

經驗談：

數據通信線路維護

台電嘉南供電區營運處

龔哲瑜

一、前言：

台電公司一、二次變電所已陸續改為無人化運轉，而不論是由大型主機或是由小型 SCADA 系統遙控，其主控站與被遙控站之間的通信目前大都是以數據專線做為傳輸媒介；在一次變電所，因台電公司原就裝設有微波通信線路，故採取一路經由微波數據專線，另一路向中華電信公司租用數據專線，兩路可隨時切換為主/副使用。而在部份配電變電所及二次變電所由於台電公司未架設微波通信線路，故須向中華電信公司租用兩路數據專線使用，依近幾年運轉經驗比較，台電公司微波數據專線要比租用之數據專線穩定得多；以本處使用區

域來說，四年來遇上微波數據專線故障導致通信中斷僅一次，且是由於颱風侵襲所引起的事務，平時亦少有瞬斷情形，而租用之數據專線就顯得比較脆弱。一般所租用之數據專線故障有以下幾個原因：架空纜線被扯斷、地下管線被挖斷、颱風侵襲、線路泡水、PCM 電路板故障，經過長久使用傳輸訊號衰減等；再加上跨縣市之主控站與被遙控站間經過多站轉接，以致測試點增多，電信公司數據維護人力分散又未能整合測試等諸多因素，對未具數據通信線路維護經驗的變電設備維護人員來說，真的是有捉襟見肘的感覺。隨著變電所自動化的發展，使用數據專線通信回路將越來越

多，碰上通信回路故障機會亦將愈來愈多；是故如何維護數據專線通信之穩定，減少無人化變電所摸黑時間，實是今日變電所維護工作的又一章。

本文試以變電所資訊設備維護人員觀點來探討既有通信線路之維護作

業，其方法觀念或有不正確之處，尚請先進們不吝導正，是所至盼。

二、國內數據專線與 R2-RTU 用 UPC 之匹配。

1 國內數據電路規範如表(一)、(二)、(三)：

表(一)：國內數據電路規範

傳輸速率 傳輸特性	600 比次以下	600~1200 比次	2400~4800 比次 (含 9600 比次)
電路損耗	16±1dB	16±1dB	16±1dB
最大衰耗變動範圍	短期±3dB 長期±4dB	短期±3dB 長期±4dB	短期±3dB 長期±4dB
衰耗頻率特性	0.5~2.0 KHz -2~+8 dB 0.35~2.5 KHz -3~+12 dB	0.5~2.0 KHz -2~+8 dB 0.30~3.0 KHz -3~+12 dB	0.5~2.8 KHz -2~+3 dB 0.30~3.0 KHz -2~+6 dB
群滯延特性 (Group Delay)	0.8~2.6 KHz <1800µs	0.8~2.6 KHz <1800µs 1.0~2.4 KHz <1000µs	1.0~2.6 KHz <500µs 0.6~2.6 KHz <1500µs 0.5~2.8 KHz <3000µs
脈衝雜音		忙時 15 分鐘內大於 59 dBrc 之雜音數不超過 15 個	忙時 15 分鐘內大於 59 dBrc 之雜音數不超過 15 個
背景雜音	≤50 dBrc	≤40 dBrc	≤40 dBrc

表(二)：國內數據電路規範 / 每秒 19200 比次 (含) 以上之數據電路

傳輸速率 傳輸特性	每秒 2400 比次 (含) 以下	每秒 4800 比次至 每秒 19200 比次
電路損耗	16±1dB	16±1dB
相位閃動		15°p-p 以下 (60Hz)
衰耗頻率特性 (相對於 1KHz)	0.5~2.5 KHz : -2~+8 dB 0.30~3.0 KHz : -3~+12 dB	0.5~2.5 KHz : -2~+8 dB 0.30~3.0 KHz : -3~+12 dB
群滯延特性 (Group Delay)	1.0~2.4 KHz : <1ms 0.8~2.7 KHz : <1.8ms	1.0~2.4 KHz : <1ms 0.8~2.7 KHz : <1.8ms
脈衝雜訊	忙時 15 分鐘內大於 64 dBrc 之 雜音數不超過 18 次	
背景雜音	≤45 dBrc	≤40 dBrc

