

運用區塊建物框細緻化技術 精進三維建物模型之研究

內政部國土測繪中心自行研究報告

中華民國109年12月

本報告內容及建議，純屬研究人員意見，不代表本機關意見

運用區塊建物框細緻化技術 精進三維建物模型之研究

研究人員：

技士 林信助

技士 湯美華

技士 林士哲

專員 陳世儀

技正 游豐銘

課長 林昌鑑

內政部國土測繪中心自行研究報告

中華民國109年12月

本報告內容及建議，純屬研究人員意見，不代表本機關意見

MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

Research on Dividing Aggregate 3D Building Model
into Individual Ones

BY

Lin, Hsin-Chu

Tang, Mei-Hua

Lin, Shih-Che

Chen, Shih-I

You, Feng-Ming

Lin, Cheng-Jiann

December, 2020

目次

目次.....	i
圖次.....	iii
表次.....	vii
摘要.....	ix
ABSTRACT.....	xii
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 研究動機及目的.....	4
第二章 研究方法與流程.....	6
第一節 研究方法.....	6
第二節 研究流程.....	7
第三節 預期成果.....	8
第三章 文獻回顧及理論基礎.....	9
第一節 三維建物模型細緻度類別.....	9
第二節 三維建物模型建置.....	10
第三節 區塊建物框細緻化輔助資料.....	13
第四節 理論基礎.....	17
第四章 研究內容及作業流程.....	19
第一節 區塊建物框依地籍資料分戶作業.....	20
第二節 區塊建物框依高差分割作業.....	50
第三節 區塊建物分戶及分割融合編修作業.....	53
第四節 細緻化建物模型產製作業.....	60

第五章	作業成果展示及分析	63
第一節	成果品質評估方式	63
第二節	區塊建物框依地籍資料分戶成果	69
第三節	區塊建物框分戶及分割融合編修作業成果 ..	82
第四節	三維建物模型細緻化成果	85
第五節	區塊建物框依地籍資料分戶作業成本分析 ..	90
第六章	結論與建議	92
第一節	結論	92
第二節	建議	94
參考文獻	95

圖次

圖1-1、現行三維建物模型建置流程	2
圖1-2、臺灣通用電子地圖區塊式建物框	3
圖1-3、利用各種二維圖資之建物框產製三維建物模型差異示意圖	3
圖1-4、區塊建物細緻化之策略目標	4
圖2-1、研究流程圖	7
圖3-1、CityGML 2.0 涵蓋10大類主題模組	9
圖3-2、CityGML 建物 LOD0-LOD4成果示意圖	10
圖3-3、三維近似化建物模型樓高與現況差異比較圖	12
圖3-4、臺灣通用電子地圖門牌資料展示	14
圖3-5、以人工判釋正射影像進行建物分戶編修作業示意圖(紅線為分戶線)	15
圖3-6、DTM (DEM 及 DSM) 成果示意圖	16
圖3-7、區塊建物框套疊 DSM 顯示建物樓高差異	16
圖4-1、三維建物模型細緻化作業流程	19
圖4-2、地籍圖隱含分戶線資訊	20
圖4-3、依地籍資料進行分戶作業之基本概念	21
圖4-4、同棟建物之相鄰建築基地應合併	22
圖4-5、輔助圖資—臺灣通用電子地圖各圖層	23
圖4-6、輔助圖資—全國門牌位置資料	24
圖4-7、輔助圖資—地籍資料(含地籍圖對位成果、土地建物標示部資料)	25
圖4-8、區塊建物框依地籍資料分戶作業流程圖	25
圖4-9、地籍圖對位程式套疊正射影像等參考圖資	26
圖4-10、地籍圖對位情形	27
圖4-11、區塊建物依地籍資料分戶作業運作流程	29
圖4-12、利用道路面等圖資建立街廓物件	30
圖4-13、去除道路面冗餘線段	30
圖4-14、街廓物件 (含周邊道路中線)	31
圖4-15、地籍圖及門牌空間索引	31

圖4-16、篩選宗地作業流程.....	32
圖4-17、折點數限制.....	33
圖4-18、單1建號涵蓋1筆土地之情況	33
圖4-19、單1建號涵蓋多筆土地之情況	33
圖4-20、建物透天厝原則-未登記透天厝	34
圖4-21、最小面寬判斷.....	34
圖4-22、「篩選建物框」作業流程	35
圖4-23、「建物分戶」作業流程.....	36
圖4-24、建物分戶成果面積過小	36
圖4-25、建物分戶成果形狀為三角形	37
圖4-26、分戶線延伸.....	37
圖4-27、建物分戶成果 - 篩選宗地與篩選建物框結合示例	38
圖4-28、建物分戶前 - 地籍線與建物邊緣存在些許誤差	39
圖4-29、建物分戶後 - 區塊建物邊緣的容錯處理	39
圖4-30、區塊建物分戶成果檔案範例	40
圖4-31、分戶面 (ShapeFile) 檔案成果	41
圖4-32、區塊建物分戶成果 - 街廓分戶線檔案	42
圖4-33、利用 QGIS 等工具編修分戶線	43
圖4-34、編修成果需置於指定路徑	44
圖4-35、分戶成果人工編修範例 - 分戶線需延伸	45
圖4-36、分戶成果人工編修範例 - 分戶線需刪除	46
圖4-37、分戶成果人工編修範例 - 分戶線需調整	47
圖4-38、分戶成果人工編修範例 - 分戶線需新增(相同面寬之透天式集合住宅).....	48
圖4-39、分戶成果人工編修範例 - 分戶線需新增(郊區常見案例).....	49
圖4-40、區塊建物框依 DSM 高差分割成果示意.....	50
圖4-41、建物框依高差分割作業流程圖	51
圖4-42、DSM 資料套合偏移之修正	51
圖4-43、斷面線不平滑、邊緣鋸齒範例	52

圖4-44、一千分之一地形圖建物框之2類分隔線	53
圖4-45、地籍資料分戶成果、高差分割成果示意	54
圖4-46、地籍資料分戶成果、高差分割成果之融合示意	54
圖4-47、區塊建物細緻化成果範例示意	55
圖4-48、區塊建物分戶及分割建物框融合流程	55
圖4-49、建物框融合編修作業流程	56
圖4-50、篩選並排除與地籍資料分戶線「距離相近」之高差分割線	57
圖4-51、篩選並排除與地籍資料分戶線「角度不合理」之高差分割線	59
圖4-52、細緻化建物模型產製作業（紅色框線範圍）	60
圖4-53、細緻化建物模型產製過程示意圖	61
圖4-54、建物邊緣高度值不穩定區域	61
圖4-55、樓高眾數層統計示意圖	62
圖4-56、依建物樓高賦予顏色以增加視覺化效果	62
圖5-1、地籍資料分戶建物框成果與目標建物框之套疊分析	64
圖5-2、地籍資料分戶建物框成果分析流程圖	65
圖5-3、對應「0個」目標建物框（紅框白底處）之常見情形彙整	66
圖5-4、對應「1個」目標建物框（紅框綠底處）之常見情形彙整	67
圖5-5、對應「2個」目標建物框（紅框藍底處）之常見情形彙整	67
圖5-6、對應「3個以上」目標建物框（紅框紅底處）之常見情形彙整	68
圖5-7、測試區域分布圖	69
圖5-8、測試區域建物密度分布情形(圖中黑色區域為建物範圍).....	70
圖5-9、城區範圍地籍資料分戶建物框成果展示（臺中市北區部分範圍）	71
圖5-10、郊區範圍地籍資料分戶建物框成果展示（臺中市大安區部分範圍）	72
圖5-11、地籍資料分戶建物框成果產製三維建物模型（臺中市北區範圍）	73
圖5-12、各測試區地籍資料分戶作業前後建物框數量差異比較圖	74
圖5-13、分戶建物框編修前後差異比較（城區示例）	75
圖5-14、分戶建物框編修前後差異比較（郊區示例）	76

圖5-15、地籍資料分戶建物框成果編修後 A ₃ 、B ₂ 、C ₂ 、D ₂ 數量減少	80
圖5-16、分戶及分割融合成果差異比較（城區示例）	82
圖5-17、分戶及分割融合成果差異比較（郊區示例）	83
圖5-18、區塊建物細緻化三維灰階建物模型成果比較（臺中市北區）	86
圖5-19、區塊建物細緻化三維灰階建物模型成果比較（局部放大示例1）	87
圖5-20、區塊建物細緻化三維灰階建物模型成果比較（局部放大示例2）	88
圖5-21、區塊建物細緻化三維灰階建物模型成果比較（局部放大示例3）	89

表次

表4-1、相鄰建築基地合併情形及原則	22
表4-2、區塊建物分戶成果檔案名稱及功能說明表	40
表5-1、測試區域概況表.....	69
表5-2、地籍資料分戶建物框初始成果對應目標建物框分類態樣統計表 ...	77
表5-3、地籍資料分戶建物框初始成果「分戶成功率」分析比較表	78
表5-4、地籍資料分戶建物框成果「編修前後」對應目標建物框分類態樣統計表	79
表5-5、地籍資料分戶建物框成果「編修前後」分戶成功率分析比較表 ...	80
表5-6、區塊建物框經地籍資料分戶後之數量差異比較表	81
表5-7、「分戶及分割融合成果」對應目標建物框分類態樣統計表	84
表5-8、「分戶及分割融合成果」分戶成功率分析比較表	84
表5-9、區塊建物框依地籍資料分戶作業之人力成本分析表	90

摘要

關鍵詞：三維建物模型、區塊建物框細緻化、地籍資料分戶

一、研究背景與目的

為因應全球發展智慧城市及物聯網技術發展之浪潮，GIS 資料需求及應用已逐漸從傳統二維平面延伸到三維立體，從單一數據源擴展多時序資料，從資料分析轉變為跨領域服務整合。國家發展委員會為深化我國 GIS 加值應用，指示本中心將既有2D 國家底圖升級為3D、訂定相關資料標準及提供共通性服務。

其中，三維建物模型可藉由建物所在空間位置及範圍、地籍、建物門牌及建物登記等資料進行關聯串接，成為跨機關資料鏈結及加值應用之基礎。因此，本中心已優先於108年產製全臺三維近似化建物模型(LOD1)。然而，現階段全國三維建物模型成果受限於二維建物框來源、成果時效性及自動化作業等因素，以致全臺將近9成區域僅能利用臺灣通用電子地圖區塊建物框產製較粗略的區塊式三維建物模型，該成果與建物現況差異較大，對於後續3D GIS 之跨領域應用仍有精進空間。

全臺三維建物模型之後續更新維護工作，目前主要仍需以臺灣通用電子地圖區塊式建物框作為二維建物框資料，因此未來若想進一步強化全國三維建物模型成果可用性，首先必須設法以有效率之方式改善臺灣通用電子地圖區塊建物框的細緻度。

二、研究方法及過程

為將臺灣通用電子地圖區塊建物框全面細緻化，本研究經分析現有三維建物模型、地籍圖資、臺灣通用電子地圖、門牌位置資料、數值地表模型(DSM)及正射影像等資料之現況及特性後，決定搭配地籍圖資(含建號資料)、臺灣通用電子地圖及門牌等資料，設計地籍資料分戶作業方法並引入數值地表模型(DSM)高度差異分割技術，精進臺灣通用電子地圖區塊建物框的細緻程度，並結合人工檢視編修地籍資料分戶建物框成果，提升細

緻化成果之品質，最後導入既有的三維建物模型產製流程，產製區塊式三維建物模型的細緻化成果。

考量城區與郊區之建物分布特性不同，本研究案選定4個行政區域（城區－臺中市北區、郊區－臺中市大安區、城郊混合區－臺中市西屯區及烏日區）進行區塊建物細緻化作業流程之測試作業，並選擇臺中市北區及大安區進行人工編修測試，藉此提升分戶成果品質及成功率。最後，綜合彙整測試成果，進行相關探討分析與驗證，評估所提出方法應用於辦理區塊建物細緻化作業之效益及可行性。

三、重要發現

- (一) 經實際驗證，本研究所提出的臺灣通用電子地圖區塊建物框細緻化作業流程，可透過運用地籍圖資（含建號資料）、臺灣通用電子地圖及門牌等資料，以自動化地籍資料分戶作業方法及數值地表模型（DSM）高度差異分割技術，可精進臺灣通用電子地圖區塊建物框的細緻程度，並結合人工檢視編修地籍資料分戶建物框成果，提升細緻化成果之品質及成功率，可明顯提升區塊式三維建物模型成果之細緻度及後續可用性。
- (二) 本研究發現，利用地籍圖等輔助資料進行自動化分戶作業之成果，經與2種目標建物框（一千分之一地形圖建物成果及臺灣通用電子地圖加值分戶之建物成果）比較，在城區及城郊混合區範圍，因建築基地較小且密集，建物邊界常與地籍線一致，其分戶成功率可達70~85 %；反觀郊區範圍，因建築基地較大、家族共有土地未依建物實際使用範圍分割等因素，以致建物邊界常與地籍線不一致，因此郊區之分戶成功率較差，僅有約40 %。
- (三) 經實際驗證，結合正射影像、門牌位置等輔助資料，透過人工檢視編修方式，可有效提升郊區範圍之地籍資料分戶作業成果之品質及成功率，以臺中市大安區為例，經人工檢視編修作業後，地籍資料分戶成功率可由41.24 %大幅提升至74.67 %。

(四) 本研究發現，藉由地籍資料分戶作業前的地籍圖對位成果檢視作業，除了可有效提升地籍資料分戶成果之品質及正確性，大幅減少後續人工檢視編修之作業時間外，同時能提升地籍圖對位成果之品質，強化地籍圖資於 GIS 領域之可用性。

四、主要建議事項

建議一

使用本研究作業流程辦理全臺區塊式三維建物模型精進工作（立即可行建議）。

主辦機關：內政部國土測繪中心

本研究搭配地籍圖資（含建號資料）、臺灣通用電子地圖及門牌等資料，設計自動化地籍資料分戶作業方法及引入數值地表模型（DSM）高度差異分割技術，精進臺灣通用電子地圖區塊建物框的細緻程度，並結合人工檢視編修地籍資料分戶建物框成果，提升細緻化成果之品質及成功率，並可明顯提升區塊式三維建物模型成果之細緻度及後續可用性。建議可擴大試辦範圍，以確立實際作業流程，並逐步汰換以現有臺灣通用電子地圖區塊建物框產製的區塊式三維建物模型成果。

建議二

逐步提升三維建物成果品質，強化跨領域加值應用（中期建議）。

主辦機關：內政部國土測繪中心

運用本研究區塊建物框細緻化作業方法所產製分戶建物框圖資，除可提升三維建物模型細緻度及幾何（樓高萃取）品質外，分戶建物框圖資亦可藉由建號或門牌資料為識別資訊，與土地、建物、稅務等各領域資料有效串連，進行 GIS 分析應用，提供國土規劃、都市規劃、災害防救、智慧城市、土地開發、公共管線管理等領域應用，提高決策分析品質。

ABSTRACT

Keywords: Taiwan National Base Map, 3D building Model, block of adjacent buildings, refinement

As the global development of smart city and IoT, Demand and application of GIS data is extended from 2D to 3D, single data source to multiple sources, data analysis to Cross-domain service integration. To strengthen GIS value-added applications, National Development Council assigned NLSC several tasks, including upgrade Taiwan National Base Map from 2D to 3D, develop 3D data standard and provide common 3D web services.

3D building model can be the basis of cross-organization linking data and value-added application according to space location, cadastral data, address, etc and that makes 3D building model establishment become the first priority of upgrade Taiwan national base map from 2D to 3D. To producing time-sensitive results fast and automatically, the existing 2D building shapes is applied and nationwide LOD1 3D building model is completed in 2019 an nearly 90% 3D Building Models are made by block shape of adjacent buildings. Consequently, there are disparity between real buildings and building models and it is at a disadvantage of 3D GIS cross-domain applications.

Constraining by existing 2D data, block shape of adjacent buildings from Taiwan e-Map is still the main data for 3D building models update and maintenance. Finding a way to refine block shape of adjacent buildings efficiently would be a key factor to strengthen the applicability of 3D building models. This project applied cadastral map and DSM to blocks refinement by making use of cadastral maps with registration information, Taiwan e-Map and geocoding address data after analysing data characteristics and availability. In addition, the procedure for 3D building models refinement and produce introduces manual editing to improve quality of refinement.

This project choice 4 Townships as test area and empirically evaluates the success rate and data quality. In suburban and urban mixed areas, success rate of blocks refinement with cadastral maps is about 70%~80%. In suburban area, success rate is about 40% initial and upgrade 75% by introducing manual editing. The project using empirical research has confirmed the flow of data processing to be workable and a cost-reduction way.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

一、緣起

在全球在智慧城市發展的浪潮下，對於地理空間的應用層面已逐漸成為施政決策的依據，資料的需求也逐漸由二維轉向三維，建物模型等三維圖資建置技術、圖資展示、資料標準亦日趨成熟。聯合國之國際非政府組織-國際測量師聯合會(FIG)，自2002年啟動三維地籍法規、登記、資料庫及視覺呈現之研究；而美國¹、新加坡²、德國³等進步之開發國家更已如火如荼的展開三維城市建物圖資的建置工作。臺灣亦以國際標準 OGC CityGML (City Geography Markup Language) 為基礎，依據國家發展委員會推動3D GIS 政策，推動全國三維建物模型建置。

因應物聯網及智慧城市等多元應用，GIS 資料需求及應用已逐漸從傳統二維平面延伸到三維立體；從單一數據源擴展為多時序資料；從資料分析轉變為跨領域服務整合。國家發展委員會為深化我國 GIS 加值應用，第54次委員會議決議，推動國家底圖的開放應用，並於「國土資訊系統優先推動事項(107-109年)」將臺灣通用電子地圖列為國家底圖重要核心圖資，並指示於108年底前將既有2D 國家底圖升級為3D、訂定相關資料標準及提供共通性服務，以奠定3D GIS 發展基礎。

二、背景及現況

為達成108年完成二維國家底圖升級之目標，優先以三維建物為三維圖資建置之標的，利用既有二維圖資、數值高程模型 (Digital Elevation Model, DEM) 及數值地表模型 (Digital Surface Model, DSM)，快速產製全國三維建物模型。在資料建置的整體作業經費、時效、精細程度、成果展示的視覺效果及應用分析等因素的考量下，採取「先全面建置，後精進細緻」的執行

¹ <https://www1.nyc.gov/site/doitt/initiatives/3d-building.page>

² <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore>

³ <https://www.businesslocationcenter.de/berlin3d-downloadportal/#/export>

策略，搭配「成果整合」及「模型產製」之資源整合模式推動，先全面建置符合 OGC 城市地理標記語言 (City Geography Markup Language, CityGML) 規範之 LOD1 積木模型 (Block Model)，再透過精進細緻化作業，逐步提升三維建物模型的可用性。

全臺三維建物模型區分為「成果整合」及「模型產製」，成果整合為導入各機關已建置三維建物模型 (Block Model)，避免政府資源重複投入，模型產製則是以既有二維圖資之建物框及樓高萃取方式產製。三維建物模型主要是利用 DEM、DSM 及既有二維建物框資料，透過程式自動化處理方式，萃取建物高度並產製 LOD1 三維建物模型。三維建物模型產製考量成果時效性，優先採用104年以後更新之二維建物框資料，包含臺灣通用電子地圖區塊建物框、臺灣通用電子地圖增值分戶建物框及一千分之一地形圖建物框等3類，其中臺灣通用電子地圖增值分戶建物框為以航照立體測圖方式，參考一千分之一地形圖之圖形繪製原則，對臺灣通用電子地圖增值處理成果。

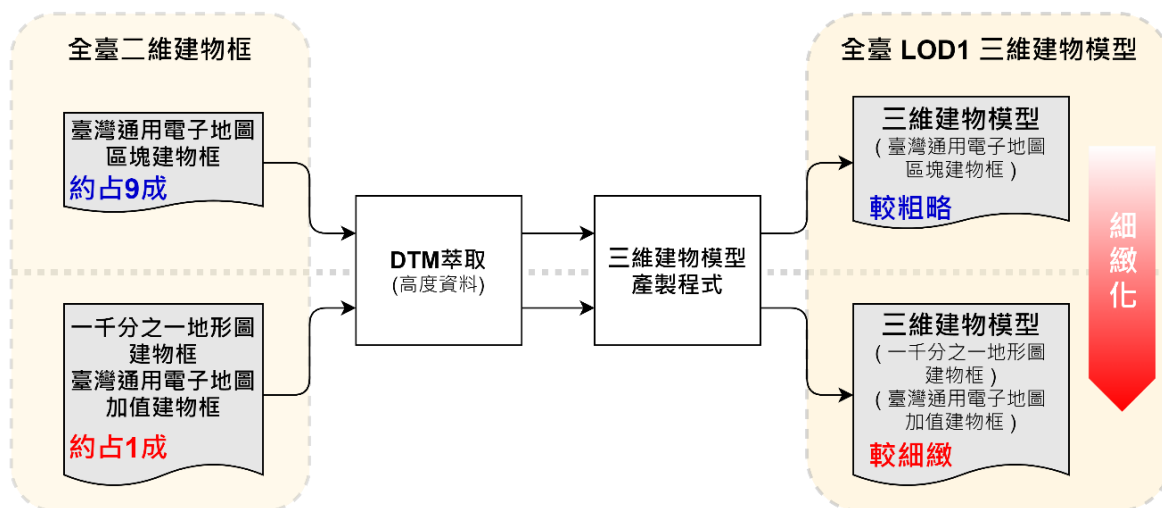


圖1-1、現行三維建物模型建置流程

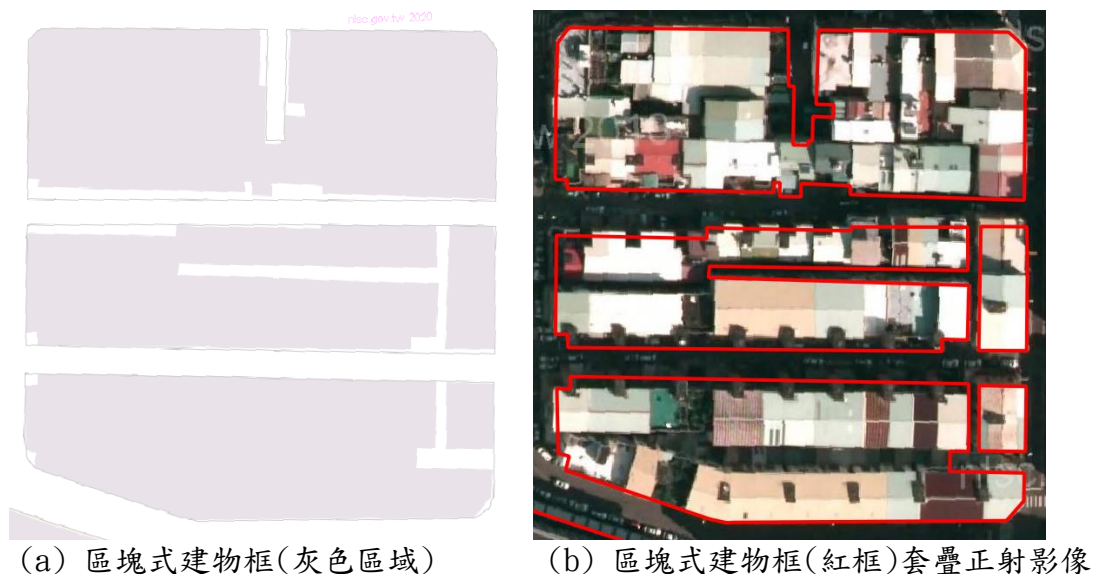


圖1-2、臺灣通用電子地圖區塊式建物框

全國三維建物模型約440萬餘個三維近似化建物模型(LOD 1)，屬於自動化快速建置成果，會因採用之二維建物框不同而有明顯差異。臺灣通用電子地圖區塊建物框，是將一群相鄰的建物外圍輪廓，約化描繪成一個建物區塊，並不繪製建物間之分戶線(如圖1-2(a))。反觀，臺灣通用電子地圖加值分戶建物框及一千分之一地形圖建物框，則會將建物依材質(混凝土造、磚造、金屬結構、木造……)、樓層數、分戶線之差異細分為不同多邊形，詳細呈現出各棟建物之輪廓(如圖1-2(b))。不同二維建物框產製之三維建物模型的差異如圖1-3所示。

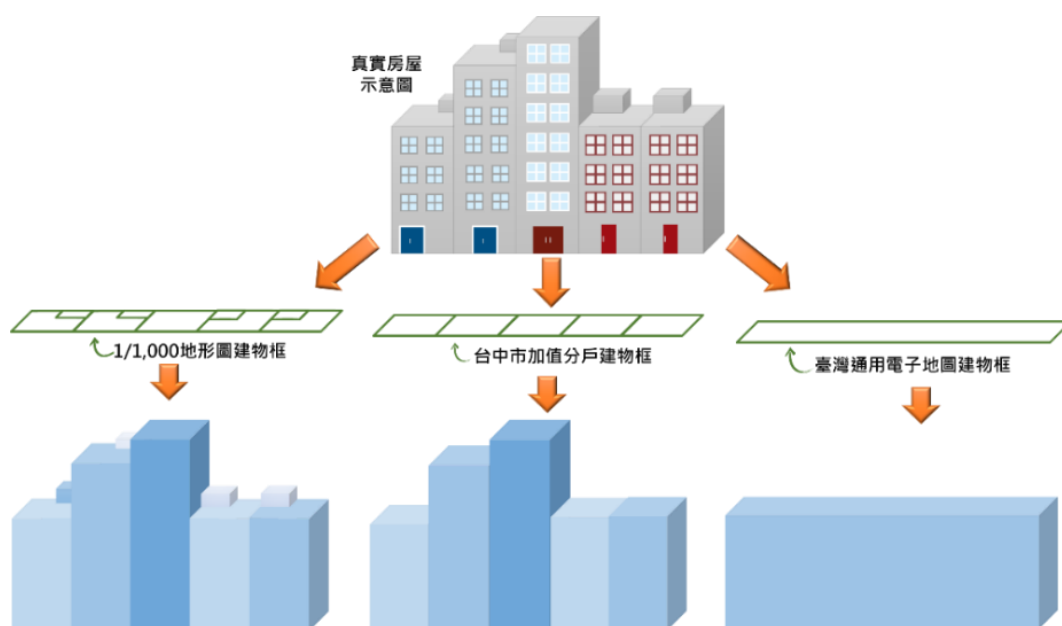


圖1-3、利用各種二維圖資之建物框產製三維建物模型差異示意圖

第二節 研究動機及目的

一、研究動機

三維建物模型藉由建物所在空間位置及範圍、地籍、建物門牌及建物登記等資料進行關聯串接，可作為跨機關資料鏈結及加值應用之基礎。然而，現階段全國三維建物模型受限於二維建物框來源、成果時效性及自動化作業等因素，大部分範圍為利用臺灣通用電子地圖區塊建物框產製之區塊式三維建物模型（如圖1-4(a)），僅採用104年以後更新之一千分之一地形圖建物框產製之三維建物模型較細緻（如圖1-4(b)）。

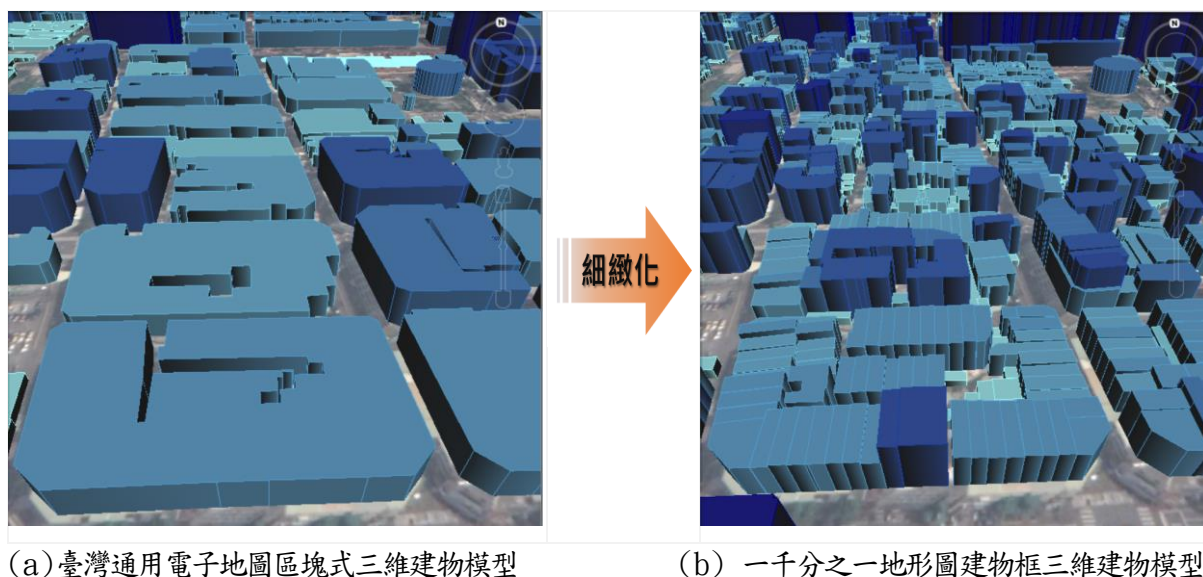


圖1-4、區塊建物細緻化之策略目標

三維建物模型更新維護，將利用「臺灣通用電子地圖」、「一千分之一地形圖」及 DSM 最新成果，藉由新舊建物框比對分析，獲取須更新標的建物框，產製三維近似化建物模型。但因全臺一千分之一地形圖由各地方政府自行辦理更新，更新頻率不固定且範圍僅占全國面積13.2%，而臺灣通用電子地圖擁有全國範圍之二維區塊式建物成果，並以2年1輪的頻率定期更新。有鑑於此，後續三維建物模型更新維護工作，仍需仰賴臺灣通用電子地圖區塊式建物框為主要二維建物框資料，若未來想進一步強化全國三維建物模型成果可用性，如何尋求方法以快速細緻化數量龐大之區塊式三維建物模型將是關鍵因素。

二、研究目的

為辦理臺灣通用電子地圖區塊建物框細緻化，讓產製的三維建物模型成果朝向一千分之一地形圖建物框三維建物模型成果之品質邁進。本研究將運用地籍圖、土地、建物標示部（以上簡稱地籍資料）進行區塊建物框分戶，再利用門牌位置圖資及正射影像進行人工編修，此外，並利用 DSM 資料進行區塊建物框高差分割，再將人工編修後地籍資料分戶建物框及 DSM 高差分割建物框進行融合編修，最後，將融合編修後建物框重新產製三維建物模型。本研究期望以低成本、高效率且高自動化的方式，有效提升區塊式三維建物模型之細緻程度。

為確保產出區塊式三維建物模型細緻化成果之可用性，本研究範圍將針對建物高度密集的「城區」，建物分布稀疏的「郊區」及「城郊混合區」等3種建物分布類別進行試作，並透過量化指標檢視本研究對於不同建物分布類別之成功率、成果品質及作業成本，作為後續推動臺灣通用電子地圖區塊建物框細緻化之參據。

第二章 研究方法與流程

第一節 研究方法

一、參考資料蒐集

本中心已於108年完成全臺三維近似化建物模型(LOD1)建置工作，惟其中近9成區域範圍成果為利用涵蓋多棟相連建物的臺灣通用電子地圖建物區塊所產製，個別建物樓高無法精準表達，亦不利串連接建物地政資料(標示部)。為改善前開成果之細緻度，本研究首先分析現有三維建物模型、地籍圖資、臺灣通用電子地圖、門牌位置資料、DSM及正射影像等資料之現況及特性，再針對地籍圖分戶、資料分割等相關技術發展現況進行探討，以利後續研擬設計區塊建物細緻化之作業方法及流程。

二、建物細緻化流程研擬

為將臺灣通用電子地圖區塊建物框全面細緻化，本研究搭配地籍圖資(含建號資料)、臺灣通用電子地圖及門牌等資料，設計地籍資料分戶作業方法，並結合人工檢視編修地籍資料分戶建物框成果、DSM高度差異分割技術，將臺灣通用電子地圖區塊建物框進一步細緻化，以達到三維建物模型細緻化的最終目的。

三、辦理測試作業

依據本研究設計之區塊建物框細緻化作業流程，重新修改本中心108年度測繪資料智慧雲端增值服務擴充案開發的透天建物分戶程式(內政部國土測繪中心, 2019)，進行區塊建物框依地籍資料分戶作業測試。

本研究案依建物分布特性不同，選定4個行政區域(城區-臺中市北區、郊區-臺中市大安區、城郊混合區-臺中市西屯區及烏日區)進行建物細緻化作業流程之測試作業，並選擇臺中市北區及大安區進行人工編修及DSM高度差異分割融合編修測試，提升分戶成果品質及成功率。

四、測試成果分析驗證

綜合彙整測試成果，進行相關探討分析與驗證，評估所提出方法應用於辦理區塊建物細緻化作業之效益及可行性。最後，歸納研擬一套完善之區塊建物細緻化作業流程。

五、撰寫研究報告

依內政部自行研究案報告書製作標準格式，撰寫研究報告書。

第二節 研究流程

研究流程主要分為：相關研究文獻蒐集、建物細緻化流程研擬、辦理測試作業、測試成果分析驗證及撰寫研究報告等五部分（如圖2-1）。

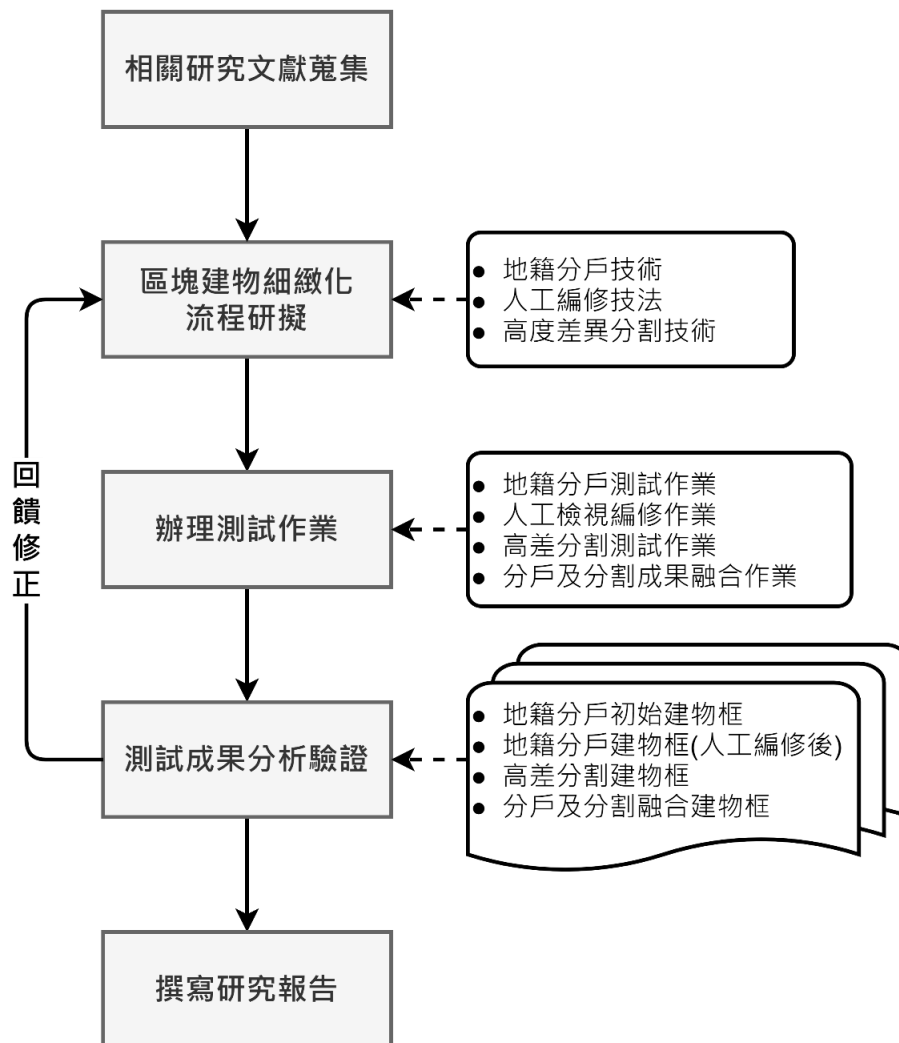


圖2-1、研究流程圖

第三節 預期成果

本研究預期成果如下：

- 一、臺灣通用電子地圖區塊式建物可透過自動化方式依地籍資料及 DSM 資料高度差異進行分戶作業，有效提升區塊式建物之細緻化程度，有助於後續三維建物模型成果細緻化及拓展三維 GIS 後續應用。
- 二、結合正射影像、門牌位置等輔助資料，透過人工檢視編修方式，有效提升自動化地籍資料分戶作業成果之品質及成功率。
- 三、藉由本研究所提出之高效率建物細緻化作業流程，可達成一定程度之區塊建物框細緻化效果，與傳統測繪方式進行大範圍建物框細緻化作業相比，可大幅節省建置時間及成本。

第三章 文獻回顧及理論基礎

第一節 三維建物模型細緻度類別

OGC CityGML 於2008年8月20日由 OGC 發布為正式標準，並於2012年4月24日發布 CityGML 2.0標準 (Open Geospatial Consortium, 2012)，其以 GML、ISO 19100系列相關標準為基礎，訂定三維立體城市的基本架構 (common architecture)，範疇涵蓋三維建物、道路、橋樑、隧道、水體、城市公共設施等10大類具語意之三維物體 (如圖3-1)，並可自行其延伸架構，加入應用領域的屬性 (K. H. Soon, V. H. S. Khoo, 2017)。

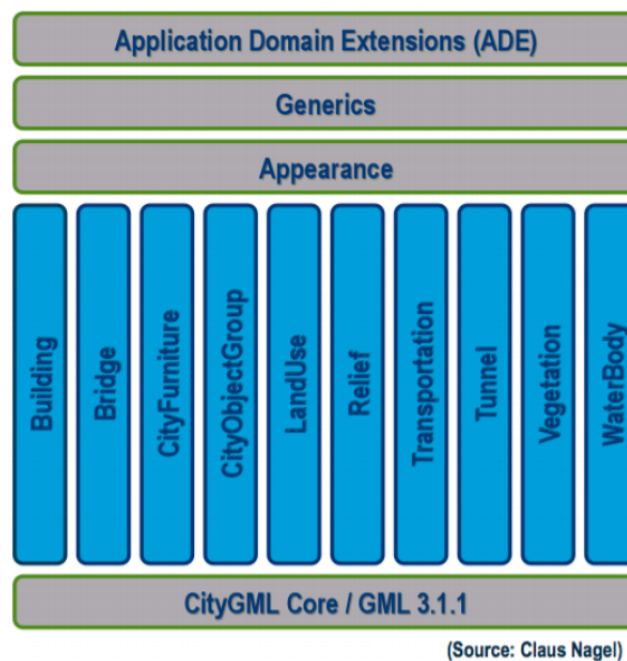


圖3-1、CityGML 2.0 涵蓋10大類主題模組

三維建物龐大資料量極易引起效率問題，基此，CityGML 資料之設計包括細緻層次 (LOD - Level of Details)，此多重表示 (multiple representation) 之 LOD 概念可依需求而變化記錄之方式與內容，LOD 之設計同時包括幾何、屬性內容，甚至彼此關係記錄內容的不同，依據細緻度區分為 LOD 0到 LOD 4等5個層級 (如圖3-2)。傳統 (如地形圖或臺灣通用電子地圖) 之面狀建物可視為 LOD 0 成果，面狀建物加入高度之參數後，可快速建立 LOD 1 之建物表示，但要建立 LOD 2 之建物，即必須至少額外針對不同形式的屋

