



以 數位資料流動循環 推動： 減距、減廢、減碳 之工程永續發展路徑

林芳輝／中興工程顧問股份有限公司工程管理部 資深協理

黃志民／中興工程顧問股份有限公司研發及資訊部 協理

呂斌豪*／中興工程顧問股份有限公司工程管理部 技術經理

郭鴻祥／中興工程顧問股份有限公司工程管理部 組長

楊東益／中興工程顧問股份有限公司工程管理部 工程師

台灣工程產業面臨時間孤島、空間孤島與資料迷宮三大數位化困境，導致資訊延遲、系統碎片化與標準缺席。本文回顧公共工程資料交換標準發展歷程，從政府採購核心演進至工程全生命週期管理，參照國際經驗建立標準架構。行政院公共工程委員會將「建構公共工程雲端系統」、「推動資料交換標準」、「導入人工智慧應用」及「強化資料治理能力」列為核心政策目標，為產業數位轉型提供國家層級的政策支持。本文呼應此政策方向，提出完整資料循環架構：以端/網/雲為骨幹建立資料流動通道，以API/IoT串聯實現系統互通，以PMIS/KM為資料倉庫實現知識累積。

建議由公共工程委員會主導完善現行標準，特別針對工程管理面向建立統一資料交換標準。透過從外部專案管理到內部知識管理的轉化，形成「減距、減廢、減碳」之遞進路徑。此架構允許各方依需求發展專屬平台，透過統一資料交換標準實現互通，最終達成工程永續發展目標。

關鍵詞：工程永續、資料循環架構、資料交換標準、PMIS、CMIS、數位轉型、資料治理

前言

台灣工程產業正處於關鍵轉型時刻，內部面臨專業人力短缺、工程複雜度提升、行政效率待改善等挑戰，外部則有國家淨零碳排需求與國際數位競爭壓力。行政院公共工程委員會（以下簡稱工程會）111年8月公布之「公共工程節能減碳檢核注意事項」^[1]，即擬藉以建立公共工程全生命週期之節能減碳機制。

聯合國環境規劃署統計顯示，建築與營建工程約占全球二氧化碳排放量34%^[2]，營建工程減碳已成為

全球永續發展的重要課題。在工程全生命週期中，施工階段透過工程管理強化工作效率，實則為工程減碳的關鍵之一。當工程管理能有效減少重工、降低等待時間、優化資源配置時，不僅提升專案執行效率，更直接減少不必要的能源消耗與碳排放。透過數位化資訊流動強化工程管理效能，已成為達成工程永續發展目標的重要路徑。

工程會作為公共工程之統籌、審議、協調及督導機關，已將「推動公共工程結合科技，鼓勵創新，提升營建產業生產力」及「強化資料治理能力」列為核心施政主軸。綜觀近期所推動之政策重點含括建構公

* 通訊作者，ahow@mail.sinotech.com.tw

共工程雲端系統、營造全生命週期電子化整合環境、推動公共工程領域資料交換標準、建置集中化資料倉儲、應用人工智慧技術於公共建設計畫審議、建構政府資料隱私技術韌性等，皆為營建產業的數位轉型提供明確的政策方向與願景目標^[3,4]。

然而，當前多數營建單位於推動數位轉型時，常陷入工具導向思維，忽略資料流動與知識循環之根本問題。工程專案更普遍存在查驗資料需多日才能上傳、不同單位主張不同格式、各層級廠商系統難以整合、歷史經驗無法有效傳承等困境，反映出台灣工程產業缺乏統一資料治理架構與產業級共同標準。如何將國家政策的戰略目標轉化為產業實踐的具體行動，則是當前最迫切的課題。

為達到 2050 淨零轉型的目標，臺灣擬採四大策略、兩大基礎來推動轉型^[5]，如圖 1 所示。由治理基礎搭配轉型策略，透過資料流動循環的數位架構，亦是回應政策需求的系統性解決方案，為營建產業數位轉型提供可操作的實踐路徑。故倡議由政府主導制定營建產業資料交換標準，以開放式平台架構打破封閉式平台限制，使整個營建產業生態系統真正互聯互通。也唯有從國家政策高度推動，建立產業共識，提供政策支持，才能真正實現工程產業的數位轉型與永續發展。

