

新北市政府 107 年度自行研究報告

以 e-GNSS 系統提升地籍測量工作效 益與效率之研究

研究機關：新北市政府地政局

研究人員：龐士鈞

研究期程：107 年 1 月至 107 年 10 月

新北市政府 107 年度自行研究成果摘要表	
計畫名稱	以 e-GNSS 系統提升地籍測量工作效益與效率之研究
期程	107 年 1 月至 107 年 10 月
經費	無
緣起與目的	<p>全球衛星定位測繪科技邁向網路化、行動化及全功能、多目標的即時動態定位服務，我國內政部國土測繪中心亦投入研究，發展整合美國 GPS 與俄羅斯 GLONASS 之 e-GNSS 雙星系統，透過虛擬基準站即時動態定位技術 (VBS-RTK)，在極短的時間內，提供公分或公尺等級精度的即時動態定位服務。</p> <p>本研究發現過去相關應用 e-GNSS 系統於地籍測量業務之研究，多探討該系統之定位精度，較少針對作業手冊所規範之流程做探討；據此，設計問卷並實地訪談，聚焦使用者在實務操作 e-GNSS 定位系統時所遇到的問題，根據多數受訪者回饋所提出之時間效率問題，設計簡化作業流程，探討最佳觀測間隔時間，於三峽區之 7 個加密控制點進行外業測試，並比較簡化流程及法定流程之精度。</p>
方法與過程	<p>本研究首先利用文獻回顧法，統整前人之研究成果，發現過去相關應用 e-GNSS 系統於地籍測量業務之研究，多探討該系統之定位精度，較少針對作業手冊所規範之流程做探討；其次，設計問卷並以深度訪談法進行訪談，訪談對象為地政機關之測量員與主管，聚焦使用者在實務操</p>

	<p>作 e-GNSS 定位系統時所遇到的問題，根據多數受訪者回饋所提出之時間效率問題，設計多種簡化作業流程，探討最佳觀測間隔時間；最後於三峽區之 7 個加密控制點進行外業測試，並比較簡化流程及法定流程之精度。</p>
<p>研究發現 及建議</p>	<p>研究結果發現，簡化流程在平面精度的表現與法定流程相當，兩流程間差值範圍 100%的都能控制在 1.5 公分內，而簡化流程在高程精度上的表現於本次測試下，兩流程間的較差範圍 71%都在 1.5 公分以內，其結果確實與上階段頭尾兩筆取平均之結論相同，平面精度的高低較不受時間間隔長短影響，考量人力與時間問題，在人力均相同之情況下，簡化流程因採用間隔時間 2 分鐘，平均單點測量時間僅需 8 分鐘即可完成，而法定流程則因間隔時間長達 60 分鐘，平均單點測量時間需長達 66 分鐘，單點測量而言簡化流程較法定流程可提升近 3 倍之效率。目前地政機關因地籍測量業務需要多使用平面結果，建議平面精度方面得以簡化流程取代法定流程作為外業測量規範。</p>
<p>備註</p>	

摘要

全球衛星定位測繪科技邁向網路化、行動化及全功能、多目標的即時動態定位服務，我國內政部國土測繪中心亦投入研究，發展整合美國 GPS 與俄羅斯 GLONASS 之 e-GNSS 雙星系統，透過虛擬基準站即時動態定位技術 (VBS-RTK)，在極短的時間內，提供公分或公尺等級精度的即時動態定位服務。

本研究首先利用文獻回顧法，統整前人之研究成果，發現過去相關應用 e-GNSS 系統於地籍測量業務之研究，多探討該系統之定位精度，較少針對作業手冊所規範之流程做探討；其次，設計問卷並以深度訪談法進行訪談，訪談對象為地政機關之測量員與主管，聚焦使用者在實務操作 e-GNSS 定位系統時所遇到的問題，根據多數受訪者回饋所提出之時間效率問題，設計多種簡化作業流程，探討最佳觀測間隔時間；最後於三峽區之 7 個加密控制點進行外業測試，並比較簡化流程及法定流程之精度。

研究成果發現，簡化流程在平面精度的表現與法定流程相當，兩流程間差值範圍 100% 的都能控制在 1.5 公分內，而簡化流程在高程精度上的表現於本次測試下，兩流程間的較差範圍 71% 都在 1.5 公分以內，其結果確實與上階段頭尾兩筆取平均之結論相同，平面精度的高低較不受時間間隔長短影響，考量人力與時間問題，在人力均相同之情況下，簡化流程因採用間隔時間 2 分鐘，平均單點測量時間僅需 8 分鐘即可完成，而法定流程則因間隔時間長達 60 分鐘，平均單點測量時間需長達 66 分鐘，單點測量而言簡化流程較法定流程可提升近 3 倍之效率。目前地政機關因地籍測量業務需要多使用平面結果，建議平面精度方面得以簡化流程取代法定流程作為外業測量規範。

關鍵字：e-GNSS、地籍測量、VBS-RTK、

目錄

第一章	緒論.....	1
第一節	研究動機.....	1
第二節	研究目的.....	3
第三節	研究限制.....	3
第二章	文獻回顧.....	5
第一節	系統架構.....	5
第二節	e-GNSS 系統應用於地籍測量之相關文獻.....	8
第三章	研究方法與內容.....	13
第一節	研究方法.....	13
第二節	研究區域.....	15
第四章	問卷與實證分析.....	17
第一節	問卷分析.....	17
第二節	外業實測分析.....	19
一、	簡化作業精度測試.....	20
二、	實地測量.....	23
第五章	研究結論與建議.....	29
一、	研究結論.....	29
二、	後續研究建議.....	30
參考文獻	31

圖目錄

圖 2-1	虛擬基準站即時動態定位技術示意圖	6
圖 2-2	VBS-RTK 即時動態定位技術解算流程圖.....	7
圖 3-1	研究區域之點位分布圖.....	15
圖 4-1	頭尾兩筆取平均之平面與高程精度比較圖.....	21
圖 4-2	全部相加取平均之平面與高程精度比較圖	22
圖 4-3	方法一、二平面精度之綜合比較圖	22
圖 4-4	簡化流程（間隔時間 2 分鐘）之精度	24
圖 4-5	法定流程（間隔時間 60 分鐘）之精度	25
圖 4-6	簡化流程、法定流程平面精度比較圖	26
圖 4-7	簡化流程、法定流程觀測成果平面精度分量圖	26

表目錄

表 1	e-GNSS 系統問卷	14
表 2	研究區之加密控制點坐標	16
表 3	e-GNSS 系統問卷受訪內容	17
表 4	簡化流程與法定流程平面精度較差表	27
表 5	簡化流程與法定流程平面精度較差絕對值範圍分析表	27
表 6	簡化流程與法定流程時間人力比較表	28

第一章 緒論

本章為緒論，介紹本研究之研究動機，並由研究動機歸納出研究目的。

第一節 研究動機

臺灣早期的測量工作項目多以傳統導線測量的方式進行，利用全測站經緯儀。觀測各點位之間的角度與距離，以求取坐標值，然而其成果的好壞容易受到導線網形所影響，逐級的平差模式運算，也容易造成測量精度隨著基線距離的增加而下降（尹鍾奇，1994）。此外，以經緯儀進行控制測量，亦需考慮點位間通視之問題，為改善諸多不便的缺點，透過全球衛星定位系統（Global Positioning System, GPS）所發射的訊號進行定位，具備高精度又不受限於日夜、氣候與測站間通視等的限制的優點，可全天候、全球性、不間斷地提供精密的三維坐標，更能達快速而且節省人力經費等優勢，被視為極具發展潛能的工具之一（內政部國土測繪中心，2014）。

衛星定位技術主要為軍事考量而發展，因此世界上強權紛紛發展整合多衛星系統之定位方式，除美國的 GPS 系統外，俄羅斯亦發展全球導航衛星系統（GLObal NAVigation Satellite System, GLONASS），此外亦有中國的北斗系統（Beidou）、歐盟的伽利略系統（Galileo）、日本的準天頂衛星系統（Quasi-Zenith Satellite System, QZSS）、印度的區域導航衛星系統（Indian Regional Navigation Satellite System, IRNSS），學術界將這些導航衛星系統，稱為全球導航衛星系統（Global Navigation Satellite System, GNSS）。隨著衛星定位技術的推廣，目前已應用於板塊監測、大氣科學，內政部國土測繪中心（以下簡稱測繪中心）順應其測繪科技逐漸邁向網路化、行動化及全功能、多目標的即時動態定位服務之趨勢，搭載國內優質的無線寬頻網路，於 93 年起建置「e-GPS 衛星基準站即時動態定位系統」¹，後為配

¹ e-GPS 網路化即時動態定位系統 (Network Real Time Kinematic)

e-GPS 網路化即時動態定位系統 (Network Real Time Kinematic)

