



## 地表地形監測與科技巡檢技術

# 台灣鐵路大範圍 邊坡巡檢 運用 新科技 與 新技術 之作法與成效

張凱硯／台灣世曦工程顧問股份有限公司 地理空間資訊部 工程師

黃子珉\*／台灣世曦工程顧問股份有限公司 地理空間資訊部 副理

李魁士／地新科技顧問有限公司 執行長

陳宗宏／國營臺灣鐵路股份有限公司 副總經理

臺灣鐵路路廊歷史悠久，諸多區段緊鄰地質破碎之自然邊坡。傳統人工巡檢常受地形艱險及茂密植被遮蔽之限制，導致監測範圍多侷限於軌道兩側鄰近區域，難以跨越路權邊界掌握高位邊坡與上游集水區之潛在致災因子。為強化鐵路防災韌性並落實預警機制，本文探討導入「多元、多尺度、主動式」之科技監測體系，整合衛星、航空攝影、無人載具（UAV）及地面觀測平台，並融合光學影像、光達（LiDAR）、合成孔徑雷達干涉（InSAR）及 GNSS 等先進測繪技術。

相較於傳統地工儀器之點、線狀局部監測，此技術架構能提供廣域且連續之三維數位資訊，具備穿透植被判識微地形（Micro-topography）之優勢，有效輔助辨識潛在孤石、新生崩塌地及地表細微變位特徵。本文進一步提出一套階層式調查流程：首先透過「廣域快篩」篩選全線風險區段，鎖定變位異常之「風險熱區」；續以「近域詳查」結合航照影像、UAV 高解析攝影與專業技師現地踏勘，針對震後新增之崩塌溢淹點、潛在孤石及裂隙發育區進行精細化驗證與致災風險診斷，並據以評估邊坡穩定狀態與後續整治急迫性。

此科技巡檢模式能將邊坡管理範圍由單點擴展至整體面狀區域，實現「由遠而近、由廣而精」的智慧化管理。最終透過專業綜診與風險分級，不僅輔助篩選出需優先處置之高風險點位，更為護坡工程規劃、災害預防措施及維護管理決策提供科學化數據支持，顯著提升鐵路行車安全與應變效能。

關鍵詞：邊坡科技巡檢、合成孔徑雷達干涉技術（InSAR）、空載光達（LiDAR）、邊坡穩定診斷、風險分級管理、地理空間資訊系統（GIS）

## 前言

### 背景與挑戰

自 1887 年起，臺鐵逐步建置全臺鐵路網絡，早期因地形限制，路線多沿溪谷以小曲線半徑鋪設，致使部分路段與自然邊坡高度依存。相較於高速公路或高鐵等近年興建的人工邊坡，臺鐵路廊歷史悠久，早期

工程資料、地層鑽探及水文資訊整備不全，難以建構精確之工程地質模型，並進一步分析力學穩定性。面對日益嚴峻的極端氣候，既有路廊邊坡之脆弱性顯著增加，對行車安全構成嚴峻挑戰。

### 既有管理機制與限制

為提升韌性，臺鐵公司於 2020 年發布《鐵路邊坡養護手冊》，建立系統化之分級維護與巡檢機制（表 1、表 2 及圖 1）。然而，現行作法仍面臨以下瓶頸：

\* 通訊作者，stone@ceci.com.tw

表 1 臺鐵邊坡等級標準與養護頻率（國營臺灣鐵路股份有限公司）

| 邊坡<br>分級 | 等級<br>標準 | 經常<br>巡查 | 定期巡查頻率 |     |     | 邊坡監測頻率             | 地錨定期檢測 |
|----------|----------|----------|--------|-----|-----|--------------------|--------|
|          |          |          | 災害潛感因子 |     |     |                    |        |
|          |          |          | 低      | 中   | 高   |                    |        |
| A 級      | 明顯不穩定    | 2 週      | 1 季    | 1 季 | 1 月 | 1 週                | 1 年    |
| B 級      | 疑似不穩定    | 1 月      | 2 季    | 1 季 | 1 季 | 1 月                | 2 年    |
| C 級      | 無明顯不穩定   | 1 季      | 2 年    | 1 年 | 1 年 | 1 季，穩定 3 年後每半(1) 年 | 4 年    |
| D 級      | 穩定       | 1 季      | 4 年    |     |     | 無；重要保全對象依 C 級執行    | 4 年    |

表 2 災害潛感因子評估（國營臺灣鐵路股份有限公司）

| 評估項目 / 標準 | 低                     | 中                        | 高       |
|-----------|-----------------------|--------------------------|---------|
| 地質敏感區     | (1) 地質遺跡<br>(2) 地下水補注 | 活動斷層                     | 山崩與地滑   |
| 土石流潛勢區    | 無                     | 低、中潛勢溪流經過                | 高潛勢溪流經過 |
| 災害潛勢      | 無                     | 落石、岩屑崩滑、岩體滑動、惡地、<br>棄填土區 | 歷史坡地災害  |

