

GPS實習課程設計

-認識測量工法

陳鴻聖

嘉南藥理科技大學兼任講師
森泰儀器公司副總經理
成大航測研究所碩士

大綱

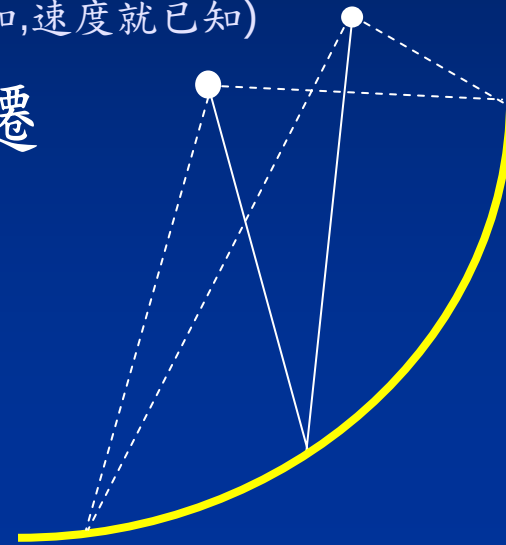
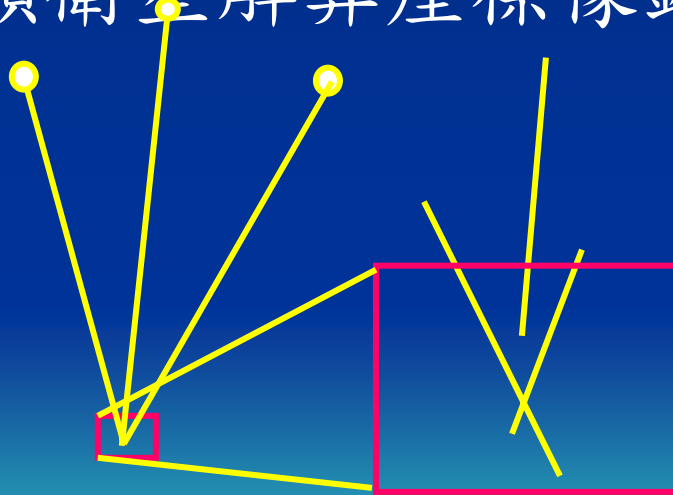
- GPS測量工法介紹
 - 靜態測量
 - RTK測量
 - eRTK測量
 - MRS測量
 - Stop & Go測量
- GPS實習課程設計

GPS介紹

- GPS衛星有28顆, GLONASS衛星有14顆, Galileo衛星有1顆
- GPS發射三種頻率訊號(L1, L2, L5), 以星號辨識個別衛星
- GLONASS發射14種頻率訊號, 以頻率辨識個別衛星, 每顆衛星也有L1, L2
- 市售導航機只能收L1訊號
- L1導航機誤差15~50公尺

GPS原理(1/2)

- GPS是後方交會原理,由距離推算座標
 - (距離等於速度乘以時間)((頻率已知,速度就已知)
- 兩顆衛星解算座標像盪鞦韆
- 三顆衛星解算座標像錐體



GPS原理(2/2)

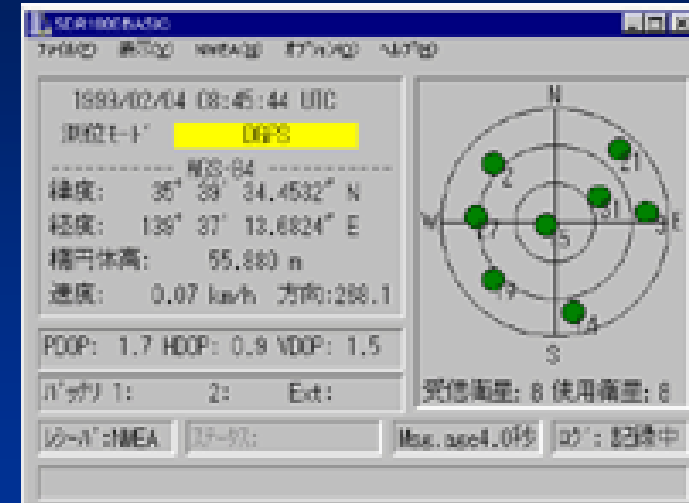
- 至少要五顆才能求解
- 消除誤差的方式
 - 收久一點求平均值
 - 用已知點來消除共同誤差
 - 後處理的方法(DGPS或靜態測量)
 - RTK的方法

方法介紹...

一 GPS靜態測量

步驟:

- 選取適當三角點及佈設控制點
- 規劃網形及測回
 - GPS衛星狀況預測
 - 每個點位,觀測當時的衛星狀況預測
- 外業事前準備事項



三角點的選取

- 精度需求 - 一等、二等、三等
- 內政部衛星控制點
- 三角點數量 - 4個(至少2個)
- 三角點檢測

三角點檢測

- 三角點的座標不一定是對的
- 檢測的方法
 - 事先檢測
 - 測量時檢測
 - 不檢測 – 精度要求不高時,不用檢測

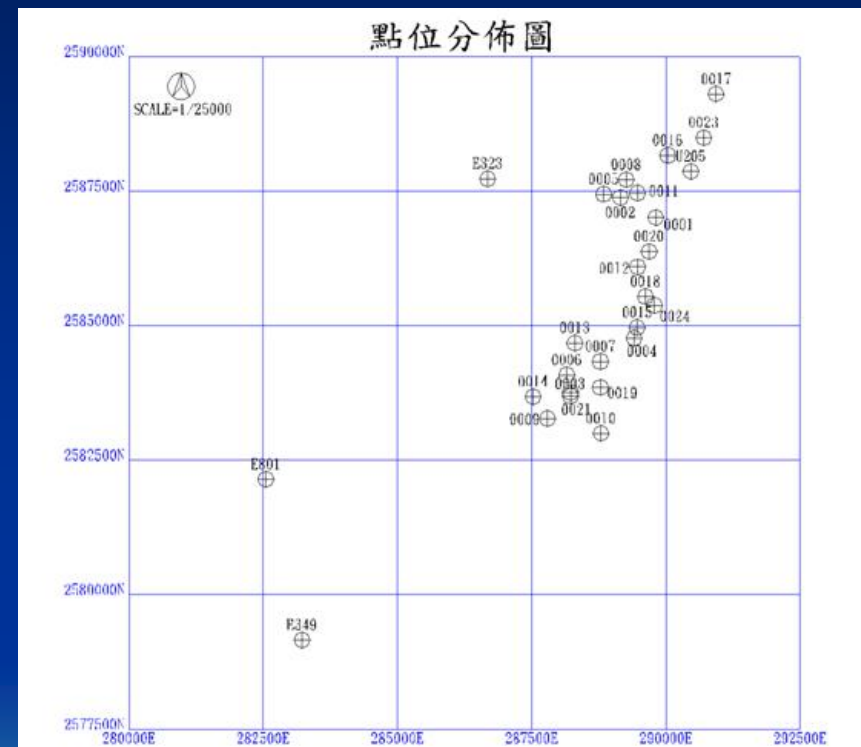
三角點檢測

- 檢測方法:三個點可以構成一個三角形,每個角的觀測值與成果簿上的計算值必需在容許誤差範圍內,視為三個點都沒有移動,可以採用。
- 若其中有一個點移動過,則必會有兩個邊長不符合;若不幸,三個點中有兩個點動過,則那一個是沒有動的,則找不出來。
- 因此檢測三角點,一般都直接檢測四顆三角點,四個點構成四個三角形,由排列組合,很容易就能挑出可用的三角點!



控制點佈設

- 以內政部的三角點為主要依據,往外引測至測區的主控點,平均每500公尺至一公里埋設一顆,以永久保存為目標,作為測區主控制之用。這些點一般稱為「主控點」。埋設時需繪製點之記,以方便其他人員尋找使用



主控點埋石

- 由三角點引測出的這些點皆有埋設標石或鋼(銅)標,並製作「點之記」,精度定位為四等。

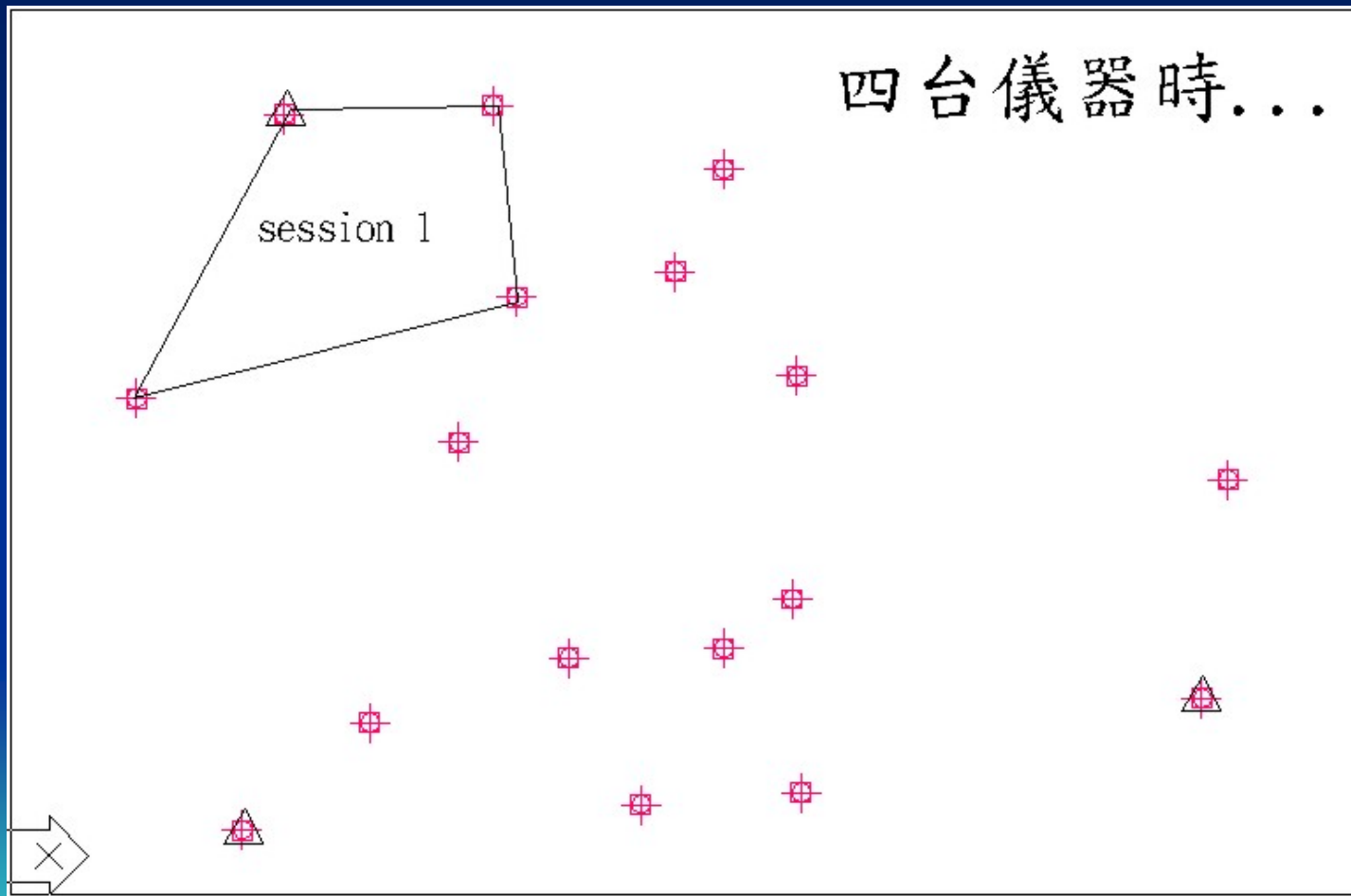
點誌記成果表			
埋設單位：林務局花蓮林管處			
主控制點：0008			
二度分帶座標(TWD-97) 單位公尺			
橫座標	289262.279	縱座標	2587711.568
埋設日期	92.08	高 程	854.689 僅供參考
標樁種類	石樁	記 錄 人	劉育儒
備 註 欄			
N  由高金針支241號電桿旁岔路走至一廣場再由廣場右側小路走至247左15號電桿由點桿旁小徑上山至山頂即可見點位		點 位 標 樁 照 片	