(表三)：國內數據電路規範 / 每秒 56000 比次 (含) 以上之數據電路

傳輸速率 傳輸特性	每秒 56K/64K 比次	每秒 128K/768K 比次	每秒 1536K 比次	備 註
誤碼率	≤10 ⁻⁶	≤10 ⁻⁶	≤10 ⁻⁶	1. 無誤秒百分比 平均測試期間 24 小時。 2. 可用度平均測 試期間一年。
無誤秒百分比	99.5%EFS	98.5%EFS	95%EFS	
可用度	99.9%	99.6%	99.6%	
延 遲	T ₁ 電路單向絕對延遲小於 100ms			

2 R2-RTU 用 UPC 規範：

- 1. Microprocessor : 80C31, 11.0592MHz
- 2. Memory : 32KB EPROM ; 2KB SRAM
- 3. Data Rate : 1200BPS, Unconditioned
- 4. Operating Mode : Half or Full Duplex 2 or 4-Wire Lease Line (Bell 202 or CCITT V.23 Compatible)
- 5. Operating Format : Asynchronous, Binary, Serial
- 6. Transmitter Output Level : Adjustable 2 dBm to -14dBm in 2dB Steps (600 ohm)
- 7. Receiver Input Level : Adjustable -1 dBm to -43 dBm in 6dB Steps
- 8. Equalization : Option (User Selectable)
- 9. Pre-Transmission Time : 8ms to 120 ms (Software Definable)
- 10. Squelch Time : 8ms to 120 ms (Software Definable)
- 11. Self-Test Feature : Generate/Check Mark, Space, Mark/Space, CCITT 511 Pattern Running in Analog or Digital Loop-back Mode.
- 12. Digital Interface : RS-232C 9600 BPS for Protocol Mode, 2100 BPS for Modem Only Mode.

- 13. Telephone Line Common Mode Voltage : 200V DC (Min.)
- 14. Isolation --- Input to Phone Line : DC 1800V

祥正公司產品 UPC 是 Universal Protocol Converter 的縮寫，它的主要功能是把 RS-232 訊號轉變成 FSK (Frequency shift keying) 調變訊號 (以訊號頻率之大小來分辨 1 或 0)，反之亦把 FSK 調變訊號轉變成 RS-232 訊號，依 Bell 202 或 CCITT V.23 標準規格；以目前市面上的數據機比較，它是屬於一種慢速數據機；但是祥正公司把它與通訊協定轉換器結合在同一塊卡片內，成為主控站主機與 R2-RTU 之間的介面設備，同時具有數據機與通信協定轉換功能。

