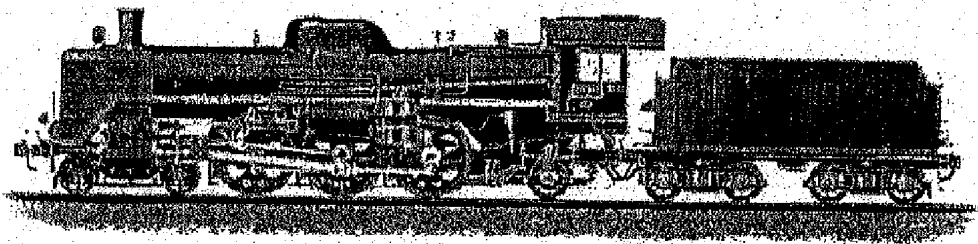


三、CTC 裝置概要

列車集中控制裝置

裝置概要



057

94年10月12日

要 點 置 業 OTO 三

直 業 國 際 中 華 集 團

理 新 商 裝



1998年12月10日

CTC 裝置概要

1. 系統概要 -----	1-1	4. 台鐵 CTC 功能 -----	4-1
1.1 系統開發過程		4.1 行車監視功能	
1.2 CTC 特點		4.2 運轉整理功能	
1.3 系統構成-----	1-2	4.3 狀況分析功能-----	4-2
1.4 列車的行車管理-----	1-4	4.4 ARS 裝置功能	
2. CTC 裝置 -----	2-1	4.4.1 時刻表管理功能-----	4-3
2.1 概要		4.4.2 列車追蹤功能	
2.1.1 CTC 的目的及效果		4.4.3 行車監視功能-----	4-4
2.1.2 CTC 裝置的組成-----	2-2	4.4.4 統計記錄功能	
2.1.3 中央裝置與站場裝置間的 資訊傳送		4.4.5 進路控制功能	
2.2 基本技術-----	2-4	4.5 ARS 運轉整理原則-----	4-7
2.2.1 傳輸線及其特性		5 附圖	
2.2.2 dB 值-----	2-6	附圖 1. CTC 全體系統組成--	5-1
2.2.3 信號型式-----	2-7	附圖 2. CTC 中央機器組成--	5-2
2.2.4 傳送方式-----	2-8	附圖 3. 中央裝置組成-----	5-3
2.2.5 線路品質及字元錯誤--	2-10	附圖 4. 站裝置組成-----	5-4
2.2.6 訊號錯誤的檢出方式--	2-11	附圖 5. 中央裝置實裝-----	5-5
2.2.7 CRC 碼原理-----	2-13	附圖 6. 站裝置實裝-----	5-6
3. 台鐵 CTC 設備 -----	3-1	附圖 7. 行車表示盤組成-----	5-7
3.1 設備規範		附圖 8. CTC 典型盤面佈置--	5-8
3.2 CTC 裝置之設備-----	3-3	附圖 9. 綜合調度所配置-----	5-9
3.2.1 行車表示盤-----	3-4	附圖 10. 領班台組成-----	5-10
3.2.2 表示邏輯裝置-----	3-5	附圖 11. 調度台組成	
3.2.3 領班台		附圖 12. CTC 外線連接-----	5-11
3.2.4 調度台		附圖 13. 集中監視裝置-----	5-12
3.2.5 CTC 中央裝置-----	3-6	附圖 14. 號誌系統圖-----	5-13
3.2.6 行車記錄裝置			
3.2.7 集中監視裝置-----	3-7		
3.2.8 平交道監視裝置			
3.2.9 時刻表表示裝置			
3.2.10 時刻表製作終端機--	3-8		
3.2.11 技術員台-----	3-9		
3.2.12 資料產生裝置-----	3-10		
3.2.13 站裝置			
3.2.14 TID 裝置			
3.2.15 CTC 傳送系統-----	3-12		

1. 系統概要

1.1 系統開發過程

CTC 為 Centralized Traffic Control 的縮寫，稱為「列車集中控制」裝置，1927 年於美國紐約中央鐵路部分區段開始運作，1945 年起至 1955 年在美國國內快速發展，並普及於全世界。

當時，美國於單線區間採用『時刻表及行車命令』制。

隨著列車車次的增加，安全問題更為迫切，因而開發了「單線自動閉塞裝置」。1927 年以此閉塞方式為基準，開發了「列車位置集中監視」及「號誌機集中控制」的行車方式，此方式經美國鐵道協會(AAR)命名為 CTC。為不使用時刻表及行車命令的全新行車制度。

相對地在歐洲及日本，車站有人且號誌設備完備的情況下引進 CTC，從調度中心對各車站遙控，對行車效率的提高效果不大，主要是節省車站的用人費用，是為今日發展 CTC 的一大因素。

1964 年引進的「新幹線」CTC，與上述的目的大不相同，主要是對複線區間高速列車能夠迅速且確實地控制，管理大範圍的行車而開發。

新幹線 CTC 採用電晶體作為邏輯元件(CTC-1 型)，隨著電子技術的進展，引進積體電路 MOS-IC(CTC-4A 型)，1979 年引進微電腦(CTC-5 型)。

PRC 為 Programmed Route Control 的縮寫，稱為自動進路控制裝置(ARS)，引進的理由為隨著 CTC 化增強運輸能力，調度所的列車進路控制作業負擔很重。因此，到了 1975 年，行車的一般作業改由電腦自動控制，運轉管理進入現代化。

上述自動進路控制系統，於「新幹線」稱為 COMTRAC (COMputer aided TRAFFIC Control)，「在來線」則稱為 PRC。

1.2 CTC 特點

CTC(Centralized 中央 Traffic 行車 Control 控制)為在一個地方(調度所)將某一範圍內的號誌設備以遙控方式，達成列車調度的目的。

調度員根據顯示現場狀況的 CTC 表示盤，一面監視全區間運轉設備的動作及列車的運轉狀態，一面操控各站的號誌機及轉轍器，是一種只需要少數人員就能達到高效率運轉的設備。

CTC 是從美國的列車調度系統(Train Order System)發展而來的，在美國不只是 1 天十幾趟到數十趟的單線區間，複線區間也是採用 CTC，以雙單線方式提高運轉效率。於 3 線區間，外側作為上、下行線使用，中間為上下行共用，1 個調度員約控制 7 個車站。

3 線區間的優點：

- (1) 路線、電車線保養時，可封鎖 1 線。
- (2) 事故時可封鎖 1 線。
- (3) 行車混亂時，高級列車可追越先行列車，或上下班時作為調撥車道使用。

CTC 的優點：

節省人事費用、提高行車速度、提升行車安全、增加路線容量。

CTC 不只是進路控制，應整合調度命令、行車命令等以形成一個完整的系統。

CTC 的設備標準：

- (1) 採用自動閉塞方式。
- (2) 車站採用集中控制式聯鎖裝置。
- (3) 閉塞手續由車站的出發號誌控制，不須另辦閉塞手續。
- (4) 遙控設備裝設於調度所，各車站另裝設『就地控制盤』，當控制設備故障時，可改由車站就地控制。
- (5) EP 就地控制盤設有 進路控制、轉轍器單獨扳轉、路線封鎖、保養、平交道手動控制 等。
- (6) 車站需要調車時，調度所須能准許車站就地操作，扳轉轉轍器。
- (7) CTC 控制室應裝有 CTC 控制及顯示「狀況」的監視裝置 (含行車紀錄器)。

1.3 系統構成

讓行車區間內運轉的列車遵照「時刻表」行車，更有效地管理列車群為目的而引進使用，此種列車行車管理的階層圖如圖 1-1 所示。

列車行車管理系統以全系統的觀點看來，CTC 為資訊傳送系統、PRC 為進路控制系統、EDP 為資訊處理系統，這些總稱為「列車行車管理系統」。

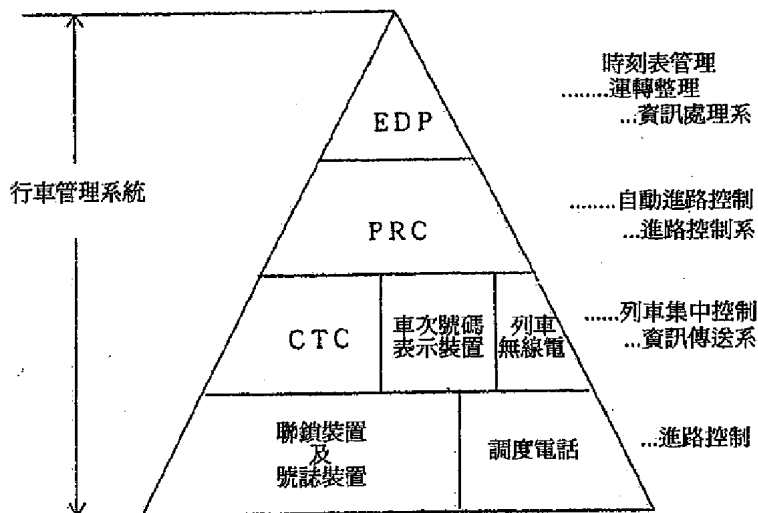


圖 1-1 列車行車管理系統階層構成圖

1970 年代初期列車行車管理系統的進路控制系統、資訊處理系統功能比較簡單。隨著硬體及軟體技術的發展，為應付更大幅度的運轉整理功能之要求，而組成功能各自負擔的系統。

時刻表管理、運轉整理等功能的資訊處理系統及列車追蹤、進路控制等分散功能的進路控制系統，使系統容易構成。(圖 1-2)。

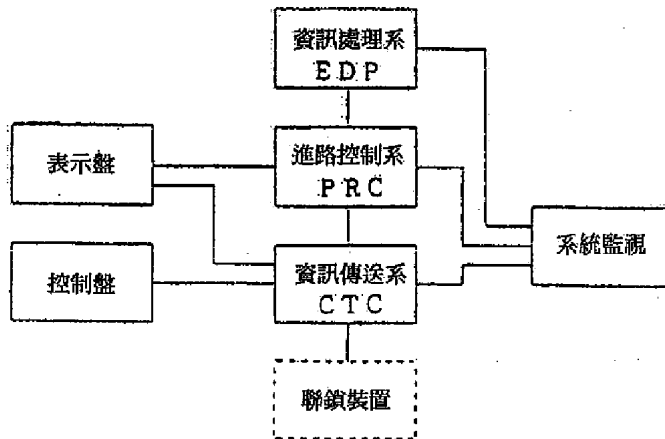


圖 1-2 系統的基本組成

經由 LAN (Local Area Network 區域網路)，大量資訊的傳送高速化。中央處理裝置、終端機裝置使用網路連結，可以分散中央裝置的功能，採用比較便宜的微電腦、迷你電腦等，組成分散式系統，不輸於原有的系統，各裝置也容易追加功能。(圖 1-3)

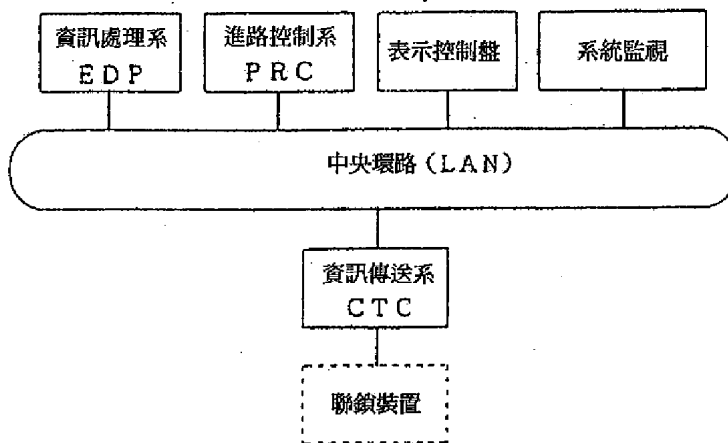


圖 1-3 一般的系統構成範例

如圖 1-4 所示，原來設置於調度所的電腦(PRC 裝置)，分散到主站或各站，萬一與行車有關的進路控制系统不正常(故障等)時，限制於局部區域以分散風險。

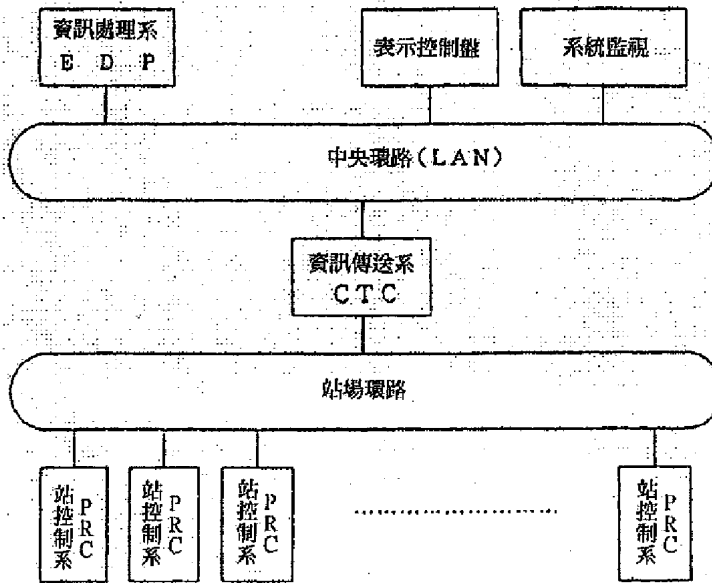


圖 1-4 採用站場分散控制的系統範例

1.4 列車的行車管理

從列車行車管理的操作面看，行車區段內運轉的列車，遵照計劃的時刻表行車，而有行車命令。

導入 CTC 前的列車運轉管理之基本型態如圖 1-5 所示，行車調度、站長、司機員之間執行命令的傳達、資訊的收集。例如，列車晚點狀況以及站間列車故障等，列車到站後，站長使用調度電話報告行車概況，對行車調度的傳達也是用電話經站長到司機員兩階段，資訊的延遲、不足，命令傳遞的時效等，都需要改善。

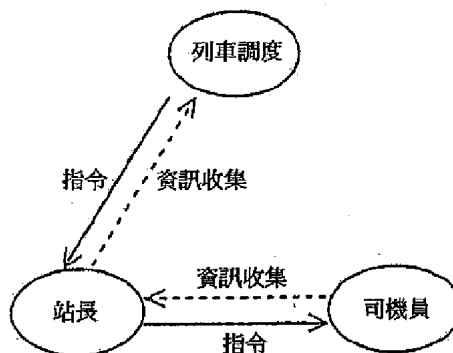


圖 1-5 列車運轉管理的基本型態

圖 1-6 所示，引進「車次號碼顯示裝置」後，即時掌握列車的位置(車種、車次)。接著採用列車無線電，調度員與司機員直接溝通，對於列車運轉管理大有幫助。採用 PRC 後，行車調度從進路設定業務中解脫，可以專注於運轉整理業務。接著引進 EDP 來支援行車調度業務，有助於「列車誤點的回復」等等。

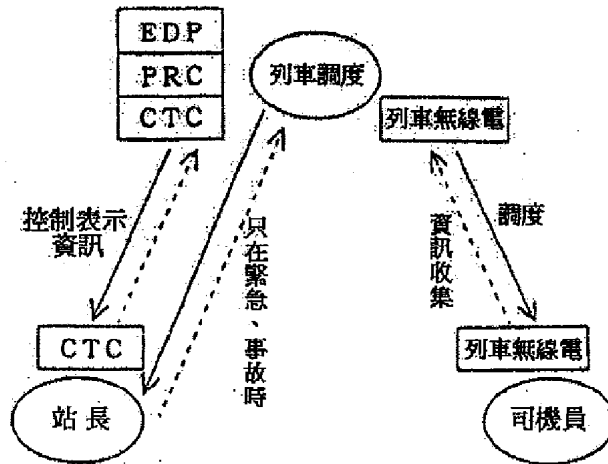


圖 1-6 引進 CTC 時的列車行車管理業務之基本型態

2. CTC 裝置

2.1 概要

從前的列車運轉方式如圖 2-1 所示，行車區間內列車運轉管理的行車調度於各站有設定進路(控制轉轍器及號誌機)的副站長，副站長使用電話與鄰站聯絡，得知列車接近而設定進路。本站的列車到達時刻及出發時刻等列車運轉狀況，則以電話報告。調度員根據此報告與時刻表比較，若列車運轉混亂則以調度電話通知副站長變更進路或變更股道，副站長根據行車命令來設定進路。

像這樣，運轉混亂時，副站長更加忙碌，不容易掌握運轉狀況。因此，開發以行車調度現代化、列車控制迅速化為目的 CTC 裝置。

引進 CTC 後，如圖 2-2 所示，從前由車站操作的進路設定，改由 CTC 中心裝置的控制盤閘柄或開關直接遙控。

又，因為可以直接掌握列車的運轉狀況，行車區內運轉的所有列車位置及號誌機的狀態以及車次都顯示於控制盤。即使列車運轉混亂時，也不需要與車站聯繫，列車的運轉整理及列車的待避、追越等變更都能很快的執行。

