



# 由空間資料基礎建設之觀點探討 三維建物資料之發展策略

洪榮宏／國立成功大學測量及空間資訊學系 教授

蔡昌洋／國立成功大學測量及空間資訊學系 碩士班研究生

曾子珊／國立成功大學測量及空間資訊學系 碩士班研究生

隨近年三維地理資訊蒐集及展示技術之快速進步，現實世界有愈來愈多之現象透過三維之型式記錄，也因此帶動地理資訊理論與技術由二維進化至三維之發展。三維化之地理資訊雖具有帶來革命性改變之潛力，但這樣的轉型並非一蹴可及，且可能顛覆與挑戰許多目前之應用思維。有鑑於三維地理資訊之高昂建置與更新成本，必須透過引入空間資料基礎建設之概念而促進跨域之資訊交換，並期待建立一致之三維模型參考，以提昇跨域之互操作性。本文以國內目前最廣泛探討之三維建物為研究對象，藉由分析影響其規格設計之因素，討論跨域應用之三維建物架構，再由空間資料基礎設施之觀點切入，探討如何設計一個可滿足跨域分享及加值應用的互操作環境，以提供我國國土資訊系統 2.0 後續發展智慧國土及數位孿生之參考。

## 背景

地理資訊系統長久以來被視為人類使用者面對現實世界各類現象之視窗，藉由強大之軟體功能，使用者得以掌握動靜態之現象，分析各類主題現象之關係，產生新的資訊，進而形成正確之決策。當地理資訊系統記錄之內容愈接近真實狀況（例如資料愈多元、品質愈好及更新頻率愈高），能發揮之效益就愈高。然而過去之地理資訊系統應用多半屬於二維之型態，使用者被迫透過侷限之二維視角及地圖介面重建對於現實世界之了解，甚至必須於此缺乏高度資訊之環境中進行各類決策。這個困境直到近年三維地理資訊蒐集及建模技術（例如影像密匹配、光達點雲、建物模型等）逐漸成熟後，得以使用以三維幾何表示為基礎、並透過網路運作之數碼城市平台環境，進而發展出各類視覺檢視及實質應用之服務，三維應用之範疇也因此得以大幅擴展<sup>[1]</sup>。以我國為例，近年國土測繪

中心所發展之多維度國家空間資訊服務平台（<https://3dmaps.nlsc.gov.tw>）即是基於全國三維現象展示需求及應用而開發之平台，涵蓋三維建物與道路之考量，國內許多城市之公共管線系統也已在近年陸續導入三維管線之作業。

相對於二維之模式，三維地理資訊之運作不但考量的因素複雜很多，而且需要更為昂貴的測製與維護成本，因此資源之共享就更形重要。以國家之空間資訊發展而言，1990 年代萌芽之空間資料基礎建設（Spatial Data Infrastructure, SDI）概念為跨領域與跨單位之間的資源分享機制提供了完整的規劃<sup>[2]</sup>，在邁入三維化後，同樣有所謂 3D SDI 概念之發展<sup>[3,4]</sup>，近年也因智慧應用之觀點而有如智慧城市、數位孿生等同樣考量跨域資源分享機制之發展<sup>[5]</sup>。空間資料基礎建設之重點包括專業分工、資源盤點管理、標準、資料、服務、合作關係等重要因素<sup>[6]</sup>，目的在於排除領域與部門

間之各類隔閡，並透過標準與服務而創造一個基於相關單位合作關係的高互操作性資源分享與應用環境。舉例來說，測量機關在整體架構中被賦予地形圖測製、維護及供應之任務，因此必須規劃各類地形圖之主題及管理架構，確保其內容及品質符合跨單位之應用需求，全國之地形圖資料必須透過標準規定其建置內容，建立其標準化之詮釋資料，最後再以開放服務之方式提供介接。因此空間資料基礎建設將是提供一個有效管理與分享全國所有可應用資源之必要機制，其最大優勢即是由權責單位分享高品質之領域資訊，無須重複投入建置之成本。

