

出國報告（出國類別：開會）

參加英國營建環境產業會議
「UK Construction Week」報告

服務機關：內政部建築研究所

姓名職稱：劉青峰副研究員

派赴國家/地區：英國

出國期間：108年10月6日至12日

報告日期：109年1月6日

目錄

目錄.....	1
摘要.....	2
第一章 目的.....	3
第一節 推動國內建築產業跨域創新發展.....	3
第二節 英國建築產業發展政策.....	6
第二章 過程.....	11
第一節 會議概要.....	11
第二節 Digital Construction Hub 研討會.....	16
第三節 建築科技.....	32
第四節 模組化工法.....	43
第三章 心得與建議.....	55
第一節 心得.....	55
第二節 建議.....	60

摘要

為利研訂推動建築產業數位化升級相關政策之借鏡與參考，前往英國參加於 2019 年 10 月 8 日至 10 月 10 日在伯明罕國家展覽中心所舉辦的「UK Construction Week」會議，廣泛瞭解英國與國際間推動數位營建與 BIM 技術之最新發展思維及未來趨勢，以確保相關政策之發展符合國際發展趨勢。

英國建築產業在政策目標明確與資源投入下共同投入資訊化轉型發展，以 DBB 數位建造英國計畫來為民眾打造下一代數位居住環境，並朝向國家位雙生的方向持續發展，促進社會經濟能更全面的朝向資訊化發展。參考英國政策，就國內相關政策研擬的建議略如下：

- 一、學習英國政府作法，重視各產業的創新發展，建築產業的資訊技術發展與其他產業同樣需要重視與長期投入資源。
- 二、以建立建築產業資訊能力為起點，長期且循序整合的建築產業資訊化發展策略。
- 三、參考英國 Construction Innovation Hub 作法，以實作召集各界共同開發建築產業資訊化發展技術。

第一章 目的

第一節 推動國內建築產業跨域創新發展

國內建築產業亟需朝下一階段邁進

建築產業無法與其它工業一樣不斷提昇產能、品質，並改變作業模式，其主要原因之一即在於資訊科技應用的低落。雖然營建業與航空、機械、汽車等工業在 60 年前即試圖應用資訊科技。但由於建築工程個案的獨特性、參與者分工複雜與使用期長等特質，生命週期中規劃設計、結構分析與機電設計、施工、營運維護等各個階段間以傳統的資訊傳遞以紙本及圖說為主，導致資訊不易統整與整合應用，常造成設計與施工間產生了許多不符預期的成果，對營運維護階段影響更大。我國建築產業仍以傳統的紙本及 2D 圖說為主要的資訊交付方式，同樣導致營建業工作效能以及建築全生命週期整體投資報酬效益不彰、浪費資源，不符永續環境政策目標等課題。

未來國內建築產業，將會目前其它工業所面臨同樣的課題—少工及大量客製化，必需從勞力密集朝向資訊密集再到機器代工，即工業 4.0 的概念。建築產業，尤其是建築業，因為各地文化習性的保護，大多數廠商不用面對國際競爭，且國內市場就能自給自足，對於前述轉型的需求小，故進展緩慢。惟建築產業所產出的居住環境，關係到所有在其內所發生的經濟活動，不應放任其自由發展，建築產業應得政府對其它工業投注大量資源的相同對待，加速推動產業結合 BIM 等資訊科技跨域創新發展以面對下列課題。

少子化所帶來的少工化

建築產業除了資訊化程度落後其它工業的課題之外，同時也需面對全球都有的本地勞力嚴重短缺的危機。先進國家如日本等已開始參考工業 4.0 的概念

開始著手強化預鑄工法或採用機器人施工，將建築構造先在工廠內以自動化機械預鑄完成後，再運到工地現場以模組化組裝，運用精密的電腦定位技術與機械操作完成。BIM 的廣泛應用，建築設計可以數位化，流程標準化，加上 Robot/IOT 物聯網解決方案價格已逐漸下降。因此，可以在設計之初，就採用 BIM 技術，以便考量往後製造（DFM，Design for Manufacturing）、裝配（DFA，Design for Assembly）、機器人施工的需要，以解決勞力不足的困境。

建築物尺度的空間資訊應用與需求

IOT 物聯網與 A.I. 人工智慧是國際間資通訊科技的重要發展方向除了國內外，國際間也嘗試與數位城市或智慧建築結合應用，形成建築物尺度的空間資訊應用與需求。此時，傳統圖說文件必需要以人工方式將資料匯入其它資訊處理系統，耗費人力資源，且無法確保其完整度與精確度。若能利用具開放格式 BIM 模型，從業主提出明確需求開始，經過規劃、設計、施工等階段，記載比傳統圖說更精確、更豐富的建築資訊，便能使建築產業的資訊化與其它資通訊科技緊密的結合在一起。

資訊安全的強化

為了在複雜的建築產業成員間有效的整合與分享建築資訊，BIM 建立統一且開放的資料格式，所有的規劃、設計、營造與維管都可能在同一資料管理系統中儲存與分享。惟建築產業在傳統以紙本與 CAD、PDF 等機器難以讀取或解析空間資訊的媒體來傳遞與存放圖資，再加上目前國內 BIM 資訊格式尚未統一，營建業界尚未觸及數位資訊的安全課題。為在推動初期即建立正確觀念與導入基本作業流程，以免日後難以調整，政府需提早進行相關研究開發，提供業界參考應用。

UK Construction Week

英國為國際間以國家政策全力推動建築產業數位化升級與 BIM 技術的先進國家之一。為瞭解英國與國際間營建業運用 BIM 與 AI、IOT、大數據、智慧城市整合與產業創新等議題之發展趨勢與研究方向，本計畫係參加「UK Construction Week」會議，該會議為英國境內每年召開之最大型營建環境產業會議活動，本屆會議預定於 108 年 10 月 8 日至 10 日於英國伯明翰（Birmingham）召開，本次出國將參與該會議之相關系列活動，包括專題演講、技術導覽、展覽會等，以瞭解英國在建築技術、土木工程、建築能源、數位營建等議題之推動與創新發展成果。

參加「UK Construction Week」會議，預期可廣泛瞭解英國與國際間推動數位營建與 BIM 技術之最新發展思維及未來趨勢，作為本所研訂推動建築產業數位化升級相關政策之借鏡與參考，以確保我國相關政策之發展符合國際發展趨勢。

第二節 英國建築產業發展政策¹

Creating a Digital Built Britain

「創建數位化英國」是目前英國中央政府對建築及相關產業發展政策的願景。透過創建一種針對建築人居環境的數位構成方法，以提供政府服務和經濟成長。

Digital Built Britain 是英國商業、能源與工業戰略部門（BEIS）與英國創新部門（Innovate UK）所合作擬訂的政策計畫，旨在為基礎設施、建築和服務創造數位經濟。該政策擬利用數位技術處理改變英國建築業和運營管理專業人員社會和經濟基礎設施的經營方式，包括規劃設計、建造、維護和使用該建築設施的方式，以及改建更新、修繕和新建的建築資產。以更有效利用建築資產，並為面對城市化和人口結構變化的挑戰時奠定更穩固的基礎，同時提高英國的生產力與經濟成長。

Digital Built Britain 將達成以下目的：

- 提高廣泛人員的技能，使他們可以放心地使用技術來數位化其工程專案並管理已完成之資產；
- 幫助各種規模的英國企業和組織抓住技術帶來的機會，並增加其在國內外市場上的收入；
- 制定和推廣支持強力的、創新的建築和運營管理部門的標準、實施方法和政策；
- 建立新的工程交付和合作模式，使英國保持其全球領導者地位。

¹ <https://www.gov.uk/guidance/creating-a-digital-built-britain-what-you-need-to-know#what-is-building-information-modelling-and-how-does-it-affect-you>

Digital Built Britain 目標

Digital Built Britain 致力於數位化英國建築資產的整個生命週期。

建築資產為公民提供重要服務。在設計和施工過程中應用數位技術可以提高其效能和效率，從而可以提供更好的用戶體驗。同時透過向國外輸出相關的專業知識和服務，也可創造新的經濟成長機會，為英國和其他國家的生產率帶來提昇的機會。

主要目標有兩個：

- 更加了解使用者的需求，並實現「正確的首次交付」；
- 儘可能快速有效地提供建築物和基礎設施。

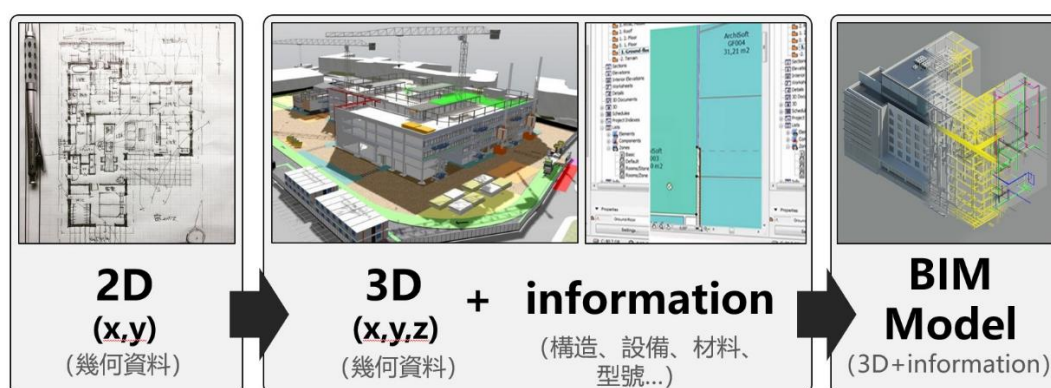
此外，數位化方法將提高資訊透明度。它還更深入地了解目前公民如何使用公共服務的經驗，作為未來新設施改進的參考。

Digital Built Britain 將滿足這以下需求：

- 儘可能延長基礎設施、建築設施和服務網絡的使用壽命，使其可以安全地提供更久的服務；
- 透過調查測量服務性能與使用者行為來深入了解如何改善建築資產；
- 為建築設施從初始設計到完成再到管理的整體過程，提出新商務模式與更好的相關資訊；
- 制定策略，以更好地整合建築供應鏈，尤其是與製造業之間的連結；
- 支持更有效地交付工程和建築服務（整個生命週期成本，時間和碳排放）；
- 儘早確定未來建設專案所需的任何新技能和系統，以便業界能及早發展；
- 進一步發展並推動行業標準的採用；
- 確保英國保持在數位化技術的領先地位，以儘可能提高英國數位化服務對外輸出。

關鍵的建築資訊建模技術—BIM

建築資訊建模（BIM）是應用於數位化建築環境和運營管理業界的一系列工具之一。也正是 Digital Built Britain 計劃的主要重點，因為它在工程專案的設計和施工過程中提供了建築資產的最詳細的模型資訊與分析結果。BIM 將與英國標準流程結合使用，以提供一種協作的工作方式。在建設工程專案中工作的人能夠在該專案所定義的各階段中創建和共享建築模型資訊。將這些方法與 BIM 結合使用可支持對基礎建設和建築物的高效設計、完工交付和維護。然後，在過程中所生成的數據可用於幫助供應鏈中的其他成員做出更明智的決策，從而提高生產率並減少浪費。



圖表 1 BIM 資訊內含示意圖（來源：參考本所研究報告整理）

BIM 推動背景沿革

英國政府在「2011 年建設策略」中定義了 BIM 的發展將分為 4 個等級，以便協助幫助業主與供應商了解在工程專案中應如何使用 BIM 和數位技術。這些等級的劃分旨在支持建築產業在每個等級上創建特定的能力，並確保有效和公平採購所需要的適當標準。

目前英國政府在所有中央資助的政府部門都的工程採購均依照「2016-2020 年建設策略」中規定的方法，開始要求採用 Level 2 BIM。而 Level 3 已在發展中，預計將於 2020 年代中期投入市場。

4 個 BIM 等級

每個等級代表建築或基礎設施工程中使用數位化和協作的成熟度進化：

Level 0—將僅使用 2D 電腦輔助設計（CAD）製圖。很少協同工作，且任何數據交換通常都是通過紙張或打印完成。

Level 1—工程專案將混合使用 2D 和 3D CAD 製圖。透過數據環境進行數據的電子共享。通常由主承包商管理，並且可以在團隊成員之間共享。工程專案還可以使用一些標準的數據結構和格式。

Level 2—工程專案將在一個受管理的 3D BIM 環境中，使用智慧的且數據豐富的數位元件。通過使用公共數據環境（CDE），使參與工程專案的所有各方都可以將其 BIM 和設計數據結合在一起，以協作和共享資訊。同樣的，業主也可以在公共數據環境（CDE）中檢查資訊是否正確，