工程產業的系統性障礙

標準缺席與資料治理失靈

台灣工程產業長期面臨資料流動不暢的困境，其

根源在於缺乏統一的高位階資料交換標準與完善的資料治理機制。各專案或組織自行定義資料格式，導致專案間、組織間資料無法互通。當每個組織都自行開發封閉式的資訊系統時，產業整體都將陷入重複投資卻無法互通的困境，造成相同功能重複開發、相同問題仍需重複解決、但相同的錯誤卻又持續一再發生的窘境。

此系統性障礙不僅影響工程專案執行的效率，更阻礙營建產業長期發展。當經驗無法累積、知識則無法傳承、創新更無法推廣時，整個產業將陷入重複困境的迴圈。若基礎資料缺乏標準化、結構化，人工智慧應用也將無從談起。這種困境具體表現為三種孤島現象：時間上的延遲、空間上的碎片、資訊上的混亂。

三大孤島現象的深層影響

時間孤島：資料延遲的管理困境

時間差異累積造成重工、等待與資源損耗。資料在時間軸上斷裂，爰用過時資訊的決策為次佳選擇，最終反映為專案延遲、成本超支、品質不穩定。這常反映在施工查驗資料需要數日才能回傳、感測數據無法及時呈現現場危害發生、材料資訊無法即時更新等狀況。

而此現象的本質是資料捕捉、傳輸、處理的時間落差，使管理者永遠在「追趕」專案資訊，而非「掌握」專案狀況。唯有建立端/網/雲三層架構，使資料能在產生當下即被捕捉、傳輸、應用，才能真正解決時間孤島問題。



圖 1 台灣 2050 淨零轉型機制架構

空間孤島：系統碎片化的整合困境

碎片化的訊息常使跨系統的風險評估難以精準執行，導致跨專案經驗傳承幾乎不可能。這常反映在如：業主發包文件、監造查驗表單、施工自主檢查各自使用不同編碼格式，缺乏共通專案編號、工區編號、材料代號、查驗項目定義時，整合最終只能靠人工比對。

而推動公共工程領域資料交換標準，正是要解決此空間孤島問題。然而，標準的制定只是第一步，真正挑戰其實在於如何讓產業各方都遵循標準，如何建立開放式平台架構使不同系統能夠互通資訊。

資訊迷宮：資料品質的信任危機

欄位定義不清導致填寫各異、流程權責不明導致資料重複遺漏、無規定管理導致標準不確定。一旦缺乏資料標準，資料持續累積卻缺乏條理，資訊明明存在卻形成迷宮，或找到了內容卻無法轉換使用。這種混亂不僅降低作業效率，更造成決策品質低落。唯有先建立清晰的資料定義、明確的流程規範、嚴謹的管理機制，才能在此基礎上談資料品質與資料安全。

突破困境的政策契機

打破三大孤島需要以產業的整體性系統觀點的解決方案，而工程會施政計畫的政策方向，可以為此提供了前所未有的契機。在時間維度上，需要建立即時資料捕捉與傳輸機制；在空間維度上，需要建立統一的資料交換標準；在資訊維度上，更需要建立清晰的資料定義與交換標準機制。

建構公共工程雲端系統、建置集中化資料倉儲，不是要尋求各單位分別建立為利己而資訊壟斷的封閉性平台，而是要建立資源共享的開放式的平台架構，允許各方依需求發展專屬系統，但透過統一標準實現資料交換互通。這種架構既尊重各方自主性，又確保整體互通性，是打破孤島、實現資料流動的關鍵路徑。

當國家政策明確支持、政府資源投入、產業共識建立時，過去推動資料交換標準時遇到的困難才能得到突破。工程會作為主管機關，應具有制定標準、推動應用、整合資源的責與權。台灣公共工程營建產業的各方惟有在政策的明確引導下，才能從各自為政轉向協力合作，從封閉系統轉向開放互通，從錯誤循環轉向為持續改善。

