



桃園市共同管道智慧化管理的 應用與展望

康思敏／續紛科技股份有限公司 總經理
吳峰凱／桃園市政府養工處共管機電科 股長
藍士堯／桃園市政府工務局 專門委員
鍾尚其／桃園市政府養工處共管機電科 工程司
莊浚騰／桃園市政府養工處 副總工程司
劉軍希／桃園市政府養工處 處長
賴宇亭／桃園市政府工務局 局長
黃治峯／桃園市政府 秘書長

桃園市共同管道發展智慧化管理系統的目標，是基於桃園市政府養護工程處對共同管道資訊化及智慧化營運管理之原則性需求，包括先進性、可靠性、安全性、實用性、開放性、可擴充性、經濟性、可維護性等，搭配共同管道機電系統更新工程、BIM 建築資訊模型技術、GIS 地理資訊系統、IoT 智慧監控整合技術等有效結合，建置一個應用於桃園市全區共同管道維護管理的 3D 資訊化平台，把共同管道全生命週期內不同階段的大量資料進行有效整合，可為共同管道的決策及管理提供強有力的綜合技術支援。整體工作由收集資料建置共同管道 BIM 模型開始，先將既有資料數位化，並考慮管線單位、管理單位與維護單位各層級應用，藉由資訊平台結合軟體介面，提供各單位所需的功能，使 BIM、GIS、IoT 等技術落實應用並貫串共同管道建設的全生命週期，為劃時代的城市管道管理創新做法，值得推廣運用。

關鍵詞：共同管道、BIM 建築資訊模型、GIS 地理資訊系統、IoT 智慧監控、設施設備管理

概述

桃園市共同管道建設概況

桃園市政府近年來全面推動共同管道整體規劃及建設計劃，積極配合新社區開發、區段徵收、市地重劃、都市更新地區、捷運系統等公共工程建設，同時推動共同管道（溝）計畫，徹底解決管線挖掘所衍生之不良問題，降低因管線維護而須挖掘道路頻率，並透過健全有效的管理，提昇道路維護品質，打造桃園市成為智慧先進的宜居城市。

桃園市於已建設完成之共同管道包括高鐵桃園車站特定區、桃園航空城客貨運園區、桃園中路地區區段徵收、經國市地重劃區、縣道 112 線中壢龍岡路（龍

慈路至龍岡圓環）、中山東路道路拓寬工程、機場捷運 A7 站區段徵收、桃 49-1 道路拓寬工程等 9 個區域，總計管道長度約 169.39 公里，包含幹管 9.47 公里、供給管（支管、電纜溝、纜線管路）159.92 公里，總建設經費約新台幣 40.64 億元，各區域共同管道分佈位置如圖 1 所示。未來桃園市共同管道路系統網路將以分期建設、逐年實施方式推動，並考量施工性、經濟性及效益性等三項原則，在與新市鎮或新社區開發、大眾捷運系統、鐵路地下化及其它重大交通建設計畫共構施築者，配合一併施工。截至民國 109 年興建中之共同管道有 11 個區域（約 158.61 公里），規劃中之共同管道有 12 個區域（約 1,263.45 公里）。

