



臺鐵臺東機務段電車線設計案例

中興工程顧問公司系統與電氣部工程師 / 姜大駿
中興工程顧問公司系統與電氣部正工程師 / 曾啟鵬
中興工程顧問公司系統與電氣部技術經理 / 余遠添
前臺鐵局嘉義電力段幫工程司兼分駐所主任 / 黃光祥

關鍵字：電氣淨空、桿距、電車線切換

一、前言

鐵路電氣化為我國經濟建設之重要一環，亦是臺鐵快捷化的關鍵要素。臺鐵鐵路電氣化建設始於民國 60 年 10 月行政院核定列入國家十大建設，於民國 68 年 6 月完成西部幹線鐵路的電氣化工程，提供民眾城際間的快捷電化交通。

其後，民國 87 年 3 月完成高雄至屏東電氣化、民國 89 年 5 月八堵至羅東電氣化通車、民國 92 年 7 月羅東至花蓮電氣化通車，民國 102 年底花蓮至臺東、民國 105 年屏東至潮州，預計 109 年完成南迴路段，達成環島鐵路電氣化通車。

綜觀國家基礎建設，鐵路為永續運輸之主軸，鐵路經營服務效益亦將隨鐵路電氣化的完成而更形提昇。

二、工程概述

臺鐵新購置之電聯車及傾斜式電聯車已於 2012 年起陸續交車並加入營運。為配合花東線電氣化車輛行駛至臺東及未來南迴線電氣化路線，本案需於臺東機務分段新建電化車庫等相關設施，作為日後電氣化車輛之整備及維修處所。

臺東機務分段改善工程(如圖 1 所示)共分為 2 個土建工程標(C701 標及 C702 標)及 2 個系統機電工程標(P701 標及 S701 標)，本次討論設計案例為電車線工程 P701 標。

三、電車線設計參考

- (一) 臺鐵局/鐵工局電車線規範之相關規定。
- (二) 臺鐵局電務規章。
- (三) 經濟部，“屋內(外)線路裝置規則”。
- (四) 現場踏勘、資料收集及現況訪談與調查。
- (五) 現場最新核定之軌道線圖。

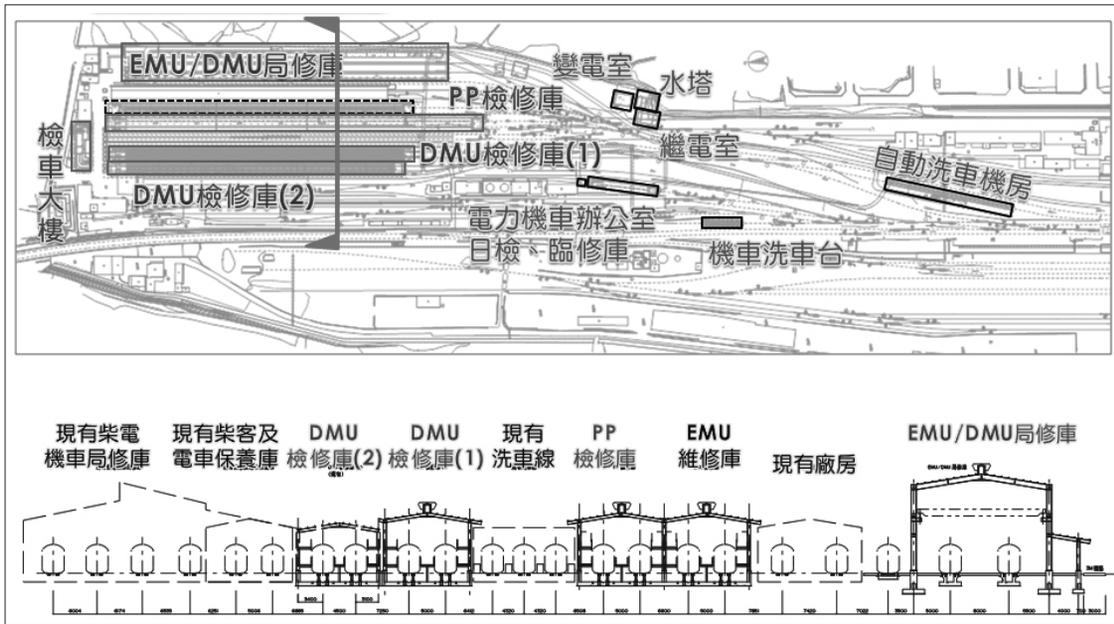


圖 1 臺東機務分段改善範圍示意圖

四、電車線設計準則

(一) 氣候條件

1. 環境溫度：0°C ~ 45°C。
2. 相對溼度：65% ~ 100%。
3. 風速：電車線設備在風速 26m/s(一般地區)及 29m/s(危險地區)時應仍能操作，但若風速超過 25m/s 時列車應停止運轉。電車線設備所承受之應力應以風速 40m/s(任何方向)加上適當安全系數來設計，電車線的設備在風速 60m/s 時應能維持機械之穩定性。