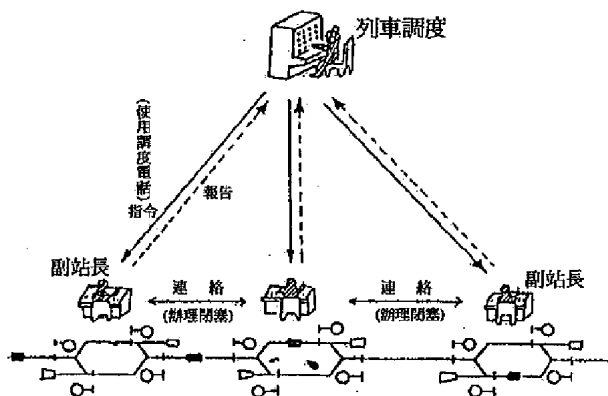


圖 2-1 從前的列車控制

2.1.1 CTC 的目的及效果

- (1) 由於進路設定集中遙控，自動收集運轉狀況資訊，可以節省人力。

進路設定由 CTC 中心遙控，列車運行狀況自動顯示於控制盤上，可以消除各站相關運轉業務。

- (2) 行車命令的迅速確實化

於 CTC 中心即時顯示最新運轉狀況(列車位置及路線的開通)，行車混亂時，即使沒有運轉狀況收集的業務，也可以綜合且確實地判斷，迅速執行指令。

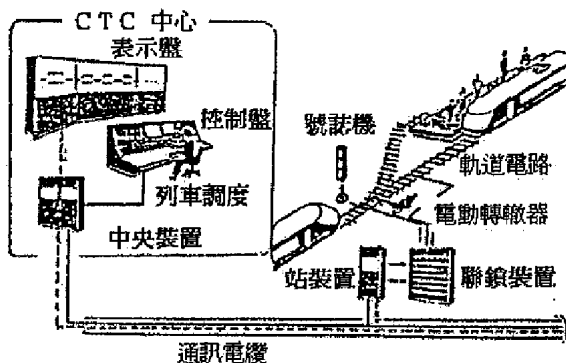


圖 2-2 採用 CTC 的列車控制

(3) 號誌設備維修的省力化

除了與行車管理有關的資訊外，設置於站場的號誌設備故障狀況也顯示於 **CTC 控制盤**，機器故障狀態集中管理，因此可以迅速地維修。

2.1.2 CTC 裝置的組成

CTC 裝置，如圖 2-2 及圖 2-3 所示，於 **CTC 中心** 有顯示盤、控制盤及中央裝置，於各站設有現場裝置，中央裝置與現場裝置以 **CTC 專用** 的通訊線路連結而構成。

a 控制盤

設有各站進路設定及操作 **CTC 裝置** 所需的鍵盤、滑鼠及 **CVDU**。也設置通訊設備之集中電話操作盤。

b 顯示盤

顯示盤繪有路線略圖，裝設號誌表示燈、列車位置表示燈、閉塞方向表示燈等。



圖 2-3 CTC 中心

c 中央裝置、站場裝置

中央裝置連接到「控制盤及顯示盤」，站場裝置連接到「聯鎖裝置」。

中央裝置收集鍵盤、滑鼠操作狀況，轉換成控制資訊往現場站傳送。現場站收到此控制資訊，將其輸出到聯鎖裝置，執行進路的設定。

站場裝置從「聯鎖設備」輸入列車的佔用情況(軌道繼電器之狀態)及進路構成的狀態，向中央傳送顯示資訊。中央裝置根據此顯示資訊，輸出到顯示盤點亮表示燈。

d 集中電話裝置

控制台上設有調度電話、車站直通電話、撥號電話等通訊設備，便於操作。

2.1.3 中央裝置與站場裝置間的資訊傳送

(1) 「實線」控制方式

大量資訊同時傳送最簡單的一種方式，如圖 2-4 資訊的傳送使用電纜芯線一對一連接 直接控制，此種方式資訊量與芯線數成正比，若遙控車站很多則不實用，傳輸距離很長時也很浪費，因此需要以最少的芯線來控制。

(2) 資訊傳送使用「共用線」

有兩種方式，分頻與分時。
分頻多工方式如圖 2-5，各個資訊使用不同的頻率，傳送端依資訊的有無，決定是否送出信號。接收端則使用濾波器將信號分離。

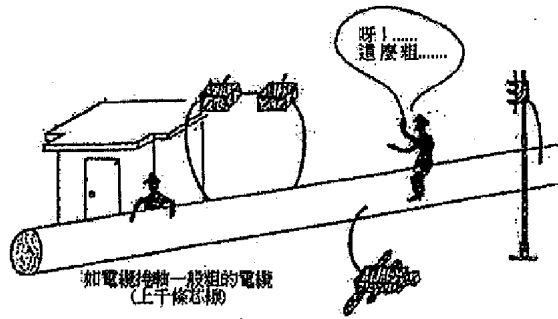


圖 2-4 實線控制方式

此種方式，資訊量和濾波器的數量成正比，電纜芯線用得少，但是設備數量多。

分時多工方式，傳送端與接收端同步動作，資訊分配到每一時段，傳送端於該時段切換到傳輸線送出信號。接收端於該時段接收信號，並「記憶」儲存。

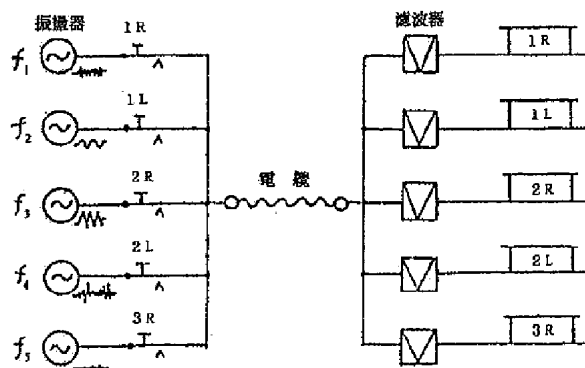


圖 2-5 分頻多工控制方式

CTC 資訊量即使很多，接收端設備仍然不變，因此採用分時多工方式。

(3) 分時多工傳送方式

如圖 2-6，首先傳送端與接收端取得同步，送電端送出資訊與定時訊號。實際的定時為 1 秒鐘 2400 次傳送資訊。

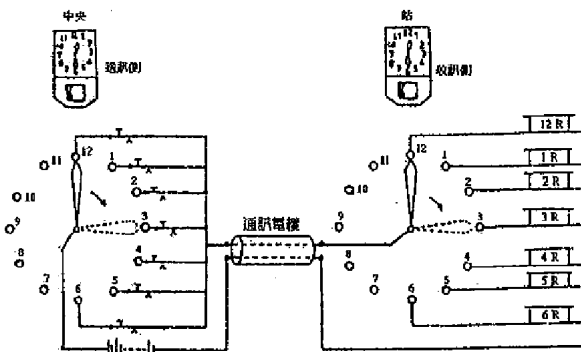


圖 2-6 分時多工控制方式

CTC 裝置如圖 2-7 使用一對上行傳輸線及下行傳輸線與中央裝置連結，採用分時多工方式傳輸資訊。定時與資訊的關係以「CTC 編碼表」來規定。

又，同步並不使用時鐘，而是抽取傳送信號中的計時訊號來同步。

2.2 基本技術

2.2.1 傳輸線及其特性

(1) 語音及資訊的傳輸線路，無限長線路最為理想。如圖 2-8，無限長線路為兩條離地同高的無限延伸的線路。

此種線路很適合通訊使用，因為有以下的重要特性：

a. 任一點的阻抗都相同

此種線路，從任一點切斷，左右兩邊都是無限長，阻抗都相同，此無限長阻抗 Z_0 為其特性阻抗。

b. 任一點的電壓電流比都相同

如圖 2-9。

c. 等比級數衰減

假定①②③...間距離相同，從①到②的電流減半的話，②到③也是一樣，不管在任何地方電壓電流比都是一樣，若知道每公里的衰減係數，則可以推算遠距離的電壓電流。

d. 電壓電流的相位差 φ 不變。

e. 特性阻抗 Z_0 為純電阻

高頻時，電阻及電導成分可以忽略，因此， $Z_0 = (Z/Y)^{1/2} \approx (L/C)^{1/2}$

(2) 等效無限長線路

無限長線路很適合通訊線路，因此實際的通訊線路經常以無限長線路來構成為原則。

實際上的線路可以圖 2-10 來代表，即使線路切斷阻抗仍保持一定，因此，切斷點接上特性阻抗 Z_0 來代替。

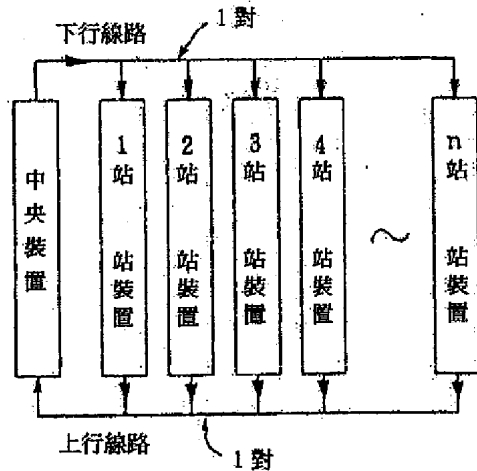


圖 2-7 CTC 線路的基本組態

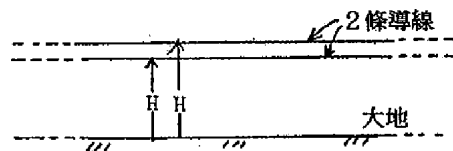


圖 2-8 無限長線路

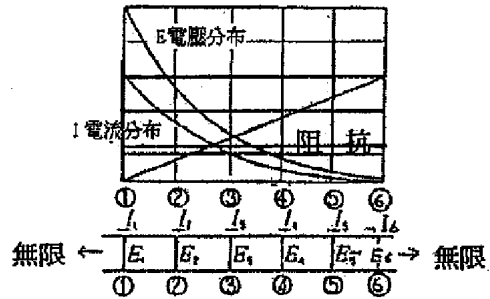
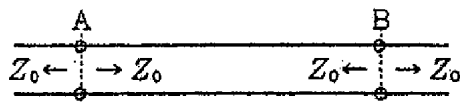
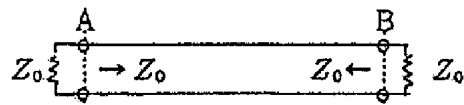


圖 2-9 無限長線路的電壓、電流、阻抗



(a) 無限長線路



(b) 等效無限長線路

圖 2-10 等效無限長線路

(3) 通訊機器的標準阻抗

以前裸線的特性阻抗約為 $500\sim 600\Omega$ ，因此，接上的機器都以 600Ω 為設計標準。CTC 的傳送電路也是以 600Ω 來設計。

(4) 阻抗匹配

CTC 裝置的傳送電路大多使用通訊電纜，特性阻抗和裸線不一樣，為 370Ω 。因此，連接通訊電纜時，如圖 2-11 使用匹配變壓器 MT 來連接，可以維持無限長線路的特性，若阻抗完全匹配則可以傳輸最大的能量(損失最少)。

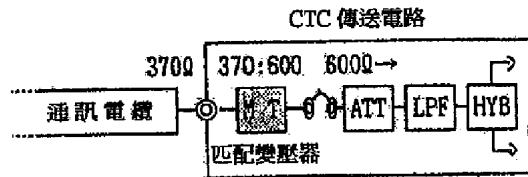


圖 2-11 實際的阻抗匹配

但是，實際上並無法完全匹配，未匹配的部分就是「線路損失」。

(5) 傳送電路的畸變

語音及調變信號經過傳輸電路，波形會變化。分為 頻率畸變、相位畸變、振幅畸變 等 3 種。

a. 頻率畸變

語音電流於通訊電纜中流過，其頻率(0~3KHz)衰減不一樣，頻率越高衰減越多，波形就會變化。

因此，重視波形(類比)的傳送電路，要加上等化器(EQL)來補償。CTC 以基帶(無頻率調變)傳送時，則不使用。

b. 相位畸變

1KHz 及 2KHz 的信號同時傳送時，1KHz 會提早到達，2KHz 則較慢到達，因此產生相位畸變。

c. 振幅畸變

即使以純正弦波傳送，收到的波形大小和原有波形不一樣時的畸變，稱為振幅畸變。

(6) 特性阻抗的測量

理論上可以用公式來計算，實際上單位長度的 Z 及 Y 很難測出，因此如圖 2-10(b)以下述方式來測量：(高頻時，電阻 R 及電導 G 可以忽略)

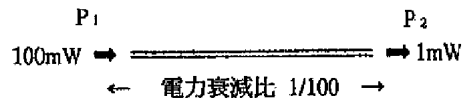
- ①將 B 點短路，從 A 點測量短路阻抗 Z_s 。
- ②將 B 點開路，從 A 點測量開路阻抗 Z_l 。

因此， $Z_l = 1/Y$ ，特性阻抗為

$$Z_0 = (Z_s \cdot Z_l)^{1/2}$$

2.2.2 dB 值

號誌設備的保養，「電壓、電流、功率」使用「伏特、安培、瓦特」等計量單位。但是，如下圖以 100mW 傳送，接收可以用 1mW 接收，此種功率的衰減，其比例為 1/100。於通訊方面，並不使用此種衰減比例，而是以其 Log 值的 10 倍來表示，稱為 dB 值。

(1) 電力衰減與放大

$$B(dB) = 10\text{Log}_{10}(P_2/P_1)$$

註： P_1 為輸入、 P_2 為輸出

P_2/P_1 值：「衰減」時小於 1，「放大」時大於 1。

因此「損失」為 $-B(dB)$ ，「增益」為 $+B(dB)$ ，「相同」時為 $0(dB)$ 。

比值每增加 10 倍，數值則加 10，因此計算方式由「乘除」變為「加減」。

(2) 電壓電流衰減比

因功率為電壓電流相乘，若阻抗不變， $P = E^2/R$ ，因此電壓、電流等的比值為電力比的 2 倍。0 dBm 時，若阻抗為 600Ω ，電壓則為 $0.775V$ 。

(3) 負載阻抗非 600Ω 時

例：阻抗為 300Ω

$$I = (0.001/300)^{1/2} = 1.83mA$$

$$V = IR = 1.83 \times 300 = 0.548V$$

於 dB 表上的讀數

$$= 20\text{Log}_{10}(0.548/0.775) = -3 \text{ dB}$$

因此，若阻抗不明的情況下，則無法換算。

2.2.3 信號型式

信號型式如圖 2-12，每一時間間隔內，由傳輸線上有無電壓來決定。

亦即傳送的信息是以二進位的形式傳送到遠方。

電壓傳送的方式及時隔如下：

(1) 信號與碼

基本上，本書所述的碼為信號所組成。

(2) 位元與鮑

如圖 2-12， t 時隔內一個信號稱為位元，通常有電壓定為「1」，沒有電壓定為「0」。

每 t 時隔送出一個位元，反之其傳送速度為 $1/t$ 位元。

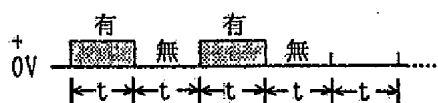


圖 2-12 電壓與信號的關係

(3) CTC 使用的信號型式

a. CTC-4 型用(2:1 RZ 長短信號)

如圖 2-13，波形上升至下一波形上升為 1 個信號，較長的為「1」，較短的為「0」。

「1」與「0」的時間比為 2:1，且每一位元必定回到 0V (Return to Zero)，通常稱為 Pair Pulse Time Code。

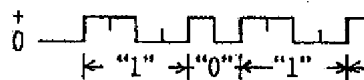
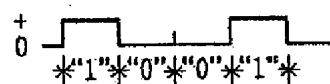


圖 2-13 2:1 RZ 長短信號

本 CTC 系統的傳送速度基本上為 2400 鮑，因為 1、0 的傳送時間為 2:1，因此實際的傳送速度，「1」為 600 位元，「0」為 1200 位元。

b. CTC-5 型用(NRZ 等長信號)

如圖 2-14，有電壓為「1」，無電壓為「0」。各位元的時隔都相同，各位元並無回到 0 的動作，因此稱為(Non Return to Zero)



此種方式傳送的資料量較多。

圖 2-14 NRZ 等長信號

c. CTC-6 型用(雙相位)

如圖 2-15，+ 及 0 組成「1」，0 及 + 組成「0」。以 2400 鮑的速度傳送，1 秒只能傳送 1200 位元。此種方式不使用「基帶」(Base Band) 傳送的位準移動。

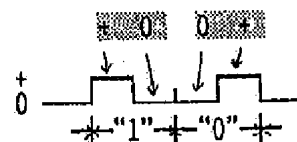


圖 2-15 雙相位信號

2.2.4 傳送方式

信號實際的傳送方式有「基帶傳送」及「調變傳送」等方式。

CTC-4 型開發時，電子裝置正在發展中價格很貴，爲了降低價格，各站間採用基帶傳送，但是數十公里遠的地方則不適用，此時改用調變方式。但是現在調變方式的傳送裝置價錢很便宜，因此目前的 CTC 完全不一樣。

