

## 調 查 報 告

壹、案由：據報載，高鐵桃園、新竹路段軌道出現漏電情形，尤以大雨或颱風天較易接收假訊號，致行控中心誤認軌道上有列車，使行駛中列車被迫減速或煞車而延誤，究實情如何？主管機關因應及監管機制為何？均有深入瞭解之必要乙案。

貳、調查意見：

據訴，台灣高鐵96年起發生多起軌道電路佔軌異常事件乙案，案經本院調閱有關卷證，並於102年6月3日約詢交通部高速鐵路工程局（下稱高鐵局），謹臚列調查意見如下：

一、台灣高鐵號誌系統採「失效自趨安全」(Fail to Safe)原理設計，縱交通主管機關表示「軌道電路洩漏致其出現佔軌訊，號誌系統將禁止列車進入此區間，並無列車追撞之顧慮」，惟96年營運迄今已發生6次佔軌異常事件，其中101年1月「鐵路行車規則」修正後規定通報之2次佔軌異常事件，甚至延誤列車5-30分鐘，高鐵局應加強監查，並促其儘速解決，以維旅客權益。

(一)查一位署名「憂心高鐵行車安全的人」於102年2月23日向本院陳訴，略以：「高鐵公司自96年6月份開始就發現靠近桃園車站軌道電路(1646TC)漏電導致之列車異常佔軌現象，後持續惡化於97年及98年颱風季節或大雨期間於全線發生將近70-80個迴路(每迴路1公里)軌道佔軌訊號異常-這就是高鐵遇雨就停車的原因。除非高鐵緊急停車，否則其後果將與大陸高鐵溫州事件相同造成追撞事件，後果不堪設想」等語。案

經本院函請交通部說明，該部同年 3 月 19 日交授鐵監三密字第 1020004920 號函復，略以：「台灣高速鐵路軌道電路之設計係以『失效自趨安全』(Fail to Safe)為設計原則，凡軌道電路呈現佔軌訊號現象時，同一時間及同一軌道之電路將無法再為路徑設定，其他列車亦不得進入該軌道電路顯示『佔軌』區間，此即前述軌道電路設計原則所採取之安全確保機制。是以，因軌道電路洩漏所致之結果雖呈現短暫之佔軌現象，惟依前述高鐵軌道電路設計原則，本無列車追撞之營運風險顧慮，而僅增加台灣高鐵公司列車調度與現場檢查維護之作業及時間。」等語。

(二)次查台灣高鐵避免列車發生追撞之設計，依交高鐵路 102 年 5 月 7 日高鐵三字第 1020008471 號函，可由軌道電路(Track Circuit)、聯鎖裝置(Electronic Interlocking)、自動列車控制系統(Automatic Train Control)及脫軌器(Derailer)等子系統達成，各子系統互相連接，形成高鐵號誌多重保護系統，確保行車安全。其中：

- 1、軌道電路之安全功能，重點在於列車偵測，
  - (1)其原理在一定長度的 2 條鋼軌上，利用流通的電氣信號作列車偵測之電路，2 條軌道上一方是發送信號、另一方則是接收信號。當列車行駛在軌道上時，列車的鐵輪會使兩條軌道短路，而軌道上接收到的信號值大小變化就可作為判定列車佔據與否的依據，稱之為列車偵測信號。
  - (2)軌道電路信號接收位準低於-28.2dBV，則繼電器落下(drop down)，行控中心控制台螢

幕上會出現紅色顯示軌道電路佔據。

- (3) 若軌道電路短暫呈現佔軌現象，則行控中心及維修單位均會於第一時間偵測到該訊號，同時列車自動控制系統(ATC)將自動通知後方列車減速或停駛，以防止追撞；並透過列車調度、現場檢查維護等即時因應措施，不會影響高鐵營運安全，更沒有所謂發生追撞危機的可能性。

## 2、聯鎖裝置－重點在於行車控制：

- (1) 進路和出路、進路和轉轍器相互之間鎖定關係的裝置。「鎖定」就是指在操作一個 A 機器或設備時，必須讓其他 B、C、... 等機器或設備無法操作(機器或設備是指進路、轉轍器、...等)。

- (2) 為了預防人為執行操作車站內及站間的進路失誤，故在號誌系統的進路管制、轉轍器控制等附加了必須執行一定動作順序的鎖定邏輯關係，以確保行車安全。鎖定之安全功能，包括：

