

出國報告（出國類別：考察）

利用阻抗保護電驛偵測故障點位置 考察實用觀摩

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

姓名職稱：嘉義電力段副段長 陳瑞聰

電務處副工程司 彭成瑞

派赴國家：日本

出國期間：99年11月29日至99年12月5日

報告日期：100年2月23日

目 次

壹、出國考察之依據及目的-----	1
貳、出國考察成員及行程表-----	2
參、日本電車線饋電技術-----	3
一、世界鐵路電化里程-----	3
二、供電電壓及距離-----	3
三、電化鐵路饋電方式-----	4
肆、電車線故障檢出技術-----	7
一、故障標定裝置原理-----	7
二、較常見的電車線故障點偵測方式-----	8
(一) 電車線斷線檢知裝置-----	8
(二) 利用電晶體電驛作故障點標定-----	9
(三) 在饋電之定點(車站)裝設偵測裝置-----	9
(四) 利用數位電驛顯示故障電流值研判事故地點-----	11
(五) 感抗檢出方式標定-----	14
(六) 吸上電流比方式標定-----	15
伍、參訪過程-----	18
一、津田計器株式會社簡介-----	18
二、JR 西日本鐵道新六甲變電所-----	24
三、三和鐵軌株式會社-----	36
四、參觀電車線設備-----	42
五、參觀列車接近警報裝置-----	49
陸、心得與建議-----	52
柒、參考文獻-----	53

壹、出國考察之依據及目的

一、依據：

依據交通部臺灣鐵路管理局 99 年出國計畫辦理。

二、考察之目的

臺鐵西部幹線電氣化完成迄今已逾 30 年，設備日趨老舊並常發生故障，嚴重影響列車準點，造成社會觀感不良，另外；面對高速公路、高鐵運輸的激烈競爭，臺鐵必須朝捷運化發展，為達成捷運化的目標，勢必提高行車密度，因此若設備發生故障，損失將難以估計，所以有必要學習先進國家鐵路電氣化設備故障偵測技術，吸取國外經驗，以縮短搶修時間。

本處為加強電車線供電可靠度及降低損失，派員至日本考察電車線設備故障偵測技術，參考先進國家電車線設備保養與維修的策略、學習防止設備故障的具體作法及利用高科技儀器，精確偵測故障點發生位置，降低故障巡查時間，以增進電車線維修技術及提高臺鐵服務品質。

貳、出國考察成員及行程表

一、成員

臺灣鐵路管理局

陳瑞聰 交通部臺灣鐵路管理局嘉義電力段 副段長

彭成瑞 交通部臺灣鐵路管理局電務處 副工程司

二、行程表

月	日	起迄地點	主要行程概述
11	29	臺北～東京	去程
11	30	大阪	拜訪津田計器株式會社
12	01	大阪	拜訪 JR 西日本鐵道新六甲變電所
12	02	東京	拜訪三和鐵軌株式會社及宇都宮事業所
12	03	東京	參觀東京地區電車線設備
12	04	東京	資料整理
12	05	東京～臺北	回程

叁、日本電車線饋電技術

一、世界鐵路電化里程，表 1-1

資料：2010 年 1 月 26 日

饋電方式之種類			日本 (km)	台灣 (km)	世界 (含台灣、日本)		
					(km)	(%)	主要國家
直流	1500v 未滿		333		4992	2	英、瑞士、美、德
	1500~3000v		10384		22404	8	日、奧、法、荷
	3000v 以上				78201	28	蘇、義、西、巴西
交流	50Hz 60Hz	20kv 未滿			470	0	美
		20kv	3811		3811	1	日
		25kv	2387	1029	123398	45	法、英、蘇、印、中、台
		50kv			1044	0	南非、美、印
	25Hz	11~13kv			783	0	美
	16.7Hz	11kv			467	0	瑞士
		15kv			36952	13	德、瑞士、瑞典
三相交流					25	0	瑞士
合計			16915	1029	274934	100	

表 1-1

註：(1) 地下鐵、捷運除外

(2) 電化率：日本 66% (在來線 56%、新幹線 100%、民鐵 78%) 世界 23%

二、供電電壓及距離：

日本國內之在來線 (傳統鐵路，軌距 1067mm) 與新幹線 (軌距 1435mm)，饋電電壓與兩變電站間距，如表 2

日本饋電系統	饋電電壓 (KV)		兩變電站間距離 (KM)	
	傳統鐵路	新幹線	傳統鐵路	新幹線
B、T 吸流變壓器供電	22		30 to 50	60
A、T 自耦變壓器供電	44		90 to 110	20 to 60
同軸電纜供電 Coaxial		30		10

表 2

三、電化鐵路饋電方式

(一) 直流電饋電：

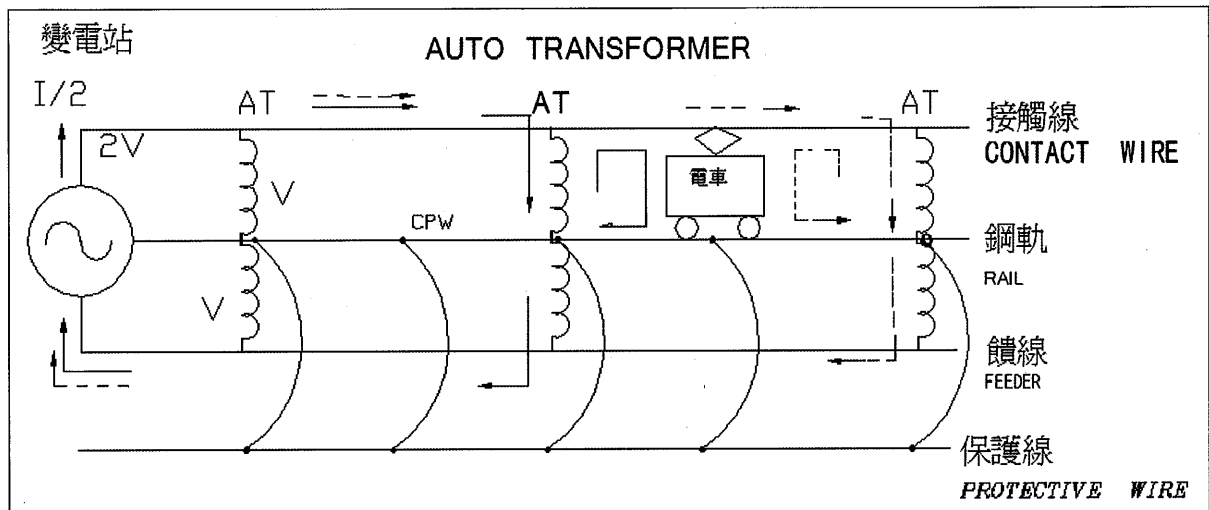
使用於地區或捷運系統，動力變電站引入 3 相電源，經變壓器轉換為較低電壓例如 22kv，再經電纜連接至饋電變電站 (TSS)，饋電變電站以 2~3 公里配置一處，再經變壓器降壓至 550v，整流為直流 750V 饋電至第三軌供電車使用。

(二) 交流電饋電：交流電饋電又分為 2 種

- 1、AT (Auto Transformer) 饋電
- 2、BT (Boosing Transformer) 饋電

(三) AT 饋電方式

AT 饋電迴路，如下圖 1-3 所示



變電站饋電電壓高於電車線電壓，沿著路線每 10 公里設置自耦變壓器 1 只，降壓至電車線電壓，供應電力給電車線之方式。

自耦變壓器之繞組匝數比為 1:1，變電站饋電電壓為電車線電壓 2 倍，設負載容量一定時，電流即為 1/2，電壓降以電車線電壓換算只有 1/4，故可增加變電站之間隔，適合於大電力供給之電化鐵路。

優點：變電站間隔延長對電源取得不易時相當有利，且負載電流分別由左右之 AT 吸上，對長距離通訊線之感應電壓具有相當抵銷效果，並可降低鋼軌流通電流使感應干擾減輕。

缺點：每 10 公里左右必須配置相當容量之 AT，如圖 1-4，並沿著全線架設與接觸線同一絕緣等級之饋電線，迴路構成複雜。



圖 1-4 自耦變壓器

(四) BT 饋電方式

1. 饋電迴路構成，如圖 1-5

每隔 3~4 公里在接觸線設置區分裝置 B.T Section，並配置吸流變壓器，將流經鋼軌之電流吸上回流線，對減輕通訊線干擾具有良好效果。

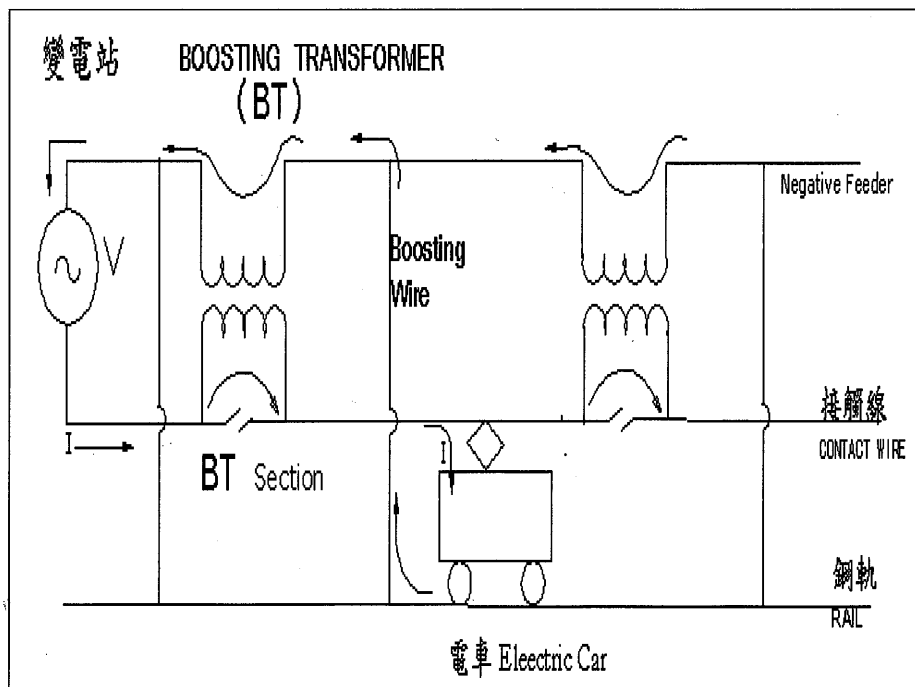


圖 1-5 BT 饋電構成方式



圖1-6 B.T 吸流變壓器

吸流變壓器之繞組匝數比為1:1，一次側通過負載電流，二次側接至絕緣之回流線 RC (Return Conductor)，藉著理想變壓器流入與流出之電流相同但極性相反之原理，將回流電流強迫吸回變電站，避免雜散電流造成通訊線之干擾。

但 B.T 供電方式有下列缺失

1. 須於路線上每隔3~4公里處設一只吸流變壓器及一絕緣區，當電車經過BT絕緣區分裝置時，區分裝置即發生電弧，造成該處之電車線易發生斷股損傷，維修保養困難。
2. B T線圈係與線路成串聯，造成電車線阻抗增加（每只容量1MVA內阻約為 0.5Ω ），致變電站所提供之容量降低，且重載時線路末端電壓下降嚴重。
3. 吸流變壓器重載時因鐵心磁飽和緣故，致防止干擾之效果變差。

本局電化時英商、德國顧問與國內電信等單位會商後決定，在基隆~竹南間採 B.T 方式供電，其餘區間則採直接饋電方式供電。

但因B.T方式供電之諸多缺失，經電務處評估後於75年間將該吸流變壓器全部拆除。故本局全線目前皆採用直接饋電方式。

肆、電車線故障檢出技術

依參訪公司提供之資料以及目前文獻上較常見到初步歸納，電車線故障點的偵測檢出技術並不多，電車線的故障，常見的是遭外力拉扯，如外單位施工機具未保持電氣淨空、超高車輛通過平交道或高莖樹木、鳥、蛇等動物侵入或電車線材質不良等因素而導致故障，所造成的故障類型一般為斷線或斷股故障，其故障查尋方式較為單純，不像電力公司輸電線為環路供電、輸送距離長，且接地類型複雜，涉及複雜的保護協調技術，增加查尋的難度。電鐵交流饋電若不考慮電容所造成之效應，其迴路圖簡化如圖1-7

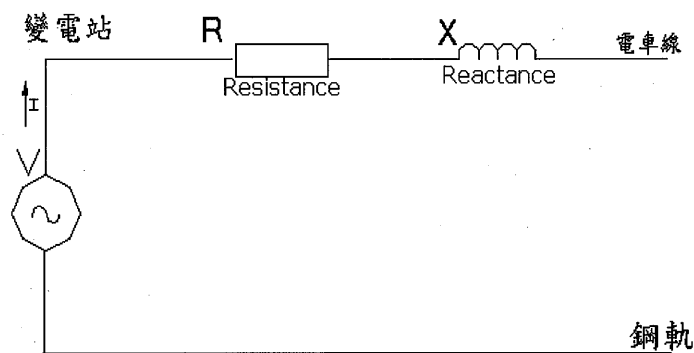


圖1-7 饋電迴路圖

一、故障標定裝置原理：檢出參數大約可區分為3種

- (一) 測定故障電流 i 之大小
- (二) 測定故障時之阻抗 z
- (三) 測定故障時之電抗 X

電阻、阻抗與電車負荷電流三者間之關係表，如圖 1-8

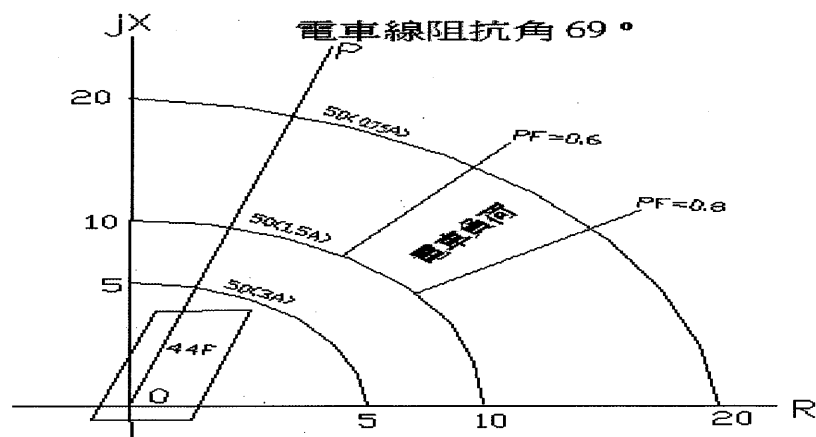


圖 1-8 此處 50 (3A)：過流電驛設定值3A；44：測距電驛

原理說明如下：

X 軸為電阻 R，Y軸為電抗 X，O.P線為電車線阻抗角 69° ，列車負荷區角度為 $36.8^\circ \sim 53.1^\circ$ （功率因數 $PF=0.8$ ，阻抗角 $\theta=36.8^\circ$ ， $PF=0.6$ ， $\theta=53.1^\circ$ ），連接5.5之弧型曲線為過電流電驛50之動作區，3A為其設定之電流值。

由圖1-8可知，50電驛之動作與阻抗角無關，僅作 ΔI 電流變化量偵測，無法判別故障是負載電流或短路電流，而平行四邊型區域為測距電驛44之動作區。

當短路發生時，新式電驛可將電阻成份排除，僅保留電抗值部份並計算其變化情形，達到測距之目的。

二、較常見的電車線故障點偵測方式

（一）電車線斷線檢知裝置

電車線路之重大事故，最常見的為斷線，早期最簡單之故障檢知方式，使用加入特殊警報線之電車線來檢知斷線的方式，如圖 1-9所示 將警報線嵌入耐熱特殊絕緣電線，成為一體化的電車線。當電車線斷線時警報線同時斷線，動作相關保護電驛。

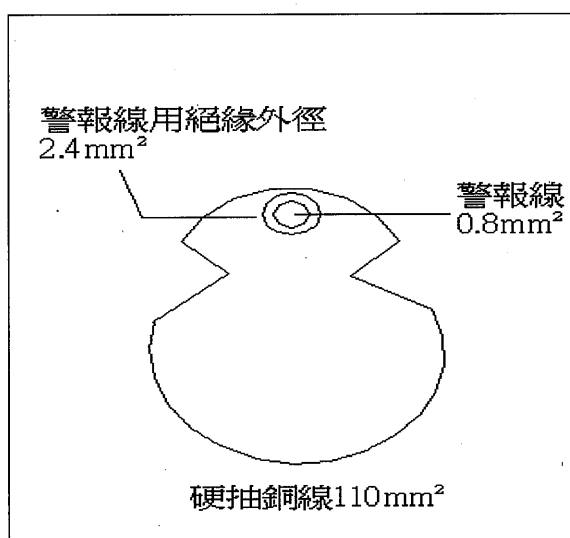


圖1-9 警報線嵌入接觸線內之剖面圖

（二）利用電晶體電驛作故障點標定

內部接線圖如圖1-10所示，

原理說明：比較迴路之電壓與電流， $0 \sim 10\Omega$ 之範圍能以 1Ω 的單位測定。

圖 #1~# N 為電晶體電驛，其動作電壓為 E_T ，

$k_1 I N R - k_2 E \geq E_T$ 時動作，而且選擇

$k_1 INR \gg E_T$, $k_2 E \gg E_T$, 得 $k_1 INR \doteq k_2 E$

$$N \doteq \frac{k_2 E}{k_1 RI} \Rightarrow N \doteq \frac{k_2}{k_1 R} \cdot \frac{E}{I} = \frac{k_2}{k_1 R} Z$$

依動作之電晶體電驛的號碼，測定其阻抗 Z ，標定故障點

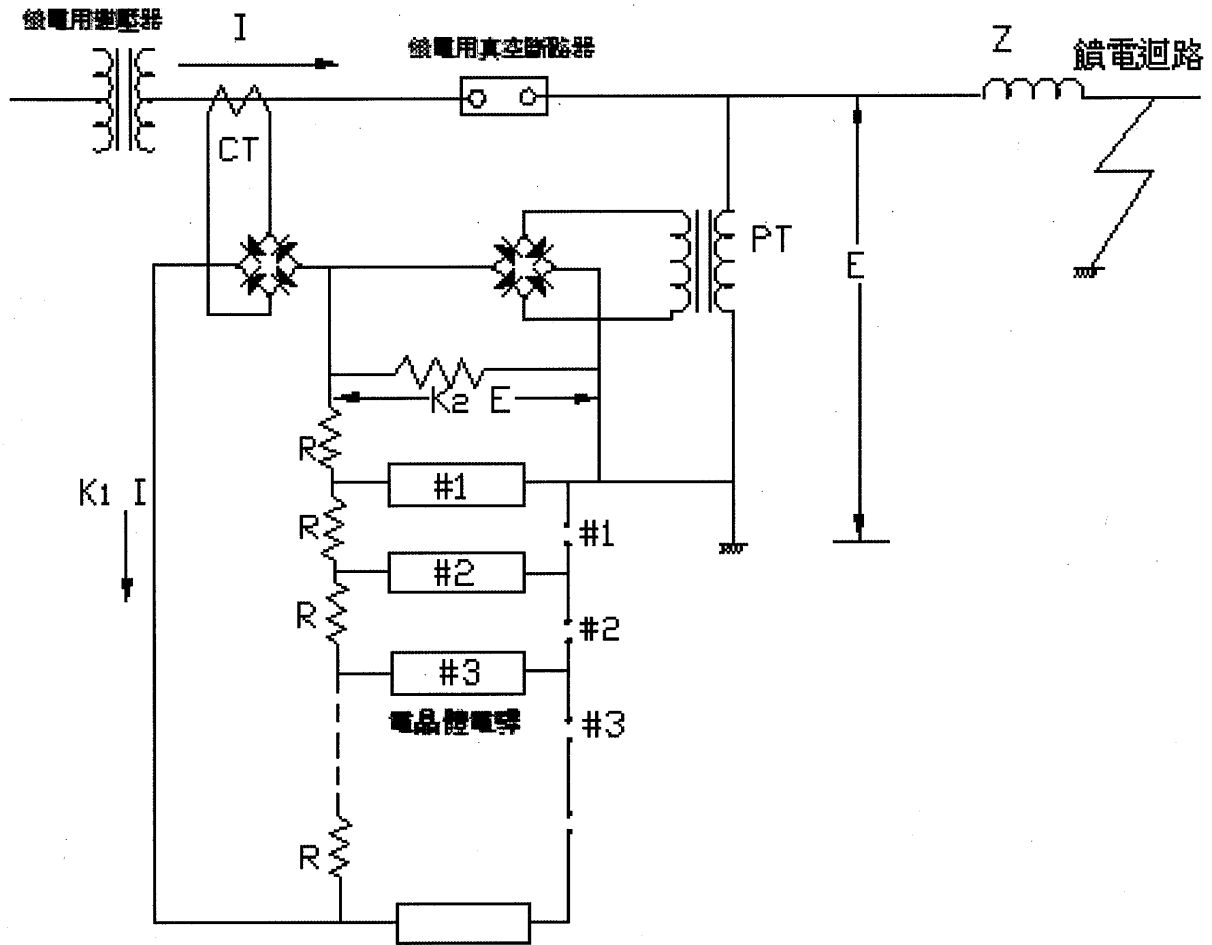


圖1-10 利用電晶體電驛作故障點標定之內部接線圖

(三) 在饋電之定點（車站）裝設偵測裝置

利用電力系統發生短路事故時，短路電流恆流向事故點之原理，在其回路定點裝設偵測裝置，依短路點阻抗之大小產生之分流作用，動作相關裝置，在英國及歐洲等國之電鐵早期使用甚多。

其作法係在車站裝設偵測裝置，該裝置由 1 只比流器及電路板與相關配件所組成，對於電車之負載電流不會動作，當短路事故發生時，變電站饋電保護電驛其電流值超過設定值而動作，真空斷路器在 0.01 秒內立即跳脫 (trip)，同時在鄰近事故點之車站行車室內的偵測裝置亦因超過設定值而動作，並將告警音自保提醒值班

人員。

本局即採此一方式，每變電站往南、往北各送 20 公里，每 20 公里長之饋電區約有 3 至 4 個車站，在每一車站內 5 號開關處（本開關為並聯東、西正線電車線之裝置）裝設比流器及告警裝置一套，如下圖 1-11 所示。

當一個短路事故（例如隔電子閃絡）在 B 站西正線附近發生時，該短路電流 I_F 約為 2000~2500 安培，一電流分路 I_1 由西正線流向事故點，另一電流分路 I_2 由東正線經 5 號開關、比流器亦流向事故點，當此一分路電流超過設定值（現行設定為 420 安培）即動作警報裝置發出音響，並自動保持。

俟值班副站長確認後，按下復歸 reset 按鈕，將告警音消除，此時值班副站長應依規定向電力調配員報告，如圖 1-12、1-13 故障點與相關車站之通報流程示意圖。

