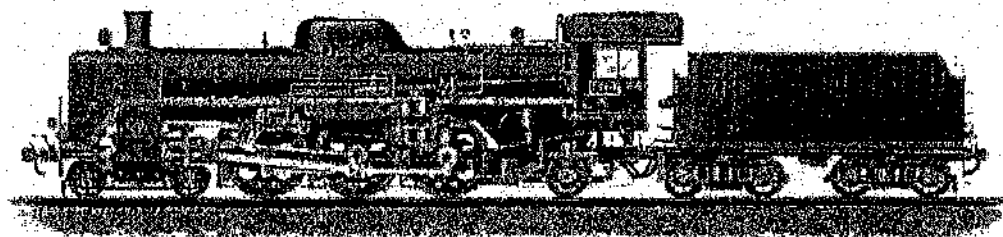


七、列車自動防護裝置概要

ATP

列車自動防護

裝置概要



057

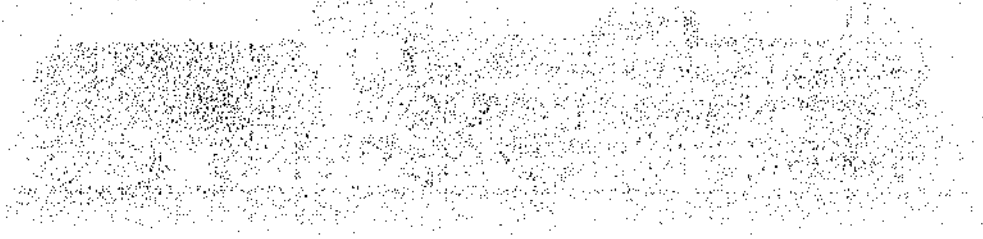
94年10月12日

東亞書報館刊印自奉天

1911

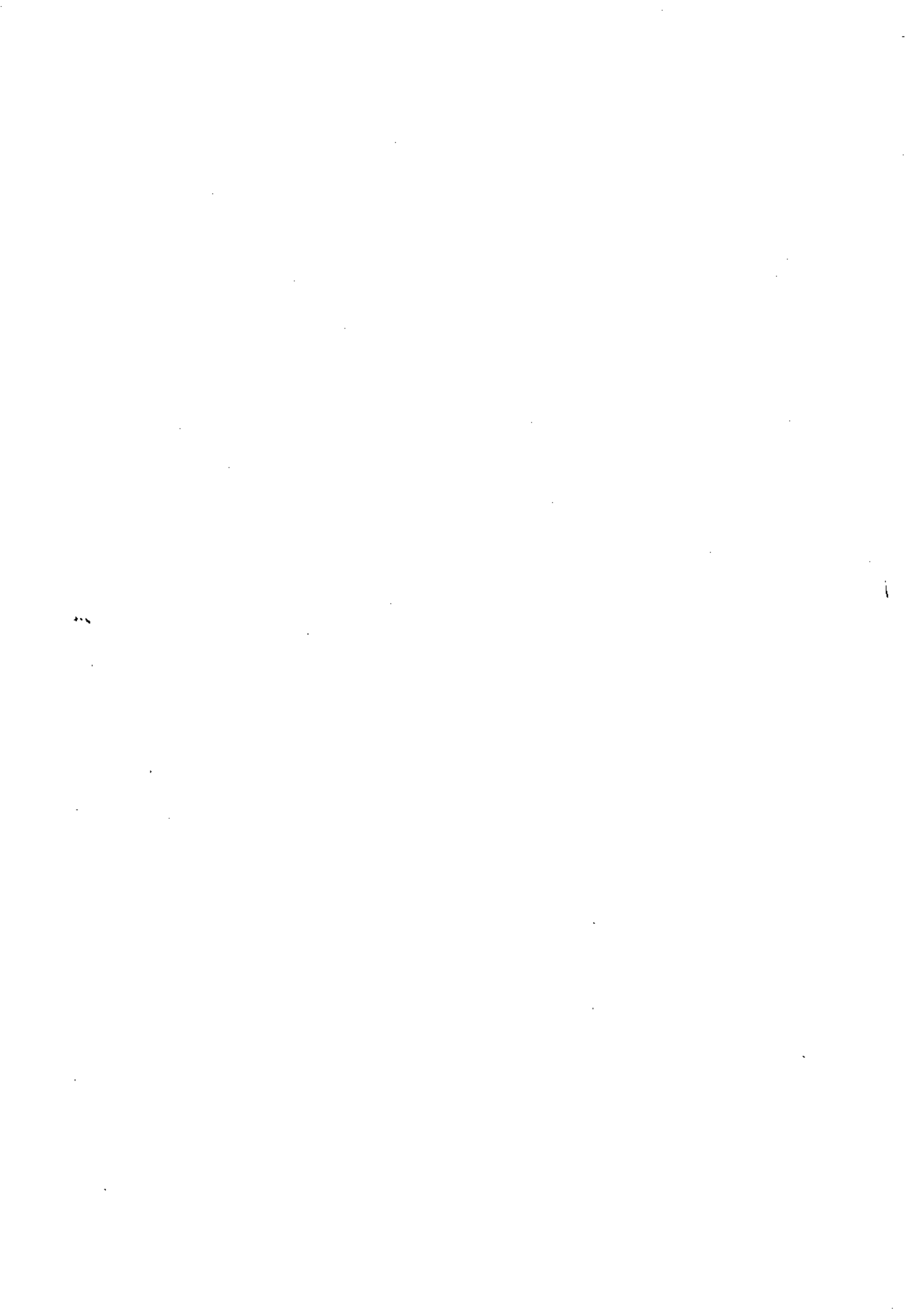
第 100 卷

東 亞 新 報



ATP 裝置概要

1. 前言 -----	1	6. ATP 感應器傳輸系統-----	38
2. ATS/ATW/ATP 的演進		6.1 縮寫	
3. ATS/ATW/ATP 的比較 -----	3	6.2 ATP 感應器傳輸系統	
4. ATP -----	4	6.3 相容性 -----	40
5. Ebicab 2000 -----	8	6.4 組件	
5.1 系統功能說明		6.5 功能規範 -----	42
5.2 系統組件 -----	9	7. 車上設備 -----	45
5.3 ATP 功能 -----	11	7.1 平台概念	
5.4 列車資料 -----	24	7.2 分散式架構 -----	46
5.5 軌道資料		7.3 基本系統服務 -----	47
5.6 不同路線上的監控 -----	25	7.4 平台硬體 -----	49
5.7 事件記錄 -----	33	7.5 ATP 系統的組態 -----	53
5.8 工具 -----	34	7.6 安裝考慮 -----	55
5.9 系統安全 -----	36	7.7 安全概念 -----	56
		7.8 技術資料 -----	58
		8. ATP 司機員面盤 -----	61
		8.1 系統概述	
		8.2 硬體架構	
		8.3 功能說明 -----	62
		8.4 規範 -----	69
		8.5 附錄 -----	71



1. 前言

從前的列車都是由司機員遵照號誌機的顯示來駕駛，需要良好的「視力」及敏捷的「反應」才能達成安全的運轉，有時因「誤認或誤操作」，而導致重大事故。

「天候」惡劣(颱風、豪雨、大雪、濃霧)，或「環境」條件不良(逆光、公路號誌燈、都市燈光)，或司機員「身心狀況」(疲勞、情緒不穩、敬業精神不足)等，常常會發生「漏看」號誌機、或「忘記」號誌機的顯示，導致控速不良，造成列車出軌、碰撞、追撞等重大事故。產生許多破碎的家庭，造成嚴重的社會問題，乃至於路局財務損失、企業形象受損，影響各行各業的作息。

爲了提高司機員的警覺性，並防止事故的發生，因而設置 ATP 裝置，來達成下列的效果：

1. 因「地形」及「天候」等環境因素，號誌顯示辨認困難時，輔助司機員。
2. 防止因司機員個人因素(如：生活失調、疲勞打瞌睡、疾病、情緒等)，延誤煞車的適當時機。
3. 因應車速提高、車次增多(列車交會機率增加)，減少肇事的機率。

2. ATP 的演進

鐵路號誌發展初期，行車安全都著重於防止號誌操作錯誤導致的事故，因此有「聯鎖裝置」的發明，其後重點轉移至防止司機員的錯誤操作，或沒有即時操作導致的事故。早期的系統只有 ATW 警示作用，如英國的 AWS(自動警告系統)。此種系統需要司機員的「判斷」。AWS 系統不檢查司機員的動作，常發生煞車不當，超速通過轉轍器等，無法徹底根絕事故。因此，瑞典易利訊公司的 ATS/ATW 系統增加了自動煞車功能。但此系統只查核一次，若司機確認後再提高車速，則無法繼續警告。80 年 11 月 15 日發生的「造橋事故」即爲 ATS 故障導致。新採購的車上設備 ATP(T)，則增加了第二次警告與車速查核功能。

最早的 ATS 爲機械式 ATS，一般用於地下鐵。於鐵軌旁邊設置「打擊桿」，當號誌顯示進行時「倒下」，號誌險阻時「立起」(利用彈簧及軌道電路使保持線圈斷電)，列車通過時，煞車閥碰到打擊桿時，就會緊急煞車。機械式因容易受外在環境影響，而逐漸被淘汰。

接著改良爲「第三軌式」，平常第三軌由軌道電路接點供電，形成開關的一極，當列車的「接觸鞋」碰到第三軌，內部電源中斷，改由軌道電源供電，若號誌險阻，軌道電源切斷，煞車閥無電，就會自動煞車。此種方式仍然受到車輛界限、建築淨空等限制，保養維修不易。

隨後利用電磁感應原理，使用「磁鐵」或「電磁鐵」作爲媒介，由車上線圈(天線)來感應號誌的變化，此感應電壓重疊於繼電器線圈，若電壓夠大，則車上的繼電器線圈電壓會降到「落下」電壓以下，而失去自保作用，產生緊急煞車。感應電壓的大小受地面線圈的「阻抗」影響，若線圈短路則感應到「低」阻抗，若線圈開路則感應到「高」阻抗，使車上繼電器落下。

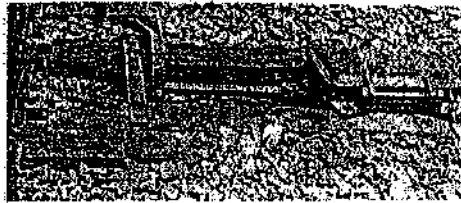
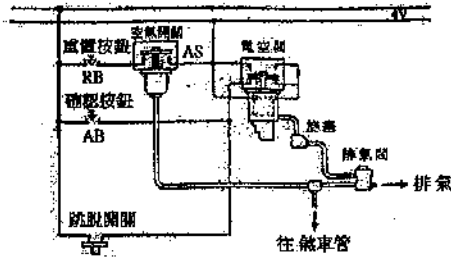


圖 2-1 打子式 ATS

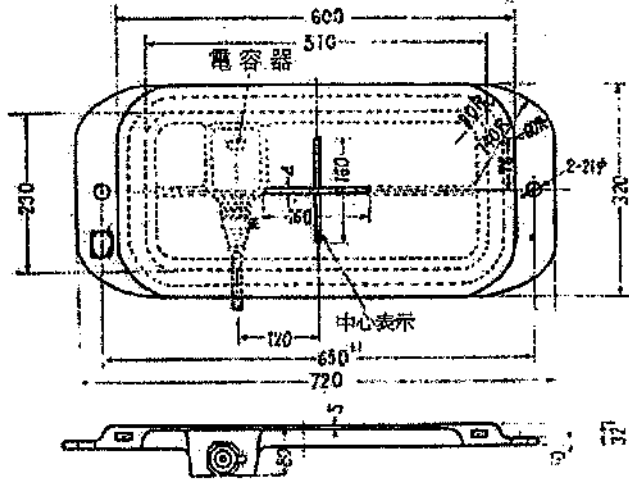
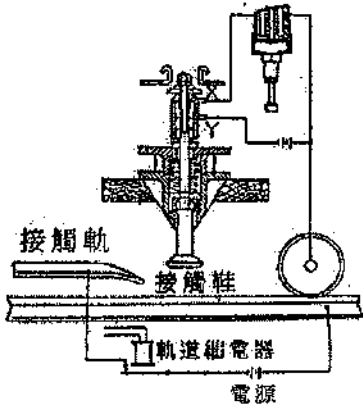


圖 2-2 第三軌式 ATS

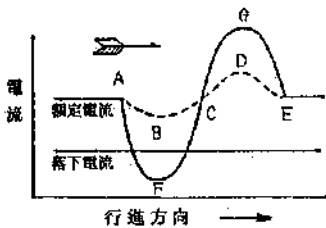
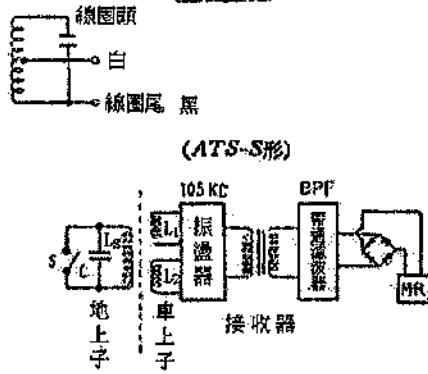
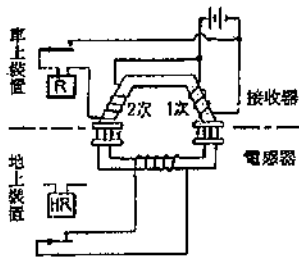


圖 2-3 感應式 ATS

圖 2-4 變週式 ATS

電子電路發達後，發明「諧振式」感應器，車上發射固定頻率的信號，當列車經過地面的線圈時，受諧振電路的影響而「變週」，因此無法通過「帶通」濾波器，使繼電器落下而煞車，當號誌顯示進行時，諧振電路被短路，無法發生作用。

台鐵舊式的 **ATS/ATW** 系統使用「編碼式」，藉由「載波」電路，將號誌顯示狀況傳送到車上，可以傳送 16 種資訊，以被動方式從車上感應取得電源及同步，再將資訊回送車上。

捷運及高鐵，則採用連續式 **ATC**，藉軌道電路或感應電纜，將行車所需資訊「上傳」列車，亦可由列車「下傳」資料到地面設備，是最先進的行車控制設備。

台鐵 **ATP** 系統則介於兩者之間，稱為「半連續性 **ATP**」。以「點」串連成「線」，連續監控，可以自動減速(常用煞車)，但無法自動加速(**ATO**)。

3. **ATS/ATW/ATP** 的比較

A. 連續式(**ATO**)

自列車開出後，就一直受到監視及控制直到終點站，安全度高，用於捷運系統及高速鐵路(單一車種)。

B. 定點式(**ATW/ATS**)

依運轉需求，在必要的地點，設置「資訊點」，列車依收到的資訊行進，列車離開資訊點，資訊即中斷，安全度較低。

C. 半連續性(**ATP**)

將運轉所需的資料(如：坡度、彎道、號誌條件、慢行區段、距下一資訊點的距離、電車線中性區間等)經由傳送裝置傳到機車上。

車上的電腦則根據列車性能(加速力、煞車能力、車輛限速、載重等)，依列車行進的距離(轉速計、輪徑)，連續監視列車至下一資訊點為止，為防止號誌突變並增加行車效率，需增設中間資訊點，或採用無線電傳輸，以及時將號誌變化傳到車上。

ATP 無法提升行車效率。要提升行車效率，須從閉塞區間的長度、煞車的安全距離、行車密度、車站位置與號誌顯示的種類(3 位式或 4 位式)的選擇等，從路線全盤來規劃。

4. ATP

所謂 ATP 系統，就是一個藉著對列車車速的連續監控，使司機員於駕駛列車時，絕對遵守號誌與速限規定的系統。ATP 系統於地面裝設「編碼器」及「感應器」，將「號誌顯示」、「轉轍器速限」及「路線條件」等資訊傳送至車上，車上設備經由天線取得信號，交由中央處理器處理，根據列車特性(由司機員輸入及感測器輸入)，輸出列車速度監控曲線，於控制盤上顯示限速程度及距停車位置之距離，若實際車速到達「警報點」(低於規定值 5Km)，則發出警報，到達「常用煞車點」(低於規定值 3Km)則啟動常用煞車，若車速超過「規定值」，則施以緊急煞車。

ATP 必要功能：

- a. 速度限制監控
- b. 煞車保證
- c. 緊急緊剎
- d. 限制性手動操作
- e. 常用緊剎

ATP 附屬功能：

- a. 顯示 前方速度限制(目標速度) 與 前進距離(目標距離)。
- b. 顯示 允許車速。
- c. 超速警示及警報。
- d. 自動記錄 號誌機之顯示、地點及時間。
- e. 自動記錄 常態與異常狀態資料。
- f. 接收 地上設備傳送之車站站名代碼，並傳送至車上之旅客資訊系統。
- g. 設定停車站之站名代碼，以防止過站不停。

ATP 操作模式：

a. 自動防護模式

司機依據操作盤面指示駕駛，若車速到達警報點，則發出警報，到達常用煞車點，則自動執行常用煞車，若車速超過最大限速，則執行緊急煞車。

調車次模式

調車時，司機員按鍵進入此模式，車速限制於 25Km/hr，無論正向或反向行駛皆受調車號誌之限制，遇准調車號誌時，可直接通過，遇險阻號誌，得按鍵通過。

無閉塞運轉次模式

列車停於險阻號誌前，或車速低於 15Km 以下，司機員可按鍵進入此模式，以低於 25Km 以下的速度通過，直到下一號誌機(感應器)。

b. 非防護區工作模式

列車駛進非 ATP 區間(支線、機廠、路線端點)，自動解除 ATP 工作模式，限速 70 Km/hr。進入 ATP 防護區間，則進入自動防護模式。

c. 啓動模式

系統開機或緊急煞車自動啓動後，系統自動設定於啓動模式，並限制車速爲 25Km 以下，直到列車通過 1 組地上感應器，系統才進入自動模式，允許司機員加速前進。

地上設備傳送的資料：

- a. 該號誌機的顯示。
- b. 防護區間內之轉轍區限速、轉轍區長度 及 感應器距轉轍區的距離。
- c. 防護區間內之彎道方向、曲線半徑、彎道區長度 及 距彎道區距離。
- d. 防護區間內下坡路段之坡度、路段長度 及 距下坡路段之距離。
- e. 距下一個號誌機之距離(出發、中途)。最短進路之出發號誌機之距離(進站號誌機)
- f. 路線限速。
- g. 地上感應器識別碼。
- h. 下一個感應器識別碼與相對距離。
- i. 車站識別碼(進站號誌機)。
- j. 主正線出發號誌機之顯示(進站號誌機)。進站號誌機之顯示(第一中途)。
- k. 地面設備之故障資訊。
- l. 備用資訊。

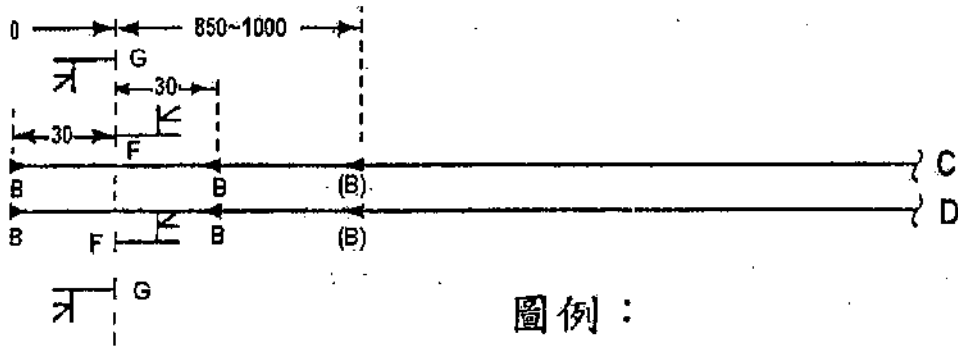
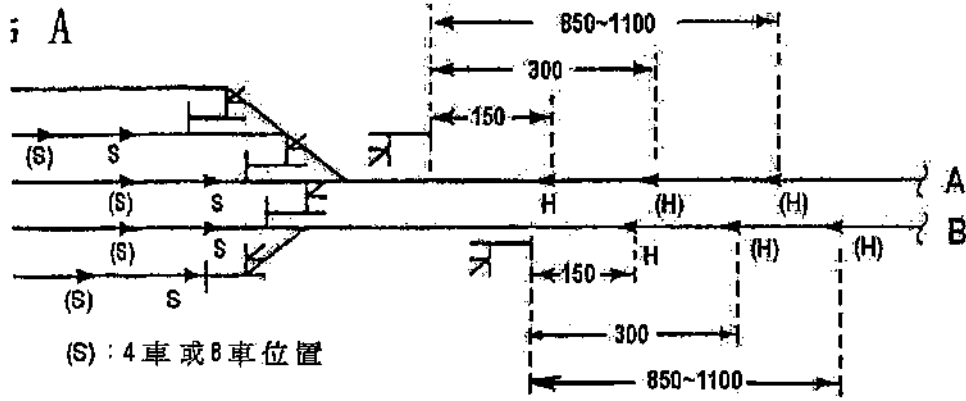
ATP 產品基本功能：

- a. 司機員可設定如「列車長度」之物理參數(車種、列車最高速度、列車總重量、列車長度、車次號碼、工作班號碼、慢速區提前解除限速、其他)；檢修人員可設定如「車輪直徑」與「磨損程度」等參數。
- b. 開機測試與線上測試。
- c. 依據轉速計輸入之資料，計算「車速」與「行駛距離」。
- d. 處理地上設備傳送至車上設備之「號誌」與「路況」及其他資訊。
- e. 於裝設「編碼器」與「感應器」的路線區，提供全程(中途及站內)連續之「車速監視」模式。
- f. 隨時依「列車最高速度」、「路線速度」與各種「號誌顯示」及「限速條件」，計算出「最大可允許車速」。
- g. 「最大可允許車速」變化時，計算出煞車(減速)之「速度曲線」。
- h. 全程監視列車車速是否在「最大可允許車速」範圍內，若超過，則給予司機員警告、自動強制減速、或自動強制停車。

