

BIM 技術輔助社會住宅 維護管理指引 (草案)

Contents

| | |
|--------------------------------------|----|
| 第一章、緒論..... | 8 |
| 1.1、緒論：跨越資訊斷層，落實建築全生命週期之財務與環境治理..... | 8 |
| 1.2、緣起與願景：從實體移交到數位雙軌交付..... | 8 |
| 1.3、核心理念與國際標準接軌..... | 9 |
| 1.4、打造專案生命週期的多贏生態..... | 10 |
| 1.5、目標對象與手冊架構導覽..... | 10 |
| 1.5.1、專案角色與章節導讀建議..... | 10 |
| 1.5.2、手冊各章節核心內容摘要..... | 11 |
| 1.6、關鍵名詞定義 (Glossary)..... | 11 |
| 1.6.1、管理與發包層面..... | 12 |
| 1.6.2、數據與技術層面..... | 12 |
| 1.6.3、財務與決策層面..... | 13 |
| 第二章、分眾使用案例與資料需求..... | 13 |
| 2.1、維運維護階段使用案例彙整表..... | 14 |
| 2.2、業主與決策者：落實數據驅動的資產經營與決策..... | 14 |
| 2.2.1、長期修繕計畫模擬..... | 14 |
| 2.2.2、資產組合價值評估與健康度監控..... | 15 |
| 2.2.3、能源監測與碳排策略管理..... | 16 |
| 2.2.4、預算核定與決策支援系統..... | 17 |
| 2.2.5、空間利用策略與資產異動分析..... | 18 |
| 2.3、管理單位與代管公司：建立數位管理大腦..... | 18 |
| 2.3.1、保固期與契約期程管理..... | 19 |
| 2.3.2、法定檢查申報與合規性預警..... | 19 |
| 2.3.3、預防性維護排程..... | 20 |
| 2.3.4、備品庫存與採購優化管理..... | 21 |
| 2.3.5、修繕大數據分析與最適壽命評估..... | 22 |
| 2.3.6、災害應變與避難模擬應用..... | 22 |
| 2.4、第一線物管人員：賦予現場智慧化執行力..... | 23 |
| 2.4.1、行動化空間定位與導覽..... | 23 |
| 2.4.2、機電管線路徑查詢..... | 24 |

| | |
|--|----|
| 2.4.3、數位維修手冊與 3D 導引應用 | 25 |
| 2.4.4、現場設備狀態即時檢索 | 26 |
| 2.4.5、安全防護與維修淨空檢查 | 26 |
| 2.4.6、數位工單回報與動態屬性更新 | 27 |
| 2.5、租戶：提升居住服務品質與互動體驗 | 28 |
| 2.5.1、視覺化報修與精準定位服務 | 28 |
| 2.5.2、個人能源使用回饋與節能引導 | 29 |
| 2.5.3、室內配置模擬與搬遷導引 | 30 |
| 2.6、資產資訊需求 (AIR) 的重要性與推導邏輯 | 31 |
| 2.6.1、資訊收集的「標靶效應」 | 31 |
| 2.6.2、資訊需求之於 AIR 的先行地位 | 31 |
| 2.7、設施設備維運屬性標準 (AIR Matrix) | 32 |
| 2.7.1、五大資產資訊維度 | 32 |
| 2.7.2、20 項 BIM-FM 應用項目與資料維度追蹤表 (Traceability Matrix) | 33 |
| 2.8、資產唯一識別碼 (Asset ID) 與編碼標準 | 34 |
| 2.9、小結：從應用需求出發，建構具生命力的數位資產 | 36 |
| 第三章、組織架構與利益關係人權責 | 37 |
| 3.1、利益關係人定義與核心職責 | 37 |
| 3.2、權責分配矩陣 (RACI) | 38 |
| 3.2.1、協作節點與角色彈性配置說明 | 39 |
| 3.2.2、動態協作循環與單一真實來源 (SSOT) | 40 |
| 3.3、小結：從組織協作到數據賦能 | 41 |
| 第四章、資產資訊模型 AIM 的建置指引 | 43 |
| 4.1、資產資訊模型 (AIM) 的建置原則 | 43 |
| 4.1.1、幾何端的「減法工程」：FM-BIM 模型的定義 | 44 |
| 4.1.2、元素屬性之「清理與結構化」原則 | 44 |
| 4.1.3、空間錨點設定：坐標系統與基準一致性 | 45 |
| 4.1.4、數據關聯索引要求：Link ID 機制 | 45 |
| 4.1.5、AIM 模型拆分與性能管理策略 | 45 |
| 4.2、資料交換標準與跨平台相容性 | 46 |
| 4.2.1、原生建模檔與 IFC 模型交付標準 | 46 |
| 4.2.2、COBie 資料格式與交付架構 | 46 |

| | |
|--|----|
| 4.2.3、數據完整性與自動化檢核機制 | 47 |
| 4.3、標準化成果交付與驗收標準 | 48 |
| 4.3.1、交付檔案清單與格式要求 | 48 |
| 4.3.2、模型品質檢核 (QC) 與驗收指標 | 48 |
| 4.3.3、交付里程碑與計價核付連結 | 49 |
| 4.4、小結：從工程資訊走向資產管理 | 49 |
| 第五章、BIM-FM 系統建置與發包規範 | 51 |
| 5.1、將技術規範納入招標文件 | 51 |
| 5.1.1、技術需求之契約化與驗收基準 | 51 |
| 5.1.2、數據產權與移交完整性規範 | 51 |
| 5.1.3、BIM 執行計畫書 (BEP) 的執行承諾與技術對位 | 52 |
| 5.1.4、保固期維修義務與數據更新權責 | 52 |
| 5.2、BIM-FM 專案預算編列原則 | 53 |
| 5.2.1、獨立編列專業服務費用 (勞務支出) | 53 |
| 5.2.2、平台環境與授權費用 (依 5.3 佈署模式調整) | 53 |
| 5.2.3、專業技術諮詢與數據稽核費用 | 53 |
| 5.3、維運平台 (BIM-FM) 與 CDE 共同資訊環境規範 | 54 |
| 5.3.1、CDE 共同資訊環境之佈署模式 | 54 |
| 5.3.2、BIM-FM 維運平台之核心功能指標 | 54 |
| 5.3.3、資訊安全與數據長期存續 (ISO 19650-5) | 55 |
| 5.4、專案里程碑與計價核付機制 | 55 |
| 5.4.1、資訊交付與計價比例建議 | 55 |
| 5.4.2、數據品質的驗收程序 | 56 |
| 5.4.3、數位資產交付清冊結構化標準 | 57 |
| 5.4.4、維運平台功能驗收之實質準則 | 57 |
| 5.4.5、保固期滿之數據查核與保固金退還 | 57 |
| 5.5、小結：以行政機制驅動數位轉型 | 57 |
| 第六章、維運點交標準與協同驗收程序 | 59 |
| 6.1、資產資訊模型 (AIM) 效能與圖文連動驗收標準 | 59 |
| 6.1.1、模型輕量化與運行效能驗收 | 59 |
| 6.1.2、數據關聯與圖文對位檢核 | 60 |
| 6.1.3、機關自訂管理功能之情境驗收 (UAT) | 60 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 6.2、現場實體標籤與虛實整合協同作業..... | 61 |
| 6.2.1、實體資產標籤之規格與張貼準則..... | 61 |
| 6.2.2、行動化三級驗證與協同查驗..... | 62 |
| 6.3、Model Checker 自動化數據驗證與協同查核..... | 63 |
| 6.3.1、查核規則的透明化與樣板共享..... | 63 |
| 6.3.2、三級驗證機制之自動化落實..... | 63 |
| 6.3.3、BCF 協同除錯與自主品管..... | 64 |
| 6.3.4、客觀驗證與功能驗收之門檻機制..... | 65 |
| 6.4、系統軟著陸與營運團隊培力 (Soft Landings)..... | 65 |
| 6.4.1、漸進式的系統移交與參數微調..... | 65 |
| 6.4.2、情境導向的實務培訓與知識移轉..... | 65 |
| 6.4.3、克服「建模委外」造成的認知落差..... | 66 |
| 6.5、圖資倉儲移轉與數位權限交接..... | 66 |
| 6.5.1、單一真實來源 (SSOT) 的無縫移轉..... | 66 |
| 6.5.2、依據 RACI 架構的權限賦能..... | 66 |
| 6.6、小結：共創高品質的數位孿生資產..... | 67 |
| 第七章、長期修繕計畫與模型動態維護管理..... | 68 |
| 7.1、以數據為基礎的前瞻性修繕計畫..... | 68 |
| 7.1.1、前瞻性維護登記冊 (FMR) 的建立與數據提取..... | 68 |
| 7.1.2、設備耐用年限評估與生命週期成本分析 (LCCA)..... | 68 |
| 7.1.3、二十年修繕經費預估模型與預算分布曲線..... | 69 |
| 7.1.4、導入維護大數據與 AI 之設備最適壽命動態優化..... | 70 |
| 7.2、分層管理：建築主體與設備系統之維護策略..... | 70 |
| 7.2.1、建築主體與機電設備之差異化維護建議..... | 70 |
| 7.2.2、動態數據與建築物聯網 (IoT) 的整合應用..... | 70 |
| 7.2.3、修繕準備金與預算撥補機制之銜接..... | 71 |
| 7.3、模型動態維護與現場同步機制..... | 71 |
| 7.3.1、設立觸發更新機制與內部稽核人員..... | 72 |
| 7.3.2、區分「修理」與「置換」的差異化數據更新流程..... | 72 |
| 7.4、虛實一致性之品質查核與變更管控機制..... | 72 |
| 7.4.1、基於實體標籤的行動化查核與維護..... | 73 |
| 7.4.2、雙軌更新機制與分級容許時間差 (Time Lag)..... | 73 |

| | |
|---|----|
| 7.4.3、內部稽核人員之品質保證與同步紀律 | 73 |
| 7.5、小結：共創數位資產的永續生命週期 | 74 |
| 第八章、總結與展望：邁向社會住宅的永續營運 | 76 |
| 8.1、總結：從工程思維到資產生命週期的蛻變 | 76 |
| 8.2、附錄實用工具指引 | 76 |
| 8.3、展望未來：奠定智慧城市的數位基石 | 77 |
| 附錄 A、管線與設備 3D 模型色彩編碼標準 | 78 |
| A.1、範例使用說明與參考出處 | 78 |
| 附錄 B、社會住宅關鍵設施設備 COBie 屬性填列範例 | 80 |
| B.1、範例使用說明 | 80 |
| B.2、COBie 屬性填列對照表 | 80 |
| 範例一、消防泵浦 (Fire Pump) | 80 |
| 範例二、電梯 (Elevator / Traction Lift) | 80 |
| 範例三、緊急發電機 (Emergency Generator) | 81 |
| B.3、COBie 屬性資料表 | 81 |
| 附錄 C、共同資訊平台 (CDE) 檔案命名規則與資料夾架構 | 84 |
| C.1、範例使用說明與參考出處 | 84 |
| C.2、標準資料夾架構範例 (目錄樹) | 84 |
| C.3、檔案命名規則 (Naming Convention) | 84 |
| 附錄 D、BIM-FM 專案執行計畫書 (BEP) 撰寫架構指引 | 85 |
| D.1、範例使用說明與參考出處 | 85 |
| D.2、建議撰寫架構 | 85 |
| 附錄 E、BIM-FM 招標文件 (EIR) 參考條文與預算編列範本 | 86 |
| E.1、範例使用說明與參考出處 | 86 |
| E.2、統包工程需求計畫書 (EIR) 參考條文 | 86 |
| E.3、BIM-FM 專項預算編列參考範本 (PCCES 估價單格式) | 87 |
| 附錄 F、BIM-FM 竣工點交與軟著陸協同檢核表 | 89 |
| F.1、範例使用說明與參考出處 | 89 |
| F.2、BIM-FM 竣工點交與軟著陸協同檢核表 (修訂版) | 89 |
| 階段一、數位資產 (AIM) 效能與基礎交付檢核 | 89 |
| 階段二、現場實體標籤與虛實整合檢核 | 89 |
| 階段三、資訊驗證機制 (LV1-LV3) 檢核 | 90 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 階段四、系統軟著陸 (Soft Landings) 與移交 | 90 |
| 附錄 G、應用 BIM-FM 維修數據評估設備最適壽命範例 | 91 |
| G.1、範例使用說明與參考出處 | 91 |
| G.2、設備汰換財務評估表實務範例 (以分離式冷氣機為例) | 91 |
| 附錄 H、應用 BIM-FM 數據之設備日常巡檢與保養表單範例 | 93 |
| H.1、範例使用說明與參考出處 | 93 |
| H.2、數位巡檢表單實務應用範例 (以消防泵浦為例) | 93 |

第一章、緒論

1.1、緒論：跨越資訊斷層，落實建築全生命週期之財務與環境治理

在建築物的全生命週期中，設計施工與營運維護階段常因資訊傳遞不彰而形成「資訊斷層」。傳統模式下，竣工後的移交多流於靜態圖檔與紙本文件，導致物管團隊接手後，需耗費大量資源重新摸索建物現況，形成嚴重的「資訊孤島」。根據多項國際實務研究與指標性文獻（如英國 RICS、美國 GSA 及新加坡 BCA 指引）指出，建築物總體擁有成本（Total Cost of Ownership, TCO）中，高達 80% 的成本發生於營運維護階段；更關鍵的是，建物生命週期內約 80% 的二氧化碳排放量亦集中於此。社會住宅身為政府提供平價住宅與社會福利的重要手段，承載著長期穩定營運的社會責任。因此，如何透過數位化手段落實節能減碳、降低維運成本，已成為社宅數位治理的重要課題。

本手冊的核心價值在於落實有效的數位數據傳承與維運資料累積。藉由數據驅動，我們預期能達成以下管理目標：

- 科學決策：支持長期修繕計畫的訂定與動態調整。
- 精準維護：透過預防性維護延長設備使用壽命，提供科學化的設備選用建議。
- 財務驗證：為資產營運與財務規劃提供嚴謹的實證基礎。

最終，本手冊將導引 BIM 從施工階段的資訊模型，轉化為具備可實踐的決策引擎，在落實資產保值的同時，亦為台灣智慧城市與永續治理奠定堅實的數位基石。

1.2、緣起與願景：從實體移交到數位雙軌交付

隨著營建產業的數位轉型，建築資訊模型（BIM, Building Information Modeling）技術已廣泛應用於工程設計與施工階段，為專案帶來了極大的效益。然而，過去在工程竣工點交時，受限於傳統的交付模式，營造團隊往往只能移交成堆的紙本圖說、光碟與點交清單。

這種「斷崖式」的傳統移交，不僅容易造成資料散佚，更讓統包團隊在施工期間辛苦建立的 3D 模型與豐富的設備數據，無法順利過渡到營運階段，形成一道難以跨越的「資訊斷層」。當物管人員接手時，往往必須從零開始摸索設備的管線走向與保養週期，無形中墊高了社會住宅的長期維護成本。

為妥善保存專案團隊的心血結晶，本手冊期盼透過標準化的協同作業流程，引導專案團隊跨越這道斷層，將傳統單一的「實體建築移交」，全面升級為「實體建築與數位孿生（Digital Twin）資產的雙軌交付」，讓建築物在落成啟用的那一刻，同時擁有一份精確、可檢索的「數位履歷」。

1.3、核心理念與國際標準接軌

導入 BIM 輔助物業維護管理 (BIM-FM, BIM assisted Facility Management) 的初衷，並非增加工程執行的繁文縟節，而是在於為機關、專案管理單位 (PCM, Professional Construction Management)、統包團隊與未來的物管團隊，建立一套「共通的數位語言」。為確保這套語言的嚴謹性與長遠的系統擴充性，本手冊的規範架構深度接軌國際標準：

1. 遵循 ISO 19650 資訊管理框架：全面導入 ISO 19650 關於資產生命週期資訊管理的概念，將機關內部的「資產資訊需求 (AIR)」轉譯為對外的「交換資訊需求 (EIR)」，為專案建立透明、可預期的協同交付標準。
2. 落實 OpenBIM 開放資料標準以確保數位資產的長久可用性，由於實務上跨軟體轉換可能帶來的資訊遺漏風險。因此，本手冊規範專案建議採取「原生檔與開放格式並行」的雙軌交付機制。一方面，要求統包團隊必須完整移交原始建模軟體（如 Revit、Tekla 或 Archicad 等）之原生模型檔 (Native Files)，確保機關未來進行空間整建改建或設備汰換時，保有最完整、可編輯的工程幾何與參數設定；另一方面，則要求同步匯出 IFC 開放格式 (Industry Foundation Classes) 與 COBie (Construction Operation Building Information Exchange) 資料庫，以確保這些珍貴的維運數據，無論未來物管系統如何更迭，都能被順利讀取與應用。

