



TAICS

TAICS TR-0010 v2.0:2019

高精地圖製圖作業指引v2

HD Maps Operation Guidelines v2

2019/10/17

社團法人台灣資通產業標準協會
Taiwan Association of Information and Communication Standards



高精地圖製圖作業指引 v2

HD Maps Operation Guidelines v2

出版日期: 2019/10/17

終審日期: 2019/09/27

此文件之著作權歸台灣資通產業標準協會所有，
非經本協會之同意，禁止任何形式的商業使用、重製或散佈。

Copyright© 2019 Taiwan Association of Information
and Communication Standards. All Rights Reserved.

誌謝

本指引由社團法人台灣資通產業標準協會—TC8 車聯網與自動駕駛技術工作委員會所制訂。

TC8 主席：社團法人台灣車聯網產業協會 許明仁 榮譽理事長

TC8 副主席：財團法人資訊工業策進會 智慧系統研究所 馮明惠 所長

TC8 副主席：財團法人資訊工業策進會 智慧系統研究所 蒙以亨 副所長

TC8 秘書：財團法人資訊工業策進會 智慧系統研究所 張瑋捷

技術編輯：國立成功大學 測量及空間資訊學系 江凱偉 教授

國立成功大學 測量及空間資訊學系 郭重言 教授

國立成功大學 測量及空間資訊學系 王驥魁 教授

國立成功大學 測量及空間資訊學系 李佩玲 研究員

國立成功大學 測量及空間資訊學系 林政安 研究員

國立成功大學 測量及空間資訊學系 李育華 副研究員

此研究報告之協會會員參與名單為（以中文名稱順序排列）：

互聯安睿資通股份有限公司、吉康科技有限公司、社團法人台灣車聯網產業協會、宏碁股份有限公司、財團法人工業技術研究院、財團法人資訊工業策進會、國立成功大學、晶復科技股份有限公司。

本計畫專案參與廠商(法人)名單為(以中文名稱順序排列)：

中華民國航空測量及遙感探測學會、中興測量有限公司、內政部國土測繪中心、台灣世曦工程顧問股份有限公司、台灣國際航電股份有限公司、交通部科技顧問室、行政法人國家中山科學研究院、自強工程顧問有限公司、研鼎崧圖股份有限公司、財團法人成大研究發展基金會、華創車電技術中心股份有限公司、經緯航太科技股份有限公司、詮華國土測繪有限公司、勤崴國際科技股份有限公司。

本指引由經濟部工業局及內政部地政司支持研究制定。

目錄

誌謝	1
目錄	2
前言	3
引言	4
1.適用範圍	5
2.引用標準	6
3.用語及定義	7
4.高精地圖製圖作業規格要求	12
5.高精地圖作業程序及檢核機制	14
5.1.1 任務規劃	14
5.1.2 實地踏勘	14
5.1.3 系統檢測	15
5.1.4 系統初始對準	16
5.1.5 資料蒐集作業	17
5.1.6 資料後處理	18
5.1.7 精度檢核	18
5.1.8 地圖產製及報告書撰寫	18
5.2.1 自我檢核機制	19
5.2.2 檢核點精度分析	20
5.2.3 高精地圖作業過程與產出成果查核列表	20
參考資料	22
版本修改紀錄	23

前言

本指引係依台灣資通產業標準協會(TAICS)之規定，經技術管理委員會審定，由協會公布之產業指引。

本指引並未建議所有安全事項，使用本指引前應適當建立相關維護安全與健康作業，並且遵守相關法規之規定。

本指引之部分內容，可能涉及專利權、商標權與著作權，協會不負責任何或所有此類專利權、商標權與著作權之鑑別。

引言

隨著智慧型運輸系統(Intelligent Transport System, ITS)的發展，自動駕駛汽車將成為未來全新的交通方式，也預期降低每年上千萬件人為因素造成車禍傷亡之現況。國際汽車工程師學會(Society of Automotive Engineers International)提出一套相關分類方法，將自駕車系統分成六個層級(Level 0-5)，現行導入先進駕駛輔助系統(Advanced Driver Assistance Systems, ADAS)的市售車輛為第二級(Level 2)，而完全不需人為操控的全自動駕駛為第四級(Level 4)以上，以實現行車的最小安全風險。為達成第四級以上級別的安全功能(Functional Safety)，獲取車輛在道路上的精確位置資訊是首要核心技術。此外，依先進駕駛車輛安全研究指出，若要將導航設備建構至自動駕駛層級，勢必要將車輛導航精度提升至次公尺級以上。由於衛星定位技術於都市地區受限遮蔽或者反射訊號影響，無法準確將自駕車定位於車道內，基於安全及硬體成本考量，除整合包含相機、光達、全球導航衛星系統(Global Navigation Satellite System, GNSS)、慣性導航系統(Inertial Navigation System, INS)等感知元件在內，使用具備車輛導航資訊之高精地圖(High Definition Maps, HD Maps)，提供可靠穩健之環境先驗資訊已是自動駕駛技術運行的重要關鍵。