三、中華電信公司數據專線 (PCM 線路) 之特性：

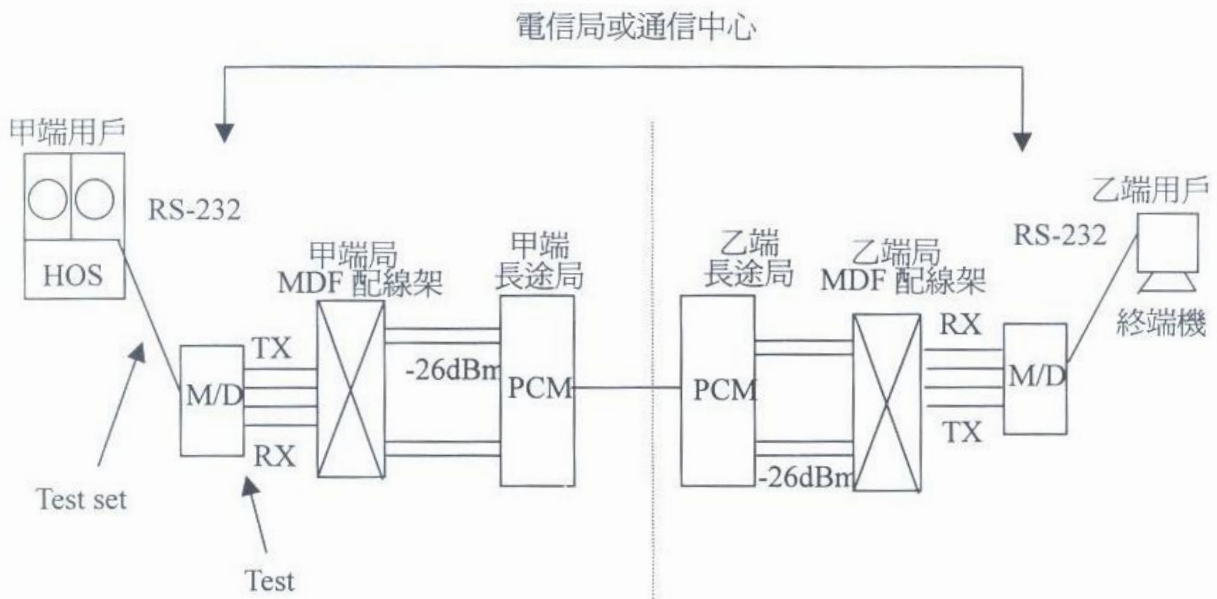
向電信公司租用數據專線須經 PCM 線路，PCM (Pulse Coded Modulation) 主要工作是將如語音等類比信號經取樣，量化及數位編碼等三大步

驟而變成數位信號脈波以利傳輸，此方式對於雜音、串音、失真等干擾的耐力特強，即使線路品質較差仍可得到良好的效果，而且因使用再生器(Repeater)使上述各種干擾不會沿傳輸線路累積下去，所以被公認為最理想的通信方式。

PCM 技術的考量因素有三：品

質、位元率(Bit Rate)，複雜度，我們當然希望信號的品質好，位元率不要太高，以免資料量太大；複雜度不要太高以免計算花費太多時間，但三個因素之間互有「交易」關係，就像翹翹板一樣，一邊昇高了，另一邊就一定會下降。

四、新架設之數據專線測試及設定：



圖一

以下是數據專線測試方法及小型 SCADA 系統山上主控站至新化 D/S 數據專線之測試報告。

數據專線測試摘要

1. 測試方法

頻率 Hz	主控 站		電信 機房		電信 機房		末端 站
1200	X ₀	→	X ₁	→	X ₂	→	X ₃
2200	Y ₇	←	Y ₆	←	Y ₅	←	Y ₄
2200	Y ₀	→	Y ₁	→	Y ₂	→	Y ₃
1200	X ₇	←	X ₆	←	X ₅	←	X ₄

註：X₀, Y₀, X₄, Y₄ 為 -10dBm。

2. 一般準則

(1) X₃ - X₀ 或 X₇ - X₄ 或 Y₃ - Y₀ 或 Y₇ - Y₄

小於 -16dBm 時，表示線路衰減過大，
可洽線路提供單位改善。

例如：X₃ = -28dBm, X₀ = -10dBm, 表示

X₃ - X₀ = -18dBm (小於 16dBm

時，表示線路衰減過大。)

(2) Z = |X₃ - Y₃| 或 Z = |X₇ - Y₇|

a. Z < 2.5 dBm；表示線路之頻寬正常，
對高、低頻信號衰相差不多。

例如：X₃ = -8.5dBm, Y₃ = -10dBm,

即 Z = |X₃ - Y₃| = 1.5dBm

b. 2.5dBm < Z < 8dBm：表示線路之頻
寬較窄，對高頻信號衰較多。此時可
將 UPC 卡之 SW1 設定為 AE 模式(即
Bell 202, 4W, AE) 即可。

