

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

變電設備及其保護系統運轉維護技術實習報告

服務機關：台灣電力公司

出國人：姓名暨職稱：

供電處主管資訊：石吉亮

出國地區：美國

出國期間：89.12.11 至 89.12.24

報告日期：90.02.06

93/  
CO9000027

# 變電設備及其保護系統運轉維護技術實習報告

## 目錄

壹. 計劃概述.....	3
一、事由：.....	3
二、說明：.....	3
(一) 緣起：.....	3
(二) 目標：.....	3
(三) 實施要領及要求成果：.....	3
貳、研習內容.....	4
一、參訪公司簡介：.....	4
二、IED.....	5
2-1 保護電驛與 IED.....	5
2-2 IED 之應用.....	7
2-3 IED 配合傳統電驛的控制單元.....	14
2-4. Fault Locator 說明.....	14
三、變壓器油中氣體線上檢測儀器：.....	16
3-1 絕緣紙的老化與受熱分解.....	17
3-2 氣體溶入油中.....	17
3-3 電力變壓器的異常現象.....	18
3-3-1 過熱現象的分類.....	18
3-3-2 過熱的部位.....	18
3-3-3 放電.....	19
3-3-4 老化現象.....	19
3-3-5 其它異常現象.....	20

# 變電設備及其保護系統運轉維護技術實習報告

## 目錄

3-4 油中溶解氣體之分析.....	20
3-4-1 油中溶解氣體脫氣方法.....	20
3-5 Micromonitors TrueGas 氣體成份分析.....	21
3-6 氣體成份分析方法.....	22
參. 綜合觀感及建議事項：.....	23
肆、參考資料.....	23

公司之技術經驗，提出改進本公司保護電驛之運轉維護及變壓器 TCG 檢測方式之建議。

1. IED、變壓器 TCG 檢測器等皆具備通訊能力，變電所監控、保護及調度自動化系統整合係必然趨勢。
2. IED 具自我診斷功能、資料記憶及遠端設定之功能，可增進保護電驛之維護效能及人力運用。
3. 裝設變壓器 TCG 線上檢測器收集 TCG 之趨勢圖，不僅可供維護部門檢修之參考，亦可作為擬定變壓器運轉時之重要參考，提昇變壓器運轉之可靠性。

## 貳、研習內容

### 一、參訪公司簡介：

1-1 SEL 簡介：SEL 係 Edmund Schweitzer 博士在 1982 創立於美國 Pullman, Washington 並於 1984 生產第一個全微處理器之數位測距電驛，目前員工約 520 名，該廠主要生產線路保護 IED、變壓器保護 IED、發電機保護 IED、快速匯流排保護 IED 及通訊處理器等並提供完整之高壓系統保護、監控、通訊方案及 IED 測試儀器、變電所整合通訊設備。

1-2 Micromonitors 簡介：Micromonitors 公司位於美國 Bend, Oregon，主要生產變壓器線上 TCG (Total Combustible

# 變電設備及其保護系統運轉維護技術實習報告

## 壹. 計劃概述

### 一、事由：

研習變電設備及其保護系統運轉維護技術。

### 二、說明：

#### (一) 緣起：

鑒於本公司變電設備運轉多達十年以上，為瞭解國外廠家、變電所使用 IED 保護系統及變壓器之可燃性氣體線上偵測之運轉維護情形，故派人參訪美國 SEL 及 Micromonitors 公司吸取相關技術經驗，作為本公司變電設備之保護系統及變壓器運轉維護參考。

#### (二) 目標：

為了解 IED 保護系統及變壓器之可燃性氣體線上偵測之運轉維護情形，參訪相關美國公司吸取相關技術經驗，作為本公司變電設備之保護系統及變壓器運轉維護參考。

#### (三) 實施要領及要求成果：

依據參訪美國 SEL、相關電力公司及 Micromonitors

Gus)及 DGA (Dissolved Gas Analysis)檢測儀器，目前員工約 200 名。

## 二、IED

### 2-1 保護電驛與 IED

電力系統發生故障是無法避免的事。而保護電驛是一種電氣設備，其設計是為了在指定的方式下，對其輸入的訊息研判其狀態，如果合於預先設定的條件，即反應而使接點動作，或是使得類似相關電機控制回路產生驟然的改變。故保護電驛的主要任務就是偵測電力系統的故障，跳脫相關的開關設備、隔離系統故障，縮短電力系統中事故時間、防止事故範圍擴大及減少人員與設備損傷程度，確保電力系統其餘正常部分或區域繼續不斷的供電。

