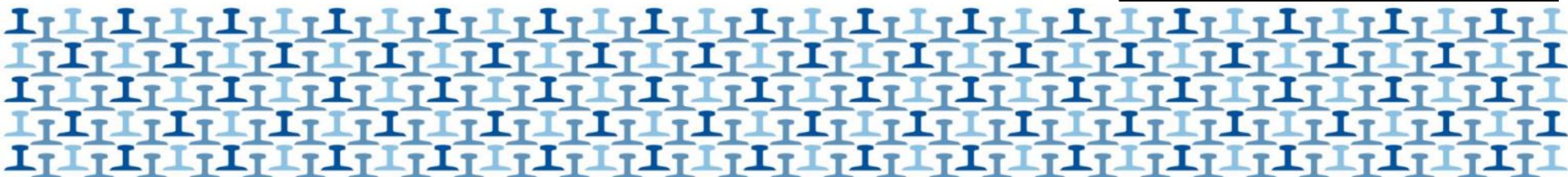
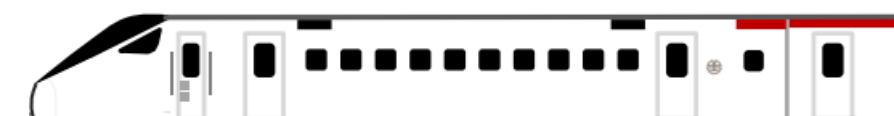


114年鐵道安全管理研討會- 極端氣候下天然災變之預警及應變機制

以本公司東部幹線(北迴線、南迴線)為例

國營臺灣鐵路股份有限公司
營運安全處 林景山處長

114年12月8日



講者簡介



國營臺鐵公司
營運安全處 處長 林景山

學 歷

逢甲大學 交通工程與管理學系研究所

經 歷

- 國營臺灣鐵路股份有限公司 營運安全處副處長、處長
- 交通部臺灣鐵路管理局 運務處副處長
- 交通部臺灣鐵路管理局 運務處高雄運務段段長
- 交通部臺灣鐵路管理局 運務處臺中運務段副段長

專 長

鐵道系統安全風險管理 | 鐵道安全管理系統 | 軌道安全管理
鐵路經營與管理 | 職業安全衛生管理

資 格

OHSAS 1800 主任稽核員訓練合格

簡報大綱

- 壹 環島鐵路面臨氣候變遷挑戰**
- 貳 路線邊坡維護管理**
- 參 落石告警系統**
- 肆 QPE Plus劇烈天氣監控系統**
- 伍 地震設備預警設施**
- 陸 土石流溢流告警系統**
- 柒 東部幹線路線安全提升精進作為**
- 捌 展望臺鐵公司調適能力與韌性**

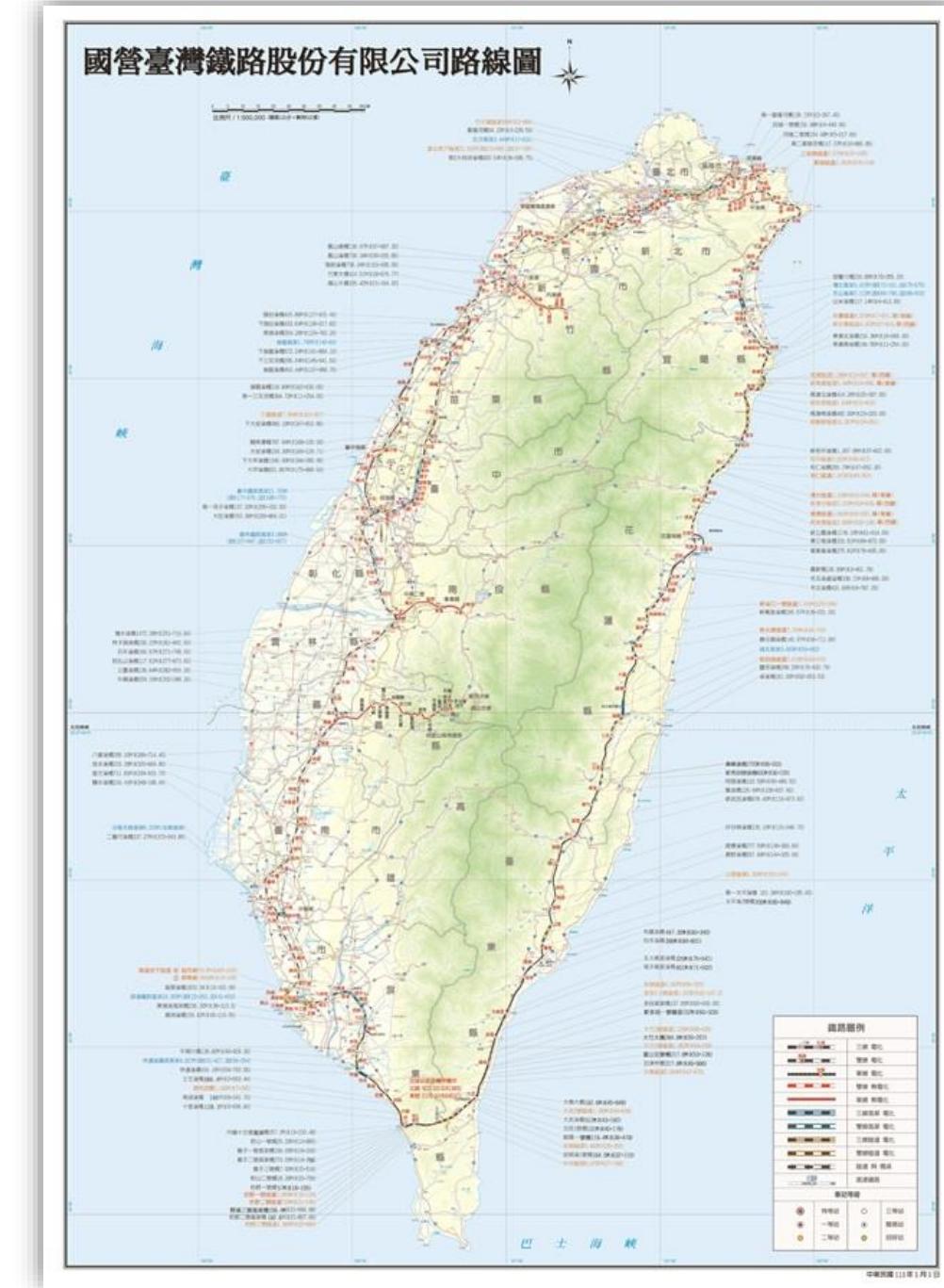


壹、環島鐵路面臨氣候變遷挑戰

國營臺鐵公司營運路線遍及臺灣全島，於氣候變遷與劇烈天氣的雙重嚴峻挑戰下，發展以主動式預防提升鐵路適應韌性的策略。

氣候變遷而引發劇烈天氣，對鐵路營運之影響：

氣候風險因子	衝擊
強降雨	<ul style="list-style-type: none">■ 邊坡穩定度降低、土石流風險提高■ 排水系統無法應付、軌道或隧道淹水■ 路基、橋梁因地表逕流沖蝕、洪水淘刷受損■ 車站或其聯外道路淹水或受坡災衝擊■ 列車因強降雨、強風而無法正常行駛■ 強風造成自動設備中斷■ 樹木倒塌造成訊號與電力設備損壞
強風	<ul style="list-style-type: none">■ 營運場站結構損壞■ 電車線於強風下影響營運■ 強風對行車速限影響
高溫	<ul style="list-style-type: none">■ 軌道挫曲風險■ 因應軌道挫曲之行車速度限制■ 號誌、軌旁設備、電力控制設備過熱
暴潮/風浪 、海平面上升	<ul style="list-style-type: none">■ 臨海軌道邊坡、護岸因暴潮淘刷及沖擊而受損、中斷■ 淹水與侵蝕對臨海鐵路路線設施損害



貳、路線邊坡維護管理

鐵路邊坡養護手冊



文件名稱：鐵路邊坡養護手冊

文件編碼：TRC-C2-03-002

版 次：1.0

公布日期：2024/01/29

實施日期：2024/01/29

權責單位：工務處

列管邊坡

- | | | |
|-----|---|--------|
| A級坡 | • 邊坡有明顯不穩定徵兆，且可能影響列車通行
• 需採取必要之維護、補強、整治或列車通行管理等緊急處理措施，並配合密切巡查及監測 | 0 處 |
| B級坡 | • 邊坡有疑似不穩定徵兆，且可能影響列車通行
• 需採取必要之維護、補強或整治措施，並加強巡查及監測 | 3 處 |
| C級坡 | • 邊坡無明顯不穩定徵兆
• 仍需進行巡查或例行性維護，並視需要進行監測 | 1807 處 |
| D級坡 | • 邊坡處於穩定狀況
• 仍需進行巡查
• 或可解除列管，回歸各路線保養作業 | 3427 處 |

0 處

3 處

1807 處

3427 處

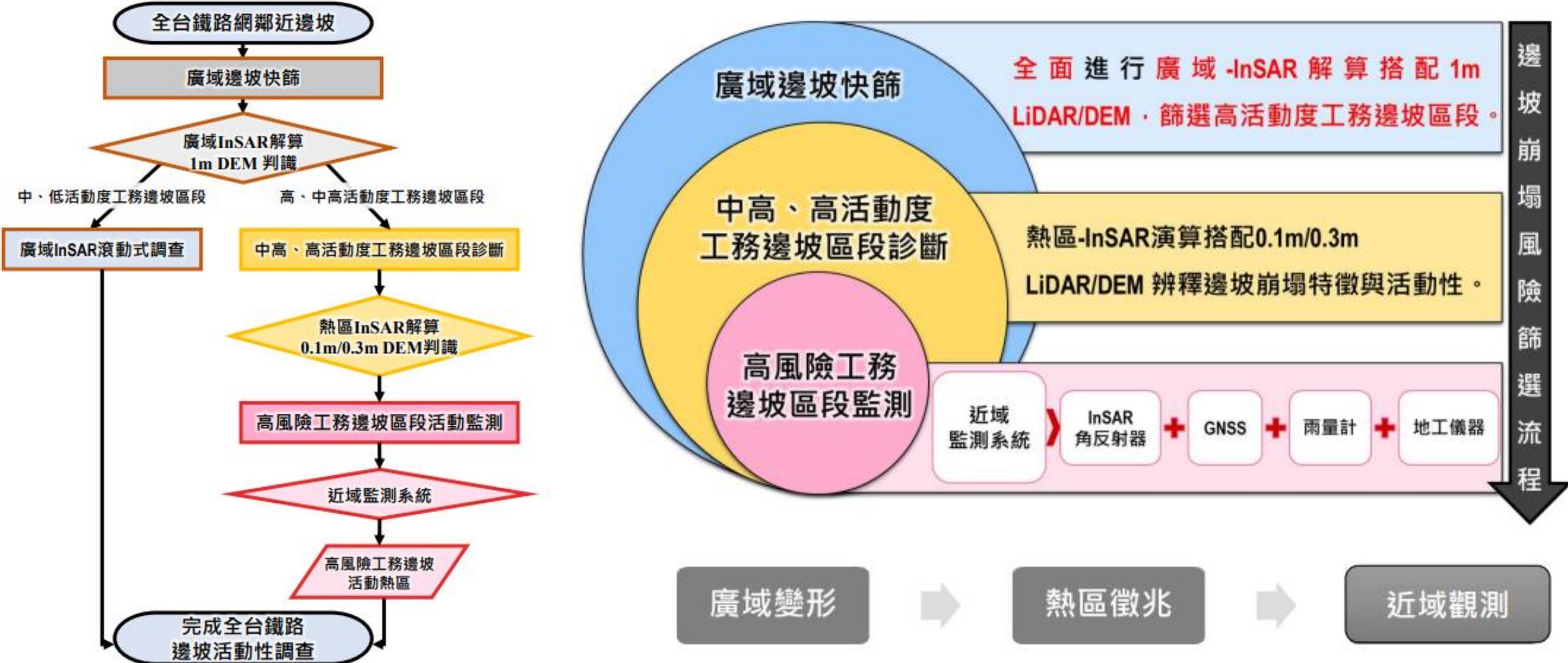
本公司全線地科儀器及氣象感知器設置狀況

種類	荷重計 (支)	傾度管 (支)	水位觀測井 (支)	水位計 (支)	水壓計 (支)	傾斜儀 (處)	裂縫尺 (個)	裂縫儀 (處)
數量	15	25	6	14	5	27	14	13
合計	119							

