新北市政府114年度自行研究報告

慣性動態測量技術輔助地政事務所外業測量作業之可行性研究—以Moasure儀器為例

研究機關：新北市新莊地政事務所
研究人員：陳逸
研究期程：114年1月1日至114年10月31日

新北市政府 114 年度自行研究成果摘要表

計劃名稱	慣性動態測量技術輔助地政事務所外業測量作業之可行性研究—以 Moasure 儀器為例
期程	自 114 年 1 月 1 日至 114 年 10 月 31 日
經費	運用本所現有人力及設備辦理
緣起與目的	地籍測量作為國土治理與財產權保護的基石，其外業作業雖因現代測量技術（如 GNSS、全站儀）而提升效率，但仍面臨巷弄狹窄、訊號遮蔽、地形複雜及障礙物阻擋等困境。鑑於此，本研究基於克服現有技術限制的動機，將新興的 Moasure 慣性動態測量儀器作為研究對象，旨在全面評估其在地政事務所外業測量中的應用可行性與潛在價值。 研究目的包含：量化分析 Moasure 在不同環境因素、操作條件（如測量時長、行走軌跡）下的長度、面積及鑑界放樣精度；探討其誤差範圍與穩定性；並綜合評估 Moasure 在各類地籍測量場景中的應用潛力、操作便捷性與流程整合性，最終為地籍測量技術的創新與輔助工具的導入提供實務參考依據。
方法與過程	本研究基於實驗設計與量化分析的原則，首先以高精度儀器建立一組具備真值的數據，作為所有 Moasure 測量成果的誤差評估依據。 隨後系統性地針對 Moasure 儀器在地籍測量中可能遇到的核心變數進行試驗，這些變數包含環境因素（如天氣）及操作條件（如測量時長、行走軌跡）。 透過對每個變數條件下的放樣誤差與測量長度（面積）誤差進行多次重複採集，並以敘述性統計分析，從而確立 Moasure 儀器在不同實務情境下的精度表現與穩定性。

研究發現及建議	研究結果強烈指出，Moasure 儀器的精度表現具有偶然性與不穩定性，且其平均誤差超過地籍測量法規的最大容許範圍，故不應作為獨立的正式測量工具。 主要發現為 Moasure 測量誤差與測量時長及行走距離呈高度相關，但與其他外部環境因素（如天氣、行走軌跡等）相關性較低。 然而，該儀器具備單人操作、輕巧便攜、不受天候與通視限制等顯著優勢，能有效提高作業效率。 建議應嚴格控制操作條件並將其應用限制於短距離測量，並將 Moasure 數據定位為對傳統高精度測量儀器的輔助參考與現場檢核依據，以在效率與精度之間取得最佳平衡。
備註	

目錄

第一章 緒論 1

第一節 研究背景 1
第二節 研究動機 1
第三節 研究目的 2

第二章 文獻回顧 3

第一節 測量儀器之演進 3
第二節 地籍測量實施規則 9
第三節 慣性動態測量技術 12

第三章 研究方法 14

第一節 研究儀器 14
第二節 研究設計與對象 27

第四章 研究結果 35

第一節 基線場長度誤差分析 35
第二節 事務所後方圍牆長度誤差分析 47
第三節 事務所主體建物面積誤差分析 58
第四節 基線場放樣誤差分析 64

第五章 外業應用 70

第六章 研究結論 77

參考文獻 80

附錄：實測數據表 I

表目錄

表一　測量儀器之演進.....3
表二　全測站之缺點與困難.....5
表三　衛星定位技術之優點.....7
表四　衛星定位技術之缺點.....8
表五　新莊地政事務所 2013 至 2019 年測量案件類型統計.....10
表六　數值法誤差限制.....11
表七　慣性測量單元的感測器.....12
表八　測量路徑 21
表九　測量精度 25
表十　測量技巧建議.....26
表十一　基線場距離表.....28
表十二　放樣點相對坐標.....29
表十三　本研究設計之各項模擬條件表.....33
表十四　各項條件與誤差之相關性總表.....78

圖目錄

圖一　Moasure 延伸桿 15
圖二　Moasure 儀器參考點 16
圖三　閉合形狀示意圖 17
圖四　開放形狀示意圖 17
圖五　放樣示意圖 18
圖六　參考方向線 19
圖七　相對座標系的Ｘ、Ｙ軸 19
圖八　手機應用程式對準參考方向線 20
圖九　點位路徑 22
圖十　牆路徑示意圖 23
圖十一　手機應用程式時間條 24
圖十二　新莊地政事務所外基線場地形圖與現場照片 27
圖十三　F 點現場照片 28
圖十四　正北為參考方向線之放樣示意圖 29
圖十五　AB 連線為參考方向線之放樣示意圖 30
圖十六　新莊地政事務所後方圍牆地形圖 30
圖十七　新莊地政事務所後方圍牆現場照片 31
圖十八　新莊地政事務所建物測量成果圖 31
圖十九　新莊地政事務所主體建築尺寸與 Moasure 行走方向示意圖 32
圖二十　本研究實測照片 33
圖二十一　基線場測量長度誤差分析圖（不同時間） 36
圖二十二　基線場測量長度誤差分析圖（不同天氣） 38
圖二十三　基線場測量長度誤差分析圖（不同測量圖形） 40
圖二十四　基線場測量長度誤差分析圖（不同測量時長） 41
圖二十五　基線場測量長度誤差分析圖（不同地形） 42
圖二十六　基線場測量長度誤差分析圖（不同行走軌跡） 44
圖二十七　基線場測量長度誤差分析圖（不同距離）—所有個別數據 45
圖二十八　基線場測量長度誤差分析圖（不同距離）—平均數據 46
圖二十九　事務所後方圍牆測量長度誤差分析圖（不同時間） . 48
圖三十　事務所後方圍牆測量長度誤差分析圖（不同天氣） ... 50

圖三十一　事務所後方圍牆測量長度誤差分析圖（不同測量圖形）.....52
圖三十二　事務所後方圍牆測量長度誤差分析（不同測量時長）53
圖三十三　事務所後方圍牆測量長度誤差分析（不同行走軌跡）54
圖三十四　事務所後方圍牆測量長度誤差分析（不同儀器放置位）.....55
圖三十五　事務所後方圍牆測量長度誤差分析圖—平均數據 ...57
圖三十六　事務所後方圍牆測量長度誤差分析圖—所有個別數據57
圖三十七　事務所主體建物測量長度、寬度與面積誤差分析圖（不同時間）.....58
圖三十八　事務所主體建物測量長度、寬度與面積誤差分析圖（不同天氣）.....59
圖三十九　事務所主體建物測量長度、寬度與面積誤差分析圖（不同測量時長）.....60
圖四十　事務所主體建物測量長度、寬度與面積誤差分析圖（不同行走軌跡）.....61
圖四十一　事務所主體建物測量長度、寬度與面積誤差分析圖（不同儀器放置位置）.....62
圖四十二　事務所主體建物測量長度、寬度與面積誤差分析圖—平均數據.....63
圖四十三　基線場放樣誤差分析（不同參考方向線）.....65
圖四十四　基線場放樣誤差分析（不同時間）.....65
圖四十五　基線場放樣誤差分析（不同天氣）.....66
圖四十六　基線場放樣誤差分析（不同測量時長）.....67
圖四十七　基線場放樣誤差分析（不同行走軌跡）.....68
圖四十八　基線場放樣誤差分析—平均數據.....69
圖四十九　林口區新林段 51、52 地號土地示意圖與現場照片 ..71
圖五十　Moasure 測量成果與 Moasure 測量介面.....71
圖五十一　中原段建物 Moasure 測量成果圖 72
圖五十二　新莊區中原段 1552 建號建物測量成果圖 73
圖五十三　建物外觀.....74
圖五十四　五股段建物 Moasure 測量成果圖 75
圖五十五　五股段建物第三層現場照片 76

第一章　緒論

第一節　研究背景

土地測量，在我國法律稱為地籍測量，是國土治理、公共工程、都市規劃與保護財產權的基石，地政事務所作為我國土地管理制度的第一線執行單位，外業測量是重要且基本的工作項目之一，涵蓋土地複丈與建物測量等多項業務，對於確保土地資訊正確性與權屬明確性具有關鍵意義。

土地測量技術隨著科技發展不斷演進，早期傳統的測量方法包含平板儀、經緯儀和鋼捲尺等工具；近年來，全球定位系統（GPS/GNSS）、全站儀（Total Station）等現代測量技術已被廣泛應用，大幅提升測量的效率與精度。

雖然現行技術具備高準確度，然而在特定環境條件下，仍可能面臨作業瓶頸，例如：當測區位處巷弄狹窄、建物高樓密集或林木茂密處，衛星訊號易受遮蔽，導致定位精度下降甚至無法定位；或因地形起伏劇烈、邊坡陡峭、水溝等因素導致儀器架設困難；亦常見違章建築、鐵皮屋、臨時搭建物、路樹、電線桿等障礙物遮蔽視線，影響觀測精度與測點取得，甚至引發土地糾紛，增加外業測量的不確定性。

上述困境增加測量人員的作業風險與時間成本，亦可能降低整體外業效率與成果品質，因此，地政事務所外業測量實務中，始終存在如何在維持準確度前提下提升操作彈性與效率、降低現場限制影響的技術挑戰。

第二節　研究動機

承上所述，雖然現行地籍測量技術與作業模式已行之有年且奠定穩固基礎，然而實務作業中，外業測量人員仍經常面臨諸多挑戰與困難，而近年來隨著感測器技術與演算法的快速進展，基於慣性測量單元（Inertial Measurement Unit, IMU）的動態測量技術應運而生，其中由英國公司 Moasure 開發的 Moasure 測量儀器即是此領域的代表性產品之一，該儀器透過內建的加速度感測器（accelerometers）、陀螺儀（gyroscope）與磁力儀（magnetometers），即時且精確地捕捉儀器在三維空間中微小的運動、旋轉與方位變化，

其體積輕巧、方便攜帶，操作相對簡單，無需定心定平，不依賴外部定位訊號，也無需保持儀器與目標點之間的通視等特性，對於地政事務所外業測量作業提供另一種可能的輔助測量工具，甚或取代現行測量儀器。

第三節　研究目的

隨著測量技術的進步與現場作業需求的多元化，如何引入更具效率與靈活性的測量工具，已成爲地政事務所外業測量的重要課題，而 Moasure 儀器在克服現有地籍測量作業限制上具有潛在優勢，因此本研究旨在探討該儀器在地政事務所外業測量作業中應用的可行性，評估其在地籍測量常見情境下的精度表現、作業效率、與現行作業流程的整合性及克服現有技術限制方面的潛力，為地籍測量技術的創新與發展提供參考。

本研究將以 Moasure 儀器為主要研究對象，旨在評估其技術於地籍測量實務之可行性與應用價值，具體目的如下：

1. 評估 Moasure 儀器與全站儀在不同環境因素（如上下午、天候、地形、遮蔽物等）、不同測量形狀（開放、閉合）、不同測量時長以及不同儀器擺放位置下進行長度與面積測量之精度，以瞭解其誤差範圍以及在不同環境條件下的穩定性。
2. 評估 Moasure 儀器於土地鑑界作業中放樣界址點之準確性與可靠性，作為是否可應用於土地鑑界實務之依據。
3. 評估 Moasure 在各類外業測量場景（例如土地鑑界、分割、建物測量、使用面積測量與建物查封等）中的應用潛力與限制，包含實地操作便捷性、資料處理流程、作業效率等綜合面向，以提供實務應用的建議。

透過上述目標，本研究將對 Moasure 作為測量輔助工具的可行性進行全面性評估，期能為未來地政事務所測量技術導入新工具提供參考依據。

第二章　文獻回顧

我國地籍測量之發展與演變至今已百餘年，近年來隨著測量儀器與技術之進步，以及土地測量相關法規之制定與修正，目前也以建立一套完整的地籍測量系統，雖然本研究旨在探討新型態之測量技術應用於地政事務所外業測量作業之可行性，但仍須針對我國地籍測量法規制度與測量儀器之發展、土地複丈與建物測量之相關法規，以及慣性動態測量技術之理論與應用做系統性之文獻回顧，以強化本研究之理論基礎。

第一節　測量儀器之演進

我國地籍測量之演進及其相關法規之制定與修正，和測量儀器與技術的進步息息相關，也反映科技進步與土地管理需求的變遷，下表以時代為序，簡要整理測量儀器的演進歷程：

表一　測量儀器之演進

時代（階段）	代表儀器與技術	特點與應用
古代 （中國、埃及）	繩索、木尺、量桿	以人工丈量為主，工具簡單，精度有限，主要用於農田劃分與基礎土地丈量。
宋、明、清	量尺、魚鱗圖冊、方格網	明朝末期西洋測量技術傳入，開始應用天文測量與三角測量。
清光緒年間	量尺、堡圖、庄圖、 魚鱗圖	劉銘傳推動全臺清丈，建立戶籍與地籍資料結合的管理體系。
日治時期	平板儀、經緯儀、水準儀	引進西方精密光學儀器，進行大規模地籍測量，測量精度與系統化管理大幅提升。
光復初期	平板儀、經緯儀、水準儀	沿用日治時期儀器進行土地登記與測量。
1960 年代以後	經緯儀、 電子測距儀（EDM）	電子測距儀技術問世，距離測量之精度與速度顯著提升，減少人工誤差。
1980 年代	航空攝影測量、 GPS 初期應用	利用航空攝影測量進行地形測繪，GPS 定位技術開始引入測量領域，提升空間定位能力。
1990 年代	全站儀、GPS/GNSS、 數位化測量系統	全站儀整合距離與角度測量，GPS 提供全球高精度定位，數位化作業提升測量效率與資料管理。
2000 年代至今	無人機航拍、 LiDAR 光打掃描	利用無人機與光達技術快速取得高精度三維地形資料，應用於地籍測量與環境監測。

資料來源：本研究自行整理

平板儀（Plane Table）為早期地籍測量與地形測繪的核心工具，其最大特點是能將觀測與繪圖工作合一，直接在現場產製圖解法地籍圖。其主要構造包含：作為繪圖基座的圖板、用於支撐與整平的三腳架以及整合望遠鏡（或覘孔）與直尺的覘板儀（Alidade）。

作業時，測量員先將圖板於測站上整置水平，接著利用覘板儀瞄準目標點，並沿其直尺邊緣在圖紙上繪製方向線。隨後，透過視距法（Stadia）或使用測鏈、捲尺量測測站至目標點的距離，再依預定比例尺將點位標繪於圖紙上。

然而，平板儀的作業方式存在其固有限制：其一，圖解法的精度受限於繪圖的精細度與比例尺大小；其二，成果品質高度依賴操作者的經驗與謹慎度；其三，易受風、濕度等天候影響，導致作業流程標準化不易，最終被精度與效率更高的經緯儀及全測站儀所取代。

隨著時代與科技的進步，結合電子測距儀與電子經緯儀的高精度光學測量儀器—全測站儀（Total station），成為現代測量技術的核心儀器，結合光學、電子與計算機技術，並內建微型電腦用於自動計算與資料處理，顯著提升土地測量的精度與效率。

全測站的主要功能主要有測量角距、距離，以及放樣，其中放樣是將設計圖上的座標位置，轉換為現地可標示的實體位置，若套用至地籍測量當中，全測站的放樣功能就是將地籍圖上的界址點座標位置，標示於現實世界的土地上，在地籍測量實施規則中稱為「土地鑑界」，其原理如下：

1. 已知控制點與後視點：放樣前必須先至少有兩個已知坐標點及其座標，且兩點必須通視，無障礙物遮蔽。
2. 定心與定向：將全測站儀架設於測站點，進行定心（儀器中心與測站點中心重合）與整平（儀器水平），將稜鏡架設於後視點，水平角度盤歸零，使全測站儀的視線方向與後視點方向一致，確認方向基準。
3. 設置放樣點：在全測站儀內部軟體輸入放樣點座標或點選放樣點，儀器將自動旋轉至正確方位並計算該放樣點相對測站點的距離；或直接輸入旋轉之水平角與距離。

4. 實地標定放樣點（界址點）：操作人員持稜鏡移動至儀器指示方向與距離指示值處，調整位置使距離誤差（儀器顯示的距離差值）接近零，即稜鏡中心即為放樣點（界址點）。

雖然相較於平板儀，全測站儀之精度與效率已有大幅提升，地籍測量實施規則已明文將全測站儀列舉至法規當中，因此目前地政事務所外業作業也都以全測站儀為主要測量儀器，但全測站儀仍可能有下列缺點與困難，也是本研究期望利用新型測量技術能夠克服與突破之部分：

表二　全測站之缺點與困難

類別	說明
操作技術門檻高	學習曲線長，需具備基本測量與儀器操作知識，包含儀器整平、後視定向、坐標系統設定等，相較於一些簡單的測量工具，其操作較為複雜。
人為誤差風險	架設儀器 (定心、定平)、輸入參數 (測站、後視點坐標) 以及瞄準目標等環節，都可能因為人為疏忽導致較大的測量誤差。
設站位置不易	部分測區地形崎嶇、空間狹窄或土壤鬆軟，可能無法安穩架設儀器，影響儀器水平與測量效率。
儀器架設耗時	在範圍較廣或複雜的測區，可能需多次搬遷儀器並重新設站，每次設站皆需重新定心定平，導致作業時間增加。
儀器重量負擔	雖然現代全測站儀器相較早期已輕量化許多，但仍有一定重量，通常介於 3.5 公斤到 6 公斤之間，另外還包括儀器箱、三腳架、稜鏡與稜鏡桿，測量人員必須徒步將這些設備從車輛停車處搬運至測站點，若加上地形限制，例如坡度大、地面濕滑或障礙物多的環境，都會增加測量作業的負擔、困難度和危險性。
視距限制	儀器與稜鏡之間有清晰的視線，任何遮蔽物 (樹木、建築物、車輛、人群等) 都會阻礙測量，這些限制在都會區、密林區或地形複雜的區域尤為常見。
人力需求	全測站儀操作通常需兩人 (以上) 操作，一人控制儀器、一人持稜鏡。
購置與維護成本高	全測站儀屬於精密儀器，價格動輒數十萬，包含儀器本身、稜鏡、腳架、電池、軟體等，另外為確保測量精度，儀器需定期進行專業的校正和保養，若未妥善維護，可能導致儀器故障或精度下降。
天候影響	炎熱天氣下的地面熱氣流會導致光線折射，產生「跳動」或「模糊」的現象，進而影響測量精度。 由於全測站儀價格昂貴且為精密電子儀器，導致下雨天必須延期外業作業，影響測量效率。

資料來源：本研究自行整理

衛星定位儀器通常指的是 GNSS（Global Navigation Satellite System），其中最廣為人知的是美國開發的 GPS（Global Positioning System），該技術徹底改變測量、導航與定位的方式。

衛星定位的基本原理是距離交會法，GNSS 衛星在軌道上持續向地球廣播訊號，地表接收儀透過接收來自多顆衛星發射的無線電訊號，包含軌道資訊（星曆資料）、位置與發送時間（原子鐘）等，接收儀通過比對訊號到達的時間與自身時鐘，乘以光速得出距離（稱為偽距），而接收至少三顆衛星的距離後，就能在地球表面上確定一個二維位置（經緯度），第四顆衛星的訊號則用於修正接收儀本身時鐘的誤差，進而獲得精確的三維坐標（經度、緯度與高程）。

為得到更高的精度，通常會利用差分定位技術，例如：

- RTK（Real-Time Kinematic）即時動態定位，透過一個已知座標的基站，同步接收衛星訊號並計算誤差改正數，即時船速給移動站，移動站接手這些改正術後，能即時解算出公分及甚至毫米級的精度。
- 網路 RTK（e-GNSS）：類似 RTK，但基站是由全國均勻分布的連續觀測站組成，使用這透過網路接收虛擬基站的改正數，無需自設基站。
- 靜態定位（Static Positioning）：將接收儀在測點長時間觀測，並結合後處理軟體，利用演算法和更多觀測資料消除誤差，達到最高的精度，常用於建立控制點。

在我國的《地籍測量實施規則》，基本控制測量及加密控制測量可採用「衛星定位測量」或其他同等精度方法，因此衛星定位技術已是明定的正式測量方法之一，目前地政事務所外業測量作業也經常使用衛星定為儀器作為輔助測量工具，雖然有其優點，但也有缺點無法克服，也是本研究期望利用新型測量技術能夠克服與突破之部分，其優缺點如下表所示：

表三　衛星定位技術之優點

優點	描述
高精度	配合差分技術 (RTK)，定位精度可達公分級，滿足地籍測量需求並符合法律規定。
高效率	定位快速，可在幾秒鐘內完成點位觀測，適用大面積地區快速測量。
全球覆蓋與全天候作業	只要有足夠的衛星訊號，無論白天黑夜、晴天陰天 (非惡劣天氣如豪雨)，均可進行測量。
自動化與即時性	數據採集、計算與儲存自動化程度高，可即時獲取座標，減少人工記錄與計算，且方便與 GIS、CAD 等系統整合，提高作業效率。
多功能與易整合	可與行動裝置、平板電腦、GIS 等系統整合，支援多元應用。
單人操作	配合網路 RTK 或行動通訊網路，單人即可進行作業，降低人力需求。
攜帶方便	衛星定位接收器重量大約 1 公斤，相較全測站儀較為輕巧，對人力負擔小。
無需通視	測點間無需互相通視，只要能接收到衛星訊號即可，這在地形崎嶇、障礙物多的地區尤其有利。

資料來源：本研究自行整理

表四　衛星定位技術之缺點

缺點	描述
精度受限環境與 訊號遮蔽	雖然高精度模式能達公分級，但在訊號不良的環境下，精度會大幅下降，如高樓、茂密樹林、峽谷、隧道等地方皆會導致訊號不穩或無法定位，影響測量精度和可靠性，這在都會區或密林區是主要的限制。
多路徑效應	衛星訊號在到達接收儀前，可能因周圍建築物、水面等反射，形成多條路徑到達天線，導致誤差。
大氣層影響	電離層、對流層會造成訊號延遲與，進而影響精度與造成誤差。
時鐘與星曆誤差	衛星與接收器時鐘不精確、星曆資料誤差都會影響定位結果。
對干擾敏感	容易受到電磁干擾或其他惡意干擾影響訊號。
初期成本高	測量級 GNSS 接收儀價格較高，初期投資較大。
需座標轉換與校正	視作業需求須事先設定座標系統，若設置不當會造成定位偏差。
操作需基本技術門檻	包括天線設置、基準座標選定、資料轉換等，對使用者仍有一定門檻。
依賴差分改正	高精度的 GNSS 測量通常需要差分改正訊號（來自基站或網路服務），若無改正訊號或訊號不穩定，精度會大打折扣。
太陽閃焰與電離層擾動	雖然較少見，但劇烈的太陽活動或電離層擾動可能影響衛星訊號，導致定位不準。

資料來源：自行整理

本節回顧測量相關儀器之目的在於瞭解目前使用的主力測量儀器，分析其作業原理、流程以及優缺點與有待克服之部分，作為後續新型測量技術與儀器之立論基礎，也是本計畫設定的研究缺口與期望能夠帶來的貢獻。

第二節　地籍測量實施規則

依法行政是現代國家法治國的重要基本原則之一，簡而言之是指行政機關的一切行為，都必須要有法律依據，並且不得與法律相抵觸。它要求政府的行政活動，無論是制定政策、執行任務、對人民權利義務的課予或剝奪，乃至於日常的行政管理，都必須在法律的框架下進行，而我國地政事務所測量作業之相關法條主要規定於《地籍測量實施規則》（以下簡稱《地測》），該規則是我國土地複丈與建物測量的主要法規，當中除規定測量工作的申請程序與應備文件外，也對作業方法、技術規範、測量儀器選用、測量精度標準與誤差容許範圍有原則性的規定。

土地複丈作業規定於《地測》第三編（第 204 條至 257 條），為完成地籍測量或重新實施地籍測量後，地政事務所及測量機關經常性、永久性之地籍圖管理、維護工作，是地政事務所主要且重要的工作項目之一。

《地測》第 204 條規定：「土地有下列情形之一者，得申請土地複丈（以下簡稱複丈）：

一、因自然增加、浮覆、坍沒、分割、合併或變更。

二、因界址曲折需調整。

三、依建築法第四十四條或第四十五條第一項規定調整地形。

四、宗地之部分設定地上權、農育權、不動產役權或典權。

五、因主張時效完成，申請時效取得所有權、地上權、農育權或不動產役權。

六、鑑界或位置勘查。」

其中第一款的分割與第六款的鑑界是地政事務所測量作業的大宗案件類型，以新莊地政事務所 2013 至 2019 的統計數據為例，鑑界案件數量最多，佔總案件量 61%，每年約有 600 至 1100 件的鑑界案件，其次是土地分割，佔比約 14%，每年約有 100 至 250 件的土地分割案件，如表五所示。

表五　新莊地政事務所 2013 至 2019 年測量案件類型統計

年度	102	103	104	105	106	107	108	合計	比例(%)
鑑界	1,158	1,106	1,157	942	918	653	731	6,665	61.1
土地分割	240	262	210	206	189	216	179	1,502	13.8
土地合併	105	93	83	66	88	59	74	568	5.2
土地其他	93	213	175	455	205	159	148	1.348	12.4
建物分割	18	20	22	69	7	-	31	167	1.5
建物合併	12	90	20	1	3	3	2	131	1.2
建物其他	52	126	78	46	51	59	116	528	4.8
小計	1,678	1,910	1,745	1,685	1,461	1,149	1,281	10,909	

資料來源：新莊地政事務所

土地複丈之作業程序規定於《地測》第二編的「地籍測量」與第三編的「土地複丈」，採數值法辦理地籍測量之地區，其複丈應以數值法為之，其作業方式是根據圖根點、界址點位之數值座標檔繪製土地複丈參考圖，然後依據圖根點之已知座標反算與界址點間的夾角與距離，在實地以全測站儀依據相關的圖根點或界址點測定欲複丈土地之界址點，換句話說，數值法土地複丈實質上僅將原有已測設與計算的界址點座標，再次測定於實地。

土地複丈時依據之圖根點，作業方式則規定於《地測》第一編第二章的「圖根測量」，其目的在於建立精確的控制點網，供後續土地複丈與建物測量使用，以確保測量成果的統一性、精確性與可靠性。

數值法土地複丈的測量精度與誤差則規範於《地測》第 251 條與 73 條，如表六所示：

表六　數值法誤差限制

地區	誤差
市地	標準誤差 2 公分，最大誤差 6 公分
農地	標準誤差 7 公分，最大誤差 20 公分
山地	標準誤差 15 公分，最大誤差 45 公分

圖根測量與土地複丈是地政事務所外業測量作業之重要項目，為合乎《地測》所訂定的精度規範、誤差限制與測量方法，測量儀器的選用主要是誤差能夠達到公分甚至毫米等級的全測站儀以及定位精度能夠達到公分等級的衛星定位系統，這兩項測量儀器與使用的技術也已明文列舉在《地測》條文當中，因此成為地政事務所外業測量作業使用的主力儀器，但如同上述所列仍有其缺點有待克服，是本研究欲解決與突破的部分。