傳統上，電驛的功能很單純的定位在監視電力系統狀態，並於異常狀態發生時將相關設備切離，以避免事故擴大及設備受損，為了要能監視系統狀態，於是許多能反映系統狀態的訊號便需提供給電驛，例如比流器(CT)、比壓器(PT)等，同時為了要能執行設備切離的任務，電驛也有接點連結到設備的控制端，例如斷路器的跳脫線圈，這樣的結構行之多年，且至今仍都採此 E/M 電驛。另一方面，隨著供電品質的要求日益升高，變電所的增多及容量的增大，變電所監控系統也日益普遍，建立變電所監控系統的主要目的是希望藉由此系統來迅速搜集事故情報(如地

點、原因、時間)，並能利用遠端控制方式迅速處理事故(如傳送變電所電力系統的狀態給控制系統，這意味著更多的CT、PT接線，更多的控制電路，許多的訊號電纜穿梭於變電所中，如果我們回顧一下前述的情形，應很容易發現到許多的訊息(如系統狀態、控制電路…)，以及許多的工作(連結CT、PT、電纜鋪設、安裝、接線、測試…)，都重覆地在做，一次為保護系統而做，一次為控制系統而做，實際上的情形或困難又比「重覆」這二字所代表的高，因為如果此二系統均同時於建立變電所時安裝，則主要的重點便在重覆，但如果監控系統是在變電站送電運轉後數年才要安裝，則因工程牽涉到需現場施工，在安排停電及施工安全上則是更大的顧慮。經過以上說明，相信許多人都會有一個直覺的想法，那就是「如果電驛能把電力系統狀態與監控系統分享就好了，就不再有重複的投資及施工困難了。」這個想法在十多年前仍只是個想法，但在今日，由於微處理式電驛、IED具備了通訊能力，已使得許多的變電所監控系統充分達到了整合保護及控制系統的功能。在電力系統的各项設備中，近十餘年來由於微電腦、微處理機、數位工程技術進步神速，數位式電驛亦被引進保護電驛設備領域。保護電驛近年來正進行極大的變化，電驛的型式由傳統的轉盤式發展到以微處理機為中心的新型整合控制及保護系統應用功能之智慧型電驛、IED，這些產品的改進不只衝擊著保護系統的設計觀念，也同時

對電力監控系統的設計及組成有著極大的改變。保護電驛由原先的機電式(E/M)電驛，隨著半導體科技進步而成功發展出固態電驛，並廣泛的應用於電力系統保護。

## 2-2. IED 之應用

數位式電驛之開發可追溯到西元 1969 年美國西屋電器公司 G. D. Rockfeller 發表之論文：應用數位電腦於系統故障保護(fault protection with a digital computer)。此一論文發表後，引起世界各電驛製造廠家、研究機構及有關人員對數位式電驛之積極研究與開發工作。然而，初期若單就體積大小及經濟而言，數位式電驛因需使用微處理機或微電腦，故遜於傳統機電式電驛。晚近由於半導體科技進步神速，導致微處理機或微電腦成本大為降低，IED 之應用大為改觀。IED 之特性可歸納為

1. 體積較小
2. 負擔較低
3. 硬體架構標準化
4. 彈性
5. 可靠性高
6. 更好的性能及複雜的功能
7. 經濟性較高
8. 擴大應用之潛力。

IED 之決策單元使用微處理機，此點與傳統類比式電驛迥然不同。此外，硬體方面亦有相當之差異。系統電壓電流經由比壓器及比流器之二次電路送到 IED 之輸入轉



換器，這些輸入訊號轉換成低準位之電流/電壓訊號濾波後僅獲得電流/電壓的電力頻率成分。每一濾波器的輸出電流/電壓訊號仍為類比信號，再經由取樣/保持電路之取樣，取樣後的類比訊號稱為 PAM 波(Pulse Amplitude Modulation)。PAM 波經多元調整器(或稱多工器)，再輸入類比/數位轉換器變換成數位訊號數位化後之訊號暫時儲存於隨機存取記憶體(RAM)中。中央處理單元(CPU)按照僅存記憶體 ROM)中之程式，利用儲存於 RAM 中之資料執行預定運算或操作順序，並對電驛動作作一決定。作決定時所需使用的參考值(標準值)，則由標誌單元提供。輸入/輸出單元經一界面、與外部電路資訊交換，並發出跳脫訊號。