- 本公司鐵路邊坡養護手冊於109年12月訂定施行，並於112年6月修訂並核定頒布。
- 環島鐵路營運全線列管邊坡共5,237處。
- 委由專業廠商依規定辦理相關巡查、監測及檢測作業。

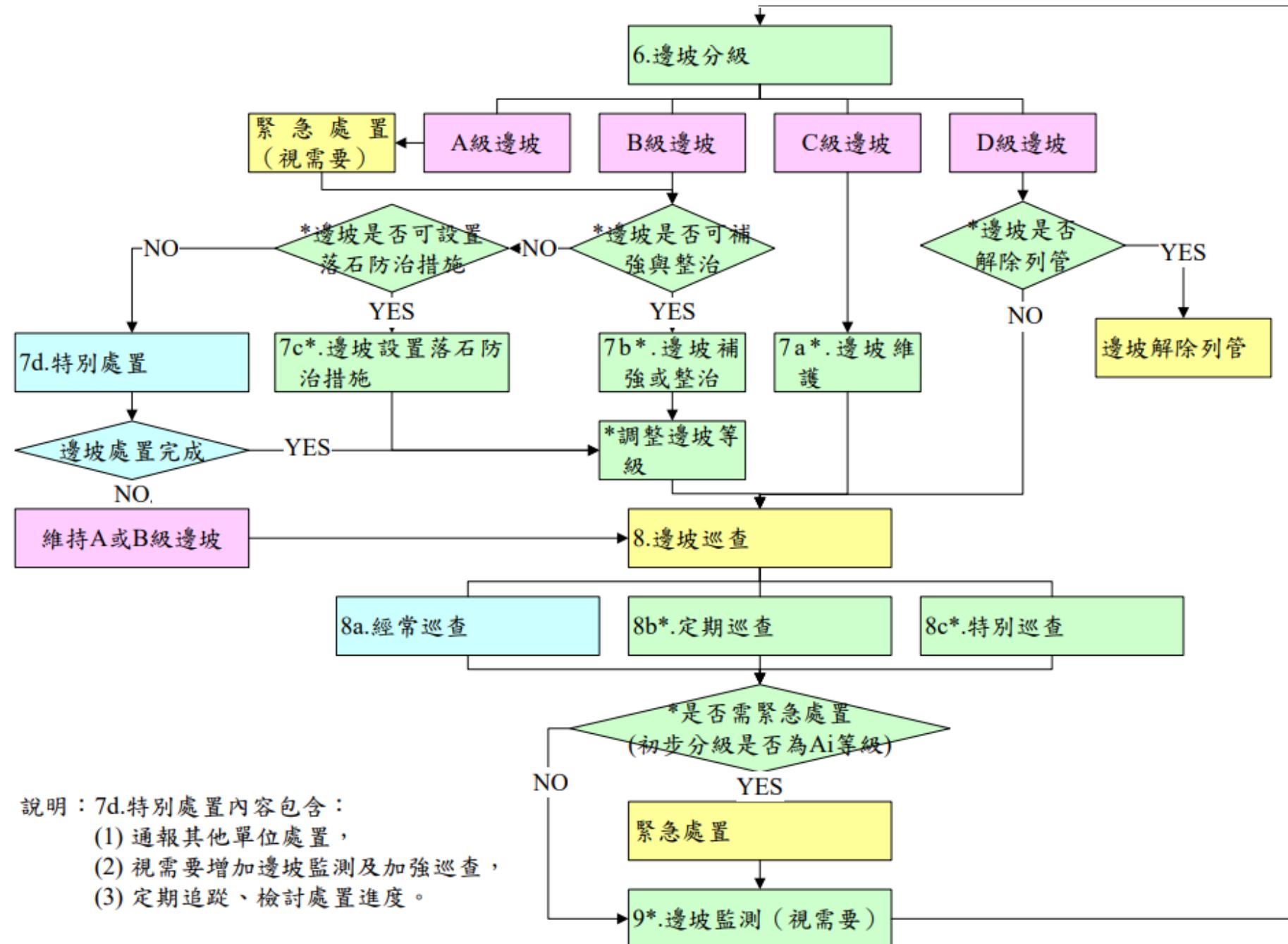
貳、路線邊坡維護管理

邊坡區段風險等級分析



貳、路線邊坡維護管理

邊坡維護管理作業



參、落石告警系統

系統簡介



國營臺灣鐵路股份有限公司
落石告警系統 DWS

異物自動
偵測系統

監視設備
(CCTV)

AI辨識系統

異物告警
警報裝置

蜂鳴器、
警示燈

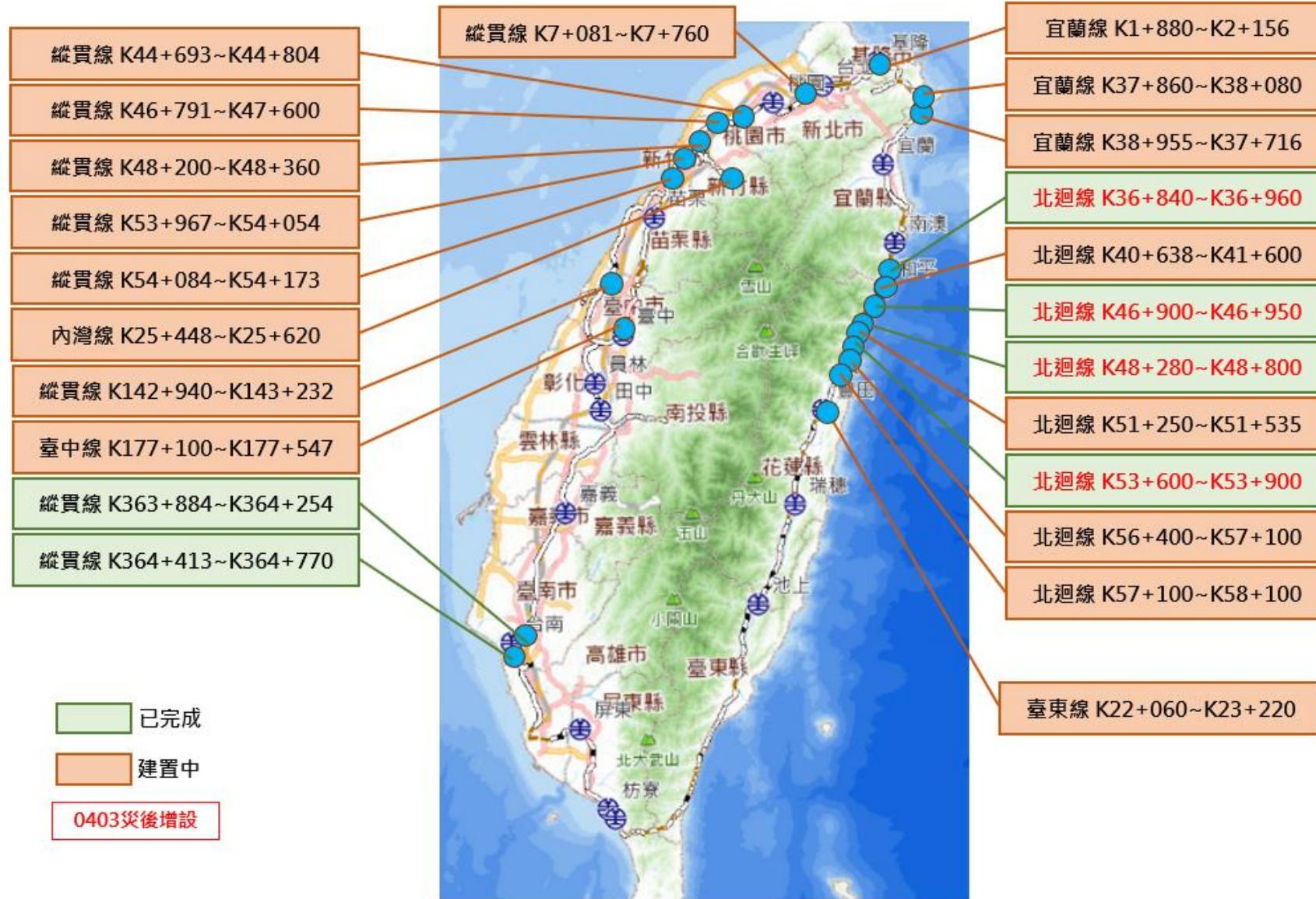
跑馬燈



參、落石告警系統

設置地點

第二階段落石告警系統設置規劃分佈圖



本公司落石告警系統設置時程-共計49處

時程	設置規劃	完成進度
第一階段	26處	1. 112年底皆已全數完成
第二階段	23處 (含0403災後增設4處)	1. 114年9月底前已完成6處 2. 預計114年底前全數完成



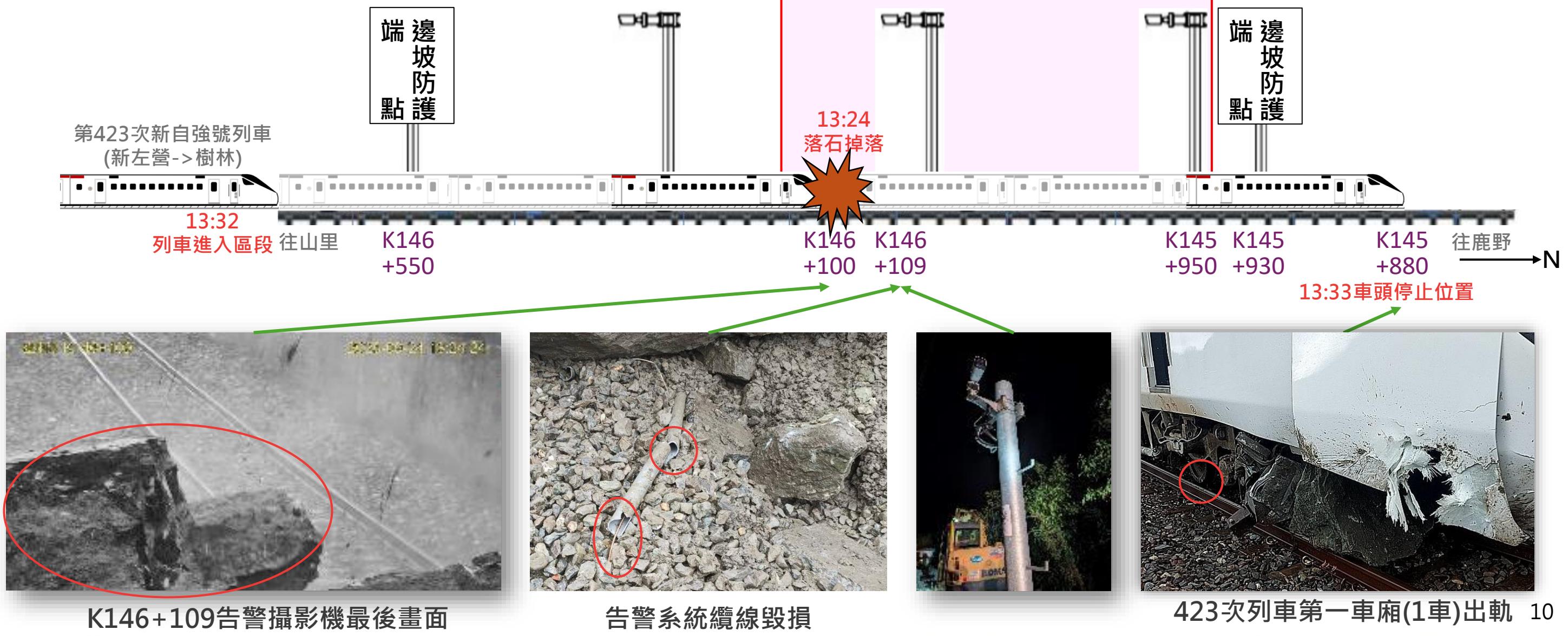
0403 花蓮強震災後作為

受地震影響導致蘇花路廊地質更加脆弱，與近年極端氣候因素，常有強降雨的情況發生，本公司積極以增加路廊韌性，維繫通行安全為最高原則，就各項安全輔助設備改善，其中增設4處落石告警系統。

