

乙太網路運用於保護電驛系統

供電處 許文興
調度處 王增雄

一、前言

一般通訊系統應用在電力系統中除了提供一般電話通訊使用、系統監視控制和資料的傳輸(SCADA, supervisory control and data acquisition)、電力調度系統監視、遙控與智慧型電子裝置(IED)上的資料傳輸和在電驛系統保護上,並提供輸電線路上主、後衛保護電驛的使用。在面對電力系統愈趨龐大且複雜下,對於提供故障清除時間與系統的保護要求相對愈快。因此,在高壓輸電線路兩端保護電驛,必需具有快速動作之性能。為此要求,一般而言並不困難,若在輸電線路兩端使用方向性過流或測距電驛保護,由於協調或暫態超越(coordination or transient overreach)所限,都無法設計使其在線路末端故障時,獲得快速跳脫保護。對此,在線路兩端之保護區域邊緣則必須依靠某些特殊形式的保護才能達成。以通訊頻道做為在線路兩端的傳送訊息的媒介,快速傳送訊息用來判斷故障點是否在其保護範圍之內,並送出訊號給保護電驛,以決定電驛是否應該動作跳脫。此種利用通訊媒介來驅動電驛快速地將故障區段隔離的方法,我們稱為載波電驛系統(Pilot relaying system)。載波電驛系統內各個終端點間必須有某種形式的訊息通道(channel),來傳送兩端電驛隨時監測到所保護區間內的狀況,當故障發生時,線路兩端的電驛會進行比較雙方的故障情況,以確定為內部或外部故障。使用載波電驛系統,對線路

任何地點的內部故障,均可提供兩端同時的快速跳脫,其優點為(1)允許快速復閉(reclosing)以改善電力的品質。(2)改善電力系統的暫態穩定度。(3)減少線路損壞和導線燒損的可能性。

二、載波電驛系統應用於通訊技術

在通訊系統中一般可依通訊介質(如光纖、微波、銅軸電纜)、資料存取的同步/非同步、和調變的技術等來作分類[1]。在目前主要應用於台電保護電驛系統中若依通信頻道方式可分為(1)電力線載波(2)音頻通訊(3)微波通訊(4)光纖通訊。

(1)電力線載波(Power Line Carrier) [2]

電力線載波本身是利用電力輸電線來傳輸訊號,使用頻率為30~300KHz。其基本架構是由載波機組、線路調諧器、耦合電容器、陷波器等主件構成。載波機組的發射器受控於其所接的電驛系統。發射的載波訊號(carrier)由同軸電纜連接至線路調諧器,再經耦合電容器拼接至輸電線路上傳送至遠端。經遠端的耦合電容器、線路調諧器、同軸電纜接至遠端載波機組的接收機供電驛系統判斷。圖(一)為電力線載波設備圖。主要附件的功能如下:

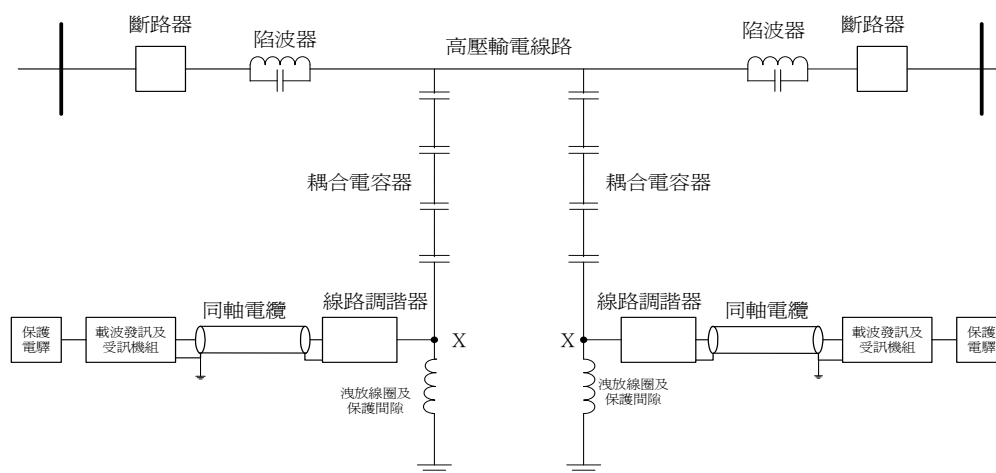
(A)耦合電容器:載波訊號經此電容器耦合到電力線上。它是一串層疊的電容器,電容值0.002至0.02 μ F之間,視型式及額定電壓而定。一