(1) CTC-4B 型的基帶傳送

本型的傳送爲，從邏輯電路輸出的傳送信號及通訊電纜上的傳送信號，如圖 2-16 不一樣。實際的波形如圖 2-17，傳送效率約爲 36%。

傳送器於信號的開頭之起始脈衝往負電壓推動，接著送出資料信號長短脈衝。亦即以邏輯電路送來的信號 2 倍速度「+、-」交替傳送。

接收電路將信號放大後，+側波形轉成邏輯電壓，測量從信號上升到下一次上升的時間，將其還原爲原來的信號。從實際的波形看來，信號會變形，若長距離傳送時，波形間隔會變化而產生錯誤。同時，位準的測試及調整工作都需要專業人員來擔任。爲了減少再生的需要，傳送位準提高爲 +25dBm(約 300mW)，接收位準爲 -25dBm，傳送位準太高的話會產生串音，通常都以 0 dBm 爲標準。

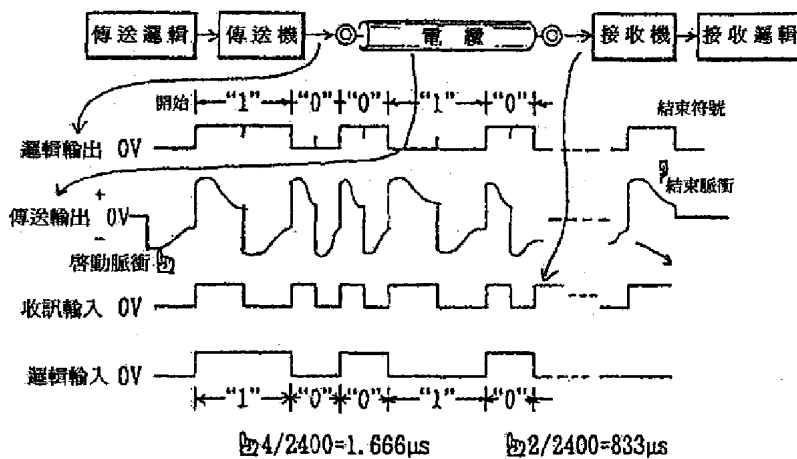


圖 2-16 基帶傳送

(2) CTC-6 型的基帶傳送

CTC-6 型解決了 CTC-4 型的問題，使用雙相位 RZ 等長信號，如圖 2-18。此種方式，外線上頻率不變，位準偏移量少，是很好的傳送方式。

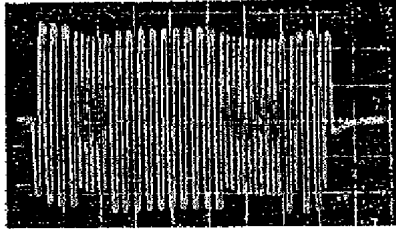


圖 2-17 基帶傳送波形



圖 2-18 雙相位傳送波形

(3) 調變方式

CTC 基本上以「基帶傳輸」，但是長距離時，衰減嚴重。因此以電話線(使用 300~3400Hz 頻寬)作為傳送線，使用 1200 鮑調變方式。

a. FS 傳送

CTC-4 型，如圖 2-19，傳送信號有電壓(Mark)時為 f_2 ，無電壓時(Space)為 f_1 ，配合信號的長短，兩種頻率交替變換。

因此，於基帶傳送時的成對脈衝，於 FS 傳送時則為記號與空白的傳送，此為了經由電話線以 1200 鮑速度傳送之故。

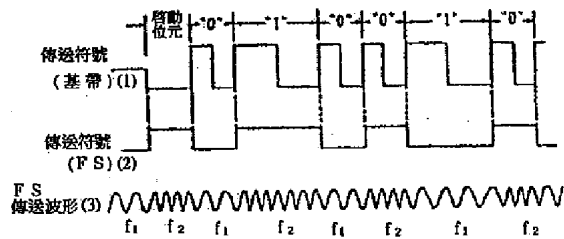


圖 2-19 FS 傳送信號及波形

b. 相位調變

同樣使用電話線，可以達成每秒 2400 位元的傳送速度，即為相位調變，如圖 2-20， 45° 為「00」， 135° 為「01」， 225° 為「11」， 315° 為「10」兩位元組合。

目前通用的「調幅調相(QAM)」可達到 4800、9600 鮑的速度。

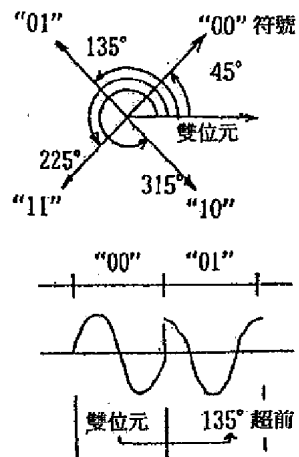


圖 2-20 相位調變

2.2.5 線路品質及字元錯誤

傳輸線有金屬電纜及載波線路等，由於雜音及機器的不正常，收訊方會收到錯誤的信號。(圖 2-21)

線路品質可由下式算出：

$$Pe = (\text{錯誤的位元數}/\text{送訊總位元數})$$

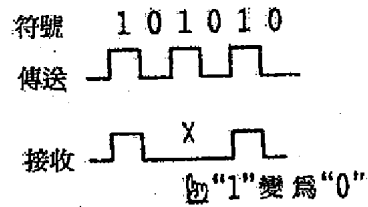


圖 2-21 信號錯誤模式

(1) 元件錯誤率

例：傳送 1×10^5 位元，發生 1 位元錯誤的傳輸線，錯誤率為：

$$P = 1/10^5 = 1 \times 10^{-5}$$

一般的傳輸線的元件錯誤率約 10^{-6} ，鐵路通訊線路於現場約為 10^{-6} ，因此 CTC 錯誤控制設計時都以 10^{-5} 設計。

(2) 載波線路的位元錯誤趨向

CCITT(國際電氣通訊諮詢委員會)，根據各國的錯誤資料統計，錯誤趨向如下：

1 位元單獨錯誤	全體的	50~60%
連續 2 位元錯誤		12~20%
連續 3 位元錯誤		3~10%
連續 4 位元錯誤		2~6%

(3) 成群的錯誤

載波線路有多數位元錯誤的重要特性。例如：載波線路的切換等，有一段時間會發生混亂，此一原因發生的錯誤稱為 n 位元成群錯誤。(圖 2-22)

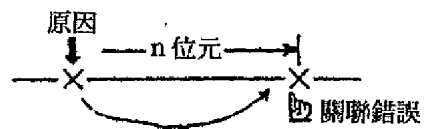


圖 2-22 成群錯誤

號誌電纜為何不能用於通訊線路？

- (1) 芯線未考慮到平衡的問題。
- (2) 號誌電路的能量較大，產生的雜訊較多，S/N 訊號雜訊比不好。
- (3) 通訊電纜的遮蔽較佳。

2.2.6 訊號錯誤的檢出方式

CTC 的控制資訊及表示資訊若發生錯誤，可能會發生進入錯線等不正常現象，因此信號錯誤時要將其檢出。

如圖 2-23，資訊傳送時加上檢查碼，接收側檢查有無錯誤，採取只在沒有錯誤的情況下才輸出的編碼檢查方法。

信號檢查有各種方式，於此說明錯誤檢出的概念及能力。

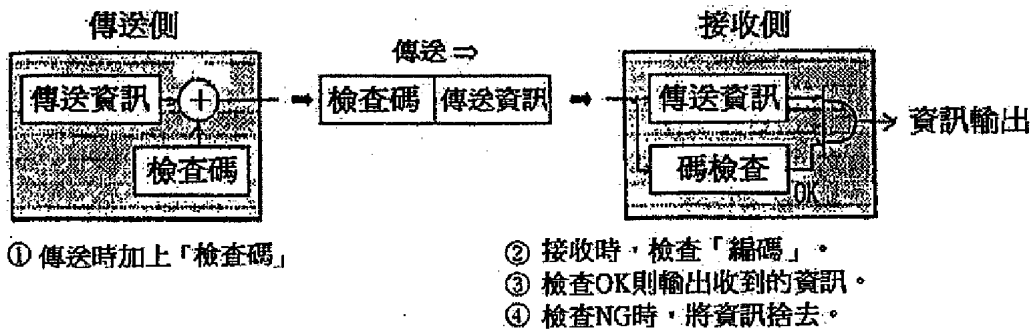


圖 2-23 編碼檢查的概念

(1) CTC-4B 型

a. 控制碼

控制碼由群選擇、控制內容、控制內容反相碼組成，如圖 2-24 所示。

控制碼經過下列 3 種檢查的結果，全部都正常的時候才能輸入。

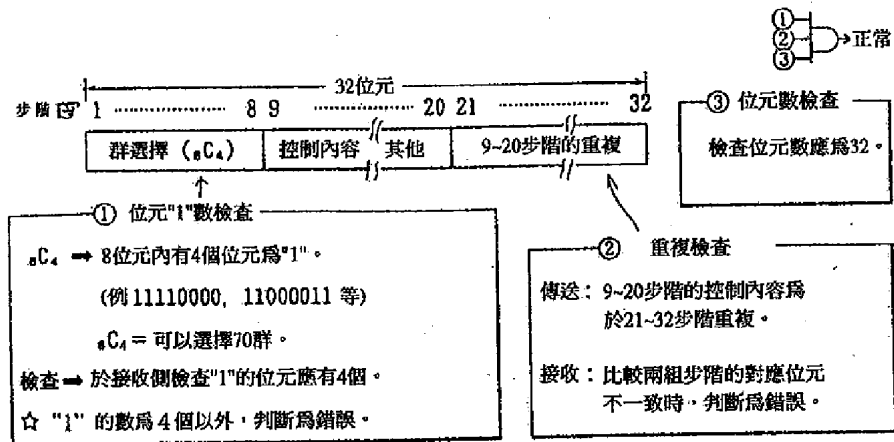


圖 2-24 控制碼的檢查

b. 表示碼

表示碼經過下列 3 種檢查的結果，全部都正常的時候才能輸入。

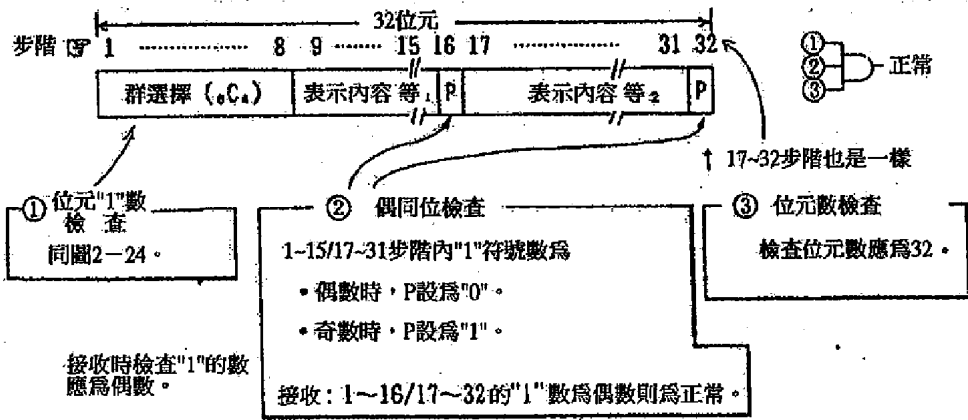


圖 2-25 表示碼的檢查

(2) CTC-6 型

如圖 2-28 所示編碼為基準，控制碼及表示碼等，由數個基本碼組成。

此碼的信號錯誤檢出採用 CRC 碼(Cyclic Redundancy Check: 循環重複碼)。CRC 碼只使用少數的多餘位元，但有很高的錯誤檢出能力。

(通常使用 16 位元的 CRC)。

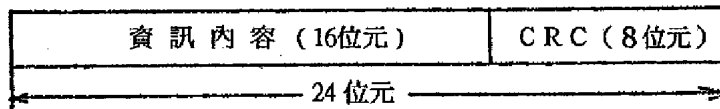
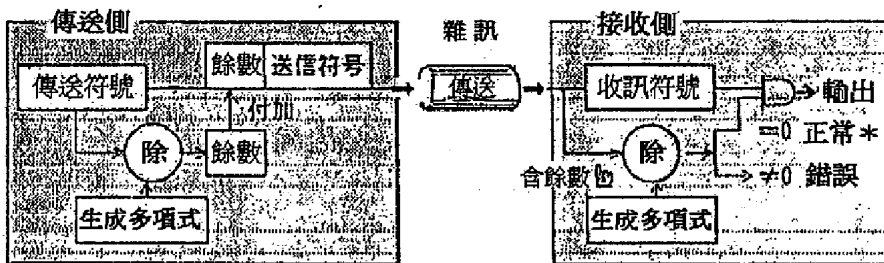


圖 2-28 基本碼的組成

基本碼的錯誤檢出原理如圖 2-29，用生成多項式除，其餘數附加於傳送碼之後。收訊側則以相同的多項式除以含餘數的信號，若能除盡則無錯誤，若無法除盡則視為錯誤。



* 信號有錯誤，但是判斷為正常時，稱為無法發現的錯誤。

圖 2-29 CRC 錯誤檢出原理

「模式除法」為，將整數除以 N ，將其「餘數」分類，共有 N 類碼字。

多項式除法 $F(x) = Q(x)N(x) + R(x)$ $Q(x)$ 為商， $R(x)$ 為餘數是「循環」碼中另一個碼多項式。

循環碼的每一個碼字都是被 $X^n + 1$ 除的「餘式」，餘式的「係數」就是原碼循環左移 1 位形成的碼字。

循環碼中，所有的碼多項式都能被「碼生成多項式」 $g(x)$ 整除，此 $g(x)$ 是 $X^n + 1$ 的 1 個「因式」。

將 $X^n + 1$ 因式分解找出 $n - k$ 次，且常數項不為 0 的因式，作為 n 長度循環碼之「碼生成多項式」。

- 循環碼編碼及解碼(註： a, b, c, d 起始時為 0)

編碼：① 訊息位元 $M(x)$ 後加上 $[n - k = m]$ 個「0」(左移)

$X^{n-k} M(x)$ 除以 ② $g(x)$ ，得 商 $Q(x)$ ，餘式 ③ $R(x)$

將 $X^{n-k} M(x)$ 減去餘式 $R(x)$ {於模式 2 運算，可寫為「加上」(互斥 OR)}

則 $X^{n-k} M(x) + R(x) = Q(x) g(x)$

因為循環碼可被 $g(x)$ 整除，因此 $Q(x) * g(x)$ 就是循環碼的碼多項式。

例：① $X^{n-k} M(x) = 111\ 0000$ · ② $g(x) = 11101$ ③ $R(x) = 0100$

$$X^{n-k} M(x) + R(x) = Q(x) * g(x) = 111\ 0100$$

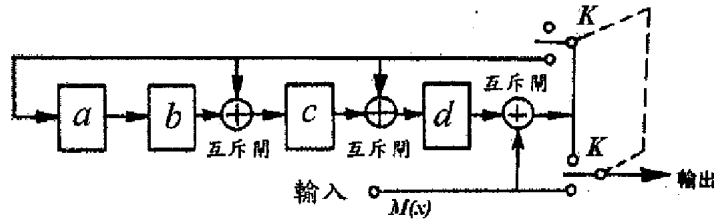


圖 2-30 CRC 碼編碼器

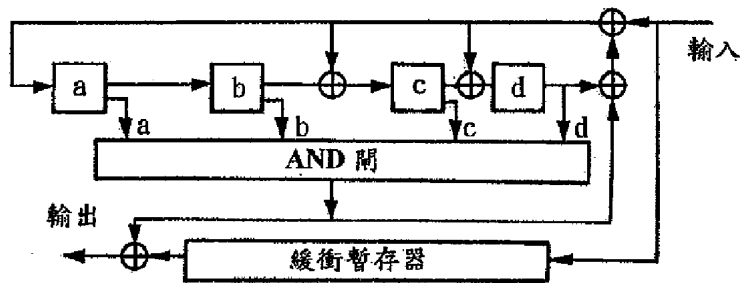


圖 2-31 (7, 3) 碼糾單個錯的解碼器

3. 台鐵 CTC 設備

3.1 設備規範

- 機器組成表

裝置名稱	數量	備註
CTC中央裝置	5架	13區間
北區間	1架	3區間
中區間	2架	4區間
南區間	1架	3區間
東區間	1架	3區間
CTC站裝置 (不含EI站)	100架	100站
北區間	39架	39站
中區間	29架	29站
南區間	31架	31站
東區間	1架	1站

- 使用環境條件

項目	內容
周圍溫度	中央：5~35℃ 站：0~60℃
相對溼度	90%以下（不凝結）

- 電源電壓

項目	內容
輸入電源電壓	AC110V±10% (60Hz)
動作電源電壓	DC5V ± 5% (邏輯電路) DC24V ± 10% (繼電器電路)

- CTC 裝置組成表

中央裝置
MPUC組
傳送96
連接器50P (M)
HUB(集線器)
Transceiver(收發機)

站裝置
PLC
SPR組
傳送96
繼電器 (SM24)
連接器 50P (M)