Level 3—在此等級的工程專案是完全協作的。參與工程成員使用一個共享的工程專案視圖並集成各成數據，各方都可以通過流程和安全控制來取得和修改工程模型資訊。

未來展望

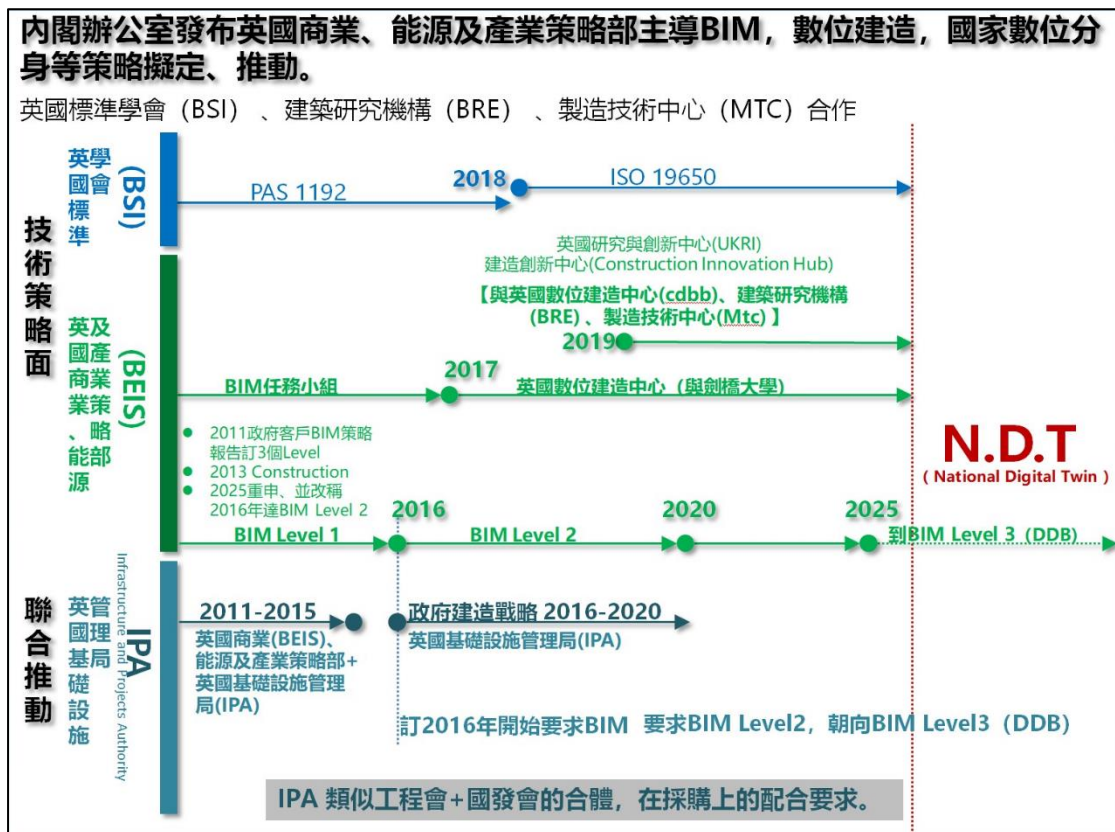
Digital Built Britain 會從 BIM level 2 完成的基礎開始，邁向下一步的 level 3，進而在建築和運營管理中實現更廣泛數位技術應用。隨著數位經濟的發展、物聯網和大數據分析等新興技術將創造更多發展機會。

Digital Built Britain 將透過以下方式支持這些機會：

- 與公共部門建設和基礎設施息息相關的每個人共同努力，為產業發展關鍵問題提供長久的解決方案；
- 為工程顧問、承包商和製造供應商型塑適合未來的角色；
- 改善技術解決方案並降低成本；
- 應用服務績效數據來開發用於基礎設施以及建築物設計、交付、運營

和改建的新業務模型；

- 確保適當保護國家安全的 3 級安全措施，以確保所收存的建築設施操作和效能數據能有更高的可用性和可及性；
- 透過 Level 2 的整合發展，為所有需要達到 Level 3 的組織，包括中小企業和地方政府，提供實用的參考資料。



圖表 2 英國政府建築產業發展策略沿革示意圖（自行整理）

第二章 過程

第一節 會議概要

UK Construction Week (以下簡稱 UKCW)，為英國建築產業界近年來致力於知識共享、最佳實務、解決方案和產品採購等所舉辦的大型活動，同時也是整個建築產業發現了解、發展、討論和開拓業務，以及為產業未來發展提供所有可能的場合。



圖表 3 UKCW 活動與影響 (來源：UKCW 臉書)

UKCW 自 2015 年來，歷年均迎來 600 多家參展商，30,000 名參觀者，超過 300 位專業演講者陣容和 150 個小時以上的教育課程內容，而 2019 年於 10 月 8 日至 10 月 10 日在英國伯明罕的國家展覽中心 (National Exhibition Centre，以下簡稱 NEC) 舉辦，所使用的第 9 到 12 展廳總面積達約 30,000 平方公尺。第 6 年 (2020 年) 已訂於 10 月 6 日至 8 日舉行，同樣也將會聚集建築

環境中設計、建造和供應方面的所有利益相關者，以促進相互間的創新、學習和交誼。²

今年在會期第二天，英國新任建築部長 **Nadhim Zahawi MP** 也首次亮相。其他也有多種主要的創新產品在會上展出，如在創新區，從砌磚機器人到起重機模擬器、節能木構造工法、在工廠完成的用於國際飯店行業的模塊化浴室、客房吊裝法等。隨著英國脫歐的日期接近，還在這次的場合中安排許多了關於如何適應和把握未來幾個月機會的實用建議。



圖表 4 英國新任建築部長 Nadhim Zahawi MP 致詞

(來源 <https://mobile.twitter.com/nadhimzahawi/status/1181978584216244225/photo/1>)

² https://twitter.com/uk_cw/status/1204076103821877250



圖表 5 會場照片 1 (自行拍攝)



圖表 6 會場照片 2 (自行拍攝)

UKCW 是一個包含許多部分的活動，包括的 **Build**、建築技術、土木、能源和 HVAC、表面和材料以及 **Timber** 等不同展區³。

Build 建造

Build 是 UKCW 中最大的部分，又分為特定的產品區域。其中包括屋頂、外披覆層和保溫層；門、窗和玻璃；工地安衛和消防安全系統；現代建築方法；工具；以及數位建築和 **BIM** 解決方案。**Build** 擁有專用的 **Regeneration Hub**，包含了區域再生以及建造相關的主題演講。

CIVILS 土木建設

Civils 是關於土木工程和建築的活動，它將基礎設施領域所需的最新技術，系統和產品的領先供應商聚集在一起。**Civils** 是為土木工程師，工地經理，專案經理，景觀設計師以及所有參與設計、建造、運營和維護基礎設施工程專案和系統的人員而舉辦的活動。以了解公共和私營部門中最大的基礎設施工程，包括道路、建築物、鐵路、機場、隧道、水壩、橋樑以及供水和污水處理系統。

Energy & HVAC 能源和暖通空調

展示最新的能源和暖通空調創新技術，介紹專業的供應商、諮詢公司和業界專家。內容包含建築環境中的可再生能源、創新和電力解決方案，提供能源經理、建築師、專案經理、**FM** 專業人士、工程顧問、工程師和開發商參考。也包含小型研討會，主題包括房屋的能源效率和可持續性，建築工地上的低碳能源、開發電動汽車基礎設施和改善建築控制的需求。

³ https://ukconstructionweek.inloop.com/en/article/35237?utm_source=SparkPost-sb-ukconstructionweek&utm_medium=newsletter&utm_campaign=ukconstructionweek-563-s-en-031019&itd_did=563&itd_uid=470337

Surface & Materials 表面和材料

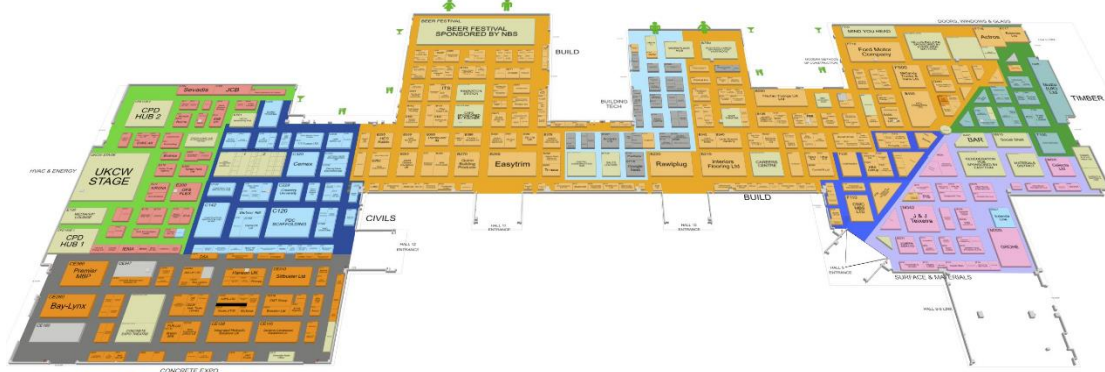
展示最新的表面和材料解決方案，提供建築師、室內設計師、裝修承包商和設計行業的專業人員，在建築環境中尋找最新趨勢和創新。展示內容從色彩預測到仿生建築；從內披覆層到塗料、面板到熱水暖地板再到飾面，以激發室內和建築業各個方面的設計創新。

Build Tech 建築技術

作為結合新技術與建築的創新發展—建築技術是本次參加 UKCW 最有主要的領域之一。這個主題展示了照明、自動化、安全和通信技術方面的最新技術進步，並瞭解如何將其集成到建築環境中。其中數位建築中心（Digital Construction Hub）為參觀者提供了機會聽取許多來自建築公司的數位先驅經驗分享，並參與實務的研討會，涵蓋主題包括數位策略的最佳實務、業務轉型等。

Timber 木構造

為建築用木材和木材展示活動，涵蓋結構性木構架、木材建材廠、膠合木、SIP（Structural Insulated Panels、承重斷熱板）、CL（TCross Laminated Timber、縱橫多層次實木結構積材）、固定緊件、木材披覆層、門窗和地板產品等。



圖表 7 2019 UKCW 會場平面示意圖

第二節 Digital Construction Hub 研討會

Digital Construction Hub 是設在 Build Tech 展區中針對數位營造相關議題、解決方案與實務經驗，例如職場性別、ISO 實務、區塊鏈等新興且又重要的趨勢，邀請業界專家分享交流的研討會。研討會是由會議與 Construction Innovation Hub 所合辦，這個單位是目前英國政府出資與民間合作主導數位營造技術開發的單位之一。



圖表 8 研討會現場照片（來源：

<https://mobile.twitter.com/RoofingToday/status/1181530761406636032/photo/1>）

職場性別趨勢—Women in BIM

這個議題共邀請了分別來自學界和業界的 6 位女性數位營造工作者來分享。討論的焦點在於數位營造的興起將改變建築產業的整體工作環境，從傳統以工地現場、需要勞力密集的工作環境，透過數位資訊技術轉變為工地與工廠、勞力密集與技術密集間平衡的工作環境。而在這個轉變下，可以導入更多

類別的勞力，正可以面對建築產業勞力短缺的問題。而女性在這個轉變中，具有更多的優勢，原因在於當勞力密集轉變為技術、資訊密集時，女性較為平穩、仔細的性向，更適合管理龐大的資訊與細緻的工作流程。而要如何使多的女性具有相關建築產業相關知識與技能，更容易進行建築職場，關鍵在於人們只要找到正確的學習方法，每個人都可以使用 BIM 和 Digital Construction，建築產業必須多樣化才能成功實現數位升級轉型。⁴

目前英國建築產業已有 Women in BIM 等推動組織來進行網絡活動，與其他產業團體合作以及建立活動夥伴關係，以在數位營造職場中為女性提供支持，保留並提供機會。推動組織中的成員在大學中向女性宣傳 STEM 和建築，鼓勵各個年齡段和經驗的女性將建築產業視為可行和有益的職業選擇，發展與建築產業相關的學徒制，並為參與其中的年輕人提供最佳的建築職業起點。



圖表 9 Women in BIM 研討會（自行拍攝）

⁴ <https://www.ukconstructionweek.com/seminar-programme-2019/women-in-bim-forum>

數位營造實務

數位營造的基礎

關於如何應用建築模型數據可以進行很多討論，但是重點應是如何首先創建數據，有了正確的資訊，才能順利的邁向智慧城市。而這些基礎是創建高質量數據，有效實施數位建築的必要條件。來自 WDC North London 和 East 的設計主管提出了包含檔案命名規則、詳細完整的工作流程等必要的基礎。



