

國立臺灣大學工學院土木工程學系



碩士論文

Department of Civil Engineering

College of Engineering

National Taiwan University

Master Thesis

建築物竣工階段應交付之 BIM 設備維護資訊

及其工作流程研究-以醫院手術室為例

Study on delivery of BIM-based equipment maintenance  
information and its workflow – Taking hospital operating  
rooms for Example

周文雄

Chou, Wen-Shoung

指導教授： 陳柏翰 博士

Advisor : Prof. Chen, Po-Han

中華民國 107 年 7 月

July. 2018

# 國立臺灣大學碩士學位論文

## 口試委員會審定書

建築物竣工階段應交付之 BIM 設備維護資訊及其工作  
流程研究-以醫院手術室為例

Study on delivery of BIM-based equipment maintenance  
information and its workflow – Taking hospital operating  
rooms for example

本論文係 周文雄 君 (P03521702) 在國立臺灣大學土木工程學系、所完成之碩士學位論文，於民國 107 年 7 月 17 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員： 陳柏翰  
(指導教授)

陳柏翰 (簽名)

張陸滿

張陸滿 (簽名)

詹滢潔

詹滢潔 (簽名)

系主任： 謝尚賢 (簽名)

## 誌謝



進入職場工作已過二十五年，始終堅守營建崗位。三年前再踏入校園當起學生，除了追求更深廣的知識領域外，也想彌補未能進研究所的遺憾，能進入第一學府台灣大學當研究生，對我而言是光耀門楣的事，經過在校的學習，除獲得了知識與增長智慧，也認識相關業界的優秀人才，建立廣闊人脈，而現在正是美夢成真的時刻。在此要感謝的人太多，對於這些日子以來曾經協助過、指導過與鼓勵過我的所有人，在此致上最誠摯的謝意。

首先，我要感謝的是慧仁學長，及我公司已故的馬玉山創辦人和前海基會副秘書長馬紹章博士，沒有他們的推薦，我是無法入學就讀。緊接著要感謝恩師，我的指導教授陳柏翰博士的悉心指導與鼓勵，一步一步按部就班地完成每一步驟，每一次的論文提報，陳老師一點一滴的悉心指導及中肯的建議，使我的論文得以完成，學生銘記在心。此外，在我論文口試期間承蒙口試委員張陸滿教授及詹滢潔教授給予我的寶貴意見與指正，使我的論文得以更加充實、更臻完備，在此致上最高的謝意。

其次，要感謝的是求學過程中許多老師的指導，以及同儕的勉勵與相互協助，感謝閔聞兄、俊樹、大為、俊仁、民雄、文堯在功課及報告上的幫助，感謝論文撰寫過程中，接受訪談的各位專家們，感謝旭原的協助，欽智的幫忙，也許尚有一些未提及的好朋友們，在此一併致謝。

最後，我要特別感謝內人美玲，在我就學期間給我最大的支持，鼓勵我堅持到最後，終能完成長久以來的夢想，此時此刻，願將這份榮耀與妳共享。

周文雄 謹誌

於臺灣大學土木工程學系暨研究所

July, 2018

## 摘要



建築物的生命週期主要分成規劃、設計、施工、及維護等四個階段，尤其後期的維運階段佔了建築物生命期的大部分，從成本及效益的角度來看，這是業主關注的重點。

在傳統的作法上，是以各式表單輔以 2D 圖面來進行維運資訊的儲存與管理，因為資訊的量且複雜，不容易進行標準化的分類、及訂定效率化的操作流程，導致不容易被有效地整合利用。

隨著營建產業之規模增大及架構之複雜化，必須利用電腦資訊提昇產業效率，進而走向資訊化管理。在 1986 年，美國提出了 BIM (Building Information Modeling) 的想法，至今已發展為全球營建產業最重要的應用技術。BIM 的技術支援項目涵蓋了整體工程的生命週期，期望利用其資訊整合及視覺化的特點，從規劃、設計經過施工再到維運來實現 BIM 的效益。隨著 BIM 的發展，而於 2005 年開始進行的施工營運建築資訊交換標準 COBie (Construction Operation Building Information Exchange) 提供了維運資訊交付的解決方案。#

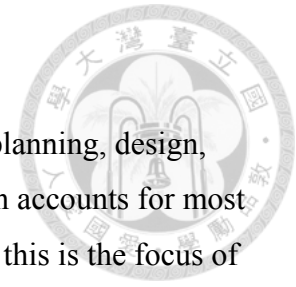
在建築物的維運資訊傳遞過程中，施工階段扮演了重要的角色。本研究作者為營造專案經理，關心的議題是“如何藉由一個有效率的流程及組織，完成資訊正確地交付給業主的責任”。

本研究採用文獻研讀及探討、專家訪談、個案實例演練為研究方法。先了解設施維護、BIM、COBie 的意義及作法，再進行專家訪談，並同時以醫院手術室為實際演練對象，進行 BIM 設備維護資訊的建置。在研究過程中，發現影響施工階段的維護資訊建置效率的因素是在於維運設備的種類篩選、屬性分類原則及施工團隊成員的協同作業模式。

本研究最後提出維運設備的種類篩選、屬性分類原則、及施工階段的 BIM 維護資訊建置流程。

關鍵詞：建築資訊模型、設備、設施管理、手術室、屬性、BIM、COBie

## Abstract



The life cycle of a building is mainly divided into four phases: planning, design, construction, and operation. In particular, the later phase of operation accounts for most of the building's life cycle. From the perspective of cost and benefit, this is the focus of the owners..

With the increase in the size of the construction industry and the complexity of buildings, it is necessary to use computer to enhance industrial efficiency and move toward information management. In 1986, the United States proposed the idea of BIM (Building Information Modeling) and it has been developed to be the most important application technology in the construction industry worldwide. BIM's technical support project covers the entire project life cycle, it is expected to use its information integration and visualization features to realize the benefits of BIM from planning, design, construction, and operation. With the development of BIM, the Construction Operation Building Information Exchange (COBie), which began in 2005, provides solutions for the delivery of information.

In the stage of construction ,construction company plays an important role in the delivery of buildings' mentance information. The author of this study is a Contrrcution Project Manager , and the topic of concern is “how to complete the responsibility for the correct delivery of information to the owner through an efficient process and organization”.

This study uses literature review, expert interviews and case study as research methods. First of all, try to understand the significance of the facilities maintenance, BIM, and COBie, and then process expert interviews. At the same time, take the hospital operation room as the example to establish BIM maintenance informations of equipments. In the course of research, it was found that th efficiency factors of maintenance information establishment during the construction phase are the type filtering of the equipment, the principle of attribute classification, and the collaboration method of the construction team .

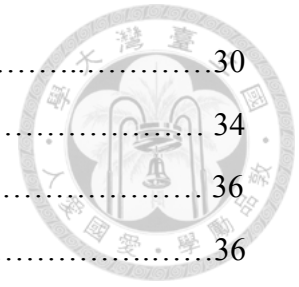
In the last chapter, this study proposes the principles of filtering the equipments' types, property classification, and the procedure of BIM maintenance information establishment during the construction phase.

Keywords: Building Information Modeling 、 Equipment 、 Facility Management 、 Operating Room 、 Attribute 、 BIM 、 COBie

# 目錄



口試委員會審定書.....	i
誌謝.....	ii
中文摘要.....	iii
英文摘要.....	iv
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究範圍及內容.....	3
1.4 研究方法與流程.....	3
第二章 文獻回顧.....	5
2.1 BIM 的介紹.....	5
2.1.1 BIM 的概念.....	5
2.1.2 BIM 的歷史.....	5
2.1.3 BIM 的執行.....	5
2.1.4 BIM 的元件.....	6
2.1.5 BIM 的應用及交付.....	7
2.1.6 BIM 資訊交換標準.....	8
2.2 設施維護 (FM) 的定義.....	9
2.2.1 “設施” 的定義.....	9
2.2.2 “設備” 的定義.....	10
2.2.3 設備管理的重點.....	11
2.3 BIM 與 FM 的結合.....	12
2.4 COBie 的介紹及使用.....	14
2.4.1 COBie 的概要.....	14
2.4.2 COBie 的意義.....	15
2.4.3 COBie 的團隊責任歸屬.....	17
2.4.4 COBie 的格式.....	18
2.4.5 COBie 表單的閱讀.....	21



2.4.6 COBie 表單的建置流程.....	30
2.4.7 COBie 的設備屬性.....	34
2.5 手術室的介紹.....	36
2.5.1 手術室的發展及定義.....	36
2.5.2 手術室空間組合型態的分類.....	38
2.5.3 手術室的分級.....	38
2.5.4 小結.....	39
第三章 專家訪談.....	41
3.1 手術室設備及維護單位彙整.....	41
3.2 專家訪談內容設計.....	43
3.3 專家訪談對象.....	45
3.4 專家訪談意見彙整.....	46
3.5 專家訪談意見小結.....	53
3.5.1 應交付設備維護資訊之篩選及分類原則.....	53
3.5.2 交付設備維護資訊之工作流程.....	54
第四章 BIM 模型建置實例操作.....	56
4.1 案例基本說明.....	56
4.2 手術室 BIM 模型建置實例操作.....	59
4.2.1 新竹生醫 3F 手術室 BIM 模型建置.....	59
4.2.2 BIM 模型建置操作問題.....	64
4.3 操作流程之比較.....	65
4.4 實例操作小結.....	67
4.4.1 應交付設備維護資訊之篩選及分類原則.....	67
4.4.2 交付設備維護資訊之工作流程.....	68
第五章 結論與建議.....	70
5.1 結論.....	70
5.2 建議.....	70
5.3 後續研究.....	71
參考文獻.....	73
附錄一 設備維護屬性表.....	75

附錄二 台大醫院新竹生醫 3F 手術室設備詳細表.....	84
附錄三 訪談問卷.....	91





# 圖目錄



圖 1-1	研究架構及流程.....	4
圖 2-1	BIM 的建築物全生命週期執行.....	6
圖 2-2	BIM 元件架構說明圖.....	6
圖 2-3	BIM 的運用項目.....	7
圖 2-4	國內公共工程 BIM 執行矩陣圖.....	8
圖 2-5	維護管理之分類.....	12
圖 2-6	GSA BIM 綱要於生命週期整合 BIM 與設施維護系統之架構.....	13
圖 2-7	USC BIM Guidelines 模型與資料交付流程圖.....	14
圖 2-8	COBie 責任矩陣.....	17
圖 2-9	STEP 檔案格式範例.....	19
圖 2-10	ifcXML 檔案格式範例.....	19
圖 2-11	SpreadsheetML 檔案格式範例.....	20
圖 2-12	BIM 模型環境中點擊設備元件獲取資訊的方式.....	21
圖 2-13	COBie 表單架構.....	23
圖 2-14	COBie 表單 Introduction (說明) 工作表英文內容及翻譯.....	24
圖 2-15a	COBie 表單工作表所屬欄位整理表 (00~04 欄) .....	26
圖 2-15b	COBie 表單工作表所屬欄位整理表 (05~09 欄) .....	27
圖 2-15c	COBie 表單工作表所屬欄位整理表 (10~14 欄) .....	28
圖 2-15d	COBie 表單工作表所屬欄位整理表 (15~19 欄) .....	29
圖 2-16	COBie 表單建置流程.....	30
圖 4-1	3F 手術室區平面圖.....	57
圖 4-2	單間手術室詳圖.....	58
圖 4-3	手術室專案 BIM 模型.....	61
圖 4-4	單間手術室 BIM 模型.....	62
圖 4-5	手術室 COBie 表單建置.....	63
圖 4-6	手術室 COBie 產出 MS EXCEL 表單.....	63
圖 4-7	傳統模式下維護資訊移交之工作職掌及流程圖.....	66
圖 4-8	BIM 模式下維護資訊移交之工作職掌及流程圖.....	66

圖 4-9 模式交付建築物設備維護資訊的精進操作流程圖.....69



# 表目錄



表 2-1 國內外對於建築物設施管理之定義.....	9
表 2-2 COBie 工作表內容說明及責任歸屬表.....	25
表 2-3 Autodesk COBie Extension for Revit 操作流程.....	31
表 2-4 COBie 於施工及竣工階段應建置之安裝設備屬性表.....	36
表 3-1 台大醫院新竹生醫 3F 手術室設備分類表.....	41
表 3-2 手術室設備維護單位一覽表.....	42
表 3-3 專家訪談人員名單.....	45
表 4-1 台大醫院新竹生醫 3F 手術室基本資料表.....	56
表 4-2 新竹生醫 3F 手術室 BIM 設備元件.....	59
表 4-3 分項工程師專責表.....	65



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

建築物（或者設施）的生命週期主要分規劃設計階段、施工階段、及維護營運（簡稱維運）階段，尤其後期的維運管理階段所歷經的時間通常長達四、五十年以上，佔生命週期的絕大部分，不管從成本或效益的角度來看，都是業主需要關注的重點。

在傳統的作法上，是以各式表單輔以 2D 圖面來進行維運資訊的儲存與管理，但因為資訊技術的受限及既有的操作流程，於各階段所產生的維運資訊未能完整且正確一致地被傳遞，也因為資訊的量且複雜，未能有標準化的分類及有效率的操作流程，導致不容易被有效地整合利用。

而隨著營建產業之規模增大及架構之複雜化，以電腦資訊提昇產業效率、走向資訊化管理更為其必然之道，但伴隨而來的議題是「如何有效的去進行整合及視覺化這些大量的營建資訊與數據」。在 1986 年，美國提出了 BIM（Building Information Modeling）的想法，至今，BIM 不僅是解決前述議題的最佳工具，而且是已發展為全球營建產業最重要的應用技術。#

BIM 的技術支援項目涵蓋了整體工程的生命週期，期望利用其資訊整合及視覺化的特點，從規劃、設計經過施工再到維運來實現 BIM 的效益。

在 BIM 技術進行資訊整合的過程中，前期所輸入之資料可繼續且多次地供後續階段的其他人員使用及深化，節省資料重製時間、提高資料的再利用、及減低人力成本與可能的人為錯誤。建築物在經歷過設計、施工、竣工等生命歷程後，所累積及淬鍊後的資料就是執行維運系統的根基，而資料的建立蒐集及輸入絕對是關鍵點，建立包含蒐集、分類、及輸入。

維運資料的建立時程是在設計及施工階段，其中施工階段佔大部分，其原因在於竣工設備是在施工階段採購、發包、及安裝。

維運資料的建立是以團隊作業進行，這表示需要一套標準來規定操作流程（Operating Procedure）。操作流程涵蓋工作流程（Workflow）、組織（Organization）、項目（Item）、及項目的子集，如屬性（Attribute）、格式（Format）。

為促進 BIM 的發展，於 2005 年開始進行的施工營運建築資訊交換標準 COBie (Construction Operation Building Information Exchange)，提供了前述議題的解決方案。其定義了建築物（或者設施）各生命階段中各團隊在資料蒐集及輸入的責任，也定義了設備項目分類及項目的屬性要求及格式。#

本研究作者專長是大型工程（包含廠房及醫院）的營造專案經理（Construction Project Manager），負責的工程類型包含醫院及科技廠房。在執行 BIM 技術的專案中，發現維運資訊建立不單只是 BIM 專業工程（BIM manager）的責任，而是一個需要專案工地組織內部成員之間彼此配合的協同作業。另 COBie 雖然定義了維運資訊建立的標準，但是因為各國在營造生態中存在著區域性的差異性，而且設備種類繁多，除了一般設備外，還會因為建築特性而有不同的特殊設備。故研究動機為：

1. 配合不同的業主及建築物種類，其對於需要維運的設備種類及各種設備的維運屬性，是有其選擇性，意即並非所有設備皆須納入維運管理，也並非所有設備屬性皆需要納入，一但資料量太多，反而造成建立及管理上的問題，這也失去了原本設備維運管理的效益。因此維運設備的種類及屬性應可建立其篩選及分類的原則。
2. 身為營造單位的專案經理，其職責就是有效率的完成業主所交付的任務。BIM 維運資訊的建立是採協同作業方式，這是有效率的作業方式，但在細部流程、組織及任務分配需要更進一步探討具可行性的執行方式。
3. COBie 既為國際通用之施工營運建築資訊交換標準，其應作為研究前述 3 項的基礎，故擬以 COBie 的規範為出發點，進行前 2 項議題的研究。
4. 醫院是機電管線及設備最多種類的建築，其中又以手術室為最具技術指標性，大部分系統皆有規劃於內，可謂小而精，足以作為本研究標的。

## 1.2 研究目的

本研究主要目的為：

1. 歸納維運設備的種類篩選及屬性分類原則，作為日後專案執行之參考。
2. 研擬工地專案於交付建築物設備之維運資訊的操作流程，作為日後專案的執行範本。



### 1.3 研究範圍及限制

1. 以醫院手術室為操作對象，不涵蓋其他空間。
2. 設備種類以須納入維護管理系統者為篩選對象。
3. 歸納出維護設備的種類及屬性之篩選及分類原則，不包含細目。
4. BIM 模型建置及 COBie 操作以 Autodesk Revit 建模程式及外掛增益集 COBie。
5. 以醫院工程相關專業人士及 BIM 技術人員為訪談對象。
6. 以施工階段的操作流程為研究標的，不包含規劃、設計、維運階段。

### 1.4 研究方法與流程

本研究採用文獻研讀及探討、專家訪談、個案實例演練為研究架構，述明如下：

1. 文獻研讀及探討：  
彙整 BIM、設施管理 (FM)、COBie、醫院手術室之相關文獻，歸納出目前有關”維運設備的種類篩選、屬性分類原則”、“團隊責任歸屬”之實質內容、標準、及作法。
2. 專家訪談：  
經由文獻研讀及探討，進行訪談內容的設計。先進行初步專家訪談，詢問醫院工務管理專家意見，確認醫院設備維護單位及專責項目。接下來再與各專家進行細部訪談，藉其專業知識及經驗，對於”維運設備的種類篩選、屬性分類原則”、“操作流程”的意見，進行研究及分析。
3. 個案實例演練：  
除進行專家訪談的方式，另藉由實際操作 COBie 輸入手術室 BIM 模型，發現及分析關鍵問題點，回饋至操作流程的設計。

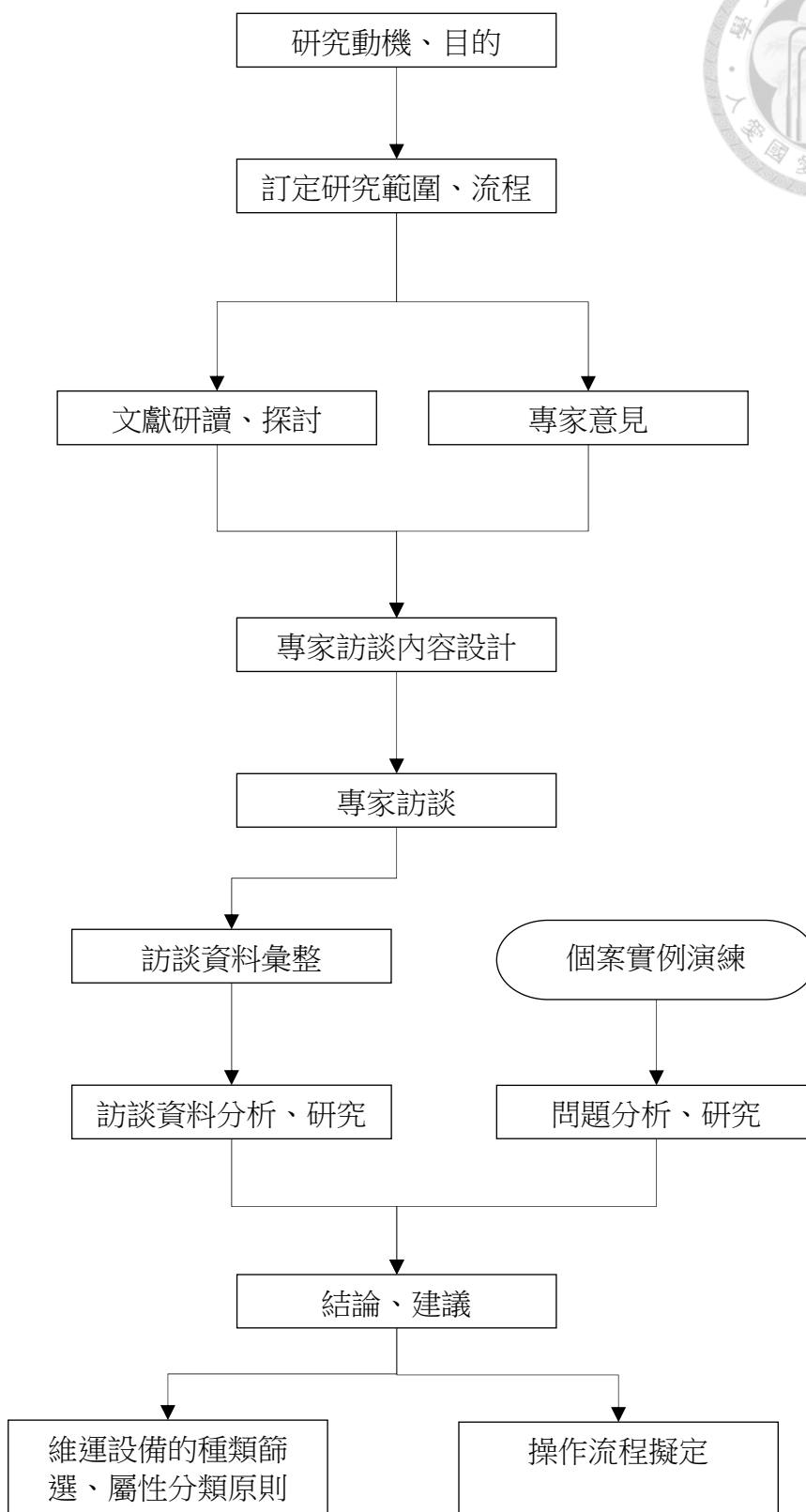


圖 1-1 研究架構及流程



## 第二章 文獻回顧

### 2.1 BIM 的介紹

#### 2.1.1 BIM 的概念

建築資訊模型（Building Information Modeling，簡稱 BIM）是一種新工具也是一種新技術，藉由完整及充足的資訊來支撐建築物的生命週期管理，並可由電腦應用程式直接解釋的建築資訊模型。建築資訊模型是以 3D 電腦圖形（3D computer graphics）為基底，並連結建築物在生命週期中所需的資訊，所以 BIM 涵蓋了幾何學、空間關係、地理資訊系統、各種建築元件的性質及數量……。

#### 2.1.2 BIM 的歷史

自從物件導向理論與技術在資訊科技領域中的逐漸萌芽與發展，歐美開始用此技術來描述產品生命週期的資訊，建構產品資料模型，含創建、組構、使用、維護等的資訊掌握與傳輸、交換等應用。此技術首先在航空、機械、與製造業開花結果，逐漸擴展到營建業。長期研究建築物資訊模型技術的美國喬治亞理工學院的 Charles Eastman 教授，在「Building Product Models」書中，即詳細介紹建築元件的資訊模型組構原理，開啟了 Building Information Model（簡稱 BIM）這個術語的先端。

2002 年，Autodesk 公司開始使用 Building Information Modeling 來闡述該公司 AEC（Architecture, Engineering, and Construction）相關產品的功能設計理念，加上營建產業分析師 Jerry Laiserin 積極撰文推薦，促成許多 3D 工具軟體大廠，如 Bentley、Tekla、和 Graphisoft....的跟進，競相投入 BIM 技術工具的賽局中。

#### 2.1.3 BIM 的執行

BIM 於建築物的生命週期中，包含規劃、設計、施工、維運等四個階段的運用，工程運用範疇不只是建築，更包含機電、及土木工程（也可以衍伸為 CIM（Civil Information Modeling））。