網形與測回的規劃

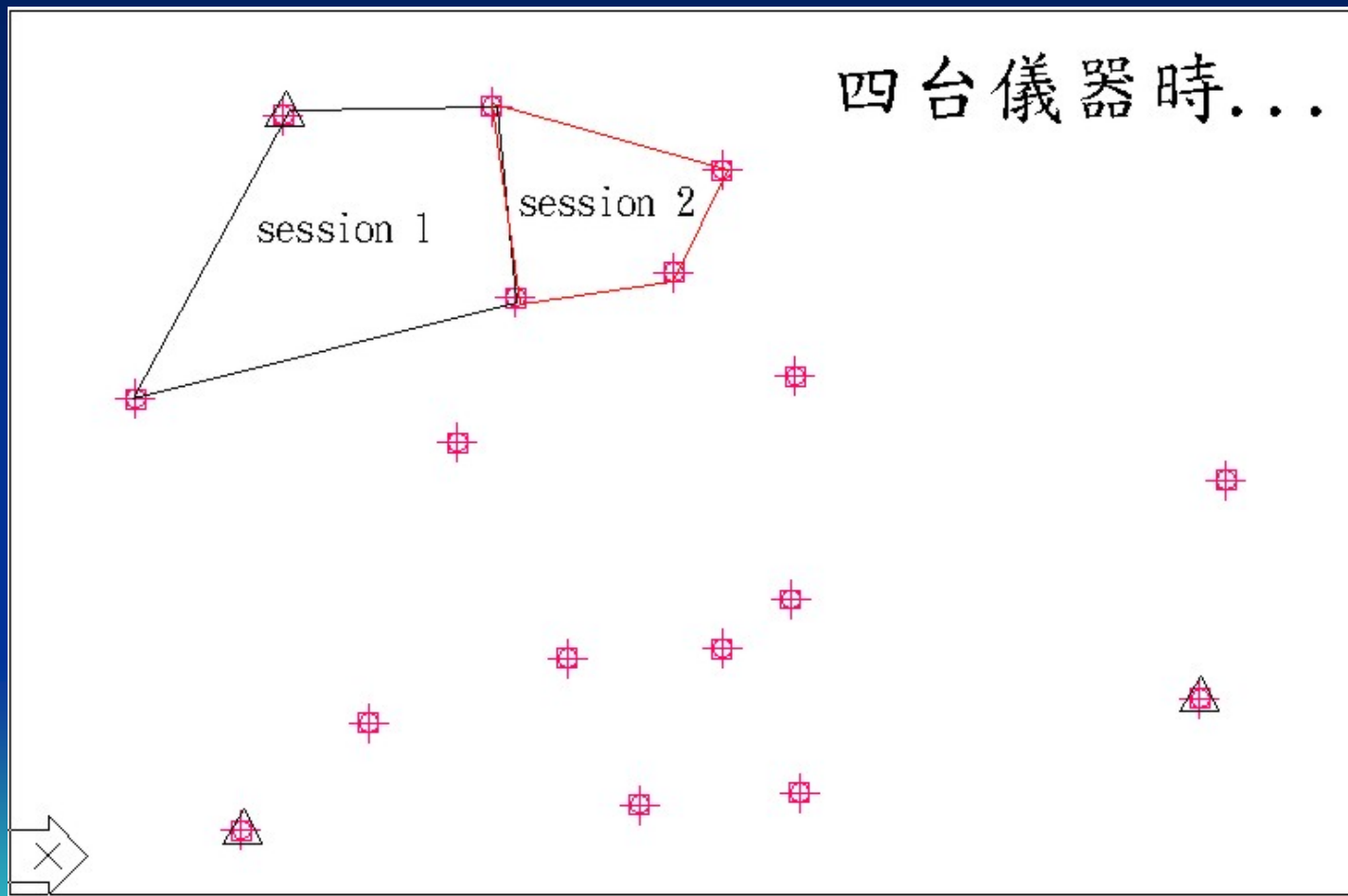
- 測點總數 - 含控制點與待測點
- 可用的儀器數量 - 建議6台以上
- 蛙跳式搬站 - 其中兩點為已知點
- 時段表規劃 - 資料重疊時間

蛙跳式搬站

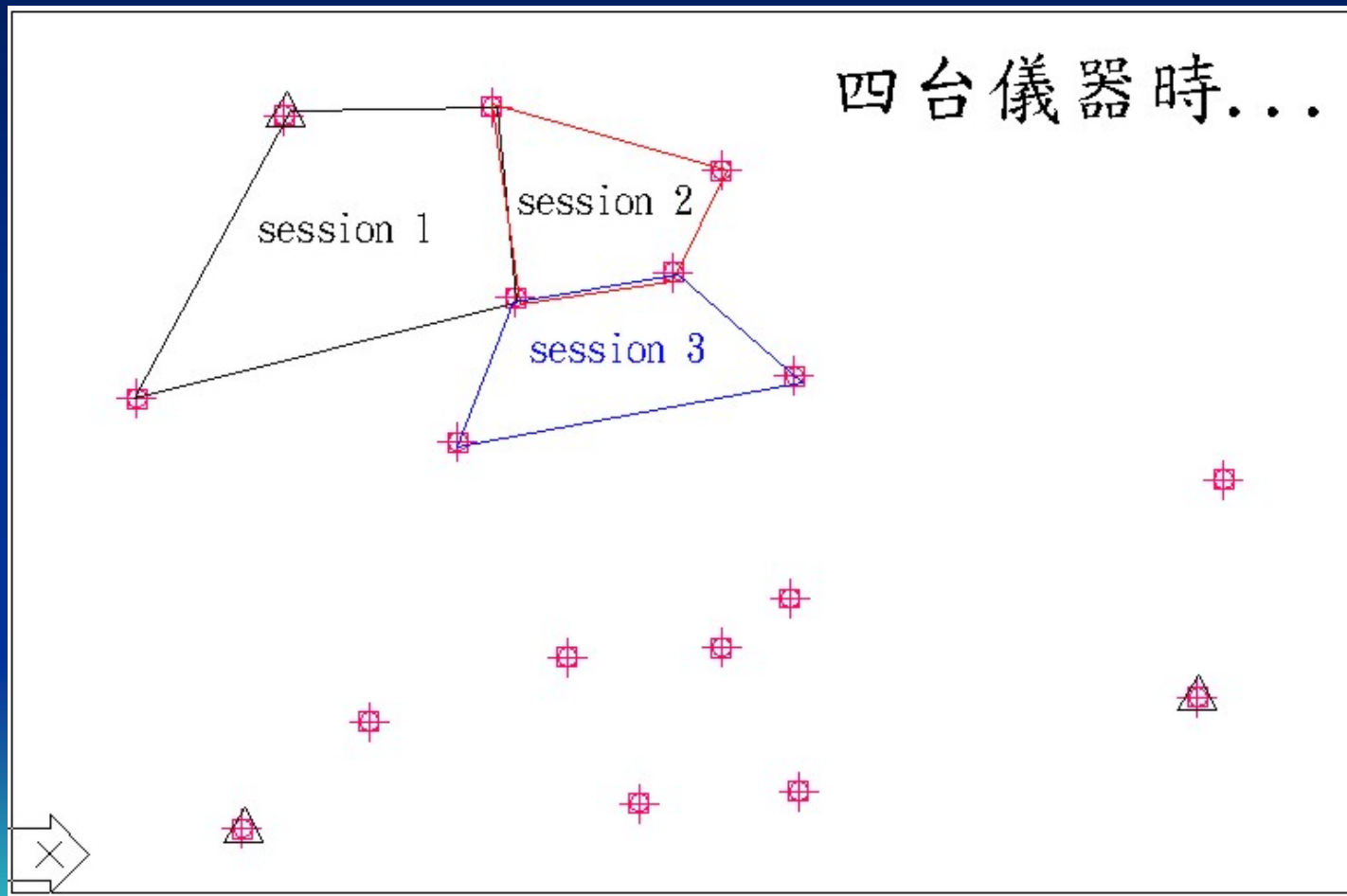
四台儀器時...



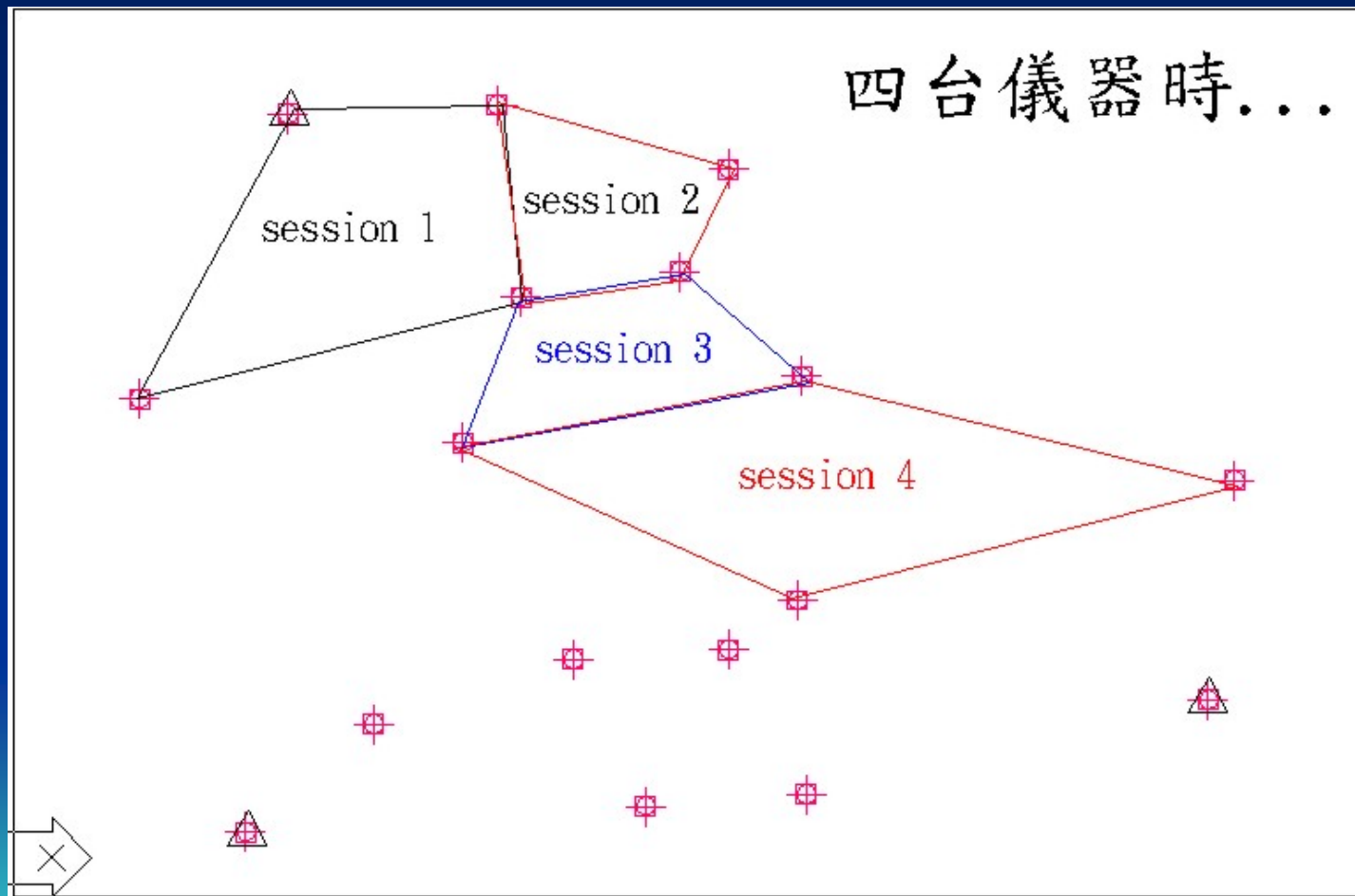
蛙跳式搬站 – 續...



