出國報告（出國類別：實習）

GIS 設備部份放電檢測技術實習

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：呂銘宗 十一等技術一課長

派赴國家：法國 、 瑞士

出國期間：96.9.1～96.9.14

報告日期：96.11.13

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

目　錄

頁次

壹、計畫緣由及目的 ———— 2

貳、實習過程 ———— 3

一、本次實習行程計畫簡述 ———— 3

二、參訪法國AREVA公司 ———— 3

三、參訪瑞士ABB公司 ———— 5

參、GIS部份放電基本概念 ———— 6

一、部份放電之定義及現象 ———— 6

二、GIS故障與部份放電之關聯 ———— 7

三、GIS部份放電類別 ———— 9

肆、GIS部份放電量測時機 ———— 11

一、GIS部份放電量測基本要求 ———— 11

二、GIS部份放電工廠試驗 ———— 11

三、GIS部份放電現場檢測 ———— 12

伍、GIS部份放電量測方法 ———— 13

一、音波（Acoustic）檢測法 ———— 14

二、SF6氣體分析法 ———— 15

三、超高頻(UHF：Ultra High Frequency)檢測法 ———— 17

四、各種檢測法之比較 ———— 18

五、雜訊對超高頻檢測法之影響 ———— 19

六、超高頻檢測設備之型式 ———— 20

七、超高頻檢測訊號之傳遞與監控 ———— 22

八、超高頻檢測訊號之判讀 ———— 24

九、攜帶型超高頻檢測設備 ———— 25

十、GIS部份放電檢測防止事故發生實例 ———— 26

陸、 實習心得與建議事項 ———— 28

一、實習心得 ———— 28

二、建議事項 ———— 29

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

壹、 計畫緣由及目的

台灣地區四面環海，本公司傳統之屋外開關設備因帶電體裸露於空氣中，易受颱風、暴雨及鹽害影響而導致事故，影響供電可靠度；另台灣地狹人稠，民意高漲，變電所用地取得不易，興建佔地較廣且帶電體裸露之傳統屋外開關設備不符民眾觀感及經濟效益，為解決前述情形，本公司新建變電所已廣泛採用金屬包封、帶電體不外露及體積小之 SF6 氣體絕緣開關設備（GIS：Gas Insulated Switchgear ）。由於 GIS 之帶電體均包封於金屬外殼中，運轉中無法檢視內部狀態，為提昇設備可靠度，本公司有必要建立 GIS 內部絕緣劣化之預警方法。部份放電（PD：Partial Discharge）為 GIS 絕緣劣化之先期指標，當放電持續一定時間後，將使絕緣材料劣化，極易導致閃絡而燒損設備，引起供電事故。因此運用部份放電檢測方法以診斷 GIS 絕緣特性，及早發現異常設備，對提昇設備安全及供電可靠度有莫大助益。

有鑒於 GIS 設備最早由歐洲廠商所研發，GIS 設備不停電前提下之部份放電診斷技術亦較先進，值得前往了解目前之設計及使用情形，並蒐集其設計及採購規範資料，供本公司參考評估，以期提昇本公司的預知診斷維護技術，防範供電事故於未然。

GIS 工廠分別位於法國、瑞士之 AREVA 公司及 ABB 公司，皆為國際知名大廠， GIS 設備部份放電檢測技術較為先進，值得本公司派員出國觀摩實習。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

貳、 實習過程

一、 本次實習行程計畫簡述

- 8/31-9/2 （順道觀光1天）往程：台北 → 巴黎
- 9/3-9/4 巴黎，法國 AREVA 公司，瞭解該公司內主要生產設備、銷售實績及當地變電所設置情況。
- 9/5 巴黎 →法國 AREVA 公司Lattes 工廠（靠近蒙德波利爾），GIS設備部份放電檢測技術實習 → 里昂
- 9/6 里昂 → 法國 AREVA 公司Aix-les-Bains 工廠，GIS設備部份放電檢測技術實習 → 瑞士日內瓦
- 9/7-9/12 瑞士日內瓦，ABB公司，瞭解該公司內主要生產設備、銷售實績、當地變電所設置情況及GIS設備部份放電檢測技術實習、參觀GIS製造工廠。
- 9/13-9/16（順道觀光2天）返程：瑞士日內瓦 → 法國巴黎 → 台北。

二、 參訪法國 AREVA 公司

AREVA 公司爲一跨國性事業集團，總公司位於巴黎市，主要業務原爲法國核廢料處理，爲全世界最大的核能工業公司。該公司於 2004 年收購 ALSTOM T&D 部門，其營運重心除核廢料處理之外，更跨足電力系統、輸電系統等多角化的事業營運，目前已是全世界第 3 大輸配電設備製造公司。AREVA 公司的輸配電部門員工超過 2 萬人，年營業額超過 30 億歐元，在全球多數國家皆設有工廠或分公司（台灣亦設有分公司），輸配電設備已銷售至一百多個國家。

AREVA Lattes 工廠（靠近蒙德波利爾）係自動化設備之設計及製造中心，變電所各項機電設備之遙控、監測及故障診斷分析皆屬該工廠之核心技

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

術，可依客戶需求提供客製化設備、程式或統包變電所自動化工程，本次赴現場與相關設計人員研習 GIS 設備部份放電檢測設備如何與變電所監控系統整合，獲益良多。

AREVA Aix-les-Bains 工廠係高壓 GIS 製造工廠，主要負責 245KV 電壓等級以上 GIS 之設計、製造。內部型 GIS 部份放電檢測設備須於 GIS 設計、製造時預留檢測設備安裝位置，本次赴現場與相關設計人員研習，對 GIS 部份放電檢測技術有更深入的了解。

圖 1：AREVA 變電所監控設備

圖 2：AREVA 製高壓 GIS

圖 3：Lattes 工廠同仁與職合照

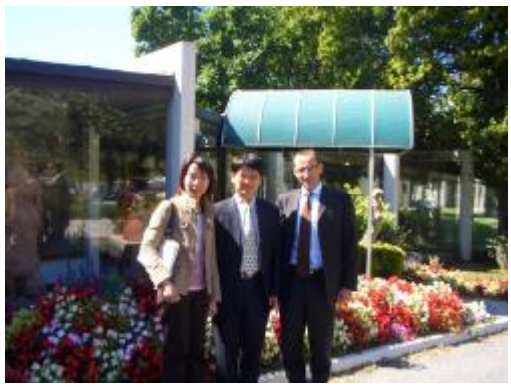

圖 4：Aix-les-Bains 工廠同仁與職合照

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

三、 參訪瑞士 ABB 公司

ABB 集團成立於 1988 年，由瑞典 Asea 和瑞士 BBC Brown Boveri 兩家公司合併並更名爲 ABB。Asea 公司成立於 1883 年，BBC Brown Boveri 公司則成立於 1891 年。ABB 有兩個核心事業部，電力技術事業部和自動化技術事業部，分別對客戶提供相關產品與服務。ABB 公司爲一跨國性事業集團，總公司位於瑞士蘇黎世，主要業務爲輸配電設備製造、機器人之製造、變電所自動化及工廠自動化。ABB 公司目前爲全世界最大的輸配電設備製造公司，員工超過 11 萬人，年營業額超過 240 億美元，在全球一百多個國家皆設有工廠或分公司（台灣亦設有分公司），輸配電設備已銷售至全世界。

ABB 公司在瑞士日內瓦及蘇黎世等地皆設有工廠，本次除於日內瓦辦公室與技術人員研討 GIS 部份放電檢測技術外，另參訪蘇黎世高壓 GIS 製造工廠，該廠主要負責 170KV 電壓等級以上 GIS 之設計、製造。內部型 GIS 部份放電檢測設備須於 GIS 設計、製造時預留檢測設備安裝位置，本次赴現場與相關設計人員研習，對 GIS 部份放電檢測技術有更深入的了解。

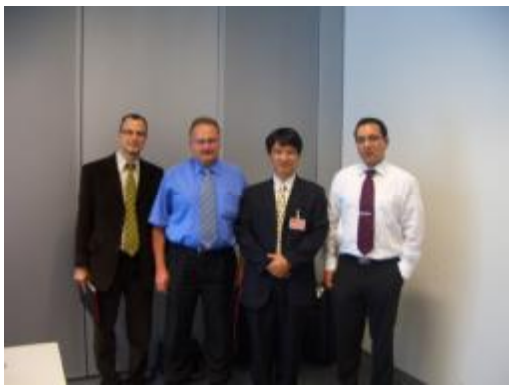

圖 5：蘇黎世工廠同仁與職合照

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

參、GIS部份放電基本概念

一、部份放電之定義及現象

1.部分放電形成原因

電力系統之帶電體，周圍均會以各種絕緣介質環繞，當帶電體施加高電壓後，絕緣介質內如存在介電係數之弱點，例如絕緣材質不良或材質老化、劣化、污染或帶電導體有突出尖端等，則絕緣介質內電場強度分佈不均勻，導致洩漏電流在絕緣介質內形成一個通道，由於電荷的轉移產生之暫態放電脈波，如持續存在並產生電應力衝擊，放電電流將在此一通道內部擴散，繼續使介質劣化，並降低絕緣材料的絕緣能力及耐久性，當部份放電（PD：Partial Discharge）在絕緣介質內擴散到相當程度時，極易導致放電路徑全部貫通，使得絕緣材料永久破壞，造成電力設備燒損。

