

出國報告（出國類別：實習）

九十五年度台德技術合作計畫

「新一代電能監控技術標準對我國電力
監控與自動讀表系統發展影響之研究」

出國報告書

服務機關：經濟部台電公司

姓名職稱：廖政立 電機工程師

派赴國家：德國

出國期間：95.08.03~95.09.30

報告日期：95.11.28

目 錄

摘要	04
壹、目的	05
貳、過程	06
參、研習內容與心得	17
3.1 德國 DKE 與國際標準 IEC 之關係	17
3.2 德國對新一代電能監控技術標準之影響	20
3.3 風力機組電廠通訊介面與協定之討論	22
3.4 新一代電能監控技術標準訓練	24
3.4.1 Nettedautomation 公司簡介	24
3.4.2 國際標準化組織 IEC 簡介	26
3.4.3 新一代電能監控技術標準	28
3.4.4 IEC 61850 規範文件	32
3.4.5 IEC61850 訓練內容	33
3.4.6 IEC 61850 是許多新標準的基礎	37
3.4.7 IEC 61850 支援多種架構	39
3.4.8 IEC 61400-25 標準與制定情形	41
3.5 ISET 簡介與 IEC 相關通訊協定實習	46
3.5.1 ISET 簡介	46
3.5.2 DINAR 計畫簡介	48
3.5.3 DER-Lab 計畫簡介	48
3.5.4 雙向能源管理界面(BEMI)計畫介紹	50
3.5.5 實習重點	56
3.5.6 MMS 說明	58
3.6 PROFIBUS 與 SCADA 系統	59
3.6.1 PROFIBUS 與 Fieldbus	59
3.6.2 PROFIBUS 之版本	60

3.6.3 PROFIBUS 通訊協定 ISO/OSI 模型	61
3.6.4 設備描述與管理	62
3.6.5 PNO	62
3.6.6 PROFIBUS 應用範圍與未來趨勢 PROFINet	63
3.6.7 PROFIBUS 與 SCADA 系統電廠應用例檢討	65
肆、結論	66
伍、建議	67
陸、致謝	68
參考資料	69

摘要

本研習主要目的學習新一代電能監控技術標準：含 IEC 有關電能監控技術標準之內涵，變電所自動化監控技術標準 IEC61850，新一代風力發電監控系統標準 IEC61400-25，以及工業自動化標準 PROFIBUS 等技術與知識的了解與應用；探討這些新一代電能監控技術標準，對我國台電公司新系統之建置或舊系統更新之影響，並提供一些參考建議。研習過程隨著地點不同，依序包括法蘭克福相關單位拜訪、卡爾斯魯厄 NettedAutomation 新一代電能監控技術標準訓練、卡賽爾 ISET 監控通訊標準開發實習、玫森 KUHSE 研習 PROFIBUS，以及在波昂 WWEA 風力電廠資訊平台相關議題探討等。

本報告包含研習目的簡介、過程說明、研習內容與心得、結論與建議等，限於篇幅，研習心得包含德國 DKE 與國際標準 IEC 之關係、德國對新一代電能監控技術標準之影響、風力機組電廠通訊介面與協定之討論、新一代電能監控技術標準訓練，含 Nettedautomation 公司簡介、國際標準化組織 IEC 簡介、IEC61850 監控技術標準、IEC 61400-25 標準與制定情形、ISET 簡介與 IEC 相關通訊協定實習、PROFIBUS 與 SCADA 系統等，最後是結論與建議。

