
國立成功大學測量及空間資訊學系
110 學年度 測量總實習
乙方服務建議書

測量及空間資訊學系 112 級

主持人：邱榆文

組長：任依涵、王睿濂、陳宥榕

指導教授：楊名、曾宏正、呂學展教授

中華民國 111 年 6 月 8 日

目錄

第壹章、前言	1
一、 專案名稱.....	1
二、 計畫內容.....	1
三、 作業範圍.....	1
(一) 區域概述.....	1
(二) 位置圖	1
四、 作業時間.....	2
五、 作業方式.....	2
六、 整體作業流程	2
第貳章、作業項目及程序	3
一、 控制測量.....	3
(一) 已知控制點選點與檢核	3
(二) 衛星加密控制測量.....	5
(三) 導線圖根點測量	13
(四) 水準高程控制測量.....	16
二、 千分之一數值地形圖	18
(一) 空中三角測量	18
(二) 立體製圖.....	19
(三) 調繪補測.....	20
(四) 製作等高線與正射影像	21
(五) 千分之一地形圖編纂	22
三、 製作數值地表模型與真實正攝影像.....	23
四、 GIS 資料處理及虛擬校園系統 GIS.....	24
(一) 外業資料蒐集	24
(二) GIS 資料建置.....	25
(三) 防災空間分析	31
(四) 數位孿生模型建置.....	33

(五)	系館內部三維模型	35
(六)	Web-GIS 平台建置	38
(七)	虛擬實境展示	39
(八)	行動裝置展示	43
第參章、	精度檢查及品質管控	45
一、	控制測量	45
(一)	已知控制點檢核	45
(二)	衛星加密控制測量	45
(三)	導線圖根點測量	46
(四)	水準高程控制測量	46
二、	千分之一數值地形圖	46
(一)	空中三角測量	46
(二)	立體製圖	47
(三)	調繪補測	48
(四)	製作等高線	48
(五)	地形圖編纂及整飭	48
三、	製作數值地表模型與真實正攝影像	50
(一)	數值地形模型	50
(二)	正攝影像與真實正攝影像	50
四、	GIS 資料處理及虛擬校園系統 GIS	51
(一)	外業執行	51
(二)	GIS 資料建置	51
(三)	防災空間分析	51
(四)	數位孿生模型建置	52
(五)	系館內部三維模型	52
(六)	Web-GIS 平台建置	52
(七)	虛擬實境展示	52
(八)	行動裝置展示	52

第肆章、工作進度與分工規範	53
一、甘特圖	53
二、教育訓練時程	53
三、工作方與檢核方進度對照表	54
四、分工說明及規劃原則	55
(一) 分工架構	55
(二) 規劃原則	55
(三) 詳細分工狀況	56
五、工作注意事項	57
(一) 遇雨或其他緊急事項之停工標準	57
(二) 資料保存	58
(三) 請假事項	58
(四) 疫情防治	58
(五) 坐標系統	58
(六) 儀器檢查與保存	58
第伍章、儀器設備與軟體使用	59
一、外業儀器	59
二、儀器檢查	59
(一) 全站儀檢定方式	59
(二) 水準儀率定	59
(三) 皮捲尺與電子測距儀	59
三、軟體使用	60
第陸章、繳交資料說明	61
第柒章、附表	63
第捌章、參考文獻及其他相關資料	82

圖目錄

圖 1 實習區域.....	1
圖 2 整體作業流程圖	2
圖 3 已知衛星控制點及已知水準點.....	3
圖 4 已知點選點與檢核流程圖	4
圖 5 衛星加密控制測量流程圖	5
圖 6 衛星加密控制點點位分布圖	6
圖 7 空三控制點點位分布圖	7
圖 8 衛星加密控制測量時段一基線圖	8
圖 9 衛星加密控制測量時段二基線圖	9
圖 10 衛星空三控制測量時段一基線圖	10
圖 11 衛星空三控制測量時段二基線圖	11
圖 12 衛星空三控制測量時段三基線圖	12
圖 13 導線圖根測量流程圖.....	13
圖 14 導線圖根點點位分布圖	14
圖 15 導線平面控制點網形規劃圖.....	14
圖 16 導線平面控制點網形分組規劃圖	15
圖 17 水準高程測量作業流程圖	16
圖 18 水準高程控制點點位分布圖.....	17
圖 19 水準高程控制點網形分組規劃圖	17
圖 20 空中三角測量流程圖.....	19
圖 21 立體製圖流程圖	20
圖 22 調繪補測流程圖	21
圖 23 數值地形模型與等高線作業流程圖	22
圖 24 真實正攝影像製作流程.....	23
圖 25 GIS 資料建置流程圖	25
圖 26 防災空間分析流程圖	31
圖 27 環域分析步驟截圖	32
圖 28 SPATIAL JOIN 步驟截圖	32
圖 29 計算緊急避難空間步驟截圖.....	33
圖 30 計算避難空間中點密度步驟截圖	33
圖 31 數位孿生模型建置流程圖.....	34
圖 32 CITYENGINE 資料匯入格式示意圖.....	34
圖 33 CITYENGINE 模型創建示意圖	35
圖 34 系館內部三維模型流程圖	35
圖 35 匯入照片示意圖	36
圖 36 操作示意圖	37

圖 37 優化相機參數示意圖	37
圖 38 建立密集點雲示意圖.....	37
圖 39 WEB-GIS 平台建置流程圖.....	38
圖 40 虛擬實境展示流程圖.....	39
圖 41 啟用 VR 操作示意圖	40
圖 42 STEAMVR 操作示意圖	40
圖 43ARC DISTANCE 操作示意圖.....	41
圖 44 添加 TELEPORT AREA 和 MESH COLLIDER 操作示意圖	42
圖 45 傳送功能示意圖	42
圖 46 VR 遊戲示意圖.....	43
圖 47 行動裝置應用程式開發流程圖.....	44
圖 48 甘特圖	53
圖 49 分工架構圖	55

表目錄

表 1 已知衛星控制點詳細資料	3
表 2 已知水準點詳細資料	4
表 3 衛星加密控制測量時段規劃表	8
表 4 衛星空三控制測量時段規劃表	8
表 5 導線測量規畫表	15
表 6 地形分類編碼	26
表 7 詮釋資料建置項目	29
表 8 詮釋資料填寫項目	29
表 9 教育訓練時程	53
表 10 乙丙方工作進度對照表	54
表 11 人員分配表	56
表 12 工作分配表	56
表 13 人力配置表	56
表 14 軟體使用表	60
表 15 繳交資料格式表	61

附表目錄

附表 一、點名表	63
附表 二、工作紀錄表	64
附表 三、會議記錄表	65
附表 四、控制點選點檢查表	66
附表 五、衛星加密控制測量檢查表	67
附表 六、導線圖根點測量檢查表	68
附表 七、水準高程控制測量檢查表	69
附表 八、航空攝影檢查	70
附表 九、空中三角測量成果檢查表	71
附表 十、立體製圖品質檢查表	72
附表 十一、地形地物檢查表	73
附表 十二、調繪補測成果檢查表	74
附表 十三、一千分之一數值地形圖編纂檢查表	75
附表 十四、製圖整飭成果檢查表	76
附表 十五、等高線成果檢查表	77
附表 十六、數值地表模型檢查表	78
附表 十七、正攝影像成果檢查表	79
附表 十八、真實正攝影像成果檢查表	80
附表 十九、GIS 資料處理及虛擬校園系統 GIS 檢核表	81

第壹章、前言

一、專案名稱

成功大學力行校區數值地形測繪及虛擬校園 GIS 建置與災防應用

二、計畫內容

成大校園中擁有許多教學及公共設施，更以擁有許多歷史建築為校園特色，本次作業區域「力行校區」當中也不乏歷史建築的存在。而歷史建築之保存不易，容易受到人為或天然災害影響而毀損，使得珍貴的資產受到破壞，也可能使周遭的師生受到傷害。因此本案希望建置一虛擬校園系統，達成災害防治之目的，用以守護校內師生及建築之安全。預期達成目標為分析災害發生後各師生可利用之防災資源，並且可以在虛擬實境設備上展示，使使用者不須到達實際校區位置，也能利用虛擬實境達成防災模擬。

本案將量測並建置成功大學力行校區之數值地形圖、數值模型以及真實正攝影像，並將上述成果作為資料底圖，再收集防災相關因子且進行空間分析，而後將分析成果與底圖套疊。另外基於測量外業資料，建置一虛擬校園模型，使其可以在虛擬設備裝置及行動裝置上展示。最終將所有成果整合併發布至 Web-GIS 平台，提供使用者利用。

三、作業範圍

(一) 區域概述

作業區域為成功大學「力行校區」成大醫院以西區域。力行校區北至東豐路、東至勝利路、南至小東路、西至前鋒路。實習區域包括校區北側、南側、西側道路與人行道區域，但不包含成大醫院門診大樓、醫護大樓、統一建康大樓以及東側之勝利路與人行道。

(二) 位置圖



圖 1 實習區域

四、作業時間

本案之預計工作時程為 22 個日曆天，由 111 年 6 月 20 日開始執行，至 111 年 7 月 11 日止。除因不可抗力因素造成期程延宕，且經甲方同意展延外，所有作業應於計畫時間內完成。

五、作業方式

本計畫分為專案執行方(乙方)、檢核方(丙方)，乙方總人數 30 人，且向下細分為控制組、航遙組、GIS 組，負責執行測量、資料建置以及自我檢核；丙方總人數 6 人，負責檢核乙方之作業成果是否符合規定精度。本工作計畫書為乙方計畫，作業流程為先進行控制測量以佈設控制點，再利用經檢核已知點推算控制點座標，控制點提供攝影測量空中三角測量之控制或檢核資料。運用近兩年航照資料進行立體量測之方法產製一千分之一地形圖，惟遮蔽區域以地面細部測量方式進行調繪補測。最後將上述所得圖層建置為可在虛擬實境設備中或行動裝置展示之模型，並且結合自行量測之防災因子進行彙整與資料加值應用，最終將作業成果發布於 Web-GIS 中，提供使用者使用。

六、整體作業流程

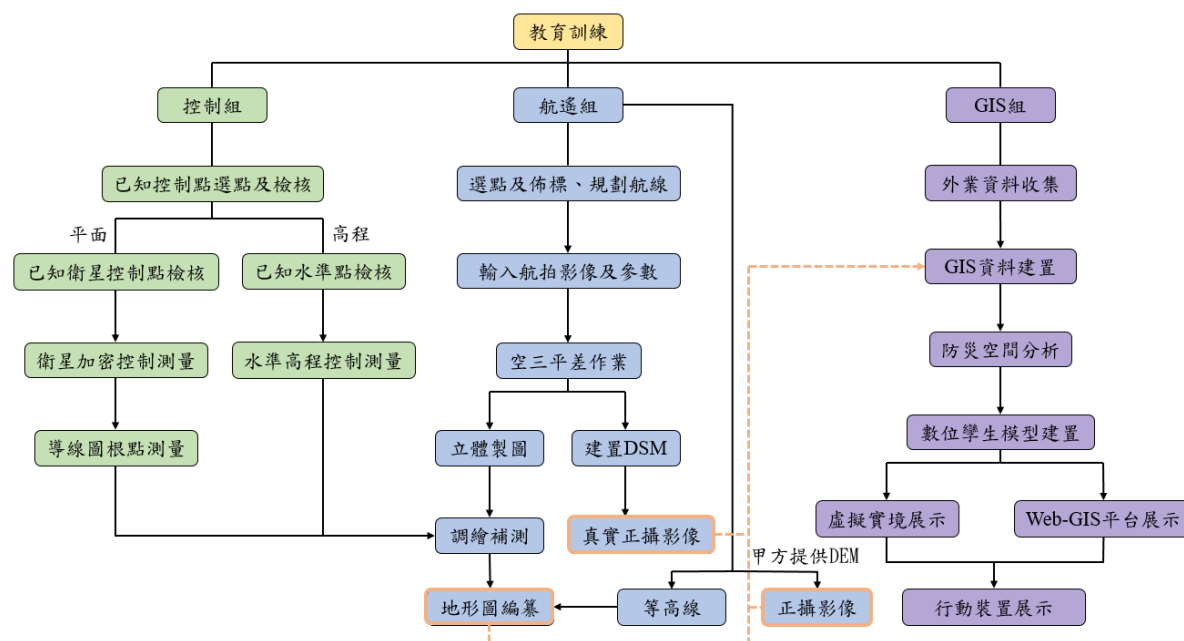


圖 2 整體作業流程圖

第貳章、作業項目及程序

一、控制測量

(一) 已知控制點選點與檢核

1. 作業目的

根據內政部《一千分之一數值航測地形圖測製作業規定》，在實施地面控制測量前應先檢測已知控制點，確認引測點位坐標之正確性，已避免後續成果不符合甲方需求，此次引測之已知控制點之位置與詳細資料如圖表所示。

2. 已知控制點資料

依據內政部地政司公告之衛星追蹤站、二等衛星控制點與一等水準點位置分布與詳細資料如下圖 3、表 1、表 2 所示，紅色為衛星控制點、綠色為一等水準點。

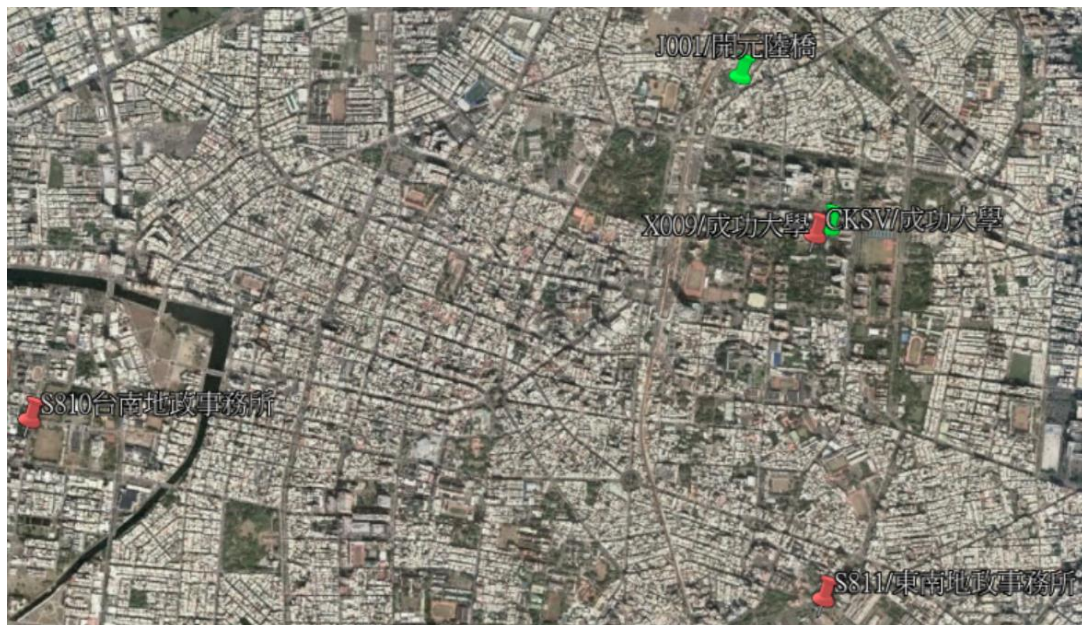


圖 3 已知衛星控制點及已知水準點

表 1 已知衛星控制點詳細資料

點號	點名	縱坐標(m)	橫坐標(m)	等級	地點
CKSV	成功大學	2544368.574	170039.094	衛星追蹤站	國立成功大學 測量及空間資訊學系系館
S810	台南地政事務所	2543494.303	166191.845	二等	台南地政事務所屋頂
S811	東南地政事務所	2542606.156	170076.924	二等	東南地政事務所屋頂

表 2 已知水準點詳細資料

點號	點名	縱坐標(m)	橫坐標(m)	高程(m)	等級	地點
J001	開元路橋	2545140	169670	17.59536	一等	開元陸橋東側， 與前鋒路所交會 安全島內
X009	成功大學	2544410	170100	21.43331	一等	成功大學土木系 館前草坪

3. 作業流程與項目

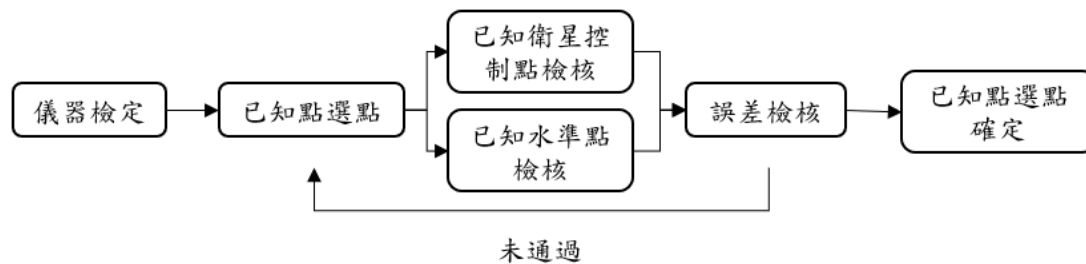


圖 4 已知點選點與檢核流程圖

(1) 測量儀器檢定

(2) 已知衛星控制點檢核

使用加密衛星控制測量之觀測數據進行檢核。

(3) 已知水準點檢核

檢查兩一等水準點間之高程差，於已知水準點詳細資料所列之兩已知水準點開始，向另一已知點進行直接水準測量，並於水準路線中間會合。

(4) 自我檢核

a. 通過

將點位納入加密控制測量中需聯測之已知控制點。

b. 不通過

確定測量成果無大錯誤，將與甲、丙方討論是否將該點納入加密控制之強制套合平差作業中。

4. 工作分配

(1) 衛星接收儀、水準儀與基座檢定

分派 8 人進行衛星接收儀、水準儀與基座之檢定。

(2) 已知衛星控制點檢核

各派一組測量人員於已知衛星控制點 S810、S811、CKSV 進行同步觀測，每組 2 人，觀測結束後依規定進行內業檢核。

(3) 已知水準點檢核

各派一組測量人員於已知水準點 J001、X009 進行直接水準測量觀測，並於預定之水準路線中間會合，每組 4 人，觀測結束後依規定進行內業檢核。

(二) 衛星加密控制測量

1. 作業目的

為提供空中三角平差計算與圖根點導線測量之平面控制與引測需求，在作業區域外圍附近選定 9 個衛星加密控制點作為空中三角控制點，包含測區 4 角落各設置 2 個衛星加密控制點，與南邊側人行道上設置 1 個衛星加密控制點，並另外於空中三角測量航帶區域選定 8 個空三控制點及 5 個空三檢核點。

2. 作業流程與項目

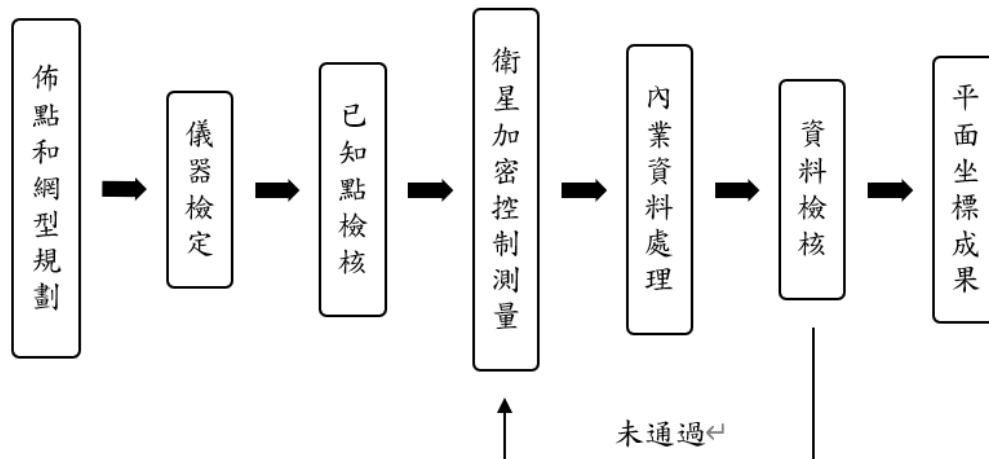


圖 5 衛星加密控制測量流程圖

(1) 選點、佈點

於現地查勘並規劃加密控制點位置，規劃時須注意點位的透空程度，以及為之後的導線測量檢測是否通視，圖 6 為規劃之衛星加密控制點點位分布圖，其中點位名稱開頭為 C 者(黃色)為衛星加密控制點；圖 7 為規劃全成大校區之空三控制點點位分布圖，真實作業以力行校區為主，會再依據影像品質跟範圍，選擇 8 個控制點(以 A 為開頭命名)及 5 個檢核點(以 G 為開頭命名)。



圖 6 衛星加密控制點點位分布圖



圖 7 空三控制點點位分布圖

a. 選點、佈點原則

- (a) 以現有控制點位優先共用。
- (b) 平面控制點於測區需分布於四角落各兩點。

b. 確認點位後製作點之記

(2) 靜態衛星測量

因衛星接收儀數量不足以同時觀測每一點，因此採分時段觀測，並依照下方衛星加密控制測量時段規劃表進行。

表 3 衛星加密控制測量時段規劃表

時段	組別								
	一	二	三	四	五	六	七	八	九
時段一 8:30-9:40	C01	C03	C05	C06	C07	C09	S810	S811	CKSV
時段二 9:40-10:50	C02	C03	C04	C06	C08	C09	S810	S811	CKSV

