

# 南投縣政府 113 年度研究報告

## 解析 e-GNSS 資料結構對應於地籍測量 幾何框架差異性分析

研究人

服務單位：草屯地政事務所

研究人員：李金輝、梁崇智

中華民國 113 年 1 月 5 日

## 南投縣政府 113 年度研究報告摘要表

|         |  |
|---------|--|
| 研究報告名稱  | 解析 e-GNSS 資料結構對應於地籍測量幾何框架差異性分析   |
| 研究單位及人員 | 草屯地政事務所：李金輝、梁崇智  |
| 研究起迄年月  | 112 年 1 月-112 年 12 月   |
| 研究緣起與目的 | <p>在地籍測量作業中，無論是地籍圖重測、土地複丈或其他不同形式的地籍整理，地籍圖與現況相符永遠是所追求的最高目標。</p> <p>由於辦理土地複丈業務通常是由單一測量編組進行作業，往往受於時間限制，無法同時做後驗之基本檢核，若需測設圖根補點時以 e-GNSS 定位系統就顯得有其便利性。為此本研究希望能將該動態系統以各不同作業方式所呈現之成果來做綜合比較，期望以科學分析的方式將此經驗及結果能提供參考價值。</p>                 |
| 研究方法與過程 | <p>本研究以 e-GNSS 的幾種使用功能及方式，選定數值地區水汴頭段為試驗樣區，而該區控制點大部分皆存在可供檢核。首先先率定已知點框架 A，接著分別以直接定位的方式收測坐標及該框架內補點，接著以約制已知點方式收測各點坐標及該框架內補點，最後以坐標分佈樣態及迴歸分析來比較研究方法為理論基礎。以前揭產製的各框架解算成果為母體參數，以建立本研究之基本架構並為分析以 e-GNSS 解算之影響因素提出結論，最後並提出具體建議事項以供各界參考。</p> |

|                |  |
|----------------|--|
| <p>研究發現與建議</p> | <p>研究發現：經由以上統計分析中發現一件值得參考的訊息就是，單以彼此間距離差距較無法真實看出精確度的實際差異！因為坐標是有 4 個象限的，距離只能單就對單一空間做出描述，而無法真實完整反映出二維甚至三維的態樣。同時依前節統計分析算出的資料顯示，單以距離較差去做空間的差異判斷，往往會因正負相消的本質而讓使用者產生偽差的認知。</p> <p>研究建議：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. e-GNSS 的精密度尚佳，所產生的框架間經改正及轉換後，應能符合地籍測量所使用。</li> <li>2. 在各框架中只要有兩個以上共同已知點，是可以直接依共同幾何條件去推算求得待測點，但本次研究僅限制在方圓 500 公尺範圍內施作。</li> <li>3. 本次研究有嘗試在手機訊號不佳時，現場未約制該年度坐標框架而直接收測已知點及待測點，以取得彼此間相應之幾何關係，再應用與原坐標框架間共同幾何關係直接反推算出待測點位，所得成果較差為夾角差 15~28 秒、距離差 2.2 公分~5.4 公分，惟實際是否適用於其他區域尚未獲得驗證。</li> </ol> |
| <p>選擇獎勵</p>    | <p><input checked="" type="checkbox"/> 行政獎勵                      <input type="checkbox"/> 獎勵金</p>  |

# 解析 e-GNSS 資料結構對應於地籍測量幾何框架 差異性分析

## Analytical of e-GNSS data structure corresponding to difference analysis of cadastral survey geometric framework

<sup>1</sup>李金輝    <sup>2</sup>梁崇智

### 摘要

近年來由於 e-GNSS 即時動態定位系統的普遍應用，使得即時取得高精度 GPS 定位成果及增進作業效率不再遙不可及。且 e-GNSS 具備多種坐標框架解算，若能正確應用此即時動態定位系統於地籍測量作業，除可克服圖根點位相互通視不良之問題，亦能增進作業效率。

本研究以實測分析的方法，來檢定一般使用 e-GNSS 即時動態定位系統不同作業模式下，所產生不同的框架概念。以一般常見的作業方式，先檢核已知點幾何框架，再測設圖根補點並計算框架。依統計學方式分析以不同作業方式所建立框架間所呈現的差異性。

經研究結果顯示，依上述方式所測定各自框架，其幾何結構間差異性是非常接近的。其中彼此框架間分別以坐標、夾角、距離分析比較，雖然所產生坐標不盡相同，但各自幾何關係存在共同應用之可行性。

關鍵字：e-GNSS、地籍測量、幾何框架

<sup>1</sup>李金輝，南投縣草屯地政事務所第二股股長

<sup>2</sup>梁崇智，南投縣草屯地政事務所主任

# **Analytical of e-GNSS data structure corresponding to difference analysis of cadastral survey geometric framework**

## **Abstract**

In recent years, due to the widespread application of e-GNSS positioning systems, it is no longer out of reach to obtain high-precision GPS positioning results in real time and improve operational efficiency. And e-GNSS has a variety of coordinate frame calculation functions. If this positioning system can be correctly applied in cadastral survey operations, it can not only overcome the problem of poor visibility between mapping control point, but also improve operational efficiency.

This study uses field measurement methods to test the concepts of different frames produced by generally using e-GNSS positioning systems in different operating modes. In a common way of working, first check the known points geometric, then measure subsidiary station and calculate the frame. Use statistics methods to analyze the differences between the frameworks calculated by different operating methods.

The research results show that the differences geometric structure of the respective frames measured in the previous way are very close. The frames are analyzed and compared using coordinates, included angle, and distance. Although the resulting coordinates are not exactly the same, the respective geometric relationships have the feasibility of being jointly applied with each other.

**Keywords:** e-GNSS 、 cadastral survey 、 geometric

## 壹、研究源起與目的

### 一、研究源起

e-GNSS 即時動態定位技術是由多組 GPS 基準站全天候連續地接收衛星資料，所計算出區域改正參數，再配合最鄰近的實體基準站觀測資料，藉以模擬出移動站附近之虛擬基準站相關資料。系統誤差即可透過 RTK 差分計算消除，使用者可快速獲得高精度之即時動態定位成果。

在地籍測量作業中，無論是地籍圖重測、土地複丈或其他不同形式的地籍整理，地籍圖與現況相符永遠是所追求的最高目標。而檢視圖地是否相符，是依據地籍測量實施規則相關規範，依基本控制點、加密控制點及圖根點施測之。

臺灣位於聚合性板塊交界，除了地表變動所造成的同震位移，在不同的時間點均有可能造成測站坐標、速率以及方向的改變。台灣現今之大地基準 TWD97 (Taiwan Datum 1997)，是自 2001 年內政部公布以來已超過 10 年，會產生逐漸與實際情況脫節可能性，因此相關依此為框架的測量率定更顯有其必要性。

### 二、研究目的

重測後的地區圖根點常因施工及外力因素導致遺失，而現場所存在零散圖根點也常存在無法互相通視問題，若進行土地複丈作業時，無法即時耗費大量時間與人力以傳統作法從遠處圖根點來進行補建作業。且導線精度將隨距離與測站數量增加而降低，若無附合導線可供平差約制時，其精度將很難顧及。另由於辦理土地複丈業務通常是由單一測量編組進行作業，往往受於時間限制，無法同時做後驗之基本檢核，若需測設圖根補點時以 e-GNSS 定位系統就顯得有其便利性。