壹、目的

攸關我國電力穩定及能源調度之台電階層電力調度監控系統，已運轉多年，目前正面臨逐步汰舊換新壓力；另一方面要求加速電能用戶新自動讀表系統之建立，也隨著國家須要有效的負載管理及能源節約政策推行，日益殷切；此外積極開發風力發電等再生能源是我國目前能源發展的重要目標，因此與風力發電監控系統息息相關的監控系統標準技術與知識，須要進一步發掘研究。通訊協定標準之了解與應用是監控系統重要關鍵技術；新一代電能監控技術標準，對我國汰舊換新之電力調度監控系統、持續興建的風力發電監控系統，以及未來即將新建立之自動讀表系統影響至深且巨，值得加以研究與探討。德國在上述新一代監控技術，尤其 IEC 標準領域所扮演的角色與經驗，是其他國家學習的典範。基於個人對電能監控與自動讀表標準技術之實際研究開發與應用有一些經驗，擬藉此技術交流學習機會，進一步了解新一代電能監控技術標準之精髓，及相關設備與系統技術，以便對新系統之建置或舊系統更新之影響提供參考建議。

目前台電電力監控系統通訊協定以 CDC TPYE II、MODBUS、DNP 3.0 等居多，為因應未來趨勢台電曾多次召開新一代監控系統通訊協定相關研討會，熱烈討論新標準 IEC61850 是否為公司未來選項。對於用戶自動讀表方面，國內專家較熟悉的是北美常用的 ANSI C12.xx 系列標準，而對於歐洲最常用的電表資料交換 IEC 標準較陌生。但由於時間有限，此部分無法排入訓練中，僅攜回一些資料。此外風力發電監控系統 IEC 61400-25 標準，及常用一般 PROFIBUS 也是學習重點之一。研習時間雖然短暫，但在專業大師悉心的指導與啟發，個人戰戰兢兢努力的學習之下收獲豐碩，在理論方面比以前有更深入的了解。透過較完整的技術知識學習，希望將學得知識擴散給其他同仁，並提供電力研究室及負載管理研究室建立測試實驗室與測試環境、公司變電所自動化規劃設計、自動化技術人員之參考。

貳、過程

新一代電能監控技術標準是本次研習主題。為達研習目標，相關參訪、訓練及實習，大部分由 Nettedautomation 顧問訓練公司 Mr. Schwarz 策畫安排。通訊標準之了解與應用是監控系統重要關鍵技術。經過評比此領域多家訓練機構，含 Nettedautomation GmbH，KEMA，ABB，SIEMENS 等，經兩個多月多次與訓練機構之聯繫與溝通，個人選擇了 Nettedautomation GmbH。該機構負責人 Mr. Schwarz 是監控自動化 IEC 相關標準國際知名專家，了解本人也有電能監控系統、自動讀表系統及風力電廠機組系統整合相關經驗，願意提供較長時間及較切實際之完整訓練計畫，包含依個人訓練計畫需求所設計之正式附費訓練課程及諮詢服務外，並提供與計畫相關之參訪，及較長時間實習機構之安排，以便達成與訓練課程相輔相成之效果。

本次的研習自民國 95 年 8 月 3 日出發，8 月 4 日抵達德國法蘭克福，至 9 月 30 日返抵國門，共計 59 天，扣除搭機行程，實際研習時間依研習計畫書所列為 8 週。依照地點不同包括法蘭克福 (Frankfurt)、卡爾斯魯 (Karlsruhe)、卡賽爾 (Kassel)、玟森 (Winsen)、波昂 (Bonn) 等五站。在此謹簡介過程，較詳細之研習內容與心得將於第三章報告。

2.1.法蘭克福相關單位拜訪

來德國第一天早上起，即密集展開四天四個有關單位的研習拜訪。第一站是法蘭克福，由 Mr. Karlheinz Schwarz 的協調與聯繫下，安排拜會在此地區之 DKE、VDMA 等單位，配合我方需求，精心安排專家簡報相關議題並進行討論。拜訪 DKE 了解德國對 IEC 標準之重要之影響；拜訪 VDMA (Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbau)，了解新一代電能監控自動化相關設備資訊；最後 Enercon Mr. Werner Bohlen、Mr. Eckard Quitmann 簡報並相互討論風力發電通