圖表 10 Digital Construction - Back to Basics 研討會簡報（自行拍攝）

而且確保這些基礎知識能夠得到組織、參與工程專案各方的理解和實施，才能將資訊提供給真正需要它的人。在工程協作實務上，利用可帶來收益的技

術以及展示以標準化方式創建高品質數據的工作價值，都有助於實施 BIM。⁵

Offsite Construction 異地營造

異地營造具有速度和品質優勢，再與最新的數位技術之間的巨大協同作用，從基礎上改善了建築產業在設計和建造新建築物的方式。而這些新的數位技術包括 BIM、虛擬實境 VR、擴充實境 MR 和點雲在內的新技術已將異地營造推向新的高度。為異地營造更可與模組化工法整合，為衛生、教育、住宅、商業和基礎設施公私部門提供最高品質的工程專案成果，且對環境的影響較小，並能按時按預算完成。

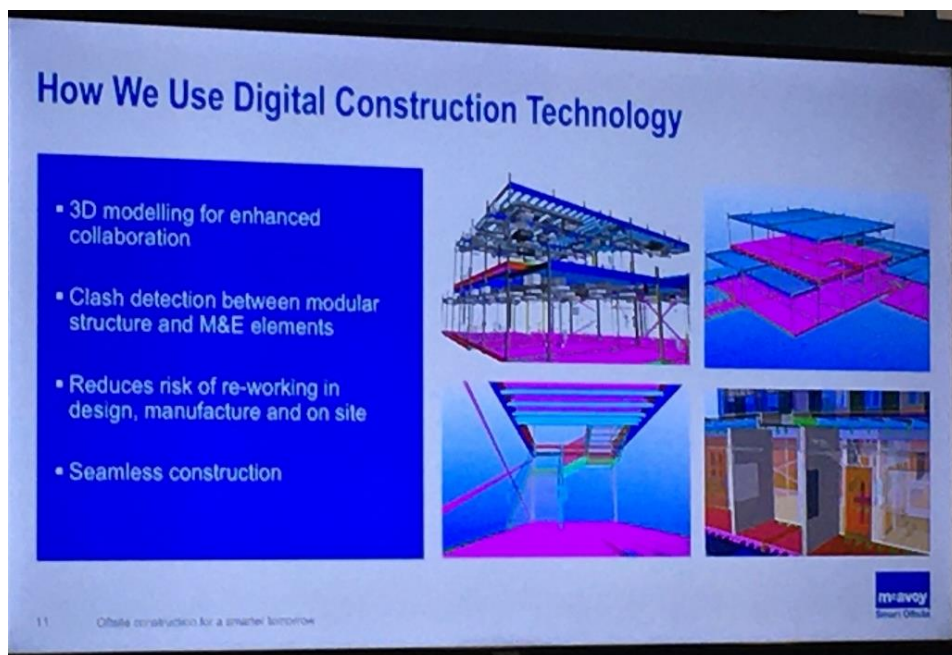


圖表 11 How Digital Technology is Advancing Offsite Construction 研討會（自行拍攝）

除了本報告前面就已提到關於 BIM、點雲技術的應用價值之外，在研討會中也有業界分享虛擬實境 VR、擴充實境 MR 技術在設計、施工、維護管理等不同階段應用時在於協助不同參與者之間進行有效溝通的高度價值。這些技術的價值來源基於讓不同專業間、或是營建知識專業度不一的團體間，透過直覺的方式掌握溝通的重點。這樣，無論是在設計階段與業主、未來使用者之間對於空間需求；施工階段對於特別工序的安排；維護階段的設備資訊取得時，都能有效的進行資訊充足的決策，從而減少施工變更。⁶

⁵ <https://www.ukconstructionweek.com/seminar-programme-2019/digital-construction--back-to-basics>

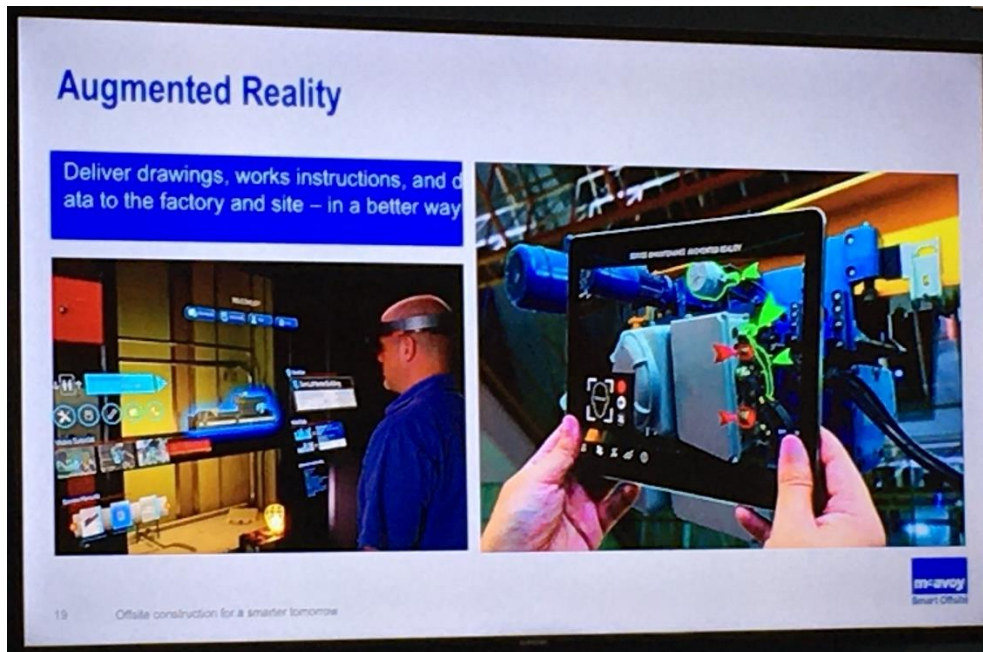
⁶ <https://www.ukconstructionweek.com/seminar-programme-2019/how-digital-technology-is-advancing-offsite-construction>



圖表 12 How Digital Technology is Advancing Offsite Construction 研討簡報 1 (自行拍攝)



圖表 13 How Digital Technology is Advancing Offsite Construction 研討簡報 2 (自行拍攝)



圖表 14 How Digital Technology is Advancing Offsite Construction 研討簡報 3 (自行拍攝)

建築資訊建模國際標準

ISO 19650 推廣應用⁷

ISO 19650 是一整套關於在建築資產的全生命週期中，使用建築資訊建模（BIM）進行資訊管理的一系列國際標準。ISO 國際標準化組織於 2018 年 12 月正式發布其中的前兩份標準：ISO 19650-1：2018 和 ISO 19650-2：2018。另外，尚有兩個配套標準正在發展中，包括 ISO 19650-3（資產運營階段）和 ISO 19650-5（BIM 資安、數位和智慧資產管理）。

首先 ISO 19650-1 用以說明「根據 ISO 19650 的 BIM」而實現工程全生命週期資訊管理的應有的概念和原則。內容包含如何規劃資訊交換，資訊記錄，資訊版本和參與人員的組織。並適用於各種建築類型的全生命週期，涵蓋規劃、設計、細部設計、文件檔管和施工、日常運營維護、更新修繕、拆除等。涉及的角色包括業主、運營者、客戶、資產管理者、設計團隊、施工團隊、建材設備商、政策制定者，投資者和最終使用者。

ISO 19650-2 則針對「建築資產交付階段」即包含設計、施工、到試營運等次階段的資訊管理的要求加以規範，包含關於資產交付階段和資訊交換的內容。旨在使業主能在本階段確定其對 BIM 資訊的需求，並為提供正確的協同作業環境，讓工程團隊可以有效且迅速地產出資訊。

目前所發布的兩份標準，是從英國已經發布的英國國家標準 BS 1192 與行業標準 PAS 1192-2 等兩份標準所轉版完成的。英國內閣辦公室早在 2011 年所發布國家智慧建築五年發展計劃開始進行 BIM 相關標準與規範制訂工作，並預告將於 2016 年開始要求公共工程必須使用 BIM，將營建產業及供應鏈推進到 BIM Level 2 的資訊應用成熟度，以便藉此提升英國營建產業在國際營建市場地位與市佔率同時帶動經濟成長。BIM Level 2 是指營建產業各專業及供應鏈能共

⁷ BSI 臺灣發表中文版 ISO19650 新聞報導

同在數位的三維協作環境下發展與整合建築資訊模型，並以「共用資料環境」來管控資訊模型的產出。因此，英國 BSI 與 UK BIM Task Group 合作而推出 BS/PAS 1192 系列技術文件，為營建產業提供實施 BIM Level 2 的方法框架。換句話說，ISO 19650 系列就是國際化版本的 BIM Level 2。

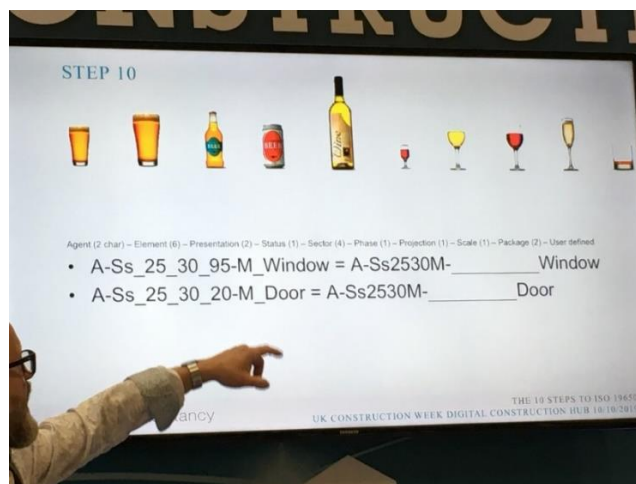
資訊交付循環（Information Delivery Cycle）與共用資料環境（Common Data Environment）等概念是這兩份標準的重點。

- 資訊交付循環—說明一個完整的建築生命週期資訊交付的循環流程，應包含以下各個階段。
 - 專案評估與規劃階段，由業主針對專案與其可能取得的歷史資訊（如以往的組織資訊與資產資訊需求）提出業主資訊需求（EIR）。
 - 採購階段，由具承包團隊意願針對業主資訊需求提出 BIM 執行計畫。在得標前需包含供應商能力與資源評估。而得標之後，需包含資訊生產的權責分工。
 - 設計階段與施工階段就運用共用資料環境來管控模型資訊，在專案里程碑提交對應的資訊交付內容，交由業主進行檢視。
 - 完工移交階段，需一併交付模型、從模型產出的圖面、非幾何資訊與專案相關文件。
 - 完工移交階段後，需進行使用後評估（POE）以確認交付資產是否具備對應規格與性能。
 - 管理階段，運用 BIM 模型協助工作並產生，滾動更新對應的組織資訊與資產資訊需求，作為之後類似專案產生業主資訊需求之參考，再進入到下一次循環。
- 共用資料環境—為資訊管理系統的架構，將資訊流程分四個區間，資訊檔案則在這四個區間控制與流動。首先是由專業分包團隊各自控制

與檢視所負責專業的設計內容的「Work In Progress 工作中資料區」。其次為團隊間相互更新與同步模型內容「Shared 共用資料區」。經業主依各階段所要求檢驗後進行發佈的「Published 發佈區」。最後是將發佈專案資歷史建檔的「Archived 建檔區」。

The 10 Steps of ISO 19650⁸

隨著 ISO 19650 的前兩個部分的發布，UK BIM Level 2 在今年已經國際化。對於英國本地建築產業如何順利的實施 ISO 19650，或是由現行的英國產業 BIM 標準轉換到國際標準，來自英國 PAS1192 指導委員會的成員，現在也是 ISO 19650 指導委員會成員的奈傑爾先生為業界找出可以快速獲勝的地方以及可能出現某些問題的地方，並風趣的以 10 杯酒來比喻轉換時的 10 大要點。以酒來比喻的原因在於他認為在英國建產業界開始掌握本地的業界標準的時候，ISO 19650 與業界標準間所存在一些相近卻較不嚴謹的規定，可能會讓使用者感到疑惑，例如檔案命名的要求的簡化等議題。此外，也就業主資訊需求如何擬訂、如何建置符合通用資訊環境要求，以及使用何者開放標準等作簡要的說明。



