

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：協商監造)

協商列車自動防護系統 (ATP)
設計、訓練、監造事宜

服務機關：台灣鐵路管理局

出國人員：交通部路政司

副工程司

蕭瑛宜

台灣鐵路管理局

電務處 副處長 謝水源

台北電務段幫工程司 黃榮貴

彰化電務段副工程司 胡樹成

高雄電務段幫工程司 歐庭嘉

台北機務段副工程司 許調泰

樹林機務段幫工程司 邱家財

行車技術課幫工程司 施景徽

花蓮機務段 工務員 張日益

出國地區：瑞典

出國期間：91年12月14日至91年12月22日

報告日期：92年2月14日

H4 /

009105786

系統識別號：C09105786

公務出國報告提要

頁數：84 含附件：否

報告名稱：協商列車自動防護系統(ATP)訓練事宜

主辦機關：台灣鐵路管理局

聯絡人／古明鑑

電話：02-23815226 轉 2179

出國人員：

蕭瑛宜	交通部路政司	副工程司
謝水源	交通部台灣鐵路管理局	電務處 副處長
黃榮貴	交通部台灣鐵路管理局	電務處 幫工程司
胡樹成	交通部台灣鐵路管理局	電務處 副工程司
歐庭嘉	交通部台灣鐵路管理局	電務處 幫工程司
許調泰	交通部台灣鐵路管理局	機務處 副工程司
邱家財	交通部台灣鐵路管理局	機務處 幫工程司
施景徽	交通部台灣鐵路管理局	機務處 幫工程司
張日益	交通部台灣鐵路管理局	機務處 工務員

出國類別：其他

出國地區：瑞典

出國期間：民國 91 年 12 月 14 日－91 年 12 月 22 日

報告日期：民國 91 年 2 月 14 日

分類號/目：H4/鐵路 H4/鐵路

關鍵詞：ATP，自動列車防護，Ebicab 2000、ERTMS、BTM，感應器傳送模組

內容摘要：壹、出國協商監造之依據及目的 1 貳、出國協商監造成員及行程表 3 參、瑞典龐巴迪號誌公司簡介 5 肆、列車自動防護系統簡介 9 4.1 系統簡介 9 4.2 系統功能 11 4.2.1 速度曲線監控 11 4.2.2 煞車監控 14 4.2.3 號誌機速度監控 18 4.2.4 速限防護監控 20 4.2.5 列車模式的監控 21 4.2.6 其他防護監控 24 4.2.7 ATP 駕駛監控盤面 25 4.3 設備組件 32 4.3.1 地上設備 32 4.3.2 車上設備 37 伍、ATP 安裝與測試 50 5.1 軌旁號誌設備安裝 50 5.1.1 LEU 固定方法 51 5.1.2 電子元件安裝 52 5.1.3 端子區塊連接 54 5.2 LEU 程式化及測試 60 5.2.1 LEU 的程式下載 61 5.2.2 LEU 測試 63 陸、ATP 系統設計協商內容 66 柒、海外訓練心得 69 附錄 A ATP 地上設備訓練 75 附錄 B ATPT 地上感應器現場安裝圖 77 附錄 C ATP 各部英文縮寫 80

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網 <http://report.nat.gov.tw>

目錄

壹、出國協商監造之依據及目的	1
貳、出國協商監造成員及行程表	3
參、瑞典龐巴迪號誌公司簡介	5
肆、列車自動防護系統簡介	9
4.1 系統簡介	9
4.2 系統功能	11
4.2.1 速度曲線監控	11
4.2.2 煞車監控	14
4.2.3 號誌機速度監控	18
4.2.4 速限防護監控	20
4.2.5 列車模式的監控	21
4.2.6 其他防護監控	24
4.2.7 ATP 駕駛監控盤面	25
4.3 設備組件	32
4.3.1 地上設備	32
4.3.2 車上設備	37
伍、ATP 安裝與測試	50
5.1 軌旁號誌設備安裝	50
5.1.1 LEU 固定方法	51
5.1.2 電子元件安裝	52
5.1.3 端子區塊連接	54
5.2 LEU 程式化及測試	60
5.2.1 LEU 的程式下載	61
5.2.2 LEU 測試	63

陸、ATP 系統設計協商內容.....	66
柒、海外訓練心得.....	69
附錄 A ATP 地上設備訓練.....	75
附錄 B ATPT 地上感應器現場按裝圖.....	77
附錄 C ATP 各部英文縮寫.....	80

壹、出國協商監造之依據及目的

一、依據:

台灣鐵路管理局91.12.5九十一鐵人二字第26456號函

二、協商監造訓練之目的

1. 達成技術轉移之目標

按合約規範內容和龐巴迪公司ATP專案人員討論相關細部設計問題，並逐一確認該公司之設計原則符合規範規定及台鐵實際需求。本局自電氣化計劃開始引進瑞典Ericsson設計產製之高複雜度自動列車告警/自動列車停車系統(ATW/ATS, Automatic Train Warn / Automatic Train Stop)系統，對台鐵行車及營運提供一定程度的輔助，然而電子科技日新月異，其利用高科技運用於鐵路行車安全防護方面，有著更進步、更新穎的設備。本局為提供旅客更安全、準確、舒適之服務，進而增進行車安全，提高行車效率及運輸容量，決定提昇列車自動防護功能，針對ATW/ATS系統一點警告二點查核於安全防護之不足。提升為連續性防護監控功能，因此決定將ATW/ATS系統汰舊換新，更新為列車自動防護系統(ATP, Automatic Train Protection)，確實防止司機員因超速及闖紅燈而導致行車事故，進一步提高行車安全，增進行車效率及運輸容量。本案由瑞典龐巴迪號誌公司(Bombardier Transportation signal Sweden AB)於90年8月29日得標，90年9月24日簽約，由於本案須於決標後40個月內完成，為期系統之功能需求品質水準達到台鐵之要求，必須於系統細部設計初期選派相關機務、電務技術人員赴該公司製造廠參與協商細部設計之功能規劃，實際了解產品製造過程，並規劃爾後之維修及訓練方式，使其防護功能充分適用台鐵繁多之車輛，達成技術轉移之目標。

2. 系統與界面整合協商

台鐵車種繁多，煞車系統不一，對於ATP系統功能之整合必須由龐巴迪公司和台鐵機務、電務人員詳細地了解，以提供該公司細部設計之參考。而台鐵站場聯鎖之複雜性及多樣化號誌系統、行車設備運轉形態，均必須於細部設計提供該公司作為參考，以利未來聯鎖設備和ATP系統之界接和整合。

3.訓練方式協商

龐巴迪公司必須提供台鐵ATP系統設計、器材供應、車上設備安裝、地上設備協助指導安裝、訓練、測試及啟用。對於台鐵維修人員必須提供必要的訓練，包括司機員訓練，機務、電務人員維修訓練，如何訓練及訓練期程都必須在合約初期和該公司協商，以利爾後保養維護技術之基礎，進而達成技術轉移之目地。

4.設備監造與器材檢驗

本案須於決標後40個月完成，地上設備器材分4批，於決標後18個月、21個月、24個月、27個月內運交，並由台鐵負責安裝，車上設備須由龐巴迪公司依據完工時限40個月及台鐵機車換裝ATP設備之能力提出時程，並於交貨後由該公司負責安裝測試。為確保系統品質水準，台鐵必須在設備器材交運前適當時機，選派人員赴該公司原廠測試檢驗監造。

5.資料提供與時程之協商

本案有關無閉塞運轉之速度、調車區界標(站外調車)的防護、號誌故障時的運行方式，配合路局現行列車運行有關警告、常用煞車、緊急煞車之重新定義、感應器安裝位置、電車線中性區間、ATP邊界範圍、切換時程、鐵路設備之里程測量標準、鐵路設備特性等相關資料。

貳、出國協商監造成員及行程表

一、成員

交通部

路政司 副工程司 蕭瑛宜

台灣鐵路管理局

電務處 副處長 謝水源

台北電務段幫工程司 黃榮貴

彰化電務段副工程司 胡樹成

高雄電務段幫工程司 歐庭嘉

機務處 台北機務段副工程司 許調泰

樹林機務段幫工程司 邱家財

行車技術課幫工程司 施景徽

花蓮機務段工務員 張日益

二、行程表：

表2.1 赴瑞典協商ATP系統訓練及工程執行計劃行程表

月	日	星期	起訖地點	工作內容
12	14	六	台北- 斯德哥爾摩	去程：搭機經香港赴斯德哥爾摩
12	15	日	斯德哥爾摩	抵達斯德哥爾摩，資料準備
12	16	一	斯德哥爾摩	系統功能、系統結構、工作原理、 工作模式、安全特性
12	17	二	斯德哥爾摩	系統功能與介面間、系統與其他系 統間之整合
12	18	三	斯德哥爾摩	車上設備之操作、特性與限制
12	19	四	斯德哥爾摩	地上設備安裝步驟、安裝檢查與測 試、編碼及設定方法
12	20	五	斯德哥爾摩	預防性維護、故障排除方法與步 驟、系統切換期間功能
12	21	六	斯德哥爾摩- 法國	現場觀摩及資料整理 回程：斯德哥爾摩搭機至巴黎轉機
12	22	日	法國-台北	回程：搭機經香港回到溫暖的家

參、瑞典龐巴迪號誌公司簡介

台鐵自民國64年電氣化計劃開始引進瑞典Ericsson（龐巴迪號誌公司之起源）設計產製之高複雜度ATW/ATS系統，對台鐵行車提供一定程度的輔助。然而隨著電子科技的進步，高科技運用於鐵路行車安全防護方面，已有更進步、更新穎的設備。本局為提供旅客更安全、準確、舒適之服務，提高行車效率及運輸容量，在辦理鐵路交通建設重大計劃「行車保安設備改善計劃」中決定提昇列車自動防護功能，提升為連續性防護監控功能，因此決定將ATW/ATS系統汰舊換新，更新為列車自動防護系統(ATP, Automatic Train Protection)。

本案由瑞典龐巴迪號誌公司（Bombardier Transportation signal Sweden AB）得標。龐巴迪號誌公司之歷史沿革源於1915年在瑞典成立Ericsson Signalling公司，1989年為EB集團購併，改為EB Signal，至1992年被ABB集團購併改名為ABB Signal，1997年為ADTRANZ（ABB Daimler Benz）所購併，公司改名為ADTRANZ Signal AB，1999年為Daimlerchrysler集團購併。2001年為Bombardier集團購併，公司名改為Bombardier Transportation（Signal）Sweden AB 公司沿革如下表：

表3.1 Bombardier Transportation（Signal）Sweden AB公司沿革

Ericsson Signalling	1915-1988
EB Signal	1989-1991
ABB Signal	1992-1996
ADTRANZ（ABB Daimler Benz）	1997-1998
ADTRANZ（ABB Daimlerchrysler）	1999-2001
Bombardier Transportation Signal	2001-

龐巴迪公司總部設於加拿大，為一國際性大集團，經營範圍包括：航太工業65%、運輸工業19%、休閒工業10%、金融業6%，全部員工有37000人，分布在43個國家，年營業額60億歐元。瑞典龐巴迪號誌公司為其運輸工業部門的一個公司，員工500人，年營業額1億歐元，專門設計、製造、銷售鐵路號誌系統，包括列車自動防護系統(ATP)、站場聯鎖裝置(繼電聯鎖、電子聯鎖)等。

龐巴迪公司發展ATP系統的歷史大事紀，見圖3.1。

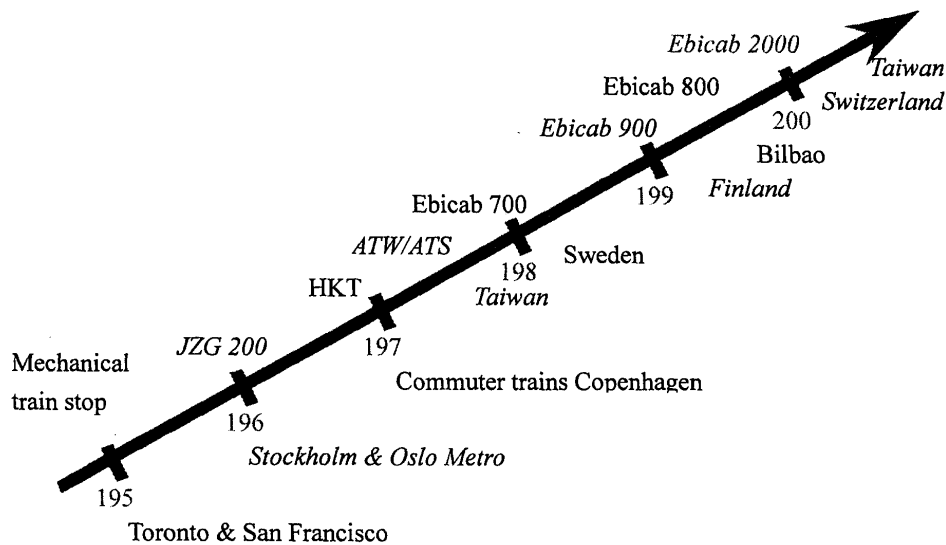


圖3.1 龐巴迪公司發展ATP系統的歷史事紀

根據英國國家所統計246起意外事故中圖3.2，司機員所造成的事故佔36% 本局為提供旅客更安全、準確、舒適之服務，進而增進行車安全，提高行車效率及運輸容量，決定提昇列車自動防護功能，針對ATW/ATS系統一點警告二點查核於安全防護之不足。提升為連續性防護監控功能，因此決定將ATW/ATS系統汰舊換新，更新為列車自動防

護系統(ATP, Automatic Train Protection) , 確實防止司機員因超速及闖紅燈而導致行車事故, 進一步提高行車安全, 增進行車效率及運輸容量。

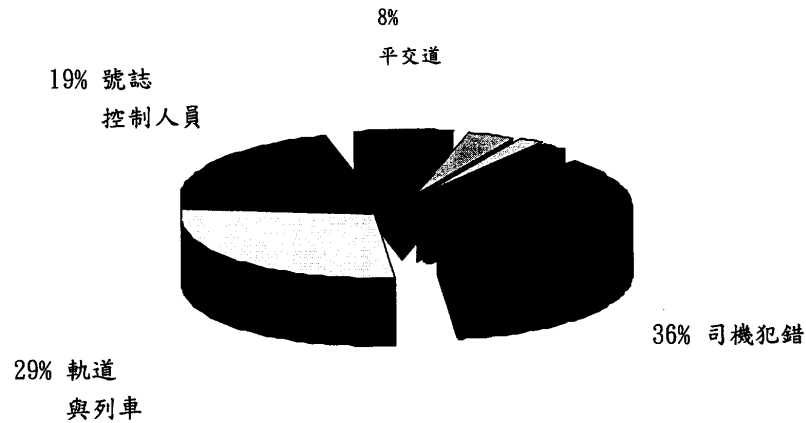


圖3.2 英國1960-1981統計246起意外事故

本局採用ATP系統主要原因有下列幾點：

- i. 避免意外事故發生
- ii. 增加行車效率
- iii. 避免花費大量的經費對現有號誌系統做修正
- iv. 可採用單一駕駛員操作
- v. 可採用高速列車

ATP自動列車防護系統有下列主要功能：

- i. 監控列車行駛狀況
- ii. 提供資訊並監控司機員操作
- iii. 在“危險”情況下警告司機員
- iv. 必要時強行執行緊軔
- v. 允許簡化軌道號誌系統
- vi. 故障安全設計