般實例多使用相對地的耦合方式，每端只需一具耦合電容器，且訊號的衰減較低。為提高通道的可靠度，可使用相對相的耦合方式。在長距離線路的場合有採用三相耦合的方式，來減低訊號的損失。目前台電只使用相對地耦合方式。

- (B)同軸電纜：載波機組與線路調諧器間需用特性阻抗為 50Ω 或 60Ω 的同軸電纜。一般同軸電纜祇一端接地，如地需兩端接地時，則應在電纜溝中加一條 4/0 銅線將同軸電纜兩端的接地點連接起來。否則接地故障電流可能將同軸電纜燒毀。
- (C)線路調諧器：線路調諧器與耦合電容器的配合，在同軸電纜與輸電線路間提供一低損耗的阻抗匹配。
- (D)洩放線圈：附裝在耦合電容器的基部，對系統頻率電流為低阻抗。對載波頻率電流呈高阻抗，以減低射頻對地損失。
- (E)線路陷波器：線路陷波器實際上是由一個併聯諧振電路構成。在特定

的載波頻率下其電路成高阻抗值；但在電力頻率下其阻抗值則甚低。線路陷波器只要的作用有二，(a)阻止載波能量流入電力母線以避免訊號減弱及干擾鄰近通訊頻道。(b)防止在反向接地故障時載波通訊頻道被短路。

- (F)載波機組：包含發射機及接受機。一般使用在 $30\text{K}\sim 300\text{KHz}$ 的頻率範圍。頻率低於 30KHz ，線路耦合不切實際；頻率高於 300KHz 則線路損失加大，且會干擾其他通訊頻道。
- 優點：快速可靠，因為通訊頻道就是電力線本身。不易受自然或人為災害的影響。於中長距離使用較其他種類的通訊方式經濟。
- 缺點：有時受限於頻譜擁擠的地區。易受電力線故障所生之電弧或操作開關時衝擊電壓的干擾。所需附加的設備，如耦合電容器、陷波器等。



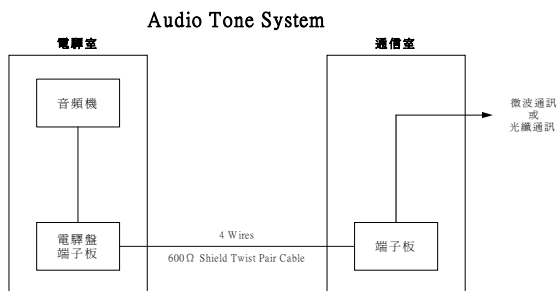
圖(一) 電力線載波設備示意圖

表一 為目前台電電力線載波機和搭配使用的電驛

電力線載波機名稱	搭配電驛	保護方式
CS26B	MOD II	DCB
CS26C	MOD III	DCB
CS27B	CEY, CLPG	DCB
CS27C	CEY, CLPG	DCB
CS28A	DLP	DCB
	TYS	DCB
CT71A/CR71A	MOD III	DCUB
PR200H	DDL1M	DCB
TC	KD, KRD-4	DCB
TC-10	KD, KRD-4	DCB
TC-10B	KD, KRD-4	DCB
TCF	SKDU, SDGU	DCUB
TCF-10	UNIFLEX	DCUB

(2) 音頻通訊 Audio Tone Communication [2]

音頻訊道(即普通電話線)使用的一般頻率為 30~3000Hz 之間，一般音頻機組可租用公共用電話回路或利用金屬專線來架設兩端音頻機的通訊頻道，但其設備也易於與其他通訊設備整合的靈活性，例如微波設備、光纖設備，所以在台電的音頻機組中多利用微波及光纖系統來當做音頻設備的中間通訊媒介。無論類比或數位式，其設計均容許與四線式音頻設備連接。如圖(二)所示。



