

「1120510 臺中捷運公司列車豐樂公園站撞及外物事故」調查報告

新聞稿

發布日期：民國 113 年 6 月 20 日

民國 112 年 5 月 10 日，臺中捷運股份有限公司（下稱臺中捷運）一列由北屯總站往南開往高鐵臺中站之列車（下稱事故列車），由編號 03 及 04 兩節車廂組成，載有隨車站務員 1 名及乘客 47 名，約 1227 時在豐樂公園站與大慶站間之下行軌道運轉中，撞及侵入軌道之塔式起重機桁架，造成列車車頭毀損及運行方向右側車門脫落。本次事故造成 1 名乘客死亡，15 名人員受傷（包括 1 名隨車站務員及 14 名乘客），示意如圖 1。

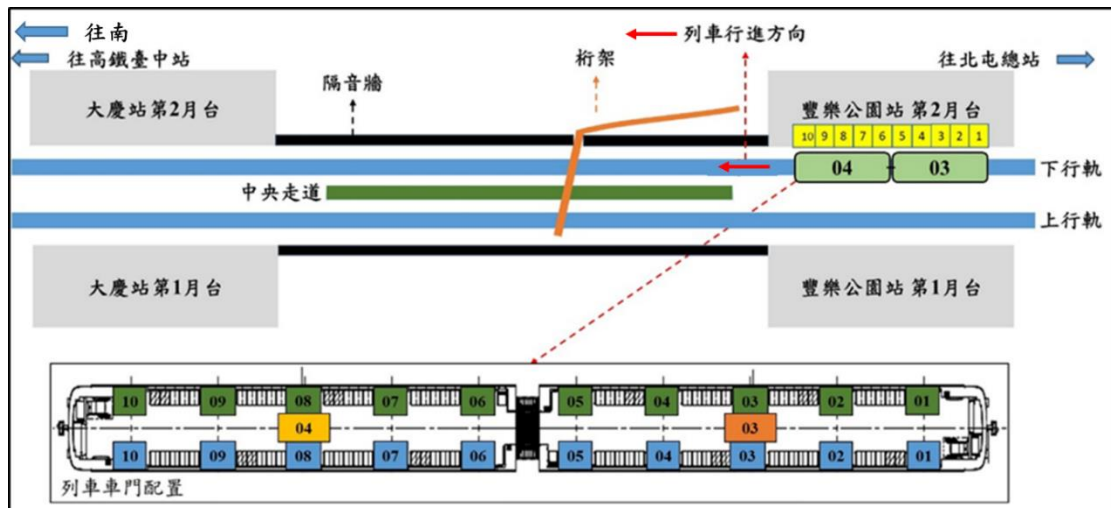


圖 1 列車車門、車站月台、軌道配置及桁架掉落位置（示意圖）

事故當天，該捷運路線旁興富發建設公司（下稱興富發建設）所興建之建築物樓頂，正由宇球國際興業有限公司（下稱宇球公司）及嘉源工程行（下稱嘉源工程）人員在現場以拆除用塔式起重機（下稱拆除機）進行建築用塔式起重機（下稱塔式起重機）之拆除作業。

在進行塔式起重機桁架與旋轉盤之分離作業時，嘉源工程人員於移除桁架根部與旋轉盤耳板間之插銷後，以棘輪扳手置於插銷孔暫時固定，因棘輪扳手之手柄尺寸比插銷孔徑小，桁架根部即略為上浮，

未能與耳板保持平行而無法順利鬆脫(如圖 2)，嘉源工程人員遂指揮宇球公司人員，以旋轉拆除機方式調整塔式起重機桁架之角度，過程中作業人員可能以斜拉方式吊升塔式起重機桁架(如圖 3)，且拆除機捲揚鋼索與塔式起重機桁架吊點產生之斜拉角度超過極限斜拉角，導致拆除機桁架多處桿件承受到足以彎折或挫曲之壓力而發生挫曲斷裂。塔式起重機桁架在失去拆除機拉力支撐後墜落至文心南路上，部分桁架於 1227:03 時侵入臺中捷運軌道區。