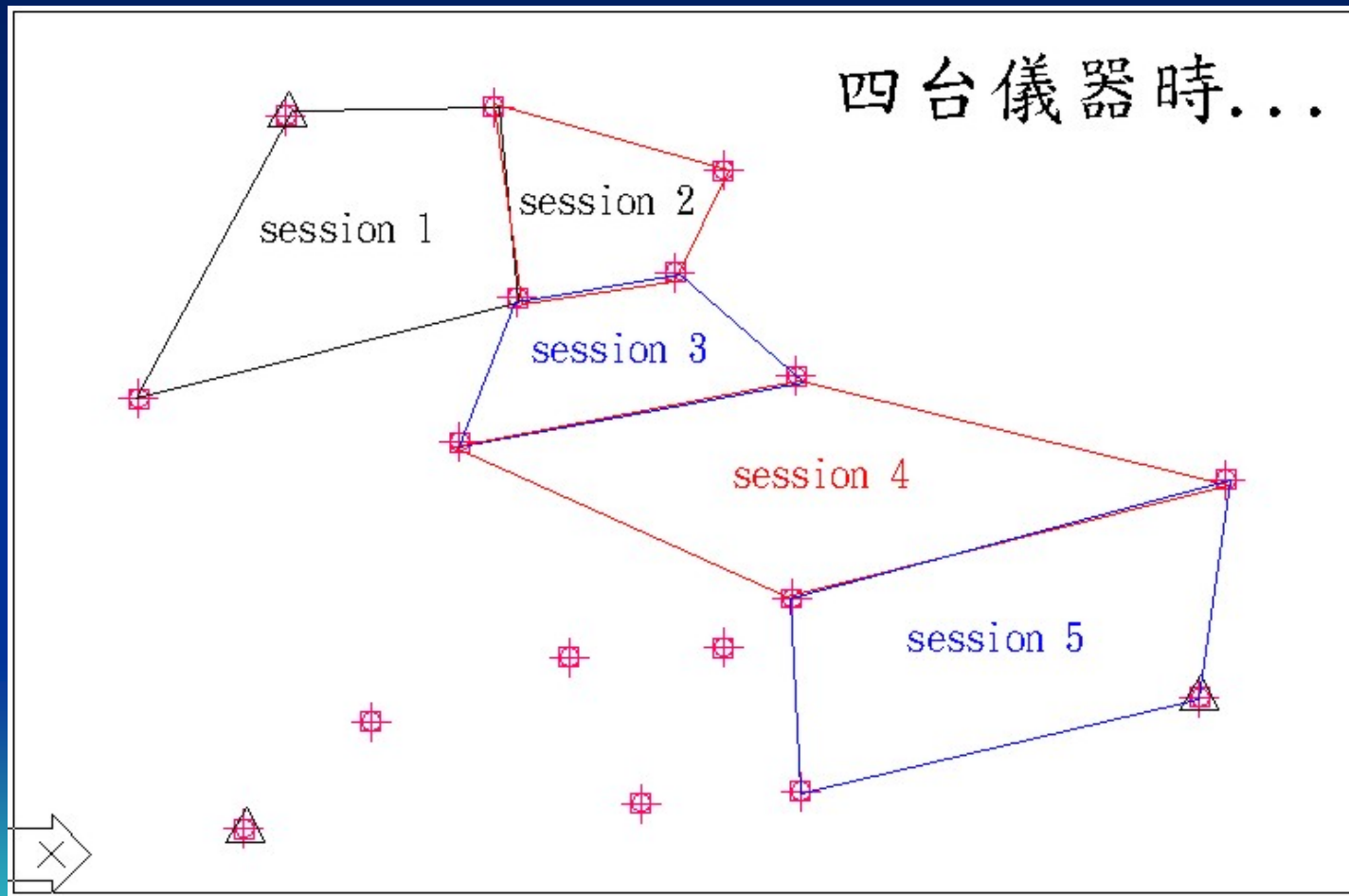
蛙跳式搬站 – 續...



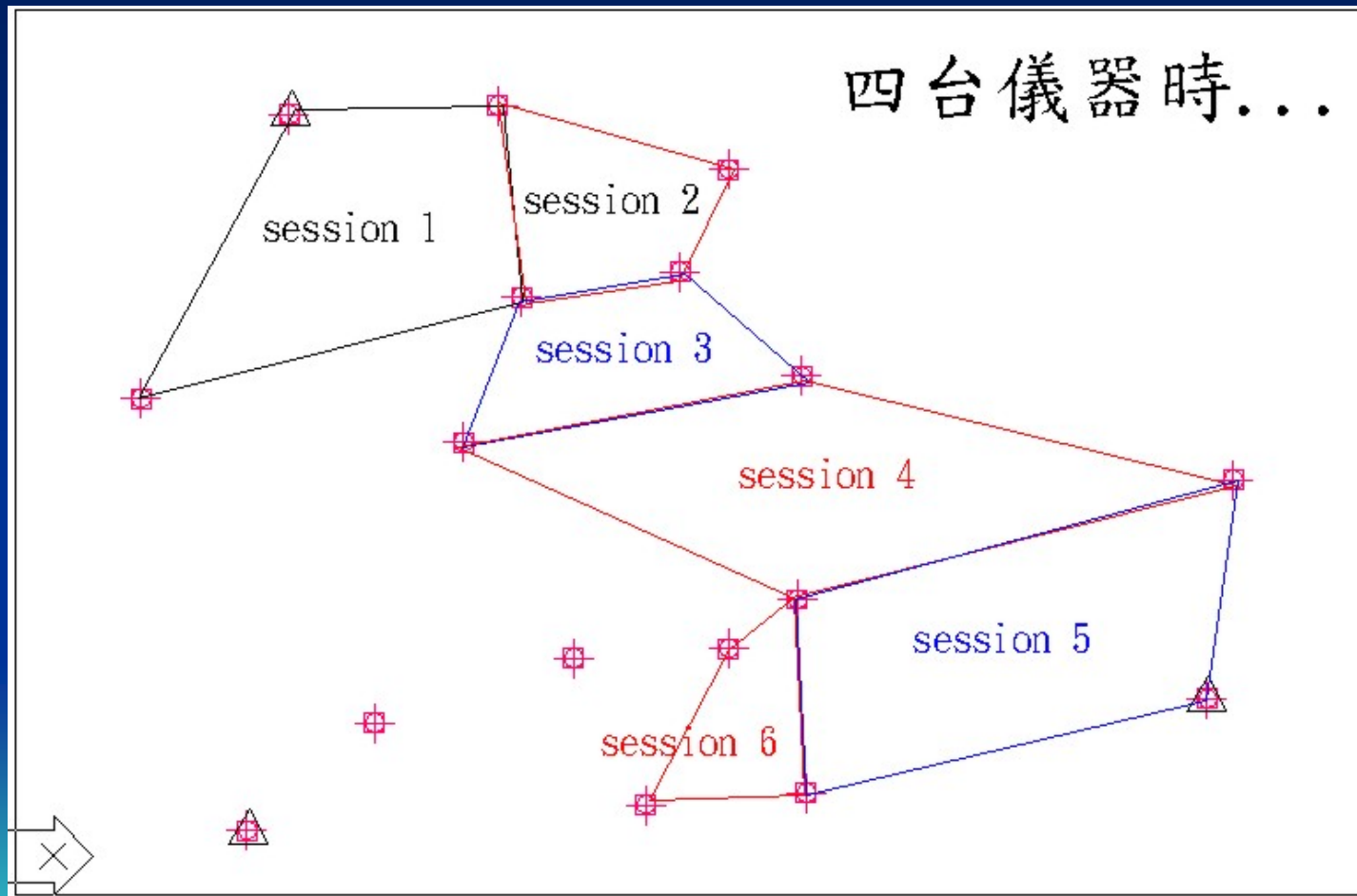
蛙跳式搬站 - 續...



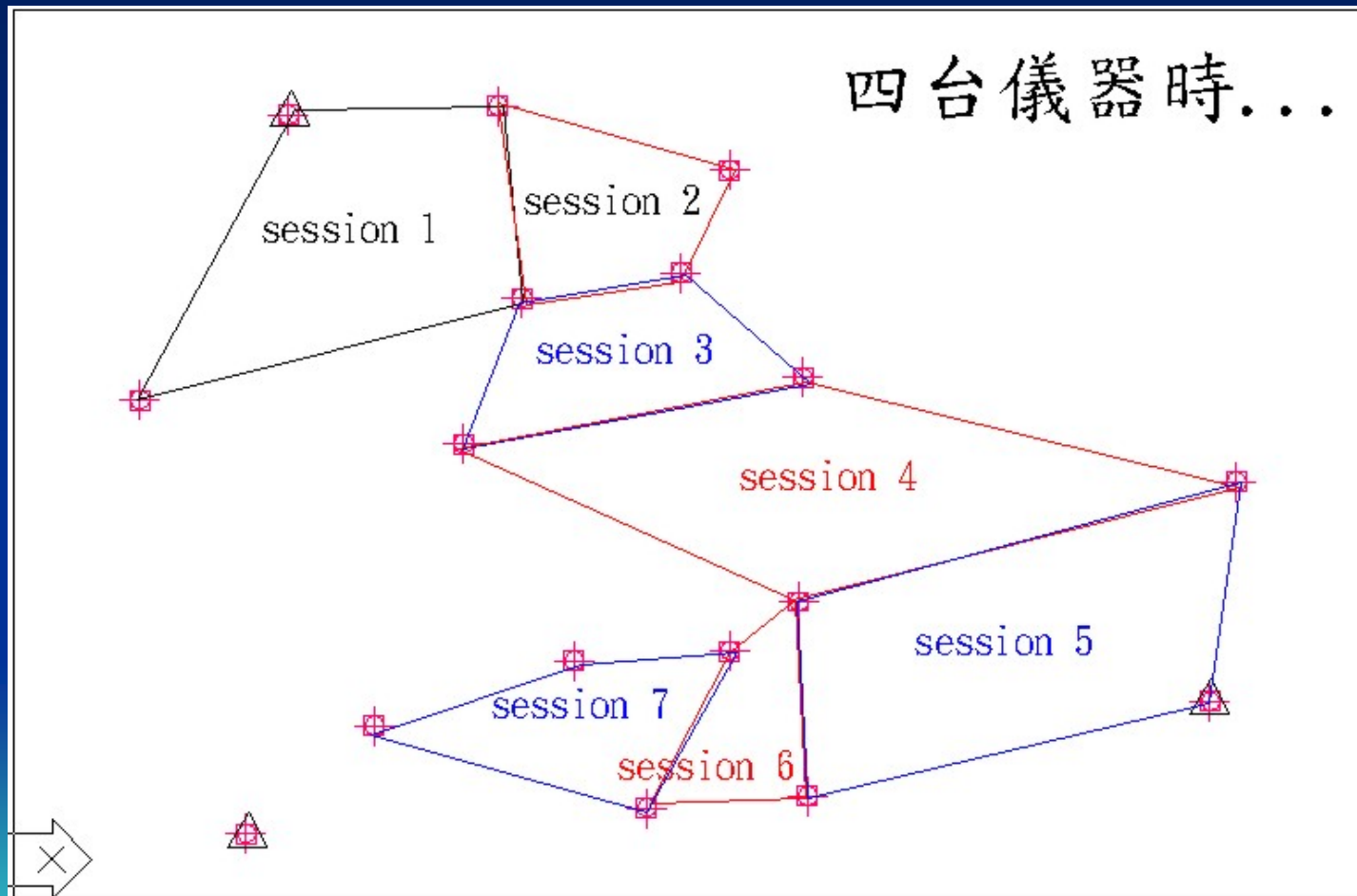
蛙跳式搬站 - 續...



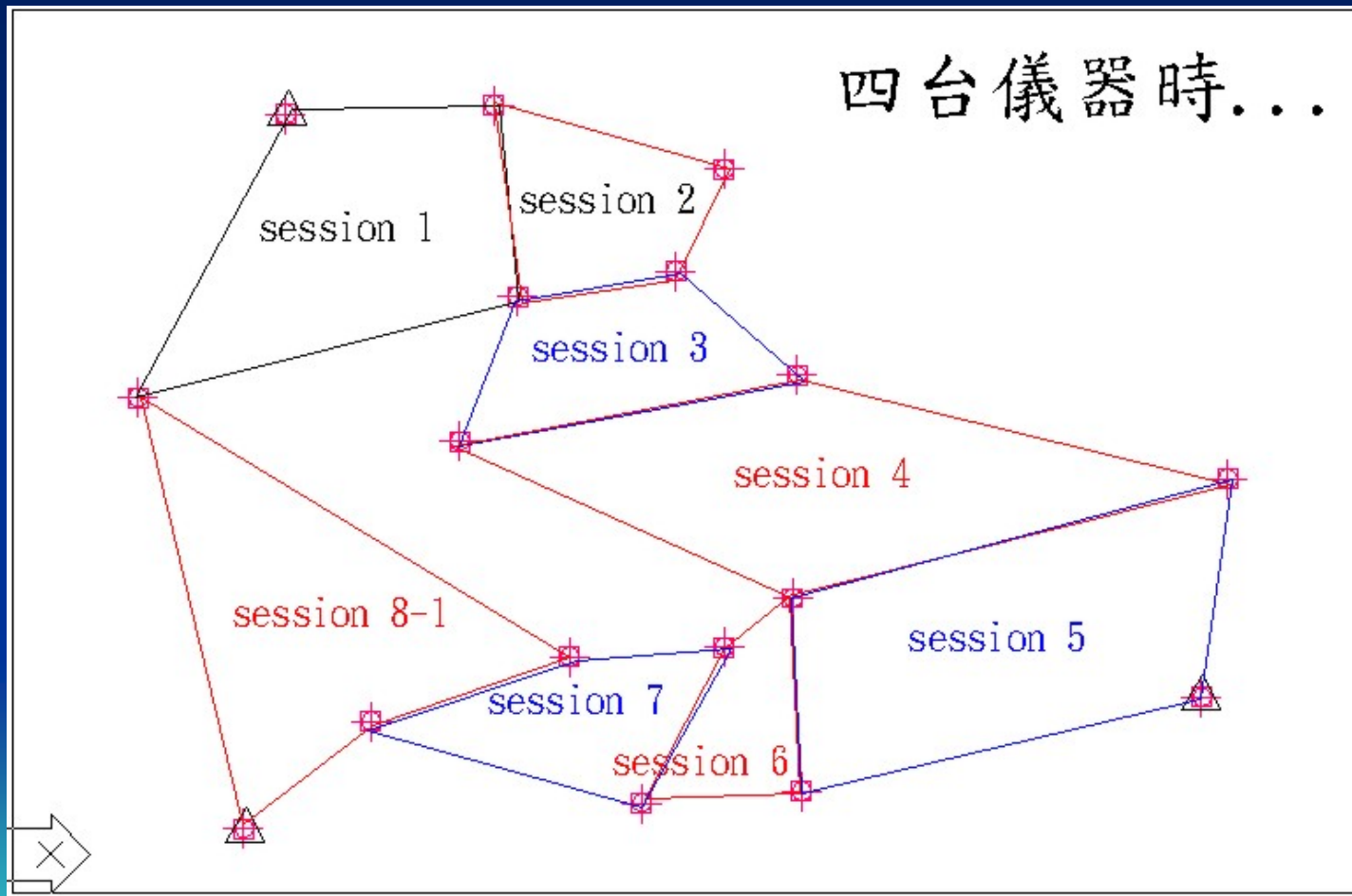
蛙跳式搬站 - 續...