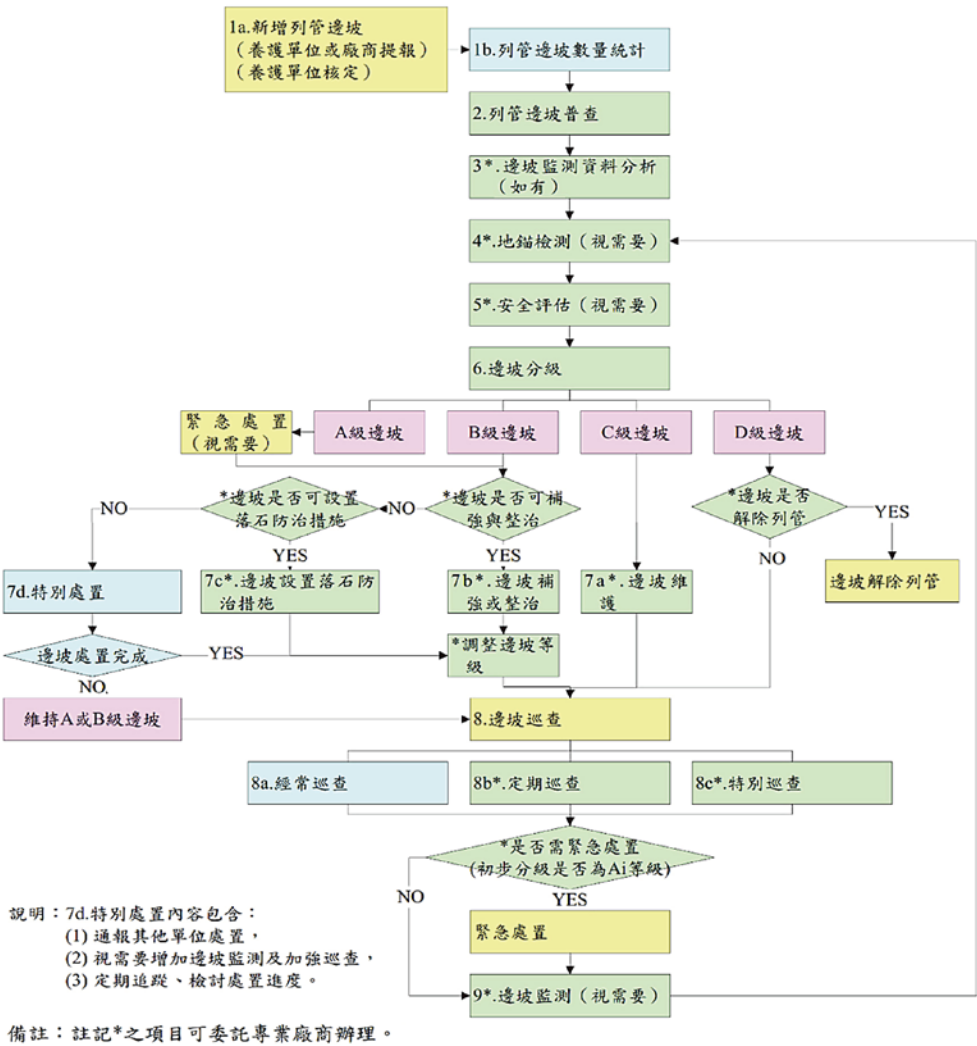


圖 1 鐵路邊坡全生命週期維護管理流程圖

- 監測範圍侷限：傳統目視巡檢常受地形艱險與植被遮蔽，巡查範圍多侷限於軌道兩側約 20 公尺內，難以掌握高位邊坡與上游集水區致災因子。
- 預警效能不足：落石告警系統屬被動狀態，難以偵測邊坡長期活動性。
- 實務分級落差：以 2020 年宜蘭線瑞芳－猴硐間邊坡事故為例，原評為 C 級之邊坡因高位岩體滑動釀災，顯示依當時靜態圖資與目視巡查之分級方式仍有精進空間。

## 科技巡檢之導入與數位轉型

為由「被動應變」轉向「主動預警」，臺鐵公司自 2023 年推動「邊坡巡檢精進系統建置」，導入數位轉型與多尺度遙測技術。該平台應用 GIS 技術，收納衛星、InSAR、航照 LiDAR、UAV 及 GNSS 等多源觀測資料。

透過由遠而近（衛星、飛機至 UAV）之調查流程，系統可產製高解析三維模型與時序變位圖資，辨識穿透植被後之微地形變化、崩塌特徵及構造物位移。自 2024 年起，更進一步結合人工智能與地工專業分析，彙整養護、監測及地質水文數據，建構邊坡活動性評估機制，為精密評估、補強規劃及智慧化維護管理提供科學化決策依據。

## 空間資訊應用於科技巡檢之技術分析

### 廣域 InSAR 及空載 LiDAR 應用簡介

過往鄰近鐵道邊坡之災害調查，主要依賴現地目視踏勘並輔以地工監測儀器（如傾斜計、沉陷計等）。然而，此類手法屬「點、線」之局部觀測，耗費巨大成本且範圍有限，難以全面掌握分布廣闊之鐵路營運環境。以總長 98.2 公里的臺鐵南迴線為例，鄰近邊坡或隧道之路段即占 76.3%，且多數位處交通難達之深山，傳統人力實難連續擷取地表形變資訊。為破解時空觀測盲區，本研究引進合成孔徑雷達干涉（InSAR）與空載光達（LiDAR）遙測技術，整合進行大範圍地表變位監測與高精度地形測繪，主動辨識鐵道兩側邊坡之活動徵兆。

