

ISSN 1011-6850

TAIWAN RAILWAY JOURNAL
TRJ 臺鐵資料 季刊 **369**
Jun. 2019
Summer

臺鐵資料季刊

第369期

TAIWAN RAILWAY JOURNAL

交通部臺灣鐵路管理局

鐵路安全專刊



交通部臺灣鐵路管理局

Taiwan Railways Administration, MOTC

目錄 Contents

列車安全防護系統的原理與演進.....鍾志成	1
The Principle and Evolution of Train Protection System.....Jong, Jyh-Cherng	
鐵路平交道安全改善與管理方法回顧.....	45
.....孫千山.徐任宏.林杜寰.胡守任.張開國.喻世祥	
Review of Safety Improvement and Management Methods at Railway Level Crossings.....Suen,Chian-Shan.	
Xu, Ren-Hong. Lin, Tu-Huan. Hu, Shou-Ren. Chang, Kai-Kuo. Yu, Shih-Hsiang	
鐵路車輛駕駛模擬機之訓練成果與安全展望.....張繼位	83
Training Results and Safety Prospect of Railway Vehicle Driving Simulator	
..... Zhang, Ji-Wei	
機關安全維護與疏處陳情請願事件檢討分析-以臺灣鐵路管理局政風機構 107 年	91
執行成果為例.....楊照芬	
Safety Maintenance of the Agency and Properly Handled the Petitions - Take the 107	
years of Cooperation Between the Government Ethics Department of the Taiwan	
Railway Administration as an Example of Implementation Results..... Yang, Jow-Fen	
工安文化.....藍福良.林際琛	105
Industrial Safety Culture.....Lan, Fwu-Liang. Lin, Chi-Chen	

列車安全防護系統的原理與演進

The Principle and Evolution of Train Protection System

鍾志成 Jong, Jyh-Cherng¹

聯絡地址：11494 台北市內湖區新湖二路 280 號

Address: No. 280, Xinhu 2nd Rd. Neihu Dist., Taipei City 11494, Taiwan

電話 (Tel)：(02) 8791-9198

電子信箱 (E-mail)：jcjong@sinotech.org.tw

摘要

普悠瑪列車在新馬彎道翻覆出軌事故引起國人對自動列車防護系統的關注與討論，惟不同軌道系統配備的自動列車防護系統功能有很大的差異，而隔離後的運轉方式也不盡相同。本論文回顧列車的行車控制以及安全防護系統的演進，說明各種自動列車保護系統的技術內涵與應用方式，可讓讀者清楚瞭解不同自動列車保護系統的差異。透過本文的研析可知，一旦自動列車保護系統因故隔離後，基於安全的理由，勢必採取限速措施，至於限速多少，應取決於列車的行車移動授權方式、道旁號誌是否正常運作，以及是否加派機車助理或司機員啟動雙人乘務。以臺鐵局的路線條件、行車移動授權的方式以及三位式號誌的運作邏輯，隔離自動列車保護系統後限速 60 km/h 似乎是合理的妥協做法，但若啟動雙人乘務且道旁號誌正常運作，速度應可適度提高，至於提高多少，其實是安全、可靠與效率之間的權衡，有賴臺鐵內部進一步的溝通與討論，但無論如何，司機員仍負有最終安全運轉的責任，也因此，司機員的訓練與養成，對於臺鐵列車營運安全仍為關鍵性的因素。

關鍵詞：列車安全防護系統、自動列車保護系統、行車移動授權

¹ 財團法人中興工程顧問社土木水利及軌道運輸研究中心主任

Abstract

The derailed accident of Puyuma train at Xinma curve causes public concerns and discussions on Automatic Train Protection (ATP) system. However, the functions of ATP for various rail systems are quite different. Accordingly, how train should be operated when ATP is isolated is also different. This paper reviews the evolution of train control and protection system, and illustrates their technologies and applications, based on which readers could figure out the difference of various ATPs. Through the analysis of this paper, we find that once ATP is isolated, train speed must be reduced for safety reason. As for the speed restriction, it depends on the way how train movement is authorized, whether wayside signal is working properly, and whether additional assistant of driver is dispatched onto the train. According to the alignment conditions, train movement authority, and the operation logics of three-aspect signals of Taiwan Railway Administration (TRA), it seems that it is a reasonable compromise to isolate ATP with a speed limit of 60 km/h. However, if double-crew strategy is implemented and wayside signal is working properly, the speed limit should be moderately increased. The speed limit is a trade off among safety, reliability, and efficiency, and needs further discussion within TRA. No matter how, train drivers still have the ultimate responsibility for safety operations. Consequently, the training and education of drivers is the key factors of operation safety for TRA.

Keywords: Train Protection System 、 Automatic Train Protection 、 Movement Authority

一、前言

2018 年 10 月 21 日下午 4:50 一列普悠瑪列車於宜蘭新馬站翻覆，造成 18 人死亡，215 人輕重傷的重大事故。此一事故為臺鐵近 30 年來最大的事故，事發後引起國內外的關注，而鐵路系統安全的形象也開始遭受到質疑。

普悠瑪事故發生後，很多技術的議題被提出來討論，其中之一為自動列車保護系統（Automatic Train Protection, ATP）。自動列車保護系統的旨在於確保列車安全運轉，目前國內臺鐵、高鐵、捷運皆有安裝，日本、歐盟、美國的鐵道系統也都有發展 ATP，但這些系統功能都一樣嗎？其技術內涵為何？使用上是否有限制？為了避免人為疏失，是否應該取消 ATP 隔離開關，或是升級為全自動運轉？如果一定要設置隔離開關，一旦 ATP 關閉或失效，該如何運轉？本文嘗試從列車行車控制與安全防護系統（Train Protection System）的原理及演進的解說與討論，試圖來回答前述問題。

二、列車行車控制

列車的運轉受到軌道的導引，彈性遠低於公路車輛，為了確保行車的安全，列車運轉必須受到適當的控制，以保持安全間距，此為行車控制的範疇。以下逐一說明列車操控方式、行車移動授權（Movement Authority）以及行車制度的種類。

2.1 列車操控方式

一般公路車輛的駕駛對於車輛有完全的控制權，司機員可以決定何時何處進行加、減速，或依需要變換車道，但鐵路列車的司機員對於列車操控的自主性不如公路車輛的司機。由於軌道列車的運轉是完全受到軌道的導引，司機員無法控制列車橫向的位移，司機員所能控制的僅有列車行進方向的加、減速運動。當然，也因為列車受到軌道的導引，列車運轉的不確定性較低，因此可以實施較高的自動化。

目前軌道車輛的操控方式若依自動化程度的高低，則可概分為手動/目視駕駛（Manual/Visual Driver Control）、手動/號誌指示（Manual/Advisory Signal Control），以及自動列車運轉（Automatic Train Operation, ATO）三種模式（Vuchic, 1981）。

2.1.1 手動/目視駕駛

手動/目視駕駛是指完全由司機員根據個人的判斷來操控列車行止的方式，基本上類似於公路車輛的駕駛。此種控制模式通常僅適用於速度較低、非立體分隔的路面有軌電車（Streetcar, SCR）、輕軌運輸系統（Light Rail Transit, LRT），或是列車流量很低的鐵路系統。圖 1 為大連市的路面電車，完全依賴駕駛員的判斷來決定何時該加、減速以及列車的運轉速度，並沒有軌道專用的號誌系統。

由於手動/目視駕駛列車的運行仰賴司機員的經驗及判斷，因此運行速度不高，安全性也較低。



資料來源：本研究拍攝

圖1 大連市路面電車採用手動/目視駕駛

2.1.2 手動/號誌指示

手動/號誌指示方式是根據列車在路線上的位置，藉由道旁號誌（又稱路側號誌，Wayside Signals）或車內號誌（Cab Signals）的顯示來指示司機員操控

列車的運轉。此種操作模式主要是為了提高行車的安全，以避免司機員人為判斷的錯誤而導致行車事故。區域鐵路系統（Regional Rail, RGR）、某些早期的鐵路捷運系統（Rail Rapid Transit, RRT）、部分具有縱向分隔（B型路權）的輕軌運輸系統或輕軌捷運系統（Light Rail Rapid Transit, LRRT），甚至現在的高速鐵路系統（High Speed Rail）的操控方式均屬此類，為軌道車輛控制方式的主流。圖 2 為臺鐵列車的操控模式，由司機員依照道旁號誌機顯示的訊號來操控列車的行止與速度。



資料來源：本研究拍攝

圖2 臺鐵列車採用手動/號誌指示駕駛

手動/號誌指示的系統，列車的運轉仍是操之於人，在無列車自動防護系統保護下，司機員若不能依照號誌的指示以及速限來操作，仍可能發生危險，故司機員負有安全運轉之責。一般而言，傳統鐵路系統都是採用道旁號誌，但由於鋼輪鋼軌的黏著力較低，列車的煞車距離長，司機員的視距有一定的限制，若列車速度超過 160 km/h 以上時，司機員看到號誌的燈號已來不及反應，因此高速鐵路系統都是採用車載號誌，至於現代捷運系統則多採車載號誌，以減少道旁設施的維護成本並縮小地下隧道的斷面以擷節建設成本。

2.1.3 自動列車運轉

自動列車運轉 ATO 是指列車的運轉完全由電腦所控制，以進一步減少人為操作的失誤、增加路線容量，並提高服務的可靠度。自動列車控制依照自動化的程度又可分半自動及全自動兩種，其中半自動控制僅列車的運轉是自動

的，其餘如車門的監控、列車的啟動等都是由司機員來操控，而全自動則是完全無須司機員的介入，列車的運轉以及車門開關以及列車啟動都是全自動操作的。

自動列車運轉的必要條件是具有完全立體分隔的 A 型路權，因此僅能適用於鐵路捷運系統（RRT）、輕軌捷運系統（LRRT）、自動導軌系統（Automatic Guided Transit, AGT）或自動運人系統（Automated People Mover, APM），其中鐵路捷運系統或輕軌捷運系統通常是採用半自動控制的系統，由司機員控制車門的關閉以及列車的啟動，例如台北高運量捷運系統以及高雄捷運系統，司機員於停車時必須檢視月台上的人潮再決定關門時機（請參閱圖 3），而自動導軌系統則是完全自動控制，例如臺北中運量捷運與吉隆坡國際機場接駁列車均屬此類，如圖 4 所示。

自動列車運轉必須搭配車載號誌，列車必須連續且即時地接收路線上其他列車的位置以及速限的訊號，以做為行車控制的依據，但配備車載號誌的軌道系統不見得有自動列車運轉的功能，例如台灣高鐵、日本及韓國部分地鐵線都配備車載號誌，但係依號誌指示手動駕駛，亦即車載號誌是自動列車運轉的必要條件，但非充分條件。



(a) 臺北高運量捷運系統



(b) 高雄捷運系統

資料來源：本研究拍攝

圖3 臺北及高雄高運量捷運列車採用半自動控制系統



(a) 文湖線的自動導軌系統



(b) 吉隆坡國際機場的自動運人系統

資料來源：本研究拍攝

圖4 臺北捷運文湖線列車以及吉隆坡國際機場接駁列車採用完全自動控制系統

2.2 行車移動授權

除了路面電車以及輕軌運輸系統等手動/目視駕駛的系統之外，傳統鐵路、高速鐵路、捷運系統的列車運轉過程中很重要的一個程序是行車移動授權（Movement Authority），列車只有在獲得授權之後才可以在規範的速度之下往前行進至特定地點。無論鐵路營運機構採取哪一種運轉程序，列車的行車授權基本上可分為非號誌控制運轉（Non Signal-Controlled Operation）及號誌控制運轉（Signal-Controlled Operation）兩種（Pachl, 2002），說明如下：

2.2.1 非號誌控制運轉

非號誌控制運轉是指由調度員透過口頭或手寫的指令等移動授權憑證來授權列車移動的運轉方式。毫無疑問的，在非號誌化區間一定是採用非號誌控制運轉，此種完全沒有號誌設備的路線在鐵路的行話中稱之為黑暗區域（Dark Territory），調度員與列車組員之間的通訊方式通常是採用電話或是無線電，列車組員依一定的時間間隔告知調度員列車的確切位置，再由調度員根據相鄰列車的位置綜合研判後授權列車運行，如圖 5所示。此種運作模式的安全性端賴調度員與列車組員之間的密切配合及正確的溝通與操作，可靠度不高，因此僅適用於低列車密度的路線（每天少於 20 列次）。

非號誌控制運轉在美國的傳統鐵路相當常見，大約有超過 50% 的路線目前仍是採用非號誌控制運轉，而在歐洲，僅有在支線鐵路才會使用非號誌控制運轉模式，至於國內，目前僅剩阿里山森林鐵路目前仍採用手寫的通券作為列車的移動授權憑證，其餘高鐵、捷運、臺鐵均採號誌控制運轉。

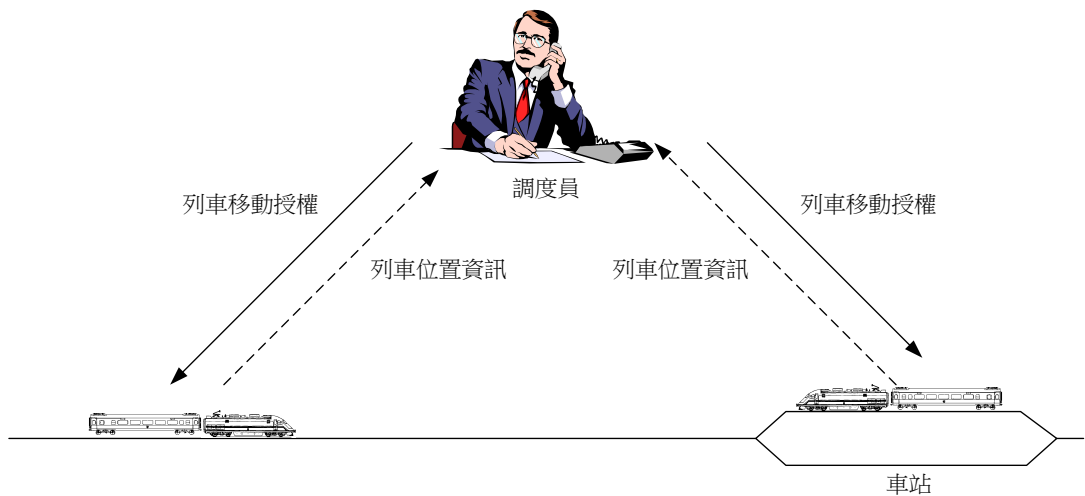


圖5 非號誌控制運轉

2.2.2 號誌控制運轉

號誌控制運轉係指透過號誌指示來授權列車運轉的模式，採用手動/號誌指示以及配備自動列車運轉的軌道系統皆屬之。在號誌控制運轉區間，列車的一般運行僅須遵行號誌的指示即可，除非於特殊情形下，例如列車通過顯示「險阻」狀態的絕對號誌機時，才可能需要口頭或手寫的授權指令方能前進。

號誌控制運轉可以採用道旁號誌（Wayside Signal）或是車載號誌（Cab Signal），道旁號誌機通常設置在閉塞區間或聯鎖區界的入口處，車載號誌則是顯示於駕駛面板上。採用車載號誌時則無須設置道旁號誌，但有些路線同時也會在重要地點（例如聯鎖區界）設置道旁號誌，以避免車載號誌故障時危及行車安全。

在歐洲地區，大部份的路線都是採用號誌控制運轉，在北美地區，僅有中

央行車控制的路線才會採用號誌控制運轉，而國內的臺鐵本線、高鐵以及捷運系統都是採用號誌控制運轉。

2.3 行車制度

鐵路的行車制度是為了保障列車在軌道上運轉之安全，所採行分隔列車的措施與方法，猶如鐵路世界的法律，故通常會詳列於鐵路行車規章之中，作為行車調度的依據，以確保行車安全。

鐵路行車制度的變化很多，甚難一一詳述，也沒有一定的分類方式及架構。過去的文獻對於行車制度的分類有依分隔列車的原理來區分、有依列車移動的授權來區分、有依閉塞自動化的程度或閉塞的嚴格程度來區分者，亦有依適用的路線配置及運轉方式來分類者，莫衷一是，圖 6 為根據幾種比較常見的行車制度所歸納出來分類的方式。

分隔列車的原理可分為「隔時法」及「隔地法」兩種，由於安全性低且路線容量小，以「隔時法」來間隔列車的行車制度幾乎已很少使用，目前的行車制度主要是係基於「隔地法」所發展出來，又稱為「閉塞制度 (Block System)」，其中管制列車進出的基本空間單元稱之為閉塞區間 (Block Section)，而辦理確認而禁止其他列車進入的手續稱之為閉塞 (Block)。

以「隔地法」發展出來的行車制度，依據列車間距的控制邏輯，又可分為「固定閉塞制 (Fixed Block System)」、「移動閉塞制 (Moving Block System)」，以及「混合閉塞制 (Hybrid Block System)」三種。固定閉塞制仍是軌道系統行車制度的大宗，例如臺鐵、高鐵、台北高運量捷運系統、高雄捷運系統、桃園機場捷運系統，而晚近新建的捷運系統，有些會採用移動閉塞制，例如台北中運量捷運系統。

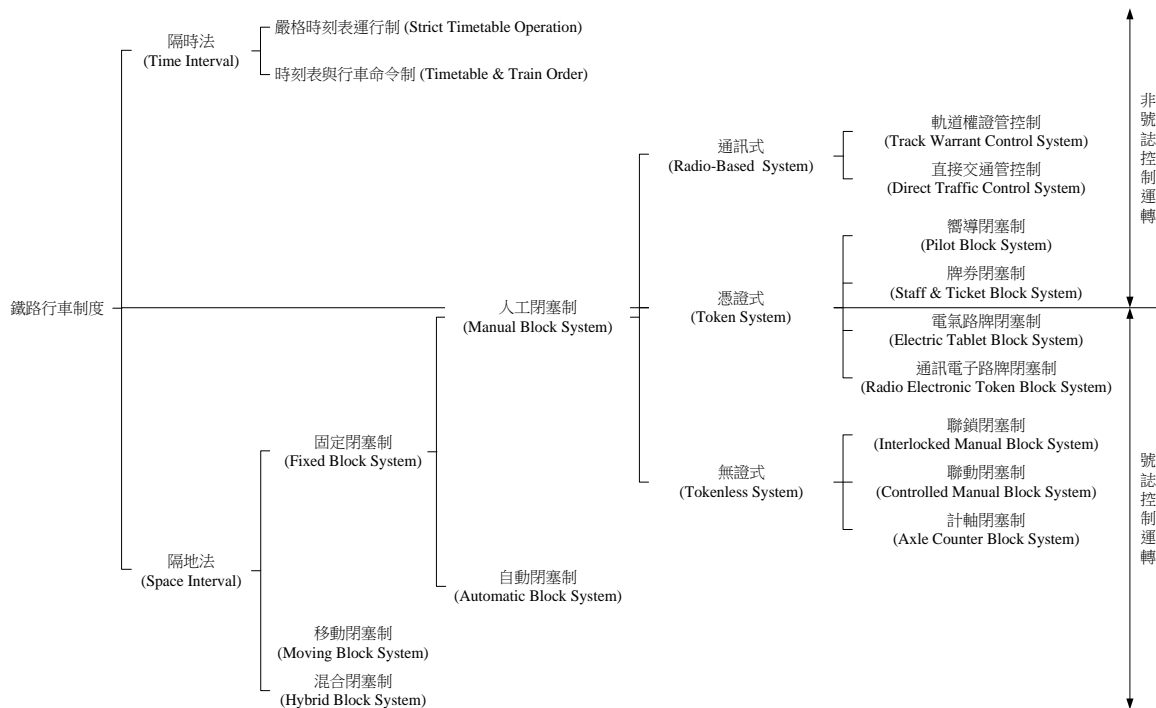


圖6 鐵路行車制度的種類

三、列車防護系統

在手動/號誌指示 (Manual/Advisory Signal Control) 的操控模式下，列車的行、止及加、減速乃是由司機員依照號誌的指示來控列車的運轉，但若司機員不按號誌的指示運轉，仍可能發生危險。而採用自動列車控制的系統，列車亦必須遵循號誌的移動授權 (Movement Authority) 及運行速限來運轉。為了避免發生列車冒進號誌的危險，而將號誌的移動授權及行車速限資訊傳送給列車，並在必要時自動啟動煞車，強迫列車減速或停車的行車保安系統，稱為列車安全防護系統 (Train Protection System) 或自動列車保護系統 (Automatic Train Protection, ATP)。

自動列車保護系統的功能及內容有很多變異，但無論如何，都必須將行車控制的命令傳送給列車，使列車依照速限行駛，並在必要時將列車煞停。如依 ATP 資訊傳遞及更新的頻率來分類，自動列車保護系統主要可分為間歇式 ATP

(Intermittent ATP) 及連續式 ATP (Continuous ATP) 兩大類，每一類之下又有許多不同的類型，將分別於3.1及3.2節介紹，至於 ATP 資訊的傳遞方式則是於3.3節中說明，而3.4節將從 ATP 資訊的傳遞頻率、ATP 資訊的傳遞方式、列車的移動授權、列車速度監控內容、號誌的類型，以及適用的行車制度等，歸納彙整各種 ATP 的類型。

3.1 間歇式自動列車保護

所謂間歇式自動列車保護系統是指僅於軌道上特定的位置傳送號誌及速度資訊給列車，而無法持續更新資訊。間歇式 ATP 屬於早期的設計，通常用於採用道旁號誌的城際鐵路系統。

間歇式 ATP 通常包括以下三項功能 (Pachl, 2002)：

1. 自動列車警告 (Automatic Warning System, AWS)
2. 定點速度監控 (Spot Speed Supervision) 或煞車曲線監控 (Braking Curve Supervision)
3. 自動列車停車 (Automatic Train Stop, ATS)

並非所有的系統都具備上述三項功能，但無論如何，至少一定要有自動列車停車的功能，否則即無法稱為 ATP。另外，間歇式 ATP 對列車速度的監控範圍有定點式及全程式兩種，其運作方式略有不同，分述於以下各小節。

3.1.1 定點式

為了避免列車冒進險阻號誌 (Signal Passed at Danger, SPAD) 而發生危險，最早的列車安全防護方式是於特定地點監控列車是否超速度行駛，此種定點式的自動列車保護系統屬於現代化 ATP 的前期系統，防護功能較為不足，通常用在以道旁號誌為行車移動授權的軌道系統。

3.1.1.1 系統特性

定點式 ATP 具有自動列車警告 (Automatic Warning System, AWS) 以及自動列車停車 (Automatic Train Stop, ATS) 的功能，但 ATP 並未全程監控列車的速度，而僅於特定的地點檢核列車是否超速或冒進險阻號誌的情形，而號誌及速限的資訊亦僅於特定地點進行傳送，而不會持續更新。

3.1.1.2 運作方式

當列車接近險阻號誌時，在一定距離之前列車自動警告系統 (AWS) 會透過地上感應器發送訊號給列車，列車收到訊號後即透過聲響或駕駛面板上的燈號發出警告，司機員必須在一定的時間內按鈕確認，否則列車會自動煞停。為了避免司機員按鈕確認後並未執行煞車指令，因此在一定的時間或距離之後，自動列車停車裝置 (ATS) 會再檢核列車速度，如列車未降至一定的速度之下，同樣會自動將列車煞停。有些系統則是在險阻號誌機前再加最後一道防線，如列車冒進險阻號誌，則會自動將列車煞停，如圖 7 所示。

值得注意的是，司機員確認時間內列車的行駛距離與列車速度及路線條件有關，速度愈高，確認的距離愈長；另外，地上感應器的位置通常會根據列車級別中運轉速度最高之列車或減速性能最差列車的煞車距離來設置，設置原則是確保冒進號誌的高速列車或剎車性能最差的列車都能在險阻號誌前剎停。因此對於較低速的列車或煞車性能較佳的列車，若經過警告點超速，而司機員未及按鈕確認，則列車煞停後與號誌機之間可能會有一段較大的距離。

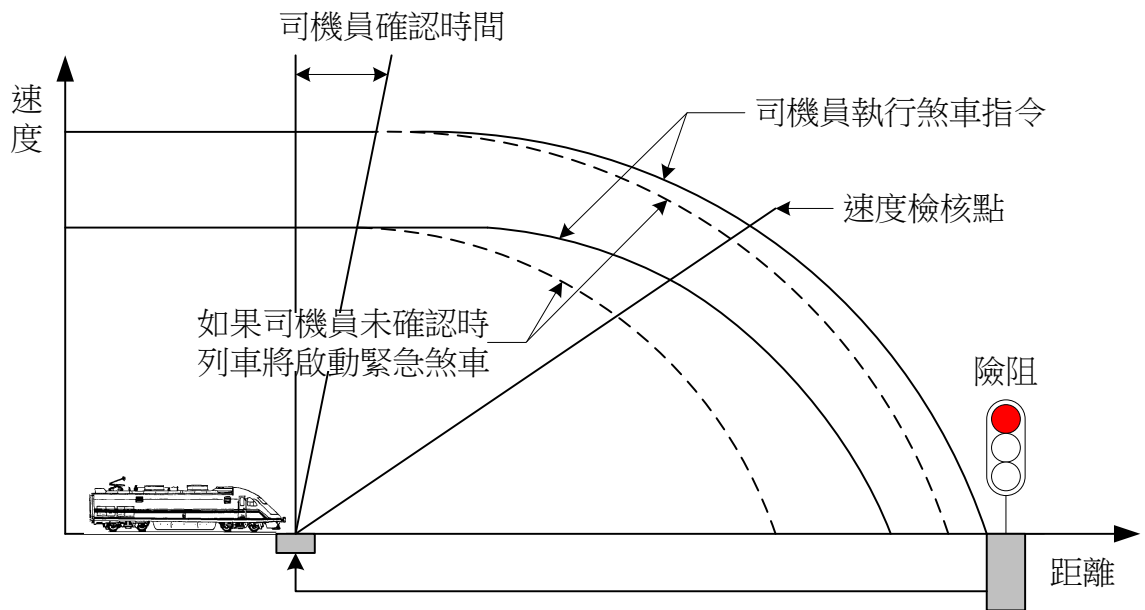


圖7 間歇式定點速度監控 ATP

3.1.1.3 實際案例

為了確保行車安全，早在 1956 年起，英國的鐵路系統即裝設自動列車警告系統（Automatic Warning System, AWS）。其係於號誌機前方約 185 公尺處設置斜坡感應器（Ramp），如圖 8，因其狀似鱷魚，法國稱之為鱷魚（請參閱圖 9），而德國人則稱為 Indusi（Pachl, 2002）。感應器內包含一對磁鐵，第一個為永久磁鐵，第二個為電磁鐵。當列車通過第一個永久磁鐵時，車上的煞車受到感應後會處於候命狀態，如號誌顯示為「平安」，則第二個電磁鐵會激磁，當列車通過第二個電磁鐵時，會解除煞車的候命狀態；如果號誌顯示「險阻」或「注意」，則第二個電磁鐵會斷磁，此時駕駛艙內會發出聲響，同時車內的指示器會顯示黃黑交錯的顏色，形如向日葵（如圖 9），此時司機員必須按鈕確認，否則煞車將自動啟動，將列車煞停。

從前面的說明可知，AWS 僅能在列車接近險阻號誌時自動發出警告，且若司機員按鈕取消之後，AWS 即失去功能，此時列車若無法在險阻號誌之前停下來，則可能發生危險，因此僅設置 AWS 的系統稱不上 ATP。一種簡單的

解決方案是額外裝設機械式自動列車停車設備（Automatic Train Stop, ATS）。其係於每一個號誌機的道旁設置停車絆腳桿（Stop Trip Arm），當號誌顯示「險阻」時，絆腳桿會升起，若列車冒進號誌，則絆腳桿會觸動車上的絆腳閥（Trip Cock），迫使列車自動煞停，如圖 10。而圖 11為德國柏林 S-Bahn 的停車絆腳器，左側係號誌顯示「險阻」時絆腳器的位置，而右側則是號誌顯示「平安」時絆腳器的位置。

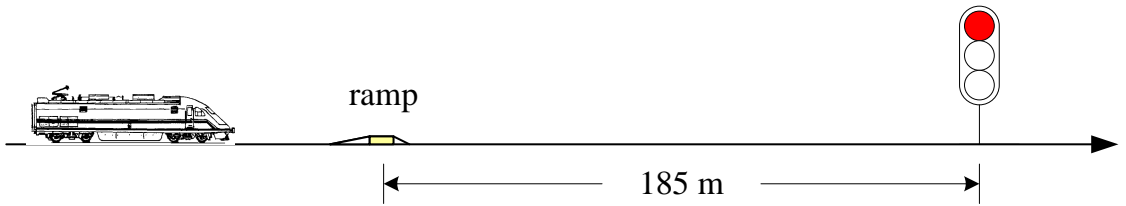
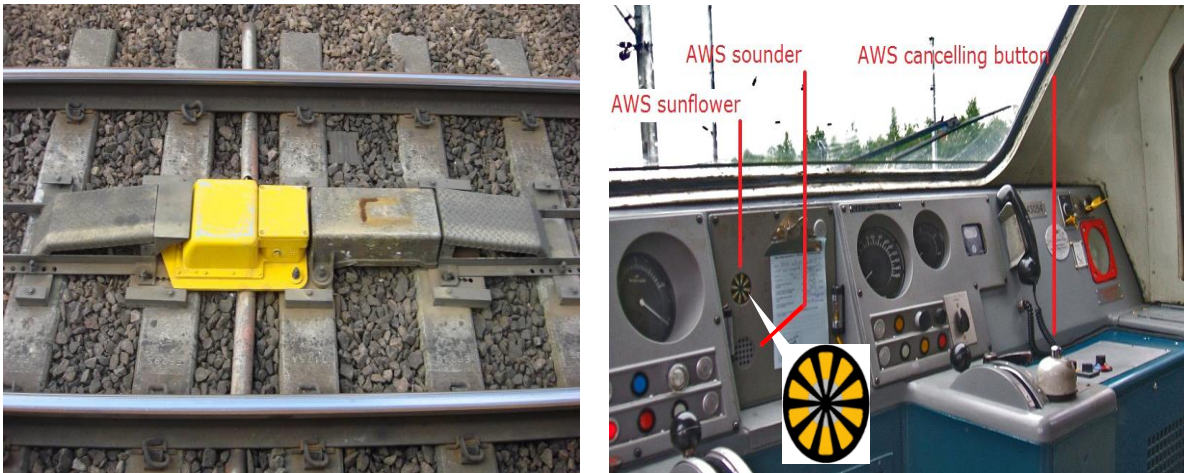
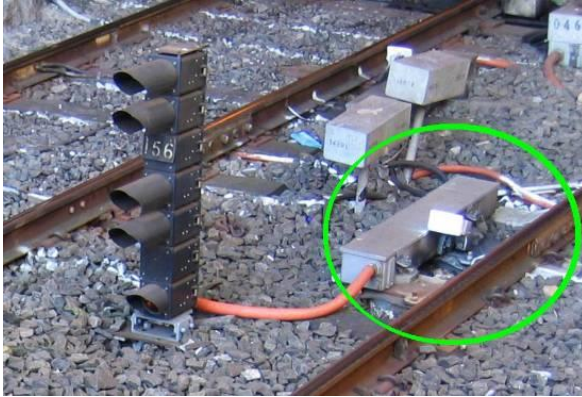