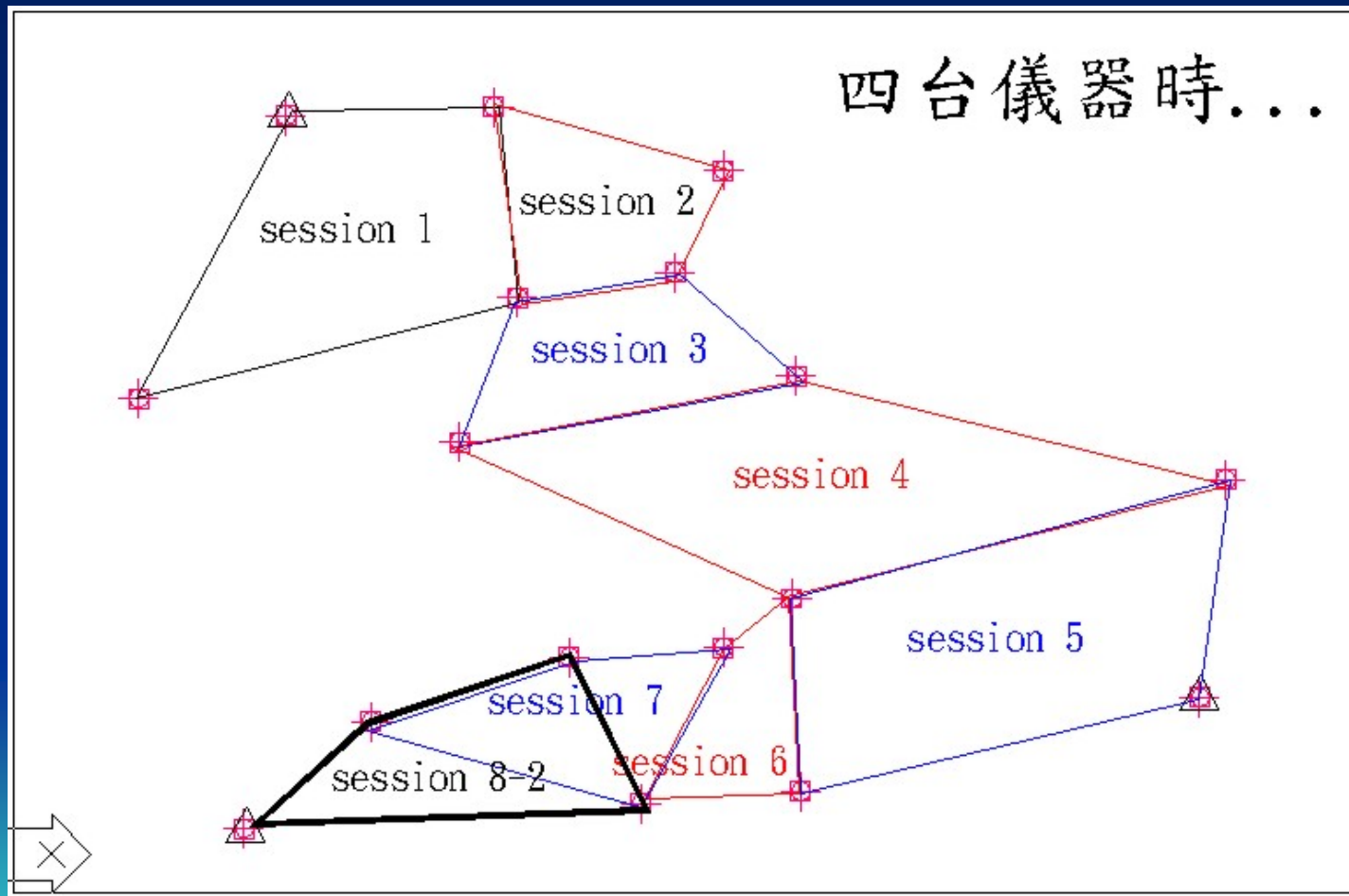
蛙跳式搬站 – 續...



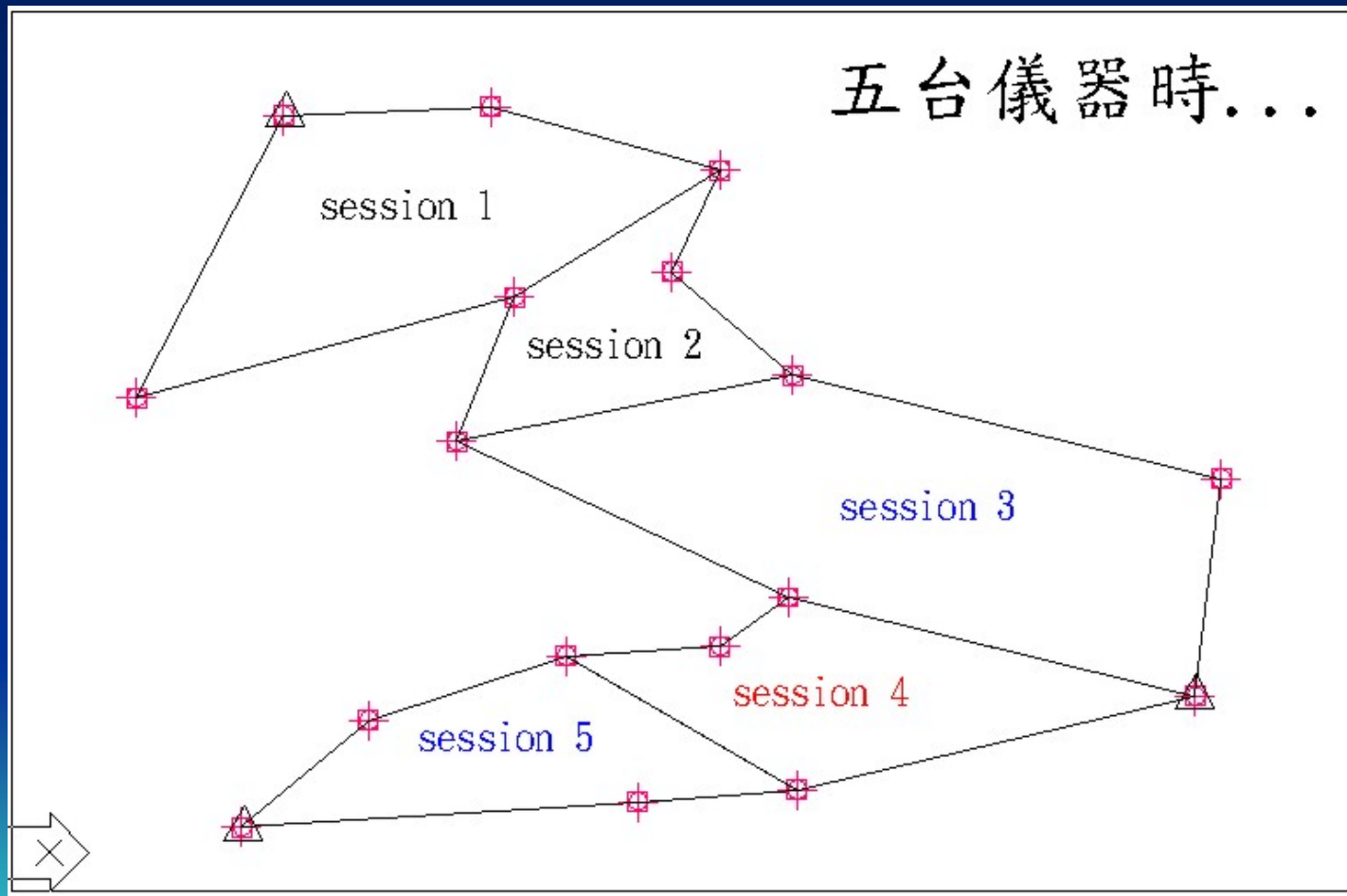
蛙跳式搬站 - 續...



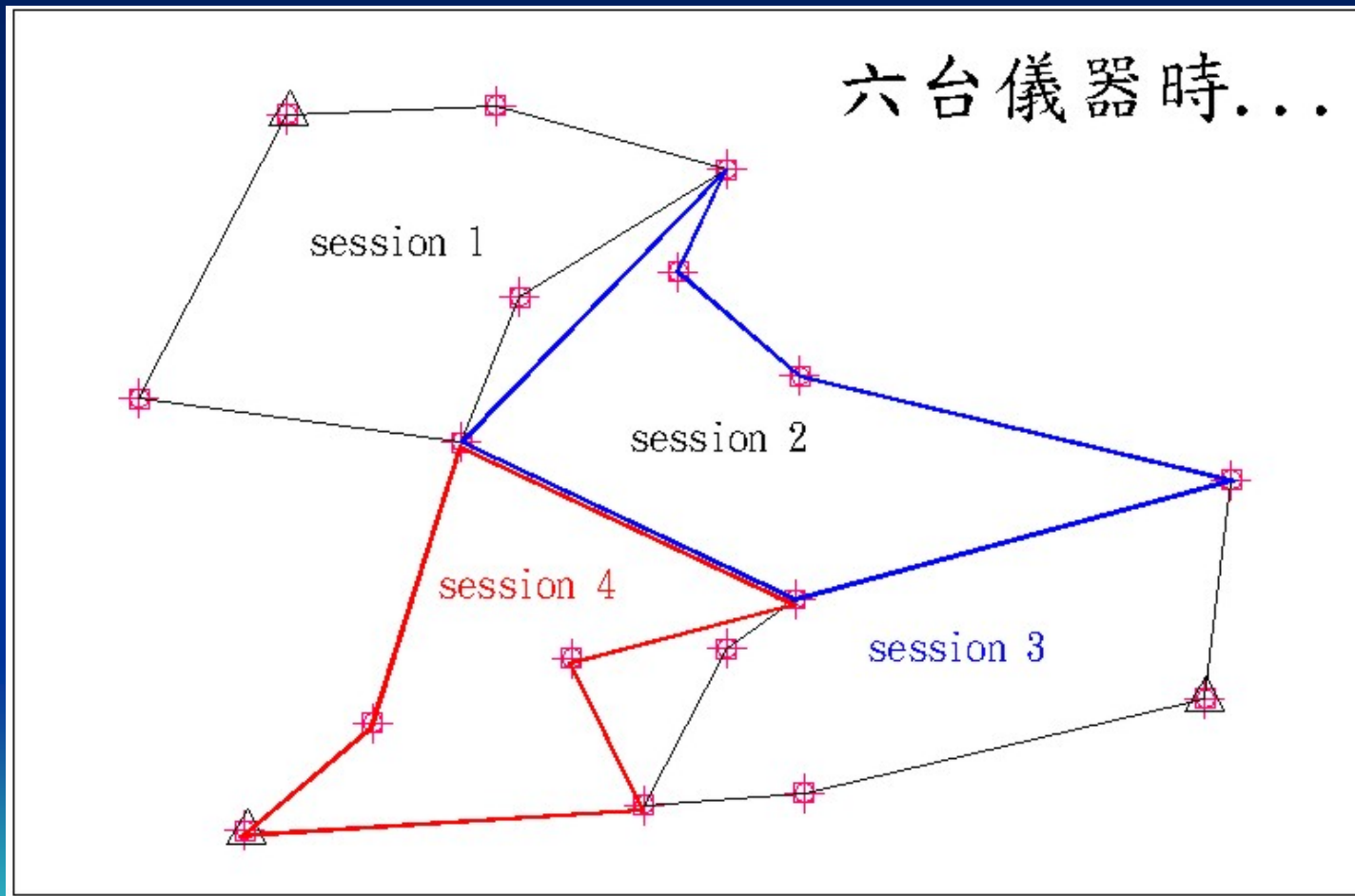
蛙跳式搬站 - 續...