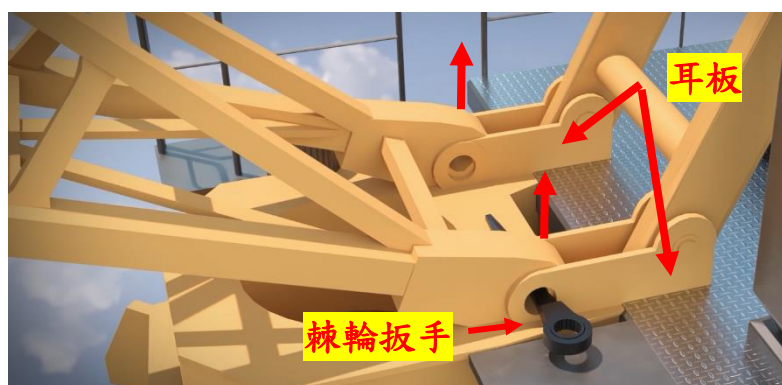


圖 2 塔式起重機桁架根部上浮（示意圖）

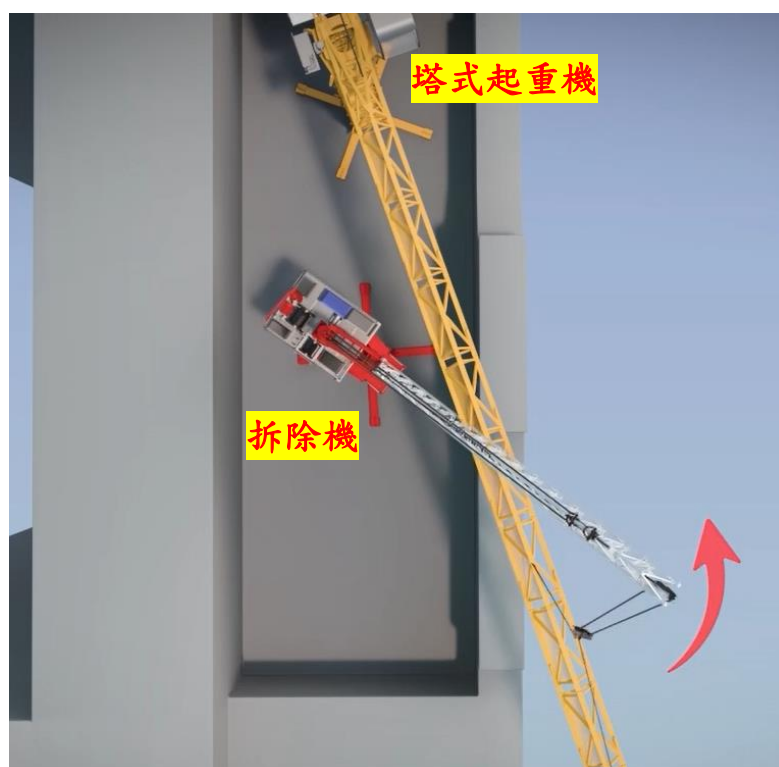


圖 3 拆除機以斜拉方式吊升塔式起重機桁架（示意圖）

1227:03 時，事故列車停靠第 2 月台（下行軌道），此時塔式起重機桁架侵入軌道，1227:10 時全車車門開啟，隨車站務員由 04 車廂 10 號車門處走出至月台，面向北端（列車後部）確認乘客上、下車情形。車站保全人員聽到撞擊聲響，於 1227:06 時轉身往南察看並向月台之南端移動，發現軌道上之煙霧灰塵後，於 1227:13 時以對講機向值班站長通報並繼續向月台之南端移動。值班站長聽到撞擊聲音，亦聽到車站保全人員以對講機呼叫，於是移動至第 1 月台之南端瞭解情況。

1227:04 時行控中心電力監控及資料擷取系統(Power Supervisory Control And Data Acquisition, PWR SCADA)開始出現 10 筆電力告警，之後陸續收到豐樂公園站至大慶站間上行軌道（往北屯總站方向），包括直流斷路器饋線跳脫（第三軌 750 伏特電壓）及車站設備變電站線路接地等告警。1227:10 時，電力系統自動重新投入豐樂公園站至大慶站間上行軌道之第三軌電力，並於 1227:11 時恢復供電。事故列車所在下行軌道之第三軌則未曾有受散落物影響而產生斷電的情形。

1227:19 時，隨車站務員聽到離站警音返回列車內，1227:21 時車站保全人員抵達第 2 月台之南端端牆門確認狀況，雖然發現軌道上之桁架，惟車站月台未設置有可供人員啟動緊急停車之設備，無法立即阻止列車離站。1227:29 時事故列車自豐樂公園站發車，1227:31 時車站保全人員位於南端牆處，欲通知隨車站務員停車，但因其使用之對講機無法與隨車站務員之手持無線電通訊，遂以舉手方式向隨車站務員示意停車，因臺中捷運並未有緊急停車手勢之規範，隨車站務員無法瞭解其意。隨車站務員隨即站至車頭處並發現前方軌道區之桁架，於 1227:34 時呼叫行控中心立即停車，同時拿出鑰匙準備開啟手動駕駛台蓋板，欲按壓手動駕駛台內之緊急煞車按鈕，但未完成通報及開啟手動駕駛台蓋板，1227:46 時，事故列車即以 43.7 公里/時的速度撞及軌道上的桁架，1227:47 時桁架從 04 車廂運行方向右側之 09 號車門侵入車廂，擊中乘坐於運行方向左側座位之乘客後再貫穿左側窗戶，