公共工程資料交換標準發展

政策背景與推動起源

台灣公共工程資料交換標準的發展，源自於行政院「挑戰 2008 – 國家發展重點計畫」（2002 ~ 2007）所確立的國家數位化政策^[6]。在此政策框架下，工程會提出「公共工程資訊系統計畫」，目標是整合產、官、學、研各界資源，將推動公共工程生命週期各階段導入電子化資訊標準，使得公共工程資訊得以迅速交換共享。此計畫的推動理念，與目前打造營建產業數位化及推動資料交換標準的政策目標一脈相承，也展現了相關政策的延續性與深化。

此計畫自 2003 年開始執行，建立了產業協力推動機制。參與單位涵蓋工程顧問公司、資訊服務業者、學術研究機構及產業協會等，形成跨領域的協作網絡。標準制定方法論參考國際經驗並進行本土化調適。在資料交換架構方面，採用聯合國 UN/CEFACT's Modeling Methodology (UMM) 的核心概念；在工程文件管理方面，則部分參考了日本國土交通省之「電子納品要領·基準」的經驗，但也針對台灣工程管理特色進行調適，特別是配合公共工程品質管理制度、工程管理流程、文件遞送需求等，發展出符合台灣產業實務的標準規範。

標準發展的階段性推進

工程會從政策可行性的角度出發，選擇從「政府採購」相關環節著手。當時已有政府電子採購網作為平台基礎，較易將標準導入實際應用。此階段所完成的標準涵蓋了電子契約、共同供應契約、投標資料、決標資料、審查委員名單等政府採購流程中的關鍵資料，為後續的擴展奠定了基礎。

而標準制定方向隨後轉向「工程在生命週期裡面必須要遞送的文件」的面相予以制定。直至 2008 年為止，共計完成 8 大類 61 項標準制定，主要涵蓋政府採購領標及投標文件、公告、共同供應契約、技師及顧問公司管理、公共工程施工階段 B2G、執行階段 G2G、工程文件 MetaData 及傳輸封包等相關領域，並彙集了資料字典共 1,060 項，建立了相對完整的數位資料標準體系基礎資料^[7]。

階段性成果與持續挑戰

經過多年推動，政府採購相關資料交換標準已在公共工程招標採購制度上完成電子商務運作。政府電子採購網成為標準應用的核心平台，從招標公告、投標文件、決標資料到契約管理，都已建立標準化的電子化流程。這套機制有效提升了採購效率，減少了紙本作業，並使政府採購資訊得以公開透明，也成為政府資料交換標準應用的成功典範。

前期計畫推動期間在工程管理領域亦進行了多項試辦計畫應用，探索標準在工程管理領域應用的可行性與挑戰^[8]。然而，相較於招標採購領域的成功，有關工程管理領域的應用仍處於探索階段。這反映出工程執行階段的複雜性：涉及多方協作、現場環境多變、資料類型繁雜、即時性要求高等實務狀況。

在當時工程會已有推動部分資料交換標準的概念（工程文件 MetaData 資料交換標準及核心元件），並期盼後續成為國家標準，藉以提升標準的法制位階，並建立標準持續發展與應用推廣的長效機制。

迄今資料交換標準在招標採購制度上雖已建立成熟的電子商務運作機制，然而如何依據台灣公共工程品質管理制度架構的標準作業流程下推動工程管理數位化，係為當前的急迫挑戰。其中原因常在於工程管理相關資料散落在各個系統、各個專案、各個組織中，缺乏了統一的標準與格式，難以整合與分析。若要實現這些政策目標，首先需要解決資料標準化問題，建立開放式平台架構，使資料能夠流動、能夠整合、能夠累積。

資料循環架構的解決方案

從資料交換到資料循環

回顧過去政府採購相關資料交換標準的歷程及當前國際的數位化發展趨勢中發現，台灣營建產業需要的是一套完整的資料循環架構，讓資料不僅能「交換」，更能「流動」、「重用」、「累積」，最終轉化為企業及產業的知識與價值。

惟以往各單位於推動資料交換標準時，主要目標常常僅是將紙本作業轉為電子化。這種轉變雖然確實減少了紙張使用，也提升了資料傳遞速度，但電子化的 PDF 檔案或表單掃描，本質上仍是「電子化的紙

