



智慧安全的落地實踐： 科技驅動勞安管理革新

許勝凱*／將捷集團 科技長

隨著勞工安全要求持續提升及勞動力供給日益緊縮，營建產業正面臨管理模式轉型的挑戰。為因應此趨勢，將捷集團近年積極導入數位科技，採用全生命週期之 BIM 技術以提升工程資訊整合效率，並結合智慧設備強化施工現場之安全衛生管理。同時本文亦探討 AI 影像辨識技術於地熱電廠營運管理之應用，以驗證其在能源設施管理中降低人力依賴之可行性，藉由本集團之實務分享與案例分析，期能為營建數位轉型與能源產業永續發展提供經驗參考。

前言

將捷集團（Fabulous Group）創立於 1992 年，為台灣以地產開發為本的企業，致力於垂直整合設計、建築、建築資訊模型（BIM）、室內裝修、營造工程及資產管理等業務。近年更積極拓展文創休閒與地熱能源產業，持續推動永續綠建築與綠色能源開發，展現多元化經營視野，並秉持以人為本、建構幸福人居的核心理念，將企業價值延伸至整體社會。

然而，面對少子化與人口老化的雙重挑戰，年輕勞動力對營建產業的投入意願日益降低，導致工地現場出現嚴重人力斷層。根據勞動部統計，2024 年第一季全台營建工程業人力需求達 4,276 人創下歷年新高。此外，內政部國土管理署報告指出，全台營建產業勞工短缺人數已超過 5.3 萬人，其中基層勞工缺口占比高達 75.3%，顯示台灣營建業正面臨前所未有的嚴峻缺工危機。

隨著消費者意識抬頭，民眾對建築安全與品質的要求日益提高，加上少子化導致整體勞動力供給趨緊，工地主任、現場管理及施工人員等人力資源日漸

不足。於此情況下，現場管理人員常因趕工壓力或人力短缺，被迫減少安全教育之頻次、時長或課程內容深度，進而引發施工品質瑕疵與職業安全風險。

除此之外，受限於監工人力不足，許多關鍵施工工項（如鋼筋綁紮、模板支撐、水電管線預埋等）常無法即時查核與稽核，導致潛在施工缺失未能及早發現與改善，增加了工地安全與品質管理的挑戰。上述問題已成為當前營建現場管理面臨的重大痛點與迫切課題。

智慧工地係指導入物聯網（IoT）、BIM/CIM、人工智慧（AI）及數據分析等先進技術於工地現場，透過感測器、自動化系統與影像分析工具，即時蒐集人力配置、安全狀況、環境條件、材料使用與施工進度等資訊，並整合至中央管理系統進行分析與決策，以提升施工效率、風險預警能力及整體品質管理效能^[1]。

面對少子化所帶來的人力短缺挑戰，亟需透過智慧化技術補足勞動力缺口。將捷集團自 2020 年起，已陸續於各施工現場導入智慧工地解決方案，並於 2024 年進一步擴大應用範疇，將智慧化管理技術導入地熱發電廠營運管理，積極推動集團轉型為以自動化與智

* 通訊作者，sky@fabulousgroup.com.tw

慧管理為核心的營運體系，期能有效降低少子化對產業之衝擊，並大幅提升整體管理效率。

將捷集團自 2014 年導入建築資訊模型 (BIM) 技術，多年來累積包含集合住宅、休閒運動中心、飯店、商辦等各類型 BIM 專案執行經驗，運用 BIM 技術於建築、結構與機電之設計整合、環境模擬分析、工程數量計算、施工前期規劃、施工中檢核、竣工資料庫等全生命週期應用，並將 BIM 技術結合智慧設備於施工現場管理，包含 BIM 於職業安全運用、臉部辨識出入管制系統、危險區域預警以及 AI 辨識等應用，本文分別說明如下：

BIM 於職業安全運用

BIM 使實體建物在施作前，得以先在電腦平臺上虛擬分析建造過程，將不同時間點在工區各處出現的各種安全危害風險，以 3D 可視化方式呈現，使職安衛管理人員更能預先發現施工過程之介面衝突及可能危