為確保數據傳承之連續性，本手冊建議依循施工階段已建立之管理模式，將所有幾何模型與非結構化資料統籌收納於共通資料環境 (CDE) 中，並採取整合性交付機制移交至機關或業主之數位環境。在此架構下，數位資產將維持「單一真實來源 (SSOT)」之特性，避免資訊在移交過程中散佚，為建築全生命週期之數位治理奠定基礎。

在實務運作層面，本規範以雙軌策略以優化維運效能。凡涉及日常巡檢、報修工單、維修成本及財務預估等具備運算需求之「結構化維運資料」，應存入 BIM-FM 維運平台自帶之資料庫系統中，以驅動長期修繕計畫與生命週期成本等之計算。至於如操作手冊、設備保證書、竣工圖說及各類法定許可證等「非結構化資料」，則持續累積於 CDE 環境中，確保這些珍貴的法律與技術佐證文件能被妥善保存且具備長久可用性。

最終，BIM-FM 維運平台透過由建置單位宣告之 Link ID 建立之關聯索引，化身為連通虛實數據的空間門戶 (Portal)。系統能根據維運需求，即時自 CDE 環境中調閱並讀取對應之非結構化文件，使第一線維護人員或管理決策者在操作結構化數據的同時，能迅速查閱關聯之技術檔案。此種數據協作模式不僅提升了行政與維修效率，更確保了社會住宅數位資產能隨著營運歷程動態成長與永續演進。

1.4、打造專案生命週期的多贏生態

本手冊的推動，不僅是為了滿足單一利害關係人的需求，更是期盼創造一個專案參與各方都能獲益的多贏生態（Multi-win Ecosystem）。

- 對主辦機關而言：本手冊協助機關掌握不受單一軟體商綁架的數位資產主導權。以結構化的 COBie 數據為基石，結合長期修繕計畫財務引擎，機關將能精準預測未來的修繕經費，徹底告別過去「憑經驗編預算」的盲點，實現永續的資產管理。
- 對 BIM-FM 團隊而言：本指南提供了透明的發包規格（EIR, Exchange Information Requirement）與 BIM-FM 專項預算保障，讓團隊在投標與執行時不再無所適從。同時，透過導入 Model Checker 等自動化查驗工具協助自主品管，減少傳統驗收時的主觀認定爭議，加速工程計價與順利結案。
- 對物業管理團隊而言：本手冊期待能終結紙本圖說翻找的困境。透過軟著陸（Soft Landings）機制的陪伴，第一線人員能透過行動裝置調閱日常工作中重要的圖資或維修履歷，有自信地接手數位系統，將統包團隊的工程智慧化為日常維護的堅強後盾。

1.5、目標對象與手冊架構導覽

本手冊是一本涵蓋社會住宅專案「發包、建置、驗收至營運」全生命週期的實務操作指南。考量專案參與者的專業背景各異，我們精心編排了章節架構，並針對不同專案角色提供專屬的「章節導讀」。建議各方可依據自身權責，快速掌握最相關的規範內容：

1.5.1、專案角色與章節導讀建議

1. 主辦機關 (Owner)

- 目標對象：市府主管機關長官、住都中心專案承辦人員。
- 主要職責與關注焦點：掌握專案的預算編列、發包策略設計、驗收計價之核付條件，以及著眼於未來的長期財務決策。
- 建議優先熟讀：第一章：掌握專案數位轉型願景與多贏效益、第五章：熟稔專項預算編列與發包規範、第七章：了解長期修繕計畫財務預測在資產管理上的應用。

2. 專案管理單位 (PCM)

- 目標對象：BIM 顧問團隊、監造單位。
- 主要職責與關注焦點：負責協助機關制定招標需求書 (EIR)、擬定自動化查核規則，並於工程末期在現場進行點交的協同把關。
- 建議優先熟讀：身為專案的樞紐，全冊皆需熟讀。特別是第三章 (RACI 權責界定)、第五章 (發包需求)、與第六章 (協同驗收程序)。

3. BIM-FM 執行團隊 (BIM-FM Team)

- 目標對象：BIM 顧問公司、系統整合商、統包商內部之 BIM/維運技術單位。
- 主要職責與關注焦點：承接統包/營造團隊提供之竣工模型並轉化為符合主辦機關需求之 AIM 模型、確認其中數據資料品質、並將其導入 BIM-FM 系統確保其符合主辦機關之業務需求。
- 建議優先熟讀：第四章以掌握 AIM 建置標準與 Link ID 的唯一性要求、第五章以釐清執行路徑 (Path A/B) 對應的履約範疇與分段計價點、第六章以熟悉三級驗證程序與功能情境測試之驗收方法。

4. 物業管理公司 (FM, Facility Manager)

- 目標對象：物業管理經理、機電維護保養商、現場巡檢人員。
- 主要職責與關注焦點：接收數位資產，利用系統執行日常巡檢、工單派發，並產出精確的維修與財務報表。
- 建議優先熟讀：第二章：理解 BIM-FM 系統的虛實整合架構、第六章：了解設備標籤的使用與系統權限交接、與第七章：熟悉日常維運的操作標準作業程序 (SOP)。

本手冊雖以社會住宅專案為核心對象，唯其邏輯與技術規範建議等應亦適用於一般集合住宅。建議私部門讀者可將「主辦機關」對應為「社區管委會」或「資產業主」，將「統包或營造團隊」對應為「原開發商」進行參閱。

1.5.2、手冊各章節核心內容摘要

為協助讀者快速總覽本手冊之全貌，各章節之核心內容摘要如下：

- 第一章、緒論：闡述導入 BIM-FM 的願景、多贏效益與關鍵名詞定義。
- 第二章、應用案例：透過 20 應用案例引導出 AIR 資產資訊需求。
- 第三章、RACI 權責：界定專案各階段數位資料產出的負責人與審核者。
- 第四章、屬性標準：表列竣工模型必須交付的 COBie 資料細緻度。
- 第五章、發包規範：指導機關如何獨立編列預算並撰寫具備協同精神的招標文件。
- 第六章、驗收程序：規範現場標籤張貼、模型輕量化與自動化查驗的相關流程。
- 第七章、日常維運：說明系統上線後的維修標準作業程序與長期修繕計畫應用。

1.6、關鍵名詞定義 (Glossary)

為確保專案參與各方（機關、專案管理單位、營造廠、物管單位）擁有共通的對話基礎，本手冊之核心名詞定義如下：

1.6.1、管理與發包層面

- AIR (Asset Information Requirements) 資產資訊需求：業主（機關）為了達成營運維護目標，針對資產管理所定義的資訊需求。這是整個維運 BIM 生命週期的源頭，決定了「需要哪些資料」來驅動維護決策。
- EIR (Exchange Information Requirements) 交換資訊需求：將 AIR 轉譯為對外的採購規範。在招標階段，機關透過 EIR 明確告知 BIM-FM 團隊應交付的模型格式、屬性內容及交付時程，是契約中最重要技術附件。白話說，就是合約要交什麼檔案。
- Soft Landings 軟著陸：一種旨在縮短建物點交後「適應期」的陪伴機制。透過營造廠（內聘或外包）的 BIM 顧問在竣工後 3~6 個月的駐點支援與培訓，確保物管團隊能順利接手 BIM 系統運作，避免資訊斷層。

1.6.2、數據與技術層面

- AIM (Asset Information Model) 資產資訊模型：為專為維運階段淬鍊後的 FM-BIM 模型以及列管資產的屬性資料之統稱，是數位孿生資產的數據來源。在備置完成後，接下來會匯入 BIM-FM 系統作為其「數位燃料」，FM-BIM 為視覺化空間索引，方便透過其檢索維護資料；其屬性資料則為營運維護階段基礎資料的來源。
- Asset ID (Asset Identifier) 資產唯一識別碼：依據管理邏輯（例如：園區-棟別-樓層-空間-系統-設備-流水號）編製的語義化編號。它是人機溝通的橋樑，用於實體設備標籤 (QR Code)、報修工單與資產帳冊，讓維護人員能直覺判定設備位置與類別。
- BIM-FM (BIM assisted Facility Management System) 維運平台：指以資產資訊模型 AIM 為基礎之空間索引入口，並整合管理數據之數位決策引擎。平台採取雙軌收納架構，將操作手冊與保證書等非結構化資料累積於共通資料環境 CDE，而維修紀錄與成本等結構化數據則存入系統自有之維運資料庫。此平台為銜接實體建築與數位孿生資產、落實長期修繕計畫與數據驅動管理的核心執行系統。
- CDE (Common Data Environment) 共同資訊平台：專案所有參與者收集、管理與發布資訊的單一協作環境。確保圖資、模型與文件在全生命週期中只有「單一真實來源 (SSOT, Single Source of Truth)」。過去 CDE 主要用在施工階段作為不同單位之間交換工程資料的共同環境，本指引依循 ISO19650 的精神，將 CDE 的使用延續至營運維護階段，讓它不僅是圖資的倉儲，更是非結構化資料 (如證照、手冊、保證書等) 的永久存續空間，供 BIM-FM 系統隨時調閱。
- COBie (Construction Operations Building Information Exchange) 國際數據交換標準：一種結構化的資料格式（通常以 Excel 呈現），用於將 BIM 模型中的設備參數（如保固、規格）匯出，以便與維運管理系統 BIM-FM 進行無縫介接。
- FM-BIM 模型 (FM-BIM Model)：指由施工階段之專案資訊模型 PIM 經由幾何端的「減法工程」與資訊「淬鍊」後，轉化而成之輕量化模型。透

過移除施工臨時設施及無維運價值之細部構件（如螺栓、鋼筋），並保留空間定位、檢修介面與維修操作空間等關鍵幾何，使其成為適合於 BIM-FM 系統流暢運行、且具備資產空間索引功能之核心模型。

- GUID (Globally Unique Identifier) 全域唯一識別碼：BIM 模型中每個構件自動生成的唯一「身分證字號」。具備不可變性，是軟體底層識別元件、連結 3D 幾何圖形與資料庫最精準的索引。
- IFC (Industry Foundation Classes) 工業基礎類別：BIM 的開放標準格式。它確保數位資產不會被特定軟體版本綁架，能跨平台交換模型數據，保障資訊在建物生命週期內的永續性。
- Link ID (Link Identifier) 關聯識別碼：連結 3D 模型元件與維運資料庫的唯一索引鍵。系統商可依技術架構採行 GUID 或 Asset ID 作為 Link ID，其核心目的在於建立 BIM 元件與其維運資料的連結。

1.6.3、財務與決策層面

- 長期修繕計畫：基於資產資料庫所產出的財務預測工具。透過模型中的耐用年限與單價數據，自動模擬未來 10~30 年的設備汰換高峰與經費需求，達成科學化的財政規劃。
- 經濟壽命 (Economic Life)：指建物在財務計畫中設定的收益期或債務清償期（如 50-56 年）。主要用於計算投資回收與資產折舊攤提之基準。
- 使用壽命 (Service Life)：指建物及設施設備在常態維護下，能維持其設計功能之物理性總時長（通常為 70 年以上）。此為編列長期修繕計畫與計算生命週期成本（LCCA）的核心依據。

第二章、分眾使用案例與資料需求

本章旨在定義社會住宅在營運維護階段中，不同利益關係人如何藉由建築資訊建模（BIM）技術進一步地深化應用進化成 BIM-FM 以創造實質的管理價值。在此階段，BIM 除了能提供三維模型的幾何視覺化，更重要的是作為空間化的資訊索引門戶（Portal），它能將儲存於共同資訊平台（CDE）中多元且大量的維護資訊（如竣工圖說、設備手冊、保固契約等），透過空間位置進行索引與連結。藉由 BIM 作為數位索引介面能為業主、管理單位、基層員工乃至於住戶提供正確且具備時效性的決策基礎。

社會住宅的生命週期長達數十年，其維運挑戰在於資訊的破碎化與斷層。本章強調「應用導向」的資料建置觀念，即每一項數據的採集都必須有其對應的應用目標（Use Case）。透過對各角色應用項目的細緻拆解，我們將進一步推導出資產資訊需求（Asset Information Requirement, AIR）的必要性，確立「以終為始」的資料建置標準，確保 BIM 模型在點交之初便具備高度的工具屬性與行政效益。

2.1、維運維護階段使用案例彙整表

為使各參與方能快速掌握 BIM-FM 於社宅營運維護之應用範疇，表 2-1 綜整了本指南建議之社會住宅營運維護階段關鍵應用。這些項目不僅涵蓋了日常的設施管理，更延伸至長期的資產經營預測與政策落實。另需注意表 2-1 只是舉例說明有這些可能的應用，並透過這些應用去協助構思其資產資訊需求 (AIR)，機關需依個案的需求與應用訂定個別的功能需求以及其對應的資產資訊需求。

表 2-1、社會住宅營運維護階段角色與使用案例對照表

| 參與角色 | 序號 | 關鍵 BIM-FM 應用項目 | 核心目標與應用價值 |
|-------------|----|----------------|--------------------|
| 業主 / 決策者 | 1 | 長期修繕計畫模擬 | 輔助預算編列與財務永續經營 |
| | 2 | 資產組合價值評估 | 跨案場資產健康度監控與品質對比 |
| | 3 | 能源監測與碳排策略 | 落實節能減碳政策與綠建築指標 |
| | 4 | 預算撥補與決策支援 | 建立基於實證數據的行政核定機制 |
| | 5 | 空間利用策略與資產異動 | 作為空間利用變更之評估依據 |
| 管理單位 / 代管公司 | 6 | 保固期與契約期程管理 | 降低修繕支出風險與法律權責判定 |
| | 7 | 法定檢查申報與合規性預警 | 確保設施合法運行，規避裁罰與工安風險 |
| | 8 | 預防性維護排程 | 從「故障修復」轉向「計畫保養」 |
| | 9 | 備品庫存與採購優化 | 減少資產閒置與縮短零件更換週期 |
| | 10 | 修繕大數據分析與最適壽命評估 | 建立科學化的設備選型採購與替換依據 |
| | 11 | 災害應變與避難模擬 | 提升緊急狀況下之空間感知與安全性 |
| 第一線 物管人員 | 12 | 行動化空間定位與導覽 | 消除尋找設備之無效工時 |
| | 13 | 機電管線路徑查詢 | 實現非破壞性精準檢測，減少二次破壞 |
| | 14 | 數位維修手冊與 3D 導引 | 降低技術門檻與減少人為操作錯誤 |
| | 15 | 現場設備狀態即時檢索 | 現場掌握保固、型號與技術參數 |
| | 16 | 安全防護與維修淨空檢查 | 確保檢修環境符合法規與安全要求 |
| | 17 | 數位工單回報與屬性更新 | 維持數位孿生與實體現況之同步性 |
| 租戶 | 18 | 視覺化報修與精準定位 | 縮短報修溝通落差，提升滿意度 |
| | 19 | 個人能源使用回饋 | 強化節能參與度與居住透明度 |
| | 20 | 室內配置模擬與導引 | 輔助搬遷決策與居家空間優化 |

簡單說，知道要做什麼之後，我們才知道資料要怎麼準備才對。接下來會拆解四大核心角色的 BIM-FM 使用案例，包含：怎麼做、有什麼好、故事是什麼、要什麼資料。

2.2、業主與決策者：落實數據驅動的資產經營與決策

對於政府機關、行政法人或社會住宅之出資者而言，BIM 的核心價值在於提供所需資料以將「看不見的建築折舊」轉化為「可見的財務計畫」。業主站在宏觀視角，關心的是資產的永續性與財政撥補的合理性。

2.2.1、長期修繕計畫模擬

長期修繕計畫是社會住宅永續經營的財務基石。社宅營運期長達數十年，不同系統的生命週期差異極大。透過 BIM-FM 提供的資訊，長期修繕計畫可從傳統的「依經驗比例提撥」轉變為「實體構件連動模擬」。

- **應用說明：**業主可利用 BIM-FM 模型中的各種資產的數量與其維護週期相關資訊，例如各類資產的耐用年限參數，自動演算未來 20 年的年度維修預算。此應用能針對高價值且高耗損的系統進行預測：