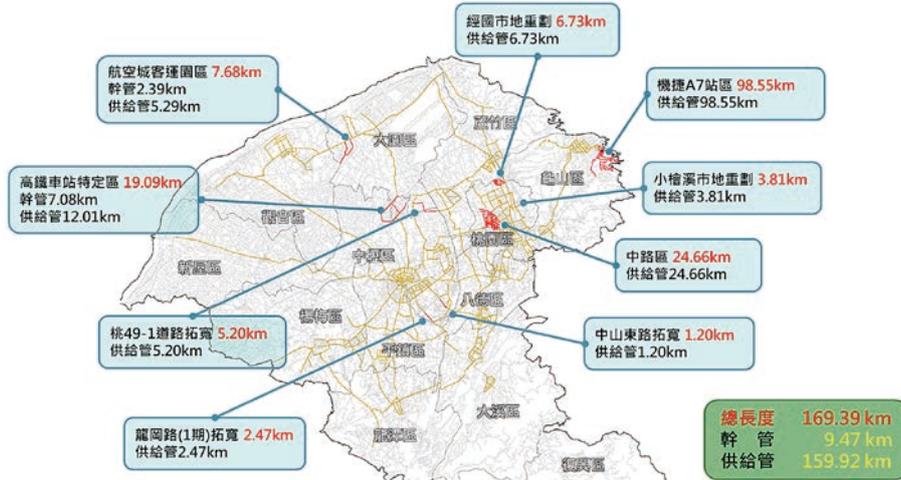


圖 1 桃園市已建設完成之共同管道分布圖

共同管道營運管理面臨的問題

由於共同管道分佈於城市各道路下方，範圍廣大，設施設備眾多，且須整合管理單位與管線單位，需要專業技術核心知識與經驗。桃園市政府養護工程處（以下簡稱養工處）作為桃園市共同管道之管理機關，目前主要面臨問題如下：

1. 共同管道完工僅交付 2D 圖說至營運階段使用，營運維護所需的資訊不完整且紙本檔案交接亦可能有資料漏失情況。
2. 各項圖說及資料缺乏關聯性，進而影響設施設備管理之準確性。
3. 設備進行汰換、改善或檢查時，無法即時更新資料，影響管理系統的有效性。
4. 各項管理流程仍以紙本作業為主，保存不易且難以搜尋，更無法進行資料分析。
5. 現有管理人力不足且流動頻繁，管理經驗難以傳承。
6. 傳統之共同管道線路巡查及使用費、維護費之收取方式費時費力，仍有改進空間。
7. 傳統之共同管道進出申請公文往返耗時較長，管制進出大量仰賴人工，可結合新科技創新改進以達簡政便民。

共同管道導入智慧化管理之實施策略與架構

桃園市政府養護工程處為提升共同管道基本設施性能如電力、電信、供水等系統之穩定供應無虞，目前正辦理共同管道機電系統升級工程，將電力、氣體偵測、門禁、監控、照明、消防火警、通風空調、網路等系統設備汰換升級，藉由光纖、Wifi 模組等提供有線、無線通訊等可靠傳輸機制，實現共同管道內全方位自動化監測、確保運行

資訊回饋不間斷，達到安全、高效、即時的自動化管理。

此外，基於對共同管道資訊化及智慧化營運管理之原則性需求，包括先進性、可靠性、安全性、實用性、開放性、可擴充性、經濟性、可維護性等，透過 BIM 建築資訊模型技術、GIS 地理資訊系統、IoT 智慧監控整合技術等有效結合，建置一個應用於桃園市全區共同管道維護管理的 3D 資訊化平台，全名為「桃園市共同管道設施設備管理系統」，此系統把共同管道營運管理的大量資料進行有效整合，可為共同管道的決策及管理提供強有力的綜合技術支援，用以輔助各項管理工作，使 BIM、GIS、IoT 等技術落實應用並貫串共同管道建設的全生命週期。

綜合上述，桃園市共同管道智慧化營運管理整體架構如圖 2 所示。

桃園市共同管道 BIM 建置標準規範及圖資

共同管道 BIM 模型建置標準規範

建築資訊模型（Building Information Modeling, BIM）係一種將建築物資料數位化應用的流程，透過建立含有工程及管理資訊的虛擬 3D 建築物資料庫，並作為建築物設施設備資料載體供建築生命週期各階段使用。為落實發展 BIM 技術應用於桃園市共同管道的智慧化管理，養工處爰制定共同管道 BIM 模型建置標準規範。本標準規範訂定的目的是將共同管道 BIM 模型及屬性的建立流程及格式標準化，內容主要包括：系統及檔案分類標準、樣板及環境規畫標準、模型元件及屬性建置標準、元件編碼標準、檔案移交格式、建置範例說明等。