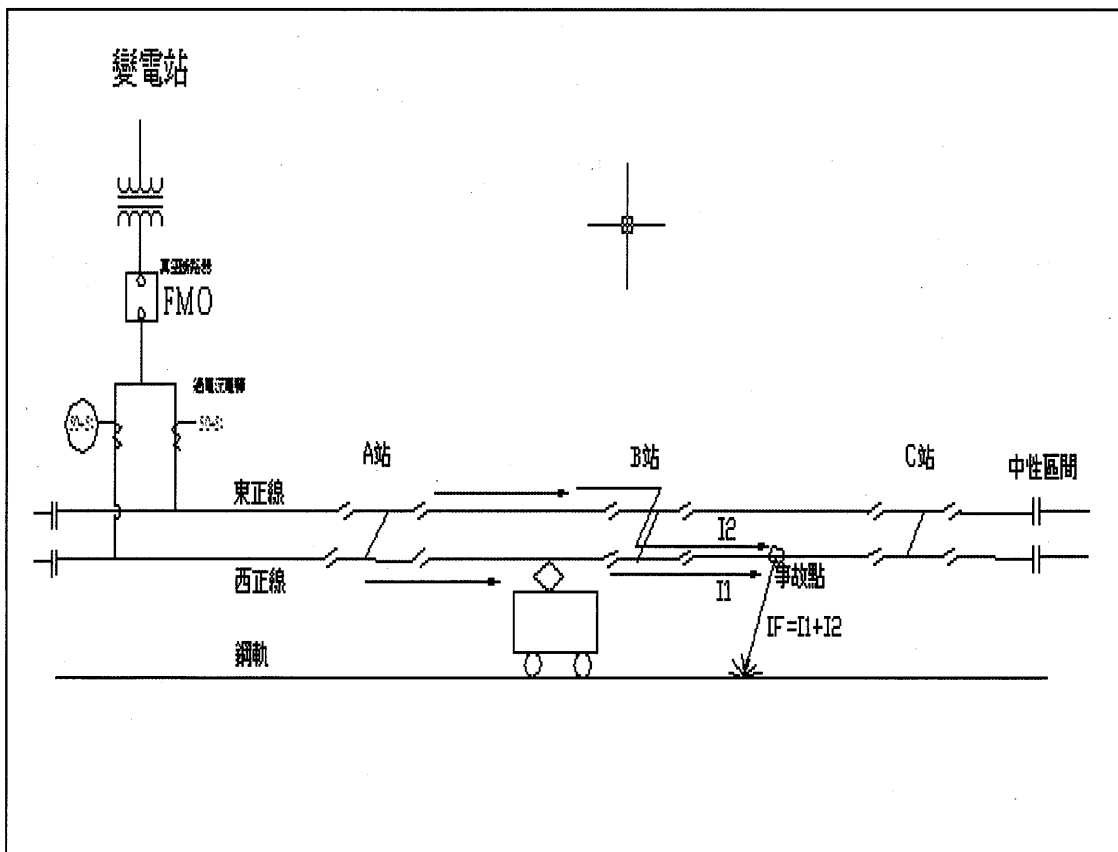


圖 1-11 故障電流流向圖

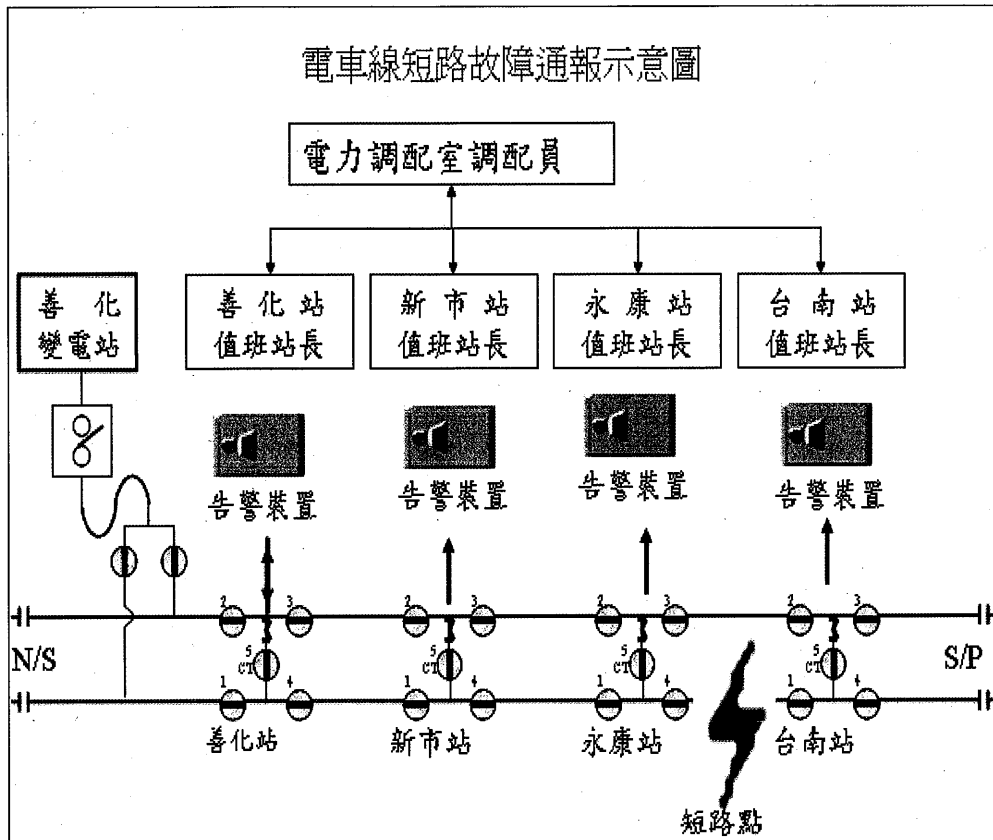


圖 1-12 故障點位置與車站位置

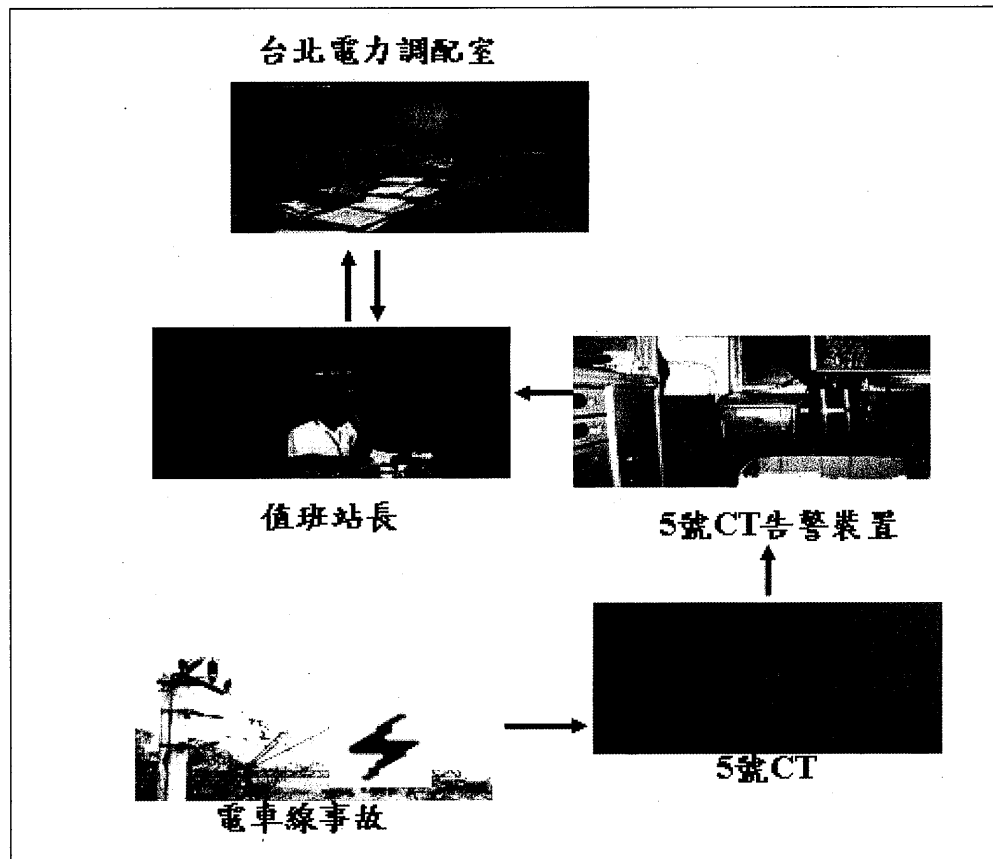


圖 1-13 通報流程示意圖

(四) 利用數位電驛顯示故障電流值研判事故地點

當短路事故發生時，利用變電站內既設之數位保護電驛（圖 1-15）同步紀錄功能叫出該次事故之電流值，再查該變電站短路電流之對應地點表，即可得知該事故點之約略位置。

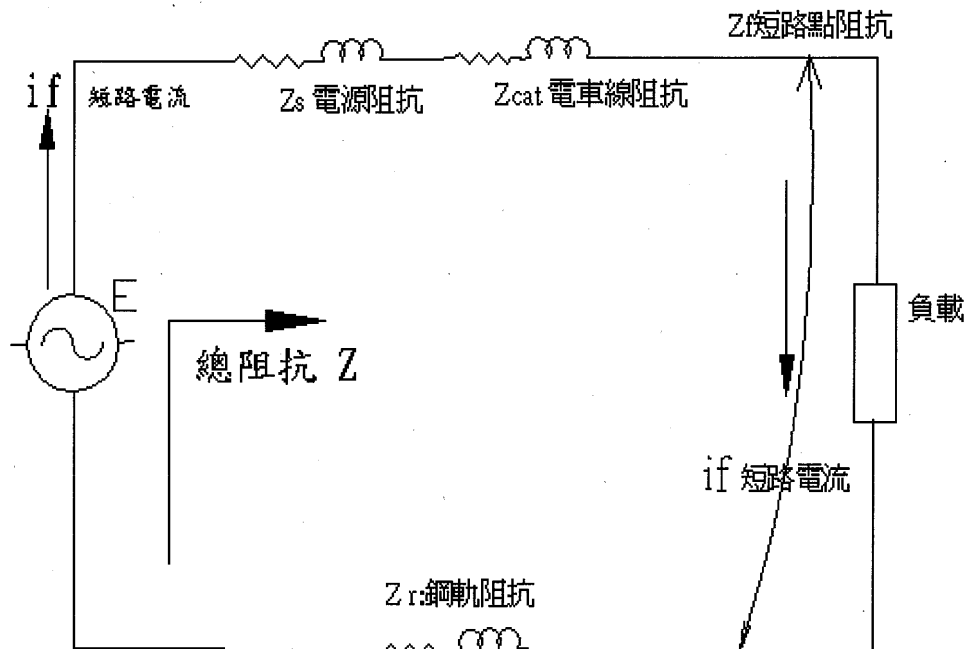


圖 1-14 電車線故障基本模型



圖 1-15 數位保護電驛

1、原理：

短路電流大小與短路地點之距離成反比關係，但與負載之大小無關。

電車線故障基本模型，如圖 1-14，若短路電流 I_f 、與電車線電壓 V 為已知

由歐姆定律可知阻抗 $Z = E / I_f = Z_s + Z_{cat} + Z_r + Z_f$ ，此處 Z 係由變電站看出去之阻抗，

式中 Z_s ：電源阻抗； Z_{cat} ：電車線阻抗； Z_r ：鋼軌阻抗； Z_f ：短路點電阻

對照已算出之該變電站短路電流與事故地點對照表，如圖 1-16，即可得知事故地

點位置。

台電側最小短路容量(MVA)	1000	台電側最小短路電流(A)	8,367	台電變壓器一次側阻抗ZG1(Ω)	4,76122488	台電變壓器二次側阻抗ZG2(Ω)	0,68254786	
台電輸電線距離N(KM)	2	台電電纜阻抗ZP(Ω/KM)	0,43852	台電一次側電纜總阻抗ZL1(Ω)	0,87704000	台電二次側電纜總阻抗ZL2(Ω)	0,12572852	
台鐵變壓器容量(MVA)	15		台鐵變壓器一次側電壓VL(KV)	69	台鐵變壓器二次側電壓(V)	26,125	電車線阻抗(Ω)/KM	0,27282595
台鐵變壓器百分阻抗(%)	台鐵變壓器一次側阻抗ZT1(Ω)	台鐵變壓器二次側阻抗ZT2(Ω)	69	26,125	0,27282595	1864	變壓器N、T相短路電流(A)	變壓器N、T相短路電流(A)
10	31,74000000	9,10020833	變壓器並聯運轉時(TR * 2)二次側阻抗ZT2'(Ω)			4,55010417		
ZG0(Ω)	ZL0(Ω)	ZI(Ω)	Z2(Ω)	Z0(Ω)				
16,66428708	3,69525894	5,63826488	5,63826488	20,35954602				
KW	短路地點	TR*1電流(A)	TR*2電流(A)	三相短路(A)	單相接地(A)	二相接地(A)	組間短路(A)	
0,000	嘉義N/S	2637	4876	7066	3778	3962	6119	
1,000		2566	4639	三組短路電流	單相接地電流	二相接地電流	組間短路電流	
2,000		2499	4425	569	0	285	493	
3,100	嘉義站	2429	4211					
4,000		2375	4051					
5,000		2318	3886					
6,000	南靖站	2263	3735					
7,000		2211	3594					
8,000		2161	3464					
9,000		2112	3342					
10,000	民雄站	2067	3231					
11,000		2024	3125					
11,800	後壁站	1990	3046					
13,000		1942	2934					
14,000		1903	2846					
15,000		1866	2764					
16,000		1830	2687					
17,693		1773	2585					
18,200	大林站	1756	2531					
19,500	新營站	1716	2447					
20,000		1700	2416					
21,000		1671	2356					
22,000		1642	2300					
23,000		1614	2246					
24,000		1588	2194					
25,000		1562	2145					
26,000		1537	2098					
27,000		1512	2053					
28,000		1489	2010					
29,000		1466	1969					
30,000		1444	1929					

---- TR*2 —— TR*1

圖 1-16 嘉義變電站轄區短路電流

2、實例說明：

假設有一電車線事故造成嘉義變電站饋電斷路器 FMO 跳脫，經查看該電驛紀錄值，F1（西正線）與 F2（東正線）分別為 2.0A+2.0A，該比流器匝比（CT ratio）為 800/1，故總電流為 $(2.0A+2.0A) * 800 = 3200A$

短路時之電車線電壓以 26.125KV 計算

由短路電流 $I_f = E / Z$ ， $Z = Z_s + Z_{cat} + Z_r + Z_f$

則得知 $Z = 26125V / 3200A = 8.164$ 歐姆

實務上可利用 excel 函數運算功能，將全部數據輸入，得到如圖 1-16 圖表

經查表得知，短路電流 3200A 時，該事故點距 S/S 約 10 公里處，大約在民雄站內。

實際計算時，為避免造成太大誤差，應將包含台電阻抗、輸電線阻抗、主變壓器阻抗、電車線阻抗、鋼軌阻抗與短路點電阻等全部阻抗考慮進去。

分述如下：

(1) Z_s 電源阻抗：包括台電短路容量、輸電線與送電中之主變壓器阻抗等參數。

a、台電短路容量 1,000MVA，其阻抗

$$Z_{s1} = V^2 / MVA = 69^2 / 1000 = 4.76 \Omega$$

b、輸電線阻抗

博愛~鐵嘉線地下電纜長度 2.5KM，導體 1000 mm²

查表得知每公里阻抗 $Z = 0.43852 \angle 45^\circ \Omega / Km * 2.5Km = 1.09 \Omega$

將 (a) + (b) 項阻抗，由 69KV 側換算至 25KV 側

$$\text{得到 } Z_s = (4.76 \Omega + 1.09 \Omega) * (25/69)^2 = 0.77 \Omega$$

c、主變壓器以 2 只 15MVA 並聯供電，(阻抗電壓為 10%)

$$Z_{tr} = V^2 / MVA = 26.125^2 / 15 * 10\% = 4.55 \Omega$$

(2) Z_{cat} 電車線阻抗

a. 包括主吊線 49.5mm² (7/3.0) 或 95 mm² (19/2.52)，接觸線 UIC107，回流線 100 mm² (7/4.39)，及迴路所有電阻等。

b. 電車線線材阻抗之計算（以接觸線 UIC107 為例）

$$R \text{ 電阻} = 1 / 58 * 100 / C * L / S * \left[1 + \alpha (T - 20) \right] \Omega / \text{Km}$$

$$= 0.01724 / 0.98 * 1000 / 107 = 0.1644 \Omega / \text{Km}$$

$$X \text{ 電抗} = \omega L = 0.5 \omega \mu_s * 10^4 = 0.1885 \Omega / \text{Km}$$

此處，C：% 導電率（硬銅 = 98%、鋁 = 61%、鐵 = 16%）

S：導體斷面積 mm^2

L：導體長度 Km，T：溫度 α ：電阻溫度係數、L：電感 (H/Km)

ω ： $2\pi f$ ，f = 頻率

μ_s ：導體之導磁係數（硬銅、鋁 = 1、鐵：100 ~ 150）

電線內部阻抗受交流集膚效應影響，當頻率高時電阻變大，而導磁係數變小，所以需考慮集膚效應影響。

(3) Zr 鋼軌阻抗：

參考 Trueblood Wascheck 實測數據如下表：

鋼軌型式 (kg)	等效半徑 Ie (cm)	鋼軌電流 I (A)	阻抗 Ω/Km 頻率=50Hz	阻抗 Ω/Km 頻率=60Hz
50	9.39	500	0.277 + j0.204	0.308 + j0.226
60	10.5	500	0.2423 + j0.1805	0.2657 + j0.2039
60	10.5	100	0.1152 + j0.1237	0.1267 + j0.1397

(4) 實測阻抗：

(2) + (3) 之值，依本局電務處電驛小組於礁溪、花蓮等變電站施作短路試驗時實測結果，雙軌區間約為 $0.273 \angle 69.2^\circ \Omega / \text{Km}$

(5) Zf 阻抗：

可視為 0Ω ，以主吊線斷線，碰觸到鋼軌或號誌軌短路（過壓保護器 O.V.P 發揮作用）時之狀況。

(6) 總組抗：

$$Z = Z_s + Z_{cat} + Z_r + Z_f$$

已知 $Z = 26.125KV / 3200A = 8.164 \Omega$

$$Z = 0.77 + 4.55 + Z_{cat} * L + 0 \Omega ; \quad (L \text{ 為事故點距變電站之距離})$$

$$Z_{cat} * L = 8.164 \Omega - 4.55 \Omega - 0.77 \Omega = 2.844 \Omega$$

$$L = 2.844 \Omega \div 0.273 \Omega \angle 69^\circ \Omega$$

$$\therefore L = 10.417 \text{ Km}$$

故本事故地點距變電站之距離約 10.4 公里處（即民雄站附近）

(五) 感抗檢出方式標定

BT 饋電回路（日本在來線使用），自變電所所見之短路阻抗，與距離幾乎成為直線，以前採用演算至故障點之阻抗，以標定其距離。

但阻抗檢出方式會因故障點的電阻存在而產生標定誤差，於是研發不受電阻成分影響之感抗檢出方式標定裝置（如圖 1-17），沿用至今。

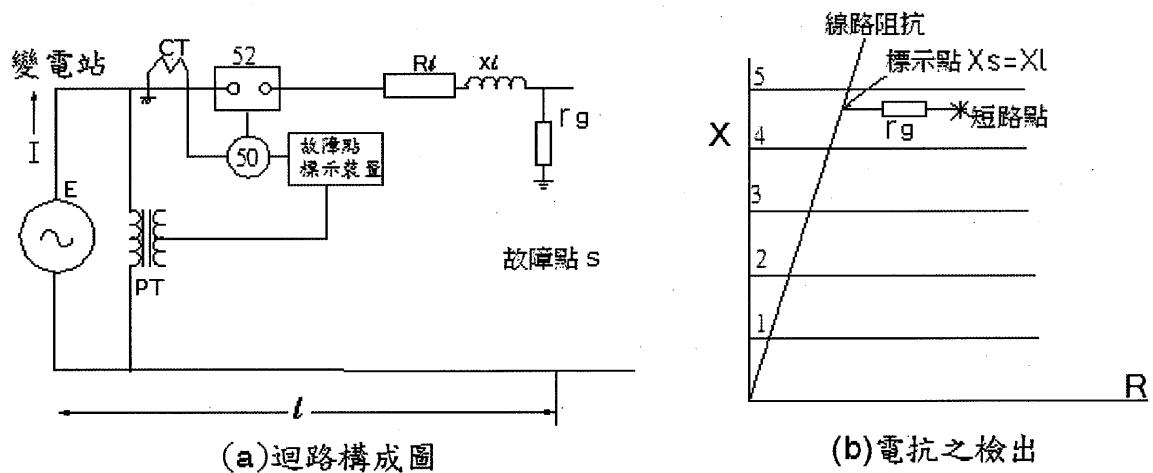


圖 1-17 感抗檢出方式標定裝置原理

由圖 1-17 表示，由變電站所見至短路點之感抗為

$$X_{s/s} = X * l$$

據此，與既知之線路阻抗之感抗成分比較，即可求出變電站至故障點之距離，標定採取對象區間分為 100 階段。

(六) 吸上電流比方式標定

使用於 AT 饋電系統（日本新幹線），圖 1-18 為 AT 吸上電流比方式標定裝置之原理，因 AT 饋電迴路之線路阻抗，與距離並非成為直線，如用感抗檢出方式標定裝置其誤差很大。

AT 饋電迴路，各地點之 AT 分別扮演電源作用，故障點兩側之 AT 中性電流，分

別與 A T 至故障點距離幾乎成反比。

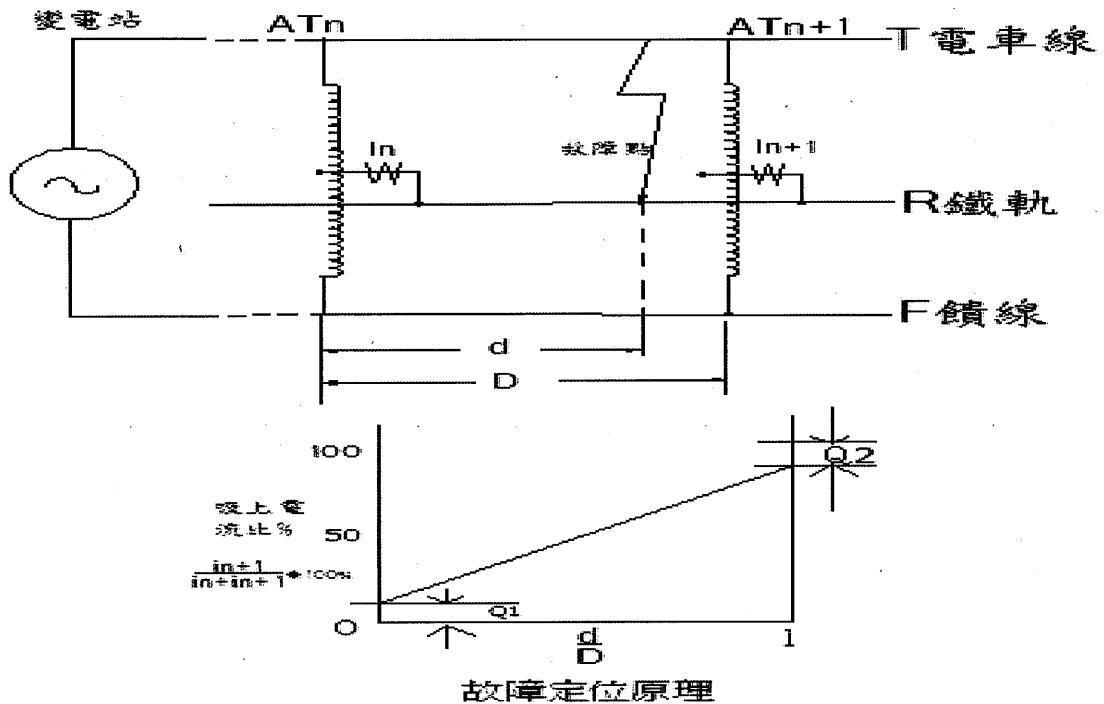


圖 1-18 為 AT 吸上電流比方式標定裝置之原理

圖 1-18 吸上電流比 (%) 為 $H = (I_n + 1) \div (I_n + I_{n+1}) * 100\%$

ATn 至故障點之距離 = $d = D * H$

在 ATn 處量測到的吸上電流值： I_n

在 ATn+1 處量測到的吸上電流值： I_{n+1}

在 ATn 處之自耦變壓器吸收效率修正因素 = Q_1

在 ATn+1 處之自耦變壓器吸收效率修正因素 = Q_2

$$H = (I_n + 1) \div (I_n + I_{n+1}) * 100 = Q_1 + (100 - Q_1 - Q_2) * d / D$$

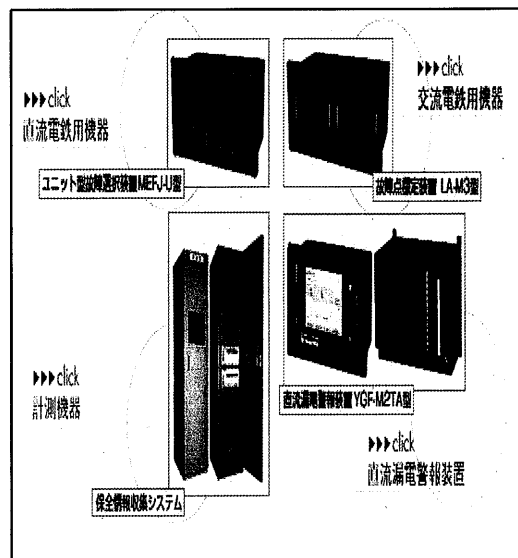
$$d \text{ 點短路} = (D / 100 - Q_1 - Q_2) * \left[(I_n + 1) \div (I_n + I_{n+1}) * 100 - Q_1 \right]$$

吸上電流比方式，對於 AT 不供電流之 T、F 短路故障不能標定，所以當保護電驛動作，吸上電流很小時，判斷為 T、F 故障，則由變電站自動紀錄之電壓值、電流值計算故障點。