雖然已有相當多文獻對於 e-GNSS 應用於地籍測量這方面的探討，但在實務上仍有一些作業模式未進行相關驗證，因為多數人員對於系統正確使用方式及理解概念的不同，也出現一些不同的作業方式。為此本研究希望能將該動態系統以各不同作業方式所呈現之成果來做綜合比較，期望以科學分析

的方式將此經驗及結果能提供參考價值。

## 貳、相關文獻及規定

### 一、相關文獻

以傳統 RTK 進行即時動態定位，由於修正量是由固定參考基站計算而來，定位精度完全依靠單一基站數據，無法得知隱藏性誤差，導致無法全面監控測量品質，且透過無線電波溝通，移動站與基站距離需控制在 6~10km 內方可達到公分級定位精度(何維信、詹君正·2010)。

內政部國土測繪中心 2012 年，黃華尉等 5 人對於應用 e-GNSS 即時動態定位系統之限制中說明：選用基準站不同年度（97、99 年度）的坐標及控制點檢測成果進行坐標轉換結果比較，發現坐標更新間隔時間僅約 1 年半，幾何相對關係已有明顯改變，而採用小分區進行坐標轉換(相對坐標測量)，可提升坐標轉換成果精度，其原因應與小區域基準站、待轉換點變動情形較一致等因素有關。

### 二、相關法令及規範

依據地籍測量實施規則第 73 條規定：「戶地測量採數值法測繪者，其圖根點至界址點之位置誤差不得超過下列限制：(一)、市地：標準誤差二公分，最大誤差六公分。(二)、農地：標準誤差七公分，最大誤差二十公分。(三)、山地：標準誤差十五公分，最大誤差四十五公分。」；第 74 條規定：「戶地測量採數值法測繪者，其界址點間坐標計算邊長與實測邊長之差不得超過下列限制：(一)、市地：2 公分+0.3 公分 $\sqrt{S}$  (S 係邊長，以公尺為單位)。(二)、農地：4 公分+1 公分 $\sqrt{S}$ 。(三)、山地：8 公分+2 公分 $\sqrt{S}$ 。」；第 247 條規定：「複丈應以圖根點或界址點作為依據，並應先檢測圖根點及界址點，所測得點位間之距離與由坐標反算之距離，其差不得超過下列限制：(一)、市地：0.005 公尺 $\sqrt{S}$  +0.04 公尺 (S 係邊長，以公尺為單位)。(二)、農地：0.01 公尺 $\sqrt{S}$  +0.08 公尺。(三)、山地：0.02 公尺 $\sqrt{S}$  +0.08 公尺。前項之檢測應由縱橫二方向實施之。」

## 參、研究方法與過程

### 一、範圍選定

本研究區範圍之選定，主要是考量該地區已辦理過數值地籍測量，該區為平地空曠地，該區通視展望良好無遮蔽物，以上以最佳訊號及收訊狀態呈現，因此選擇草屯鎮水汙頭段為本研究之實驗區域。



圖 1 本研究試驗範圍圖

### 二、研究方法

本研究以 e-GNSS 的幾種使用功能及方式，選定數值地區水汙頭段為試驗樣區，而該區控制點大部分皆存在可供檢核。首先先率定已知點框架 A，接著分別以直接定位的方式收測坐標及該框架內補點，接著以約制已知點方式收測各點坐標及該框架內補點，最後以坐標分佈樣態及迴歸分析來比較研究方法為理論基礎。以前揭產製的各框架解算成果為母體參數，以建立本研究之基本架構並為分析以 e-GNSS 解算之影響因素提出結論，最後並提出具體建議事項以供各界參考。

#### (一) 研究過程

1、GPS 接收儀及全測站經緯儀檢校。

2、已知點基線及角距檢核。

| A 原圖根    |             |            |          |         |
|----------|-------------|------------|----------|---------|
| 點號       | 坐標          |            | 夾角       | 距離      |
| BS03 (1) | 2654776.585 | 215934.641 |          |         |
| BK66 (2) | 2654659.818 | 215833.394 |          | 154.549 |
| QHE3 (3) | 2654825.700 | 215866.229 | 84-44-51 | 84.217  |
| QHE1 (4) | 2654861.857 | 215807.122 | 82-50-33 | 153.403 |
| QHE2 (5) | 2654793.926 | 215724.425 | 53-47-15 | 210.93  |
| BK66 (6) | 2654659.818 | 215833.394 | 0-00-00  | 154.549 |