BIM 的在執行包含建模及應用兩大部分。在建模過程中，除了各專業的建模軟體以外，其擷取 3D 圖形資訊的技術可以依靠硬體設備來強化效率及準確性；





而在應用過程中，其主要功能為提供 3D 視覺介面予使用者瀏覽，3D 視覺介面目前的技術涵蓋 PC、手持裝置、AR/VR 等影像硬體及技術。

所以廣義的 BIM 技術是包含建築、結構、機電、土木..等專業領域、橫跨規劃、設計、施工、維運四個階段、結合軟體與硬體的創新技術。

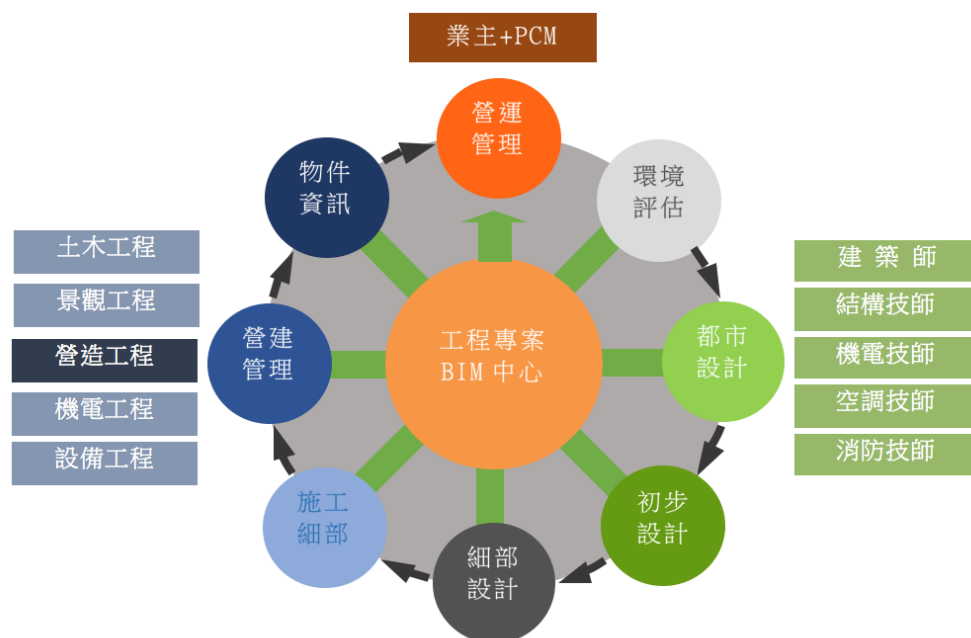


圖 2-1 BIM 的建築物全生命週期執行（本研究整理）

### 2.1.4 BIM 的元件

要執行 BIM 必須進行 BIM 的建模，進行 BIM 的建模則必須說明 BIM 的基礎，即 BIM 元件。

BIM 元件是一個包含 3D 圖形及資訊的物件，而資訊又分為幾何資訊及非幾何資訊。在 BIM 的專業用語，資訊被稱為**屬性 (Attribute)**。

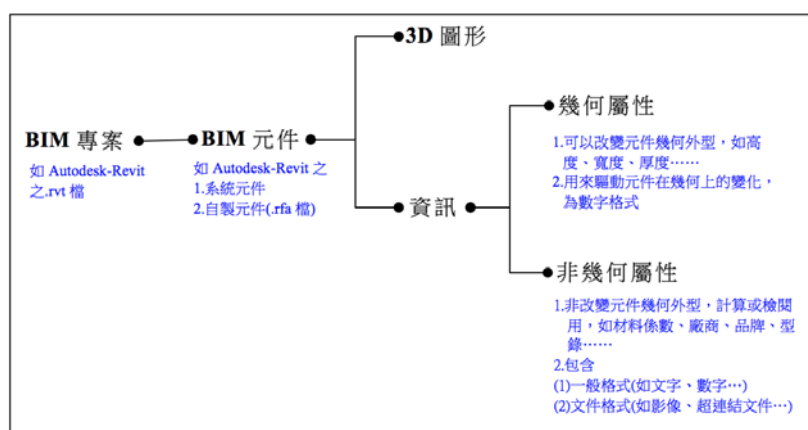


圖 2-2 BIM 元件架構說明圖（本研究整理）



## 2.1.5 BIM 的應用及交付

美國 buildingSMART 聯盟組織在 2009~2010 年發佈的專案 BIM 執行指南 (BIM Project Execution Planning Guide)，在建築物的規劃 (Plan)、設計 (Design)、施工 (Construct) 營運 (Operate) 的生命階段中，針對 BIM 項目，歸納出 25 種應用，如圖 2-3。

PLAN	DESIGN	CONSTRUCT	OPERATE
Existing Conditions Modeling 各階段模型			
Cost Estimation 成本預算			
Phase Planning 階段規劃			
Programming 計畫文件			
Site Analysis 基地分析			
Design Reviews 設計方案論證			
Design Authoring 設計進行			
Structural Analysis 結構分析			
Lighting Analysis 日照分析			
Energy Analysis 耗能分析			
Mechanical Analysis 設備分析			
Other Eng. Analysis 其他專業分析			
LEED Evaluation LEED 評估			
Code Validation 規範驗證			
3D Coordination 3D 協同			
Site Utilization Planning 工址基地使用計畫			
Construction System Design 施工系統規劃			
Digital Fabrication 細部安裝計畫			
3D Control and Planning 施工系統規劃			
紀錄模型 Record Model			
維護計畫			
建築系統分析			
資產管理			
空間管理及追蹤			
防災計畫			
Maintenance Scheduling			
Building System Analysis			
Asset Management			
Space Mgmt/Tracking			
Disaster Planning			
Primary BIM Uses 主要運用 Secondary BIM Uses 次要運用			

圖 2-3 BIM 的運用項目 (buildingSMART, 2009)

按前述 buildingSMART 的觀念，本研究作者依據國內 2015 年內政部建築研究所開始進行的《台灣 BIM 指南》及自 2015 年迄今各公共工程的 BIM 契約規範文件，整理出目前台灣公共工程在各生命週期 (各階段) 所需建置的 BIM 模型、接下來的 BIM 的運用、及運用後的 BIM 交付的 BIM 執行矩陣圖，詳圖 2-4。

在此，主要是說明 BIM 在各階段 (規劃、設計 (基本設計、細部設計)、施工 (含竣工)、維運) 要建立或深化 (或稱修改) 各種不同種類模型，這些模型在各階段會有相對的專業運用，而運用完之後藉由 BIM 模型交付 (動作亦可稱轉

移)予業主或下一階段的執行者,如建築師將設計完成的資料(如圖面、規範、數量、預算.....)包裝於BIM模型中,交付給業主,再由業主移轉給營造廠,尤其將這些模型深化後於施工階段運用,再將施工階段所產生的新資料包裝於修正後的模型,藉由竣工交付給業主,讓其移轉給維運單位使用。此為BIM對於建築物資訊交付的操作邏輯。

	基本設計	細部設計	施工管理	竣工驗收
BIM模型	<ul style="list-style-type: none"> <li>量體模</li> <li>建築基設模</li> <li>景觀基設模</li> <li>綠能分析模</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建築細設模<small>建築、結構、裝修</small></li> <li>結構細設模<small>鋼筋</small></li> <li>機電細設模</li> <li>景觀細設模<small>地形</small></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建築施工模<small>建築、結構、裝修</small></li> <li>結構施工模<small>鋼筋</small></li> <li>機電施工模</li> <li>景觀施工模</li> <li>假設工程(安衛)模</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建築竣工模</li> <li>結構竣工模<small>鋼筋+鋼骨</small></li> <li>機電竣工模</li> <li>景觀竣工模</li> </ul> <p>21種模</p>
BIM運用	<ul style="list-style-type: none"> <li>01 基地分析</li> <li>02 GreenBIM分析</li> <li>03 3D視覺模擬</li> <li>04 基設界面整合(AI)</li> <li>05 數量產出(面積估法)</li> <li>06 建照審查-checking</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>07 細設界面整合(ALCSD,SEM)</li> <li>08 細設圖紙化產出</li> <li>09 數量產出(輔助細設成本估算)</li> <li>10 3D視覺模擬</li> <li>11 4D施工進度分析(預定)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>12 施工界面整合(ALCSD,SEM)</li> <li>13 施工圖紙化產出</li> <li>14 施工數量產出(驗證預算)</li> <li>15 4D預定與實際工進管理</li> <li>16 假設工程檢討</li> <li>17 CIP檢討(施工動線、順序)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>18 維運資訊輸入(含COBie)</li> <li>19 模型與現場核對(行動裝置)</li> <li>20 維運管理平台(FM平台)</li> <li>21 BIM與智慧建築結合</li> <li>22 BIM與物業管理結合</li> </ul> <p>22項應用</p>
BIM交付	<ul style="list-style-type: none"> <li>01a BIM執行計畫書(BEP)-DBB之設計或統包案</li> <li>02 基地分析報告→部審</li> <li>03 模擬透視圖及動畫→部審</li> <li>04 容積明細表→部審、建照</li> <li>05 建照檢核報告</li> <li>06 基設建模進度月報(或雙週)</li> <li>07 基設(檢核)成果報告書</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>01b BIM執行計畫書(BEP)-DBB之設計或統包案</li> <li>08 細設界面檢討紀錄<small>(含總表/RFI/干涉報告)</small></li> <li>09 細設圖</li> <li>10 工程數量表(預算)</li> <li>11 模擬透視圖及動畫</li> <li>12 空間分析報告</li> <li>13 4D進度動畫(預定)</li> <li>14 細設建模進度月報(或雙週)</li> <li>15 細設(檢核)成果報告書</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>01c BIM執行計畫書(BEP)-DBB之施工或統包案</li> <li>16 施工界面檢討紀錄<small>(含總表/RFI/干涉報告)</small></li> <li>17 施工圖</li> <li>18 工程數量表(施工)</li> <li>19 4D進度動畫(預定vs進度)</li> <li>20 假設工程規劃圖</li> <li>21 CIP檢討報告</li> <li>22 施工建模進度月報(或雙週)</li> <li>23 施工(檢核)成果報告書</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>24 模型與現場檢查報告<small>(裝修前、完工)</small></li> <li>25a 竣工模型、維運資訊報表、及串連維運文件</li> <li>25b IFC模型、Cobie表單、及串連維運文件</li> <li>26 維運平台資料輸入</li> <li>27 竣工模型進度月報(或雙週)</li> <li>28 竣工(檢核)成果報告書</li> </ul> <p>28個交付</p>

圖 2-4 國內公共工程 BIM 執行矩陣圖 (本研究整理)

## 2.1.6 資訊交換標準

在前節 BIM 的執执行程序有一個很重要的觀念,就是 BIM 的資訊需要交換,如建築師將資訊交給業主再交給營造廠,交換需要標準,否則語言不同則會有錯意的問題發生。

資料交換工程艱鉅,當我們將 BIM 導入工程規畫的過程中必定會遇到一件事,即 BIM 必須交換整合業主、設計單位、施工單位、設備供應商、業主維護單位,以及各項規劃、工務、消防、營運、財務等多部門的資訊,並且在不同階段從規劃、設計、施工、營運與拆除,其中所橫跨的生命週期,時間亦非常之長久,加上整個建築生命週期內所有參與人員所使用的軟體種類多樣,因此,正確地將如此複雜且多量的資訊作有效的傳遞與溝通,是一件非常艱鉅的工作。



BIM 工具軟體間有時需進行模型檔案的轉換與整合，目前國際一致認同的資訊交換標準首要是 IFC (Industry Foundation Class) 標準，專供建築規劃、設計、施工以及管理的資訊交換。

IFC 交換標準包含 3D 圖形、幾何資訊、非幾何資訊。

COBie (Construction Operation Building Information Exchange) 屬於 IFC 的子集，但其交換的是幾何資訊、非幾何資訊，不含 3D 圖形。COBie 說明詳第 2.4 節。

## 2.2 設施管理 (FM) 的定義

設施管理 (Facility Management, 簡稱 FM), 按照國際設施管理協會 (IFMA) 和美國國會圖書館的定義, 是「以保持業務空間高品質的生活和提高投資效益為目的, 以最新的技術對人類有效的生活環境進行規劃、整備和維護管理的工作」。它「將物質的工作場所與人和機構的工作任務結合起來。它綜合了工商管理、建築、行為科學和工程技術的基本原理」。設施管理這一行業真正得到世界範圍的承認還只是近幾年的事。越來越多的實業機構開始相信, 保持管理得井井有條和高效率的設施對其業務的成功是必不可少的。提供不動產 (物業) 「有效率」的達成其設置或使用目的機能的服務。設施管理服務除了基本的物業管理外, 服務內容往往涉及設置或使用目的機能的「作業流程規劃與執行、效益評估與監督管理」。

### 2.2.1 “設施” 的定義

陳建謀 (2009) 指出目前國內外對於設施管理之定義, 因各國文化、背景、需求皆有不同之處, 進而造成些許差異, 如表 2-1 國內外對於設施管理之定義:

表 2-1 國內外對於建築物設施管理之定義 (陳建謀, 2009)

機構/人員	定義名稱	概述
美國大樓大廈協會	設施管理	適當的裝置、妥切的使用和最佳的維護保養。
國際設施管理協會 (International Facility Management Association, IFMA)	設施設施管理	設施是為了某種目的而建造、安裝或設置之物品。 設施管理則是結合商業行政、建築學、行為學及工程科學的知識與原則使設施內人員、組織與實

		質的工作場所相互協調。
賴榮平（成大建築系建築研究所教授）	建築物設施	建築設施是指建築物及其相關設備，隨著社會發展，建築物規模日趨大型化，對建物內部空間機能的要求亦日趨複雜化，建築設施成為人類生活越來越重要的資源。
楊天鐸（2003）	設施維護管理	為利用適當之軟硬體工作、方法等使得建築物及其內部設施透過最經濟的維護管理過程，以保持其效用、功能與服務等之運作性，進而達到滿足使用者之需求與舒適感。

廣義的“設施”是指經過建設或改良的土地、建築物及附屬設備，具有設置或使用目的機能的不動產（物業）。

狹義的“設施”是指設置或使用目的之某項運作機能的總稱，僅是一種概括性陳述。如消防設施、休閒設施、停車設施等。

參考 Bill East 所著之《The COBie Guide》，其設施（Facility）是依照 IFMA 的精神定義，係指單棟建築物。

故本研究所指之“設施”採廣義的“設施”定義，即係指“**一棟建築物**”。

## 2.2.2 “設備”的定義

“建築設備”依建築法第十條之定義，為敷設於建築物之電氣、煤氣、給水、排水、空氣調節、昇降、消防、防空避難及污物處理等設備。

建築物理環境控制，包含建築物群間及建築物內音環境、光環境、空氣環境、熱環境、以及水電瓦斯等之能源供給系統。其控制手法包括利用建築規劃及運用適當的建築材料、構造等方法來控制外，還必須利用各種機電設備來確保室內外環境之舒適、衛生、及安全等目的。此等控制建築物理環境之學問統稱為“**環境工學**”，在過去的建築系課程內常區分為建築物理及建築設備兩大類科，在 1974 年以後教育部又重新定名為“**建築物理環境**”及“**環境控制系統**”（賴榮平，1988）。“建築設備”是導入機械力來輔助藉自然物理力量設計所不能完全達到的條件，以維持理想之物理環境。

故“設備”是為達成某項運作機能所需的實體配置，亦即是構成“設施”的

具體內容。如消防設施的運作機能目的是處理有關火災事故，其所需之實體配置包括探測警報設備、防阻火災設備、撲滅火災設備、避難逃生設備、輔助搶救設備等功能設備，各功能設備分類又更具體細分為多種設備項目。

《設備管理》(鍾明鴻譯，1997)一書按使用目的將設備分成六大類：生產設備、週邊設備、研究開發設備、輸送設備、銷售設備、管理設備。書中指出“設備管理”是工業或製造業領域，也就是以加工變換型生產為主，實施、發展而來，這是因為生產上必須對對象體(材料)投入直接的能量，而作為生產手段的設備扮演著重要的角色之故。如果在工業生產上能對關於對象體能量作用點的條件作一定的管理，就可以達到均一品質的再現(reproduction)，就可以採取短循環反覆生產的型態。設備或機械具有這種反覆作業進行效率提高的特性，即使對於同一變換課題，對於加入資源的種類作用的型態順序等等的各種條件的組合也是可以有不同選擇的。

前述的設備管理是針對工業生產中的設備(也就是工廠中的加工設備，如製造鋼樑的冷軋滾輪成型機、生產預拌混凝土的混凝土攪拌機.....等)而言。但以建築設備的功能，其並非加工對象體(材料)產出另一產品，而是利用此設備去維持或改善室內外環境之舒適、衛生、及安全為目的，這其間的差異就是對象體及產品。工業生產設備是以材料為對象體，產品是轉換後的另一種材料或設備；而建築設備則是以既有之物理環境或使用功能為對象體，產品則是改善後之物理環境或使用功能。但相同之處，是能量的轉換。能量的轉換包含電力、流體力學(簡稱流力)、熱力、光學的轉換。

故本研究探討的“設備“是指”建築設備“，其是構成”設施“的元件之一，其應具備電力、流力、熱力、光學上的能量轉換。

### 2.2.3 設備管理的重點

建築設施之設備維護是維持設施能發揮其應有機能所產生之作業。

《設備管理》一書將設備管理又分成預防維護(Preventive Maintenance)與故障維護(Breakdown Maintenance: BM 或 Corrective Maintenance: CM)，如圖 2-5，圖中事後維護亦為故障維護。預防維護其定義為：「為防範設備不能使用於未然，維持在可使用狀態所進行的計畫性保養」；而故障維護則定義為「發生故障後所進行的回復處置」，而故障維護又分成緊急維護及通常事後維護兩種。

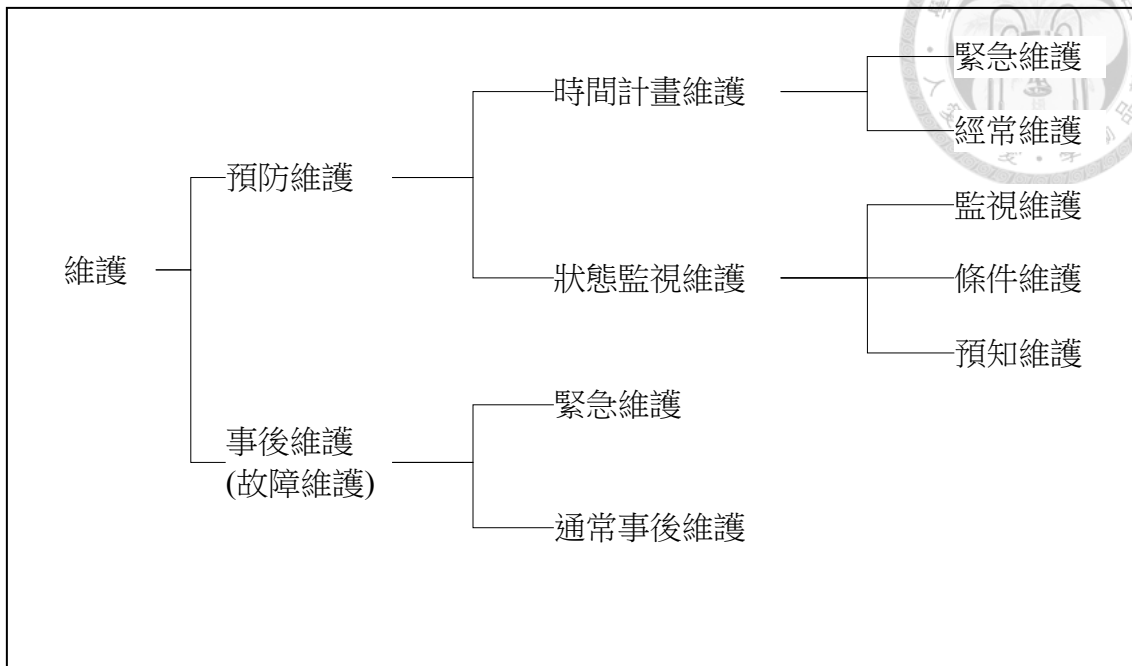


圖 2-5 維護管理之分類

就急迫性而言，預防性維護是於故障發生前即進行處理，故經確診後系統大多能運行，故不需要即刻處置，且較有時間可以進行規劃修繕或更換作業，然而故障維護是於事故發生後進行處置，故設施機能勢必受到影響，而使故障維護通常處於較為急迫的狀態，其前期作業不僅要判斷出故障系統與單元更要控制事故之影響且後續修繕或更新作業亦需要即刻執行，否則會影響到系統之正常運作 (Sullivan et al., 2010)。

就實際執行的專案工程經驗中，業主通常是於設備發生問題時要求營造廠商（或設備廠商）立即進場故障排除，而非定期保養，也就是業主與營造廠所進行的保養是屬於**故障維護**。

故研究主要是以進行“故障維護”流程中所需之設備資訊為主軸。

## 2.3 BIM 與 FM 的結合

設施管理是以建築物作為主體出發，因此建築物的完工資料是不可或缺，然而過去受限於技術及長久的習慣，完工資訊大部分僅交付 2D 工程圖說至營運階段使用，營運維護所需的資訊未能完整且正確一致地被傳遞下來，資料缺失的情況相當常見，營運方須耗費額外時間與成本才能整合資料，供實際營運使用，例如當設備損壞需要更換或維修時，倘若缺少完整的資料，便無法得知設備相容的



型號，導致設施管理作業上的困難。

BIM 模型作為建築物全生命週期之資料載體，在工程各階段資訊整合的過程中，提供統一資料交換方式，有助於工程資訊的共享，對於未來營運階段，BIM 能確保前期所輸入之資料可持續地供設施管理專業人員使用，省去了過去統整或收集資料時間，直接提高資料的再利用率，降低營運階段人力成本與人為錯誤的可能性。進一步 BIM 模型所具備的虛擬 3D 建築物資料，可提供複雜的管線系統一個方便可視化的環境，讓維修人員能更明確的掌握建物全貌，並可延伸作為設施管理系統的資料依據，用於研擬未來營運數位管理方式，在研擬的過程中，可分析建築物分類架構、清查設備管理之資料項目與內容，建立數位化管理流程與 BIM 模型進行整合，使其管理流程資料能與 BIM 模型之建築物資料相互關聯，強化資料的互動性，有助於提高設施管理的品質（康思敏，2016）。

國外許多單位已了解 BIM 資訊交付與設施管理與的重要性，並發展出所需的 BIM 資訊規範與準則，並具體要求所需的資訊內容，如 General Services Administration (GSA) 所發展之 BIM 綱要 (BIM Guide For Facility Management)，其架構如圖 2-6。

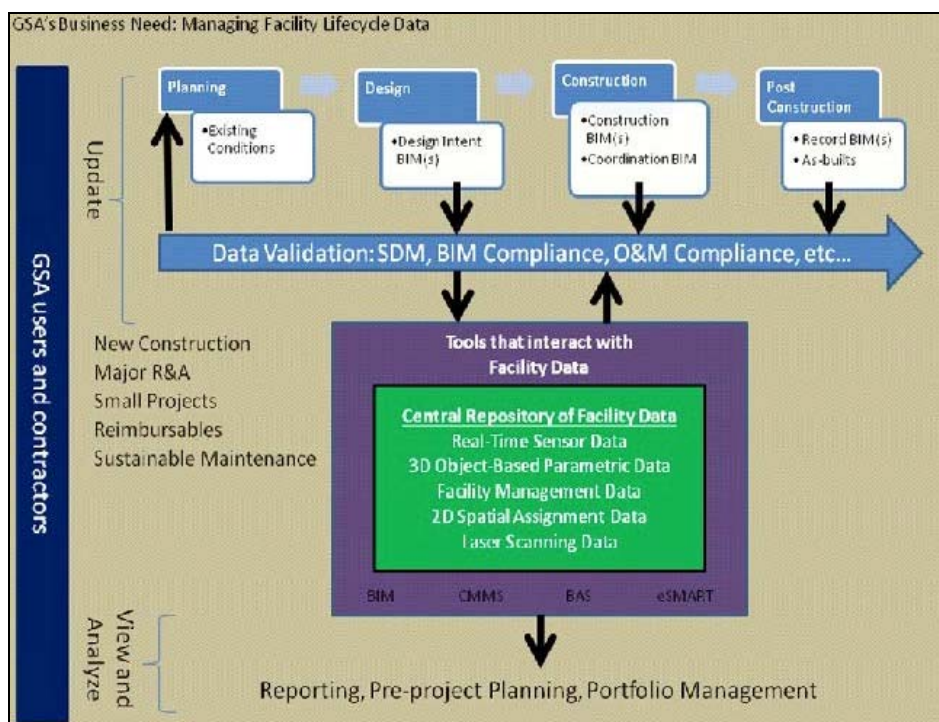


圖 2-6 GSA BIM 綱要於生命週期整合 BIM 與設施維護系統之架構圖

USC (University of Southern California) 亦發展 BIM 綱要，實施流程如圖 2-7，該架構區分參與者為業主、設計單位、與施工單位。並明確定義各單位於各



階段之交付責任與方式，且在此綱要中更精準的規範了元件命名方式模型細節各類設備交付之內容與所使用系統的作業方式。

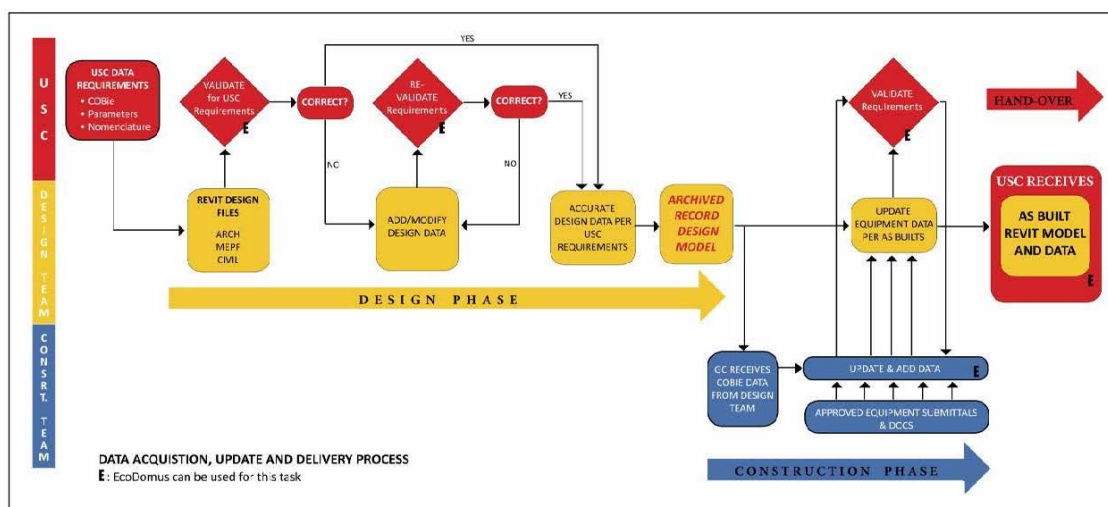


圖 2-7 USC BIM Guidelines 模型與資料交付流程圖

在 BIM 與 FM 結合的過程中，有兩個主要的工作。一是“BIM 設施管理資料的建置”，另一則是“BIM 設施管理系統的建置”。“BIM 設施管理系統的建置”即是軟體的建置，且是以網路平台為架構，但此並非本研究的討論範疇，本研究討論重點在“BIM 設施管理資料的建置”，而資料的建置在於資料交換的標準及交換的流程。

