

空氣汙染 物聯網

隨著物聯網科技的發展，看不到也摸不著的空氣汙染將無所遁形！

江智偉

環境空氣的良窳是人們生活品質的重要指標之一，近年來環保單位不遺餘力地監測與控制空氣汙染，使空氣品質惡化的現象逐年趨緩。然而仍有些廠商為圖更高的利潤，利用夜間或不定時關閉汙染防治設備來排放廢氣，造成環境空氣惡化，致使民怨四起，也讓環保人員疲於奔命。對這個令人苦惱的問題，相關單位積極尋求改善的方法。

近年來物聯網（Internet of Things, IoT）科技迅速發展，把各種感測器與生活所使用的物件連結，並透過網路進行資訊的交流，提供各種服務需求，如智能交通、智能居家、災害監測等，讓生活越來越便利，也逐漸改變了我們的生活型態。目前物聯網技術也廣

泛運用於環境空氣品質的議題，如透過空氣汙染感測器，當空氣汙染超標時，能即時通知或自動啟動空氣清淨機等智能功能，提供生活所需的各種協助。

然而目前物聯網技術的應用大都傾向於當空氣汙染發生時被動地採取防護措施，而無有效解決空氣汙染之道，使得環境空氣汙染事件仍層出不窮。這個落差主因是空氣汙染看不見也摸不著，需要地毯式地大量設置空氣汙染感測器，以檢測並防制，使得所需成本過高。另一方面也欠缺強而有力的元件可用以追蹤汙染源的擴散和汙染物的種類，使得目前物聯網技術對於空氣汙染防制與維護空氣品質的功效仍有限。

對此，國內的學者結合物聯網技術與地理資訊系統（GIS）開發了一種新穎的光學雷達 / 光達（LIDAR）系統，能快速呈現汙染源和汙染物擴散的範圍，有效協助環保單位進行空氣汙染的監控與防制。這套系統突破傳統監測模式所提供的服務，可提供相關人員更多樣性、

光達系統架構與人機操作介面

光學雷達機構

- 接收與感測系統
- 定向系統：伺服運動控制
- 發射系統
- 數據處理系統



資料處理系統

- 掃描路徑、範圍
- 掃描的角度（水平角、仰角）
- 掃描的解析度
- 自動操作時間



更具時效性與更有效的服務，預期有利於提升環保相關單位的監控、防制與空氣品質預警等能力。

空氣污染監測光達

國內自 2009 年開始由產、官、學、研合作，自製開發了各式光達系統，主要目的是監測環境空氣污染，提供空氣污染分布的情形，協助環保單位維護空氣品質。光達是以雷射為工具的一種遙測技術，其原理是利用待測位置的介質做為散射體，接收其背向散射的光訊號以測量介質的特性。由於不需外加任何反射裝置，因而系統具有遙測的功能。

雷射可用以測量是基於雷射光具高度單調性與平行性，並可產生極短脈衝，而能提高測量的精確度。至於其對空氣污染監測的原理，則是取雷射光穿過空氣污染時會與污染物交互作用，而可得到空氣中污染物的各種即時訊息。因此利用雷射遙測技術可涵蓋廣泛的面積，且有機動、即時的優點，可針對大氣的局部環流特性、空氣污染物的傳輸與濃度的變化等蒐集資訊。

目前光達系統已應用於工業區空氣污染排放的監測。把光達系統架設於制高點，一般是大樓屋頂，除可大範圍掃描外，也可快速篩選污染排放的熱區，測得的資訊可套疊至地理資訊地圖，協助環保人員快速掌握污染源的位置，並迅速到達現場即時處理空汙事件。光達設備也設有攝影裝置，可隨掃描式光達同步錄影，保存污染事證。



(A) 掃描式光達量測污染濃度與位置，(B) 污染影像錄影和 (C) 光達運作情形。

物聯網應用於環境污染

以往對空氣污染防制的方式，通常需環保稽查人員依工廠登記、製程、民眾檢舉等逐一清查，因此造成稽查人員疲於奔命，卻又成效不彰，時常引發民怨。

本文介紹一個目前進行實證中的新方法，利用先進的光達遙測設備結合污染感測器和物聯網技術，運用於空氣污染的防制。這系統已施用於 2017 年的世界大學運動會（世大運），並有效維護了選手村的空氣品質。

