

新北市政府 110 年度自行研究報告

航空測量地形圖建置及應用之研究

研究機關：新北市政府城鄉發展局

研究人員：梁彥

研究期程：110 年 1 月 1 日至 110 年 12 月 31 日

新北市政府110年度自行研究成果摘要表

計 畫 名 稱	航空測量地形圖建置及應用之研究
期 程	110 年 1 月 1 日 至 110 年 12 月 31 日
經 費	無
緣 起 與 目 的	隨著時代的變遷，傳統的類比式地形圖已無法全面滿足都市計畫數值運用的各項需求，由於電腦的出現，使得地形圖也進入了數位化的時代，使用者也從專業人士，到現今越來越多人申請使用此圖資，本研究將就由回顧航測地形圖演變的歷史，審思過去並確立對未來的方向。
方 法 與 過 程	本研究採用資料蒐集法及資料分析法，首先蒐集相關之理論基礎與文獻，簡單說明專有名詞，再分析新北市從民國 86 年第一期航測地形圖建置開始到現今的建置及應用演變，最後探討未來發展的方向趨勢。
研 究 發 現 及 建 議	經由研究分析發現，近年來申請地形圖的圖幅數有著顯著式的成長，不過目前航測地形圖在法制面、技術面及應用面等 3 大面向有待改善，建議未來可以針對這些面向研討分析改進的可能。
備 註	

目錄

目錄	3
摘要	5
一、緒論.....	6
1.1 研究動機與目的.....	6
1.2 研究方法.....	6
二、文獻回顧及相關名字解釋	7
2.1 地形圖	7
2.1.1 地形圖基本定義	7
2.1.2 我國地形圖編定	7
2.1.3 我國地形圖歷史	7
2.2 航空攝影測量	10
2.3 地理資訊系統(GIS)	11
2.4 航空測量相關法規	12
2.5 航測地形圖現況.....	17
2.5.1 航測地形圖建置	17
2.5.2 航測地形圖應用	24

三、研究分析	28
3.1 地形圖建置相關問題分析	28
3.2 申請意願分析	37
四、結論與建議	40
五、參考文獻	42

摘要

隨著時代的變遷，傳統的類比式地形圖已無法全面滿足都市計畫數值運用的各項需求，因此城鄉局於民國 86 年起開始委外辦理數值航測地形圖測製作業，使新北市都市計畫地形圖從此進入數位化之時代。

也由於科技日新月異，運用在航測地形圖上的技術也越來越成熟、發達，精度也越來越高，另外也藉由網路世界資訊的公開、易取得等特性，使原本的地形圖多數提供給專業人士的使用以外，現今數值化地形圖除供本機關使用，亦提供其它機關以及學術機構、民間團體等使用，除了替其它單位節省了大量之人力、物力及時間，避免重複建置以外，並藉著資訊共享可達到本市空間資訊的一致性，避免了各單位圖資之間的矛盾。

本研究藉由資料蒐集法及資料分析法，回顧過去的航測地形圖建置、應用的演變歷史，並審思過去問題的所在並試著探討出未來的方向。

一、緒論

1.1 研究動機與目的

隨著地理資訊系統的興起，代表人類已經進入了資訊時代，傳統靜態的類比式地形圖已無法全面滿足都市計畫數值運用的各項需求，由於電腦的出現，使得地形圖進化到可動態查詢顯示甚至可分析演變的空間資訊系統，另外，使用者也從專業人士，到現今越來越多人申請使用地形圖圖資，本研究將回顧航測地形圖演變的歷史，審思過去並確立對未來的方向。

1.2 研究方法

本研究採資料蒐集法及資料分析法，首先蒐集相關之理論基礎與文獻，說明何謂地形圖以及何謂航空攝影測量，再分析新北市從民國 86 年第一期航測地形圖建置開始到現今第八期航測地形圖建置及應用之演變，以及過程中遭遇的困難和解決方式，最後進行資料分析，進而探討出未來的趨勢方向。

二、文獻回顧及相關名字解釋

2.1 地形圖

2.1.1 地形圖基本定義

地形信息中心 (The Centre for Topographic Information) 提供了地形圖的定義：「地形圖是用於表達地面的人文和自然特徵的詳細且準確的地圖。」

簡單來說，地形圖是在地形測量的基礎上製作的，通常使用大比例尺，並標明了大量地標和地形信息以方便讀者獲取地圖訊息。

2.1.2 我國地形圖編定

地形圖為國土資訊系統之核心及廣泛共用之基本底圖，為國土規劃、國土保育、防救災、經濟建設等所需基礎資料。依國土測繪法第 3 條所定「基本地形圖」，係指依中央主管機關所定基本比例尺測繪之地形圖，目前內政部製作之地形圖比例尺為五千分之一、二萬五千分之一、五萬分之一及十萬分之一等，內容為國土基本狀態之描述，包括主要地貌、地物及基本地理資料，為目前最完整之全國性基本底圖。

2.1.3 我國地形圖歷史

我國自 65 年度至 71 年度辦理「臺灣地區基本圖測製計畫」，由內政部主辦，國防部聯合勤務總司令部測量署製圖廠(現改制為國防部軍備局生產製造中

心第 401 廠) 及臺灣省政府農林廳林務局農林航空測量所(現改制為行政院農業委員會林務局農林航空測量所)協辦，所測製之臺灣地區基本地形圖比例尺，於海拔一千公尺以下之平地及丘陵地區為五千分之一，一千公尺以上之高山地區則為一萬分之一。

為持續更新基本圖，維持實地與圖面資料一致，內政部自 72 至 76 年度、77 至 82 年度次第辦理「臺灣地區基本圖第一次修測計畫」及「臺灣地區基本圖第二次修測計畫」，五千分之一基本地形圖測製作業初期採用類比航空測量方法，內政部為因應航測及資訊科技進步，84 年度起試辦以數值法航空攝影測量方式修測基本地形圖，經以臺中市地區試驗辦理，確認技術可行，且成圖精度甚佳，爰研擬「臺灣地區基本圖第三次修測計畫」報奉行政院核定，自 86 至 90 年度辦理基本地形圖修測。

91 至 92 年度以內政部經常性預算廣續辦理基本地形圖修測工作。93 年度起除內政部經常性預算外，為加速修測工作，以因應國土資訊相關業務對基本圖資之迫切需求，經費亦由「國土資訊系統基礎環境建置第 2 期計畫」編列，並自 93 年度起，高山地區亦採五千分之一比例尺測圖，以便圖資整合運用。95 年度經費來源之國土資訊系統基礎環境建置第 2 期計畫改為國家地理資訊系統建置及推動 10 年計畫，並交由本中心執行。97 至 98 年度，經費全由「國家地理資