在地形測繪方面，空載雷射掃描技術（Airborne LiDAR）具備高效擷取高密度三維點雲之優勢，可建構高空間解析度與高精度之數值高程模型（DEM）及數值地表模型（DSM）。透過數值地形計量分析（Geomorphometry）將三維地形資料網格化，並運用地理資訊系統（GIS）高效空間運算，經地貌演算法將微地形特徵轉化為視覺化影像。這對於判釋被茂密植被覆蓋之線狀構造、古崩場地裂隙等微地形特徵具關鍵應用價值。目前常用之地形陰影（Hillshade）與地形坡度（Slope）等計測法，已被廣泛應用於構造地形辨識、土石流軌跡追蹤及大規模崩塌潛勢區之判讀<sup>[1-3]</sup>。

因應廣域巡檢需求，本研究以內政部 1 公尺解析度 LiDAR-DEM 為基礎，運用數值地形計測技術精確劃定軌道兩側工務邊坡之空間影響範圍。隨後採取多源資料疊加策略，整合國家級地質敏感區、土石流潛勢溪流、大規模崩塌潛勢區等災害圖層，並融合雷達衛星演算之

廣域 InSAR 地表形變時序速率。透過多波段與多時序資料交叉比對，建立邊坡活動性「快速篩選（快篩）」機制，藉以定義具中高及高活動徵兆之重點關注邊坡，具體之篩選與分級評估作業流程如圖 2 所示。

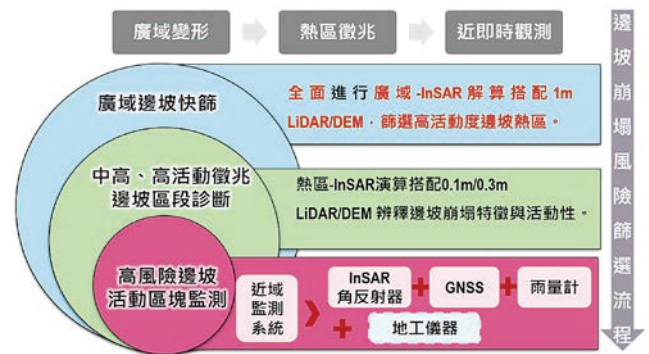


圖 2 鐵路工務邊坡活動性篩選與分級評估作業流程圖

在 InSAR 核心的干涉演算方面，採用自 Zhang *et al.*<sup>[4]</sup> 所提出之時域相關點合成孔徑雷達干涉技術（Temporarily Coherent Point InSAR, TCP-InSAR）。此演算法的核心優勢，在於能有效克服傳統干涉雷達在相位解纏（Phase Unwrapping）時的瓶頸，進而顯著降低形變解算誤差。TCP-InSAR 的關鍵特點，在於每幅干涉影像對均可同時生成永久式散射點（Permanent Scatterers, PS）與分散式散射點（Distributed Scatterers, DS）作為地表散射候選點。這項機制大幅增加了有效觀測點的空間密度，並成功提升影像對之間的相干性（Coherence）。

隨後，利用這些觀測點在不同影像對之間的相位差，進行最小二乘法（Least Squares Method）的變形向量解算；同時，藉由評估各點在影像對中的殘差大小，能精確區別具備模糊度與無模糊度的 InSAR 觀測點，直接取代了傳統實務上容易產生錯誤或導致解算失敗的相位解纏步驟。透過此演算機制的優化，不僅能顯著提升地表散射點的數量，更能進一步釐清不同地表反射訊號的物理與幾何特性，進而產製出高品質、具備高時間序列連續性的地表長期形變速度觀測成果。

### 熱區 InSAR 及 UAV 應用簡介

在臺灣鐵路大範圍邊坡巡檢中，合成孔徑雷達干涉技術（InSAR）為核心的非接觸式微變形監測工具。為兼顧「廣域快篩」與「熱區精細診斷」的多尺度觀測需求，現行技術多採用不同觀測模式的聯合監測策略。本技術主要選用日本宇航局（JAXA）的 ALOS-2 雷達衛星，透過兩種互補模式協同觀測：首先利用空間解析度約 100 公尺的廣域快篩模式（WD1, ScanSAR），發揮



其超大寬幅優勢，對全臺鐵路沿線進行長時期、大範圍的地表變形量解算，據以篩選具活動跡象的潛在風險熱區；隨後引入空間解析度達 3 至 10 公尺的精細診斷模式（SM3, Stripmap），相較於 WD1 觀測單元達 1 公頃之局限，SM3 單一網格大幅縮小至 0.01 公頃以下，其高空間解析度能顯著提升資料精確度，用以解算優先關注邊坡整體與局部的時空形變趨勢。透過重疊的 WD1 與 SM3 圖幅聯合觀測（如圖 3 所示），不僅能增加時序影像密度，亦可同步整合上升軌（Ascending）與下降軌（Descending）影像，有效減輕臺灣高陸地形引致的雷達幾何效應（如陰影與幾何畸變）。