害，據以提出防災策略，同時更容易評估安衛防護規劃方案之有效性^[2]。

以集團某集合住宅案為例，營造廠於施工規劃時延續設計 BIM 模型，於假設工程階段下載勞動部建置之「營造業安全衛生 BIM 資訊平台」內的安衛 BIM 元件 (圖 1)，運用於電梯井防護措施 (圖 2)、現場施工架配置檢討 (圖 3)、開口部防護措施 (圖 4) 等檢討，以下為導入效益說明：

1. BIM 於現場開口防護上的運用，可即早確定開口尺寸訂置相關安全防護措施。
2. 各項安衛措施套用在 BIM 模型，藉由 3D 視覺化呈現，可避免 2D 圖面的盲點，讓安全減災看的見。
3. 透過 BIM 可預先規劃施工架搭設方式，可避免因施工因素造成衝突。
4. 可即早決定安衛設施作方式，並透過協議組織會議等會議向工程師及廠商宣導。



圖 1 營造業安全衛生 BIM 元件庫

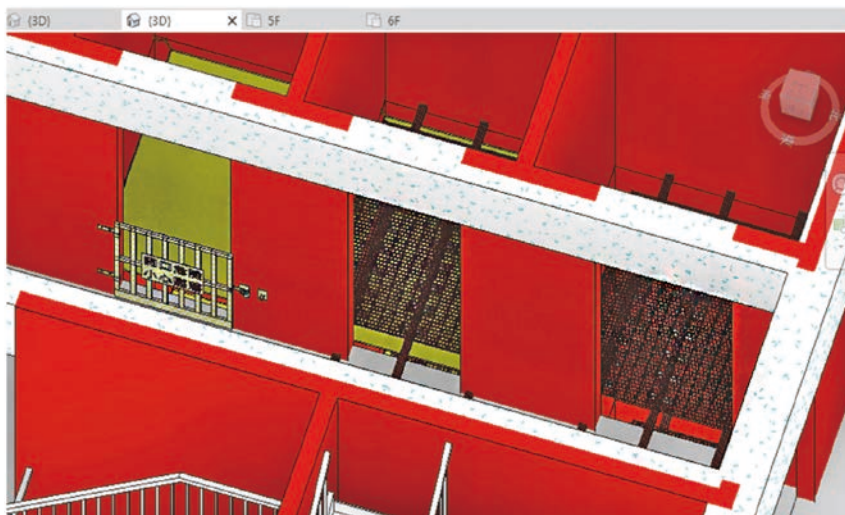


圖 2 電梯井防護措施模型

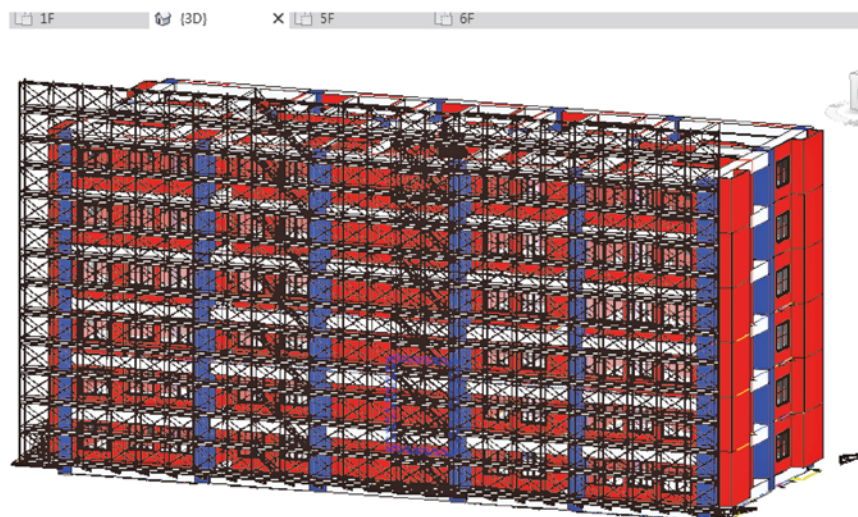


圖 3 BIM 施工架配置檢討

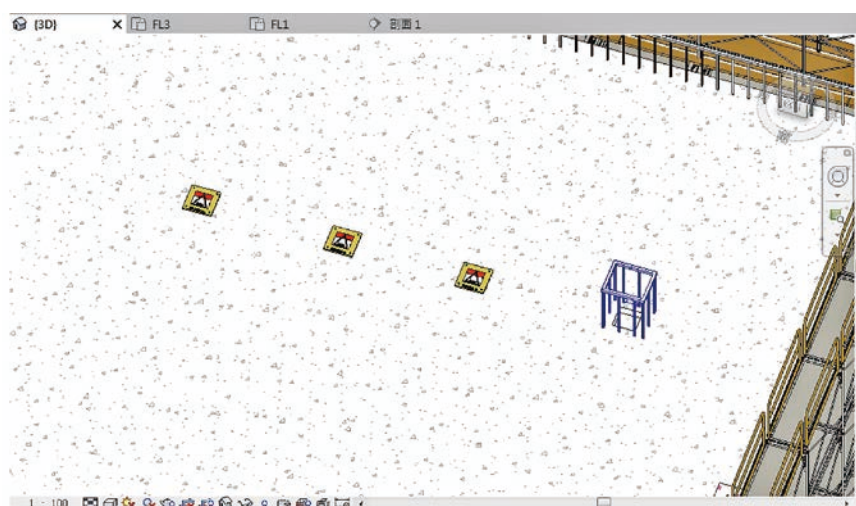


圖 4 BIM 開口部防護措施模型

臉部辨識出入管制系統

集團建案於工地現場導入人臉辨識系統，在出入口設置供工業級平板電腦，搭配雲端 AI 人臉辨識系統，未來可進一步結合三叉機或門口螢幕等進階管制，工班於正式進場前提交人員清冊，並於現場完成危害告知訓練後，完備人臉辨識資料，後續人員於進出工區皆需採用人臉辨識進出，其資料保存於雲端，後臺系統並可提供出工人數統計及進出紀錄等分析報表功能，整體架構如下圖 5 及應用示範如圖 6 說明。

實務上需注意平板於戶外使用易因戶外光線過量造成辨識不易以及工地粉塵及環境因素造成損壞，惟人臉辨識技術成熟，硬體使用門檻低，建置成本尚屬合理，仍不失為良好的解決方案，以下為其效益說明：

提升出入控管效率

傳統人工作業如打卡、簽到耗時且易出錯，人臉辨識可即時驗證，減少排隊與人為疏失。