例如：X₃ = -13.5dBm, Y₃ = -18dBm, 即

Z = |X₃ - Y₃| = 4.5 dBm。

c. Z > 8dBm：表示線路之頻寬很窄，
對高頻信號衰很多。需搭配 TLC 卡
之 JP1/JP2 串聯電容器設定及 UPC
卡之 AE 模式設定即可。

例如：X₃ = -18.5dBm, Y₃ = -29dBm, 即

Z = |X₃ - Y₃| = 10.5 dBm。

將 TLC 卡之 JP1/JP2 設定為 7-8，

則 Z = |(-18.5 - 7.2) - (-29 - 3.5)| = 6.8
dBm，同時將 UPC 卡設定為 AE 模
式。

3. Tx level 設定注意事項

(1) 如為 PCM 線路，則應調整 UPC 卡之
Tx level 以配合 PCM 載波設備之輸入
位準為 -26dBm。

(2) 如為實線，則 UPC 卡之 Tx level 愈強
愈佳，但應不大於 0dBm。

4. Rx sensitivity (靈敏度) 設定注意事項

(1) 如線路背景雜訊很小時，則將 UPC 卡
之 Rx sen. 設為較正常接收訊號強度小
12 dBm。

(2) 如線路背景雜訊很小時，則將 UPC 卡
之 Rx sen. 設為較正常接收訊號強度小
12 dBm，同時應比背景雜訊高。

(3) 中華電信公司數據專線背景雜訊界於
-50dBm ~ -90 dBm 之間。

數據專線測試報告

		主站(HOST)		末端站(RTU)		
		山上 P/S		新化 D/S		
專線號碼	測試頻率	主站(HOST)		傳送方向	末端站(RTU)	
Line#1	1200Hz	-10		→	-9.7	
	2200Hz	-10		→	-13.2	
	1200Hz	-6.6		←	-4	
	2200Hz	-10		←	-4	
Line#2	1200Hz	-14		→	-9	
	2200Hz	-14		→	-11.4	
	1200Hz	-8.4		←	2	
	2200Hz	-10.4		←	2	
UPC 卡設定		主站設定值			末端設定值	
UPC#1	Tx Level	-10	dBm	1000	-4	dBm
	Rx Sen.	-31	dBm	1010	-31	dBm
	其他	<input checked="" type="checkbox"/> : AE Mode <input type="checkbox"/> : 串聯電容 JP1/JP2 : -----			<input checked="" type="checkbox"/> : AE Mode <input type="checkbox"/> : 串聯電容 JP1/JP2 : -----	
UPC#2	Tx Level	-14	dBm	1010	2	dBm
	Rx Sen.	-31	dBm	1010	-31	dBm
	其他	<input type="checkbox"/> : AE Mode <input type="checkbox"/> : 串聯電容 JP1/JP2 : -----			<input type="checkbox"/> : AE Mode <input type="checkbox"/> : 串聯電容 JP1/JP2 : -----	
備註						
UPC Card SW1 : (Mode) 11011 : Bell 202,4W (*) 01011 : Bell 202,4W,AE		* UPC Card SW3 : (Tx Lev.) 0000 : 2dBm 0001 : 2dBm 0010 : -2dBm 0100 : -4dBm 0101 : -6dBm 0110 : -8dBm 1000 : -10dBm (*) 1001 : -12dBm 1010 : -14dBm	* UPC Card SW2 : (Rx Sen.) 1000 : -43dBm (*) 1001 : -37dBm 1010 : -31dBm 1100 : -25dBm 0000 : -19dBm 0001 : -13dBm 0010 : -7dBm 0100 : -1dBm	TLP Card JP1/JP2 : 1-2 : Normal (*) 3-4 : 2.5dBm/1200Hz, 0.9dBm/2200Hz 5-6 : 4.6dBm/1200Hz, 1.8dBm/2200Hz 7-8 : 7.2dBm/1200Hz, 5.7dBm/2200Hz		