根據引用標準 ISO 18750 之 Local Dynamic Map 圖層架構^[8]，高精地圖為靜態數據屬於基本底圖資訊，目的是輔助精準導航與精確車道級路網訊息，提供車載電腦進行駕駛決策，故除需等比例表現外界車道資訊外，其特徵區塊之平面絕對精度須優於 20 公分、三維絕對精度須優於 30 公分，才能有效提供自動駕駛技術次公尺級之車道定位要求。有鑑於此，本指引考量國內外既有製圖技術及高精地圖精度需求，針對專業化車載行動測繪系統(Mobile Mapping System, MMS)搭載光達之圖資蒐集作業平台，提供產製高精地圖之系統平台要求作業規格，與測繪任務執行前、測繪任務執行當下、後續內業任務之作業程序流程及檢核評估等原則性參考實施措施。最終目的乃促使製圖成果之精度及解析度能因應環境改變之需求，並適用於我國複雜的高度混流交通型態，確保高精地圖產出品質，有效鏈結自動駕駛需求。

1. 適用範圍

本指引為使用車載行動測繪系統進行高精地圖之資料蒐集、製作、品管及驗證作業程序（如測繪業），適用之高精地圖供應鏈架構範圍如圖 1 虛線框列所示。目的係確保包含特徵區塊之最終產出向量地圖，成果的平面絕對精度須優於 20 公分、三維絕對精度須優於 30 公分，其精度的規格要求可詳見參考資料^{[2][4]}。

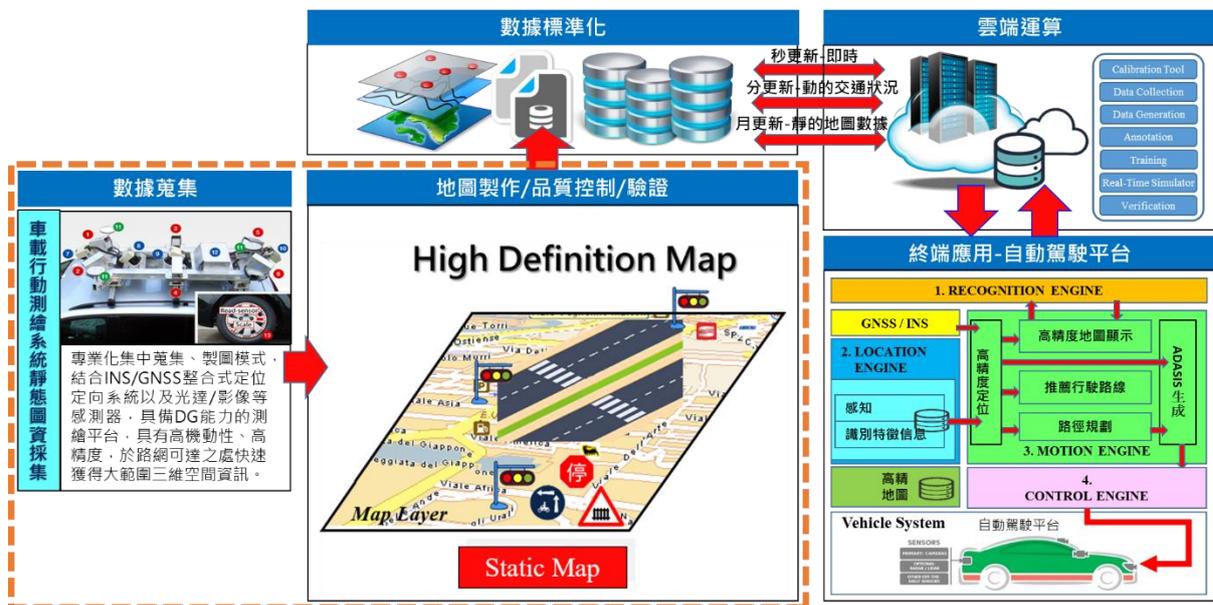


圖 1 高精地圖供應鏈架構

2. 引用標準

下列法規、標準或文件因本指引所引用，引用章節之內容成為本指引之一部分。如所列標準標示年版者，則僅該年版標準予以引用。未標示年版者，則依其最新版本（含補充增修）適用之。

ISO 18750:2018 Intelligent transport systems—Co-operative ITS—Local dynamic map

3.用語及定義

下列用語及定義適用於本指引。

3.1 測繪業(Land Surveying and Mapping Industry)

指依國土測繪法經營測繪業務之技師事務所、公司或技術顧問機構。至於測繪業務之範疇，「測量」指以土地為標的，對地表及其上下具空間分布特性之地理資料，進行蒐集、分析、計算、加值、整合、管理等相關之處理；而依據測量成果，展現地貌、地物或各類自然或人文資料之處理即為「製圖」。