蛙跳式搬站 - 續...



蛙跳式搬站 - 續...



關於接收時間

- 每一測回要接收多久時間,係依據要求精度及點間距離來決定,以500公尺至1公里為例,四等精度,每測回接收30分鐘資料即可。
- 為了確保各站都有30分鐘的重疊資料,一般會把每一個session增長為35或40分鐘。

GPS衛星星曆預測

- 使用工具軟體：SOKKIA PLANNING
- 目的：GPS衛星的幾何排列狀況對成果的影響很大。若能預先規劃測量時段，則可選擇最好的時段接收最佳的資料，即不會浪費時間，又可得到最好的成果。
- 星曆檔：愈正確的GPS衛星星曆檔，預測的衛星狀況則愈正確。
- 測站狀況：愈詳細的測站環境資料，預測結果愈準確。

GPS衛星星曆預測-步驟

- 建立一個工作專案
 - 選取 [檔案/新建專案]
 - 畫面上會產生一個地球儀
 - 選取 [工具/選項]
 - 檢查並確認所選擇的時區…
 - Local Time
 - (GMT+08:00)Hong Kong, Perth, Singapore, Taipei
 - 選取 [編輯/座標系統]…
 - 檢查並確認所選擇的座標系統
 - TM2-TWD97 或 TM2-TWD67
 - 公制或英制

GPS衛星星曆預測-步驟(續)

- 星曆檔載入…
 - 選擇 [檔案/星曆檔]…
 - 設定路徑、檔案
 - Sokkia Files(*.pdc, *.str, *.axs, *.gsr, *.gss)
 - 或可由網路下載星曆資料, 例如: YUMA.txt
 - 或是其他類型檔案

GPS衛星星曆預測-步驟(續)

- 建立每點位資料…
 - 選擇 [編輯/控制點]…
 - 新建點位資料
 - 點名
 - 座標系統
 - 座標資料
 - 遮蔽情況

GPS衛星星曆預測-步驟(續)

- 預測時段及參數設定
 - 選擇 [編輯/參數] 設定
 - 開始日期時間
 - 結束日期時間
 - 衛星仰角
 - 顯示時間間隔
 - 使用的衛星

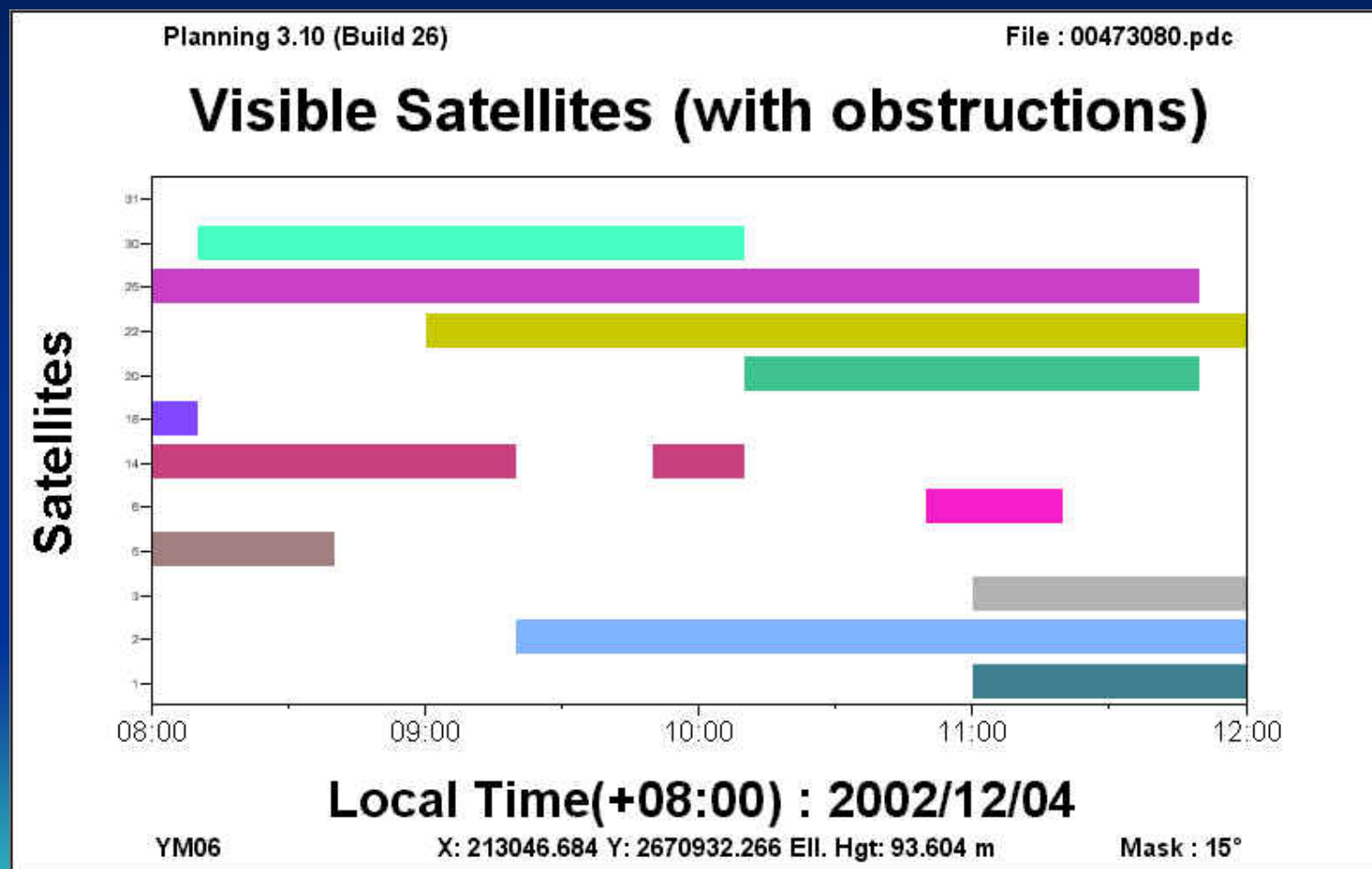
GPS衛星星曆預測-步驟(續)

- 衛星預測資料…
 - 選擇 [工具]
 - 方位/高度表
 - 可接收衛星圖
 - 數量分佈圖
 - 極座標透空圖
 - 方格式透空圖
 - DOPs圖

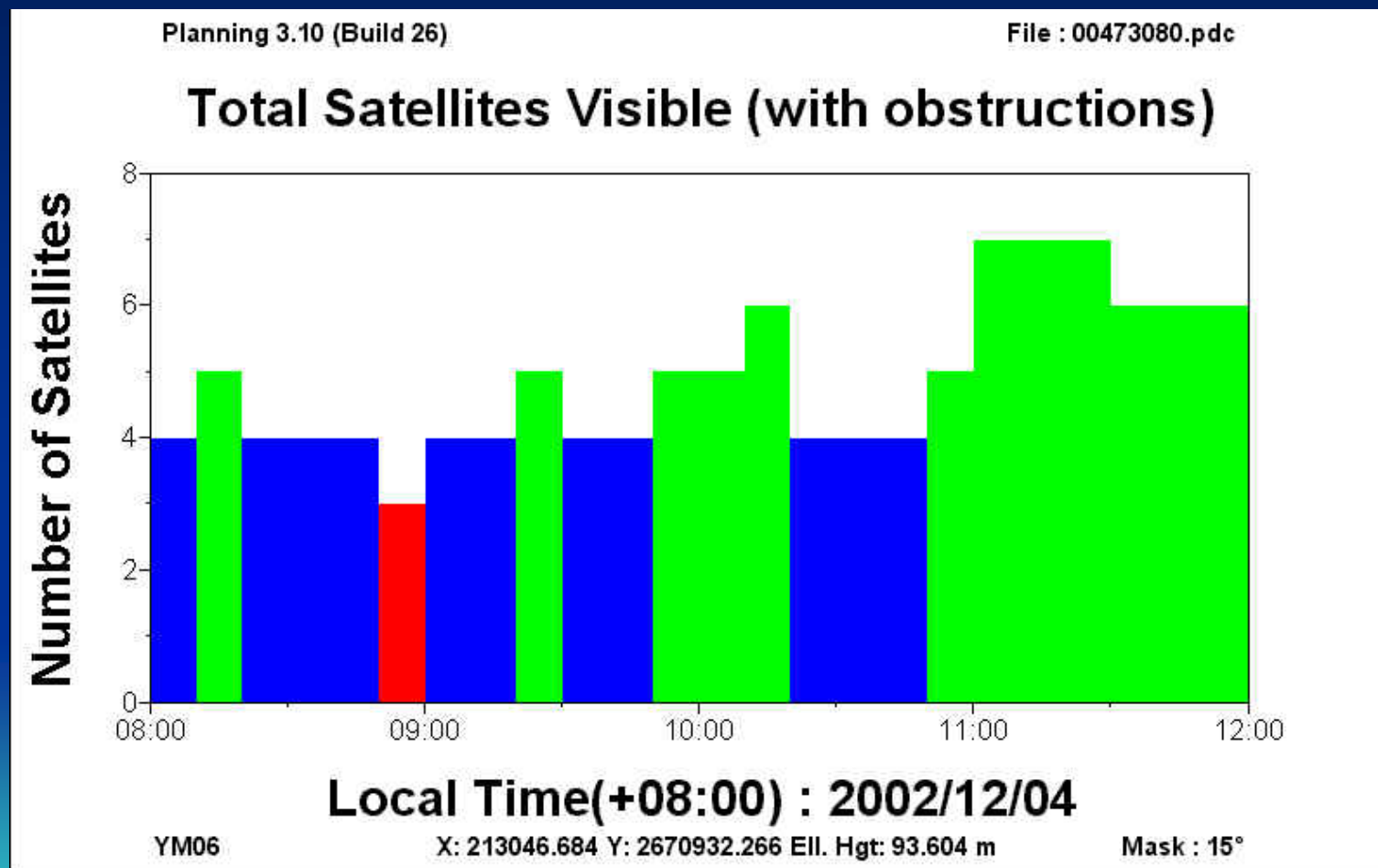
方位/高度表

Time	N	1	2	3	5	6	9	13	14	15	17
08:00	4	.	.	.	45/30	<134/14>< 55/04>	.	.	352/52	<191/07>	.
08:10	5	.	.	.	43/27	[130/16] < 58/01>	.	.	358/54	<188/04>	.
08:20	4	.	.	.	42/23	[126/19]	.	.	5/57	<185/02>	.
08:30	4	.	.	.	41/19	[122/21]	.	.	13/60	<181/00>	.
08:40	4	.	<217/01>	.	40/15	[118/23]	.	.	21/62	.	.
08:50	3	.	<219/05>	.	< 40/12>	[113/25]	.	.	31/64	.	.
09:00	4	.	<220/09>	.	< 40/08>	[108/27]	.	.	42/66	.	.
09:10	4	.	<222/12>	.	< 40/04>	[103/29]	.	.	55/67	.	.
09:20	5	.	224/16	.	< 41/01>	[98/30]	.	.	68/67	.	.
09:30	4	.	227/20	.	.	[93/32]	.	.	[82/67]	.	.
09:40	4	.	230/24	.	.	[88/32]	.	.	[94/65]	.	.
09:50	5	.	233/27	.	.	[82/33]	.	.	105/63	.	.
10:00	5	.	237/30	<197/01>	.	[77/32]	.	.	114/60	.	.
10:10	6	.	240/34	<196/04>	.	[71/32]	.	.	122/57	.	.
10:20	4	<319/01>	245/37	<195/08>	.	[66/31]	.	.	[128/53]	.	.
10:30	4	<320/05>	250/40	<194/12>	.	[61/29]	.	.	[133/49]	.	.
10:40	4	<321/09>	255/43	[193/16]	.	[57/27]	.	.	[138/45]	.	.
10:50	5	<321/12>	261/45	[192/20]	.	53/25	.	.	[141/40]	.	.
11:00	7	321/16	267/47	192/24	.	50/22	.	.	[144/36]	.	.
11:10	7	321/20	273/49	191/28	.	47/20	.	.	[147/32]	<125/00>	.
11:20	7	320/24	280/51	191/33	.	44/17	.	.	[149/28]	<121/02>	.
11:30	6	319/28	287/52	191/37	.	< 42/13>	.	.	[150/23]	<117/04>	.
11:40	6	318/32	295/53	191/42	.	< 40/10>	.	.	[152/19]	<113/06>< 90/01>	.
11:50	6	315/35	302/54	192/47	.	< 39/07>	.	.	[153/15]	<109/08>< 86/02>	.
12:00	5	312/39	310/54	192/52	.	< 38/03>	.	<324/02><154/11><105/09>< 82/03>	.	.	.