列車行駛在只有號誌情況與ATP系統支援司機員的情況可由圖3.3及圖3.4得知，ATP自動列車防護系統系統可以大大減少司機員的錯誤所造成重大傷害。

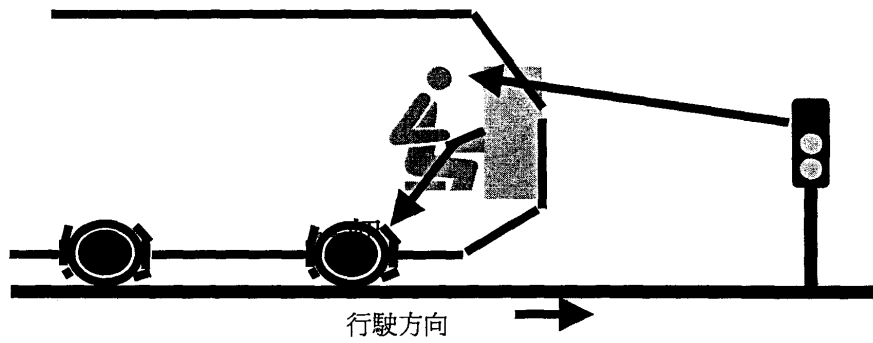


圖3.3 只有號誌機的情況下

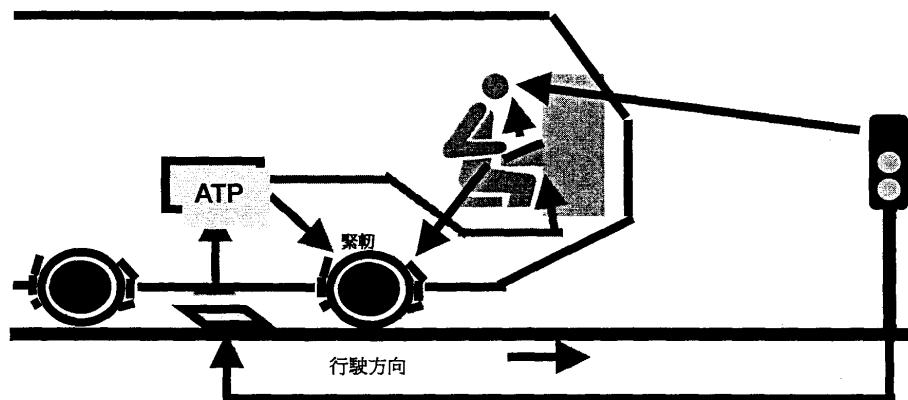


圖3.4 ATP系統支援司機員的情況下

肆、列車自動防護系統簡介

4.1 系統簡介

自動列車防護(ATP, Automatic Train Protection)系統,係採取連續式監督列車移動的動態防護系統。ATP之防護裝置,分別裝置於軌道地上設備及車上設備。依照ERTMS (European Rail Traffic Management System) 規範,ATP可分1級、2級、3級等3個應用階段來完成,本節即針對ERTMS 1級的功能作說明。以下說明ATP Ebicab 2000之功能。

一、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)。要以連續式監督列車移動時,車上的電腦必須考慮列車及軌道等相關特性,計算出該列車本身的動態速度曲線(dynamic speed profile)。如果車速太快,當列車接近速限(speed restriction)時,車上電腦會告警並通知司機員,若司機員未即時降低速度,系統就會自行啟動常用煞車(service brake),若車速繼續提高,必要時系統也會啟動緊急煞車(emergency brake)。

二、列車移動的資訊。如容許速度、容許移動範圍(Movement Authority),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編碼及動態資訊到列車上,告知現在的容許移動距離、速度等。透過編碼器(Encoder)可偵測軌旁號誌的顯示,以及其他從聯鎖裝置來的動態狀態如轉轍器方位等。根據此資訊,道旁電子單元(LEU, Lineside Electronic Units)將選定一組預先設定的ETCS(European Train Control System)電文透過電纜傳送到感應器。從編碼器送到車上的裝置稱為感應器(balise)。感應器可以單獨或併接數個感應器使用,接收各種區間(in-fill)的限速及列車等相關資訊。該資訊可透過編碼式軌道電路(coded track circuit)、電纜傳輸環路(cable loop)、區間感應器(in-fill balise)經由無

線電(radio)傳送至車上。如圖4.1為列車通過ATP地上感應器示意圖，當列車通過地上感應器，資訊即被車上ATP的天線單元(antenna unit)接收，車上ATP面盤上可顯示目前容許速度及前方限制車速給司機員看。車上的ATP利用感應器的資訊及列車資料來計算至限制點的安全速度曲線。實際的列車速度則透過轉速計(tachometer)來量測。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，傳送軌旁號誌到車上給司機員相關的目視資訊。

本系統適用於混合式鐵路交通路線的系統。鐵路路線容量將儘可能使所有列車依其安全動態曲線運轉，而達到最佳化的運轉模式。當快速的旅客列車與慢速的貨物列車共用相同的軌道時，所有經過的列車都被視為不同的列車，亦即對每種列車沿路連續地個別計算其煞車曲線。煞車啟動時機對每種列車而言都不相同。

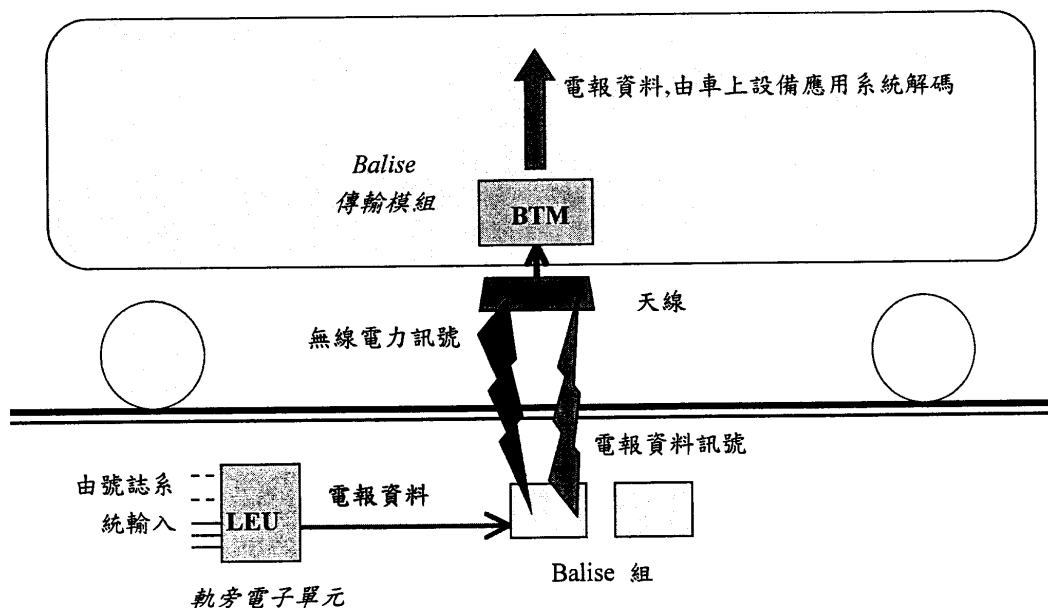


圖4.1列車通過ATP地上感應器示意圖

4.2 系統功能

ATP系統的主要功能是對每種列車行進時，依車速及路線限速連續地監控列車行進間之容許速度並保證列車不會越過容許移動範圍（Movement Authority）的終點，即保證列車不會闖越險阻號誌(stop aspect)。容許速度及容許列車移動距離等資料都從軌旁的地上感應器送來。容許速度值為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再將列車、軌道特性及路線限速等列入限速因素計算出動態速度曲線，進而決定路線上每點的容許速度值。本系統可保證列車在容許速度值以下安全地前進。

4.2.1 速度曲線監控

4.2.1.1 靜態速度曲線

鐵路沿線每處的容許速度值由下列幾個步驟決定。首先ATP從軌旁收到感應器來的一組靜態速度曲線。依地上感應器的位置，可以傳送不同的靜態速度曲線，如於號誌機或平交道前方。界接號誌機或平交道的編碼器設有一組預先設定的靜態速度曲線。依狀況，靜態速度曲線可由路線速度或限制狀況等數個限制速度組成。同時感應器電文中也可包含其他的資訊，如坡度、永久速限等，ATP依其列車等級自動選擇最大限制的靜態速度曲線。

4.2.1.2 動態速度曲線

ATP在接收最大限制的靜態速度曲線後，便計算動態速度曲線，動態速度曲線為一組4條速度曲線構成，每一條代表警報及煞車的不同限制及定義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，如圖4.2 系動態速度曲線的範例。

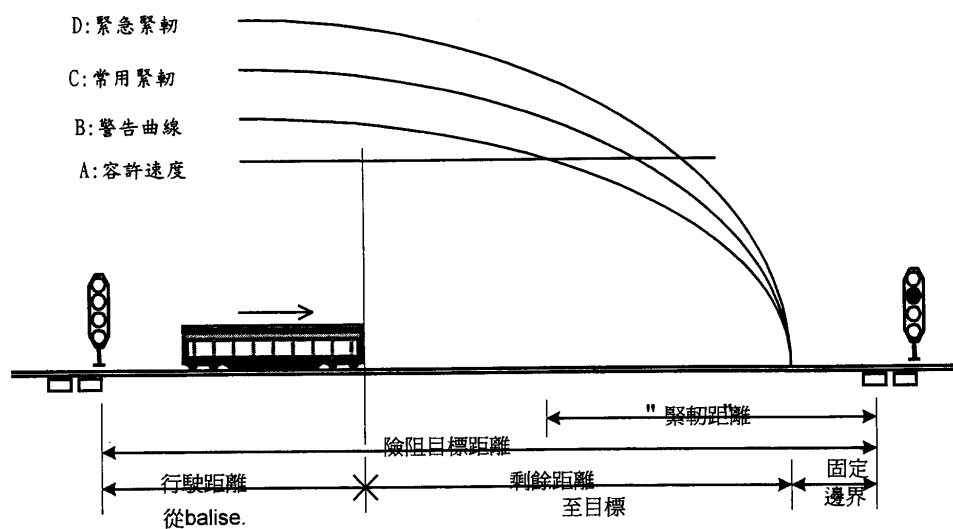


圖4.2 動態速度曲線範例

- A.容許曲線：實際速度超過容許速度時，給司機員幾秒鐘來修正列車的速度。若司機員自行啟動煞車，ATP將不會介入。速度不變時持續4秒，時間可由路局決定。
- 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，閃爍的文字訊息且發出警音警告司機員。速度不變時持續4秒，時間可由路局決定。
- C.常用煞車曲線：實際速度若連常用煞車曲線也超過，ATP會啟動常用煞車，閃爍的文字訊息顯示給司機員ATP系統已經啟動常用煞車，煞車時間會持續一段時間（由司機員輸入的列車煞車延遲時間）。
- D.緊急煞車曲線：實際速度若超過緊急煞車曲線時，緊急煞車立即啟動。

曲線以目標（停車位置）的固定邊界（fixed margin），再加上列車煞車參數保守值得來的安全邊界（safety margin）來計算。計算動態速度曲線時，ATP使用個別列車及軌道特性資料，如常用煞車、緊急煞車時的減速率、坡度、隧道位置及從發出命令至煞車作用的延遲時間等。列車

的煞車能力不同，其動態煞車曲線將會不同。即ATP系統容許讓煞車效率較高的列車(旅客列車)，比煞車效率較差的列車(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等依靜態速度曲線的列車等級配合，ATP將自動算出適用於個別列車的動態速度曲線。此方式可以增加鐵路的路線運輸容量。以下列舉說明個別的動態速度曲線的優點：

1. 一輛配備高級『柔性轉向架』的列車可以跟路線曲線配合，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。
2. 傾斜式列車以旅客可接受的舒適度，在路線轉彎時可以比其他列車以較快的速度通過轉彎曲線。
3. 當高軸重的列車通過脆弱的橋樑時，基於安全考量要開得較一般的列車慢，但是並非所有列車慢速行駛的限速都必須和重車一樣。
4. 當雨天時司機員可以設定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盤面輸入列車特性。也可於任何時間將輸入之列車特性取消。

ATP隨時以列車所在位置的容許速度監控列車的實際速度。在ATP發出告警時，即代表列車的實際速度超過容許速度，此時司機員應立即煞車。若司機員未即時降低速度，且車速繼續提高至常用煞車曲線之設定值，ATP會啟動「常用煞車」(service brake)並切斷動力，如此通常會使車速下降到容許速度以下。若遇車速提高過大或下坡路段，「常用煞車」不足以即時降低速度，使得列車的實際速度到達緊急煞車曲線之設定值，ATP系統也會自行啟動緊急煞車(emergency brake)。

圖4.3為ATP速度監控系統動作圖，顯示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收到警告後即時降低速度到容許速度以下。第二個事件反映ATP啟動「常用煞車」時的情況。依本局的需求，ATP的常用煞車方式須提供數種模式來達成。

ATP可以監控任何速度限制，如列車實際速度不得高於路線速限(line speed)、調車(shunting movement)時的最高速限、列車通過轉轍區內的速限，及任何永久或臨時的速限等等。不管速度限制的原因，ATP基本上使用相同的步驟針對列車行經路線的容許速度值來監控實際速度，包括ATP往前方限制點的安全煞車距離。

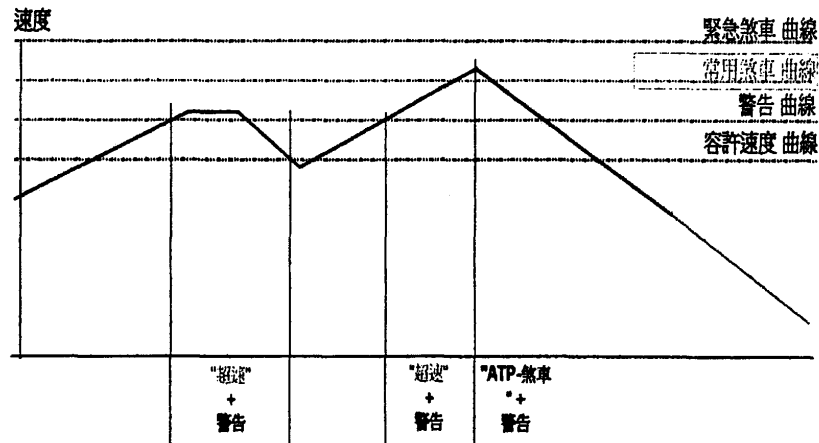


圖4.3 ATP速度監控系統動作圖

4.2.2 煞車監控

ATP可從列車前方軌道收到的所有資訊，計算並監控動態速度曲線，這些限制是較低的容許速度或確保在「容許移動範圍」的終點停車。車上的ATP設備連續比較列車的實際速度及計算動態速度曲線至限制點的剩餘距離。煞車啟動前需要一點時間給ATP以聲響警告司機員。警告時間則依列車型式的反應時間來設定。如此司機員才能即時使用常用煞車，並避免緊急煞車之啟動。

圖4.4及圖4.5係ATP煞車監控系統示意圖，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必須透過2個步驟來執行

列車位置與限制點之間的關係。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的「動態速度曲線」。若定義了數個速度等級，「距離」定義為下一個速度等級的起點與前一個速度等級起點間的距離。另外，車上的ATP設備使用「里程表」(odometer)連續監控列車從該感應器起的前行距離，並比較此距離與動態速度曲線的距離。

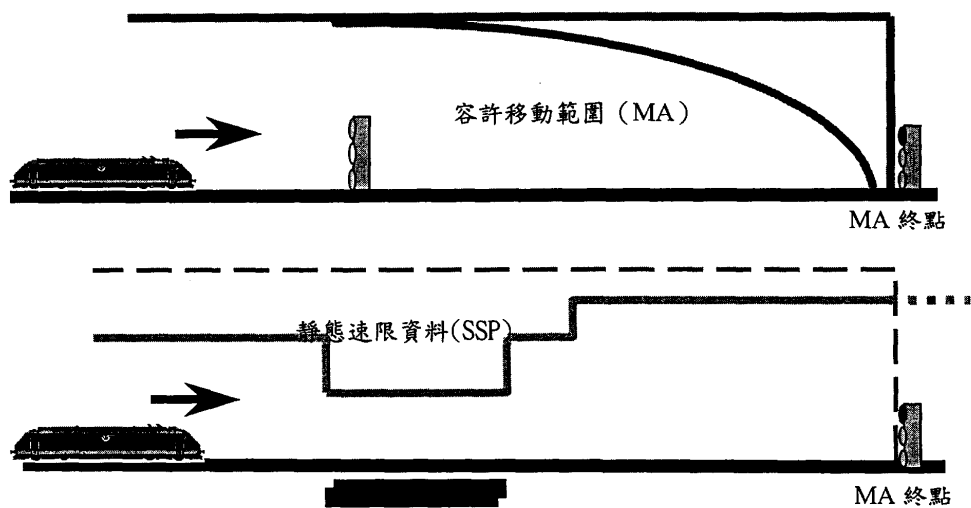


圖4.4 ATP煞車監控系統示意圖A

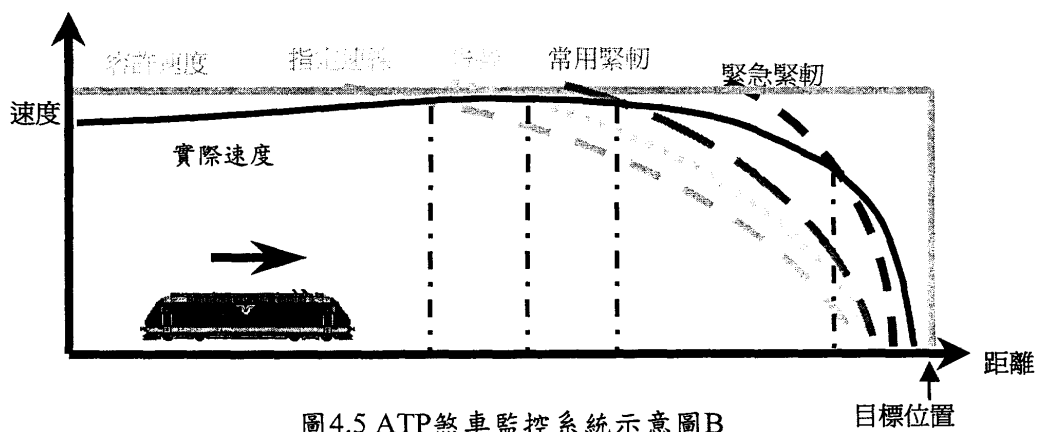


圖4.5 ATP煞車監控系統示意圖B

依本局的需求，ATP的常用煞車模式有下列數種。

1. 速度低於容許速度時，自動解除常用煞車。
2. 速度低於容許速度，且司機員壓下"煞車解除如（release brake）按鈕時，解除常用煞車。
3. 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。