圖8 英國自動列車警告地上感應器的佈置方式



資料來源：Automatic Warning System in Wikipedia 及本研究繪製

圖9 英國 AWS 的地上感應器與車內號誌顯示器



(a) 道旁絆腳閥升起狀態



(b) 車上絆腳扳機位置

資料來源：Train Stop in Wikipedia

圖10 道旁絆腳閥及車上絆腳扳機



(a) 號誌顯示「險阻」時絆腳器的位置



(b) 號誌顯示「平安」時絆腳器的位置

資料來源：Train Stop in Wikipedia

圖11 德國柏林 S-Bahn 的停車絆腳器

此種搭配 AWS 及 ATS 的系統可以算是一種簡單版本間歇式定點速度監控 ATP，某些早期的鐵路系統仍採用此種保安措施，而即使是現代的軌道系統（如捷運系統），有時在路線終點處的止衝擋（Buffer Stop）之前，或是在機

廠進入正線的轉換軌區，仍會裝設絆腳閥作為保護安全的最後一道防線。

除了加裝機械式 ATS 的方案之外，也有許多改善方案被提出來，其中之一為列車保護與警告系統（Train Protection & Warning System, TPWS），亦屬於間歇式定點速度監控 ATP。TPWS 是目前英國傳統鐵路進階至現代化全程式 ATP 之前的標準防護配備，其基本概念是當列車接近險阻號誌的速度過高時，不管司機員採取何種措施，列車都會被自動煞停。

TPWS 會有兩個速度檢核點，第一個速度檢核點在接近號誌前 200~400 公尺處，第二個速度檢核點在號誌機的位置，如圖 12。每一個速度檢核點均設置一對地上感應線圈，第一對感應線圈的間距約 4~36 m，而第二對（號誌所在位置）則是串列設置。當號誌顯示「險阻」時，感應線圈即開始作用，並利用列車通過兩個線圈之間的時間來偵測列車速度。如果列車在第一個檢核點的速度過高時，TPWS 會自動將列車煞停；若通過測試，但未在號誌機之前（第二個速度檢核點）將列車煞停時，TPWS 亦會自動將列車煞停。

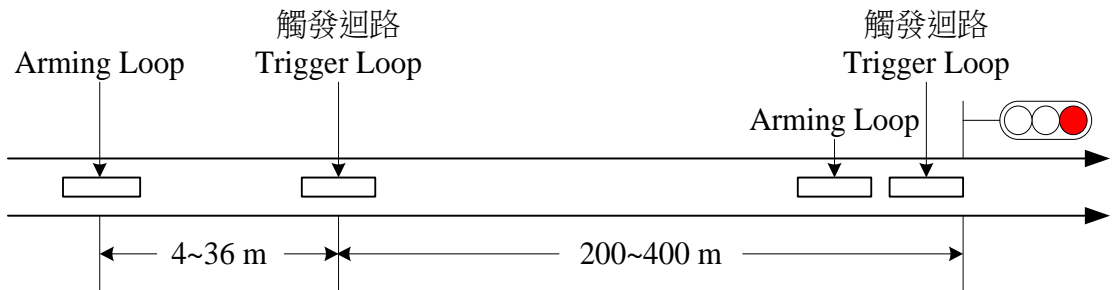


圖12 英國 TPWS 的佈置方式

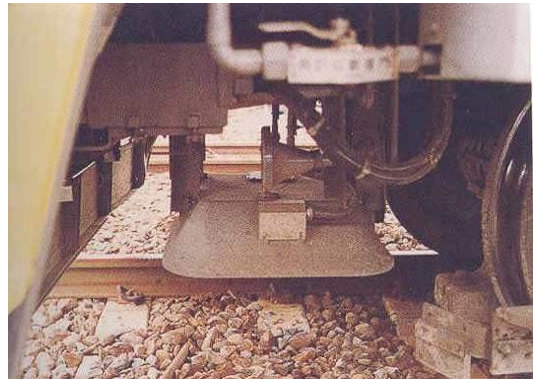
除了英國之外，日本於 1960 年代兩次嚴重的鐵路事故造成人員傷亡（Takashige, 1999），也促使日本大量裝設各式自動列車停車設備（Automatic Train Stop, ATS），其中 ATS-S 屬於最基本的配備，也是屬於間歇式定點速度監控 ATP。在配備 ATS-S 的系統中，當列車接近險阻號誌時，ATS-S 會發出警告聲響，如果司機員未在 5 秒鐘按下確認鈕，則將啟動緊急煞車將列車煞停，若列車速度過高時，也會將列車煞停（Matsumoto, 2005）。

臺鐵過去裝設的 ATW/ATS（Automatic Train Warning & Automatic Train Stop）也是屬於間歇式定點速度監控 ATP。當列車接近險阻號誌時，列車會透過車上感應器（車上子）從地上感應器（地上子）收到訊號（參閱圖 13），此

時 ATW 設備會產生鳴響，4 秒之內司機員應按下確認按鈕，否則將自動啟動緊急煞車。當司機員按鈕確認之後，旅客列車應於 20 秒內降速至 95 km/h，並於 35 秒後續降至 60 km/h，否則列車將自動煞停，而貨物列車若未於 35 秒內降至 55 km/h，同樣也會自動煞停（黃炎煌，1996；臺鐵局，2005）。在自動閉塞區間，如因運轉所需而必須越過險阻號誌時，司機員得減速至 15 km/h 以下，並按下“要求按鈕”，在 20 秒內越過該號誌，此種運轉方式稱為無閉塞運轉。



(a) 臺鐵 ATS/ATW 的地上子



(b) 臺鐵 ATS/ATW 的車上子

資料來源：張有恆及蘇昭旭（2002）

圖13 臺鐵早期 ATS/ATW 的感應器

3.1.1.4 系統評論

間歇式 ATP 僅能於路線上的特定位置傳送號誌或速限資訊給列車，而無法持續更新資訊，因此即使前方號誌的顯示內容已變更（例如從「險阻」轉變為「注意」），列車的速度仍會受到監控而無法加速前進，故運轉的效率較差。此外，定點式 ATP 僅於特定的位置或時間檢核列車的速度，無法對列車速度作全程的監控，而且當司機員按下確認按鈕並將列車煞停之後，列車速度的監控即失效，此時若列車繼續加速前進，而前方無資訊傳輸點時，仍可能發生超速的情形。最後，定點式 ATP 通常僅能針對險阻號誌進行保護以免列車冒進號誌，而無法針對其他號誌顯示相位（例如注意號誌）或永久速限進行保護，安全性較低。即便如此，英國的經驗顯示（Train Protection in Railway Technical Website），TPWS 可以降低約 60% 因 SPAD 所導致的事故，故對提升列車行車安全仍有相當大的幫助。

3.1.2 全程式

為了改善定點式 ATP 無法全程監控列車速度的缺點，以及避免司機員按下確認鈕將列車煞停之後又未按號誌行駛而發生危險，新一代可以全程監控列車速度且無須仰賴司機員按鈕確認的自動列車保護系統陸續被發展出來，此種可以全程監控列車速度但仍是於特定地點傳送號誌及速限資訊的自動列車保護系統，稱為間歇式全程速度監控 ATP。

3.1.2.1 系統特性

在間歇式全程速度監控 ATP 中，號誌及速限資訊仍於特定地點進行傳送，而不會持續更新訊息，但對於列車速度則是全程進行監控，且無須仰賴司機員的確認。

3.1.2.2 運作方式

間歇式全程速度監控 ATP 係透過地上感應器傳送前方號誌的顯示以及下一個險阻號誌的距離給列車，而車載設備則是根據這些訊息產生一條煞車檢核曲線（Permitted Speed Pattern），並持續不斷比對列車的實際速度。當列車速度接近允許速限時，車載設備會發出警報，一旦發現列車超速，則系統會立即煞車將列車煞停，如圖 14。

此種系統因無須司機員確認，因此可以避免司機員按鈕確認之後未按號誌行駛而發生 SPAD 的危險，但因號誌及速限資訊僅能於列車通過地上感應器的時候傳送，為了避免列車煞停之後，前方號誌顯示已更改為「注意」或「平安」，而列車因未收到更新的號誌訊息而導致無法前進的情形，故允許列車以低速（通常是 10 km/h 或 15 km/h）通行。除此之外，某些系統除了險阻號誌之外，對於道岔限速、永久速限，乃至於計畫停車站，都有可能可以產生速度曲線來監控列車的運轉。

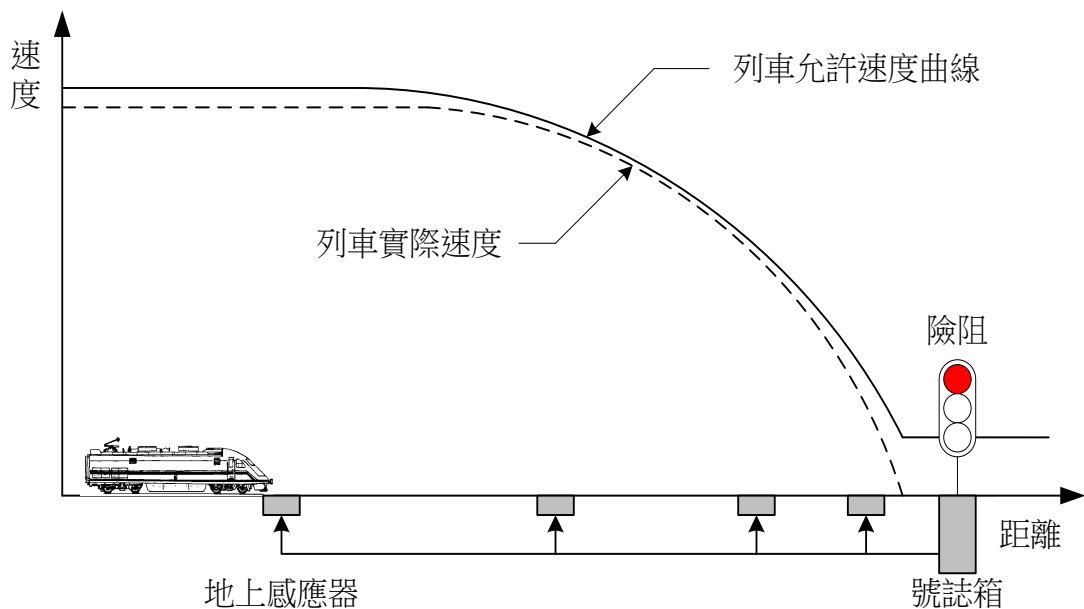


圖14 間歇式全程速度監控 ATP

3.1.2.3 實際案例

日本為了改善 ATS-S 的缺點所發展出來的 ATS-P 亦屬於間歇式全程速度監控 ATP，ATS-P 藉由地上感應器所傳送號誌的顯示內容以及號誌的距離，車載電腦會產生列車煞車監控曲線（Braking Pattern），並比對列車的實際運行速度，一旦發生列車超速情形，車載裝置會自動啟動煞車，並以服務減速度將列車煞停。

在歐洲方面，為了能夠提昇高速列車的互相操作性（Interoperability），歐盟於西元 1996 年制定歐洲列車控制系統（European Train Control System，ETCS），並於西元 2000 年完成歐洲鐵路行車管理系統（European Rail Traffic Management System, ERTMS）規範的制定（Bruhwiler, 2002）。ERTMS/ETCS 一共有三種不同的號誌應用等級，即 Level 1, 2, 3，其中 Level 1 without Infill，號誌的訊號僅在固定的地點傳送給列車，在列車尚未經過下一個 Eurobalise 之前，即使號誌的顯示已改變，車載系統仍無法更新訊息，因此是屬於間歇式的自動列車保護系統，目前臺鐵安裝的 ATP 即屬於 ERTMS/ETCS Level 1。

美國的貨運鐵路比客運鐵路發達，有超過 50% 的路線目前仍是採用非號誌控制運轉，故整體而言，美國的鐵路號誌系統不是採用最先進的設備，因此從西元 1990 年開始，美國國家運輸安全委員會（National Transportation Safety Board, NTSB）即將主動式列車控制系統（Positive Train Control, PTC），列為改善鐵路運輸安全最想要的清單之一。PTC 在應用時可以有三種不同的類型，包括非維生重疊系統（Non-Vital Overlay）、維生重疊系統（Vital Overlay），以及獨立存在系統（Standalone）等。其中 Non-Vital Overlay PTC 是指在既有的系統上增設 PTC，作為安全防護的設備，在號誌控制運轉的中央行車控制區間（Center Traffic Control, CTC），其運作方式是透過軌道電路偵測列車的位置，列車的移動授權亦由道旁號誌所負責，而 PTC 伺服器則負責傳送列車行車控制的訊息，若列車超速運轉，一樣會啟動煞車以避免列車追撞，但其資訊傳遞可能是半連續式的，因此屬於間歇式全程速度間控 ATP。

而臺鐵於民國 96 年安裝完成 ATP 亦屬於間歇式全程速度控制 ATP，事實上，臺鐵 ATP 的規格即為 ERTMS/ETCS Level 1 without Infill。臺鐵在出發號誌機前方約 30 公尺以及 150 公尺處各有一個地上感應器，而在中途閉塞號誌機前方大約 30 公尺及 850~1100 公尺處亦各設一個地上感應器，至於進站號誌機前方則分別於 150 公尺、300 公尺，以及 850~1100 公尺處各設一個地上感應器（臺鐵局，2005），如圖 15 (a)。當列車通過地上感應器時，會收到號誌及速限的資訊，車載設備處理後會依列車級別及性能特性計算出最佳的速度監控曲線，並於駕駛面板上顯示列車實際速度以及列車所在位置的速限，如圖 15 (b)。當列車速度與允許速限的差值小於 5 km/h 時，車載設備將發出警報；當高於 3 km/h 時則啟用常用煞車；若列車速度大於允許速限 5 km/h 以上時，則啟動緊急煞車。除了險阻號誌之外，臺鐵的 ATP 亦提供永久速限以及計畫停車站的速度監控。



(a) 臺鐵 ATP 地上感應器



(b) 臺鐵 ATP 顯示面板

資料來源：本研究拍攝

圖15 臺鐵 ATP 地上感應器與駕駛艙顯示面板

3.1.2.4 系統評論

相較於定點式 ATP，全程式 ATP 有諸多優點，包括無須司機員確認、避免冒進險阻號誌、可全程監控列車速度、可提供永久速限及計畫停車站的速度監控等，因此可以提高行車的安全及效率。惟其仍屬於間歇式 ATP，故號誌及速限資訊的更新並不是連續的，當列車經過某一個地上感應器接受訊號並受到速度監控後，在列車抵達下一個地上感應器之前，即使前方號誌顯示已經改變，列車仍然會受到煞車曲線的監控，直到經過下一個地上感應器接收新的訊號後，容許速限才會更新。這種情形在臺鐵的出發號誌機之前特別明顯，因為臺鐵的列車編組長度不一，導致列車停車位置也不盡相同，對於某些列車而言，停車位置可能會與地上感應器有一段距離，此時列車無法快速起步加速離站，此時僅能減速至 15 km/h 以下慢慢前進，因此會增加站間運轉時間而降低行車的效率。

為了提高行車的效率，ERTMS/ETCS Level 1 也可在 Eurobalise 之間裝設線圈 (Infill Loop)，讓列車在抵達下一個 Eurobalise 之前即可接收到號誌的訊號，此時即可達到半連續式 ATP (Semi-Continuous ATP) 的效果。

3.2 連續式自動列車保護

由於間歇式 ATP 無法持續傳送並更新號誌及速限的訊息給列車，若要更進一步提升行車的效率，則必須採用連續式 ATP。連續式 ATP 屬於比較新的設計，通常用於高速鐵路系統或捷運系統，日本鐵路業界的人稱之為自動列車控制系統（Automatic Train Control, ATC），但國際上對於 ATC 則通常是指捷運系統中，整合自動列車保護（Automatic Train Protection, ATP）、自動列車運轉（Automatic Train Operation, ATO）以及自動列車監視（Automatic Train Supervision, ATS）的系統。

連續式 ATP 對於列車的速度的都是採用全程的監控，但若就 ATP 的速度監控模式而言，則可分為速度碼式（Speed Code）及距離碼式（Distance-To-Go）兩種，說明如下。

3.2.1 速度碼式

速度碼式 ATP 是指列車速度的監控是採用階梯式的速限，而不是平滑的煞車曲線，此種系統可以想像成將道旁多相位的號誌顯示轉換為容許速度並以車載號誌顯示，同時進行列車速度監控保護的系統，通常用於早期的捷運系統。

3.2.1.1 系統特性

在速度碼式 ATP 的系統中，ATP 會根據前車的位置產生後續每一個閉塞區間的速度碼來監控後車的速度。列車從正常速度區間至停車區間之間，每個區間的速度限制是階梯式的遞減；此外，在停車區間與前一列車之間通常會間隔一個安全重疊區間（Overlap）作為緩衝，以便有足夠的距離將冒進號誌的列車煞停。

3.2.1.2 運作方式

連續速度碼式 ATP 的系統中，列車會持續收到 ATP 的訊號，包括列車所在區間的最大安全速度（Maximum Safety Speed, MSS）以及進入下一區間的行車速限（又稱目標速度，Target Speed, TS），並將這些資訊顯示於駕駛艙的車

載號誌 (Cab Signal)。列車運轉過程中，ATP 會持續監控比對列車的實際速度與最大安全速度，當列車的實際速度大於所在區間的最大安全速度時，則會自動啟動緊急煞車使列車的速降至速限以下。

圖 16 為速度碼系統的範例，假設路線的最高運轉速度為 80 km/h，當一列車佔據某一閉塞區間時，後面的每一個區間都會產生對應的速限，依序為 0 km/h、25 km/h、40 km/h、55 km/h、65 km/h，以及 80 km/h，用以管制續行列車的運行，其中先行列車後方的第一個閉塞區間之最大安全速度及目標速度均為零，理論上，續行列車在進入該區間之前即應煞停，似無設置該區間的必要，但為了避免列車煞車不及而冒進號誌，故保留此一區間作為緩衝，以確保行車安全，此即安全重疊區間，或稱 0 速區間 (Zero Speed Code)。

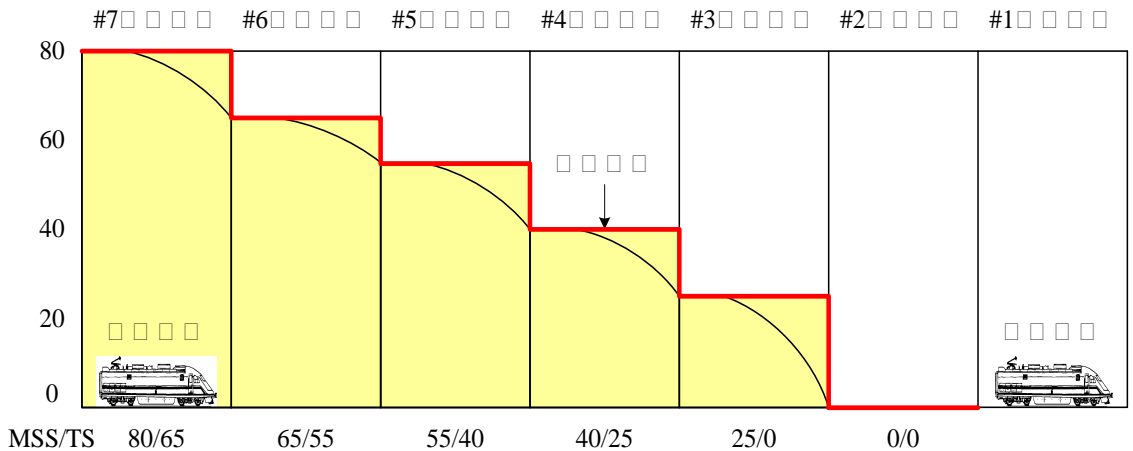


圖16 速度碼式 ATP 範例

3.2.1.3 實際案例

日本的自動列車控制 (Automatic Train Control, ATC) 系統原先是用在新幹線列車上，以解決道旁號誌視距不足的問題，後來亦廣泛應用於地鐵系統中。在 ATC 的架構下，列車的位置是透過音頻軌道電路來偵測，ATC 會將代表軌道區間速限的音頻訊號沿著軌道電路傳送給列車，而續行列車與先行列車之間的速限是呈現階梯式的遞減，一旦發生列車超速的情形，車載設備會自動啟動緊急煞車直到列車速度低於速限為止，因此其行車保安的邏輯屬於連續速度碼式 ATP。

臺北高運量捷運的自動列車保護系統也是屬於速度碼式 ATP，其 ATP 訊號也是透過音頻軌道電路傳送，列車透過拾波天線接收訊號（臺北市政府捷運工程局，2007），車載號誌僅顯示列車目前所在區間的最大安全速度（MSS），並沒有下一區間的目標速度（TS），因此，當列車進入低速限的區間時會立即發生超速的情形，此時系統會自動啟動煞車，並於三秒內達到服務減速度，若達不到服務減速度，則會啟動緊急煞車將列車速度降低至最大安全速度以下，而安全重疊區間的設置，則可確保有足夠的空間將續行列車煞停，而不會追撞先行列車，如圖 17 所示。

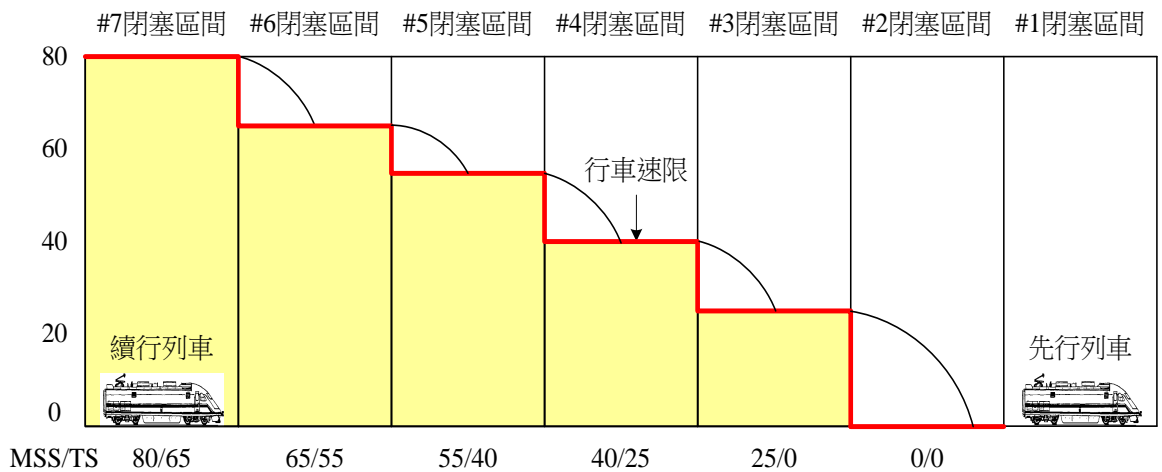


圖 17 臺北高運量捷運系統速度碼 ATP

3.2.1.4 系統評論

在速度碼系統中，每一個閉塞區間的長度均必須足以讓列車從前一個速度碼，減速至下一個速度碼。由於列車從全速運轉至煞停的過程是分段階梯式的減速，乘坐舒適性較低，且所需的煞車距離較長；而即使列車煞停之後，先行與續行列車之間仍會間隔一個閉塞區間，因此兩連續列車的行車間距會遠大於一個煞車距離。此外，若系統內有不同的列車，速度碼亦無法根據列車之煞車性能調整，因此路線容量無法達到最大。

3.2.2 距離碼式

距離碼式 ATP 是為了改善階梯式速度碼系統中列車間距較長的缺點，所發展出來的列車自動防護系統，可用於縮短列車行車間距，增加路線容量。

3.2.2.1 系統特性

在連續距離碼式 ATP 中，列車會持續收到 ATP 的訊號，並由車載電腦(On Board Computer) 根據路線條件、煞車性能及行車移動授權的界線 (Limit of Movement Authority, LMA) 產生煞車曲線，以監控列車之運行。

如圖 18 所示，在距離碼的系統中，列車從正常速度區間至停車區間之間的目標速度是連續遞減曲線，而非階梯式的速限。每一個號誌廠商所設計的距離碼系統會有些許的差異，有些仍會保留安全重疊區間的設置，有些則是將一個閉塞區間區分為幾個軌道電路（通常是兩個），並以軌道電路區間作為安全重疊區間，以縮短列車的行車間距。最極限的情形下，則是取消安全重疊區間的設計，但為了安全起見，仍然會保留一段安全餘裕的空間（通常是 25 公尺），以避免列車無法安全煞停而造成危險。但無論採用哪一種設計方式，車載電腦均會以續行列車的期望停止點反算煞車曲線，並持續監控列車的速度的，以確保行車安全。

從圖 18 可清楚看出距離碼系統可以縮短列車的間距，並提高路線容量，因此先進的都會捷運系統大多採用距離碼系統，例如高雄捷運系統、桃園機場捷運系統及臺北中運量捷運系統，而臺灣高速鐵路系統同樣也是採用距離碼的自動列車保護系統。

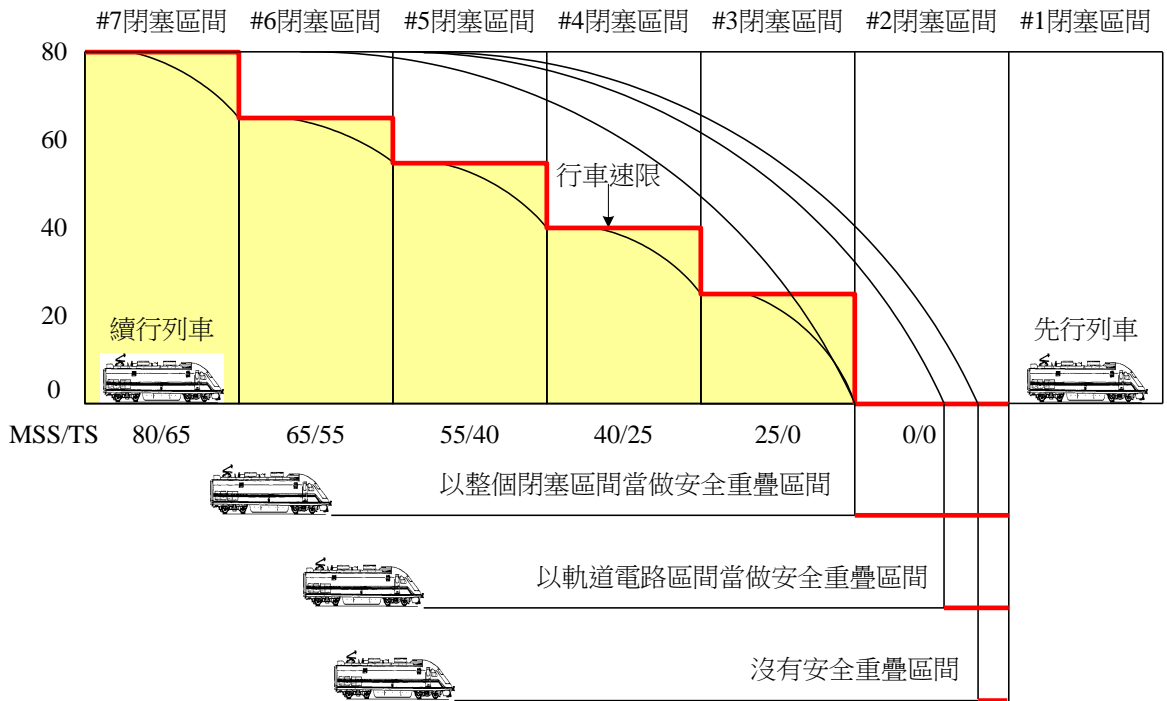


圖18 距離碼系統縮短列車行車間距的範例

3.2.2.2 運作方式

距離碼系統在運作時，通常會有三條煞車監控曲線，即正常煞車曲線（Normal Braking Curve）、警告煞車曲線（Warning Braking Curve），以及緊急煞車曲線（Emergency Braking Curve），如圖 19所示。正常煞車曲線是列車於常態運轉時，應採取減速行動的煞車曲線；常態運轉時通常比較保守，故列車會提前減速，減速度較低。警告曲線是依照正常服務減速度所計算出來的煞車曲線，若司機員未依指示減速，導致列車實際速度大於警告曲線的速度時，車載電腦會發出警告。而緊急煞車曲線則是依照緊急煞車減速度所計算出來的煞車曲線，若司機員仍未採取行動，以致於列車速度超過緊急曲線的速度時，車載電腦會立即啟動緊急煞車將列車煞停。