IED 包括一個執行資料收集/通訊/顯示等功能的控制模組以及至數個保護模組，各保護模組獨立的執行不同的保護功能，視需要選取模組，如此一來，任何一個模組的故障，均不會影響到其他模組的功能，提昇可靠度。控制模組：控制模組負責傳送開關狀態到所內通訊單元，以及接收檢驗並執行站內通訊單元傳來的命令，控制單元允許使用者建立互鎖(Interlock)條件，每當有控制指令要執行時均會依據當時開關狀態檢查互鎖條件，只有通過檢驗的命令才會被執行。量測值及儲存值保護模組會將量測值傳給通訊單元，因此不需另購轉換器，此外故障時的資料均記錄及儲存在模組，需要時便可傳給通訊單元。通訊

單元可支援各式 IED 通訊協定(Protocol)。

今日以微處理器(microprocess)技術發展而成之電驛已產生一種新的方式以收集、處理資料並可將此資料轉換為供保護、運轉使用之資訊，以微處理器(microprocess)技術發展而成之 IED 可提供之資料有以下種類：

儀測資料(instrumentation data)

由 PT、CT 取得之電壓、電流之類比信號轉換成數位資料。

保護資料(protection data)

演算供保護使用之資訊，這些資訊可由演算或將演算結果傳送至遠方之電驛。

監測資料(metering data)

如電流、電壓、瓦、乏等係計算電力系統之類比量以供保護、監視、控制及計費之使用。這些監測資料亦可存放於電驛本身當作歷史資料。

控制資料(control data)

供執行控制用資料，該控制指令可由電驛本身或由遠端電驛、運轉人員經由通訊線路將控制指令送達本電驛執行。

管理資料(supervisory data)

電驛診斷資料(device diagnostic data)

歷史資料(historical data)

電驛設定值資料(setting data)。

未來變電所內設備將包括通訊單元及 IED。通訊單元負責收集電驛之資料，傳送至控制中心，同時接收控制中心發出之指令，交由 IED 執行。此特別要強調的是，IED 的保護及自身資料收集、記錄、儲存等功能等皆獨立運作，不會因控制中心設備異常而有任何影響，上述的架構主要提供優點可以分列如下

1. 可節省現場接線及電纜鋪設等工作
2. 節省大部分的轉換器(Transducer)支出
3. 不需額外的輔助接點及控制用輔助電驛
4. 大量且完整的資料可以傳送到控制中心，例如電驛設定值、故障記錄值等
5. 由於接線少、元件少，所以故障率降低，且配備自我診斷功能易於維護
6. 由於現場採用光纖為傳輸媒介，使得電磁干擾完全排除
7. 未來擴充容易

控制中心不但包括傳統架構的所有功能(參訪美國 Puget 電力公司)，例如

1. CB、ES、DS 等狀態指示。

2. 量測值顯示。
3. 事故警報。
4. 趨勢圖。
5. 報表列印、製作。
6. 需量監視及控制。
7. 歷史資料儲存。

控制中心還提供額外的新功能(參訪美國 Puget 電力公司)，例如：

1. 電驛參數的讀取及更改。
2. 故障時自動回報故障紀錄，可迅速判斷故障情形。

以下略述幾項(參訪美國 Puget 電力公司)：

1. 各種資料及狀態都顯示在人機介面工作站的視窗中，每一工作站可開啟多重視窗，各視窗獨立運作、圖形顯示為全圖形方式(Fullgraphic)，動態資料隨時更新，反映現場狀況，畫面的操作採用功能鍵及視窗方式，完全利用滑鼠操作，可以在最短的時間內讓使用者熟悉。
2. 需量監視/控制功能平日不斷監視及預測系統用電量，當接近設定值時，自助發出警報提醒操作人員，如果需要也可自動執行控制功能，以避免設備超載。
3. 電驛所儲存的資料:這些資料平時不需傳回控制中心，只有在操作人員要求時或有故障發生時才傳回控制中心。
4. 由於使用 IED，所以所有的狀態變化均附有發生的時

間，精確度為毫秒(ms)，藉此可精確知曉設備動作順序，以決定故障原因。

欲將系統的各種資料上傳控制中心有兩種方式，一種是將 IED 連結於該變電站控制系統，這系統除了可將資料上傳控制中心外，本身也具有和控制中心一樣的功能，只不過管轄範圍僅限於該變電站，第二種方式則是透過通訊單元(Data communicator)把資料上傳控制中心。

通訊單元與 IED 是透過光纖或雙絞線來連結(R5-485)，光纖方式廣泛的受到歡迎因可以排除現場環境所造成的干擾，圖 1 為典型 IED 應用的連結方式、通信單元會由 IED 收集 CB/DS/ES 等狀態資料，電壓、電流等類比量，傳回控制中心，至於設定參數等及不需隨時監視的資料，則只在需要時傳送至控制室。圖二及圖三為 IED 通訊方式之例子。