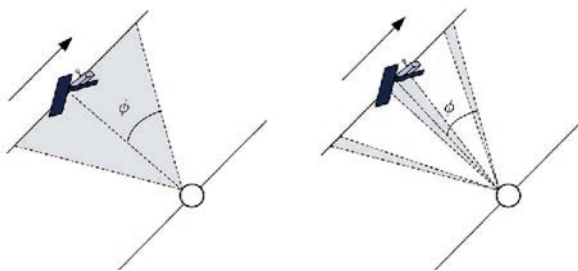


圖 3 WD1 (ScanSAR) 與 SM3 (Stripmap) 模式示意圖  
(引用：Ortiz *et al.* [5])

為滿足東部幹線、南迴線及集集線等工務段邊坡之解算需求，研究團隊全面蒐集涵蓋沿線各熱區之影像。截至長期監測關鍵期程，經篩選共採用上升軌（如圖幅 137-430、137-440 等）44 幅，以及下降軌（如圖幅 27-3110、28-3160 等）36 幅，總計 80 幅高解析度 SM3 升降軌雷達影像，建構完整的形變分析時序資料庫。值得注意的是，不同觀測模式在時空解析度上存在折衷關係（Trade-off）。WD1 模式之空間網格較大且點資料較稀疏，但因拍攝期程密集而具備高時間解析度優勢，利於

解算廣域長期的平均形變速率；反之，SM3 模式雖然拍攝間隔較長，但憑藉細緻的空間點位，極易判釋出邊坡內部不均勻形變的邊界特徵<sup>[6-8]</sup>。

在實務演算流程中，本技術導入多尺度空間資料融合架構，主要分為兩個階段：第一階段為「廣域篩選」，利用 WD1 觀測模式結合 1 公尺解析度之空載光達（LiDAR）數值高程模型（DEM），大範圍識別相對活動之坡體；第二階段則為「熱區精細解讀」，針對優先關注邊坡改採高空間解析度之 SM3 觀測模式，並進一步融合無人飛行載具（UAV）所擷取之 0.1 至 0.3 公尺高精度數值地形圖，進行活動熱區的分區分塊精細化圈繪。透過此種多尺度變形量劃分法，將分析尺度由巨觀趨勢聚焦至微觀特徵，進而有效判釋坡體不同構造部位的活動不穩定性，為鐵路邊坡提供更為精準的防災與監測依據。

### 邊坡科技巡檢 GIS 平台簡介

邊坡科技巡檢 GIS 平台旨在強化臺灣鐵路邊坡的維護管理效能與災害風險掌控能力，為整合多源監測數據與進行空間幾何分析的核心工具。該平台高度整合了與國家地震工程研究中心、臺北科技大學等學術與研究單位合作取得之多尺度測繪與監測資料，並全面彙整臺鐵既有的邊坡歷史基礎資料與巡檢維護履歷，藉由地理資訊系統（GIS）強大的空間套疊與分析功能，動態介接至「鐵路邊坡安全生命週期維護系統」。此外，平台亦廣泛介接國家級開放資料（Open Data）來源，包含地質雲、中央氣象署、地理資訊圖資雲服務平台（TGOS）及國土測繪中心等，建構出涵蓋微地形、即時氣象、工程地質與導航基礎圖資的多元時空大數據架構（如圖 4 所示）。此一整合平台不僅能