3.2 特徵區塊(Feature Block)

指包含一個或多個特徵點（或稱興趣點）之測繪範圍，如地標、道路標線等高精地圖最終產物。

3.3 高精地圖(High Definition Maps, HD Maps)

指靜態之基本底圖數據，提供自動駕駛技術運作之可靠穩健的環境先驗資訊，輔助車載電腦進行駕駛決策，其圖資內容、圖層類別、特徵、屬性、詮釋資料均能完整被車輛導航系統所使用，且平面絕對精度須優於 20 公分、三維絕對精度須優於 30 公分之條件。

3.4 全球導航衛星系統(Global Navigation Satellite System, GNSS)

指覆蓋全球的自主授時及空間定位系統，使用者藉由自有衛星訊號接收機，即時獲取衛星資訊以計算當下所在位置（經度、緯度和高度）及精確時間。範疇包含美國的全球定位系統(GPS)、俄羅斯的格洛納斯系統(GLONASS)、歐洲的伽利略定位系統(Galileo)、中國的北斗衛星導航系統(BeiDou)等覆蓋全球的定位系統，以及日本(QZSS)和印度(IRNSS)等國的區域衛星定位系統。

3.5 慣性測量元件(Inertial Measurement Unit, IMU)

慣性測量元件為測量物體三軸姿態角速率及加速度等慣性觀測量的裝置，包含三軸陀螺儀和三軸加速度計等。

3.6 慣性導航系統(Inertial Navigation System, INS)

慣性導航系統為慣性測量元件與計算單元組成的整合系統，直接即時解算物體的相對位置及姿態訊息等導航資訊。

3.7 慣性導航與全球導航衛星之整合系統(INS/GNSS)

INS/GNSS 整合慣性導航系統與全球導航衛星系統，結合兩系統之特性與優勢，可提供高精度且無縫式定位定向成果，亦可稱之為 INS/GNSS 定位定向整合系統。

3.8 即時動態定位(Real-Time Kinematic, RTK)

指採用單個或多個連續衛星觀測主站組成的聯合網路進行涵蓋地區內之定位誤差估算，移動站藉由鄰近的主站觀測資料及估算資訊，執行誤差修正之即時定位技術。主站係指實體地面基準站，執行連續靜態衛星定位測量任務；而移動站，為相對於主站而持續移動之坐標待求點位。

3.9 測量級多星系多頻全球導航衛星接收機(Survey Grade Multi-Constellation and Multi-Frequency GNSS Receiver)

接收機係指從天線接收並解調無線電訊號的電子設備；多頻係指具備接收兩種以上的衛星訊號頻段，如 L1、L2、L5 頻段；多星系係指具備接收兩種以上的衛星系統訊號，如 GPS、GLONASS、Galileo 及 BeiDou 等。

測量級係指具備支援多星系與多頻載波相位觀測量(Carrier Phase Measurement)接收且支援即時動態定位技術，並搭配抗訊號干擾與多路徑效應之接收天線，於接收天線

仰角 10 度以上周圍環境無訊號遮蔽情形下，其處理結果之三維定位絕對精度應優於 6 公分。

3.10 光達(Light Detection and Ranging, LiDAR)

為光學遙感技術的一種，指透過脈衝雷射光及其反射訊號的時間間隔計算感測器與物體的精確間距，加上脈衝雷射光的發射角度可計算物點的相對二維或三維坐標，其產出成果一般稱為點雲(Point Cloud)。

3.11 直接地理定位(Direct Geo-Referencing, DG)

指由 INS/GNSS 定位定向整合系統提供相機攝影中心及光達掃瞄原點之外方位參數，配合其他已知條件，可直接求得影像及光達點雲上目標點之絕對物空間位置。

3.12 車載行動測繪系統(Mobile Mapping System, MMS)

指結合 INS/GNSS 定位定向整合系統、光達或影像感測器，具備直接地理定位能力的測繪平台，具有高機動性、高精度，可快速獲得大範圍場域之高精度三維空間資訊。

3.13 輪速計(Odometer)

輪速計又稱為里程計，指基於輪胎轉數計算載體速度之感測器，用以計算車輛行駛距離。

3.14 零速更新(Zero Velocity Update, ZUPT)

指藉由輪速計或其他感測器之測量資訊，在已知、觀測或假設載體靜止時，三軸加速度觀測量積分後歸零的約制演算法，常用於車載動態導航中作為導航約制條件。

3.15 檢核點(Check Points)

檢核點為測繪作業中已知坐標但未納入製圖作業解算的點位，以製圖誤差計算及精度分析為使用目的。

3.16 控制點(Control Points)

控制點為測繪作業中已知坐標且有納入製圖作業解算的點位，以提供絕對坐標及約制測量誤差為使用目的。

3.17 規格驗證(Verification)

