

他山之石

# 運用 AI 水色辨識系統 構築智慧監控－桃園市 河川污染防治新模式

林文棟

(審計部桃園市審計處薦任稽察)

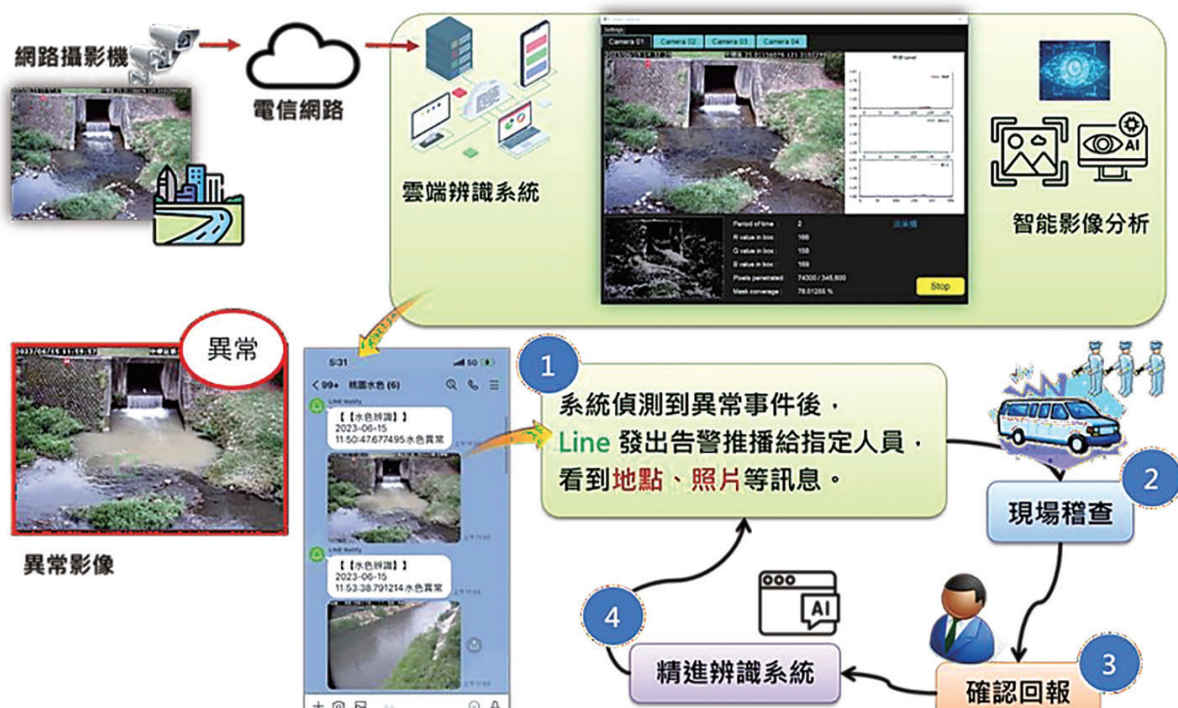
桃園市政府環境保護局為加強河川保護，創新運用機器人視覺偵測技術發展 AI 水色辨識系統，不僅榮獲 2024 Gartner 政府數位創新服務獎等國際殊榮，擴大臺灣對環境永續影響力，更藉由人機協作模式，有效提升稽查效能，經審計部評選為 112 年度行政機關優良實務案例，樹立智慧治理典範。

## 壹、前言

近年來，隨著產業發展及都市化進程加速，各項污染問題日漸浮現。桃園市為國內工業科技大城，境內工廠林立及營建工程眾多，時有民衆陳情工地黃泥水污染鄰近河川，其中中壢區老街溪洽溪橋及桃園區茄苳溪永安橋等河段周遭屬污染陳情熱區，市政府雖於河川沿岸建置攝影機進行監控，惟係採人力進行監看，且污

染手法日益多元及隱蔽，增加稽查困難。為克服上述問題，桃園市政府環境保護局（下稱環保局或該局）創新導入「AI 水色辨識系統」（圖 1），結合環境污染監控中心，透過機器視覺自動偵測與辨識技術，即時發現水色異常，大幅提升稽查效能。本文分享環保局如何透過創新科技執法，成功應對河川污染挑戰，並闡述其問題背景、創新作為及優良實務，以供各界參考。

圖 1 AI 水色系統辨識流程



資料來源：整理自環保局提供 113 年度桃園市水污染防治資料。

## 貳、問題背景與分析

桃園市為全臺工業科技大城，據環保局統計至 113 年底止，境內列管事業共 6,134 家，為六都之冠，過去 1 年內該局常接獲民眾陳情水污染事件，並派員前往稽查中壢區老街溪洽溪橋旁雨水箱涵，及桃園區茄苳溪永安橋河段計有 54 次，平均每月 4.5 次，顯示該區域污染問題之持續性。然而，傳統以人力監控模式，不僅耗時費力，亦無法 24 小時不間斷執行；且不法業者的污染手法日趨多元與隱密，