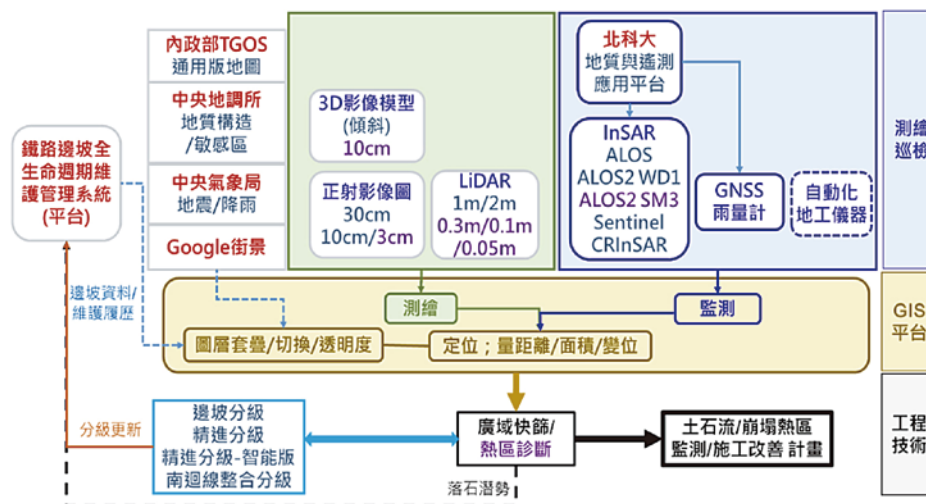


圖 4 邊坡科技巡檢 GIS 平台架構

提供現地工程技術分析與潛在災害熱區判釋的科學依據，更為後續推動自動化異變預警與動態崩塌監測奠定了關鍵的資訊發展基礎。

## 空間資訊應用於科技巡檢之成果與應用

### 空載 LiDAR 及 UAV 應用案例

在國家級坡地災害管理中，經濟部地質調查及礦業管理中心、農業部農村發展及水土保持署與農業部林業及自然保育署等機關，其監測範疇多聚焦於面積超過 10 公頃之大規模崩場地；然而，實際對鐵路、公路等交通幹線運轉安全構成直接威脅的重大邊坡災害，其影響範圍往往僅約 1 公頃左右。諸如 2020 年 12 月 4 日臺鐵宜蘭線瑞芳至猴硐段邊坡岩體滑動、2021 年 8 月 7 日台灣高鐵苗栗 126K 邊坡岩屑崩滑、2021 年 8 月 14 日臺鐵集集支線隧道受坡體滑動擠壓受損，以及 2022 年 11 月 1 日國道一號汐止交流道邊坡不穩定滑動等歷史事件，皆深刻突顯出軌道沿線對於「中小尺

度、高致災風險」邊坡進行精細化治理的迫切需求。

現階段由內政部國土測繪中心所提供之常規空載光達 (LiDAR) 資料，其點雲密度約為每平方公尺 1 點 (1 point/m<sup>2</sup>)，所產製之 1 公尺解析度數值高程模型 (DEM) 雖足供集水區形貌與主要水系之圈繪，但若欲用於判識鐵路沿線隧道口、擋土牆及護坡等線形邊坡人造保護設施時，其空間幾何精度顯著不足。為大幅提升科技巡檢的實務應用價值，本技術應用採取航線加密 1.8 倍之航測優化策略 (或透過提升雷射掃描儀之感測性能)，將空載光達點雲密度提升至每平方公尺 10 點以上，據以產製空間解析度達 0.3 公尺的高精度 DEM (如圖 5 所示)。同時，於航飛過程中搭配測繪級高解析度光學相機進行同步攝影，建構具備真實地表紋理的三維影像模型 (如圖 6 所示)，有效輔助工程人員進行現地人工防護設施的幾何功能判釋與微細地貌比對。

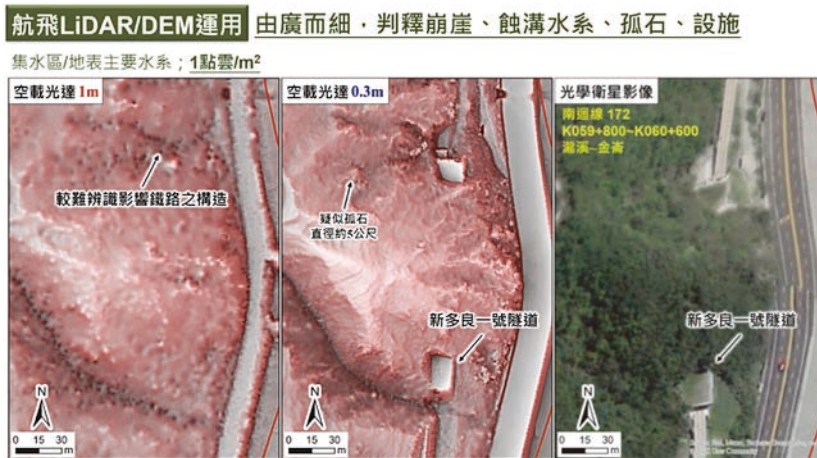


圖 5 飛機 LiDAR/DEM 測繪解析度與運用 (南迴線)