<1> 在列車行駛中或可能有車輛通過的情況下，不讓對向進路同時設定為可進行，便能防範「對撞衝突」。

<2> 在一定區間內或一定距離以內，不讓 2 台列車同時進入，就能防範「追撞」事故發生。

<3> 為了讓列車可行駛其他路線或超越或待避，因而設置了由轉轍器控制的道岔，並為防止發生列車出軌或與其他列車衝撞而採取了「鎖定」的方式。

## 3、自動列車控制系統：

(1)運用列車間隔確保失效自趨安全(Fail to Safe)及數位化技術，達成列車高速、安全、準確及高效能之運輸。

(2)列車運轉於正線上採用自動列車控制系統，可自動控制列車速度，以避免超速、冒進、追撞等事故發生。

#### 4、脫軌器：

(1)由基地往正線、及站區停留線往正線之交匯處前，均裝置脫軌器，防止列車在沒有設定進路授權下駛往正線造成與正線上列車相撞。

(2)平時脫軌器蓋在軌道面上，列車有「進路授權」時，脫軌器打開，列車正常經過。

(三)依台灣高鐵上開避免列車發生追撞之設計，高鐵局 102 年 5 月 7 日高鐵三字第 1020008471 號函亦表示：「高鐵號誌系統是與日本新幹線所使用之系統相同，歷史經驗證明其行車安全並無疑慮；且高鐵號誌系統設計和世界其他鐵路同是按照鐵路標準原則之『失效自趨安全』原理而設計。…一旦軌道電路呈現佔軌訊號時，號誌系統(含聯鎖，自動列車控制系統)便會禁止列車進入此區間，同一時間及同一軌道之電路將無法再為設定路徑，其他列車亦不得進入該軌道電路顯示『佔軌』之區間，此為確保軌道運輸安全之機制設計。是以，軌道電路洩漏所致之結果，雖可能造成短暫之佔軌現象，唯依前揭高鐵號誌多重保護系統設計原則，並無列車追撞之顧慮，僅係增加列車調度與現場檢查維護之作業及時間。」等語，雖排除陳訴函稱「高鐵遇雨就停車，…。除非高鐵緊急停車，否則其後果將與大陸高鐵溫州

事件相同，造成追撞事件」之可能性，惟仍增加列車調度與現場檢查維護之作業及時間，則屬明確。

(四)綜上，台灣高鐵號誌系統採「失效自趨安全」原理設計，縱交通主管機關表示「軌道電路洩漏致其出現佔軌訊，號誌系統將禁止列車進入此區間，並無列車追撞之顧慮」，惟96年營運迄今已發生6次佔軌異常事件，其中101年1月「鐵路行車規則」修正後規定通報之2次佔軌異常事件，均延誤列車5-30分鐘，高鐵局應加強監查，並促其儘速解決，以提高系統穩定度，維護旅客權益。

二、依中央氣象局提供之逐時氣象資料，101年11月2日新竹地區並未降雨，惟台灣高鐵新竹路段編號2552軌道電路當日仍發生佔軌異常事件，足徵交通部所稱「大雨造成軌道電路短暫位準衰減，呈現佔軌異常現象」等語尚非可採，核有未當。

(一)查署名「憂心高鐵行車安全的人」於102年2月23日向本院陳訴，略以：「高鐵公司自96年6月份開始就發現靠近桃園車站軌道電路(1646TC)漏電導致之列車異常佔軌現象，後持續惡化於97年及98年颱風季節或大雨其間於全線發生將近70-80個迴路(每迴路1公里)軌道佔軌訊號異常-這就是高鐵遇雨就停車的原因」等語。案經本院函請交通部說明，該部函復略以：「軌道電路洩漏係軌道電路異常現象之一，通常發生於陰雨連綿或颱風豪大雨期間，其呈現之現象為號誌暫佔軌。…台灣高速鐵路軌道電路之設計係以『失效自趨安全』為設計原則，…無列車追撞之營運安全顧慮，而僅係增加台灣高鐵公司列車調

