

出國報告（出國類別：實習）

配電自動化系統之應用功能與通訊 協定之研討

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：王耀庭（十二等電機工程監）

饒祐禎（十等電機工程監）

派赴國家：美國

出國期間：97年9月9日~9月22日



報告日期：97年11月19日


出國報告審核表


出國報告名稱：配電自動化系統之應用功能與通訊協定之研討		
出國人姓名(2人以上，以1人為代表)	職稱	服務單位
王耀庭	電機工程監	台灣電力公司
出國期間：97年9月9日至97年9月22日		報告繳交日期：97年11月19日
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(本文必須具備「目的地」、「過程」、「心得及建議事項」) <input checked="" type="checkbox"/> 3.內容充實完備。 <input type="checkbox"/> 4.建議具參考價值 <input 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"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 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.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會(說明會)，與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____	
層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1.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"/> 2.退回補正，原因：_____ <input type="checkbox"/> 3.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。

報告人：  王耀庭 單位主管：  饒祐禎

主管處主管：  楊崇和

總經理：  林錫儀

副總經理：  林錦鈴

副總經理：  李漢申

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：配電自動化系統之應用功能與通訊協定之研討

頁數 46 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司/陳德隆/2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

王耀庭/台灣電力公司/業務處/電機工程監/2366-6686

饒祐禎/台灣電力公司/業務處/電機工程監/2366-7551

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：97.9.9~97.9.22

出國地區：美國

報告日期：97.11.19

分類號/目

關鍵詞：

配電自動化(Distribution Automation,DA)

饋線自動化(Feeder Automation,FA)

先進讀表基礎建設 (Advanced Metering Infrastructure,AMI)

智慧型電網(Smart Grid,SG)

停電管理系統 (Outage Management System,OMS)

通訊協定(Protocol)

充電式油電混合車(Plug-in Hybrid Electric Vehicles,PHEV)

變電所資訊末端設備(Feeder Remote Terminal Unit,FRTU)

饋線資訊末端設備 (Feeder Terminal Unit,FTU)

內容摘要：(二百至三百字)

配電自動化為本公司提高供電可靠度重要計畫之一，隨資訊及通訊科技不斷進步，各國電業（含本公司）紛紛投入推動配電自

動化以有效提升供電可靠度及供電品質，惟各電業推動配電自動化技術因環境及需求不同而有差異，本報告係針對美國西門子、奇異及 Silver Spring 網路等 3 家知名公司發展智慧型電網(含配電自動化及 AMI...等系統) 主要技術及觀念進行了解，藉由上述公司所提供先進系統建置實績，與本公司目前辦理方式作比較，提供未來本公司未來進行系統整合及發展智慧型電網相關項目（如：配電自動化 DA、AMI 及 OMS...等）之參考。

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

目 錄

出國報告審核表	I
出國報告提要	II
目 錄	IV
圖表目錄	VI
一、出國目的與行程	01
1-1 出國目的	01
1-2 出國行程	02
二、配電自動化	04
2-1 配電自動化分類	04
2-2 配電饋線自動化	05
2-3 本公司 AMI 建置計畫	10
三、通訊協定	12
3-1 DNP3.0 通訊協定	12
3-2 IEC61850 通訊協定	13
3-3 DNP3.0 及 IEC61850 通訊協定特點比較	13
四、西門子公司之智慧型電網(Smart Grid)方案	15
4-1 智慧型電網定義	15
4-2 配電管理系統	15
五、奇異(GE)公司之智慧型電網(Smart Grid)方案	21
5-1 奇異公司智慧型電網部門簡介	21
5-2 GE 公司發展智慧型電網 (Smart Grid) 緣起	21
5-3 智慧型電網組成架構	22
5-4 智慧型電網目標及相對應用發展	23
5-5 GE 公司提供智慧型電網解決方案	25
5-6 GE 公司之配電自動化系統特性	27
5-7 停電管理系統	35
六、美國先進讀表基礎建設(AMI)發展現況	38

6-1 AMI 發展緣起-----	38
6-2 AMI 系統架構 -----	38
6-3 AMI 主要功能-----	41
6-4 美國 Silver Spring 網路公司之 AMI 設計-----	41
6-5 充電式油電混合車 -----	43
七、結論-----	45
7-1 心得-----	45
7-2 建議事項 -----	46

圖目錄

圖 2-1 配電饋線自動化系統基本架構圖-----	07
圖 2-2 SCADA 自動化系統架構示意圖-----	08
圖 2-3 AMI 系統架構示意圖-----	11
圖 3-1 DNP3.0 製作與解析訊息框之流程圖-----	12
圖 4-1 具動態操作模式觀念之配電管理系統架構圖-----	19
圖 4-2 美國 ONCOR 電力公司智慧型電網建置規模-----	20
圖 5-1 變電所主變壓器使用年限與故障率曲線圖-----	22
圖 5-2 智慧型電網組成架構圖-----	22
圖 5-3 智慧型電網所定義之應用-----	24
圖 5-4 智慧型電網建立流程圖-----	25
圖 5-5 智慧型電網之資料傳輸架構圖-----	26
圖 5-6 自動化線路故障順序動作邏輯圖	
圖 5-6-1 自動化線路故障順序動作邏輯圖(1/6)-----	29
圖 5-6-2 自動化線路故障順序動作邏輯圖(2/6)-----	30
圖 5-6-3 自動化線路故障順序動作邏輯圖(3/6)-----	31
圖 5-6-4 自動化線路故障順序動作邏輯圖(4/6)-----	32
圖 5-6-5 自動化線路故障順序動作邏輯圖(5/6)-----	33
圖 5-6-6 自動化線路故障順序動作邏輯圖(6/6)-----	34
圖 5-7 停電管理系統 (OMS)組成及處理流程圖-----	36
圖 5-8 GE 公司 OMS 系統之過濾警報流程圖-----	37
圖 6-1 先進讀表基礎建設(AMI)系統架構圖-----	40
圖 6-2 未來發展之 AMI 系統架構圖-----	42

表目錄

表 4-1 智慧型電網解決群組彙整表-----	18
-------------------------	----

一、出國目的及行程

1-1 出國目的

本公司全面建置自動化調度系統為階層式調度控制系統 (Hierarchical Dispatch and Control System, HDCCS)，亦即分成中央調度中心(Central Dispatch and Control Center, CDCC)、區域調度中心(Area Dispatch and Control Center, ADCC)及配電調度中心(Distribute Dispatch and Control Center, DDCC)等三階層調度幾乎已全部完成，為確保各系統穩定，亦加入異地備援設計，(如 CDCC 於總處及高雄各成立調度中心，且相互備援.....等)，使各階層各司其職、分層負責。

隨著生活品質提升，用戶對供電可靠之要求日益殷切，即使短時間之停電亦會造成用戶之不便與經濟之損失，且生活品質提升造成區域人口密度加重及交通量增加，不論都會區或偏遠地區之故障檢修，均已成為勞力密集與耗時的工作；僅以人力進行配電網路切換之傳統常開環路架構已漸無法滿足用戶需要，故本公司本著服務用戶之精神，近年全力推動配電饋線自動化，於三階調度架構下，加入饋線調度中心(Feeder Dispatch and Control Center, FDCC)設計 (架構如圖 1-1)，藉由饋線故障時，迅速檢出、隔離及正常區間之功能，使用戶直接感受本公司對於增加供電可靠度之努力，提升公司形象。

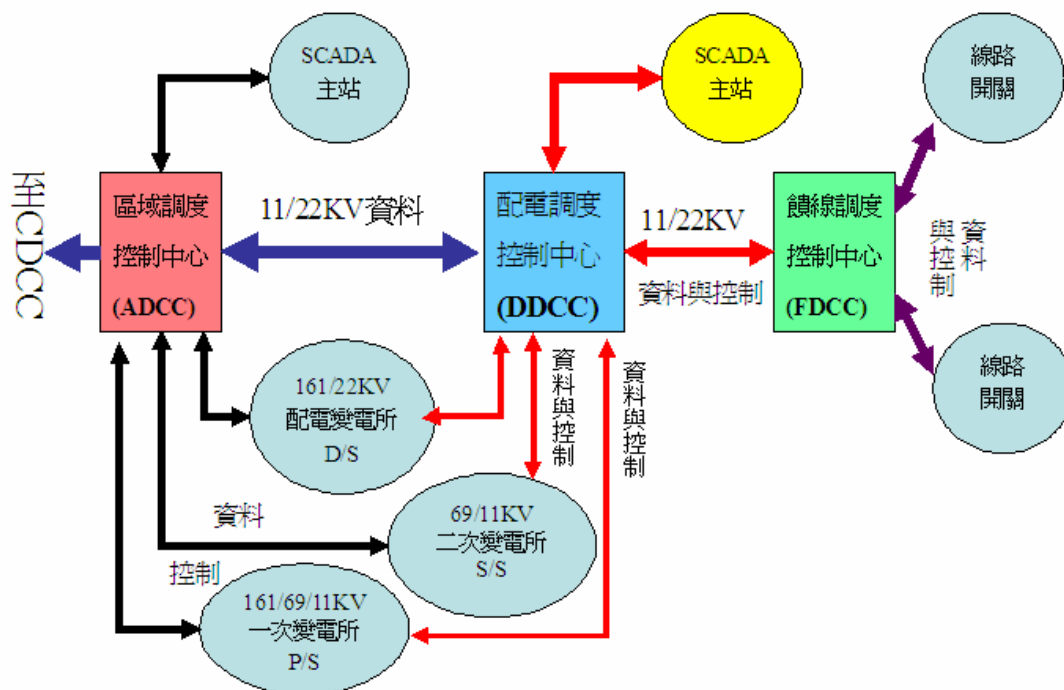


圖 1-1 三階調度加入饋線調度中心之架構圖

配電自動化涵蓋範圍廣泛，包括變電所自動化、饋線自動化及用戶自動化等三項自動化，本公司為加速各項自動化推行，擬定分階段推動方案，期以達成簡化維護工作並預先因應人力不足問題，本公司各項配電自動化均採統包建置，並研訂 SCADA 架構、通訊介面標準及通訊協定標準等，以便將各種不同設備作整合，達到 SCADA 可靠監控之目的；目前變電所自動化已近完成，正加速推動饋線自動化中，截至 96 年底，本公司已完成配電饋線自動化 2,110 條，約佔全公司配電線路總饋線數 25.8%，預定 97~100 年再建置 4,155 條饋線，預計可佔全部配電線路總饋線之 53%（預估到 100 年底全公司總配電饋線約 12,000 條）。用戶自動化部份亦自 97 年起陸續建置 AMI 系統。因配電線路架構複雜且設備繁多，現今建置均以自動故障偵測、隔離及復電（FDIR）為主要功能，（部份區處簡易系統採自動故障偵測，再由調度員判斷事故區間後，進行遙控操作之隔離及復電程序已正陸續推廣升級為系統可自動進行事故區間及復電 FDIR 功能系統中），本次出國目的為「配電自動化系統之應用功能與通訊協定之研討」，期能了解美國先進電業發展配電自動化系統之應用功能現況，以及先進通訊協定（如：IEC61850....等）發展及應用情形，以提供未來發展及整合配電自動化之參考。

1-2 出國行程

美國 Siemens（西門子）公司及美國 GE（奇異）公司均為配電自動化領域之國際大廠，其中美國 Siemens（西門子）公司位於美國明尼亞波里斯，美國 GE（奇異）公司自動化廠位於鄰近奧蘭多，另 Silver Spring 是一家網路，位於美國舊金山，其設計產品普遍應用於美國各電力公司智慧性電表基礎建設（AMI）中。故本次出國安排至上述三公司研討配電自動化系統之應用功能與通訊協定。行程及工作內容如下：1.2.1 出國期間：97 年 9 月 9 日 ~ 97 年 9 月 23 日

1.2.2 出國行程：

1. 97 年 9 月 9 日—97 年 9 月 10 日：往程（台北—西雅圖（轉機宿））
2. 97 年 9 月 10 日—97 年 9 月 12 日：
美國 Siemens 公司配電自動化及通訊協定研討(明尼亞波里斯)行程(明尼亞波里斯—奧蘭多)。
3. 97 年 9 月 12 日—97 年 9 月 16 日：

美國 GE 公司配電自動化及通訊協定研討(奧蘭多)
行程(奧蘭多－舊金山)。

4. 97 年 9 月 17 日－97 年 9 月 20 日：

美國 GE 公司配電自動化研討(舊金山)

5. 97 年 9 月 21 日－97 年 9 月 23 日：返程(舊金山－台北)。

二、配電自動化

2-1 配電自動化分類

配電自動化可分為變電所自動化、饋線自動化及用戶自動化（含 AMI）等三部份，茲將各部份之功能簡列如下：

2.1.1 變電所自動化

1. 母線自動分隔，以隔離故障、復電及過載監視
2. 利用 LTC 及電容器之監控，以建立整體電壓及虛功之控制，其中包括：
 - (1) 母電壓控制
 - (2) 變電所變壓器循環電流控制
 - (3) 電壓調整器之控制，以補償負載所造成之壓降，維持系統負載中心之電壓
 - (4) 變電所並聯電容器之控制
3. 監視及最佳運轉
 - (1) 保護及開關設備之監視
 - (2) 主變壓及饋線電壓、電流、功率資料之監視及收集
 - (3) 主變壓器及饋線過載控制
 - (4) 變壓器負載及損失之最佳化
 - (5) 停電復電之加載策略
4. 保護系統
 - (1) 自動復閉設備之控制
 - (2) 過電驛、復閉器、熔絲及其他保護設備之自動協調
 - (3) 母線及重要設備利用差動電驛及低頻電驛作故障保護
 - (4) 饋線過電流保護
 - (5) 主變壓器過載及絕緣劣化保護

2.1.2 配電饋線自動化

1. 饋線設備運轉資料收集、監視及遙控
2. 線路故障偵測、隔離及復電
3. 變電所、線路之超載解除
4. 配電運轉圖資及設備資料
5. 停電管理系統
6. 電壓及無電力整合控制

7. 配電變壓器負載量測
 8. 計劃性工作停電排程
 9. 三相電力潮流計算
 10. 最佳化饋線重組
 11. 電容器最佳配置
 12. 調度員訓練模擬
- 2.1.3 用戶自動化
1. 負載管理
 - (1) 直接負載控制
 - (2) 用戶自動卸載
 - (3) 即時電價
 2. 遙控抄表
 - (1) 負載特性調查 (提供用戶能源使用資訊)
 - (2) 尖峰負載需量抄表
 - (3) 電表計價程式之遙控輸入
 - (4) 竊電偵測
 - (5) 遙控斷電/接電
 3. 用戶停電自動偵測及回報
- 2.1.4 整合的配電自動化系統為本公司長期努力的目標，惟考量需要性及效益，目前已完成變電所自動化，配電饋線自動化已訂定目標推動中，至 96 年底已完成 2,110 條饋線自動化，提高供電可靠度之效益已逐漸顯現，今(97)年度開始建置 AMI 系統。

2-2 配電饋線自動化

配電饋線自動化系統基本架構如圖 2-1，茲將系統各主要部份功能概述如下：

2.2.1 饋調度控制中心

饋線調度控制中心如同饋線自動化系統的大腦，負責收集系統運轉資料加以處理，並透過人機界面供調度員監視、控制。饋線調度控制中心採分散式的電腦處理架構，系統的執行功能不會因某一工作站或設備的故障而導致整個系統的癱瘓，分散式的電腦處理系統架構若以功能分類如圖

