

# 運用新興科技強化職業安全衛生之新契機

關妙如 | 社團法人中華民國工業安全衛生協會 健康與衛生技術服務處 處長  
黃德琪 | 社團法人中華民國工業安全衛生協會 健康與衛生技術服務處 副處長



## 壹、前言

所謂「職業安全衛生」意指工作者在職場上從事勞務工作時，為防止發生職業災害，保障工作者安全及健康所採取的各項因應作為。職業災害發生的來由，可能源自於勞動場所的建築物、機械、設備、原料、材料、化學品、氣體、蒸氣、粉塵等，或是作業活動及其他職業上原因引起之工作者疾病、傷害、失能或是死亡，因此要採取的因應作為多如牛毛，容易掛一漏萬，若能運用新興科技來強化輔助，對於強化國內職業安全衛生的量能，不論是在品質提升或是人力負荷，必能有一番新作為。

新興科技的發展相當快速，全球在人工智慧 (Artificial Intelligence, 簡稱AI) 系統上的投資，根據國際數據資訊有限公司 IDC 數據顯示，亞洲在 2020 年已成為全球第二大運用區域，顯示 AI 技術在亞洲運用在各領域的需求漸增。行政院近年來也因應國際科技趨勢推動「臺灣 AI 行動計畫」，以塑造台灣成為全球人工智慧科技重要樞紐，因此責成各部會展開因應作為，特別是經濟部工業局近年已投注大量資源，委由專業團體透過「AI 智慧應用服務發展環境推動計畫」，結合 AI 技術供給端 (包括人才面、數據面、環境面等) 與 AI 技術需求端 (公協會、國際企業、學研機構等)，

透過產業推動落地應用輔導進行媒合串接，這幾年來在職業安全衛生領域亦獲得豐碩成果。運用新興科技來強化職業安全衛生之作為，除了透過AI技術的導入外，近期耳熟能詳的元宇宙(Metaverse)，相關技術也逐漸運用在職安衛領域的教育訓練，甚至是導入標準作業程序，藉助虛擬實境(Virtual Reality，簡稱VR)、擴增實境(Augmented Reality，簡稱AR)、混合實境(Mixed Reality，簡稱MR)等多重數位技術所搭建虛擬時空的合集中，擁有與現實世界相像的系統及個體，因此工作者可以藉助數位化身來體驗職安衛的訓練，透過虛實整合多體感體驗，提高擬真體感來強化其危害辨識的知能與效能。

工作者一向是企業相當寶貴的資產，民國103年《職業安全衛生法》(簡稱職安法)施行以來，多數企業為因應法令要求並保障工作者在職場的安全與健康，不論在物力或是人力，多已投注相當多的心力與資源在建構安全衛生管理相關制度、對勞工實施教育訓練、職業安全衛生人員監督指導、機械設備加裝安全防護裝置等面向，而這些足以降低職災發生的關鍵性因子，統整來說可歸類於機械設備、工作環



境、管理制度以及人為素養等四大面向。從過去到現在，對極大多數的事業單位而言，仍是以傳統且制式的方式辦理，因此雖然已依法辦理各式各樣的教育訓練、對危險性機械設備裝設防護裝置、或是訂有許多的管理機制，但總因為員工無法自發遵守各項規定，或是職安人員的監督管理能量極為有限，造成不幸的職災事件依舊發生，因此若能透過新興科技的量能來輔助職安領域的監督與管理，相信可以逐漸降低與避免不幸的職業災害事件持續發生。因此配合工業4.0時代到來，職安衛防災與管理也應該同步做到智慧化，透過不同的載具、使用不同的軟體，來解決職安衛各面向不同的需求，包括機械設備危害的有效預防、管理制度面的強化執行、人員教育訓練的深化落實等，以延展出更強更有效，得以保護工作者勞動安全的新作為。因此本文將以新興科技如何運用在職安衛領域的面向來進行分享，透過解析現今較為成熟的新興科技技術，如何結合職安衛議題上的管理與危害預防作為，提供讀者更進一步的認識。