度與現場檢查維護之作業及時間。」等語。

(二)次查鐵路行車規則於 101 年 1 月 3 日修正公布，將鐵路行車事故分為重大行車事故、一般行車事故及異常事件。台灣高鐵依該規則規定，於 101 年 11 月、12 月向高鐵局提報之軌道電路佔軌異常事件各 1 件，分別為 101 年 10 月 30 日桃園路段軌道電路 1645TC、同年 11 月 2 日新竹路段軌道電路 2552TC 異常事件，各造成 2 班次及 1 班次遲延 5-30 分鐘。在此之前，台灣高鐵公司未曾通報，故高鐵局迄 102 年 4 月辦理高鐵軌道電路遇大雨誤訊號臨時監查，由台灣高鐵公司提報，始知悉 96~98 年間 4 起軌道電路接收位準佔軌事件，依序為 96 年 6 月 9 日，彰化路段 4115TC、96 年 11 月 28 日桃園路段 1646TC 及 97 年 9 月 28 日薔蜜颱風(28TCs)、98 年 8 月 7 日~9 日莫拉克颱風(28TCs)。依高鐵局 102 年 5 月 7 日高鐵三字第 1020008471 號函說明(三)及(四)，前二者佔軌異常當時適逢大雨，後二者則適逢颱風豪雨。

(三)惟查台灣高鐵發生之佔軌異常事件，並非皆因豪雨導致。以 101 年 11 月 2 日新竹路段軌道電路 2552 訊號異常為例，高鐵局 102 年 5 月 7 日高鐵三字第 1020008471 號函本以「空白」方式意欲略過 2552TC 佔軌異常訊號發生時之天候狀況，俟本院詢問是否全部佔軌異常事件發生於豪大雨時，該局同月 10 日詢後補充資料始補實更正 2552TC 佔軌異常事件發生時之天候為「晴天」，與本院電請中央氣象局提供該日逐時氣象資料同，證明 101 年 11 月 2 日 2552TC 佔軌異常事件與豪大雨並無關聯。爰交通部 102 年 3 月

19日交授鐵監三密字第1020004920號函說明二之(三)：「經查台灣高鐵公司高鐵營運路線之軌道電路，確曾於颱風豪雨期間，發現有少數路段，會因大雨造成軌道電路短暫位準衰減，呈現佔軌異常現象，惟其發生之際，高鐵營運或已因颱風停駛，或透由列車調度等處置措施以維持高鐵之後續營運，故該等佔軌異常現象並未實際影響高速鐵路之營運及安全。」等語即有可議。

(四)綜上，依中央氣象局提供之逐時氣象資料，101年11月2日新竹地區並未降雨，惟台灣高鐵新竹路段編號2552軌道電路當日仍發生佔軌異常事件，足徵交通部所稱「大雨造成軌道電路短暫位準衰減，呈現佔軌異常現象」等語尚非可採，核有未當。

三、台灣高鐵為查究軌道電路佔軌異常事件之肇因，並釐清合約責任，已委請學術單位協助，並提出論文及期中報告等資料，其中有關桃園路段1646TC異常佔軌發生時間、且為發生頻次最多之軌道電路，與陳訴函及高鐵局提供本院資料尚無明顯不同，高鐵局相關處置，尚難認有未當。

(一)查台灣高鐵「佔軌」異常事件發生次數，依「憂心高鐵行車安全的人」102年2月23日之陳訴，指出「高鐵公司自96年6月份開始就發現靠近桃園車站軌道電路(1646TC)漏電導致之列車異常佔軌現象，後持續惡化於97年及98年颱風季節或大雨其間於全線發生將近70-80個迴路(每迴路1公里)軌道佔軌訊號異常」等語，案經本院102年4月18日函請高鐵局說明，依該局102年5月7日高鐵三字第1020008471號函及同年6月3日應詢資料，略以：鐵路行車規則於101

年 1 月 3 日修正公布，台灣高鐵公司依現行規則提報之軌道電路異常佔軌計 2 案，即 101 年 10 月 30 日軌道電路 1646 訊號異常及同年 11 月 2 日軌道電路 2552 訊號異常。該 2 案均屬「運轉保安裝置故障」異常事件，且僅造成列車延誤 5-30 分鐘，故依法按月彙報。至 96 年 6 月 9 日(4115TC)、96 年 11 月 28 日(1646TC)、97 年 9 月 28 日(28TC)及 98 年 8 月 7~9 日(28TC)4 起軌道電路訊號異常事件，依舊版行車規則第 122 條及第 123 條規定，非屬行車事故範圍，台灣高鐵公司無須提報。該 4 起異常事件，係高鐵局 102 年 4 月辦理臨時監查時，由高鐵公司主動提報資料得知。