五、與中華電信公司打交道

目前台電公司各單位租用中華電

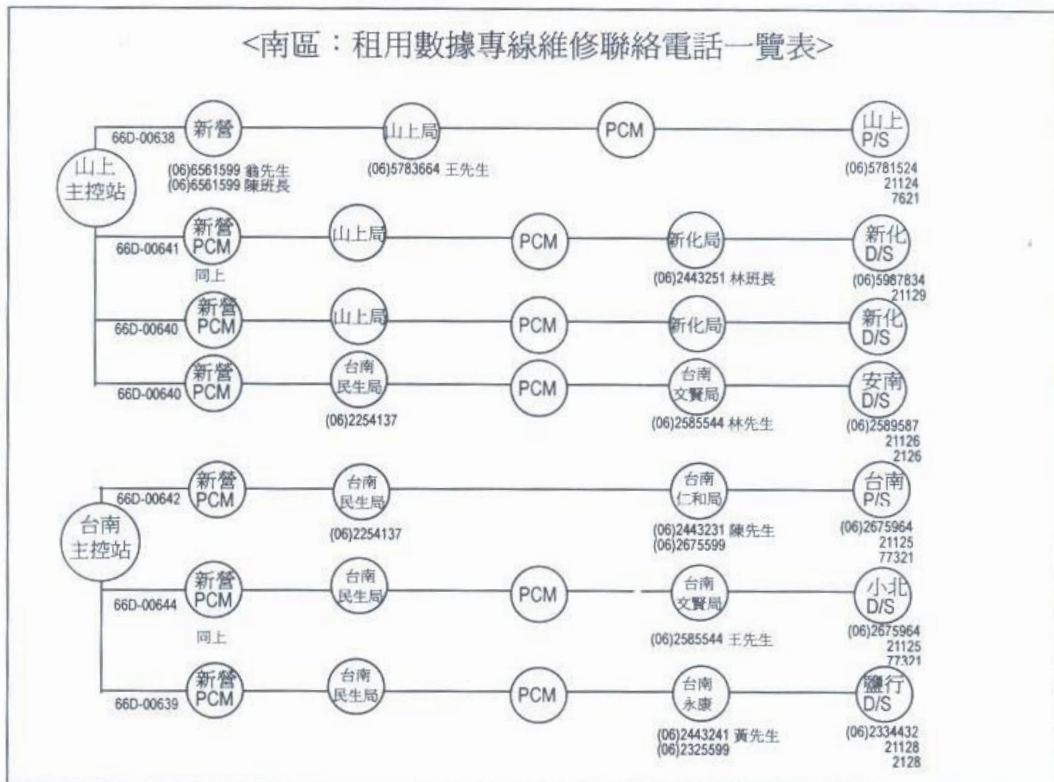
信公司之數據專線可說是從台灣頭至台灣尾都有，其使用目的是相同，但

如遇通信中斷或經常瞬斷情形時，與中華電信公司交涉方法不盡相同，據筆者所知大概可分成以下幾類：

- 5.1 公事公辦法(行文至對方)
- 5.2 高層主管公關法(軟性訴求)
- 5.3 基層主管公關法(軟性訴求)
- 5.4 技術人員相互激將法(專業知識硬碰硬)

不管用什麼方法，最終目的都是為了能保持通信線暢通。由系統主機到各被遙控所的終端設備其所經過的各種通信/資訊界面，分由不同部門負責維護，以電信公司來說，有甲、乙

兩端之單位，而各單位底下又分成線路科、數據科。因此每遇到通信線路故障時，勢必要連絡電信公司甲、乙兩端之對口單位維護人員同時到線上做測試，以便釐清故障地點。此時如遇到本位主義較重者，堅稱自己設備沒問題，都是對方設備出問題，那麼我們如何要求對方合作以便做全線整合測試，找出問題點，就有賴上述所提 5.1~5.4 的方法。圖(二)是本處所建立的租用數據專線維修連絡電話網路之一。



六、建立數據專線維護程序：

以下是數據專線維護作業程序書，依此程序執行數據專線維護作業。

數據通信線路維護作業程序

1.訂定目的

使用正確的數據通信測試方法，已確定通信線路特性，排除通信線路故障以維持通信暢通及良好通信品質。

2.適用範圍

適用於本公司 XXX 設備有關數據通信線路維護技術。

3.依據文件

本公司品質手冊第 X 章製程管制。

4.用語解說

- 4.1 數據專線：指向電信公司租用之數據專用通信線路，或指本公司微波數據專用通信線路。
- 4.2 送收準位值：數據通信線路量測時，發送端與接收端之準位（dBm）值。