(二) 電氣淨空

1. 靜態電氣淨空為 270mm。
2. 動態電氣淨空為 200mm。

(三) 電桿基礎

1. 電桿基礎採用適合底座螺栓型電桿之型式，以便在安裝時能做垂直調整，同時在搶修時也較容易更換。
2. 基礎之設計在風速為 60m/s 時，基礎應仍能保持穩固。

(四) 張力長度

最大張力長度在正常線為 28 個桿距，海線為 32 個桿距，但實際設計時，常小於前述值，以方便必要時做調整。

(五) 桿距

正常線最大容許的設計桿距為 56m，海線為 50m。



(六) 接觸線高度

在考量軌道之夯實誤差為 100mm 的情況下接觸線高度除特殊地點外，站內、外自軌道最高容許面算起為 5m，平交道為 5.4m。

(七) 系統高度

系統高度除特殊情形外為 1.2m。

(八) 接觸線偏位

除特殊情況，另有規定外，原則上，接觸線偏位與軌道中心線維持左右各 200mm 的距離。

(九) 重疊區間

1. 絕緣重疊區間：相鄰兩張力系統若分屬不同之電車線群，則以絕緣重疊區間來銜接，兩系統線距間隔 460mm，高度間隔 230mm。
2. 非絕緣重疊區間：相鄰兩張力系統若屬於相同之電車線群，則以非絕緣重疊區間來加以銜接，兩系統線距間隔 350mm。
3. 重疊區間由 3 個桿距所組成。

(十) 區分絕緣器

1. 區分絕緣器主要是用來區隔不同的電車線群。
2. 區分絕緣器安裝處的理想偏位應為零，且最大以不超過 100mm 為原則。
3. 區分絕緣器的安裝高度需能允許集電弓平順地滑行通過。
4. 區分絕緣器需具有特殊之消弧角，以便吸收或消滅集電弓滑行通過時所產生之電弧。

(十一) 終端固定及自動張力調整裝置

1. 自動張力系統若設在只有 14 個最大桿距或以下之電車線系統，只在一端設自動張力調整裝置，另一端則使用終端固定裝置。
2. 全自動張力系統於該張力系統長度中央位置附近設中點錨錠，另設調整裝置於張力長度之二末端，用以自動調整電車線因溫度變化所引起的伸縮。
3. 自動張力調整裝置的滑輪組，其齒輪比為 1 : 3 或 1 : 4。
4. 當電車線斷裂時滑輪組應有防止平衡錘掉落之機制，以避免平衡錘因掉落而毀損增加搶修之困難。

(十二) 懸臂架

1. 懸臂架是用來吊掛電車線並使其在軌道上方保持正確的位置。
2. 懸臂架依使用位置的不同有拉式和推式兩種。
3. 懸臂架之安裝點應為活動式，以容許電車線因溫度變化產生位移時仍能維持其正常的支撐功能。
4. 懸臂架在導線之線溫為 40°C 時應在水平方向垂直於軌道，並於線溫介於 0 ~ 80°C 電車線熱脹冷縮時仍能維持其正常功能。

(十三) 接觸線

接觸線為截面積 107 mm² 附溝槽的鎂銅合金銅線，張力強度為 10 kN。

(十四) 主吊線

採用截面積為 95 mm² 的硬抽銅線，張力強度為 10kN。



(十五) 絕緣礙子

1. 絕緣礙子之額定電壓為 25kV, 60Hz。
2. 絕緣礙子之結構強度應符合 UIC、IEC 及 BS 之相關規定。
3. 絕緣礙子之洩漏距離在一般地區最小為 790mm。高污染區、隧道區及陸橋下之絕緣礙子洩漏距離為 1,070mm。隔離開關用絕緣礙子沿面洩漏路徑為 1,829mm。
4. 接觸線及主吊線末端用之懸垂礙子：一般地區使用 3 只礙子；高污染區使用 4 只礙子。