圖(二)音頻設備的接線圖

一般音頻設備如利用金屬專線，其訊道速度為 7~12ms，但須面對感應雜音、雷害及腐蝕等問題。如利用微波或光纖通訊，則需再加 4~8ms。通常保護電驛系統所使用的音頻訊道，必須要具備強大的雜音檢查能力，以避免電驛系統因雜音而引起的誤動作。典型的檢查方式是當雜音發生時將電驛的跳脫迴路暫時閉鎖 150~250ms。音頻通訊的優缺點如下：

優點：沒有電力線載波頻譜擁擠的問題。在短線路尤其是在都市電纜網路的場合，音頻訊道可能較電力線載波為經濟。訊道設備維修時勿須將電力線停用。提供一條獨立於電力線的訊息通道，可減少電力線故障電弧或操作開關時衝擊的影響。

缺點：易受自然或人為災害的影響。需要較多的訊道保護設備。

表二 為目前台電音頻機和搭配使用的電驛

音頻機名稱	搭配電驛	保護方式
DIT-1U	UNIFLEX	POTT
NS40	CEY, CJCG	POTT
	MDAR	POTT
	MOD III	POTT
	OPTIMHO	POTT
	TLS	POTT
	TYS	POTT
RFL6710	MDAR	POTT
RFL6745	MXL1E	POTT
RFL9745	GRZ100	POTT
	MDAR	POTT
	MXL1E	DCB
		POTT
SEL-321	DCB	
	POTT	
TYPE 40	TLS	POTT

(3) 微波通訊(Micro Wave Communication)

[3]

現代的微波通訊一般分為下列兩種系統：其一為視線距離內通信系統，另一為越地平通信系統。通常陸上視線距離微波通信系統是應用較小發射功率配合高增益微波天線而每隔 16~80KM 的距離就設置一轉播站以達成通信目的，在近些年來陸上常用的微波頻率範圍均在 2~12GHz 內。台電的微波通信系統就是此一系統。越地平微波通訊系統是接收地點設在地平線下的遠地點，其有效通信距離通常約 100~700KM，故常採用高功率發射機並應用巨型拋物型天線。

視線距離微波傳播系統概略為在兩個終端間設置一個或幾拾個轉播站。每一個轉播站之間隔約為 50KM(這距離因地形而異)。發射終端站輸入之基準頻帶信號經過調變、多工在放大電功率後，應用定向天線將調變電波幅射至下一個轉播站。在轉播站將接收到的微波載波頻率，更換成另一載波頻率並放大後再向下一個轉播站發射出去。如此逐次轉播到最後的接收終端站。在接收終端站將接收到的電波經接收機複調(檢波)並放大後可取出原先之基準頻帶信號。在長距離傳播系統裡，假如自發射終端站至最後接收站中途經幾個轉播站均採用同一個微波載波頻率的話，必定發生干擾、串話、越過傳播或由於同一極化波而引起互相干擾等不良現象。為了避免這些干擾現象通常每一轉播站接收或發射的之微波載波頻率或其電波極化(指垂直或水平極化)均按照 CCIR 規定讓接收播出之載波頻率有適

當間隔。這種頻率之變遷稱為頻率岔移(Frequency Frogging)。按照 CCIR 規定以 f_0 為中心頻率而將總頻帶分成下頻帶及上頻帶。假設收進頻率為 f_1 ，則播出頻率應為 f_1' ，如收進頻率為 f_2 ，則播出頻率應為 f_2' ，以此類推。

就通訊系統而言，雜訊(Noise)是一件非常重要的因素。不論是有線或無線通信系統。為了信號之傳輸，必備的通信器材，如天線、饋電線接收機等。當設計視線距離內微波通訊系統時，除了考慮設備裝置所造成的電線接收機、發射機、電源設備等各類設施必須慎重考慮。一般通信機器，除非在絕對零度使用，否則必有機器本身產生之內部雜訊。當雜訊不可忽略時，必因雜訊干擾而招致種種不良現象。雜訊因素約有下列幾種：(1)熱雜訊，(2)互調變雜訊，(3)散彈效應雜訊，(4)閃爍雜訊，(5)脈衝雜訊。