訊系統建置及推動 10 年計畫」編列，99 至 104 年度，經費來源改由內政部另案報院核定之「基本測量及圖資測製實施計畫」支應。

內政部為因應莫拉克颱風災後重建所需，運用中央政府莫拉克颱風災後重建特別預算，於 99 及 100 年度辦理災區基本地形圖修測工作。

為加速基本地形圖修測工作，提升圖資時效性及可用性，前依行政院 104 年 3 月 3 日院臺建字第 1040009161 號函核定「基本測量及圖資測製後續計畫（105 - 109 年）」，廣續辦理基本地形圖修測工作，惟依據行政院國家發展委員會 104 年 7 月 28 日研商「落實智慧國土-國土測繪圖資更新及維運計畫草案」會議結論，將上開計畫納入行政院 104 年 9 月 24 日院臺建字第 1040050285 函核定之「落實智慧國土 - 國土測繪圖資更新及維運計畫（105 - 109 年）」，以提供國土資訊系統加值應用所需核心圖資，爰 105 年度基本地形圖修測計畫經費由社會發展(基本測量及圖資測製後續計畫)及公共建設經費(落實智慧國土-國土測繪圖資更新及維運計畫)支應，106 至 109 年度則改由公共建設計畫經費支應。

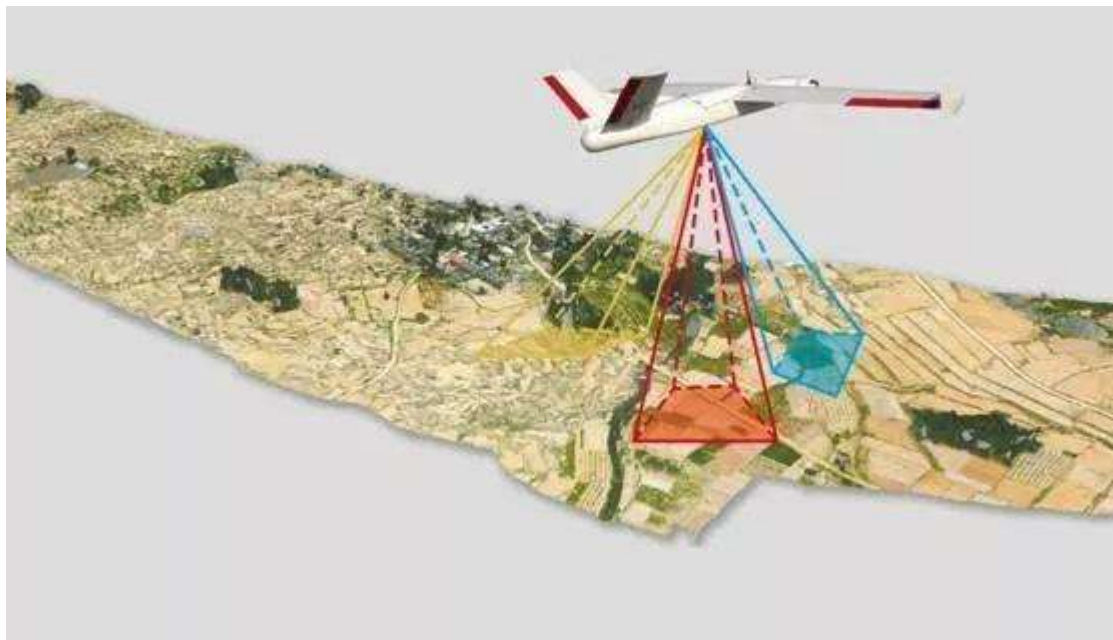
「落實智慧國土 - 國土測繪圖資更新及維運計畫」109 年完成後，為持續更新圖資，將基本地形圖更新納入行政院 109 年 5 月 6 日院臺字第 1090012087 函核定之「邁向 3D 智慧國土-國家底圖空間資料基礎建設計畫(110 至 114 年度)」之工作項目之一，持續辦理基本地形圖修測工作，滿足政府施政及民間應用需求。

2.2 航空攝影測量

航空攝影測量，簡稱航測，是一種遙距感應的測量方法，測量者本身並沒有親身接觸過所測量的事物，而只利用探測工具從空中量度或感應地面上被測量物的特質和位置(如下圖一)。其主要目的是從航攝影象中萃取立體空間中，幾何及地理資訊。

航空攝影測量時，為了要得到立體空間的資訊，需要應用人眼產生立體視覺的原理，因此需要許多拍攝點不相同、但有重疊部分的影像來模擬立體效果，進而將此模擬出來的立體模型，進行量測、甚至繪製地形圖等。

航測應用範圍可從學術研究、地理資訊系統、各種工程的設計與規劃、災害分析，到軍事目的等。

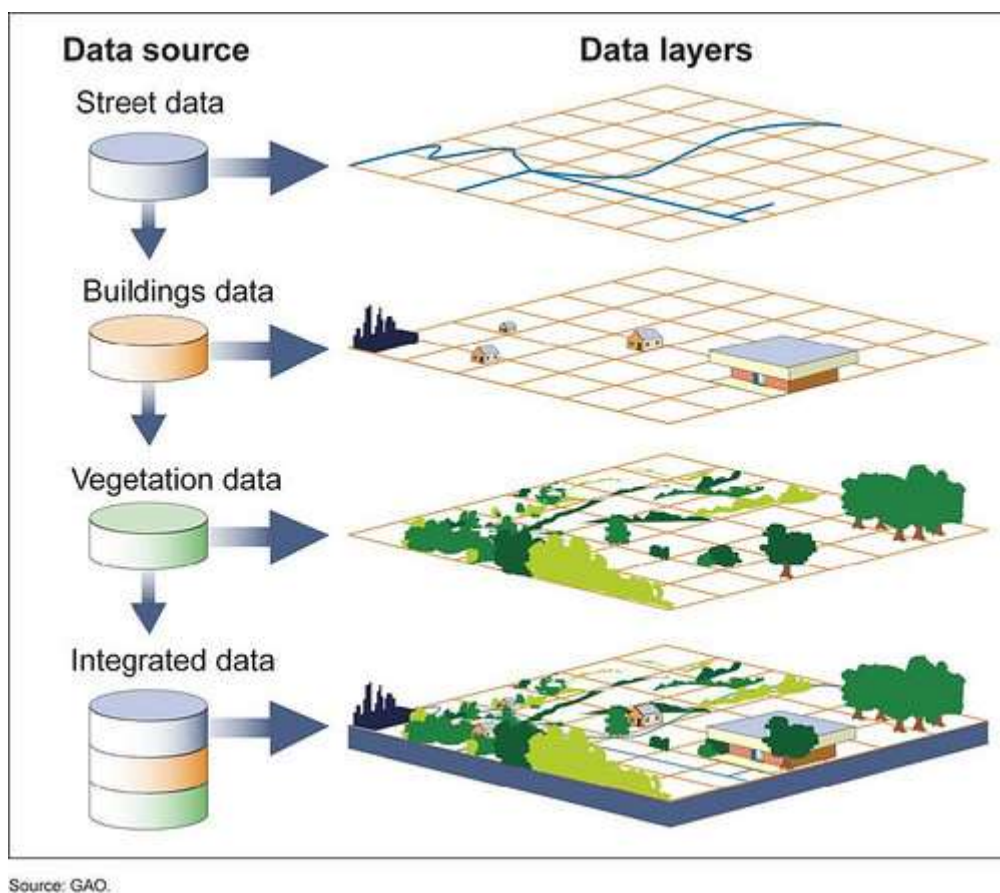


圖一、航測示意圖

2.3 地理資訊系統(GIS)