合多星系潮流的發展，積極將原有的 e-GPS 定位系統升級，將臺灣本島 66 個衛星基準站提升為雙星系統服務，整合美國的 GPS 與俄羅斯的 GLONASS 兩大衛星系統，以提高衛星接收顆數提升定位精度，於 103 年將 e-GPS 定位系統升級，更名為「e-GNSS 即時動態定位系統」(以下簡稱 e-GNSS 系統)，同時設立 e-GNSS 即時動態定位系統入口網站，提供各機關及本國法人即時精準的定位服務、衛星觀測資料電子檔供應服務及衛星觀測資料後處理動態定位服務等。

由於 GNSS 系統所測得之點位坐標精度高，應用 GNSS 系統辦理控制測量已行之有年，地方政府多以 GNSS 系統辦理以基本控制測量為依據所為之次級控制測量，並以區域性控制測量需求為目的，即加密控制測量。但加密控制測量需以靜態方式進行觀測，其精度雖高，但觀測時間長，較不符作業效率。因此在地籍測量的實務上，目前多以精度可符合地籍測量實施規則之規範且觀測時間較短之 e-GNSS 系統辦理地籍測量。

運用 e-GNSS 系統辦理地籍測量，具有高定位精度且觀測時間短之優點，但仍需接收衛星資料，因此相當要求點位之透空度且不能有遮蔽。由於市區內之遮蔽嚴重，實務上在已辦竣地籍圖重測之市區內土地複丈作業，須仰賴圖根點坐標，配合全測站經緯儀辦理。而地籍圖重測是釐正地籍、維護民眾財產權的重要手段，配合政策需要，目前新北市之市區如板橋、中永和、三重與蘆洲地區，多已辦理地籍圖重測完竣，已逐步往郊區、山區辦理，此趨勢可由市政府自行辦理 106 年之泰山重測區、107 年之五股重測區，以及 108 年之淡水、三峽重測區可觀察出此一趨勢。郊區、山區之測量作業較市區繁重，但透空度良好且遮蔽較少，在現今重測作業逐步往郊區、山區辦理的同時，使用 e-GNSS 系統辦理地籍圖重測，無論是於補助點補設或進行放樣，都相當快速，可說是極具效益。未來在已辦竣地籍圖重測之郊區、山區以 e-GNSS 系統辦理複丈，其作業速度是相當快速的。

e-GNSS 系統之核心技術為虛擬基準站即時動態定位技術(Virtual Base Station-Real Time Kinematic, VBS-RTK)，藉由多個衛星基準站全天候連續接收衛星資料，以寬頻網路或其他通訊傳輸技術與控制及計算中心連結，彙整出該基準站所圍區

域內之誤差修正量，並利用移動站定位坐標內插計算出虛擬基準站的誤差修正量並產出虛擬之衛星觀測資料。因此使用者只要在基準站的基線網內擺放衛星定位接收儀器，即可以透過無線通訊數據傳輸技術，將衛星資料以特定格式傳送至控制及計算中心，經過區域性誤差修正，解算出該虛擬基準站觀測量後，回傳至衛星定位接收儀，進行超短距離的基線求解。由前述介紹可知，e-GNSS 系統可提升作業速度，節省人力與時間成本，但 e-GNSS 系統在實務作業上，仍須注意無線網路的訊號覆蓋率，以及無線電波之干擾，否則仍須回歸到靜態模式進行測量作業，無法放樣，大大降低其效益，現行作業規範亦有可改善之處。

第二節 研究目的

由前一節之研究動機，可歸納兩點研究目的：

- 一、利用文獻回顧，探討以 e-GNSS 系統辦理地籍測量之效益與相關課題。
- 二、探討運用 e-GNSS 系統辦理地籍測量過程中，現行作業規範是否有值得改善之處，藉此提出提升工作效率之建議。

第三節 研究限制

本研究係探討使用 e-GNSS 系統辦理地籍測量過程中，以及現行作業規範是否有值得改善之處，研究內容主要著重於作業本身能否簡化，簡化作業流程後之測量精度是否合乎地籍測量實施規則之作業精度。e-GNSS 系統之作業效率與系統穩定度及作業流程有關，由於系統穩定度無法透過用戶端提升，因此本研究不探討如何維持系統穩定度。

第二章 文獻回顧

本章為文獻回顧，介紹 e-GNSS 系統之架構、運作原理，並將運用 e-GNSS 於地籍測量之相關研究做整理，以了解 e-GNSS 系統運用於地籍測量之可行性與精度表現。

第一節 系統架構

e-GNSS 系統是以 GPS 及 GLONASS 衛星、控制及計算中心、主站及移動站設備、無線通訊數據技術等所組成之即時動態定位系統，係測繪中心為因應國際間對多星系定位系統的發展，規劃系統現代化作業，另配合內政部於 101 年 3 月 30 日公布 TWD97 (Taiwan Datum 1997)(2010)坐標系統，全面升級基準站為 e-GNSS 雙星系統，自 101 年度針對系統硬體及軟體全面升級，將全臺灣 66 個衛星基準站更新系統。其開頭字母 e 為 electronical，含有「電子化」及「網路化」之意義，藉由使資料數位化，讓使用者可隨時隨地透過網路取所需資料，GNSS 為多星系的衛星導航定位系統之統稱，相較於過去的 e-GPS，衛星資料來源更加多元（內政部國土測繪中心，2018）。該系統於全國各地建置之衛星定位基準站全天 24 小時連續接收衛星資料，即時傳回控制及計算中心，進行資料自動化處理，使用者利用 GPS 衛星接收儀同時接收 5 顆以上 GPS 衛星訊號，可以全天候經由整合封包無線電服務技術 GPRS 或其他無線上網方式，在極短時間內，依使用者需求，其坐標可獲得公分級精度的即時動態定位服務。

e-GNSS 系統之核心定位技術為虛擬基準站即時動態定位技術 VBS-RTK，藉由多個衛星基準站全天候連續接收衛星資料，以寬頻網路或其他通訊傳輸技術與控制及計算中心連結，彙整出該基準站所圍區域內之誤差修正量，並利用移動站定位坐標內插計算出虛擬基準站的誤差修正量並產出虛擬之衛星觀測資料。因此使用者只要在基準站的基線網內擺放衛星定位接收儀器，即可以透過無線通訊數據傳輸技術，將衛星資料以特定格式傳送至控制及計算中心，經過區域性誤差修