## 2.4 COBie 的介紹及分析

### 2.4.1 COBie 的概要

在 2002 年 BIM 術語出現後，2005 年 12 月，美國即成立一個專門為促進 BIM 發展而制定國家建築資訊模型標準（NBIMS）的團隊。

團隊其中的一個小組的任務就是希望 BIM 的執行，能在工程專案的設計與施工階段，擷取能供竣工移交到營運、維護及資產管理階段所需的資訊，這就是 COBie（Construction Operation Building Information Exchange，施工營運建築資訊交換）的由來。

這個 COBie 專案研發小組係由美國陸軍工兵軍團實驗室的工程研究與開發中心-建築工程研究實驗室所領導，主持人為 E. William(Bill) East 博士。從 2005 年開始，美國太空總署(The National Aeronautics and Space Administration，簡稱 NASA)和白宮科學技術政策辦公室（White House Office of Science and Technology

Policy，簡稱 OSTP）從 2005 年開始提供這個 COBie 研發專案的補助。

同時，國家建築科學研究所（National Institute of Building Sciences，簡稱 NIBS）的設施維護和營運委員會（The Facility Maintenance and Operations Committee，簡稱 FMOC）組成一個專案團隊，成員包括設計師、建築商、業主、試俾代理商，以及軟體公司等，共同研商從工程施作期間到移交給營運所需的資訊交換的要求。

COBie 從 2005 年概念提出迄今，短短幾年間已成為國際公認的營建、維運的建築資訊交換標準，可見研發之深度及內容之嚴謹，以下為發展歷史：

1. 2007 年 8 月：COBie 第一版發佈。
2. 2008 年 7 月：buildingSMART 聯盟的會員一致支持 COBie 規範成為國際版本，以統一各類資訊交換標準的命名。
3. 2009 年 12 月：COBie 團隊正式發布了 COBie 和設施管理移交模型定義格式的國際標準。
4. 2015 年 7 月：美國國家 BIM 標準 NBIMS-US V3 公佈，在其第 4.2 節即為 COBie 標準專章，亦稱 COBie 2.4 版，為目前 COBie 標準最新之官方文件。
5. 2007 年的第一版所規劃的電子試算表有 29 個工作表，目前 COBie 2.4 版，電子試算表已減為 19 個工作表（參考 NBIMS-US\_V3\_4.2\_COBie\_Annex\_A）。

## 2.4.2 COBie 的意義及特色

E. William(Bill) East 博士（2013）於 The COBie Guide-a commentary to the NBIMS-US standard 介紹文中說明：

『BIM 技術已經證明了它能夠在施工前判定建築構件之間的衝突來降低總體成本支出。在設計過程中解決這些問題，消除了施工期間產生昂貴費用的拆除重做。BIM 用於幾何碰撞檢測已經成為了解建築物資訊（information）效益的出發點。』

國際建築組織 buildingSMART alliance 已經開始制定資訊交換的標準化來解鎖 BIM 中的非幾何資訊，這種資訊交換標準最終將取代傳統契約以紙本文件交換的方式。資訊交換標準訂定的目標是要專案中的授權團隊成員在專案執行過程

中，能提供 **BIM 模型建置**過程中所需的資訊，並且有把握地共享及更新部分資訊。

標準資訊交換不是在生產過程中多次製造浪費的紙質文件，這種方式是不可行的，而是通過標準資訊交流簡化當前流程以減少浪費並提高效益。COBie 身為這些標準的首位，其交換了建築物的資產訊息，而這些資產就單純的是指設計圖上出現的預定設備、產品、和空間。

截至 2012 年，已經超過二十種商業軟件產品支持 COBie。這些產品涵蓋從規劃，設計，施工，調試到運營，維護和空間管理的整個設施生命週期。』

郭榮欽（2017）提到，COBie 主要係因應建築設施長期營運維護所需而生，具幾項主要的特色：

1. 聚焦在 BIM 模型所含「空間」與「設備」之非幾何資訊：

「COBie 特別聚焦在有實施 BIM 之工程，在工程專案竣工(也包括設計階段完成時)移交時，針對設施營運維護團隊所提出之需求（必須在事前合約明定），從 BIM 模型萃取出“空間”與“設備”相關之非幾何模型資訊（萃取的時機依合約訂定之里程碑）。BIM 模型含工程專案之幾何與非幾何資訊，無論是透過「匯出（Export）」或其他方式萃取 COBie 規定的資訊，COBie 的內容都只是 BIM 模型的一部分，亦稱 BIM 模型的子集 (Subset)。」意即 BIM 模型理論上是含有所有物件資訊（包含 3D 圖形、幾何、非幾何資訊），但 COBie 只擷取關於營建、維運的幾何、非幾何資訊。

2. COBie 資訊內容繫接有幾何模型元件的識別碼：

「從 BIM 模型萃取的「空間」與「設備」元組件之基本資訊，亦同時繫接其原幾何模型元件的識別碼（ID 或 GUID）與其在模型中之座標值，以及必要之分類編碼、屬性等，這提供營運階段在管理與查詢相關「空間」與「設備」元組件時，有機會循該繫接識別碼（ID 或 GUID）回溯原模型對應之幾何元件。但 COBie 資料不能被回復成原模型，因它並未帶出原幾何模型的所有圖形資訊。」意即 COBie 主要是藉各設備的識別碼與空間座標的關聯，去查詢出設備所在的空間及分類編碼及屬性。

3. COBie 只有定義資料的綱要（Schema）：

「COBie 只有定義資料的綱要（Schema），並沒有定義資料的內容，如同

資料庫 (Database) 中資料表 (Table) 的欄位定義 (如 SQL DDL), 或像 XML Schema (XSD), 資料內容應另外在業主資訊需求書 (Employers Information Requirements, 簡稱 EIRs, 為工程合約之附件) 中制訂, 並納入合約中要求承攬廠商以及設計師執行, 不同用途與性質的工程專案, EIRs 內容自然不同。」意即 COBie 只有規定表單 (詳 2.4.4 節) 上的第一列的欄位名稱, 並不詳細規定下面要輸入多少列, 如 TYPE (類型) 工作表只定義設備的屬性有哪幾種, 但並沒有定義到底哪些設備要被輸入, 要輸入那些設備, 端視承商與業主的資訊需求書協議內容。

### 2.4.3 COBie 的團隊責任歸屬

E. William(Bill) East 博士 (2013) 於 The COBie Guide-a commentary to the NBIMS-US standard 介紹文中說明：

「在專案執行過程中, 不同的團隊成員主要負責創建 COBie 可交付成果。鑑於許多團隊將使用 BIM 工具, 特別是在設計階段, 創建所需的發包圖紙, 所以 COBie 責任歸屬應明確地被指示在團隊的 BIM 執行計劃中 (BIM Execution Plan, 簡稱 BEP)。」

「COBie 責任矩陣 (詳圖 2-8) 是幫助團隊確定 COBie 可交付成果生產責任的工具之一。該矩陣允許團隊對 COBie 可交付成果的不同部分進行顏色編碼, 以確定哪些相關公司將負責 COBie 內特定數據的生成。」

COBie Responsibility Matrix																																																																															
<p>version 17 COBie version 2.4 date 30-Apr-13</p> <p>purpose this worksheet can be used to identify the party responsible to complete COBie worksheet information during the course of a project</p> <p>instructions</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. list every company participating in the creation of COBie data in the "company" column of the legend</li> <li>2. if needed add additional rows until all companies are listed</li> <li>3. for each company provide point of contact information to ensure accountability</li> <li>4. provide a different color code for each company</li> <li>5. follow the process of this job from concept through handover and paint the appropriate color code in the cells</li> <li>6. calls remaining should be checked to see if they are not required, if not required code as noted in the legend</li> <li>7. save and save the file as PDF and distribute to the team</li> </ol> <p>legend</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Company</th> <th>POC Name</th> <th>POC Email</th> <th>POC Phone</th> <th>Color Code</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>point color to use</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>point color to use</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>point color to use</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>point color to use</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>point color to use</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>point color to use</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>point color to use</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>point color to use</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>point color to use</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>point color to use</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td>point color to use</td></tr> </tbody> </table>																				Company	POC Name	POC Email	POC Phone	Color Code					point color to use					point color to use					point color to use					point color to use					point color to use					point color to use					point color to use					point color to use					point color to use					point color to use					point color to use
Company	POC Name	POC Email	POC Phone	Color Code																																																																											
				point color to use																																																																											
				point color to use																																																																											
				point color to use																																																																											
				point color to use																																																																											
				point color to use																																																																											
				point color to use																																																																											
				point color to use																																																																											
				point color to use																																																																											
				point color to use																																																																											
				point color to use																																																																											
				point color to use																																																																											
Worksheet ->	Contact	Facility	Floor	Space	Zone	Type	Component	System	Assembly	Connection	Space	Resource	Job	Impact	Document	Attribute	Coordinate	Issue	PickList																																																												
Column	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																																																											
1	Entity	Name	Name	Name	Name	Name	Name	Name	Name	Name	Name	Name	Name	Name	Name	Name	Name	Name	Name	Category / Family																																																											
2	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization																																																											
3	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization																																																											
4	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization	Organization																																																											
5	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
6	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
7	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
8	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
9	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
10	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
11	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
12	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
13	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
14	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
15	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
16	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
17	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
18	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
19	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
20	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
21	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
22	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
23	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
24	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
25	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
26	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
27	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
28	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
29	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
30	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
31	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
32	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
33	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
34	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											
35	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company	Company																																																											

圖 2-8 COBie 責任矩陣 (project.buildingsmartalliance.org/files/?artifact\_id=4093 COBie Responsibility Matrix)

「雖然專案會規定團隊內各公司的各自責任, 但應遵守以下產生 COBie 資料



的一般責任：

1. 無論契約的形式如何，建設公司（或業主或業主委託規劃）應負責 35% 設計階段的資訊交付。
2. 無論契約的形式如何，建築師事務所都應協調各專業設計單位，負責 100 % 的施工文件（招標發包文件）資訊交付。
3. 無論契約的形式如何，總營造商應負責先行部分使用和竣工成果。
4. 針對有委託第三方（驗收竣工資料）的專案，受委託機構可以協助總承包商協調和驗證先行部分使用和竣工成果。」

依據圖 2-8，團隊成員包含 Owner（業主）、Designer（設計者）、Consultant（顧問）、Prime Contractor（主承包商）、Own O&M Champion（業主）、Data Integrator（資料整合者）、Sub-Contractor（分包商）、Commissioning（試俾單位）。

#### 2.4.4 COBie 的格式

COBie 是一個交換標準，在執行 COBie 的過程中，利用 COBie 應用軟體（包含輸入及匯出功能），萃取 BIM 模型（專案型檔案，如.rvt）內所有元件的資訊（含幾何及非幾何資訊，不含 3D 圖形）後產出成果，讓使用者使用（一般是瀏覽、查詢、檢核），元件與專案的關係詳前節之圖 2-2。這成果其中之一的格式就是” COBie 表單”。

就非具備 BIM 技術專長的一般工程專業人員，**COBie 表單（MS EXCEL 活頁簿）**是最容易使用的介面。

COBie 產出成果的格式目前有三種：

1. STEP 元體檔案格式（(ISO 10303-21)）：
  - (1) 檔案副檔名為\*.step、\*.ste、\*.stp
  - (2) STEP 格式，非 BIM 專業人員不易閱讀，其需借助專業軟體讀取。



```
ISO-10303-21;
HEADER;
  FILE_DESCRIPTION(
    /* description */ ('A minimal AP214 example with a single part'),
    /* implementation_level */ ('2;1');
  FILE_NAME(
    /* name */ ('demo'),
    /* time_stamp */ ('2003-12-27T11:57:53'),
    /* author */ ('Lothar Klein'),
    /* organization */ ('LKSoft'),
    /* preprocessor_version */ ('');
    /* originating_system */ ('IDA-STEP'),
    /* authorization */ ('');
  FILE_SCHEMA (('AUTOMOTIVE_DESIGN { 1 0 10303 214 2 1 1}'));
ENDSEC;
DATA;
#10=ORGANIZATION('00001','LKSoft','company');
#11=PRODUCT_DEFINITION_CONTEXT('part definition',#12,'manufacturing');
#12=APPLICATION_CONTEXT('mechanical design');
#13=APPLICATION_PROTOCOL_DEFINITION('','automotive_design',2003,#12);
#14=PRODUCT_DEFINITION('0',,$,#15,#11);
#15=PRODUCT_DEFINITION_FORMAT('1',,$,#16);
#16=PRODUCT('A0001','Test Part 1','',(#18));
#17=PRODUCT_RELATED_PRODUCT_CATEGORY('part',$(#16));
#18=PRODUCT_CONTEXT('',$,#12,'');
#19=APPLIED_ORGANIZATION_ASSIGNMENT(#10,#20,(#16));
#20=ORGANIZATION_ROLE('id owner');
ENDSEC;
END-ISO-10303-21;
```

圖 2-9 STEP 檔案格式範例

## 2. ifcXML 檔案格式

- (1) 檔案副檔名為\*.ifcXML。
- (2) 標記式語言，非 BIM 專業人員不易閱讀，其需借助專業軟體讀取。

```
</IfcDirection>
<IfcDirection id="i1651">
  <DirectionRatios exp:cType="list">
    <exp:double-wrapper pos="0">0.</exp:double-wrapper>
    <exp:double-wrapper pos="1">1.</exp:double-wrapper>
    <exp:double-wrapper pos="2">0.</exp:double-wrapper>
  </DirectionRatios>
</IfcDirection>
<IfcDirection id="i1653">
  <DirectionRatios exp:cType="list">
    <exp:double-wrapper pos="0">0.</exp:double-wrapper>
    <exp:double-wrapper pos="1">-1.</exp:double-wrapper>
    <exp:double-wrapper pos="2">0.</exp:double-wrapper>
  </DirectionRatios>
</IfcDirection>
<IfcDirection id="i1655">
  <DirectionRatios exp:cType="list">
    <exp:double-wrapper pos="0">0.</exp:double-wrapper>
    <exp:double-wrapper pos="1">0.</exp:double-wrapper>
    <exp:double-wrapper pos="2">1.</exp:double-wrapper>
  </DirectionRatios>
</IfcDirection>
<IfcDirection id="i1657">
  <DirectionRatios exp:cType="list">
    <exp:double-wrapper pos="0">0.</exp:double-wrapper>
    <exp:double-wrapper pos="1">0.</exp:double-wrapper>
    <exp:double-wrapper pos="2">-1.</exp:double-wrapper>
  </DirectionRatios>
</IfcDirection>
<IfcDirection id="i1659">
  <DirectionRatios exp:cType="list">
    <exp:double-wrapper pos="0">1.</exp:double-wrapper>
```

圖 2-10 ifcXML 檔案格式範例



### 3. SpreadsheetML 格式

- (1) 檔案副檔名為\*.xlsx、\*.xlsx。
- (2) SpreadsheetML 格式就是 Microsoft 活頁簿，閱讀介面是表單 (table)。  
非 BIM 專業人員容易閱讀，使用操作簡單的 MS EXCEL 程式讀取即可。

	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category
2	Equip-A5145	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-40 20 21 31
3	Defibrillator	danielle.r.love@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-40 70 11 14
4	Door Type D	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
5	Door Type H	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
6	M Curtain Wall Sgl Glass M Curt	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
7	Toilet Door	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
8	Door Type A	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
9	Door Type B	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
10	Door Type C	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
11	Door Type E	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
12	Door Type F	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
13	Door Type A1	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
14	Door Type E1	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
15	Door Type B1	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
16	Door Type C1	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
17	Door Type B2	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
18	Door Type E2	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
19	Door Type G	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
20	Door Type G1	mariangelica.carrasquillo@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-30 10: Door
21	Radius Elbows / Taps	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-33 49 00: H
22	Mitered Elbows / Tees	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-33 49 00: H
23	Mitered Elbows / Taps	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-33 49 00: H
24	Taps / Short Radius	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-33 49 00: H
25	Oval Duct Mitered Elbows / Taps	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-33 49 00: H
26	M Round Elbow 2 D	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-33 49 00: H
27	Equip-D3320	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-40 20 14 14
28	Equip-D3380	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-40 20 14 14
29	Equip-D3390	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-40 20 14 14
30	Equip-X8800	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-40 10 14 24
31	BLOOD GAS ANALYZER	danielle.r.love@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-40 70 11 14
32	PH Meter	danielle.r.love@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-40 70 11 14
33	PH MONITOR	danielle.r.love@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-40 70 11 14
34	X-Ray	danielle.r.love@usace.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-40 70 11 14
35	Equip-A5080	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-40 20 21 17
36	Equip-A5075	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-40 20 21 34
37	Equip-D8250	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-40 70 11 14
38	Equip-D6000	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-80 70: Light
39	Equip-D9060	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-40 70 11 14
40	Equip-D9622	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-20 40 11 11
41	Equip-D9890	bill.east@us.army.mil	2013-12-30T08:58:1	23-20 40 11 11

圖 2-11 SpreadsheetML 檔案格式範例

另從 BIM 模型匯出 COBie 資料的方式二種：



1. 透過一般 BIM 建模軟體（如 Autodesk Revit、Bentley、GRAPHISOFT ARCHICAD、TEKLA.....）建置模型並輸入 COBie 所需資料，再轉匯出成 IFC 檔，再藉由免費的 IFC Viewer 軟體，轉出 COBie 表單（Excel 活頁簿）。
2. 直接在 Autodesk Revit 利用其增益集 COBie Extension 轉出 COBie 表單（Excel 活頁簿）。

## 2.4.5 COBie 表單的閱讀

COBie 表單其主要功用是為了非 BIM 技術的工程人員閱讀，閱讀的動作包含閱覽/檢核，意即一般工程人員期可以藉著操作 COBie 表單（Excel 活頁簿）即可閱讀建置於 BIM 模型中的各項設備的資訊，包含所在空間、設備規格、或連結的文件（如型錄、保固書.....）.....等，不需要透過點擊 BIM 模型中的設備來獲取前述資訊（如圖 2-12），對於不具備 BIM 軟體操作技術的人員，這是一個非常易懂且有效益的閱讀模型資訊介面，且可以檢查模型各項設備元件的建置完整度。

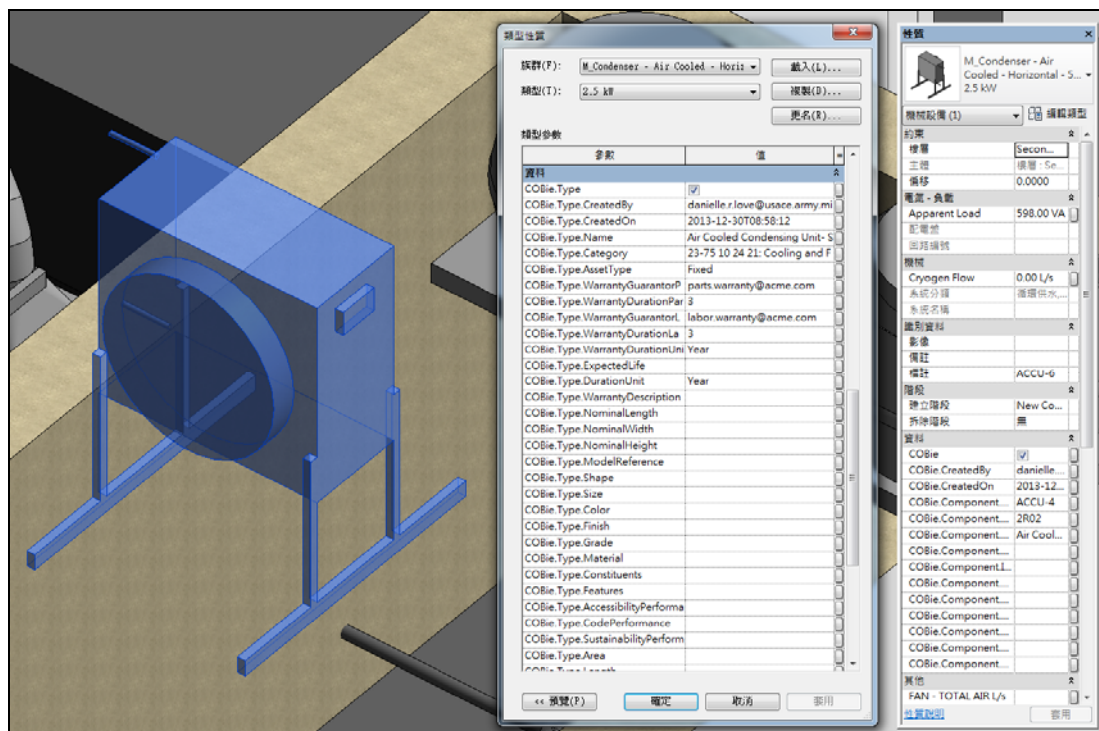


圖 2-12 BIM 模型環境中點擊設備元件獲取資訊的方式

閱讀方式如下：

1. 以圖片說明，詳圖 2-13。COBie 表單為一個設施（一棟建築）一個活頁簿





(一個 EXCEL 檔)。該活頁簿規定有 20 個工作表，除第一個表為 **Instruction** (說明) 用來說明該表單結構外，其餘 19 個才是 **COBie** 資料。各工作表目前有 6~55 個欄位，欄位是供閱讀者查詢各項目資料的搜索欄。

2. 以圖片、表格說明，詳圖 2-14、表 2-2。第一個表單為 **Instruction** (說明)，除主要用來說明該表單結構、指示生命週期各階段應建置內容的工作表名稱，也呼應前節 **COBie** 責任矩陣 (詳圖 2-8) 中各階段成員的責任與權利。依據 East (2013) 是需要訂定 **COBie** 表單各個工作表的標籤顏色、各欄位名稱的顏色 (詳第 2.4.3 節)，目前 Autodesk 公司幫各執行團隊預定的顏色也在此工作表內說明。各階段應負責建置之工作表、工作表說明整理詳表 2-2。工作表有必須要建置內容 (黃色)、配合各契約需求書而建置內容 (綠色)、尚未使用到的 (黑色)，共有 3 種。
3. 詳圖 2-15a~b，各工作表內有不同的欄位，該欄位用顏色來區分，表示其是於該工作表內需建置之欄位 (黃色)、參考其他工作表之欄位 (橙色)、外部參考 (紫色)、配合各契約之需求書所需增列之欄位 (綠色)，共有 4 種。其中外部參考 (紫色) 是自動帶入建模程式自動產生的資訊，而配合契約需求書所需增列的欄位 (綠色) 是專案團隊可自行增加的。
4. 閱讀範例如下：
  - (1) 想查詢某一設備所在的空間。點選 **Component** 工作表，在 **Name** 欄下拉篩選或逐列搜尋該設備名稱，然後橫向對應 **Space** 欄位所對應的值，即為該設備所在空間，空間是以房間編號識別。也可以反向操作，在 **Space** 欄位下篩選或逐列搜尋某一空間名稱，可以列出該空間的所有設備。
  - (2) 想查詢某一類設備的屬性。點選 **Attribute** 工作表，在 **SheetName** 欄位下先以 **Type** 篩選，再以 **RowName** 篩選一次設備類型名稱，即可找出某一類設備的屬性。