5.權責區分

- 5.1 變電所遙測系統主控站人員負責監視通信線路狀態。
- 5.2 資訊股負責通信線路故障之登錄、連絡、追蹤及測試，電算課長負責審查數據通信線路查修結果。
- 5.3 電信公司負責查修經本單位報案之故障通信線路。
- 5.4 本公司 XXX 通信維護區負責維修本單位微波數據專線。

6.作業程序

- 6.1 主控所值班人員發現通信中斷或通信線路經常瞬斷（依主控所電腦通信狀態圖判斷），隨即以電話通知電算課處理。
- 6.2 電算課接獲通知後，若未能立即處理修復者，應登錄於電算課設備異狀處理工作連絡單（QP-XX-02 F3）。

- 6.3 電算課資訊股依故障線路代碼向電信公司故障台或本公司 XXX 通信維護區請求查修。
- 6.4 資訊股接獲修復通知後依自編 E4-DC0-04 美製 LT3 通信品質測試作業程序步驟測試通信線之送收準位。
- 6.5 通信線路測通，並確認通信準位合格後，資訊股人員通知主控所將已修復之通信線路併入系統使用。
- 6.6 主控所運轉人員如發現通信線路仍不能併入系統正常運轉，則再通知電算課處理。
- 6.7 電算課資訊股登記修復時間及故障原因於電算設備異狀處理工作連絡單 (QP-XX-02 F3)，並送電算課長審核。
- 6.8 電算課資訊股於每半年定期維護資訊設備時，應測試每條通信線路之通信品質，並登錄測試結果於 R2-RTU 末端資訊設備點檢表 (E4-DC0-01 F1) 內 UPC 卡測試欄；及通信品質量測標準範圍值表內，以判斷當時通信品質是否合乎標準。