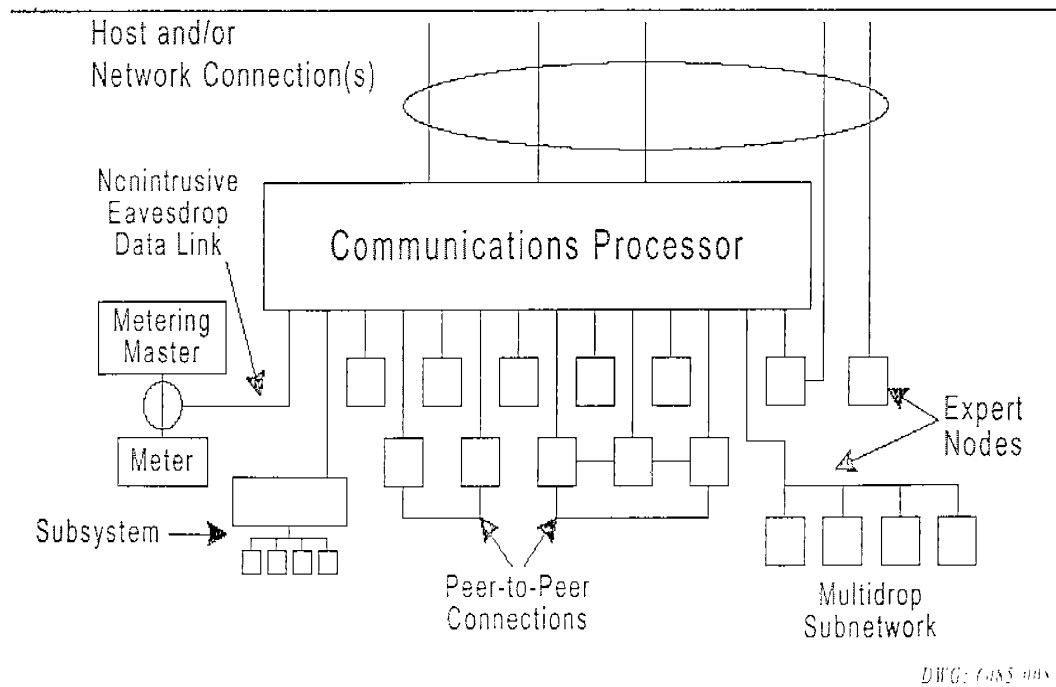
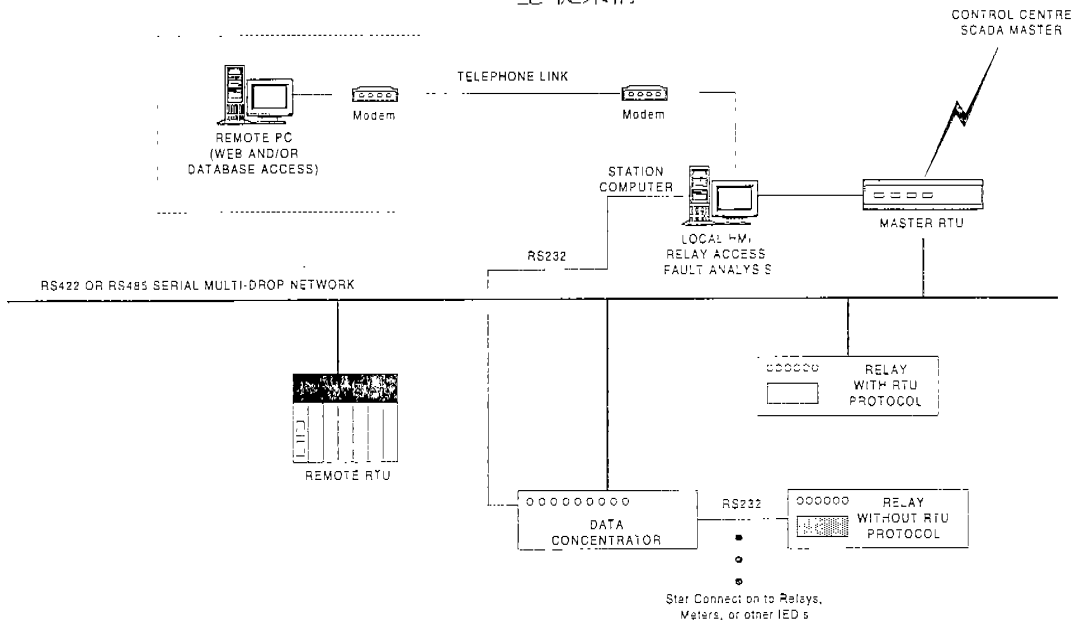