- l. 於司機員之操作面盤上，提供所有必要之顯示與警告資訊；司機員可以選擇操作模式。
- j. 自動檢查轉速器誤差，偵測行駛中之列車有無「空轉」或「滑行」之情況並發出警報。
- k. 自動補償車輪磨損誤差，自動發出請求重新校正設定之警告。
- l. 自動故障偵測及自動處理(含自動警告與顯示)，並自動記錄於記錄器中。
- m. 記錄常態操作資料與異常狀態資料(含號誌機顯示條件、地點與時間)，能完整重建肇事前之狀態，供肇事後原因分析。
- n. 將設定於地上設備之「車站識別代碼」，經由車上設備，傳送給車上「旅客資訊」系統供顯示與廣播使用。
- o. 預先提供設定各班次列車「停車站別」，防止列車「過站不停」。
- p. 於顯示「險阻號誌」之號誌機之前，使行駛之列車依煞車的速度曲線降速至 15 公里/小時後，限制車速不大於 25 公里/小時，直至抵達險阻號誌機。
- q. 對於通過「險阻號誌」之列車，實施「緊急緊急」；若司機員按鍵使系統進入「無閉塞運轉」模式後，使列車限速通過險阻號誌機，直到下一個號誌機為止。
- r. 車上設備依其「行車方向」接收地上設備傳送之「軌旁資訊」。
- s. 對於通過「限速區」之列車持續限制其車速，直到列車完全通過「限速區」；對於通過慢行(25Km/hr)限速區之列車，依車種及司機員的按鍵條件，允許列車車頭抵達慢行限速區之終端時，即解除速度限制。
- t. 上坡下滑時自動煞車。
- u. 不因人員之操作方法不當而發生設備元件或電路板故障。

ATP 資訊點設置原則：

- a. 感應子位置基準點訂為 CBC (第 1 塊)。
- b. B1 設於號誌機外方 30m (以 25Km/h 的速度強行通過此處，應能於號誌機前停車)。
- c. H3 或 B2 設於號誌機外方 850~1100m (最大安全煞車距離 + 煞車延遲時間)，不得超過上一號誌機。
- d. H2 設於進站號誌機外方 300m(減少前車的影響)、
H1 設於進站號誌機外方 150m(電車線站內、站外分區點，ATS 標內方 8~15m)
- e. (路線有效長 > 450m) S1 = 30m、(路線有效長 < 450m) S1 = 24m。
(S1 距月台末端 > 100m) S2 設於月台末端 + 30m，(S1 距月台末端 < 100m)
S2 設於 8 車前方 + 10m。月台長度 < 200m，且 S1 離月台 < 50m，不裝 S2。
- f. CBC 與 CBF 間的距離為 4m~5m (前後共 10 支 PC 枕)。
- g. 感應子與枕木垂直安裝(窄軌)。2 組感應子間的距離 > 10m，感應子在閉塞分界點前 > 13.8m [天線位置]，離鋼軌接頭 > 1m。感應子與鄰軌應離開 > 3m，與 OS 區間應 > 1.4m。感應子橫向誤差 < 15mm 偏移 < 5° 傾角 < 2° 仰角 < 5°，軌面下 93~143mm，無金屬區 63 × 2cm，電纜淨空區 1.5 × 2.2m。



圖例：

- F : 第一閉塞號誌機
- G : 一般閉塞號誌機
- K : 出發或進站號誌機
- S : 出發號誌機前之控制點
- (S) : 為 S 之複示，無月台者免設
- H : 進站號誌機前之控制點
- (H) : 為 H 之複示
- B : 閉塞號誌機前之控制點
- (B) : 為 B 之複示

點(資訊點)裝設原則

5. 列車自動防護系統 ATP Ebicab 2000 簡介

5.1 系統功能說明

Ebicab 2000 為一種列車自動防護(Automatic Train Protection ATP)系統，連續監督列車的移動。依照 ERTMS (European Rail Traffic Management System)規範於 3 個應用階段 (1 級、2 級、3 級)來完成，本節說明 ERTMS 1 級內的 Ebicab 2000(以下簡稱 ATP)功能。

ATP 監督列車移動的安全性。包括：容許速度(permitted speed)、容許前進距離(permitted distance to move)及臨時的速度限制(temporary speed restriction)。要監督列車移動時，車上的電腦必須考慮列車及軌道的特性，計算出該列車的動態速度曲線(dynamic speed profile)。

如果車速太快，接近速限(speed restriction)時，車上電腦會通知司機員。若司機員未及時降低速度，系統就會自行啟動常用煞車(service brake)，車速若無法如預期降下，必要時系統也會啟動緊急煞車(emergency brake)，使列車停在「可移動範圍(Movement Authority)」的終點，或降到安全的速度。對於特定的列車，晚一點煞車可以減少運轉時間，並減少運轉時隔(headway 班距)。

列車移動的資訊如「容許速度」及「容許移動距離」，經編碼器送到車上的裝置稱為感應器(balise)。本系統可以單獨或並接感應器接收各種前置(in-fill 填補)資訊，本項資料可經由編碼式軌道電路(coded track circuit)、電纜環路(cable loop)、前置感應器(in-fill balise)或經由無線電(radio)傳送(車上應裝設對應的設備)。

ATP 的 1 級列車監督用於固定式閉塞(fixed block)，「前行距離」(distance-to-go)原理。列車經由軌道電路(track circuit)或計軸器(axle counter)的偵測，從軌旁號誌提供司機員目視資訊。

本系統為一個適用於混合式鐵路交通路線的 ATP 系統，例如：快速的旅客列車與慢速的貨物列車共用相同的軌道。所有的列車都被視為不同的列車，亦即，對每一列車沿路連續地個別計算其煞車曲線。煞車啟動時機對每一列車都是適當的，鐵路路線容量經由儘可能使所有的列車依其「安全動態曲線」運轉，而達到最佳化。

5.2 系統組件

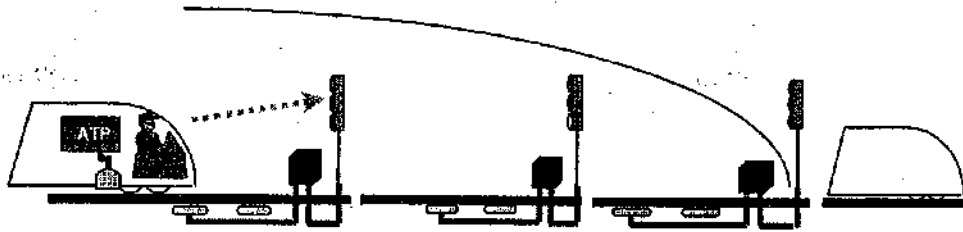


圖 5-1 系統原理

列車移動的資訊，例如：容許移動距離(Movement Authority 移動權)，容許速度及臨時限速，都從置於軌道中央的感應器送到車上的 ATP 設備。感應器可以傳送固定資訊碼(fixed information coded)及可變資訊(variable information)到車上，告知現在的移動權、速度等。可變資訊由編碼器(於 ERTMS 規範內稱為 Lineside Electronic Units LEU 軌旁電子單元)收集，可以偵測軌旁號誌的顯示，以及其他從聯鎖裝置來的可變狀態，如：轉轍器方位。根據此資訊，LEU 選定一組預先規劃的 ETCS (European Train Control System) /ERTMS 電文並將其送到感應器。

System Overview Block Diagram - ATP TRA

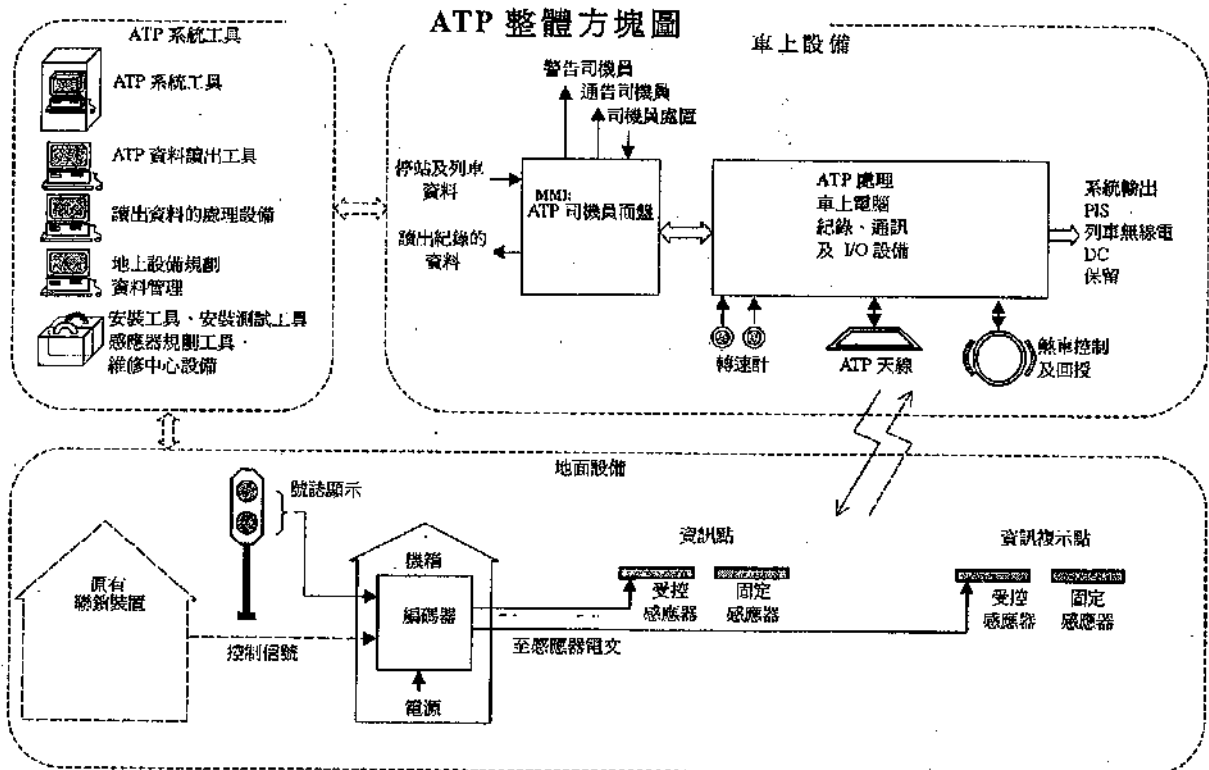


圖 5-2 系統組件

當列車通過感應器，此資訊即被車上的 ATP 天線單元(antenna unit)讀取，目前容許速度及前方限制呈現於 ATP 面盤上給司機員看。車上的 ATP 使用感應器來的資訊及列車資料來計算「至限制點」的安全速度曲線。實際的列車速度則經由「轉速計(tachometer)」來測量。若列車速度接近安全速度曲線，ATP 對司機員發出「警告」。司機員若沒有反應，ATP 會啟動「常用煞車」且在必要時啟動「緊急煞車」。

車上的 ATP 可裝設一組資料記錄器 (data recorder) RU 來登錄「選定的事件」(selected events)。

一輛機車可以依運轉方向為司機員裝設 2 處操作點。2 處都完整裝設速度表、警告燈、按鈕等。通常展示下列資訊給司機員看：

- 列車的實際速度(actual speed)，
- 臨時容許速度，亦即任何時候最低的路線速度(line speed)及安全煞車速度曲線(safe braking speed profile)，
- 下一限制或號誌機的容許速度，
- 至下一限制或號誌機的剩餘距離(remaining distance)，
- 超速警告燈(可以依超速的等級變更其大小及顏色)。

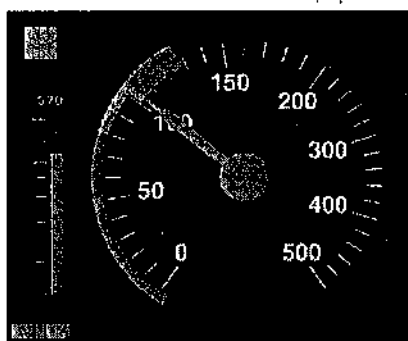


圖 5-3 司機員用 MMI 的範例

同時還用文數字顯示來呈現列車資料及其他資訊，鍵盤用來輸入列車資料、警鈴用於音響警告 及 一些輸入按鈕。

5.3 ATP 功能

ATP 的主要功能是依據「前行距離」，沿著路線監控容許速度並保證列車不會越過「可移動範圍」的終點，例：闖越險阻號誌(stop aspect)。

容許速度及容許移動的距離都從軌旁的感應器送來。容許速度為一組依據列車等級的靜態速度曲線(static speed profile SSP)。依據靜態速度曲線 ATP 將列車及軌道特性列入考慮算出動態速度曲線，以便列車能安全且舒適地往「限制點」前進。

5.3.1 速度監控 及 煞車控制

ATP 可以監控任何速度限制，例：列車速度不得高於 路線速度(line speed)、任何永久或臨時的速限、轉轍區間的容許速度，調車(shunting movement)時的最高速度等等。

不管速度限制的原因為何，ATP 基本上使用相同的步驟針對「容許速度」來監控「實際速度」，ATP 也對往前方限制點的安全煞車使用相同的監控步驟。

5.3.1.1 動態速度曲線監控

5.3.1.1.1 列車位置

在 ATP 使用動態速度曲線比較列車的實際「速度」與「位置」之前，ATP 必須了解列車位置與限制之間的關係。

經由 2 個步驟來執行：首先，軌旁的感應器送來「靜態速度曲線」，接著算出含感應器與第一個限制點間的相對距離 $D(1)$ 的「動態速度曲線」。若定義了數個速度等級，下列距離定義下一個速度等級的起點與前一個速度等級起點間的距離 $D(2)$ 、 $D(3)$ 等，如下圖所示：

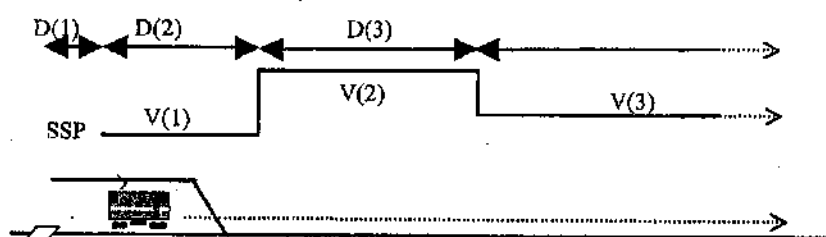


圖 5-4 靜態速度曲線 的代表

其次，車上的 ATP 使用「里程表(odometer)」連續監控列車從該感應器起的前行距離，並將此距離與動態速度曲線指示的距離比較。

5.3.1.1.2 最高容許速度 的監控

ATP 隨時以列車目前位置的容許速度監控列車速度。ATP 發出警報前，允許司機員稍微超過容許速度，此時司機員應立即煞車。若司機員未煞車，且車速更快，ATP 會啟動「常用煞車」並切斷動力。如此通常會使車速下降到容許速度。偶而「常用煞車」不足，ATP 也會啟動「緊急煞車」。

下圖展示 ATP 於超速時如何工作。圖中第一個煞車事件顯示司機員從 ATP 收到警告後如何減速。第二個事件反映 ATP 於「常用煞車」介入時的情況。

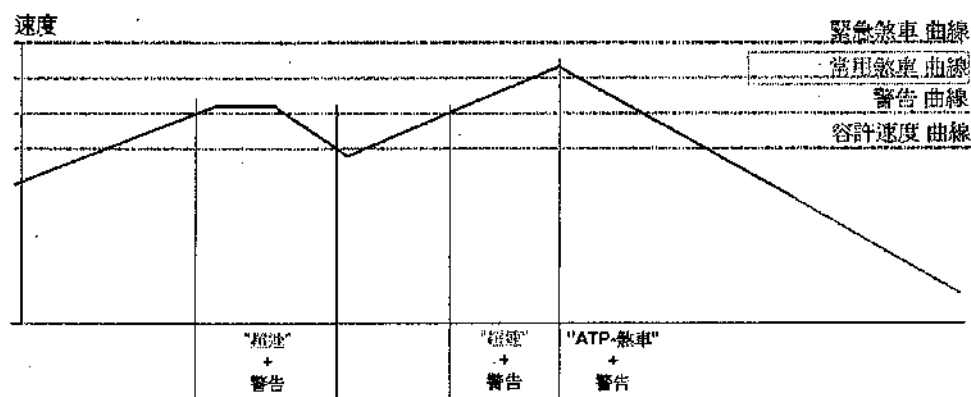


圖 5-5 速度監控

ATP 發出的常用煞車可用不同方式來完成：

- 速度低於容許速度時，自動解除「常用煞車」。
- 速度低於容許速度，且司機員壓下「煞車解除 (release brake)」按鈕時，解除常用煞車。
- 列車已經停車，且司機員壓下「煞車解除」按鈕時，解除常用煞車。

若 ATP 發出「緊急煞車」，列車通常會在煞車可以解除前停車。必要時 ATP 可以提前解除緊急煞車，因為許多列車解除煞車通常比停車需要更長的時間。

5.3.1.1.3 至限制點的 煞車監控

ATP 對所有從列車前方軌道收到的所有限制，計算並監控動態速度曲線。這些限制可能是較低的容許速度或在「可移動範圍」的盡頭確實停車。

車上(onboard)的 ATP 連續比較列車的實際速度，並依動態速度曲線計算至限制點的剩餘距離。煞車啟動前需要一點時間給 ATP 以警響警告司機員。警告時間值依列車型式的反應時間來設定，如此司機員才能使用常用煞車，並避免啟動緊急煞車。

動態速度曲線的計算產生數條曲線，每一條代表警報及煞車的不同限制。

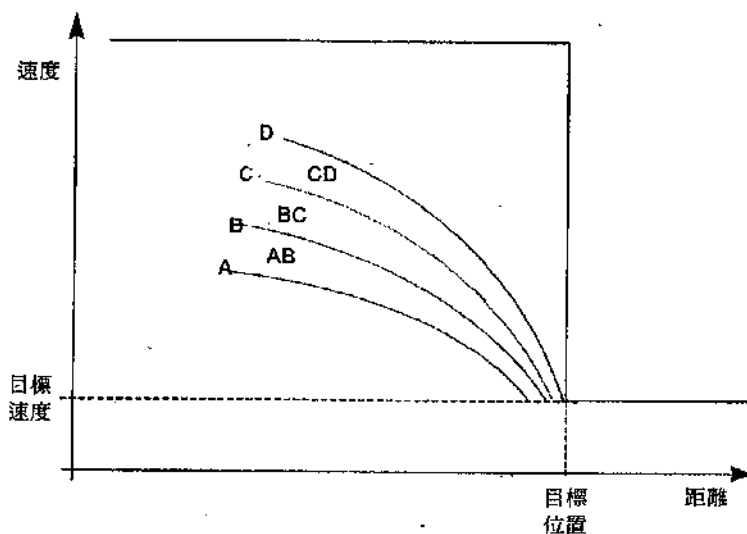


圖 5-6 煞車曲線 範例

- A: 容許曲線 超過 容許速度時，給司機員幾秒鐘來修正列車的的速度。若司機員自行啟動煞車，ATP 將不會介入。速度不變時 AB 區持續 4 秒，時間可以更改。
- B: 警告曲線 若未採取煞車，則會超過警告曲線。ATP 會警告司機員超速。出現閃爍的文字訊息且發出警音警告司機員。速度不變時 BC 區持續 4 秒，時間可以更改(9 秒)。
- C: 常用煞車介入曲線 若速度超過常用煞車曲線，ATP 會啟動常用煞車。出現閃爍的文字訊息，警告司機員 ATP 系統已經啟動煞車。CD 區會持續一段由司機員輸入的列車煞車延遲時間。
- D: 緊急煞車介入曲線。當超過緊急煞車曲線(CD 區)時，緊急煞車立即啟動。

曲線使用列車煞車參數保守值得來的安全邊界(safety margin)，再加上至目標的固定邊界(fixed margin)來計算。

5.3.1.2 常用 及 緊急煞車應用

當 ATP 指揮煞車時，通常使用常用煞車。然而在某些情況下 ATP 會使用緊急煞車。

於下列狀況下使用緊急煞車：

- 列車越過「可移動範圍」的盡頭。
- 運轉中發現常用煞車系統故障。
- 監控最高容許速度時，到達緊急煞車界限。
- 監控至限制點的煞車時，到達緊急煞車界限。
- 列車無「可移動範圍」或 往相反方向移動時。

其他情況也有可能，這些狀況可依業主的需求來定義。

5.3.1.3 動態速度曲線 的計算

5.3.1.3.1 概述

每一處的容許速度由幾個步驟算出。首先 ATP 從軌旁收到感應器來的一組靜態速度曲線。依感應器的位置，感應器可以傳送不同的靜態速度曲線，例：於號誌機或平交道前方，界接號誌機或平交道的編碼器持有一組預先規劃的靜態速度曲線。靜態速度曲線可由路線速度 或 限制狀況等限制組成。同時電文中也可包含其他的資訊，如：坡度、永久速限(permanent speed restriction)等等。

ATP 依其列車等級選擇最大限制的靜態速度曲線。之後 ATP 計算動態速度曲線，動態速度曲線為一組 4 條速度曲線，定義 ATP 在超過曲線時要採取的行動。這些曲線為容許速度曲線、警告曲線、常用煞車曲線 及 緊急煞車曲線。

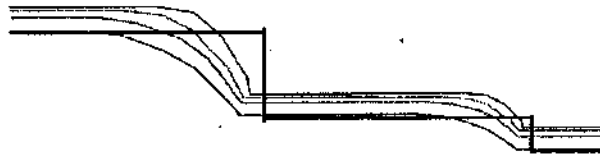


圖 5-7 動態速度曲線

5.3.1.3.2 列車及軌道特性 的考慮

計算動態速度曲線時，ATP 使用個別列車及軌道資料，例：常用及緊急煞車時的減速率 及 從發出命令至煞車作用的延遲時間、坡度、隧道位置等等。當列車的煞車能力不同，其動態煞車曲線將會不同。ATP 容許擁有較高煞車效率的列車(例：旅客列車)比煞車效率較差的列車(例：某些貨物列車)慢一點啟動煞車。

列車特性由司機員輸入，軌道資料則當列車沿軌道移動時由感應器送到車上。

特定的列車屬性 與坡度及依靜態速度曲線的列車等級配合，ATP 算出一條適用於個別列車的動態速度曲線。用此方式可以增加路線容量。以下的例子說明個別動態速度曲線的優點：

- 高軸重的列車通過脆弱的橋樑時，基於安全考量要開得比一般的列車慢，但並非所有的列車速限都要和重車一樣。
- 配備高級「柔性轉向架」的列車可以配合路線彎道，允許比一般列車較高的速度行駛，而不會超過 輪軸/軌道力 的承受界限。
- 傾斜式列車以旅客可接受的舒適度，可以比其他列車以較快的速度通過彎道。

6.3.1.3.3 適應 濕滑的鐵軌

司機員可以命令 ATP 於煞車計算上採用較低的減速率，以對付「滑軌」(slippery rail)。司機員可於任何時間及列車速度，從 ATP 面盤輸入。也可於任何時間及列車速度下將它取消。