在可被三維化表示之現象中，三維建物資料一直受到高度重視，主要原因在於人類之活動與建物具有密切之關係，不但建物本身之資料具有地籍、建管、建築、都市計畫、設施管理等各類面向，若加上人類居住或工作之考量，可關聯之資料種類將更為多元。由數位轉型之觀點，當這些資料可與三維建物之成果建立關聯，相關之應用也將具有轉以三維觀點思考之潛力。然而建物之三維化並非如建模技術突破如此單純，必須探索如何將三維化之策略與成果具體推動至相關領域，甚至必須思考如何共享或統合彼此之成果。本文認為這個課題必須由空間資料基礎建設之觀點切入，因此將嘗試由不同面向檢視三維建物發展所面對之問題，並探討可能執行之策略，以創造後續發展之最大效益。

### 三維建物資料特性分析

傳統之二維地理資訊系統應用多將建物以平面多邊形之方式建立，忽略建物在垂直維度上的可能差異，因此僅能視為近似之範圍，加上不同比例尺地形圖之測製規範各有規定，使用者必須面對不同程度之抽象化表示成果。由三維資訊之觀點，有許多新的課題值得注意：

- (1) 高度基準：三維建物資料之測製必須選擇特定之高度基準，並能與其他三維資料配合，參考相同基準才能加以整合、展示與操作，此包括全球或局部區域之基準。
- (2) 物件化：物件化意謂三維建物之描述對象須為現實世界存在、有意義之建物物件，將之設計為空間單元後，可以進一步關聯屬性，應用於不同情境。現

今許多系統雖可提供美觀之視覺化成果，但 mesh 型式之資料未必可滿足物件化之需求。物件化之設計與應用目的有關，對於記錄內容有莫大之影響，例如由實體觀點，建物之組成可包括如牆、屋頂、門、窗等，若由管理層面與實體結構切入，則可區隔如棟、層、戶、房間等不同種類之空間單元。

- (3) 空間資料模式：三維建物之表示並非在二維坐標增加一個高度資訊如此單純，考量重點是如何表示三維物件所具有之體積因素。常見之作法為以面狀資料包覆其外殼 (Boundary representation) 或以不同尺寸或形狀之立體組合為描述之建物 (Constructive Solid Geometry, CSG)。當描述對象為上述不同階層或目的之物件化成果時，記錄資料將更形複雜。
- (4) 細緻度：物件化之成果必須考量設計規格之細緻度 (Level Of Detail, LOD)，愈精緻之成果愈能反映現實世界之狀態，但也可能涉及更高昂之測製成本。為達到跨域整合之目標，細緻度之規定有必要形成跨域之共識，例如 CityGML 標準 [7,8] 中即在考量包括抽象化程度、精度、最小測製物件等因素後，規劃了不同等級之細緻度，提供三維資料測製之共同參考。
- (5) 識別資訊：為提供後續之分析與應用，須針對空間單元編定具有唯一性之識別資訊，以提供資料建置之參考及滿足管理之目的。識別碼之設計必須考量法規或相關作業之用語，因此還涉及名稱選定及其記錄內容之跨域討論。
- (6) 空間關係：有別於二維空間關係，三維空間單元之間因高度或樓層之差異而會產生新的空間關係，例如結合空間單元之間的上下關係與二維之前後左右關係後，可以產生左上、右下等新的象限關係。這樣的關係不只可以應用於空間之間的描述，也可應用於人類使用者之適地性服務。
- (7) 品質：三維建物資料可能由不同單位基於不同目的的建置，理想之狀況為有共同之測製品質規範可以依循，但實務上仍可能面對不同來源三維建物資料之品質各自不同之情形。除不同等級 LOD 之規格外，也應考量透過標準化品質資訊 [9] 加以描述，以客觀提供適用性 (Fitness for use) 評估之參考。
- (8) 時間：任何三維建物資料均應賦予時間之描述，通常意謂建物資料為特定時間之狀態。時間之表示有時間點與時間段之考量，前者用於表示例如