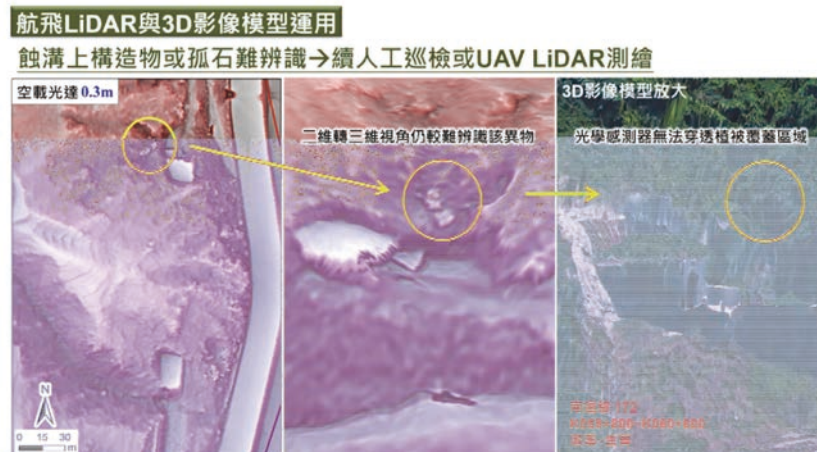


圖 6 飛機 LiDAR DEM 與 3D 影像模型運用



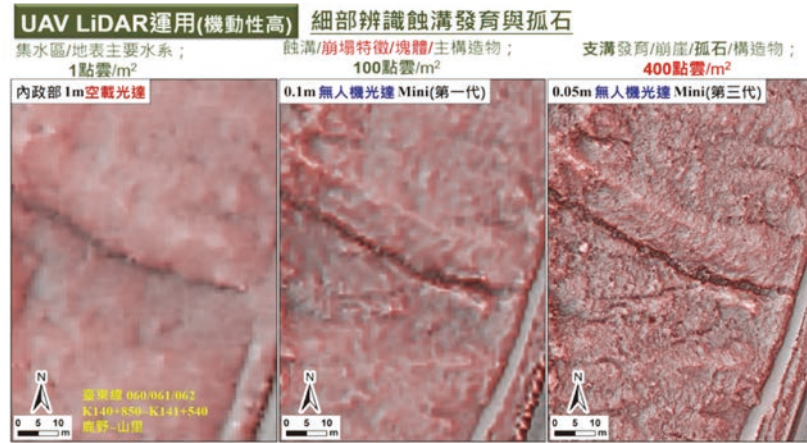


圖 7 UAV LiDAR 細部辨識支溝發育與孤石

當蝕溝、異物或上構造物難以透過光學影像辨識時，則需補以地面巡檢。若需更細緻掌握邊坡支溝分布、崩塌輪廓、孤石位置與主要構造物特徵，則進一步以 UAV 搭載高解析度 LiDAR 進行掃描，產製 0.1 m（100 點雲／ $m^2$ ）或更高密度之 DEM（如第三代 UAV LiDAR 儀器可達 400 點雲／ $m^2$ ），以提供具穿透植被能力的高精度裸地模型（圖 7）。

### 廣域及熱區 InSAR 應用案例

在邊坡監測實務中，合成孔徑雷達干涉技術（InSAR）因具備長期、廣域且非接觸式擷取地表微小形變數據之優勢，已成為科技巡檢架構中不可或缺的關鍵手段。在鐵路沿線之應用程序上，初期階段主要選用長波長且穿透植被能力較佳之 ALOS-2 雷達衛星 WD1（ScanSAR）觀測模式，利用其寬達 350 公里的單幅掃描幅寬，進行邊坡活動性的廣域快速篩選。該

模式之空間解析度為 100 公尺 × 100 公尺，意即單一網格單元涵蓋約 1 公頃之地表幾何面積，極適合用以巨觀辨識山區地貌之整體下陷或隆起趨勢。

針對經快篩鎖定之潛在形變熱區，隨後則進一步導入高解析度之 ALOS-2 SM3（Stripmap）觀測模式影像進行精細化解讀。雖然該模式之掃描幅寬縮減至 70 公里，但空間解析度大幅躍升至 10 公尺 × 10 公尺，使得單一網格單元的涵蓋面積縮減至 0.01 公頃以下，能顯著提升局部邊坡地表形變特徵的幾何清晰度。在此精細度下，工程人員得以明確辨識並區分坡頂、坡腹與坡趾等不同坡體部位的差異性形變特徵（如圖 8 所示），並藉由雷達干涉圖中冷暖色調的空間分布，精準圈繪出潜在不穩定變形帶之邊界。這項空間定位成果，為後續判定現地應加強儀器監測或實施土木結構補強改善之具體部位，提供了極具科學價值的決策依據。

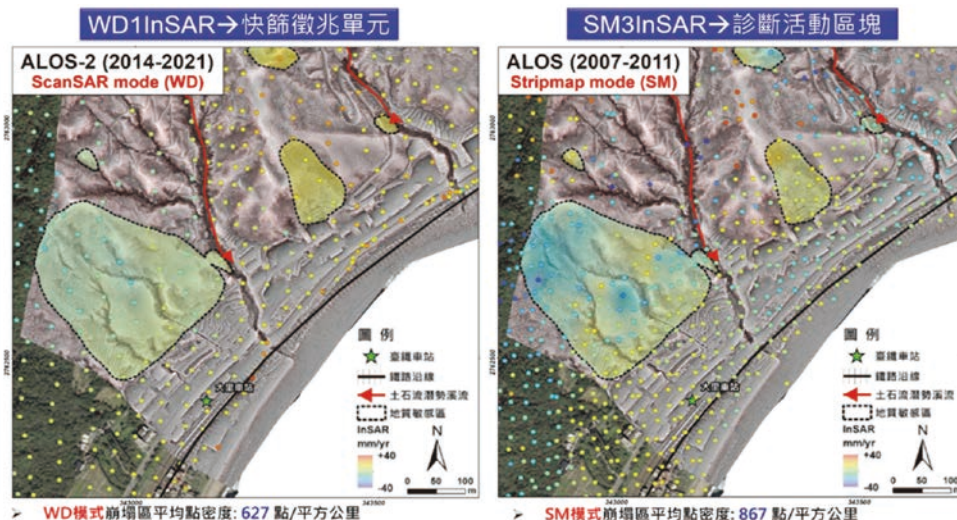


圖 8 宜蘭線大里車站 ALOS 及 ALOS-2 地表長期平均變形速度比較



然而，InSAR 仍受限於雷達衛星的拍攝軌道與地形遮蔽問題。例如 ALOS-2 下降軌從東北向西南移動，對於坡面朝西南的邊坡易產生遮蔽，導致該處回波訊號微弱，進而影響干涉解算品質。因此，在重點邊坡區亦需輔以設置角反射器及 GNSS 點位，以提高 InSAR 監測成果的時空精度與地面驗證能力。