本」，缺乏結構化、標準化、可由電腦自動讀取的數位應用特性，往往並未發揮數位化的核心價值。

而「資料循環架構」則是對過往資料交換標準理念的延續與突破。在延續方面上，遵循既有所訂定的資料交換標準定義與格式，保持資料交換的相容性。在突破方面上，則將點對點交換擴展為端 / 網 / 雲的三層架構，從單次傳輸升級為即時流動的資料通道，從外部交換延伸至內部知識管理的轉化，從專案層級提升至產業生態的整體性建構。

開放式平台架構與推廣

建構公共工程雲端系統、營造公共工程全生命週期電子化整合環境，需要明確的技術路徑與實踐策略。解決方案是建構「開放式平台架構」，由產業鏈中每個角色發展具有各自需求特色的數位平台，透過統一的資料交換標準與 API 介面實現資料的互通。政府的角色是制定標準、提供推廣工具、建立示範案例，而非取代市場上的商業系統。

為實現開放式平台架構，並降低現階段中小型企業的數位化門檻，中興工程顧問股份有限公司（以下簡稱中興公司）基於實際多年於公共工程實務應用專案管理資訊系統（Project Management Information System，以下簡稱 PMIS）的經驗，為強化公共工程相關營建產業數位化的推動進程，中興公司正辦理二級品質查證之 PMIS 及一級品質管理之營造工程管理資訊系統（Construction Management Information System，以下簡稱 CMIS）之推廣版本捐贈予工程會相關事宜，使其成為台灣公共工程營建產業的公共財，更具有以下三個層面的積極意義：

首先，降低產業數位化門檻，促進普及應用。許多中小型工程顧問公司與營造廠，受限於資源與技術能力，無力開發自己的管理系統，也無法負擔昂貴的商業軟體。推廣版系統提供基本但完整的功能，涵蓋監造與施工核心作業，滿足公共工程品質管理制度要求，讓中小型企業也能跨越數位化門檻。

其次，建立標準應用示範，引導產業方向。推廣版系統內容符合工程會制定的資料交換標準，可成為產業的參考範例，展現標準如何在實際應用中落地，為其他系統開發者提供具體指引，促進整個產業向標準靠攏。

第三，促進產業生態互通，實現政策願景。當愈來愈多中小型企業使用推廣版系統，當這些系統都遵循統一標準，產業鏈中的資料流動就將愈順暢。大型企業即使使用自己開發的系統，只要也遵循相同標準，就能與使用推廣版系統的中小型企業無縫對接。

推廣版 PMIS 與 CMIS 的定位，是提供給公共工程營建產業的工具，可以依據企業的需求及數位發展能力與進程自由選擇使用。這種定位確保了推廣版系統不與商業系統競爭，而是補足產業現階段數位化發展的空缺，並透過政府的示範作用及基本應用工具的提供以帶動整個公共工程營建產業的數位化進程。

端 / 網 / 雲三層架構

資料循環架構的技術實現，建立在端 / 網 / 雲三層的架構之上。此架構透過 IoT 技術實現現場資料的即時捕捉，並透過 API 介接實現系統間的即時互通，相關架構如圖 2 所示。最終在雲端實現資料的存證與知識化，奠基未來智慧工地的磐石。

在端層，透過數位查驗應用程式、IoT 感測器、智慧安全設備等裝置，即時捕捉工地現場的人員動態、機具狀態、環境資訊、查驗結果等資料。資料在產生的當下就完成驗證與格式化，確保符合工程會制定的

產業標準。即使在離線狀態下，端層設備仍能繼續將資料暫存於本機，待網路恢復後自動同步至雲端。

在網層，透過 MQTT、HTTPS、5G 等現代通訊協定，搭配身分認證、加密機制、訊息佇列等技術，建立起端層與雲層之間安全可靠的資料傳輸通道。網層並扮演著流量管控、優先級排程、斷線重連、端對端加密等關鍵角色。

在雲層，資料以兩種形式存在：外部資料倉庫與內部資料倉庫。外部資料倉庫指的是各方建置的 PMIS/CMIS 系統，二級品管單位使用 PMIS 進行專案管控、一級施工廠商則使用 CMIS 進行施工管理、監造單位使用 PMIS 進行查證管理。這些系統雖然各自獨立，但透過統一的資料交換標準與 API 介接的方式，可以實現即時的資料互通。