參、落石告警系統

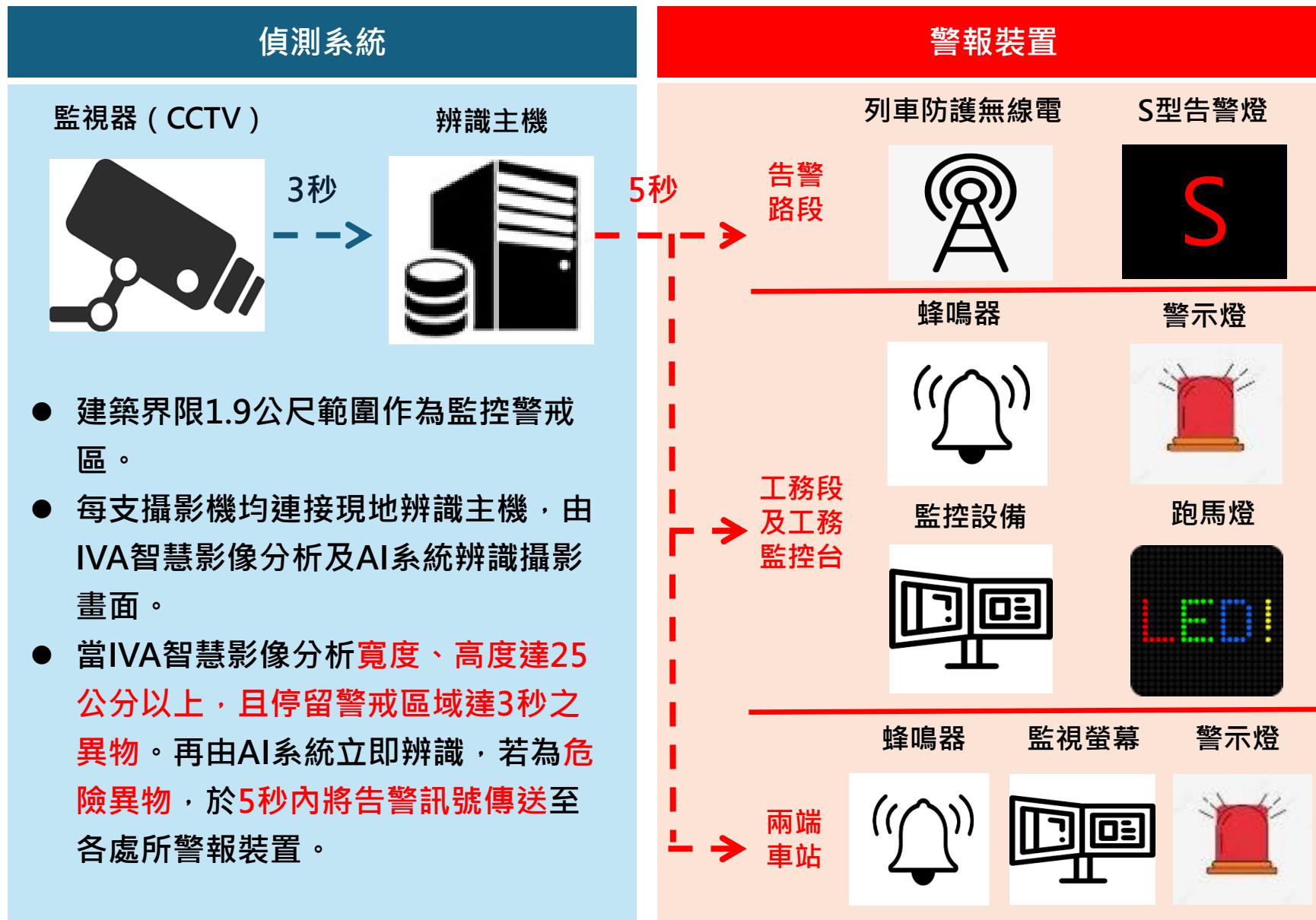
114/09/24日 鹿野=山里落石擦撞列車事故

本公司於臺東線K146區段，共設置20支AI攝影機



參、落石告警系統

系統架構



本公司營運路線上S型告警燈(和仁站)

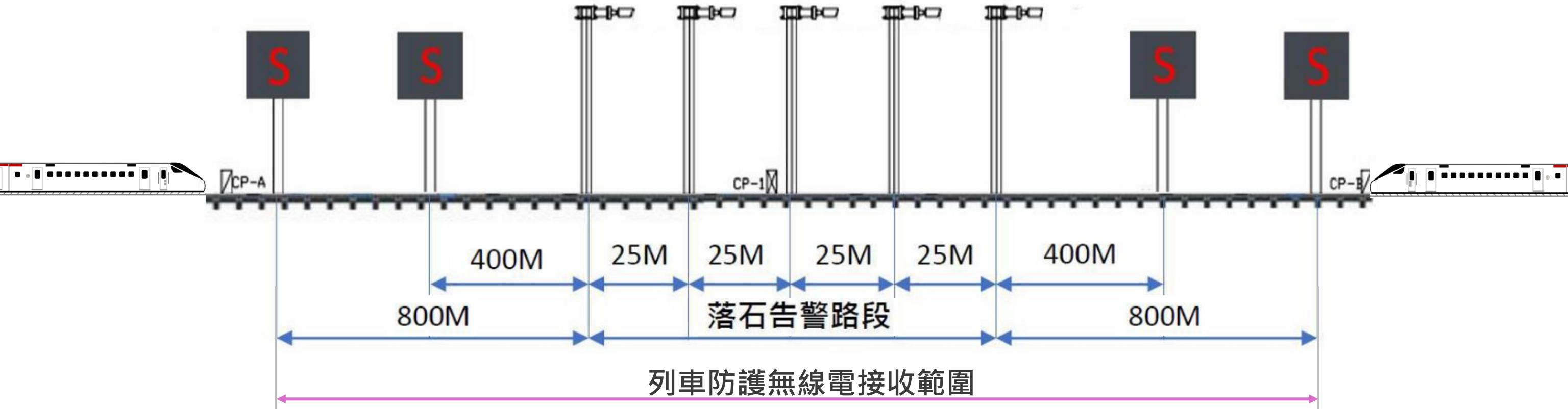


本公司行控中心工務監控臺



參、落石告警系統

系統運作機制



落石告警路段

- 每25M裝設槍型辨識攝影機
- 前後400M及800M各裝設1支 S形告警燈

列車防護無線電接收範圍

- 裝設於告警路段中央，蓋告路段前後 800M 處
- 結合 TSR列車臨時速限系統 同步發送告警

肆、QPE Plus劇烈天氣監控系統

系統架構



國營臺灣鐵路
股份有限公司

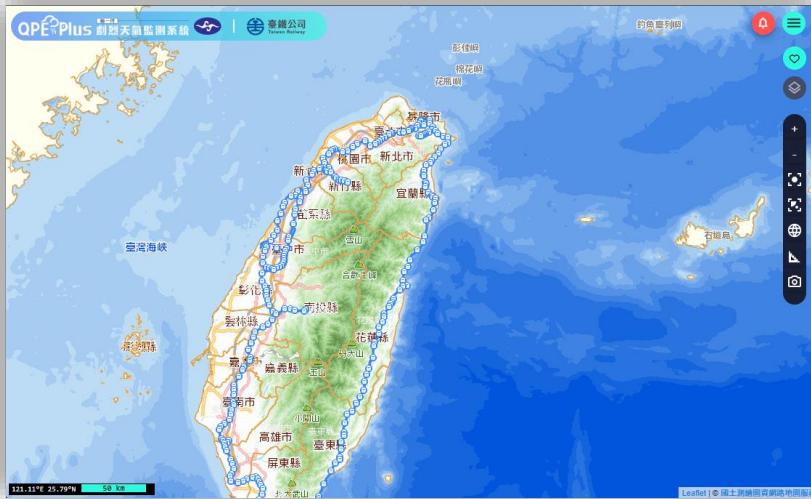
跨領域整合
簽訂MOU



新一代
QPE Plus 創烈天氣監測系統

全天候24小時提供天氣資訊三大功能模組，並與本公司各氣象感應器數據整合

地圖模組



圖輯模組



監控模組



國營臺灣鐵路股份有限公司與交通部中央氣象署 合作備忘錄

國營臺灣鐵路股份有限公司（以下簡稱臺鐵公司）與交通部中央氣象署（以下簡稱氣象署）基於資源共享之理念，簽訂本合作備忘錄，以達成大氣測量技術、促進氣象資訊應用、強化臺鐵公司於地震、颱風、豪大雨、強風及其他極端天氣發生之氣象資訊掌握能力、提升鐵路運輸之安全營運與災害應變效能。雙方合作議項如下：

第一條 合作內容

- (一) 諸氣象站協助項目如下：
 1. 諸鐵道附近劇烈天氣（颱風、豪大雨）等相關資訊，供臺鐵公司進行車輛運行方案參考。
 2. 鐵道沿線車站之鄉鎮行政機關資料，供臺鐵公司轉載於各地車站、營運列車上之資訊板與企業網站、服務軟體之APP，用知旅客大眾。
 3. 於颱風警報期間提供鐵道沿線之網格點風場與定量降雨預報資料，供臺鐵公司進行災情應變為策參考。
 4. 現有臺鐵公司客製化 QPE Plus 系統功能強化與擴充。
 5. 依據臺鐵公司需求提供劇烈天氣事件期間歷史氣象觀測資料，以利臺鐵公司檢討修正監控機制、修復缺標準及應變作為。
 6. 氣象站、雨量站站點選址、設備規格及檢視建議建議。
 7. 依據臺鐵公司需求提供客製化氣象專業教育訓練。
 8. 研議導入AI技術，提升氣象與環境資料之處理及應用，以增進決策應變能力。

(二) 諸臺鐵公司協助項目如下：

1. 由臺鐵公司提供鐵道沿線所設之氣象、地表與地盤變形監測 (GNSS) 資料，以利氣象署運用於氣象預報與研究等使用。
2. 提供合適地點，供氣象署架設自動氣象觀測、雷達遙測或地震監測等設備；設置地點及形式須事先由臺鐵公司審查通過。
3. 臺鐵公司提供臺鐵鐵道訊號路、協助氣象、地震觀測。

資料之即時傳輸。
(三)雙方定期舉行工作會議，交流討論產品使用及需求，並隨時檢討合作內容。

第二條 保密條款

- 1.雙方需配合各式資料非公開規範。
- 2.雙方知悉各自內部涉及非公開或內部使用的資料，應盡保密義務，未經對方書面同意不得對外揭露及轉供第三人使用。
- 3.第三條 合作備忘錄生效後，得正式終止。
本公司作廢日起自完成簽署日起生效，得正式終止，應由一方於完成簽署後 3 個月以書面方式提出，並經雙方同意後得正式終止。本合作議項書正本，副本各 2 份，由雙方各執正、副本 1 份。