• CTC 中央裝置

項 目		內 容	
處理電路 (每1區間)	邏輯動作方式	程式處理方式	
	CPU	32bit (MC68360)	
	動作頻率	25MHz	
	記 憶 體	Flash ROM	8MB MAX
		Boot ROM	128KB MAX
RAM		32MB MAX	
S-RAM		512KB MAX	
輸出入 (每1區間)	CTC-LAN	乙太網路 10Mbps×2ch	
	CTC傳送線路	9600bps 16值QAM	
控制站數		最大20站/1區間	
冗長組成		待機2重系	
形狀・尺寸		獨立架 750(W)×2150(H)×600(D) (側板除外)	
架數		5架	
耗電		1KVA以下/架	
電纜入口	架下	電源、CTC傳送、乙太網路	

• CTC 站裝置

項 目		內 容
處理電路 (PLC)	邏輯動作方式	程式處理方式
	CPU	60K Step
	輸出入點數	5120點
輸出入 (每1區間)	CTC傳送線路	9600bps 16值QAM
	聯鎖裝置等輸入	接點 (表示最大點數: 384點)
	聯鎖裝置等輸出	接點 (控制最大點數: 320點)
		但是, 輸出入總共640點以下
冗長組成		1重系
形狀・尺寸		獨立架 750(W)×2150(H)×600(D) (側板除外)
耗電		300VA以下/架
電纜入口	架下	電源、CTC傳送、接點

3.2 CTC 裝置之設備

台鐵 CTC 系統所有中央裝置間的界面都使用「乙太網路」來通訊。乙太網路通訊適用於高速傳送、大容量通訊，主要分為 4 種。

各 LAN 中主要流通何種資訊，說明如下：

CTC-LAN

CTC 表示資訊 及 CTC 控制資訊。

PRC-LAN

車次資訊 及 時刻表資訊。

時刻表-LAN

實際時刻表資訊 及 時刻表監視資訊。

維護-LAN

資料更新資訊、日誌資訊、故障資訊。

乙太網路

1960 年代，美國夏威夷大學發展出「載波監聽多址存取／衝突檢測」(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)CSMA/CD 技術，即若傳送單元同時發訊而衝突時，選擇 1 個隨機的時間後重新送訊。1970 年代初期，全錄(Xerox)公司將 CSMA/CD 技術應用於「電腦區域網路」的研究，因而發明了「乙太網路」。美國電機電子協會(IEEE)將乙太網路 訂為 IEEE 802.3 的標準。

乙太網路的傳輸速度為 10Mbps，訊框如下(數字以位元組為單位)：

前序位元	終端位址	起始位址	型態	資料	檢查位元
8	6	6	2	46~1500	4

3.3.1 行車表示盤 (附圖 7)

- a 行車表示盤分北、中、南、東 4 區共 43 組，經由 CTC 中央裝置、中央處理裝置，將顯示資料送到 CTC-LAN 及 PRC-LAN 乙太網路，LAN 上各區的「表示邏輯裝置」將資料整理後，經(RS422)送到各組中繼器，中繼器以掃描方式點亮表示燈。
- b 表示(附圖 8)：
- 軌道佔用、號誌表示、進路鎖錠、轉轍方位(含電鎖)、調車、保養、接近、跟隨、風速警報、平交道監視、控制模式(C 中央、U 自動、L 就地、FAIL 故障)、站燈、車次表示(含路線封鎖)、客滿燈(多趟列車)、出發准許、維修呼喚(CVDU)。
- c 盤面符號：
- 月台、路線、站名、站編號、平交道(與出發有關為橙色，無關為藍色)、站區名稱、號誌機名稱、轉轍器名稱(路線連接為定位，路線中斷為反位)。
- d 控制：
- 進路控制、跟隨控制、轉轍器單獨扳轉、准調車、准保養、出發准許。(維修呼喚、股道封鎖、進路儲存、跨站進路)。
- e 表示燈：

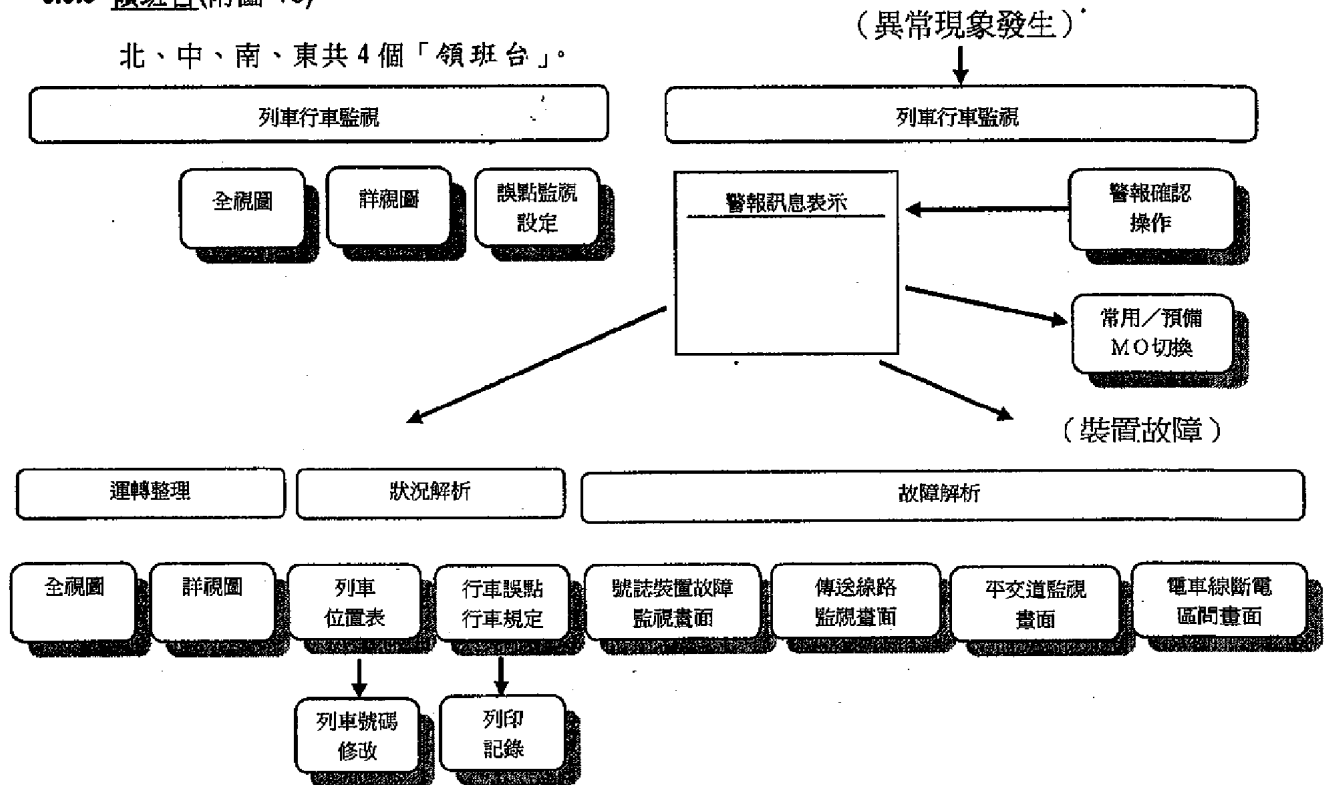
表示燈	色	亮	熄	閃	備註
模式燈(G)	U	自動進路控制	CPU 斷訊 90S		
	C	調度員控制			CPU 斷訊 90S
	L	就地控制	CTC 斷訊 10S		
	FAIL			故障	CTC 斷訊 10S
站燈	Y	站裝置故障	無控制	控制中	
車次窗	R	車次	無車	列車到達	
客滿燈	R	還有其他列車			
軌道燈	R	有車	無車		
	Y	鎖錠	解鎖		
號誌機	G	進行	險阻	控制中	
	R	進行(停車)	險阻	控制中(停車)	出發用
出發要求	G	出發許可		控制中	
轉轍器	Y	方位正常	調車或保養	扳轉中或故障	控制中為單閃
	R	有車			異常為雙閃
跟隨	Y	跟隨	未控制	控制中	
調車	Y	准調車		控制中	
保養	R	准保養		控制中	
風速	Y	20~25m/s	無警報		
	R	超過 25m/s			
平交道	R	反應中	無反應		
維修呼喚	MC	維修呼喚			(顯示於 CVDU)
接近	R	列車接近			站外 2 區間
電鎖	Y	定位	非定位	非定位	
站間封鎖	R	BLOCK 封鎖	無封鎖	封鎖未完成	站外車次窗
股道封鎖	R	BLOCK 封鎖			股道車次窗

3.3.2 表示邏輯裝置

「表示邏輯裝置」將 CTC 中央裝置、中央處理裝置，經 CTC-LAN 及 PRC-LAN 乙太網路來的表示資訊整理後，以 RS422 方式送到各中繼器，中繼器再以掃描的方式點亮表示燈。

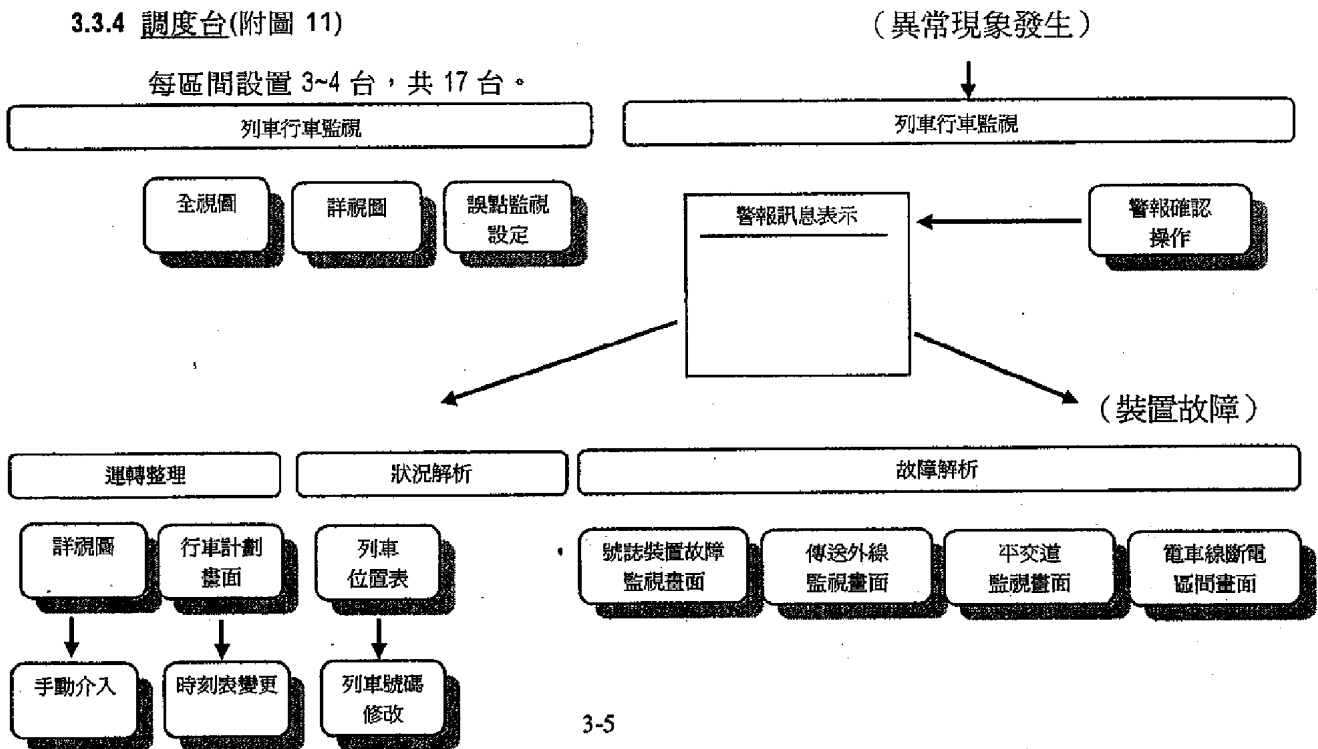
3.3.3 領班台(附圖 10)

北、中、南、東共 4 個「領班台」。



3.3.4 調度台(附圖 11)

每區間設置 3~4 台，共 17 台。



3.3.5 CTC 中央裝置(附圖 3)

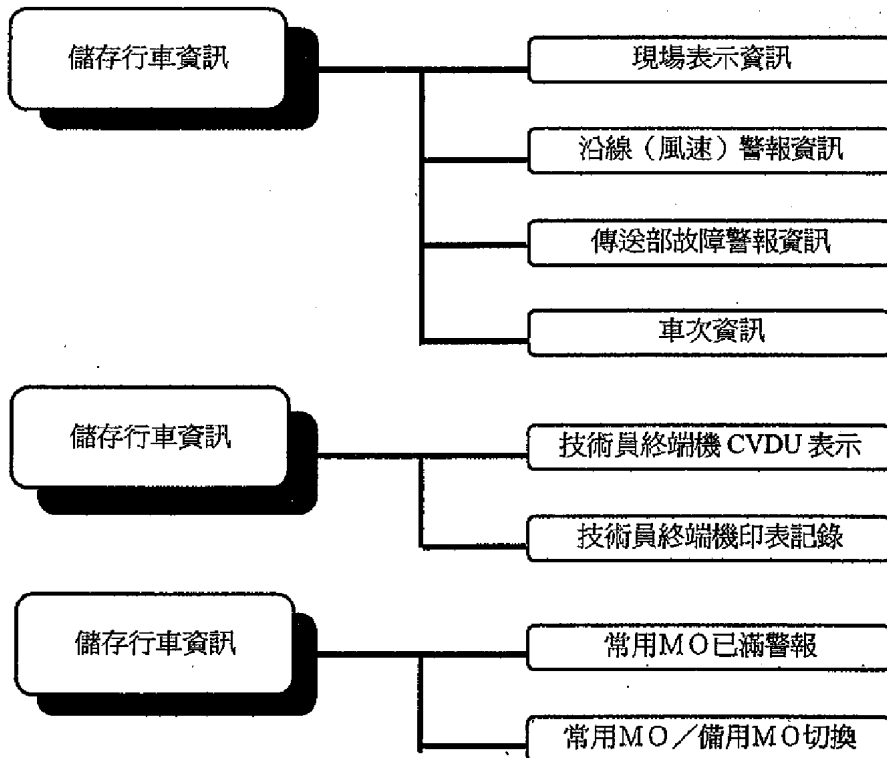
執行 CTC 控制資訊及 CTC 表示資訊的裝置。

a 組成

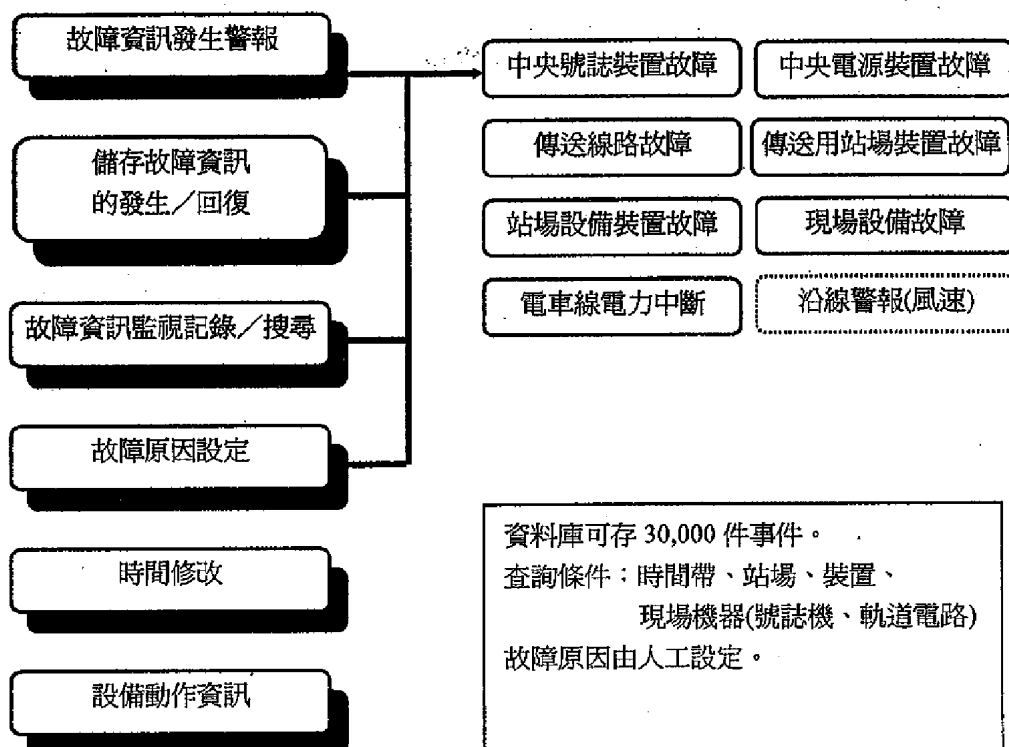
- CTC 中央裝置有 5 個裝置。東區間 (1 裝置)、南區間(1 裝置)、中區間(2 裝置)、北區間(1 裝置)
- 1 個 CPU Block 負責 1 區間。此 CPU Block 稱為 MPUC Block。
- 1 個 Transmission Block 負責 1 區間。此 Transmission Block 稱為「傳送 96 裝置」(16 值 QAM 傳送速度 9,600bps)。

