

建築資訊模型(BIM)應用於景觀設計之具體策略

*林泳安 (Lin, Yung-An)

東海大學景觀系

吳佩玲(Wu, Pei-Ling)

東海大學景觀系

摘要

隨著電腦輔助設計工具的進步，建築資訊模型（Building Information Model, BIM）的運用將成為營建產業的未來主流趨勢，其以3D資訊模型為主的操作架構，亦非常適合運用於戶外景觀空間的設計。本案從BIM輔助景觀設計的角度，經由文獻及案例的評析、軟體學習及實際案例模型建置的操作過程，以深入了解BIM之功能及運用面向。目的在提出以BIM為基礎的電腦輔助景觀設計應用策略，並對傳統景觀設計流程中如何導入BIM工具運用，提出具體的操作建議。此外亦針對當前BIM運用於景觀設計所遭遇的問題做探討並提出對策。

關鍵字：建築資訊模型、景觀設計、電腦輔助設計

The specific strategies of landscape design by use of building information modeling (BIM)

Abstract

With the advancement of computer-aided design tools, the application of Building Information Model (BIM) will be the future mainstream of construction industry, and its operational framework based on 3D information model is very applicable to the design of outdoor landscape space. This study explored the functionality and applicability of BIM by literature review, case study, software learning, and actual case modeling from the angle of BIM-aided landscape design. The purpose is to propose an application strategy of BIM-based computer-aided landscape design, and to give specific operating suggestions on how to apply the BIM tool to traditional landscape design process. In addition, the problems in current application of BIM to landscape design are discussed and specific suggestions are offered.

Keyword：Building Information Model、BIM、Landscape design、Computer-aided design

一、前言

國內營建產業運用BIM正處於快速起飛期，目前政府正積極推展BIM工具運用於市政營建管理，並指定市政重大建設採用BIM技術；大型工程顧問公司、建築師事務所等亦積極的採用BIM，並已有許多具體的應用成果展現；各大專院校之營建產業相關科系之BIM研究中心亦相繼成立[1]。採用BIM已成為營建產業未來趨勢。

但BIM在景觀設計領域中，卻甚少有人探討及論述。景觀專業身為營建產業之一環，自不能孤立於BIM資訊洪流之外。故為清礎了解BIM工具之運用效益、了解在景觀專業運用時可能遭遇的問題及獲得如何具體的導入BIM工具運用於景觀設計是本研究極積探討之方向。

二、文獻回顧

2.1 電腦輔助設計 (Computer-Aided Design)：

自1980年個人電腦普及以來，電腦輔助設計已成主流趨勢，近年不論各式競圖或施工圖說繪製已大部份被電腦繪圖取代。隨著電腦軟硬體功能的不斷提升，目前產業趨勢已由傳統2D為主的電腦輔助製圖，提升到了以3D虛擬模型為主的電腦輔助設計操作架構。透過參數式軟體技術的運用，可將營建所需資訊彙整進資訊模型之中，大幅提升了3D模型輔助設計運用的深度與廣度。BIM即將成為營建產業不可或缺的解決方案[2]。

2.2 建築資訊模型 (Building Information Model, BIM)：

BIM技術主要是在強調，於營建專案從規劃、設計、施工、竣工營運及至拆除更新的完整生命週期中[3]，透過3D資訊模型的建置，將各階段所需營建資訊建置於3D虛擬之空間模型中，並使資訊能夠共同享、做為各專業顧問之間的協同合作的平台，以有效掌控工程成本、安排工程進度、降低因設計或施工錯誤造成的成本浪費、並提升施工品質，並可將營建資訊延續運用至竣工後之物業管理階段 [4]。其可以有效解決傳統的工程界面複雜及協調統合困難、2D的圖說難以清礎陳述3D空間、營建生命週期各階段的資訊難以有效傳遞等缺點。

2.3 建築資訊模型(BIM)主要應用軟體工具探討：

BIM是多種應用軟體協同作業的成果，除了主要建模軟體之外，尚需配各種分析軟體、專案排程軟體等協同作業[5]，才能成就專案的執行。相關軟體概述如下：

1. BIM主要建模軟體：台灣常見的BIM主要建模軟體有Autodesk Revit、Graphisoft ArchiCAD、Bentley Architecture、Autodesk Civil 3D等。Civil 3D支援BIM工作流程，其地形創建、土方挖填整地、坡度坡向分析、排水系統規劃、土方工程計算等功能，頗適用於景觀設計。

