

109 年特種考試交通事業鐵路人員考試試題

考試別：鐵路人員考試

等 別：員級考試

類科別：運輸營業

科 目：鐵路運輸學概要

一、在前瞻基礎建設計畫中，臺灣鐵路管理局提出臺鐵電務智慧化提升計畫，請說明這項計畫之改善重點與目標。(25 分)

【擬答】

隨著國內外軌道技術發展，列車速度、行車密度日益提高，台鐵對行車運轉效率、可靠度與安全性的需求亦須相應提升。相較於國內的新興軌道，再審視台鐵電務設施的現代化目標，電氣化設備、號誌聯鎖、通訊傳輸及電車線等基礎設施，近期故障率有逐年升高的趨勢，因此計畫性更新以及應用先進的狀態監控、高速檢測科技設備於電務設施的維修管理為重要課題。臺灣鐵路管理局所提出之臺鐵電務智慧化提升計畫之改善重點與目標共計有四項，以下除說明改善重點與目標外，並將內容分述如下：

(一)號誌基礎設施現代化，提升號誌可靠度與安全性

1. 建置號誌遠端狀態監控系統：應用遠端狀態控制技術，在維修中心遠端監控掌握現場設備狀態，異常未故障礙前即時介入調整、矯正或汰換，以達預防維修之目的。
2. 計軸器雙重化：透過計軸器雙重化的改善策略，可以更有效控制傳統軌道電路於列車偵測的管理盲點，降低事故風險。
3. 汰換繼電聯鎖與 ATP 地上設備效能提升：汰換傳統繼電聯鎖為現代化電子聯鎖，以提升系統可靠性與安全性。另 ATP 系統應配合當前列車密度、車種與速度，適時調整地上感應點及建置遠端監控系統，以及早擷取更新的號誌資訊、即時掌握系統運作狀態，提高列車運轉效率。

(二)電訊基礎設施現代化，提升通訊品質與調度效能

1. 環島光纖傳輸網路系統更新：採分享式頻寬規劃，提高頻寬的利用率，支援未來營運系統(如第 4 代票務系統)，提升營運系統穩定及可靠度。
2. 行車調度無線電話系統優化：分階段汰換既有老舊通訊設施，配合現代化之需求，新建骨幹及區域通訊系統，達到各車站光纖化目標，提升通訊品質。

(三)電力基礎設施現代化，提升供電穩定性

1. 電車線系統提升改善計畫：提升電車線懸吊系統及變電站設備之穩定性，降低電車線設備事故危害風險，提供高服務品質，另隧道電車線老舊，已發生多次斷線，需更換為導電軌，以符合未來電力列車、調度需求。
2. 變電站設備容量擴增：隨著鐵路沿線城市發展及因應高鐵通車後對營運之衝擊，台鐵運輸形態已轉型以中短程之捷運化運輸為主，但西部之變電站使用年限已久，已成為未來營運之風險因子，實應檢討變壓器容量等變電站設備。
3. 購置電車線自動檢查偵測：環島路網長達千餘公里，因維修人力精簡以及鐵路運輸量的增加、維修車老舊等因素，導致電車線設備巡檢維護負擔沉重，無法維持電車線系統的高可靠度。因此引入現代化電力儀器設備，增購電力維修車與高速檢測儀器(車)，強化維修品質效能、優化維修效能，確保鐵路行車安全。

(四)新建中央行車控制系統，整合緊急應變中心

鐵路行車控制為鐵路運轉的基礎，亦為極重要的行車核心設備，主要用途是對列車運行進行集中控制。本系統已屆使用年限，為維持系統高穩定度與安全性，須適時更新以符合未來運輸需求與整合緊急應變中心之決策資訊。

二、就輕軌運輸系統 (Light Rail Transit) 及捷運系統 (Mass Rapid Transit) 的定義及差異進行說明。(25 分)