## ◎ 貳、相關新興科技強化職業安全衛生作為之運用情境介紹

依據勞動部職業安全衛生署(簡稱職安署)「勞動檢查統計年報」的職災數據，與資策會108年對製造業進行AI智慧應用服務需求評估座談會調查資料，針對事業單位對於職業安全衛生工作上的需求，透過目前較為成熟的新興科技技術可運用之

情境，本文將歸類在「人員管理與訓練、機械設備管理、環境與其他」等三大面向來進行說明，以下分述如下。

### 一、人員管理與訓練

一位工作者，不論是對國家、事業單位、或是家庭，都是最為寶貴的，因此在職場上對於人員的安全與健康保護都是最為緊急且重要的工作。承攬商是職災發生的高風險族群，對於承攬商的管理實有必要透過更多新興科技來介入協助；另外對於工作者的健康狀態與其在職場工作的品質與效能亦是息息相關，特別是在職安法規內也需要對工作者的健康狀態進行掌握，因此若能透過新興科技的協助，對於事業單位專責處理人員的工作負荷，必能有相當顯著的降低；除此之外，相較相關的管理作為與制度，人員的教育訓練更是所有態度與行為改變的重要基礎，因此欲導入效益顯著的教育訓練，藉助高科技的體感訓練，可以讓高風險作業的危害辨識與認知訓練，更加到位且效益顯著。

#### (一) 承攬商入廠管理

多數事業單位皆需要承攬商進廠來協助事業體相關業務工作的推展，因此可能

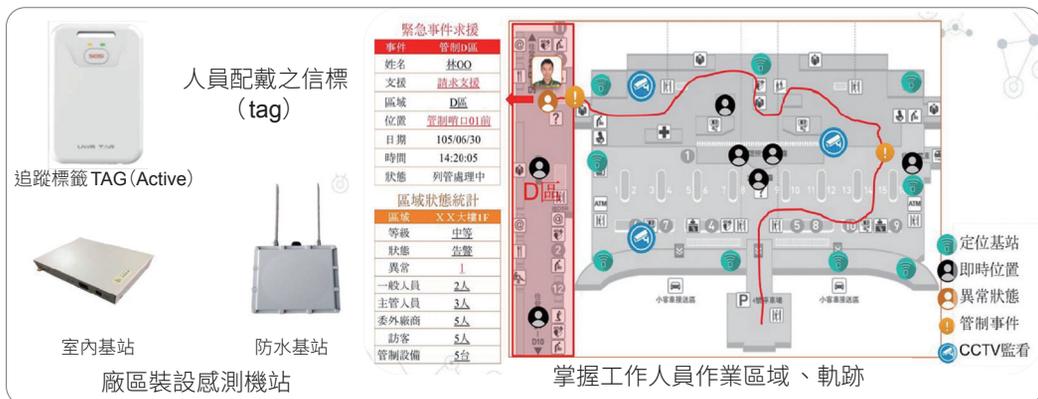
會面臨到複雜的管理工作，目前已可透過AIOT技術來管理承攬商的進出、作業過程的安全性，相關應用說明如下。

#### 1. 進出管制

現行事業單位對於承攬商的進出廠管理，大多是採用人工檢視搭配資訊化登錄的方式進行管理，透過大門警衛以人工方式確認申請名單再予以登記放行，但入廠的承攬商是否與登記的人員相符，又或者確實具有相關安全衛生證照資格等，多不易落實掌握，而目前可透過「影像辨識技術」辨識入廠人員臉部影像，來確認是否為資料庫中核可的人員後才放行，如此除可以減少管理上的人為疏漏，更可確認入廠人員資格，避免其他不符資格人員頂替。

#### 2. 人員作業區域管制、作業管理

承攬商在廠內工作時，可能會遇到需管制其作業範圍的情形，一般常見的作法是由職業安全衛生人員進行巡查，或廠內員工協助監督的方式，以確認承攬商未誤闖管制區域，然而在極為有限的人力下要做到全方位的管制，可能力有未逮，因此可透過「定位技術」、「影像辨識技術」等，來協助事業單位達成此項工作。（如圖1）