頂加以測製，必須增加相當之成本，若要到 LOD3 之建物，則必須包括如陽臺、門窗等更為複雜之物件，測製成本將更為高昂。

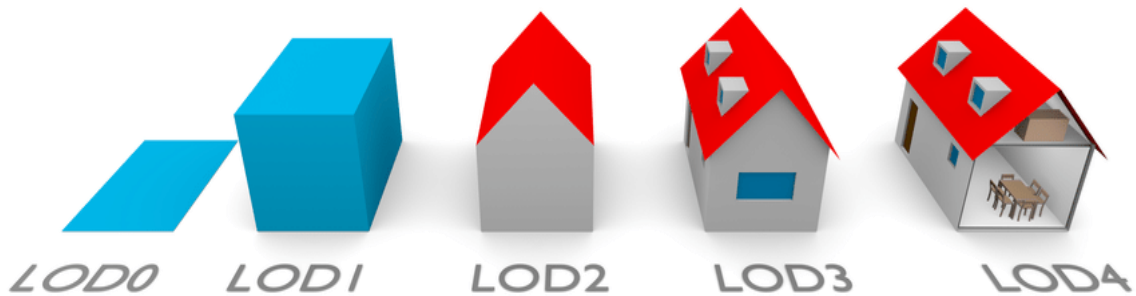


圖3-2、CityGML 建物 LOD0-LOD4成果示意圖

資料來源：Biljecki et al. 2016, an improved LOD specification for 3D building models

LOD 細緻度與資料量、呈現出來的內容及資訊、建置經費成正比，LOD 越高，資料量愈多，呈現的內容物越細緻豐富，所需建置亦越高。以實務之推動而言，數位城市之發展必須依設計需求選擇合適的 LOD，才能具體評估所需花費的成本及必須發展的技術。依 CityGML 之規定，LOD 之不同將影響三維建物是否被納入建置、表示之細節程度，甚至各空間表示（單點）之絕對位置精度，對於建置規劃及作業程序有絕對之影響。

第二節 三維建物模型建置

為快速產製全國三維建物模型，透過「評估及試辦(含人力成本評估)」，建立整體作業流程，並確認主要使用資料種類為數值地形模型（DTM）及既有二維建物框資料。

一、建置流程及成果

三維建物模型建置主要是利用 DTM 及既有二維建物框資料，透過程式自動化處理方式，萃取建物高度並產製 LOD1三維建物模型。二維建物框資料包含臺灣通用電子地圖區塊建物框、臺灣通用電子地圖增值分戶建物框及一千分之一地形圖建物框等3類

上開3類二維建物框資料中，僅臺灣通用電子地圖為每2年定期更新，臺灣通用電子地圖增值分戶建物框及一千分之一地形圖建物框則無固定更新

頻率。考量建物框細緻度及時效性，二維建物框資料優先採用104年以後更新一千分之一地形圖及臺灣通用電子地圖加值分戶之建物框，其餘範圍則採用臺灣通用電子地圖區塊建物框。108年完成之全臺灣440萬餘棟三維建物模型，臺灣通用電子地圖區塊建物框、臺灣通用電子地圖加值分戶建物框及一千分之一地形圖建物框使用之建物框數量及面積比例如表3-1。

表3-1、三維建物模型產製使用之建物框比例

建物框資料來源	數量比例	面積比例
一千分之一地形圖	50.34%	7.54%
臺灣通用電子地圖加值分戶	13.37%	2.41%
臺灣通用電子地圖	36.29%	90.05%
總計	100.00%	100.00%

二、二維建物框產製差異

臺灣通用電子地圖區塊建物框、臺灣通用電子地圖加值分戶建物框及一千分之一地形圖建物框，雖然都是以航照影像立體製圖方式產製，但在建物範圍的繪製方式有所差異。對於多棟相連之建物，臺灣通用電子地圖以1個多邊形表示，臺灣通用電子地圖加值分戶成果及一千分之一地形圖則以多個多邊形區隔每棟建物。

就分戶成果較佳之建物框圖資而言，臺灣通用電子地圖加值分戶建物框係運用航照影像立體製圖方法進行建物區塊測製分戶，所需成本約**1,670元/公頃**；而一千分之一地形圖建物框測製成本約**6,500元/公頃**，其中建物框分戶製作成本約**2,500元/公頃**（內政部國土測繪中心，106年度提升服務品質執行績效報告—測繪臺灣 用心深耕 打造國家電子地圖，2017）。

就建物框圖資更新範圍及週期而言，臺灣通用電子地圖為全國性圖資且具有時效性高的優點，但缺乏建物分戶資訊；臺灣通用電子地圖加值分戶及一千分之一地形圖之建物框，雖有較細緻的建物分戶資訊，但建置成本高、作業時間長且涵蓋範圍小。因此，為三維建物模型後續之更新維護及應用，辦理臺灣通用電子地圖區塊建物框細緻度將是關鍵工作。

三、區塊式建物框樓高無法精準表達

臺灣通用電子地圖區塊建物框涵蓋多棟相連建物，因尚未進行建物分棟處理，個別建物樓高無法精準表達。

依據臺灣通用電子地圖建物繪製原則，多棟相連建物以最外圍輪廓繪製，產製之建物框屬建物區塊，以臺南市大遠百及其周邊建物為例（如圖3-3），連棟建物的二維建物框以1個多邊形表示，三維近似化建物模型成果亦為1個建物區塊模型，建物樓高為 DSM 眾數層平均值，個別建物樓高無法精準表達。



圖3-3、三維近似化建物模型樓高與現況差異比較圖

第三節 區塊建物框細緻化輔助資料

為提升臺灣通用電子地圖區塊建物框細緻度，經評估各類二維既有圖資特性及可用性，選擇地籍圖、門牌、正射影像及 DSM 等資料，作為區塊建物框細緻化的輔助資料。

一、地籍圖資料

地籍圖是將現實世界的各筆土地位置、形狀，以適當比例尺繪於圖紙上，並標示地目地號等註記而成，用以辦理產權登記、土地鑑界、土地使用管制、地價編定等地籍管理並作為課徵土地稅捐等之依據。全國地籍圖資約有1萬5,000地段、1,500萬筆土地，資料由全國111個地政機關以「地段」為單位進行產製、更新及維護，並由直轄市、縣（市）政府以資料庫的形式進行所轄地籍圖資料管理，同時透過全國地政資訊網路的傳輸機制，將地籍圖資料以同步異動方式，傳遞到內政部（地政司）「全國土地基本資料庫」，因地籍圖資料測製採分區辦理，且測製年代、測繪方法及管理方式不同，使各區域圖資存有差異（許志彰、游豐銘、林昌鑑, 2019）。

為解決各地段地籍圖資料存有因圖解地籍圖分幅圖紙收縮、數化坐標系統不一致所造成地籍圖宗地與地形地物相對位置與實地不符之誤謬現象。為解決降低地籍圖資料跨地段、跨行政區域應用門檻及限制，產製適用於 GIS 軟體之加值地籍資料，本中心以臺灣通用電子地圖作為資料對位基礎，辦理全國地籍圖接合對位作業，並由內政部地政司自108年起落實於全國土地基本資料庫之地籍圖同步異動資料。分幅地籍圖對位接合，以臺灣通用電子地圖辦理對位之成果，與臺灣通用電子地圖區塊建物框及街廓較有一致性，利用建號及門牌資料輔助，可應用於區塊建物框分戶。

二、門牌位置資料

門牌位置資料係以文字型態描述地物坐落位置的一種記錄方式，經各地方政府戶政機構派員現地外調，於參考各門牌坐落位置之週邊道路名稱後，逐筆編釘並定期更新維護，可便於進行戶政管理作業使用，而經賦予對應坐標後之門牌地址，能變成更具價值的地理空間資料，廣泛應用於政府事

務及民生日常。本中心每月定期透過內政部資訊中心取得各縣市政府之具空間資訊的門牌位置資料，轉製臺灣通用電子地圖門牌圖層，增加圖資豐富度（內政部國土測繪中心，2016）。而門牌位置資料亦與建物圖層存在門牌點位在建物框多邊形內之位相關係（如圖3-4），可運用門牌位置點套疊建物框作為建物框分戶之輔助資料。



圖3-4、臺灣通用電子地圖門牌資料展示

三、正射影像資料

臺灣通用電子地圖目前以2年為週期，使用行政院農業委員會農林航空測量所2年內之航拍影像，以航測立體製圖方式辦理圖資更新，除更新臺灣通用電子地圖各圖層，並同步產製正射影像成果。正射影像主要是航照影像經由數值影像正射糾正程序，消除像片上的投影誤差所產製成果，從影像紋理及色彩值，人眼可清楚識別不同建物的結構差異（如圖3-5），搭配門牌資料可應用於區塊建物框依地籍資料分戶成果之檢視及編修。

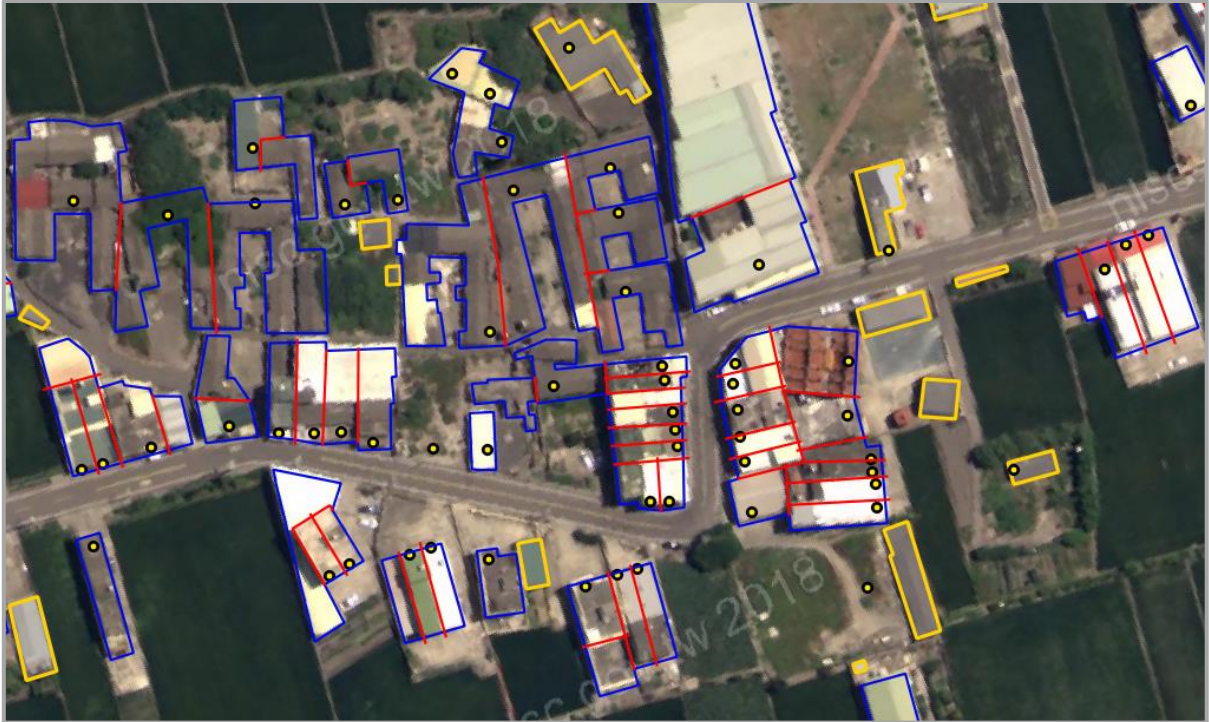


圖3-5、以人工判釋正射影像進行建物分戶編修作業示意圖(紅線為分戶線)

四、DTM 資料

DTM 是以數值的方式來表示真實地形特徵的空間分布，為國家各項重大建設的基礎，可應用於遙測衛星影像糾正、水資源決策與管理、水文模擬應用、洪氾地區溢淹模式分析、工程設計與規劃、飛航安全管理等面向。行政院於102年中央災害防救會報第28次會議裁示：高解析度 DTM 資料於災區潛在大規模崩塌調查成果，對於政府防減災規劃與國土保育，提供重要的決策資訊，應持續規劃短、中、長期工作，循年度及中長程施政計畫作業程序辦理。

內政部自105年起辦理以空載光達（Airborne Light Detection and Ranging, LiDAR）技術更新 DTM 資料，成果包含 DEM 及 DSM。DEM 則為描述不含植被及人工建物之地表天然高程起伏面的數值模型；DSM 則表示地球表面可見光無法穿透的最上層表面的數值模型，與 DEM 不同之處在於表現了建物及植被的最上層表面，其具有建物高度資訊，且對於不同建物之高度差異具有可識別性（如圖3-6）。



圖3-6、DTM (DEM 及 DSM) 成果示意圖

三維建物建置利用建物框輔助利用 DEM 及 DSM 差萃取樓高資訊，然而在臺灣通用電子地圖區塊建物框所萃取的樓高代表性不足，無法展現市 DSM 呈現帶有不同樓高資訊。對於高度差異明顯之相鄰建物，其高度差異在 DSM 資料具有識別性（如圖3-7），可利用電腦視覺處理技術，如輪廓追蹤（Contour tracing），找出區塊建物框內之高度差異界線，應用於區塊建物框高差分割。

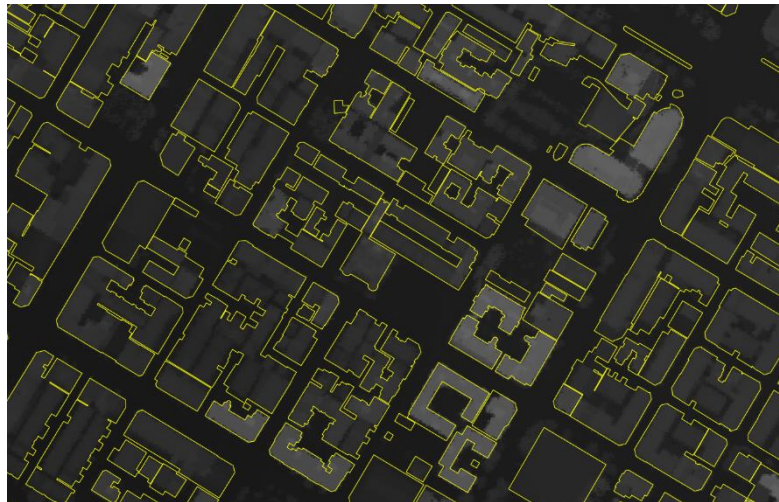


圖3-7、區塊建物框套疊 DSM 顯示建物樓高差異

第四節 理論基礎

一、區塊建物依地籍資料分戶

地籍圖可應用於區塊建物框分戶，當各宗土地的形狀方正、街廓清晰時，地籍圖中的分戶線資訊較容易判識；然而，現實中多數現況夾雜許多不規則形狀的宗地與建物、不明確的街廓，導致地籍圖夾雜許多雜亂的地籍線，分戶線資訊自然難以判釋。

區塊建物依地籍資料分戶作業是利用程式自動化將區塊建物框依據對位完成之地籍圖進行切割，透過分析地籍線及區塊建物框之空間位相關係並參考土地標示部及建物標示部等資料，排除冗餘地籍線，以獲取區塊建物框之分戶線。此外，程式自動化產生之分戶線，亦藉由正射影像及門牌資料之輔助，以人工進行分戶建物檢視及編修作業，以提高分戶建物框成果品質。

二、區塊建物依高度差異分割

區塊建物依高度差異分割是以 DSM 資料為基礎，DSM 高度差異在高差明顯建物較易識別，高差相近的建物則不易區分，為避免建物以外 DSM 影響高低差分割，先利用程式自動化萃取區塊建物框相應範圍內 DSM 資料及分析運算，將區塊建物依高度差異進行細分。

考量 DSM 資料因產製時受樹木或水體等干擾，存在破洞、邊緣鋸齒、高度不平滑的情形，在高差分割作業之執行時，不以輪廓線追蹤（Contour tracing）直接進行 DSM 分割高低差，而採用「分治策略（Divide-and-Conquer）」，先依 DSM 邊緣輪廓細分，再將高度相似的區域合併，完成區塊建物框高低差分割。

三、區塊建物分戶及分割融合編修

透過「區塊建物依地籍資料分戶」可自動化獲得**大部分**區分不同棟建物範圍之「分戶線」，而利用「區塊建物依高度差異分割」則可自動化產出部分區分同棟建物不同高度建物範圍之「高差分隔線」。為順利整合前述分戶及分割等2種建物框細緻化線段，規劃以地籍資料分戶建物框成果為基礎，透過空間分析進行融合，並篩選剔除「距離相近」或「夾角不合理」的分割線段，以產出臺灣通用電子地圖分戶及分割建物框。

第四章 研究內容及作業流程

本研究主要應用地籍圖資料、建號資料、門牌資料、臺灣通用電子地圖及 DSM 等現有圖資，透過自動化機制將臺灣通用電子地圖區塊建物框（以下簡稱**區塊建物框**）進行地籍資料分戶、DSM 高差分割等建物細緻化作業，並可輔以人工檢視編修，再以分戶及分割後之建物框產製三維建物模型（LOD 1），提升全臺三維建物模型成果品質，以拓展三維 GIS 後續應用。

本章節將依序說明**區塊建物框**依地籍資料分戶、分戶建物框檢視編修、**區塊建物框**依高度差異分割、分戶及分割成果融合編修等作業方法，三維建物模型細緻化整體作業流程如圖4-1。

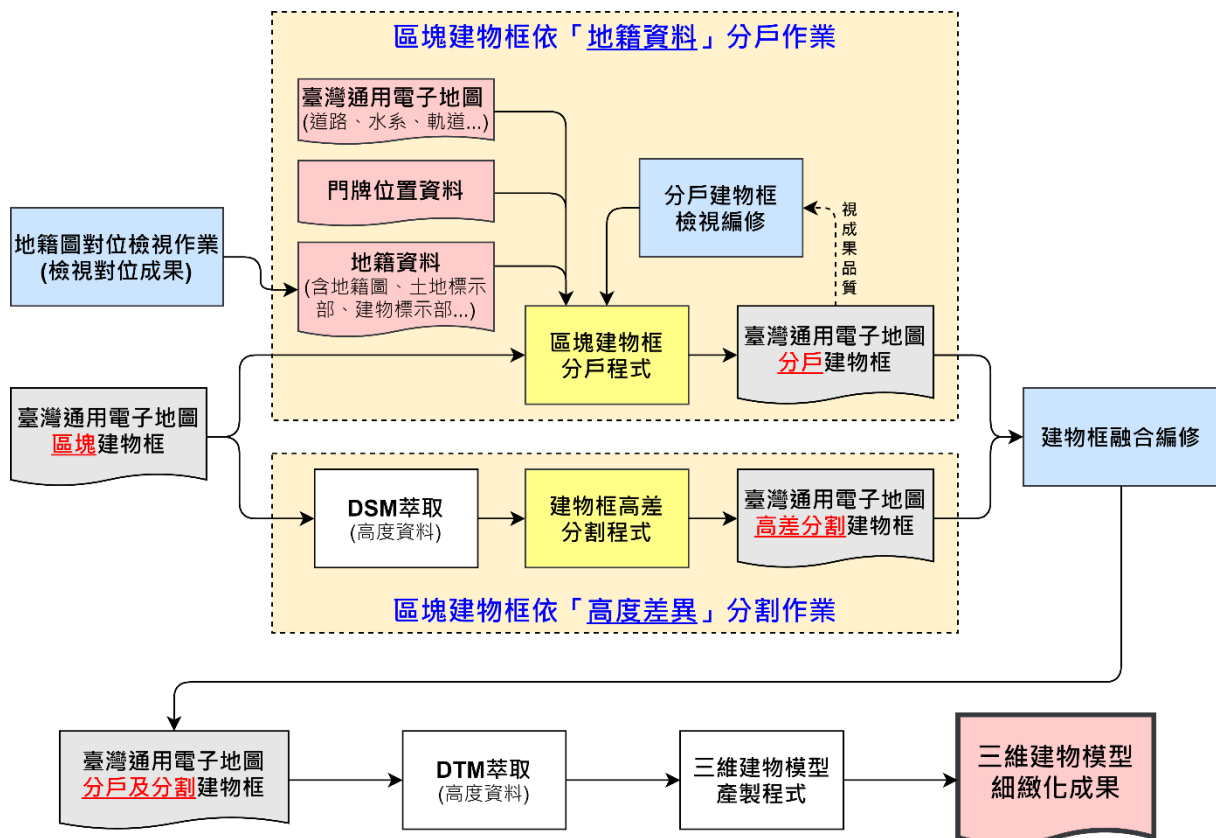


圖4-1、三維建物模型細緻化作業流程

第一節 區塊建物框依地籍資料分戶作業

「區塊建物框依地籍資料分戶作業」為本研究重要的核心工作，本節將詳細介紹運用地籍資料進行建物區塊分戶工作之作業流程、地籍資料分戶概念原理與作業原則，最後說明程式運作流程及成果檔案。

一、區塊建物框依地籍資料分戶之概念原理及作業原則

在構思如何運用現有圖資，快速達成臺灣通用電子地圖建物區塊自動化分戶作業的過程中，首先想到的是「地籍圖」。地籍圖詳細記錄著各宗土地之權屬範圍，其以界址點構成的「經界線」描繪出宗地的邊界，其中已隱含許多用以區分權屬範圍的分戶線資訊（如圖4-2）。



圖4-2、地籍圖隱含分戶線資訊

以土地重劃或區段徵收方式進行地籍整理後之區域，由於已將舊有雜亂的地籍經界線抹銷後重新規劃使用，因此各宗土地的形狀方正、街廓清晰，地籍圖中的分戶線資訊自然容易判識（如圖4-2 左圖）；然而，臺灣大多數的區域因發展較早，導致現況中夾雜著許多不規則形狀的宗地與建物、及不明確的街廓，在歷經多年變遷後，這些區域的地籍圖往往夾雜著許多雜亂的地籍經界線（如圖4-2 右圖），如何在這些雜亂經界線中，抽絲剝繭分析出所需的分戶線，便是本研究的首要課題。

(一) 依地籍圖進行分戶作業之基本概念

利用地籍圖進行分戶作業的基本概念簡述如下：

- 1、區塊建物框套疊對位完成之地籍圖，如圖4-3(a)~(c)。
- 2、排除冗餘地籍線（結果如圖4-3(d)）：須排除之地籍線有2類，第1類為建物區塊範圍外之地籍線，第2類是將同棟建物範圍內之所有宗地合併，去除範圍內冗餘地籍線，只留下宗地外圍地籍線。
- 3、產生分戶線（結果如圖4-3(d)）：將臺灣通用電子地圖建物框利用刪除冗餘後的地籍線進行分割，產生分戶線。

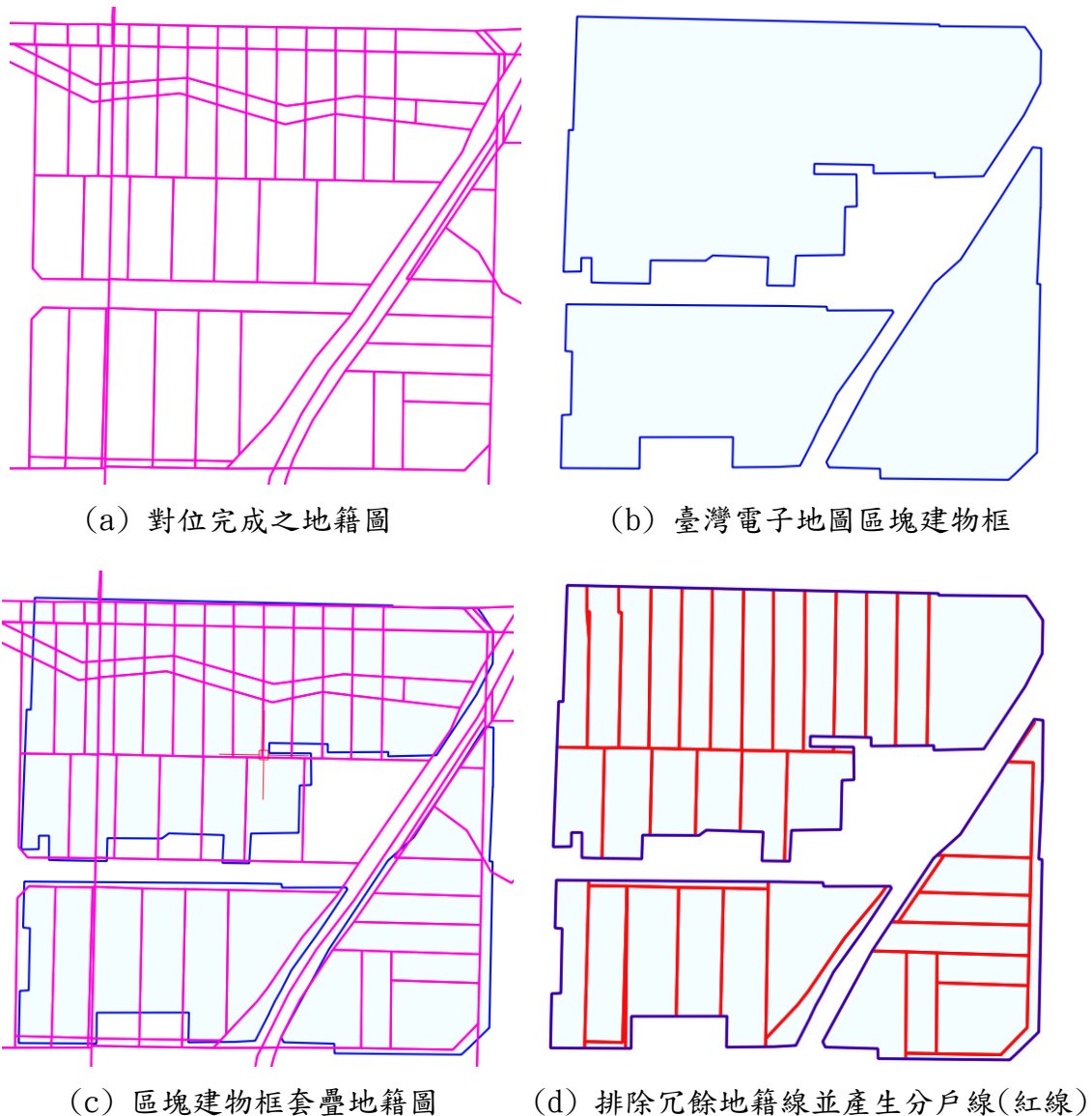


圖4-3、依地籍資料進行分戶作業之基本概念

(二) 地籍圖宗地合併原則

同1棟建物可能涵蓋多筆土地，圖4-4為中每個藍色多邊形表示1棟建物範圍（圖中共有3棟），每棟建物皆涵蓋2筆以上土地。分戶作業過程可將這些同1棟建物範圍內的相鄰宗地進行合併，以刪除此類冗餘地籍線。由地籍資料（包含土地及建物標示部、基地坐落／地上建物等欄位），篩選出每筆宗地的建號列表，並逐筆分析相鄰宗地，如遇建號相同（具同1個或同1組建號）或建號組成相似（建號列表超過30%相同）之宗地，則進行宗地合併動作，相關合併範例詳見圖4-4及表4-1。

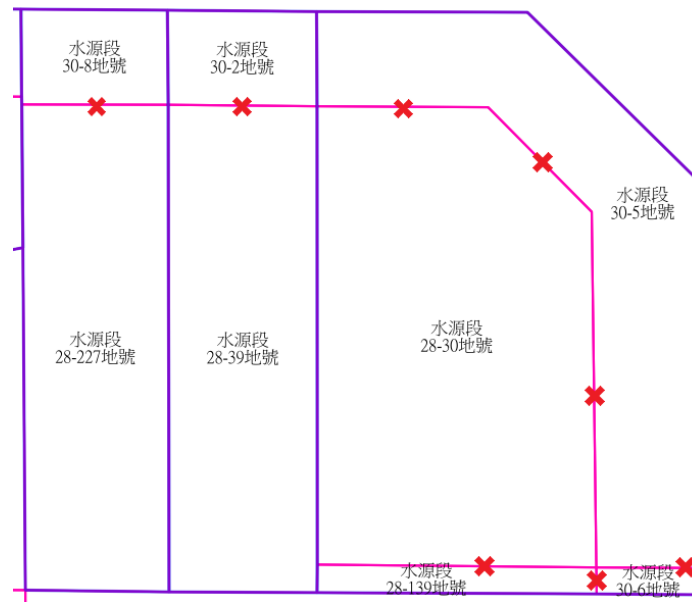


圖4-4、同棟建物之相鄰建築基地應合併

表4-1、相鄰建築基地合併情形及原則

項次	段名	地號	建號列表	合併理由
1	水源段	30-8	3046。	建號相同
	水源段	28-227	3046。	
2	水源段	30-2	3047。	建號相同
	水源段	28-39	3047。	
3	水源段	30-5	3532~3558、3842 等28筆。	建號組成相似
	水源段	28-30	3532~3558、3842 等28筆。	
	水源段	30-6	3532、3534、3535、3536、3539、3541、3542、3545、3547、3550、3553、3556 等12筆。	
	水源段	28-139	3532、3534、3535、3536、3539、3541、3542、3545、3547、3550、3553、3556 等12筆。	

二、分戶作業所需輔助資料

本項作業除了主角「臺灣通用電子地圖建物 (BUILD) 圖層」外，還運用了臺灣通用電子地圖道路面 (ROADA)、高架道路面 (HROADA)、隧道面 (TUNNELA)、河流面 (RIVERA)、水域面 (WATERA) 及高鐵面 (HSRAILA) 等圖資運算出街廓範圍，也利用縣市界 (TOWN)、區塊 (BLOCK) 及正射影像 (ORTHO) 等圖層作為後續輔助圖資 (如圖4-5)。



圖4-5、輔助圖資—臺灣通用電子地圖各圖層

此外，也運用全國門牌位置資料（如圖4-6）來篩選出含未登記建物之土地，並輔助驗證分戶成果正確性。最後，還有另一個要角「地籍資料」，包含前面提到的地籍圖對位成果、土地及建物標示部等相關內容(如圖4-7)。

ID	COUNTYID	TOWNNAME	LI	LIN	STREET	MAREA	LANE	ALLEY	HOUSE_NO	E	N	ADD
	B	中區	大誠里	0 1 3	大誠街				5之1 0之7號	120.677775	24.144438	臺中市中區大誠里1 3鄰大誠街5之1 0之7號
2 B	中區	大誠里	0 1 6	大誠街		3 9巷			2之7之1 5號	120.678602	24.145357	臺中市中區大誠里1 6鄰大誠街3 9巷2之7之1 5號
3 B	中區	大誠里	0 1 6	大誠街		3 9巷			2之7之1 1號	120.678602	24.145357	臺中市中區大誠里1 6鄰大誠街3 9巷2之7之1 1號
4 B	中區	大誠里	0 1 6	大誠街		3 9巷			2之7之1 7號	120.678602	24.145357	臺中市中區大誠里1 6鄰大誠街3 9巷2之7之1 7號
5 B	中區	大誠里	0 1 6	大誠街		3 9巷			2之7之1 8號	120.678602	24.145357	臺中市中區大誠里1 6鄰大誠街3 9巷2之7之1 8號
6 B	中區	大誠里	0 1 6	大誠街		3 9巷			2之7之1 4號	120.678602	24.145357	臺中市中區大誠里1 6鄰大誠街3 9巷2之7之1 4號
7 B	中區	大誠里	0 1 6	大誠街		3 9巷			2之7之1 2號	120.678602	24.145357	臺中市中區大誠里1 6鄰大誠街3 9巷2之7之1 2號
8 B	中區	大誠里	0 1 6	大誠街		3 9巷			2之7之1 3號	120.678602	24.145357	臺中市中區大誠里1 6鄰大誠街3 9巷2之7之1 3號
9 B	中區	大誠里	0 2 6	公園路					5 4之4之1 號	120.679442	24.147092	臺中市中區大誠里2 6鄰公園路5 4之4之1 號
10 B	中區	大誠里	0 2 6	公園路					5 4之4之3 號	120.679442	24.147092	臺中市中區大誠里2 6鄰公園路5 4之4之3 號
11 B	中區	大誠里	0 2 6	公園路					5 4之4之2 號	120.679442	24.147092	臺中市中區大誠里2 6鄰公園路5 4之4之2 號
12 B	中區	大誠里	0 2 6	公園路					5 4之4之6 號	120.679442	24.147092	臺中市中區大誠里2 6鄰公園路5 4之4之6 號
13 B	中區	大誠里	0 2 6	公園路					5 4之4之5 號	120.679442	24.147092	臺中市中區大誠里2 6鄰公園路5 4之4之5 號
14 B	中區	大誠里	0 2 6	公園路					5 4之8之2 3號	120.679505	24.147165	臺中市中區大誠里2 6鄰公園路5 4之8之2 3號
15 B	中區	大誠里	0 2 6	公園路					5 4之4之7 號	120.679442	24.147092	臺中市中區大誠里2 6鄰公園路5 4之4之7 號
16 B	中區	大誠里	0 2 3	公園路					8 7之4之5 號	120.679988	24.14583	臺中市中區大誠里2 3鄰公園路8 7之4之5 號
17 B	中區	中華里	0 2 3	中華路一段					1 7 1之3之2 2號	120.677016	24.145744	臺中市中區中華里2 3鄰中華路一段1 7 1之3之2 2號
18 B	中區	中華里	0 2 3	中華路一段					1 7 1之3之3 6號	120.677016	24.145744	臺中市中區中華里2 3鄰中華路一段1 7 1之3之3 6號
19 B	中區	中華里	0 2 3	中華路一段					1 7 1之3之2 8號	120.677016	24.145744	臺中市中區中華里2 3鄰中華路一段1 7 1之3之2 8號
20 B	中區	中華里	0 2 3	中華路一段					1 7 1之3之2 6號	120.677016	24.145744	臺中市中區中華里2 3鄰中華路一段1 7 1之3之2 6號
21 B	中區	中華里	0 2 6	中華路一段					1 7 1之4之2 號	120.677016	24.145744	臺中市中區中華里2 6鄰中華路一段1 7 1之4之2 號
22 B	中區	中華里	0 2 3	中華路一段					1 7 1之3之2 1號	120.677016	24.145744	臺中市中區中華里2 3鄰中華路一段1 7 1之3之2 1號
23 B	中區	中華里	0 2 6	中華路一段					1 7 1之3之2 3號	120.677016	24.145744	臺中市中區中華里2 6鄰中華路一段1 7 1之3之2 3號
24 B	中區	中華里	0 2 6	中華路一段					1 7 1之3之2 1號	120.677016	24.145744	臺中市中區中華里2 6鄰中華路一段1 7 1之3之2 1號
25 B	中區	中華里	0 2 3	中華路一段					1 7 1之3之2 2號	120.677016	24.145744	臺中市中區中華里2 3鄰中華路一段1 7 1之3之2 2號
26 B	中區	中華里	0 2 3	中華路一段					1 7 1之3之2 4號	120.677016	24.145744	臺中市中區中華里2 3鄰中華路一段1 7 1之3之2 4號
27 B	中區	中華里	0 2 3	中華路一段					1 7 1之3之3 0號	120.677016	24.145744	臺中市中區中華里2 3鄰中華路一段1 7 1之3之3 0號
28 B	中區	中華里	0 2 3	中華路一段					1 7 1之3之2 0號	120.677016	24.145744	臺中市中區中華里2 3鄰中華路一段1 7 1之3之2 0號
29 B	中區	中華里	0 2 3	中華路一段					1 7 1之3之2 8號	120.677016	24.145744	臺中市中區中華里2 3鄰中華路一段1 7 1之3之2 8號
30 B	中區	中華里	0 2 3	中華路一段					1 7 1之3之3 4號	120.677016	24.145744	臺中市中區中華里2 3鄰中華路一段1 7 1之3之3 4號



圖4-6、輔助圖資—全國門牌位置資料

(一) 地籍圖對位檢視作業

不同時期測製的地籍圖，因製圖比例尺、坐標系統各異，因此如何將全臺約1萬5千餘段之地籍圖整合至相同坐標系統，是應用全臺地籍圖資料的第一道關卡。

地籍圖坐標系統，可概分為地籍坐標(日據時期及修測地籍圖)、TM 三度分帶坐標(早期重測地籍圖)、TWD67坐標(早期重測地籍圖)及 TWD97坐標系統(民國80年代以後之重測地籍圖)。本中心為產製全臺地籍圖圖磚資料，業於民國102年研究透過合理有效的坐標轉換方式，將全臺地籍圖統一轉換至 TWD97坐標系統(內政部國土測繪中心, 2013)。

地籍圖資料以「地段(或圖幅)」為基本單元，利用系統提供之平移、旋轉、多對點等操作方式，並套疊正射影像或臺灣通用電子地圖等參考圖資(如圖4-9)，或利用一些共同控制點或現況測得之可靠點，選擇適當的轉換模式後，計算兩個坐標系統間之坐標轉換參數，並將各地段之坐標轉換參數統一記錄於資料庫。

