

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

(裝訂線)

無人化(遙控)變電所無盤化之研習

服務機關：台灣電力公司

出國人職稱：電機工程師

姓名：孫志雄(872150)

出國地區：美國

出國日期：90.9.10~90.9.25

出國計畫：90年度第32號

報告日期：90.11.19

63/
CO9005131

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

(裝訂線)

無人化(遙控)變電所無盤化之研習

服務機關：台灣電力公司

出國人職稱：電機工程師

姓名：孫志雄(872150)

出國地區：美國

出國日期：90.9.10~90.9.25

出國計畫：90年度第32號

報告日期：90.11.19

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：無人化(遙控)變電所無盤化之研習	
出國計畫主辦機關名稱：台灣電力公司	
出國人姓名/職稱/服務單位：孫志雄/電機工程師/業務處	
出國計畫 主辦機關 審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 格式完整。 <input type="checkbox"/> 3. 內容充實完備。 <input type="checkbox"/> 4. 建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6. 送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7. 退回補正，原因： <input type="checkbox"/> (1) 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> (2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容以 <input type="checkbox"/> (3) 內容空洞簡略容 <input type="checkbox"/> (4) 未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 <input type="checkbox"/> (5) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8. 其他處理意見
層轉機關 審核意見	<input type="checkbox"/> 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分 _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 退回補正，原因： _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 其他處理意見：

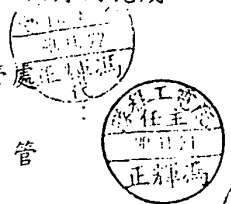
說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於報告提出後二個月內完成。

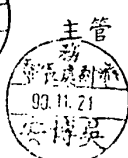
總經理
副總經理



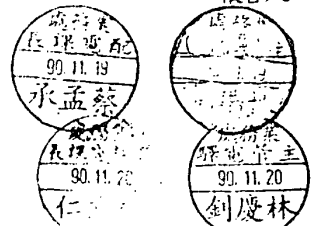
主管
主管



單位



報告人：



行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：無人化(遙控)變電所無盤化之研習

頁數 26 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：90年9月10日~25日

出國地區：美國

報告日期：90年11月19日

分類號/目

關鍵詞：

內容摘要：(二百至三百字)

- 一、本公司基於電力品質提升的需求，多年前即已著手進行配電自動化的工作，經所有員工的努力及業者的配合，在二次變電所的監控方面已經接近全部完成自動(遙控)化的集中監控能力，並已穩定運轉多年，但在變電所內之控制盤面裝滿了各種專用監控保護及量測的設備，該設備之器材仍以傳統式為主，不但在現場的線路改接與測試等工作相當繁雜，並且日後相關器材的取得及更新都造成嚴重的困擾，使維護工作愈形困難。
- 二、為解決前述變電所自動化後衍生的問題，加上微處理器

(micro-processor) 技術的發展與電子科技的快速進步，目前已有先進國家發展出兼具保護、量測、控制及通訊等功能的智慧型電子設備 (IED, intelligent electronic devices) 來改善之，由於設備功能強、體積小，將可取代傳統式的配電盤並達到自動化變電所無盤化功能之需求，亦可解決變電所土地及空間不足的困擾，智慧型電子設備的運用已成為先進國家變電設備技術發展的一個重要趨勢。

三、目前本公司正積極推動 IED 配合中壓 (23KV) GIS 使用於二次變電所的工作，取代傳統之斷路器、保護電驛、計量表計及轉換器等設備功能，IED 設備的運用將大幅降低自動化變電所設備運轉維護成本，提升系統可靠度，由於該項功能強大設備的使用，亦將使得變電設備維護工作，在技術人力上面臨變革，而本公司正處於起步階段，為瞭解先進國家在 IED 設備運轉維護方面的作業方式、人力配置、工作整合及技術訓練等相關做法以為參考，故擬派員研習國外之技術與經驗，俾利本公司後續興辦之工程及運轉與維護能更加順利。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

(裝訂線)

無人化(遙控)變電所無盤化之研習

服務機關：台灣電力公司

出國人職稱：電機工程師

姓名：孫志雄(872150)

出國地區：美國

出國日期：90.9.10~90.9.25

出國計畫：90年度第32號

報告日期：90.11.19

目 錄

壹、實習任務	1
貳、出國行程	1
參、實習內容	2
一、前言	2
二、IED 工作原理	4
三、IED 功能說明	10
四、IED 特點	15
五、目前公司變電所應用情形	16
六、IED 與電力監控系統的介面及整合	17
七、參訪電力公司設置情形	20
肆、結論與建議	24

壹、實習任務

- 一、研習 IED (intelligent electronic devices)之設備種類及設置概況。
- 二、赴美國當地電力公司實習無人化變電所 IED 設備運轉維護方面的作業方式、人力配置、工作整合及技術訓練等相關做法。

貳、出國行程

- 一、90年9月10日~9月11日
 行程(台北 — 紐約 — 紐澤西)
- 二、9月12日~9月17日 美國 紐澤西
 赴RFL公司及Utilities研習
- 三、9月18日~9月23日 美國 紐約
 赴ABB公司及Utilities研習
- 四、9月24日~9月25日
 返程(紐約 — 台北)

