



環境工程智慧應用與淨零輔助決策案例

美商傑明工程顧問（股）台灣分公司協理 / 吳展帆
美商傑明工程顧問（股）台灣分公司技術副理 / 陳詠蕙
美商傑明工程顧問（股）台灣分公司技術經理 / 林哲欣
美商傑明工程顧問（股）台灣分公司技術副理 / 李家安

關鍵字：下水道、工程、淨零、AI、ESG

摘要

環境工程的智慧應用已成為實現淨零目標不可或缺的推動力。藉由智慧儀錶板實現的數據透明化與即時追蹤，結合 AI 智能客服提供的無障礙服務，決策者得以在海量數據中快速提煉洞察，意味著環境管理已從反應式走向預測式與優化式，讓淨零輔助決策不再是抽象的口號，而是可量化、可追蹤的實際行動。展望未來，持續深化 AI、大數據與環境工程的跨域融合，將是確保我們能以最低社會成本，共同邁向永續淨零社會的關鍵。

一、前言

在全球共同應對氣候變遷與追求環境永續發展的浪潮中，臺灣正面臨諸多嚴峻的環境挑戰，包括空氣污染、水質惡化、噪音管制以及生態系統破壞等。更關鍵的是，依循《巴黎協定》的國際共識，各國與企業正積極邁向 2050 淨零排放（Net Zero Emissions）的共同目標。

為響應國際淨零趨勢並因應氣候變遷的急迫性，臺灣於 2022 年 3 月正式公布「2050 淨零排放政策路徑藍圖」，提供至 2050 年達成淨



零的軌跡與行動路徑。這項跨世代、跨領域、跨國際的轉型工程，將以「能源轉型」、「產業轉型」、「生活轉型」、「社會轉型」等四大轉型為核心，輔以「科技研發」、「氣候法制」兩大治理基礎，及「十二項關鍵戰略」來落實淨零轉型目標。期盼透過產業綠色轉型，帶動新一波經濟成長，達成能源自主、創造綠色就業並提升社會福祉。此藍圖不僅重視維護未來世代的生存權益與跨世代正義，更強調促進關鍵領域的技術、研究與創新，以建構具韌性、循環永續且安全的環境。

在此背景下，傳統的環境工程領域正迎來一場智慧化技術驅動的轉型與變革，透過導入物聯網（IoT）、人工智慧（AI）、大數據分析等，強化環境監測、資源效率、污染防治及能源管理；這場轉型將使環境工程被動的污染處理，提升為更具預測性、高效率與永續性的智慧化系統，為臺灣實現淨零目標奠定堅實的科技基礎。

在數位轉型快速演進的時代，美商傑明工程顧問（Stantec）台灣分公司旗下的數位創新服務事業部（Digital Innovation, DI）團隊專注於將 AI 應用、數據分析、雲端科技等前沿技術，整合為高效能的資訊解決方案與應用服務，且致力於協助企業、政府機關與學術機構進行全面數位升級，透過智慧化數據分析和自動化決策流程，有效提升營運效率、加速創新應用落地。DI 團隊秉持「雲端科技・多元創生」的願景，深耕 AI + Data 驅動的產業應用，特別是在 ESG 數據解決方案和淨零治理方面。近期，我們協助多個政府機關，橫跨智慧水務、環境治理、資源循環及氣候變遷等關鍵領域，利用資訊工具將淨

零工作進程透明化、數位化，有效達成統計分析與成果彙整的功效。目標是將前沿技術轉化為可落地的商業價值，不僅強化客戶的市場競爭力，更強力推動智慧治理與永續發展的實現。

本文將以國土署的污水下水道工程智慧化管理，以及桃園市的淨零碳中和資訊平台為例，探討智慧科技如何輔助國家級與地方級的環境決策。

二、城市命脈的數位轉型：國土署推動下水道工程智慧化管理

現代化都市的公共基礎建設中，下水道系統是現代城市永續發展的關鍵命脈，它肩負著兩大核心功能：污水下水道處理民生排放，維護環境衛生；雨水下水道則負責迅速排除降水，保障城市防汛安全，面對氣候變遷帶來的極端降雨，如何高效、精準地推動雨、污雙系統的建設，已成為政府部門的首要任務。透過興建水資源回收中心和佈建下水道管網，使污水能被有效收集、處理，從根本上維護了環境衛生、淨化了河川，進而顯著提升了民眾的生活品質。隨著全國大力推動雨污水下水道建設和用戶接管工程，接管率將大幅提高，連帶使得整個管線系統將愈發龐大與複雜。面對不斷累積的下水道管網資料及水資源回收中心日常營運紀錄，高效的資料管理成為一大挑戰。為了讓管理單位能精準掌握設施最新狀態，並有效執行日常的維護與修繕工作，我們借鏡現代科技，透過導入最新的 IT 資訊、物聯網（IoT）等先進技術及電腦化資訊管理系統，有效