表1原圖根點檢核列表

3、現有圖根點框架率定

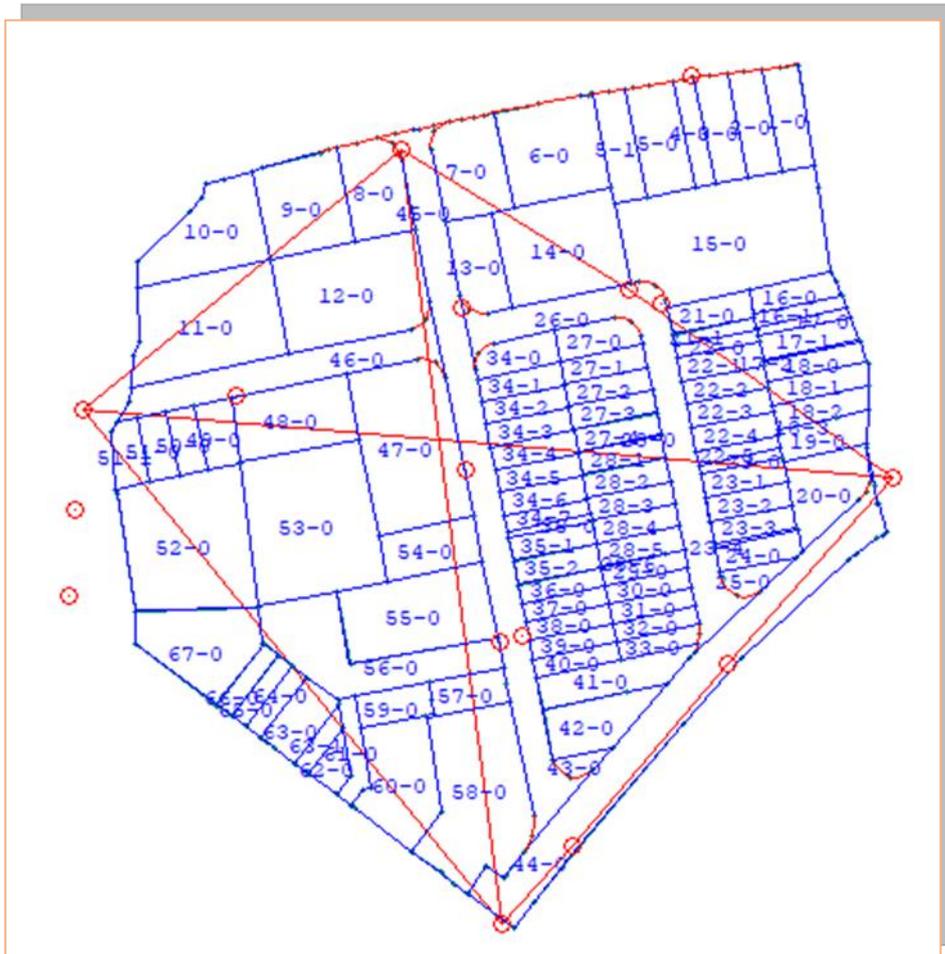


圖2 本研究區已知點分佈圖

3、以 e-GNSS 現場接收並解算。



圖 3 現場直接接收測情形

4、以地測方式直接後驗檢核，採多點已知點重複多餘觀測。

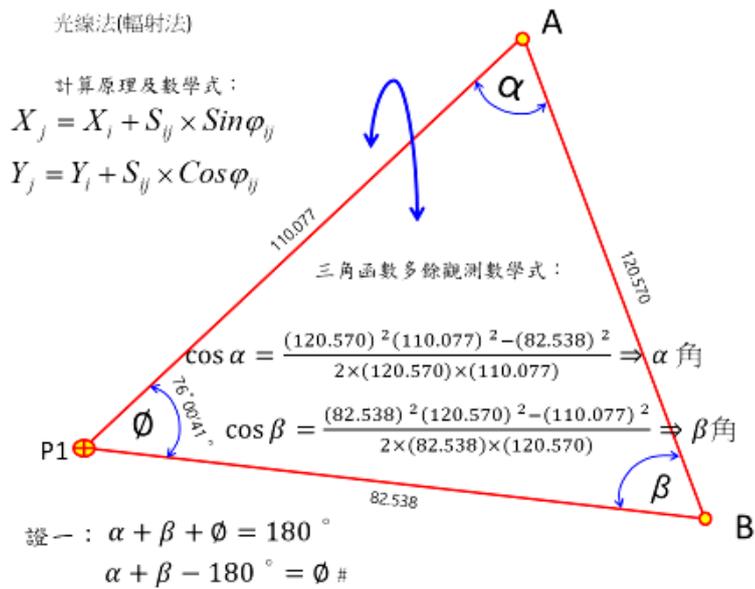


圖 4 相關幾何計算公式

5、建立各個觀測資料庫母體分析樣本。

| A 原圖根    |             |            |          | B GPS框架(未約制已知點) |            |             |            | C GPS框架(有約制已知點) |         |           |             |            |          |         |
|----------|-------------|------------|----------|-----------------|------------|-------------|------------|-----------------|---------|-----------|-------------|------------|----------|---------|
| 點號       | 坐標          |            | 夾角       | 距離              | 點號         | 坐標          |            | 夾角              | 距離      | 點號        | 坐標          |            | 夾角       | 距離      |
| BS03 (1) | 2654776.585 | 215934.641 |          |                 | QB03-1 (1) | 2654776.340 | 215934.951 |                 |         | QB03 (1)  | 2654776.556 | 215934.634 |          |         |
| BK66 (2) | 2654659.818 | 215833.394 |          | 154.549         | QB66-1 (2) | 2654659.594 | 215833.708 |                 | 154.531 | QB66 (2)  | 2654659.821 | 215833.369 |          | 154.537 |
| QHE3 (3) | 2654825.700 | 215866.229 | 84-44-51 | 84.217          | QHE3-1 (3) | 2654825.471 | 215866.541 | 84-45-12        | 84.225  | GPQQ3 (3) | 2654825.701 | 215866.253 | 84-45-49 | 84.209  |
| QHE1 (4) | 2654861.857 | 215807.122 | 82-50-33 | 153.403         | QHE1-1 (4) | 2654861.617 | 215807.432 | 82-50-25        | 153.406 | GPQQ1 (4) | 2654861.854 | 215807.144 | 82-50-38 | 153.393 |
| QHE2 (5) | 2654793.926 | 215724.425 | 53-47-15 | 210.93          | QHE2-1 (5) | 2654793.677 | 215724.750 | 53-46-58        | 210.915 | GPQQ2 (5) | 2654793.921 | 215724.444 | 53-46-55 | 210.906 |
| BK66 (6) | 2654659.818 | 215833.394 | 0-00-00  | 154.549         | QB66-1 (6) | 2654659.594 | 215833.708 | 0-00-00         | 154.531 |           |             |            |          |         |
|          |             |            |          |                 |            |             |            |                 |         |           |             |            |          |         |
|          |             | QHE3 (3)   | 84:44:51 |                 |            |             | QHE3-1 (3) | 84:45:12        |         |           |             | GPQQ3 (3)  | 84:45:49 |         |
|          |             | QHE1 (4)   | 82:50:33 |                 |            |             | QHE1-1 (4) | 82:50:25        |         |           |             | GPQQ1 (4)  | 82:50:38 |         |
|          |             | QHE2 (5)   | 53:47:15 |                 |            |             | QHE2-1 (5) | 53:46:58        |         |           |             | GPQQ2 (5)  | 53:46:55 |         |
|          |             |            | 角度       |                 |            |             |            | 角度              |         |           |             |            | 角度       |         |

| 點號      |  | 夾角較差    | 點號      |  | 距離較差  | 坐標差(Y)  |        | 坐標差(X) | 坐標差   | 夾角差 | 距離差 |
|---------|--|---------|---------|--|-------|---------|--------|--------|-------|-----|-----|
| A-B (3) |  | 0.00024 | A-B (2) |  | 0.018 | A-B (1) | 0.245  | -0.310 | 0.395 |     |     |
| A-B (4) |  | 0.00009 | A-B (3) |  | 0.008 | A-B (2) | 0.224  | -0.314 | 0.386 |     |     |
| A-B (5) |  | 0.00020 | A-B (4) |  | 0.003 | A-B (3) | 0.229  | -0.312 | 0.387 |     |     |
| 平均      |  | 0.00018 | A-B (5) |  | 0.015 | A-B (4) | 0.240  | -0.310 | 0.392 |     |     |
| A-C (3) |  | 0.00067 | 平均      |  | 0.022 | A-B (5) | 0.249  | -0.325 | 0.409 |     |     |
| A-C (4) |  | 0.00006 | A-C (2) |  | 0.012 | 平均      | 0.237  | -0.314 | 0.394 |     |     |
| A-C (5) |  | 0.00023 | A-C (3) |  | 0.008 | A-C (1) | 0.029  | 0.007  | 0.030 |     |     |
| 平均      |  | 0.00032 | A-C (4) |  | 0.010 | A-C (2) | -0.003 | 0.025  | 0.025 |     |     |
|         |  |         | A-C (5) |  | 0.024 | A-C (3) | -0.001 | -0.024 | 0.024 |     |     |
|         |  |         | 平均      |  | 0.054 | A-C (4) | 0.003  | -0.022 | 0.022 |     |     |
|         |  |         |         |  |       | 平均      | 0.007  | -0.003 | 0.025 |     |     |