ATP在啟用指揮煞車時，通常使用常用煞車，若ATP啟動「常用煞車」後仍不足以即時降低速度，使得列車的實際速度到達緊急煞車曲線之設定值，ATP系統也會自行啟動「緊急煞車」(emergency brake)。在下列情況下ATP會使用緊急煞車。

1. 運轉中發現常用煞車系統故障。
2. 監控列車的最高容許速度時，實際速度到達緊急煞車界限。
3. 列車通過「可移動範圍」的終點。
4. 監控至限制點的煞車時，實際速度到達緊急煞車界限。
5. 列車無「可移動範圍」或往相反方向移動時。
6. 其他情況也有可能。這些狀況可依本局的需求來定義。

若ATP發出「緊急煞車」，列車通常會在煞車可以解除前停車。若本局需要，ATP系統亦可以讓緊急煞車提前解除，因為許多列車解除煞車時間通常比停車時間還要長。

4.2.2.1 擱置目標煞車監控

當列車接近車站被引導到側線，道岔內的速限正式地由進站號誌機提供，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，不會通過進站號誌機。但是當進路為進入側線，ATP可以監控只在列車到達道岔前的列車通過道岔速度，而非在進站號誌機時就限速，且在列車車身完全通過道岔後，解除限速。其他狀況下，也可以擱置目標，例：月台邊的速限，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、車站或類似地點之適當距離的感應器來傳送。

4.2.2.1 延伸距離煞車警告監控

若在原有路線上，路線速度增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。安裝警告感應器，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。列車車上的ATP計算個別列車的動態速度曲線時，不會被強制提早作不必要的煞車，但是所有的列車將會被保證充分地煞車，使其停於主號誌機之前，即確保在「容許移動範圍」的終點停車。

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也能進行多區段監控，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。

4.2.3號誌機速度監控

位於主號誌機的感應器傳送對通過列車顯示的資訊。通常傳送顯示相關的速度等級。例如當進站號誌機顯示通過正線的進路，此時的速度等級通常和路線速度相同，但當進站號誌機顯示經過道岔的進路時，可能限速45km/h或60km/h。此時ATP編碼器透過感應器傳送至車上設備監控的速度等級將作為容許最高速度。ATP能夠透過設定區別比號誌顯示限速更多的速度等級。所以ATP不僅可以監控與號誌顯示相關的一般速度值。且速度值可以於「編碼器」(encoder)內為每一號誌顯示或進路單獨規劃。如不同的車站依該處的軌道狀況，對列車可有不同的速度；同一車站的入口可允許不同的速度，依列車要經過何種道岔而定。

當列車以限速通過遠距號誌機(distant signal)，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。

一、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。本功能用於停車處主號誌機前有月臺時。

二、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，但是若本局規定許可，列車可以目視前進。「准許通過號誌機」是從連接到號誌機的感應器送到車上。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)。此時該列車之防護改由司機員負責。

三、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。當主號誌機再變為「進行」號誌時。雖然列車尚未通過任一告知顯示號誌改變的感應器，司機員即可以固定速度接近主號誌機。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所有主號誌機都可用的固定值，但是系統也可允許更彈性，方式如下：

1. ATP允許於每一顯示「險阻」的號誌機，解除速度設為個別值，由遠距號誌機的感應器提供解除速度之大小。
2. 主號誌機內方的重疊區間長度可由遠距號誌機送到車上，如此車上的ATP監控就能計算允許列車停於重疊區間內的最高容許速度。

四、區間資訊

在遠距號誌機與主號誌機間提供新的資訊。通常稱為『區間(in-fill)』資訊。此種區間資訊可從感應器、編碼軌道電路、電纜環路、或經由無線電設備傳送。

區間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」號誌，就不需要煞車或可以解除煞車而使列車繼續往主號誌機前進。區間感應器通常置於主號誌機前300m。為符合本局的行車模式，主號誌機前可以安裝多組區間感應器。

ATP也能透過特殊線圈偵測從編碼式軌道電路或電纜環路送來的資訊。

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。所有速度使都只由感應器提供。「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。

4.2.4速限防護監控

一、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。

感應器設置於從限制點開始，比煞車距離還遠的地方。若號誌機設置適當，此資訊可由號誌機的感應器提供，否則軌內要設置分離的感應器。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對(a pair of balises)來標示。

二、臨時速限

ATP可以在臨時處所監控速限。於沿線施工時，感應器應規劃新的速限，並置於煞車距離的路線上。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。感應器使用簡單的「夾子」固定於路線上。

三、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，就引進新的速度值。例：進站時，可以在接近該處時才作用，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及拉扯而磨損。

4.2.5 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：

- i. 開機及測試
- ii. 資料輸入
- iii. 局部監控
- iv. 全程監控
- v. 被動模式
- vi. 調車模式
- vii. 系統故障
- viii. 隔離模式
- ix. 斷電模式

i. 開機及測試

開機時ATP自動執行自我測試，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。

ii. 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。

iii. 局部監控

當列車資料或軌道資料不足時，「局部」監控可用於不同的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ATP的區域，或因故列車越過「可移動範圍」時。列車模式即轉為目視

(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域，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。

iv. 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。

v. 被動監控模式

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個路線感應器。本模式的主要目的為追蹤列車位置，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。

vi. 調車的監控模式

ATP以限制的方式(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改為監控規定調車的最高容許調車速度，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(full supervision)監控」模式。

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。

vii. 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進入「隔離(isolation)」模式。

viii. 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，以使列車可以在無ATP監控下運轉列車。

ix. 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。

4.2.6 其他防護監控

一、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 slide detector)。

二、傳送輔助的訊息

感應器至車上的傳輸提供輔助訊息送到車上的備用容量，如隧道的資訊及電化路線上電車線中性區間。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。

三、溜逸防護

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。防護方式系當方向控制器置於『中位』或列車資料尚未輸入時，車輛往任何方向一移動超過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，即使溜逸很慢，ATP也可以偵測出來。司機員可以按壓「解除煞車」按鈕來解除煞車。

四、ATP建設擴充防護

當軌旁設備需要擴充時，感應器要在ATP區間啟用前將感應器裝置於軌道內。這些感應器來的訊息不會干擾到通過的列車，通過ATP建設區 (construction area)時，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。當列車進入建設區時可以配合設定容許速度的速限。

五、無閉塞運轉模式

列車進入或離開ATP防護區，位於各區的邊界感應器會通知車上的ATP設備。進入或離開兩邊感應器的資訊都會通知司機員。列車開動或變更方向時，ATP將假設列車位於「未防護」區。ATP會讓列車以低速（25km/h）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防護區才能解除速限。列車於未防護區偵測出行車方向的感應器，會像ATP防護區一樣開始自動監控列車。

4.2.7 ATP駕駛監控盤面

ATP車上設備的司機員面盤為人機界面（MMI），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。

一、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。資料由路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4.6 MMI盤面列車資料輸入畫面。

The diagram shows the layout of the MMI screen for train data input. The elements are numbered as follows:

- 1: 車型 (Train Model)
- 2: 列車最高速限 (Train Maximum Speed Limit)
- 3: 列車總重 (Train Total Weight)
- 4: 列車總長 (Train Total Length)
- 5: 車次號碼 (Train Number)
- 6: 工作班號 (Work Shift Number)
- 7: 提前解除速限 (Advance Speed Limit Release)
- 8: 系統時鐘 (System Clock)
- 9: 車輪直徑 (Wheel Diameter)
- 10: 列車停站站名 (Train Stop Station Name)
- 11: Left arrow button
- 12: Right arrow button
- 13: Up arrow button
- 14: Down arrow button
- 15: 系統測試 (System Test)
- 16: 修改 (Modify)
- 17: 取消 (Cancel)
- 18: 確認 (Confirm)

圖4.6 MMI盤面列車資料輸入畫面

各鍵功能如下表：

1.車型	2.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。

二、駕駛顯示

當所有的列車資料及停靠站都檢查正確後，司機員按圖4.6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，如圖4.7，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.工常用煞車啟動表示。
- 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。
- 22.警報確認功能鍵。

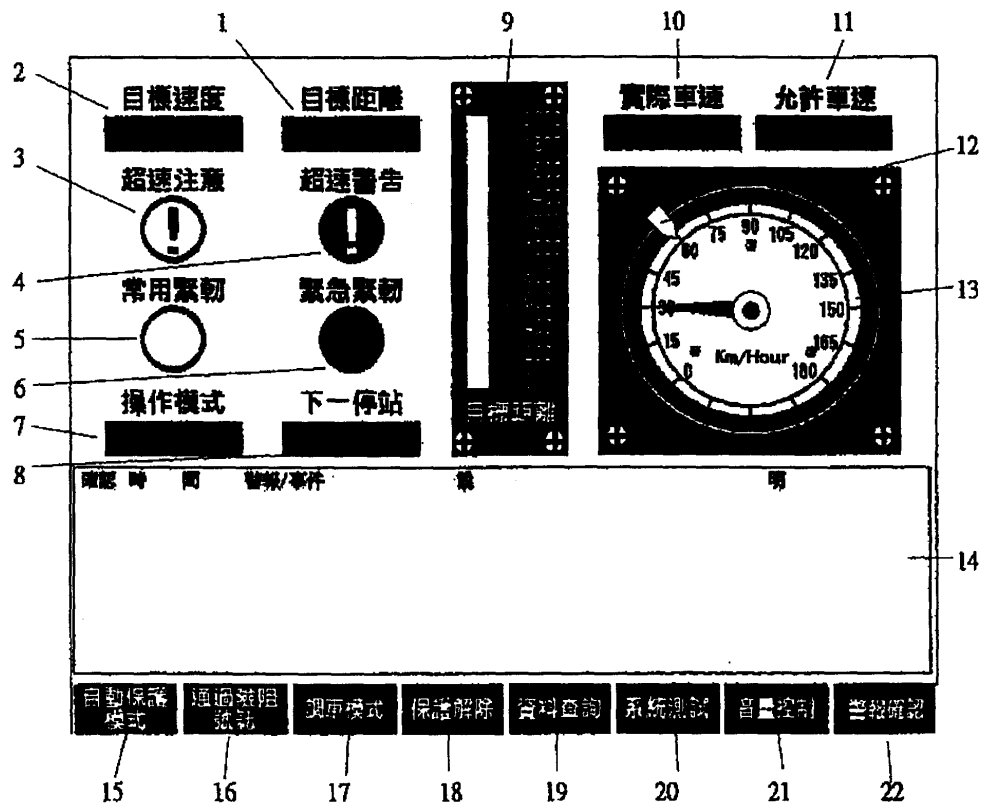


圖4.7 MMI盤面列車駕駛顯示畫面

三、列車資料查詢

按圖4.7的19鍵進入資料查詢模式。告警視窗切換至以下圖4.8列車資料查詢模式的視窗：

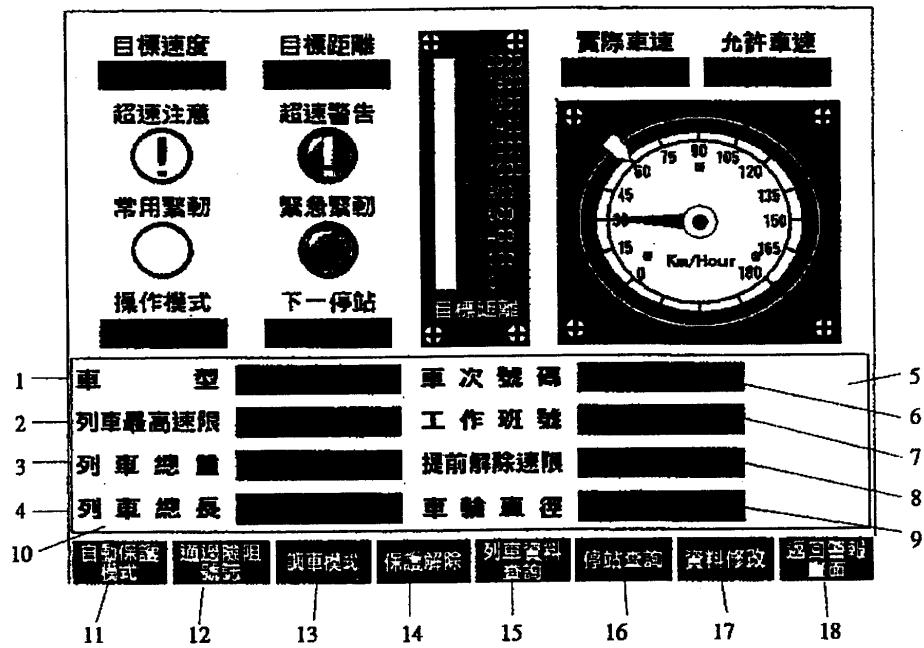


圖4.8 列車資料查詢模式的視窗

各鍵功能如下表：

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

四、停靠站查詢

於圖4.8的列車資料查詢顯示內，壓功能鍵16查看停靠清單，停靠站顯示如下圖：

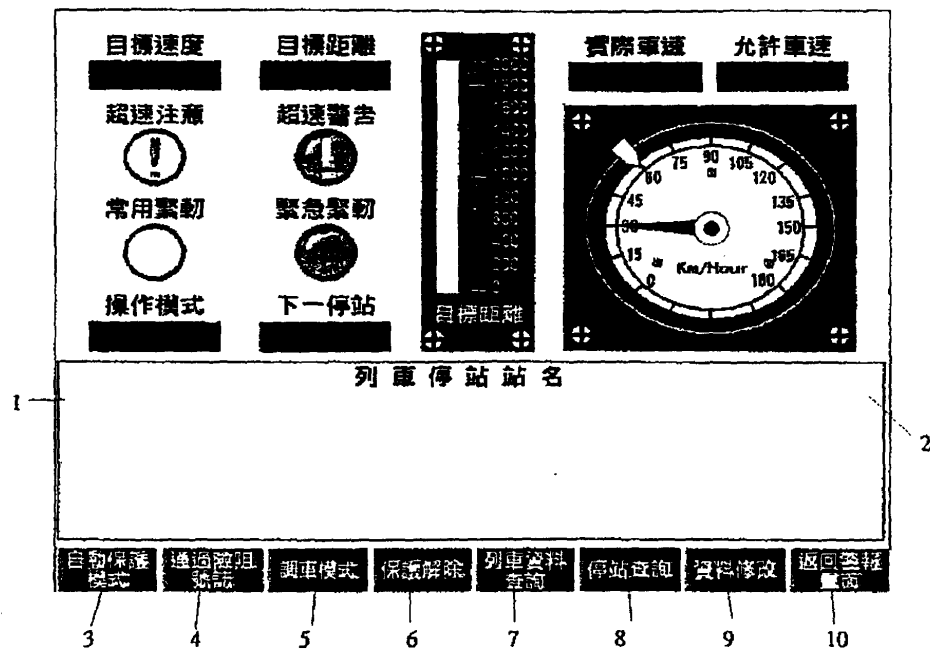


圖4.8 列車資料查詢模式

各鍵功能如下表：

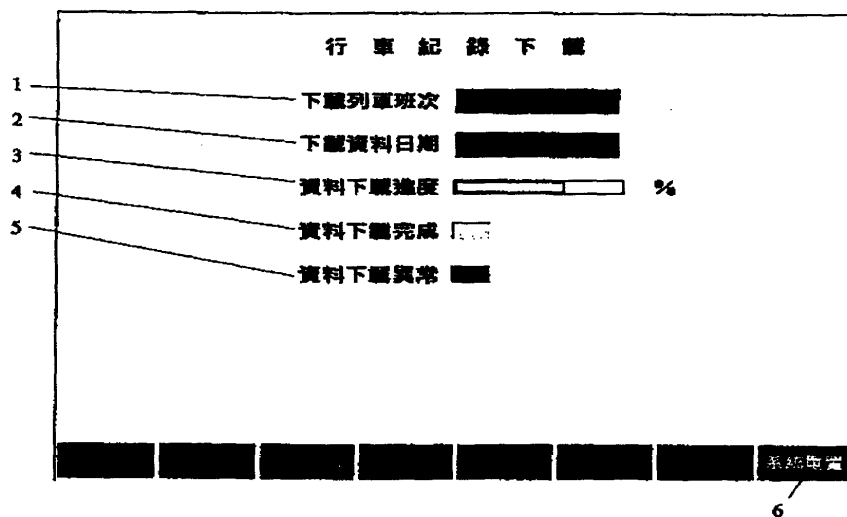
1.停靠站顯示視窗	2.系統時鐘	3.進入ATP模式鍵
4.通過險阻號誌鍵	5.進入調車模式鍵	6.解除ATP服務鍵
7.列車資料查詢鍵	8.停靠站查詢鍵	9.停靠站修改鍵
10.回到告警視窗鍵		