GIS 基本上是將描述空間的資料想像成許多空間單元，這些空間單元具有空間以及非空間的性質，因此在資料的運作上是以這些空間單元的性質及單元間的關係為基礎，從而達到資訊推衍的目的，

電腦科技的蓬勃發展帶動了各式資訊的新應用並加速了資訊的交流，人們可謂進入了資訊時代。因此，近年來地理資訊系統也因運而生，促使傳統的靜態地圖變成可動態查詢顯示甚至是圖層套疊並分析推演的資訊系統(如下圖二)。



圖二、GIS 圖層套疊示意圖

2.4 航測相關法規

國土測繪法第 55 條：

機關、團體或個人為實施本法測繪所為之航空測量攝影及遙感探測，應向中央主管機關申請核准。

中央主管機關受理前項航空測量攝影及遙感探測之申請，應會同國防部審查之；經審查認有妨害國家安全或軍事機密者，駁回之。

第一項以航空測量攝影及遙感探測獲取之影像或其他相關資料有涉及國家安全或軍事機密者，應遵守國家機密保護法及其相關法規之規定。

第一項申請之資格要件、應備文件、審查程序、影像資料保管、曬製與供應及其他應遵行事項之規則，由中央主管機關定之。

實施航空測量攝影及遙感探測管理規則(國土測繪法之子法)

第 1 條：本規則依國土測繪法(以下簡稱本法)第五十五條第四項規定訂定之。

第 2 條：機關、團體或個人(以下稱辦理單位)申請實施本法測繪所為之航空測量攝影(以下簡稱航攝)及遙感探測(以下簡稱遙測)，應具備下列資格：

一、備有航攝或遙測性能之航空器或遙測性能之衛星者，或取得載臺管理機關或普通航空業之行政協助或勞務服務者。

二、備有整套航攝儀器及底片沖洗曬印或影像處理設備者，或備有整套遙測儀器及影像處理設備者。

前項之團體負責人及個人應具有中華民國國籍。

第 3 條：辦理單位實施航攝或遙測，應檢附下列文件向中央主管機關提出申請：

一、實施計畫書三份。

二、航攝或遙測地區範圍圖。

三、辦理航攝或遙測業務之設備清冊：(一)航空器或衛星之類型及機號。(二)

航攝或遙測儀器與沖洗曬印或影像處理設備之種類、名稱及數量。

四、團體及個人應另附人民團體立案證書、法人登記證明文件或其他足資證明身分文件之影本。

前項實施計畫書，應記載下列事項：一、目的。二、航攝或遙測地區及範圍。三、作業方法、航攝或遙測之航高、航速、比例尺、地面解析度、航線及重疊比等。

四、實施航攝或遙測作業人員之姓名、年齡、住址、職務及國民身分證統一編號。

五、經費概算表。六、實施期間。七、預計成果。八、取得載臺管理機關之行政協助案件應附相關公文，取得載臺管理機關或普通航空業之勞務服務案件應附承攬契約書。九、獲取之影像或其他相關資料須送往其他國家處理者，其理由。十、其他有關事項。

第 4 條：中央主管機關受理申請航攝或遙測申請案件，經審查不符合前條規定者，應通知辦理單位於接到通知之日起十五日內補正，逾期末補正或補正仍不合規定者，駁回其申請。

第 5 條：運用航攝或遙測所獲取之成果辦理後續測繪業務，應依本法第六章及第七章規定辦理之。

第 6 條：辦理單位應依中央主管機關核定之航攝或遙測實施計畫書辦理。

第 7 條：機關實施航攝或遙測獲取之影像或其他相關資料，其內容經沖洗或影像處理完成後，有涉及國家機密者，其機密等級由實施航攝或遙測之機關依國家機密保護法規定，報由權責機關核定；未涉國家機密而有保密必要者，應由實施航攝或遙測之機關核定為一般公務機密。

第 8 條：團體或個人實施航攝或遙測獲取之影像或其他相關資料，其內容經沖洗或影像處理，應經中央主管機關會同國防部審查通過。

第 9 條：辦理單位於實施航攝或遙測完竣後六十日內，應編製下列文件送中央主管機關備查：一、工作報告書。二、攝影航線或影像資料涵蓋圖。

前項工作報告書，應包括下列事項：一、實施計畫書之核准文號。二、航攝或遙測地區範圍圖。三、成果統計。四、作業期程及概況說明。五、作業檢討。六、其他有關事項。

機關實施航攝或遙測獲取之影像及底片，應隨附於工作報告書，送交中央主管機關保管。

第 10 條：需用航攝或遙測影像資料者，得向中央主管機關申請曬印或轉錄。

但機密級以上資料應由中央主管機關轉國防部同意後始得辦理。

前項機密級以上資料，以供應機關、學校或公營事業機構為限。

第 11 條：第三條第一項第二款、第九條第二項第二款之航攝或遙測地區範圍圖及第九條第一項第二款之攝影航線或影像資料涵蓋圖，應以二萬五千分之一、五萬分之一或十萬分之一地形圖為底圖描繪之。

前項範圍圖或涵蓋圖之比例尺，得視實際需要，報經中央主管機關同意後縮放。

第 12 條：中央主管機關得將第九條第三項及第十條第一項之業務委任所屬機關或委託其他機關辦理。

第 13 條：本規則自發布日施行。

普通航空管理規則第 9 條

普通航空業以自由氣球以外之航空器從事飛航作業者，應於計畫作業五工作日前，檢附下列文件向民航局申請核准：一、飛航作業申請書（如附件三）。二、搭載乘員名冊（如附件四）。搭載乘員名冊因故變更時，應於起飛前送交航空站、民營飛行場之經營人或管理人；從事空中遊覽作業者，其搭載乘員名冊得於航空器起飛前補送航空站。三、業務執行委託書。但從事非營利性飛航者，免附。四、其他文件。