地分析每日操作記錄與營運成效，最終確保下水道系統的服務水準及永續管理目標。

在國家基礎建設推動的層面，內政部國土管理署（原營建署於民國 112 年升格，簡稱國土署）為統整全國污水下水道系統建置情形，於民國 91 年頒訂下水道資料規範標準並建構「下水道資料庫資訊網」，透過下水道普查及委託專業機構協助彙整全國下水道規劃及管線資訊，並開放圖資查詢功能以達資訊公開之目標。並於民國 97 年完成初版「下水道工程建設資訊管理系統」，使地方政府下水道管理相關人員可迅速查詢所轄業務資訊，增加對污水下水道系統建置過程中相關資訊掌握度及有效執行各項建設工程管控考核工作，利於污水下水道工程建設之推動及管控。

各縣市政府下水道工程接續完成，逐漸進入維護管理階段。原有下水道資料庫資訊網架構已不符使用，需提昇系統應用層次並加強機關間圖資資料流通，以達成資訊共享目的。故國土署整合現行系統建構「下水道系統設計畫資訊整合應用網」（圖 1）提供下水道系統業務整合平台。平台採入口網站及標準資訊交換觀念，透過業務流程收集資訊解決資料更新維護問題，運用知識管理平台及設施管理系統分享下水道建設成果與經驗，並能動態即時對下水道資訊作統計及分析以產生決策判斷資訊。

在污水廠營運管理面向，國土署已建置「全國公共污水處理廠資料管理系統」，以確實掌握全國污水處理廠基本資料、進出流水



圖 1 內政部國土管理署下水道資訊入口網
<https://sewergis.cpami.gov.tw/sewersso/>



質、處理成效與營運成本等資訊。隨著全國「整體污水處理率」已提升超過 60%，目前全國營運中水資源回收中心已達 61 座，後續營運管理的重要性逐年增加，為此，接續於民國 107 年底啟動「建立污水下水道雲端管理雲及智慧管理系統試辦計畫」，以 Water 4.0 智慧化管理概念推動下水道管理智慧化應用，期望掌握整廠的基本資料、污水處理設備與管線單元、環境管理、及水質採樣分析等數據，彙整建置包含資料管理、數據採擷及處理、自動連線傳輸與資料品管、即時監測分析與預警功能的整合性雲端物聯網管理系統。工作範圍包含，水資源回收中心雲數據資料傳輸管理、建立管理架構與電子化作業規範、水資源回收中心設備操作、營運數據填報、智慧化管理系統維運等。

接續推動之全國污水下水道第六期建設計畫中，亦包含「建構永續及智慧化系統」發展面向，並訂定智慧化發展績效指標：將下水道雲端管理雲並推動目標 67 座污水廠線上監測介接雲端管理雲，期達成智慧韌性系統目標：建立即時監測數據系統、建立雲端管理雲、智慧化加值分析、建置備援系統。（圖 2 和圖 3）。

近年又為了解決過去各地方政府在工程預算編列上的差異和效率問題，促進建設預算標準化、提高行政作業與預算編製效率，並落實公共工程節能減碳理念等，於民國 112 年主導了「污水下水道建設預算編列標準化及技服契約範本修訂計畫」，此計畫的目標就是建立全國一致的標準化流程，並透過建置核心資訊系



圖 2 污水下水道資料整合雲平台
<https://scloud.cpami.gov.tw/web>



圖 3 污水下水道資料整合雲平台（營建署 污水下水道建設紀實）

統一「污水下水道工程預算編列標準化平台」，以期改變污水下水道工程的預算編列模式，推動資料標準化，確保經費的規劃、分配與核定過程更為透明、精準且高效。這不僅能有效控管國家預算，也能大幅提升工程決策的效率。