2. 環境舒適度及綠能分析軟體：能透過各種科學的分析模擬，對建物主體、基地及周邊環境予以分析，例如日照分析、陰影分析、風場分析、視域分析等，設計者可將分析結果回饋於設計修正上[9]，提高體設計的合理性。相關軟體如：Autodesk Ecotect Analysis、winAIR、Autodesk Project Vasari、Windperfect DX等。
3. 景觀專業之BIM軟體：下述是專為景觀設計者開發之應用軟體
 - A. Landcadd For Revit是由Egale Point公司所開發，本軟體係附掛於Autodesk Revit之下，是專為景觀從業者所開發之軟體，其內容包含景觀元件資料庫、例如：植栽、阻車柱、燈具等，可運用於植栽設計、停車場、圍籬設計等。
 - B. Sitework For Revit：是由Egale Point公司所開發，是適用於景觀及土木從業者之應用軟體，其需附掛於Autodesk Revit之下運作，設計者可利用於整地、人行道、停車場及擋土牆等之設計。
 - C. Vectorworks Landmark：Vectorworks Designer是由 Nemetschek Vectorworks 公司開發之套裝軟體，其包含建築設計(Architect)、舞台及燈光設計 (Spotlight)、景觀設計(Landmark)等專業軟體模組，Landmark軟體可運用於整地設計、植栽設計、創建樓梯圍牆、具有材質及元件庫，亦具有數量報表自動產出、擬真的彩現效果呈現等。
 - D. RIK Landscape Pack for ArchiCAD：是由RIK公司所開發，係附掛於ArchiCAD軟體下的景觀專業應用軟體，其擁有擬真景觀元件資料庫，可運用於繪製緣石、地形及坡度創建及調整、砌石牆設計、扶手、植栽設計、道路繪製等，可呈現出擬真的設計效果，模型的修正亦可以及時回饋於平面、立面、剖面及透視圖中。
 - E.小結：目前國內外專為景觀設計者需求所撰寫之BIM軟體甚少，且因國內景觀從業者多數尚對BIM了解未深，故上述之BIM景觀專業軟體，在國內目前尚未發現有使用族群。

2.4 景觀設計流程：

景觀設計流程可協助設計者將繁複的設計工作，用系統化的方式組織起來。設計流程的各階段步驟，是代表個案發展的理想程序，其重要性在於可以組織設計者的專案，可避免在設計的過程中遺漏重要的工作項目。

為使設計盡可能達到設計效果及設計功能，設計者都須善用設計程序來描述設計中一系列的分析工作及創造的思考過程，透過慎密的思考及操作過程，以尋求最佳設計解決方案[6]。

三、研究方法

本案採用文獻評析法，回顧電腦輔助設計演進歷程，評析BIM相關文獻及工程案例，並探討景觀專業之設計流程，透過實務的BIM軟體學習及操作景觀案例建模，以獲得軟體運用於景觀專業的潛力與限制，做為BIM運用於景觀設計策略擬定之依據。

在學習操作軟體工具的選擇上，為延續景觀從業者已建立之龐大的Autocad資源、並能在軟體操作性上能有較佳的銜接，以及考量技術支援及學習軟體管道等。本研究學習軟體的選擇以Autodesk之BIM軟體解決方案為主。所選擇軟體如下：Revit Architecture、Ecotect Analysis、Vasari、Civil 3D、Navisworks、Landcadd for Revit等軟體。

四、研究結果

4.1 BIM運用於景觀設計流程之具體建議：

本案研究之目的在獲得以BIM為基礎的電腦輔助景觀設計應用策略，嘗試結合傳統景觀規劃設計流程及美國建築師學會(American Institute of Architects) E202文件之模型發展程度(LOD)之階段標準，並參考BIM輔助建築設計應用的相關論述[7,8]，及PENN STATE之Project Execution Planning Guide所建議之模型建置流程[11]。架構BIM運用於景觀專業之設計流程如下：