當設計視線距離微波系統時，除了設備裝置(如導波管等)所造成的衰減損失外，必須估計在自由空間的路程傳播損失。地球是半徑為 6370Km 的龐大球體，自大地表面、山坡、山頂或建築物頂向自由空間輻射的電磁波必受對流層內大氣層之影響發生吸收而衰減外，尚有反射、折射、繞射、散射擊多路徑傳播等現象。由於上述種種因素接收電波時常發生衰落現象。在設計完善的通信系統裡，如逢衰落，接收機載波輸出功率免有些減少，但接收機自備之自動增益控制氣力及動作以保持較好之 S/N 比。欲求可靠度較高系統必先肅清傳播路程第一夫涅帶(First Fresnel Zone)內之障礙物。

陸上微波通訊系統的優點有(A)通信容量有伸縮性：少至 12 波道，多至幾百幾千波道包括幾個電視波道在內。(B)當建設微波傳播路線時，所需時間比光纖或同軸電纜通信系統較短並且受地形或障礙物之影響較少。(C)如果移動性通信系統，無論軍用或商用其通信裝置之架設比較方便，且其通信效率亦相當高。

(4) 光纖通訊(Optic Fiber Communication) [4][5]

光纖系統之主要組成元件包括：
 1. 光源(發送部分) 2. 光纖電纜傳輸部分 3. 檢光器(接收部分)，如圖(三)所示入口連結係一調幅式紅外線載送系統提供雙重運作於光纖兩端之上。每一光纖將調適一聲音波道(550 ~ 3200Hz)，其傳送距離之遠近，視光纖之衰減特性而定。光纖介面組件包含一發射電路和另一接收器電路。在發射電路中，新進的音訊信號被放大驅動一發光二極體使產生一輸出量音訊信號強度成正比的紅外線。由光纖之受光角所匯集之圓柱幾何錐體，稱為光纖孔徑(Numerical Aperture; NA)提供入射路徑，此舉使入射紅外光線得以在光纖內受引導全反射行進至接收端，同時提供溫度及失真補償，消除由 LED 輸出所衍生者。在接收電路中調幅(AM)光波訊號被引導到 PN(Positive Intrinsic negative)檢光器偵檢訊號，此訊號被放大且溫度被補償，預備供調整增益因數(Gain Factor)，接收器增益控制波被使用來調整輸出準位，光介面組件能夠直接地連接單一或多重功能音頻機到電訊保護波道。

為提高光纖的使用頻率，減少投資費用，通常在光纖傳輸系統中採用多工制，亦即在同一光纖波道上，同一時刻提供許多使用者同時運作，運作方式可分為多重光波及多重電波兩種。

(A)多重光訊模式：通常採用多重光波波長分波器，將不同之光波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3等同時在同一光纖上作光波傳輸，此種方式可應用於視訊寬頻帶訊號作多重傳輸，或將視訊與資訊兩種不同性質之訊號多重在一起傳輸，可獲致多重分離之特點。

(B)多重電訊模式：可分為分頻多工(Frequency Division Multiplex; FDM)和分時多工(Time Division Multiplexing; TDM)兩種。

(a)分頻多工(FDM)：

用頻率分隔信號的技術稱為分頻多工。假設輸入的信號皆為低通型態，但不一定在頻率為零還有非零之頻譜。在每一個輸入訊號後面有一個低通濾波器用來除去與信號沒有很大關係，但會對供通一通道之其它訊號造成干擾的高頻成分。只有在輸入信號為充分帶限的情況下，這些低通濾波器才能被刪除。這些濾波後的信號被送到調變器，以將這些訊號之頻率範圍移到彼此不同的頻率區間。

在光纖系統中，是將輸入類比訊號之振幅大小，直接轉換為光波強度大小，又稱直接強度調變(Direct Intensity Modulation; DIM)，在設計上只要應用 LED 反映出輸入電能大小，則須予脈波間隔調變(Pulse Interval Modulation; PIM)，將輸入訊號調制成適於光波傳送之型態。由於 LED 或

LD(Laser Diode)之震盪頻率、相位均不甚穩定，故調制方式不論為調頻(FM)在接收端檢光器上僅能施予直接解調光能強度之方式。此種方式將光能強弱大小施以比例解調檢測出原有電流之變化量，稱為直接檢波。