伍、參訪過程

一、津田計器株式會社

- (一) 創立於 1921 年 4 月
- (二) 地址：本社・工場：大阪府箕面市瀨川 4-4-10
- (三) 資本額：1000 萬日圓
- (四) 2010 年營業額：8.5 億日圓
- (五) 主要產品：電化鐵路用矢量型保護電驛、直流、交流保護電驛、故障定位裝置及電子控制測量器材之設計製造、銷售。
- (六) 社長：津田 善行
- (七) 員工數：54 人
- (八) 產品供應至國家與廠家：



台灣高鐵公司、日本 JR，日本的私營鐵路公司，上市之東京電力，關西電力、中部電力等電力公司；重電氣公司（日立，東芝，三菱，富士、Meidensya 等）；國外：中國國鐵，韓國國鐵，漢城地鐵，印度鐵路，澳大利亞（新州，維多利亞，昆士蘭）等鐵路。



圖 1-1 總部



圖 1-2 東京分公司

該公司主要產品有 BT 與 AT 饋電用之故障點定位裝置 (如圖 1-3~圖 1-6)

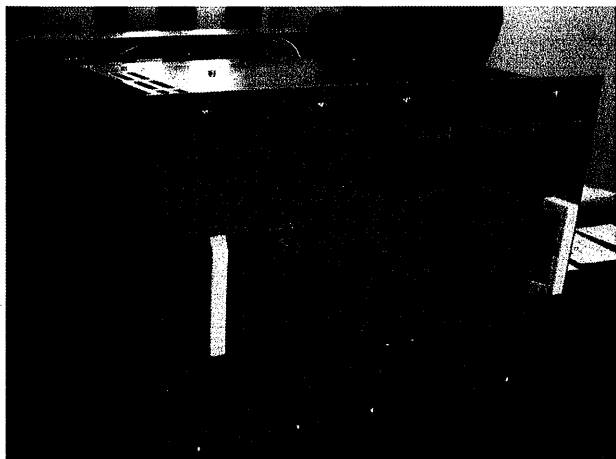


圖 1-3 故障定位裝置 (單迴路)

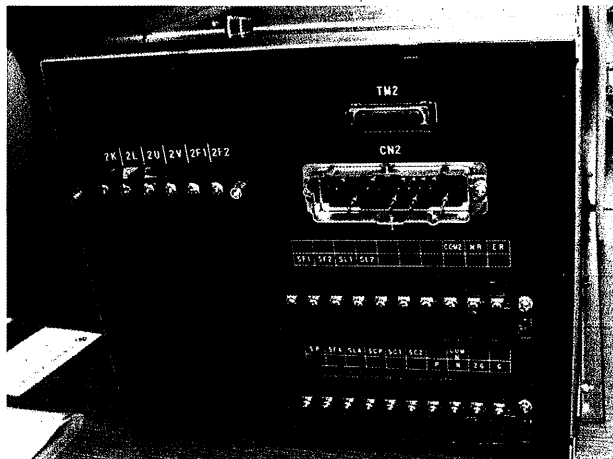


圖 1-4 後部接線圖

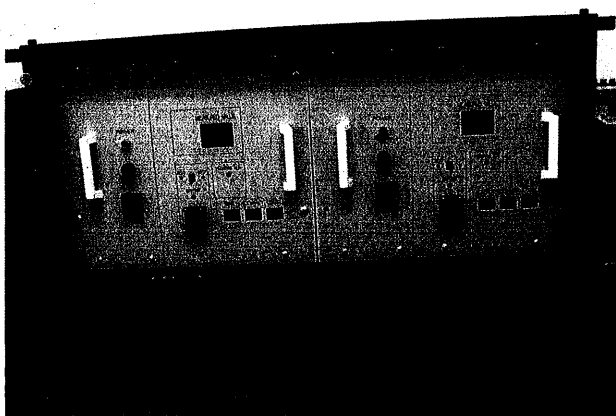


圖 1-5 雙迴路故障定位裝置



圖 1-6 量測單元



圖 1-7 技術人員作產品測試與調整

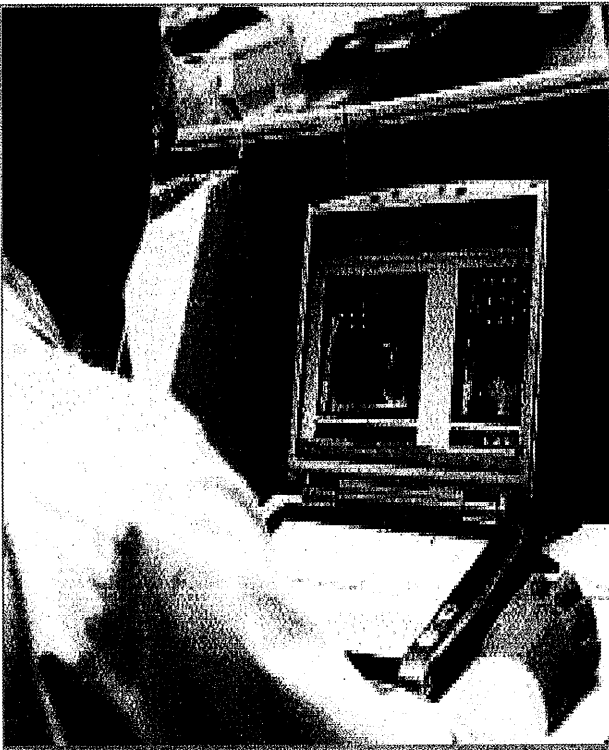


圖 1-8 產品設計繪圖



圖 1-9 製程中之電路板

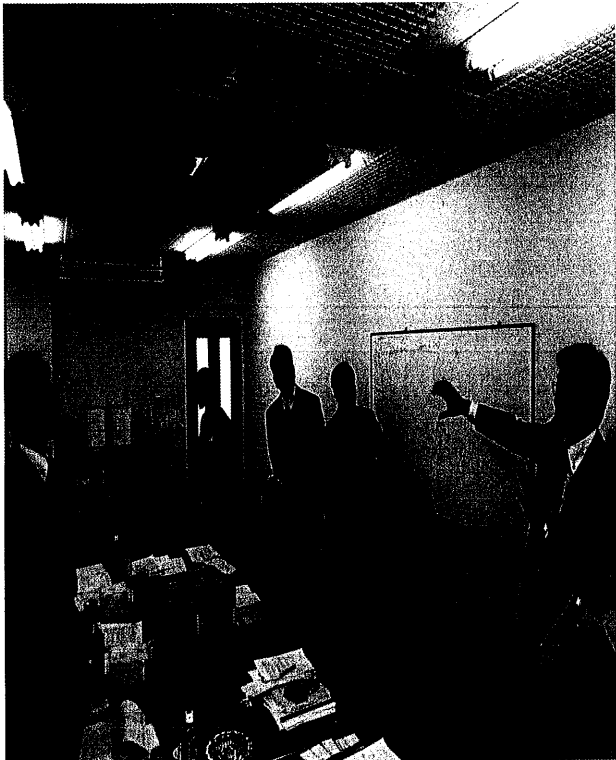


圖 1-10 技術研討與座談



圖 1-11 技術研討與座談

座談紀要：

行前已設定若干問題作為交流議題，概要如下：

(一) 問：電車線故障定位裝置原理與應用，又其量測誤差為何？

答：定位裝置方塊圖（如圖 1-9）與運用原理（圖 1-10）

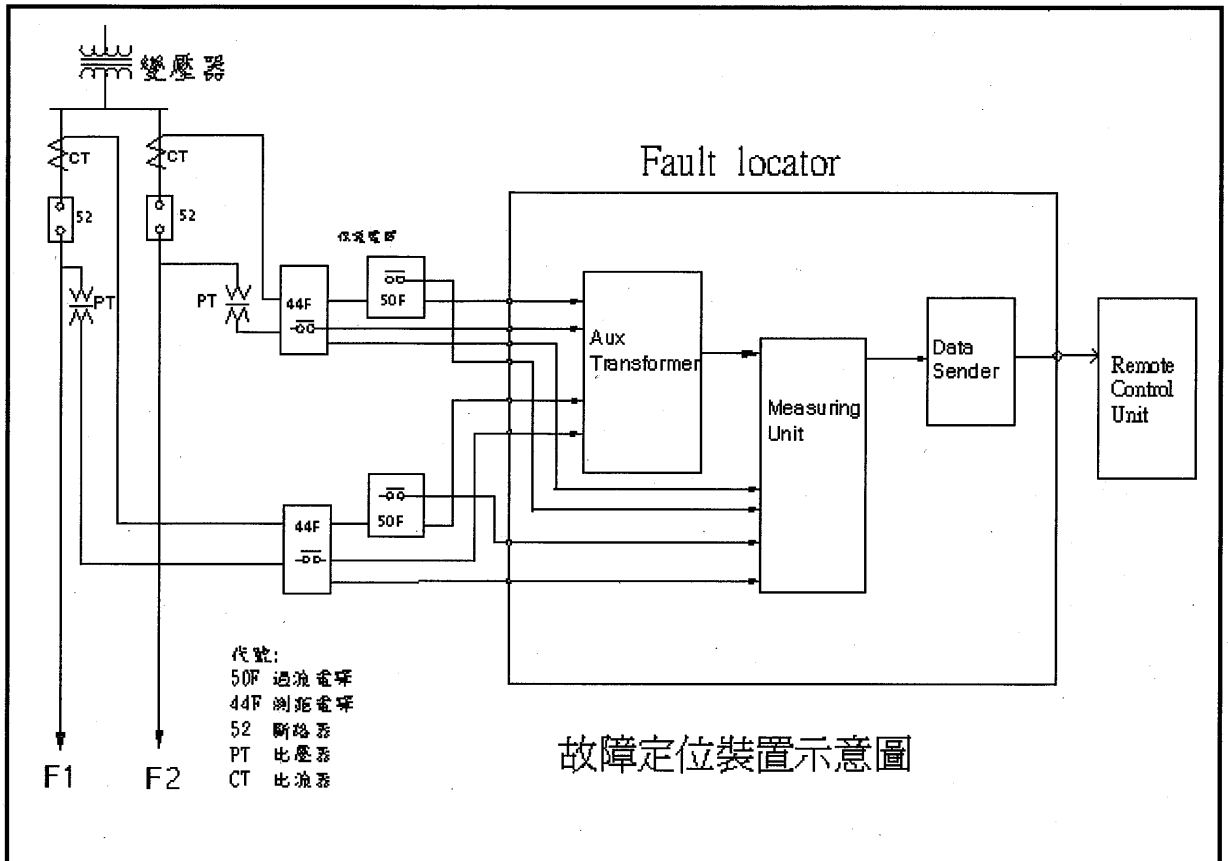


圖 1-9 定位裝置方塊圖

定位裝置方塊圖說明：

Fault Locator：故障定位裝置

F1，F2：，#1，#2 號饋線，PT：比壓器，CT：比流器

44 測距電驛， 50 過電流電驛，52 交流斷路器

RCSC：Remote Control Supervitory Center 遙監控中心（即東京指令所）

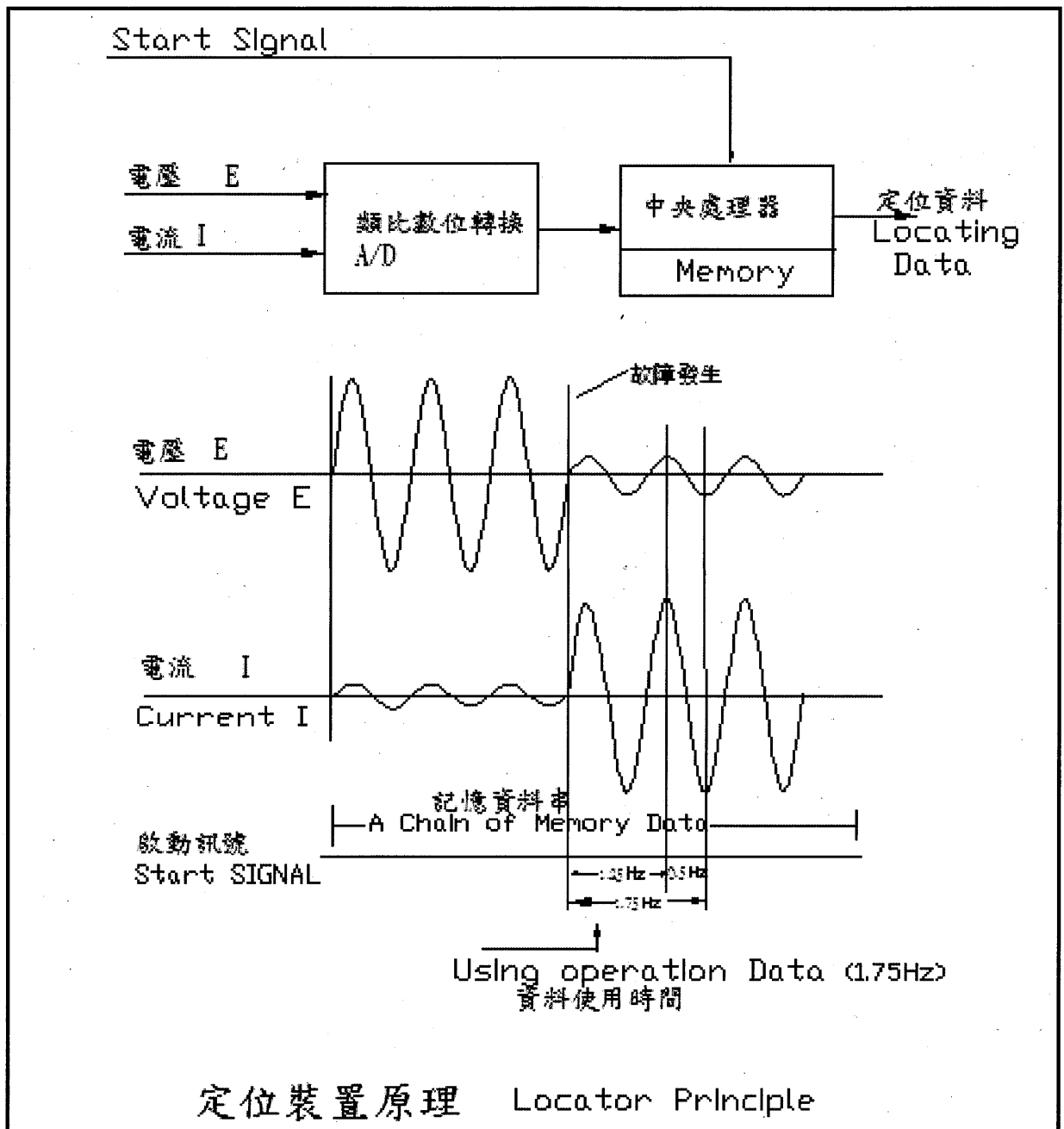


圖 1-10 定位裝置原理圖

定位裝置原理說明：

- 1、電車線相關背景值（含該饋線之輸送距離、電阻、電抗等相關資料）輸入至保護電驛內，電阻值可設定範圍 0~100Ω，電抗值 0~100Ω，每階（Each）為 1Ω。
- 2、利用傅立葉分析原理 Fourier's analysis，電車線電壓與電流經由比壓器與比流器輸入到保護電驛內部，由內部輔助變壓器等元件將類比信號轉換成數位信號，再進入微處理器內作儲存，每一串資料（DATA）被儲存在暫存器中，系統正常時僅取樣堆疊不做處理，但當短路事故發生瞬間，電壓驟降電流驟升，變電站饋電過電流保護電驛 50 動作，跳脫斷路器 52，並輸出一啓動信號到故障定位器內部作觸發 Trigger，故障定位器經觸發後，在

1.75Hz (約 28ms) 內自動將事故前、後電壓與電流值做分析、比對、判別並紀錄，同時輸出一串 data 信號至通信介面，再傳輸到遠方控制中心經由中心電腦作距離運算，再顯示於故障定位器面板上。

3. 其顯示之資料含：饋線別、該故障點距離本變電站之距離，及事故點在電車線路總長度之%值，例如：F1，50%。（此處故障點為 10 公里處，送電距離為 20km）。
4. 量測誤差均不超過 2%

(二) 問：本局為直接饋電方式 (BT 吸流變壓器已全部拆除) 裝設之可行性為何？

答：經由討論知道貴局採雙單線行車，站內有 5 號開關連接東、西正線電車線，屬於比較特殊之饋電方式，公司產品適用於 BT 與 AT 饋電方式，理論上可應用在貴局系統。

二、JR 西日本鐵道公司新六甲變電所

日本新幹線第一條路線於 1964 年開始通車營運，是連結東京站至新大阪站間之東海道新幹線，係全世界第一條載客營運高速鐵路，亦是全球第一個成功的高速鐵路，隨後山陽（新大阪站—博多站，1972 年營運）、東北、上越、長野、九州等新幹線陸續加入營運。

東海道新幹線由東京~新大阪全長 552.6 公里，山陽線新幹線由新大阪~博多全長 644 公里，路線在姬路驛以西隧道多為一大特色，如圖 1-1。

該變電所（S/S）建於 1970 年屬於 JR 西日本鐵道公司，山陽線新幹線數個變電所其中之一，位於兵庫縣大阪市，往東送電向新大阪方向，往西往博多方向，與相鄰之變電所相距約 60 公里，運轉指令所（類似台鐵之綜合調度所）設於東京車站內，由 JR 東海道及 JR 西日本 JR 所共有的，並分別派員進駐。

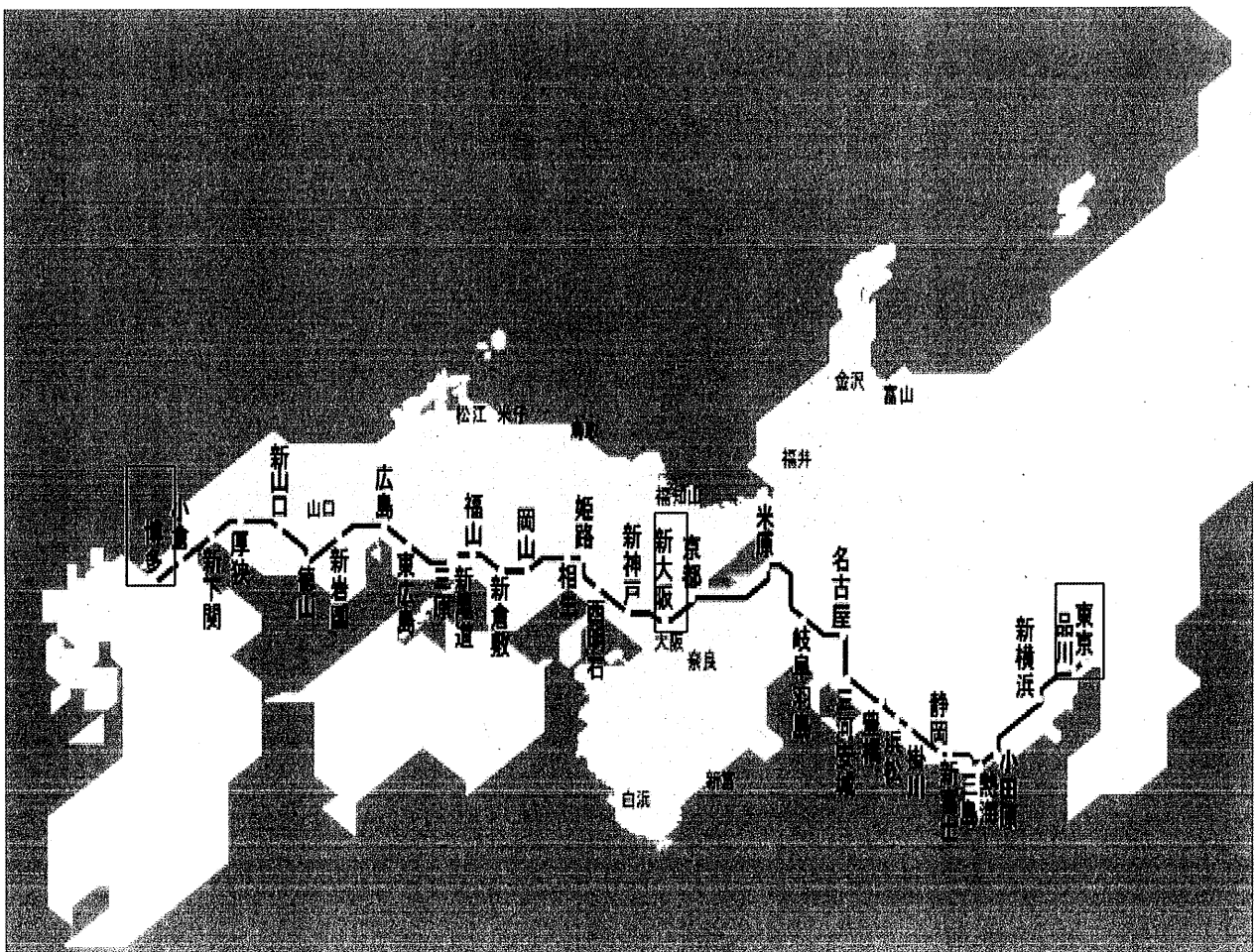


圖 1-1 東海道新幹線與山陽線新幹線路線圖

新六甲變電站為 AT 饋電方式供電，由關西電力公司引進 3 相 275KV 雙迴路電源，經開關場、空斷開關、六佛化硫 (SF₆) 斷路器、變比裝置 (MOF)、避雷器等相關設施至主變壓器，單線圖如圖 1-2 與變電站鳥瞰如圖 1-3。

系統採 1 迴路經常供電，另 1 迴路預備供電方式 (即第一迴路供 1 號主變壓器 TR1，第二迴路供 2 號主變壓器 TR2)，每星期更換一次，於主變壓器二次側並無並聯。

主變壓器容量 150MVA，一次側採 Y 接，二次側採 SCOTT 接線方式，由 3 相變為 2 個單相 (A 座與 B 座) 該 2 相亦為 90 度相角差，A、B 相均為 60KV，對鋼軌之電位為 30+30kv，經匯流排至隔離開關、真空斷路器等設備送至電車線 T (Trolley) 及 F (Feeder)，T 及 F 對地公稱電壓均為 25kv±10%。

在距離變電站約 10 公里、20 公里與 30 公里處各設 1 只自耦變壓器 (Auto Transformer)，除可降低線路壓降與減少運轉電流外對通訊干擾之影響亦較輕，故兩變電站間距可延長為 60~70 公里。