前項飛航之作業地區簡圖，應於執行作業一工作日前，送交民航局飛航服務總臺。

從事非營利性飛航且載運非航空器上工作人員者，應另檢附為該等人員投保責任保險證明文件。

申請使用臨時性之直昇機起降場所，除應依民營飛行場管理規則第二十一條第一項及相關規定辦理外，並應於計畫作業七工作日前，檢附第一項各款文件向民航局申請核准。

如需延展作業時，應於原作業到期日三工作日前，檢附下列文件向民航局申請核准：一、業務執行延展委託書。但從事非營利性飛航者，免附。二、原核准同意函影本。

消防、搜尋、救護及其他緊急事件，得就近向民航局所屬航空站申請，不受第一項、第二項及第四項所定工作日之限制。

2.5 航測地形圖現況

2.5.1 航測地形圖建置

1. 使用時機：

當大範圍大面積且須時效性測量工作，採用航空測量地形圖確實是效率最高方式，尤以都會區交通流量大、房屋密集，新北市郊區地形高低起伏變化大，辦理地面測量有其實務上難度與挑戰。

採用航空測量地形圖，需要有縝密航拍計畫，對飛行航空飛機、測量儀器選用以及天候配合等天時、地利、人和等條件要求頗高。

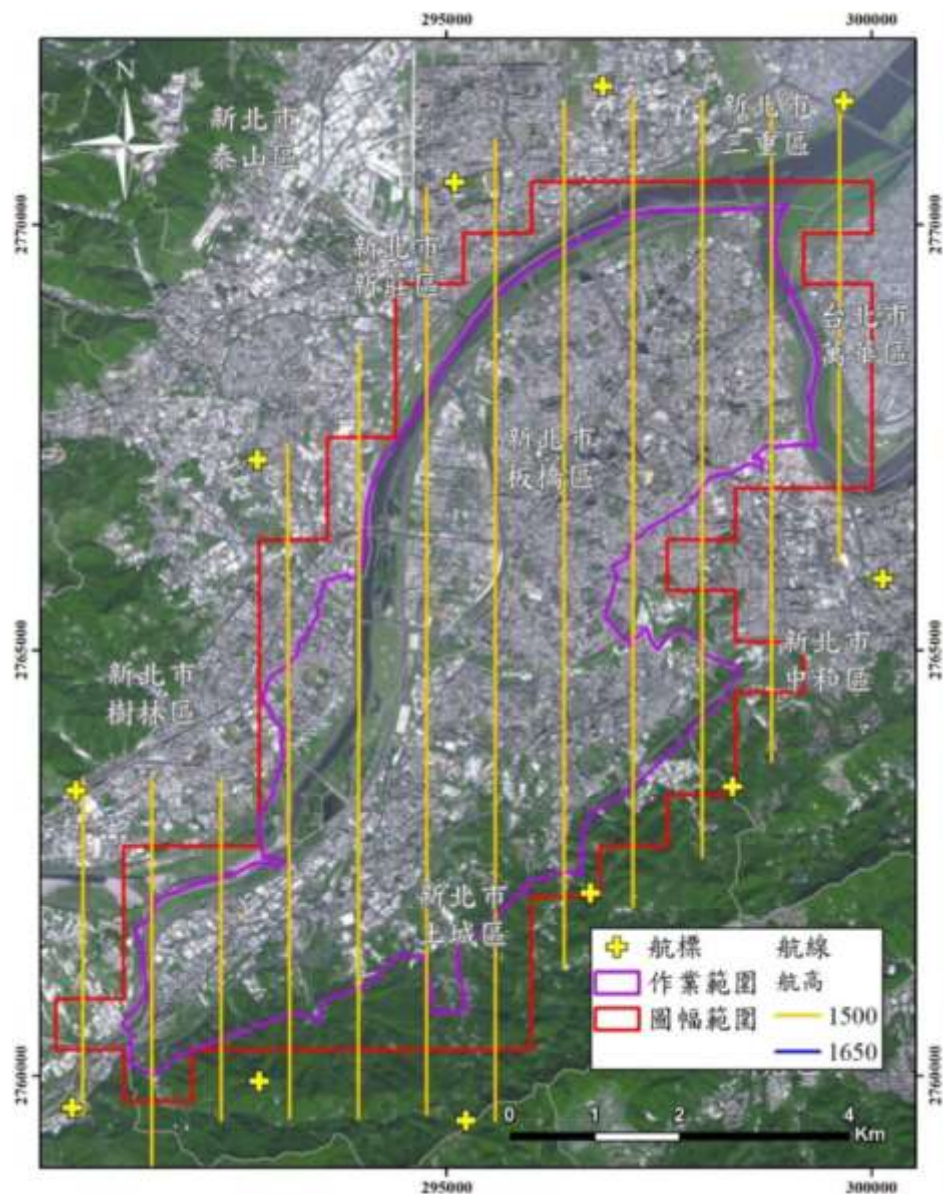
2. 步驟及流程(如下圖三)：



圖三、航測地形圖作業步驟

(一)、航線規劃

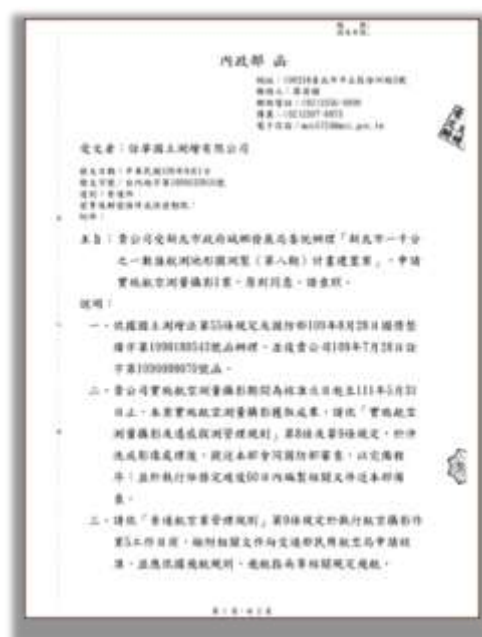
配合計畫作業範圍圖幅分布設計南北及東西航線，並於地形圖中選定航空標布設之概略位置，布設方式依規範規定辦理。航線設計須考慮地形起伏、計畫範圍形狀以及控制點數量等因素，配合作業範圍地形圖、衛星影像及前期正射影像，規劃適當飛航高度，拍攝原始像元 9 公分之影像，並依照測區形狀，以最精簡之航線完整涵蓋計畫範圍，有效減少後製時間及人力(如下圖四)。