- **昇降設備 (電梯)**：模擬控制主機板 (10-15 年) 與主鋼索 (約 15 年) 的更新高峰。
- **給排水系統 (泵浦與水箱)**：計算各案場揚水/加壓泵浦之折舊與更新週期，以及屋頂防水層的週期性大修。
- **消防安全系統**：針對消防幫浦組、發電機組與火警報警主機等關鍵生命安全設施，設定法規與經驗結合的汰換節點。
- **空調與能源系統**：如公共區域之空調主機 (Chillers) 與通風風機，模擬其效能隨年份下降之更新成本。
- **建築物外牆**：模擬週期性外牆清潔 (如每 3-5 年) 及外牆剝落巡檢打石 (如每 10 年) 之費用分布。
- **應用價值與效益**：實現「財政預見力」，讓決策者能提早調整修繕準備金 (Reserve Fund) 提撥率，平滑化第 15 年或 20 年可能出現的財政高峰 (Funding Peak)。
- **傳統模式之困難**：缺乏精準數量與資料清單，導致預算編列往往在設備故障後才緊急追撥，造成行政流程混亂與預算排擠。
- **具體案例**：某社會住宅案於第 12 年透過 BIM-FM 長期修繕計畫預警，發現電梯鋼索磨損速度優於預期，因此透過評估決策者決定將其汰換年限展延。但另一方面，由於屋頂防水層的報修與滲漏紀錄頻繁，決策者遂將預定於第 15 年的更換電梯鋼索的預算，提前撥補至防水層的整修工程，成功避免了因漏水造成的室內裝修二次損害。
- **所需收集之關鍵資料 (AIR 依據)**：
 - **幾何數量 (Quantity)**：由模型提取之實體個數或面積 (如外牆面積、泵浦個數)。
 - **安裝日期 (Installation Date)**：計算折舊的基準日。
 - **耐用年限 (Estimated Service Life)**：由法規或製造商建議之週期。
 - **更新單價 (Unit Cost for Replacement)**：當前市場之修繕參考單價。
 - **通膨/物價調整係數 (i)**：用於計算未來值之財務參數。

另外應注意的，在取得更新單價時，應由業主提供適當標準化的報價單要求廠商填寫，以確保報價資訊能與業主端的 BIM-FM 或其它資訊系統直接對接應用。

2.2.2、資產組合價值評估與健康度監控

當業主管理多處社會住宅案場時，BIM-FM 提供了橫向比較各案場「資產健康狀態」的數位基礎。

- **應用說明**：業主不再僅聽取個別管理單位的報告，而是透過視覺化儀表板 (Dashboard) 即時查看所有案場的資產折舊率與妥善率。
- **應用價值與效益**：協助業主辨識出「表現不佳」的案場或特定品牌設備，作為未來新建案招標規範 (如採購特定耐用品牌) 的實證依據；同時能提早標示出健康度下降的資產，讓決策者能進行跨系統、跨案場的預防性預算動態調度。

- **傳統模式之困難：**各案場回報格式不一，且僅依賴原廠靜態的「預估耐用年限」或「折舊攤提表」，業主難以橫向對比哪一類設備在不同環境下最常損壞，導致採購策略始終無法優化、長期修繕計畫的資金調度陷入僵化。
- **具體案例：**機關透過 BIM-FM 戰情儀表板橫向分析 5 處已營運之社會住宅案場，發現 A、B 兩處案場採用之「甲廠牌」揚水馬達，其妥善率在第 3 年起急遽下降，且年平均維修成本遠高於 C、D、E 三處案場採用之「乙廠牌」馬達。決策者遂依據此跨案場的實證數據，不僅提前啟動 A、B 案場的預防性汰換計畫，更在準備發包的 F 案場招標需求書（EIR）中，直接將甲廠牌列為不推薦名單，成功利用既有案場的維護大數據，防堵了新案場的採購風險。
- 所需收集之關鍵資料（AIR 依據）：
 - 資產唯一識別碼 (Asset ID)：跨案場統一的分類與編碼，確保資料庫精準對應。
 - 資產狀態代碼 (Status Code)：如良好、尚可、待修、失效，反映當下營運狀態。
 - 總維修成本與妥善率紀錄：累計修繕經費與妥善率等數據。
 - 動態量測與 IoT 數據：例行保養時的實測數值（如耗材損耗量）以及設備控制盤傳回之累積運轉時數。

2.2.3、能源監測與碳排策略管理

因應全球淨零排放政策與 ESG 發展趨勢，主辦機關（業主）需要透過 BIM-FM 空間模型進行深度的能效分析，以達成政府節能減碳之 KPI，並實現社會住宅的綠色永續營運。

- **應用說明：**將物聯網（IoT, Internet of Things）的智慧電錶、水錶即時數據，與 BIM 模型中的空間幾何資訊（如房型面積、樓層、建築朝向）進行關聯與疊圖分析。
- **應用價值與效益：**決策者可透過關聯性分析，發現哪些案場、公共區域，或是哪些「西曬房型」的能耗異常偏高。這些實證數據能作為未來編列修繕預算（如改善建築外殼、優化隔熱層），或制定下一代新建案綠建築標準（EEWH）的最強決策基礎。
- **傳統模式之困難：**傳統物業管理往往僅能取得台電或自來水公司的「總表帳單」，無法得知能耗是分佈在哪些特定的公共區域、機房還是個別單元。在缺乏空間分佈數據的情況下，機關難以對症下藥，制定精準的減碳對策。
- **具體案例：**某社會住宅案場透過 BIM-FM 結合智慧電錶大數據，發現「西曬側」的公共走廊與特定房型，在夏季的空調耗電量高出其他方位達 30%。機關依據此精確的 3D 能耗熱區分佈，不僅精準投放預算於該側外牆加裝遮陽百葉與隔熱塗料，更將此耗能實證數據回饋至後續新建案的設計規範中，成功從源頭降低整體公共用電量與碳排放。
- 所需收集之關鍵資料（AIR 依據）：

- 空間面積 (Area) 與體積 (Volume)：結合 BIM-FM 空間元件，計算各區域之能源使用密度 (EUI, Energy Use Intensity)。
- 能源設備規格 (Rated Power)：如照明燈具之瓦數、空調設備之額定噸數與能效等級。
- 計量儀表識別碼 (Meter ID)：連結實體感測器 (如智慧電錶) 與 BIM 模型中設備元件的對應編碼，確保數據正確拋轉。

2.2.4、預算核定與決策支援系統

在公務行政與物業管理中，修繕經費的核定常因雙方立場與資訊不對等而產生來回溝通的隱性成本。BIM-FM 系統將化解對立，成為機關 (業主) 與物管單位建立互信、達成「共好」的客觀數據平台。

- **應用說明**：當物管團隊規劃大型修繕或提出設備預防性汰換需求時，機關與物管方可共同檢視 BIM-FM 專屬數位履歷。依據系統大數據推算之「最適壽命」，以及過往累積維修費用佔「重置價值」的比例，雙方能以同一套科學標準，客觀評估該設備究竟是該「修」還是該「換」。
- **應用價值與效益**：建立以數據為基礎的夥伴關係。物管團隊能以系統分析報告快速取得預算核發，大幅降低行政溝通成本；機關則能確保經費發揮最大長期效益。將傳統對立的「防弊審查」，成功轉型為「共創資產價值」的雙贏模式。
- **傳統模式之困難**：過去因缺乏客觀的歷史履歷與財務數據，機關審核預算時常抱持防範心態而反覆質疑報價；物管單位則因專業建議不被採信而感到挫折，雙方容易陷入不信任的公文往返與消耗戰。
- **具體案例**：某社會住宅的揚水馬達近期頻繁出現異音，物管團隊原擬提報 8 萬元進行馬達總成大修。但在提報前，物管主任主動透過 BIM-FM 系統調閱數據，發現該設備全新「重置價值」為 10 萬元，本次大修費用已達重置價值的 80% (修繕/價值比過高)，且系統提示已達「最適壽命」折點。物管團隊遂直接匯出這份系統財務報告，向機關建議「全機預防性汰換」。機關承辦人看到客觀數據後，確認「換新」對長期財務更為有利，便迅速且安心地核准了 10 萬元採購案。物管方省去了反覆解釋的麻煩，機關確保了長遠的財務健康，住戶也獲得了更穩定的用水品質，達成三方共好。
- **所需收集之關鍵資料 (AIR 依據)**：
 - 資產重置價值 (Replacement Cost)：全新設備之初始採購與安裝總成本，作為財務運算的母體基準。
 - 累積修繕成本 (Accumulated Maintenance Cost)：該單一設備歷年維修工單之經費總和。
 - 修繕/價值比門檻 (Repair-to-Value Ratio)：系統內建之評估參數。例如設定當「單次修繕費大於重置價值的 50%」時，系統即主動建議雙方評估「換新」的整體經濟效益。

2.2.5、空間利用策略與資產異動分析

社會住宅除了提供居住單元，也包含了公共服務空間（如托嬰中心、日照中心、青創空間），其空間性質的變更與利用狀況，直接影響整體社宅的營運效益與社會價值。

- **應用說明：**機關（業主）透過 BIM-FM 空間模型與物業管理系統，持續監控各類公設的利用率。當面臨社區人口結構改變時，能利用 BIM-FM 模型的幾何與機電屬性，快速評估是否能進行空間機能轉型（如將閒置的交誼廳改建為特定社福設施）。
- **應用價值與效益：**讓空間資產的公益價值與營運效益最大化。透過數位模型的精準評估，能大幅縮短空間變更的先期規劃時間，加速社福資源進駐，落實社會住宅的好厝邊精神。
- **傳統模式之困難：**傳統圖資對於空間實際淨高、隔間材質，尤其是「機電預留容量（如總電盤負載、給排水管徑）」往往記錄模糊。導致空間面臨變更用途時，需委託技師反覆至現場進行破壞性探勘與測繪，不僅曠日廢時，更增加社福團體進駐的成本門檻。
- **具體案例：**某社會住宅營運三年後，機關從數據中發現一樓的「多功能閱覽室」使用率偏低，而周邊社區對「公共托育中心」的需求卻日益激增。若依傳統流程，社福機構需聘請水電技師反覆現場勘查。機關承辦人遂主動透過 BIM-FM 系統，調閱該空間的 3D 模型與機電屬性，瞬間確認其「電力預留負載」與「給排水管徑」完全能支撐托嬰中心增設兒童洗手台與專用配膳室的需求。機關據此迅速核定空間變更，不僅無痛活化了閒置資產，更讓社福團體提早兩個月順利進駐，創造了機關、NGO 與在地年輕家庭三方共好的社會價值。
- **所需收集之關鍵資料（AIR 依據）：**
 - 空間分類與用途編碼 (Space Category)：依建築法規與實際功能進行之空間分區定義。
 - 空間幾何與淨尺寸 (Spatial Dimensions)：包含空間面積、淨高、門檻寬度等（評估無障礙設施進駐之關鍵）。
 - 電力/給排水負載參數 (Utility Capacity)：該空間所屬迴路能負荷之最高安培數、空調預留冷噸數，以及進排水管徑等機電技術指標。

2.3、管理單位與代管公司：建立數位管理大腦

管理單位（包含政府營運中心或委外之物業管理公司）負責社會住宅長達數十年的日常運作。BIM-FM 對於管理單位的核心意義在於「降低資訊獲取成本」與「提升管理的可追蹤性」。

2.3.1、保固期與契約期程管理

在社會住宅營運初期，大量且種類繁多的設施設備仍處於廠商保固期內。BIM-FM 系統能將靜態的合約條文，轉化為自動化的時程防護網，確保設備在保固期滿前維持最佳健康狀態。

- **應用說明：**利用 BIM-FM 中預載的設備規格與合約屬性欄位建立自動化預警機制。系統可以讀取每項設備的「保固結束日期」，並在期滿前（如提前 3 至 6 個月）自動產生待檢核清單，甚至主動推播通知物管團隊與原設備商，啟動保固期滿前的最終協同校核。
- **應用價值與效益：**從「過保才修」的被動善後，轉向「期滿前總體檢」的主動防禦。對機關而言，能確保設備以最健康的狀態移交至常態營運期，精準守護公帑；對設備原廠而言，提早預警能讓他們採取「批次派工」進行檢修，大幅降低零星出勤的維修成本，達成營運方與供應商的雙贏。
- **傳統模式之困難：**傳統保固資訊散落於數百份紙本合約或未整合的檔案中，第一線管理人員難以針對單一設備主動追蹤。往往是住戶報修後，翻查資料才捫腕發現「上個月剛過保」，不僅造成機關財務損失，原廠也容易背負「品質不佳」的客訴壓力。
- **具體案例：**某社會住宅在營運第 3 年，BIM-FM 系統主動跳出預警，顯示地下室 20 台大型排風機將於 3 個月後保固期滿。物管主任隨即匯出清單，邀請原設備商進行期滿前總體檢。經現場實測，提早揪出了 5 台具備潛在馬達異音的設備。原廠因獲得充分的備料與排程時間，便於單次派工中將這 5 台馬達全數免費更新。機關因此省下了約 15 萬元的未來修繕支出，原廠也省下了未來分 5 次緊急派工的龐大隱性成本，更保障了地下室長期的空氣品質。
- **所需收集之關鍵資料 (AIR)：**
 - 保固開始/結束日期 (Warranty Start/End Date)：判定保固權責區間之絕對時間基準。
 - 保固廠商名稱與聯繫資訊 (Warranty Provider)：包含聯絡人與電話，用於系統預警時直接觸發聯繫與派工通知。
 - 合約編號 (Contract ID)：用於法律文件與原始採購發包資料的精準對應。

2.3.2、法定檢查申報與合規性預警

台灣針對建築物公共安全、消防設備、昇降設備（電梯）及高低壓電氣設備，皆有嚴格的定期檢查與申報法規。BIM-FM 系統能將「法規排程」與「數位資產」深度綁定，建立無縫接軌的自動化防漏網。

- **應用說明：**系統根據 BIM-FM 預載的設備分類與規格屬性，自動賦予其對應的「法定檢查標籤」。例如，系統辨識到「電梯」，便會自動生成「每月例行維護」及「每年使用許可證換發」的排程；辨識到「消防泵

- 浦」與「撒水頭」，便會啟動「年度消防檢修申報」的倒數計時。系統會在法定期限前（如提前 60 天）發出預警工單給物管主管與委外專業技師。
- **應用價值與效益：**實現「100% 合規 (Zero Non-compliance)」。透過系統強制的防呆與預警機制，協助第一線人員從容應對繁雜的法規排程，確保社會住宅營運完全符合國家標準，避免機關或代管公司遭受罰鍰，並以最高規格保障住戶的生命財產安全。
 - **傳統模式之困難：**傳統物管高度依賴行政人員的 Excel 表格或個人行事曆記憶。一旦發生人員異動或交接不清，極易發生「忘記申報」或「許可證過期仍繼續使用」的嚴重管理疏失與公安隱憂。
 - **具體案例：**某社會住宅機電主任突發離職，新任主管尚未完全熟悉業務。此時，BIM-FM 系統主動跳出「高低壓電氣設備半年檢」即將逾期的紅燈警示，並同步附上上一期的檢驗報告與外包廠商聯繫方式。新主管據此迅速聯繫技師派工，不僅無縫接軌了繁重的法規業務，更成功避免了因漏檢可能導致的台電斷電風險與主管機關罰鍰，讓交接期的管理零空窗。
 - **所需收集之關鍵資料 (AIR 依據)：**要啟動這套法定預警引擎，模型中必須具備以下屬性：
 - 法規分類碼 (Regulatory Category Code)：標記該設備適用的特定法規（如：消防法、建築法）。
 - 許可證到期日 / 下次安檢日 (Permit Expiry / Next Inspection Date)：系統啟動倒數計時的絕對基準點。
 - 安檢合格證明文件連結 (Inspection Certificate Link)：檢查完畢後，現場人員必須將最新年度的許可證照片或 PDF 掃描檔上傳並綁定於此欄位，系統才會解除警報並自動重置明年的排程，形成完整的合規閉環。

2.3.3、預防性維護排程

從被動的「壞了才修 (Breakdown Maintenance)」轉向主動出擊的「計畫保養/預防性保養 (Preventive Maintenance)」，是提升社會住宅服務水準與設備妥善率的最關鍵思維。

- **應用說明：**管理單位可根據 BIM-FM 中連動的設備技術手冊 (SOP) 與保養規範，自動在系統內設定各類關鍵設備（如電梯、發電機、揚水泵浦）的保養週期（月/季/半年/年）。系統會依據時程，定時產出數位化的「預防性維護工單」，並主動推播指派給現場技術員執行。
- **應用價值與效益：**透過規律的保養與耗材更換，能有效延長設備服務年限，將突發性停機（如無預警停水、電梯停用）的機率降至最低，大幅減少住戶投訴，營造高品質的居住體驗。
- **傳統模式之困難：**傳統保養排程多依賴現場人員的記憶、白板或紙本行事曆，極易因業務繁忙或人員休假而發生「漏保」；且管理階層難以追蹤、稽核第一線人員是否確實按表操課執行保養動作。