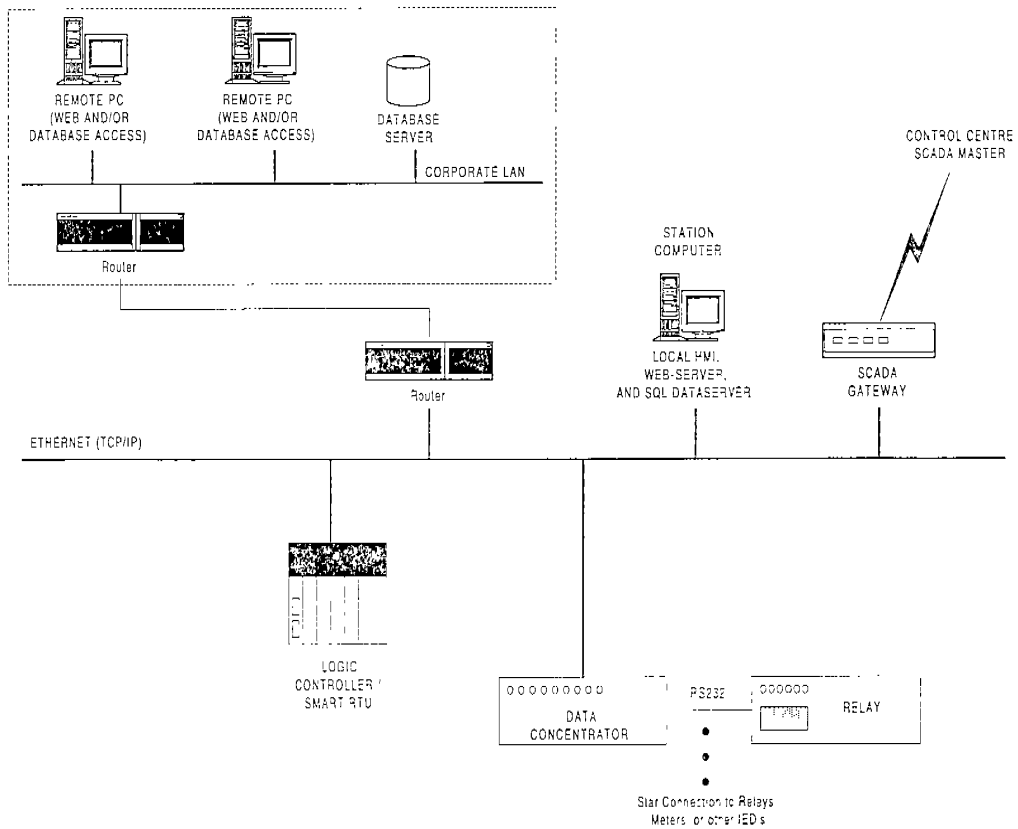
圖 1

### 主-從架構



圖二

### 網路架構



圖三

## 2-3 IED 配合傳統電驛的控制單元

當所內既有設備不具備通訊能力時，不論是何種型式的電驛，便可用控制單元來達到整合的效果，這情形在運轉中或欲擴充的變電所中常常發生。

變電所內常會有一些警報但不能由保護電驛處取得，例如火警、充電機故障、蓄電池狀態等警報，這些警報點可透過智慧型警報器連接到通訊單元，方式與智慧型電驛相同，如此警報器可提供所內警報需求，又可將狀態資料上送控制中心。

## 2-4. Fault Locator 說明

SEL 之 Fault Locator 係為其測距電驛(SEL-321, 311, 351, 421)之內附功能，過去本處並未有使用之經驗，故利用此次參訪機會了解該廠之 Fault Locator 原理、功能。

目前測量故障點之方法約有以下數法：

1. Relating oscillographic readings to short-circuit study

由示波器取得波形後作計算

2. Processing digital records in a FL program

取得數位波形資料再由程式解析

3. Two-end traveling-wave FL

由線路兩端取得故障點之行進波時差以算出確切故障點

4. One-end traveling-wave FL

由線路一端取得故障點之行進波時差以算出故障點

### 5. One-end impedance-measuring FL

由線路一端取得電壓、電流資料再以正序、零序阻抗算出故障點

### 6. Two-end impedance-based FL

由線路二端取得電壓、電流資料再以正序、零序阻抗算出故障點。SEL 之 Fault Locator 係採用 One-ended method，此法簡單、快速、不需通訊；但會受電路互耦、故障點接地阻抗、負載、線路分歧等因數影響其精確度，故 SEL 乃應用 Takagi 之計算法則以減少上述之誤差。