圖四、航線規劃

(二)、飛航申請

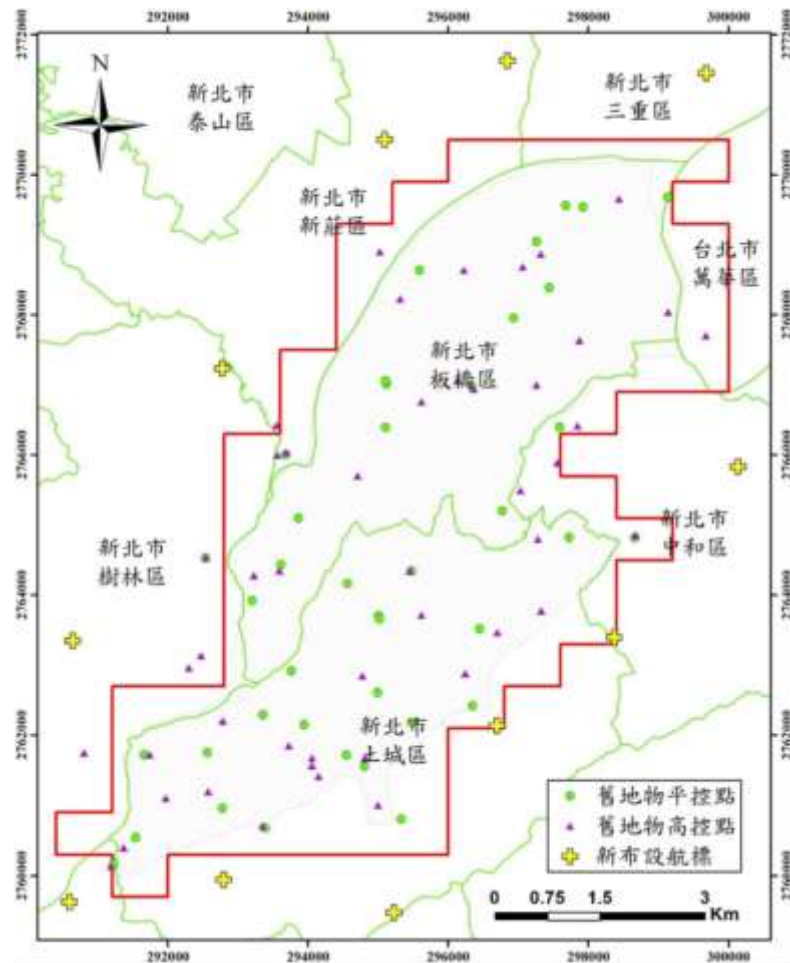
依國土測繪法第 55 條規定，機關、團體或個人為實施本法測繪所為之航空攝影測量及遙感探測，應向中央主管機關申請核准。中央主管機關(內政部)及國防部則依申請單位所提送之資料審核，確保符合國家機密保護法等相關規定(如下圖五)。



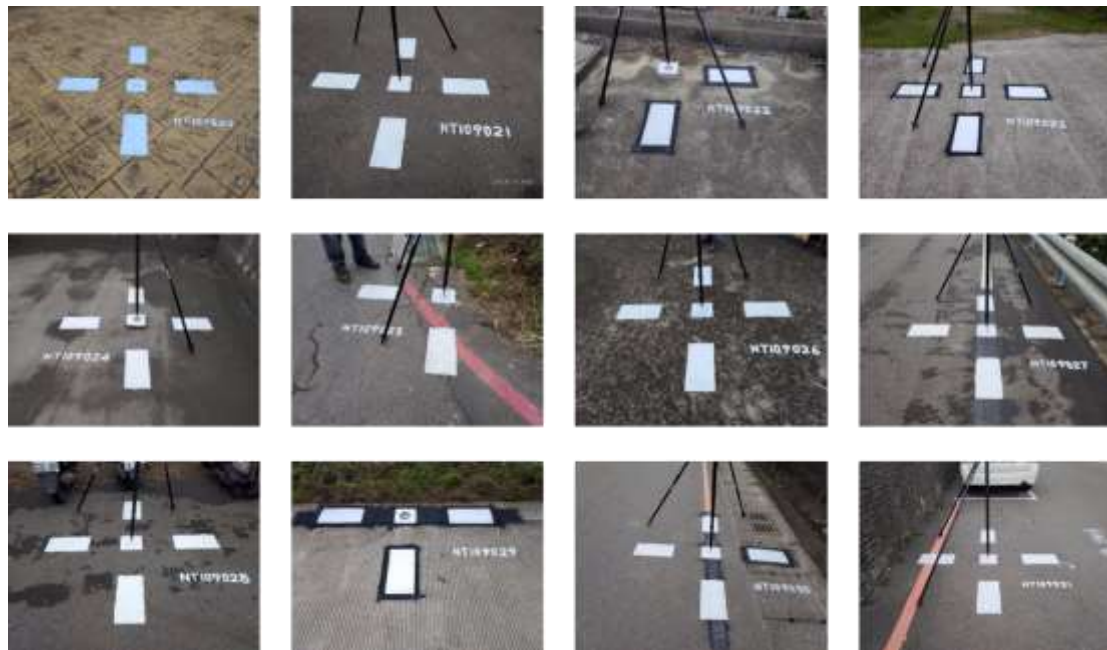
圖五、內政部同意飛航計畫函

(三)、航空標布設與清標作業

地面空曠地布設航空標作業係提供航拍飛機攝影作為已知控制點用，於硬質面採十字或 T 字油漆劃設，若非硬質面或不宜油漆地面則採鋪設畫布方式，利用該控制點已知之高程與座標值，經解算獲取航空相機拍攝瞬間的位置及姿態與數值航照影像，搭配 DTM(數值地形模型)將中心投影之航空像片，逐點糾正成正射投影，故航空標布設與清標作業等基礎作業至為重要(示意圖如下圖六和七)。