3.3.6 行車記錄裝置

- a 記錄調度員、領班的操作
 - 手動控制操作
- b 記錄 自動控制
- c 記錄 表示資訊
- d 資料的表示 及 印表機列印
- e MO 切換



3.3.7 集中監視裝置(附圖 13)



3.3.8 平交道監視裝置

平交道裝置的故障，由站場的表示資訊(正常/故障)來告知。

平交道監視裝置檢知狀態的變化(正常→故障)，調度台/領班台/技術員台的 CVDU 內出現警報訊息。同時，通知 TIS(列車資訊系統)，再顯示於 TID(列車資訊終端機)。

3.3.9 時刻表表示裝置

時刻表表示台每區間 1 台，共 4 台組成。時刻表表示台經由時刻表 - LAN，接到中央處理裝置。

運行圖表示

時刻表表示台可以顯示從中央處理裝置收到的實績時刻表(前一天，當天)，16 種基本時刻表之中指定的 1 種，或實績時刻表加上 1 種基本時刻表。

前一天、當天、隔天的時間軸，可捲動來看。又，要顯示實績時刻表時，以現在時刻為中心，自動捲動。

運行圖記錄

顯示的時刻表，可於指定時刻間、指定站場間，經由繪圖機列印。

3.3.10 時刻表製作終端機

時刻表製作終端機，顯示、編輯修改中央處理裝置中儲存的 16 種基本時刻表及 9 種行車模式。

運行型態資料

用於產生運轉計劃（基本時刻表）、臨時時刻表設定、增開列車設定時，建立各趟列車的行車排程。為在 列車等級、行駛區間、及運轉方向別中，制定列車運轉時分的資料檔案。

列車模式檔案用於制定 列車停車站、通過站、到達月台 及 停車站的標準停站時間。

運轉計劃登錄

從時刻表製作終端機，將列車時刻表登錄於中央處理裝置的基本計劃檔案。也用於變更 16 種基本計劃檔案。

列車時刻表設定

車次、列車等級、行駛區間、及始發站出發時刻 起始設定後，從通過/停車模式來的「始發站的出發時刻」至「終點站的到達時刻」為止，自動製作各站的資料。

製作的列車時刻表，顯示於時刻表製作終端機的畫面中，畫面中顯示的個別資料可以更改。列車時刻表因為是個別設定，所以可以個別設定不同的進路，各站也可以定義各自不同的進路。

各種模式資料

製作「列車時刻表」設定時使用的支援資料。

通過/停車模式

以列車等級為單位，設定各站的通過、停車、及停車時間的模式。

優先進路模式

以 列車等級、站為單位，設定 進站進路一到開股道、出發進路的模式。中央處理裝置控制進路時，也使用此模式。

運轉時分模式

以車輛種別、方向為單位，設定各站間的 行駛時分 的模式。

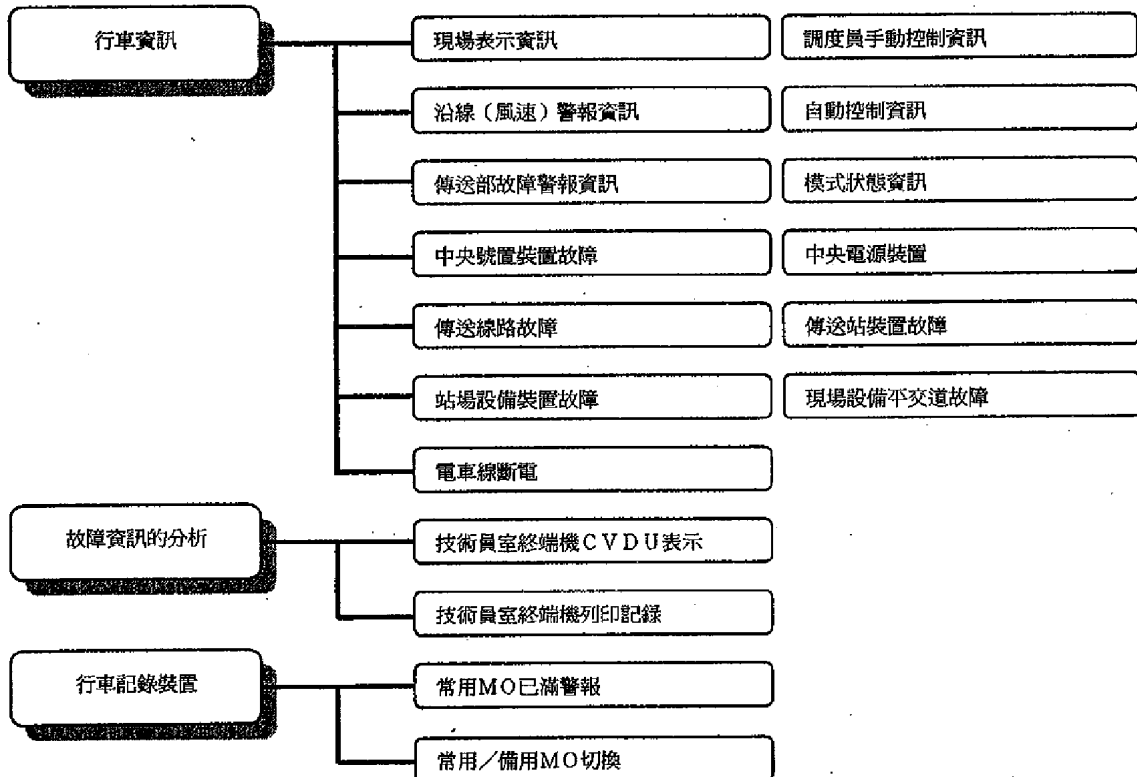
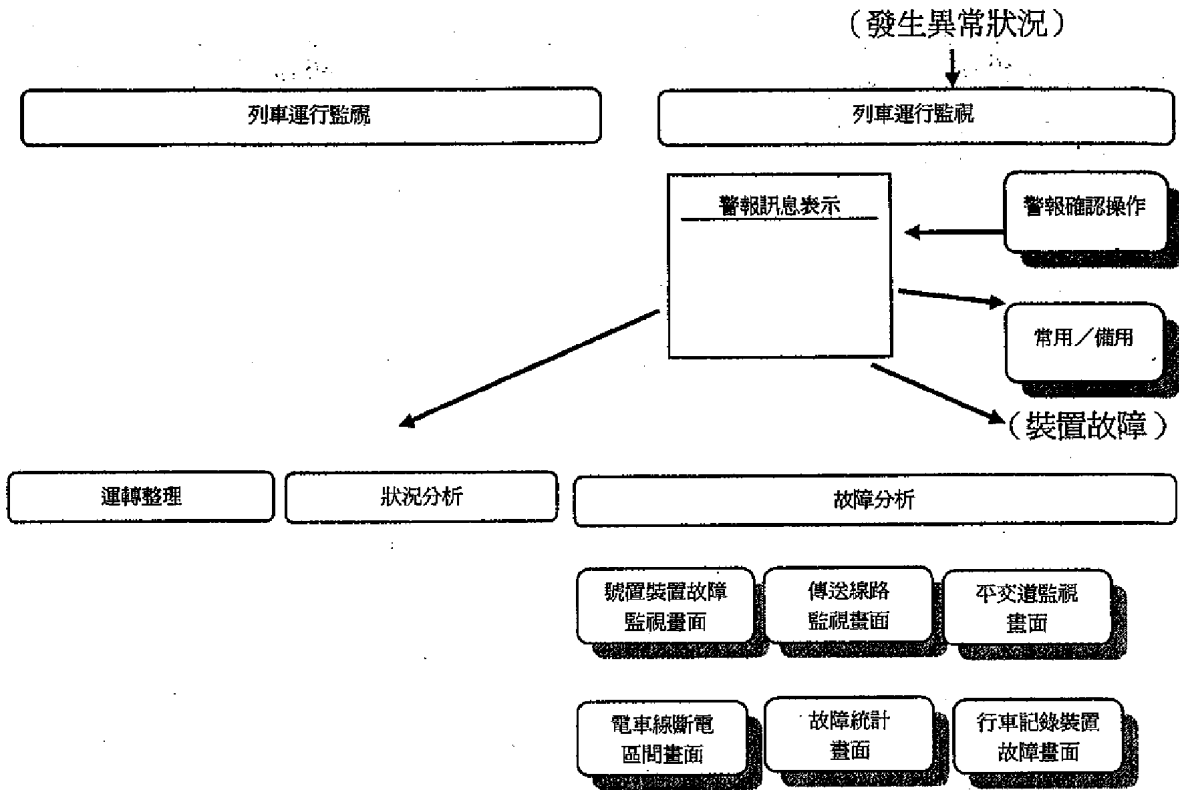
列車等級資料表

設定列車等級相關的資料表。

時刻表編輯

以「時刻表種別」為單位可以複製、移動、刪除、合成。

3.3.11 技術員台

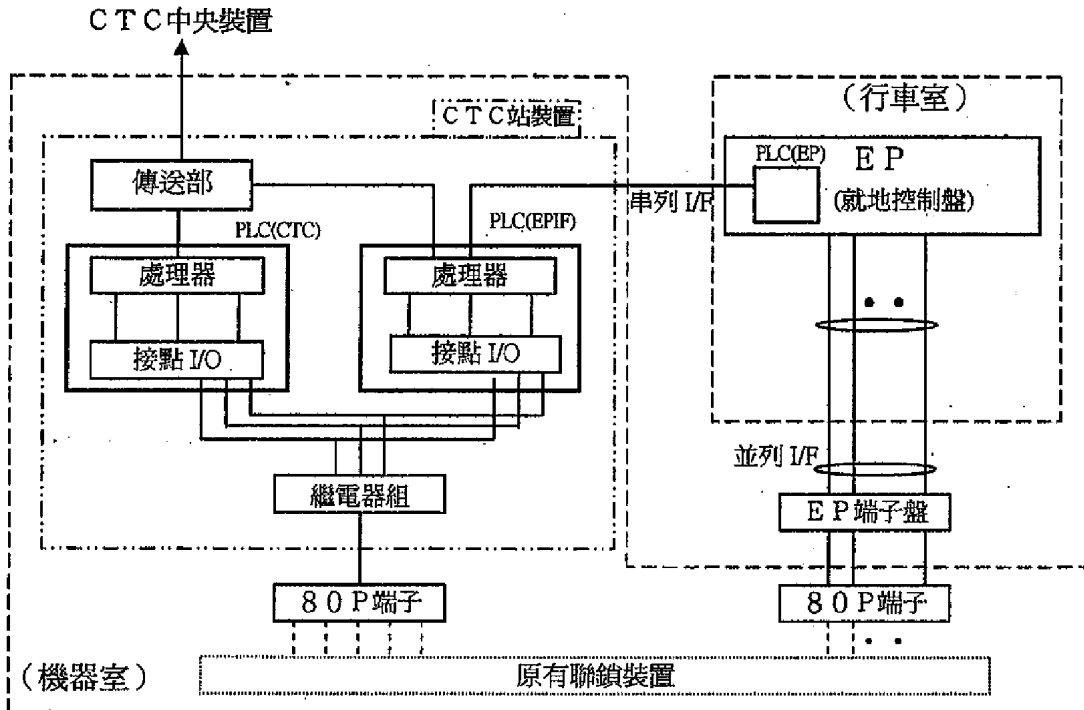


3.3.12 資料產生裝置

設備變更時，用來修改軟硬體資料。

3.3.13 站裝置

站裝置經由通訊網路與 CTC 中央裝置連接，是聯鎖裝置與控制設備之間的界面。CTC 每一控制持續 10 秒，站裝置收到控制，經安全查核後送出 3 秒長度的脈衝。CTC 及 TID 外線於 EP 盤上設有「旁路/切離」鑰匙開關，以備傳輸故障時之用。



3.3.14 TID 裝置 (附圖 14)

TID 使用 1200 bps 速度的數據機傳送，資料每 5 秒更新一次。列車資訊終端機有 A(行車室)、B(調車場)、C(機班、車班)型，號誌故障終端機有 D(分駐所)、E(段)型，界接旅客資訊為 F 型(上下行最近 5 班列車)。

A 型裝有擴充用串列界面，可輸出車次資訊到 就地控制盤 及 車站的旅客行車資訊告示牌。CTC 總機另設有 TID 控制台，可手動輸入列車資訊，以因應特殊狀況。

輸出格式

休止期間	A	資料 1	休止期間	A	資料 2	...	A	資料 N	休止期間	A	資料 1
		1 區塊									
		T									

- <1> A = 同步符號、0x7FFFFFFE(4 位元組)
- <2> 資料 1~資料 N：固定長度，資料種類請參考技術資料。
- <3> 1 區塊周期：約 500 ~ 600 ms。

資料內容 (32 位元組)

資訊類別	SEQ	車次	車種	始發站	目的地	誤點・早開	備用	停站月台	車次窗編號	消去窗編號	時刻表種別	封鎖資訊	實際佔線	方向資訊	下一停車站	其到達時刻	列車等級	交換變更	追越站	實績採時站
------	-----	----	----	-----	-----	-------	----	------	-------	-------	-------	------	------	------	-------	-------	------	------	-----	-------

列車資訊

- 線上位置 (站+佔用月台、站-站 間+行進方向)
- 車次
- 車種
- 起迄地點
- 已經出發的站
- 出發實際時刻+誤點時分
- 行車方向
- 封鎖資訊
- 當天時刻表種別
- 列車等級

運行狀況

顯示範圍：站+左右鄰站(1 畫面)，範圍為該傳送區(共 13 區)+5 個鄰站。

故障資訊

- CTC 中央設備機器故障
- SCADA 系統的電車線斷電
- 站場設備機器的故障
- 現場設備機器的故障
- (最多儲存 10000 件故障)

主畫面選單

- 時刻表 (區間、日期、車次)
- 運行狀況 (列車位置、誤點表示)
- 全線列車 (目前位置、路線、股道、下一停靠站、原定時刻、延誤時分)
- 預定到達 (站)
- 區間列車 (號誌分駐所管區內的列車)
- 故障監視 (編號、內容、時間、轄區、裝置、原因、部位、備註)

機型	運行狀況	任一列車資訊	管轄區的列車	全線列車	連接埠	故障通告
A	○	○	○	○	○	
B		○				
C		○		○		
D	○	○				○(分)
E	○	○				○(段)
(F)					○	

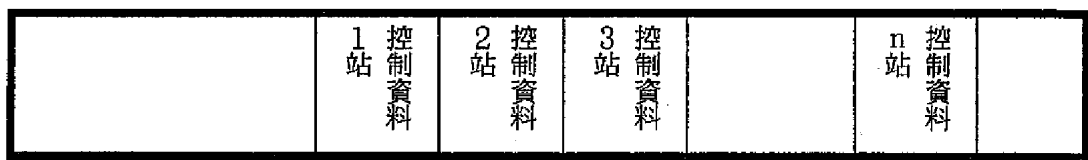
3.3.15 CTC 傳送系統(附圖 1、附圖 3、附圖 4、附圖 12)

CTC 控制的傳送

調度台(DCT)及中央處理裝置(ARS)來的控制資訊，經由中央裝置接到台鐵光纖網路，於各個投落站取出訊號，再經由通訊電纜串接該控制區各個站場，傳輸訊號以迴圈方式分爲 R(右)/L(左)方向傳送。站場經由「傳送 96」裝置，將控制資訊轉送到 PLC(CTC)裝置，經過安全檢查後，以 3 秒脈衝方式送到「聯鎖裝置」，經聯鎖裝置再度檢查後，控制現場的號誌機、轉轍器等，每次控制有效時間爲 10 秒。

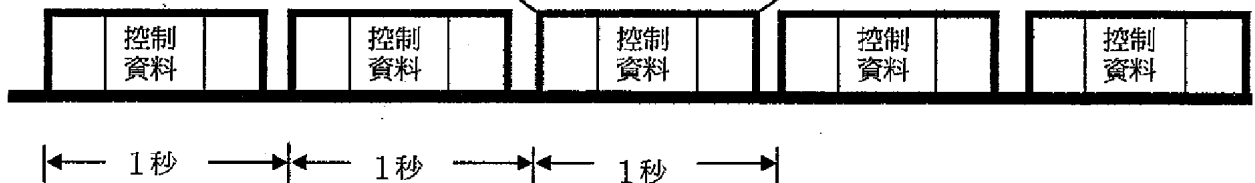
傳輸線的控制資料及傳送時序

傳送資料訊框：



- 傳送線路上流動的控制資料由很多站的控制資料組成。
- 站場的傳送部從控制資料訊框中，取出本站的控制資料。

資料傳送時序：



- 中央的傳送裝置將數站的控制資料設定成控制資料訊框，以 1 秒週期輸出到線路上。至控制被解除爲止，同一控制資料持續輸出到線路上。
- 因此站場的傳送裝置會收到 n 次的控制資料。