測製時間等單一狀態之時間，後者則用於記錄狀態維持一段時間而沒有改變之情形，例如建物之所有權資料。採用何種時間方式記錄須視資料描述之對象而定。

- (9) 語意：三維建物及其組成單元一旦完成物件化之設計，即具有特定之語意，因此影響其名稱、關聯屬性及其後續可能之用途。標準化字彙之設計有利於建立其知識本體 (Ontology) 及與其他領域資料 (例如 BIM 或三維地籍) 之結合運作。
- (10) 主題屬性：地理資訊之特色為兼具空間與屬性之表示，兩者均須針對描述之現象而設計。不同類別之資料具有不同之主題屬性，但必須考量權責單位對於記錄內容之掌握程度，否則其正確性即無法確保。
- (11) 資料格式：不同種類之資料格式影響記錄之資料內容及結構，也可能造成不同軟體資料格式之異質性問題，例如已具有語意類別設計之 CityGML 資料與沒有特定語意考量之資料格式或另外定義之綱要 (例如 IFC BIM) 之間若要進行轉換，就必須發展完整之配套。

上述討論由不同面向分析三維建物資料設計之考量因素，在物件化的考量下，可以納入許多新的空間單元，也衍生許多新的資料設計思維，因此可預見一個物件化的三維建物架構將可以在空間資料基礎建設環境中發揮極大的影響力。以下兩節分別由建物模式化及識別性觀點切入，進一步分析三維建物資料之發展策略。

## 多尺度及多來源三維建物關係探討

建置及處理三維空間資料所需投入之時間及人力成本遠非傳統二維地理資訊可比擬，因此絕大部分三維地理資訊之建置方式為透過測量技術或整合多來源資訊達成<sup>[10]</sup>。以大規模建置三維建物資料為例，使用技術可包括如影像密匹配<sup>[11]</sup>、根據建物測量成果圖建置為三維建物<sup>[12]</sup>、整合二維地形圖資及 DSM 萃取技術及垂直拉抬高程值<sup>[13]</sup>、BIM 模型轉換<sup>[14]</sup> 等不同方式。影像密匹配作法之目的為產製各類現象之外觀資訊，但因並非直接為物件化之成果，需額外處理才能建立單一建物之資料。產權建物作業之目的為建物登記，須經過建物測量成果資料處理、建物登記資料之

屬性編輯、套疊地籍圖等步驟，其記錄內容以建號所對應之範圍為管理單元，可包括室內建物空間及語意物件，並可聚合為單一建物之外觀；以二維地形圖資建物框為基礎之方式可參考 DTM 及 DSM 資料而萃取出建物高程差，將二維建物框拉抬為三維建物，此方式受限於原始二維地形圖之建物框定義及建物框內高程點之代表值決定方式，無法滿足較高等級之 LOD 需求，必須納入其他參考資料才可能區隔單棟之建物，因此與單戶之資料間常為一對多之對應關係。IFC BIM 包括眾多具有語意之室內物件類別，可以詳細提供室內空間及物件配置之狀態，但 BIM 模型並不要求以地理坐標記錄，因此地理定位 (Georeferencing) 將影響其成果是否可整合於後續之應用<sup>[15]</sup>。綜觀上述分析，可以發現不同來源建物資料內容之重點並不相同，應用範疇也因此各有限制，但「單棟建物」為眾多作業模式均有可能建置之空間單元，其中僅三維產權建物與 IFC BIM 模型具有發展為單戶空間單元之潛力。

因採用技術之限制，不同來源建物資料又可能具有不同細緻化程度及品質成果。CityGML 之 LOD 提供不同等級三維建物資料建置之參考，也因此產生多重表示 (Multiple Representation) 之概念，意謂同一建物可以因參考不同 LOD 而具有不同之記錄成果。LOD 雖可作為三維圖徵之資料品質判斷依據，允許使用者依其應用選擇最合適 LOD 之資料<sup>[16]</sup>，但 LOD 之規劃是基於門檻值及必須滿足條件的概念設計，意謂 LOD 概念只能初步區隔三維空間圖資之規格差異，當不同三維圖徵滿足特定 LOD 之設計規格時，即可視為該 LOD 之成果，但其品質卻可能有相當差異。以我國多維度國家空間資訊服務平臺之三維建物資料與區塊建物框細緻化之三維建物為例，前者主要採用臺灣通用電子地圖之建物框及一千分之一數值航測地形圖；後者整合多來源之二維圖資來源，包括臺灣通用電子地圖、地籍圖及門牌資料。三種不同的二維圖資來源會產生不同型態之二維建物框範圍 (圖 1)，且高程資訊之處理方式也包括由 DSM 取眾數層之方式以及一千分之一地形圖註記之樓層數換算兩種方式。由於上述三種方式均未能對屋頂之實型給予描述，所以三種方式之成果皆為 LOD1 之建物，但就位置精度而言，卻因參考之來源不同而有相當差異。因此不惟需要評估是否可發展以「棟」為基礎之多重表示架構，其品質之區隔