- **具體案例：**透過 BIM-FM 系統的自動排程，某社宅物管人員每月皆會收到針對給水系統進行「閘門切換與作動測試」的數位工單。在某次例行性的預防性維護巡檢中，技師按表操課，及時發現並更換了一顆微小但已失效的止回閘。這個標準動作成功避免了後續可能因「水錘現象 (Water Hammer)」所導致的嚴重管線爆裂與地下室淹水災情，將巨大的潛在損失消弭於無形。
- **所需收集之關鍵資料 (AIR)：**
 - 維護頻率 (Maintenance Frequency)：定義該項設備法定或原廠建議的保養週期。
 - 上次維護日期 (Last Service Date)：系統據此計算並自動推算下一次保養作業的觸發時間點。
 - 技術手冊與標準查核表連結 (Technical Manual & Checklist Link)：提供現場技術員作業指導步驟與應量測的數據欄位，確保保養品質不因人而異。

2.3.4、備品庫存與採購優化管理

社會住宅設施種類與數量龐大，若缺乏精確統計，常導致耗材備品不當囤積（呆料），或在緊急修繕時面臨「缺件待料」的窘境。BIM-FM 系統將空間模型與採購數據結合，化身為最精準的庫存大管家。

- **應用說明：**系統透過 BIM 模型中內建的設備「類型 (Type)」清單，能一鍵精確統計全案場同廠牌、同規格設備（如特定瓦數的 LED 感應燈管、特定型號的馬達軸承、門禁讀卡機）的總安裝數量，並據此總量設定科學化的安全庫存水位與自動請購點。
- **應用價值與效益：**大幅縮短設備故障後的平均修復時間 (MTTR, Mean Time To Repair)，維持居住品質；同時優化物管團隊的資金運用率，避免呆料佔用營運資金。透過計畫性的大宗採購，亦能與供應商建立長期穩定的互惠供貨夥伴關係。
- **傳統模式之困難：**傳統維修往往是在零件損壞、技師到現場「拆卸確認型號」後，才回到辦公室向供應商詢價、下單。漫長的行政與物流流程，導致設施停用時間過長，極易引發住戶抱怨。
- **具體案例：**新接手的物管單位透過 BIM-FM 系統統計，掌握該大型社宅案場共安裝了 1,200 盞特定型號的梯間感應燈。物管主任據此總量，預先向原廠供應商批次採購了 50 組備品入庫。此舉不僅因為「量大」而成功議定 15% 的採購優惠單價；更在日後燈管發生自然耗損時，讓技師能「直接從庫存領取正確型號，赴現場一次完修」，徹底消滅了來回勘查與待料的時間。
- **所需收集之關鍵資料 (AIR)：**
 - 設備類型名稱 (Type Name)：統整全案場同廠牌、同屬性物件的分類基礎。
 - 零件規格/型號 (Model Number / Specs)：精確的採購與詢價依據，避免買錯料的風險。

- 原廠供應商/代理商 (Manufacturer / Distributor)：包含聯繫窗口資訊，以便庫存低於安全水位時，系統能快速產出採購單。

2.3.5、修繕大數據分析與最適壽命評估

本項 BIM-FM 應用目標旨在將 BIM-FM 系統從單純的「數位資料庫」，升級為具備運算能力的「營運與財務決策引擎」，協助主辦機關與物管團隊以科學化的數據，實現社會住宅的永續經營。

- **應用說明**：系統累積動態維護履歷與成本數據後，分析特定品牌或型號設備的故障頻率，並可更進一步地運算其「年平均使用成本」以評估設備之最適壽命。
- **應用價值與效益**：辨識出「高維修成本設備」並精準抓出汰換的最適時機。除可作為編列長期修繕計畫的客觀依據外，若某品牌設備報修率異常，可建議機關在未來招標規格中將該品牌列為黑名單，或調高設備性能指標。
- **傳統模式之困難**：缺乏結構化數據，無法得知是設備本身品質差還是維修商技術不佳；且汰換時機多憑經驗判斷，容易造成盲目維修的資源浪費。
- **具體案例**：數據分析顯示，某案場之特定廠牌分離式冷氣機在第 5 年時「年平均使用成本」降至最低，第 6 年起維修費急遽攀升。物管團隊遂依此實證將該批設備的最適壽命定為 5 年，並提早編列預防性汰換預算。詳見【附錄 G】。
- 所需收集之關鍵資料 (AIR)：
 - 初始建置成本 (Initial Cost)：設備之新機購置與安裝費用。
 - 故障類型 (Failure Category)：如漏水、異音、斷電等。
 - 累計維修成本 (Accumulated Maintenance Cost)：歷年維修零件與工資加總。
 - 設施妥善率 (Availability Rate)：統計設備可正常運行的時間百分比。

2.3.6、災害應變與避難模擬應用

社會住宅作為高密度居住空間，公共安全至關重要。在火災、地震或瓦斯外洩等緊急狀況下，BIM-FM 系統能提供即時的 3D 空間導航與機電系統連動資訊，成為救災指揮與人員疏散的最強後盾。

- **應用說明**：當災害發生時，物管防災中心可即時查閱 BIM-FM 數位孿生模型，透視隱蔽於天花板或管道間的消防排煙系統、自動灑水系統分區範圍。並能將這些 3D 數位圖資同步提供給外部救災單位，引導消防人員精準切斷總閥門，或避開高危險源（如高壓配電盤室）。
- **應用價值與效益**：極大化地縮短災害初期的黃金搶救時間，減少人命傷亡與建築資產損失。同時，透過平時提供數位模型給當地消防局進行跨

單位防救災推演，能建立起物管與消防單位的「共好」夥伴關係與區域聯防安全網。

- **傳統模式之困難**：面對濃煙與現場混亂，物管人員與消防隊往往僅能依賴殘缺或不易判讀的 2D 紙本平面逃生圖，難以在第一時間精準掌握確切的閘門位置、管線走向或受災空間的立體佈局。
- **具體案例**：某社會住宅地下室發生疑似瓦斯管線洩漏觸發警報。面對偌大且管線密布的地下停車場，物管主任立即開啟 BIM-FM 系統，透過 3D 透視功能，在 30 秒內精準鎖定洩漏區段的「緊急瓦斯切斷閘」確切位置（位於某特定樑下的隱蔽處）。消防小隊抵達時，物管主任直接遞上平板顯示 3D 空間與路徑，協助消防員地迅速關閉正確的閘門，成功化解了一場可能引發連環爆炸的重大公安危機。
- **所需收集之關鍵資料 (AIR)**：
 - 緊急切斷開關位置 (Shut-off Valve Location)：包含水、電、瓦斯之總開關與分區制水閘的精確 3D 空間坐標。
 - 避難路徑幾何與防火區劃 (Evacuation Path & Fire Zone Geometry)：支援逃生動線引導與濃煙擴散預測的空間數據與材質屬性。
 - 消防設施連通關係 (Fire Protection System Connectivity)：確保撒水頭、排煙機與火警探測器之間的系統實體連動邏輯正確無誤。

2.4、第一線物管人員：賦予現場智慧化執行力

第一線物管人員（包含機電技術員、巡檢員及外部維護承包商）是整個 BIM-FM 系統資料收集的最前哨。在傳統維護模式下，現場人員常因圖資與現況不符而陷入「看不到、找不到、不確定」的困境，耗費大量無效工時。BIM 的輔助能賦予現場人員強大的「透視」與「導引」能力，不僅確保維修作業的精準與工安，更大幅減輕基層人員的作業負擔。

2.4.1、行動化空間定位與導覽

社會住宅案場規模龐大且機電管線錯綜複雜，新進物管人員或外部維修廠商常在迷宮般的地下室機房與管路間，耗費大量時間尋找特定的故障設備。

- **應用說明**：人員手持行動裝置（平板或智慧型手機），透過掃描現場位置的空間編碼（如機房門上或設備上的 QR Code / RFID），系統能即時在 3D 數位孿生模型中標註其當下所在位置，並自動規劃出前往目標設備的最短導航路徑。
- **應用價值與效益**：徹底消除非生產性的尋找與迷路時間。對於跨棟、跨樓層的例行設備巡檢，系統能自動演算並優化巡檢動線；同時讓外部廠商能「隨到隨修」，降低對資深物管人員帶路的依賴，達成營運方與維修商的雙贏效率。
- **傳統模式之困難**：傳統現場勘查極度仰賴資深員工的「口述記憶」或簡陋的手繪平面圖。新進人員或外包技師常因找錯機房、看錯管線或進錯空間，導致平均修復時間（MTTR）被無謂拉長，甚至引發誤操作其他正常設備的公安風險。

- **具體案例：**某大型社會住宅案場之地下室共有五處相互連通的機房。某日外部維護廠商接獲「地下二層 3 號加壓泵浦故障」通知趕赴現場。技師僅需用手機掃描電梯口的空間 QR Code，BIM-FM 系統便立即在 3D 模型上規劃出導航路線，並主動提示其避開前方正在進行地坪局部修繕的封閉區域，引導技師直接從最短的 2 號門進入機房精準找到該台泵浦。物管主任無需親自下樓帶路，技師也省去像無頭蒼蠅般尋找的時間，迅速完修並恢復住戶供水。
- 所需收集之關鍵資料 (AIR)：
 - 空間代碼 (Room ID / Space ID)：連結實體空間與 BIM 模型的唯一識別碼。
 - 幾何坐標 (XYZ Coordinates)：定位設備在虛擬模型與實體建築中之絕對空間位置。
 - 位置標籤 ID (Tag/QR ID)：對應現場實體張貼的條碼、QR Code 或感應標籤，作為啟動空間定位的數位鑰匙。

2.4.2、機電管線路徑查詢

漏水、跳電等問題通常發生在天花板上方、管道間或牆體內部。傳統上必須採用「破壞式檢測」，而正確的 BIM 模型賦予了現場人員宛如 X 光般的「透視」能力，徹底改變了機電修繕的破壞性本質。

- **應用說明：**現場人員利用行動裝置（平板或手機）結合 BIM 模型的 3D 透視功能，直接在螢幕上查看牆後或天花板內的隱蔽管線配置。系統可清晰區分出消防管、給排水管或強弱電橋架的確切走向、相對位置與實體淨距。
- **應用價值與效益：**實現「非破壞性精準定位」。在實際鑿開牆面或拆除天花板前，技師即已精確掌握故障點周邊的管線分佈與風險源。這不僅能「一擊必中」地精準開孔維修，更有效避免電鑽誤傷其他健康管路（如鑽破消防管或高壓電管），大幅降低後續的裝潢復原成本，減少對住戶日常生活的干擾。
- **傳統模式之困難：**傳統維修因為圖資不全，根本不確定漏水點在哪一條管線上，往往必須大規模拆除住戶的裝潢天花板，或憑經驗反覆敲擊牆面尋找漏水源。這不僅導致維修與復原成本極高，更容易引發住戶對「家裡被敲得千瘡百孔」的強烈反感。
- **具體案例：**某社會住宅住戶回報浴室牆面持續滲水。若依傳統作法，水電師傅可能要求敲除大半面牆的磁磚來抓漏。但該案場的維修專員抵達現場後，先透過平板呼叫 BIM 模型，利用透視功能發現滲水牆面後方，正好是冷熱水管交會處，且緊鄰著脆弱的 PVC 排氣管。專員依據 3D 模型的精確坐標，僅在特定磁磚位置開了一個維修小孔，便準確抓到是熱水管接頭鬆脫。不僅迅速排除漏水，更讓住戶免於忍受長達一週的泥作敲打與粉塵，完美達成了機關、物管與住戶三方滿意的「微創修繕」。
- 所需收集之關鍵資料 (AIR)：

- 系統分類碼 (System Category)：以不同顏色或圖層明確區分管線類型（如：冷水管、熱水管、消防管、電力管涵）。
- 連通性參數 (Connectivity)：建立管線的實體邏輯關係，以便在發現漏水時，能順藤摸瓜迅速辨識出必須緊急關閉的「上游制水閥門」確切位置。
- 幾何尺寸 (Dimension)：包含管徑大小與管壁厚度等實體幾何資訊，確保現場開孔尺寸拿捏準確。

2.4.3、數位維修手冊與 3D 導引應用

針對社會住宅內日益複雜的機電設備，傳統厚重的紙本維修手冊不僅難以翻閱、不便攜帶，更往往在人員交接過程中遺失。BIM 系統將設備實體與數位知識庫無縫融合，成為第一線技術員隨身攜帶的「3D 互動教練」。

- **應用說明**：系統將 BIM 模型中的每一項機電設備構件，直接綁定其對應的數位操作手冊、原廠保養規範，甚至 3D 拆解教學影片。現場人員只需透過行動裝置點擊虛擬模型，即可在現場 360 度旋轉查看設備內部構造與零組件細節。
- **應用價值與效益**：大幅降低複雜設備的維護技術門檻，賦能基層技術員。確保每一次的維修動作（如更換精密濾網、調整特定閥門壓力）皆精準符合原廠標準作業流程，有效減少因「憑感覺操作」而導致的人為損壞，更確保了設備保固條款不因誤操作而失效。
- **傳統模式之困難**：過去維修人員常因找不到紙本手冊，只能仰賴資深師傅的「記憶」或憑個人經驗摸索。若遇到不熟悉的新型設備，極易因跳過關鍵步驟或拆錯螺絲，引發設備二次毀損或工安意外。
- **具體案例**：某社會住宅導入了新型的智慧變頻水泵與中央監控主機。當資淺技術員被派往機房進行首次例行保養時，面對不熟悉的複雜接線面板，他並未盲目嘗試。而是直接用平板點開 BIM-FM 系統中該水泵的「3D 拆解與配線導引」影片。系統以透視動畫一步步展示如何卸下背板並找到正確的接線埠。這不僅完美避開了傳統 2D 配線圖容易看錯的「誤接短路」風險，更讓年輕技師迅速累積了正確的實作經驗，達成設備安全與人員技能提升的雙贏。
- **所需收集之關鍵資料 (AIR)**：
 - 技術文件與影音連結 (Document & Media URL)：綁定雲端操作手冊、保養 SOP 清單或原廠拆解教學影片的超連結。
 - 設備確切型號 (Exact Model Number)：確保數位手冊與現場實體設備型號 100% 吻合，避免「看 A 設備手冊修 B 設備」的致命錯誤。
 - 製造商與維修商聯絡資訊 (Manufacturer Contact)：提供原廠技術客服或代理商電話，以便現場技師在觀看手冊後仍有疑慮時，能一鍵直撥尋求專業線上支援。

2.4.4、現場設備狀態即時檢索

第一線人員在處理突發性設備當機或緊急報修時，往往面臨極大的時間壓力。此時他們最急需確認的關鍵決策資訊，便是該故障設備「目前是否仍在保固期內」以及「確切的備品規格型號」。

- **應用說明：**現場技師僅需以行動裝置掃描設備機身或機房牆面上的 QR Code / NFC 標籤，BIM-FM 系統便會即時從數位孿生模型中撈取並顯示該資產的完整「數位身分證」（包含：即時保固狀態、上次維護保養日期、出廠序號與額定功率等規格參數）。
- **應用價值與效益：**極大化地加速現場決策與修復效率。技術人員在第一線當下就能立即判定，是該「通報原廠免費出保更換」還是「由物管自行領料派工修復」。這不僅能避免技師誤拆保固內設備而導致權益受損（破壞保固條款），更大幅縮短了住戶等待修復的煎熬時間，達成機關守護資產與住戶安心居住的雙贏。
- **傳統模式之困難：**過去在缺乏數位工具支援時，技師常需在昏暗的機房內辛苦抄寫模糊不清的設備銘牌序號，再徒步或搭電梯回到管理中心，翻箱倒櫃查閱厚重的紙本採購合約與報修卷宗。這一來一回的資料調閱過程，往往耗費長達 1 小時以上，嚴重拖延了黃金搶修時機。
- **具體案例：**某個炎熱的週末夜晚，社會住宅頂樓的加壓馬達突發故障，導致高樓層無水可用。值班的機電專員趕到現場後，立刻用手機掃描馬達上的 QR Code，系統瞬間顯示該設備「仍在原廠保固期內，且上一期例行保養為正常」。專員據此立刻決定「不自行拆卸外殼檢修」，而是直接點擊系統上顯示的原廠 24 小時緊急報修電話。這項基於數據的精準現場決策，不僅保障了機關免費獲賠新馬達的保固權益，原廠技師也因獲得準確的報修型號而迅速帶料趕赴現場，成功化解了一場可能引發大量客訴的週末夜停水危機。
- **所需收集之關鍵資料 (AIR)：**
 - 序列號 (Serial Number)：設備出廠的唯一實體身分證，用於精準核對保固資格，避免魚目混珠。
 - 保固起迄日期 (Warranty Start/End Date)：現場人員判定該「自行維修」或「呼叫原廠出保」的絕對財務判斷基準。
 - 關鍵性能參數 (Key Spec.)：包含設備之揚程、馬力、功率或流量等規格，作為物管人員需自行去五金行或倉庫領料更換時的精確指引。