(b)分時多工(TDM)：

分時多工系統理論是讓多數的獨立信號原在不互相干擾下共同利用一個共同通道。其取樣程序的一個重要特徵是時間不減，意即，信號樣本的傳輸在一週期性的基礎上，排定通信通道祇是取樣期之一部分時間，並且以此方式在分享時間的基礎上，兩個相鄰樣本之間的部分時間可清除給其他獨立信號源來使用。分時多工的概念為信號輸入時先經由一個低通前置複合重疊濾波器來除去某些頻率，這些頻率對於適當的信號表示並不重要，每個輸入信號首先被限制頻寬。然後此低通濾波器輸出倍加到一個“轉換器”，此通常適用電子交換電路來做。換向器有兩個功能：(1)在 N 個輸入信息中，取一個狹窄的樣本，取樣速率 f_s 稍高於 $2W$ ，其中 W 是前置複合重疊濾波器之截止頻率。(2)在取樣期 T_s 裡，序向地交叉這些 N 個樣本。隨著換向過程，被多工之信號被加到一個脈波調變器，此器之目的是將被多工信號轉變成一個適於在共用通道上傳輸的型式。使用分時多工將引介一個頻寬因素 N，因此技術必須將導自 N 獨立信號源的 N 個樣本擠壓到一個等於一取樣期的時間槽裡。在系統接收端，接收到的信號被加到一個脈波解調器，此器進行與脈波調變器相反的動作。在脈波解調器產生

的狹窄樣本經由一個“解轉向器”，被分配到適當的重建濾波器，該解轉向器與傳送器的換向器必須同步。

在光纖系統中，先將輸入之類比訊號，無論係音訊(Audio)或數據(Data)，將取樣、量化、編碼過程予以數位化，然後將訊號、數據兩者組合，同時傳輸於數位通訊系統上，此種類比訊號數位化之方式稱為脈波加碼調變(Pulse Code Modulation；PCM)。所有數位式多工制均採用此種調變方式，即每取一類比訊號量立即置放在某一數位式波道上。

在通訊系統中，以系統功能的觀點來看接收訊號功率的大小及接收到的訊號與雜訊的比值(SNR)是極為重要的指標。在考量光纖系統功能之前，必須先了解整體光纖系統的損失到底發生在哪裡？雜訊是從何處來？一般光纖系統內部最主要的損失區域為：1.光纖電纜，2.訊號源耦合，3.連接器(Connects)，4.絞合器(Splices)，5.光纖耦合到檢波器等等。而其雜訊幾乎均在接收器上混入訊號中，檢波器及第一級放大器為雜訊的最主要來源，這些雜訊可以分成兩部分，即是投射雜訊與溫度雜訊。而我們一般在設計光纖系統時，通常以下列式子為計算準則：

$$P_T - P_R - M \geq L \times D + L_s \times N_s + L_c \times N_c + L_d \times D$$

P_T ：光源輸出功率

P_R ：檢波器之最小收訊值

M ：光纖系統餘裕值

L ：光纖電纜每公里損失值(dB/km)

D ：光纖長度

L_s ：光纖絞合器損失(dB/個)

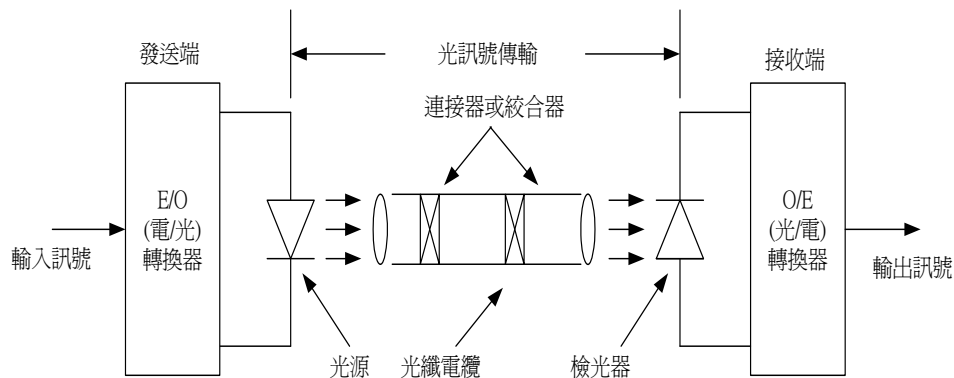
N_s ：絞合器數量

Lc：光纖接頭損失(dB/個)