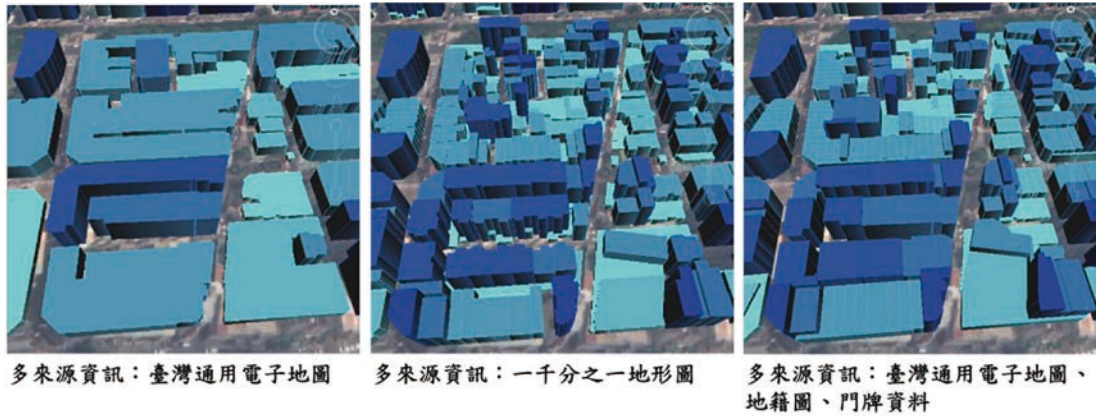


圖 1 相異來源建置之三維建物示意圖

也不能僅侷限於 LOD 之表示，而須引入更為客觀之評估與表示方式，ISO19157 之品質標準描述架構將有助於釐清不同資料之品質狀態。

在釐清多來源資訊之整合及多尺度概念對於三維建物之影響後，另一個需要探討之課題為三維建物圖徵之階層式運作架構。在三維圖徵物件化之概念下，三維建物之應用可突破過往僅以 mesh 為基礎之視覺化模式，發展以單一三維建物圖徵為基礎，依應用需求劃分出具有明確定義之空間單元，並賦予其相對應之語意及屬性，以活化空間與語意層面之應用。基於我國建物圖資及政府業務運作之模式，單一建物可由不同階層之建物空間單元所聚合而成，如圖 2 所示，一個幢空間可由多個棟空間聚合而成；棟、層與戶之關係則會因建物之型態（例如大樓與透天厝）而有不同之對應關係。在各建物空間單元及階層式架構明確定義下，即可針對所關連之屬性資料發展進一步之操作及視覺化展示。圖 3 顯示物件化之三維建物階層式架構可依據不同層級之建物空間單元強化視覺化展示，

以因應不同抽象化程度之決策參考，例如強調顯示整棟單元之狀態或不同高度樓層之分佈狀態。在空間資料基礎建設之架構中，任何可與三維建物單元關聯之資料均可以此方式展示與分析。