正，解算出該虛擬基準站觀測量後，再以 RTCM 格式回傳至衛星定位接收儀，進行超短距離的基線求解，如下圖 2-1 所示。

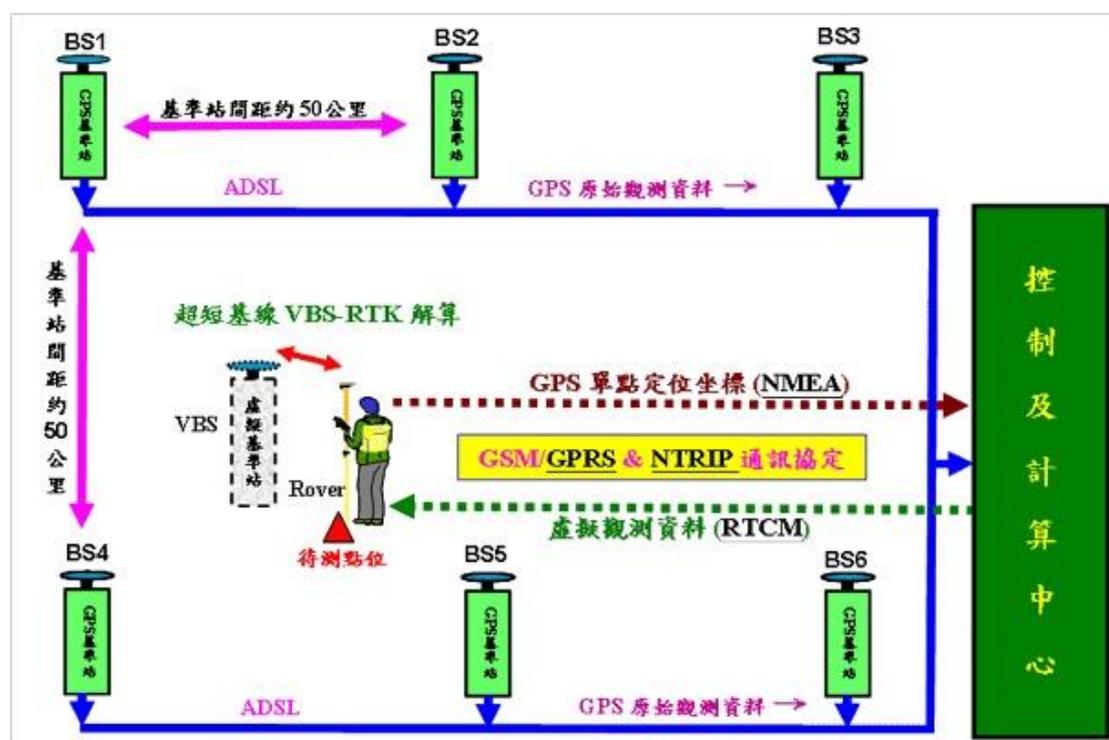


圖 2-1 虛擬基準站即時動態定位技術示意圖（內政部國土測繪中心，2018）

VBS-RTK 定位技術進行即時性動態定位，其實際運作解算，可歸納為下列四大部分，如下圖 2-2 所示：

- 一、基準站區域網資料前級處理：包含架設、決定基準站，建立基準網內之觀測資料庫，並進行衛星定位基準站的網形平差計算。
- 二、基準站區域網解算：控制及計算中心彙整各基準站單一時刻之連續觀測資料並讀入基準站坐標，計算求解各基準站間之週波未定值及二次分差系統誤差影響量，藉此建立該基準網內之區域性誤差修正資料庫。
- 三、建立虛擬基準站觀測數據：所架設之移動站先利用無線數據通訊將定位之衛星資料數據接收後，由控制及計算中心按該移動站位置坐標進行求解基準網

內之誤差內插參數計算，以及利用距離最近之主基準站觀測量共組成 VBS 虛擬觀測資料後，並以 RTCM 檔格式回傳至移動站開始坐標解算。

四、移動站坐標解算：移動站接收儀進行超短基線動態定位求解，並以此解算移動站 RTK 定位坐標。

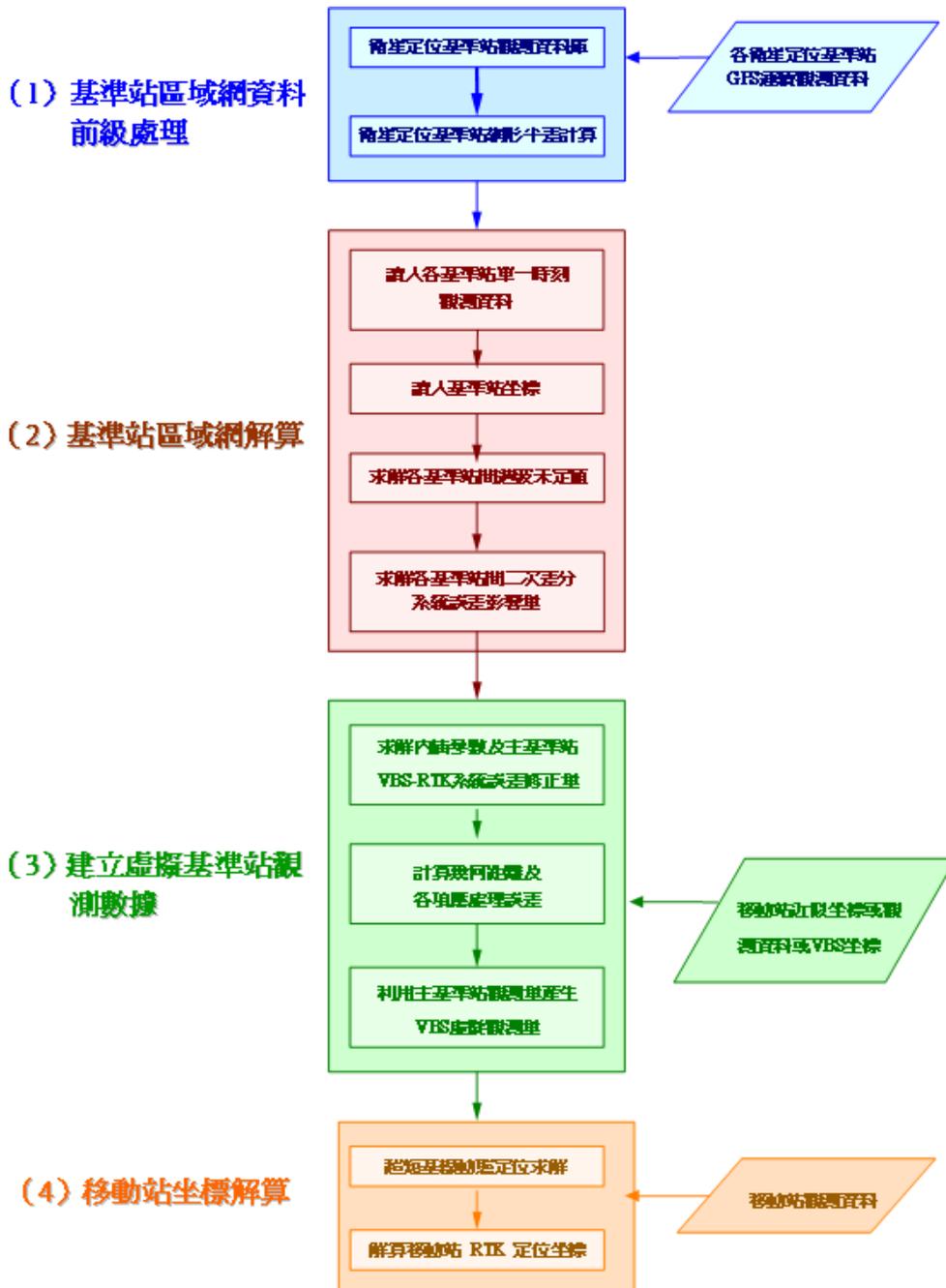


圖 2-2 VBS-RTK 即時動態定位技術解算流程圖 (內政部國土測繪中心, 2018)

以 e-GNSS 系統進行測量，可獲得高精度、高效率之定位成果，但實際運用上仍有限制，除行動網路與接收儀支援度等設備問題可透過升級來解決外，其餘問題如下：

- 一、點位透空度：衛星定位測量皆須考慮此問題，當移動站所處透空不佳時，將產生衛星接收訊號降低、衛星分佈形狀不良、多路徑效應等影響，即便 e-GNSS 定位能利用移動站位置當作初始起算，求得初始點位坐標再透過網路傳輸至控制中心解算修正量，透空度不佳將造成初始定位精度低落，嚴重時將無法求得 RTK-Fixed 虛擬基站坐標，此問題應用於市區大樓林立與山區茂密樹叢時特別嚴重，移動站選取務必考量透空良好區域。
- 二、坐標系統差異：e-GNSS 坐標系統與 TWD97 法定坐標系統有所差異，除 GPS 接收儀必須支援 RTCM 3.0 以上方可支援 TTG_TWD97 登錄點，透過已完成參數設定之接收儀即時坐標轉換為 TWD97 系統，其餘無法支援 RTCM3.0 之接收儀必須經由後處理方可獲得，使用時需留意各登錄點之坐標系統差異。

第二節 e-GNSS 系統應用於地籍測量之相關文獻

靜態測量精度雖高，但觀測相當耗時，難以應付一般複丈案件需較為快速處理之時效，而用於地籍圖重測上，亦無法在有限的外業時間上將現況快速測量完畢，因此目前多利用靜態觀測埋設之點位做為加密控制點，以做為圖根測量之依據，以利後續戶地測量、複丈案件之處理。實務上以 VBS-RTK 定位技術應用於地籍測量時，惟所測得之真實坐標與經過公告程序之法定坐標間仍有誤差存在，須經坐標轉換後，方可應用於地籍測量作業，其相關應用文獻，多以探討應用於土地複丈之測量精度、圖根加密控制測量之精度。近年來，配合重測作業已由市區逐漸往郊區、山區辦理，為提高工作效率，利用 e-GNSS 系統辦理地籍測量之頻率已逐漸提高。

何維信及詹君正(2010)探討以 VBS-RTK 定位技術應用於圖根測量及直接辦理土地複丈之可行性，以 95 年辦竣地籍圖重測之鶯歌重測區為實驗區，經檢核實驗區內控制點與圖根點成果，發現實驗區之 VBS-RTK 測量成果與原坐標成果之系統誤差，縱坐標(N)較差絕對值之平均值為 1.9 公分，橫坐標(E)較差平均值為 2.0 公分，透過六參數轉換後將此系統誤差消去後，其坐標較差值均符合圖根點測量規範；其次，以 VBS-RTK 直接辦理土地複丈，其亦符合界址點位置檢查與原坐標值之較差不得超過 6 公分之規定。