前述之 BIM 模型建置標準規範已於 108 年施行，並納入桃園市共同管道建設工程契約，使得建設單位（多為桃園市政府新建工程處）於共同管道完工移交養工處接管時，一併移交工程設計施工階段之 BIM 模型（以按照養工處之 BIM 模型建置標準規範建置），完全解決新建與維護單位重複建置 BIM 模型之資源浪費。

本市既有或未來興建之共同管道圖資均參照本標準規範進行 BIM 建置工作，以利數位化圖資之統一性及有效性，並順利銜接桃園市共同管道設施設備管理系統，作為共同管道智慧化管理的基礎資料。

共同管道 BIM 圖資建置成果

本府目前已完成高鐵桃園車站特定區、中路地區、桃園航空城客運園區、經國市地重劃區、縣道 112 線中壢龍岡路、桃 49-1 道路、中山東路三段（230 巷至龍文街）、機場捷運 A7 站地區、桃園區小檜溪暨埔子自辦市地重劃等 9 區共同管道 BIM 資料庫建置，包含 BIM 模型資料及相關屬性資料等（如圖 3 所示）。

桃園市共同管道設施設備管理系統

系統概述

桃園市共同管道管理系統係一套基於 GIS 圖資與 BIM 模型的資料庫圖台核心軟體，用以提供設備圖資一致性之空間資料管理機制，並提供標準介面與其他系統介接。本系統之預設使用者為共同管道使用人員、管理人員及決策人員，經驗證帳號密碼取得使用權限後，即可透過 Web 操作方式進行相關管理作業。系統介面如圖 4 所示。

系統功能模組介紹

本系統各使用單位主要使用需求簡述如下：

1. 管線單位：進入管道作業申請、佈纜資料申報、管道圖資查詢、法規查詢等。
2. 維護廠商：工作人員申報、巡檢計畫申報、巡檢流程數位化與無紙化等。
3. 養工處：共同管道圖資管理、管線單位進入管道作業管理（含人員安全監控）、管線單位佈纜資料統計與管理、維護廠商日常作業管理、監控中心管理、共同管道使用收費管理、系統權限管理等。



圖 2 桃園市共同管道智慧化營運管理整體架構圖

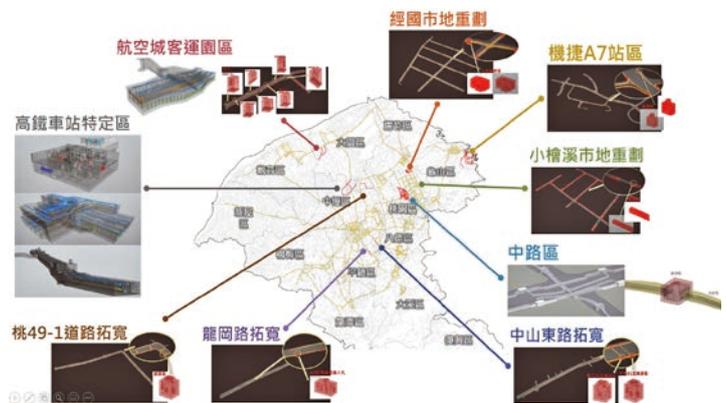


圖 3 桃園市已建置完成之共同管道 BIM 圖資

4. 市府決策者：圖資查詢、統計報表、緊急應變處理等。

綜上所述，共同管道管理系統功能需兼顧各項使用需求，經由需求訪談、系統規劃、系統分析與設計、模組功能測試反饋等程序，以使系統功能日趨完善。桃園市共同管道設施設備管理系統主要功能模組包括 BIM-GIS 查詢模組、圖文檢索模組、手持式裝置 APP 巡檢模組、人員管理模組、收費管理模組、監控管理模組、設施設備管理模組、佈纜調查 APP 模組、系統管理模組、虛擬實境（VR）結合 BIM 之相關應用等。整體功能模組架構如圖 5 所示。