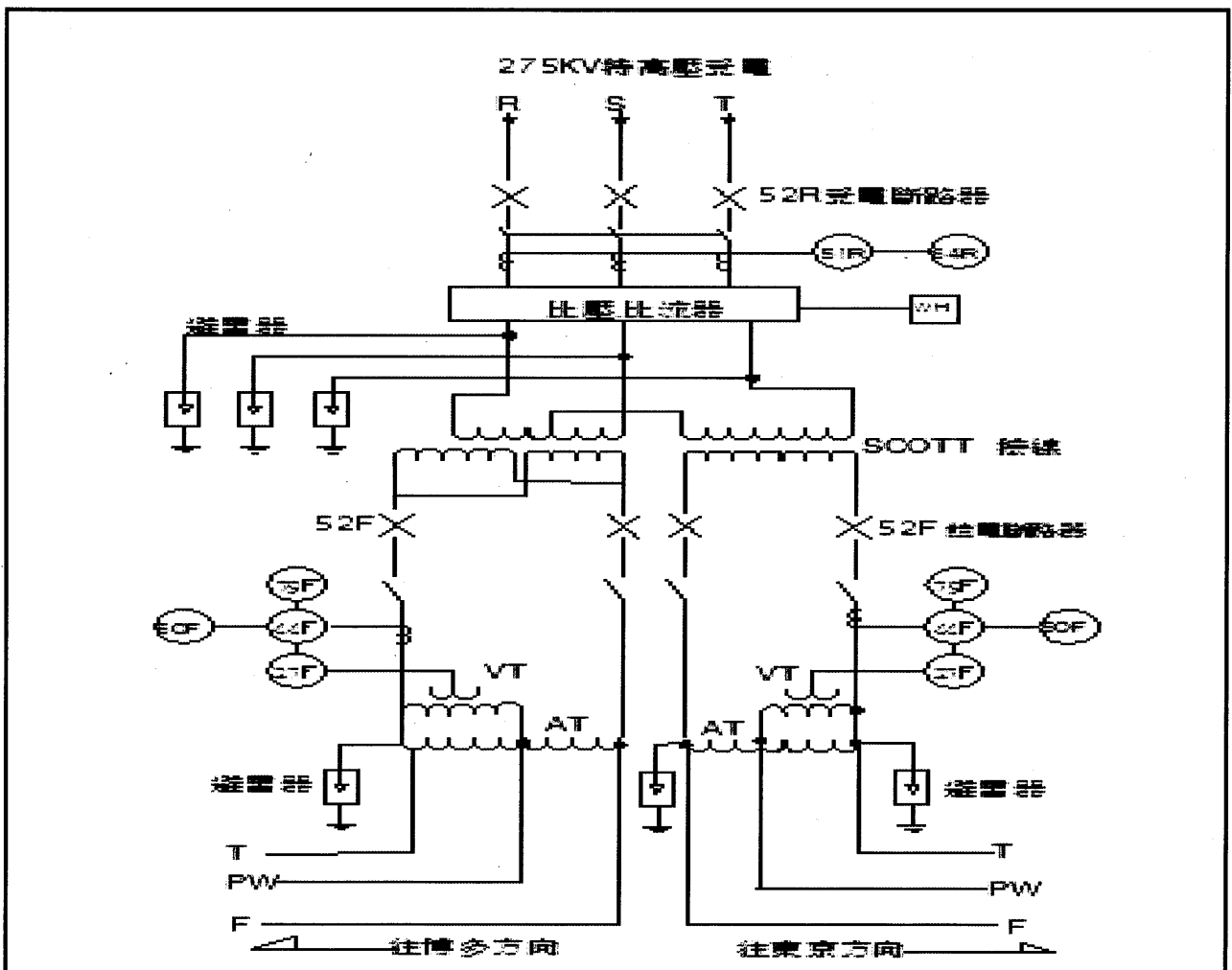


圖 1-2 變電站單線圖

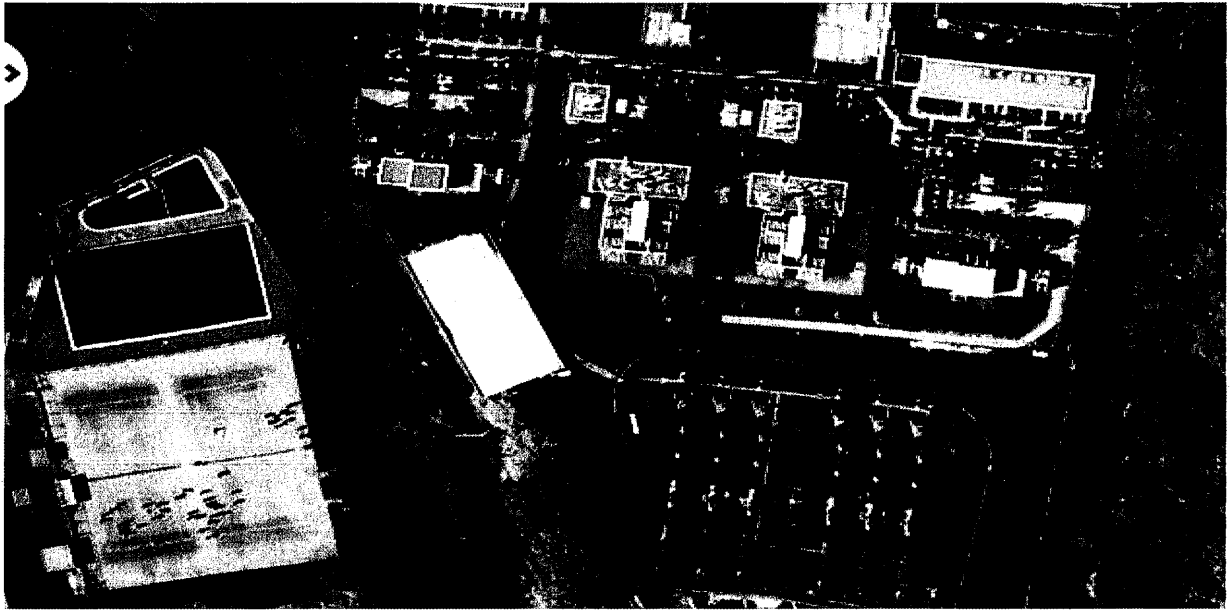


圖 1-3 變電站鳥瞰圖

因受電電壓高達 275KV，絕緣不易，故採傳統屋外鐵構式開關場設計，設備均為單相單槽，而非 3 相同槽式設計，圖 1-5 由右至左依序為避雷器、比壓器、空斷開關、六佛化硫 sf6 氣體絕緣斷路器（簡稱 G.C.B）圖 1-6，與變比計器裝置 M.O.F 等裝置，空間寬敞且各項標示清楚。

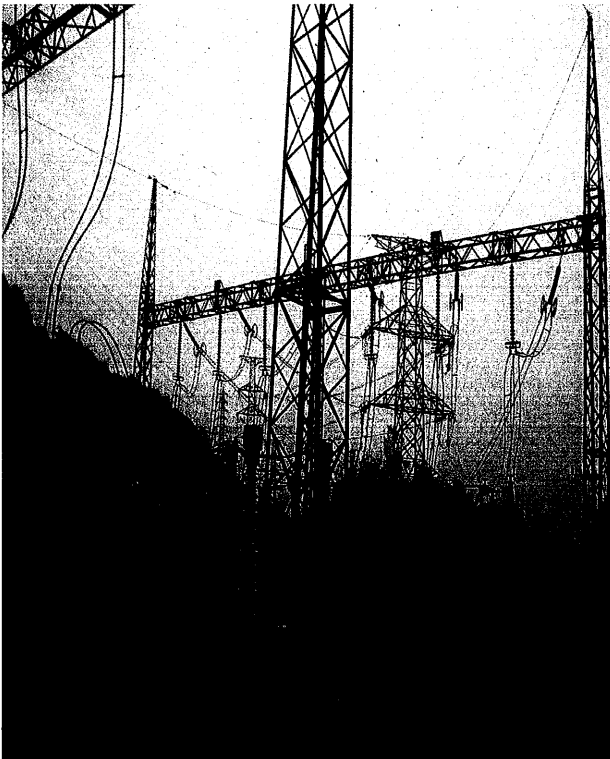


圖 1-5 275KV 開關場

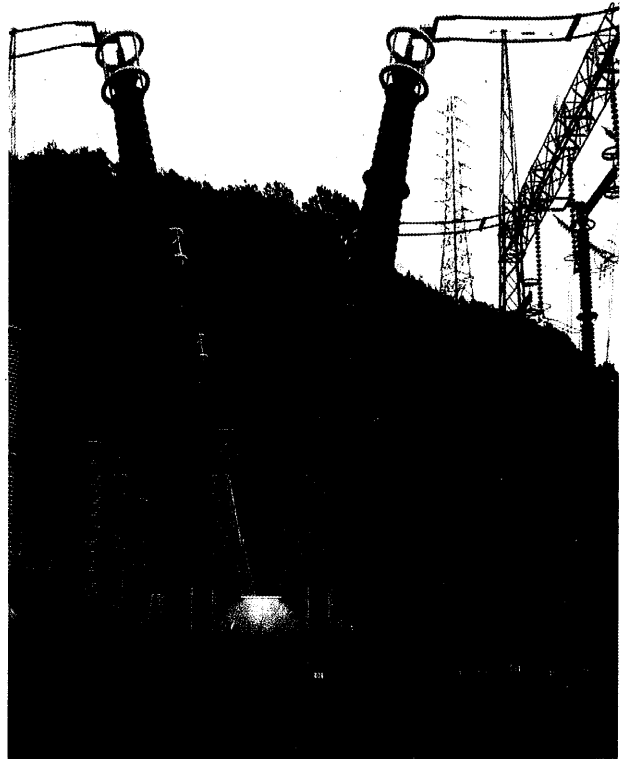


圖 1-6 氣體絕緣斷路器 G.C.B

主變壓器容量 150MVA，採屋內式，隔電子露出設計，可防止地震或事故時發生火災、噴油、爆炸等危害波及至其他設備，散熱器裝於戶外，採循環強制散熱方式，圖 1-7。

連結主變壓器之大口徑鐵管確保變壓器發生嚴重故障時高壓絕緣油可藉油管流出噴出，下方並有截油溝設計，圖 1-8。

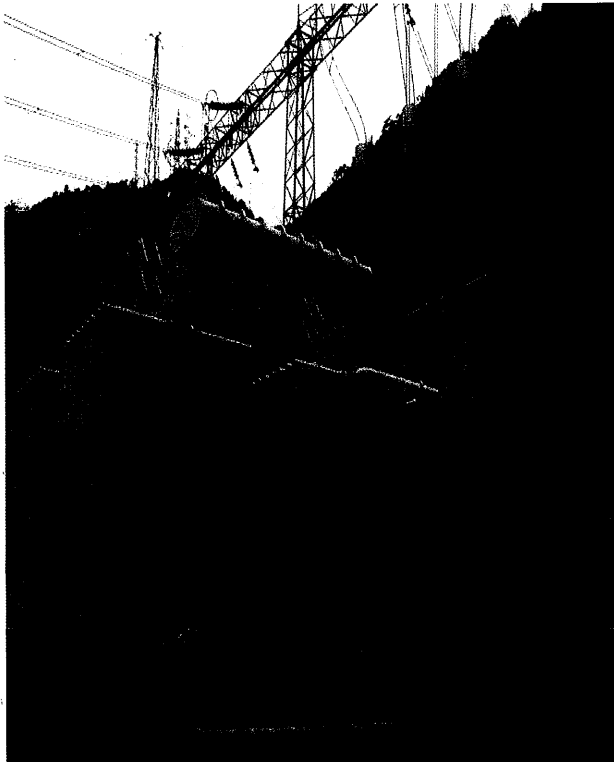


圖 1-7 主變壓器

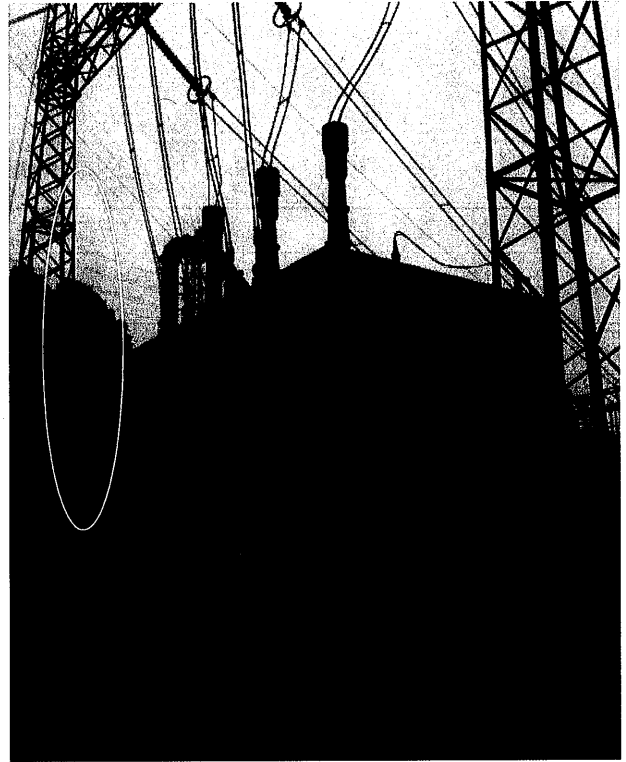


圖 1-8 防噴油設計

高壓開關控制室等重要設備均裝設於屋內，引接採穿牆式套管設計如圖 1-9，避免事故造成火災、爆炸等危害，影響其他供電設備。

超高壓避雷器，圖 1-10，下方有動作計數器與偵測內部元件劣化用電流表，不必停電即可了解劣化情形，隔電子塗上綠色絕緣矽膏，可防止隔電子不潔致發生閃絡事故。

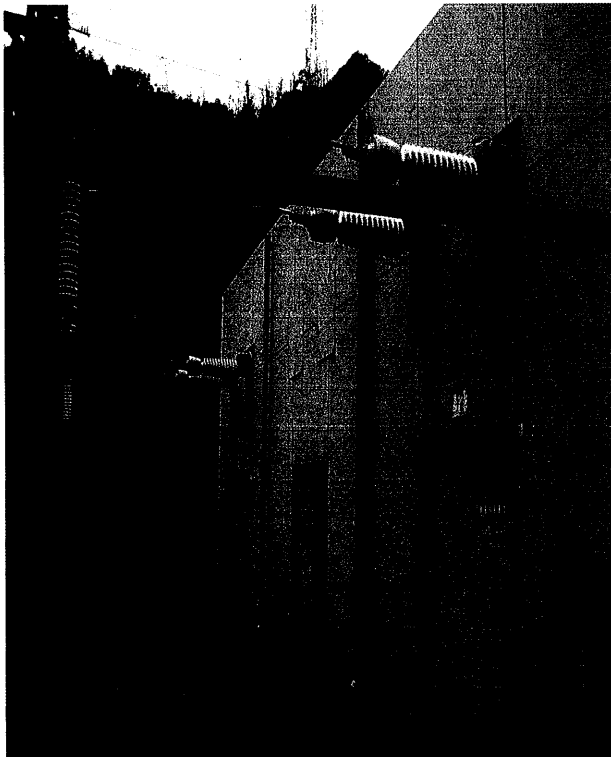


圖 1-9 穿牆式套管

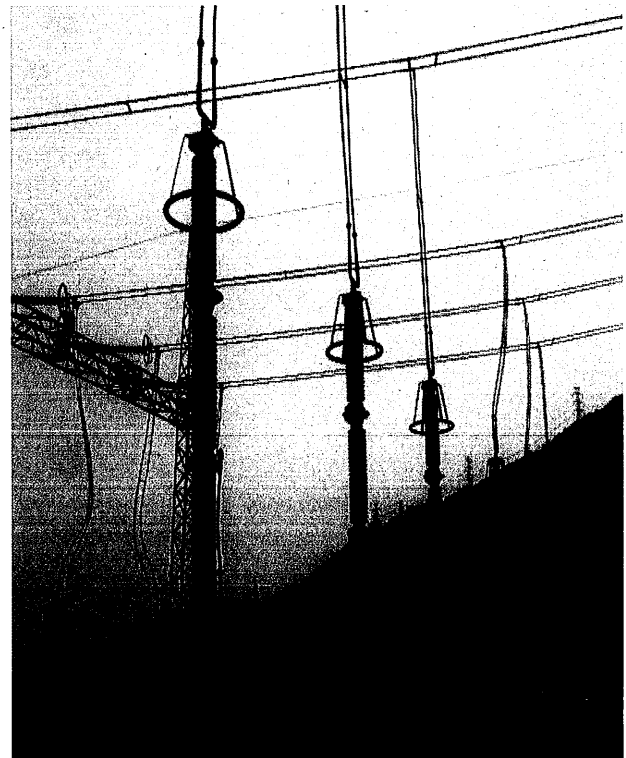


圖 1-10 超高壓避雷器

進入開關控制室由課長（右二）解說，圖 1-11。

盤面全部為整合式微處理型電驛（即過、欠電壓，過電流、差動等電驛合併為一顆電驛）
圖 1-12

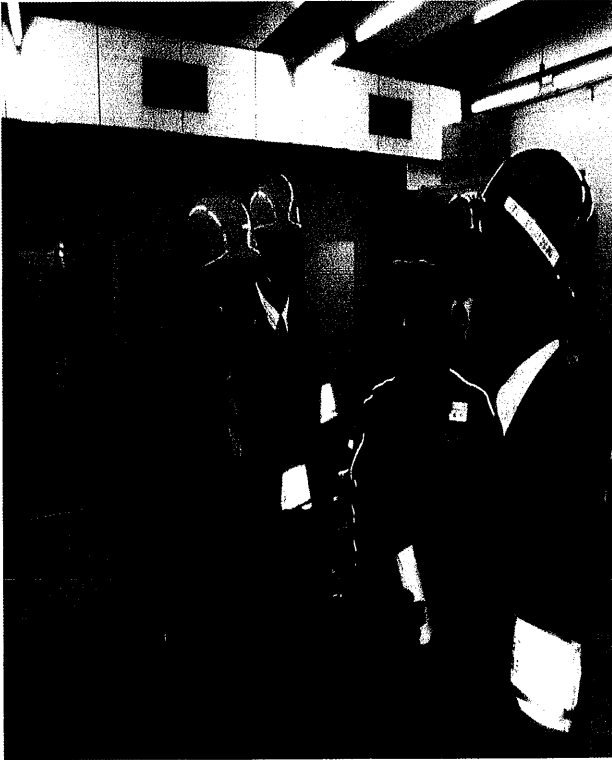


圖 1-11 參觀開關控制室

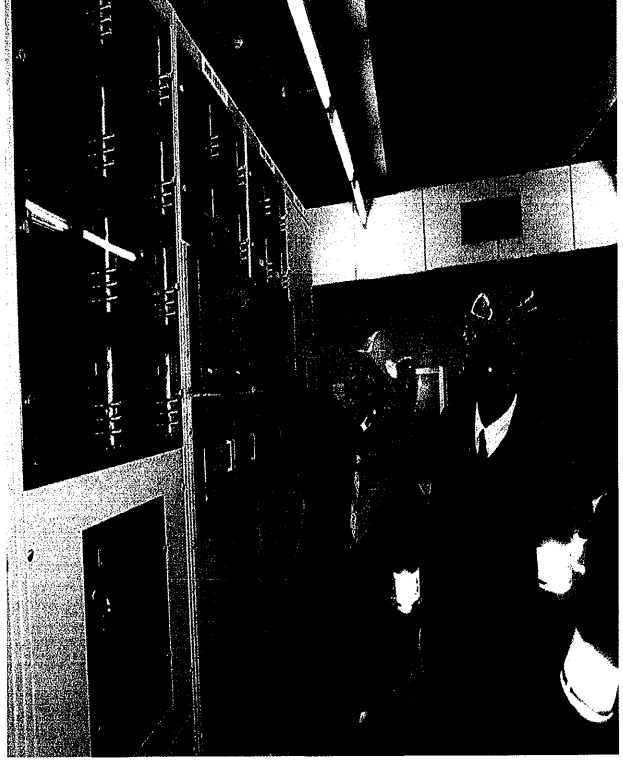


圖 1-12 整合式微處理型電驛

控制盤盤面上裝設電車線故障定位（Fault locator）裝置2套，圖1-13
與整合式微處理型保護電驛共有4顆（即上行與下行饋線保護各2顆）圖1-14

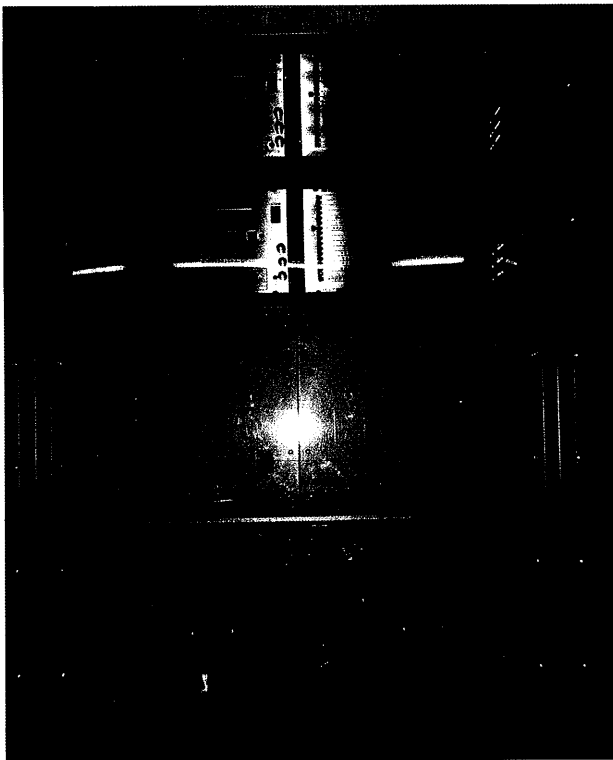


圖 1-13 電車線故障定位裝置
（上行與下行各 2 路饋線用）

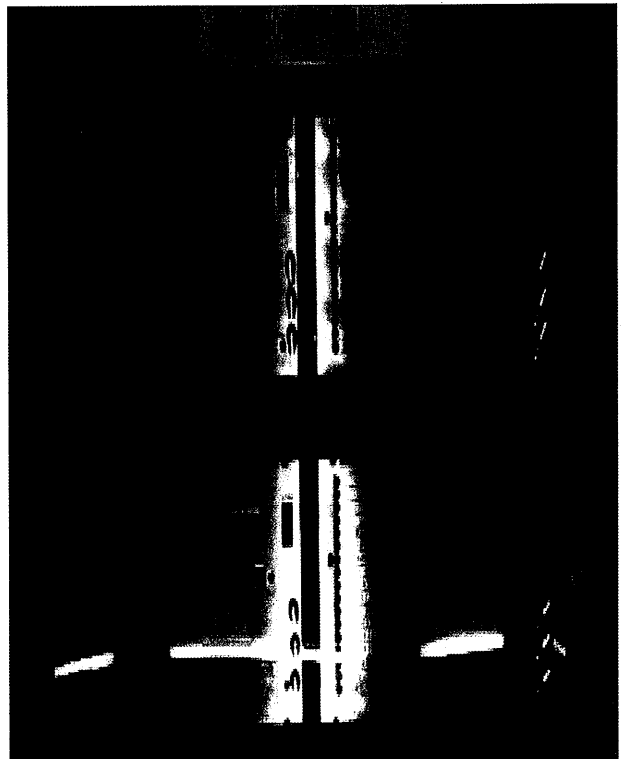


圖 1-14 整合式微處理型保護電驛
（上行與下行饋線保護用）



圖 1-15 最大需量記錄器



圖 1-16 控制轉換設備

變電站內所有高壓開關之 on、off 狀態，即時電壓、電流資料、門禁攝影監視等信號均接至遙控終端設備 R.T.U (Remote Terminal Unit) 內部，經內部微電腦轉換處理成數位信號後，藉由光纖網路傳輸至控制中心，在控制中心集中監控盤面上與電腦終端機上顯示。

控制中心欲操作站內任一開關時，微電腦將該控制命令轉換成一串信號列藉由光纖網路傳輸至該變電站，復經由 R.T.U 輸出一控制信號將該開關投入或開啓，開啓後並回傳控制中心顯示執行狀態，圖 1-17 為電力系統遠方監控架構圖。

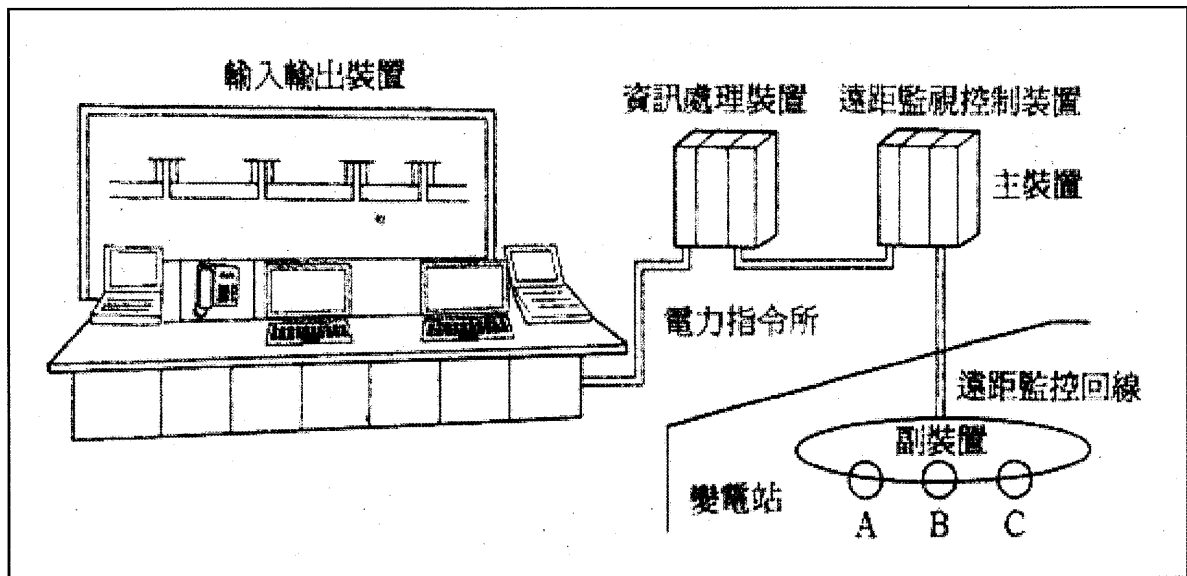


圖 1-17 電力系統遠方監控架構圖



圖 1-18 遙控終端設備 R.T.U

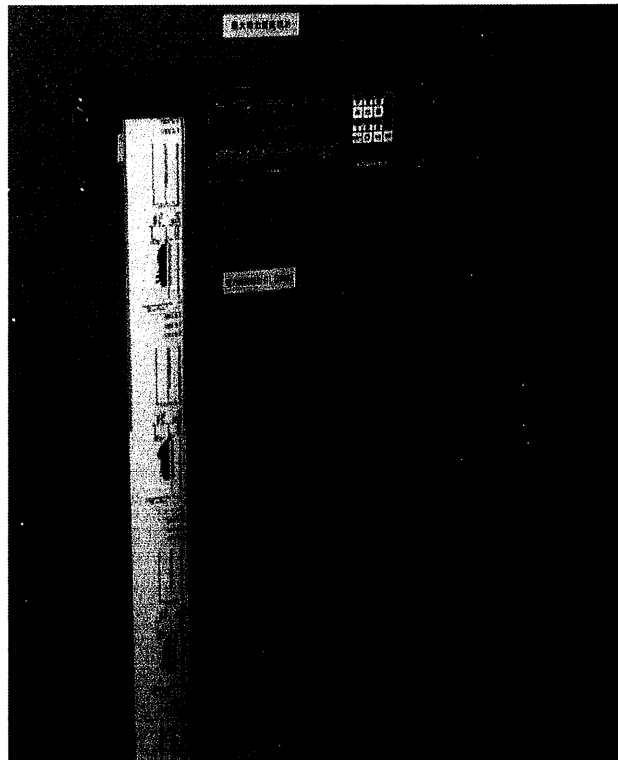


圖 1-19 最大電力量監視計

中性區間自動切換設備：

新幹線因車速達 300km/h，(秒速為 83.3 公尺)，故於變電站與兩變電站供電分界點 S/P 處設置 2 處切換裝置，構成約 1000 公尺之中性區間。

該裝置利用裝設於軌道上之感應裝置與電車位置連動，讓真空斷路器執行開啓與閉合，切換操作過程中所發生停電時間設定為 300ms，如圖 1-20 所示當電力列車通過中性