葉大綱等 3 人(2014)以大臺北地區與宜蘭地區為實驗區，探討使用 e-GNSS 與靜態相對定位兩種方式來進行施測之精度，e-GNSS 在兩地區的平面標準差皆在 2 公分以內，臺北地區的外部精度均可達到地籍測量實施規則最大誤差 6 公分之要求，但宜蘭地區平均誤差則需經過坐標轉換後才能達到規範值；靜態定位數據以陽明山衛星追蹤站進行解算時，研究顯示當基線距離大於 20 公里時使用商業軟體解算偶會發生較大之誤差，若剔除較大誤差之點位，臺北地區各點位的面方向誤差皆能在 6 公分以內，此係臺北地區之板塊運動較緩和，但宜蘭地區由於板塊運動較為活躍，經過坐標轉換後仍有較大的誤差，坐標轉換改正後誤差範圍在 4.6-57.4 公分之間。

黃立信等 3 人(2014)以 102 年度桃園縣蘆竹、平鎮重測區作為研究區域，利用 GNSS 與 e-GNSS 系統於重測區加密圖根控制測量，發現在 GNSS 快速靜態(5、10、15 分鐘)求解時，因可視衛星數較單一 GPS 系統增加 66-100%衛星觀測量，增加基線觀測量及週波未定值求解成功率，快速靜態坐標解算成功率可達 94-95%，觀測 20 分鐘時更可增加至 95-97%的解算成功率；觀測成果與公告坐標進行比較方面，有 91%以上的坐標觀測誤差在 2 公分以內；使用 e-GNSS 系統求解點位坐標時，坐標解算成功率時可達 85.7-95%以上；成果與公告坐標進行比較，有 83.4%以上的坐標觀測誤差在 2 公分以內，皆符合現有作業規範，證明 GNSS 快速靜態測量與 e-GNSS 定位系統皆可大幅縮短觀測時間，提供高精度、高品質及更快速之測繪方式，GNSS 快速靜態測量不受限網路通訊問題，適合全區域使

用；e-GNSS 定位系統則因受限網路通訊干擾問題，適合運用在網路通訊較佳之區域。

陳正軒與張喬博（2015）利用 e-GNSS 系統測量成果與傳統測量方式綜合比較，先採用 GPS 靜態測量，透過傳統多組多基準站同時施測，並將靜態 GPS 觀測資料進行網形平差，瞭解 GPS 測量能否適用於研究區域，之後應用單人單機於不同基準站透過 e-GNSS 系統取得觀測資料，將原始資料、三維轉換、參數轉換後成果交叉比對，以客觀精度分析評論 e-GNSS 系統能否達到精度規範，並探討何種模式最適合應用於地籍測量，研究成果發現 e-GNSS 系統應用於地籍測量時，需配合已知點套合，且測量成果可符合精度規範，雖不宜直接使用，但在圖根點補建之工作效率高；其次，e-GNSS 需付費使用，機關需編列預算支應，成本較高，測量時程必須緊湊安排；無法獲得 Fixed 解時，可先將儀器移往空曠處。

上述文獻多為探討應用 e-GNSS 系統辦理地籍測量之精度、於板塊活躍地區之比較，以及使用時機。葉大綱與張淑娟（2018）則是就作業流程進行探討，該研究認為，測繪中心既有之作業規範，在進行加密控制測量與圖根測量時，作業程序過於繁瑣，故設計 2 套簡化流程，利用 e-GNSS 系統做加密控制點及圖根測量，分析測量點位精度，研究區域為桃園航空城及新北市樹林地政事務所轄區範圍（樹林、三峽、鶯歌），與已公告確定之圖根坐標（TWD97 系統）進行比較，分別使用 Case A（接收 180 筆固定解，2 次相隔 1 小時）及 Case B（接收 10 筆固定解，共收 10 次，每次需重新初始化）2 種方法，分析測量時間和精度的關係，2 者成果皆符合現有作業規範，該研究成果認為 Case A 精度相對 Case B 高、但 Case A 較耗時間、Case B 較省時間，需要高精度部分建議採行 Case A，工作可允許誤差大於 10% 左右，且效率較高者，可採行 Case B 的簡化作法。

由上述文獻，可歸納出以 e-GNSS 系統辦理地籍測量時之效益與課題：

- 一、利用 e-GNSS 系統辦理地籍測量，速度雖快，但測量成果不能直接使用，需經六參數轉換，除板塊運動較活躍之地區，其點位經六參數轉換後仍有誤差

較大之情形發生，其餘地區之測量精度均可達地籍測量要求之規範。

二、利用 e-GNSS 系統，需考慮點位透空度、網路通訊與干擾問題，若無法求得 Fixed 解時，此時可先將儀器移往空曠處。

三、e-GNSS 需付費使用成本較高，作業規劃需較為緊湊。

四、e-GNSS 系統可靠度高，然現有作業規範過於繁瑣，作業效率較低落。

第三章 研究方法與內容

研究方法係研究之骨幹，研究內容針對本研究之實證區域做說明，同時可呈現研究之目的與價值所在，本章節係針對本研究所運用之研究方法與研究內容做說明。

第一節 研究方法

本研究第二章即針對 e-GNSS 系統之相關應用文獻做初步之整理，由文獻回顧可知，e-GNSS 系統之架構以及目前應用上之相關課題。

而在使用面上，如本研究第一章所述，目前新北市內之地籍圖重測仍持續辦理，且已推展至郊區、山區，e-GNSS 系統使用度有不斷提升之趨勢，為了解使用者對於 e-GNSS 系統實務作業上的想法，本研究針對 e-GNSS 系統之使用設計一套問卷，訪問對象均為地政機關之測量員與單位主管，期能藉由受訪者自身經驗及其操作時發生之問題，提升 e-GNSS 系統於地籍測量工作上之效益，因此本研究將運用半結構式訪談法，透過設計問卷並以深度訪談（in-depth interview）的模式進行，採取深度訪談中半結構式訪談的方法，亦即研究者在進行訪談之前，必須根據研究之問題與目的設計訪談大綱，作為指引方針。另外在訪談進行的過程中，訪談者不必根據訪談大綱的順序，來進行訪問工作，通常訪談者可根據實際狀況，對訪談問題做彈性調整。問卷主要以「實務操作與作業手冊」以及實務操作之經驗部分做設計，係為了解 e-GNSS 系統提供之後處理服務、系統穩定度等是否可達到使用者的業務及精度需求，有無其他改善空間。

本研究根據上述探討面向設計以下問卷，並根據各題設計目的製成下表：

圖 1 e-GNSS 問卷

問卷題目	設計目的
一、 您的大名？	了解使用者之基本資料
二、 您服務之單位？	
三、 您服務之職別？	
四、 您於貴單位服務多久？	
五、您如何得知 e-GNSS 系統？（例如：以前就知道或是一進來工作就直接使用？）	了解本系統宣傳度是否足夠，有利於後續之推廣與應用。
六、您對於 e-GNSS 系統之原理用途是否了解？	主要延續上述問題，了解使用者是否真正了解本系統之原理用途，可能影響後續對於第十二題系統穩定度之滿意度，可能因為使用者不了解系統原理，而認為系統穩定度不佳，而未考量到可能是網路訊號問題。
七、您對於e-GNSS系統RTK 服務之系統穩定度是否滿意？有無其他建議？	e-GNSS系統的穩定度高低與否關係著使用者使用的意願，故本研究期能從本題得到各方對於e-GNSS系統RTK服務穩定度之建議，以作為改善該系統穩定度之依據。
八、您對於e-GNSS系統RTK 服務之儀器操作流程是否滿意？有無其他建議？	欲了解各方使用者於使用儀器時的操作層面是否感到滿意，或是對於儀器操作流程有更好的建議，期能增進儀器操作之便利性。
九、請問作業手冊之規範是否有其必要？（您認為是否有無其他彈性的空間？）	接續前一題的問題。期能藉由此題了解各方使用者對於法定規範之想法，並提出對此規範的實質建議，以作為作業規範制定之參考。
十、實務上為求效率，若只能維持一個精度影響因素（觀測時間長短、間隔時間長短、透空優劣、仰角大小），通常會捨棄什麼因素？	本題主要是想了解使用者對於其業務內容最重視之精度影響因素，期能得到各使用者於進行外業測量時優先考量之因素及其原因。

其次，葉大綱與張淑娟（2018）之研究亦指出，現行 e-GNSS 系統之作業規

範較為繁瑣，可採用簡化流程之方式，同樣可達到作業手冊規範之精度。因此本研究第二個部分則是進行外業實地測量，以了解現行作業手冊之規範是否可簡化，以提升工作效率。

第二節 研究區域

本研究之研究區域，實際模擬外業測量情況，在新北市三峽區域選定 7 個加密控制點進行實地測量，以此確保規劃流程之實務性及可靠性。此階段測量選定 7 個加密控制點，點位分別為 G199、G200、G351、G360、G362、G622、G623，下圖 3-1、表 2 為該 7 個加密控制點之分佈位置與 TWD97 二度分帶系統之坐標，各測量點位皆以每測回間隔時間 2 分鐘（以下簡稱簡化流程）及間隔時間 60 分鐘（以下簡稱法定流程）2 流程實施測量，並以公告坐標作為真值，計算平面及高程精度。



