

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 |

第五章、BIM-FM 系統建置與發包規範

本章旨在建議機關如何將前述之資產資訊需求(第二章)與交換資訊需求(第四章)技術規範，轉化為具備法律效力的行政契約內容。透過明確的發包規範與預算編列，確保社會住宅之數位產出能真正轉化為維運階段的決策動能。

5.1、將技術規範納入招標文件

本節旨在指導機關如何將第二章定義之「功能需求」以及其對應的「資產資訊需求 (AIR)」與第四章定義之「交換資訊需求 (EIR) 技術規範」，轉化為具備契約約束力的投標條文。唯有透過明確的發包規範，將技術規格正式列為契約附件，才能確保 BIM-FM 團隊的數位產出符合維運階段的驗收標準。

5.1.1、技術需求之契約化與驗收基準

機關應於招標文件（如投標須知、BIM 特約條款）中，明確定義專案之執行路徑以釐清 BIM-FM 團隊的履約範疇：若採「對接既有系統模式(路徑 A)」，團隊應確保產出數據能完全相容於機關既有平台，驗收時須證明數據能正確驅動既有功能（如：點選模型能彈出正確手冊、報修單能自動帶入參數）；若採「系統建置整合模式(路徑 B)」，則團隊須負擔軟體開發與自訂功能之實測責任。不論何種路徑，機關均應建立以下技術驗收基準：

- 核定平台功能需求對照表：機關應依據本手冊第二章之「管理情境與應用範例」，自行定義該專案專屬之維運管理功能需求。採路徑 A 者，應條列需由數據驅動之「既有功能清單」；採路徑 B 者，應定義需開發之「新功能清單」。此表單應作為契約之一部分，要求廠商承諾其平台（或既有平台接合後）能實質達成上述情境，並作為 5.4.4 節 功能驗收的核付依據。
- 核定專案資產資訊需求 (AIR)：機關應參考本手冊第二章之應用案例與維度範例，依據該案之營運特性，歸納整理並擴充決定該專案所需之 AIR 屬性清單，以及其填寫範例，且此資產資訊需求應滿足前述之平台功能需求。此清單應作為契約中「資訊交付項目」的附件，且其欄位定義應優先支應後續平台功能運算（如 7.1.3 節之預算校正）所需之關鍵數據，確保廠商了解資產數據的生產範圍。
- 定義技術履約義務：將本手冊第四章「資產資訊模型 (AIM) 建置指引」列為契約技術附件 (EIR)。這能將「幾何減法」與「數據加法」等程序，從單純的建議轉化為廠商的履約義務，作為未來查核與計價的依據。
- 維持編碼一致性要求：於合約中載明，所有資產編碼必須嚴格遵守 2.8 節之「資產唯一識別碼 (Asset ID)」標準，以確保數位模型能正確對接至機關的行政管理系統。

5.1.2、數據產權與移交完整性規範

為了保障社會住宅生命週期期間的維護彈性，發包文件應於契約條款中明確界定數位資產的權利歸屬：

- 原生格式之使用與再編輯權：契約應明訂 BIM-FM 團隊須交付包含完整參數邏輯之原生建模檔案（如 Revit .rvt 格式）。機關應擁有對該數位資產之使用權、修改權與衍生權，以確保未來局部修繕或改建時，機關具備數據自主性。
- 開放格式之交付義務：除原生格式外，應規範廠商必須產出符合 4.2 節標準之 IFC 輕量化模型與 COBie 資產數據清冊，以確保數位資產具備跨軟體平台的互通性。

5.1.3、BIM 執行計畫書 (BEP) 的執行承諾與技術對位

發包文件應要求 BIM-FM 團隊於簽約後（或開工前），依據機關核定之專案資產資訊需求 (AIR) 與功能需求，提交 BIM 執行計畫書 BEP (BIM Execution Plan)。該文件經機關（或 PCM）核定後，應視為契約之延伸，作為後續查核廠商是否落實技術規範的實質依據。

1. 屬性映射 (Mapping) 之實作承諾：BIM-FM 團隊應於 BEP 中明確說明，如何將模型內部的參數欄位與機關核定之 AIR 屬性矩陣進行對位。例如：2.8 節要求的「Asset ID」將植入於 Revit 的哪一個共享參數欄位。此舉可確保數據在 4.2 節所述之 IFC 或 COBie 產出過程中，資訊流不產生斷鏈或誤植。
2. 坐標系統之一致性具結：為落實 4.1.3 節之空間基準要求，廠商應於 BEP 中提交「坐標設定報告」。內容需包含專案基準點 (Project Base Point) 與測量基準點 (Survey Point) 的坐標數值設定，並具結保證所有專業子模型（建築、結構、機電）皆與國家標準坐標系統（如 TWD97）完全同步，以避免後續維運平台產生空間位移。
3. 若機關要求使用自動化模型驗證軟體 (Model Checker) 進行資料品質的自動化檢驗，軟體之選用應於 BIM 執行計畫書 (BEP) 中協議。BIM-FM 執行團隊負責提供並操作自檢工具，確保數據合規；主辦機關（或委任之 PCM）則保有審查工具之選定權。針對標準化之查核規則（如資產 ID 唯一性、必填欄位等），優先建議採用軟體商提供之免費外掛工具或開放原始碼查驗平台。
4. 交付里程碑與計價核付之連動：廠商應將第四章定義之技術交付物（原生模型檔、COBie 試算表等），轉化為詳細之「資訊交付時程表」，並與 5.4 節之計價里程碑進行綁定。機關應透過 BEP 查核廠商是否預留充足的數據檢核時間，確保「資訊交付到位」作為「行政撥款」的前置必要條件，落實專業履約紀律。

BEP 撰寫之參考架構詳見【附錄 D】。

5.1.4、保固期維修義務與數據更新權責

數位資產的價值取決於數據的即時性，契約應延伸規範工程完工後的數據維護義務：

- 統包/營造廠商之保固期維護義務：契約應明訂統包/營造團隊於保固期間內（如竣工後 1~3 年），若發生因設備瑕疵需更換之情事，廠商必須同步更新竣工 BIM 模型，並與 BIM-FM 團隊合作更新對應構件之屬性資料（如更換

日期、新設備型號與序號)，並確保其宣告之 Link ID 聯動機制在更換後仍能正常運作。

- 統包/營造團隊之模型更新責任應以「原工程承攬範圍」為限。若因業主需求於施工期間新增非標案內容之設備，應依變更設計程序處理；若於完工驗收移交後產生之空間變更或設備增減，其模型更新責任應由維運管理單位或 BIM-FM 團隊承擔，非屬原統包團隊之保固或履約義務。
- 物業管理合約之數據維護責任：機關辦理「物業管理委外」招標時，應於標單中明確規範物管團隊必須滿足並持續維護機關核定之「資產資訊需求 (AIR)」。物管團隊有義務在日常維修後即時更新平台數據，確保數位資產與實體現況始終同步。

5.2、BIM-FM 專案預算編列原則

高品質的數位資產需要投入資源淬鍊。機關應依據 5.3 節定義之 CDE 佈署模式，編列對應的專業服務費與系統規費，將 BIM-FM 視為獨立且具備長期價值的專業預算，而非工程經費之附屬項。

5.2.1、獨立編列專業服務費用 (勞務支出)

為確保營運階段資產資訊模型 (AIM) 所需資訊能被正確輸入，並與實體資產現況達成高度一致，建議機關於規劃階段應獨立編列預算或專項費用，以支應以下費用：

- 資訊淬鍊勞務費：支應 BIM-FM 團隊執行第四章所述之幾何減法與數據加法工程，以落實機關依 5.1.1 節歸納整理並核定之專案 AIR 屬性項目。這筆費用確保了廠商有足夠資源將竣工模型精鍊為高品質的 AIM。
- Link ID 標籤與對位費：包含 2.8 節 Asset ID 實體標籤 (如工業級 QR Code) 之製作、張貼。更重要的是，包含執行模型構件與現場實體設備之一致性校核，確保數位坐標與物理空間合理對位。
- 數據更新準備金：編列一定比例經費，支應未來設備汰換時，模型屬性與編碼同步更新之勞務。此項預算旨在確保數位孿生資產具備持續演進的能力，避免因設備更換而導致數據失效。

5.2.2、平台環境與授權費用 (依 5.3 佈署模式調整)

機關應依據 5.3.1 節選定之 CDE 佈署模式，編列對應的軟體與硬體相關經費：

- 模式一 (介接機關既有系統)：編列「系統整合介接費」，支應廠商將本案資料與機關既有平台對接、轉檔與數據清理之技術勞務。
- 模式二 (隨案採購建置平台)：編列「CDE 平台建置費」或「軟體訂閱費」，並應包含後續營運維護期間的伺服器空間與軟體授權費用。

5.2.3、專業技術諮詢與數據稽核費用

為確保交付數據具備 100% 的準確度與實務可用性，機關應預留外部查驗與輔導經費，委由具備 BIM 技術能力的專業單位執行監督。

- 外部 BIM 顧問技術服務費(第三方數據稽核)：支應專業單位(可由專案管理單位 PCM 兼任或另案委外)執行技術門檻較高的稽核工作。其職責包含：
 - 前期審查：審查廠商於 BEP 中宣告之 Link ID 聯動協議與屬性映射計畫。
 - 數據 QC 檢核：執行 4.2.3 節所述之自動化檢核，驗證 Asset ID 填寫率與數據結構之完整性。
 - 核付簽註：執行 5.4.2 節之硬指標驗收(如 95% 掃碼成功率測試)，並簽署技術查驗合格報告，作為機關主計撥付 BIM 專項服務費的必要依據。
- 數位轉型輔導與操作培訓費：編列針對機關管理人員、物管夥伴及第一線維修夥伴的專業培訓經費。這筆費用旨在確保 5.3 節所述之 BIM-FM 平台在點交後能被正確操作，並輔導管理單位將「滿足 AIR」納入日常維護流程中，實現從「工程交付」到「數位營運」的無縫接軌。

5.3、維運平台 (BIM-FM) 與 CDE 共同資訊環境規範

共同資訊環境 (Common Data Environment, CDE) 是貫穿社會住宅專案生命週期的「唯一事實來源 (Single Source of Truth)」，負責承載 4.3 節所述之原生檔、IFC、COBie 及相關維運文件。機關應採取適當之佈署模式，確保數據產出與維運移交無縫對接。

5.3.1、CDE 共同資訊環境之佈署模式

機關應於招標文件中，依據數位治理現況與預算編列(見 5.2.2 節)，規範以下執行權責：

- 模式一：介接機關既有 CDE 系統
 - 適用情境：機關已建置標準化之跨專案 BIM 管理平台。
 - 行政與技術要求：BIM-FM 團隊須遵循機關既有之資料夾結構、命名準則與權限分級進行資訊交付，並應於 BEP 中提出介接技術方案，確保產出之資訊容器能無誤地掛載至機關平台，並維持宣告之 Link ID 在系統中的唯一性與連動性。
- 模式二：隨專案採購建置 CDE 平台
 - 適用情境：機關尚未建置共通資料平台，需由 BIM-FM 團隊於本案中建置供專案使用。
 - 行政與技術要求：契約應明訂「數據產權歸機關所有」，並包含「完整移交條款」。平台須符合 ISO 19650 架構要求，具備版本追蹤與流程審核功能。為避免資訊孤島，廠商選用之平台應具備開放的 API 介接能力，確保合約期滿後，機關能完整接管底層數據或遷移至未來之統一平台。

5.3.2、BIM-FM 維運平台之核心功能指標

不論 CDE 來源為何，最終對接之維運平台應具備以下賦能管理之核心功能，以落實例如第二章之應用案例與機關自訂之功能需求：

- 3D 視覺化與屬性聯動：支援 FM-BIM 模型之讀取與呈現，並在點選模型元件時呈現機關要求之屬性（如保固期、維修紀錄），並實現「圖文分離」之文件（如 PDF 說明書）連結。其中應注意在連結關聯之文件時，BIM-FM 應將匯入之 CDE 平台之路徑進行處理加工，以避免未來其伺服器位置、網路位置等發生變動時造成所儲存的所有文件連結全部失效。
- Link ID 抽象化與聯動機制：Link ID 之核心目的在於提供一種彈性的關聯機制；BIM-FM 團隊應於 BEP 中明確宣告採用何種屬性（如 GUID、Asset ID 或其他特定參數）作為該案之 Link ID，以落實跨系統的資訊連結與應用。
- 動態維修履歷紀錄與繼承：系統應具備紀錄設備報修、完修與成本累積之功能。當設備汰換時，系統應能透過 Link ID 協議維持履歷的持續性，確保維護紀錄能跨越構件更新而傳承。
- 滿足機關自訂功能需求：為確保系統開發能精準對接各社宅案場之管理需求，機關應於規劃招標階段，依循例如本手冊第二章之「BIM-FM 應用範例」與「管理情境」，自行定義該案專屬之維運管理功能需求，並推導出 AIM 所需收集的屬性資料。這種自訂機制旨在引導管理團隊從實務作業出發（例如：特定的維修流程、租賃模式或節能目標），將其轉化為軟體開發之「使用者需求（User Requirements）」。廠商所提供之平台不僅須具備 3D 模型連動之基本能力，更須實質滿足機關自訂之管理需求，確保數位技術能確實輔助行政決策，而非僅是圖資展示。

5.3.3、資訊安全與數據長期存續 (ISO 19650-5)

