

## 五、參考文獻

- [1]Associated Air Balance Council, <http://www.aabchq.com/resources/tab-journals/>, "AABC standard", 7/7/2005.
- [2]Public Construction Commission Executive Yuan, [http://www.pcc.gov.tw/~jsp/main\\_web/main\\_web.htm](http://www.pcc.gov.tw/~jsp/main_web/main_web.htm), standard 7/7/2005.
- [3]顏仁智, 空調系統測試調整與平衡, 中國冷凍空調雜誌, 1994, 13期。
- [4]吳廷濬, 中央風管系統測試調整平衡技術之探討, 碩士論文, 國立台北科技大學冷凍空調工程研究所, 2005。
- [5]蕭博戎, 空調系統空氣側節能策略效益評估及電腦輔助分析軟體開發, 碩士論文, 國立台北科技大學冷凍空調工程研究所, 2004。
- [6]空調工程施工規範, 台灣區冷凍空調工程同業公會, 1995。
- [7]Kern, D.Q., Process Heat Exchangers, 1963.
- [8]Bell, K.J., Final Report of the Cooperative Research Program on Shell and Tube Heating Exchangers, 1963.
- [9]McElgin, J. and D.C. Wiley. Calculation of coil Surface Areas for Air Cooling and dehumidification. Heating, Piping and Air Conditioning, 1940.
- [10]Brown, G., Theory of Moist air Heat Exchangers, 1954.
- [11]Mueller, A.C. Heat Exchangers. Handbook of Heat Transfer, 1973.
- [12]McQuiston, F.C. Finned tube Heat Exchangers State of the Art for Air Side, 1981.
- [13]Merkel, F., Verduftungskuhlung. Forschungsarbeiten, 1925.
- [14]Baker, D.R. and H.A. Shryock., A Comprehensive Approach to the Analysis of Cooling Tower Performance, 1961.
- [15]陳良銅, 潔淨室外氣空調箱特性與節能研究, 碩士論文, 國立台北科技大學冷凍空調工程研究所, 2001。
- [16]陳輝俊, 動態規劃法與回饋模擬法於空調系統之研究, 博士論文, 國立台北科技大學機電工程研究所, 2006。
- [17]ASHRAE 2004 Chapter 12 "Hydronic Heating and Cooling System Design".
- [18]Faye C. McQuiston, Jerald D. Parker, Jeffrey D. Spitler, Heating, Ventilating and air conditioning, 5th Edition, New York, 2000.
- [19]ASHRAE 2004 Chapter 37 "Liquid Cooler".
- [20]ASHRAE 2004 Chapter 39 "Centrifugal Pump".
- [21]升振企業有限公司, 大型空調冰水系統規劃設計與節能省電效益分析, 中華水電空調雜誌社, 2001。
- [22]ASHRAE 2004 Chapter 40 "Motors, Motor Control, and Variable-speed Drives".
- [23]羅國杰, 變頻器驅動技術, 全華科技圖書, 1999。
- [24]ASHRAE 2004 Chapter 21 "Air-cooling and Dehumidifying Coil".
- [25]ASHRAE 2004 Chapter 36 "Cooling Towers".
- [26]ASHRAE 2003 Chapter 46 "Design and Application of Controls".
- [27]ASHRAE 2003 Chapter 37 "Testing, Adjusting and Balancing".
- [28]Author Robert Petitjean, Total Hydronic Balancing, 2nd edition, Tour & Andersson AB, Sweden, 2003.

# 六氟化硫氣體絕緣開關設備 預防事故診斷系統

■ 賴邦輝 / 普士電業股份有限公司  
榮邦技研股份有限公司

## 一、前言

SF6 GIS 在變電站中扮演的角色為保護大電力用戶之電力系統的整體安全性, 一旦發生事故, 則整體電力系統均為之癱瘓, 而GIS之事故, 大多數為CT、PT之爆炸事故。所以SF6 GIS事故預防診斷則為大電力用戶需要關心及研究的重要課題。

我們知道, 當帶電體表面電位梯度超過空氣的絕緣強度(約30kV/cm)時, 會使空氣游離產生電暈放電現象。而在特高壓設備中, 常會因為設計、施工之方式與方法不對, 加上GIS組件, 如CT、PT、避雷器與電纜處理頭等品質不良或絕緣劣化造成局部放電, 並導致電暈現象生成造成爆炸, 故設計單位與電力用戶必須相當注意局部放電的處理, 方能確保用電安全。

## 二、部分放電(局部放電 Partial discharge; PD)檢測簡介:

### (一) 說明:

不同於模鑄式變壓器的部份放電檢測可用非接觸超音波感測器、電容耦合感測器和高頻電流感測器等不同的感測器, 施行各種互補性的部份放電檢測, 油浸式變壓器因高壓線圈包覆在絕緣油內, 且外表以金屬密封(甚至內襯以銅片以防止磁化之發生), 因此適用的部份放電檢測方式目前多用接觸式超音波感測器, 貼附於油浸式變壓器外殼, 以偵測內部的部份放電, 甚或定位。

在國外, 油浸式變壓器在建造時常有預留接地線自高壓套管(bushing)處搭接出來, 以便由高頻電流感測器執行日後在線(on-line)的部份放電偵測或監測, 這是最有效的油浸式變壓器部份放電的偵測和監測方式(IEC 60270), 但在國內絕大多

數的油浸式變壓器在建造時皆無預留此項裝置，因此多只能以接觸式超音波感測器執行局部放電檢測。而另一種較新的方法為以UHF感測器自變壓器濾油孔插入，以偵測變壓器內部局部放電之訊號，但實際效用仍待進一步驗證。

接觸式超音波感測器，貼附於油浸式變壓器外殼，以偵測內部的局部放電時，如何分辨出以機械波測得之局部放電訊號和雜訊，是最重要的技術關鍵。

在GIS與主變之電纜與電纜頭，因電纜距離短(僅數十至數百公尺)，且無接續匣(joint)，IPEC之成熟發展的活線(on-line)電纜檢測技術，早已能輕易的精準檢測出大範圍(涵蓋整條連接GIS與主變之電纜與電纜頭)內有無局部放電，而若有局部放電，則執行精確的局部放電位置之定位。

### (二) 部分放電(局部放電)檢測原理說明：

使用的PD偵測Sensor有：

- (1). 電性偵測 --HFCT & CC (TEV/UHF)
- (2). 聲波式偵測 -- 非接觸式 (Airborne or Non-contact Type) 超聲波(適用於乾式變壓器與開關箱)與接觸式(Contact Type - AE)超聲波sensor(適用於油浸式變壓器、GIS)。