表 4 衛星空三控制測量時段規劃表

時段	組別									
	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
時段一 13:00-14:10	A01	A03	A05	A08	G01	G02	G03	S810	S811	CKSV
時段二 14:10-15:20	A01	A02	A05	A07	G02	G04	G05	S810	S811	CKSV
時段三 15:20-16:30	A03	A04	A06	A07	G01	G03	G05	S810	S811	CKSV

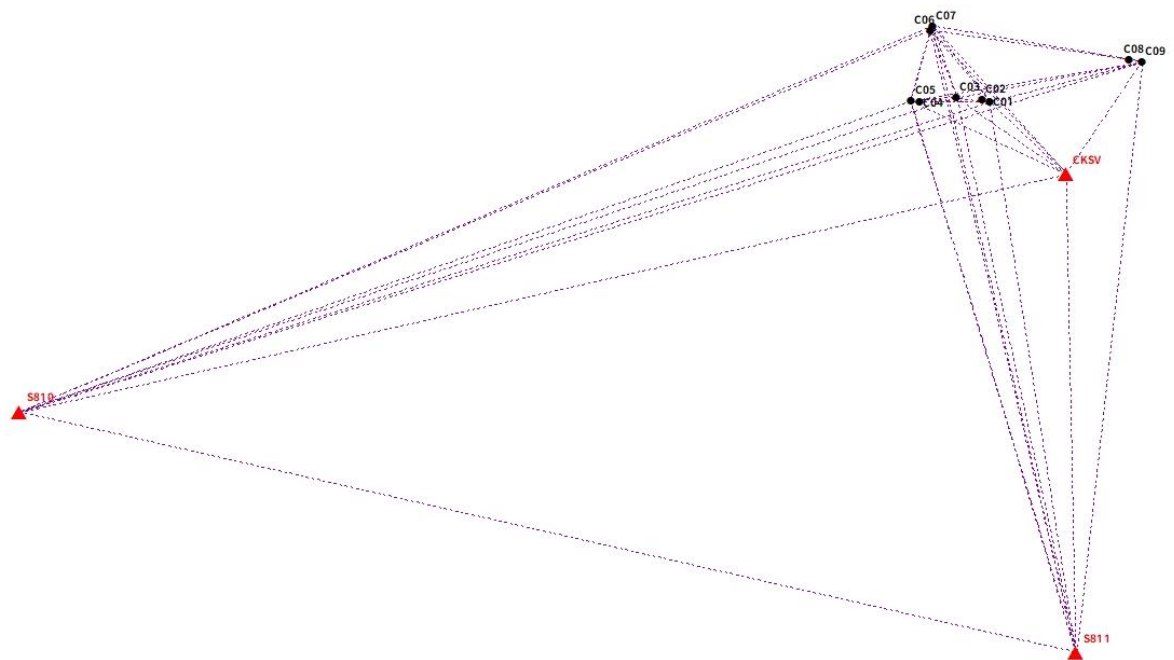


圖 8 衛星加密控制測量時段一基線圖

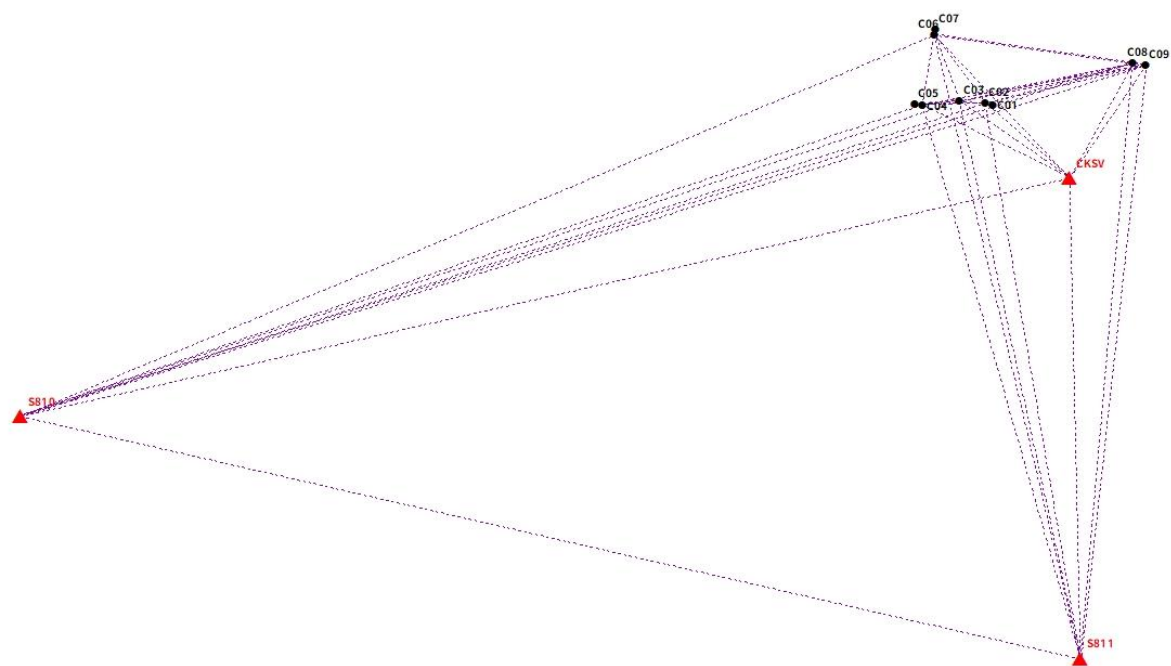


圖 9 衛星加密控制測量時段二基線圖

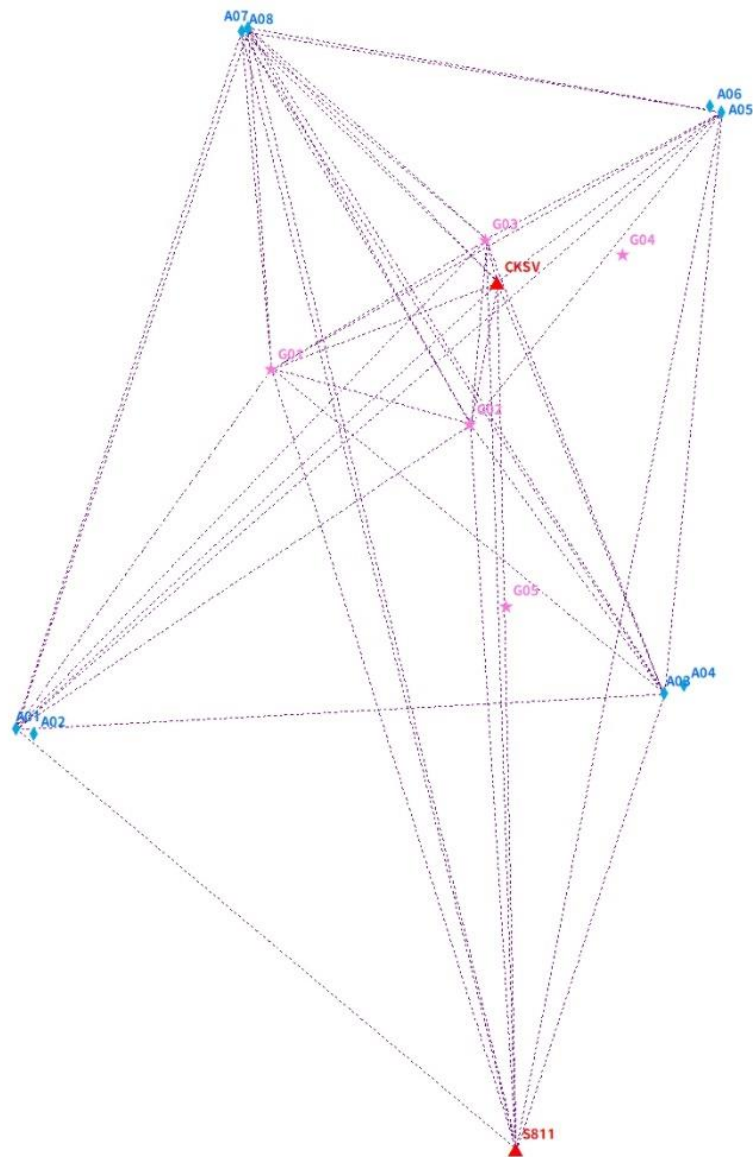


圖 10 衛星空三控制測量時段一基線圖

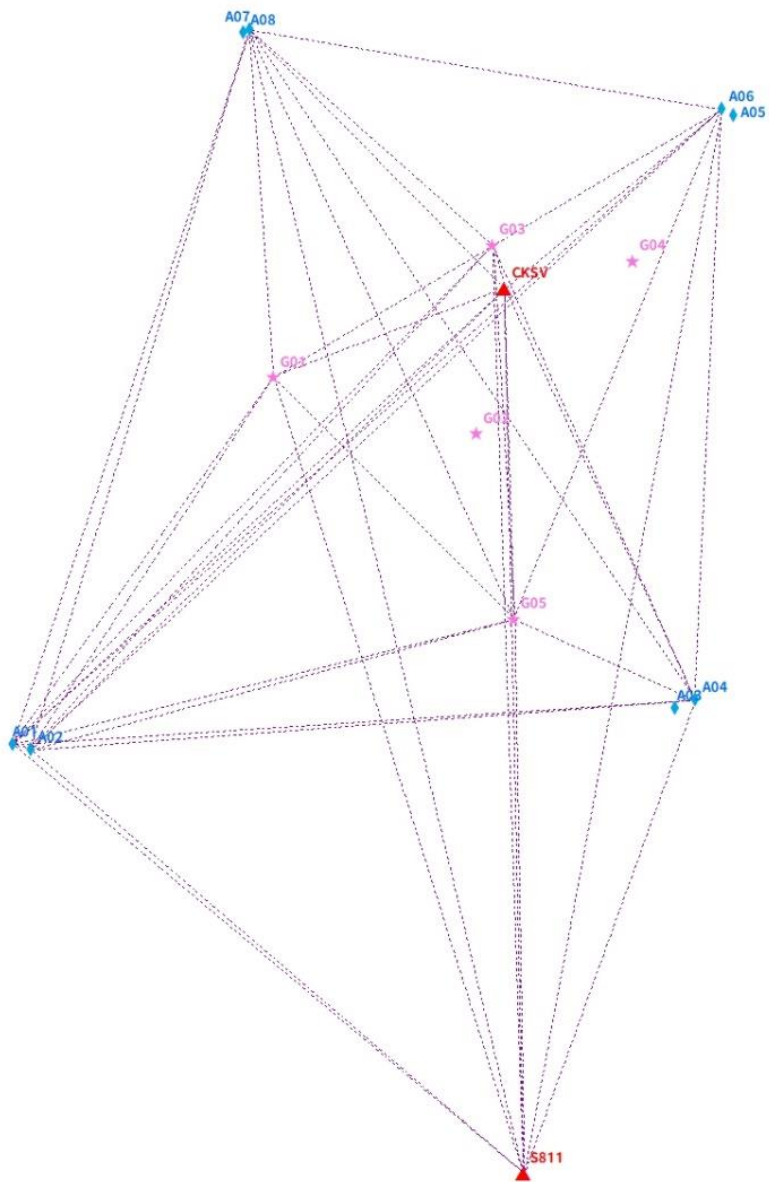


圖 11 衛星空三控制測量時段二基線圖

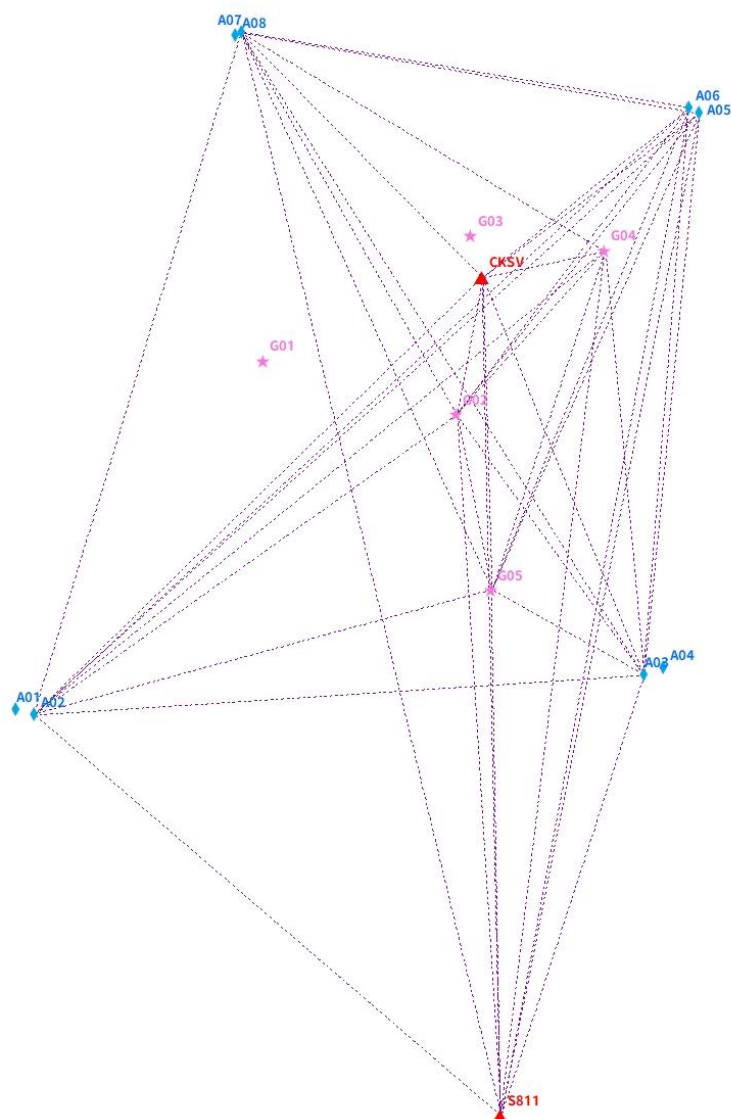


圖 12 衛星空三控制測量時段三基線圖

(3) 內業與自我檢核

- 平差計算後，依《基本測量實施規則》之標準進行檢核。
- 若任一點未通過檢核標準，需對該點進行補測，補測時需至少聯測兩個已知衛星控制點；若任一點位經補測 2 次後仍未通過檢核，將與甲、丙方討論是否全數重測。
- 各時段平差計算時，已知衛星控制點需套和衛星已知控制點之坐標值。

3. 工作分配

衛星加密控制測量各時段分派 8 組，衛星空三控制測量各時段分派 9 組，並依照時段規劃表至指定點位進行衛星測量，每組以 2 人為限。

(三) 導線圖根點測量

1. 作業目的

為了得到除了以衛星定位測量方法量測出的點位外的其他點位的平面座標，利用導線測量作加密控制網，利用已量測出的衛星定位點位將導線測量的點位套合在國家座標系統上，而且須符合內政部「基本測量實施規則」所規定之以精密導線測量方法實施加密控制測量之精度規範。

2. 作業流程與項目

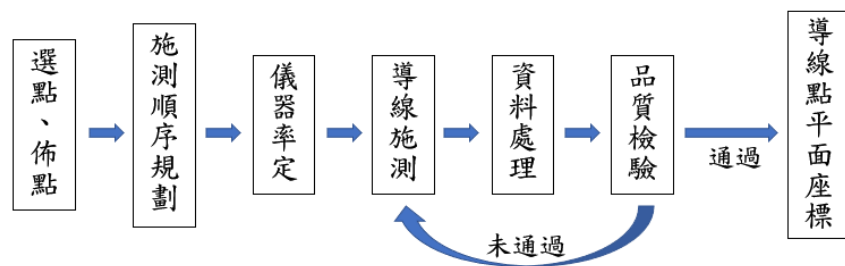


圖 13 導線圖根測量流程圖

(1) 選點、佈點

加密控制測量內業解算與檢核時至測區勘查，檢查預規劃之控制點間的通視情形是否有變、是否需要調整網型結構，圖 14 為預規劃之導線網型規劃圖，圖中點位編號開頭為 C，圖示為黃色者為衛星加密控制點；點位編號開頭為 T，圖示為藍色者為導線平面控制點。

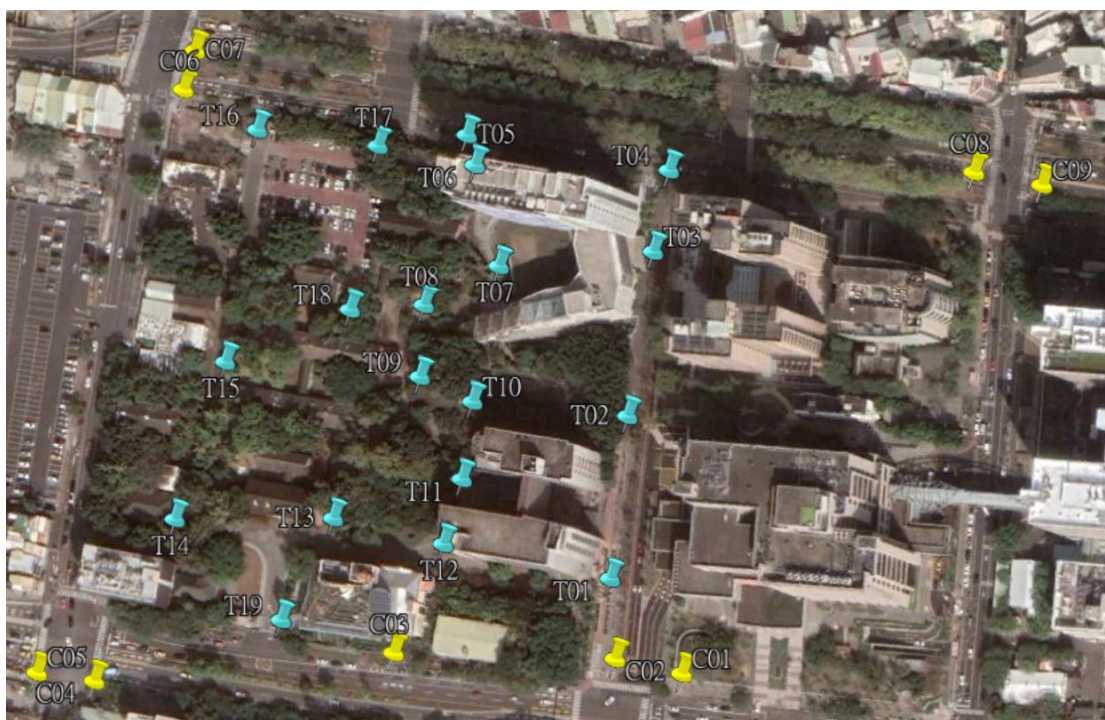


圖 14 導線圖根點點位分布圖

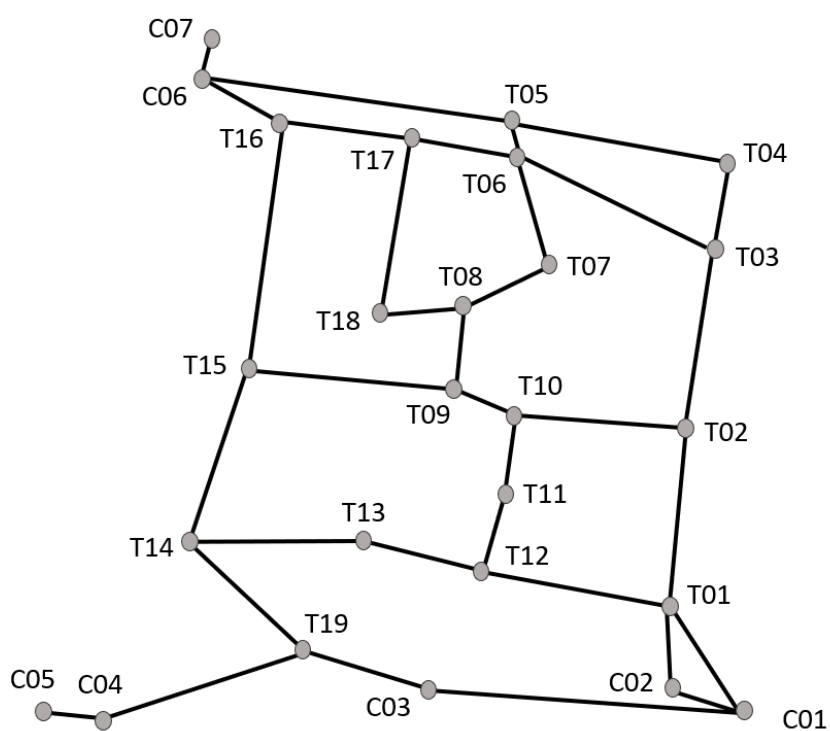


圖 15 導線平面控制點網形規劃圖

a. 選點、佈點原則

- (a) 控制點密度至少 10 公頃一點均勻分布測區。
- (b) 以現有控制點為原則。

(c) 控制點應至少可通視其他 2 個控制點，但因受地形限制須採點對方式布設者，並以 3 點兩兩通視為原則。

(2) 導線測量

a. 自四角落衛星加密控制點開始施測並依照下表分組施測。

表 5 導線測量規畫表

組別	導線測量規畫
一	C05、C04、T19、T14、T13、T15、T09、T08、T18、綠色部分
二	C07、C06、T16、T17、T06、T07、T05、T03、T04、藍色部分
三	C01、C02、C03、T01、T12、T11、T10、T02、黃色部分