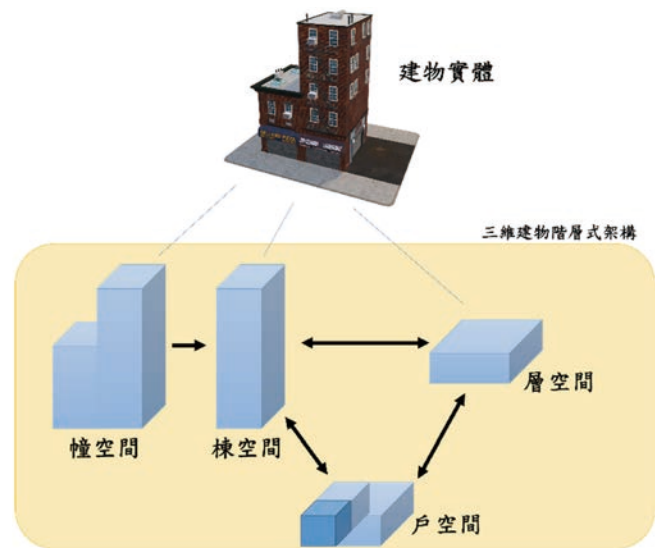


圖 2 三維建物階層式架構示意圖

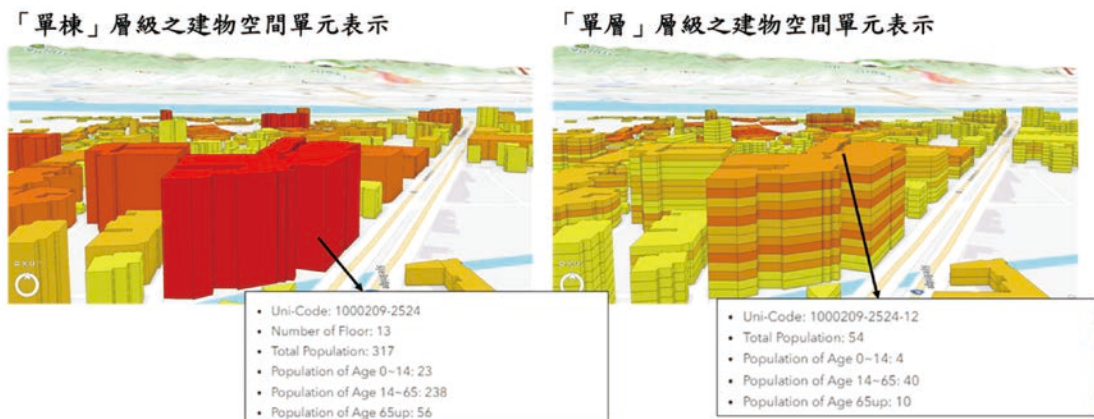


圖 3 不同層級建物空單元視覺化示意圖

## 基礎於識別碼之三維建物運作機制

前節之討論顯示現行技術可滿足不同層級三維建物空間單元之資料建置。無論就跨域應用或空間位置賦予之需求，各類空間單元均必須配合給予明確之識別資訊，才可能在三維空間資料基礎建設之環境中建立資料庫之連結關係，進而擴展應用之範疇。本節由識別資訊之觀點探討三維建物資料之跨域發展策略。常見之建物識別資訊主要包括建號及地址兩類，其編列格式會隨著建物類型而有所不同。產權建物可分為非區分所有建物及區分所有建物兩類情形，非區分所有建物為一物一權，表示同一建物隸屬同一所有權人，其範圍可由主建物及附屬建物組成。主建物是指室內面積，如廚房、臥室及浴室等；附屬建物是指連接主建物之附屬部分，如雨遮、屋簷及陽臺等。其中非區分所有建物可再區分為一般建物及特別建物。一般建物是指非區分所有建物中非屬特別建物者，如獨棟透天；特別建物則是指同一建築基地範圍內屬於同一所有權人，且供同一目的使用者，如學校、工廠、寺廟及名勝古蹟等。區分所有建物則為一物數權，表示同一建物隸屬數個所有權人，例如大樓、公寓、華廈及集合住宅等，其中區分所有建物可再分為專有部分及共有部分。專有部分是指建物所有權人自己擁有產權、且可獨立使用的空間，同樣可包括主建物及附屬建物。建物依產權之情形而有三種切割型態，縱橫交互切割為分套所有，表示一套由同一所有權人擁有；分層橫切為分層所有，一層由同一所有權人擁有；分棟縱切為分棟所有，一棟由同一所有權人擁有。共有部分則是指數個建物所有權人共同擁有產權，共同使用的空間包含全部共有及部分共有兩類情形。全部共有是指全體所有權人共同擁有之空間，如配電室、警衛室、機械房及防空避難室等；部分共有是指部分所有權人共同擁有之空間，如走廊、樓梯間及電梯間等。上述討論顯示可由權利之觀點對三維建物進行切割，各類三維空間單元在建物登記上具有特定意義，且因權利之賦予而具有識別管理之考量。

依我國現有產權資訊之設計，建號是由建號母號（5碼）及建號子號（3碼）組成；相對而言，地址則是由省市縣市、鄉鎮市區、村里、鄰、街路段、地區、巷、弄、街及門牌號組成<sup>[17]</sup>。兩者之識別資訊設計進一步討論如下：