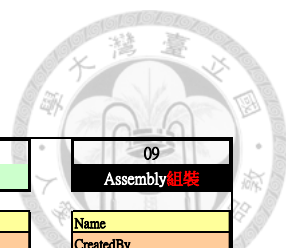
Title標題	COBie	
Version版本	2	
Release發佈	4	
Status狀態	IFC2x3	
Region地區	en-US	
Purpose目的		This COBie spreadsheet is an example file that comes with the COBie Extension 1.0
Outline概述		Individual worksheets are organized by project phase as shown below
All Phases全階段	Sheet	Contents
	Contact聯繫	People and Companies個人及公司
Early Design Worksheets 初步設計工作表	Sheet	Contents
	Facility設施	Project, Site, and Facility專案、基地、設施
	Floor樓層	Vertical levels and exterior areas垂直樓層及外部範圍
	Space空間	Spaces空間/房間
	Zone區域	Sets of spaces sharing a specific attribute共享一個特定屬性之空間組集
	Type類型	Types of equipment, products, and materials設備、產品與材料之類型
Detailed Design Worksheets 細部設計工作表	Sheet	Contents
	Component組件	Individually named or schedule items單獨元件
	System系統	Sets of components providing a service提供一種服務之單獨元件組合集
	Assembly組合	Constituents for Types, Components and others由多個單獨元件構成的組合元件
	Connection連接	Logical connections between components單獨元件之間的邏輯性連接
	Impact影響	Economic, Environmental and Social Impacts at various stages in the life cycle 生命週期不同階段在經濟、環境與社會的衝擊
Construction Worksheets 營建工作表	Sheet	Contents
		NOTE: Submittals and approvals added on 'Documents' worksheet 注意：送審文件及核准文件是被加在"Documents文件"工作表裏 NOTE: Manufacturer and model added on 'Type' worksheet 注意：製造商及型號是被加在"Type類型"工作表裏 NOTE: Serial and tag added on 'Component' worksheet 注意：設備序號及標籤是被加在"Component組件"工作表裏
Operations and Maintenance Worksheets 營運維護工作表	Sheet	Contents
	Spare商品	Onsite and replacement parts現場和更換零件
	Resource資源	Required materials, tools, and training所需要的材質、工具和訓練
	Job工作	PM, Safety, and other job plans預防性維護管理、安全或其他工作計畫
		NOTE: Warranty information added on 'Type' worksheet 注意：保固資料是加在"TYPE類型"工作表裏
All Phases全階段	Sheet	Contents
	Document文件	All applicable document references所有相關參考文件
	Attribute屬性	Properties of referenced item參考項目之屬性集
	Coordinate座標	Spatial locations in box, line, or point format範圍框、線、或點格式的空間座標位置
	Issue議題	Other issues remaining at handover其它需要移交的事項
Legend圖例說明		
	Text (黃色)	Required必要的
	Text (橙色)	Reference to other sheet or pick list參考其他表單或選擇列表(下拉選單)
	Text (紫色)	External reference外部參考
	Text (綠色)	If specified as required被要求的特殊規定
	Text (灰色)	Secondary information when preparing product data 準備產品資料時需要的次要資訊
	Text (藍色)	Regional, owner, or product-specific data 各區域、業主、或產品的特殊規定資料
	Text (黑色)	Not used未使用
Notes		NOTE: Regional, owner, or product specific data may be added as new columns to the right of standard template columns. 注意：因應特殊區域業主需求或產品特定資料需要增加時，是在在樣板檔的所需工作表的最右邊列增列 NOTE: Regional classification codes may be substituted for the specifiable picklists used in the United States. 注意：在選擇列表工作表裡的美國編碼原則是可由各區域的編碼取代
Copyright	USACE ERDC	(c) 2006-2013

圖 2-14 COBie 表單 Introduction (說明) 工作表英文內容及翻譯

表 2-2 COBie 工作表內容說明及責任歸屬表（本研究整理）

表號	工作表名稱			各階段建置責任歸屬			
	英文	中文	說明	初步設計	細部設計	營建施工	營運維護
01	Instruction	說明	各工作表格式說明	-	-	-	-
02	Contact	聯繫	個人及公司	●	●	●	●
03	Facility	設施	專案、基地、設施	●	-	-	-
04	Floor	樓層	垂直樓層及外部範圍	●	-	-	-
05	Space	空間	空間/房間	●	-	-	-
06	Zone	區域	共享一個特定屬性之空間組集	●	-	-	-
07	Type	類型	設備、產品與材料之類型	●	-	-	-
08	Component	組件	單獨元件	-	●	-	-
09	System	系統	提供一種服務之單獨元件組合集	-	●	-	-
10	Assembly	組合	由多個單獨元件構成的組合元件	-	●	-	-
11	Connection	連接	單獨元件之間的邏輯性連接	-	●	-	-
12	Spare	備品	現場和更換零件	-	-	-	●
13	Resource	資源	所需要的材質、工具和訓練	-	-	-	●
14	Job	工作	預防性維護管理、安全或其他工作計畫	-	-	-	●
15	Impact	影響	生命週期不同階段在經濟、環境與社會的衝擊	-	●	-	-
16	Document	文件	所有相關參考文件	●	●	●	●
17	Attribute	屬性	參考項目之屬性集	●	●	●	●
18	Coordinate	座標	範圍框、線、或點格式的空間座標位置	●	●	●	●
19	Issue	議題	其它需要移交的事項	●	●	●	●
20	PickLists	列表	選擇列表	-	-	-	-



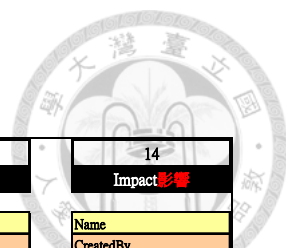


工作表序號	05	06	07	08	09
工作表名稱	Zone分區	Type類型	Component組件	System系統	Assembly組裝
	Name CreatedBy CreatedOn Category SpaceNames ExtSystem ExtObject ExtIdentifier Description	Name CreatedBy CreatedOn Category Description AssetType Manufacturer ModelNumber WarrantyGuarantorParts WarrantyDurationParts WarrantyGuarantorLabor WarrantyDurationLabor WarrantyDurationUnit ExtSystem ExtObject ExtIdentifier ReplacementCost ExpectedLife DurationUnit WarrantyDescription NominalLength NominalWidth NominalHeight ModelReference Shape Size Color Finish Grade Material Constituents Features AccessibilityPerformance CodePerformance SustainabilityPerformance Area Length	Name CreatedBy CreatedOn TypeName Space Description ExtSystem ExtObject ExtIdentifier SerialNumber InstallationDate WarrantyStartDate TagNumber BarCode AssetIdentifier Area Length	Name CreatedBy CreatedOn Category ComponentNames ExtSystem ExtObject ExtIdentifier Description	Name CreatedBy CreatedOn SheetName ParentName ChildNames AssemblyType ExtSystem ExtObject ExtIdentifier Description

<b>Text (黃色)</b>	Required 必要的
<b>Text (橙色)</b>	Reference to other sheet or pick list 參考其他表單或選擇列表(下拉選單)
<b>Text (紫色)</b>	External reference 外部參考
<b>Text (綠色)</b>	If specified as required 被要求的特殊規定
<b>Text (灰色)</b>	Secondary information when preparing product data 準備產品資料時需要的次要資訊
<b>Text (藍色)</b>	Regional, owner, or product-specific data 各區域、業主、或產品的特殊規定資料
<b>Text (黑色)</b>	Not used 未使用

圖 2-15b COBie 表單工作表所屬欄位整理表 (05~09 欄) (本研究整理)

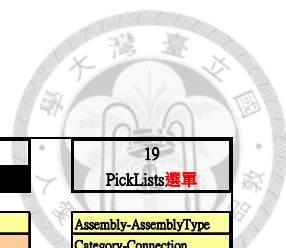


工作表序號	10	11	12	13	14
工作表名稱	Connection 連結	Spare 備品	Resource 資源	Job 工作	Impact 影響
	Name CreatedBy CreatedOn ConnectionType SheetName RowName1 RowName2 RealizingElement PortName1 PortName2 ExtSystem ExtObject ExtIdentifier Description	Name CreatedBy CreatedOn Category TypeName Suppliers ExtSystem ExtObject ExtIdentifier Description SetNumber PartNumber	Name CreatedBy CreatedOn Category ExtSystem ExtObject ExtIdentifier Description	Name CreatedBy CreatedOn Category Status TypeName Description Duration DurationUnit Start TaskStartUnit Frequency FrequencyUnit ExtSystem ExtObject ExtIdentifier TaskNumber Priors ResourceNames	Name CreatedBy CreatedOn ImpactType ImpactStage SheetName RowName Value ImpactUnit LeadInTime Duration LeadOutTime ExtSystem ExtObject ExtIdentifier Description

Text (黃色)	Required 必要的
Text (橙色)	Reference to other sheet or pick list 參考其他表單或選擇列表(下拉選單)
Text (紫色)	External reference 外部參考
Text (綠色)	If specified as required 被要求的特殊規定
Text (灰色)	Secondary information when preparing product data 準備產品資料時需要的次要資訊
Text (藍色)	Regional, owner, or product-specific data 各區域、業主、或產品的特殊規定資料
Text (黑色)	Not used 未使用

圖 2-15c COBie 表單工作表所屬欄位整理表 (09~14 欄) (本研究整理)



工作表序號	15	16	17	18	19
工作表名稱	Document文件	Attribute屬性	Coordinate座標	Issue議題	PickLists選單
	Name	Name	Name	Name	Assembly-AssemblyType
	CreatedBy	CreatedBy	CreatedBy	CreatedBy	Category-Connection
	CreatedOn	CreatedOn	CreatedOn	CreatedOn	Category-Coordinate
	Category	Category	Category	Type	Category-Document
	ApprovalBy	SheetName	SheetName	Risk	Category-Element
	Stage	RowName	RowName	Chance	Category-Facility
	SheetName	Value	CoordinateXAxis	Impact	Category-Floor
	RowName	Unit	CoordinateYAxis	SheetName1	Category-Impact
	Directory	ExtSystem	CoordinateZAxis	RowName1	Category-Issue
	File	ExtObject	ExtSystem	SheetName2	Category-Job
	ExtSystem	ExtIdentifier	ExtObject	RowName2	Category-Product
	ExtObject	Description	ExtIdentifier	Description	Category-Resource
	ExtIdentifier	AllowedValues	ClockwiseRotation	Owner	Category-Role
	Description		ElevationalRotation	Mitigation	Category-Space
	Reference		YawRotation	ExtSystem	Category-Spare
				ExtObject	Category-Zone
				ExtIdentifier	Document-ApprovalBy
					Impact-ImpactStage
					Issue-Chance
					Issue-Impact
					Issue-Risk
					Job-Status
					SheetName
					SheetName-Assembly
					SheetName-Coordinate
					Stage
					Type-AssetType
					Units-Area
					Units-Currency
					Units-Duration
					Units-Impact
					Units-Linear
					Units-Volume
					objAssembly
					objAttribute
					objAttributeType
					objComponent
					objConnection
					objContact
					objCoordinate
					objDocument
					objFacility
					objFloor
					objImpact
					objIssue
					objJob
					objProject
					objResource
					objSite
					objSpace
					objSpare
					objSystem
					objType
					objWarranty
					objZone

<b>Text (黃色)</b>	Required必要的
<b>Text (橙色)</b>	Reference to other sheet or pick list 參考其他表單或選擇列表(下拉選單)
<b>Text (紫色)</b>	External reference 外部參考
<b>Text (綠色)</b>	If specified as required 被要求的特殊規定
<b>Text (灰色)</b>	Secondary information when preparing product data 準備產品資料時需要的次要資訊
<b>Text (藍色)</b>	Regional, owner, or product-specific data 各區域、業主、或產品的特殊規定資料
<b>Text (黑色)</b>	Not used 未使用

圖 2-15d COBie 表單工作表所屬欄位整理表 (15~19 欄) (本研究整理)





## 2.4.6 COBie 表單的建置流程

COBie 表單的建置，至目前為止最具效益性及普遍性的方式是利用 Autodesk Revit 的增益集 COBie Extension 轉出 COBie 表單。

其操作概要流程詳圖 2-16，在 Autodesk Revit 環境中先行建置專案模型，可以是初設、細設、施工或是維運模型，利用該軟體上的增益集（或稱 Plug-in）COBie Extension，進行 COBie 格式的設定、修正、及匯出，從 Revit 模型萃取出資料，同時亦符合 COBie 格式的要求，完成 COBie 表單供各階段成員使用，或是更進階的使用符合 COBie 格式要求的設施維護軟體，將 COBie 表單的資料轉入，進行設施維護管理。

另 COBie Extension 的詳細操作流程，整理詳表 2-3。

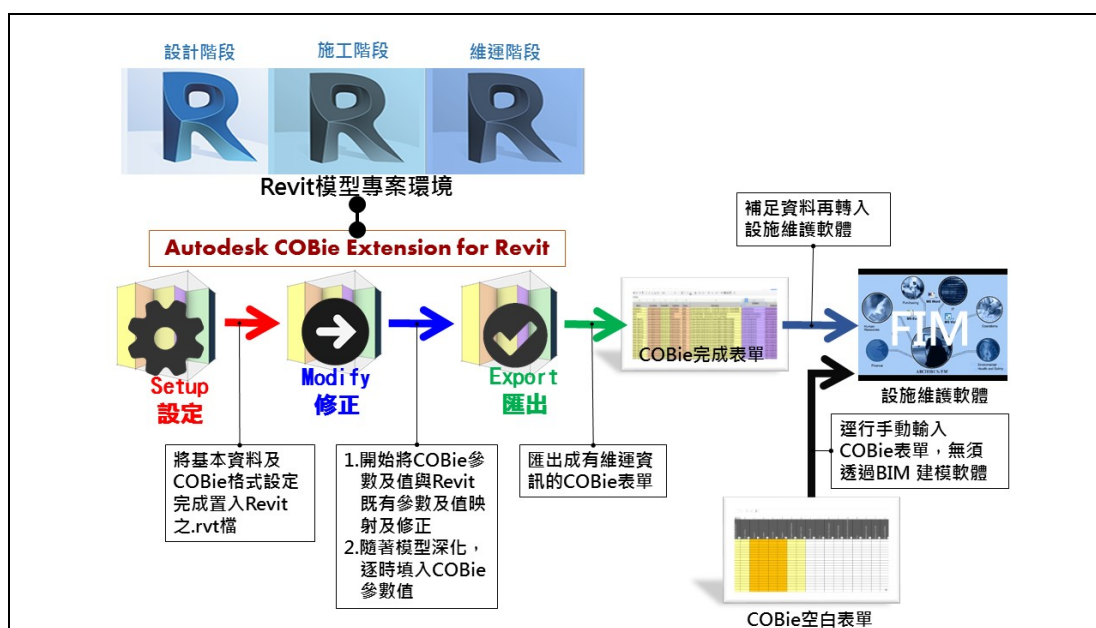


圖 2-16 COBie 表單建置流程（本研究整理）

表 2-3 Autodesk COBie Extension for Revit 操作流程（本研究整理）

步驟編號	功能	圖示	說明
0	原始狀態		原始狀態為一個無COBie格式的專案Revit模型檔(.rvt)
1	Setup 設定		將基本資料及COBie格式設定完成置入Revit之.rvt檔
1-1	Contact 聯繫設定		各階段輸入參予人員或公司
1-1-1	聯繫人員或公司資料輸入		逐一增加聯繫人員或公司資料，可於日後逐步增加
1-2	Default Setting 專案預設格式設定		設定專案COBie的預設設定
1-2-1	General 一般設定		設定位置、單一元件編碼、度量單位、面積量測標準
1-2-2	Space 空間設定		選定設備品類是依據房間或空間定義位置



1-2-3	Type 類型設定		設備類型名稱命名法設定
1-2-4	Component 組件設定		設備組件名稱命名法設定
1-2-5	System 系統設定		設備系統名稱命名法設定
1-2-6	Attribute 屬性設定		選擇要導出那些設備的參數到COBie”屬性工作表”
1-2-7	Coordinate 座標設定		指定組件族群、樓層、房間、空間在定義位置時是採用點座標或是範圍框模式
1-2-8	Schedule 明細表設定		選擇在Revit環境中要產出哪些明細表來輔助編輯各個COBie工作表
1-2-9	Finalize 完成		在開始進行本程式之前測試及確認各項設定，完成”Setup”功能。
1-3	Modify Parameter Mappings 參數映射 修正		將Revit既有的參數名稱與COBie定義的參數名稱映射(Mapping)

1-3-1	Parameter Mappings 參數映射 設定		開始將COBie參數與 Revit既有參數映射及修正
2	Modify 修正		修正
2-1	Select Elements to be Exported		選擇那些元件是要輸出至COBie表單
2-1-1	執行細項畫面		選擇元件參數從目前專案中轉出，COBie Extension會依據設定調整COBie資料的狀態內容。
2-2	Batch Modify Other Fields To Be Exported		批次進行COBie工作表內欄位的輸出設定
2-2-1	執行細項畫面		設定COBie哪些欄位需要由COBie增益集程式進行更新。
3	Export 輸出		匯出成有維運資訊的COBie表單
3-1	Export 輸出操作		在「Export」設定要轉出COBie哪些試算表欄位，之後按下「Export」就可以轉出COBie資料xlsx檔



## 2.4.7 COBie 的設備屬性

承第 2.4.2 節說明，COBie 對於設施管理的對象是分為空間資產及設備和產品資產兩方面。空間資產對應的主表單是 Space（空間）工作表，而設備和產品資產對應的主表單是 Type（類型）及 Component（組件）兩個工作表，不論是空間資產或是設備和產品資產，它們的屬性都被羅列在 Attributes(屬性)工作表內，屬性指的是性質和特點，本節所研究的是**設備的屬性**。

E. William(Bill) East 博士（2013）於“8 EQUIPMENT AND PRODUCT REQUIREMENT” ,*The COBie Guide-a commentary to the NBIMS-US standard* 說明：

「在 2013 年 1 月開始發動的 COBie Challenge 活動要求所有生成或使用 COBie 數據的軟體都要提供最終使用者明確的指示，這些指示是有考慮到因應區域性、全過性、或客戶特定的屬性集。而 SPie（Specifiers’ Properties information exchange）是美國正在進行區域性屬性集計畫的一個案例。未來希望各業主能規定使用的物件樣板（BIM 元件）是含有強制反映他們特殊需求的屬性。」

其中 SPie 是 E. William(Bill) East 博士於 buildingSMARTalliance 主持的一個計畫，其目標是創建一套產品樣板，製造商可以使用這些樣板將產品數據導出為設計者、說明者、製造商、運營商和所有者所使用的開放標準格式。該計畫擴展了製造商在建築資訊建模（BIM）、電子市場、和標準識別標籤方面的工作，並通過整個供應鏈提供價值。而 SPie 計畫是跟另一個機構 WBDG（WHOLE BUILDING DESIGN GUIDE）一起開發，buildingSMARTalliance 與 WBDG 都是隸屬於美國國家建築科學研究所（National Institute of Building Science，簡稱 NIBS）的子機構。SPie（Specifiers’ Properties information exchange）於本研究譯作**設備規範屬性交換標準**。

「在沒有客戶指定的區域，國家或客戶特定的屬性集的情況下，專案團隊可以發展依據本指南並根據當前商業慣例開發設備和產品且經過客戶核准的屬性明細表。在發展設備和產品屬性明細表時，設計人員和顧問應確保明細表標題的正規化，以消除重複、解決各學科之間的同義詞，並統一命名以提供有效維護、操作、和管理設施的信息。所有屬性的量測單位也應在設計師和顧問之間進行識別和協調。」

「無論客戶契約中指定的屬性來源如何，所有 Type（類型）、Component（組件）工作表的 Attributes（屬性）都應與相對應的設計圖說上的設備和產品的屬性一致。」

「第 8.1 節列出適用於所有設備的 COBie 通用屬性，是不分區域性、全國性、或客戶特定的屬性集。從第 8.2 節開始的子節則依照資產的類型去界定其所需屬性，其是按照資產的維運頻率排列，最需要注意的部分在表單的上部。」

按該文第 8 章、第 8.1 節、第 8.2 節對於設備和產品的屬性，整理出 COBie 的要求如下：

1. 施工文件（Construction Document）為細部設完成後所產生的發包文件，於國內公共工程中包含契約主文及附件、設計圖說、施工規範、預算……等，而非施工廠商於施工階段製作的施工圖、或送審文件。
2. 於 COBie 交付成果中提供的屬性應限於資產維護管理的屬性，而不包括 BIM 建模或應用軟體的內定屬性。
3. 交付施工文件中含 COBie 表單的情形，在 BIM 專案模型中建立的設備應說明其適用施工規範的哪一章節，此部分應呈現 COBie 的 Type 工作表中的“SpecificationSection（施工規範）”欄位。
4. 凡是有電力的設備組件都應建立入下列三個屬性：Current（電流）、Voltage（電壓）、Frequency（頻率）。
5. 所有受到管理的設備物件應該在設計階段定義空間位置這個屬性，其在管理該設備位於該房間的哪個位置，如天花上、空間中、牆中、屋頂上、基地上、樓板下……。在施工及竣工階段這些位置實際狀況應要填入而且可用於標示設備的空間位置。該屬性可以建立於 Attribute 工作表，名稱為“SpatialPlacement（空間位置）”，並被參考至於 Component（組件）工作表。
6. 部分先行使用和竣工的 COBie 交付應更新已安裝產品的屬性，詳表 2-4 所列：
7. 有益佔有和竣工 COBie 交付物應更新所有計劃資產類型的屬性，以匹配實際選擇的產品類型的屬性



表 2-4 COBie 於施工及竣工階段應建置之安裝設備屬性表

COBie Worksheet (工作表)	COBie Field工作表所屬欄位
Type (類型)	Manufacturer (製造商)
Type (類型)	ModelNumber (產品型號)
Type (類型)	WarrantyGuarantorLabor (保固廠商)
Type (類型)	WarrantyDurationLabor (保固年限)
Type (類型)	WarrantyDurationUnit (保固期單位)
Attribute (of Type)歸屬類型的屬性	ApprovedDeviations (容許誤差)
Component (組件)	SerialNumber (序號)
Component (組件)	InstallationDate安裝日期
Component (組件)	TagNumber標籤編號

依照前述規定、及參考 SPie 計畫的成果，本研究作出設備維護屬性表，詳附錄一。

設備維護屬性表包含 01 HVAC (空調系統)、02 Required Plumbing System Asset (必要給排水設備)、03 Required Fire Suppression System Assets (必要消防設備)、04 Required Electrical System Assets (必要電氣設備)、05 Required Control System Assets (必要控制設備)、06 Required Elevator System Assets (必要昇降設備)、07 Required Food Service System Assets (必要餐飲服務系統設備)、08 Required Architectural Assets (必要建築設備)、09 Furnishing Assets (傢俱)。其中大概適用於醫院手術室的項次為 01~05，08、09 共 7 項，屬性名稱有進行英文翻譯成中文的動作。

## 2.5 手術室的介紹

### 2.5.1 手術室的發展及定義

現代醫院內的手術室源自於 16 世紀的義大利及法國。最早建立的永久性手術室，是一個圓形劇場，為了屍體解剖的討論會。1885 年德國醫生 Neuber 提出一個新的概念-感染控制，他設計並建造了第一個消毒滅菌的手術室，此後感染控制得到外科醫生的普遍重視，第一代手術室我們稱之為創世紀簡易型手術室。手術室發展至今已進化到第四代，分述如下：



### 1. 第一代手術室

又稱創世紀簡易型手術室，手術在自然環境下進行，沒有採用防止空氣污染和接觸污染的措施，手術感染率高。1886年，細菌學的發展、蒸氣滅菌法誕生；1887年，術前洗手法形成；1897年，手術時開始使用口罩；1898年，開始使用手術衣，至今均已有100年以上的歷史。

### 2. 第二代手術室

又稱分散型手術室，是專門建造、非封閉建築的手術室，有供暖、通風措施，使用消毒滅菌技術，手術感染率明顯下降。1937年，召開了法國巴黎萬國博覽會，現代模式的手術室在那個時期正式創立。

### 3. 第三代手術室

集中型手術室，具有建築分區保護、密閉的空調手術室，手術環境改善，術後感染率在藥物的控制下穩定降低。1955年，日本東京大學集中型中心手術部正式開設，揭開了日本集中型手術室的帷幕；1963年，中央供應型手術室平面佈局在美國誕生；1966年，世界上第一間層流潔淨手術室在美國的巴頓紀念醫院設立；1969年，英國衛生部推薦的手術室平面佈局，就是今天被廣泛使用的污物回收型的雛形。

### 4. 第四代手術室

潔淨手術室，隨著外科學和科學技術的飛速發展，手術室無論從建築設計、用物和儀器設備的配備以及人員的組織結構和職能都進入一個新的發展階段。高效過濾器出現，室內裝修佈局更加可續合理，手術室潔淨度大幅度提高，醫療環境安全衛生而又舒適。

醫院手術室的單位，隨著技術不斷的演進，在不同時期有不同名稱及定義，而在美國與歐洲的醫院對於手術室的名稱亦不盡相同，國內對於手術室的名稱也有多種用法，田芳男（1933）將其分法及定義如：

#### 1. 開刀房（Operating Room）：

供住院及急診病人開刀之房間，含設於手術區內之一般開刀房及專用開刀房，不含其附屬設施之空間及設於手術區外之門診開刀房及急診室小開刀房。

#### 2. 手術室（Surgical Suite）：

供住院病人之開刀房及附屬設施空間（如等後室、刷手間、潔淨走廊、



麻醉室、恢復室、醫材室、更衣室等)。



## 2.5.2 手術室空間組合型態的分類

手術室的空間組合型式，不但影響空間的利用，左右醫護人員、病人、物品及術後污物的進出動線，更攸關手術室潔淨度控制及感染防制，在其發展的過程中，出現各種不同的形式，洪聰賢（2004）若依空間組合型態一般可分成以下型式：

1. 中央核心式 (Central Core Plan Layout)。
2. 單一走道式 (Central Corridor Plan Layout or Hotel Plan Layout)。
3. 周圍走道式 (Peripheral Corridor Plan Layout)。
4. 雙道式 (Double Central Corridor Plan Layout)。
5. 三道式 (Three-Corridor Plan Layout)。
6. 多道式 (Multiple-Corridor Plan Layout)。
7. 圓形外圍走道式 (Round-Peripheral Corridor Plan Layout)。
8. 圓形式 (Round-Building Plan Layout)。
9. 分道式 (Peripheral Corridor-Clean Central Core Plan Layout)。
10. 綜合式 (Combined-Plan Layout)。