指透過特定的方法求定感測器誤差的過程，其求定結果作為評估感測器是否仍維持原有應備之規格性能。規格驗證之方式，包含下列二項：

- (1) 儀器出廠時應附有經專業驗證實驗室之測試報告書或相關規格證明。
- (2) 定期透過專業驗證實驗室檢測是否仍符合原出廠規格。所稱定期，需根據儀器原廠要求及使用頻率斟酌辦理。須驗證之項目詳參章節「5.1.3 系統檢測」。

3.18 絕對精度(Absolute Accuracy)

觀測解算結果和已知真值的差值稱為誤差，誤差越大者精度越低，反之亦然。絕對精度為上述誤差經統計分析後的結果。

3.19 相對精度(Relative Accuracy)

觀測解算結果和已知真值的差值稱為誤差，誤差越大者精度越低，反之亦然。相對精度為上述誤差和觀測量經比值計算的結果。

3.20 初始對準(Alignment)

初始對準又稱為系統初始化，指 INS/GNSS 定位定向整合系統啟動時，尋找起始方位之過程。

3.21 固定臂(Lever Arm)

固定臂為兩感測器坐標系統間，原點的位置偏移量。

3.22 軸角參數(Boresight)

軸角參數為兩感測器坐標系統間，軸向差異的旋轉量。

4. 高精地圖製圖作業規格要求

根據高精地圖產出精度要求及實施作業環境，規格要求如表 1；考量車載行動測繪製圖系統常用的規格等級，建議之慣性測量元件與配合地面控制點輔助密度如表 2；慣性測量元件等級分類如表 3；點雲密度等級分類如表 4。

表 1 車載行動測繪系統實施高精地圖製圖之作業規格要求

作業規格項目		說明
實施即時動態定位技術之移動站及地面控制主站之衛星接收機規格		需為測量級多星系多頻接收機，至少支援雙星系雙頻載波相位接收
慣性測量元件 ¹	等級	參考表 2
	陀螺儀漂移穩定性	
	加速度計漂移穩定性	
衛星接收機及慣性測量元件規格驗證 ²		必要
慣性測量元件採樣頻率		> 100 Hz
無衛星訊號脫落 ³ 且無輪速計輔助之定位定向精度(1 σ)	水平定位精度	< 3 公分
	垂直定位精度	< 5 公分
	俯仰角定向精度	< 0.002 度
	航向角定向精度	< 0.005 度
光達規格驗證 ²		必要
相機規格驗證 ²		必要
搭配輪速計之水平定位精度(無衛星訊號情況下)		< 0.05% DT (系統精度行走漂移率)
點雲密度 ⁴		至少符合表 4 第二級點雲密度要求
零速更新實施頻率 ⁵	GNSS 訊號品質良好區域	原則每 10 分鐘實施 1 分鐘
	GNSS 訊號失鎖或是品質不佳區域	原則每 2 分鐘實施 1 分鐘
地面控制點輔助 ⁶		參考表 2
初始對準		必要

¹ 慣性測量元件等級分類係歸納參考資料[11]之整理結果；硬體規格為參考 SPAN LCI、SPAN LN200、IMAR FSAS 等車載行動測繪製圖系統常用硬體、文獻研究及實務經驗等綜合評估結果。

² 規格驗證之執行項目與驗證單位之應備條件，詳參 5.1.3 節。

³ 測繪級 INS/GNSS 定位定向整合系統多採用緊耦合整合架構，爰所稱衛星訊號脫落條件包含下列二項：

- 因遮蔽效應導致可視衛星少於一顆。
- 因可視衛星訊號不佳，刪除後導致可視衛星少於一顆。

⁴ 表 4 係依各該定位精度需求之理論推估值，依據場域現況、特徵區塊萃取與最終產出需求，於各該對應範圍內擇定合宜之點雲密度。點雲密度之檢核方式詳參 5.2.1 節。

⁵ 零速更新之實施頻率，可依環境情形、可實施與否及地面控制點輔助間距，選擇性降低實施頻率，詳參 5.1.5 節。

⁶ 地面控制點輔助措施，可依實際採用之系統規格與本表要求規格之差異，斟酌調整實施間距。



表 2 建議之慣性測量元件等級規格與配合地面控制點輔助密度

規格	陀螺漂移與加速度計漂移 ⁷ 穩定性(Stability)	建議地面控制點 輔助間隔
導航等級	<ul style="list-style-type: none"> 陀螺漂移穩定性：0.001-0.01 度/小時 加速度計漂移穩定性：50-100μg 	每 500 公尺
高階戰術等級	<ul style="list-style-type: none"> 陀螺漂移穩定性：0.1-1 度/小時 加速度計漂移穩定性：100-300μg 	每 300 公尺
中階戰術等級	<ul style="list-style-type: none"> 陀螺漂移穩定性：1-10 度/小時 加速度計漂移穩定性：300-1000μg 	每 100 公尺
其他等級	<ul style="list-style-type: none"> 陀螺漂移穩定性：>1 度/小時 加速度計漂移穩定性：>2mg 	每 30 公尺