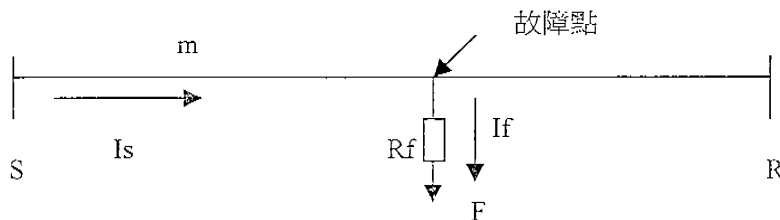
Takagi algorithm :

$$V_s = mZ_1 \cdot I_s + R_f \cdot I_f \dots\dots\dots (1)$$

$$I_f = I_{fs} + I_{fr}$$

$$I_{fs} = I_s - I_{s0}$$

- m: 量測點至故障點距離
- Z1: 正序阻抗
- I<sub>s</sub>: 短路電流
- R<sub>f</sub>: 接地阻抗
- I<sub>f</sub>: 故障點電流
- I<sub>s0</sub>: 故障前負載電流
- I<sub>fs</sub>: 量測端之故障電流分量減去負載電流
- I<sub>fr</sub>: 遠端提供之故障電流分量



簡化結果：

計算(1)式後，其實部相對於虛部過小故忽略其實部(此即為 Takagi algorithm 誤差之處)得

$$\text{Im}(V_s I_{fs}^*) = m \cdot \text{Im}(Z_1 \cdot I_s \cdot I_{fs}^*) + R_f \cdot \text{Im}((I_{fs} + I_{fr}) \cdot I_{fs}^*)$$



$$m = \text{Im}(V_s I_{fs}^*) / \text{Im}(Z_1 \cdot I_s \cdot I_{fs}^*) \dots \dots \dots (2) \text{故障點距離}$$

$$I_{fs} = I_s - I_{s0}$$

因 IED 具記憶功能，故(2)式計算所需之數據如電壓、故障前負載電流、故障電流、正序阻抗等皆可由 IED 提供、計算。因(2)式係由忽略實部而得，故仍多少受故障點阻抗之影響。影響 SEL FAULT LOCATOR 精確度之因素有：

- 故障點阻抗(Fault resistance)
- 負載電流(Load flow)
- 零序阻抗(Zero-sequence impedance)
- 零序互耦(Zero-sequence mutual coupling)
- 線路分歧(Tapped load)

由巴西 CEMIG 電力公司對 SEL-321 所附之線路故障點檢測功能評估資料顯示若輸入 SEL-321 之正序阻抗、零序阻抗、線路長度等資料正確之情況下，其線路故障點檢測功能準確度達 1.3%。

SEL 為改善上述(2)式之誤差，將另提出負序阻抗演算法，該法可去除零序阻抗、零序互耦產生之誤差。

### 三、變壓器油中氣體線上檢測儀器：

變壓器內部發生之異常原因，通常原因是在異常地方有非正常的熱產生，而異常點周圍的絕緣物（絕緣油或固體絕緣材料）、油受熱分解。變壓器油的化學成分，約有 90% 為單化學鍵的碳氫化合物，其餘 10% 為芳香烴化合物，在常溫下均甚為穩定，不易氧化變質。但當油受熱的影響，少部份會分解成為小分子的氣體。

體. 氣體量少時，氣體會快速的溶解於油中，但如油受非常高熱(如電弧)時，油尚未及沸騰，就直接分解產生大量的氣體，氣體還來不及溶解於油中，就衝到布氏電驛，甚而衝破突壓電驛，造成噴油現象，因此布氏電驛與突壓電驛的動作。

### 3-1 絕緣紙的老化與受熱分解

絕緣紙的成份是纖維素，也就是碳、氫、氧的化合物，當長期受微熱，會與紙中水分作用逐漸老化，而分解出二氧化碳與少量一氧化碳。當絕緣紙受熱溫度愈高一氧化碳與二氧化碳的分解量就愈大，但由於紙的分解速率不如油受高熱分解速率那麼快，產生的氣體尚未及衝至布氏電驛，就已全溶解於油中了。

### 3-2 氣體溶入油中

由於真空處理過的變壓器油，很容易溶入氣體，如變壓器油曝露於空氣中，空氣就逐漸溶解到油中，常溫下溶解量約可達油體積的 10%。氮封的變壓器，氮自然溶於油中，常溫下約為油體積的 7%就達飽和，而不會再溶入。密封的變壓器，油中氣也含量甚少，但取油樣時如未依標準方法程序，油樣未裝滿瓶，或蓋子未扭緊，造成油樣瓶中有空氣，分析時，可發現油中含空氣量明顯增加。近年來變壓器的設計趨向將上蓋焊死，以避免接縫橡皮墊片老化漏油，焊後如未能將本體妥善抽真空，則易有乙炔殘留於油中。鐵心或線圈固定材料如使用不銹鋼材質，容易產生氮氣溶於油中。