- (3). 高頻RF(Aerial sensor)訊號偵測 -- 視情形與環境使用,用於判別除PD外之其他高頻的雜訊來源，以使用於分辨局部放電與環境雜訊分辨及剔除雜訊。

由於乾式變壓器表面不可接觸及黏貼Sensor，因此只有CT、CC，與高頻RF訊號偵測及非接觸超聲波Sensor可用。

### (三) 各種感測器的使用時機與檢測原理：

以Airborne(非接觸式超聲波Sensor)偵測說明：

非接觸式超聲波只能測於變壓器表面產生之PD，而無法偵測變壓器內部PD(因為超聲波由固體傳至氣體介面，或由氣體傳至固體介面，因聲阻抗非常大之差異，百分之99以上的超聲波皆被反射，而無法透射傳出)因此，只能外部接點或表面之PD可以被非接觸式超聲波測得。而運用非接觸式超聲波技術，亦可輔助用以判斷HFCT測得之PD是否於變壓器外部或接點上，以及用電訊號與聲波傳遞速度之差異，來判定PD源及位置。

以CC (TEV/UHF sensor) 偵測說明：

可偵測出變壓器外殼與部分高壓設備內部產生的PD，但對內部PD可以HFCT sensor搭配，執行非常靈敏的局部放電偵測，而CC Sensor並能用以進一步確認PD之位置(PD定位)。

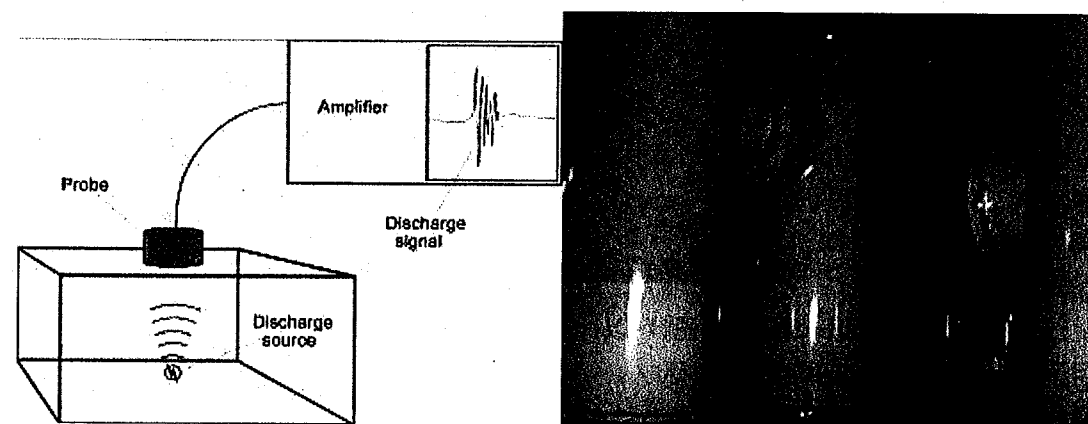
以HFCT (高頻CT) Sensor偵測說明：

則適用於檢測變壓器內部所產生的部份放電訊號接觸式超聲波(Contact Airborne Acoustic)適合應用於油浸式變壓器(TR)、氣體絕緣開關(GIS)的部份放電檢測，其中GIS局部放電檢測是以接觸式超聲波為主搭配UHF、HFCT技術加以輔助，油浸式變壓器局部放電檢測則是以

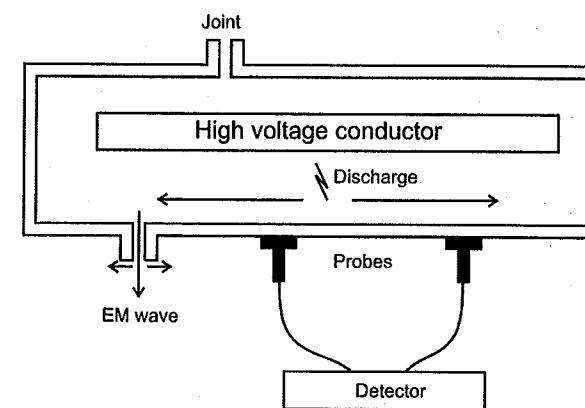
接觸式超音波為主搭配CC、HFCT技術加以輔助，高壓電纜(含電纜頭)局部放電檢測是以HFCT為主搭配CC(TEV)、超音波技術為輔。