傳送異常監視：

- ARS 裝置於進路控制後，監視號誌機是否在預定時間內有反應。
- CTC 中央裝置以固定週期監視(接收)站場送回的「表示」。
- 傳送裝置監視「傳輸線路」是否正常。
- 站場 PLC 裝置監視(接收)中央來的控制資料訊框。

傳送 96 裝置

傳送 96 裝置為「雙重化」裝置，傳送速度為 9,600bps。用於連接「CTC 中央裝置」、「CTC 站場裝置」、「電子聯鎖裝置」。各裝置為串接方式，傳送與表示分離，CPU 至 SIO 的傳送速度為 19.2k bps，SIO 至 PLC 為 38.4 k bps，連接界面為 RS232C。現場接收資料要 2 次一致，才有效。

傳送 96

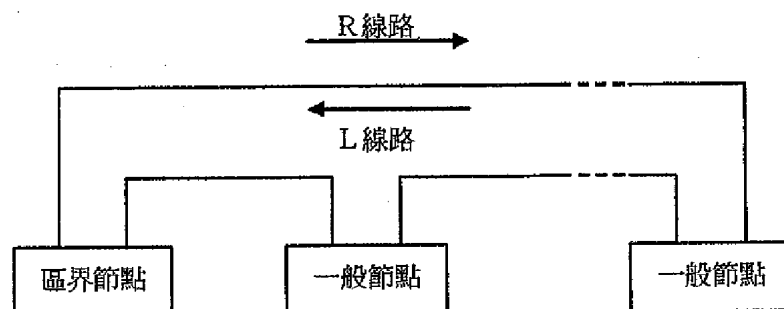
傳送 96 以環形網路連接，有 2 對(控制、表示)通訊電纜(附圖 12)，傳送週期為 1 秒。載波頻率為 1,800Hz，頻寬為 $1,800\text{Hz} \pm 1,200\text{Hz}$ 。(看波形圖)

傳送 96 系統規範：

項目	規範	
網路型態	環形	
傳送形態	1 : N	
傳送媒體	通訊電纜 2 對 (控制：1 對，顯示：1 對)	
傳送週期	控制/顯示 都 1 秒	
節點數	最大 20	
節點間距離	參考附錄 A ☆	
輸出入規範	並列輸出入	輸入：接點輸入 2 點 (24V, 10mA) 輸出：光 MOS 輸出 2 點 (24V, 500mA)
	串列傳送	CH1：非同步，TTL 位階，信號反相 (標記：H)， 19.2k/38.4k 切換 CH2：同上 CH3：RS-232C，38.4kbps (邏輯部 I/F 用，絕緣形) CH4：同上 CH5：RS-232C，19.2kbps (維護用)
	高速串列傳送	個別 I/F 1 通道 (RIO 界面)
資訊量	6.5 單位資料 / 1 傳送週期 6 位元組 / 1 單位資料	

傳送組成

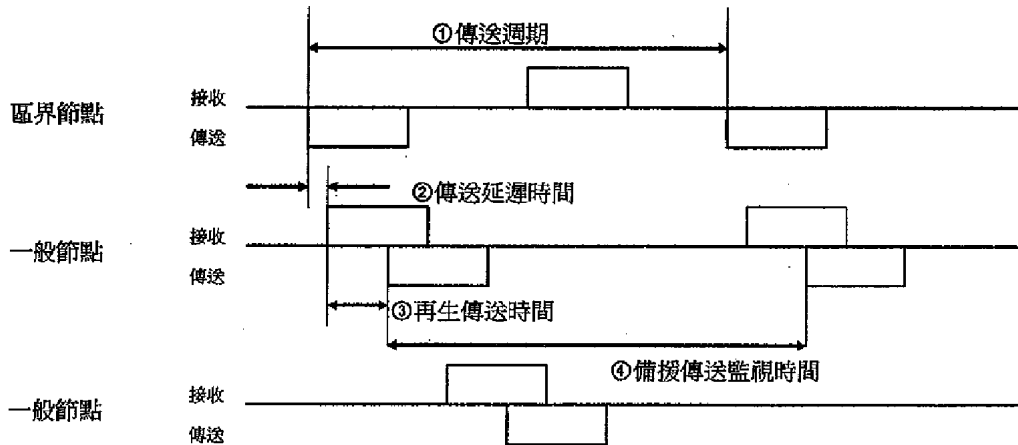
傳送組成如下圖所示，各節點間以 2 芯金屬電纜環狀連接，環內有一個區界節點，其他為一般節點。又，經由使用 ITU-T 協定 V.32 相容的全雙工傳送，2 芯傳送中有 R 線路，及反方向的 L 線路。



傳送組成圖

區界節點及一般節點的不同功能如下圖所示。通常，傳送訊框只能於區界節點產生，區界節點於固定週期可以產生訊框。

一般節點收到訊框後再生傳送時，本身節點的傳送資料插入該訊框來傳送。但是，節點故障時，因為無法產生傳送訊框，一般節點經由“備援傳送”功能，可以產生傳送訊框。傳送 9 6 有區界節點及一般節點兩種功能，此種功能區分由傳送處理部的 DIP 開關來設定。



訊框的產生及各種管理時間

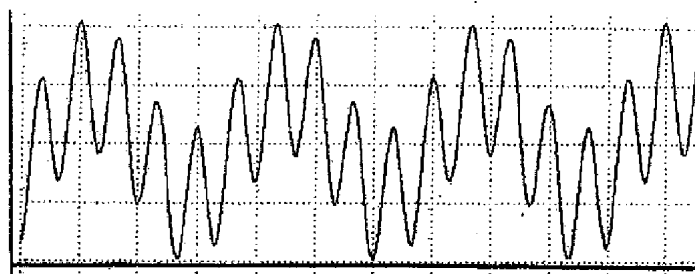
備援傳送

於一般節點，從上游節點來的「4個傳送週期」+「再生延遲」的時間內，無法收到訊框時，本身節點產生訊框，邏輯上組成下游傳送路。

產生備援傳送，可從訊框指令內的「特發旗標」之內容得知。線路正常時，亦即區界節點產生固定週期訊框時的特發旗標為“11”(HEX)。

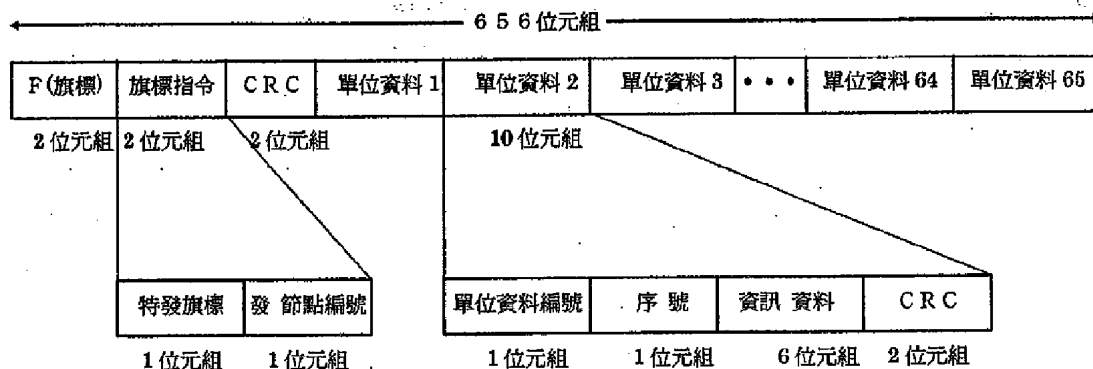
線路中斷時，一般節點以備援傳送，產生固定週期訊框，備援傳送節點以特發旗標“22”(HEX)製作訊框指令。

此時，一個環路中有 2 個區界節點。



CTC 波形圖

傳送訊框組成



傳送訊框組成

- 1) F (旗標) 為 "7 E 7 E" (HEX)。
- 2) 特發旗標，於區界節點為 "1 1" (HEX)，於一般節點為 "2 2" (HEX)。
- 3) 「發」節點編號為 1 ~ 2 0。
- 4) 序號為 DEC "1 ~ 6 E" (HEX) 作為傳送資料，主機將其附加於傳送資料中。

4. 台鐵 CTC 功能

4.1 行車監視功能

監視列車的行車狀況。亦即監視列車的佔線位置、是否照時刻表的時刻運轉、號誌機有無顯示等。「行車監視」可在「行車表示盤」監視，也可以在「調度台／領班台」監視。亦即和行車監視盤一樣，於 CVDU 畫面畫出路線形狀，可以看到列車位置及號誌機的狀態。

調度台／領班台的行車監視功能可從下列 3 種畫面來監視：

全視圖畫面

全視圖畫面顯示 4 站～8 站的區間概要。

詳視圖畫面

詳視圖以站為單位，詳細顯示 軌道、號誌機、轉轍器、平交道、風速計、列車號碼 等的現在狀況。

誤點監視設定畫面

於誤點監視畫面，可設定各列車等級的誤點監視時間。

4.2 運轉整理功能

從調度台輸出 CTC 控制資訊（手動進路控制），執行時刻表的變更。亦即列車無法照時刻表計畫來行車時，調度台直接手動進路控制與時刻表不同的進路，經由時刻表的變更來控制行車。

運轉整理功能由下列畫面來執行：

全視圖畫面、詳視圖畫面

此處的運轉整理為手動進路控制，手動進路控制外，還有下列控制：

- 轉轍器扳轉控制。
- 進路儲存……預約進路控制。(最多 3 號誌機／1 站)
- 儲存監視……監視進路的儲存。
- 進路選擇……選擇替代的進路。
- 調車准許……准調車。
- 出發准許……准許出發號誌顯示。
- 模 式……變更控制模式。(CPU 紅 Sig、CTC 黃 Sig、Local)
- 維修呼喚……呼叫維護人員。
- 保 養 區……設定保養區。

行車計畫畫面

執行「時刻表的變更、追加、時刻表指定」。「時刻表指定」為指定當天使用的時刻表。

4.3 狀況分析功能

「狀況分析」為列車的行車狀況以表列的方式來表示。也顯示 CTC 系統、ARS 系統裝置的運作狀態。

狀況分析於下列畫面執行：

列車位置表畫面

顯示現在佔線中的全部列車之「列車號碼、佔線地點、誤點時分」等。

中央裝置故障監視畫面

顯示中央機器的故障。此資訊經由集中監視裝置來讀出。

號誌裝置故障監視畫面

顯示現場機器如 CTC 站裝置、號誌機、轉轍器、傳送線路、沿線警報（風速）等的故障。此資訊經由集中監視裝置來讀出。

傳送線路監視畫面

顯示 CTC 傳送線路的線路狀態。

平交道狀態監視畫面

顯示平交道的運作狀態。此資訊經由平交道集中監視裝置來讀出。

電車線斷電區間監視畫面

顯示電車線斷電的區間。此資訊為集中監視裝置從 SCADA 系統輸入的資訊。

4.4 ARS 裝置功能

(1) ARS 裝置為執行自動進路控制的裝置。

為了執行自動進路控制應有下列功能：

- 時刻表管理
- 列車追蹤
- 行車監視
- 統計紀錄
- 進路控制
- 運轉整理

(2) 組成

- ARS 裝置設置大型計算機(IBM 製 RS6000)，執行自動進路控制。
- ARS 裝置以 2 重系組成。
- 4 種以太網路-LAN 全部連接。(CTC-LAN、PRC-LAN、時刻表-LAN、維護-LAN)

4.4.1 時刻表管理功能

列車行車上需要的資訊以資料庫來管理，此資訊稱為行車計畫檔案。

行車計畫檔案

行車計畫檔案中有「基本計畫」及「實施計畫」。

一般來說基本計畫稱為「基本時刻表」、實施計畫稱為「實施時刻表」。

基本時刻表為「實施時刻表」的基本時刻表。基本時刻表依星期日期準備 7 種及（備用）9 種共 16 種。

「實施時刻表」為實際執行自動進路控制的時刻表。實施時刻表準備前一天、當天、隔天共 3 種。運轉整理功能可以變更實施時刻表。

基本時刻表的登錄

基本時刻表的登錄，由時刻表製作終端機來做。

4.4.2 列車追蹤功能

依據列車行駛產生的 CTC 表示資訊（號誌機、軌道電路、轉轍器），監視列車的動態。

列車追蹤

從 CTC-LAN 輸入 CTC 表示資訊。

依據當天的實施時刻表決定「列車號碼」。

車次的移動

依據列車追蹤來移動車次，「站間車次窗」以奇數閉塞號誌機為界。

車次的移動方式由組合 CTC 表示資訊來執行，其邏輯如下：

內方軌道電路“1”and 轉轍器 N.R “1”and 號誌機“1”→“0”

進入車次的設定

從其他線區進入台鐵 CTC 系統管理的線區內之列車車次。

台鐵 CTC 系統管理區間內，從其他區間進入之列車車次。

進入車次顯示於進入「預告窗」。沒有進入預告窗時，則顯示於「中途窗」。

始發車次的設定

時刻表設定時，將始發車次的列車號碼分配到適當的車次窗。

車次的手動設定

從 調度台或車站 來設定車次。

4.4.3 行車監視功能

取得「到達實績」及「出發實績」，依據到達及出發實績執行誤點監視。

到達實績

列車進站(離開 OS 區間，進入股道)的時刻。

出發實績

列車於站內股道出發到下一軌道時的時刻。

誤點監視

誤點監視有 2 種：

- 到達延誤
到達實績時刻 與 時刻表上的到達時刻 比較，算出到達延誤。
- 出發延誤
出發實績時刻 與 時刻表上的出發時刻 比較，算出出發延誤。

實績資訊的輸出

算出到達及出發實績時，輸出到「時刻表表示台」及「列車資訊控制台」。

行駛監視

列車出站時，檢查是否與時刻表上的「出發方向」一致。

不一致時「出發方向不一致」的警報顯示於 調度台／領班台。

運轉區間的監視

列車出站時，檢查是否往運轉區間內出發。

不一致時「進入運轉區間外」的警報顯示於 調度台／領班台。

4.4.4 統計記錄功能

以行車監視功能取得的實績時刻，輸出到印表機的功能。

本指示由 調度台／領班台設定。

4.4.5 進路控制功能

依據列車追蹤狀態及時刻表，執行自動進路控制。

自動進路控制的對象號誌機為「出發號誌機(Start Signal)」及「進站號誌機(Home Signal)」，針對同一進路，只能自動控制 1 次。調度員則可隨時針對某一號誌機從「自動控制」改為「手動控制」。

控制條件

執行「自動」進路控制時，檢查下列條件：

- 應為 CPU 模式。
- 應為追蹤中的列車。

聯鎖上進路應無障礙：

- 對象號誌機非「控制中」且「尚未顯示」。
- 衝突號誌機 (同一起點、同一到點、起點到點屬於同一區、鄰站同一到點、轉轍器開通方向不同) 非「控制中」。
- OS 區間的軌道電路應全部動作，進站號誌含「站內股道」。
- 運轉方向為「0」時，要檢查「接近區間」(本站及鄰站)。
- 本區未鎖錠、未調車、未跟隨、未保養。**出發**：未封鎖中及封鎖完成(本站及鄰站)、中途開通(彰南線)、無對向列車(車次檢查)。**進站**：未「股道封鎖」、到達區未調車。

執行「手動」進路控制時，檢查下列條件：

- 應為本控制台的管轄站(範圍)。
- 應為 CTC 或 CPU 模式。
- 進路尚未成立、該進路應存在。

聯鎖上進路應無障礙：

- 對象號誌機非「控制中」且「尚未顯示」。
- 衝突號誌機 (同一起點、同一到點、起點到點屬於同一區、鄰站同一到點、轉轍器開通方向不同) 非「控制中」。
- OS 區間的軌道電路應全部動作，進站號誌含「站內股道」。
- 運轉方向為「0」時，要檢查「接近區間」(本站及鄰站)。
- 本區未鎖錠、未調車、未跟隨、未保養。**出發**：未封鎖中及封鎖完成(本站及鄰站)、中途開通(彰南線)、無對向列車(車次檢查)。**進站**：未「股道封鎖」、到達區未調車。

車次搬移條件

車次搬移時，檢查下列條件：

- 號誌機名稱。
- 搬移來源「車次窗」、搬移目標「車次窗」。
- OS 軌道「有車」、號誌變為「險阻」、到達點的路線「開通」方位。
條件可使用「AND」或「OR」來組合。
- 進入月台：鄰接 OS 軌道「有車」、站內股道「有車」。
- 到達月台：鄰接 OS 軌道「無車」、站內股道「有車」。

控制方式的種類

自動進路控制方式有 3 種：

- 一般控制
控制「實施時刻表」所定義的進路之號誌機。
- 進路儲存控制
控制的號誌機依「調度員儲存的指示」之控制。
- 跟隨控制
調度員控制「跟隨」時的控制。

進站號誌機的控制

控制時機(Control timing)：

依據列車追蹤，檢知列車進入「控制地點」時控制。

出發號誌機的控制

出發號誌機有「通過控制」及「停車控制」。

依時刻表中「通過／停車」的指定來區分。

「通過」控制的控制時機(Control timing)