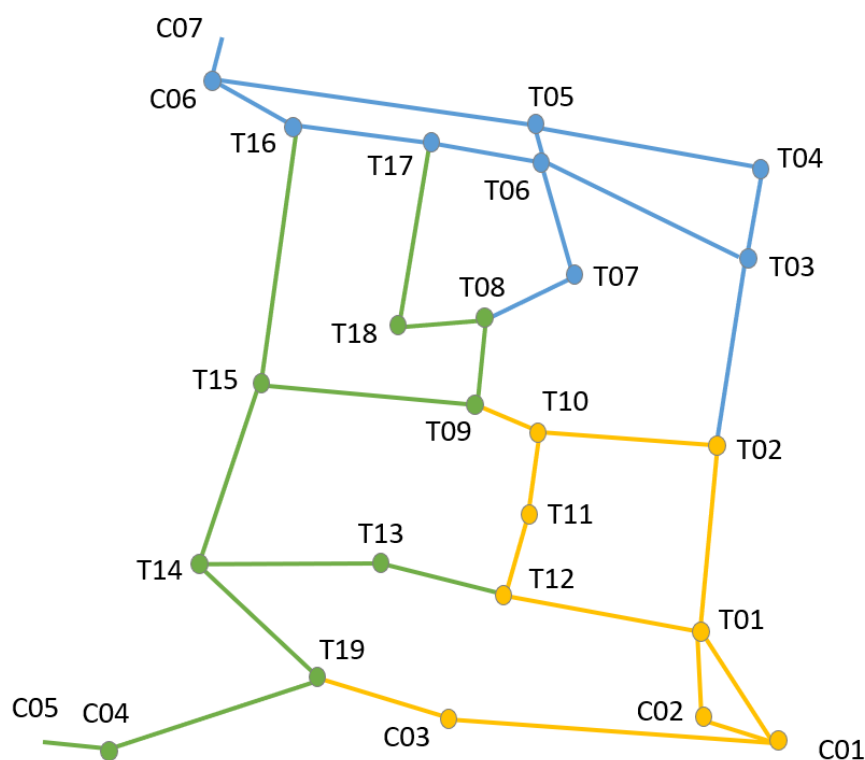


圖 16 導線平面控制點網形分組規劃圖

- b. 所有鄰近可通視的點位皆需聯測。
- c. 引測衛星加密控制點平差時，必須強制套合於衛星加密控制測量之解算座標。

(3) 內業與自我檢核

- a. 平差計算後，依照內政部《基本測量實施規則》之標準進行自我檢核。

- b. 若任一點位未通過檢核將於該點位進行補測，任一位經補測 2 次後仍未通過檢核將與甲、丙方討論是否全數重測。

3. 工作分配

分派 3 組按導線路線規劃表之路線進行導線圖根測量，每組 4 人，視情況減少 1 人為限。

(四) 水準高程控制測量

1. 作業目的

為提供空中三角平差計算與圖根點導線測量之高程控制與引測需求。

2. 作業流程與項目

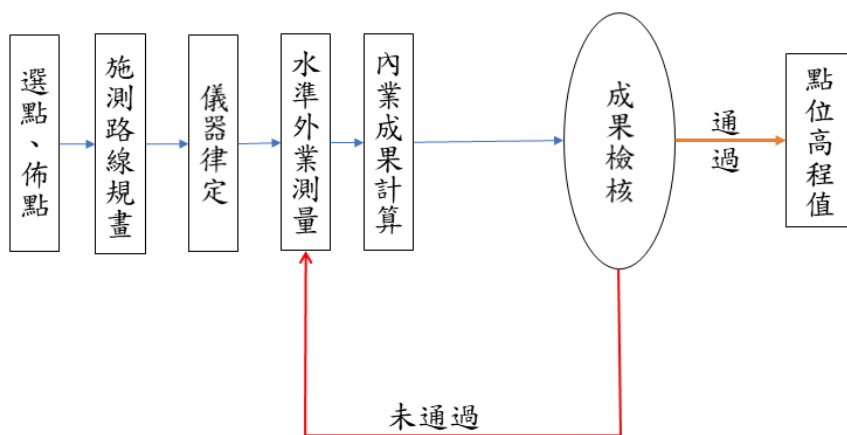


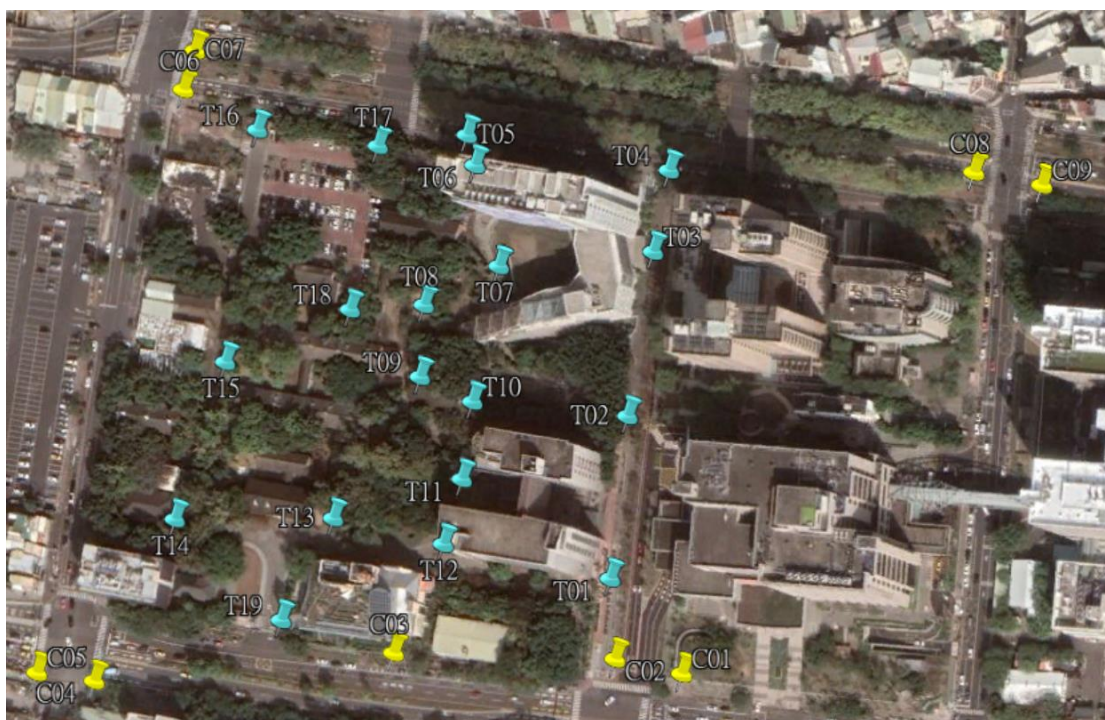
圖 17 水準高程測量作業流程圖

(1) 選點、佈點

選點、佈點的原則：

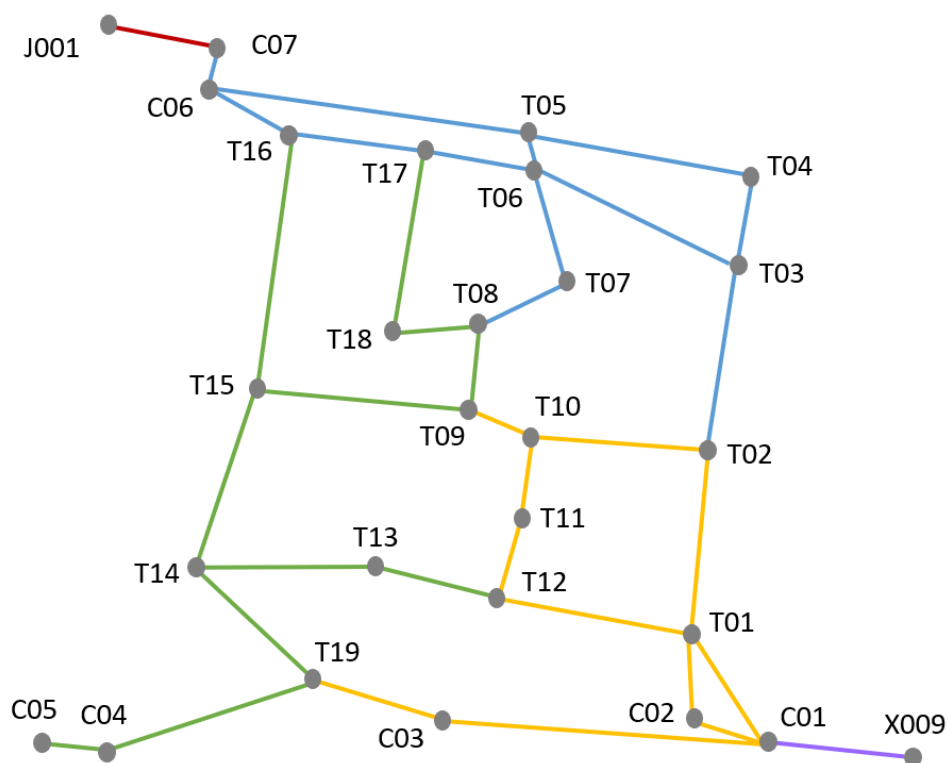
- 高程控制點間應當互相通視。
- 高程控制點的個數應視測區大小而適量，不宜過多或過少。
- 高程控制點的分布應均勻分布於測區內，不可過度集中或分散。

高程控制點同導線測量所使用的衛星加密控制點與導線圖根點。



(2) 水準測量

由已知水準點施測，並依照下列示意圖施測。



分為五組進行水準測量：

- a. 第一組施測藍色部份
- b. 第二組施測綠色部份
- c. 第三組施測黃色部份
- d. 第四組施測由 J001 到 C07 (紅色部份)
- e. 第五組施測由 X009 到 C01 (紫色部份)

(3) 內業與自我檢核

- a. 將外業結果進行平差計算後，依據《基本測量實施規則》中〈以水準測量方法實施加密控制測量之精度規範〉之規定，進行成果檢核。
- b. 若任一點位未通過檢核將於該點位進行補測，任一位經補測 2 次後仍未通過檢核將與甲、丙方討論是否全數重測。

3. 工作分配

分派 5 組依水準路線的是意趣進行施測，每組 4 人，視情況減少 1 人。

二、千分之一數值地形圖

(一) 空中三角測量

1. 作業目的

利用控制測量之控制點實施空中三角測量，以獲得的航拍相片中像點對應之物空間座標，以利後續立體製圖、數值地表面模型與真實正射影像製作。

2. 控制點點位圖

空中三角測量控制點與衛星加密控制點，空中三角測量控制點分布圖請參閱圖 7，藍色點為控制點，粉色點為檢核點，黑色線為航帶，其中航帶 24 條東西向航帶、左右各一條南北向航帶共 26 條，影像張數估計約 1300 張。惟本次作業以力行校區為主，估計影像張數約為 100 張以進行空三作業，控制點及檢核點的部分則是以拍攝完影像根據影像品質以及涵蓋範圍再去選擇合適的點位，例如：道路標線角點、水溝蓋角點等固定地物邊緣，再由控制組協助施測。

3. 航線規劃

利用 UAV 進行航線拍測，以軟體進行航線的規劃後，得到航拍相片以進行空中三角測量。其中，航線規劃之前後重疊率為 80%、左右重疊率為 50%、航高為 140m 進行拍攝，像比例尺為四千分之一，GSD 約為 1.7 公分。

4. 作業流程與項目

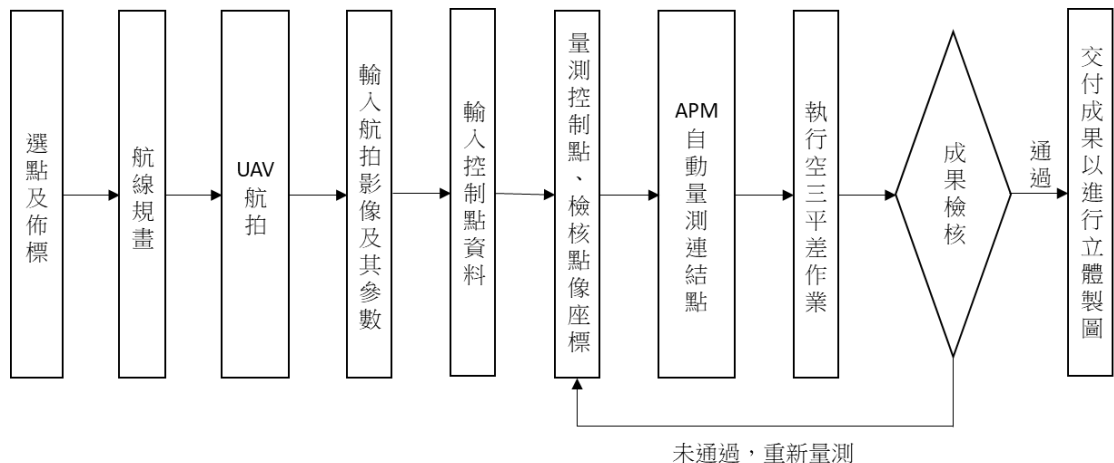


圖 20 空中三角測量流程圖

- (1) 以前後重疊率 80%與左右重疊率 50%進行航線規劃。
- (2) 無人機空載拍攝。
- (3) 設定地面坐標系統、單位、航高與甲方提供之相機參數等內方位參數。
- (4) 照片匯入，計算影像金字塔。
- (5) 設定數位相機像元尺寸與外方位元素。
- (6) 設定影像航帶之衛星導航資料與航帶編號、匯入控制點資料與精度設定。
- (7) 量測控制點與自動量測連結點（Automatic Point Measuring APM）。
- (8) 最小約制平差進行觀測量粗差偵錯。
- (9) 偵錯完畢後強制套合空三控制點座標。
- (10) 輸出報表並檢核報表並自我檢核。
- (11) 內頁與自我檢核
 - a. 依照《一千分之一數值航測地形圖測製作業規定》之規定進行內部檢核。
 - b. 檢核若未通過，將與甲、丙方討論重測方式，將與甲、丙方討論處理辦法。

5. 工作分配

分派 3 人進行空中三角測量，視情況增加 1 至 2 人為限。

(二) 立體製圖

1. 作業目的

藉前後重疊率 80%、左右重疊率 50%的航帶影像製成立體像對以產生立體模型，對測區內的地物及地貌進行數化，並依照甲方需求以及測繪規範分層分類編碼，建置各類型地物圖層向量檔，供後續一千分之一數值地形圖編纂使用。

2. 作業流程與項目

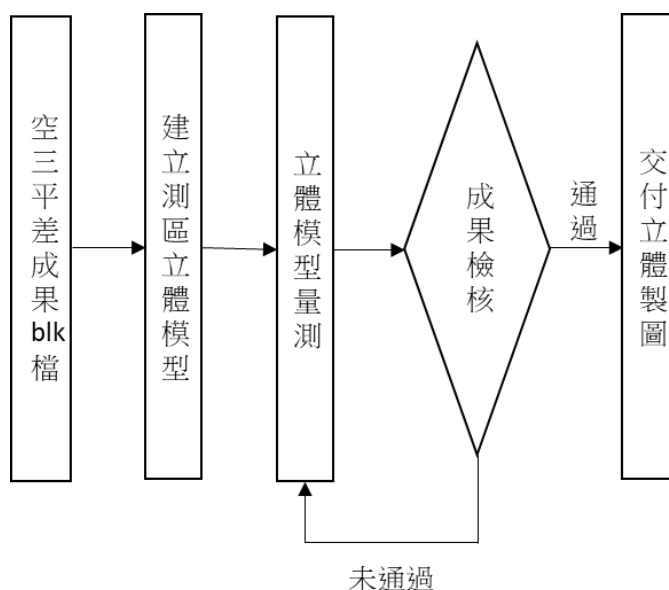


圖 21 立體製圖流程圖

(1) 立體製圖

- 以空中三角測量成果（.blk 檔），建立立體模型。
- 依照「基本地形資料分類編碼說明」分類地物與地型，依照其分類分層施測並編碼。
- 依照「基本地形圖資料庫圖示規格表」附予圖示。
- 地面已知控制點進行多次獨立量測，作為精度檢核依據。

(2) 內業與自我檢核

- 依照《千分之一數值航測地形圖測製作業規定》之規定進行內部檢核。
- 檢核未通過先以立體模型再量測，任一區域未通過超過 2 次將赴實地調繪。

3. 工作分配

分配 4 人進行立體製圖作業，視情況增加 1 至 2 人為限。

(三) 調繪補測

1. 作業目的

修正立體測圖之錯誤、補充立體測圖時無法辨認、遺漏或因影像受遮蔽未能於立測時測繪之地物，以確認現地情形，並製成調繪稿圖以供數值地形圖編纂使用。

2. 作業流程與項目

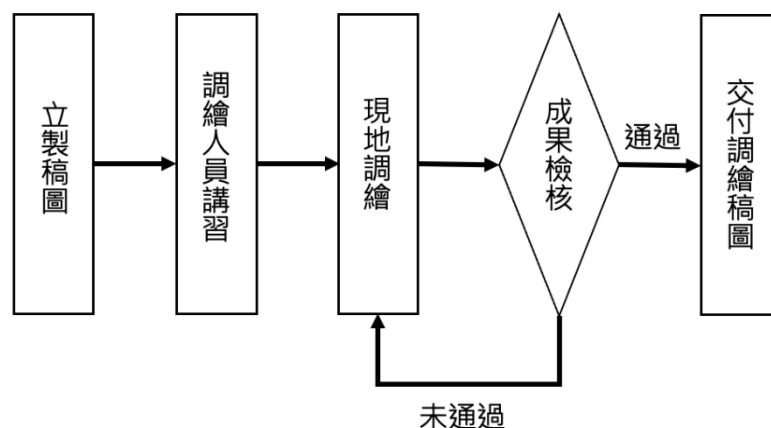


圖 22 調繪補測流程圖

- (1) 核對現有之航空影像、地形圖等相關圖籍資料，確認調繪內容，並辦理調繪人員講習。
- (2) 攜立製之測繪稿圖赴現場進行實地調繪作業，修正立體測圖之錯誤、補充立體測圖時無法辨認、遺漏或因影像受遮蔽未能於立測時測繪之地物。
- (3) 調查地物、地名、交通系統、水系、人工構造物、地類等名稱。
- (4) 調繪時如發現現況改變，應補測地物、地貌。
- (5) 依照「基本地形資料分類編碼說明」分類地物與地型，依照其分類分層施測並編碼。
- (6) 依照「基本地形圖資料庫圖示規格表」附予圖示。
- (7) 輸出成果(.DWG 檔)。
- (8) 內業與自我檢核
 - a. 依照《千分之一數值航測地形圖測製作業規定》之規定進行內部檢核。
 - b. 檢核未通過者，將與甲、丙方討論處理辦法。

3. 工作分配

交由大地組協助進行調繪補測作業。

分派 4 組進行細部測量；每組 4 人，至少包含 1 人為航遙組人員，視情況減少 1 人為限。

(四) 製作等高線與正射影像

1. 作業目的

利用甲方所提供之 1m 網格 DEM 資料，製作數值地表模型與等高線。

2. 作業流程與項目

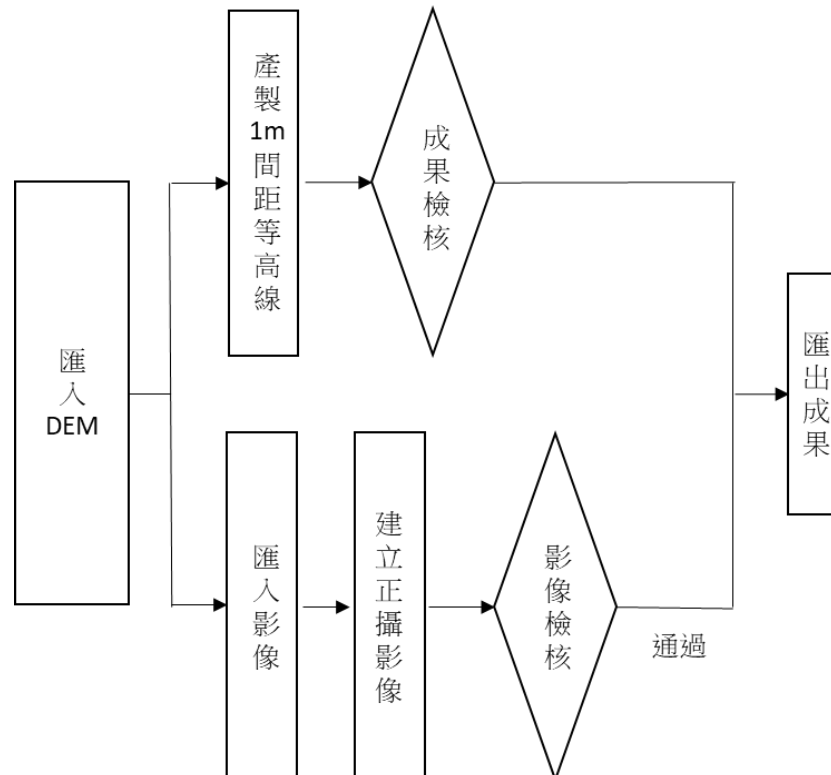


圖 23 數值地形模型與等高線作業流程圖

- (1) 匯入甲方提供 1 公尺網格 DEM。
- (2) 分別產製 1 公尺間距等高線與以 DEM 糾正的正射影像。
- (3) 依照《一千分之一數值航測地形圖測製作業規定》進行自我檢核。
- (4) 檢核通過後匯出等高線與數值地形模型檔案。

