.12066>

Wang, G., Hollar, D., Sayger, S., Zhu, Z., Buckeridge, J. S., Li, J., ... Hu, W. (2016). Risk Considerations in the Use of Unmanned Aerial Vehicles in the Construction Industry. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, (6:4), p.165-177. Retrieved from <https://thescholarship.ecu.edu/handle/10342/6067>

建災防. (2019). 労働災害防止のための ICT 活用データベース. ICT 活用事例: ドローンによる写真測量・点群処理. Available at: https://www.kensaibou.or.jp/safe_tech/ict/entry/003019.html

Schenkelberg, F. (2016). How reliable does a delivery drone have to be? 2016 Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS), 1–5. Tucson, AZ, USA.

Afman, J.-P., Ciarletta, L., Feron, E., Franklin, J., Gurriet, T., & Johnson, E. N. (2018). Towards a New Paradigm of UAV Safety. ArXiv:1803.09026 [Cs]. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1803.09026>

Khalid, M., Namian, M., & Massarra, C. (2021). The Dark Side of the Drones: A Review of Emerging Safety Implications in Construction. *EPiC Series in Built Environment*, 2, 18-27.

延伸閱讀

UAV：無人機系統於營造安全的應用和要求

UAV：無人機與建築資訊模型在營造安全的整合應用

UAV：無人機應用於工程上的發展與挑戰

網址：<https://www.yuejin-ai.com:967/fs/files>

國內參考實例

1. 109 年優良工程金安獎：金門大橋建設計畫第 CJ02-2C 標金門大橋接續工程

該工程採用無人機不定期繞行，進行空中監控。無人機由監造單位安衛工程師操控巡檢，強化海域工作面即時監控及作業人員人因關注。



2. 109 年優良工程金安獎：台 15 線關渡橋耐震改善及維修補強工程

該工程利用無人飛行載具 (UAV) 搭配數位相機取得現地影像，並用以輔佐 BIM 建模。