## 2.5.3 手術室的分級

在醫院的開刀醫療服務中，因開刀時亟需注意病人的傷口及器官是否被空氣中細菌感染，早期的無菌手術室是利用藥物殺菌或是高溫滅菌的方法來達到無菌之目的。根據克拉克 (Clark) 醫學研究資料顯示，微生物大都以 5~10  $\mu\text{m}$  的生物粒子在空氣中浮游，所以用對 0.3  $\mu\text{m}$  以上微粒子的過濾效率達 99.97% 的絕對過濾器 (HEPA filter) 幾乎可達無菌無塵的程度。而 Isoard et al.(1980) 及 Luciano(1984) 則證明漂浮於醫院空氣中之細菌 99.9% 皆能以俱有 90 至 95% 效率之空氣過濾器所去除 (林建業 1991)。這是因為細菌通常皆以集聚之方式生存，故其大小皆大於 1 $\mu\text{m}$  以上 (醫院節約能源應用技術手冊，2016)，所以現今皆改以 HEPA 過濾微塵粒子來控制細菌數目。

現代型手術室藉由 HEPA 將空氣淨化的技術，係利用空調系統將新鮮空氣及回風經由高效率空氣濾網(HEPA, high efficiency particulate air filter) 導入房間，空

氣中顆粒直徑大於  $0.3\mu$  將被過濾，其效率為 99.97~99.99%，進入房間的空氣是清潔的而沒有微生物污染，並藉由每小時換氣次數及單方向氣流控制，減少亂流產生，達到手術室內潔淨環境的要求。

我國目前針對醫院建築之規劃設計有相關研究及標準，包含內政部建築研究所訂定之《醫院建築設施規劃》、行政院衛生福利部訂定之《地區醫院建築設計指引之研究》、《醫療機構設置標準》；對於潔淨室及其附屬之控制環境則有 CNS 15186-1 與 CNS 15186-2 國家標準。唯對手術室之潔淨度分級則無規定，僅能參考國外及專業意見，羅運湖（2002）將手術室分成四級：

1. 特殊手術室（超潔淨手術室）：

即器官移植、關節替換、腦外科、心臟血管外科、臟器移植等要臟器的手術，或感染率高、後果嚴重的深部手術。空氣潔淨度應為 NASA100 級的 Bio-clean Room，相當於國際單位的 M3.5 級，以杜絕感染。

2. 一般手術室（無菌手術室）：

通用於重要器官手術，如脾臟切除、閉合性骨折、眼內手術、甲狀腺切除。空氣清淨度應在 1,000 級，相當於國際單位 M4.5 級。

3. 一般手術室（有菌手術室）：


通用於胃、肺、膽囊、闌尾等因潰瘍發炎而進行的修補切除手術，因手術及器官已經感染，屬於有菌手術。空氣清淨度應在 10,000 級，相當於國際單位 M5.5 級。

4. 一般手術室（感染手術室）：

已經嚴重化膿感染的手術，如十二指腸穿孔縫合、闌尾穿孔、腹膜炎手術、膿腫切開引流手術等，此外如氣性壞疽、綠膿傷口、破傷風之內的手術，對環境有嚴重污染，最好醫生和病人入口分開，此類手術完後手術室應封閉嚴格消毒方能重新使用。空氣清淨度應在 100,000 級，相當於國際單位 M6.5 級，一般門、急診手術亦比照此潔淨度處理。

## 2.5.4 小結

現代化的手術室的概念不僅僅是幾間潔淨手術室，而是以手術室為中心，與其他的相關單位有效的聯結在一起，構成一個環環相扣的**獨立醫療區域**。它主要是由建築潔淨環境與空調淨化系統及其他輔助系統所組合而成，包括了空氣潔淨



技術、醫學無菌技術、醫院管理科學和建築規劃技術在內的跨領域綜合性的技術（曾志國，2012）。醫院手術室建築功能複雜，目前已演進至第四代，在規劃設備方面，不僅是傳統的電氣系統、給水系統、空調系統、消防系統更加入了更多的弱電系統，如資通訊設備、護理師呼叫系統、多媒體叫號系統及更先進的醫療設備如 LED 無影燈、C 型懸臂 X 光機、甚至是達文西機器人……，所以手術室的設備管理是一個值得深入探討的課題。



### 第三章 專家訪談

經由前章之文獻研讀及探討，可知目前在推動 COBie 執行中，美國國家建築科學研究所進行之 SPie 計畫，已針對設備維護的屬性有所規範及建議，而且也定義了團隊各階段的責任歸屬；同時，手術室設備是醫院設備的縮影，其設備維護的需求也是醫院設備維護的管理重點。接下來將以 SPie 計畫的設備屬性表為基礎，進行專家訪談的研究程序。

#### 3.1 手術室設備及維護單位彙整

本研究以國立台灣大學醫學院附設醫院「新竹生醫園區分院新建工程」3F 手術室區為操作案例，文本後續以「台大醫院新竹生醫 3F 手術室」簡寫稱之。

台大醫院新竹生醫 3F 手術室設備涵蓋建築工程、裝修工程、電氣系統、給排水系統、空調系統、消防系統、特殊醫院系統、醫療設備.....等，茲依工程類別及系統分類彙整成表，詳表 3-1。詳細項目詳附錄二。

表 3-1 台大醫院新竹生醫 3F 手術室設備分類表

項次	工程項目
一	裝修工程
(一)	面飾
(二)	門窗
(三)	櫃體
(四)	面盤
(五)	手術室專用電氣設備
(六)	設備基座
(七)	附屬設備
二	電氣系統設備工程
(一)	電力電纜架及線槽設備工程
(二)	動力幹線設備工程
(三)	開關箱設備工程
(四)	電燈及插座設備工程
三	弱電系統設備工程
(一)	電信內線系統設備工程
(二)	數據網路交換系統工程
(三)	有線電視系統配管工程
(四)	安全監視系統設備工程
(五)	門禁對講及緊急求救系統設備工程



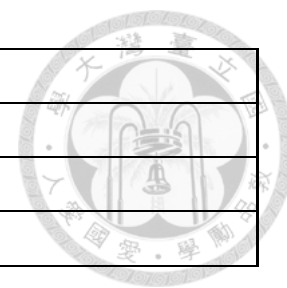
(六)	自動交換機電話系統工程
(七)	弱電電纜架(各系統共用)設備工程
四	給排水系統設備工程
(一)	外管設備工程
(二)	給排水衛生配管工程
(三)	RO純水設備工程
五	消防系統設備工程
(一)	室內消防栓箱設備工程
(二)	火警設備工程
(三)	緊急及業務廣播設備工程
(四)	自動撒水設備工程
(五)	避難器具設備工程
(六)	排煙設備工程
六	空調工程
(一)	機器設備
(二)	風管工程
(三)	水管工程
(四)	空調控制工程
七	醫療氣體設備及配管工程
(一)	機房區
(二)	手術室區
八	氣送系統設備工程
九	護理師呼叫系統設備工程
十	子母鐘設備工程
十一	醫療設備

在本研究進行初期，徵詢專家意見，得知台大醫院手術室於營運維護階段各設備的專責單位，詳表 3-2。

表 3-2 手術室設備維護單位一覽表

項次	工程項目	維護單位
一	裝修工程	台大醫院工務室
二	電氣系統設備工程	台大醫院工務室
三	弱電系統設備工程	台大醫院工務室
四	給排水系統設備工程	台大醫院工務室
五	消防系統設備工程	台大醫院工務室
六	空調工程	台大醫院工務室
七	醫療氣體設備及配管工程	台大醫院工務室

八	氣送系統設備工程	台大醫院工務室
九	護理師呼叫系統設備工程	台大醫院工務室
十	子母鐘設備工程	台大醫院工務室
十一	醫療設備	台大醫院醫工部



### 3.2 專家訪談內容設計

在前節的工程項目與維護單位的對應中，可得知手術室的營運維護是一個極具專業的領域。本研究經文獻研讀及探討後，擬定專家訪談的綱要，期許從手術室工程的專家意見中，歸納維護設備的種類篩選及屬性分類原則，及作為研擬操作流程的依據。專家訪談的內容及設計說明如下：

1. 「基本資料」設計說明如下：

包含受訪者姓名、服務單位、職位、單位性質。

2. 「緣由」設計說明如下：

國內產官學界自 2012 年開始大力推動 BIM 技術以來，迄今已有 7 年，但並非所有人知道“BIM 是什麼？BIM 在做什麼？BIM 可以提供那些運用？”尤其是下游包商，也就是設備製造端。因此本問卷一開始即介紹 BIM 的觀念及應用範圍，讓受訪者知悉訪談的範圍是跟 BIM 及設備維護有關，以順遂問題的訪談。

3. 「【問題 1】請問在附件 1 中哪些項目是需要納入設備維護管理範圍及理由？」設計說明如下：

利用本研究之“附錄二 台大醫院新竹生醫 3F 手術室設備詳細表”做成本問卷附件 1，提醒被訪談人手術室有哪些工程項目，使其易於判定專業分類及歸納想法。

4. 「【問題 2】請問納入維護管理的設備哪些資訊是需要輸入及理由？（可參考附件 2）」設計說明如下：

利用 SPie 計畫之屬性表發展出的“附錄一 設備維護屬性表”作成本問卷附件 2，讓被訪談人知悉目前美國國家級單位已有針對設備維護屬性的相關積極作為及建立標準，正所謂「他山之石」，可以作為我們的參考；另工程專業人士並非對資訊用詞都清楚，可讓被訪談人望文生義，了解屬性的意思，串連其與平常用詞之映對關係，使其易於判定專業分類及歸納想



法。

5. 「【問題 3】承上，這些資訊（或稱設備屬性）是否可以分類？比如機械性能、流力特性、電力特性……。」設計說明如下：

分類是人類認識和區別事物的一種思維方式。分類旨在解決兩方面的問題，一方面根據類的聚集性，把相同的事物加以類聚和統一，另一方面可以分析出事物的相異性。透過對資訊的分類，建構一中心的知識主題，能夠讓使用者快速的掌握、瞭解和運用所需知識的層面和統屬關係，其應可改善資訊的建置效率。而分類的方式有很多，希望透過專家意見找出合適的分類法。

6. 「【問題 4】承上，所需資訊（或稱設備屬性）建置方式及理由？」設計說明如下：

因為資訊在 BIM 環境中所呈現的格式就只有兩種，一是數字或文字，另一則是附加文件。本研究希望從專家意見中歸納出具實用性的建議，這影響到資訊輸入者的效率。

7. 「【問題 5】就施工階段一般慣例而言，設備維護資訊輸入單位為營造廠、水電承裝業、冷凍空調工程承裝業、消防工程公司……等承造人，而這些單位的”資訊提供者”、”資訊整合者”、”資訊輸入者”，建議由哪些人擔任：」設計說明如下：

本研究將維護資訊的建立參予人員分成資訊提供者、資訊整合者、資訊輸入者，按一般公共工程採購契約於施工階段的分包情形及要求的人員組織架構，羅列出可能的參予的人員，此部分將牽涉到執行流程的人員工作分配。

8. 「【問題 6】承上，按建議人選，工地專案組織的工作職掌及流程可以如何安排？」設計說明如下：

希望藉由專家意見，找出適當的工地專案組織的工作職掌及流程。

9. 「【問題 7】其他意見？」設計說明如下：

一般在進行專家訪談過程中，會有其他非訪談問題點的意見出現，但可能具有參考價值，故增加“其他意見”此一問題。



### 3.3 專家訪談對象

參與本研究專家訪談的對象，包含醫院手術室工程的業主單位、設計及監造單位、施工單位、專業分包商、BIM 技術人員，如表 3-3 所示。

表 3-3 專家訪談人員名單

類別	編號	姓名	職務及經歷	資歷
業主工務管理及設備維護單位	01	L○○	現任T醫院工務室主任，總管T醫院新建、增建、改建、修建、維護業務。具消防技師執照。	28年
	02	W○○	現任L醫院工務室技正，歷經T醫院工務室、Y醫院工務室，執行醫院新建、增建、改建、修建、維護業務。具建築師執照。	18年
	03	L○○	現任T醫院工務室技士，現管理維修組業務。機電專長。	25年
	04	L○○	現任T醫院工務室技士，現管理維修組業務。機電專長。	26年
設計單位	05	C○○	Z建築師事務所設計總監。醫院設計專長。T醫院新竹生醫專案之總設計師。美國註冊建築師。	23年
	06	C○○	Z建築師事務所機電經理。醫院機電設計專長。T醫院新竹生醫專案之機電設計、監造經理。	24年
	07	L○○	Z建築師事務所設計師。醫院設計專長。T醫院新竹生醫專案之前期規畫設計師。具建築師執照。	18年
	08	T○○	T建築師事務所主持人。曾任Z工程顧問公司建築設計部經理。「新北市永和.汐止.樹林運動中心統包工程」永和運動中心設計建築師暨設計階段BIM經理。	20年
	09	S○○	L環控設計有限公司。空調系統設計師。T醫院新竹生醫專案之空調工程設計。具空調技師執照	20年
施工單位	10	Y○○	K營造公司技研部BIM中心代協理。T醫院新竹生醫專案之施工階段BIM經理。具建築師執照。	18年
	11	L○○	K營造公司機電副理。T醫院新竹生醫施	12年



			工階段機電工程副理。	
	12	S○○	Z 空調工程副總經理。T 醫院新竹生醫專案施工階段之空調總督導。	23年
	13	K○○	C 手術室工程公司負責人，專營醫院手術室總包及醫療氣體專業施工業務。	26年
BIM 專長單位	14	Y○○	Z 機電工程顧問有限公司總經理。經歷新北市運動中心統包工程之機電BIM經理。	29年
	15	L○○	Z 機電工程顧問有限公司BIM工程師，歷經新北市運動中心統包工程之機電BIM工程師。	5年

### 3.4 專家訪談意見彙整

本研究利用第 3.2 節所製作之專家訪談問卷，對表 3-3 所列之專家進行訪談，茲彙整訪談紀錄如下：

一、【問題 1】請問在附件 1 中哪些項目是需要納入設備維護管理範圍及理由？

1. 業主工務管理及設備維護單位：

(1) 裝修工程中的面飾、門窗、櫃體、面盤、基座等物件不需納入設備維護管理系統，因其損壞之狀態呈現極端情形，不是極易損壞，如裝修面貼材...，要不就是非常堅固不易壞，如不銹鋼物件。針對容易損壞之部分，台大醫院是採年度整修合約，進行修復動作。而不易損壞之物件，通常是納入資產管理，使用年限一過即行報廢，萬一真的有損壞情形，會由院內木工房的技術人員修理，不需要納入維護系統。另傢俱類亦是納入資產管理，而不是維護管理，其不須三級保養，”三級保養”參考【問題 7】之紀錄。

(2) 其他工程部分則是電力、流力、熱力、光學、聲音等能量轉換、或具控制性能的設備物件須納入維護管理，應可參考訪談問卷附件 2 所列出之設備種類，該表內容應具有參考價值，畢竟其乃美國國家單位進行的 SPie 計畫。另台大醫院所規劃的重要設備都是國際規格，如冰水主機都是美國廠牌，所需之維護資訊都是受限於該設備商所能提供的性能諸元。



- (3) 各種流體中（如風、水、氣體）的元件中，連接源頭與末端設備之間的管線不需納入，但閥件須納入，因其具有控制性能。
  - (4) 控制設備中要能顯示溫度、濕度、壓力、流速等數值的設備。
2. 設計單位：
- (1) 機電系統中凡是動態設備（機械設備）產生能量或監控之設備均應納入。
  - (2) 系統中凡是有開/關動作者均應納入。
  - (3) 設備與設備之間的連接線材不需要，其大部分是屬於耗材。
  - (4) 裝修類的物件不需要。
3. 施工單位：
- (1) 設備中有電力的部分需要。
  - (2) 設備中的源頭設備及末端設備需要，中間連結的管線不需要。
  - (3) 手術室裝修工程中以電力驅動的設備、及醫療氣體系統中的球閥、控制箱、機房空氣泵、氣體出口等流體設備，但管材不需要。
  - (4) 應依業主、及設計監造指示的設備為依據。
4. BIM 專長單位：
- (1) 設備是指一個完整構架的 3D 物件，而且應是可以表現出電、光、熱、流體、聲音等功能，而非內部零件。故需納入維護管理的設備應是具備電、光、熱、流體的完整物件，不含零件。
  - (2) 連接的管材、線材無需納入，主因是配合專案精緻度的要求不同，而會有不同的建置方式（如管材是一整段建立，還是分段用接頭串聯），會造成空間的位置定義不同，導致使用者因為管材的空間資訊不一致而形成搜尋困擾，同時也造成輸入的資料量會非常多，不易檢核，且業主對於管材、線材的維護需求性似乎不太高。
  - (3) 可參考問卷附件 2 所列之項目。

二、【問題 2】請問納入維護管理的設備哪些資訊是需要輸入及理由？（可參考附件 2）

1. 業主工務管理及設備維護單位：

- (1) 電、光、熱、流力、控制等五大類的資訊應該要輸入。



- (2) 控制設備中要能顯示溫度、濕度、壓力、流速等數值，因其可轉換成中央控制系統中的警戒值。
  - (3) 開關、插座不大需要維護資訊，因其會歸類於耗材，但系統容許則會建議增加”備品數量”這個屬性。
  - (4) 閥類可以參考附件 2 所列之屬性數量，另在設備命名上應依其功能，方便判定，功能性包含開關閥類（含閘閥、塞閥、球閥）、節流閥類（含球型閥、針閥、角閥、蝶型閥、隔膜閥）、止回閥類（擺動、升降及雙片式逆止閥、底閥）、壓力控制閥類（含減壓閥、釋壓閥）、安全閥特殊閥類（含冷凍閥、流量控制閥、伸縮囊閥）。
  - (5) 保固書、操作手冊、保養手冊可列入屬性種類，但是使用度不高。
2. 設計單位：
- (1) 有關機電系統中凡是動態設備（機械設備）產生能量或監控之設備屬性均應輸入。
  - (2) 有效控制動態設備之作功狀況，才能保證系統有效運作。故保養手冊可以納入考量，但是其歸屬於系統（system）這個階層的資訊（或屬性）而非單一零件（也就是訪談所介紹的 COBie 用語”組件 component”），如一樓空調風管系統、或二樓消防灑水系統……即包含設備的能量起始點（源頭設備）、中間的傳遞路徑、末端能量釋放點（末端設備）所串聯起來的邏輯關係，謂之系統。
  - (3) 關於整個系統之功能維持之文件可以納入，比如保固書、保養手冊，但設備型錄或該設備之實體照片、或製造圖則無需要，依 BIM 元件的建模情形，這些文件所表示的內容已呈現於 BIM 元件上，無須再另作文件形成資源重複之虞。
3. 施工單位：
- (1) 具有光、電、熱、流體、控制等功能的設備所對應的光、電、熱、流體、控制類的屬性。
  - (2) 關於材料性質，如矽酸鈣板的抗彎強度、門的材質或櫃體中的不銹鋼材質，則不需要。因為其是設計端於設計需求中限定材料要符合這些設計值，才可以達到其應有的效能，其應歸屬於設計端交付與施工端的設計指示，並非業主維護端的需求，理論上應是設計端就要建立，



否則施工端在交付竣工資料時是不需要的。

#### 4. BIM 專長單位：

- (1) 依業主、設計、監造、及分項工程師的需求。
- (2) 可參考問卷附件 2 所列之項目之屬性種類。

三、【問題 3】承上，這些資訊（或稱設備屬性）是否可以分類？比如機械性能、流力特性、電力特性……。

#### 1. 業主工務管理及設備維護單位：

- (1) 可分成必需類屬性、特定類屬性。必需類屬性是指納入維護範圍之設備不管工程契約如何規定，為了所有維護需求一定要建立的屬性，而特定性類屬性是需要符合業主維護單位需求且同意的屬性。
- (2) 在上述特定類中，有牽涉到功能性的屬性，可再依電、光、熱、流體、控制等特性再分類，以方便各單位歸類、判定、選擇。

#### 2. 設計單位：

- (1) 可依設計單位、施工單位的承攬範圍，也就是階段責任來區分。
- (2) 牽涉到功能的屬性，可依機械性能、流力特性、電特性等特性，以數值或文字方式輸入。
- (3) 文件類可考慮是否要分出來。

#### 3. 施工單位：

- (1) 依業主、及設計監造單位的指示。

#### 4. BIM 專長單位：

- (1) 可依照 COBie 的作法去分類，也就是問卷附件 2（SPie 計畫的分類），分成設計階段與施工階段。
- (2) 各階段的細項應依業主需求分類。

四、【問題 4】承上，所需資訊（或稱設備屬性）建置方式及理由？

#### 1. 業主工務管理及設備維護單位：

- (1) 能盡量以數值或文字方式建立最佳，非不得以需用傳統紙本方式呈現且有保固責任的屬性，可以以電子文件方式建立，如設備保固書。因為文件方式需要逐頁翻閱，對於使用者來說不方便，而且以數字或文字方式，其可透過資料庫的模式交換，可轉換為設備監控系統的資



料。

2. 設計單位：

- (1) 機械性能、流力特性、電特性等特性，以數值或文字方式輸入。
- (2) 關於整個系統之操作程序，應以文件方式建立。另通常述明程序的方式，皆是以文件行之，比如保固書、保養手冊，但設備型錄或該設備之實體照片、或製造圖則無需要，因為模型的精緻度應可表明這些物件的特性，其指示施工過程中的設計指示文件，不需移轉到維護端。

3. 施工單位：

- (1) 依業主、及設計監造單位的指示。

4. BIM 專長單位：

- (1) 基本上能以數值或文字格式輸入為佳，因為資料建立可透過資料庫軟體的操作快速建立。
- (2) 若必需採用文件的格式建立，目前狀況是需要透過超連結至外面的檔案伺服器串聯，這資料儲存伺服器必須做移交或由業主端建立，通常是業主端會有資料伺服器，超連結的網址必須一開就確認，否則之後用移轉的方式，此部分的連結須重新修正。

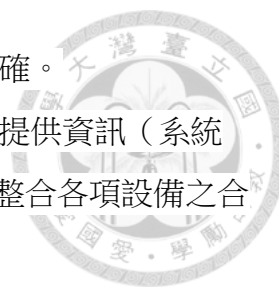
五、【問題 5】就施工階段一般慣例而言，設備維護資訊輸入單位為營造廠、水電承裝業、冷凍空調工程承裝業、消防工程公司……等承造人，而這些單位的”資訊提供者”、”資訊整合者”、”資訊輸入者”，建議由哪些人擔任：

1. 業主工務管理及設備維護單位：

- (1) 無意見。

2. 設計單位：

- (1) 若是設計端承攬執行 BIM 之工作項目時，則建議須由設計端之 BIM 人員於細部設計交付（也就是發包文件）階段，將附錄 1 中建議”設計單位建立施工單位更新”分類中的屬性名稱建立起來，設計階段的參考值應一併輸入，而施工階段則直接由 BIM 工程師依據實際安裝設備及試俾後的數據做更新。若設計端無執行 BIM 工作，則資訊輸入任務是由施工端承擔，施工單位要如何執行應依其內訂之組織流程，設計單位



無須介入，但原則是竣工階段的資訊移交應一致及正確。

- (2) 建議施工端各系統安裝完成後試俾時，由分項工程師提供資訊（系統運轉合格資訊），再由 BIM 建模人員，依據設備編號整合各項設備之合格運轉參數建檔。
  - (3) 資訊提供者為分項工程師，資訊輸入者為 BIM 建模人員。
3. 施工單位：
- (1) 資訊提供者應由專業分包商擔任，由其提供予分項工程師或內業工程師，而分項工程師或內業工程師需負責蹤催之動作及整理的動作。
  - (2) 資訊整合者可由分項工程師或內業工程師之總管（通常此職位是工地之副主管，如裝修副主任、機電副主任、空調副主任、消防副主任.....）擔當，由其負責審核所轄工程師所整理之資料。
  - (3) 資訊輸入者應由 BIM 工程師擔當，因為 BIM 的資訊建立動作是一專業性技巧。

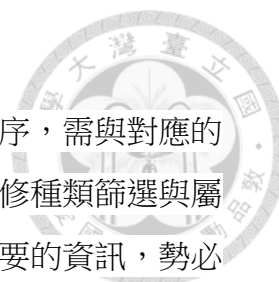
4. BIM 專長單位：

- (1) 資訊提供者應由現場工程師或專業分包商擔當，因為他們是現場施工查驗的第一線人員，其所提供之資料應是與現場已安裝的設備符合，而業主在竣工驗收 BIM 資訊時會與現場已施工完成之設備進行再次的比對，完成施工驗收程序。
- (2) 資訊整合者應由有專業經驗之資深工程師擔任，一般都是工地副主管。雖然 BIM 界裏有所謂的資訊整合者（BIM Data Integrator），但維護資訊大部分是發生在機電類設施，而目前在業界的實際情形是機電 BIM 人員不易培養（因其尚具備機電的專業知識），導致人才缺乏，更何況是機電 BIM 的管理職。
- (3) 資訊輸入者應由 BIM 工程師擔當，因為 BIM 的專業技能培養是困難的，一般工程師不大容易具備。

六、【問題 6】承上，按建議人選，工地專案組織的工作職掌及流程可以如何安排？

1. 業主工務管理及設備維護單位：

- (1) 無意見。



## 2. 設計單位：

- (1) 其組織型態應該要可以配合公共工程的工務、品管程序，需與對應的監造單位及業主單位有良性的溝通，尤其是在設備維修種類篩選與屬性分類的審查時需有一致的共識，否則交付業主不需要的資訊，勢必是浪費團隊的資源。