▲ 圖 1：定位技術應用於人員作業區域管制

圖片來源：集星網路

而在作業管理方面，現行事業單位進行高風險作業時（如侷限空間作業、高架作業、動火作業等），多要求承攬商依據廠內SOP實施，且留下作業前、中、後檢點紀錄，並藉由職安衛人員巡查來確認各項工作是否到位，此作法需耗費相當人力，方可落實監督管理工作，對於工作繁忙的職安衛人員而言，無疑是相當繁重的負擔。

目前市面上已有「入場與施工管理」AIOT系統，此系統可裝設於承攬商作業人員手機上，當承攬商進行高風險作業前可透過具有該程式的手機或設備，依據程式內所設定的作業標準，逐一回覆SOP所要求的紀錄（如：有毒氣體量測結果、人員防護具配戴照片、局部排氣裝置概況等），而職安衛人員無需到作業現場，即可同步檢視各項紀錄與資訊，隨時隨地掌握作業概況，且透過此系統可將相關紀錄透過資訊化進行回報與整理，能大幅增進職安衛人員監督管理效率。

### 3. 落實使用個人防護具

個人防護具是保護工作者職場安全健康的最後一道防線，在特定的作業場所，依職業安全衛生相關法規或事業單位自行訂定之SOP，工作者需確實配戴個人防護具，然而勞工在作業過程中，仍可能因自身的因素未能確實配戴，因此如何監督、確保勞工落實配戴，對於職安衛人員、現場作業主管而言是一件辛苦事。目前已可透過影像辨識技術，針對安全帽、手套、背心、防護衣等特定防護具，辨識勞工是否依規定確實配戴（如圖2所示），若影

像辨識發現人員不合規情形，可即時發出訊號通知相關監督管理人員，如此可大幅減輕職安衛人員、現場作業主管需時刻監督的困境與辛勞。



手套、安全帽配戴辨識



防護衣穿著辨識

▲ 圖2：個人防護具穿戴影像辨識系統

圖片來源：集星網路（上圖）、奕瑞科技（下圖）

### 4. 人員異常狀態掌握

勞工在作業過程中，若突發意外倒地，周圍又沒有其他人員在場，則可能會錯過救援黃金時間，針對此問題可透過「影像辨識技術」、「人員定位技術」來預防。在「影像辨識技術方面」，應用影像辨識人體骨架狀態，來判斷人員是否由站立姿勢改變為跌倒狀態，進而啟動警報通知（如圖3所示）。而在「人員定位技術」

方面，則需在高風險作業區裝設感測基站，並讓作業人員手機安裝相關APP，當人員昏迷倒地時，手機APP感測到人員位置變化（X、Y、Z軸座標改變），即發送警訊至基站，再由基站發送相關訊息給相關人員與告警裝置（如圖4所示）。



▲ 圖 3：影像辨識人員異常狀態

圖片來源：Andro Video



▲ 圖 4：定位技術應用人員異常狀態辨識

圖片來源：iDaKa

除此之外，在疲勞／不安全駕駛預防方面，目前亦有廠商已開發影像辨識系統，可於司機駕駛過程中，藉由攝影機辨識駕駛人員眼、鼻、嘴之影像位置，定義其頭部空間範圍，如果在範圍中眼、鼻、嘴位置偏移，或出現其他物品，則代表駕駛有疲勞或分心駕駛情形（如圖5所示），可適時發出警示聲，喚回駕駛的專注力，以提升駕駛安全。