訊標準及新一代風能監控技術標準。茲先以表 2.1 簡要描述前四個工作日之拜會及討論，除 VDMA 之拜會將再做一些說明外，其餘將於第三章，做較詳細之內容及心得報告。

表 2.1 8/4- 8/9 之拜會及討論。

日期	單位	拜會或訪談對象	目的及討論主題
8/4	DKE	Mr. Karlheinz Schwarz Mr. Arno Bergmann	拜會 DKE (德國 DIN 和 VDE 標準電機電子資訊技術委員會) 並了解他們對新一代電能監控技術標準之影響之看法
8/5- 8/6			(週六、週日，資料整理與準備)
8/7	VDMA	Mr. Meinolf Gröpper, Mr. Karlheinz Schwarz	赴德國 VDMA/NAM 法蘭克福協會拜會 Mr. Meinolf Gröpper 等並了解新一代電能監控自動化相關設備資訊
8/8	DKE	Mr. Karlheinz Schwarz Mr. Wolfgang Fladerer	赴 DKE 討論案例研究： 電力系統控制中心通訊(IEC 60870-5 and IEC 61850)。 工業自動化 Profibus。
8/9	SAG	Mr. Eckard Quitmann Mr. Werner Bohlen Mr. Karlheinz Schwarz	案例研究：本案例要求討論中屯風力發電通訊標準及新一代風能監控技術標準。主要是針對 Enercon 風力發電通訊協定相關事宜及對未來 IEC61400-25 標準之解決方案。

德國機械設備工程協會(Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau，簡稱VDMA)。

VDMA 是德國機械製造工業廠家的代表，代表德國機械製造工業在國外的整體利益。VDMA 為企業提供服務，用互聯網提供所有製造商和供應商各種不同類型模式的服務，反映及代表工業界的利益，做為企業利益的代表和服務機構。

VDMA 擁有 3000 個以上公司會員，水力、風力及生物能發電廠家會員也是其中的一部分，每年營業額超過 130billion 歐元。每年在 VDMA 大約有 1500 會議。其員工有 400 人左右，在德國、布魯塞耳、北京及新加坡等地皆設有辦公室。VDMA 積極參加國內外重要的專業展覽會，提供專業訊息，是德國製造業與國外工業界聯繫的橋樑。它在德國及歐洲地區組織會員，形成歐洲最大的工業網。

在法蘭克福車站搭 S-Bahn8 或 9 號輕軌電車，到 Niederrad 約步行十分鐘即可到達 VDMA 總部大樓，所拜會的 Mr. Meinolf Gröpper，他與 Mr. Karlheinz Schwarz 是多年舊識，是一個溫文儒雅的歐洲紳士，非常友善地接待我的拜訪，除了親自介紹簡報 VDMA 外，並贈送 VDMA-Power System 有關德國再生能源電廠廠家簡冊、一本又重又厚簡體中文版德國標準 - VDMA 廠家會員參考書、以及德國許多電力系統自動化產品相關資料等，還贈送一張法蘭克福地區詳細地圖，臨行前還親自帶我到大樓頂層鳥瞰法蘭克福市區。

法蘭克福參訪期間照片



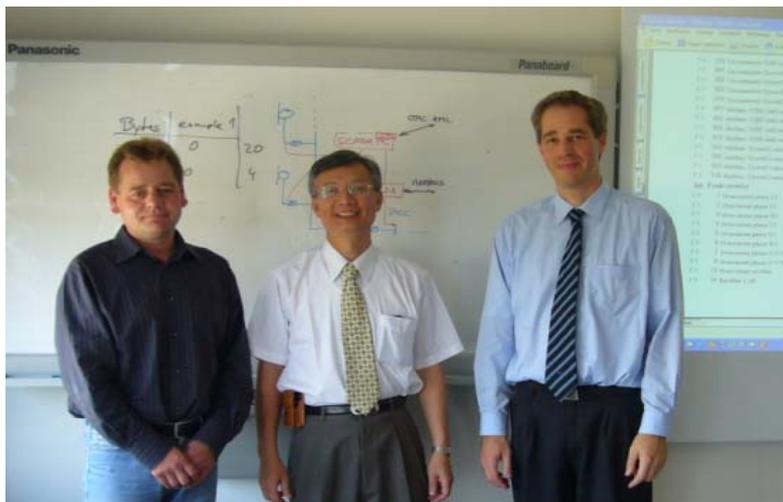
與 Mr. Karlheinz Schwarz 參訪 PROFIBUS 及 Enercon 留影