內部資料倉庫則是指組織的知識管理 (Knowledge Management, KM) 系統，透過數位化的流程可以將多個專案累積的資料進行系統化彙整、比對、分析與評估。當這些資料經過結構化、關聯化、脈絡化處理，最終轉化為可搜尋、可引用、可學習的知識資產後，將可成為組織持續改善與 AI 智慧化應用的資料庫。

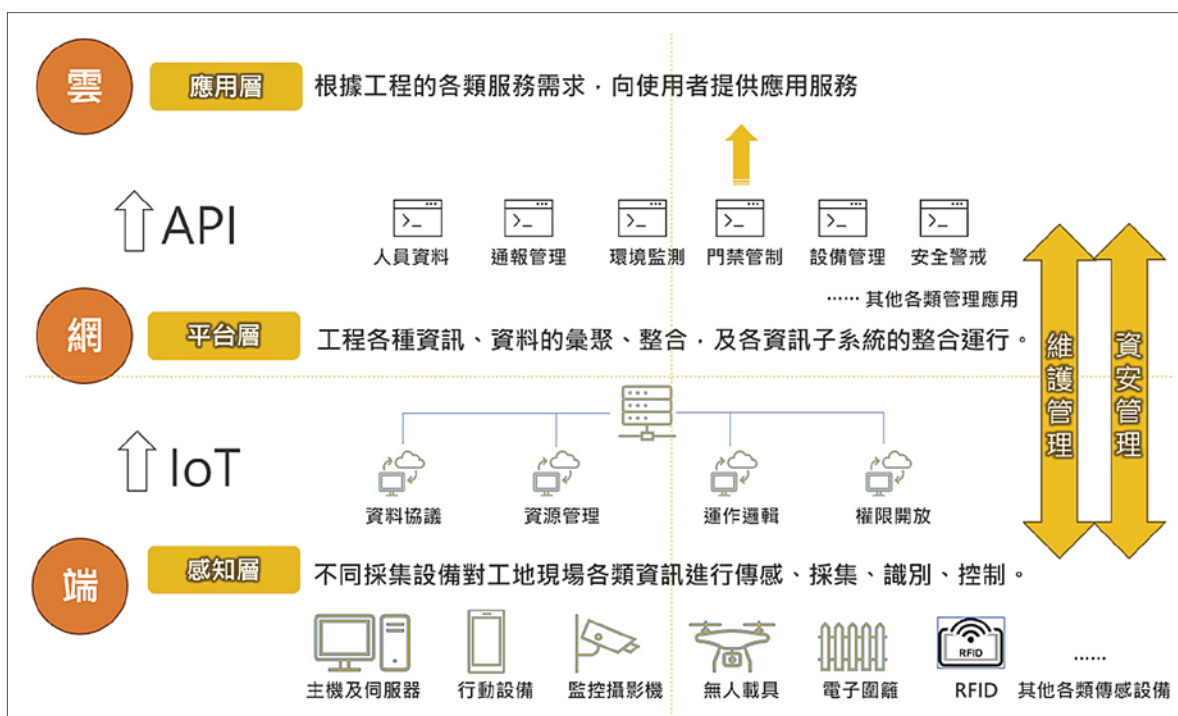


圖 2 端 / 網 / 雲及 IoT/API 架構

公共工程營建產業數位資訊體系

公共工程營建產業資料交換標準是資料循環架構得以運作的核心基礎。其交換標準的數位資訊體系包含四個核心內涵：

第一，共通識別碼體系。建立統一的識別碼體系，使專案、工區、工項、材料、設備、查驗項目、人員等類別都能被準確識別。當要建置集中化資料倉儲時，統一的識別碼體系使不同來源的資料能夠正確地整合在一起。

第二，共同資訊模型與資料字典。資料字典定義工程管理所需的核​​心資料元素，包括每個欄位的標準名稱、資料型別、計量單位、允許值範圍等，以使不同系統對相同概念陳述有一致的理解，藉以確保資料品質與一致性。