圖六、航測控制點與航空標布設情形示意圖

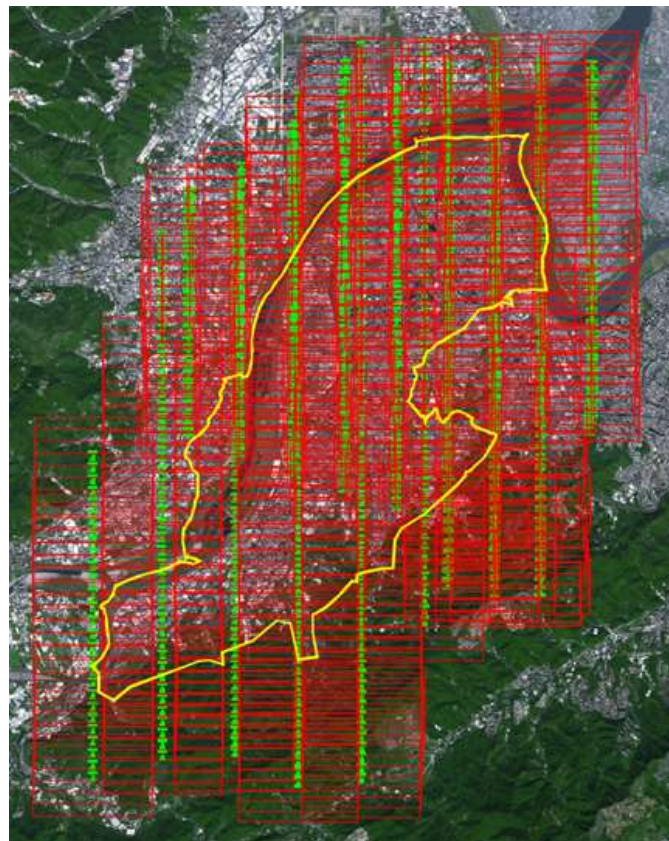


圖七、地面航空標布設

(四)、航空攝影測量

航空攝影測量，是一種利用航空器(飛機、無人載具)利用高精密之航空測量攝影機，遙距感應的測量方法，測量者本身並沒有親身接觸過所測量的事物，而只利用探測工具從空中量度或感應地面上被測量物的特質和位置。

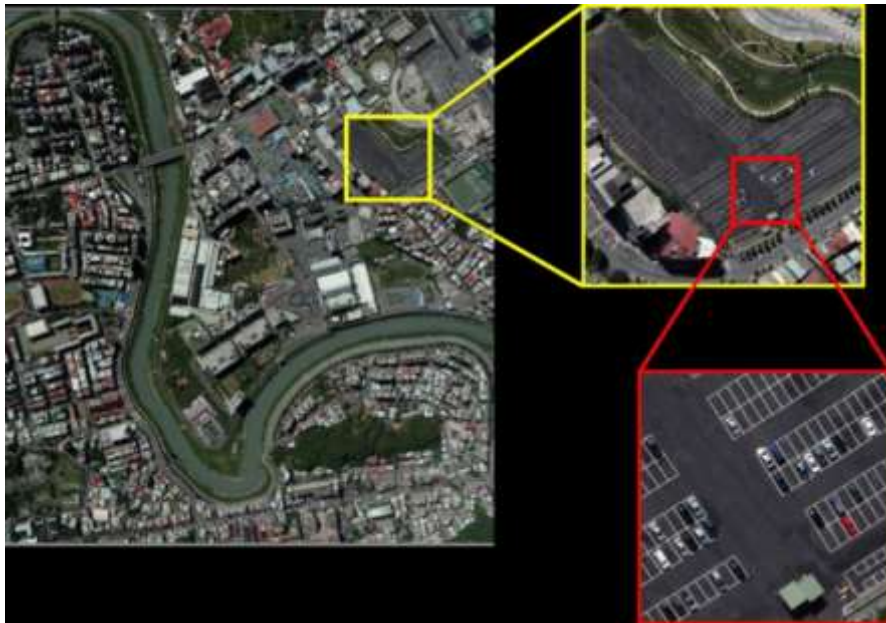
航空測量時，為了要得到立體空間的資訊 (可用來建立數值高程模型，DEM，Digital Elevation Model)，工作站作業人員應用人眼產生立體視覺的原理，利用攝影點與相片重疊部分的影像來模擬立體效果，進而將此模擬出來的立體模型，進行量測、甚至繪製地形圖等(如下圖八)。



圖八、航拍作業圖幅重疊率情形示意圖

(五)、圖資調繪及編修作業

圖資調繪及編修作業係為補足航空測量因遮蔽物或樓層數與材質種類(如下圖九)，以人工進行現場調查繪製，另為確保調繪及編輯人員之作業成果得以統一、完善及符合規範要求，並減少作業過程中溝通不順問題，作業前先確認調繪內容，並依據合約規範進行人員講習，以期能增進工作效率及成果之完善及一致性。



圖九、航空攝影影像放大示意圖

(六)、數值立體測圖:

使用儀器及編碼

1. 地物測繪應利用數值航測影像工作站(如下圖十)或其他同等精度之航測儀器以數值立體測圖方式施測。測圖前應先將各地物、地類、地貌以分類編碼，並依其性質分層施測。

2. 地物、地類、地貌之分層分類參照作業規範「基本地形資料分類編碼說明」分類編碼，其圖式依內政部頒布之「基本地形圖資料庫圖式規格表」規定辦理(如下圖十一)。遇有原舊圖規格與作業規範不符時，應提至工作會議討論，依決議辦理。



圖十、數值航測影像工作站



圖十一、1/1,000 數值地形圖樣張

2.5.2 航測地形圖應用

TWD97 座標系統之航測地形圖，可提供本府辦理地理資訊系統(GIS)圖層套疊分析外，另可供其他單位、機關辦理，其相關應用大體上可分為：工程建設、都市計畫、學術研究、災害預防、軍事國防及其他必要之證明文件等等。

舉例來說：

1. 工程建設：

- (1) 水利方面：規劃河川治理線範圍、汙水系統管線設計、雨水系統管線設計、給水系統管線設計(如下圖十二)等等。
- (2) 電信方面：一般供電系統管線、一般電信系統管線、交通號誌電信管線等。



圖十二、數值地形圖套疊各類管線圖

2. 都市計畫：

(1) 規劃方面：都市計畫規劃及檢討、都市計畫圖重製作業(如下圖十三)等等。

(2) 應用方面：土地使用分區核判、都市計畫樁位測定(如下圖十四)、三圖套

疊作業、建築線及現有巷道業務(如下圖十五)等等。



圖十三、109 年 4 月 9 日發布實施之「變更新店都市計畫(第三次通盤檢討)(都市計畫圖重製部分)」案

3. 災害預防：

(1) 人為事故統計：統計交通事故位置、易發生人為犯罪位置、火災發生位置等等(如下圖十六)。



圖十六、數值地形圖套疊事故相關統計圖資

(2) 自然災害預防：相關潛勢區、易淹水地區、斷層(如下圖十七)等等。



圖十七、數值地形圖套疊地勢相關資料圖資

三、研究分析

3.1 地形圖建置相關問題分析

第一期(民國 86 年 ~ 90 年)

1. 面臨問題：

- (1) 以日治時期當年需求測設的控制點密度已不符今日高密度都市發展的需求。由於控制點密度不足，導致在測量時，會有大量誤差的累積。經年累月的局部誤差累積下來，造成最後的都市計畫圖、簿、地不符的現象。
- (2) 全市轄區內基本控制系統老舊且多有毀損、精度不足的現象。
- (3) 舊都市計畫地形圖係在民國七十年代，十多年未經更新維護，圖面上資訊早就與現況差異甚大，不足以供都市計畫使用。
- (4) 舊有之都市計畫地形圖，受限於當時之科技，測繪使用之設備精度不高。其精度已不符本市由於快速發展而導致土地價值高漲後對於地形圖幾何精度的更高需求。
- (5) 舊圖仍係由人工徒手繪製的類比式膠片圖，每次使用時必須由原圖以藍曬複印。複印後圖紙容易受到環境影響產生伸縮，造成圖籍套合時的額外誤差。