強化工地安全管理

僅限授權人員進入工地，控管當日出工種類及人數，有效杜絕外來人員闖入與工地竊盜風險，並可利於事故追蹤與回溯管理。

即時出勤紀錄整合

系統可自動記錄工人每日出勤時數，與勞安、勞保申報系統連動，提升行政效率。

防疫與健康監測應用

可搭配測溫功能進行異常通報，於疫情或特殊衛生管控期間特別有效。



圖 5 臉部辨識出入管制系統架構圖 [3]



圖 6 出入管制系統應用示範

危險區域預警

工地導入閉路電視監控系統（以下簡稱 CCTV 系統），可即時掌握施工現場動態，有效監控人員安全行為、機具運作狀況及出入口管制，達到預防職業災害與非法入侵之目的，提升工地管理之透明度與效率，現已逐漸成為工地標準化管理設備之一。

隨著監控技術的進步，CCTV 系統已整合電子圍籬偵測及 APP 通知功能，可透過設定虛擬界線進行人員入侵或異常行為之辨識，並串接相關警報設備（例如警示燈、蜂鳴器或語音喇叭）或 APP。當人員誤入特定警戒區域時，系統將即時發出警報通知或 APP 通知，降低人員誤入高風險區域的可能性，有效預防工安事故發生。

例如，在電梯井施工區域設置 CCTV 系統及警示燈，當吊料作業進行時，現場警示燈將自動亮起以提醒施工人員注意安全，管理人員亦可透過辦公室螢幕監控吊料作業位置；若偵測到人員進入預設之電子圍籬範圍內，系統將即時跳出視覺警示畫面（圖 7），進一步強化作業安全管理。

AI 影像辨識於地熱發電廠之安防應用

將捷集團子公司結元能源為台灣地熱發電產業的領導者，專注於地熱發電相關產業之研究開發、整合創新及應用。現已建置宜蘭清水地熱電廠、新北市四磺子坪地熱發電廠並商轉中。



圖 7 CCTV 結合警示燈應用於電梯吊料警示

因電廠位處偏山且人力有限，結元公司於 2024 年導入發電廠智慧安防系統，提供 24 小時不間斷營運管理需求，實現在少人的條件下安全穩定的發電運作，具體應用包含全區影像監控、安全帽偵測系統，陌生人軌跡追蹤、門禁卡機 / 車道紅外線以及第三方系統整合^[4]，分別說明如下：