第三，開放 API 規範。使不同系統間能夠透過標準介面進行即時資料交換，從批次交換進化為即時對接。當各方系統都透過標準 API 即時傳送資料到集中化資料倉儲時，資料就能夠即時流動。

第四，版本管理與安全機制。嚴謹的版本管理確保標準演進可控可預期，透過角色型權限管理確保資料交換的權限控制，對敏感資料進行遮罩處理，實施金鑰定期輪替，建立起完整的資安操作稽核紀錄。

從資料流動到永續發展

減距、減廢、減碳的遞進路徑

工程產業的永續發展透過資料流動、效率提升、浪費減少、碳排降低的自然轉化過程來循序實現。而此轉化的關鍵就在於從外部的工程專案管理到內部的組織知識管理的兩層架構來發展。

各利害關係人透過各自的工程管理資訊系統管理專案執行。業主、設計、施工、監造各方系統功能不同、介面各異，但透過統一資料交換標準以 API 對接，實現資料在專案內各方間即時流通。此階段解決「時間孤島」與「空間孤島」問題，當資訊延遲消失、系統得以互通、協作效率提升，方能走出「資訊迷宮」。

內部知識管理層將多個專案累積的資料進行系統化彙整，經結構化、關聯化、脈絡化處理，轉化為組織的知識資產。當過往專案的成功經驗與失敗教訓被

系統化保存，新專案可快速學習、避免重複錯誤、採用最佳實務，組織整體能力持續提升。

此雙層架構形成「減距、減廢、減碳」之遞進路徑。減距（資料即時流動）解決時間孤島，減廢（資料重用與知識化）解決空間孤島與資訊迷宮，減碳（效率提升的自然結果）則是前兩者帶來效率改善後的必然成效。

工程減距：即時性的管理革新

透過端 / 網 / 雲三層架構建立資料即時流動通道。現場端透過數位查驗應用與 IoT 感測器即時捕捉資料，網路層確保資料安全即時傳輸，雲端層各方 PMIS/CMIS 系統將透過 API 即時接收資料。配合台灣公共工程品質管理制度，施工廠商 CMIS 的自主檢查資料即時傳送給監造單位 PMIS，監造單位查驗結果即時回饋給施工廠商，使工程品管作業能緊密銜接。

過去管理者只能事後管理，問題發生後才介入處理。現在管理者可以即時掌握專案狀況，在問題萌芽階段就進行干預，從「救火式管理」轉變為「預防式管理」。這種即時管理模式的轉變，減少了資訊延遲造成的決策失誤、溝通不良導致的重複作業、或問題覺察延宕造成的大量重工。

工程減廢：重用與知識化

產業級資料交換標準使不同專案、不同單位的資料能互通。但更深層的價值在於透過 KM 系統實現知識化。過去每個專案結束後，經驗隨之流失；如今透過 KM 系統，多專案的資料被系統化彙整，最終轉化為可搜尋、可引用、可學習的知識資產。

當工程師遇到施工問題時，可以搜尋知識庫找到過往類似案例與解決方案；當設計階段需要選擇材料時，可以查詢過往專案的材料性能數據與使用經驗。這種知識應用使新專案避免重複試錯、快速找到最佳解、提前識別風險，組織學習曲線大幅縮短。

工程減碳：效率提升的自然結果

工程減碳並非額外目標，而是工程減距與工程減廢帶來效率提升後的自然結果。當資料即時流動，決策更精準；當資料能夠重用，浪費自然減少；當知識得以累積，效率持續提升。這些改善的每一步，都在減少不必要的資源消耗，也伴隨碳排放的降低。透過

資料循環架構帶來的效率改善，預估可產生複合減碳效益：直接效應（行政流程數位化）與間接效應（管理效率提升、重工減少、協作優化），這些效益更將隨著應用範圍擴大而持續增長。

當資料依產業標準化且可追溯後，碳盤查工作得以自動化。系統根據材料規格、數量、供應商位置、運輸距離等資訊，自動查詢碳排放係數資料庫，計算每項材料的碳足跡，彙總至各層級，而可使減碳管理從年度總結的事後統計轉變為日常管理的持續監控^[9]。透過 KM 系統分析多個專案的碳排資料，識別出高碳排環節，在新的專案設計階段就可查詢，及早選擇低碳替代方案，整體碳排將能持續下降。