考量社會住宅包含住戶隱私與公共設備數據，平台應落實資安防護：

- 資安等級與權限管控：平台應符合國家資通安全法規，並參考 ISO 19650-5 規範，針對敏感資產（如監控位址、機電主幹管路）建立嚴格的權限分級與存取紀錄。
- 長期歸檔與格式相容策略：系統應具備定期備份與結構化數據匯出功能，確保在五十年生命週期中，資料能跨越軟體版本更新而持續存續。

5.4、專案里程碑與計價核付機制

本節旨在將第四章定義之技術產出與行政端的現金流正式掛鉤。透過「分階段驗收、分比例核付」的機制，確保數位資產不只是技術成果，而是具備實質維運價值的數位孿生。

5.4.1、資訊交付與計價比例建議

本指南建議將 BIM 服務費用（如 5.2.1 節所述之專項費用）拆分為三個關鍵里程碑進行核付，各階段之核付比例與查驗重點如下：

階段一：FM-BIM 模型幾何確認 (30%)

查驗重點：1) 完成 4.1.1 節之幾何減法工程（模型輕量化、無施工雜訊）；2) 軟體版本符合 5.1.3 節具結之一致性；3) 坐標系統經 4.1.3 節規範校核正確。

目的：確保數位資產的「骨架」與「空間基準」精確無誤。

階段二：維運資產數據 (AIR) 植入與技術宣告 (30%)

查驗重點：1) Link ID 協議宣告：廠商須依 BEP 宣告之 Link ID 邏輯完成模型對位；2) 滿足專案 AIR：100% 完成機關依 5.1.1 節核定之專案專屬 AIR 屬性植入；3) 品質稽核：通過 4.2.3 節之自動化 QC 檢核，並由機關內部專業稽核人員或外部 BIM 顧問簽署合格報告。

目的：確保數位資產的「數據靈魂」已精確灌注。

階段三：系統整合與現場虛實移交 (20%)

查驗重點：1) 數據品質與虛實對位：通過 5.4.2 節之數據稽核與現場抽檢（如掃碼成功率、Link ID 唯一性等硬指標）；2) 數位資產移交核實：提交符合 5.4.3 節規範之結構化數位移交清冊（含原生模型檔、IFC 及資產參數清冊包）；3) 系統整合與功能核對：完成系統掛載，並實質通過 5.4.4 節之平台功能情境驗收，確保系統能正確讀取已交付之資產並執行自訂管理邏輯。

目的：確保數位資產「掃得到、看得到、用得到」。

階段四：物管人員操作培訓合格 (20%)

查驗重點：1) 軟著陸陪伴：完成竣工後 3~6 個月之技術支援，並依據實務營運微調系統保養週期；2) 情境培訓考核：物管人員完成情境導向之實機操作演練（如報修工單回報、LCCA 報表產出）並通過考核；3) 數位權限移交：依據 RACI 架構完成管理帳號交接與數據維護權責賦能。

目的：確保數位資產具備實質維運能力，避免資訊斷層並達成知識移轉。

5.4.2、數據品質的驗收程序

計價前須先由廠商提交自檢表或透過軟體 (如 model checker) 產出「100% 欄位合規性報告」，確認已自行查驗數據結構、Link ID 唯一性與 CDE 文件關聯正確性，合格率須達 100%，方可進入第二階段由機關內專門稽核人員或外部 BIM 顧問進行人工查驗：

- Link ID 映射表核對：驗證宣稱的 Link ID 是否能穩定地在 3D 模型、COBie 與維運平台間實現聯動。
- 數據結構一致性 (COBie Check)：查核 COBie 數據清冊中之 Component 與 Type 關聯性，確保設備屬性與模型構件 100% 匹配。
- 現場隨機抽檢：驗收人員須持行動裝置於社宅現場執行隨機抽驗。透過掃描實體設備上之標籤，驗證行動平台顯示之數據與實體設備現況是否一致。抽樣比例依資產重要性採階梯式配置如表 5-1：

表 5.1、現場隨機抽檢數量建議

| 列管資產重要性 | 涵蓋範例 | 現場抽樣比例 | 驗收合格門檻 |
|---------|------|--------|--------|
|---------|------|--------|--------|

(N 為總數)

| | | | |
|-------|------------|--------------|---------|
| 核心公安類 | 電梯、消防、發電機 | 10% (至少 3 處) | 100% 正確 |
| 維運關鍵類 | 泵浦、風機、水箱 | 5% (上限 20 處) | 100% 正確 |
| 其它 | 馬桶、小便斗、洗臉盆 | 3% (上限 30 處) | 100% 正確 |

5.4.3、數位資產交付清冊結構化標準

廠商申請階段三款項 (20%) 前，應提交符合以下規範之結構化數位檔案包。資訊管理者 (IM) 應核對其格式與版本是否符合專案 BEP 之具結內容：

- AIM 原生模型檔 (.rvt)：須符合 5.1.3 節具結之統一版本 (如 Revit 2024)，確保未來具備再編輯權。
- OpenBIM 互通格式檔 (.ifc)：符合機關指定之 IFC 互通標準 (如 IFC4 或 IFC 2x3) 之輕量化模型。版本應與 5.3 節選定之維運平台相容，確保幾何與屬性不失真。
- COBie 數據清冊 (.xlsx, .xls, .csv)：提交符合 4.3 節定義之資產清冊，且欄位須對應機關依 5.1.1 節核定之專案專屬 AIR 項目。
- 數位設備型錄與保固證明 (PDF、PNG、JPG)：依機關規範之 CDE 檔案命名規則以及對於檔案格式的要求存入適當的資料匣，確保能透過維運平台即時調閱。

5.4.4、維運平台功能驗收之實質準則

本階段旨在驗證數據與系統整合後的實用性。依據 5.1.1 節之路徑定義，其驗收判據如下：

- 採路徑 A 者：驗收重點在於「功能連結性」。BIM-FM 團隊須證明透過本專案交付之資產數據，能使機關既有系統之各項功能運作正常，無格式不相容或資訊斷層之情境。
- 採路徑 B 者：驗收重點在於「需求達成度」。須依據自訂功能需求表執行情境測試 (UAT)，驗證開發功能之邏輯正確性。

5.4.5、保固期滿之數據查核與保固金退還

為落實 5.1.4 節義務，保固金之退還應與數據準確性掛鉤：

- 保固結清檢核：保固期屆滿前，機關內部稽核人員或外部 BIM 顧問應執行最後一次一致性查核。廠商須證明保固期間內之設備異動皆已同步更新至維運平台。
- 核退指標：若數據與現況不符且廠商未限期改善，機關得動用保固金委外更新，確保數據不失效。

5.5、小結：以行政機制驅動數位轉型

第五章將前述章節之技術規範具體落實為發包與管理的「契約準則」。透過機關自主核定 AIR (5.1)、合理的預算編列 (5.2)、標準的平台規格與 Link ID 宣告

機制 (5.3)，以及與計價連動 (5.4)，機關能有效降低 BIM-FM 團隊在移交階段的資訊遺失風險。相關招標文件參考條文詳見【附錄 E】。

本章確立了「數位產權」與「數據主權」的觀念，強調高品質的 AIM 必須建立在合理的資源投入與合理的驗收紀律之上。當我們完成了行政與契約的布署，下一章我們將進入實體移交的最後一哩路——「第六章：維運點交標準與協同驗收程序」，具體規範如何在點交現場執行這場規模龐大的數位資訊接力。

第六章、維運點交標準與協同驗收程序

竣工點交是專案團隊（主辦機關、專案管理單位 PCM、BIM-FM 團隊）共同將工程建置的心血結晶，轉化為社會住宅長期營運資產的關鍵里程碑。

面對龐大且複雜的數位資產（包含 BIM 模型、COBie 數據庫、操作手冊等），傳統的驗收模式往往因為缺乏明確的檢核標準，導致雙方認知落差，進而引發反覆退件與履約爭議。為協助 BIM-FM 團隊順利、高效地完成這項數位交付任務，本章從「專案夥伴關係（Partnering）」的視角出發，建立一套透明、標準化的「品質協同把關機制」。

本章的核心精神在於「建立交付共識，引導一次做對」。我們將透過以下五個標準化作業流程，協助專案團隊在點交過程中，有條不紊地確保資料的完整性與精確度，共創具備高度維運價值的數位孿生資產：

1. 資產模型輕量化與圖文綁定 (6.1 節)：建立清晰的模型資訊淬鍊原則，確保移交後的維運平台能流暢運行。
2. 現場實體標籤與虛實整合 (6.2 節)：透過明確的行動化查驗流程，確保現場設備與雲端數據的精準對應。
3. Model Checker 自動化數據驗證 (6.3 節)：導入自動化檢核工具，協助廠商在正式提交前進行自主品管，大幅降低人工審核的錯誤率與時間成本。
4. 系統軟著陸與營運團隊培力 (6.4 節)：落實完善的知識移交與實機訓練，確保物管團隊無縫接軌、具備獨立操作系統的能力。
5. 圖資倉儲移轉與權限設定 (6.5 節)：在單一真實來源 (SSOT) 的基礎上，安全且合規地將專案資料移交至永久的營運環境中。

透過上述明確的協同驗收標準，機關不僅能確保接手的數位資產能立即投入營運，更能協助 BIM-FM 團隊減少驗收階段的摩擦與阻力，確保專案順利達成「實質完工」與計價核付，實現專案圓滿結案的雙贏目標。

6.1、資產資訊模型 (AIM) 效能與圖文連動驗收標準

統包/營造團隊在施工階段所建立的專案資訊模型 (PIM) 蘊含極為豐富的工程細節，然而邁入維運階段後，龐大的檔案體積往往成為讀取效率的阻礙，因此驗收之首要任務即是將其「資訊淬鍊」為輕量且敏捷的資產資訊模型 (AIM)。本章節之驗證程序應依據 5.4 節之里程碑，採取「數據結構先行、功能情境後驗」之雙軌策略，確保數位資產不僅體質健全，且能實質支持機關自訂之管理功能。

6.1.1、模型輕量化與運行效能驗收

為確保維運人員在現場透過行動裝置（如平板）能順暢讀取模型，點交時應針對模型的「體質」進行實測驗收：

- 平台載入效能測試：在指定之 BIM-FM 維運平台上進行載入測試。建議指標為：單一樓層子模型之開啟與 3D 旋轉反應時間，在標準行動裝置與網路環境下應具備流暢性，無明顯延遲。
- 無助於維運的元件清理核實：由 PCM 隨機抽檢模型區塊，確認已依據 4.1.1 節之規範，完全移除施工臨時設施（如模板、施工架等）及對維運無益之細部幾何（如鋼筋、螺栓）。
- 檔案格式與版本一致性：核對交付之原生檔（Native Files）版本是否符合 5.1.3 節具結之統一版本，且 IFC 與 COBie 檔案在匯出過程中未發生幾何或屬性遺漏。

6.1.2、數據關聯與圖文對位檢核

驗收重點在於 3D 模型作為「資訊入口」的導引功能是否健全：

- Link ID 有效性抽測：隨機選取關鍵設備，驗證其宣告之 Link ID 是否能如 4.1.4 節所定義，穩定連動至後端資料庫，獲取所選設備之維運相關資訊。
- 非結構化文件連結檢核：抽檢設備之屬性欄位，確認其連結之操作手冊、保固證明等能順利開啟儲存於共同資訊平台 CDE 的檔案。
- 2D 竣工圖說一致性驗證：選取特定機房或空間，比對 3D 模型之構件位置與對應之 2D 竣工圖面資料（DWG/PDF），確保虛實對位之空間精準度符合 4.1.3 節之坐標基準要求。

6.1.3、機關自訂管理功能之情境驗收 (UAT)

當底層數據與模型效能通過核驗後，應針對 5.4.4 節所述之機關自訂功能，採取「情境導向測試」進行實質驗收。此階段旨在驗證系統功能是否與機關管理實務接軌，而非僅是軟體功能的有無。驗收人員應依據 5.1.1 節之路徑定義，執行以下不同側重之驗收：

- 採路徑 A 者（對接既有系統模式）：驗收重點在於「數據對位之功能有效性」。BIM-FM 團隊須證明透過本專案交付之資產數據，能使機關既有系統之報修、巡檢、預算等既有功能運作正常，無格式不相容或資訊斷層。
- 採路徑 B 者（系統建置整合模式）：驗收重點在於「管理邏輯之實作深度」。須實測開發出的新功能是否實質達成機關自訂之管理邏輯。

本階段實質驗收應包含以下四大核心指標：

- 管理情境導向測試 (Scenario-based Testing)：驗收人員應依據第二章所選定或擴充之管理情境，進行實機演練。若為路徑 A，須確保數據匯入後能正確驅動既有流程；若為路徑 B，廠商須證明系統作業流程（如報修、保養、預算、監控等）能完全對應機關自訂之管理邏輯，並產出符合實務需求之報表或結果。
- 自訂功能需求對位：依據專案啟動階段於 5.1.1 節所核定之「功能需求對照表」，逐項核對系統實作程度。若系統介面或運算邏輯無法實質達成機關自

訂之管理深度（例如：7.1.3 節之預算校正公式、7.2.2 節之告警篩選規則），應視為未達驗收門檻。

- 管理決策支援驗證：驗收重點在於系統是否能正確讀取已交付之數位資產（5.4.3 節），並將其轉化為機關所需的行政決策資訊。若系統功能雖具備，但操作路徑過於繁瑣、與現況流程脫節（如：無法從掃描標籤一鍵導向維修手冊），或無法產出具備實質管理價值的數據，廠商須配合進行調整。
- 表現標準之實質達成：功能驗收不以軟體既有功能為準，而應以「機關自訂之表現標準（Performance Specification）」為唯一準據。廠商應確保系統能承載該專案特有之管理情境，並通過機關指定之實機操作考核。若因數據映射錯誤導致既有功能失效（路徑 A）或開發邏輯不符（路徑 B），均視為功能驗收不合格。