### (四) GIS 部份放電檢測說明：

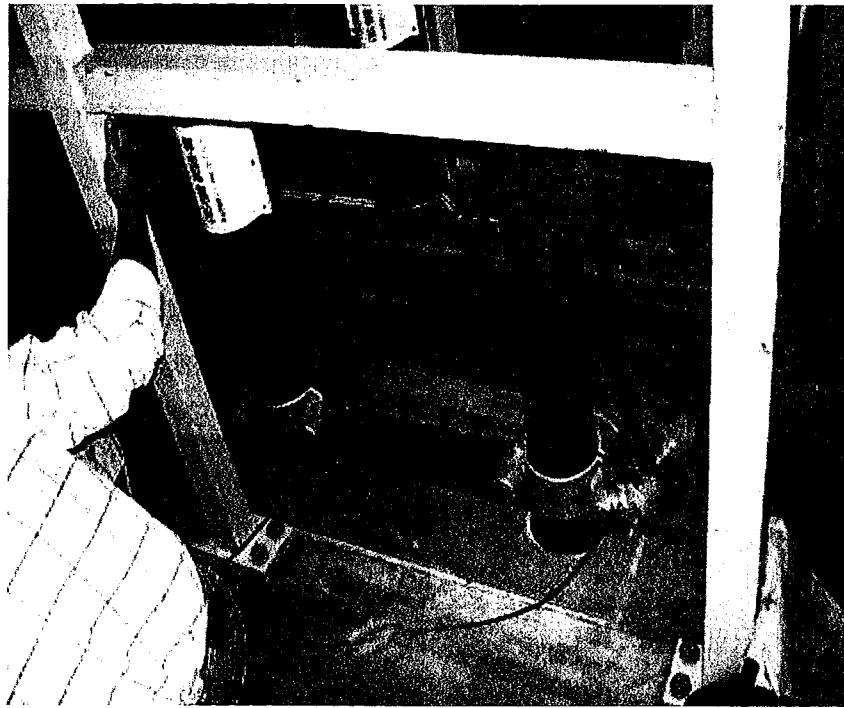
GIS局部放電檢測是以接觸式超音波為主搭配UHF、HFCT技術輔助判別



步驟一：以接觸式超音波進行檢測



步驟二：以UHF技術輔助定位



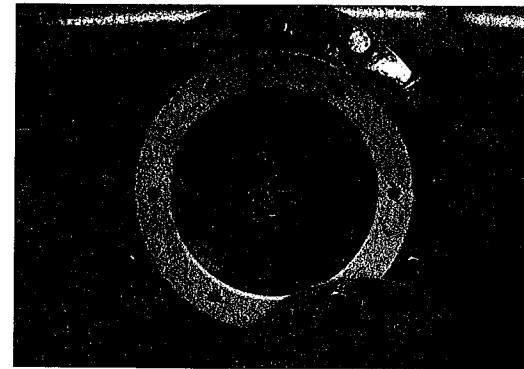
步驟三：以HFCT技術輔佐判別

### 三、SF6 GIS預防事故診斷系統介紹

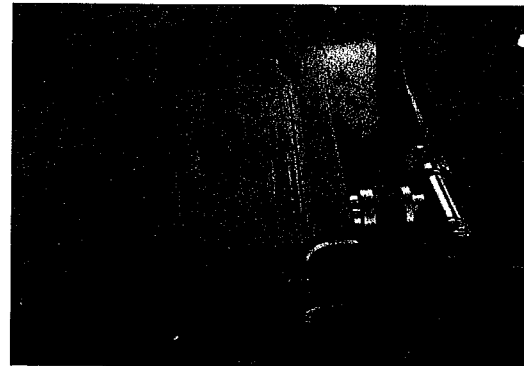
局部放電是GIS絕緣特性轉變的一個重要指標。PD脈衝抑制頻率，擴大湧升在1GHz以上的快速上升邊緣，並且這種情況會引起GIS套管內部超高頻（UHF）各種形式的共振。共振持續最小的萬分之一秒可由安裝於任一個GIS本體套管內部或GIS套管封口（檢視窗）之間的絕緣筒上面的UHF PD感知器獲得。無論是內部或外部的UHF感知器的使用，UHF信號皆

可同步放大與顯示，並且能在特性圖上展現目前GIS任何種類之缺點。根據這種即將發生之故障的早期警報，可以採取適當的行動，能有效避免GIS強制中斷的動作。以下針對活線PD監視系統主要架構的基本功能做說明。

(1) UHF PD 感知器，能由局部放電或常規GIS套管封口的視窗，接收電磁波發電。而UHF PD 感知器，應放置於適當的距離，當GIS內發生最小值為5Pc的表面充電，則能偵測到UHF信號。



內部型 UHF PD 感知器



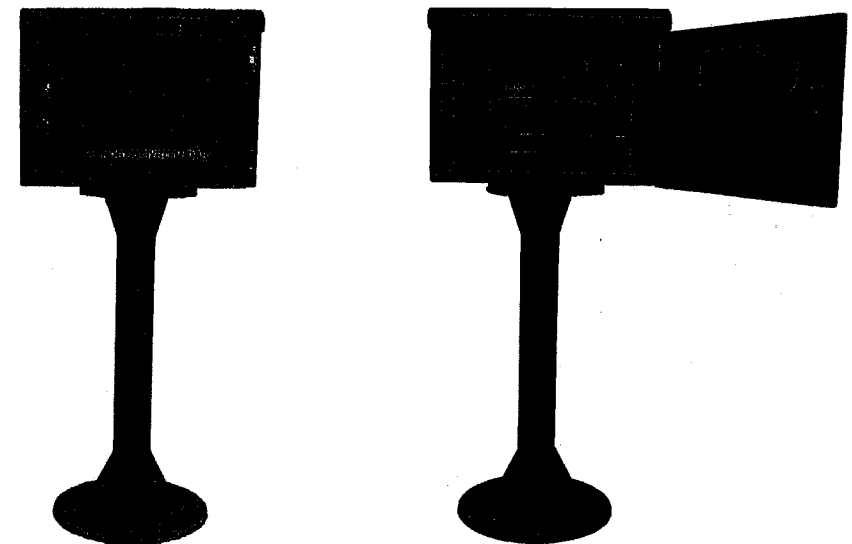
外部型 UHF PD 感知器

(2) 資料擷取系統 (Data Acquisition System ;DAS)

DAS能經由低損失同軸電纜傳輸，通常安裝於GIS場地旁邊，收集UHF PD感知器的輸出信號。UHF信號於PD模組上演算處理，並隨著數位信號轉換。DAS的輸出信號由光纖傳輸至CCU。根據UHF設置的位置，一組DAS可包含最多6個UHF PD感知器。

(3) 通訊控制單元(CCU)

CCU能把輸出信號同時從DAS歸檔，並且其設備通常安裝於控制室。此設備由光學HUB以及工業級電腦組成，將每一個UHF PD感知器的量測PD資料，傳輸至現場伺服器，以及提供PD事件與歷史資料。而且，當系統發生錯誤時，提供監視通訊條件與警報信號給現場伺服器。