6.3.2 於號誌機的速度監控

6.3.2.1 主號誌機

置於號誌機的感應器傳送目前對通過列車顯示的資訊。通常不傳送顯示本身，而代以與顯示相關的速度等級。例如，當進站號誌機顯示到達「正線」的進路，速度等級通常和路線速度相同，當進站號誌機顯示經過「道岔」的進路，可能是 45 km/h 或 60 km/h。ATP 車上設備監控送來的速度等級作為容許最高速度。ATP 能夠區別比號誌顯示種類更多的速度等級。

ATP 不只可以監控與號誌顯示相關的一般速度值。且速度值可以單獨規劃為每一號誌顯示或進路。使用一般的維修工具即可於「編碼器」(encoder)內規劃。本功能用於：

1. 不同的車站依該處的軌道狀況，對列車可有不同的速度。
2. 同一車站的入口可允許不同的速度，依列車要經過哪一道岔而定。

6.3.2.2 遠距號誌機

當列車以限速通過遠距號誌機(distant signal 預告/中轉)，ATP 會算出到達限制點的安全煞車速度曲線，並監控列車的 velocity 在安全曲線下。

6.3.2.3 列車停於遠距號誌機與主號誌機之間

若列車已經停於顯示下一主號誌機為進行顯示的遠距號誌機「內方」，當 列車不動時，主號誌機相關的顯示可能從「進行」變為「險阻」。於停車時，在一段選定的延遲時間後，ATP 將假設主號誌機變為「險阻」，並依照該顯示監控速度。

本功能用於，例：當有一停車處，如：主號誌機前有月臺。

5.3.2.4 故意越過「險阻」號誌機

ATP 監控通過主號誌機。當列車通過險阻號誌時，通常列車會立即緊急煞車，但是若規定許可，列車可以目視前進。

「准許越過號誌機」是從連接到號誌機的感應器送到車上。本電文包含「容許速度」及「可移動範圍」。此資訊應由司機員按壓 ATP 面盤上一個特殊按鈕來確認。當司機員確認後，ATP 將切換成「目視模式」(on-sight mode)。

5.3.2.5 解除速度

當遠距號誌機的感應器告知下一個主號誌機為「險阻」時，ATP 將會監控列車煞車直到停於主號誌機前。早晚主號誌機會變為「進行」顯示。雖然列車尚未通過任一告知顯示改變的感應器，司機員即可能接近主號誌機。ATP 讓列車接近主號誌機感應器的速度稱為「解除速度」(release speed)。

ATP 可以設定解除速度至一個所有主號誌機都可用的固定值，但是系統也允許更彈性，可由下列方式達成：

- ATP 允許於每一可以顯示「險阻」的號誌機，解除速度設為個別值，解除速度由遠距號誌機的感應器提供。
- 主號誌機內方的重疊區間長度可由遠距號誌機送到車上，這樣車上的 ATP 就能計算允許列車停於重疊區間內的最高速度。

5.3.2.6 前置資訊

更有彈性的另一個辦法為在遠距號誌機與主號誌機間提供新的資訊，稱為「前置(in-fill)」資訊。此種「前置資訊」可從感應器、編碼軌道電路、電纜環路或經由無線電送來。

「前置資訊」意味著列車在到達煞車曲線前，可以收到顯示改變的資訊。列車通過主號誌機前，若顯示變為「進行(proceed aspect)」，就不需要煞車或可以結束煞車，列車可繼續往主號誌機前進。

「前置感應器」通常置於主號誌機前 300m。主號誌機前可以安裝多組「前置感應器」，以符合當地的行車模式。

ATP 也能偵測從編碼式軌道電路或電纜環路送來的資訊。於此種應用中的資訊是由特殊線圈取得。

5.3.3 擱置的煞車目標

當列車接近車站被引導到側線，道岔內的速限由進站號誌機提供，在列車到達道岔轉轍器之前速限並非必要。通常從進站號誌機到轉轍器的距離為數百公尺以方便在主線與側線之間的調車，而不會超出進站號誌機的外方。

當進站號誌機顯示險阻，ATP 監控即將達到的列車，不會越過進站號誌機。但是當進路為進入側線，ATP 可以監控到達道岔時的「列車通過道岔」之速度，而非在進站號誌機時就限速。

其他狀況下，也可以擱置目標，例：月台邊的速限，且若側線的出發號誌機離道岔有一段距離。

距離和速度等級包含於靜態速度曲線內，並經由離道岔、車站或類似地點適當距離的「感應器」來傳送。

5.3.4 於延伸距離的警告感應器

若在原有路線上，路線速度提高 或 引進較長煞車距離的列車，可能會發生遠距號誌機至主號誌機的距離不足。這樣就可能要在離主號誌機所須的煞車距離處，安裝額外的警告感應器。這些感應器會提供所有列車主號誌機限速的早期警告。當每一列車車上的 ATP 計算個別列車的動態速度曲線時，沒有一列車會被強制提早作不必要的煞車，但是所有的列車將會被充分地煞車，使其停於主號誌機之前。

本功能可降低提昇路線速度的費用，原有路線旁的中轉號誌機不需要 移動或更換。

5.3.5 多區段監控

在有多種顯示的中途閉塞系統(line block system)，即使列車與險阻號誌間有多個閉塞區段，ATP 也能算出最接近的險阻號誌機之動態速度曲線。若中間速度值被監控到每一閉塞號誌機，則可以讓列車晚一點煞車。

5.3.6 減少軌旁號誌

若所有列車都裝上 ATP，則可以減少軌旁的號誌設備。

遠距號誌機可以用可控制式的感應器代替。可以不使用遠距號誌機，而由感應器對車上的 ATP 及司機員發出警告。

進站及出發號誌機只需要「險阻」及「進行」的顯示。所有速度值都只由感應器提供。「進行」顯示只是提供給停在「險阻」號誌機前的司機員，知道何時可以再開動前進。

5.3.7 速限的監控

5.3.7.1 永久速限

永久速限由感應器傳送，結合於靜態速度曲線。亦即 ATP 將會監控永久速限作為計算及動態速度曲線監控的一部分。

感應器要設置於，從限制點開始比煞車距離還遠的地方。若號誌機位置適當，此資訊可由號誌機的感應器提供，否則要另外設置個別的感應器。這些感應器通常只有固定的資訊而不需要配線。速限的末端也能用「感應器組」(a pair of balises)來標示。

5.3.7.2 臨時速限

ATP 可以在臨時處所監控速限，例：於沿線工作。感應器應規劃使用新的速限，並置於煞車距離外的路線上。不需要動到原有的 ATP 設備，因此永久速限就受到保護。

本功能使路線維護人員可以自我防護，而不需要號誌人員的協助。這些感應器使用簡單的「夾子」固定於路線上。

5.3.7.3 速限前/後的 加/減速

使用參數來定義新的速度，這些參數包含於由感應器傳送的電文內。當列車尾端或前端通過特定地點，就引進新的速度。亦即較低的速度，例：進站時，可以在接近該處(OS 前端)時才作用，而不會降低安全度。相反地，離站時，當列車尾部離開車站時可被允許直接加速。因此可以消除轉轍器尖軌因為車尾的超速而磨損及拉扯。

5.3.8 警告裝置的監控

各種軌旁偵測器(trackside detector)可以接到編碼器，送到車上的資訊則依偵測器的輸出而定。可做不同的反應，例：ATP 會強制列車停車或煞車。

例：山崩偵測器(land slide detector)、脫軌偵測器(derailment detector)、及 熱軸偵測器(hot box detector)。

5.3.9 輔助訊息的傳送

感應器至車上的傳輸鏈路提供輔助訊息送到車上的備用容量，例：隧道的資訊及電化路線上電車線沒電的區段。計算動態速度曲線時，這些資訊會列入考慮。

例：列車對空氣壓力敏感。當通過隧道時列車要減速，ATP 計算動態速度曲線時會考慮涵蓋隧道。在列車進隧道前，會及時以一種安全舒適的方式來減速。

5.3.10 溜逸防護

方向控制器置於「中位」時，或列車資料尚未輸入且車輛往任何方向移動超過 3 公尺時，常用煞車就會啟動，煞車會一直作用直到列車停住。司機員可以按壓「解除煞車」按鈕來解除煞車。即使溜逸很慢，ATP 也可以偵測出來。

本功能的好處是，當司機員將主控制器制於「中位」且「警醒(dead man)」裝置不作用時，可以防護列車無意中的溜逸。

5.3.11 列車模式的監控

ATP 依 ETCS/ERTMS 規範規定的列車模式工作。支援下列的操作模式：

- 開機及測試
- 資料輸入
- 局部監控
- 全程監控
- 被動模式
- 調車模式
- 系統故障
- 隔離模式
- 斷電模式

5.3.11.1 開機及測試

開機時 ATP 自動執行自我測試(約需 90 秒)，檢查其內部的狀態及和車輛的界面，檢查結果會顯示給司機員。

5.3.11.2 資料輸入

除非司機員選擇調車，否則開機及測試後自動進入資料輸入模式，可以手動輸入並確認列車資料。資料輸入模式時 ATP 會啟動常用煞車，以確保列車是不動的。

5.3.11.3 局部監控

當列車資料或軌道資料不足時，「局部」監控可用於不同狀況的一組列車模式之安全監控。司機員被要求負起列車安全移動的全部或部分責任。

局部監控使用的狀況如：列車運轉於無 ATP 的區域，當列車離開裝設 ETCS/ERTMS 的區域，或因故列車越過「可移動範圍」時。列車模式為目視(on-sight)模式、司機員負責(staff responsible)模式、未裝設(unfitted)模式、聯掛(banking)模式及後煞模式(post trip)。

轉移到目視模式、司機員負責模式、未裝設模式及聯掛模式，需要司機員的確認，後煞模式則為自動產生，例：列車因故越過可移動範圍。

於「目視模式」及「司機員負責模式」，ATP 可以監控該列車模式定義的最高容許速度。這些模式用於，例：車上的 ATP 無法得知所有的軌道資料時。

「未裝設」模式用於，當列車運轉於未裝設區，或離開 ETCS/ERTMS 裝設區時，使 ATP 不會影響列車的運作。

「聯掛」模式用於推動另一列車時，ATP 監控「可移動距離」及「容許速度」。

列車通過「可移動範圍」的盡頭時，會進入「後煞」模式。ATP 會啟動緊急煞車。「後煞」模式會持續到車子停下來且司機員解除煞車為止。

5.3.11.4 全程監控模式

當 ATP 知道所有為了安全移動所需的軌道及列車資料時，會自動轉移到「全程 (full supervision) 監控」模式。

於「全程」監控模式，ATP 會監控所有從地面送來的資料。最重要的資料就是「可移動範圍」及「容許速度」。監控的資訊都會顯示給司機員。

5.3.11.5 被動模式

被動 (slave) 模式含 2 個次模式，「睡眠」(sleeping) 模式及「非前導」(non-leading) 模式，用於車輛在編組中不是前導車輛時。

兩種模式中感應器的資訊為「識別」及「位置」資訊，可以接收並儲存最多 25 個路線內感應器。本模式的主要目的為追蹤列車位置，以便本 ATP 無須重新開機就能切換到另一種模式。

運作中司機員會被告知車輛的模式及速度。

5.3.11.6 調車的監控

ATP 以受限制的方式 (restrictive way) 監控調車。司機員按壓 ATP 面盤上的按鈕將 ATP 設定為調車模式。當車上的 ATP 處於調車模式，ATP 會忽視主號誌機。

ATP 改為監控規定的最高容許調車速度，例：40 km/h。此值可依照運轉規章來設定。於調車模式車子可以前進後退，司機員調車完畢，要輸入新的列車資料而 ATP 則回到「全程」監控。

也可使用「邊界 (border)」感應器來防護調車列車，1 組感應器定義「調車」區域。位於調車區入口的感應器包含這些感應器的「識別清單」。當列車進入此區時，本清單會送到車上。若列車通過清單外的感應器，ATP 會啟動煞車。

5.3.11.7 系統故障模式

當發生無法回復的故障時，就會進入「系統故障」模式，車上的 ATP 會啟動煞車並有一警告送給司機員。依故障模式來啟動緊急或常用煞車。

進入系統故障模式後就需要「隔離(isolation)」模式。

5.3.11.8 隔離模式

當 ATP 無法監控時，就要使用「隔離」模式，例如：因故障而進入「系統故障」模式時。隔離模式由司機員輸入。

於「隔離」模式，ATP 解除煞車的控制，以便列車可以在無 ATP 監控下運轉列車。同時，ATP 與 MMI 都會關閉，以避免司機員誤認為 ATP 仍在監控中。

5.3.11.9 斷電模式

於「斷電(power off)」模式，車上所有的列車及軌道資料都要清除。車上 ATP 用的電源仍然接上。

5.3.11.10 模式轉換

ATP 系統支援下列的模式轉換。第一列定義轉換前的模式，第二列定義轉換後的模式。

NP：無電源模式 S-B：待命模式 SR：司機員責任模式 SH：調車模式
 UN：非防護區模式 FS：全監控模式 TR：冒進號誌模式 PT：後煞模式
 SF：系統故障模式

	NP	S-B	SR	SH	UN	FS	TR	PT	SF
NP	---	P1	---	---	---	---	---	---	---
S-B	P0	---	SR1	SH1	UN1	---	---	---	F1+V0
SR	P0	A0	OR1	SH2+V0	LT0*	BG1	BG0,MA1	---	F1+V0
SH	P0	AH0+V0, A0	---	---	---	---	BG3	---	F1+V0
UN	P0	A0	---	SH2+V0	---	LT1+BG1	LT1+BG0 LT1+BG2	---	F1+V0
FS	P0	A0	OR1	SH2+V0	LT0	---	BG0,BG4 MA0	---	F1+V0
TR	P0	---	---	---	TR1+V0 +L0	---	---	TR1+V0	F1+V0
PT	P0	---	OR1,SR2	SH2+V0	---	---	---	---	F1+V0
SF	P0	---	---	---	---	---	---	---	---

操作項目

V0	車速 = 0
V1	車速 > 0
P0	ATP 系統關閉
P1	ATP 系統啟用
A0	未設定任何駕駛端(駕駛端取消)
A1	司機員建立一駕駛端
SH0	司機員退出調車模式
SH1	司機員在行程開始期間，要求啟動調車模式
SH2	司機員在行程期間，要求啟動調車模式
SR1	司機員在行程開始期間，確認司機員責任模式
SR2	司機員在冒進號誌時，要求啟程
UN1	司機員在行程開始期間，確認非防護區間控制模式
TR1	司機員對列車冒進號誌做確認的動作
OR1	超過路權所允許前進的距離
F1	偵測到待定義的故障，對安全造成影響
BG0	由地上設備下指令使列車停止(MA/Vmain = 0)，無法越過 EOA
BG1	接收到下一軌道區間之 MA，SSP(靜態速度特性資料)與坡度資料
BG2	有 MA 資料的感應器組，但不含任何 SSP、坡度或連結的資料
BG3	沒有 MA 資料的感應器組
BG4	感應器組含有「假設列車在調車模式，則停車」的資訊，無法越過 EOA
BG5	緊急煞車連結反應或在錯誤方向通過預期的感應器組
BG6	感應器組中為錯誤的電報版本
MA0	由於 MA 暫停或以解除速度行駛通過 EOA(無感應器組，無連結感應)
MA1	在司機員責任模式下通過 EOA
L0	現在的等級 = 0
L1	現在的等級 = 1
LT0	等級轉換至 L0
LT1	等級轉換至 L1

5.3.12 進/出 ETCS/ERTMS 裝設區

列車進入或離開 ATP 裝設區，位於各區的邊界感應器會通知車上的 ATP。兩方的轉變都會通知司機員。

列車開動或變更方向時，ATP 將假設列車位於「未裝設」區。ATP 會讓列車以低速前進直到偵測到運轉方向的任一感應器，或直到司機員確認列車在未裝設區才能解除速限。列車於未裝設區偵測出行車方向的感應器，會像在 ATP 裝設區一樣自動開始監控。

5.3.13 ATP 建設區

當軌旁設備需要擴充時，感應器要在 ATP 區間啓用前裝置於軌內。這些感應器來的訊息應不會無意中干擾到通過的列車。通過 ATP 建設區(construction area)時，代替關掉車上的 ATP，這個區域可由安裝於建設區邊界的感應器來定義。偵測到邊界感應器後，車上的 ATP 就會忽視所有感應器的資訊，直到偵測到建設區另一端的邊界感應器為止。列車進入建設區時可以加上速限。

5.4 列車資料

ATP 使用永久規劃的列車資料 及 可由維修人員或司機員修改的資料。

使用轉速計測量正確的速度及距離，依動輪直徑的正確知識而定。名義上的直徑於安裝車上 ATP 時設定。以後因車輪的磨損及旋轉產生的變化由車上的 ATP 設備內的設定值補償。這些設定應由維修人員來作。

下列清單提供可由司機員於 ATP 面盤輸入資料的例子：

- 列車最高容許速度
- 煞車系統的类型
- 列車長度
- 無煞車軸的數目
- 車廂的數目(用於列車組)
- 煞車啓動延遲時間
- 常用煞車的減速率
- 該車型的容許超速
- 列車複合特性(如：過負荷程度)

對於某些車種，例：列車組，某些或全部設定值可以固定，不開放給司機員修改。

5.5 軌道資料

5.5.1 感應器

感應器沿著軌道中心線安裝，2 個感應器稱爲 1 個資訊點(information location)。需要 2 個感應器的理由爲標示資料有效的行進方向。感應器可以傳送各種 ATP 資訊：號誌機資訊、永久速限、臨時速限、不同的軌道品質等等。當資料與號誌機的顯示有關時，則要使用編碼器。電文長度可以使用 341 或 1023 位元。

ATP 軌道佈置圖內容：SSP、坡度、彎道、感應器位置、里程、號誌機位置、月台、轉轍器、號誌顯示類型

5.5.2 組態資料

組態變數(configuration variable)提供感應器的「識別碼」及「鏈結資訊」。也定義感應器提供的號誌機資訊 或「速度標」資訊 或 ATP 邊界資訊等等。組態資料允許車上的 ATP 決定感應器的資料對於目前的運轉方向是否有效。

5.5.3 感應器鏈結

每個感應器組提供至下一感應器組的距離資訊。使車上的 ATP 得以安全地找出無法偵測的感應器組(誤差 10m 以內)。

5.5.4 號誌機資料

號誌機資料依 ERTMS 規範組成。最重要的資料訊息為可移動範圍、靜態速度曲線及坡度曲線。

「可移動範圍」MA 告知車上 ATP 有效的進路長度。此可能結束於 1 個險阻號誌機或「止衝檔」。

靜態速度曲線 SSP，告知車上 ATP 有效的進路內哪一個速限有效，至少到「可移動範圍」的盡頭。對於容許速度改變的每一處，靜態速度曲線提供距離及新的速度值。

坡度曲線告知車上 ATP 有效進路內的坡度，至少到「可移動範圍」的盡頭。對於坡度改變的每一處，坡度曲線提供距離及新的坡度值。

5.5.5 輔助資料

感應器也能傳送一些保安(vital)及非保安(non-vital)的輔助資料。

5.6 不同路線上的監控

5.6.1 台鐵的號誌顯示

顯示	備註
G	平安：路線最大速度
Y	注意：60Km/h，注意下一號誌可能的停車顯示
Y/Y	中速：60Km/h，通過 OS(轉轍區間)
Yf	緩速：45Km/h，通過 OS
R/Yf	低速：35Km/h，通過 OS
R/Y	慢速：25Km/h，通過 OS
Rf	調車：25Km/h (一般調車)
R	停車：0 Km/h (險阻)

5.6.2 煞車及警告曲線

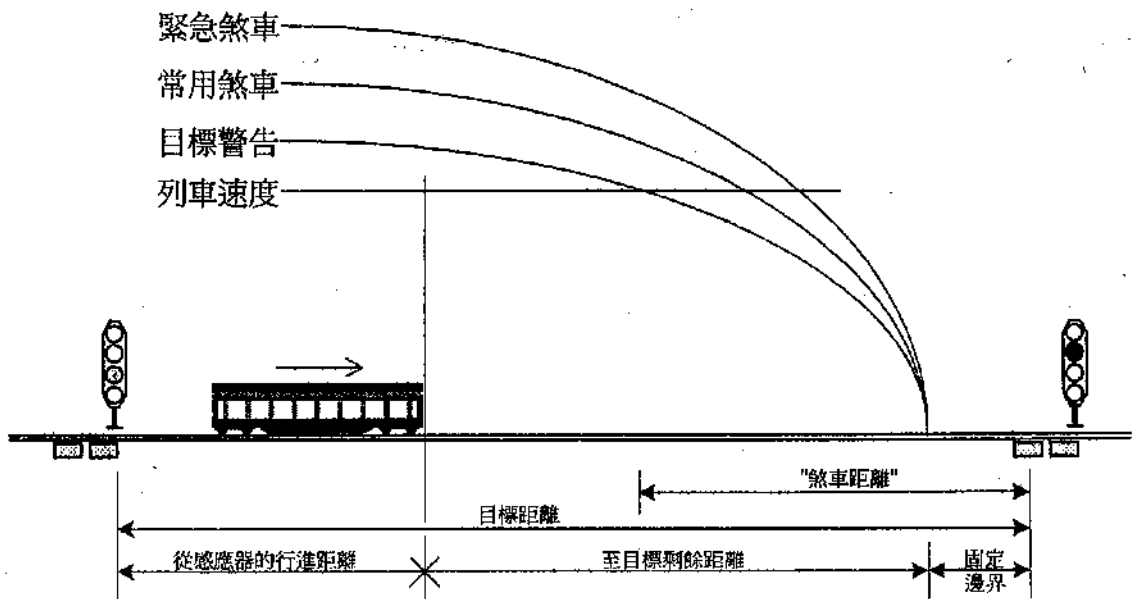


圖 5-8 煞車及警告曲線

感應器應放置於超過列車煞車距離以外的地方，上圖表示煞車與警告曲線的不同。目標點(可移動範圍或限速區)由 目前位置、車速、及目標點的參數算出。

經由計算及監視不同的煞車與警告曲線，目標點受 ATP 系統連續監控，以確保到達目標點前，車速降到目標速度。

5.6.3 閉塞號誌機 至 閉塞號誌機或進站號誌機

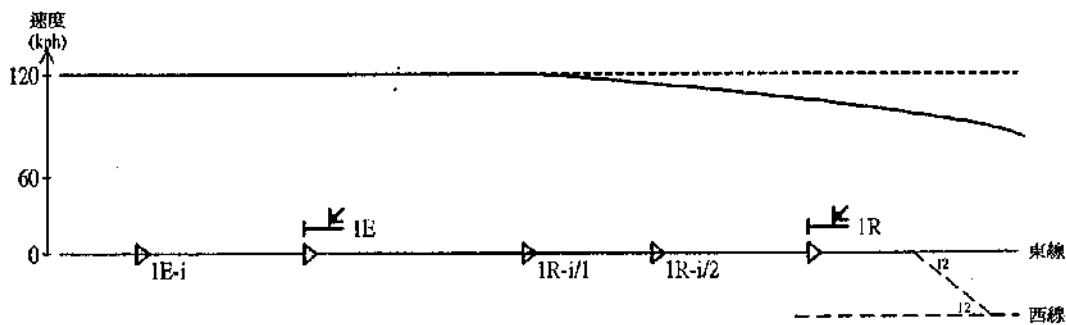


圖 5-9 煞車曲線(1)