參、實習內容

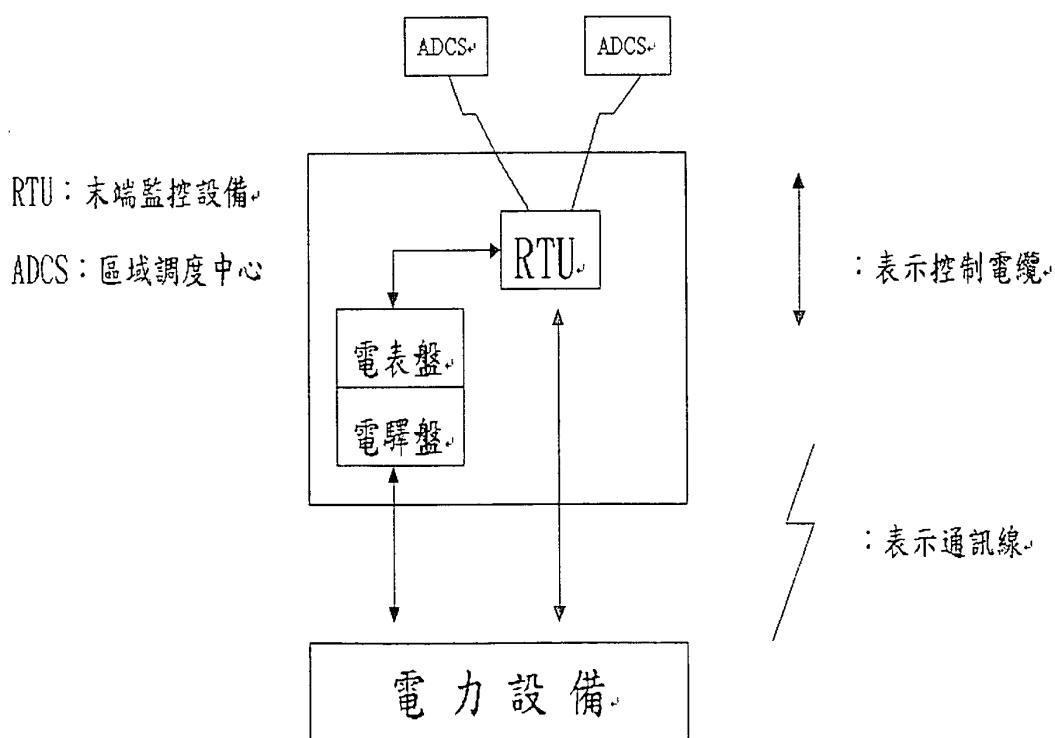
一、前言

本公司基於電力品質提升的需求，多年前即已著手進行配電自動化的工作，經所有員工的努力及業者的配合，在二次變電所的監控方面已經接近全部完成自動(遙控)化的集中監控能力，並已穩定運轉多年，但在變電所內之控制盤面裝滿了各種專用監控保護及量測的設備，該設備之器材仍以傳統式為主，不但在現場的線路改接與測試等工作相當繁雜，並且日後相關器材的取得及更新都造成嚴重的困擾，使維護工作愈形困難。

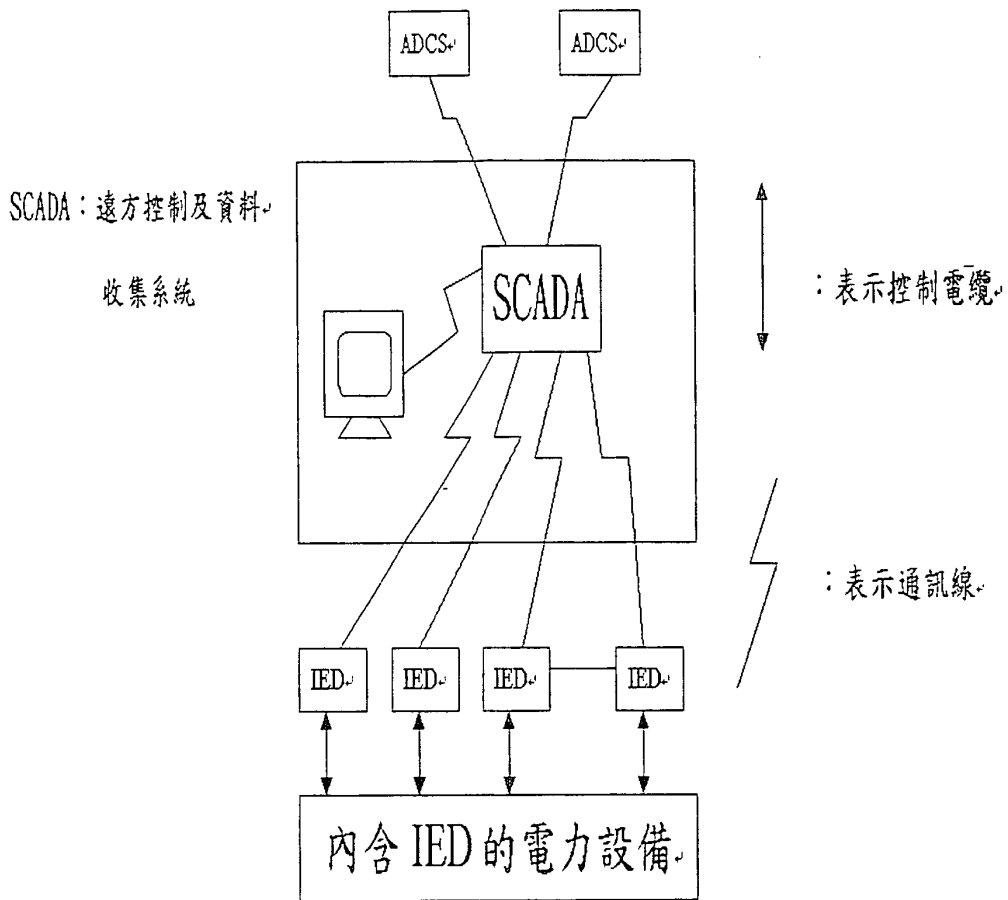
為解決前述變電所自動化後衍生的問題，加上微處理器(micro-processor)技術的發展與電子科技的快速進步，目前已有先進國家發展出兼具保護、量測、控制及通訊等功能的智慧型電子設備 (IED, intelligent electronic devices) 來改善之，由於設備功能強、體積小，將可取代傳統式的配電盤並達到自動化變電所無盤化功能之需求，亦可解決變電所土地及空間不足的困擾，智慧型電子設備的運用已成為先進國家變電設備技術發展的一個重要趨勢。