本節回顧測量相關法規目的在於瞭解目前法規範之測量方法、儀器與精度誤差範圍，在我國依法行政的原則下，若要使用新型測量技術與儀器進行土地複丈與測量，就必須要合乎現行法規的框架下，或是針對現行法規的不足與漏洞給予修改的建議，以避免淪為空談。

第三節　慣性動態測量技術

承上所述，目前主要的測量方式（全測站儀）需要儀器在一固定點位上進行靜態觀測，然後再移動到下一個點位，而隨著科技的進步，新型測量技術—動態測量技術（Dynamic Measurement Technology），能夠在移動中連續獲取測量數據的技術應運而生，其核心在於克服傳統靜態測量效率低、無法追蹤移動物體的限制，實現快速、連續的空間數據採集。

動態測量技術主要是在載體移動的過程中，透過感測器連續獲取位置、姿態與速度等空間資訊的技術，最常見且應用最廣泛的是基於全球導航衛星系統（GNSS）的動態測量和基於慣性導航系統（Inertial Navigation System, INS）的動態測量，或是結合兩者的動態測量。

GNSS 動態測量是指 GNSS 接收儀在移動的狀態下，透過接收衛星訊號並結合差分改正技術，即時或事後解算其動態的軌跡和位置；而慣性動態測量主要依賴慣性測量單元（Inertial Measurement Unit, IMU），其內部包含加速度計（Accelerometers）和陀螺儀（Gyroscopes），用於測量與計算載體在三維空間中的線性加速度和角速度，進而推算其位置、速度與姿態，慣性測量單元通常包含以下三種感測器：

表七　慣性測量單元的感測器

感測器	測量物理量	功能說明
加速度計（Accelerometer）	加速度	測量物體在三軸方向的直線加速運動
陀螺儀（Gyroscopes）	角速度	偵測旋轉與方向改變
磁力計（Magnetometer）	地磁方向	協助修正方向偏移，穩定姿態

目前該技術已在移動測繪系統、無人機攝影測量、智慧交通與無人駕駛、室內定位與人體動作分析等領域廣泛應用，而由英國公

司開發的 Moasure 是目前首款基於動態慣性測量技術並結合手機應用的手持式測量儀器，代表的型號有 Moasure1、Moasure2 以及 Moasure2 Pro，該手持儀器利用高性能慣性感測器（加速度計、陀螺儀、磁力計），追蹤裝置在三維空間中的運動軌跡，讓使用者只需移動儀器，即可同步完成測量與繪圖。

綜觀目前現有之研究與應用，尚未有任何將慣性動態測量技術應用至地籍測量之案例，而上述之文獻回顧，結合 Moasure 儀器之特點、功能，與地政事務所外業測量作業之特點、困難，本研究認為 Moasure 儀器對於輔助與改善目前地政事務所外業測量作業具有極大的潛力，因此以下將會介紹該儀器主要操作方式與功能，並設計一系列實測項目，分析其精度與誤差，最後評估其應用於地籍測量之潛力。

第三章　研究方法

第一節　研究儀器

Moasure 儀器是一款創新的動態測量儀器（Motion-based measuring technology），無需依賴外部衛星訊號或雷射，利用內建的慣性測量單元（IMU）感測器，透過移動來測量距離、面積、角度與高程，並顯示於手機應用程式，結束測量後可以在手機應用程式針對測量結果做事後的修改與編輯，也能夠輸出成 PDF、CSV 與 CAD 檔案，另外 Moasure 2 PRO 新增「放樣」（Layout）功能，能依照事先輸入的座標放樣點位，因此本研究將使用「Moasure 2 PRO」（以下簡稱 Moasure）作為研究儀器。

測量操作流程是首先將 Moasure 儀器的參考點放置於第一個待測點，儀器在捕捉該點位之前必須保持完全靜止，當儀器指示燈由紅燈轉為綠燈，表示儀器已捕捉該點，即可移動儀器至下一個點位，測量點位之間的移動時間間距建議是 6 至 8 秒鐘，超過該時間測量精度則會降低，每當使用者將 Moasure 儀器完全靜止時，儀器就會捕捉該點位的位置，並且在手機應用程式繪製一條線，將該點與前一點連接起來，這些線段稱為「測量路徑」，藉由重複上述步驟，也就是手持 Moasure 儀器移動前往測量點、將儀器放置於測量點位上並保持儀器完全靜止，再繼續移動到下一個測量點，重複移動、停止兩個步驟直到測量結束，相關的測量成果就會顯示在手機應用程式。

簡單來說，Moasure 是基於「移動」以及手機應用程式介面來完成測量作業，以下將會分成基本介紹、測量類型、測量路徑類型、測量精度與測量技巧等五個部分對 Moasure 做詳細介紹。

壹、基本介紹

Moasure 儀器重量約為 150 克，長、寬約 6 公分，厚度約 2 公分，單手即可持有與操作，另外也有延伸桿（Moasure STICK）輔助工具，使用延伸桿時，需將 Moasure 儀器安裝在延伸桿尾端，將手機安裝在延伸桿頂端，如此使用者無需彎腰即可操作儀器，如圖一所示。



圖一　Moasure 延伸桿

圖片來源：Moasure 官方網站

參考點是指 Moasure 儀器的測量基準點，在預設未使用延伸桿的情況下，測量參考點位在尖角點，如圖二左圖之箭頭所示，也就是 LED 指示燈的背面，因此在測量時，必須將 Moasure 儀器的尖角點放置於欲測量的點位；若使用延伸桿，測量參考點則是延伸桿尾端放置 Moasure 儀器的塑膠外殼的前端，如圖二右圖之藍點所示，因此在測量時，必須將延伸桿尾端的塑膠外殼的前端放置於欲測量的點位。



圖二　Moasure 儀器參考點

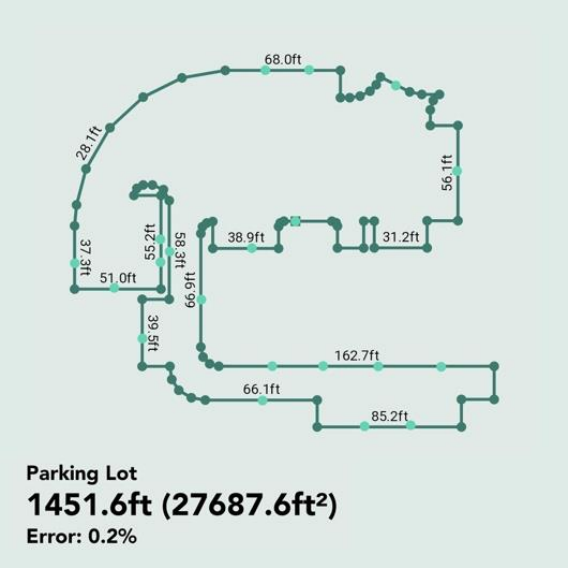
圖片來源：Moasure 官方網站

貳、測量類型

Moasure 主要有閉合形狀（Closed Shape）、開放形狀（Open Shape）、放樣（Layout）、點到點（Point to Point）等四種主要的測量類型，依據使用者的測量目的與測量實地狀況選擇適合的類型。

閉合形狀主要用於計算一閉合圖形的面積、周長、高程與距離，其要求測量的起點與終點必須在完全相同的點，閉合形狀適用於草坪、庭院、樓梯、車道與游泳池等較為開放空曠，測量路徑上無障礙物，能夠完整環繞待測標的周圍的測量任務，若待測建築物周圍無障礙物阻擋也適合用閉合形狀測量。其主要成果會顯示該形狀的周長、面積，各節點之間的長度以及誤差，誤差計算方式為起點與終點之間的偏差，以百分比表示，

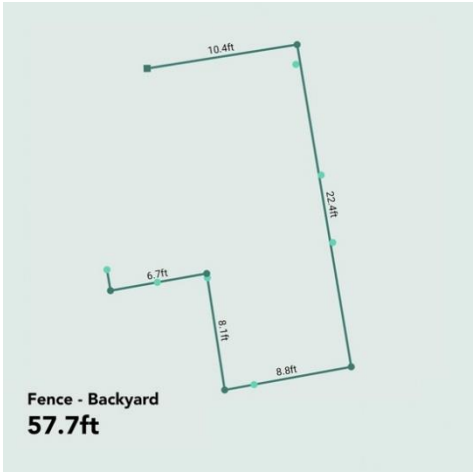
根據官方文件，誤差若小於 1%即是可靠且準確之測量成果。



圖三　閉合形狀示意圖

圖片來源：Moasure 官方網站

開放形狀是測量無需回到起點閉合的線條或路徑，主要適用於無需計算面積與周長的情況下，僅測量距離與高程變化，例如測量圍欄、牆壁或建築物之一部分。



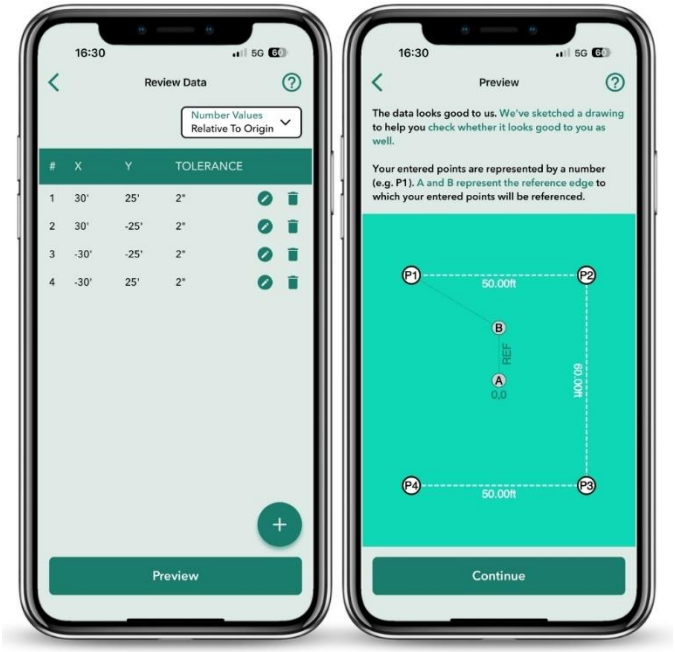
圖四　開放形狀示意圖

圖片來源：Moasure 官方網站

放樣模式是 Moasure 2 PRO 獨有的功能，使用者能夠自行輸入或上傳坐標，手機應用程式就會引導使用者至指定點進行精確的定位與標記。

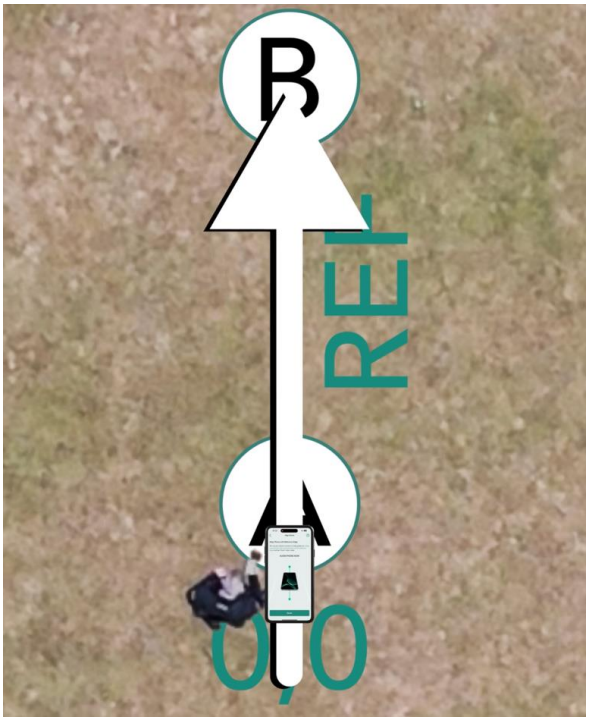
放樣模式採用相對座標系，必須設定一座標原點與參考方向線的點，如圖五所示，A 點為相對座標系的原點，B 點為參考方向線的點，AB 線段則是參考方向線，如圖六所示，參考方向線是該相對座標系的 X 軸，X 軸往左 90 度則是相對座標系的 Y 軸，如圖七所示，放樣點位（P1 至 P4 點位）的座標則是依據該相對座標系所定義的 X、Y 軸而定。

完成座標輸入後能夠先預覽放樣圖形，確認後即可開始放樣，放樣功能必須將 Moasure 儀器與手機架設於輔助延伸桿的尾端與頂端，開始放樣時，首先先將儀器放置於原點（即 A 點），手機方向與參考線方向對準，如圖八所示，靜置儀器，待儀器捕捉原點後，往參考方向線移動一小段路，使儀器捕捉參考線的方向，儀器完成捕捉原點與參考線方向後即可開始放樣，手機應用程式會顯示並指引使用者前往每一個放樣目標點，若偏離目標，手機應用程式會顯示距離與方向引導使用者修正，正確放置時圖示會變為綠色並出現打勾，完成所有目標點放樣後，最後必須回到原點（A 點），Moasure 儀器便會計算放樣的精度與誤差，作為放樣的精度檢核。



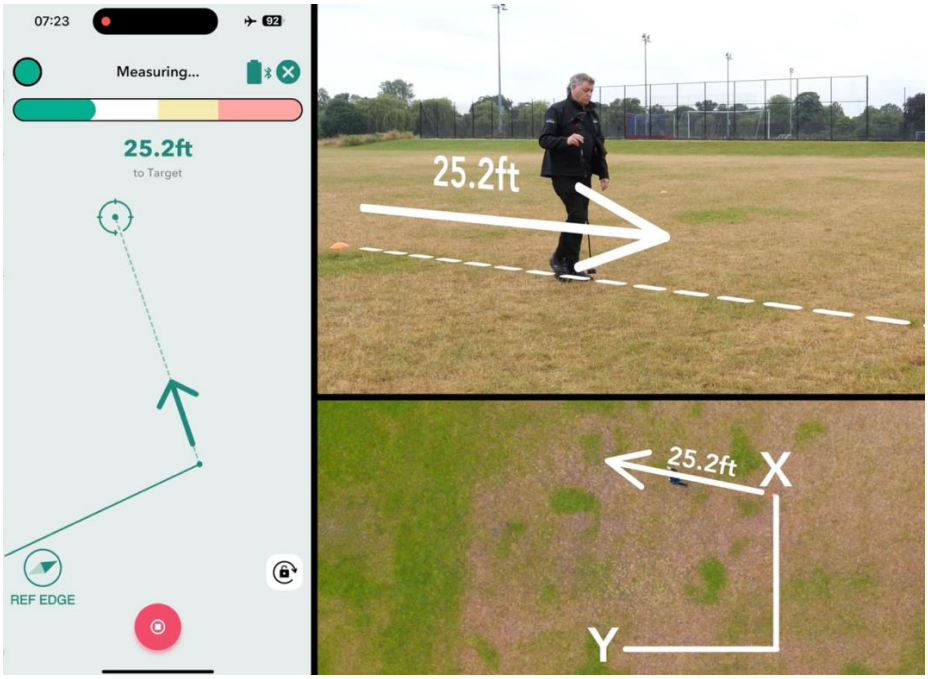
圖五　放樣示意圖

圖片來源：Moasure 官方網站



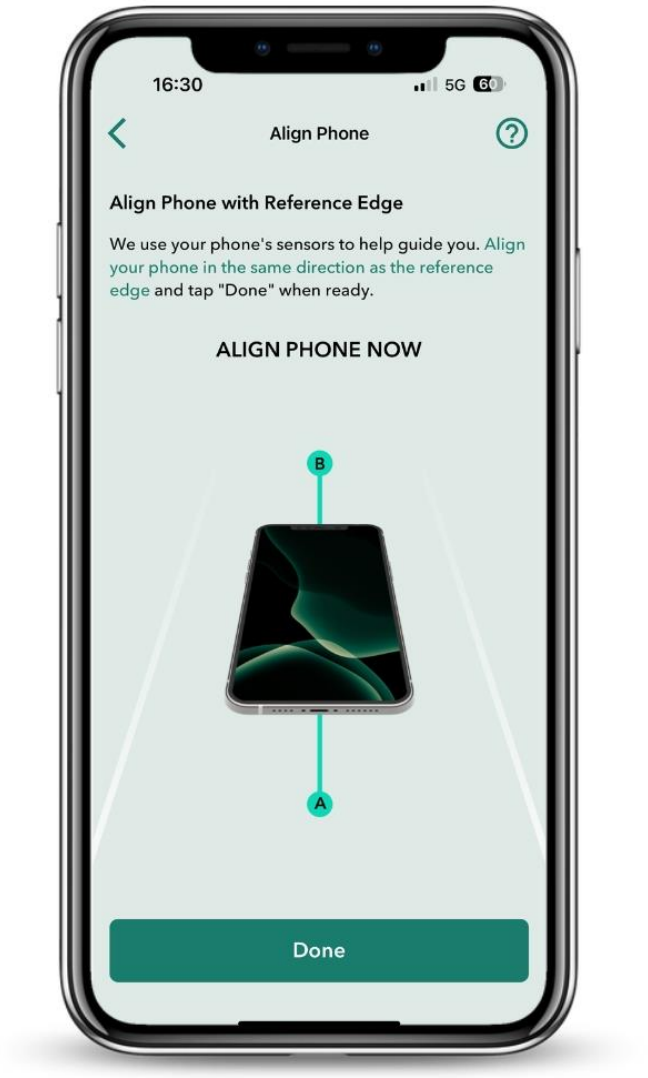
圖六　參考方向線

圖片來源：Moasure 官方網站



圖七　相對座標系的X、Y軸

圖片來源：Moasure 官方網站



圖八　手機應用程式對準參考方向線

圖片來源：Moasure 官方網站

點到點測量（Point to Point Measurement）是一種能夠快速且高效測量兩點之間的水平距離與高程變化，當使用者啟動此模式後，Moasure 儀器會自動計算第一個點與第二個點之間的距離，當使用者每次移動並穩定地將裝置放置在地面時，應用程式就會重新計算第一點到目前位置的距離與高程差，注意並不是計算目前位置與前一位置的距離與高程差。

參、測量路徑類型

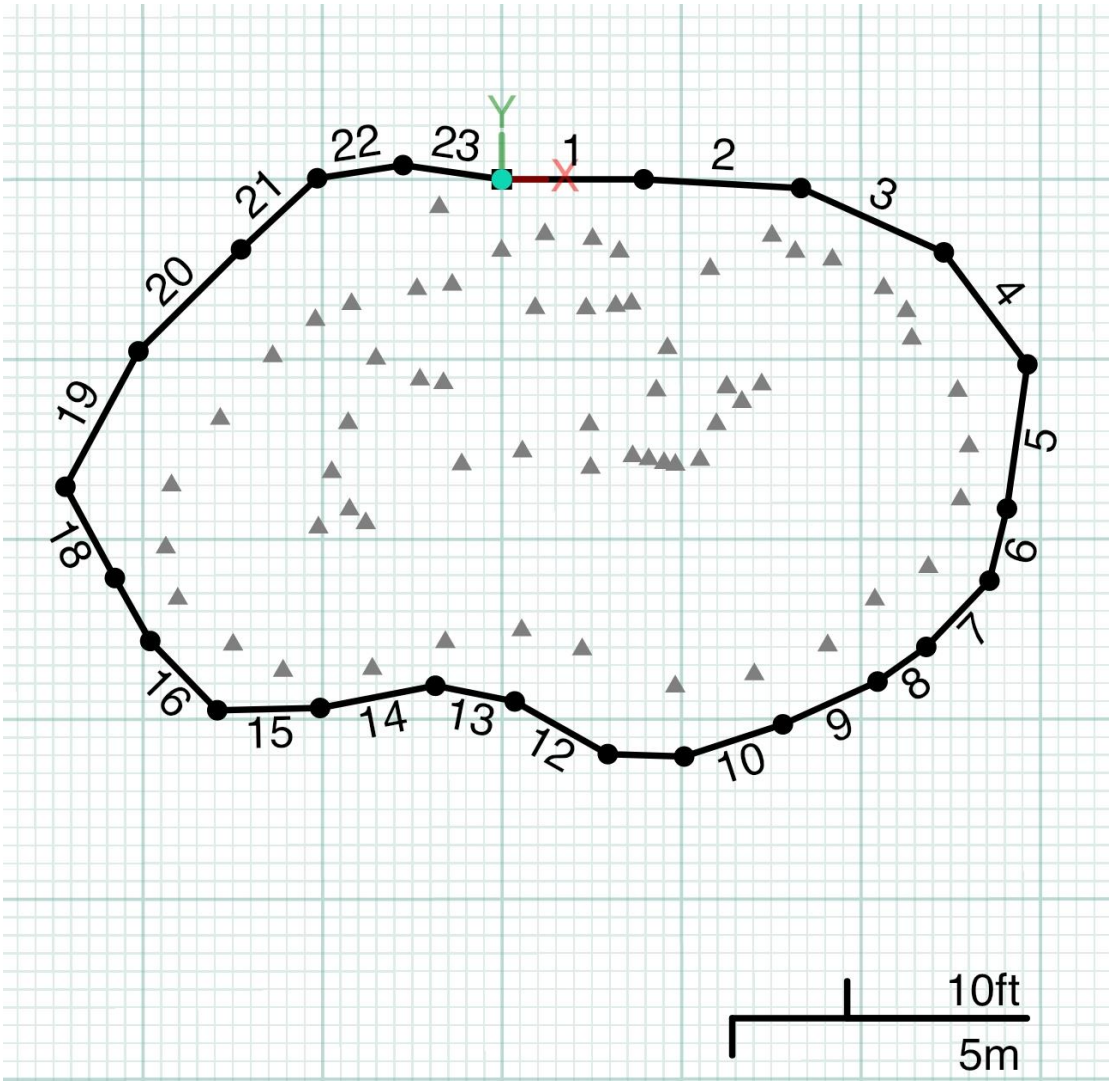
測量路徑是連接各測量點（Moasure 儀器靜置時捕捉的點

位）的線段，在測量時使用者能夠在測量點位上 Moasure 儀器靜置時依照需求變更路徑類型以滿足測量環境的需求，Moasure 提供七種測量路徑。

表八　測量路徑

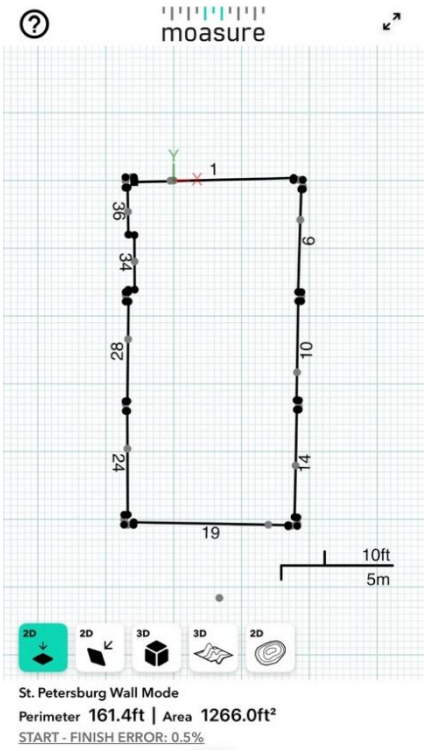
路徑類型	描述
直線 Straight line	直線路徑是所有的測量點都由直線連接，因此即使使用者以彎曲的路線從一測量點移動至另一測量點，這兩點都會以直線連接，這使得使用者能夠繞過障礙物，但仍然能夠以直線連接測量點。
追蹤線 Trace line	追蹤路線會追蹤使用者的移動路徑，在每次測量點之間，即時測量並繪製移動路徑，這種路徑類型特別適用於測量複雜或不規則的形狀，例如有曲線邊緣的草坪、泳池或池塘等。
點位 Points	點位路徑是用來記錄個別的點位，且不會將這些點連成線條。這種方式適用於標記特定位置，例如樹木、灑水器等點位，如圖九所示。
忽略線段 Ignore line	忽略線段路徑可讓使用者從整體測量中排除某一段長度或距離，當使用者將路徑模式切換為「忽略線段」時，可以繼續完成整個量測流程，最終的圖面將會自動排除該段線段的長度。
牆 Wall	牆面路徑適用於測量室內或戶外有牆面圍繞的空間，例如房間、圍欄區域、涼亭等。使用牆面路徑時無需安裝延伸桿，直接將 Moasure 儀器垂直靠在每面牆的中間位置，儀器會捕捉每面牆的平面並自動計算牆角位置。測量結束時必須回到起點以封閉圖形，若測量時遇到障礙物（如家具、樹木、圍欄）擋住牆面，將 Moasure 儀器平放地上（Logo 與 LED 面朝上），此時儀器會自動切換為忽略路徑模式，該線段將不被納入，然後使用者繞過障礙，在同一面牆的下一個可接觸點，將裝置垂直放回牆面即可繼續測量，如圖十所示。
弧 Arc	弧形路徑適用於測量彎曲形狀，例如車道、游泳池、彎曲的人行道。測量一段弧形，至少需要起點、中間點與終點三個點。
圓 Circle	圓形路徑會根據使用者所標記的測量點，自動計算出一個最佳擬合的圓形，該路徑至少測量三個點，分布在圓周上，建議呈三角分佈，而非繞回起點。若是較大的圓形區域（例如圓環、轉盤、圓形廣場等），建議沿著邊緣測量四個以上的點，以提升精度。