2.4.5、安全防護與維修淨空檢查

機電設備機房與維修通道常因日常管理疏漏，被不當挪用為臨時倉庫。這不僅違反公安法規，更在發生緊急事故時，嚴重威脅第一線維修人員的生命安全與搶修時效。BIM-FM 系統能將無形的「安全距離」具象化，成為現場工安的數位糾察隊。

- **應用說明：**BIM 模型中針對各類機電設備（如高壓配電盤、發電機、空調箱），皆預先建置了符合法規與原廠規範的「維護淨空區（Maintenance Clearance Zone）」。當巡檢員持行動裝置至現場比對時，若發現該 3D 虛擬淨空範圍內被堆放實體雜物，系統便會強制發出工安違規警示並要求限期改善。
- **應用價值與效益：**確保維護空間永遠符合法規與安全操作的最低要求。保障維修技師在抽取大型濾網、維修泵浦軸心，或面臨火災、漏電等極端緊急狀況時，擁有不受阻礙的逃生與操作路徑，將基層人員的職業災害風險降至最低。
- **傳統模式之困難：**傳統的 2D 竣工圖無法直觀呈現設備「開門」或「抽換零件」所需的立體迴轉半徑。導致電氣室、泵浦房常被外包清潔人員或住戶當成隱蔽的雜物間。往往等到設備當機、技師帶著大型工具機準備維修時，才愕然發現人員根本無法進入或操作空間嚴重不足，嚴重延誤黃金搶修時間。
- **具體案例：**某大型社宅的新任物管主任在進行首週巡檢時，透過平板上的 BIM AR 透視功能，發現地下室高壓配電室內，有一處被標示為「絕對淨空區（1.5 公尺）」的虛擬紅框範圍，在現實中竟被外包清潔公司堆滿了易燃的紙箱與清潔劑。主任當下立即開立違規單要求全數撤出。一週後該社區發生無預警跳電，台電人員能在第一時間毫無阻礙地抵達配電盤前進行總開關復歸。因為先前的「數位淨空把關」，成功預防了技師在黑暗中被雜物絆倒的工安意外，更避免了潛在的電線走火悲劇。
- **所需收集之關鍵資料 (AIR)：**
 - **維護空間幾何 (Clearance Geometry)：**在 BIM 模型中以半透明的 3D 方塊或量體表示，定義出設備散熱、開門或抽換零件所需的絕對立體淨空範圍。
 - **安全注意事項 (Safety Note)：**綁定於設備屬性中的關鍵工安警語，例如「高壓危險範圍」、「局限空間作業」、「需斷電並由兩位技術員在場方可操作」等救命資訊。

2.4.6、數位工單回報與動態屬性更新

這是維繫社會住宅「動態維護管理」最重要、也是確保數位孿生具備永續生命力的最後一步：確保虛擬模型與現場實體持續保持一致。

- **應用說明：**現場人員在修復設備後，無須回到管理室填寫紙本報表，而是直接在行動端 App 上拍攝完工照片，並一鍵更新資產狀態（如：從「待修」切換為「正常運作中」）。若維修過程中更換了全新品，技師可同步利用手機掃描新設備銘牌，直接覆寫系統內的規格型號與保固資訊。
- **應用價值與效益：**建立嚴謹的資料更新閉環，確保 BIM-FM 資料庫始終精準反映現場的真實物理狀況。這不僅為管理階層提供了最可靠的動態維護履歷，更大幅減輕了基層技術員「維修完還要回辦公室寫報告」的繁文縟節，實現了前線省力、後台精準的雙贏共好。

- **傳統模式之困難**：過去維修完畢後，資料更新往往被遺忘在散亂的紙本紀錄或 LINE 群組對話中。隨著時間推移與人員更迭，BIM-FM 系統中的資訊永遠停留在「竣工點交的那一天」，導致數位模型與現場實體徹底脫節（模型衰退），後續的數據分析也隨之失真。
- **具體案例**：某社區的頂樓加壓馬達因嚴重燒毀而必須全機換新。外包技術員在頂樓安裝完畢並測試運轉正常後，直接拿起手機拍攝完工確認照上傳，並順手將新馬達的出廠序號與全新的「1 年保固期」記錄進 App 中。這筆即時回傳的現場數據，讓系統立刻自動解除了原本的故障警報，並瞬間將該資產的長期修繕計畫汰換週期重新歸零起算。物管主任在樓下辦公室同步收到完工推播，無須再派人上樓覆核，當天即可順利結案並辦理技師的請款作業。
- **所需收集之關鍵資料 (AIR)**：
 - 修繕日期與時間戳記：系統自動紀錄的完工時間，確保履歷的真實性與時效性。
 - 完工照片連結：拍攝修復後現況或新設備銘牌，作為日後查驗或核銷付款的視覺證據。
 - 維修人員 ID：紀錄執行該工單的確切技師或廠商編號，落實維修責任歸屬。
 - 更換零件序號與新屬性：若有更換重要部件或全機，必須覆寫的全新出廠序號與保固起迄日。

2.5、租戶：提升居住服務品質與互動體驗

社會住宅的租戶雖然不直接參與設施的日常維護與營運決策，但其報修行為與生活習慣卻是維運數據最真實的第一線來源。對租戶而言，BIM-FM 不再是冰冷的工程圖紙，而是優化居住便利性、減少生活干擾，並建立良好租賃互動關係的數位服務界面。

2.5.1、視覺化報修與精準定位服務

報修溝通落差是傳統物業管理中最耗費行政成本，也最容易引發租戶抱怨的環節。住戶往往不具備機電專業，難以準確描述損壞的確切位置或設備型號。

- **應用說明**：租戶透過專屬的手機 App，即可查看其承租單元的簡化 3D 模型或直觀的平面圖。當發生設備故障（如洗臉盆下方漏水、浴室抽風機異音）時，租戶只需直接在模型中點擊該物件或大致位置並上傳現況照片，系統即會自動夾帶該設備的專屬資產編號（Asset ID）送出數位報修單。
- **應用價值與效益**：達成「報修即定位、報修即辨識」。管理中心不需再反覆去電確認「是哪一個水龍頭壞掉」，維修技師在出發前就能從系統得知確切的零件型號與備品庫存，實現一次到位的修繕服務，大幅降低對住戶私領域的打擾，提升居住滿意度。
- **傳統模式之困難**：傳統住戶的口頭或文字描述往往極度模糊（如只寫「廁所漏水」）。維修人員必須先空手到場「勘查」，才發現是落水頭阻塞

而非給水管破裂，或者需要特殊規格的止水墊圈。這導致技師必須多次往返五金行或倉庫取件，不僅虛耗物管工時，更讓住戶得多次請假在家等待，引發強烈民怨。

- **具體案例：**某社會住宅導入視覺化報修 App 後，一位承租戶點擊了 3D 圖面上的「客浴抽風機」並附上異音影片報修。物管中心收到工單的瞬間，BIM-FM 系統同步顯示該抽風機為「某廠牌 A 型號」，且庫存有備品。技師隨即帶著正確型號的新風機前往，僅花 10 分鐘便完成替換。這種精準服務不僅讓該案場報修單的「描述錯誤率」由 35% 驟降至 5% 以下，單次修復完成時間 (MTTR) 平均縮短了 2 個工作天，更創造了住戶驚艷、物管省時的「共好」居住體驗。
- 所需收集之關鍵資料 (AIR)：
 - 空間/房號代碼 (Room ID)：確認修繕發生的確切行政區域與戶別，方便技師快速定位。
 - 設備名稱與資產編號 (Equipment Name & Asset ID)：確保報修工單與 BIM 模型中的實體構件 100% 精準對應，直接關聯出確切的設備規格。
 - 租戶聯繫資訊 (Tenant Contact)：用於系統自動推播派工進度，以及與住戶預約確切的到府維修時間。

2.5.2、個人能源使用回饋與節能引導

社會住宅肩負著推動國家節能減碳政策的示範使命，而這項任務的成敗，高度依賴廣大住戶日常行為的改變。BIM-FM 結合智慧電表 (AMI, Advanced Metering Infrastructure)，能讓無形的「耗電量」變成具備社交比較驅動力的「數位節能教練」。

- **應用說明：**系統將各戶的智慧電表即時總用電數據，與 BIM 空間模型中的「戶型與面積」資訊深度整合。租戶可在專屬的手機 App 界面，查看自家當月或當週的累積用電量，並與社區內「相同房型、相似面積」住戶的平均用電量，進行「去識別化」的客觀對比。
- **應用價值與效益：**強化自發性的節能動機。透過直觀的「同儕數據比較」，住戶若發現自家總電量遠高於鄰居，便會產生警覺並主動檢視耗電行為（如：冷氣溫度設定過低、未關閉待機耗電設備）。這不僅為租戶省下實質的荷包支出，更匯聚成全社區協助政府達成 ESG 淨零碳排目標的強大助力，實現公私共好。
- **傳統模式之困難：**過去住戶每兩個月才收到一次台電的紙本帳單總額，且無從得知自己的用電量在社區中是算「省電」還是「耗電」。在缺乏即時回饋與同儕比較基準的情況下，機關很難推動實質的日常節能宣導，宣導單往往淪為壁紙。
- **具體案例：**某社會住宅的一位承租戶在夏季初，透過社區 App 的「能耗儀表板」查看，赫然發現自家「三房兩廳」的總耗電量，竟比社區內其他同為三房兩廳的平均值高出 30%。該租戶意識到耗電異常後，主動清洗了家中三台冷氣的濾網，並養成出門拔除高耗電器插頭的習慣。下個

月，該戶在 App 上看到自家的用電量成功降回社區平均水準，實質省下了近千元電費。物管中心更藉此系統數據，舉辦「同戶型節電進步獎」，用正向鼓勵帶動了該社區當季整體總用電量下降 5%。

- 所需收集之關鍵資料 (AIR)：
 - 智慧電表 ID：串接即時能耗數據與 BIM-FM 實體戶別單元的對應橋樑。
 - 戶型與面積參數：區分一房、兩房或三房型，以作為「同類比較」的科學分群基礎。
 - 基準能耗指標：系統大數據動態運算出的同房型平均耗電基準，用於提供租戶「去識別化」的比較圖表。

2.5.3、室內配置模擬與搬遷導引

社會住宅租戶在獲配備籤、準備遷入前，對於家具擺放、空間淨尺寸與插座位置的疑慮，往往是物管中心最常處理的諮詢電話。BIM 模型的空間可視化，能將這段充滿未知焦慮的搬家過程，轉化為流暢的數位入住體驗。

- **應用說明**：機關將竣工 BIM 模型轉換為輕量化的 3D 檢視網頁或 App，供即將入住的租戶下載或在線查看。住戶可透過虛擬搖桿在自家房型內漫遊，甚至利用系統內建的「數位捲尺」功能，預先測量樑下高度、房門寬度、插座位置及規劃大型家具的搬運動線。
- **應用價值與效益**：創造極佳的租戶入駐體驗，大幅降低買錯家具或家電尺寸不合的財務風險。對物管單位而言，這項數位自助服務能省下成百上千通要求「幫忙去現場量一下冰箱寬度」的客服諮詢，也減少了搬家當天因大型家具卡在電梯或走廊所引發的公共區域碰撞糾紛，實現住戶省心、物管省力的雙贏。
- **傳統模式之困難**：過去租戶只能看著缺乏高度資訊的 2D 簡圖，或在短暫的看屋時段匆忙拿著實體捲尺四處丈量。常發生住戶興高采烈買了大型沙發卻進不了大門，或是衣櫃送達才發現擋住了房間唯一的網路孔與冷氣插座，退換貨的窘境屢見不鮮。
- **具體案例**：某新建社會住宅在點交前一個月，將各戶型的「3D 輕量化看屋連結」發送給承租戶。某位租戶原擬網購一組 210 公分高的大型系統衣櫃，透過線上模型漫遊與測量，赫然發現預定擺放位置的上方有一支下降樑，淨高僅剩 200 公分，且剛好會遮擋住牆壁上的弱電資訊孔。該住戶及時更改了家具尺寸與擺放配置。入住當天，搬運動線順暢，新買的家具完美就位，物管中心也順利度過了原本應該焦頭爛額的入住高峰期。
- 所需收集之關鍵資料 (AIR 依據)：
 - 幾何資訊需求 (Geometrical Information)：規範模型必須如實建置室內下降樑、管道間凸出物、門框淨寬等影響空間的 3D 實體 (精細度需達竣工等級)，確保住戶在系統中利用數位捲尺測量出的「淨尺寸」具備真實物理意義。

- 非幾何與屬性需求：在設備與空間表單中，必須明確分類 110V/220V 電源插座、網路孔、電視天線孔的設備類型，並將其與 3D 面板構件精準綁定，以導引租戶正確配置高耗能家電。

2.6、資產資訊需求 (AIR) 的重要性與推導邏輯

在前述各小節中，我們針對各項社會住宅維運目標，建議了其背後所支持的關鍵資料項目。這些項目的集合，即構成了本指南的核心標準—資產資訊需求 (Asset Information Requirements, AIR)。本節旨在說明：為何「需求先行、精準採集」是社會住宅維運成敗的核心基礎。若對於社會住宅營運期間需要進行的作業與維護管理還不是很清楚的讀者，建議可以參閱內政部國土管理署所編撰的「社會住宅規劃設計興建及營運管理作業參考手冊」¹。

2.6.1、資訊收集的「標靶效應」

許多機關在初次導入 BIM-FM 時常有一種迷思，認為「BIM 數據愈多、愈細愈好」。然而，過剩且無目的性的數據不僅會造成系統運算負擔、增加 BIM-FM 團隊無謂的建置成本，缺失了關鍵數據更會直接導致維管應用失效。

- 按需採集：數據的收集必須具備「標靶效應」。管理單位應嚴格依照前述所定義的各項應用目標，精準且標靶式地要求 BIM-FM 團隊準備與確認對應的資料。這不僅保障了機關的預算效益，也體恤了 BIM-FM 團隊的作業負擔，達成公私共好。
- 邏輯範例：若機關決定在該社會住宅案中執行「長期修繕計畫」的預算推估，那麼設備的「初始單價」與「耐用年限」就是絕對不可豁免的必填項 (Required)；反之，若該案不打算由物管端執行深度的空調能源模擬，則「設備熱負荷參數」即可列為非必填 (Optional) 或延後交付，避免 BIM-FM 團隊耗費人力建立無價值的資料。

2.6.2、資訊需求之於 AIR 的先行地位

本指南建議：資產資訊需求的定義 (AIR) 應絕對先於模型建置 (Modeling) 與工程交付 (Exchange)，以確保數位資產的實質效能。

- 賦予數位資產管理靈魂：在社會住宅的生命週期中，若未在工程發包與竣工點交前明文規範 AIR，產出的模型往往僅具備幾何外殼 (幾何資訊)，而缺乏支持物業管理決策的關鍵屬性 (如保固細節、維修手冊連結、關鍵性能參數)。
- 消弭二次建置的資源虛耗：缺乏屬性支持的模型將導致營運端需投入額外人力，回過頭對現場設備進行人工盤點與資料二次補錄，這不僅造成嚴重的行政資源浪費，亦會降低維護管理系統啟動的即時性。

¹ 全文可由 <https://www.nlma.gov.tw/ch/titlelist/areanu/4948> 下載。

- 建立透明的契約協作基準：建議機關將本章所推導之資產資訊標準（即後續小節詳述之空間與設備屬性規範），直接納入採購契約之技術附件。這能為執行團隊提供清晰的執行目標，並作為竣工點交與計價核付的客觀依據。

2.7、設施設備維運屬性標準 (AIR Matrix)

本節旨在將前述 2.2 至 2.5 節的 20 項應用需求，轉化為具體的數位資產資料規格 (Data Schema)。機關應依據專案欲達成之營運目標，引領執行團隊精準產出對應之數據維度，以實現「數據驅動決策、數位賦能管理」之核心願景。

2.7.1、五大資產資訊維度

為確保社會住宅在全生命週期中能達成跨部門與跨階段的協作效率，本指南將資產屬性歸納為以下五大維度。每一維度均代表資產數位 DNA 的不同面向，主辦機關應依據專案選定之應用項目，要求執行團隊落實對應之屬性建置。