1. 基地概念設計階段模型 (LOD 100)：

本階段是BIM運用最具經濟綜效之階段，模型對於所提各項替選方案之評估可快速回饋於設計調整及方案的擬定上，LOD 100階段的資訊模型必須有下列功能需求：

- A. 提供基地周邊既有地形、建物、道路、植栽、排水系統、氣候、方位等資訊，以利進行法規檢討及初步環境舒適度分析評估。
- B. 提供基地內部設施概念性設計量體、地形、植栽、造型、初步結構及水電需求資訊等，以做為空間量體及設施方位檢討、工程概算編製及做為環境舒適度評估及施工可行性評估基礎。

2. 設計發展/細部設計階段模型 (LOD 200)：

本階段的要求內容，包含景觀設計的地形、設施造型、尺寸及材料、植栽設計、排水設施、鋪面、水電、結構需求之進一步確認，以及照明、噴灌系統之初步確認，本階段資訊模型應具備的功能如下：

- A. 可自動輸出審查所需之平面圖、透視圖、剖立面圖。
- B. 提供景觀設施較為精確之設施的量體、尺寸、造型、方位、材料、植栽設計位置、結構及水電需求等之資訊，以做為較精確之空間量體及設施方位評估、工程造價概估、環境舒適度及施工可行性的評

估之依據。

3. 施工書圖製作階段模型 (LOD 300)：

本階段應包括所有定案之設施。包含地形、排水、鋪面、植栽、照明、噴灌、各項景觀設施細部元件、結構及水電等定案之需求。模型應能滿足需求如下：

- A. 模型應具有明確造型、體積、方位、面積、尺寸、材料、施作工法等定義，明確的植栽位置及數量，並能自動計算資材數量，輔助工程預算編製。
- B. 模型可自動輸出審查所需之平面圖、透視圖、剖立面圖，並做更精確的空間量體、方位、環境舒適度及施工可行性評估。

4.2 BIM景觀實務操作建議：

本案透過文獻的評析及實務BIM軟體學習來了解BIM的操作架構。在建模軟體方面，採用 Revit Architecture、Landcadd for Revit建構景觀設計之資訊模型，因Revit之地形整地建模功能不足，故採用Civil 3D或Autocad來處理地形創建及整地的需求，完成後再匯入Revit整合運用；環境舒適度及綠能分析上，則利用Ecotect、Vasavi、Winair等軟體，進行環境舒適度模擬與分析，以提供最佳的設計方案。

在實務軟體操作過程中發現，目前針對景觀專業所開發的軟體建模工具尚屬匱乏，未能達到實務運用之便利性。以Revit為例，其並無提供戶外鋪面及戶外排水設施的品類，在建模時本案僅是利用既有的樓板品類來建立戶外鋪面、利用即有樑柱品類來繪製木作花架、整地的地形創建功能不足，植栽資料庫亦未能本土化、細部詳圖繪製工具亦尚需加強。Landcadd for Revit 軟體雖有部份針對景觀設計者需求開發的軟體功能，但實務運用上亦有許多侷限。

在實務軟體操作及文獻案例評析[9,10]過程中也發現，其所具備之基地視域分析及環境舒適度分析功能，例如日照分析、陰影分析、風場分析等，對景觀專業所重視之微氣候掌控，具有顯著的使用效益，可提供更科學化的設計運用，是當前景觀設計者可積極學習之面向。本案建議具體的BIM軟體應用策略說明如下：

1. BIM於景觀專業的具體應用策略：

雖然目前針對景觀專業所開發的軟體功能尚屬不足，但就目前針對營建產業已開發的BIM軟體所能達到的軟體操作效益，對景觀設計者而言也極具吸引力。例如：以3D的操作呈現方式大幅強化溝通效率、透過簡易設定既可自動生成所需之平立剖面及透視圖、只要模型一處修正，所有相關聯的圖說皆能自動修正、能夠自動偵測設計衝突之處、可自動計算資材數量及生成數量報表、可運用BIM模型做各種的環境舒適度分析及綠能分析、可進行施工排程及現場施工動線規劃之動態模擬等。上

述皆是景觀設計者甚為渴求的軟體功能。景觀設計者可運用上述功能操作景觀專案建模，達成目標如下：

A. 加速審察及發包所需圖說的繪製並強化溝通效率：

模型建置過程中，可經由簡單設定，快速生所需之平面圖、立面圖、剖面圖、透視圖。如有需設計修正，只要在圖面中任何一處修改，相關聯的所有圖面皆會自動更新，可大幅降低圖面修正的成本，解決常見的圖面修改缺漏問題。