7. 流程圖

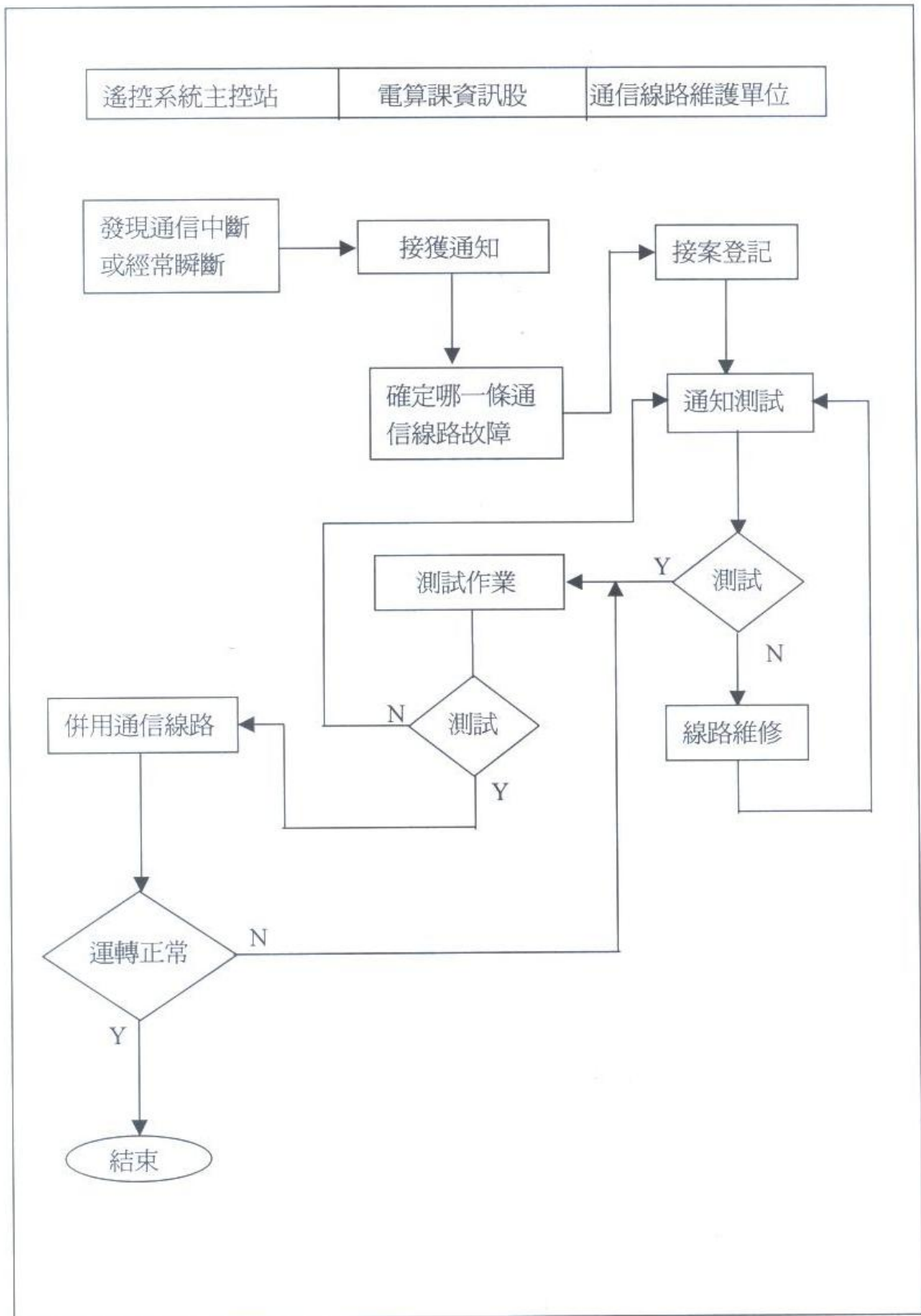
數據通信線路維護作業程序流程圖

七、結論與建議：

隨著資訊時代的來臨，數位通訊愈趨普及，對變電所設備的運轉/維護亦不能自外於此。通信媒介、通信界面設備保持暢通，資訊系統才能順利運轉。就台電公司 SCADA 系統來說，系統主機與被遙控所之間不論多遠多近，被遙控所愈來愈多，通信線迴路陸續增加，資訊股如何維持系統內通信線路暢通，是一項重點工作。但話說回來，台電公

司設有通信處，各區亦設有通信中心，其通信維修人員對於通信方面的專業遠優於變電技術人員，何不讓台電公司通信處接掌維護 SCADA 的通信系統？相信其與中華電信公司通信維護人員的交涉，因同質同業的關係，絕對比變電技術人員來得順利，而且以通信處既有的測試設備與儀器，要接掌本項業務亦絕對綽綽有餘。

數據通信線路維護作業流程圖



通信位準量測標準範圍值

通信區間	標準值	RX 通信位準 (標準範圍-5dBm~-20dBm)	
		HOST 端	RTU 端
新營主控站 → 山上 P/S	MW	-18.6	-19.4
	LL	-12.2	-14.0
新營主控站 → 安南 P/S	MW	-11.5	-16.5
	LL	-12.2	-11.4
新營主控站 → 新化 D/S	MW	-12.0	-10.8
	LL	-8.6	-11.3
新營主控站 → 台南 P/S	MW	-17.2	-17.6
	LL	-14.1	-13.2
新營主控站 → 鹽行 D/S	MW	-11.5	-17.1
	LL	-12.3	-13.8
新營主控站 → 小北 D/S	MW	-16.6	-17.0
	LL	-11.2	-10.8
新營主控站 → 嘉義 P/S	MW	-11.8	-12.8
	LL	-6.4	-6.1
新營主控站 → 新營 P/S	L1	-11.3	-11.9
	L2	-11.7	-11.3
嘉民 E/S → 嘉民 E/S	L1	-12.8	-12.5
	L2	-12.7	-12.7
嘉民 E/S → 雲林 P/S	MW	-11.3	-11.4
	LL	-11.3	-11.3
嘉民 E/S → 北港 P/S	MW	-11.3	-14.2
	LL	-16.1	-17.6

課長：

股長：

測試者：