(二)次查台灣高鐵於 96 年 1 月開始試營運(板橋站至左營站)，同年 3 月全線正式通車營運(台北站至左營站)，惟通車未久，旋於同年 6 月 9 日發生軌道電路佔軌異常事件。迄 101 年 4 月 5 日與學術團隊簽定委託契約協助解決前，依高鐵局 102 年 5 月 7 日高鐵三字第 1020008471 號函，計發生 4 起佔軌異常事件，其中桃園路段編號 1646 之軌道電路發生 2 次，為發生頻次最高者。惟因高鐵局函陳本院之異常佔軌次數不多，加上交通部 102 年 3 月 19 日交授鐵監三密字第 1020004920 號函亦稱「有關軌道電路洩漏係軌道電路異常現象之一，…揆諸世界各國軌道運輸系統之營運實況，前述軌道電路洩漏均屬無可避免且必然發生之短暫現象。」等語，本院爰認為高鐵公司委請學術團隊協助之原因，恐非基於上開 4 起佔軌異常事件。為查明佔軌異常事件有無短報情形，本院 102 年 6 月 3 日詢問高鐵局時，

遂請該局商洽高鐵公司提供委外之內簽在案。

- (三)再查台灣高鐵軌道電路異常佔用之原因，非僅前述「正線軌道電路因大雨產生誤佔軌信號，並增加列車延誤風險」，另「現行號誌系統設計並無纜線破損之偵測功能，例如：因纜線遭竊而引起之列車誤佔據問題。雖經核心系統承商確認有關軌道電路值落下，僅可能造成列車延誤但應不致影響營運安全，但亦懷疑此與軌道電路接地設計有關（接觸電壓大雨導致之佔軌異常事件，會增加列車誤點之風險」亦為其一。為解決此一軌道電路異常佔用問題，該公司於99年7月至100年3月間與日商召開過4次工作研討會，惟因合約保固責任尚待釐清，乃依台灣高鐵公司建議，委請學術單位提供協助，此有高鐵公司100年8月19日內簽可稽。雙方並於101年4月5日簽訂合約，擇定以發生佔軌頻次最高之桃園路段1646TC為研究標的。在此之前，有關研究已先行展開，此有被委託者101年10月8日所提「軌道電路漏損調查(期中報告)」目錄3.2.4「1646TC絕緣T更換(2009.11.09)」可稽。
- (四)依委託學術團隊所提「軌道電路漏損調查(期中報告)」目錄，3.1.2「2007.11.28-05:14:22第一次發生軌道電路異常落下」、3.1.4「2009.08.07-09:41:30第二次發生異常軌道電路落下」，佐證1646TC於96年11月28日、98年8月7日各發生1次軌道電路佔軌異常事件，為軌道電路中發生佔軌頻次最高者，與高鐵局102年5月7日高鐵三字第1020008471號函說明(三)「軌道電路接收位準低下佔軌事件統計表」所列資料相符；亦與101年7月30日該學

術單位指導研究生論文口試審定之「高速鐵路軌道音頻電路之訊號洩漏分析」1.3(本論文之研究成果)揭示「本研究建立兩個數值分析模型：(1)軌道電路模型[1]，用於分析台灣高鐵電壓異常降低頻次最高之軌道電路，代號為1646TC。…」相符，研判首揭陳訴函稱「高鐵公司自96年6月份開始就發現靠近桃園車站軌道電路(1646TC)漏電導致之列車異常佔軌現象，…」等語，應係陳訴人所載1646TC發生佔軌時間有誤。

(五)綜上，依台灣高鐵公司100年8月19日內部簽呈，大雨與電纜中斷或被竊，均曾導致該公司軌道電路異常佔軌，為查明究理，並釐清合約保固責任，該公司曾與日商舉行多次工作研討會(Workshop)，惟未獲結論，乃委託學術單位進行研究，並提出「高速鐵路軌道音頻電路之訊號洩漏分析」論文及「軌道電路漏損調查」期中報告。其中有關桃園路段1646TC異常佔軌發生時間、且為發生頻次最多之軌道電路，與陳訴函及高鐵局提供本院資料尚無明顯不同，爰高鐵局相關處置，尚難認有未當。

參、處理辦法：

- 一、調查意見一，函請交通部高速鐵路工程局確實檢討改進見復。
- 二、調查意見二，函請交通部及所屬高速鐵路工程局確實檢討改進見復。
- 三、調查意見三，函請交通部高速鐵路工程局參考。
- 四、檢附派查函及相關附件，送請交通及採購委員會處理。

調查委員：程仁宏

陳永祥