## 3. 施工單位：

- (1) 在工作職掌方面首要考量是“專長所學”這方面，工程的專業培養是從單項專業工程開始，機電類的資訊建立應是由機電人員擔當，建築類的資訊建立也不應該由機電人員負責，同樣 BIM 是一門專業技巧，BIM 人員應該就其專業部分負責，施工專業部分就由分項工程師擔當。
- (2) 同上，每個單位的權責要分清楚，否則會形成重工現象，導致效率打折。
- (3) 設備維護的資訊建立應該可以分段進行，不需要在最後竣工的 2-3 個月內才開始進行，因為屆時所有工項的完工動作都會集中在那段時間，人力通常出現無法負荷之情形。
- (4) 其流程可以參考品管程序之“資料送審”做法。

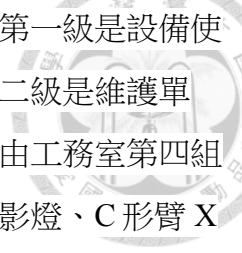
## 4. BIM 專長單位：

- (1) BIM 的設備維護資訊並非只是 BIM 專業人員的工作，所以組織的排定應是考量各專業工作分配合理的方向進行。
- (2) 以 BIM 的作業流程應該採各專業團隊的協同作業，且平台應該是只有一個，如此才會形成資料一致的竣工交付。

## 七、【問題 7】其他

### 1. 業主工務管理及設備維護單位：

- (1) 台大醫院的工務體系大致上了解 BIM 這個技術及應用面，但並不清楚其執行細節，原因在於約 4~5 年前工務室主管有意導入 BIM 技術並作介紹，而去年上級單位有發文指示巨額工程採購案需導入 BIM。經訪談前之 BIM 介紹，對 BIM 的應用有更深了解，其確實對於維護資料的建立有效，應是好的解決方案。

- 
- (2) 台大醫院醫院的設備維護是採三級保養的制度進行，第一級是設備使用單位，如護士、醫生，設備故障由其負責報修。第二級是維護單位，維護單位又分成兩大類，第一類是工程類設備，由工務室第四組（維運組）負責，第二類是醫療設備（如手術室之無影燈、C形臂 X光機、手術床.....）是由醫工部負責，該級保養是負責故障判定，視故障情節嚴重程度進行自主或委外修復。第三級是委外設備廠商保養，會簽訂年度契約進行例行性的保養及緊急性的故障修復。
  - (3) 台大醫院於工務室主管的設備維護費用支出，其中空調類約占 50%，另 50%約為機電類，而其中空調又約占用電量的 60%，故空調系統不只在手術室的清淨度維持重要，在整個醫院的功能運轉更是重要，所以空調系統的維護資訊要特別注意。
  - (4) 經訪談前解說，COBie 表單不易閱讀，專案執行前應委請 BIM 技術人員說明用法。

#### 2. 設計單位：

- (1) 經訪談前解說，COBie 表單應是一個方便監造人員核對竣工設備的清單，但 COBie 表單不易閱讀，有需要於專案執行前由 BIM 技術人員說明用法。

#### 3. 施工單位：

- (1) COBie 表單不易閱讀，有必要讓非 BIM 技術人員了解表單之用法。

#### 4. BIM 專長單位：

- (1) 若能提早知道業主、設計、監造端的維護設備及屬性需求，將有助於 BIM 建模速度及資訊驗收效率。

### 3.5 專家訪談意見小結

#### 3.5.1 應交付設備維護資訊之篩選及分類原則

本研究經過文獻回顧及專家訪談的流程操作後，歸納出下列結果：

1. 非所有契約預算詳表中的工程項目須納入設備維護管理。
2. 何類設備需納入維護管理的範疇，應以業主維運單位需求為主要依歸。
3. 本研究依據美國國家建築科學研究所（NIBS）轄下兩個機構



(buildingSMARTalliance 及 WBDG) 所進行的設備屬性交換標準計畫 (SPie), 所作出的“附錄一 設備維護屬性表”, 內容所提列的系統名稱及所轄設備種類可作為維護單位篩選設備種類的依據。

4. 維護設備的種類篩選原則應是該設備“能將輸入的能量換成另一種能量成、進行做功以達到使用者所需功能並可讓使用者控制”。即是設備輸入電能或熱能後可以產生電、光、溫度 (或是冷熱)、流力 (含液體及氣體)、聲音等狀態變化的功能及讓使用者控制的功能。
5. 設備屬性應要進行分類。對於 BIM 建置者及非 BIM 技術之使用者皆可依“分類”這個動作去做快速的掌握、瞭解和運用所需知識的層面和統屬關係, 改善資訊的建置效率。
6. 設備屬性的項目可以依照“附錄一 設備維護屬性表”各設備所轄之屬性項目作參考。
7. 設備維護資訊的交換標準流程可依照 COBie 的流程進行, 而設備名稱及屬性名稱應考慮中文性, 避免“錯意”的狀況發生。

### 3.5.2 交付設備維護資訊之工作流程

本研究經過文獻回顧及專家訪談的流程操作後, 歸納出下列結果:

1. 就施工階段而言, 萬一設計階段已執行 BIM 模型及資訊的建立, 施工階段的廠商只要進行修正數值, 及建置部分該屬施工廠商責任的設備屬性。如此可減少施工廠商的工作量增加工作效率, 另一方面也減少業主及監造端審核設備及屬性的作業時間。故就施工階段的施工廠商而言, 希望在專案於設計階段時即應導入 BIM 作業及設備維護資訊的基本資料建立。
2. 設備維護資訊的交換標準流程可依照 COBie 的流程進行, 即是按責任矩陣表的想法, 先區分出整個專案中各階段的責任, 比如設計單位於設計階段應該要輸入哪些資訊, 施工廠商於施工階段應該要修正或補充哪些資訊。責任區分清楚後, 施工階段的廠商則可依此大方向去按其團隊組織特性去規劃竣工設備維護資訊交付的細部作業流程。
3. 從 BIM 技術人員的訪談中, 可得知作業效率關鍵點其一在於 BIM 技術人員於工程專業知識的不足, 尤其是機電專業知識; 另一關鍵點為維護設備種類的確定及所轄相關屬性的蒐集及篩選。兩個關鍵點都會導致模型資料

建置初期時的“不知從何著手，故四處摸索尋求解答”的現象發生，在人力及時間上造成非常大的損失。

4. 另從 BIM 技術人員的訪談中，也得知作業效率另一關鍵點在於維護設備種類的確定及所轄相關屬性的蒐集及篩選。
5. BIM 設備維護資訊的建立並非純是 BIM 技術人員的工作，有賴團隊組織裡的其他成員就專業領域分工合作，如此方可效率增高及資訊錯誤率降低。





## 第四章 BIM 模型建置實例操作

### 4.1 案例基本說明

本研究以台大醫院新竹生醫 3F 手術室作為 BIM 實際操作案例。關於台大醫院新竹生醫 3F 手術室的基本資料，詳表 4-1。手術室整區平面圖及單間手術室詳圖，詳圖 4-1 及圖 4-2。

依照 2.5.1 節之說明，台大新竹生醫 3F 手術室均規劃高效過濾網，成為高潔淨度的手術室，故可歸類為第四代手術室；另依空間組合型態可歸類為多道式。手術室區主要空間分成一般手術室、心導管室、清淨走道、污物走道，手術室及心導管室清淨度除了 07 手術室為 1,000 級，其餘皆為 10,000 級，清淨走道為 100,000 級。手術室區的壓差分佈為手術室氣壓大於走道區氣壓，維持正壓差。

手術室區的設備，除了建築與結構外，其餘幾乎與整棟醫院相同，差異只在於數量而已，包含裝修、水電、空調、消防、特殊水系統、特殊醫療系統，種類比一般建築物多且複雜，尤其是設備維護的重點，即空調、消防、與電力系統。故本研究以手術室為操作實例，希望藉由設備的種類多及複雜，找出更具廣度的問題點。

表 4-1 台大醫院新竹生醫 3F 手術室基本資料表

業主	國立台灣大學醫學院附設醫院
設計監造單位	宗邁建築師事務所
營造單位（主包商）	根基營造股份有限公司
總樓地板面積	76,695m <sup>2</sup>
構造形式	RC
樓層	地下2層，地上8層，屋突1層
承攬範圍	結構、建築、裝修、水電、空調、消防、特殊水系統（含 RO 純水系統、醫療廢水處理）、特殊醫療系統（醫療氣體、氣送系統、護士呼叫、多媒體叫號）
醫院特色	除一般門診、急診、一般病房外，尚含手術室、正負壓病房、放射腫瘤治療、影像醫學、生殖醫學等特殊醫療空間
手術室區面積	2,015 m <sup>2</sup>
手術室樓層高度	5.5m
主要空間	1.一般手術室9間 2.心導管室2間 3.清淨走道 4.污物走道

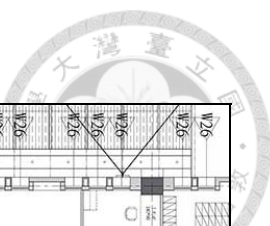


圖 4-1 3F 手術室區平面圖

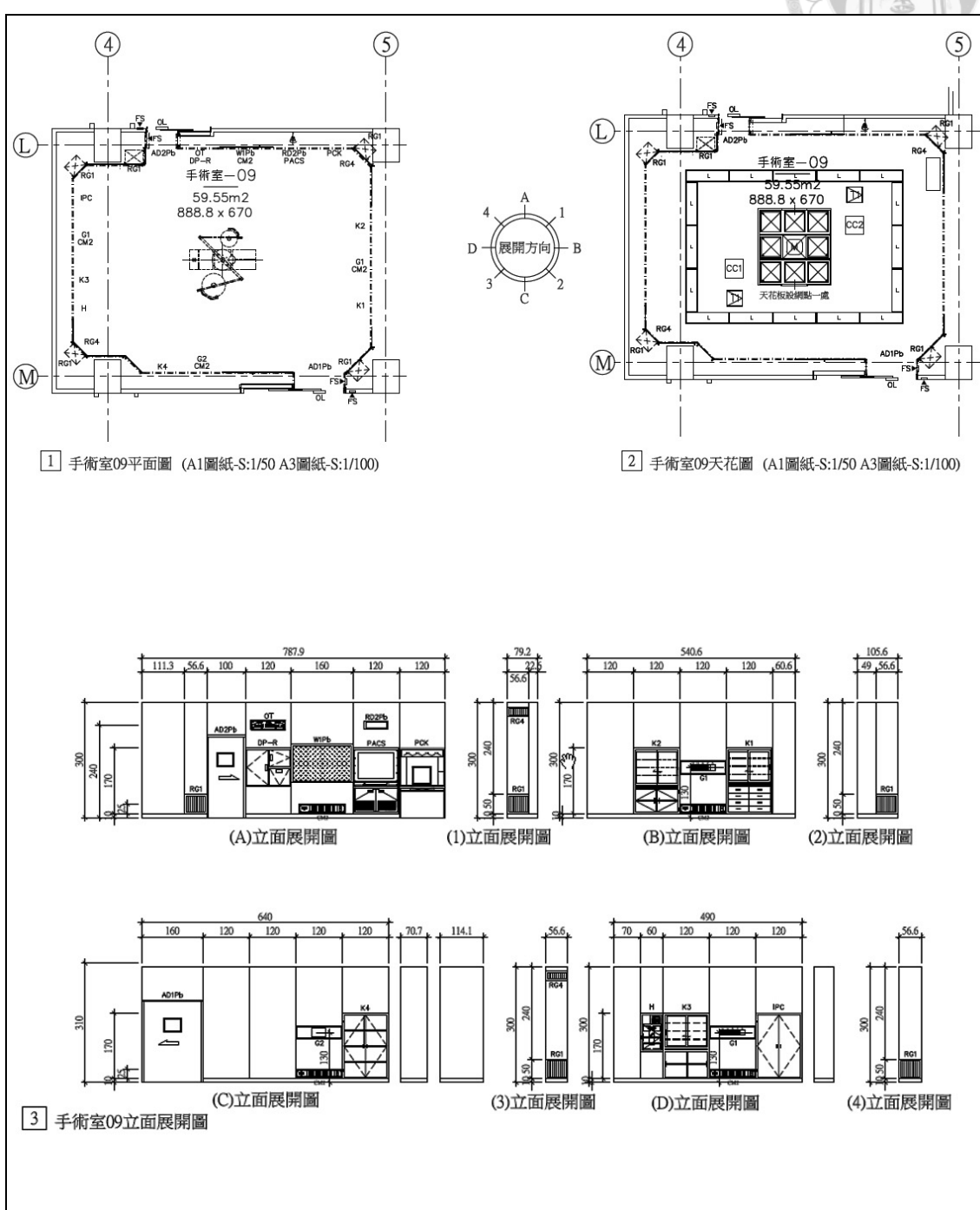


圖 4-2 單間手術室詳圖



## 4.2 手術室 BIM 模型建置實例操作

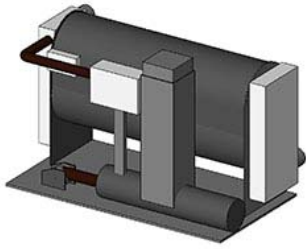
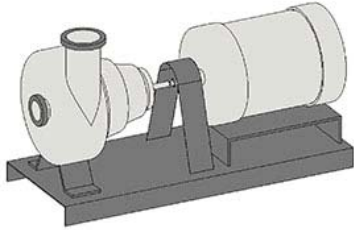
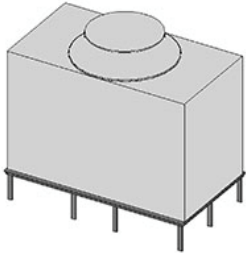
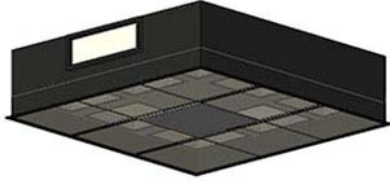

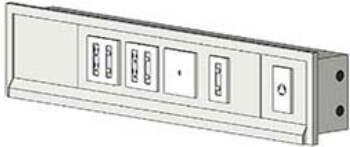
### 4.2.1 新竹生醫 3F 手術室 BIM 模型建置

以下為模型實際建置情形，包含設備元件製作、專案模型建置、COBie 資訊輸入、COBie 表單輸出等動作。

#### 1. 設備元件製作

設備元件製作情形，如下表 4-2 所示（部分重要設備元件）。本節僅自專案模型中摘要部分重要設備元件，”附錄二台大醫院新竹生醫 3F 手術室設備詳細表”所列之其餘設備全數建置至專案中。

表 4-2 新竹生醫 3F 手術室 BIM 設備元件

設備名稱：空調系統_冰水主機	設備名稱：空調系統_水泵
	
設備名稱：空調系統_冷卻水塔	設備名稱：空調系統_HEPA 濾網箱
	
設備名稱：電氣系統_IPC 隔離配電盤	設備名稱：電氣系統_插座盤組
	
設備名稱：照明系統_無菌室照明燈	設備名稱：消防系統_喇叭及灑水頭

	
<p>設備名稱：消防系統_末端球閥</p>	<p>設備名稱：門_不銹鋼自動門</p>
	
<p>設備名稱：醫療氣體_氣體出口盤</p>	<p>設備名稱：傢俱_器械櫃</p>
	
<p>設備名稱：醫療設備_手術室無影燈</p>	<p>設備名稱：醫療設備_手術床</p>
	

## 2. 專案模型建置

新竹生醫 3F 手術室專案模型建置情形，如下圖 4-3 及圖 4-4。

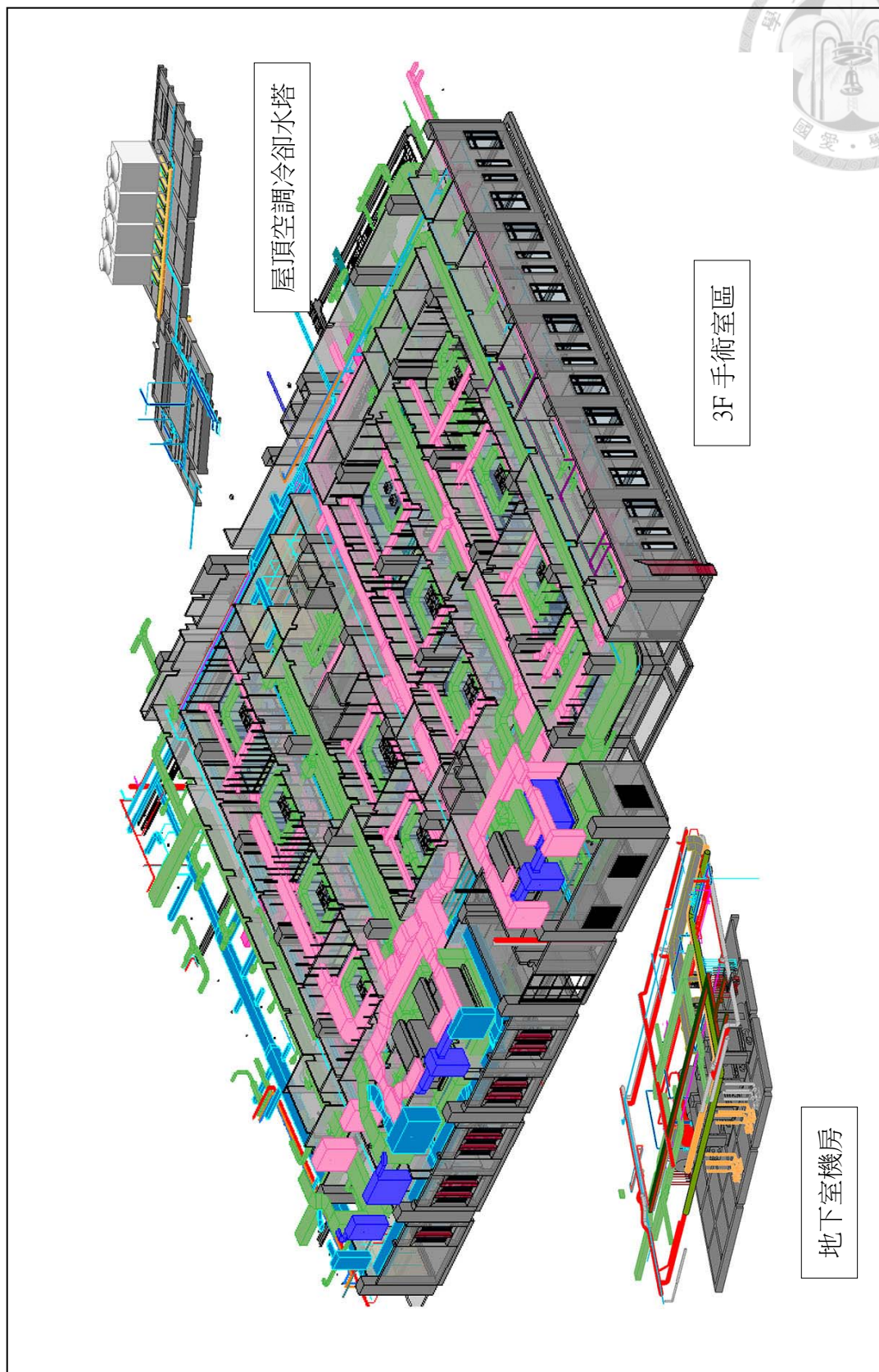
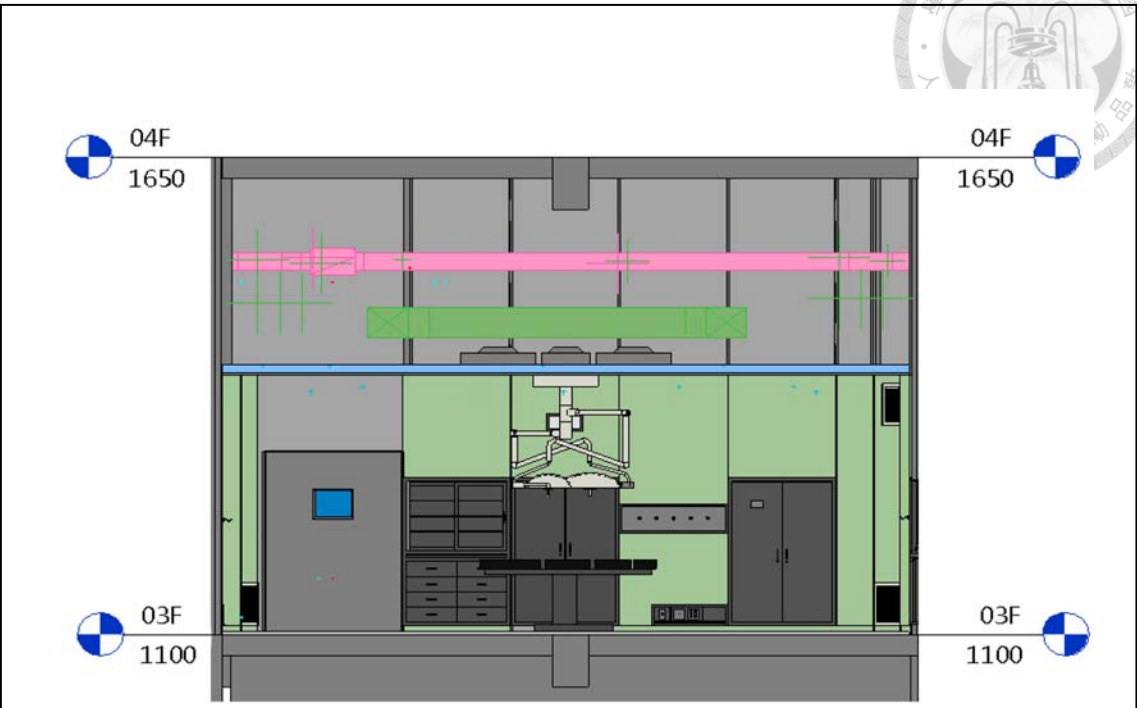
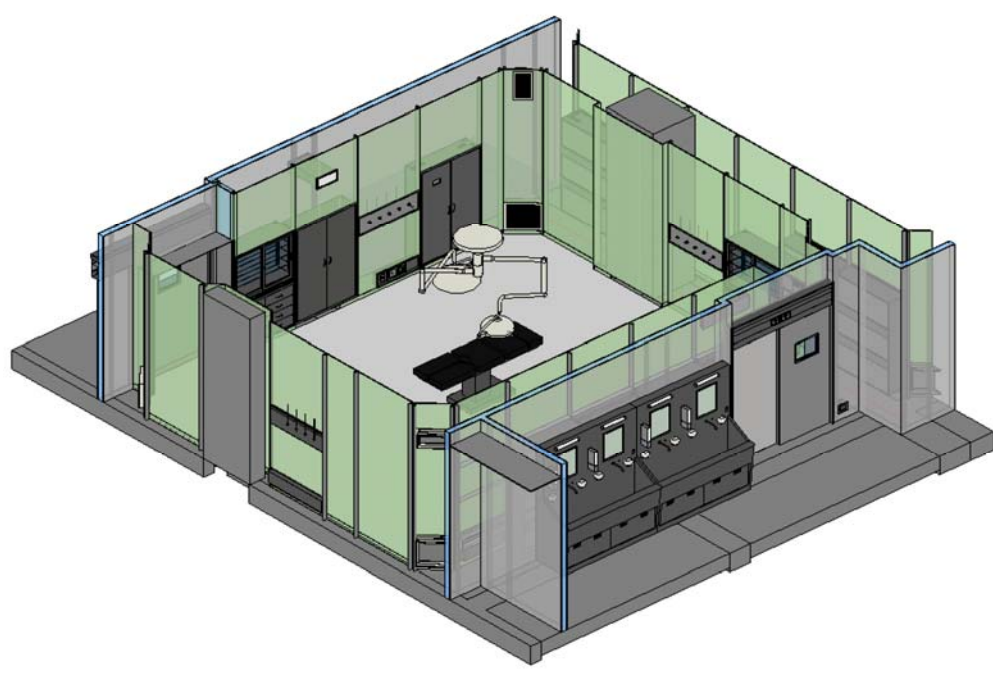