▲ 圖 5：影像辨識應用於疲勞／不安全駕駛

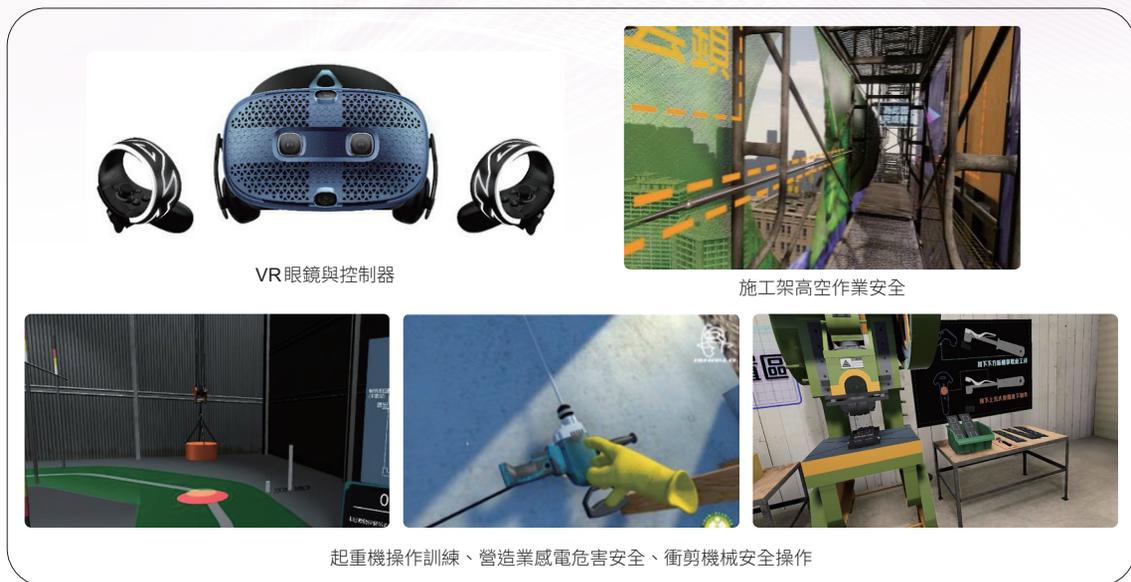
圖片來源：威盛電子

## （二）勞工健康狀態偵測

除了對於人員在作業現場行為管理外，對於人員健康方面的監測，有賴近年智慧化穿戴裝置進步，許多智慧手錶已可監測人員心電圖、心率、血氧、壓力、運動、睡眠，此外亦有AIOT廠商開發固定式的血壓、血糖／總膽固醇／尿酸、心電圖監測系統，勞工檢測後可即時將檢測數據上傳至智慧化裝置，並記錄與分析趨勢變化，有助於事業單位職安衛人員、職場醫護人員推動健康管理、健康促進工作。

## （三）安全衛生教育訓練

提升勞工安全衛生的知能，是預防職業傷病重要的一環，而動手操作、實務體驗的訓練方式，相較傳統訓練，由講師台上授課勞工台下聽講，能有更高的學習效率。但以往受限於設備、經費、場地與技術等限制多不易辦理，目前在AIOT時代來臨下，透過「虛擬實境（VR）、擴增實



▲ 圖 6：國內虛擬實境（VR）訓練案例

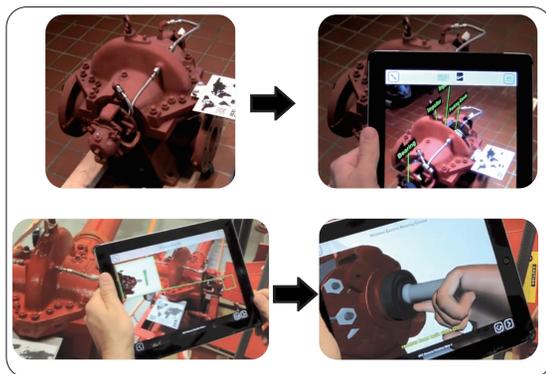
圖片來源：HTC(左上圖)、ISHA 4.0(右上圖、下排圖)

境（AR）、混合實境（MR）」等多元高科技技術結合的方式即能迅速有效達成。

VR是運用3D技術來模擬一個三維空間的虛擬世界，透過感應裝置與環境中的虛擬物件進行即時互動，而使用者需配戴VR眼鏡並使用控制器進行操作，目前國內已有許多AIOT廠商發展成熟的職業安全衛生訓練課程，如：施工架高空作業安全訓練、起重機操作訓練、營造業感電危害安全體驗、吊掛物飛落危害安全、衝剪機械安全操作等（如圖6所示），除可協助從業工作者增長學科知能外，更可在教室內強化實務的操作訓練，獲得更完善有效的訓練效果。