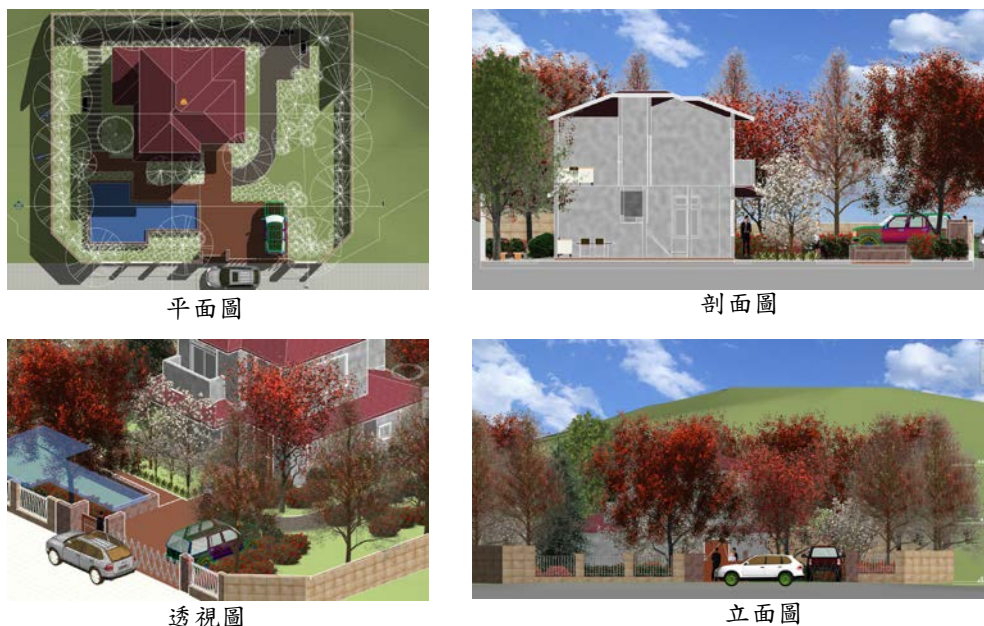


圖 1. Revit 可快速生成平面圖、剖面圖、立面圖及各向透視圖。

B. 精準數量的掌控：

BIM模型皆以1:1比例建置完成，設計者可透過簡易設定，既可輸出所需的資材數量表，精準掌握材料數量，可做為工程預算控管及工程施工備料的依據。

表 1. Revit 可自動生數量明細表(一)

植栽明細表						
類	型	數量	成本	描述	製造商	備註
富士櫻	3 公尺	8	6000	茂榮園藝		
台灣欒樹	4 公尺	6	4500	金蘭苗圃		
楓香	4.5公尺	3	4560	金蘭苗圃		
鐵冬青	3.5 公尺	14	4200	金陵苗圃		
木蘭花	1.0 公尺	3	600	金蘭苗圃		
杜鵑花	1.2 公尺	32	150	永盛苗圃		
桂花	0.8 公尺	35	200	金蘭苗圃		
仙丹花	0.6公尺	69	80	金蘭苗圃		
總計: 170						

表 2. Revit 可自動生數量明細表(二)

樓板明細表					
族群與類型	數量	面積	成本	製造商	備註
樓板:花崗石鋪面,厚5cm	1	18.55m ²	4200	八里石材	
樓板:花崗石鋪面,厚5cm	1	6.36m ²	4200	八里石材	
樓板:花崗石鋪面,厚5cm	1	13.05m ²	4200	八里石材	
樓板:花崗石鋪面,厚5cm	1	7.42m ²	4200	八里石材	
		45.38m ²			
樓板:高壓磚鋪面,厚6cm	1	38.00m ²	1500	天九實業	
樓板:高壓磚鋪面,厚6cm	1	12.00m ²	1500	天九實業	
樓板:高壓磚鋪面,厚6cm	1	42.53m ²	1500	天九實業	
		92.53m ²			

C. 做為界面整合的平台及自動設計衝突偵測：

可依實際工程需求，將景觀模型整合建築模型、周邊環境模型、噴灌模型、機水電模型等，做為資訊傳遞溝通的平台。並可進行自動設計衝突偵測，降低設計錯誤機率。

D. 3D的模型呈現及動態的模擬，強化溝通效益：

BIM強調以3D的概念做為創作發想的主軸，透過3D模型的空間呈現及擬真的彩現能力，可大幅增加溝通協調的效能。動畫模擬能力，透過路徑的設定，可讓所有參與者對設計者所欲表達的設計思維做清楚的傳遞。