世大運開始前，光達設備已先架設於林口工業區附近的制高點，用以監測污染排放的熱區，並在工業區到林口選手村的路途中設置微型感測器。對於污染排放明顯的

國內自 2009 年自製開發了各式光達系統監測環境空氣污染，提供空氣污染分布情形，協助環保單位維護空氣品質。



架設於料堆場的光達監測系統

管道，則另設有連續的偵測器以監控污染物的排放，並把資訊送交雲端蒐集與交流。一旦偵測到該區污染物排放超標，就會警示稽查人員戒備，並密切觀察傳送路徑上的微型感測器所量到的污染濃度狀況。

若靠近林口工業區的污染濃度與林口選手村的濃度具高度相關性，並與當時風向一致，就表示污染已在傳輸。這時系統會立即進行污染源的追蹤與定位，並通知稽查人員管制被鎖定的工廠。這防制措施顯示2017世大運期間的空氣品質相較於非世大運期間改善約15%，顯然透過這個技術可有效減少污染的排放，維護空氣的品質。

利用物聯網技術把光達環境監測的結果，如污染排放的位置與濃度、於監測中



管道污染排放濃度自動連續偵測系統

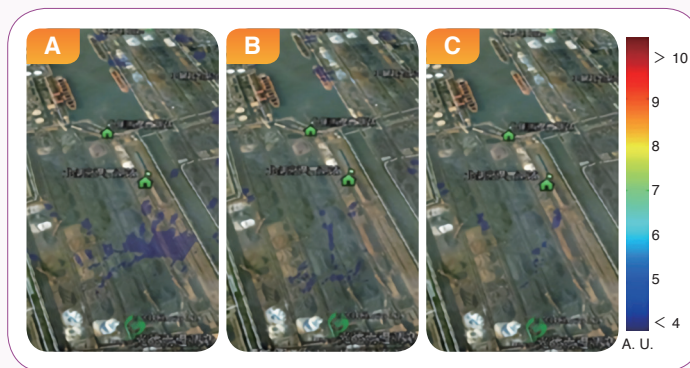
把光達遙測設備結合地理資訊系統，再以物聯網技術連結各項感測器迅速整合資訊，能有效杜絕污染源以維護空氣品質。

出現污染排放超標的情事，都可利用空氣污染物聯網行動稽查應用程式（APP）自動發送訊息給預設的人員，以利他們查核。行動稽查（APP）未來也可把監測資料，藉由雲端資料庫讓廠商自行上網，了解自家工廠污染排放的情形，以便自我管理，或讓民眾了解自家環境的空氣品質等，達到環保無假期隨時監控的目的。

空氣污染物聯網除應用於空氣污染防治外，目前也有業者進行相關的污染防制。如鋼鐵業每天都會使用大量的粉狀物料，這些物料大都露天堆放，造成堆料場大量揚塵，不僅形成粉塵污染還損失了物料。

目前常見抑制揚塵的措施是用噴霧灑水、噴灑化學防塵劑或設置防塵柵網等。但堆料場揚塵逸散的範圍、濃度變化、逸散時間等資訊仍無法精確掌握，若能利用這光達系統與空氣物聯網技術，將可追蹤和定位揚塵逸散位置、超標時間等資訊。當料堆揚塵逸散面積擴大時，即時通報相關人員採取噴灑水的措施，或可有效抑制揚塵議題的困擾。

把先進的光達遙測設備結合地理資訊系統，可快速呈現污染源和污染物擴散的範圍，若再以物聯網技術連結各項感測器迅速整合資訊，將能大大提升稽查管制的效能，有效杜絕污染源以維護空氣品質。這項新技術的應用，不僅在空氣污染防治上提供了一個更具效率、方便，且不受時間、



(A) 揚塵量超標的情形，(B) 進行抑制揚塵的相關防治措施，(C) 防治措施後揚塵量降低的情形。



抑制揚塵的灑水防治措施

空間與人力限制的方法，也節省了龐大的設備經費，使環保單位在實際監測過程中，能更有效率地擬定相關政策和維護空氣品質。

江智偉

崑山科技大學機械工程系 / 微精密製造中心