2-2 所示，簡述如下：

1. 調度員控制台工作站：

本工作站具完善人機界面，供調度員執行各式饋線自動化功能。各工作站具完全相同的功能，且相互間具同步能力，當其中一套工作站故障或當機（含維護）時，其它工作站不受影響，仍可繼續正常運轉。

2. 資料維護工作站：

硬體配備與調度員控制台工作站相同，可執行資料維護功能，當裝置於現場的自動化設備（如 RTU 及 FTU 等）因維護及擴充之需要而有異動時，可於本工作站上修改配電系統監控圖面及設備屬性資料（如設備位址、代號等參數），以維持控制中心電腦資料與現場自動化設備之一致，藉以掌握最新的配電系統運轉狀態。

3. 印表機：

(1) 點矩陣式列表機：列印系統事件(event)訊息，含警報訊息及調度員操作訊息。

(2) 彩色噴墨印表機：列印配電圖資，供工作班攜赴現場。

2.2.2 變電所資訊端末設備(FRTU)

變電所內饋線資訊端末設備(FRTU)負責監控及傳送有關變電所運轉之類比及數位資料回控制中心；此外亦可擔任控制中心與饋線資訊端末設備(FTU)間之橋樑，負責傳送饋線開關點之類比及數位運轉資料回控制中心，並傳送控制中心控制信號至饋線開關點。

2.2.3 饋線資訊端末設備 (FTU)

饋線資訊端末設備 (FTU) 須隨時監視現場設備(如線路關關等)，並依控制中心設定之時間間隔定時記錄現場設備之類比及數位資料，並將相關資料送回 FRTU 或控制中心；現場設備若狀態改變，亦須能將此異狀主動通報 FRTU 或控制中心。

2.2.4 自動線路關關

1. 架空線路開關：三相連動之負載啟斷關關，具有電動及手動操作機構，可現場或遠方操作。

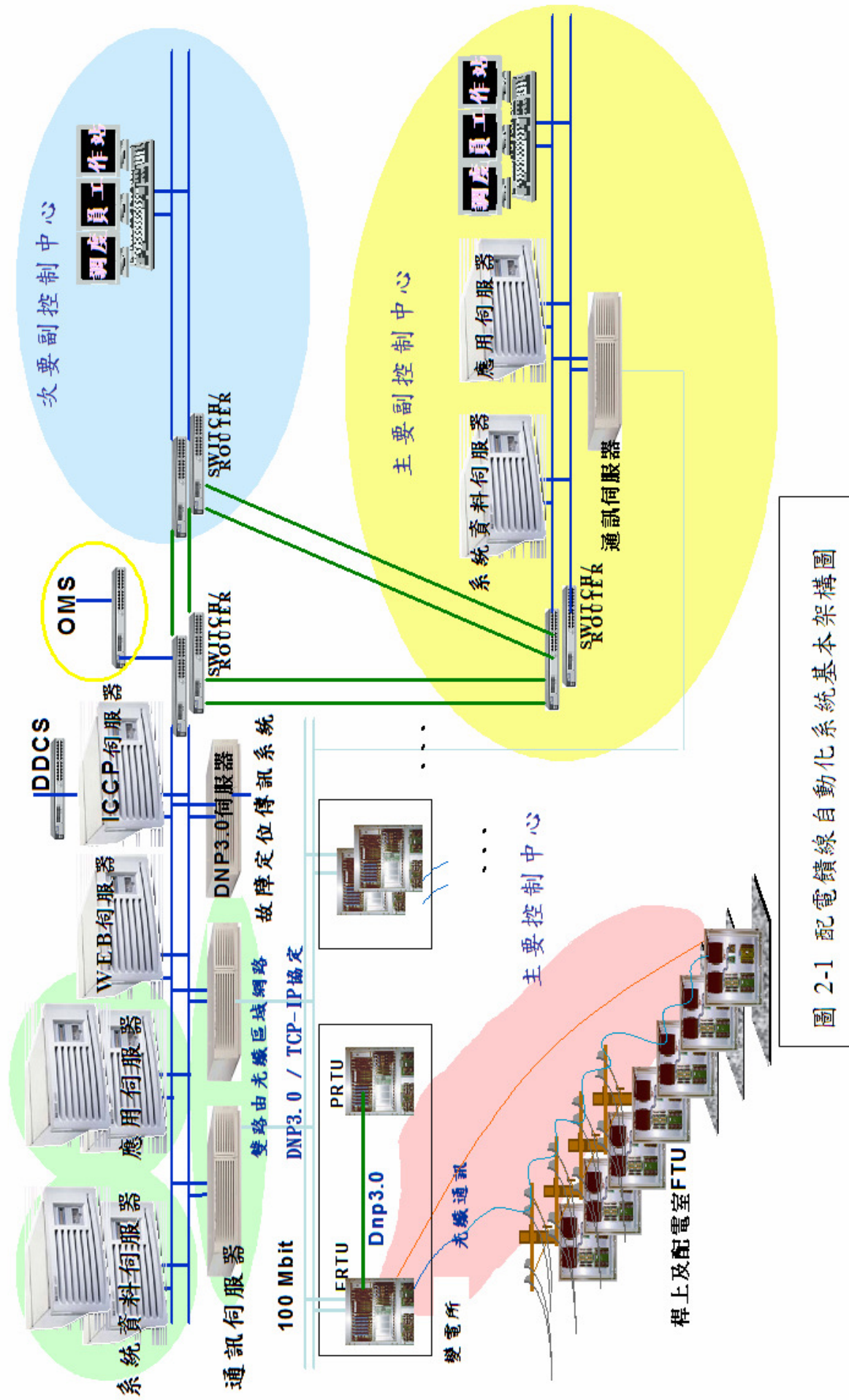


圖 2-1 配電饋線自動化系統基本架構圖

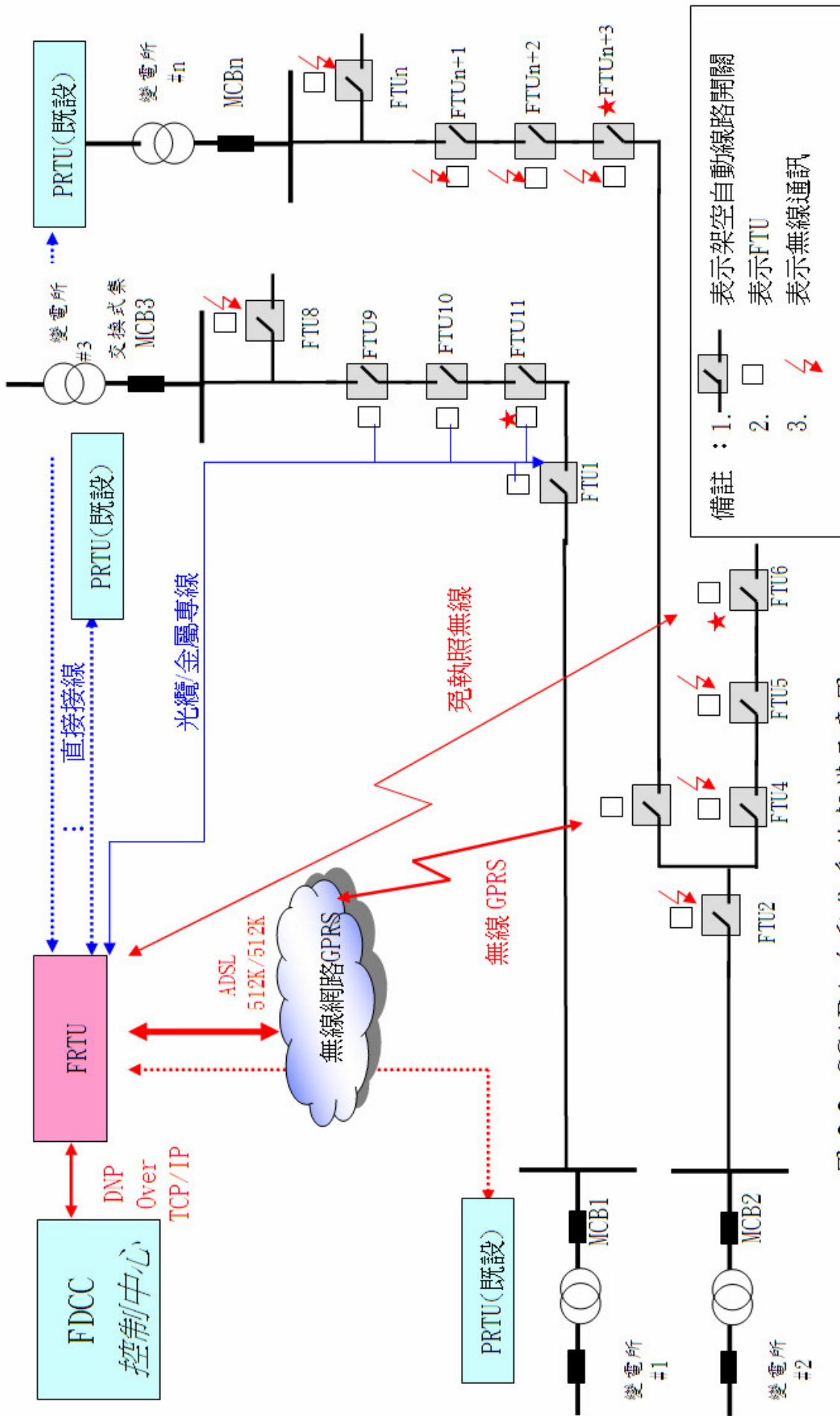


圖 2-2 SCADA 自動化系統架構示意圖

2. 地下四路開關：主回路為三相連動之負載啟斷開關，分支回路可為三相連動、附跳脫裝置並具啟斷故障電流能力之斷路器。另可加裝故障指示器，以利故障時迅速分辨出故障分支之相別，縮短搶修時間。

2.2.5 通訊線路

1. 饋線調度控制中心（FDCS）～FRTU：因變電所內 FRTU 在自動化系統扮演集中器(concentrator)等非常重要的角色，為維持高可靠度的傳輸，以敷設光纖設光纖為宜。
2. FRTU～FTU：地下配電區為考量通訊可靠及防止電磁干擾，以敷設光纖為宜；架空配電區域採無線通訊或租用電信線路方式為原則，在架空及地下混合之配電區域亦同。

2.2.6 本公司饋線自動化辦理情形

1. 饋線自動化系統型態

自動化系統型態	主要實施地區
常開環路	<ul style="list-style-type: none"> - 加工出口區 - 市鎮精華區 - 主要工業區 - 郊區及偏遠地區
常閉環路	<ul style="list-style-type: none"> - 科學園區 - 大都會金融商業中心

2. 自動化系統實施區處

系統型態	實施區處	已完成自動化饋線數 (97年10月止)
常開環路	基隆、北市、北南、北北、北西、桃園、新竹、苗栗、台中、南投、彰化、雲林、嘉義、台南、高雄、鳳山、屏東、台東、花蓮及宜蘭等 20 區處	2,081 條
常閉環路	北市、新竹、苗栗、台南及高雄等 5 區處	46 條
合 計		2,127 條

3. 97~100 年各區處建置計畫目標數

單位:條

區處	97	98	99	100	合計	區處	97	98	99	100	合計
總計	158	1,159	1,350	1,488	4,554						
基隆	0	44	50	49	143	嘉義	0	41	51	48	140
北市	0	65	76	89	256	新營	0	27	33	27	87
北南	17	31	44	10	150	台南	0	66	76	87	260
北北	0	59	69	80	226	高雄	0	99	110	136	371
北西	0	85	96	117	331	鳳山	0	54	61	71	198
桃園	0	100	120	145	407	屏東	0	54	65	65	184
新竹	0	73	85	100	286	台東	0	10	18	0	28
苗栗	39	47	30	40	156	花蓮	22	22	20	18	82
台中	0	113	125	159	500	宜蘭	0	29	33	37	99
南投	0	48	57	46	151	澎湖	0	0	0	0	0
彰化	80	48	79	113	352	金門	0	0	0	0	0
雲林	0	44	52	51	147	馬祖	0	0	0	0	0

2-3 本公司 AMI 建置計畫

AMI 包含智慧型電表(Smart Meter)、通訊系統及讀表資料管理與相關應用程式等軟硬體之建置與開發，本公司擬建 AMI 基本組成架構如圖 2-3 所示，藉由 AMI 功能，提供自動讀表及用電資訊(含電力品質及停電....等)，未來將進一步發展提供用戶各項家電及用電設備能源消耗的即時監測用電資訊，可協助用戶了解各項主要用電設備及家電空調之用電型態及能源成本之相關性，供用戶強化其能源工具進而主動採行更省電及更節能措施，對節能減碳產生貢獻。

本公司建置 AMI 自動讀表，仿照國外電業（日、韓、香港）先由大用戶開始建置，AMI 自動讀表規劃實施對象以特高壓、高壓用戶為主。AMI 自動讀表規劃將分階段建置：

1. 至 97 年底前完成控制中心（含自動讀表系統應用軟體）。
2. 至 98 年底完成 1,200 戶（含所有特高用戶約 600 戶）
3. 99~100 年完成高壓以上用戶，共約 23,000 戶，期用電量約佔全公司之 58%超表方式將可改為遠端自動抄表。
4. 民國 100 年檢討低壓用戶建置 AMI 之可行性。

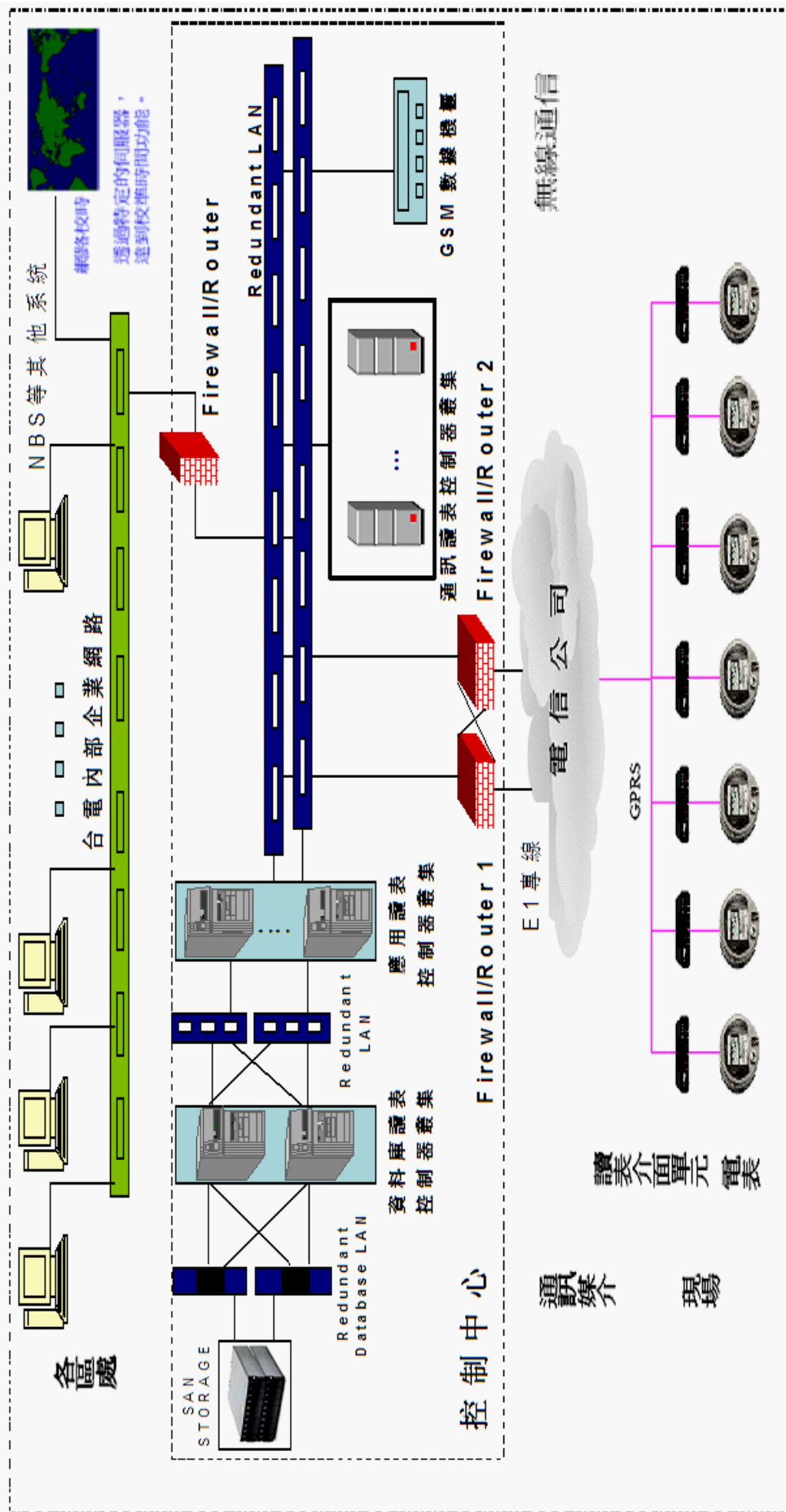


圖 2-3 AMI 系統架構示意圖

三、通訊協定

3-1 DNP3.0 通訊協定

DNP3.0 是一種為電力工業發展之通訊協定，因 SCADA 設備快速發展，早期通訊協定（如 CDC Type II）因功能及速率發展受限等因素，當 1990 年 DNP3.0 發表後，立即受到重視，主要在於其具備分散智慧，並可設定傳送完整之事件資訊等特性。目前使用此通訊協定之公用事業（含油、氣、水、電等）已超過 350 家，且分布於世界上 35 個國家以上。