(1) 一般建物：參考我國地籍測量實施規則，一般建

物依登記先後，逐棟編列建號，為一棟對應一建號。參考各縣市門牌編釘自治條例，一般建物僅正門編釘門牌，為一棟對應一地址。

- (2) 特別建物：參考我國地籍測量實施規則，特別建物為數棟編列一建號母號，而各棟建物之建號子號以棟次編列，為一棟對應一建號。參考各縣市門牌編釘自治條例，特別建物如學校、寺廟、工廠或其他在同一建築基地經營共同事業之建物，應以正門編釘門牌，範圍內之其餘建物則不另編門牌，為多棟對應一地址。
- (3) 區分所有建物專有部分：參考我國現有產權資訊，縱橫交互切割為一套對應一建號，分層橫切為一層對應一建號，分棟縱切則為一棟對應一建號。參考各縣市門牌編釘自治條例，公寓大廈有獨立出入之分層或分隔住戶，以地面層或主要出入口為基本號，再依序編釘各樓層或各戶之門牌號碼，因此縱橫交互切割為一套對應一地址，分層橫切為一層對應一地址，分棟縱切則為一棟對應一地址。
- (4) 區分所有建物共有部分：參考內政部解釋函令，全部共有依其產權範圍對應一建號，部分共有依其產權範圍分別對應一建號。參考各縣市門牌編釘自治條例，公寓大廈內具共同使用性質者，不得編釘門牌，因此全部共有及部分共有均不得編釘地址。但若區分所有建物地面層或主要出入口屬於共有部分，則地面層或主要出入口會額外編列一地址，該地址可表示整幢或整棟區分所有建物。

基於前述討論，表1歸納可透過建號及地址而識別之空間單元。其中主建物及主建物+附屬建物可透過建號或地址唯一識別，也是一般私人擁有及使用之空

表1 建號及地址可識別之空間單元

識別碼	可識別之空間單元
建號、地址	主建物
	主建物+附屬建物
建號	全體區分所有權人共有之公共設施
	部分區分所有權人共有之公共設施
地址	主建物+附屬建物+全體區分所有權人共有之公共設施+部分區分所有權人共有之公共設施
	主建物+附屬建物+全體區分所有權人共有之公共設施
	主建物+全體區分所有權人共有之公共設施+部分區分所有權人共有之公共設施
	主建物+全體區分所有權人共有之公共設施

間，對於與人有關之資訊具有空間位置參考之效果。識別性之分析成果也具有進一步與其他資料庫串聯之功用，例如許多業務資料均包括地址之資訊，可透過地址關聯而與三維空間資料結合，達到強化該類資料空間展示與分析之目標。由此可看出三維建物資訊在跨域應用的無限潛力。

識別資訊之唯一性是重要的特性，但若其設計涉及時間版本之考量，則跨域資料的連結機制就必須特別處理。參考我國現有之產權資訊及相關法規，建號及其對應空間單元之時間版本變化包含建立、廢除、分割、合併、更名及結構變更。建立是指空間單元於某時間點建立；廢除是指空間單元於某時間點廢除；分割是指空間單元於某時間點被分割；合併是指空間單元於某時間點與其他空間單元合併；更名是指空間單元對應之建號於某時間點被更改，其空間單元範圍不變；結構變更是指因建物結構變更，空間單元於某時間點擴增或縮減。地址同樣有類似的變更可能性。跨域連結通常基礎於兩領域資料識別資訊之比對，若識別資訊之設計未能有效涵蓋版本之因素，則在跨域操作就可能產生錯誤之關聯。識別資訊之時間版本課題因此應納入三維空間資料基礎建設之共同架構規定。