6.2、現場實體標籤與虛實整合協同作業

BIM-FM 系統的最高價值在於「虛擬模型」與「實體設備」的完美對應，成為真正的「數位孿生」。若標籤與 COBie 無法一致，將導致維修工單錯誤，因此專案團隊應攜手打通虛實整合的最後一哩路。

6.2.1、實體資產標籤之規格與張貼準則

為確保現場標籤能在長達數十年的營運期中發揮作用，主辦機關與 PCM 應及早協助 BIM-FM 團隊釐清標籤的硬體規格、安裝位置與編碼原則：

- 適地適性的材質與硬體選用：
 - 依設備類型分級：針對大型機電設備（如冰水主機、水泵）可考慮採用被動式金屬 RFID 標籤。由於此類設備常位於管線複雜環境或受其它設施阻擋，RFID 的非視距讀取特性有利於未來物管巡檢時的快速感應。對於體積較小或位於視線高度的設備（如對講機、影音設備），則採用 QR Code 或一般條碼。
 - 環境抗性考量：針對屋頂層、地下室機房或經常震動之設備，應採用工業級抗污、防水背膠或金屬打刻銘牌；室內一般區域則考量美觀與耐用之平衡。
 - 設置區域標籤 (Zone Tags)：針對數量龐大且密集之資產（如燈具、攝影機、感測器），建議依據空間鄰近性設置區域標籤，並貼在門框、面板或樓板配線盒上，作為該區域資產的統一識別門戶。如此可以掃描該區域標籤後，透過所帶出的 3D 模型、2D 平面圖、或單純是該區域的所有列管資產清單，快速索引至該區域的所有列管資產，而無需逐一掃描該各資產的標籤方能進行資料查詢或維護。
- 落實標準化編碼 (Asset ID) 一致性：
 - 資料源單一性：應由最終確認版之 COBie 資料庫中直接批次匯出標籤所需資訊如資產唯一識別碼 Asset ID 與設備名稱 (Name) 進行印製。此編碼必須與 BIM 模型屬性及物管系統中的編碼 100% 一致，作為虛實對應的橋樑。

- 以維修視角優化張貼位置：
 - 安裝高度與距離規範：建議標籤安裝於距離完成面高度 6 公尺以下範圍內，確保維護人員在地面或使用一般梯具即可利用手持設備進行掃描，減少高架作業的風險。若有 RFID 標籤則建議標籤之間保持約 4 公尺之安裝間距，避免手持讀取器同時感測到多個鄰近標籤發生衝突。
 - 現場協同會勘：鼓勵機電工程師與未來物管人員共同決定位置，原則上應貼在「不須拆卸機殼、易於掃描且不易磨損」之處，為巡檢人員創造友善環境。

6.2.2、行動化三級驗證與協同查驗

實體標籤張貼完成後，即進入最重要的虛實整合確認階段。此階段建議由機關及其指定代表、BIM-FM 團隊與物管團隊組成聯合查驗小組，透過以下標準化程序，共同打通數位孿生的最後一哩路：

1. 施工期間的漸進式實體驗收：為了落實共好精神並減少竣工時的回溯負擔，我們建議採取漸進式驗收。

- 同步貼標與查驗：建議 BIM-FM 團隊在設備安裝完成當下即同步貼標，而非等到全案竣工才進行盤點。
- 現場走動式查核：查驗人員利用配備專屬 App 的行動裝置，在施工現場進行即時掃描測試。透過掃描標籤，驗證是否能順利呼叫出該設備的數位孿生、O&M 手冊及保固資訊，確保每一項設備在安裝完成時即已納入數位管理。

2. 落實三級資訊驗證機制：本指引參考國際資訊管理框架，建議考慮對數位資產執行以下層層把關的驗證機制：

- LV1 靜態結構審查 (形式審查)：利用 Model Checker 等工具，檢查交付的 COBie 數據中是否有標籤編碼遺漏。
- LV2 實質對位審查 (數量與邏輯)：核對「BIM 模型中的元件數量」與「現場實際標籤清冊」是否一致。特別需確認同一空間內的多個同類型設備 (如一組三台的泵浦)，其流水號與實體標籤的配置邏輯是否完全匹配，避免虛實不符。
- LV3 系統對接驗證：將 AIM 模型與數據試匯入維運平台 (如 BIM-FM) 的「沙盒測試環境」。系統將作為客觀的「第三方檢查員」，自動比對數據格式並標示異常欄位，確保資料在正式移交前已達 100% 準確率。

3. 試運行與維運情境演練：為落實 5.4.4 節之功能驗收準則，應挑選機關依第二章所「自訂」之關鍵維運情境進行演練，驗證系統是否能實質達成自訂之管理表現標準：

- 報修情境演練：模擬租戶報修或設備故障，由物管人員掃描標籤，驗證系統是否能自動彈出正確的 3D 模型位置、數位維修手冊。

- IoT 數據連結驗證：若涉及與監控系統整合，現場需確認掃描標籤後，能否即時看見該設備在系統介面上的即時運轉數據（如電流、轉速、溫度），確保「感測器 - BIM - 工單系統」的資料連結暢通。
- 表現標準實質達成判定：驗證重點在於系統操作是否符合機關預設之行政深度與決策需求。若系統僅具備基礎功能但無法達成自訂之管理目標，應視為功能驗收不合格。

4. 建立品質共識與計價連結

當現場隨機抽測的標籤掃描成功率達到 5.4.2 節表 5.1 之合格指標，且機關自訂之情境演練通過實質審查即代表 BIM-FM 團隊已成功建立一套高信賴度的「數位孿生」系統。這不僅是專案品質的展現，亦可作為第五章定義之「階段三：系統整合與現場虛實移交」計價核付的關鍵依據。

6.3、Model Checker 自動化數據驗證與協同查核

社會住宅專案所涵蓋的機電設備與空間屬性（COBie 數據）規模龐大，為協助 BIM-FM 團隊高效完成建置任務，建議全面導入 Model Checker（自動化模型驗證軟體）。透過將繁瑣的資料審查轉化為客觀、透明的數位輔助流程，專案團隊可將精力集中於解決實質問題，而非耗時於手動校對。

6.3.1、查核規則的透明化與樣板共享

「共好協作」的核心在於資訊透明，建議將查核規則視為引導工具，而非驗收時的門檻：

- 針對不同類型列管資產的驗查查核屬性規則應清楚明訂並各方共享。例如：所有必填欄位不可以是空值、Asset ID 應依循機關要求格式填寫、或是必須留白由機關自行填寫等等。
- 查核規則的提前發布：在 BIM-FM 團隊開始建置維運資產模型（AIM）前，PCM 應先行提供設定好的查核規則甚至機關若有使用自動化 Model Checker（例如 Solibri、Autodesk Model Checker 增益集等）時，提供其規則樣板或規則設定。這相當於為建模團隊提供「導航工具」，讓 BIM 工程師在作業過程中即可隨時進行自我測試。

6.3.2、三級驗證機制之自動化落實

本指引建議將 6.2.2 節提倡的三級驗證，透過 Model Checker 進行實現自動化的模型檢查：

- LV1 形式審查（格式與完整性）：軟體應於數分鐘內掃描全案元件，自動標示出 Asset ID 重複、日期格式不符或必填欄位漏填等「數據體質」問題。這類查核旨在確保數據「格式正確」，是匯入物管系統的基本門檻，例如：
 - 欄位空值檢索：自動掃描所有被標記為「必填 (Required)」的 L2/L3 屬性。例如：檢查所有機電設備的「保固開始日期」是否為空值。

- 日期格式規範：檢查日期欄位是否統一符合機關要求，例如「YYYY-MM-DD」格式。例如：避免出現 2026/03/10 與 115.03.10 混用的狀況。
- 字元合法性：檢查 Asset ID 中是否含有非法字元（如全形空格或特殊符號），避免造成資料庫讀取異常。
- LV2 實質審查 (邏輯與對位)：透過軟體比對幾何構件與 COBie 表單數量，確保模型中所建立之列管資產，皆有完整對應的數據清冊。這類查核旨在驗證「數據真實性」，確保模型與現場的一致性。例如：
 - Asset ID 唯一性檢查：自動檢索全案模型，確認是否有兩個物件共用同一個 Asset ID。這能有效防範建模時因複製構件而產生的編碼重複錯誤。
 - 空間歸屬邏輯：檢查構件所在的「空間代碼 (Space ID)」是否正確。例如：自動偵測「電梯主機」是否確實位於「機房空間」內，而非漂浮在公共走道。
 - 數量匹配驗證：比對 BIM 模型中某型號設備的總數，是否與交付之 COBie Component 表單及現場標籤數量完全一致。
- LV3 整合驗證 (介面對接測試)：系統應輔助檢核宣告之 Link ID 是否能正確映射至維運平台，確保匯入後之資料連結暢通。這類查核旨在確保數位資產「真的能用」，打通維運的最後一哩路：
 - CDE 超連結路徑有效性：檢查設備屬性中的文件路徑是否皆指向正確的 CDE 檔案路徑。例如：自動測試點擊連結後，是否能成功下載開啟該設備的 PDF 維修手冊。
 - 坐標偏移檢查：比對建築、結構與機電子模型之「專案基準點」，確保其皆設定在正確的坐標上。這能預防在行動裝置上查看 3D 透視時，管線產生位移。
 - Link ID 聯動測試：隨機抽取構件，模擬物管平台透過宣稱的 Link ID 提取維運資料的過程，確認資料連結正確無誤。

自動化檢驗應分兩階段執行：交付前由 AIM 建置團隊進行全量自檢並提交查核報告；交付後由主辦機關（或委託物管/PCM）針對關鍵維運資產進行抽樣驗證，以確保 AIM 數據能滿足機關要求的品質，並預期能無縫匯入維運管理平台。

6.3.3、BCF 協同除錯與自主品管

為了協助 BIM-FM 團隊管理其 BIM 品質，建議導入 BCF (BIM Collaboration Format) 溝通機制：

- 視覺化缺失報告：當 Model Checker 檢測出錯誤時，會自動產生 BCF 報告。此報告會精準定位問題元件之 3D 視角，讓建模人員無需在數萬個物件中翻找錯誤，大幅提升除錯效率。
- 減少重複退件之虛耗：BIM-FM 團隊在正式提交前，可利用軟體報告要求其外包廠商修正，確保送件時已達高度完整性。這不僅能保護 BIM-FM 團隊的履約品質，也能減少 PCM 審查時的人力浪費。

6.3.4、客觀驗證與功能驗收之門檻機制

當 Model Checker 的檢測結果達到 100% 合格 (Pass) 時，即代表資料庫已完全符合維運系統的匯入標準。此自動化報告應視為進入 5.4.4 節「平台功能實質驗收」的先決條件。機關與 PCM 應以此客觀報告為基礎，迅速認可數位交付成果，並依據 5.4 節規範核撥對應比例之專項款項，實現「一次做對、快速通關」的合作遠景。

6.4、系統軟著陸與營運團隊培力 (Soft Landings)

社會住宅的竣工移交，不應是 BIM-FM 團隊退場與物管團隊進場的「斷崖式交接」。為了跨越工程建置與日常營運之間的鴻溝，專案應啟動「軟著陸 (Soft Landings)」陪伴機制。透過第五章所編列的專項預算支持，BIM-FM 團隊將在營運初期陪伴物管人員，將數位模型轉化為順手的日常工具。

6.4.1、漸進式的系統移交與參數微調

新落成的社會住宅在啟用初期，設備運轉與住戶行為皆處於磨合期。我們建議利用竣工後的 3 至 6 個月作為軟著陸期，進行以下協同作業：

- 營運初期的駐點陪伴：BIM-FM 團隊應安排熟悉系統架構的工程師（包含 BIM 協作人員），提供駐點或線上技術支援。當物管人員對 3D 模型導航感到生疏，或對設備警報產生疑慮時，專業後盾的即時協助能建立其對 BIM-FM 系統的信任感。
- 保養頻率與警報閾值的實務微調：系統初設的預防性保養 (PM) 頻率多為理論值。在軟著陸期間，BIM-FM 團隊應協助物管人員依據現場實際的氣候、設備運轉負載，於平台中動態調整保養週期，使系統自動產出的工單更貼近真實需求。

6.4.2、情境導向的實務培訓與知識移轉

為了打破「建模者與使用者」之間的資訊斷層，本指南建議規劃「情境導向 (Scenario-based)」的實機培訓，確保知識能無縫移轉給第一線人員：

- 走動式查修演練：由 BIM-FM 團隊帶領物管人員持平板進入機房。實地演練掃描現場貼附的資產標籤，調閱該資產相關資料例如操作手冊、維修手冊等，並在行動端完成一張工單的結案流程。
- 決策端之數據解讀培訓：針對物業經理或機關管理者，BIM-FM 團隊應指導如何操作長期修繕計畫儀表板。協助其理解如何透過系統自動彙整的維修數據，進行未來五至十年的科學化預算編列。
- 數位知識庫之建立：鼓勵將培訓過程中的常見問題 (FAQ) 與操作短片內建於 BIM-FM 平台中。當未來發生人員流動時，這套數位資產能確保營運知識不隨人員離職而流失。