3. 工作分配

分配 3 人進行等高線與正射影像之作業，視情況增加 1 人為限。

(五) 千分之一地形圖編纂

1. 作業目的

調繪補測完成之後，對此次實習之測區範圍(成功大學力行校區)繪製標準地圖格式之圖幅系統，內容包括圖元類別、註記、圖例、圖號、比例尺、坐標系統以及圖幅整飭和圖面註記，提供 GIS 應用系統開發所需之資料，並製作千分之一數值地形圖數值檔及紙圖檔。

2. 作業流程與項目

(1) 地形圖編纂

調繪補測完成後，將檔案匯入 AutoCAD 處理。

(2) 軟體編修

AutoCAD 編修，確認地物間位相關係正確。

(3) 圖面整飭

- a. 根據《基本地形圖資料分類編碼說明》與《基本地形圖資料圖式規格表》之規定進行圖面整飭。
- b. 地形圖編輯的圖層套疊順序由上而下分別為:行政界、方格線、鐵路邊線、高速鐵路邊線、捷運邊線、道路邊線、道路面、人工構造物、塔桿、箱管涵、橋樑、水系邊線、水面、地類、地貌(等高線)。
- c. 為了地理資訊需求，另外分別編纂千分之一地形圖之草地、樹木、裸露地、公共藝術品、永久性建物圖層，並將圖層轉化為(.SHP)之格式，並使用 TWD97 坐標系統。

(4) 調繪時如發現現況改變，應補測地物、地貌。

3. 工作分配

分派 10 人進行千分之一地形圖編纂，視情況增加 1 至 2 人為限。

三、製作數值地表模型與真實正攝影像

1. 作業目的

利用空中三角測量之成果製作數值地表面模型(DSM)，並且利用 DSM 製作真實正射影像。

2. 作業流程與項目

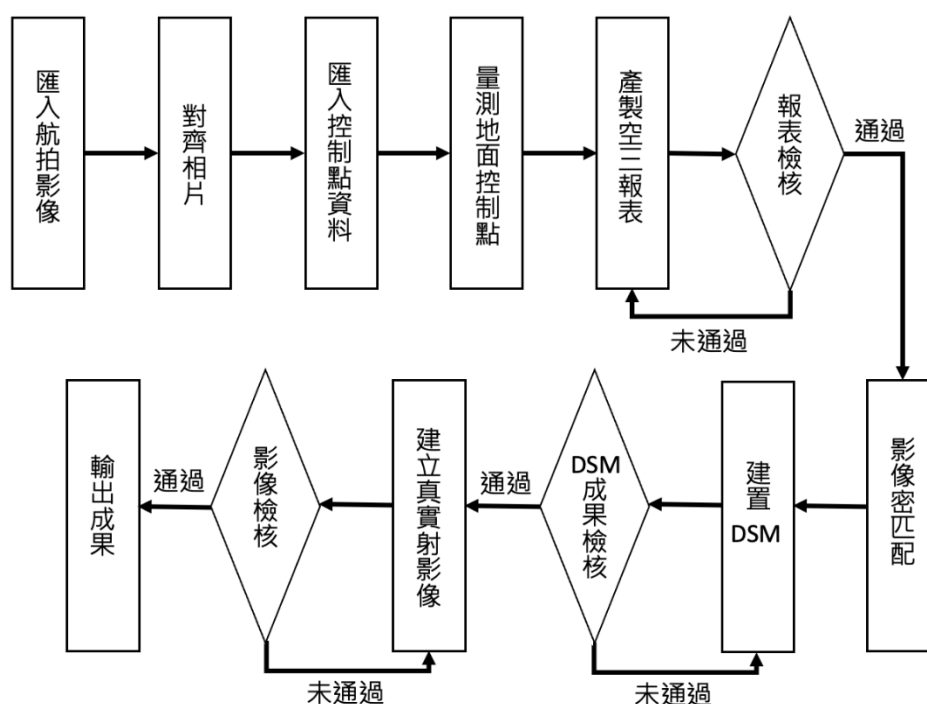


圖 24 真實正攝影像製作流程

- (1) 航拍影像特徵匹配。
- (2) 人工點選檢核點、地面控制點。
- (3) 參數與資料設定
 - a. 控制點坐標

- (4) 報表檢核。
 - (5) 建置數值地表面模型(DSM)
 - b. 建置密集點
 - c. 建置 DSM 模型
 - (6) 以 DSM 模型建置真實正射影像。
 - (7) 以 Photoshop 進行人工調色，使其接近真實的色彩情形並直到符合作業規範。
 - (8) 匯出 DSM 模型與真實正射影像。
3. 工作分配
- 分派 3 人進行數值地表模型與真實正攝影像之作業，視情況增加 1 至 2 人為限。

四、GIS 資料處理及虛擬校園系統 GIS

本案因應控制組與航遙組之作業內容及流程，GIS 組規劃之作業流程概述如下：控制組與航遙組之外業資料尚未測繪與處理完成前，本組將執行外業資料蒐集與軟體設計開發，待前兩組之測量成果檢核完畢，本組將進行資料預處理與彙整。彙整完成後將依序執行 GIS 資料建置、數位孿生模型建置、防災空間分析。最後將各項成果於 Web-GIS 平台展示，並透過 Unity 做 VR 與行動裝置的互動式軟體。此外，若時間足夠，將會使用 Metashape 建立系館的內部三維空間模型，並整合於 VR 軟體中。

(一)外業資料蒐集

1. 作業目的

主要目的在於蒐集一千分之一地形圖中未紀錄之資料，如消防栓、滅火器、逃生門等點位，並以一千分之一地形圖作為底圖，規劃適合作為緊急避難空間之空地，建立多元防災資訊圖資。本案考量防災設施受樹木或人工建物遮蔽影響定位成果，因此研擬透過細部測量的方式進行圖資之蒐集。此外，需拍攝建置數位孿生模型所需參考照片。

2. 工作項目及程序

(1) 多元防災資訊圖資蒐集

於調繪補測時進行。

(2) 執行外業拍攝

執行外業前，詳細告知人員拍攝之目標場景與所需紀錄內容，包含拍攝地點、拍攝時間、拍攝人員名稱，並事前安排拍攝路線避免物件重複拍攝。而後透過手機開始進行拍攝。

(3) 檢查調查成果

外業拍攝完畢後，審查資料之正確性與完整性，若有缺漏則進行補拍。

3. 工作分配

由航遙組協助完成細部測量防災圖資之蒐集，並分配 2 人進行建物拍攝作業。

(二) GIS 資料建置

1. 作業目的

整合控制測量與攝影測量成果，將其轉換為 GIS 資料，給予資料屬性並製作詮釋資料，以利後續資料查詢、資料展示與加值應用。

2. 作業流程

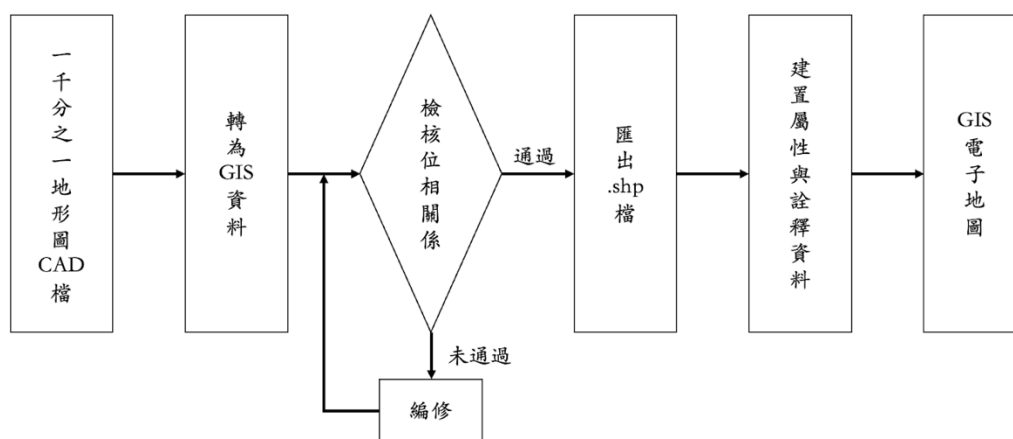


圖 25 GIS 資料建置流程圖

3. 工作項目及程序

(1) 資料預處理

a. CAD 檔案備份與保管

將原地形圖 CAD 檔備份並妥善保存，便於修復錯誤與查驗，免於作業過程造成不可逆之結果。

b. 一千分之一地形圖基本檢查

檢查項目包括資料總數、物件維度資料、物件位相關係、坐標系統。

c. CAD 檔轉為 shp 檔

地理資訊圖層以原地形圖向量成果內容為原則，共分為測量控制點、行政界、人工構造物、交通系統、水系、公共事業網路、地貌、地標、都市計畫、圖幅整飾及註記，共 10 類主題圖層。並於轉換檔案後檢查各圖層之投影坐標系統及資料完整性。

(2) 新增與編輯資料

針對後續地理資訊主題圖層之需求新增與編輯下列圖層：

a. 道路中心線

b. 道路節點

- c. 面狀道路
- d. 其他類地物

(3) 圖層分類

依據《基本地形圖資料庫地形資料分類編碼表》進行分類，未規劃於編碼表中之圖層，將另行分類編碼，並參考表碼表之定義進行編制，新增編碼限用於本案。

表 6 地形分類編碼

地形資料分類編碼	圖層名稱	實物	資料型態
9350906	防災設施	消防栓	點
9350910		滅火器	點
9350911	電梯	電梯	點
9350912	逃生門	逃生門	點
9350913	AED	AED 自動體外心臟電擊去顫器	點
9350914	SOS 緊急求救系統	SOS 緊急求救系統	點
9350915	緊急避難空間	緊急避難空間	面
9690104	路燈	路燈	點

(4) 屬性資料建置

依據各主題圖層屬性欄位結構規定進行編輯，基本資料如名稱、編碼等欄位，列舉部分圖層屬性欄位結構如下所示：

a. 控制點

欄位名稱 (英文)	欄位名稱 (中文)	欄位 型態	Data Type	內容說明
ID	點序號	數字	Short	對應控制點資料檔序號
TerrainID	控制點地形編碼	文字	Text	依據《基本地形圖資料庫地形資料分類編碼表》進行分類編碼

C_name	控制點名稱	文字	Text	
E	TWD97 E 坐標值	數字	Double	單位為公尺
N	TWD97 N 坐標值	數字	Double	單位為公尺
H	高程值	數字	Double	正高高程值，單位為公尺
LastUpdate	最後更新日期	日期	Date	

b. 建物

欄位名稱 (英文)	欄位名稱 (中文)	欄位 型態	Data Type	內容說明
ID	面序號	數字	Short	對應控制點資料檔序號
TerrainID	房屋地形 編碼	文字	Text	依據《基本地形圖資料 庫地形資料分類編碼 表》進行分類編碼
Build_name	建物名稱	文字	Text	
Build_floor	樓層數	數字	Short	參考一千分之一地形 圖樓層註記
Build_area	建物面積	數字	Double	利用 Calculate Geometry 功能計算， 單位為平方公尺

c. 地標

欄位名稱 (英文)	欄位名稱 (中文)	欄位 型態	Data Type	內容說明
ID	點序號	數字	Long	對應地標點資料檔序號
TerrainID	地標地形 編碼	文字	Text	依據《基本地形圖資料 庫地形資料分類編碼 表》進行分類編碼
MarkName	地標點名 稱	文字	Text	
E	TWD97 E 坐標值	數字	Double	單位為公尺
N	TWD97 N 坐標值	數字	Double	單位為公尺
Note	備註	文字	Text	紀錄地標其他資訊

d. 交通系統—以路網為例

欄位名稱 (英文)	欄位名稱 (中文)	欄位 型態	Data Type	內容說明
ID	路網序號	數字	Long	
Rd_length	道路總長 度	數字	Double	單位為公尺
Rd_width	路寬	數字	Double	以路段中心點之路寬 紀錄，單位為公尺
startNode	路段起始 節點	數字	Long	紀錄路段起始節點編 號
endNode	路段終點 節點	數字	Long	紀錄路段終點節點編 號

(5) 詮釋資料建置

擬定所需建置之詮釋資料項目，其內容包含國立成功大學力行校區一千分之一地形圖、防災空間分析之點位和面狀資料，依據內政部國土資訊系統之「地理資訊詮釋資料標準」(TaiWan Spatial Metadata Profile ; TWSMP)相關規定填寫詮釋資料。

表 7 詮釋資料建置項目

詮釋資料之建置項目	資料型態	檔案格式
消防栓	點	.shp
滅火器	點	.shp
電梯	點	.shp
逃生門	點	.shp
AED 點位	點	.shp
SOS 緊急求救系統點位	點	.shp
緊急避難空間	面	.shp
路燈	點	.shp
控制點	點	.shp
等高線	線	.shp
道路	線	.shp
建築物	面	.shp

表 8 詮釋資料填寫項目

項次	名稱	定義	值域	資料欄名稱
1	MD_Metadata 詮釋資料資訊	用以描述單一資源或資源集合之詮釋資料的根實體。	項次 16-38	Metadata
2	Contact 聯絡資訊	詮釋資料之權責單位。	CI_Responsibility	Metadata→ Details

3	dateInfo 日期資訊	詮釋資料之日期資訊 (必須提供建置日期，其他主題日期可視需要提供)。	CI_Date	Metadata→ Details
4	MD_Identification 識別資訊	用以唯一辨識單一資源或資源集合之基本資訊。	項次 43-62	無
5	Citation 引用	資源之引用資訊。	CI_Citation	Overview→ Citation
6	Abstract 摘要	資源之概略說明摘要文字。	自由文字	Overview → Item Description
7	pointOfContact 聯絡資訊	與資源有關之單位與個人之識別與聯絡資訊。	CI_Responsibility	Resource → Points of Contact
8	descriptiveKeywords 關鍵字資訊	描述資源之關鍵字、型別及參考來源。	MD_Keywords	Overview → Topics & Keywords
9	extent 範圍	資源之空間與時間範圍資訊。	EX_Extent	Resource→ Extent
10	resourceMaintenance 資料或服務維護資訊	有關資源更新頻率或更新範圍之資訊。	MD_MaintenanceInformation	Metadata → Maintenance
11	resourceFormat 資源格式	資源描述所採用之資料格式。	MD_Format	無
12	name:resourceConstraints 資料或服務限制資訊	資源使用限制之說明資訊。	MD_Constraints	Resource → Constraints

13	spatialRepresentationInfo 空間表示資訊	有關資源之空間資訊的 數 值表示資訊。	MD_SpatialRepresentation	Resource→ Spatial Reference
14	referenceSystemInfo 參考系統資訊	有關資源所參考之空間 或 時間參考系統描 述。	MD_ReferenceSystem	Resource→ spatial data representation
15	MD_DataQuality 資料品質	資料品質訊息為評估地 理空間資料的品質。	DQ_DataQuality	Resource→ Quality

(三) 防災空間分析

1. 作業目的

將攝影測量所測得之面資料，經由地理資訊空間分析工具處理，使空間資料化為使用者易於理解之地理資訊，並加入特定圖層作為屬性資料。此作業將分析各個緊急避難空間在不同環域範圍裡防災設施之密度，最終成果將交由 Web-GIS 平台展示。