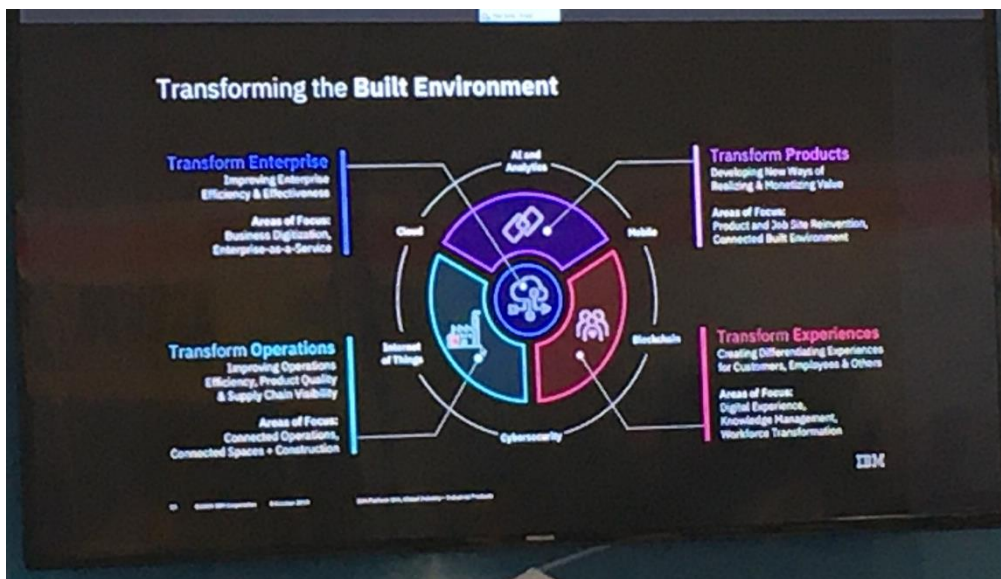
圖表 15 The 10 Steps of ISO 19650 研討簡報（自行拍攝）

⁸ <https://www.ukconstructionweek.com/seminar-programme-2019/the-10-steps-of-iso-19650>

Digital Twin

本報告在前面有關英國建築產業創新發展政策，已經提到英國政策遠景的 Digital Twin 有相關的簡介。在這裡，任職於 WSP 科進集團並致力於創新和數字化轉型的工程專案數位交付和 BIM 主管，則更進一步的就數位雙生對於整個企業造成主要的轉變。⁹

企業轉型上，因為業務數位化而使得企業本身就是服務，能更有效能與效率。而這個數位化包含設施維運，透過可靠的預測資訊，加強與供應鏈的連結，使得企業在資產管理與運用上更有效率；以數位雙生為基礎而生的新產品製造方法；以及為客戶創造一個不同的服務體驗。這些重點，剛好可以透過下面要提到的香港國際機場應用經驗來進一步說明。



圖表 16 The Digital Twin & The Customer 研討簡報（自行拍攝）

Deploying Digital Twin: Hong Kong International Airport

Gartner Research 預測¹⁰，到 2021 年，一半的大型工業公司將使用數位雙生，因此可以節省多達 25% 的運營成本。透過提供監視和控制資產和流程的強

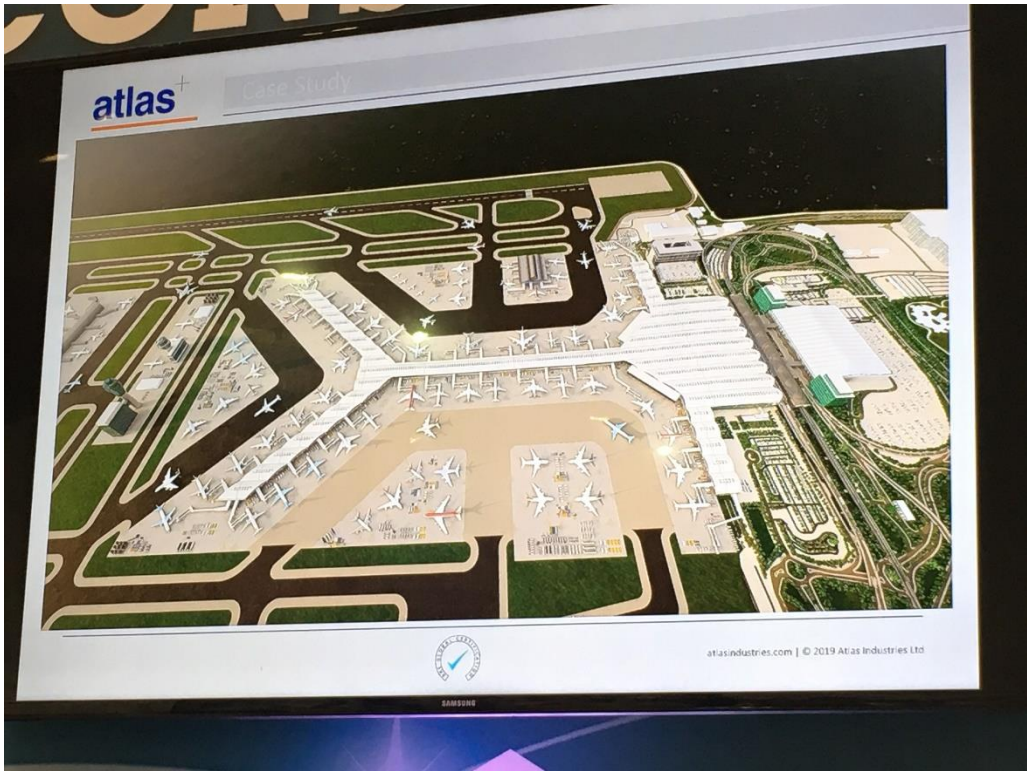
⁹ <https://www.ukconstructionweek.com/seminar-programme-2019/the-digital-twin--the-customer>

¹⁰ <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/prepare-for-the-impact-of-digital-twins/>

大方法，數位雙生將驅動物聯網對業務模式的影響。香港國際機場將 700,000 平方米的航站樓從陳舊、過時的 2D 資訊轉變為數據豐富的 Digital Twin 模型，用於資產和設施維護，用於模擬和客運運動研究以及其他用途。¹¹

簡報展示透過現有的模型與計畫新建的行李託運中心之間的整合模擬，以了解從基地配置、行李收取集中分送作業、客機與工作人員的動線等各項要素間的配合情形，就如同施工前進行管線衝突檢討般，為機場的擴建維護重要工作，提早了解問題，加以解決。將工程對旅客進出的時程與影響降到最低。抑或是透過對室內候機空間、座位、免稅櫃位的模擬，結合已收集的旅客動線資料、模擬後的新視覺感受等各種資訊來決定空間規劃，為旅客帶來更舒適的機場體驗之外也能兼顧機場的營運。最後在機場的日常維護管理上，也希望透過 Digital Twin，建置一個維護管理數位中控中心，在中心的大螢幕上以儀表板的模式展示機場的重要現況數據，更有效的控制調整機場的運作。

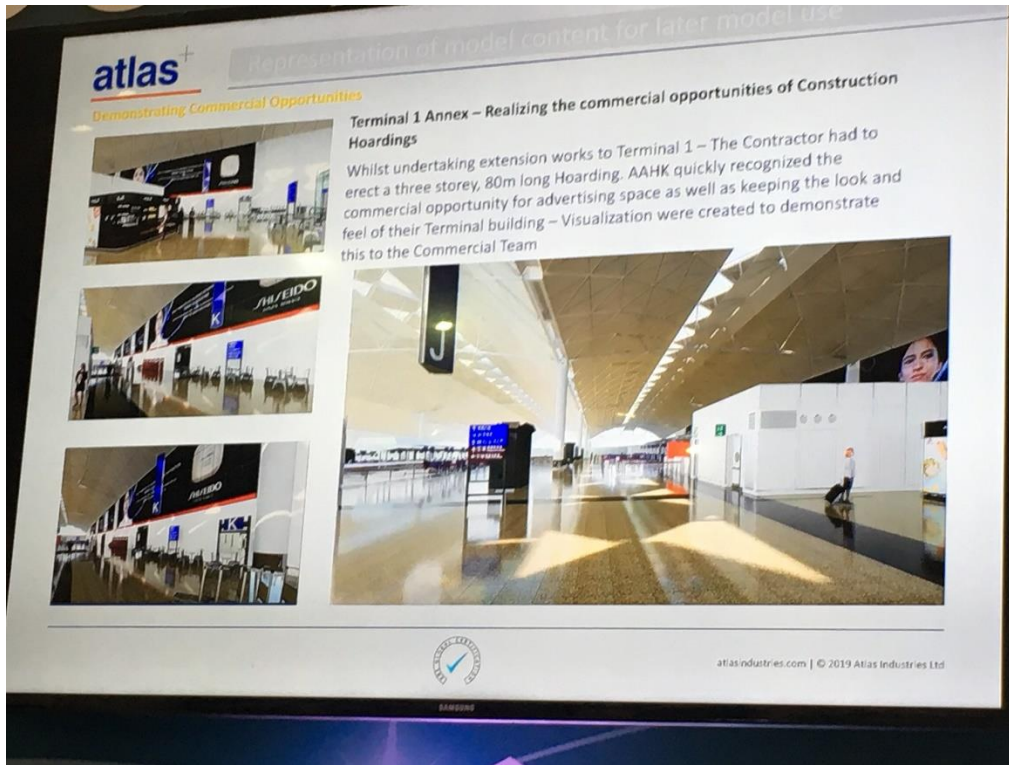
¹¹ <https://www.ukconstructionweek.com/seminar-programme-2019/practical-ways-to-use-data-from-bim-for-facilities-management-yes-it-actually-works>



圖表 17 Deploying Digital Twin: Hong Kong International Airport 研討簡報 1 (自行拍攝)



圖表 18 Deploying Digital Twin: Hong Kong International Airport 研討簡報 2 (自行拍攝)



圖表 19 Deploying Digital Twin: Hong Kong International Airport 研討簡報 3 (自行拍攝)



圖表 20 Deploying Digital Twin: Hong Kong International Airport 研討簡報 4 (自行拍攝)

區塊鏈

區塊鏈的重要價值就是信任，其原因為在於其去中心化的特性，區塊鏈將交易紀錄以備分的方式存於加入區塊鏈網路中的不同電腦中，這些不同的備分會透過加密的方式相互驗證，無論是新增或修改，都需要所有備分的確認。因此區塊鏈中的數據難以篡改，也可以說是創建真正的不可變數位紀錄。¹²因為上述的特點，區塊鏈很快的受到金融界的重視與應用，其他如醫療紀錄等也開始嘗試應用。

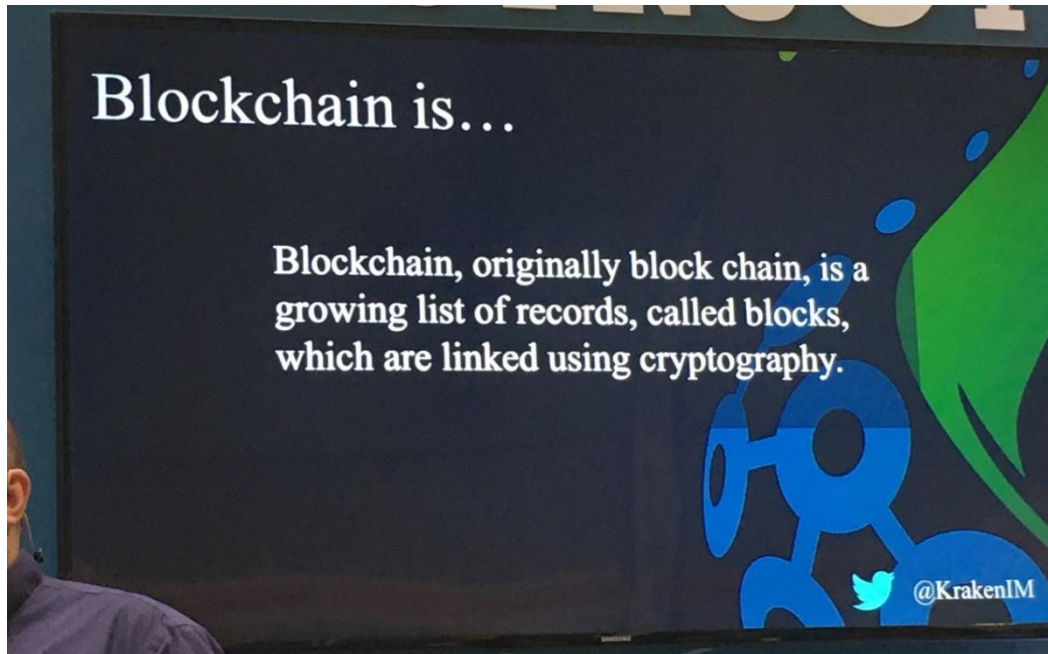
建築產業在資訊化後，相關的工作紀錄、合約事項也將會從以往以紙本、簽章為資訊、行為依據，而漸漸需要改以數位資訊為依據的模式。而數位資訊的易修改性質，卻成為一個亟需解決的課題。例如工程團隊間如何保存設計修改的要求指示與修改過程，如何確認目前所參考的其它參與者所提供的書圖資訊是最新且無誤等問題都會使得建築產業資訊化有所疑慮。區塊鏈技術為前述問題帶來了解決方案，於約定時間點所創建的工程數據的不易篡改紀錄，提供了合作者間一個透明、可追蹤、可協作的資訊環境，而且未來可以跟智慧合約結合，更可以減少合約糾紛。