(十六) 吊掛線

採用直徑為 5mm 之不銹鋼吊掛線並以鼓輪取代鞍架，以防止主吊線斷落。臨時軌之吊掛線若考量經濟因素可採用 3mm 的不鏽鋼吊掛線。

(十七) 中點錨鉗裝置

1. 電車線易受溫度變化、風力、集電弓推力、坡度或其他外力而變化其張力，故在每一張力長度中央處加於固定，即可避免首尾兩端平衡錘往一端滑落而造成電車線故障。
2. 在站外，路線中點錨鉗裝置通常是利用拉線將懸臂固定在前後的電桿上，以防止主吊線沿軌道方向移動。
3. 在站內，門型架中點錨鉗裝置係利用絕緣礙子將主吊線固定於門型架橫樑之兩側，並以跳線來做電氣連接。

(十八) 接觸線坡度

坡度變化正線時速 120km 不得超過 4‰，且在坡度起終點必須有一段 2‰遞減坡度，時速 100km 為 5‰及 2.5‰。

(十九) 電桿淨空

1. 直線段電桿表面至軌道中心間之水平距離應至少為 2.5m。
2. 曲線段電桿表面至軌道中心間之水平距離應依據 OCS/14/25「軌道轉彎半徑與淨空對照表」予以決定。當曲線轉彎半徑減小時，淨空需相對增加。例如，R=800 時，淨空至少應為 2.859m(彎道內側)或 2.529m(彎道外側)以上。

(二十) 跳線

交叉或平行架設之電車線需設跳線來做電氣性連接。

(二十一) 隔離開關

1. 隔離開關額定電壓為 25kV, 60Hz。
2. 隔離開關必須具有負載操作的能力。
3. 隔離開關可由現場直接操作及遠方遙控操作。
4. 電動開關設置專用操作電源為 AC 220V/50A。

(二十二) 接地防護

1. 非金屬製電桿桿上非帶電之金屬物件均應電氣連結至回流線 (RF)。
2. 站間由北往南一路每逢第 4 根電桿 (相隔 3 根電桿) 回流線 (RC & RF) 須經由電桿基礎之接地鋼筋連接至兩股軌道之回流軌，再經對面電桿基礎之接地鋼筋連結至桿上回流線，構成完整接地迴路。
3. 站內於兩端 OS 區間及中間等三處適當位置，將電桿回流線經由電桿基礎之接地鋼筋連結至各股回流軌，再經對面電桿基礎接地鋼筋連結至桿上回流線。
4. 軌旁 5m 以內之非帶電金屬應與回流軌連接。



(二十三) 回流線 (RF)

回流線為 7 條直徑為 4.39 mm 之硬抽鋁絞線組合而成。截面積共為 106.2 mm²。使用 2 條回流線為一組，架設於電桿上。

五、電車線主要工作內容

本案工作內容包含：

- (一) 施工勘測、定位工程
- (二) 立桿工程
- (三) 小鋼件安裝及調整工程
- (四) 架線裝及調整工程
- (五) 接地、連軌及安全防護工程
- (六) 開關安裝及電纜佈放工程
- (七) 噴漆、油漆工程
- (八) 配合土建各階切換完成電車線系統之新設及既有電車線設備拆除工程。

六、電車線規劃與配置

本案電車線設計，依交通部鐵道局最新頒行之「95 mm² 主吊線電車線系統之設備規範」，並依照電車線相關設計準則、軌定線圖、現場實際需求及相關界面需求設計。本案所採設計最大張力長度為 1600m，電車線基礎設計採每 20m ~ 50m 設置 1 座。整體電車線工程約設計 6 組重疊區間、119 支電桿、119 座基礎、23 組電桿桁架、接觸線 6.5 公里、主吊線 6.5 公里及 193 組懸臂組。