全區影像監控

全場外圍建置日夜型高解析度 CCTV 監控系統，並搭配語音警示喇叭與電子圍籬設置，採用高精度人形偵測技術及彈性化警戒規則，有效提升辨識準確度，大幅降低傳統電子圍籬因光影或非人形目標造成誤報之情形，以強化場域周界安全防護。

未戴安全帽偵測

因應進入廠區發電區域須配戴安全帽之安全規定，並考量現場人力無法全天候即時監控，故建置「安全帽偵測系統」。本系統採用人工智慧影像辨識技術，能即時辨識未配戴安全帽之人員，並透過現場廣播喇叭進行語音警示，同時擷取影像紀錄留存，以強化現場安全管理（圖 8）。

陌生人軌跡追蹤

利用 AI 辨識人臉及追蹤功能掌握特定人員在場區移動軌跡，有助於監控行為軌跡及應對突發事件，於發生事故或爭議時，可快速以人臉回查及調閱行蹤影像，提高事後追責與調查效率（圖 9）。

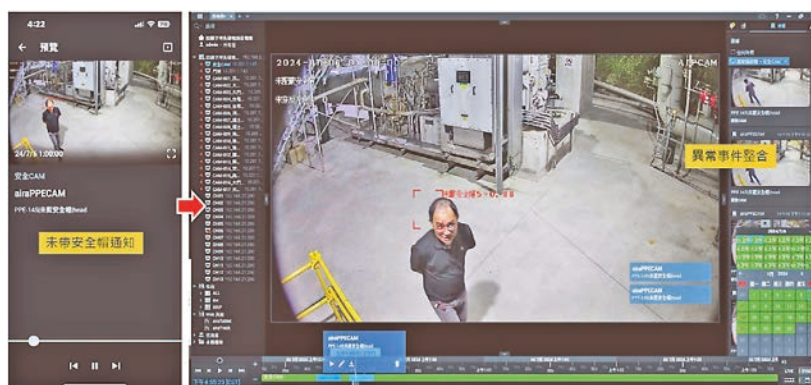


圖 8 未戴安全帽偵測

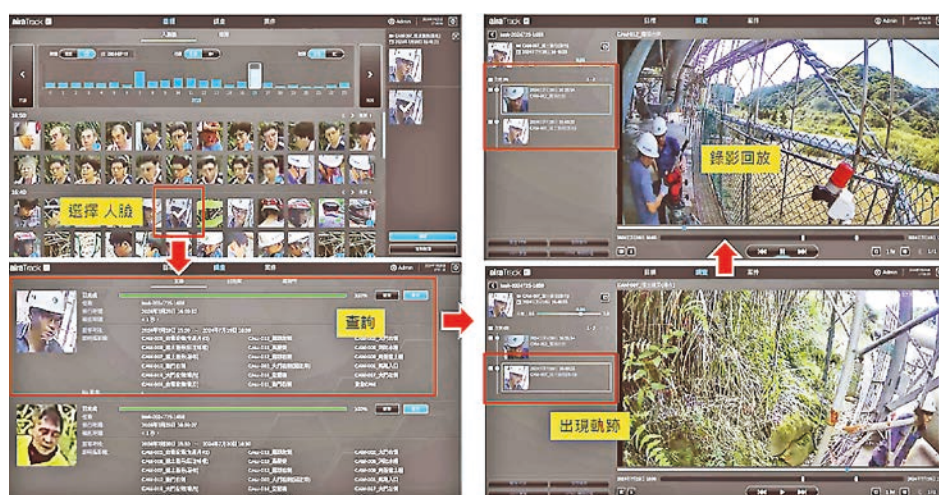


圖 9 陌生人軌跡追蹤

門禁卡機 / 車道紅外線整合

導入戶外型人臉辨識一體機，支援雙向語音對講功能，並整合車道紅外線（主要出入口）以及電子圍籬系統，當車輛靠近出入口自動發出聲響並截錄影像，相關事件統一收存至後端影像管理系統（圖 10）。

第三方系統整合

整合保全、有毒氣體以及消防系統（圖 11），當有設備端有異常狀況發生時，透過物聯網技術可即時發送警報至管理人員 LINE 群組（圖 12），現場維運人員可透過現場螢幕或手機 APP 遠端監看並即時做出合宜處置。