【擬答】

(一) 定義

1. 捷運系統 (Mass Rapid Transit, MRT)：此亦即為大眾捷運系統。依據大眾捷運法第三條中所述，「本法所稱大眾捷運系統，指利用地面、地下或高架設施，使用專用動力車輛，行駛於導引之路線，並以密集班次、大量快速輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統」。
2. 輕軌運輸系統 (Light Rail Transit, LRT)：輕軌運輸於國外已發展多年系統，其之所以被稱為輕軌的主要原因，是因為輕軌運輸電車施加在軌道上的荷載重量，相對於傳統鐵路系統或高運量大眾捷運系統(MRT)明顯來的低。LRT 提供一種介於傳統公車與 MRT 之間的服務，因此該名詞於世界各國有不太一致的定義。而國內學者依我國之特性，將 LRT 定義為「使用鋼軌鋼輪，主要在 B 型路權上行駛，並以電力為驅動之軌道式都會區大眾運輸系統」。
3. 另於大眾捷運法第三條中規定，大眾捷運系統，依使用路權型態，分為完全獨立專用路權及非完全獨立專用路權兩類，換言之，目前高雄輕軌與淡海輕軌之 LRT，雖非屬具有專有路權之 LRRT(Light Rail Rapid Transit)，但亦屬於大眾捷運法中所稱 MRT 之一種。惟以下進行差異比較時，MRT 以具 A 型路權之系統(不包含 LRT)，LRT 以 B 型路權之原則來加以說明。

(二) 差異比較：以下就行駛通路、場站、運具、動力、通訊(號誌)與運量等項目，進行兩系統之差異比較，並於各項目中進一步說明比較行駛速度、可靠度、成本(興建、維護、營運)等。

1. 通路：

- (1) 以兩系統行駛通路之路權來區分，捷運系統 (MRT) 使用之通路為專用之 A 型路權，而輕軌運輸系統 (LRT) 則為與其他地面運具共用之 C 型路權，或部分專用、部分共用之 B 型路權。MRT 透過 A 型路權，因此其可實現系統快速 (Rapid)，以及準點性、可靠性較高的目標。
- (2) MRT 通常通路採高架或地下興建 (但亦有如台北捷運淡水信義線部分路段採平面興建者)，而 LRT 則多採平面方式興建，因此 MRT 之通路興建、維護、營運成本都比 LRT 高。

2. 場站：

- (1) MRT 系統之車站多配合通路之興建方式，為高架或地下車站 (少部分為平面車站)，進出月台採用閘門管制，以車外驗票、收費方式為主；而 LRT 車站通常不大，於國外甚至僅有如公車站牌之方式設置，因此其通常採車上或車外 (於車站上) 收費並行之方式，進出車站月台並無閘門管制。因此 MRT 之車站在興建、維護、營運成本都比 LRT 高出許多。
- (2) LRT 停靠車站之月台較低，以高雄輕軌為例，僅有 35 公分左右，相較 MRT 車站月台約 115 公分高出許多，甚至於國外亦有 LRT 系統之停靠站並無月台設置，旅客直接由路面上下列車。因此 LRT 在車站方便使用之友善性上，高出 MRT 許多。

3. 運具：

- (1) LRT 車輛多採用低地板設計，而 MRT 車輛與傳統鐵路車輛地板高度相近，相較 LRT 則來的高。
- (2) 雖然 MRT 透過月台亦可方便旅客上下列車，但在緊急或意外事件發生時，LRT 的低地板設計會讓逃生程序較為簡單。

(3)就行駛速度來看，由於 MRT 有專有路權，其行駛通常可以高達 70-80 公里/小時；而 LRT 如在市區以 C 型路權行駛時，由於需與其他道路交通共用道路，一般時速約為 20-30 公里，較 MRT 慢。但在國外有些城市的 LRT 在駛出都市外成為區域鐵路時，則可以較 MRT 更高的速度行駛，如原擬於基隆南港間興建的 Tram-Train 系統行駛時速可達 100 公里以上。