設計完成之臺東機務分段電車線系統工程完整提供交通部鐵道局辦理後續招標作業，設計圖說包含：

電車線分群圖：規劃機務段與車站供電分群，達到保養及車輛調度之需求，如圖 2 所示。

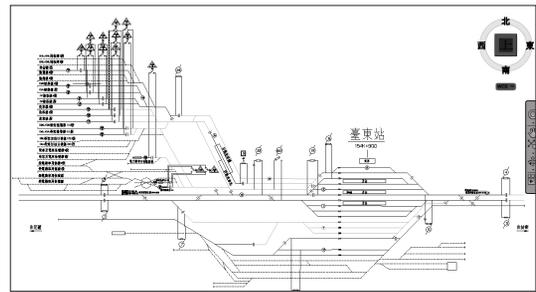


圖 2 電車線分群圖

電車線平面佈置圖：呈現電車線之每一電桿佈置位置及接觸線、主吊線高度等相關資訊，如圖 3 所示。

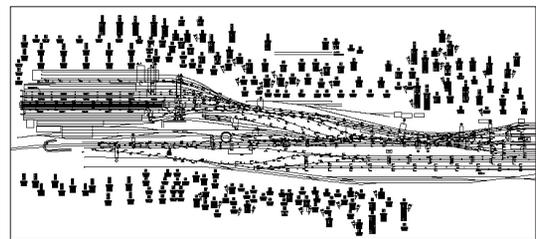


圖 3 電車線平面佈置圖

開關控制電纜佈置圖：佈設電桿上 25kV 電動隔離開關之控制電纜路徑，如圖 4 所示。

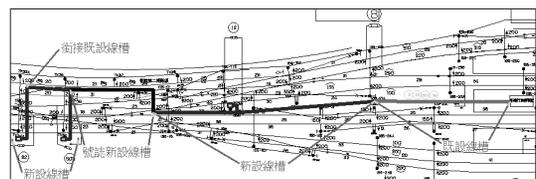


圖 4 開關控制電纜佈置圖



開關斷面圖：呈現裝設於電桿上開關之關關跳線裝設方式及開關型式，如圖 5 所示。

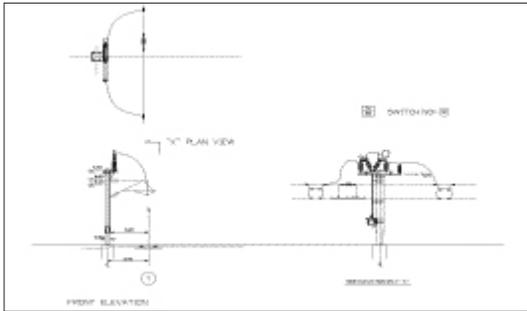


圖 5 開關斷面圖

接地聯軌佈置圖：配置電車線電桿接地及相關鄰近金屬物接地，確保至整體電車線系統安全，如圖 6 所示。

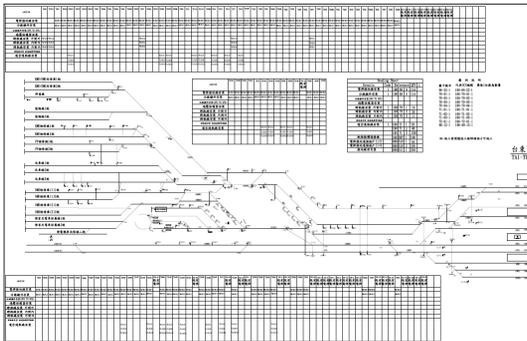


圖 6 接地聯軌佈置圖

電車線斷面圖：每一根電桿及該桿電車線之架設型式及偏位方向，以利後續保養及搶修對照，如圖 7 所示。

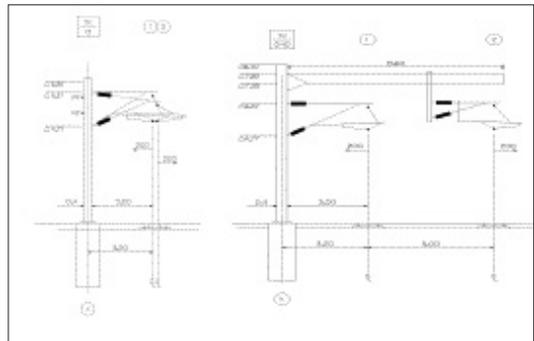


圖 7 電車線斷面圖

共構斷面圖：電車線與其他建築物或其他結構物之共同組合型式，可避免無法立電桿之情況發生，如圖 8 所示。

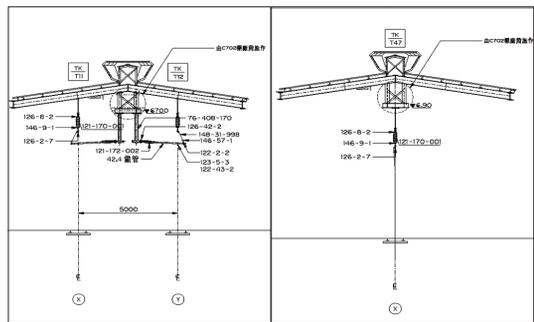


圖 8 共構斷面圖

七、電車線切換考量

臺東機務分段，為營運中之機務分段。興建電氣化廠房時，採維持既有柴聯車整備、維修功能條件下，分階段拆除現有廠房、設施方式興建。本案初步規劃分三階段興建。各階段主要工作項目，茲說明如下：