表格來源：Moasure 官方網站



圖九　點位路徑

圖片來源：Moasure 官方網站



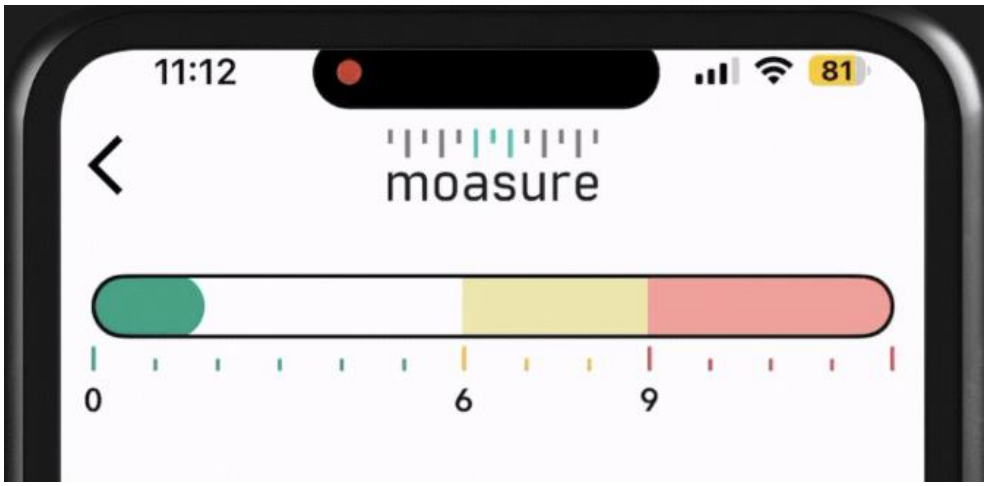
圖十　牆路徑示意圖

圖片來源：Moasure 官方網站

肆、測量時長與精度

Moasure 儀器使用先進的動態移動感測器，在移動過程中連續測量，並在儀器停止移動靜置時記錄數據，因此根據官方文件的說明，這種透過動態移動的測量技術，其誤差會隨著時間的推移而增加，而不是隨著距離的增加而增加，因此快速的移動至定點、輕輕放置儀器以及避免震動感測器才能夠提升準確度，官方文件建議每隔 6 至 8 秒鐘（手機應用程式顯示的時間條當中，在綠色且不超過琥珀色區域）停止移動並靜置 Moasure 儀器能夠獲得高精度，如

圖十一所示。



圖十一　手機應用程式時間條

圖片來源：Moasure 官方網站

根據官方文件，表九為測量精度，以本次研究使用的 Moasure 2 PRO 為例，若測量的線性距離為 100 公尺，則可能會有潛在誤差 0.3 公尺；若測量的面積為 100 平方公尺，則可能會有潛在誤差 1 平方公尺；若放樣的距離為 100 公尺，則可能會有潛在誤差 1 公尺。

表九　測量精度

Measurement Type	Moasure ONE	Moasure 2	Moasure 2 PRO
Linear Distance	±0.5% error	±0.5% error	±0.3% error
Perimeter	±1% error	±1% error	±0.5% error
Elevation	±0.5% error	±0.5% error	±0.3% error
Area	±2% error	±2% error	±1% error
Volume	±3% error	±3% error	±1.5% error
Layout	N/A	N/A	±1% error

表格來源：Moasure 官方網站

伍、測量技巧

為了讓 Moasure 儀器達到準確的測量成果，移動行走的方式非常關鍵，由於其採用動態測量技術（motion-based measurement），因此移動距離越長，但中途不暫停，造成測量時間長，可能就會產生較大的誤差，因此「行走的節奏」非常重要，測量技巧如表十所示：

表十　測量技巧建議

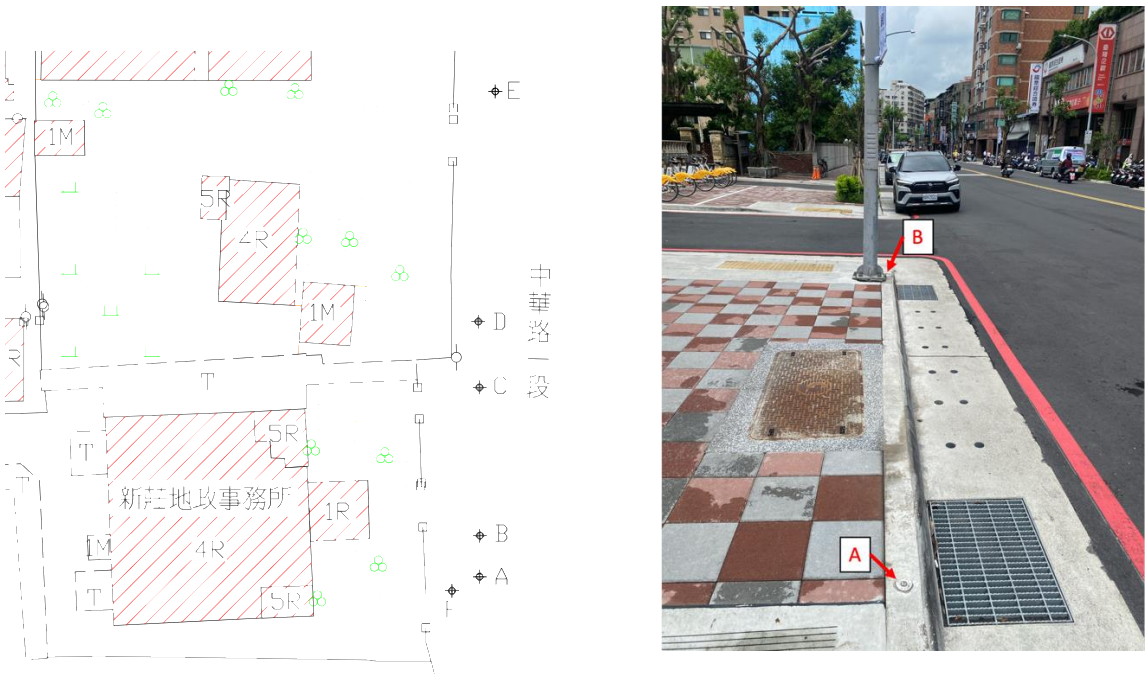
維持穩定、自信的步伐，快速但不急促，保持順暢連續的動作
轉彎時緩慢、平順、漸進地旋轉儀器，避免突然轉向，移動時儘量讓儀器與身體方向一致。
每段移動在 8 秒內暫停一次，暫停是指將儀器靜置記錄一個測量點，而非在 8 秒內完成整段測量，將測量路徑拆成幾個小段，定期暫停。
果斷地將儀器放下靜置，避免懸停在測量點上方，移動越快、放置越迅速，測量將會更準確，且放置時要輕柔，避免碰撞或敲擊。
使用延伸桿時，以手指持握延伸桿，而非整個手掌包覆，靜置時若地面傾斜，可讓延伸桿倚靠在拇指與食指之間，藉由延伸桿自身的重量讓儀器保持靜置。
若測量地面是草地或凹凸不平的表面，可以輕壓延伸桿或 Moasure 儀器，幫助儀器保持完全靜止。

表格來源：Moasure 官方網站

第二節　研究設計與對象

本研究設計以新莊地政事務所前方人行道之基線場、事務所後方圍牆與事務所建物主體為主要實驗地點，基線場之點位、圖形與長度如圖十二、表十一之 A、B、C、D、E 五點所示，為增加圖形之變化以及測試 Moasure 儀器之旋轉，除基線場五點，另外增加人行道地磚之邊角點 F 點，如圖十三所示。

地政事務所外業測量作業之基本項目不外乎長度測量與鑑界放樣，因此基線場主要用於實驗 Moasure 測量之長度以及鑑界放樣功能，在不同測量環境條件下，與真值之間的差異並評估其誤差。



圖十二　新莊地政事務所外基線場地形圖與現場照片

圖片來源：本研究自行繪製與拍攝



圖十三　F 點現場照片

圖片來源：本研究自行拍攝

表十一　基線場距離表

儀器站	稜鏡站	長度（公尺）
A	B	5.033
	C	23.039
	D	31.042
	E	59.031
	F	3.769

表格來源：本所實測

點位放樣本研究設計兩個相對坐標系，第一個相對坐標系是以 A 點為坐標原點，正北是參考方向線，因此在放樣前必須先確定正北之方向線（本研究以手機指南針應用程式與皮尺確定正北方向線），接著依序放樣 F、B、C、D、E 等五點，最後再回到原點 A 點，放樣圖形如圖十四所示，轉換公式為：

$$x_n = E_n - E_A$$
$$y_n = -(N_n - N_A)$$

第二個相對坐標系同樣以A點為坐標原點，參考方向線則是A、B兩點的連線，接著依序放樣C、D、E、F等四點，最後再回到原點A，放樣圖形如圖十五所示，上述五點之原始坐標與相對坐標如表十二所示，轉換公式為：

$$u_E = E_B - E_A,\ u_N = N_B - N_A$$

$$L = \sqrt{{u_E}^2 + {u_N}^2}$$

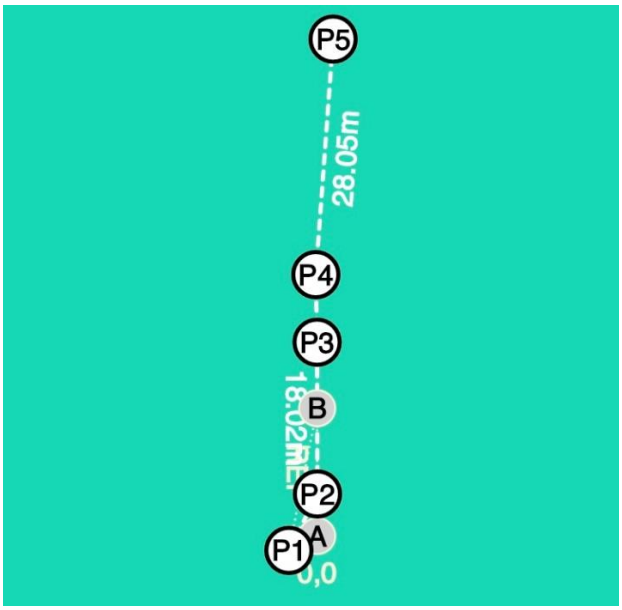
$$x_i = \frac{(E_i - E_A)\times u_E + (N_i - N_A)\times u_N}{L}$$

$$y_i = \frac{-(E_i - E_A)\times u_N + (N_i - N_A)\times u_E}{L}$$

表十二　放樣點相對坐標

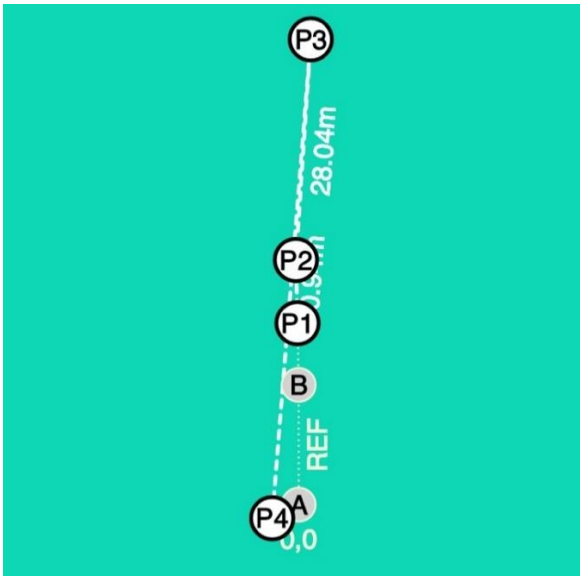
原始坐標			相對坐標	正北參考方向線		AB 參考方向線	
點位	E_i	N_i	點位	x_i	y_i	x_i	y_i
A（原點）	2769918.213	295604.66	A（原點）	0	0	0	0
F	2769916.510	295601.30	F	-1.70	3.36	-1.72	3.35
B	2769923.210	295604.69	B	5.00	-0.03	5.00	0.00
C	2769941.236	295604.65	C	23.02	0.01	23.02	0.15
D	2769949.253	295604.50	D	31.04	0.16	31.04	0.35
E	2769977.224	295606.55	E	59.01	-1.89	59.02	-1.54

表格來源：本研究自行計算



圖十四　正北為參考方向線之放樣示意圖

表格來源：本研究利用 Moasure 軟體自行繪製

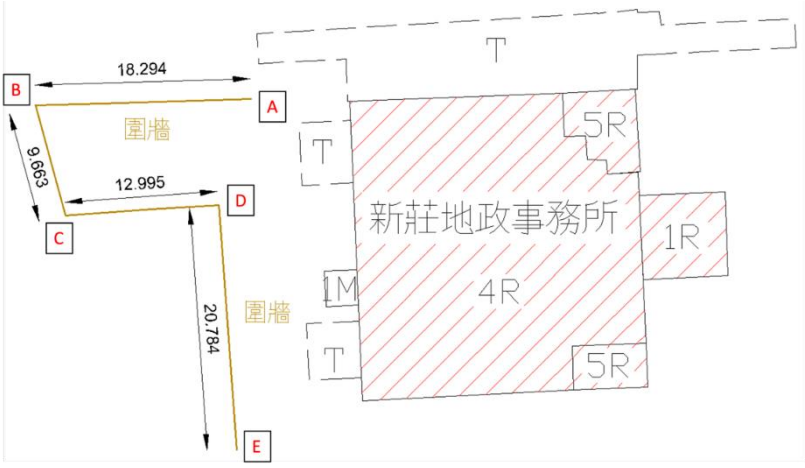


圖十五　AB 連線為參考方向線之放樣示意圖

表格來源：本研究利用 Moasure 軟體自行繪製

事務所後方圍牆之圖形與各線段長度如圖十六所示，現場照片如圖十七所示；事務所之建物測量成果圖、尺寸與面積如圖十八、圖十九所示，事務所主體建物之長與寬分別為 25 公尺與 24 公尺，一樓面積為 600 平方公尺（24 公尺乘 25 公尺）。

地政事務所外業作業也時常協助法院或公務機關測量地形地物並計算使用面積，因此事務所後方圍牆與事務所建物主體主要用於實驗 Moasure 針對地形地物測量之準確度與誤差。



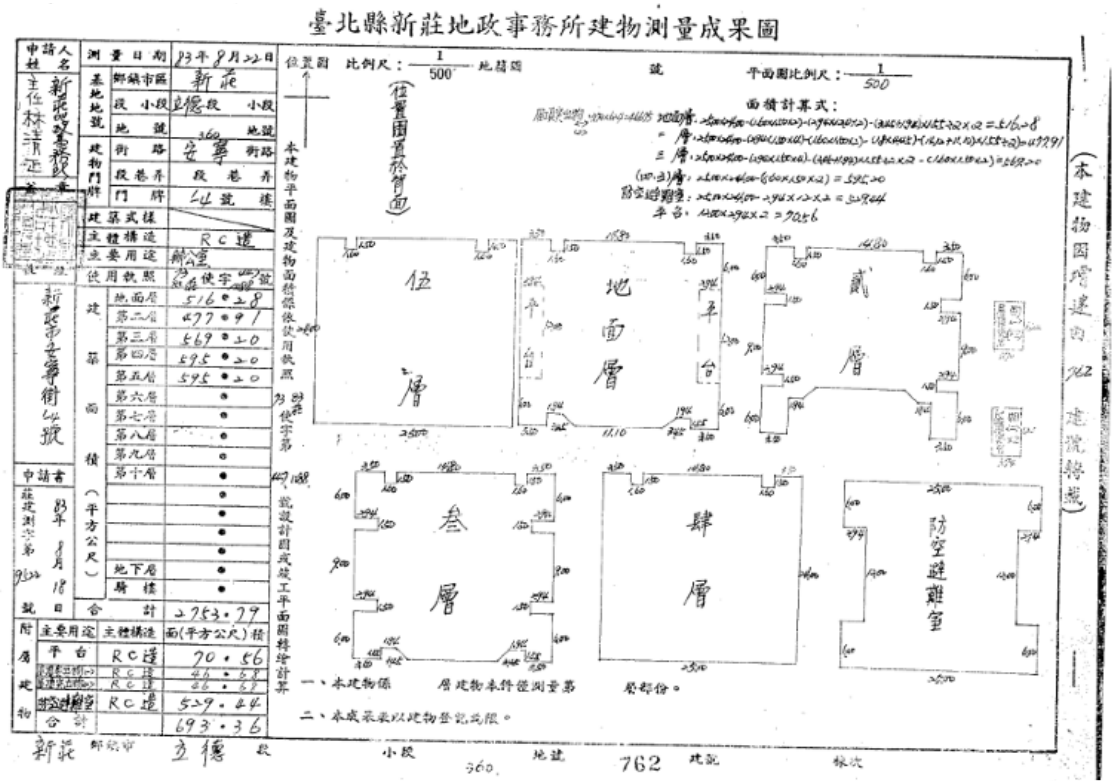
圖十六　新莊地政事務所後方圍牆地形圖

圖片來源：本研究自行繪製



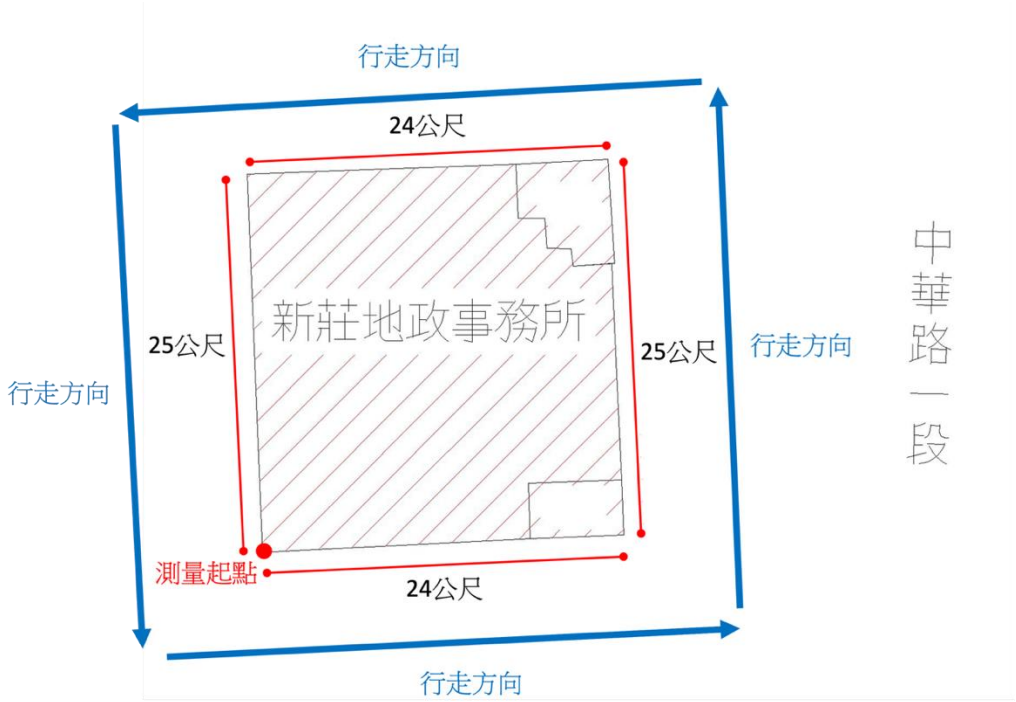
圖十七　新莊地政事務所後方圍牆現場照片

圖片來源：本研究自行拍攝



圖十八　新莊地政事務所建物測量成果圖

圖片來源：新莊地政事務所



圖十九　新莊地政事務所主體建築尺寸與 Moasure 行走方向示意圖

圖片來源：本研究自行繪製

上述基線場與圍牆之各項數據皆由全測站測得，在本研究假設為真值，事務所主體建物之數據則依建物測量成果圖記載為準，本研究將上述數據與 Moasure 測量之數據進行比較，以評估 Moasure 的誤差。

本研究之研究對象為「長度」、「面積」與「點放樣」，距離與面積誤差計算公式如下，數字越大表示 Moasure 測量距離的誤差越大：

Moasure 長度（面積）誤差 ＝

｜Moasure 測量之長度（面積） - 全測站測量之長度（面積）｜

點放樣則是以皮尺測量 Moasure 放樣之點位位置與基線站點位位置之間的距離，如圖二十所示，數字越大表示誤差越大。



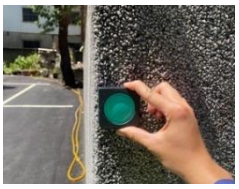
圖二十　本研究實測照片

圖片來源：本研究自行拍攝

本研究模擬測量外業可能遇到之現場環境，以及 Moasure 本身之測量功能，設計在不同的條件下，包括 Moasure 測量類型、Moasure 測量時長以及不同的環境因素下，Moasure 的距離、面積測量結果以及放樣點位結果與全測站測量結果之真值的差異。

表十三　本研究設計之各項模擬條件表

模擬條件		實驗位置(研究對象)	備註
圖形	開放形狀 （起點與終點不同）	基線場（長度） 圍牆（長度）	基線場行走順序- 開放圖形： F,A,B,C,D,E
	閉合形狀 （起點與終點相同）		閉合圖形： F,A,B,C,D,E,F 圍牆行走順序- 開放圖形： A,B,C,D,E,A 閉合圖形：A,B,C,D,E

模擬條件		實驗位置(研究對象)	備註
測量時長	綠燈 (6 至 8 秒)	基線場 (長度、放樣)	
	紅燈 (超過 8 秒)	圍牆 (長度)	
		事務所 (面積)	
天氣	晴天	基線場 (長度、放樣)	雨天：
	雨天	圍牆 (長度)	
		事務所 (面積)	
時間	上午	基線場 (長度、放樣)	
	下午	圍牆 (長度)	
		事務所 (面積)	
地形	平坦	基線場 (長度)	高低起伏：
	高低起伏		
行走軌跡	直線軌跡	基線場 (長度、放樣)	
	非直線軌跡	圍牆 (長度)	
		事務所 (面積)	
儀器放置位置	地面 (平行地面放置)	圍牆 (長度)	牆面：
	牆面 (平行牆面放置)	事務所 (面積)	
			地面：
			

表格來源：本研究自行設計

第四章　研究結果

本研究設計一系列不同的條件來測試 Moasure 測量的結果，並與全測站的測量真值做比較，因此研究結果將會逐一分析各項條件下 Moasure 的測量誤差，歸納與誤差表現相關聯之因素，並評估 Moasure 用於地政事務所外業測量的可能性。

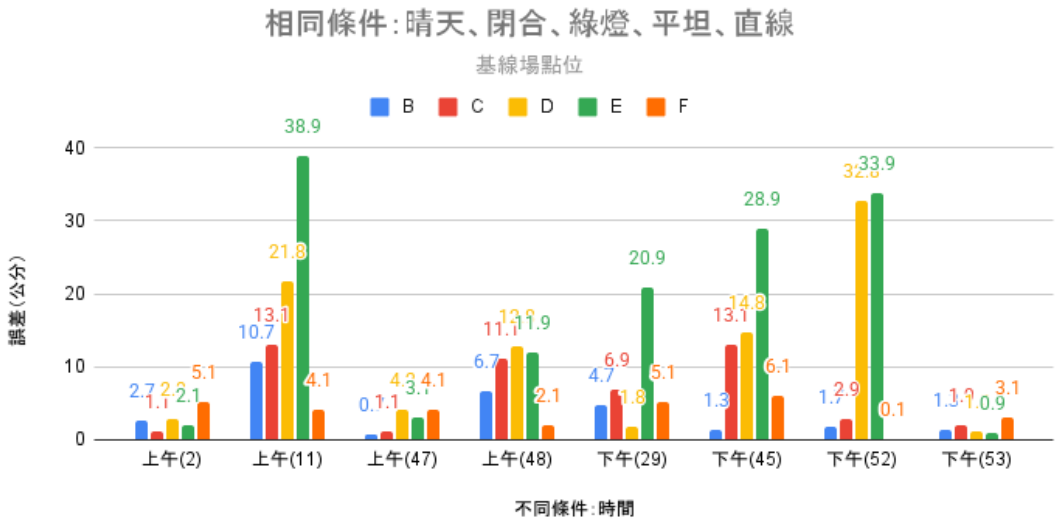
第一節　基線場長度誤差分析

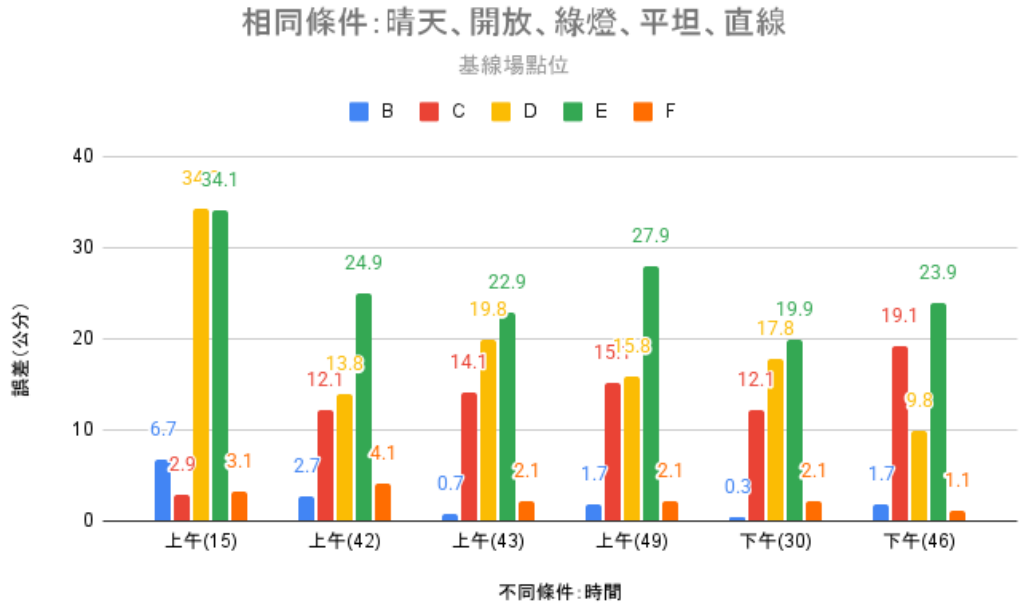
基線場長度測量設計之條件分別有時間、天氣、測量圖形、測量時長、地形、行走軌跡與行走距離等 7 項，以下將逐一分析各項誤差。

壹、時間（上午、下午）

根據圖二十一所示，在相同天氣、圖形、測量時長、地形與軌跡等條件下，僅觀察不同時間點（上午與下午）的誤差變化，數據顯示無論是上午或下午，大多數測量點（B、C、D、F 點位）的誤差在 10 公分以下，甚至有部分數據的誤差小於地籍測量規範的最大誤差（2 至 6 公分），雖然上午的最大誤差值（38.9 公分）略高於下午的最大誤差值（33.9 公分），但兩者極為接近，表示極端誤差的出現與時間點並無顯著的單向關聯，且在 14 次的測量實驗中，有出現誤差極小，也有出現誤差極大的情形，表示在兩個時段皆存在不穩定性，此外，無論是上午或下午，絕大多數超過 10 公分的大誤差值都集中在特定的「E」點位上，這表示測量系統存在其他與誤差關聯性較大的變數，其關聯性遠大於上午或下午時段的差異。