6.4.3、克服「建模委外」造成的認知落差

考量 BIM-FM 團隊可能將 BIM 建模委外，BIM-FM 團隊應負起「翻譯者」的責任：

- 轉譯複雜數據為直覺介面：BIM 協力廠商往往建立了極其複雜的模型，BIM-FM 團隊應協助物管人員，將這些資料過濾為 2.7 節所定義的核心運維屬性，避免物管人員因資訊過載而產生拒絕使用的心態。
- 協助建立虛實對位的信任感：透過軟著陸期的共同巡檢，若發現模型與現況有微小差異，BIM-FM 團隊應要求其 BIM 協力廠商即時修正，確保物管團隊感受到「模型即現況」的可靠性。

當軟著陸期屆滿，且物管團隊能自信且獨立地操作系統產出維護報表時，即標誌著數位資產的移交圓滿達成。

6.5、圖資倉儲移轉與數位權限交接

隨著軟著陸培訓與現場查核的完成，專案將迎來最後的行政與技術里程碑：將施工期間累積的數位圖資，安全且完整地移轉至永久的營運環境中。這不僅是檔案的搬移，更是「數位管理權 (Digital Keys)」的正式交接，確保這座數據金庫能在未來的營運期發揮最大價值。

6.5.1、單一真實來源 (SSOT) 的無縫移轉

依據 5.3.1 節所議定之 CDE 佈署模式，BIM-FM 團隊應協助機關完成資料的最終歸檔與移轉：

- 資料所有權之移交 (Data Ownership)：BIM-FM 團隊應將最終版之 AIM 原生建模檔案 (Native Files)、輕量化 IFC 模型、COBie 數據庫及所有關聯之 O&M 手冊，依據機關平台要求的格式進行拋轉。
- 確保「再編輯權」與「數據自主」：特別是針對委外建模之專案，BIM-FM 團隊應具結移交之原生檔具備完整參數與族群邏輯。這確保機關在未來營運中，若面臨重大整改或設備大規模汰換時，能具備數據自主性，不被特定廠商技術綁架。
- 歸檔版本核對：由機關的內部稽核人員對移交之檔案版本是否符合 5.1.3 節所訂定之 BIM 執行計畫書的承諾。

6.5.2、依據 RACI 架構的權限賦能

為了落實第三章所定義的協作架構，BIM-FM 團隊應協助機關在維運平台上完成「權限賦能」設定，確保各方使用者皆能在安全且效率的環境下作業：

- 第一線維修與巡檢人員 (執行者 Responsible)：賦予其透過行動裝置檢視 3D 模型、2D 圖面、查閱設備規格，以及「回報維修履歷」的權限。
- 物業經理與機關管理者 (當責者 Accountable)：賦予其全域檢視、工單簽核及存取「長期修繕計畫財務預測儀表板」之權限，以利進行績效管理與財務決策。

- 系統管理員 (Admin)：由機關資訊團隊或專責人員接管。管理員擁有原生檔的最高存取權與權限配發權，確保日常作業人員無法誤刪或竄改底層模型結構。

6.6、小結：共創高品質的數位孿生資產

本章將竣工點交定義為機關、PCM、BIM-FM 團隊與物管夥伴「共創價值」的協作歷程。透過 6.1 節的模型效能驗收、6.2 節的虛實標籤對位、6.3 節的自動化三級驗證，以及 6.4 節與 6.5 節的專業陪伴與權限移交，我們共同打通了從「工程數據」走向「智慧維運」的最後一哩路。可參考使用【附錄 F】的 BIM-FM 竣工點交與軟著陸協同檢核表。

這套協作機制不僅協助 BIM-FM 團隊（及其 BIM 建模協力廠商）順利履行數位交付義務並核發計價，更為社會住宅確保了一套精確且永續的數位資產。當數位產權與技術知識正式完成接力，社會住宅便穩步邁向下一階段的智慧化永續營運。

第七章、長期修繕計畫與模型動態維護管理

7.1、以數據為基礎的前瞻性修繕計畫

社會住宅的營運期長達數十年，傳統「故障後修繕」的被動模式，容易使營運團隊在建築中後期面臨突發性支出過高、經費難以籌措的窘境。透過 BIM 模型在竣工階段所建立的豐富屬性，營運團隊可將被動的維修轉化為具備財務預估能力的主動規劃。建立一份以數據為基礎的前瞻性修繕計畫，不僅能讓物業管理單位從容安排日常維護，也能協助業主（政府機關）客觀且精準地編列未來的預算，確保社區的居住品質得以長久維持。

7.1.1、前瞻性維護登記冊 (FMR) 的建立與數據提取

良好的營運起步，仰賴於竣工交付階段的資訊完整性。建議物管團隊在接管初期，充分利用資產資訊模型 (AIM)，提取其中已建置的設備清單、規格數量、預期壽命與保固狀態等關鍵數據，並以此為基礎，建立一份涵蓋前瞻性維護登記冊 (Forward Maintenance Register, FMR)，又被稱為計畫性預防維護 (Planned Preventative Maintenance, PPM)。這份登記冊中包含了未來短(1-2年)、中(3-5年)、長期(5年以上)各項需維護或替換的資產，以及它們的預期壽命、維修與更換成本、環境條件、維護等級、運行時數等資訊，以協助管理團隊將未來的維護活動具體排程。透過資訊的透明化，可大幅減少團隊初期的摸索時間，讓現場的人力與物料調度更具方向感。

7.1.2、設備耐用年限評估與生命週期成本分析 (LCCA)

在評估重大機電設備的修繕或汰換時，建議導入生命週期成本分析 (Life Cycle Cost Analysis) 的觀念。決策不僅考量初始的採購與安裝費用，更應綜合評估能源消耗、歷年維修頻率及最終殘值。

以分離式冷氣機為例，數據分析可能顯示特定型號在使用的前 5 年年平均成本逐漸降低，但自第 6 年起，因機件老化導致故障頻繁、維修費用急遽攀升，使成本曲線反轉向上。面對此類情況，營運團隊即可參考數據洞察，將該設備的「最適壽命」定為 5 年，並及早規劃預防性汰換，避免陷入無效維修的泥淖中。實務運算範例請參見【附錄 G】。

而在考量設備耐用年限時，應考量到不同地理環境對設備實質耗損速度的影響。傳統物管多採一致性的報廢年限，但在社會住宅實務中，環境差異將顯著改變成本曲線：

- 鹽害影響區（臨海基地）：針對空調室外機、外牆金屬構件及配電箱，其預期壽命建議依標準值調降 20%~30%。
- 高濕度影響區（山區或河岸）：針對電機絕緣設備、電梯控制板及監控電子零件，其故障率權重應適度調升，並縮短預防性保養週期。
- 一般都會區：維持設備原廠建議之標準耗損模型。

財務預測之動態連動：BIM-FM 平台應能根據上述「環境標籤」自動調整 7.1.3 節所述之預算撥補週期。例如，同樣型號的給水泵浦，在鹽害區的汰換經費編列應比一般區提早 2 至 3 年。透過此種因地制宜的測算方式，機關方能精準預估各案場真實的長期維護經費，避免因數據過於理想化導致未來預算赤字之風險。

7.1.3、二十年修繕經費預估模型與預算分布曲線

社會住宅作為長期持有的公共資產，建議將修繕經費的預估視野拉長至 20 年。透過 BIM 模型提取的設備總量與最適壽命參數，結合設備單價與市場維護成本，營運團隊可模擬出長期的預算分布曲線。這不僅有助於管理階層掌握未來各年度的資金需求高峰（例如電梯鋼索或外牆防水的週期性大修），也能為修繕準備金的提撥提供客觀的數據支撐。在建立預估模型時，營運團隊應注意區分財務上的「經濟壽命」與實務上的「使用壽命」。長期修繕計畫應以「使用壽命」為計算範圍，以確保在債務清償完畢後（經濟壽命結束後），建物仍有充足的經費維持高品質的運作。

假設透過 BIM-FM 數據提取，某社會住宅有三項關鍵資產：給水加壓泵浦（最適壽命 7 年）、公共空間空調主機（10 年），以及電梯鋼索與傳動大修（15 年）。

若將這些數據展開至 20 年時間軸，系統將明確顯示：除了第 7 年與第 10 年會有首波替換支出外；到了第 14 年（泵浦第二週期汰換）與第 15 年（電梯大修），社區將迎來密集且龐大的資金需求高峰。透過這份提前繪製的預算分布圖，政府機關與物管團隊便無須等到第 14 年才面臨籌措經費的壓力，而是能從第 1 年起，以「平準化」的概念每年固定提撥合理的「修繕準備金」。

在建立上述平準化提撥的財務基礎時，另一項應納入考量的關鍵變數是「營造物價指數 (CCI)」或通膨率對貨幣購買力的影響。今日估計的維修單價在十年或二十年後將隨物價波動而改變，因此維運系統應具備動態校正功能，容許管理員根據經濟情勢輸入預期的年度通膨率，藉此自動計算出各項資產在未來不同階段的實質重置成本。這種基於複利邏輯的自動化修正，能讓財務分布曲線從單純的數量統計升級為具備高度決策價值的風險預測模型，確保屆時提撥之資金仍具備充足的實質採購力，從源頭規避長期維護預算的財務缺口。

系統應容許管理員在後台彈性設定預期通膨參數，並採複利邏輯自動計算未來各項資產的「重置成本 (Future Value)」。

例如，原預估第 20 年需 100 萬元的電梯大修費用，在設定年通膨率 2% 的情況下，系統將自動校正為約 148 萬元。這種自動化校正功能，能使財務分布曲線從單純的「數量統計」升級為具備高度參考價值的「財務風險模型」。

透過導入物價校正因子，管理階層能確保每年提撥的修繕準備金，在未來執行維修任務時仍具備足夠的「實質購買力」。這種結合 BIM 空間數據與動態財務參數的模擬方式，能有效對抗外部營造物價波動帶來的財務風險，為社會住宅提供真正穩健且具備前瞻性的長期維運財務策略。

為進一步提供年度現金流預估的精準度，長期修繕計畫應針對「高單價」或「長交期」之關鍵備品建立 BIM 物件關聯。針對如空調主機壓縮機、緊急發電機核心零件或特殊規格之自動控制模組等具備高單價或採購週期長（Long Lead Items）特性之物料，系統應將其視為母體設備之子項目並連結至 BIM 模型。透過這種關聯性設定，管理單位能預先在預算分布圖中標註出採購里程碑（Procurement Milestones），並在預期汰換年度的前六至十二個月即先行觸發採購計畫。這種將備品特性納入財務模型的作法，不僅能避免因零件交期過長導致設備停機的風險，更能讓年度預算編列從「設備到期才撥款」的被動模式，轉型為考量採購前置期與資金調度需求的精準財務規劃，使年度現金流預估更符合實務運作流程。

7.1.4、導入維護大數據與 AI 之設備最適壽命動態優化

隨著社會住宅營運時間的推進，現場將累積大量的維修工單與耗材紀錄。建議逐步將這些營運大數據與 BIM 模型相互參照，未來甚至可導入預測性分析模型，動態修正各類設備在真實環境下的損耗率。這項持續精進的工作，不僅能優化當前社區的預算編列，其寶貴經驗亦可回饋給未來的社宅新建案，作為選商與設備規格制定的參考。

7.2、分層管理：建築主體與設備系統之維護策略

社會住宅內部包含龐雜的建築構件與機電設備，若對所有設施皆套用單一、齊頭式的維護標準，不僅會造成物管團隊的人力過度負荷，也難以凸顯重點設備的管理效益。建議營運團隊採取「分層管理」的策略，並適度引入感測技術，讓維護資源能精準投入於最需要的節點上，減輕現場人員的行政與搜尋負擔。

7.2.1、建築主體與機電設備之差異化維護建議

為提升現場執行的可行性，建議依據資產的變動頻率與耗損特性，將 BIM 模型中的資訊區分為兩大維護層級，進行差異化的資料更新要求：

- 長週期之建築主體與外部構件：例如結構體、外牆清潔與裝修、隔間與景觀設施。此類資產變動頻率低、生命週期長，其維護策略宜著重於定期的巡檢紀錄與劣化狀態追蹤。模型資訊的應用，建議以空間定位、面積計算（如漆面重漆估價）與材質確認為主，無須過度頻繁地更新其數位屬性。
- 短週期之機電與智慧化設備：例如空調主機、給排水泵浦、消防設施與監控系統。此類設備攸關居住安全與舒適度，且涉及頻繁的保養、檢修與零件替換。建議將物管團隊的資料維護重心聚焦於此，確保這類高動態設備的廠牌、型號、維修履歷與保固狀態能隨時保持在最新狀態，讓每一次的維修都能有跡可循。可參考使用【附錄 H】之巡檢電子化表單。

7.2.2、動態數據與建築物聯網 (IoT) 的整合應用

為進一步發揮數位孿生（Digital Twin）的價值，可評估將 BIM 模型與建築物聯網 (IoT) 或中央監控系統 (BA) 進行介接。透過 API 技術，當機電設備發生異常時，系統能將原本冰冷的文字警報，轉化為 3D 模型中的視覺化定位。