- (一) 第一階段，將未電氣化機車洗車台 (1)、機車洗車台 (2) 及 DMU/EMU 檢修庫等與土建標工程較無工程界面之股道完成



電氣化，以提供電力車輛之停靠及保養，如圖 9 所示。圖 9 紅色標示為第一階段通電股道。

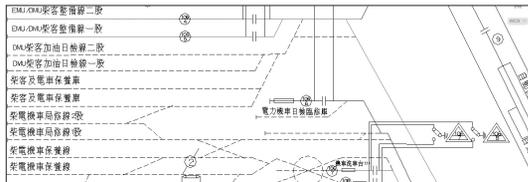


圖 9 第一階段通電股道

(二) 第二階段，俟土建標完成既有電氣化股道拆除及新設軌道之鋪設，以及新檢修庫房與電桿基礎興建完成後，銜接第一階段已架設之電車線，提供更多電氣化股道，供機關列車調度使用，如圖 10 所示。

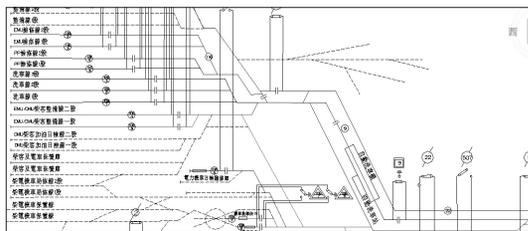


圖 10 第二階段通電股道

(三) 最終階段，待土建完成最後之軌道鋪設、廠房建設及電桿基礎施作後，電車線廠商銜接兩個階段之電車線，達成臺東機務分段整體電氣化目標，如圖 11 所示。

八、結語

鐵路電氣化為經濟建設重要一環，亦是臺鐵快捷化及降低環境污染之關鍵，但隨

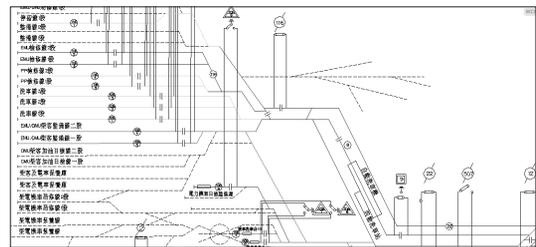


圖 11 最終階段通電股道

著花東線鐵路電氣化於 102 年完工通車及未來南迴線電氣化預計 109 年通車，對於東部及南迴整體電聯車的維修及保養量將逐漸增加，又南迴線除臺東機務分段外其餘車站皆無電聯車維修處所，因此本案「臺東機務分段新建電氣化工程」更顯重要。

本案共設計 13 條電氣化股道，不僅擴增環島鐵路電氣化路網所帶來的電聯車維修及保養量，更預留臺鐵局未來可能新購的電聯車維修容量，讓臺東機務分段能提供完善後勤維修保養及營運列車調度之處所。

綜上，足見臺東機務分段電氣化之新建，定能符合臺鐵局服務提升所需，提高列車行駛班次量及擁有安全舒適其必要之後勤完善車輛維修調度處所，最後希望本案的完工啟用後能幫助東部及南迴鐵路整體行車路網營運臻近完善。

參考文獻

1. 「臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程建設計畫」南迴線鐵路電氣化，基本設計階段及工程經費審議報告書，中興工程顧問。
2. 「臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程建設計畫」南迴線土建及一般機電工程設計暨配合工作技術服務，技術服務邀標書，交通部鐵道局。
3. 「臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程建設計畫」南迴線土建及一般機電工程設計暨配合工作技術服務，P701 標工程設計工作計畫書，中興工程顧問。
4. 「臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程建設計畫」南迴線土建及一般機電工程設計暨配合工作技術服務，P701 標設計圖說，中興工程顧問。