節錄重點模組功能簡述於下：

BIM-GIS 管理模組

採用瀏覽器 / 伺服器 (B/S) 架構，提供整合 TGOS 地理資訊圖資雲服務平台與 BIM 模型展現之操作介面。可查詢共同管道設備之空間資料並套疊市街地圖，用以顯示共同管道內之設備分佈，並提供 3D 設施查詢、各種視景圖、模型操作、以資查圖、竣工圖查詢、文件查詢、設施管理流程等功能，請參考圖 6。

管線單位管理模組

提供各管線單位帳號權限，於網站（資訊系統）提出申請進入共同管道、上傳人員身分資料及專業證



圖 4 桃園市共同管道設施設備管理系統介面

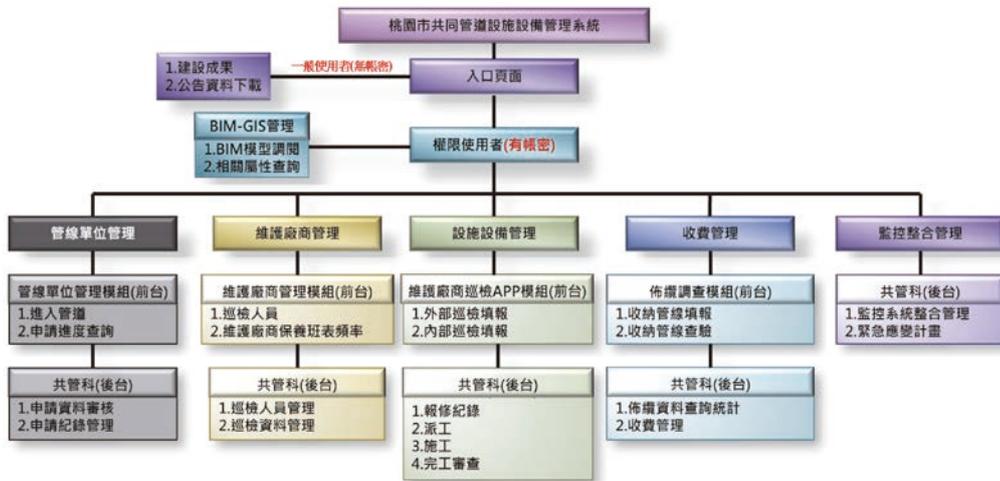


圖 5 整體系統功能模組架構圖



圖 6 BIM-GIS 系統畫面圖

照（如勞工安全執照、缺氧人員執照等）以供養工處進行線上審查，如需退補件，亦可於線上作業，大幅

所短行政時間。進入管道前，亦可供管制人員做身分比對，進出管道人員之實際情況，亦可透過後台模組自動記錄。此外管線線單位亦可透過網站，主動填報佈纜資訊（以供養工處進行年度實地稽核），並可讓管線單位上傳定期之管線巡檢報告，請參考圖 7。

維護廠商巡檢 APP 模組

用以建立現場巡檢及保養作業的數位化流程，作業類別可分為管道外部及內部巡檢等類別，可把相關工作指令下載在行動裝置中，以無紙化進行巡檢，節省現場作業時間，降低巡檢資訊的錯誤發生，請參考圖 8。

監控整合管理

可使管理系統連結至共管各設備及環境監控模組，採集即時監測數據資料反應至機電設備模型，包括溫度、一氧化碳、氧氣、甲烷、緊急照明、CCTV 等，對共同管道內設備的運行狀態及環境狀況進行即時監控，必要時啟動自動排風、火警通報、人員安全救援等作業，以確保全市管道正常運行，請參考圖 9。