E. 施工排程模擬演練：

可採用排程軟體，例如：Navisworks等，透過所建立之BIM模型進行施工排程模擬演練、評估施工流程，透過各種施工順序和空間需求的評估，求得較佳的施工方案。並使專案團隊，更容易了解施工進程和營建計劃

F. 做為維護管理的平台：

BIM 模型的元件，可鍵入維護管理的相關資訊，例如：生產廠商、單價、規格型號等，透過3D視覺化作業平台的操作呈現方式，可以有效率的提升維護管理效率。

2. 環境舒適度分析輔助景觀設計運用策略：

對基地微氣候的掌握是景觀設計者極重要的專業訓練之一，掌控的良窳對設計的成敗具有關鍵性的影響。傳統的景觀設計者，對於日照及風場分析僅能運用經驗判斷，易生錯誤。BIM之電腦輔助環境舒適度分析功能在景觀空間微氣候控制之運用上極具潛力。設計者可透過軟體分析成果的回饋，據以修正設計盲點，經數次的往復分析及修正，可提出最佳化設計方案。

本案透過實務操作Ecotect、Vasari等分析軟體及探討相關案例及文獻，發現其對景觀設施造型、方位配置、地形創建、植栽設計等運用上具有重要的助益。建議應於概念設計階段即應著手建立基地內部及基地週邊之BIM模型，透過軟體的分析，使設計者在設計初期便可掌握外在環境因子，以做為制定設計策略的基礎，運用面向如下：

A. 日照及陰影分析：

日照分析在Revit、Ecotect或Vasari軟體皆可執行，經正確設定經緯座標及方位後，透過軟體的模擬，可呈現精準的光影分析成果，在景觀設計的運用上，可運用於遮陽設施、涼亭、候車亭、球場、植栽設計及對日照效果有特殊設計要求之景觀設施，例如：日晷等，可以精確了解太陽直射的角度、時間及遮蔭的程度。

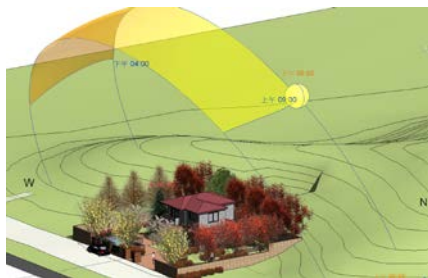


圖 2. Revit 日照分析

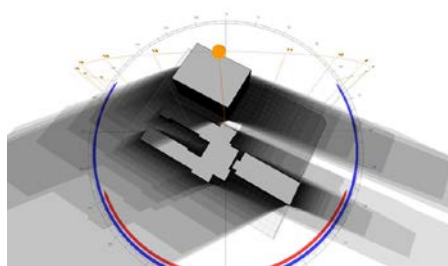


圖 3. Ecotect 日照及陰影分析

B. 風場分析：

風在微氣候環境的舒適性上具有關鍵地位，是景觀設計者極重視的外在環境影響因子，模型建置完成後可利用Ecotect、Winair、Vasari等軟體做全年、逐季或逐月之風場分析，經由分析成果，可獲得基地中各分區受風向及風速的影響程度，可據此成果，做適當的設計修正，以獲得最佳設計呈現。

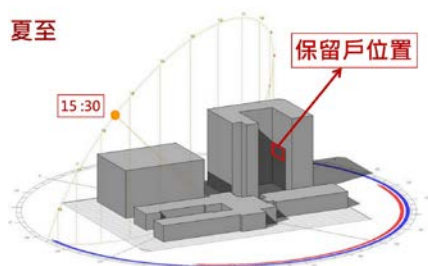


圖 4. Ecotect 日照及陰影分析

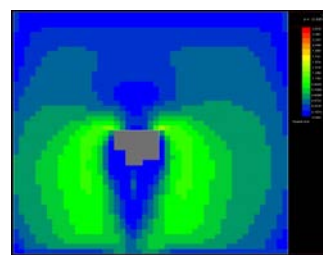


圖 5. Ecotect 風力及風向分析

C. 輔助植栽科學化設計：

日照及風場的影響對於植栽設計具有舉足輕重的地位。景觀設計者可透過精準的日照分析及陰影分析，可精準判讀全年之中基地內各區域的日照時數，可據以選擇不同耐蔭程度的植栽。如圖6以矮仙丹為例，日照長短對矮仙丹是否開花具關鍵影響，缺乏直射日照即難以開花，設計者可透過科學的分析方法，做為栽植選種的參考依據。