按功能鍵7停靠站視窗被圖4.8的列車資料視窗取代。按功能鍵10回到圖4.7的告警視窗。資料查詢中若發生告警，告警視窗自動彈出時顯示告警。

五、下載紀錄的資料

MMI盤面提供BNC插頭連接的乙太網路下載紀錄的資料之界面。若紀錄存於 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。則紀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. 操作員需要有能夠下載的智慧卡。
2. 將卡放到MMI面盤的讀卡器內，出現如圖4.9的資料下載畫面。
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。



圖

4.9下載紀錄資料畫面

各鍵功能如下表：

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，重置系統用功能鍵

4.3設備組件

傳輸系統的設備組件用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，以安全的方式將資料從地上送到車速高達50km/h的車上。地上設備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。車上副系統由感應器傳輸模組（BTM，Balise Transmission Module）及天線單元組成。其功能與車上的ATP匯流排，及感應器相匹配。車上設備含車上維修設備、程式規劃工具、故障查修等。

4.3.1地上設備

地上設備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。

4.3.1.1感應器（Balise）

感應器主要在傳送編碼器來的電文或內部記憶資料給通過感應器的列車。感應器包含下列功能：

- i. 接收天線單元來的遙傳電力。
- ii. 接收編碼器來的偏壓電源。
- iii. 接收編碼器來的電文(電文長度可以使用341或1023位元。電文傳送速度為564Kbit/s)。
- iv. 可儲存預設電文。
- v. 可切換至預設電文。
- vi. 電文傳送頻移鍵控（FSK, Frequency Shift Keying）訊號的調變。

本案使用的感應器為兩種小型感應器：可控型感應器（CBC, Compact size Balise Controlled）及固定型感應器（CBF, Compact size Balise Fixed）。如附錄B 感應器沿著軌道中心線安裝，2個感應器稱為1個資訊點（information location）。需要2個感應器的理由為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。

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的電文，電文傳送速度為564Kbit/s。

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

4.3.1.2編碼器（Encoder）

編碼器於ERTMS規範內稱為道旁電子單元（LEU, Lineside Electronic Units）

為號誌設備及感應器間之界接。編碼器功能包含：

- i. 從號誌設備接收號誌狀態。
- ii. 儲存電文。
- iii. 選擇電文。
- iv. 將電文送到感應器。
- v. 對感應器傳送電路電源偏壓。
- vi. 對於故障狀況，編碼器可經由感應器送出故障電文或故障訊號。

圖4.10 係編碼器示意圖，編碼器尺寸為400mm (d) × 485mm (w) × 180mm (h)，重5.2~6.7kg，依卡片多寡而定。

編碼器使用12~40VDC電源，有3種電路板：

1. 燈泡偵測板 (2路) × 6 = 12組。
2. 感應器 (Balise) 驅動板 (1路) × 4 = 4組。
3. 電源單體，單體內有組態記憶，以維護編碼器的完整性。

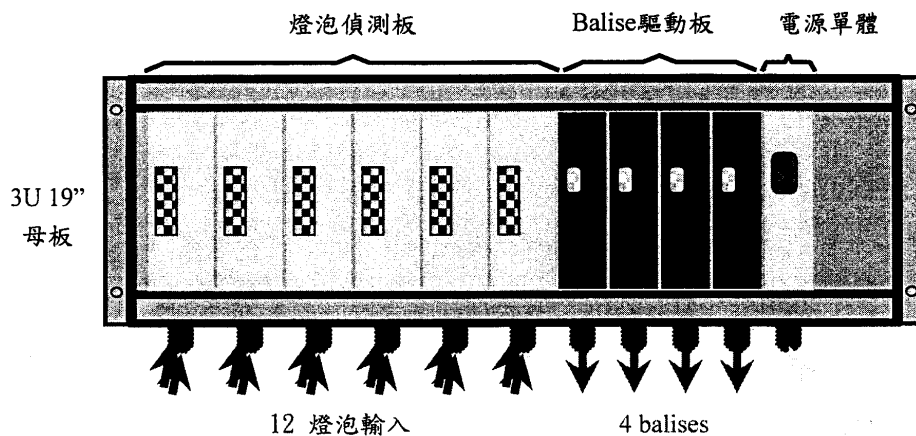


圖4.10 編碼器示意圖

三種電路板都有識別裝置，防止電路板插錯插槽。

燈泡偵測板有2種：

- i. 低電壓板 用於6~36V AC/DC
- ii. 高電壓板 用於24-115V AC/DC

燈泡偵測板用來偵測燈泡的on,off，號誌燈泡的偵測模式如圖4.11，負載通常為10W(Encoder 判斷燈泡on,off之位準為>5W為on,<1W為off)。

號誌燈泡為10V,18W。

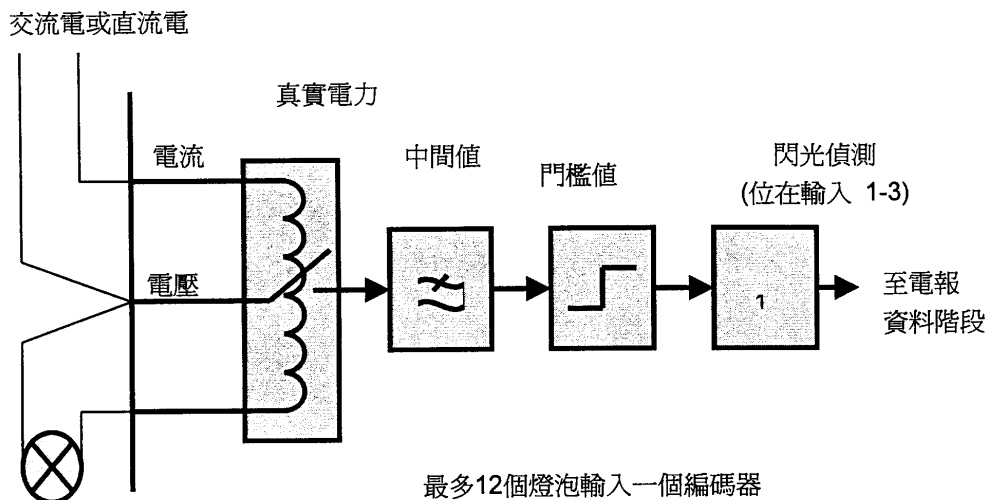


圖4.11 燈泡偵測板的偵測模式

編碼器使用耗電量如下：

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

有一個插頭用於規劃編碼器，另一個插頭作為錯誤表示的輸出。

感應器驅動板以564Kbit/s的速度送出電文，並提供Balise偏壓電源。編碼器至感應器的最大傳輸距離依目前使用的電纜定為3000m。一個編碼器可以連接至多四個balises及偵測12個號誌機的燈號，如圖4.12為站場編碼器連接四個balises及偵測12個燈號。

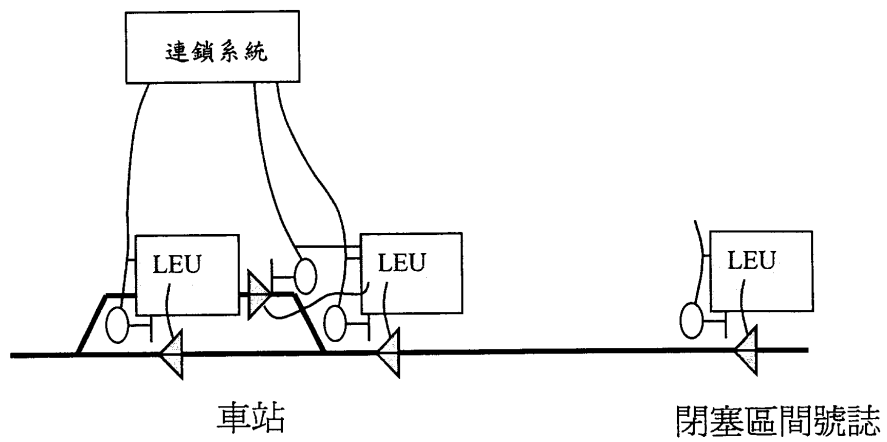


圖4.12 編碼器連接四個balises及偵測12個燈號

4.3.1.3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：

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

4.3.2 車上設備

ATP車上設備，平台硬體含：

一、兩種電腦單元型式：

- 列車控制單元VCU
- 通訊控制器COMC

二、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

三、平台的傳送設備：

- 感應器傳送模組BTM
- 小型天線單元CAU

四、司機員人機介面：

- 司機員的ATP面盤

各部英文縮寫請參閱附錄C。

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單元及各保安單元間的通訊，一個軟體平台須架構與安全有關應用的軟體之設計，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：

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

i. 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，使技術人員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。

ii. 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，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。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。

iii. 與Atranz車上產品可以配合

本平台密切配合Adranz車上設備生產者來發展。車上通訊及控制系統程式為Adranz內部的連結發展程式。其程式發展如下：

Mitrac：列車通訊及控制系統用硬體平台，含數個不相關的模組，由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、測試及起用的數個軟體工具。

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車上設備生產者與號誌部門間密切合作的基礎。

iv. 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。

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車上設備，感應器傳輸模組、天線單元、I/O單元及電腦單元。其中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。圖4.13係車上設備模組的選擇及組合。車上系統可含數個電腦單元，因此可以同時執行數個應用處理。使用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。

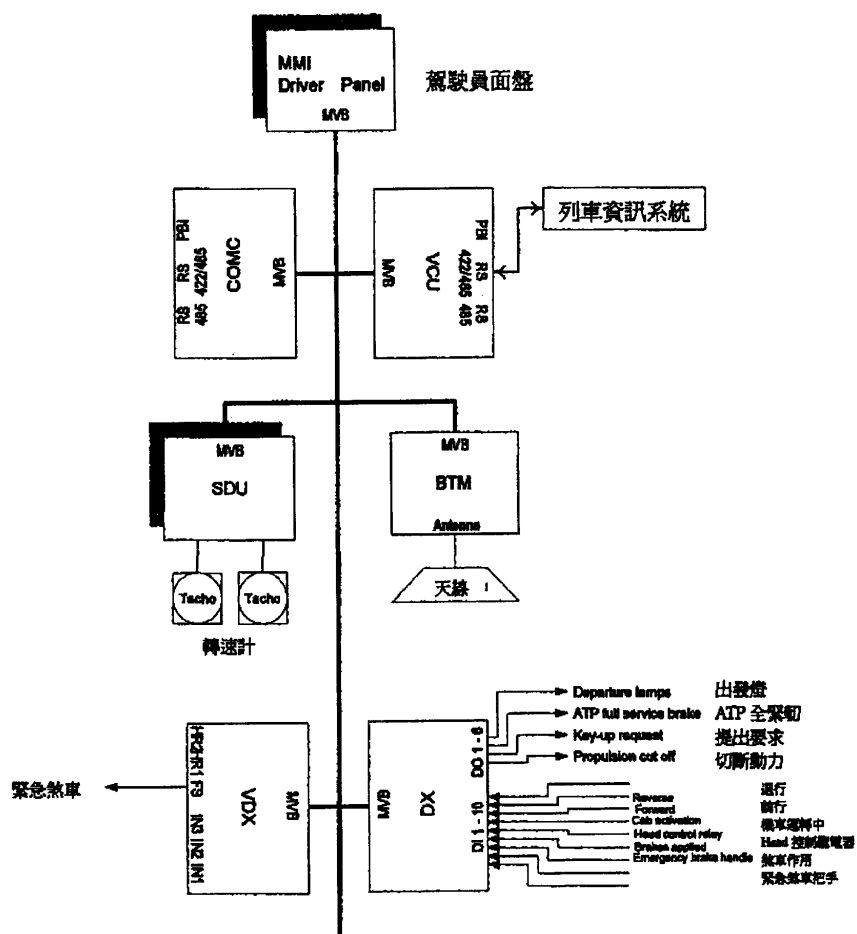


圖4.13係車上設備模組的選擇及組合

4.3.2.1 感應器傳輸模組 (BTM)

感應器傳輸模組 (BTM, Balise Transmission Module) 與車上ATP匯流排及天線單元界接。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。

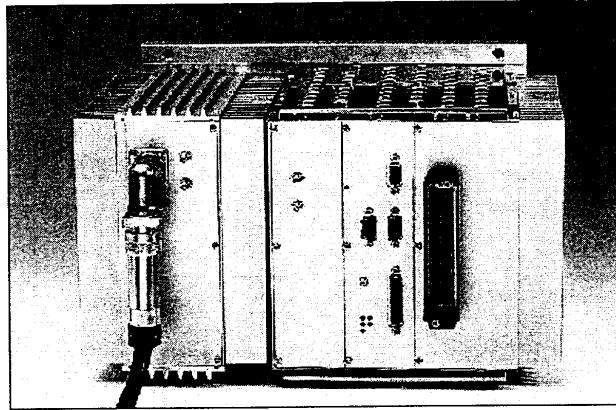


圖4.14 感應器傳輸模組

BTM含下列功能：

- i. 接收並辨認FSK訊號
- ii. 解調FSK訊號
- iii. 檢查並與感應器電文同步
- iv. 局部測量與分析
- v. 收到的資料及局部測量加註時間
- vi. 將感應器電文及資料送到車上ATP
- vii. 供應RF功率到天線單元
- viii. BTM測試及天線單元的功能
- ix. 串列匯流排 (MVB)，與車上ATP通訊。

- x. 連接到天線單元的電纜。
- xi. 全雙工多點投落串列介面，用於連接單元到車上其他產品。
- xii. RS-232界接到外部的測試用資料記錄器。

BTM於一級維護的故障查修時，提供機器狀態。並將機器狀態傳送給車上ATP匯流排。

4.3.2.2天線單元

天線單元由BTM供電，含下列功能：

- i. 送出遙傳電力訊號供電給感應器。
- ii. 從感應器接收3.9-4.5MHz訊號。
- iii. 監視車上系統的傳送能力。
- iv. 產生車上系統的偵測與接收能力之監控訊號。
- v. 4個 $\Phi 11\text{mm}$ 安裝孔。

台鐵使用的天線單元為小型天線單元(CAU, Compact Antenna Unit)。

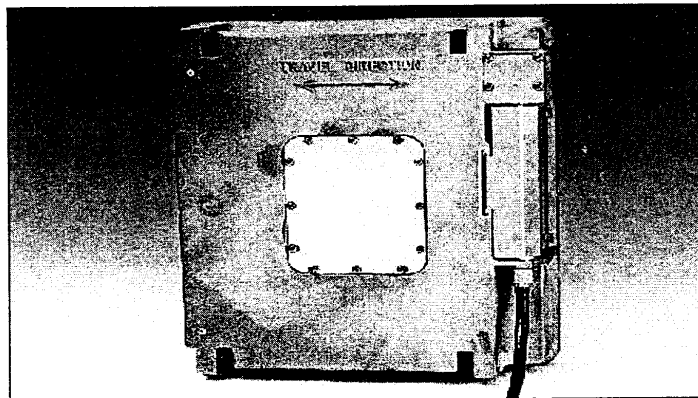


圖4.15 小型天線單元

4.3.2.3 電腦單元

所有硬體單元都內含於本身的外殼內，無需機架來安裝，本單元不需要強制散熱，可以安裝於界接的設備附近。ATP平台提供2種電腦單元型式，小型的平台電腦單元（COMC, Communication Controller）及車上控制器單元（VCU, Vehicle Controller Unit），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。