圖 7 人員管理系統畫面圖

是否需派工改善管道環境，以及纜線調查資料將做為後續年度自動化收費系統之重要參據，請參考圖 10。

收費管理

統計共同管道各管線單位佈纜使用資料、自動化產出繳費單及繳費明細統計報表，請參考圖 11。

後台管理

包括權限管控、設備維修管理（含設備維修歷史紀錄）、管線單位管理、維護廠商管理、監控整合管理、收費管理等，請參考圖 12。

共同管道結合虛擬實境 (VR) 管理平台

利用 BIM 整合各項管線資訊之特性，並輔以最先進之體感設備虛擬實境技術，建立 BIM 結合虛擬實境的共同管道管理平台。透過此平台可精準地模擬共同管道內各種狀況，許多營運管理問題也可透過可視化立體影像討論解決，大幅提升共同管道營運的安全性。此外，也可透過 VR 的真實體感環境，讓管理者不受時間及地域限制，於共同管道內行走及屬性查詢之擬真，隨時掌握共同管道分布情況及共同管道相關資料，更有助於實際共同管道管理工作的執行，請參考圖 13。

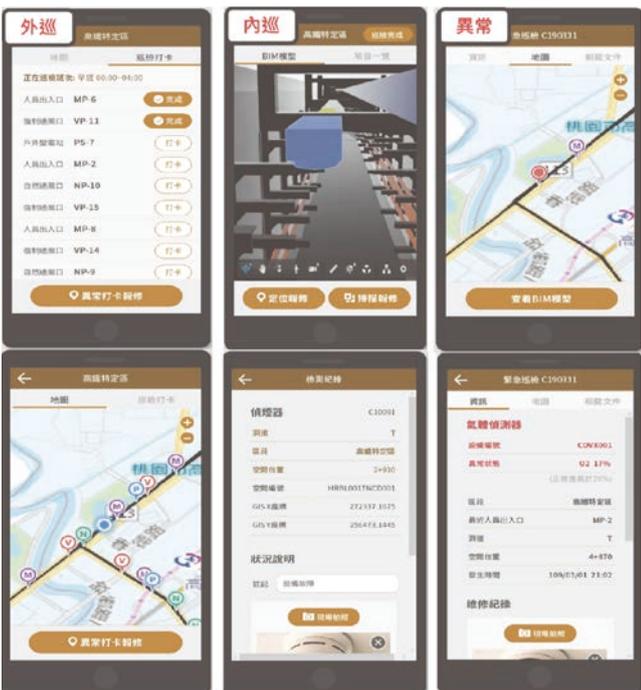


圖 8 巡檢 APP 系統畫面圖



圖 9 監控整合管理系統畫面圖

佈纜調查模組

養工處進行年度實地稽核時，將以行動裝置作為操作介面，並結合無線通訊網路及 GPS 定位技術，提供共同管道人手孔佈纜調查使用。功能包括人手孔佈纜調查、人手孔佈纜查驗審核、紀錄查詢等功能。佈纜調查能確保孔蓋內管線擺放正確與落實貼標外，亦可確認