距離碼式 ATP 可應用在固定區間閉塞制及移動區間閉塞制，此兩種行車制度之下，煞車監控曲線之移動方式不同，說明如下：

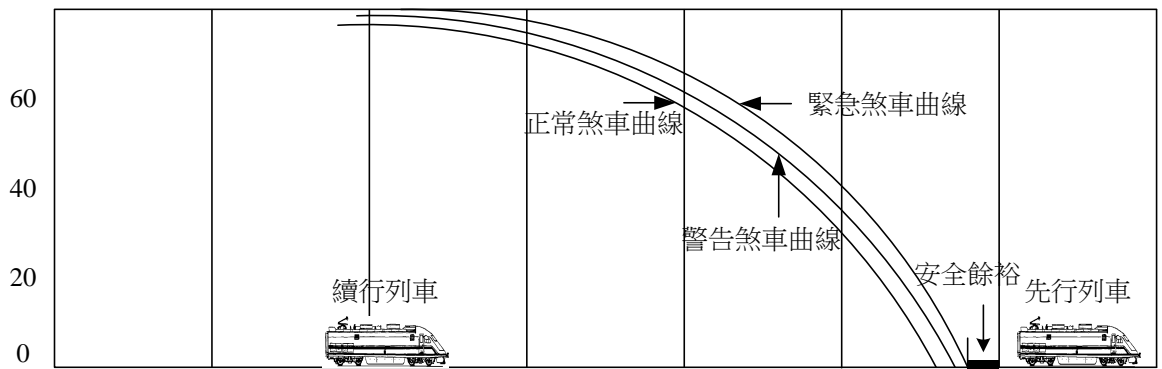


圖19 距離碼系統的運作方式

1. 固定區間閉塞制

在固定區間閉塞配備距離碼的系統中，列車速度的監控雖然是連續遞減的煞車曲線，但是列車位置的偵測仍然是依賴軌道電路或計軸器，故僅能知道列車佔用的區間，而無法知道其確切的位置，因此，煞車監控曲線會依據先行列車所在的區間，呈現跳躍式的移動，在列車尚未完全進入下一個區間之前，煞車監控曲線並不會移動。例如圖 20 中，若先行列車位於第 2 閉塞區間，則在第 2 閉塞區間後方會有煞車曲線保護，以免續行列車追撞先行列車，而此一煞車監控曲線會一直停留在固定的位置，直到列車淨空第 2 閉塞區間並進入第 1 閉塞區間之後，煞車監控曲線才會移動至第 1 閉塞區間的後方。

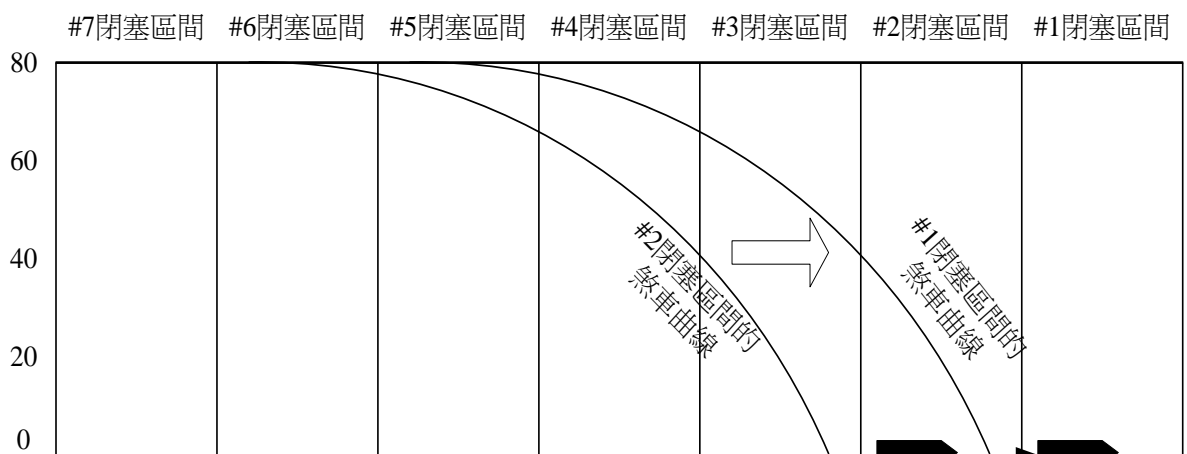


圖20 固定區間閉塞制配備距離碼 ATP 之煞車監控區線移動方式

2. 移動區間閉塞制

固定區間閉塞制配備距離碼系統雖然可以有效縮短列車的行車間距，但先行列車在所處區間內運行的過程中，續行列車的煞車監控曲線並不會移動，故若閉塞區間的長度很長時，列車的運行間距仍然會很長。若欲進一步縮短相鄰列車之間的距離，則必須採用移動區間閉塞（Moving Block），此時並不存在實體的閉塞區間，而列車後方的煞車曲線，則會隨著列車的運行而移動，因此可以更進一步縮短運轉時隔，達到提昇路線容量的目的。例如圖 21 中固定閉塞制的距離碼系統，若先行列車尚未完全離開第 2 閉塞區間，則其後方的煞車曲線位於第 2 閉塞區間的後方，而在移動閉塞系統中，煞車曲線則是緊隨在列車的後方，故其與續行列車之間，至多可比固定閉塞制的距離碼系統縮短約一個閉塞區間的長度。

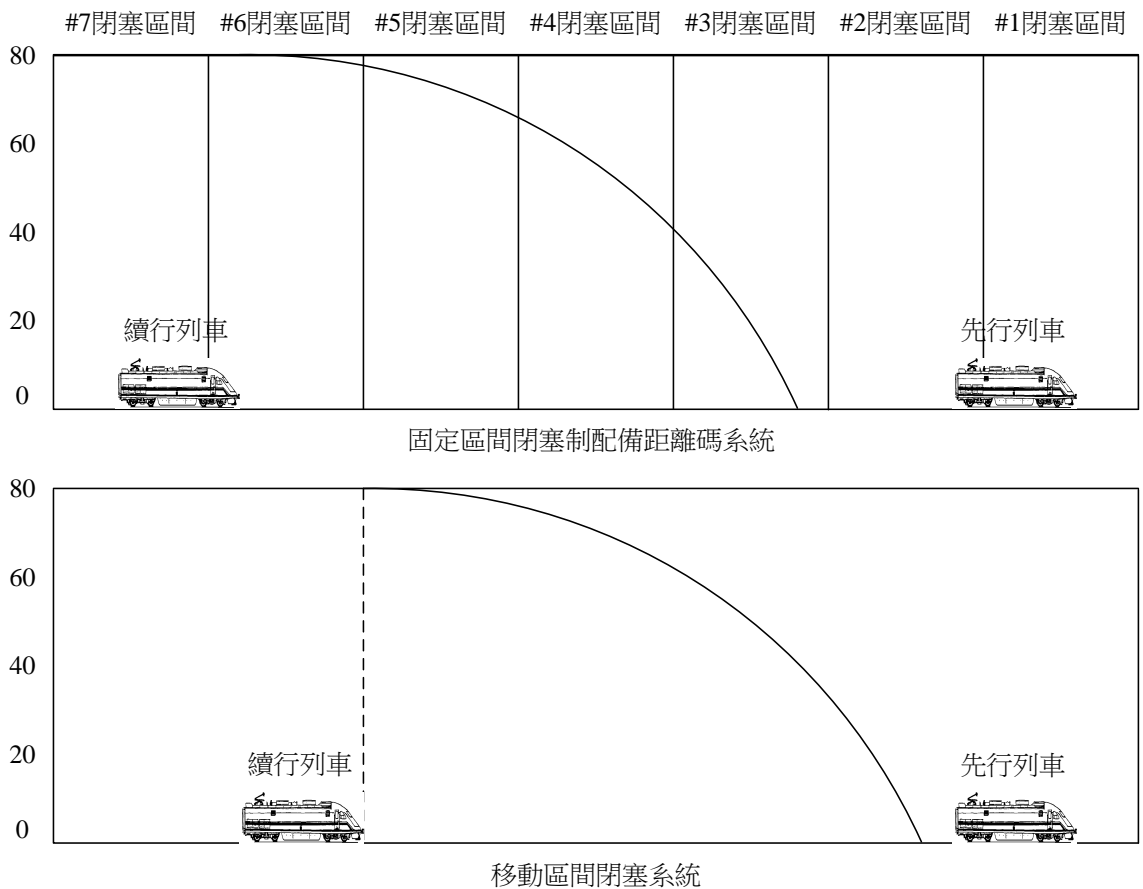


圖21 移動區間閉塞制縮短列車行車間距的範例

3.2.2.3 實際案例

為了提高路線容量，日本後來發展出數位 ATP (Digital ATP, D-ATP) 來縮短行車間距，在此系統中，列車會持續收到 ATP 之訊號，且列車與移動授權界限 LMA 之間的允許速限是平滑的煞車曲線，當先行列車進入下一區間時，煞車監控曲線也會往下一區間移動，歐盟的 ERTMS/ECTS Level 2 以及美國 Vital Overlay PTC 均屬此類，而國內的臺灣高鐵、高雄捷運系統、桃園機場聯外捷運系統都是採用此種固定閉塞區間配備連續式距離碼之 ATP。

而最新一代的移動區間閉塞制，例如臺北捷運文湖線、日本後來發展的 ATACS (Matsumoto, 2005)、歐洲鐵路交通管理系統 (European Rail Traffic Management System, ERTMS) 的第三級，以及美國獨立主動式列車控制系統 (Standalone Positive Train Control, PTC)，均配備連續式距離碼 ATP。值得注意的是，移動區間閉塞制一定會配備連續式距離碼之 ATP，但配備連續式距離碼之 ATP 不一定是移動區間閉塞制。

3.2.2.4 系統評論

相較於速度碼式 ATP，連續式距離碼 ATP 可以縮短列車間距而提高路線容量，但許多系統即使採用距離碼式 ATP，仍會保留安全重疊區間的設計（特別是美國），因此效果會打折扣。另外，在固定區間閉塞制中，除非先行列車進入下一個閉塞區間，否則續行列車的煞車監控曲線並不會隨著先行列車的行進而移動，若要進一步縮短列車的間距，則須採用移動區間閉塞制。

3.3 行車控制資訊的傳輸

無論哪一種自動列車保護系統，都必須將號誌或速限的資訊傳遞給列車，以監控列車的運轉。時至今日，各種不同的 ATP 資訊傳遞方式已被發展出來，分別用於不同的自動列車保護系統中，以下將介紹幾種常見的 ATP 資訊傳遞方式。

3.3.1 機械設備 (Mechanical Devices)

機械式設備屬於最早期的自動列車停車裝置 (Automatic Train Stop, ATS)，稱為 Train Stop 或 Trip Stop，通常設於號誌附近。當號誌顯示「險阻」

時，絆腳桿（Trip Arm）會升起，列車通過時，會接觸列車上的絆腳閥（Trip Cock），導致煞車軀管內的空氣減壓，啟動緊急煞車。

此種型式的自動停車裝置僅能針對號誌顯示是否為「險阻」而作用，對於其他顯示內容，例如「注意」或「平安」，則無法控制列車的運行速度。此外，機械式設備僅能於裝設地點產生作用，故僅能用於間歇式 ATP。現代化的 ATP 幾乎已不會採用此種資訊傳遞方式，但有時在路線的終點或機廠進入正線的轉換區仍會設置機械式 ATS，做為保護列車行車安全之最後一道防線。

3.3.2 電器接觸（Electrical Contacts）

電氣接觸是利用車載設備與路側設備的接觸所產生電流，來啟動列車的煞車。此種設計為二十世紀初期由英國大西部鐵路公司（Great Western Railways, GWR）所發展出來的示警裝置。其係於每一部機車頭的煞車軀管裝置電磁操作閥（Solenoid-Operated Valve），利用電池的電力將操作閥保持在關閉的狀態。在每一個遠距號誌機皆有一個長坡道（Long Ramp）置於鐵軌之間，而機車頭下方則安裝彈簧接觸靴（Sprung Contact Shoe）。當機車頭通過坡道時，機車頭下方的接觸靴會接觸長坡道上的金屬片，若號誌顯示「平安」，坡道內的電池電流會流至機車頭，使得煞車閥維持在關閉狀態，故列車可繼續前進；若號誌顯示「險阻」，斜坡內的電池電則會被截斷而無法流至機車頭，此時煞車閥會變成啟動狀態，且於車內發出警報聲響，司機員必須按鈕取消警告，並執行煞車動作，否則機車頭將自動啟動煞車。

電氣接觸式的訊息傳遞方式，同樣僅能針對險阻號誌對列車進行警告與煞車，而無法針對其他顯示內容進行速度的管制，且僅能在設置坡道處進行資訊傳遞，故只可用於間歇式 ATP。由於電氣接觸容易造成設備的磨損，即使是間歇式 ATP，目前已很少使用此種資訊傳遞方式。

3.3.3 電磁感應（Electro-Magnet）

電磁感應是利用電磁鐵的激磁及斷磁效應來控制列車的煞車。主要用於英國的自動警告系統（Automatic Warning System, AWS），過去臺鐵的 ATW/ATS 亦屬此類。

電磁感應的資訊傳遞方式，不會有機械設備及電氣設備接觸之磨損，但同樣僅能針對險阻號誌來作用，且僅能於裝設地點進行感應，因此只能用於間歇式 ATP。

3.3.4 電子信標或感應線圈（Electronic Beacon/Balise/Inductive Loop）

電子信標或感應線圈是利用磁場的變化來傳送訊息，電磁波脈動的頻率會被指定不同的意義。列車透過拾波天線讀取訊息，經解讀後再執行列車的運行控制。此種 ATP 資訊傳遞方式通常用於較早期以人工駕駛的捷運系統。英國鐵路裝設的 TPWS（Train Protection & Warning System）以及臺鐵目前的 ATP 皆採用此種資訊傳遞方式。

電子信標或感應線圈只能於裝設地點傳送 ATP 訊息，因此只能用於間歇式 ATP，但因可傳送的資訊較多，故 ATP 可全程監控列車的速度。

3.3.5 導覽傳輸（Conductor Cable）

導覽傳輸是沿著軌道鋪設兩條導纜，每一段距離（通常為 100 公尺）交叉一次，做為輔助列車定位使用。列車上的車載天線持續由導纜上接收 ATP 的訊號，再透過車載號誌顯示目前速度（Current speed）、最大安全速度（MSS）、目標速度（TS）與下一區間之目標距離（Target Distance）等資訊，並控制列車的運轉，德國的 LZB 即是採用此種方式。由於列車可持續不斷地接收訊號，因此導覽傳輸可用於連續式 ATP。

3.3.6 電碼軌道電路（Coded Track Circuit）

電碼軌道電路是利用電碼產生器（Code Generator），將號誌的訊號轉換成編碼（不同頻率的斷續電流，又稱脈衝波），並透過鋼軌傳送，再由列車以拾波天線（Pick-up Coil or Pick-up Antenna）讀取，經車載電腦解讀後來控制列車的運轉，如圖 22 所示。

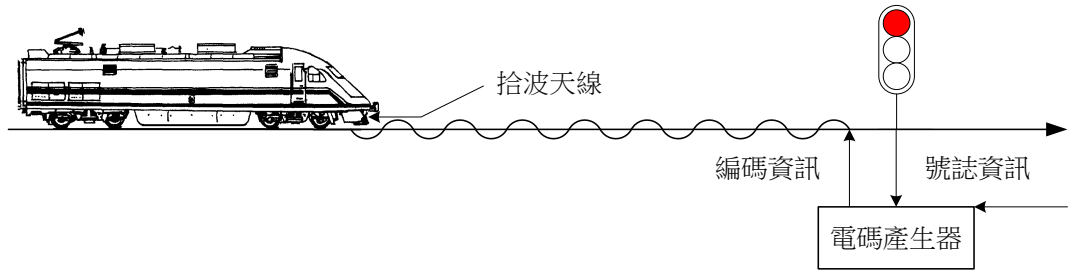


圖22 電碼軌道電路的訊息傳遞

電碼軌道電路可用於連續式速度碼 ATP，為早期連續式 ATP 所採用的資訊傳輸方式，但其缺點是設訊號會隨著傳送距離之長度而衰減，因此其有效傳輸長度僅約 350 公尺；另外，設備較昂貴、易受其他電子訊號干擾及天候影響，也限制電碼軌道電路的應用。

3.3.7 音頻軌道電路（Audio Frequency Track Circuit）

音頻軌道電路傳輸 ATP 資訊的方式與電碼軌道電路相似，但不是透過電碼產生器來產生訊號，而是利用阻抗搭接器（Impedance Bond）將調變過（Modulated）的音頻載波訊號饋入行車軌，再由列車以拾波天線讀取，經車載電腦解讀後來控制列車的運轉（台北市政府捷運工程局，2007）。此種訊息傳遞方式目前已廣泛應用於裝設軌道電路的連續式 ATP，臺北捷運之重運量系統採用的軌道電路即是此種。

3.3.8 無線通訊（Radio Transmission）

無線通訊為目前應用於 ATP 資訊傳輸之最新技術，列車與道旁控制系統（或行控中心）之行車監控資訊（包含無線電語音與數據資料），可透過雙向高容量之數據通訊方式即時連續傳送，因此，又稱為通訊式列車控制（Communication-Based Train Control, CBTC）。無線通訊較傳統軌道電路系統之道旁設備簡單，資訊主要透過高速網路或光纖電纜傳送至無線電基地台進行傳遞；在列車端，則是利用列車上的行動天線（Mobile Antenna），如圖 23 所示。

無線通訊可用於連續式距離碼 ATP，但由於其系統之主體設備主要以軟體控制，而非大量利用軌道電路與硬體設備，因此無法偵測斷軌（張培義等，

2009)。目前臺北捷運系統之文湖線即採用此種系統。

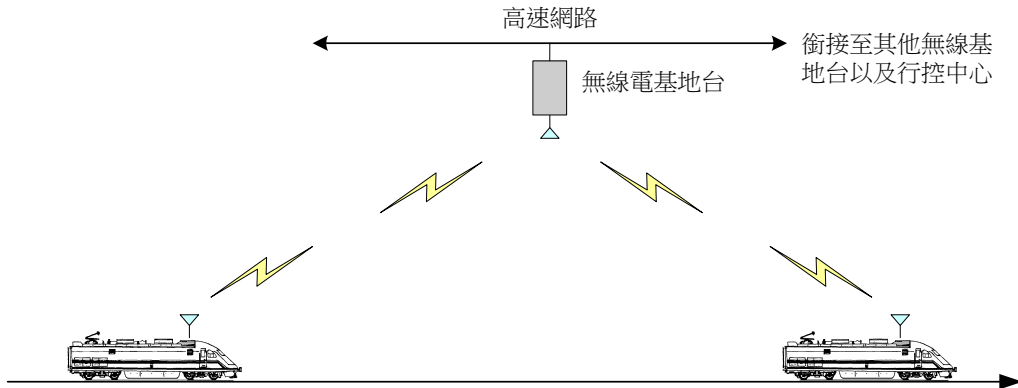


圖23 無線通訊應用在通訊式列車控制之基本架構圖

3.4 系統技術歸納與比較

前述各小節介紹各種自動列車保護系統的特性及運作細節，而本節將從 ATP 資訊的傳遞及更新頻率、ATP 的監控範圍、列車速度限制型式、列車移動授權、鐵路行車制度、列車位置的偵測，以及 ATP 資訊的傳遞媒介等構面，參酌其他研究成果（王瑞峰、高繼祥，2008；江珮群，2010；吳汶麒等，2004；林瑜筠等，2005），對自動列車保護系統進行分類，結果如圖 24 及表 1 所示，從圖中的內容可歸納出以下幾點結論：

1. 間歇式 ATP 對列車速度的監控範圍可以是定點式，也可以是全程式，但連續式 ATP 一定是採用全程式的速度監控模式。
2. 採用間歇式 ATP 的系統，因為 ATP 資訊的更新不即時，因此列車的移動授權通常是採用道旁號誌；而採用連續式 ATP 的系統，車載號誌的訊息一定是最即時資訊，因此列車的移動授權透過車載號誌即可。
3. 配備連續式距離碼 ATP 系統不見得是移動區間閉塞制，例如高雄捷運系統、臺灣高鐵系統，以及桃園機場聯外捷運系統，但移動區間閉塞制一定會配備連續式距離碼 ATP，例如臺北文湖線中運量捷運系統。
4. 採用電碼軌道電路或音頻軌道電路傳送 ATP 訊號的系統，通常也是利用軌

道電路來偵測列車的位置，因此一定是採用固定區間閉塞制度，例如臺北高運量捷運系統以及臺灣高鐵系統。

5. 採用無線通訊方式來傳送 ATP 訊息的系統，不見得是移動區間閉塞制，若其列車位置的偵測是採用其他方式，則仍屬於固定區間閉塞制，例如桃園機場聯外捷運系統。

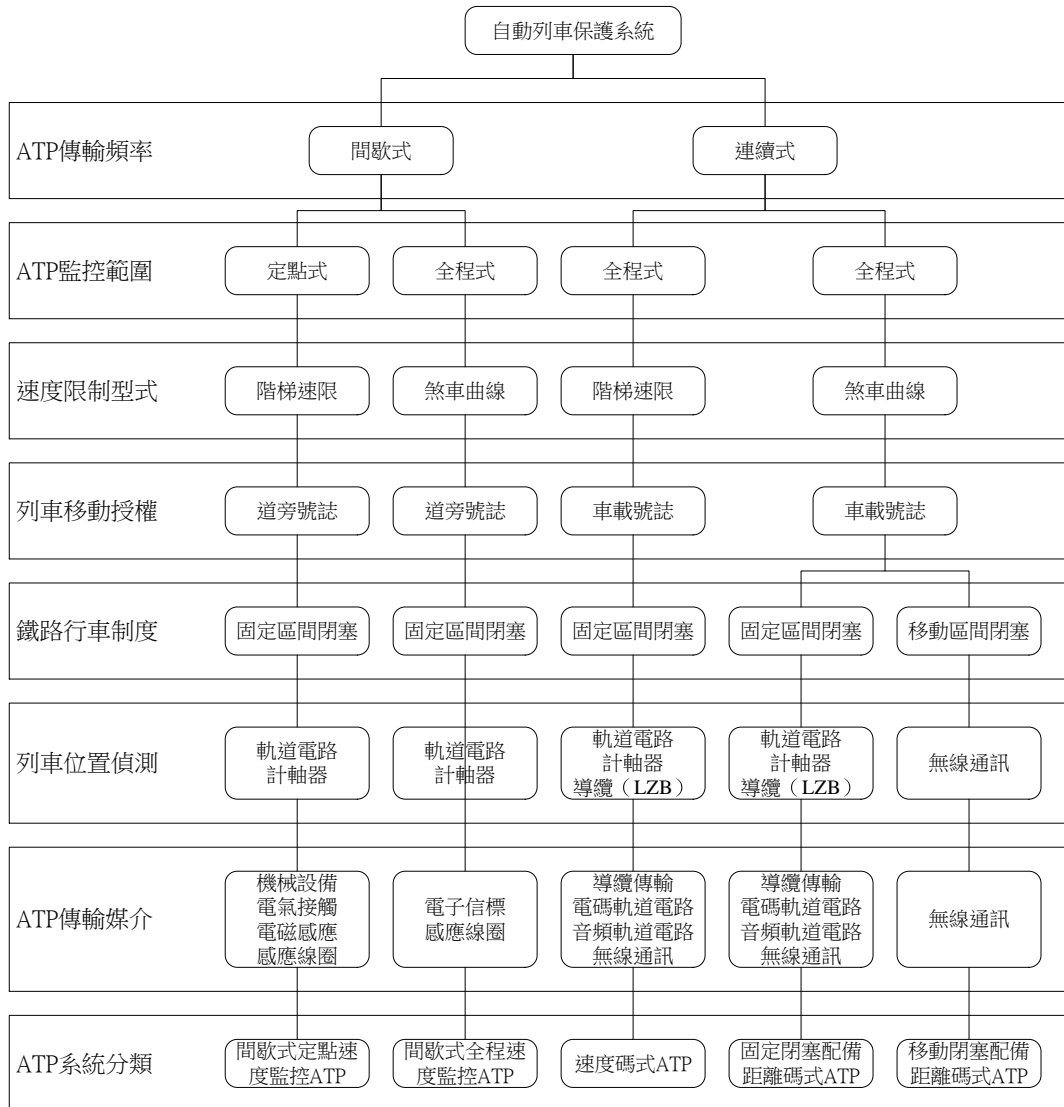


圖24 自動列車保護系統的分類與特性

表1 自動列車保護系統分類表

ATP 傳輸頻率		間歇式 ATP	連續式 ATP	
鐵路行車制度		固定閉塞制	固定閉塞制	移動閉塞制
速 限 型 式	階梯速限	間歇式定點速度 監控 ATP	速度碼式 ATP	—
	煞車曲線	間歇式全程速度 監控 ATP	固定閉塞配備距 離碼式 ATP	移動閉塞配備距 離碼式 ATP

四、綜合討論

第三節已詳述各種 ATP 的系統特性及運作方式，本節將針對一些民眾、鐵道迷甚或是軌道專業人士關切的 ATP 議題進行深入的討論。

4.1 國內外軌道系統 ATP 的功能差異為何？

如前所述，ATP 是一個泛用名詞，泛指列車安全防護系統，惟各國使用系統的名稱也略有差異，表 2 彙整臺灣、日本、歐盟以及美國的 ATP，從這張表可以發現國內的軌道系統涵蓋各種 ATP 的類型，且愈後期興建的系統，所採用的號誌系統通常也愈先進。其中臺鐵是間歇式全程速度控制 ATP，臺北高運量捷運系統是連續式速度碼式 ATP，高雄捷運、臺灣高鐵以及桃園機場捷運系統，都是固定閉塞制配備距離碼式 ATP，而 2009 年通車營運的臺北中運量文湖線，甚至採用最先進的移動閉塞制搭配距離碼的 ATP，所以同樣是 ATP，臺鐵、高鐵、捷運的技術內涵及運作方式仍有很大的差異，不應混為一談。

表2 國內外軌道系統 ATP 的比較

ATP 的類型	台灣	日本	歐盟	美國
間歇式定點 速度監控 ATP	臺鐵 ATW/ATS	ATS-S		
間歇式全程 速度監控 ATP	臺鐵 ATP	ATS-P	ERTMS/ETCS Level 1	Non-Vital Overlay PTC
連續式 速度碼 ATP	臺北高運量	ATC		
固定閉塞配備 距離碼式 ATP	高雄捷運 機場捷運 臺灣高鐵	D-ATC	ERTMS/ETCS Level 2	Vital Overlay PTC
移動閉塞配備 距離碼式 ATP	臺北中運量	ATACS	ERTMS/ETCS Level 3	Standalone PTC

值得注意的是，間歇式 ATP 雖然也會有車載號誌訊號，用以監視列車速度並在必要時煞停列車，但因為號誌訊號並不是連續即時的更新，因此道旁號誌必須保留，至於連續式 ATP，因為號誌訊號連續不斷地傳送至列車上，故列車上有即時的號誌資訊，此時，道旁號誌可有可無，而行車移動授權則完全由車載號誌負責。

4.2 臺鐵的 ATP 系統很落伍嗎？

如果拿臺鐵去跟高鐵及捷運比較，臺鐵的 ATP 系統功能當然是比不上高鐵及捷運，但這三種系統的環境及條件本來就不一樣，其實是無法等而視之。值得注意的是，臺鐵採用的技術雖然不如國內其他軌道系統般先進，但相較於日本、歐盟以及美國的傳統鐵路系統，臺鐵的列車安全防護仍符合時代的潮流，事實上臺鐵的號誌系統其實是相當先進的，其技術符合歐盟 ERTMS/ETCS Level 1 的規範。以 2018 年而言，全球共有 12,590 輛火車裝設 ERTMS，其中臺鐵就佔了 940 輛，僅次於德國（1,675 輛）、瑞士（1,234 輛）、比利時（1,021 輛），為全球裝設 ERTMS/ETCS 設備的車輛數第四高，歐洲以外第一高的鐵路業者！（Deployment Statistics in ERTMS）。

事實上，目前世界上還有很多傳統鐵路系統並沒有安裝 ATP 系統，或是只有安裝間歇式定點速度控制的 ATP，甚至美國還有很多貨運鐵路仍採用非號誌化控制運轉，因此，如就傳統鐵路而言，臺鐵的列車安全防護系統並不差，當然，臺鐵的列車密度很高也是事實。

4.3 臺鐵應該像捷運系統一樣採取自動列車運轉以避免人為疏失嗎？

國內的捷運系統均配置 ATO 自動列車運轉，系統可靠度及穩定度比較好，因此有些人會提議臺鐵應升級為 ATO，以避免人為疏失。這樣的論點乍聽之下言之成理，但細究之下即知在實務上並不可行，主要原因有三點。首先，捷運系統車種單一、站站停且為複線運轉，由於系統單純，導入 ATO 比較容易，相較之下，傳統鐵路有快慢車、單複線混合運轉，以及站場配置複雜的特性，世界上幾乎沒有採用 ATO 的傳統鐵路系統。事實上，即便是 A 型路權的高鐵系統，也是採用司機員駕駛，而許多國家的部分地鐵系統，也仍是採用司機員依號誌指示的方式來操控列車。其次，ATO 必須在 ATP 的保護下才能正常運作，且 ATP 的訊號必須是即時的，換言之，有 ATO 的系統一定配備連續式 ATP，但臺鐵的 ATP 是間歇式的，並不適合安裝 ATO。