2. 解決方案：

- (1) 本局乃委託國立成功大學測量工程學系為本市全部二十九鄉鎮市 (彼時尚未改制) 測設一套全轄區統一的永久控制點系統，供日後各類測量工程作為統一之基準使用。
- (2) 採用當時最先進的美國全球衛星定位系統 GPS。初期以當時內政部法定之 TM 二度分帶坐標系統為基準，民國八十七年內政部完成了全台一、二等控制點重測並公告為 TWD97 坐標系統，於是本市將正在施測中之加密控制測量悉數改為最新的 TWD97 系統並提供給當時台灣省地政處土地測量局作為其續辦本市轄區內三等點加密測量之用。
- (3) 首創「跳蛙式」GPS 測站移動方式，以提升相鄰控制點之間的相對精度。
- (4) 首創設置牆上標控制點。
- (5) 引進彩色沖片設備，完全採用彩色底片航拍攝影，提升了立體測繪的判釋能力。
- (6) 國內首次大規模試辦以電腦數位航測工作站測繪地形圖，並配合引進底片掃描設備，將類比式底片掃描為數位式影像，俾供該數位航測工作站使用。
- (7) 地形圖測繪成果改為數位式。
- (8) 改採電腦化圖形管理。

第二期 (民國 93 年 ~ 98 年)

1. 面臨問題：

- (1) 有鑑於第一次的成果，本期針對台北縣內所有市(彼時尚未改制)進行全區域的航測地形圖測繪，作業總量龐大，時間及經費成本高昂。
- (2) 以當時的技術，航測需要倚賴合適的天氣才能夠順利完成航拍，導致十分仰賴天氣情況，再加上解算作業繁瑣，進而增加時間成本。
- (3) 因應地價高漲，精度需求提升。

2. 解決方案：

- (1) 引進數位航測相機(DMC)攝影，直接獲取數位影像，全面改用電腦數位航測工作站測繪地形圖。
- (2) 在航拍飛機上加裝衛星定位及慣性導航 (GPS/IMU) 設備，大量地減少地面控制點的數量，縮短了地面控制測量的時間以及降低了對天候的依賴性。

第三期 (民國 98 年 ~ 100 年)

1. 面臨問題：

針對部分尚未完成的區域繼續進行測製，時間成本及精度面臨挑戰。

2. 解決方案：

(1) 將數位航測相機再升級到更大像幅，提升影像品質，增加涵蓋率。

(2) 以影像匹配方式自動化測量空中三角點，大量減少人工選點、觀測的時間，降低空中三角的時間成本。

第四期(民國 100 年 ~ 103 年)

1. 面臨問題：

(1) 發現不同單位之間有各自測製的地形圖，在圖資之間會有所誤差，另外重複測製也造成資源浪費。

2. 解決方案：

(1) 利用本府民政局管理、擁有之航空影像，進行 DEM 測製後，與內政部國土測繪中心所測製通用版 1/5000 電子地圖融合製作全市 1/5000 地形圖，以達到本府已有資料最佳化整合運用的目標。

第五期 (民國 103 年 ~ 105 年)

1. 面臨問題：

- (1) 因應地價飆漲及科技技術進步，所需求精度要求越來越高。
- (2) 三維都市模型意識的概念抬頭。
- (3) 因應越來越多的地形圖測製及維護，需要之經費亦隨之高漲。

2. 解決方案：

- (1) 研擬出本市地形圖更新維護的最經濟方式，既能真實修測出有變動之處又能節省經費，使本市一千分之一地形圖更新維護單價為全國各都市中最低者。
- (2) 為因應都市計畫所需空間資料未來必將朝向三維化發展的國際趨勢，依據國際標準組織 (ISO) 採納的 CityGML 三維都市模型建置標準，研擬本市三維都市模型建置規範，並選擇小範圍進行試辦。
- (3) 隨著光電科技的進步，再次升級航拍相機到像幅更大、像元更細緻，提升地面解析力、判釋能力及測圖精度。

第六期(民國 105 年 ~ 107 年)

1. 面臨問題：

(1) 因應越來越成熟的三維都市模型，若要求取最貼近真實的樣貌，其資料量及所花費金額會太過龐大。

(2) 有鑑於航測地形圖的技術成熟以及科技技術的進步，原先航測地形圖測製規範已跟不上當前所使用的科技技術。

2. 解決方案：

(1) 研究以影像密匹配技術，經濟快速建置都市三維表面模型替代昂貴的 CityGML 格式三維都市模型。待日後經費充裕時再由此三維表面模型加工成符合 CityGML 格式的三維都市模型。

(2) 修訂新北市一千分之一數值航測地形圖測製作業規範，使之更符合當前科技發展的狀況及本市社會經濟發展的需求。

第七期(民國 107 年~109 年)

1. 面臨問題：

三維都市模型的概念成熟，若採用 CityGML 格式三維都市模型，經費成本及時間成本太高。

2. 解決方案：

(1) 持續研究如何建置簡易三維都市模型以取代 CityGML 格式三維都市模型，俾降低建置經費。

(2) 研擬出將現有地形圖建物平面向量資料配賦簡易高程資料後，建置成塊狀的積木式三維都市模型，並成功將仍在設計中 BIM 模型融入其中，證明積木式三維模型應用的可行性。

建置成果(1-8 期)

新北市政府(原台北縣政府)自 86 年起委託辦理航測地形圖作業迄今，目前已進入第八期委外辦理新、修測作業，其中 1~4 期以新測為主，5~8 期為修測作業每期修測約 2 萬 1 千餘公頃，3 期共 6 年可將新北都市計畫區範圍(臺北水源特定區除外)共 6 萬 4 千餘公頃全部修測完成，分期新、修測情形(如下圖十八及下表一)：