目前本公司正積極推動 IED 配合中壓 (23KV) GIS 使用於

二次變電所的工作，取代傳統之斷路器、保護電驛、計量表計及轉換器等設備功能，IED 設備的運用將大幅降低自動化變電所設備運轉維護成本，提升系統可靠度，由於該項功能強大設備的使用，亦將使得變電設備維護工作，在技術人力上面臨變革，而本公司正處於起步階段，為瞭解先進國家在 IED 設備運轉維護方面的作業方式、人力配置、工作整合及技術訓練等相關做法以為參考，故擬派員研習國外之技術與經驗，俾利本公司後續興辦之工程及運轉與維護能更加順利。



圖一：現在的監控方式

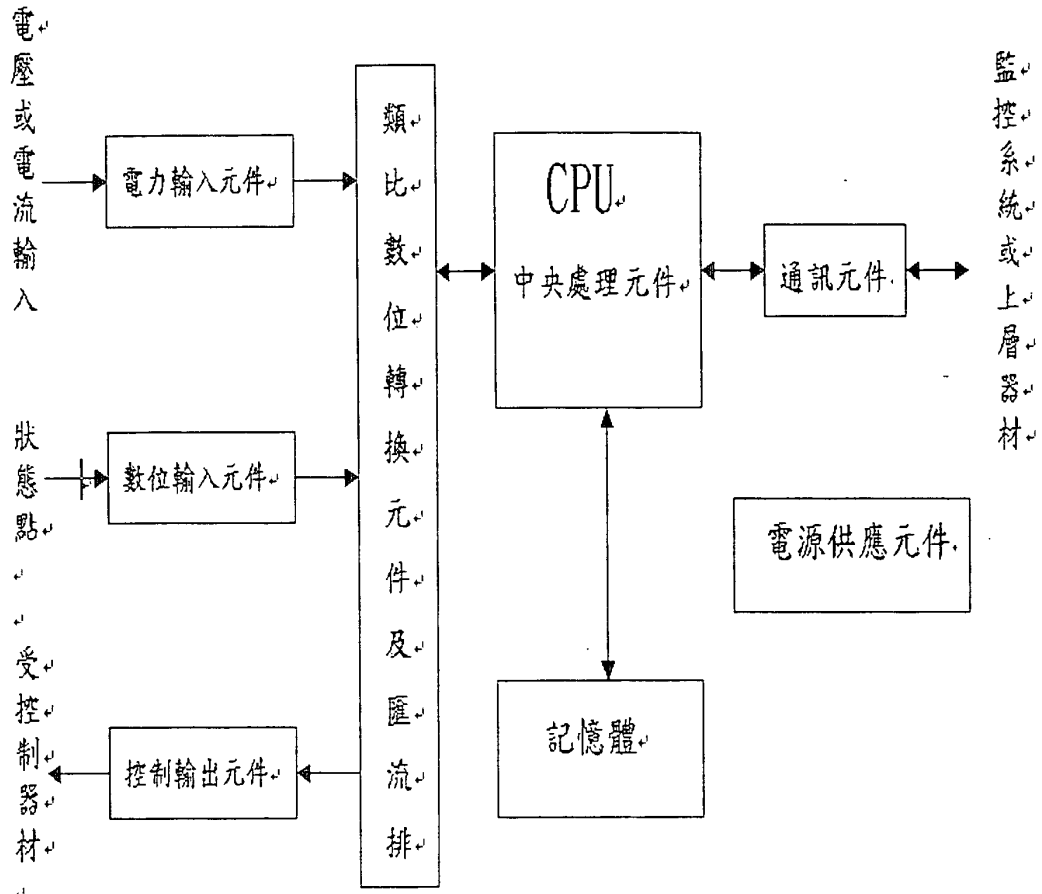


圖二：未來的監控方式

二、IED 工作原理

智慧型電子器材就是一個具備智慧，針對電力系統特性可以自行處理預定工作的器材。就這個定義而言，IED 必須具備電力

系統的特點，而具備如圖三所示的基本組成元件：



圖三：IED 基本組成元件

● 中央處理器 (CPU)

CPU 是整個 IED 的心臟，負責所有的邏輯演算及資料處理的工作。隨時蒐集所有輸入資訊，進行必須的邏輯演算工

作，並依照記憶體中的相關指令與當時的輸入條件，發出相關的控制指令。

● 記憶體裝置

每個 IED 都有其特定的對象及工作特性，使用者或製造廠出廠前都必須對於每個 IED 依照使用場所的需求預先設定一些主要的數值或運轉模式，所以 IED 必須具體儲存這些參數及運轉程式的能力，一般使用具有自動讀寫的記憶體，如 ROM、Flash-RAM 或 SRAM。