以社會住宅實務為例，當發生給水加壓馬達故障或異常漏水時，第一線維護人員能透過 BIM-FM，應用 BIM 模型迅速找到該區給水管線的「控制閥門」確切位置，同時檢視馬達規格與供應商聯絡資訊。這種「圖資合一」的應變模式，不僅能大幅縮短搶修時間、降低因漏水導致的財損擴大，更能避免人員在慌亂中翻找紙本圖說，切實保障現場維修的效率與作業安全。

在規劃中央監控系統與 BIM 模型之介接作業時，應特別注意「監控點位篩選」之管理邏輯。考量監控系統運作時產生的原始訊號極其繁雜且龐大，為避免無效或非關鍵性告警過量而導致「告警疲勞」，進而干擾正常維運判斷，建議在導入初期應由技術團隊與維運單位共同定義必要點位。應優先選取具備高維管價值與公安影響性的關鍵數據點，並設定合理的告警閾值與分級處置流程，確保僅有在核心設備發生具備行動必要性的異常時，方於 BIM 模型中觸發視覺定位提示。透過這種精準監控的預篩機制，能有效降低一線管理人員的資訊負荷，確保系統能過濾冗餘訊息並將行政資源集中於真正重要的危急訊號。

除了基本的定位外，透過 IoT 密切監測重要機電設備的表現，即時擷取其例如轉速、溫度、震動、能耗等運轉參數，並將其與模型中記錄的原始規格及歷史維護履歷進行自動化分析。藉此，維運作業能從被動的故障修繕轉型為主動的預防性維護，在設備效能產生顯著衰退前先行介入處理，不僅能大幅降低突發性停機帶來的公安風險與服務水準損失，更能有效延續設備的實質服務年限，並可透過 IoT 監測以降低日常巡檢人力的需求，降低總體維運成本。

若將 IoT 運用於能源監控上，透過全時段的能源監測，有助於提早發現不正常的能源使用，進而執行修正手段。如此能將節能管理從被動的回應轉為主動的優化，更能提供科學化的營運數據作為調整設備排程或選購高效率產品之實證依據。

7.2.3、修繕準備金與預算撥補機制之銜接

無論是精準的分層維護或 IoT 預警，最終都需回歸到實質的營運支持。建議物管團隊將 BIM-FM 產出的客觀數據（如設備預期壽命、歷史維修成本曲線），作為向業主（政府機關）申請年度修繕經費或動用修繕準備金的具體佐證。

透過數據說話，能讓預算撥補機制變得更加透明與順暢。當政府機關能清楚看見經費核撥的合理性與必要性，便能及時提供充足的資金奧援；而物管團隊在資源無虞的情況下，也能提供更高品質的服務，進而形成業主、管理方與住戶三方共好的正向循環。

7.3、模型動態維護與現場同步機制

BIM 模型若在竣工交付後便靜止不動，不隨著實體建築的變更而更新，將會迅速失去其作為「數位孿生（Digital Twin）」的參考價值。然而，要求物管或維修人員隨時隨地去修改龐大的 3D 模型亦不切實際。為此，建議營運團隊建立一套以「實務修繕行為」為驅動力的同步機制，讓資訊更新成為日常工作的自然延伸，而非額外的負擔。

7.3.1、設立觸發更新機制與內部稽核人員

為了讓模型更新更具效益，建議參考國際營運資訊管理標準（如 ISO 19650-3）的精神，事先定義明確的「觸發事件（Trigger Events）」。這意味著並非所有的微小修繕都需要動用數位圖資，而是當發生諸如「關鍵設備汰換」、「空間重新配置（尤其是構造、防火避難及消防相關的空間發生變動）」或「歷經天然災害後的局部大修」時，才啟動 BIM 模型與設施管理系統的同步更新。同時，強烈建議在專案或物管團隊中，指派具備 BIM 操作能力與物管基礎概念的專人擔任內部稽核人員的角色：

- 夥伴關係的橋樑：這個角色並非現場的監督者，而是資訊的匯聚點。當觸發事件發生時，由該角色負責將現場人員回報的異動資訊，集中並同步更新至 BIM 模型與雲端資料庫中。
- 避免資訊孤島：透過專人統籌，可避免圖資與維修紀錄因為各自獨立運作而產生數據不一致，同時大幅減輕第一線維修廠商摸索資訊系統的壓力。

7.3.2、區分「修理」與「置換」的差異化數據更新流程

為了讓數據同步更加順暢且具備可操作性，建議將現場的修繕行為明確區分為「一般修繕」與「設備置換」兩種情境，採取不同的資料回報與更新策略：

- 一般修繕與保養：重點在於「履歷的累積」。當現場僅進行內部零件修復、管線疏通或定期保養時，實體資產的「主體」並未變更。此時現場人員只需在日常工單中填寫「維修內容」、「花費金額」與「異常原因」。內部稽核人員無須更動 BIM 模型，僅需確保這些紀錄妥善附著於該設備的系統資料庫中，作為未來計算生命週期成本（LCCA）的養分。
- 設備汰舊置換：重點在於「資產身分的更新」。當設備（如加壓馬達、冷氣主機）整機換新時，即使是更換為「同廠牌、同型號」之設備，因涉及保固期與設備折舊的重新計算，仍必須視為置換。
 - 現場人員除了工單結案，需一併提供新設備的出廠證明與保固起訖日。
 - 內部稽核人員接收後，需據此更新 BIM-FM 模型中的設備屬性（如出廠序號、全新保固期）。
 - 幾何模型微調評估：若為同型號置換，則無須更動 3D 模型；若新設備的尺寸或管線銜接位置與舊有設備差異過大，才需進一步評估微調 3D 幾何空間。

7.4、虛實一致性之品質查核與變更管控機制

在日常營運中，頻繁的維修與局部改建極易導致現場實體與數位資料脫節。為確保 BIM-FM 系統的長期可靠性，營運團隊必須建立具備工程紀律的變更管控與查核流程。嚴謹的資料治理不僅是維持數位孿生（Digital Twin）價值的核心理念，更是保護各方團隊免於資訊遺失與責任爭議的重要防線。

7.4.1、基於實體標籤的行動化查核與維護

要確保現場維修與系統資料一致，最基礎的防呆機制是確實應用竣工移交時已建置的實體識別標籤（如 RFID 或 QR Code）。在營運階段，建議物管團隊落實以下機制：

- 實體標籤的日常應用與補建：物管團隊在執行日常巡檢或派工維修時，應鼓勵現場人員養成「先掃描、再檢修」的習慣，確保當下處理的實體設備與系統工單完全吻合。此外，若營運期間發生設備整機置換，或發現既有標籤因環境潮濕而毀損、脫落，物管團隊（或內部稽核人員）應具備重新發行與重新張貼標籤的標準作業流程，確保設備的「數位身分證」不因時間推移而遺失。
- 行動化抽樣盤點：除了日常修繕，建議物管團隊定期針對高價值或攸關公安的關鍵資產進行現場抽樣盤點。現場技術人員可直接透過行動裝置掃描標籤，即時比對眼前的實體資產現況是否與 BIM-FM 的屬性一致。這不僅能大幅提升盤點效率，也能以無紙化的方式及早發現並修正潛在的圖資落差。

7.4.2、雙軌更新機制與分級容許時間差 (Time Lag)

為確保數位孿生之真實性，同時兼顧物管行政效能，資產更新應區分為「平台數據紀錄」與「模型幾何修正」之雙軌制，並依資產風險訂定分級更新時效 (SLA)：

- 第一軌：BIM-FM 平台數據更新（紀錄層）
針對設備之維修工單、零件更換、保固期調整等純文字/數值紀錄，應落實「即時化管理」。
 - 執行方式：由現場技師或物管人員直接透過行動 APP 或網頁介面更新。
 - 容許時間差：事件發生後 48 小時內。確保 7.1 節所述之維運大數據具備即時決策價值。
- 第二軌：BIM 模型與圖資修正（幾何層）
針對設備空間移位、型號大幅變更（如主機汰換）等需動用建模軟體之修正，採分級容許時間差：
 - A 類核心資產（如：消防泵浦、電梯、發電機）：為確保公安搶修精確性，應於變更後 14 日內完成模型修正並回存 CDE。
 - B 類維運資產（如：給排水泵浦、照明控制盤）：容許於每半年或年度盤點時執行批次模型對版更新。

7.4.3、內部稽核人員之品質保證與同步紀律

在多次的修繕與局部改建專案中，維持系統底層邏輯的穩定性至關重要，維持「LinkID」的穩定與「跨系統同步」是內部稽核人員的重要責任：

- 維持 Asset ID 之唯一性與連續性：

在進行設備汰換時，內部稽核人員須確保新舊設備之連結邏輯。對於留在現場繼續使用的「既有設備」，其在更新版 BIM 模型與資料庫中的 Asset ID（唯一識別碼）絕對禁止重編。一旦識別碼遭竄改，該設備過去累積的維修履歷與 LCCA 數據將因「斷鏈」而遺失。

- BIM-FM 資料庫與 CDE 之同步歸檔：
內部稽核人員應確保「維運平台（動態紀錄）」與「CDE（靜態檔案）」之互動紀律。當第二軌之幾何修正完成後，必須將產出之新版原生模型（.rvt）與 IFC 檔重新上傳至 CDE 之「已發布」資料夾歸檔，維持 CDE 作為資產單一真實來源（SSOT）的地位。
- 自動化品質保證 (QA)：
當發生重大設備置換，內部稽核人員執行 BIM 模型幾何修正與數據同步後，在將更新後的模型檔案正式回傳至 CDE 歸檔前，應使用自動化檢查工具（如 Model Checker）進行『圖文對位檢核』。重點在於確保模型內之 Link ID 未遭竄改，且新增之資產屬性格式與系統資料庫完全一致，避免因檔案版本錯誤導致 LCCA 等自動化報表之數據來源產生分歧。

7.5、小結：共創數位資產的永續生命週期

本章從「財務預估」與「數據維護」兩大面向，探討了社會住宅在漫長營運期中，如何避免傳統「被動修繕」的困境，將 BIM 模型轉化為具備前瞻預測能力與高度實用價值的數位孿生資產。回顧本章的實務指引，營運團隊可透過以下四大支柱建立長治久安的管理基礎：

- 數據驅動的財務規劃：利用竣工留存的屬性數據與生命週期成本分析，將修繕視野拉長至 20 年或更久，提早掌握資金需求高峰，協助業主建立平準、透明的預算撥補機制。
- 精準分層與科技輔助：區分長週期建築主體與高動態機電設備的維護心力，並導入 IoT 視覺化定位，將資源用在刀口上，切實減輕第一線人員的行政與搶修負擔。
- 流暢的動態同步機制：以日常「修繕」與「置換」行為作為觸發點，搭配專責的內部稽核人員，讓資料更新成為現場作業的自然延伸，而非多餘的文書考驗。
- 具備紀律的品質管控：透過施工源頭的實體貼標、行動化盤點，以及堅守「資產唯一識別碼」不變的變更日誌，以嚴謹的工程紀律保護數位資產的長期可靠性。

應用 BIM 輔助社會住宅的營運維護，並非單一團隊的單打獨鬥，而是一段需要業主（政府機關）、物業管理單位與維護廠商攜手同行的長遠歷程。嚴謹的資料治理與同步機制，本質上是為了保護所有參與者免於資訊遺失與責任爭議；而透明的數據回饋，不僅能爭取到充足的營運資源，更能將寶貴的維修經驗轉化為下一代社會住宅精進設計的養分。透過這種「前案回饋後案、數位輔助實體」的正向循環，所有利益關係人皆能在此生態系中受惠，共同為社會住宅創造安全、舒適且歷久彌新的居住價值。

第八章、總結與展望：邁向社會住宅的永續營運

隨著營建技術的迭代與物業管理思維的進化，社會住宅的維護管理已不再侷限於傳統的「被動式修繕」，而是全面邁向「數據驅動」的智慧化營運。本指南的編撰，正是為了在專案生命週期的工程建置端與營運維護端之間，建立一道穩固、透明且充滿互信的數位橋樑。

8.1、總結：從工程思維到資產生命週期的蛻變

回顧本手冊的各個章節，我們致力於推動三個核心觀念的蛻變：

- 從「傳統履約」走向「使命共創」：我們深信，每一位參與社會住宅建設的營建與物管先進，皆懷抱著為社會大眾服務的美好初衷。因此，我們跳脫了傳統工程中單向交付與制式防弊的框架，轉而透過第五章的「專項預算與透明規範」以及第六章的「自動化輔助與軟著陸陪伴」，為機關、PCM、BIM-FM 團隊與物管團隊建立高度互信的夥伴關係 (Partnering)。讓打造優質的數位資產不再只是冰冷的合約義務，而是專案團隊共同為市民福祉努力的榮耀目標。
- 從「3D 幾何」走向「實用數據 (AIM)」：BIM 的價值不在於模型畫得多精美，而在於背後承載的維運數據是否精確實用。透過第二章的系統架構規劃、第三章的 RACI 權責分工，以及第四章具體定義的屬性標準，我們協助團隊濾除冗餘的工程細節，淬鍊出物管人員真正需要的輕量化數位履歷，建立值得信賴的「單一真實來源 (SSOT)」。
- 從「日常救火」走向「財務預見」：當虛實整合的標籤與雲端系統建置完成，第七章展示了數位資產的終極價值。透過日常工單的積累與大數據分析，機關能從被動的報修救火，提升至主動的預防性保養，並利用客觀數據精準推演未來數十年的長期修繕計畫，確保社會住宅的財務健康與營運永續。