AR則是將現實的空間、物件加入虛擬的物件，使用者可透過智慧裝置來檢視真實空間或物件，加入數位虛擬物件後的

改變，此類技術國外有應用在機械設備檢修保養的訓練中，使用者可透過I-Pad檢視儀器設備的內部情形，並引導使用者針對特定部位進行保養檢修（如圖7所示）。



▲ 圖 7：國外機械設備擴增實境（AR）訓練案例

圖片來源：Enriching Lives

MR則是AR與VR之間的一種綜合狀態，將現實世界與虛擬世界合併在一起，建立出一個新的環境以符合一般視覺上所

認知的虛擬影像，使用者可看到現實世界，但也可看到虛擬物件，並可和虛擬物件有互動，而Microsoft HoloLens 2 則是此類技術的代表（如圖8 所示）。而目前因應元宇宙時代到來，職安署與南科管理局合作，將5G、VR、AR、MR及AIOT整合運用於職業安全衛生情境教育訓練，自109年共同打造全台首座「職業安全衛生多體感延伸實境（XR）防災模擬訓練場域」，透過虛實整合搭配多體感設計，將職場必須具備的安全衛生學能，應用體感互動及沉浸式體驗，提升參訓者的學習效益。



▲ 圖 8：Microsoft HoloLens 2 混合實境（MR）訓練案例  
圖片來源：Microsoft HoloLens 2

## 二、機械設備管理

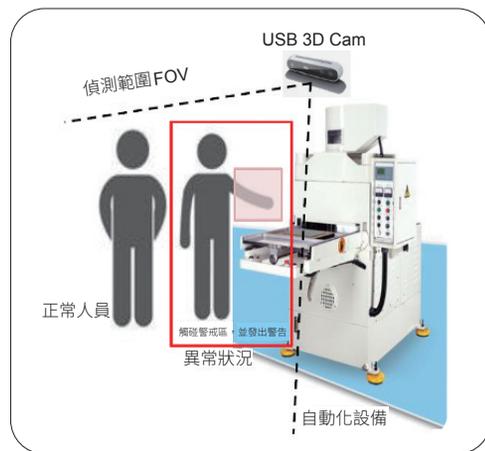
在 AIOT 應用於機械設備管理方面，可分為「人員使用管理」與「機械設備安全與狀態監控」兩部分，分述如下。

### （一）人員使用管理

許多機械設備依法需受過相關訓練且獲得證照者方可操作（如堆高機、天車等），然在實際工作現場，因為現場各種可能情境（例如有證照的人員臨時請假、

或者量業務量過多致使具備證照的人不敷使用等），單要藉由人為的監督管理來掌控操作者的合法性實屬不易，因此目前已有 AIOT 廠商透過「定位與藍芽傳輸」來協助事業單位達成此管理需求。其運作概念為讓具有操作權限的勞工，在其手機上裝設相關 APP，當操作者靠近機台時，藉由機台上的感應裝置確認身分後，傳輸訊息至控制系統打開設備電源，如此即可管控僅讓有資格的勞工來操作機台，省下人員監督管理的資源。

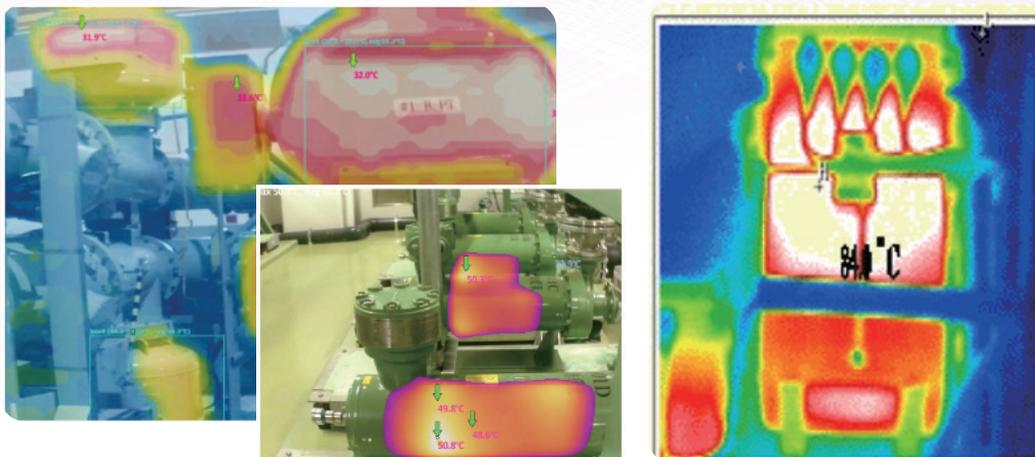
除此之外，目前亦可應用 3D 攝影機結合影像辨識技術，進行人員危險動作行為辨識，而相較於常見的 2D 攝影機，3D 攝影機可以照出景深資訊，故可更精確的偵測人體四肢或軀幹的位置，若靠近危險區域可立即示警，不易產生漏報或是誤報情況（如圖 9 所示）。