邊坡穩定性受豪雨與地震等自然因子高度影響，特別是颱風豪雨分布具空間與時間之不確定性，地震亦可能於兩次監測週期間造成快速變化，導致傳統如國土測繪中心六年期空載 LiDAR 更新頻率不足以即時掌握異變現象。因此，SAR 衛星具備短天期或每季拍攝一次的能力，為彌補常規地形資料更新之時效性落差，提供一項具時效性的監測工具。

但須注意的是，單一時點 InSAR 形變熱區的判釋結果，尚不足以直接研判其危險程度。仍應整合多源資料，如高解析度航測影像、UAV 光達成果、地表水系變化（圖 9）、極端氣象與地震事件紀錄、工址現地異狀觀察等資訊，進行比對與交叉診斷，方能提升判釋精度與預警準確性。

### 邊坡科技巡檢 GIS 平台

本研究研發之邊坡科技巡檢 GIS 平台，核心價值在於建構一個整合巨量異質時空的航遙測資料收納，並做邊坡空間決策分析，打破傳統地測高成本且無法全面解析的困境。平台高度收納並融合了多元、多尺度的航遙

測核心情資，包含：廣域快篩之衛星 InSAR 時序變位速率、中尺度之高密度空載光達（Airborne LiDAR）高精度數值高程模型、近域精查之無人載具（UAV）實景三維網格模型（3D Mesh，如圖 10 所示），以及現地 GNSS 自動化地面監測點位。透過地理資訊系統（GIS）強大的三維空間幾何運算效能，平台能將高度、坡度、微地形裂隙與沿坡面方向之長期地表變形速度圖層（如圖 11 所示）進行跨維度與多時序的疊加，實現「動態空間情資融合」的面狀管理，為現地工程技術分析與潛在災害熱區判釋提供數位孿生（Digital Twin）之科學依據。

在實務應用與動態風險決策方面，本平台深度介接至既有之「鐵路邊坡安全生命週期維護系統」，全面推動智慧鐵道全生命週期的數位轉型。平台聚焦於「空間變異趨勢分析」與「動態風險快篩」，地工及地質技術人員可對比不同年份之多時序正射影像與三維邊坡模型，找出坡面植被變異、新增蝕溝及防護構造物之微幅沉陷；同時，平台跨部會動態介接經濟部地質調查及礦業管理中心之山崩雲地質敏感圖資、中央氣象署即時降雨數據及既有歷史災害履歷。最終依據前述之篩選與分級評估作業流程，系統可檢視由地工及地質專業團隊分析的「山區工務邊坡區段活動性檢視清單」（如圖 12 所示），將全線邊坡依變位異常特徵劃分風險熱區，將過往「現地被動填報」之點狀思維，升級為高效、即時之智慧化動態預警，顯著提升鐵路護坡工程規劃與災害預防之科學決策效能。

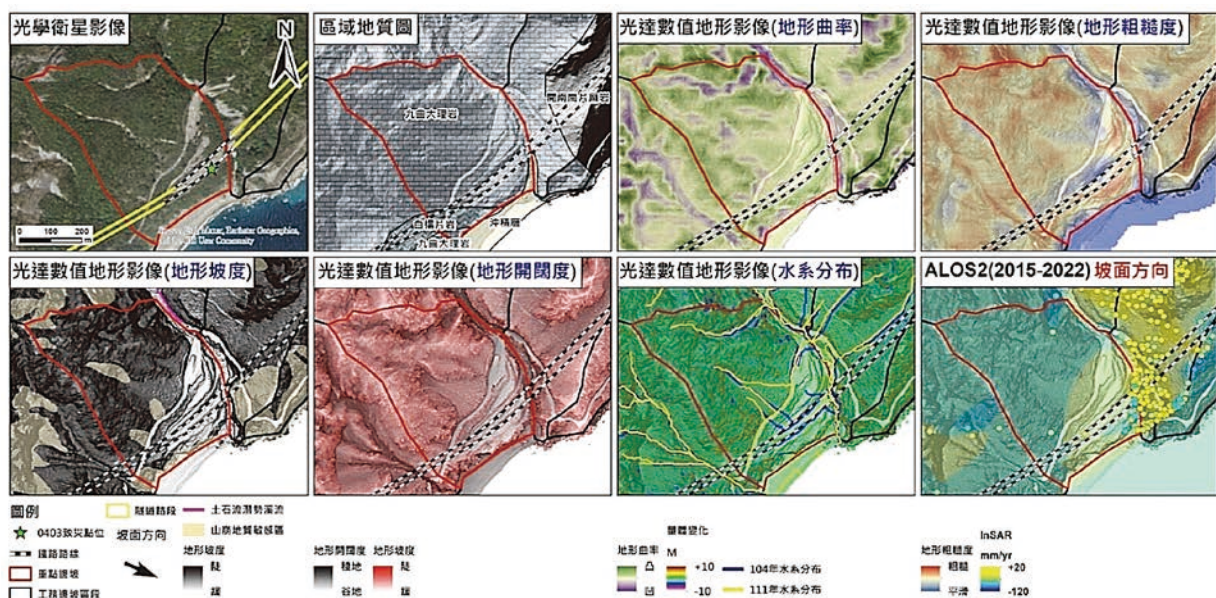
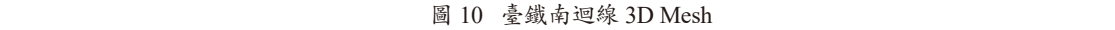