● 交流電力輸入元件

目前的電力系統都是以三相交流為主，所以大部分的 IED 都具備接受三相電流輸入的基本元件，電流輸入的單元可以分為 1A 或 5A 的輸入。部分具備電壓保護或量測的 IED 同時具備電壓輸入的元件，可接受 AC110V/220V(90~260V 間)的電壓輸入。有些較為靈活的應用，或較為特殊功能的 IED 中，有時具備兩組甚或可達四組的三相電流輸入單元(如電流差動保護)或兩組電壓輸入單元(如並聯保護)。有些則具備四相的電流或四相電壓輸入，以取得中性點電流或中性線電壓或其他特定部分的電流或電壓值，可以作為特定功能的保護(如 59Vo)。

● 通訊單元

IED 除了具備演算與處理現場資訊的能力外，最重要的工作是必須將現場蒐集的資訊傳輸到遠端的監控中心或接受監控中心的指令執行相關控制動作，所以 IED 必須具備與監控中心通訊的能力。目前 IED 通訊有 RS-232 或 RS485 等介面，有些更具備 Ethernet 的通訊介面，提供短距離的快速通訊控制系統的通訊功能。

● 電源供應單元

所有的 CPU 及數位元件都是以極低的直流電流(DC3~5V)工作，所以具備 CPU 的器材都必須具體提供內部各元件工作電壓的電源供應器，目前 IED 的電源大都是使用高頻開關整流電源(SMR)的供應方式，可以接受相當範圍的一次電源(如交流 50~250V 或直流 24~200V)，電源的供應相當具有彈性。但因 IED 的輸出入部分容易受到干擾，對於電磁干擾(EMI)或電波干擾(RFI)的考量非常重視，所以可從 IED 的電源設計看出一個 IED 的品質。

以上五個單元是 IED 必須具備的部分，如使用在監控或保護用途上，IED 更須具備下列幾個單元：

● 數位輸入單元

具備監控或保護功能的 IED 必須讀取電力設備的運轉狀

態或其它重要的狀態資訊，所以此類 IED 除了必須具有電力輸入的單元外，更須加裝一些數位輸入點的裝置。在目前的數位輸入介面大都是以直流電壓源為輸入的判定，所以使用具有數位輸入的 IED 必須具備直流電壓。

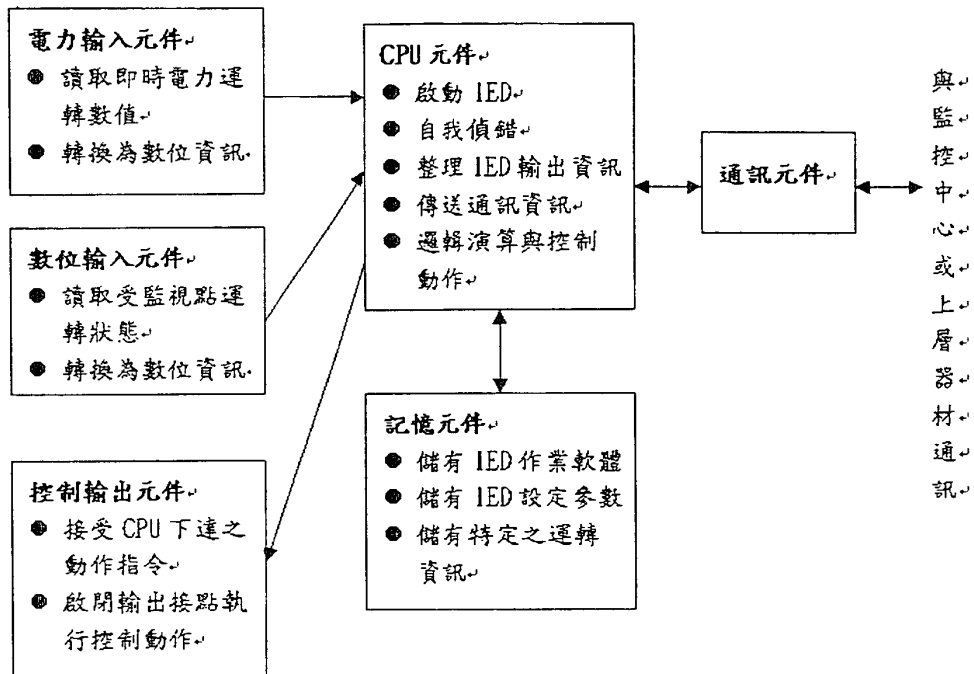
● 控制輸出單元

具備監控或保護功能的 IED 因為必須提供控制或跳脫的功能，所以此類 IED 都同時具備控制輸出的單元。目前的控制輸出大都是使用乾接點的方式提供控制輸出，以方便各個不同控制電源的使用。而使用於保護電驛的控制輸出接點，因為必須作為斷路器的操作電源，所以接點容量必須特別考慮，一般的保護電驛接點最少應具備 6A 或以上的接點容量。

從以上的 IED 組成元件，可以瞭解到 IED 的工作原理(工作流程如圖四所示)如下：

1. 啟動時自我偵錯並讀取運算參數

所有具有 CPU 的器材在啟動時都會讀取預設的運算參數，以執行相關的動作，而較為嚴謹設計的 IED 一般都具備自我偵錯的能力，以確定器材的運轉正常。因為 IED 屬於專業的器材，運轉的可靠性要求相當高，所以大部分的 IED 都具備啟動及定時性的自我偵錯能力。