通過控制的控制時機和進站號誌機的控制時機相同，控制前方最多 3 進路。

「停車」控制的控制時機(Control timing)

列車完全進入站內股道，且在時刻表上的「出發時刻 60 秒前」來控制。

ARS 製作

1. 從時刻表製作終端機，登錄「列車種別、等級、車次(不可重複)、旅客/貨物」。
2. 建立「優先進路表、基本時刻表(車次、等級、始發站、終點站、列車種別、站名、到達時刻、出發時刻、平交道(停車控制碼 S))」。
3. 製作「實施時刻表」(含：到達進路、股道、出發進路)。
4. 「實施時刻表」載入 ARS 裝置，執行自動進路控制。

4.5 ARS 運轉整理原則

1. 無法控制的號誌機：
 - A. 第一種聯鎖站
 - B. 優先進路類型日期中，無法設定的進路。
 - C. 管制區外的進路。
2. 取消自動控制的進路後，該次車該號誌無法再自動控制。
3. 自動控制中的車次為紅色，和模式(CPU/CTC/Local)無關，手動控制中的車次為黃色。就地時，出發、進站的車次窗無車次表示。號誌取消後，車次預告表示也取消。
4. 基本上以控制前方 3 號誌進路為原則。有第 2 進站、出發的地方為 4 進路。
5. 進站號誌控制時機：(站 A→站 B→站 C)

站 B 為通過列車：站 A 出發 G→R、站 B 進站、出發→G 時，控制站 C 的進站

站 B 為停車列車：站 B 出發→G 時，控制站 C 的進站
6. 出發號誌控制時機：

站 C 出發與平交道有關 (使用「停車控制碼」)

站 C 為停車列車：準點 站 C 出發時刻 60 秒前，誤點 到達站 C 時

站 C 為通過列車：站 B 為停車列車，站 B 出發 R→G 時，控制站 C 的出發

站 B 為通過列車，站 B 進站 G→R 時，控制站 C 的出發

站 C 出發與平交道無關

站 B 為停車列車，站 B 出發 R→G 時，控制站 C 的出發

站 B 為通過列車，站 B 進站 G→R 時，控制站 C 的出發
7. 臨時列車與貨物列車等特定列車，調度員以手動進路設定來運轉。
8. 後續列車為下一趟列車及下下一趟列車。
9. 要變更列車的股道時，若與其他列車進路相衝突，控制被保留。
10. 進路設定以低級車不讓高級車誤點為原則(待避)。

由於先發列車或交會列車的誤點，也不讓本身列車誤點(待避取消、交會站變更)。
11. 追越處理：

判斷時機：於進站或「待避出發」號誌機的控制時機，執行待避後方列車的判斷。

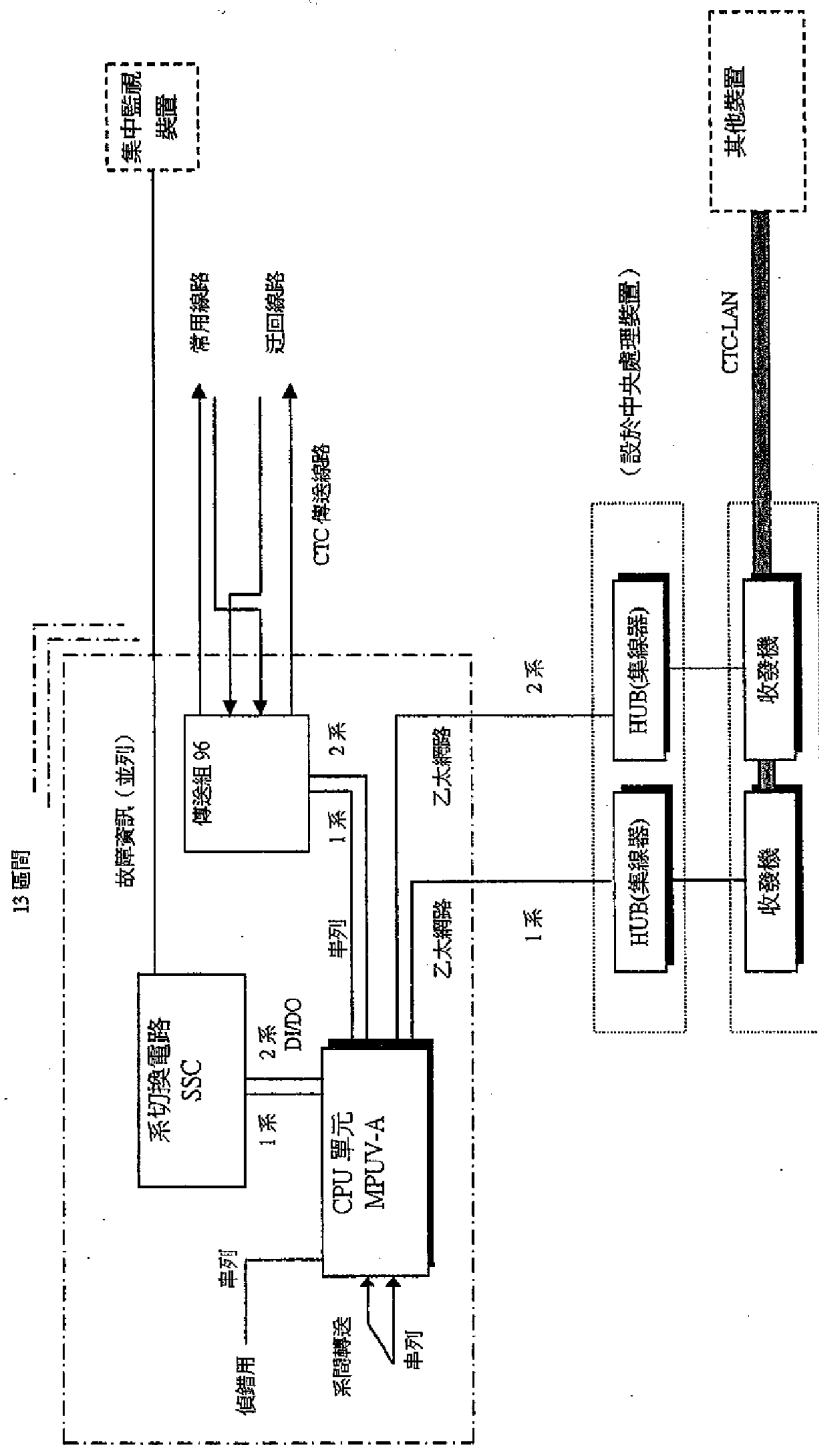
接近判斷：由本身列車位置，判斷(站 C 後方第 3 站)有高級列車接近。

待避計算：低級列車到達預定時刻+延誤時分+3 分鐘 > 高級列車出發預定時刻+延誤時分
(註：待避站的到達股道、出發區應相同)

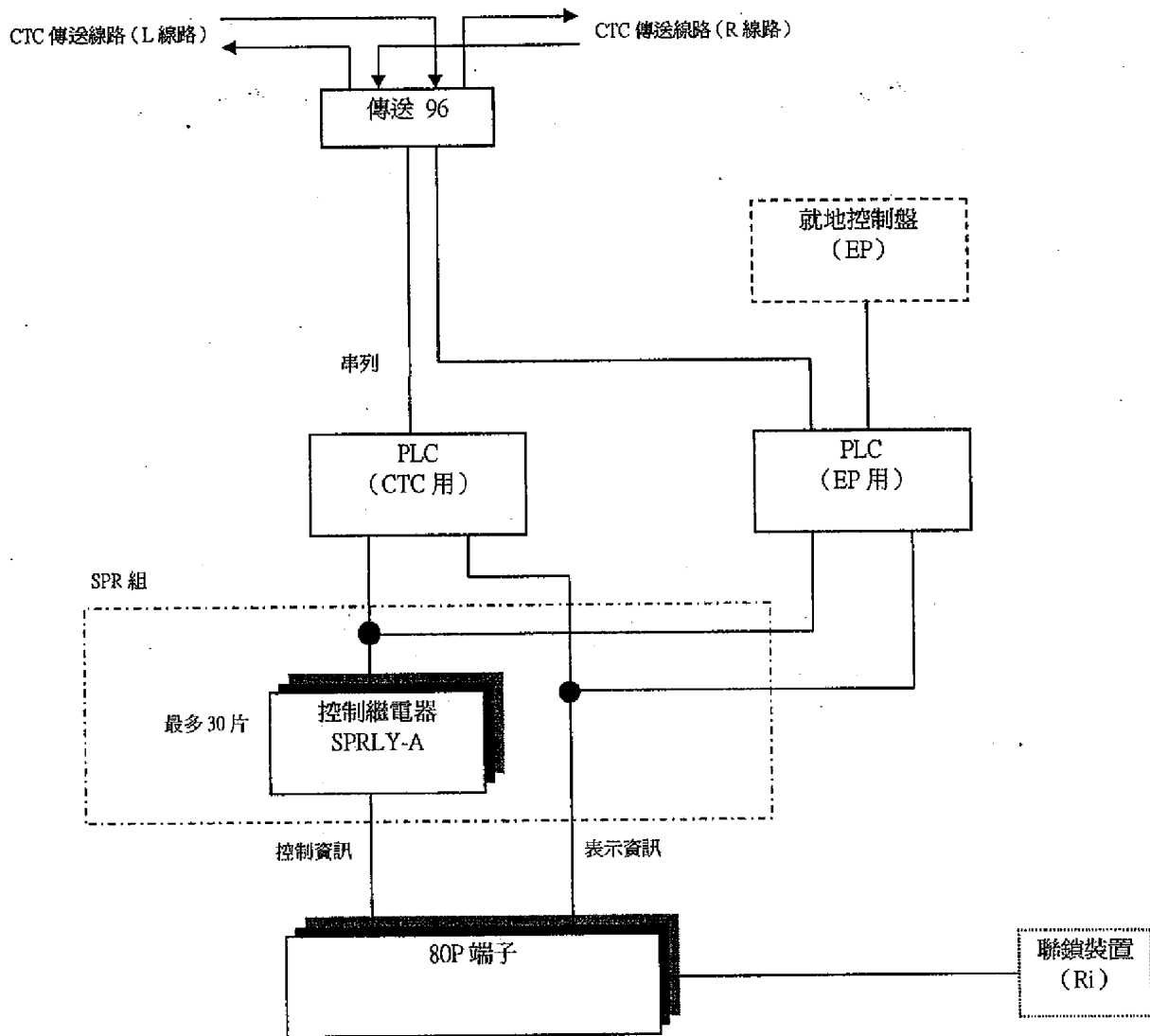
(ARS 狀態表內待避站高級車設定要追越的車次，低級車設定先開、追越車次)

待避股道：搜尋優先進路，變更為第 2 優先，若無法待避則到下一站待避。

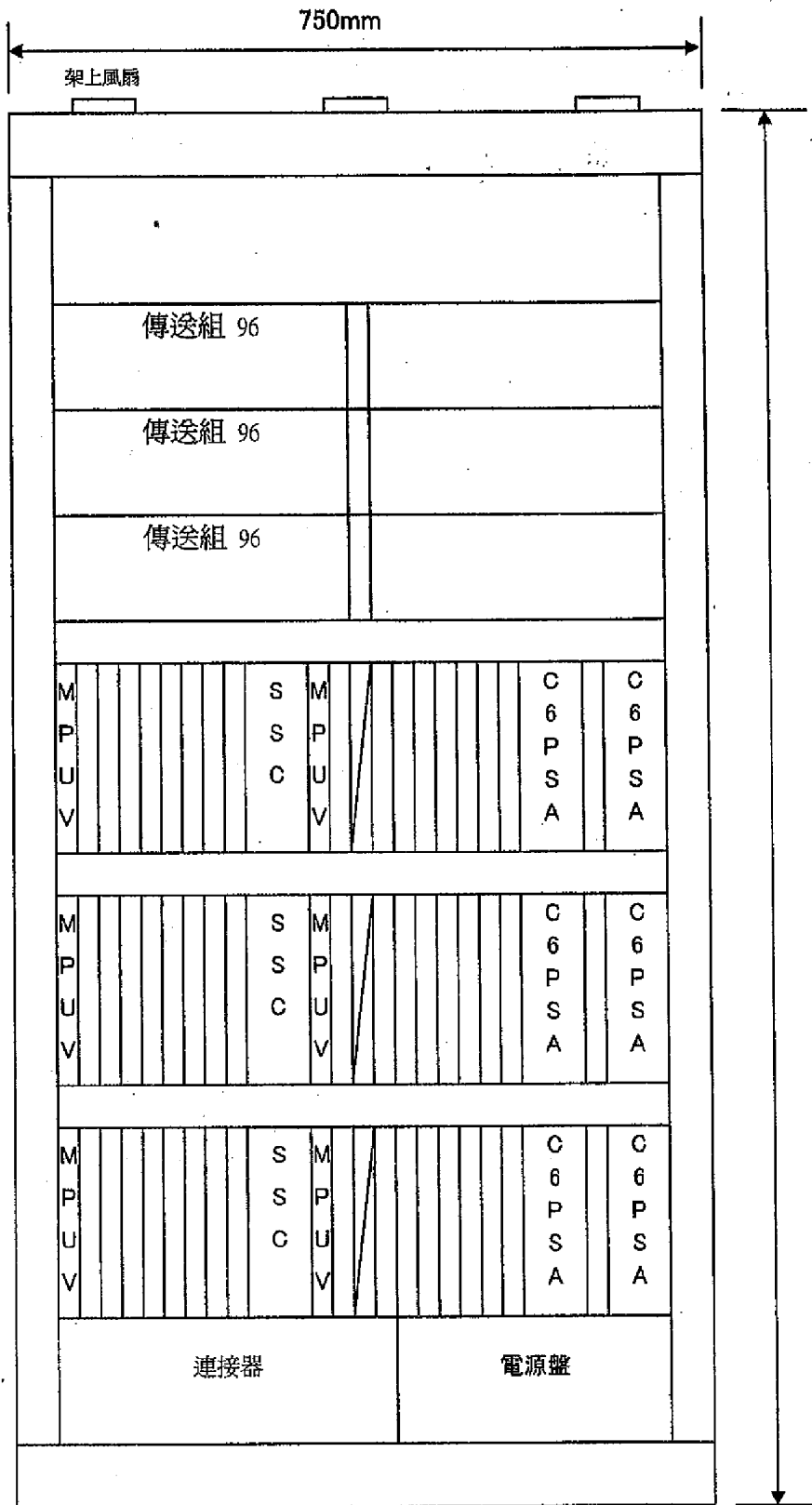
12. 交會處理：
 - 判斷時機：於進站號誌機將要控制前判斷。
 - 交會站判斷：到達股道相同 且 低級列車預定交會到達時刻+延誤時分
 < 高級列車預定交會時刻+延誤時分
 通過列車接近「交會指定站」、停車列車於出發時刻 2 分前，決定交會指定站，
 若對向列車尚未到達前方 3 站，變更為在下一站交會。
 - 交會股道：先到達者變更為第 2 優先股道。無優先進路時，對方列車於前一站等待。
13. 列車交會時，先到站者進入第 2 優先股道，後到者盡量不要降速。交會點若在站間，則應選擇離交會點較近的站作為「交會站」，貨物列車則選擇貨物列車先到的站為「交會站」。
14. 逆線行駛，進站進路內應註明要出發的「站區」。
15. 第一優先進路有妨礙(列車佔用、調車中)時，且進站時機超過 5 分鐘而前車號誌為 R 燈，依序執行優先進路，無優先進路，則不變更進路。
16. 第一優先為「股道封鎖」，則前一站出發後 5 分鐘依序執行優先進路，無優先進路，則不變更進路。若第一優先為「對向號誌控制中」，則不用等 5 分鐘。
17. 往逆線出發的手動控制，下一站的進站自動控制。手動進入第 1 優先以外進路的旅客列車，出發自動控制，貨物列車則不自動控制。進入優先表內沒有的進路之旅客列車，自動控制。
18. 終點站列車控制於第 2 優先進路。若有妨礙，5 分鐘後控制第 3 優先進路。
19. 到達終點站的車次自動刪除，繼走、折返車次由調度員設定。
20. 進路儲存控制與「列車及 CPU 模式」無關，「優先」控制，無妨礙時依儲存順序控制，有衝突進路或妨礙的進路則不控制。客車進站進路儲存不是優先進路時，該車出發進路會自動改為到達股道的順線出發。貨車除優先度最高的股道外，不自動控制出發號誌機。
21. 誤點警報，每增延設定時間就發出警報。警報發出的時機為到站或出發時。進路有妨礙時，(防護區軌道被佔用、有衝突號誌機、鎖錠、准調、保養、封鎖)不輸出警報。
22. 到達股道、出發區相同的列車，於進站號誌機控制時機，從列車位置檢知有無高級列車接近，若「高級列車的出發時刻」-「本列車到達時刻」的站小於 3 分鐘，則在前一站進入第 2 優先股道「待避」。於「待避列車」出發時機，也執行相同的判斷。
23. 待避列車的出發時刻為超越列車的出發時刻 + 1 分鐘。
24. 預定到達時刻的估算 = 時刻表預定到達時刻 + 誤點時分。
25. 可自動控制的前提：進路無妨礙、與其他進路的關連、非停車列車。