圖十八、新北市航測地形圖新、修測分期分區情形

地區	1/1000測製面積	測製期別							
		第一期 (86~89)	第二期 (93~97)	第三期(98~99)	第四期 (100~102)	第五期 (103~104)	第六期 (105~106)	第七期 (107~108)	第八期 (109~110)
蘆洲	713	88	94			103			110
三重	1,805	87	91			103			110
板橋	2,141	88	93			103			109
土城	1,597	89	94			103			109
金山	2,775		95(440)	99(2335)		103			109
萬里	1,020		95	99		103			109
雙溪	268		95			103			
平溪	422		95			103			110
中和	1,894	88	97			104			
永和	573	88	97			104			
新店	3,731	89	97			104			
三芝	1,619		95(892)	99(727)		104			109
石門	1,806		95(701)	99(608)	100(497)	104			109
深坑	242	89	97			104			110
坪林	216		95			104			110
石碇	66		95			104			110
烏來	237		95			104			
泰山	1,744	87(630)	96(505)	98(609)			105		
新莊	2,082	88(1723)	96	98(359)			105		
樹林	3,169	89(1329)	94(819)	98(1021)			105		
三峽	1,311		93				105		
鶯歌	2,231		93(1269)	98(962)			105		
龍形	178		94				105		
瑞芳	4,909		95	98			106		
淡水	5,854		94(都計3323)	99(非都2531)			106		110
五股	3,454	88(1104)	94(265)		101(2085)			107	
林口	5,353		96(1691)		101(3662)			107	
八里	3,280	89(759)	94(882)		101(2139)			107	
貢寮	6,630		95(293)		100(6630)			108	
汐止	3,718		97(都計1870)		102(非都1848)			108	

表一、航測地形圖分期、分區測製一覽表

3.2 申請意願分析

自 86 年起委託辦理航測地形圖作業迄今(110 年)，每測區至少歷經 2 次以上測製，110 年至 115 年啟動第 3 輪修測作業，提供 6 年內最新圖資，避免圖資與現況落差太大，對使用者而言，最新圖資可提供最新、最正確規劃設計參考。

由下表二顯示近三年申請數值圖檔變化量，表三針對 107-109 年申購數值圖檔、圖紙統計表，當全市都市計畫區修測完成，皆有一波地形圖檔申購需求。

年度	本府所屬機關 、學校無償提供	其他政府機關、 學校 1000 元	公司行號申請 3000 元	合計(單位:幅)
105	3872	238	140	4250
106	7825	314	173	8312
107	20665	172	160	20997
108	8046	154	215	8352
109	17024	293	213	14251
110(統計 至 9/31 止)	12076	162	172	12411

表二 105-110 年度申請數值電子檔統計表

年度	紙本圖紙	數值圖檔	合計(單位:圖幅)
105	1727	4250	5977
106	1635	8312	9947
107	1495	20997	22492
108	1482	8352	9834
109	1334	14251	15585
110(統計至 9/31 止)	908	12411	13319

表三 105-110 年申購圖紙、數值電子圖檔數量統計表

由上表二中可得知，近年來申請數值地形圖的圖幅數有逐漸增加的趨勢，說明數值地形圖的需求量逐漸變大，另外從表一中可以發現，又以本府所屬機關增加的需求量最大，其中像是 109 年因新北市第二輪測製完成，許多本府所屬機關皆向本局申請全區地形圖數值檔用以更新圖資，申請機關包含交通局、水利局、捷運局、工務局、養護工程處、新建工程處、都市更新處等，用以評估交通動線、污水下水道工程設計、道路工程設計、捷運路線規劃考量、都市更新地區評估等，使得申請的圖幅數大幅提高，也替各機關節省龐大的測量費用，預計於 115 年第三輪修測完成時相關機關會再次提出申請。

另外也可以在表一中發現一般民間機構及學校對地形圖數值電子檔需求正逐年上升，而反觀表二中申請紙本地形圖的數量則是逐年下降，其中學校申請用途大部分用於都市計畫、建築設計方面之學術研究，公司行號申請用途大部分用

於建築工程規劃設計參考。

由於學校及公司行號目的係做研究、規劃設計，需要圖層套疊相關功能，而只有數值電子檔才有辦法與其他圖資套疊運用，相較之下一般紙本地形圖雖價錢較為便宜但因運用層面較窄，申請數量已然逐年下降。

四、結論與建議

在過去，不論是地形圖建置及應用，都是所謂的「紙」上談兵，以前的地形圖就是用手繪製出一張真實的圖紙，但隨著時代的進步，電腦的出現及測量技術的改進，我們可以發現製作地形圖已經從手繪逐漸演進成電腦製圖，測量方法也從現況測量逐漸被航空測量取代，其效率可謂大幅的提升。

通過本篇統計數據可以發現，近年來申請數值地形圖的圖幅數有著顯著式的成長，這也變相地說明了 GIS 使用的趨勢。另外，本篇研究分析發現目前航測地形圖於法制面、技術面及應用面等 3 大面向所面臨的問題尚有待改善。

在法制面中，因為現行法規規定航空攝影測量需要有飛行員及測量人員，導致申請流程繁瑣並耗時耗力，並且目前有一些新興的測量技術，像是光達(LIDAR)、無人航空載具(UAV)等，都未被法規明確的規範，這方面仍待中央主管機關訂定相關的規範，俾利地方政府遵循。

在技術面的部分，由於航空攝影測量外業的部分主要受限於天候因素，以及在繪製地形圖過程中：立體測圖、調繪補測及地形圖編修等步驟，還是會用到人力判讀及人工修正，除了容易產生誤差以外，也增加人力及時間成本。另外，目前無人航空載具(UAV)及光達(LIDAR)相關技術在測繪製圖中已大幅精進，能否以無人航空載具(UAV)搭配光達(LIDAR)取代現行航空飛機測製也仍待進一步研析。

在應用面中，由於目前從測量完成到真正開放給民眾使用地形圖，這中間大

約需要 1~2 年的時間，製圖的過程過於冗長，另外整個新北市大約需要 6 年才能測製完一輪，對於民眾來說，圖資的更新速度不夠快，可能導致圖資與現況不符，造成更多問題。

未來，除了可以針對法規面增訂相關規範外，也可以在技術面增訂無人航空載具(UAV)測繪技術，其中，利用無人航空載具(UAV)測繪技術也可以變相地降低天候的影響因子。另外甚至與 AI 人工智慧相結合，進行輔助或甚至替代人工判讀，以節省人力、降低人為誤差及提高製圖效率，並且可以大幅的降低製圖時間，才有機會提升圖資的更新速度，進而實現即時更新。

五、參考文獻

史天元，2010。「臺灣航空測量當前課題：民國一百年」，航測及遙測學刊第 15 卷第 3 期。

蕭國鑫，2006。「結合空載 LIDAR 與航測高程資料應用於地形變化偵測」，航測及遙測學刊第 11 卷第 3 期。

侯進雄，2014。「空載光達數值地形產製與地質災害的應用」，航測及遙測學刊第 18 卷第 2 期。

陳連晃，2010。「航空測量資料管理與應用」。

曾義星，1997。「航空攝影測量如何邁向資訊時代」，航測及遙測學刊第二卷第一期。

盧德華，2012。「臺中市地理資訊數值地形圖與正射航照圖圖層自動更新可行性研究」。

國土測繪中心，基本地形圖修(測)製介紹。