表 3 慣性測量元件等級分類^{[3][9]}

效能	戰略等級	導航等級	戰術等級	微機電等級
定位誤差 (純慣性導航模式)	< 30 公尺/小時	2-4 公里/小時	20-40 公里/小時	50-500 公尺/分鐘
陀螺漂移 (度/小時)	0.0001	0.001- 0.01	0.1-10	10-3600
加速度漂移 ⁷	1 μ g	50-100 μ g	100-1000 μ g	0.1-0.5g

表 4 點雲密度等級分類

點雲密度 等級	應用場景 (三維定位精度)	點雲密度值 (pt/m ²)
第一級	主動控制(Active Control) (0.1 m)	2500-10000
第二級	車道內(Where in Lane) (0.5 m)	400-2500
第三級	車道級(Which Lane) (1.5 m)	100-400

⁷ 1 μ g=10⁻⁶g, 1mg=10⁻³g, g=9.8 m/s²

5. 高精地圖作業程序及檢核機制

5.1 高精地圖作業程序

本指引流程如圖 2 所示，各執行子項內容於 5.1.1 至 5.1.8 小節分述。

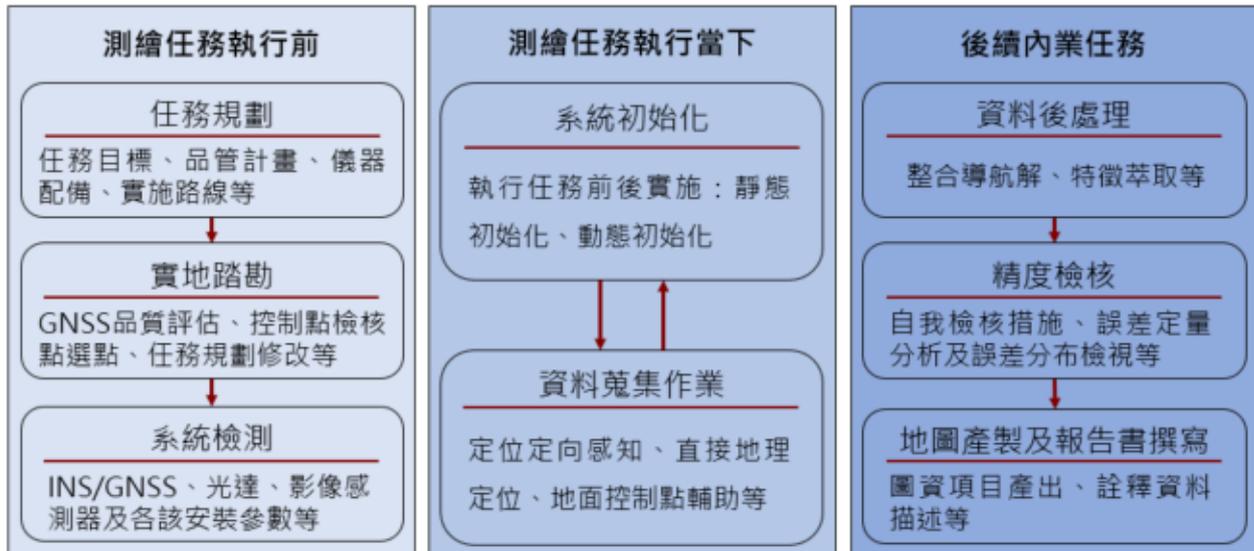


圖 2 高精地圖製圖作業之車載行動測繪系統流程

5.1.1 任務規劃

根據施測範圍，預先評估施測之安全條件、交通狀況及環境特殊性，進行儀器種類、安裝方位、數量選配，並擬定品管計畫及實施路線等先行作業。

5.1.2 實地踏勘

依 5.1.1 規劃結果，於施測範圍進行作業時速、儀器運作頻率、方位數量調整及檢核點選定等評估作業，同時根據衛星定位觀測品質，建立地面控制點或檢核點，並調整行駛路線順序等任務規劃修正措施，地面控制點及檢核點之測設可參考內政部國土測繪中心「採用虛擬基準站即時動態定位技術辦理加密控制及圖根測量作業手冊」^[13]等既有規則，其中檢核點需平均分布於施測範圍。

如屬首次於該施測範圍執行測繪任務，應確實執行本項作業，後續重複針對同施測範圍進行任務，則可選擇性省略本步驟。

5.1.3 系統檢測

任務執行前，車載行動測繪系統須經下列驗證程序進行檢測，確認符合原出廠規格或得其設定參數，各該執行驗證之實驗室、平台及場地應備條件如表 5：

- (1) 影像感測器：需透過影像感測器內方位及相對方位驗證場得內方位及相對方位參數。
- (2) 光達感測器：定期回歸原廠辦理驗證。
- (3) INS/GNSS 定位定向整合系統：驗證項目見表 6。
- (4) 感測器安裝參數（固定臂及軸角參數）：需定期或每次執行測繪任務前至室外驗證場辦理。