8.2、附錄實用工具指引

為確保本指南的規範能切實落地，我們將各章節中所提及的關鍵表單、標準範例與契約參考條文，彙整於本手冊之「附錄 (Appendix)」中。強烈建議各專案參與者在執行實務工作時，搭配查閱以下工具：

- 附錄 A、機電管線與設備 3D 模型色彩編碼標準 (Color Coding)
 - 對應章節：第四章、第六章
 - 內容說明：規定各類機電管線於 3D 模型中的專屬色彩。
- 附錄 B、社會住宅 COBie 屬性欄位填列範例表
 - 對應章節：第四章
 - 內容說明：提供消防泵浦、電梯、發電機等關鍵設備的屬性填寫範例，供營造廠 BIM 團隊在建置資料庫時作為具體對照參考，消弭認知落差。

- 附錄 C、共同資訊平台 (CDE) 檔案命名規則與資料夾架構
 - 對應章節：第四章、第五章、第六章
 - 內容說明：提供標準化的檔案目錄樹與命名規則，確保數位圖資（如 O&M 手冊、BIM 模型）從建置初期即井然有序，利於未來檢索。
- 附錄 D、BIM-FM 專案執行計畫書 (BEP) 撰寫架構指引
 - 對應章節：第五章
 - 內容說明：引導 BIM-FM 團隊於專案啟動時，精準規劃軟硬體資源、模型交付時程與自主品管機制，建立團隊協作默契的溝通藍圖。
- 附錄 E、BIM-FM 招標文件 (EIR) 參考條文與預算編列範本
 - 對應章節：第五章
 - 內容說明：為機關承辦人量身打造的發包文字範本。包含 CDE 平台介接需求、行動化硬體規格，以及專項預算的估價單 (PCC) 編列參考格式，可直接「複製貼上」並依專案特性微調後納入招標文件。
- 附錄 F、BIM-FM 竣工點交與軟著陸 (Soft Landings) 檢核表
 - 對應章節：第六章
 - 內容說明：供 PCM 與機關在現場點交時使用的 Checklist。涵蓋「現場標籤掃描測試」、「Model Checker 報告確認」與「物管教育訓練簽收」等查核節點，作為工程尾款核付的客觀依據。
- 附錄 G、應用 BIM-FM 維修數據評估設備最適壽命範例
 - 對應章節：第二章、第七章
 - 內容說明：介紹以維修數據以科學化實證的方式評估設備最適壽命動態評估，反應至長期修繕計畫與降低整體生命週期營運成本。
- 附錄 H、應用 BIM-FM 數據之設備日常巡檢與保養表單範例
 - 對應章節：第七章
 - 內容說明：展示如何將 COBie 靜態屬性，轉化為物管人員手持平板中的「動態巡檢表單」，展現智慧維運落地的最終應用場景。

8.3、展望未來：奠定智慧城市的數位基石

將 BIM 應用於社會住宅的維護管理，僅是建築物數位轉型的第一步。當這些結構化、標準化的數位資產 (AIM) 在各個社會住宅專案中被成功建立後，將為未來的「智慧城市」奠定最堅實的數據基石。

我們期盼在不久的將來，這些靜態的維運數據能進一步與物聯網 (IoT) 感測設備、智慧電網 (Smart Grid) 及人工智慧 (AI) 深度融合。讓社會住宅不僅具備自我診斷的數位神經網絡，更能透過精準的能源管理與預防性維護，切實減輕基層物管人員的辛勞。

這一切的數位轉型，最終都將回歸到「人」的價值。透過跨單位的共好協作與資訊共享，我們不僅是在管理一棟棟的建築物，更是共同為市民兌現一個安全、節能且充滿溫度的永續家園。

附錄 A、管線與設備 3D 模型色彩編碼標準


A.1、範例使用說明與參考出處

本附錄專為機電 BIM 工程師與現場物管人員設計。透過統一的 3D 模型色彩編碼，能讓熟悉此系統的工程與物管人員，在檢視模型時無需額外點選，即可直觀辨識各管線與設備所屬之系統。

對應章節：第四章（資產資訊模型 AIM 的建置指引）、第六章（虛實整合與現場查驗）

參考出處：參酌《我國 BIM 協同作業指南之研訂—設計與施工階段資訊交換》及《國家住宅及都市更新中心社會住宅新建統包工程需求說明書》。

Table A.1、系統色彩編碼對照表

| 系統別 | 英文簡稱 | 中文名稱 | 系統 | 顏色 | 色碼 R | 色碼 G | 色碼 B |
|------|------|---------|--|--|---------|---------|---------|
| 空調系統 | RA | 回風管 | 回氣 |  | 255 | 0 | 255 |
| | EA | 排風管 | 排氣 |  | 0 | 255 | 0 |
| | SA | 送風管 | 進氣 |  | 0 | 0 | 255 |
| | FA | 新鮮空氣管 | 進氣 |  | 255 | 128 | 192 |
| | CHR | 冰回水管 | 循環回水 |  | 255 | 0 | 255 |
| | CHS | 冰送水管 | 循環供水 |  | 0 | 255 | 255 |
| | CWR | 冷卻回水管 | 循環回水 |  | 255 | 151 | 255 |
| | CWS | 冷卻送水管 | 循環供水 |  | 128 | 255 | 255 |
| | DR | 洩水管 | 循環供水 |  | 128 | 0 | 255 |
| MU | 補給水管 | 循環供水 |  | 128 | 128 | 192 | |
| 排水系統 | KP | 廚房排水 | 衛生設施 |  | 128 | 128 | 255 |
| | SP | 污水管 | 衛生設施 |  | 255 | 128 | 64 |
| | WP | 生活雜排水 | 衛生設施 |  | 0 | 64 | 128 |
| | VP | 透氣管 | 通氣 |  | 255 | 128 | 192 |
| | RP | 雨水管 | 循環供水 |  | 0 | 255 | 0 |
| | WM | 中水管 | 循環回水 |  | 128 | 128 | 192 |
| 給水系統 | CW | 冷送水管 | 家用冷水 |  | 0 | 0 | 255 |
| | HWR | 熱回水管 | 家用熱水 |  | 255 | 0 | 0 |
| | HWS | 熱送水管 | 家用熱水 |  | 255 | 0 | 0 |
| 消防系統 | SE | 排煙管 | 排出氣 |  | 153 | 102 | 255 |
| | F | 消防管 | 消防系統 |  | 255 | 0 | 0 |
| | PW | 撒水管 | 消防系統 |  | 128 | 0 | 64 |
| 電力系統 | ET | 電力系統 | |  | 0 | 255 | 255 |
| | LTG | 照明系統 | |  | 255 | 255 | 0 |
| | RP | 插座系統 | |  | 0 | 128 | 255 |
| | GV | 避雷、接地系統 | |  | 128 | 128 | 255 |
| | FAS | 火警系統 | |  | 128 | 0 | 255 |
| | PA | 廣播系統 | |  | 128 | 128 | 128 |
| | D | 電話、資訊系統 | |  | 128 | 64 | 0 |

| 系統別 | 英文簡稱 | 中文名稱 | 系統 | 顏色 | 色碼 R | 色碼 G | 色碼 B |
|------|------|--------|----|----|---------|---------|---------|
| | CTC | 中央控制系統 | | | 128 | 255 | 128 |
| 瓦斯系統 | GA | 瓦斯管 | | | 102 | 0 | 102 |

附錄 B、社會住宅關鍵設施設備 COBie 屬性填列範例

B.1、範例使用說明

以下表格以社會住宅中最具維運關鍵性的三項設備（消防泵浦、電梯、緊急發電機）為例，示範 COBie 試算表中最核心的三大工作表（Worksheets）應如何正確填列。專案團隊可將此範例作為內部建立 BIM 模型參數與屬性輸入的參照基準，以確保交付資料能順利匯入後端維運平台。

B.2、COBie 屬性填列對照表

範例一、消防泵浦 (Fire Pump)

- 維運情境：攸關居住安全，需嚴格控管保養週期與原廠技術手冊。
- 參考出處：本表欄位設計與屬性級別，參酌《2018 臺北市 BIM 竣工模型屬性資料作業規範 v2.0》（附錄一：COBie 責任矩陣表）及《臺中市政府社會住宅 BIM 維運階段建模及資料建置準則》。

| COBie 工作表 | COBie 標準欄位 | 填寫範例 (Data Example) | 協同建置說明 (給 BIM/機電工程師的提示) |
|-----------|-------------------|-----------------------------|--|
| Type | Name | FP-100HP-A | 建議以「設備縮寫-馬力-型號」命名，代表同一批採購的同型號設備。 |
| | Category | 23-33.11.00 | 填列 OmniClass 或國內工程會統一編碼，利於系統自動分類。 |
| | Manufacturer | 台灣 XX 電機股份有限公司 | 填列製造商全名，以便物管人員未來聯繫原廠。 |
| | ModelNumber | TFM-1000 | 填列原廠型錄上的精確型號。 |
| | Asset ID | PMP-B1-F-01 | **極重要！** 此欄位必須與現場張貼的 QR Code/RFID 編碼絕對一致。 |
| | Name | 消防泵浦 | |
| | Space | B1-消防泵浦室 | 填列該設備所在的具體空間名稱，輔助巡檢導航。 |
| Component | SerialNumber | SN-20250912-001 | 填列出廠設備機殼上的實體出廠序號。 |
| | WarrantyStartDate | 2026-05-01 | 填列正式驗收或保固起算日（格式：YYYY-MM-DD）。 |
| | Document | | |
| Document | Name | PMP-B1-F-01_操作保養手冊 | 清楚標示文件對應的設備名稱。 |
| | File | \\O&MPMP-B1-F-01_Manual.pdf | 填列存放在 CDE 平台中的相對路徑或超連結 (URL)。 |

範例二、電梯 (Elevator / Traction Lift)

- 維運情境：住戶日常使用最頻繁之設備，需明確記錄許可證與維保廠商資訊。
- 參考出處：本表欄位設計參酌《2020 應用 BIM 輔助建築維護管理作業指南操作手冊》；組件與許可證細節參酌新加坡建築局《SG 2024 BIM Guide v3.0》中關於牽引式電梯 (Traction Lift) 之交付要求。

| COBie 工作表 | COBie 標準欄位 | 填寫範例 (Data Example) | 協同建置說明 (給 BIM/機電工程師的提示) |
|----------------|-----------------|---------------------|---------------------------------|
| Type (型別) | Name | ELEV-15P-1050KG | 建議以「設備-載客人數-載重量」作為型別名稱。 |
| | Manufacturer | XX 電梯股份有限公司 | 填列電梯原廠名稱。 |
| | ReplacementCost | 1,500,000 | 填列預估重置成本，提供機關長期修繕計畫之財務運算基礎。 |
| Component (實體) | Name (Asset ID) | ELV-A-01 | 對應 A 棟 1 號電梯，需與現場電梯按鈕面板上方之編號一致。 |

| | | | |
|----------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Document (文件) | AssetIdentifier | (使用許可證字號) | 建議將各縣市政府核發的「電梯使用許可證字號」填入此欄。 |
| | ExpectedLife | 15 | 填列預期使用壽命(年)，供系統推算大修與汰換年份。 |
| | Name | ELV-A-01_竣工測試報告 | |
| | File | \\Testing\ELV-A-01_Test.pdf | 將原廠竣工測試與安檢合格報告掛載於此。 |

範例三、緊急發電機 (Emergency Generator)

- 維運情境：平時備而不用，但需定期啟動測試，耗材更換頻率高。
- 參考出處：本表屬性欄位參酌英國政府《UK 2022 Facilities Management Standard FMS 002 Asset Data》中關於資產資料庫 (Asset Register) 應留存之營運與生命週期欄位規範。

| COBie 工作表 | COBie 標準欄位 | 填寫範例 (Data Example) | 協同建置說明 (給 BIM/機電工程師的提示) |
|-----------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Type (型別) | Name | GEN-500kW-Diesel | 以「設備-功率-能源類型」命名。 |
| | ExpectedLife | 20 | 填列原廠建議之設備壽命(年)。 |
| Component (實體) | Name (Asset ID) | GEN-RF-01 | 對應屋頂層 (RF) 的 1 號發電機。 |
| | Description | 供應 A 棟與 B 棟緊急照明與消防 | 簡述該設備的服務範圍，幫助新進物管人員快速了解系統關聯。 |
| Document (文件) | InstallationDate | 2026-01-15 | 填列現場實際安裝完成的日期。 |
| | Name | GEN-RF-01_耗材更換清單 | |
| | File | \\Parts\GEN-RF-01_Parts.pdf | 強烈建議掛載「機油、濾清器等耗材規格表」，大幅提升日後派工效率。 |

B.3、COBie 屬性資料表

以下為參考自《國家住都中心社會住宅新建統包工程統包需求說明書》之主要 COBie 工作表分類，並列出所需資訊欄位名稱，下表屬性欄位為參考項目，實際屬性欄位請以業主要求之相關規定辦理：

也是要確認國家住都是否 OK

- Contact：人員與廠商通訊錄。

| COBie 欄位 (英文) | COBie 欄位 (中文) | 填寫範例 | 備註 |
|---------------|---------------|------------------|--------------------|
| Email | 電子信箱 | Mtxxxxx@mail.com | 建模廠商聯絡電子信箱 |
| CreatedBy | 編撰/登錄人 | creator@mail.com | 設定完 Email 後，系統自動代入 |
| Company | 聯絡公司 | OO 有限公司 | 建模廠商公司名稱 |
| Phone | 聯絡電話 | +886-2-25xx-xxxx | 建模廠商電話 |