最後，第2.1.3節提到，ATO 的必要條件是具有完全立體分隔的 A 型路權，因為 ATP 僅能保護列車不超速、不冒進號誌，並在必要的時候安全煞停，捷運因為是完全立體分隔的系統，沒有外界干擾，故 ATP 可以完全保護列車的運轉，但臺鐵的路線有許多開放空間及平交道，若有人員、動物或車輛闖入臺鐵的路權範圍，ATP 並沒有辦法偵測，故 ATO 無法安全運作。實務上，臺鐵司機員若察覺有異物闖入路線範圍，仍必須人為啟動煞車以策安全。

4.4 隔離 ATP 很危險，因此應取消 ATP 的有隔離開關？

ATP 可以說是列車安全運轉的最後一道防線，一旦隔離 ATP 之後就失去安全防護。根據行政院 1021 鐵路事故行政調查小組公布的「臺鐵 6432 次列車新馬站內正線出軌事故調查事實、原因及問題改善報告」（行政院，2018），普悠瑪事故列車的 ATP 在事發當時 ATP 是被關閉的，因此有些人會認為，既

然隔離 ATP 很危險，是不是應該取消 ATP 的隔離開關呢？

要回答這個問題，得先了解 ATP 的設計原理。由於任何設備都有失效的機率，一旦 ATP 故障，基於安全理由，系統會讓列車煞停，若 ATP 重啟後仍無法運作，如無隔離開關，列車無法運轉，只能等待救援，將導致路塞，對續行列車造成衝擊，因此 ATP 必須有隔離開關，臺鐵、高鐵、捷運皆然。例如桃園機場捷運列車的駕駛模式中有一項為隔離降級模式（IM Degraded Mode），就是當 ATP 故障時將之隔離，讓列車可以繼續運轉。

4.5 若 ATP 失效或因故被隔離，究竟該如何運轉？

前面的議題說明 ATP 必須有隔離開關，在某些情況下，司機員可能必須隔離 ATP 才能讓列車繼續往前運轉，接下來要討論的是，一旦 ATP 被隔離之後，究竟將如何運轉才能確保行車安全，是一個非常嚴肅的問題，尤其是在普悠瑪列車事故之後，引起很多的討論。

這個問題並沒有標準答案，因為牽涉到價值的判定，以及不同目標之間的取捨。安全、可靠、效率幾乎是所有軌道營運機構的核心價值，也是所有軌道營運機構追求的目標，但不同目標之間有時候要權衡取捨，而無法面面俱到。以下分成幾種情境來討論各種運轉策略的利弊得失：

4.5.1 立即停車啟動列車救援

有的人認為既然 ATP 關閉，為了確保最大安全，應該停止運轉，啟動列車救援進行接駁。此種策略可以確保最大的安全，但引起的衝擊也最大，一旦列車停車，會形成路塞，在故障列車尚未拖離至適當地點之前，後續列車會產生嚴重的誤點，對續行列車旅客的衝擊相當大。更何況，ATP 故障並無失去動力及制動力，ATP 隔離後列車仍有能力往前繼續行駛至適當位置，沒有必要要求列車停車請求救援，世界上的軌道業者也不會這樣處理，這也說明了為什麼 ATP 必須有隔離開關，目的就是要讓列車自己可以運轉至適當的位置。

另外，除非列車完全喪失動力，否則一般軌道系統的救援原則都是將列車駛往鄰近車站，甚至列車失火也是如此，主要原因在於車站的救援與接駁比較

容易，也比較不會引起旅客的驚慌，列車在車站中間停車，有可能在隧道、橋樑，往往會引起旅客極度的不安。

4.5.2 ATP 隔離後限速運轉

倘若 ATP 隔離後仍可以繼續運轉，接下來要討論的問題是究竟限速多少比較合適。臺鐵於 107 年 9 月 18 日曾修正之「交通部臺灣鐵路管理局列車自動防護系統（ATP）使用及管理要點」，對於 ATP 車上設備故障時是要求司機員適宜減速注意運轉，並通報行車調度員轉知機車調度員於前方適當地點更換機車（編組）或加派機車助理、司機員或機車長同乘。普悠瑪事故後有些人主張，台灣高鐵隔離 ATP 之後限速 45 km/h，因此臺鐵列車若隔離 ATP 也應限速 45 km/h；亦有人認為臺北捷運 ATP 隔離之後限速為 25 km/h，故建議限速 25 km/h。

要回答這個問題，得先了解 ATP 的種類與列車行車移動授權的方式。台灣高鐵及捷運系統係採用車載號誌對列車進行移動授權，道旁號誌是輔助性的，僅在重要的聯鎖區界設置道旁號誌，以便車載號誌故障時，列車可以安全通過聯鎖區，一旦 ATP 關閉，司機員缺乏號誌訊號的指引，其實就回歸到最原始的司機員手動/目視駕駛。由於鋼輪鋼軌的黏著力不像公路車輛那麼高，因此煞車距離很長，為了確保行車安全，列車的速​​度必須降低，以便司機員可以隨時停車而不撞及前方的車輛，這說明為何高鐵及捷運系統在隔離 ATP 之後，列車限速這麼低的原因。以國內的捷運系統而言，隔離 ATP 之後列車會自動抑制出力，限制在 25 km/h 以下的速度運轉；另外，捷運系統營運距離不長、車種單一，停站方式一致，而且通常每經過幾個車站就會佈設袋式儲車軌（Pocket Track）以便停放故障列車，因此以 25 km/h 速度運轉所造成的營運衝擊並不會太大。

而臺鐵恰恰相反，臺鐵是以道旁號誌為移動授權的依據，再透過 Eurobalise 將授權資訊傳遞給列車，所以臺鐵 ATP 的車載號誌是疊加在道旁號誌上的輔助系統。一旦 ATP 因故隔離，若道旁號誌仍然正常運作，則列車的移動授權仍可以由道旁號誌來負責，也就是回到早期未裝設 ATP 的年代，司機員依照號誌指示及路線速限標誌來駕駛。當然，人為操作總有失誤的風險，因此臺鐵局 107 年 9 月 18 日版的 ATP 使用及管理要點，要求司機員隔離 ATP 後採適宜減速注意運轉，目的就是要增加運轉速度寬裕，降低人為失誤的風險。筆者曾透過關

係詢問日本學者，日本鐵路系統在隔離 ATP 之後，也是適當降低運轉速度，但並未像高鐵或捷運系統強制一定要降到很低的速度，其實關鍵應該就是在於道旁號誌仍可進行移動授權，引導司機員以正確速度操控列車。嚴格說來，若司機員能夠遵照號誌指示及路線速限運轉，不會有任何危險，只是現在司機員對於 ATP 依賴很深，是否都有能力依照道旁號誌來操控列車，變成是許多人心中的疑惑。

普悠瑪事故後，一開始臺鐵局為了挽回民眾的信心，在事故隔天即通報要求隔離 ATP 必須限速 25 km/h，但臺鐵列車有快慢車混合運轉，營運距離長，且機務段或調車場距離很遠的特性，因此限速運轉的衝擊相當大。如前所述，安全、可靠、效率必須權衡取捨，事故後的限速 25 km/h 措施導致臺鐵列車誤點加劇，引發另外的民怨。

若限速 25 km/h 對營運準點的衝擊太大，而讓司機員採適宜速度注意運轉又擔心司機員會有人為失誤，那究竟限速要提高到多少，變成是一個非常困難的抉擇。普悠瑪事故是因為彎道超速，如果以臺鐵本線最小轉彎半徑 300 公尺來看，依照運轉規章，一般列車在 300 公尺的彎道至少可以運轉到 65 km/h，電車組可以到 70 km/h，傾斜式列車甚至可達到 85 km/h，因此，在號誌常綠狀況下，列車在臺鐵本線上以 60 km/h 的速度運轉均無超速之虞；另外，臺鐵三位式號誌顯示注意時，限速也是 60 km/h，因此在普悠瑪事故後，臺鐵局於 107 年 11 月 15 日再次修訂「交通部臺灣鐵路管理局列車自動防護系統（ATP）使用及管理要點」，若列車於運轉途中發生 ATP 車上設備故障，經原地重開 1 次無效時，通報行車調度員且以不超過 60 km/h 之速度將列車駛至可加派助理或更換機車（編組）之地點，藉此在安全性以及可靠性之間取得平衡。

限速 60 km/h 屬於操作程序，若司機員不依照程序運轉，仍有超速的可能，因此臺鐵局刻正研議採用軟硬體設備來抑制動力，使列車能夠控制在 60 km/h 以下的速度運轉，也就是一旦司機員隔離 ATP，列車速度將無法超過 60 km/h，此種方式類似於捷運系統的隔離降級模式。

接下來的問題是，若列車運轉至適當地點，加派助理啟動雙人乘務，速度是否可以提高呢？回答這個問題的關鍵在於啟動雙人乘務的目的為何？倘若加派助理是協助司機員確認路況及號誌，理論上，列車的運轉速度應該是可以提高的，畢竟兩個人同時疏忽的機率會降低很多。反過來說，若不提高速度，

那何必加派助理上車呢？更何況臺鐵局目前人力相當緊湊！因此，一旦啟動雙人乘務，列車的速度似乎可以適度地提高，也就是司機員以適宜速度注意運轉，以降低對續行列車的運轉衝擊。但如果要啟動這樣的機制，勢必必須有一個開關可以繞過（bypass）隔離降級模式，惟前提是助理已經上車啟動雙人乘務，因此，這個開關必須是司機員自己沒辦法操作，一定要助理上車才能啟動，才可以避免司機員擅自解除 60 km/h 的速限！

前面的分析其實是建立在道旁號誌正常運作的情況下，司機員可以接受道旁號誌的指示來操控列車，但若道旁號誌故障，這時候形同司機員目視駕駛，因此必須變更閉塞或是採用無閉塞運轉，情況相當複雜。例如，若是採用無閉塞運轉，即使 ATP 隔離開關限速 60 km/h，實際上司機員仍必須將列車控制在 25 km/h 以下的速度運轉，以策安全。由此可知，臺鐵局未來導入 ATP 隔離限速設備後，對於列車的運轉速限，必須考慮道旁號誌是否正常運作、是否變更閉塞或啟動無閉塞運轉，以及是否有加派機車助理或司機員等各種情境，研訂周詳的操作程序，而不是一味的限速 60 km/h。

最後，無論限速多少，都不能保證絕對安全，即便是限速 25 km/h，若前方有障礙物而司機員不及時緊軔的話，仍然會發生衝撞的危險。換言之，司機員仍須負最終安全運轉之責，這也是傳統鐵路司機員價值之所在！

五、結論與建議

為了確保營運安全，現代軌道系統大多會安裝自動列車保護系統以便免人為疏失。自動列車保護系統經過數十年的技術發展，演進出很多的技術類型，功能也不盡相同，惟任何系統與設備都有可能失效與故障，在故障自趨安全（fail-to-safe）的設計準則下，會自動煞停列車以確保行車安全，但為了避免產生路塞衝擊營運，通常會設置解除按鈕或隔離開關，以便將列車運轉至適當地點，因此，大部分的軌道系統都會有嚴謹的程序來規範隔離 ATP 的行為，只是隔離 ATP 之後該如何運轉，是一個非常嚴肅的課題，但可以肯定的是隔離 ATP 之後，司機員會成為安全運轉的最後防線，因此列車的速度必須適度的降低，至於降低多少，與行車移動授權的方式、是否變更閉塞、是否採用無閉塞運轉，以及是否啟動雙人乘務協助司機員確認路況與號誌有關，沒有一致的標準，也

沒有絕對的對與錯，畢竟安全、可靠、效率都是軌道系統營運的核心價值，採用較低的限速雖然可以提高行車安全，但對可靠及效率的衝擊也非常大！如何權衡取捨，是一個非常為難的抉擇！

目前臺鐵局有意設置隔離開關的限速系統，一旦 ATP 隔離，將自動抑制出力在 60 km/h 以下，以臺鐵局本線的路線標準以及三位式號誌的速限運作邏輯，限速 60 km/h 是一個合理的做法，至於若啟動雙人乘務時，是否可以提高車速，則有賴臺鐵內部更多的分析與討論，倘若速度可以提高，則解除限速的機制必須由加派的人員來解除，不可以由司機員獨力完成，方能確保安全，此時，司機員必須依照道旁號誌的指示來運轉，而加派人員必須協助確認路況與號誌，但畢竟是人工駕駛，為了確保行車安全，列車速度或許必須依照速限適度折減，例如若降低 20 km/h，則代表在正常限速 130 km/h 的路段，最高僅能以 110 km/h 的速度運轉，留一些速度寬裕，以減少超速風險。

值得注意的是，即使限速非常低，但若司機員遇到前方障礙沒有及時煞車，仍有衝撞的可能性，因此也不能保證絕對安全，也因此，對於非全自動駕駛的系統，司機員的訓練與操作技能其實非常的重要，也是列車運轉安全的關鍵。

參考文獻

1. Automatic Warning System in Wikipedia, Retrieved 12 March 2019, from https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_Warning_System.
2. Bruhwiler, A. (2002), "Several Migration Strategies Available to ERTMS", *International Railway Journal*, pp. 32-35.
3. Deployment Statistics in The European Rail Traffic Management System, Retrieved 12 March 2019, from http://www.ertms.net/?page_id=58.
4. Linienzugbeeinflussung in Wikipedia, Retrieved 12 March 2019, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Linienzugbeeinflussung>.
5. Matsumoto M. (2005), "The Revolution of Train Control System in Japan" *IEEE*, pp. 599-606.
6. Pachl, J (2002)., *Railway Operation and Control*, VTD Rail Publishing.
7. Palumbo M. et al. (2015), *The ERTMS/ETCS signalling system*.

8. Polivka, A. et al. (2009), North American Joint Positive Train Control Project, Federal Railroad Administration.
9. Railway Signal in Wikipedia, Retrieved 12 March 2019, from https://en.wikipedia.org/wiki/Railway_signal.
10. RSSB (2015), AWS and TPWS Handbook.
11. Samuels, J. (2004), "PTC: Too Soon to Take a Position", RailwayAge.
12. Takashige, T. (1999), "Signalling Systems for Safe Railway Transport", Japan Railway and Transport Review, No. 21, pp. 44-50.
13. Train Protection in Railway Technical Website, Retrieved 12 March 2019, from <http://www.railway-technical.com/signalling/train-protection.html>.
14. Train Stop in Wikipedia, Retrieved 12 March 2019, from https://en.wikipedia.org/wiki/Train_stop.
15. Vuchic, V. R. (1981), Urban Public Transportation - Systems and Technology, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
16. 王瑞峰、高繼祥（2008），鐵路信號運營基礎，中國鐵道出版社。
17. 江珮群（2010），先進列車控制系統分類與容量衝擊探討，國立臺灣大學碩士土木工程學系論文。
18. 行政院（2018），臺鐵 6432 次列車新馬站內正線出軌事故調查事實、原因及問題改善報告。
19. 吳汶麒等（2004），軌道交通運行控制與管理，同濟大學出版社。
20. 林瑜筠等（2005），鐵路信號新技術概論，中國鐵道出版社。
21. 張有恆、蘇昭旭（2002），現代軌道運輸，人人出版公司。
22. 張培義等（2009），「號誌通訊式列車控制系統在台北捷運之應用」，機械月刊，第 408 期，第文 62-文 78 頁。
23. 黃炎煌（1996），實用鐵路號誌，台灣省政府交通處東部鐵路改善工程局。
24. 臺北市政府捷運工程局（2007），捷運號誌系統實務，臺北市政府捷運工程局。
25. 臺鐵局，號誌設備概要（2005），臺灣鐵路管理局。
26. 臺鐵局，臺灣鐵路管理局運轉規章。

鐵路平交道安全改善與管理方法回顧

Review of Safety Improvement and Management Methods at Railway Level Crossings

孫千山 Suen, Chian-Shan¹

徐任宏 Xu, Ren-Hong²

林杜寰 Lin, Tu-Huan³

胡守任 Hu, Shou-Ren⁴

張開國 Chang, Kai-Kuo⁵

喻世祥 Yu, Shih-Hsiang⁶

聯絡地址：114 臺北市內湖區新湖二路 280 號

Address: No.280, Xinhu 2nd Rd., Neihu Dist., Taipei City 114, Taiwan (R.O.C.)

電話 (Tel)：(02) 8791-9198

電子信箱 (E-mail)：james_suen@sinotech.org.tw

摘要

臺鐵局平交道多數均設有自動警報裝置及自動遮斷器，同時也持續精進裝設障礙物偵測器、列車方向指示器、監視錄影設備，近年更進行智慧平交道雛型研發與實測，相關安全防護設施可謂相當周全。然而比較日本、英國與澳洲平交道安全績效指標，例如：每年百處平

¹ 財團法人中興工程顧問社 土木水利及軌道運輸研究中心 軌道運輸組 組長

² 財團法人中興工程顧問社 土木水利及軌道運輸研究中心 軌道運輸組 助理研究員

³ 財團法人中興工程顧問社 土木水利及軌道運輸研究中心 軌道運輸組 正研究員

⁴ 國立成功大學 交通管理科學系 教授

⁵ 交通部運輸研究所 運輸安全組 組長

⁶ 交通部運輸研究所 運輸安全組 研究員

交道事故件數、每年百萬列車公里死亡人數，可得知臺鐵局在平交道之安全績效仍有改善之空間。爰此，本研究回顧前述標竿國的平交道安全改善方法與管理作為，彙整其公路側及鐵路側防護設施、通過平交道行為規範、相關改善作法，期能夠提供臺鐵局及公路相關主管單位作為改善平交道安全績效的參考依據。

關鍵詞：臺灣鐵路管理局、平交道、安全績效改善、安全管理

Abstract

Railway level crossings in Taiwan Railways Administration (TRA), are very well-equipped. Not only signals and boom barriers were installed, obstacle detectors, LED train approaching indicators, law enforcement cameras, and even intelligent level crossing safety control systems were also implemented. However, the safety at railway level crossings in TRA still have room for improvement since the indicators, such as crashes per 100 crossings per year and fatality per million train-kilometer per year, are still higher than those in Japan, the United Kingdom and Australia. As a result, this study reviews the safety improvement methods and management approaches in these benchmarking countries, including infrastructures, driving behavior rules at level crossings, regulations and improvement strategies. This study aimed to support the safety improvement decisions at level crossings for both TRA and related highway authorities.

Keywords : Taiwan Railways Administration, Level Crossing, Safety Performance Improvement, Safety Management

一、研究背景說明

截至 2019 年 1 月止，臺灣鐵路管理局（以下簡稱：臺鐵局）共有 421 處平交道，多數均設有警報裝置及自動遮斷裝置的第三種甲平交道（以下簡稱：三甲），雖終極目標為透過立體化方式將平交道消弭，但只要有任一處平交道存在就會有潛在的威脅，為值得進階探討的議題。圖 1 為本研究整理近年臺鐵局每百處平交道之安全績效指標，包括：事件件數與死亡人數之趨勢，從中圖 1 可發現以下現象：

1. 事件件數與死亡人數整體趨勢呈現下降，惟下降幅度逐漸趨緩。
2. 近年事故數開始出現「均值迴歸」的震盪情形。

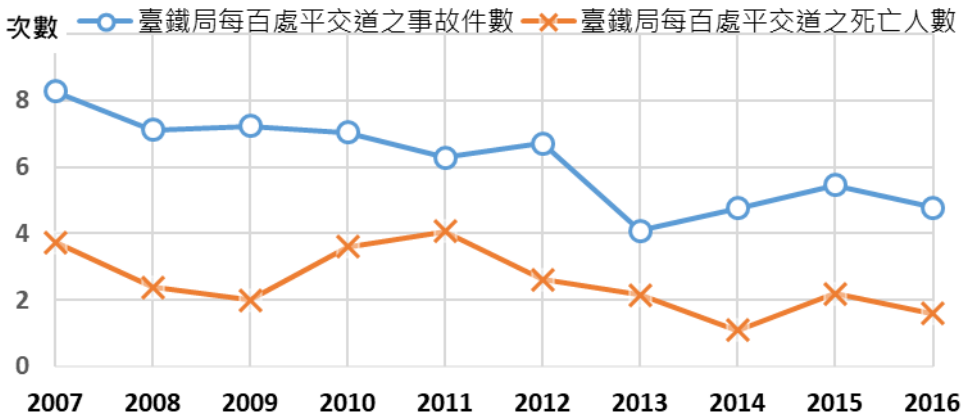


圖 1 臺鐵局每百處平交道安全績效指標

資料來源：交通部運輸研究所^[4]及本研究整理

以上 2 點現象說明臺鐵局近年投注於平交道安全改善已有具體成效，惟安全績效出現不穩定的震盪，因此有必要了解其背後的原因，並探尋有效的改善策略。圖 2 為交通部運輸研究所針對臺鐵局平交道事故的原因分析，該研究成果顯示，平交道事故近 8 成肇因於「公路用路人」，其中蓄意違規行為更佔了整體平交道事故的 57%。職是之故，本研究參考鐵路平交道安全績效表現優良的標竿國家，回顧其平交道安全改善與管理作為，瞭解其降低「公路用路人」

蓄意或非蓄意行為風險、提升平交道安全的方式，期能夠提供臺鐵局及公路相關單位作為改善平交道安全績效的參考依據。

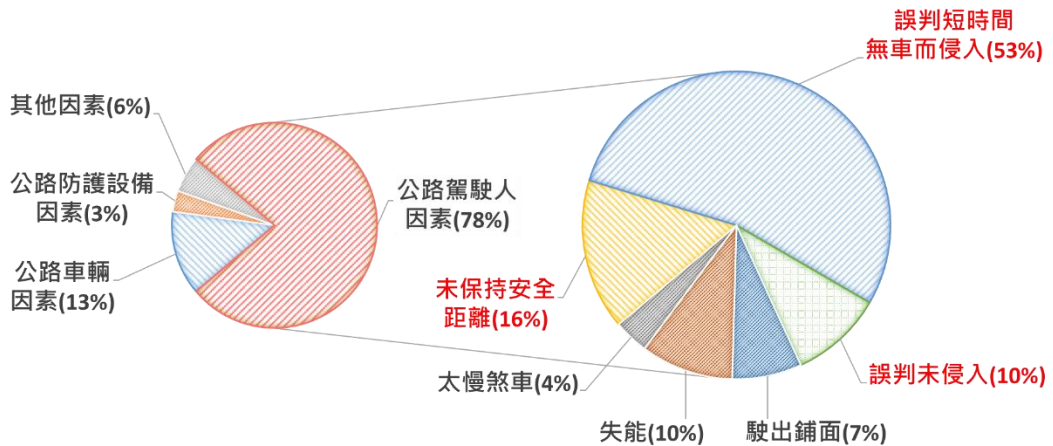
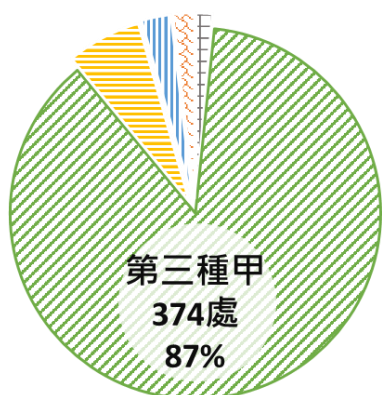


圖 2 臺鐵局平交道事故原因分析

資料來源：交通部運研所^[1]

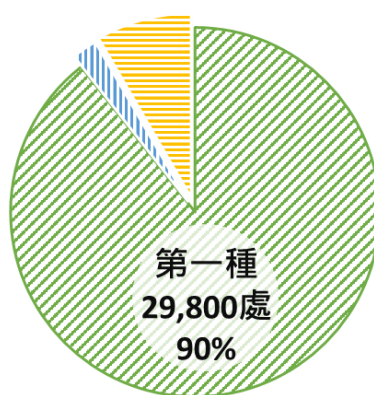
二、鐵路平交道安全改善與管理實務

本研究擬參考之標竿國對象，包括：日本、英國與澳洲，主要考量係臺鐵局平交道有多數防護設備引用自日本系統，因此我國之平交道用路環境與設備與日本均有許多雷同處。其次，英國的平交道安全水準在歐盟各國是名列前茅，且相關改善資訊公開透明。最後，澳洲則是在面臨安全績效難以降低的情形下，對安全管理機制及法規有所突破。本研究透過圖 3 彙整臺鐵與各標竿國平交道之種類比例，並由圖 4 比較臺鐵與各標竿國之平交道安全績效，鑑於此三個標竿國之平交道數量均遠高於我國、甚至在被動防護多於主動式平交道之英國與澳洲，各標竿國之安全績效水準表現仍極為優良，確實值得我國借鏡其平交道安全管理實務作法。故以下分別回顧日本、英國與澳洲之平交道防護設施、通過平交道行為規範，以及平交道安全改善作法。



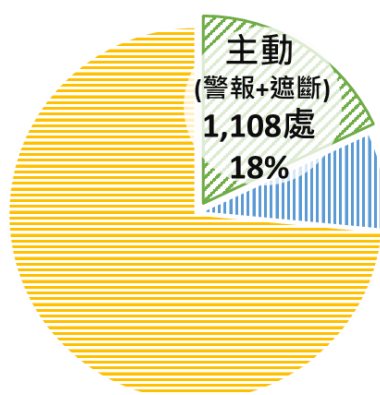
+ 第一種 ■ 第二種 ▨ 第三種甲
 = 半封閉 ▨ 手動控制 ⚡ 專用

[A] 臺鐵局 (2019)



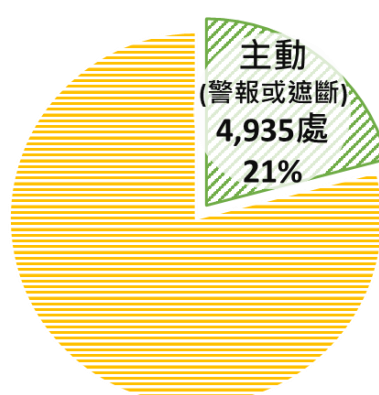
▨ 第1種 ▨ 第3種 = 第4種

[B] 日本⁷ (2018)



▨ 主動(有警報及遮斷裝置)
 ▨ 主動(有警報裝置)
 = 被動

[C] 英國 (2016)



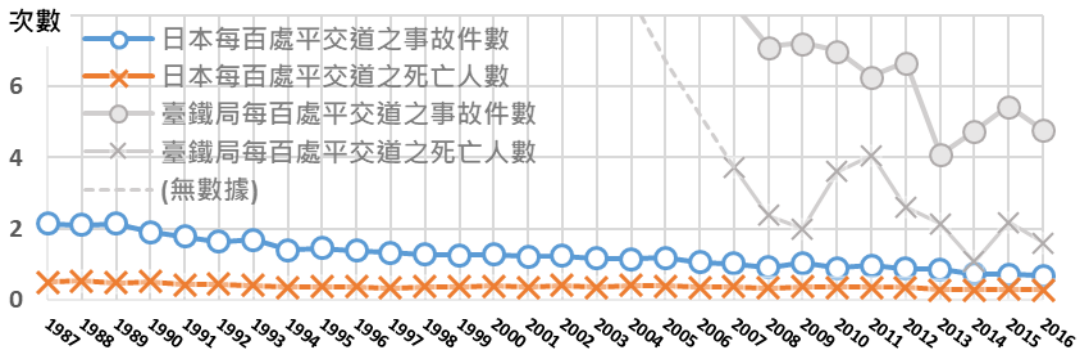
▨ 主動(有警報裝置或遮斷裝置)
 = 被動

[D] 澳洲 (2018)

圖 3 臺鐵局、日本、英國及澳洲平交道種類比例

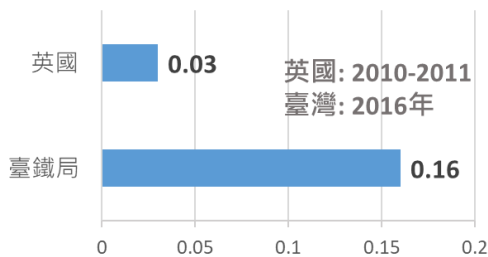
資料來源：臺鐵局^[4]、日本國土交通省^[6]、歐盟^[20]、澳洲鐵路軌道公司^[16]及本研究整理

⁷日本第 1 種平交道與臺鐵局第三種甲平交道相同，設有自動警報裝置及自動遮斷器；第 3 種平交道僅設置自動警報裝置；第 4 種平交道均無；另現已無第 2 種平交道。



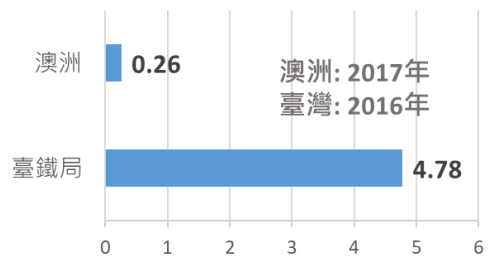
[A] 臺鐵局與日本比較 (1987-2016)

平交道每百萬列車公里事故數



[B] 臺鐵局與英國比較

每百處平交道事故數



[C] 臺鐵局與澳洲比較

圖 4 臺鐵局與日本、英國及澳洲平交道安全績效指標比較

資料來源：臺鐵局^[4]、日本國土交通省^[6]、歐盟^[20]、澳洲鐵路軌道公司^[16]及本研究整理

2.1 日本平交道研析

2.1.1 平交道防護設施

以下分別說明日本平交道防護設施，包括：標線、標誌、警報裝置、遮斷裝置、緊急按鈕與障礙物偵測裝置、智慧平交道。

1. 標線

- (1) 依據日本「道路交通法」第 33 條規定，車輛必須在停止線前停車並確認安全後才能繼續通過平交道。
- (2) 為避免平交道上之人車混雜引發事故，日本政府亦推動在平交道上畫設有色標線之人行道，來強化行人之安全性，如圖 5 所示。