Nc：接頭數量

Ld：光纖電纜每公里損失之變動值

(dB/km)一般為 0.2 dB/km



圖(三) 光纖系統基本架構圖

在考慮光纖頻道直接用於電驛保護系統時，這裡建議兩種方法供電驛規劃、運用參考，或許可充分利用光纖系統的優點。一種方式是使用音頻基於光纖系統，則光纖系統將有許多頻道可供利用於電驛保護系統及其他用途，以共同分擔成本；另一種方式為光纖直接驅動輸出到電驛系統，此種方式光纖只能使用於保護電驛一種功能。顯然的，光纖只使用於電驛保護系統此方式是極不經濟的，是對於光纖頻寬的一種浪費，但是使用單一用途光纖系統，可以很有效的提高保護電驛系統的可靠度。一種解決上述困擾的方法為使用雙重用途光纖系統，此種光纖被製成可以傳送兩種頻帶訊號，通常傳送頻帶訊號為成對的 850/1300nm 或 1300/1550nm，保護電驛使用較低波長者，高波長者則使用高密度的通訊傳輸。

光纖通訊優點：不受電磁感應干擾；不產生雜音，不受雜音干擾；不怕受潮；絕緣能力佳；容量大；耐久性高。

三、保護電驛在乙太網路 (in LAN/EAN)之運用[6][7]

在國外有些 27KV 饋線等級的電力系統網路是利用 5 個主變電站，和 37 個負載饋線在乙太網路為通訊媒介行成一個封閉的保護電力系統。而在這個 27KV 饋線網路中，通訊系統由電驛和 10BaseF 的乙太網路交換器和同步光網(SONET)所組成環狀拓樸結構。在這個系統架構中，電驛不只提供了電力系統的保護動作，更進一步提供系統狀況的控制及監視和系統現況的資料獲取；乙太網路交換器則是在變電所內電驛之間不只提供了變電所內電驛彼此之間區域網路的通訊橋樑，更是作為和以 SONET 為主幹所組成的廣域網路之間的通訊介面。這個控制和保護系統將被使用在保護高壓設備、遠距離監視電流的變化量、設備在負載模式時的狀態和變電所內外的狀況。

在這個系統中兩個主要變電所之間內部使用了人性化機械介面(HMI Human / Machine Interface)的工作站做控制界面，每一個 HMI 將允許每個操作人員監視和控制全部系統的工程模式，像是保護系統的標置更改和內部智慧型電子設備的軟體

安裝等。而 HMI 系統提供了以下幾功能：(A)存取控制和安全特性 (B)在線上控制和狀態顯示使用單一圖示 (C)表計量測和走向分析(D)記載警報發生的時間(E)系統時間的同步(F)故障紀錄、恢復和和分析(G)事件的紀錄和發生時間(H)過去資料的保管(I)網路通訊管理。

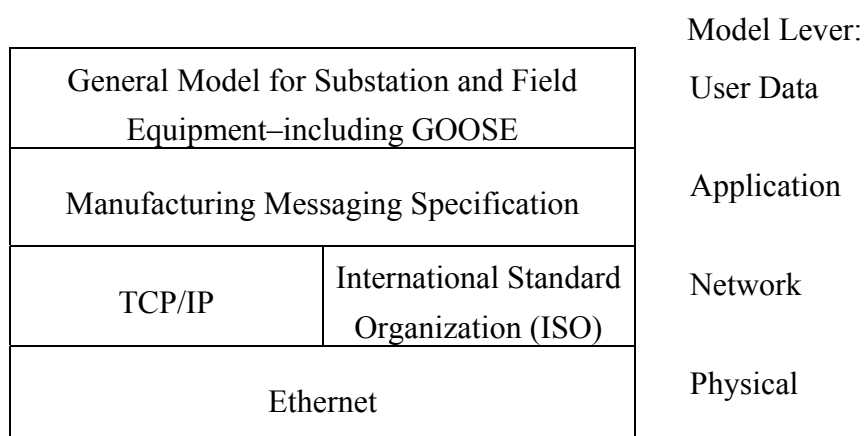
在 27KV 配電系統的操作可以由區域電力控制中心經由 SCADA 系統來下達控制指令，除此之外這個工作站可以驅動有主從關係的遠端附屬 SCADA 系統。在這個變電所裡的 HMI 工作站不但經由電驛傳送控制指令來動作受控的設備，並且做系統監視和資料收集。而每一個工作站到電力系統的 SCADA 之間所連結的調變/解調變器其通訊協定為 DNP3.0。