但區塊鏈的優點在應用於大量數據資訊時（如 BIM 模型）時，也成為一個需要改良的缺點。需要所有備分同意的機制，在處理建築產業複雜大量的 BIM 模型時，比起較資料簡易的金錢交易時，對整個區塊鏈上的電腦運算儲存能力要求相對也要提高，才能避免因為同意機制運算太久而導致的系統延遲，而過長的延遲會使機制失去意義。

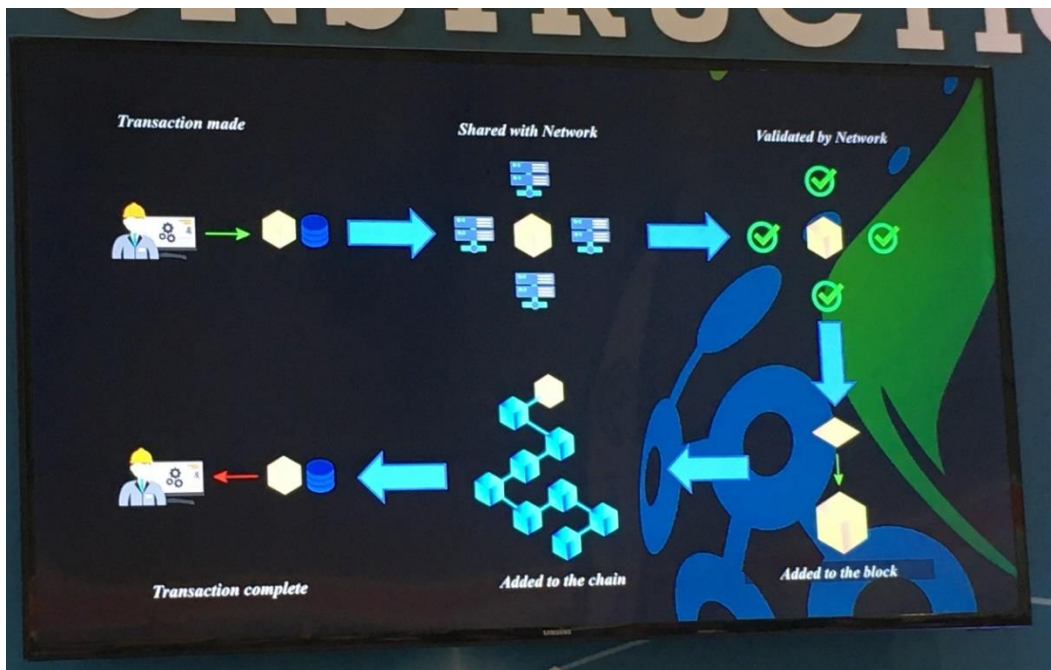


圖表 21 Blockchain: The magical spreadsheet in the sky 研討簡報 1（自行拍攝）

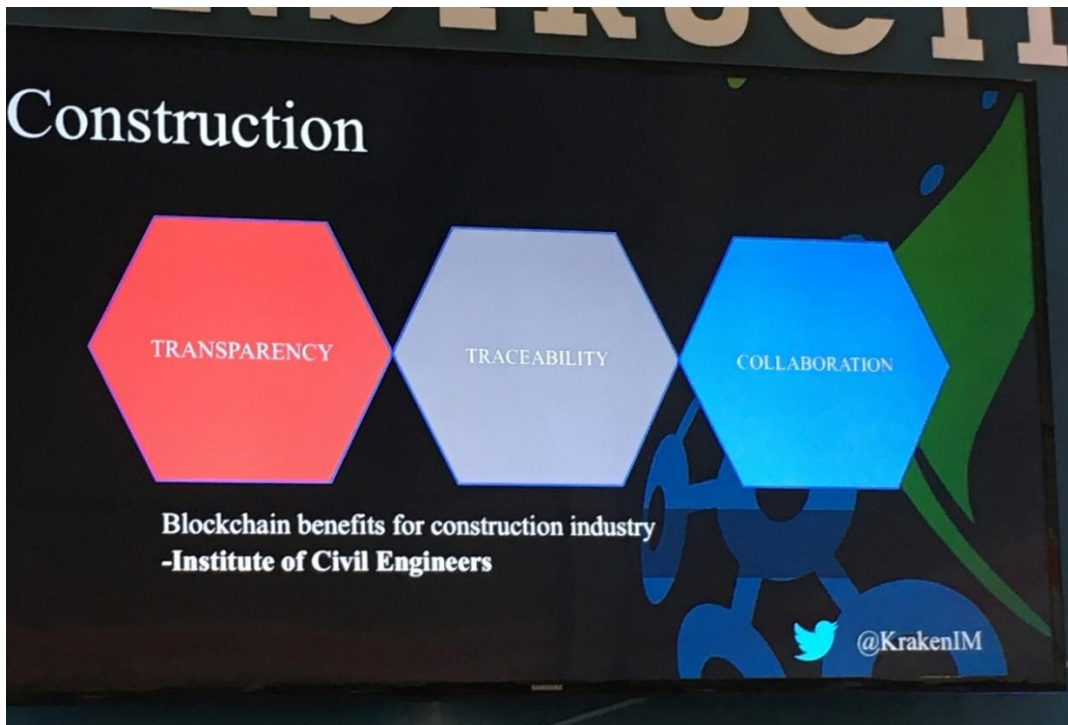
¹² <https://www.ukconstructionweek.com/seminar-programme-2019/blockchain-the-magical-spreadsheet-in-the-sky>



圖表 22 Blockchain: The magical spreadsheet in the sky 研討簡報 2 (自行拍攝)



圖表 23 Blockchain: The magical spreadsheet in the sky 研討簡報 3 (自行拍攝)



圖表 24 Blockchain: The magical spreadsheet in the sky 研討簡報 4 (自行拍攝)



圖表 25 Blockchain: The magical spreadsheet in the sky 研討簡報 5 (自行拍攝)

第三節 建築科技

本次建築科技區所展示的多與新興或新型態的資訊科技、資訊裝置等的整合應用為主，包含 Digital Twin、點雲、物聯網、機器人、資料庫。相較於其他展區，本區的特色在於應用的範圍廣及整個建築設施的全生命週期。

點雲技術

FARO 的點雲技術目標在為 AEC 專業人員節省時間和成本的工作流程所需的軟硬體整合解決方案，縮小了真實對象及其數位模型之間的差距。AEC 專業人員可以從測量所得的建築物、工廠、地形和基礎設施中快速準確地取得所需



的 2D 和 3D 資料，還可以將數位資料投影到現實世界中，追溯構造歷程。



圖表 26 工地現場捕捉數據資料（來源：FARO 官網）

在工地現場捕捉數據資料時，首先使用三維雷射掃描儀掃描現場，捕捉建築物、基礎設施和工業設施的現場數據，包含複雜的幾何體和結構現狀的測量

數據，獲取當前實際狀況的完整記錄。



圖表 27 捕捉成為點雲數據（來源：FARO 官網）

在管理掃描數據時，則可將目標物體捕捉成為點雲數據後，可以輸入電腦校準和管理單個點雲，能夠讓用戶處理掃描數據、在專案中漫遊，以彩現實現數據，以便與工程團隊開展合作。

在取得工程交付成果時，專業人員利用軟體功能，從點雲資料中取得或產出 2D 和 3D 的交付成果。例如產出平面圖、輪廓圖、正視圖和 3D 模型等，也可利用分析工具將完工狀況與數位模型進行比較。

Digital Twin

INTEGRATED ENVIRONMENTAL SOLUTIONS LIMITED (IES) 為 3D 性能分析軟體公司，用於設計全球各地的節能建築。其功能已經從在單個建築物上的使用擴展到幫助創建永續城市。其特色在於可發現隱藏的成本、節省能源和降低碳排放，作為新建築投資、建築運營和現有建築修繕更新之節能參考。¹³



建築環境的 Digital Twin 可以協助實現零碳目標和促進環境永續。IES 的軟體可以協助建置 Digital Twin 以回應和表現現實中的建築實體。更可進一步將建築物群與能源和交通系統連接在一起，共同協助解決課題者、提供改善建築性能、影響未來建築設計並降低風險所需的決策所需資訊。

IES 協助 Glasgow Life 公司在其所投資的河濱博物館 (Riverside Museum) 安裝數據記錄系統，開始收集和分析數據以提供可見性關於能源使用的主要領域並跟踪消費趨勢，以便對博物館的能源使用模式有了清晰的了解，包括季節性



變化。對數據的初步調查得出主要能耗為服務於主要展覽空間的空氣處理機組 (AHU) 與冷水機組，更重要的是發現戶外的實物展示—格倫利 (Glenlee) 的高船—被認為沒被發覺的大量能耗點。

圖表 28 河濱博物館 (來源：IES 官網)

¹³ <https://www.ukconstructionweek.com/exhibitors/integrated-environmental-solutions-limited?&categories=3074DC49-5056-B759-7A7CE1B854475288&searchgroup=libraryentry-exhibitors>

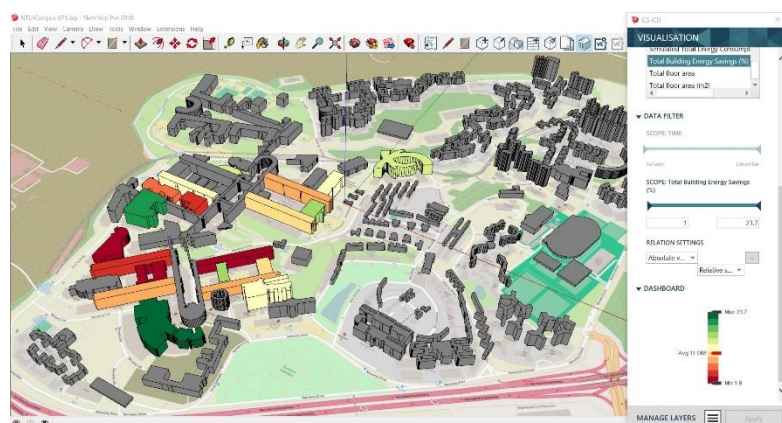


圖表 29 河濱博物館耗能統計分析（來源：IES 官網）

另外，新加坡南洋理工大學為了達到 2020 年將其能源、水和廢棄物的足跡減少 35%，成為全球最綠色的校園的目標，而與 IES 合作建置 3D 總體規劃和可視化模型以及虛擬測試和建築性能優化。該專案分兩個階段交付，使用 IES 軟提供現場可視化和分析測試平台的節能技術，然後深入研究 21 座校園建築的詳細模擬和校準模型。

該專案的第 1 階段集中於創建 EcoCampus 的總體規劃模型，並為園區中的每棟建築物提供能源數據進行確認。

然後，將總體規劃模型用作基線，以模擬和分析測試，這些技術從改善建築物圍護結構的熱性能到照明傳感器，冷卻器優化和智慧插頭（可關閉設備）的時間。



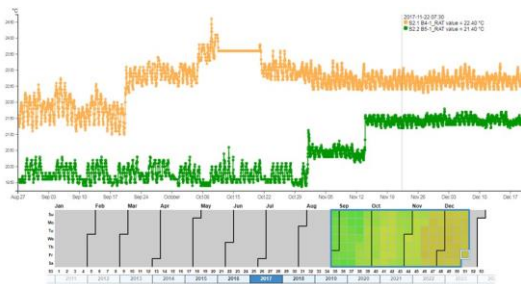
圖表 30 新加坡南洋理工大學能源模型（來源：IES 官網）

收集、調查、比較和投資

第二階段 IES 利用公用事業公司和大學的建築物管理系統（BMS）的真實營運數據，評估流程並確定在整個校園內現有運營建築物中實現最佳性能的機會。調查發現是否有過低或過高的二氧化碳濃度、低於預期的回風溫度、不正確的能耗計以及員工辦公室和會議室的溫度設置等問題。

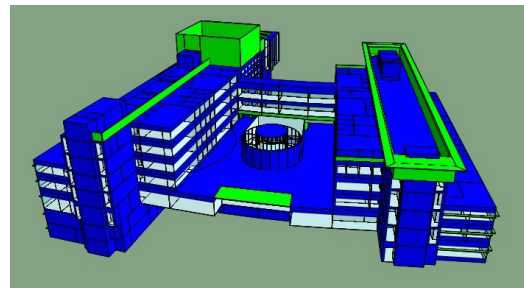
校準模型

就選定的校園建築物創建虛擬模型，並使用操作數據進行校準。這些經過嚴格校準的模型為運營中的現有建築物建立了準確的基準。使用校準模型對與建築物外殼、照明、插座負載管理等相關部分進行了模擬，以確定潛在的節省量。



圖表 31 真實運營數據表

（來源：IES 官網）



圖表 32 建立校準模型

（來源：IES 官網）

Google G Nest 智慧居家裝置系統、

Google Nest 為 Google 公司推出的家庭智慧裝置，主張簡單、人性化、令人愉悅的系列產品，建築物結合 G Nest 便成為一個照顧房屋內的人及其周圍世界的家。