4. 動力：

(1) LRT 因多為 C 型路權，需與其他地面運具共用通路，因此無法採第三軌供電方式，而採用架空線供電。而以台灣地區之 MRT 因行駛於專用之 A 型路權上，來看，則都採用第三軌供電方式。此外，於高雄輕軌列車則為於車站以架空線充電、於站間以超級電容供給行駛動力方式運作，淡海輕軌於無架空線路段則採蓄電池供電。另於台灣地區之 MRT 與 LRT，則均以 750 伏特之直流電作為供給電力。

(2) LRT 因採架空線供電方式，若 MRT 系統亦於平面興建時，架空線則對於都市景觀有較大之衝擊，亦較容易天氣之影響。

5. 通訊（號誌）：

(1) MRT 由於有專用路權，因此以其專用號誌系統指示列車於路線之上行止，而 LRT 系統除有 LRT 專用號誌外，於通過一般公路之橫交路口時，LRT 亦須遵守公路上之號誌系統。

(2) 於大眾捷運法第三條中亦有規定，屬非完全獨立專用路權之大眾運輸系統(即為 LRT)，應考量路口行車安全、行人與車行交通狀況、路口號誌等因素，設置優先通行或聲光號誌。因此，國內於與 LRT 橫交之公路路口，多有設置輕軌優先號誌系統，以供 LRT 優先通過路口使用。

6. 運量：依據高雄捷運工程局對高雄輕軌系統之說明，每小時單向運量約在 2,500 人到 6,000 人，而國內相關研究、報告中指出，輕軌系統尖峰小時單向運量約 2,500 人到 20,000 人。換言之 LRT 可達中運量捷運系統之運量(尖峰小時單方向為 5,000~20,000 人)。而 MRT 通常為中運量(如台中捷運、新北環狀線等)或高運量(尖峰小時單方向達 20,000 人以上，如台北捷運淡水信義線)，大致上來說，LRT 的運輸能力較 MRT 來的少或相當。

三、鐵路列車運行時為了保障列車能安全運轉，制定列車行車制度以確保列車行車安全與提高運轉效率，若依其作業方式，可以將行車制度分為那幾種類型？（9 分）其差異為何？（16 分）

【擬答】

(一)為確保鐵路列車於軌道上之運轉安全，所採取之間隔列車的方法，稱為鐵路行車制度。在過去一路線僅有一列車行駛時，為確保行車安全，則會利用馬車行駛於列車前方，擔任嚮導工作，稱為人工嚮導階段。目前之行車制度大致上可分為隔時法（time interval system）與隔地法（space interval system）兩類。

(二)說明與差異

1. 隔時法：是依據事先排定的列車時刻表 (Time Table)，規定列車須按此時刻表行車，或臨時加開列車須依調度員之臨時「行車命令」(Train Order)於規定時間經過特定地點，以達成列車彼此交會之目的。此種行車方法又稱為「列車本位」制。

2. 隔地法：是將整條鐵路線劃分成若干個閉塞區間(block)，在同一個時間中，每一閉塞區間內只允許一部列車通過，以避免發生撞車之危險，此一行車制度又稱為「車站本位」制。

3. 差異：

(1)管制主體：於隔時法中，各列車均有其各自的時刻表與行車命令，因此其主要是管制

公職王歷屆試題 (109 鐵路特考)

主體為列車，故又稱為「列車本位」制。而隔地法在過去沒有號誌劃分閉塞區間之時代，其閉塞區間是由車站所組成，因此由車站進行管制列車是否可進入個閉塞區間，故又稱為「車站本位」制。