本公司配電饋線自動化系統因應世界潮流選定 DNP3.0 作為通訊協定，並採取以下較新技術：

1. 加入 Object Oriented 特性，透過 DNP Object Library 定義實體物件格式、屬性（如：①電壓、電流等類比值、②設備故障警報等數位訊號及③控制開關投切等控制輸出訊號）。
2. 依 DNP3.0 製作訊息框之流程（如圖 3-1），建立資料庫，讓設備在資料互傳（如：FRTU 與 FTU 間）時，能正確將欲傳達資訊編碼或解碼，禁止錯誤產生。

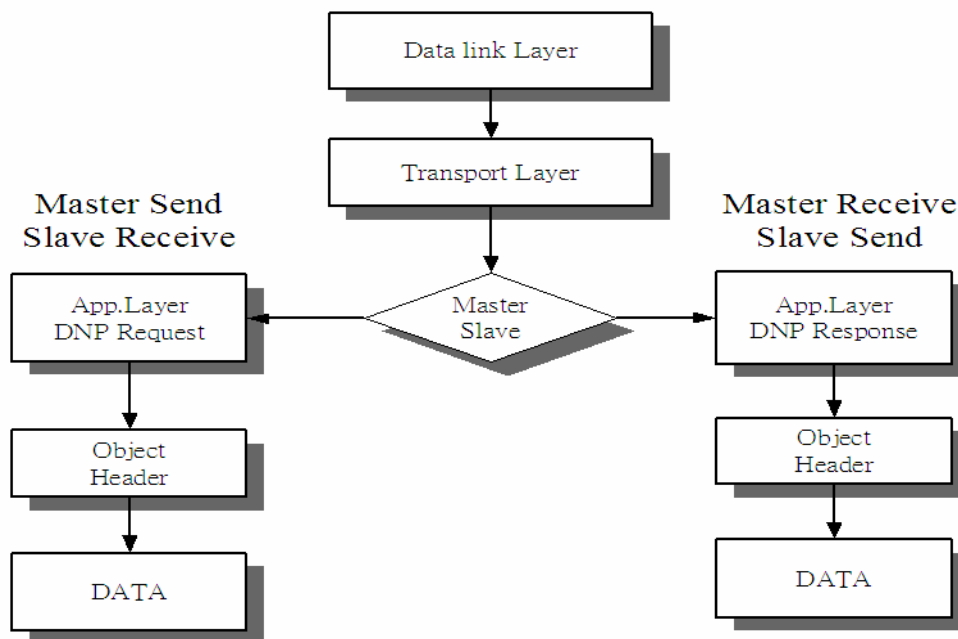


圖 3-1 DNP3.0 製作與解析訊息框之流程圖

3-2 IEC61850 通訊協定

DNP3.0 是由美國發展出來，而 IEC61850 通訊協定是由歐洲三大自動化廠商（ABB、SIEMENS、ALSTOM）為首的國際電工委員會(International Electrotechnical Commission—IEC)，有感於通信技術的飛速發展及電腦技術的日新月異，擬將雜亂無序的各家通信協定規範化，三大巨頭率先提出適用於「One World, One Technology, One Standard」理想之 IEC61850 通信協定，由於 IEC 的影響，北美大的廠家也開始轉而支援和致力於 IEC61850 的開發。

IEC61850通訊協定所規範通信網路和系統標準有如下原則：

1. 應用資料是開放式的：可以傳輸遠端資訊，利用通用服務可以傳輸任何一種資訊。
2. 網路應具有優先順序：因為配電自動化的資訊具有不同的優先順序，依 IEC61850 通訊協定設計出來的通訊網路應該適應這種資訊傳輸的特點，且網路和系統標準(IEC61850)將配電自動化所產生的資訊分為快速、中速和低速不同要求的信息和同步資料以及大量的文件傳輸。
3. 通訊網路具有時間同步，和資料完整性的的能力。
4. 採用抽象通信服務介面以適應網路技術新的發展：IEC61850 通訊協定採 TCP/IP 為基本架構，可應用於電力工業及標準化的各式有線/無線通訊設備，將有效降低通訊成本。

3-3 DNP3.0 及 IEC61850 通訊協定特點比較

3.3.1 DNP3.0 通訊協定特點

1. 要求和回應於單一的訊息中可夾帶數種不同型態之資料。
2. 將訊息分割成複合之區段以保證能發現錯誤和恢復。
3. 回應之訊息可僅包括有變化之資料。
4. 可指定資料回應時之次序並依此定期要求資料收集。

5. 未要求回應亦可主動回報。
6. 提供時間同步及標準格式。
7. 允許多主控站和一對一運轉。
8. 允許使用者可定義之物件中包含檔案之傳送。

3.3.2 IEC61850 通訊協定特點

1. 分層：配電自動化通信體系、自動化設備、和資訊進行分層，滿足即時資訊傳輸要求的服務模型。
2. 面向物件建模：採用物件建模技術，面向設備建模和自我描述，以適應功能擴展，滿足應用開放互操作要求。
3. 抽象通信服務介面：IEC61850 總結電力生產過程特點和要求，歸納出電力系統所必需的資訊傳輸的網路服務，設計出抽象通信服務介面，它獨立於具體的網路應用層協定(目前採用 MMS)，和採用的網路(例如 IP)無關，以適應網路發展。
4. 面向即時的服務：分層的設備和配電自動化系統，滿足即時資訊傳輸要求的服務模型。
5. 配置語言：採用配置語言，在資訊源定義資料和資料屬性，傳輸採樣測量值。
6. 整個電力系統統一建立模型：IEC61850 建立大多數公共實際設備和設備元件之模型。這些模型定義了公共資料格式、識別字、行為和控制，例如變電所及饋線設備(諸如斷路器、保護電驛和自動線路開關等)。自我描述能顯著降低資料管理費用、簡化資料維護、減少由於配置錯誤而引起的系統停機時間。

四、西門子公司之智慧型電網 (Smart Grid) 方案

4-1 智慧型電網定義

1. 在不同的國家、不同的電力系統，會有不同的智慧型電網功能需求及定義。
2. 廣義之智慧型電網應涵蓋自發電、輸電、配電及用戶端，且利用先進通訊網路技術及現場設備（如：開關、電表...等）所建構完整之電力網路，亦可以簡短的說：智慧型電網即是要求電業做好資產性能管理系統(Asset Performance Management System)。
3. 配電系統至用戶端之智慧型電網應包含配電自動化(DA)，先進讀表基礎建設(AMI)，通訊系統(Communications)及資產管理(Asset Management)等 4 項每 1 項均由適當子系統建構而成，彙整各子系統說明如附表 4-1(智慧型電網解決群組彙整表)所示。

4-2 配電管理系統(Distribution Management System, DMS)

配電管理系統為智慧型電網一部份，西門子公司所提供之配電管理系統具動態操作模式觀念，架構圖如附圖 4-1 所示。另美國西門子公司人員說明該公司所設計配電自動化系統具 4 大基本主題：

1. 整合使用者環境及決策支援工具 (Consolidated User Environment and Decision Support Tools)
目前大部份電力公司均有配電自動化 SCADA 系統，且另建置 5~6 種不同應用系統（如電力潮流、負載轉供運算.....等），功能雖齊全，但系統相互獨立未整合，影響效率，且因功能過複雜，使用者操作困難。西門子公司加入整合觀念，系統操作更簡易。
2. 建立動態操作模式 (Dynamic Operating Model)
大部份電力公司之停電管理系統係採靜態圖資操作，系統更新須人為輸入，無法即時反映系統狀態，若整合配電圖資為動態更新，可使配電線路發生故障時，調度操作更有效率及安全，也可為各獨立應用系統，建立整合基礎。
3. 建立元件組成架構 (Componentized Solution Architecture)

西門子希望應用資訊科技建立電力公司配電管理資訊平台，平台上各組成元件包含所有配電系統管理功能（包括項次 1 所述不同應用系統）。

4. 加速建立系統基礎資訊（Rapid initial installation on Evolving Base）

西門子公司希望藉由資訊科技將電力公司內部商業應用程式整合並簡單化，並可提供即時解決方案之功能。

4.2.1 ONCOR 電力公司配電自動化

此行西門子公司人特別以該公司建置中之美國 ONCOR 電力公司為例（建置規模如附圖 4-2），說明該公司（西門子）建置理念。

ONCOR 電力公司轄區為美國德州西及北部區域，過去 5 年每年用電成長超過 5%，為美國用電成長最快速地區，轄區用戶 700 萬戶，原已建置有① Mobile Data - Resource Management (RM)② Computer Aided Trouble System (CATS)兩舊系統，提供調度人員操作調度配電系統參考，為整合原有資訊，增強配電系統操作調度環境及調度員之正確判斷，該公司決定做系統升級，系統升級之規劃方案如下：

1. 完成 3,300 條配電饋線自動化（DA），提升供電可靠度。
2. 自動讀表基礎建設（AMI）：結合讀表、用戶停電資訊和用戶供電電壓狀態監測等功能。
3. 智慧型警報管理：自動化系統自動過濾及分析自 DA 及 AMI 取得之設備資訊，並提供自動操作程序，加速調度員處理事故時效。
4. 負載管理最佳化：運用 AMI 系統建立即時負載資訊，並透過自動化系統做好負載管理及卸載控制計畫，同時，未來能依收集所得資訊研訂電業與用戶間負載直接控制合約，有效減低尖峰負載，減少電廠投資及 CO₂ 排放量，善盡企業責任。

4.2.2 ONCOR 電力公司配電管理系統工程案委請美國西門子公司統籌辦理，西門子公司提出主要功能有以下四項：

1. 行動車輛及人力管理 Mobile Work Force Management：整合故障調度操作及現場巡修人力排程系統，加強人員管理與紀錄現場復電作業。
2. 停電管理 Outage Management：運用新開發之 AMI 系統及寬頻電力線載波（Broadband over Power Line (BPL)）技術，提供停電分析與管理功能，。
3. 配電自動化 Distribution Automation (DA)：提供配電系統即時資料收集及控制功能。
4. 配電網路應用 Distribution Network Applications：提供配電網路負載及電壓計算資料，自動偵測過載線路，以確認配電系統運轉狀態是否良好？且提供支援配電線路搶修資訊並做電壓最佳化控制。



※與美國西門子人員討論配電自動化相關議題

資產性能管理系統(Asset Performance Management System)		■ 歷史資訊 (Historical Information)		■ 輸配電網規劃及建置 (Engineering & Planning)(T&D)	
電業 (Enterprise)	■ 整體規劃 (Generation Planning)		■ 共通模組 (Common Modeling)		■ 配電網路運用、配電調度 操作訓練及模擬
	分析 (Analysis)	規劃電力市場管理、 最佳電力調度	執行電力市場操作、 輸電傳輸網路、調度 操作訓練及模擬	配電網路運用、配電調 度操作訓練及模擬	
控制 (Control)	分散式管理系統	SCADA、自動發電控 制	配電 SCADA、停電管 理系統、行動車輛及人 力管理系統	需求面管理 (電業端)	需求面管理 (電業端)
通訊 (Communication)	電廠內區域網路	衛星、微波、光纜、 無線	租用電信線路、寬頻電 力線通訊、微波、光 纜、無線	電力線載波、WIFI、 WIMAX、寬頻電力線通 訊 (BPL)	電力線載波、WIFI、 WIMAX、寬頻電力線通 訊 (BPL)
設備及器材 (Apparatus&Device)	RTUs、資料集中器	超高壓斷路器、電容 器、主變壓器	二次變電所內斷路 器、復閉器及現場開關 設備	需求面管理 (用戶端)、 自動讀表	需求面管理 (用戶端)、 自動讀表
	能源管理市場(EMM)	能源管理系統 (EMS)	配電管理系統 (DMS)	配電管理系統 (DMS)	配電管理系統 (DMS)