圖四：IED 的工作流程

2. 蒐集所有輸入點資訊

IED 主要工作在隨時蒐集相關的電力資訊及輸入點訊息，以進行演算、記錄、傳遞及保護工作。

3. 訊息傳遞與接受指令

在電力監控系統中，控制中心須隨時取得各現場設備的運轉資訊並下達控制指令，所以 IED 必須隨時將所讀取

的現場資訊傳送到控制中心或接受控制中心的指令執行相關的動作。

4. 邏輯控制

具備監控或保護功能的 IED，須隨時將取得的資訊與預設的參數進行邏輯演算與比較的工作。當電力運轉數值達到預設的動作條件時，必須即時依照預設的動作方式輸出對應的動作訊息，以達到保護或遠程監控的目的。

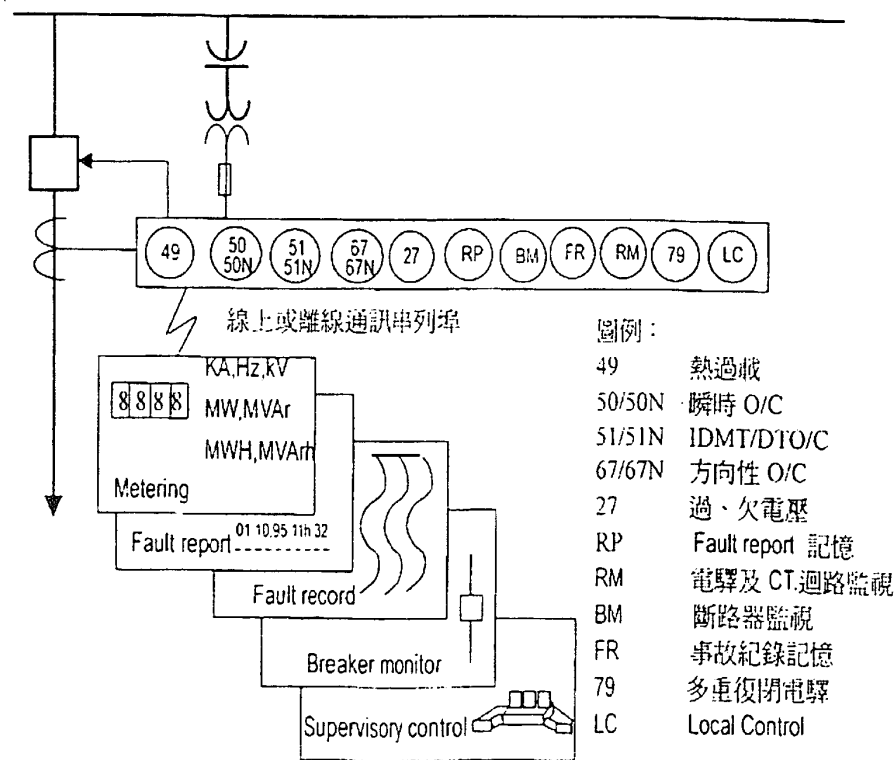
三、IED 功能說明

由前面的 IED 組成元件及工作原理，可以瞭解到 IED 具有保護(Protection)、量測(Measurement)、控制(Control)及通訊(Communication)，統稱 PMCC 功能，茲分別說明如下：

1. 保護功能

目前的 IED 以具備保護功能的保護電驛使用最為普遍，因為 IED 是直接輸入電力信號源，經由類比/數位轉換後產生數位資料，交由 CPU 進行相關的數據統計與邏輯演算，所以 IED 的準確性較電磁式高出許多(目前 IED 的精確度大多可以達到 0.2%的讀值或 0.1%的滿刻度值)，並且保護動作的精確性也相對的提升許多，對於過電流的保

護協調相當容易。一般 IED 的保護功能依照實際的需求而有不同型式的 IED，例如 50/51、27/59、81、67、79 或其他特定功能的保護。如圖五所述，此 IED 提供了一般饋線所需的標準保護功能，取代了一大堆傳統之保護專用裝置，保護功能可經由使用者依實際需要設定 (Enable/Disable)。



圖五：保護與控制組合機型之功能範疇

2. 量測功能

IED 主要的設計是提供一個具備智慧的電力儀測器材，所以 IED 最為重要的工作就是測量交流電力系統相關的運轉數值。IED 裝置經 CT 及 PT 電源後，取樣裝置 (Sample and Hold) 對各相電壓、電流信號取樣，並經類比/數位轉換器轉換為數位信號，經運算後得到電壓、電流基本值，再經由基本值之運算、累計等過程，提供下列量測值：

- (1) 各相及零相電流。
- (2) 各線、相電壓。
- (3) 實功率。
- (4) 虛功率。
- (5) 視在功率。
- (6) 頻率。
- (7) 瓦、乏時。
- (8) 功率因數。

3. 控制功能

裝設之 IED 有以下四種方法對電力設備實施控制：

- (1) 經由 IED 本身附帶之按鍵。

- (2) 經由數位信號之輸入(Binary Input)至 IED，亦可經其輸出一信號以達到控制設備的目的。
- (3) 經由現場通訊埠(Rs-232)連接個人電腦下達指令以達到控制目的。
- (4) 經由遠端通訊埠(Rs-485)連接至監控台，由監控主機下達命令，以控制設備

4. 通訊功能

IED 除了具備取量能力外，與傳統的設備最大的差別在於 IED 必須能夠將取得的資訊傳送到上層的監控器材或接受相關的動作指令，而無須加裝特殊的轉換器或額外的線路即可完成多點訊息的通訊，可以大幅減少監控線路或器材的數量，使監控系統大為簡化。一般經由通訊埠傳送資料訊息，常用之通訊埠有以下二種：

- (1) Rs-232 通訊埠：一般使用於短距離通訊，如與筆記型電腦連接作為現場維護使用。
- (2) Rs-485 通訊埠：一般使用於較長距離通訊，如 SCADA 控制中心，IED 經由光纖(Fiber-Optical)引接至長距離監控中心，以減少信號干擾及耗損。