圖 5 日本-平交道之有色標線人行道

資料來源：横浜市道路局，網址：<http://www.city.yokohama.lg.jp/doro/>

2. 標誌

- (1) 依據日本「道路標識、区画線及び道路標示に関する命令」(以下簡稱調路標誌標線及指標命令)，平交道預告標誌如圖 6 所示，用以提醒駕駛人前有平交道。
- (2) 須設置於平交道前 50 公尺至 120 公尺之間。

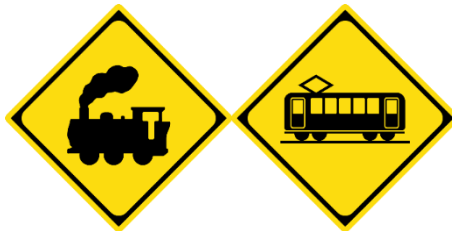


圖 6 日本-平交道預告標誌

資料來源：國土交通省-道路標誌等，網址：<http://www.mlit.go.jp/road/sign/sign/index.htm>

3. 警報裝置

- (1) 日本「鐵道に関する技術上の基準を定める省令」(以下簡稱：鐵道技術基準省令) 第 62 條解釋基準 2 規定，平交道警報裝置應為黃黑帶狀塗裝，設有交叉標誌及 2 個以上的紅色燈，燈光可視距離應大於 45 公尺，警報時交互閃爍並發出警報音，雙線以上的平交道應設有方向指示器，懸吊式警報器的紅色燈應高於 4.5 公尺。

- (2) 各營運單位也將警報器改為更容易讓人看見的類型，例如 360 度的全方位警示燈與設置於道路上方的懸吊式警報器，如圖 7 所示。



[A] 360 度全方位警報器



[B] 懸吊式警報器

圖 7 日本-特殊警報裝置

資料來源：JR 東日本^[7]及小田急電鐵^[9]

4. 遮斷裝置

- (1) 鐵道技術基準省令第 62 條解釋基準 3 明令遮斷裝置應符合以下規定：

- 應遮斷鐵路兩側道路的全部寬度。
- 應設於面向平交道的左側（日本車輛靠左行駛），但依照設施狀況無法設置的場合不在此限。
- 遮斷桿應符合表 1 標準。

表 1 日本-基準省令第 62 條解釋基準 3 遮斷桿標準

條文	內容
基準省令第 62 條 解釋基準 3	<ul style="list-style-type: none"> • 遮斷時應水平於道路面上方 0.8 公尺高，若為二段型遮斷裝置，則此數值為下方遮斷桿距地面的高度 • 遮斷時間以外應位於道路面上有效高度 4.5 公尺以上 • 黃色及黑色帶狀塗裝 • 於通行者容易看見的位置設有 2 個以上的紅色燈、或塗裝紅色

條文	內容
	的反射劑 • 對於大型遮斷裝置應使用使用大口徑遮斷桿，使其對駕駛的可視面寬度應大於 10 公分，如圖 8 所示

資料來源：鐵道技術基準省令



[A] 山手線－第二中里平交道大型遮斷裝置



[B] FRP 大口徑遮斷桿

圖 8 日本-大型遮斷裝置

資料來源：<http://www.yoshiwara.co.jp/products/pdf/crossing.pdf>

<https://youtu.be/SzqHFIOjUVk>

- (2) 另鐵道技術基準省令第 62 條解釋基準 4 規定遮斷裝置的動作，包括：
- 應於列車接近時自動開始動作，但配置有看柵工或是機廠內或連接機廠的平交道（以下簡稱：「手動平交道等」）不在此限。
 - 應採用連續閉路式或是同等性能以上的控制方式，但手動平交道等不在此限。
 - 警報開始到遮斷動作結束的時間，應以 15 秒為標準，且作動時間須大於 10 秒。
 - 警報開始到遮斷動作開始的時間應不妨礙通行者通過。在此情況下，兩側皆設有遮斷桿的平交道，原則上朝向平交道入口端的遮斷裝置動作完成後，出口端的遮斷裝置才開始動作。
 - 遮斷動作結束到列車到達的時間應以 20 秒為標準，且須大於 15 秒。

- 列車警報開始到到達的時間不應因為該列車的速度等原因而有大幅不同。
 - 等列車通過後才解除遮斷狀態。
 - 當發生列車「過走」（超過停止線或停車位置不佳）造成誤點時，若該列車尚未抵達平交道且在實際抵達平交道前尚有餘裕的情況下，可以結束平交道遮斷。
- (3) 日本平交道因應重車交通量大之處所以及寬闊路口處，會分別採用「二段型遮斷裝置」以及「寬闊型遮斷裝置」，如圖 9 所示，說明如下：
- 二段型遮斷裝置：係使用兩台標準遮斷機，並以特殊的立台予以固定，主要是針對重車通過量較高的平交道，為有效提醒坐於較高位置的駕駛所設置。
 - 寬闊型遮斷裝置：藉由折曲或強化材質等方式達到更大的遮斷長度，用於較寬的平交道。



[A] 二段型遮斷裝置



[B] 寬闊型遮斷裝置

圖 9 日本-二段型及寬闊型遮斷裝置

資料來源：日本京三，網址：<https://www.kyosan.co.jp/product/pdf/P104-107.pdf>

- (4) 為減少遮斷桿毀損、避免人員與車輛被遮斷桿阻擋而受困於平交道內，各營運單位也在研發可彎曲、不易折斷的新型遮斷桿，說明如下：

- 以 JR 西日本為例，該公司所開發的「裂縫型遮斷桿」(スリット形遮断桿) 中間有特殊的裂縫結構，使遮斷桿得以在受外力時彎折、隨後自動恢復原狀^[8]，如圖 10 所示。
- 此種遮斷桿已經設置於 JR 西日本、阪神、西武、京王等公司所轄的部分平交道。根據 JR 西日本的統計，改用裂縫型遮斷桿的平交道，遮斷桿的毀損數比過去減少了 63%，效果極為顯著。



圖 10 日本-裂縫型遮斷桿試驗

資料來源：<http://www.tetsuden.com/pdf/syadankan.pdf>

(5) 日本遮斷桿材質以 FRP 為主，說明如下：

- 日本法規中並無平交道遮斷桿材質之相關規定，然因金屬桿在列車出軌時可能會造成危險，故過去多以竹竿為主。
- 近年多轉為使用空洞式玻璃纖維強化塑膠 (Fiber-reinforced plastic, FRP)，但由於竹竿的價格較低、受困危險區時車輛較容易脫離、輕量且易於替換等特點，使得竹竿仍持續使用在遮斷裝置中。
- 至於「裂縫型遮斷桿」則是特別在裂縫結構處採用熱塑性聚酯彈性體 (Thermoplastic Polyester Elastomer, TPEE) 材質，利用其耐屈曲疲勞、耐荷重、使用環境溫度範圍大、反彈彈性及耐衝擊性、易於加工等特性達成曲折功能，如圖 11 所示。

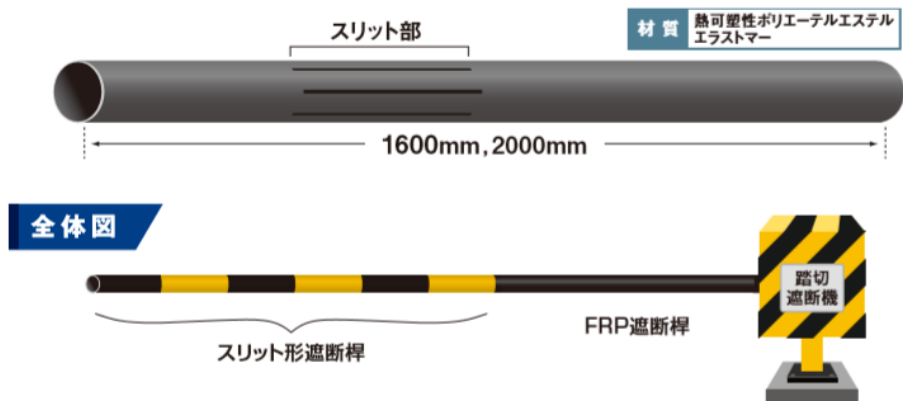


圖 11 日本-裂縫型遮斷桿材質

資料來源：<http://www.tetsuden.com/pdf/syadankan.pdf>

5. 緊急按鈕與障礙物偵測裝置

- (1) 鐵道技術基準省令第 62 條解釋基準 9 規定，緊急按鈕操作裝置應設置於平交道兩側容易接觸到的位置，在夜晚時容易識別，並設有復原開關，但復原開關一般民眾不易使用。
- (2) 鐵道技術基準省令第 62 條解釋基準 10 規定，障礙物偵測裝置應利用光、電磁波、音波等自動偵測列車接近時阻擋於平交道的汽車（機踏車等除外），障礙解除後解除警報動作，且不會因列車通過而動作。
- (3) 日本的障礙物偵測裝置主要分為線圈式、光方式以及三次元雷射雷達式。其中三次元雷射雷達式可以偵測到過去難以偵測的行人及機踏車，因此較前兩項更為安全。另外，西武與京阪等營運單位也在試驗新型的障礙物偵測裝置，其目的都是在追求更完善的平交道保護裝置。

6. 日本-智慧平交道

- (1) 日本為減少公路壅塞同時確保安全性，也導入智慧平交道（「賢い踏切」），其中 JR 東日本稱之為「列車種別による踏切制御」^[7]、JR 西日本稱「踏切警報時間制御装置」^[8]。
- (2) 日本之智慧平交道設置目的在於減少因平交道距離車站過近而產生的非必要警報時間，如圖 12 所示，說明如下：

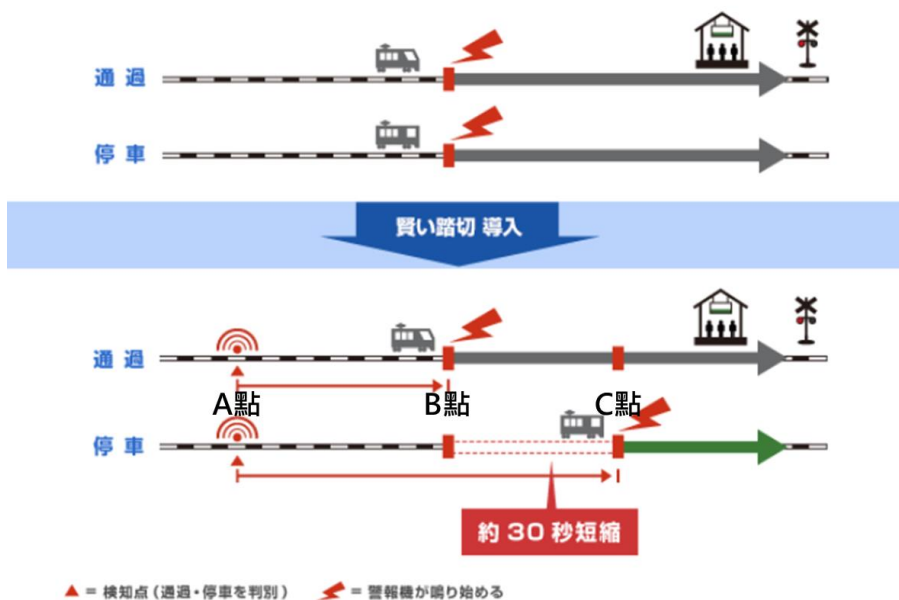


圖 12 日本-智慧平交道機制

資料來源：JR 西日本^[8]

- 自動列車停止裝置（Automatic Train Stop, ATS）或自動列車保護裝置（Automatic Train Protection, ATP）：鐵路系統會安裝 ATS 或 ATP 以檢核列車速度、確保行駛安全。當列車通過 ATS(日本稱作 ATS-S) 的變頻信號發射器或 ATP（日本稱作 ATS-P）的應答器時，若列車超過速度限制則系統會強制煞車。
- 列車車種判定點（A 點）：當列車通過 A 點時，ATS 的變頻信號發射器或 ATP 的應答器會判定列車的種類，並將訊號傳送至對應的平交道啟動點。
- 平交道啟動點（B 點、C 點）：若該列車為通過列車，則當列車駛過 B 點時平交道設備開始動作；若該列車為停站列車，則當列車駛過 C 點時平交道設備開始動作。啟動點為一閉電路式軌道電路，長度約 25 公尺，當列車車輪通過，軌道電路形成迴路使警報裝置開始動作，而後遮斷裝置放下。此外若停站列車過走，ATS 或 ATP 會作動使列車啟動緊急緊軔煞停列車。

2.1.2 通過平交道行為規範

以下說明日本道路交通法第 33 條規定以及違反交通法規之相關罰則。

1. 日本道路交通法第 33 條記載：「車輛及路面電車欲通過平交道時，若道路有劃設停止線，則需在平交道前停下、確認安全後方能通行」。該法規雖未詳細規範通過平交道的速度及停下確認兩側安全的時間，但採「車輪完全靜止」作為判定條件。
2. 在行為規範方面，日本駕駛人違反交通法規時除須繳交高額的罰鍰外，駕照也會記點，當違規點數過高時更會執行吊扣、甚至吊銷駕照的處分，相關規定如表 2 所示。經研析日本公路駕駛人通過平交道行為良好，與其落實執法與違規的重罰有關，茲將觀察到之可能原因整理如下：
 - (1) 相較於我國道路交通管理處罰條例，日本之違規記點相對嚴格。
 - (2) 相較於臺灣現行法規記點為期半年，日本之期限為 3 年、為臺灣之 6 倍。
 - (3) 日本考照代價高，駕訓班費用平均約三十萬日圓，若未考取須補課再訓，民眾較珍惜駕照。
 - (4) 日本吊扣及吊銷駕照處分會因累犯而加重罰則，例如：吊扣變成吊銷、處分時間加長。
 - (5) 落實執法：根據日本警察廳 2018 警察白書的統計資料，2016 年因「車輛等通過平交道未停下」原因共取締 96,940 件，2018 年因「自行車搶越或闖越」亦取締有 3,984 件。

表 2 日本-交通違規項目記點與罰鍰

交通違規項目		違規 記點	罰鍰（日圓）			
			大型車	小型車	機車(125cc 以上)	機車(125cc 以下)
尚能正常開車的狀態，呼氣酒精濃度介於 0.15-0.25 mg/L	12 點違規	19	3 年以下懲役刑或 50 萬日圓以下罰金 （刑事責任）			
	6 點違規	16				
	3 點違規	15				
	2 點以下	14				

交通違規項目		違規 記點	罰鍰（日圓）			
			大型車	小型車	機車(125cc 以上)	機車(125cc 以下)
	NA	13				
尚能正常開車的狀態，呼氣酒精 濃度大於 0.25mg/L		25				
酒醉，處於無法開車的狀態		35	5 年以下懲役刑或 100 萬日圓以下罰金 （刑事責任）			
超速	50kph 以上 一般道路	12	6 個月以下懲役刑、3 個月以下禁錮刑或 10 萬日圓 以下罰金 （刑事責任）			
	30-50kph 一般道路	6				
	40-50kph 快速道路	6				
	35-40kph 快速道路	3	40,000	35,000	30,000	20,000
	30-35kph 快速道路	3	30,000	25,000	20,000	15,000
	25-30kph 一般道路	3	25,000	18,000	15,000	12,000
	20-25kph 一般道路	2	20,000	15,000	12,000	10,000
	15-20kph 一般道路	1	15,000	12,000	9,000	7,000
	15kph 以下 一般道路	1	12,000	9,000	7,000	6,000
通過平交道未停下		2	12,000	9,000	7,000	6,000
闖越或搶越		2	15,000	12,000	9,000	7,000

資料來源：日本警視廳及本研究整理

3. 日本道路交通法第 33 條原則有一例外情形，即是附設有交通號誌的平交道須遵從號誌，若亮綠燈表示駕駛人毋須停下確認安全後再通過、若閃紅燈則表示雖有號誌但須停下確認再通過，說明如下：

(1) 日本道路交通法第 33 條原則例外多在鐵路優先度較低、公路交通量較大的平交道，其平交道交通號誌與一般公路號誌化路口交通號誌相同，設有黃燈時間讓行進中駕駛能夠順利通過、接近中駕駛能夠提早看到告警，例如：

- 東京 23 區-東急電鐵世田谷線（具獨立路權的輕軌）與環狀七號線公路交會的「若林平交道」。

- 大阪市-梅田貨物線（主要運行黑潮號、關空特急）與南北向主要幹道「浪速筋」交會的「淨正橋平交道」^[11]。
- (2) 附設交通號誌平交道與公路號誌化路口之比較如表 3 所示，從中可知附設交通號誌平交道與公路號誌化路口的路權轉移過程幾乎完全相同，較易被公路駕駛接受。

表 3 日本-附設交通號誌平交道與公路號誌化路口之比較

設備	狀態 1 (有路權)	狀態 2	狀態 3	狀態 4 (喪失路權)
平交道				
附設交通號誌 (連鎖設置)	綠燈或 閃紅燈	黃燈	紅燈	紅燈
鐵路防護設施	-	-	警鈴警燈	警鈴警燈 遮斷桿
公路號誌化路口				
路口交通號誌	綠燈	黃燈	紅燈	紅燈

資料來源：日本道路交通法及本研究整理

2.1.3 平交道安全改善作法

日本在平交道的改善，均基於中央交通安全對策會議每 5 年所發布的「交通安全基本計畫」施政大綱，以及隨該計畫 5 年修訂一次的「踏切道改良促進法」及「踏切道改良促進法施行細則」來推動^[10]，茲將日本較特別的安全改善作法彙整如下：

1. 國土交通省以「平交道安全通行檢查表」檢核平交道安全

以 2016 年為例，日本公布 1,479 個必須改善的平交道，並將相關資料及檢核項目列在檢查表上，相關項目與內容如下：

- (1) 平交道幾何資料：平交道長度、鐵路股道數、鐵公路交角、車道寬、行人有無迂迴繞路、平交道有無拓寬。
- (2) 須改善理由及基準資料：是否為「打不開的平交道」、「車輛通行瓶頸平交道」、「行人通行瓶頸平交道」或「狹窄步道的平交道」，是否為「上下學常用平交道」或「多事故平交道」，尖峰時間的遮斷時間長度、車輛及行人等遮斷交通量。

- (3) 過去五年事故資料：平交道事故及其他道路交通事故。
- (4) 防護設備設置狀況：是否設置智慧平交道、是否設置「障礙物偵測裝置」、「懸吊式警報器」、「大型遮斷裝置」、「二段式遮斷裝置」，過去被指定改善的狀況、目前的改善方案及進度。
- (5) 今後對策與註記：執行完目前改善方案後，提出後續的再改善策略、與各單位於執行期間的協調狀況。

2. 地方政府及營運單位依據嚴重性執行改善計畫

依據「平交道安全通行檢查表」檢核內容，執行短期、中期、長期改善方案，如表 4 所示。

表 4 日本-平交道改善方案

方案	內容
短期	<ul style="list-style-type: none"> • 有色標線人行道，人車分離，可安全而快速地通過平交道 • 智慧平交道（賢い踏切），根據不同列車車種改變觸發警報的地點]
中期	<ul style="list-style-type: none"> • 設置車站自由通路及停車場，減少平交道交通量 • 透過跨越軌道的天橋減少須橫跨平交道的行人數量
長期 (廢除平交道)	<ul style="list-style-type: none"> • 立體交叉可分為單一路口與連續路口立體交叉 • 可為公路以高架或地下方式穿越鐵路，以及鐵路高架化或地下化

資料來源：日本國土交通省^[6]及本研究整理

3. 總務省下轄之行政評價局每年針對平交道進行平交道規範檢視

依據前述平交道規範及一般使用需求，檢核平交道是否有以下問題：

- (1) 遮斷桿高度不符合標準或未能遮斷路寬。
- (2) 緊急按鈕安裝於難以接觸的位置。
- (3) 無遮斷桿平交道緊鄰鐵路彎道或遮蔽物，視線不良。
- (4) 警告標誌或警報器故障損毀。
- (5) 平交道路面不平整。
- (6) 居民生活道與鐵路交叉而未設有平交道。
- (7) 平交道人行道過於狹窄。

(8) 年長者及闖越平交道造成事故。

2.2 英國平交道研析

2.2.1 平交道防護設施

以下分別說明英國平交道防護設施，包括：標線、標誌、警報裝置、遮斷裝置。

1. 標線

除停止線、雙白線等與我國要求雷同外，英國則有劃設黃網線之規定，針對自動半遮斷平交道(Automatic Half Barrier Crossing, AHB)或部份其他類型，要求應將路寬與車流量納入考量，當超過表 5 之門檻值則必須劃設黃網線。

表 5 英國-平交道黃網線畫設要求

平交道寬度	任一方向每小時車流量門檻值
5~5.9 公尺	500 PCUs
6~7.4 公尺	600 PCUs
7.5 公尺以上	750 PCUs

資料來源：英國鐵路管理機構^[21]及本研究整理

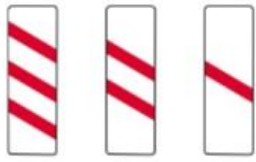
2. 標誌

英國之平交道預告標誌及接近倒數標誌分別如圖 13、圖 14 所示，另英國之標誌設計規範中，建議需因應公路速限作標誌位置調整，亦即速限越高的路段應越早設置標誌提醒用路人，如圖 15 所示。



圖 13 英國-平交道標誌

資料來源：英國政府官網^[12]



Countdown markers may be provided on the approach to a crossing. These divide the distance between the advance warning sign and the stop line into three equal parts; each sloping bar does not necessarily represent a distance of 100 yards

圖 14 英國-平交道接近倒數標誌

資料來源：英國政府官網^[12]

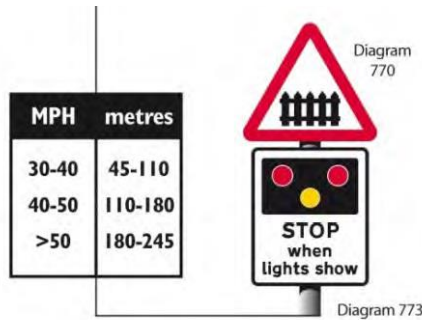
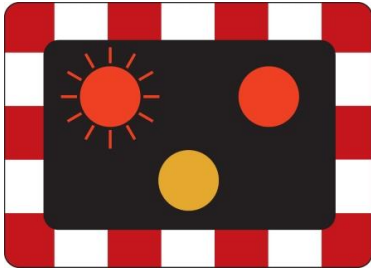


圖 15 英國-公路速限與平交道預告標誌設置距離

資料來源：英國政府官網^[12]

3. 警報裝置

- (1) 圖 16[A]為平交道之一般警燈，其運作邏輯係黃燈先亮、再切換為紅燈交替閃爍；圖 16[B]為平交道之小型燈號，用於行人專用或人工操作式平交道，若沒有顯示任何燈號時，則須通知平交道管理者。
- (2) 以自動半遮斷桿式平交道（AHB）及自動遮斷桿就地監控式平交道（Automatic Barrier Crossing Locally Monitored, ABCL）為例，當列車接近時，平交道警鈴會先響起、告警燈的黃燈會亮起，視道路交通狀況經過約 3 秒~5 秒後切換為雙閃紅燈閃爍，待閃爍 4 秒~6 秒後遮斷桿開始降下，再過了 6 秒~10 秒後所有遮斷桿降下到定位，此時平交道便停止響鈴。
- (3) 平交道警報時間最少須提前 27 秒警告，若平交道縱深超過 15 公尺，每 3 公尺應增加 1 秒。



[A]一般警燈



[B]小型警燈

圖 16 英國-平交道告警燈

資料來源：英國政府官網^[12]

4. 遮斷裝置

(1) 英國在遮斷桿之設置上有諸多要求，包括^[21]：

- 遮斷桿應完全覆蓋道路寬度，甚至有長於路寬的要求。
- 遮斷桿在道路中央處之離地至少為 900mm、不超過 1,000mm，採用裙擺（skirts）設計者例外。
- 遮斷桿完全舉起時，必須朝道路方向傾斜 5 度~10 度。
- 遮斷桿塗料有反光的要求。
- 可於遮斷桿上裝設警示燈，每根 2 盞，超過 6 公尺可安裝 3 盞。
- 遮斷桿中間位置之可視面寬度應至少為 125mm、最末端位置可視面寬度至少為 75mm。
- 全遮斷型式之遮斷桿應為紅白相間，每一間隔長約 600mm，且應裝設可視面寬度不小於 50mm 之反光材質。
- 有 Road Open Time 之規定，可確保遮斷桿升起後至少有 10 秒的時間不會再降下。
- 遮斷桿有裙擺（skirts）設計，塗裝需為亮色系、上面的護欄則需為輕量化結構，用意在防止小孩、動物或者其他蓄意闖入，如圖 17 所示。

(2) 英國對於遮斷桿材質的要求並未見於規範，但一般多採用玻璃纖維強化塑膠（FRP）、鋁合金，或者組合式材質（FRP 與鋁合金）。



圖 17 英國-平交道遮斷桿與裙擺

資料來源：Network Rail^[13]

2.2.2 通過平交道行為規範

在英國公路法規（The Highway Code）中，第 291~299 條律定公路使用者應遵循的平交道安全規定，茲整理其中重點如表 6 所示。

表 6 英國-公路法規平交道相關條文

條文	內容
第 291 條	<ul style="list-style-type: none"> 通過平交道前應確保平交道已淨空，同時不可離前車太近
第 293 條	<ul style="list-style-type: none"> 平交道警報裝置包含黃燈、雙閃紅燈及警鈴 當已通過停車線但黃燈亮起時，持續通過平交道 須遵守雙閃紅燈（交替閃爍時，車輛必須停下） 當列車通過但警報尚未解除前，須繼續等候 禁止 Z 字形闖越半封閉平交道
第 299 條	<ul style="list-style-type: none"> 當車輛於平交道故障時，應： <ol style="list-style-type: none"> 讓所有車內人員離開，並馬上遠離平交道 透過鐵路電話聯繫號誌控制人員，遵循指示行動 若在列車抵達前還有時間，應移動車輛離開平交道 一旦聽到警報或察覺告警燈，則應立即離開平交道

資料來源：英國公路法規（The Highway Code）

有關英國平交道的通過特性，將採安全性較高、且具有告警燈與遮斷桿的自動半遮斷桿式平交道（AHB）為例進行說明：

1. 告警燈包含黃燈及雙閃紅燈。
2. 當列車接近時，平交道警鈴會先響起，與此同時告警燈的黃燈也會亮起，此時車輛若已跨越停止線則仍可繼續通過平交道。
3. 爾後雙閃紅燈開始閃爍，此時車輛必須停下，待雙閃紅閃爍 4 秒~6 秒後遮斷桿會開始降下。
4. 遮斷桿放下後，平交道警鈴便不再響起。
5. 有完整防護措施之平交道無「停、看、聽」的規範。

茲將英國自動半遮斷桿式平交道（AHB）與其一般公路路口之號誌轉換整理如表 7 所示，可知兩者運作方式差異不大，較易被公路駕駛接受。

表 7 英國-AHB 平交道與與公路號誌化路口之比較

設備	狀態 1 (有路權)	狀態 2	狀態 3	狀態 4 (喪失路權)
平交道				
鐵路防護設施	-	警鈴 黃燈	警鈴 閃紅燈	閃紅燈 遮斷桿
公路號誌化路口				
路口交通號誌	綠燈	黃燈	紅燈	紅燈

資料來源：英國公路法規及本研究整理

2.2.3 平交道安全改善作法

本研究蒐集英國鐵路安全標準局（Rail Safety and Standards Board，以下簡稱：RSSB）、英國政府及 Network Rail 網站資訊，將英國平交道安全改善作法彙整如下：

1. 發展全平交道風險模型（All Level Crossing Risk Model, ALCRM）

- (1) 英國政府與 RSSB 合作發展，採用之風險指標與歐盟 IEC61508 標準相同，以「發生頻率」和「危害嚴重性」衡量，並分別藉由失誤樹及事件樹進行研析，最後得到每處平交道之安全風險（風險分數或每年死亡人數）、經濟風險...等，如圖 18 所示。
- (2) 高風險平交道清單可提供給有關單位研擬改善策略，改善策略亦可再反饋回模式中估算效益及益本比，最後決定優先改善方案。

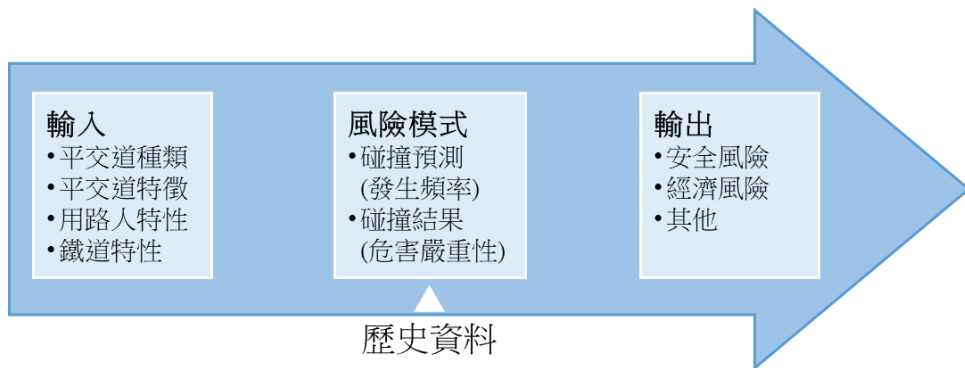


圖 18 英國-全平交道風險模型流程

資料來源：RSSB^[14]