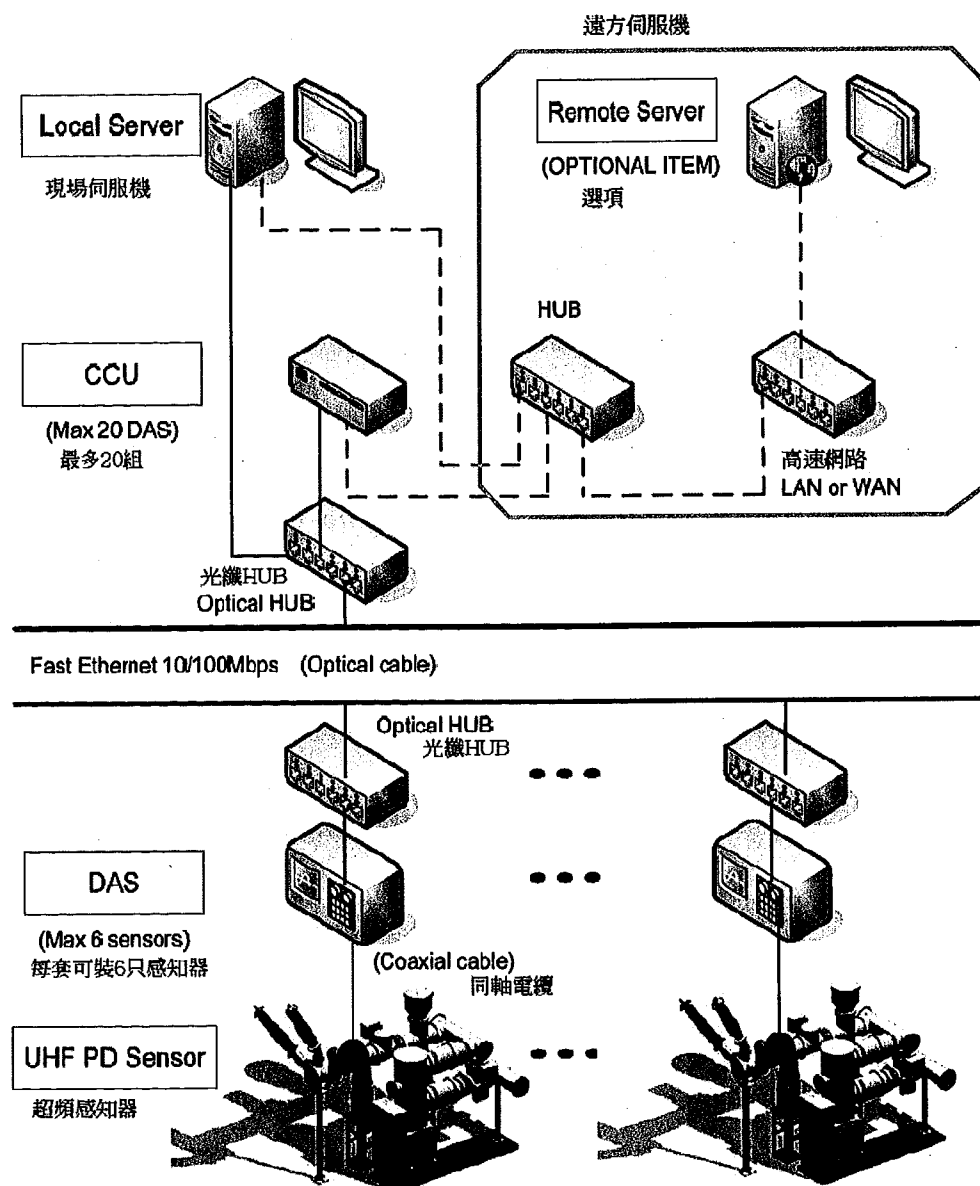


資料擷取系統 (DAS)

(4) 現場伺服器

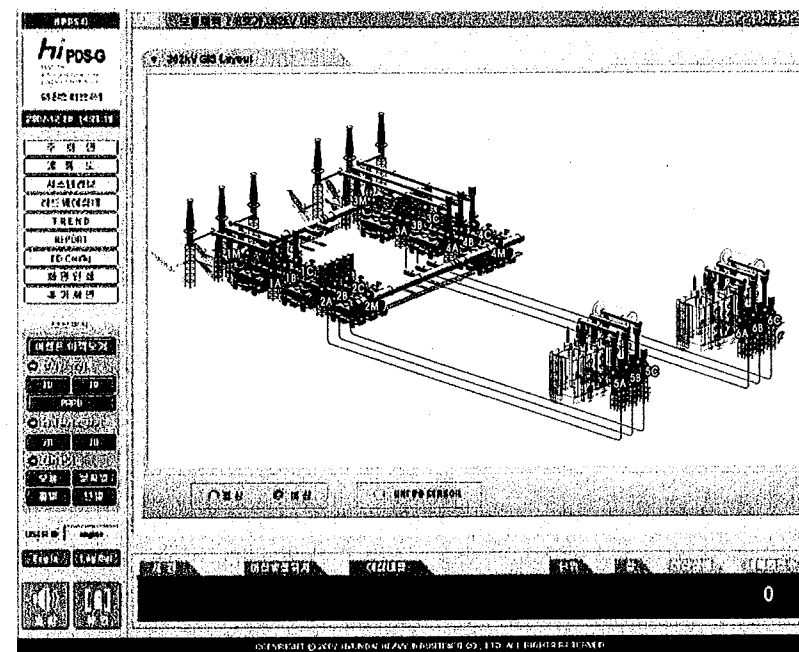
現場伺服器安裝於控制室。此設備隨著CCU經由一條LAN的網路線通訊。PD量測資料由PD監視軟體(HIPDS-G)顯示與歸檔於現場伺服器。

器。操作員可以看見每一個UHF PD感知器，並且檢查PD事件與PD歷史資料之PD即時動作。PD記錄資料由伺服器內中性網路演算系統分析，使操作員容易發現PD的產生。