該結果也與本研究的預期相同，測量時間的不同（上午與下午）與誤差並無直接的關聯性。





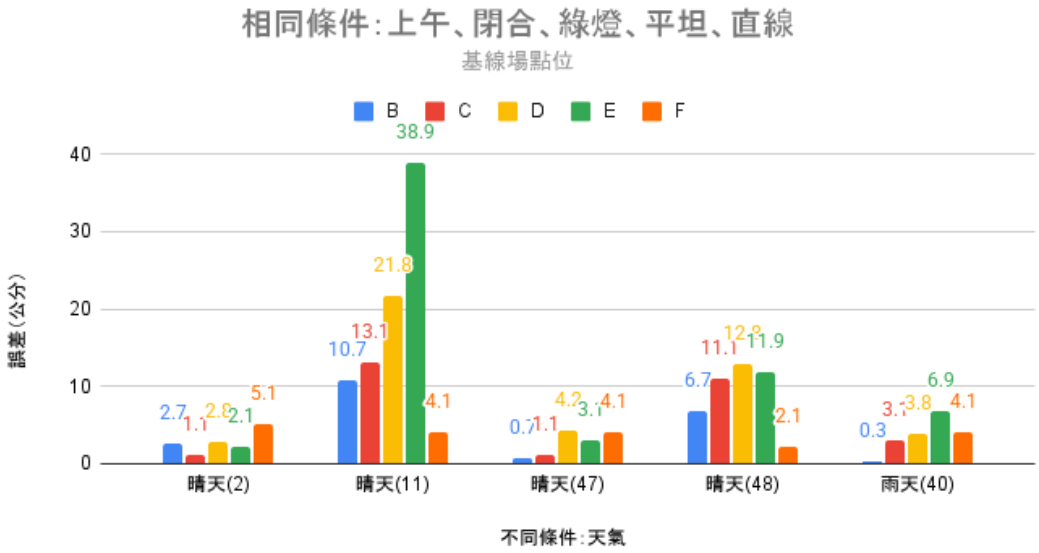
圖二十一　基線場測量長度誤差分析圖（不同時間）

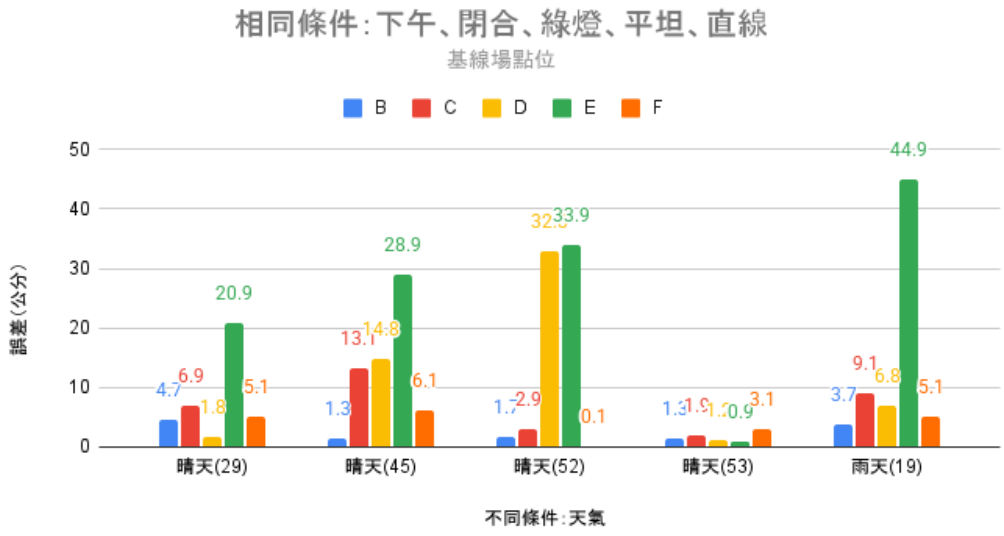
圖片來源：本研究自行繪製

貳、天氣（晴天、雨天）

根據圖二十二所示，在相同的時間、圖形、測量時長、地形與軌跡等條件下，僅觀察不同天氣（晴天與雨天）的誤差變化，無論晴天或雨天，多數的測量數據誤差在 10 公分以下，有出現誤差極小的情形，甚至有部分數據的誤差小於地籍測量規範的最大誤差（2 至 6 公分），但是也都有出現誤差極大的數據，表示在兩種天氣情況下測量皆存在不穩定性，且極端誤差的出現與天氣並無顯著的單向關聯，此外，無論是晴天或雨天，絕大多數超過 10 公分的大誤差值都集中在特定的「E」點位上，這表示測量系統存在其他與誤差關聯性較大的變數，其關聯性遠大於晴天或雨天的差異。

該結果也與本研究的預期略有不符，本研究原先認為晴天測量環境良好，且無需撐傘，而雨天測量環境較差，需撐傘且行走較為不易，會影響到使用者的操作過程，可能使雨天的誤差普遍大於晴天，但結果顯示在雨天使用 Moasure 測量也能夠有極小的誤差（合乎地籍測量法規規範），而晴天使用 Moasure 測量也可能有較大的誤差出現。





圖二十二　基線場測量長度誤差分析圖（不同天氣）

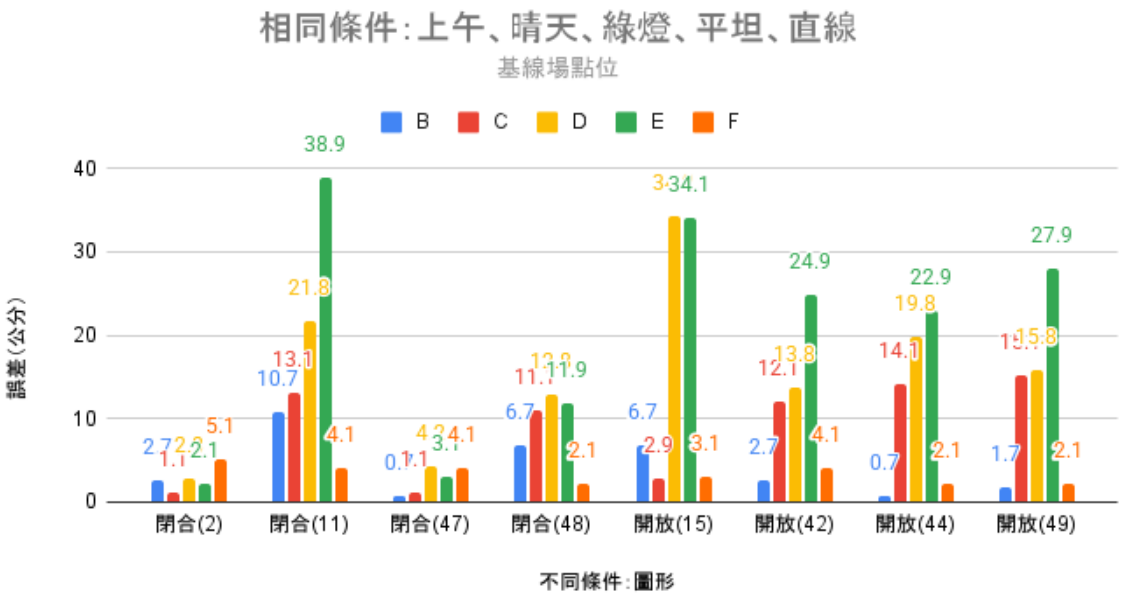
圖片來源：本研究自行繪製

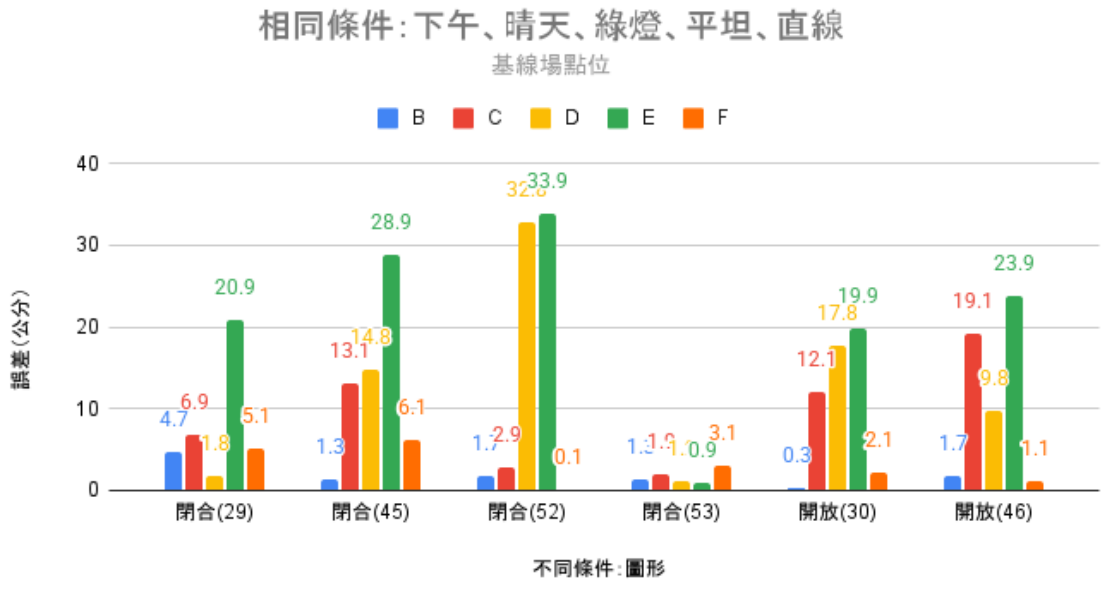
參、測量圖形（開放、閉合）

根據圖二十三所示，在相同的時間、天氣、測量時長、地形與軌跡等條件下，僅觀察不同測量圖形（開放與閉合）的誤差變化，整體而言，兩種測量圖形皆出現極高誤差值的情形，且無法保證穩定的低誤差，若排除極端誤差的數據，在閉合圖形的多數測量點，誤差大多能維持在 5 公分以下，表現出較高的穩定性，另一方面，同樣在排除極端誤差數據下，雖然開放圖形也能夠有極小的誤差，但其超出法規允許的最大誤差（2 至 6 公分）的數據較多，較少出現類似編號 53（閉合圖形），所有數據都低於 2 公分的完美數據，因此改變圖形也無法完全消除極端誤差的出現。

此外，測量點位 C、D、E 是大誤差的來源，且表現出高度不穩定性，因此測量圖形（閉合與開放）對儀器的誤差沒有強烈的相關性，兩種圖形都有可能產生較大的誤差，改變圖形並不能排除極端誤差出現的可能。

該結果與本研究的預期相同，閉合圖形在減少誤差上確實表現較好，且閉合圖形能夠對起點與終點的位置做檢核，並給予起終點誤差百分比作為評估誤差與測量可靠度的依據，但閉合圖形仍然有可能出現較大誤差的情形。





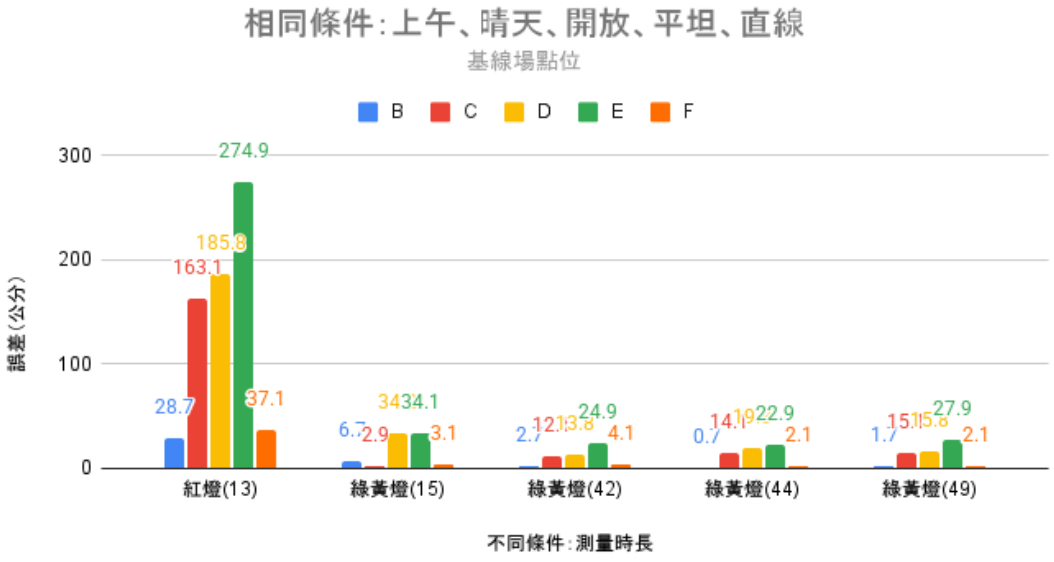
圖二十三　基線場測量長度誤差分析圖（不同測量圖形）

圖片來源：本研究自行繪製

肆、測量時長（綠燈、紅燈）

根據圖二十四所示，在相同的時間、天氣、測量圖形、地形與軌跡等條件下，僅觀察不同測量時長（綠燈、紅燈）的誤差變化，紅燈狀態下的平均誤差和最大誤差都遠遠高於綠燈狀態，在測量時長越長的情況下（超過 12 秒後即為紅燈），誤差會大幅增加，甚至最大誤差會相差 2 至 3 公尺，最小誤差也有將近 30 公分，相比綠燈狀態有極大的差異，而 E 點位再次成為最大誤差的發生點位，但 C 和 D 點位也同時出現極高的誤差，顯示誤差問題是系統性的，而不僅限於特定點位，一旦進入紅燈狀態，測量誤差將大幅飆升，結果幾乎無法使用，因此測量時長對誤差的影響是決定性的。

該結果與本研究預期完全相同，也與 Moasure 官方文件相同，誤差會隨著時間的推移而增加，而不是隨著距離的增加而增加，每隔 12 秒放置儀器，讓測量時長維持在綠燈，是保持降低誤差的有效方法之一。



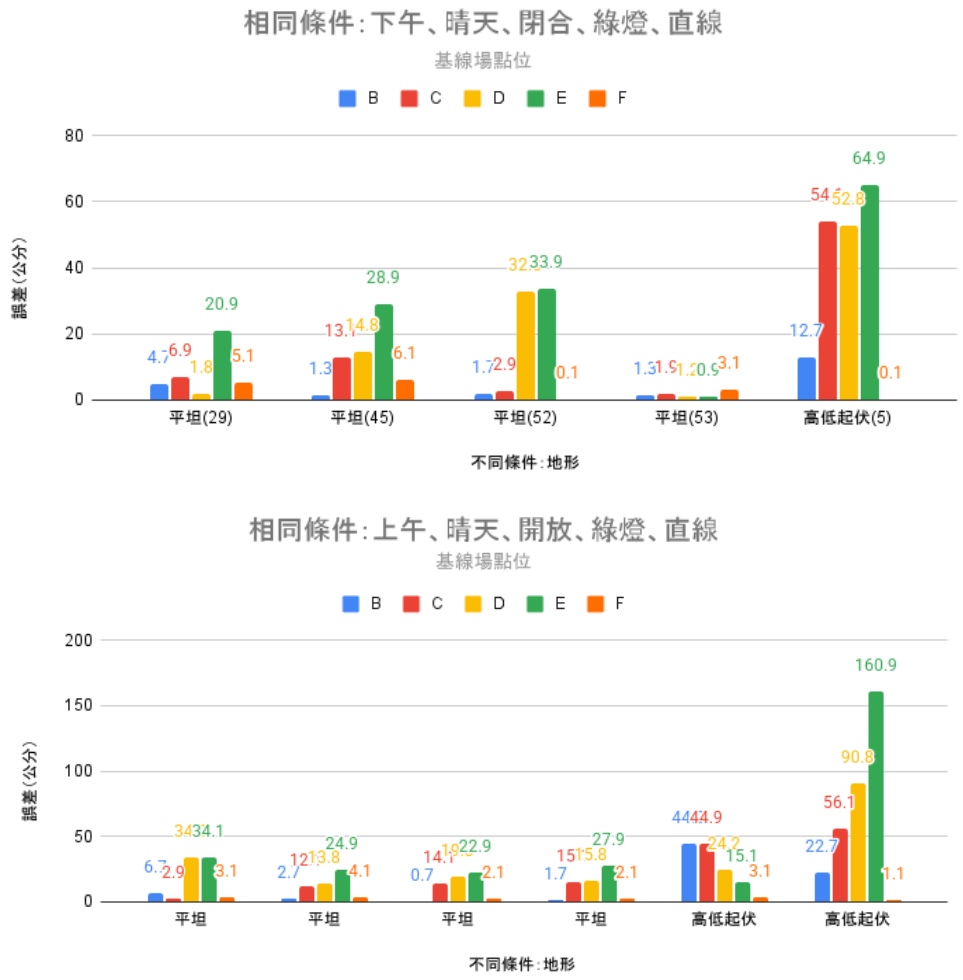
圖二十四　基線場測量長度誤差分析圖（不同測量時長）

圖片來源：本研究自行繪製

伍、地形（平坦、高低起伏）

根據圖二十五所示，在相同的時間、天氣、測量圖形、測量時長與軌跡等條件下，僅觀察不同地形（平坦、高低起伏）的誤差變化，在高低起伏的地形條件下，絕大多數點位（B、C、D、E）的誤差值均顯著提高，尤其在極端情況下，部分 C、D、E 點位的誤差超過 50 公分，最高甚至達到 1.6 公尺；相較之下，在平坦地形條件下，雖然少數測量誤差極值可達 35 公分左右，但多數點位的誤差能維持在較低的水平。

此結果強烈表明，高低起伏的地形與測量結果的整體不穩定性及極端高誤差的產生之間存在顯著的相關性；而平坦的地形條件，則與誤差能有效控制在較低範圍具有較強的相關性，此發現與本研究的初步預期是相符的。



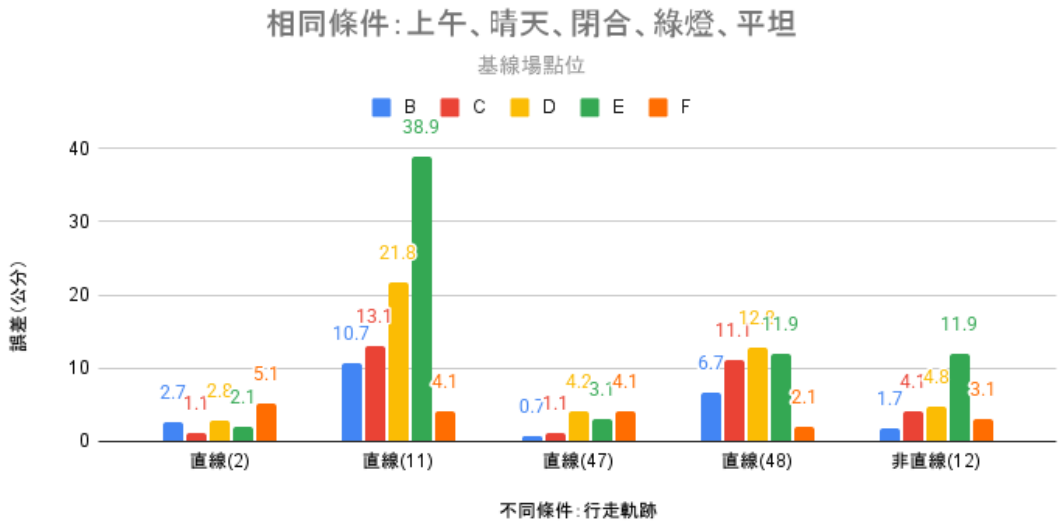
圖二十五　基線場測量長度誤差分析圖（不同地形）

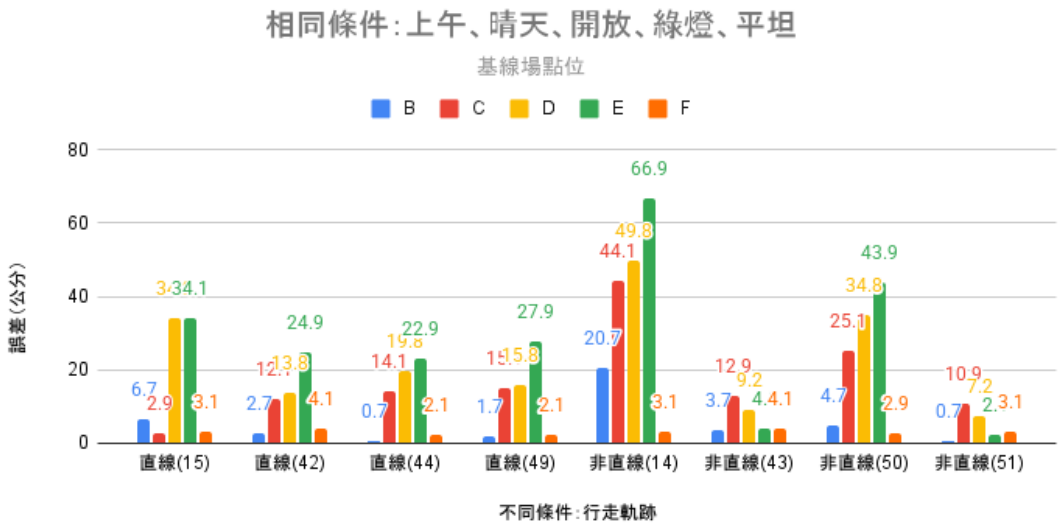
圖片來源：本研究自行繪製

陸、行走軌跡（直線、非直線）

根據圖二十六所示，在相同的時間、天氣、測量圖形、地形與測量時長等條件下，僅觀察不同行走軌跡（直線、非直線）的誤差變化，直線軌跡雖然有出現 38.9 公分的大誤差，但是是由 E 點位造成，其餘點位的誤差都在 15 公分以下，甚至在編號 47 的測量結果，全數點位的誤差皆維持在 4 公分以下，合乎地籍測量規範所規定的最大誤差，表示儀器在理想條件下的高精度潛力，另一方面，非直線軌跡出現最大誤差 66.9 公分，且有較多誤差高於 20 公分以上，雖然也有部分誤差小於 6 公分，但與直線軌跡相比，非直線軌跡表現出較高的誤差與不穩定性。

該結果與本研究預期略為相同，直線軌跡因時長較短，測量暫停點位也較少，誤差表現上較非直線軌跡穩定一些，但直線軌跡仍然有可能出現較大誤差的情形，這表示測量系統存在其他與誤差關聯性較大的變數，其關聯性遠大於行走軌跡的差異。





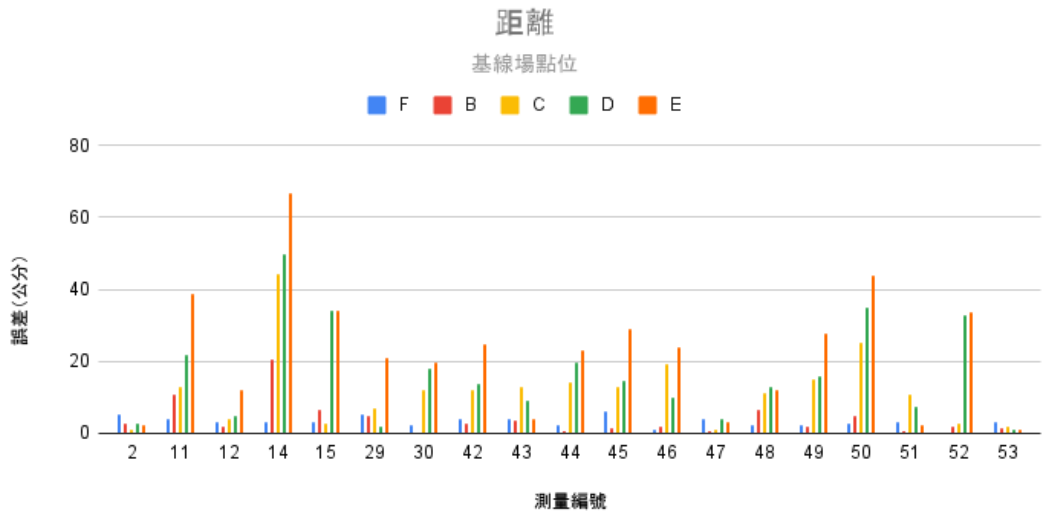
圖二十六　基線場測量長度誤差分析圖（不同行走軌跡）

圖片來源：本研究自行繪製

柒、行走距離

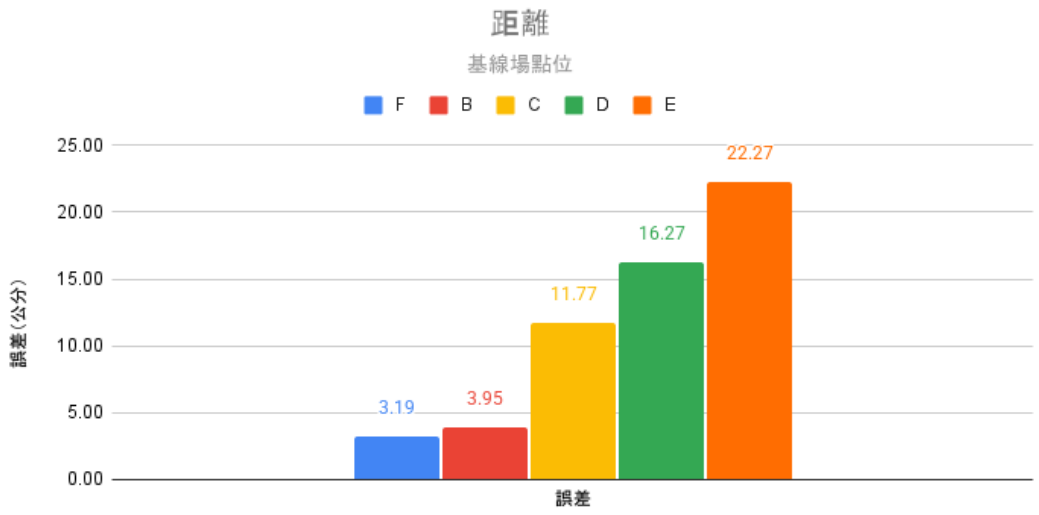
最後把所有在基線場的測量數據，以距離 A 點遠近做排序，由近至遠分別為 F、B、C、D、E，觀察距離遠近對誤差的變化，由平均誤差（圖二十七）所示，F 點距離最近，誤差最小，E 點距離最遠，誤差最大，從最近的 F 點到最遠的 E 點，平均誤差從 3.19 公分上升至 22.27 公分；另一方面，由個別測量數據（圖二十八）所示，低誤差主要集中於 F 點，絕大多數低於 5 公分，高誤差主要集中於 D、E 兩點，許多皆超過 20 公分，有些甚至超過 60 公分。

行走距離原先並未在本研究設計之模擬條件，而是在測量實驗過程中發現的現象，也就是距離與誤差大小具有強烈關聯性，距離越遠，甚至會提高出現極端誤差的可能性，即便如此，仍然有 2 次的測量結果（編號 2 與編號 53）在所有測量的點位都是極小誤差（合乎地籍測量規範），因此長距離的測量也有可能得到精準的數據。