2.部分放電之定義

根據 IEC 60270 3.1 ，部分放電之定義爲”局部的電氣放電，使介於導體間及導體鄰近的絕緣體內部有短路橋間現象”。

部分放電爲絕緣體內局部位置長期受電氣應力所導致的結果。

電暈 ”Corona” 是部分放電的一種形式，它會以氣體狀態介質出現在導體的絕緣體周圍。

3.部分放電之現象

部分放電發生時，導體及導體鄰近的絕緣體內部有短路現象，由於電氣能量於瞬間釋放，會伴隨出現聲音、光、熱、化學反應、電磁波等現象，並會產生無線電噪音(Radio Frequency noise)而影響收訊效果。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

二、GIS故障與部份放電之關聯

1. GIS 故障主因

GIS 之帶電體均包封於金屬外殼中，帶電體以環氧樹脂(Epoxy Resin)絕緣件支撐，帶電體與包封金屬外殼間以 SF6 氣體作爲高電壓的絕緣媒介。GIS 的絕緣特性劣化大略分爲下述主要原因：

- 氣封不良， SF6 氣體洩漏，導致 SF6 密度降低。
- SF6 氣體本身純度降低或劣化。
- 環氧樹脂絕緣件的表面有缺陷或內部有空孔。
- SF6 儲氣槽內鐵屑引起靜電感應後附著於間隔器上造成放電。
- 導體表面粗糙或缺陷。
- 內部零組件移位造成電場分布變動。
- 內部零組件因接觸不良造成電位浮動。

2. GIS 故障統計分析

根據國際大電網委員會（Cigre，International Council on Large Electric Systems）1998 統計資料，幾乎 60%的 GIS 故障係絕緣不良引起，且 GIS 運轉 25 年後故障率逐年上昇。

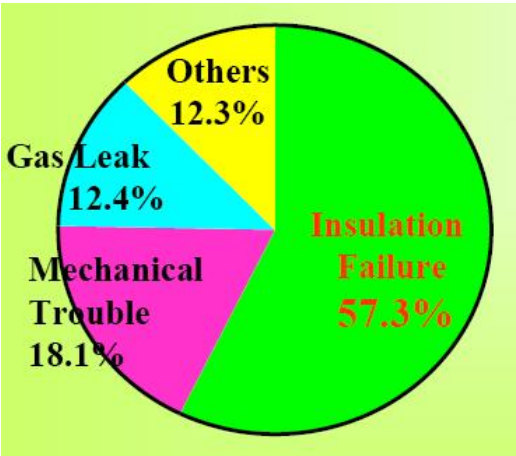

圖 6：各種 GIS 故障比率分佈圖

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

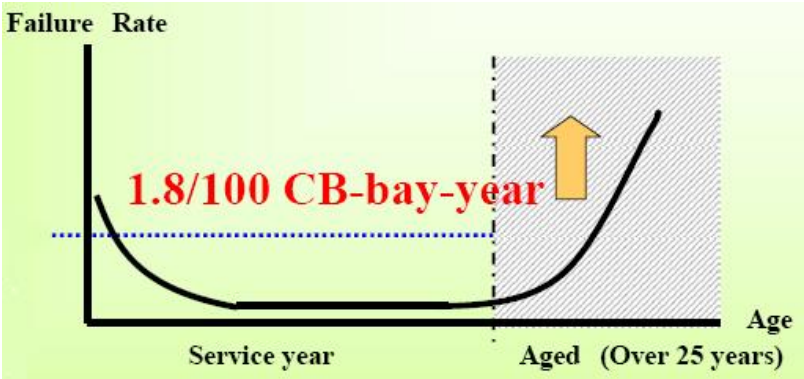

圖 7： GIS 故障率與運轉時間關聯圖

3.部份放電導致 GIS 故障之過程

部份放電是絕緣劣化的主要徵兆，放電的型態因絕緣材料的結構而有差異。在部份放電的過程中，常使絕緣材料的性能無法回復或留下破壞痕跡，因而加速絕緣材料的老化。GIS 部份放電初期對電力設備尚無明顯之影響，未以儀器量測，難以發現放電現象，當電力系統出現雷擊或開關突波，此過電壓將導致放電現象加劇，最後絕緣材料永久破壞，電荷路徑全部貫通，造成電力設備燒損。

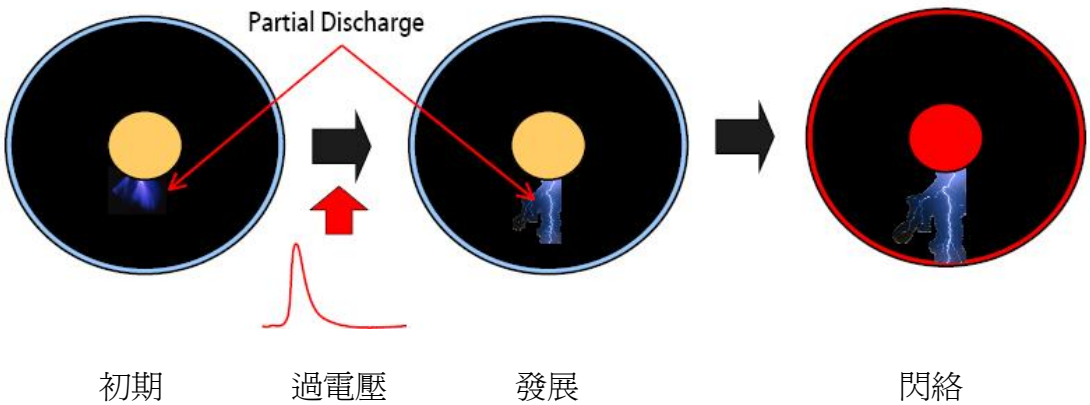

圖 8：部份放電導致 GIS 故障之過程

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

4.部份放電處置與 GIS 故障之關聯

GIS 出現部份放電現象，即代表 GIS 內部絕緣已開始劣化，此絕緣劣化之徵兆如未適時處理，當電力系統出現雷擊或開關突波，將可能引起閃烙，導致嚴重事故，及長時間停電。故檢測到 GIS 有部份放電現象時，如能儘速安排對應之檢查、維護，則可防止 GIS 絕緣材料繼續劣化，避免造成閃絡或電力設備燒損。因此運用部份放電檢測方法來診斷 GIS 絕緣特性，對 GIS 的運轉品質與安全有莫大助益。

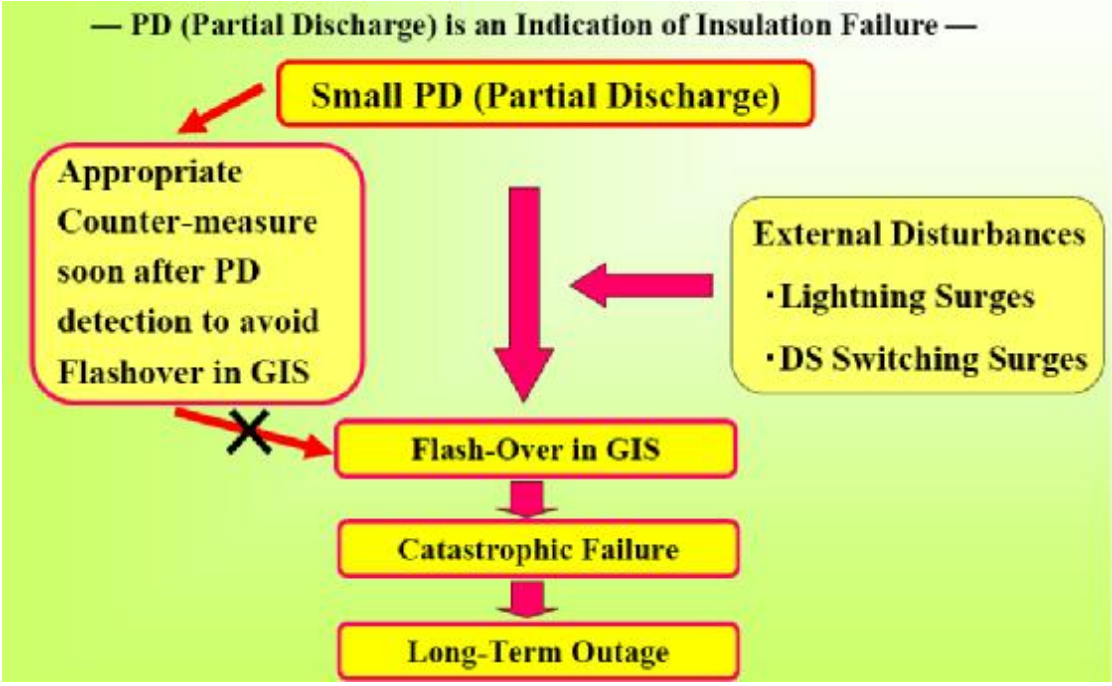

圖 9：部份放電處置與 GIS 故障之關聯

三、GIS部份放電類別

GIS 因選用之材質不良、製造技術不佳或製造過程未確實做好品管工作，均可能造成 GIS 品質缺陷，此類缺陷於 GIS 加壓運轉後，即會於 GIS 內部形成部份放電。GIS 部份放電之類別如下：