▲ 圖 9：3D 影像辨識技術應用人員行為監控預測  
圖片來源：tDV

### （二）安全與狀態監控

在機械設備安全狀態監控方面，對於機械設備的溫度、洩漏等，目前已有



▲ 圖 10：紅外線熱影像技術應用機械設備溫度之監控

圖片來源：ADE Technology Inc. (左圖)、網路 (右圖)

更先進的AIOT可協助事業單位進行監控。在溫度方面，可應用紅外線熱影像技術偵測物體熱幅射之特定紅外線波段訊號，以影像的方式呈現溫度值，讓操作者以可視化的方式，量測與監控物體溫度，避免接觸減少傷害（如圖10所示）。

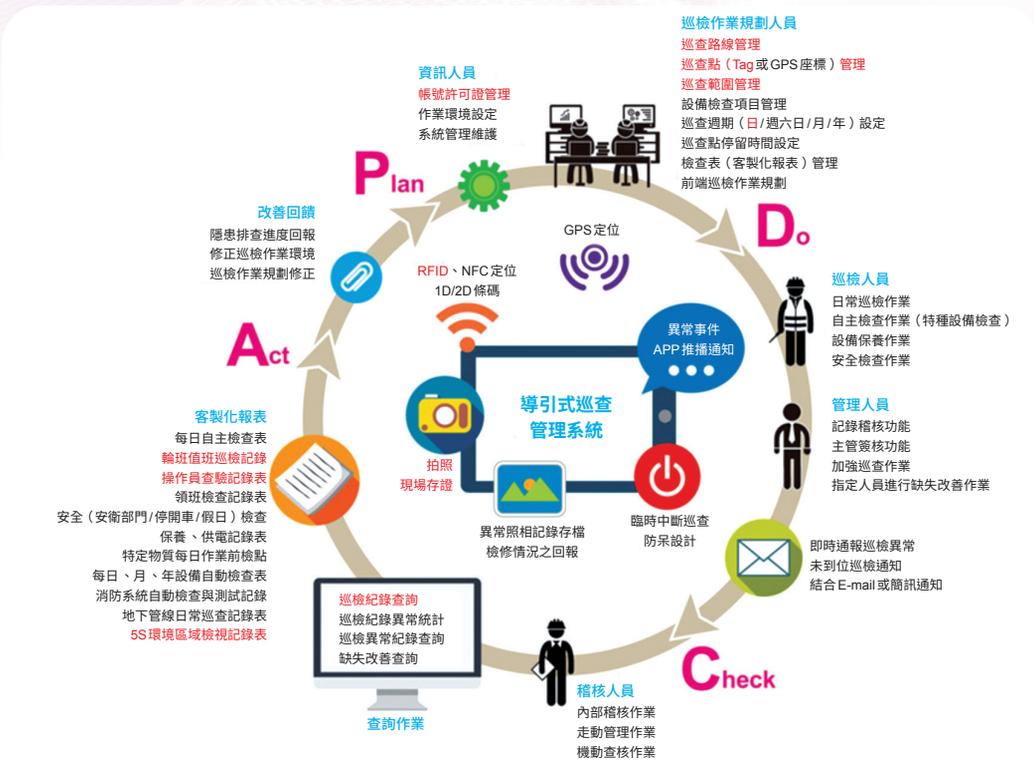
而在洩漏量測方面，可運用聲音可視化技術，找出氣體管路洩漏點，其原理為透過多個高效能麥克風收集場域內的聲音，透過AI演算法進行聲音的頻譜分析，再用不同深淺的顏色透過可視化方式，讓檢測者知曉受檢區域中聲音分貝最大處，即可找出可能的洩漏源。