2. 安裝障礙物偵測器

英國於 70 處手動控制遮斷桿式平交道（Manually Controlled Barrier Crossing, MCB）安裝障礙物偵測器，其運作邏輯係當有障礙物被偵測時，遮斷桿會停止放下或升起，避免困住用路人，但號誌控制員仍有權在偵測到障礙物時操控遮斷桿，避免錯誤訊號的影響。

3. 興建人行步道與電梯

英國於行人與列車通過量大的商圈等區域興建人行步道與電梯，以減少通過平交道之行人數量，如圖 19 所示。



圖 19 英國-Lincoln High Street 平交道行人天橋

4. 教育宣導

英國國營鐵路公司 Network Rail 提供教育宣導教材，提供中小學教師於課堂上講授平交道與鐵路安全知識^[13]，內容包括：

- (1) 強調平交道防護設施是生命的保護者，而非時間浪費者。
- (2) 解釋平交道相關的基本數據、危險性。
- (3) 講解平交道虛驚事件案例。
- (4) 講授如何安全的通過平交道。
- (5) 說明何為通過平交道之錯誤行為。

2.3 澳洲平交道研析

2.3.1 平交道防護設施

以下分別說明澳洲平交道防護設施，包括：標誌、警報裝置、遮斷裝置、緊急開關與手動控制開關。

1. 標誌

- (1) 澳洲的標誌包括：設置在公路側上游的平交道預告標誌，以及設置在平交道旁的平交道交叉標誌、停止標誌、讓行標誌、軌道數標誌。

- (2) 預告標誌除了設置在公路側上游外(圖 20 [A])，若在轉向進入路口後遇有平交道，則會一併設置如圖 20 [B]之預告標誌，可提早告知駕駛，減少可能陷入危險的機率。



[A]預告標誌

[B]轉向後遇平交道之預告標誌

圖 20 澳洲-平交道預告及路口預告標誌

資料來源：昆士蘭州政府^[14]

- (3) 所有平交道都必須設置白底黑邊交叉形狀、寫有「RAILWAY CROSSING」的標誌，若鐵路有兩線以上則還必須加設軌道數標誌。
- (4) 在無警報裝置的平交道，一般會裝設「停止」或「讓行」標誌，如圖 21 所示。



圖 21 澳洲-平交道停止及讓行標誌

2. 警報裝置

- (1) 依據澳大利亞鐵路軌道公司 (Australian Rail Track Corporation, ARTC) 之規定，公共道路之平交道均須設置警報裝置，如圖 22 所示。
- (2) 平交道設計標準規定平交道警報最少須提前 25~30 秒警告，行人用平交道須提前 20~25 秒，若平交道超過 10 公尺寬，每超過 3 公尺應增加 1 秒。此標準亦規定單線平交道應裝設一座警報鈴、雙線以上則需裝設兩座警報鈴。

(3) 雙向遮斷器皆完全放下時，若符合相關規定可以減小音量，但不適用於無遮斷桿的平交道^[17-19]。

3. 遮斷裝置

(1) 依據澳大利亞鐵路軌道公司規定，公共道路、雙線以上鐵路、或是風險較高的平交道均須設置遮斷裝置（圖 22）^[17-19]。

(2) 有警報及遮斷時間規定，說明如下：

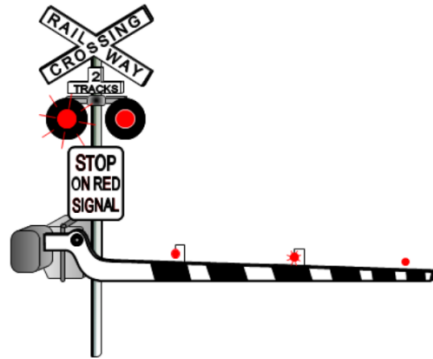
- 依據設計標準，遮斷裝置運作流程為平交道警報觸發後 11 秒遮斷桿開始降下（有聯結車的平交道為 16 秒），並經 11 秒~13 秒到定位，待列車通過後警報停止、同時遮斷桿升起。
- 為了避免短時間遮斷桿升起與放下，澳洲設計有 Holding Section Time 之規定，透過軌道電路設計確保遮斷桿升起後至少有 15 秒~25 秒的時間不會再降下，可避免公路車輛受困。

(3) 有遮斷桿材質及顏色規定，說明如下：

- 平交道遮斷桿應以玻璃纖維強化塑膠（FRP）或多種材料組合製成（FRP、鋁合金），唯後者的鋁合金桿長度不得長於 4.8 公尺。
- 遮斷桿應為紅白相間，且須採用工程等級或高密度之反光條紋。



[A] 設有主動防護設備（僅警報裝置）



[B] 設有主動防護設備（有警報及遮斷裝置）

圖 22 澳洲-平交道警報裝置及遮斷裝置

4. 緊急開關與手動控制開關

- (1) 澳洲平交道在維修時會啟用緊急開關，當啟動時鐵路側號誌會顯示紅燈，使列車不得進入平交道，同時公路側警報裝置會停止、遮斷桿升起。
- (2) 手動控制開關係將平交道改為手動控制，其控制優先權等級高於緊急開關^[17-19]。

2.3.2 通過平交道行為規範

澳洲施行聯邦制度，各州、領地擁有較高的自治權，可以制定各州或領地的法律，以人口最多的新南威爾斯州及維多利亞州為例，兩地分別制定 **Road Rules 2014** 及 **Road Safety Road Rules 2009** 來規範駕駛人行為，兩者在平交道的規範相當雷同。茲將以新南威爾斯州 **Road Rules 2014** 為例，說明平交道之通過行為規範如下：

1. 當通過平交道、前方車流停下時，後方車輛不可超過停止線，並待前方空間足夠安全通過時再通行。
2. 對於不同的平交道有對應的通過規範。
 - (1) 僅有停止標誌，無警報裝置的平交道，有以下規定：
 - 應根據實際情況盡量接近停止線但不可壓至其上，若無停止線則根據實際情況，盡量接近停止標誌但不可超過該定點。
 - 讓行予任何在平交道上、接近中或即將通過平交道的列車及路面電車。
 - (2) 僅有讓行標誌，無警報裝置的平交道，有以下規定：
 - 應降低速度，若有必要則須停下。
 - 讓行予任何在平交道上、接近中或即將通過平交道的列車及路面電車。
 - (3) 有主動警報裝置的平交道（圖 22），有以下規定：
 - 警示燈或警報鈴開始告警時須停下。
 - 柵欄或遮斷桿已放下、正在升起或正在放下時須停下。

2.3.3 平交道安全改善策略

本研究將澳洲值得參考的平交道安全改善作法彙整如下：

1. 發展澳大利亞平交道評估模型 (Australian Level Crossing Assessment Model, ALCAM) ^[15] (如圖 23)

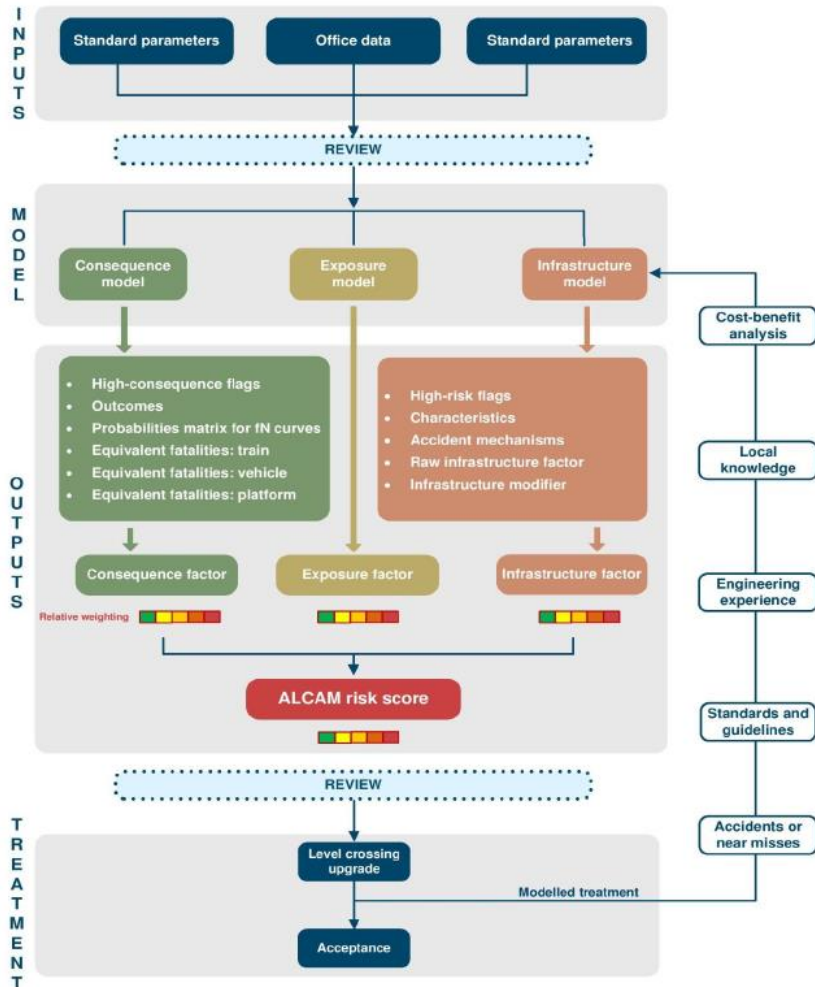


圖 23 澳洲-平交道評估模型流程

資料來源： 澳大利亞平交道評估模型^[15]

- (1) 藉評估模型分析設置主動警報設施、設置遮斷裝置或立體化之策略。
- (2) 採用風險指標與歐盟 IEC61508 標準相同，以發生概率 (Likelihood) 與危害嚴重性 (Consequence) 據以衡量風險。其中，發生概率可再分

為基礎設施因素 (Infrastructure) 及曝光量因素 (Exposure) 二項要素，說明如下：

- 基礎設施因素 (Infrastructure factor) 代表平交道地點、基礎設施條件對事故機率之影響，為一無單位之分數。
 - 曝光量因素 (Exposure factor) 代表平交道事故之機率 (碰撞事故/年)，先前是以公路車輛通過量與列車通過量之乘積估算，澳洲在 2011 年參考澳洲、英國及美國事故資料後，改採用 Peabody-dimmick 公式衡量平交道曝光量。
 - 危害嚴重性 (Consequence factor) 代表平交道事故之受傷與死亡人數 (等效死亡/碰撞事故)，可藉由事件樹 (Event Tree) 分析平交道事故的後續影響，並以安全風險矩陣評估單一平交道各項危害之安全風險等級。
- (3) 實務使用上會將平交道基礎設施因素、曝光量因素及危害嚴重性分為五個等第 (0~20%, 20%~40%, 40%~60%, 60%~80%, 80%~100%) 進行評分，並評估不同投資策略 (設置主動警報設施、設置遮斷裝置或立體化) 對風險的影響，之後提供有關當局改善建議。

2. 建立國家鐵路安全監管機構 (Office of the National Rail Safety Regulator, ONRSR) ^[22]

- (1) 建立全國統一、橫跨各州的鐵路安全監管單位，以全國一致的標準及平交道事故數據分析平交道安全。
- (2) 鐵路安全國家法 (Railway Safety National Law, RSNL) 載明該鐵路安全監管單位須提供以下功能：
- 與鐵路營運業者合作促進國家鐵路安全。
 - 提供鐵路安全相關之建議、教育及訓練。
 - 執行鐵路安全相關研究並收集資料、發行出版物。
 - 監管鐵路營運業者須遵守鐵路國家安全法。
- (3) 由於鐵路安全國家法並未說明如何達成功能的方式，故國家鐵路安全監管機構建立一套「基於危害的管理方法 (Risk-based Regulation)」，包含以下四個步驟^[22]：

- 收集事故資料：國家鐵路安全監管機構會從鐵路營運業者報告、第三方鑑定報告及該機構內部監管任務收集資料。
- 分析事故資料：藉由分析事故數據，國家鐵路安全監管機構能夠初步了解鐵路安全之風險項目。
- 提出監管決策：國家鐵路安全監管機構基於自身對鐵路安全的理解，發布監管決策以改善營運風險。
- 執行監管任務：國家鐵路安全監管機構根據發布的監管決策執行相關任務，例如：現場勘查、檢查、審議、鑑定、發布改善建議等等。

三、臺灣與標竿國綜整比較

本章節綜整第二章標竿國在平交道安全改善之實務作法，並與臺灣現行狀況進行比較，彙整出可供臺鐵局及公路主管單位改善的參考方向。

3.1 防護設施比較

表 8 整理各國主動式平交道之防護設施差異，比較後可發現各國平交道所裝設之防護設施相當雷同，顯示臺灣平交道在設備面已相當充足，然在鐵路側細節（例如遮斷桿設計）或公路側設計（例如標誌設置）仍有可改善空間，茲將標竿國與臺灣的防護設施比較說明如下：

1. 日本、澳洲均單純以交叉標誌置於警示燈桿上表示平交道，臺灣則是臺鐵局自行有設置前述設備外，另設有「闖越告發…」、「按、推、跑…」等文字告示牌，此外公路主管單位亦設有遵 34 標誌。
2. 英國 AHB 平交道可視情況裝設平交道接近倒數標誌，臺灣則限使用於無柵門平交道。
3. 澳洲於轉入平交道前之路口設置平交道路口預告標誌，提醒用路人注意。
4. 日本及英國雖對於遮斷桿兩桿間隙沒有直接的規定，但仍藉明訂遮斷路寬、遮斷路面高度…等量化要求加以落實。

5. 標竿國平交道之遮斷桿材質則大多與臺鐵局相同，唯獨日本之裂縫型遮斷桿較為特別，係採用多重材料組合而成以達到屈曲效果。
6. 英國警燈設置有黃燈及雙閃紅燈，與公路號誌化路口的號誌轉換較相同。

表 8 臺灣與標竿國之平交道防護設施比較

設施 國家	警告標誌及標語	警報鈴	警示燈	遮斷裝置規範		
				遮斷 路寬	遮斷 高度	遮斷桿 材質
臺灣 三甲	<ul style="list-style-type: none"> • 預告（警 25） • 平交道前（遵 34） • 警示燈上（交叉） • 標語（「闖越告發」、「按、推、跑」等） 	遮斷後 持續	<ul style="list-style-type: none"> • 警示燈（雙閃紅燈） • 列車方向指示器 	△	△	○ (FRP、 玻璃纖維)
日本 第一種	<ul style="list-style-type: none"> • 預告 • 警示燈上（交叉） 	遮斷後 持續	<ul style="list-style-type: none"> • 警示燈（雙閃紅燈） • 列車方向指示器 	○	○	X
英國 AHB	<ul style="list-style-type: none"> • 預告（類似警 25） • 倒數（視情況） 	遮斷後 停止	<ul style="list-style-type: none"> • 警示燈 (黃燈、雙閃紅燈) 	○	○	X
澳洲 主動式	<ul style="list-style-type: none"> • 預告 • 轉向後遇平交道預告 • 警示燈上（交叉） 	遮斷後 持續	<ul style="list-style-type: none"> • 警示燈（雙閃紅燈） 	X	X	○ (FRP、 鋁合金)

註：○有明確數值規定、△僅敘述性規定、X 沒規定

資料來源：本研究彙整

3.2 通過行為規範比較

本研究參考一般公路號誌化路口通過行為，將臺灣與標竿國通過平交道行為之規範彙整如表 9 所示，說明如下：

1. 公路-號誌化路口

- (1) 未特別設置通過「路口」速限，依照公路速限行駛即可。
- (2) 在此情形下車輛通過速度較高，可能會有遇到路權轉換時來不及煞停的情況，故須設置黃燈清道時間使駕駛能夠安全、合法地通過路口。

2. 平交道-第 I 類

- (1) 未特別設置通過「平交道」速限，依照公路速限行駛即可。
- (2) 在此情形下車輛通過速度較高，可能會有遇到警報時來不及煞停的情況，故同時設置黃燈清道時間使駕駛能夠安全、合法地通過平交道。
- (3) 此類型平交道之通過行為與公路路口模式完全相同，公路用路人較不會有困擾。

3. 平交道-第 II 類與第 III 類

- (1) 特別設置通過「平交道」速限、或設置通過「平交道」前須停車再開規範。
- (2) 在此情形下車輛通過平交道前速度低，遇到警報時必定能夠停車，故無須設置黃燈清道時間。

表 9 臺灣與標竿國通過平交道行為規範彙整表

設施 類型	速限等規範 設置	駕駛所需 煞車距離	黃燈清道時間 設置	我國與三標竿國
公路號誌化路口				
公路 號誌化路口	X	較大	O (黃燈+全紅)	臺灣、日本、英國、 澳洲
平交道				
平交道 第 I 類	X	較大	O	日本 (部份例外平交道) 英國
平交道 第 II 類	O (15kph)	居中	X	臺灣
平交道 第 III 類	O (停車再開)	小	X	日本 (多數平交道)

註： O 有規定、X 沒規定

資料來源：本研究彙整

由表 9 可發現，第 I 類與其他兩類 (第 II 與第 III) 為截然不同的平交道交通管理方式，綜整如下：

1. 第 I 類以清道時間確保通過安全性、第 II 與第 III 類則以駕駛自主停下確認以確保安全。
2. 臺灣之平交道屬於第 II 類，然透過平交道現場觀察可發現，公路駕駛人大多不遵守時速 15kph 的速限規範，同時警政單位亦苦於人力不足未能全面取締，長久下來公路駕駛在通過平交道之行為，多數將警報時間（警鈴警燈作動後）視為清道時間，此舉不但違反道路交通管理處罰條例第 54 條規定，同時也讓自己陷於事故之風險中。
3. 參考標竿國的作法，表 9 中第 I 類含清道時間之平交道與公路號誌要求一致，公路用路人較不會有困擾。工程面上，可透過新增公路側交通號誌並與鐵路平交道連鎖，使該公路側交通號誌能夠在警鈴警燈動作前先顯示黃色燈號之清道時間、並於警鈴警燈動作後同時顯示紅色燈號，如此與公路號誌要求一致，確保公路駕駛人能夠遵守同樣的標準。

四、建議與結論

臺鐵局平交道多數均設有自動警報裝置及自動遮斷器，同時也持續精進裝設障礙物偵測器、資訊可變列車方向指示器及小型方向指示器、告警設備(包括緊急按鈕、告警燈、防護無線電、播音系統)、監視錄影設備，近年更進行智慧平交道雛型研發與實測^[2,3]，然而比較標竿國平交道安全績效指標可發現，臺鐵局平交道安全仍有可精進空間。本研究回顧日本、英國、澳洲的平交道安全改善與管理作法、同時參考鐵道局於智慧鐵道之推廣^[5]，分別擬定以下短期及中長期目標策略，供臺鐵局及公路相關主管機關參考，期望透過不同策略以提升整體平交道的安全績效。

4.1 短期目標與行動方案

1. 短期目標
 - (1) 針對危險平交道，進行重點式管理與改善。
 - (2) 持續精進鐵路側防護設施，透過最後一道防線來減少列車煞車不及而造成平交道事故的機率、或降低事故之嚴重性。

- (3) 改善公路側防護設施，降低公路車輛於危險時間滯留或通過平交道危險區的機率。
- (4) 降低平交道通過量。
- (5) 透過教育與執法宣導平交道通過行為規範。

2. 短期行動方案

- (1) 建議可參考日本國土交通省建立「平交道安全通行檢查表」，或學習英國、澳洲建立「平交道風險模型」，以此評價平交道安全及改善狀況並滾動檢討。
- (2) 建議可參考日本總務省行政評價局作法，每年檢視平交道是否有不符合既有作業程序、指引或法規之處。
- (3) 參考臺鐵局「智慧平交道安全控制系統與偵測器研發」計畫^[2,3]，建議可優先採用影像傳輸功能，將偵測到之障礙物傳至接近列車駕駛室內，以提早告知司機員前有車輛或行人，除可降低事故機率外，亦避免錯誤訊號或幾近錯失（near miss）對運轉的影響。
- (4) 參考日本號誌連鎖的作法，建議公路相關主管單位全面盤點需號誌連鎖的平交道，除對平交道各方向鄰近路口之號誌進行連鎖外，亦要能全面檢討與重整鄰近公路號誌時制計畫。
- (5) 由國家層級彙整所有體系與資源提升平交道安全教育，將臺鐵局、相關公路主管機關、教育單位、執法單位等單位同時納入利害關係人，共同協力宣傳通過平交道之安全正確行為。
- (6) 參考交通部運研所每年進行之易肇事路段改善計畫，建議轄內有平交道的縣市政府應至少每年提報一處以上的平交道進行重點改善，透過規劃、執行、查核與行動之滾動檢討機制來強化安全。
- (7) 與縣市政府現勘寬度不足之平交道，並研議封閉平交道、禁止大型車輛進入或改為行人專用等策略。

4.2 中長期目標與行動方案

1. 中長期目標

- (1) 重新檢討平交道通過行為規範。
- (2) 透過科技消弭危害可能。

2. 中長期行動方案

- (1) 檢討平交道速限合理與必要性，並增設黃燈清道時間，說明如下：

- 參考英國不額外設置平交道通過速限作法，取消既有平交道 15kph 之速限規定，駕駛人單純遵循公路速限要求行車，對駕駛人來說較為直觀。
- 為確保通過安全，同時設置黃燈清道時間使駕駛能夠安全、合法地通過平交道。
- 黃燈清道時間的設置，建議採新增公路側交通號誌，並與鐵路平交道連鎖，透過將平交道啟動點往上游端挪置，使多出的 3 秒~5 秒時間作為黃燈清道時間，同時鐵路側既有警報裝置延遲啟動，使鐵路側之警鈴警燈告警作動時間與公路側交通號誌之紅燈同時顯示。

- (2) 參考「智慧平交道安全控制系統與偵測器研發」計畫^[2,3]，建置完整智慧型平交道控制系統，說明如下：

- 新增定時警報功能，無論駛近平交道列車速度為何，平交道警報響起至列車抵達的時間能僅量保持一致，可減少較慢列車造成平交道長時間遮斷的情況，降低公路駕駛人不耐久候的情形，提升道路服務水準。
- 新增延時警報功能，若和平交道警報解除前偵測到有另一列車即將於 10 秒內進入既設平交道啟動點，則原平交道警報不終止（遮斷桿持續放下），如此便可減少公路車輛因遮斷桿短時間內升起放下而受困於平交道的機率。

- (3) 參考鐵道局積極推動智慧鐵道之應用^[5]，以物聯網/車聯網、人工智慧等科技減少人為錯誤，說明如下：

- 建立平交道與公路車輛之物聯網/車聯網機制，平交道作動時會與欲通過之公路車輛通訊、同時達成禁止公路車輛通過該平交道。
- 結合監視器與人工智慧深度學習，透過影像辨識、骨幹分析等技術偵測闖入平交道的行人與車輛，經自動辨識後即時通報列車司機員、站務員、行控中心以及公路用路人，強化整體平交道安全性。

4.3 結語

綜觀過去十數年來，臺鐵局盡力減少平交道數量、增加防護設施防護能力，相關數據亦顯示違規或事故件數等均有下降，然若要進一步降低至標竿國之安全水準，勢必還需更多努力。本研究初步回顧日本、英國及澳洲安全改善與管理作法，研究結果發現，不論是鐵路營運機構、鐵公路監理單位、法規面、教育面、工程面、執法面等均須著力，並非僅為鐵路營運機構的責任。期望透過本研究之彙整與建議，能提供臺鐵局及公路相關單位在平交道安全改善與管理的方向，達成鐵路營運機構與公路單位共同努力的「安全」零事故目標。

參考文獻

1. 交通部運輸研究所，風險管理應用於鐵路運輸安全之初探—以臺鐵風險分析與評量為例，2012 年 10 月。
2. 交通部臺灣鐵路管理局，鐵路智慧平交道安全控制系統與偵測器研發，2014 年 8 月。
3. 交通部臺灣鐵路管理局，鐵路智慧平交道安全控制系統與偵測器研發(2/2)，2018 年 12 月。
4. 網頁，臺鐵局：<http://www.railway.gov.tw/tw/>（2018.11）。
5. 網頁，鐵道局 108 年施政重點：
<https://www.rb.gov.tw/showpage.php?lmenuid=11&smenuid=49&tmenuid=0&infoid=1529>（2019.2）
6. 網頁，日本國土交通省：<http://www.mlit.go.jp/index.html/>（2018.11）。

7. 網頁，JR 東日本：<https://www.jreast.co.jp/index.html/>（2018.11）。
8. 網頁，JR 西日本：<https://www.westjr.co.jp/>（2018.11）。
9. 網頁，小田急電鐵，<https://www.odakyu.jp/>（2018.11）
10. 網頁，日本內閣府交通安全對策：<https://www8.cao.go.jp/koutu/index.html>（2018.11）。
11. 網頁，踏切でも一時停止不要、なぜ？「止まらなくてもいい条件」とは：<https://trafficnews.jp/post/66800>（2018.11）。
12. 網頁，英國政府：<https://www.gov.uk/>（2018.11）。
13. 網頁，英國 Network Rail：<http://www.networkrail.co.uk/>（2018.11）。
14. 網頁，澳洲昆士蘭州政府：<https://www.qld.gov.au/>（2018.11）。
15. 網頁，澳洲平交道評估模型：<http://alcam.com.au/>（2018.11）。
16. 網頁，澳洲鐵路軌道公司 - Safety Around Level Crossings：
<https://www.artc.com.au/community/safety-around-level-crossings/>
（2018.11）。
17. Australian Rail Track Corporation (2017), ANGE 216 - Level Crossings.
18. Australian Rail Track Corporation (2012), Level Crossing Design ESD-03-01.
19. Australian Rail Track Corporation (2012), Level Crossing Equipment ESC-03-01.
20. European Union Agency for Railways (2016), Railway Safety Performance in the European Union.
21. Office of Rail Regulation (2011), Level Crossings: A guide for Managers, Designers and Operators, UK.
22. Rail Safety & Standard Board (2007), Use of Risk Models and Risk Assessments for Level Crossings by Other Railways.
23. TrackSAFE Foundation, National Railway Level Crossing Safety Strategy 2017-2020.

鐵路車輛駕駛模擬機之訓練成果與安全展望

Training Results and Safety Prospect of Railway Vehicle Driving Simulator

張繼位 Zhang, Ji-Wei¹

聯絡地址：20645 基隆市七堵區崇禮街 1 之 4 號 2 樓

Address：2F., No.1-4, Chongli St., Cidu Dist., Keelung City 20645, Taiwan (R.O.C.)

電話(Tel)：(02)23815226-025315

電子信箱(E-mail)：0763596@railway.gov.tw

摘要

鐵路系統具高運輸效率及能源效率，然而亦因其旅運量大，發生事故時容易造成生命財產之重大損害。為保障鐵路運輸安全，駕駛乘務人員之訓練益顯重要，鐵路車輛駕駛訓練可分模擬駕駛訓練與實際駕駛訓練，為了駕駛安全之考量，訓練方式也從傳統的駕駛教學加入了模擬器的操作，期能應用駕駛模擬機設備規劃相對應之專業課程或實作訓練，使駕駛人員於學習階段及實際從事乘務期間，能具備豐富的實作技能或儘早取得相關必需之專業證照，以利未來能增進本職學能，符合乘務需求並落實安全管理。

關鍵字：駕駛模擬機、實作訓練、乘務。

¹ 臺鐵局 七堵機務段 工務員

Abstract

Railway systems with high transport efficiency and energy efficiency, However, due to its large travel capacity, It is easy to cause significant damage to life and property in the event of an accident. In order to ensure the safety of railway transportation, The training of driving crew is great important, Rolling stock train Driver's training can be divided into simulated driving training and practical driving training, For driving safety reasons, The training method also adds the operation of the simulator from the traditional driving approach. Professional courses or practical training corresponding to the application of driving simulator equipment planning, Enable train Engineer during the learning phase and during actual crew members, Ability to possess a wealth of practical skills or obtain relevant and necessary professional evidence as early as possible, To facilitate the future of the study can enhance the ability to learn, Meet crew requirements and implement safety management.