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

- 絕緣氣體中有可移動之金屬微粒
- 導體有突出、尖端或邊角
- 存在浮動電極
- 金屬微粒附著於絕緣支持物
- 絕緣支持物存在裂縫或空隙

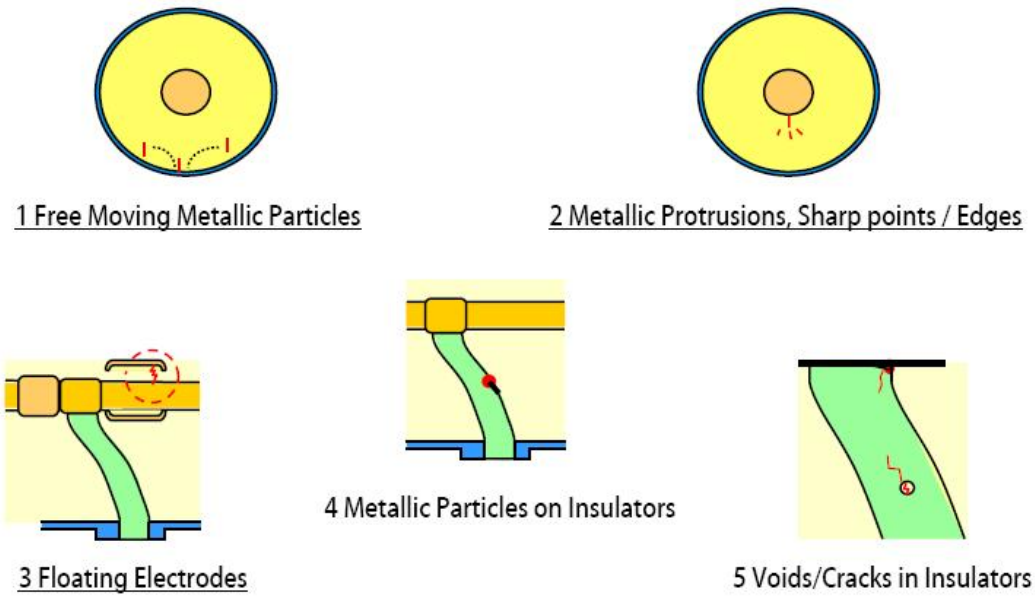

圖 10： GIS 部份放電之類別

不同部份放電類別偵測到之放電量亦有差異，下圖即爲前述五種類型部份放電放電量大小範圍之對照圖，根據偵測到之放電量大小，可供初步判斷 GIS 部份放電之類別。IEC 及 Cigre 皆要求 GIS 部份放電放電量須小或等於 5 pC（p 表示 pico 爲 10^{-12}，C 表示庫侖（Coulomb））。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

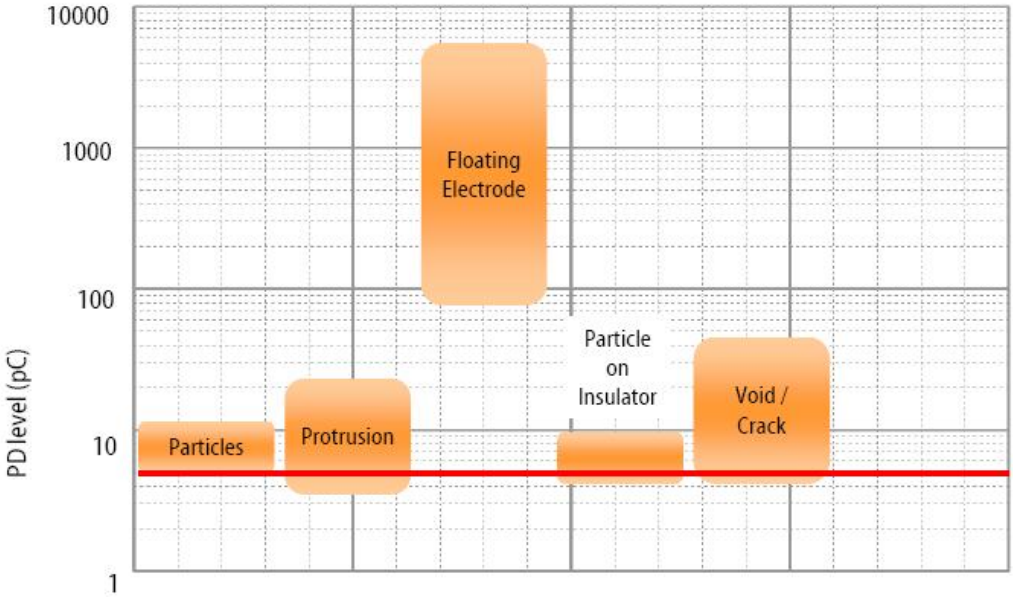

圖 11： 不同類型部份放電放電量大小對照圖

肆、GIS部份放電量測時機

一、GIS部份放電量測基本要求

- 即使現場環境有干擾下，依然能精確的辨識出部份放電的存在。
- 對於部份放電的發生點可以準確的標定。
- 具有高度的可靠度。

二、GIS部份放電工廠試驗

1.試驗目的

驗證 GIS 製造過程中，GIS 內部各相間及對大地間之絕緣強度及各帶電端是否有產生部分放電，其值是否符合規範及國際標準之要求。

2.試驗設備及儀器

部分放電測試設備、脈波產生器、諧振式低頻耐壓測試設備。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

3.試驗方法

本試驗必須與「主回路低頻耐壓試驗」一併施作，試驗前需先作線路 pC 校正，以脈波產生器送出校正波至部份放電測試器上，讀取校正波並調整，移除脈波產生器引線後，再施加試驗電壓。根據 IEC 62271-2036.2.9.101，GIS 測試時，先以低頻耐壓測試電壓施加相對地電壓 1 分鐘，GIS 爲三相個別絕緣筒者，電壓降至 1.2U/√3（U 爲 GIS 之額定電壓）；GIS 爲三相同一絕緣筒者，電壓降至 1.2U，維持 1 分鐘以上，量測並記錄放電量 pC 值，3 相分別依序測試，量測值≦5 pC 方判定爲合格。

三、GIS部份放電現場檢測

1.偵測目的

爲使 GIS 在各種不同環境運轉下，長期維持良好性能，且在不影響供電或不停電的要求下，檢測出 GIS 內部各相間及對大地間之絕緣強度，及各帶電端是否有產生部分放電，以驗證其值是否符合規範及國際標準之要求，俾確保供電的可靠性與電力設備的安全性。

2.試驗設備及儀器

早期 GIS 僅能以絕緣電阻測試、電力介質損失因數試驗，或以交流耐壓測試及突波電壓測試作爲判定絕緣品質及長期穩定度的依據，惟前述方式可能造成絕緣擊穿或破壞，且不符合活電實測環境之要求。爲符合 GIS 活電實測之要求，GIS 設備製造廠家特別開發非破壞性及非接觸性的部分放電檢測設備，此類設備包括預先安裝於 GIS 內部、外部之檢測設備或攜帶型設備，現今亦已成爲 GIS 部分放電檢測實務主要配備。

3.試驗方法

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

內部及外部型檢測設備，需結合預建之 GIS 線上即時監控系統，可隨時監控 GIS 之部分放電現象，並進一步解析部分放電訊號，俾判別需否發出 GIS 異常警報。

攜帶型設備則可依使用需求，定期與不定期攜往現場進行部分放電量測，較爲經濟及便利，惟無法即時監控 GIS 是否存在部分放電之現象。

不論使用何種部分放電檢測方式，實務運用上皆必需長期搜集相關資料，建立一套完整的資料庫，以供對檢測到之訊號作進一步的解析、判定，使運轉維護人員及早提出防範對策。

圖 12： 攜帶型部份放電檢測設備圖

伍、GIS部份放電量測方法

目前各製造廠家已研究發展出多種部份放電檢測方法，其檢測原理主要依據部份放電發生時所產生的電氣暫態訊號，例如光、熱、聲音、超音波與

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

電磁波等現象實施檢測，各有其針對性及優缺點。本次出國參訪以 GIS 不停電狀態下進行部份放電檢測爲主提，故以下將介紹各種不停電狀態下之部份放電檢測原理、方法與設備。