### 三、環境與其他

除了人與設備之外，目前亦有相關AIOT技術可應用於環境與其他的面向，分別介紹如下。

#### （一）智慧工安巡檢

工安巡檢是職業安全衛生人員必須定期執行的工作之一，現行事業單位的作法，多是透過職業安全衛生人員帶著表單、相機等至作業現場逐點巡視、檢核，以確認現場狀況是否有異常狀況並撰寫紀錄，而後再至辦公室整理巡檢結果，並逐一就不符合事項、異常事項進行處置，因此對於巡檢人員而言，除現場查找問題外，還需耗費時間進行巡檢後的資料處理與文件管理工作。有鑑於此，目前國內許多AIOT廠商已開發智慧工安巡檢系統，透過智慧行動裝置搭載巡檢系統程式，引導巡檢人員逐點巡查，並可在巡查點顯示需檢點項目，除可引導巡檢人員有效的巡檢，更可即時傳輸巡檢結果、通報異常狀況，快速高效的聯繫相關單位進行處理，更於巡檢後由系統程式整理相關檢點結果，製作成報表紀錄並進行趨勢分析，可



▲ 圖 11：智慧工安巡檢系統

圖片來源：鴻才科技

大幅減少職安衛人員於巡檢時、巡檢後的工作量（如圖 11 所示）。

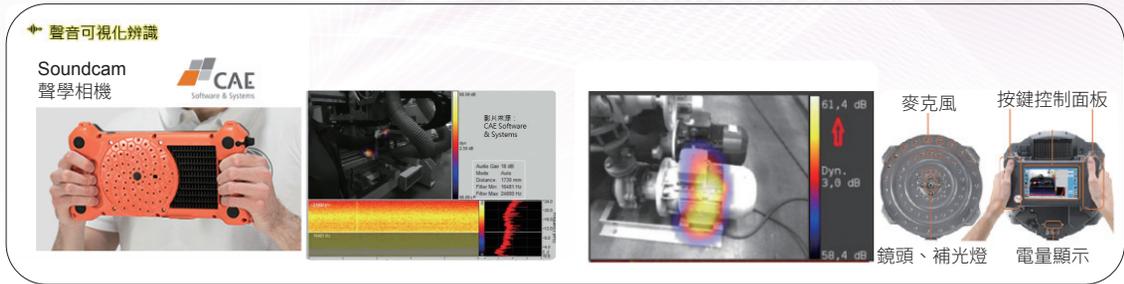
## (二) 作業現場 5S 管理

透過職災結果分析，作業現場發生倒塌、崩塌以及人員跌倒，亦是職災案例的常客，故保持作業現場的整齊、整潔，是降低職業傷病發生不可或缺的要素之一，因此落實與維持 5S 工作對事業單位的維運上是不容小覷的一環。目前可透過影像辨識技術來協助職安衛人員時刻監督作業現場的整齊，如圖 12 所示，藉由影像辨

識技術，可隨時發現作業現場不應存在的堆置物品，進而提醒職安衛人員或現場主管立即進行相關處置。



▲ 圖 12：影像辨識應用於作業現場整理整頓  
圖片來源：奕瑞科技



▲ 圖 13：聲音可視化辨識

圖片來源：艾爾錡科技、CAE Software & Systems

### (三) 環境危害因子評估

在環境危害因子評估方面，雖然事業單位應依據勞工作業環境監測實施辦法定期對化學性、物理性危害因子進行評估，然而作業現場有害物對工作者的危害程度時刻在變化，因此若能應用AIOT技術即時監測並預測，則可讓職安衛人員更能掌握現況、即刻應變。而勞動部勞動及職業安全衛生研究所已有相關研究案，針對「化學性因子」的TVOCs、苯、異丙醇、氯氣等化學物質開發智慧監測系統，除可即時量測前述化學品濃度並繪製濃度流布圖，更可進一步透過AI運算來預測現場有害物濃度分布。而在物理性危害因子的噪音方面，目前亦有噪音可視化技術，藉由聲學相機拍攝來協助職安衛人員快速查找出廠區內高噪音的地方（如圖 13 所示），進而實施改善工作。