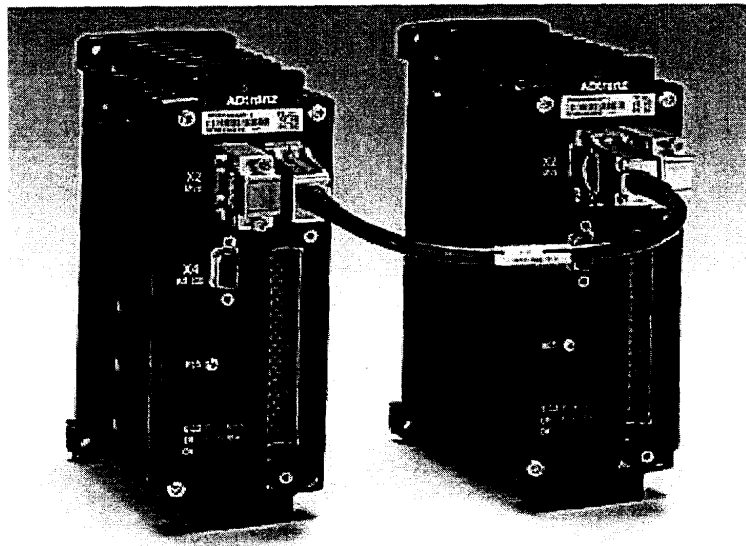


圖4.16 COMC及VCU

一、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，可安裝一塊擴充電路板以便未來的擴充(或以乙太網路板代替)。

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。

二、COMC單元

通訊控制器(COMC)提供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M旺夕界面的設備。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。

4.3.2.3輸出/輸入單元

所有ATP輸出/輸入單元模組的外殼都是相同的標準I/O外殼，（BTM除外）。

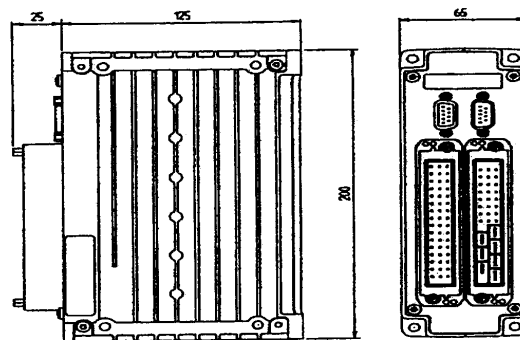


圖4.17 標準I/O外殼

一、數位I/O單元（DX, Digital input/output unit）

DX單元用於界接車上的各種數位輸入或輸出信號(從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用於大的信號且電源供應電壓(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。

二、保安數位I/O單元 (VDX, Vital Digital I/O Unit)

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:

- i. 3個保安輸入。
- ii. 1個保安輸出。
- iii. 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)。
- iv. 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對於此需求以訊源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：1.保安輸出可以進入安全狀態 (=off)。2.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:高信號與電源供應電壓(24-120V)及低信號與電源供應電壓(24-36V)與高輸出電流。

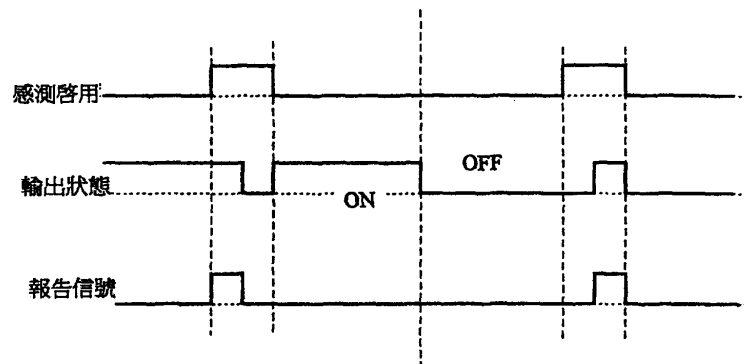


圖4.18 VDX的信號狀態

三、速度及距離單元(SDU, Speed and Distance I/O Unit)

SDU為界接到ATP系統的轉速計的平台界面。

SDU的主要功能為：

- i. 讀取並計算轉速計脈衝。
- ii. 決定轉速計旋轉方向。
- iii. 監視轉速計的供應電壓。
- iv. 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)。
- v. 1個單相轉速計(旋轉方向不偵測)。
- vi. 2個單相持速計(旋轉方向不偵測)。
- vii. 1個2相轉速計。
- viii. 1個2相轉速計及1個單相轉速計。
- ix. 1個3相轉速計(用於台鐵)。

4.3.2.4 硬體平台安裝

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、需求等而定。圖4.14為分散式安裝的示意圖。

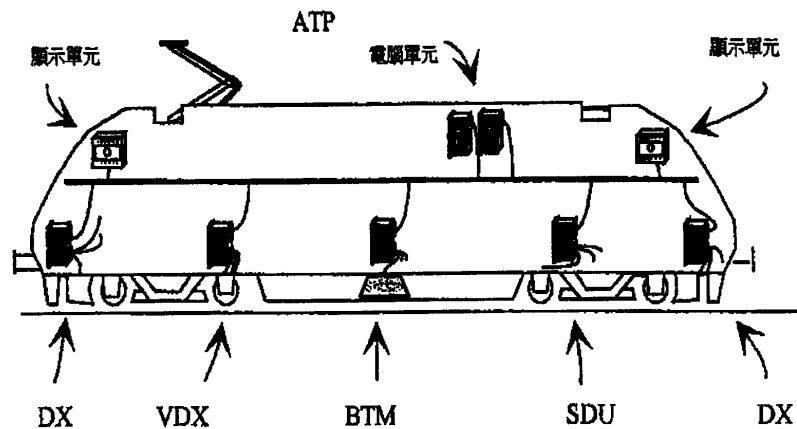


圖4.19分散式安裝的示意圖

硬體安裝工作於硬體組態局定後即可進行。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)。

一、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℃時的散熱空間垂直安裝為20mm加上、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(含電坑及插頭)x220x85mm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。

二、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)x348x135。VCU可直接接到車上的電池(24-120v)。電腦單元的VCU用執行(run-time)系統，於安裝時經由RS232串列埠下載。

4.3.2.5記錄器

一、資料記錄器

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

一台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：

- i. 列車的實際速度(actual speed)
- ii. 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)
- iii. 於下一限制或號誌機的容許速度
- iv. 至下一限制或號誌機的剩餘距離(remaining distance)
- v. 超速警告燈(可以依超速的等級變更具大小及顏色)。

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、警鈴用於聲音警告。

二、事件記錄器

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紀錄。資料可由管理當局來選擇，紀錄的典型資料如下：

- i. 列車速度、加速度及減速度。
- ii. ATP職司機員的表示及告警。
- iii. 常用煞車及緊急煞車。
- iv. 司機員的操作。
- v. 貯存的列車資料。
- vi. 感應器來的電傳資料。
- vii. 設備錯誤碼及故障
- viii. 電傳失效

所有選定的資料會與事件發生時間一併紀錄。紀錄器與司機員面盤連結，以電腦結合，儲存的資料即可簡單而快速地下載並轉移到資料記錄器。

伍、ATP安裝與測試

軌旁電子單元 2000(LEU 2000)是ATP地上設備系統的一部份。LEU 2000傳送號誌機、連鎖系統等設備提供的資訊，透過地上的balise傳送給通過列車車上的ATP設備，以提供安全列車操作。本文說明如何在現場安裝LEU 2000，使用者必須具有對PTE 2000軟體安裝與測試設備的知識。

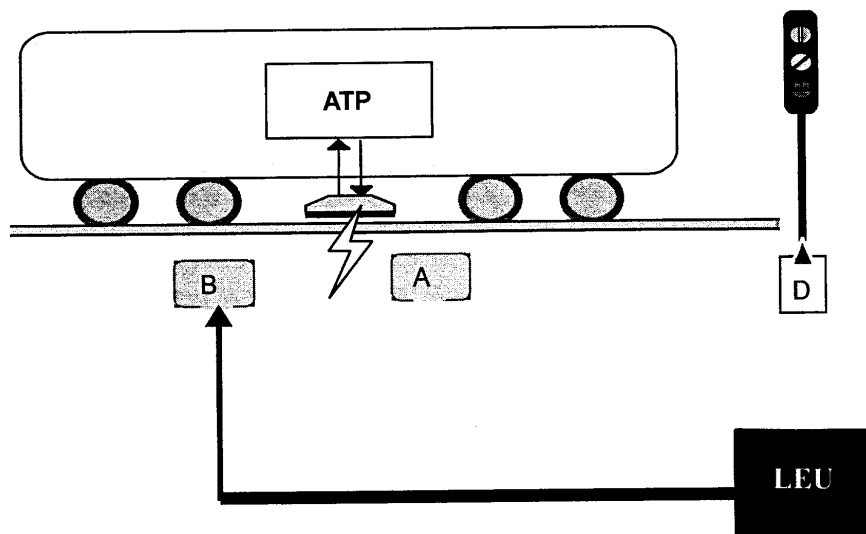


圖5.1. LEU控制安裝在軌道間的balises

5.1 軌旁號誌設備安裝

LEU是設計做為軌旁ATP地上傳輸設備(balise)及軌旁號誌設備的介面。軌旁號誌系統包含燈泡號誌和控制號誌，所有動作都是由連鎖系統來控制。LEU 2000的印刷電路板是組裝在金屬箱中可抑制電磁干擾。LEU 2000是設計裝在標準19"機箱中。

LEU 2000是模組化設計，其根據可能的號誌輸入與輸出，例如LEU 2000可以裝設不同數量的PCBs。這些板子可以有不同的組合來符合設定要求。

LEU 2000將燈泡偵測板裝在位置1到6，Balise驅動板在位置 7到10，電源板在位置11 和一個在未來供備用板使用插槽12，如圖5.2。一個LEU 2000具有六個燈泡偵測板，四個Balise驅動板和一个電源板範例。

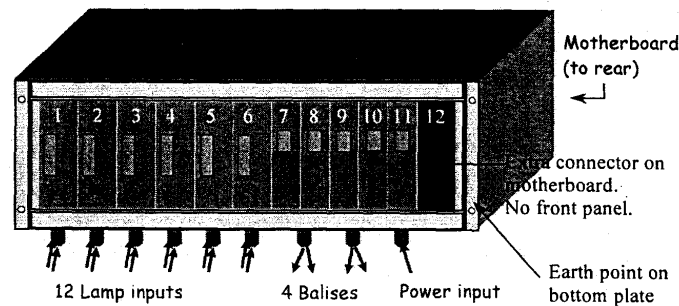


圖5.2 LEU 2000具有六個燈泡偵測板，四個Balise驅動板範例。

LEU須放置在室內環境中根據EN 60529:IP 54 這表示室內環境必須能無灰塵及水。在balise和LEU之間最大的允許距離為3000m，最小距離為10m。LEU所設計的操作溫度範圍為-40°C到+70°C。

在安裝LEU之前必須確認LEU識別碼是正確對應現場的安裝位置且其PCB的設定也是正確對應其地面裝置設備，各別位置的站台設計文件。安裝人員跟測試人員須各別獨立。

5.1.1 LEU固定方法

LEU可使用托架支撐來安裝見圖5.3。在交貨前這些托架就會固定在LEU的前方蓋上和要求固定LEU的後方表面上。量測出LEU所要放置的地方。標記鑽孔位置，鑽孔後將LEU鎖上。必須使用墊片放在LEU跟牆壁之間，可以產生一空隙使空氣流通。檢視LEU是否安全固定在牆上。具金屬外殼的LEU則可以單純的安裝在一個繼電器箱中，可不需使用托架支撐。

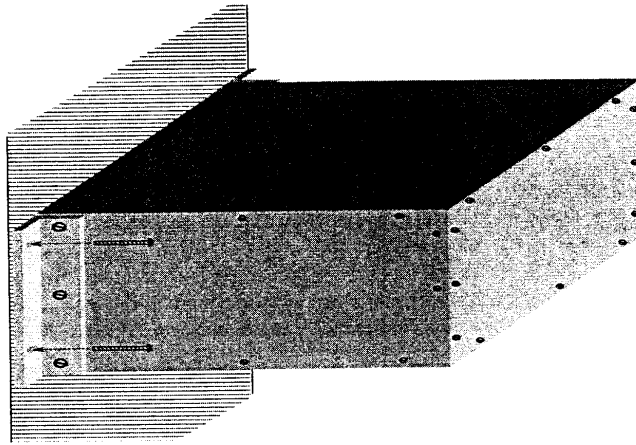


圖5.3 使用兩個托架固定LEU在牆上。

5.1.2 電子元件安裝

LEU的電源供應器須在任何組合和分解工作前先將其分離，避免活電作業。LEU須連接至號誌變壓器的一次端(號誌系統端)或是二次端(燈泡端)。如圖5.4A及圖5.4B係如何連接LEU到一次端或二次端的示意線路圖。圖5.4A LEU 2000連接至號誌變壓器的二次端。圖5.4B LEU 2000連接至號誌變壓器的一次端。

如果 LEU 2000 是連接到號誌變壓器的一次端，它通常是位在號誌箱或連鎖系統設備室（繼電器室）中。如果 LEU 2000 是連接到號誌變壓器的二次端，它通常是位在號誌箱中。需使用一保險絲在燈泡偵測電路中以保護在長期高電流下的電流感應線圈。保險絲須放在 V-支路中。在圖 5.4A 中，保險絲可以放在燈泡輸入與變壓器之間或連鎖系統與變壓器之間。這樣保險絲須盡可能靠近 V-終端點。如果在燈泡電路和其它電路間有短路的危險，則 LEU 2000 到保險絲的距離要做額外的考量。

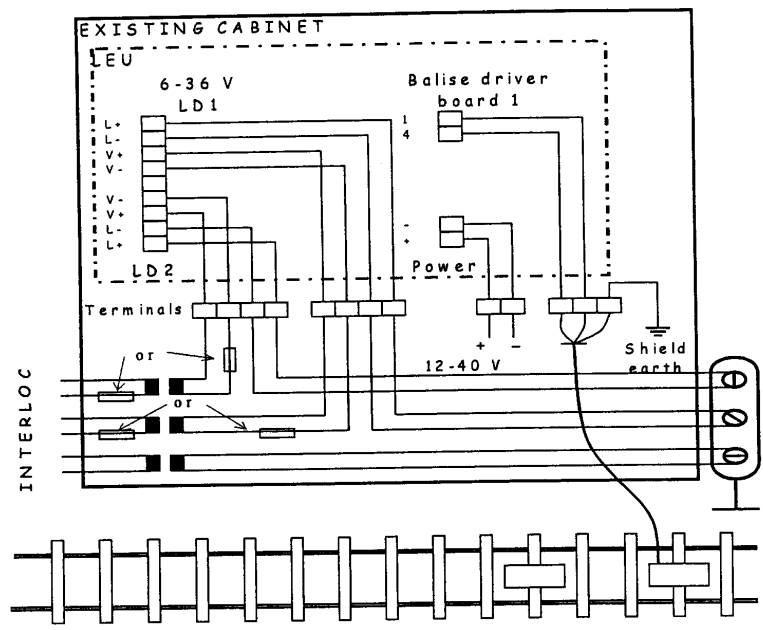


圖5.4A係LEU連接到二次端的示意線路圖。

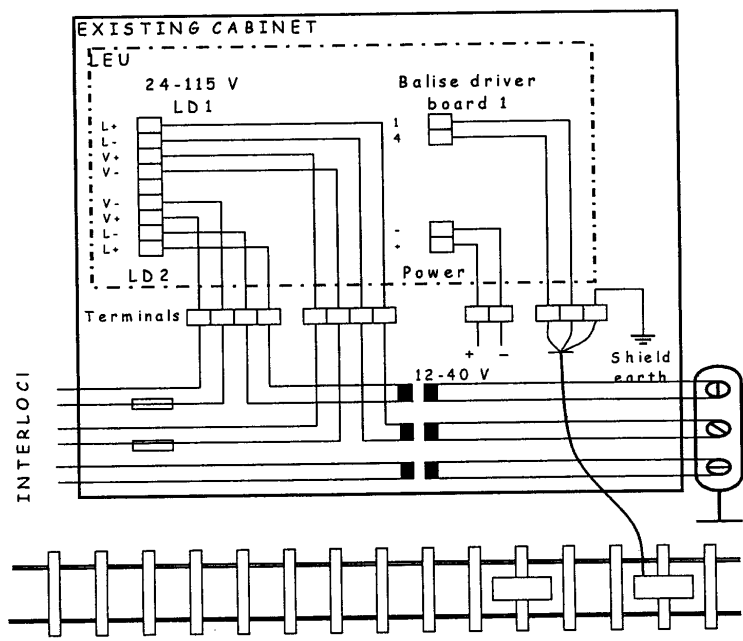


圖5.4B係LEU連接到一次端的示意線路圖。

5.1.3 端子區塊連接

端子區塊連接程序如下：

1. 端子點區塊須放置在離 LEU 不超過 1.5m 的地方。它們須安裝在標準 DIN-35 橫桿上。確認端子點區塊的位置。在牆上鑽孔，放一些墊片在牆壁與端子點區塊之間以提供氣流空間並易於未來連接電線。
2. 檢視線路圖其連接的方法與位置。包含電線和電纜和端子點區塊的兩端。線槽必須接地。
3. 電纜嵌入頭必須栓緊以達防水功能。未使用的電纜嵌入頭須封住。
4. 安裝必須再次檢查且所有的電線須作通連測試並在圖上標記。最後結果須記錄下來。