Keywords: *Driving simulator, practical training, crew.*

一、各型駕駛模擬機之建置

臺灣鐵路管理局(下稱臺鐵局)為增加司機員實務訓練，提高訓練效果與縮短期程，分別於 86 年「臺鐵購車後續計畫」項下購置「EMU600 型駕駛模擬機 2 檯」，90 年「臺鐵東線購置城際及區間客車計畫」項下購置「TEMU1000 型駕駛模擬機 2 檯」及「EMU700 型駕駛模擬機 1 檯」，合計購置 5 檯模擬機，目前置於花蓮、七堵、臺北、嘉義機務段。

臺鐵局員工訓練中心司機員班養成訓練時，皆排定駕駛模擬機實體訓練課程；另現有司機員皆每月排定回訓，針對車輛故障處理、路線行車閉塞方式變更處理等，加強司機員之應變能力，確保整體旅運品質，目前配置分佈如下圖。

		
EMU700 型駕駛模擬機	TEMU1000 型駕駛模擬機	EMU600 型駕駛模擬機
七堵機務段	花蓮及臺北機務段	嘉義及臺北機務段

圖 1 駕駛模擬機分配地區

二、 駕駛模擬機系統概述

各型模擬機雖來自不同車輛採購標案，然設計與承造商皆為漢翔航空工業股份有限公司，其設計概念及影像資料庫大同小異且一脈相承，採用模組化設計各子系統，由教官台設定課程，主計算機演算控制各子系統。模擬所有運轉模式的列車操控及行車路線演練，畫面配合真實路況，如同真實駕駛情境，還具備列車故障排除程序及特殊事件模擬。

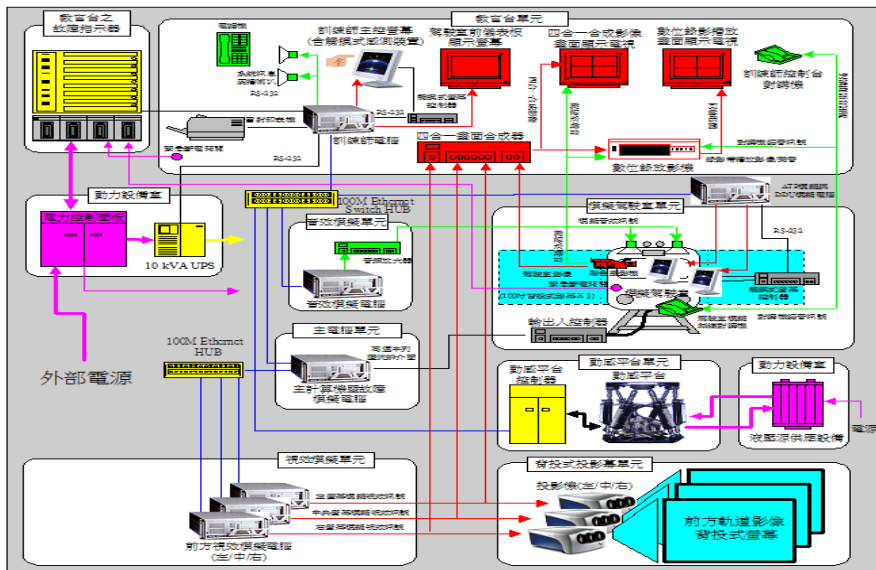


圖 2 模擬機系統概述圖

參考「本局 EMU700 電聯車駕駛訓練模擬機系統規範」所擬定之訓練目標，駕駛訓練模擬機系統所提供之列車模擬功能可概分如下：

1. 列車動態及運動模擬
2. 列車操控特性模擬
3. 駕駛室儀表、控制、顯示功能模擬(含 ATP 裝置模擬)
4. 駕駛室資訊系統(TCMS /DDU)模擬
5. 動力車故障模擬
6. 音效模擬
7. 自動列車通訊模擬
8. 臺鐵路線模擬
9. 臺鐵軌道地形設施資料庫(軌道影像顯示系統)
10. 臺鐵行車運轉、號誌故障模擬
11. 經濟駕駛模擬

本系統設計特色為即使次要子系統故障(如音效、動感平台及左右視效)仍可暫時隔離，由主系統持續辦理訓練業務，影響不大。

三、歷年駕駛模擬機訓練成果

駕駛模擬機歷年訓練成果相當豐碩，如表 1，100 年起連續四年模擬機見學也成為臺鐵局各單位新進人員跨領域學習科目。另外也承接本局交辦提供機關或院校交通相關系所社團之參訪與教學及外國鐵道事業交流活動，如圖 3。



圖 3 外單位參訪模擬機教學

筆者多年參與駕駛模擬機系統維護，亦曾協助設計狀況模擬演練課程，目前已常態性成為員工訓練中心司機員班之實習課目。歷年駕駛模擬機訓練成果如下表：

表 1 歷年駕駛模擬機訓練成果

年度\月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計	備註
99										23	24	214	261	
100	175	12	235	120	95	106	14	138	37	3	60	399	1,394	含跨領域
101	142	123	0	148	140	16	89	141	14	103	152	174	1,242	3 月份搬遷 (含跨領域)
102	199	120	123	137	25	27	105	125	40	21	156	227	1,305	含跨領域
103	237	137	4	109	68	160	277	6	84	52	18	30	1,182	含跨領域
104	28	6	14	15	7	58	134	124	30	24	27	33	500	
105	25	33	40	65	1	44	137	25	27	65	20	26	508	

四、駕駛模擬機目前狀況及改善之道

目前駕駛模擬機建置已接近二十年，因路線場站設施多所變更；增設不少捷運化車站，路線景物資料庫早已不符合訓練所需。緣此，為維護駕駛模擬機功能正常，於 105 年 8 月起與國家中山科學研究院(以下簡稱中科院)合作，建立第一階段維修保固合約，協助後續維護，本階段先恢復五檯駕駛模擬機主系統維持訓練運作，在不影響訓練時程前提下，將動感平台及左右視效部分暫時停用。

中科院同時並著手規劃新一代模擬機雛型並分階段建置新一代 3D 立體路線資料庫以取代目前老舊的影片資料庫，著眼於建立完整的高效能、高逼真度、低成本、易維護之模擬系統、以符合訓練與裝備維護需求。106 年起與中科院建立第二階段維修保固合約，中科院依七堵機務段建議先對不穩定模擬機系統各主機板進行預防性更新並將資料庫磁碟陣列櫃及各系統電腦硬碟更新為新

一代 SSD 固態硬碟。

這是一個寶貴的時間點，因五臺模擬機都基於微軟 XP 作業系統環境下匹配的主機板及介面卡所開發的系統，這個世代相容主機板目前市面上所剩無幾且費用不高，錯過想買也買不到，好在有找到相容的一批料件。106 年 5 月七堵機務段 EMU700 型駕駛模擬機已經完成大部分更新工程並持續熱機測試，結果明顯更加穩定，藉此改造經驗中科院可加速後續各段模擬機之性能更新。以便穩定維持到新一代模擬機建置完成為止。

五、駕駛模擬機未來展望

臺鐵局使用駕駛模擬機設備已經將近二十年，設備逐漸老舊而模擬機的運用科技卻不斷創新，其次司機員的人力需求與培訓為因應勞基法之規定有增加趨勢，駕駛模擬機的運用司機員養成訓練以縮短期程更形重要，規劃臺鐵新一代駕駛模擬機刻不容緩。筆者基於多年參與駕駛模擬機維護與訓練的經驗提供以下幾點淺見：

5.1 各段小型化及普及化的配置

目前五套駕駛模擬機配置於少數機務段需要特建專屬廠房費用昂貴，而訓練一次只能一人上機，無模擬機單位必續跨區訓練浪費交通時間，這是目前缺失，新一代模擬機規劃設計應朝小型化機台配置到各機務段而且能夠多人上機強化學習成效以及降低訓練成本。

5.2 導入 VR 虛擬實境技術及 AI 電腦人工智慧輔助訓練

當今電腦輔助訓練人工智慧及 VR 虛擬實境科技已經相當進步，運用於模擬機訓練可導入學員學習多樣化互動式自主訓練，舉凡環島沿線駕駛技術模擬駕駛、變更閉塞方式、車輛故障排除、規章測驗，學員在上機前刷入差勤卡模擬機自動引導學習科目、自動糾正錯誤與評分，電腦自動記錄操作科目過程，指導工務員可依學員學習狀況做提示與補充。

5.3 員訓中心建置多功能行車與調度演練中心 擴大訓練學員範圍

臺鐵局員訓中心為培訓臺鐵運務處、工務處、機務處及電務處人才的搖籃，對於模擬機的設置除提供司機員模擬駕駛之訓練，亦可擴大運用範圍至運、工、機、電各學員之綜合演練學習平台。甚至透過網路連線各機務段模擬機台，整合所有模擬機台運轉資訊成為一個模擬調度所，模擬調度所可用來訓練行車調度員與機車調度員各種運轉整理科目；而沿線或各站號誌故障之變更閉塞，甚至路線中斷重大事故之緊急應變中心之通聯指揮亦可納入演練。

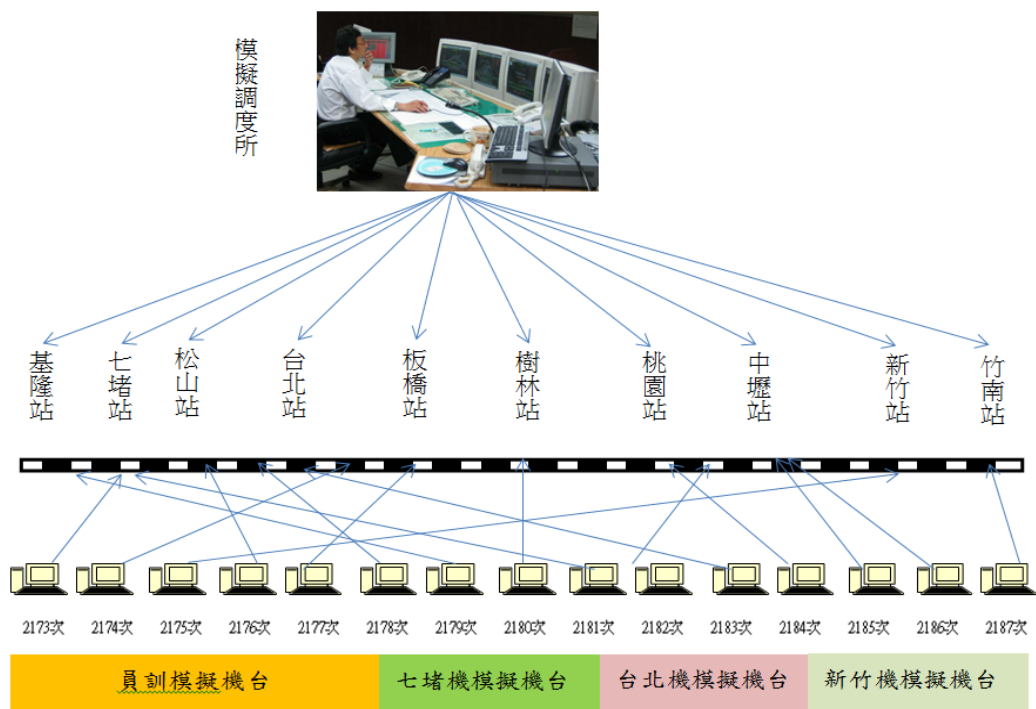


圖 4 員工訓練中心多功能行車調度模擬訓練

5.4 多功能行車與調度演練中心涵蓋單位如下：

- (1) 各列車模擬駕駛.....機務司機員
- (2) 各車站變更閉塞模擬演練綜合調度所.機務司機員
- (3) 調度所之模擬調度.....調度所
- (4) 重大事故之緊急應變中心.....運\工\機\電\調度所

六、結論

模擬機設備廣泛用於飛航、鐵道等運輸事業乃至國防武器系統之模擬訓練，可取代使用實機訓練之龐大設備成本及降低操作失效之風險，臺鐵局車輛模擬機也扮演舉足輕重地位。臺鐵局使用駕駛模擬機設備已經將近二十年經驗，面臨汰舊換新關鍵時期，僅以多年參與模擬機之操作維護經驗提供新一代模擬機規劃之淺見，期待運用模擬機新設備培育更多優秀鐵道人才。

參考文獻

1. 蘋果日報 (2015) ， 模擬機常故障 臺鐵將與中科院訂維保計畫
<http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20150817/671486/>
2. 許啟彬(2006)，「駕駛模擬器之車輛模擬系統研究」，碩士論文，國防大學中正理工學院。
3. 葉耀國(2007)，「飛行模擬器訓練之探討-以陸航直升機模擬器為例」，碩士論文，中華大學。
4. 許炎泉(2006)，「以模擬機探討飛行員於飛行降落階段之壓力負荷與人格特質之差異研究」，碩士論文，國立成功大學。
5. 「MU700 電聯車駕駛訓練模擬機軟體設計概念、系統界面、架構與運作模式介紹」第 1 頁。
6. 鐵路安全之風險管理推動研究-發展鐵路系統之安全管理實務與報告(2016)，交通部運輸研究所。

機關安全維護與疏處陳情請願事件檢討分析-以臺灣鐵路管理局政風機構 107 年執行成果為例

Safety Maintenance of the Agency and Properly Handled the Petitions - Take the 107 years of Cooperation Between the Government Ethics Department of the Taiwan Railway Administration as an Example of Implementation Results

楊照芬 Yang, Jow-Fen¹

聯絡地址：100 臺北市中正區北平西路 3 號

Address : No.3, Beiping W. Rd., Zhongjheng Dist., Taipei City 100, Taiwan (R.O.C.)

電話(Tel) : (02) 23815226 轉 3503

電子信箱(E-mail) : 0017986@railway.gov.tw

摘要

「機關安全維護」係指維護機關人員與重要物資、器材、設施等之安全，以防制外來的危害或破壞，所採取的各種防範措施。其目的在維護機關硬體設施及人員之安全，確保能正常運作。由另一種角度解釋，安全維護工作也就是「預防」的工作，更是鐵路運輸安全管理重要的一環。

而集會、遊行、陳情、請願或抗爭等為民主法治社會集體意念之表現，推動者常藉以變更現狀或縮短差距，所伴隨之聚眾性行為如逾越法治常軌，極易影響社會秩序、公共利益及打擊政府威信，也是機關的危安因素。臺灣鐵路管理局為全國鐵路主管機關，一向對員工或民眾意見反映及陳情案件極為重視，並積極妥慎處理，期使員工或民眾能感受臺鐵局重要政策之目的，以達互信雙贏局面。

關鍵字：機關安全維護；預防；陳情請願；鐵路運輸；雙贏

¹ 臺鐵局 政風室 科長

Abstract

"Safety maintenance of the agency" refers to the various precautions taken to maintain the safety of personnel and important materials, equipment, facilities, etc., in order to prevent external hazards or damage. Its purpose is to maintain the safety of the organization's hardware facilities and personnel to ensure normal operation. From another perspective, safety maintenance is also a "prevention" work, and it is an important part of railway transportation safety management.

The gatherings, marches, statements, petitions or protests are the manifestations of the collective ideas of a democratic and rule-of-law society. Promoters often use them to change the status quo or shorten the gap. The accompanying mass behaviors, such as overstepping the rule of law, can easily affect social order, public interests and combat government prestige, it's also the danger factor of the agency. The Taiwan Railway Administration is the national railway authority. It has always attached great importance to the opinions of employees or the public and the case of the case, and actively and carefully handled it so that employees or the public can feel the important policy of the Taiwan Railway Bureau. In order to achieve mutual benefit and win-win situation.

Keyword : agency safety maintenance ; precaution ; petition ; rail transport ; win-win

一、前言

機關安全維護的目的在於維護機關正常運作，防範生命、財產的損失，消弭禍亂於無形。機關安全維護工作首重「預防」工作，故機關全體員工對於安全維護的觀念與警覺性即相對重要，惟有建立「安危與共」之認知，積極參與各項安全維護工作，對於一切可能發生的危安因素，及時發掘並消弭，才能防止機關危安事件發生，就算不幸發生，亦能有效應變與處理，而將傷害或損失程度減至最低。

鑒於民眾對搭乘火車倚賴日益加深，臺灣鐵路管理局(以下簡稱臺鐵局)安全維護規劃是否完善，就愈加重要。臺鐵局所屬各單位業務與民眾權益息息相關，民眾陳情請願事件時有所聞。除此之外 104 年以來，勞動基準法(以下簡稱勞基法)中有關勞工工資、資遣費、退休金權益及一例一休、加班費等相關法條陸續修正通過，也掀起臺鐵局另一波勞資糾紛抗爭熱潮，究其緣由乃因民主法治觀念之發展與確立、員工自我權益保護意識升高、「行政程序法」及「集

會遊行法」等相關法制規範逐漸完備、網路社群媒體及行動載具快速發展使資訊交換管道變得多元、迅速及便利，使得員工對於自身權益與福利之認知與爭取愈趨積極，藉由陳情請願方式以表達訴求、爭取社會輿論的關注與認同之頻率及強度逐漸升高。

本文針對 107 年臺鐵局政風機構執行機關安全維護情形檢討分析，以期達到維護機關整體安全、降低機關員工受傷及財務損失。

二、機關安全維護工作基本認知

按行政院安全管理手冊第一章第二點規定，安全管理指各機關對於危害、破壞、空襲、火災、竊盜、風災、地震及水災之安全維護事宜。同法條第一章第四點規定，機關安全之維護為各級首長及全體人員之職責，除法令另有規定外，其規劃與實施，由各機關事務管理單位會同政風單位辦理。

機關安全是全體員工的責任，需要大家共同的關注、支持和投入，建立與機關是「生命共同體」的認識。機關安全是「未雨綢繆」、「防患未然」的工作，要有「居安思危」的警覺。對安全的追求，永遠沒有止境，永遠不能懈怠。

熟悉機關地理環境、行走動線，對一切人、事、物，衡量時間、地點等因素，發生意外事件，應立即通知警察及政風室處理。發現有違常規常態者，也應即嚴密查察，切實瞭解，及時通報警方及政風室處理。

另外，也應確實遵守機關的一般安全規定，如不違規用電及使用不合規格之機件材料，不私自接用電源，不設置任何電鍋、電熱爐等設備。妥選適當處所，保管化學及易燃物品。對機關印信、重要文書、物品、公款等，選擇安全處所或保險箱庫貯存。各辦公處所注意門禁管制，人員依規定配戴識別證。上班時間內辦公室隨時都要留置適當人員；下班後，最後離開之員工，應將關閉電器、門窗鎖閉。全體員工均應共同維護機關安全，其機關公務環境安全維護範圍如圖 1。



圖 1 機關公務環境安全維護範圍分類圖

三、整體安全狀況評估

3.1 機關環境

臺鐵局是中華民國交通部的部屬機關，負責經營臺灣的傳統鐵路系統——臺灣鐵路，為臺灣第一家、也是規模最大的鐵路業者；截至 2019 年 2 月底，在職員工共 14,584 人²，營運路線共有 13 條³，長度達 1,117.6 公里⁴，241 個車站(含 4 個特等站)⁵。臺鐵局位於臺鐵大樓 3 至 6 樓，2 樓為微風商場；1 樓及地下 1-3 樓是臺北車站，為臺鐵、高鐵、捷運三鐵共構且受行政院國土安全辦公室列為一級國家關鍵基礎設施。

當關鍵基礎設施發生災害時，可能會嚴重地影響到國家的安全和經濟發展及損失，尤其為關鍵基礎設施的災後恢復，更是需要投入大量的時間和資源，使得近年來關鍵基礎設施安全維護的議題，在國際之間備受注目。

² 引自臺鐵局網站，臺鐵統計資訊，主類別-性別統計專區，次類別-性別統計表，標題-臺鐵員工人數(108 年 2 月底)。

³ 引自臺鐵局網站，臺鐵統計資訊，主類別-統計資料(年報)，次類別-營運(106 年報)，標題-線別客運量。

⁴ 引自臺鐵局網站，臺鐵統計資訊，主類別-統計資料(年報)，次類別-工務(106 年報)，標題-路線及軌道長度。

⁵ 引自交通部臺灣鐵路管理局車站等級表(107 年 10 月 28 日)。

3.2 業務特性

臺鐵局組織龐大、歷史悠久、業務繁雜且橫跨運務、工務、機務及電務等專業領域。

3.2.1 業務分工

臺鐵局係屬傳統軌道營運，其業務分運務、工務、機務及電務等系統，各業務具高度專業性，各自分工，互相配合，對行車運轉均至為重要，任一環節出現問題，均會對行車安全造成影響，例如路線道碴不平整、號誌故障、電車線斷裂、車輛機械故障等，均會導致無法正常運轉。是以，舉凡系統設備之維修、養護、施工、行車等軌道業務，皆仰賴大量的人力資源，對基層勞力十分依賴。

3.2.2 運轉連動性

臺鐵局所轄鐵路主要有西部幹線、東部幹線兩條主要幹線，由綜合調度所負責中央控制行車系統（CTC），指揮行車運轉及列車調度作業，如列車於車站或路線上發生故障或其他無法運轉之情形時，將占用該路線，使後續列車無法按原定行車計畫運轉，影響列車運行，嚴重者可能導致雙向無法行駛，影響營運甚鉅。

3.2.3 人力結構特殊

鐵路各項營運業務及日常設施維護需要大量勞力，多數女性較無法勝任，最近幾年男女比例雖已改善，然以 106 年底數據⁶來看，臺鐵局全體員工性別比仍為 4.5：1(男/女)。其次，員工平均年齡 43.68 歲，50 歲以上占 36%；30 歲以下占 25.43%，面臨戰後嬰兒潮的密集退休，加速組織人力與經驗斷層，使仰賴大量基層員工營運的鐵路行車安全形成隱憂。臺鐵局為減少對人力的依賴及提昇路線保養維修品質，致力於各項旅運設施之資訊化、機械化及自動化，作為未來努力精進方向。

⁶ 引自臺鐵局網站，臺鐵統計資訊，主類別-臺鐵統計資料(年報)，次類別-人事(年報)，標題-員工年齡與性別(106 年 12 月底)。

四、政風機構協力作為

4.1 落實通報機制

政風機構為災害緊急應變小組編組成員，應迅速、確實蒐報轄區內各項重大危安預警資料，發揮預防職責。當危機事件或災害發生時，政風人員依據複式通報機制，將災害現場狀況迅速陳報機關首長及上級政風機構，即時提供首長及業務主管單位採取各種應變措施，以提昇機關應變能力及處置效率，減少民眾生命財產損失，107 年臺鐵局政風機構複式通報案件計 61 件。

4.2 辦理機關安全檢查

107 年臺灣鐵路管理局暨所屬政風機構計辦理 2 次檢查，除依機關特性規劃檢查項目外，並依據廉政署 106 年各機關昇降設備(電梯)專案稽核所發現的缺失，本室於本年度「機關安全檢查表」增列電梯及電扶梯維護安檢等 8 個檢查項目進行查核，分別於 107 年 1 月 25 日至 3 月 7 日及 107 年 7 月 12 日至 7 月 31 日辦理，總計辦理機關共 53 場次，發現缺失 107 項，其中 95 項已改善完畢⁷，如圖 2，說明如下：

4.2.1 辦公廳舍類

計發現使用冰箱、微波爐、電鍋、烤箱、飲水機等高耗電設備；電源(電腦、印表機、電器用品等)使用後未關閉；瓦斯爐、瓦斯及油品放置辦公場所；天花板輕鋼架傾斜或滲水導致天花板損壞等缺失。

4.2.2 消防設施類

計發現滅火器檢查卡未落實每月定期簽章檢核、未備檢查卡、未定期檢查、已過期、失壓、把手脫落、未懸掛定位或附底座及併放滅火器字樣；緊急照明設備故障；消防栓火警警示燈故障；逃生指示燈不亮；電線老舊；月台出口指引牌未懸置適當位置；逃生門堆放物品；電線未用壓條固定；走廊堆積雜物等缺失。

⁷ 引自臺鐵局政風室執行 107 年機關安全檢查成果報告。

4.2.3 門禁管制類

計發現無專人保管所有辦公房門之備份鑰匙；未設監視設備、監視設備損壞故障、監視設備無指定專人管理及操作、監視設備顯示時間錯誤；機房(中央監控室)物品、設備及線路雜亂、機房內飲食且飲料空罐隨地丟棄、未設置門禁管制人員出入登記簿等缺失。

4.2.4 電梯及電扶梯類

計發現電梯未有保養紀錄簽到表、廠商未上傳維護紀錄等缺失。

4.2.5 其他類

計發現月台部分地板不平、缺損；車輛停放區電燈未關；車站盥洗室緊急按鈕故障；廠區圍牆上刺絲網有缺口及水溝蓋鋼板歪斜不平；工場內放置雜物(酒瓶、飲料罐、菸蒂)；中央監控室電腦螢幕損壞等缺失。

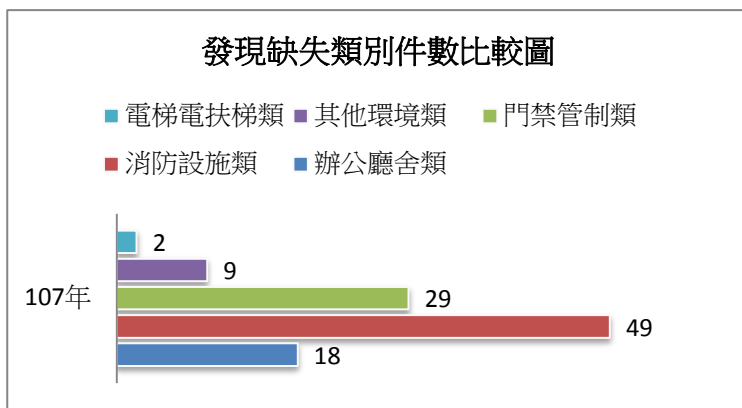


圖 2 107 年臺灣鐵路管理局執行安全檢查發現缺失類別件數比較圖

4.3 參與緊急應變小組

臺鐵局「緊急應變小組」以「行政體系」為主導，並結合「全民防衛動員體系」(動員聯合辦事處)及「民防編組」(民防大隊)，分為「局本部」、「區」及「地區」3 級制，並由各地政風人員參與應變組，負責危安事件應變工作，協調通報警戒組之鐵路警察局，協助管制災害現場出入，設立新聞採訪區，管制媒體採訪或攝影，並維護機關設施安全等工作。

4.4 協助處理人民陳情請願抗爭事件

臺鐵局暨所屬政風機構針對機關陳情請願事件，為協助掌握陳情民眾對機關政策或業管單位不滿意原因與建議，依據「政風機構預防危害或破壞本機關事件作業要點」及「政風機構協助處理陳情請願事項作業要點」於機關發生陳情請願事件時，蒐集彙整陳情人基本資料、陳情時間、地點、人數、訴求重點、訴求事項主管機關等資料，深入瞭解事件真相及訴求主題，陳報機關首長，協調相關單位機先疏處，使之預先消弭。另協助處理陳情活動事件時，妥擬應變措施，必要時聯繫警察機關協助處理。陳抗事件結束後，研判有無發生後續活動之可能，協調相關單位持續注意防範。

4.4.1 申訴管道

- (1)民眾親訪：陳情民眾直接向各承辦單位面對面陳情。
- (2)電話傳真：電話或傳真直接向承辦單位或政風機構陳情。
- (3)民意代表關切：民眾向民意代表投訴，由民意代表函請機關處理或直接召開協調會，或甚至由民意代表發起陳情抗議活動。
- (4)首長信箱：藉由紙本信件或電子郵件，直接投遞上級單位或機關首長信箱。
- (5)陳抗活動：向政府機關陳抗或透過街頭運動，將訴求直接向政府機關、社會大眾表達。

4.4.2 執行資料統計分析

車站因人潮眾多、可遮風避雨及交通便利，近年來成為許多陳抗團體表達訴求之集結地或活動舉辦地點，其中以臺北車站因站內空間較大，周邊腹地寬闊及媒體曝光率高等特性，更為多數團體喜愛的陳抗活動地點。經統計，107年臺鐵局遭遇民眾陳抗(請願)事件計 15 案，如表 1 107 年臺鐵局民眾陳抗(請願)事件之危安狀況一覽表。

表 1 107 年臺鐵局民眾陳抗(請願)事件之危安狀況一覽表

案次	時間	人數	地點	民眾陳情請願(抗爭)事件	類型
1	107.01.05	8	臺北站西二門	○○○○工會召開「別再讓隱形工時帶走我的同事」記者會。	環境安全
2	107.01.08	40	臺北站第三月台	勞基法抗議團體試圖以臥軌方式表達反對勞基法修正草案之訴求。	經濟
3	107.03.11	50	臺北站大廳	舉辦「OBR 反抗女性剝削」活動，桃園市○○協會、移工○○分會、○○工人團結聯盟等團體到場聲援	環境安全
4	107.03.19	50	臺北站大廳	○○○遭拘禁將屆一週年，為呼籲社會大眾正視此案，臺灣○○會○○率群眾前往臺北市區舉辦「○○○被抓一週年」遊行活動。	政治
5	107.04.09	15	臺北站西二門	○○○○工會召開「台鐵員工加班越多領越少?勞動部長 歡迎帶隊來勞檢!」記者會。	經濟
6	107.04.23	40	臺北站大廳	退休警察陳抗遊行，其中花蓮退警○○○等 40 人晚 10 時入住臺北站大廳。	經濟
7	107.04.25	10	臺北站大廳	八百壯士陳抗人員約 10 人至北車夜宿，由臺北站站長請該等人員填具“夜宿切結書”。	經濟
8	107.05.22	6	勞動部	○○○○工會至勞動部請承辦科針對國定假日與工時議題適法性說明。	經濟
9	107.07.16	10	交通部	○○○○工會要求交通部新任部長吳宏謀就台鐵公司化議題，與工會公開辯論。	經濟
10	107.08.11	100	各重要火車站	2020○○○○正名行動小組在各重要火車站門口設攤舉辦「讓台灣選手以 TAIWAN 的名稱參與 2020 東京奧運比賽」連署活動。	政治
11	107.10.3	50	花蓮火車站	花蓮○○○提出「要拼經濟不要拼政治」、「要拼觀光不要亂撤錢」、「要族群和諧不要挑撥族群」等 10 項訴求。	政治
12	107.10.14	30	鳳山火車站	鳳山○○○○自救會於鳳山火車站陳情請願，訴求為「錯誤重劃強拆家園迫遷列車輾壓人民」。	經濟
13	107.10.26 至 10.29	5	臺北站東三門	○○○等人舉辦「救救普悠瑪號司機員」連署活動。	環境安全
14	107.10.28	30	臺北站周邊	○○○聯盟○○等團體舉辦「資訊充分要友善，廠住分離要安全」陳情記者會活動。	環境安全
15	107.10.29	30	交通部	召開【下一個危險在哪裡？交通部應全面檢討錯誤政策！】記者會。	環境安全

(1) 影響因素

① 屬國營事業機構，經營管理受節制

臺鐵局隸屬交通部，為中央三級機關，屬行政官署組織體制，但被視為應自負盈虧的國營事業機構。正因為國營之性質，使得臺鐵局受制於層層的行政節制，且受到民意機關之高度影響。再則面對高鐵、客運、捷運等大眾運輸工具的競爭，以及臺鐵局營運條件的限制，諸如配合政策 24 年未調整票價，大幅限制營業收入；持續不斷增開班次、增加車站數以服務旅客，業務量增加，員工流失率高。