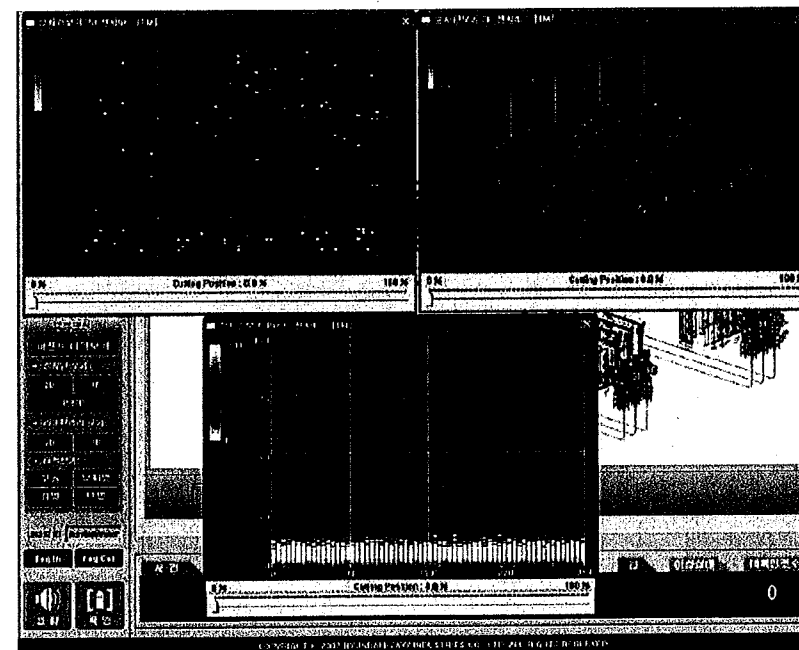


四、監視畫面

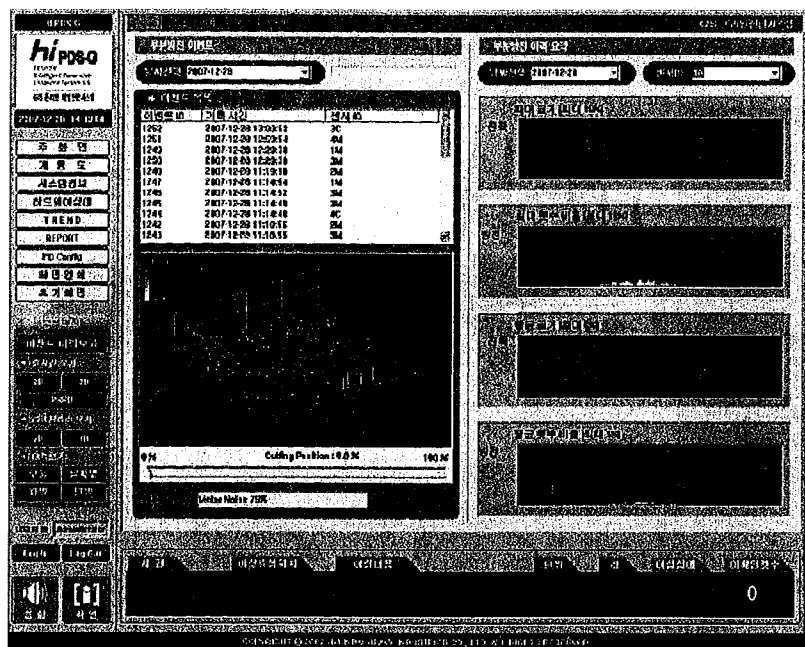
1. 導引與主畫面



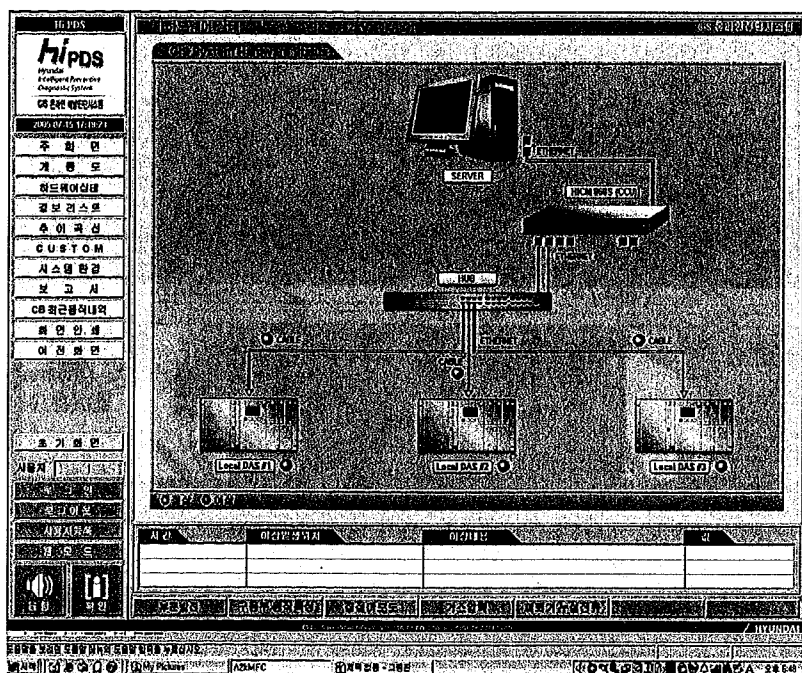
2. PD即時顯示



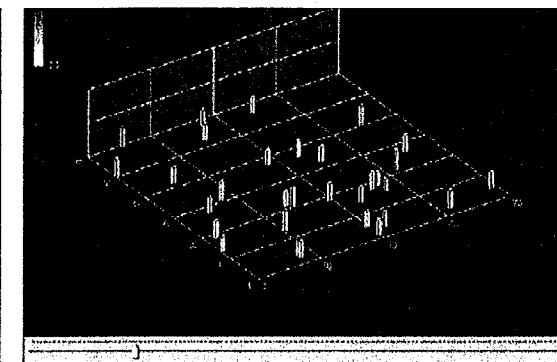
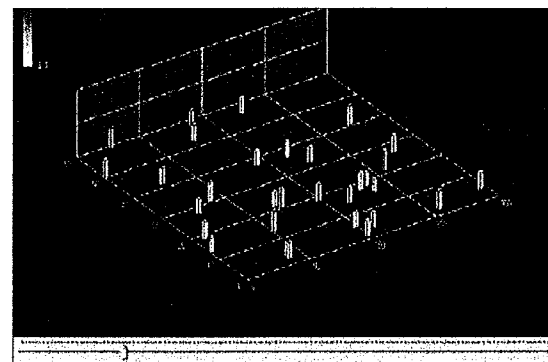
3. PD 事件與歷史資料顯示



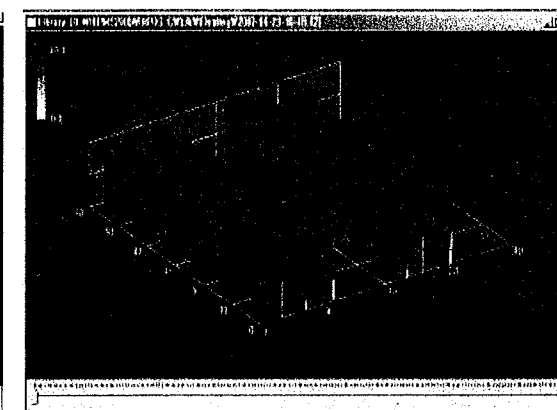
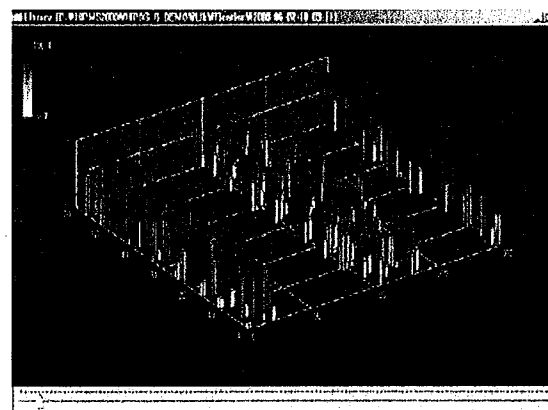
4. 網路架構顯示