5. 記錄功能

在傳統的電磁式器材中，只能顯示即時的運轉數值或當時的動作狀態，無法記錄相關的運轉資訊。IED 因為具備資料儲存的功能，所以目前的 IED 大都可以獲得一段期間或特定事件的記錄，提供使用者維護或故障分析的參考資訊，使電力系統的維護或改善更為容易。

同時也因為 IED 可以精確的讀取電力的運轉數值，並且將相關的數值儲存於內置的記憶裝置中。當故障或運轉事件(包含操作)都可詳細的加以記錄，這些記錄不但包含當時的運轉數值、事件發生時間(以 ms 的解析度記錄)，供維護人員可以獲得充分的事件內容與資訊做為事件的研判及維護的參考。

6. 可程式邏輯控制器功能(PLC Programmable Logical Controller)

IED 同時能提供可供規劃(可程式)之邏輯控制器，使用者可利用階梯圖(Ladder Diagram)設計新的功能，如此，使接線最佳化並得到更可靠之運轉效果，功能更可以隨時被修正及更新以配合新的需求。

7. 故障記錄及波形分析(Fault Recording)

IED 能記錄每一筆事件資料，當事故發生時，故障值(

電壓、電流值)即被儲存在 CPU 之暫存器內及經由通訊線傳送到系統主機，然後再利用特定軟體作故障波形分析。

8. 自我診斷及監視功能

IED 除了一方面執行運轉上之功能外，並且能隨時自我檢查。當偵測異常狀態時(如電源中斷或硬體故障)立即輸出警報信號，並經由通訊介面向主站報告，此外也能將故障元件予以隔離或閉鎖。

此種全方位之自我診斷及監視功能，使得定期維護測試變成沒有那麼必要。

四、IED 特點

1. 以微處理器(Micro Processor)為其運算中心。
2. 系統參數儲存在 FLASH MEMORY, 不因電源中斷而消失。
3. 具 P.M.C.C. 之功能：
 - P : Protection(保護)
 - M : Measurement(量測)
 - C : Control (控制)
 - C : Communication (通訊)
4. 模組化設計。5. 軟體功能強大 :

- 自我診斷。
 - 功能增減之彈性高。
 - 參數(多組)設定、修改容易。
 - 可定義儲存各項運轉、故障紀錄。
 - 分析統計各項紀錄。
 - 客戶可自行規劃運用內部邏輯模組。
6. 具通訊功能。
 7. 學習門檻較傳統 Ry. 高。
 8. 體積小。

五、目前公司變電所應用 IED 情形

1. 目前公司變電所應用情形：

(1) 23KV GIS 全面採用。

(2) 高壓(69~345KV)部份陸續採用, 如：

345KV Line : Siemens 7SA522

161KV Line : SEL 311

2. 目前 23KV GIS 採用之 IED 種類：

(1) ABB 製 REF-541

(2) GE 製 SR-760

(3) MG 製 SEPAM-2000(新案停用)

(4) SEL 製 SEL-251、SEL-551、SEL-351A

(5) SIEMENS 製 7SJ62

3. 目前 23KV GIS 廠家採用之 IED 型號

IED 廠家	23KV GIS 廠家
REF-541 (ABB)	華城、權峰(代理"南亞")
SR-760 (GE)	中興電工、大同、台安、士林(89.11 以後)
SEPAM-2000 (MG)	台安、士林、樂士 * 89.11 以後停用
SEL-351 (SEL)	日亞、亞力
7SJ62 (SIEMENS)	樂士(89.11 以後)、維立

六、IED 與電力監控系統的介面及整合

要談到變電所無盤運轉，首要關心 IED 與目前電力監控系統的介面及整合問題，傳統的監控系統大都是以傳統的類比輸出入作為現場取量點與前端處理器間的介面，所以每個輸出入

點都必須以獨立的一對線路與前端處理器連接，而且所有的測量點(如電流、電壓、溫度等)都必須經由適當的轉換器材轉變為前端處理器可以接受的微量類比信號(如 0~10V，0~1mA)，再由前端處理器類比輸入點的類比數位轉換裝置轉變為數位信號。以本公司的 RTU 為例，目前變電所都是採用 0~1mA 的類比輸入，所以必須使用大量的轉換器材及相關的線路，不但現場的工作繁重，線路裝設與維修工作困難，並且器材價格及施工成本相當高昂。

使用 IED 可以負責保護及操控的工作，並可精確的讀取相關的運轉數值與狀態，所以 IED 已經大量取代傳統的類比輸出入點所承擔的工作，無須再加裝轉換器或相關的輔助電驛及線路，可以大幅簡化監控系統的現場線路。

雖然 IED 具備了許多傳統類比輸出入介面無法達到的優點與功能，但因目前許多監控業者對於 IED 的認知有限，且 IED 與監控中心或前端處理器的輸出入介面是以數位化的資訊通訊，部分前端處理器無法直接讀取這些數位化格式的資訊，所以國內目前將 IED 與電力監控系統整合的情形正大力整合進行中。