將該名乘客推出車廂並掉落至下方軌道區。1227:52 時事故列車速度降至 0 公里/時。

依運輸事故調查法，國家運輸安全調查委員會（下稱運安會）成立專案調查小組進行事故調查，並邀請交通部、交通部鐵道局、勞動部職業安全衛生署、臺中市政府交通局、臺中市政府都市發展局、臺北市政府捷運工程局、臺中捷運股份有限公司、興富發建設股份有限公司、齊裕營造股份有限公司、宇球國際興業有限公司及嘉源工程行等 11 個單位共同參與。

本案調查重點及分析內容包括：(1)拆除機桁架斷裂過程及原因；(2)塔式起重機安全檢查及操作程序；(3)鄰近交通要衝之高空吊掛作業審查規定；(4)建築工程之交通維持計畫；(5)捷運緊急停車之設備及授權；(6)捷運外物入侵軌道之緊急應變處置；(7)無人駕駛系統之外物入侵偵測機制；(8)行控中心系統告警之顯示設計及(9)生還因素分析。

本事故調查經綜合事實資料報告及分析結果，獲致「與可能肇因有關」、「與風險有關」及「其他」調查發現共計 18 項（詳如附件）。

與「可能肇因有關」及「與風險有關」之調查發現簡述如下：

1. **與可能肇因有關之調查發現：**作業人員為使塔式起重機之桁架根部自旋轉盤順利鬆脫，以旋轉拆除機桁架方式調整塔式起重機桁架之角度，過程中可能以斜拉方式吊升塔式起重機桁架，且拆除機捲揚鋼索與塔式起重機桁架吊點產生之斜拉角度超過極限斜拉角，導致拆除機桁架多處桿件承受到足以彎折或挫曲之壓力，並由第 1 節與第 2 節連接處發生初始塑性變形，其餘各節桿件接著彎曲變形，最終於第 4 節桿件發生挫曲斷裂；部分桁架侵入臺中捷運軌道區並撞及隔音牆而產生散落物，雖導致上行軌道之第三軌因遭散落物碰觸接地而瞬間斷電，但第三軌電力系統自動執行線路量測時，散落物已彈開故未偵測到異常而重新送電並復電

成功。事故列車所在下行軌道之第三軌則未曾有受散落物影響而產生斷電之情形；事故列車於豐樂公園站出發，保全人員雖然發現桁架侵入軌道，但因車站月台無可供人員啟動緊急停車之設備，致無法立即阻止列車離站；隨車站務員發現軌道上之異狀，雖立即通報行控中心停車，並試圖拿取鑰匙開啟手動駕駛台蓋板欲按下緊急煞車按鈕，惟在完成通報及開啟手動駕駛台蓋板前，事故列車即以 43.7 公里/時的速度撞及侵入軌道上之桁架。

2. **與風險有關之調查發現：**大眾捷運系統兩側禁建限建辦法，未規範施工廠商對於建築物高空吊掛作業，需進行風險評估及提出預防措施；施工廠商於鄰接重要交通要衝之建築或營繕工程所提出之施工計畫，由中央及地方機關各自審查，未有整體性之聯合審查機制；國內無相關塔式起重機拆除作業之細部操作程序可供廠商依循；臺中捷運未明確規範「緊急停車之授權機制」，亦未律定「簡短緊急停車用語」及「事故後列車巡檢程序」。

依據調查發現，本會共提出 6 項改善建議（詳如附件）。建議宇球公司及嘉源工程，明確規範及要求作業人員於操作塔式起重機進行吊掛作業時，應遵守「起重升降機具安全規則」之相關規定；建議職安署建立塔式起重機拆除作業指引，提供廠商依循建立標準作業程序；建議交通部檢視或修訂捷運及鐵路相關禁建限建法規，要求臨捷運及鐵路從事高空吊掛作業之施工廠商，應提出高風險施工項目之風險評估及預防措施；建議臺中市政府針對鄰近交通要衝之建築工程作業，應由相關管理單位聯合審查。因應無人駕駛系統之外物入侵，建議臺中捷運於車站設置緊急停車鈕、改善人員緊急通訊用語及緊急停車決策之授權，以利人員於緊急狀況時可立即執行緊急停車動作，另明訂事故後之巡檢程序，以利確認是否有人員受困或外物掉落於車底。