2. 作業流程

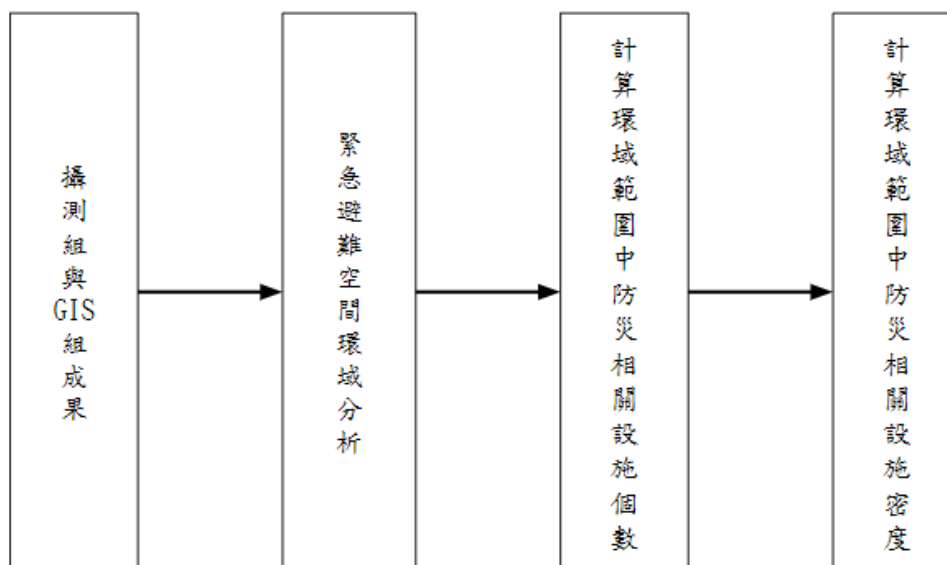


圖 26 防災空間分析流程圖

3. 工作項目及程序

(1) 對緊急避難空間分別做 25 m 及 50 m 之環域分析

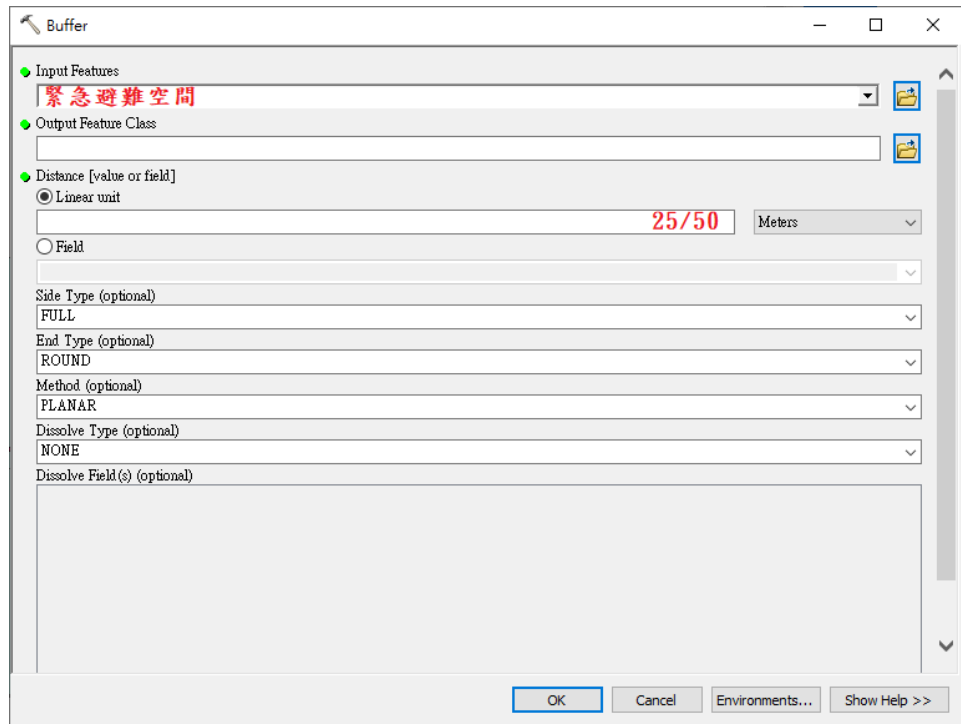


圖 27 環域分析步驟截圖

- (2) 將各個環域成果與防災設施、AED、SOS 求救裝置使用 Spatial Join，得到各個環域成果中包含之上述點資料個數

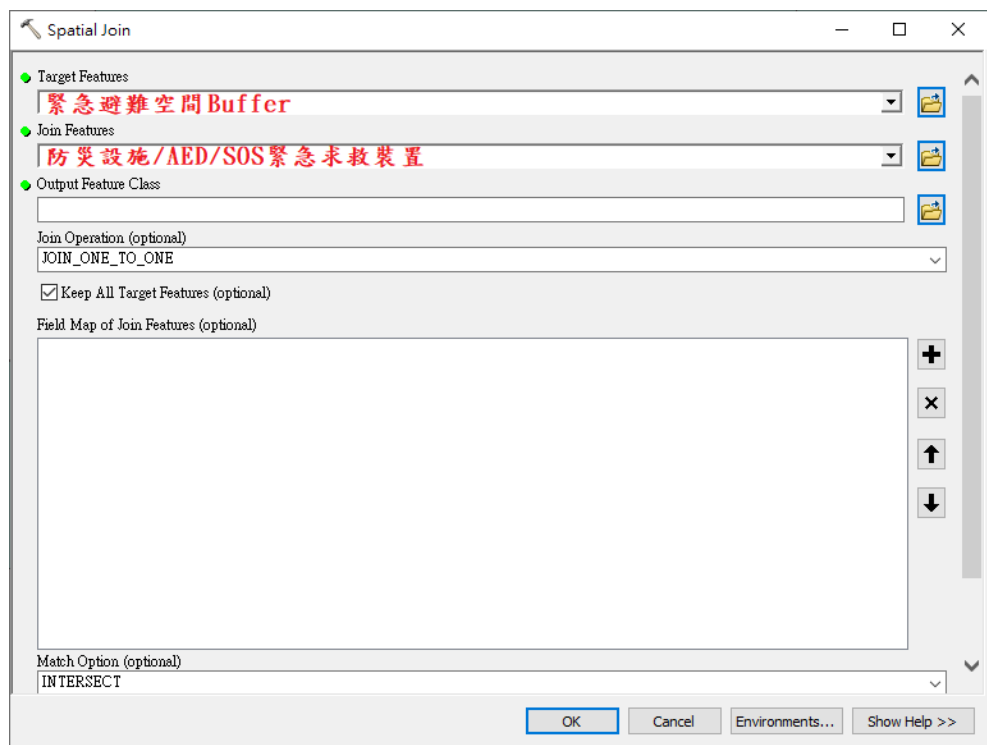


圖 28 Spatial join 步驟截圖

(3) 使用 Calculate Geometry 計算各個緊急避難空間面積

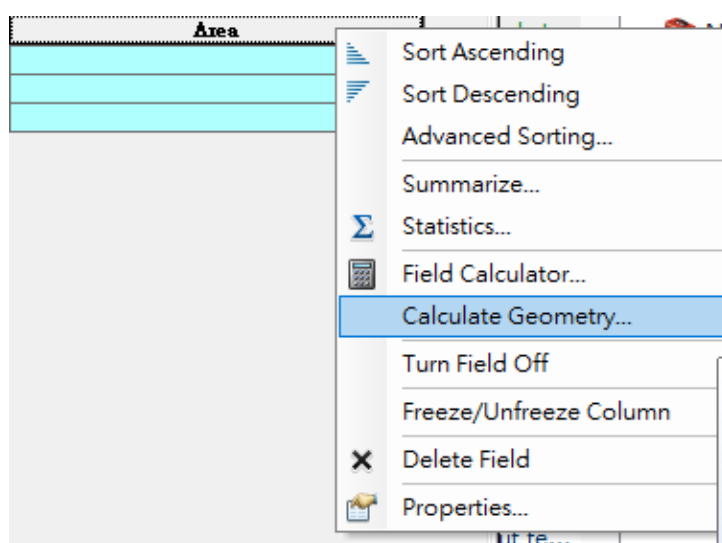


圖 29 計算緊急避難空間步驟截圖

(4) 計算各個緊急避難空間中各個點資料密度

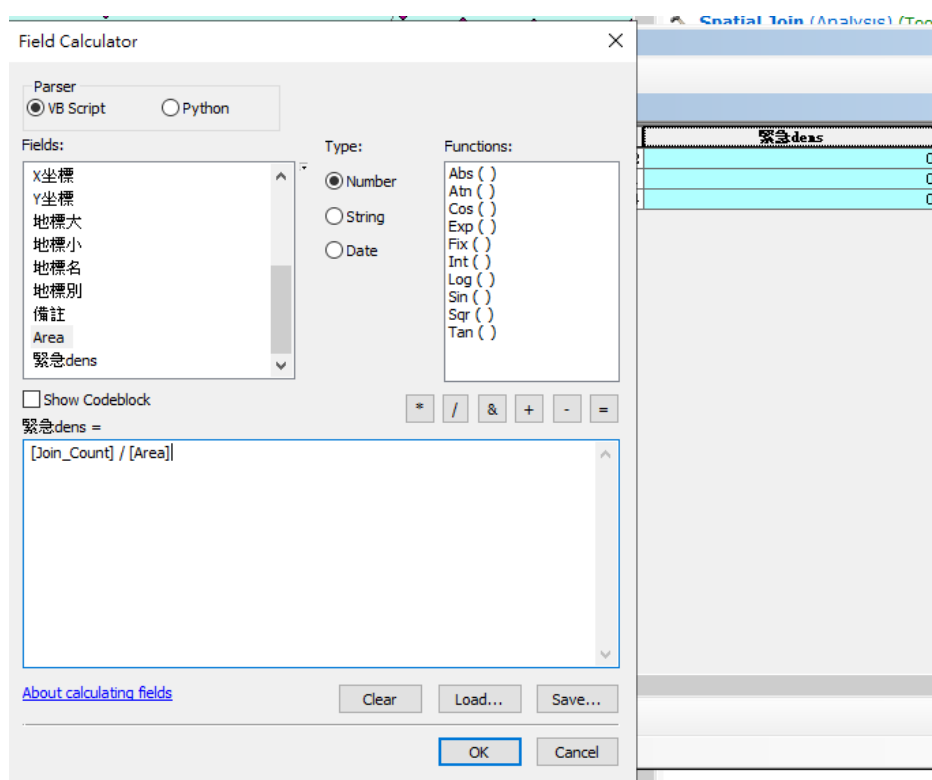


圖 30 計算避難空間中點密度步驟截圖

(四) 數位孿生模型建置

1. 作業目的

利用控制組與航遙組所取得之力行校區資料，在 CityEngine 軟體內建模。CityEngine 為專門用於 3D 城市建模之軟體，屬於程序建模軟

體，利用 CGA 規則檔產生模型，且具備完整的建模功能，對於數位孿生模型的建置具有極大優勢。

2. 作業流程

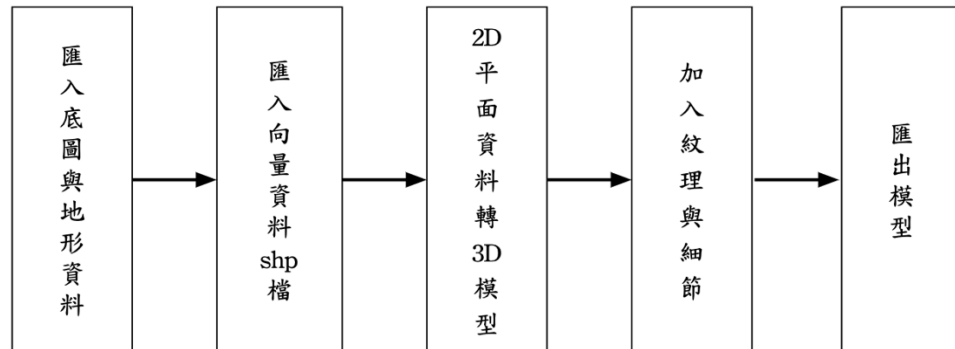


圖 31 數位孿生模型建置流程圖

3. 工作項目及程序

- (1) 匯入力行校區底圖(basemap)與地形資料
- (2) 匯入道路、建物等向量資料 shapefile 檔，建立模型基底

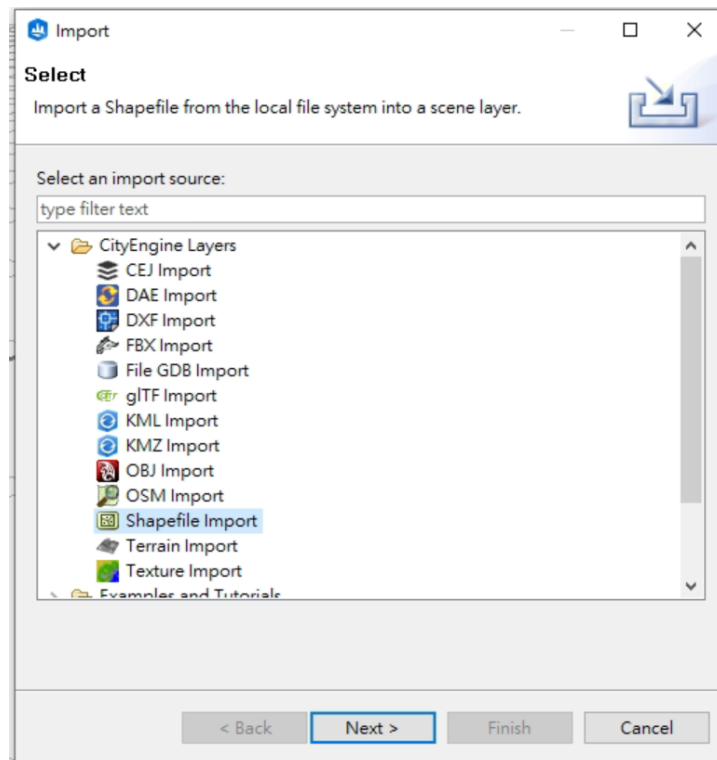


圖 32 CityEngine 資料匯入格式示意圖

(3) 將 2D 平面資料轉為 3D 模型



圖 33 CityEngine 模型創建示意圖

(4) 加入模型外觀渲染效果與細節

(5) 匯出模型為 FBX 檔並匯入 Unity 進行操作

4. 資料來源

前期使用開放街圖(OpenStreetMap,OSM)建立測試模型，供軟體設計開發；後期待控制組與航遙組測量成果檢核完畢，配合 Google Maps 街景服務與外業測量所拍攝之景觀細節照片建立完整之正式版模型。

(五) 系館內部三維模型

1. 作業流程

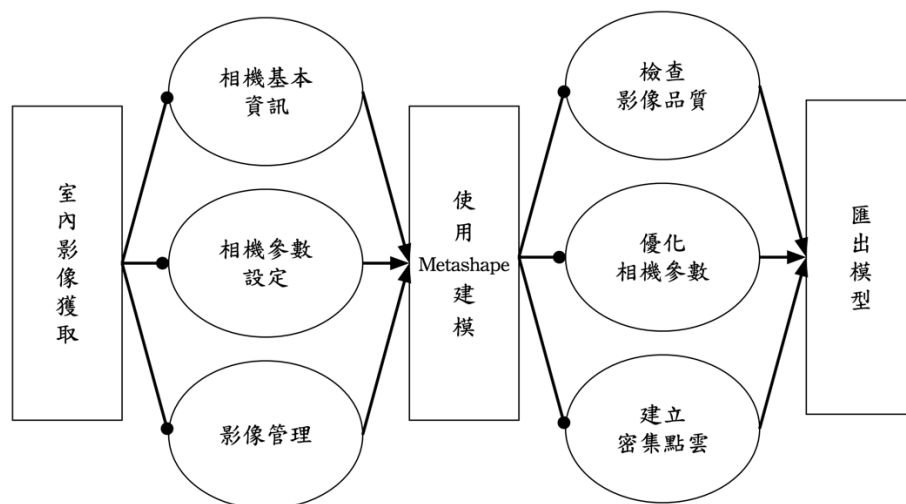


圖 34 系館內部三維模型流程圖

2. 工作項目及程序

(1) 室內影像獲取

- a. 自選一台相機或手機中之相機，查詢相機基本資訊(CCD 大小、焦距、pixel size)。
- b. 調整相機光圈、快門與焦距，使影像中光線均勻正常曝光，不要過曝或太暗，影像 要清晰不模糊。
- c. 事前決定該建物內的拍照點位，拍攝時採用包圍式攝影，應拍攝上下前後左右六個面，每一個面若可以的話拍攝 5~10 張照片，傾斜角度不同，避免遮蔽效應。
- d. 若某影像有模糊或對焦不正確情況，則必須刪除該影像，最後將剩餘品質好的影像 放入一個資料夾。

(2) 使用 Metashape 進行建模

- a. 匯入拍攝之照片，因本次操作為近景攝影測量故不需要地理坐標。

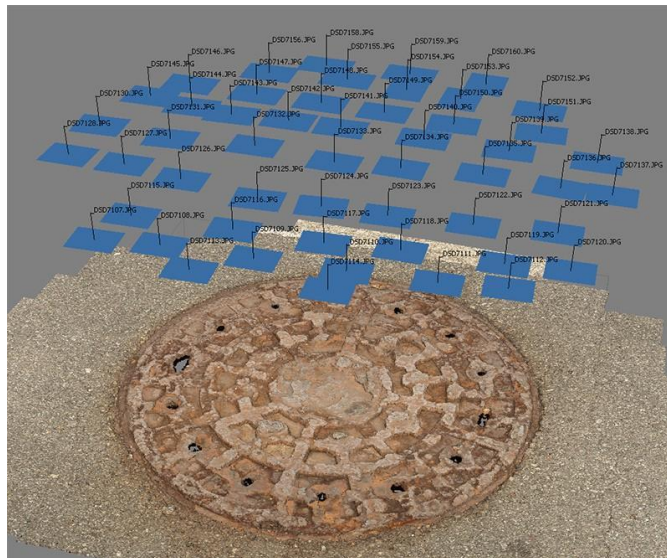
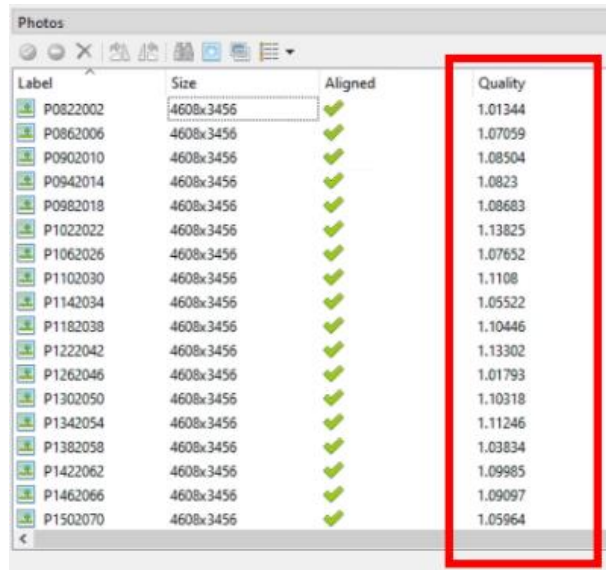


圖 35 匯入照片示意圖

- b. 檢查相片品質，刪除模糊影像。將相片 Quality 在 0.5 以下者訂為模糊影像



Label	Size	Aligned	Quality
P0822002	4608x3456	✓	1.01344
P0862006	4608x3456	✓	1.07059
P0902010	4608x3456	✓	1.08504
P0942014	4608x3456	✓	1.0823
P0982018	4608x3456	✓	1.08683
P1022022	4608x3456	✓	1.13825
P1062026	4608x3456	✓	1.07652
P1102030	4608x3456	✓	1.1108
P1142034	4608x3456	✓	1.05522
P1182038	4608x3456	✓	1.10446
P1222042	4608x3456	✓	1.13302
P1262046	4608x3456	✓	1.01793
P1302050	4608x3456	✓	1.10318
P1342054	4608x3456	✓	1.11246
P1382058	4608x3456	✓	1.03834
P1422062	4608x3456	✓	1.09985
P1462066	4608x3456	✓	1.09097
P1502070	4608x3456	✓	1.05964

圖 36 操作示意圖

c. 優化相機參數

若有更改過設定，例如照片位置或地面控制點先驗中誤差、相機參數等，或是變動到影像資訊，例如影像上量測地面控制點之座標就要重新優化相機參數

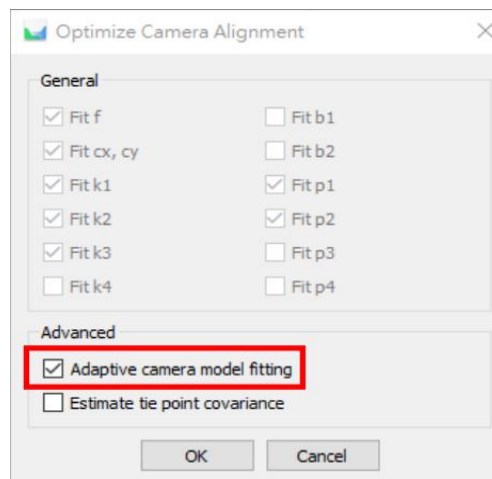


圖 37 優化相機參數示意圖

d. 建立室內模型

首先建立密集點雲，再以人工方式或自訂門檻將可信度低的點刪除，並針對留下的點雲進行三維三角網模型的建模。



圖 38 建立密集點雲示意圖

e. 將 3D 模型輸出為 FBX 檔案

(六) Web-GIS 平台建置

1. 作業目的

將已建置完成的 1/1000 數值地形圖、數值地形模型、GIS 資料等整合到 ArcGIS Online 資料庫內，並透過 ArcGIS Online 中的 Experience Builder 展示在 Web-GIS 平台上，同時建立 3D 資料視覺化頁面，提供給使用者瀏覽本次總實習之成果。

2. 作業流程

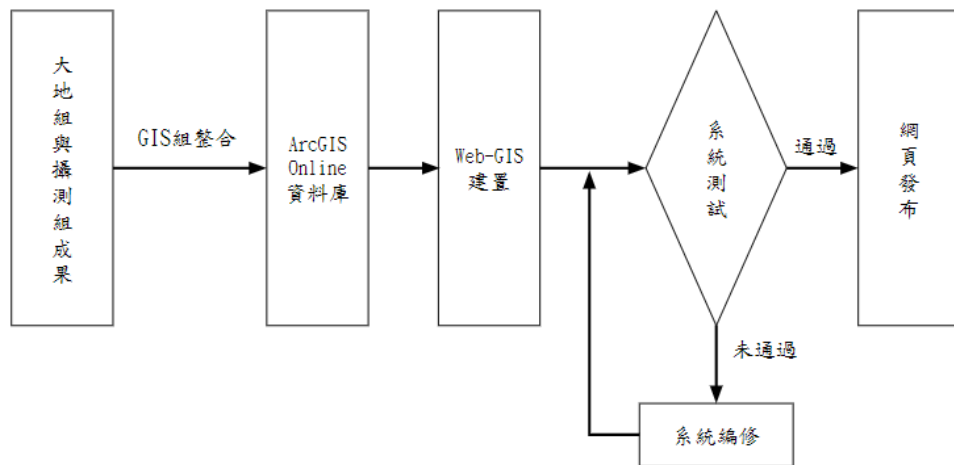


圖 39 Web-GIS 平台建置流程圖

3. 工作項目及程序

(1) ArcGIS Online 資料庫

將大地組跟攝測組所提供之 1/1000 數值地形圖、數值地形模型資料，以及 GIS 組自行量測之外業資料整合雲端化至資料庫內。

(2) Web-GIS 建置

- 建立 Web 應用程式
- 匯入前面整合的資料庫
- 使用者介面設計與後台管理系統設計

(3) 系統測試與發佈

將建置好的 Web-GIS 平台，分別在不同的設備(手機、筆電)或是不同的系統(ios、Android)等進行測試檢查，確認使用情形是否符合原先開發理念，最後完成發佈該網頁系統。

4. 系統架構與功能

(1) 資料成果展示

- 地形圖之各圖層點位之分布詳情

- b. 預估各建物內教室上課人數
- c. 各空間內避難設施的密度
- d. 數位學生模型

(2) 使用者介面

考量實際上的人機交流，並考慮介面在各操作系統上(如手機、筆電等)是否有顯示缺漏。

(3) 成果功能

除了透過數位學生模型分享校園基礎資訊，更利用網頁上的展示資料，讓使用者能藉由點選點位後，根據 Web-GIS 頁面上所提供的空間分析資訊，達到避難設施使用最佳化之目的。並提供路徑規劃功能，評估路徑距離與時間，讓使用者查尋最鄰近緊急避難區之路徑，發揮災難救助的功效。

(4) 使用者回報

設計問題回報功能，以供使用者在發現系統錯誤時能即時將問題發送給後台，並且在收到回饋後即時處理系統問題。

(七) 虛擬實境展示

1. 作業目的

透過體感操作讓使用者在虛擬空間中與環境互動，不需自行前往力行校區也能藉由本案所建置之虛擬實境軟體進行沉浸式體驗。而本案研擬建置之虛擬實境軟體除了展示力行校區模型外，也將空間資訊一併整合，達到虛擬導覽的成效。

2. 作業流程

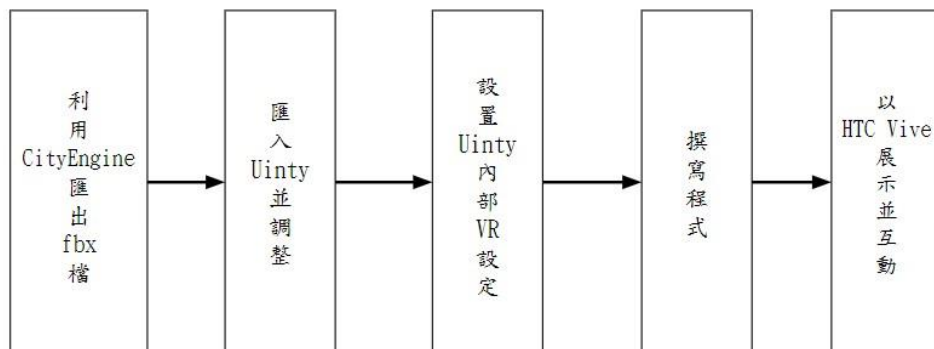


圖 40 虛擬實境展示流程圖

3. 工作項目及程序

- (1) 將所建置的力行校區數位學生模型匯出成 FBX 檔案，並將 FBX 文件拖放到空 Unity 場景的 Assets 文件夾中
- (2) 在 Unity 中安裝 XR interaction toolkit，如此才能接收 HTC Vive 的輸入且輸出在 VR 眼鏡中。