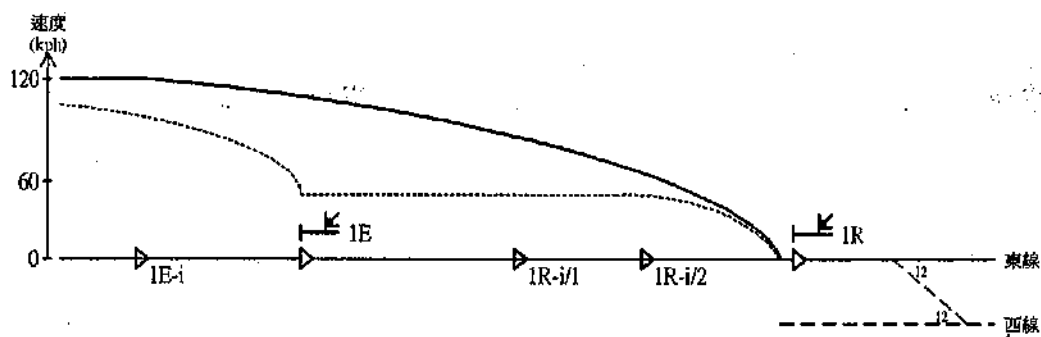


圖 5-10. 煞車曲線(2)

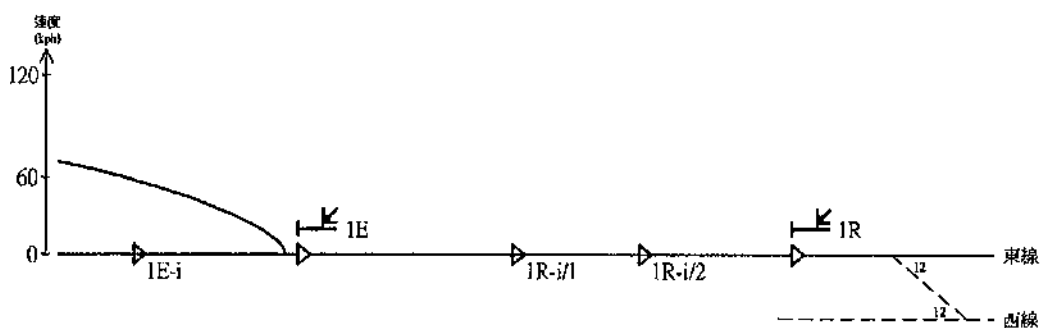


圖 5-11 煞車曲線(3)

1E 顯示	限速	下一 感應器	下一號誌機		備註	
			名稱	顯示		
G	最高速	1R-i/1	1R	Y G	若 1R 顯示 Y，ATP 依實線監控。 若 1R 顯示 G，ATP 依虛線監控。	圖 5-9 東線
Y	60Km/h 準備停車	1R-i/1	1R	R	司機依虛線駕駛。 虛線與實線間可用來增加路線容量。	圖 5-10 東線
R	-	-	-	-	停車，ATP 依實線監控。	圖 5-11 東線

進站號誌機有 2 組複示(前置)感應器，閉塞號誌機有 1 組複示感應器(1E-i)。

1E-i 及 1R-i/1 一定置於號誌機前煞車距離以外的地方，以便製造或取消煞車曲線，列車通過主號誌後，若下一號誌變為平安號誌，ATP 將照圖 5-12 的實線監控，1R-i/2 可用來增加路線容量。

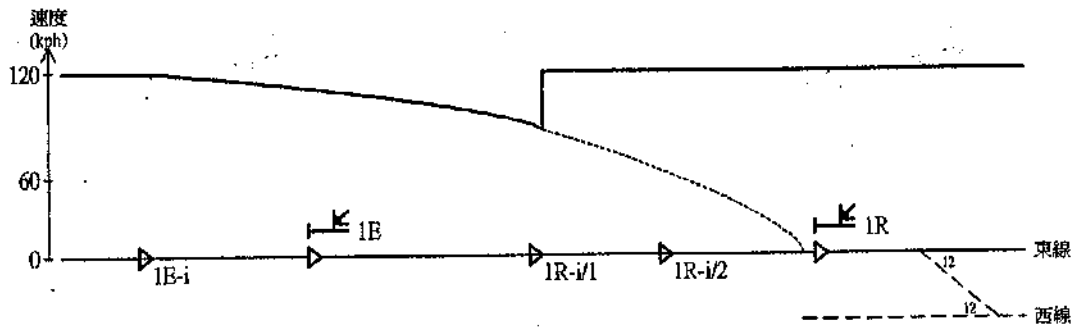


圖 5-12 煞車曲線(4)

5.6.4 閉塞號誌機 至 進站號誌機

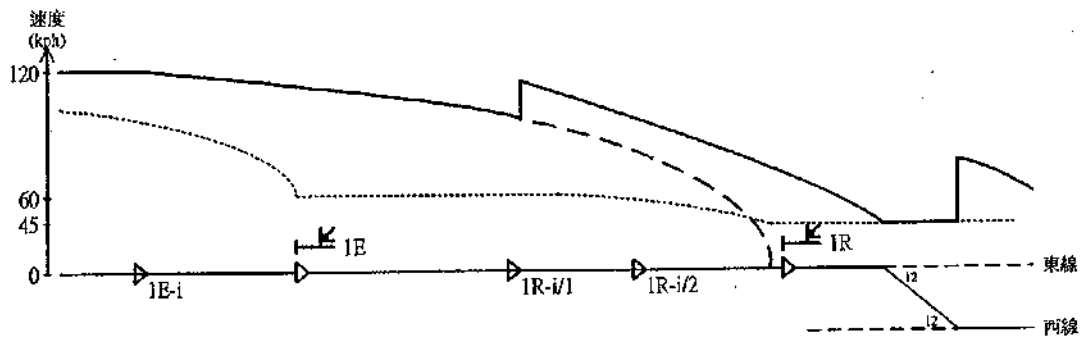


圖 5-13 煞車曲線(5)

1E 顯示	限速	下一 感應器	下一號誌機		備註
			名稱	顯示	
Y	60km/h 準備停車	1R-i/1	1R	Yf	司機照虛線行駛，ATP 照實線監控。 虛線與實線間可用來增加路線容量。 列車通過(OS+列車長度)後可加速。
R	—	—	—	—	停車，ATP 依虛線停車

1E-i 建立而 1E 更新到達 1R 號誌機的煞車曲線。列車通過 1R-i/1 原有曲線被取消，並建立新的目標點。

5.6.5 進站號誌機 至 出發號誌機

6.6.5.1 側線出發號誌機 顯示險阻

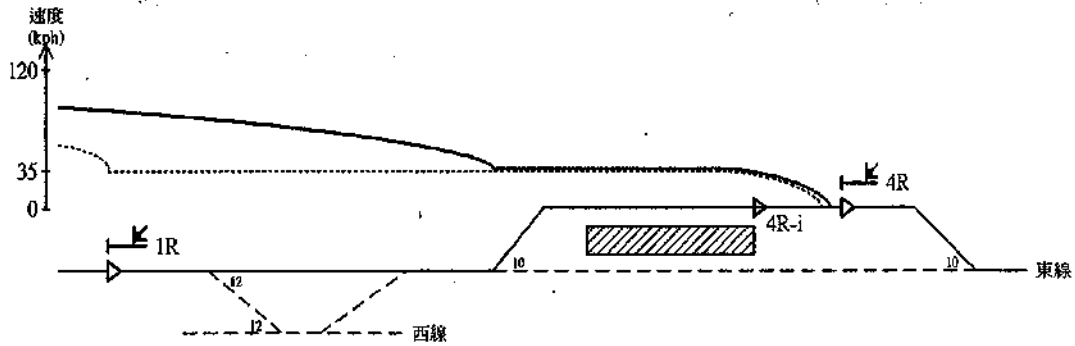


圖 5-14 煞車曲線(6)

1R 顯示	限速	下一 感應器	下一號誌機		備註
			名稱	顯示	
R/Yf	35Km/h 準備停車	4R-i	4R	R	司機照虛線行駛，ATP 照實線監控。 虛線與實線間可用來增加路線容量。
R	—	—	—	—	停車，ATP 依實線監控。

感應器 1R 附 複示感應器(1R-i/1 及 1R-i/2) 傳送最高速度 及 至 OS 轉轍器的距離，列車通過(OS+列車長度)後可以加速，本例為停車。若 4R 有月台，則要加裝 4R-i，避免旅客無月台可下車。

5.6.5.2 側線出發號誌機顯示平安

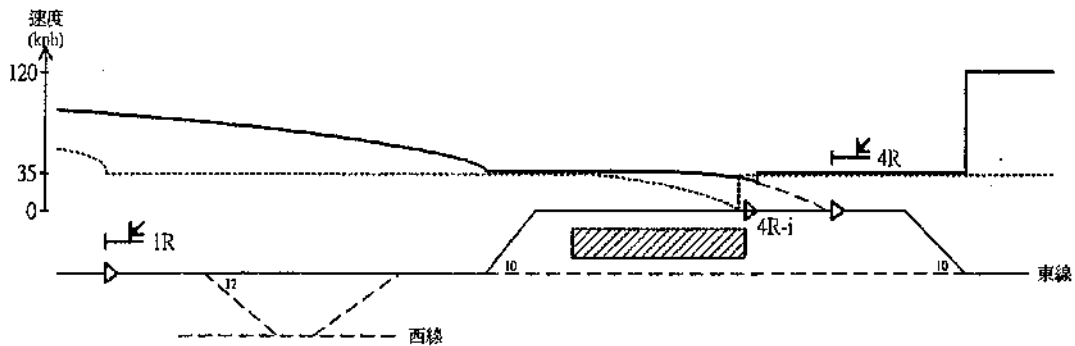


圖 5-15 煞車曲線(7)

1R 顯示	限速	下一 感應器	下一號誌機		備註
			名稱	顯示	
R/Yf	35Km/h 準備停車	4R-i	4R	G	司機照虛線行駛，ATP 照實線監控。 列車通過 4R-i 得到新資訊，取消煞車 曲線，司機可加速到 35 Km/h。列車通過 (OS+列車長度)後，可加速到最高速度。 虛線與實線間可用來增加路線容量。

當列車進路往側線(應停車)時，感應器群 1R(進站號誌) 顯示下一號誌機(4R) 為險阻 (即使 4R 進路已經設置)。

5.6.5.3 主線上的出發號誌機

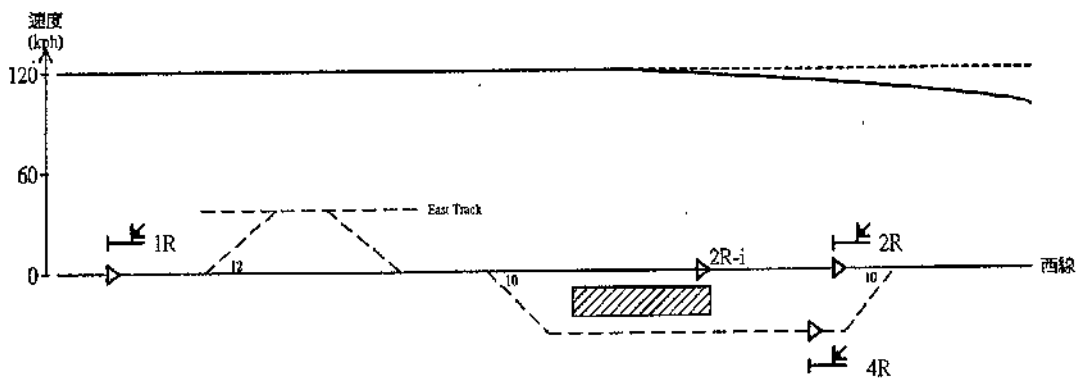


圖 5-16 煞車曲線(8)

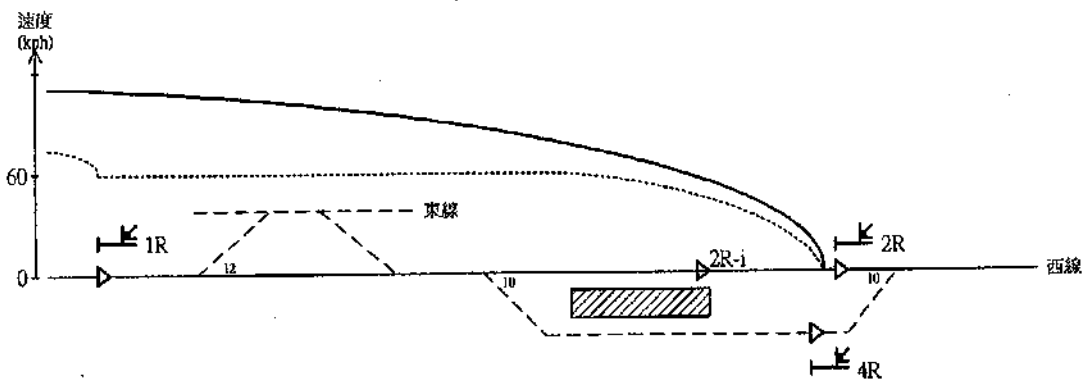


圖 5-17 煞車曲線(9)

1R 顯示	限速	下一 感應器	下一號誌機		備註	
			名稱	顯示		
G	最高速度	2R-i	2R	Y 或 G	若 2R 顯示 Y，ATP 照實線監控。 若 2R 顯示 G，列車通過 2R-i/1，ATP 照 虛線監控。	圖 5-16 西線
Y	60Km/h 準備停車	2R-i	2R	R	列車照虛線行駛，ATP 照實線監控。 虛線與實線間可用來增加路線容量。	圖 5-17 西線
R	—	—	—	—	停車，ATP 監控列車停於 1R。	西線

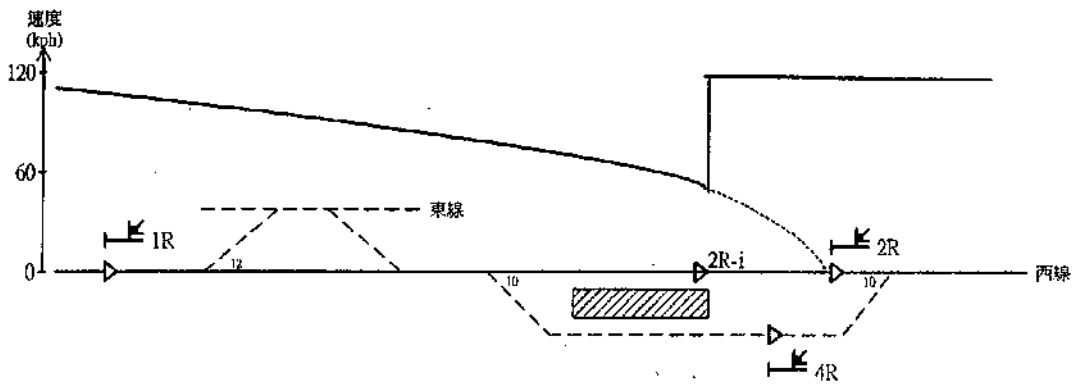


圖 5-18 煞車曲線(10)

本例中 2R-i 置於 2R 的下一同向號誌機的煞車啟動點距離處，2R-i 用來增加路線容量，若 2R 的顯示變更為平安，圖 5-18 的監控曲線也會變更。

側線不需要複示感應器，因為月台至號誌機 4R 的距離很近，且經過 OS 區間的速限和解除速度(險阻號誌的最大接近速度)相差不大。

6.6.6 邊界 至 無 ATP 監控的區域

6.6.6.1 調車

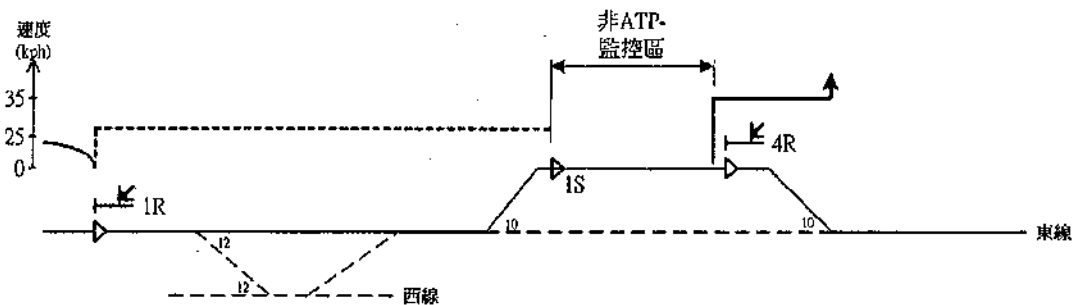


圖 5-19 煞車曲線(11)

1R 顯示	限速	下一 感應器	下一號誌機		備註	
			名稱	顯示		
Rf	調車	IS	-	-	若 1R 顯示 Rf，ATP 照虛線監控。 ATP 電腦無距離資訊、下一資訊點等， 列車通過 IS，ATP 進入「無監控模式」。	圖 5-19 東線
R	-	-	-	-	停車，ATP 照實線監控。	圖 5-19 西線

列車通過 4R，ATP 由「無監控」轉為「全程監控」。

5.6.6.2 主號誌機

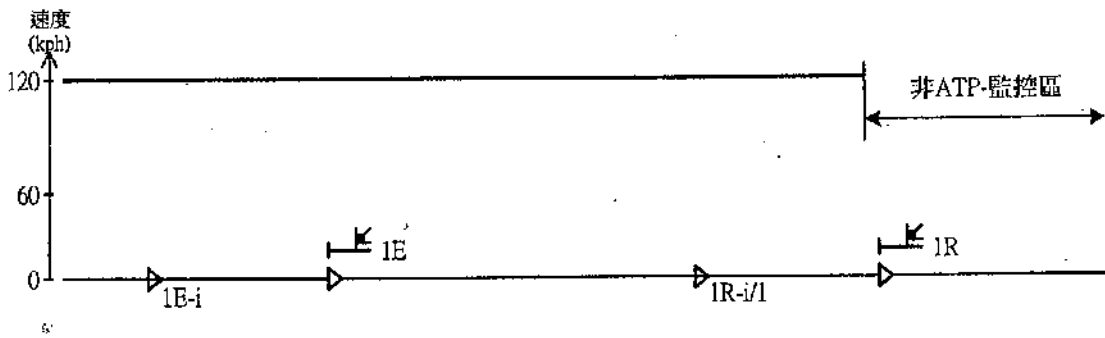


圖 5-20 煞車曲線(12)

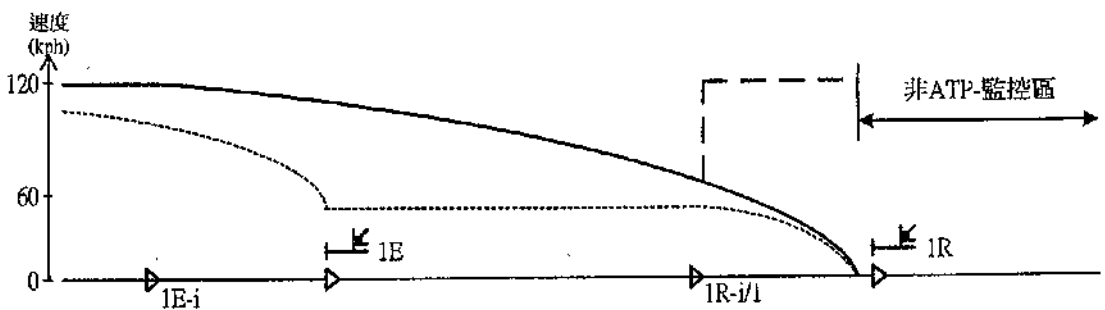


圖 5-21 煞車曲線(13)

1E 顯示	限速	下一 感應器	下一號誌機		備註
			名稱	顯示	
G	最高速度	1R-I/1	1R	Y 或 G	列車通過 1R，ATP 變為「無監控」模式。 圖 5-20
Y	60Km/h 準備停車	1R-I/1	1R	R	列車照虛線行駛，ATP 照實線監控。 虛線與實線間可用來增加路線容量。 1R-I/1 為增加路線容量用的複示感應器。 圖 5-13
R	—	—	—	—	停車，ATP 監控列車停於 1E。 —

5.7 事件記錄

事件記錄器可以接到車上的 ATP。幾乎車上 ATP 處理的任何型式資料都能記錄。資料可自由選擇，記錄的典型資料如下：

- 列車速度、加速度 及 減速度。
- ATP 對司機員的 表示及告警。
- 常用煞車 及 緊急煞車。
- 司機員的操作。
- 感應器來的資料。
- 設備錯誤碼 及 故障
- 貯存的列車資料。

所有選定的資料會與事件發生時間一起記錄。

記錄器與司機員面盤結合，將「讀出用電腦」接上，儲存的資料即可簡單而快速地下載並轉移到記錄資料處理單元。

5.8 工具

5.8.1 車上用

ATC Spy (偵查員)為 Ebicab 的維修程式。ATC Spy 用於 ATP 診斷及讓使用者監控 ATP 軟體。ATC Spy 可在手提電腦執行，並直接接到 Ebicab。被監控的資料可即時顯示，或儲存及列印作為進一步的分析。

5.8.2 地上用

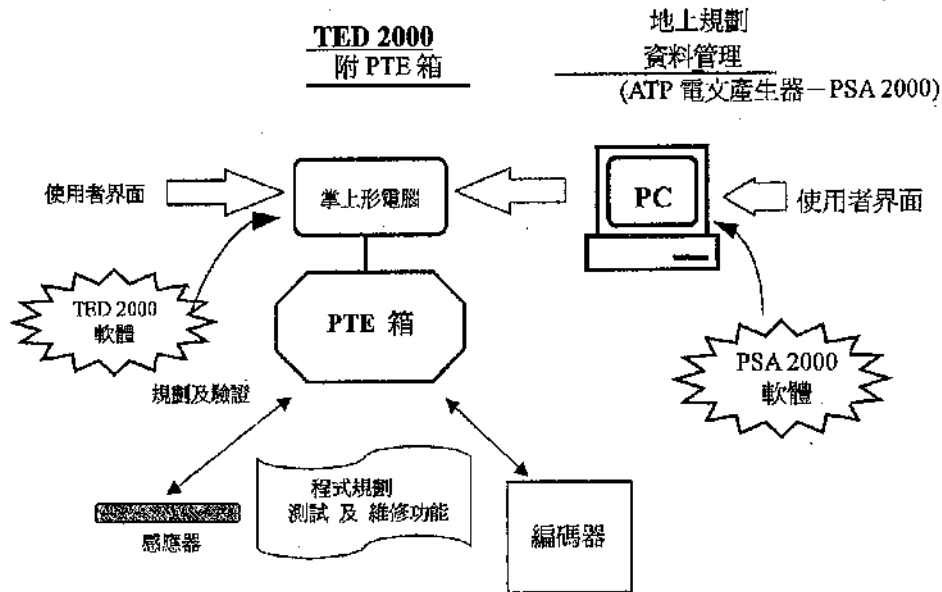


圖 5-22 ATP 地上用工具架構

5.8.2.1 地上設備規劃用資料管理工具(PSA 2000)