國營臺灣鐵路股份有限公司

交通部中央氣象署

簽署人
國營臺灣鐵路股份有限公司
代表人：董事長鄭光遠

簽署人
交通部中央氣象署
代表人：署長呂國旌

簽署：鄭光遠

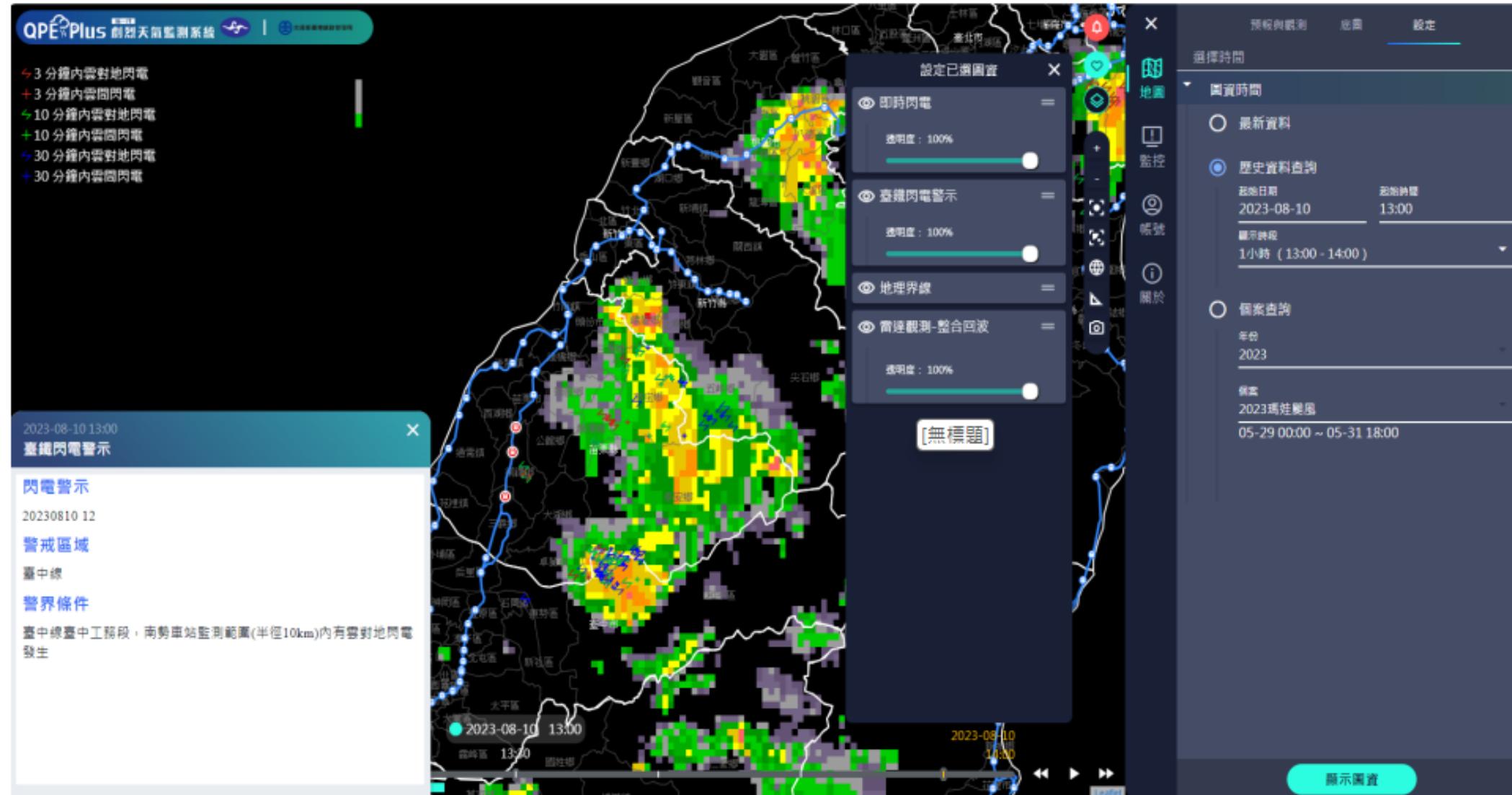
簽署：呂國旌

中華民國 114 年 9 月 30 日

2

肆、QPE Plus劇烈天氣監控系統

地圖模組



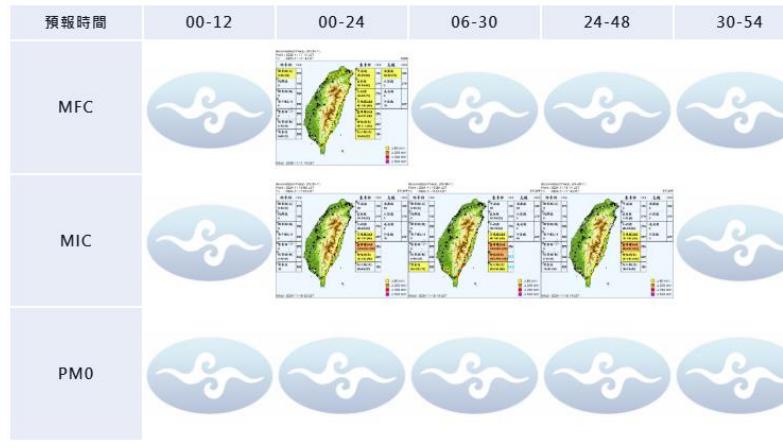
可顯示圖資之資訊

- 雷達回波圖
- 累積雨量分布
- 紅外線雲圖
- 可見光雲圖
- 即時閃電位置
- 颱風路徑資訊

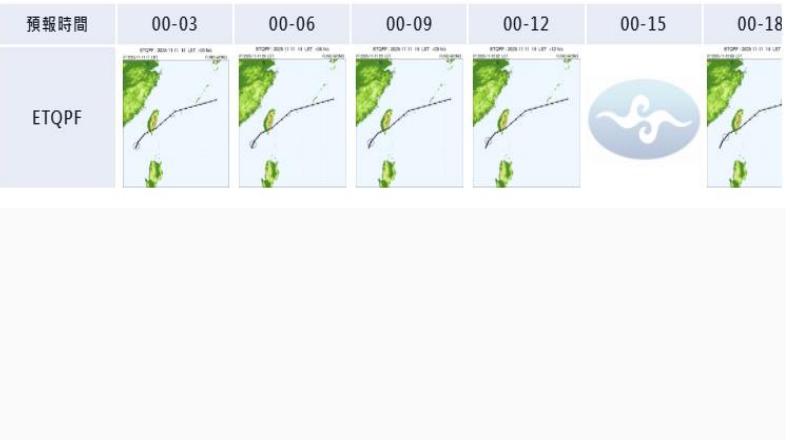
肆、QPE Plus劇烈天氣監控系統

圖輯模組

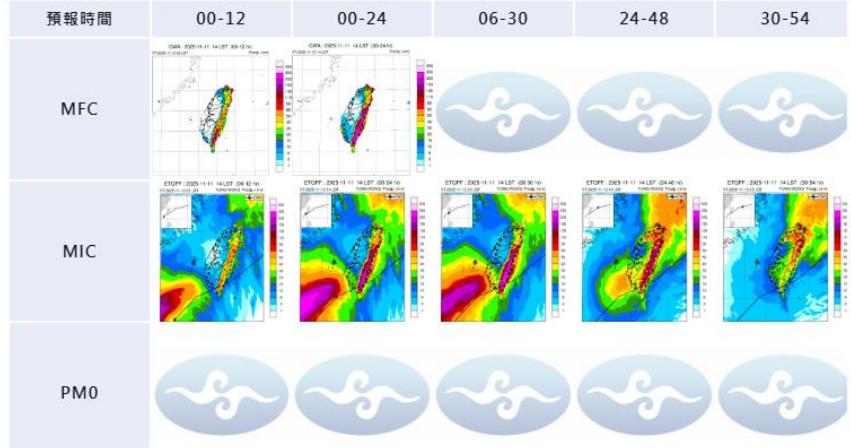
24小時全線累積雨量圖



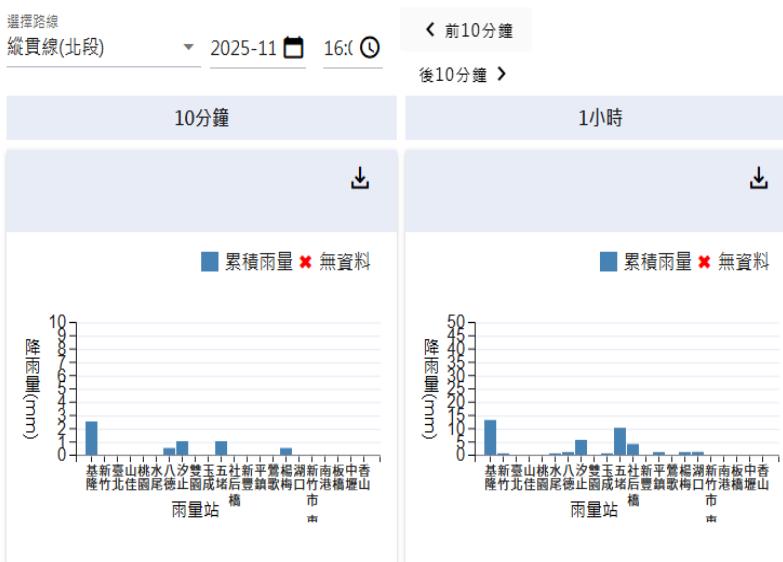
颱風路徑圖



24 / 72小時累積雨量圖



各路線轄區測站雨量圖



肆、QPE Plus劇烈天氣監控系統

監控模組



監控總覽資訊

001	◆	002	◆	003	◆	004	◆	005	◆	006	◆	007	◆	008	-	009	-	010	-
011	-	012	-	013	-	014	-	015	-	016	-	017	-	018	-	019	-	020	-
021	-	022	-	023	-	024	-	025	-	026	-	027	-	028	-	029	-	030	-
031	-	032	-	033	-	034	-	035	-	036	-	037	-	038	-	039	-	040	-
041	-	042	-	043	◆	044	◆	045	▲	046	-	047	◆	048	◆	049	▲	050	▲
051	▲	052	-	053	-	054	-	055	-	056	-	057	-	058	-	059	▲	060	▲
061	▲	062	▲	063	▲	064	◆	065	▲	066	◆	067	◆	068	◆	069	◆	070	◆
071	◆	072	-	073	-	074	-	075	-	076	◆	077	◆	078	-	079	-	080	-
081	-	082	-	083	-	084	-	085	◆	086	▲	087	◆	088	◆	089	▲	090	▲
091	-	092	-	093	-														

搜尋關鍵字

警示	警示理由	項次	路段	工務段	分駐所	站名	站號	10分鐘	1小時	3小時	6小時	12小時	24小時
▲	186.50超過24小時行動值150.0	045	中央隧道K023+400~700西口K032+000東口	高雄工務段	枋寮工務分駐所	達仁林場	COSA90	0.0	0.5	13.5	14.5	89.0	186.5
▲	306.00超過24小時行動值300.0	049	宜蘭線K11+900~K12+600	宜蘭工務段	瑞芳工務分駐所	大粗坑	81AI30	22.5	58.0	109.0	171.5	253.0	306.0
▲	306.00超過24小時行動值300.0	050	宜蘭線K13+683~K13+770	宜蘭工務段	瑞芳工務分駐所	大粗坑	81AI30	22.5	58.0	109.0	171.5	253.0	306.0
▲	306.00超過24小時行動值300.0	051	宜蘭線K015+300~K015+450候硐~三貂嶺間	宜蘭工務段	瑞芳工務分駐所	大粗坑	81AI30	22.5	58.0	109.0	171.5	253.0	306.0
▲	152.00超過24小時行動值130.0	059	平溪支線三貂嶺~大華站K001+680~K001+720	宜蘭工務段	瑞芳工務分駐所	三貂嶺	01AF90	2.0	14.0	32.0	51.0	97.0	152.0
▲	145.00超過24小時行動值130.0	060	平溪支線大華~十分站K004+580~K004+620	宜蘭工務段	瑞芳工務分駐所	平溪旅遊	NUP460	1.0	18.0	30.0	54.0	94.0	145.0
▲	145.00超過24小時行動值130.0	061	平溪支線望古~嶺腳站K010+200~K010+300	宜蘭工務段	瑞芳工務分駐所	平溪旅遊	NUP460	1.0	18.0	30.0	54.0	94.0	145.0
②	136.50超過24小時行動值130.0	061	平溪支線望古~嶺腳站K010+200~K010+300	宜蘭工務段	瑞芳工務分駐所	火燒寮	C2A650	1.0	7.5	22.5	48.5	86.5	138.5