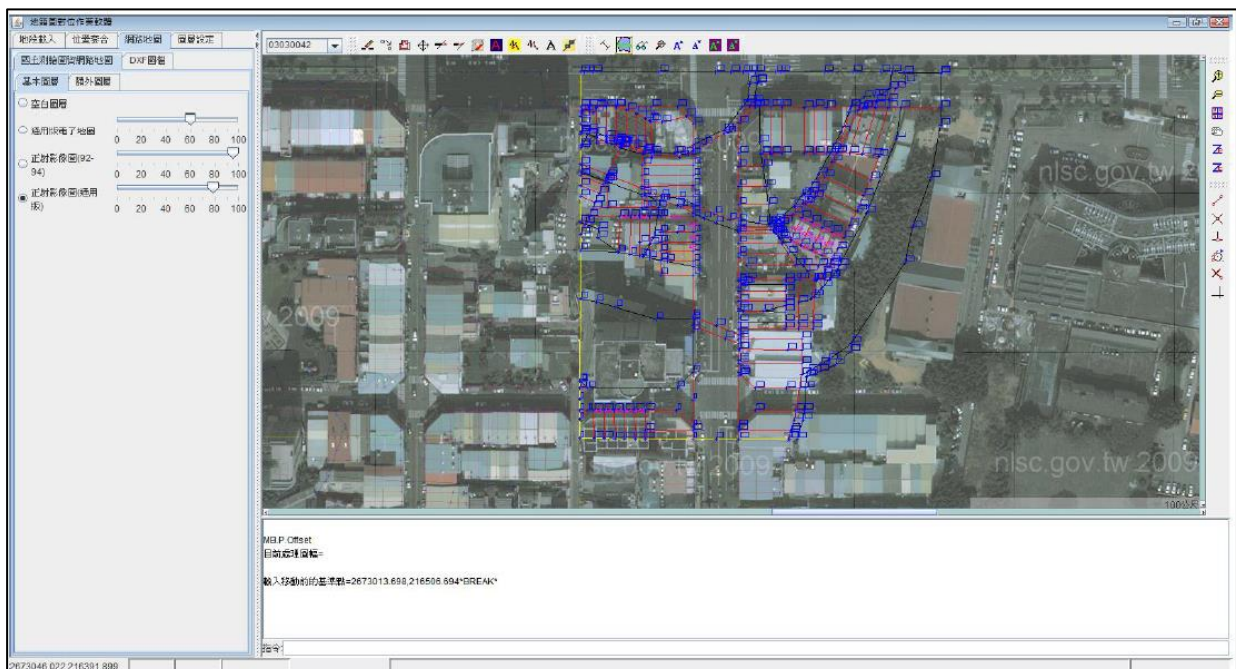


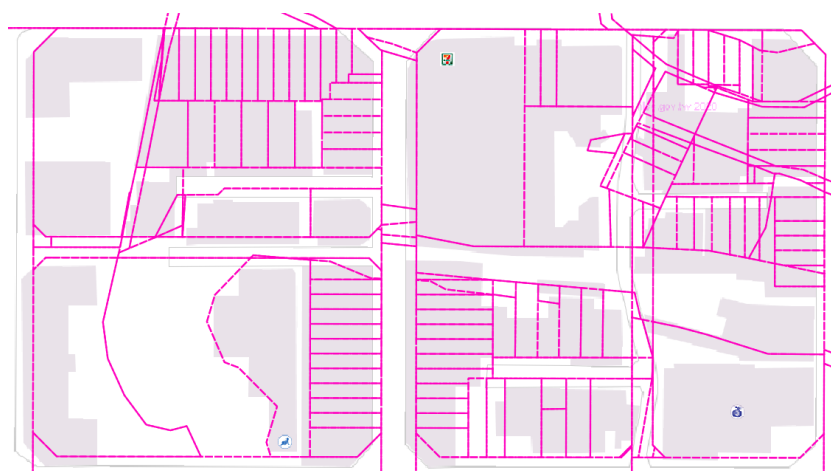
圖4-9、地籍圖對位程式套疊正射影像等參考圖資

作業中常採用之坐標轉換方式：包含二參數（平移）、三參數（平移）、四參數轉換(正形轉換)、六參數轉換(仿射轉換)。就一般的地籍圖數化作業而言，正形轉換及仿射轉換是較常使用的轉換模式。地籍圖有可能因受潮或保存不當產生變形，當 x 方向及 y 方向變形量相同時，使用四參數轉換即可；若兩個方向的變形量不等時，則需以六參數轉換進行改正。

內政部地政司及本中心已協請全國各地政事務所利用前開地籍圖對位程式，針對其轄內地籍圖全部重新進行對位檢視，並於109年度初步完成全臺地籍圖對位作業，為確保後續分戶作業成果品質，於區塊建物分戶作業前仍應先檢視地籍圖對位成果，如有對位不佳情形（如圖4-10(b)），應予調整修正，可藉此同步提升地籍圖對位成果及分戶成果之品質。



(a) 地籍圖對位良好



(b) 地籍圖對位不佳(稍有偏移)

圖4-10、地籍圖對位情形

(二) 區塊建物依地籍資料分戶作業運作流程

利用建物測量資訊、門牌位置、地籍圖進行區塊建物框分戶，分戶作業分成五大步驟（如圖4-11），分別為：(1)資料預處理（包含街廓、地籍及門牌資料處理）、(2)篩選宗地、(3)篩選建物框、(4)建物分戶、(5)輸出分戶成果。考量後續作業需涉及至全國範圍，因此得指定以行政區或縣市為產製範圍，產製局部區塊建物框分戶成果。

以下分別針對各步驟進行說明：

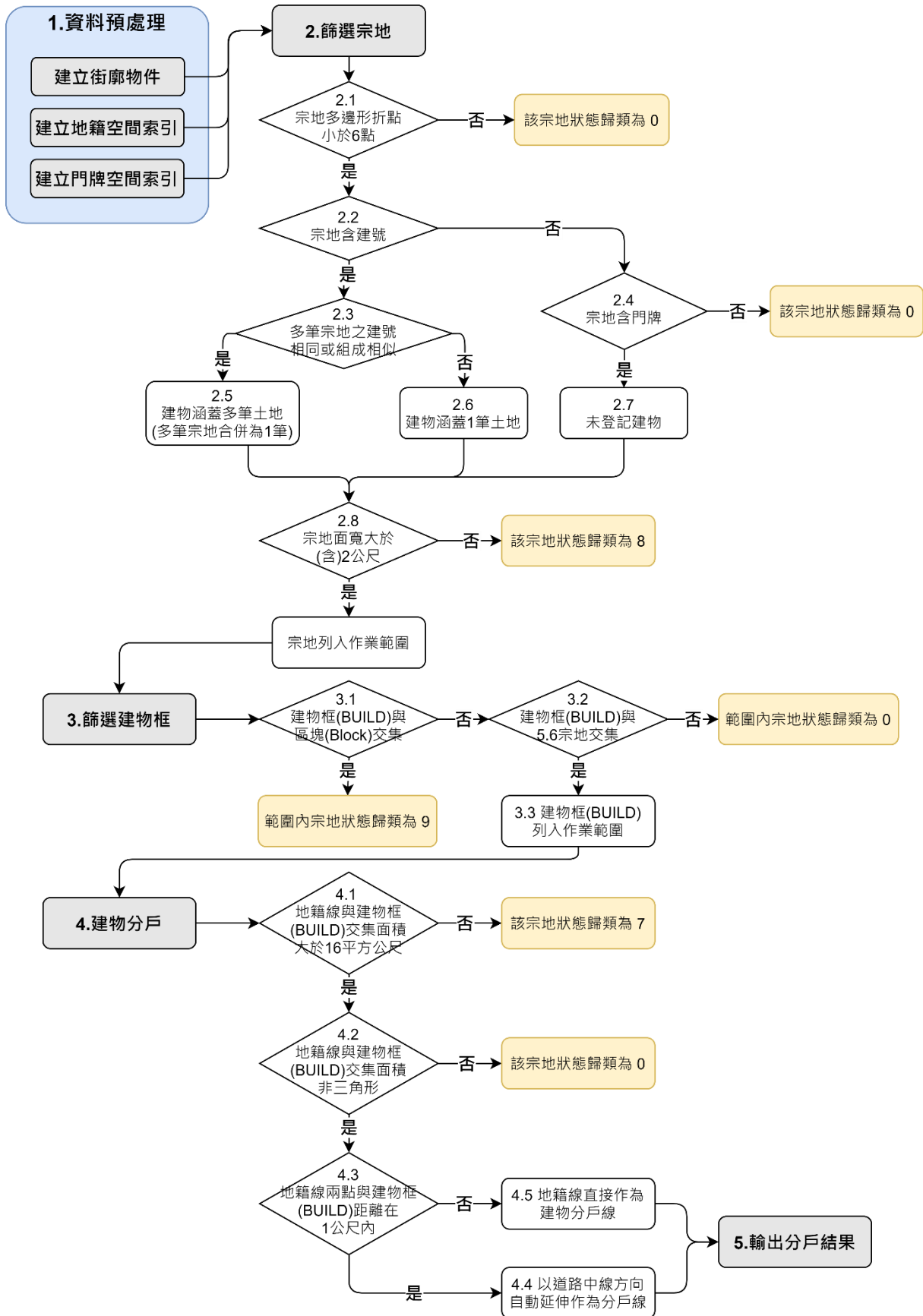


圖4-11、區塊建物依地籍資料分戶作業運作流程

1、資料預處理

為提升後續建物分戶作業運算之效率，需進行建立街廓物件、地籍及門牌之空間索引之預處理，此3項作業可同時獨立運作，無先後順序之分。

(1) 建立街廓物件

由於單靠建物區塊、門牌及地籍資料的圖資關聯性，無法解決分戶過程產生的問題，因此先運用臺灣通用電子地圖道路面(ROADA)、高架道路面(HROADA)、隧道面(TUNNELA)、高鐵面(HSRAILA)、河流面(RIVERA)及水域面(WATERA)等圖資進行交集分析，藉此將街廓範圍進行細分，取得以縣市為單位的街廓資料，有助提升後續建物分戶作業效率。



圖4-12、利用道路面等圖資建立街廓物件

由於道路面原始之多邊形資料，是透過分幅資料接合而成，因此接合處會產生許多冗餘線（如圖4-13紅色區域），必須先去除上述冗餘線段後，再取得獨立的街廓多邊形。

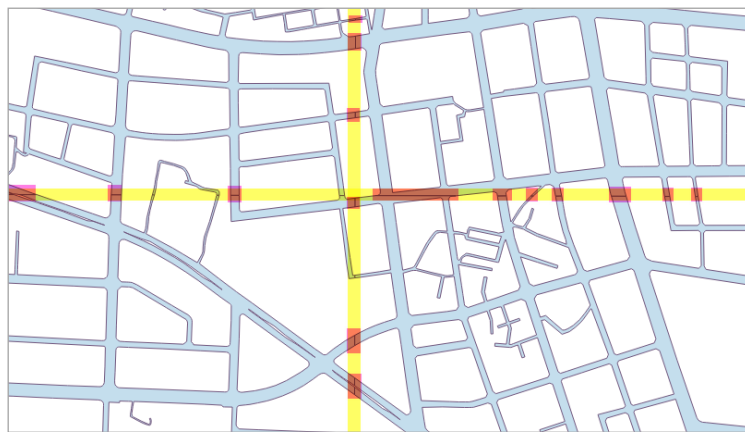


圖4-13、去除道路面冗餘線段

接著運用臺灣通用電子地圖鄉鎮市區界 (TOWN) 圖資，找出每個街廓坐落的行政區域，以建立街廓空間索引。最後，搭配臺灣通用電子地圖道路中線 (ROAD) 圖資，取得鄰近街廓周圍 (距離50公尺內) 的道路中線，建立以縣市為單位的街廓物件，作為後續作業中判斷面寬及深度之參考。

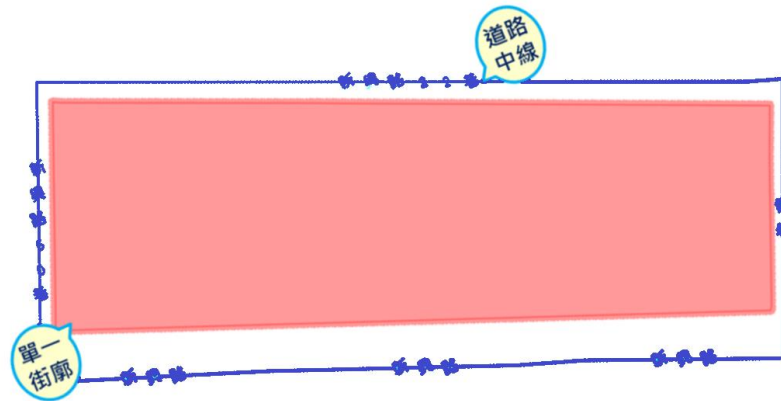


圖4-14、街廓物件 (含周邊道路中線)

(2) 建立地籍及門牌空間空間索引

由於建物細緻化之作業範圍涉及全臺，為提升建物細緻化整體作業效率，必須將地籍圖資及全國戶政門牌資料，建立以「鄉鎮市區」為單位的地籍圖及門牌空間索引檔案。

名稱	修改日期	類型	大小
01.TREE	2020/9/28 下午 07:47	TREE 檔案	6,167 KB
02.TREE	2020/9/28 下午 07:47	TREE 檔案	22,092 KB
03.TREE	2020/9/28 下午 07:48	TREE 檔案	26,188 KB
04.TREE	2020/9/28 下午 07:48	TREE 檔案	24,177 KB
05.TREE	2020/9/28 下午 07:48	TREE 檔案	31,460 KB
06.TREE	2020/9/28 下午 07:49	TREE 檔案	42,767 KB
07.TREE	2020/9/28 下午 07:50	TREE 檔案	36,772 KB
08.TREE	2020/9/28 下午 07:50	TREE 檔案	70,426 KB
09.TREE	2020/9/28 下午 07:51	TREE 檔案	65,778 KB
10.TREE	2020/9/28 下午 07:52	TREE 檔案	55,777 KB
11.TREE	2020/9/28 下午 07:52	TREE 檔案	48,874 KB
12.TREE	2020/9/28 下午 07:53	TREE 檔案	54,110 KB
13.TREE	2020/9/28 下午 07:54	TREE 檔案	47,152 KB
14.TREE	2020/9/28 下午 07:54	TREE 檔案	32,136 KB

名稱	修改日期	類型	大小
ADDRESS01.TREE	2020/4/15 上午 11:50	TREE 檔案	3,940 KB
ADDRESS02.TREE	2020/4/15 上午 11:50	TREE 檔案	8,839 KB
ADDRESS03.TREE	2020/4/15 上午 11:50	TREE 檔案	17,641 KB
ADDRESS04.TREE	2020/4/15 上午 11:50	TREE 檔案	17,842 KB
ADDRESS05.TREE	2020/4/15 上午 11:50	TREE 檔案	22,600 KB
ADDRESS06.TREE	2020/4/15 上午 11:50	TREE 檔案	36,044 KB
ADDRESS07.TREE	2020/4/15 上午 11:50	TREE 檔案	21,371 KB
ADDRESS08.TREE	2020/4/15 上午 11:50	TREE 檔案	33,242 KB
ADDRESS09.TREE	2020/4/15 上午 11:50	TREE 檔案	15,056 KB
ADDRESS10.TREE	2020/4/15 上午 11:50	TREE 檔案	4,443 KB
ADDRESS11.TREE	2020/4/15 上午 11:50	TREE 檔案	6,305 KB
ADDRESS12.TREE	2020/4/15 上午 11:50	TREE 檔案	7,859 KB
ADDRESS13.TREE	2020/4/15 上午 11:50	TREE 檔案	9,388 KB
ADDRESS14.TREE	2020/4/15 上午 11:50	TREE 檔案	5,600 KB
ADDRESS15.TRFF	2020/4/15 上午 11:50	TRFF 檔案	4,409 KB

圖4-15、地籍圖及門牌空間索引

2、篩選宗地

本項工作將地籍圖範圍內宗地逐筆進行篩選，將符合條件的宗地列入後續作業範圍，為符合條件之宗地則依條件進行分類（如圖4-16）。以下針對本項工作重點項目進行介紹：

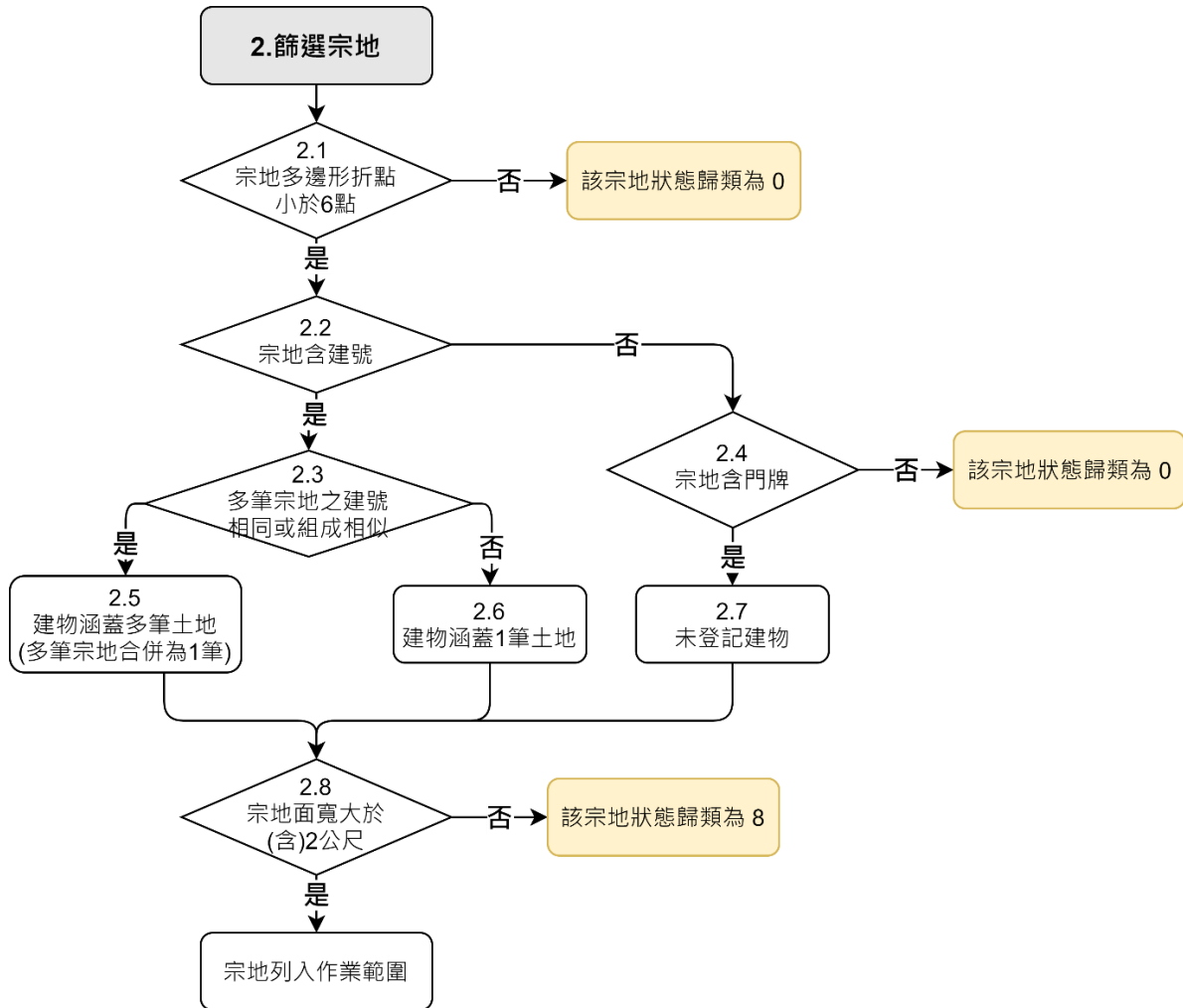


圖4-16、篩選宗地作業流程

- (1) 判斷宗地多邊形折點數：判斷組成土地多邊形之地籍線，是否存在6點以上的折點（Vertex），若是則該宗地不列入後續作業範圍。



圖4-17、折點數限制

- (2) 判斷宗地有無建號或門牌號：

A、單1建號涵蓋1筆土地：圖4-18中之建物標的為臺中市北屯區平田段913建號，其僅坐落在1筆土地（平田段575-8地號）上。



圖4-18、單1建號涵蓋1筆土地之情況

B、單1建號涵蓋多筆土地：圖4-19中之建物標的為臺中市北屯區平田段656建號，其坐落於2筆土地（平田段575-1、575-28地號）。



圖4-19、單1建號涵蓋多筆土地之情況

C、宗地上無登記建物，但有門牌號：圖4-20中之建物標的為臺中市北區邱厝仔段139-22地號，該土地上並無登記建物，但有1筆門牌號（臺中市北區健行路427號），此類建物即屬未登記建物。

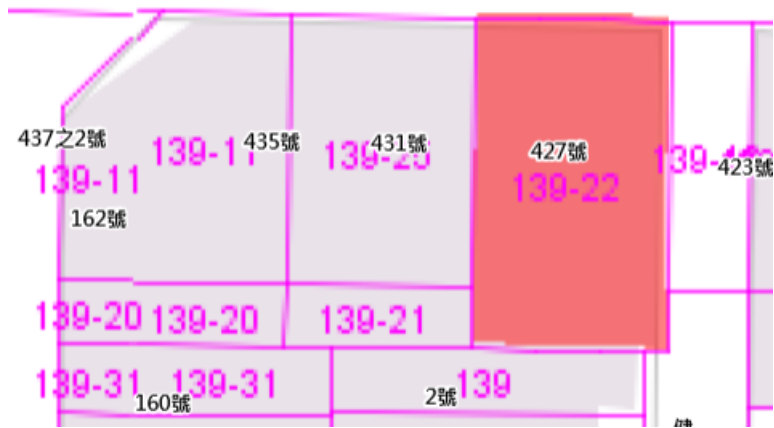


圖4-20、建物透天厝原則-未登記透天厝

(3) 最小面寬判斷：以一般建物面寬（約4公尺）及深度（約6公尺）為準則，地籍宗地的寬度小於一般建物最小面寬（2公尺）者，則該宗地不列入後續作業範圍。若建物跨多筆土地時，則以合併後之地籍寬度進行判斷。



圖4-21、最小面寬判斷

3、篩選建物框

本工作項目（如圖4-22）以臺灣通用電子地圖建物（BUILD）圖層的區塊建物框為基本單元，逐筆進行篩選，並將符合條件的區塊建物框列入後續作業範圍。本項工作共分2個階段：

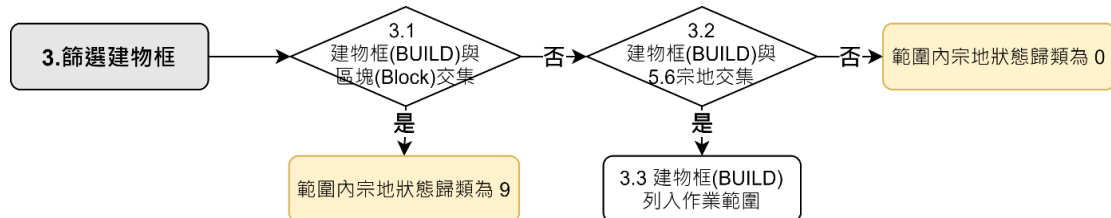


圖4-22、「篩選建物框」作業流程

- (1) 首先，先將建物（BUILD）圖層與臺灣通用電子地圖區塊(Block)圖層中每個圖徵的進行交集判斷，由於 Block 圖層紀錄的含公共設施（如學校、公園、醫院、體育場館、博物館、文化中心……）的街廓範圍，此類土地範圍內之建物為獨立建物，無分戶之必要。透過交集運算，篩選出這些 Block 範圍內的建物框(BUILD)，將這些建物框(含其內之宗地)排除在作業範圍外。
- (2) 接著，再將建物（BUILD）圖層中剩餘的建物框與經「篩選宗地」後的宗地作業範圍清單進行交集運算，將有交集的建物框列入後續工作範圍，反之則排除。

4、建物分戶

進行完前面3個資料預處理，及宗地、建物框篩選等前置作業後，再依下列規則分析宗地地籍線與建物框間之關係，進行最後的宗地剔除與分戶線調整作業。本項工作流程如圖4-23，以下簡單說明相關判斷條件：

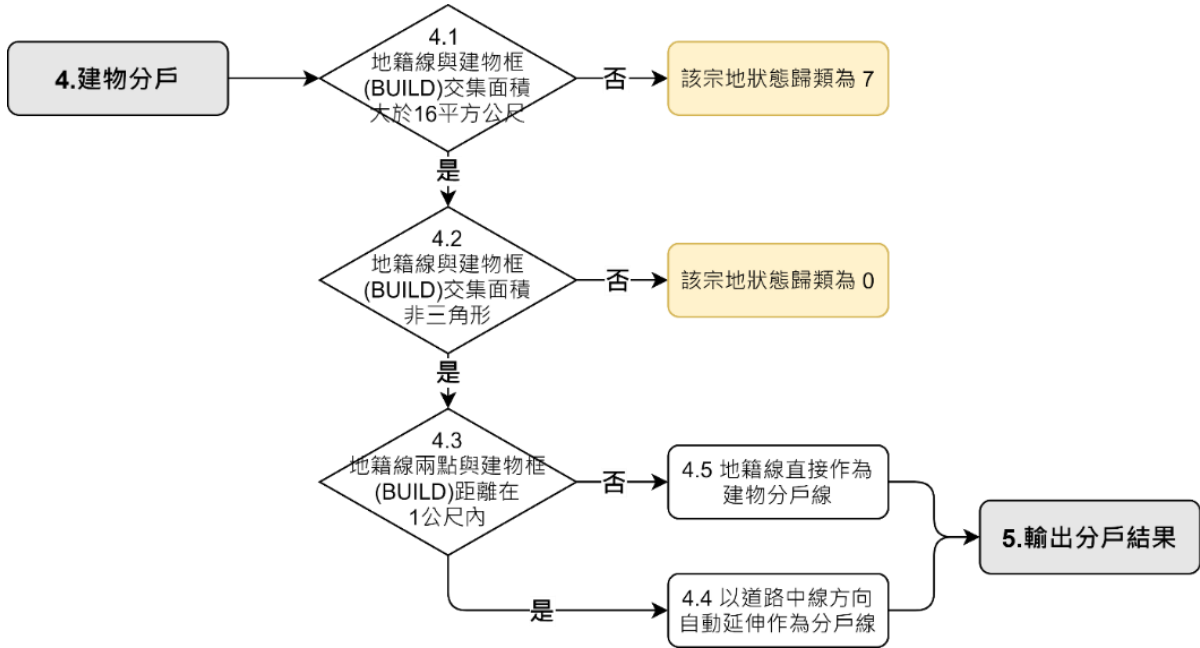


圖4-23、「建物分戶」作業流程

(1) 地籍線與建物框(BUILD)交集面積，若小於設定之一般建物最小面積(16平方公尺)，則該多邊形須排除(不列入分戶成果)，如圖4-24。

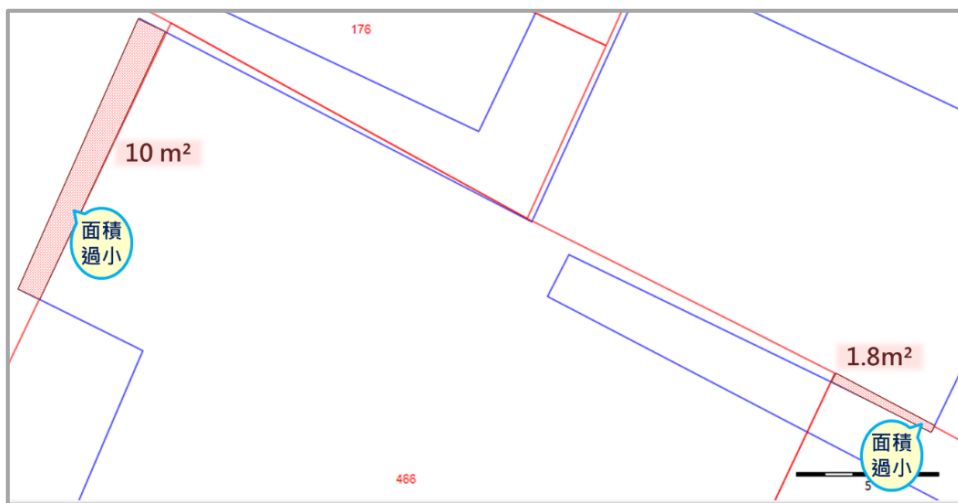


圖4-24、建物分戶成果面積過小

- (2) 地籍線與建物框(BUILD)所交集的多邊形呈現三角形時，則該多邊形應予排除（不列入分戶成果），如圖4-25。

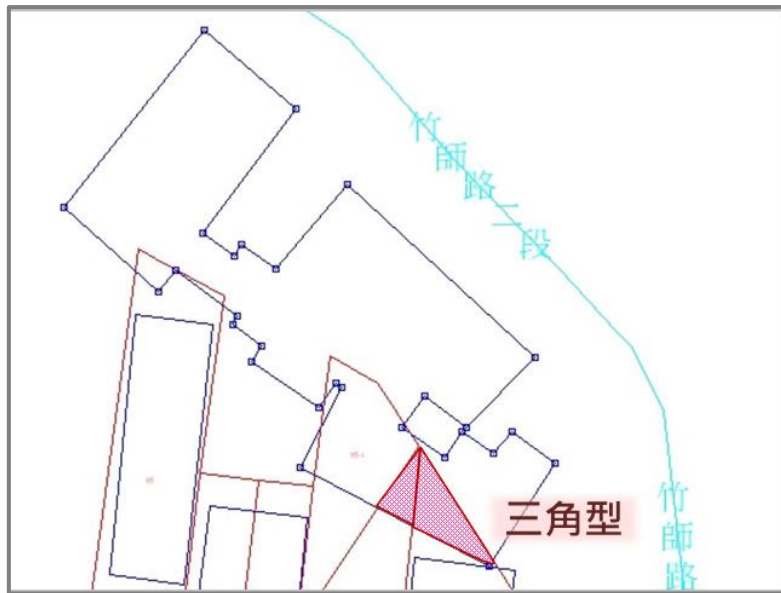


圖4-25、建物分戶成果形狀為三角形

- (3) 地籍線與建物框 (BUILD) 距離小於1公尺時，自動將地籍線向道路中心線方向進行延伸，否則，直接以地籍線當作分戶線，如圖4-26。

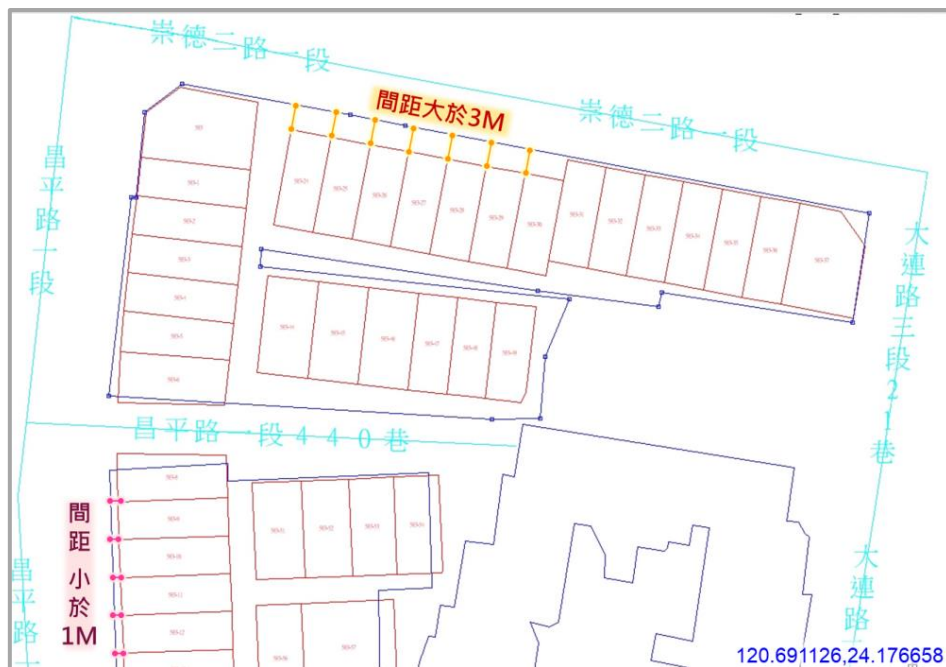


圖4-26、分戶線延伸

最後，運用上述建物關係分析結果（土地與建物交集資訊），再依據前述提到的建物分戶相關原則，將篩選宗地與篩選建物框成果結合（如圖4-27），以取得符合條件的地籍線作為建物分戶線，完成建物分戶作業。

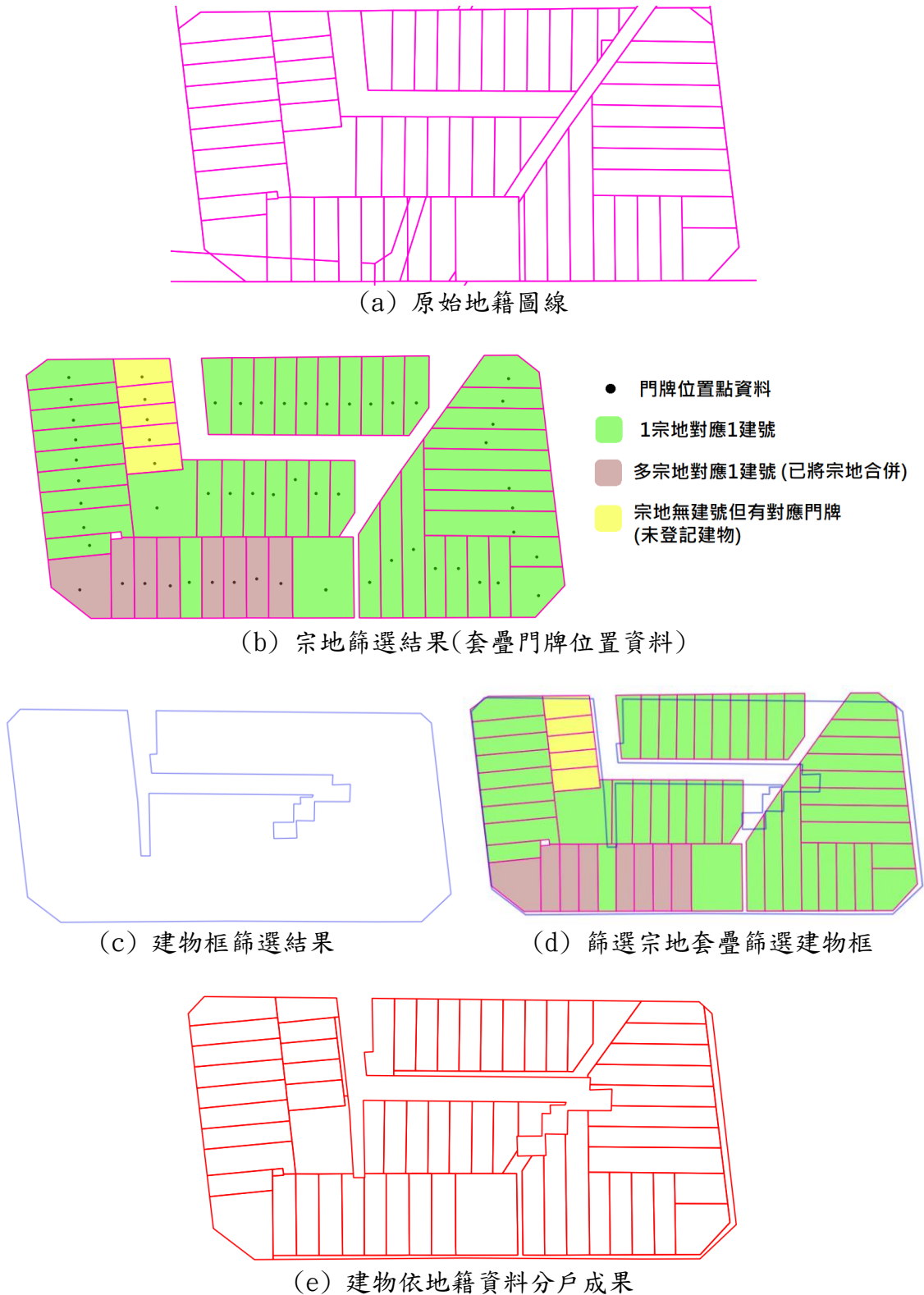


圖4-27、建物分戶成果 - 篩選宗地與篩選建物框結合示例

建物分戶作業過程中，會針對建物區塊邊緣合理範圍內的誤差進行額外容錯處理。圖4-28表示分戶作業之前之狀態，其中紅色框為已登記建物之土地多邊形，藍色框部分為臺灣通用電子地圖區塊建物多邊形，明顯可見於區塊建物邊界之左側及上方位置，區塊建物與土地多邊形間存在些許誤差。

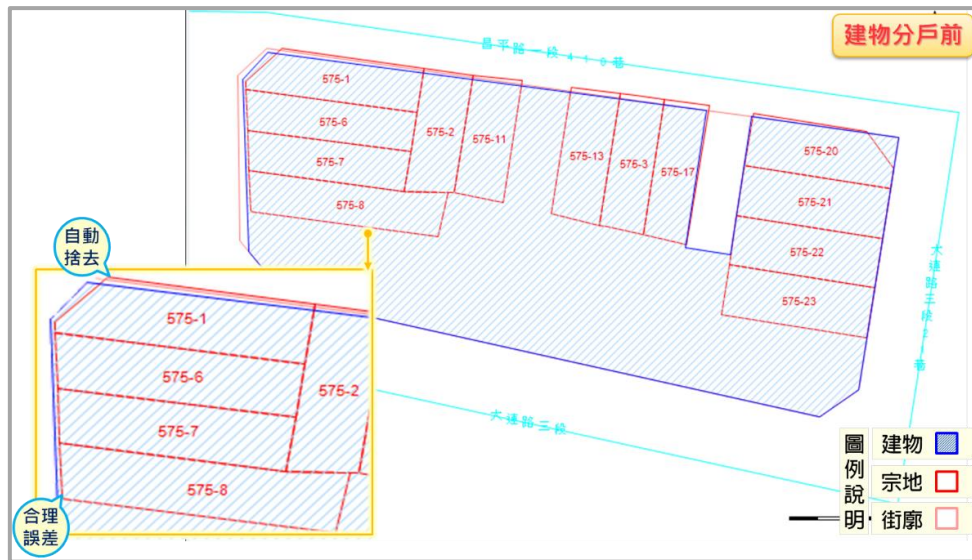


圖4-28、建物分戶前—地籍線與建物邊緣存在些許誤差

建物分戶作業過程中，系統將自動捨去建物外之地籍線，並將合理誤差內（預設為1公尺）的分戶線，朝向道路中心線方向自動延伸至中心線位置，亦將與區塊建物間距過小的地籍線段一併排除（如圖4-29）。