表 2 資料庫檢核列表

6、資料庫各框架資料互相檢驗。

7、各框架結構較差實證分析。

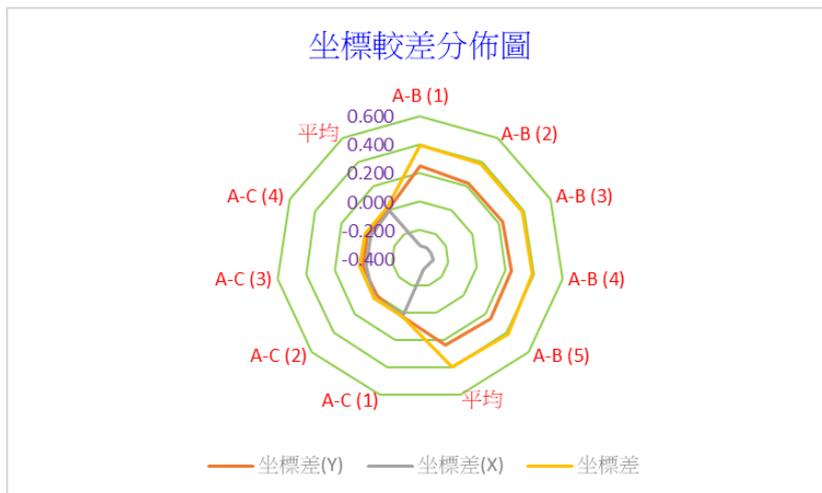
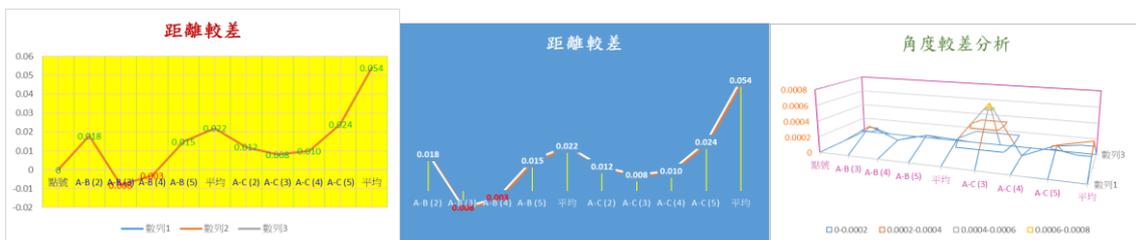


圖 5 幾何結構分析圖

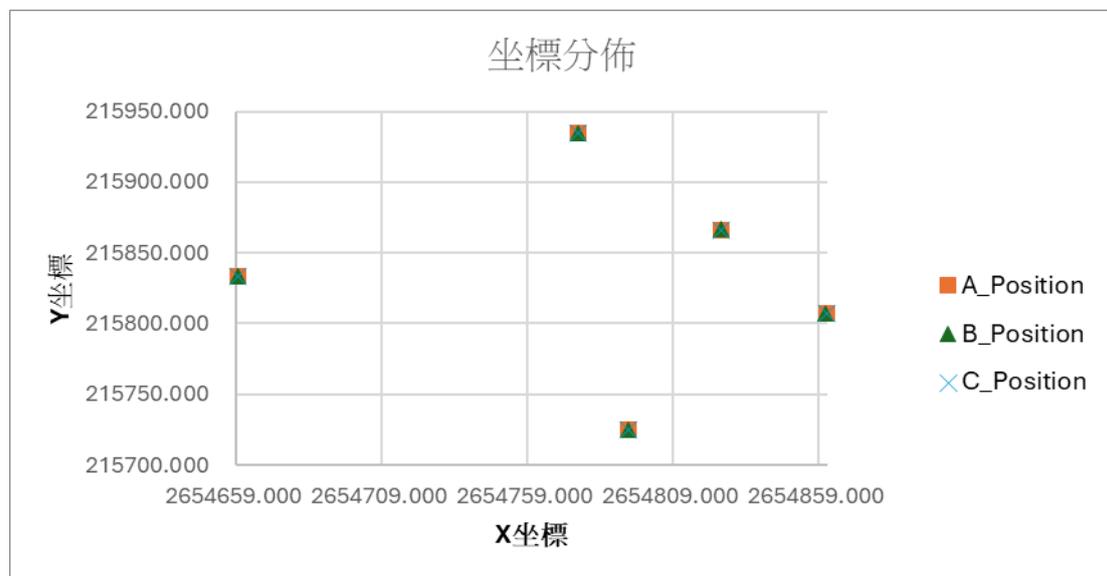
9、提出結論及建議。

### 肆、實證分析

本研究將這各筆資料分別以A&B&C方法計算出的X和Y坐標借由分佈態樣發現，其實三作業方式所計算出的相對差異並不大。接下來我們各點一一分別詳細去分析，首先以坐標分佈圖表分析所呈現相對態樣發現，將這四筆資料A&B&C方法計算出的分佈分析，我們就以A為基準值來比較分析發現，其實三個方法計算出彼此的差異量並不顯著。其中以C模式精確度較高於B模式。接下來再分別以相對距離分析及線性迴歸去解析框架內部幾何結構。其中在相對距離分析方面就B&C模式而言則是差異互有優劣，研判因距離無法充分反映出實際象限的正負差異，故此項僅作為參考依據。最後以線性迴歸檢視彼此間結構差異性，我們先從X坐標來做線性迴歸，從分析圖表中可看出在相互比較的資料下，C-A的誤差都是比較小的，接著再以Y坐標線性迴歸分析資料中發現，第二筆的資料C估計出的誤差較小，第三筆兩方法估計出的誤差相同，第四和第五筆則是B方法估計出來的結果較精準。

資料結構分析態樣：

#### 一、坐標分佈圖表分析



BS03 (1)  
BK66 (2)  
QHE3 (3)  
QHE1 (4)  
OHE2 (5)