② 臺鐵部分車站與高鐵、捷運或商場共構、共站

部分車站特定區面積廣闊、使用空間結構複雜、人潮聚集流動率高且不特定出入人員眾多及多元使用之特性，為各種團體最喜歡陳抗或召開記者會的地點，甚至包括夜宿在內。

(2) 訴求類型

經統計前 3 名之訴求類型，依序為經濟利益為多計 7 案次，占總件數 47%；環境安全類計 5 案次，占總件數 33%；政治種族類型計 3 案次，占總件數 20%。綜析上述資料，陳抗案件多屬經濟利益類，相關陳抗訴求略能反映近年來經濟不景氣、勞資爭議、經濟結構改變、年金改革等財政經濟之原因，如圖 3。

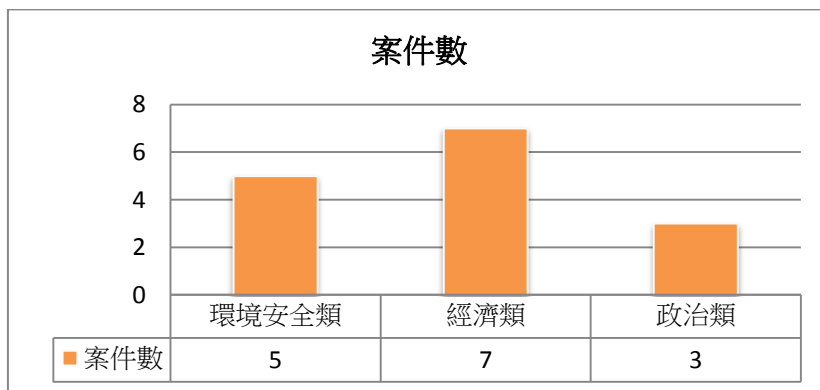


圖 3 臺鐵局 107 年陳抗訴求類型圖

(3) 陳抗地點

經統計前 3 名之陳抗地點依序為：臺北火車站共計 9 案次，占總件數 60%；臺鐵局其他火車站共計 3 案次，佔總件數 25%；交通部處理陳抗案件共計 2 案次，佔總件數 12.5%，如圖 4。

綜析上述資料，臺北火車站因地利便捷，為陳抗團體表達訴求的最佳地點，相對處理陳情案件亦頻繁，因不在機關內，對機關安全危害稍低，臺鐵局依法論事，與陳情人溝通協調結果，均能平和處理，未衍生持續之陳抗事件。

惟有勞團反對勞基法修改陳抗過程中，運用激烈手段企求達成陳抗目的或藉故滋擾等。然透過鐵路警察及地方政府警察人員在現場維持秩序尚能有效壓制，另外藉由事前情資掌握預擬應變機制，以利案件發生時能適時反映、迅速處理，減少突發狀況之風險，及時妥適處置，消弭可能發生之重大危害。另陳抗團體訴求本局無法處理者，也會延伸陳抗地點到交通部或勞動部。

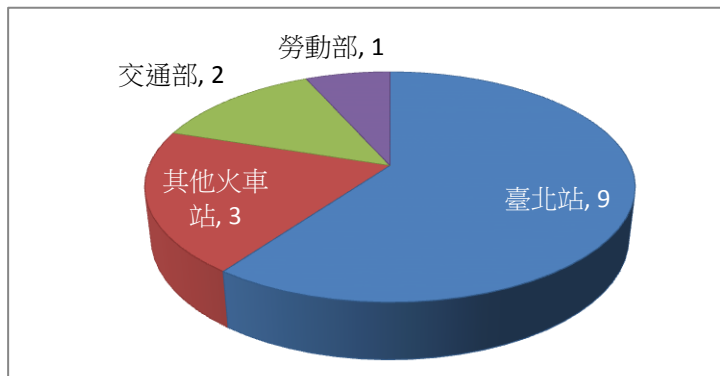


圖 4 臺鐵局 107 年陳抗地點圖

4.5 首長安全維護

臺鐵局暨所屬機關執行 107 年首長安全維護計 13 案，由於 107 年 11 月 24 日有九合一大選及公投，除了首長安維專案較去年 6 案增加近一倍外，臺灣鐵路產業工會、全民拔菜總部、大選候選人等均會伺機陳情請願或造勢，增加維安困難，臺鐵局暨所屬政風機構爰針對地點環境及鞏衛對象不同，訂定周詳計畫簽陳機關首長核定外，政風人員亦參與現勘與特勤人員及當地警局積極聯繫，蒐報預警情資，全程除 107 年 10 月 3 日蔡總統視察花蓮新站啟用典禮及同年 10 月 14 日行政院賴院長出席高雄火車站「高雄鐵路地下化通車啟用典禮」，場外有陳抗人士外，幸警力協調佈署得宜，未發生暴力危安事件，順利完成任務。

4.6 召開機關維護會報

依據行政院訂頒「安全管理手冊」與「政風機構預防危害或破壞本機關事件作業要點」規定，各機關為防制危害及破壞事件之發生，並妥善處理偶發事件，應組設安全維護會報，綜理機關安全維護工作，而臺鐵局每年均定期召

開機關安全維護會報，由主管或督導副局長擔任召集人，邀集各處室主管研議相關安全維護措施。臺鐵局並針對全線車站安全、行車運轉、軌道施工、行車事故應變程序、宿舍管理、場地租借、人民陳情抗爭等議題，討論整體安全工作事項執行成效與缺失，作成會議決議，分由各單位列管執行。

五、臺鐵局執行安全維護應注意事項

5.1 機關安全檢查部分

突顯出問題，檢查清楚缺失，原因找到了，受檢查單位、人員就應該想辦法堵漏洞，落實檢討改善。檢查人員就要對隱患或問題的檢討改善落實情況進行追蹤監督，保證檢討改善按要求、高品質完成，並建立責任逐級追究考核制度，對檢討改善不力、問題或隱患重複出現的相關單位及人員進行嚴格考核和處理。

臺灣鐵路管理局自 106 年起，將本檢查結果列為績效考評共同面項(KPI 值)，顯示機關對本檢查的重視。

5.2 處理民眾陳情請願部分

陳抗事件是民主社會多元意見的表達方式之一，不完全是一種「對立」與「抗爭」，往往欠缺的是陳情者對政府機關的信任與溝通，機關適切的協助處理陳抗事件，以達到雙贏的局面為最理想的目標。對陳情者而言，可解決關於生活、法規與行政上遭遇的問題；對機關而言，更能體察人民的觀感，並再次檢視行政作為是否有疏失不當、違法等情形。機關同仁應保持同理心，依公平、公益原則，與民眾進行雙向溝通，達到趨同的共識，進而尋得兩全其美之道；即使問題最後無法完全解決，當事人仍可以獲得滿意答復，可提高人民對政府的信賴度，並使陳抗事件能有效解決，確保機關設施及人員安全。

六、結論

患生於所忽，禍起於細微，有備則無患，在在說明安全工作不可疏忽懈怠，而成敗在於有備或無備之間。因此，機構安全維護應建立「整體防範、人人有責」之共識，在預防工作上保持高度警覺，落實預警防處觀念，並依據法務部函頒「政風機構預防危害或破壞本機關事件作業要點」，結合機關任務需要與安全特性，訂定本機構具體維護作法，明確律定機構安全責任區，使員工體認

安全維護工作，係全體員工共同的責任，而政風機構為安全維護會報秘書單位，負責綜合協調推動安全工作之執行，透過安全維護會報分工功能，責由各相關部門依權責落實各項安全維護措施，期能發揮整體力量，確保機構物質、器材、設施與人員的安全。

參考文獻

1. 交通部臺灣鐵路管理局 107 年機關安全檢查報告。
2. 法務部廉政署(2015)，廉政工作手冊。
3. 交通部臺灣鐵路管理局暨所屬政風機構 107 年協助處理陳情請願(抗爭)綜合分析報告。
4. 交通部臺灣鐵路管理局 107 年度廉政工作計畫執行檢討。

工安文化

Industrial Safety Culture

藍福良 Lan, Fwu-Liang¹

林際琛 Lin, Chi-Chen²

聯絡地址：116 台北市文山區羅斯福路 6 段 10 號 6 樓

Address：6F., No. 10, Sec. 6, Roosevelt Rd., Wenshan Dist., Taipei City 116, Taiwan
(R.O.C.)

電話 (Tel)：02-29330752#201

電子信箱 (E-mail)：blue@mail.isha.org.tw

摘要

「生命神聖無價，人命無可替代」，企業的價值應是建立在尊重生命的基礎上，世界上沒有任何一件事情可以超越生命，它不僅無可取代，更是無價的，工安的基本精神就是建立在人命關天的這個價值觀上。

一個公司或一個組織，一定要讓每位員工都能很清楚的了解企業經營的核心價值為何？工安是管理中最基本的要求，決心是推動工安管理的原動力，一定要將尊重生命之理念深植於內心中，如此才能呈現在行動及態度上，工安自然也就會真正落實。

工安是一種文化，是一種人的行為，一個企業要做好工作安全，安全設備的投資並不是訴求的重點，塑造一個企業良好的安全文化，才是關鍵的所在。

¹社團法人中華民國工業安全衛生協會理事長、臺灣鐵路管理局職業安全衛生委員會諮詢委員

²台灣電力股份有限公司 組長退休

教育訓練是造就安全文化最好的關鍵工具，一個事業單位各部門主管、部屬的安全意識不一定一樣，要把每一個人的安全意識拉在同一條水平線上，教育訓練絕不可少，當大家的起跑線相同，在推動安全文化、安全觀念的時候，腳步、目標才會一致，再佐以各種激勵措施，大家必更樂於遵守安全規定。因此，落實各項工安管理措施、促使管理者與員工形成共識、建立員工工作的態度與自律、才能真正建立整體性的安全文化，進而將職業災害消彌於無形，朝零災害目標邁進。

培養作業人員將工安工作內化為習慣，是事業單位極為重要的課題，傳統工安改善作為只能治標，並無法將工安意識深植每個人的內心，唯有改變思維，塑造有紀律的優質工安文化，才是治本之道。當一個人有了安全認知的理念，必能改變其工作的態度，進而影響其行為舉止，久而久之逐漸養成習慣融入於日常生活或工作中，日行，月月行，每天將都會是安全的一天。

關鍵詞：工安、安全文化、教育訓練

Abstract

"Life is sacred and priceless, human life is irreplaceable." The value of the enterprise should be based on respect for life. Nothing in the world can surpass life. It is not only irreplaceable, but also priceless. The basic spirit is based on this value of human life.

A company or an organization must let every employee have a clear understanding of the core values of business operations? Industrial safety is the most basic requirement in management. The determination is the driving force for the promotion of work safety management. The concept of respecting life must be deeply rooted in the heart, so that it can be presented in action and attitude, and the work safety will naturally be implemented.

Industrial safety is a kind of culture, it is a kind of human behavior. A company must do a good job safety. The investment of safety equipment is not the focus of appeal. It is the key to shaping a good safety culture of a company.

Education and training is the best key tool for creating a safety culture. The safety awareness of the heads and subordinates of a department is not necessarily the same. It is necessary to put everyone's safety awareness on the same level. Education and training are indispensable. The starting line is the same. When promoting safety culture and safety concepts, the pace and goals will be the same. With various incentives, everyone will be more willing to comply with safety regulations. Therefore, the implementation of various work safety management measures, the formation of a consensus between managers and employees, the establishment of employee attitudes and self-discipline, can truly establish a holistic safety culture, and then the occupational disasters disappeared into the invisible, toward zero disaster goals.

It is an extremely important subject for the training of the workers to internalize the work of the work safety. The traditional work safety improvement can only be used as a target, and it is impossible to deeply embed the consciousness of the workmanship in everyone's heart. Only change the mind and shape the discipline. The quality of the work and safety culture is the way to cure the problem. When a person has the concept of safety cognition, he will be able to change his attitude towards work and thus influence his behavior. Over time, he will gradually develop habits into daily life or work. Everyday, month and month will be a safe day .

Keywords : Industrial safety 、 Safety culture 、 Education Training

一、尊重生命 以人為本

當一個企業發生了重大職業災害，看到事故現場慘不忍睹的照片，我們感受到的何止是一個生命的逝去，更是一個美滿家庭的破碎和一個新社會問題的衍生，同時也反映出事業單位在安全管理方面的缺失。依據安全衛生管理理論分析事故發生的原因，除了 2%是屬於不可抗力的因素之外，其餘 98%都是屬於不安全的行為和不安全的環境、設備所造成的，而這些都是可以經由人為的努力，事前加以預防的，唯有事先做好防範措施，才能降低事故發生機率。另外，平時在生活或工作中，也常有被突發狀況受到驚嚇的經驗(虛驚事故)，這類發生在災害邊緣的非傷害事件，如果不針對受到驚嚇的原因採取適當對策，最終將也可能造成災害事故，因為這類事件都已有它不安全的潛在因素存在，我們永遠都不知道下一秒將會面臨甚麼樣的情況，所以也絕對不能輕忽，才能確保安全。這也就是墨菲定律所謂的：「只要是有可能會出錯的事就必定會出錯」，該來的就是會來，發生事故是必然而非偶然，所以大家要隨時隨地保持危機意識。

企業的核心價值應建立在尊重生命的基礎上，世界上沒有任何一件事情可以超越生命，人力資源是一個企業最大的資產，它不僅無可取代，更是無價的。有人終其一生工作到老，身體髮膚絲毫未損，有人工作半途既殘且廢，更有甚者，甫踏入新的工作行列未久、旋即命喪黃泉，這種結果令人錐心泣血。雖然發生重大災害，已無法挽回逝去的生命，但我們必須痛定思痛，決心不要再用鮮血換取教訓。我們在日常工作當中，縱使保持幾千幾萬日的安全，也無法彌補剎那間的一次疏忽所造成的傷害。如果工安工作沒有做好，導致事故發生，不但是作業人員自己的損失，也是企業老闆的損失，更是國家、社會的損失，大家都要有這種共識。

生命是人類求生存最基本、最應維護的人權，一個人如果喪失了生命，還有何幸福可言？因此，「居安思危」、「避禍求福」是古今中外人類共同的心理，既然無人願意遭受傷亡，就要積極的從三護（自護、互護、監護）做起，去追求零災害的終極目標。

二、人命為首要 工安最優先

一個公司或一個組織如果沒有經營核心價值，在管理上一定會發生紕漏，有的公司把「工安第一、品質至上、顧客優先」做為企業經營理念，但是，如果沒有很明確、很清楚的訂出核心價值，其中到底何者優先？他們的先後順序為何？我們相信在這個單位裡面負責品管的會認為品質優先，負責財務的會認為成本優先，負責生產的會認為進度優先，只有工安部門才會說工安優先，如此一來會讓全體員工無所適從，在認知上會產生先後順序的落差。在工安領域表現極為傑出的杜邦公司，安全之所以能做好，就是因為建立了一個很明確、很清楚、並且很有順序的核心價值觀念，每一位員工都能很清楚的了解杜邦核心價值的先後順序，安全絕對是最核心的，其次才是商業的倫理道德，然後才講對人的尊重。當執行業務在安全、成本、品質、進度等方面有所衝突的時候，就靠這個核心價值來決定。

基於企業的價值觀及基本人權之保障，我們不能讓員工為了養家活口而在充滿危險的環境中工作，更不能讓員工為了工作而損害健康，甚至因而犧牲寶貴的生命。已往大家認為發生事故是命運使然，不發生事故是運氣好，這種觀念已成過去。現代人有權利要求雇主對工作環境、設備、工作方法、防護具等作安全方面的改善，但是自己也應該隨時自我警惕，主動為自己的安全設想，因為從事工作難免會伴隨許多工安風險，對這些風險平常就要建立「居安思危」的危機意識，在日常工作的時候，一定要養成遵守工安規定的習慣，落實執行各項工安措施，切忌心存僥倖、便宜行事。

針對工安管理措施之執行，必須要有一個推動和追蹤列管機制，單位主管應依據執行情形督促相關部門及人員確實落實執行改善，避免流於形式才能有效防範事故發生。畢竟工安是管理中最基本的要求，決心是推動工安管理的原動力，一定要將尊重生命之理念深植於內心中，藉以激發心中的熱誠，如此才能呈現在行動及態度上，工安自然也就會真正落實。

一個公司發生傷亡事故，人員、工時、資金的損失可以百分點計算，但是，自己的傷害，在家中不是三分之一或二分之一，而是百分之百，甚至有時候會更高。人只有一度的生命，安全與否操之在我，命運由自己主宰，不論環境或設備如何改變，如果工作人員沒處處小心、事事注意安全，也是枉然。

三、建構安全文化

在所有傷害當中，大約有九成以上的傷害來自人的不安全行為，所以談到安全，必須要先從「人」來著手，安全文化演進的過程，可分為本能期、依賴期、獨立期及互賴期等四個不同時期，一個工安人員必須確切了解自己組織的工安水準是在哪一個過程，在不同的時期，要有不同的管理模式，才能發揮有效的安全管理，並施以持續性的教育訓練，不斷提升作業人員的工安水準，藉以達到互相激勵、互相督促的最高境界，這就是互賴期的團隊管理。如果一個事業單位只是將經費花費在設備環境的改善，事故降低的幅度將會非常有限，因為大多數設備在製造設計階段就已對安全方面周詳考慮，只要養成安全習慣，工作前自然就會注意檢查使用設備的安全性，所以從人的行為面加以教育、督導，工安績效一定可以很明顯的展現出來。

杜邦公司把安全的目標設定為零，不允許發生任何的工作傷害。認為所有的傷害都是可以避免的，任何的傷害都有它潛在的不安全因素存在，事前就可以發掘出來加以預防，在執行面上，嚴格要求從上到下每一個人都要身體力行，而且訓練是非常重要的，如果沒有做好訓練而造成任何的傷害，這是主管的責任。身為事業單位主管，確實有營運的壓力，企業朝永續成長的過程當中，有一個非常重要的理念，那就是無論將事業體經營得有多好，假如核心價值沒有落實執行，就不是一個永續成長的公司。安全不是只為了避免傷害而已，同時會影響到生產力，發生任何一個傷害都會造成工程的延誤，也會造成人力被瓜分的現象，導致整體生產力的降低。

依賴制度、規定、罰則等傳統工安改善作為或採取高壓式的溝通方式，只會使得員工產生抗拒的心理，並無法將工安意識深植每個人的內心，如果員工本身沒有自發性的要做好工安自主管理，安全是無法落實的，唯有落實各項工安措施、改變思維、建立員工工作的態度與紀律、塑造有紀律的優質工安文化，才是治本之道。沒有堅實穩固的企業安全文化，必然無法使安全在工作現場落實生根，但文化的孕育並非一蹴可及，仍須由觀念之改變著手。因此，一個人若有了安全認知的理念，必能改變其工作的態度，有了相信投入的態度，就會影響其行為舉止，當行為改變，久而久之必能逐漸形成習慣，養成習慣後將其融入日常生活或工作中即可孕育安全文化，保障安全。

心念是主宰自己命運的重要關鍵，工安工作不光是填報書面資料或應付查核，而是必須每個人不虛應故事，養成良好安全習慣，講求團隊紀律與個人自律，才能避免風險，杜絕職災，要培養出安全的工作習慣並非一蹴可及，不過凡事都是事在人為，剛開始時發自內心做嚴格的自我要求，不斷的提醒、叮嚀，久而久之就會變成習慣，習慣成自然，必定能達成零災害目標。所以培養作業人員將工安工作內化為習慣，是事業單位極為重要的課題，更是義不容辭的責任。當我們能夠把安全習慣內化於生活當中，融貫於工作當中，日日行，月月行，相信每一天都將會是安全的一天。

另外，教育是造就安全文化的最好關鍵工具，當一個事業單位各部門安全意識不一樣時，主管的要求最低標準就會成為部屬遵守最高的目標，所以要把每一個人的安全意識拉在同一條水平線上，教育訓練絕不可少，當大家的起跑線相同，在推動安全文化、推動安全觀念的時候、大家的腳步才會一致，目標才會一致，不會造成落差的現象，再輔佐以各種激勵措施，讓大家更樂於遵守安全規定。

四、工安是我的責任

除了單位主管要有尊重人命與人性的理念外，工作人員也要隨時以安全衛生是自己份內事情來勉勵自己，確實做好發掘危險，控制危機的工作，工作之前要確實確認安全，各級主管更要從旁監督，才能確保安全，也就是要發揮團隊合作精神，求真求實，全力推展安全衛生自主管理活動。最近貴局推動之零災害訓練中，預知危險活動便是現場自主管理活動之一環。

身為一個管理者，除了控制成本、控制品質、控制產能、提振員工士氣及發揮團隊精神之外，安全的管理絕對是管理者最主要的工作，安全部門在法源上承擔的是幕僚的責任，執行是屬於主管的責任，工安人員只要把工安規定應該要做的事情，交給各級主管去落實執行，萬一發生工安事故，就是這些主管的責任，一切都由發生事故之部門主管負責處理及善後，既然安全管理是主管的責任，那麼安全是誰的責任呢？相信大家都聽過安全衛生人人有責的說法吧，這句話雖然沒有錯，但是如果細加思考，當工作中出了事故，造成傷害的是工作者本身，並不是別人，所以大家務必建立安全是我的責任之正確理念，

有了這個共識，安全意識才能深入內心，安全意識才能內化在日常生活當中，自然而然凡事先求安全，要發生事情也難。

五、結語

總而言之，欲建構一個有紀律、優質的工安文化，其實並沒有特別的竅門，只要將優良工安應有之積極作為，包括意念與態度深植每一個人的心田，使人人各司其職，各負其責，並時時深切體認工安是我的責任，嚴守工安紀律，貫徹工安各項規定，對於工安管理制度落實執行，各級管理階層，更應秉持「生命神聖無價，人命無可替代」之普世價值觀，遵循「人命為首要，工安最優先」，「以環境設備本質安全為前提」，「以先知先制防範未然為優先」，「以三護-自護、互護、監護為執行策略」等，積極導正及改善所屬人員及設施之工安缺失，善盡工安管理責任，將工安工作融入日常作業活動，養成良好工作習慣，並實施預知危險活動，先知先制消除潛在危害。若每個人都能有這樣的認知與共識，相信塑造優質工安文化的目標指日可待，零災害之目標亦必可實現。則員工幸甚、公司幸甚、國家幸甚矣！

參考文獻

1. 涂正義，工安無訣竅落實最重要。
2. 陳貴明，深植工安文化、共創零災害佳績。
3. 劉奕富，安全文化與管理。
4. 鍾炳利，建立人人有責的工安文化。

約稿

1. 為將軌道運輸寶貴的實務經驗及心得紀錄保存，並提供經驗交換及心得交流的平台，以使各項成果得以具體展現，歡迎國內外軌道界人士、學術研究單位及臺鐵路相關人員踴躍投稿。
2. 本資料刊載未曾在國內外其他刊物發表之實務性論著，並以中文或英文撰寫為主。著重軌道業界各單位於營運時或因應特殊事件之資料及處理經驗，並兼顧研究發展未來領域，將寶貴的實務經驗或心得透過本刊物完整記錄保存及分享。來稿若僅有部分內容曾在國內外研討會議發表亦可接受，惟請註明該部分內容佔原著之比例。內容如屬接受公私機關團體委託研究出版之報告書之全文或一部份或經重新編稿者，惠請提附該委託單位之同意書，並請於文章中加註說明。
3. 來稿請力求精簡，另請提供包括中文與英文摘要各一篇。中、英文摘要除扼要說明主旨、因應作為結果外，並請說明其主要貢獻。
4. 本刊稿件將送請委員評審建議，經查核通過後，即予刊登。
5. 來稿文責由作者自負，且不得侵害他人之著作權，如有涉及抄襲重製或任何侵權情形，悉由作者自負法律責任。
6. 文章定稿刊登前，將請作者先行校對後提送完整稿件及其電腦檔案乙份(請使用 Microsoft Word 2003 以上中文版軟體)，以利編輯作業。
7. 所有來稿(函)請逕寄「11244 臺北市北投區公館路 83 號，臺鐵資料編輯委員會」收。電話：02-28916250 轉 217；傳真：02-28919584；E-mail：0951044@railway.gov.tw。

臺鐵資料季刊撰寫格式

- 格式** 自行打印於 B5(18.2 公分*25.7 公分)，使用 Microsoft Word 軟體編排。上、下邊界 2.54 公分；左、右邊界 1.91 公分。中文字體以新細明體，英文字體以 Times New Roman 為原則。
請於首頁輸入題目、作者姓名、服務單位、職稱、聯絡地址、電話及 E-mail。
- 題目** 中文標題標楷體 18 點字粗體，置中對齊，與前段距離 1 列，與後段距離 0.5 列，單行間距。
英文標題 Times New Roman 16 點字粗體，置中對齊，與前段 0 列、後段距離 0.5 列，單行間距。
- 摘要標題** 標楷體 16 點字粗體，置中對齊，前、後段距離 1 列，單行間距。
- 摘要** 標楷體 12 點字，左右縮排各 2 個字元，第一行縮排 2 個字元。與前、後段距離 0.5 列，左右對齊，單行間距
- 關鍵詞** 中英文關鍵詞 3 至 5 組，中文為標楷體 12 點字，英文為 Times New Roman 12 點字斜體。左右縮排各 2 個字元，第一行縮排 2 個字元。與前、後段距離 0.5 列，左右對齊，單行間距。
- 標題 1** 新細明體 16 點字粗體，前、後段距離 1 列，置中對齊，單行間距，以國字數字編號 【一、二】。
- 標題 2** 新細明體 14 點字粗體，前、後段距離 1 列，左右對齊，單行間距，以數字編號 (【1.1、1.2】)。
- 標題 3** 新細明體 12 點字粗體，前、後段距離 0.75 列，左右對齊，單行間距，以數字編號 (1.1.1、1.1.2)
- 內文** 新細明體 12 點字，第一行縮排 2 個字元，前、後段距離為 0.25 列，左右對齊，單行間距，文中數學公式，請依序予以編號如：(1)、(2))
- 圖表標示** 新細明體 12 點字，置中對齊，圖之說明文字置於圖之下方，表之說明文字置於表之上方，並依序以阿拉伯數字編號 (圖 1、圖 2、表 1、表 2)。
- 文獻引用** 引用資料，註明出處來源，以大引號標註參考文獻項次，12 點字，上標

參考文獻

以中文引述者為限，中文列於前、英文列於後，中文按姓氏筆畫，英文按姓氏字母先後排列，左右對齊，前後段距離 0.5 列，單行間距，第一行凸排 2 個字元。如：

1. 王永剛、李楠 (2007)，「機組原因導致事故徵候的預測研究」，中國民航學院學報，第廿五卷第一期，頁25-28。
2. 交通部統計處 (2006)，民用航空國內客運概況分析，擷取日期：2007年7月27日，網站：
3. 交通部臺灣鐵路管理局 (2007)，工程品質管理手冊。
4. 洪怡君、劉祐興、周榮昌、邱靜淑 (2005)，「高速鐵路接駁運具選擇行為之研究－以臺中烏日站為例」，中華民國運輸學會第二十屆學術論文研討會光碟。
5. Duckham, M. and Worboys, M. (2007), Automated Geographical Information Fusion and Ontology Alignment, In Belussi, A. et al. (Eds.), Spatial Data on the Web: Modeling and Management, New York: Springer, pp. 109-132.
6. FHWA (2006), Safety Applications of Intelligent Transportation Systems in Europe and Japan, FHWA-PL-06-001, Federal Highway Administration, Department of Transportation, Washington, D.C.

臺鐵資料季刊論文授權書

本授權書所授權之論文全文與電子檔，為本人撰寫之

論文。

(以下請擇一勾選)

同意 (立即開放)

同意 (一年後開放)，原因是：

同意 (二年後開放)，原因是：

不同意，原因是：

授與臺鐵資料編輯委員會，基於推動讀者間「資源共享、互惠合作」之理念，於回饋社會與學術研究之目的，得不限地域、時間與次數，以紙本、光碟、網路或其它各種方法收錄、重製、與發行，或再授權他人以各種方法重製與利用。

簽名：

中華民國 年 月 日

備註：

1. 本授權書親筆填寫後（電子檔論文可用電腦打字），請影印裝訂於紙本論文书名頁之次頁，未附本授權書，編輯委員會將不予驗收。
2. 上述同意與不同意之欄位若未勾選，本人同意視同授權立即開放。

臺鐵 資料

季刊 第 369 期

發行人	張政源
編輯者	臺鐵資料季刊編輯委員會
審查者	臺鐵資料季刊審查委員會
主任委員	張政源
副主任委員	徐仁財、杜微、馮輝昇
總編輯	朱來順
副總編輯	劉建良
主編	劉淑芬
編輯	劉英宗
出版者	交通部臺灣鐵路管理局 地址：10041 臺北市北平西路 3 號 電話：02-23899854 網址： http://www.railway.gov.tw
出版日期	中華民國 108 年 6 月
創刊日期	中華民國 52 年 10 月
封面圖片說明	夜間鐵道路線切換
封面圖片攝影者	翁惠平
印刷者	卡羅數位科技有限公司 地址：360 苗栗市和平路 138 巷 26 號 電話：037-372172
展售門市	國家書店松江門市 地址：10485 臺北市松江路 209 號 1 樓 電話：02-25180207 網址： http://www.govbooks.com.tw 五南文化廣場 地址：40042 臺中市區中山路 6 號 電話：TEL：(04)22260330 網址： http://www.wunanbooks.com.tw

電子全文登載於臺鐵網站

GPN：2005200020

ISSN：1011-6850

著作財產權人：交通部臺灣鐵路管理局

臺鐵核心價值

安全 準確 服務 創新 團結 榮譽

ISSN1011-6850



9 771011 685005

ISSN1011-6850
定價:新台幣200元

中華郵政臺字第1776號登記第一類新聞紙類
行政院新聞局出版事業登記局版臺字第1081號