附圖 3 中央裝置組成圖

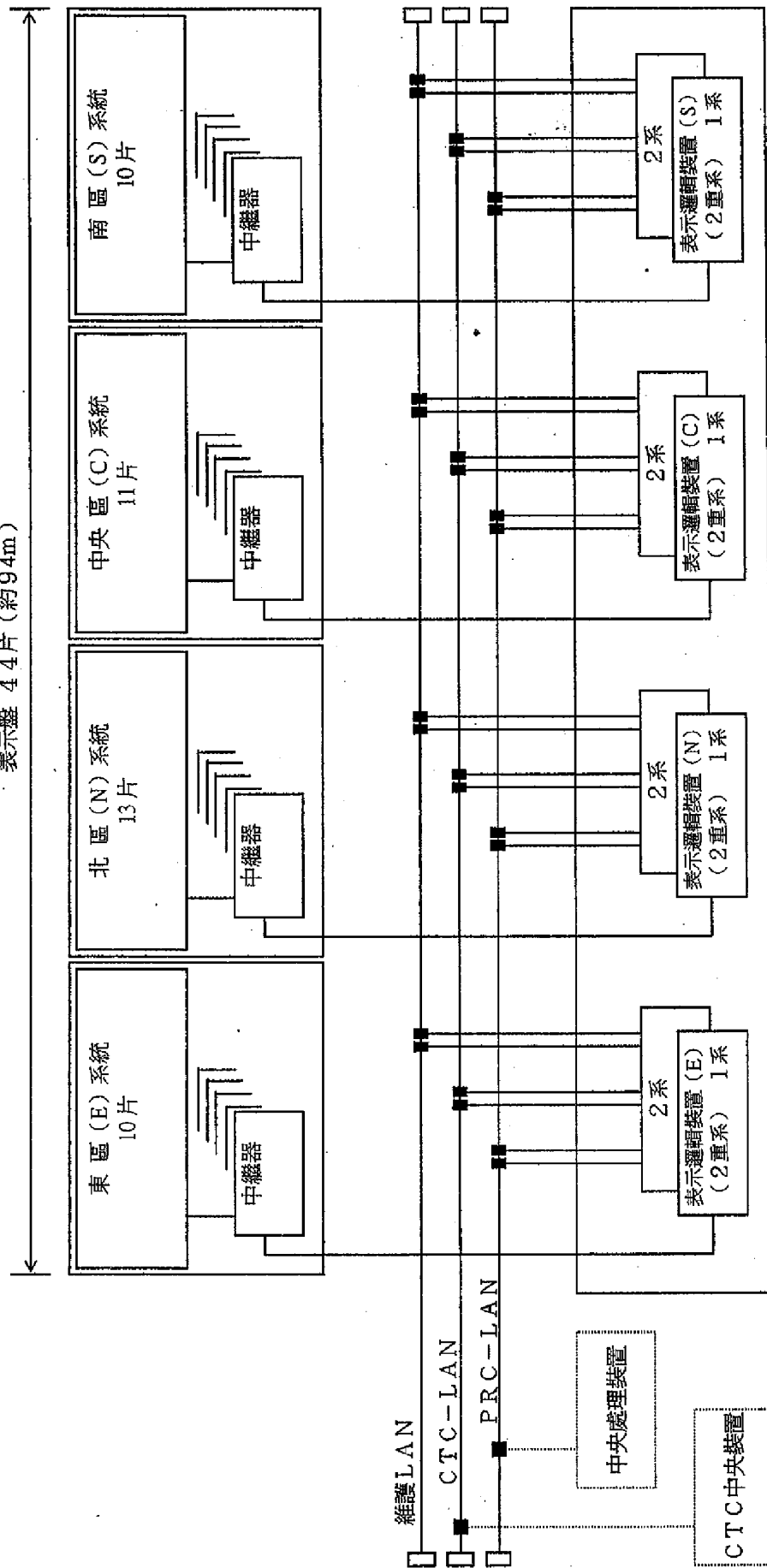


附圖 4 站裝置組成圖

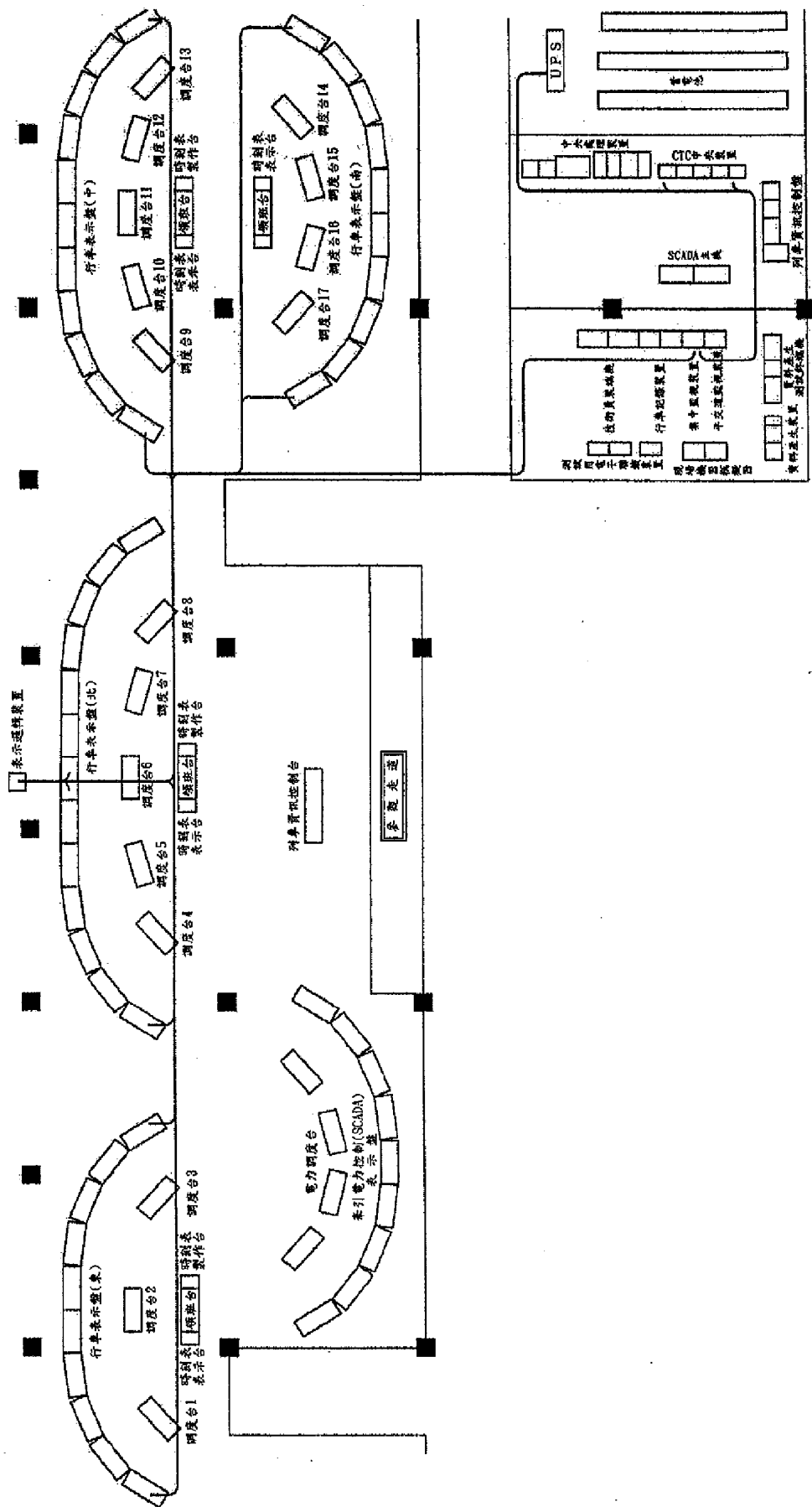


附圖 5 中央裝置實裝圖

表示盤 4 4 片 (約 94m)

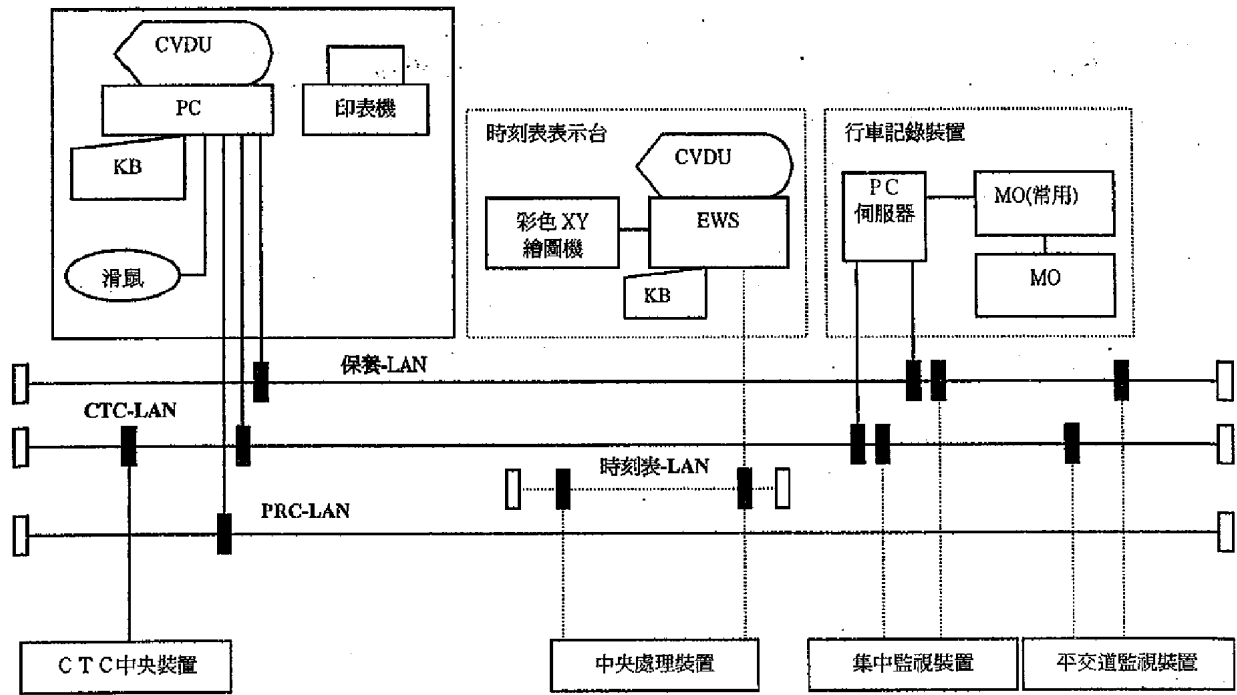


附圖 7 行車表示盤組成圖

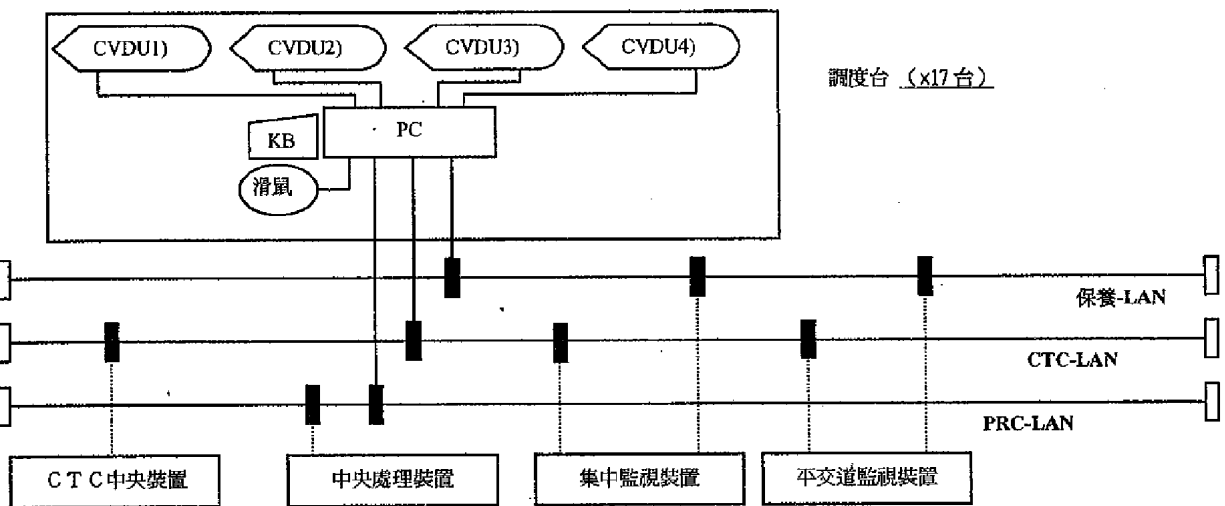


附圖 9 綜合調度所配置圖

領班台 (x4台) (各子系統)

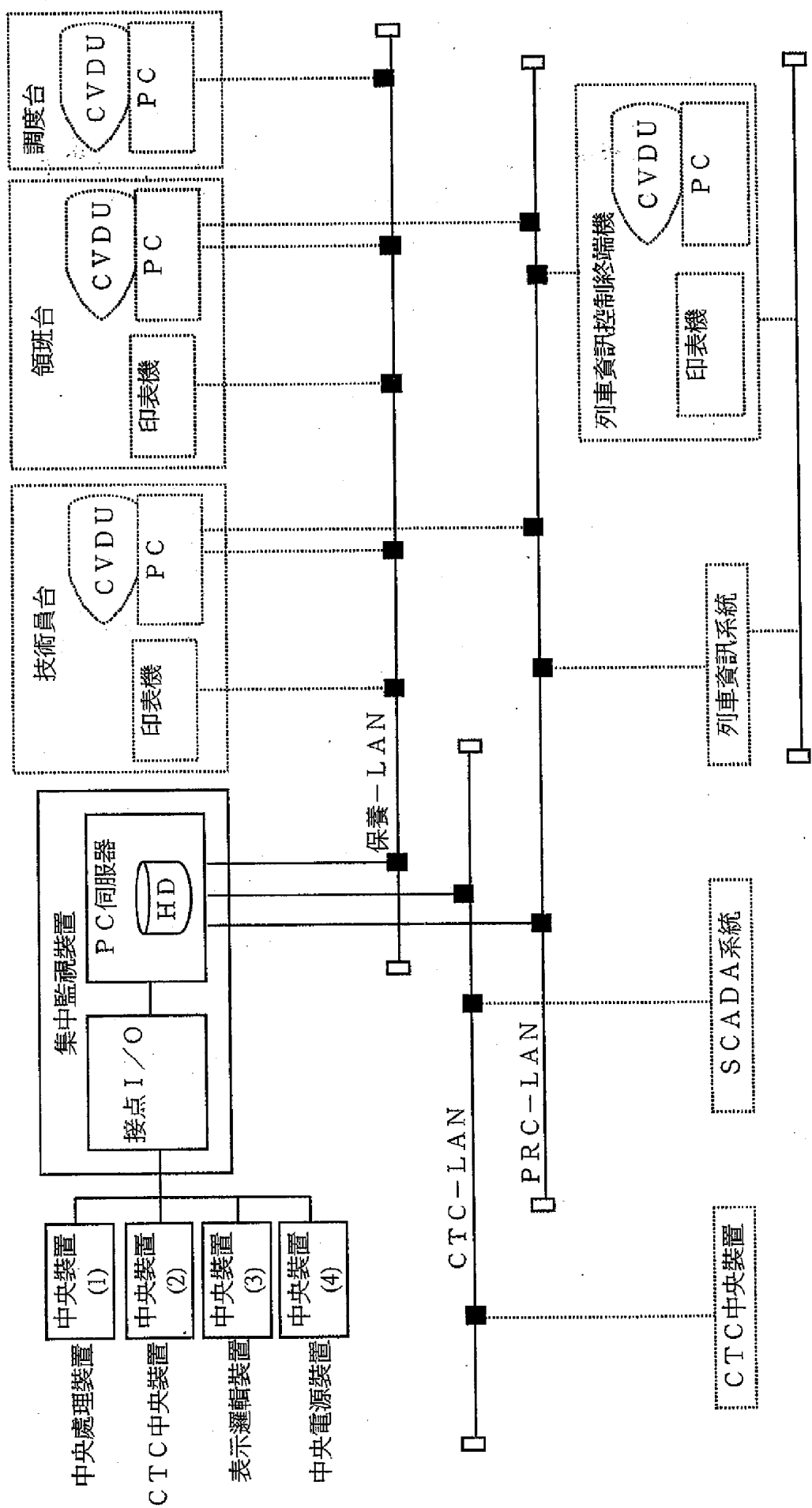


附圖 10 領班台組成圖



附圖 11 調度台組成圖

集中監視裝置



附圖 13 集中監視裝置