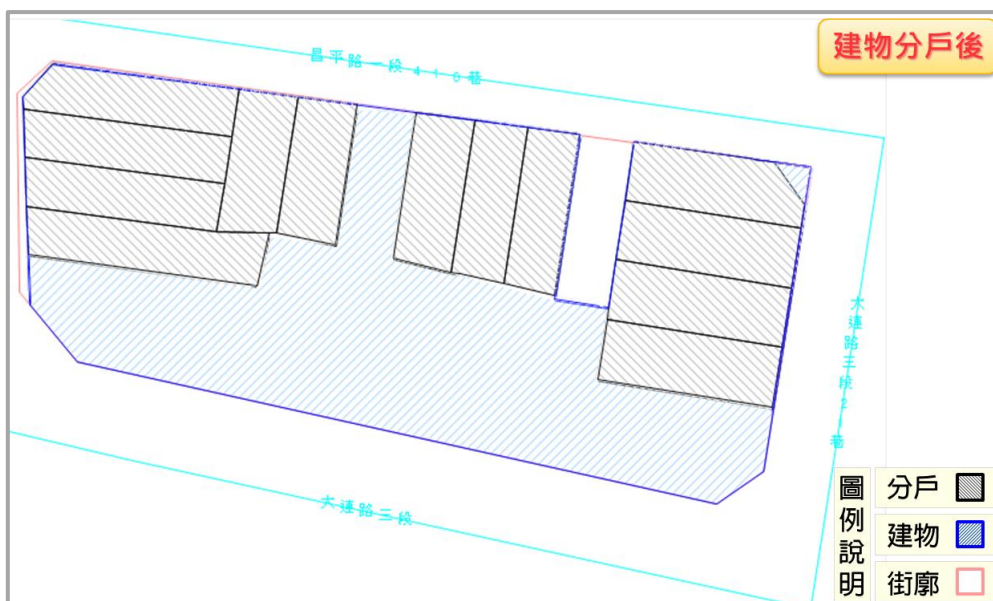


圖4-29、建物分戶後—區塊建物邊緣的容錯處理

5、輸出分戶成果

依上述流程執行完畢後，將產生一系列成果檔。可選擇特定「縣市」或「鄉鎮市區」範圍進行分戶作業，分戶成果檔則會以選定的範圍為檔案單元，產出相關成果資料檔，圖4-30是臺中市西屯區的分戶成果檔案範例，分戶成果檔案說明則如表4-2。



圖4-30、區塊建物分戶成果檔案範例

表4-2、區塊建物分戶成果檔案名稱及功能說明表

編號	檔案名稱	檔案說明	檔案名稱範例
1	行政區代碼.KML	分戶線(線圖層)	B06.KML
2	BUILD_行政區代碼.DXF	分戶詳細資料(線圖層)	BUILD_B06.DXF
3	BUILD_行政區代碼.SHP (另含.PRJ、.DBF、.SHX 檔案)	分戶面(面圖層)	BUILD_B06.SHP (另含.PRJ、.DBF、.SHX 檔案)
4	BUILD_行政區代碼.KML	原始建物(框)圖層(線圖層)	BUILD_B06.KML
5	BUILD_行政區代碼.LOG	分戶紀錄檔(文字檔)	BUILD_B06.LOG
6	STREET_行政區代碼.KML	街廓(線圖層)	STREET_B06.KML
7	行政區代碼_STREET_INDEX.DXF	街廓索引圖(線圖層)	B06_STREET_INDEX.DXF

這一系列分戶成果檔中，分戶面 (ShapeFile) 檔案為主要成果資料。檔案中為分戶成果的面狀資料，每個分戶面皆有 ID 編號，編號原則為「原始臺灣通用電子地圖建物框的 ID 值+流水編號」。每個分戶面另有1個「STATUS」屬性，用以區分建物分戶面之類別，共分為5類：符合條件=1、分戶面積排除=7、分戶面寬深排除=8、區塊(Block)內建物面=9、其餘排除原因=0。後續可透過人工編修方式，針對特定類別(如類別7、8、9)之分戶面進行編修整飭，提升分戶成果品質。

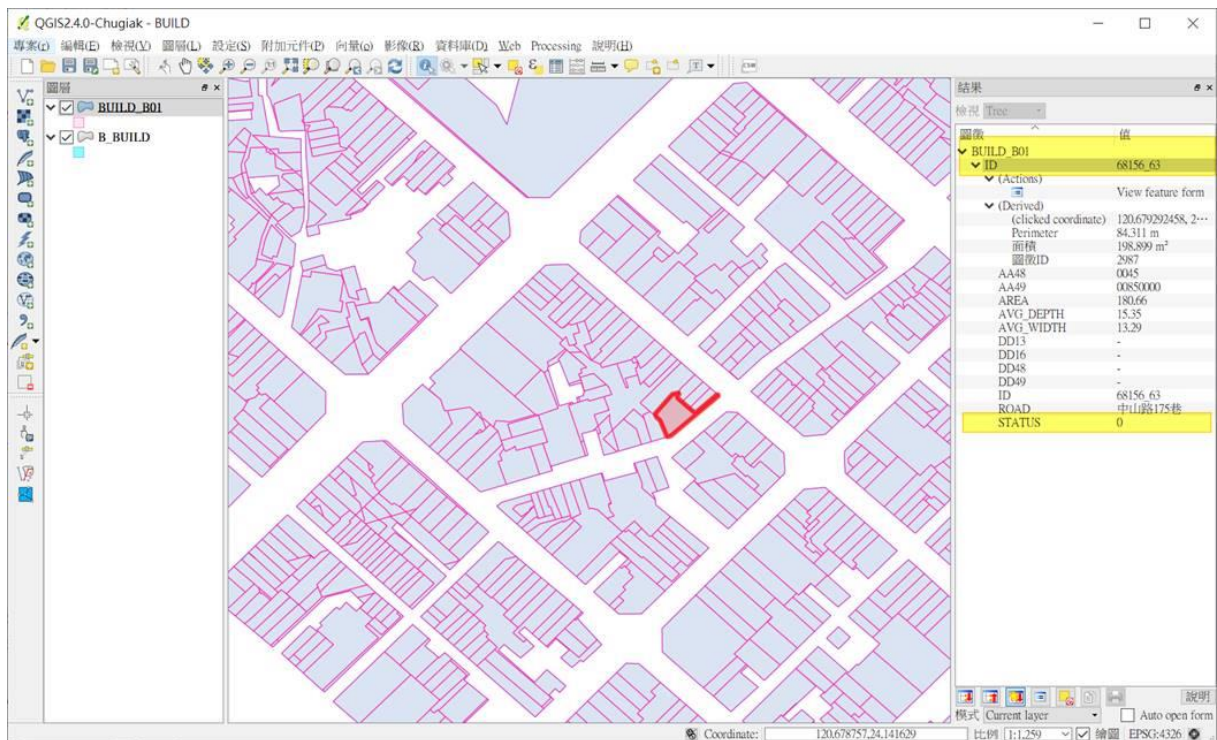


圖4-31、分戶面 (ShapeFile) 檔案成果

(三) 分戶建物框檢視編修作業

區塊建物框以上開流程及原則自動生成分戶線，但可能由於：(1) 地籍圖對位偏差、(2) 輔助圖資之測繪精度及原則不一、(3) 地籍資料本身存在問題等因素，導致分戶線成果出現部分瑕疵。透過人工介入檢視並修正分戶線成果，可提升分戶成果之品質。

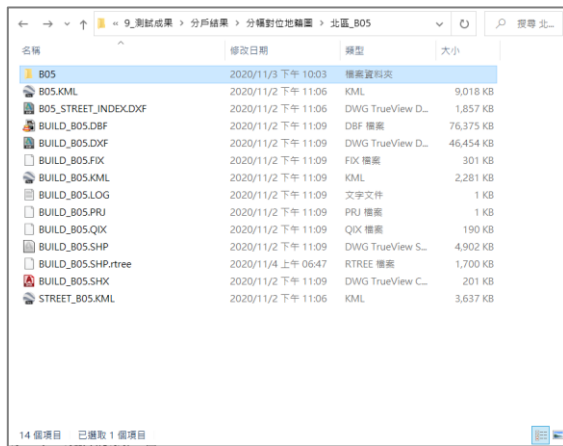
1、分戶建物框編修作業流程

(1) 分戶程式產生以「街廓」為單位的「區塊建物分戶線」(如圖4-32)。

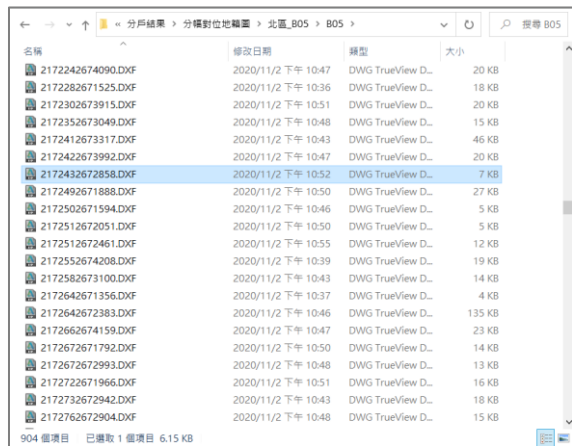
◎檔案路徑：[...]縣市代碼\行政區代碼，如：[...]B\B05。

◎檔案名稱：以街廓中心坐標為街廓代碼(13碼)命名，如：2172432672858.DXF。

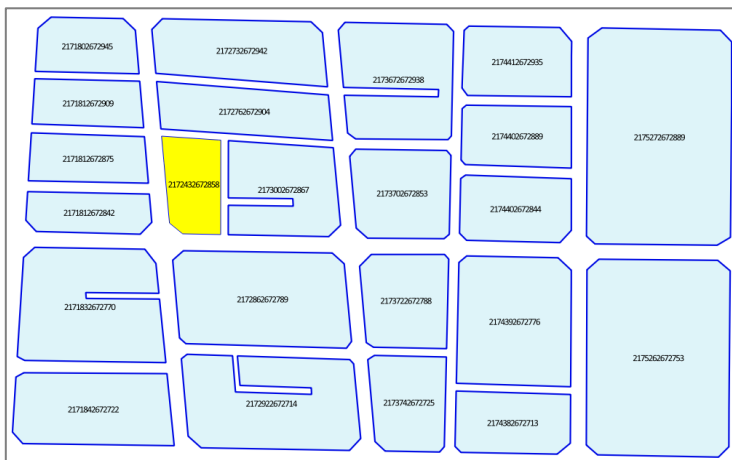
◎圖層說明：檔案內有3個圖層，包含0(分戶線)、1(建物框)、2(街廓線)。



(a) 分戶成果檔資料夾內容



(b) 分戶成果檔內之各街廓分戶線檔案



(c) 由街廓索引檔找出街廓編號

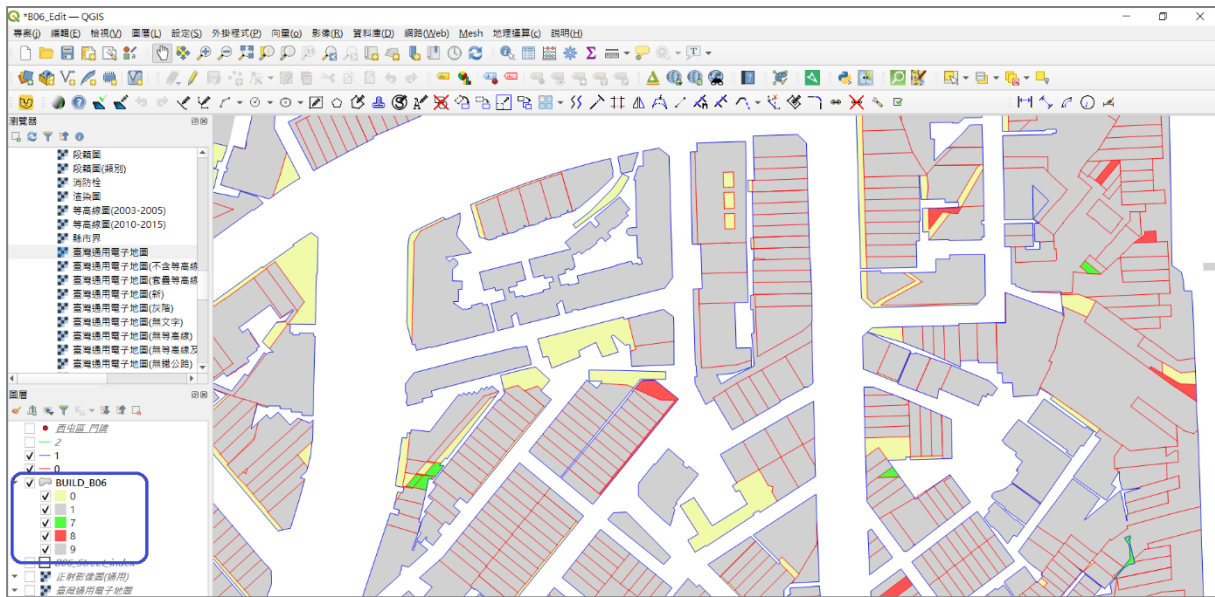


(d) 街廓分戶線檔案內容

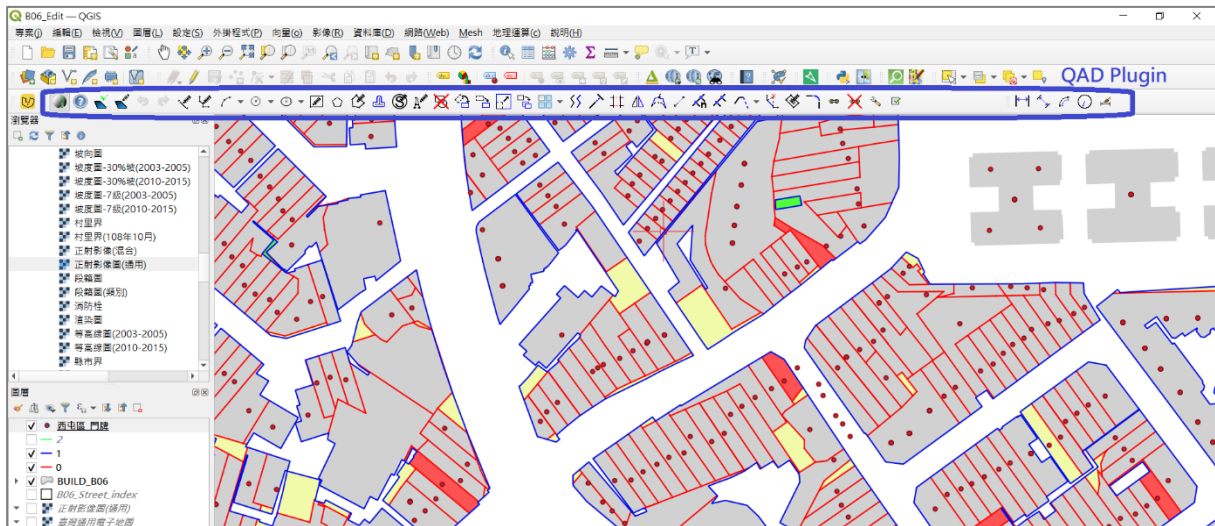
圖4-32、區塊建物分戶成果 - 街廓分戶線檔案

(2) 利用 QGIS 等工具編輯「分戶線」。

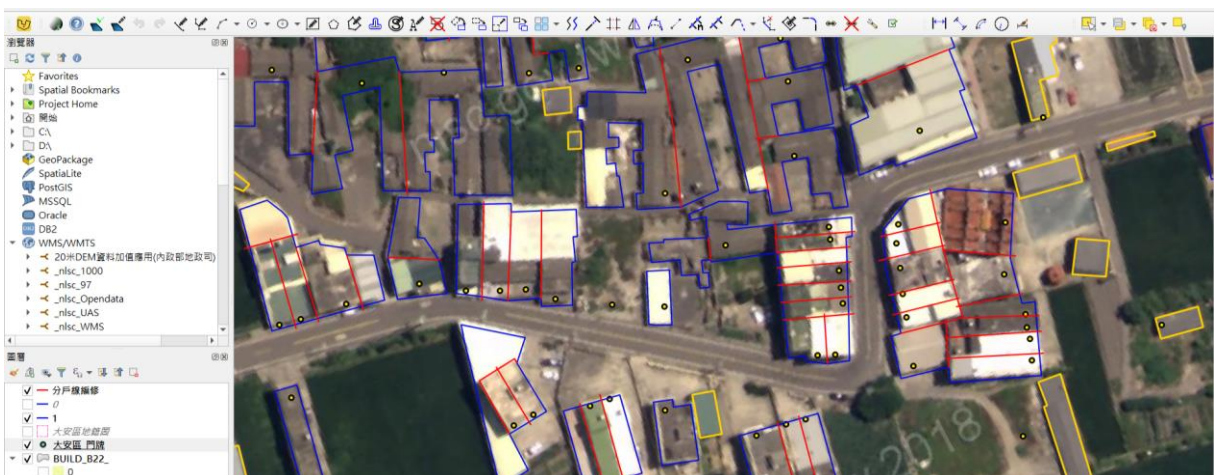
可將各街廓分戶線 (DXF 檔) 轉檔整併後，利用 QGIS 軟體搭配 QAD Plugin 功能，可針對「分戶面」成果檔 (BUILD_行政區代碼.SHP) 0、7、8類別的分戶面多邊形範圍，搭配套疊正射影像及門牌位置等輔助資料，對地籍資料分戶建物框成果逐一進行檢視與編修。



(a) 針對「分戶面」成果檔0、7、8類別之分戶面進行檢視編修



(b) 利用 QGIS 搭配 QAD Plugin 進行分戶線編修作業



(c) 利用 QGIS 套疊正射影像、門牌位置資料進行分戶線位置判斷

圖4-33、利用 QGIS 等工具編修分戶線

- (3) 將人工編修後之分戶線成果，轉檔還原為各街廓分戶線 (DXF 檔)，並放置於指定路徑下，重新執行區塊建物分戶程式，即可產生新分戶成果。

◎編修後儲存路徑：[...]\縣市代碼\行政區代碼\NEW。如：[...]\B\B05\NEW。

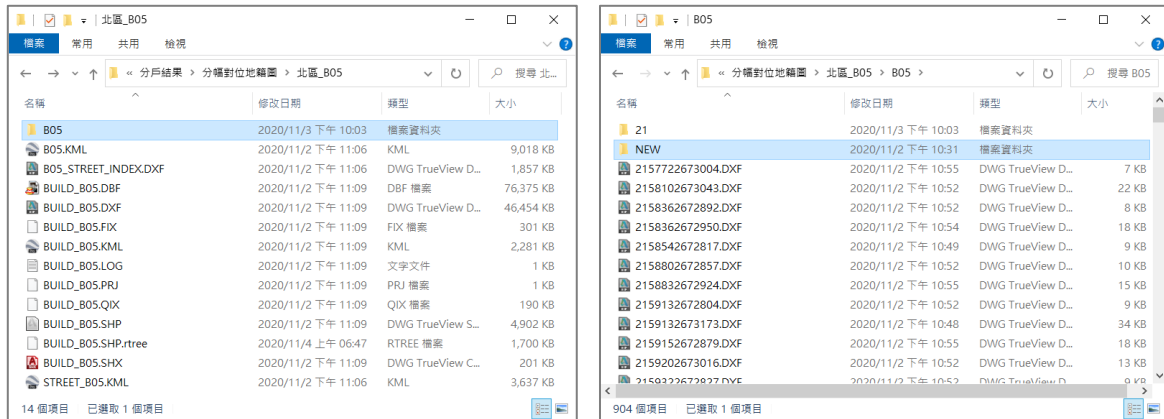


圖4-34、編修成果需置於指定路徑

2、分戶建物框需編修態樣

本研究歸納整理出需人工編修之分戶線態樣，分別為：分戶線需延伸、需刪除、需調整或需新增等4類。其中以「需延伸」及「需刪除」的狀況最普遍，而「需調整」及「需新增」則較少。

(1) 分戶線需延伸

因地籍圖對位偏差，或因臺灣通用電子地圖建物(BUILD)測繪原則及精度與地籍圖不同，導致常出現分戶線與建物框邊緣存在狹小隙縫的情形，可透過人工介入延伸分戶線（並刪除原本邊界線），如圖4-35中2個範例所示。

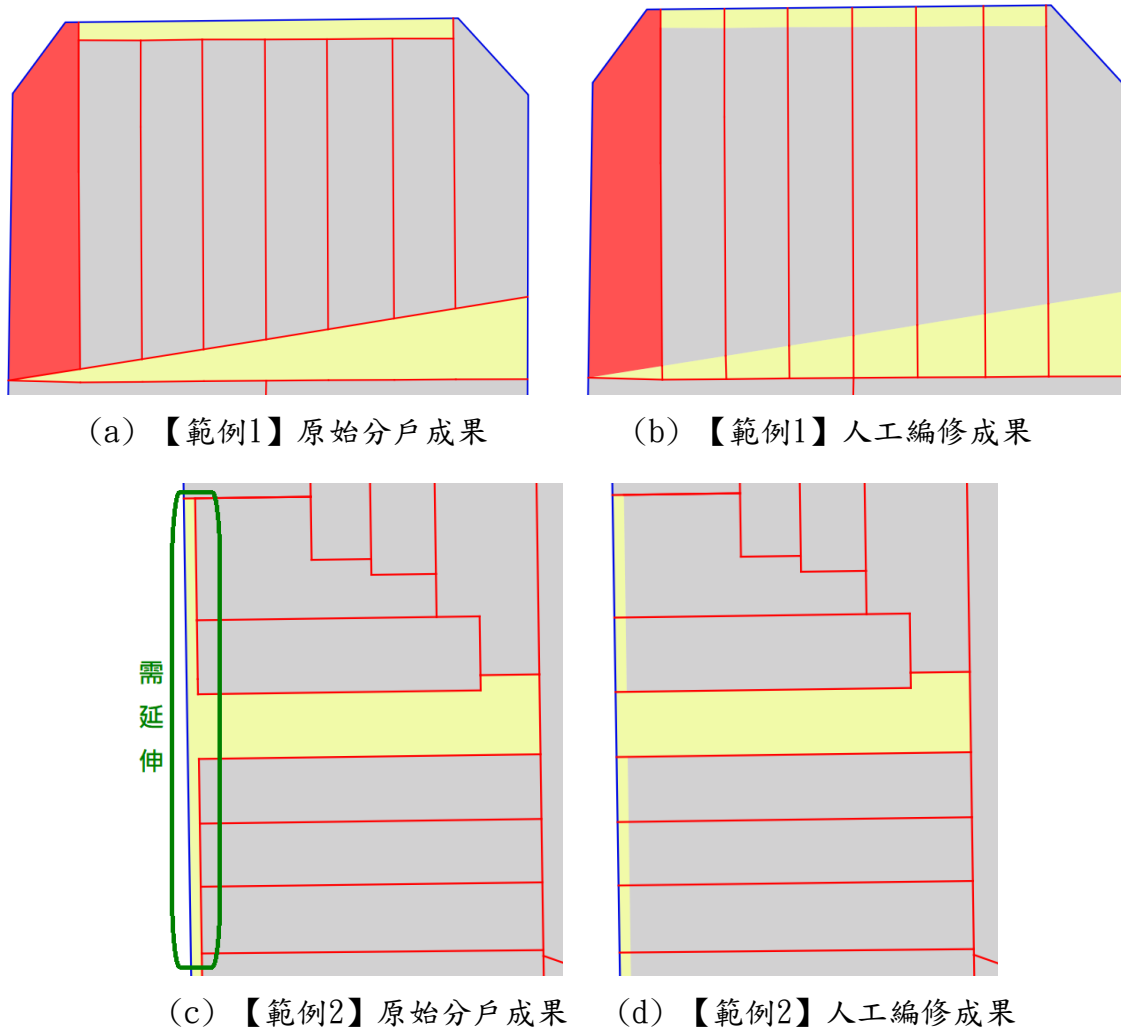


圖4-35、分戶成果人工編修範例－分戶線需延伸

(2) 分戶線需刪除

常因地籍資料本身存在之問題，造成部分分戶線應刪除而未刪除。如圖4-36所示，原始分戶成果中出現3處不應存在之分戶線（如綠色圈範圍內），進一步分析土地及建物標示部資料可發現，由於部分相鄰土地上之建號資料不一致（如圖4-36(a)），以致分戶程式未將這些相鄰土地合併。此時，便需人工介入刪除不必要之分戶線，此類情形為人工編修分戶線之重點工作之一，其數量不在少數，需細心處理方能提升分戶成果之品質。

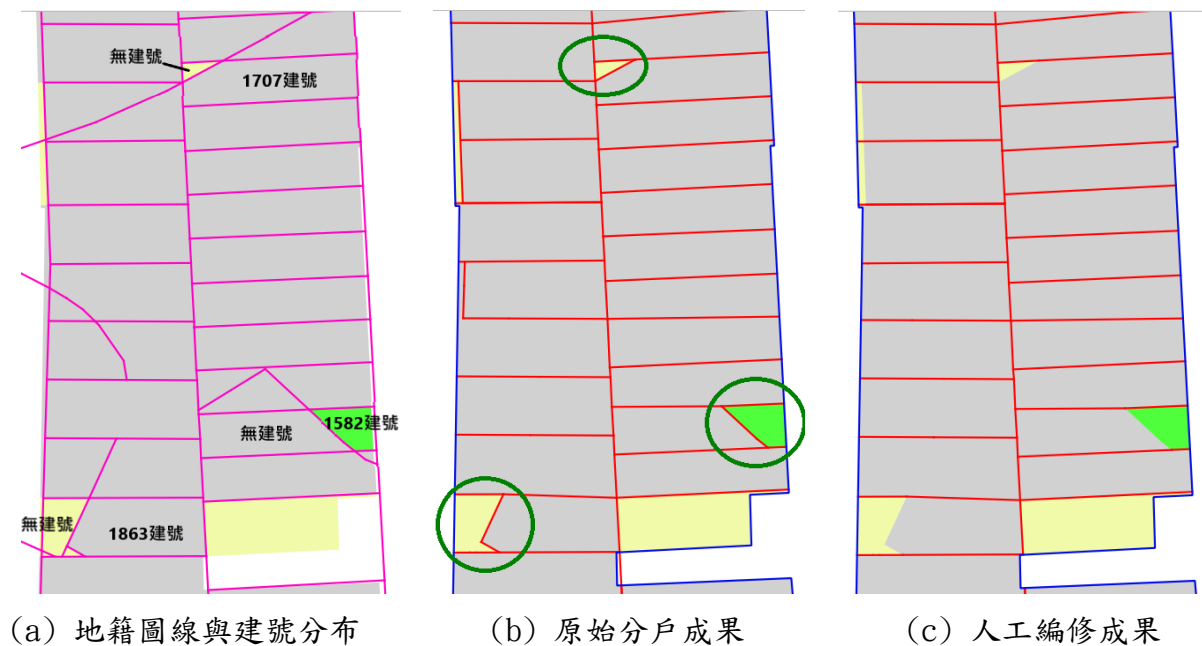


圖4-36、分戶成果人工編修範例 - 分戶線需刪除

(3) 分戶線需調整

因地籍圖對位偏差，或因臺灣通用電子地圖建物(BUILD)測繪原則及精度與地籍圖不同，導致偶爾出現分戶線與建物框折點出現微小差異的情形，可透過人工介入調整分戶線位置（如圖4-37），精進分戶成果品質。

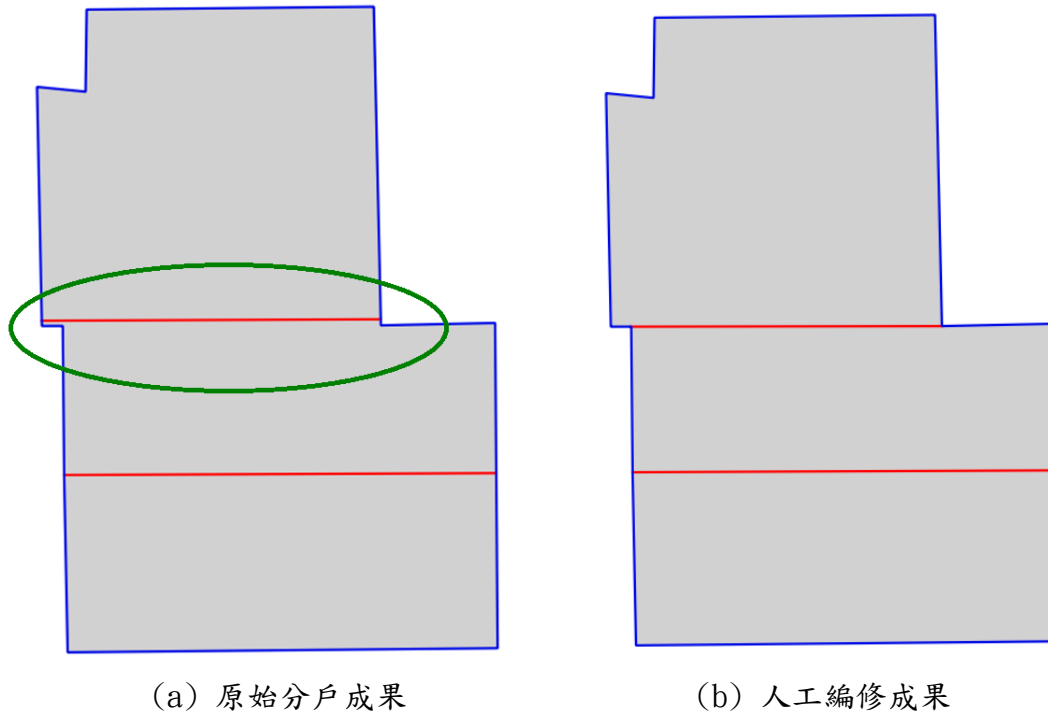


圖4-37、分戶成果人工編修範例 - 分戶線需調整

(4) 分戶線需新增

A、相同面寬之透天式集合住宅

對比市區建築中常見的連棟式透天建物，另有一種較少見的「透天式集合住宅」，此類建築物雖然外觀與連棟式透天建物相同，但其建築基地卻未依各棟建物進行分割（如圖4-38(b)）；由於此類建物的地籍圖並未細分，以致區塊建物分戶程式無法產生分戶線。

若此類建物形狀單純、建物面寬一致，則可參考門牌位置、正射影像及街景等資料，推算出建物數量及平均寬度後，透過人工新增分戶線(一系列平行線)的方式（如圖4-38(f)所示），快速獲得大量分戶線成果。

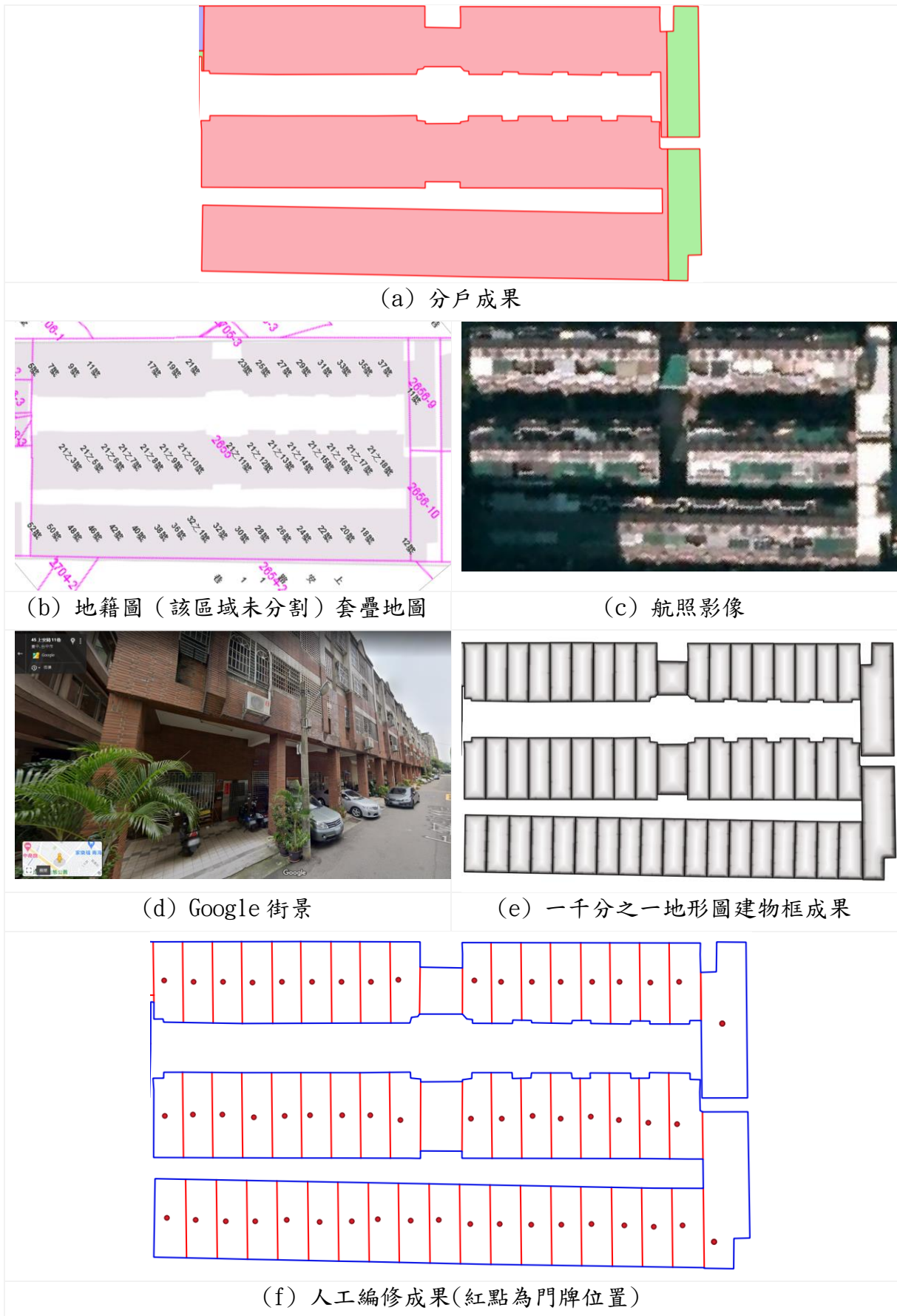


圖4-38、分戶成果人工編修範例 - 分戶線需新增(相同面寬之透天式集合住宅)

B、郊區常見分戶線需新增案例：

郊區範圍(如臺中市大安區)常有地籍線未依建物使用範圍細分的情形(如家族共有土地上之建物聚落、雙拼農舍……)，會導致地籍資料分戶作業之成效不彰，需投入較多人力進行檢視編修。圖4-39顯示如何利用臺灣通用電子地圖建物框套疊正射影像(藍線或黃線)、門牌位置資料(黑點)輔助判斷新增分戶線(紅線)之位置，其中(a)~(c)圖屬分戶線明確易判識的態樣，而(d)圖則為分戶線位置較難辨識的情形，是郊區常見的典型態樣。

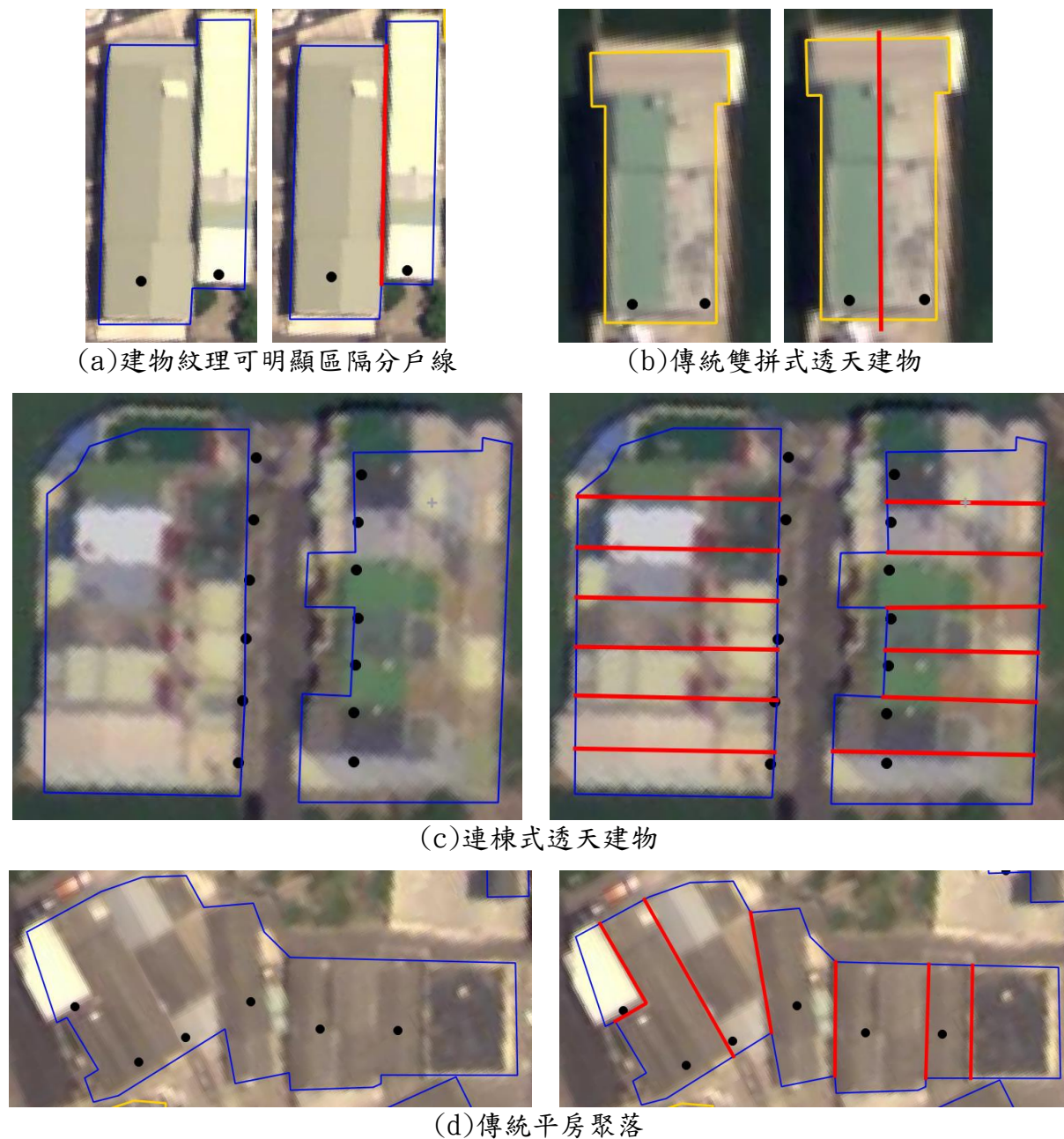


圖4-39、分戶成果人工編修範例 - 分戶線需新增(郊區常見案例)

第二節 區塊建物框依高差分割作業

以本中心目前的三維建物模型產製方式，僅是在建物框範圍內套疊DTM資料計算給定1個「樓高代表值」，因此若以臺灣通用電子地圖區塊式的建物框產製三維建物模型，會出現建模成果與實際現況差異較大的狀況。臺灣通用電子地圖區塊建物進行利用前述方式進行地籍資料分戶作業後，可將建物依照使用範圍進行大致區隔（如圖4-40(d)紅線），已有效提升三維建物模型的細緻度。