圖 3-1

圖 2

點位	橫坐標 (m)	縱坐標 (m)	橢球高 (m)
G199	288964.753	2758965.366	49.470
G200	289271.316	2759036.835	48.134
G351	285184.901	2758261.884	109.215
G360	287651.886	2759749.863	55.610
G362	287063.170	2759093.026	60.232
G622	284285.593	2757662.572	75.405
G623	283458.757	2757194.974	76.636

第四章 問卷與實證分析

第一節 問卷分析

本研究針對 8 名地政機關之現職測量員與單位主管進行訪談，下表 3 是 8 個受訪單位的基本資料和根據受訪者回答問卷的重點整理。

圖 3 e-GNSS 應用

一、您的大名？	二、您服務之單位？	三、您服務之職別？	四、您於貴單位服務多久？
張國娟、許國修	樹林地政事務所	技士、技士	1年多、3年
測量課職員	中壢地政事務所	技士	1年到20年以上
陳國廷	竹東地政事務所	技佐	1年
簡國信、林國右、蘇國因	羅東地政事務所	課長、測量員、測量員	25年、1年、6年
五、您如何得知e-GNSS系統？			
大多是在工作時開始得知，進入事務所後由政府推廣或測量課程上得知。			
六、您對於e-GNSS系統之原理用途是否了解？			
受訪者對於e-GNSS系統之原理用途都了解。			
七、您對於e-GNSS系統RTK服務之系統穩定度是否滿意？有無其他建議？			
大部份受訪者對e-GNSS系統RTK服務之系統穩定度感到不足，在使用上很多時候會較容易斷線或很難接收到，建議希望可多架設幾個站，還有偏遠地區、山區、市區信號都微弱也會很難接收，而且很容易受到干擾，特別中午的時候，因為電離層的關係影響接收，或有時候飛機經過上空也無法接收，就會斷掉。			
八、您對於e-GNSS系統RTK服務之儀器操作流程是否滿意？有無其他建議？			

多數受訪者對e-GNSS系統入口網站提供的服務都感到滿意，網站上的操作容易，讓民間也能方便使用，但仍然有改善的空間，如此入口網站之動態即時性不清楚（衛星狀況等）及設計頁面不清或連線時，須於入口網站尋找ip位址，但目前的介面不易尋找，只能自己記錄在手機裡的問題。其建議是在坐標轉換的部分無須帳號亦可使用，讓學生也可以使用。

九、請問作業手冊之規範是否有其必要？（您認為是否有無其他彈性的空間？）

從受訪者的回答總結出作業手冊之規範是有其必性但能更富彈性為佳。其必要性是因為政府需要一個既定的流程規範，這樣公家機關才可以去遵守亦可以此作為精度的保障，為調解甲、丙方之間的紛爭並取得雙方信任，利於工作之進行。而在手冊之規範上有部分單位覺得精度規範太嚴格，間隔一小時的設定不太符合實務上需求，且無統一性，內政部之規範有時候跟廠牌的精度不能夠吻合。針對其彈性空間提出建議是可以制定規範但必須說明用在什麼類別測量的時候它的精度到什麼程度，故應該要將作業流程簡化。

十、實務上為求效率，若只能維持一個精度影響因素（觀測時間長短、間隔時間長短、透空優劣、仰角大小），通常會捨棄什麼因素？

受訪者較多選擇捨棄間隔時間長短或觀測時間長短，因為間隔時間係為了讓接收器接收不同衛星在不同位置以解算其坐標，目的是為了確認是否有誤（提高定位精度），惟e-GNSS是雙星系統，觀測衛星數量眾多，所以短時間內即可觀測到不同的衛星。觀測時間長短則是因為若30秒可以達到1公分的等級，說不定10秒或15秒也可以達到，所以在時間上作考量。

本研究總計訪談了8位地政機關，皆為實地親自訪談，之後再將受訪單位之回應做統整。在實務操作與作業手冊方面，受訪者大多使用之功能為RTK即時定位，顯示該系統有一定的普及率、訪談有其必要性。綜整受訪者針對系統實務操作方面給予之評論與使用建議：

總結上述問卷，可分析地政機關於使用e-GNSS進行測量時，面對上述問題時常採取之課題與對策：

- 一、系統穩定度不佳：系統穩定度部分，由於 e-GNSS 系統之核心技術為衛星定位測量，因此在觀測時也必須遵循地籍測量實施規則上對於使用衛星定位測量之規範。部分誤差，可自行調整操作來獲得較佳的精度，像是在中午時段觀測，精度會受到電離層的影響，避開中午的時段進行觀測是一個良好的策略；在觀測中會不斷線持續聯測，以提升精度之品質也是良好的對策。但儀器問題、基站問題、網路通訊問題、接收訊號花費時間過久、平地接收基站訊號不穩等無法透過調整觀測方式提升觀測精度之部分，必須要透過系統升級、加密網路基地臺之方式，是無法透過調整觀測方式解決之系統性問題。
- 二、作業時間間隔：地政機關業務為土地複丈、建物測量、圖根測量等，精度規範依地籍測量實施規則之規定；本研究之受訪者皆認為觀測時間長短不會在精度上造成顯著差異，若是能找出最佳精度之觀測間隔，尋求作業規範得以彈性調整之空間，重新調整規範精度及作業流程，使其更貼近實務操作，將能大大降低作業成本並提升效率。

第二節 外業實測分析

本研究之研究目的，係探討運用 e-GNSS 系統辦理地籍測量過程中，現行作業規範是否有值得改善之處，藉此提出提升工作效率之建議。依據葉大綱與張淑娟（2018）之研究結論及本研究問卷統計結果，可以歸納出受訪者欲改善之項目主要為系統穩定度與觀測時間間隔。

系統穩定度部分，根據受訪者回饋導致系統不穩定成因多元，本研究考量我國位置處中低緯度地區，陽光直射地表，單位面積所受的太陽輻射量也相對較大，其中太陽輻射強弱為影響電離層游離的重要因素，加上海島型氣候緣故，受到水氣干擾的頻率也將大幅增加，此均影響觀測精度結果，存有導致系統不穩定之疑慮。惟系統穩定度部分，本研究前述研究限制已敘明非屬本研究研究範圍，在此

不探討。

而在觀測時間間隔方面，作業手冊規定外業觀測每次須接收固定解至少 180 筆以上，且不同時段觀測間隔亦需為 1 小時以上，作為精度檢核之依據。雖然已較以往模式提升不少效率，但是如此繁瑣的程序規範，仍降低部分施測人員的使用意願。本研究設計兩套觀測方式進行測試，模擬不同時間間隔下的測量作業之測量精度，此外為使其餘可能造成誤差之變數降至最低，本研究進行 30 次以上測試，以確保此研究之可靠度。測試地點為國立臺北大學公共事務學院之頂樓，該測試地點具備透空度良好與無遮蔽之良好觀測條件。

一、簡化作業精度測試

(一) 頭尾兩筆取平均：

下圖 4-1 為將本研究共計 36 次觀測，每次進行 1 小時，又每 5 分鐘作為間隔差計算之結果，以平均誤差的方式進行分析，並採取頭尾兩筆取平均之方法(以下簡稱方法一)，計算平面和高程精度結果。在平面精度方面以藍色折線呈現；高程精度則是以綠色折線呈現。在本次研究期間(2018 年 2 月 27 日至 2018 年 3 月 5 日)，平面精度落在 2.4 公分至 2.2 公分的範圍，從折線圖中顯示並無劇烈變化，且誤差分佈隨機，平面精度結果並不隨間隔時間增加而提升；另外，高程精度落在 2.4 至 1.9 公分的範圍，其折線亦無劇烈變化，然相較於平面精度具有隨時間間隔增加而精度提升的趨勢。由此可發現，間隔分析採用方法一時，平面精度的高低不因時間間隔長短影響，但高程精度仍微幅受時間間隔限制。