「污水下水道工程預算編列標準化平台」已於 114 年正式上線，其功能模組包含：「標案預算匯入模組」、「查詢統計分析模組」、「後臺管理模組」、「統計分析儀表板模組」。同步與國土署編列的標準化單價分析表進行比對，不僅能協助上傳者即時自評預算合理性，更大幅簡化了審查人員的核對流程，顯著提升整體作業效率與品質。亦透過介接外部單位相關資料、污水管線工程價格分析功能，以及碳排量相關資料之整合與分析，以強化平台在資料統

計與視覺化呈現方面的能力，進而作為後續研擬減碳策略與政策措施的重要依據。

內政部國土管理署透過主導污水下水道工程智慧化推動，成功導入 IT 資訊、物聯網（IoT）等先進技術，實現了國家級公共工程預算流程的數位化與標準化。藉由標案預算匯入的比對機制，大幅提升了審核效率和預算合理性；並透過查詢統計分析及儀表板模組，將龐雜的工程數據轉化為直觀、透明的決策依據。這種智慧化、數據驅動的管理模式，不僅有效解決了過去預算編列標準不一的問題，更為複雜的下水道系統提供了一個高效、精準的永續管理框架，確保公共資源的精確配置，並為城市基礎建設的長遠發展奠定堅實基礎。



三、淨零時代的數位解方：桃園市碳中和資訊平台輔助產業與公開減碳成效

除中央國土署在全國性下水道基礎建設上，透過「污水下水道工程預算編列標準化平台」對於下水道智慧化應用之相關規劃推動外，地方政府亦積極響應國家政策，針對溫室氣體減量、碳中和、淨零碳排等關鍵課題不遺餘力。

因應氣候變遷，環境永續為全球當前需共同努力之目標，伴隨歐盟碳邊境調整機制（CBAM）等法案提出，溫室氣體減量、碳中和、淨零碳排等課題已成為國際關切重點，美國、日本等國家均訂定減碳相關規劃，而國內許多大企業已陸續啟動碳盤查及減碳工作；然而，為避免短期內全面實施溫室氣體減量而導致經濟與環境之衝擊，國際間推動減碳工作多以漸進式辦理，企業減量則多從自願性減量開始，為銜接上低碳永續發展趨勢，現階段國內廠商應需逐步建立淨零碳排意識，配合溫室氣體盤查作業，依產業規模、特性等條件制定適宜的應對策略，相信在政策的推動下，將能強化國內產業之競爭力，並減緩全球極端氣候之衝擊。

桃園市為我國工業重鎮，為加強溫室氣體減量技術之研析以及協助輔導產業減量排放，桃園市政府環境保護局（以下簡稱桃園市環保局）為掌握溫室氣體減量機制、碳交易方式及國際淨零法案對於產業端之衝擊，另依循桃園市淨零碳排發展路徑建立桃園市碳中和資訊平台，並協助辦理企業溫室氣體盤查輔導工作，期望促進企業降低碳排、持



圖 4 桃園市碳中和資訊平台
<https://carbonneutral.tydep.gov.tw/Home/Index>



續精進製程技術，並透過平台展示桃園市於低碳時代發展之核心價值與成果，包含碳中和資訊揭露、減碳潛勢場域盤點等亮點產出，使為 2050 淨零排放目標之實際貢獻者。

「桃園市碳中和資訊平台」已於 113 年正式上線，除揭露桃園市六大部門各項減碳重點指標之外，亦提供溫室氣體盤查標準與盤查指引、低碳活動登錄、再生能源策略與太陽能建置試算功能、日常碳排試算、淨零日記、淨零知識殿功能、溫室氣體盤查試算功能、桃園市調適圖台（含涼爽點、植樹、

水資中心、埤塘、滯洪池等資訊）、溫室氣體減量成效、淨零路徑、溫室氣體抵換專案資訊揭露、相關資訊網站連結與文件下載等碳中和及淨零相關資訊服務。

為了服務一般民眾及企業使用者，首頁亦將進行網站入口分流規劃，針對一般民眾及企業分別提供符合需求的專屬數位工具、資訊及重點資訊摘要儀表板等內容，如圖 5；減量成效模組以儀表板方式呈現桃園市的減量成效，且同時能讓民眾與單位管理者能清晰及快速掌握桃園市歷年減量成效與碳資