圖7係三個燈泡偵測板(5輸入燈號) 和兩個balise驅動板安裝在一個端子點區塊示意圖。

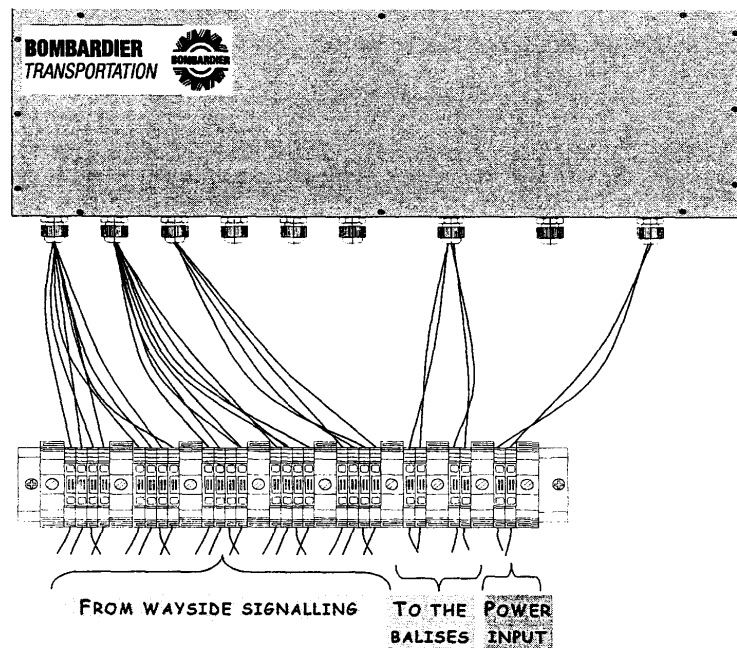


圖5.5 三個燈泡偵測板和兩個balise驅動板安裝在一個端子點區塊示意圖。

安裝時建議使用WAGO-端子塊因為閃電保護單體可以應用在WAGO端子塊上。如果使用其它種類的端子塊，則標準的閃電保護單體將無法被使用。建議的電線斷面連接端子塊到LEU單體間為 0.75 mm^2 。最大可用斷面為 1.5 mm^2 。連接至PCBs的電線是經由前方面板接頭連接。

5.1.3.1 電線到前方面板接頭連接

前方面板接頭有燈泡偵測板，balise驅動板和電源板三種，其接頭都不一樣以避免電線連接錯誤。

一、連接至燈泡偵測板

依照其使用何種傳輸系統和LEU是連接到號誌機變壓器的那一端(一次端或二次端)，在此專案中用於兩個不同的燈泡偵測板。

兩種板涵蓋了AC或DC6~250伏特。有低電壓板(6-36 V)，特高電壓板(90-250 V)。如圖5.6。

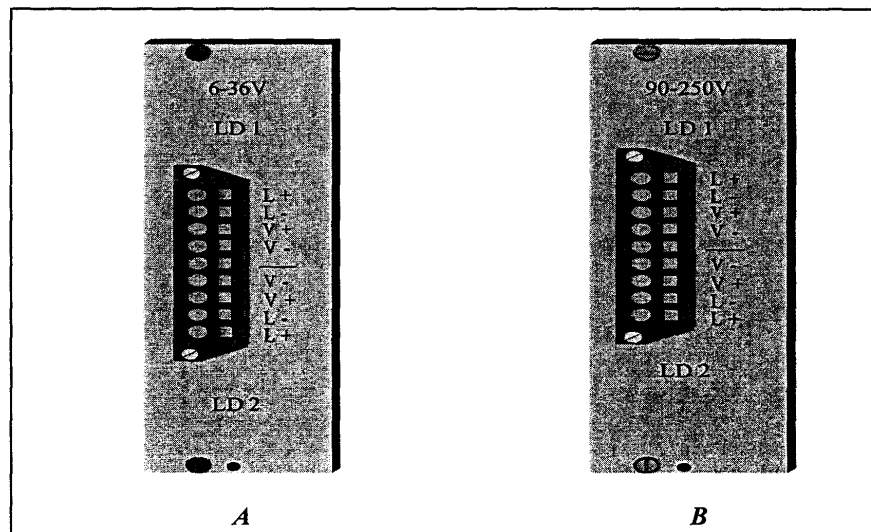


圖 5.6 前方面板 A：低電壓燈泡偵測板，B：特高電壓燈泡偵測板

i. 連接到一個低電壓電路 (6-36 V) :

如果LEU是連接到號誌機變壓器的二次端(燈泡端)或是到一個本身供電為低電壓的線路，一個低電壓燈泡偵測板可輸入6到36 V AC/DC可使用在這上面。低電壓燈泡偵測板的燈泡電路外部須用最大6A的保險絲來保護。

ii. 連接到一個特高電壓電路 (90-250 V)

在一些狀況下當LEU連接至號誌機變壓器的一次端，其供電為90-250 V，則須使用一個特高電壓燈泡偵測板其輸入為90到250 V AC/DC。

特高電壓燈泡偵測板的燈泡電路外部須用最大0.75A的保險絲來保護。

低電壓和特高電壓燈泡偵測板的前方面板的輸入針腳說明在表2中。中間第五個針腳須保留不使用，這是由於絕緣要求。

表 5.1 低電壓和特高電壓燈泡偵測板的輸入針腳

Pin	Label	Input	Description
1	L+	In	Lamp 1 (pos)正
2	L-	In	Lamp 1 (neg)負
3	V+	In	Lamp 1 input power (pos)正
4	V-	In	Lamp 1 input power (neg)負
5	-----	-----	-----
6	V-	In	Lamp 2 input power (neg)負
7	V+	In	Lamp 2 input power (pos)正
8	L-	In	Lamp 2 (neg)負
9	L+	In	Lamp 2 (pos)正

5.1.3.2連接至balise驅動板

每個 balise 驅動板連接到每個單一 balise。至於使用何種的 balise 驅動板取決於使用何種傳輸系統。

balise電纜中的屏蔽金屬傳導線須連接至端子塊的接地上，其位在LEU端。
 在屏蔽傳導線和設備箱屏蔽間的傳導線須使用斷面 $\geq 1,5 \text{ mm}^2$ 並越短越好。
 在屏蔽傳導線和設備箱接地間的電阻越小越好。balise訊號其極性獨立。



圖5.7 balise驅動板的前方面板

所有地上感應器(balises)在一個balise組中須連接至同一個 LEU。然而，一個LEU可以連接好幾個balise組。在這有四個輸出針腳位於balise前方面板接頭上，但只有第一和第四個標記有B在上面的才有用到。大接頭的使用是為了機械性能上的穩定而設計。balise驅動板的前方面板接頭輸出針腳說明在表5.2中。

表5.2 balise 驅動板接頭的輸出針腳

1	B	Out	Balise
2	-----	----	-----
3	-----	----	-----
4	B	Out	Balise

5.1.3.3連接至電源板

LEU由另外電源供電，也就是電源板，電源板的前方面板如圖5.8。電源板產生規則的電壓(+5V, +15V)給LEU。此專案中只有一種電源板。電源板的前方面板接頭輸出針腳說明在表5.3中。

建議的輸入電壓為 24 V DC。輸入電壓包含波動須在 15 到 40V 之間。最大的輸入電壓波動為 1 V 峰對峰值。

供電電纜須使用一個最小 2A 的保險絲做保護，最大值則依其供電電路決定。

一個滿載的LEU其耗電量約34W。建議的電線斷面為0.75mm²。最大的可用斷面為1.5 mm²。

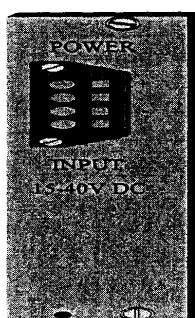


圖5.8電源板的前方面板

表5.3 電源板的輸入針腳

1	+	In	LEU input power 15-40V (pos)正
2	-----	----	-----
3	-	In	LEU input power 15-40V (neg)負
4	-----	----	-----

5.1.3.4連接程序

LEU的電源供應在任何組合和分解進行前須切斷。避免活電作業。4連接程序如下：

- i. 連接號誌燈到LEU端子點區塊之間的電纜。
- ii. 連接端子塊和LEU燈泡偵測板，balise驅動板和電源板之間的電線。
- iii. 連接balise電纜到端子塊。連接屏蔽傳導線到端子塊的接地，位在LEU 2000端。
- iv. 檢查到LEU 2000的電源及其極性。
- v. 檢查輸入電力到燈泡電路是否在特定範圍內。
- vi. 安裝避雷保護裝置，LEU 2000安裝須裝有外部避雷保護單體以增加設備的能力，避雷保護單體是連接到所有輸入與輸出電線所連接的端子塊上。

5.2 LEU程式化及測試

本文件說明如何程式化及測試從編碼器LEU2000傳輸到一個地上感應器Balise的電報資料。這個測試目的是確認燈泡訊號有正確連接到相對應的燈泡偵測板輸入端且balise驅動板也正確連接到相對應的balise。

一、必要文件

1.PTE 2000使用者手冊，附錄：PTE操作程序 3NSS001999D0125 1.7

2.AWEP-等級1，安裝程序手冊 3NSS004006D0041 1.7

二、準備

每個LEU的正確安裝位置和設定都說明在應用設計文件中。

LEU的程式下載說明在ATP地上設備工程程序(AWEP)。PTE (Programming and Test Equipment) 操作程序，APRINT文件和AWEP中的站台資料報告是對LEU記憶體電路程式化的必要文件，這些請見AWEP安裝程序手冊。

註明使用的文件與版本在測試記錄中。圖5.9 PTE 2000程式化及測試設備。

三、程式化LEU

LEU須在測試前完成程式化的動作。如果程式化是在安裝期間進行，檢查安裝記錄表並將程式化是在安裝期間進行的字樣註明在測試記錄表中。

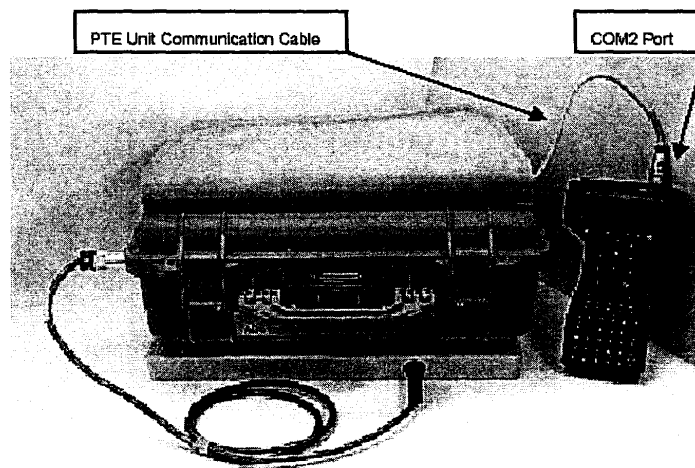


圖5.9 PTE 2000程式化及測試設備

5.2.1 LEU的程式下載

程式下載與測試設備PTE 2000(Programming and Test Equipment 2000)使用在LEU的程式下載。如果需要程式化LEU 2000則，必須閱讀PTE 2000使用者手冊 3NSS001999D0125 。

LEU 2000中可程式化的單體是balise驅動板和母板。如圖5.10

LEU 2000的程式下載是在最後安裝階段時或是在室內中執行TLEU 2000的程式化工作。在這兩個情況下都須確保Balise驅動板是位在主機板接頭的正確位置上。

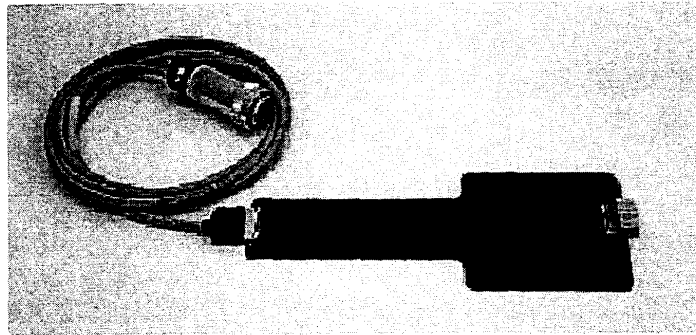


圖5.10 LEU 2000中可程式化的單體

一、主機板的程式下載

供給主機板四個記憶體電路的四個不同板位識別碼資料，輸入每個Balise驅動板到一特定LEU 2000位置上。四個板位識別碼的每一個都會下載到主機板上每個記憶電路與Balise驅動板的記憶體電路。如果Balise驅動板插入錯誤的位置時，像是如果兩個板位識別碼並不相同，則 LEU 2000對於該Balise驅動板的輸出將會失效，則LEU 2000將會關閉該Balise驅動板的輸出。