一、音波（Acoustic）檢測法

1.檢測原理

音波檢測法是利用部份放電時產生的聲波或振動波去檢測部份放電的大小與位置，由於表面放電或高壓礙子產生的電暈超音波，爲一高頻、短波信號，此聲波不被人耳所直接聽見，故亦稱爲超音波。在同一介質中，音波以直線傳播；在不同介質的交界面會有反射和透過的現象。這種現象將受到介質的種類和形狀決定。音波檢測設備分爲非接觸型與接觸型兩種。非接觸型音波檢測法一般用於量測由空氣傳播之部份放電音波。接觸型音波檢測法一般是量測由液體、絕緣材料或金屬傳播局部放電所產生的振動波，故接觸型音波檢測較適用於量測 GIS 之部份放電。

2.特性

- 頻率範圍：140KHz
- 金屬上傳播速度：約 3000 m/sec
- 檢測器安裝區間：2 ～ 3 m
- 靈敏度：大於 5 pC

3.優點

- 可準確做放電源定位
- 可線上即時偵測

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

- 可依圖譜辨識出放電類型

4.缺點

- 必需事先將感測器埋入或緊貼放電目標
- 感測器的放置區域影響大
- 不易做定量分析

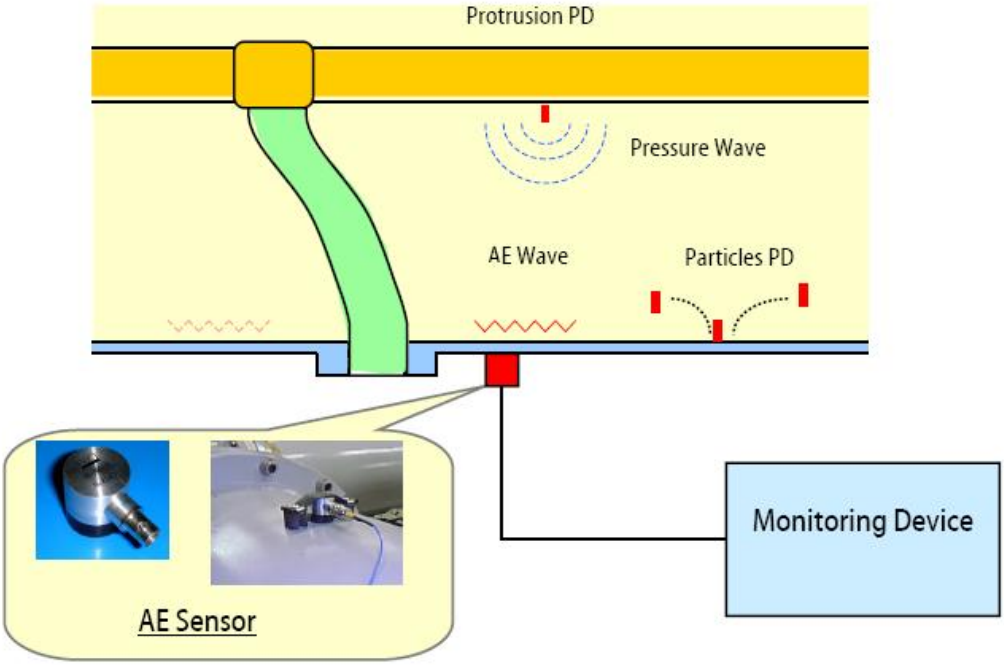

圖 12： 超音波部份放電檢測法檢測示意圖

二、SF6氣體分析法

1.檢測原理

GIS 是使用 SF6 氣體做絕緣，SF6 氣體的化學性質非常穩定，在空氣中不燃燒，亦不助燃。SF6 氣體與水、強鹼、氨、鹽酸、硫酸等不產生化學反應；

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

SF6 氣體溫度低於 150℃時，呈化學惰性，極少溶於水，但微溶於醇。對電器設備中常用之金屬及其它有機材料不發生化學作用。SF6 氣體正常狀態下是不會產生化學反應產生 SO2， 然而，在大功率電弧、火花放電和電暈放電作用下，SF6 氣體能分解和游離出 SO2，故利用此原理時，定時取少量 SF6 氣體置入 SF6 氣體分析儀檢測 SF6 氣體是否存在高溫作用後之化學生成物，即可判定 GIS 是否曾經發生部份放電之現象，若檢測到 SF6 氣體中含有大量 SO2 時(>0.05 ppm)，表示 GIS 內部已有部份放電產生，即可研判 GIS 需立即停電處理。

2.優點

- 正確性頗高且耗費成本較小
- 可藉生成物分析 GIS 內狀態

3.缺點

- 無法即時監視放電初始點
- 無法正確預防放電所造成停電及事故

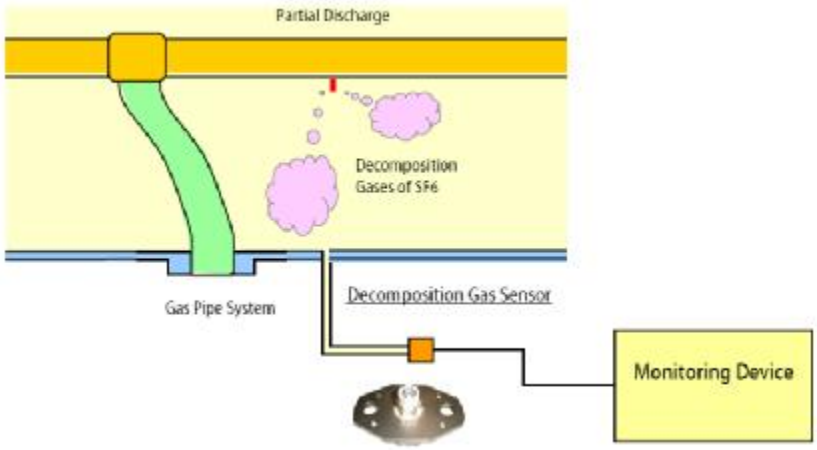

圖 13： SF6 氣體分析法檢測示意圖

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

三、超高頻(UHF：Ultra High Frequency)檢測法

1.檢測原理

GIS 正常送電時，如 SF6 中有可移動之金屬微粒，導體或絕緣支持物有突出、尖端、空洞存在，或導體螺絲未鎖緊等，將導致 GIS 內部會產生異常的超高頻電磁波，藉由超高頻電磁波檢測器將偵測到之訊號，傳送至檢測系統，再利用 Fuzz 理論判別故障之故障點、型式，並研判是否有立即上之危險。

2.特性

- 頻率範圍：200 MHz ～ 2 GHz
- 金屬上傳播速度：約 300000 km/sec（光速）
- 檢測器安裝區間：20 ～ 30 m
- 靈敏度：大於 1 pC

3.優點

- 可準確做放電源定位
- 可依圖譜，辨識出放電類型
- 可線上即時偵測
- 使用方便，可做定量分析

4.缺點

- 受到雜訊干擾之頻譜，需經過交叉比對後，才可明確判定。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