一系列的智慧家居產品，包括智慧揚聲器、智慧顯示器、串流媒體設備、恆溫器、煙霧探測器、路由器與安全系統。而安全系統則包括智慧門鈴、攝像頭和智慧鎖。所有產品具有可編程、自學習、傳感器驅動和支援 Wi-Fi 功能。



最重要的是上述產品的服務都會與 Google 現有的網際網路服務結合，也就是與 Google 目前提供不特定人員使用的搜尋、天氣、地圖、影音，以及個人的 Google 帳戶所提供的電子郵件、行事曆等種種服務。而且將以上的服務以人性化的語音助理，以及安裝 Google Home App 的智慧行動電話作為與使用者的溝通介面。

Google Nest 雖然目前強調應用的主體仍為輔助家居生活，但因為有上述強大、豐富的資訊服務為後盾，並在系統中提供初步的環境監測控制功能，可預期將成為一個不可忽視的智慧建築裝置系統。

Google Nest 的主要中心設備

具有顯示螢幕的 Google Nest Hub 提供任何居家影像協助。透過內建的 Google 助理，您可以使用語音查看最新行事曆和待辦事項提醒、控制智慧型裝置。透過語音提問，即可獲得來自 Google 的影像答覆，以及 YouTube 上的實用影片。此外，還能播放歌曲、相簿等，傳送影片訊息及撥打視訊通話，並在外出時透過內建的 Nest Cam 查看家中狀況。

而有沒有螢幕的 Google Nest Mini，還是可以向 Google 助理尋求協助，開啟相容的品牌智慧型裝置，包含燈具、溫度控制器和門鎖等。



圖表 33 Google Nest Hub



圖表 35 Google Nest Mini



圖表 36 Nest Cam 等



圖表 37 智慧門鎖等

(以上來源：Google)



圖表 34 Google 展區照片 (自行拍攝)

營建機器人

Semblr Technologies 是一間新創公司，也是展區中為數不多的營建機械人廠商之一，主要業務為設計、製造機器人並將其及其相關的控制軟體提供給建築業。現場展示的機械人是用於砌磚、平鋪和鋪路的小型、輕便機械人。可以將 BIM 模型數據直接將傳達給現場的機器人；也可利用機器人收集的數據實時監控施工進度；目標是在於節省時間和成本，同時減少現場的人工工作量。



Semblr Technologies，認為建築施工中的下一個重大創新將是提高建築工地的自

動化程度。BIM 已使設計數位化，但是施工過程仍然是模擬和手動的。也正是這種不同步導致了建築業在生產率方面落後於其他產業。若能應用結合機器人的 BIM 工作流程，可實現從設計到製造再到完成的全數位化施工過程。預期可減少 90%的體力勞動，並提供了施工過程中特定時間的竣工文件。¹⁴



圖表 38 Semblr Technologies 展區照片（自行拍攝）

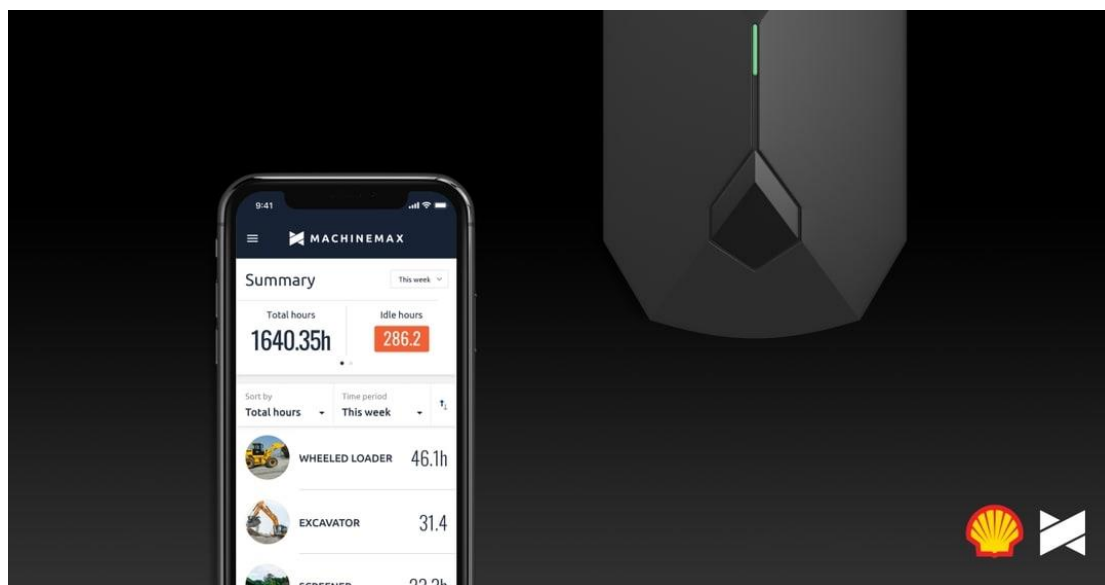
¹⁴ <https://www.ukconstructionweek.com/exhibitors/semblr-technologies-limited?&azletter=S&searchgroup=libraryentry-exhibitors>

施工設備管理

MachineMax 使用物聯網技術、雲計算和機器學習來幫助建築和採礦公司管理機具設備，節省燃料、維護和租賃成本，減少碳排放並提高生產力。

MachineMax 的傳感器為一外加、獨立運作的無線裝置，可快速安裝在租用和擁有的設備上，將所收集到豐富的數據集與正確的數據分析相結合，使使用者能夠預測問題並迅速進行調整，充分利用現有機隊，避免購買或租用新機器。

 傳感器之外，同時提供用戶界面（Web 和應用程序）、後台管理、資訊分析等服務或功能。或者可以使用一組標準 API 輕鬆接入到用戶公司的資訊系統中。用戶將傳感器連接到重型設備上，即可開始將有關空閒時間等資料，使用專有算法將數據上傳到雲資料庫。¹⁵

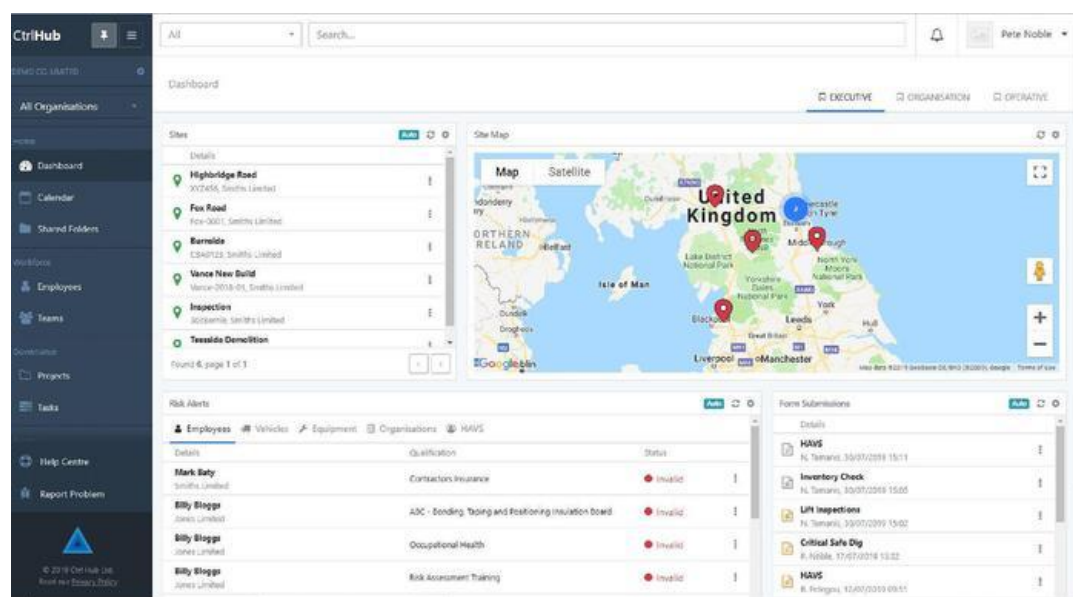


圖表 39 MachineMax 設備示意圖（來源：MachineMax 官網）

¹⁵ <https://machinemax.com/blog/when-it-comes-to-the-internet-of-things-look-for-full-fledged-solutions>

工程專案監管

展區也有應用資訊管理資訊系統協助進行專案管理的軟體系統商參展。應用的方面有綜合人員、資產、機具等綜合性的資源管理，如 Ctrl Hub 公司的系統可以從任何移動設備上隨時管理詳細的資產和車輛資訊、員工文件、工作訂單，用以監視和減輕風險。並透過中央儀表板的模式來持續展現管理資訊和風險預警，進而管理任何規模的工程專案¹⁶。



圖表 40 Ctrl Hub 公司的系統介面（來源：Ctrl Hub 官網）

其他也有專門協助營建產業進行書圖檔案管理的資訊系統。iBinder 公司的目標在於提供安全、簡單的軟體與儲存空間，將所有工程檔案以簡單的活頁夾概念集中在與工程流程綁定的雲端資料庫，以達到節省資金，提高效率並減少錯誤，且可以添加團隊成員易於查找、編輯文件。¹⁷

¹⁶ <https://www.ukconstructionweek.com/exhibitors/ctrl-hub-ltd?&categories=3074DC49-5056-B759-7A7CE1B854475288&searchgroup=libraryentry-exhibitors>

¹⁷ <https://www.ukconstructionweek.com/exhibitors/ibinder-information-solutions-uk-limited?&categories=3074DC49-5056-B759-7A7CE1B854475288&searchgroup=libraryentry-exhibitors>



圖表 41 iBinder 公司的系統介面（來源：iBinder 官網）

第四節 模組化工法

隨著少工化、減廢的需求，以及新的循環經濟概念的推動，再加上新資訊與機器人等新技術的快速發展，建築產業也開始提倡利於製造與組裝的設計，以及模塊化、模組化等新一代的工法。國際間除了英國之外，新加坡政府也正利用公共住宅工程嘗試結合 BIM、數位營造等技術，推動新一代的預鑄化、模組化工法。而在這方面，國內因為市場規模的限制下，發展較不明顯，以下就會場中幾個有關模組化工法技術作簡介。

CIMC

中集模塊化建築系統（CIMC MBS）成立於 2004 年，作為中國大陸中集集團的業務部門，並為模塊化建築和模塊化建築系統供應商，展示創新的設計和專利的建築技術。其客戶從國際認可的酒店運營商到全球最大的資源公司。



中集 MBS 跨多個領域，包括旅館、學生住宿、公寓和勞工住宿等，並可協助業主與建築師進行工程專案的開發、設計、施工和運營等工作，以達到可以安全，及時地進行建造，具有成本效益，可維護性和可操作性，並為業主提供了積極的工程專案經濟成果的最佳機會。中集 MBS 擁有四個製造工廠，所有工廠在生產模塊化建築方面均具有豐富的經驗，並具備製造、品質保證和英國安衛規範的能力。

所展示的韋斯特希爾阿伯丁旅館客房箱體，是第 4 件由希爾頓漢普頓與中集 MBS 自與希爾頓集團共同合作完成的工程專案。漢普頓希爾頓酒店（Hampton by Hilton）擁有 173 間臥室，興建於美國紐約洲韋斯特希爾（Westhill），透過應用模塊工法，不會對當地交通造成任何問題。該案例已於 2016 年 7 月建造完成，於 2017 年開業。

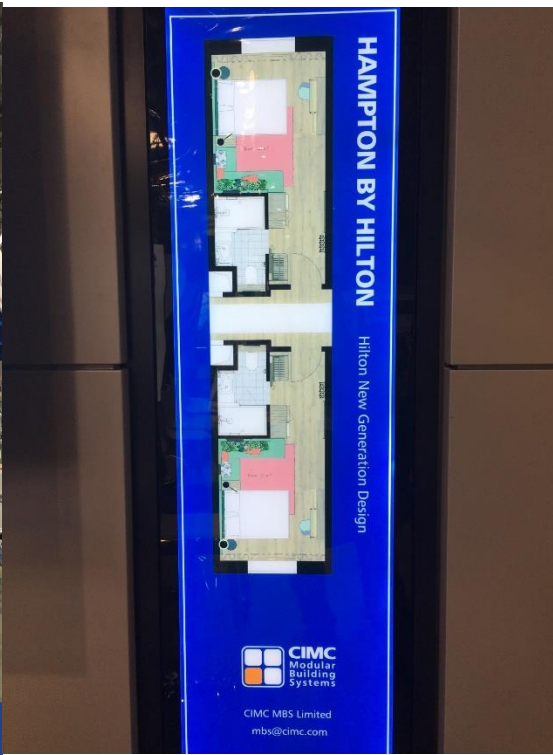
從所展示的客房箱體可以了解，其工法可以在工廠中將箱體內的主要客房設備，如固定的門窗、壁櫃、內部裝修、浴廁等完成後，再運到工地現場吊裝於主要結構體上，實現高度的去工地化、或是複合多重工地的概念。且因為客房箱體化，並配合海運的貨櫃模組，也可將預組工廠設置在海外集中生產。



圖表 42 客房箱體工法示意圖（來源：CIMC 官網）



圖表 43 CIMC 展區 (自行拍攝)



圖表 44 客房單元平面 (自行拍攝)



圖表 45 客房材質 (自行拍攝)



圖表 46 客房模塊外觀（自行拍攝）

CIMC Modular Building Systems
Smarter Greener Faster

CIMC MODULAR BUILDING SYSTEMS
As a business division of CIMC Group, CIMC Modular Building System (CIMC MBS) has grown into the largest provider of modular buildings and modular building systems in the world, by demonstrating that innovative design and patented building technology could truly replace traditional build processes via shorter build time.
Founded in 2006, CIMC MBS has progressed from a portfolio of global clients ranging from internationally recognized hotel operators to the world's largest resource companies.