根據應用設計文件下載板位識別碼。

註明下載板位識別碼在測試記錄中。

二、程式下載及程式化balise驅動板

Balise驅動板下載應用程式資料並應用軟體資料來程式化。

Balise驅動板的程式下載接頭被做成可在板子程式化前做存取的动作。這會比從LEU 2000取出板子來得容易。

根據應用設計文件下載balise驅動板軟體。

註明下載檔案名稱和版本在測試記錄中。

PTE 2000程式化及測試方塊圖如圖5.11。

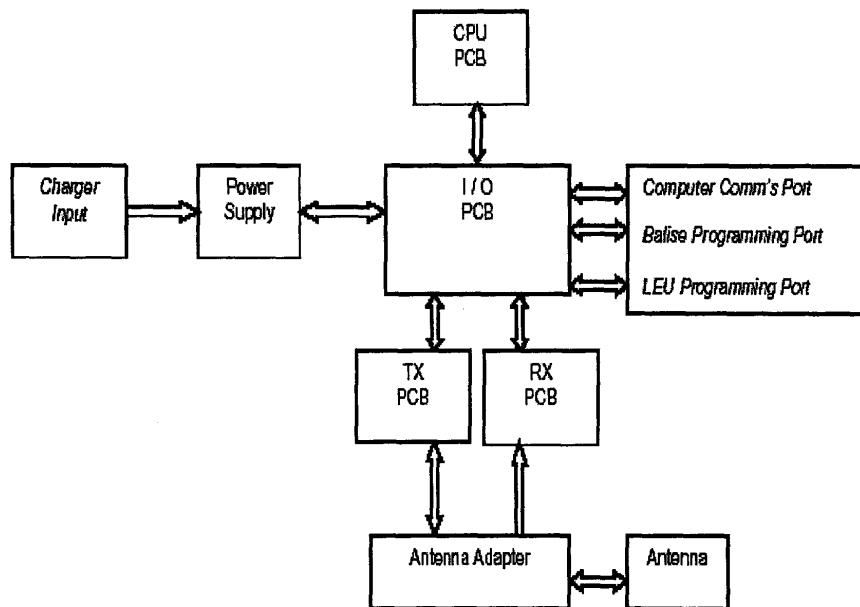


圖5.11 PTE 2000程式化及測試方塊圖

5.2.2 LEU測試

測試電報資料的傳輸必須經由balise來完成，例如PTE設備箱須連接至balise並讀取balise電報資料。

測試的目的在於確認號誌燈號是否正確的連接至其所對應的燈泡偵測板。一”足夠”數量的電報資料須從balise內讀出以確任其燈泡偵測板連接正確。從balise所讀出的資料須使用安裝文件中的資訊對照PTE手持式電腦螢幕上所顯示的內容做確認檢查，螢幕顯示畫面程式稱TED 2000 MENU。如圖5.12為 PTE 2000程式化畫面TED 2000 MENU樹狀圖。

balise電報資料和錯誤電報資料須根據”PTE操作程序”，和”AWEP安裝過程手冊”來確認。

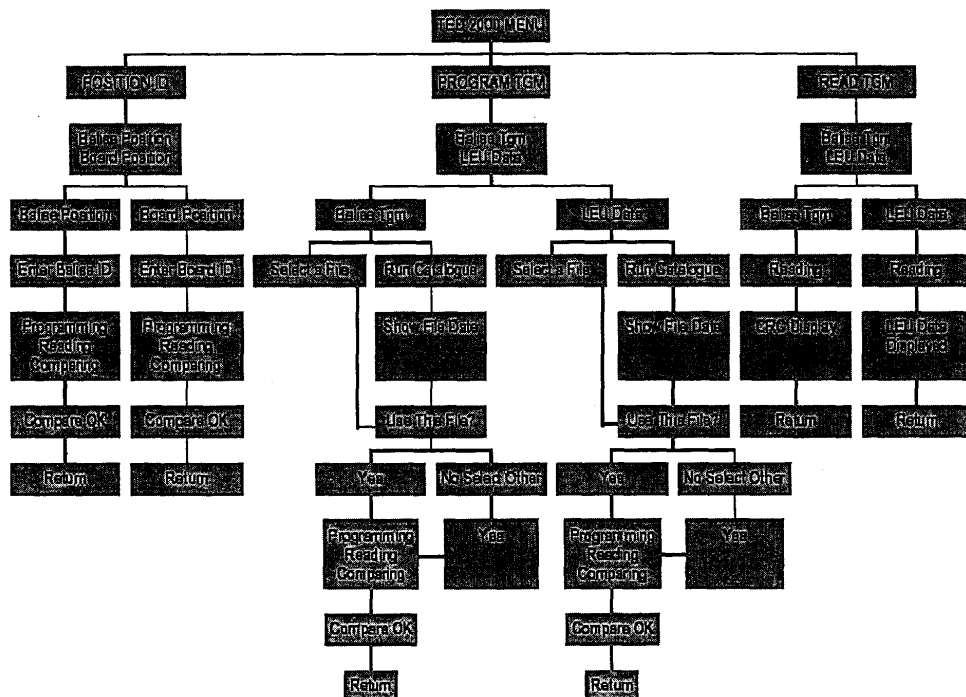


圖5.12 程式化畫面TED 2000 MENU樹狀圖

Balises中預設電報資料須做測試。

LEU與balise之前須做連線測試。

須檢查所有號誌燈號的電壓，確認其電壓下降幅度不超過20%。

一、讀取 balise 中預設電報資料

經由切斷balise電纜來避免LEU的電報資料傳送到可控制的balise中。

讀取可控制balise中的預設電報資料。

- 檢查

M_MCOUNT

NID_C

NID_BG

N_PIG

CRC

確認這些數值等同於應用設計文件中的值。

- Check

M_MCOUNT

NID_C

NID_BG

N_PIG

CRC

確認這些數值等同於應用設計文件中的值

二、從 balise 讀取 LEU 電報資料

所有可能的號誌燈號都須測試。

讀取從LEU到balise的電報資料。

讀取在可控制balise內的電報資料。

- 檢查

M_MCOUNT

NID_C

NID_BG

N_PIG

CRC

確認這些數值等同於應用設計文件中的值

三、電壓下降

須檢查所有號誌燈號的電壓，確認其電壓下降幅度不超過20%。

陸、ATP系統設計協商內容

- 一、地上感應器(Balise)之裝置：進站3點、出發2點、中途閉塞2點，中性區間，地上感應器(Balise)必須錯開。出發號誌機前之Balise安裝在出發號誌機前30m處，如有特殊有效長度之站場，Balise之安裝位置需經本局機務單位同意。
- 二、感應器Balise預留4m之纜線長度，纜線到Balise處以3M電纜接頭絕緣夾膠模組方式接續，感應器Balise與編碼器Encoder之纜線佈放最長不得超過3000m，且電纜每公尺皆須有標示。
- 三、號誌故障時（紅燈或無燈）ATP系統可以無閉塞運轉模式防護。
- 四、清水淹水之高度限制必須改為當水淹至鋼軌面以下時ATP仍可正常運作。另NaCl原參數限制為0，明顯不合理，須改為0以上。
- 五、台鐵列車ATP之超速告警= $V_{\max}$ （最大允許速度）、常用緊軔= $V_{\max}+3\text{km/h}$ 、緊急緊軔= $V_{\max}+5\text{km/h}$ 。
- 六、台鐵列車ATP之溜逸防護距離為前後3m。
- 七、龐巴迪公司要求新設ATP之Balise安裝位置如與現場ATW/ATS位置抵觸，則TRA需考慮將舊ATW/ATS遷移。本局原則上同意。
- 八、ATP地上設備接地方式：① Encoder箱置於TRA箱旁時，則兩箱子之接地相接。② Encoder箱距離TRA箱過遠時，則Encoder箱之接地接於接地鋼軌上。③非電化區間，則Encoder箱以接地棒方式接地【接地棒由龐巴迪公司提供，TRA施工】
- 九、Encoder安裝時，因考量安裝在號誌燈側位置時需加佈放號誌電纜及穿越軌道徑路施工等因素，遂改安裝於TR一次側（如圖6.1）。

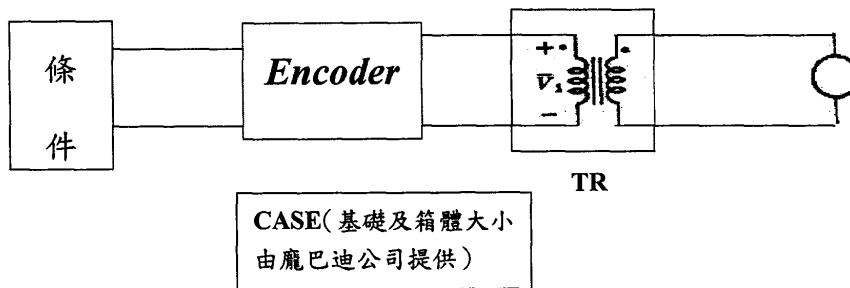


圖6.1 Encoder安裝於TR一次側示意圖

十、現場樹林站ATPT地上設備號誌部分Balise與Encoder已按裝完竣，本局與勘意見如下（圖片參閱附錄B）：

1. 箱體內外部加接地螺帽。
2. 箱門加止衝掛鉤。
3. 內部支撐板螺絲加強。
4. Encoder外蓋改以透明外蓋，以利監視LED顯示燈。

龐巴迪公司表示外蓋以金屬製造係電磁干擾因素之考量，本局認為可不採透明外蓋但金屬蓋板須容易打開。

5. 箱體內配線須加標籤。
6. 箱體內側邊預留日光燈（10W）固定板及開關、插座。
7. 箱門偵測器留孔。
8. 箱體下端加電纜固定棒。
9. 箱底須加底板。
10. 箱體深度加15公分及外部毛邊潤飾。
11. Cable Box請龐巴迪公司提供拆解工具。

十一、ATPT測試工程按裝後，需發電報要求機務將所有故障情形皆列入報表（每週），以便讓龐巴迪公司瞭解ATPT測試運作之狀況。

十二、Encoder內部之電阻為18W，而號誌燈泡亦為18W，建議提高至25W。

十三、龐巴迪公司要求本局量測號誌燈號變換之瞬間時間差。號誌系統改下位顯示後，時間差之max約2秒。

十四、請台鐵提供多種機車頭煞車段數（模式），常用緊軔如何判斷以幾段（何種模式）緊軔。

十五、ATP工程施作期間龐巴迪公司必須將施工計劃於一個月前提出，且工作人員必須接受勞安訓練（可由龐巴迪公司自行舉辦，本局派員指導）。施作時，龐巴迪公司進出測試場地之相關人員，須經勞安報備，正線施工區間須辦理路線封鎖，由路局派員監督。

柒 海外訓練心得

一、課程簡介與專案簡介

在這課程中由本專案的專案經理 Gunnar 來解說這次海外教學的課程內容，此次內容包含了理論基礎課程與實際參觀當地廠房使學員能夠充份認識與了解該公司針對此專案所組成的執行團隊與產品內容。其中包含了協力廠商一同討論該專案如何增進整個系統的功能與工作流程及執行進度。

二、介紹龐巴迪的 ATP 系統 Ebicab2000

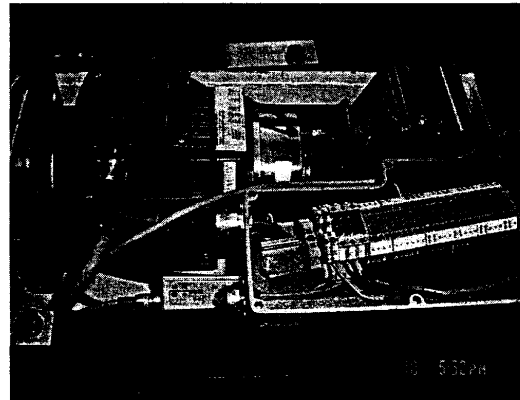
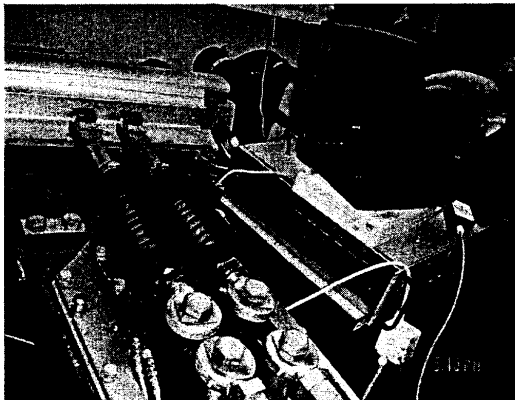
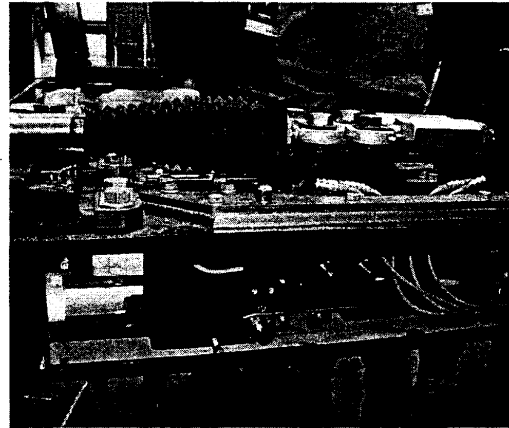
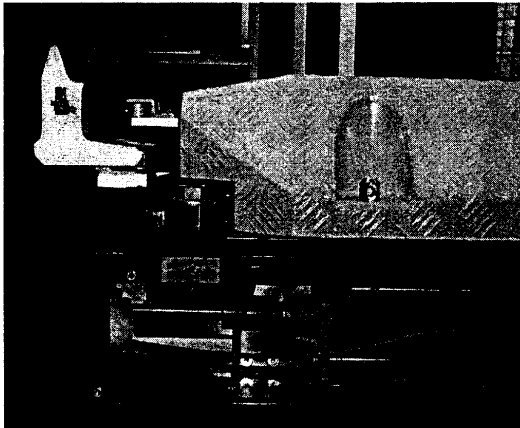
在這個課程中由瑞典針對此案的專案工程師 Jerzy 對學員講解整個系統運作與功能性，主要是針對設計的概念切入，並對該系統的基本做一解說，使學員能對此一系統有一完整的概念，在這課程中學員可以得到以下一些心得與概念：

1. 了解 ATP 系統的整個基礎架構從車上設備到地上設備與現有的號誌設備的運作方法與設計理念。
2. 說明 ATP 系統的操作理論，如 ATP 系統如何協助司機來執行緊軔的動作和 ATP 系統在設計上的一些安全特性。
3. 解釋列車在車站與站間如何去監控列車的速​​度與限制列車的速​​度在規定速​​限之內，將 ATP 的基本運作理論做一簡單敘述。
4. 說明 ATP 系統的介面設計，了解 ATP 系統與其它系統之間的介面方式與 ATP 系統和其它系統的整合設計概念，這部份對 ATP 系統與其它系統的整合能力提供了一個簡單明確的說明。
5. 對於車上設備的各個主要元件的操作，特性與限制做說明，車上設備依不同的功能分幾大項，如主列車控制單體，Balise 傳輸模組，天線，轉速器等，針對各個不同的單體說明其功能和硬體的實際大小尺寸說明與環境限制。
6. 針對司機員的駕駛面板來簡單說明司機經由面板所能得到的資訊與操作

功能。

7. 說明地上設備對於號誌機的解碼方式與地上設備參數的執行方法，這部份主要是說明地上設備如何去取得號誌機的資訊並經其轉換成資料碼並包含依號誌所產生的設計電報資料以傳送提供給車上設備系統使用。軌道資料的精確度與號誌機的相關資料都會對地上設備的運作有很大的影響。

在此課程中亦包含了現場實地參觀了該公司的產品設計部門，此次是參觀了龐巴迪公司的轉轍器設計部門，在過程中了解新型轉轍器的設計產品（如下圖），也參觀了其產品的環境測試實驗室（圖片參閱附錄 A），並了解龐巴迪公司對軌道設備的設計與開發環境。在參訪中可以了解到外國在產品設計與開發上的用心與強調安全性高於功能性的設計理念。



二、 車上設備系統產品說明

在此課程中，由龐巴迪的車上設備工程師來說明車上設備的各項功能與安裝，其內容包含如下：

1. ATP 車上設備系統的實體規格，包含其尺寸大小，輸出入界面的設計規格與各單體的連接方式。ATP 系統採組合式的安裝方式，可將各單體分別安裝在列車身上，經由不同單體的組合方式，可以依客戶的功能需求做一改變，此設計增加其系統功能的多樣性以符合各種客戶不同的需求。
2. 說明 ATP 系統一般的安裝程序，包含了對設備的檢查與測試和相關的檢測設備。
3. 說明在車上設備系統所使用的列車參數與使用方法，說明如何將列車長，列車重，煞車能力，延遲時間等參數應用於車上設備系統上，並簡單解釋其程式化及測試車上設備的方式。
4. 說明在車上設備的安裝與檢查上常使用的特殊工具，設備，在這段課程中龐巴迪展示了一些用在車上設備的特殊檢查工具與設備，並解釋這些設備的主要功能與簡單的使用操作教學。
5. 說明設備的維修程序，針對設備的一般性保養或是修護工作做一簡單說明，在課程中了解該 ATP 系統的維護工作方式與實際維修方式。
6. 說明系統失效時的功能性缺失與緊急處理方法，在這針對車上設備失效或損壞時可能造成那些功能喪失及緊急的處理方法，可以做為將來實際應用上之參考。
7. 說明在系統切換期間的工作程序和功能上的說明與限制，在系統切換過程中，車上設備系統可能因為切換的過程上會有一些系統操作上的不同與限制，包含功能上的不同等，這些工作在此只是一般性的概述說明，之後實際執行時會再有詳細的探討。

三、 地上設備工程

在此課程中由龐巴迪的地上設備工程師來說明龐巴迪在地上設備的設計工作流程，其稱之為 AWEPP(ATP Wayside Engineering Process)，主要是說明在 ATP 地上設備系統中所使用的電報資料的設計流程。從一開始根據客戶需

求來定義電報資料參數，與設計完後如何檢驗其正確性和下載到實際的地上設備硬體中(如 Balise)的相關作業內容與概念。

在這課程中，龐巴迪展示了兩套在地上設備設計上使用的軟體，一套是 INFRA，這套軟體是用來將軌道資料輸入至電腦中，包含了號誌機，地上設備的相關參數資料。另一套軟體是 PSA2000，這套軟體是用來設計所需要的電報資料參數，課程中展示了其軟體的操作方法與功能性，這讓學員們對地上設備所使用的應用軟體有一概略的了解。