表 4-1 智慧型電網解決群組彙整表

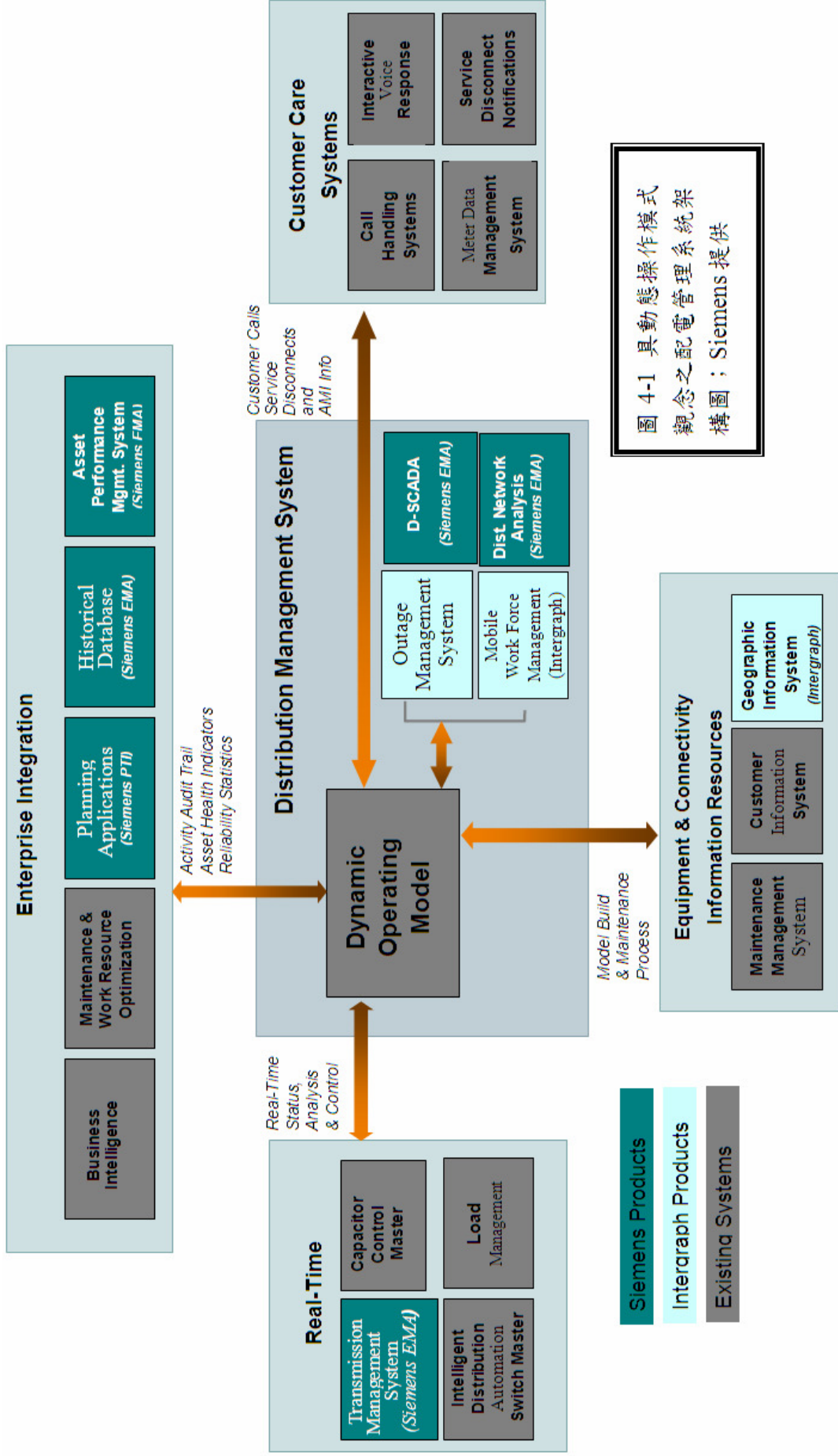


圖 4-1 具動態操作模式
觀念之配電管理系統架
構圖；Siemens 提供

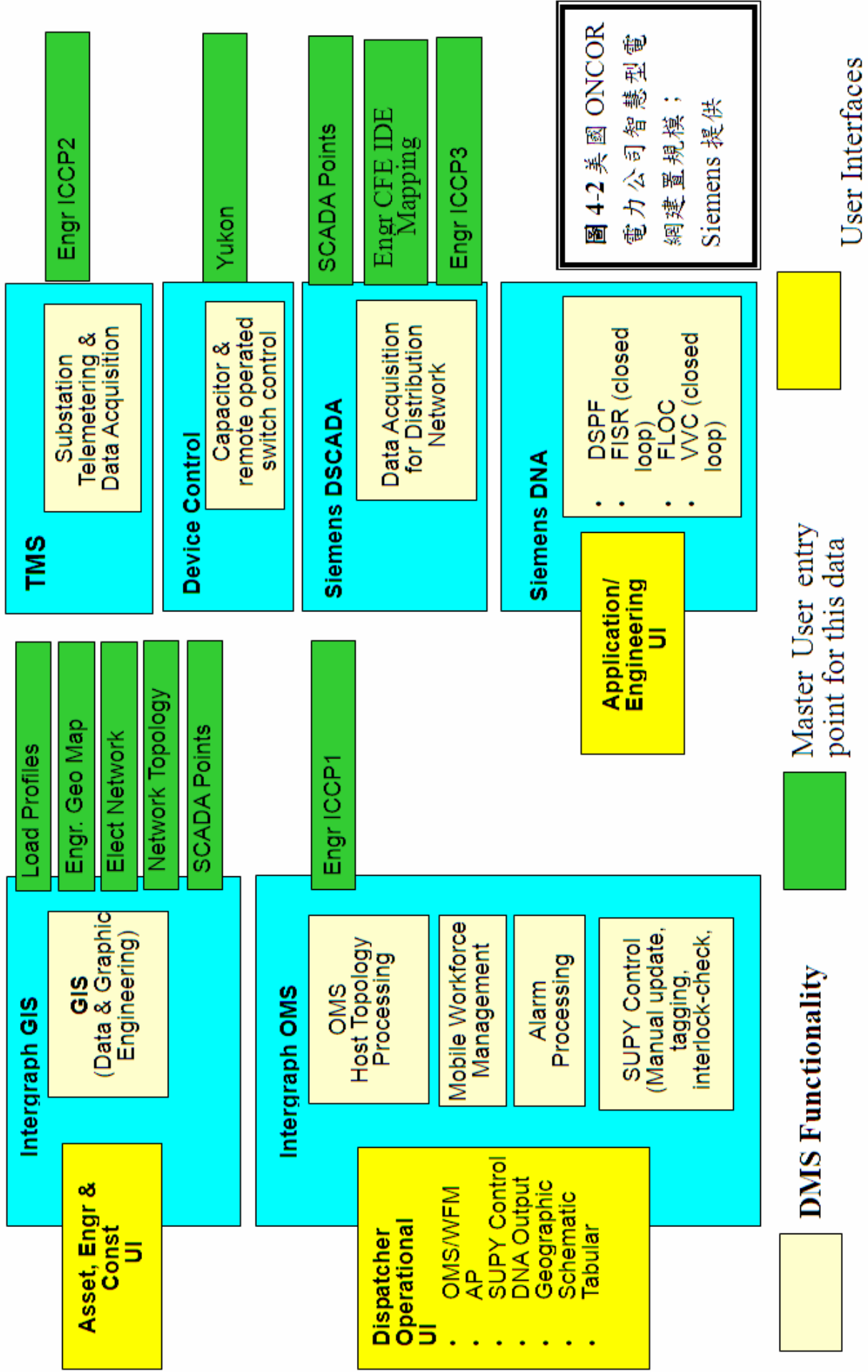


圖 4-2 美國 ONCOR 電力公司智慧型電網建置規模；Siemens 提供

五、奇異 (GE) 公司之智慧型電網 (Smart Grid) 方案

5-1 奇異公司智慧型電網部門簡介

1. 人力資源：智慧型電網部門有超過 4 萬名員工。
2. 工作地點：設有 700 個營業據點，且分佈於全世界超過 100 個國家。
3. 去(96)年全公司所屬之智慧型電網部門年收入 218 億美元。

5-2 GE 公司發展智慧型電網 (Smart Grid) 背景

電業現行面臨經營與社會責任雙重壓力下，若要提升競爭力（尤其是電業自由化後），一定要先建立優勢，爭取用戶及社會認同，發展智慧型電網已是無可避免之趨勢，GE 公司彙整電業經營 5 大困難而建議發展智慧型電網 (Smart Grid)。

項目	電業面臨困難	智慧型電網功能	電業遠景
能源需求	40 年內能源消耗增加至 3 倍	改善用戶用電行為，削減尖峰用電	做到需求最佳化，用戶可選擇能源使用行為及參與能源控制
氣候變遷	美國境內電廠排放 CO2 佔全美國 40%	減少 CO2 排放，善盡企業責任	做到與環境和平相處，善盡企業責任
電網可靠度	每年電力損失(含線路故障及固定損失)成本高達 1 千億美元	發展自動化，迅速隔離線路事故範圍，降低停電損失	提升供電可靠度
提升電力傳輸效率	電力傳輸效率差，只要提升 5% 電力輸送效率，美國就可每年節省 42GW 電力	找出線路最佳化，降低輸配電傳輸損失	做到能源最佳利用
設備及人力老化	設備(如變電所主變壓器)使用年限逐漸超過 40 年，故障率高(如圖 5-1)，50% 電力公司人力 7 年內退休	建立自我診斷，提升設備運轉效率，降低運轉及維護成本，使設備及人力配置更有效率	電網操作調度更有效率

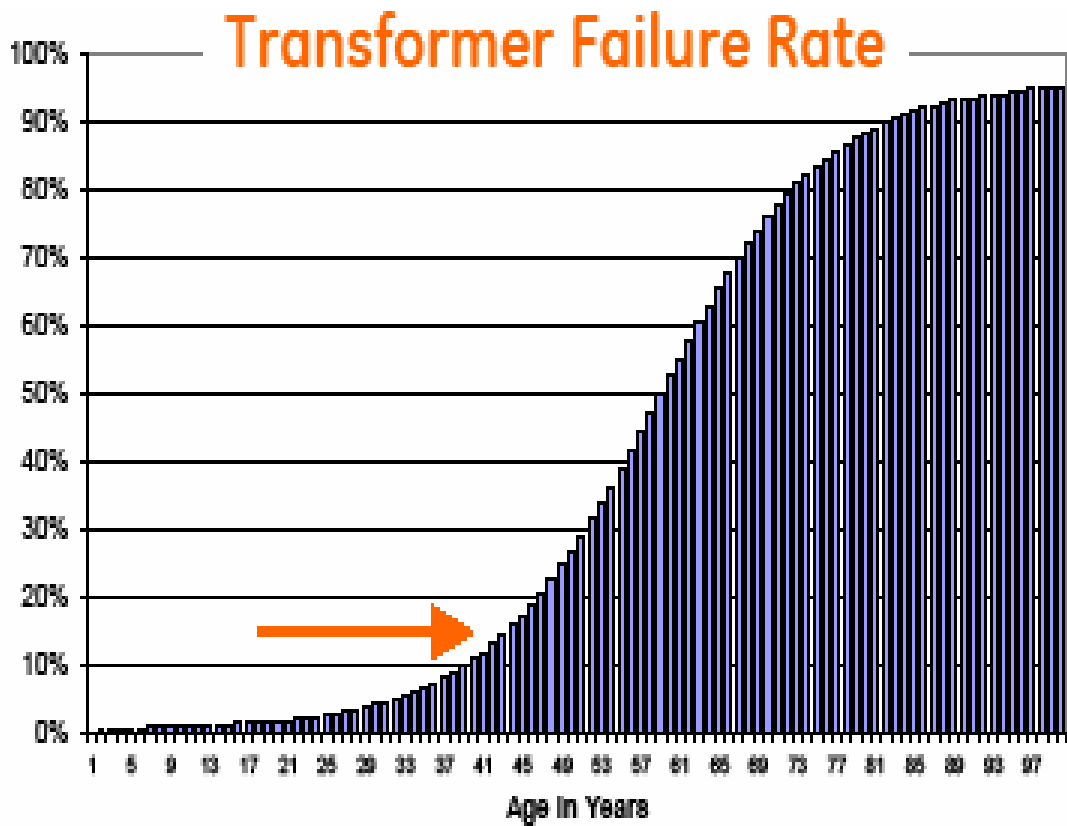


圖 5-1 變電所主變壓器使用年限與故障率曲線圖

5-3 智慧型電網組成架構

1. 智慧型電網係整合電力系統及資訊系統等兩架構(如圖 5-2 所示)所組成之電力網路，主要目的為增加電力能源價值。

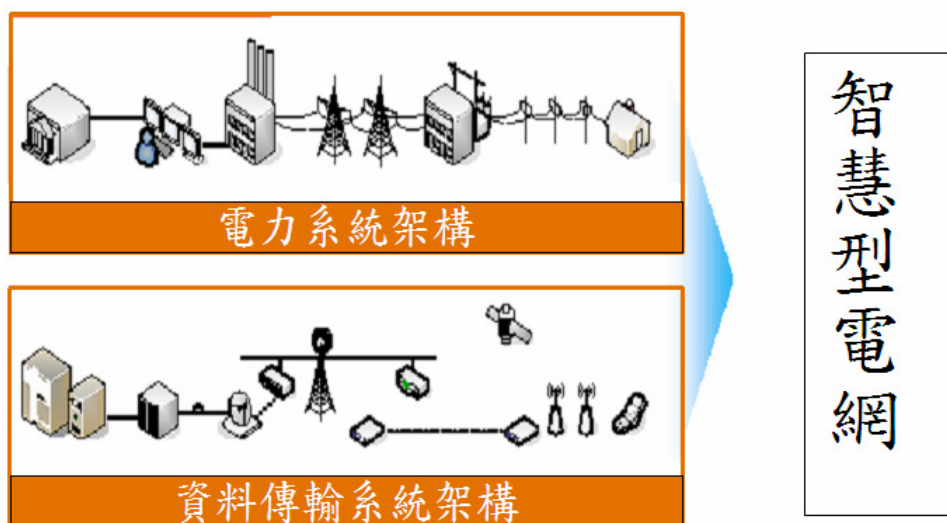


圖 5-2 智慧型電網組成架構圖

2. 現今電腦及通訊科技發達，傳統電力已可藉由通訊網路作資訊即時且雙向傳輸，並達到①增加能源使用效率②增加供電品質及可靠性③使電力供應結合環保議題(如降低 CO2 排放)等功能。

5-4 智慧型電網目標及相對應用發展

1. 智慧型電網目標已於第 5-2 節提到，主要有以下 4 大目標：
 - (1) 做到能源最佳利用：藉由能源使用最佳化及管理與日上升之能源需求，以做到能源最佳利用。
 - (2) 電網操作調度更有效率：藉由①調度操作系統之大量操作處理能力並考量安全性②提升設備資產使用效率③降低資本支出及電網操作成本等方式，使電網操作調度更有效率。
 - (3) 用戶滿意度：藉由①改善電網（如：實施配電自動化、建置 AMI...等），提升供電可靠性②協助用戶做好能源控制③建立電業與用戶間緊密通訊網④提供用戶額外服務等方式，以提高用戶滿意度。
 - (4) 加強環境保護及管制：藉由①減少或避免 CO2 排放②建立管制計畫③提供用戶各種達到環境保護效果之選擇，以做好環境保護，善盡企業責任。
2. 若要做到上述 4 項目標，電業應逐步發展電網自動化、即時收集所有用戶用電資訊、即時收集所有電業資產運轉資訊及購置先進硬軟體設備及通訊系統。
3. 一般智慧型電網所定義之應用涵蓋發、輸、配電及用戶，如圖 5-3 所示。