表 5 執行驗證單位及其應備條件

執行驗證單位	應備條件
影像感測器內方位及相對方位驗證場	場地布設之人造標設計須考量基線長度及網型強度，其使用解算軟體須有影像感測器內方位及相對方位參數求解能力，及經統計分析之參數精度結果。
專業驗證實驗室	須利用高精度雙軸轉台進行慣性測量元件之驗證與測試，並依據 IEEE 1554-2005 號標準文件所建議之程序 ^[6] 。
靜態驗證基線場	基線樁之固定坐標需定期檢驗並須達到公釐等級，而基線方位角須透過全測站精確標定真北參考線，精度應在 0.0005 度內。
動態測試平台	應具備導航等級以上之 INS/GNSS 定位定向整合系統作為參考系統，且須優於受測系統規格 10 倍以上，驗證受測系統之定位、定向及定速精度。
室外驗證場	場域選定須考量衛星訊號品質因素，其作為控制點或檢核點之自然物或人造標，該等坐標絕對精度須符合我國既有控制點相關施測規範。

表 6 INS/GNSS 定位定向整合系統應驗證項目

	專業驗證實驗室	靜態驗證基線場	動態測試平台
衛星定位系統	<ul style="list-style-type: none"> 系統輸出初檢 初始航向檢測 	<ul style="list-style-type: none"> 絕對定位精度驗證 絕對定向精度驗證 絕對定速精度驗證 	<ul style="list-style-type: none"> 相對定位精度驗證 相對定向精度驗證 相對定速精度驗證
慣性導航系統	<ul style="list-style-type: none"> 系統輸出初檢 初始航向檢測 規格絕對精度驗證 	<ul style="list-style-type: none"> 絕對定向精度驗證 	<ul style="list-style-type: none"> 相對定位精度驗證 相對定向精度驗證 相對定速精度驗證

5.1.4 系統初始對準

INS/GNSS 定位定向整合系統之初始對準步驟：

- (1) 靜態初始對準程序：車載行動測繪系統須靜止 1-2 分鐘完成靜態初始對準。
- (2) 動態初始對準程序：依施測範圍可供行駛之道路型態，以提供足量之姿態變化之軌跡進行 10-15 分鐘變速繞行動作，完成動態初始對準。車載常見之足量姿態變化軌跡類型示例如圖 3。
- (3) 完成資料蒐集作業後應循(2)、(1)之反向模式運作重複初始對準流程。



圖 3 動態初始對準程序

5.1.5 資料蒐集作業

車載行動測繪系統資料蒐集作業之注意事項與實施措施：

- (1) 操作人員須持續檢視感測儀器是否正常運作及資料時間同步；倘若各感測器有即時產出指標，應參考原廠手冊依各該指標項目代表意義綜合衡量資料蒐集狀況。
- (2) 地面控制點輔助之實施原則參考表 2，其控制點應為現地自然物、人工構造物（如道路標線邊角）或人造標，並具備公分級精度。執行間距依採用之 INS/GNSS 定位定向整合系統等級、衛星定位訊號品質、施測環境情形及可實施與否斟酌調整。其中，衛星訊號品質判斷準則可參考標準資料轉換格式 RINEX v3.03^[6]辦理。
- (3) 零速更新之實施區域宜為接收天線仰角 10 度以上無訊號遮蔽之處，其實施頻率原則依衛星訊號品質而定：若衛星訊號品質與接收情況良好，則每 10 分鐘實施零速更新 1 分鐘；如衛星訊號品質不佳或頻繁失鎖，則須 2 分鐘實施零速更新 1 分鐘。實施頻率之調整除同(2)所列因素外，並可依地面控制點輔助間距之加密程度對應調整：如高樓城市施測範圍因衛星訊號品質不佳而提高地面控制點輔助間距時，零速更新則可相對調降實施頻率；又如國道等施測範圍因鮮有訊號遮蔽情形發生，且零速更新之實施有其困難，可免除其實施必要或改採航空測量測設之地面控制點輔助措施辦理。

5.1.6 資料後處理

INS/GNSS 定位定向整合系統、影像感測器或光達感測器等資料解算程序，根據各該商用套裝系統之處理軟體辦理，其最終產出應符合 5.2.3 查核列表所示。

5.1.7 精度檢核

參照「5.2 高精地圖檢核機制及查核方法」。

5.1.8 地圖產製及報告書撰寫

通過檢核之最終產出圖資成果應依高精地圖內容及格式相關標準或需求單位之委託項目為之；同時，其成果報告書為對應之說明文件，闡述資料蒐集的規格及方式，作為高精地圖之詮釋資料，應至少包含：作業規劃資料、儀器型式與規格、驗證報告書、控制點及檢核點測量成果與分布範圍、影像及點雲掃瞄報告、資料後處理成果、自我檢核結果及精度分析等，其餘則根據需求單位要求酌予增列。