圖 10 APP 佈纜調查 APP 系統畫面圖



圖 11 收費管理系統畫面圖

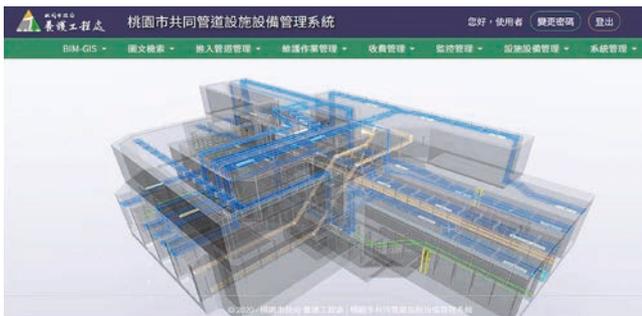


圖 12 後台管理系統畫面圖

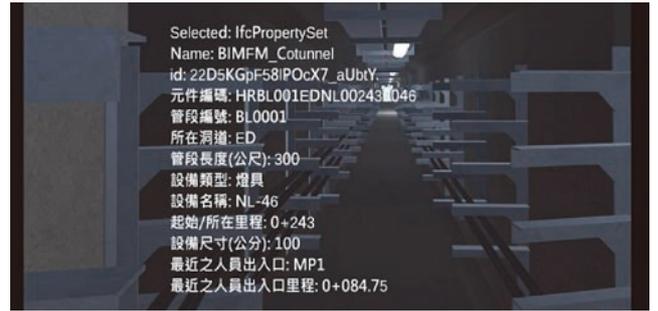


圖 13 共同管道虛擬實境畫面

系統建置效益及未來展望

系統建置效益

1. 建立共管 BIM 模型及屬性建置標準流程，並從源頭管理，使 BIM 從共同管道工程規劃、設計、施工、接管營運個階段達成全生命週期運用，大幅完善共管竣工資料之移交及保存。
2. 結合 BIM-GIS 之共管圖資查詢系統，可使管理者及使用者調閱及查詢資料更迅速，大幅提升管理便利性及有效性。
3. 完整建立管線單位佈纜資料調查與審核機制，並將 BIM 圖資與佈纜資料整合，使整體收費流程電子化，更能精準掌控管線單位使用共管狀況及收費金額。
4. 建立管線單位申請進入管道作業之電子化流程，除加速行政程序效率外，更能有效掌控管線單位佈纜及維修作業細節，提升共管內部作業之安全性。
5. 建立共管巡檢維護作業之電子化流程，以 APP 進行作業，節省現場作業時間及有效管理維護記錄。將設備維護紀錄與 BIM 圖資整合，大幅提高共管內部設施設備的妥善率，確保共管正常運行。
6. 利用 BIM + GIS + IoT 整合共管內部監控設備，及時監控共管內部環境及設備運行狀態，並建立緊急事件應變管理機制及自動化之大數據管理，維護共管正常運作，作為發展智慧化與自動化的智慧城市管理系統的堅實基礎。

未來展望

1. 完善資料建置方面：持續完成桃園市共同管道之 3D BIM 數位化工作（即待陸續完工之共同管道 BIM 資料匯入），並全面納入系統管理。
2. 行政作業方面：持續辦理桃園市各新建共同管道之資料點收、共同管道建設統計成果更新、既有管線佈纜資料更新等工作，持續完善本系統之收費管理模組，使行政作業更加系統化及效率化。
3. 擴充系統模組方面：持續擴充各項系統架構及模組功能，提供共同管道維護管理使用，主要包括：
 - (1) 監控中心戰情大屏顯示整合模組：透過連接共同管道設備汰換案監控系統，本系統將即時監測資料反應至 BIM 機電設備及環境監控模組，管理者可於監控中心戰情大屏上對共同管道內設備的運行狀態及環境狀況進行即時監控，以確保全市管道正常運行。
 - (2) 共同管道訊息推播模組：將共同管道內異常狀況以 e-mail、簡訊、或 LINE 方式將訊息推播給相關管理人員，讓管理人員隨時隨地接收到重要訊息，當接到異常狀況通知時，即可馬上進行派員處理，避免耽誤處理異常狀況之黃金時間，藉以降低不必要開支及確保共同管道使用人員之生命安全。

參考文獻

1. 桃園市共同管道設施設備管理系統委託專業服務案（第 2 期）期末報告書，續紛科技股份有限公司，2020。
2. 內政部營建署共同管道法及施行細則（2001.12）。
3. 內政部營建署公共設施管線資料標準（2016.08）。
4. 內政部營建署共同管道工程設計標準（2013.02）。
5. 桃園市共同管道系統整體規劃報告（2016.07）。
6. 臺大 BIM 研究中心 — BIM 模型發展程度規範 2017。
7. 中華民國內政部建築研究所 — 國內 BIM 元件通用格式與建置規範研究（2013.12）。