實際上 IED 與電力監控的整合在許多先進國家已經成為

相當普遍的系統，只是目前各電機器材供應者的 IED 所提供的通訊協定還未統一，監控系統必須依照不同的 IED 裝置不同的通訊介面，使用上多少造成一些困擾。

因為 IED 的廠牌相當多，而不同廠牌的 IED 提供不同的通訊協定，使 IED 與電力監控系統的整合產生些許的困難。國際上的工業團體有鑒於通訊協定的繁雜所造成的困擾，目前在歐洲已有將通訊協定統一的計劃。IEC 公布 IEC870 的通訊協定供歐洲 IED 製造業者參考，於適當時間內將可統一 IED 的通訊協定，在美洲的流程製造業者將 PLC 及 DDCS 的通訊協定也陸續統一使用 ModBus。而電力業界因為必須快速的產生並傳遞狀態變化訊息(MCD：Momentary Change Detected)及事件順序記錄(SOE：Sequence of Event)，也陸續採用 DNP3.0 作為統一的通訊協定。從目前較新產製的 IED 的通訊協定可看出未來在電力界，最為普遍的通訊協定可能是 DNP3.0(包含事件順序及異態反應功能)與 ModBus(一般數值，定期掃瞄)兩大格式。

為整合不同的 IED 或整合 IED 與既設監控系統，目前最為簡單的方法是改變現場的前端處理器，使前端處理器具備讀取不同通訊協定的信號並轉換為監控中心可以接受的通訊協定資料，即可使用既設的監控中心及既設的現場器材與新增的

IED 整合為一完整的監控系統。

如果既設的前端處理器屬於較早的設計或供應廠商無法改善信號讀物的功能時，而使用者因為既設的系統運轉情形良好而希望維持原來的前端處理器時，可以在既設的前端處理器上增設一個可以處理不同通訊協定的處理器，將原來的前端處理器視為一個 IED，而新設前端處理器同時接受原有的資訊及新增的資訊，即可完成系統的更新與整合工作。

七、參訪電力公司設置情形

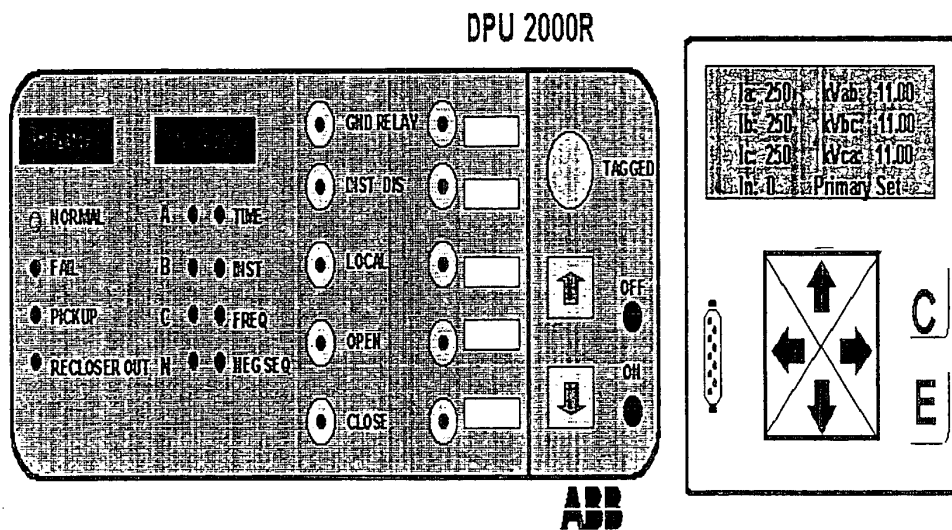
(一)賓州電力公司(Pennsylvania P&L)

賓州電力公司為一中型公用事業，營業地區主要涵蓋賓州及紐澤西州部分地區，二次變電所大部分皆為屋外型，少部分為屋內式，全部皆有應用 IED 來管控及保護配電設備，但未有使用 GIS (個人認為因美國幅員遼闊、人口密度低及較有民主觀念)，透過廠家安排帶我去參觀一個屋外型二次變電所，其 IED 的運用情形為：在變壓器及配電線路上各裝用 IED 來確保配電系統之供電可靠度，在控制室則使用可程式邏輯控制器功能(PLC)與中央監控中心連繫，示意圖如圖七所示。

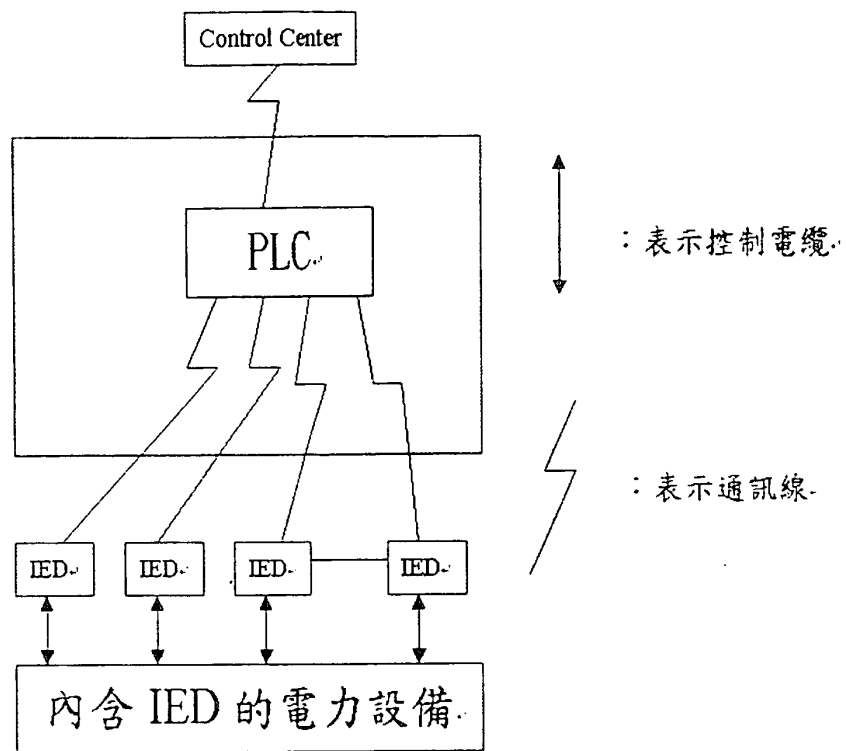
IED 設備運轉維護方面的作業方式及人力配置在賓州電力

公司之做法為：以 4 年為一計畫週期，共五組人員負責巡視、點檢及維護所有 IED 設備，每組有 1 至 2 位工程師及 3 至 5 位電驛測試人員，除有事故外，平時皆依計畫在所轄區域做維護點檢工作。