本事故調查報告草案於 113 年 5 月 3 日及 5 月 20 日經本會委員會議初審及複審，最終之調查報告於 6 月 14 日經第 64 次委員會議

審議通過。

本調查報告全文可自運安會網站下載 <https://www.ttsb.gov.tw>

本會聯絡人

主任 楊依紋

電話：02-7727-6217

電郵：viviy2314@ttsb.gov.tw

業務聯絡人

鐵道調查組 首席調查官兼組長 吳吉村

電話：02-7727-6260

電郵：stevenwu@ttsb.gov.tw

附件

本案調查發現共 18 項

「與可能肇因有關之調查發現」共 5 項：

1. 作業人員進行塔式起重機桁架拆除作業時，在移除桁架根部與旋轉盤耳板間一側之插銷後，以棘輪扳手置於插銷孔暫時固定，作業人員再將另一側插銷退出插銷孔後，因棘輪扳手之手柄尺寸比插銷孔徑小，桁架根部即略為上浮未能與耳板保持平行而無法順利鬆脫，遂以旋轉拆除機方式調整塔式起重機桁架之角度。
2. 作業人員於操作拆除機旋轉過程中，可能以斜拉方式吊升塔式起重機桁架，且拆除機捲揚鋼索與塔式起重機桁架吊點產生之斜拉角度超過極限斜拉角，導致拆除機桁架多處桿件承受到足以彎折或挫曲之壓力，並由第 1 節與第 2 節連接處發生初始塑性變形，其餘各節桿件接著彎曲變形，最終於第 4 節桿件發生挫曲斷裂。
3. 塔式起重機桁架在失去拆除機拉力支撐後墜落至文心南路上，部分桁架侵入臺中捷運軌道區並撞及隔音牆而產生散落物，上行軌道之第三軌因遭散落物碰觸接地而導致斷電，並於行控中心電力監控及資料擷取系統出現多筆電力告警，第三軌電力系統自動執行線路量測時，因散落物已彈開故未偵測到異常而重新送電並復電成功。事故列車所在下行軌道之第三軌則未曾有受散落物影響而產生斷電之情形。
4. 臺中捷運豐樂公園車站保全人員雖發現桁架侵入軌道，惟因車站月台未如其他鐵道業者設置有可供人員啟動緊急停車之設備，致無法立即阻止列車離站向桁架侵入處運行。
5. 事故列車於豐樂公園站離站後，隨車站務員發現軌道上之異狀，雖立即通報行控中心停車，並試圖拿取鑰匙開啟手動駕駛台蓋板

欲按下緊急煞車按鈕，惟在完成通報及開啟手動駕駛台蓋板前，事故列車即以 43.7 公里/時的速度撞及侵入軌道上之桁架。

「與風險有關之調查發現」共 6 項：

1. 「大眾捷運系統兩側禁建限建辦法」之規範，著重於確保施工廠商於基礎開挖過程對捷運系統橋墩及軌道之穩定性，但未規範建築物高空吊掛作業之風險評估及墜落預防措施，不利全面辨識施工過程可能產生對大眾捷運系統營運之危害風險。
2. 施工廠商於鄰接重要交通要衝之建築或營繕工程所提出之施工計畫，分別由建築管理、職業安全及交通管理等中央及地方機關各自審查，未有整體性之聯合審查機制，不利於完整評估施工作業可能產生對捷運系統營運或道路交通之危害風險。
3. 塔式起重機拆除作業之細部操作程序，如固定插銷拆卸後之暫時固定方式及桁架鬆脫方式等，原廠作業手冊未有說明，國內亦無相關規範或指引手冊可供依循，容易造成施工廠商依經驗操作肇致事故。
4. 臺中捷運未明確規範隨車站務員、值班站長及行控中心人員，在緊急狀況可未經授權立即執行緊急停車，導致人員在未全面瞭解現場狀況前，面對緊急停車決策之態度相對保守，不利於立即執行緊急停車。
5. 臺中捷運未訂有簡短且能立即引起收話者警覺之緊急停車通訊用語，導致隨車站務員在遇緊急狀況時，仍依一般通訊用語通報，不利即時表達緊急停車需求。
6. 臺中捷運未針對列車車廂因事故造成破損之情況，明訂事故後列車巡檢程序應包括確認是否有人員受困於車底，導致受困於 04 車廂下方軌道區之乘客未被即時發現。