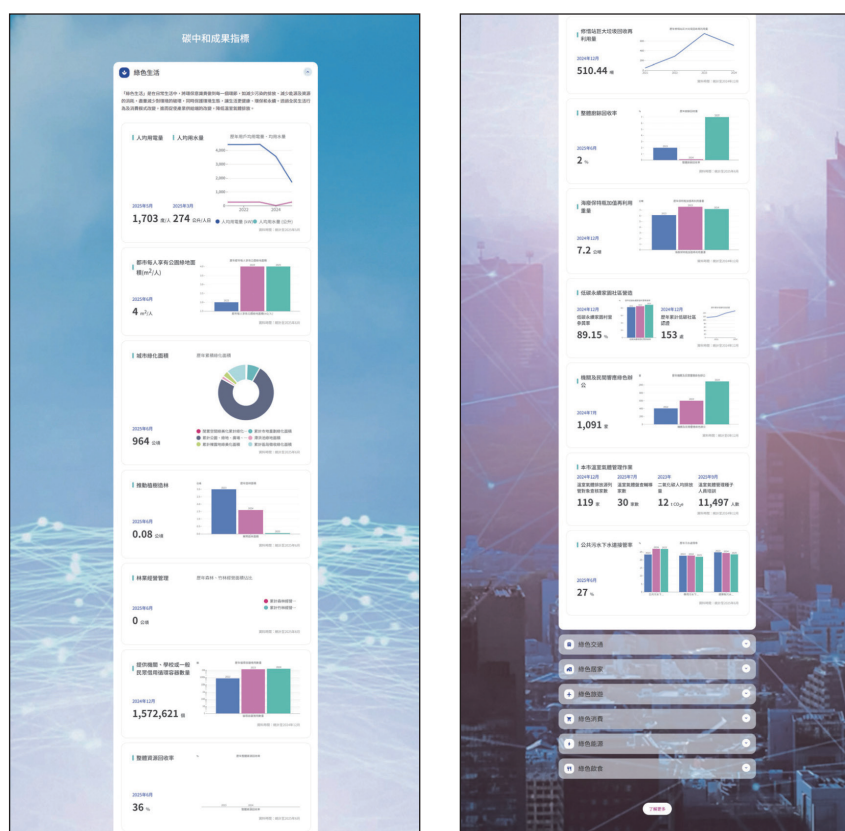


圖 5 桃園市碳中和資訊平台入口儀表板
<https://carbonneutral.tydep.gov.tw/Home/Index>



訊的揭露，將盤查與彙整桃園市各產業類別溫室氣體排放量、各局處推動的溫室氣體管制執行方案成果、發展低碳綠色城市大事紀等歷年資料，透過資訊技術加以整合，以儀表板之方式呈現，利於民眾與單位管理者簡化管理作業，且可時時查看關注的指標，規劃為減碳成效、產業碳排等功能。在產業碳排功能中主要為呈現桃園市各產業類別的排放量盤查，產業類別包含人纖業、半導體業、石化業、光電業、其他業、基本化學材

料製造業、造紙業、煉油、鋼鐵業、電力業等，而排放量分為直接排放量與間接排放量。透過儀表板中的產業碳排功能可以得知桃園市目前溫室氣體排放結構、各產業總碳排分布以及產業類別歷年來的排放量（依據環境部公告之管制對象清單），可以用年份進行篩選，平台將以圖表方式呈現數據，利於民眾、單位管理者快速取得相關碳盤查資訊，而進一步分析而作為後續各部門減碳計畫推動之依據，如圖 6 至圖 8。



圖 6 重點數據儀表板

<https://carbonneutral.tydep.gov.tw/DashboardView/DepartmentOverview>



圖 7 減量成效儀表板

<https://carbonneutral.tydep.gov.tw/DashboardView/Index>



圖 8 產業碳排儀表板

<https://carbonneutral.tydep.gov.tw/DashboardView/IndustryCarbonEmission>



另，為提升桃園市碳中和資訊平台互動性、即時性並提升使用者黏著度，導入線上智慧諮詢服務，採用生成式 AI 口語化的對話設計、清楚的對話操作指示、適當的主視覺設計，提供各類碳中和、淨零、盤查指引、碳排試算等各類資訊線上即時諮詢服務，如圖 9，智慧機器人已可使用自然語言