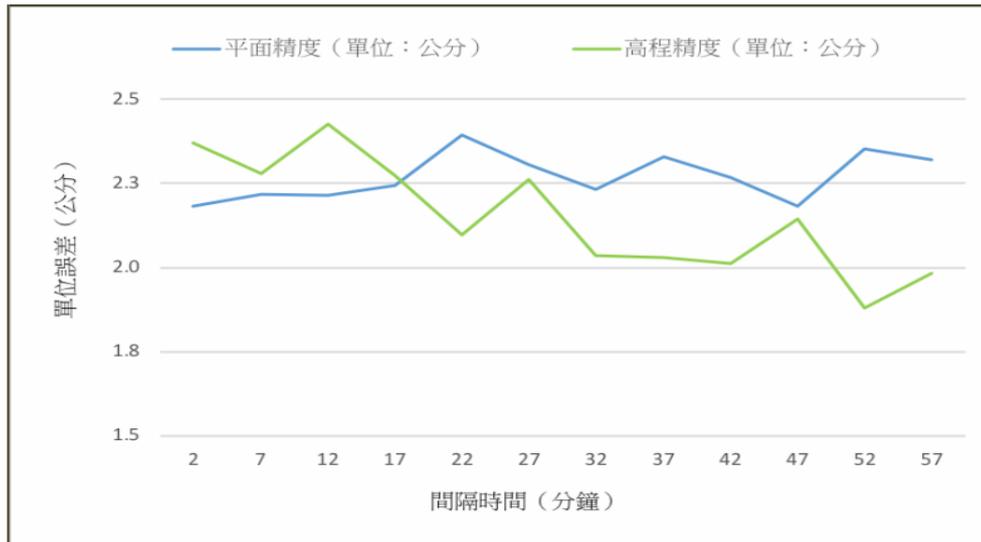


圖 4-1 □

(二) 全部相加取平均：

下圖 4-2 為將本研究共計 36 次觀測，每次接收 13 筆數據資料，約莫 400 筆，以平均誤差的方式進行分析，並採取全部相加取平均之方法（以下簡稱方法二），計算平面和高程精度結果。在平面精度方面以藍色折線呈現；高程精度則是以綠色折線呈現。

結果顯示，平面精度均落在 2.3 至 2.2 公分的範圍，在折線圖中為一穩定的曲線，誤差分佈均勻，且仍不具有隨時間而提升精度的現象；高程精度方面，誤差落在 2.5 至 2.0 公分的範圍內，其折線相較於平面精度變化較為劇烈，且呈現隨時間間隔增加具有逐步提升的趨勢。由此可發現，間隔分析採用方法二時，平面精度的高低仍不因時間間隔長短影響，但高程精度明顯受時間間隔限制，隨間隔時間及多餘觀測增加筆數資料逐漸提升。

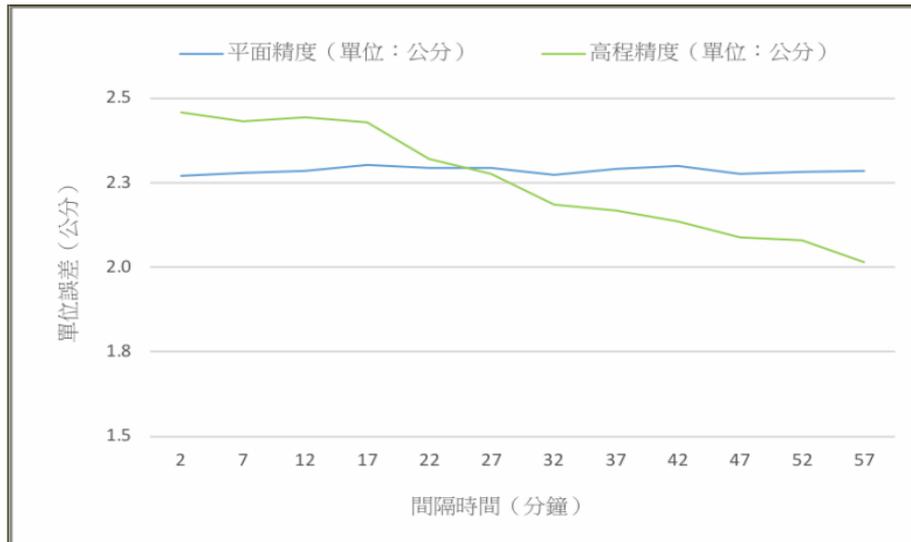


圖 4-2 □ □

下圖 4-3 為將本階段方法一、二平面精度之綜合比較，頭尾兩筆取平均之方法一以藍色折線呈現；全部取平均之方法二則以綠色折線呈現。間隔分析採用方法一之平面精度部分，變化幅度約為 10%，然相較於方法二之部分，其於平面精度變化僅有 4% 的波動現象，顯示出方法一的品質較不穩定，其結果所呈現的摺線具有明顯變動情況。

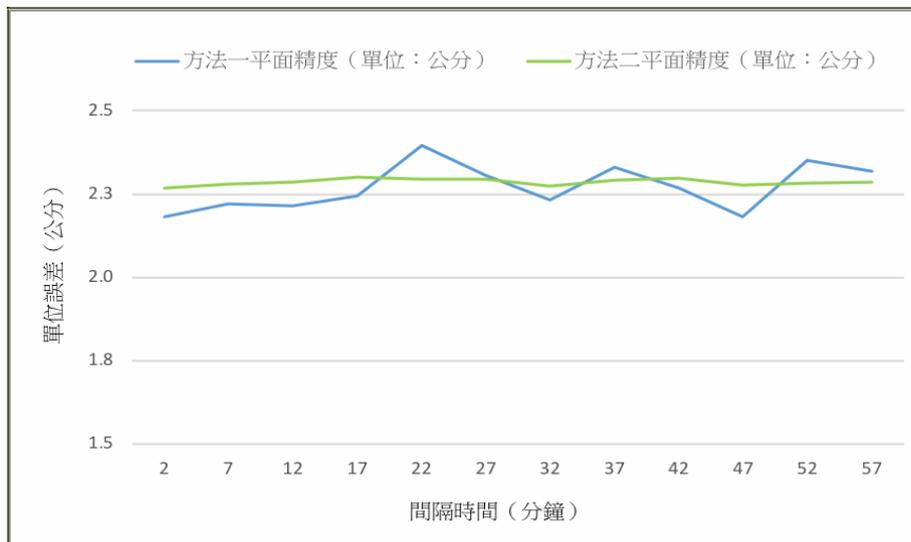


圖 4-3 □ □ □ □

本研究所測得之約 400 筆數據資料進行測試，結果發現間隔採用方法一分析高程精度較不穩定，原因在於分析方式僅平均頭尾兩筆觀測資料，其精度結果顯著呈現兩筆資料的誤差，方法二增加觀測資料筆數則可平均分配誤差，將其精度結果利用增加多餘觀測數提升可靠度以及穩定度。

除此，間隔採用方法一分析之平面精度及高程精度皆較不穩定，兩者之原因亦和前段所得之結論相同，由此證實增加多餘觀測次數確實能提升 VBS-RTK 即時動態測量定位精度的可靠度及穩定度。然間隔流程測試，目的為簡化法規流程，採用方法二雖能得到最高精度結果，卻造成時間經濟不效益，且就法規對於平面及高程精度要求。本測試結果發現，不論採用何種資料選取方式，皆符合地籍測量實施規則規範，其圖根點於市地測量時，最大標準誤差 6 公分內之規定。故本研究之簡化流程，將採用最短間隔時間（間隔 2 分鐘），採以頭及尾兩筆資料之平均之方法一，應用於加密控制點之實地測量

二、實地測量

據上階段時間間隔分析建議所知，VBS-RTK 即時動態定位測量流程，得以簡化為每測回接收 180 筆資料後，間隔 2 分鐘得以再次進行，最後將其兩筆數據取其平均作為最終測量成果。本研究擬於此階段擴大測定範圍，實際模擬外業測量情況，在三峽區域選定七個加密控制點進行實地測量，以此確保規劃流程之實務性及可靠性。

實地測量選定新北市 7 個加密控制點，分別為 G199、G200、G351、G360、G362、G622、G623，點位分佈位置如圖 3-1 所示，各測量點位皆以每測回間隔時間 2 分鐘（以下簡稱簡化流程）及間隔時間 60 分鐘（以下簡稱法定流程）兩流程實施測量，並以公告坐標作為真值計算平面及高程精度。

研究成果如下圖 4-4 所示，以簡化流程分別施測所選定之 7 個加密控制點

位，並以平均誤差的方式進行分析，計算平面精度及高程精度。在平面精度方面以藍色直條呈現；高程精度則以橘色直條呈現。本研究之外業期間為 2018 年 3 月 19 日至 2018 年 3 月 30 日，7 個加密控制點的平面精度落在 0.4 公分至 4.1 公分的範圍，高程精度則落在 2.4 公分至 6.4 公分的範圍，由折線圖中可看出，高程精度多較平面精度差。