- (3) 將模型拖曳至 Hierarchy 視角中使其顯現於 3D 場景視角中，並調整物件比例大小以及重新設置原始點後，以物件導向 C# 程式語言進行軟體設計
- (4) Edit - Project Settings - Player，然後在 Inspector 中選取 Virtual Reality Supported 以啟用 VR。

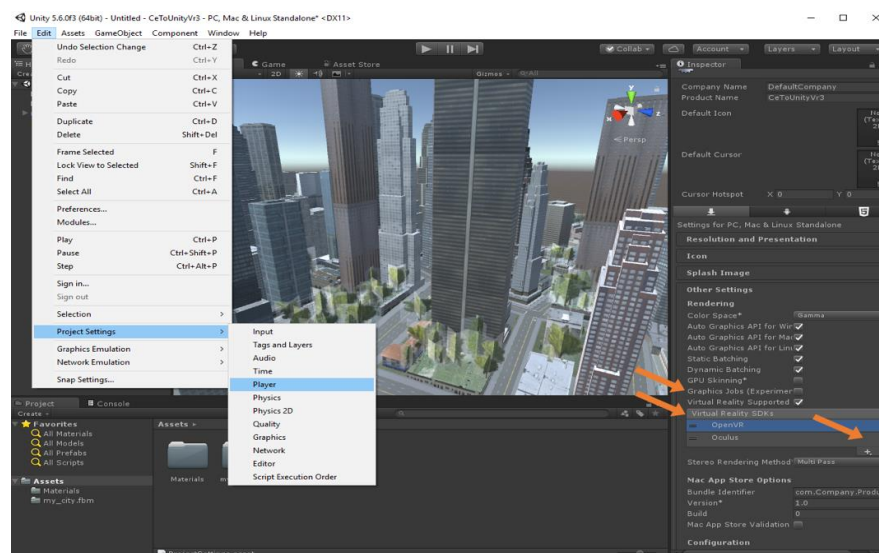


圖 41 啟用 VR 操作示意圖

- (5) 默認情況下，Oculus SDK 不適用於 HTC Vive。要添加 Vive 支持，點擊小+，然後點擊 OpenVR。OpenVR 適用於 Oculus 和 HTC Vive，並刪除 Oculus。按下 3D 視角上方的 play 按鈕。如果 SteamVR 和 VR 眼鏡安裝正確，將顯示一個小的 SteamVR 彈出窗口，並且城市將顯示在 VR 中。
- (6) 接下來調校使用者移動之相關參數，設計為讓使用者進行瞬間移動。使用者的移動方式則被簡化為直接在位置之間切換。首先，點擊 Window – Asset Store，搜索 SteamVR 插件而後點擊 import。在 SteamVR 設置對話框中，點擊 Accept All。



圖 42 SteamVR 操作示意圖

- (7) 將 Player prefab 從 SteamVR/InteractonSystem/Core/Prefabs 資料夾中拖放到 Hierarchy 中，並將其移動到 3D 場景的合適位置後，刪除 Main Camera。
- (8) 將 TeleportPoint prefab 從 SteamVR/InteractonSystem/Teleport/Prefabs 拖曳至 3D 視角中，再將 Teleporting prefab 拖曳至 hierarchy 中，並在 Teleporting 參數中增加 Arc Distance。

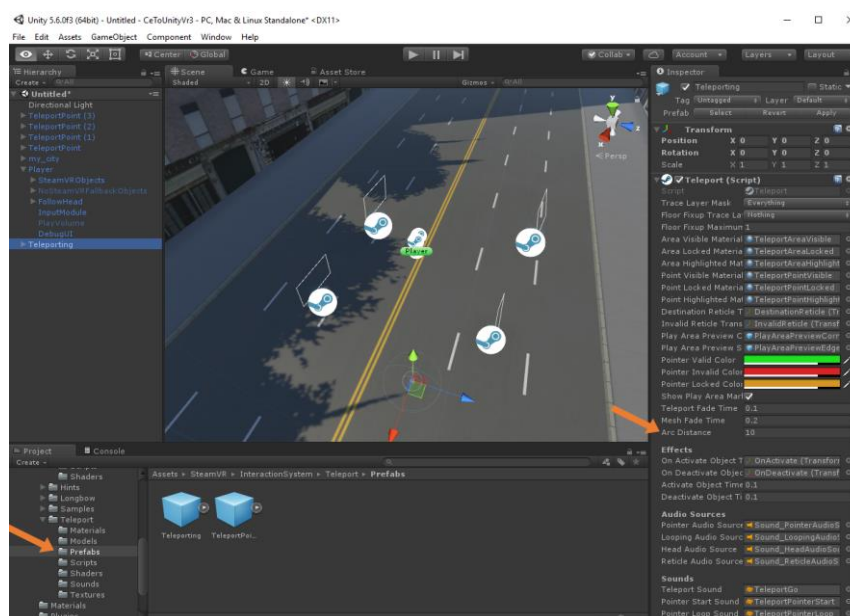


圖 43 Arc Distance 操作示意圖

- (9) 通過點擊 Vive 控制器並將路徑對準傳送點來傳送到這些位置，亦可以添加傳送區域：在 3D 視角中連按兩次一條街道，然後創建一個 copy。在 inspector 中點擊 Add Component，然後添加 Teleport Area 和 Mesh Collider，如此便完成 VR 內之移動視角之調校。

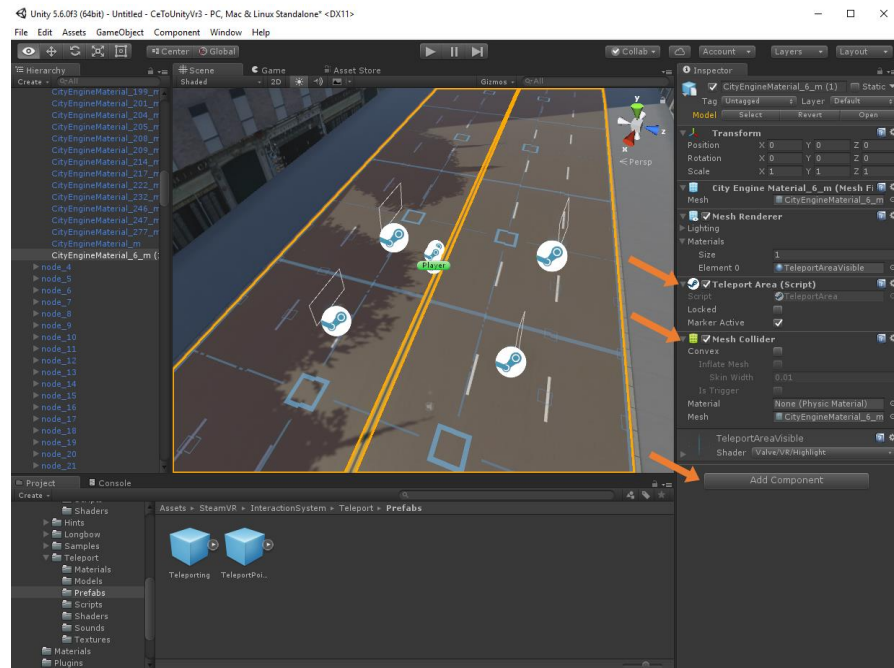


圖 44 添加 Teleport Area 和 Mesh Collider 操作示意圖

(10) 軟體測試並匯出 exe 檔

4. 軟體架構與預期功能

- (1) 讓使用者可以在虛擬空間中，透過實際移動的方式，環顧四周並移動
- (2) 右手搖桿射出雷射光，用以選取可互動的物件，並顯示資訊
- (3) 左手用以傳送玩家到指定地點，使移動範圍不受到實際空間限制

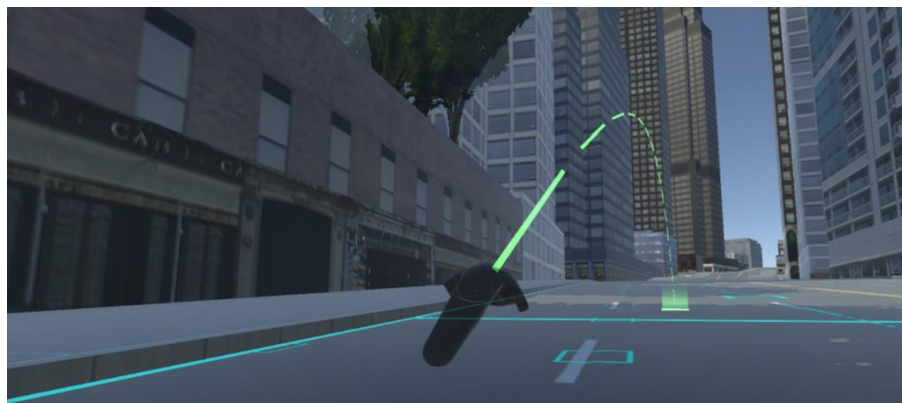


圖 45 傳送功能示意圖

- (4) 當使用者從室外選擇內外互動物件(門或入口)，進入室內後，即切換至內部場景(系館內部三維模型)，使用者便能和室內物件作互動。由於建築內部有獨立的坐標系，內部和外部的坐標系並不一致，因此無法在室內時與外部做互動，而是需要再和內外互動物件再次接觸後，轉移至室外場景。
- (5) 透過遊戲體驗達到導覽成效，設計主線任務為尋找力行校區內所有防災設施。基本功能有開啟地圖傳送指定地點、點擊建物查看

詳細資訊、顯示任務完成進度條(即已找到防災設施數)、隨機佈設神秘盒子提供玩家設施提示或校區歷史故事。當找到設施時，顯示該項設施之屬性資料及空間分析成果(如服務圈範圍)。當玩家找到力行校區內所有防災設施時(完成任務)，也代表玩家已完整導覽整個校園，遊戲便結束。此遊戲不僅為導覽功能，更透過遊戲的方式，讓使用者知道校園內的防災相關設施的位置與其空間意義，若使用者在真實情境遇上防災需求，便能立即反應。



圖 46 VR 遊戲示意圖

(八) 行動裝置展示

1. 作業目的利用行動裝置顯示器與感測器取得鏡頭畫面及目前所在的位置與方位，並整合地理資訊提供適地性服務(Location-Based Service, LBS)，讓使用者以擴增實境的方式與現實世界場景互動。
2. 作業流程

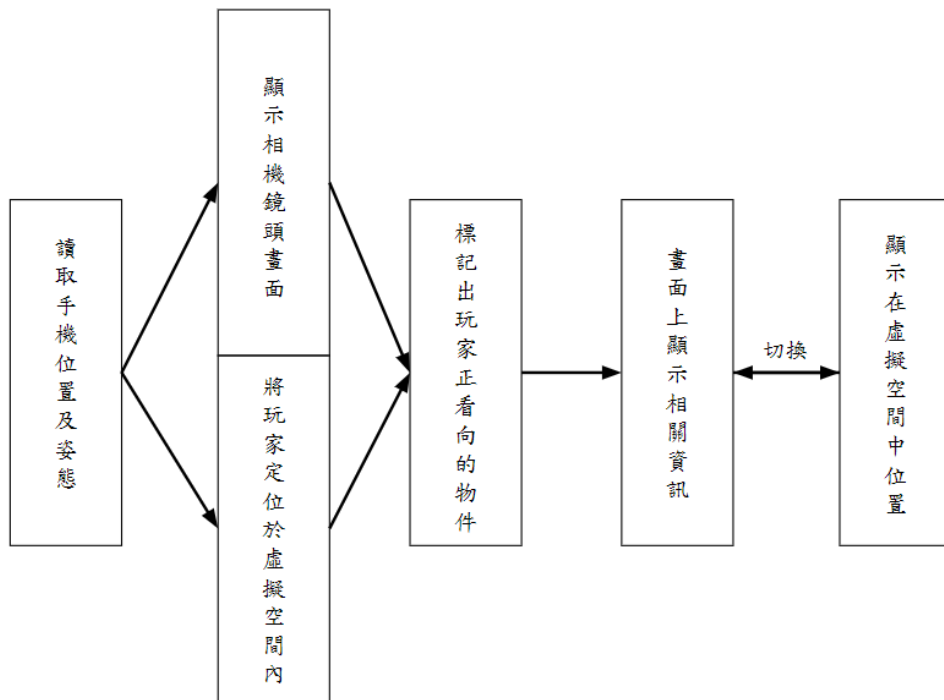


圖 47 行動裝置應用程式開發流程圖

3. 工作項目及程序

- (1) 在獲取手機當下的位置、姿態等相關參數後，利用 Unity 開發應用程式，將玩家在現實中的位置定位在已經建好模的虛擬世界中，並同步在手機畫面顯示相機目前看到的場景。
- (2) 利用 GPS 定位取得使用者即時位置，並顯示附近系館與自身的距離，介接導航連線規劃最短路徑。
- (3) 利用存在於虛擬世界中的相關資訊，投影在手機畫面上。
- (4) 可將畫面切換至虛擬世界中，查看自己目前在虛擬世界中的相對位置。
- (5) 測試功能並匯出 apk 檔

第參章、精度檢查及品質管控

一、控制測量

(一) 已知控制點檢核

1. 觀測考量

(1) 已知衛星控制點

- a. 同步觀測時間至少 45 分鐘以上。
- b. 觀測時段避免選擇氣溫過高的日子或中午時段（約 10:00 至 14:00），以控制對流層與電離層延遲效應之影響。

(2) 已知水準控制點

- a. 水準路線中單測段點位間距避免超過 200 公尺。
- b. 若單測段超過 500 公尺，需對該段觀測量進行大氣折光與地球曲率改正。

2. 檢核標準

(1) 已知衛星控制點

- a. 基線長度較差量不得超過 $30 + 6 \times 10^{-6} L$ （毫米）（ L 為單一基線長度之公里數）。
- b. 角度較差量不得超過 20 秒，水平距相對較差比值應小於二萬分之一。
- c. 座標分量較差值不得超過 9.8 毫米。

(2) 已知水準控制點

- a. 檢測相鄰 2 點位間高程差是否每測段往返閉合差不得大於 10 公釐 $\sqrt{K}$ （ K 為測段距離，以公里計）。
- b. 檢測實測高程差與原高程差比較差值不得大於 7 公分 $\sqrt{N}$ （ N 為所經邊數）。

(二) 衛星加密控制測量

1. 觀測考量

- (1) 控制點避免設置於雷達站、微波站、電視轉播站、金屬結構物等易干擾衛星訊號之人工構造物附近。
- (2) 選擇點位需在航照影像上可視並具有良好透空度，採至少 3 個象限仰角 40 度以上無對空障礙物為原則。
- (3) 聯測已知衛星控制點至少 1 個。
- (4) 所有接收儀最少的連續且同步觀測時間大於（含）45 分鐘，衛星訊號資料紀錄間隔為 5 秒，點位精度因子（PDOP）最大值不得大於 10。
- (5) 採分時段觀測，不同時段最少共同測站數為 2 個。

2. 檢核標準

- (1) 重複觀測基線水平分量之差值不得超過 $30 + 6 \times 10^{-6}L$ (毫米)，垂直分量不得超過 $75 + 3 \times 10^{-6}L$ (毫米) (L 為單一基線長度之公里數)。
- (2) 邊長誤差不得超過 $15 + 3 \times 10^{-6}L$ (毫米) (L 為單一基線長度之公里數)。
- (3) 平面座標 95%信心區間不大於 $30 + 6 \times 10^{-6}L$ (毫米) (L 為單一基線長度之公里數)。
- (4) 若未能通過規範再進行重測，與已知衛星控制點進行聯測，補測成果之自我檢核標準不變。

(三) 導線圖根點測量

1. 觀測考量

- (1) 線網形成之幾何圖形中最小之角度不得小於 30 度。
- (2) 導線網型設計觀測量平均多餘數不得小於 0.3。
- (3) 若原本導線點之觀測數不足，需觀測共同點以增加平均多餘數，但此類之點為不能納入後續細部測量之圖根點。
- (4) 所有鄰近可通視的點位皆須聯測。
- (5) 以方向組法進行 2 測回的觀測。

2. 檢核標準

- (1) 位置閉合差或閉合比數不得超過 $0.4\sqrt{K}$ (K 為導線長度之公里數)或 1/10,000。
- (2) 各水平角觀測值與平均值之差異角度不得超過 5 秒。

(四) 水準高程控制測量

1. 觀測考量

- (1) 單測段點位間距不得超過 200 公尺為原則。
- (2) 單段點位間距超過 500 公尺必須進行大氣折光改正與地球曲率改正。

2. 檢核標準

- (1) 系統誤差改正前每測段往返閉合差小於 $8.0\sqrt{K}$ (K 為單一測段長度之公里數)。
- (2) 系統誤差改正後閉合之水準路線之閉合差需小於 $8.0\sqrt{F}$ (F 為閉合水準路線長度之公里數)。
- (3) 解算成果之單位全中誤差須通過 95%信心水準卡方檢定。
- (4) 觀測量粗差偵錯須通過 95%信心水準的 τ 檢定。

二、千分之一數值地形圖

(一) 空中三角測量

1. 檢核標準

- (1) 檢查迭代次數是否異常並繪製收斂曲線。
- (2) 觀察後驗中誤差收斂曲線趨勢是否穩定降低。
- (3) 確認改正數無大於 3 倍之後驗中誤差。
- (4) 先驗精度是否等於或接近後驗精度(無顯著差異)。
- (5) 檢查附加參數、內方位元素是否為無相關性。
- (6) 顯著性檢查與可靠度指標分析。
- (7) 檢查檢核點強制套合平差後，由全數檢核點計算得到之平面及高程坐標均方根誤差值，依像片比例尺換算至像片坐標上(例如均方根誤差值為 10 公分，像片比例尺為五千分之一，換算後為 20 微米)，其結果不得大於上述連結點量。

表、影相匹配自動化量測空中三角連結點可靠度指標一覽表

前後重疊率 可靠度指標	60%	80%	90%
平均多餘觀測數 (總多餘觀測數/ 總觀測數)	≥ 0.55	≥ 0.6	≥ 0.7
連結點平均光線數 (連結點總光線數/ 總連結點數)	≥ 4	≥ 6	≥ 7
連結點強度指標 (N重光線以上連結 點數/總點數)	(4重光線以上連結點 數)/(總點數) ≥ 0.3	(6重光線以上連結點 數)/(總點數) ≥ 0.3	(8重光線以上連結點 數)/(總點數) ≥ 0.3

(二) 立體製圖

1. 測繪考量

- (1) 每個立體模型應當採用像對基高比(B/H)不得小於 0.3 之立體像對。
- (2) 必須執行相片內方位、相對方位及模型絕對方位之改正。立體測圖時以立體模型像對之空中三角連結點以內之區域為測繪範圍。
- (3) 立體測圖時，先量測地物，然後獨立高程點。對地物量測時，先測繪房屋，然後測繪交通、水系、地類。
- (4) 地物共界線必須一致，需以實測或複製方式產生。
- (5) 立體測圖人員如遇有像片判定不易，由外業人員調繪補測時，需註記其範圍及地點。
- (6) 面狀地物大於 2 公尺×2 公尺以實形測繪，小於 2 公尺×2 公尺則測繪其中心位置並以圖例符號註記表示。
- (7) 地物、地類、地貌依「基本地形資料分類編碼說明」進行分類編碼，圖示則依「基本地形圖資料庫圖式規格表」規定辦理。

2. 檢核標準

- (1) 模型縱視差需確實消除，控制點對點應正確，絕對方位完成後殘餘縱視差最大不可超過 20 微米，控制點之殘差不可超過 30 微米。

- (2) 量測點位之平面位置，其位置標準差不大於 20 公分。
- (3) 量測點位高程值與原高程值之均方根誤差(RMSE)或物點間相對高差與原高差之均方根誤差(RMSE)不大於一千分之一數值航測地形圖測製作業規定附錄 3 之附件 5 所定高程中誤差允許值的 $\sqrt{2}$ 倍。

(三) 調繪補測

1. 測繪考量

- (1) 樹木或都市密集房屋遮蔽處補測獨立高程點。
- (2) 調繪時如發現現況改變，應補測地物、地貌。
- (3) 像片上因雲層、陰影、遮蔽、室內測圖不詳，未能消除消除投影誤差之地區，需依據相關地物或控制點於實地補測。

2. 製圖整飭考量

- (1) 調繪稿圖盡量維持圖面清潔、清晰，以利後續編圖使用。
- (2) 調繪稿圖整理完成，調繪人員需進行自我檢查，並在圖幅左下方簽名，註明調繪完成年月日，再送審查人員審查合格後，始得移送編繪人員應用。地物、地類、地貌依《基本地形資料分類編碼說明》進行分類編碼，圖示則依《基本地形圖資料庫圖式規格表》規定辦理。