在 27KV 電力系統中利用 UCA (Utility Communication Architecture)來架構一套完整的通訊協定。UCA 處理通訊信號是架構在對等位置上，而在電驛的即時控制訊號是利用 MMS(Manufacturing Message Specification)來交換彼此間的信號。UCA 利用的物件模式為變電所和開關場通用的物件模式用來表示實體上或邏輯上

的物件。在 UCA 結構中有一個主要的服務是主動提供事件發生的通知，在 MMS 中此種服務的資料模式被稱為 GOOSE(Generic Object Orientated Substation Event)訊息。圖(四)為 UCA 在變電所通訊結構中所定義的基本架構圖。

- 網路層：TCP/IP 是在網際網路上被使用滿普遍的一種網路通訊協定。TCP/IP 有效的到達電力公司內部網路像傳送到廣域網路一樣。
- 應用層：MMS 為符合 ISO 9506 的標準，是被選擇出最適合資料來源的通訊協定。這個通訊協定提供了資料讀、寫、定義和製造資料物件豐富的設定。

GOOSE 訊息的本質上是一個非同步的報告存在於智慧型電子裝置(IED)和網路上對等的 IED 裡。這個資訊報告被使用數位式二位元(0、1 信號)物件傳遞模式。其工作像是“生產者”和“訂購者”的模式。此種模式中，傳送設備為“生產者”在使用者設定的狀態發生時，會產生一個 GOOSE 訊息傳送給“訂購者”設備。而為了確保收到訊息的可靠度，訊息



圖(四) UCA 變電所通訊的基本架構

會一再被重複重送。而下列有三種狀況下，GOOSE 訊息不需要被承認下能被多重路徑的傳送：(a)當 IED 設備電源被打開啟動準備工作時，會通知所有“訂購者”設備，傳送現在數位的狀況。(b)當發射一個 GOOSE 訊息時，剛好遇到表示現在的二位元狀態正在改變。(c)當接受設備被使用者設備為接收一個週期性訊號，則 GOOSE 將不被承認。

上述的三種狀況是基於接受設備在近期內沒有接收到變動的可變狀態，“訂購者”設備無法判定“生產者”設備是否還存在使用中。當接受設備發生故障時，在預期時間內接收到預期傳來的訊息，而接受器將會誤判而宣佈傳送設備故障，而被設定不去執行接受到的訊號。

在廣域的保護電驛系統和控制系統中，通訊系統是不可或缺的組成結構之一，它不只傳送即時的控制信號，也將資料管理分配給每一個所需的設備。而當電力系統發生故障時，即時的跳脫信號能將該動作的保護電驛在其應該動作的時間內完成保護動作，將故障點完全的隔離，以避免故障電流持續存在並危及到其他設備和線路系統，故選擇的通訊網路必須是有速度性、堅固性、可靠性的運作系統。在 27KV 系統中利用同步光纖網路 (SONET: Synchronous Optical Network) 系統天生可靠的特性來架構整個通訊結構。這個通訊系統選用傳輸速率為 51.84Mbps 乙太網路的 SONET OC1(Optical Carrier 1)系統，SONET 網路不只支援 10Mbps 的乙太網路，並且支援環狀拓撲和雙 SONET 環狀，連結全部的變電所和負載模式。使用環狀拓撲的優點為當通訊在兩個節點間失去聯繫，通訊連結可以切換至所設定的保護路徑上，並且

可在 4ms 內快速切換。

在時間同步方面由全球定位系統 (GPS)接收器直接接收同步時間並分送給全部的 IED 和 HMI。這個時間訊號是利用 IRUG-B 調變信號傳送至整個 SONET 網路，這個系統中使用類似共線電話卡和它的輸出為使用 No.18 雙絞線相互聯繫 IED 設備。這個訊號會定期自動更新 IED 內部的時間。