圖 9 工務邊坡地形資訊及地表變形例





---



## 結論與建議

本研究成功導入「多元、多尺度、主動式」之鐵路邊坡科技巡檢體系，並透過航遙測技術及 GIS 分析改善傳統人工巡檢與點狀地工儀器的觀測盲區。利用長波長 ALOS-2 衛星之 TCP-InSAR 演算與高密度空載光達 (Airborne LiDAR) 技術，實務上建立起「由遠而近、由廣而精」的階層式調查流程；此模式不僅能穿透高位邊坡的茂密植被，辨識孤石、新生崩塌地與細微地形裂隙，更透過升降軌影像融合，有效減輕高陸地形之幾何畸變與遮蔽效應，產製出具備高時間序列連續性的地表長期形變速率。此架構成功將鐵路邊坡的管理範圍由軌道兩側局部區域，擴展至面狀之高位邊坡與整體集水區，為智慧鐵道全生命週期維護奠定數位孿生之科學數據基礎。

為落實科技巡檢成果於常態運維，建議應滾動式納入 InSAR 時序變位與 UAV 高精度微地形篩選結果，將其轉化為動態管理指標以精進分級管理。同時，單一遙測熱區判釋尚不足以判定危險度，後續應透過平台深化跨部會資料動態介接，全面整合氣象降雨、大規模崩塌潛勢、現地 GNSS 與人工防護設施幾何判釋成果。最終經由地工專業團隊與智慧化分析進行交叉綜診，將點狀被動應變升級為面狀動態預警，方能顯著提升鐵路行車安全與路廊之防災韌性。

## 參考文獻

1. 林俐伶、林可薇、陳品岡、沈哲緯 (2011)，「斜坡單元進行山坡地土壤流失量之推估」，水土保持學報，43(4)，395-410。
2. 林清洲、王慶雄、陳正偉、吳文隆、蕭秋安、張嘉興、王景平 (2018)，「台 20 線南橫公路勤和至復興路段複合災害之工程處理對策」，中華技術，(119)，180-195。
3. 黃韋凱、李璟芳、楊豐毓、邱俊榮 (2019)，「山區公路邊坡潛在易致災區位多尺度評估－以台 9 線南迴公路為例」，中興工程，(145)，55-67。
4. Zhang, L., Ding, X., and Lu, Z. (2011-a). Ground settlement monitoring based on temporarily coherent points between two SAR acquisitions. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 66(1), 146-152.
5. Ortiz et al. (2007). ScanSAR-to-Stripmap mode interferometry processing using ENVISAT/ASAR data, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 45(11), 3468-3480.
6. Motohka, T., Isoguchi, O., Sakashita, M., and Shimada, M. (2018). ALOS-2 PALSAR-2 cal/val updates. In Proceedings of the JAXA/EORC Joint PI Meeting of Global Environment Observation Mission FY2017, Tokyo, Japan (Vol. 24).
7. Liang, H., Li, X., Zhang, L., Chen, R.F., Ding, X., Chen, K.L., and Chi, C.Y. (2020). Investigation of slow-moving artificial slope failure with multi-temporal InSAR by combining persistent and distributed scatterers: A case study in Northern Taiwan. Remote Sensing, 12(15), 2403.
8. Strozzi, T., Caduff, R., Jones, N., Manconi, A., and Wegmüller, U. (2022). L-Band StripMap-ScanSAR Persistent Scatterer Interferometry in Alpine Environments with ALOS-2 PALSAR-2. In IGARSS 2022-2022 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (pp. 1644-1647). IEEE.



**義力營造股份有限公司**  
EARTHPower CONSTRUCTION CO., LTD

金安獎特優  
金質獎特優  
金安獎特優  
金質獎特優



大體系統安後通：國道1號增設南下出口及北上入口匝道  
2025金路獎 傑出工程類第一名  
2024道運土工程優良獎

## 義承實諾 力呈卓越

義力營造創立於民國八十三年，甲等綜合營造業  
深耕台灣，致力鑽研土木、環境、建築、區段徵收、開發工程  
秉持追求全員工安、品質提升的精神  
在誠信踏實的經營態度之下，堅守營建道德崗位  
各項工程實績屢獲優良工程金安獎、公共工程金質獎



中沙大橋：全國最大的桁橋梁圍堰改水換底補強  
金質獎特優/金安獎優等

**土木  
工程**

機場、整地、道路、排水橋梁  
護坡、植生景觀、管線工程

**環境  
工程**

掩埋廢棄物分類清除、土壤污染改良  
污水處理、復育工程、廢棄物分類機械製造

**建築  
工程**

辦公大樓、廠辦新建  
特殊建築、集合住宅

**區段  
徵收**

區段徵收工程  
土地重劃、公設工程施工

**開發  
工程**

工業園區開發  
社區開發、租售管理



臺中中區車庫可路555號1樓  
電話：04-222-00000  
傳真：04-222-00000  
E-mail: earthpower@earthpower.com.tw  
E-mail: earthpower@earthpower.com.tw  
E-mail: earthpower@earthpower.com.tw



卓越 | 誠信 | 安全 | 技術 | 品質