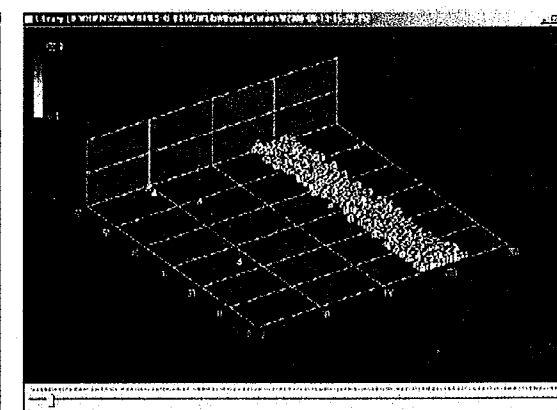
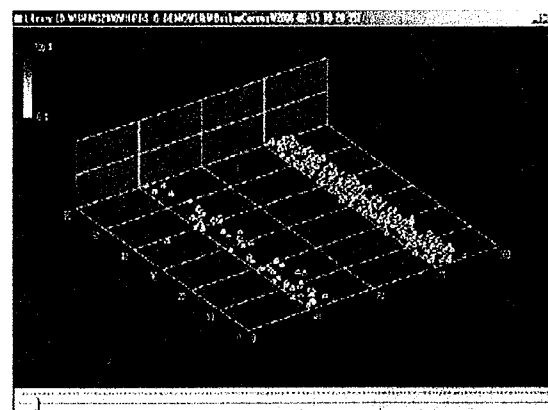
5. 每一個缺點的PD圖形



< Free metallic particles >

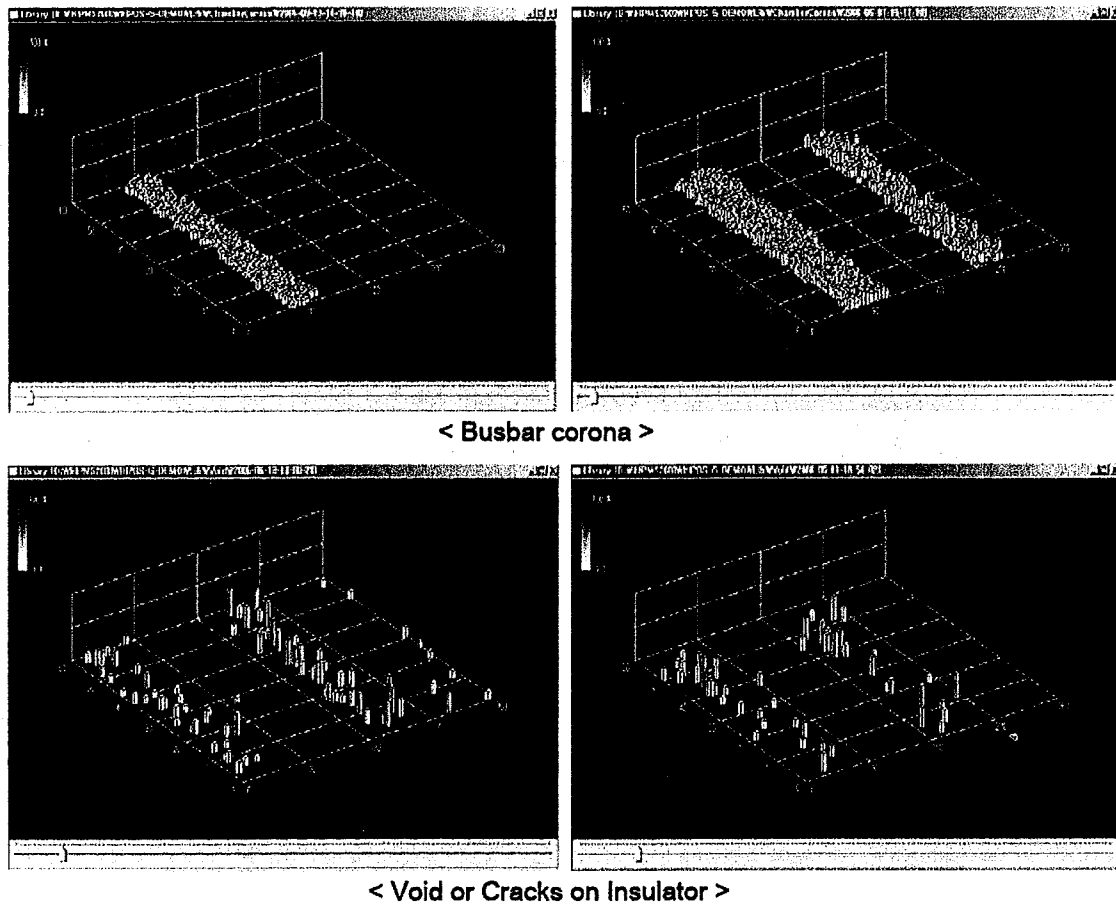


< Floating Electrode >



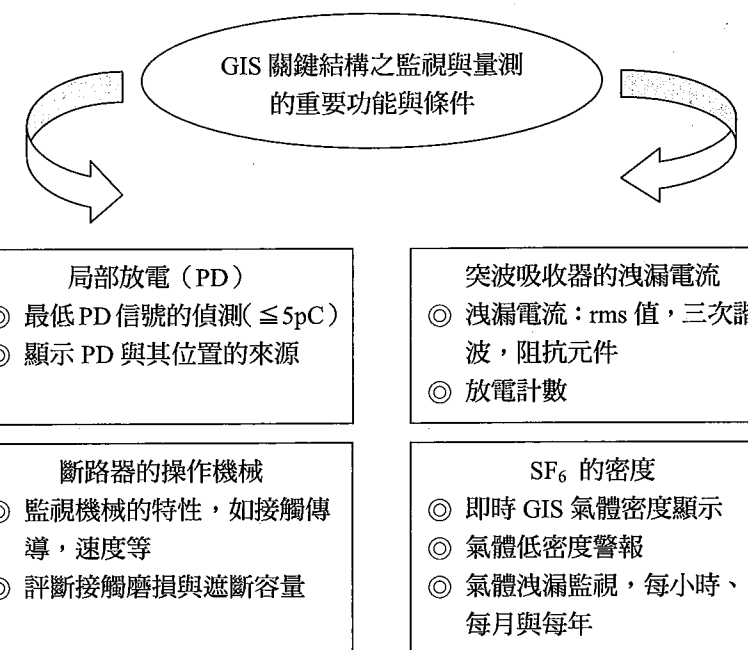
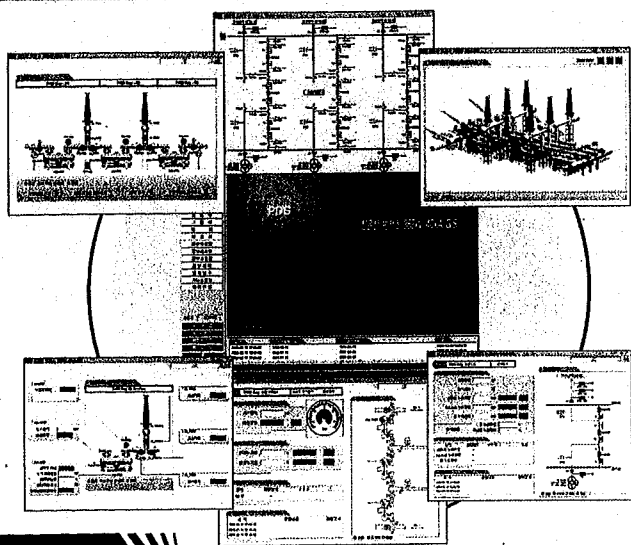
< Chamber corona >