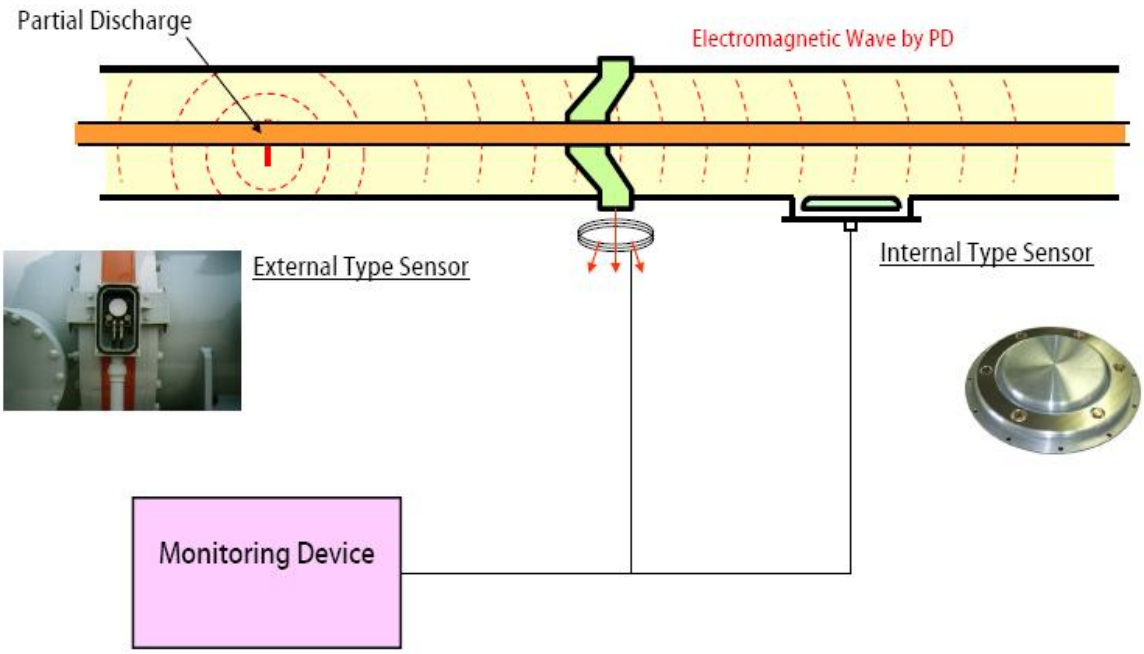

圖 14： 超高頻（UHF）檢測示意圖

四、各種檢測法之比較

超音波、氣體分析及超高頻等檢測法之原理、靈敏度、優點及缺點，可綜合整理成下表：

檢測方法	檢測原理	靈敏度	優點	缺點
超音波	放電點產生之聲波或振動波	＞5pc	準確做放電源定位、線上即時偵測	感測器需埋入或緊貼、傳感器多、易受雜訊干擾
氣體分析	放電點產生電弧與 SF6 作用	＞500pc	可藉生成物分析 GIS 內狀態、不受雜訊干擾	無法監視放電初始點
超高頻	放電時的超高頻電磁波訊號	＞1pc	準確做放電源定位、辨識出放電類型、線上即時偵測、可做定量分析	易受雜訊干擾

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

由於超高頻（UHF）檢測法靈敏度較高，能準確做放電源定位、辨識出放電類型、線上即時偵測、可做定量分析，因此進行 GIS 不停電狀態下部份放電檢測，實務上以超高頻（UHF）檢測法爲主。

五、雜訊對超高頻檢測法之影響

超高頻（UHF）檢測法雖有諸多優點，但檢測時易受雜訊干擾，檢測環境周遭空氣中高壓電導體之電暈、開關突波、行動電話、雷達、電視及其他無線電設備等產生之超高頻訊號，均可能影響檢測設備判讀之正確性，因此進行 GIS 部份放電檢測前，應先量測被景雜訊干擾頻率範圍、強度，俾於評估檢測結果時，將非屬 GIS 實際產生之部份放電訊號予以排除。

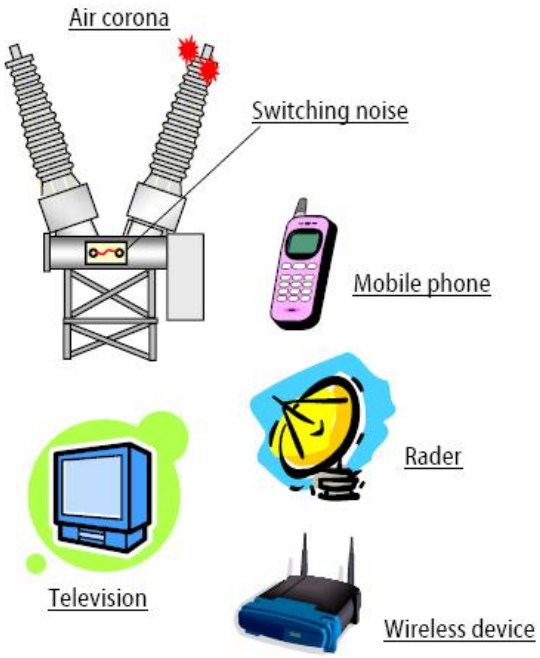

圖 15：檢測環境周遭可能產生之雜訊來源

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

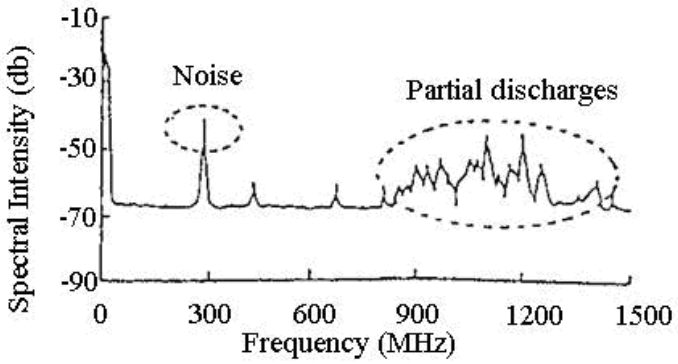

圖 16：檢測到之雜訊及部份放電訊號示意圖

六、超高頻檢測設備之型式

目前運用於 GIS 之超高頻檢測器（Sensor），大致分爲內部型檢測器及外部型檢測器兩種。內部型檢測器安裝於 GIS 內部，外部型檢測器則包覆於 GIS 絕緣物上。

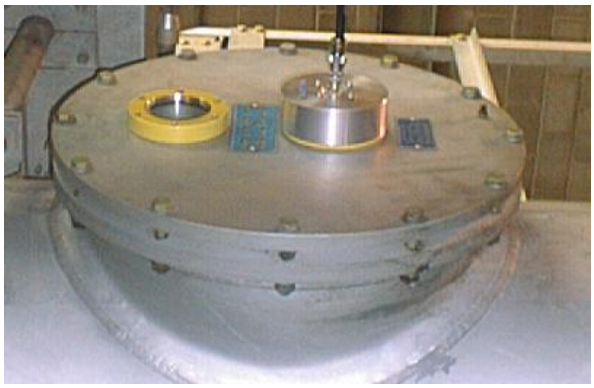

圖 17：內部型檢測器

圖 18：外部型檢測器

在相同訊號雜訊比值下(S(Signal)/N(Noise)=1or 3)，內部型檢測器所獲得之精確度遠優於外部型檢測器之精確度，因此重要電廠或變電所，GIS 如考慮安裝部份放電檢測設備，選用精確度較高之內部型檢測器較爲適當，惟內部型檢測器安裝位置必須於 GIS 設計時即預留，並於出廠前安裝，GIS 製造完成後才考慮安裝部份放電檢測器，則僅能選用外部型檢測器。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