圖 6 坐標分佈圖

將資料 A&B&C 方式計算出的 X 和 Y 坐標值分佈，發現其實三個方式計算出的坐標點差異不大。

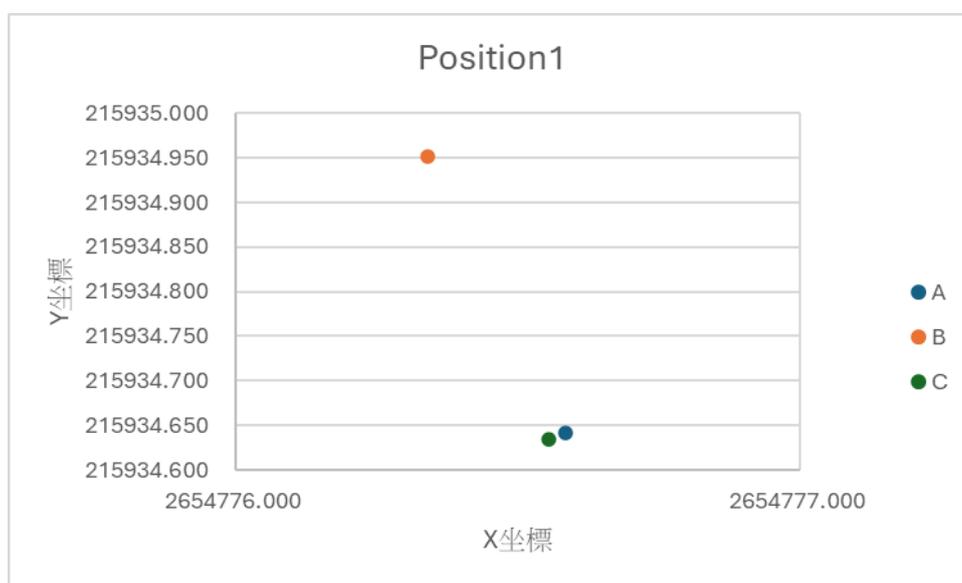


圖 7 第一點坐標分佈圖

第一個點同樣三個方式分佈出來即可明顯看到 C 估計出的坐標點離 A 的坐標點較近，表示 C 估計出的坐標值相較於 B 而言是較為準確的。



圖 8 第二點坐標分佈圖

第二個點同樣三個方式分佈出來即可明顯看到 C 估計出的坐標點離 A 的坐標點較近，表示 C 估計出的坐標值相較於 B 而言是較為準確的。

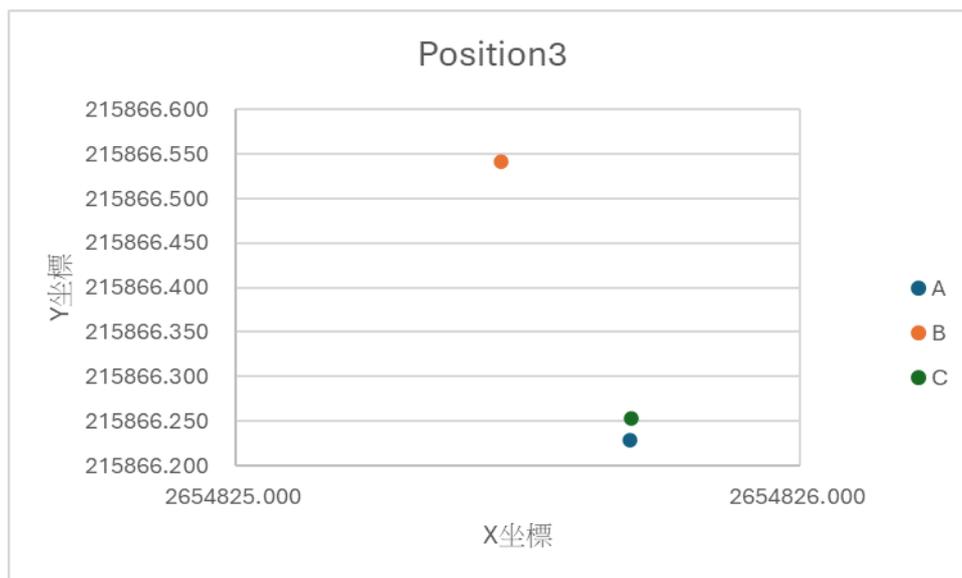


圖 9 第三點坐標分佈圖

第三個點同樣三個方式分佈出來即可明顯看到 C 估計出的坐標點離 A 的坐標點較近，表示 C 估計出的坐標值相較於 B 而言是較為準確的。

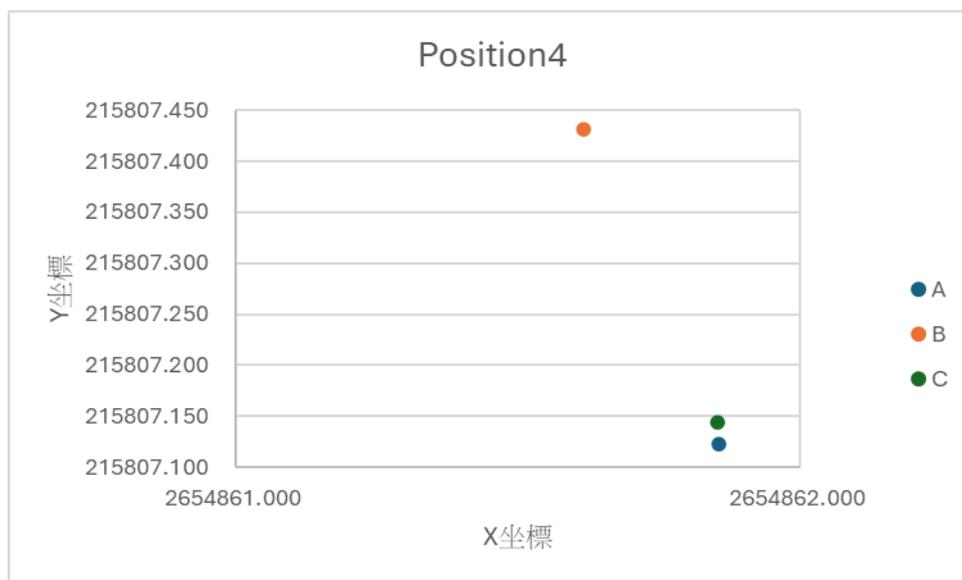


圖 10 第四點坐標分佈圖

第四個點同樣三個方式分佈出來即可明顯看到 C 估計出的坐標點離 A 的坐標點較近，表示 C 估計出的坐標值相較於 B 而言是較為準確的。

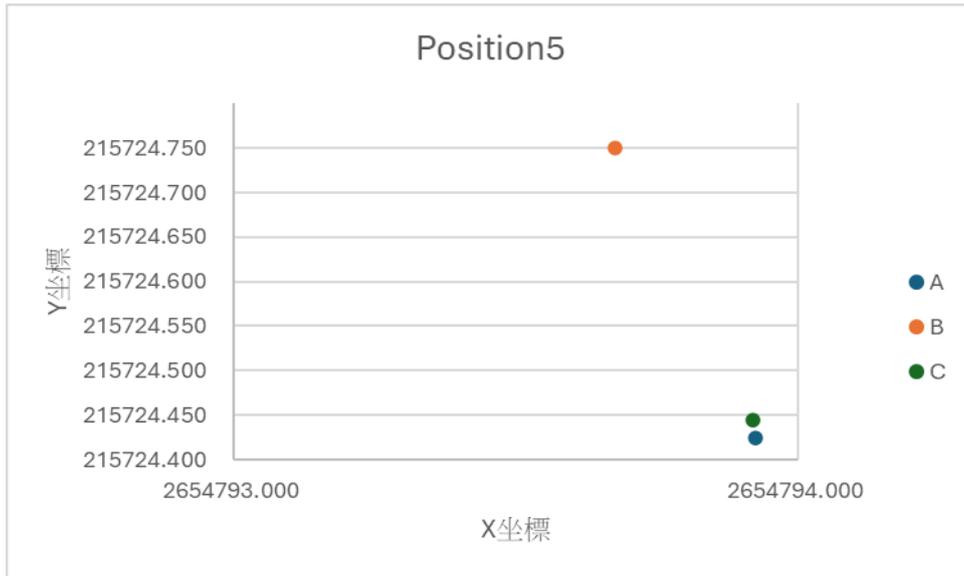


圖 11 第五點坐標分佈圖

第五個點同樣三個方式分佈出來即可明顯看到C估計出的坐標點離A的坐標點較近，表示C估計出的坐標值相較於B而言是較為準確的。

## 二、 相對距離分析

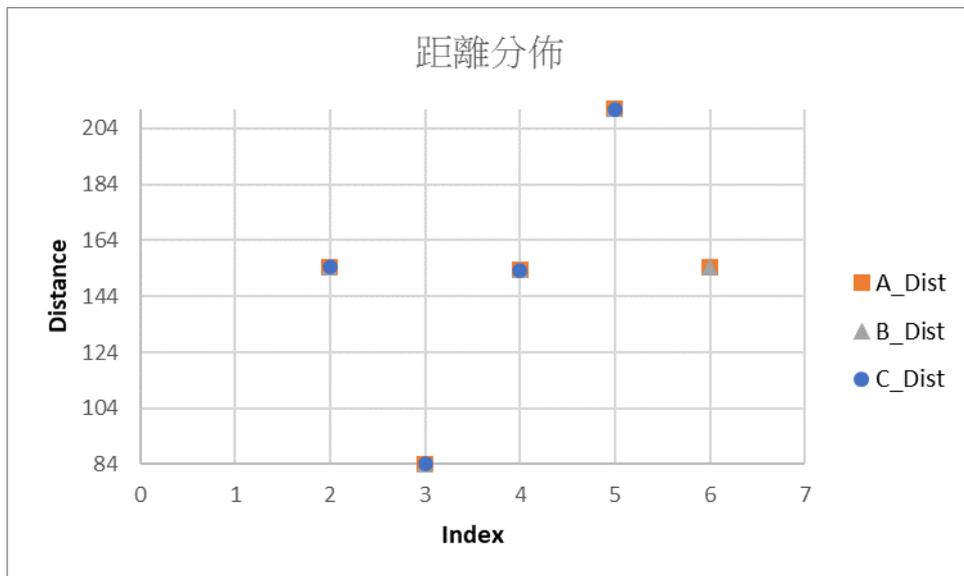


圖 12 相對距離分析圖

將資料 A&B&C 方式所計算出的距離分佈圖呈現，發現其實三個方式計算出的距離差異也不明顯，接下來我們個別線段去做分析。

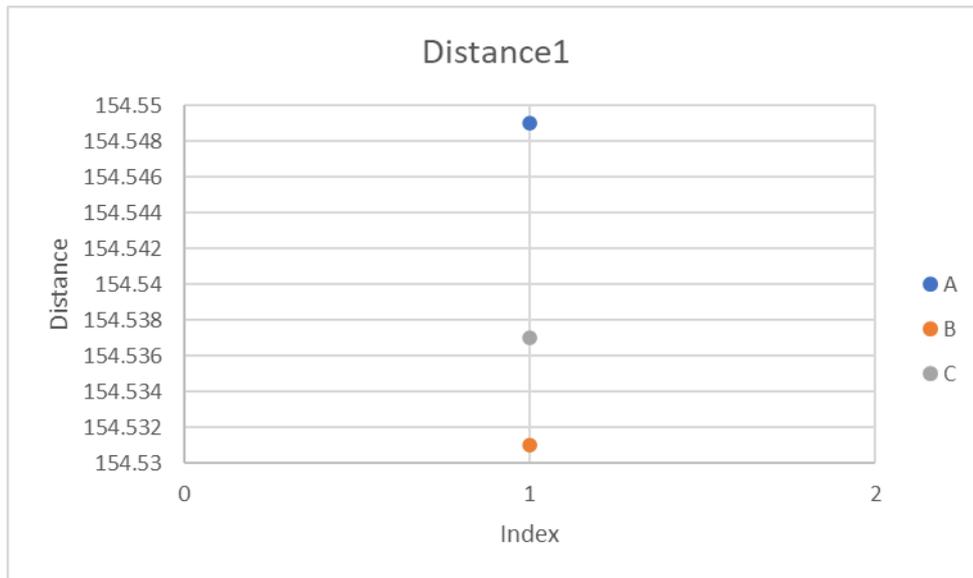


圖 13 第一段距離分析圖

第一段距離分佈的三個方式呈現出來即可明顯看到 C 估計出的距離離 A 的距離較近，表示 C 估計出的距離相較於 B 而言是較為準確的。

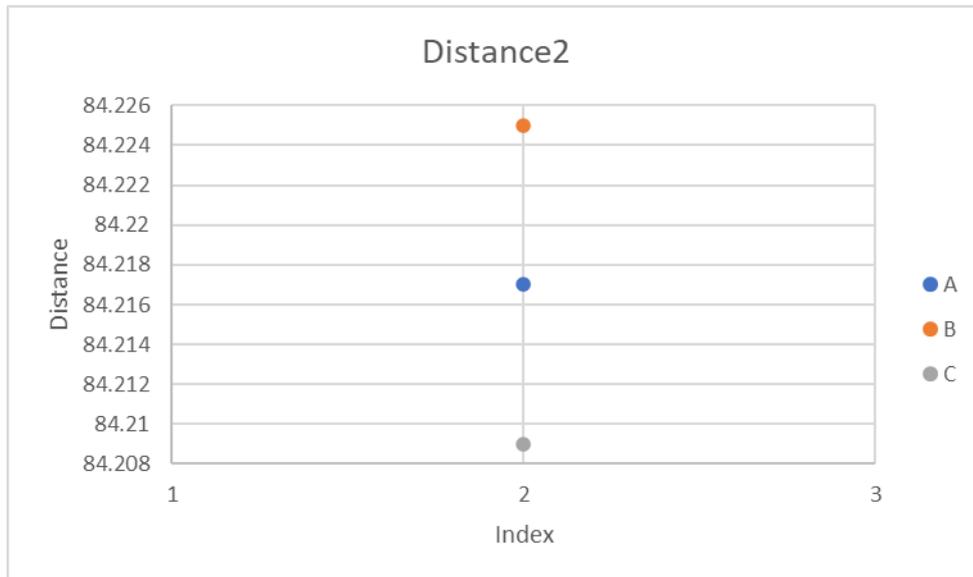