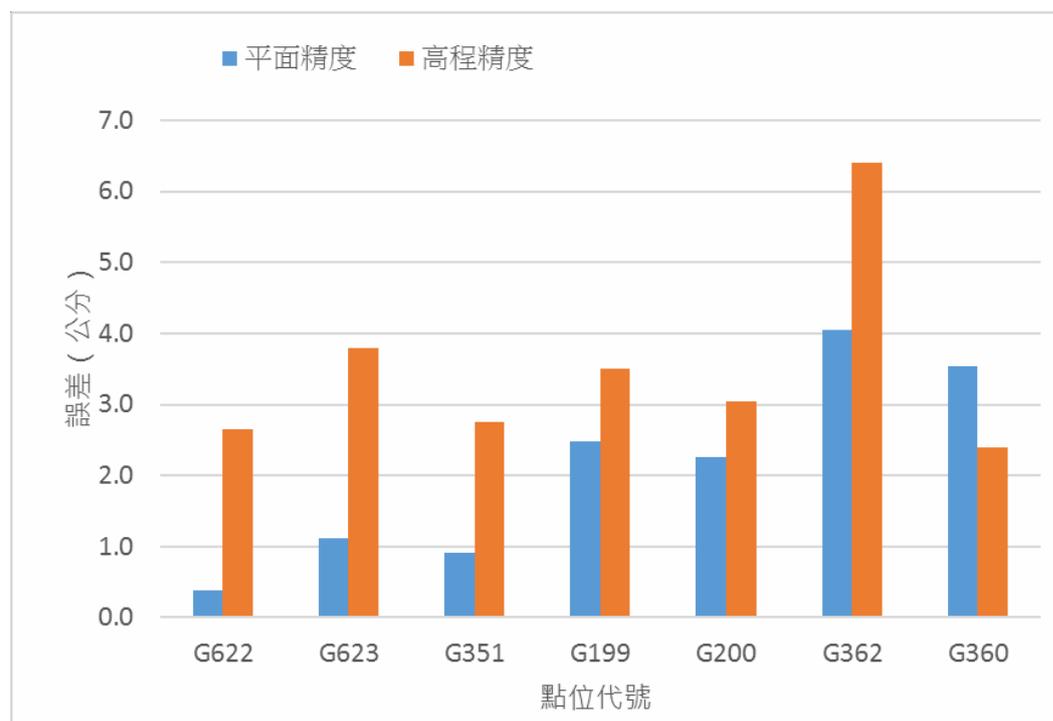


圖 4-4

下圖 4-5 為以法定流程分別施測所選定之 7 個加密控制點，並以平均誤差的方式進行分析，計算平面精度及高程精度，在平面精度方面以藍色直條呈現；高程精度則以橘色直條呈現。其平面精度落在 0.5 公分至 3.9 公分的範圍，高程精度落在 0.7 公分至 4.7 公分的範圍，測量結果與簡化流程趨勢相同，大部分的點位高程精度亦較平面精度差。

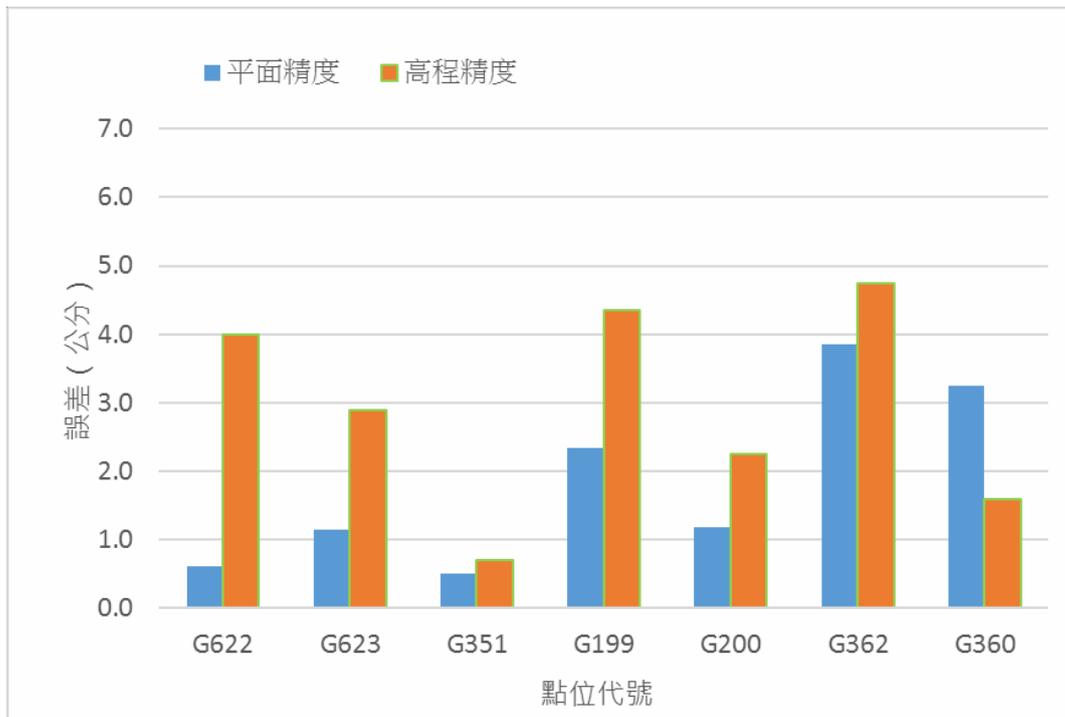


圖 4-5 簡化流程與法定流程之平面精度比較

下圖 4-6 為將本階段簡化流程、法定流程之平面精度進行比較，間隔時間 2 分鐘之簡化流程以藍色直條呈現；間隔時間 60 分鐘之法定流程以橘色直條呈現。七個加密控制點，以簡化流程測量平面精度落於 0.4 公分至 4.1 公分的範圍；以法定流程測量則落在 0.5 公分至 3.9 公分的範圍，其中一點位兩流程所得結果精度相當，一點位簡化流程所得結果較法定流程佳，其餘皆法定流程較好。

本研究統計本次 7 個加密控制點位與政府公告坐標計算之平面精度誤差值分佈情形如下圖 4-7 所示，簡化流程以藍色柱狀呈現；法定流程以橘色柱狀呈現。本次測試誤差均未超過 6 公分，其中簡化流程之最大誤差有一個點位落在 4 公分至 5 公分區間，而法定流程則沒有點位落在該區間。