5.2 高精地圖檢核機制及查核方法

5.2.1 自我檢核機制

5.2.1.1 定位定向成果自我檢核說明：(流程見圖 4 右側紅框處)

- (1) 目的係檢測 INS/GNSS 定位定向整合系統發生衛星訊號脫落、衛星訊號斷訊、慣性測量元件漂移時造成的誤差累積，其影響量級是否仍符合合理精度範圍。
- (2) 表 1 所列 INS/GNSS 定位定向整合系統要求規格之理論誤差量如表 7，可經誤差傳播推算理論外方位參數誤差；如直接地理定位計算結果與透過控制點反算之外方位參數兩者較差超過表 7，則需考量額外進行控制點輔助措施。

表 7 INS/GNSS 定位定向整合系統相關誤差與預估量級^[3]

誤差來源	預估誤差量
定位誤差	2-10 公分 (cm)
定向誤差	1-5 角分 (arc-minute) ⁸
固定臂之校準誤差	0.1-0.3 公分 (cm)
軸角參數之校準誤差	1-3 角分 (arc-minute)
同步誤差	1-2 毫秒 (millisecond)

5.2.1.2 直接地理定位成果自我檢核說明：(流程見圖 4 左側藍框處)

- (1) 目的係檢測並提升直接地理定位網型平差結果，確保求解之外方位參數符合合理精度範圍。
- (2) 網型平差應包含相當數量且經正確匹配之連結點，同時相關誤差因子（包含固定臂與同步誤差）應一同納入整體平差解算，使剩餘誤差最小化。
- (3) 當檢核區內存在已知控制點時，偵測 INS/GNSS 定位定向整合系統與本地坐標基準間的區域平移誤差，並進行補償。

⁸ 角分為平面角之單位，1° (度) = 60' (角分)

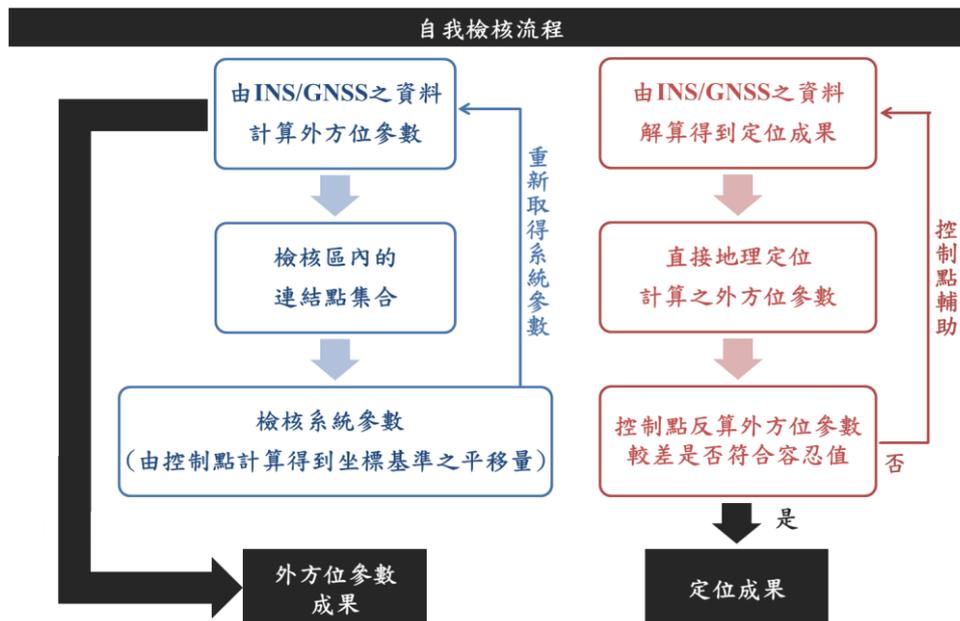


圖 4 車載行動測繪系統自我檢核機制

5.2.1.3 點雲密度自我檢核說明：

點雲密度檢核以路面標線及特徵區塊之點雲密度為主，抽樣計算各單位樣本單元的平均點雲密度是否達到標準，抽樣之樣本單位大小應考量施測環境複雜度及特徵區塊樣貌特性等因素斟酌調整。

5.2.2 檢核點精度分析

視檢核點原測設坐標為參考真值，與資料後處理之檢核點坐標計算結果進行誤差定量分析的過程。驗證指標應包含平面/垂直/三維方向，並以誤差平均、最大/最小定位誤差、誤差均方根值表示，輔以繪製折線圖/直方圖檢視誤差分布^[3]。