監控警示項目

- 北迴線、南迴線及支線重點路段
- 北迴線、南迴線及支線重點橋梁
- 全線土石流潛勢溪流
- 全線即時閃電

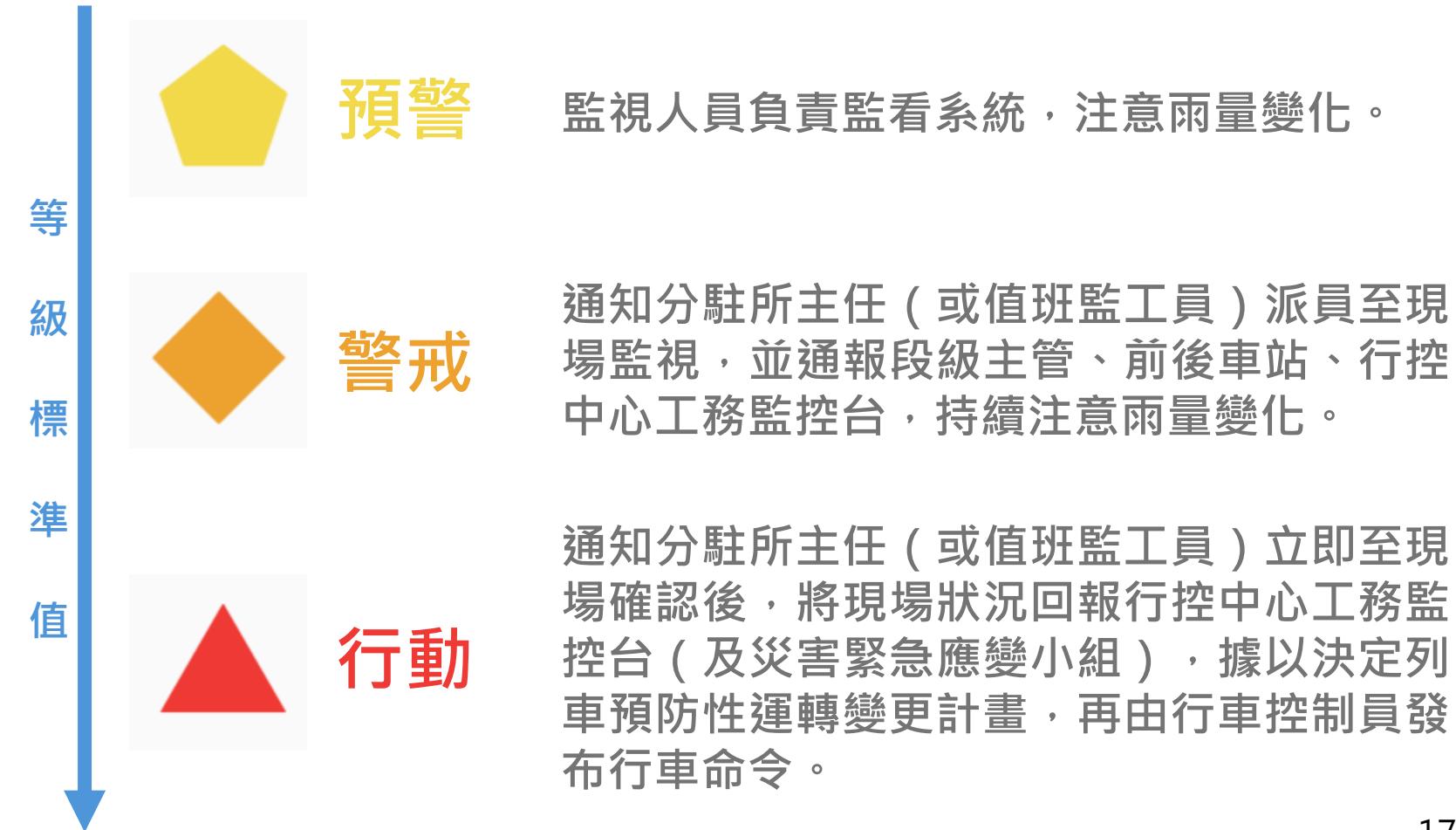
即時資料監看項目

- 各車站雨量
- 路線里程雨量
- 橋樑雨量
- 隧道雨量
- 各氣象站地面觀測
- 各氣象站雨量觀測

肆、QPE Plus劇烈天氣監控系統

數據值應變處置

本公司行控處工務監控臺針對重點路段採全天候24小時監控，若監控路段及橋樑達到等級標準值，即刻通報現場工務單位進行現地勘驗，透過主動式監控、提前預警與即時應變等三大作為防範災害發生。



伍、地震設備預警設施

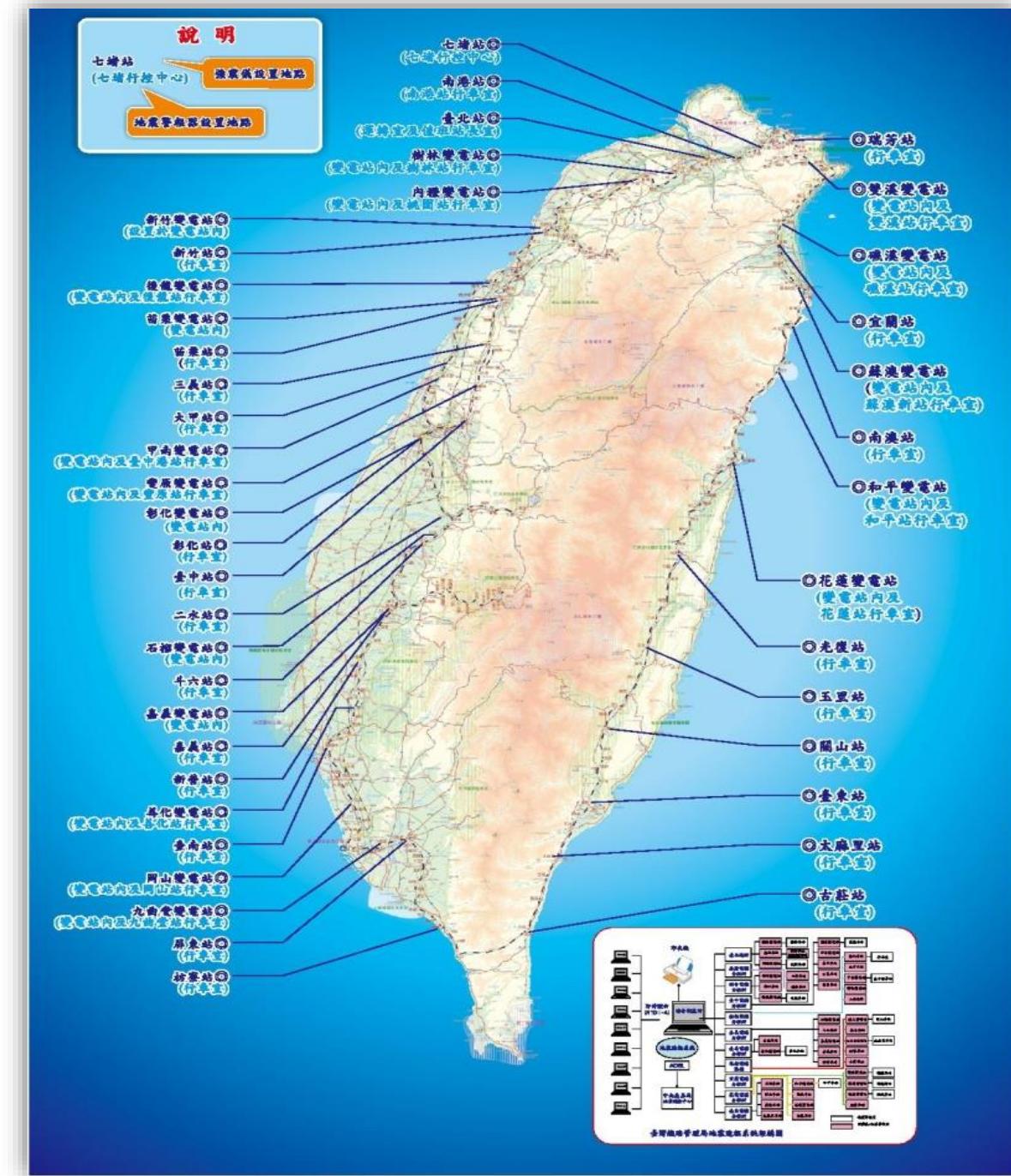
地震速報系統沿革

• 民國91年

交通部臺灣鐵路管理局與交通部中央氣象局合作建置鐵路沿線車站及變電站強震儀觀測站及客製化地震速報系統。

• 民國108至109年

簽訂地震測報合作協議，辦理地震速報系統優化案，增設強震觀測站，並全面更新警報器、地震速報系統子中心升級

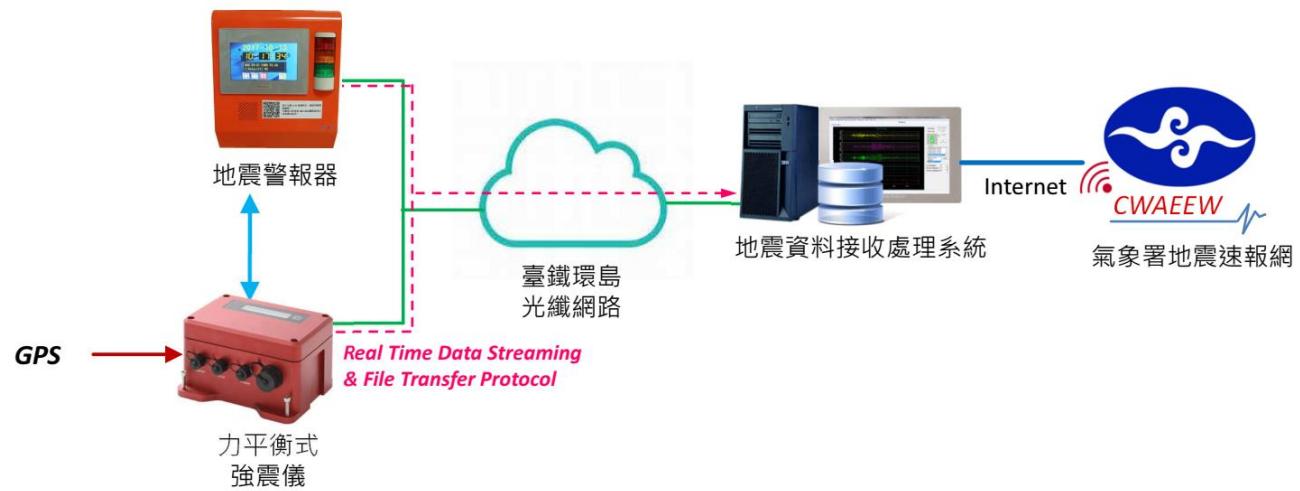


伍、地震設備預警設施

地震速報系統更新計畫



國營臺灣鐵路股份有限公司



強震儀設備50套更新採購案計畫

• 計畫內容

- 本公司於113年編列預算新台幣2,205萬元辦理該項計畫，已於113年11月決標，預計114年12月底完成50套強震儀設備更新。
- 全面更新沿線強震儀設備，提升地震測報精確度及設備妥善率、加速地震資訊傳輸即時性，並增加不斷電系統降低設備營運中斷地震監測風險。