- 維度一、基礎身份與空間：作為資產之「數位身份證」，旨在建立數位模型與實體建築間的唯一對應關係。其管理價值在於確保所有利益關係人（業主、物管、維修廠商）皆能基於「單一事實來源 (Single Source of Truth)」進行協作。此維度具有以下屬性：
 - 設備名稱：清晰易辨識之中文名稱（如：分離式冷氣機、排煙排風機）。
 - 分類編碼：建議採納國際標準分類 (如: OmniClass)，利於數據統計與系統勾稽。
 - 空間編碼/名稱：定義設備所處之物理空間（如：A 棟-3F-梯廳）。
 - 資產唯一識別碼 Asset ID：如果可能，建議採取具語義邏輯的財產編號，詳見 2.8 節說明。
 - 全域唯一識別碼 GUID：建模軟體自動產生之底層唯一識別碼。
- 維度二、契約、合規與權責：聚焦於資產與法律、契約間的關聯，定義資產在法規框架下的運作條件與責任歸屬。其價值在於確保機關與租戶權益不因保固過期或定檢逾期而受損，落實資源配置優化與風險規避。此維度具有以下屬性：
 - 保固開始/結束日期：釐清設備是否仍處於保固責任範圍內。
 - 保固廠商資訊：包含廠商名稱、聯絡人與緊急報修電話。
 - 維護合約編號：關聯至特定的委外維護合約，以便績效追蹤。
 - 法定檢查申報週期：如消防、昇降設備等法規規定之巡檢頻率。
 - 許可證/證號：相關設施之法定運作執照編號（如：電梯使用許可證）。
- 維度三、技術性能與維修引導：本維度涵蓋資產的「物理屬性」與「操作指引」，是賦能第一線維修夥伴、提升修繕精確度的核心數據，有助於消除現場人員與管理端間的資訊不對稱，大幅降低技術門檻與因誤報、誤修產生的二次破壞。此維度下應有：
 - 廠牌/型號：確保報修時能即時提供正確的零件規格。
 - 關鍵技術參數：如額定電壓、馬力、流量、管徑等特定規格。

- 數位手冊連結 (URL)：連結至存放在雲端空間的設備說明書。
- SOP 操作/維修指引：連結至 3D 導引圖說或簡易故障排除影片。
- 備品建議與耗材規格：定義維護時需常備之零件清單。
- 維度四、安全防護與空間動態：關注資產在環境中的動態行為與安全性要求，將模型由靜態圖資轉化為具備「環境感知」的決策地圖，有益於提升災害發生時的應變效率，保障維修作業的環境安全，並提供租戶透明且高品質的居住環境指引。
 - 避難/搶救路徑標記：標示資產周邊之疏散動線。
 - 維修淨空要求：定義設備周邊必須維持淨空之空間範圍。
 - IoT 感測器 ID (如適用)：連結至監控系統之數據點代號。
 - 空間配置參數：如最大荷重限制、可容納人數等空間屬性。
- 維度五、戰略決策與財務永續：此維度為資產的財務價值評估相關，聚焦於資產全生命週期的財務績效與永續管理指標，可提供「證據導向」的戰略支持，協助機關精準編列長期修繕計畫之撥補預算，確保社會住宅之財務健康。
 - 初始採購單價：建立財務折舊與汰換預算的基準。
 - 預計耐用年限：依據法規或實務建議之資產壽命。
 - 能源效能指標 (COP/EER)：用於追蹤設備能耗是否符合綠建築要求。
 - 累積維修成本 (累計值)：用於判斷設備是否已達到「最適壽命」之轉折點。
 - 預估殘值：用於生命週期成本之精算。

2.7.2、20 項 BIM-FM 應用項目與資料維度追蹤表 (Traceability Matrix)

表 2-2 定義了 2.2 至 2.5 節各項應用案例為達成其核心價值，所必須具備的資產資訊基礎 (● 為核心必填，○ 為建議增報)。注意到表 2-1、表 2-2 絕非完整的應用可能性，例如租賃狀態與合約管理應該是社宅營運管理必要的功能就沒有列在其中，本章列出的應用是一個拋磚引玉的作用，希望能刺激讀者們能透過類似的過程找出自己真正想要的應用。

表 2-2、20 項 BIM-FM 應用項目與資料維度追蹤表

| 序號 | 關鍵 BIM-FM 應用項目 | 核心目標與應用價值 | (一) 身份 | (二) 契約 | (三) 技術 | (四) 安全 | (五) 決策 |
|----|----------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 01 | 長期修繕計畫模擬 | 輔助預算編列與財務永續經營 | ● | | | | ● |
| 02 | 資產組合價值評估 | 跨案場資產健康度監控與品質對比 | ● | | | | ● |
| 03 | 能源監測與碳排策略 | 落實節能減碳政策與綠建築指標 | ● | | ○ | | ● |
| 04 | 預算撥補與決策支援 | 建立基於實證數據的行政核定機制 | ● | | | | ● |
| 05 | 空間利用策略與資產異動 | 作為空間利用變更之評估依據 | ● | ○ | | ● | |
| 06 | 保固期與契約期程管理 | 降低修繕支出風險與法律權責判定 | ● | ● | | | |
| 07 | 法定檢查申報與合規性預警 | 確保設施合法運行，規避裁罰風險 | ● | ● | | ○ | |
| 08 | 預防性維護排程 | 從「故障修復」轉向「計畫保養」 | ● | ○ | ● | | |
| 09 | 備品庫存與採購優化 | 減少資產閒置與縮短零件更換週期 | ● | | ● | | ○ |
| 10 | 修繕大數據與壽命評估 | 建立科學化的設備選型採購依據 | ● | | | | ● |
| 11 | 災害應變與避難模擬 | 提升緊急狀況下之空間感知與安全性 | ● | | | ● | |
| 12 | 行動化空間定位與導覽 | 消除尋找設備之無效工時 | ● | | | ● | |
| 13 | 機電管線路徑查詢 | 實現非破壞性精準檢測 | ● | | ● | ● | |
| 14 | 數位維修手冊與 3D 導引 | 降低技術門檻與減少人為錯誤 | ● | | ● | | |
| 15 | 現場設備狀態即時檢索 | 現場掌握保固、型號與技術參數 | ● | ○ | ● | ○ | |
| 16 | 安全防護與維修淨空檢查 | 確保檢修環境符合法規與安全要求 | ● | | ● | ● | |
| 17 | 數位工單回報與屬性更新 | 維持數位孿生與實體現況之同步性 | ● | | ● | | |
| 18 | 視覺化報修與精準定位 | 縮短報修溝通落差，提升滿意度 | ● | | | ● | |
| 19 | 個人能源使用回饋 | 強化節能參與度與居住透明度 | ● | | ● | | ● |
| 20 | 室內配置模擬與導引 | 輔助搬遷決策與居家空間優化 | ● | | | ● | |

2.8、資產唯一識別碼 (Asset ID) 與編碼標準

為了營運維護管理之需求，所有列管資產均應賦予「資產唯一識別碼 (Asset ID)」，作為現場標籤 (例如 QR Code、條碼)、報修工單、財務資產清冊之間唯一且共通的溝通索引 (Primary Key)，也就是每一個列管資產都有其獨一無二的識別碼。注意到不是所有資產均需列管，機關應審慎評估列管所帶來的價值 (例

如涉及較高採購或維護成本、具法定強制更換年限、與公共安全相關等等) 決定需列管資產，例如機械式停車設備、消防撒水設備等等，表 2-3 簡要列出國家住都中心所列管之七大類 105 項資產項目供讀者參考。

表 2-3、國家住都中心列管之七大類 105 項資產

| 分類 | 列管資產項目 | 數量 |
|-----------------|--|----|
| 土建機械類 | 緊急升降機、一般電梯、停車場專用電梯、鐵捲門、防洪閘門 | 5 |
| 給水、排水、衛生設備及雨水回收 | 揚水泵浦、恆壓變頻泵浦、廢水泵浦、污水泵浦、雨水泵浦、機坑排水泵浦、自來水水箱、消防水箱、蓄水池、雨水滯洪池、總水表、定水位閥、減壓閥、水錘吸收器、漏水／淹水偵測器、球閥、逆止閥、感應式沖水器、馬桶、無障礙馬桶(含安全扶手)、小便斗、洗臉盆(含水龍頭)、油脂截留器、噴灌(滴灌)設備 | 24 |
| 電氣設備 | 高壓配電盤、低壓配電盤、插座分電盤、照明分電盤、馬達控制盤、緊急發電機組、日用油箱、黑煙淨化器/觸媒轉化器、航空障礙燈、不斷電系統(UPS)、太陽能光電組、電動車／機車充電盤體、照度感知器 | 13 |
| 弱電及電信 | 中央監控管理主機、監控系統副機、操作電腦顯示螢幕、大型監視牆螢幕、弱電箱(電信／資訊／電視)、弱電機櫃、門禁管理系統主機、門禁讀卡機、門禁感應開關、保全對講管理總機、彩色影視防盜／緊急求救主機、緊急求救對講機、彩色影視門禁數位門口機、監視器攝影機、行動通訊增波設備、車道柵欄機、多媒體數位看板 | 17 |
| 消防 | 消防泵浦、撒水泵浦、泡沫泵浦、火警受信總機、火警綜合盤、泡沫原液槽、偵煙式探測器、定溫式探測器、差動式探測器、水流檢知裝置、廣播系統主機、廣播喇叭、一氧化碳偵測器、消防栓箱、滅火器、排煙機、進風機、正壓風機、排煙控制盤、消防排煙窗、排煙閘門 防火閘門、出口指示燈、逃生指示燈、避難方向指示燈、緊急照明燈、緩降機 | 27 |
| 空調與通風 | 空調室外機、空調室內機、進風機(通風用)、排風機(通風用)、導流風機、通風扇(戶內)、防火風門、空氣品質探測器 | 8 |
| 其它 | 熱水器、抽油煙機、瓦斯爐、IH感應爐、住戶大門電子門鎖、飲水機、不鏽鋼廚餘冷藏設備、除霧鏡、外牆景觀燈、避雷針、地震監測儀 | 11 |

至於資產唯一識別碼的編列方式，只要能滿足前述在不同系統之間共通且可唯一辨識單一資產的索引即可，各機關可依其現實考量決定此資產唯一識別碼的編碼方式。若無現行編碼方式，可參考內政部建築研究所出版之「應用 BIM 輔助建築維護管理作業指南操作手冊」中建議具語義的七階層建築物財產編碼原則，簡略說明如下：

- 編碼方式：編碼應具備階層性與唯一性，例如以「園區編號-建築編號-樓層編號-空間/房間編號-設備類型-建築物件類型-流件類型流水號」，各語義元素之間以「-」間隔以利辨識，如此編碼具有人類可讀性。
- 編碼範例：例如內政部建築研究所 108 年「公有建築物繳交建築資訊建模 (BIM)竣工模型之建材與設備交付資訊內容研究」案之南投分局辦公大樓 (A 棟) 地下二層的 205 號機房內的一台消防泵浦，其資產唯一識別碼可定義為「NTB-A-B2-MR205-FIRE-PUMP-9202」。
- 注意：若列管資產有可能被移動至其它空間、樓層、甚至是其它園區時、則應再考慮是否要將這些階層語義設計進入其資產編碼之中，以避免未來移動後需調整此資產唯一識別碼，造成其喪失與其連動之資料與履歷。
- 建議機關先將所有可能設備類型（或系統類型）與建築物件類型的英文簡稱整理成對照表，以避免簡稱的重複並有一致性的編碼。而未來亦可透過此編碼中的設備類型或建築物件類型過濾取出物件資料進行跨專案、跨棟的大數據統計分析。

2.9、小結：從應用需求出發，建構具生命力的數位資產

本章透過 20 項跨維度、跨角色的應用案例，勾勒出了社會住宅資產資訊需求 (AIR) 的輪廓。這不僅僅是定義了一份資料清單，更是為社會住宅的全生命週期管理奠定了「數據治理」的基石。核心成果包含確立了「需求導向」的五大資料維度（身份、契約、技術、安全、財務），確保採集數據具備明確營運目的以避免資源浪費；並定義具語義邏輯的「Asset ID」，可作為跨系統溝通的索引，以作為現場實體與財務清冊間的連結。

本章所列之各項應用案例，旨在示範從需求出發決定需要收集之維運屬性資料的過程，並可作為專案需求之參考。機關應依據案場特性與自身需求，從中選擇與或擴充必要之管理功能，決定所需採集的數據，並將其轉化為第五章所述之平台功能需求，以作為 5.4.4 節 實質驗收時的功能測試指標。

本章所定義的 AIR 代表了機關對於數位資產的「規格要求 (What)」。然而，高品質的數據不會自動產生，必須仰賴專案參與各方的專業協作。因此，在進入技術實踐之前，我們將於第三章「利益關係人角色與職責協作」中，進一步釐清業主、BIM-FM 團隊與物管夥伴在數據生命週期中的權責劃分 (Who)。唯有先確立「人」的協作架構，隨後第四章「資產資訊模型建置與交付規範 (EIR)」中的「技術路徑 (How)」才能被有效落實為可驗收的成果。

第三章、組織架構與利益關係人權責

本章旨在建立社會住宅在長達數十年的營運期中，各參與方如何有效協作的組織框架。社會住宅的物業管理與設施設備維護是一場漫長的馬拉松，其成敗的關鍵往往不在於導入了多麼昂貴的技術軟體或硬體工具，而是在於各利益關係人（Stakeholders）之間，是否具備明確的職責分工與流暢的資訊交換路徑。

延續第二章所確立的各項 BIM 應用目標與「共好」價值，本章將進一步定義支撐這些應用落地的核心組織架構。透過釐清機關業主、物管團隊與第一線物管人員的權責，我們將確保 BIM 數位資產（模型與數據）能從工程竣工點交階段無縫接軌，並在後續日復一日的營運日常中，透過正確的跨單位協作，持續保持數據的精準度與生命力。

3.1、利益關係人定義與核心職責

社會住宅營運生態系是一項涉及多方專業協作的長期工程。為確保 BIM 數位資產能在長達數十年的生命週期中保持精準與流動，避免資訊斷層，本指南將核心利益關係人劃分為以下五大角色。每一方皆在「共好」的組織架構下，承擔特定的維護營運資訊的產出、稽核與應用職責：

- 主辦機關（如：國土署、住都中心或地方政府）：作為資產的最終擁有者與預算分配者，其核心職責在於「定義規則與決策」。依據 ISO 19650 標準，機關必須從組織資訊需求（OIR）出發，推導出資產資訊需求（AIR），並將其轉化為招標合約中的交換資訊需求（EIR）。機關不介入日常瑣碎修繕，而是運用系統匯集的巨量數據，進行長期修繕計畫的跨年度預算編列與政策效益評估。
- 外部 BIM-FM 團隊/機關內部稽核²：扮演數位資產的「品管教練與協作橋樑」。在新建工程點交階段確保專案資訊模型（PIM）能精準符合機關設定的 AIR 規範。他們的核心任務是查核由移交單位宣稱之 Link ID（GUID 或 Asset ID）能精確地將模型元件連結至維護資料，以及屬性資料中的檔案連結能順利連結至共同資訊平台 CDE 中儲存之非結構化資料的。這項工作能讓工程團隊順利結案，並確保物管團隊接手時，能直接驅動連結長期修繕計畫。在正式營運期間，他們則化身為數位孿生的「健康檢查員」。定期協助物管團隊檢視系統中 Link ID 的連結狀態與數據更新品質；因為唯有高品質的數據，才能成為物管方向機關爭取預防性修繕經費的最有力佐證。這不僅保障了機關的資產價值，也讓物管工作獲得合理的資源支持。
- 物管團隊（管理中心）：作為整體營運的「戰情指揮中心」。物管團隊接收機關交付的資產資訊模型（AIM）後，利用 BIM-FM 系統進行日常管理。其職責包含：排定預防性維護計畫、監控設備健康狀態與合規性預警、分

² 此角色為本章節新增，未出現在第二章中，原因在於第二章聚焦於 BIM 系統的「日常應用者」，而本章則著眼於維持系統長遠生命力的「治理與稽核架構」。由於主辦機關常常缺乏編制內的 BIM 專業人力來逐一檢核龐大的數位模型，因此必須仰賴外部 BIM-FM 團隊或由內部專責單位來確保數位模型的品質符合需求。

派數位工單，以及即時處理租戶的視覺化報修。他們是串接機關政策與現場執行的核心樞紐。若執行設備汰換，應於系統中確認新設備有設置正確的 Link ID，以確保修繕履歷不中斷。

- 第一線物管人員：作為數據更新的「最前線執行者」。物管人員依據物管中心派發的數位工單，利用行動裝置與 BIM 模型的 3D 導航與透視功能，精準執行現場搶修或保養作業。其最重要的資訊職責是落實「閉環管理」：在完工當下，確實於系統中上傳照片、回報修繕歷程，並在更換設備時同步更新序號與保固日期，確保系統數據與現場實體一致。
- 租戶：社會住宅的最終使用者與「服務體驗者」。租戶雖不具備機電專業，但透過簡單易用的 3D 視覺化報修介面與個人能耗儀表板，他們不僅能享受精準高效的修繕服務與節能引導，其報修行為與用電數據，更為機關與物管團隊提供了優化居住品質最真實的大數據來源。