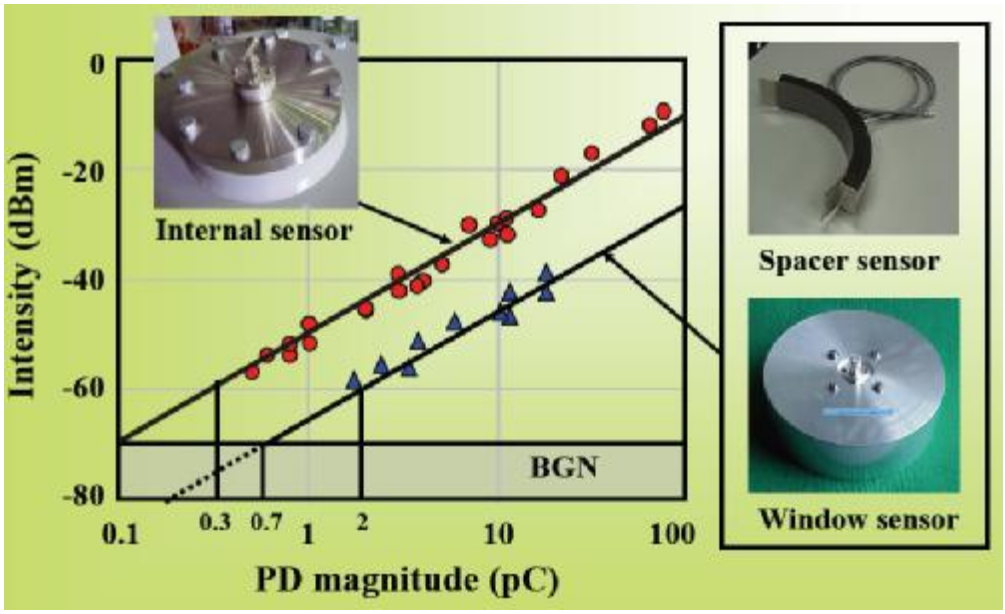

圖 19：內部型、外部型檢測器精確度比較圖

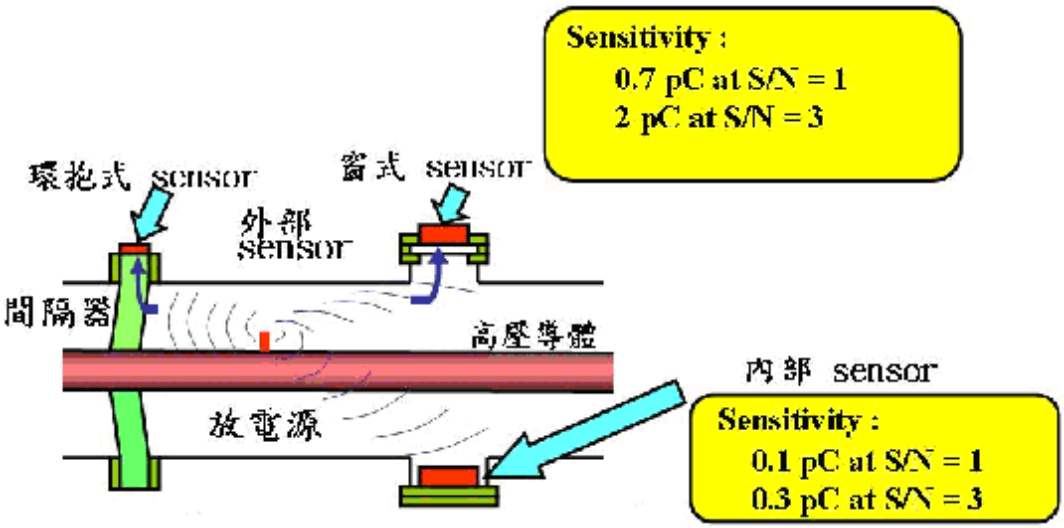

圖 20：內部型、外部型檢測器安裝位置示意圖

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

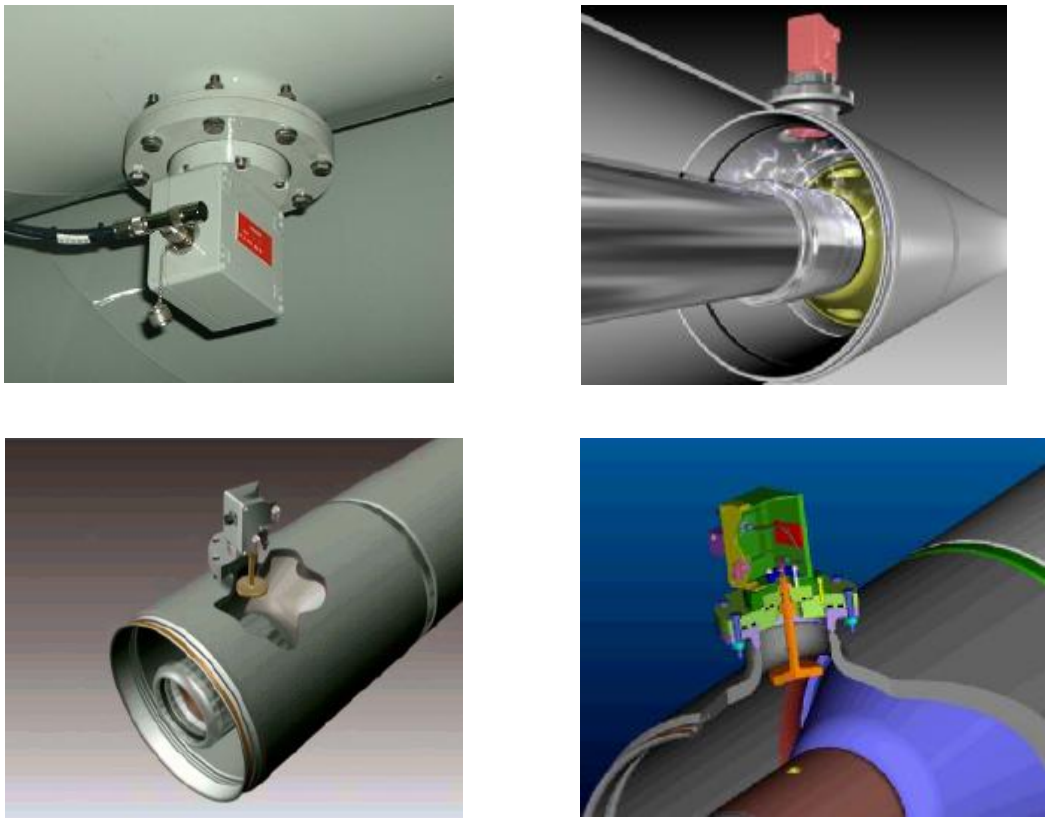

圖 21：內部型檢測器構造及檢測部份放電示意圖

七、超高頻檢測訊號之傳遞與監控

目前世界上各先進國家之變電所皆採自動化控制，在變電所控制室或遠端調度中心皆可以操控及監視變電所內的任何一項主要設備。安裝於 GIS 之超高頻部份放電檢測設備亦爲變電所監控系統之一部份，因此完整的部份放電檢測系統須與控制室之控制盤、電驛盤、資訊末端設備(RTU)等相連結，俾使操作維護人員可以在控制室或遠端調度中心掌握 GIS 的運轉狀況。爲判別 GIS 是否確有部份放電存在，運轉中 GIS 之電壓、電流訊號亦需引接至部份放電檢測系統，當部份放電檢測系統偵測到 GIS 回路上有異常情形發生，應能向變電所控制室或遠端調度中心發出警報，或主動將故障區間從電力系統隔離開來，避免電力系統發生崩潰現象。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