倘檢核結果未能滿足高精地圖精度需求，則應增加地面控制點數量及輔助次數，參考 5.2.1 方式辦理。

5.2.3 高精地圖作業過程與產出成果查核列表

歸納高精地圖作業過程及產出成果應查核項目如表 8。

表 8 高精地圖作業過程與產出成果查核列表

工作項目	查核項目	查核方式
作業規劃	車載行動測繪系統之掃瞄儀設備型式、規格及驗證成果	查核儀器規格及驗證書面報告（包含 INS/GNSS、LiDAR、影像感測器等）。
	INS/GNSS 定位定向整合系統性能	
測繪作業規劃	測繪作業規劃	<ol style="list-style-type: none"> 1. 掃瞄範圍是否涵蓋測區。 2. 檢查 GNSS 基站分布及觀測時段之衛星幾何條件。 3. 掃瞄設定參數（包含掃瞄頻率、角度及測繪車時速等）。
控制測量	控制測量成果計畫書（包含控制點及檢核點之分布圖及坐標）	<ol style="list-style-type: none"> 1. 控制點精度是否滿足既有測設規則或達公分等級。 2. 檢核點需平均分布於試驗區，其絕對精度是否滿足既有測設規則或達公分等級。
車載測繪作業	INS/GNSS 定位定向整合系統計算成果	定位定向成果是否符合行動測繪高精製圖精度需求。
	車載行動測繪系統掃瞄未經後處理之原始資料	<ol style="list-style-type: none"> 1. 各原始檔案檢查施測日期時間及施測路線是否與規劃路線一致。 2. 各儀器觀測資料是否完成時間同步及坐標系統轉換。
資料後處理	點雲密度檢核	樣本單位之點雲密度是否符合應用場景需求。
	向量圖層正確性檢核	<ol style="list-style-type: none"> 1. 屬性資訊是否正確（如車道種類、曲率、寬度、限速、方向等）。 2. 特徵區塊範圍及道路形狀是否正確。 3. 特徵區塊之空間絕對位置，平面位置較差須優於 20 公分，三維較差須優於 30 公分。 4. 圖資內容是否依高精地圖內容及格式相關標準或需求單位之委託項目覈實產出。

參考資料

- [1] California Department of Transportation (2018). Surveys Manual, Office of Land Surveys. Division of Right of Way and Land Surveys. Retrieved from: <http://www.dot.ca.gov/landsurveys/surveys-manual.html>. Retrieved date: December 2nd.
- [2] Dynamic Map (2017). An Introduction to Dynamic Map Platform Co., Ltd. SIP-adus Workshop 2017.
- [3] El-Sheimy, N. (1996). *The development of VISAT: a mobile survey system for GIS applications*. University of Calgary.
- [4] Farrell, J. A., Todd, M., & Barth, M. (2016). *Best practices for surveying and mapping roadways and intersections for connected vehicle applications*.
- [5] Florida Department of Transportation (FDOT) (2013). *Terrestrial Mobile LiDAR Surveying & Mapping Guidelines*.
- [6] IEEE 1554-2005 (2005). *IEEE Recommended Practice for Inertial Sensor Test Equipment, Instrumentation, Data Acquisition, and Analysis*. AES-IEEE Aerospace and Electronic Systems Society.
- [7] IGS, R. S. (2013). *RINEX-The Receiver Independent Exchange Format (Version 3.03)*.
- [8] ISO 18750 (2018). *Intelligent transport systems —Co-operative ITS —Local dynamic map (First edition)*. International Standard.
- [9] Olsen, M. J. (2013). *Guidelines for the use of mobile LIDAR in transportation applications (Vol. 748)*. Transportation Research Board.
- [10] Shimada, H., Yamaguchi, A., Takada, H., & Sato, K. (2015). Implementation and evaluation of local dynamic map in safety driving systems. *Journal of Transportation Technologies*, 5(02), 102.
- [11] Titterton, D., Weston, J. L., & Weston, J. (2004). *Strapdown inertial navigation technology (Vol. 17)*. IET.
- [12] 江凱偉、曾義星、楊名、饒見有 (2014)。103 年度多平台製圖技術工作案期末報告，內政部地政司。內政部車載製圖系統作業手冊研擬草案，未出版。
- [13] 內政部國土測繪中心 (2010)。採用虛擬基準站即時動態定位技術辦理加密控制及圖根測量作業手冊。

版本修改紀錄

版本	時間	摘要
v1.0	2018/12/26	v1.0 出版
v2.0	2019/10/17	v2.0 出版



台灣資通產業標準協會

Taiwan Association of Information and Communication Standards

地 址 • 台北市中正區重慶南路二段51號8樓之一

電 話 • +886-2-23567698

Email • secretariat@taics.org.tw

www.taics.org.tw