然而現實世界中，一棟建物並非只有一種高度，如一般建物普遍存在的屋頂突出物（即頂樓梯間，如圖4-40(a)），因此，本研究期望進一步透過分析DSM資料內的高度差異（如圖4-40(b)），將地籍資料分戶成果之建物框再細分（如圖4-40(d)藍線），以提升區塊建物模型的「幾何」細緻程度（如圖4-40(c)）。

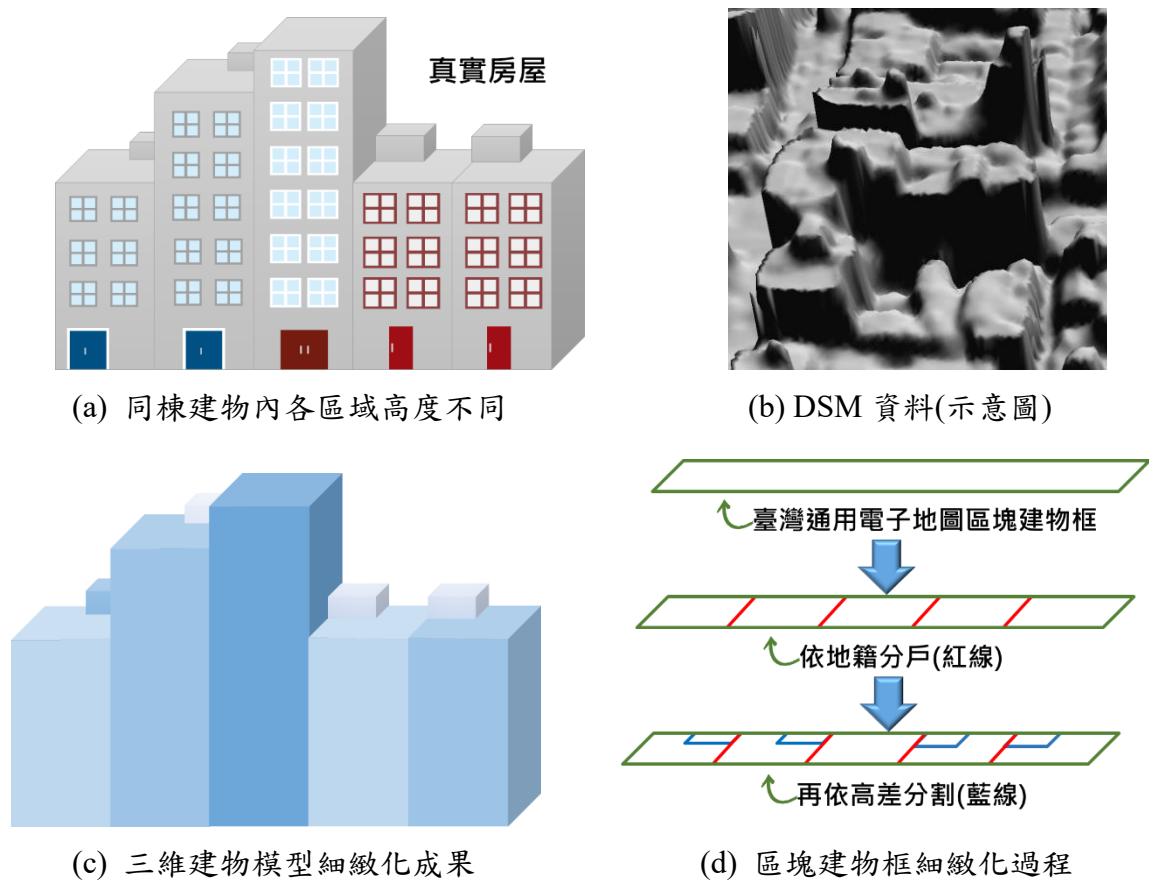


圖4-40、區塊建物框依 DSM 高差分割成果示意

一、區塊建物框依高差分割作業流程

本項工作的主要流程如圖4-41所示：

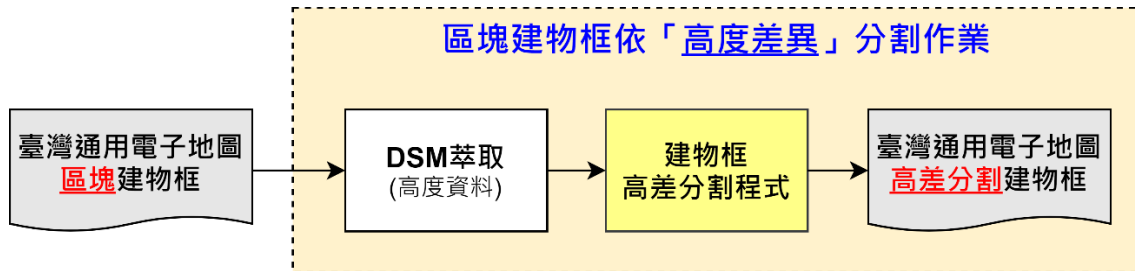


圖4-41、建物框依高差分割作業流程圖

1、高度資料萃取作業：依據區塊建物框範圍為基準，萃取相應範圍內之 DSM 資料，作為後續高差分割程式運算使用。為提升區塊建物高差分割之成功率及準確度，將使用1公尺網格間距之 DSM 資料進行測試。

2、建物框高差分割作業：利用建物框高差分割程式，將萃取之 DSM 資料進行分析運算，將區塊建物依高度差異進行細分，並產製臺灣通用電子地圖高差分割建物框成果。

二、區塊建物框依高差分割之概念原理及方法

(一) 高度資料萃取作業時之套合處理

由於本工作項目使用之臺灣通用電子地圖建物框(BUILD)及1公尺網格間距之 DSM 資料分屬不同案件產製，為避免因作業方法、資料精度不同所致之套疊偏差影響高差分割成果品質，因此在建物框與 DSM 資料套疊時加入自動微調程序。

其主要概念是：以建物框坐標範圍（如圖4-42紅色框線）為基準，在對應位置的 DSM 資料範圍附近逐步移動建物框，找出與該建物框最符合的位置，即可裁切出該建物框所對應範圍之 DSM 資料。

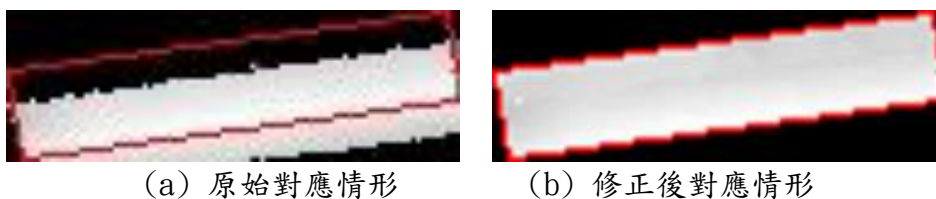


圖4-42、DSM 資料套合偏移之修正

(二) 高差分割原理及步驟

由於目前使用的 DSM 資料中仍存在破洞、邊緣鋸齒、高度不平滑（如圖4-43）等問題，因此不易直接從 DSM 資料進行輪廓線追蹤（Contour tracing）工作，經分析 DSM 資料特性後，選擇採用「分治策略（Divide-and-Conquer）」進行區塊建物高差分割作業，先將依 DSM 邊緣輪廓逐一細分，最後再將高度相似的區域合併（內政部國土測繪中心, 2020）。

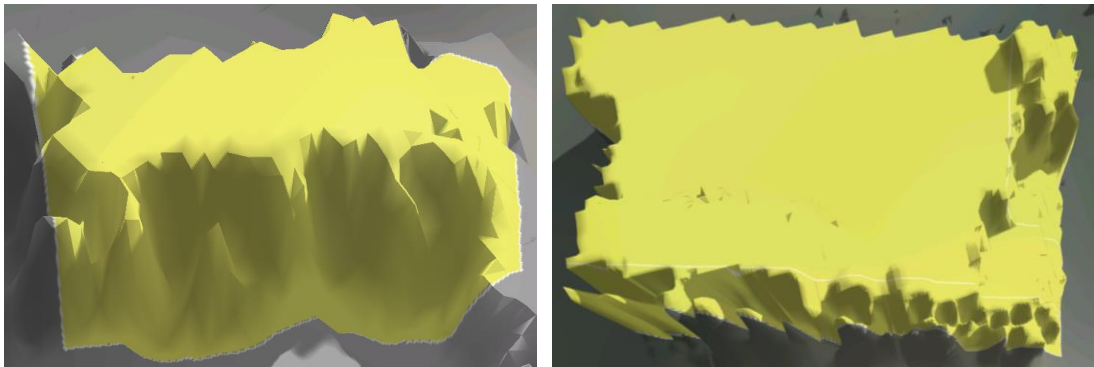


圖4-43、斷面線不平滑、邊緣鋸齒範例

以下針對區塊建物高差分割作業的步驟進行說明，如下：

- 1、**邊緣偵測 (Edge detection)**：針對 DSM 資料，利用邊緣偵測演算法，找出 DSM 斷面線的邊緣特徵。
- 2、**輪廓線追蹤 (Contour tracing)**：利用輪廓線追蹤演算法處理前述之邊緣特徵，可以取得斷面區塊特徵。
- 3、**輪廓線正規化 (Contour normalization)**：將所有斷面區塊特徵進行分析統計，找出整體特徵方向，並將不符合整體條件及零碎之區塊特徵濾除。
- 4、**建物區塊切割**：以前述的整體特徵進行區塊切割，將原始建物框切割成許多建物區塊。
- 5、**建物區塊合併**：為避免前步驟過度切割，必須將相鄰且高度相近之建物區塊合併，此步驟將以反覆疊代 (Iteration) 的方式處理至切割數量不再變化為止。
- 6、**建物區塊正規化**：檢查每個建物區塊，如果建物區塊尚具有零碎或凸出情形，則反覆執行步驟4~6，直至切割數量不再變化為止。

第三節 區塊建物分戶及分割融合編修作業

一、區塊建物分戶及分割融合編修作業之概念原理

綜觀本中心目前產製的三維建物模型成果，其幾何上的擬真程度幾乎直接取決於所引用二維建物框的細緻度。因此，如何提升區塊建物框之細緻程度，便是區塊建物細緻化的主要課題。

分析一千分之一地形圖建物框後，發現其建物多邊形間的分隔線可大致區分為2類：

- 1、區分不同棟（或材質結構）建物範圍之分戶線（如圖4-44(b)紅線）。
- 2、區分同棟建物不同高度建物範圍之高差分隔線，圖4-44(c)、(d)的藍線分別呈現建物密集區、單棟建物內的高差分隔線態樣。

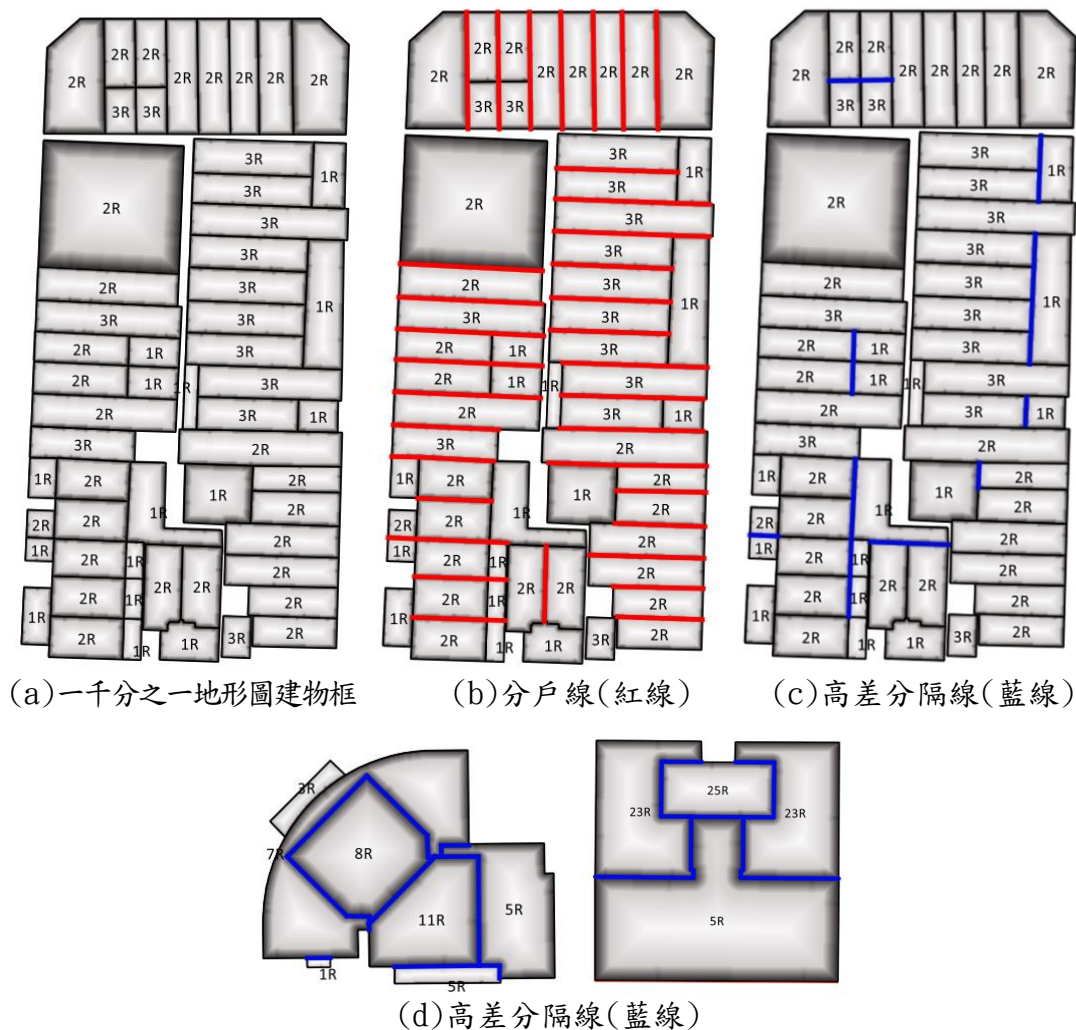


圖4-44、一千分之一地形圖建物框之2類分隔線

本研究發現，透過「區塊建物依地籍資料分戶」技術（詳本章第一節）可自動化獲得大部分區分不同棟建物範圍之「分戶線」（如圖4-45(a)(b)），而利用「區塊建物依高度差異分割」技術（詳本章第二節）則可自動化產出部分區分同棟建物不同高度建物範圍之「高差分隔線」（如圖4-45(c)(d)）。

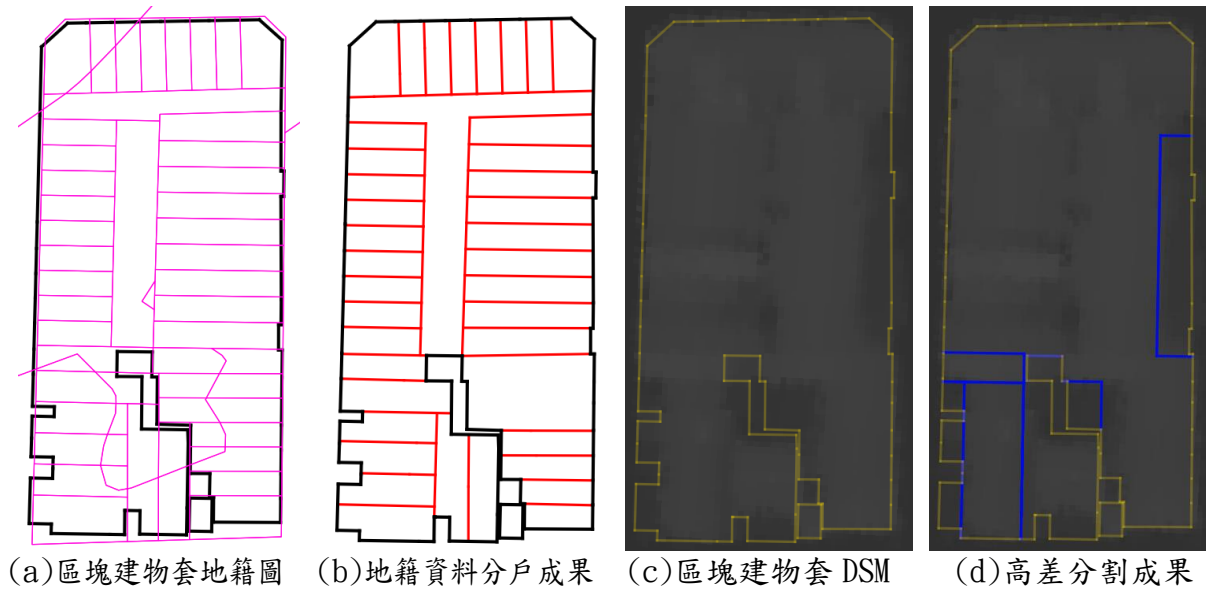


圖4-45、地籍資料分戶成果、高差分割成果示意

本研究設計加入「建物框融合邊修作業」，以地籍資料分戶建物框成果為基礎，先套入高差分割成果，再透過 QGIS 等工具篩選並排除高差分割成果中「距離相近」或「夾角不合理」的線段，成功融合2種成果（如圖4-46）。

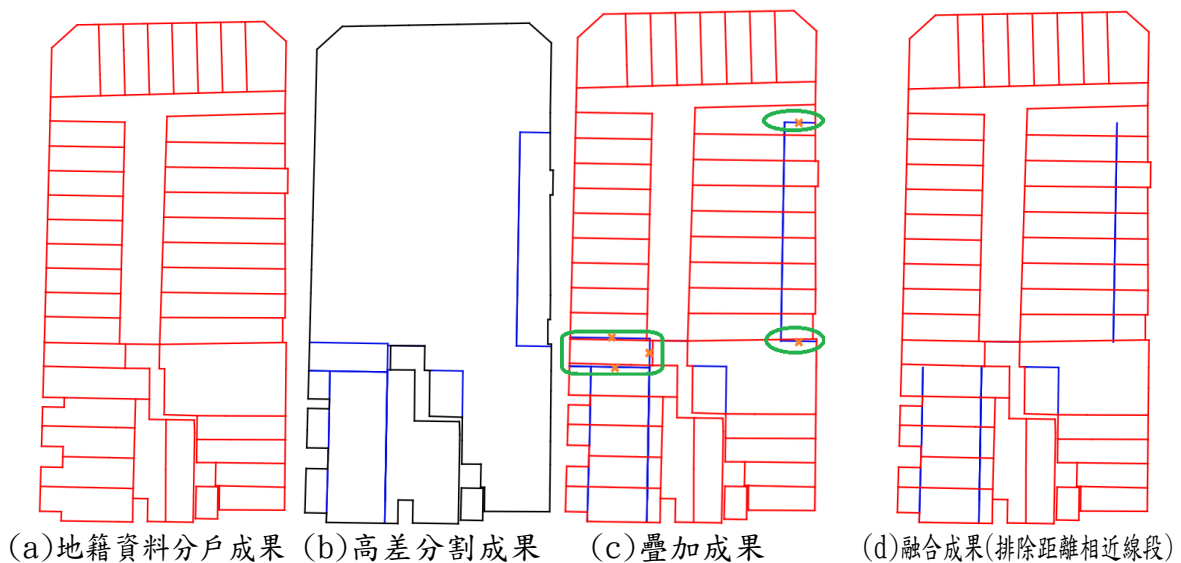


圖4-46、地籍資料分戶成果、高差分割成果之融合示意

透過本研究所提出的「臺灣通用電子地圖區建塊物細緻化流程」，已可以低成本、高自動化方式獲得臺灣通用電子地圖區塊建物細緻化成果。圖4-47依序呈現臺灣通用電子地圖建物框（細緻化前）、臺灣通用電子地圖細緻化建物框（即前述融合成果）及一千分之一地形圖建物框成果（目標成果）。將細緻化後之建物框成果與目標成果套疊比較（如圖4-47(d)）可以發現，利用本研究案方法及程序產製之成果可達到一定程度的品質與正確性。

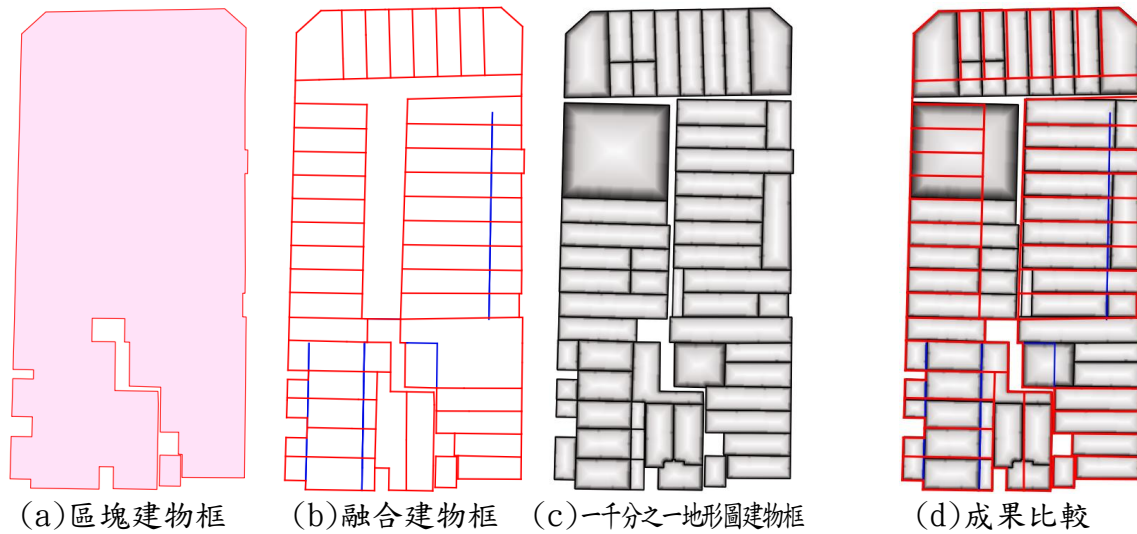


圖4-47、區塊建物細緻化成果範例示意

二、區塊建物分戶及分割融合編修作業流程

本研究已先於本章第一、二節分別介紹2種區塊建物細分技術：「區塊建物依地籍資料分戶」及「區塊建物依高度差異分割」。接著透過「建物框融合邊修作業」結合2種成果的特點（如圖4-48）。

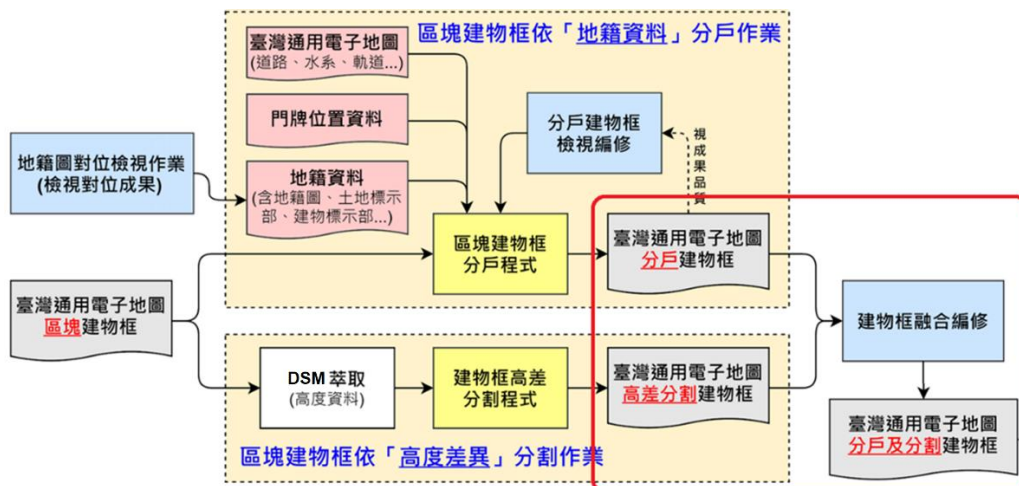


圖4-48、區塊建物分戶及分割建物框融合流程

三、建物框融合編修作業

利用 QGIS 等工具套疊2種成果圖資（地籍資料分戶成果、高差分割成果），以地籍資料分戶成果為基礎，將 DSM 高差分割成果依序排除：(1)臺灣通用電子地圖（emap）建物框線、(2)與地籍資料分戶線「距離相近」之高差分割線、(3)與地籍資料分戶線「夾角不合理」之高差分割線；最後，將地籍資料分戶成果利用篩選後剩餘的高差分割線進行再分割，即可快速融合2種區塊建物細分成果（如圖4-49）。

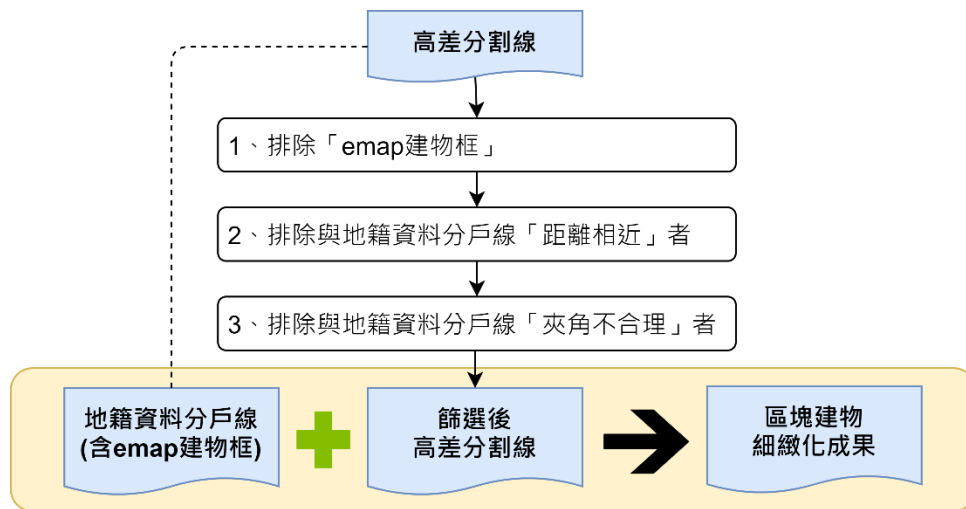


圖4-49、建物框融合編修作業流程

（一）篩選並排除與地籍資料分戶線「距離相近」之高差分割線

現況資料中，某些分戶線同時兼具高差分隔線之角色，因此依規劃作業流程分別進行地籍資料分戶作業及高差分割作業後，這些區域便會產製出2條成果線。這2條線可能因產製方法或資料來源不同而產生偏差不一致的情形，因此必須排除其中1條以維持資料正確性。考量地籍資料分戶線數量較多且品質較佳，且地籍資料分戶建物框成果尚有後續應用規劃，因此本研究規劃以地籍資料分戶線為基準，排除與地籍資料分戶線「距離相近」之高差分割線段。

本項篩選作業操作步驟簡單說明如下：

- 1、建立分戶線之環域 (Buffer) 圖層，並將環域多邊形進行融合處理 (Dissolve) (如圖4-50(b)淺藍色區域)。此處設定之環域值即為允許之線段差異值，本研究初步設定為2公尺。
- 2、將高差分割線套疊地籍資料分戶線，並依相交情形將高差分割線截斷 (如圖4-50(c)於黑點處截斷高差分割線)。
- 3、在截斷後的高差分割線中，利用空間交集運算篩選出完全落於 (within) 環域多邊形內的線段 (如圖4-50(d)中黃線部分)。
- 4、將篩選結果排除，留下剩餘的高差分割線段 (如圖4-50(e))，並準備進入第2階段「夾角不合理」之高差分割線排除作業。

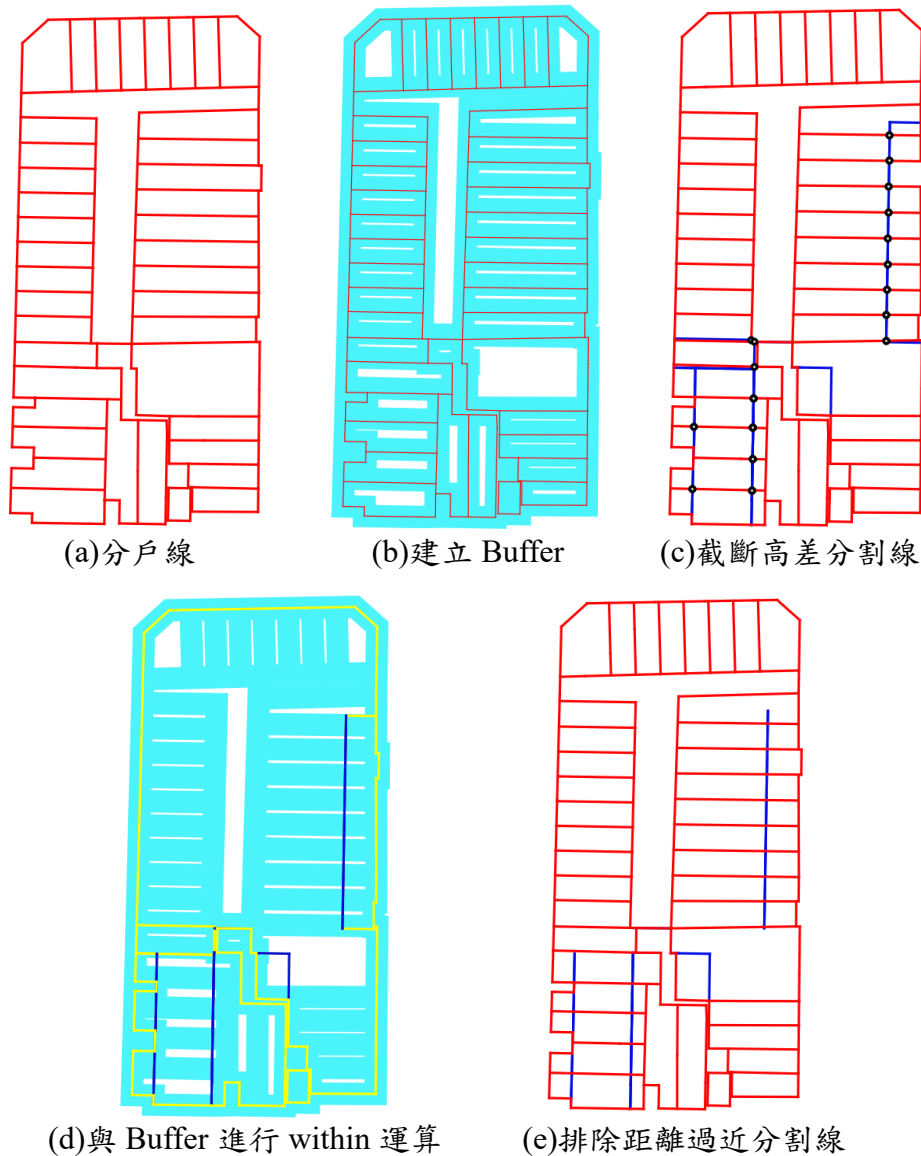


圖4-50、篩選並排除與地籍資料分戶線「距離相近」之高差分割線

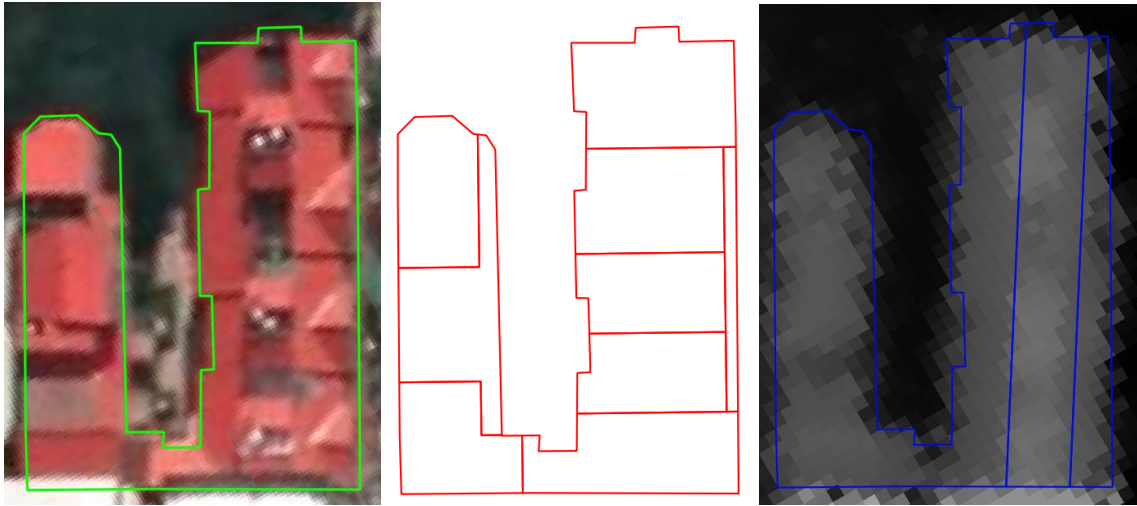
(二) 篩選並排除與地籍資料分戶線「夾角不合理」之高差分割線

由於一般建物形狀大多方正，因此高差分割線通常會與建物坐落方向呈現垂直或平行之走向；但經過區塊建物依高差分割作業後產生的高差分割線中，偶爾會出現方向不合理的分割線（如圖4-51(c)），因此必須將此類線段剔除，以免影響區塊建物細緻化成果之品質與正確性。

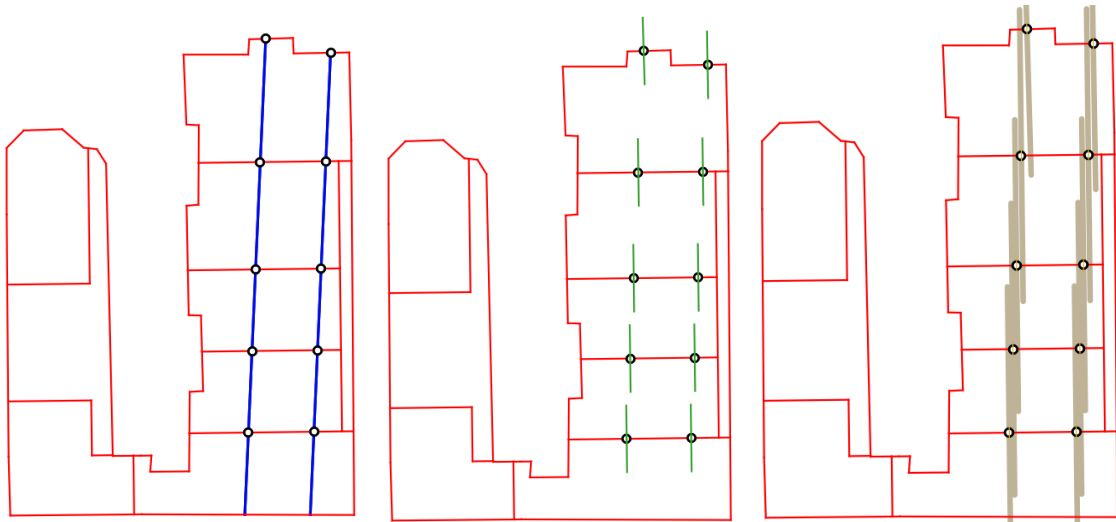
本項篩選作業操作步驟簡單說明如下：

- 1、將地籍資料分戶線與高差分割線進行「交集運算」，建立2線成果之交點（如圖4-51(d)之黑點），並依交點截斷高差分割線。
- 2、於2線交點處產製與地籍資料分戶線「垂直」的線段（如圖4-51(e)）。此步驟可透過以下概念實現：
 - (1)建立交點圖層之0.5公尺環域（Buffer）。
 - (2)利用前開 Buffer 圖層裁切分戶線，並將分戶線裁切成果之 multi 物件分解為單一物件。
 - (3)利用「旋轉（Rotate）」功能將處理後之裁切分戶線圖層旋轉90度。
- 3、將垂直線段適當「延長」並建立其「環域（Buffer）」（如圖4-51(f)）。（建議前後各延長20~50公尺，而環域值則建議設定為0.3公尺）
- 4、利用空間交集運算，篩選出完全落於（within）環域多邊形（Buffer）範圍內之分割線（如圖4-51(g)）。通過篩選之分割線即為最後所需之高差分割線。

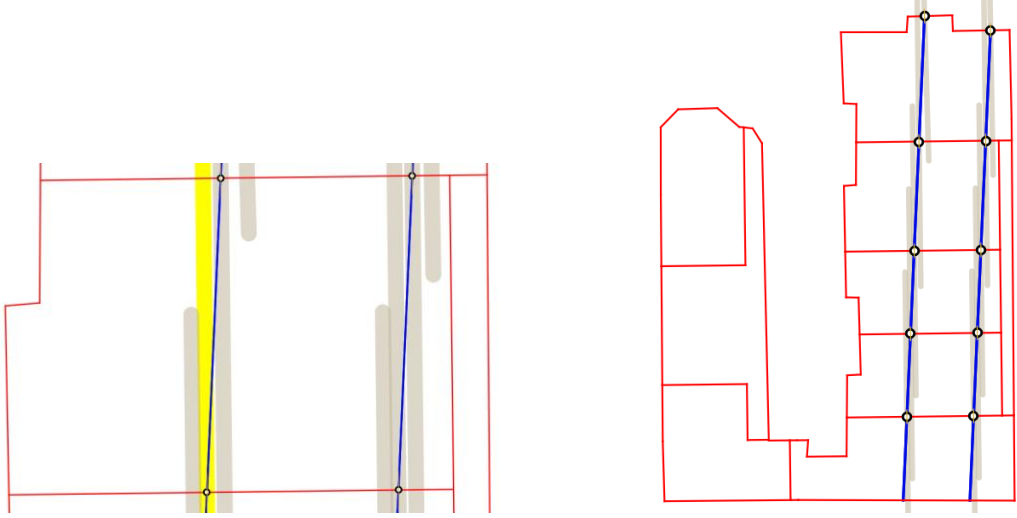
透過以上篩選程序，自然可篩選出與地籍資料分戶線「近乎垂直」而與地籍資料分戶線「夾角不合理」的高差分割線。



(a)區塊建物框套疊正射影像 (b)地籍資料分戶成果建物框 (c)高差分割成果套疊 DSM



(d)2線成果套疊產生交點 (e)於交點產製分戶線垂直線段 (f)延長垂直線段並建 Buffer



(g)篩選接近正交線段(完全落於 Buffer 內者) (h)所有高差分割線皆排除

圖4-51、篩選並排除與地籍資料分戶線「角度不合理」之高差分割線

第四節 細緻化建物模型產製作業

臺灣通用電子地圖區塊式建物框透過前述地籍資料分戶、DSM 高差分割作業後，已成為較細緻的「分戶及分割建物框」。接著就是三維建物模型細緻化作業流程的最後一步：細緻化建物模型產製作業。其主要延續本中心 108、109 年度三維近似化建物模型產製及更新作業中採用之流程及方法（內政部國土測繪中心, 2019、2020），其簡要流程如圖 4-52。