該二次變電所運用 IED 設備為 ABB 公司之產品，係保護配電線路之 DPU 2000R (Distribution Protection Unit)，其功能很強大，在此不一一介紹，如有需要可參考該公司之型錄。



圖六：DPU 2000R



圖七：賓州二次變電所 IED 應用示意圖



圖八：傳統配電盤之控制中心



圖九：應用 IED 之控制中心

(二) 紐約聯合愛迪生公司(Consolidated Edison)

聯合愛迪生公司為大型公用事業，除了銷售電力外，也提供能源相關產品，如瓦斯等。該公司業務包含 330 萬電力用戶，120 萬瓦斯用戶，營業地區 1350 平方哩面積主要涵蓋大紐約市及鄰近地區，並經營四項常設業務 Con Edison 通訊公司；Con Edison Solutions(a retail energy supply)；Con Edison 能源公司(a wholesale energy supply)；Con Edison 研發公

司，在配電系統上一次電壓有 33KV、27KV、13KV、4KV，二次電壓則有 120/208V、265/460V、120/240V 等多種不同電壓系統，配電線路架構則有環路型(network)和放射型(radial)兩類。

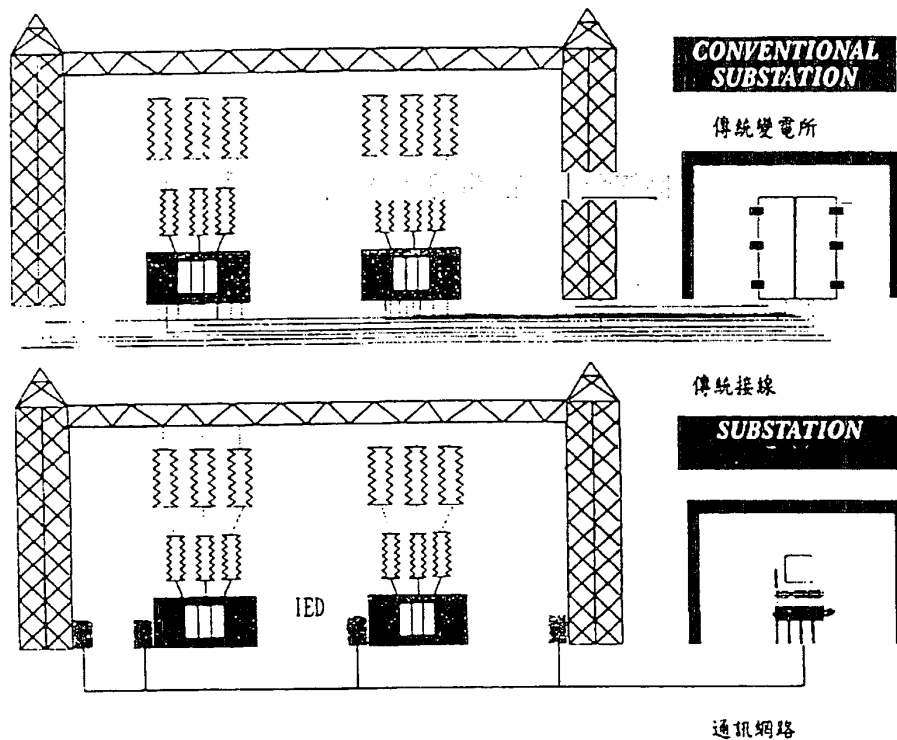
因美國紐約發生 911 恐怖事件，原安排參觀聯合愛迪生公司及二次變電所之行程全部被迫取消，對我而言，大老遠跑到美國卻無法參觀實在是一大損失。

肆、結論與建議

IED 的使用已經成為現代電力從業人員所無法避免的課題，傳統電磁式的電力儀測（各類電表）或保護電驛勢將從市面上消失，變電所逐漸走向無盤化的趨勢發展。IED 具有如下的優點，使得其在未來仍能屹立不搖：

1. 以人機介面(電腦螢幕)取代傳統控制盤面，使得所佔空間縮小。
2. 以通訊線路取代複雜之傳統接線，易於擴充，接線容易。(如圖九)
3. 具有自我診斷功能，得以免除定期性之維護及測試。
4. 使用者可依設備需求，增減修改功能，使用上富有彈性。

5. IED 之功能實為一分散式 RTU，取代了傳統集中式 RTU。



圖十：IED 與傳統式保護、控制之比較

然而 IED 在使用上仍有一些注意的地方，諸如按裝於控制箱，斷路器跳脫震動的影響，電磁場以及高頻干擾的影響等等，且台灣潮濕、熱帶型氣候，長期運轉對 IED 是否造成不良影響，亦應為一考慮因素，縱使如此，IED 之諸多優點其未來在監控保護系統上仍不失為一主力，我們應以更積極的態度來

迎接 IED 的來臨。