增加稽查難度。茲將桃園市在河川污染稽查主要面臨問題，分述如次：

### 一、傳統依賴人力監控效能不足

人力資源運用效率成為傳統監控模式的主要瓶頸。過去透過閉路電視監控每秒至少產生 30 幀影像，需以人工方式進行監看，不僅耗費大量人力資源，且難以維持隨時不間斷監控；同時，稽查人力有限，全市僅約百名稽查員，卻需應對超過六千家列管事業與營建工地，難以全面掌握污

染源，加上傳統監控方式反應較慢，當發現水質異常時，污染源頭早已排放並逃逸現場，或透過水流稀釋擴散，影響稽查時效性，導致取締違規案件成效受限。

## 二、污染手法日益多元及隱蔽

不法業者之污染行為手法日新月異且具高度隱密性，常利用夜間、假日或雨天等時段進行偷排污染物質，增加稽查難度，環保局於 105 至 110 年間，每年皆查獲事業廢水違規排放或營建工地黃泥水污染行為，均無法杜絕違規情形，凸顯傳統稽查模式難以因應多變的污染手法，如○○公司使用三通管繞流偷排含銅、鎘重金屬之酸性廢水，顯示業者違規手法趨向專精與隱密化，增加查緝難度。面對事業不法排放行為手法日新月異，部分事業曾多次受稽查或處分，仍未能防範違規行為，審計機關並建請審慎研謀提升檢查、輔導技術，以杜絕水污染違法情事，並妥善運用先進之污染源監測技術，即時發現污染源，以有效運用稽查人力。

## 參、創新作為及優良實務

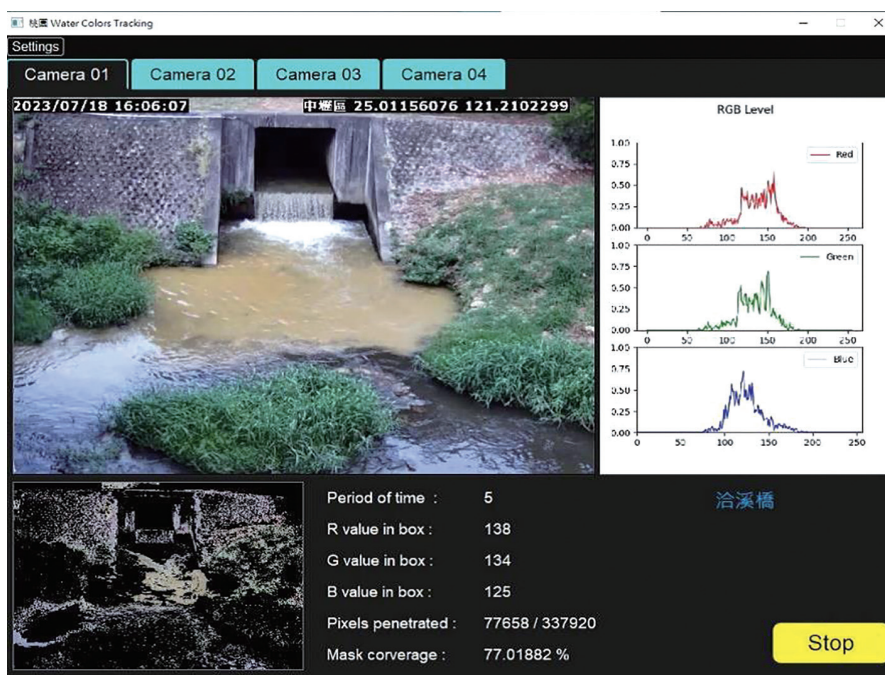
環保局為突破傳統稽查模式限制，並

因應環境污染日趨複雜之挑戰，積極尋求科技解決方案，其中「AI 水色辨識系統」之導入，即為應對上述問題，該局透過在河岸架設攝影機，持續取得水面顏色之監視影片，採機器人視覺偵測技術結合 AI 水質影像辨識，進行即時監測，系統能自動偵知河川水色異常，並即時通報稽查單位，以縮短到場時間，強化執法效能。此舉不僅節省人力監看成本，也提升稽查效率。茲就該系統之建置、執行策略及實施成效，分述如次：

### 一、系統建置

AI 水色辨識系統於 112 年 7 月正式導入，經由委辦計畫租賃方式執行，每年花費約 110 萬元，透過機器人視覺偵測與 AI 水質影像辨識技術，於轄區內易受污染陳情之河岸架設攝影系統獲取即時影像，以自動化管理改善傳統人力監看模式。該系統結合 CCTV 影像即時擷取與傳輸，能快速對水色進行 RGB 影像分析（圖 2），經由 AI 辨識水體異常並實施科技告警，即時掌控河川異常狀況並到場稽查以減少人工監控，且透過機器學習歷史數據以回饋校正系統，持續優化模型效能。