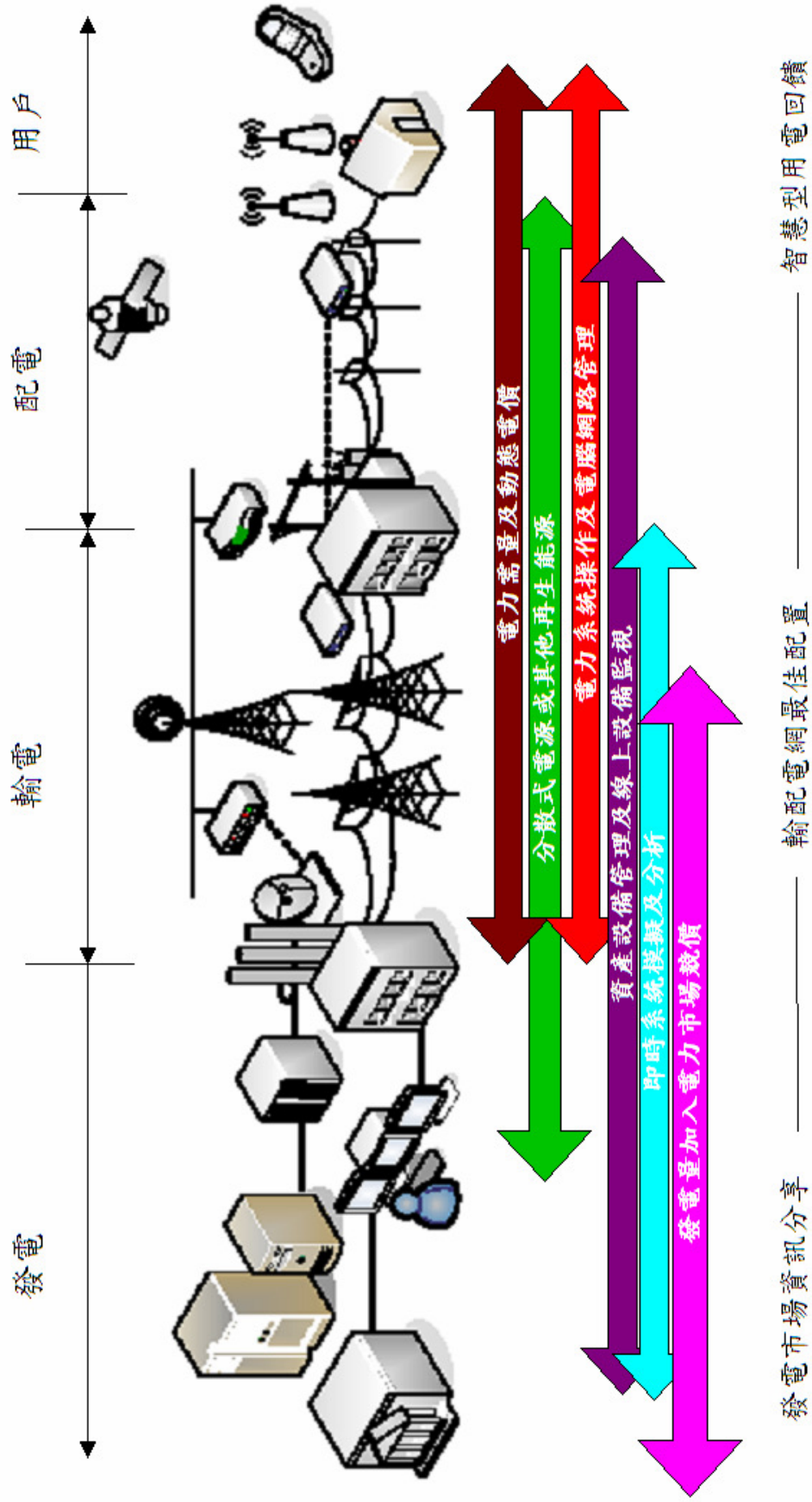


圖 5-3 智慧型電網所定義之應用

5-5 GE 公司提供智慧型電網解決方案

GE 公司具有設備及系統，研發人力資源充足，提供智慧型電網解決方案有下列方式：

1. 建立智慧型電網模型展示

GE 公司結合本身已發展系統（AMI、OMS、SCADA...等），建立模型展示，並建立流程圖（如圖 5-4 所示），俾利電力公司逐步完成智慧型電網。

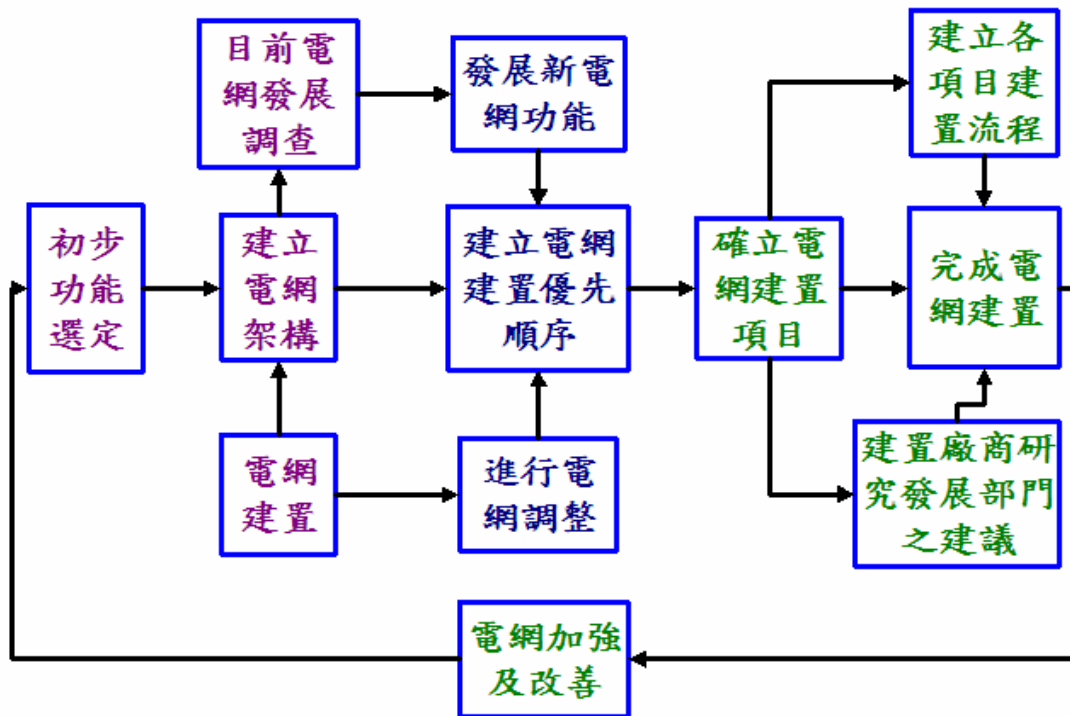


圖 5-4 智慧型電網建立流程圖

2. 智慧型電網通訊系統

智慧型電網通訊系統應為可支援所有通訊標準之開放性系統(如支援 AMI 及 SCADA 系統)，通訊設備應廣泛建置在電力系統中（本公司系統亦是採此標準做法），此通訊系統應具雙向傳輸能力，通訊媒體包括電信公司管制或電業本身可自有之 WIMAX、衛星、自建無線、寬頻電力線通訊(BPL)、電力線通訊(PLC)...等（資料傳輸架構如圖 5-5 所示），在結合智慧型設備後，透過應用軟體達到下列功能：

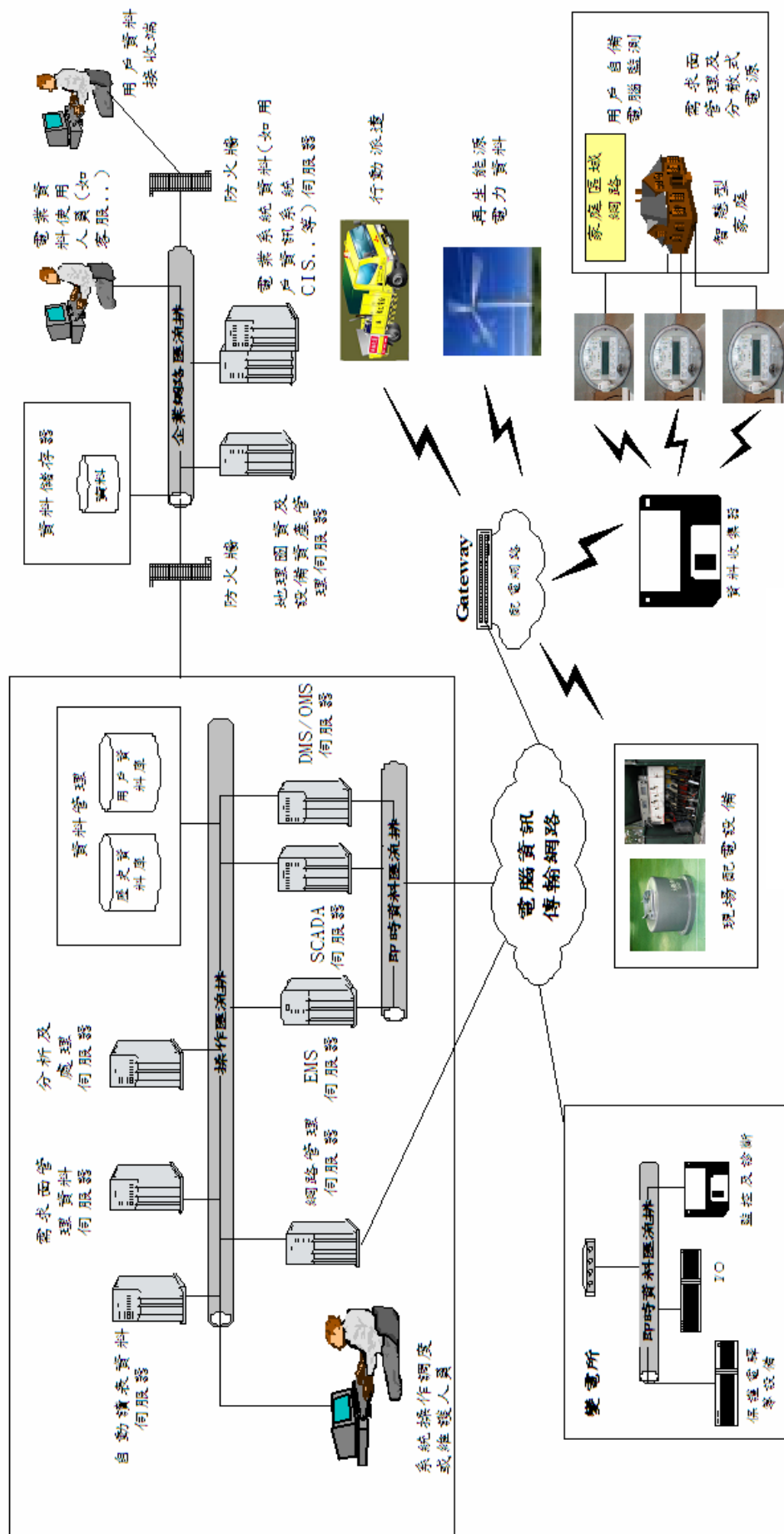


圖 5-5 智慧型電網之資料傳輸架構圖

- (1) 遙控讀表、自我診斷通訊是否正常、即時時間電價。
 - (2) 偵測及確認用戶是否斷電、電壓及無效電力監控、故障偵測/隔離/復電(FDIR)、智慧型家庭(家庭自動化)、建立負載歷史檔案、進行負載預測。
 - (3) 需求面管理分散式電源整合資產設備管理更有效率進行現場人力調派。
3. 智慧型電力設備之整合新一代智慧型設備應為廣義的包含電表、現場開關、復閉器、故障偵測器、電容器、用戶需求端設備及分散型電源等，較具規模且可靠的系統廠商須盡力發展前述設備。
 4. 智慧型電網應用整合
EMS/SCADA，DMS/OMS，控制中心及系統應用，工程最佳化設計，藉由先進讀表系統完成行動派遣自動化設計，以上應用的結合，及構成完整智慧型電網。
 5. 建立電業與用戶通訊介面
智慧型電網要求與家庭區域網路（Home Area Network）結合，建立既新且簡易之費率計算方案，提供用戶選擇能源使用及控制方式，使用戶很容易參與需求端回饋電力公司機制。

5-6 GE 公司之配電自動化系統特性

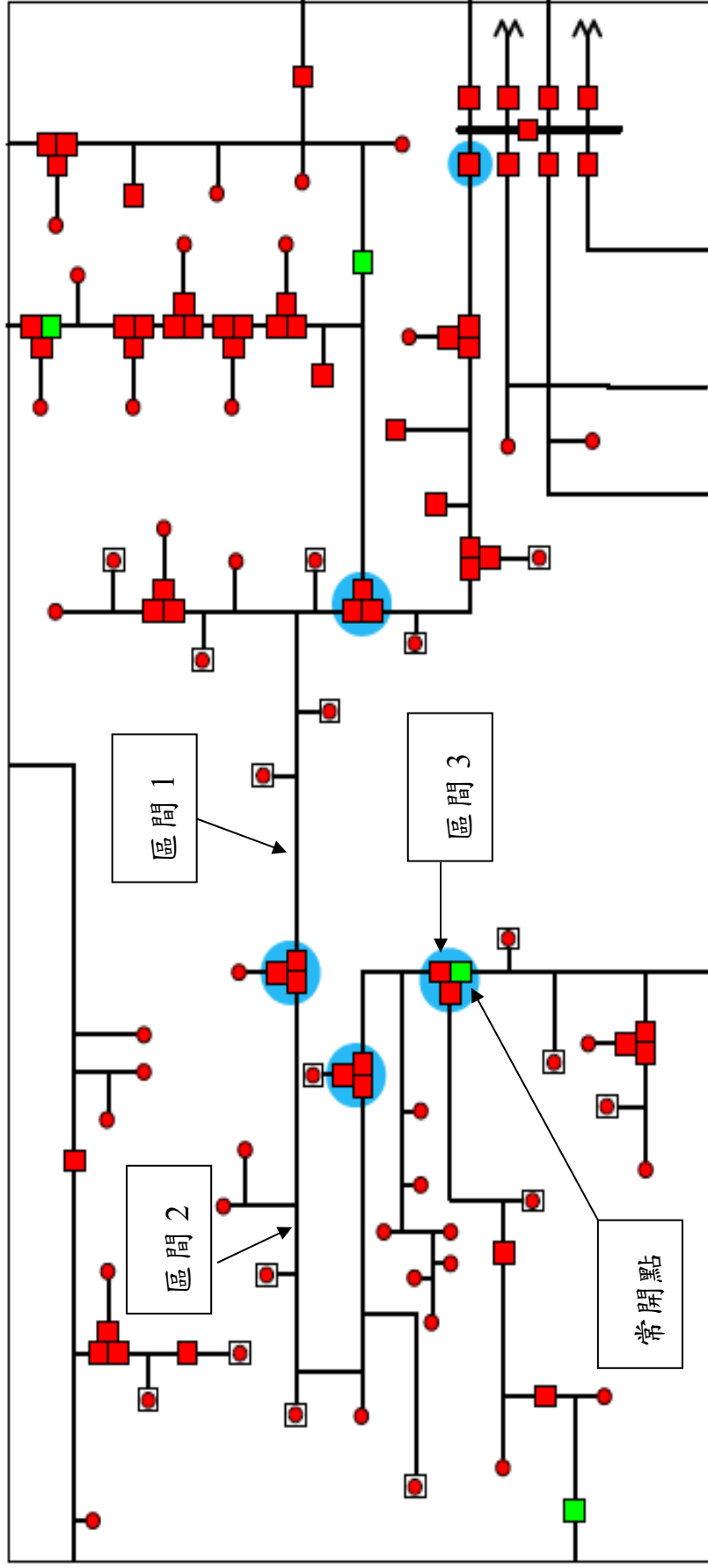
GE 公司整合過去建立配電自動化經驗，列出該公司所建系統特性如下：

1. 配電系統電力潮流分析(Distribution Power Analysis)：提供即時配電網路不平衡負載潮流現況、建立負載檔案資料及相關報表。
2. 電壓及無效電力最佳化(Volt/Var Optimization)：線路損失及饋線負載最小化，提供良好電力品質。
3. 故障偵測、隔離、復電及停電建議(FDIR/Outage Advisor)：提供最佳復電策略(包含開關操作次數最少、開關操作可使大多數用戶立即復電及大負載用戶優先復電等)。
4. 分散式電源管理(Diversed Generator DG Management)：建立 DG 模組及計算加入配電網路系統之 DG 量。
5. 在饋線自動化方面，GE 公司所設計之線路故障時，自事故發生至自動化系統完成故障隔離及正常區間復電需時約 90 秒（1 分