區間前後示意圖

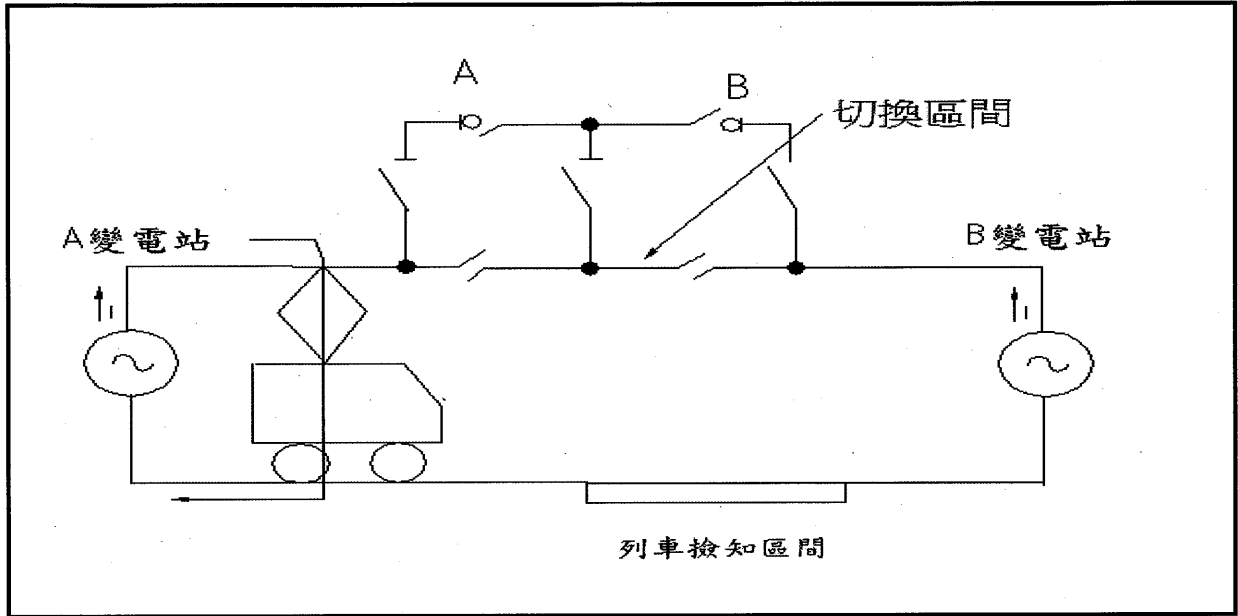


圖 1-20 新幹線切換開關 Section

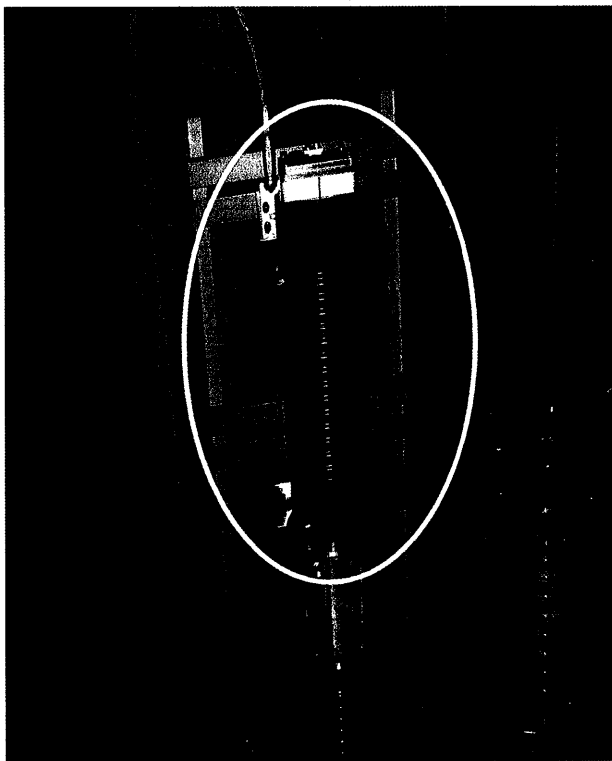


圖 1-21 利用 V.C.B 真空斷路器執行切換，褐色隔電子內為真空室

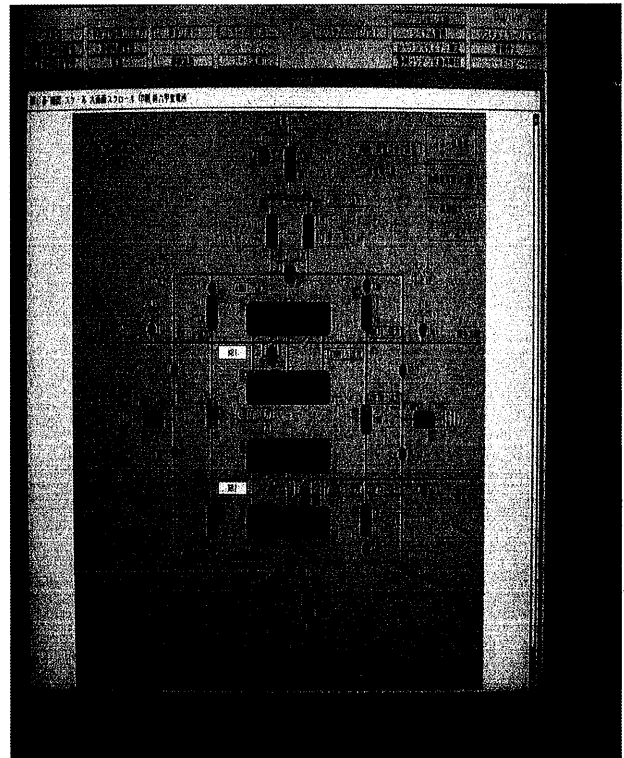


圖 1-22 變電站內 Monitor 上顯示該切換區斷路器狀態

站內所有開關狀態、警報、電壓、電流及事故歷史紀錄等資訊藉由 SCADA 傳送至東京指令所外，亦能在變電站內顯示，圖 1-23，1-24

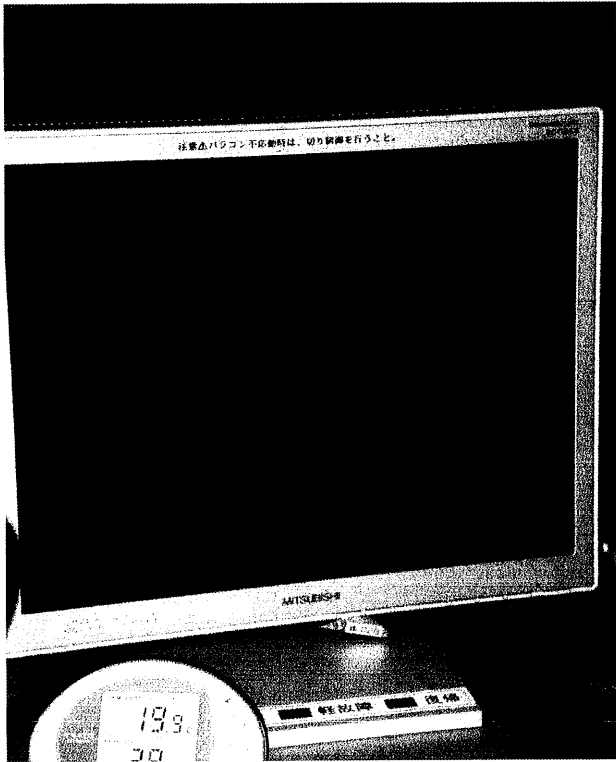


圖 1-23 各受電、饋電等電壓數據
含即時與歷史紀錄

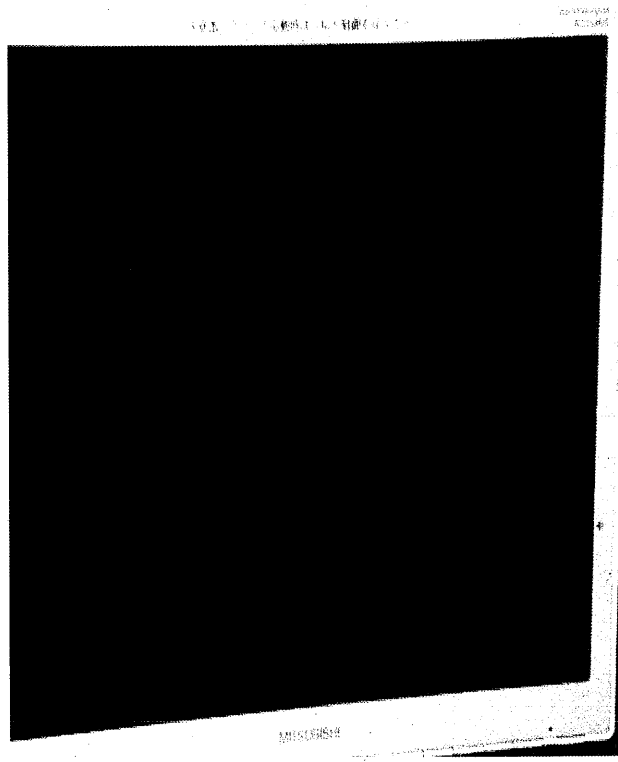


圖 1-24 歷史電流值資料

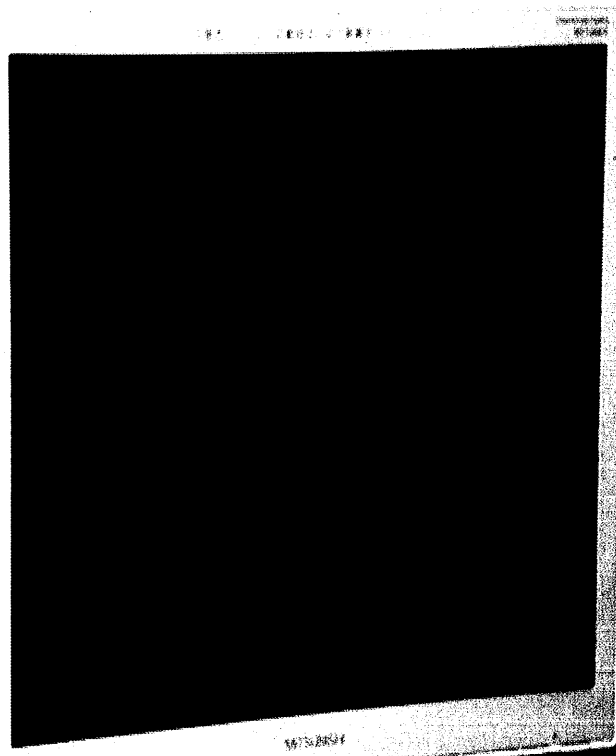


圖 1-25 只允許被授權者操作系統
但電驛參數修改需更上層之權限



圖 1-26 監視系統



1-27 監視系統畫面

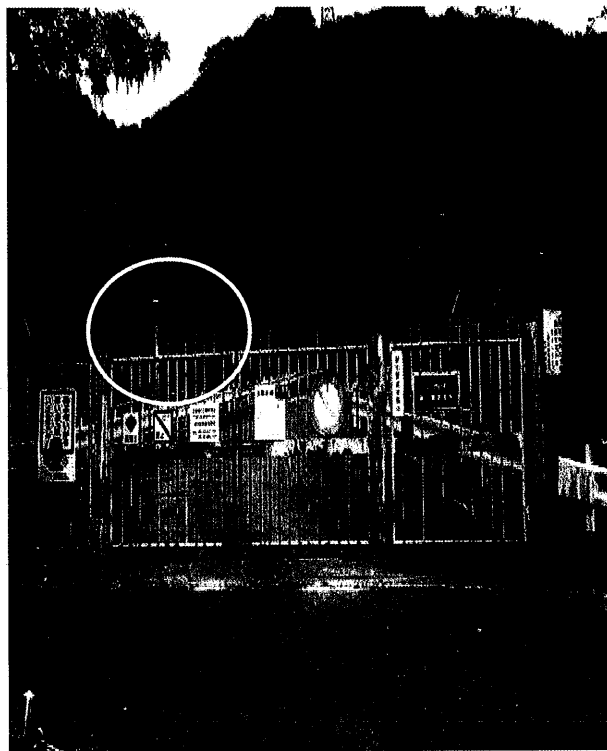


圖 1-28 門禁管制森嚴自公路至變電站
須經過 2 道鐵大門並配置監視攝影機

座談紀要

參訪新六甲變電站，由新幹線管理本部神新幹線電氣區課長誠互雅司先生、設計課課長松浦雅明先生等負責接待、津田計器社長津田善行先生陪同，除參觀現場高壓電設備外，也進行座談，以下為座談摘要：

1. 問：貴變電所主變壓器均裝設 87T（差動電流保護電驛），必要性為何？

答：87T 差動電驛為保護主變壓器重要設備，變壓器超過一定容量時（本變電站為 150MVA），若發生內部短路事故，將造成嚴重後果；本電驛偵測原理為若流入與流出變壓器之電流有差異時，屬異常狀態，在 0.1 秒內動作並跳脫相關斷路器，避免災害擴大，但電驛對於外部短路事故則不會動作。

2. 問：貴變電所為何未設置諧波濾波與功率因數改善設備（HARMONIC FILTER AND POWER FACTOR CORRECTION）？

答：（1）諧波濾波最佳方式為在諧波發生源（意指在動力車上）即予改善效果最佳。

（2）新幹線 AT 系統均未裝設功率因數改善設備。

3. 問：貴變電所為無人看守，所有設備資訊除顯示於東京指令所外，亦同步顯示於站內電腦終端機上，實用性為何？

答：本所雖屬無人看守，但站內全部資訊（包含門禁影像、開關狀態、電壓、電流值、波形即時與歷史紀錄資料等）均可於站內電腦上查知，對於事故研判、設備保養週期追蹤等大有助益。

4. 問：貴變電所之故障定位裝置偵測，誤差值為何？

答：今年發生於本變電所轄內之電車線事故共有 3 起，其偵測誤差值均在 2% 以內。

5. 問：東海道與山陽新幹線工、電設備夜間維修作業情形為何？

答：東海道新幹線營運以來，迄今已 40 多年，不曾發生人身死傷事故，每列車全年慢分不超過 30 秒，這些都是我們最引以自豪的地方，其關鍵點在於新幹線相當重視夜間保養施工，排定每日 0 點至 6 點共計 6 小時為養護時間，每晚約有 2,000 人至 3,000 人投入現場工作，全部養護、施工作業均依據 S.O.P 進行。

6. 問：貴變電所之保護電驛均已更新為整合式微處理型保護電驛，其與傳統式（E、M 與電晶體式）比較之優點與穩定度可靠性如何，又操作、維護經驗是否可供本局學習之處？

答：(1) 近年來拜科技發達之賜，微處理型整合式保護電驛已取代傳統的電氣機械式（E.M Type）與固態電晶體式 Transister Rely 保護電驛，其優點有：

- a. 減少備品數量：以前過壓、欠壓、過流、差動等保護電驛均為單體，備品數量需很多，但整合型電驛將數種不同功能之電驛整合在一起，一顆電驛可達 6 至 7 種功能，如圖 1-29。
- b. 整合式電驛具有低 VA 耗數（約 2~3VA）較傳統的電驛需要 10~15VA 少得多，所以可共用同一組比流器、比壓器，可減少設備空間與建置成本。
- c. 誤差小、設定範圍寬廣。
- d. 使用可程式設計，輸出接點多並可預留擴充介面。
- e. 內建介面可經由光纖網路與控制中心作即時（Real Time）之遠方監視與控制。

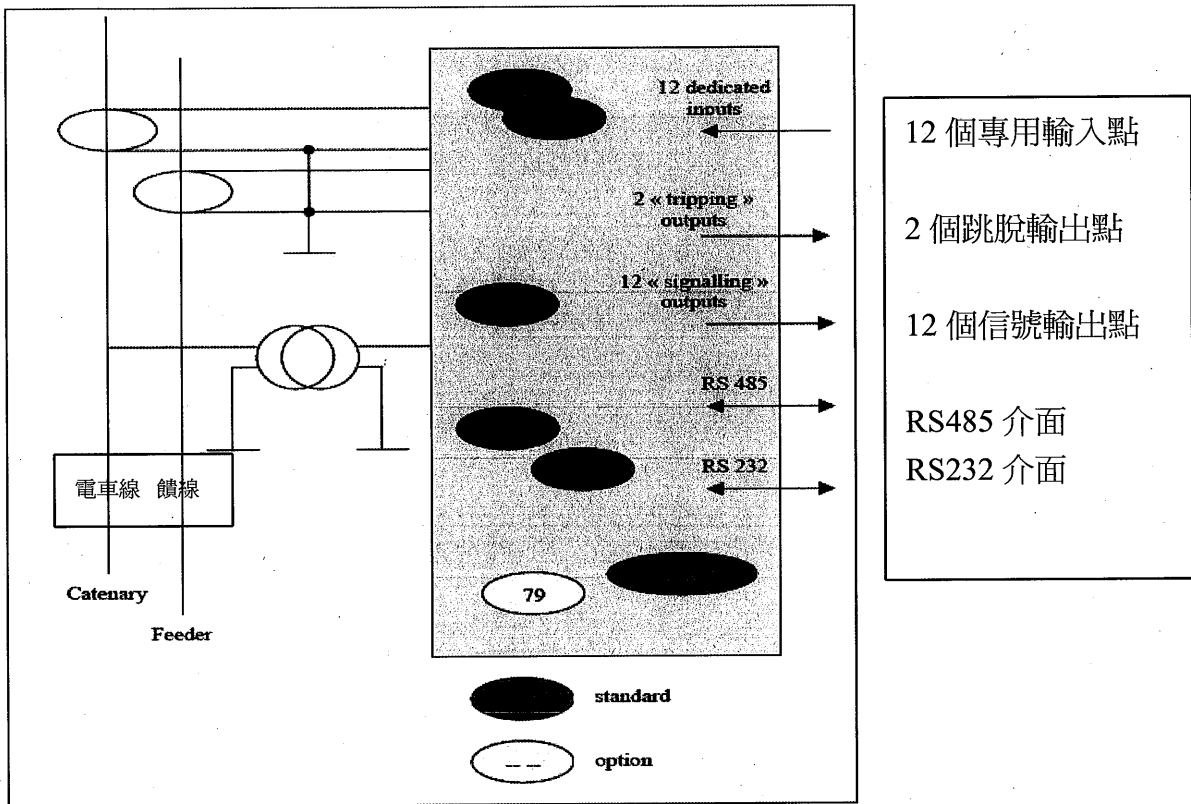


圖 1-29 整合型電驛示意圖（包含過電流瞬跳 50、過電流延跳 51,低電壓 27 測距 21、方向性 67，自動復閉 79 等電驛）

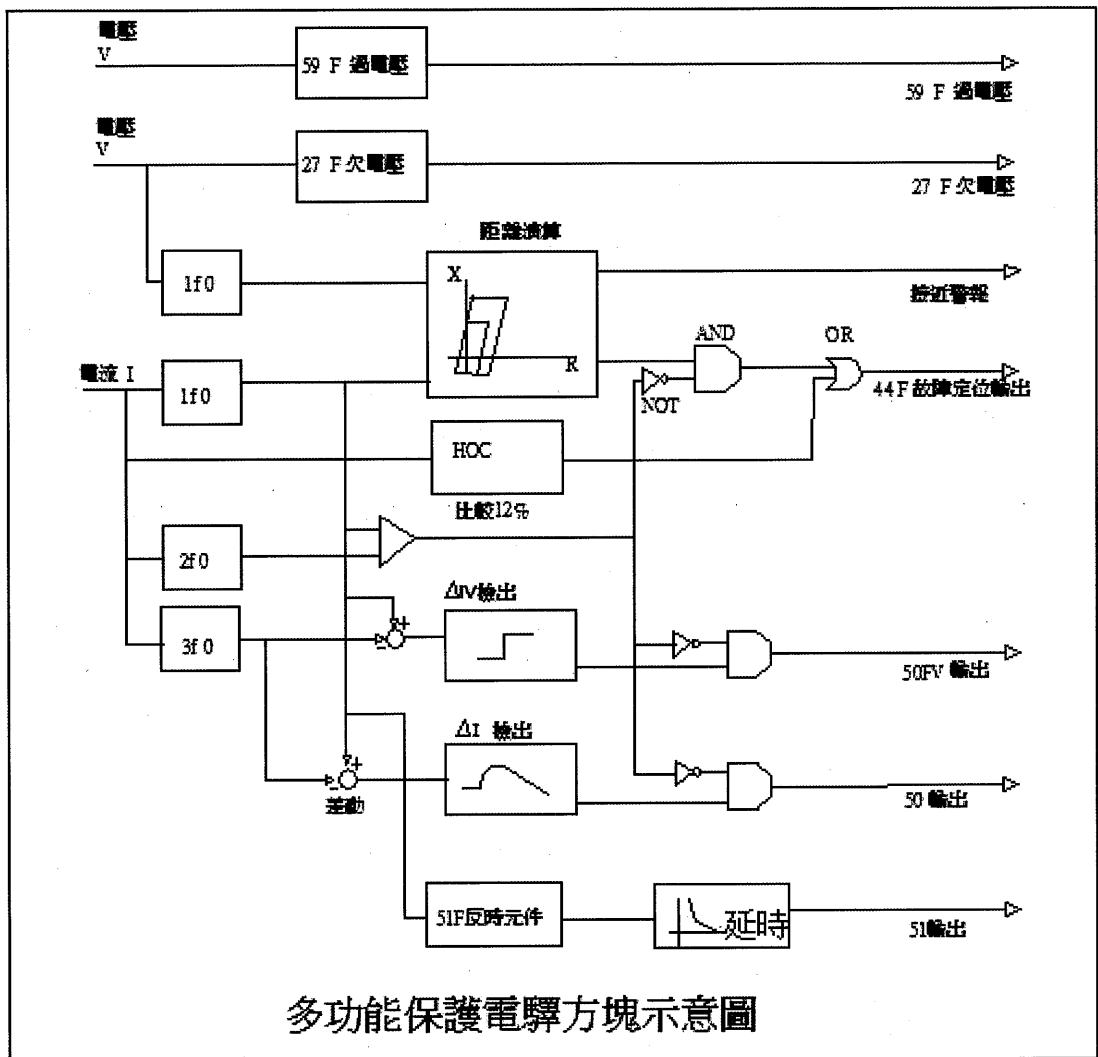


圖 1-30 整合型電驛方塊圖

(2) 在電驛更換前同仁確有些許疑慮，例如該型電驛是否易受溫度之變化影響其穩定性，另有系統維護、操作人員熟悉度等問題；公司做法是在更換前即斥資安裝空調設備，並加強人員的操作訓練，故運轉至今，不曾發生故障，事後證明當初是多慮的。