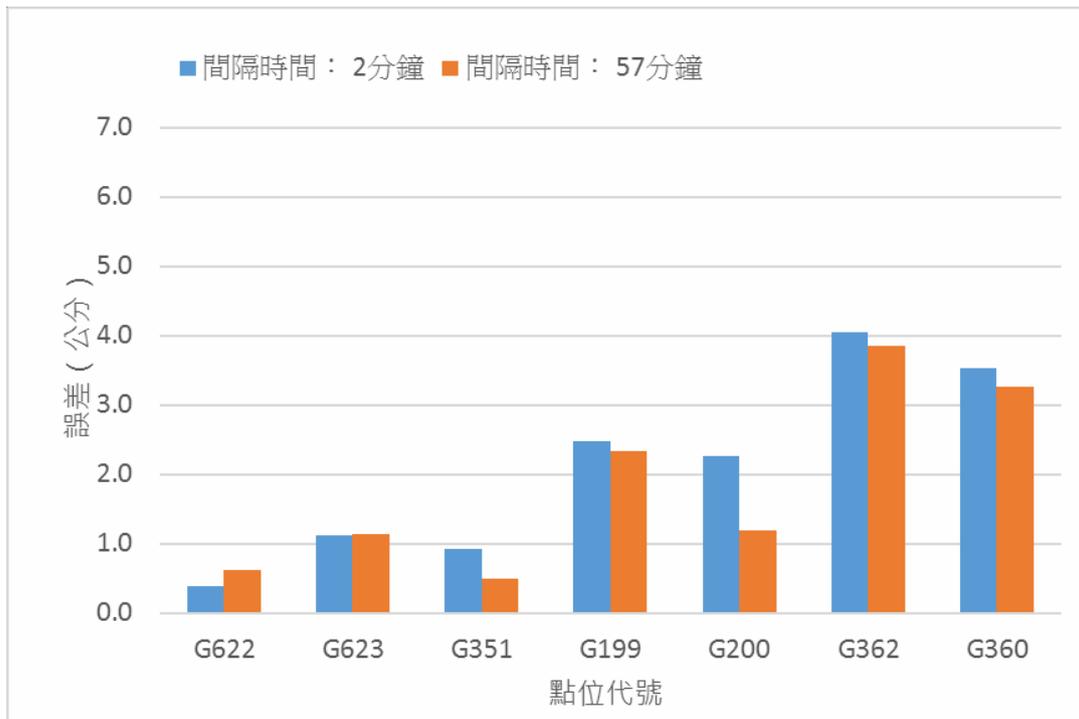


圖 4-6 □

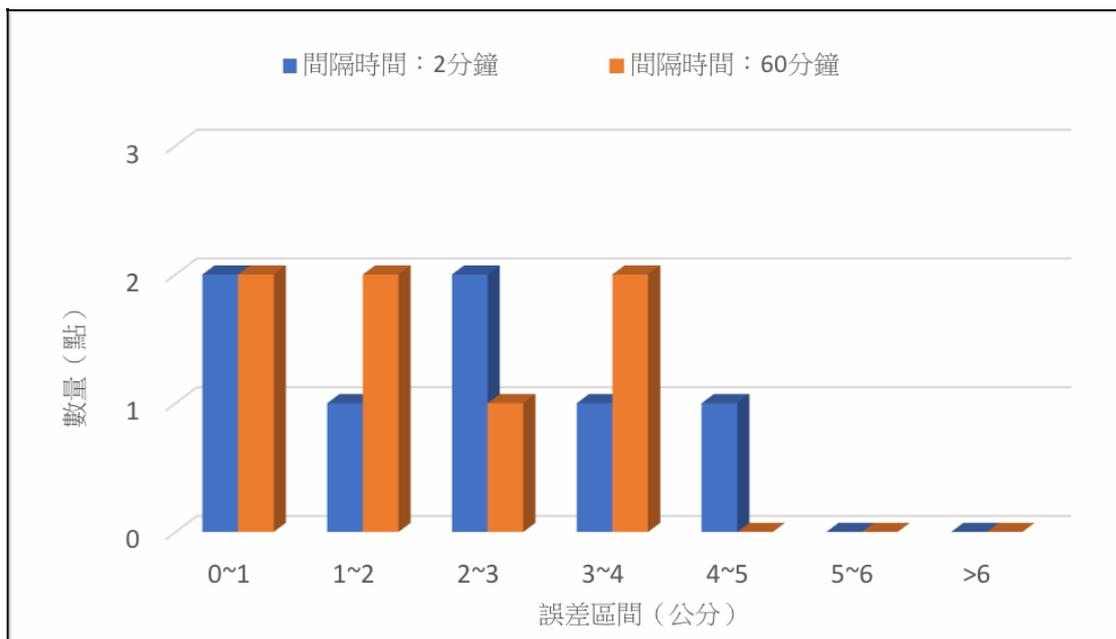


圖 4-7 □

從所有觀測量之平面精度探討簡化流程與法定流程的差異，以此了解兩流程平面精度之差異幅度。下表 4 為簡化流程與法定流程之觀測成果平面精度較差，其差值介於-0.2 公分至 1.1 公分之間；表 5 則呈現兩流程平面較差取絕對值後之分布情形，絕對值介於 0 公分至 0.5 公分有 6 個點位所占比例 86%；介於 1 公分至 1.5 公分有 1 個點位所占比例 14%。綜整上述內容：本次測量之 7 個加密控制點中，簡化流程雖僅一個點位所得之平面精度較法定流程佳，但所有的點位兩流程所測得平面精度的差異量均不超過 1.5 公分。

圖 4 □

點位	G622	G623	G351	G199	G200	G362	G360
較差 (公分)	-0.2	0.0	0.4	0.1	1.1	0.2	0.3

圖 5 □

較差絕對值範圍 (公分)	個數	比率
0.0 ~ 0.5	6	86%
0.5 ~ 1.0	0	0%
1.0 ~ 1.5	1	14%
1.5 ~ 2.0	0	0%
合計	7	100%

最後，統計本階段實地測量所耗時間及人力整理如下表 6，花費時間包含期間架設儀器設備及點位間之通勤時間，簡化流程因採用間隔時間 2 分鐘，平均單點測量時間僅需 8 分鐘即可完成，而法定流程則因間隔時間長達 60 分鐘，平均單點測量時間需長達 66 分鐘，單點測量而言簡化流程較法定流程可提升近 3 倍之效率。

圖 6 □

	花費時間 (小時)	消耗人力 (人)
簡化流程	2.5	3
法定流程	7.7	3

經本研究於三峽區之 7 個加密控制點辦理實地測量，經比較簡化流程與法定流程之精度發現，簡化流程在平面精度的表現與法定流程相當，兩流程間差值範圍 100% 的都能控制在 1.5 公分內，而簡化流程在高程精度上的表現於本次測試下，兩流程間的較差範圍 71% 都在 1.5 公分以內，其結果確實與上階段頭尾兩筆取平均之結論相同，平面精度的高低較不受時間間隔長短影響，目前地政機關因地籍測量業務需要多使用平面結果，建議平面精度方面得以簡化流程取代法定流程作為外業測量規範。

第五章 研究結論與建議

本研究利用文獻回顧，整理係針對 e-GNSS 系統之操作介面與實務作業上使用之服務進行問卷設計，透過受訪者的回饋，找到改善之處，希望藉此提升整體系統的使用度與作業效率。綜整本研究之結論與建議如下：

一、研究結論

- (一) 以 e-GNSS 系統辦理地籍測量，具有速度快、無須通視、高精度、可靠度高之優點，但測量成果不能直接使用，需經六參數轉換，除板塊運動較活躍之地區，其點位經六參數轉換後仍有誤差較大之情形發生，其餘地區之測量精度均可達地籍測量要求之規範；此外，e-GNSS 需付費使用成本較高，作業規劃需較為緊湊。
- (二) 實務上，使用 e-GNSS 系統時需考慮點位透空度、網路通訊與干擾問題；受訪者認為 e-GNSS 系統穩定度不佳，可能是儀器設備問題、基站問題抑或是網路通訊問題，且在重新開機之後，會與原坐標差異甚大，期望未來透過系統升級能夠獲得改善。
- (三) 本研究根據葉大綱與張淑娟（2018）之研究，以及受訪者提出之作業程序問題設計一套簡化流程進行外業測試，確認觀測時間長短部分著實如受訪者所述，間隔時間不會大幅造成精度上的改變，尤其水平精度，即便在間隔時間 2 分鐘的情況下，仍能達到接近法定流程間隔 60 分鐘之水準。
- (四) 考量人力與時間問題，在人力均相同之情況下，簡化流程因採用間隔時間 2 分鐘，平均單點測量時間僅需 8 分鐘即可完成，而法定流程則因間隔時間長達 60 分鐘，平均單點測量時間需長達 66 分鐘，單點測量而言簡化流程較法定流程可提升近 3 倍之效率。

二、後續研究建議

經本研究訪談後，多數受訪者皆認為作業規範有其存在之必要性，但在實務操作上為了追求效率，若能更富有彈性為佳，輔以本研究外業測量階段所得之結論，期望能縮短觀測的間隔時間，以此達到提升觀測效率的目的。建議後續將作業精度規範及作業流程重新調整，如根據測區離基準站的距離以及被基準站所包圍的程度另訂一套精度、作業流程的相關規範等，以減少不必要的精度要求或過於繁雜之作業流程，並制定一套相對完整且有一致性、更貼近實務操作的規範，供後續廣泛應用本系統。

其次，本研究外業階段是為分析作業流程中，間隔時間對精度所形成之影響，成果精度多能符合現行作業規定，足可提供予主管機關進行實施手冊之研修，又建議往後可繼續分析接收時間長短對本系統影響多寡，以精進本研究之不足之處，得出一套最適當的觀測流程，提升使用者選擇使用系統之可能。

參考文獻

內政部國土測繪中心，2010，《採用虛擬基準站即時動態定位技術辦理加密控制測量及圖根測量作業手冊》，臺灣：臺中。

內政部國土測繪中心，2014，〈三維即時坐標轉換輔助 VRS-RTK 定位技術獲得法定坐標系統測量成果之研究〉，《內政部國土測繪中心成果報告書》。

內政部國土測繪中心，2018，e-GNSS 即時動態定位系統入口網站，網址：
<https://egnss.nlsc.gov.tw/HotNews.aspx>，最後查詢日期：2018 年 10 月 1 日。

尹鍾奇，1994，《實用大地測量學》，國彰出版社。

何維信、詹君正，2010，〈虛擬基準站即時動態定位辦理土地複丈精度之研究〉，《臺灣土地研究》，13 (2)，pp. 79-100。

黃立信、王文俊、鄒永龍，2014，〈e-GNSS 與 GNSS 快速靜態測量應用於圖根加密控制測量之研究-以蘆竹及平鎮重測區為例〉，《國土測繪與空間資訊》，3 (1)，pp. 23-37。

陳正軒、張喬博，2015，〈e-GNSS 即時定位系統與地籍圖之探討〉，臺中市興地政事務所自行研究報告。

葉大綱、許育源、崔國強，2014，〈e-GNSS 與 GPS 相對定位於地籍測量之精度分析〉，《國土測繪與空間資訊》，2 (2)，pp. 131-146。

葉大綱、張淑娟，2018，〈簡化 e-GNSS 地籍測量作業程序之探討〉，《國土測繪與空間資訊》，6 (2)，pp. 117-136。