「其他調查發現」共 7 項：

1. 依據材料試驗分析結果，拆除機桁架之材質符合規範，其化學成分、機械性質與金相組織皆無明顯異常，桁架挫曲斷裂原因可排除材質因素。
2. 值班站長發現軌道上有煙霧時立即呼叫行控中心，惟該通訊頻道可能為隨車站務員與行控中心通話使用中，且值班站長可能未使用緊急呼叫功能，故未能取得最高通話權無法成功發話通知行控中心。
3. 行控中心雖於電力監控及資料擷取系統出現多筆電力系統告警，但多為上行軌道之第三軌過電流及車站設備異常，上行軌道之第三軌電力系統在自動執行線路量測且未偵測到異常後自動復電成功。在上行及下行軌道之第三軌供電皆正常，且相關電力告警多為車站設備異常之情形下，行控中心無法僅藉由電力告警內容，得知軌道有外物入侵。
4. 手動駕駛台並非設計在列車由系統自動駕駛時使用，故平時為上鎖狀態，事故當時雖然列車為系統自動駕駛中，但隨車站務員於發現軌道上異狀時，仍試圖拿取鑰匙欲開啟手動駕駛台蓋板按下緊急煞車按鈕，但經專案調查小組實際測試，一般完成隨車站務員訓練之同仁約需 15 至 16 秒時間，才能完成開啟蓋板並按壓緊急煞車按鈕，事故當天自隨車站務員發現軌道上之桁架至列車撞及桁架僅 12 秒，不足以讓隨車站務員完成開啟駕駛台蓋板並按壓緊急煞車按鈕。
5. 塔式起重機桁架侵入臺中捷運軌道時，因列車障礙物偵測裝置尚未撞及桁架，故行控中心自動列車監視監控及資料擷取系統未有障礙物偵測作動告警，機廠控制工程師在未接獲系統告警，亦未獲現場人員回報有桁架侵入之情形下，無法判斷軌道上有外物需立即執行緊急停車動作。
6. 臺中捷運雖設有可以停止列車運轉之相關設備，但依事故當時情

況，除利用月台門未關妥列車即無法運轉之安全設計特性，或有機會阻止列車離站，其餘方式皆無法達到立即停車之目的，惟利用月台門系統之安全設計特性阻止列車運轉，並非人員於日常運作時使用之方式，且事故前臺中捷運並未施予車站保全人員該項系統知識訓練，亦未有相關標準作業程序，故難以要求人員於事故當天利用該方式阻止列車離站。

7. 臺中捷運行控中心自動列車監視監控及資料擷取系統告警檢視畫面之文字尺寸、文字/背景色彩對比與告警內容呈現，以及電力監控及資料擷取系統告警檢視畫面之各級告警比例等，宜考量良好顯示介面之設計原則或建議，以提升控制工程師對告警資訊之警覺，並降低處置時之認知負荷與反應時間。

本會提出「運輸安全改善建議」共 6 項：

致宇球國際興業有限公司

1. 明確規範吊掛操作人員於操作塔式起重機時，應遵守「起重升降機具安全規則」，不得以搖撼或拖拉物件等不當方式從事起重作業，避免以斜拉方式吊掛物件，導致桁架不當受力而挫曲斷裂。

致嘉源工程行

1. 明確要求吊掛現場指揮人員提醒拆除機操作人員，不得以搖撼或拖拉物件等不當方式從事起重作業。

致勞動部職業安全衛生署

1. 建立塔式起重機拆除作業指引，以利施工廠商依循指引建立標準作業程序，避免依經驗作業而產生如使用不當輔助工具或不當操作之風險。

致交通部

1. 重新檢視或修訂「大眾捷運系統兩側禁建限建辦法」及鐵路禁建限建相關法規，規範臨捷運及鐵路從事高空吊掛作業之施工廠商，應提出高風險施工項目之風險評估及預防措施，以全面維護鐵道營運安全。

致臺中市政府

1. 建立鄰近交通要衝之建築工程作業聯合審查機制，由建築管理、職業安全、交通管理及營運機構共同參與審查，以利全面辨識相關影響交通安全之危害風險。

致臺中捷運股份有限公司

1. 重新檢視緊急停車相關設備與規範及行車事故應變規定，包括：(1) 評估設置車站緊急停車按鈕(2)建立簡短之緊急停車通訊用語(3)明確規範緊急停車決策之授權，以利人員於緊急狀況時立即執行緊急停車動作(4)明訂事故後列車巡檢程序，以利確認是否有人員受困或外物掉落於車底。