三、三和鐵軌株式會社

(一) 公司簡介

1. 地址：東京都品川區南品川 6-5-19
2. 創業於 1907 年 9 月
3. 資本金額：4 億 2,300 萬日圓
4. 員工人數：380 人
5. 營業內容：鐵路電車線金具的製造
通電裝置：電車線路用交直流斷路器檢電裝置、電車線接續用油壓機器、核子電廠機具緩衝避震器製造與銷售。
6. 主要客戶：(號誌)JR 東日本・西日本等 JR 各社、東京大眾捷運、各都市地下鉄、私鉄各社、台灣鐵路局及台灣高鐵等。

(二) 公司沿革

1907年(M40年) 鉄道用架線金具等の製造販売をもって馬來製作所を創業

1927年(S02年) 馬來工業株式会社を設立

1945年(S20年) 社名を三和鉄軌工業株式会社と改称

1956年(S31年) 管系支持装置の製造を開始

1956年(S31年) 系列会社千代田器材株式会社を設立

1957年(S32年) 送配電線用金具を規格化し、製造を開始

1958年(S33年) 系列会社株式会社マルサン運送店(現、株式会社三和)を設立

1964年(S39年) 東海道新幹線の建設に協力し、国鉄新幹線局長殿より感謝状を受ける

1968年(S43年) 宇都宮工場の第一期建設工事が完成

1973年(S48年) 社名を三和テッキ株式会社に改める

1973年(S48年) 熊本工場(現九州三和鉄軌株式会社)操業開始

1976年(S51年) 系列会社株式会社三和グリーンを設立

1993年(H05年) 本社新社屋竣工

1995年(H07年) 資本金を4億2,380万円に増資

1996年(H08年) 上海三和鉄軌有限公司を設立

1997年(H09年) ISO9001認証を取得

1998年(H10年) 建橋構造物用制振装置の製造を開始

2002年(H14年) 台湾支店を開設

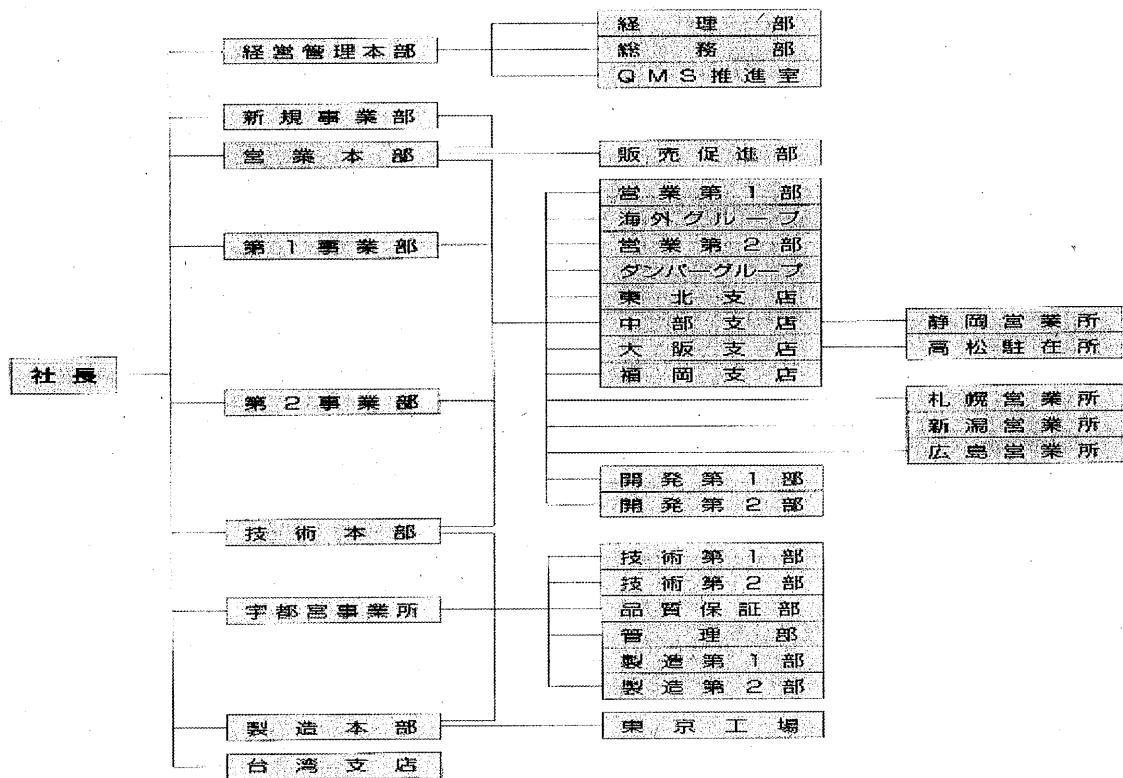
2006年(H18年) 宇都宮工場に新工場棟(K棟)、新事務棟を建設

2007年(H19年) 漢和飛輪(北京)電氣化器材有限公司を設立

2007年(H19年) 創業100周年を迎え記念式典を挙行

2009年(H21年) 宇都宮事業所の製造する原子力発電所向け管系支持装置が、米国機械学会(ASME)よりNP T1認定証およびスタンプ(製品刻印用)とNSI認定証を取得する

(三) 組織

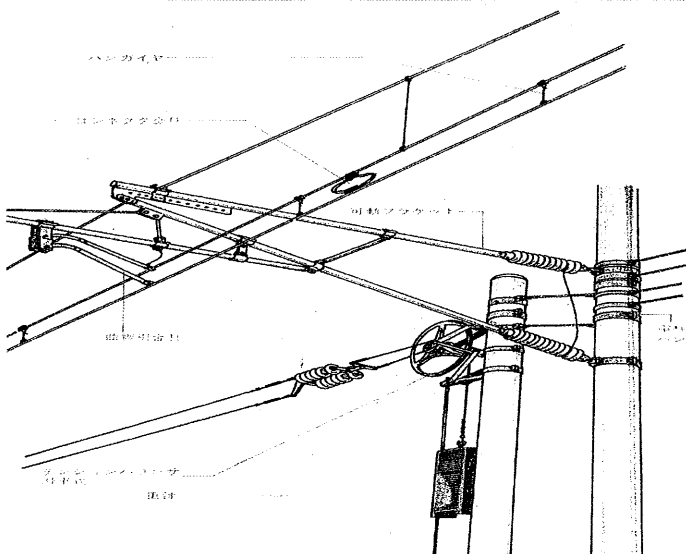


(四) 産品紹介

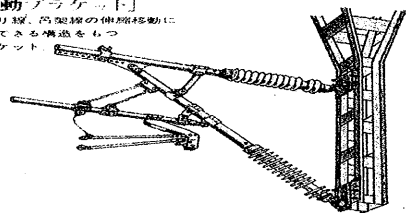
電車のスピーディーな走りを助成する電車線設備。これは空中に一定の高さに、一定の張力で電車線を張り、トロリ線から電車のパンタグラフに集電させる重要な設備です。