本軟體工具採用 Windows NT 作業系統。標準桌上型電腦及印表機可作為硬體平台。

輸出的資料存檔為電文，以便 TED 2000(PTE)可以用來規劃感應器及編碼器。

輸入基本上為感應器組，對每一感應器組輸入可變資料，這些資料為路線資料以公制為單位。使用列印功能檢查備妥的電文，列印資料的格式便於人工檢查及修正。

5.8.2.2 附 PTE 箱的 TED 2000

所有由地上設備規劃資料管理工具產生的感應器電文檔，使用 TED 2000 軟體工具存入 PTE 箱以便進一步使用。

附 PTE 箱的 TED 2000 有 3 個主要的功能：

- 規劃 感應器 及 編碼器。
- 驗證已規劃的 感應器及編碼器。(讀回已規劃的電文)
- 測試及維修功能。

(例：模擬列車的通過、展示從感應器及編碼器收到的電文)

PTE 由 PTE 箱、掌上型電腦、軟體及電纜套件組成。

掌上型電腦上的軟體執行 PTE 大部份的邏輯。

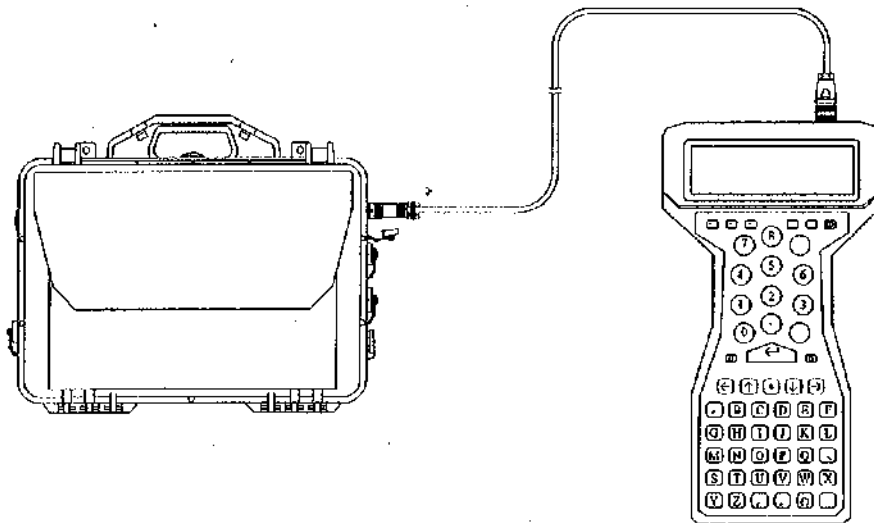


圖 5-23 PTE (註：掌上型電腦比畫面上小很多)

工具為可攜式、使用電池工作，便於現場使用。

本設計有保安(fall-safe)功能，允許用於設備啓用前，檢查感應器 或 編碼器的功能。

5.8.3 其他工具

記錄資料處理單元 另外說明。

5.9 系統安全

5.9.1 基本原理

ATP 是一個「故障仍安全」的系統。亦即故障不會造成 ATP 讓列車以超過未故障時的速度運轉之後果。本系統遵照 CENELEC 安全完整性 4 級。

5.9.2 編碼器安全

編碼器的安全等級為，它可以處理到 3 個故障而不會發生任何危險的情況。一旦發生故障傳送就失效，且無任何電文送到感應器。當感應器未從編碼器收到任何電文，就會傳送它內部儲存的預設電文。

5.9.3 感應器安全

感應器以載波頻率調制從編碼器來的二進位位元，使它能被傳送，再經由車上的天線單元及接收機偵測。預設的電文受到和編碼器來的電文同級的保護。

5.9.4 感應器電文

感應器電文採用 EuroBalise 規範。根據循環(cyclic) BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) 原理編碼。Ebicab 2000 車上設備可以處理其他的電文格式，例：Ebicab 900 使用的格式。

5.9.5 感應器偵測

車上設備偵測感應器的能力不斷地被天線單元內的「感應器模擬器」檢查。若感應器模擬器未被偵出，列車就會被煞車。

資訊點間的距離也被監視。若感應器在規定的範圍內遺失，列車就會被煞車且會通知司機員。

5.6.6 電文接收

編碼器經過感應器及車上的天線單元，經由串列鏈路一位元一位元地傳送一組完整的安全電文到車上。若發生「位元錯誤」，會被車上的解碼功能偵出。解碼功能也能偵出所有走樣的電文。

5.9.7 ATP 車上平臺

針對系統故障的完整性，採用品質管理及安全管理程序來保證。針對偶發故障的完整性，由量化的安全分析及隨後的安全設計來保證。

所有重要的安全軟體都發展成多路軟體(diversified software)，亦即 2 種不同且不相干的程式(A 及 B 程式，由 2 組不同的程式設計人員發展)執行相同的工作。經由比較 A 及 B 程式的結果，就能偵出資料、編碼、運算中簡單及複雜的錯誤。經由 A 及 B 程式的差異並檢查其重複性，錯誤也能暴露在離線設備內，例：編譯器及發展工具。

5.9.8 虛擬的雙重化硬體

A 及 B 程式使用相同的硬體，亦即相同的處理器、記憶體等等，但是因為 2 組程式使用硬體的方式不同(兩個邏輯通路)而且時間錯開，理論上如同在不同的硬體上執行程式。

虛擬的雙重化硬體系統，亦即在同一電腦執行 2 種不同的程式，使用不同的邏輯通路，可以暴露出硬體內系統化的製造缺陷。

5.9.9 列車的煞車

儘管不是 ATP 系統，列車的煞車系統也被監控。常用煞車及緊急煞車在列車啟動時被測試是不是正常，例：測量主煞車管路內的壓力。行駛中煞車壓力也不斷地被監控。

5.9.10 列車資料

司機員輸入列車資料時，每一數值都反映到面盤，在被 ATP 採用前，司機員要確認其為正確。

6. ATP 感應器傳輸系統

6.1 縮寫

ATP	Automatic Train Protection	列車自動防護
BTM	Balise Transmission Module	感應器傳輸模組
CAU	Compact Antenna Unit	小型天線單元
CBF	Compact size Balise Fixed	固定型感應器單元
FSK	Frequency Shift Keying	頻移鍵控
MVB	Multifunction Vehicle Bus	多功能車用匯流排

6.2 ATP 感應器傳輸系統

6.2.1 系統架構

感應器傳輸系統用來在地上設備與車上設備間，將資料安全地傳送。

本系統為「點狀」的傳輸系統，以一種安全的方式將資料從地上送到車速高達 500Km/h 的車上。

車上副系統

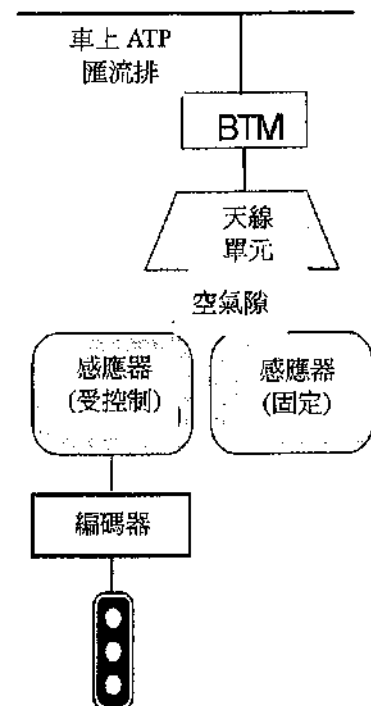
車上副系統由感應器傳輸模組(BTM)及天線單元組成。其功能與車上的 ATP 匯流排及感應器的空氣隙相匹配。

車上副系統含車上維修設備、程式規劃工具、故障查修等。

地上副系統

地上副系統包含感應器及編碼器，其功能配合天線單元的空氣隙及號誌系統。

地上副系統含地上設備維修裝置、程式規劃工具、故障查修等。



6.2.2 「上傳」傳輸

感應器傳輸系統的上傳功能，以一種安全的方式將資料從地上的編碼器送到車上的 ATP 系統。固定資料含軌道的特性，如路線狀態。可變資料和進路及列車的移動有關。

資料電文(Telegram)的長度為 341 位元。

ATP-LEU 資料結構

電文的「漢明距離」(Hamming distance)為 17 位元。

固定資料儲存於固定式感應器內，可變式感應器的固定資料及可變資料儲存於編碼器內，當可變式感應器收不到編碼器來的資料，則會傳送「預設電文」。

傳送特性

LEU 的 BDB 板傳送 564KHz $\pm 15V$ 及 8.8KHz $\pm 17V$ 至 CBC 感應器。

車上副系統以頻率 27.095MHz 遙傳電力對感應器供電，此訊號為連續波。

感應器使用 FSK 信號以位元率 564.48K 位元/秒送出電文，FSK 的兩種頻率各為 3.951MHz(0)及 4.516MHz(1)。

同步

車上副系統與收到的電文同步，和電文的來源無關。

編碼器來的電文直接經由感應器上傳到車上副系統。

列車高速通過感應器前，可變感應器從編碼器得到偏壓電源，以便和編碼器的輸出同步。

配送的資訊

「資訊點」可配送資料到數個感應器組。資料配送方式包含於電文內，車上 ATP 不需要另作處理。

電文的規劃

感應器電文由「預設電文」及 控制參數，經由外接插頭及規劃工具來規劃。

編碼器電文由「電文組」及 控制參數，經由外接插頭及規劃工具來規劃。

6.2.3 列車位置的 參考點

車上副系統確定天線單元正位於感應器參考點上方的瞬間。此參考點(地標)資料和收到的感應器電文資料同時提供給車上 ATP。

6.2.4 車上設備的機能狀況

爲了安全上的理由，車上的副系統重複地驗證其能否偵測並讀取感應器。本檢查於車上副系統工作中且列車於行駛模式(行駛或靜止)都要執行。

車上副系統報告故障的方式爲，於一級維修時要能決定 BTM 或天線單元是否要更換。

6.2.5 地上設備的機能狀況

當感應器出現錯誤時，要能決定感應器或編碼器哪一個最可能故障。

6.3 相容性

感應器傳輸系統與原有的 ATP 系統(ATW/ATS)相容，彼此互不干擾。若車上送出的波形爲連續波(CW) 27MHz，ATW/ATS 不會有反應。

6.4 組件

6.4.1 感應器傳輸模組(BTM)

感應器傳輸模組 與 車上 ATP 匯流排及天線單元界接。

BTM 含下列功能：

- 接收並辨認 FSK 訊號。
- 解調 FSK 訊號。
- 檢查並同步感應器電文。
- 局部測量與分析。
- 收到的資料及局部測量加註時間。
- 將感應器電文及資料送到車上 ATP。
- 供應 RF 功率到天線單元
- 測試 BTM 及天線單元的功能。

BTM 於一級維護的故障查修時，提供機器狀態。並將狀態報告給車上 ATP 匯流排。

6.4.2 天線單元

天線單元含下列功能：

- 送出遙傳電力訊號供電給感應器。
- 從感應器接收 3.9-4.5MHz 訊號。
- 監視車上系統的傳送能力。
- 產生車上系統的偵測與接收能力之監控訊號。

台鐵使用的天線單元爲：小型天線單元(CAU)。

6.4.3 感應器

感應器傳送編碼器來的電文或內部記憶資料給通過的列車。

圖 6-1 CBC 方塊圖

感應器含下列功能：

- 抽出從天線單元來的遙傳電力。
- 抽出從編碼器來的偏壓電源。
- 接收編碼器來的電文
- FSK 訊號的調變(電文傳送)
- 儲存預設電文。
- 切換至預設電文。

台鐵使用的感應器為小型感應器(CBC 及 CBF)。

6.4.4 編碼器

編碼器界接號誌設備及感應器。

編碼器功能包含：

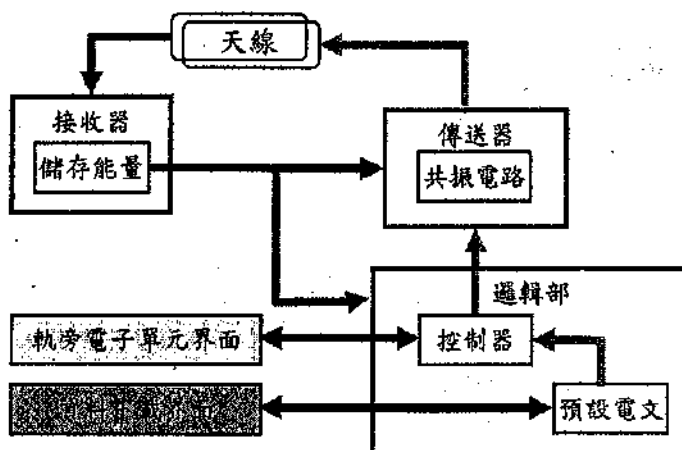
- 儲存電文。
- 從號誌設備接收號誌狀態。
- 選擇電文。
- 電文送到感應器。
- 對感應器輸入邏輯電路偏壓。

對於某種故障狀況，編碼器經由感應器送出故障電文或故障訊號。

6.4.5 地上設備的維修設備

對於安裝、測試及維護，地上設備有下列工具：

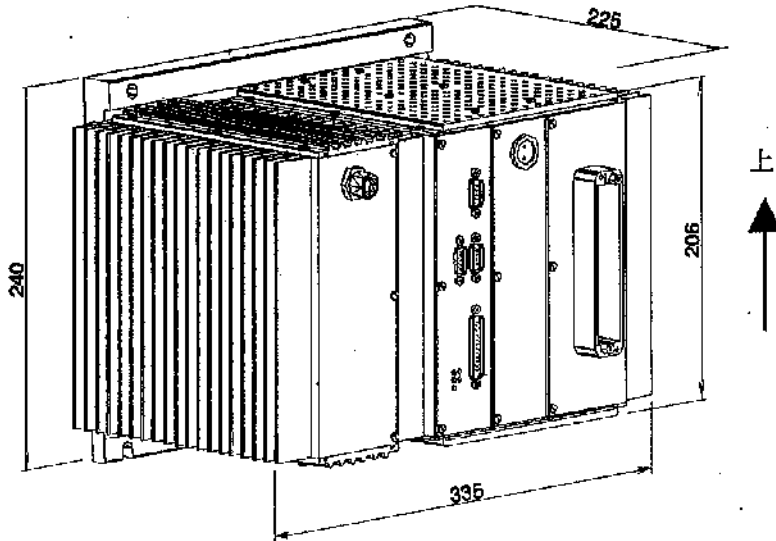
- 電文產生工具。
- 感應器及編碼器規劃工具。
- 感應器及編碼器功能測試設備。



6.5. 功能規範

6.5.1 感應器傳輸模組(BTM)

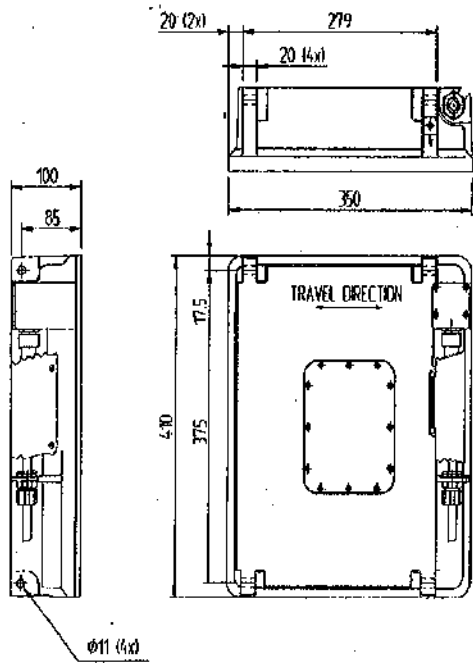
BTM 使用車上電池電源 24V 至 110V DC $-30\%...+25\%$ ($-40\%...+40\%$, 100ms), 不需要強制冷卻, 重 12kg。



BTM 包含下列介面：

- 串列匯流排(MVB), 與車上 ATP 通訊。
- 全雙工多點投落串列介面, 用於連接單元到車上別家產品。
- 連接到天線單元的電纜。
- RS-232 界接到外部的測試用資料記錄器。

6.5.2 小型天線單元(CAU)



CAU 由 BTM 供電。

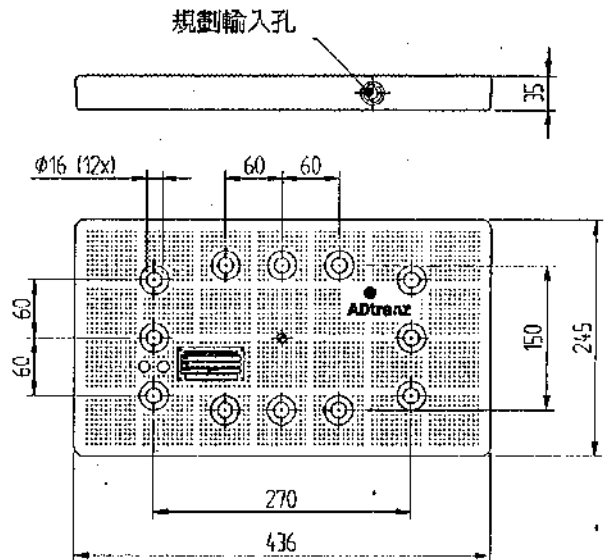
CAU 包含下列介面：

- 與 BTM 連接的插頭。
- 4 個 $\phi 11\text{mm}$ 安裝孔。

6.5.3 小型感應器(CBC 及 CBF)

小型感應器重 4 公斤。由玻璃纖維板組成，內部有環狀天線，電路板外圍有軟膠保護，可以防水防震。感應器有 2 個插頭用來連接編碼器電纜及感應器規劃與測試設備。

感應器由車上的天線單元遙傳供電，也由編碼器提供偏壓以便接收編碼器來的電文，電文傳送速度為 564Kbit/s。

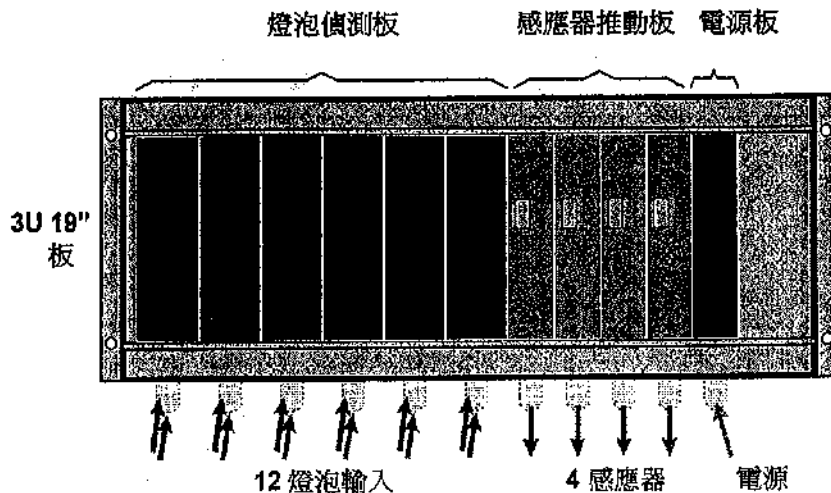


6.5.4 編碼器

編碼器尺寸為 400 mm (d) × 485 mm (w) × 180 mm (h)，重 5.2~6.7kg，依卡片多寡而定。

編碼器有 3 種電路板：

- 燈泡偵測板(2 路) × 6 = 12 組。
- 感應器推動板(1 路) × 4 = 4 組。
- 電源單元，電源單元內有組態記憶，以維護編碼器的完整性。



各電路板都有識別裝置，防止電路板插錯。

編碼器使用 15~40V DC 電源，耗電量如下(滿載 34W)：

燈泡偵測板	0.5W/路	1W/板	6W/6 板
感應器推動板	3.5W/路	3.5W/板	14W/4 板

燈泡偵測板有 2 種：

- 低電壓板 用於 6~36V AC/DC (Fuse 6A)
- 高電壓板 用於 90~250V AC/DC (Fuse 0.75A)

燈泡偵測板用來測量燈泡的耗電，負載通常為 10W (<1W 為 off、>5W 為 on)。

註：台鐵號誌燈泡為 10V、18W。

感應器推動板以 564Kbit/s 的速度送出電文，並提供感應器偏壓電源。至感應器的最大距離為 3Km(依使用的電纜而定)。

有一個插頭用於規劃編碼器，另一個插頭作為錯誤表示器的輸出。

7. 車上設備

7.1 平台概念

平台

平台為一種有效的 ATP 應用工程之硬體及軟體架構，提供數個標準化的 I/O 單元 及一個軟體平台便於與安全有關應用的軟體之設計，提供各保安單元間的通訊，並執行系統良否的連續監控。

於平台上建立 ATP 系統的主要優點如下：

- 較短的應用工程時間。
- 提早並易於安裝。
- 容易更新及擴充。
- 與 Adtranz 車上產品可以配合

較短的應用工程時間

ATP 平台提供基本硬體單元及基本功能，來正確地組成 ATP 基礎，使應用工程師集中精神於系統的客戶特定部份。

本平台提供依照分路式系統編碼、反轉資料等設計保安功能的架構。本架構也確保保安作業於執行中被監控。這些應用支援及系統良否的監控，基本上由本平台執行，使應用工程師從大量作業中解脫出來。

提早並易於安裝

本平台為分散式架構，硬體單元由串列資料匯流排互聯。可以直接安裝於車上，亦即設備架並非必須。I/O 單元可以接到車上電池並安裝於其所連接的外部設備附近，以避開複雜的設計及電纜配置。