圖二十七　基線場測量長度誤差分析圖（不同距離）—所有個別數據

圖片來源：本研究自行繪製



圖二十八　基線場測量長度誤差分析圖（不同距離）—平均數據

圖片來源：本研究自行繪製

捌、小結

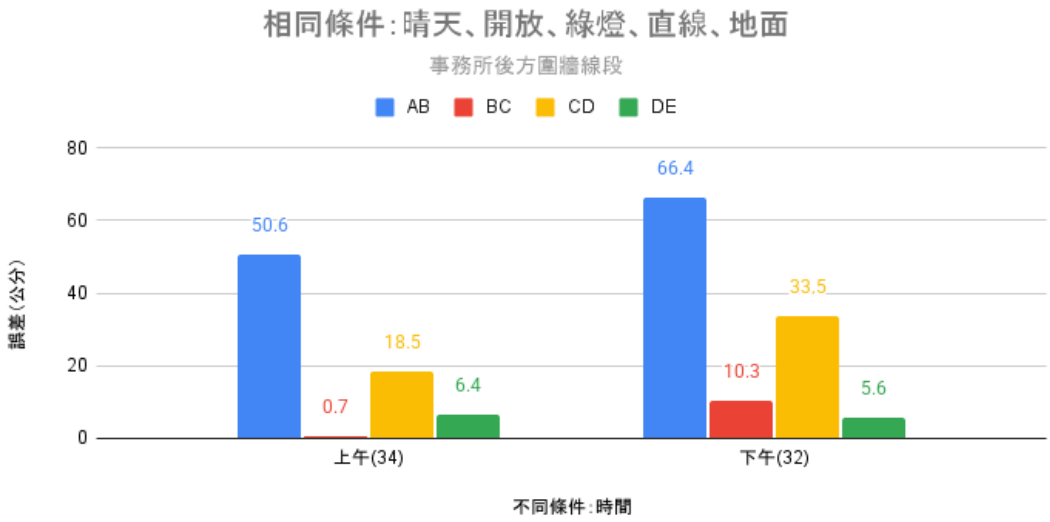
藉由上述基本距離測量發現，Moasure 在短距離（約 5 公尺）測量時能維持穩定精度，但隨著測量距離的增加以及在地形起伏較大的情況下，出現較大誤差的可能性顯著增加，這兩種情況是系統誤差升高的主要風險點。此外，測量時長（紅燈狀態）是造成極端誤差的重要因素之一，與結果的嚴重失真高度相關。因此，為有效控制誤差，操作時應避免測量時長過長，適時增加中間暫留點，並在距離增加或地形起伏較大時，需對誤差產生的情形予以特別注意。

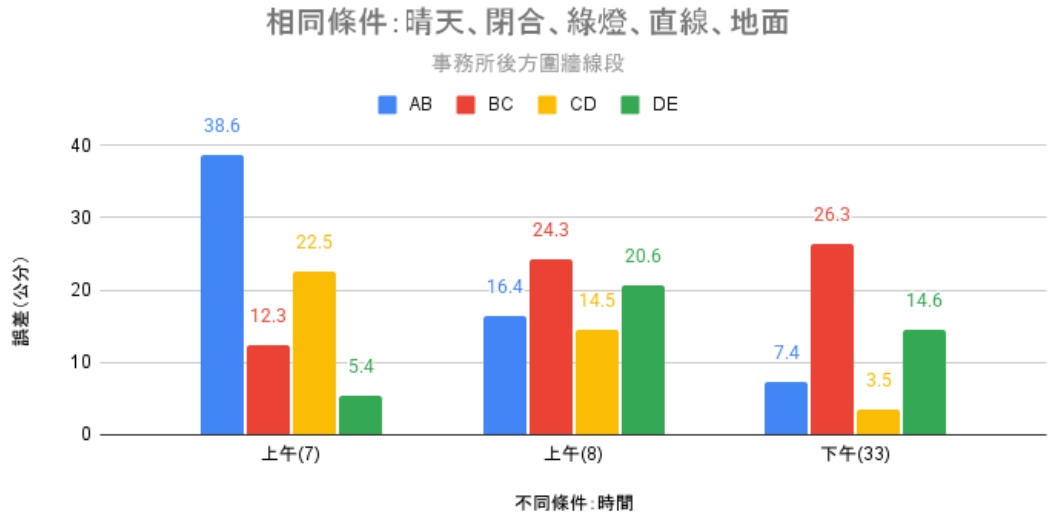
第二節　事務所後方圍牆長度誤差分析

事務所後方圍牆長度測量設計之條件分別有時間、天氣、測量圖形、測量時長、行走軌跡與儀器擺放位置等 6 項，以下將逐一分析各項誤差。

壹、時間（早上、下午）

根據圖二十九所示，在相同的天氣、測量圖形、測量時長、行走軌跡與儀器放置位置等條件下，僅觀察不同時間（上午、下午）的誤差變化，少部分測量的圍牆長度能夠合乎地籍測量法規的規範（2 至 6 公分），甚至小於 1 公分，但多數測量數據都高於容許的最大誤差（6 公分），且在同一次測量當中（編號 34），極小誤差（0.7 公分）與極大誤差（50.6 公分）同時出現，測量誤差在上午和下午皆呈現不穩定的表現，因此測量誤差與測量時間（上午、下午）沒有明顯的關聯性，該結果也與上述基線場長度測量結果相同。



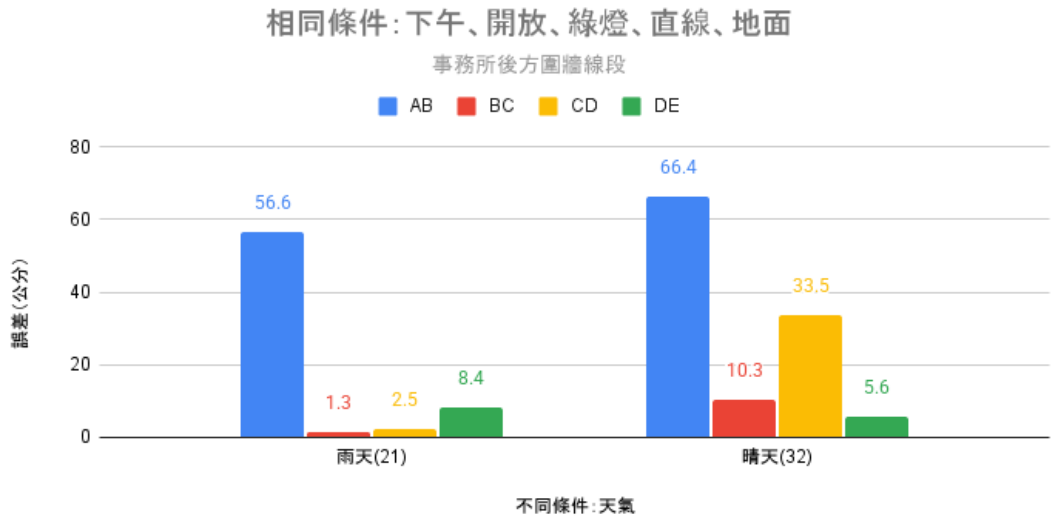


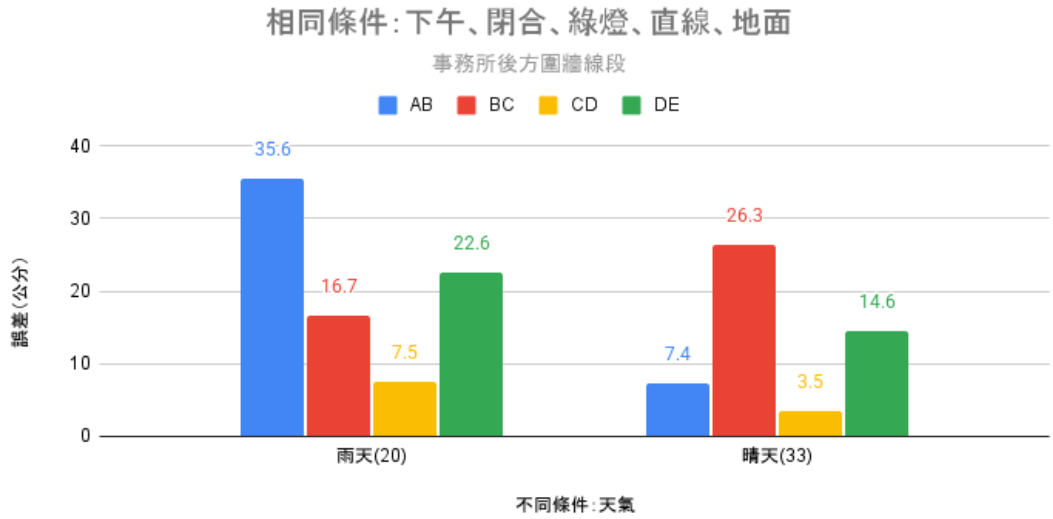
圖二十九　事務所後方圍牆測量長度誤差分析圖（不同時間）

圖片來源：本研究自行繪製

貳、天氣（晴天、雨天）

根據圖三十所示，在相同的時間、測量圖形、測量時長、行走軌跡與儀器放置位置等條件下，僅觀察不同天氣（晴天、雨天）的誤差變化，部分測量的圍牆長度能夠合乎地籍測量法規的規範（2 至 6 公分），部分測量數據則高於容許的最大誤差（6 公分），且同一次測量當中（編號 21），極小誤差與極大誤差同時出現，測量誤差在晴天與雨天皆呈現不穩定的表現，測量誤差與測量時的天氣狀況（晴天、雨天）並沒有明顯的關聯性，在經過上述基線場長度測量誤差分析後，該結果也與上述基線場長度測量結果相同。



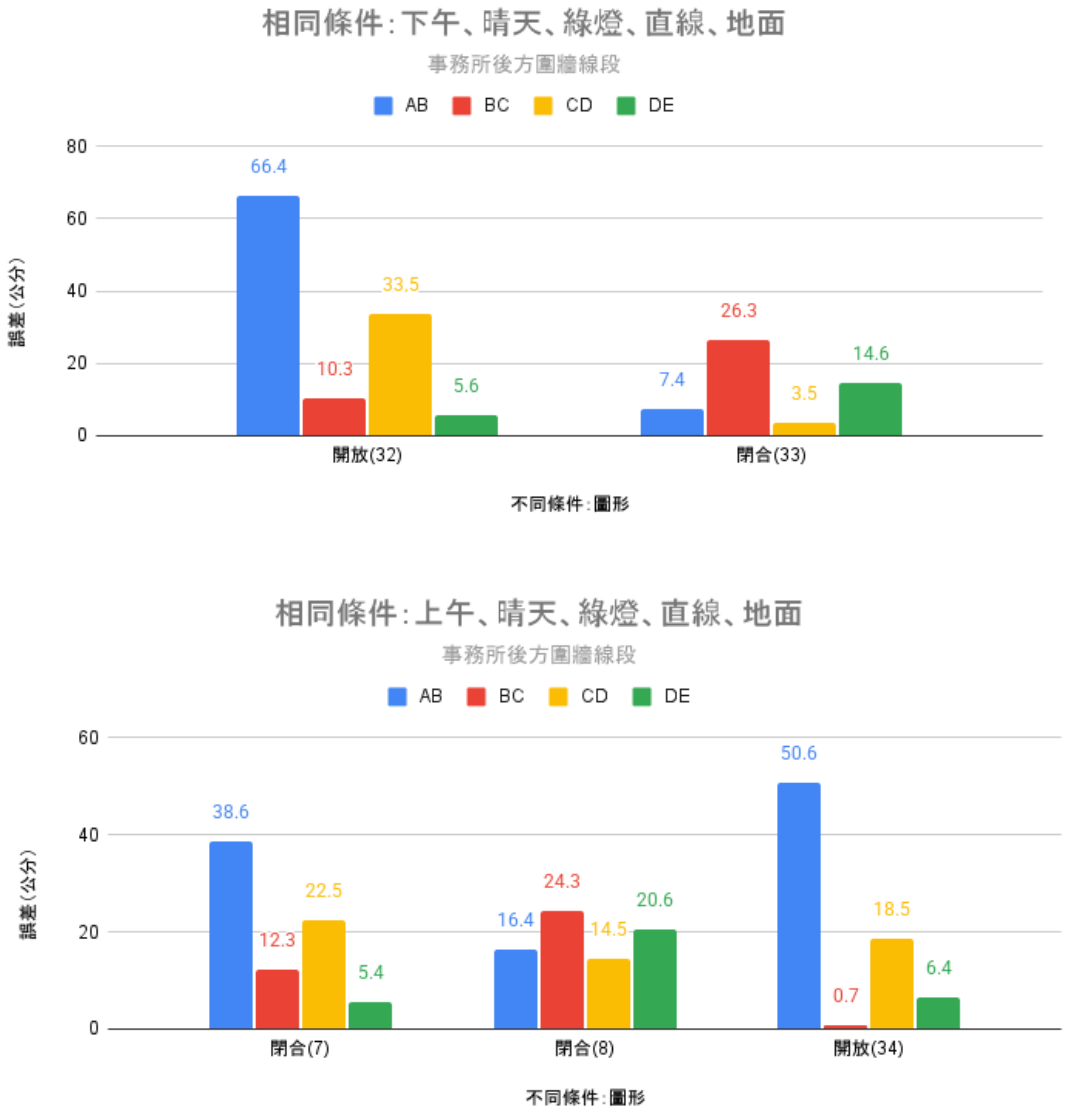


圖三十　事務所後方圍牆測量長度誤差分析圖（不同天氣）

圖片來源：本研究自行繪製

參、測量圖形（開放、閉合）

根據圖三十一所示，在相同的時間、天氣、測量時長、行走軌跡與儀器放置位置等條件下，僅觀察不同圖形（開放、閉合）的誤差變化，從最大誤差的對比來看，開放圖形產生的極值分別為 66.4 公分與 50.6 公分；相較之下，閉合圖形的最大誤差則為 38.6 公分與 26.3 公分，這項趨勢顯示極端誤差與開放圖形具有較高的關聯性，其測量結果表現出明顯較高的不穩定性，另外從單次測量觀察，數據同時呈現出極小誤差與極大誤差並存的現象，這凸顯兩種圖形皆存在不穩定的表現，儘管如此，開放圖形的整體不穩定程度相對更高，該結果也與上述基線場長度測量結果相同。



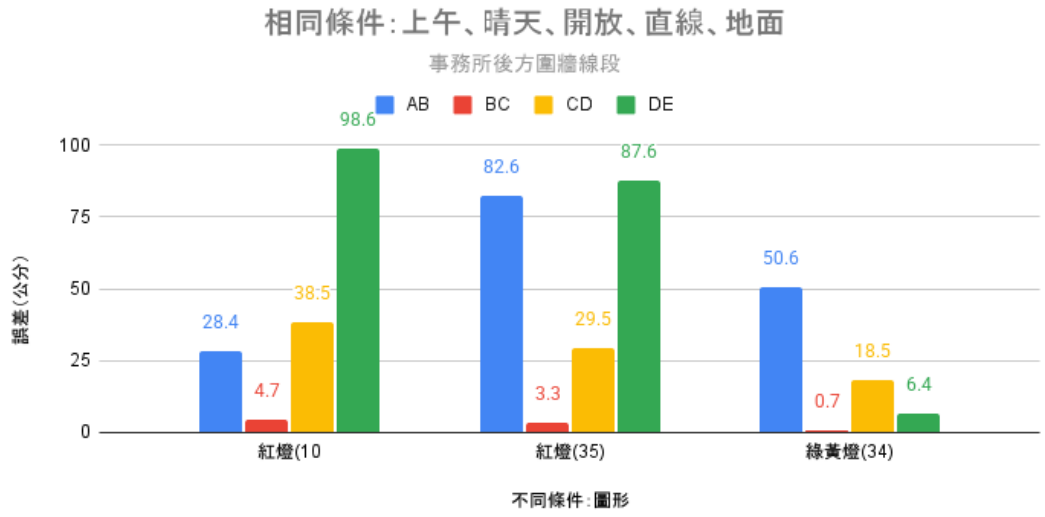
圖三十一　事務所後方圍牆測量長度誤差分析圖（不同測量圖形）

圖片來源：本研究自行繪製

肆、測量時長（綠燈、紅燈）

根據圖三十二所示，在相同的時間、天氣、測量圖形、行走軌跡與儀器放置位置等條件下，僅觀察不同測量時長（綠燈、紅燈）的誤差變化，在紅燈狀態下，最大誤差可以高達 100 公分左右，其餘大部分線段也都有 30 公分的誤差，而在綠燈狀態下，儘管仍有較高誤差（50.6 cm），但其數值遠低於紅燈狀態下的極值，且其他線段的誤差能控制在 20 公分以下。

該結果也與本研究預期相同，也與前述的基本長度測量結果相同，測量時長與高誤差有極高的關聯性，應避免在紅燈狀況下測量。

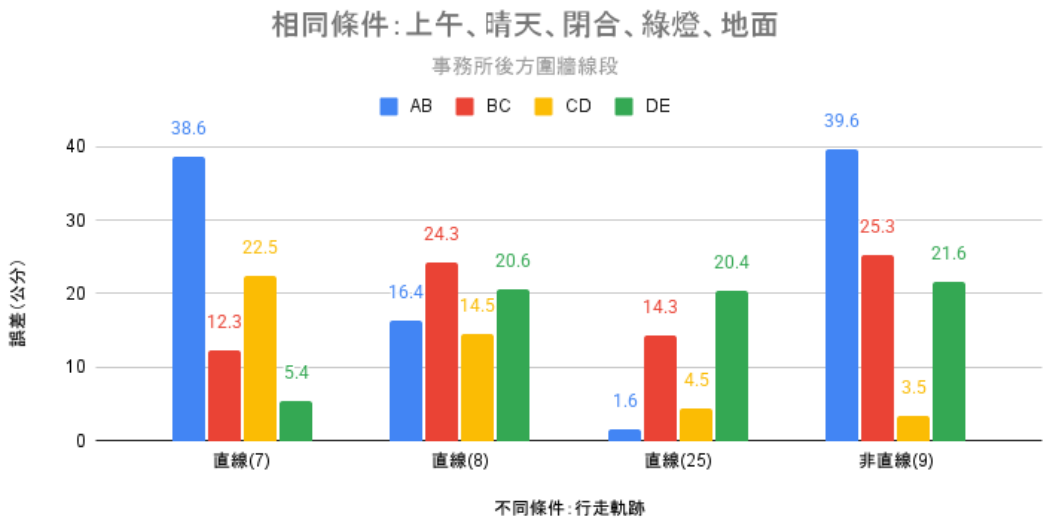


圖三十二　事務所後方圍牆測量長度誤差分析（不同測量時長）

圖片來源：本研究自行繪製

伍、行走軌跡（直線、非直線）

根據圖三十三所示，在相同的時間、天氣、測量圖形、測量時長與儀器放置位置等條件下，僅觀察不同行走軌跡（直線、非直線）的誤差變化，在直線軌跡下，雖然最大誤差有將近 40 公分，但也有出現極小的誤差，展現在理想條件下獲得高精度的潛力，而在非直線軌跡下，整體誤差普遍較高，最高誤差略為高於直線軌跡，但也能夠有極小誤差的測量數據，因此整體來說，無論直線或非直線軌跡，測量結果與誤差表現皆不穩定，測量誤差與行走軌跡並無強烈的相關性，該結果與上述基線場長度測量的結果相同。

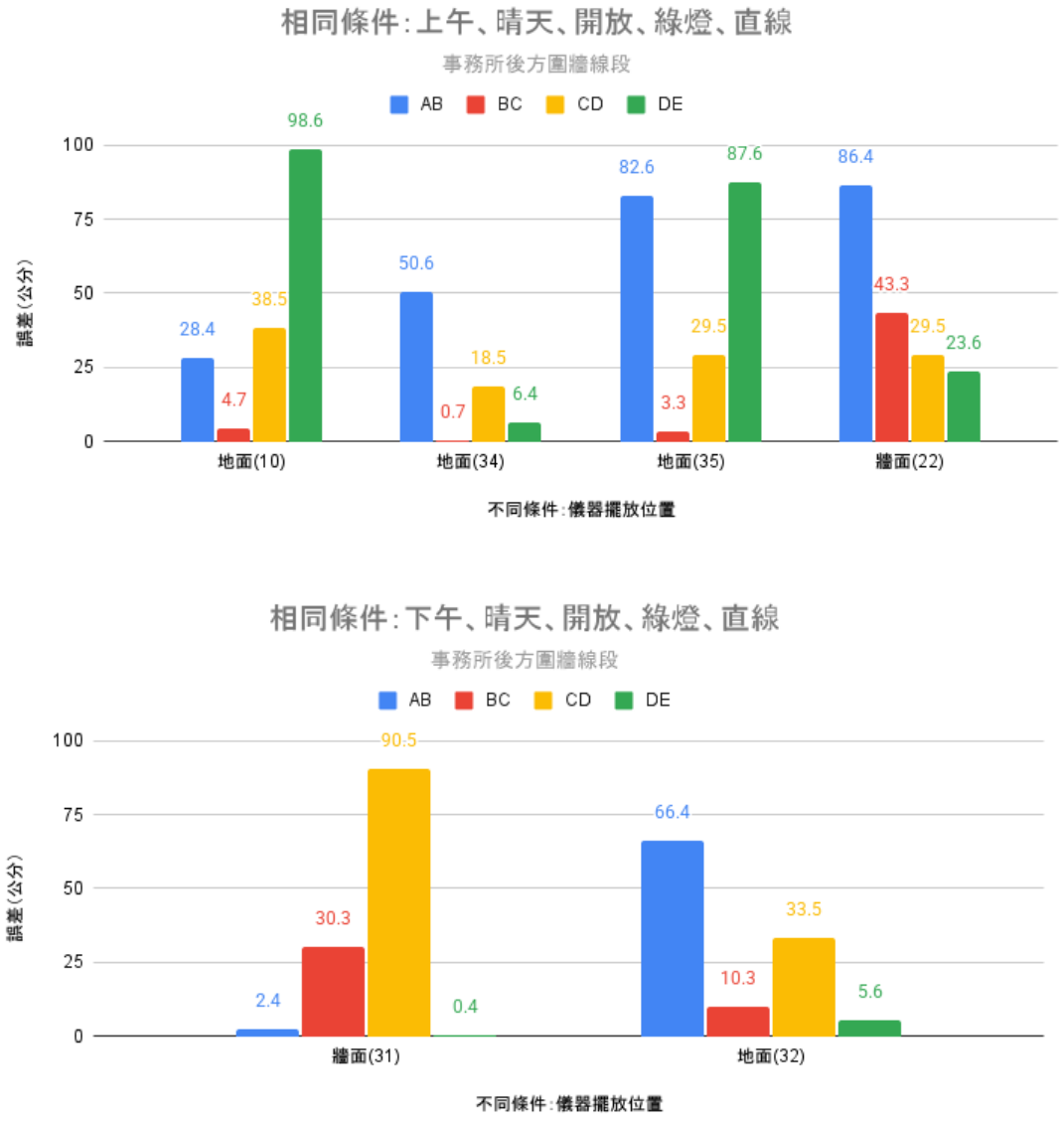


圖三十三　事務所後方圍牆測量長度誤差分析（不同行走軌跡）

圖片來源：本研究自行繪製

陸、儀器擺放位置（地面、牆面）

根據圖三十四所示，在相同的時間、天氣、測量圖形、測量時長與行走軌跡等條件下，僅觀察不同儀器放置位置（地面、牆面）的誤差變化，儀器放置於地面的最高誤差達到 98.6 公分，而放置於牆面的最高誤差亦高達 86.4 公分，兩種放置方式的極值差距並不大，皆遠超可接受的範圍，且誤差與精度表現也都不穩定，有極大的誤差，也有極小的誤差，顯示測量誤差與儀器擺放位置沒有明顯的相關性，該結果也與本研究預期相同。



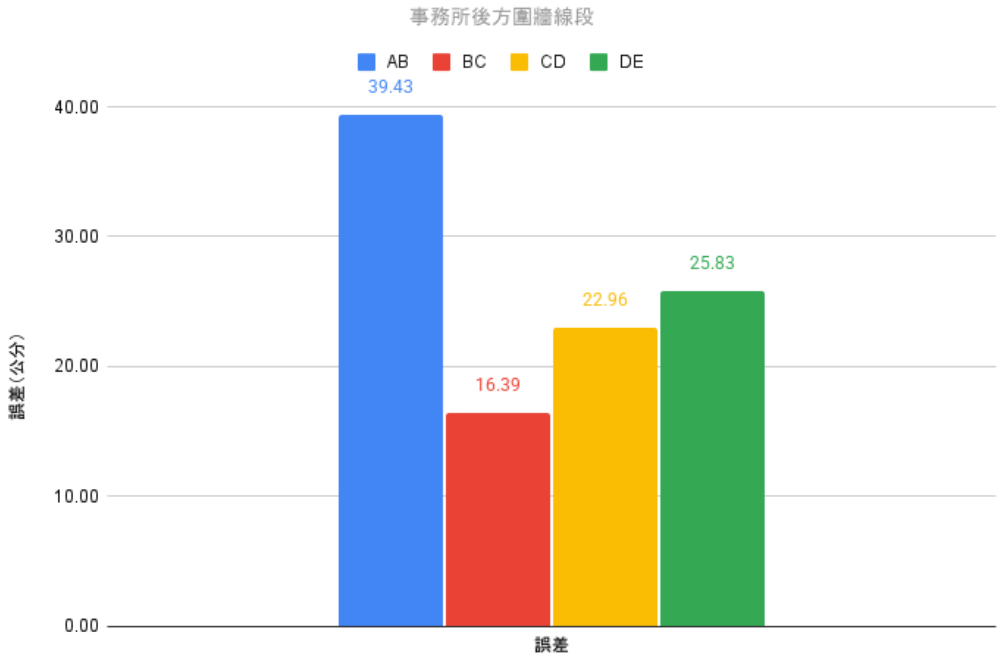
圖三十四　事務所後方圍牆測量長度誤差分析（不同儀器放置位）

圖片來源：本研究自行繪製

柒、小結

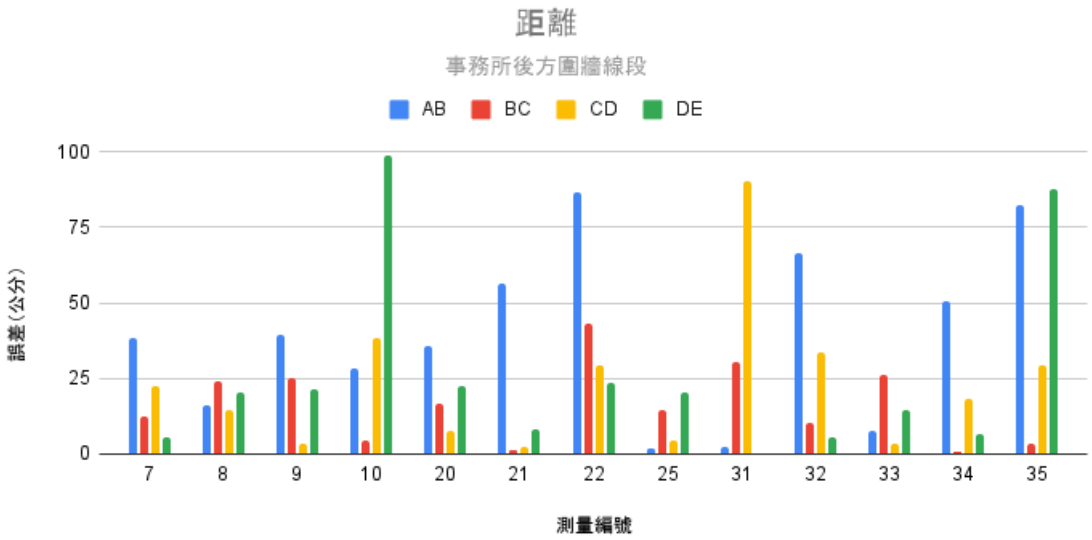
最後將所有圍牆線段之測量長度計算平均數，如圖三十五所示，所有線段的平均誤差皆高於地籍測量規則所規範的最大精度（2 至 6 公分），再根據所有個別測量數據所示（圖三十六），大誤差並沒有出現在特定的圍牆線段，本研究認為造成上述現象的原因可能為測量地形地物（例如圍牆）時，並沒有特定的精確點位參照（本研究為模擬測量現場狀況，沒有在圍牆角標註特定測量點位），因此每一次測量時，儀器放置的暫留點位未必完全相同，甚至也可能與全測站紅外照射的點位不完全相同，才造成上述之結果。