3. 檢核標準

- (1) 量測點位之平面位置與原平面位置之均方根誤差 (RMSE) 不大於 25 公分，或地物點間之相對距離與原距離之均方根誤差 (RMSE) 不大於 40 公分。
- (2) 量測點位高程值與原高程值之均方根誤差 (RMSE) 或物點間相對高差與原高差之均方根誤差 (RMSE) 不大於一千分之一數值航測地形圖測製作業規定附錄 3 之附件 5 所定高程中誤差允許值。

(四) 製作等高線

1. 測繪考量

- (1) 等高線與數值地形模型成果是否有一致性。
- (2) 檢查首曲線間距與計曲線間距是否符合規定。

2. 檢核標準

- (1) 量測高程值與原高程值之均方根誤差不得超過內政部千分之一數值航測地形圖測製作業規定附錄 3 之附件 5 所定數值高程模型中誤差允許值的 $\sqrt{2}$ 倍；而等高線之精度不得高於計曲線間距的 1/10。
- (2) 等高線高程與數值地形模型之高程與實地量測之高程較差值須小於 10 公分。

(五) 地形圖編纂及整飭

3. 編繪考量

- (1)檢查地物之間的位相關係是否有誤。
- (2)地形圖編輯的圖層套疊順序由上而下分別為:行政界、方格線、鐵路邊線、高速鐵路邊線、捷運邊線、道路邊線、道路面、人工構造物、塔桿、箱管涵、橋樑、水系邊線、水面、地類、地貌(等高線)。
- (3)編繪人員需進行自我檢查，並在檢核表簽名，註明編繪年月日及所用電腦檔名。
- (4)兩特徵點連線與實際輪廓線不得超過地圖上之 0.4 毫米。

4. 檢核標準

- (1) 地物分類是否依照《基本地形資料分類編碼說明》，圖示是否依照《基本地形圖資料庫圖式規格表》給予。
- (2) 地形圖檔應包含完整圖幅框及去圖幅框之數值地形圖。
- (3) 檢查地形地物是否遺漏未編輯。
- (4) 地形地物接邊是否銜接、吻合。
- (5) 檢查地形、地物、地貌等圖例及註記。
- (6) 圖幅整飭檢查，需檢查圖廓外註記資料，包括圖名、圖號、方格線坐標、比例尺、高程起算註記、地圖投影坐標系、大地基準註記、等高線間隔、圖幅接合表、攝影日期、測製日期、主管機關、主辦機關、測製機關、圖例等。
- (7) 檢查圖幅大小、方格線及方格網、圖隅點展繪位置、圖廓線長度及出圖檔解析度。
- (8) 為了地理資訊需求，檢查圖層是否轉為(.SHP)格式，並檢查坐標系統是否為 TWD97。
- (9) 檢查地形圖分類與基本地形圖編碼是否正確，可參照下表。

表、基本地形資料分類編碼表

地形圖類	編碼
控制點	9100000
永久性道路	9310100
市區道路	9420600
人行道	9420300
地面停車場	9960204a
道路中線	9420906a
牆	9320100
水系	9520200
草地	9720000
等高線	9810100
公共藝術品	9940406
裸露地	9790100
樹木	9710000 (9710100)

地形圖類	編碼
消防栓	9350906
滅火器	9350910
電梯	9350911
逃生門	9350912
AED:自動體外心臟電擊去 氈器	9350913
SOS 緊急求救系統	9350914
緊急避難空間	9350915
路燈	9690104

三、製作數值地表模型與真實正攝影像

(一) 數值地形模型

1. 測繪考量

- (1) DSM 模型涵蓋範圍是否正確。
- (2) 網格大小應為 1 公尺×1 公尺。
- (3) DSM 高程點之分布採規則方格網，網格間距以地面 1m 為原則。

2. 檢核標準

- (1) 重複量測之平面位置與原平面位置中誤差不大於 0.5m。
- (2) 數值地表模型中的高程中誤差允許值不大於千分之一數值航測地形圖測製作業規定附錄 3 之附件 5。

(二) 正攝影像與真實正攝影像

1. 測繪考量

- (1) 正射影像與真實正射影像地元尺寸不得大於 50 cm，亦不得小於地面解析度 GSD(Ground Sampling Distance)的彩色正射影像與真實正射影像檔(含 TIFF、JPEG 及其坐標定位檔等格式)。
- (2) 正射影像與真實正射影像製作，其每一像素以使用距離像主點最近之像素為原則。
- (3) 比照國際照明委員會(CIE)定義白色的方式定義電子檔及出圖色彩的平衡，但僅做相對平衡的定義即可，亦即測區內已知為白色地物(或無其他顏色的灰色、黑色地物均可)，其在正射影像電子檔中紅、綠、藍三波段的強度值應該相等，在以 24 位元表示全彩的軟體系統中，紅、綠、藍三波段值間最大的差異不得超過 5。

2. 檢核標準

- (1) 重複量測之平面位置與原平面位置中誤差不大於 0.5m。
- (2) 地物是否有扭曲變形。

- (3) 每幅解析度、色調是否合理。
- (4) 正射影像與真實正射影像是否有影像缺失。
- (5) 正射影像與真實正射影像位於平坦地且表面無高差移位之明顯地物點，其位置中誤差應小於 50 公分，最大誤差應小於 2 公尺。
- (6) 相鄰圖幅正射影像之接邊應良好，無高差地物影像接邊相對移位應小於 50 公分。
- (7) 數值正射影像與真實正射影像以彩色影像表示，並需調整全區影像之色調、亮度一致，整張正射影像明亮度的直方圖分佈在 5~250 之範圍，影像的接邊處色調不應有人眼可辨 11 識之邊緣線。
- (8) 數值地表模型中的高程中誤差允許值不大於《數值高程模型及等高線品質標準》所規定。

四、GIS 資料處理及虛擬校園系統 GIS

(一) 外業執行

- 1. 外業是否符合作業精度規範
- 2. 點位資料是否正確

(二) GIS 資料建置

1. 資料預處理

(1) 檔案管理

- a. 檢查檔案數量是否有遺失。
- b. 地形圖圖層分類是否按《基本地形圖資料庫地形資料分類編碼表》規定，檢查缺漏。
- c. 控制點是否有 KML 檔

(2) 檔案內容

- a. 檔案物件是否嚴重偏移
- b. 檔案物件相位關係是否正確
- c. 座標系統是否正確
- d. 屬性資料是否存在遺漏、錯誤

2. 新增與編輯資料

- (1) 檔案名稱是否對應其內容
- (2) 各資料、圖層之精度規範是否符合

3. 屬性資料建置

- (1) 屬性資料之精度規範是否符合
- (2) 檢查所有資料之屬性資料是否遺漏

4. 詮釋資料建置

- (1) 必填項目是否有缺漏
- (2) 填入項目是否有錯誤

(三) 防災空間分析

- 1. 空間分析方法正確性

2. 空間分析方法輸入參數是否正確
- (四) 數位孿生模型建置
1. 建置是否符合實際高度
 2. 資料之屬性是否正確
- (五) 系館內部三維模型
1. 內部建模是否符合實際情況
 2. 是否能正確顯示資訊
 3. 內部細節是否有偏移
- (六) Web-GIS 平台建置
1. 系統功能是否完備，是否存在邏輯性錯誤
 2. 圖層篩選功能是否正確
 3. 定位功能是否正確
 4. 各圖層展示是否正確
 5. 導覽功能是否正確
- (七) 虛擬實境展示
1. 系統是否完備，是否存在錯誤
 2. VR 視角是否正確調動
 3. 展示地物之位置是否正確
 4. 地圖切換是否正確
 5. 展示之資訊是否錯誤
 6. 瞬移是否成功傳送到正確點位
- (八) 行動裝置展示
1. 系統是否完備，是否存在錯誤
 2. 定位功能是否正確
 3. 虛擬世界之相關資訊是否正確
 4. 同步投影在手機上之內容是否正確

第四章、工作進度與分工規範

一、甘特圖

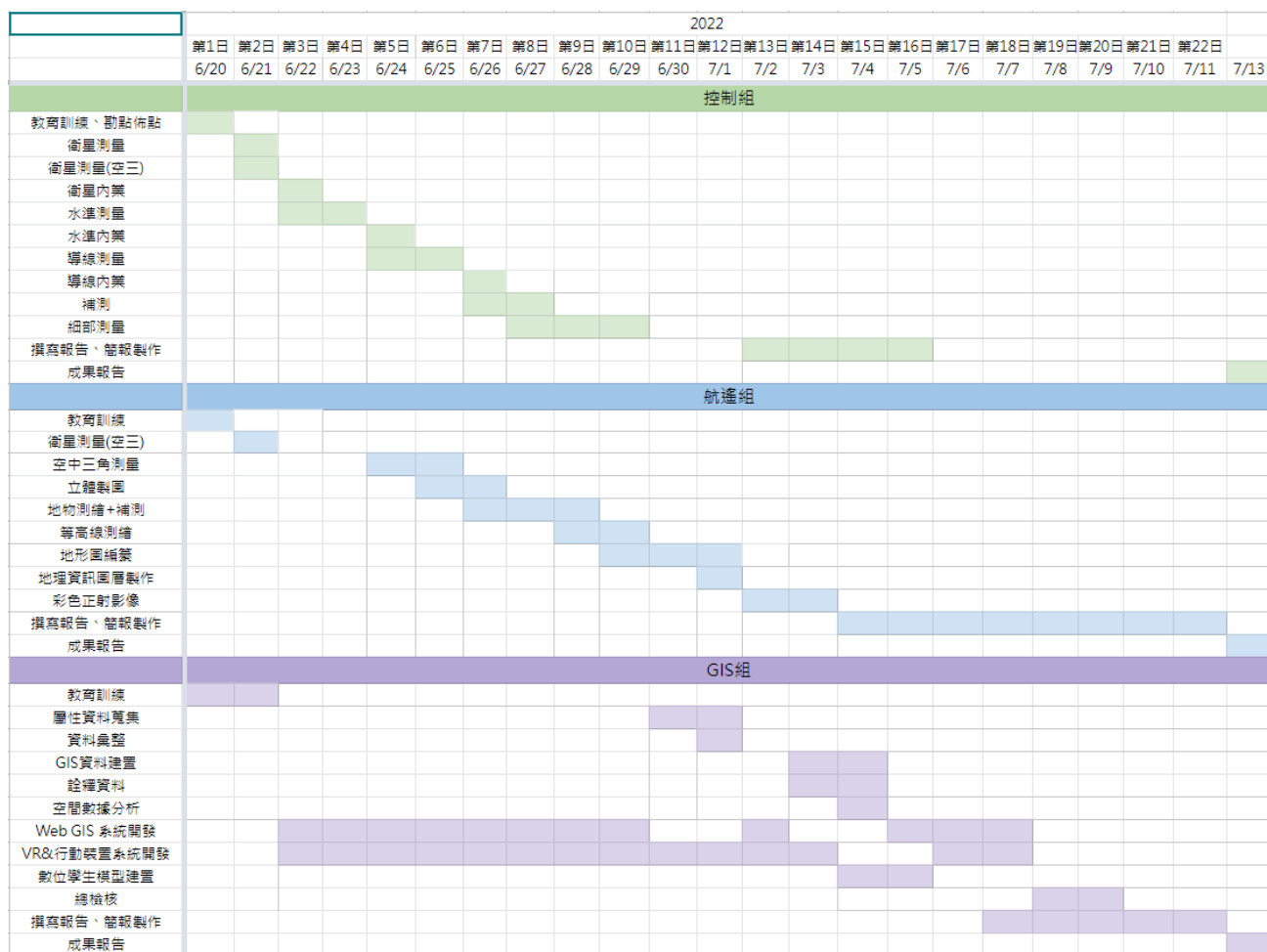


圖 48 甘特圖

二、教育訓練時程

為使作業人員熟悉所需儀器及軟體，避免於正式作業時因操作不熟悉與不當，而產生成果不佳或效率不彰之情形，因此安排二至三天之教育訓練，惟下表中以灰色字體標註之內容為正式工作進度。

表 9 教育訓練時程

教育訓練時程表			
組別	控制組	航遙組	GIS 組
日期：2022/06/20			
8:30-9:00	點名、總實習內容說明、分組確認		
9:10-10:00	儀器檢查	空三	ArcGIS Pro 操作練習
10:10-11:00	靜態衛星外業練習	立體製圖	

11:10-12:00	全站儀、水準儀外業 練習	等高線/數值地表模型	
12:00-13:00	休息		
13:10-14:00	衛星內業練習	正攝影像、 真實正攝影像	ArcGIS Pro 操作練習
14:10-15:00	全站儀、水準儀內業 練習		
15:10-16:00	勘點、佈點	地形圖編纂+圖層	Experience Builder 操作練習
16:10-17:00			
17:00-17:30	組長時間		
日期：2022/06/21			
8:10-9:00	衛星外業	衛星外業	CityEngine 操作練習
9:10-10:00			Unity 操作練習
10:10-11:00			
11:10-12:00			
12:00-13:00	休息		
13:10-14:00	衛星外業	衛星外業	Unity 操作練習
14:10-15:00			
15:10-16:00			
16:10-17:00			
17:00-17:30	組長時間		

三、工作方與檢核方進度對照表

表 10 乙丙方工作進度對照表

每日進度			
日程	日期	乙方完成工作項目	對應丙方工作項目
1	6/20(一)	教育訓練、勘點佈點	教育訓練
2	6/21(二)	教育訓練、衛星測量(空三)	教育訓練
3	6/22(三)	衛星內業、水準測量、屬性 資料蒐集	教育訓練、航拍影像檢查、 控制點佈點檢核
4	6/23(四)	水準測量	衛星定位測量
5	6/24(五)	水準測量內業	衛星定位測量
6	6/25(六)	導線測量、空中三角測量	水準測量檢核
7	6/26(日)	導線內業、立體製圖	水準測量檢核

8	6/27(一)	補測	空三測量檢核
9	6/28(二)	地物測繪+補測	地物立體測繪檢核
10	6/29(三)	細部測量、等高線測繪	導線測量、圖根測量檢核
11	6/30(四)	無	調繪補測檢核
12	7/1(五)	地形圖編纂、地理資訊圖層製作、屬性資料收集、GIS 資料彙整	圖根測量檢核
13	7/2(六)	無	製圖整飾
14	7/3(日)	彩色正射影像製作	1/1000 地形圖檢核
15	7/4(一)	GIS 資料建置、詮釋資料、空間數據分析	真實正射影像檢核
16	7/5(二)	數位孿生模型建置	數值地表模型檢核
17	7/6(三)	無	GIS 資料檢核
18	7/7(四)	Web-GIS 系統建置、VR&行動裝置系統建置	數位孿生模型檢核
19	7/8(五)	總檢核	Web-GIS 檢核
20	7/9(六)	總檢核	VR & 行動裝置檢核
21	7/10(日)	報告整理、簡報製作	無
22	7/11(一)	報告整理、簡報製作	報告撰寫
23	7/13(三)	成果報告	成果報告

四、分工說明及規劃原則

(一) 分工架構

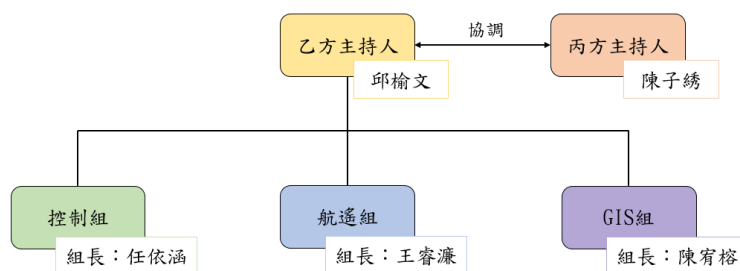


圖 49 分工架構圖

(二) 規劃原則

本組根據工作項目分為三大組，分別為控制組、航遙組及 GIS 組，各組皆設立一組長，組長需指派組內工作於組內組員，且須負責撰寫每日工作日誌及報告書、成果簡報。

表 11 人員分配表

乙方主持人	邱榆文					
控制組 (11 人)	組長	任依涵				
	組員	簡振宇	賴忻宜	陳潔瑩	梁廣奎	李祐丞
		周侖筠	陳泓瑞	黃貴晟	劉志瑋	王李綱
航遙組 (9 人)	組長	王睿濂				
	組員	黃子瑄	周冠泓	吳宇洋	吳永睿	
	組員	蘇聖中	張振揚	陳智楷	林家睿	
GIS 組 (10 人)	組長	陳宥榕				
	組員	邱榆文	鄭勝偉	蔡孟璇	李斯偉	林品辰
		陳英翔	劉柏均	顏晉寬	莊明錡	

表 12 工作分配表

組別	人數	工作內容
乙方主持人	1	整體進度監督、與甲方及丙方開會、 成果報告彙整、確認出缺席狀況、撰寫工作日誌
控制組	11	衛星加密控制測量、導線圖根點測量、 水準高程測量
航遙組	9	空中三角測量、立體製圖、調繪補測、地形圖製作
GIS 組	10	GIS 資料建置、Web-GIS 系統開發、VR 軟體開發

(三) 詳細分工狀況

表 13 人力配置表

組別	工作內容	人力配置
控制組 10 人	衛星測量	控制 11 人、航遙 9 人 (9 組，一組 2-3 人)
	水準測量	控制 11 人、航遙 7 人、GIS 3 人 (5 組，一組 4 人)
	導線測量	控制 11 人、航遙 2 人 (3 組，一組 4 人)
	導線內業	控制 11 人
	細部測量	控制 11 人

	補測	控制 11 人
航遙組 10 人	航測控制點規劃	航遙 9 人
	無人機航帶規劃	航遙 9 人
	空中三角測量	航遙 3 人 (其餘可以幫忙控制)
	立體製圖	航遙 4 人
	地物測繪+補測	航遙 9 人
	等高線測繪	航遙 3 人
	地形圖編纂	航遙 9 人、控制 11 人
	彩色正射影像(DTM)	航遙 3 人
	地理資訊圖層製作	航遙 3 人
GIS 組 10 人	外業拍攝與屬性資料蒐集	GIS 2 人、控制 2 人
	屬性資料整理	GIS 2 人
	數化與資料庫建置	GIS 4 人
	詮釋資料	GIS 2 人、控制 2 人
	空間數據分析	GIS 2 人
	Web GIS 系統開發	GIS 5 人
	數位孿生模型建置	GIS 5 人
	VR&行動裝置系統開發	GIS 5 人

五、工作注意事項

(一) 遇雨或其他緊急事項之停工標準

各組長需參考中央氣象局之天氣預報，並於工作前一日提醒組員攜帶雨衣與透明塑膠袋，避免測量過程因雨影響外業員及儀器之健康。若組長於外業前評估天氣將影響作業進行，由組長匯報乙丙方主持人；若於測量中因天氣而影響測量，則由測量員匯報組長，再由組長匯報乙丙方主持人。

以上遇雨或其它影響測量作業進行之情形，經乙、丙方主持人確認事實後，由丙方主持人向甲方匯報並公布外業暫停一日。若同一項目因雨延遲超過兩日，由該組組長及乙丙方主持人討論並修改工作時程，經甲方同意後執行。若不影響內業工作進度，則內業照常進行該日預訂之工作內容，若影響內業工作進度，則由組長及乙丙方主持人討論並修改工作時程，經甲方同意後執行。

若遇颱風且政府或校方宣布達停班停課標準，統一公布計畫行程全數向後延期一日。

(二) 資料保存

乙丙方資料皆共同儲存於同一共用雲端硬碟，乙丙方內部得自行設立資料夾，以確保資料妥善分類保存。每日各組皆須將工作資料上傳至雲端硬碟中，確保所有資料皆有份備用文件可以使用。

(三) 請假事項

若人員於計畫執行期間需請假，該人員需提早三日取得組長及主持人同意，並找其他成員代班或修改行程；組長請假需提早三日取得主持人同意且通知組員，並選出請假期間之代理組長；主持人請假需向全部組長告知。若請假逾三日，需有正當理由，除上述請假流程外，另需經甲方同意方可請假。特殊情形不在此限。

(四) 疫情防治

因台南為登革熱疫區，組長於執行期間需向系辦要求至少兩瓶防蚊液，由組長或測量員隨身攜帶以提供組員使用，防治登革熱疾病傳播；為防止新冠病毒傳播，於疫情期間將提醒人員刷學生證進入系館並進行手部消毒及體溫量測，並提醒進出教室時掃 QRcode 記錄足跡、登記體溫，一切防疫規範將以衛福部疾管署公告為主。

(五) 坐標系統

平面坐標系採用內政部公告之 TWD97【2020】座標系統，高程坐標系統採用內政部公告之 TWVD2001 坐標系統。本案所有資料皆須使用以上規範之坐標框架，以避免產生資料套疊後產生位相錯誤等問題出現。