### 3-3 電力變壓器的異常現象

電力變壓器的異常現象通常有過熱、放電、老化與其他四類，茲扼要說明如下

#### 3-3-1 過熱現象的分類

電力變壓器溫升多在 65C 以下，但局部過熱點的溫度卻有可能高達 1000° C，在變壓器所有的偵測設備均不易查知，這對以往變壓器的維護保養人員是相當困擾，也是極大的挑戰。

過熱現象通常區分為：

- (1) 低溫過熱 (200° C ± 100° C)
- (2) 中溫過熱 (500° C ± 200° C)
- (3) 高溫過熱 (700° C 以上)

三種過熱現象，低溫過熱較多單獨存在，而高溫過熱往往包含中、低溫之過熱，只是高溫區比中、低溫區較大或較顯著。

#### 3-3-2 過熱的部位

1. 鐵心
2. 線圈
3. 金屬接點
4. 變壓器外殼

通常過熱現象並不會使變壓器發生即時的危險，但過熱如由低溫逐漸升到高溫，且油中可燃性氣體含量平均每日增加率有明顯成倍增加時，變壓器內傷將逐漸嚴重。

### 3-3-3 放電

異常變壓器中，最危險的就是放電現象，由於放電產生的溫度甚高，對變壓器的損害也最大，稍一不慎，即會釀成燒損甚而爆炸。

放電現象通常區分為：

- (1) 電暈(corona)：低能量
- (2) 線條(streamer)
- (3) 閃絡(flash over)：高能量
- (4) 擊穿(breakdown)：高能量
- (5) 電弧(arc)：極：高能量

放電的部位

1. 鐵心
2. 線圈
3. 金屬固定接點間
4. 金屬活動接點
5. 絕緣紙板
6. 絕緣油和變壓器外殼間

### 3-3-4 老化現象

變壓器長期使用，都會逐漸老化，如何使它延緩老化，是現今研究的重要課題。

老化現象的分類

1. 絕緣紙的老化

## 2. 絕緣油的老化、劣化

### 3-3-5 其它異常現象

1. OLTC 漏油
2. 空氣洩入油中
3. 漏水

### 3-4 油中溶解氣體之分析

油中溶解氣體之分析可分作兩個階段，首先要將油中溶解的氣體脫離成氣體狀態，其次將脫出的氣體再以儀器分析其成份。

#### 3-4-1 油中溶解氣體脫氣方法

油中溶解氣體的脫氣方法涉及的相關技術甚多，可簡單分為二種：一為真空處理、一為載氣置換法。無論採用何種脫氣方法，最主要目的就是將油中溶解氣體在短時間內從絕緣油中分離出，而且脫氣效果愈高愈好。

1. 托里切利(Torricelli)真空法
2. 水銀擴散幫浦與鐵浦拉幫浦(Toepler pump)併用法
3. 器缸式脫氣法
4. 真空幫浦與活塞脫氣法
5. 載氣置換脫氣法(Bubbling method)

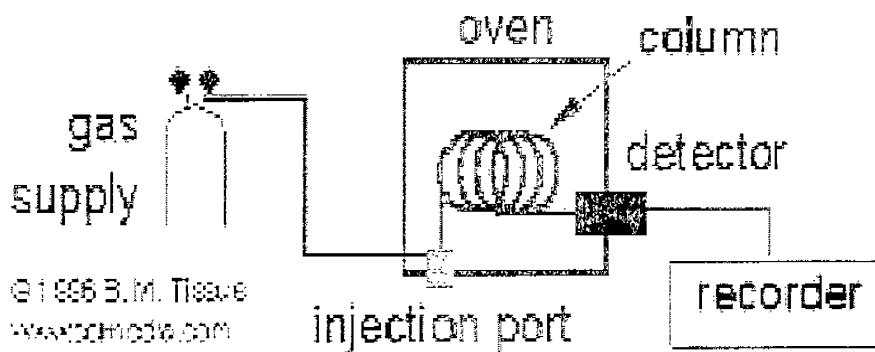
此脫氣法所使用之油量非常少。首先用微量注射筒將油樣注入脫氣容器內，以固定流速之載氣通入脫氣容器內的油樣中，使溶解於油中之氣體與載氣產生置換而使油中溶解氣體被萃取出。