圖 2 河川水色辨識之遠端監視器 (CCTV) 畫面



資料來源：整理自 112 年度桃園市環境監控智慧整合平台規劃工作計畫書。

## 二、執行策略

該系統首先以污染熱點為優先監測區域，包括老街河流域洽溪橋、茄苳河流域永安橋及觀音工業區等 3 處，並透過滾動式調整，針對工業區、營建工程密集區域等高風險地點靈活部署監控設備。另為加強預警效能，系統結合 LINE 群組等即時通訊工具，快速將異常狀況通知稽查單位，確保第一時間派遣稽查人員前往現場確認與處置，形成高效人機協作模式。

## 三、實施成效

該系統自導入以來，成效斐然，在質化或量化層面，均展現卓越治理效能，簡要說明如下：

### (一) 量化效益：數據呈現顯著成果

- 1. 提升稽查效率：**AI 水色辨識系統能自動監控多處污染源，目前包括 18 家工廠與 76 件營建工程的排水情況，讓稽查覆蓋面更廣，效率較以往明顯提升。另據該局統計每年節省超過 370 小時人力，可釋放更多稽查資源投入更具挑戰之環境監控工作，充分體現科技輔助帶來的成效。
- 2. 精準有效告發：**自 112 年 7 月至 113 年底，系統共發布 82 次告警資訊，經稽查人員到場追查後，依影像等證據告發 4 家污染河川之營建業者（圖 3），裁罰金額總計 30 萬餘元。
- 3. 有效遏止污染：**系統穩定運作後，民眾陳情案件顯著下降。原為污染熱區

圖 3 AI 水色辨識系統告發案件



資料來源：整理自環保局提供 113 年度桃園市環境污染陳情案件稽查管制計畫資料。

的中壢區老街溪洽溪橋及桃園區茄苳溪永安橋河段，於 113 年度已未再接獲民衆陳情，顯示系統能在污染事件發生前即時預警，減少對居民生活的干擾，有效遏止非法排放行爲。

#### (二) 質化效益：展現科技執法價值

1. **建立高效人機協作模式：**系統自動預警，監控中心即時派案，稽查人員到場處置，形成一套無縫接軌的數據閉環，展現「科技賦能，人力增效」的現代化治理模式。
2. **提升政府智慧治理形象：**本案的成功不僅解決長期環保難題，更榮獲國際獎項肯定，提升了桃園市在環境治理領域專業形象與國際能見度。

### 肆、擴散及延伸應用價值

環保局運用機器人視覺偵測技術發展

AI 水色辨識系統，展現智慧治理創新作為，具高度擴散及延伸應用價值，分述如次：

#### 一、善用科技鎖定痛點，建立可複製的成功模式

本案的成功關鍵，在於精準鎖定「稽查人力有限」的核心痛點，並透過導入「AI 辨識技術」善用科技賦能，建立標準化「監控中心即時派案」作業流程。此模式已無縫整合至桃園市「環境污染監控中心」的天羅地網系統中，當 AI 系統偵測到異常，便能即時將關鍵影像資訊傳送至中心，由中心調派人力快速應變處理。同時，稽查結果亦回饋至系統，持續優化模型準確性，形成高效的數據閉環。上述結合科技即時監控與稽查人員現場專業的「人機協作」模式，不僅能迅速回應、精準鎖定污染源，及有效遏止污染行爲，體現科技執法的創新實力。

## 二、國際肯定樹立典範，具橫向擴散與延伸應用潛力

AI 水色辨識系統的成功經驗，顯示其高度擴散與延伸應用價值，不僅成為其他市縣政府在環保與智慧治理的重要參考模式，更在國際舞臺嶄露頭角。環保局以「永續淨水 AI 水色辨識」為題，榮獲 2024 Gartner 政府數位創新服務等國際獎項殊榮（圖 4），展現桃園市在智慧城市建設與環境治理卓越成果，其創新不僅在永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs）6：淨水與衛生等領域，實現具體成效，更提升臺灣在國際環境治理的能見度與專業地位，其核心理念不僅適用於水

污染防治，未來更可延伸應用於空氣品質監測、廢棄物非法棄置追蹤等其他環保稽查業務，具備高度的橫向擴散價值。

## 伍、結語

環保局運用機器人視覺偵測技術發展 AI 水色辨識系統，成功展現創新治理典範。該系統結合環境污染監控中心，透過人機協作模式有效提升稽查效能，不僅節省人力資源，更成功告發多起環境污染事件，展現科技執法優異成效。此創新模式不僅榮獲多項國際創新獎項，為環境治理樹立標竿，擴大對永續發展之影響力，更為後續政策推動建立可複製之成功經驗，殊值各市縣政府參考借鏡，共同邁向永續智慧之城市目標。❖

圖 4 AI 水色辨識技術屢獲國際創新獎項



資料來源：整理自環保局提供 113 年度桃園市水污染防治資料。