- (2)設備需求：隔時法應只需時刻表行車，路線上無須設置其他設備(如號誌、通訊設備等)，在設備需求極為簡單。
- (3)安全性：就安全性上來看，隔時法由於列車依據時刻表發車，但若遇突發狀況時(如列車故障、路線障礙、誤點等)，則較易發生事故，因此隔地法之安全性較高，世界各鐵路與台鐵皆採用之。
- (4)使用時機：依據鐵路行車規則第 94 條規定，閉塞方式分為常用閉塞式及代用閉塞式、於第 95 條規定，閉塞區間之列車運轉，應施行常用閉塞式、於第 97 條規定，因通訊斷絕或.....並不能施行常用閉塞式及代用閉塞式時，應施行閉塞準用法。而閉塞準用法最被經常採用的行車制度，即為隔時法。換言之，以台鐵在正常運作情況下，並不會採用隔時法，而會採用隔地法之行車制度，除非遇有如通訊斷絕之情形發生時。

四、請說明何謂電氣路牌閉塞？試舉出臺鐵系統中仍採取電氣路牌閉塞之路段，並說明如何增加其觀光價值？(25 分)

【擬答】

(一)所謂電氣路牌閉塞，係指於相鄰兩站間各設電氣路牌閉塞器 1 台，以電纜連接成 1 組，不同的閉塞區間，會使用不同種類的電氣路牌，以防誤交。非規定種類的路牌，不能投回所屬閉塞機，更不能為「非該區間」之列車司機所接受而據以開車。行車前由相鄰兩站站長合作，按一定程序操作後，始能由出發站取出閉塞器內的路牌 1 塊，交給司機員攜帶做為列車行駛的「通行證」。

電氣路牌閉塞之使用，係早期鐵路僅有單條路線，為確保車站與車站間(區間)僅有單一系列車通行，故利用電氣路牌閉塞系統作為通行憑證，以確保一路線僅行駛一列車之閉塞的方式，以確保該區間行車絕對安全。但此種「電氣路牌閉塞」其閉塞器之操作方法與兩站閉塞器內之路牌手續仍然相當繁雜，所以每日所能容許之列車行車密度僅能達到 70 車次左右。

(二)隨著科技的發達，號誌系統不斷演進，為縮短閉塞時間，提高行車效率，台鐵於沿線完成 CTC 中央行車控制系統之後，電氣路牌閉塞器即完成其階段性的任務，功成身退。目前台鐵平溪線及集集線由於地形環境特殊，目前仍為單一線路行車，目前仍使用電氣路牌閉塞系統作為辦理區間閉塞之用。電氣路牌為銅質圓餅型，直徑約 10 公分、重約 1 公斤，路牌計分 4 種。

由於路牌直徑僅 10 公分，因此路牌會放置於一較大環圈之小皮袋中，以利列車長、司機員以大環圈進行路牌之交換。在採用路牌閉塞區間之車站，經常在月台起點可以看到一個很大的白色螺旋形物體，其稱為路牌受器，係用來讓過站不停的列車拋出上一個路段的路牌給站務員；另在月台終端有一個路牌授器(白色直立鐵竿)，可以讓站務員先把下一個路段的路牌放好，讓過站不停的列車取走該路牌，而要在不停車的情況下這樣拋接路牌，是需要技術的。

由於國內外許多鐵路或路線之行車閉塞制度均已將以憑證的路牌閉塞制提升為使用號誌來進行的無證區間閉塞制度，甚至是自動區間閉塞或中央行車控制系統(CTC)，因此路牌的交換已極為少見，對於老一輩的民眾而言是一份懷舊的記憶，而對年輕世代而言，則為一種具有傳承意義的鐵道文化，而目前台鐵尚在使電氣路牌閉塞之平溪線與集集線兩支線均為國外著名的觀光旅遊路線，若能將路牌交換過程，甚至是不停站之路牌拋接加以包裝設計，除以相關主題進行宣傳外，並進行適當之人員或影片解說與設備展示(如電氣路牌機、路牌、路牌受器、路牌授器等)，亦可規劃由民眾實際進行電氣路牌機的操作及路牌的交換過程體驗，透過電氣路牌閉塞之主題行銷，結合現有兩條鐵道之觀光資源，必可更增加這兩條鐵道路線的觀光價值，並達傳承鐵道文化之效果。