四、 地上設備設計

在這課程中，由龐巴迪的地上設備設計工程師來說明地上設備的設計流程與方式，其說明內容包含：

1. 地上設備設計的精神與概說，說明設計的理念與重要性。
2. 地上設備的設計流程，從資料收集，分析到設計的流程。
3. 地上設備設計所需要的基礎資料與龐巴迪公司在地上設備設計的設計手冊內容與專案管理方法，該設計手冊是真針對各種不同專案來設計，而專案管理是說明在設計過程中的控管以達到設計進度上的要求。
4. 系統設定，這個部份是將取得的軌道資料將其轉換成設計基礎資料，再利用這些基礎資料設計地上設備的安裝位置與安排方式和傳送到 Balise 的電報資料。
5. 軟體工程上的說明，這部份是說明了地上設備系統在軟體上的使用，在這包含了 INFRA 與 PSA2000 的操作，利用這些軟體來設計電報資料。
6. 硬體工程上的說明，這部份是說明了地上設備系統在硬體上的設計與出圖，包含了各個設備箱的設備配置與連線方式。
7. 最後一部份是講解為了因應地上設備設計的要求來修改現在的連鎖系統以達到地上設備的功能性。

整個課程主要是給學員針對地上設備設計有一完整的概念，並了解該系統在地上設備的安全機制與設計的嚴謹性。

五、 現場參觀

在這課程中，龐巴迪公司帶領學員們參觀該公司在 SSPV 的 Balise 安裝工

廠，並討論了 Balise 地上電纜的設計方法與接頭設計，在過程中，學員可以親自操作電纜接頭的連接和安裝接頭，這對了解其產品的特性與功能性有很多的助益。工廠的環境規畫與維護也值得借鏡。

六、 Balise，LEU 與 PTE 的介紹

在這課程中，龐巴迪的地上設備工程師說明了地上設備的兩樣重要設備，地上感應器(Balise)與編碼器(LEU)，和地上設備的測試設備 PTE(Portable Test Equipment)，這三樣是地上設備中較為重要的主體設備，在此龐巴迪說明其內容構造與測試方法。

在課程中說明了三樣設備之間的連動關係，包含彼此間的功能性與連接方式。基本上 PTE 設備是用來做為測試 Balise 是否正常無誤和 Balise 與 LEU 之間的通聯是否正常等，也用來做為電報資料輸入到 Balise 與 LEU 之用。說明中也實際操作了 PTE 的設備來測試與讀取 Balise 資料和 LEU 的資料，這讓學員們可以了解到將來實際安裝後的檢測方式與內容。

最後也說明並展示地上設備的實際尺寸大小和輸出入界面等相關內容，並說明將來安裝的程序與檢查測試等工作內容。

七、 展示說 ATP 測試系統和討論人機界面的設計

在這部份中，先由龐巴迪公司帶領參觀其測試系統實驗室，了解龐巴迪公司如何在室內來模擬 ATP 系統的運作，除了各單體的說明，還有模擬機(VSIM)的說明與實際操作，展示幾種測試內容，該機器模擬各路段狀況來測試 ATP 系統是否反應正常，這樣的測試對系統的穩定與安全有一定的幫助。在課程中，學員與龐巴迪公司的車上設備工程師們討論人機介面(MMI)的設計與介面，也展示了歐規(ERTMS)的人機介面設計方式，在此也討論了記錄器的記錄內容要求，這些討論主要是幫助龐巴迪公司對人機介面設計上增進。

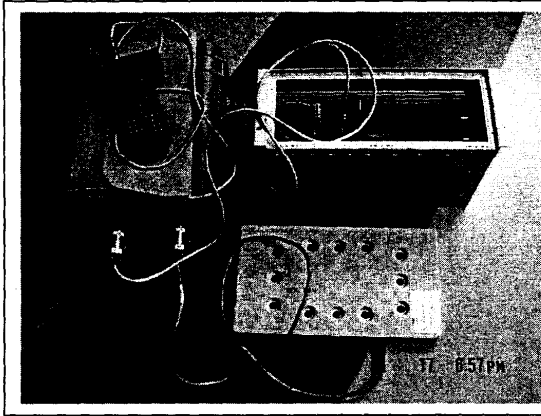
八、 總結與討論

最後與龐巴迪及其協力廠商討論整個課程內容的安排方式與問題討論，此次課程中，包含了理論的說明與實際的操作，這些讓學員對於整個系統和

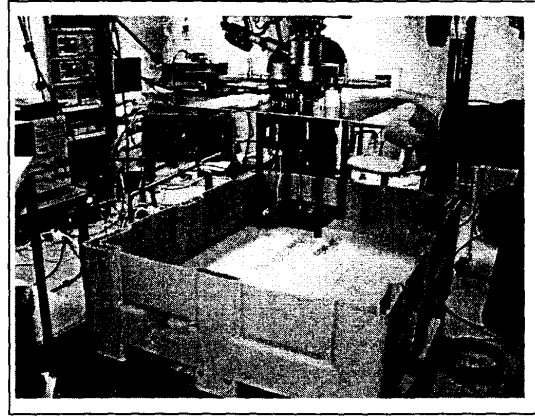
實際內容有更深一層的了解，也對龐巴迪公司從產品的設計研發到生產製造的過程留下深刻的印象。

附錄 A ATP 地上設備訓練

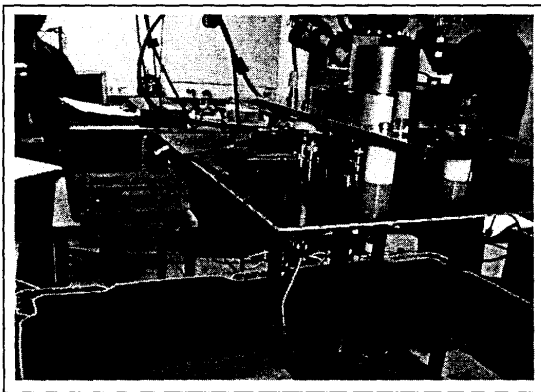
ATP 地上設備組件說明



ATP 製造與測試



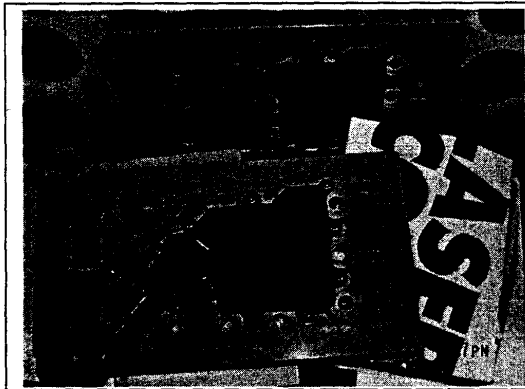
ATP 模擬測試台



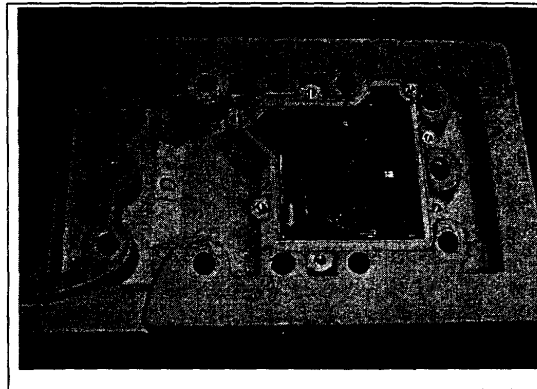
ATP 測試儀器



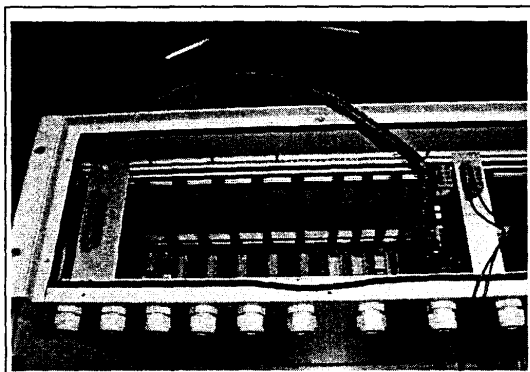
Balise 內部機構



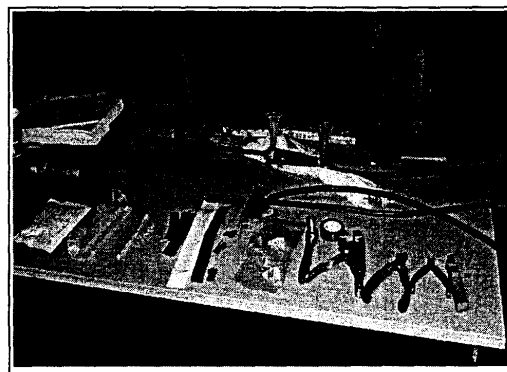
Balise 內部電路



Encoder

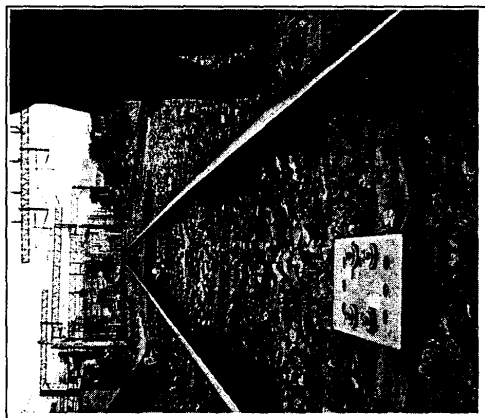


Cable 連接現場安裝示範

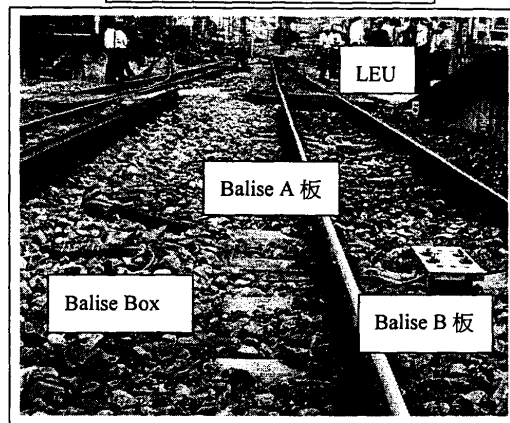


附錄 B ATPT 地上感應器現場按裝圖

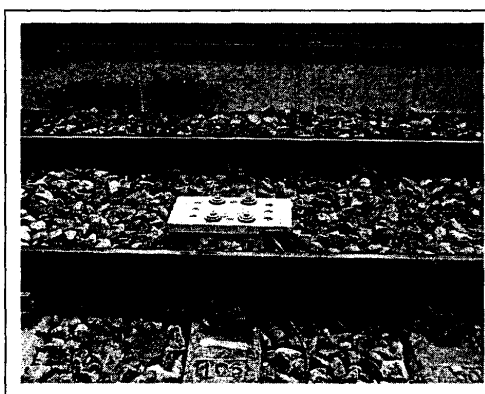
ATP 地上感應器 Balise



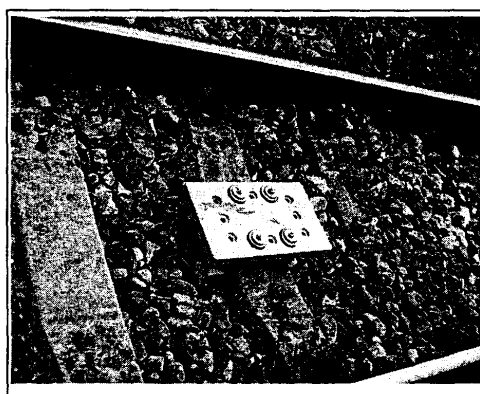
ATP 地上感應器組件



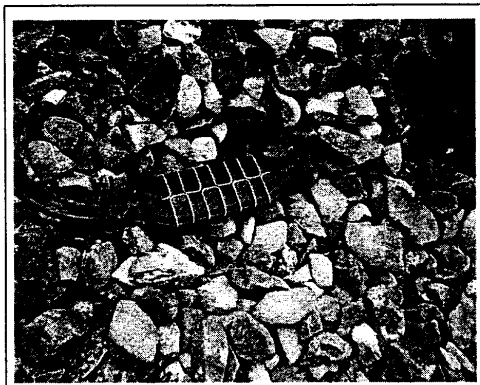
Balise B 板(連接資料傳輸 Cable)



Balise A 板(無 Cable)



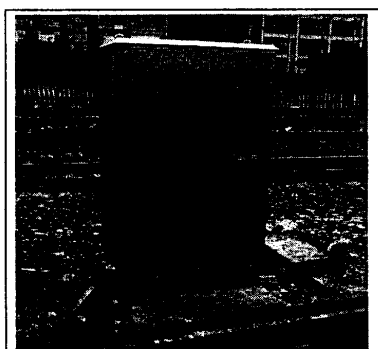
Balise Box



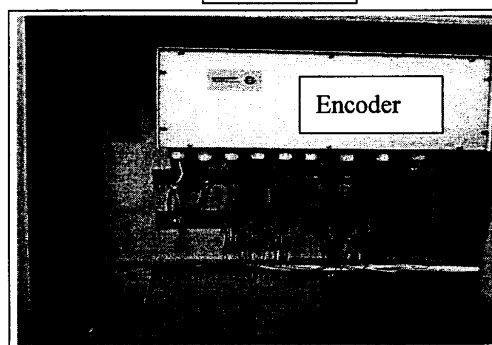
Balise Box (open)



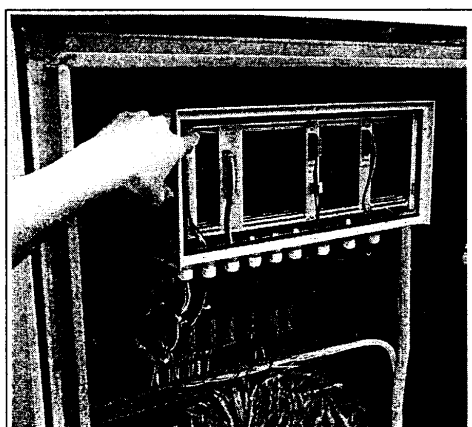
LEU 箱子



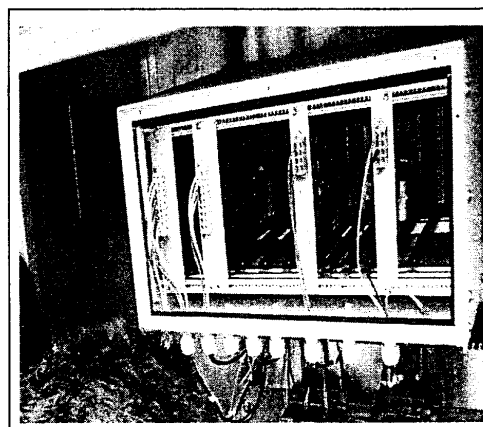
Encoder



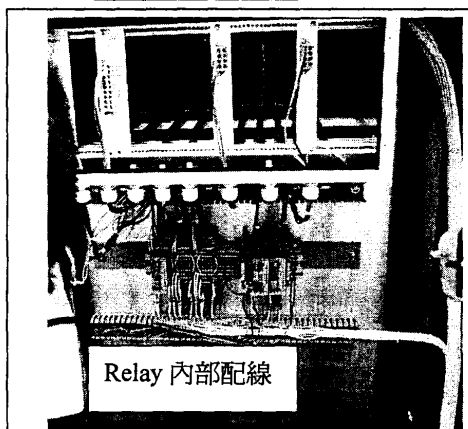
Encoder (open)



Encoder (open)



箱子内部配線



箱底



附錄 C ATP 各部英文縮寫

ATP	Automatic Train Protection	自動列車防護
BTM	Balise Transmission Module	感應器傳送模組
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
ATO	Automatic Train Operation	列車自動運轉
BTM	Balise Transmission Module	感應器傳送模組
COMC	Communication Controller	小型的平台電腦單元
DX	Digital input/output unit	數位I/O單元
MVB	Multifunction Vehicle Bus	多功能車用匯流排
RTW	Real Time Watchdog	平台正常時RTW被擊發
SDU	Speed and Distance I/O Unit	速度及距離I/O單元
VCU	Vehicle Controller Unit	車上控制器單元
VDX	Vital Digital I/O Unit	保安數位I/O單元
Mitrac	Adtranz	列車用通訊及控制系統 硬體平台
Platform Master		平台內的電腦單元，負 責監控其他單元

Platform Slave		平台內的電腦單元，負責監控其他平台單元
Safety ID		識別子，MVB上每一種安全電文都有一個，用來驗證收發的匹配