5. 每一個缺點的PD圖形



6. 活線診斷系統監視之項目

On-Line Diagnosing System



五、事故案例

MOF比壓器(PT)連結之下母線及氣體絕緣斷路器 GCB 絕緣間隔器之爆炸事故。

(一) 影響範示意圖：

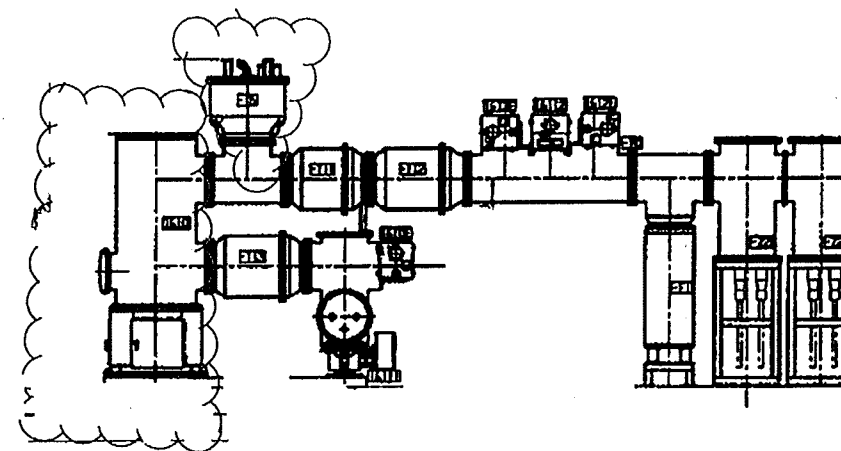


圖 5-1



(二) 原因分析

在此類之事故原因分析包含三部份：  
鐵磁共振、內部元件與高壓繞阻

1. 鐵磁共振

鐵磁共振乃是 GIS 組件內感應電壓不

正常產生的現象我們將下圖所示之位置接量測儀器量出其結果如下：

過電壓大小之計算在感應電壓穩定之後，應不大於 1.2 倍之運行電壓峰值。一般會產生損害的鐵磁共振情況之共振電壓為運行電壓之 2.0 倍或更高。故產生鐵磁共振之可能性很低。

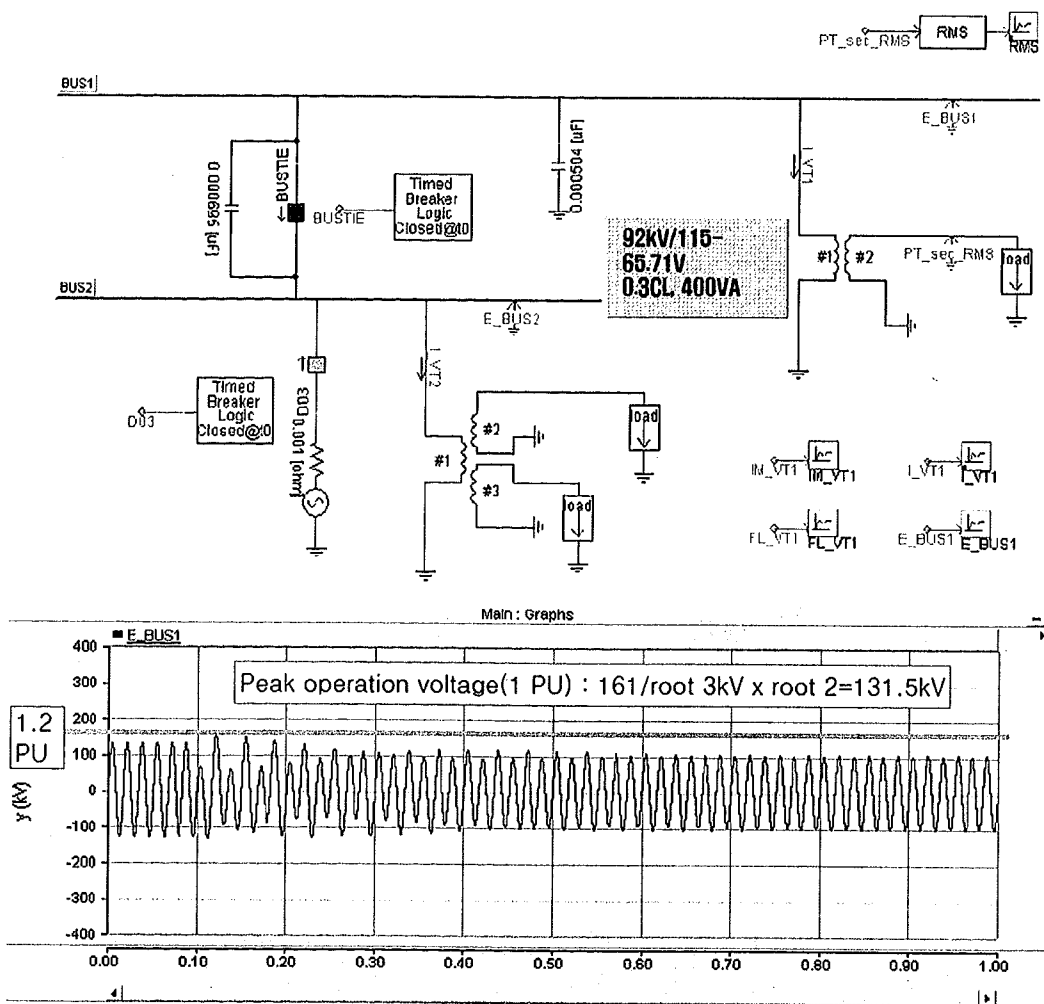


圖 5-2 模擬結果(過電壓量：1.2 倍)

2. 內部零組件損壞的可能性.