因為硬體單元為標準模組，所以安裝工作可以在硬體架構確定後就可以開始。

容易更新及擴充

匯流排通訊的分散式架構可以增加功能及新的 I/O 單元，而不致影響原有系統的基本架構。

應用與平台軟體間的界面和作業系統及目標硬體無關，因此應用程式特定軟體與硬體無關。

與 Adtranz 車上產品可以配合

本平台密切配合 Adtranz 車上設備生產者來發展。車上通訊及控制系統程式(TCC)為 Adtranz 內部的連結發展程式。TCC 程式含下列發展：

Mitrac : 列車通訊及控制系統用硬體平台，含數個不相關的模組，與串列資料匯流排相連。

CSS : 列車通訊及控制系統用軟體平台。

CAPE/C : 控制系統用電腦輔助專案工程，為列車通訊及控制系統規劃、設計、組態、測試及啓用的數個軟體工具。

平台硬體以 Mitrac 電腦及 2 個 Mitrac I/O 單元為基礎。串列資料匯流排為多功能車上匯流排(MVB)，Mitrac 用於車內通訊。ATP 平台軟體建立在 CSS 作業系統，因此工程作業可以使用部份的 CAPE/C 工具。

平台發展上的密切配合，備妥了 Adtranz 車上設備生產者與 Adtranz 號誌部門間密切合作的基礎。

7.2 分散式架構

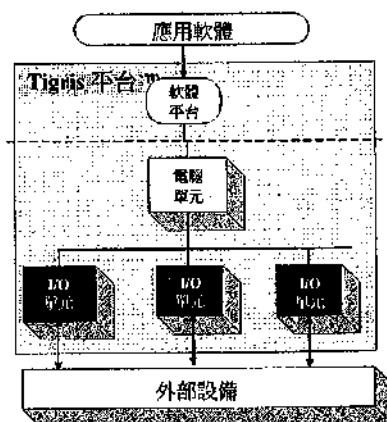
本平台為分散式架構，單元間的所有通訊都經由串列資料匯流排。

I/O 單元提供與外部設備(亦即：地面及車上設備)的界接，而軟體平台提供虛擬 I/O 管理(亦即：應用軟體可獨立地存取硬體內的 I/O 資訊)的機制。

MVB

用於平台內的串列資料匯流排為多功能車用匯流排 MVB，其為 IEC 列車通訊用標準。MVB 使用「主-從」式協定，其中一個單元(主機)控制匯流排上的傳輸。MVB 工作於 1.5Mbits/s 並支援週期性資料，採用分散式處理資料。

ATP 平台加上一個安全層於 MVB-協定上。



ATP 平台硬體含：

兩種電腦單元型式：

- 列車控制單元-VCU
- 通訊控制器-CMC

下列 I/O 單元：

- 測速單元-SDU
- 保安數位 I/O 信號-VDX
- 非保安數位 I/O 信號-DX

至平台的傳送設備：

- 感應器傳送模組-BTM
- 小型天線單元-CAU

司機員人機界面：

- 司機員的 ATP 面盤

7.3 基本系統服務

7.3.1 基本服務

系統啓動

送電時 ATP 平台執行每一硬體單元必要的起始，不需要應用程式的介入。所有週邊電路都進入預設的起始狀態。

接著執行記憶體及 CPU 測試。

之後執行平台保安單元間的啓動同步。啓動同步確保平台內的所有保安單元參照同一時間，因此這些單元間不需要執行同步化。

啓動程序也包含完整性檢查，亦即：驗證屬於系統的所有保安單元都是規定的型式及版本。

系統監控

作業中本平台連續執行系統良否的監控，並作安全內部通訊的管理。也監視安全作業的執行。

本平台系統管理員連續檢查平台內所有保安單元的狀態，並提供一種安全偵測及處理遺失或失控保安單元連接的方式。

又，電腦單元硬體的測試也在作業中連續地執行。

I/O 通訊管理

本平台處理系統內所有硬體埠口間的保安通訊有關的功能，於邏輯位階啓用應用軟體存取所有埠口。

平台 I/O 通訊管理偵測資料在傳輸途中是否受損，並驗證資訊是由正確的來源送來，且由正確的接收者收到。

本平台提供一個全系統用的「保安參照時間」，並於所有平台模組上連續更新此參照時間。

基本錯誤處理

當平台確認平台單元有錯誤狀態時，依錯誤的型式採取不同的動作。大部份情形下都採取下列 3 種動作之一：

- 登錄

所有錯誤訊息都就地登錄。若本地電腦為副機單元，本訊息也送到主機單元登錄。

- 登錄，RTW 及重置

發生嚴重的錯誤(例：主機單元上的錯誤)時，事先定義的保安輸出設於「off」狀態，且整個平台進入一種安全(非主動)狀態。

7.3.2 錯誤登錄

本登錄用於登錄錯誤訊息，也用於應用處理來儲存其他訊息。所有單元都有邏輯登錄。若從副機單元發出一個錯誤訊息，此錯誤則就地登錄，但是其中部份經由 MVB 送到主機的記錄器。主機單元上的記錄就有整個平台的錯誤訊息。

7.3.3 監視器服務

監視器服務提供用戶經由串列線(RS-232)界接到電腦單元。指令經由終端機鍵入。監視器經由配對到可用的指令集來解釋並執行鍵入的指令。

監視器允許應用程式於執行期間增刪指令。

監視器通常提供唯讀功能。指令可能會影響系統，例：記憶體處理受到密碼保護。

下表顯示某些標準的監視器功能：

- 顯示/清除 登錄的資料。
- 啓動/關閉 應用處理。
- 展示設備組態。
- 記憶體處理。
- 展示操作系統版本。
- 重置系統。
- 顯示/變更 設備時間。
- 恢復/擱置 作業。
- 讀/寫 保安設備位址(SDA)。
- 展示系統資訊。

7.4 平台硬體

所有硬體單元都內含於本身的外殼內，無需機架來安裝，可以安裝於界面的設備附近，本單元不需要強制散熱。

7.4.1 電腦單元

ATP 平台提供 2 種電腦單元型式，COMC 及 VCU，差別在於尺寸及安裝的記憶體型式。VCU 的記憶體較大且可以接到乙太網路板。



VCU



COMC

7.4.1.1 VCU 單元

列車控制單元提供整個系統的處理及記憶體容量。用來執行應用程式及類似 MVB 匯流排管理功能。

VCU 含處理器板、電源板及周邊板界面(PBI)，可安裝一塊擴充電路板以便未來的擴充(或開發用乙太網路板)。

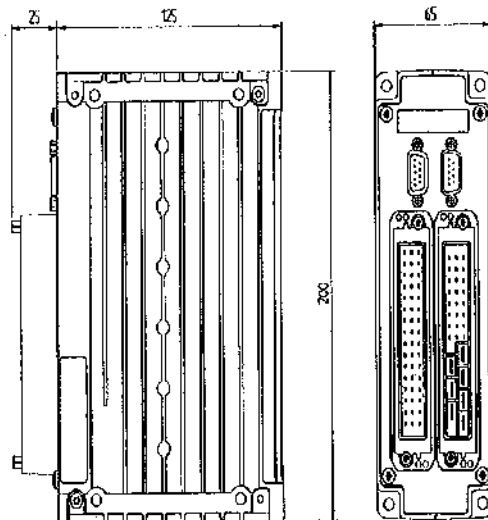
VCU 有電池備援的靜態 RAM，當外部電源中斷時，可以保留資料及錯誤訊息。VCU 也包含一個即時的日曆。

7.4.1.2 COMC 單元

通訊控制器(COMC)提供系統的處理及記憶體容量。它經由 4 個串列界面提供界接到有 MVB 界面的設備。也可以執行較小的列車應用程式及單元上的 MVB 匯流排管理功能。

7.4.2 I/O 單元

除了 BTM 外，所有 ATP I/O 模組的外殼都是相同的標準 I/O 外殼。



7.4.2.1 數位 I/O 單元(DX)

DX 單元用於界接車上的各種數位輸入或輸出信號(例：從按鈕、開關、控制接點 及燈泡來的信號)。

有 10 個輸入及 6 個輸出通道。輸入信號電壓範圍很廣，事實上輸入對干擾是不敏感的。輸出通道不需要中繼繼電器，可以直接接到車上任何設備。

DX 有 2 種模組：DXH 用於大的信號及電源供應電壓(24-120V)，DXL 用於低的信號及電源供應電壓(24-36V)及高輸出電流。

DX 為非保安模組，不得用於保安資訊。

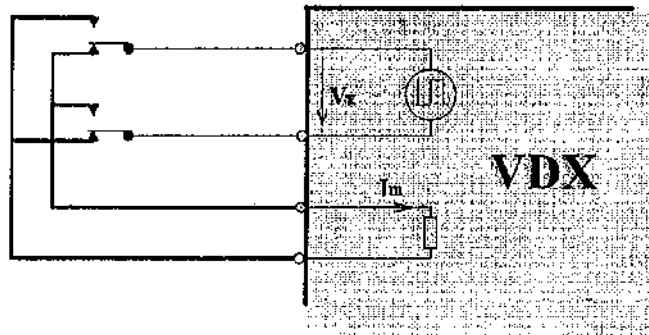
7.4.2.2 保安數位 I/O 單元(VDX)

VDX 單元用來界接車上的保安數位輸入及輸出信號(例：緊急煞車控制 及 自動門控制)。一塊 VDX 提供下列輸入及輸出：

- 3 個保安輸入。
- 1 個保安輸出。
- 1 個由保安輸出供電的高可靠度輸出(注意：此限定於 當保安輸出動作時，此輸出才能動作)。
- 1 個由外部供電的高可靠度輸出。

保安輸入應經由受控制的動態信號來偵測輸入的所有狀態。

VDX 對於此需求的解決辦法如下圖。訊源 AC 電壓(V_g)及量到的 AC 電流(I_m)的相移表示 2 種可能的狀態。



保安輸出於錯誤發生時應能進入一個安全的狀態。VDX 的安全狀態定義為「off」。亦即任何內部錯誤都會使保安輸出中斷。

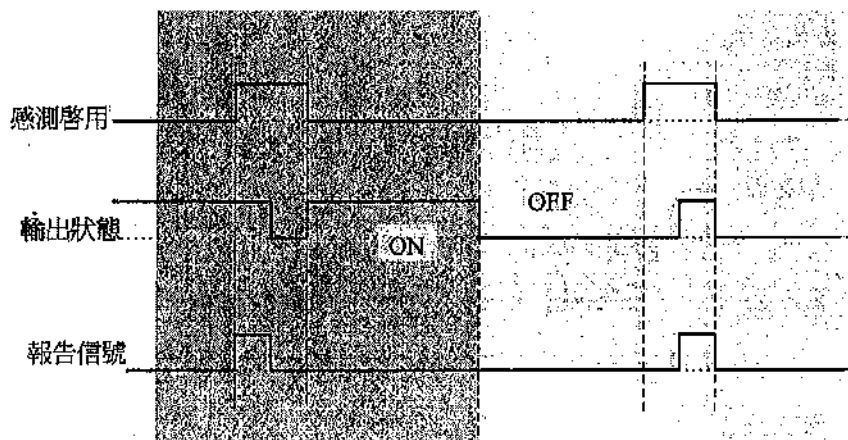
高可靠度輸出永不報告一個輸出「真」值的相反。若輸出狀態的感測是可疑的，VDX 送出「不可讀」的訊息。錯誤發生時，輸出停留於最後狀態，除非於「on」狀態時電源中斷。

運作時輸出被測試以保證：

- 保安輸出可以進入安全狀態(=off)。
- 高可靠度輸出可以轉換狀態。

當輸出值狀態為「on」，本測試包含短時間切斷輸出，當輸出為「off」，本測試包含短時間接通輸出(「接通」測試只用於高可靠度輸出)。

輸出狀態的 off/on 切換，配合「感測啟用」信號，可以表示輸出是否能正確作用。



報告信號為無脈衝或長脈衝，表示輸出不能切換狀態。

HR 的中斷時間為 1ms，而 FS 輸出為 2ms。使用此類輸出的設備應對類此短時間中斷不敏感。

VDX 模組只有 1 種：高信號及電源供應電壓(24-120V) 與 低信號及電源供應電壓 (24-36V)及高輸出電流。

7.4.2.3 速度/距離單元(SDU)

SDU 為界接到 ATP 系統轉速計的平台界面。

SDU 的主要功能為：

- 讀取並計算「轉速計」脈衝。
- 決定「轉速計」旋轉方向。
- 監視「轉速計」的供應電壓。
- 提供「轉速計」旋轉變更 及 最後收到的「轉速計」脈衝之「時戳」(time stamp)。

SDU 主要用來接收 Sechéron-Hasler 5.86xx 及 Deuta DF16 轉速計來的信號，也可用於其他有相類似電氣界面的轉速計。

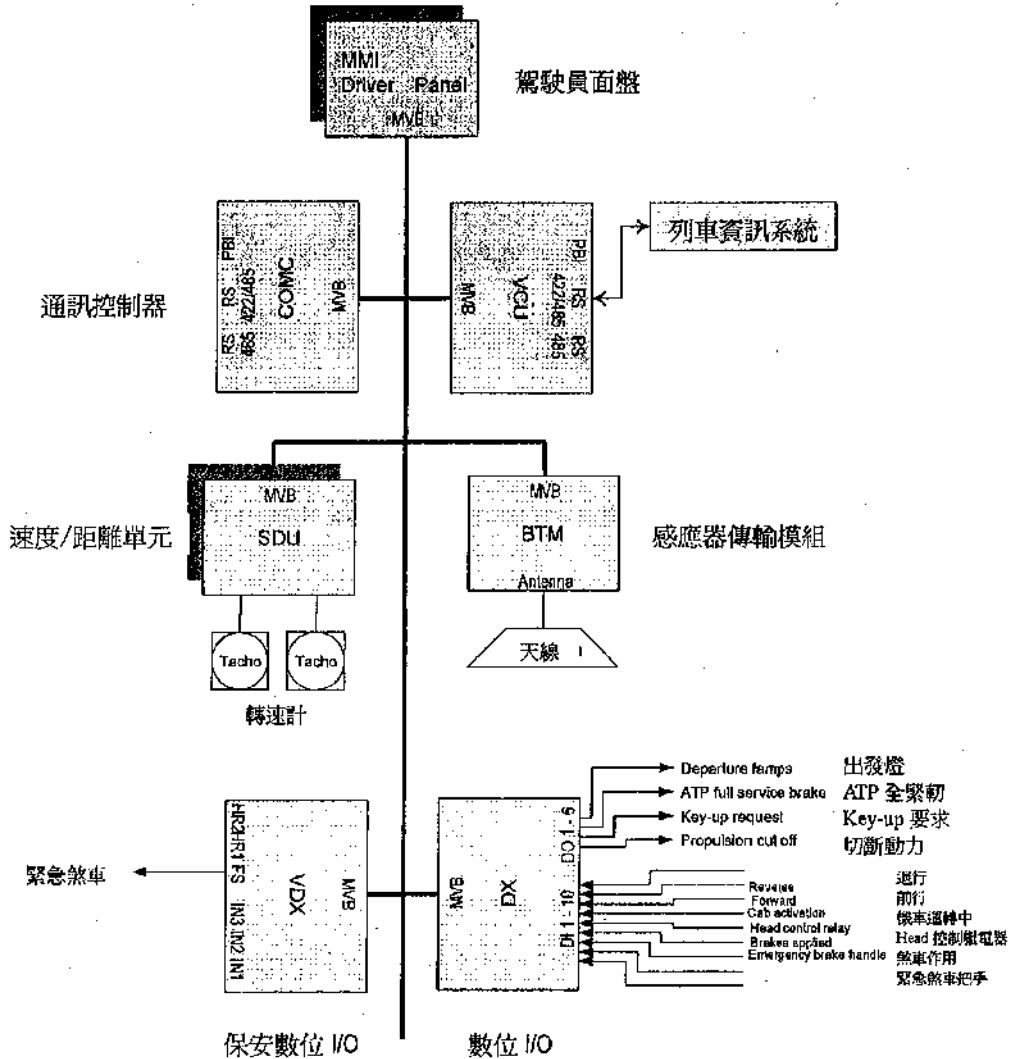
可以界接下列界面：

- 1 個單相轉速計(旋轉方向不偵測)。
- 2 個單相轉速計(旋轉方向不偵測)。
- 1 個 2 相轉速計。
- 1 個 2 相轉速計及 1 個單相轉速計。
- 1 個 3 相轉速計(用於台鐵)。

7.5 ATP 系統的組態

設計 ATP 平台時，第一件要做的事為需要何種 I/O 單元及電腦單元。可以採用雙重化以增進系統的可用度。

7.5.1 平台模組的選擇及組合



車上系統可包含數個電腦單元，因此可以同時執行數個應用處理(例：未來可能於通勤列車使用 1 個 ATP 及 1 個 ATO)。其中 1 個電腦單元應指定為平台主機。

使用哪些 I/O，依界接到車上及地上資訊傳送系統而定。

SDU 一定要包含在平台組態內，因為速度測量為 ATP 系統的基本功能。使用感應器的 ATP 系統則需要 BTM。

有關安全的信號則使用 VDX。VDX 上的 1 個保安輸出用於 RTW 輸出。任意數量的 VDX 可包含於平台組態內。

非保安數位信號的數量決定 DX 模組的需求。

可以包含任意數量的所有型式之 I/O 單元，可以接到 MVB 的單元數量受下列限制：

- 接到匯流排的埠口數(最大 4096)。
- MVB 的容量。
- 主機單元的處理能力。

7.5.2 雙重化

系統的可用度可以由加入第二組感測器(例：轉速計及 SDU 單元)來提高。

進一步系統也可以規劃備援 I/O 模組(例：雙 DX 模組以感測司機員的按鍵狀態)。

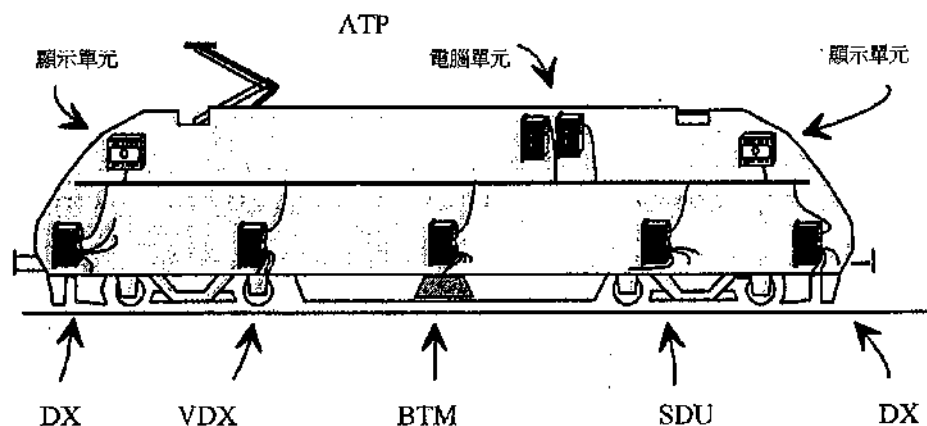
當主動式模組發出 1 個錯誤狀態時，應用處理可選用另一模組的資訊。

加上備援 I/O 模組不會影響平台的工作原理。系統監控、I/O 通訊管理等，以完全相同的方式執行，和備援 I/O 模組的數量無關。要達到較高的可靠度只需要稍微增加應用程式。

7.5.3 車上組態

ATP 硬體平台對於車上不同的組態及安裝有很大的自由度。單元的安裝位置可以集中也可以分散，依車種、可用空間、客戶需求等而定。

下圖為分散式的範例：



7.6 安裝考慮

安裝步驟如下：

- 電纜及平台模組的配置。
- 安裝電纜及模組。
- 設備位址編碼。各單元的位址編碼使用含電源供應接頭之插頭內的跳線。

硬體安裝工作於硬體組態決定後即可進行。所有模組都設計為可於車內壁掛方式，可安裝於被控制物件的附近(分散式) 或 群組式。所有模組都有自己的電源供應單元且可直接接到車上的電池(24-120V)。

7.6.1 DX、VDX、SDU 及 COMC 的安裝

DX、VDX、SDU、及 COMC 模組可側裝或邊裝，對流柱應垂直以提高散熱效率，於室溫 70°C 時的散熱空間垂直安裝為 20mm、水平安裝為 35mm。

插頭及電纜的空間最小為 200mm。

因此所需的空間應為 325 (含電纜及插頭) x 220 x 85mm。

為防止安裝或維護時插頭插錯，設備定址插頭及應用的特定插頭都有編碼，不使用的插頭應使用保護蓋密封。

7.6.2 VCU 的安裝

VCU 以分散方式安裝，散熱片應垂直安裝，自由空間為 20mm。

所需空間為 400 (含電纜及插頭) x 348 x 135。

VCU 可直接接到車上的電池(24-120V)。

電腦單元的 VCU 用 作業界面(run-time)系統，於安裝時經由 RS232 串列埠下載。

7.7 安全概念

ATP 平台為安全完整性 4 級的系統。系統化故障完整性主要由品質管理及安全管理條件而得到。隨機故障完整性主要由定量安全分析及必然安全的設計而得到。

進一步，針對系統化及隨機故障的技術解決包含於平台基礎架構設計及基本系統軟體。

7.7.1 MVB 上的安全傳輸

MVB 為一種非保安通訊匯流排，MVB-協定則是為無安全需求之不同的軌道車輛通訊而開發。因此 ATP 平台於安全有關的資料要送到匯流排時，使用附加在 MVB-協定上的安全層。

在安全有關的資料於匯流排上生效前，「訊源」(producer：提供資料的模組)將安全資訊附加到資料上，建立 1 組安全電文。安全資訊的部份為：

- 安全身分
安全身分(安全 ID)定義電文來源的 MVB-埠口。
- 安全時戳
安全時戳為就地複製平台內的整體參照時間。
- 安全碼
安全碼經由安全身分、安全時戳及資料的多項式計算而得。

此 3 個不同的部份及安全相關的資料組成安全電文。安全電文達成下列需求：

- 完整性
安全碼偵測安全電文於匯流排上傳輸時是否損壞。選定的安全碼可以對叢集錯誤及隨機位元錯誤提供充分的保護。
不執行錯誤修正。
- 正牌的
安全身分用來驗證資訊由正確的訊源而來。
- 時間正確及順序正確
安全時戳指示資料於匯流排上何時有效。安全時戳防護不同的故障，例：資料於傳輸時卡住不動，或資料到達順序不對。
安全電文發送由安全身分、參照時間及安全碼組成的參照時間。
安全時間電文與其他安全電文之間的差別為安全時間電文沒有安全時戳。

7.7.2 多路軟體系統

所有安全第一的軟體都開發成多路(diversified)軟體，亦即，2 組不同且互不相關的程式(A 及 B 程式，由 2 組不同的程式開發團隊發展)執行相同的工作。定期比較由 2 組程式得到的結果，若有不同，系統將會採取適當的相應行動。