圖 4-3 手術室專案 BIM 模型





手術室剖面



手術室 3D 透視

圖 4-4 單間手術室 BIM 模型



### 3. COBie 資訊建置

利用 Autodesk Revit COBie Extension 增益集進行維護資訊的輸入，工作情形如下圖 4-5。

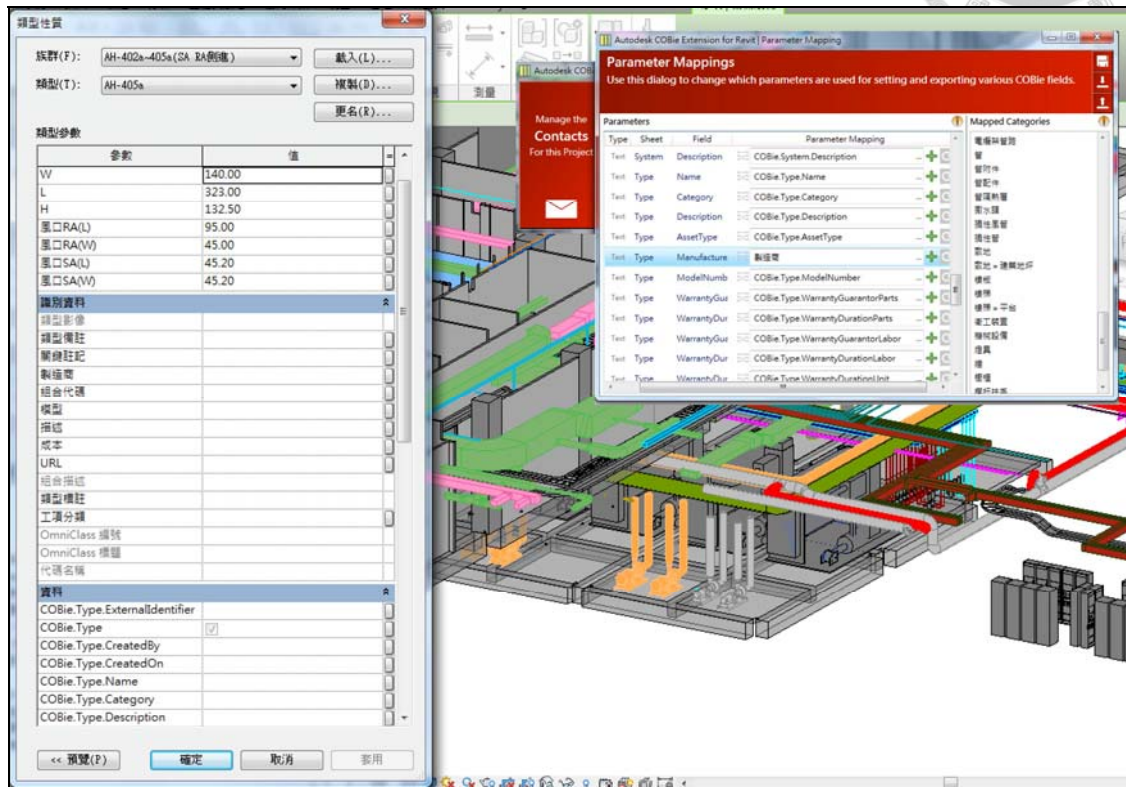


圖 4-5 手術室 COBie 表單建置

### 4. 產出 COBie 表單

利用 Autodesk Revit COBie Extension 增益集進行維護資訊的輸出，輸出之 MS EXCEL 工作表情形如下圖 4-6。

ID	Name	CreatedBy	CreatedOn	Description	Type	Manufacturer	ModelNumber	WarrantyGuarantorParts	WarrantyGuarantorLabor	WarrantyDurationParts	WarrantyDurationLabor	WarrantyDurationInst
7	Toilet Door	123456@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	Toilet partition door	Fixed	ACME	TPD-1	w04456@gmail.com				
8	百動門 Type A	123456@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	自動門 Type A	Fixed	ACME	Type A	kohn123@gmail.com			Year	Auto
9	百動門 Type B	123456@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	自動門 Type B	Fixed	ACME	Type B	kohn123@gmail.com			Year	Auto
10	百動門 Type C	123456@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	自動門 Type C	Fixed	ACME	Type C	kohn123@gmail.com			Year	Auto
11	百動門 Type E	123456@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	自動門 Type E	Fixed	ACME	Type E	kohn123@gmail.com			Year	Auto
12	百動門 Type F	123456@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	自動門 Type F	Fixed	ACME	Type F	kohn123@gmail.com			Year	Auto
13	百動門 Type G	123456@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	自動門 Type A1	Fixed	ACME	SCW0915E	kohn123@gmail.com			Year	Auto
34	無影燈 雙燈	123476@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	無影燈 雙燈	Fixed	IR	L_001	kohn123@gmail.com			Year	Auto
35	空潔系統 次水主機 1000T	123473@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	Towel dispenser	Fixed	TRANE	250-150000	5566@carrie.com.tw			Year	Auto
36	空潔系統 次水_A	123474@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	Soap dispenser	Fixed	TRANE	6A00-11	5566@carrie.com.tw			Year	Auto
37	空潔系統 次水_B	123475@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	Cart	Fixed	TRANE	D0690	5566@carrie.com.tw			Year	Auto
38	空潔系統 次水_C	123476@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	OR Light	Fixed	TRANE	D0600	5566@carrie.com.tw			Year	Auto
39	空潔系統 次水_D	123477@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	Prophylaxis unit, ultrason	Fixed	TRANE	D0960	5566@carrie.com.tw			Year	Auto
40	空潔系統 次水_E	123478@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	Tray	Fixed	TRANE	D0922	5566@carrie.com.tw			Year	Auto
41	空潔系統 次水_F	123479@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	Tray	Fixed	TRANE	D0980	5566@carrie.com.tw			Year	Auto
42	Window Type W1	123480@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	Window, fixed	Fixed	KG	RD500	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
43	M Return Diffuser 600 x 60	123481@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	Return diffuser, 600 face	Fixed	KG	RD600	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
44	Supply Diffuser 600 Face	123482@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	Supply diffuser, 600 face	Fixed	KG	SD600	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
45	Supply Diffuser Sidewall 800	123483@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	Supply diffuser, sidewall	Fixed	KG	SDS800	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
46	Supply Diffuser Sidewall 500	123484@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	Supply diffuser, sidewall	Fixed	KG	SDS500	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
47	Return Diffuser 200 Face	123485@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	Return diffuser, 200 face	Fixed	KG	RD200	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
48	Return Diffuser 500 Face	123486@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	Return diffuser, 500 face	Fixed	KG	RD500	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
49	Return Diffuser 300 Face	123487@kindom.com.tw	2018-05-25T08:58:11	Return diffuser, 300 face	Fixed	KG	RD300	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
50	Return Diffuser 400 Face	123488@kindom.com.tw	2013-12-30T08:58:10	Return diffuser, 400 face	Fixed	KG	RD400	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
51	Return Diffuser 150 Face	123489@kindom.com.tw	2013-12-30T08:58:10	Return diffuser, 150 face	Fixed	KG	RD150	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
52	Return Diffuser 350 Face	123490@kindom.com.tw	2013-12-30T08:58:10	Return diffuser, 350 face	Fixed	KG	RD350	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
53	Return Diffuser 450 Face	123491@kindom.com.tw	2013-12-30T08:58:10	Return diffuser, 450 face	Fixed	KG	RD450	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
54	Supply Diffuser Sidewall 400	123492@kindom.com.tw	2013-12-30T08:58:10	Supply diffuser, sidewall	Fixed	KG	SDS400	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
55	Supply Diffuser Sidewall 200	123493@kindom.com.tw	2013-12-30T08:58:10	Supply diffuser, sidewall	Fixed	KG	SDS200	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
56	Light Switch- Three Way	123494@kindom.com.tw	2013-12-30T08:58:11	Light switch 3-way	Fixed	KG	LSW-3W	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
57	Light Switch	123495@kindom.com.tw	2013-12-30T08:58:11	Light switch single pole	Fixed	KG	LSW-1P	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
58	Equip-AS220	123496@kindom.com.tw	2013-12-30T08:58:11	Mounting bracket terminal	Fixed	KG	WGWMBT	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
59	Lighting and Appliance Panel	123497@kindom.com.tw	2013-12-30T08:58:11	Panelboard 208V MLO / 7	Fixed	KG	PNL 208V / 7	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
60	Transformer Switchboard	123498@kindom.com.tw	2013-12-30T08:58:11	Transformer switchboard	Fixed	KG	SWBD 477	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
61	DirectDigitalControl-DDC-Pa	123499@kindom.com.tw	2013-12-30T08:58:11	DDC panel	Fixed	KG	DDC-1	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto
62	Panelboard-Industrial	123500@kindom.com.tw	2013-12-30T08:58:11	Panelboard industrial 2000A	Fixed	KG	INDIS	abc123@kindom.com.tw			Year	Auto

圖 4-6 手術室 COBie 產出 MS EXCEL 表單



## 4.2.2 BIM 模型建置操作問題

在新竹生醫 3F 手術室 BIM 模型實際建置過程中，關於設備的維護資訊輸入過程此一部分，有下列問題發生：

1. 設備名稱是同一型號相同外觀的多個設備要命名成同一種，或是每個獨立設備都要獨立命名。在 COBie 裡的原則是兩個都要，分成類型 (Type) 及組件 (Component) 兩個層級。類型的命名應是要把設備種類名稱加上型號，而組件則是類型名稱再加上流水號，但數量多的物件建議是先加房間編號再加上流水號。
2. 設備名稱於 BIM 軟體 revit (或 COBie) 命名方式與國內 PCCES 的中文命名方式會有所差異。COBie 是採英式倒述語法，如配電盤\_600x1000mm\_不銹鋼，而 PCCES 中式則是直敘法，如 600x1000mm 不銹鋼配電盤。因為是要配合 COBie，所以建議前者。故在元件命名之前要作一與契約預算表中的工程項目名稱的映射動作 (Mapping)，以供日後驗收比對。
3. COBie 表單的工作表名稱及欄位名稱都是英文，對於使用者應事前教育訓練。
4. 設備元件應先決定哪些要列入設備維護範疇，元件資訊過多，除造成巨量工作，是否符合業主需求才是最大問題。例如開關、插座的數量非常多，造成編號工作量大，且所形成的 COBie 表單列位數多，且這些設備普遍單價低，業主都是列入耗材，故應不列入設備維護範疇。
5. 屬性需要分類，否則不易判斷，在工作量大時，容易形成錯誤產生。經過事前的分類，有利於資訊收集者及資訊輸入者的經驗法則判定；另一是經過功能分類，對於屬性的單位使用原則將更易判定。藉由功能與單位的交叉對應，對於使用者將更有效率檢核 COBie 表單的正確性，當然維護資訊的準確性也將提高。
6. BIM 技術開始大量推廣是近 4~5 年的事，BIM 技術人員培養不易。尤其機電 BIM 工程師大部分是從建模技術開始，在漫長的成長期中不亦同時累積機電專業知識，故機電 BIM 人員普遍專業知識或經驗不足，在資訊的彙整及判定仍需專業分項工程師的協助。



### 4.3 操作流程之比較

本研究作者依據多年的工程專案管理經驗，基本上，工地的人員組織主要分成工地主管、內業組、現場組、品管組、勞安衛組、行政及庶務組。

內業組是由內業工程師組成，主要負責設備資料送審、施工計畫、施工圖、總成本控制等工作；現場組是由現場工程師組成，負責現場施工規劃、現場執行、分包商管理、分項成本控制、及品質與勞安衛管理之一級自主查驗；品管組專責品質管理之品管計畫書、品質管理之一級自主查驗抽查部分；勞安衛組負責現場安全衛生計畫、危險性場所評估作業、安全衛生措施的督導；行政組負責文書作業、建管作業、業主及分包商計價、其他庶務。視專案規模、主管管理模式、人力資源、及工程師能力；另有現場工程師需負責設備資料送審、施工計畫等部分內業組工作，則稱為分項工程師。台大新竹生醫專案工程之組織任務分配即是採分項工程師之型態，內業組則負責設備資料送審及施工計畫之彙整工作。

新竹生醫 3F 手術室依照工程項目分類，按建築、機電、空調、消防等專業領，各分項工程師專責工程項目如下表 4-3。

表 4-3 分項工程師專責表

項次	工程項目	營造單位
一	裝修工程	建築分項工程師
二	電氣系統設備工程	機電分項工程師
三	弱電系統設備工程	機電分項工程師
四	給排水系統設備工程	機電分項工程師
五	消防系統設備工程	消防分項工程師
六	空調工程	空調分項工程師
七	醫療氣體設備及配管工程	機電或建築工程師
八	氣送系統設備工程	機電分項工程師
九	護理師呼叫系統設備工程	機電分項工程師
十	子母鐘設備工程	機電分項工程師
十一	醫療設備	此為台大醫院自行採購及安裝之設備，未含括於營造工程契約中。

#### 1. 傳統模式流程

在專案未導入 BIM 之傳統模式下，提交設備竣工報告及相關設備資訊之流程及工作執掌如下圖 4-7。

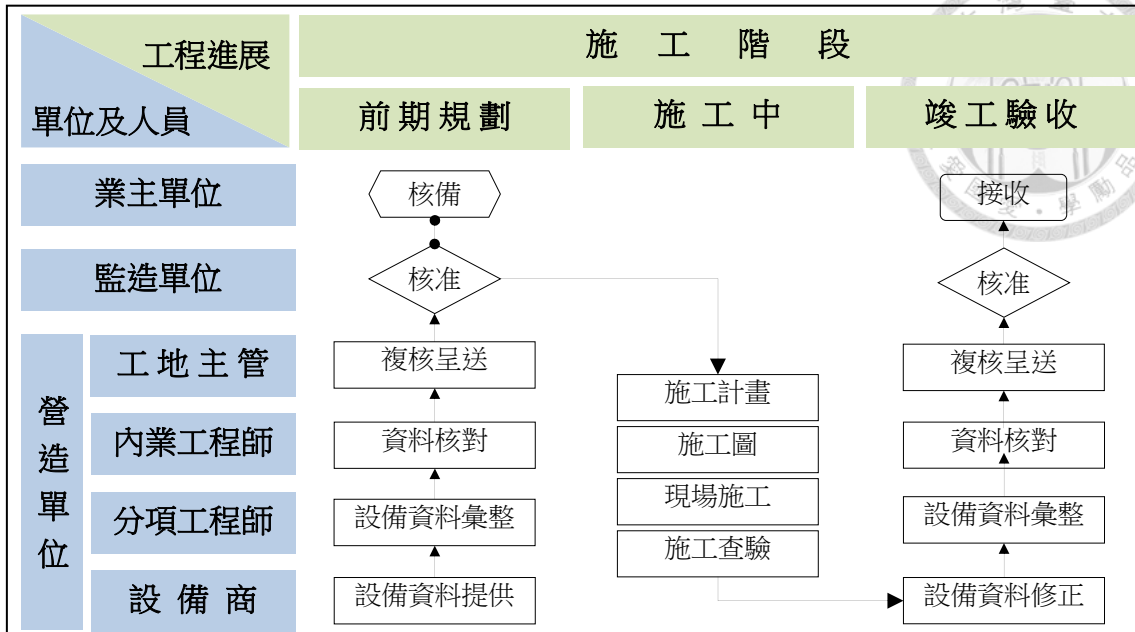


圖 4-7 傳統模式下維護資訊移交之工作職掌及流程圖（本研究整理）

## 2. BIM 模式流程

本研究作者任職之公司於 2015~2017 年之間承攬「新北市永和.汐止.樹林運動中心統包工程」，該案導入 BIM 技術且進行竣工階段設備維護資訊交付的流程，其操作之流程及工作執掌如下圖 4-8。本研究之實例操作，其流程即按此圖方式進行。

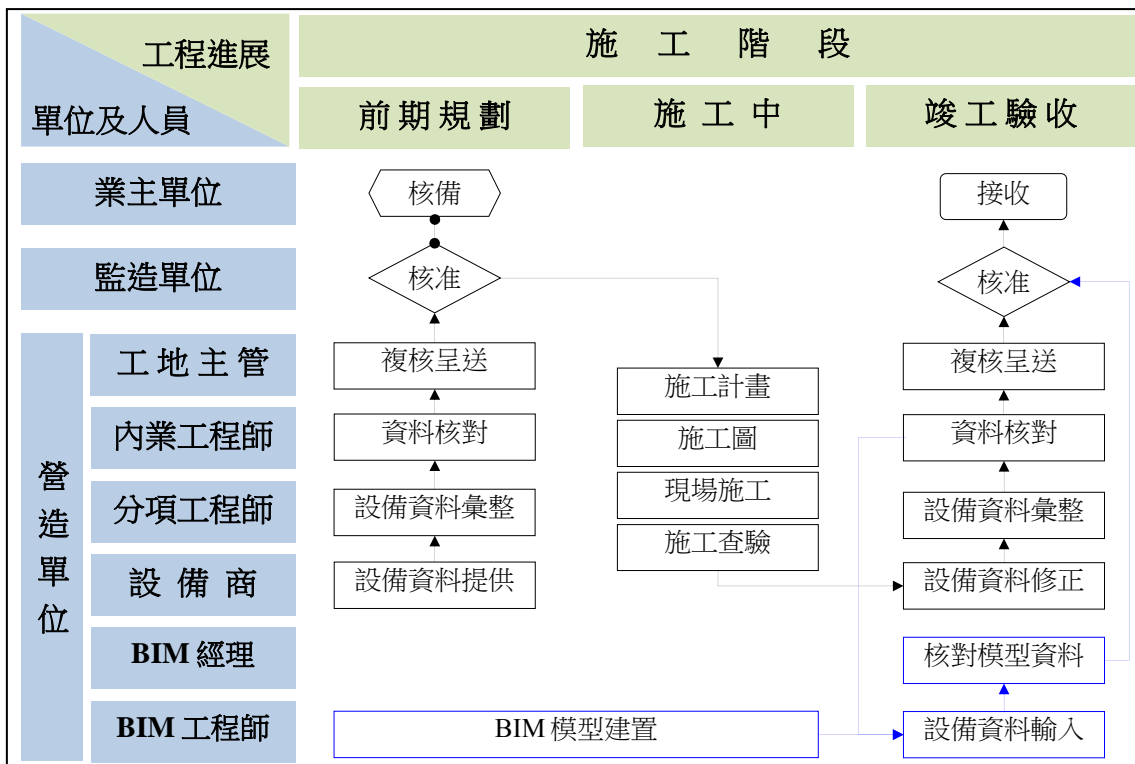


圖 4-8 BIM 模式下維護資訊移交之工作職掌及流程圖（本研究整理）



### 3. 兩種模式之比較

在比較傳統模式與 BIM 模式的操作流程後，有下列關鍵問題點產生：


- (1) 傳統模式其竣工移交的設備維護資訊大多為紙本或是掃描文件，資料量大造成管理及保存不易。
- (2) 傳統模式移交之設備維護資訊與 BIM 設備維護資訊重複，施工單位形成重工現象。
- (3) 傳統模式移交之設備維護資訊與 BIM 設備維護資訊重複，監造端核對工作量大且無法準確核對。
- (4) 傳統模式與 BIM 模式在前期規劃與施工中對於設備維護資訊的建立並無貢獻。
- (5) 傳統模式與 BIM 模式皆是在最後竣工驗收階段才開始進行設備維護資訊的建立，此時分項工程師及 BIM 工程師之工作量極大，導致資料準確度降低。
- (6) BIM 資訊是依附在 BIM 專案模型中，審閱模型需具 BIM 軟體操作技術。
- (7) BIM 設備維護資料的建立與核對皆是由具 BIM 技術專長的人員擔任，即使是監造端也必須要有審閱 BIM 模型的專業能力。

## 4.4 實例操作小結

### 4.4.1 維護設備的種類及屬性之篩選及分類原則

本研究經過實例演練的流程操作後，歸納出下列結果：

1. 機電設備類 BIM 元件建置困難，有部分元件主要功能為衝突檢討用，並非業主所關心的維運項目，如管材類。故非所有契約預算詳表中的工程項目須納入設備維護管理。
2. 本研究依據美國國家建築科學研究所（NIBS）轄下兩個機構（buildingSMARTalliance 及 WBDG）所進行的設備屬性交換標準計畫（SPie），所作出的“附錄一 設備維護屬性表”，內容所提列的系統名稱及所轄設備種類，可讓建置者有規則及範例可循，故可作為維護單位篩選設備種類的依據。

- 
3. 對於 BIM 建置者及非 BIM 技術之使用者皆可依”分類”這個動作去做快速的掌握、瞭解和運用所需知識的層面和統屬關係，改善資訊的建置效率。故設備屬性應要進行分類。
  4. 而設備名稱及屬性名稱應考慮中文性，避免“錯意”的狀況發生。
  5. 設備維護資訊的交換標準流程可依照 COBie 的流程進行。

#### 4.4.2 施工階段設備維護資訊建立的工作流程可行性

本研究經過實例演練的流程操作後，歸納出下列結果：

1. 至目前為止，BIM 應是施工廠商建置設備維護資訊的最佳技術。
2. 為增加施工廠商工作效率，及減少業主及監造端審核設備及屬性的作業時間，就施工廠商而言，希望在專案於設計階段時即應導入 BIM 作業及設備維護資訊的基本資料建立。
3. 實際操作過程係照 COBie 的流程進行。施工廠商可依責任矩陣表的概念，及其團隊組織特性去規劃竣工設備維護資訊交付的細部作業流程。
4. 在實際操作過程中，機電類的元件及其屬性的建置是最耗費時間，約佔 70~80%。其作業效率關鍵點其一在於 BIM 技術人員於工程專業知識的不足，尤其是機電專業知識；另一關鍵點為維護設備種類的確定及所轄相關屬性的蒐集及篩選。
5. 屬性需要分類，否則不易判斷，在工作量大時，容易形成錯誤產生。經過事前的分類，有利於資訊收集者及資訊輸入者的經驗法則判定；另一是經過功能分類，對於屬性的單位使用原則將更易判定。
6. BIM 設備維護資訊的建立並非純是 BIM 技術人員的工作，有賴團隊組織裡的其他成員就專業領域分工合作，如此方可效率增高及資訊錯誤率降低。
7. 以 BIM 為基底的設備維護建置作業需要擬定一套工作流程。針對 BIM 人員與非 BIM 專業的分項工程師，其之間的協同方式，如蒐集、分類、建置的責任歸屬，將是工作流程的關鍵因素。

總結第 4.2.2 節之操作問題、第 4.3 節之比較分析、及前述 7 項之歸納結果，本研究依照組織內人員的專業能力，配合公共工程的送審程序，提出精進後的建議方案，如下圖 4-9。

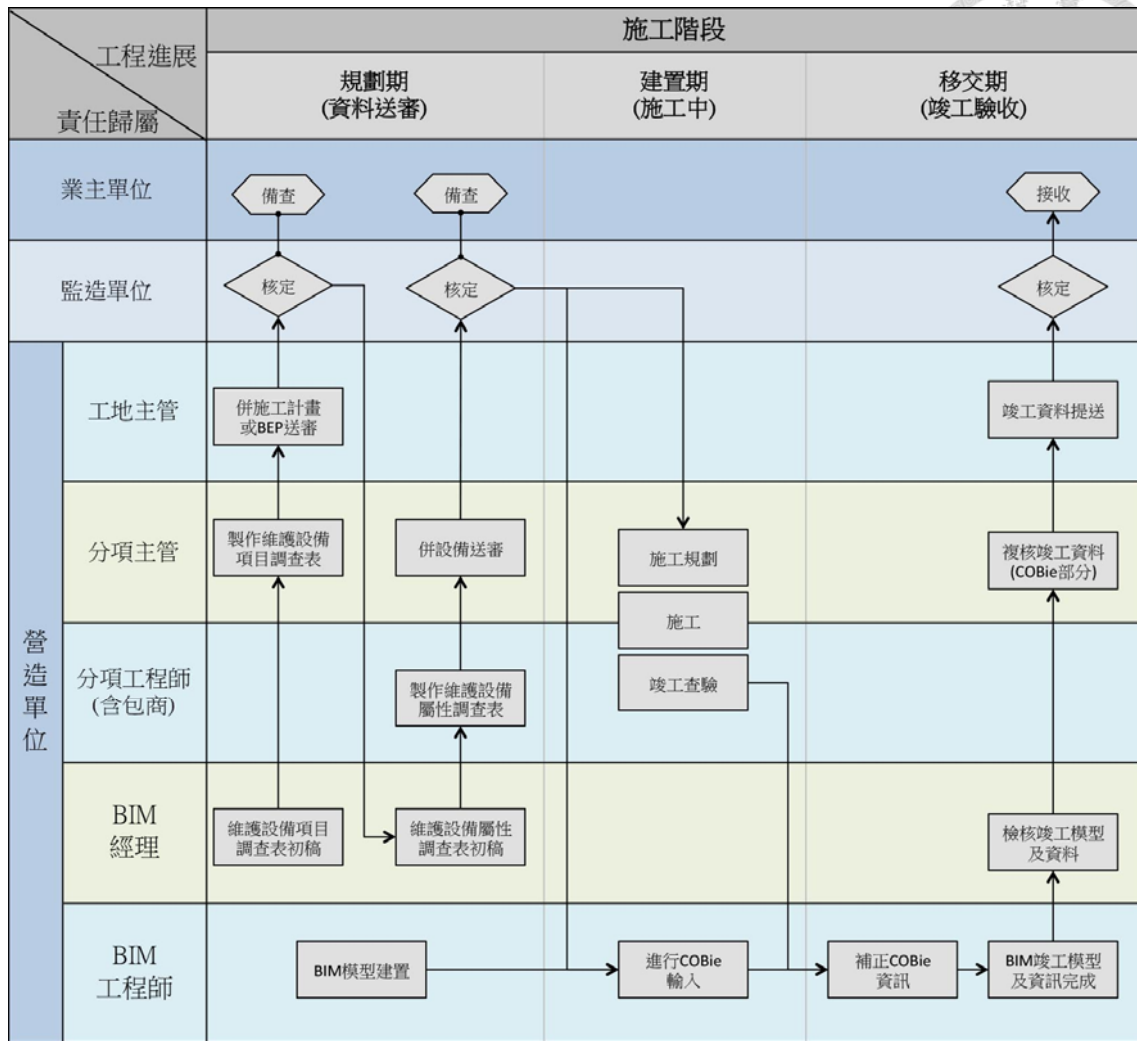


圖 4-9 BIM 模式交付建築物設備維護資訊的精進操作流程圖（本研究整理）





## 第五章 結論與建議

### 5.1 結論

從建築物的生命週期來看，最後的維護營運階段是業主最需要關注的重點，設備維護資訊的傳遞及移交更是其中重點，而 BIM 技術是目前最合適的解決方案。施工階段的營造單位在維護資訊交付過程中扮演了舉足輕重的角色，對於以 BIM 為基底的維運資訊交付工作，若於施工管理過程中，透過適當的細部作業規劃、組織安排、任務分配，其將是一個有效率且交付資訊正確率高的工作流程。