一般に電車線設備には、電車の速度や電源によって、

超高速用・高速用また直流・交流など多種多様な架線構造があり、これらの設備にはトロリ線を吊る金具とか、電線の伸縮を調整する装置、電気を送る金具などが必要です。

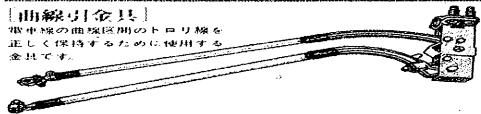


【可動ブラケット】
トロリ線、吊架線の伸縮移動に
追従できる構造をもつ
ブラケット



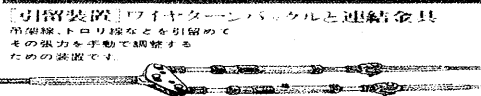
【曲線引金具】

曲線部の曲線区間のトロリ線を
正しく保持するために使用する
金具です。



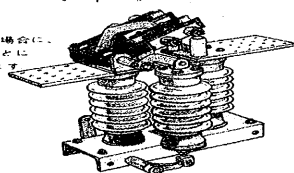
【引留装置】ワイヤークラップと連結金具

吊架線、トロリ線などを引留めて
その張力を手動で調整する
ための装置です。



【断路器】

電車線路を点検、修理する場合に、
電車線路の電源を、閉路ごとに
停電させる場所に使われます。



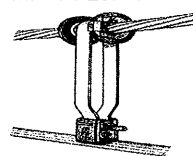
【ハンネクタ金具】

電線とトロリ線を均正し
通電する金具です。



【ハンガイヤーA型と
保護カバー】

ハンガイヤーはトロリ線を
吊架線に吊る金具です。



(五) 參觀內容

由製造部部長見日文男部先生等人引導參觀無災害工時記錄、執行各項作業所需之證照告示板及各項設備，並予詳細說明，圖 1-1 至圖 1-16。

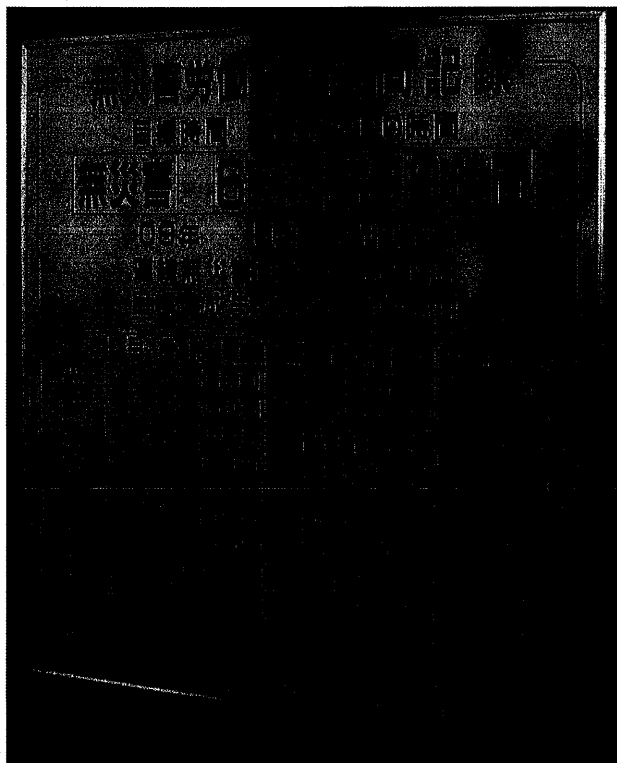


圖 1-1 無災害工時記錄告示板

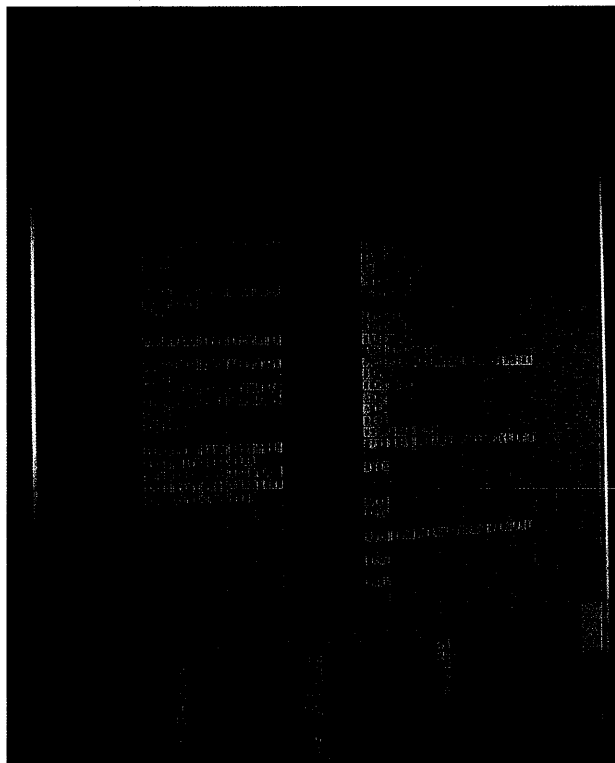


圖 1-2 證照告示板

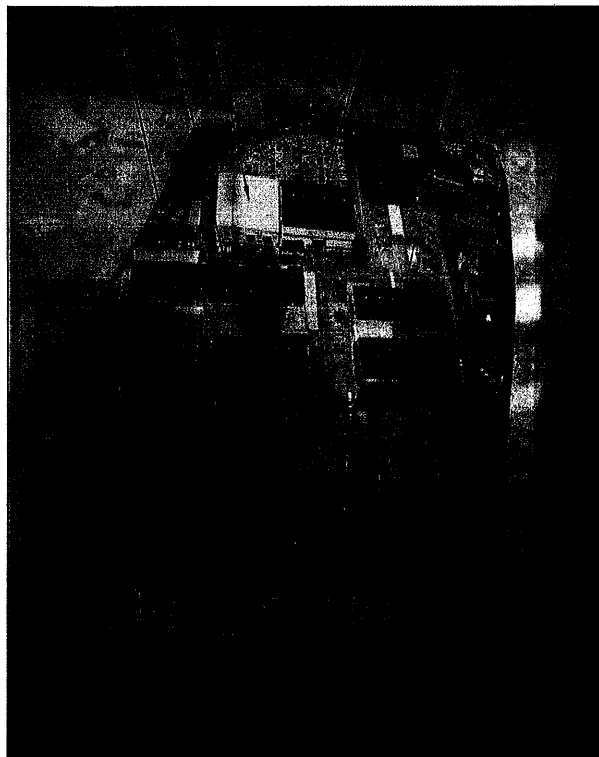


圖 1-3 A~I 各廠區位置表

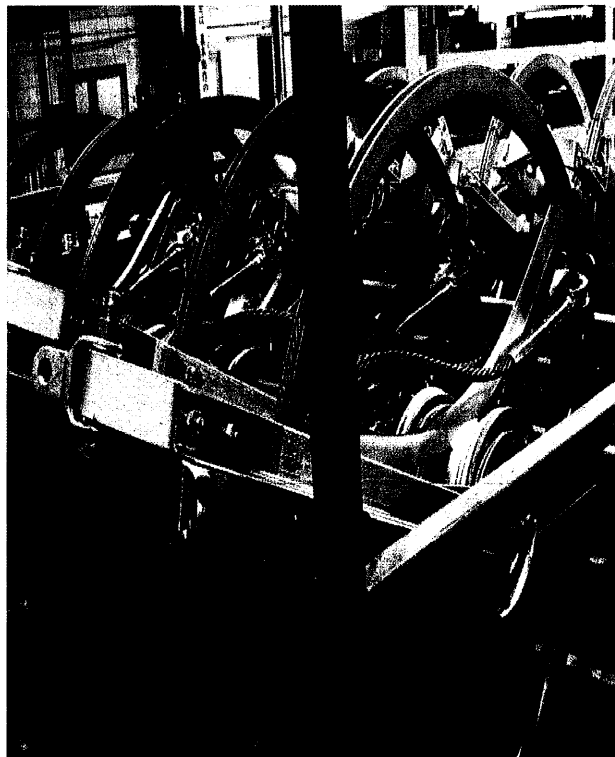


圖 1-4 平衡錘組



圖 1-5 生產中之 5mm 吊掛線

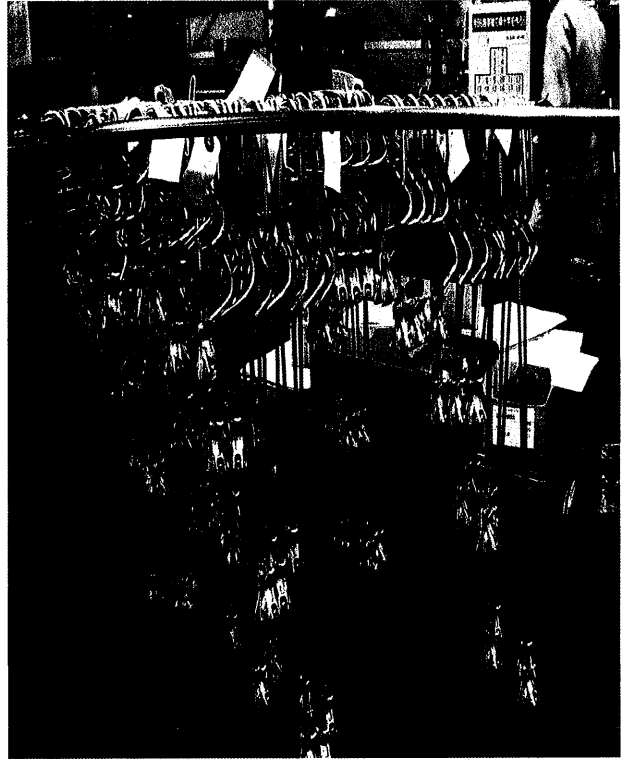


圖 1-6 5mm 吊掛線成品

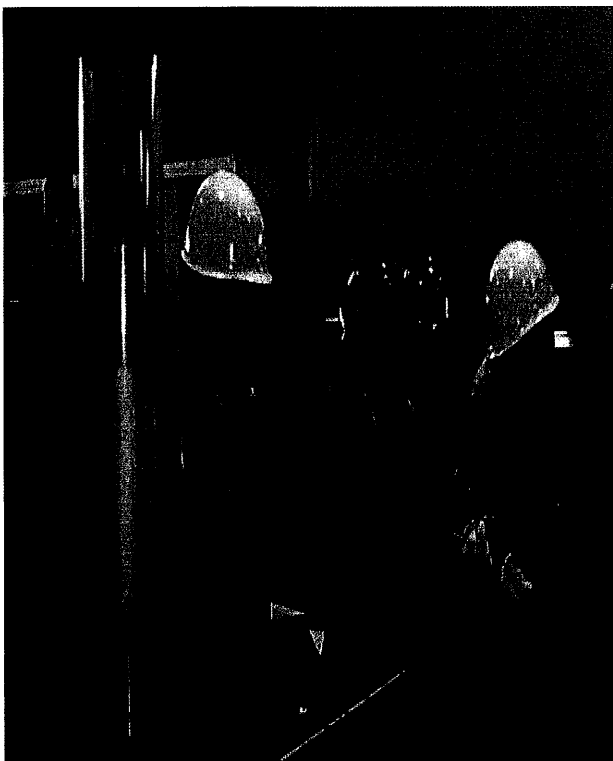


圖 1-7 5mm 吊掛線由自動機具一體
成型製造尺寸與彎曲角度絲毫不差

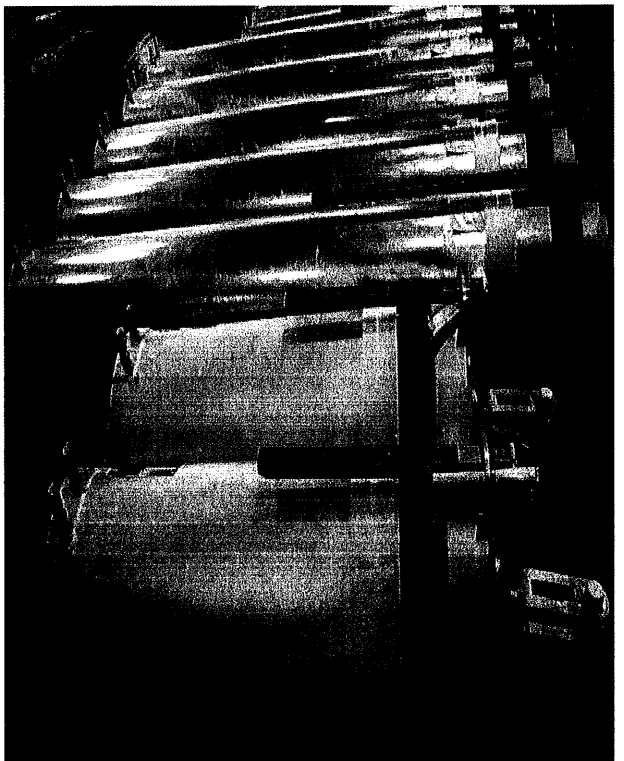


圖 1-8 彈簧式張力裝置
站內短張力區專用

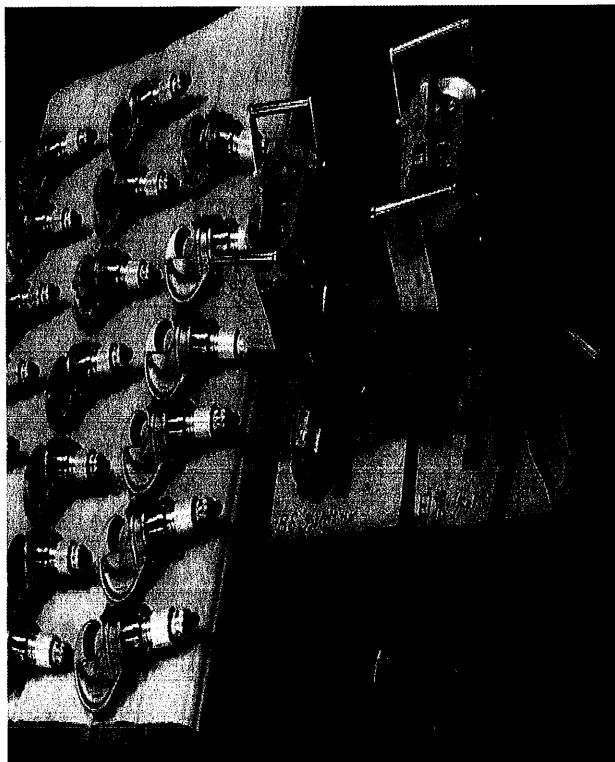


圖 1-9 電車線各項接續用壓縮頭

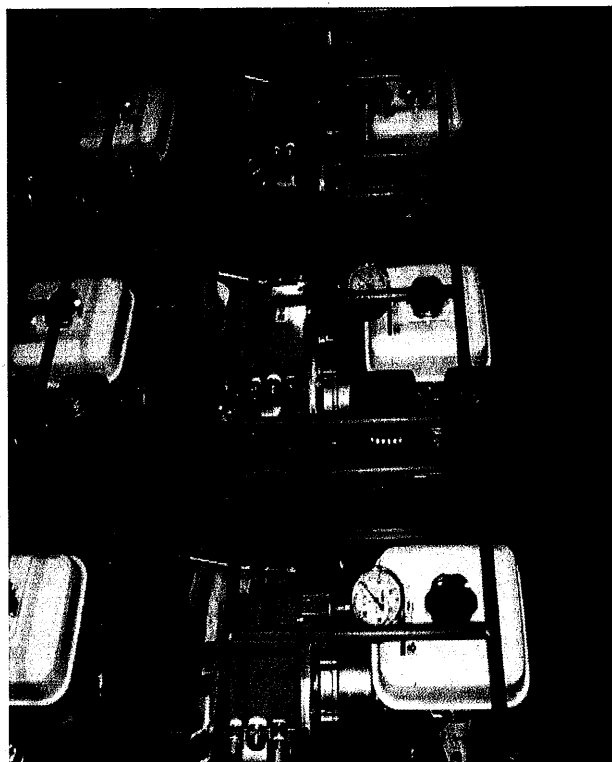


圖 1-10 汽油驅動式油壓成型機

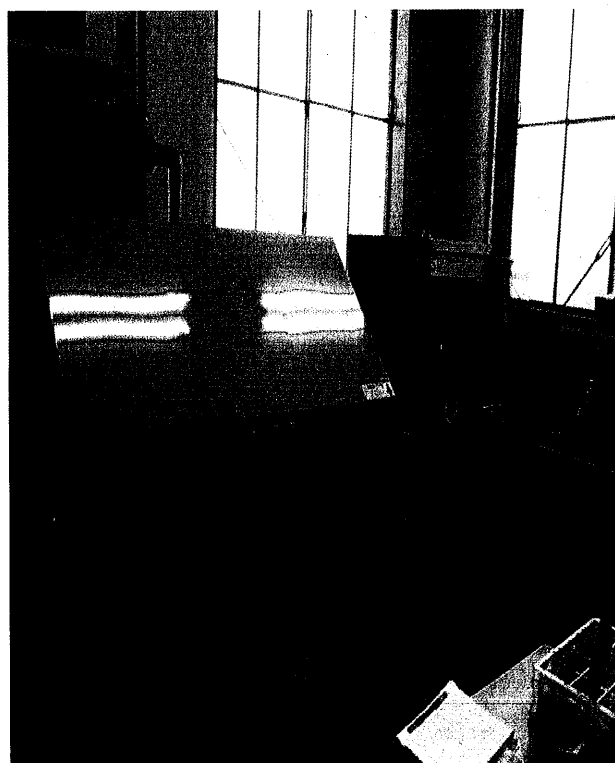


圖 1-11 物理特性試驗機
產品老化試驗

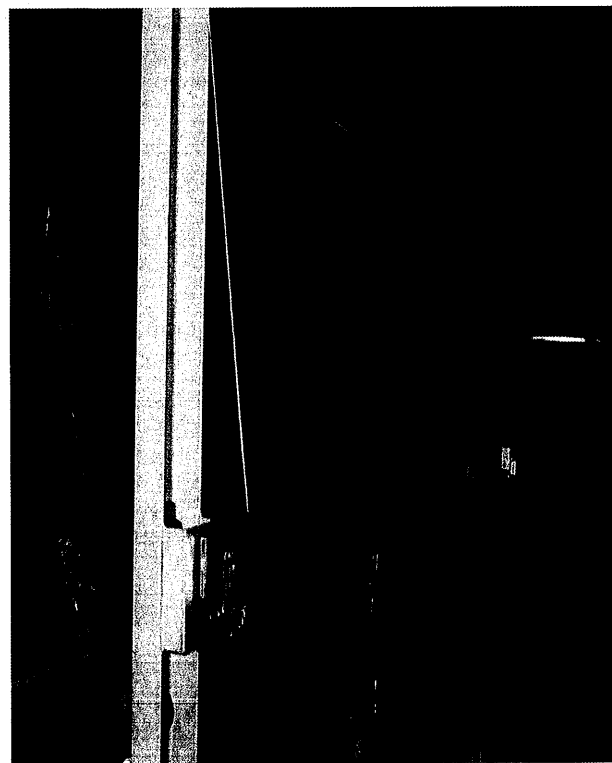


圖 1-12 機械特性試驗機
作吊掛線之振動試驗



圖 1-13 油壓式螺旋套筒作 2 倍額定拉力試驗中

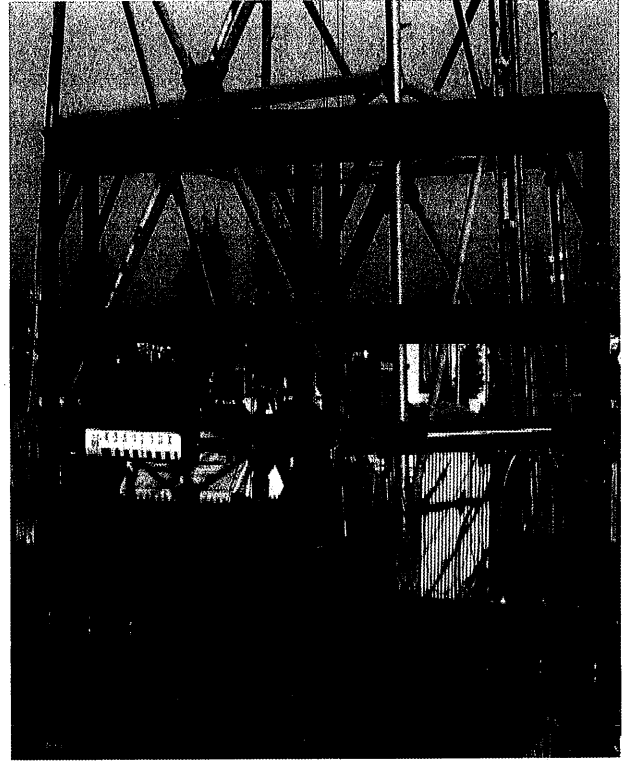


圖 1-14 彈簧式張力裝置作 1.5 倍張力試驗中

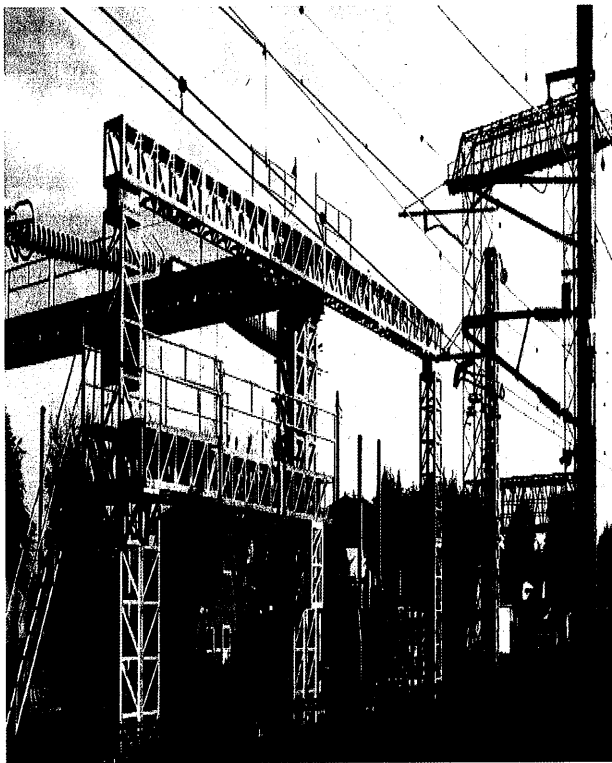


圖 1-15 高壓輸電與鐵路用設備在室外試驗場作拉力試驗



圖 1-16 壓縮套管作拉力試驗

四、參觀電車線設備

在參觀東京、品川、新大阪、等站新幹線與東武鐵道日光等線之電車線與相關設備後，與本局雖有一些差異，但部分仍值得我們參考學習，以下為參觀各項設備說明。

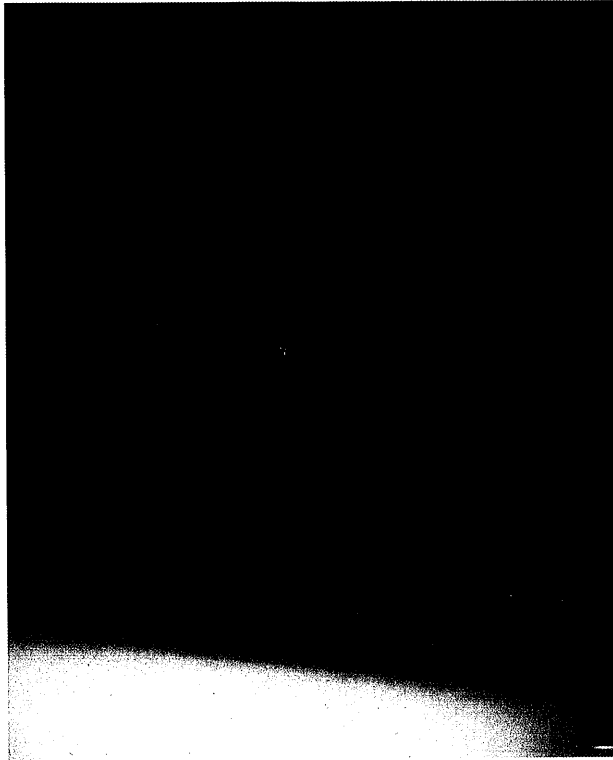


圖 1-1 新幹線懸臂組與電車線



圖 1-2 隔電子塗上綠色矽膏
防止因瓷體不潔發生閃絡事故

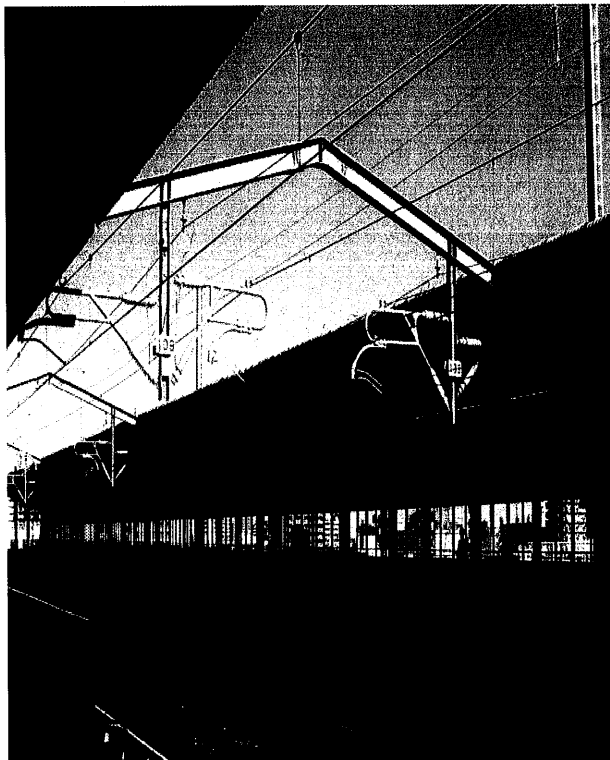


圖 1-3 月台上門型桁架

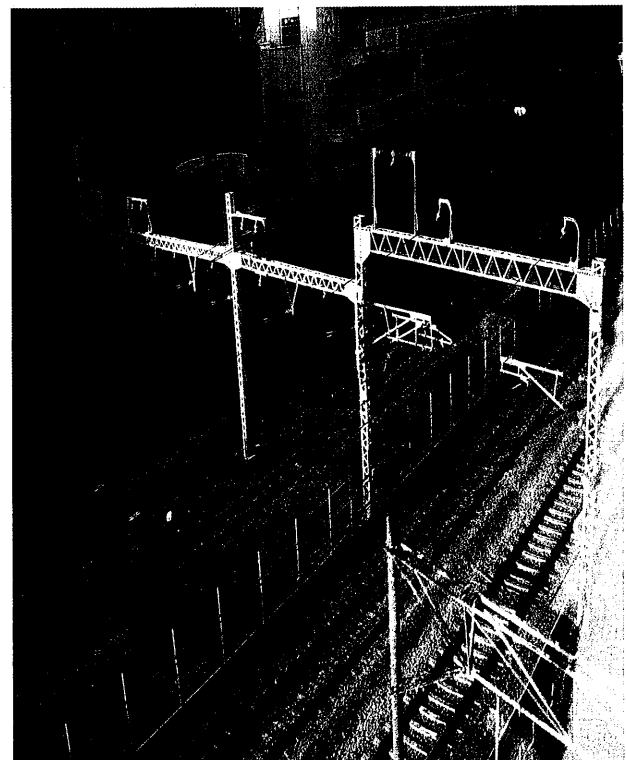


圖 1-4 多軌式桁架

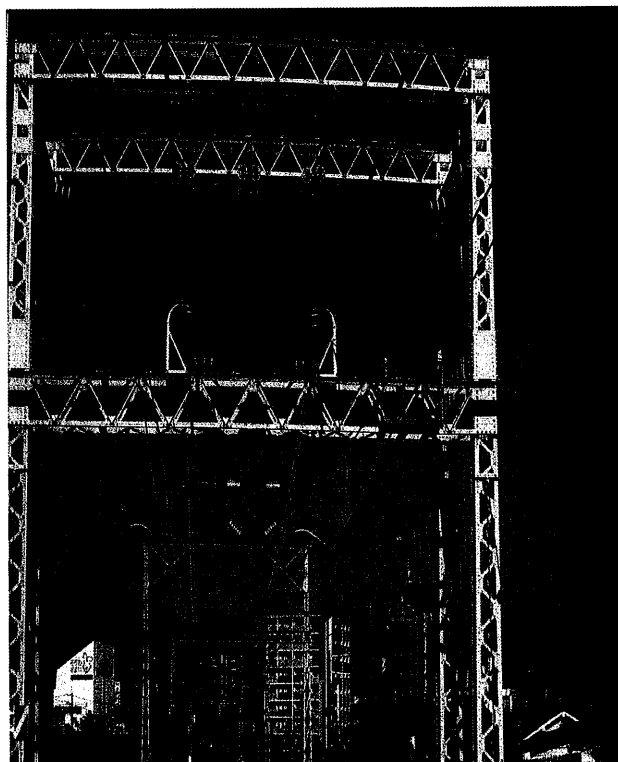


圖 1-5 多重門型架



圖 1-6 轉轍器處連軌線排列整齊



圖 1-7 平交道障礙物偵測裝置

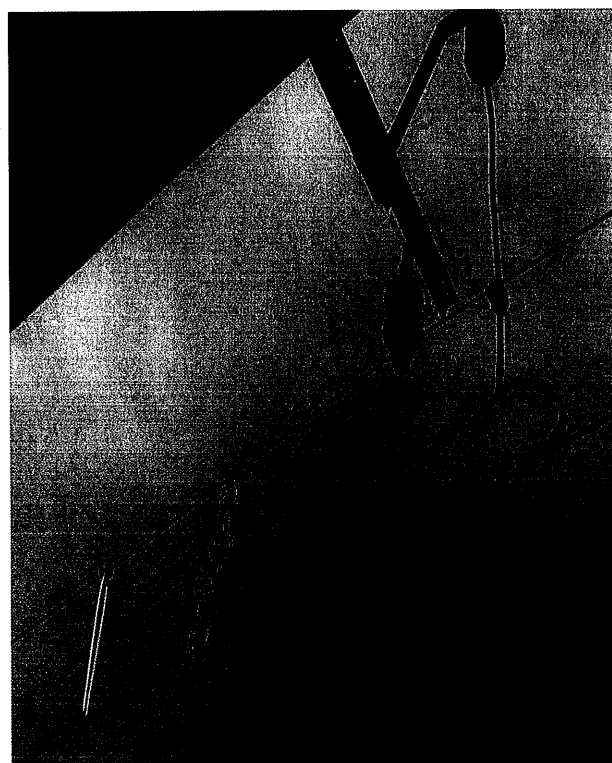


圖 1-8 直流 1500v 架空線之懸掛裝置

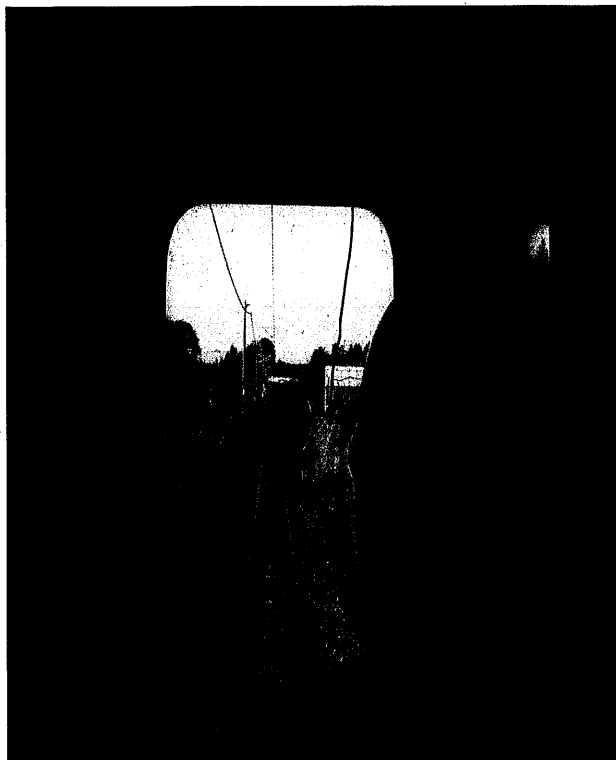


圖 1-9 保養單位使用儀器進行
列車動搖測試



圖 1-10 測試前先拍照存證含時間
工作項目測試單位等

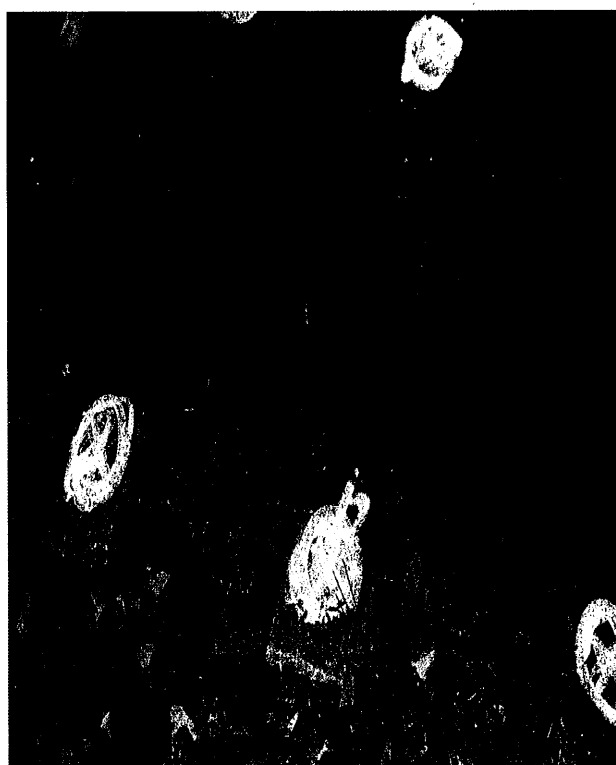


圖 1-11 以白漆標示越軌線處
提醒夜間砸道注意

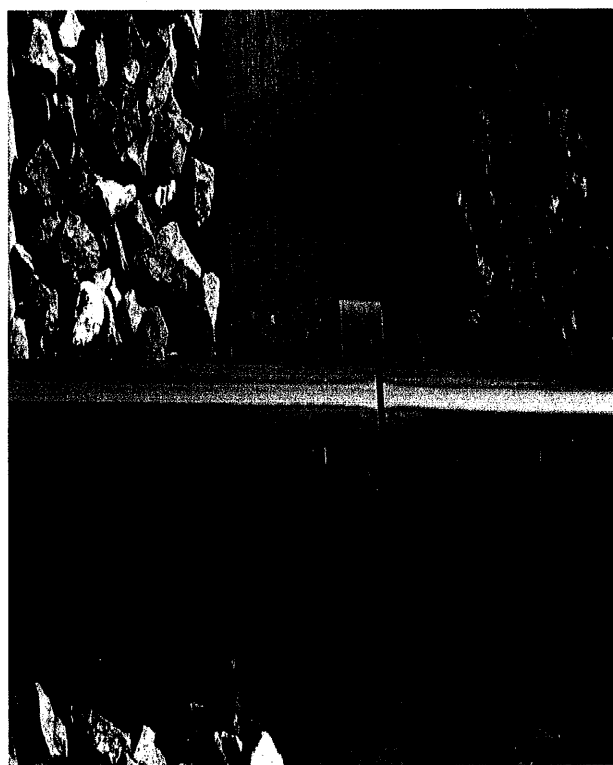


圖 1-12 連軌線以 2 條 100mm² 銅細絞線
組成，接頭採電焊方式

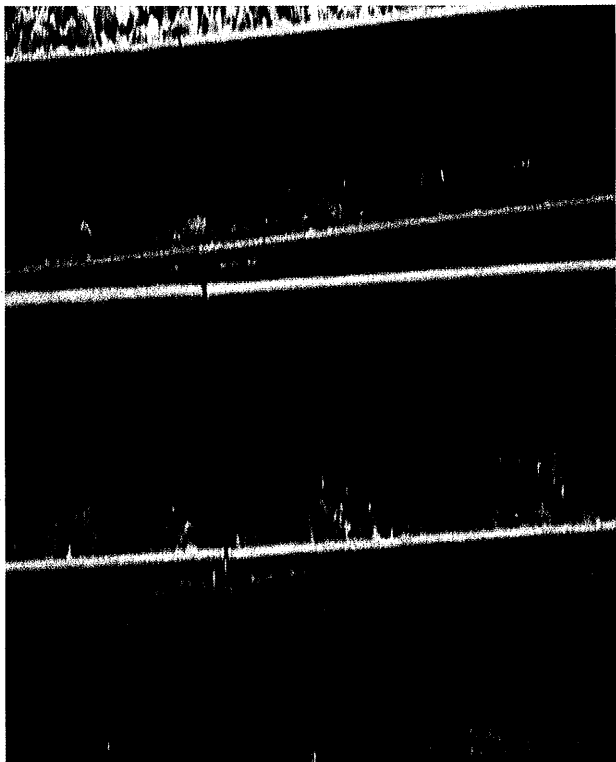


圖 1-13 三重連軌線，日本鐵路非常重視連軌線，強調回流電流須經連軌線返回變電站，若脫落將造成嚴重後果



圖 1-14 站內短張力區使用彈簧式平衡器適用拉力有 1000kgf 與 2000kgf2 種型式

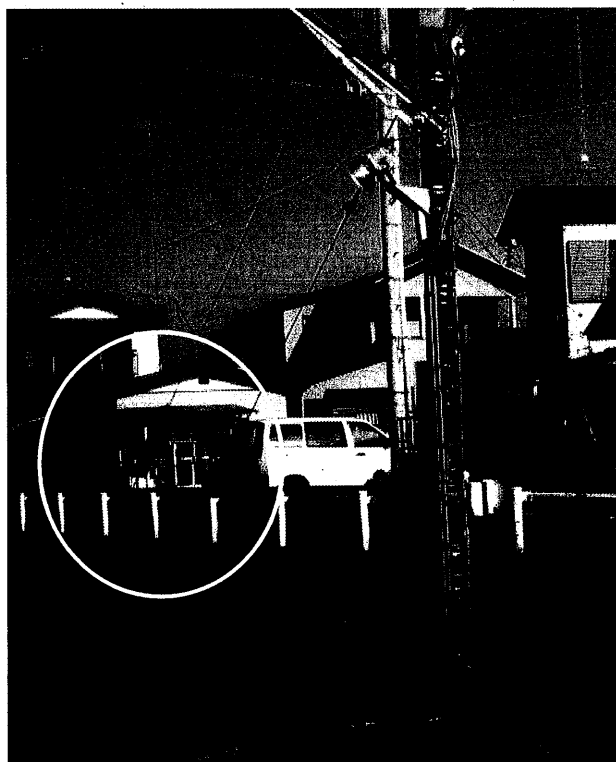


圖 1-15 電力桿 Anchor 防蛇攀爬裝置



圖 1-16 車站內棚架式電力維修工作梯子

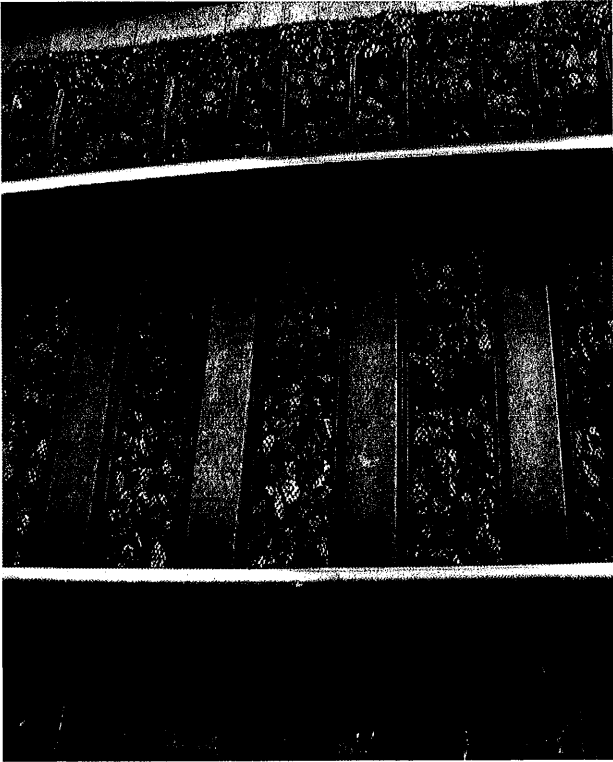


圖 1-17 車站內用網狀袋防止石渣滑動

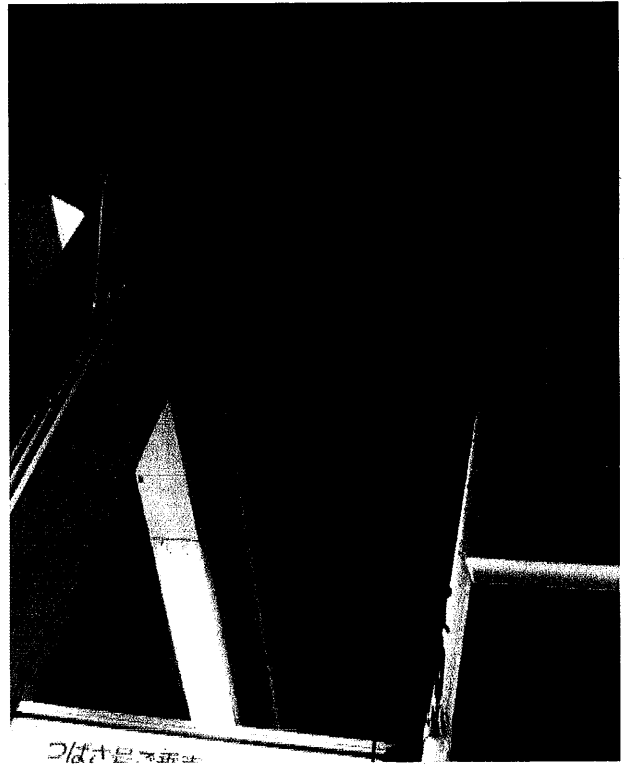


圖 1-18 月台上管線整齊配置於電纜架上



圖 1-19 保養路線之工程人員

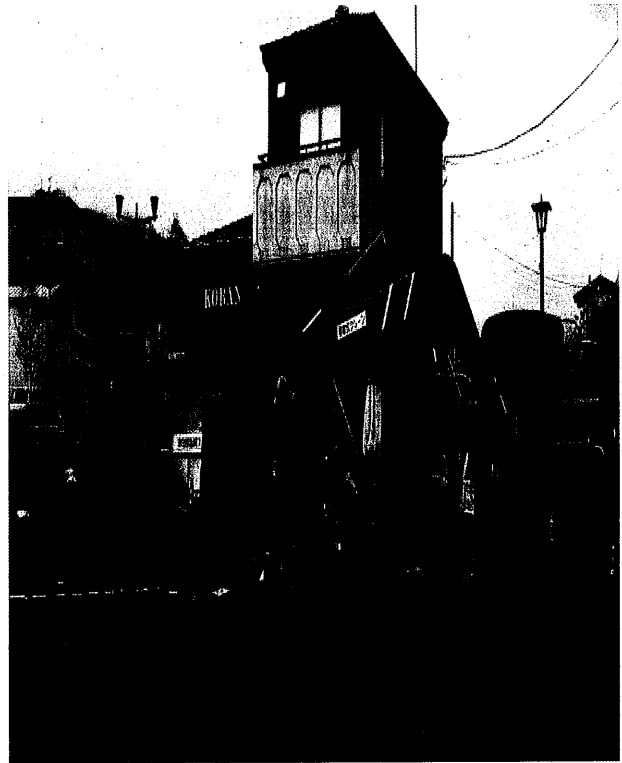


圖 1-20 施工中圍籬、標示與指揮員



圖 1-21 在車站天橋上之保養人員

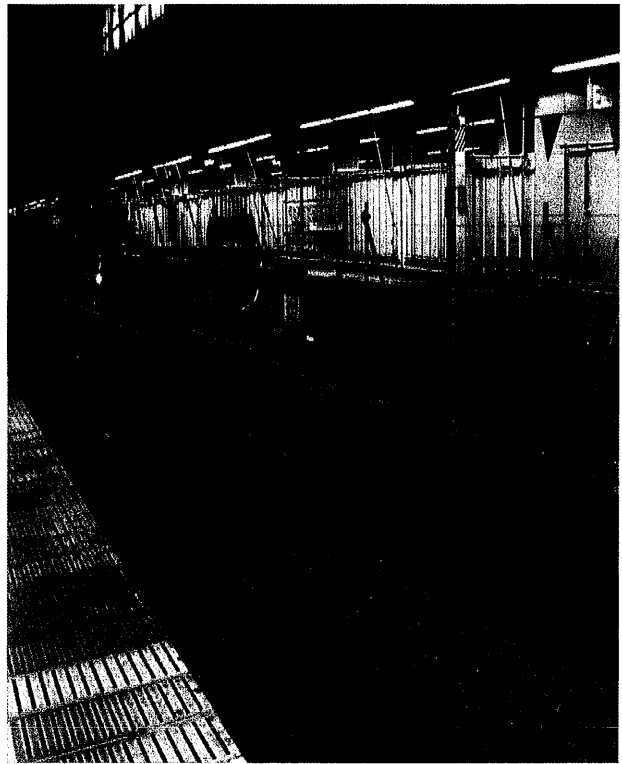


圖 1-22 車站內鄰線施工圍籬設施與標示

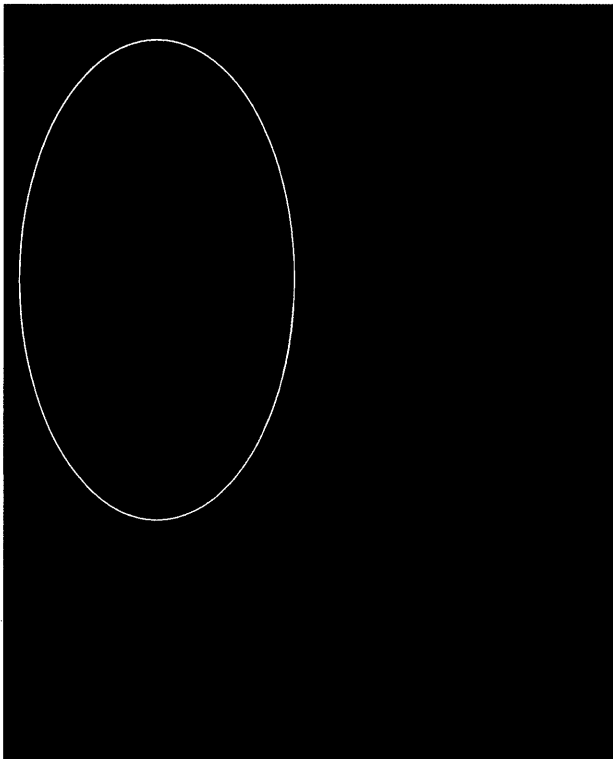


圖 1-23 電車線與車站樑底淨空
不足處採加裝絕緣板防護