Service

- 1 Procurement: extensive global procurement supply chain
- 2 Design on-site: integration of manufacturing and construction
- 3 Manufacturing: +1.1 million sqm manufacturing facility and 16 tool workshops
- 4 Shipping & Logistics: Modular transportation from China to site

Why CIMC MBS

Since it was founded, CIMC MBS has always been performance-driven, on time, on budget and with careful safety record. We have the great reputation of delivering and exceeding what we promise.
CIMC MBS has been working closely with clients to maximize the value of our proposition.

- 01 Optional Financing Support
- 02 In-house International Design Team
- 03 1,000,000 Square Metres Factory Manufacturing Capacity
- 04 Proven Record of Successful Applications
- 05 Recognized QA/QC Procedure Certified to UK Standards
- 06 Well established Supply Chain
- 07 Established Partnership within UK Market
- 08 Full Turnkey Solution

Funding & Financial Solutions

Founded in 2006, CIMC Modular Building Systems Holding Company has grown into the largest one stop solution provider in UK and Australia in terms of delivery 100% Student Accommodation, hotels, hospitals, apartments. We are committed to providing competitive general funding and financial solutions for our customers.

- 01 SCOPE: Project location, Construction cost, Services and delivery time
- 02 Track Records: Birmingham, Edinburgh, Turin
- 03 Investment Features: Proven track record, Proven business model, Proven revenue, Proven exit strategy

CIMC MBS Limited
Address: The Penthouse, 4th Floor, 59-61 Colonial Buildings, Hatton Garden, London. EC1N 8LS
Tel: +44(0) 203 4090176 E-Mail: mbs@cimc.com

Project Pictures

Hilton Garden Inn Hemel Hempstead, UK 2012 178 Rooms	Hampton by Hilton Hampton, UK 2017 173 Rooms	Park View Student Village of Newcastle University Newcastle, UK 2015 1,243 Rooms	Student Accommodation at Kelvinhaugh Street Glasgow, UK 2012 398 Rooms
Holiday Inn Express London, UK 2011 204 Rooms	Hampton by Hilton London, UK 2011 191 Rooms	Hampton by Hilton Reading, UK 2011 155 Rooms	Glasgow's Student Accommodation Glasgow, UK 2011 192 Rooms

圖表 47 CIMC 實績（自行拍攝）

CONTAINEX

CONTAINEX 總部位於奧地利—是歐洲移動空間系統供應商，也提供模塊化建築物、存儲和運輸箱體，可透過購買，租賃或租用等方式，以供立即使用。

CONTAINEX 模塊化建築物結合了柔性可互換牆板和高性能材料的使用，易於移動和維護，可以堆疊和鏈接模塊，其可重複使用的商業模式，亦可視為綠色技術。



在奧地利費爾德巴赫（Feldbach）的短短兩個月內，就使用靈活的空間模塊建造了一所完整的學校。該學校包括 455 個便攜式和衛生型客艙，以及一所文法學校，一所商學院和一所經濟職業師範學院，還有一棟行政大樓和費爾德巴赫議會圖書館。

流動學校既可以用作臨時過渡學校，也可以用作永久解決方案。並可在校舍建築內靈活性中調整分區，以便創造較大的教室、教師室、食堂區、更衣區以及包括淋浴設施在內的衛生設施。由於具有最佳的隔熱和空調功能，可以全年使用。

CONTAINEX 的移動空間解決方案可在很短的時間內提供個別化和定制化的辦公空間，依照現場條件提供正確的空間解決方案。如果在短時間內需要辦公空間，那麼可以利用遍布歐洲的 30,000 多個出租小屋的租賃車隊，在幾天之內完成一個移動辦公室。

辦公室配置可以根據需要組合標準化空間模塊，以便創造不同大小的辦公空間。辦公室、職員室和公共休息室也可以完美地擴展為客戶接待區、會議室、演示室、培訓室或研討室。除了衛生設施（洗手盆，廁所/小便池，淋浴）和更衣室，還可以為員工提供帶用餐區的廚房或食堂。最小的辦公空間約為 15 平方公尺，組合時幾乎沒有上限。業主也可以決定模塊化建築的佈局、隔間和門的佈局、房間照明、玻璃類型、照明設備等。



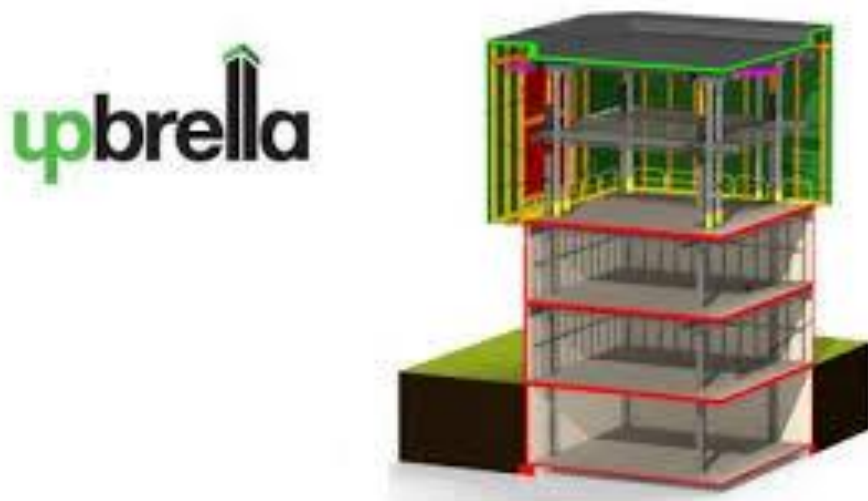
圖表 48 教室單元（來源：containex 官網）



圖表 49 辦公室單元（來源：containex 官網）

Upbrella Construction¹⁸

Upbrella 是一項獲得專利的施工技術，可以不使用塔式起重機進行遮蓋施工，對由混凝土或鋼製成的高層建築的結構和圍護結構進行保護性施工，透過為建築提供庇護所來消除風險並提高生產率。主要的構成為高層建築的屋頂、屋頂提升系統、保護系統和物料搬運系統。



圖表 50 upbrella 工法示意圖（來源；upbrella 官網）

其運作的流程概念主要為以預先完成的屋頂作為工地的蓋子，並透過將屋頂抬昇、加上周圍的保護系統，型成一個罩子，罩住並保護主要的施工空間，讓工人可以在相對穩定安全的環境中逐層昇時施作各層樓隔間、設備與樓板。也因為屋頂已預先完成，所以可以在原先規劃的樓層數內配合銷售情形暫停工程，將已完成的樓層提供使用。

Upbrella 是傳統方法的一種有利替代方案。它提供了屋頂的加快安裝，以及配備了現代安全搬運工具的舉升系統。工作環境從工業生產的所有優勢中受益。其特點有：

- 創造一個受保護的隔離環境（永久性屋頂和防護牆）；
- 創造一個設備齊全的機械化建築區域；

¹⁸ <https://www.ukconstructionweek.com/exhibitors/upbrella-construction-1?&searchTerm=Upbrella%20Construction&searchgroup=libraryentry-exhibitors>

- 逐層支撐建築施工；
- 更快地減少對較低樓層的修飾和占用；
- 調整銷售樓層以上樓層的施工速度；
- 如果銷售停滯並佔用已建成的樓層，則暫停施工，然後在需求許可時恢復頂層的施工。

好處如下：

- 避免開放式工地的所有外來干擾；
- 降低與銷售進度相關的業務風險；
- 與傳統結構相比增加了靈活性；
- 降低保險費用；
- 消除了由於天氣惡劣而不得不趕上損失的日子；
- 減少管理費用和較高的冬季費用；
- 提高建築工地的能源效率。



圖表 51 upbrella 施工現場（來源；upbrella 官網）

REM

REM 是一家中型企業，在斯洛維尼亞以及歐洲和世界其他地方推展其預製模塊化建築物和生活用集裝箱等業務。該公司專注於模塊化單元的生產，重點是衛生和生活用箱體，而近年來，通過組建自己的開發團隊和建築部門，開發高性能預製模塊化建築物的設計、製造和組裝。因為單個模塊化單元是在工廠生產設施中製造的，然後運輸到現場，再組裝成完整的建築，所以可以快速建造而。所建造完成的組裝單元，既可以作為辦公室箱體，也可以作為衛生設備箱體，或者兩者結合使用，也創建了多種預設的設計類型，可以適應客戶的需求。在斯洛文尼亞，歐洲和世界其他地方，已經設計了學校、托兒所、辦公樓室、旅館、展銷會場以及其他現代建築。



圖表 52 展區照片（自行拍攝）



圖表 53 REM 產品照片 1 (來源：REM 官網)



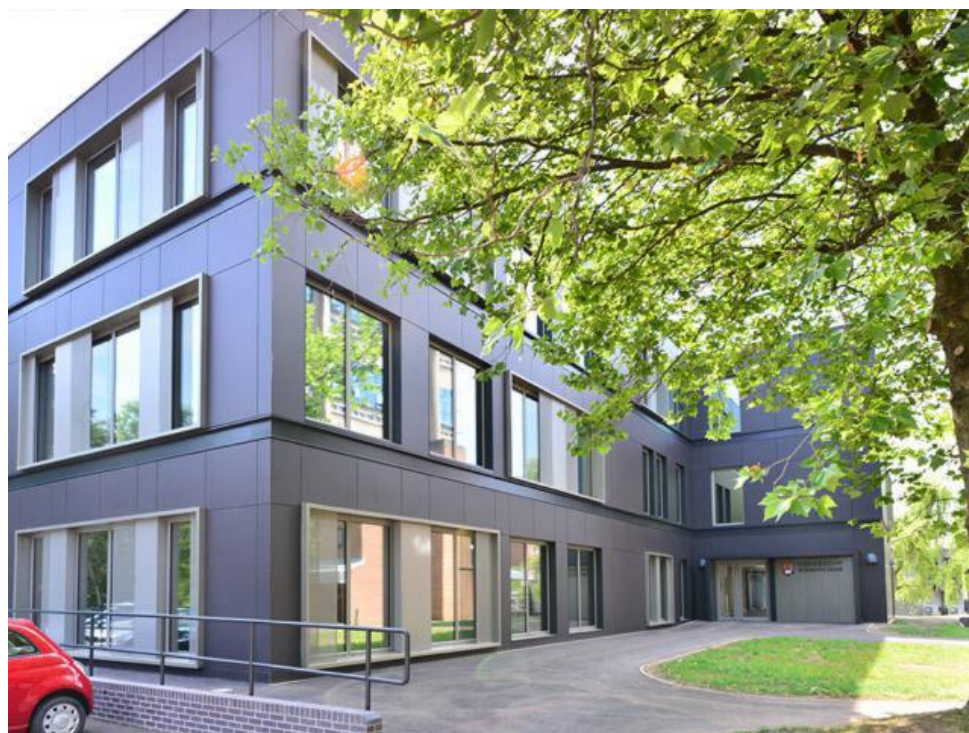
圖表 54 REM 產品照片 2 (來源：REM 官網)

Wernick Buildings Ltd¹⁹

沃尼克（Wernick）是英國資深的模塊化建築製造商，在提供多個行業的建築解決方案方面。從最初的草圖到完成，提供了一個完整的只要交付業主鑰匙的完整解決方案，包括建築設計、建築法規，所有規劃，地基準備和建築交付。Wernick 模塊化建築具有 25 年的建築保證和 60 年以上的設計壽命。



由 Wernick Buildings 設計的鋼框架模塊化系統具有靈活性，可以為教育、醫療保健、監護甚至專業要求等廣泛領域提供住宿解決方案。經過驗證在每個方面都比傳統建築更具成本效益。



圖表 55 Wernick 產品照片 1（來源：Wernick 官網）

¹⁹ <https://www.ukconstructionweek.com/exhibitors/wernick-buildings-ltd?&categories=27F3440-588E-4A07-B3E3-42826C8CAE3A&searchgroup=libraryentry-exhibitors>