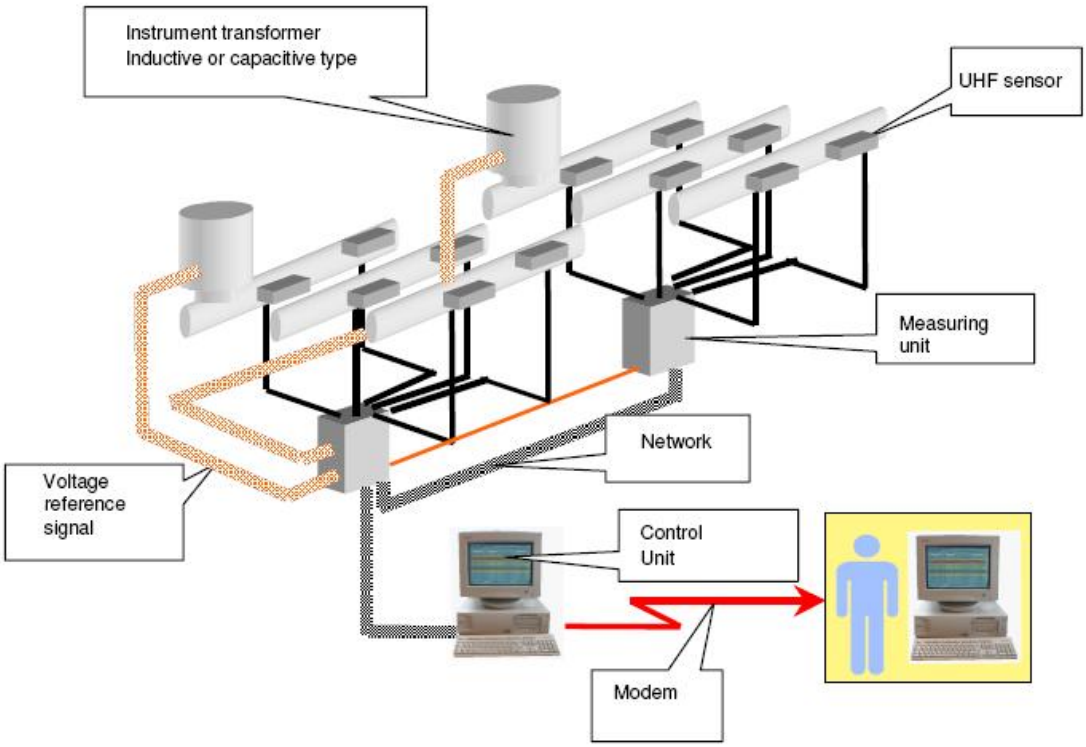

圖 22：超高頻檢測器配置與相關訊號連接示意圖

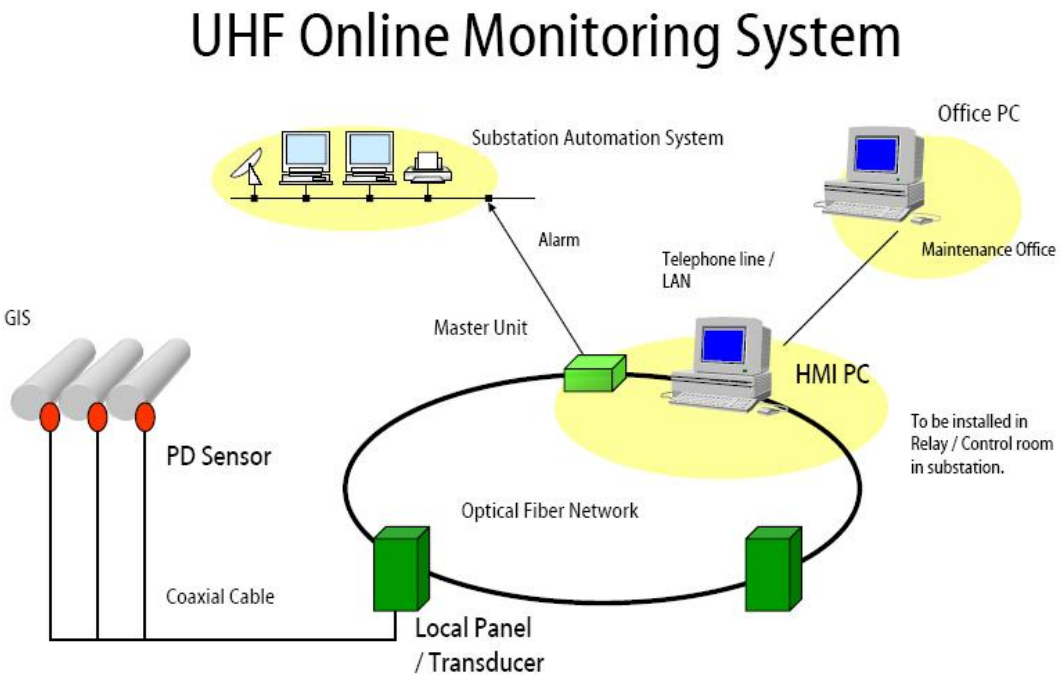

圖 23：超高頻檢測訊號與變電所監控系統連接示意圖

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

八、超高頻檢測訊號之判讀

當部份放電檢測系統偵測到 GIS 回路上有異常訊號時，由於偵測到之訊號通常相當微弱，需適當加以放大，以利於分析，放大後之訊號經由頻譜分析器（Spectrum Analyer），分解成頻譜（Frequency Spectrum）與相譜（Phase Spectrum），檢測系統以類神經網路（Neural Network）依頻譜與相譜判別訊號是雜訊或部份放電，如爲部份放電訊號，再將所測得之頻譜與相譜與已建立之部分放電模型做比較，辨別出設備發生部分放電之類型及原因。檢測系統區別訊號是否爲 GIS 部份放電現象之主要準則爲：

- 訊號強度是否大於設定值
- 訊號是否爲連續
- 訊號是否爲部份放電型態

上述三項皆符合時，代表 GIS 內部確實存在部份放電之現象，則檢測系統發出警報，或主動將故障區間從電力系統隔離，並於控制室或遠端調度中心控制台上顯示部分放電區間，以利運轉、維護人員改善作業。

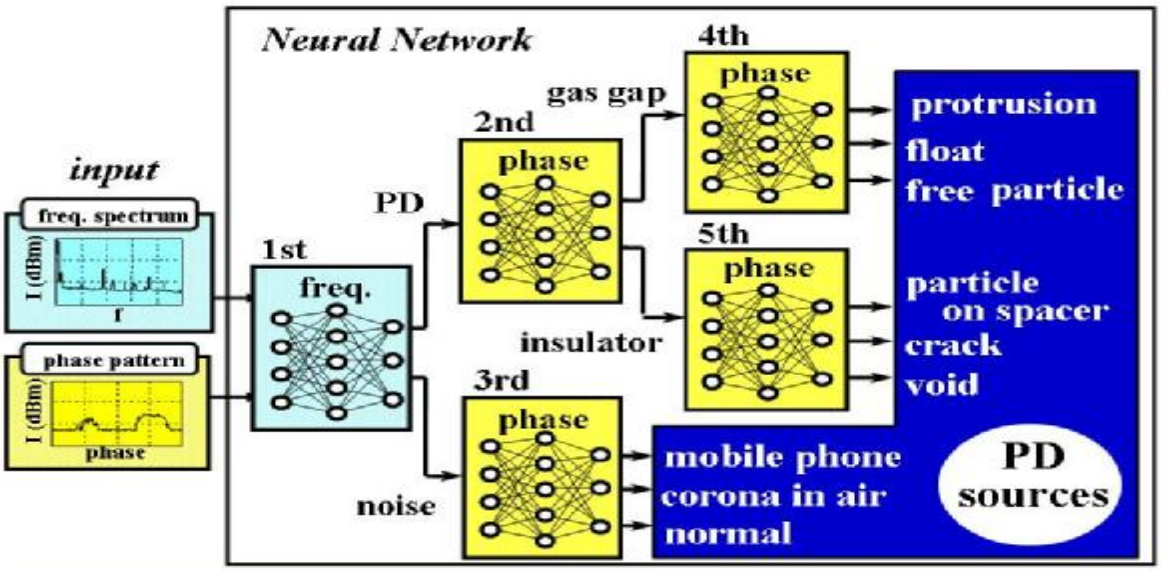

圖 24：使用類神經網路分析部份放電類型

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

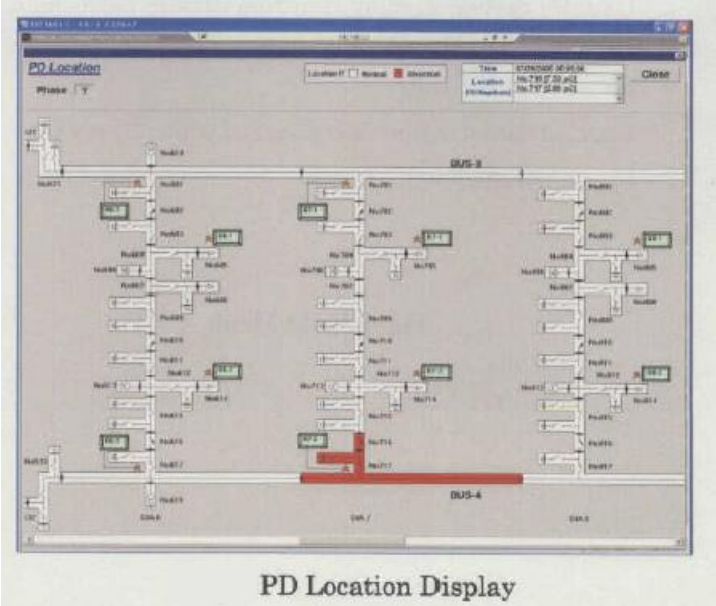

圖 25：檢測系統於控制台上顯示部分放電區間

九、攜帶型超高頻檢測設備

攜帶型超高頻檢測設備主要是方便維修人員攜帶，視需要攜往現場做 GIS 部份放電量測使用，缺點是無歷史資料可供比對，鄰近區域如有較大之雜訊干擾源，則易受干擾而誤判。此型檢測設備系統大致包括筆記型電腦、頻譜分析儀、前端放大器、同軸電纜及附屬品等。

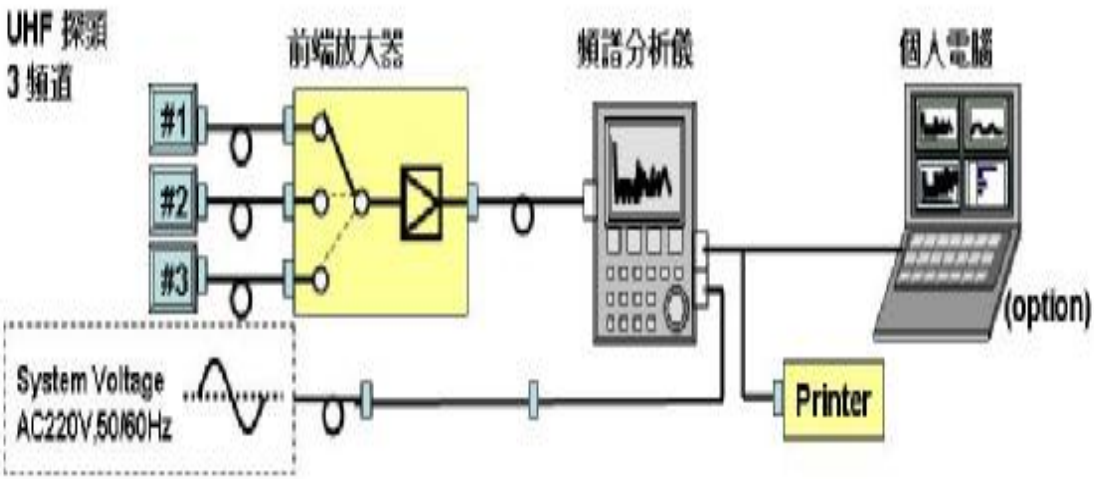

圖 26：攜帶型超高頻檢測設備系統架構圖

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

圖 27：攜帶型超高頻檢測設備實體圖

十、GIS部份放電檢測防止事故發生實例

1. GIS 導體螺絲未鎖緊造成浮動電極

超高頻檢測設備檢測到某電力公司之 GIS 內部有部份放電現象，其量測值已高於警戒值，依量測值研判屬浮動電極類型之部份放電， GIS 停電檢修後發現 GIS 內部導體螺絲、墊片有鬆脫現象，經更換螺絲、墊片並鎖緊，GIS 復電後未再測出部份放電。