• 四大更新策略

- 1) 提升強震儀規格及網路傳輸速度
- 2) 加速資訊匯流及增設不斷電系統
- 3) 因應0403重建專案增設和仁、崇德地震測報站
- 4) 告警訊息結合行調無線電、監測數據共享交流

伍、地震設備預警設施

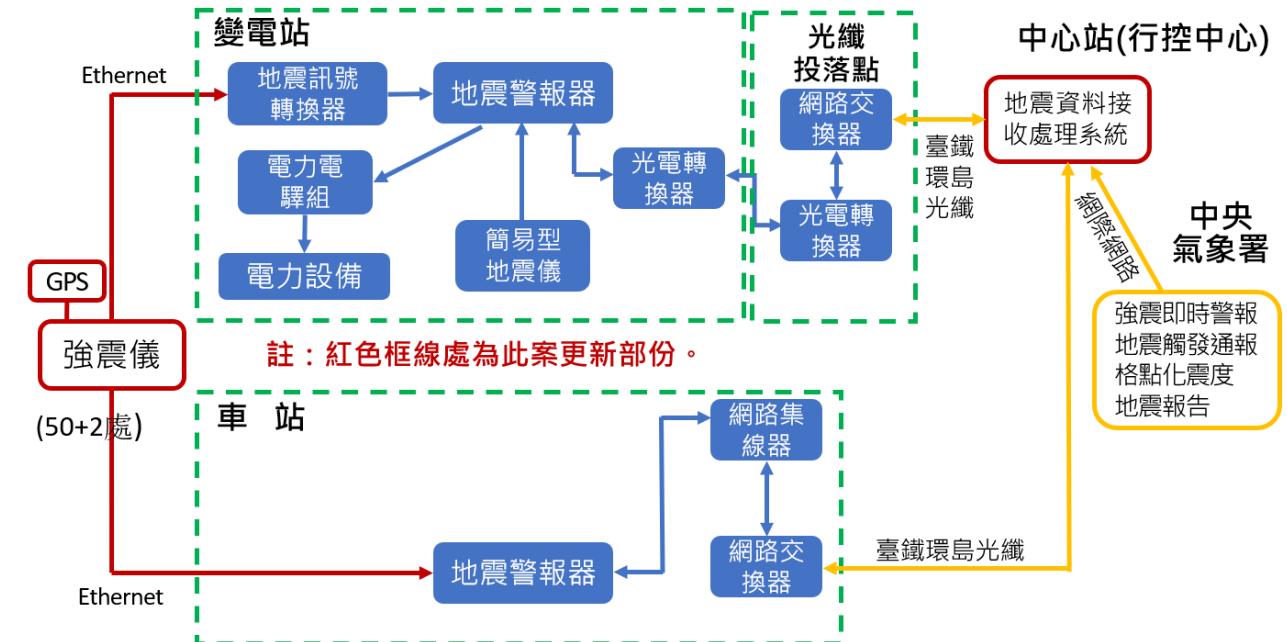
地震速報系統更新計畫

提升強震儀規格及網路傳輸速度

新型強震儀提供更精確感測精度、時間校正、防水防塵功能，高溫耐熱操作環境，提高整體設備穩定度及國有產品自主生產能力、減少設備、零件供應缺料、斷貨風險。



由傳統RS232點對點通訊更新為多點同步通訊，提升為遠距傳輸並同時連接多組設備，並即時提供地震資料串流檔案上傳，亦藉由乙太網路大幅提升抗干擾能力及傳輸穩定性。

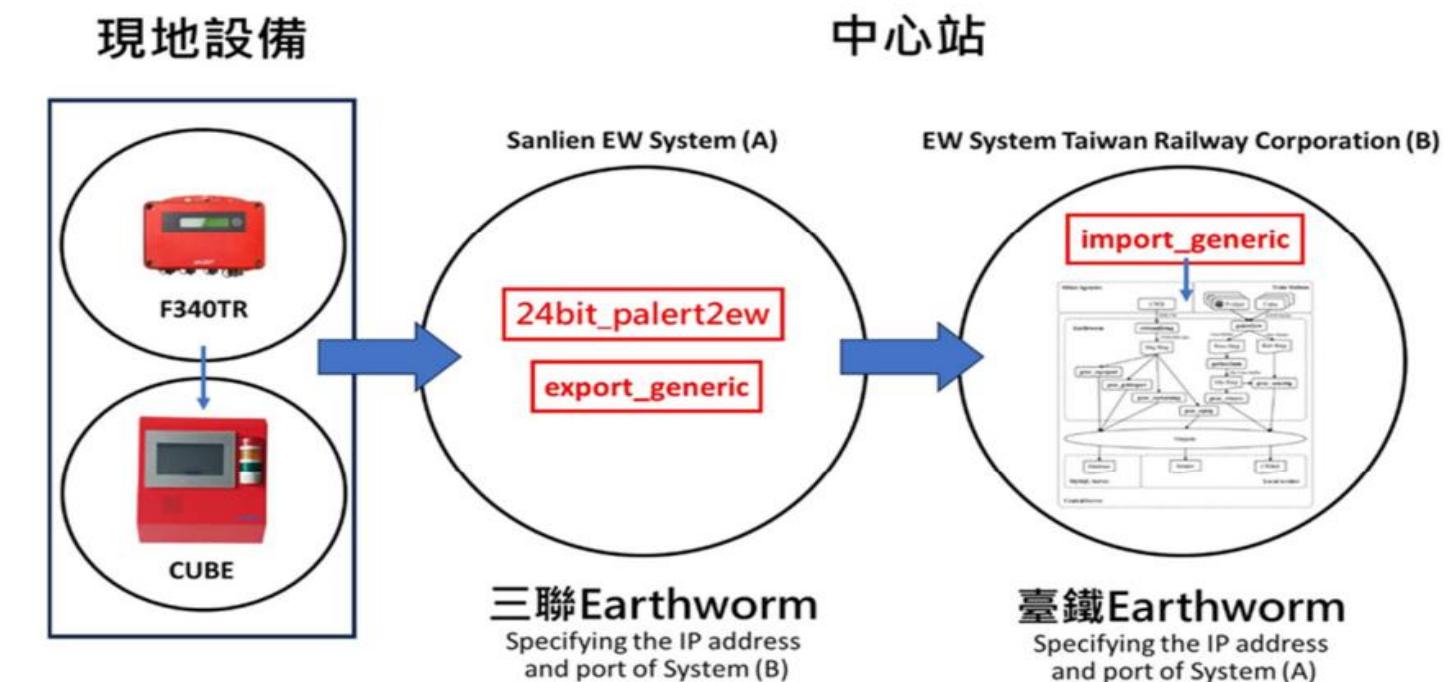


伍、地震設備預警設施

地震速報系統更新計畫

加速資訊匯流及增設不斷電系統

- 中心子系統更新SanDAS軟體，強化資料收集及設備監控：
 - 有效管控F340TR**地震監控**、**設定**、**資料擷取**，同步記錄封包時間、地理位置等資訊。
 - 利用SanDAS或F340TR網頁界面存取，提升**地震資料蒐集處理**及**設備監控功能**。
- 增設不斷電系統，降低設備監控中斷風險：配合F340TR強震儀**連接不斷電系統**安裝，當外接電源中斷時，強震儀亦能維持正常運作超過8小時，且具備充電功能，大幅降低設備運作中斷風險及提升運作穩定性。

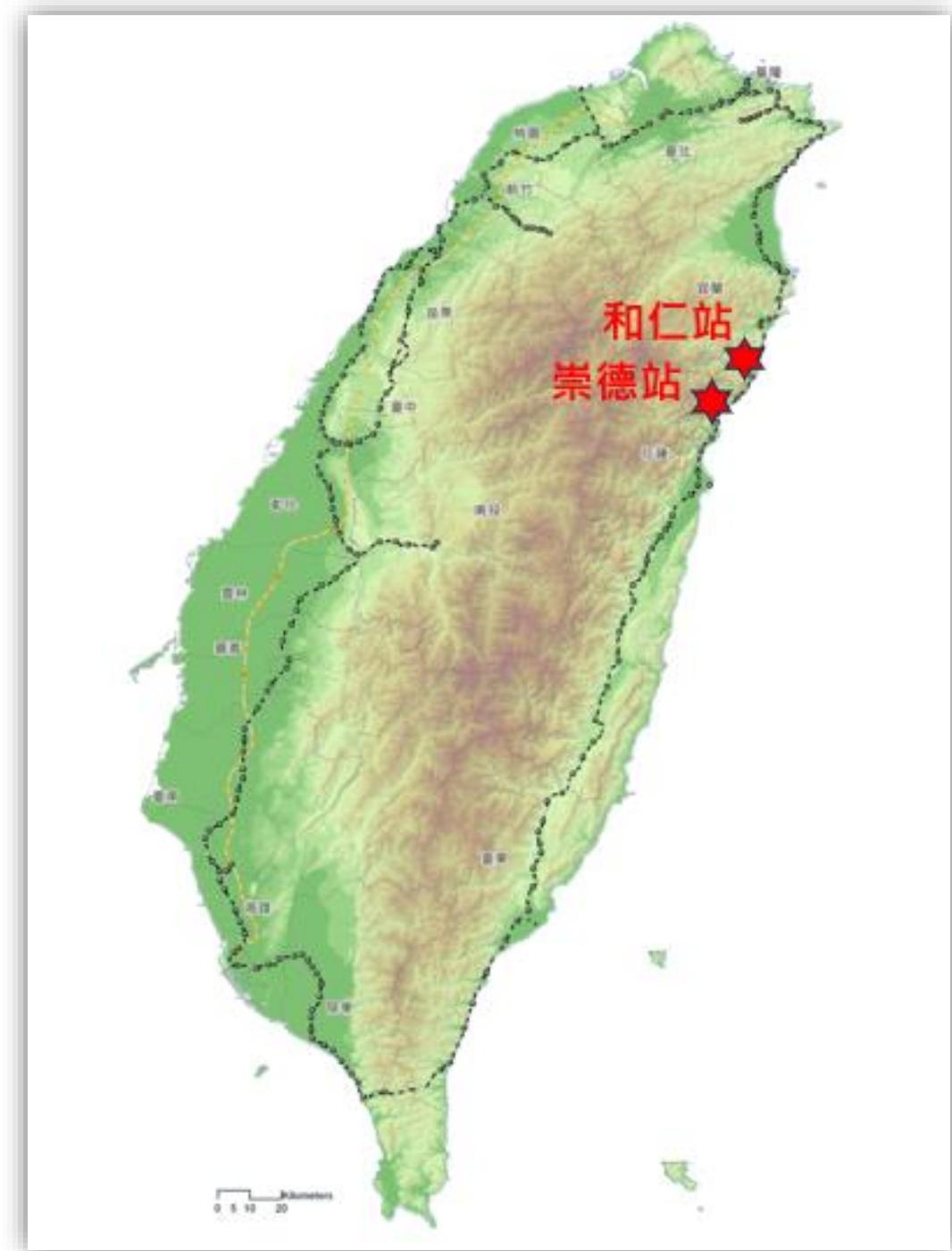


伍、地震設備預警設施

地震速報系統更新計畫

因應0403重建專案增設和仁、崇德地震測報站

- 本公司積極辦理安全提升行動，於本次地震速報系統更新計畫增設和仁、崇德等兩處強震觀測站。
- 以提升地震告警應變效率，和仁站、崇德站強震儀及警報器，已於114年8月建置完成並上線運作。
- 效益：
 - 提高北迴線強震儀測站密度，加速車站地震通報應變效率。
 - 縮短應變巡察範圍、減少路線巡察時間耗費。