U-Build²⁰

U-Build 是由獲獎建築師 Studio Bark 開發的模塊化建築系統。旨在透過簡化建造過程並讓任何人參與，來改變人們對建築物及其建造方式的看法。U-Build 易於建造、適於居住並且在使用壽命結束時可以快速進行拆解。與常規結構相比，它具有許多關鍵優勢。Build 是一個扁平包裝的構建系統，可將其交付到客戶的家中，借助易於遵循的說明和各種尺寸，DIY 建造無限數量的建築物，牆壁，倉庫甚至家具。

僅需用槌和鑽頭，即可由 1-2 人輕鬆組裝所有的盒子。使用標準連接件（隨附），將盒子固定在一起，為新空間創建堅固的框架。如果在室外使用，我們會提供薄膜來保護盒子，並且可以用各種材料包裹它。

建築物應該是民眾負擔得起並且可隨需要改造。U-Build 可以控制整個構建過程：設計，創建和調整自己的空間。U-Build 採用循環經濟方法進行建築。該系統使用多種耐用的無毒材料-選擇具有成本效益的定向纖維板、堅固的雲杉或精製樺木。牆壁採用天然綿羊羊毛絕緣材料進行絕緣，並可用各種材料覆蓋。



圖表 56 U-Build 產品照片 1



圖表 57 U-Build 產品照片 2

（來源：U-Build 官網）

²⁰ <https://www.ukconstructionweek.com/exhibitors/U-BUILD?&categories=27F3440-588E-4A07-B3E3-42826C8CAE3A&searchgroup=libraryentry-exhibitors>

第三章 心得與建議

第一節 心得

窺見英國建築產業的未來

從本報告一開始所簡介的英國建築產業發展策略，可以看到英國政府對於建築產業的創新發展的重視程度，並不亞於其他產業。在英國政府的眼中，產業的發展是相互關聯的，建築產業不會自外於其他產業，只有各種產業一齊發展，才能帶來更好的社會。不同的是，在擬訂發展策略時，是以國家發展願景為準，並依不同的產業特性與角色來規劃推動內容。國家的產業發展，就如同興建一座建築物般，需要各種不同的產業嵌合在一起才能發揮預期的功能。

面對英國脫歐所帶來的不確定性，活動負責人內森·加內特（Nathan Garnett）根據 UKCW 的活動調查分析表示：「建築業觀點的分歧只是反映了整個社會正在發生的事情。」「但是目前對於這個產業來說確實是一個艱難的時期，這個產業絕對討厭不確定性」²¹。

在英國脫歐所帶來的政治和經濟動蕩的時期，在這個英國大型的建築產業活動中，英國的建築產業顯現出積極轉型的氣象，在英國政府政策的引導下，建築產業積極地採用創新技術，以最安全，最快和最有效的方式發揮新技術的潛力，並朝向下一階段邁進。

政策發展部門與營建部門配合引導

UKCW 負責人提到的不確定性，不只是建築產業，應該是所有產業發展的大敵。要消除政治所帶來的不確定性，還是只能從政治面下手，惟有政府提出

²¹ <https://b4ed.com/Article/zahawi-to-hear-divided-brexit-views-at-uk-construction-week>

長遠、清楚的產業發展政策，才能形成產業的向前發展的信心。而這也正是英國在脫歐問題發生之前，就持續努力提出長期的建築產業發展策略的主要目的。

在這次的會議以及研討會中所分享的各種有關 BIM、VR、AR、數位雙生等的創新技術應用經驗，可以看到英國建築產業在產業發展政策的穩定引導，以及公共建設採購的需求下，配合投入發展的成果。建築產業以 BIM 為基礎，正逐步建立自身應用資訊的新技能與新服務，同時也建構數位人居環境，協助英國政府建構國家數位雙生的目標前進。

數位營造

這次會議所見的貨櫃型式的組合屋，以及整個國際旅館客房單元都在工廠完成的工法，或是砌磚機器人等技術展示，均可稱為數位營造。數位營造在國際間並沒有固定的定義，本報告認為可泛指在施工過程中結合應用目前新資訊技術與裝置，來協助創建工程資訊、管理工地資源、協助人員施作等。例如應用無人機來取得工地地形地貌，或是應用 BIM 模型協助在工地外製造構件，外骨骼和其他可穿戴設備，以及在這次活動中所見到的砌磚機器人到 3D 列印建築等以新技術為應用為主的工廠、機械、工法，都可算是數位營造的範疇。在前述的應用之中，從這次會議過程中，本報告認為有兩個方向可以再持續觀察英國建築產業如何發展，即工地機器人與現代施工方法。

工地機器人

當前的機器人擅長執行簡單的重複性任務，所以會有砌磚機器人和鋼筋綁紮機器人等的發展，但是儘管它們能夠比工人持續且快速地工作，但仍然需要工人來設置與啟動。此外，工地現場是一個難以預測的工作環境，目前的機器人還沒有足夠的智慧來無縫地執行工作，更何況還有建築法規或工地安衛等法

規要求需要遵守。²²因此，這方面發展條件要比工業 4.0 來得嚴苛。在可見的未來，建築工地的機器人應用仍是以輔助施工人員施工為主。本報告認為可適用的工地的人工智慧其發展尚需時日，且其發展影響僅止於工地現場，層面不大。

Modern Methods of Construction (MMC)

現代施工方法一詞來自英國 NHBC Foundation Modern methods of construction 報告²³，指在工廠將建築部件、元素或模塊安裝到最終位置之前進行的製造和預組裝。它是建築產業數位化的發展關鍵之一，並且有可能成為建築的未來²⁴。其優點在於：

- 能夠藉由同步工作而縮短工期；
- 較容易控制品質；
- 更好的成本控制；
- 更高的效率和生產率；
- 更加容易的合規性和創新；
- 通過減少現場活動來提高健康和安全性；
- 減少廢物和能源管理的可持續性；
- 有益於開發出口市場。

從常見的預鑄、鋼構造到這次會議所見的貨櫃型式的組合屋，以及整個國際旅館客房單元都在工廠完成的工法，可以說都是是其中之一。這類工法已經有一段不算短的發展歷程，因為需要更高精度的技術與協同作業來完成而進展不明顯，但近期隨著工業 4.0 與建築資訊建模技術的成熟，讓更多的構造或工

²² 來自 Are robots going to take over the construction industry?
https://www.uk.weber/blog/construction-industry-facts/are-robots-going-take-over-construction-industry?fbclid=IwAR0jLU7Mkf--wRI5_ee14dVysxCgDycNe7ZnhjM1Ow14pQnNjc8rmJAz6Wg

²³ <https://www.nhbcfoundation.org/wp-content/uploads/2018/11/NF82.pdf>

²⁴ <https://www.bsigroup.com/LocalFiles/zh-tw/e-news/No158/BSI-Standards-Outlook-2017.pdf>

項可以在工廠完成，而有了更進一步發展的機會。

MMC 是英國建築產業政策下一階段的推動重點之一，並已經投資建立建築創新中心（Construction Innovation Hub），與英國製造技術中心（MTC）、建築研究機構（BRE）和英國數字建築中心（CDBB）共同合作，以改變英國的建築產業。借助英國研究與創新產業戰略挑戰基金提供的 7,200 萬英鎊，企圖改變建築和基礎設施在建築環境中的設計、製造、組成和構接方式。透過與建築產業合作開發，推廣並商業化數位建築與製造技術，以便能更便宜地建造更智慧、更環保、更高效的建築。在與業界的合作開發研究過程中，將同時了解建築產業在技能、產品標準、產能和創新方面將會如何改變²⁵。

目前該中心的主要計畫即是召集業界共同合作開發 DfMA 的平台方法（P-DfMA）。P-DfMA 是由負責協調政府整體建設戰略中發揮關鍵作用的基礎設施和工程專案管理局（IPA）號召業界共同投入，認為「DfMA 的平台方法（P-DfMA）將可在多種類型的已建建築資產中使用一組數位化設計的組件，並儘可能應用這些組件，而最大程度地減少了為不同類型的建築資產設計定製組件的需求。例如，單個組件可以用作學校，醫院，監獄大樓或車站的一部分。」

簡單的說，便是要做效現代汽車是使用平台方法來製造和組裝建築物。汽車具有底盤 – 所有其他組件都固定在其上的結構框架。對於不同類型的汽車（例如大型 SUV 和小型掀背車），需要不同的底盤類型，儘管對於特定類型的汽車，例如家庭轎車，許多底盤類型相似。汽車的零部件-發動機、門、車輪等-設計用於連接底盤。可以將不同的組件固定到同一機箱。同樣，組件也可以設計和製造為適合多個機箱。底盤和單個組件均符合嚴格的设计、公差、質量和性能標準。當組裝到汽車中時、電動機製造商向消費者保證，並向監管機構證明，完成的產品符合所有要求的安全和性能標準，通常需要通過如 NCAP（歐盟新車安全評鑑協會）的測試。而這個計劃的目的便是測試並開發針對特定建築

²⁵ <https://constructioninnovationhub.org.uk/>

類型（如學校）的前述原則²⁶。

建築技術方向也在政府的引領下發展

在英國，為了使社會經濟能更全面的朝向資訊化發展，政府所提出的相關資訊化政策中，在建築產業方面，除了重視其產值發展外，更重要的是以 DBB 數位建造英國計畫來為民眾打造下一代數位居住環境，並朝向國家位雙生的方向持續發展。而英國政府也認為惟有推廣建築資訊建模 BIM 技術才有機會使建築產業建立起新一代的資訊技能，以便交付比傳統書圖更精確、更豐富，且可以用於打造數位人居環境的建築資訊模型。在這次會議中，從英國建築產業界所分享的經驗可以看出英在政府政策的引導、技術支持、公共建築採購的要求與誘因下，業界配合開始採用 BIM 技術的明顯趨勢，尤其是女性的積極投入，更可見其對建築產業內部工作模式的改變，有更多的工作在資訊化後，可以在施工之前、工地之外由女性完成。

在協助建築產業導入 BIM 提升資訊化程度之後，英國政府並未停下腳步，而是更進一步想要協助建築產業將所建立的資訊技術來提升建造工法，使其更現代化。在這樣的政府與產業合作模式下，英國推動建築產業發展的政策與成果可謂已站在國際趨勢的前緣，可以預期未來在現代化建造技術上，更可再一之引領國際朝向下一階段邁進。

²⁶ <https://constructioninnovationhub.org.uk/platform-design-open-call/>

第二節 建議

- 一、學習英國政府作法，重視各產業的創新發展，建築產業的資訊技術發展與其他產業同樣需要重視與長期投入資源。BIM 或其他建築產業資訊技術，與 IOT、AI 都是國家社會經濟發展所需要的資訊技術，政府引導建築產業的創新發展所帶來的效益在於人居環境的品質提升與整個產業供應鏈的發展，不應遭到忽視。試想國內建築產業若無法建立必要的資訊產製技能，要如何才能有效率的交付精確可用建築資訊模型給國家地理資訊系統發展 3D 國家底圖。本所在本部長官的指示下，已開始就建築產業整體資訊化發展構思發展計畫，但仍需要與國家發展、主管國家公共建設採購的相關單位都能有相同的體認，才能共同合作，建構出完整的推動政策。
- 二、以建立建築產業資訊能力為起點，長期且循序整合的建築產業資訊化發展策略。英國在推動建築產業發展時，是先以建構建築生命週期中的配合新技術而生的建築資訊管理流程為第一步，之後的第二步再探討所得資訊如何加值應用。簡單的說，就是先提供心法協助建築產業練好資訊創建與管理的內功，將體質調整好後，再求資訊應用的外功，如結合現代化工法等。目前參考英國經驗的國際標準 ISO 19650 BIM 標準已於 108 年發布，應可將其依照國內建築產業條件調整為國內適用的內容，也可參考調整國內工程採購的流程，並將其作為國內建築產業建立資訊技能的共同心法，始能共同建立相近的能力，邁向發展的下一階段。
- 三、參考英國 Construction Innovation Hub 作法，以實作號召各界共同開發建築產業資訊化發展技術，以同時了解在技能、產品標準、產能和創新方面將會如何改變。除了英國，新加坡、日本為了推動 BIM 或建築

產業資訊化，均以實際工程案例來記錄、觀察與理解實務上應用的課題，以便調整政策與工具。如本所指南草案雖已被實務應用，但卻沒有機會面對與了解實務上所遇到的課題，造成除了無法即時調整內容，以導致也無法矯正因為誤解指南用意所造成的錯誤。應立即效法國外作法，透過公共建築工程案例，就目前知道的應用課題，進行實務的檢討，尤其是從業者資訊需求的角度檢視目前實務上各階段各項流程、品質管理的行政作業的必要性。