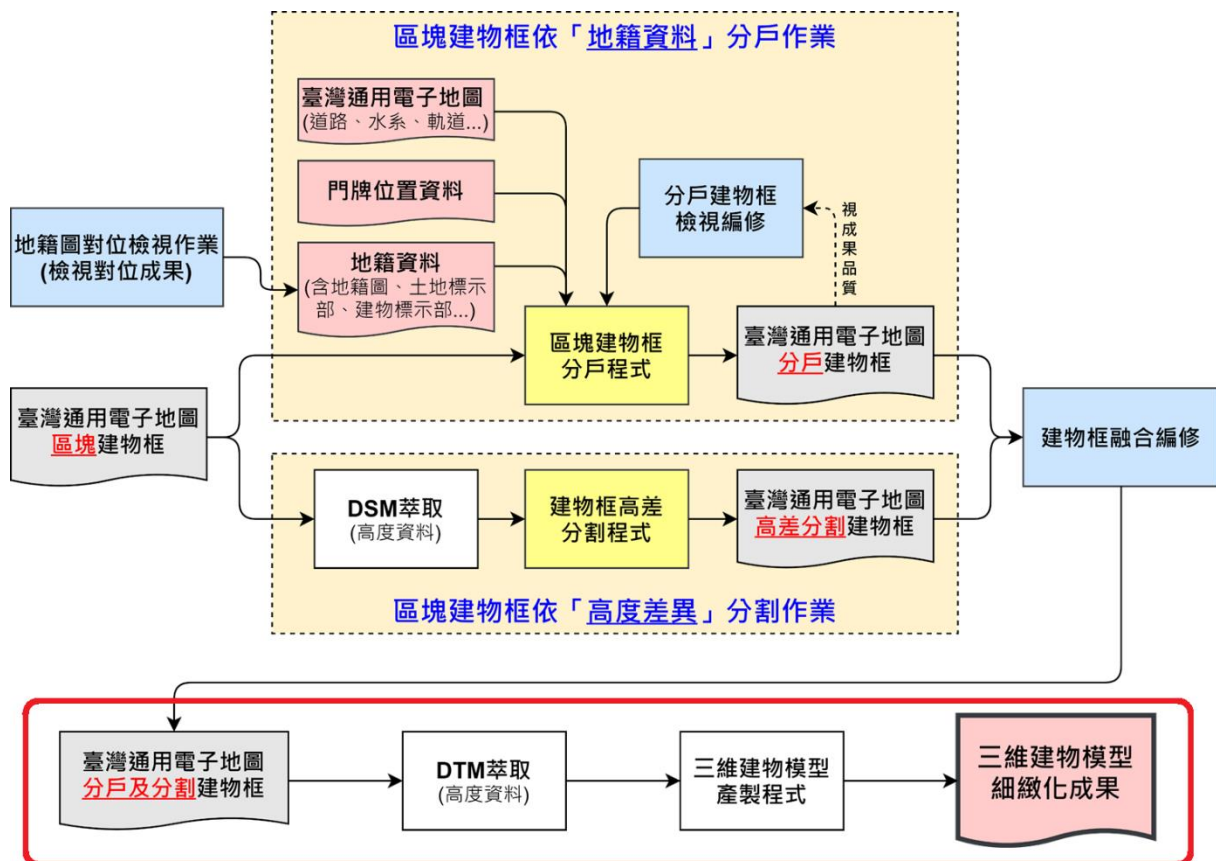


圖 4-52、細緻化建物模型產製作業（紅色框線範圍）

細緻化建物模型產製過程如圖4-53，主要是將二維建物框搭配 DTM 資料計算取得建物樓高後，直接產製三維灰階建物模型。

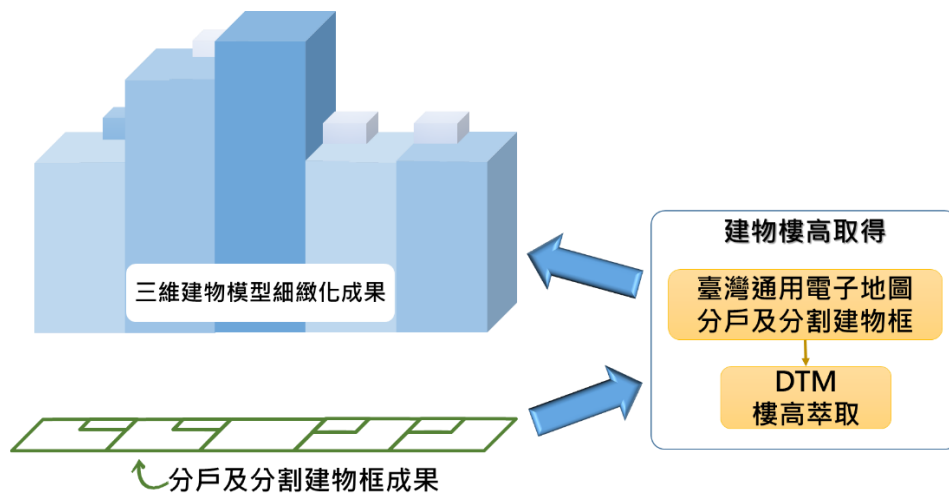


圖4-53、細緻化建物模型產製過程示意圖

一、DTM 資料萃取樓高資訊

利用 DEM 及 DSM 資料進行樓高資訊萃取，針對建物框範圍內之 DSM-DEM 值進行運算，取一代表值作為該建物框之樓高資訊。本項作業可分為 3 步驟：

(一) 偏移修正

依建物框坐標為基準，在 DEM-DSM 對應的位置附近移動並比對，找出與建物框最符合之位置，並切出建物框所包圍之範圍。

(二) 建物邊緣高度值不穩定區域偵測與排除計算

由於 DSM 資料在建物邊緣的高度值不穩定（圖4-54），若將這些資料納入屋頂高程計算，則必定影響高程計算結果，因此需予以排除。

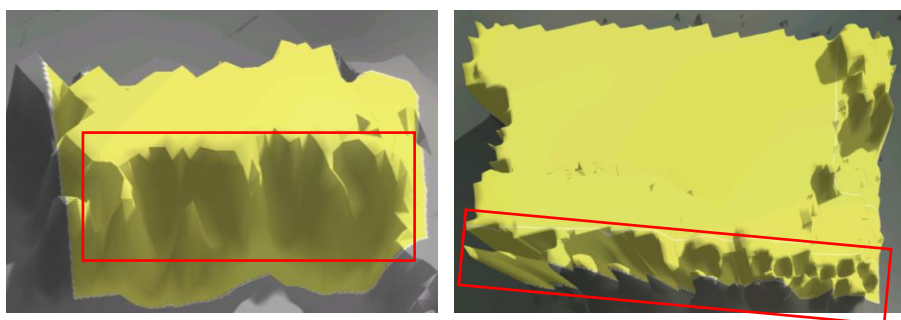


圖4-54、建物邊緣高度值不穩定區域

(三) 計算樓高代表值

將建物框內所有網格點(排除邊緣區域)之高度值進行統計分析,先依建物框內最高之高度值為基準,以3.3公尺為級距進行分層(例如:建物框內最高之高度值為33公尺,則按3.3公尺為級距,分為10層),並統計各層高度範圍內的點數,找出數量最多的那層(即眾數層,如圖4-55),最後計算眾數層內之高度平均值作為代表樓高。

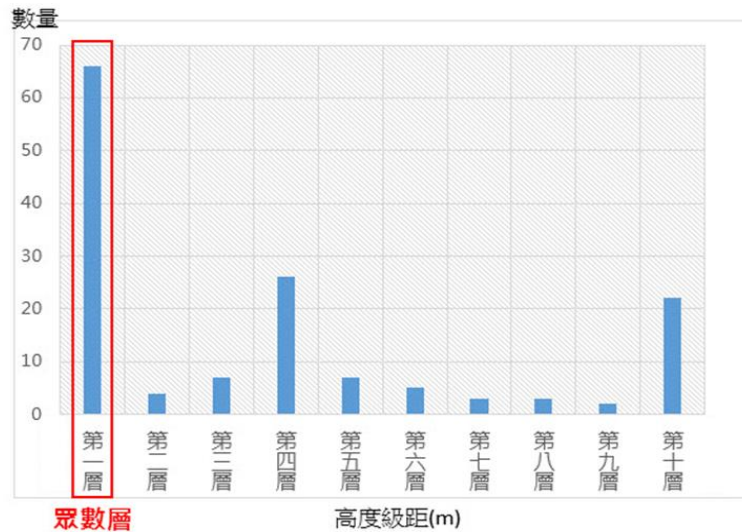


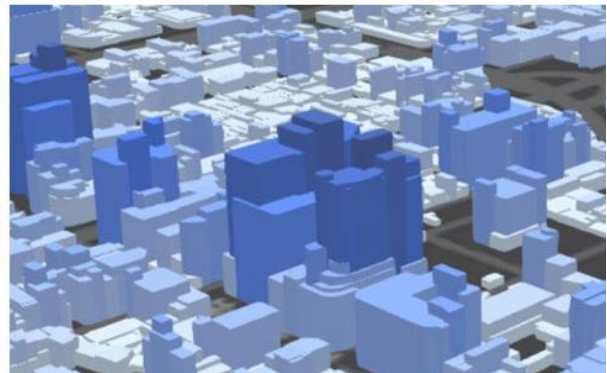
圖4-55、樓高眾數層統計示意圖

二、三維灰階建物模型產製

利用二維建物框搭配前述計算之建物樓層高度,可直接產製三維灰階建物模型(檔案為KMZ/KML格式),並依建物樓高賦予不同顏色,以強化視覺效果(如圖4-56)。

群組	樓層級距	HTML 顏色代碼	色表
1	1	E2F5FA	
2	2	BCD3FD	
3	3-4	A2C0FE	
4	5-6	81A6FE	
5	7-8	6290FF	
6	9-11	547EEC	
7	12-15	5074CC	
8	16-20	4C68B2	
9	21-40	486099	
10	>40	455682	

(a) 各樓層級距之色碼表



(b) 三維灰階建物模型展示範例

圖4-56、依建物樓高賦予顏色以增加視覺化效果

第五章 作業成果展示及分析

本章先介紹地籍資料分戶成果品質的評估方式，接著依序針對區塊建物框地籍資料分戶、地籍資料分戶與 DSM 高差分割成果融合編修及三維建物模型細緻化等成果進行展示及分析。

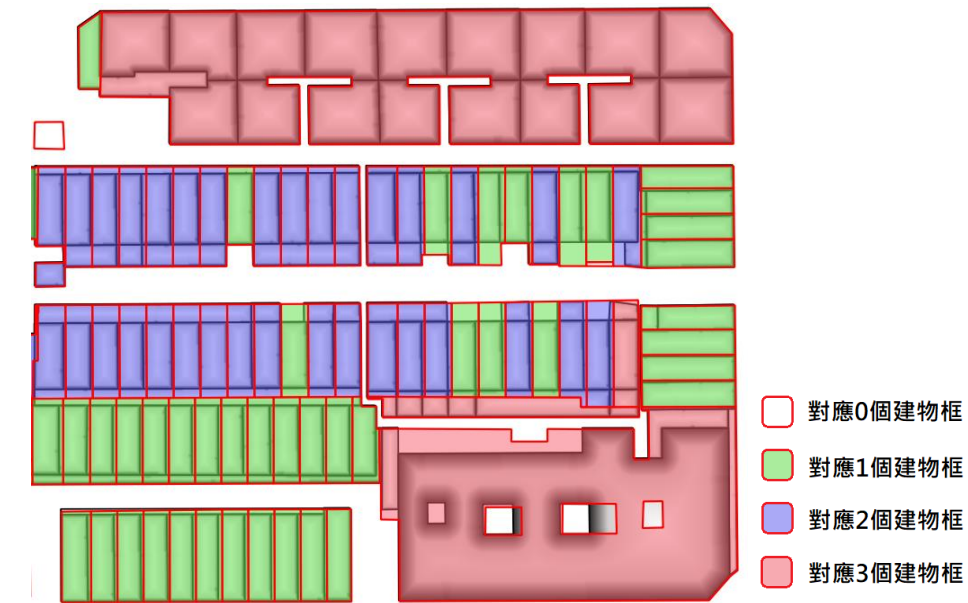
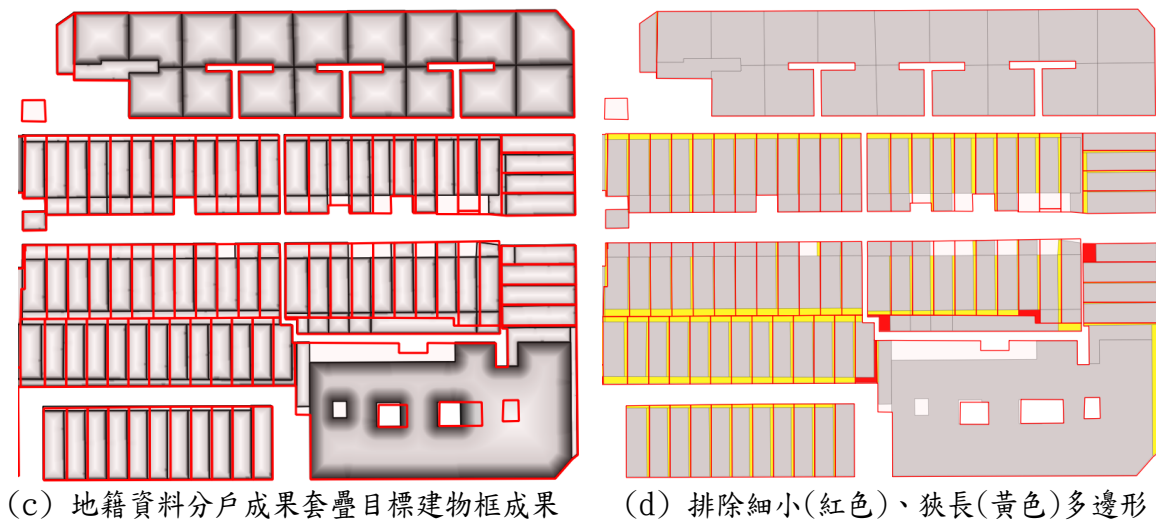
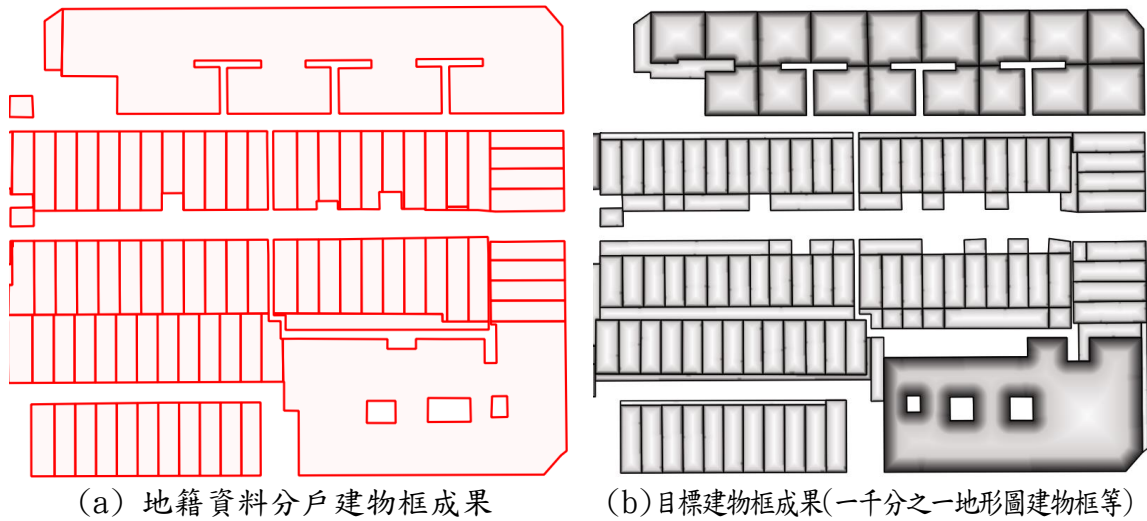
第一節 成果品質評估方式

本研究區塊建物依地籍資料分戶、人工檢視編修、區塊建物地籍資料分戶及高差分割融合編修等成果，規劃與一千分之一地形圖建物框或臺中市之臺灣通用電子地圖加值分戶成果建物框比較分析，進行成果品質評估。地籍資料分戶的初步成果成功率有多高？其與一千分之一地形圖建物框（以下簡稱目標建物框）的差異程度有多少？是本研究成果分析的主要課題。

為評估地籍資料分戶建物框初步成果的品質，本研究設計成果品質評估方式，可透過 QGIS 等工具將地籍資料分戶建物框成果與目標建物框套疊分析後，計算出「地籍資料分戶成功率」之品質量化評估指標。

首先分析計算每個地籍資料分戶建物框多邊形內所對應（包含）的「目標建物框數量」（即一千分之一地形圖建物框或臺灣通用電子地圖加值分戶建物框之數量），接著歸納出數個對應類型，並計算分戶成功態樣之成果數量，供後續評估分戶成功率使用。相關步驟說明如下：

- 1、首先將目標建物框成果套疊地籍資料分戶建物框成果，利用目標建物框切割地籍資料分戶建物框成果，如圖5-1(c)。
- 2、由於地籍資料分戶建物框成果與目標建物框精度存有差異，因此將一定範圍內的圖資偏差視為合理狀況（本研究初步設定允許2公尺以內的偏差情形）。有鑒於此，必須利用 QGIS 等工具將前開分割多邊形中細小（面積不超過10平方公尺）、狹長（寬度小於2公尺）的多邊形篩選出來並排除之，以避免影響分析數據之正確性，如圖5-1(d)。
- 3、透過 QGIS 等工具可初步分析計算每個地籍資料分戶建物框內所對應（包含）的「目標建物框數量」，圖5-1(e)中將統計成果分別按白、綠、藍、紅等顏色表示對應0個、1個、2個、3個以上建物框之情形。



(e) 統計每個地籍資料分戶建物框所含之目標建物框數量(依顏色分類)

圖5-1、地籍資料分戶建物框成果與目標建物框之套疊分析

可按圖5-2的分類流程，進一步將各種對應情形進行細分，共可歸納出9種態樣種類（計有A₁、A₂、A₃、B₁、B₂、C₁、C₂、D₁、D₂等9類），其中A₁、A₂、B₁、C₁、D₁等5類成果將視為地籍資料分戶建物框之「成功態樣」。

本研究所提出的地籍資料分戶建物框成果品質評估指標為「分戶成功率」，其計算方式如下：先統計地籍資料分戶建物框成果中9種態樣的數量，接著計算「分戶成功態樣」成果之總數量與目標建物框總數量之比例，該比例即為分戶成功率。因此，若分戶成功態樣之數量越多，則代表分戶成功率越高。

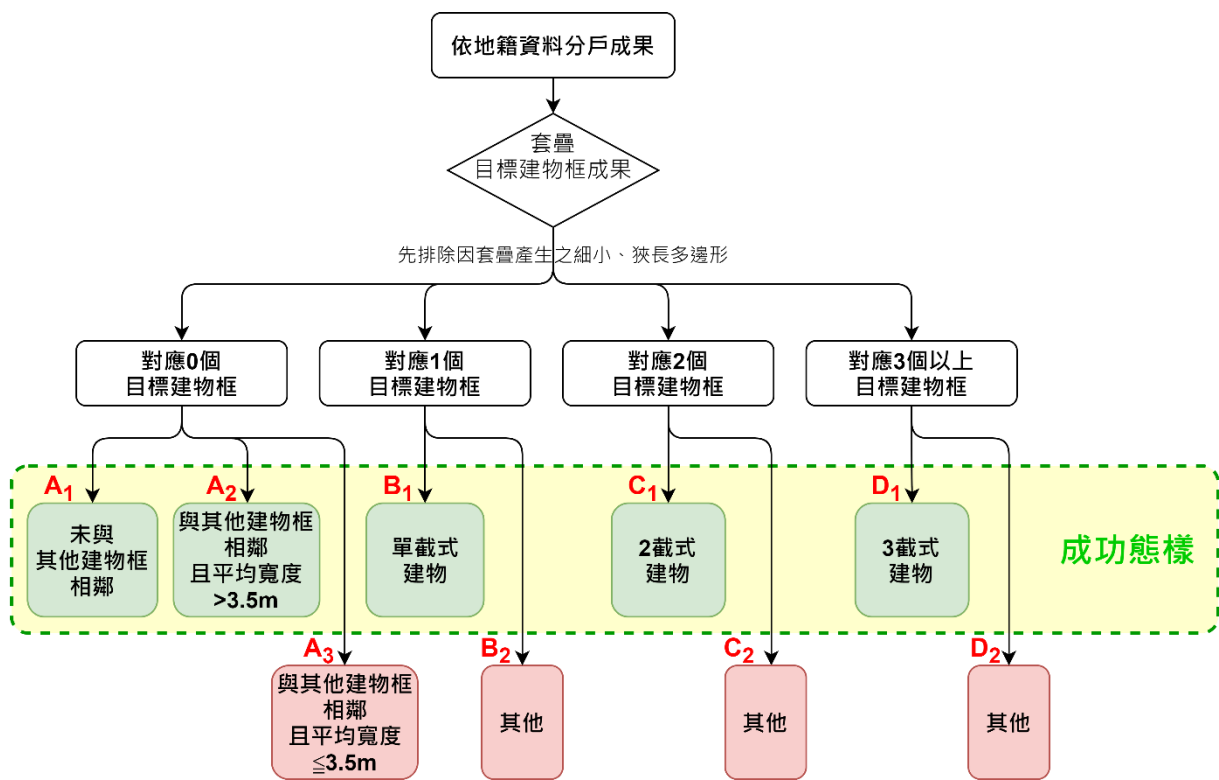


圖5-2、地籍資料分戶建物框成果分析流程圖

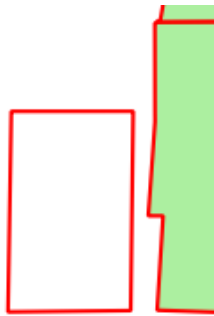
以下分別針對這9類態樣，逐一進行說明與介紹：

一、對應「0個」目標建物框之常見情形：計有 A₁、A₂及 A₃等3類。

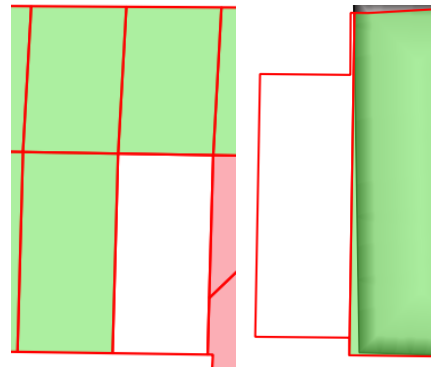
A₁類 - 未與其他建物框相鄰：此類情形代表該範圍之臺灣通用電子地圖圖資內容比一千分之一地形圖時效佳，通常是「新增建物」（如圖5-3(A₁））。

A₂類 - 與其他建物框相鄰且平均寬度 > 3.5公尺：由於多邊形平均寬度大於3.5公尺，已達一般建物面寬，此類情形常見有新增建物、增建建物（如圖5-3(A₂））。

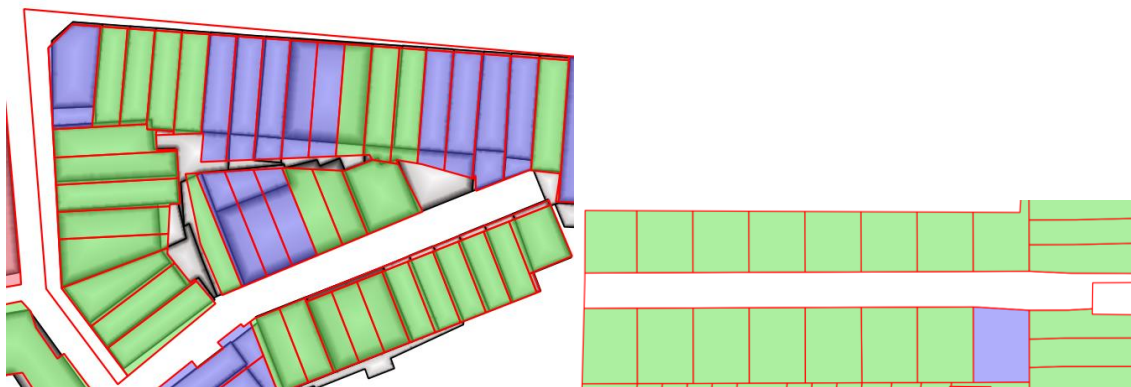
A₃類 - 與其他建物框相鄰且平均寬度 ≤ 3.5公尺：臺灣通用電子地圖測製區塊建物框時，會將建物區塊內之畸零空地一併包含測製，故多邊形平均寬度小於或等於3.5公尺，未達一般建物面寬，常見的情形為：未建築之基地範圍(土地上有建號)、區塊建物中之空地（如圖5-3(A₃））等，後續可於DTM萃取高度資訊作業時進一步區分出空地態樣。



(A₁) 新增建物(一千分之一地形圖較舊)



(A₂) 新增建物或增建建物



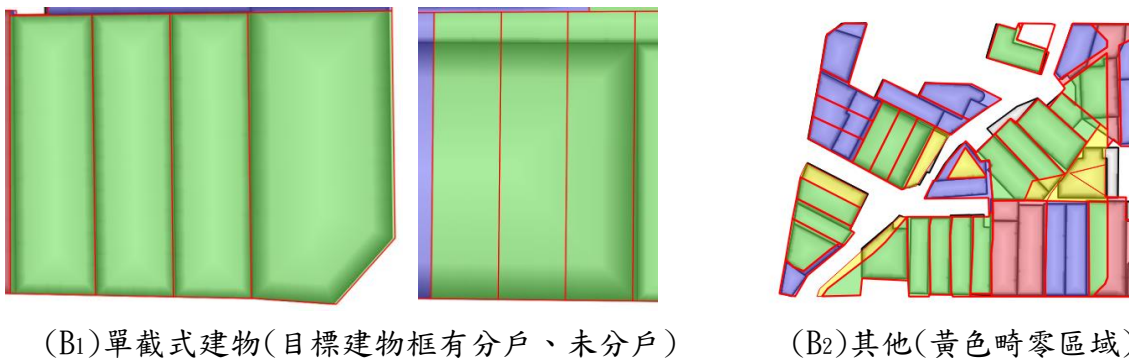
(A₃) 未建築之基地範圍(土地上有建號)、區塊建物中之空地

圖5-3、對應「0個」目標建物框(紅框白底處)之常見情形彙整

二、對應「1個」目標建物框之常見情形：計有 B₁及 B₂等2類。

B₁類－單截式建物(目標建物框有分戶)：此類情形代表地籍資料分戶建物框與目標建物框幾乎能正確對應，常見的「單截式建物」屬之(如圖5-4(B₁)左圖)，此處單截式建物表示該建物整體高度均為一致。惟部分目標建物框未進行分戶(可能為現場調繪時漏未分戶，如圖5-4(B₁)右圖)。

B₂類－其他(畸零區域)：若平均寬度未達3.5公尺(即一般建物最小面寬)，則此類情形常為畸零區域應予排除(如圖5-4(B₂))。



(B₁)單截式建物(目標建物框有分戶、未分戶)

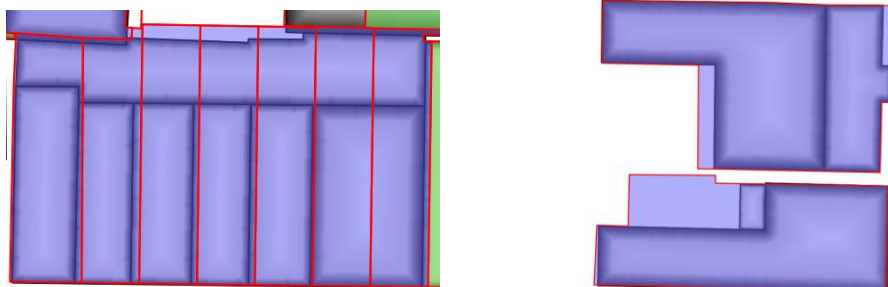
(B₂)其他(黃色畸零區域)

圖5-4、對應「1個」目標建物框(紅框綠底處)之常見情形彙整

三、對應「2個」目標建物框之常見情形：計有 C₁、C₂等2類。

C₁類－二截式建物：此類情形代表地籍資料分戶建物框可正確對應目標建物框，惟目標建物框更進一步依構造或高度將建物區分為前後2個部分，常見的「二截式建物」屬之(如圖5-5(C₁))。

C₂類－其他(不規則建物)：此類成果通常為不規則建物(如圖5-5(C₂))，地籍資料分戶效果有限，尚待其他方式(高差分割或人工編修)細分。



(C₁)二截式建物

(C₂)其他不規則建物

圖5-5、對應「2個」目標建物框(紅框藍底處)之常見情形彙整

四、對應「3個以上」目標建物框之常見情形：計有 D₁、D₂等2類。

D₁類 - 三截式建物：此類情形代表地籍資料分戶建物框可正確對應目標建物框，惟目標建物框更進一步依構造或高度將建物區分為前後3個部分，常見的「三截式建物」屬之（如圖5-6 (D₁)）。

D₂類 - 其他（地籍圖未細分）：此類成果通常因地籍圖未進行細分（如圖5-6 (D₂)），所以地籍資料分戶效果不佳，尚待其他方式（如人工檢視編修或高差分割技術）進行細分。

D₂類 - 其他（複雜之單棟建物）：此類成果通常為高度結構或形狀複雜的單棟建物（如圖5-6 (D₂)），所以地籍資料分戶效果亦不佳，尚待其他方式（如高差分割技術）進行細分。

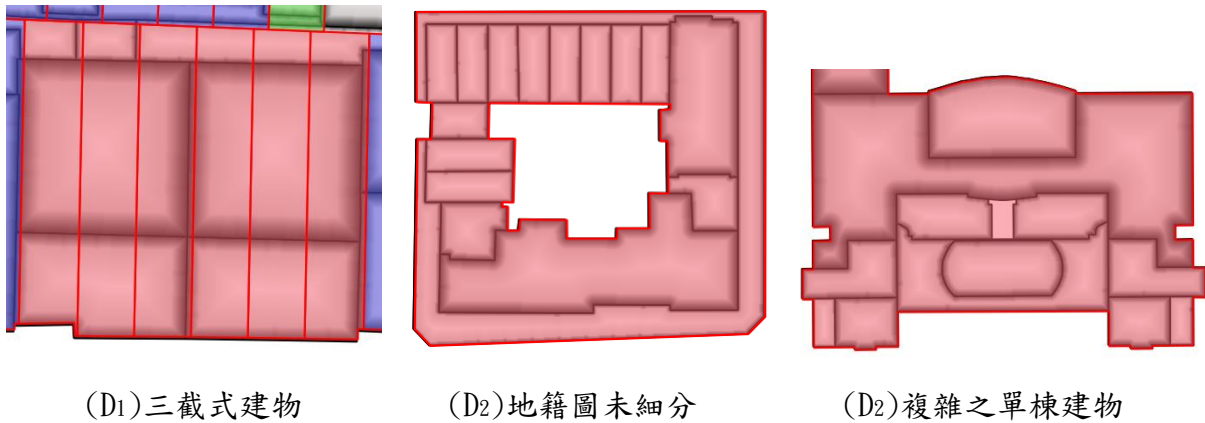


圖5-6、對應「3個以上」目標建物框（紅框紅底處）之常見情形彙整

第二節 區塊建物框依地籍資料分戶成果

一、測試資料範圍

本研究選擇臺中市北區、西屯區、大安區、烏日區等4個行政區域作為測試區域，其位置分布圖如圖5-7。



圖5-7、測試區域分布圖

依不同建物分布態樣（如圖5-8）選定測試區域，其中：北區屬於建物高度密集的「城區」，大安區則屬於建物分布較稀疏分散的「郊區」；另有1類為「城郊混合區」，兼具城區及郊區特性，其中西屯區為城區比例較高，烏日區為郊區比例較高。各測試區域之概況資料彙整如表5-1。

表5-1、測試區域概況表

測試區名稱	行政區代碼	面積 ^{*註1}	登記土地總數 ^{*註2}	區域類型	後續測試結果比較之目標建物框圖資
臺中市北區	B05	約 759公頃	43,461筆	城區	臺中市一千分之一地形圖建物圖層(108年更新局部成果)
臺中市西屯區	B06	約3,995公頃	65,294筆	城郊混合區(偏城區)	臺中市一千分之一地形圖建物圖層(108年更新局部成果)
臺中市大安區	B22	約3,553公頃	24,178筆	郊區	臺灣通用電子地圖區塊建物框加值分戶成果(105年測製)
臺中市烏日區	B23	約4,162公頃	52,423筆	城郊混合區(偏郊區)	臺灣通用電子地圖區塊建物框加值分戶成果(104年測製)

註1：以 QGIS 軟體計算「鄉鎮市區界線(TWD97經緯度)」檔案中行政區之圖形面積。(鄉鎮市區界線資料來源：政府資料開放平臺)。
 註2：108年底統計數量(資料來源：臺中市政府地政局108年地政統計年報)。

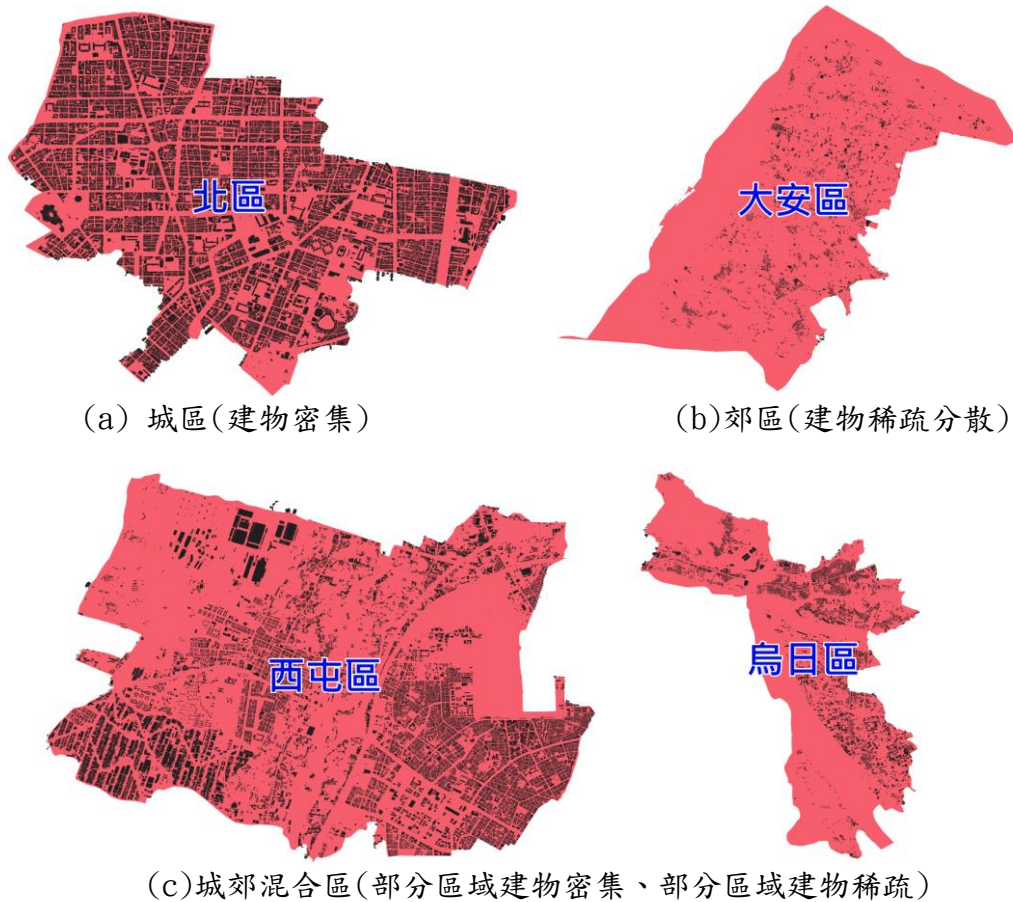


圖5-8、測試區域建物密度分布情形(圖中黑色區域為建物範圍)

二、測試範圍成果展示

本小節將分別展示區塊建物框之「地籍資料分戶建物框初始成果」及「人工檢視編修成果」。

(一) 地籍資料分戶建物框初始成果

以臺中市北區(屬於城區)的地籍資料分戶建物框成果作為展示範例(如圖5-9)，將門牌位置點位資料(如圖5-9右半部之黑點)套疊地籍資料分戶建物框成果後，可以輕易發現：在城區範圍中，除部分範圍因地籍圖未細分而無法完成分戶作業外(1個建物框對應多個門牌)，大部分區域的地籍資料分戶結果大致理想(1個建物框可對應1個門牌)。

前面章節提到，地籍資料分戶後把分戶面分為5個類別，圖5-9右半部中以不同顏色呈現：符合條件或區塊(Block)內建物面(灰色底)、分戶面積排除(淺綠色底)、分戶面寬深排除(紅色底)、其餘排除原因(淺黃色底)。