同步光纖網路 SONET[8]由 Bellcore 公司首先提出，經過美國國家標準協會訂定標準。它是數位資料以光纖傳送的速率及格式，其標準傳送速率由 51.84Mb/s 至 9.953Gb/s。同步光纖網路系統架構包含四層：(a)光子層 (photonic layer)：這是實體層，包含光纖型式、最低雷射功率、雷射光色散特性、接收器靈敏度的規格設定。(b)片段層 (section layer)：這是 SONET 的第二層，它產生碼框(frames)並將墊子信號轉換成光信號。(c)線層 (line layer)：第三層處理資料的同步與多工，並執行保護、維護及交換的功能。(d)路徑層 (path layer)：第四層調整點對點資料傳輸的速率。SONET 的基本方塊為 STS-1(Synchronous Transport Signal-Level 1)框，它的結構為 9 列×90 行共 810 組 [9]，每組有 8 個位元，每隔 125 μ s 以 51.84Mb/s 傳送資料。這些基本單位以同步位元組可以間插產生任意基本速率的倍數。例如 STS 信號可以用 3 個 STS-1 間插產生 155.52Mb/s。

四、結論

在電力系統中，通訊系統的選用多以經濟因素、線路電驛保護或因地形障礙的考量，而有不同的使用系統。在電子科技如此進步的現在，以往的傳統式電磁式電

驛也逐漸被靜態式電驛所取代，更進一步發展為智慧型電子裝置(IED)，其優點不只是動作時間準確符合其動作曲線，更因為其資料為數位式，可透過電腦相關界面來進行電驛相關的操作。但目前台電加裝的 IED 設備多為操作人員親自拿手提電腦到現場做相關的電驛標置參數的更改或是電驛內部功能的啟用或停止等。

現階段光纖網路發展已趨成熟逐漸取代傳統的同軸電纜所架構的網路網域，提供了更大的頻寬容量、更小的雜訊干擾。如果將變電所內部各個數位型電驛結合光纖網路使得電驛保護系統可以在控制室裡直接透過電腦經通訊協定來直接對電驛做相關的電驛標置更改、電驛功能的設定，不只如此，更可以透過通訊傳輸直接監視、擷取目前運轉的電壓及電流值記錄，形成一個區域網路。如再結合 Internet 和電力公司自身的通訊系統可以架構一套更完整的全方為網路結構，使得未來電驛人員只需在辦公室或網咖透過網際網路便可直接監視到電驛內部情形，省去舟車勞累之苦。

為結合保護電驛、通訊系統和監視儀器在變電所內部完成一套完整且及時的環境安全監控系統。由電驛提供相關界面將監視器所捕捉到的畫面經過光纖傳輸由螢幕上直接監視電驛室內部周遭環境的現況。

五、參考資料

[1] M.Adamiak and Redfern M “Communications Systems for Protective Relaying” ; IEEE Computer Application in Power ; Volume 11,Issve 3,PP.14~18,

July 1998

- [2] 李宏任，實用保護電驛，全華科技圖書股份有限公司。
- [3] 白光弘，微波通訊系統，中央圖書出版社出版。
- [4] 李河彰，「光纖系統運用於保護電驛簡介」，電驛協會會刊，第五期，第9~28頁，民國八十六年六月。
- [5] 李國楨，「光纖數位傳輸技術應用於電驛系統之探討」，電驛協會會刊，第八期，第26~44頁，民國八十七年十二月。
- [6] G.Brunello and R.Smith and C.B Campbell ”An Application Of A Protective Relaying Scheme Over An Ethernet LAN/WAN” ; Transmission and distribution conference and Exposition 2001 IEEE/PES Volume 1,2001 Page 522-526
- [7] M.Adamiak and B.Baigent Kasztenny and J.Mazereeuw “DESIGN OF PROTECTION RELAY INCORPORATING UCA2/MMS COMMUNICATIONS” ; International conference on(IEEE) .2001 Page 98-101
- [8] Simon Haykin 著，曾振冬、翁萬德、江松茶編譯，通訊系統，全華科技圖書股份有限公司。
- [9] Ralph Ballart and Yau-Chau Ching “SONET: Now It’s Standard Optical Network” ; IEEE Communications Magazine Volume:40 Issue:5 Part Anniversary May 2002