可接收衛星圖



數量分佈圖

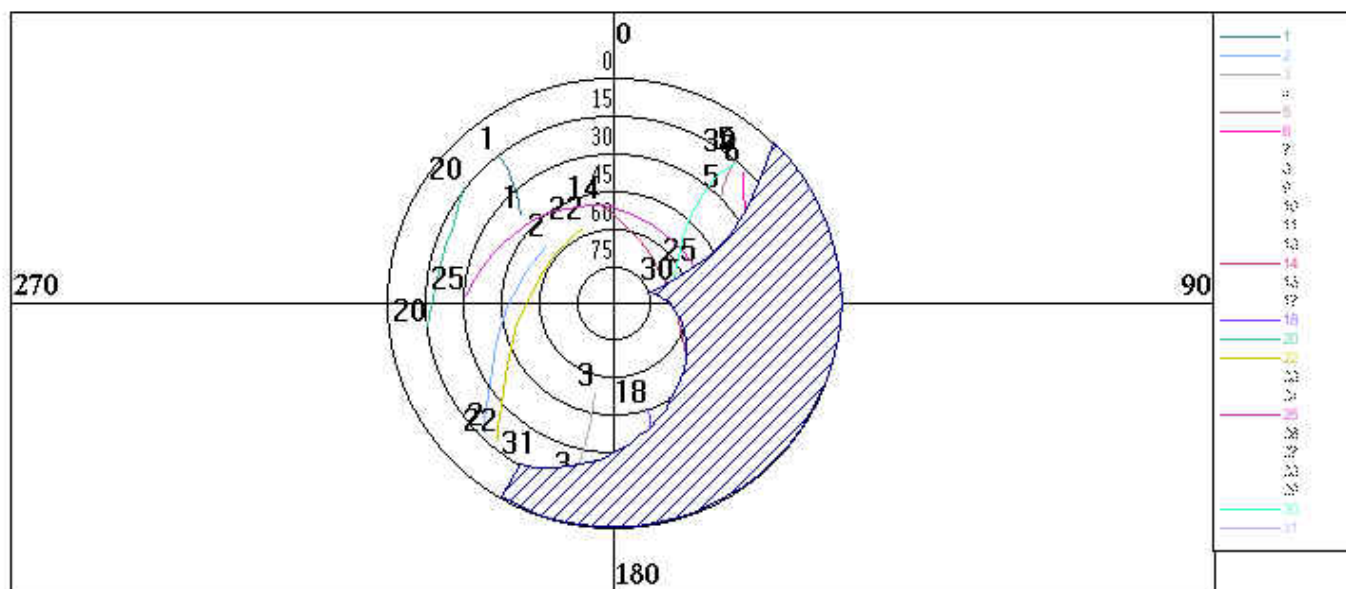


極座標透空圖

Planning 3.10 (Build 26)

File : 00473080.pdc

Polar Sky Plot (with obstructions)



08:00 to 12:00 2002/12/04 (Local +8.0h)

YM06

X: 213046.684 Y: 2670932.266 Ell. Hgt: 93.604 m

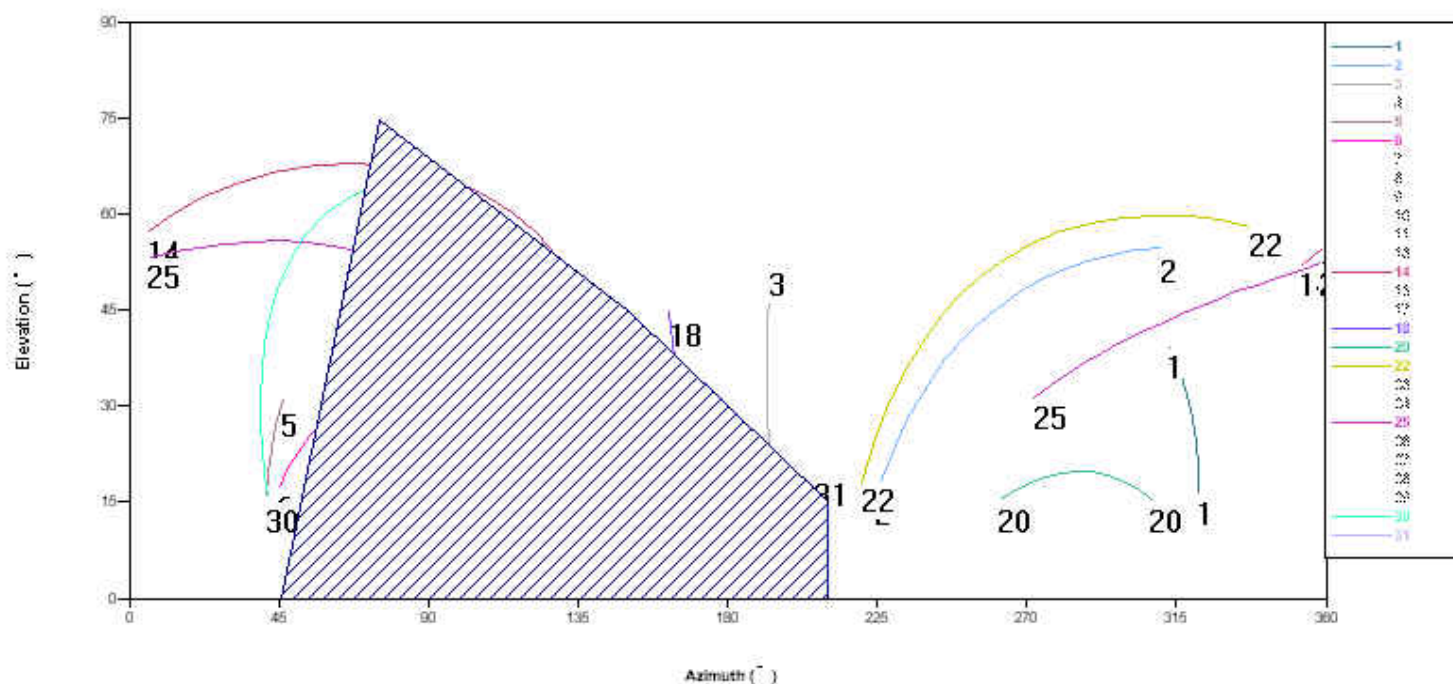
Mask : 15°

方格式透空圖

Planning 3.10 (Build 26)

File : 00473080.pdc

Rectangular Sky Plot (with obstructions)

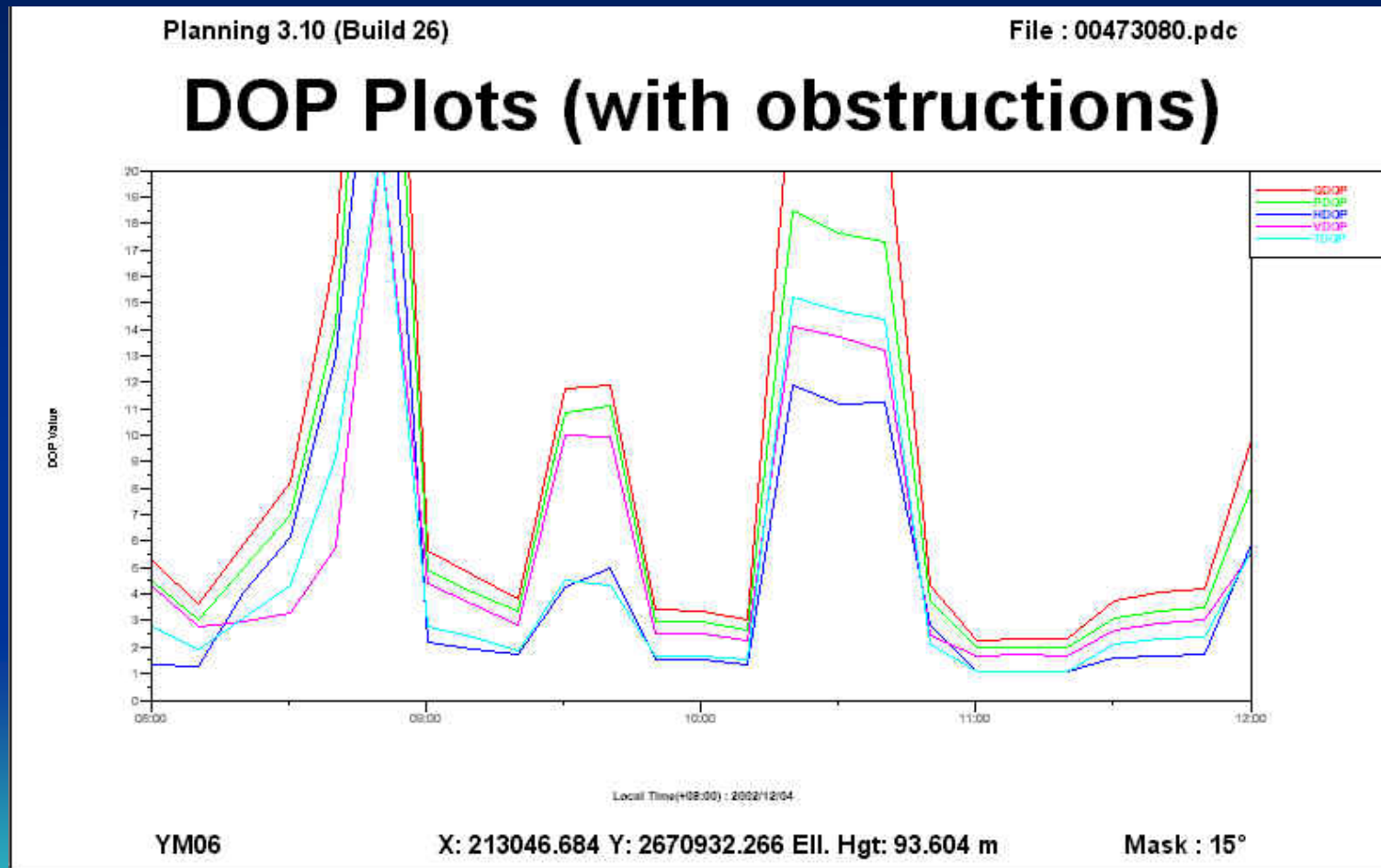


YM06

08:00 to 12:00 2002/12/04 (Local +8.0h)
X: 213046.684 Y: 2670932.266 Ell. Hgt: 93.604 m

Mask : 15°

DOPs圖



外業 - 出發前準備

- 儀器準備
 - 設定power-up(開機就收)
 - 確認儀器功能正常
 - 電力充足
 - 備用電力
- 通訊器材
 - 設定通訊方式
 - 緊急通訊頻道
 - 連絡人

外業事前準備 – 續

- 點位資料
 - 點之誌
 - 野帳記簿
- 詳實記錄測量狀況
 - 點位名稱
 - 點位現地情況, 如：遮蔽
 - 儀器型號及天線型號、序號
 - 天線高
 - 開始及結束時間
 - 任何異常狀況



外業事前準備 – 續

- 交通工具
- 其他
 - 找點工具
 - 個人所需物品, 如：水、乾糧、水果日報、金庸、股票機、MP3…等

建議

- 事前多花些時間準備,可降低收訊不良的情況;事前多花兩小時,可能省掉了以後多測一天的可能;在成本上降低了許多,在時間上縮短了許多,在人力上一大家都輕鬆許多...