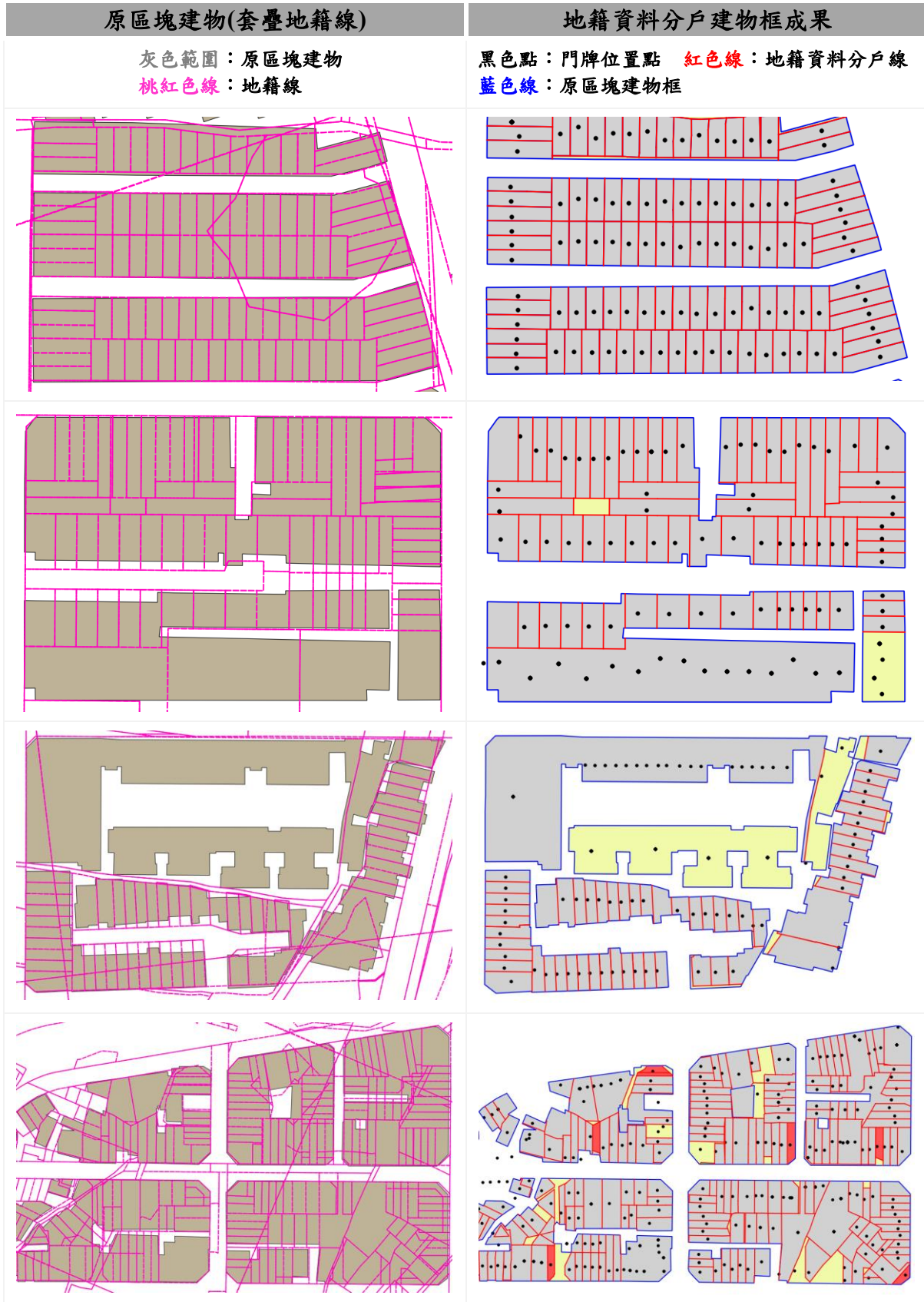


圖5-9、城區範圍地籍資料分戶建物框成果展示（臺中市北區部分範圍）

反觀，郊區範圍之地籍資料分戶成果（如圖5-10）就不如城區理想，歸納原因如下：(1)郊區共有土地（地籍未細分）數量較多，地籍資料分戶無法介入。(2)郊區未登記建物（無建號）數量較多（如三合院、舊式平房、鐵皮工廠……），以致地籍線搭配門牌判斷未登記建物的機制較易誤判（會出現多餘分戶線）。(3)建築基地常多筆土地混同使用，而建物使用範圍卻未與地籍線一致。

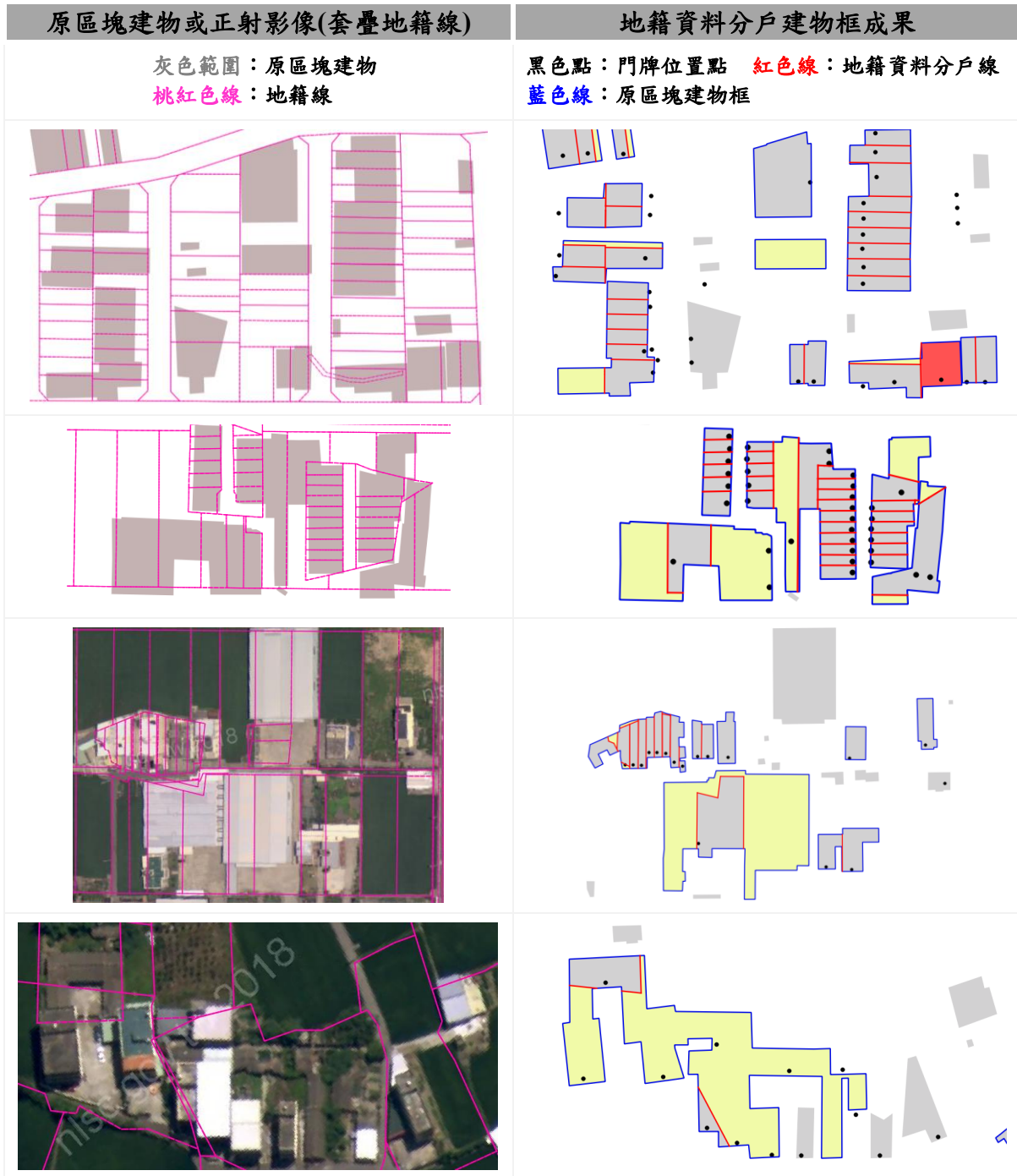
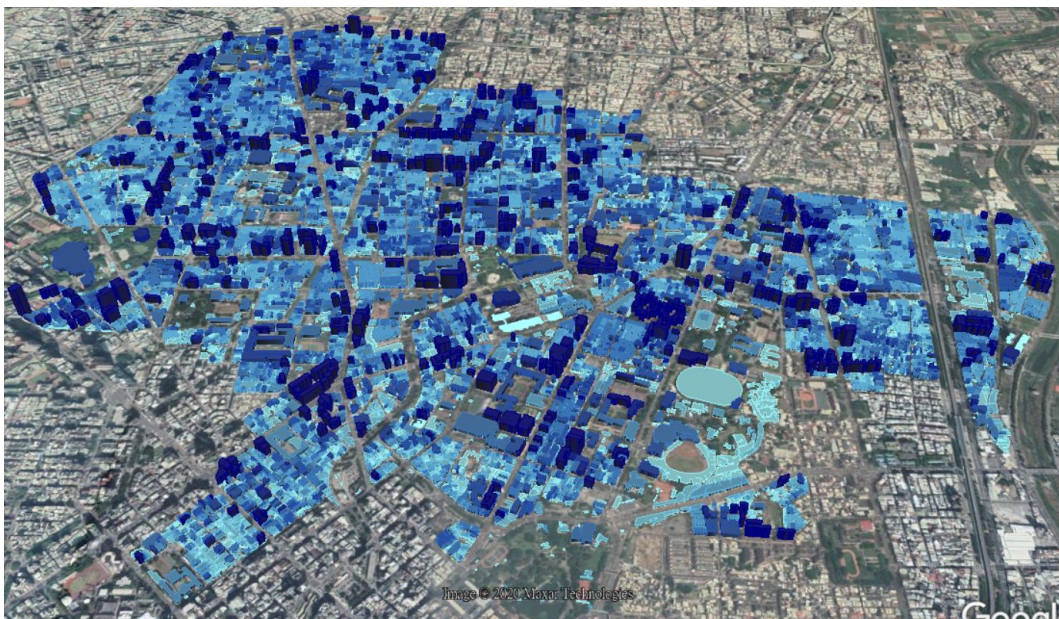


圖5-10、郊區範圍地籍資料分戶建物框成果展示（臺中市大安區部分範圍）

圖5-11將區塊建物框、區塊建物地籍資料分戶建物框成果所產製之三維建物模型並列，透過視覺上的直觀比較，不難發現透過地籍資料分戶作業後，三維建物模型的細緻度已可明顯獲得改善。



(a)利用「臺灣通用電子地圖區塊建物框」產製之三維建物模型



(b)利用「區塊建物框地籍資料分戶建物框成果」產製之三維建物模型

圖5-11、地籍資料分戶建物框成果產製三維建物模型（臺中市北區範圍）

最後，由地籍資料分戶作業前後的建物框數量差異（圖5-12）可發現：城區範圍的建物框數量有明顯的增加，顯示其地籍資料分戶成效顯著；反觀郊區範圍，地籍資料分戶成效則較不如預期。

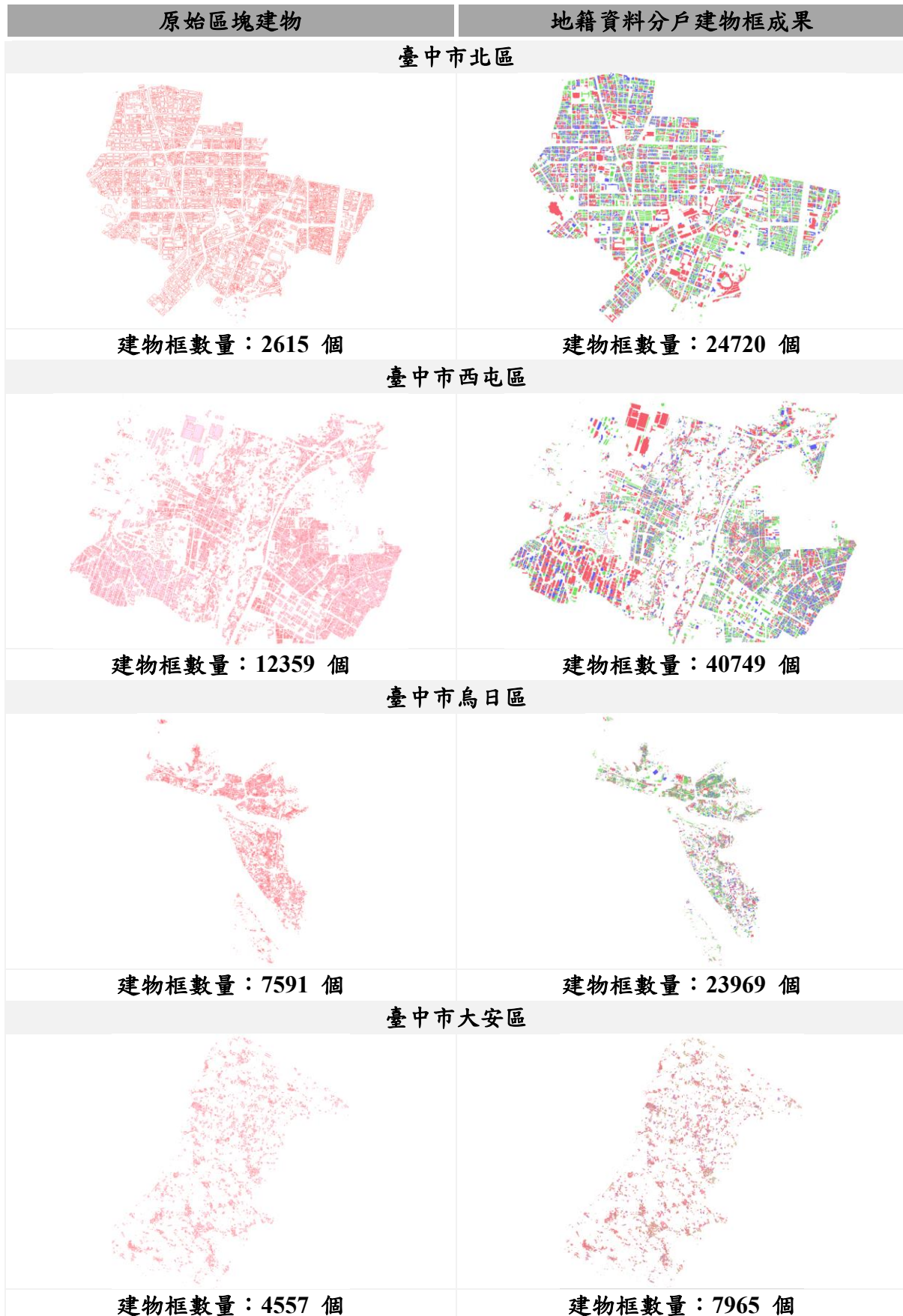


圖5-12、各測試區地籍資料分戶作業前後建物框數量差異比較圖

(二) 人工檢視編修成果

本研究挑選臺中市北區（城區）及大安區（郊區）進行地籍資料分戶建物框成果人工檢視編修的測試作業，藉由人工介入進行全面檢視及編修作業，可將地籍資料分戶建物框初始成果中瑕疵、未進行的分戶線進行修正或新增，以提升地籍資料分戶成果之品質。圖5-13及圖5-14分別以城區及郊區之實際案例，展示人工編修前後之成果差異。可觀察發現，郊區之地籍資料分戶建物框成果經人工全面檢視編修後，前後差異非常顯著。

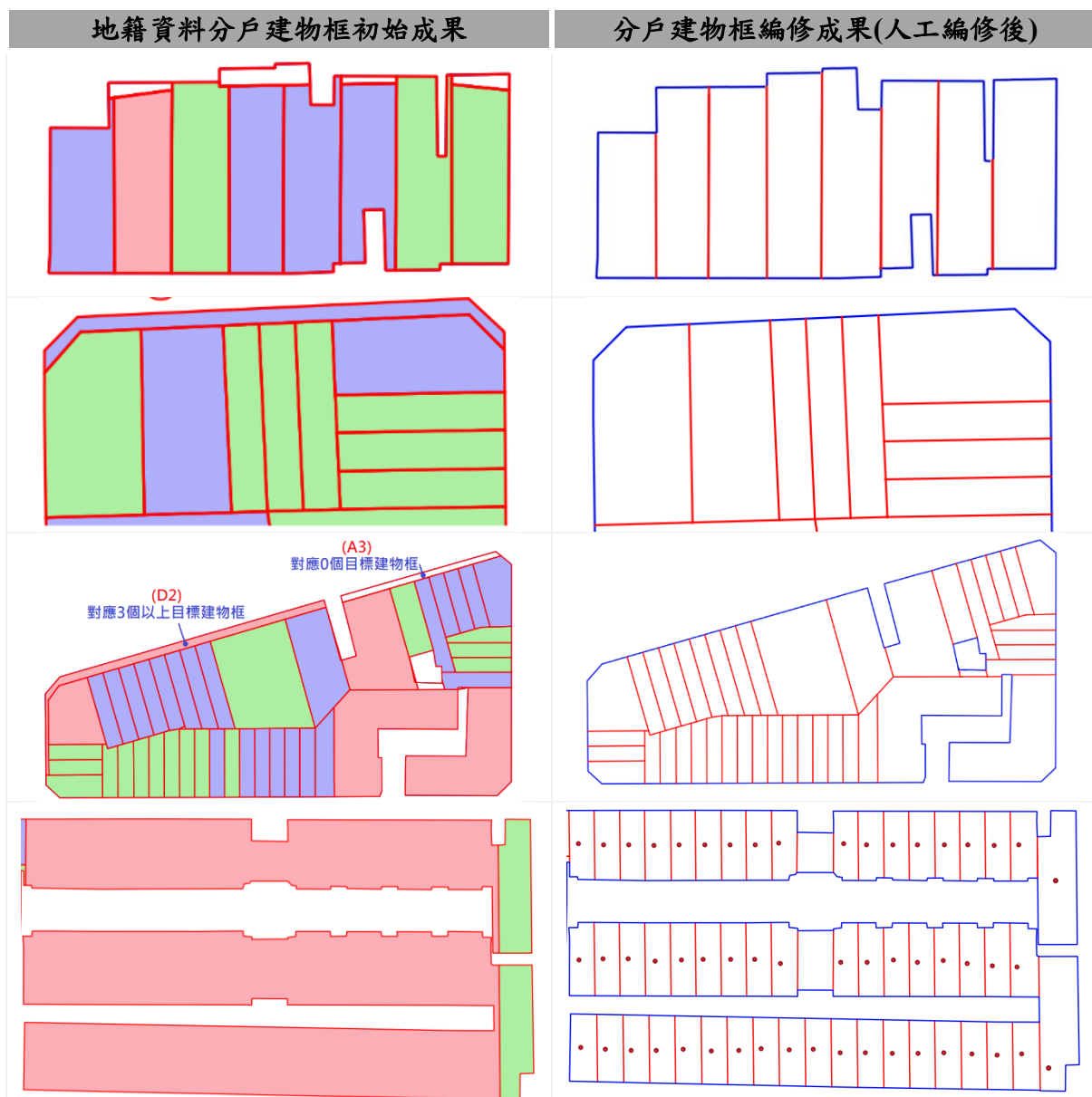


圖5-13、分戶建物框編修前後差異比較（城區示例）

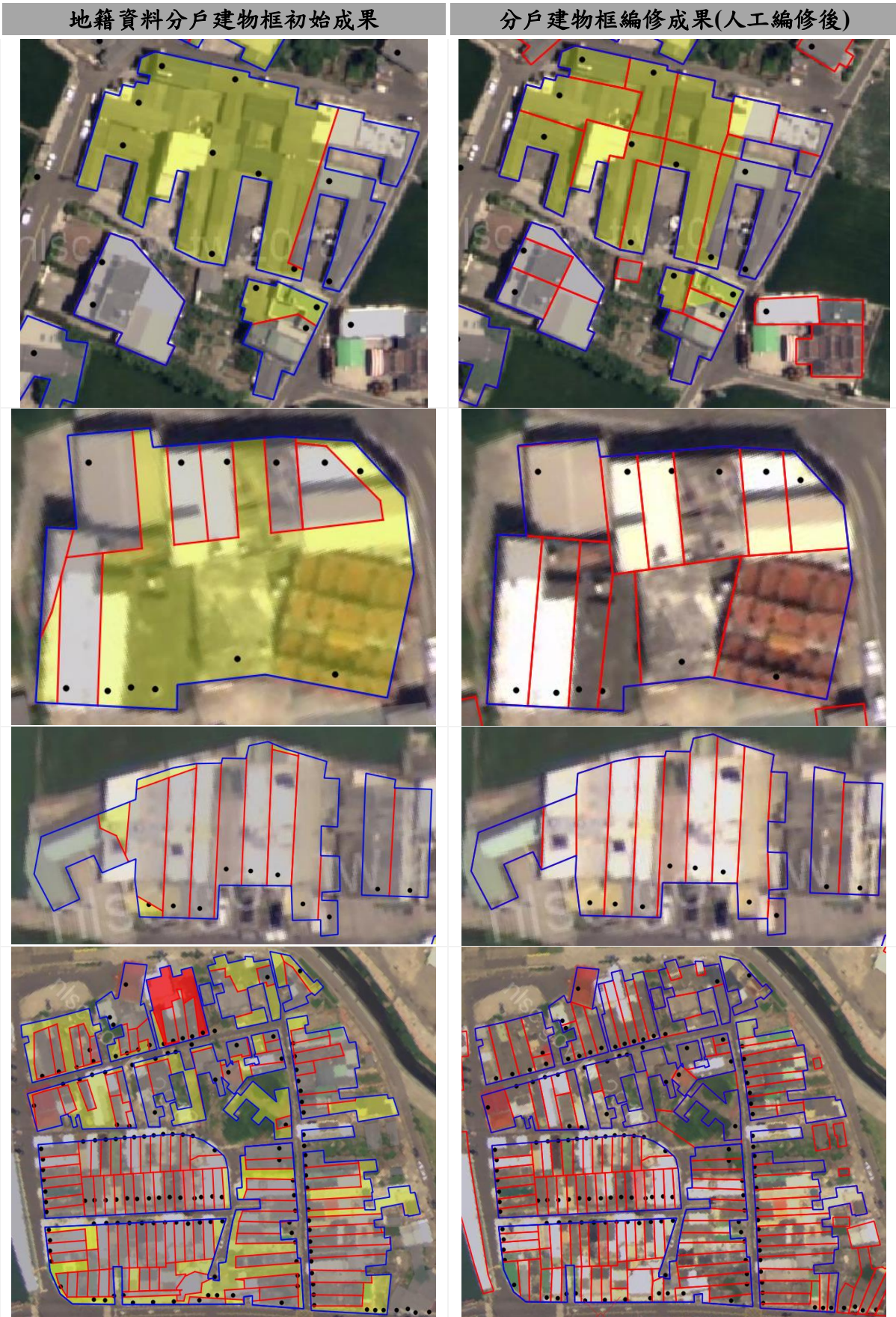


圖5-14、分戶建物框編修前後差異比較（郊區示例）

三、測試成果分析

本小節將依序針對區塊建物框之「地籍資料分戶初始成果」及「人工檢視編修成果」進行分析。

(一) 地籍資料分戶建物框初始成果

首先，針對地籍分成果建物框對應目標建物框之情形，依前述分類態樣（A₁、A₂、A₃、B₁、B₂、C₁、C₂、D₁、D₂等9類）進行數量統計，統計結果彙整如表5-2。

表5-2、地籍資料分戶建物框初始成果對應目標建物框分類態樣統計表

	地籍資料 分戶建物框 總數	對應 0 個建物框			對應 1 個建物框		對應 2 個建物框		對應 3 個以上建物框	
		A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	D1	D2
		未與 其他建物框 相鄰	與其他建物框 相鄰且 平均寬度>3.5m	與其他建物框 相鄰且 平均寬度≤3.5m	單截式建物	其他	2截式建物	其他	3截式建物	其他
北區 (城區)	24720	209	135	1738	12151	1138	5105	1666	883	1695
		0.8%	0.5%	7.0%	49.2%	4.6%	20.7%	6.7%	3.6%	6.9%
西屯區 (城郊混合)	40749	2183	457	2558	16160	2142	7919	3615	1669	4046
		5.4%	1.1%	6.3%	39.7%	5.3%	19.4%	8.9%	4.1%	9.9%
烏日區 (城郊混合)	23969	1279	354	1207	12865	1396	2609	2202	268	1789
		5.3%	1.5%	5.0%	53.7%	5.8%	10.9%	9.2%	1.1%	7.5%
大安區 (郊區)	7965	725	17	221	2263	2007	507	1125	83	1017
		9.1%	0.2%	2.8%	28.4%	25.2%	6.4%	14.1%	1.0%	12.8%

接著，進行評估地籍資料分戶建物框成果之成功率，本研究設計地籍資料分戶成果品質的評估指標：「分戶成功率」，其代表地籍資料分戶建物框成果中「分戶成功態樣」數量與目標建物框數量之比例。

其中，「分戶成功態樣」的地籍資料分戶建物框成果數量係由前述 A₁、A₂、B₁、C₁、D₁等5類成功態樣加權計算而得（加權方式為：將 C₁二截式建物數量乘2倍、將 D₁三截式建物數量乘3倍、其餘類別以1倍計算）；另外，由於臺灣通用電子地圖建物圖層之最小繪製單元為5公尺×5公尺（即25平方公尺），未達此門檻之建物會被忽略。為求標準一致，計算時亦將目標建物框中面積未達25平方公尺之建物框予以排除。此外，由於所使用的臺灣通用電子地圖建物圖資時效較佳，因此地籍資料分戶建物框成果中會額外包含目標建物框中沒有的建物（如前述 A₁及 A₂類態樣），在計算分戶成功率時，為求平衡，A₁、A₂類別之成果數量將併入母數計算（同時於分子及分母加入）。

按照前述方式進行評估計算，可得到地籍資料分戶建物框初始成果的「分戶成功率」，其計算方式及4個測試區的測試成果分析如表5-3。

表5-3、地籍資料分戶建物框初始成果「分戶成功率」分析比較表

	目標建物框 Polygon總數 (P1)	其中面積小於 25平方公尺 之Polygon數量 (P2)	修正後目標建物框總數 (P1-P2)+(A1+A2)	分戶成功建物框 加權計算數量 (A1+A2+B1+C1*2+D1*3)	分戶成功率 (A1+A2+B1+C1*2+D1*3) /(P1-P2)+(A1+A2)
北區 (城區)	33416	4756	29004	25354	87.42%
西屯區 (城郊混合)	61461	11788	52313	39645	75.78%
烏日區 (城郊混合)	29506	2616	28523	20520	71.94%
大安區 (郊區)	10960	1354	10348	4268	41.24%

綜觀而言，4個測試區的地籍資料分戶建物框初始成果「分戶成功率」分布之差異較大，其中城區之分戶成功率接近9成，郊區之分戶成功率僅4成，城郊混合區之分戶成功率約7成多，介於城區及郊區之間。

由此可見地籍資料分戶作業模式於郊區範圍之成效相對較低，其原因歸納為三：(1) 郊區共有土地（地籍未細分）數量較多，地籍資料分戶無法介入。(2) 郊區未登記建物（無建號）數量較多（如三合院、舊式平房、鐵皮工廠、倉庫……），以致地籍線搭配門牌判斷未登記建物的機制較易誤判（會出現多餘分戶線）。(3) 建築基地常多筆土地混同使用，而建物使用範圍卻未與地籍線一致（如第72頁圖5-10）。

本研究透過人工介入檢視編修地籍資料分戶建物框成果，期望能有效提升「郊區範圍」的分戶成功率。

(二) 人工檢視編修成果

本研究選定之人工檢視編修作業測試區為：臺中市北區（城區）、臺中市大安區（郊區）。

表5-4、地籍資料分戶建物框成果「編修前後」對應目標建物框分類態樣統計表

地籍資料分戶 成果分析		地籍資料 分戶建物框 總數	對應 0 個建物框			對應 1 個建物框		對應 2 個建物框		對應 3 個以上建物框	
			A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	D1	D2
			未與 其他建物框 相鄰	與其他建物框 相鄰且 平均寬度>3.5m	與其他建物框 相鄰且 平均寬度≤3.5m	單截式建物	其他	2截式建物	其他	3截式建物	其他
北區 (城區)	初始成果	24720	209	135	1738	12151	1138	5105	1666	883	1695
			0.8%	0.5%	7.0%	49.2%	4.6%	20.7%	6.7%	3.6%	6.9%
北區 (城區)	編修成果	24235	206	217	1181	12330	992	5187	1619	885	1618
			0.9%	0.9%	4.9%	50.9%	4.1%	21.4%	6.7%	3.7%	6.7%
大安區 (郊區)	初始成果	7965	725	17	221	2263	2007	507	1125	83	1017
			9.6%	0.2%	2.9%	29.9%	26.5%	6.7%	14.8%	1.1%	13.4%
大安區 (郊區)	編修成果	9154	760	73	81	5262	450	676	1152	116	584
			9.6%	0.9%	1.0%	66.2%	5.7%	8.5%	14.5%	1.5%	7.3%

觀察人工檢視編修後地籍資料分戶成果的分類態樣統計（如表5-4）可發現：

- 1、原先歸為分戶效果不佳的 A3、B2、C2、D2類別，其數量皆有減少。
- 2、郊區範圍經編修後，分戶成果總數及 B1類別總數皆大幅提升。主要由於郊區之地籍資料分戶建物框初始成果較差，乃因許多建物分戶線未能由地籍線篩選得出，因此人工編修作業是參考正射影像及門牌位置資料，將初始成果中漏掉之分戶線逐一補上，由於多數是執行新增分戶線的工作，因此分戶成果總數及 B1類別總數皆有顯著成長，而 B2、D2類別之數量則有明顯的減少。
- 3、城區範圍經編修後，分戶成果總數略少於初始成果。主要由於城區之編修作業多數是處理 A3、B2、C2、D2類別（如圖5-15），其皆是將原先有瑕疵的建物框透過「直接合併」或「拆解後合併」的方式併入原先存在的建物框，僅有少數增加建物框的數量的修正（如第75頁圖5-13最下方）。

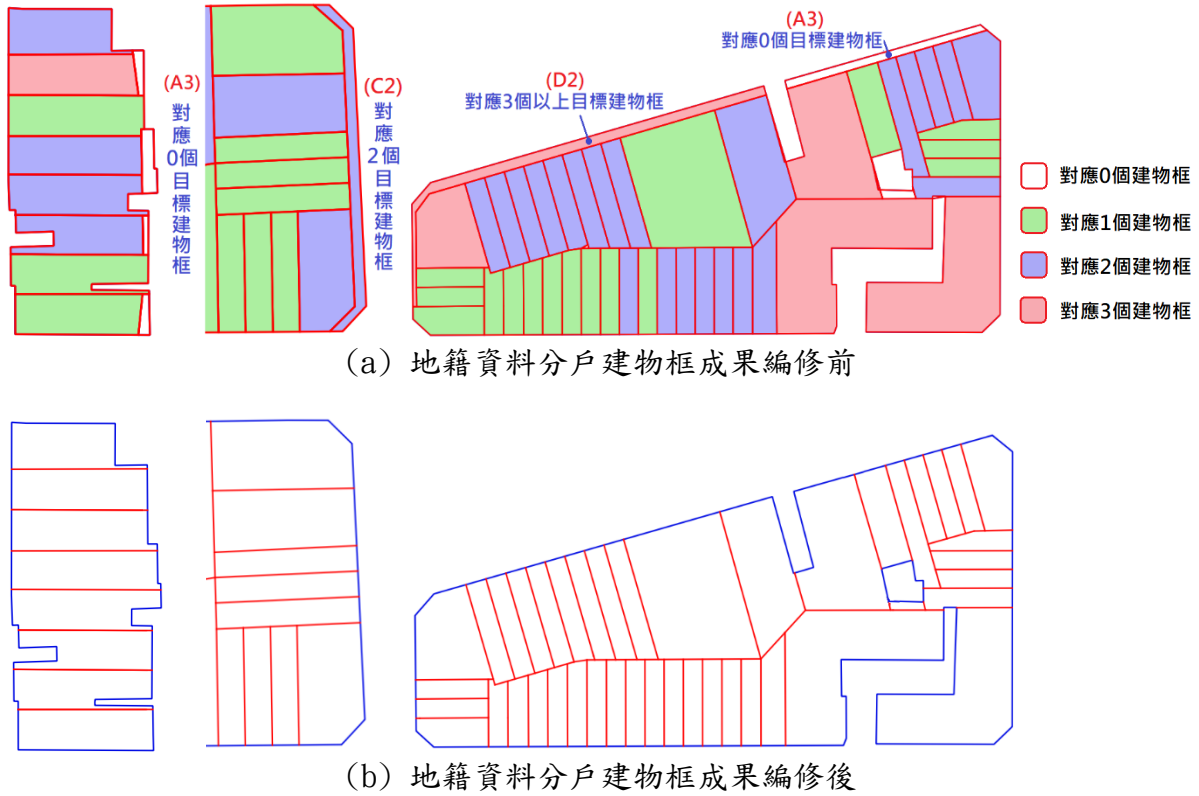


圖5-15、地籍資料分戶建物框成果編修後 A3、B2、C2、D2數量減少

由表5-5地籍資料分戶建物框成果「編修前後」分戶成功率的差異比較，證實經過人工介入編修後，確實可將郊區（臺中市大安區）之分戶成功率大幅提升約30%（由 41.24 %提升至 74.67 %），而城區範圍因初始成果之成功率已較高，因此成功率提升效果較有限。

表5-5、地籍資料分戶建物框成果「編修前後」分戶成功率分析比較表

地籍資料分戶成果 分戶成功率		目標建物框 Polygon總數 (P1)	其中面積小於 25平方公尺 之Polygon數量 (P2)	修正後目標建物框總數 (P1-P2)+(A1+A2)	分戶成功建物框 加權計算數量 (A1+A2+B1+C1*2+D1*3)	分戶成功率 (A1+A2+B1+C1*2+D1*3) /(P1-P2)+(A1+A2)
北區 (城區)	初始成果	33416	4756	29004	25354	87.42%
	編修成果	33416	4756	29083	25782	88.65%
大安區 (郊區)	初始成果	10960	1354	10348	4268	41.24%
	編修成果	10960	1354	10439	7795	74.67%

(三) 地籍資料分戶作業前後之建物框數量分析

由表5-6可見，地籍資料分戶建物框成果數量通常約為原區塊建物框數量的2~10倍，區域中建物密集區比例越高(如城區)則數量成長倍數越多。由於三維建物模型的產製成本目前係以建物框數量乘以建置單價計算，後續估算成本時，可參考臺灣通用電子地圖區塊建物框數量，並視施作區域建物密集情形估算數量。

表5-6、區塊建物框經地籍資料分戶後之數量差異比較表

	臺灣通用電子地圖 區塊建物框數量 (個)	地籍資料分戶初始成果 建物框數量(個)	數量 成長比例	地籍資料分戶成果 (人工編修後) 建物框數量(個)	數量 成長比例
北區(城區)	2615	24270	約 9.3 倍	24235	約 9.3 倍
西屯區(城郊混合)	12359	40749	約 3.3 倍	未進行人工檢視編修作業。	
烏日區(城郊混合)	7591	23969	約 3.2 倍	未進行人工檢視編修作業。	
大安區(郊區)	4557	7965	約 1.8 倍	9154	約 2.0 倍

第三節 區塊建物框分戶及分割融合編修作業成果

一、測試資料範圍

延續前面地籍資料分戶建物框成果人工編修作業，同樣選定臺中市北區（城區）及臺中市大安區（郊區）作為區塊建物框分戶及分割融合編修作業的測試區域。

二、測試範圍成果展示

延續前面地籍資料分戶建物框編修作業之成果，結合建物 DSM 資料高度差異分割作業，藉由本研究提出之融合方式，可針對建物的幾何差異進一步細分。圖5-16及圖5-17分別以城區及郊區之實際案例，展示區塊建物分戶及分割融合編修作業前後之成果差異，圖中藍線為新增之高差分割線。

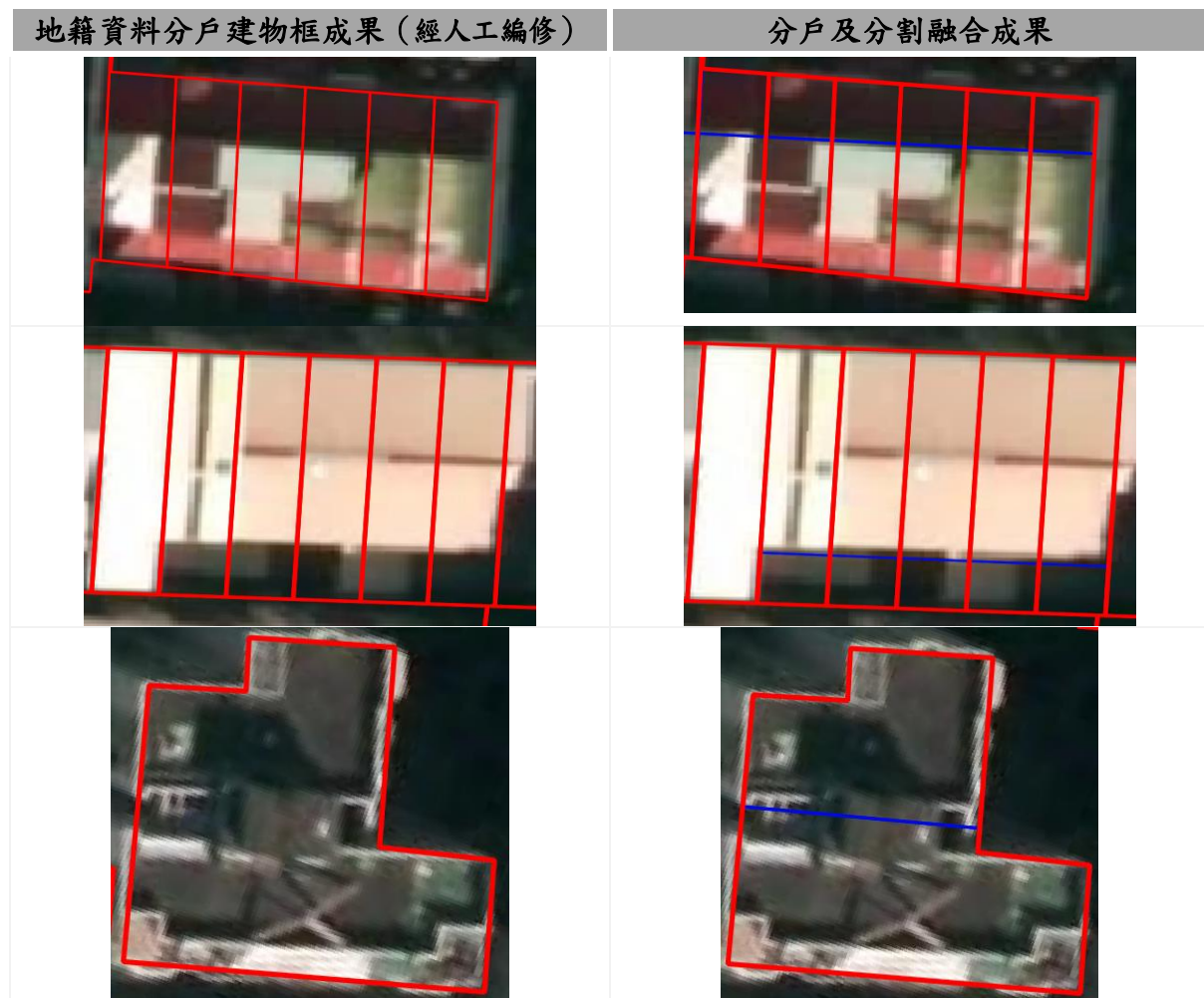


圖5-16、分戶及分割融合成果差異比較（城區示例）

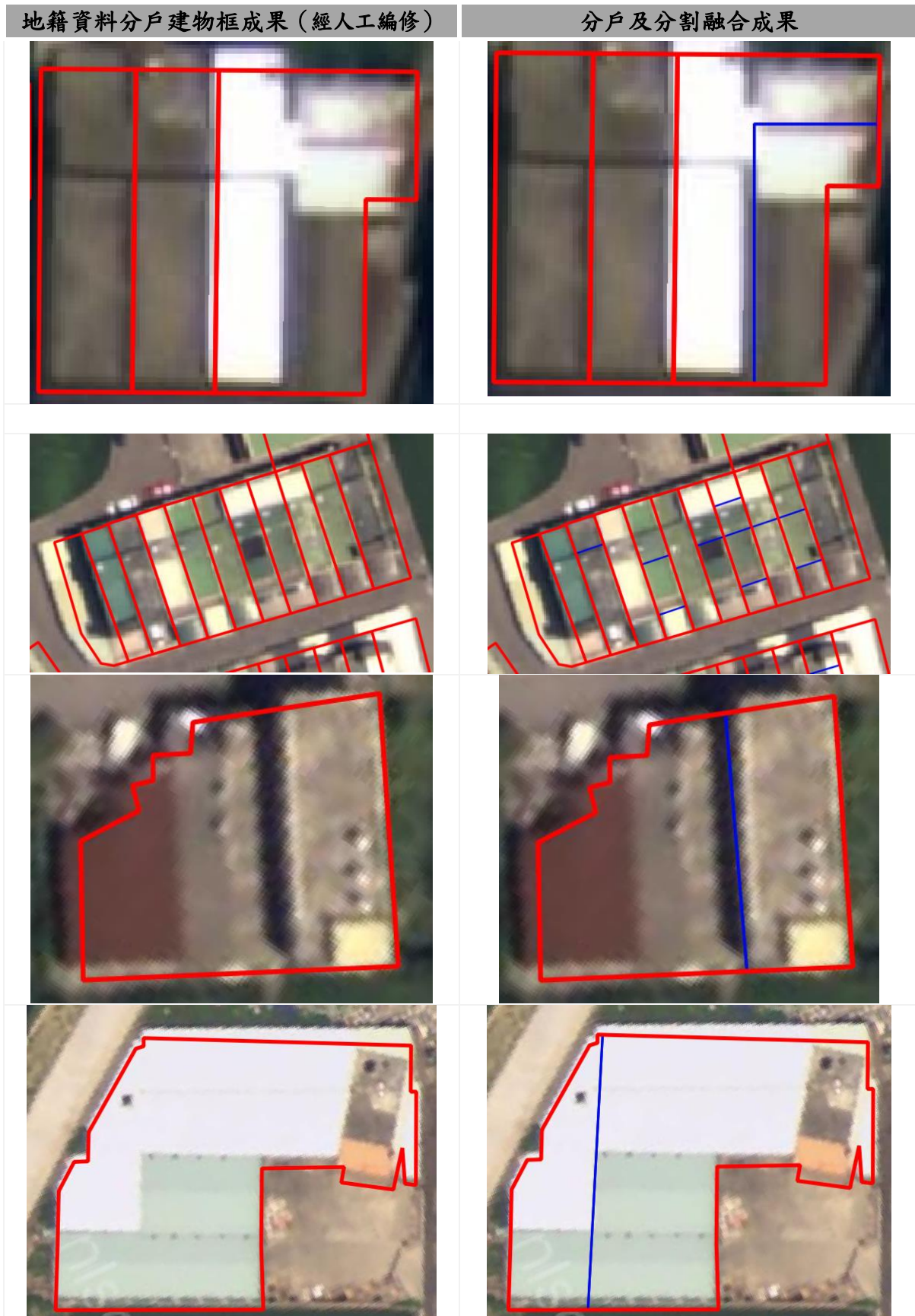


圖5-17、分戶及分割融合成果差異比較 (郊區示例)