伍、地震設備預警設施

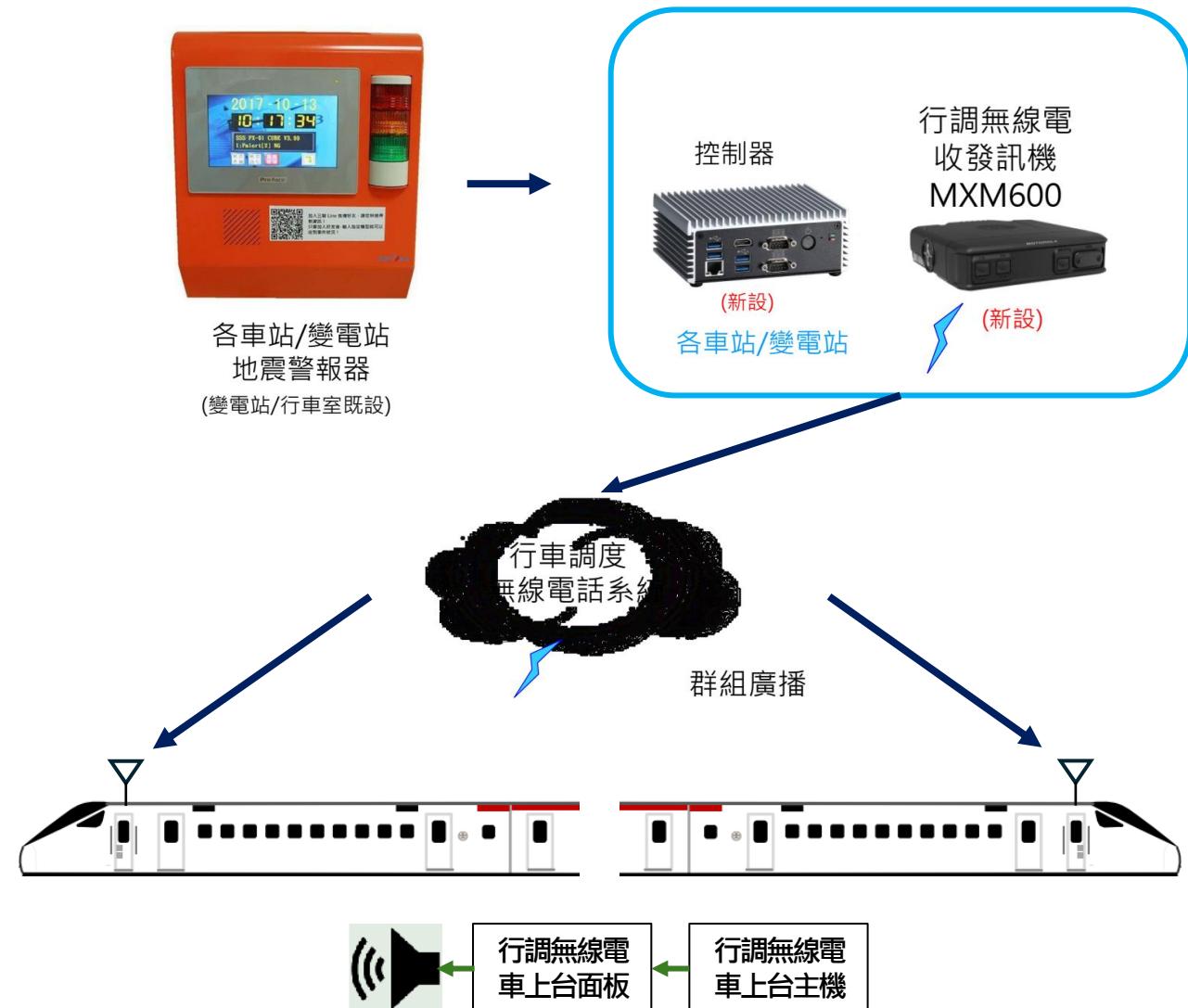
地震速報系統更新計畫

114 年底前上線測試
115 年底前正式啟用

告警訊息結合行調無線電、監測數據共享交流

- 告警訊息結合行調無線電：
 1. 確保地震告警訊息傳遞即時性，以維行車安全。
 2. 擷取變電站或車站之地震警報器訊號，轉成無線電語音廣播至列車駕駛室，使地震告警資訊第一時間通知列車駕駛。
- 監測數據資源共享交流

藉由與中央氣象署簽署合作備忘錄，加深地震監測數據資源共享、研究應用，提升地震監測精確度及即時性，增進決策應變能力。



伍、地震設備預警設施

本公司地震決策系統

本公司所列之地震事件
列表(含最大震度)

該次地震全路線震度分布

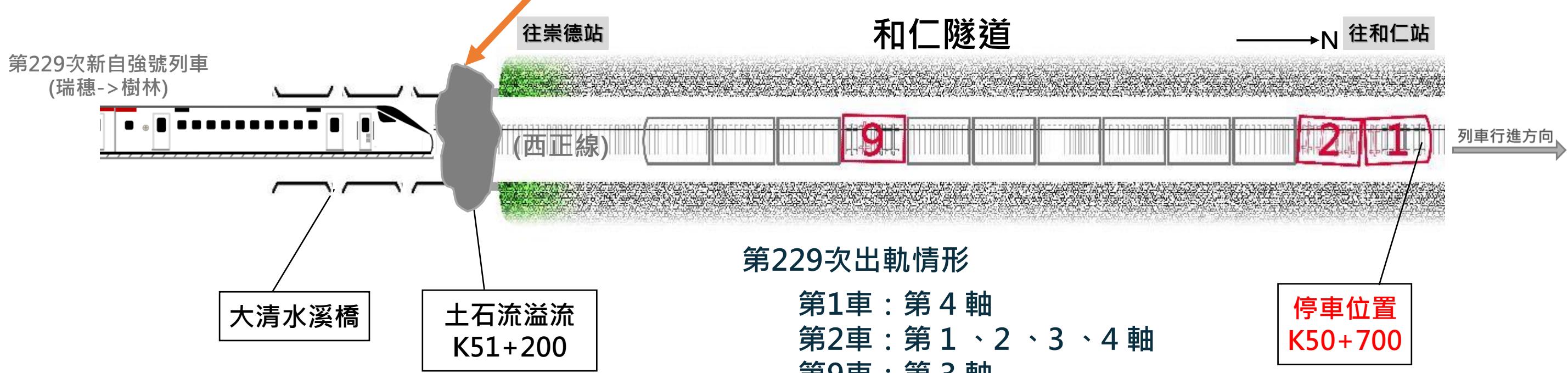
自動顯示該次地震各測站
震度及其對應巡檢路段



陸、土石流溢流告警系統

113/06/21日 崇德=和仁土石流溢流出軌事故

事故地點：K51+200
(大清水溪橋上)



陸、土石流溢流告警系統

- 建置防護欄、監控柱、光學雨量計、風速風向計、都普勒雷達水位探測器、土石流CCTV監視器及土石流告警運算器等設備。
- 全天候偵測土石流溢流狀況、風力、雨量，並於本公司行控中心設置告警接收盒及監視螢幕，由控制員即時緊急應變並依告警情形發布行車命令。



- 本公司與國內鐵道專業學術單位合作，發展鐵道核心設備國產化，並實現社會責任發展產學合作，培育國內鐵道專業人才。



柒、東部幹線路線安全提升精進作為

臺鐵宜花東路段鐵路設施安全改善計畫

本公司於113年6月29日邀集交通部鐵道局、國內專業顧問公司及技師公會，共同辦理宜蘭線（八堵至蘇澳）、北迴線（蘇澳新至花蓮）與臺東線（花蓮至臺東）等路線，共225處C級邊坡及41處跨河橋梁現地勘查，並委託專業工程顧問公司辦理後續分析及綜合評估，擬定本計畫後陳報交通部核定，並預定於114年底前核定後辦理各項招標作業。

項次	分項計畫項目	項次	分項計畫項目
一、北迴線受損路段復建補強工程計畫		2-2	橋梁安全性提升作業(K42+900和中北溪橋)
1-1	K36邊坡整治	2-3	橋梁安全性提升作業(K46+940新和仁溪橋)
1-2	K40上邊坡潛在風險評估及加固工程	2-4	南迴線K10+850~K23+550間9處邊坡
1-3	K48和仁隧道北口增設明隧道	三、實體阻隔告警監測補強工程計畫	
1-4	K51邊坡整治及增設防護設施	3-1	宜蘭工務段實體阻隔告警系統補強及地工儀器裝設工程
1-5	K53邊坡整治	3-2	花蓮工務段實體阻隔及告警系統補強工程
1-6	K56崇德增設明隧道及箱涵改善	3-3	臺東工務段實體阻隔及告警系統補強工程
二、邊坡及跨土石流潛勢溪流橋梁之防災整備工程計畫		3-4	高雄工務段實體阻隔及告警系統補強工程
2-1	宜蘭工務段35處邊坡改善		

柒、東部幹線路線安全提升精進作為

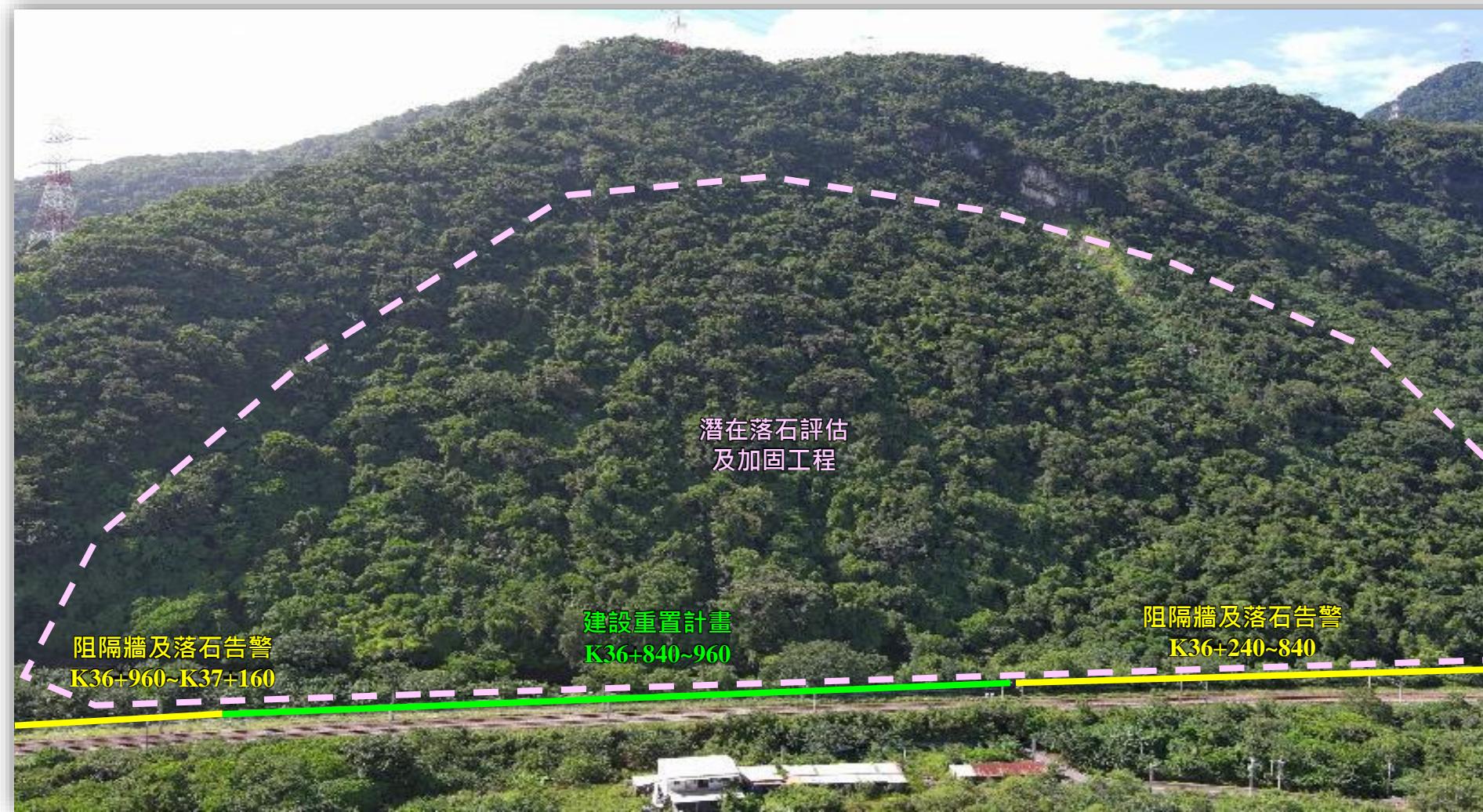
北迴線受損路段復建補強工程計畫



柒、東部幹線路線安全提升精進作為

北迴線K36路段 (漢本車站南端)