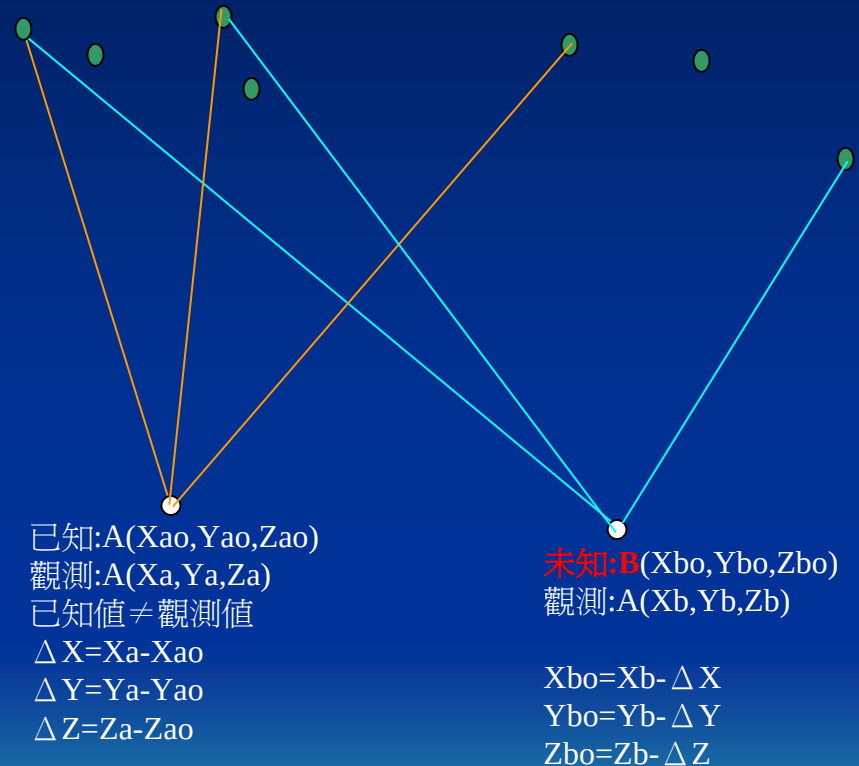


GPS實習1-靜態測量

- 由兩個三角點引測三個主控點至校區
 - 出發前先預測最佳時段
 - 測量作業
 - 資料下載與平差計算
 - 報表判讀

二 RTK測量

- 至少要五顆共同衛星
- 至少要一個已知點
- 把已知點的**誤差修正量**傳給未知點
- 改正後的座標精度可達1cm
- 誤差修正量是關鍵



RTK測量裝備

- 移動站

- 雙頻GPS主機
- 無線數據機
- 控制器與軟體
- 追蹤桿等附件

- 基地站

- 雙頻GPS主機
- 無線數據機
- 控制器與軟體



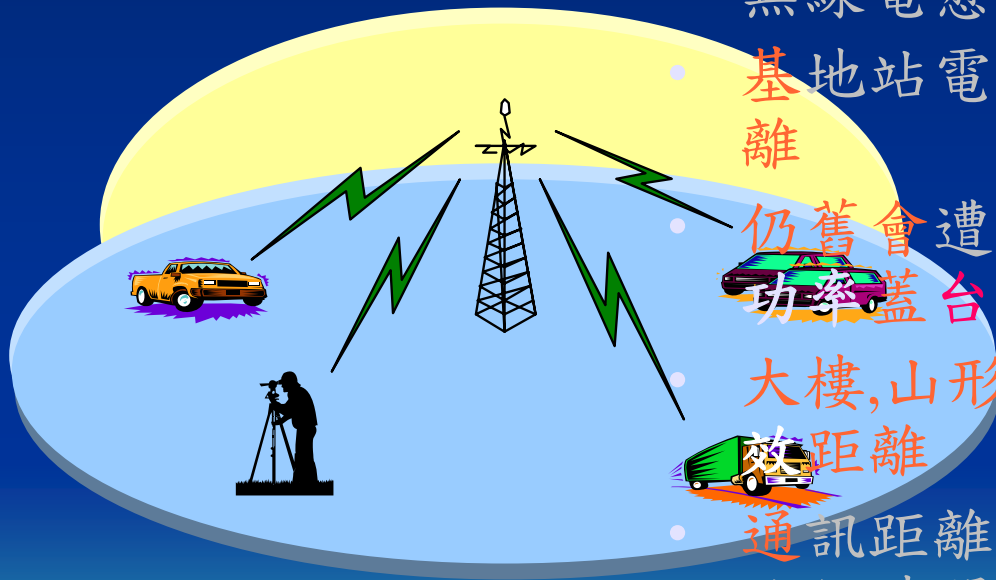
RTK的限制

- GPS衛星數量不夠(訊號不良)
- 測區透空不良
- 衛星定位儀電力不足
- 無線電基地站電力不足
- 無線電訊號干擾
- 阻礙訊號傳播的障礙物
- 無線電訊號特性

RTK的客觀條件有那些？

(距離5~15km,依客觀條件而定)

- 兩邊的共同衛星數,要有5顆以上
- 基地站要架在高處
- 無線電愈高愈好,避免蓋台
- **基**地站電力不足會縮短有效距離
- **仍舊會**遭木瓜族及火腿族的高功率蓋台
- **大樓,山形...**等,會縮短無線電有效距離
- **通訊**距離不可過長,否則會增長收斂時間,精度降低



基線長 5~ 15 km

GPS實習2-RTK測量

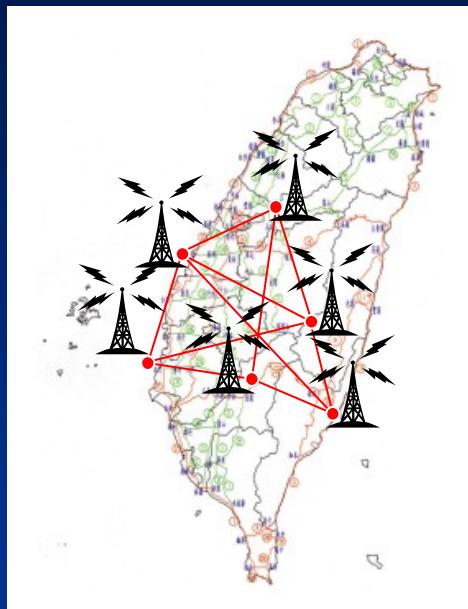
- RTK圖根點加密測量
 - 在校區內佈設若干圖根點
 - 以RTK實測(每隔4小時測一次,每次記錄三筆)
 - 觀測兩個整日
 - 求出這些值的平均值,及其標準誤差
 - 敘述你發現的測值異狀,並判斷發生的原因

三 eGPS測量(VRS)

- 如何獲得[誤差修正量]是關鍵
- 如果可以直接用別人的誤差修正量…
- eGPS, Civil-NET
- SBAS(WAAS, EUGPS, CDGPS), Beacon…

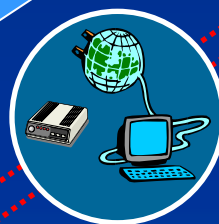
Civil-NET 基站網系統

基本原理



1

或 2

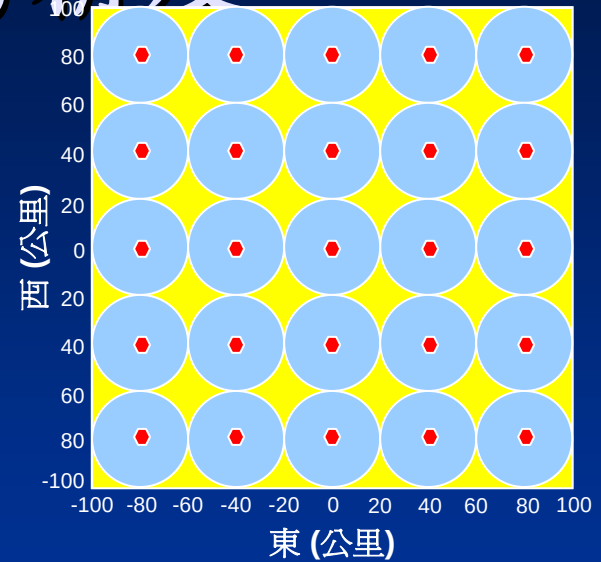


3

2

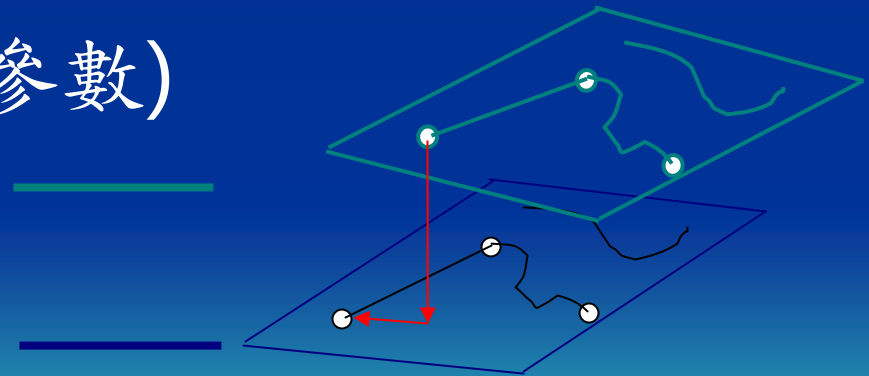
eGPS系統的精度

- 基站間之間隔50 ~ 75 公里
 - 2 cm (平面精度)
 - 4 cm (高程精度)
- 基站間之間隔75 ~ 150 公里
 - 2-5 cm (平面精度)
 - 4-10 cm (高程精度)

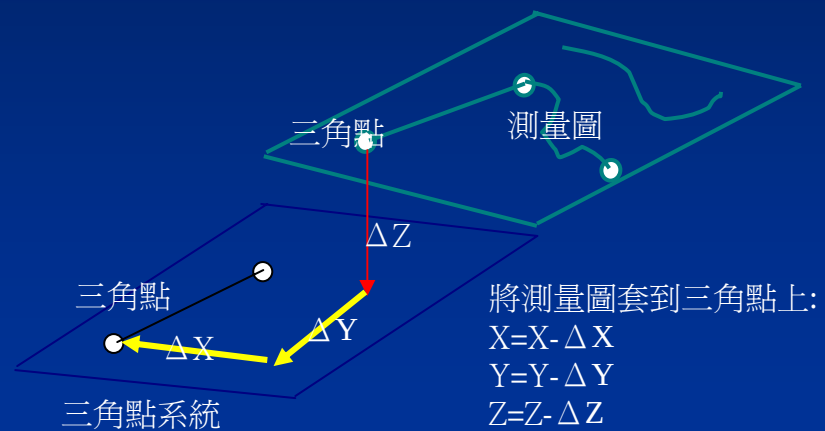


座標系統套用

- 測量時,圖面是一張圖紙
- TWD97系統(三角點的座標)是另一張圖紙
- 一點套合(二參數)
- 兩點套合(三參數)
- 三點套合(四,五,六,七參數)
- 野外的作法



野外的作法



GPS實習3 – eRTK測量

- eRTK圖根點加密測量
 - 在(實習2)中已經測過的點,再測一次
 - 以eRTK實測(每隔4小時測一次,每次記錄三筆)
 - 觀測兩個整日
 - 求出這些值的平均值,及其標準誤差
 - 與(實習2)的成果比較
 - 敘述你發現的測值異狀,並判斷發生的原因

四 MRS超級RTK



MRS, Mobile Reference Station

以TCP/IP取代無線數據機,接收RTK差分訊號:

- 除了GSR2700 RSX參考站本身,任何GSR2700 ISX都可以當成活動的基地站
- 透過TCP/IP接收RTK修正訊號,有效距離40公里以上,可無限擴大涵蓋網.



基地站

RTK Corrections
GPRS Modem



移動站

RTK Corrections
GPRS Modem

RTK Corrections
GPRS Modem



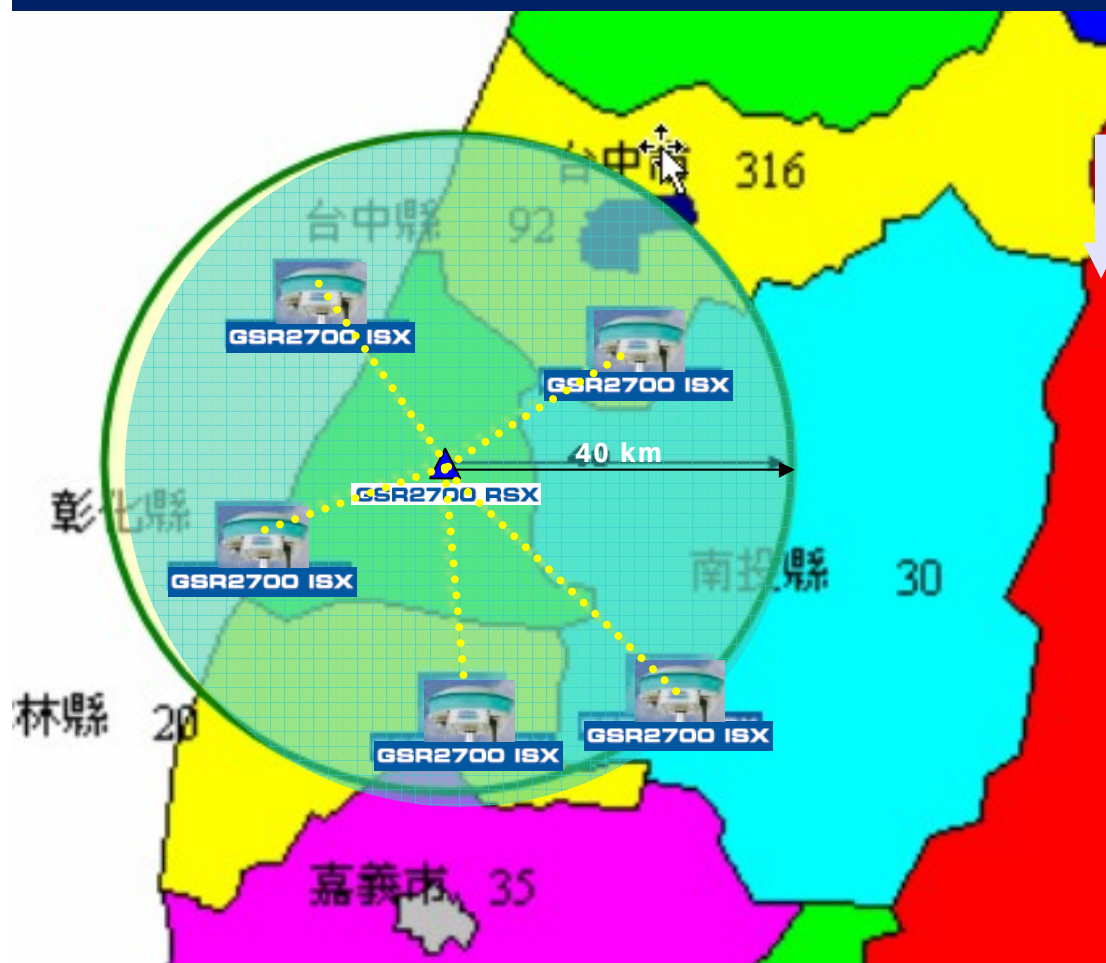
移動站

RTK Corrections
GPRS Modem



MRS超級RTK

MRS 架設方案為將GSR2700 RSX與GSR2700 ISX組合成完整的RTK基站網系統:



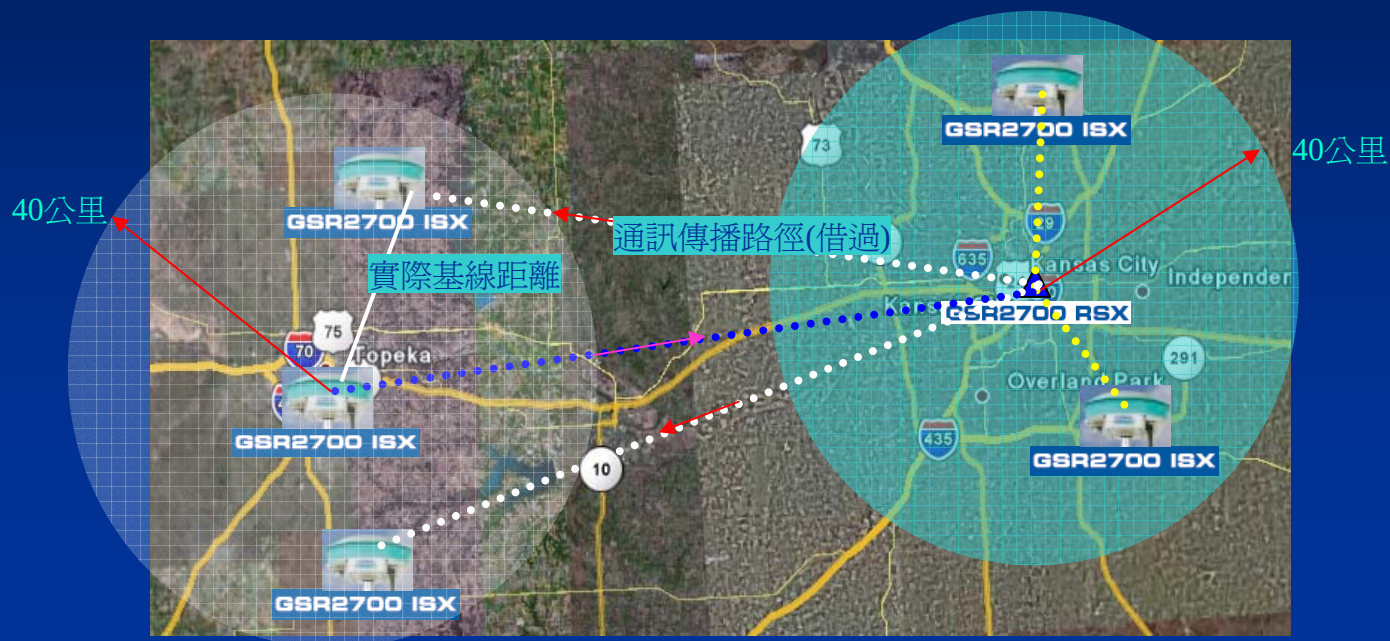
RTK範圍涵蓋40公里半徑

覆蓋面積為 5000 km^2

移動站數量不限,不需授權費用

- 各種廠牌移動站皆可使用這個網
(覆蓋範圍取決於移動站儀器的RTK性能)

無限擴張MRS的作業範圍



MRS適用於…

- 局部地區 - 台灣北區, 中區, 南區, 縣, 市, 鄉鎮, 大型建築工地
- 專業使用 - 適於<100個用戶之系統或私人公司使用

案例

用戶：XX縣政府測量隊



在縣政府轄區內的正中央位置架設一個MRS控制中心,就可以涵蓋整個彰化縣,所有移動站隨時可以快速展開測量作業.

GPS實習4 – MRS測量

- MRS圖根點加密測量
 - 在(實習2)中測過的點,用MRS工法再測一次
 - 每隔4小時測一次,每次記錄三筆,觀測兩個整日
 - 求出這些值的平均值,及其標準誤差
 - 與(實習2)的成果比較
 - 敘述你發現的測值異狀,並判斷發生的原因

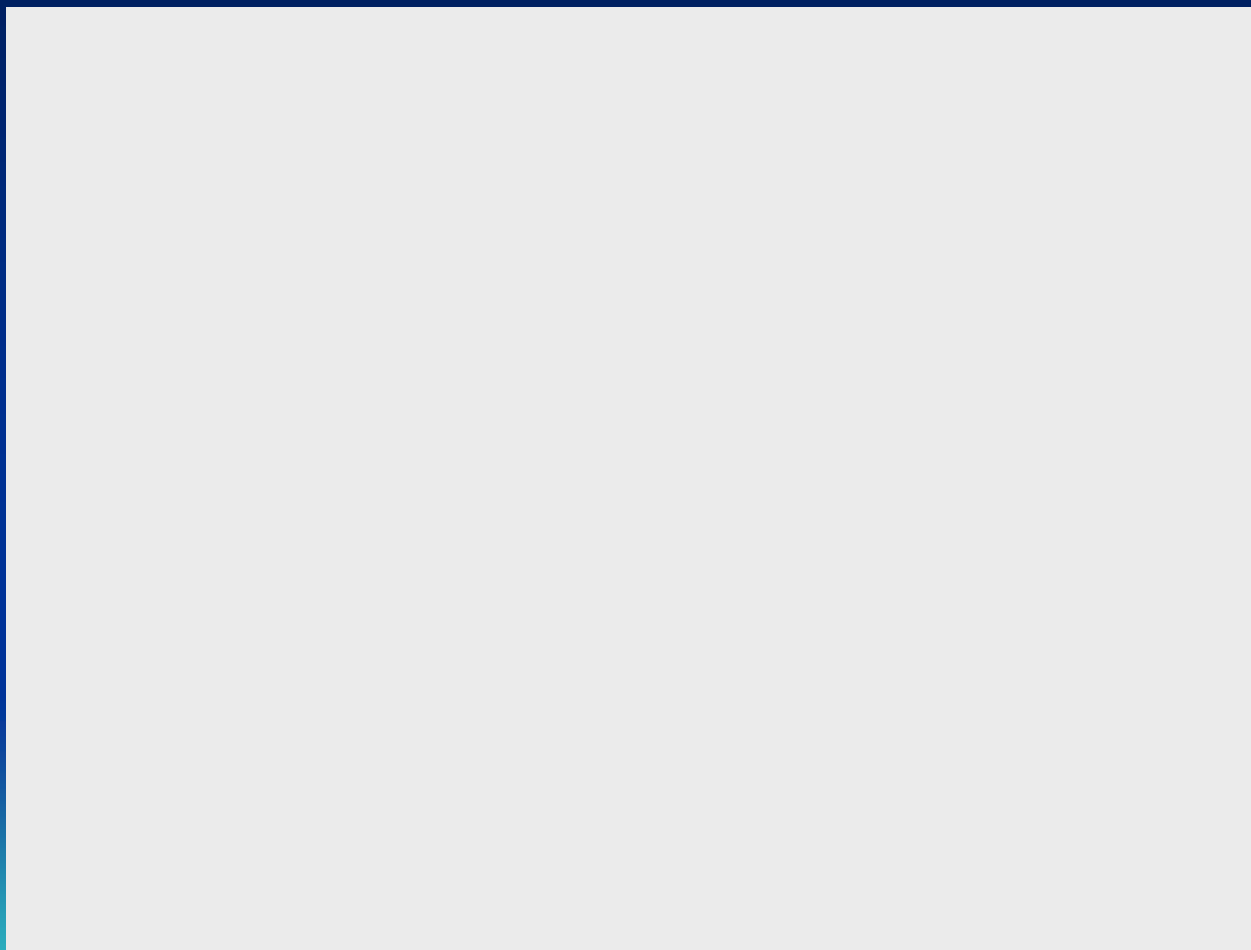
五.Stop & Go(停停走走)

- 此工法可以取代全站儀。
- 做法是在控制點上架設一台基地站(取代全站儀的位置),每秒一筆連續記錄Raw Data;移動站(標尺手的位置)則在每個地形地物點取樣,取樣時有一個檔案會記錄每個點的Raw Data,另外有一個檔案會記錄這個點的概略座標,並在螢幕展點,這張圖可視為草圖。
- 兩台儀器記錄的Raw data資料,回到辦公室用後處理軟體計算,可以得到精確的座標,再根據草圖,將地形圖完成。

五.Stop & Go(停停走走)

- Stop & Go測量主要用於地形測量及平面測量。
- 實施Stop & Go測量至少要有兩台儀器,一台架在已知點不動,另一台移動站負責實測。
- Stop & Go在每個地物點上記錄的是Raw data,不是座標;這是與RTK最大的不同。

SOKKIA GSR1700 CSX



GPS實習5 – Stop&Go測量

- 學生分成多組,將校區分成數區,由各組分別完成一區
 - 依影片中的作法實測地形圖
 - 學習後處理解算
 - 比對GPS測圖結果與全站儀結果之差異,敘述你發現的異狀,並判斷其原因

五 座標系統

- 地球原子 - 決定地球形狀的一組數字(橢球體的長半徑 a ,短半徑 b)
- WGS84 - 1984年美國制定,採用GRS80地球原子
($a= 6378137$, $b= 6356752.31424518$)
- TWD97 - 1997年內政部制定,採用GRS80地球原子
($a= 6378137$, $b= 6356752.31424518$)
- TWD67 - 1967年制定,台灣的地球原子(已停用)
($a= 6378160$, $b= 6356774.7192$)

GPS實習6 – 座標轉換

- 指定多個控制點
 - 以TWD97系統實測其座標
 - 以TWD67系統實測其座標
 - 求其轉換參數

簡報完畢

- 敬請指正

- 書面問題請傳至: hansonc@ms39.hinet.net
- 或電 陳鴻聖 0910-825444

GPS / GLONASS / Galileo(伽俐略)

- GPS,(Global Positioning System),是美國的衛星定位系統,總數28顆,每年有4顆歲休,實際在天空運轉為24顆,每12小時繞地球一圈。
- GLONASS,(GLObal NAvigation Satellite System),為俄羅斯發展的衛星導航系統,總數24顆,每11小時15分繞地球一圈。
- Galileo(伽俐略),為歐盟發展的衛星定位系統,預期2012年商業運轉,目前只發射1顆。在台灣還收不到。

SBAS / WAAS / MSAS / CDGPS / EGNOS

- WAAS,(Wide Area Augmentation System),廣域增強系統,是一個由衛星及地面站台共同組成的系統。地面站台先接收GPS訊號,計算改正量,再將改正量上傳至WAAS衛星,WAAS衛星再將改正數發射給地面上的接收機,改善定位精度。WAAS屬於同步衛星,永遠在太空的某個固定點上,屬於局部服務的衛星。
- WAAS是美國發射的增強系統,另有加拿大建立的CDGPS,日本建立的MSAS(Multi-Functional Satellite Augmentation System),歐盟建立的EGNOS,(Euro Geostationary Navigation Overlay Service),以上則統稱為SBAS,(Satellite-Based Augmentation System),星基增強系統。

GNSS

- GNSS, Global Navigation Satellite System, 「全球導航衛星系統」, 上述兩項名詞解釋內包含了那麼多的系統, 這些全部合起來統稱為GNSS。所以GNSS不是單指某個系統。
- 一台GNSS等級的儀器, 表示它能接收以上所有系統的訊號。

eGPS / eRTK / FKP / VRS

- RTK是由我們自己架設基地站,發射差分訊號給移動站用。
- 如果使用別人架好的基地站,利用網路通訊方式接收他的差分訊號,這種作法叫做eRTK,也有人稱為eGPS。它的技術原理是我們接收到差分資料後,形同在我們身邊產生了一個虛擬的基地站(Virtual Reference System, VRS),因此也稱為VRS或FKP,以上名詞指的都是同一種作業工法。

其它專有名詞

- 星曆
- DOP
- epoch by epoch
- 虛擬距離
- DGPS
- ...