即使模擬測量地形地物之平均數結果皆未符合法規規定的最大誤差，也不代表無法使用 Moasure 測量地形地物，首先根據個別測量結果顯示（圖三十六），每一圍牆線段仍然有部分數據誤差極小，符合地籍測量法規規定的最小誤差（2 至 6 公分），再者，地政事務所外業測量作業時常碰到無正確尺寸可參考之地形地物（例如貨櫃屋、未辦保存登記建物、圍牆、水泥地範圍等），除非有竣工圖或建物測量成果圖等文件可確認，因此在使用 Moasure 測量地形地物時，操作方式應盡可能符合官方文件的建議、避免測量時長進入紅燈狀態、設定閉合圖形檢核起終點誤差比例，才是使用 Moasure 測量時能夠保持低誤差、達成高精度測量的方式。



圖三十五　事務所後方圍牆測量長度誤差分析圖—平均數據

圖片來源：本研究自行繪製



圖三十六　事務所後方圍牆測量長度誤差分析圖—所有個別數據

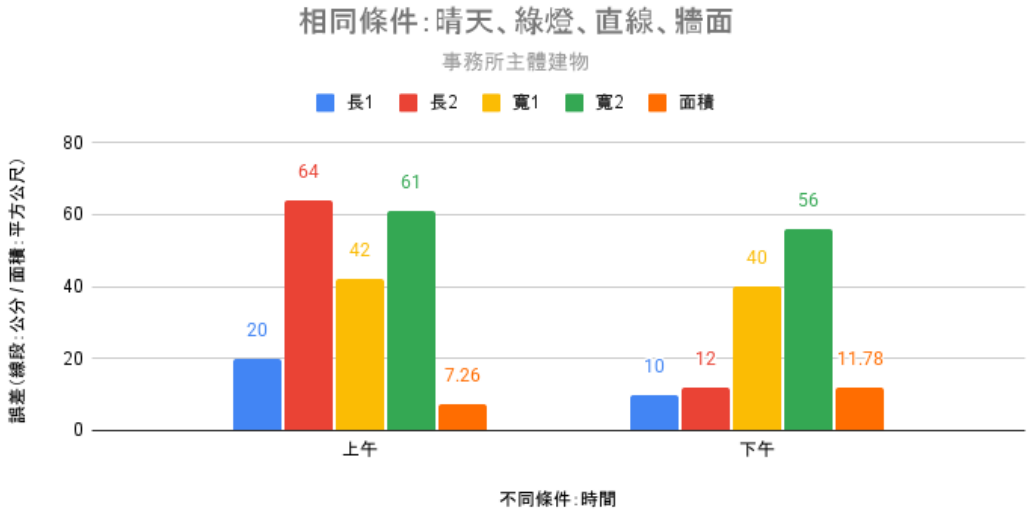
圖片來源：本研究自行繪製

第三節　事務所主體建物面積誤差分析

事務所主體建物面積測量設計之條件分別有時間、天氣、測量時長、行走軌跡與儀器擺放位置等 5 項，以下將逐一分析各項誤差。

壹、時間（早上、下午）

根據圖三十七所示，在相同的天氣、測量時長、行走軌跡與儀器放置位置等條件下，僅觀察不同時間（上午、下午）的誤差變化，無論上午或下午，沒有任何測量數據符合地籍測量法規的規範（2 至 6 公分），長度或寬度的最大誤差分別為 64 與 56 公分，面積誤差則分別為 7.26 與 11.78 平方公尺，且在同一次測量當中極小誤差與極大誤差同時出現，測量長度與寬度誤差在上午和下午皆呈現不穩定的表現，而面積誤差與測量時間（上午、下午）沒有明顯的關聯性，該結果也與上述測量實驗結果相同。



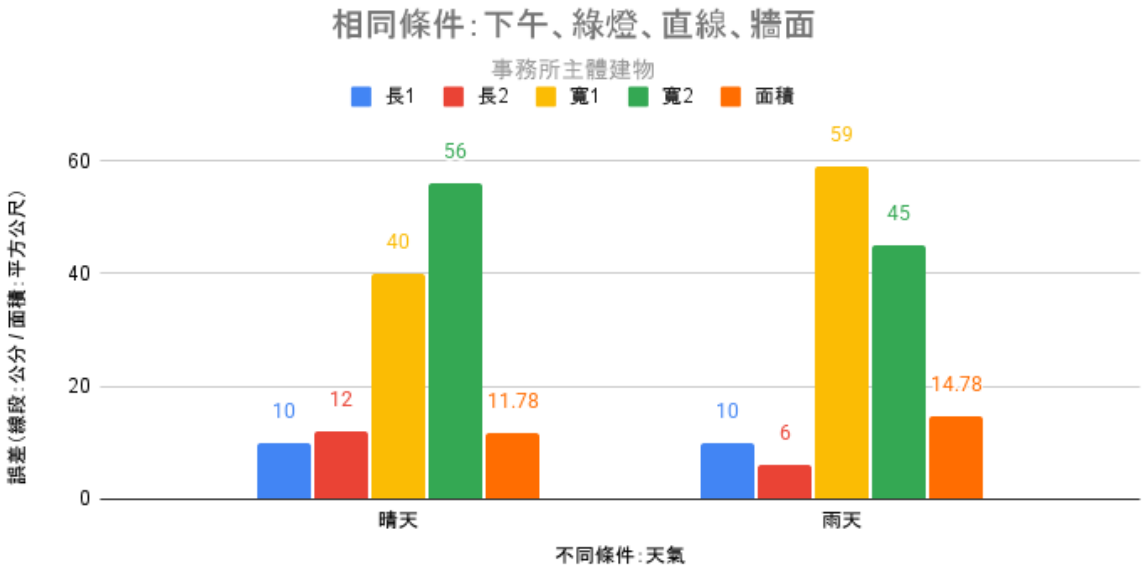
圖三十七　事務所主體建物測量長度、寬度與面積誤差分析圖（不同時間）

圖片來源：本研究自行繪製

貳、天氣（晴天、雨天）

根據圖三十八所示，在相同的時間、測量時長、行走軌跡與儀器放置位置等條件下，僅觀察不同天氣（晴天、雨天）的誤差變化，只有一個測量數據剛好符合地籍測量法規規範的最大誤差（2 至 6 公分），其餘沒有任何測量數據符合規範，長度或寬度的最大誤差分別

為 56 與 59 公分，面積誤差則分別為 11.78 與 14.78 平方公尺，且在同一次測量當中極小誤差與極大誤差同時出現，測量長度與寬度誤差在晴天和雨天皆呈現不穩定的表現，而面積誤差與天氣（晴天、雨天）沒有明顯的關聯性，該結果也與上述測量實驗結果相同。

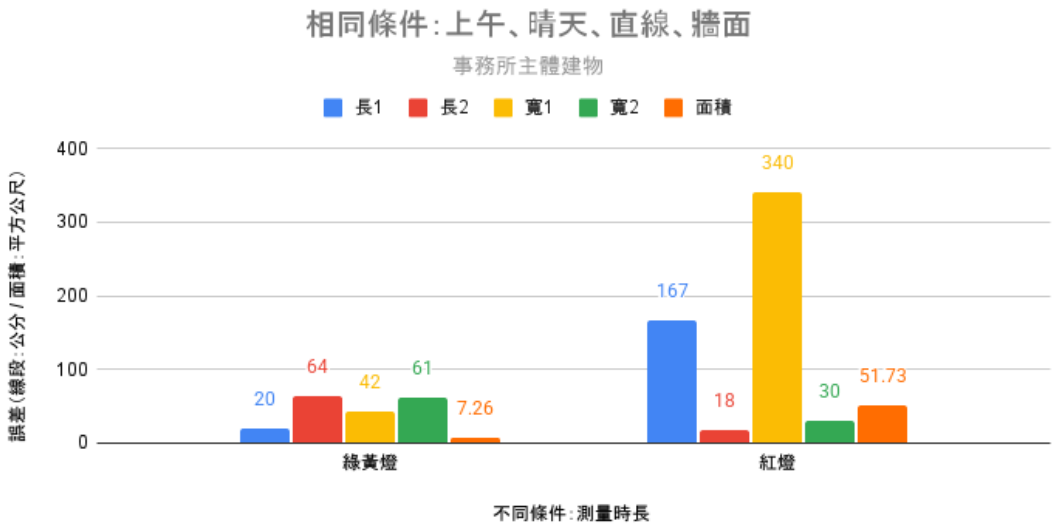


圖三十八　事務所主體建物測量長度、寬度與面積誤差分析圖（不同天氣）

圖片來源：本研究自行繪製

參、測量時長（綠燈、紅燈）

根據圖三十九所示，在相同的時間、天氣、行走軌跡與儀器放置位置等條件下，僅觀察不同測量時長（綠燈、紅燈）的誤差變化，沒有任何測量數據符合地籍測量法規規範的最大誤差(2至6公分)，但紅燈的誤差明顯大幅上升，最大誤差超過 3 公尺，面積誤差則超過 50 平方公尺，即使綠燈狀況下的誤差仍不符合法規規範的最大誤差，但其誤差數值遠低於紅燈狀況下的極值，該結果也與上述測量實驗結果相同，測量時長與高誤差有極高的關聯性，應避免在紅燈狀況下測量。

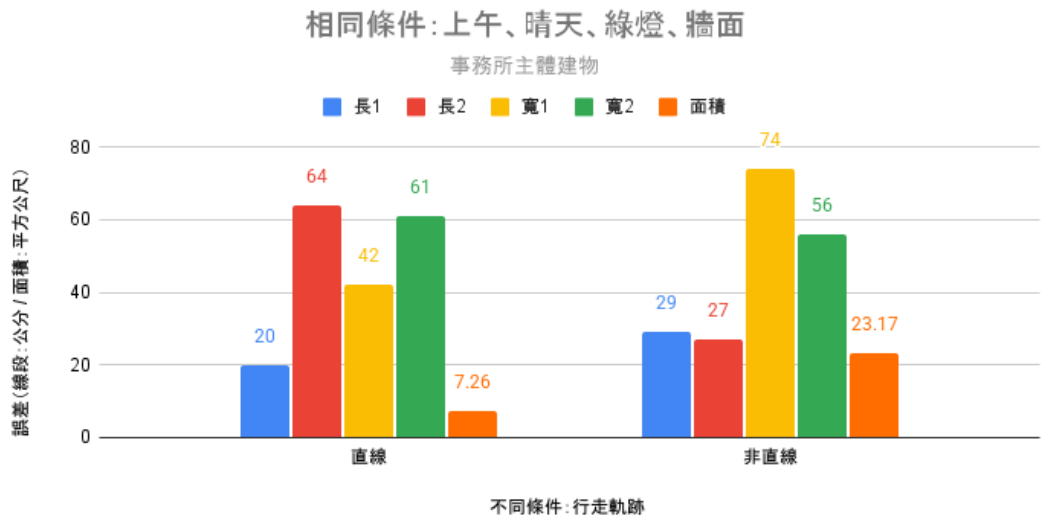


圖三十九　事務所主體建物測量長度、寬度與面積誤差分析圖（不同測量時長）

圖片來源：本研究自行繪製

肆、行走軌跡（直線、非直線）

根據圖四十所示，在相同的時間、天氣、測量時長與儀器放置位置等條件下，僅觀察不同行走軌跡（直線、非直線）的誤差變化，無論直線或非直線軌跡，沒有任何測量數據符合地籍測量法規規範的最大誤差（2 至 6 公分），長度或寬度的最大誤差分別為 64 與 74 公分，面積誤差則分別為 7.26 與 23.17 平方公尺，測量長度與寬度誤差在直線和非直線軌跡皆呈現不穩定的表現，而面積誤差在非直線軌跡的情況下較大，但整體來說測量長度、寬度及面積誤差與行走軌跡並無明顯強烈的關聯性，該結果也與上述測量實驗結果相同。

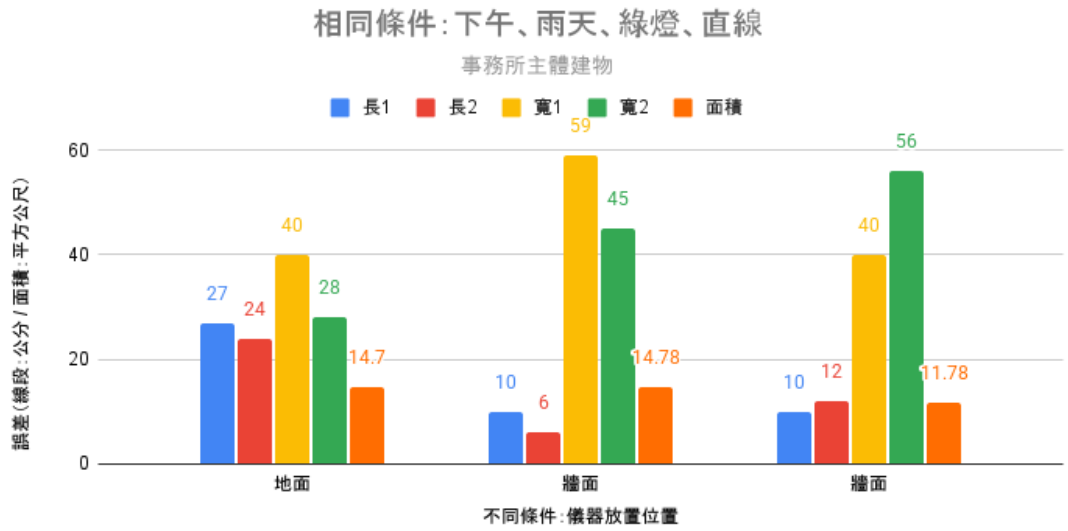


圖四十　事務所主體建物測量長度、寬度與面積誤差分析圖（不同行走軌跡）

圖片來源：本研究自行繪製

伍、儀器擺放位置（地面、牆面）

根據圖四十一所示，在相同的時間、天氣、測量時長與行走軌跡等條件下，僅觀察不同儀器放置位置（地面、牆面）的誤差變化，只有一個測量數據剛好符合地籍測量法規規範的最大誤差(2 至 6 公分)，其餘沒有任何測量數據符合規範，長度或寬度的最大誤差分別為 59 與 56 公分，面積誤差則分別為 14.78 與 11.78 平方公尺，且在同一次測量當中極小誤差與極大誤差同時出現，測量長度與寬度誤差在地面與牆面皆呈現不穩定的表現，而面積誤差與儀器擺放位置沒有明顯的關聯性，該結果也與上述測量實驗結果相同。



圖四十一　事務所主體建物測量長度、寬度與面積誤差分析圖（不同儀器放置位置）

圖片來源：本研究自行繪製

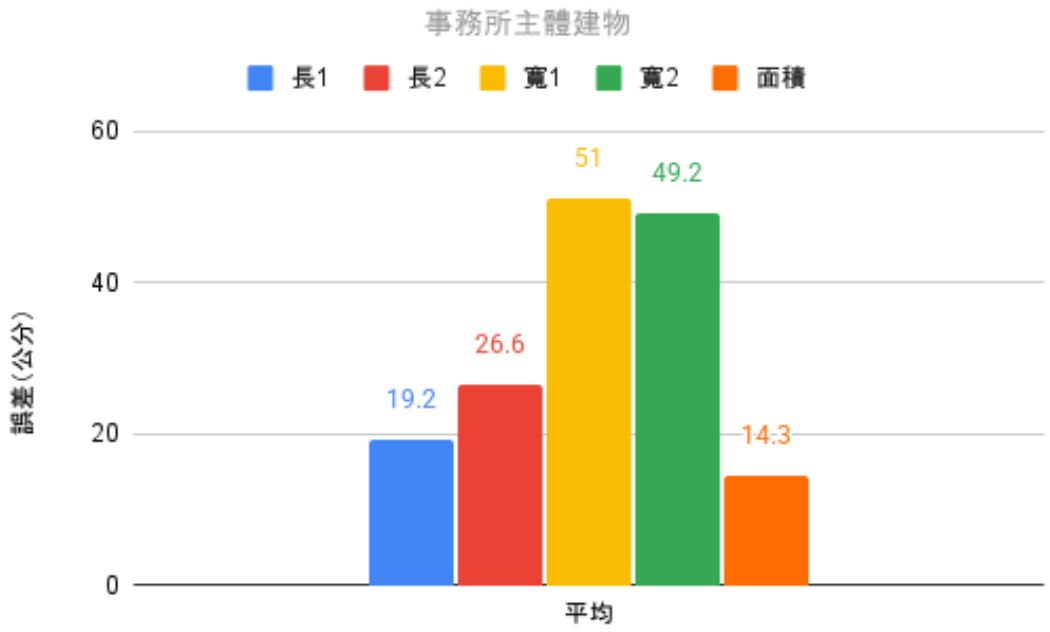
陸、小結

最後將所有測量結果計算平均數，如圖四十二所示，此結果與法律規定容許的最大誤差（2 至 6 公分）相比，所有長度與寬度的平均誤差均遠遠超過法定允許範圍，這表明現階段 Moasure 的平均測量精度不足以直接滿足現行的法律要求。

但需注意的是，本研究所參照的建物測量成果圖是民國 83 年轉繪，可能存在當時測量技術不成熟導致成果圖尺寸不完全準確的問題，而由於比較的真值本身可能帶有誤差，因此實驗計算出的誤差

數值並非完全準確，這意味著雖然數據顯示誤差極大，但部分誤差可能源於參考圖的不精確（且本研究並未使用全測站等精度較高的儀器核對事務所尺寸），而非儀器本身，然而上述圖表所呈現的各項條件間誤差波動的趨勢與相對差異，仍可作為評估誤差與儀器性能的有效依據。

本節測量事務所主體建物面積的實驗是在模擬地政事務所外業測量作業關於建物查封測量尺寸與面積時的情境，綜合上述分析，在適當條件下，仍能夠使用 Moasure「輔助」測量，該儀器在短距離、平坦地形、閉合圖形以及避免長時間（紅燈）的特定條件組合下，能夠將誤差控制在相對較低的範圍，因此，在不要求法律精度、僅需進行快速勘查、輔助估算或初步規劃等非正式測量的情形下，或是僅測量小面積範圍，只要嚴格控制上述風險變因，該儀器仍具有其操作上的實用性與適用性。



圖四十二　事務所主體建物測量長度、寬度與面積誤差分析圖—平均數據

圖片來源：本研究自行繪製

第四節　基線場放樣誤差分析

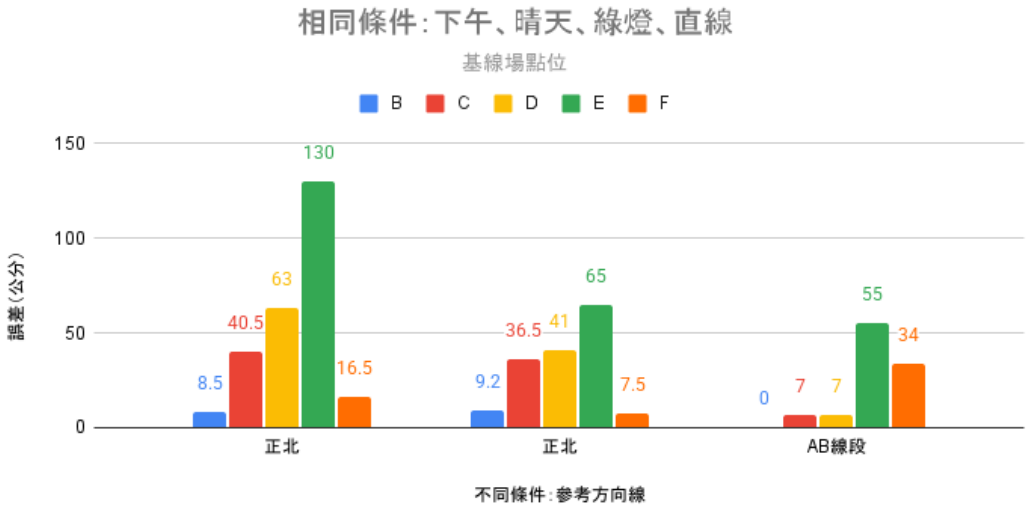
事務所主體建物面積測量設計之條件分別有參考方向線、時間、測量時長、行走軌跡等 4 項，以下將逐一分析各項誤差。

壹、參考方向線（正北、固定兩點）

根據圖四十三所示，在相同的時間、天氣、測量時長與行走軌跡等條件下，僅觀察不同參考方向線（正北、AB 線段）的放樣誤差變化，當使用正北作為參考方向線時，所有的放樣誤差皆高於地籍測量規範的最大誤差（2 至 6 公分），且最大誤差可達 1.3 公尺，另一方面，當使用 AB 線段作為參考方向線時，所有的放樣誤差雖仍高於地籍測量規範的最大誤差，但誤差極值遠低於正北參考方向線，且誤差較為穩定。

該實驗條件（參考方向線）原先並未在研究設計當中，而是在實驗過程中發現實地現場抓取正北方向不易，且正北參考線獲得之放樣結果誤差過大，才另以已知兩點 AB 作為參考方向線，該結果顯示正北參考方向與極端高誤差的出現具有相關性，AB 參考方向線與較低誤差及測量穩定性相關性較高，因此以下測量實驗皆以 AB 兩點作為參考方向線。

本研究最初設計以正北作為參考方向線的原因有以下幾點，第一，能夠預先對放樣各點進行座標轉換，計算 Moasure 的相對參考座標，第二，座標轉換公式簡單，且在 Moasure 應用程式顯示的預覽圖形會與地政系統的圖形完全一樣，第三，實地現場僅需一已知位置的點位即可放樣；若改以已知兩點作為參考方向線，會有以下缺點，第一，必須確定現場已知兩點點位，才能夠對放樣點位進行座標轉換，第二，座標轉換公式複雜，且在 Moasure 應用程式顯示的預覽圖形會與地政系統的略有不同（旋轉），第三，現場必須有兩已知點位才能夠進行放樣。

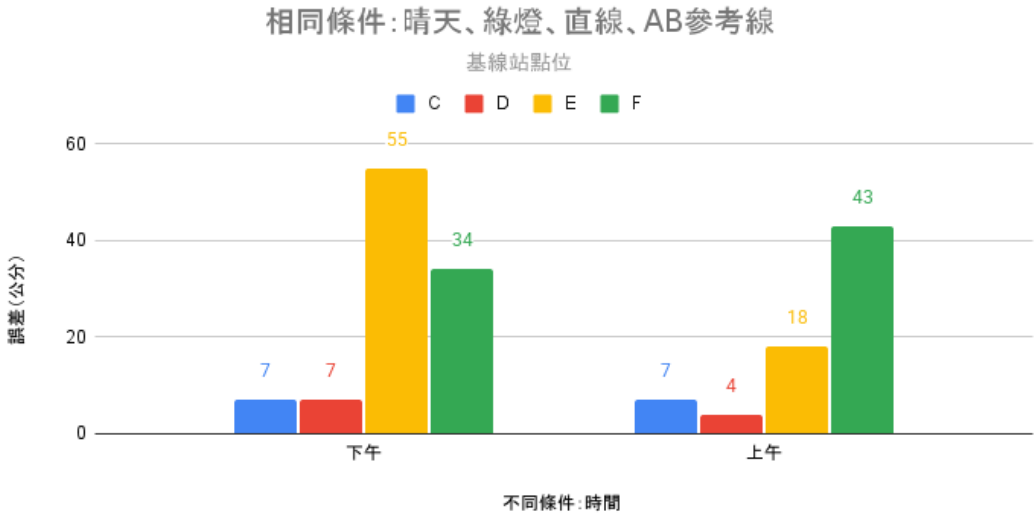


圖四十三　基線場放樣誤差分析（不同參考方向線）

圖片來源：本研究自行繪製

貳、時間（早上、下午）

根據圖四十四所示，在相同的天氣、測量時長、行走軌跡與參考方向線等條件下，僅觀察不同時間（上午、下午）的誤差變化，最大放樣誤差分別為 55 公分與 43 公分，上午與下午皆可能出現極端放樣誤差，且極小誤差（4 至 7 公分）與極大誤差同時出現，顯示極端誤差的產生與測量時間的關聯性較低，該結果也與上述測量實驗結果相同，另外若操作得宜，放樣誤差也能夠非常接近甚至合乎地籍測量規則所規定的最大誤差（2 至 6 公分）。