半鐘)，與本公司 FDIR 系統（高雄、台中及北南）設計性能相近，動作時序依序為：

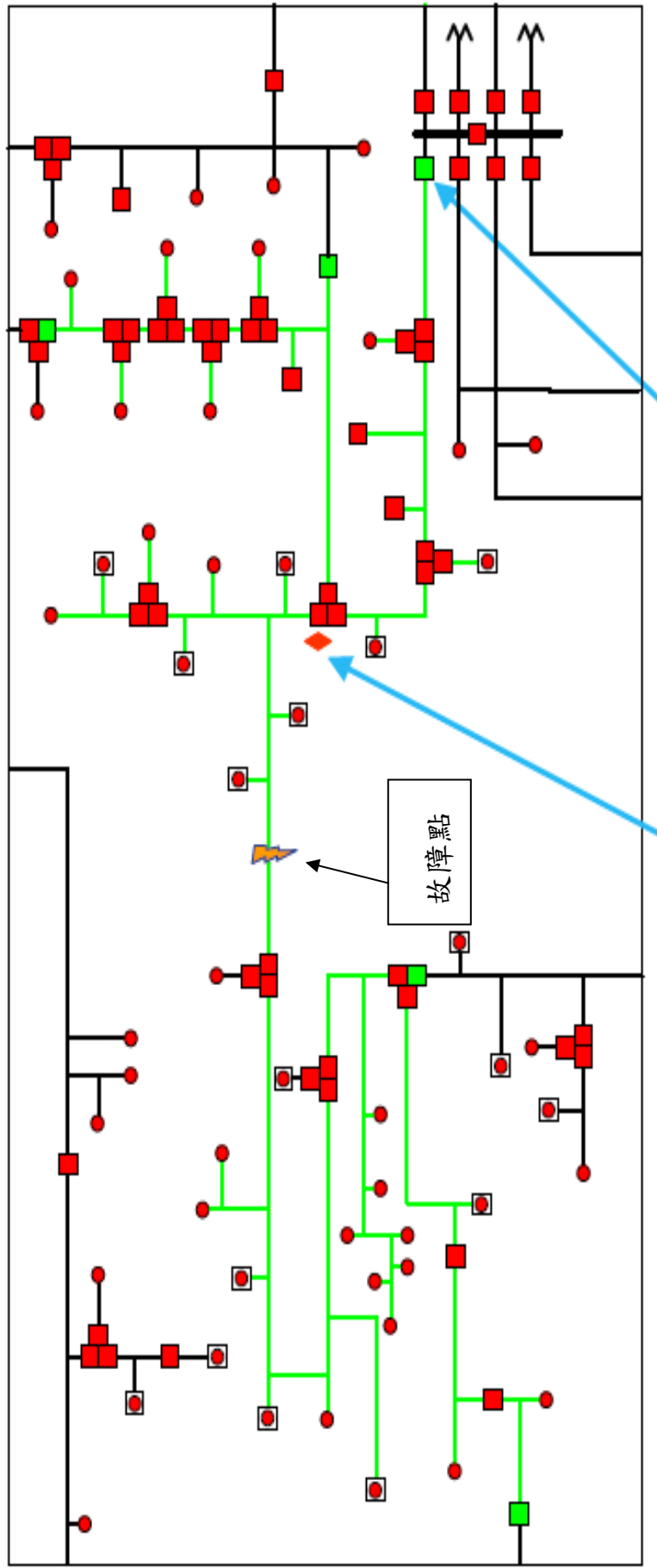
- (1) 故障發生，變電所饋線斷路器跳脫。
- (2) 故障上游且最接近故障點開關自動跳脫，變電所饋線斷路器投入，此時，完成故障上游區間之正常用戶復電。
- (3) 故障下游且最接近故障點開關自動跳脫。
- (4) 原系統（故障前）所訂常開點開關投入（可自動或由調度員遙控操作投入），完成故障區間完全隔離及故障下游區間之正常用戶復電。
- (5) 動作邏輯依序如圖 5-6（1/6~6/6）所示，。

- 6.饋線自動化系統 FDIR 操作時間依採行通訊媒體而有不同（一般光纜通訊可靠度高且速率快），FDIR 的操作可由系統自動操作或由饋線調度中心（FDCC）之調度員遙控操作（半自動）。
- 7.藉由饋線自動化系統 FDIR 功能發揮，可改善電力公司以往傳統配電線路發生線路故障時，事故隔離及復電處理費時之困擾，對供電可靠度（SAIFI/SAIDI）之影響減至最低。



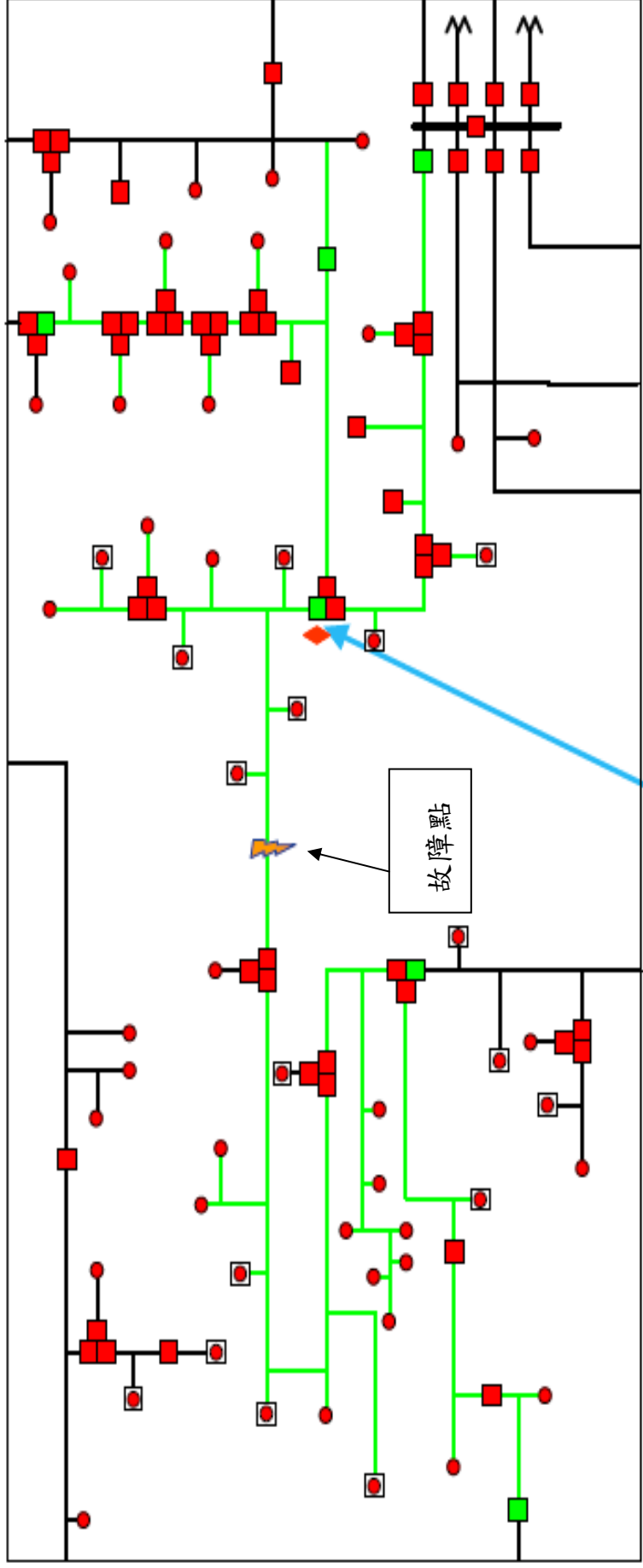
※上圖係正常供電時，饋線上之自動線路開關將饋線劃分出3個正常區間並進行監控。【故障時間：0秒；故障前】

圖 5-6 自動化線路故障順序動作邏輯圖 (1/6)



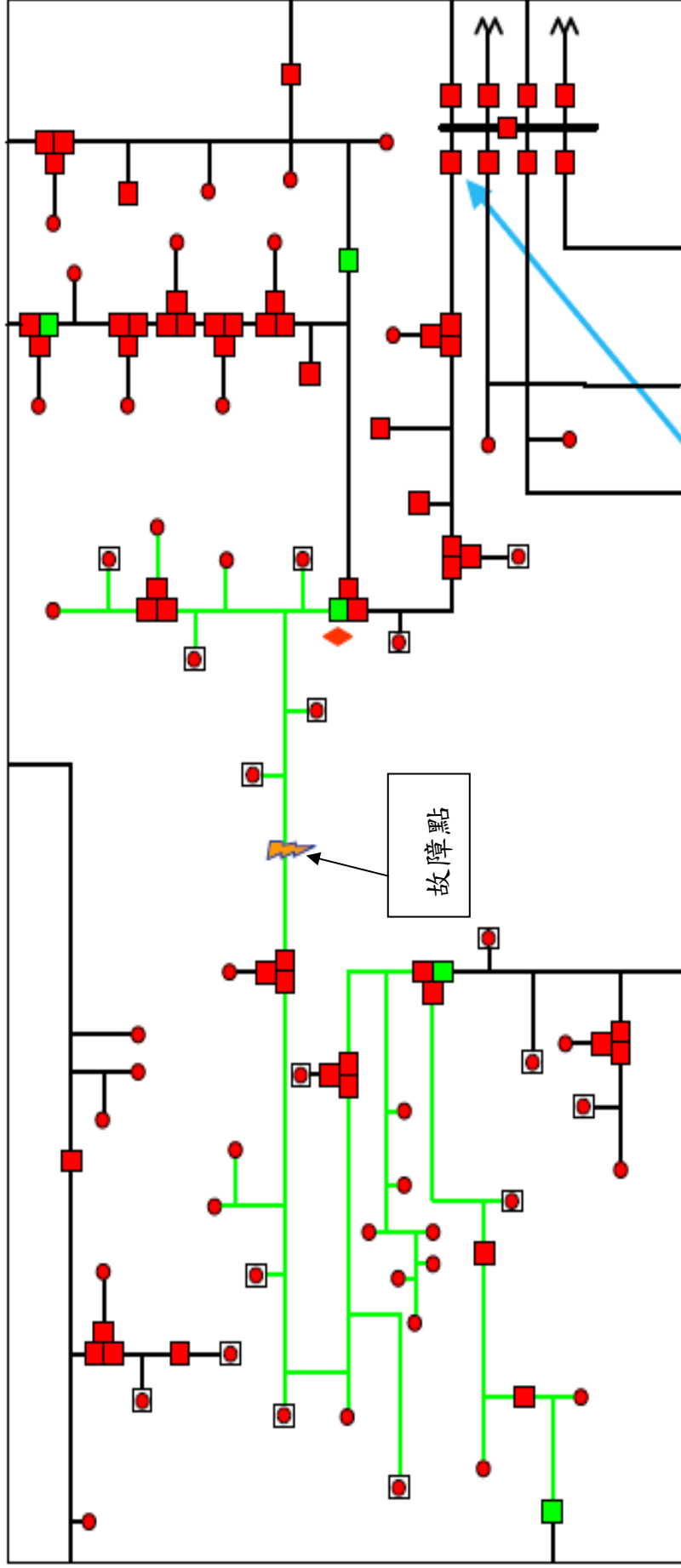
※ 變電所內饋線斷路器 (CB) 自動跳脫，饋線發生接地故障，故障上游之每一具自動線路開關偵測到故障電流通過，透過通訊媒體 (光纜或無線電) 將資訊 (斷路器跳脫之數位輸入點) 傳為控制中心，通知調度員。【故障時間：20 秒】

圖 5-6 自動化線路故障順序動作邏輯圖 (2/6)



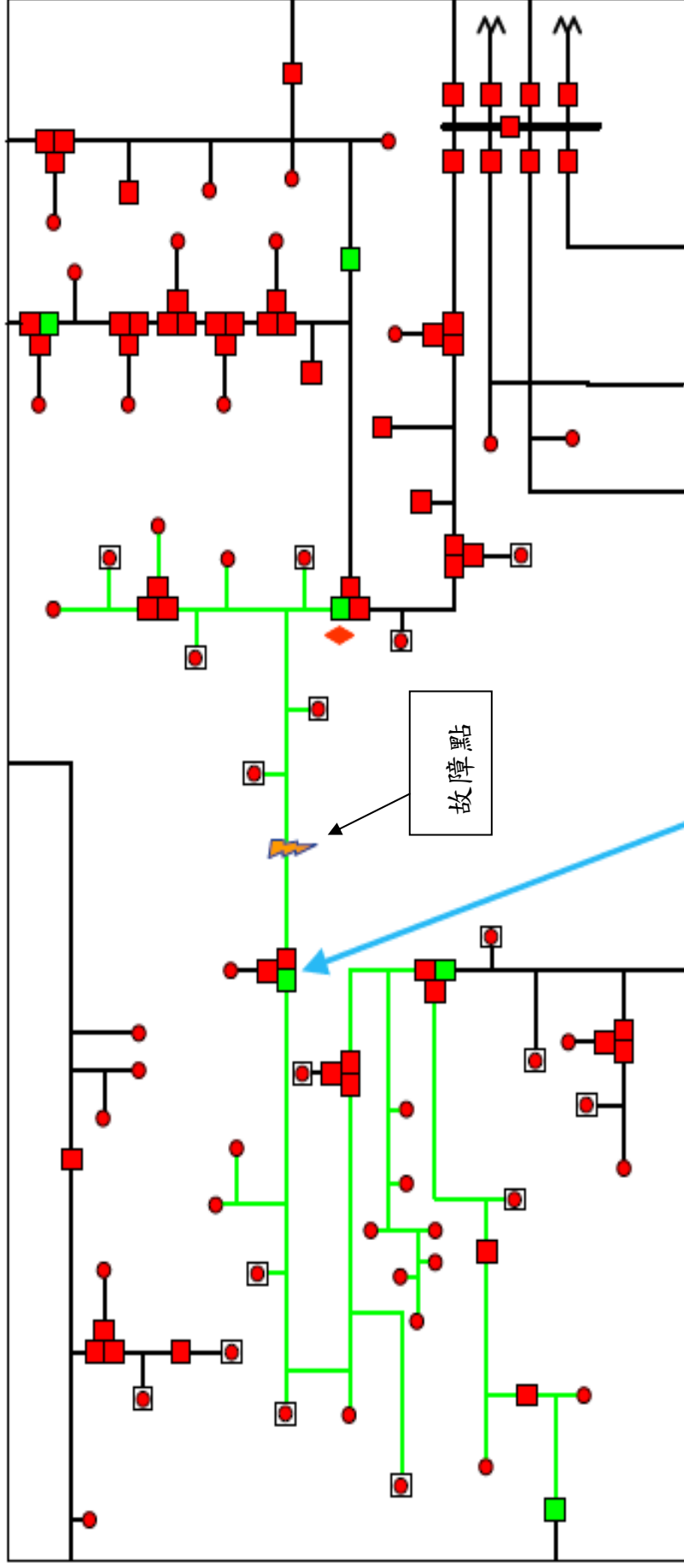
※ 故障（第一）區間之自動線路開關自動跳脫，並透過通訊媒體（光纜或無線電）將資訊（開關跳脫之數位輸入點）傳為控制中心，通知調度員。【故障時間：40 秒】