圖 14 第二段距離分析圖

第二段距離分佈的三個方式呈現出來即可明顯看到 B 和 C 方式估計出來的距離和 A 的差距差不多。

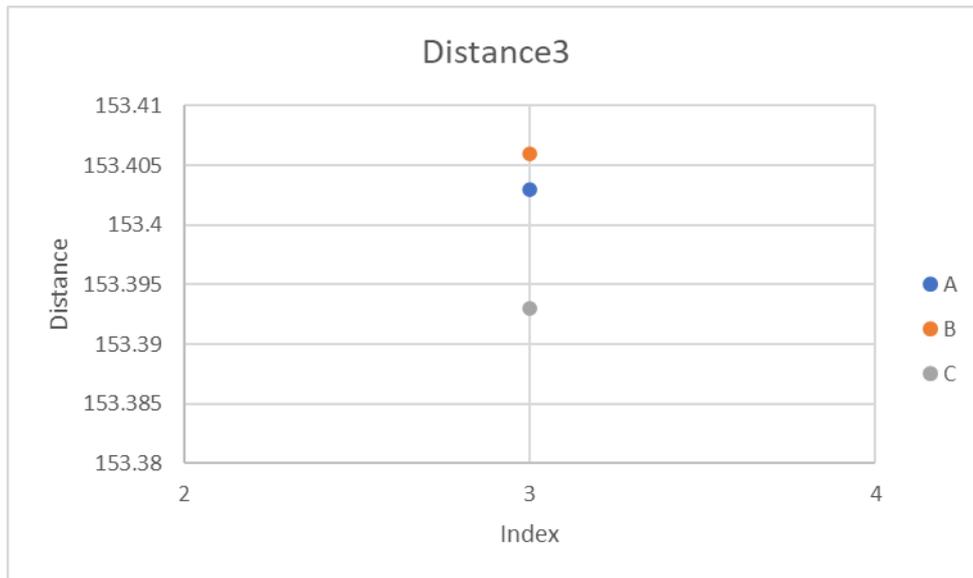


圖 15 第三段距離分析圖

第三段距離分佈的三個方式呈現出來即可明顯看到 B 估計出的距離離 A 的距離較近，表示 B 估計出的距離相較於 C 而言是較為準確的。

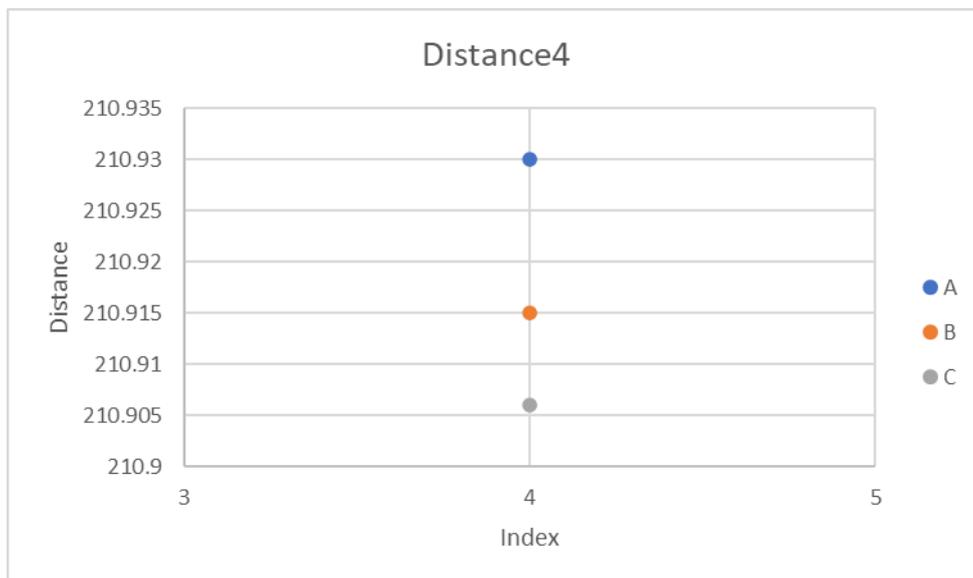


圖 16 第四段距離分析圖

第四段距離分佈的三個方式呈現出來即可明顯看到 B 估計出的距離離 A 的距離較近，表示 B 估計出的距離相較於 C 而言是較為準確的。

### 三、 線性迴歸分析

接下來我們用 A 方式計算出的 X 坐標和 Y 坐標和相對位置個別估計出它們的回歸方程式，再用回歸方程式去估計出 B 和 C 方式所產製的結果誤差來加以比較。

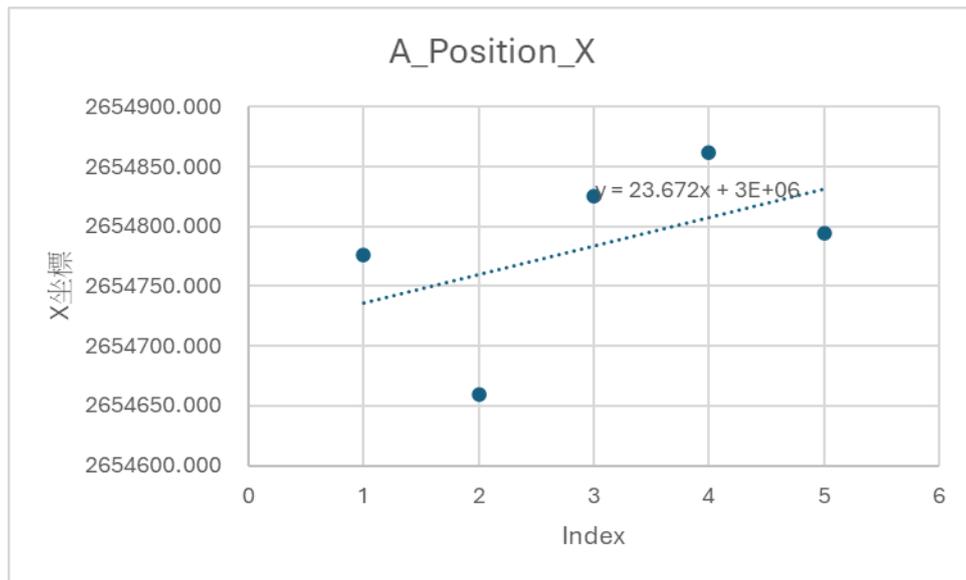


圖 17 A 方式線性迴歸分析圖

此圖為 A 方式 X 坐標的線性回歸

方程式為  $y=23.672X+3000000$

A 方式以回歸方程式估計出的誤差分別為 (Index\*23.672+3000000-A 方式計算出的坐標)。

|   | Error of A |
|---|------------|
| 1 | 345247.1   |
| 2 | 345387.5   |
| 3 | 345245.3   |
| 4 | 345232.8   |
| 5 | 345324.4   |

B 和 C 為 (Index\*23.672+3000000-B 方式計算出的坐標 & Index\*23.672+3000000-C 方式計算出的坐標)。

| Error of B | Error of C |
|------------|------------|
| 345247.3   | 345247.1   |
| 345387.8   | 345387.5   |