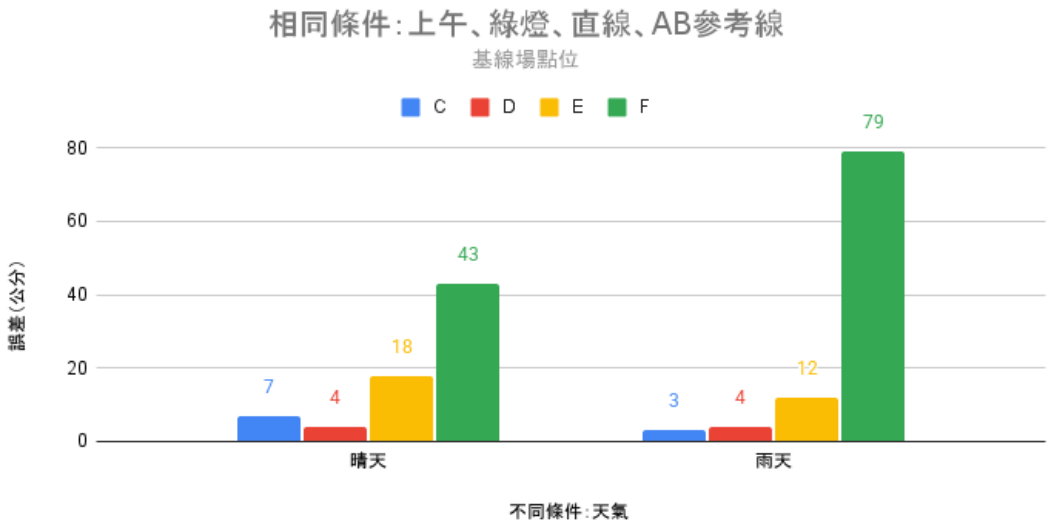


圖四十四　基線場放樣誤差分析（不同時間）

圖片來源：本研究自行繪製

參、天氣（晴天、雨天）

根據圖四十五所示，在相同的時間、測量時長、行走軌跡與參考方向線等條件下，僅觀察不同天氣（晴天、雨天）的誤差變化，雖然雨天的最大誤差（79 公分）顯著高於晴天的最大誤差（43 公分），但是雨天在 C、D、E 點位的誤差與晴天持平甚至更小，顯示不同點位對天氣變化的反應並不一致，極端誤差的產生與天氣的關聯性較低，該結果也與上述測量實驗結果相同，且如果操作得宜，在雨天的情況下，放樣誤差也能夠非常接近甚至合乎地籍測量規則所規定的最大誤差（2 至 6 公分）。

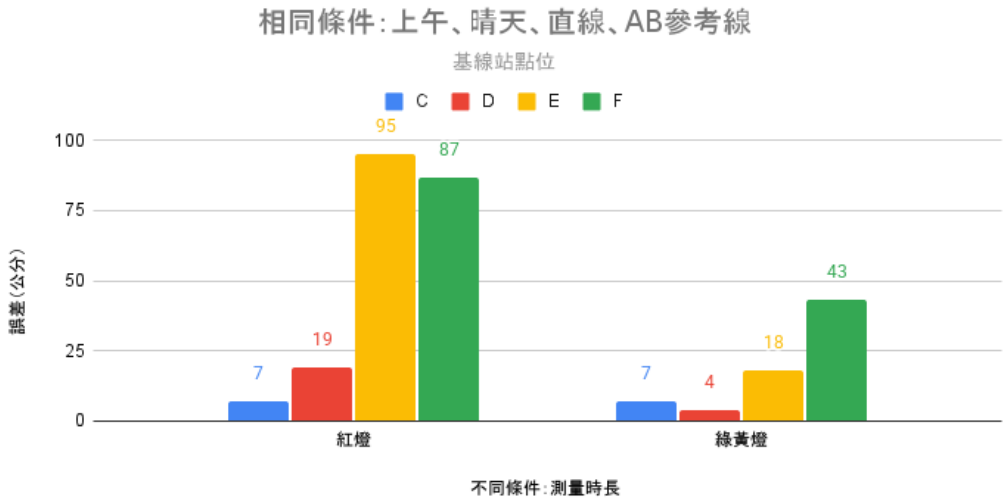


圖四十五　基線場放樣誤差分析（不同天氣）

圖片來源：本研究自行繪製

肆、測量時長（綠燈、紅燈）

根據圖四十六所示，在相同的時間、天氣、行走軌跡與參考方向線等條件下，僅觀察不同測量時長（綠燈、紅燈）的誤差變化，D、E、F 三點的誤差在紅燈情況下顯著增加，顯示測量時長與放樣誤差之間存在相關性，測量時長越長（紅燈），測量誤差會有增加的趨勢，該結果也是上述測量實驗結果相同。

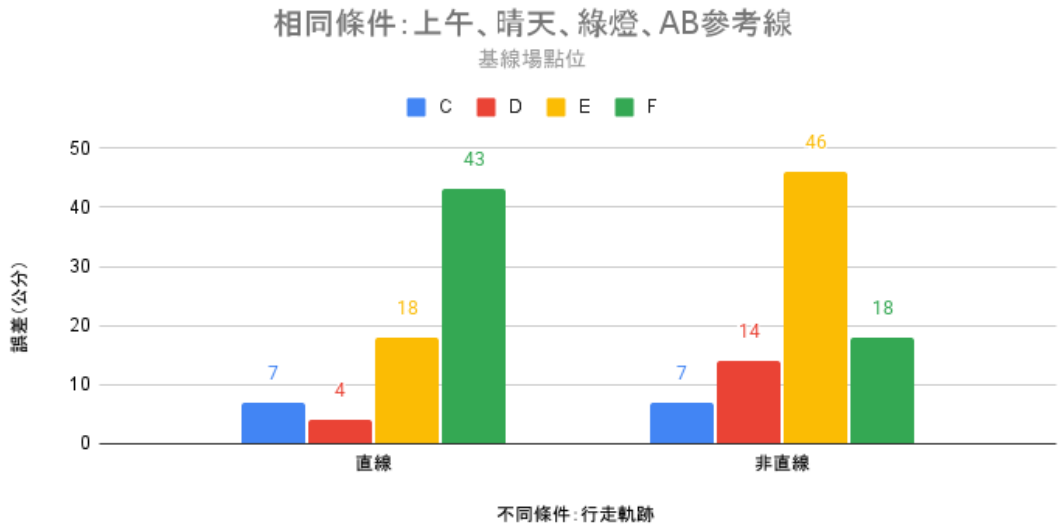


圖四十六　基線場放樣誤差分析（不同測量時長）

圖片來源：本研究自行繪製

伍、行走軌跡（直線、非直線）

根據圖四十七所示，在相同的時間、天氣、測量時長與參考方向線等條件下，僅觀察不同行走軌跡（直線、非直線）的誤差變化，不同點位對行走軌跡變化的誤差表現不一致（誤差有增加、減少或不變），顯示行走軌跡與放樣誤差之間的關聯性低，該結果也與上述測量實驗結果相同。



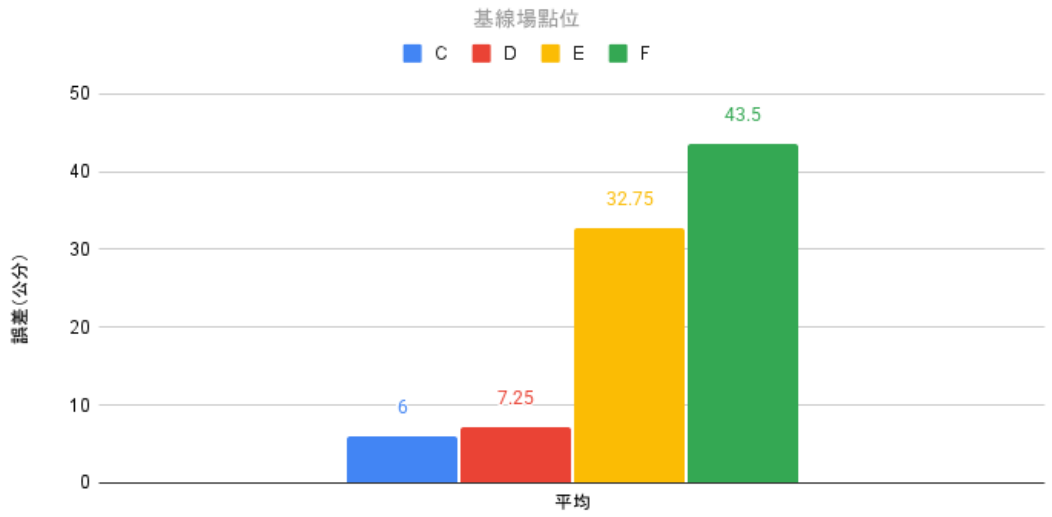
圖四十七　基線場放樣誤差分析（不同行走軌跡）

圖片來源：本研究自行繪製

陸、小結

最後將所有放樣的誤差數據計算平均數，如圖四十八所示，只有 C 點位的放樣誤差剛好符合地籍測量法規規範的最大誤差，其餘點位皆不符合，另外若從行走順序與距離觀察（本研究行走順序為 A、B、C、D、E、F），行走越遠，平均放樣誤差持續增加，顯示放樣精度與行走距離（行走順序）存在顯著的負相關性，也就是說，行走距離越遠或放樣點位距離基準參考點越遠，誤差也會越大，而該結果也與上述測量長度實驗結果相同，距離越遠，放樣誤差（或量測距離的誤差）有增加的趨勢。

整體來說，若要使用 Moasure 進行放樣且合乎地籍測量法規規範的最大誤差，時間（上午、下午）、天氣（晴天、雨天）及行走軌跡（直線、非直線）與誤差表現的相關性不大，而測量時長（綠燈、紅燈）及行走距離與誤差表現的相關性較大，因此在嚴格控制測量時長、操作 Moasure 適當的情況下，可以嘗試使用 Moasure 進行「短距離」的放樣，其他情況則建議使用 Moasure 作為「輔助」、「參考」或初步檢查的依據，不宜作為地籍測量鑑界的最終結果。



圖四十八　基線場放樣誤差分析—平均數據

圖片來源：本研究自行繪製

第五章　外業應用

本研究在研究期間多次嘗試使用 Moasure 進行測量，最後挑選三次較為成功的測量結果，作為 Moasure 輔助地政事務所外業測量作業的實際應用案例，分別為林口區新林段 51、52 地號鑑界、新莊區中原段建物查封案件與五股區五股段建物查封案件，以下將展示測量結果圖形、分析成果誤差與分享實際使用體驗。

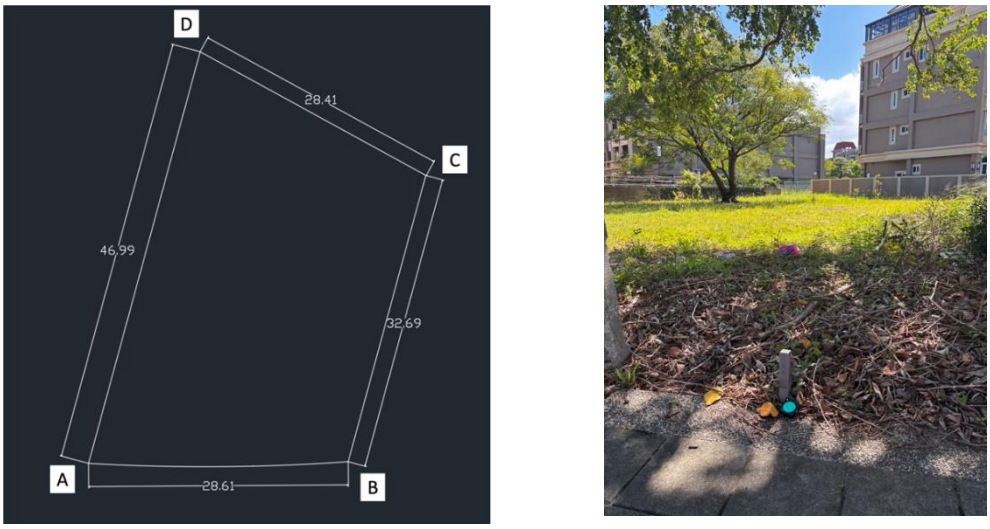
壹、林口區新林段 51、52 地號土地鑑界案件

本案土地為林口區新林段 51、52 地號土地，土地尺寸與現場照片如圖四十九所示，土地現況為草地，登記面積為 1106.65 平方公尺，本案鑑界放樣完成後使用 Moasure 測量界址點之間的距離，成果如圖五十左圖所示，測量過程起點為 A 點，行走順序為 BCD，最後再回到 A 點，起終點誤差為 0.2%，與真實尺寸相比，AB 線段相差 11 公分、BC 線段相差 34 公分、CD 線段相差 77 公分、AD 線段相差 1 公分，面積則是相差 12.54 平方公尺，綜合分析，只有 AD 線段的誤差符合地籍測量規則規定的最大誤差（2 至 6 公分），其餘線段誤差皆超過 6 公分。

本研究認為造成上述誤差的可能原因有以下幾點，第一，該筆土地多數界址點皆為塑膠界樁（如圖四十九右圖），塑膠樁若高於地面，Moasure 放置位置便無法完全貼合塑膠樁十字中心，進而造成 Moasure 測量位置與十字中心之間的測量誤差；第二，該筆土地部分界址點位於雜草較高處，造成不易放置 Moasure 於塑膠樁十字中心，且雜草會使附近地形較為不平坦，放置 Moasure 時無法使 Moasure 立即處於平放靜止狀態，進而延長測量時長，根據上述測量長度實驗結果顯示，較長的測量時長與不平坦的地形，皆與誤差的有關聯性；第三，由於宗地尺寸較長，根據上述測量長度實驗結果，長距離與較大誤差具有關聯性；第四，因為距離較長，使用者需花費較長時間專注於行走與控制 Moasure，若行走期間稍微不專注，沒有完全按照官方文件建議的操作方式，也可能造成 Moasure 的測量誤差。

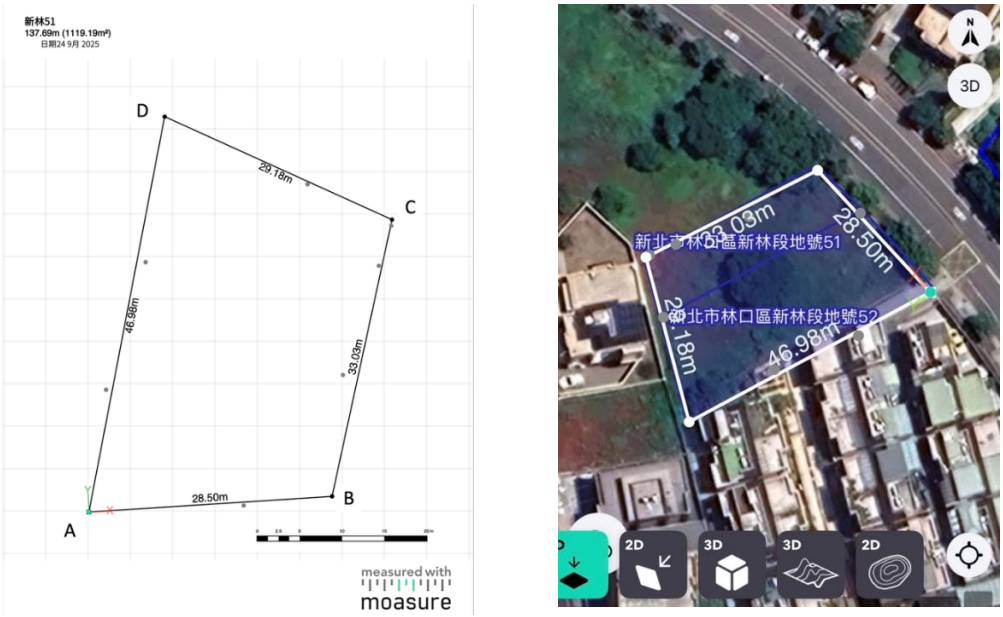
關於使用體驗部分，在手機 Moasure 應用程式測量介面，能夠更換測量圖形的背景圖片，例如可以更換成航照圖或地籍圖，讓使用者能夠更快速與方便地檢核測量成果，如圖五十右圖所示。

整體來說，由本次實際應用結果顯示，在操作得宜的情況下，仍然能夠有機會非常精準的測量結果，但其具有偶然性，即使使用者自認為測量過程並無大差錯且都合乎官方文件建議的操作方式，或是測量過程中 Moasure 應用程式並沒有顯示任何測量改善提示，也不代表測量成果的誤差能夠合乎法規規範，仍須謹慎評估與檢驗 Moasure 的測量數據。



圖四十九　林口區新林段 51、52 地號土地示意圖與現場照片

圖片來源：新莊地政事務所地政系統資料與本研究自行拍攝



圖五十　Moasure 測量成果與 Moasure 測量介面

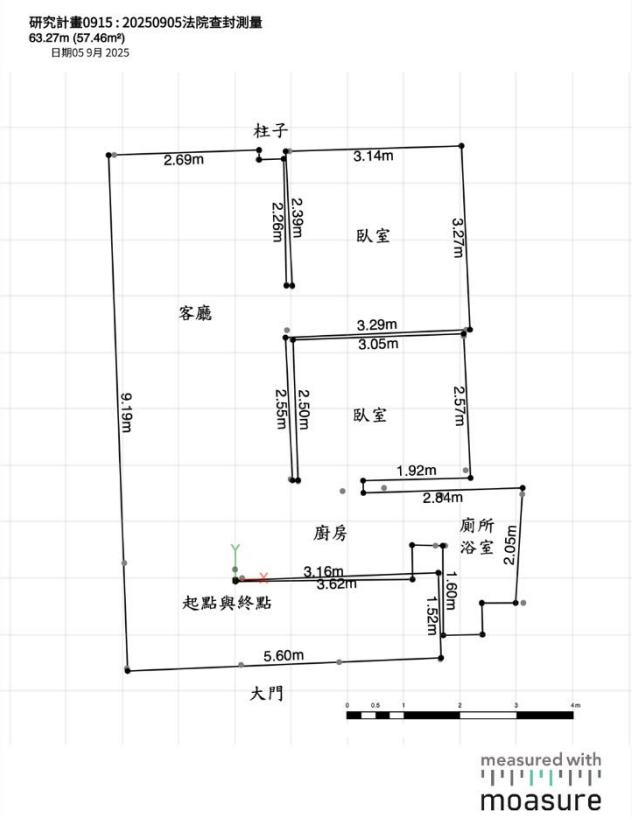
圖片來源：本研究自行測量與繪製

貳、新莊區中原段建號建物查封案件

本案為法院查封案件，測量新莊區中原段 1552 建號建物，該建物為已登記建物，有建物測量成果圖（如圖五十二所示）的尺寸可供參考，因此本案僅為確認現場尺寸與登記尺寸是否相符。

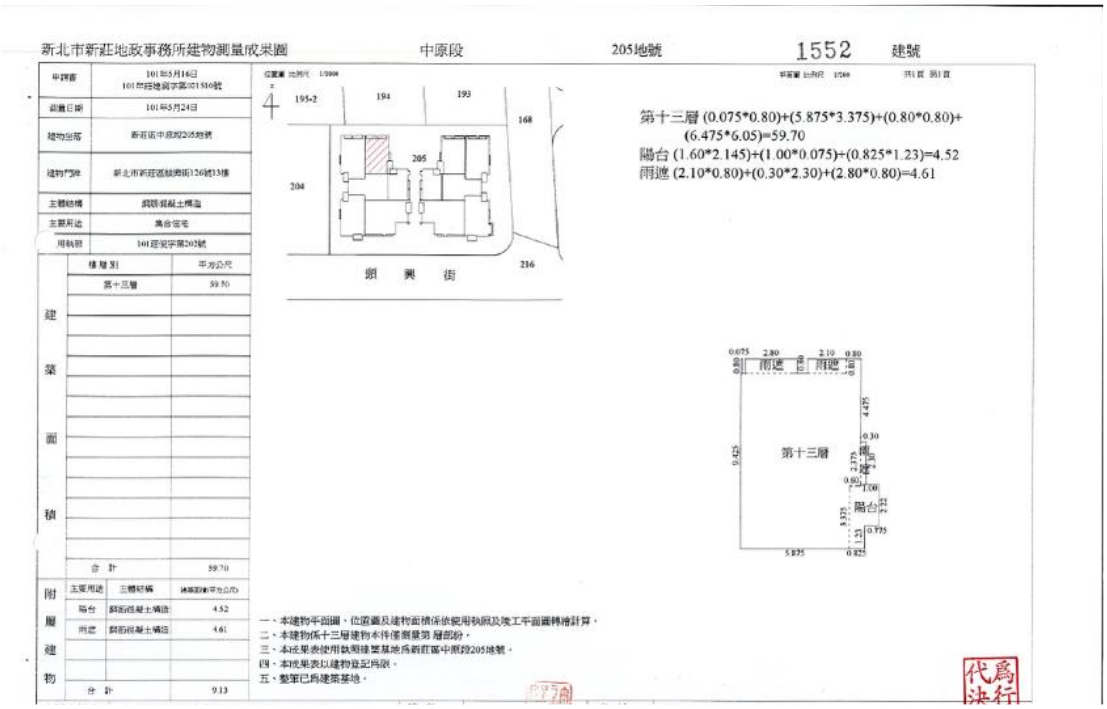
本案現場地面有些許雜物，部分轉點無法放置 Moasure，因此整體測量流程是將 Moasure 放置於牆面進行測量，測量成果如圖五十一所示，起點與終點相同形成閉合圖形，起點與終點誤差為 0.4%。

本次使用 Moasure 測量面積為 57.46 平方公尺，登記面積為 64.22 平方公尺（主建物加陽台），而 Moasure 測量基準為牆內緣，不包含牆壁與柱子，因此測量面積小於登記面積尚屬合理且相差不遠，測量成果的圖形也與建物測量成果圖的圖形極為相近，另外本次測量流程順利，僅花費幾分鐘，即可產製整體建物的平面輪廓、尺寸與面積，且佈局與隔間明顯，整體參考性極高，因此本研究認為本次測量結果尚屬堪用，該建物無任何增建部分。



圖五十一　中原段建物 Moasure 測量成果圖

圖片來源：本研究自行測量與繪製



圖五十二　新莊區中原段 1552 建號建物測量成果圖

圖片來源：新莊地政事務所

參、五股區五股段地號土地未登記建物查封案件

本案為法院查封案件，測量位於門牌五股區中興路四段 27 巷 10 之未登記建物，由於該棟建物整棟皆未辦登記，無測量成果圖與使用執照圖說等尺寸可供參考，因此該部分僅展示測量繪製成果與分享實際使用體驗，無任何誤差分析。

該建物為三層建物，外觀如圖五十三所示，第一、二層為辦公室，內部經過裝修，有需多書櫃、隔板、隔間、牆壁與辦公桌椅等障礙物，因此測量時 Moasure 皆放置於牆面，而第三層為鐵皮加蓋，整層空曠並未使用，因此測量時 Moasure 皆放置於地面，成果如圖五十四所示，一樓的起點與終點誤差為 0.2%，三樓的起點與終點誤差為 0.5%，整體來說，一樓與三樓的測量圖形輪廓與尺寸相近，但一樓測量基準皆是牆內緣，且不包含樓梯間，而三樓測量基準大部分為牆外緣，因此一樓面積小於三樓面積尚屬合理。

本案件在使用 Moasure 測量一樓前，先走遍整層勘查平面配置，評估障礙物（隔間牆壁、門、書桌椅、書櫃與白板等）位置，預先計畫測量時的行走動線與 Moasure 放置牆面的順序，因此整體測量流

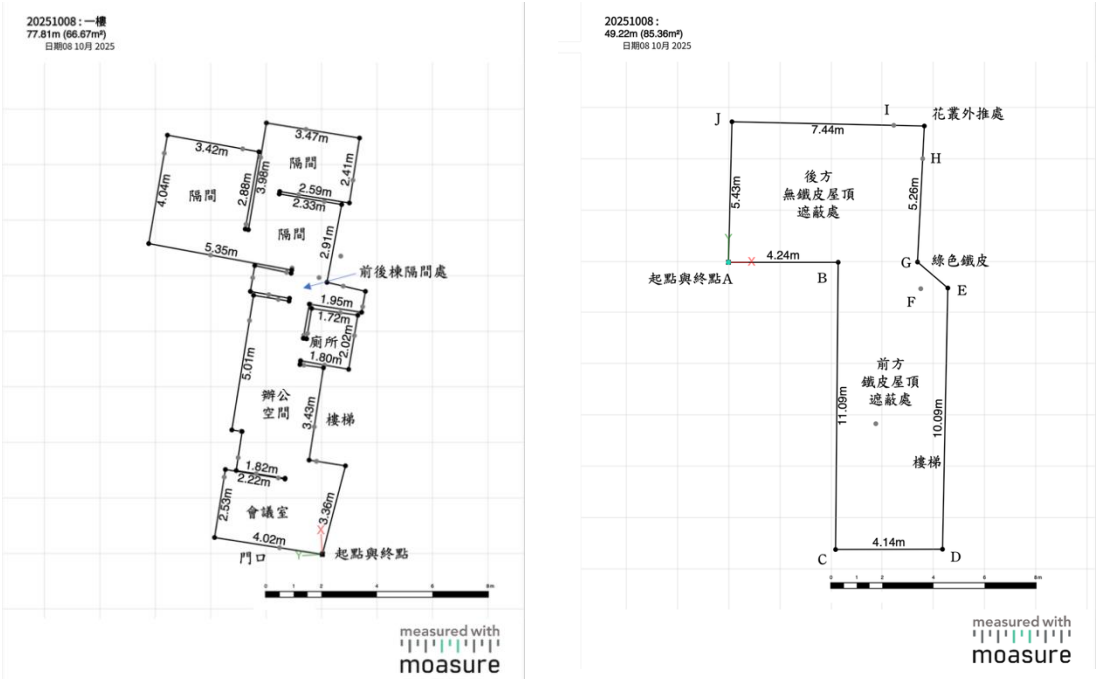
程順利，並未耗費太多時間與精力，而三樓的部分因有一轉角被花叢佔用而無法放置 Moasure，因此在該轉角兩側可放至 Moasure 處停留測量兩點（如圖五十五右下圖 H、I 點所示），再使用應用程式內建的「外推角點」功能，使得原先無法測量的角點也能夠被計算與測繪。

本案建物並無任何尺寸可供參考，代表沒有真實尺寸，因此測量成果以現場實測為準，而該建物恰巧有第一層與第三層的測量成果可互相比對與參照，且起點與終點誤差皆符合官方文件建議的限制（1%以內），使用者實測流程也都順利流暢，手機應用程式也為顯示任何改善提示，測量完畢後再配合地形圖套疊確認周遭地形地物，皆無不合理之處，綜合以上分析，本研究認為該建物使用 Moasure 測量並無操作不當與疏忽之處，認為本次測量成果尚屬堪用，甚至與皮尺實量尺寸相比更為準確與全面。