圖 5-6 自動化線路故障順序動作邏輯圖（3/6）



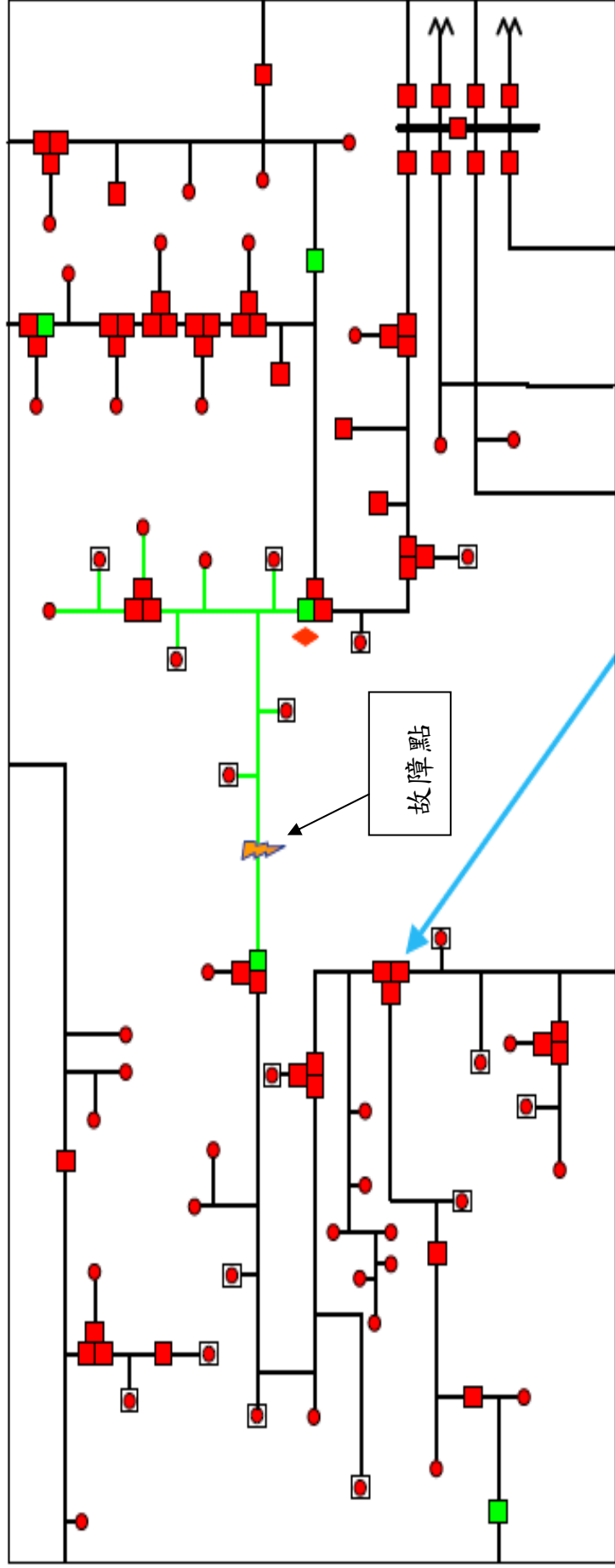
※ 變電所內饋線斷路器 (CB) 自動投入，正常區間用戶復電，並透過通訊媒體 (光纜或無線電) 將資訊 (斷路器投入之數位輸入點) 傳為控制中心，通知調度員。**【故障時間：50 秒】**

圖 5-6 自動化線路故障順序動作邏輯圖 (4/6)



※ 故障（第2）區間之自動線路開關自動跳脫，並透過通訊媒體（光纜或無線電）將資訊（開關跳脫之數位輸入點）傳為控制中心，通知調度員。【故障時間：70秒】

圖 5-6 自動化線路故障順序動作邏輯圖（5/6）



※ 原常開點之自動線路開關自動投入，故障點下游正常區間復電，並透過通訊媒體（光纜或無線電）將資訊（開關投入之數位輸入點）傳為控制中心，通知調度員。**【故障時間：90 秒】**

圖 5-6 自動化線路故障順序動作邏輯圖 (6/6)

5-7 停電管理系統 (OMS)

面對全世界一片電業自由化聲浪，各電力公司陸續發展停電管理系統，期以較佳用戶服務爭取用戶認同，提升企業形象。

GE 公司因應潮流，在配電自動化既有 SCADA 系統下，另外發展停電管理系統 (OMS；組成架構及處理流程如圖 5-7 所示)，希望藉由電腦科技處理饋線事故時，大量用戶來電及 SCADA 警報之分析過濾功能，迅速導引調度員作最有效率之事故研判及處理。

GE 公司發展之 OMS 主要特點如下：

1. 配電地理圖資系統 (GIS) 及運轉資料同步化
 - (1) 建立單一圖資資料供各種配電管理系統功能應用。
 - (2) 以自我診斷功能，使配電系統整合可確實與現場一致。
 - (3) 採漸增式設計，建立新增配電線路及用戶加入 OMS 系統模式。
2. 建立配電系統完整性
 - (1) 建立配電系統 (包括自變電所至用戶) 資料完整。
 - (2) 圖資明確標示三相線路至配電變壓器二次側 (低壓端)，以加強用戶服務。
 - (3) 將複雜配電設備模式化 (Modelling)。
 - (4) 由圖資系統建立 SCADA 系統圖控資料。
3. 建立停電工作流程
 - (1) OMS 應有能處理大量資訊 (如電話及警報……等) 之設計。
 - (2) 建立快速通知及回復用戶機制。
 - (3) 加強語音服務，讓用戶感受電力公司服務熱誠。
4. 支援分散式調度管理
 - (1) 運用以網路瀏覽器為基礎之調度工具進行現場調度工作。
 - (2) 建立行動派遣系統，預防性維護及搶修工作一元化，加強人力資源運用。
 - (3) 提供現場作業人員查詢完整配電圖資系統工具，並訓練現場作業人員具主動解決現場問題之能力。

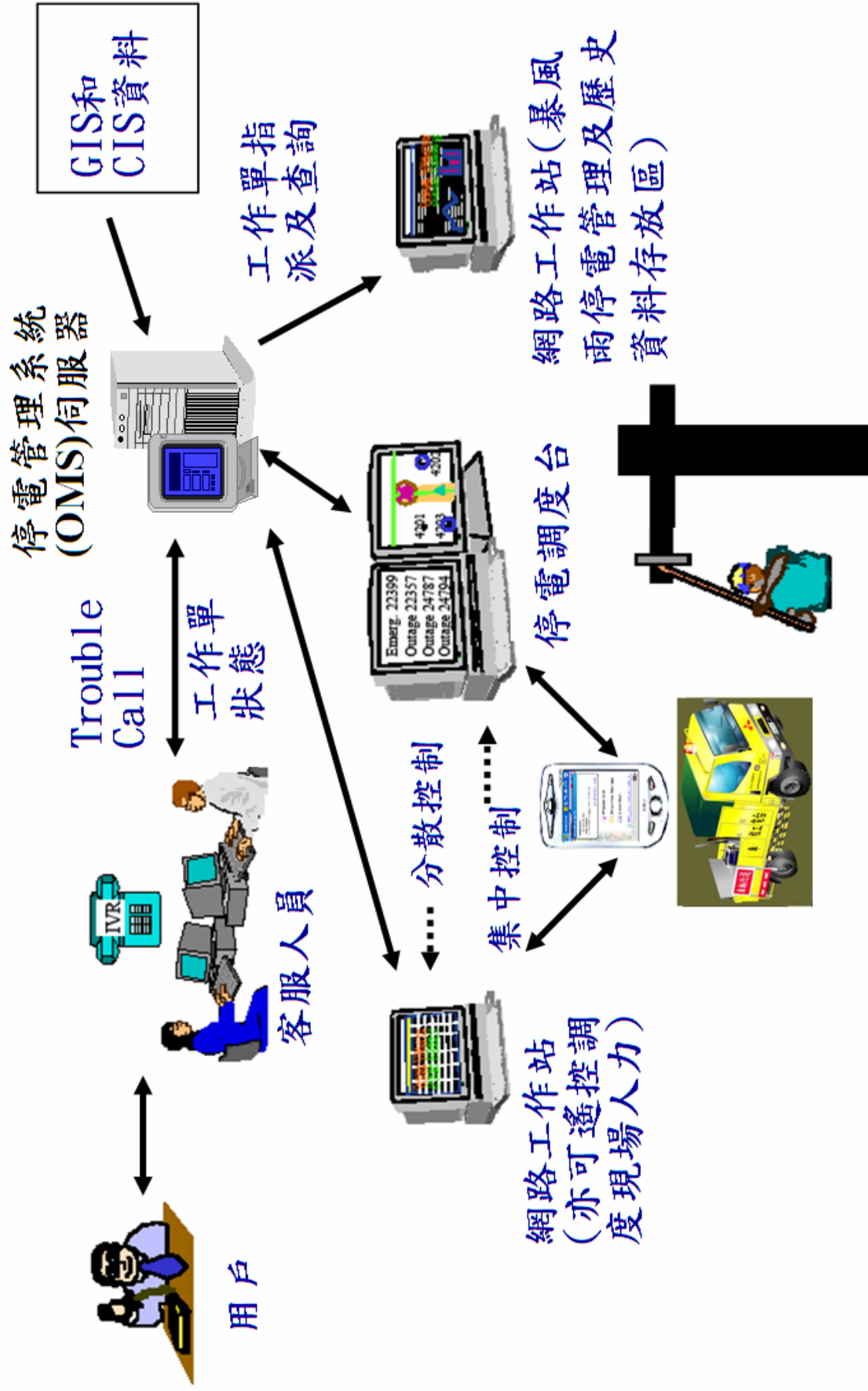


圖 5-7 停電管理系統 (OMS)組成及處理流程圖

5. 智慧型警報管理系統

GE 公司於 OMS 系統中加入智慧型警報管理機制（如圖 5-8），主要功能為簡化及自動過濾警報，事故來臨時，可迅速導引調度員作最有效率之事故研判及處理時效。

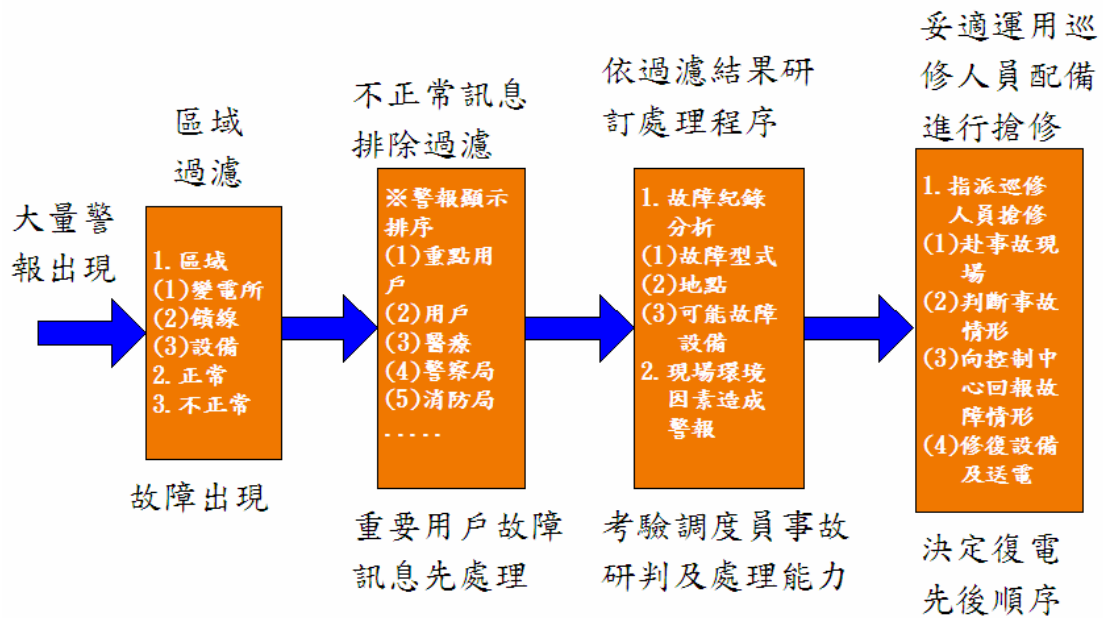


圖 5-8 GE 公司 OMS 系統之過濾警報流程圖



※ 與 GE 公司人員討論配電自動化相關議題

六、美國先進讀表基礎建設(Advanced Metering Infrastructure；AMI)發展現況

6-1 AMI 發展緣起

為加強對用戶服務，各國電業陸續發展 AMI 系統，期能做到用戶端負載管理，實現節能減碳目標。美國推動 AMI 之主因在於實施電力市場自由化，電業需提供用戶多樣化之電價費率選擇；美國國會在 2005 年通過能源法案 (EPAAct)，Section 1252 中要求 2007 年 8 月前「各州之公用事業管制單位，應對於電業是否需對轄區內所有用戶提供並安裝具時間電價(TOU)之電表及其配合之通訊設備，使用戶可以選擇參加時間電價及其他的需量反應計畫，進行調查研究並作出決定是否為適當的措施。」

6-2 AMI 系統架構

根據美國電力研究所(EPRI)調查，電力公司均希望改善與用戶間的通訊能力，藉以加強以下功能：

1. 需求端負載管理
2. 計價結構
3. 用戶服務

在上述三項功能需求基礎下，規劃 AMI 系統架構如圖 6-1 所示，主要係在用戶端使用智慧型電表(含通訊介面)取代傳統機械式電表，並經由通訊網路與電業之控制中心可進行雙向溝通，除可進行讀表資料的蒐集外，可提供更多的加值服務(如程式電表、時間同步、需量控制、負載分析、停電回報...)。

在通訊方面，可分成控制中心~資料收集器 (Access Point) ~智慧型電表~家用內部網路等 3 區段說明：

1. 控制中心~資料收集器 (Access Point)

通訊方式有：專線、WiMax、GSM/GPRS/3G、PLC/BPL、XDSL 及光纖網路等方式，美國一般採用無線通訊，若採 PLC (Power Line Communication；電力線通訊)/BPL (Broadband over Power Lines；寬頻電力線通訊)，大部分須將通訊網路接入變電所，再從變電所之電力線送出訊號連現場資料收集器。

2. 資料收集器 (Access Point) ~智慧型電表

通訊方式有：有線電話、RF、IrDA、Ethernet、WiFi、Zigbee、GSM/GPRS/3G、PLC/BPL、XDSL、DLC 及光纖網路等。

3. 智慧型電表~家用內部網路

通訊方式有：有線電話、RF、IrDA、Ethernet、WiFi、Bluetooth、Zigbee、PLC 及光纖網路...等。其中 Zigbee 是近年廣獲電業用於家用網路通訊之通訊協定，其與 Bluetooth（藍芽）都被歸類在 WPANs（Wireless Personal Area Network），是依據 IEEE802.15.4 建立的短距離通訊協定。理想中傳輸距離約為 100 公尺，資料傳輸速率從 20Kbps 到 250Kbps，隨距離增長而降低，相較於 Bluetooth，Zigbee 屬於低耗電量族群，一個 Zigbee 裝置的電池通常可以使用數月到數年之久，另其與 Bluetooth 最大的差別在於 Bluetooth 的資料傳輸速率為 1Mbps，適合比較複雜的應用，而 Zigbee 的應用定位則比較簡單，如感測與遙控...等。