3.2、權責分配矩陣 (RACI)

為了落實前述職責並避免實務操作中出現權責模糊的灰色地帶，本指南採用 RACI 矩陣來定義關鍵維運事項的作業標準。其代號定義如下：

- R (Responsible / 執行者)：負責實際執行任務、更新數據或產出成果。
- A (Accountable / 當責者)：負最終成敗責任，具備核准與決策權（每項任務僅能有一位 A）。
- C (Consulted / 諮詢者)：在執行過程中提供專業意見、雙向溝通與輔導。
- I (Informed / 知會者)：任務完成或進度變更時，單向接收資訊，確保資訊同步。

社會住宅導入 BIM 最常面臨的致命挑戰是「點交即過時」。因此，表 3-1 的權責矩陣明確定義在不同的應用中，各方應如何透過流暢的接力合作，以達成「共好」的長效維運。由表中可以看到：

- 執行者 (R) 的多樣性：您可以看到 R 分散在各個角色中。數據的產出不再只是物管團隊的負擔，租戶（項目 18-20）與維護商（項目 12-17）在享受 BIM 便利的同時，也成為數據的提供者。
- 外部 BIM-FM 團隊或內部稽核作為品管教練：外部 BIM-FM 團隊或內部稽核在涉及跨案場數據分析（項目 2, 10）與系統健檢時承擔 R，利用專業協助機關做出正確決策，而非單純的監督者。
- 機關回歸決策核心：主辦機關在財務與決策面（項目 1-5）擔任當責者 (A)，確保每一分預算的投入都有數位實證數據支撐。

表 3-1、維運階段 BIM-FM 協同作業權責分配 (RACI) 矩陣

| 序號 | BIM 應用項目 | OWN | BIM | MGR | TEC | RES |
|------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 機關決策與財務維度 | | | | | | |
| 1 | 長期修繕計畫模擬 | A | C | R | C | - |
| 2 | 資產組合價值評估 | A | C | R | - | - |
| 3 | 能源監測與碳排策略 | A | C | R | I | - |
| 4 | 預算撥補與決策支援 | A | C | R | - | - |
| 5 | 空間利用策略與資產異動 | A | C | R | - | I |
| 物管營運與合規維度 | | | | | | |
| 6 | 保固期與契約期程管理 | I | C | A/R | I | - |
| 7 | 法定檢查申報與合規性預警 | I | I | A | R | - |
| 8 | 預防性維護排程 | I | C | A/R | I | - |
| 9 | 備品庫存與採購優化 | I | - | A/R | C | - |
| 10 | 修繕大數據分析與壽命評估 | A | C | R | C | - |
| 11 | 災害應變與避難模擬 | I | I | A/R | I | I |
| 現場維修與執行維度 | | | | | | |
| 12 | 行動化空間定位與導覽 | - | - | A | R | - |
| 13 | 機電管線路徑查詢(透視) | - | - | A | R | - |
| 14 | 數位維修手冊與 3D 導引 | - | - | A | R | - |
| 15 | 現場設備狀態即時檢索 | - | - | A | R | - |
| 16 | 安全防護與維修淨空檢查 | I | - | A | R | - |
| 17 | 數位工單回報與屬性更新 | I | C | A | R | - |
| 租戶服務與互動維度 | | | | | | |
| 18 | 視覺化報修與精準定位 | I | - | A | I | R |
| 19 | 個人能源使用回饋 | I | - | A | - | R |
| 20 | 室內配置模擬與搬遷導引 | I | - | A | - | R |
| 系統治理(新增項) | | | | | | |
| 21 | 系統數據完整性定期健檢 | A | R | C | I | - |

OWN：主辦機關、BIM：外部 BIM-FM 團隊/ 內部稽核、
MGR：物管團隊(管理中心)、TEC：第一線物管人員、RES：租戶

3.2.1、協作節點與角色彈性配置說明

如表 3-1 所示，RACI 矩陣將維運階段複雜的 20 項應用拆解為明確的權責分工。這種安排並非為了互相監督，而是為了讓「數據」能透過專業的分工發揮最大價值。以下針對各維度的協作邏輯與角色配置進一步說明：

1. 從專案源頭確保「數據價值」(項目 1 至 5)

在涉及「機關決策維度」時，主辦機關必須為資產的最終產權與決策成敗負責(A)。然而，公務體系往往缺乏專責的 BIM 技術人員，因此第三方顧問(或內部專責稽核)在此時扮演的是「決策教練」的角色。他們負責審核營造廠交付的數據，確保模型具備「屬性靈魂」，讓主辦機關能基於正確的屬性資料進行

長期修繕計畫與預算核定。顧問的介入是為了讓機關「敢於下決策」，並讓後續接手的物管團隊能直接使用系統，不需從頭摸索。

2. 營運期的樞紐地位與現場數據閉環（項目 6 至 17）

進入營運與現場執行階段後，物管團隊轉變為戰情中心的當責者 (A)，這強調了其作為資訊樞紐的核心價值。第一線的維護保養商負責執行與回報 (R)。物管團隊雖需對數據正確性負責 (A)，以確保技師回報的每一筆修繕紀錄都能累積成未來的預防性保養數據；但 BIM-FM 系統能大幅簡化報表流程，減輕技師的行政負擔；同時讓物管團隊能拿著精準的數據，向機關爭取更合理的維護經費。

3. 租戶端的服務賦能與主動參與（項目 18 至 20）

在「租戶服務維度」中，權責矩陣將租戶列為執行者 (R)，當租戶主動透過 BIM-FM 介面報修或查閱節能數據時，他們不僅是服務的接收者，更是數據資料的收集者，如此可減輕管理中心查證故障點的負擔，實現「報修即定位」，讓住戶體驗到科技帶來的居住品質提升。

4. 針對「第三方顧問 / 內部稽核」角色的彈性配置

考量社會住宅長達數十年的生命週期，常態性編列外部顧問並不符合成本效益。因此，表 3-1 中的稽核角色應依據機關需求採取彈性配置：

內部培力（微觀稽核）：由主辦機關內部的物管督導人員，在經 BIM 基礎訓練後，持行動裝置定期赴現場進行一致性檢核。其目的是輔導與優化流程，確保物管與維修商的作業符合 AIR 規範。

定期委外（宏觀稽核）：機關可配合長期修繕計畫每五年一次的總體檢週期，以短期專案方式委託專業顧問或學術機構，進行全區模型數據總體檢與預算重算。這如同為資產進行「數位大健檢」，確保營運數據足以支撐機關下一個五年的財務決策，達到資產永續。

3.2.2、動態協作循環與單一真實來源 (SSOT)

除了靜態的權責分配外，維運階段的資訊價值更依賴於持續性的動態更新循環。如圖 3.1 所示，維運階段的 BIM 協作構成了一個閉環的生命週期，讓數據從工程點交時的靜態存檔轉變為營運資產。這個循環始於管理單位發起保養任務或租戶透過視覺化界面提交報修申請 (Task Assignment & Info Retrieval)，隨後由物管人員或維護保養商在現場利用 BIM 模型的空間導引與透視功能執行維護，並在完工當下進行即時的動態數據收集 (Field Execution & Data Collection)，包含更新設備狀態、上傳完工照片或登錄更換零件的保固資訊。而 BIM-FM 系統應在物管人員使用系統時應儘可能的提供協助，例如維修日期自動帶入今日日期、時間帶入開啟填寫表單的時間等等，也必需有基本的「防呆」機制，例如必填欄位不可不填寫、維修完工照片必需上傳且不可模糊不清等等。這些基本的自動化機制可降低物管人員的負擔，並進而促進輸入資料的品質。

緊接著現場端的數據回傳，管理單位需進行即時的數據驗證與審核、並在有必要時進行模型更新，確保系統中的數位資產與現場實體現況保持百分之百的一致性。最後，這些準確的數據將回饋至主辦機關與第三方顧問端，作為成效檢視與長期修繕計畫調整的科學依據。例如：第一線物管人員或維護廠商（R）透過系統落實設備巡檢與耗材更換後，其回傳之數據可作為「良好維護可延長設備壽命」之實證。機關（A）即可據此客觀數據，動態檢討並微調長修計畫之預算提撥壓力，徹底落實數據驅動決策。這種循環機制不僅確保了資產資訊模型（AIM）資料始終與現場設施狀況同步，更避免了資訊隨時間演進而失效的「模型衰退」現象，為後續的決策提供穩定支援。

這種協作循環的建立，徹底改變了傳統紙本維修紀錄與管理系統脫節的封閉現況。在循環的每一個節點，所有利益關係人均透過共同資訊平台（CDE）或 BIM-FM 平台進行互動，確保每一位參與者都在同一個「單一真實來源」（Single Source of Truth, SSOT）的基礎上進行溝通與決策。在「共好」的精神下，SSOT 不僅是技術上的資料庫，更是建立跨單位「互信」的數位基石。透過 RACI 矩陣與動態協作循環的互補應用，主辦機關能確保每一次的報修與維護行為都能轉化為有價值的數據增值，進而為社會住宅提供精準、透明且具備財務永續性的長期資產經營路線。

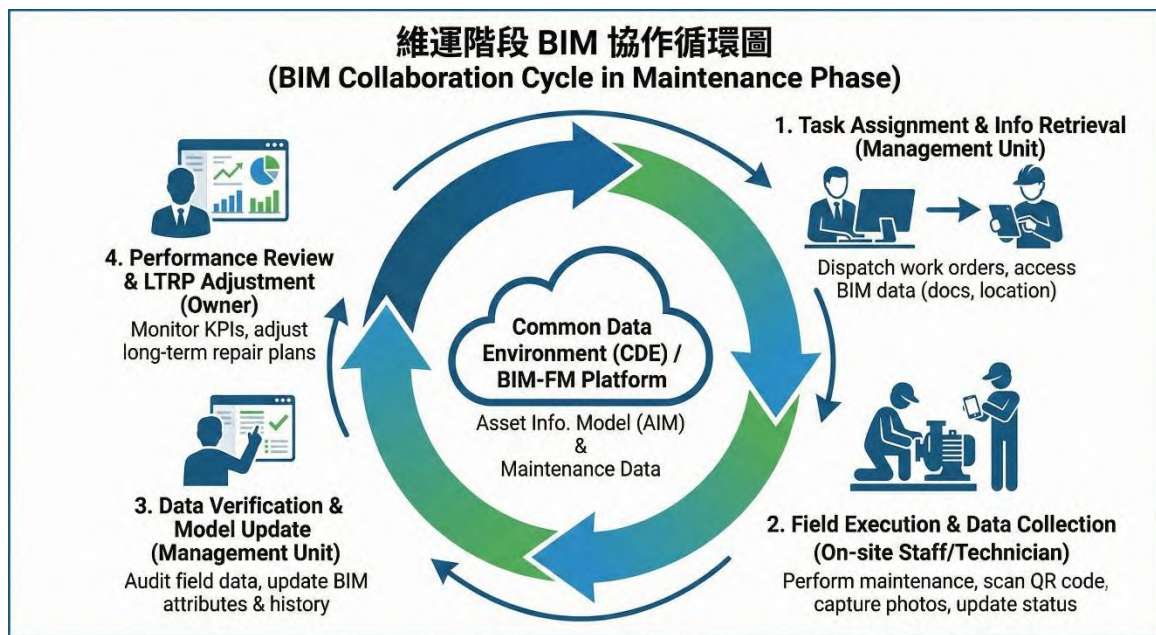


圖 3.1、維運階段 BIM 協作循環圖

3.3、小結：從組織協作到數據賦能

本章透過組織架構與權責矩陣的建立，為社會住宅的數位維運定下了「共好」的遊戲規則。我們強調，BIM 系統的成功不在於軟體功能的強大，而是在於各利益關係人之間能否達成透明、高效且互信的協作。

- 權責明確化（RACI 的落實）：透過對 20 項應用場景與 1 項系統治理機制的細緻拆解，我們釐清了機關、顧問、物管、廠商與租戶的職責邊界。特別是

將「第三方顧問」定義為數位資產的「品管教練」，並賦予「租戶」在視覺化報修中的參與權，這不僅提升了行政效率，更落實了由下而上的共好治理。

- 數據真實性（SSOT 與 ID 串聯）：透過以 Link ID 為核心的串聯機制，我們在技術層面建立了一套「單一真實來源（SSOT）」。這套機制確保了幾何模型與維運資料在長達數十年的維護歷程中始終保持掛鉤，消弭了資訊斷層所產生的管理風險。
- 運作永續性（動態循環與彈性稽核）：閉環式的資訊流轉流程與每五年的定期總體檢機制，確保了數位孿生模型不會隨著點交後的時間而衰退。這種動態更新的邏輯，讓數據從「竣工紀錄」真正轉化為「活的營運資產」。

第四章、資產資訊模型 AIM 的建置指引

在社會住宅的數位生命週期中，資產資訊模型 (Asset Information Model, AIM) 是支撐長達五十年營運維護決策的核心支柱。在 ISO 19650 國際資訊管理標準框架下，本章之內容即對應為「交換資訊需求 (Exchange Information Requirements, EIR)」。其核心任務在於定義資產資訊產出過程中的技術規範與交付準則，引領專案團隊將第二章所定之資產資訊需求 (AIR) 具體落實為高品質的數位資產。

AIM 並非僅是一個靜態的 3D 模型檔，而是一個結合了物理空間定位與管理數據的數位孿生 (Digital Twin)。其組成精髓在於透過「資訊淬鍊」的過程，將施工階段的專案資訊模型 (PIM) 轉化為輕量化的 FM-BIM 模型，並結合足以支持設施巡檢、保固管理及決策分析的非幾何資訊。兩者緊密連動，共同建構出具備動態更新能力的維運資產資訊模型 AIM。為了確保這場從施工到維運的資訊接力能順暢銜接，本章將定義 AIM 的準備流程與交付標準。

在接下來的 4.1 節中，將說明如何從施工階段使用之 BIM 模型中執行「減法工程」。透過移除所有對日常設施管理沒有實際用途的細節，使產出的 FM-BIM 模型在維持空間索引功能的同時，並具備足以在行動裝置與管理平台上流暢執行的效能。隨後的 4.2 節，則聚焦於數據端的「加法工程」。本節將建議 BIM-FM 團隊如何依據機關定義之資產資訊需求 (AIR)，在 FM-BIM 模型中加入例如設備品牌、保固期限等管理屬性，並宣告關鍵的 Link ID (可能是 GUID、Asset ID、或其它屬性)。此步驟旨在建立幾何構件與後端維護資料庫間的連結，確保管理履歷在未來設備汰換時仍能持續傳承。

最後，4.3 節將界定本階段應達成之標準成果。為了確保社會住宅數位資產在長達五十年的生命週期中，能兼顧互通性 (interoperability) 與未來編輯彈性，本指南建議採取開放格式與原生格式並行的交付架構。BIM-FM 團隊除需交付含關鍵應用屬性的原生建模檔案 (如 Revit 格式) 以作為未來大幅修繕與改建使用外；亦應繳交具備 OpenBIM 通用性的 IFC 輕量化 FM-BIM 模型，以及結構化且可供維運系統批次讀取的 COBie 資產數據清冊。

4.1、資產資訊模型 (AIM) 的建置原則

資產資訊模型 (Asset Information Model, AIM) 是社會住宅數位資產管理的基石，其建置核心在於將工程階段的專案資訊模型 (PIM) 轉化為能支撐五十年營運期的數位孿生。依據 ISO 19650-3 之精神，AIM 必須真實反映資產狀態，並滿足機關之資產資訊需求 (AIR)。

本章節旨在引導 BIM-FM 團隊透過「資訊淬鍊」過程 (含幾何減法與屬性加法)，將 PIM 轉化為具備長週期決策價值的資產管理燃料。最終，AIM 應作為空間資訊索引門戶 (Portal)，透過 Link ID 機制實現數據與模型的連動，確保數位資產能成為忠實的數位孿生。

4.1.1、幾何端的「減法工程」：FM-BIM 模型的定義

AIM 建置的第一步是建立輕量化的 FM-BIM 模型，它的來源是營造團隊建立的竣工 BIM 模型由 BIM-FM 團隊進行幾何端的「減法工程」轉換而來。

- 元件移除：BIM-FM 團隊應從竣工模型中，移除僅供施工期間存在的臨時設施（如施工架、塔吊、模板）及不具維運管理價值的細部構件（如螺栓、鋼筋等）。此舉旨在消除模型中的「幾何雜訊」，使其轉化為純粹的資產空間索引。
- 標準化：機關可能對於竣工模型的元件顏色有所要求，例如【附錄 A】，應遵從其規定，以確保不同案場具備一致的色彩編碼，並便於使用者由視覺上辨識各元件所屬系統。
- 效能優化：輕量化後的 FM-BIM 模型，其幾何精細度應以「滿足空間定位」與「辨識維護介面（如開關閥位置、配電盤面板、檢修孔位置及維修操作空間）」為準，不宜過度追求視覺上的擬真程度。BIM-FM 團隊應確保模型在維持導覽準確性的同時，具備足以在管理平台上流暢運行的效能。