對於形成一個有效率且交付資訊正確率高的工作流程，本研究經過文獻回顧、專家訪談、及實例操作等研究流程後，結論如下：

1. COBie 訂定的資訊交付作業流程是適合國內業界使用。
2. 配合不同的業主及建築物種類，對於需要被維運的設備種類是可以篩選的，非所有設備皆須納入維運管理。
3. 針對前項被篩選過後納入維運管理範疇的設備，其需附加的維運屬性，也是需要篩選的，非所有設備的屬性皆須納入維運管理。
4. 承前述兩點，維運設備的種類及屬性可經由訪談及參考 SPie 屬性表建立其篩選及分類的原則。
5. 在確認維運設備的種類及屬性的篩選及分類原則後，營造單位將有所依據，而非在不確定情形下輸入所有設備及屬性，造成不必要的人力支出。
6. 在確認維運設備的種類及屬性的篩選及分類原則後，營造單位可以依人員專長排定工作組織，分工合作，形成有效率且交付資訊正確率高的工作流程。

### 5.2 建議

依前節的結論，專案在確認維運設備的種類及屬性的篩選及分類原則後，接著可排定一個有效率且交付資訊正確率高的工作流程。而擬訂流程的細部操作方法，本研究提出下列建議：

1. 可將施工階段的資訊建置及交付流程分成規劃、建置、移交三個階段，分別對應傳統工期中計畫及資料送審、施工中、竣工驗收三個階段。

- 
2. 於規劃前期可先完成納入設備維護的工程項目及屬性的確認。建議執行細節如下：
    - (1) 可先將工程預算表剔除工資、機具後整理成初版調查總表，再依據 SPie 所建議的維護設備項目（詳附錄 1，目前共有 10 個大項 57 種設備）進行比對，列出必要設備。其他項目再依據需“輸入能量再轉換成電、光、熱、音、流力、具操控特性的設備”的原則進行第二階段篩選。經過二階段篩選可做出**維護設備項目調查表**。可將此調查表置於施工計畫或 BIM 執行計畫書（BEP）送審。
    - (2) 接下來，可將前述調查出需要列入維運的設備，依設備送審管制程序中的大分類（如空調系統設備），羅列出各分類的所屬需維護的設備細目，並參考 SPie 所建議的維護設備項目之屬性（詳附錄 1）製成**維護設備屬性調查表**。可將此調查表置於各大分類設備送審文件中送審。
  3. 於 BIM 模型建置階段時，可由 BIM 工程師將規劃期調查成的設備種類及屬性名稱利用 Autodesk COBie Extension 建置於 BIM 模型中，同時輸入部分屬性值。
  4. 而於模型移交階段，可將竣工資料藉由 Autodesk COBie Extension 將部分資料修正及補充。將資料轉成 COBie 表單，併 BIM 模型提送驗收及移交。
  5. 分項工程師及分項主管可互相配合，擔當維護資訊整合者角色。工作流程建議參考第 4.3 節圖 4-9 之操作流程圖。

### 5.3 後續研究

本研究提出下列議題，可作為後續研究：

1. 本研究係以“故障維護管理”的範疇，進行 BIM 維運設備的種類及屬性的篩選及分類原則的探討，而非“預防維護管理”。一般建築物的維護管理比較重視“故障維護管理”，但以生產機器為主要設備的製造業，反而比較重視“預防維護管理”，如電子廠、化工廠……。故以“預防維護管理”為基底的 BIM 設備維運資訊，其在分類及篩選原則或工作流程的擬定都是值得深入研究的議題。
2. BIM 與 FM 結合後即所謂的 FIM（Facility Information Modeling）。在 BIM

與 FM 結合的過程中，有兩個主要的工作。一是“BIM 設施管理資料的建置”，也就是 FIM 資料的建置；另一則是“BIM 設施管理系統的建置”，也就是 FIM 系統的建置。本研究著重於前者，探討資料交換的標準及流程；不過 FIM 的實現，另一重要的工作是 FIM 系統的建置，故關於 FIM 系統的建置及運用的探討是值得再深入研究的議題。



## 參考文獻

1. 郭榮欽、謝尚賢 (2011)。BIM 技術與公共工程。公共工程電子報第 038 期。
2. 楊天鐸 (2003)。建築物維護管理系統之建置。國立中央大學碩士論文，桃園。
3. 李佳融 (2015)。COBie 為基礎之 BIM 設施管理資訊交付模式-以故障維護管理為例。國立成功大學土木工程研究所論文，台南。
4. 陳鍾雄。以物業管理觀點探討國民小學建築之維護管理。中華大學碩士論文，新竹。
5. 陳建謀 (2009)。物業管理資訊系統-理論與實務，P56-57，中和。
6. 賴榮平 (1988)。建築設備技術專業能力及教育現況調查研究。國立成功大學建築研究所執行內政部建築研究所研究報告，台南。
7. 鍾明鴻編譯 (1997)。設備管理。超越企管顧問股份有限公司出版。
8. 康思敏、葛翊凡 (2016)。BIM 在設施管理上之應用。臺灣建築學會會刊雜誌 201601 期。
9. 郭榮欽 (2017)。再談 COBie (上)。財團法人台灣營建研究院 營建知訊第 414 期。
10. 郭榮欽 (2017)。再談 COBie (下)。財團法人台灣營建研究院 營建知訊第 415 期。
11. 田芳南 (1993)。大型醫院手術室空間配置及業務量之調查分析。國立台灣大學公共衛生學研究所碩士論文，臺北。
12. 洪聰賢 (2004)。手術部建築與設備系統設計整合之研究。國立台灣科技大學設計學院建築研究所碩士論文，臺北。
13. 曾志國 (2012)。大型醫院手術室重建的關鍵影響因素之探討-以臺大醫院東址四樓開刀房重建工程為例。國立台灣大學土木工程學系碩士論文，臺北。
14. 經濟部能源委員會 (2016)。醫院節約能源應用技術手冊。財團法人台灣綠色生產力基金會編印。
15. 林建業 (1991)。現代醫院手術部門的設計。華岡工程學報第五期，臺

北。

16. 羅運湖 (2002)。現代醫院建築設計。中國建築工業出版社。
17. NIBS,buildingSMART alliance , 2015/07 , National BIM Standard – United States Version 3 。
18. Bill East 。 a commentary to the NBIMS-US COBie standard 。 The COBie Guide 。



# 附錄一 設備維護屬性表



系統分類：HVAC空調系統						
權責	01	02	03	04	05	06
設備名稱	Chiller 冰水機	Boiler 鍋爐	Air Handling Units 空調箱	Fan coil units 冷風機	Pumps 泵	Fans 風扇
單位	廠	廠	廠	廠	廠	廠
建立	廠	廠	廠	廠	廠	廠
更新	廠	廠	廠	廠	廠	廠
必要屬性	Type 類型 Location 位置 Voltage 電壓 Frequency 頻率 Spatial Placement 安裝位置 Basic O/D Design-Model Number 設計標準-參考型號 Basic O/D Design-Notes 設計標準-設計說明					
功能屬性	Power 功率 Capacity 容量 Water Flow 水流 Ambient Temp 環境溫度 Pressure Drop 壓降 Entering Water Temp 進入水溫 Leaving Water Temp 輸出水溫 Vent Diameter 排氣口直徑 Passes 壓力 Motor Controller 馬達控制器 Unloading Steps 卸載步驟 Chiller Media 冰水機媒介 Refrigerant Type 冷媒種類 Energy Efficiency Ratio (EER) 能效 Heat Reclaim 熱回收					
必要屬性	Manufacturer 製造廠商 Model Number 產品型號 Warranty/Guarantor/Labor 保固廠商 Warranty/Duration/Labor 保固年限 Warranty/Duration/Unit 保固單位 Approved/Deviation 容許誤差 Serial Number 序號 Installation Date 安裝日期 Tag Number 標籤編號					
設計單位	Fan Flow - Maximum 風扇流量-最大					
建立	Fan Flow - Nominal 風扇流量-額定					
更新	Fan Outside Flow 風扇外部流量					
	Fan Exit Pressure Drop 風扇出口壓降					
	Fan Motor Power 風扇馬達功率					
	Fan Speed 風扇速度					
	Fan Sound Level 風扇噪音等級					
	Coil Flow 盤管流量					
	Coil Velocity 盤管速率					
	Coil Capacity 盤管容量					
	Entering Air Temp/WB 進入空氣溫度					
	Leaving Air Temp/WB 離開空氣溫度					
	Cooling Coil Delta P 盤管水壓降					
	Leaving Air Temp/WB 出氣溫度					
	Cooling Rows 盤管排數					
	Entering Water Temp 進水溫度					
	Leaving Water Temp 出水溫度					
	Chilled Water Rate 水流量					
	Runout Inlet Size 盤管進口尺寸					
	Runout Outlet Size 盤管出口尺寸					
	Coil Air Pressure Drop 盤管氣壓降					
	Coil Water Pressure Drop 盤管水壓降					
	Rated Flow 額定流量					
	Churn Pressure 擾動壓力					
	Controller Type 控制器形式					
	Control Type 控制器形式					
	Interlock 連鎖開關					
	Service 維修					
	Flow Rate 流量					
	Pressure 靜壓					
	Control Type 控制器形式					
	Interlock 連鎖開關					
	Drive 驅動方式					
	Drive Control Type 驅動器控制形式					
	Air Flow 風量					
	Fan Speed 風扇速度					
	Exit Static Pressure 出口靜壓力					
	Entering Air Temp/WB 進入空氣溫度					
	Leaving Air Temp/WB 離開空氣溫度					
	Total Capacity 總容量					
	Sensible Capacity 顯熱					
	Entering Water Temp 進水溫度					
	Leaving Water Temp 出水溫度					
	Chilled Water Flow 冷水流量					
	Cooling Coil Delta P 盤管水壓降					
	Cooling Rows 盤管排數					
	Fan Motor Power 風扇馬達功率					
	Phase 相數					
	Cabinet Type 箱體形式					



















## 附錄二 台大醫院新竹生醫 3F 手術室設備詳細表

項次	工程項目	單位
一	裝修工程	
(一)	面飾	
1	導電地板 (導電地磚 2mmt,銅箔,導電膠)	M2
2	踢腳板 (SPCC 1.6t,H=100mm)	M
3	手術室專用無菌壁板(矽酸鈣板 12t+Glusal Pro 5.0t)	M2
4	手術室專用無菌天花板(矽酸鈣板 9t+Glusal Pro 5.0t)	M2
5	填縫 (防黴性矽立康)W=6mm	M
6	天花板鋁收邊條	M
7	3~5mm 鉛板(不含隔間)	M2
(二)	門窗	
1	不鏽鋼自動門【AD】	樘
2	腳踢開關【FS】	組
3	洩壓風門【RD】	台
4	鉛視窗【W1Pb】	樘
(三)	櫃體	
1	器械櫃	台
2	隔離分電盤【ISO】	台
3	PACS 櫃【PACS】	台
4	電腦櫃【PCK】	台
(四)	面盤	
1	插座盤組【CM】	台
2	情報面盤【DP】	台
3	醫療氣體出口盤【G】	台
(五)	手術室專用電氣設備	
1	無菌室專用照明燈具【L】	台
2	手術計時器【OT】	台
3	手術中燈【OL】	組
4	保溫庫【H】	台
(六)	設備基座	
1	氣體柱吊架【CC】	組
2	無影燈吊架基座【M】	組

(七)	附屬設備	
1	點滴吊架【IV】	組
二	電氣系統設備工程	
(一)	電力電纜架及線槽設備工程	
1	鋁製電纜架	m
2	插座鋁製線槽	m
(二)	動力幹線設備工程	
1	低壓電纜線	m
2	EMT 管	m
(三)	開關箱設備工程	
1	配電盤	只
2	開關箱	只
3	IPC 隔離盤	只
4	IPC 訊號轉換箱	只
(四)	電燈及插座設備工程	
1	嵌頂日光燈	只
2	暗插座	只
3	出線盒	只
4	PVC 管	m
5	EMT 管	m
6	電線	m
三	弱電系統設備工程	
(一)	電信內線系統設備工程	
1	電話出線口(含面板,接線盒)	個
2	電話電纜線	m
3	網路通信電纜線	m
4	EMT 管	m
(二)	數據網路交換系統工程	
1	壁式單孔插座(含面板)	片
2	3M Cat.6 UTP Patch Cord 跳接線	m
3	EMT 管	m
4	金屬軟管(絕緣被覆)	m
(三)	有線電視系統配管工程	
1	EMT 管	m



(四)	安全監視系統設備工程	
1	攝影機	組
2	EMT 管	m
(五)	門禁對講及緊急求救系統設備工程	
1	磁簧偵測器	個
2	帶燈式開門壓扣	個
3	陽極式電子鎖	組
4	交換式電源供應器(3A)	個
5	緊急求救壓扣(護理站，櫃台，停車場等)	組
6	控制電纜線 0.5-4C	m
7	EMT 管	m
(六)	自動交換機電話系統工程	式
1	話機	台
(七)	弱電電纜架(各系統共用)設備工程	
1	弱電電纜架	m
四	給排水系統設備工程	
(一)	外管設備工程	
1	單把手混合龍頭	組
2	拖布盆	套
3	污物盆	套
4	地板落水	只
5	明清潔口	只
(二)	給排水衛生配管工程	
1	閘門凡而	只
2	冷水管-SUS-304 SCH-20S 不銹鋼管	米
3	污水管桔色污水-PVC"B"管	米
4	空調排水管-PVC"B"管	米
5	透氣管-PVC管"A"管	米
(三)	RO 純水設備工程	
1	RO 純水-管 HP PVC PIPE	米
2	RO 純水用 HP PVC PIPE 球塞閥	只
五	消防系統設備工程	
(一)	室內消防栓箱設備工程	
1	綜合消防箱	只

2	調壓式減壓閥 16K	只
3	鍍鋅鋼管-STPG 管-SCH40	M
4	EMT 管	M
5	耐熱絕緣電線(耐熱 380°C)	M
<b>(二) 火警設備工程</b>		
1	火警綜合盤	組
2	定址式介面器(控制)(RM)	只
3	定址式偵煙式感應器附底座(第 1 種)	只
4	磁力門扣	只
5	乾粉滅火器	只
6	CO2 滅火器	只
7	隔離對絞線 1.25-2C(遮蔽銅網)(耐熱 380°C)	M
8	耐熱絕緣電線(耐熱 380°C)	M
9	EMT 管	M
<b>(三) 緊急及業務廣播設備工程</b>		
1	廣播喇叭	只
2	PVC 電線-HR 耐熱 380°C	M
3	EMT 管	M
<b>(四) 自動撒水設備工程</b>		
1	撒水頭(隱藏式快速動作型)	只
2	末端查驗管	只
4	排水閥	只
5	鍍鋅鋼管-STPG 管-SCH40	M
7	耐熱絕緣電線(耐熱 380°C)	M
8	SGP 排水管	M
<b>(五) 避難器具設備工程</b>		
1	安全門燈	只
2	避難方向指示燈	只
3	緊急照明燈	只
<b>(六) 排煙設備工程</b>		
1	排煙閘門	具
2	防火風門【F.D】	具
3	防火排煙風門【F.S.D】	具
4	鍍鋅鐵皮防火風管	張

5	防煙垂壁(鐵網玻璃)	m
六	空調工程	
(一)	機器設備	
1	AH 熱水盤管空調箱	式
2	終端風箱	組
(二)	風管工程	
1	鍍鋅鋼板風管	m
2	螺旋風管	m
3	強化防火鋁箔保溫伸縮軟管(24K 保溫棉,25mm 厚)	m
4	強化防火鋁箔不保溫伸縮軟管	m
5	粉體塗裝鋁製方形圓頸擴散型出風口【CD】	只
6	吊掛式濾網箱含 HEPA 濾網【FH】	組
7	空調出風口組【HFU】	組
8	傳輸風管組(內保溫附防火風門及兩端風口)【TD】	只
9	回風口及附件(含黑膠網)【RAR】	只
10	回風閘門【RG】	只
11	不銹鋼格子方型 HEPA 下方更換型風口【RSS】	組
12	防火風門【FD】	只
13	風量風門【VD】	只
14	防火風門【FSD】	只
15	風口【PDA】	只
(三)	水管工程	
1	蝶閥 [150 ϕ (含)以上採齒輪式]	式
2	球閥	式
3	平衡閥	式
4	鑄鐵雙瓣式逆止閥	式
5	雙球型橡膠防振接頭	式
6	逆流防止器及附件閥組 50 ϕ	式
7	電子式水表附傳訊模組 50 ϕ	式
8	水管考克 4"(含水管接管)	式
9	手動釋氣閥, 附考克(含水管接管)	式
10	水管測試口及考克(含水管接管)	式
11	洩水考克(含水管接管)	式
12	鍍鋅鋼管(ASTM A53B SCH.40ST)	式

13	冷凝排水管鍍鋅鋼管 (CNS 6445 )	式
<b>(四)</b>	<b>空調控制工程</b>	
1	AH 手術室空調箱控制(8 台 4 組)	
1.1	空調箱箱體均溫傳感器(空調箱處)	只
1.2	風管型溫度傳感器(手術室內)	只
1.3	空調箱箱體濾網壓差傳感器附指示表(空調箱處)	只
1.4	風管型偵煙傳感器(手術室內)	只
1.5	電動比例式風門驅動器(符合風門扭力)	只
1.6	風管型靜壓傳感器(手術室內)	只
1.7	風管型二氧化碳傳感器(手術室內)	只
1.8	風管型濕度傳感器(手術室內)	只
1.9	風管型風量傳感器(手術室內)	只
1.10	水管型溫度傳感器附套管(空調箱處)	組
1.11	電動動態比例控制閥組(空調箱處)	組
1.13	數位控制器組(依控制圖點數配置 StandAlone 型)(空調箱處)	組
1.14	控制盤整組(空調箱處)	組
1.15	液晶操作器(手術室內)	只
2	終端風箱控制	
2.1	熱水盤管電動動態比例控制閥組 20mm	組
3	吊掛式濾網箱控制	
3.1	箱體濾網壓差傳感器附指示表	只
4	負壓病房/隔離病房/ICU 病房/手術室 控制	式
4.1	區域控制器含顯示 LED 面板(附溫度/濕度/壓力傳感器)	只
4.2	室內壓力傳感器附顯示表(房間及前室各為獨立)	只
4.3	目視型室內氣壓指示器(房間及前室各為獨立)	只
<b>七</b>	<b>醫療氣體設備及配管工程</b>	
<b>(一)</b>	<b>機房區</b>	
1	醫療用空壓機組	組
2	醫療用真空幫浦機組	組
3	氣體鋼瓶切換器	組
4	總警報盤(30 信號)	組
<b>(二)</b>	<b>手術室區</b>	
1	數位式氣體區域警報器	只
2	壁式氣體出口組	組

3	薄型伸縮式氣柱【LC】	組
4	伸縮氣體柱【CC】	組
5	氮氣控制箱	組
6	球閥箱【ZB】	式
7	銅管	m
八	氣送系統設備工程	
1	收發站	套
2	PVC 氣送管	M
九	護理師呼叫系統設備工程	
1	3F 手術區/恢復室中央控制盤	組
十	子母鐘設備工程	
1	數位子鐘	組
2	開刀房計時器	組
3	信號線	米
4	VGA 線材	米
5	網路線	米
6	EMT 管	米
7	金屬軟管 (絕緣被覆)	式
十一	醫療設備	
1	手術床	座
2	無影燈	座
3	C 形臂 X 光機(心導管室)	座
4	懸臂氣柱	座

## 附錄三 訪談問卷



訪談主題：BIM 於竣工階段交付建築物之設備維護資訊的操作流程研究  
- 以醫院手術室為例

受訪者：\_\_\_\_\_

服務單位：\_\_\_\_\_ 職稱：\_\_\_\_\_

單位性質：公家機關 工程顧問公司 建築師事務所 電機技師事務所  
冷凍空調技師事務所 消防設備師事務所  
其他專業技師事務所 \_\_\_\_\_  
營造公司 水電承裝業 冷凍空調工程承裝業 消防工程公司  
室內裝修業 其他專業工程公司\_\_\_\_\_

緣由：

目前公共工程已大力推動 BIM(Building Information Modeling 建築資訊模型系統)於興建專案中，BIM 是一個以 3D 圖形(3D graphics)為基底，另帶有幾何 (如物件尺寸..)、非幾何 (如機械性質、附加文件...)、位置 (如座標、房間...) 等資訊 (information) 的建模平台(繪圖是一般人最直接感覺到的應用，但它還有衝突檢討、數量產出等基本應用、及利用其 3D 圖資於設計、施工、維運上的進階應用。

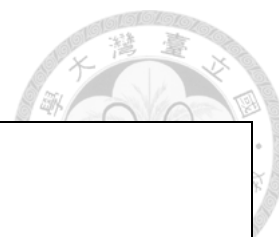
建築物的生命週期可分為規劃、設計、施工、維運等四個階段若以建築物 50-70 年壽命來說，扣除前面的規劃設計施工 2-10 年，後面的維運時程至少占了 80%以上。維運最主要包含預防維護、故障維護兩類，大多單位還是著重於故障維護，且著重於設備類。但不論哪種維護，都是要調閱設備的建置(或購置)資料，這資料包含圖面、設備的諸元規格，也就是設備元件的屬性 (attribute)、及文件 (如型錄、保養手冊) 等，但這些資料目前都是以紙本存檔，不容易找且保存不易。

故國際間提出的觀念是 BIM+FM=FIM，也就是將所有維運資料儲存於 3D 物件中並可連接文件的電子檔，查閱的介面以 3D 圖形及空間的方式進行。

設備的維護資訊輸入是何時進行呢?按一般工程契約，皆是於施工階段。但設備的種類及屬性是全面必要性嗎?在一般契約中不會明訂各設備維護屬性細項，只會原則性的說明，所以在執行維護資訊輸入前勢必要做需求訪談，依照職司及專業度去做一篩選。

另在執行資訊輸入的作業，是由施工單位總攬，但施工單位內部的組織及分工皆會影響到資訊輸入的效率及一致性。何時?何人?做何事?藉由專家及工程師的訪談，應可歸納出有效率及可行的方式。

本將以醫院的手術室空間做一專家訪談，感謝您的協助



問題 1、請問在附表 1 中哪些項目是需要納入設備維護管理範圍及理由？

回答：(1)附表 1 勾選或指示原則

(2)理由

問題 2、請問納入維護管理的設備哪些資訊（或稱設備屬性）是需要輸入及理由？（參考附件 2）

回答：(1)附表 2 勾選或指示原則

(2)理由

問題 3 承上，這些資訊（或稱設備屬性）是否可以分類？比如機械性能、流力特性、電特性.....。

回答：

訪談問題 4 承上，所需資訊（或稱設備屬性）建置方式及理由？

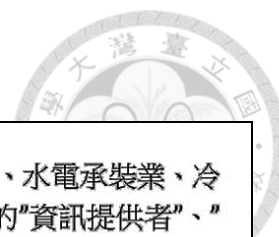
回答：(1)

(a)全部皆以數值或文字方式輸入

(b)整理成一份文件電子檔

(c)部分以數值或文字方式輸入，部分整理成文件電子檔。

(2)理由



問題 5、就施工階段一般慣例而言，設備維護資訊輸入單位為營造廠、水電承裝業、冷凍空調工程承裝業、消防工程公司.....等承造人，而這些單位的“資訊提供者”、“資訊整合者”、“資訊輸入者”，建議由哪些人擔任：

回答：

- |                  |                          |       |                          |       |                          |       |                          |      |
|------------------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|--------------------------|------|
| (1)工地主管          | <input type="checkbox"/> | 資訊提供者 | <input type="checkbox"/> | 資訊整合者 | <input type="checkbox"/> | 資訊輸入者 | <input type="checkbox"/> | 以上皆非 |
| (2)分項工程師         | <input type="checkbox"/> | 資訊提供者 | <input type="checkbox"/> | 資訊整合者 | <input type="checkbox"/> | 資訊輸入者 | <input type="checkbox"/> | 以上皆非 |
| (3)內業工程師         | <input type="checkbox"/> | 資訊提供者 | <input type="checkbox"/> | 資訊整合者 | <input type="checkbox"/> | 資訊輸入者 | <input type="checkbox"/> | 以上皆非 |
| (4)行政助理          | <input type="checkbox"/> | 資訊提供者 | <input type="checkbox"/> | 資訊整合者 | <input type="checkbox"/> | 資訊輸入者 | <input type="checkbox"/> | 以上皆非 |
| (5)BIM 建模人員      | <input type="checkbox"/> | 資訊提供者 | <input type="checkbox"/> | 資訊整合者 | <input type="checkbox"/> | 資訊輸入者 | <input type="checkbox"/> | 以上皆非 |
| (6)其他 (        ) | <input type="checkbox"/> | 資訊提供者 | <input type="checkbox"/> | 資訊整合者 | <input type="checkbox"/> | 資訊輸入者 | <input type="checkbox"/> | 以上皆非 |

問題 6、承上，按建議人選，工地專案組織的工作職掌及流程可以如何安排？

回答：

問題 7、其他意見？

回答：