## 結論及未來發展

三維化之一大目標為將物件立體表示之觀點納入地理資訊系統之設計與應用，諸多研究顯示三維化可帶來革命性的改變，顛覆過去之應用思維。經由探討三維建物之各類特性，本文歸納三維化所面對之挑戰及必須考量之因素。由空間資料基礎建設之觀點，最重要的挑戰是建構不同層級之物件化三維建物空間表示，並從而發展為具互操作性、以圖徵為基礎之應用環境。研究顯示以棟為單位是現行各類技術較易達成之共同目標，且可兼顧擴充連結室內空間表示之彈性。但即令 LOD 可為三維建物之規格提供初步之分級，實務上相同 LOD 之建物仍可能具有相當差異之品質，在實務應用上必須透過標準化之品質描述區隔。在完成各階層三維建物空間單元之分析後，我們進一步顯示建號與地址可提供相當程度的識別功用，不但可三維建物具體切分為有意義空間單元之組合，也提供了跨域連結、賦予空間意涵之運作基礎，因此空間資料基礎建設之發展應考量將其三維建物空間單元之規劃及識別資訊納入共同框架之規劃，以促進跨領域之三維資訊整合與應用。展望未來之發展，單一三維建物圖徵必須考量可獨立運作之需求，因

此透過標準化描述架構提供所有之必要資訊將是必須納入考量之設計策略。

## 參考文獻

1. Biljecki, F., Stoter, J., Ledoux, H., Zlatanova, S., and Çöltekin, A. (2015). Applications of 3D City Models: State of the Art Review. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(4), 2842-2889. doi:10.3390/ijgi4042842
2. Jebur, M.N., Ziaei, Z., Tehrani, M.S., and Shariff, A.R.M. (2013). A review of recent developments in national spatial data infrastructures (NSDI). *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 3(4), 6-14.
3. Basanow, J., Neis, P., Neubauer, S., Schilling, A., and Zipf, A. (2008). Towards 3D spatial data infrastructures (3D-SDI) based on open standards—experiences, results and future issues. In *Advances in 3D geoinformation systems* (pp. 65-86): Springer.
4. Salim, M.J. (2017). 3D Spatial Information Intended for SDI: A Literature Review, Problem and Evaluation. *Journal of Geographic Information System*, 09(05), 535-545. doi:10.4236/jgis.2017.95033
5. Shirowzhan, S., Tan, W., and Sepasgozar, S.M.E. (2020). Digital Twin and CyberGIS for Improving Connectivity and Measuring the Impact of Infrastructure Construction Planning in Smart Cities. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(4). doi:10.3390/ijgi9040240
6. FGDC (2005), Elements of the NSDI at <https://www.fgdc.gov/components> (存取日期 2021/09/15)
7. OGC (2012) CityGML 2.0 Encoding Standard.
8. OGC (2021) CityGML 3.0 Part 1 Conceptual Model Standard.
9. ISO (2013) ISO19157 Geographic information – Data Quality.
10. Seto, T., Sekimoto, Y., Asahi, K., and Endo, T. (2020). Constructing a digital city on a web-3D platform: simultaneous and consistent generation of metadata and tile data from a multi-source raw dataset. In *Proceedings of the 3rd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Advances in Resilient and Intelligent Cities*, pp. 1-9.
11. Huang, H., Michelini, M., Schmitz, M., Roth, L., and Mayer, H. (2020). LOD3 Building Reconstruction from Multi-Source Images. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 43, 427-434.
12. 台灣地理資訊學會 (2019)，107 年度多目標地籍圖立體圖資建置計畫案。
13. 林信助、林士哲、湯美華、陳世儀、游豐銘、林昌鑑 (2021)，運用區塊建物框細化技術精進三維建物模型，*國土測繪與空間資訊*，第九卷，第二期，153-177 頁。
14. Biljecki, F., Lim, J., Crawford, J., Moraru, D., Tauscher, H., Konde, A., Adouane, K., Lawrence, S., Janssen, P. and Stouffs, R. (2021). Extending CityGML for IFC-sourced 3D city models. *Automation in Construction*, 121, 103440.
15. Noardo, F., Ellul, C., Harrie, L., Devys, E., Arroyo Oho, K., Olsson, P., and Stoter, J. (2019). EuroSDR Geobim Project a Study in Europe on How to Use the Potentials of Bim and Geo Data in Practice. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-4/W15, 53-60. doi:10.5194/isprs-archives-XLII-4-W15-53-2019
16. Gröger, G., Benner, J., Dörschlag, D., Drees, R., Gruber, U., Leinemann, K., and Löwner, M.O. (2005). Das interoperable 3D-Stadtmodell der SIG 3D. *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 130(6), 343-353.
17. 內政部資訊中心 (2009)，門牌位置資料標準。 