三、測試成果分析

區塊建物框經分戶及分割融合作業後成果的分類態樣統計（如表5-7）。可觀察發現，建物框總數及 B₁類別總數皆有顯著增加。

表5-7、「分戶及分割融合成果」對應目標建物框分類態樣統計表

分戶及分割融合 成果分析		地籍資料 分戶建物框 總數	對應 0 個建物框			對應 1 個建物框		對應 2 個建物框		對應 3 個以上建物框	
			A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	D1	D2
			未與 其他建物框 相鄰	與其他建物框 相鄰且 平均寬度>3.5m	與其他建物框 相鄰且 平均寬度≤3.5m	單截式建物	其他	2截式建物	其他	3截式建物	其他
北區 (城區)	初始成果	24720	209	135	1738	12151	1138	5105	1666	883	1695
			0.8%	0.5%	7.0%	49.2%	4.6%	20.7%	6.7%	3.6%	6.9%
	編修成果	24235	206	217	1181	12330	992	5187	1619	885	1618
			0.9%	0.9%	4.9%	50.9%	4.1%	21.4%	6.7%	3.7%	6.7%
	融合成果	30571	198	713	2641	16123	2885	4220	1640	586	1565
			0.6%	2.3%	8.6%	52.7%	9.4%	13.8%	5.4%	1.9%	5.1%
大安區 (郊區)	初始成果	7965	725	17	221	2263	2007	507	1125	83	1017
			9.6%	0.2%	2.9%	29.9%	26.5%	6.7%	14.8%	1.1%	13.4%
	編修成果	9154	760	73	81	5262	450	676	1152	116	584
			9.6%	0.9%	1.0%	66.2%	5.7%	8.5%	14.5%	1.5%	7.3%
	融合成果	11629	756	138	499	6307	1491	640	1189	88	521
			3.1%	0.6%	2.0%	25.5%	6.0%	2.6%	4.8%	0.4%	2.1%

表5-8進一步計算其分戶成功率，並與初始成果、人工編修成果進行比較。可以發現，無論城區、郊區，加入高差分割作業成果後，皆能提升分戶成功率約4~9%。但若仔細觀察所增加的高差分割成果可發現，部分高差分割成果仍有瑕疵，因此目前的高差分割技術仍有精進改善的空間。

表5-8、「分戶及分割融合成果」分戶成功率分析比較表

分戶及分割融合成果 分戶成功率		目標建物框 Polygon總數 (P1)	其中面積小於 25平方公尺 之Polygon數量 (P2)	修正後目標建物框總數 (P1-P2)+(A1+A2)	分戶成功建物框 加權計算數量 (A1+A2+B1+C1*2+D1*3)	分戶成功率 (A1+A2+B1+C1*2+D1*3) /(P1-P2)+(A1+A2)
北區 (城區)	初始成果	33416	4756	29004	25354	87.42%
	編修成果	33416	4756	29083	25782	88.65%
	融合成果	33416	4756	29571	27232	92.09%
大安區 (郊區)	初始成果	10960	1354	10348	4268	41.24%
	編修成果	10960	1354	10439	7795	74.67%
	融合成果	10960	1354	10500	8745	83.29%

第四節 三維建物模型細緻化成果

利用前述區塊建物分戶及分割融合編修作業成果，透過DTM資料萃取樓高資訊後，即可產製三維灰階建物模型。

圖5-18分別將區塊建物框（即現況成果）、區塊建物細緻化成果（即精進後之分戶及分割融合編修成果）及目標建物框（即一千分之一地形圖建物框或臺中市之臺灣通用電子地圖建物圖層加值分戶成果）所產製之三維灰階建物模型並列，透過視覺上的直觀比較，不難發現透過本研究所提方法精進後，區塊式三維建物模型的細緻度已明顯優化。

透過所挑選的3處局部放大示例（如圖5-19、圖5-20及圖5-21），可以進一步比較區塊建物細緻化三維灰階建物模型與原始成果、目標成果間的進步與差異。

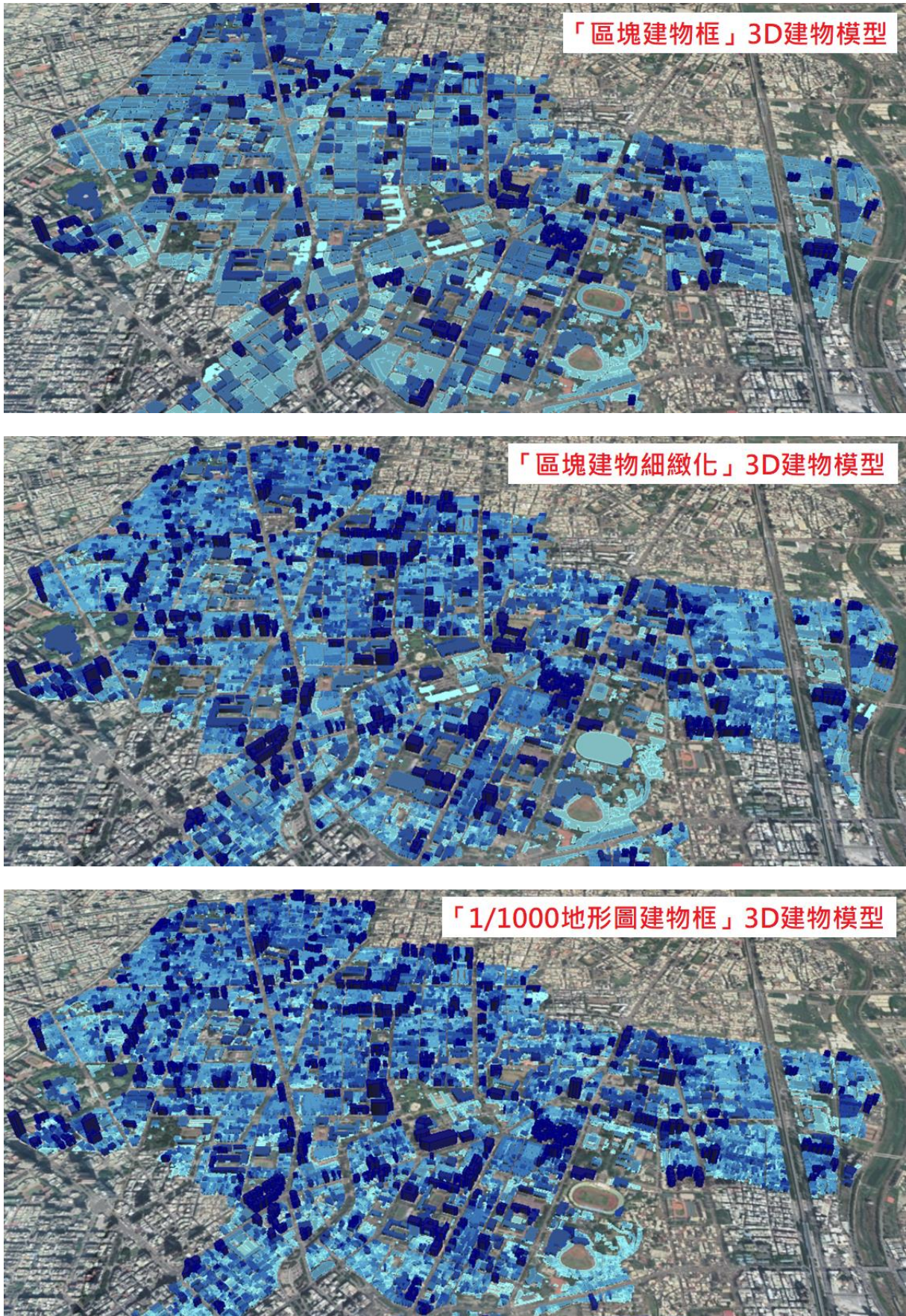
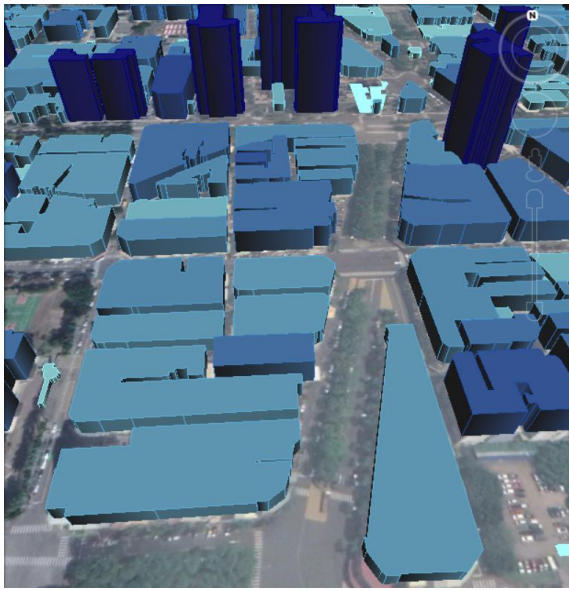
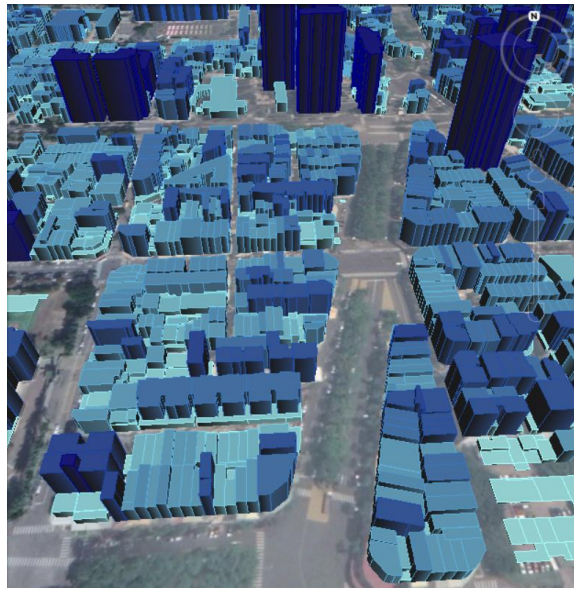


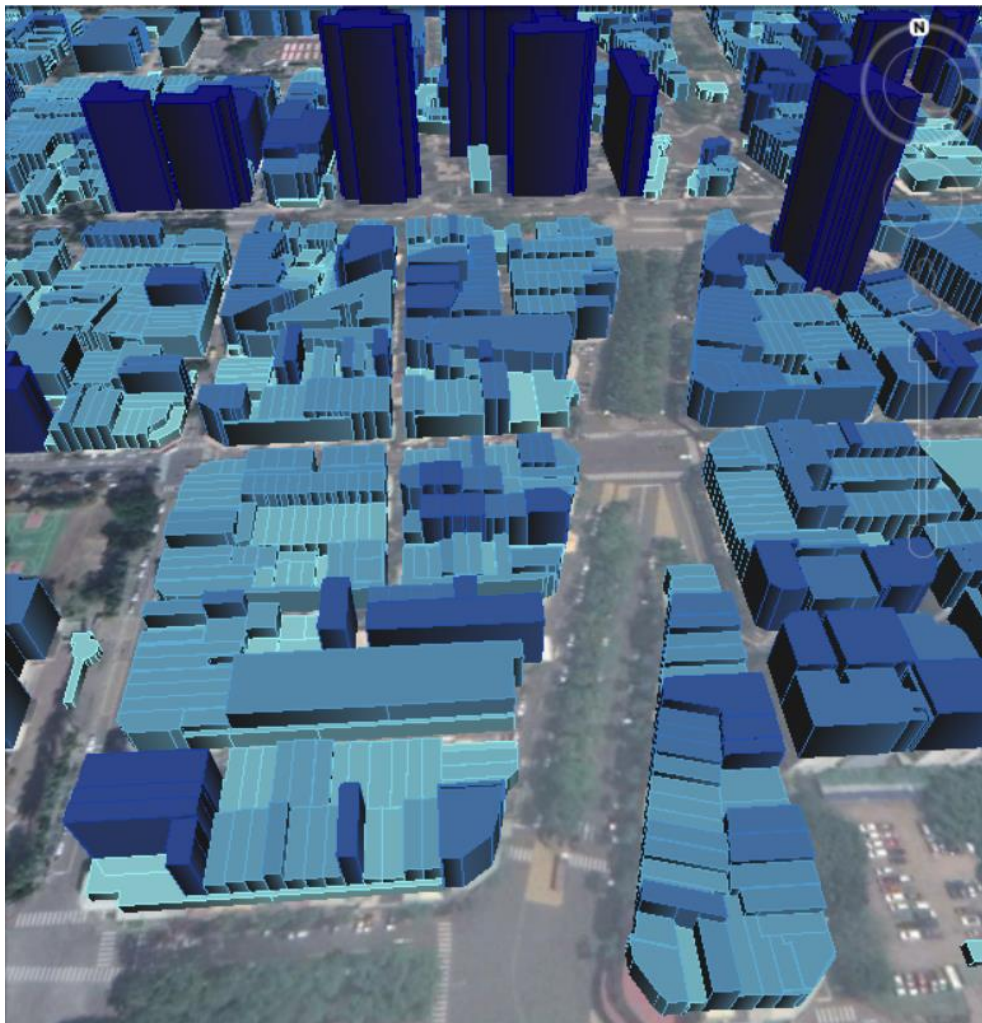
圖5-18、區塊建物細緻化三維灰階建物模型成果比較（臺中市北區）



(a) 「區塊建物框」三維灰階建物模型

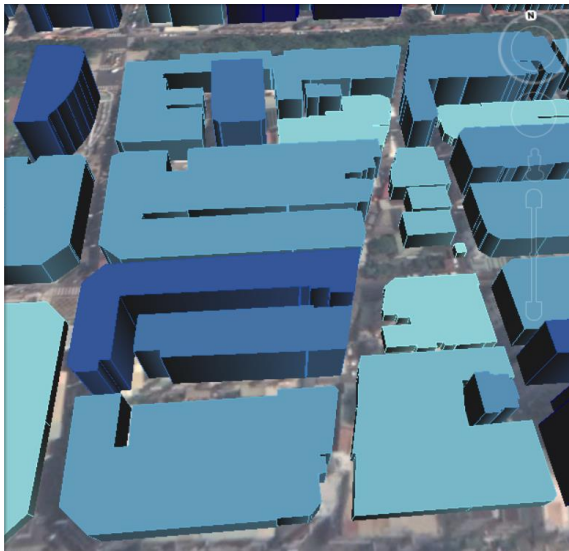


(b) 「一千分之一地形圖建物框」三維灰階建物模型

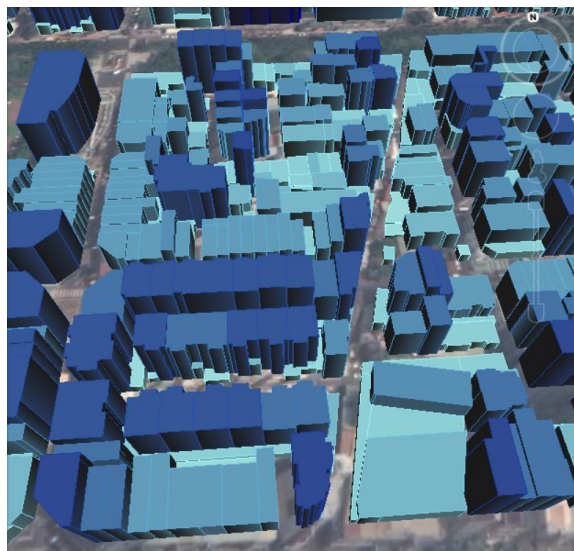


(C) 「區塊建物細緻化」三維灰階建物模型(本研究成果)

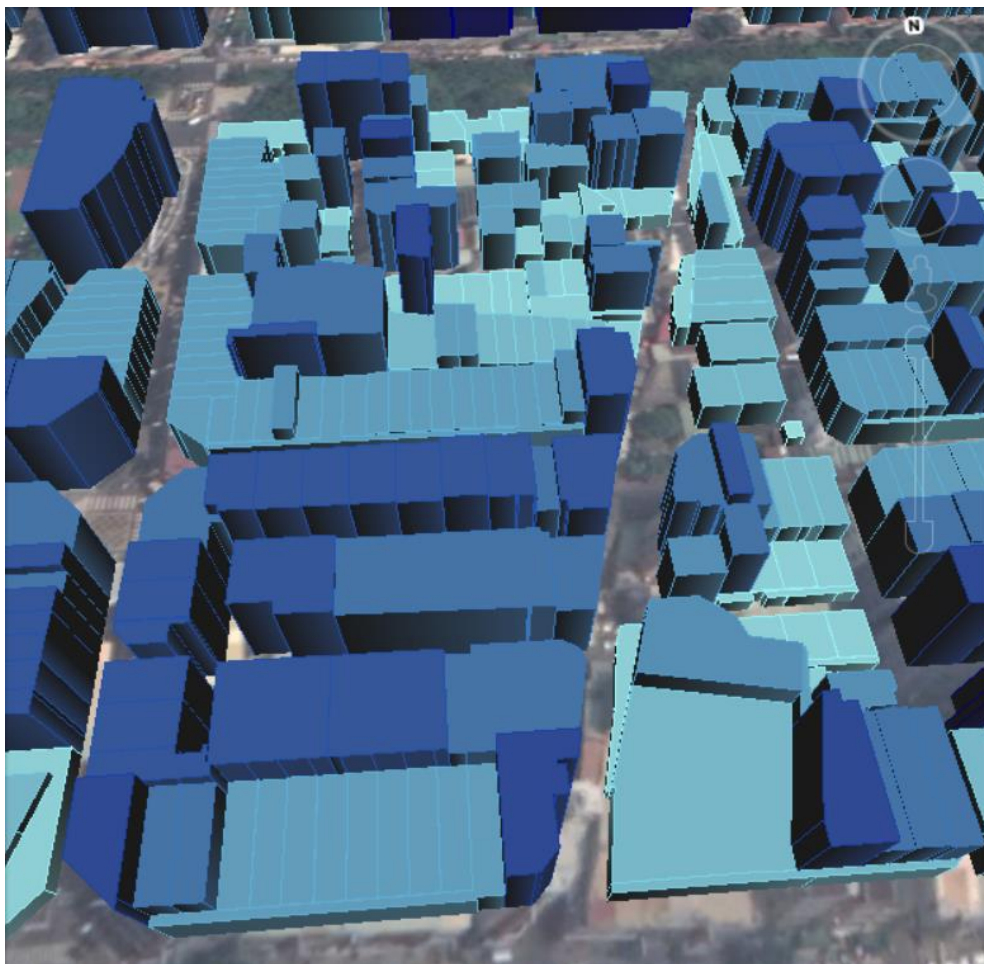
圖5-19、區塊建物細緻化三維灰階建物模型成果比較(局部放大示例1)



(a) 「區塊建物框」三維灰階建物模型

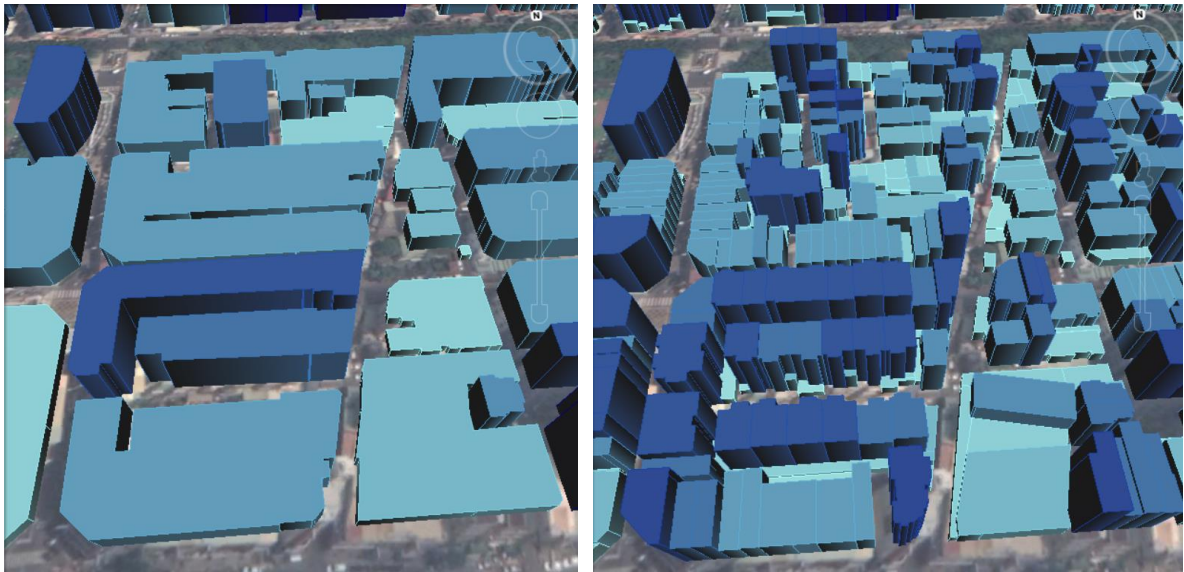


(b) 「一千分之一地形圖建物框」三維灰階建物模型

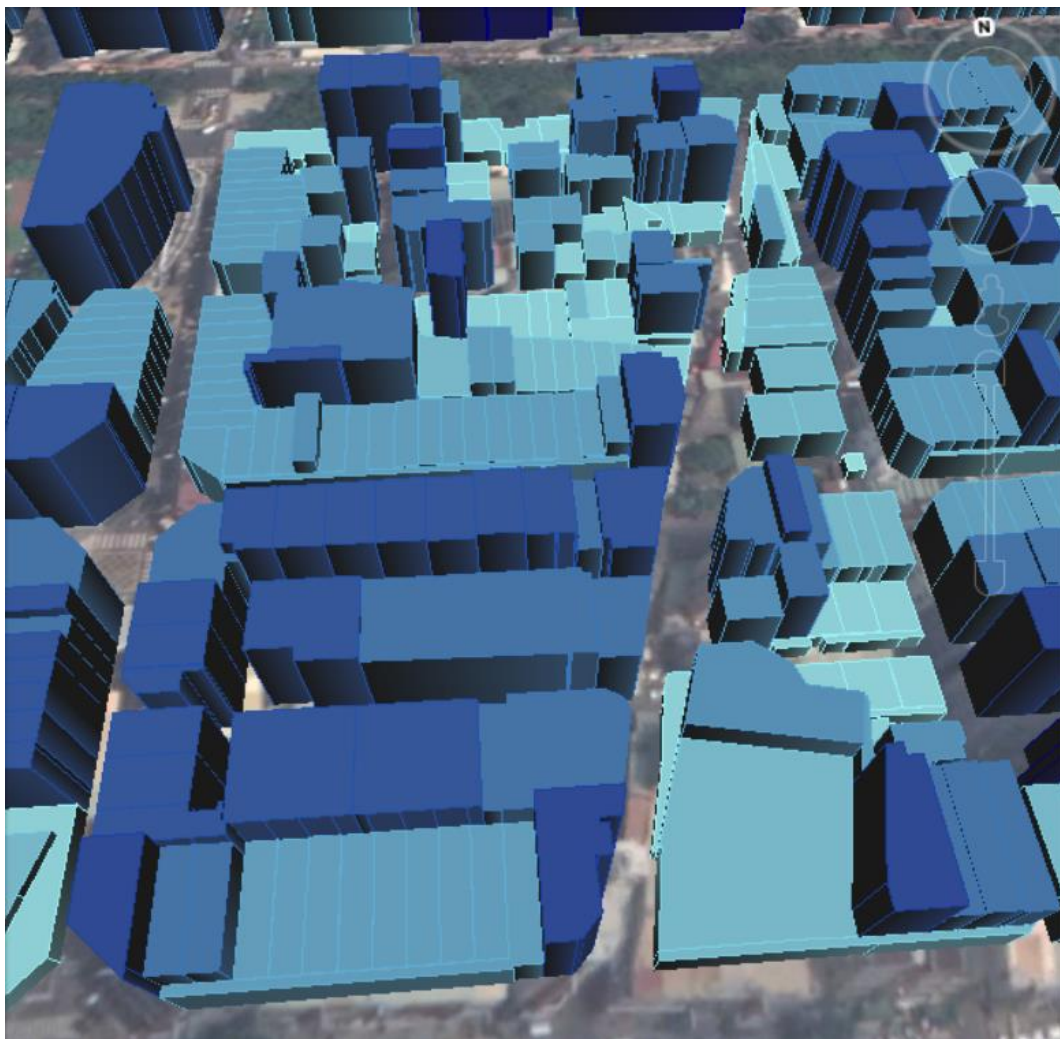


(C) 「區塊建物細緻化」三維灰階建物模型(本研究成果)

圖5-20、區塊建物細緻化三維灰階建物模型成果比較(局部放大示例2)



(a) 「區塊建物框」三維灰階建物模型 (b) 「一千分之一地形圖建物框」三維灰階建物模型



(C) 「區塊建物細緻化」三維灰階建物模型(本研究成果)

圖5-21、區塊建物細緻化三維灰階建物模型成果比較（局部放大示例3）

第五節 區塊建物框依地籍資料分戶作業成本分析

一、區塊建物框依地籍資料分戶作業之人力成本

前文已提到，臺灣通用電子地圖增值分戶建物框係運用航照影像立體製圖方法進行建物區塊測製分戶，所需成本約**1,670元/公頃**；而一千分之一地形圖建物框測製成本約**6,500元/公頃**，其中建物框分戶製作成本約為**2,500元/公頃**（內政部國土測繪中心，106年度提升服務品質執行績效報告—測繪臺灣 用心深耕 打造國家電子地圖，2017）。

本研究以臺中市北區及大安區進行實際測試，其中地籍圖對位檢視作業之人力成本分別約需2、4人/天；地籍資料分戶建物框成果人工檢視編修作業之人力成本分別約需10、14人/天；作業過程中所有資料處理工作之人力成本約各需2人/天。若以每人每天新臺幣3,000元之薪資基準換算人力成本，可計算出的地籍資料分戶作業平均作業單價約為**116元/公頃**（如表5-9）。與傳統的一千分之一地形圖測製作業及臺灣通用電子地圖增值分戶作業相比，雖然分戶成果完整度不及上開2圖資，但作業成本約為上開2圖資成本的1成不到。

表5-9、區塊建物框依地籍資料分戶作業之人力成本分析表

作業項目	臺中市 北區 面積約 759 公頃	臺中市 大安區 面積約 3553 公頃	備註
	所需人力 (人/天)		
1、地籍圖對位檢視	2	4	
2、地籍資料分戶建物框成果人工檢視編修	10	14	
3、資料處理(綜合)	2	2	
合計	14	20	
人力成本 (元)	42,000	60,000	以1人/天：3,000元估算
軟硬體設備成本 (元)	100,000	100,000	
合計	142,000	160,000	
作業平均單價 (元/公頃)	187	45	平均為 116 (元/公頃)

透過本研究運用地籍圖、門牌、正射影像及DTM等圖資以自動化輔以人工編修方式所獲得之區塊建物框分戶及分割成果，精度雖無法與傳統測繪方式進行建物框細緻化之作業成果相比擬，其成果之後續應用範圍或許

亦有限，但已可普遍達到全臺三維建物模型（LOD1）產製之精度需求，可以低成本、有效率方式將全臺區塊式三維建物模型的精進及優化。

二、自動化地籍資料分戶作業之時間成本

除上述所需付出的人力（含時間）成本外，於資料預處理階段，利用程式自動化產製全國範圍之「門牌空間索引」及「地籍空間索引」資料僅需約0.5日，而產製全國範圍之「街廓物件」則相當耗時（單產製臺中市街廓物件就耗時約5日）。

區塊建物依地籍資料分戶作業之執行亦較耗時，以本研究測試區範圍（臺中市北區、西屯區、大安區及烏日區）為例，以程式自動化產製分別需耗時：40分、8小時35分、1小時40分及4小時30分。

整個臺中市範圍共有29個行政區，若以一部電腦獨立完成整個自動化地籍資料分戶作業（含資料預處理）估計約需30天。屆時如利用多台高效能電腦同時運算多個行政區範圍，應可有效縮短區塊建物依地籍資料分戶作業處理所需時間。

第六章 結論與建議

第一節 結論

- 一、自動化地籍資料分戶建物框成果成功率：城區高、郊區較低。本研究發現，利用地籍圖等輔助資料進行自動化分戶作業之成果，經與2種目標建物框(一千分之一地形圖建物成果及臺灣通用電子地圖增值分戶之建物成果)比較，在城區及城郊混合區範圍，因建築基地較小且密集，建物邊界常與地籍線一致，其分戶成功率可達 70 %至 87 %；反觀郊區範圍，因建築基地較大、家族共有土地未依建物實際使用範圍分割等因素，以致建物邊界常與地籍線不一致，因此郊區之分戶成功率較差，僅有約 40 %。
- 二、人工介入編修作業，可有效提升郊區範圍地籍資料分戶成功率。經實際驗證，結合正射影像、門牌位置等輔助資料，透過人工檢視編修方式，可有效提升郊區範圍之地籍資料分戶作業成果之品質及成功率，以臺中市大安區為例，經人工檢視編修作業後，地籍資料分戶成功率可由 41.24 %大幅提升至 74.67 %。
- 三、結合 DSM 資料高度差異分割技術，可進一步提升地籍資料分戶建物框成果之分戶成功率。經實際驗證，將地籍資料分戶建物框成果(經人工編修)加入高差分割作業成果後，可將分戶成功率再向上提升約 4 %至 9 %，整體分戶成功率可達 80 %以上。
- 四、本研究提出之建物細緻化方式具成本低、效率高的特性。經實際驗證，本研究所提出的臺灣通用電子地圖區塊建物框細緻化作業流程，雖然分戶成果完整度不及航測方式進行之大範圍建物框細緻化作業，但此自動化輔以人工編修作業方法之作業成本僅需航測方式的1成不到，兼具低成本及作業效率高的優點。

- 五、藉由地籍圖對位成果檢視作業，可同步提升「地籍圖對位成果」及「地籍資料分戶成果」之品質。本研究發現，藉由地籍資料分戶作業前的地籍圖對位成果檢視作業，除了可有效提升地籍資料分戶成果之品質及正確性、大幅減少後續人工檢視編修之作業時間外，同時能提升地籍圖對位成果之品質，強化地籍圖資於 GIS 領域之可用性。
- 六、經實際驗證，本研究提出之建物細緻化方式可行，可將全臺區塊式三維建物模型全面優化升級。經實際驗證，本研究所提出的臺灣通用電子地圖區塊建物框細緻化作業流程，可透過運用地籍圖資（含建號資料）、臺灣通用電子地圖及門牌等資料，以自動化地籍資料分戶作業方法並引入數值地表模型（DSM）高度差異分割技術，可精進臺灣通用電子地圖區塊建物框的細緻程度，並結合人工檢視編修地籍資料分戶建物框成果，提升細緻化成果之品質及成功率，可明顯提升區塊式三維建物模型成果之細緻度及後續可用性。未來可藉由擴大試辦範圍，以確立實際作業流程，並逐步更新以現有臺灣通用電子地圖區塊建物框產製的區塊式三維建物模型成果。

第二節 建議

- 一、落實地籍圖對位成果核對。本研究發現，地籍圖對位成果之好壞將直接影響區塊建物地籍資料分戶成果之品質，平時若能落實地籍圖對位成果之更新及檢查工作，除了可有效提升地籍資料分戶成果之品質及正確性、大幅減少後續人工檢視編修之作業時間外，同時能提升地籍圖對位成果之品質，強化地籍圖資於 GIS 領域之可用性。
- 二、精進地籍資料分戶建物框作業方式。本研究所使用之地籍資料分戶自動化作業，當建物框邊緣與地籍圖出現些許偏差時，雖已可自動進行分戶線延伸、截除或濾除等處理動作，但當偏差稍大時，目前無法完全處理，尚需仰賴後續檢視編修時由人工進行處理。建議後續可針對相關問題，持續精進地籍資料分戶自動化流程，以提升分戶成果品質，節省人工編修所需時間成本。
- 三、為提升作業效率，應開發適當工具。本研究實測發現，地籍資料分戶建物框成果人工檢視編修作業確實是區塊建物框細緻化作業中最耗時間及人力的工作項目，研究中使用現有 GIS 工具進行編修作業，操作過程略嫌不便。建議後續應開發專用的編修工具，並於事前進行人員教育訓練，應能有效提升人工檢視編修作業的成果品質及工作效率。
- 四、結合內政部「三維地籍建物整合建置」成果，改善地籍資料分戶建物框成果品質。未來可結合內政部推動之新成屋三維地籍產權空間圖資及全國既有成屋建號資料建置工作之成果，透過建物識別碼與全臺三維建物模型成果串接，可展示細緻度較高之三維地籍建物模型，並期望藉由已完成對位之建號資料改善地籍資料分戶建物框之品質及正確性。
- 五、擴展地籍資料分戶建物框成果之後續應用。運用本研究區塊建物框細緻化作業方法所產製分戶建物框圖資，除可提升三維建物模型細緻度及幾何（樓高萃取）品質外，分戶建物框圖資亦可藉由建號或門牌資料為識別資訊，與土地、建物、稅務等各領域資料有效串連，進行 GIS 分析應用，提供國土規劃、都市規劃、災害防救、智慧城市、土地開發、公共管線管理等領域應用，提高決策分析品質。

參考文獻

- 1、Berlin 3D.
<https://www.businesslocationcenter.de/berlin3d-downloadportal/#/export>
- 2、NYC 3-D Building Model.
<https://www1.nyc.gov/site/doitt/initiatives/3d-building.page>
- 3、Virtual Singapore.
<https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore>
- 4、K. H. Soon, V. H. S. Khoo (2017), Citygml modelling for Singapore 3d national mapping. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-4/W7, 2017 12th 3D Geoinfo Conference, Pages 37-42.
- 5、Filip Biljecki、Hugo Ledoux、Jantien Stoter (2016), An improved LOD specification for 3D building models. Computers, Environment and Urban Systems, Volume 59, Pages 25-37.
- 6、Open Geospatial Consortium (2012), OGC City Geography Markup Language (CityGML) En-coding Standard.
- 7、臺中市政府地政局 (2020), 臺中市政府地政局108年地政統計年報。
- 8、內政部國土測繪中心 (2013), 102年度國土測繪圖資網路地圖服務系統擴充案工作總報告。
- 9、內政部國土測繪中心 (2016), 內政部國土測繪中心自行研究報告—臺灣通用電子地圖更新技術精進之研究。
- 10、內政部國土測繪中心 (2017), 106年度提升服務品質執行績效報告—測繪臺灣 用心深耕 打造國家電子地圖。
- 11、內政部國土測繪中心 (2019), 108年度三維近似化建物模型建置工作採購案工作總報告。
- 12、內政部國土測繪中心 (2019), 108年度測繪資料智慧雲端增值服務擴充案工作總報告。
- 13、內政部國土測繪中心 (2019), 全國無接縫 GIS 地籍圖 (第15屆金圖獎參獎文件)。
- 14、內政部國土測繪中心 (2020), 109年度三維近似化建物模型更新案工作總報告。
- 15、許志彰、游豐銘、林昌鑑 (2019), 全國 GIS 地籍圖產製及應用, 第38屆測量及空間資訊研討會。
- 16、劉正倫、林昌鑑、湯美華 (2019年12月), 三維國家底圖與雲端服務平臺發展現況與展望, 政府機關資訊通報, 第362期, 第1~8頁。
- 17、劉正倫、蔡季欣、林昌鑑、湯美華 (2019年06月), 三維國家底圖建置, 國土及公共治理季刊, 第84~89頁。