因為在運輸時比壓器外部裝設有機械衝擊表示器，在運抵現場，於安裝之時均無異狀發生，安裝完後也無外力損害，在正常使用條件下，不可能為運輸、安裝或操作不當造成。

3. 高壓繞組有異樣之可能性.

送電後 3.5 年間一再的有雷擊突波，雖然在正常情況下操作，系統電路開關之開閉操作亦可能產生突波產生異常電壓。此因素會影響比壓器高壓側繞組絕緣特性，這種情況，起初在比壓器高繞組的漆包線上，使其絕緣產生異樣，線圈絕緣亦漸漸劣化，其結果就會產生上述有異樣之脆弱點，造成事故。在高壓繞組之絕緣狀態劣化時，三相繞組之其中一相繞組發生問題就會引發事故，又高壓繞組經久未送電，重新送電後，一組線圈產生電弧熱，影響其他兩相，進而延展到接地故障，最後導致接觸點造成熔解及氣室絕緣間隔器破損。

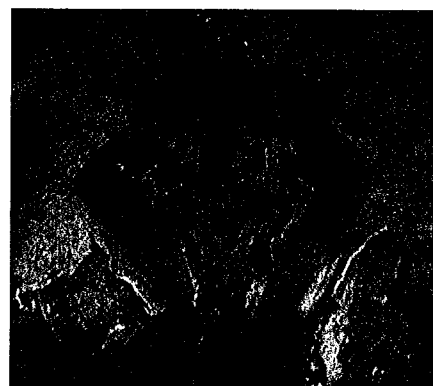


圖 5-3 事故引發點

(三) 處置方法

1. 下述零組件必須重新製作及更換。  
(如第一項所圈起之範圍)

- a. 全套斷路器及油壓操作機構同時更換。
- b. MOF 比壓器更新。
- c. MOF CT 氣室包括導體及 MOF CT 鐵芯。
- d. T 母線氣室包括導體及絕緣間隔器。

2. 定期防範故障檢點建議如下：

- a. 檢點項目：超微波局部放電量測。
- b. 檢點目標：每半年送一次電量測。

3. 考慮外部突波產生之異常電壓，故比壓器二次側建議裝設鐵磁共振防止之阻尼電抗器。

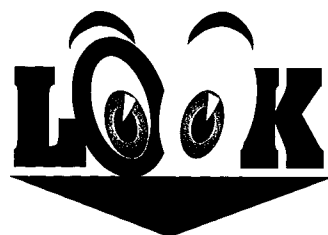
### 六、結論：

對GIS的局部放電檢測，目前最先進的檢測技術是以高頻UHF和接觸式超音波感測器執行，最佳的方式為一開始於GIS建造時即安裝於GIS內部，否則一旦GIS建造安裝完成，若於GIS本體(一般位於間隔環-spacer上)尚未預留任何局部放電檢測窗口(window)，則整個GIS將成為一密封的法拉第籠(Farady Cage)，任何電磁波皆無法自GIS內傳出，因此，接觸式超音波感測器，所測得之局部放電訊號，將無法有參考與比對，增加局部放電檢測的困難。

一般電力監控(SCADA)系統，大部分只注意到Relay、CB、ES、DS等，跳脫、投入，往往忽略局部放電、避雷器洩漏電流，殊不知此二項為絕緣劣化的重要指標對事故預防也佔有重要的地位。UHF PD 感知器可用於GIS本體內部或外部偵測出PD，以DAS收集信號資料傳至伺服器演算，得到即時的狀況與數值，方能早期發現異常狀況並對其做處置。此外建議每年都能找PD檢測單位來協助檢測PD與避雷器洩漏電流，方能確保GIS無爆炸事故發生。

### 七、資料提供

韓國現代株式會社、萬匠企業股份有限公司



第48期專輯主題：水電工程監造實務/污水處理設備之安裝與維護 張啓威技師主編

第49期專輯主題：變壓器節能技術/電氣設備之安全診斷 江長樹技師主編

~歡迎賜稿~

各代理商與製造商，配合主題提供文稿、廣告，以期達到廣宣之效！

本社提供給您最優勢的橋樑，是您銷售管道最佳之平台。

歡迎投稿 E-mail:book.art1968@msa.hinet.net



# 掌控火焰的藝術家

國碳高科技防火系列產品

健康環保、性能優異

國碳科技專業團隊、原廠專業評估規劃施工

優良施工品質、完善售後保固

符合最新法令需求、提昇建築防火安全



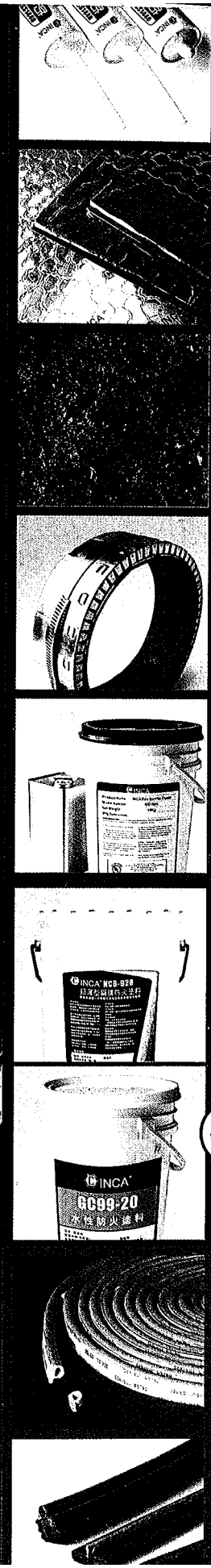
國碳科技股份有限公司

INternational CARbide Technology Co., Ltd.

桃園縣蘆竹鄉坑口村12鄰頭前1-17號

TEL: 03-3240001 FAX: 03-3240006

www.incatech.com.tw



貫穿部防火材料

防火塗料

防火膨脹條/遮煙條