經由比較 A 及 B 程式來的結果，資料、編碼及演算法內的簡單及複雜的錯誤都會偵測出來。經由 A 及 B 程式的分路，錯誤也可在離線設備中顯現，例：編譯器及開發用工具。

7.7.3 虛擬雙重化硬體系統

A 及 B 程式使用同一平台硬體(亦即，相同的處理機、記憶體等)，但是因為 2 組程式以不同的方式(2 個邏輯通道)使用平台，且將時間錯開，實際上好像在不同的硬體上執行一樣。

經由使用 2 組不同的程式及 2 個邏輯通道(時間錯開)，且經由下列方法，系統將會偵出永久及暫時的錯誤、隨機及系統化故障：

- 程式與資料的雙重化儲存(A 及 B 程式/資料儲存於記憶體內不同的地方)。
- A 及 B 資料以不同方式表現(例：B 資料為 A 資料的反相)。
- A 及 B 處理使用不同的資料結構。
- A 及 B 程式於處理單元內使用不同的指令集及順序。

虛擬雙重化系統，亦即於同一平台使用不同的邏輯通道執行 2 組不同的程式，可以揭發硬體上的系統化製造失誤。

7.8 技術資料

ATP 平台達成 EN 50155 及 ENV 50121-3-2(EMC)用於火車上電氣設備的環境需求。

7.8.1 VCU

產品識別號：3NSS'000547 - 01

CPU	Motorola MC 68EN360 QUICC 32 位元微控制器
記憶體	快閃 EPROM (程式記憶體) 4 MB DRAM (揮發性) 4 MB 靜態 RAM (電池備援) 1 MB 串列 EEPROM 1 K 位元
電池	壽命：約 6 年
電源	24 VDC 至 120 VDC
通訊界面	1 MVB 線路界面 1 MVB 服務界面 可以直接接到程式設計及測試站，例：1 台 PC。 1 RS-232D 界面主要預備用於就地程式開發、監控及下載用服務界面。 1 週邊卡界面(PBI) 例：連接發展用的乙太網路 LAN 1 RS-485 界面 1 可於 RS-422A 及 RS-485 間切換的界面
耗電量	16 W 典型/35 W 最大
插頭	1 DIN 41612 F48 插頭
尺寸	308 x 263+12 x 95 mm
重量	7.1kg
工作溫度	-40...+70°C
封裝級別	IP42 (提供的電纜適當連接或有保護蓋)

7.8.2 COMC

產品識別號：3NSS 000539 - 01

CPU	Motorola MC 68360 QUICC 32 位元微控制器
記憶體	快閃 EPROM 2 MB 靜態 RAM 1 MB 串列 EEPROM 256 x 8 位元
電源供應	額定電壓 24 VDC 至 120 VDC
通訊界面	1 MVB 線路界面 2 RS-485 界面 1 可於 RS-422 及 RS-485 間切換的界面 1 RS-232D 界面 2 RS-232D 界面主要預備用於就地程式開發、監控及下載用服務界面。
耗電量	最大 5.3 W
插頭	3 DIN 41652 SUB-D9 1 DIN 4162 型式 F
尺寸	125 x 65 x 200 mm(Mitrac 標準 I/O 包裝)
重量	1.2 kg
工作溫度	-40...+70°C
封裝級別	IP41

7.8.3 DX

產品識別號：3NSS 000542 - 01 DXL、 3NSS 000542 - 02 DXH

電源	DXH：額定電壓 48 VDC 至 120 VDC DXL：額定電壓 24 VDC 至 36 VDC	
耗電量	2.5 W	
插頭	2 DIN SUB-D9(MVB 連接用) 1 DIN 41612 F 1 DIN 41612 MH	
尺寸	125 x 65 x 200 mm	
重量	1.2 kg	
工作溫度	-40...+70°C	
封裝級別	IP41	
輸入通道：10		
輸入電壓	16.8...150 VDC 連續，14.4...168 VDC 0.1 秒	
輸入電流 I_{on}	20 < I_{on} < 30 mA/通道	
輸出通道：6	DXH	DXL
工作電壓	14.4...168 VDC	14.4...50.4 VDC
連續輸出電流	0.8 A 額定	1.7 A 額定

7.8.4 VDX

產品識別號：3NSS 002915 - 01 VDX

電源	額定電壓 24 VDC 至 120 VDC
耗電量	< 6 W
插頭	2 DIN SUB-D9(MVB 連接用) 1 DIN 41612 F 1 DIN 41612 MH
尺寸	125 x 65 x 200 mm
重量	1.2 kg
工作溫度	-40...+70°C
封裝級別	IP41
輸入通道：3	
V_g	16 V
I_m	8 mA
輸出通道	
保安(FS)輸出	$V_{out} = VDX$ 電源供應電壓 $\pm 10\%$ 最大負載：6W 最小負載：1W*
高可靠度輸出，電源供應： FS(HR1)	$V_{out} = VDX$ 電源供應電壓 $\pm 10\%$ - 2V 最大負載：6W 最小負載：1W*
高可靠度輸出，電源供應： ext(HR2)	$V_{out} = VDX$ 電源供應電壓 - 2V 最大負載：6W

* FS 輸出及 HR1 輸出的組合不得小於 1W。

7.8.5 SDU

產品識別號：3NSS 000147 - 01

電源供應	額定電壓 24 VDC 至 120 VDC
耗電量	於 120 VDC：4.2 W 於 24 VDC：8.8 W
插頭	2 DIN 41652 SUB-D9 1 DIN 41612 F48 1 DIN 41612 MH
尺寸	125 x 65 x 200 mm
重量	1.2 kg
工作溫度	-40...+70°C
封裝級別	IP41
轉速計輸入通道	
電壓範圍	0 - 24 VDC
工作週	50%
頻率	最大：4 kHz

8. ATP 司機員盤面

8.1 系統概述

司機員面盤為 ATP 車上設備的人機界面(MMI)，本盤面採用工業級盤面 PC，作業系統採用 Windows CE。系統硬體架構如下圖：

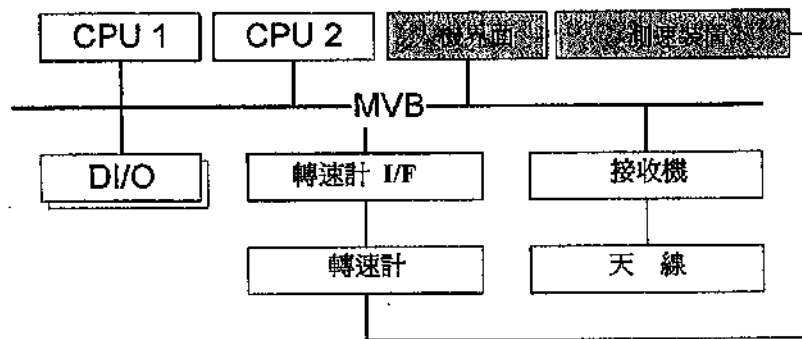


圖 8-1 ATP 車上系統的硬體架構

MMI 盤面使用 RS-485 經由 MVB 與 ATP 車上設備通訊。測速機構直接接到轉速計來顯示目前的速度。當 ATP 系統故障時，本顯示無需與 ATP 通訊也可以提供車速資訊。

8.2 硬體架構

MMI 盤面為工業級 PC 電腦，含 CPU 主機板、9.4"EL 顯示器、智慧卡收訊機及電源供應。外部接有智慧卡讀取器天線，可以輸入列車資料，以及 1 組放大器和喇叭作為系統告警。

圖 8-1 的硬體架構中，CPU 板提供所有連接的界面通訊，RS-485 埠口經 MVB 與 ATP 車上設備連接，RS-232 埠口接到智慧卡讀取器的收訊器。經由 RJ-45 插頭的乙太網路界面內建於 CPU 板，可記錄資料的下載。車上的 VGA 界面支援 EL 顯示器。ATP 系統操作用功能鍵使用 EPP 並列模式經由並列埠連接。1 組附音量控制的喇叭裝於盤面外部作為警告用。天線則經由同軸電纜接到智慧卡讀取器。

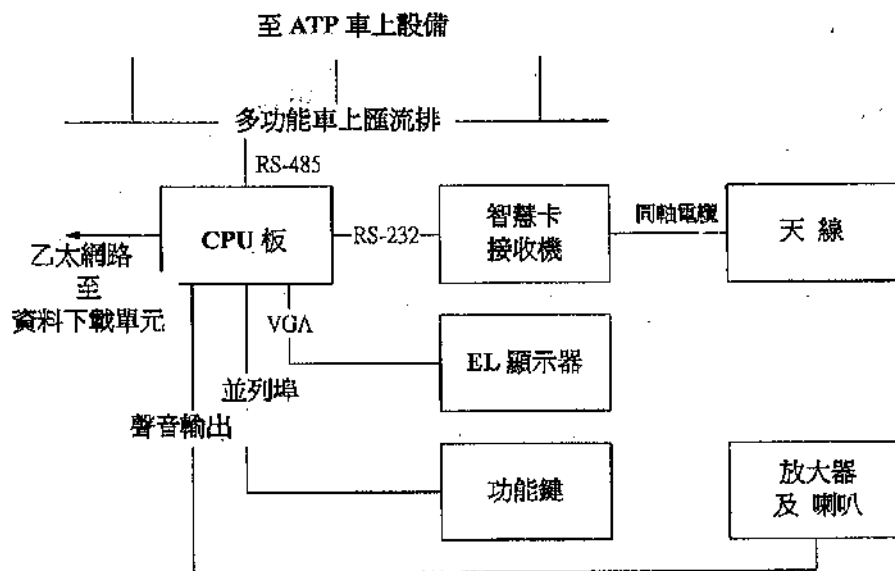


圖 8-2 司機員面盤的硬體方塊圖

8.3 功能說明

MMI 面盤有 2 個主要功能：顯示列車及 ATP 系統操作所需的資訊，並提供 ATP 系統操作及資料輸出入的界面。MMI 盤面使用螢幕下的按鍵來操作，按鍵的功能由軟體定義，可依照畫面的狀況來變更。

8.3.1 列車資料輸入

列車資料使用智慧卡經由 MMI 盤面輸入到 ATP 系統。資料由用戶管理當局定義並儲存於智慧卡內。司機員將智慧卡置於讀卡機，MMI 盤面將讀取資料並送到 ATP 系統。圖 8-3 為 MMI 盤面列車資料輸入顯示

顯示分成 3 區，第一區顯示以下的列車資料：

- | | | |
|------------|--------------|-----------|
| 1. 車型 | 2. 依車種的最高速限 | 3. 列車總重 |
| 4. 列車總長 | 5. 車次號碼 | 6. 工作班號 |
| 7. 提前解除速限 | 8. 系統時鐘 | 9. 車輪直徑 |
| 10. 列車停站站名 | 11~14. 資料選擇鍵 | 15. 系統測試鍵 |
| 16. 修改鍵 | 17. 取消鍵 | 18. 確認鍵 |

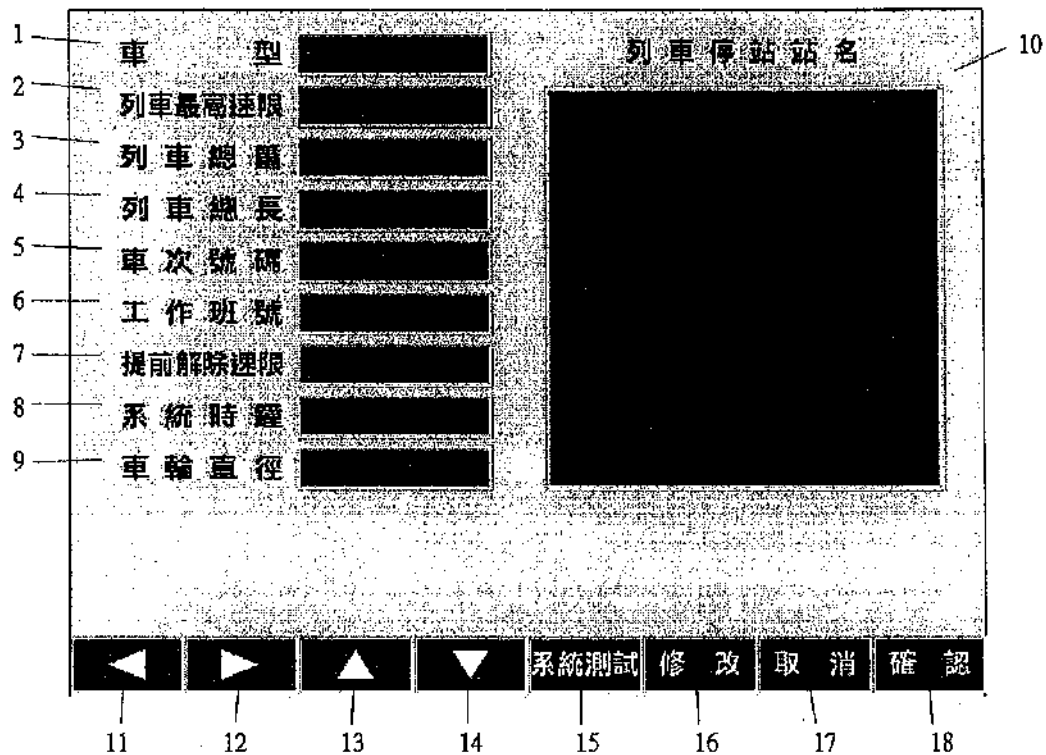


圖 8.3-1 資料輸入顯示畫面

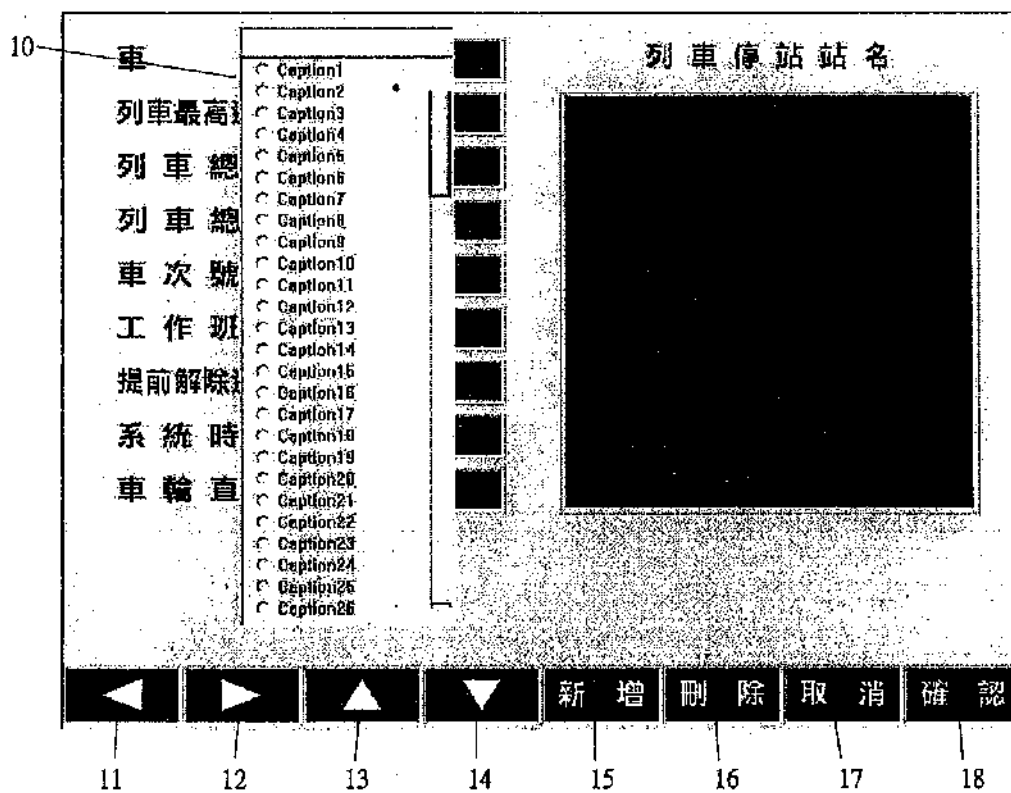


圖 8.3-2 停靠站插入顯示畫面

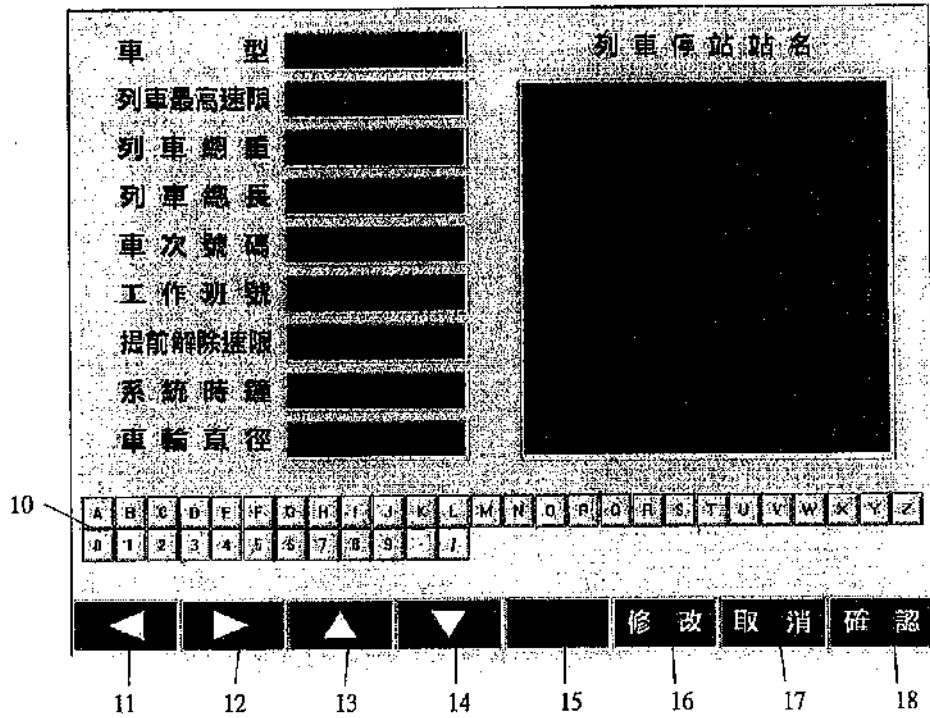


圖 8.3-3 列車資料修改顯示

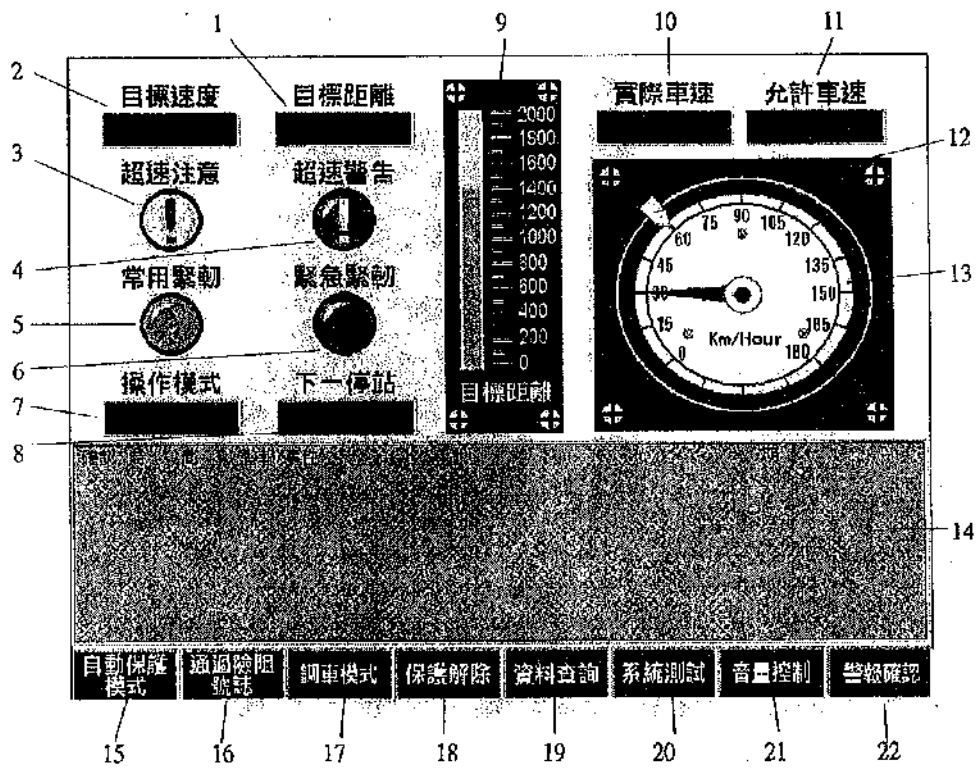


圖 8.3-4 駕駛顯示

8.3.2 駕駛顯示

當所有的列車資料及停靠站都檢查正確後，司機員壓圖 8.3-1 鍵 18 來確認資料並進入駕駛顯示。所有的資料就轉送到 ATP 系統，駕駛顯示如圖 8.3-4，功能如下：

1. 以文字模式顯示「至目標的距離」。
2. 以文字模式顯示「目標點的允許最高速度」。
3. 超速注意表示。
4. 超速警告表示。
5. 常用煞車啟動表示。
6. 緊急煞車啟動表示。
7. 以中文顯示操作模式。
8. 以中文顯示下一停靠站。
9. 以圖形顯示「至目標的距離」。
10. 以文字顯示目前車速。
11. 以文字顯示允許最高車速。
12. 以圖形顯示允許最高車速。
13. 以圖形顯示目前車速。
14. 事件/告警視窗，分成 4 欄。第 1 欄為已確認的事件/告警、第 2 欄顯示事件/告警的時間、第 3 欄事件/告警的標籤或錯誤碼、第 4 欄以中文說明事件/告警。
15. 進入 ATP 模式的功能鍵；
16. 通過險阻號誌的功能鍵；
17. 進入調車模式的功能鍵；
18. 解除 ATP 服務的功能鍵；
19. 資料查詢功能鍵；
20. 系統測試功能鍵；
21. 警音調整用功能鍵；
22. 警報確認功能鍵。