油中氣體的分析項目主要是根據變壓器內部異常診斷所需而定，有 7 種、9 種、12 種氣體成份之分別，如下表所列。

7 種成份	$H_2$ 、 $CH_4$ 、 $C_2H_6$ 、 $C_2H_4$ 、 $C_2H_2$ 、 $CO$ 、 $CO_2$
9 種成份	$H_2$ 、 $CH_4$ 、 $C_2H_6$ 、 $C_2H_4$ 、 $C_2H_2$ 、 $CO$ 、 $CO_2$ 、 $O_2$ 、 $N_2$
12 種成份	$H_2$ 、 $CH_4$ 、 $C_2H_6$ 、 $C_2H_4$ 、 $C_2H_2$ 、 $CO$ 、 $CO_2$ 、 $O_2$ 、 $N_2$ 、 $C_3H_8$ 、 $C_3H_6$ 、 $I-C_4H_{10}$

### 3-5 Micromonitors TrueGas 氣體成份分析

Micromonitors TrueGas 氣體成份分析原理主要是以載氣(carrier gas)將氣體帶入分離管(column)，然後通過檢測器。在此過程中，各氣體成份對分離管內填充物各具不同吸附力，而產生移動速度有差異而分離。吸附力較弱之氣體迅速通過，吸附力強的氣體移動速度較慢，因此，不同氣體成份通過檢測器的時間不同，可判定氣體種類與數量，且可由紀錄器波峰面積或高度計算濃度。



該油中氣體分析裝置是從測定運轉中變壓器的油中氣體之濃度，來早期檢測出變壓器內部異常現象，而能達到防範重大事故於未然之目的。此裝置具備下列特點：

1. 依照預先設定之周期，自動測定  $H_2$ 、 $CH_4$ 、 $C_2H_6$ 、 $C_2H_4$ 、 $C_2H_2$ 、 $CO$ 、 $CO_2$ 、 $O_2$  8 種成份氣體之濃度，藉以早期發現變壓器異常。
2. 可以監視 8 種成份氣體之濃度、TCG 的多寡及其趨勢，並可預先設定個別氣體濃度之警報值，以及 TCG 趨勢警報值以便於監視。
3. 可透過通訊線遠端設定 TCG 儀器之取樣週期（4 小時~24 小時）、讀取 TCG 資料。
4. 對於變壓器內部診斷比以往從變壓器採油到油中氣體分析裝置去作分析診斷來得更有效益而能即時採取對策。

### 3-6 氣體成份分析方法

一般而言，正在運轉的變壓器產生的氣體，最主要的是因為變壓器油經過長時間的作用而劣化的結果。由變壓器的油中氣體分析結果，如何判定其異常為否？氣體分析結果的研判方法有下列數種方式：

1. 依可燃性氣體總量研判
2. 依各成份氣體含量研判
3. 依可燃性氣體總量的增加傾向研判
4. 依各成份氣體總量的增加傾向研判
5. 依發生氣體的組成變化研判

上述方法 1~2 是針對一個分析結果，立即可作研判；方

法 3~5 需要從分析結果的長期變化加以研判。同時方法 1~4 需要有研判基準的數量標準；方法 5 是比較複雜，須結合各種氣體組成研判。

### 參. 綜合觀感及建議事項：

目前，本公司在增加供電量及減少費用之要求下，就必須要能收集及整理出供保護、運轉決策參考之必要資訊。若這些資訊能在各保護裝置間傳送且可供自動化、監測及控制使用，則比簡單的傳統保護電驛設備有效益。在過去，有些電驛是由電磁元件依設定之始動值來動作，但這往往受到環境或元件老化影響而使準確度降低，微處理器電驛則使用已數位化之儀測資料來演算，較不會受影響。數位式電驛是一種多功能性電驛系統，未來趨勢應是結合系統保護、資訊、遙控與自動化的整體組合系統。IED 或變壓器的 TCG 線上檢測器為該組合系統中之一員，連續自我偵測、故障資料儲存、遠方標置、計測、故障紀錄、示波圖形等都將成為該組合系統之標準化功能。換言之，IED 終將取代傳統類比式電驛，並成為電力系統保護之主力設備。

### 肆、參考資料

- 5-1 SEL COMMUNICATIONS AND INTEGRATION WHITE PAPER.....David Dolezilek
- 5-2 A REVIEW OF IMPEDANCE-BASED FAULT LOCATING EXPERIENCE.....DR. EDMUND O. SCHWEITZER, III
- 5-3 SEL-321 Performanxe Report 500 kv TL Jaguara-Neves.....CEMIG Brazil
- 5-4 ANALYSIS OF TRANSFORMER OIL FOR TRANSFORMER CONDITION MONITORING.....Dr B Pahlavanpour and Dr A Wilson