| 345245.5   | 345245.3   |
| 345233.1   | 345232.8   |
| 345324.7   | 345324.4   |

B 和 C 與 A 個別的誤差為 (Error of B – Error of A & Error of C – Error of A)。

|       |        |
|-------|--------|
| 0.245 | 0.029  |
| 0.224 | -0.003 |
| 0.229 | -0.001 |
| 0.24  | 0.003  |
| 0.249 | 0.005  |

可以看到資料庫分析中，C 與 A 的差距都是比較小的。

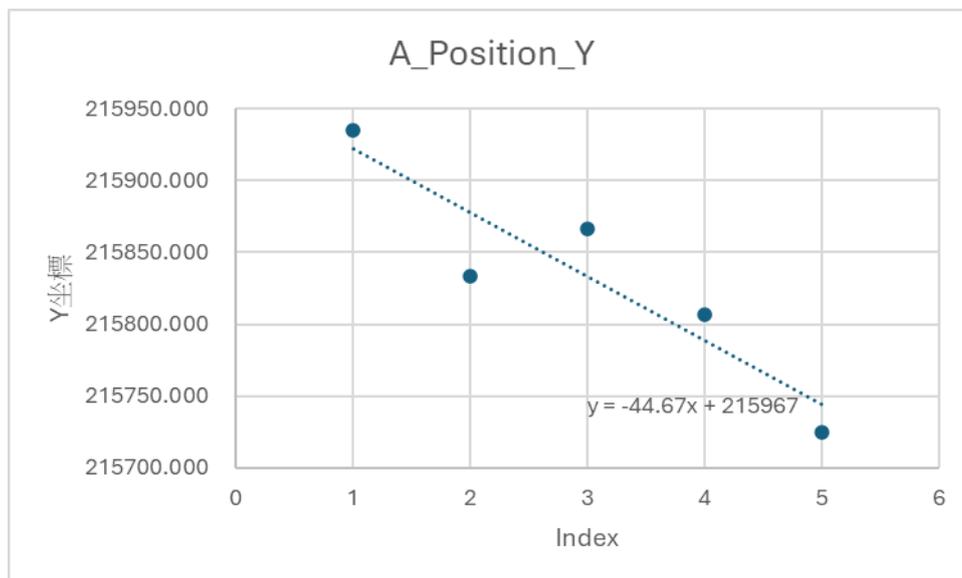


圖 18 A 方式線性迴歸分析圖

此圖為 A 方式 Y 坐標的線性回歸

方程式為  $y = -44.67X + 215967$

A 方式以回歸方程式估計出的誤差分別為 (Index\*-44.67+215967-A 方式計算出的坐標)。

|   | Error of A |
|---|------------|
| 1 | -12.311    |
| 2 | 44.266     |
| 3 | -33.239    |
| 4 | -18.802    |
| 5 | 19.225     |

B 和 C 為( $\text{Index} \times -44.67 + 215967 - B$  方式計算出的坐標 &  $\text{Index} \times -44.67 + 215967 - C$  方式計算出的坐標)。

| Error of B | Error of C |
|------------|------------|
| -12.621    | -12.304    |
| 43.952     | 44.291     |
| -33.551    | -33.263    |
| -19.112    | -18.824    |
| 18.9       | 19.206     |