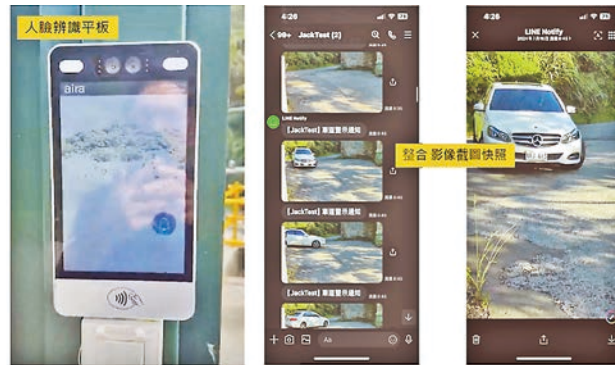


圖 10 門禁卡機 / 車道紅外線整合

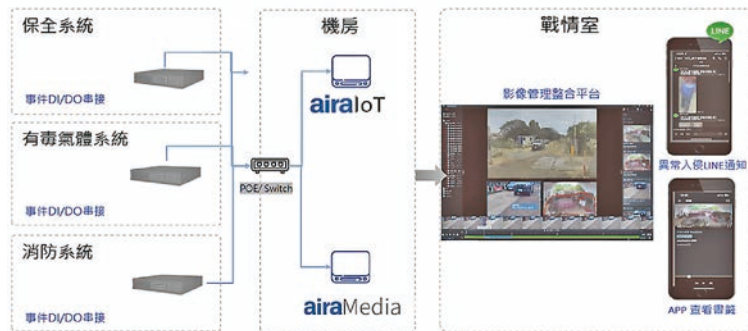


圖 11 第三方系統整合架構圖

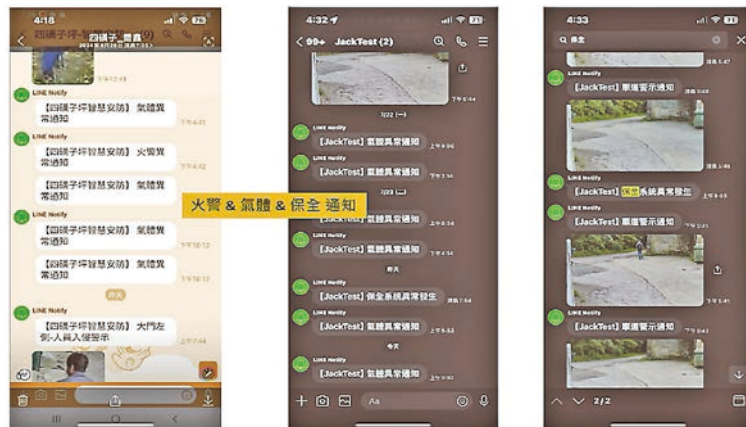


圖 12 火警 / 氣體 / 保全警示通知 (LINE)

結論—善用科技 投資未來

鑑於營造業普遍面臨人力短缺及技術斷層日益嚴重之挑戰，將捷集團積極推動數位化轉型，強化營運效能與提升施工品質。具體作法包括導入工程管理系统 (MBO)、自主檢查應用程式 (APP)、建築資訊模型 (BIM) 應用於施工規劃，並建置人臉辨識出入管制系統及危險區域預警機制，以強化現場安全管理效能。

集團亦持續擴大人工智慧 (AI) 影像辨識技術之應用範疇，延伸至地熱電廠之營運管理，藉由科技導入提升能源設施之營運效率。

展望未來，隨著 AI 及物理型機器人技術日趨成

熟，將進一步研議導入於工地作業環節例如搬運、油漆及泥作等工項以及支援電廠的日常安防巡檢作業，期以有效降低人力依賴，促進施工端乃至營運端之自動化與智慧化發展^[5]。

參考文獻

1. 聯順聯網股份有限公司 (2025), <https://www.uoi.com.tw/>。
2. 營造業職業安全衛生管理系统資訊應用平台 (2025), <https://coshms.osha.gov.tw/>。
3. 帕卡資訊股份有限公司 (2025), <https://pro.pakka.ai/>。
4. 城智科技股份有限公司 (2025), <https://www.aira.com.tw/>。
5. 王維玲、張雅琳 (2025), 人居幸福學 將捷集團的多角化思維，天下文化 / 遠見，臺北。