產業協力推動的落地實踐

資料循環架構與產業級標準的推動，需要務實漸進的策略。建構公共工程雲端系統與導入人工智慧應用，建議相關推動可以從試辦計畫的驗證開始，過程中系統化收集使用者回饋是關鍵工作，涵蓋資料字典定義、查驗項目標準、API 介面穩定性、系統操作便利性等層面。

推廣機制需要多管齊下，形成政策、教育、示範、誘因、社群的完整體系。如：辦理教育訓練降低學習門檻，藉由試辦計畫的示範可以建立信心，國家政策的誘因能讓率先採用者獲得實質好處，使用者社群或定期舉辦的論壇則讓已採用者能夠相互交流。

但是資料循環架構的成功，更需要產業生態中各方的協力合作。政府的角色是制定標準、建立規範、提供工具、營造環境。產業界的角色是實踐應用、貢獻經驗、形成示範。學術界的角色是提供研究支援、技術諮詢、方法論指導、人才培育。中小型企業需要把握機會、跨越門檻、參與生態。大型企業需要承擔責任、典範轉移、帶動升級。

這種各方協力的模式，不是政府單方面推動，也不是某個企業單打獨鬥，而是產業生態系統的共同建構。政府制定規則、產業實踐應用、學術提供支援、中小企業參與其中、大型企業帶頭示範，各方發揮所長，形成正向循環。

結語

建立公共工程營建產業的數位資料流動架構並非

僅只是技術工具的升級，而是台灣工程產業管理思維與協作模式的根本轉變。從單打獨鬥到產業協力，從封閉系統到開放互通，從專案層級到產業層級，從工具導向到價值創造，從專案管理到知識管理，公共工程營建產業正在進入全新發展階段。

擬藉由工程會施政計畫的推動，倡議為這種典範轉移提供了國家層級的政策支持。當產業將資訊視為資源而非庫存、將數位化視為投資而非費用、將標準視為共同語言而非束縛、將知識視為資產而非成本時，透過構建端 / 網 / 雲三層架構，發展 PMIS/CMIS 外部管理層，建立 KM 內部知識層，推廣開放式平台理念。當這些基礎建設完成，減距（資料即時流動）使管理更精準、減廢（資料重用與知識化）使效率持續提升、減碳（效率提升的自然結果）則水到渠成。

台灣工程產業正處轉型關鍵時刻，面對國家淨零碳排的戰略目標，及產業數位轉型的迫切需求，台灣工程產業正在建構一個資料能夠流動、知識能夠累積、效率持續提升、永續真正實現的新未來。而相關變革的成功更需要政府、產業界、學術界與所有利害關係人共同參與。唯有各方協力，才能實現公共工程營建產業的系統性轉型。

參考文獻

1. 行政院公共工程委員會 (2022), 「公共工程節能減碳檢核注意事項」。
2. United Nations Environment Programme (2025), Global Status Report for Buildings and Construction 2024/2025. <https://www.unep.org/resources/report/global-status-report-buildings-and-construction-20242025>
3. 行政院公共工程委員會 (2024), 「114 年度施政計畫」。
4. 行政院公共工程委員會 (2024), 「115 年度施政計畫」。
5. 行政院國家永續發展委員會 (2022), 「臺灣 2050 淨零排放 路徑及策略總說明」。
6. 行政院 (2002), 「挑戰 2008 – 國家發展重點計畫」。
7. 吳榮煌、李萬利、賴建中、賴鈺蒨 (2009), 「整合智慧工程管理建構新一代工程專案決策中樞系統」, 中華技術, 第 81 期, 第 246-255 頁。
8. 行政院公共工程委員會 (2008), 「營建工作組推動現況及進度說明」, 中華民國電子商務資料交換標準委員會 97 年第 2 次工作會議。
9. 呂斌豪、黃琬淇 (2024), 「工程發包策略與契約型態對施工階段碳管理：邁向碳有價的預算管理新紀元」, 中國土木水利學會會刊, 第 52 卷, 第 2 期, 第 47-53 頁。 