(六) 儀器檢查與保存

內外業於執行前須確認儀器是否損壞、功能是否正常，並確實登記使用者資訊，使用結束後由組長負責再次檢查。

第伍章、儀器設備與軟體使用

一、外業儀器

外業名稱	儀器名稱	型號	數量
衛星加密控制測量	衛星接收儀	Trimble R4	7 個
		Trimble R2	2 個
	三腳架		9 個
	雷射測距儀		9 個
導線圖根點測量	全站儀	Sokkia SET500	3 個
	三腳架		3 個
	標竿稜鏡		6 個
	稜鏡腳架		6 個
	雷射測距儀		3 個
水準高程控制測量	電子水準儀		5 個
	三腳架		5 個
	水準尺		10 個
	鐵墊		10 個

二、儀器檢查

(一) 全站儀檢定方式

1. 圓盒氣泡與管氣泡檢查及調整圓盒氣泡與管氣泡 0 度以及 180 度是否置中。
2. 視準差 EL 值與 V 值是否符合精度。
3. 望遠鏡水平與垂直十字絲是否歪斜。
4. 測距率定，使用儀器測量兩段以上已知基樁間距以計算測距之加常數與乘常數。
5. 測角率定，於陰涼堅硬地面整置儀器，觀測天頂距小於 80 度之高點及離儀器約 50 公尺等高處的兩個平點，記錄水平讀數 H 及天頂距 Z，共三測回，以經緯儀角度校正分析軟體計算各項誤差，皆小於電子經緯儀測角精度門檻值（使用者自訂）者視為合格。

(二) 水準儀率定

1. 以定樁法率定視準軸誤差。
2. 精度要求參考《一等水準測量作業規範》第五章。

(三) 皮捲尺與電子測距儀

- (一) 率定方式同全站儀之測距率定。

三、軟體使用

表 14 軟體使用表

內業名稱	軟體名稱	目的
衛星測量	Trimble Business Center(TBC)	衛星測量平差計算
導線測量	國土測繪中心之視窗版導線計算程式	導線平差計算
水準測量	LEVEL.exe	直接水準測量平差計算
航線規劃	Pix4d capture	進行航線規劃
空中三角測量	ORIMA	空中三角測量
立體製圖	ERDAS IMAGINE PRO600	立體製圖
調會補測	西谷資訊工程軟體	細部點計算
	AutoCAD	地形圖編纂
等高線	ArcMap10.5 以上	1 公尺間距等高線製作
地形圖編纂	AutoCAD	地形圖編纂
正攝影像	ERDAS IMAGINE	正攝影像製作
真實正攝影像	Agisoft Metashape	真實正攝影像製作
GIS 資料建置	AutoCAD	資料預處理
	Excel	資料彙整
	ArcMap 10.5 版及以上	GIS 資料建置
	ArcGIS Pro	GIS 資料建置與詮釋資料製作
空間分析	ArcMap 10.5 版及以上	GIS 空間分析
	ArcGIS Pro	
數位孿生模型建置	CityEngine	數位孿生模型建置
室內三維模型建置	Metashape	系館內部三維模型建置
Web-GIS 平台建置	ArcGIS Online	Geodatabase 資料庫建置與雲端資料庫管理
	ArcGIS WebApp Builder	使用者的互動介面
	ArcGIS Dashboard	展示儀表板
虛擬實境軟體建置	Unity	虛擬實境軟體建置
行動裝置軟體建置	Unity	行動裝置軟體建置

第陸章、 繳交資料說明

表 15 繳交資料格式表

繳交項目	資料格式
控制測量	
控制點分布圖	PDF
加密控制點之記	PDF
圖根點之記	PDF
加密控制點與圖根點分布圖	PDF
精度檢查及品質控管規劃書	PDF
衛星加密控制測量網形規劃圖	PDF
導線路線規劃圖	PDF
水準路線規劃圖	PDF
衛星平面控制測量計算成果報告書	PDF
導線平面控制測量計算成果報告書	PDF
水準高程控制測量計算成果報告書	PDF
原始觀測資料	PDF
精度檢查及品質控管紀錄資料	PDF
測量儀器率定檢校紀錄及檢定成果報告書	PDF
補點之記	PDF
千分之一數值地形圖	
航測地面控制點、照片與航線涵蓋圖	PDF
攝影站 GPS 初始位置資料	TXT
影像檢查記錄表	PDF
空中三角測量之控制點、 連結點及檢核點展點網路圖	PDF
空中三角測量之控制點號 及像片編號對照表	PDF
控制點號及像片編號對照表	PDF
空中三角測量之像坐標原始量測檔	TXT
空中三角測量之控制點檔	TXT
空中三角測量之檢核點檔	TXT
空中三角測量之 GPS 資料	TXT
空中三角測量平差報表 (含最小約制與強制附合)	PDF
空三成果自我檢核記錄 (至少有均勻分布的 5 個檢核點)	PDF

可靠度檢查表	PDF
立體製圖稿圖	PDF
一千分之一地形圖調繪稿圖	PDF
調繪補測精度檢查及品質控管規劃書	PDF
調繪補測成果報告書	PDF
1 公尺間距等高線	SHP
正射影像	TIFF
數值地形圖檔 (含完整圖幅框及去圖幅框之數值地形圖檔)	SHP、DWG 及 DGN 各一份
數值地形編纂成果報告書	PDF
數值地表模型與真實正射影像	
數值地表面模型 (DSM)	TIFF
真實正射影像	TIFF
精度分析報告	PDF
檢核點與影像套疊圖	PDF
GIS 資料建置	
地上物資料	SHP
線狀道路資料	SHP
面狀道路資料	SHP
重要地標資料	SHP
CAD 轉置 GIS 資料品管記錄	PDF
控制點之 KML 檔案	KML
數位孿生虛擬校園模型	FBX
GIS 系統	
已發布之 Web GIS 系統網址	URL
虛擬實境展示應用程式	EXE
行動裝置展示應用程式	APK

第柒章、 附表

附表 一、點名表

乙方點名單						
日期				時間		
組別	姓名	簽到	簽退	姓名	簽到	簽退
控制組	任依涵			王李綱		
	陳潔瑩			周侑筠		
	簡振宇			陳泓瑞		
	李祐丞			黃貴晟		
	梁廣奎			劉志瑋		
	賴忻宜					
航遙組	王睿濂			蘇聖中		
	周冠泓			張振揚		
	吳宇洋			陳智楷		
	黃子瑄			林家睿		
GIS 組	陳宥榕			林品辰		
	邱榆文			陳英翔		
	李斯偉			劉柏均		
	鄭勝偉			顏晉寬		
	蔡孟璇			莊明錡		
註：簽到與簽退以打勾表示，若有遲到或早退則寫入遲到或早退時間。						

附表 二、工作紀錄表

乙方工作紀錄表			
日期：		組別： 控制組 航遙組 GIS 組	
紀錄人：			
預計完成內容			
組員工作情形檢核			
工作進度回報			
建議事項			
主持人簽名		時間	

附表 三、會議記錄表

乙方會議紀錄表			
日期：		會議類別： 總會議 組長會議 組內會議 乙丙方會議	
紀錄人：			
會議議程			
會議記錄			
臨時動議			
參與人員簽名			
主持人簽名		時間	

附表 四、控制點選點檢查表

控制點選點檢查表							
提送資料： 1. 航測控制點分布圖 2. 加密控制點與圖根點分布圖 3. 加密控制點之記 4. 圖根點之記 5. 衛星加密控制測量網形規劃圖 6. 導線路線規劃圖 7. 水準路線規劃圖				資料提送日期：			
				資料檢查日期：			
檢查項目		單位	數量	不合格數	檢查結果		備註
					合格	不合格	
書 面 資 料 檢 查	衛星加密控制測量觀測網形是否至少包含 1 個內政部公告之一等或二等衛星點	式					
	衛星加密控制測量各時段是否重疊	式					
	衛星加密控制控制點是否均勻分佈於測區內	式					
	水準觀測網形中是否至少包含 2 個內政部公告之一等水準點	式					
	航測控制點點位分布是否符合作業規定且設置檢核點	式					
實 地 檢 查	平面控制點是否透空良好，且不易受干擾	點					
	平面控制點是否至少可通視其他 2 個控制點	點					
檢查結果： ☐ 合格 ☐ 不合格							
備註：							
建置單位：				監審單位：			

附表 五、衛星加密控制測量檢查表

衛星加密控制測量檢查表							
提送資料： 1. 精度檢查及品質控管規劃書 2. 精度檢查及品質控管紀錄資料 3. 加密控制點之記 4. 衛星加密控制測量網形規劃圖 5. 衛星控制測量計算成果報告書 6. 原始觀測資料			資料提送日期：				
			資料檢查日期：				
檢查項目		單位	數量	不合格數	檢查結果		備註
					合格	不合格	
書 面 資 料 檢 查	精度檢查及品質控管規劃書	式					
	精度檢查及品質控管紀錄資料	式					
	加密控制點之記	式					
	衛星加密控制測量網形規劃圖	式					
	衛星控制測量計算成果報告書	式					
	原始觀測資料	式					
實 地 檢 查	控制點數量及精度	點					
	角度較差條件	點					
	邊長差比較條件	點					
	實地點位設置是否與點位紀錄表記載相符	點					
檢查結果： ☐ 合格 ☐ 不合格							
備註：							
建置單位：			監審單位：				

附表 六、導線圖根點測量檢查表

導線圖根點測量檢查表							
檢查資料： 1. 精度檢查及品質控管規劃書 2. 精度檢查及品質控管紀錄資料 3. 加密控制點之記 4. 圖根點點之記 5. 導線路線規劃圖 6. 導線控制測量計算成果報告書 7. 原始觀測資料			資料提送日期：				
			資料檢查日期：				
檢查項目		單位	數量	不合格數	檢查結果		備註
					合格	不合格	
書 面 資 料 檢 查	精度檢查及品質控管規劃書	式					
	精度檢查及品質控管紀錄資料	式					
	加密控制點之記	式					
	圖根點之記	式					
	導線路線規劃圖	式					
	導線控制測量計算成果報告書	式					
	原始觀測資料	式					
實 地 檢 查	角度較差條件	點					
	邊長差比較條件	點					
	實地點位設置是否與點位紀錄表記載相符	點					
檢查結果： ☐ 合格 ☐ 不合格							
備註：							
建置單位：			監審單位：				

附表 七、水準高程控制測量檢查表

水準高程控制測量檢查表							
檢查資料： 1. 精度檢查及品質控管規劃書 2. 精度檢查及品質控管紀錄資料 3. 加密控制點之記 4. 圖根點點之記 5. 水準路線規劃圖 6. 水準高程控制測量平差計算成果報告書 7. 原始觀測資料			資料提送日期：				
			資料檢查日期：				
檢查項目		單位	數量	不合格數	檢查結果		備註
					合格	不合格	
書面資料檢查	精度檢查及品質控管規劃書	式					
	精度檢查及品質控管紀錄資料	式					
	加密控制點之記	式					
	圖根點之記	式					
	水準路線規劃圖	式					
	水準高程控制測量計算成果報告書	式					
	原始觀測資料	式					
實地檢查	每測段往返閉合差條件	點					
	實地點位設置是否與點位紀錄表記載相符	點					
檢查結果： ☐ 合格 ☐ 不合格							
備註：							
建置單位：			監審單位：				

附表 八、航空攝影檢查

航空攝影檢查							
提送資料： 1. 航線涵蓋圖 2. GPS 導航資料(GPS 輔助空三需檢附) 3. 攝影站座標(GPS 輔助空三需檢附) 4. 數位影像檔				資料檢查日期：			
檢查項目		單位	數量	不合格數	檢查結果		備註
					合格	不合格	
書 面 資 料 檢 查	航線涵蓋圖	式					
	航攝影像 1. 像片比例尺 2. 地元尺寸 3. 影像重疊率 4. 影像品質(調制轉換函數(MTF)、模糊參數、色調) 5. 影像是否有雲、模糊、陰影過長無法用於測繪	片					
檢核成果： ☐ 合格 ☐ 不合格				檢核意見：			
檢查人員：							

附表 九、空中三角測量成果檢查表

空中三角測量成果檢查表							
提送資料: 1. 控制點及連結點展點網系圖 2. 控制點號及像片編號對照表 3. 像座標原始量測檔 4. 控制點檔 5. 檢核點檔 6. GPS 資料(輔助空三需檢附) 7. 空中三角平差報表(含最小約制及強制附合) 8. 空三成果自我檢核紀錄(採 GPS 空三至少 5 個檢核點) 9. 可靠度檢查表			資料檢查日期:				
檢查項目		單位	數量	不合格數	檢查結果		備註
					合格	不合格	
書面資料檢查	控制點及連結點展點網系圖	式					
	空中三角平差報表 1. 像片連結點分布 2. 連結點量測中誤差 3. 最小約制(或自由網)平差成果 4. 強制附合至控制點上之平差成果	式					
上機檢查	空中三角測量重新計算成果是否與原成果相符	式					
	人工量測連結點重複量測較差之均方根值或像座標改正數是否合乎規定	式					
	檢核點均方根誤差值是否合乎規定	式					
檢核成果: ☐ 合格 ☐ 不合格			檢核意見:				
檢查人員:							

附表 十、立體製圖品質檢查表

立體製圖品質檢查表							
提送資料： 1. 立體製圖原始三圍稿圖檔				資料檢查日期：			
測圖人員：				模型編號：			
檢查項目		單位	數量	不合格數	檢查結果		備註
					合格	不合格	
上 機 檢 查	檢查地物量測完整性(地物是否有缺漏)	點					
	地物點平面位置精度	式					
	地物點高程精度	式					
	採用像對基高比不小於 0.3 之立體像對	式					
檢核成果： ☐ 合格 ☐ 不合格				檢核意見：			
檢查人員：							

附表 十一、地形地物檢查表

地形地物檢查表							
提送資料： 1. 一千分之一地形圖調繪稿圖 2. 調繪補測成果報告書				資料檢查日期：			
檢查項目		單位	數量	不合格數	檢查結果		備註
					合格	不合格	
書 面 資 料 檢 查	屬性檢查	格					
	1. 地形地物是否缺漏未繪測						
	2. 屬性正確性	格					
	幾何精度檢查						
1. 地物平面位置精度							
2. 地物高程位置精度							
地形地物檢查採雙次抽樣 第一次抽樣檢查____格，允收數____格，拒收數____格，不合格數____格。							
地形地物檢查採雙次抽樣(不合格數加計第一次) 第二次抽樣檢查____格，允收數____格，拒收數____格，不合格數____格。							
檢核成果： ☐ 合格 ☐ 不合格				檢核意見：			
檢查人員：							

附表 十二、調繪補測成果檢查表

調繪補測成果檢查表							
提送資料： 1. 數值地形圖檔 2. 原始觀測資料			資料檢查日期：				
檢查項目		單位	數量	不合格數	檢查結果		備註
					合格	不合格	
書 面 資 料 檢 查	地形地物是否缺漏未繪測及屬性正確性	格					
	量測地物點為座標或地物點間相對距離及高程是否符合作業規範	格					
檢核成果： ☐ 合格 ☐ 不合格			檢核意見：				
檢查人員：							

附表 十三、一千分之一數值地形圖編纂檢查表

一千分之一數值地形圖編纂檢查表							
提送資料： 1. 一千分之一地形圖 DWG 檔及出圖檔 2. 數值地形圖編纂成果報告書			資料檢查日期：				
檢查項目		單位	數量	不合格數	檢查結果		備註
					合格	不合格	
書面資料檢查	地形地物是否缺漏未繪測	點					
	地形地物接邊情形是否銜接、吻合	點					
	圖示及註記(圖層、顏色、線形、線寬、字形、符號)設定	幅					
	圖廓外註記資料	幅					
	圖幅大小、方格線、圖隅點展點位置、圖廓線長度及出圖後圖檔解析度	幅					
一千分之一數值地形圖檢查採單次抽樣 抽樣檢查____格，允收數____格，拒收數____格，不合格數____格。							
檢核成果： ☐ 合格 ☐ 不合格			檢核意見：				
檢查人員：							

附表 十四、製圖整飭成果檢查表

製圖整飭成果檢查表							
提送資料： 1. 數值地形圖檔（含 SHP、DWG 及 DGN 格式），需有包含完整圖幅框及去圖幅框之數值地形圖檔（單幅地形圖 800 公尺 X 600 公尺） 2. 製圖整飭成果報告書				資料檢查日期：			
檢查項目		單位	數量	不合格數	檢查結果		備註
					合格	不合格	
書面資料檢查	地形及地物是否缺漏未測繪及屬性正確性	式					
圖面編輯檢查	地形地物是否遺漏未編輯	點					
	地形地物接邊是否銜接、吻合	點					
	地形、地物、地貌等圖例及註記	點					
圖幅整飭檢查	圖廓外註記資料	幅					
其他	圖幅大小、方格線及方格網、圖隅點展繪位置、圖廓線長度及出圖檔解析度	幅					
製圖整飭採單次抽樣 抽樣檢查____格，允收數____格，拒收數____格，不合格數____格。							
檢核成果： ☐ 合格 ☐ 不合格				檢核意見：			
檢查人員：							

附表 十五、等高線成果檢查表

等高線成果檢查表							
提送資料： 1. 等高線之 SHP 檔 2. 等高線與 DTM 套疊圖				資料檢查日期：			
檢查項目		單位	數量	不合格數	檢查結果		備註
					合格	不合格	
書 面 資 料 檢 查	涵蓋範圍是否包含測區	式					
	地面網格間距是否以 1m 為原則	式					
	等高線是否為封閉曲線	式					
	等高線與 DTM 套疊是否合理	式					
	等高線間隔是否首曲線為 1 公尺，計曲線為 5 公尺。	式					
	等高線精度是否合格	式					
檢核成果： ☐ 合格 ☐ 不合格				檢核意見：			
檢查人員：							

附表 十六、數值地表模型檢查表

數值地表模型檢查表							
提送資料： 1. 數值地表模型(DSM)				資料檢查日期：			
檢查項目		單位	數量	不合格數	檢查結果		備註
					合格	不合格	
模型 資料 檢查	涵蓋範圍	幅					
	網格間距	幅					
	網格高程點	幅					
檢核成果： ☐ 合格 ☐ 不合格				檢核意見：			
檢查人員：							

附表 十七、正攝影像成果檢查表

正攝影像成果檢查表							
提送資料： 1. 千分之一彩色正攝影像 2. 精度分析報告 3. 檢核點與影像套疊圖			資料檢查日期：				
			圖幅編號：				
檢查項目		單位	數量	不合格數	檢查結果		備註
					合格	不合格	
影像資料檢查	影像品質 1. 地元尺寸 2. 色調及亮度 3. 色彩平衡	幅					
	連續地物合理性 1. 地物糾正是否完整 2. 影像地物及地貌是否變形扭曲	幅					
	地物平面位置精度	幅					
檢核成果： ☐ 合格 ☐ 不合格			檢核意見：				
檢查人員：							

附表 十八、真實正攝影像成果檢查表

真實正攝影像成果檢查表							
提送資料： 1. 千分之一彩色真實正攝影像 2. 精度分析報告 3. 檢核點與影像套疊圖			資料檢查日期：				
			圖幅編號：				
檢查項目		單位	數量	不合格數	檢查結果		備註
					合格	不合格	
影像資料檢查	影像品質 1. 地元尺寸 2. 色調及亮度 3. 色彩平衡	幅					
	連續地物合理性 1. 地物糾正是否完整 2. 影像地物及地貌是否變形扭曲	幅					
	地物平面位置精度	幅					
檢核成果： ☐ 合格 ☐ 不合格			檢核意見：				
檢查人員：							

附表 十九、GIS 資料處理及虛擬校園系統 GIS 檢核表

GIS 資料處理及虛擬校園系統 GIS 檢核表						
提送資料： 1. 地上物資料(.shp) 2. 線狀與面狀道路資料(.shp) 3. 重要地標資料(.shp) 4. 控制點之 KML 檔案 5. 詮釋資料(.xlsx) 6. 數位孿生虛擬校園模型(.fbx)		資料提送日期				
		資料檢查日期				
檢查項目		數量	不合格數	檢核結果		備註
				合格	不合格	
地上物資料	與 CAD 資料總數相同					
	相位關係正確且無嚴重位移					
道路資料	圖層名稱及屬性欄位符合規定					
	線狀道路無斷線情形					
	面狀道路無縫隙或重疊					
	相位關係正確且無嚴重位移					
重要地標資料	圖層名稱及屬性欄位符合規定					
	相位正確且無嚴重位移					
控制點 KML	TWD97 座標正確性					
詮釋資料	包含內政部詮釋資料所列類別					
	必填項目內容正確且完整					
數位孿生模型	模型尺寸是否與實際大小成比例					
	物件對應屬性正確性					
系統檢核	資訊正確性與完整性					
	功能可正常運作					
檢核結果： ☐ 合格 ☐ 不合格						
檢核意見						
建置單位		審查單位				

第捌章、參考文獻及其他相關資料

- 一、《107 學年度測量總實習乙方服務建議書》
- 二、《108 學年度測量總實習乙方服務建議書》
- 三、《109 學年度測量總實習乙方服務建議書》
- 四、《基本測量實施規則》
- 五、《一千分之一數值航測地形圖測製作業規定》
- 六、《建置都會區一千分之一數值航測地形圖作業工作手冊》
- 七、《地形資料分類編碼表》