規劃上邊坡潛在風險評估及加固工程、山側設置阻牆牆及落石告警系統(約K36+240~840及K36+960~K37+160，共約 800m)。



柒、東部幹線路線安全提升精進作為

北迴線K40路段 (和平車站南端)

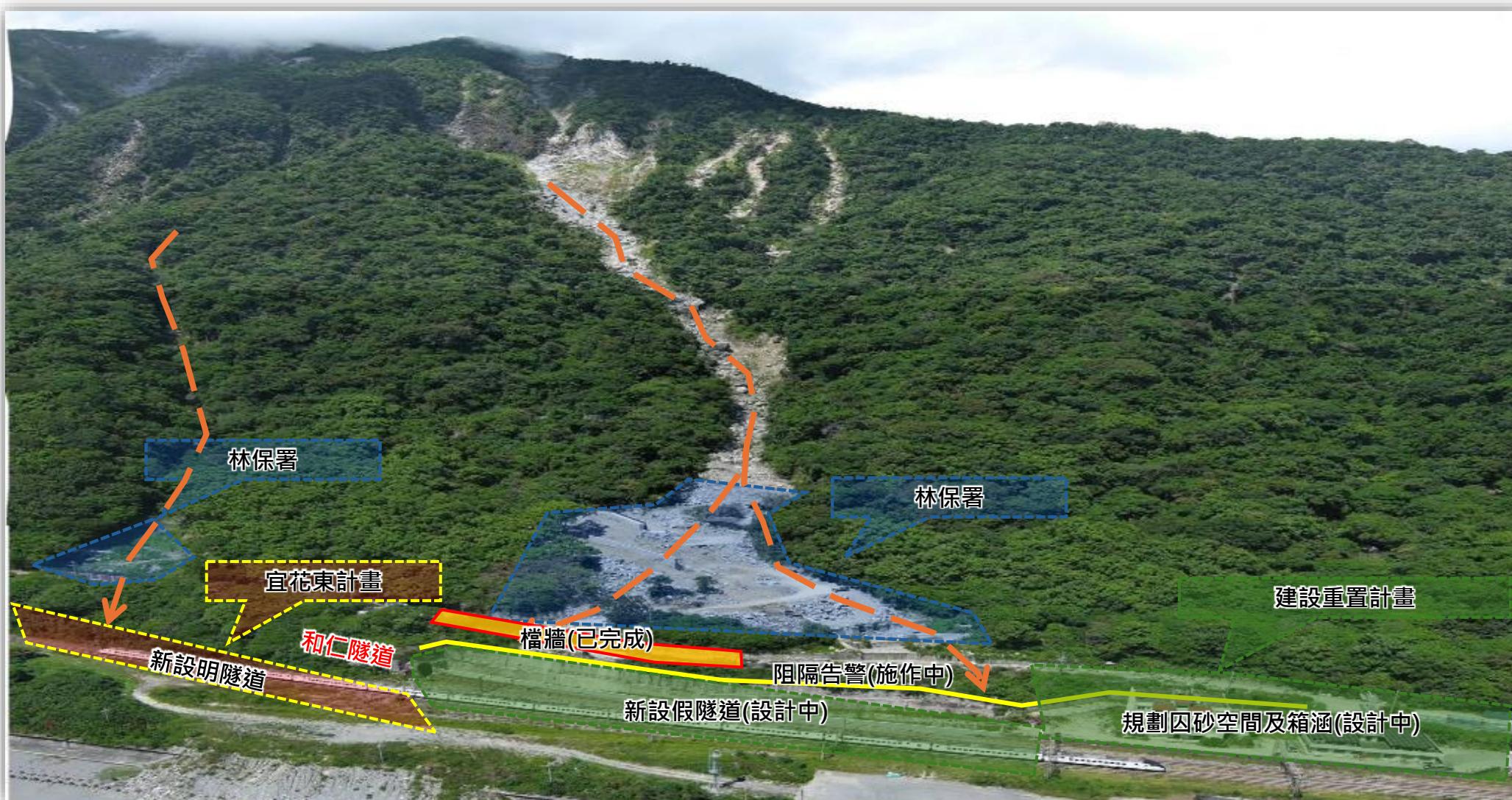
規劃補強山側之擋牆高度及強度、延長阻牆牆及落石告警系統(K40+480~680 及 K41+600~K42+000，共約 600m)。



柒、東部幹線路線安全提升精進作為

北迴線K48路段 (和仁車站南端)

- 建設重置計畫：規劃土石流災害防護區(沉沙空間及箱涵)，114年10月9日基本設計原則通過。
- 宜花東安全改善計畫：和仁隧道北口新增明隧道(長約160公尺)。



柒、東部幹線路線安全提升精進作為

北迴線K51路段

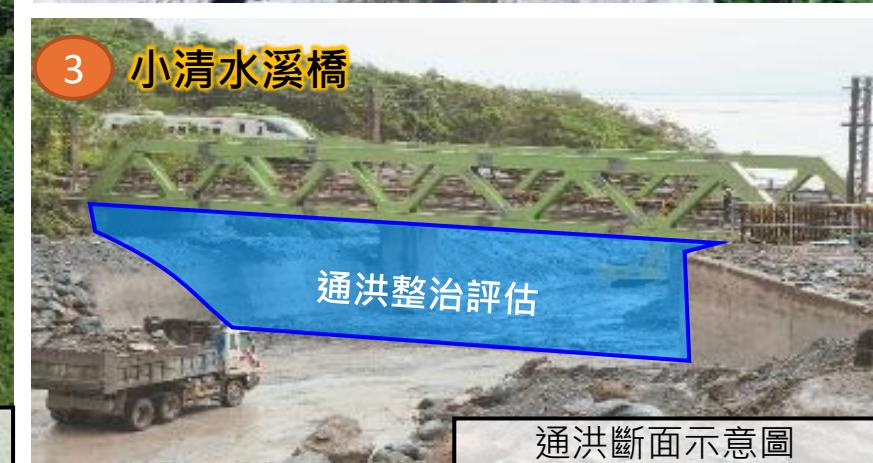
- 建設重置計畫：東西線明隧道新設，114年10月9日基本設計原則通過。
- 宜花東計畫：規劃隧道口上邊坡增設上部防護設施。



柒、東部幹線路線安全提升精進作為

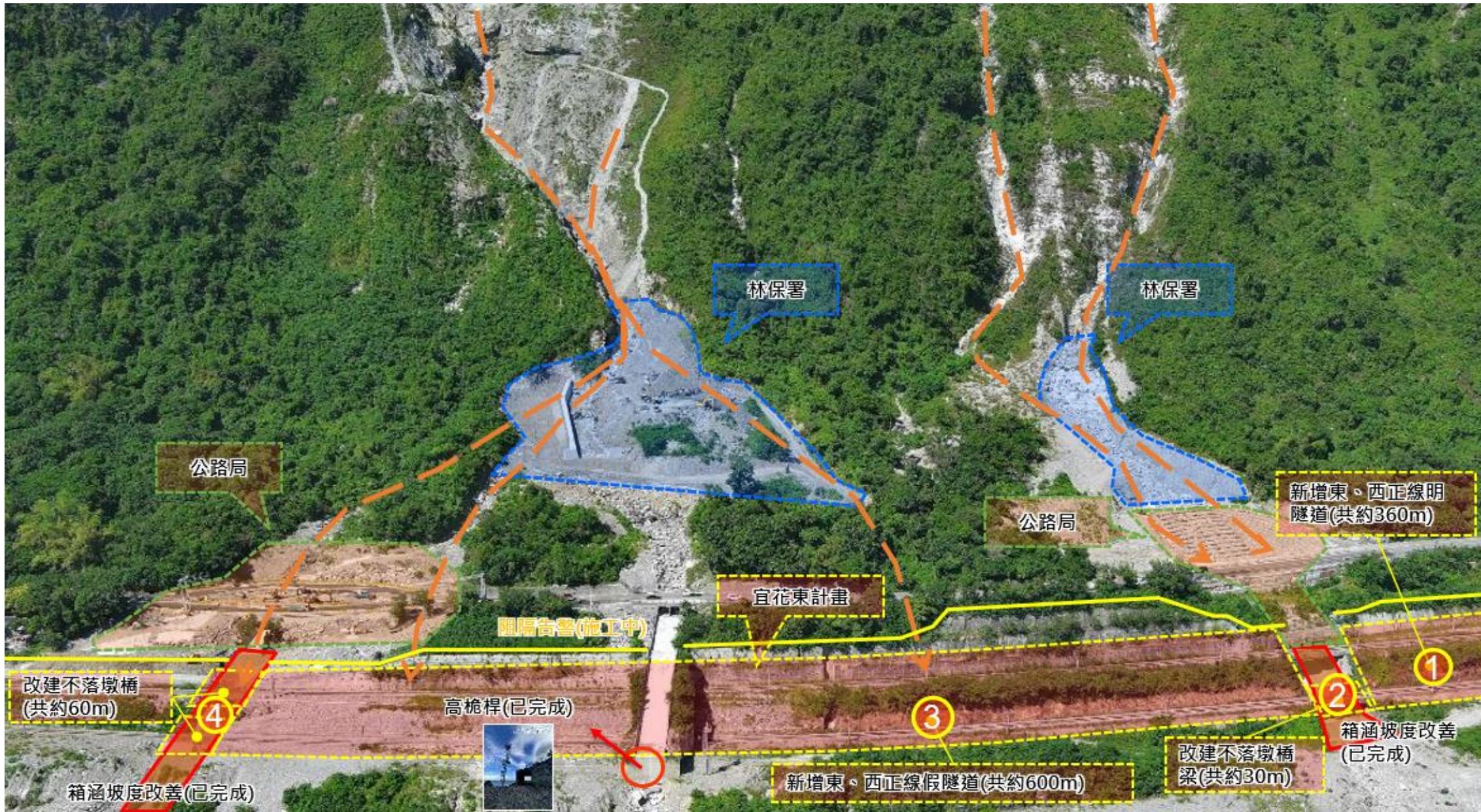
北迴線K53路段

- 新增阻隔牆、坡面保護及告警設施
- 橋梁防洪整治(改善河道排水坡度及加大通洪斷面)



柒、東部幹線路線安全提升精進作為

北迴線K56路段



捌、展望臺鐵公司調適能力與韌性

- 國營臺鐵公司以主動式策略，發展環島鐵路面臨劇烈天氣之調適能力，積極建置營運決策智慧雲平台，整合科技與鐵路資源，專注於氣候變遷調適之研發與應用，提供準確的氣候數據與預測，強化鐵路緊急應變及救災指揮作業，提升鐵路營運系統之防災韌性。
- 從被動災害應對轉向主動廊帶風險共治，建立鐵路系統氣候調適之框架，開創鐵公路聯防的跨部門治理新典範，致力提供安全、便捷及舒適的鐵路運輸服務，並承諾以環島鐵路連結每位旅客美好的生活體驗，願成為民眾安心、國際信賴的鐵路營運機構。



THANK YOU

齊心協力 勇於改革 全心投入 嶄新服務