### (四) 其他

除了前述各項應用外，AIOT 尚有其他運用在職安衛相關議題上，包括：

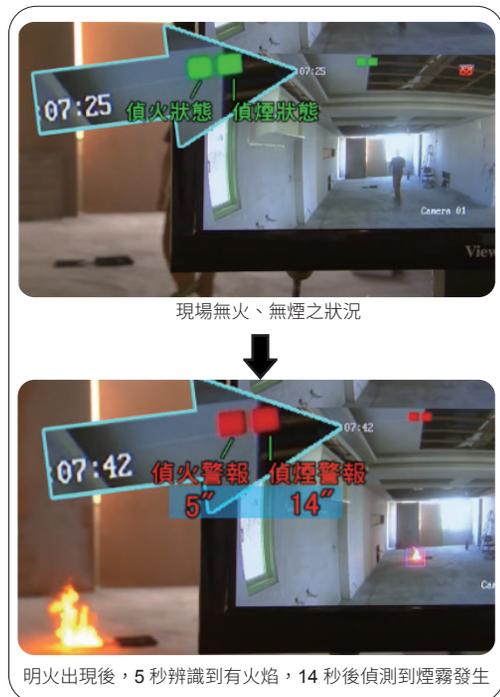
#### 1. 緊急應變著裝訓練

透過影像辨識，可以紀錄應變人員著裝順序之正確性與時

效，進而作為訓練成效評比的工具之一。

#### 2. 火災煙霧偵測

應用影像辨識偵測室內火焰、煙霧散佈狀況，相較於傳統的偵煙警報裝置，可更全面、快速發現火災並提早預警（如圖 14 所示）。



▲ 圖 14：影像辨識應用於火災偵測

圖片來源：GKB Security

### 3. 區域溫度監控

應用紅外線熱影像監控廠區、倉庫溫度，可及早發現溫度異常變化，進而在燃燒發生前進行控制措施。

讓工作者能夠健康的勞動以及勞動的健康，近年來適逢資訊科技大躍升，也期望未來得以透過新興科技的持續進化，讓職業安全衛生領域大幅邁向科技化管理，讓從業勞工的保護屏障更加的厚實與堅定。

## ▶ 參、結語

綜合上述，為使複雜且多樣態職場的工作者，都有一個安全健康的工作環境，

---

## 參考文獻

1. 《工業安全衛生月刊》，第378期。
2. 經濟部工業局，109年度AI智慧應用服務發展環境推動計畫。
3. 工安協會，ISHA4.0職安衛體驗館，<http://www.isha.org.tw/ishaexp/index.php/vrproduct/>
4. 南部科學園區，企業社會責任專區，[https://www.stspcsr.com.tw/article\\_list/view\\_article\\_detail/?id=146](https://www.stspcsr.com.tw/article_list/view_article_detail/?id=146)
5. 李隆盛，〈紅外線熱影像儀檢測應用簡介〉，《技師期刊》第69期。
6. 艾爾錡科技，Noise Inspector智能聲學分析軟體，[https://archiactek.com/html/pro\\_detial.php?PKey=40](https://archiactek.com/html/pro_detial.php?PKey=40)
7. iDaKa，<https://i-daka.com/>
8. 集星網路股份有限公司，<https://www.juststarinfo.com/>
9. 鴻才科技股份有限公司，<http://www.httc.com.tw/>
10. 佳能科技，[https://tw.canon/zh\\_tw/business/web/aiot-its](https://tw.canon/zh_tw/business/web/aiot-its)
11. 奕瑞科技有限公司，<https://www.eraysecure.com.tw/>
12. Andro Video，<http://androvideo.com/>
13. 威盛電子股份有限公司，<https://www.viatech.com/tw/>
14. 英華達股份有限公司，<https://www.iac.com.tw/tw/home/>
15. Apple，<https://www.apple.com/tw>
16. 小米，<https://www.mi.com/tw/>
17. Microsoft HoloLens 2，<https://www.microsoft.com/zh-tw/hololens>
18. 勞動部勞動及職業安全衛生研究所，<https://www.ilosh.gov.tw/>
19. GKB Security Corporation，<https://www.gkbsecurity.com/tw/index.php>
20. CAE Software & Systems，<https://www.cae-systems.de/en/about-us.html>
21. FLIR，<https://www.flir.asia>