資訊建立標的：BIM 模型之專案或專案設定

- Facility：專案、位置與設施基本資訊。

| COBie 欄位 (英文) | COBie 欄位 (中文) | 範例 | 備註 |
|--|------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Name | 社宅名稱 | XX0 安居社會住宅 | 請填入工程案件之案名 |
| ProjectName | 專案名稱 | XX 市 XX 區 XX 段 社會住宅統包工程 | 請填入工程案件之工程名稱 |
| SiteName | 基地名稱 | XX 市 XX 區 XX 路 XXX 號 | 請填入工程案件地址 |
| LinearUnits | 長度單位 | Centimeters | 軟體設定單位後將自動代 入，若無代入則自行建立欄 位及資訊。 |
| AreaUnits | 面積單位 | Square meters | |
| VolumeUnits | 體積單位 | Cubic meters | |
| CurrencyUnit | 幣值單位 | New Taiwan Dollars | |
| | 外牆檢查修繕日 | 2019-06-30 | 僅建立欄位，免填資訊 |
| | 結構耐震診斷日 | 2019-06-30 | |
| | 使照審查許可日 | 2019-06-30 | |
| 資訊建立標的：BIM 模型之 專案 或 專案設定 | | | |

- Floor：垂直樓層層級。

| COBie 欄位 (英文) | COBie 欄位 (中文) | 範例 | 備註 |
|------------------------------|------------------|-----|---------------|
| Name | 樓層名稱 | 1FL | 定義樓層後，軟體將自動代入 |
| Elevation | 高程 | 15 | 繪製完樓層，軟體將自動代入 |
| Height | 高度 | 280 | |
| 資訊建立標的：BIM 模型之 樓層資訊設定 | | | |

- Space：房間與空間資訊。

| COBie 欄位 (英文) | COBie 欄位 (中文) | 範例 | 備註 |
|--|------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Name | 空間名稱 | 住宅類：主臥室、客廳、廁 所、廚房、次主臥室等..... | 填寫房間名稱，例如閱覽室、 展演廳、中控室、消防泵補室 |
| FloorName | 樓層名稱 | 2FL | 放置空間後，軟體將自動代入 |
| RoomTag | 房間編號 | 203 | |
| GrossArea | 總面積 | 繪製完樓層，軟體將自動代入 | 若無自動代入則自行建立欄位 及資訊 |
| NetArea | 淨面積 | | |
| 資訊建立標的：BIM 模型之 空間資訊設定 或 房間設定 | | | |

- Type：設備與產品的型錄資料。

| COBie 欄位 (英文) | COBie 欄位 (中文) | 範例 | 備註 |
|------------------|------------------|---|-----------------------------------|
| Name | 設備名稱 | 機械設備_E_發電機-1 | 放置後軟體將自動代入， 若無代入則自行建立欄位及 資訊 |
| Category | 分類目錄 | 23-35 11 15 11：Electrical Generation Diesel Engines 柴 油引擎發電機組 | 填入工程總分類碼 (OmniClass) |

| | | | |
|------------------------|----------|---|--------------------------|
| Manufacturer | 製造廠商 | XX 電機 TECO;+886 2 2655 3333;XX 市 XX 區 XX 路 XX 號 | 填入廠商名稱；連絡電話；地址 |
| ModelNumber | 產品型號 | TEG-30S | |
| WarrantyGuarantorLabor | 零件保固提供者 | XX 電機 TECO;+886 2 2655 3333;XX 市 XX 區 XX 路 XX 號 | |
| WarrantyDurationLabor | 保固期人力 | 保固期人員姓名; +886 9 7228xxxx | |
| WarrantyDurationUnit | 零件保固期單位 | 2019-06-30T00:00:00 | |
| ReplacementCost | 更換費用 | 150000 | |
| ExpectedLife | 預期壽命 | 15 | |
| DurationUnit | 壽命單位 | 年 | |
| Description | 敘述(送審資料) | XX 電機發電機材料設備送審 | 材料設備送審檔案名稱 |
| Maintenance | 保養頻率 | 03 年 01 次 | 填寫格式：00 年 or 月 or 週 00 次 |
| EnergyLabel | 節能標章 | 1 級 | 自行建立欄位及資訊 |
| UnitWeight | 單位重 | 0.2 | 自行建立欄位及資訊 |
| UnitofWeight | 重量單位 | Kg | 自行建立欄位及資訊 |

- Component：實際安裝於空間中的設備實體資料。

| COBie 欄位 (英文) | COBie 欄位 (中文) | 範例 | 備註 |
|-------------------|------------------|----------------|--------------------------------|
| Name | 設備名稱 | 1000KW 發電機設備 | 放置元件後軟體將自動代入，若無代入則自行建立欄位資訊 |
| Floor | 樓層名稱 | 1FL | |
| Space | 空間名稱 | 走廊 | |
| TypeName | 設備類型名稱 | 機械設備_E_發電機-1 | 放置後軟體將自動代入，若無代入則自行建立欄位及資訊 |
| AssetIdentifier | 資產識別碼 | 1111-1111-1111 | |
| BarCode | 條碼 | 475559218313 | 二維條碼(QRcode)，僅建欄位，免填資訊，由管理單位填列 |
| InstallationDate | 安裝日期 | 2019-06-30 | |
| TagNumber | 設備編號 | 211786 | 中央監控設備或 IOT 訊號回傳之設備編碼 |
| WarrantyStartDate | 保固開始日期 | 2019-06-30 | 僅建欄位，免填資訊，由管理單位更換設備時填列 |

附錄 C、共同資訊平台 (CDE) 檔案命名規則與資料夾架構

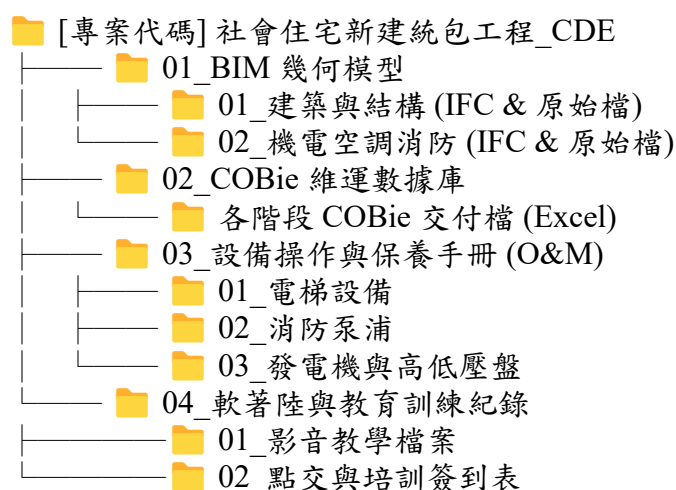
C.1、範例使用說明與參考出處

一個井然有序的雲端空間，是物管人員未來快速查找圖資的關鍵。本附錄提供一套直覺、標準化的檔案命名與資料夾架構範本，讓專案團隊從開工第一天起，就能在同一個頻道上整理數位資產，避免資料雜亂無章。

對應章節：第四章（AIM 建置指引）、第五章（發包規範）、第六章（維運點交標準與協同驗收程序）

參考出處：參酌《2019 桃園市圖資管理標準作業手冊》（第四章）及 ISO 19650 資訊容器（Information Container）命名原則。

C.2、標準資料夾架構範例 (目錄樹)



C.3、檔案命名規則 (Naming Convention)

為確保系統檢索效率，所有上傳至 CDE 之檔案（特別是 PDF 手冊與竣工圖），建議依循以下規則：

- 格式：[設備或文件名稱]-[流水號]-[版次].副檔名
- 範例：緊急發電機操作手冊-1-V1.pdf

附錄 D、BIM-FM 專案執行計畫書 (BEP) 撰寫架構指引

D.1、範例使用說明與參考出處

本附錄旨在協助統包團隊於專案啟動時，能有一套清晰的架構來回應機關的 EIR (交換資訊需求)。這不是一份用來考驗廠商的申論題，而是一份「建立團隊協作默契的溝通藍圖」。透過明確的 BEP (BIM Execution Plan)，統包團隊能精準配置資源，確保工程智慧得以順利傳承。

對應章節：第五章 (BIM-FM 系統建置與發包規範)。

參考出處：參酌《2017 業主 BIM 實施方針之擬定指引》(附錄 D：BIM 專案執行計畫範本) 及《2016 我國 BIM 協同作業指南》。

D.2、建議撰寫架構

統包團隊撰寫 BIM-FM 專案執行計畫書時，建議包含以下核心章節：

- 專案資訊與協同目標：闡述本專案為達成社會住宅永續營運所設定之 BIM 交付目標。
- 團隊編制與聯絡資訊：列出營造廠、機電包商、物管團隊之 BIM 負責人 (BIM Manager/Coordinator) 及其聯繫方式。
- 軟硬體與 CDE 平台規劃：敘明所採用之 BIM 建模軟體版本、檔案交換格式 (IFC/COBie) 及 CDE 平台之存取路徑。
- 模型發展交付時程：配合工程進度 (如：施工前、機電管線協調、竣工點交)，訂定各階段模型幾何與維運屬性的發展里程碑。
- 模型品質自主品管機制：說明團隊如何運用 Model Checker 等工具進行內部資料檢查，確保交付品質。
- 實體標籤與軟著陸 (Soft Landings) 實施計畫：規劃現場 QR Code/RFID 標籤之產製張貼時程，以及為物管團隊安排的實機操作培訓課表。

附錄 E、BIM-FM 招標文件 (EIR) 參考條文與預算編列範本

E.1、範例使用說明與參考出處

本附錄專為社會住宅主辦機關之採購與工程承辦人員設計。旨在將本手冊「第五章」所提倡之「協同共創」精神，轉化為具備契約效力之招標文件（即 ISO 19650 規範之 EIR 交換資訊需求）與預算估價單。

機關承辦人可依據專案之規模與特性，直接擷取本附錄之參考條文，納入統包工程之「需求計畫書」或「契約特定條款」中。本附錄之條文與預算架構，係融合並昇華自以下國內發包文獻：

- 招標條文參照：《臺北市【石壁潭】統包工程需求計畫書》（表柒-1 物業管理建置平台服務）、內政部建築研究所《2016 我國 BIM 協同作業指南》（TW-01 營建專案之 BIM 特定條款）。
- 預算編列參照：行政院公共工程委員會《2017 機關辦理公共工程導入 BIM 技術作業參考手冊》（國內機關導入 BIM 決標經費分析）。

E.2、統包工程需求計畫書 (EIR) 參考條文

（以下條文建議納入招標文件之「專案資訊需求」或「物業管理建置需求」章節）

第一條：專案協同交付目標

- 為落實社會住宅全生命週期之永續營運，本專案期盼與統包團隊建立數位協作夥伴關係。統包團隊應於工程竣工時，除交付實體建築外，須協同交付具備「單一真實來源 (SSOT)」特性之 BIM 竣工資產模型 (AIM)，以作為機關後續推動長期修繕計畫之數據基礎。

第二條：雙軌交付標準與共同資訊平台 (CDE) 協作

- 原生與開放格式並行交付：為兼顧機關未來針對資產進行修繕整改的編輯彈性，以及數位資產的長久可用性，統包團隊交付之幾何模型須同時包含原始建模軟體之原生檔 (Native Files) 以及 buildingSMART 制定之 IFC 開放格式；設備屬性數據庫則須符合 COBie 標準格式建置深度，詳見契約附件《BIM-FM 屬性標準矩陣》，例如【附錄 B.3】。
- CDE 平台介接與測試：統包團隊應配合機關既有（或本專案新建）之雲端共同資訊平台 (CDE) 進行作業。並於工程細部設計階段，主動提送測試模型進行 API 沙盒測試，以確保竣工數據能 100% 順利匯入維運系統。

第三條：虛實整合與現場行動查驗硬體

- 實體資產標籤：BIM-FM 團隊須為契約指定之關鍵機電設備（如泵浦、電梯、發電機等），產製並張貼具備防塵防水及耐高溫特性之 QR Code 或 RFID 實體標籤。標籤內碼須與 COBie 數據庫中之「資產唯一識別碼」一致。
- 行動查驗裝置：BIM-FM 團隊應於點交階段前，陪同物管團隊於案場進行現場虛實連動檢核（Scan & Verify），確認現場張貼之資產標籤能確實與 BIM-FM 系統連動查出正常的資訊。

第四條：自動化查驗通關與系統軟著陸 (Soft Landings)

- Model Checker 輔助驗證：專案管理單位（PCM）將提供自動化查核樣板，協助統包團隊於日常作業中進行自主品管。統包團隊最終交付之 COBie 數據庫，須經軟體驗證達 100% 無缺漏（Pass），方視為達成數位交付里程碑。
- 軟著陸陪伴機制：於社會住宅啟用後之首 [3~6] 個月定為「軟著陸期」。統包團隊之機電與 BIM 專業人員應提供駐點或線上支援，協同物管團隊進行系統參數微調，並辦理情境式（Scenario-based）實機操作教育訓練，確保營運知識之無縫傳承。

E.3、BIM-FM 專項預算編列參考範本 (PCCES 估價單格式)

為保障統包團隊獲取充足之數位建置資源，機關應於統包工程詳細價目表中，將 BIM-FM 相關費用自「一般工程管理費」中獨立匡列為專項（建議編列於「假設工程」或「其他雜項工程」之子目下）。