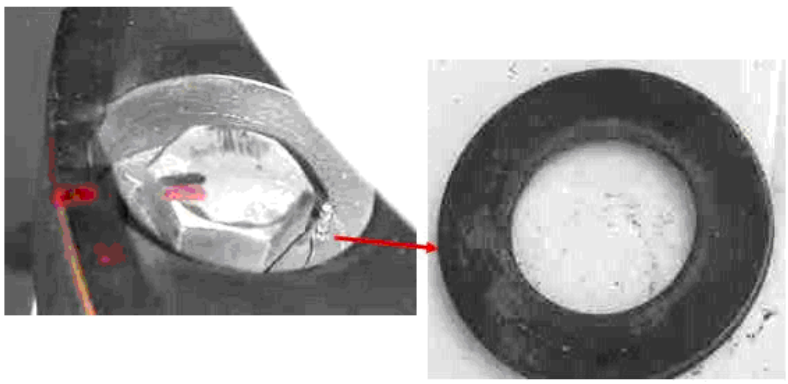

圖 28：拆解之 GIS 內部螺絲墊片有放電痕跡

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

2. 連接片導體斷裂造成浮動電極

某電力公司避雷器加壓後有不正常之異音，以部份放電檢測確認有部份放電之現象，依量測值研判屬浮動電極類型之部份放電，避雷器拆蓋後發現內部連接片導體有斷裂情形，經更換連接片，避雷器復電後未再測出部份放電。

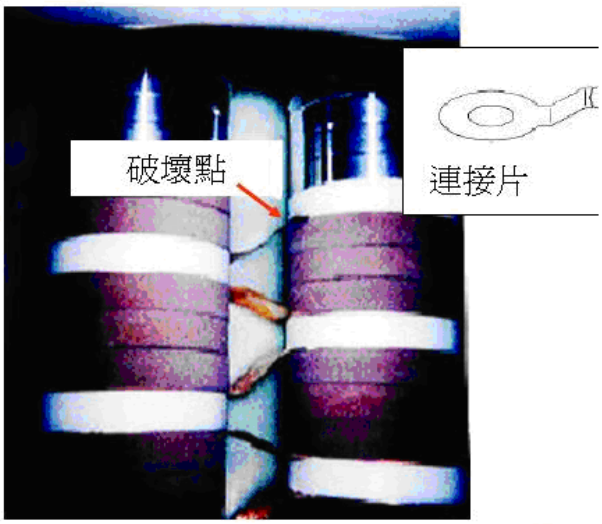

圖 29：拆解之避雷器內部連接片有斷裂現象

3.針對老舊 345KV 及 500KV GIS 進行部份放電量測

美國某電力公司針對老舊 345KV 及 500KV GIS 進行部份放電量測，安裝了 229 個檢測器，合計檢測出 28 個部份放電點（詳如下表），可預先停電檢修，避免日後發生故障引起嚴重事故及大範圍停電。

Rated (kV)	Sensor No.	Defects (number)	
345	114	poor contact	6
345	60	particle	15
345	48	protrusion	4
500	7	et al.	3
Total	229		28

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

陸、 實習心得與建議事項

一、實習心得

本次奉派前往法國、瑞士實習 GIS 設備部份放電檢測技術，非常感謝公司長官的支持，尤其行前原擬辦理法國觀光簽證，後因旅行社表示法國簽證審查非常嚴格，既然有參訪法國 AREVA 公司之公務行程，應改辦理商務簽證，惟辦理商務簽證需由公司出具保證函，承蒙公司長官協助儘速核可相關證明文件，讓法國簽證順利取得，參訪行程得以依計畫時程進行。另亦需感謝組內同仁的協助及 AREVA、ABB 公司幫忙提供部份放電（PD：Partial Discharge）檢測相關技術資料，並細心安排參訪行程及代訂食宿，讓參訪行程得以順利圓滿。

金屬包封、帶電體不外露、體積小及以 SF6 氣體絕緣的 GIS，雖可降低颱風、暴雨及鹽害等天候之影響力，並解決變電所大面積土地取得不易之問題，但 GIS 運轉中無法檢視其內部狀態，爲提昇 GIS 之可靠度，有必要建立 GIS 內部絕緣劣化的預警方法。

部份放電爲 GIS 絕緣劣化之先期指標，當放電持續一定時間後，將使絕緣材料劣化，極易導致閃絡而燒損設備，引起供電事故，故運用部份放電檢測方法以診斷 GIS 絕緣特性，及早發現異常設備，對提昇設備安全及供電可靠度有莫大助益。

目前各製造廠家已研發出超音波、氣體分析及超高頻等部份放電檢測方法，其檢測原理主要依據部份放電發生時所產生的電氣暫態訊號，例如光、熱、聲音、超音波與電磁波等現象實施檢測，各有其針對性及優缺點。超高頻(UHF)檢測法靈敏度較高、可準確做放電源定位、可辨識出放電類型、可線

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

上即時偵測、可做定量分析，是目前比較廣泛使用之 GIS 部份放電檢測法。

超高頻(UHF)檢測法易受檢測環境周遭空氣中高壓電導體之電暈、開關突波、行動電話、雷達、電視及其他無線電設備等產生之超高頻訊號干擾，使用時需先量測背景雜訊，俾排除雜訊干擾，正確判定 GIS 是否有部份放電之情形。

PD 檢測系統以類神經網路（Neural Network）依頻譜與相譜判別訊號是雜訊或部份放電，爲正確辨別部份放電型式，GIS 製造廠家及電力公司應不斷收集各類型部份放電之波形，俾充實診斷系統資料庫，提昇診斷正確率。

既設或新設 GIS 皆可安裝部份放電偵測設備，惟內部型式偵測器較外部型式偵測器有較高之靈敏度，偵測到之訊號亦較強。因此重要電廠或變電所，GIS 如考慮安裝部份放電檢測設備，選用精確度較高之內部型檢測器較爲適當，惟內部型檢測器安裝位置必須於 GIS 設計時即預留，並於出廠前安裝，GIS 製造完成後才考慮安裝部份放電檢測器，則僅能選用外部型檢測器。

理論上部份放電偵測設備與 GIS 之製造廠家可以不同，惟內部型式偵測器僅能於 GIS 製造時安裝；另外部型式偵測器需請 GIS 製造廠家提供設計參數甫能正確安裝及量測，由 GIS 製造廠家負責安裝較爲可行。

實務上，已有運用 PD 檢測技術及早發現 GIS 絕緣劣化，避免日後 GIS 發生故障引起嚴重事故及大範圍停電之實例，故運用 PD 檢測技術以及早發現 GIS 絕緣劣化，爲 GIS 日常維護之重要課題。

二、建議事項

1. 目前各製造廠家已研發之 PD 檢測法，以超高頻(UHF)檢測法靈敏度（大於 1 pC）較高，惟仍有易受雜訊干擾之缺點。因 IEC 及 Cigre 皆要求 GIS 部

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

份放電放電量須小於或等於 5 pC，容許標準值相當嚴苛，檢測器安裝位置、校正及結果判讀過程複雜，受雜訊干擾時易誤判，故相關檢測技術尚未成熟、穩定。PD 檢測技術目前雖未達引進本公司之時機，惟仍值得本公司運轉維護單位參考，並繼續蒐集最新技術及追蹤其發展。

2. 95 年 12 月 26 日恆春大地震後，大林電廠 161kV 2000A GIB 設備出現異常；另 96 年 7 月 2 日路北～龍崎紅線 345kV GIL 設備事故，經設備製造廠家中興電工公司調查結果，均與 GIS 部份放電有關。因此本公司重要場所（電廠、超高壓變電所）既設之高壓 GIS 應定期以攜帶型 PD 檢測設備進行檢測，以期及早發現 GIS 絕緣劣化，避免日後 GIS 發生故障引起嚴重事故及大範圍停電。

3. 依經濟部函文，本公司因公奉派出國人員可利用「公務國際機票」共同供應契約採購機票，惟本公司規定如向其他旅行社購買機票，須檢附共同供應契約廠家報價證明。本次出國原擬以共同供應契約採購機票，惟向數家簽約旅行社詢價，旅行社皆未回復。其後終於有 1 家共同供應契約旅行社願意報價，其報價係依機票票面價格 8 折報價，價格並無優惠。該旅行社表示大部份出國人員詢價後未採購，故業界無報價意願。爲替公司節省公帑，本次出訪最後仍向其他旅行社購買低於票面價格 8 折之機票。因此向共同供應契約旅行社購買機票除程序繁雜外，並無法節省公帑。建議會計處蒐集 96 年度出國人員報支單所附之共同供應契約旅行社報價資料，如採共同供應契約採購機票確實無法節省公帑，建議人力資源處廢除共同供應契約購買機票之規定，以簡化採購機票及報銷程序。

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com