圖五十三　建物外觀

圖片來源：本研究自行拍攝



圖五十四　五股段建物 Moasure 測量成果圖

圖片來源：本研究自行測量與繪製



圖五十五　五股段建物第三層現場照片

圖片來源：本研究自行拍攝

第六章　研究結論

本研究旨在評估利用 Moasure 慣性動態測量儀器輔助地政事務所地籍測量（包括長度、面積量測與鑑界放樣）外業作業的可行性。實驗結果明確指出（所示**表十四**），測量時長及行走距離與誤差表現呈現高度相關性，證明若要維持精度，必須嚴格限制測量距離並縮短測量時長。此外，官方文件所建議的關鍵操作技巧——包括快速行走的步伐、快速且輕柔地放置儀器避免懸停，以及逐漸而非突然地旋轉儀器以保護感應器——皆是達成高精度測量的必要條件。鑒於這些操作技巧需經多次嘗試與練習方能掌握，強烈建議使用者務花費時間進行練習，並在實際測量過程中，時刻關注並嚴格執行上述操作規範，以確保數據的可靠性。

在對照地籍測量法規所規範的最大誤差範圍時，Moasure 儀器的誤差表現呈現出偶然性與不穩定性，即使在相同操作條件下也可能同時出現極小與極大的誤差值。因此，建議應根據測量情境的數據可得性來確定 Moasure 的應用定位：

壹、有真實參考數據（如鑑界時的宗地資料或已登記建物的測量成果圖）：鑑於其不穩定性，建議將 Moasure 用於「輔助」地籍測量，其測量成果僅作為內部「參考」或現場檢核之用，不宜作為最終測量成果。

貳、無真實數據參考（如使用面積測量或未登記建物查封）：在缺乏既有數據比對的測量中，若能嚴格遵循本研究與官方文件所建議的操作條件（例如控制測量時長、確保短距離作業），則可嘗試使用 Moasure 進行初步測量，但其成果必須經過多方檢核與嚴謹評估後，方可作為最終的測量成果。

表十四　各項條件與誤差之相關性總表

條件	相關性
測量時長	相關性高 （時長越長，誤差越大） 相關性高
測量（行走）距離	相關性高 （距離越長，誤差越大） 相關性高
地形	相關性高 （地形起伏大，誤差較大）
測量圖形、時間、天氣、行走軌跡、儀器放置位置	相關性低

圖片來源：本研究自行整理

儘管 Moasure 儀器在精度方面存在局限性，但其在操作效率與便利性上的優勢，使其仍具備獨特的應用價值：

壹、操作的高效率性：Moasure 僅需單人操作，無需傳統測量所需的額外助手，大幅提升了外業作業的人力效率。

貳、儀器的輕便性：儀器本身設計極為輕巧，可單手持握，對比傳統全測站或 GPS 設備的笨重與體積，顯著減輕了外業人員的體力負荷與攜帶不便。

參、無外部訊號依賴：該儀器僅需透過藍牙即可與手機應用程式連接，不同於 GPS 依賴衛星訊號，使 Moasure 在訊號受限或障礙物較多的環境中仍能保持運作。

肆、測量環境的靈活性：相較於全測站或經緯儀必須確保控制點與後視點之間通視的嚴苛條件，Moasure 的動態測量機制無需顧慮通視問題，使其在地形複雜、植被茂密或建築物環繞的區域具備更高的靈活性。

伍、數據的即時性與直觀性：測量點位獲取後，手機應用程式可即時顯示測量距離與圖形，完成全部測量後，亦能立即生成完整的距離、面積與圖形，並提供即時或事後的圖形編修功能，極大地優化了外業數據的即時檢視、修正與初步分析流程。

陸、不受天候限制：與全測站和 GPS 無法在雨天進行測量相比，Moasure 在外業作業中較不受天候影響，雨天也能夠進行測量。

整體而言，Moasure 儀器憑藉其單人操作、輕巧便攜、無需通視、數據即時顯示與不受天候限制等顯著優勢，為地籍外業作業流程帶來了革命性的效率提升，然而，使用者必須正視其在中長距離放樣中的固有精度局限性與不穩定性，因此，最優化的應用策略應是利用其高效便捷的特點進行輔助性短距離測量與現場檢查，並將其定位為傳統高精度儀器的有力補充而非完全取代，以在效率與精度之間取得最佳平衡。

最後，在闡述本研究的侷限性時必須指出，本實驗僅選取數項環境與操作等較客觀的變數（如時間、天氣、行走軌跡、測量時長）來評估其與誤差的相關性，然而，實驗結果趨勢已間接揭示仍存在其他未被納入考量的關鍵未知因素，它們可能與最終誤差表現具有高度相關性，例如操作者對 Moasure 官方建議操作規範（例如放置、旋轉手法）的遵循程度等較為主觀的變數。

另外，測量領域常以重複觀測、平均數計算及平差作為觀察、分析和消除誤差的重要手段。但礙於研究時間和人力的限制，本研究未能對 Moasure 進行充分的重複觀測，因此無法深入計算和分析誤差出現的機率。。

未來的相關研究應針對這些操作性、人為變數與重複觀測進行更系統化、更深入的定量研究，以建立更完整的 Moasure 誤差分析，也期許未來 Moasure 能成為地籍測量法規規範的測量儀器之一。

參考文獻

1. Moasure Ltd., 2023, “How Moasure Works”
2. Grewal, M. S., Weill, L. R., & Andrews, A. P., 2020, “Global Navigation Satellite Systems, Inertial Navigation, and Integration (4th ed.) ”
3. Anello Photonics, 2023, “Advantages of IMU Technology in Real-World Applications”
4. 內政部國土測繪中心，2025，重測介紹
5. 內政部國土測繪中心，2022，地籍測量的演進
6. 內政部國土測繪中心，2022，地籍圖重測延續計畫(112-119 年)_核定版
7. 臺北市政府地政局土地開發總隊，2021，臺北市地籍圖沿革
8. 臺北市政府地政局土地開發總隊，2024，衛星定位測量（GPS）
9. 維基百科，2024，全站儀
10. 茂綸股份有限公司，2021，GPS 的基本定位原理
11. 臺北縣新莊地政事務所，2006，GPS 即時動態測量[RTK]運用於土地複丈之探討
12. 新北市新莊地政事務所測量課，2020，歷年測量案件統計分析報告

附錄：實測數據表

編號	日期	時間	天氣	位置	圖形	測量時長	地形	軌跡	儀器位置	研究對象	參考方向線	點位	長度	誤差	起終點誤差
1	2025/8/14	上午	晴天	基線場	閉合	紅燈	平坦	直線		長度		F	3.83	6.1	1.60%
1	2025/8/14	上午	晴天	基線場	閉合	紅燈	平坦	直線		長度		B	5.13	9.7	1.60%
1	2025/8/14	上午	晴天	基線場	閉合	紅燈	平坦	直線		長度		C	23.44	40.1	1.60%
1	2025/8/14	上午	晴天	基線場	閉合	紅燈	平坦	直線		長度		D	31.77	72.8	1.60%
1	2025/8/14	上午	晴天	基線場	閉合	紅燈	平坦	直線		長度		E	60.14	110.9	1.60%
2	2025/8/14	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.82	5.1	0.60%
2	2025/8/14	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.06	2.7	0.60%
2	2025/8/14	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.05	1.1	0.60%
2	2025/8/14	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31.07	2.8	0.60%
2	2025/8/14	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59.01	2.1	0.60%
3	2025/8/26	下午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	地面	長度		AB	17.9	39.4	
3	2025/8/26	下午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	地面	長度		BC	8.4	126.3	
3	2025/8/26	下午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	地面	長度		CD	12.96	3.5	
3	2025/8/26	下午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	地面	長度		DE	21.32	53.6	
4	2025/8/26	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.86	9.1	1.50%
4	2025/8/26	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.05	1.7	1.50%
4	2025/8/26	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.33	29.1	1.50%
4	2025/8/26	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31.14	9.8	1.50%
4	2025/8/26	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59.38	34.9	1.50%
5	2025/8/26	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	高低起伏	直線		長度		F	3.77	0.1	0.90%
5	2025/8/26	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	高低起伏	直線		長度		B	5.16	12.7	0.90%
5	2025/8/26	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	高低起伏	直線		長度		C	23.58	54.1	0.90%
5	2025/8/26	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	高低起伏	直線		長度		D	31.57	52.8	0.90%
5	2025/8/26	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	高低起伏	直線		長度		E	59.68	64.9	0.90%
6	2025/8/26	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.77	0.1	0.60%
6	2025/8/26	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.02	1.3	0.60%
6	2025/8/26	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.24	20.1	0.60%
6	2025/8/26	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31.32	27.8	0.60%
6	2025/8/26	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59.48	44.9	0.60%
7	2025/8/30	上午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		AB	18.68	38.6	0.70%
7	2025/8/30	上午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		BC	9.54	12.3	0.70%
7	2025/8/30	上午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		CD	13.22	22.5	0.70%
7	2025/8/30	上午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		DE	20.73	5.4	0.70%
8	2025/8/30	上午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		AB	18.13	16.4	0.90%

編號	日期	時間	天氣	位置	圖形	測量時長	地形	軌跡	儀器位置	研究對象	參考方向線	點位	長度	誤差	起終點誤差
8	2025/8/30	上午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		BC	9.42	24.3	0.90%
8	2025/8/30	上午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		CD	13.14	14.5	0.90%
8	2025/8/30	上午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		DE	20.99	20.6	0.90%
9	2025/8/30	上午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		非直線	地面	長度		AB	18.69	39.6	1.00%
9	2025/8/30	上午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		非直線	地面	長度		BC	9.41	25.3	1.00%
9	2025/8/30	上午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		非直線	地面	長度		CD	12.96	3.5	1.00%
9	2025/8/30	上午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		非直線	地面	長度		DE	21	21.6	1.00%
10	2025/8/30	上午	晴天	圍牆	開放	紅燈		直線	地面	長度		AB	18.01	28.4	
10	2025/8/30	上午	晴天	圍牆	開放	紅燈		直線	地面	長度		BC	9.71	4.7	
10	2025/8/30	上午	晴天	圍牆	開放	紅燈		直線	地面	長度		CD	13.38	38.5	
10	2025/8/30	上午	晴天	圍牆	開放	紅燈		直線	地面	長度		DE	21.77	98.6	
11	2025/8/30	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.81	4.1	0.50%
11	2025/8/30	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.14	10.7	0.50%
11	2025/8/30	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.17	13.1	0.50%
11	2025/8/30	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31.26	21.8	0.50%
11	2025/8/30	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59.42	38.9	0.50%
12	2025/8/30	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	非直線		長度		F	3.8	3.1	0.30%
12	2025/8/30	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	非直線		長度		B	5.05	1.7	0.30%
12	2025/8/30	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	非直線		長度		C	23.08	4.1	0.30%
12	2025/8/30	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	非直線		長度		D	31.09	4.8	0.30%
12	2025/8/30	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	非直線		長度		E	59.15	11.9	0.30%
13	2025/8/30	上午	晴天	基線場	開放	紅燈	平坦	直線		長度		F	4.14	37.1	
13	2025/8/30	上午	晴天	基線場	開放	紅燈	平坦	直線		長度		B	5.32	28.7	
13	2025/8/30	上午	晴天	基線場	開放	紅燈	平坦	直線		長度		C	24.67	163.1	
13	2025/8/30	上午	晴天	基線場	開放	紅燈	平坦	直線		長度		D	32.9	185.8	
13	2025/8/30	上午	晴天	基線場	開放	紅燈	平坦	直線		長度		E	61.78	274.9	
14	2025/8/30	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		F	3.8	3.1	
14	2025/8/30	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		B	5.24	20.7	
14	2025/8/30	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		C	23.48	44.1	
14	2025/8/30	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		D	31.54	49.8	
14	2025/8/30	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		E	59.7	66.9	
15	2025/8/30	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.8	3.1	
15	2025/8/30	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.1	6.7	

編號	日期	時間	天氣	位置	圖形	測量時長	地形	軌跡	儀器位置	研究對象	參考方向線	點位	長度	誤差	起終點誤差
15	2025/8/30	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.01	2.9	
15	2025/8/30	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	30.7	34.2	
15	2025/8/30	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	58.69	34.1	
16	2025/8/30	上午	晴天	事務所		綠黃燈		直線	牆面	長度		寬1	24.42	42	0.30%
16	2025/8/30	上午	晴天	事務所		綠黃燈		直線	牆面	長度		長1	25.2	20	0.30%
16	2025/8/30	上午	晴天	事務所		綠黃燈		直線	牆面	長度		寬2	24.61	61	0.30%
16	2025/8/30	上午	晴天	事務所		綠黃燈		直線	牆面	長度		長2	24.36	64	0.30%
16	2025/8/30	上午	晴天	事務所		綠黃燈		直線	牆面	面積		面積	607.26	7.26	0.30%
17	2025/9/1	下午	雨天	事務所		綠黃燈		直線	地面	長度		寬1	24.4	40	0.40%
17	2025/9/1	下午	雨天	事務所		綠黃燈		直線	地面	長度		長1	25.27	27	0.40%
17	2025/9/1	下午	雨天	事務所		綠黃燈		直線	地面	長度		寬2	24.28	28	0.40%
17	2025/9/1	下午	雨天	事務所		綠黃燈		直線	地面	長度		長2	25.24	24	0.40%
17	2025/9/1	下午	雨天	事務所		綠黃燈		直線	地面	面積		面積	614.7	14.7	0.40%
18	2025/9/1	下午	雨天	事務所		綠黃燈		直線	牆面	長度		寬1	24.59	59	0.30%
18	2025/9/1	下午	雨天	事務所		綠黃燈		直線	牆面	長度		長1	25.1	10	0.30%
18	2025/9/1	下午	雨天	事務所		綠黃燈		直線	牆面	長度		寬2	24.45	45	0.30%
18	2025/9/1	下午	雨天	事務所		綠黃燈		直線	牆面	長度		長2	25.06	6	0.30%
18	2025/9/1	下午	雨天	事務所		綠黃燈		直線	牆面	面積		面積	614.78	14.78	0.30%
19	2025/9/1	下午	雨天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.82	5.1	0.60%
19	2025/9/1	下午	雨天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.07	3.7	0.60%
19	2025/9/1	下午	雨天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.13	9.1	0.60%
19	2025/9/1	下午	雨天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31.11	6.8	0.60%
19	2025/9/1	下午	雨天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59.48	44.9	0.60%
20	2025/9/1	下午	雨天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		AB	18.65	35.6	0.30%
20	2025/9/1	下午	雨天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		BC	9.83	16.7	0.30%
20	2025/9/1	下午	雨天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		CD	13.07	7.5	0.30%
20	2025/9/1	下午	雨天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		DE	21.01	22.6	0.30%
21	2025/9/1	下午	雨天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	地面	長度		AB	18.86	56.6	
21	2025/9/1	下午	雨天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	地面	長度		BC	9.65	1.3	
21	2025/9/1	下午	雨天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	地面	長度		CD	12.97	2.5	
21	2025/9/1	下午	雨天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	地面	長度		DE	20.7	8.4	
22	2025/9/4	上午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	牆面	長度		AB	17.43	86.4	
22	2025/9/4	上午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	牆面	長度		BC	9.23	43.3	

編號	日期	時間	天氣	位置	圖形	測量時長	地形	軌跡	儀器位置	研究對象	參考方向線	點位	長度	誤差	起終點誤差
22	2025/9/4	上午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	牆面	長度		CD	13.29	29.5	
22	2025/9/4	上午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	牆面	長度		DE	21.02	23.6	
23	2025/9/4	上午	晴天	事務所		紅燈		直線	牆面	長度		寬1	27.4	340	
23	2025/9/4	上午	晴天	事務所		紅燈		直線	牆面	長度		長1	23.33	167	
23	2025/9/4	上午	晴天	事務所		紅燈		直線	牆面	長度		寬2	24.3	30	
23	2025/9/4	上午	晴天	事務所		紅燈		直線	牆面	長度		長2	24.82	18	
23	2025/9/4	上午	晴天	事務所		紅燈		直線	牆面	面積		面積	548.27	51.73	
24	2025/9/4	上午	晴天	事務所		綠黃燈		非直線	牆面	長度		寬1	24.74	74	0.70%
24	2025/9/4	上午	晴天	事務所		綠黃燈		非直線	牆面	長度		長1	25.29	29	0.70%
24	2025/9/4	上午	晴天	事務所		綠黃燈		非直線	牆面	長度		寬2	24.56	56	0.70%
24	2025/9/4	上午	晴天	事務所		綠黃燈		非直線	牆面	長度		長2	25.27	27	0.70%
24	2025/9/4	上午	晴天	事務所		綠黃燈		非直線	牆面	面積		面積	623.17	23.17	0.70%
25	2025/9/4	上午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		AB	18.31	1.6	1%
25	2025/9/4	上午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		BC	9.52	14.3	1%
25	2025/9/4	上午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		CD	12.95	4.5	1%
25	2025/9/4	上午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		DE	20.58	20.4	1%
26	2025/9/9	下午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	正北	F		0.165	0.60%
26	2025/9/9	下午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	正北	B		0.085	0.60%
26	2025/9/9	下午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	正北	C		0.405	0.60%
26	2025/9/9	下午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	正北	D		0.63	0.60%
26	2025/9/9	下午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	正北	E		1.3	0.60%
27	2025/9/9	下午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	正北	F		0.075	0.50%
27	2025/9/9	下午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	正北	B		0.092	0.50%
27	2025/9/9	下午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	正北	C		0.365	0.50%
27	2025/9/9	下午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	正北	D		0.41	0.50%
27	2025/9/9	下午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	正北	E		0.65	0.50%
28	2025/9/11	下午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	AB	C		0.07	0.20%
28	2025/9/11	下午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	AB	D		0.07	0.20%
28	2025/9/11	下午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	AB	E		0.55	0.20%
28	2025/9/11	下午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	AB	F		0.34	0.20%
29	2025/9/15	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.82	5.1	0.70%
29	2025/9/15	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.08	4.7	0.70%
29	2025/9/15	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	22.97	6.9	0.70%

編號	日期	時間	天氣	位置	圖形	測量時長	地形	軌跡	儀器位置	研究對象	參考方向線	點位	長度	誤差	起終點誤差
29	2025/9/15	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31.06	1.8	0.70%
29	2025/9/15	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59.24	20.9	0.70%
30	2025/9/16	下午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.79	2.1	
30	2025/9/16	下午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.03	0.3	
30	2025/9/16	下午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.16	12.1	
30	2025/9/16	下午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31.22	17.8	
30	2025/9/16	下午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59.23	19.9	
31	2025/9/16	下午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	牆面	長度		AB	18.27	2.4	
31	2025/9/16	下午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	牆面	長度		BC	9.36	30.3	
31	2025/9/16	下午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	牆面	長度		CD	13.9	90.5	
31	2025/9/16	下午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	牆面	長度		DE	20.78	0.4	
32	2025/9/16	下午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	地面	長度		AB	17.63	66.4	
32	2025/9/16	下午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	地面	長度		BC	9.56	10.3	
32	2025/9/16	下午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	地面	長度		CD	13.33	33.5	
32	2025/9/16	下午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	地面	長度		DE	20.84	5.6	
33	2025/9/16	下午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		AB	18.22	7.4	
33	2025/9/16	下午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		BC	9.4	26.3	
33	2025/9/16	下午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		CD	13.03	3.5	
33	2025/9/16	下午	晴天	圍牆	閉合	綠黃燈		直線	地面	長度		DE	20.93	14.6	
34	2025/9/16	上午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	地面	長度		AB	18.8	50.6	
34	2025/9/16	上午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	地面	長度		BC	9.67	0.7	
34	2025/9/16	上午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	地面	長度		CD	13.18	18.5	
34	2025/9/16	上午	晴天	圍牆	開放	綠黃燈		直線	地面	長度		DE	20.72	6.4	
35	2025/9/16	上午	晴天	圍牆	開放	紅燈		直線	地面	長度		AB	19.12	82.6	
35	2025/9/16	上午	晴天	圍牆	開放	紅燈		直線	地面	長度		BC	9.63	3.3	
35	2025/9/16	上午	晴天	圍牆	開放	紅燈		直線	地面	長度		CD	12.7	29.5	
35	2025/9/16	上午	晴天	圍牆	開放	紅燈		直線	地面	長度		DE	21.66	87.6	
36	2025/9/16	上午	晴天	基線場		綠黃燈		非直線		放樣	AB	C		7	0.10%
36	2025/9/16	上午	晴天	基線場		綠黃燈		非直線		放樣	AB	D		14	0.10%
36	2025/9/16	上午	晴天	基線場		綠黃燈		非直線		放樣	AB	E		46	0.10%
36	2025/9/16	上午	晴天	基線場		綠黃燈		非直線		放樣	AB	F		18	0.10%
37	2025/9/16	上午	晴天	基線場		紅燈		直線		放樣	AB	C		7	0.60%
37	2025/9/16	上午	晴天	基線場		紅燈		直線		放樣	AB	D		19	0.60%

編號	日期	時間	天氣	位置	圖形	測量時長	地形	軌跡	儀器位置	研究對象	參考方向線	點位	長度	誤差	起終點誤差
37	2025/9/16	上午	晴天	基線場		紅燈		直線		放樣	AB	E		95	0.60%
37	2025/9/16	上午	晴天	基線場		紅燈		直線		放樣	AB	F		87	0.60%
38	2025/9/18	下午	晴天	事務所		綠黃燈		直線	牆面	長度		寬1	24.4	40	0.40%
38	2025/9/18	下午	晴天	事務所		綠黃燈		直線	牆面	長度		長1	25.1	10	0.40%
38	2025/9/18	下午	晴天	事務所		綠黃燈		直線	牆面	長度		寬2	24.56	56	0.40%
38	2025/9/18	下午	晴天	事務所		綠黃燈		直線	牆面	長度		長2	24.88	12	0.40%
38	2025/9/18	下午	晴天	事務所		綠黃燈		直線	牆面	面積		面積	611.78	11.78	0.40%
39	2025/9/22	上午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	AB	C		7	0.30%
39	2025/9/22	上午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	AB	D		4	0.30%
39	2025/9/22	上午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	AB	E		18	0.30%
39	2025/9/22	上午	晴天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	AB	F		43	0.30%
40	2025/9/23	上午	雨天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.81	4.1	0.70%
40	2025/9/23	上午	雨天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.03	0.3	0.70%
40	2025/9/23	上午	雨天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.07	3.1	0.70%
40	2025/9/23	上午	雨天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31.08	3.8	0.70%
40	2025/9/23	上午	雨天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59.1	6.9	0.70%
41	2025/9/23	上午	雨天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	AB	C		3	0.60%
41	2025/9/23	上午	雨天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	AB	D		4	0.60%
41	2025/9/23	上午	雨天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	AB	E		12	0.60%
41	2025/9/23	上午	雨天	基線場		綠黃燈		直線		放樣	AB	F		79	0.60%
42	2025/9/24	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.81	4.1	
42	2025/9/24	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.06	2.7	
42	2025/9/24	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.16	12.1	
42	2025/9/24	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31.18	13.8	
42	2025/9/24	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59.28	24.9	
43	2025/9/24	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		F	3.81	4.1	
43	2025/9/24	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		B	5.07	3.7	
43	2025/9/24	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		C	22.91	12.9	
43	2025/9/24	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		D	30.95	9.2	
43	2025/9/24	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		E	58.99	4.1	
44	2025/9/24	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.79	2.1	
44	2025/9/24	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.04	0.7	
44	2025/9/24	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.18	14.1	

編號	日期	時間	天氣	位置	圖形	測量時長	地形	軌跡	儀器位置	研究對象	參考方向線	點位	長度	誤差	起終點誤差
44	2025/9/24	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31.24	19.8	
44	2025/9/24	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59.26	22.9	
45	2025/9/24	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.83	6.1	
45	2025/9/24	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.02	1.3	
45	2025/9/24	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.17	13.1	
45	2025/9/24	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31.19	14.8	
45	2025/9/24	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59.32	28.9	
46	2025/9/24	下午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.78	1.1	
46	2025/9/24	下午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.05	1.7	
46	2025/9/24	下午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.23	19.1	
46	2025/9/24	下午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31.14	9.8	
46	2025/9/24	下午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59.27	23.9	
47	2025/9/25	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.81	4.1	0.80%
47	2025/9/25	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.04	0.7	0.80%
47	2025/9/25	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.05	1.1	0.80%
47	2025/9/25	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31	4.2	0.80%
47	2025/9/25	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59	3.1	0.80%
48	2025/9/25	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.79	2.1	0.30%
48	2025/9/25	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.1	6.7	0.30%
48	2025/9/25	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.15	11.1	0.30%
48	2025/9/25	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31.17	12.8	0.30%
48	2025/9/25	上午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59.15	11.9	0.30%
49	2025/9/25	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.79	2.1	
49	2025/9/25	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.05	1.7	
49	2025/9/25	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.19	15.1	
49	2025/9/25	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31.2	15.8	
49	2025/9/25	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59.31	27.9	
50	2025/9/25	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		F	3.74	2.9	
50	2025/9/25	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		B	5.08	4.7	
50	2025/9/25	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		C	23.29	25.1	
50	2025/9/25	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		D	31.39	34.8	
50	2025/9/25	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		E	59.47	43.9	
51	2025/9/25	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		F	3.8	3.1	

編號	日期	時間	天氣	位置	圖形	測量時長	地形	軌跡	儀器位置	研究對象	參考方向線	點位	長度	誤差	起終點誤差
51	2025/9/25	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		B	5.04	0.7	
51	2025/9/25	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		C	22.93	10.9	
51	2025/9/25	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		D	30.97	7.2	
51	2025/9/25	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	平坦	非直線		長度		E	59.01	2.1	
52	2025/9/25	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.77	0.1	0.60%
52	2025/9/25	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.05	1.7	0.60%
52	2025/9/25	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.01	2.9	0.60%
52	2025/9/25	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31.37	32.8	0.60%
52	2025/9/25	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59.37	33.9	0.60%
53	2025/9/25	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		F	3.8	3.1	0.50%
53	2025/9/25	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		B	5.02	1.3	0.50%
53	2025/9/25	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		C	23.02	1.9	0.50%
53	2025/9/25	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		D	31.03	1.2	0.50%
53	2025/9/25	下午	晴天	基線場	閉合	綠黃燈	平坦	直線		長度		E	59.04	0.9	0.50%
54	2025/10/3	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	高低起伏	直線		長度		F	3.8	3.1	
54	2025/10/3	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	高低起伏	直線		長度		B	4.59	44.3	
54	2025/10/3	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	高低起伏	直線		長度		C	22.59	44.9	
54	2025/10/3	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	高低起伏	直線		長度		D	30.8	24.2	
54	2025/10/3	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	高低起伏	直線		長度		E	58.88	15.1	
55	2025/10/3	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	高低起伏	直線		長度		F	3.78	1.1	
55	2025/10/3	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	高低起伏	直線		長度		B	5.26	22.7	
55	2025/10/3	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	高低起伏	直線		長度		C	23.6	56.1	
55	2025/10/3	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	高低起伏	直線		長度		D	31.95	90.8	
55	2025/10/3	上午	晴天	基線場	開放	綠黃燈	高低起伏	直線		長度		E	60.64	160.9	