透過全年風向及風場的模擬評估，可獲得基地內不同月份之風向風速分佈相關位置，應用上設計者可在強風處選擇抗風樹種加以阻擋。對於嫌惡風向的方位，亦可以用複層密植植栽的方式加以阻隔，藉此科學的分析工具，驗證植栽設計合理性，創造優值的微氣候環境。



圖 6.矮仙丹一日照對植栽設計具關鍵性影響。

D. 視域分析:

景觀設計強調步移景異的視覺空間感受，Ecotect 之視域分析的功能，可讓設計者判斷所檢討區位的視野良窳，判斷所欲遮擋的嫌惡設施是否已成功達到遮蔽目的；對於所要強調的重點景觀，亦可藉助其分析功能，判斷是否在視覺上有被其它景物干擾。

五、結論與建議

可預見在景觀設計者所需的軟體功能逐漸開發成熟後，BIM也將逐漸普及於景觀專業，故從業者應密切注意軟硬體發展、營建產業趨勢及政府政策推展等，於適當時機導入運用。

5.1 對BIM景觀專業軟體開發者的建議：

景觀專業所需的設計工具需加速開發以利推廣，以REVIT為例，尚欠缺景觀設計中重要的排水及整地工具、缺少戶外鋪面品類等，是需積極納入軟體開發的項目。

5.2 對BIM本土化建議：

BIM軟體的本土化是推廣運用極重要的一環，以植栽設計為例，因植栽具地域性，雖然目前Revit及Landcadd for Revit等軟體皆有提供基本植栽資料庫，但考量生長環境及苗木供應等實務問題，無法直接運用。由於台灣的苗圃商沒有相對的經濟規模及資訊化技術來支持建置植栽資料庫。故建議應由政府積極推動建置國內園藝BIM植栽資料庫。此外街道傢俱、營建資材等則建議由生產廠商積極參與開發BIM模型元件，供設計者下載運用。

5.3 對景觀設計相關教學單位建議：

建議可先安排BIM專業者以專題演講的方式陳述BIM的內容，使學生能初步了解BIM的相關功能及操作架構，使不落於資訊洪流之後。有興趣者亦可先修習建築或土木系所開設之BIM相關課程。景觀設計之教學者亦需密切觀察軟體發展動態及營建產業趨勢，適時開設相關課程。

六、參考文獻

1. 王明德，建築資訊模型(BIM)如何運作與導入之效益(上)，公共工程電子報，52期，2012。
2. 康仕仲、蔡孟涵，建築資訊模型之技術發展過程，營建知訊，316期，pp. 60-67，2009。
3. 郭榮欽，BIM 全方位服務 優化營建效能，營建知訊，353期，pp. 20-27，2012。
4. 郭榮欽 謝尚賢，BIM 概觀與國內推行策略，土木水利，第37卷 第5期，pp. 8-20，2010。

5. 賴朝俊、蔡志敏譯，Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston 著，BIM 建築資訊建模手冊，松崗資產管理股份有限公司，2013
6. 侯錦雄 李素馨譯，Norman K. Booth 著，景觀設計元素，田園城市文化事業有限公司，2003。
7. 張益豐、施宣光，探討以 BIM 為基礎的電腦輔助建築設計，資訊管理與工程，pp.19-25，2012。
8. 孔承儒、蕭漢臣編譯，第一次使用 BIM 就上手，財團法人臺灣營建研究院，2014。
9. 陳育聰、田宏鈞，BIM 軟體平台概述及實施建議，捷運技術半年刊，47 期，pp. 123-136，2012。
10. Ibrahim and Kate, “Sustainable BIM-based Evaluation of Buildings”, *26th IPMA World Congress, Crete, Greece*, pp. 419-428, 2012.
11. buildingSMART Alliance, “BIM Project Execution Planning Guide V2.1”, The Computer Integrated Construction Research Group, USA: The Pennsylvania State University, 2011。