圖 1-24 車站內版式軌道

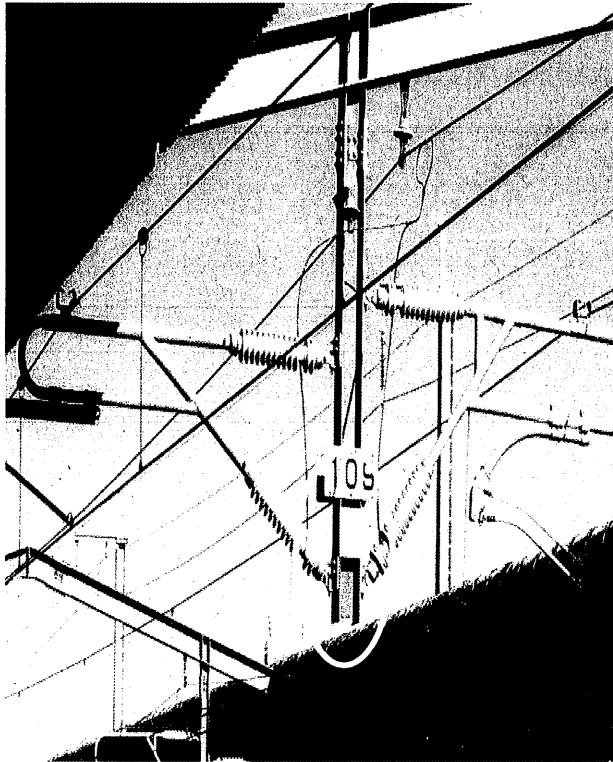


圖 1-25 隔電子下 2 層與第 3 層間隙較寬環繞一銅絞線與保護線連接，可防止隔電子閃絡

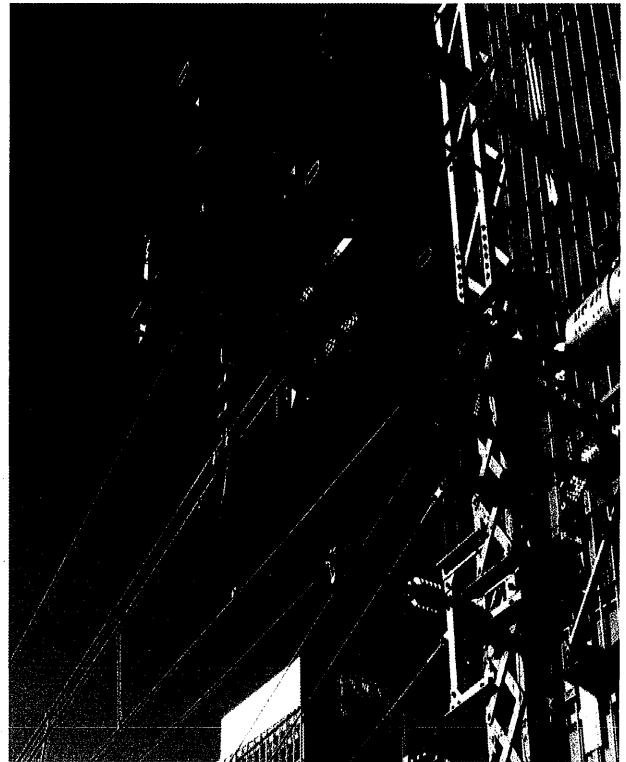


圖 1-26 雙主吊線設計

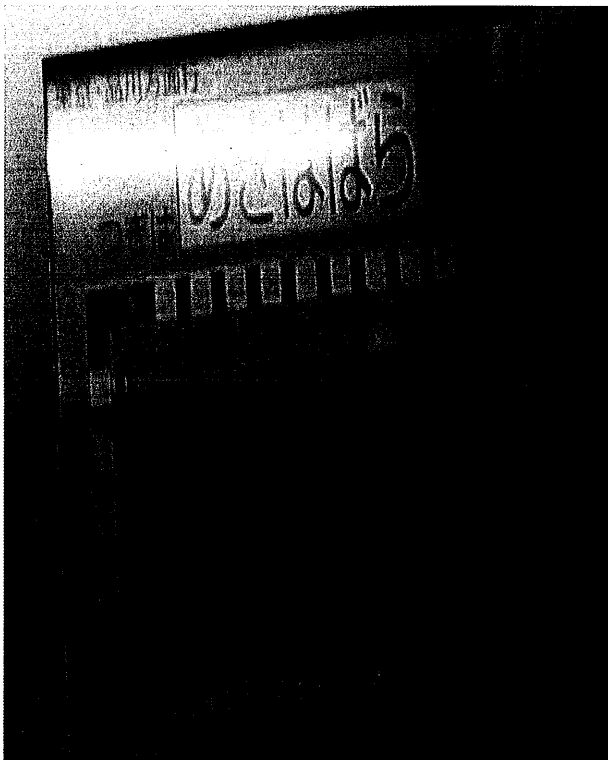


圖 1-27 列車上即時到站資訊

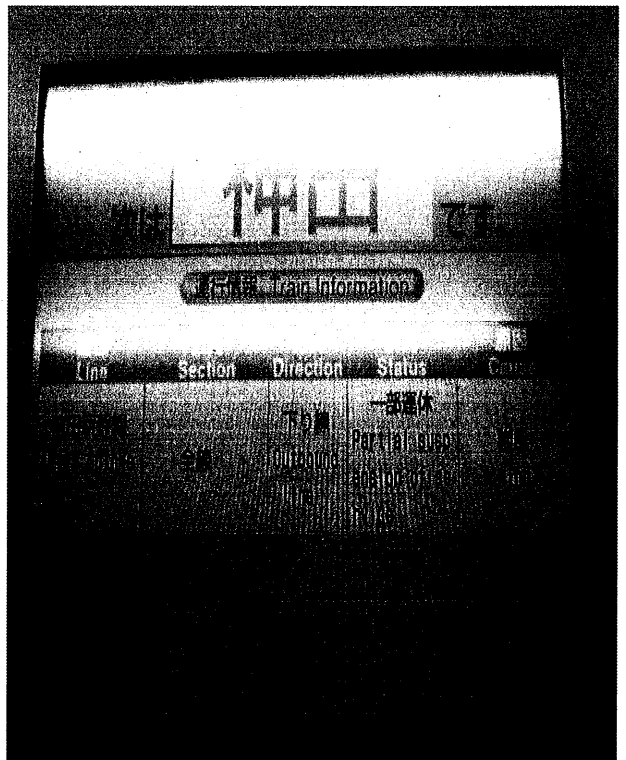


圖 1-28 列車上即時列車停開資訊

五、參觀列車接近警報裝置

(一) 無線接收式列車接近警報裝置

1. 無線發射站裝設於曲線危險地段處，現場工作人員配備無線式接收器（如下圖），當列車接近時信號經由發射站之天線發射，接收機收到後以男、女語音發出警告訊息，提醒現場工作人員及早避讓。
2. 接收機未接收到發射站之信號時，發出收信異常警示音。
3. 該產品為 JR 日本國鐵設計，使用頻率、規格均一致，再技術轉移予民間廠家承造，圖 1-1 與圖 1-2 外觀雖不同但功能一樣。

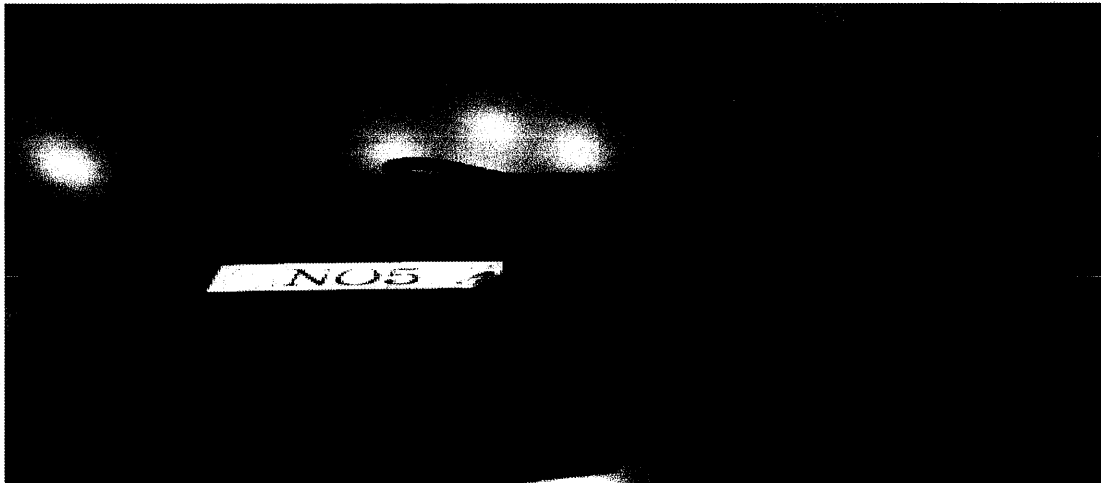


圖 1-1 無線接收器

確かな無線技術に支えられた信頼の機能が威力を発揮。

本受信機は無線式列車接近警報装置の最寄りの送信局から電波を受け、システムの正常を周知させる信号音の受信・列車接近を知らせるメッセージ等を、列車見張り員に知らせることが出来ます。

列車接近警報装置用受信機

項目	内容
製品仕様	品名 列車接近警報装置用受信機
型式	KD030303E
受信感度	12dB SINAD (dB) / VERT
使用電源	単三型乾電池 約1.5V (1.4使用)
使用時間	単三型相対的ニックル電池 約1.2V (日本標準) 5分間隔・5回連続で1分連続で受信 ・単三型相対的ニックル電池 C・500mAh以上 ・単三型ニッケル電池で2.4時間以上 ・1.000mAh 使用時 ・単三型乾電池使用時
受信機出力	送 1.50mW以上 中 1.00mW以上 小 0.50mW以上 単三型ニッケル電池使用時
消費電流	300mA以下 単三型乾電池使用時 20mA以下 送
使用温度範囲	-10°C ~ +50°C
耐水性能	IPX2 (4.9dB)
寸法	幅 65mm 高さ 22mm 奥行き 39mm
重量	約100g (電池含む)
付属品	ソフトウェア・1冊 日本語マニュアル・1冊 単三型乾電池・2本

Patent No. 第2954576号

製造元: 日立製作所

販売元: **HKDE 株式会社** 自立国際電気エンジニアリング

東京営業所 〒206-0022 東京都葛飾区神田明台二丁目1番1号
TEL 012-555-2341 FAX 012-555-2985

圖 1-2 另一型式無線接收器

(二) 感應式列車接近警報装置：

在曲線、危險路段處設置列車接近感知器，另在工作處裝設警示裝置，以電纜線連結兩裝置，當列車接近啓動點時即起動感知器，藉電纜啓動警示裝置，開始發送警報，俟列車通過另一停止點檢知器後即停止警報。

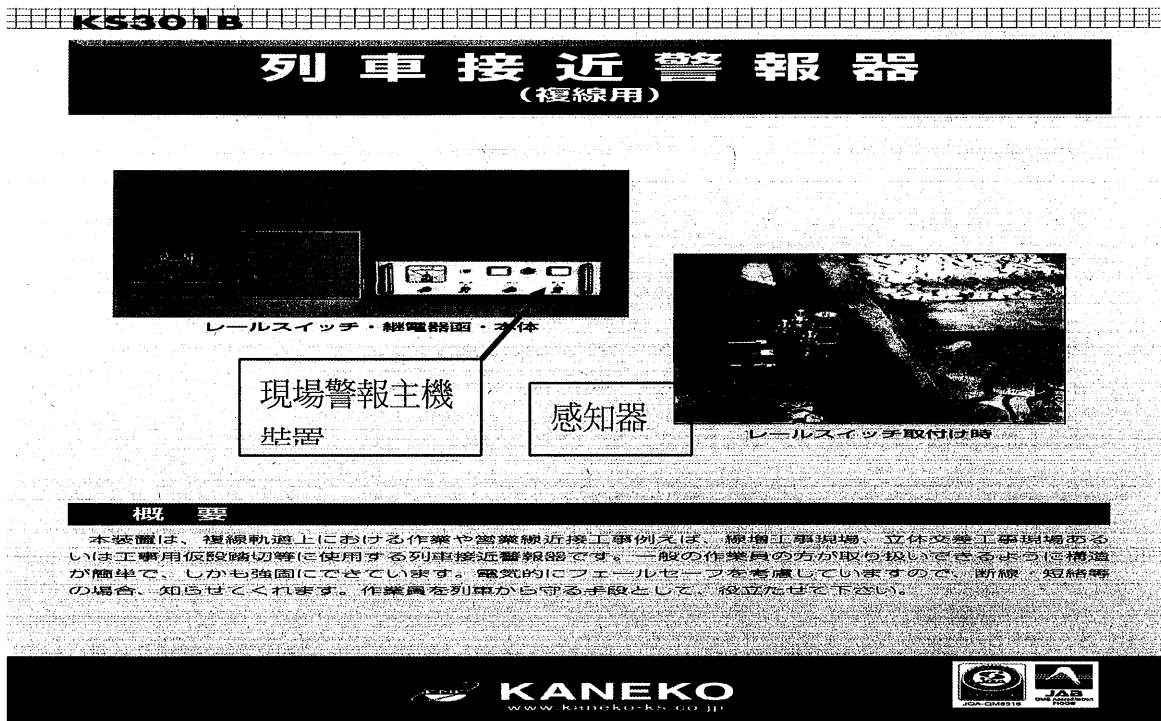


圖 1-3 感知器裝設於鐵軌側

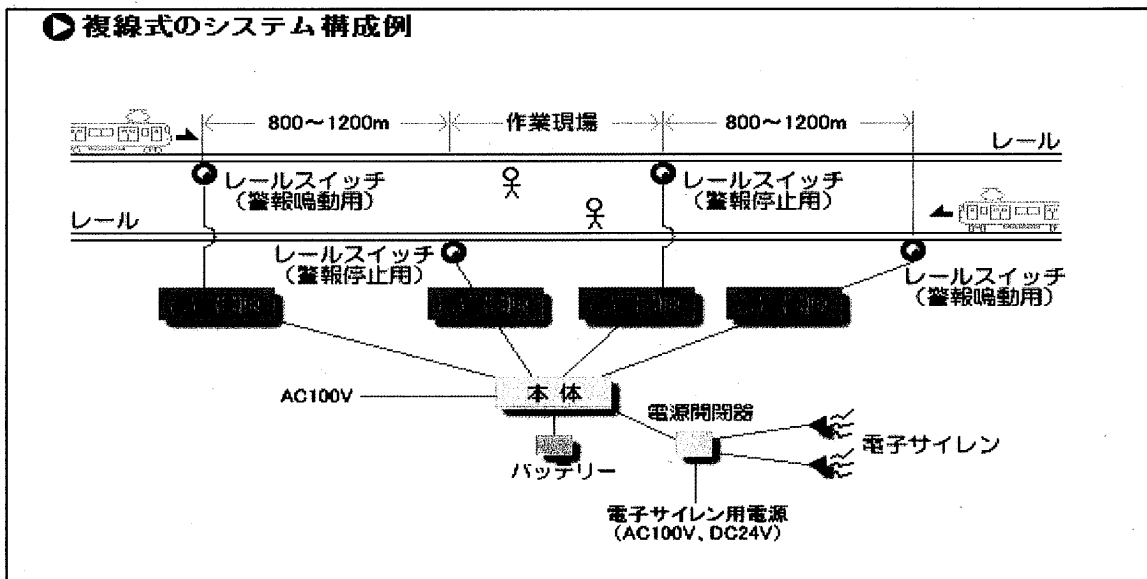
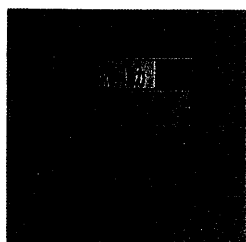
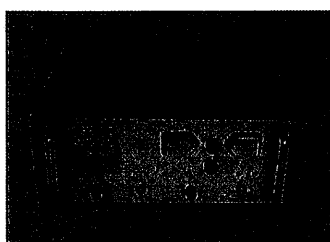


圖 1-4 列車接近警報裝置使用於複線式行車

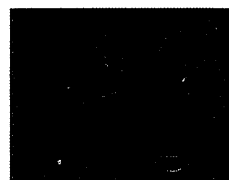
KS-NF-1型 単線上下線用
列車接近警報器



継電器箱



列車接近警報器本体



レールスイッチ

説 明

本器は単線軌道上における作業や営業線近接工事、例えば線増工事現場、立体交差工事現場あるいは工事用仮踏切等に使用する列車接近警報器であり、特に一般の作業員の方が取扱いができるように構造が簡単で、しかも堅牢にできています。電氣的にフェールセーフを考慮していますので、断線、短絡等の場合、報知するようになっています。上記作業等の補助手段として、役立たせて下さい。

組 成

本	体	(単線用 KS301A)	1個
継電器箱		(近接型 KS305B他)	3個
レールスイッチ		(近接型 KS310B他)	3個
バッテリー			2個
充電器			1個
コード		(現場に合わせて別途、ご用意ください。)	



株式会社 力 ネ コ

図 1-5 単線式行車用列車接近警報装置

陸、心得與建議

一、感謝路局提供這個機會赴日本參訪，由於參訪前即針對本次主題參考了相關文獻及蒐集資料，在參訪中見到實務運作後，理論與實際相結合更加印象深刻，獲益良多，但也深深覺得本局對於電車線故障定位技術與尖端器材引進之腳步稍嫌緩慢，不及歐美日等國。本次日本參訪感謝相關公司大力協助，也對日本人務實的專業態度及一絲不苟的敬業精神留下深刻印象。

藉由本次參訪，我們深深瞭解到，其實「整合式保護電驛及故障定位裝置」在日本電化鐵路（包含傳統的在來線與新幹線等鐵路）均已實際應用多年，且穩定性、可靠度均佳，對縮短事故復舊時間助益甚大。

也藉由現場座談與交流瞭解到，本局若要參考引進上述設備，建議應該先做評估並克服相關軟、硬體配合問題。

例如：

1. 變電站饋電側所有的保護電驛需更新為微處理型，唯有該型電驛始符合國際電子技術委員會 IEC 61850-3 規範，內建之通訊介面（Interface）及 GNP3 通訊協定（Protocol）等，方可滿足變電站自動化遠方監控需求。
2. 因應該設備之增加，與既設之主遙控系統（S.C.A.D.A）之相容性、相關軟、硬體擴充需求等問題，應先評估其可行性。
3. 傳輸該資料需要較大之頻寬與較佳之通訊線品質，現行之通訊線是否能配合問題。

二、鑑於上述第 2 項問題之複雜性，短期方案建議可擇一電力段先行試辦，架構一套與主遙控系統並行之簡易遙控集中監控系統（現已有設置一對一簡易遙控，但功能不足且已屬老舊產品），遠方端建置於電力段值班室，當發生電車線事故時，本裝置將短路電流、故障地點定位等相關資訊即時在電力段盤面顯示，俾值班人員確認事故點位置，迅速馳赴現場查處，此舉對影響行車時間之縮短，將有莫大助益。

規劃中之花東線鐵路電氣化，建議評估引進該故障定位裝置之可行性。

以上為本次參訪心得，希望能提供本局同仁對電車線故障定位技術有一基本認識，並作為日後本局評估引用該設備時之參考。

柒、參考文獻

- 一、保護電驛 許益适
- 二、電氣鐵路工學 持永芳文等著