B 和 C 與 A 個別的誤差為 ( $\text{Error of B} - \text{Error of A}$  &  $\text{Error of C} - \text{Error of A}$ )。

| B      | C      |
|--------|--------|
| -0.31  | 0.007  |
| -0.314 | 0.025  |
| -0.312 | -0.024 |
| -0.31  | -0.022 |
| -0.325 | -0.019 |

可以看到資料庫線性迴歸分析中，C 與 A 的差距都是比較小的。

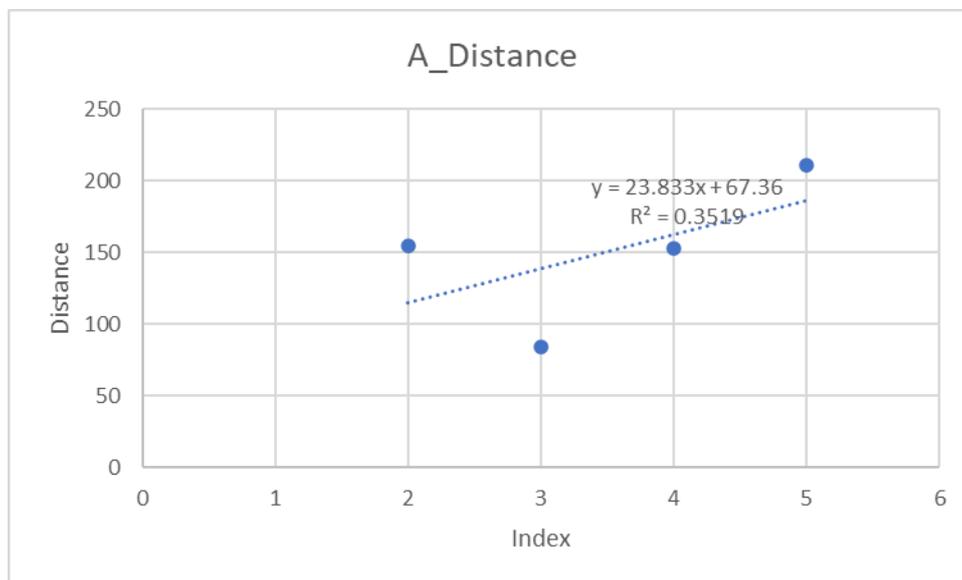


圖 19 A 方式相對距離線性迴歸分析圖

此圖為 A 方式相對距離的線性回歸

方程式為  $y = 23.833X + 67.36$

A 方法以迴歸方程式估計出的誤差分別為 ( $\text{Index} \times 23.833 + 67.36 - A$  方式計算出的坐標)。

|   | Error of A |
|---|------------|
| 2 | -39.523    |
| 3 | 54.642     |
| 4 | 9.289      |
| 5 | -24.405    |

B 和 C 為( $\text{Index} \times 23.833 + 67.36 - B$  方式計算出的坐標 &  $\text{Index} \times 23.833 + 67.36 - C$  方式計算出的坐標)。

| Error of B | Error of C |
|------------|------------|
| -39.505    | -39.511    |
| 54.634     | 54.65      |
| 9.286      | 9.299      |
| -24.39     | -24.381    |

B 和 C 與 A 個別的誤差為 ( $\text{Error of B} - \text{Error of A}$  &  $\text{Error of C} - \text{Error of A}$ )

| B      | C     |
|--------|-------|
| 0.018  | 0.012 |
| -0.008 | 0.008 |
| -0.003 | 0.01  |
| 0.015  | 0.024 |

可以看到以相對距離的資料庫迴歸分析中，第一筆的資料C估計出的差距較小，第二筆兩方式估計出的差距相同，惟正負值不同，第三和第四筆則是B方式估計出來的結果較精準。

## 伍、結論及建議

### 一、結論

經由以上統計分析中發現一件值得參考的訊息就是，單以彼此間距離差距較無法真實看出精確度的實際差異！因為坐標是有 4 個象限的，距離只能單就對單一空間做出描述，而無法真實完整反映出二維甚至三維的態樣。同時依前節統計分析算出的資料顯示，單以距離較差去做空間的差異判斷，往往會因正負相消的本質而讓使用者產生偽差的認知。因為若機器告訴你 A 補設點位差 2 公分，B 補設點同樣也差了 2 公分，但假設 A 補設點是差在第一象限，B 補設點則是差在第二象限，則真正是差在哪？共差了多少？這就是為什麼本研究要將資料庫分析拆分為多元化，而不直接單一化的原因，直接坐標單一化分析只能看出最終結果，但無法凸顯出當中隱含的矛盾及潛在容易被忽略的問題。

本研究會以統計學模型去分析資料，主要是著眼以科學方式去產製資料，借由各種型態的呈現，會將問題一一的浮現出來，這也是目前 AI 所無法完全取代的。因為人都是會有盲點的，科學分析則會幫助我們去發現問題並進而設法去注意，這就是看似簡單一般測量工作會面臨的坐標跟幾何向量，竟然也會變得沒有想像中的那麼理所當然，這也是本次研究所能提供的參考所在。

### 二、建議

透過以上分析，本研究有幾項建議供參考：

1. e-GNSS 的精密度尚佳，所產生的框架間經改正及轉換後，應能符合地籍測量所使用。
2. 在各框架中只要有兩個以上共同已知點，是可以直接依共同幾何條件去推算求得待測點，但本次研究僅限制在方圓 500 公尺範圍內施作。
3. 本次研究有嘗試現場未約制該年度坐標框架而直接收測已知點及待測點，以取得彼此間相應之幾何關係，再應用與原坐標框架間共同幾何關係直接反推算出待測點位，所得成果較差為夾角差 15~28 秒、距離差 2.2 公分~5.4 公分，惟實際是否適用於其他區域尚未獲得驗證。

## 陸、參考文獻

- 一、內政部國土測繪中心，「e-GPS 即時動態定位系統坐標轉換最佳化之研究」，黃華尉等5人，2012年。
- 二、國土測繪與空間資訊，「GNSS 快速靜態與 e-GNSS 運用於加密圖根控制測量之研究」，黃立信等3人，2015 年。
- 三、台灣土地研究，「虛擬基準站即時動態定位辦理土地複丈精度之研究」，何維信、詹君正等2人，2010 年。
- 四、台灣土地研究，「臺灣衛星連續站坐標時間序列分析與平面坐標基準適用期之探討」，周逸屏、陳國華、景國恩、楊名、陳鶴欽等5人，2020 年。
- 五、地籍測量第32卷第3期，「準確度與精密度」，史天元著，第 18-26 頁。
- 六、國土測繪與空間資訊，「GNSS 快速靜態與 e-GNSS 運用於加密圖根控制測量之研究」，黃立信等3人，2015 年。
- 九、Anonym, 2002. Structural Deformation Surveying (EM 1110- 2-1009), US Army Corps of Engineers, Washington, DC.
- 十、Çelik, R. N., Ayan, T., Denli, H., Özlüdemir, T., Erol, S., Özöner, B., Apaydın, N., Erincer, M., Leinen, S., Groten, E., 2001. Monitoring Deformation on Karasu Viaduct Using GPS and Precise Levelling Techniques, Kluwer Academic Publisher, Netherlands.
- 十一、Erol, S., Ayan, T., 2003. An Investigation on Deformation Measurements of Engineering Structures With GPS And Levelling Data Case Study, International Symposium on Modern Technologies, Education and Professional Practice in the Globalizing World, 6-7 November 2003, Sofia, Bulgaria.