與使用者對話，並針對使用者的問題提供相關回覆與建議，如圖 10；這種便捷、高效率的即時諮詢服務，能顯著提升使用者再次造訪平台的意願，確保平台不僅是數據揭露的場域，更是持續性的學習與互動中心，充分發揮其作為桃園市推動低碳時代核心價值的數位力量。

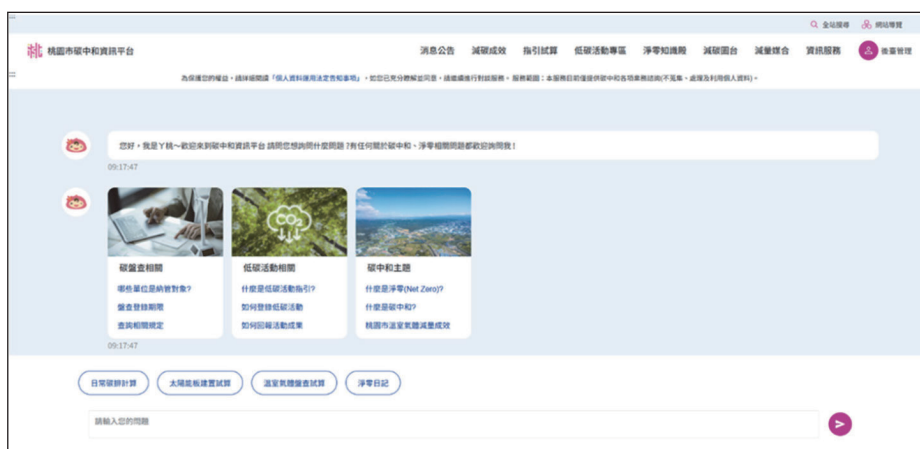


圖 9 線上智慧諮詢服務介面

<https://carbonneutral.tydep.gov.tw/SmartServiceView/Index>



圖 10 AI 智慧機器人提供諮詢服務

<https://carbonneutral.tydep.gov.tw/SmartServiceView/Index>



「桃園市碳中和資訊平台」的正式上線，標誌著桃園市在應對氣候變遷和邁向 2050 淨零目標上的重大進展，體現了地方政府積極響應國家及國際減碳趨勢的決心。此平台作為核心數位工具，透過整合跨局處減碳指標、輔導企業碳盤查，並藉由智慧化分流入口服務不同需求的民眾與企業，已成為推動低碳永續發展的核心樞紐，特別是具體數據化的「減量成效模組」儀表板，成功地將複雜的碳資訊透明化、簡單化，不僅為市民和企業提供參與低碳轉型的便捷途徑，更透過精準掌握工業重鎮的排放結構，為後續制定科學化、針對性的減碳策略提供了堅實的數據基礎。隨著線上智慧諮詢服務的導入，平台將持續提升互動性與即時性，透過這些全面的數位工具與政策輔導，強化本地產業在全球綠色經濟浪潮下的競爭力，並成為地方政府實踐環境永續承諾的典範。

四、結語

總結來說，無論是中央對大型公共工程的精細化碳排管理，或地方對多產業碳中和進度的整合追蹤，環境工程的智慧應用已成為實現淨零目標不可或缺的推動力。藉由智慧儀錶板實現的數據透明化與即時追蹤，結合 AI 智能客服提供的無障礙服務，決策者得以在海量數據中快速提煉洞察，市民與企業得以更有效率地參與減碳，這標誌著環境管理已從反應式走向預測式與優化式，透過技術的力量，讓淨零輔助決策不再是抽象的口號，而是可量化、可追蹤的實際行動。展望未來，持續深化 AI、大數據與環境工程的跨域融合，將是確保我們能以最低社會成本，共同邁向永續淨零社會的關鍵。

參考文獻

1. 內政部國土管理署下水道資訊入口網
<https://sewergis.cpami.gov.tw/sewersso/>
2. 污水下水道資料整合雲平台
<https://scloud.cpami.gov.tw/web>
3. 桃園市碳中和資訊平台
<https://carbonneutral.tydep.gov.tw/Home/Index>