8.3.3 列車資料查詢

壓圖 8.3-4 的鍵 19 進入資料查詢模式。告警視窗被以下的列車資料視窗取代：

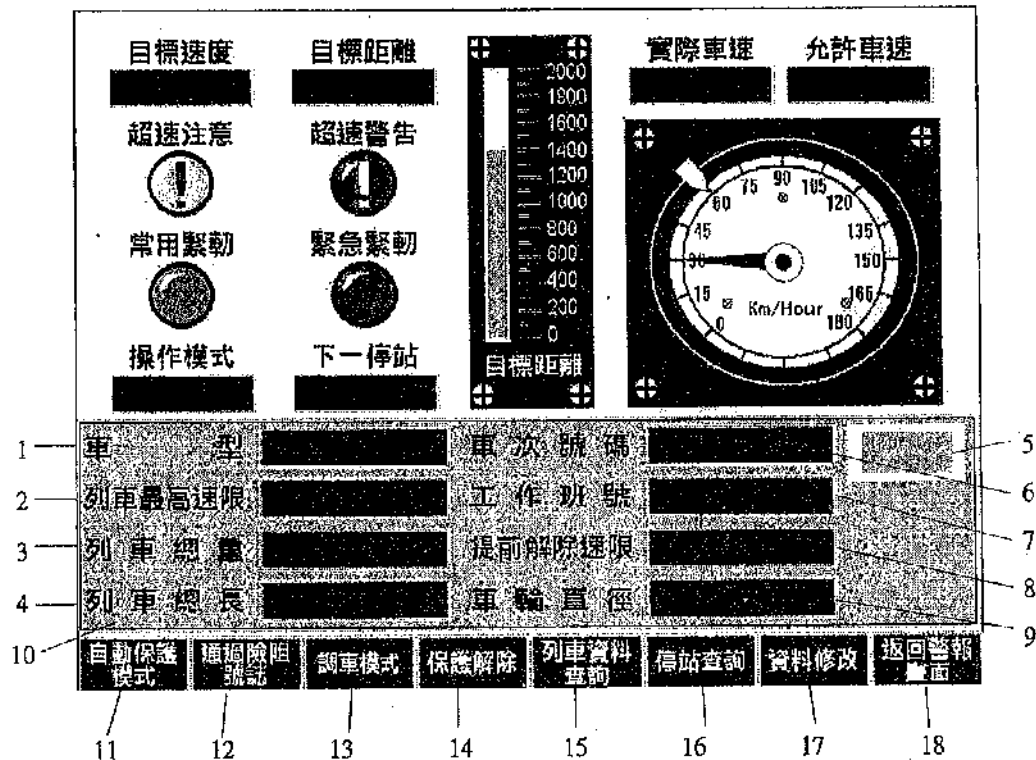


圖 8.3-5 列車資料查詢顯示

- | | | |
|----------------|----------------|---------|
| 1. 車型 | 2. 最高速限 | 3. 列車總重 |
| 4. 列車總長 | 5. 系統時鐘 | 6. 車次號碼 |
| 7. 工作班號 | 8. 提前解除速限 | 9. 車輪直徑 |
| 10. 列車資料顯示視窗 | 11. 進入 ATP 模式鍵 | |
| 12. 通過險阻號誌鍵 | 13. 進入調車模式鍵 | |
| 14. 解除 ATP 服務鍵 | 15. 列車資料查詢鍵 | |
| 16. 停靠站查詢鍵 | 17. 列車資料修改鍵 | |
| 18. 回到告警視窗鍵 | | |

若需要修改列車資料，壓鍵 17 進入圖 8.3-3 列車資料修改顯示。

8.3.4 停靠站查詢

於圖 8.3-5 的列車資料查詢顯示內，壓功能鍵 16 查看停靠站清單，停靠站顯示如下圖：

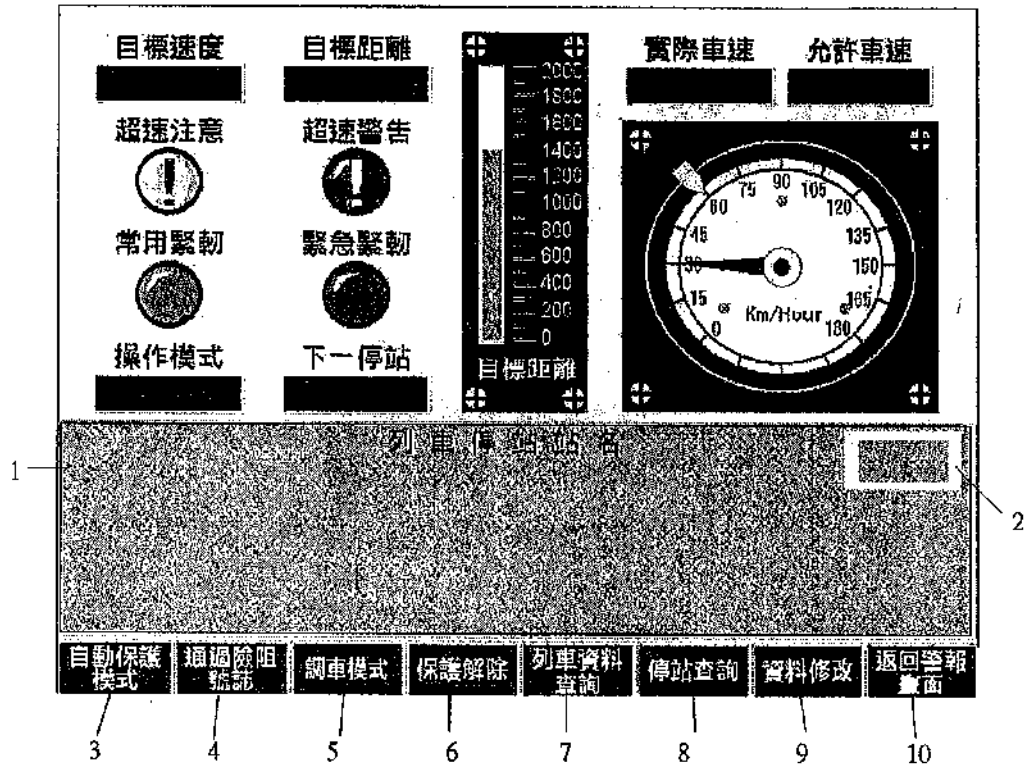


圖 8.3-6 停靠站查詢顯示

- | | | |
|-------------|------------|---------------|
| 1. 停靠站顯示視窗 | 2. 系統時鐘 | 3. 進入 ATP 模式鍵 |
| 4. 通過險阻號誌鍵 | 5. 進入調車模式鍵 | 6. 解除 ATP 服務鍵 |
| 7. 列車資料查詢鍵 | 8. 停靠站查詢鍵 | 9. 停靠站修改鍵 |
| 10. 回到告警視窗鍵 | | |

若需要修改停靠站，壓鍵 9 進入圖 8.3-3 的列車資料修改顯示。

壓功能鍵 7 停靠站視窗被圖 8.3-5 的列車資料視窗取代。壓功能鍵 10 回到圖 8.3-4 的告警視窗。

資料查詢中若發生告警，告警視窗自動彈出即時顯示告警。

8.3.5 下載記錄的資料

MMI 盤面提供使用 BNC 插頭連接的乙太網路下載記錄的資料之界面。若記錄存於 ATP CPU 模組，則 MMI 將由 CPU 模組讀取資料並轉移到資料下載單元。若資料存於 MMI 面盤，則記錄可直接從面盤轉移到資料下載單元。

資料下載的步驟如下：

1. 操作員需有能夠下載資料的智慧卡。
2. 將卡放到 MMI 面盤的讀卡器內，出現如圖 8.3-7 的資料下載畫面。

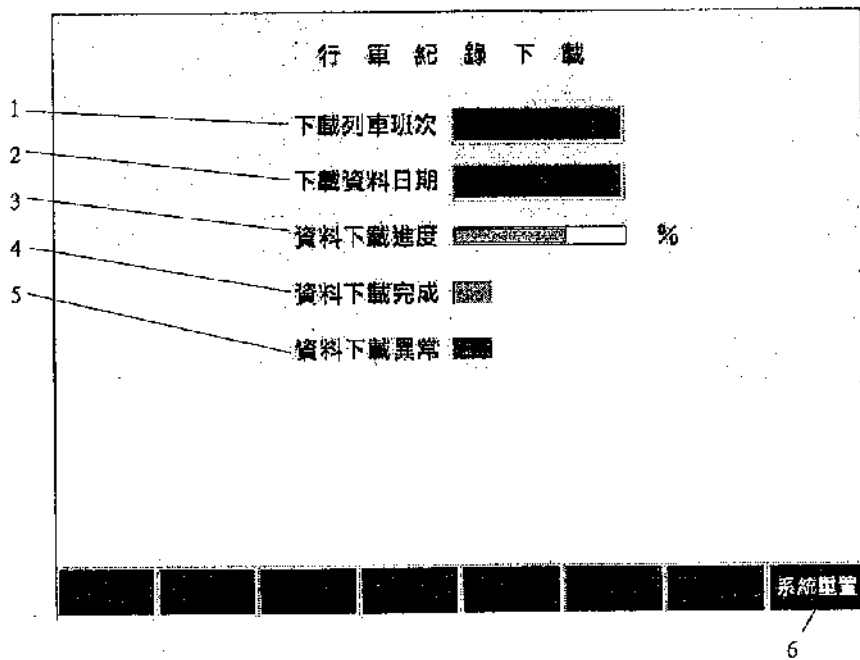


圖 8.3-7 記錄的資料下載畫面

1. 下載列車班次
2. 下載資料日期
3. 資料下載進度
4. 資料下載完成
5. 資料下載異常
6. 若資料下載異常時，重置系統用功能鍵。

3. 將通訊電纜從 MMI 面盤接到資料下載單元。於資料下載單元執行下載步驟。

8.4 規範

8.4.1 CPU 板(MITAC PCM-4B23/L)

參數	規範
CPU	車上 5x86-133
BIOS	AWARD 128KB 快閃記憶體
晶片組	VIA 82C496G
RAM	1 組 72 腳 SIMM 插座，可容納最多 32 MB FPM 或 EDO DRAM
IDE 硬碟界面	2 組加強型 IDE VL-匯流排界面
FDD 界面	2 組 FDD
並列埠	1 組並列埠支援 SPP/EPP/ECP 並列模式
串列埠	1 組 RS-232，1 組 RS-232/422/485 埠口
IR 埠	115Kbps 傳送速度
鍵盤/滑鼠	迷你-DIN 插頭用於鍵盤及 PS/2 滑鼠
電源管理	APM1.1 電源管理
PC/104	104 腳 16 位元 PC/104 模組插頭
VGA 界面	C&T 65550 加 1MB DRAM 支援 EL 顯示器
解析度	最高 1024*768 @ 256 色
硬碟	DiskOnChip 2000 最高 144MB 快閃記憶體(供應 72MB)
乙太網路界面	Realtek RTL8019AS，板上附 RJ-45 插頭
尺寸	145mm * 102mm
重量	0.17kg
耗電量	+5 VDC，2A
工作溫度	-5 ~ +65°C

8.4.2 EL 顯示器(SHARP LJ64K051)

參數	規範
外形尺寸	246 mm(W) * 206 mm(H) * 23.5 mm(D)
動作區	191.9 mm(W) * 143.9 mm(H)
點距	0.3 mm(W) * 0.3 mm(H)
重量	800g
耗電量	+5 VDC，300 mA，+12 VDC，1800 mA
亮度	所有點都亮時，40cd/m ²
對比	50 : 1
工作溫度	-5 ~ +65°C

8.4.3 電源供應(VICOR VI-J00 系列)

參數	規範
輸入電壓	10~400 DC(接受 24 VDC、75 VDC、及 110 VDC)
輸出電壓	1~95 VDC(接受+5 VDC、及+12 VDC)
輸出精確度	1.0%
負載/線路調節	0.5%
輸出溫度飄移	0.02% / °C
輸出漣波	3%
調整範圍	50~100%
限流	最高 135%
效率	78~88%
重量	85g
尺寸	57.9 mm * 61.0 mm * 12.7 mm

8.4.4 功能鍵(IDEAL L62B)

參數	規範
電壓限制	250 V AC/DC
限流	3A
動作次數	2,000,000 次
保護	IP65
按鈕大小	18 mm * 18 mm

8.4.5 智慧卡收訊器

參數	規範
工作頻率	13.56 MHz
供應電壓	+5 及 +12 VDC
供應電流	180 mA
工作溫度	-20 ~ +70 °C
尺寸	50 mm * 100 mm * 19mm

8.5 附錄

ATP 術語

ABG	通過認證的 BG-file。— CBG 具有一認證標示
ACB	自動斷路器
ADI	應用設計及安裝
APRINT	通過認證的電文檔。— CPRINT 上寫有認證標示。
ATC	列車自動控制
ATO	列車自動運轉
ATP	列車自動防護系統
ATP CU	ATP 電腦單元
ATPIII	ATP 安裝檢查手冊
AWEP	列車自動防護地上設備工程程序
AWS	列車自動警告系統
AWWC	自動車輪磨損補償
Balise	感應子 (傳訊器)
Balise 位置 ID	Balise 識別碼。NID_C + NID_BG + N_PIG
BDB	感應器驅動板
BG-file	Balise 組檔案。含存入於 Balises 及 Balise 驅動板的電文
Board 位置 ID	LEU 內的 Balise 驅動板識別碼。需與對應的 Balise 位置 ID 相同
BoR	進路起點
BPERF	旁路啓用繼電器回授
BFA	煞車回授配接器
BFB	煞車回授
BPE	旁路啓用
BT	龐巴迪(Bombardier Transportation)公司
BTIT	BTM 測試及安裝軟體
BTM	感應器傳輸模組
C	確認按鈕
CAU	小型天線單元
CBC 2000	可變資料小型感應子
CBF 2000	固定資料小型感應子
CBG	候補 BG-file。不是由 PSA2000-OUT 產生的認證 BG-file
CCA	駕駛室控制配接器
Chainage	里程
Channel revision	LEU 的通道資料版本編號修訂
COMC	通訊控制器、電腦控制器
CPRINT	從 PSA2000-VERIFY 產生的候補(未認證)文件
CPU	中央處理單元
CRC	循環檢查碼(預設 CBC : 1A6F、CBF 下 1B32、上 1EAD)
CSS	列車通訊及控制系統用軟體平台
DA	設備位址
DCA	直接控制配接器

DI	司機員界面
DLU	下載單元
DLU-file	ATPCU 應用軟體、SDP 應用軟體
DX	數位 I/O 單元(H 高壓 L 低壓)
EB	緊急煞車
EBA	緊急煞車配接器
EBFB	緊急煞車回授
EBI Link 2000	ATP 地上系統
EMC	電磁相容
EMI	電磁干擾
Encoder ID	LEU 識別碼為 BG-file 內的 1 個變數
EoA	路權終點
EoR	進路終點
ERTMS	歐洲鐵路交通管理系統
ESD	靜電放電
ETCS	歐洲列車控制系統
EUB	歐規感應子
EVR	事件記錄器
FAT	最後驗收測試
FIT	功能完整性測試
FS	全監控模式、保安(故障仍安全)
FSK	頻移鍵控
FSL	保安負載
FSR	保安電阻器
HR	高可靠度
HHC	掌上型電腦
HW	硬體
ID	識別碼
IL	資訊點
IPL	安裝參數表
IS	隔離模式
L	喇叭
LDB	燈泡偵測板
LEU	軌旁電子單元
LOA	行駛界限
M	快閃記憶卡
M_MCOUNT	可變電文內定義的「號誌顯示」編號(預設 255) (例：進站 G0、Y1、YF2、RF3、R4、X5) (出發 GE1、GW2、YE3、YW4、R5、X6)(中途 G0、Y1、R3、X4)
MA	移動權(可行駛距離)
Mitrac	Adtranz 列車用通訊及控制系統硬體平台
MMI	人機界面
MRSP	最大速限曲線
MTBF	平均故障間隔

MTI	定期測試間隔
MTTF	故障平均時間
MTTR	修復平均時間
MVB	多功能車用匯流排
N_PIG	感應器電文定義的「感應器順序」變數(例：0/CBC、1/CBF)
NCR	問題報告
NID_BG	感應器電文定義的「感應器群」變數(CBF 下 16381、上 16382) (CBC : 16380)
NID_C	感應器電文定義的「國碼」變數(886)
NID_TSR	臨時限速識別碼
NP	無電源模式
PIS	旅客資訊系統
PM	平台主機
PRS	防護無線電系統
PS	電源供應
PSA 2000	編碼、產生 及 解碼 BG-file 的軟體
PT	後煞模式
PTE 2000	規劃與測試 LEU 與 Balise 的設備。軟體採用 TED2000
RAMS	可靠度、可用度、可維護、安全性
RDT	可靠度證明測試
RTW	即時監控
RU	記錄單元
RX	接收機
SB	常用煞車
S-B	待命模式
SDA	保安設備位址
SDP	速度/距離處理器
SDU	速度及距離 I/O 單元
SF	系統故障模式
SH	調車模式
SL	睡眠模式
SPM	速度/動力錶
SR	司機員負責模式
SSP	靜態速度曲線
TBD	待定義
TCO	動力切斷
TED 2000	PTE 作業軟體
TR	冒進模式
TSR	臨時限速
TX	發射機
UN	非防護區間模式
VCU	車上控制器單元
VDX	保安數位 I/O 單元

8.5.1 ATP 與聯鎖裝置間的界接

站內：

編碼器接到號誌燈變壓器的一次側，點燈電路的 AC110V 推動 LDB 板。

使用 21、27(12-16)×1.5mm² 芯電纜與號誌機連接。雙黃 Y_Y 燈，Y₁ 上 Y₂ 下。

V+、V- 接到聯鎖側，L+、L- 接到號誌機側。

控制信號：

使用 AC110V 經控制條件送到 LEU 的「接收電阻」。

出發進路若無法由號誌顯示辨別東 E 西 W 軌，則在進路建立後，應由聯鎖製造到達點的進路信號。例 1LBEDR

進站進路若需要知道到達股道 T_{1~n}，也是需要控制信號。

紅閃光：一個 LEU 大概可連接 2 個號誌機，若閃光顯示超過 3 個，則超出的部分 RF 應以控制信號輸入。例：1LFRR

調車號誌機：進站號誌無紅閃光，需由調車進路取得准調車 SH 控制條件。

通過進路 1：進站為直線進路 Y，出發進路經過轉轍器反位 Y/Y、YF、R/YF、R/Y，出發未斷燈。此控制資訊會送到進站的 H2 感應器。(提升效率)

通過進路 2：進站為直線進路 G，出發為直線進路 G，中途為 G、Y，出發未斷燈。此控制資訊會送到進站的 H2 感應器。(中途太靠近時)

中途：

編碼器介於繼電器箱與號誌機 G、Y、R 之間。點燈電路 12-24V 經電阻推動 LDB 板。電纜 7×1.5mm² 芯電纜(ATP 至 Case)。

名稱：例：3LA.E W、股道名稱、SH、RF、T_n、G、YY、Y₁、Y₂、R

例：3LA.E.V+

下位顯示：為預防燈泡斷或號誌錯誤顯示時緊急煞車，要加裝燈絲查核繼電器。

G→Y、Y/Y、Y、YF、R/Y、R/YF→R、R、RF→無燈

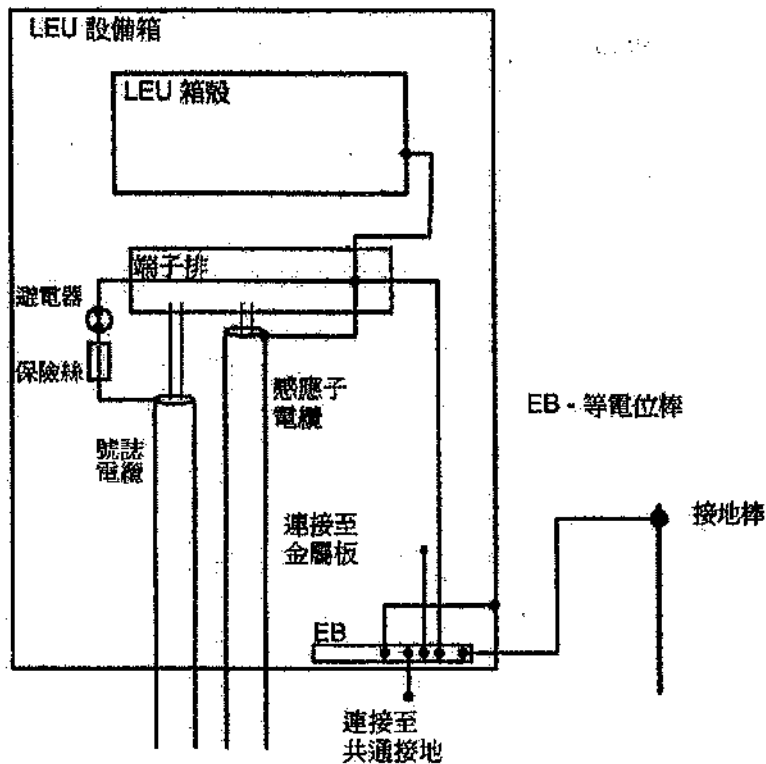


圖 8.5-1 LEU 接地方式

8.5.2 事件記錄器 記錄的資料

實際車速、所有 ATP 告警、系統啟動的 SB(常用煞車)及 EB(緊急煞車)、駕駛員的所有確認、冒進、允許越過險阻號誌、實際的 ATP 操作模式、儲存的列車資料、駕駛員編號/班次編號/其他、感應器傳來的電報碼資料、ATP 地上設備的故障或錯誤資訊、ATP 車上設備的故障或錯誤資訊(錯誤碼)、與無線電防護系統的資訊傳送

8.5.3 測試

系統功能靜態測試：

- ATP 關機 ：煞車被旁路、MMI 顯示正確
- ATP 開機 ：自我測試成功後，解除煞車。MMI 顯示尚未設定駕駛端
- 駕駛端設定及起動測試
 ：待機變為起動、緊急煞車測試、動力切斷
- 故障測試 ：煞車起動
- 防水防塵

系統功能動態測試：

- 鏈結距離(全測)
- 下坡停車位置(抽測)
- 軌道資料驗證(SSP、速限)、
- 移動權(列車通過最靠近號誌機的感應子時，下一號誌由 R→Y，移動權應延長)
- 司機員責任模式：監控允許速限、超速警告功能、常用煞車功能
- 全監控模式：ATP 資訊碼、自動進入全監控模式、MMI 顯示各種資訊
- 全監控下監控解除速度：
 - ：超速告警、常用煞車、常用煞車人工解除、MMI 狀況顯示
- 以解除速度通過號誌
 - ：更新車速、MMI 狀況顯示
- 目標速度監控：減低允許車速、MMI 顯示停車目標、司機員能正確停車
- 冒進模式：緊急煞車、停車後解除煞車、驗證無閉塞模式
- 無閉塞運轉模式：超速告警、常用煞車、收到新資料進入全監控模式
- 防止過站不停：MMI 顯示停車站名、出發號誌機前停車、MMI 站名消失
- 反向溜逸：煞車、停止後解除煞車
- 干擾測試：全載時集電弓升降、動力關閉、加減速、中性區間
- 資料記錄

功能驗證：號誌顯示、控制信號、ATP 電文

啓用驗證：感應子間的 鏈結距離、移動權、下坡停車位置，車上的功能測試