表 E-1、BIM-FM 協同建置與軟著陸專項預算表

| 項次 | 預算項目名稱 | 單位 | 數量 | 單價 (新台幣) | 複價 (新台幣) | 預算編列指引與備註 |
|------------|--|-----|----|-------------|--------------|-----------------------------------|
| 1.0 | 維運平台與軟體授權費 | | | | | |
| 1.1 | 專案共同資訊平台 (CDE) 建置與伺服器租賃費 (含軟著陸期) | 式 | 1 | (依市價估算) | - | 若為介接機關既有系統，此項可改為「API 介接與系統整合授權費」。 |
| 1.2 | Model Checker 自動化查驗軟體授權與樣板建置費 | 式 | 1 | (依市價估算) | - | 供專案團隊進行資料自主品管與驗證通關使用。 |
| 2.0 | 現場虛實整合硬體與標籤 | | | | | |
| 2.1 | 工業級行動查驗裝置 (含防摔保護殼與背帶) | 台 | 5 | (依市價估算) | - | 數量依據該社宅規模與物管巡檢人力編列。 |
| 2.2 | 耐久性資產標籤 (QR Code/RFID) 產製與張貼工資 | 式 | 1 | (依市價估算) | - | 依據 EIR 要求納管之關鍵設備數量概算。 |
| 3.0 | 專案人力與軟著陸陪伴 | | | | | |
| 3.1 | BIM 資訊經理 (Information Manager) 協同作業人事費 | 人/月 | - | (依市價估算) | - | 專責跨專業模型協調與 COBie 數據產製。 |
| 3.2 | 系統軟著陸 (Soft Landings) 駐點陪伴與教育訓練費 | 式 | 1 | (依市價估算) | - | 含編撰數位 O&M 手冊、實機演練與長期修繕儀表板教學。 |
| 4.0 | BIM-FM 專項包商利潤與管理費 | | | | | |
| | | % | 1 | (按比例) | - | 建議依據上述項次總計之 5%~10% 編列。 |
| 總計 | BIM-FM 協同建置專項預算總計 | | | | [總金額] | 作為工程尾款與里程碑計價核付之對應基礎。 |

(註：本預算表僅為項目架構示範，實際單價與數量應由機關或 PCM 依據個別社會住宅之量體規模、設備數量與合約期程，進行實質估算與填列。)

附錄 F、BIM-FM 竣工點交與軟著陸協同檢核表

F.1、範例使用說明與參考出處

本附錄旨在提供一份標準化的「品質協同把關工具」，協助專案團隊（機關、PCM、營造廠、物管團隊）於工程末期與軟著陸期間，有條不紊地完成數位資產的移交與驗證。

本檢核表以「達成共識、順利通關」為導向。建議專案管理單位（PCM）於點交會議時列印或數位化此表單，由各方代表共同逐項確認簽認，作為工程尾款核付與專案圓滿結案之客觀依據。

- 參考出處：本檢核表之查驗邏輯與文件清單，係參酌《2019 桃園市圖資管理標準作業手冊》（表 4-3 書面文件檔案清單）及《2020 應用 BIM 輔助建築維護管理作業指南操作手冊》（附錄九：維護管理表單），並融入英國 BSRIA 軟著陸（Soft Landings）之實務精神編撰而成。

F.2、BIM-FM 竣工點交與軟著陸協同檢核表 (修訂版)

專案名稱：_____ 查驗日期：2026 年 ___ 月 ___ 日

聯合查驗小組成員：

機關/PCM 代表：_____ 統包團隊代表：_____

物管團隊代表：_____ BIM 協力廠商：_____

階段一、數位資產 (AIM) 效能與基礎交付檢核

本階段重點：驗證模型「體質」是否輕量化，且數據入口（URL）是否暢通。

| 檢核項目 | 協同查驗標準與通關條件 | 狀態 | 備註 |
|------------|--|--------------------------|----|
| 1.1 運行效能實測 | 在行動裝置上開啟單一樓層模型，其載入時間與 3D 旋轉反應需具備流暢性，無明顯延遲。 | <input type="checkbox"/> | |
| 1.2 冗餘元件清理 | 隨機抽檢，確認已完全移除施工臨時設施（如施工架）及細部幾何（如螺栓、鋼筋）。 | <input type="checkbox"/> | |
| 1.3 原生檔與移交 | 已交付符合 5.1.3 節 具結版本之原生檔 (.rvt) 及 IFC/COBie 檔案，且無資訊遺失。 | <input type="checkbox"/> | |
| 1.4 圖文綁定測試 | 隨機點選 10 項設備，驗證其 URL 連結是否能正確引導至 CDE 平台中的 PDF 手冊或竣工圖。 | <input type="checkbox"/> | |

階段二、現場實體標籤與虛實整合檢核

本階段重點：確保實體設備的身分證（標籤）與數位模型完美掛鉤。

| 檢核項目 | 協同查驗標準與通關係件 | 狀態 | 備註 |
|-----------------|--|--------------------------|----|
| 2.1 標籤硬體規格 | 大型設備（如水泵）已採用 RFID；小型設備（如對講機）採用 QR Code，材質具備抗污、防水性。 | <input type="checkbox"/> | |
| 2.2 編碼一致性 | 現場標籤之編碼與 2.8 節 Asset ID 規範一致，且與模型屬性 100% 匹配。 | <input type="checkbox"/> | |
| 2.3 安裝位置查核 | 標籤安裝高度均在 6 公尺以下；RFID 標籤間距保持 4 公尺以上，無訊號衝突現象。 | <input type="checkbox"/> | |
| 2.4 區域標籤 (Zone) | 密集資產（如燈具、感測器）之區域標籤已正確安裝於門框或面板。 | <input type="checkbox"/> | |

階段三、資訊驗證機制 (LV1-LV3) 檢核

本階段重點：運用自動化工具與沙盒演練，確保數據鏈路 100% 暢通。

| 檢核項目 | 協同查驗標準與通關係件 | 狀態 | 備註 |
|--------------|--|--------------------------|----|
| 3.1 LV1：形式審查 | 統包團隊提交 Model Checker 之「100% Pass 報告」，確認必填欄位無遺漏、格式無誤。 | <input type="checkbox"/> | |
| 3.2 LV2：實質對位 | 現場抽測 20 處設備，掃描標籤後能即時彈出正確之 3D 元件視角與維運屬性。 | <input type="checkbox"/> | |
| 3.3 LV3：情境演練 | 模擬報修情境，確認系統能自動產出正確工單；具 IoT 設備之即時數據（如電流、轉速）顯示正常。 | <input type="checkbox"/> | |
| 3.4 BCF 缺失修正 | 查驗過程發現之不一致項已紀錄於 BCF 報告，並由統包團隊（或建模外包商）修正完畢。 | <input type="checkbox"/> | |

階段四、系統軟著陸 (Soft Landings) 與移交

本階段重點：透過陪伴與權限設定，將數位鑰匙正式交給營運團隊。

| 檢核項目 | 協同查驗標準與通關係件 | 狀態 | 備註 |
|-------------|--|--------------------------|----|
| 4.1 駐點陪伴與微調 | 統包團隊已完成 3~6 個月之軟著陸陪伴，並依據現場運轉實況微調保養週期。 | <input type="checkbox"/> | |
| 4.2 情境式培訓 | 物管人員已完成「走動式查修」及「長期修繕計畫財務儀表板」之操作訓練。 | <input type="checkbox"/> | |
| 4.3 數據主權移交 | 已移交原生模型檔 (.rvt) 並具結參數邏輯完整性；系統最高管理員帳號已移交機關。 | <input type="checkbox"/> | |
| 4.4 權限設定核對 | 依據 RACI 矩陣 完成各級人員（巡檢、經理、Admin）之數位權限賦能。 | <input type="checkbox"/> | |

聯合簽認

經聯合查驗小組實地測試，本案之數位資產已達成虛實整合標準，准予通過「階段三：系統整合與現場虛實移交」之計價核付申請。

機關/PCM 代表：_____ 統包團隊代表：_____

物管團隊代表：_____

附錄 G、應用 BIM-FM 維修數據評估設備最適壽命範例

G.1、範例使用說明與參考出處

本附錄展示如何將第一線物管人員辛勤登錄的日常維修數據，轉化為具備高度決策價值的財務評估報表。主辦機關與物管團隊可參考此範例，利用 BIM-FM 系統的大數據分析模組，精算出各類設備的「最適壽命」。這不僅能協助機關將預算花在刀口上，編列最精準的長期修繕計畫，更能作為未來新建社會住宅專案中，評選優良設備廠牌的科學化實證依據。

對應章節：第二章（修繕大數據分析與最適壽命評估）、第七章（7.1.4 設備最適壽命動態評估、7.3.1 修繕行為驅動的數據更新流程）

參考出處：內政部建築研究所《BIM 結合數據分析技術應用於社會住宅物業管理之研究成果報告》(2021 年)。

G.2、設備汰換財務評估表實務範例 (以分離式冷氣機為例)

BIM 系統設備基礎資訊 (COBie 屬性連動)

- 資產識別碼 (Asset ID)：AC-30179558
- 設備類別與型號：分離式冷氣機 / Panasonic (某特定型號)
- 新機購置與安裝費用：新台幣 25,000 元 (為便於範例計算之基準設定)
- 預估殘值：新台幣 0 元 (依據一般空調設備汰換慣例)

表 G-1、維修大數據與年平均使用成本運算表

| 使用年數 | 當年度維修次數 | 當年度維修費用 | 歷年累積維修費用 | 年平均使用成本 (元/年) | 系統大數據洞察與趨勢提示 |
|-------|---------|---------|----------|---------------|------------------------------|
| 第 1 年 | 0 | 0 | 0 | 25,000 | 原廠保固期內，設備運作正常。 |
| 第 2 年 | 0 | 0 | 0 | 12,500 | 隨著使用年數增加，建置成本平穩攤提。 |
| 第 3 年 | 1 | 1,500 | 1,500 | 8,833 | 發生首次耗材更換或小修。 |
| 第 4 年 | 1 | 2,500 | 4,000 | 7,250 | 進入設備穩定期，年平均成本持續下降。 |
| 第 5 年 | 0 | 0 | 4,000 | 5,800 | ★ 年平均成本降至最低點 (最適壽命折點) |
| 第 6 年 | 3 | 8,500 | 12,500 | 6,250 | 機件開始老化，維修費飆高，成本曲線反轉向上。 |
| 第 7 年 | 4 | 12,000 | 24,500 | 7,071 | 故障頻繁影響居住品質，陷入無效維修泥淖。 |

(註：年平均使用成本 = (歷年累積維修費用 + 新機購置與安裝費用 - 預估殘值) / 實際使用年數)

- 精準終結無效維修：透過 BIM-FM 大數據分析可明確判讀，該型號之分離式冷氣機在「第 5 年」時其年平均使用成本達到最低點。自第 6 年起，因機件老化導致維修次數與費用急遽攀升，使得年平均成本反轉向上。若繼續採用「壞了才修」的傳統模式，將造成實質的公帑浪費。

- 啟動預防性汰換與長期修繕計畫撥補：物管團隊應依據此客觀數據，將該批次設備之「最適壽命」定調為 5 年。並透過系統自動排程，將其全機汰換預算提早編入第 6 年的長期修繕計畫中，確保財務預測的精準度。
- 建立良善的採購生態圈：此份運算結果，為機關建立了一份具公信力的「設備履歷表」。未來在辦理新建社會住宅或大宗設備採購時，機關便能以真實的「耐用年限與維護成本」作為評選優良廠商的關鍵指標，帶動整體營建與機電產業向上提升。

附錄 H、應用 BIM-FM 數據之設備日常巡檢與保養表單範例

H.1、範例使用說明與參考出處

本附錄是將 BIM 數據化為「現場行動力」的最佳展示。我們將第四章辛苦建置的 COBie 屬性（如：廠牌、型號、保固期），直接串接為物管人員手持平板中的「數位巡檢表單」。這讓物管人員不再需要帶著厚重的紙本爬上爬下，只要掃描設備標籤，系統便會自動帶出專屬的保養項目清單。

對應章節：第七章（長期修繕計畫與模型動態維護管理）

參考出處：參酌《2020 應用 BIM 輔助建築維護管理作業指南操作手冊》（附錄九：維護管理表單）及英國《UK 2022 Facilities Management Standard FMS 002》。


H.2、數位巡檢表單實務應用範例 (以消防泵浦為例)

【系統自動帶入之 BIM 基礎資訊 (唯讀)】

資產識別碼 (Asset ID)：PMP-B1-F-01 (掃描標籤後自動帶入)

設備型號與廠牌：TFM-1000 / 台灣 XX 電機

設備所在位置：B1 消防泵浦室

數位操作手冊： 點擊開啟 PDF (連動至 CDE 平台)

【現場巡檢填寫項目 (Interactive Checklist)】

巡檢人員：_____ 日期與時間：_____

外觀與環境：泵浦主體無鏽蝕、無漏水，周邊環境無雜物堆置。


儀表數據檢視：

當前電壓 (V)：[輸入數值] (正常範圍 380V ± 5%)

系統水壓 (kg/cm²)：[輸入數值] (正常範圍：7.5 ~ 8.5)

潤滑與耗材：軸承潤滑油量正常，無異常高溫。

運轉測試 (手動)：啟動運轉平順，無異常震動與噪音。

異常狀況回報與照片上傳： 拍照上傳 / 描述：_____

(系統提示：當輸入之儀表數值超出正常範圍時，系統將自動觸發長期修繕計畫預防性保養警報，並推播通知物業經理進行評估與派修。)