在執行減法工程的同時，亦須依據第 2.8 節所定義之「列管資產清單」執行選擇性加法。針對需要留存管理、維護、點交與報修記錄的設備，必須在模型中建置其代表性元件。這些元件不求幾何外型百分之百寫實，但必須作為該資產在數位空間中的「掛鉤點」，作為後續所有維護紀錄的空間索引使用。

4.1.2、元素屬性之「清理與結構化」原則

在完成幾何端的減法工程後，第二步則是針對 FM-BIM 模型進行屬性資料的精鍊與關聯文件的充實。此程序旨在消除冗餘資訊，並依據 AIR（資產資訊需求）賦予模型具備決策價值的管理生命：

- 屬性清理 (Scrubbing)：應移除僅與施工執行相關之過程屬性（如施工進度碼、材料場驗紀錄、施工廠商內部流水號等）。此動作能確保資產資料庫的純淨度，避免過多冗餘資訊干擾未來的維運決策。
- 識別屬性定義 (Identification)：為確立資產身分基礎，應於模型元件中導入標準分類碼（如 OmniClass 或工程總分類碼）、空間代碼，並加入依 2.8 節規範生成之資產唯一識別碼 (Asset ID)。導入標準分類碼之目的，在於建立全球通用的數據標籤，為未來跨案別的資產大數據分析提供技術依據。
- 內容與文件增補 (Addition)：應依據 AIR 需求，補足設備品牌、保固期限及法定檢查申報參數等關鍵非幾何資訊。若資訊為非結構性之佐證文件（如產品保證書、法定許可證或測試報告之掃描檔），應採取「圖文分離」原則，將文件以標準格式（如 PDF、PNG 等）存入共同資訊平台 (CDE)，並將其路徑或連結字串存入模型對應屬性中，實現整合。

至此，我們便完成了具備完整空間認知與營運屬性的 FM-BIM 模型，並以此作為 AIM 的核心數據母本。

4.1.3、空間錨點設定：坐標系統與基準一致性

為確保 AIM 能成為真實世界的數位孿生，必須建立正確的空間基準。這是實現行動化維運與擴增實境（AR）應用的技術前提：

- 地理坐標對齊：AIM 必須採用國家標準坐標系統（如 TWD97），確保模型與地理資訊系統（GIS）及實體基地位置無縫對接。
- 基準點鎖定：BIM-FM 團隊在執行減法工程時，應完整保留並鎖定「專案基準點（Project Base Point）」與「測量基準點（Survey Point）」。嚴禁在移交過程中隨意移動模型相對位置，以避免數位孿生產生空間偏移。

4.1.4、數據關聯索引要求：Link ID 機制

為確保 FM-BIM 模型中的幾何元件與 BIM-FM 資產管理資料庫能穩定連結，本指南建議指定「Link ID」來抽象化資料對應關係，它可能是：

- 全域唯一識別碼 (GUID) 屬性：BIM 建模軟體自動產生之全域唯一識別碼，系統會依其內部的演算法確保其唯一性，然其不具人類可讀性，也無法進行編輯，僅能供建模軟體辨識不同的模型元素。
- 資產唯一識別碼 (Asset ID) 屬性：詳見本手冊 2.8 節關於 Asset ID 的說明，主要目的應用於業務流程管理與不同系統之間的串接。

注意到無論選用何種屬性作為 Link ID，BIM-FM 團隊均應提交包含 GUID 與 Asset ID 之對應清冊。此清冊為資產資訊模型 AIM 的重要附件，用於：

- 設備重大更新時的履歷繼承：當物理設備發生重大更新（如外觀尺寸改變）而需對 FM-BIM 進行更新時，將導致該設備的 GUID 發生改變。管理系統可透過對位同一 Asset ID，確保舊有的維修紀錄與保固資訊能持續繼承，不因元件更新導致 GUID 發生改變而遺失其維護履歷。
- 數據查核與自動驗收：管理單位可利用此對應清冊執行自動化檢核，驗證模型元件屬性與實體設備清冊是否達成 100% 準確連結。

4.1.5、AIM 模型拆分與性能管理策略

為確保 FM-BIM 能具備良好的使用性與流暢的使用者體驗，建議應用可將模型檔案進行拆分簡化：

- 按樓層拆分：建議將各棟建築依樓層區分為獨立子模型。當維護人員進入 3 樓進行巡檢時，系統僅需載入該樓層模型，可大幅節省記憶體耗用。
- 按系統拆分：將建築、結構與各類機電系統（空調、消防、給排水）分離。這允許維修夥伴依任務性質（例如僅需維修空調管線）勾選所需的系統圖層，實現「精確載入」。
- 元件簡化策略：對於非維管標的之次要元件，可考慮移除或替換為輕量化代理構件，確保模型在進行 3D 旋轉、縮放與平移時不產生延遲。

良好的拆分與簡化策略能消除第一線人員在現場等待模型讀取的焦慮感。透過將複雜的 AIM 轉化為多個高效聯動的子模型，不僅能延長行動設備的續航力，更落實了數位孿生「隨時隨地、即時存取」的應用願景。

4.2、資料交換標準與跨平台相容性

在完成 FM-BIM 模型之幾何精煉 (4.1.1) 與屬性結構化 (4.1.2) 後，如何確保數據順利移交至營運系統，並支持未來生命週期中的維管需求，是數位資產交付成敗的關鍵。為落實 OpenBIM 精神，本指南針對 3D 模型與非幾何屬性的資料交換，訂定以下技術規範。

4.2.1、原生建模檔與 IFC 模型交付標準

為確保數位資產具備長週期編輯彈性與跨系統互操作性，BIM-FM 團隊應採取「原生格式與開放格式並行」之交付原則：

- 坐標系統之產出一致性：交付之所有檔案必須嚴格遵循 4.1.3 節所定義之國家標準坐標系統（如 TWD97）與高程基準。在匯出過程中，應確保匯出設定與專案基準點（Project Base Point）完全一致，以保障模型於地理資訊系統或物管平台中之精準對位。
- 原生建模檔案 (Native Files)：交付之原始檔案（如 Revit 之 .rvt 或 ArchiCAD 之 .pln）應保留完整參數化邏輯與族群（Families）定義。必須確保模型具備「可再編輯性」，以因應未來營運期間之修繕、增建或改建作業。
- IFC 開放格式規範 (ISO 16739)：匯出之 IFC 模型應優先採用 IFC4 版本。其模型視圖定義 (MVD, Model View Definition) 必須設定為 Reference View (RV)，以確保在維運平台中擁有一致的幾何呈現。若機關系統尚未全面支援 IFC4，經專案管理單位同意後，可降階採用 IFC 2x3 TC1 版本，其 MVD 則應設定為 Coordination View 2.0。

4.2.2、COBie 資料格式與交付架構

COBie (Construction Operations Building Information Exchange) 是專為建築營運資訊交換所設計的國際標準。其本質是將 BIM 模型中的管理資訊，提煉為易於處理的檔案格式，常見為 Excel 試算表格式 (.xlsx)，使管理單位無須依賴專業 BIM 建模軟體即可查詢應用資產資料。

COBie 一般的主要工作表由連絡資訊 (Contact)、設施 (Facility)、樓層 (Floor)、空間 (Space)、類型 (Type) 與元件 (Component) 等構成：

- Contact：人員與廠商通訊錄。
- Facility：專案、位置與設施基本資訊。
- Floor：垂直樓層層級。
- Space：房間與空間資訊。
- Type：設備與產品的型錄資料。
- Component：實際安裝於空間中的設備實體資料。

機關應參考本指南 2.7 節的表 2-2，依其維運管理需求找出 FM-BIM 中具有價值的屬性資料的需求，具體說明應交付哪些工作表、以及每張工作表內應有那些欄位。針對 Component 工作表，為確保 FM-BIM 與維運系統間的資料連動，交付之元件工作表應同時包含全域唯一識別碼 (GUID) 以及資產唯一識別碼 (Asset ID) 欄位，並清楚說明本專案的「Link ID」為那一個交付欄位（可以是 GUID、Asset ID、或其它）。為了讓管理單位更直觀地理解資料交付的具體樣貌，下表以社會住宅常見設施為例，展示了 COBie 核心工作表單中「Type」與「Component」之關聯資料結構：

表 4-1a、COBie 「Type (類型)」工作表範例 (靜態屬性)

| 名稱 (Name) | 標準分類碼 (Category) | 製造廠商 (Manufacturer) | 品牌型號 (ModelNumber) | 預估耐用年限 (ServiceLife) |
|------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| AC-FC-Unit | 23-33 11 11 11 | 廠商 A | Model-V1 | 10 年 |
| EL-Pass-Elevator | 23-33 33 11 | 廠商 B | Lift-X20 | 15 年 |

表 4-1b、COBie 「Component (元件)」工作表範例 (個體實體資訊)

| 名稱 (Name) | 類型名稱 (TypeName) | 模型編碼 (GUID) | 資產識別碼 (Asset ID) | 所在空間 (Space) |
|--------------|--------------------|----------------|---------------------|-----------------|
| AC-FC-001 | AC-FC-Unit | 1A2B... | 1001A-01-AC-FC-01 | R-101 (管理室) |
| AC-FC-002 | AC-FC-Unit | 3C4D... | 1001A-01-AC-FC-02 | R-102 (教室) |
| EL-Pass-001 | EL-Pass-Elevator | 5E6F... | 1001A-RF-EL-ELEV-01 | Lobby (大廳) |

如上表所示，COBie 透過分頁或工作表的概念實現了資訊的有效分類。在「Type (類型)」工作表中，主要定義了同一型號設備所共有的「靜態屬性」（如製造商、標準分類碼及預估耐用年限），這對於社會住宅的大規模採購管理與資產分析極具效益。而「Component (構件)」工作表則詳細記錄了每一台設備的具體「實體資訊」，特別是其在建築物中的空間定位與唯一資產識別碼。

這種將「幾何構件」與「管理屬性」分離儲存的結構，使得物管人員在不開啟 BIM 軟體的情況下，即可透過國際通用之試算表格式快速檢索出特定空間內的設施設備清單，更多的範例以及 COBie 資料表所需欄位詳見【附錄 B】。

4.2.3、數據完整性與自動化檢核機制

數據交付之成功，高度仰賴於自動化檢核機制（如 Model Checker）以確保數位孿生之品質。在點交前，BIM-FM 團隊應自主完成以下三項檢核並提交報告：

- 唯一性檢核：所有列管設備之 Asset ID 不得重複，確保如報修工單之唯一對應性。
- 存在性檢核：所有列管設備之必填欄位如 GUID 不得為空值。
- 關聯性檢核：Component 工作表之 TypeName 必須能在 Type 工作表中找到對應，確保靜態資料與個體資料之結構完整。

透過此標準化交付架構，管理單位即可在不開啟 BIM 軟體的情況下，快速調閱資產履歷，為社會住宅全生命週期管理奠定深厚數據基礎。

4.3、標準化成果交付與驗收標準

本節界定社會住宅維運移交階段應達成之標準成果。為確保數位資產在其生命週期中，能兼顧互通性與未來編輯彈性，本指南要求 BIM-FM 團隊必須提交完整的數位移交清冊。這些成果不僅是營運系統的燃料，更是專案計價核付（詳參第五章）的核心依據。

4.3.1、交付檔案清單與格式要求

BIM-FM 團隊應依據以下原則，交付資產資訊模型（AIM）及其附屬資料：

- 原生模型檔案：交付包含完整參數、族群與幾何邏輯之原始檔案（如 Revit .rvt 格式）。此檔案應包含業主要求之維運屬性，旨在保障資產在未來大幅修繕或空間改建時的「再編輯權」。
- IFC 格式的 FM-BIM 模型：依據 4.2.1 節規範匯出之 IFC4 (或 IFC 2x3) 輕量化 FM-BIM 模型。此格式作為跨平台瀏覽與物管系統顯示之標準格式，確保資訊不被特定軟體版本綁架。
- 結構化資產數據清冊 (COBie Files)：以工作表格式提交之 COBie 資料清冊，必須完整填列 Type 與 Component 工作表，作為物管系統（BIM-FM）批次匯入資料的依據。
- 非結構化關聯文件：包含產品保證書、法定許可證、測試報告等 PDF 或 PNG 掃描檔。所有檔案應存放於業主指定的共通資料環境 CDE 平台，並於模型屬性中正確設置業主 CDE 環境中的檔案位置。關於共通資料環境 CDE 的規定、命名規則、路徑設計等應依循業主的相關規範，例如【附錄 C】。

4.3.2、模型品質檢核 (QC) 與驗收指標

為確保交付成果具備實質應用價值，機關或專案管理單位（PCM）應依以下指標執行驗收：

- 幾何準確度檢核：隨機抽檢模型元件之空間位置，其與現場實況及 4.1.3 節定義之坐標基準誤差應在容許範圍內。
- 屬性完整度檢核：
 - 100% 填寫率：所有列管資產（AIR 標的）之必填屬性（如品牌、保固起迄日）不得為空值。
 - 編碼一致性：模型中之 Asset ID 可與實體標籤、財務清冊達成一致。
 - 軟體互操作性檢核：確保 IFC 模型能在不同之標準 IFC 瀏覽器（Viewer）中正確呈現幾何與屬性，無破圖或資訊漏失現象。
- 所交付資產資訊模型與附屬資料可被指定之 BIM-FM 平臺載入使用，並使系統功能符合機關訂定之功能需求。

4.3.3、交付里程碑與計價核付連結

本指南建議將資產資訊模型之交付視為「實體驗收完成」的必要條件之一。計價核付應與以下資訊交付里程碑掛鉤：

- 里程碑一、FM-BIM 模型幾何確認：確認減法工程完成，幾何輕量化且效能符合要求（核付部分比例）。
- 里程碑二、維運資料 (AIR Data) 完整植入：確認加法工程完成，所有屬性與文件連結已就緒（核付部份比例）。
- 里程碑三、系統對接與數據驗收完成：確認 AIM 模型已成功匯入維運平台，且 Link ID 對位準確（核付主要比例）。
- 里程碑四、物管團隊之操作培訓合格：確認未來物管團隊人員皆有能力操作所開發之 BIM-FM 系統達成機關訂定之功能需求（發放最終保留款）。

4.4、小結：從工程資訊走向資產管理

本章作為 ISO 19650 資訊管理框架下的「交換資訊需求 (EIR)」，系統性地定義了將第二章「資產資訊需求 (AIR)」轉化為實體數位資產的技術路徑。其核心目標在於透過標準化的建置與交付程序，確保數據能精準驅動維運決策：

- 模型精煉（幾何減法與屬性加法）：
 - 透過「減法工程」移除無助於維運的施工臨時設施與細部構件，加入列管資料的模型，並確保模型在行動裝置上的運行效能。
 - 透過「加法工程」清理冗餘屬性，並依據 AIR 植入例如品牌、保固、法定檢查參數及連結至 CDE 的 PDF 手冊與證書，賦予模型管理靈魂。
- 精準對位與 Link ID 聯動機制：
 - 嚴格遵循國家標準坐標系統（如 TWD97），確保數位孿生與實體建築空間基準一致。
 - 透過 Link ID (GUID 或 Asset ID) 建立 3D 元件與維運資料庫間的唯一索引，確保設備置換時維護履歷不中斷。
- OpenBIM 交付標準與互操作性：
 - 採取「原生格式、IFC 與 COBie」三軌並行的交付架構，保障資產在未來的生命週期中具備跨平台互通性與再編輯權。
 - 利用結構化的 COBie 數據清冊（如 Type 與 Component 工作表），讓管理端無須 BIM 軟體即可快速檢索資產資訊，並作為未來匯入 BIM-FM 平台的資料來源。
- 品質驗證與計價里程碑：
 - 建議導入自動化檢核機制（Model Checker）執行唯一性、存在性與關聯性檢核，確保數據 100% 合規。
 - 將交付物細分為幾何確認、數據植入、系統對接及操作培訓等里程碑，並與行政核付程序掛鉤。

本章資產資訊模型 AIM 的建置與交付，其核心價值在於為接下來 BIM-FM 維運平台正式上線前準備最關鍵的「數據燃料」。唯有透過高品質、結構化的 AIM

建置，才能確保系統正式營運後，能即時發揮例如空間導覽、智慧報修與長期修繕決策的實質效能。