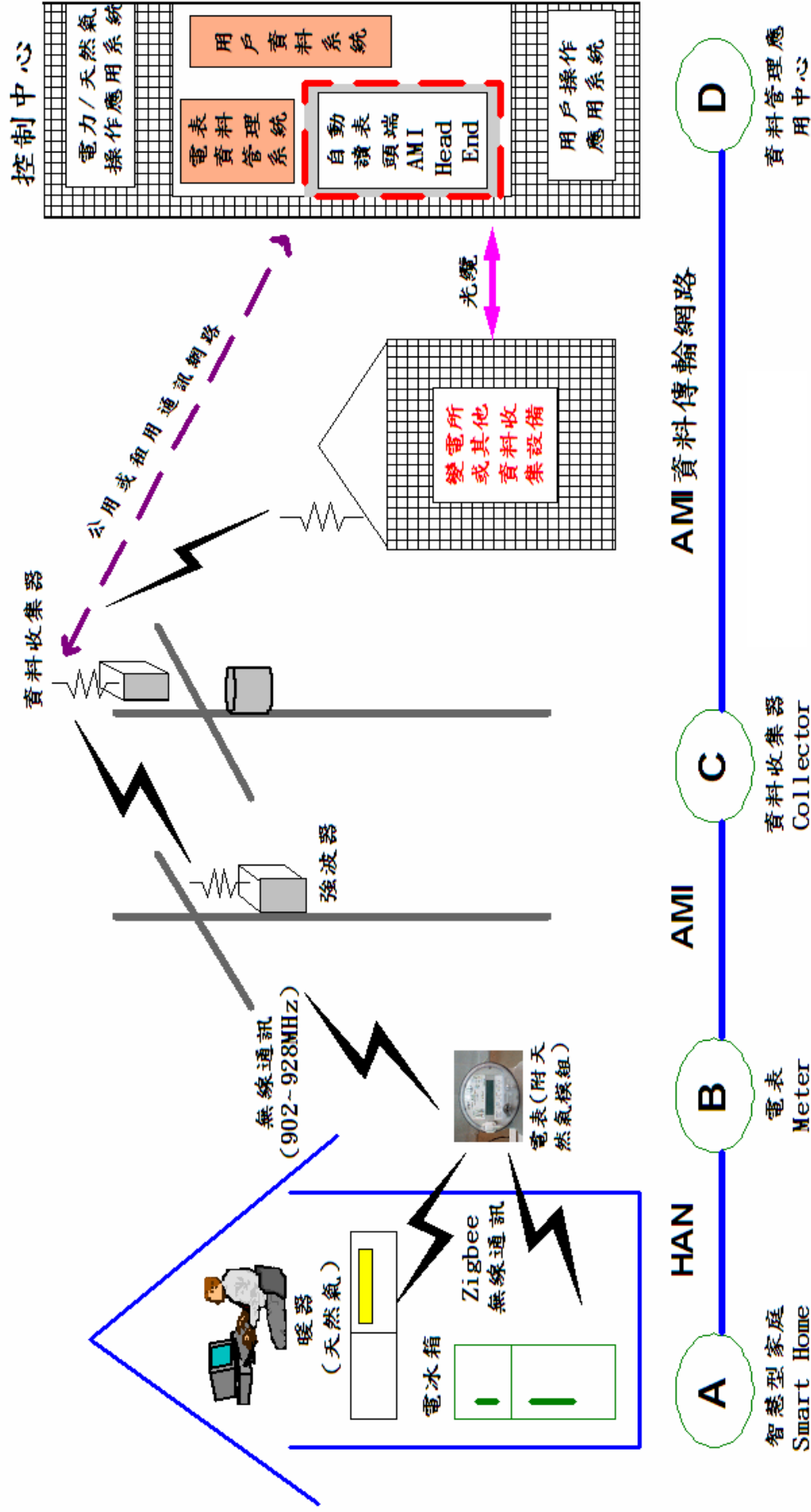


圖 6-1 先進讀表基礎建設(AMI)系統架構圖

6-3 AMI 主要功能

AMI 主要功能可區分為用戶服務、電費開票、停電回報、設備管理、防竊措施、負載管理等 6 大部分進行說明，如下述：

1. 用戶服務：用戶可透過網際網路下載負載曲線及抄表指數，或以電子郵件主動寄送用戶參考。
2. 電費開票：縮短抄表時間，並提供更正確的用電度數直接供開票系統使用，完成讀表開票自動化，除可加速開票的作業，更可減少人工抄表及輸入的錯誤。
3. 停電回報：電表加裝停電偵測即時回報用戶停電資訊，以利故障判斷、線上派遣及加速搶修，進而提高供電可靠度，並可利用簡訊、電話、傳真、電子郵件等主動告知用戶停電訊息及搶修進度。
4. 設備管理：自動讀表可強化電表檢驗及維護管理，以確保電表的可用性。
5. 防竊措施：加裝電表箱門開啟偵測，以防制非法侵入電表箱。讀取用戶負載曲線，依據用戶用電特性及歷史用電記錄，可據以研判用戶是否竊電。
6. 負載管理：提供每 15 分鐘的負載資料，以利變壓器負載管理分析，減少變壓器過載燒損。

6-4 美國 Silver Spring 網路公司之 AMI 設計

由於 Silver Spring Network 公司（以下簡稱 SSN）從事 AMI 發展多年，經驗豐富，此次實習，特別聯繫該公司並列入本次出國行程計畫中。

6.4.1 SSN 之 AMI 發展特點

1. 以網路 IP 為設計基礎，設備成本低，性能強。
2. AMI 工作組織團隊強（包括電業、網路及系統等 3 大主要建置公司）。
3. 與美國 PG&E 及 Florida Power&Light 等電業合作經驗豐富。

6.4.2 SSN 提供之 AMI 解決方案

1. 開發通訊介面，適用於各廠牌電表（如：Itron、GE、Sensus iCon、American Gas.....等）。
2. 與配電自動化系統結合
 - (1) 開發網路通訊介面卡，並內建於資訊末端設備（FRTU 或

FTU)。

- (2) SSN 之 IP 網路可在 DNP 3.0 或 IEC61850 通訊協定內傳輸。
 - (3) SSN 之現場資料收集器 (Access Point) 可做分散式點對點傳輸，速率快。
 - (4) 透過增益天線，現場點對點傳輸距離可達 3~5miles。
3. 目前已與各配電自動化系統廠商合作 (如：S&C、Cooper/Cannon、GE....等)。
 4. 配合產品研發及通訊技術改良，未來發展之 AMI 系統將深入家庭設備，且用戶只要裝設網路通訊埠，家用電器設備插入該通訊埠即可與電力公司連線通訊，架構圖如圖 6-2 所示。

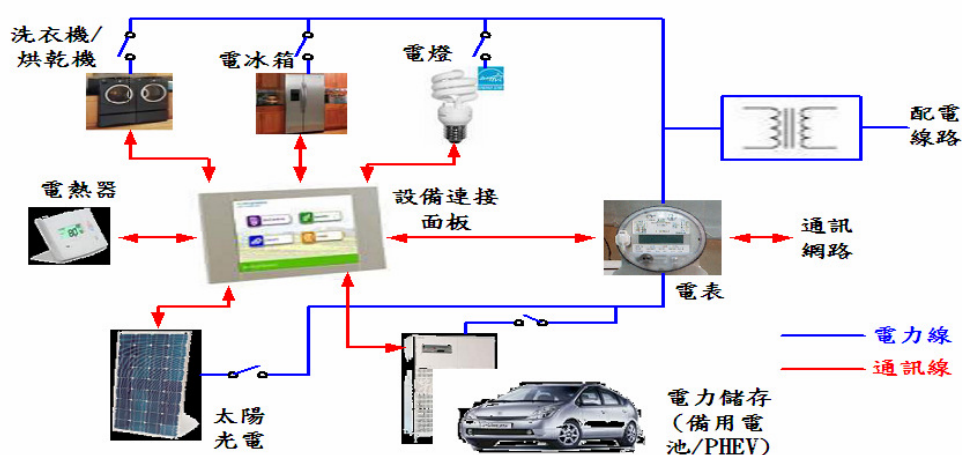


圖 6-2 未來發展之 AMI 系統架構圖

6.4.3 SSN 產品及特點

1. 網路介面卡：

- (1) 應用：各式智慧型電表（單或 3 相、天然氣及水表等）或配電自動化、需求面管理及分散式電源等。
- (2) 特點：
 - A. 適用範圍：902-928MHz 無線通訊。
 - B. 可靠度：+30dBm 功率輸出、靈敏度達-103dBm、雙向網路傳輸。
 - C. 性能強：32bit 微處理系統，4MB RAM，4MB Flash。
 - D. 安全性高：所有設備均經 256bit 防火牆作資料安全管制。

2. 資料收集器 (Access Point, AP)

- (1) 本設備橋接 AMI 設備廣域網路 (WAN) 與 SSN 900MHz 區域網路 LAN。

(2) 特點：

- A. 裝設簡易：任何可掛接地點均可裝設。
- B. 成本低：本 AP 因負責資料傳送，重要性高，設計成具 redundant 方式，成本相對較低。
- C. 可內裝電池組，可供應線路停電後，超過 32 小時電力需求。
- D. 適用環境： $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ ，設備外殼密封符合 NEMA 4x 標準。
- E. 大容量設計：每一 AP 可接收 5~10,000 個用戶電表資料。
- F. 採免維護設計。

3. 傳輸增益器 (Metro Relay)

(1) 應用：資料傳輸可達鄉村或受地形限制之偏遠地區、降低傳輸延遲及成本支出。

(2) 特點：

- A. 適用範圍：雙向傳輸，增益訊號可涵蓋 902-928MHz 無線網路。
- B. 裝設簡易：Plug and Play，可附掛於路燈桿、電力桿或其他具有高度優點之地點。
- C. 可選配加裝電池組，可作為線路停電後備援用。

6-5 充電式油電混合車(Plug-in Hybrid Electric Vehicles,PHEV)

各先進國家為解決能源問題，近年紛紛投入油電混合車研發，尤其是充電式油電混合車，利用離峰時間對汽車電池充電，用電尖峰時間可將儲存於電池內電力回送至配電線路，降低尖峰負載，兼具節省高電廠建設費用及節能效果，雖然目前充電電池仍有以下缺點待克服，不過，若能源價格高居不下，未來將成為電業節能重要方案。

1. 電池價格成本高，壽命短，較不具經濟性；目前研發改善以電池價格可在美金 20 元/kWh，電池壽命可達 10~15 年為目標。
2. 電池過充保護及外力不當擠壓保護仍待研發改善，以確保電池使用安全。
3. 待建立電池衰退機制與研發改善電池於低溫下，性能不易發揮情形。

故充電式油電混合車特性：充電方便，家用的外接電源(AC110V)充電，車主可以在晚上電價較低時給汽車充電，然後在白天使用。電池甚至還可以儲存屋頂太陽能電池板的能量，甚至將電力再用電尖峰時刻回饋到電力系統，抑低尖峰負載。

彙整 PHEV 潛在的價值計有下列 4 項：

1. 對消費者來說，插電比加油要便宜。
2. 使用插電式混合動力車有利於減少溫室氣體，而且能夠增強能源安全。
3. 使用低峰電力充電可以提高電網生產率，有助於降低電價。
4. 智能插電式車輛可能成為未來綜合智能家庭和電網系統的一部分，通過給電網增加儲能設施，以及儲存屋頂太陽能電池板等家庭發電裝置生產的多餘電能，插電式混合動力車可以為消費者帶來更大的利益。

不過，除了電池問題，要採 PHEV 抑低尖峰負載，達成節能減碳，目前仍面臨以下困難待突破，SSN 與 GE、PG&E、Itron 等公司正研發改善中，期以發揮 PHEV 最大效益。

1. 如何管理負載？
2. 如何設計具彈性之付費機制？
3. 如何建設供電基盤，讓 PHEV 隨時是電力公司需要回饋電力？



※ 與 Silver Spring Network 公司人員討論 AMI 相關議題

七、結論

7-1 心得

1. 美國較大型配電管理系統建置案，均請 ABB、西門子、GE、ACS 等單一大系統廠商辦理，系統廠商綜理建置系統一切事務，舉凡設備、控制或通訊系統都由該廠商負責協調事務，惟這是分工時代，沒有 1 家廠商可提供所有配電自動化功能所需設備及系統，此作法可能發生分包商與主標商工程協調困難，影響工程進度或日後保固及售後服務遲緩問題，本公司具 FDIR 饋線自動化系統採共同承攬方式（共同投標廠商須推舉主標商，且均要擔負成敗責任），如北南區處由東元電機、加拿大 SNC 及摩托羅拉三家共同承攬，而高雄區處係由亞力電機、西門子及新加坡 PA 公司三家共同承攬，與美國電業做法不同，工程都已順利竣工。
2. 電力公司在建置配電自動化（DA）系統（含饋線自動化(FA)、停電管理系統(OMS)及先進讀表基礎建設(AMI)...等）初期，應廣泛研討各先進電業所採行標準，並明確訂定本身所需求之系統型態及設備型式，以免失去主導權，衍生履約爭議，如 ONCOR 電力公司就因全由 Siemens 公司主導智慧型電網工程，目前工程因 Siemens 公司實際開發產品無法確實符合電力公司需求，修正作業持續進行，影響工進。
3. 本公司發展饋線自動化（FA）已有多年經驗，選定系統建置方式及通訊協定等過程嚴謹，逐步推廣過程中，可配合現場實際需要及新技術功能引進，預先公告有承攬自動化工程廠商進行設備研發或改良，執行較無困難；惟新建 AMI 系統因屬初期工程，應密切注意先進國家發展技術，適時調整規範需求內容，以符實際。
4. 配電自動化系統應以使用者角色（User friendly）開發相關應用軟體及操作介面相關應用，簡單易學始可發揮效益，若需輸入或過濾太多參數，將導致調度操作人員排斥，降低系統效益，本公司擬推廣之西門子公司 Spectrum 系統已有高雄區處使用 2 年實績，調度員普遍接受該系統，自今（97）年起，本公司已規劃 FDCC 值班主任考照均以該系統實際上機操作方式辦理，將可預先培養系統操作概念，以利將來系統推廣至該區處時，可迅速熟悉相關操作方式。

7-2 建議事項

1. 本公司饋線自動化系統除基本 SCADA 功能外，另具 FDIR 及漸增式圖資更新 2 項功能，已優於部分美國系統，例如：GE 公司所提供系統尚無法結合饋線單線圖，且無漸增式圖資更新功能，自動化圖資更新困難；目前除辦理擴建自動化工程外，亦須推廣已購置具 FDIR 之配電饋線自動化系統，因美國 ONCOR 電力公司轄區 350 萬戶，僅有 2 個 DMS 控制中心，本公司未來可研討設置區域控制中心可行性，以降低區處系統維護之人力負擔。
2. 先進通訊協定如 IEC61850 目前仍僅止於少數試用階段，且無使用於配電饋線自動化實例，顯示協定標準尚未成熟，目前暫不宜逕行採用。
3. 本公司雖已初步研訂 AMI 相關功能規範，惟 AMI 功能範圍及標準通訊協定仍在發展中，規範中應預留未來新增功能之相關輸入介面，及通訊協定修改彈性，且不宜一次大量推廣至所有低壓用戶，以避免如美國 PG&E 電力公司所採用 AMI 功能係獨家公司開發之產品，未來功能擴充將受限於原廠家（或須全部更換通訊介面），造成電力公司額外成本負擔。
4. 完整配電自動化系統須整合許多應用系統（如 ADCS、DDCS、OMS、AMI...等），始可發揮最大效益，本公司目前可研討將饋線自動化系統透過 ICCP 與 ADCS 或 DDCS 進行資源共享及資訊互通，以掌握變電所饋線最新狀態（如：是否掛牌....等），當饋線發生事故時，饋線自動化系統之 FDIR 功能才可正確發揮，遙控調度操作效果才可完整顯現。