拜會 VDMA 與 Mr. Meinolf Gröpper 在辦公室及總部大門前留影



拜會 VDE/DKE 與標準部經理 Mr. Wolfgang Fladerer 合影留念



與 Enercon 專家 Mr. Werner Bohlen 及
Mr. Eckard Quitmann 討論風力機組通訊合影留念

2.2 在卡爾斯錄 NettedAutomation 訓練 (8/10- 8/16)

8/10- 8/16 在卡爾斯錄 (Karlsruhe) NettedAutomation GmbH 訓練新一代電能監控技術 IEC 標準及工業自動化 Profibus 標準等，由大師 Mr. Karlheinz Schwarz 主講，內容主要如下：

1. IEC 61850 標準之解析
2. EC 61400-25 標準之解析
3. ProfibusFMS/DP/PA 標準之解析
4. IEC 61850 標準應用案例研究

並請教及討論德國使用 IEC 通訊協定標準系統之經驗，相關設備或系統廠商資訊提供，自動讀表有關的協定標準及 IEC 61850 相關現場應用情形等。範圍涵蓋

1. 新通訊協定技術對 SCADA 系統發展的影響。
2. 德國使用 IEC 通訊協定標準系統之經驗
3. 相關設備或系統廠商資訊提供
4. 德國新一代電能監控技術標準顧問公司資訊提供
5. 變電所自動化、風力電廠自動化、工業自動化相關問題
6. 自動讀表有關的協議標準 IEC1107 / F L A G / IEC61107 / IEC620526。

Mr. Schwarz 講授 IEC 通訊



2.3 在卡賽爾 ISET 實習 (8/17 - 9/14)

在 ISET 實習 28 天,重點如下：

- 了解 IEC61850 網路服務系統之應用。
- 了解 IEC 61400-25-4 (the IEC TC 88 PT25) 網路服務系統之開發。
- 由 NettedAutomation Mr. Karl-heinz Schwarz 安排在卡賽爾 (Kassel)之 ISET(太陽能技術研究所)實習分散式能源監控系統相關通訊標準協訂細部設計。以延續 IEC 61850 標準及 IEC 61400-25 標準訓練課程之學習。
- ISET 提供專用實驗桌、電腦及網路使用帳號，由 Mr. David Nestle((Dipl.-Ing.) 及 Mr. Jan Ringelstein(Dipl.-Inf.) 提供實習訓練之相關協助。
- 參觀 Mr. David Nestle 之實驗室，並了解他主持之 BIDIRECTIONAL ENERGY MANAGEMENT INTERFACE (BEMI) FOR TECHNICAL AND ECONOMICAL INTEGRATION OF DER IN THE LOW VOLTAGE GRID - COMMON TECHNICAL AND LEGAL INTERFACE FOR ENERGY MANAGEMENT 計畫。
- 參觀 Mr. Jochen Giebhardt 之實驗室，並了解他主持之分散式再生能源供給技術模擬系統計畫。
- 其他絕大部份日子每天參與 BEMI 計畫之 IEC61850 及 IEC61400-26 相關標準之通訊底層 MMS 實作與測試。
(請詳見 3.5)

ISET 實習期間之照片



ISET 靠近 Wilhelmshöher Allee 側門



靠 Kassel 大學電機館後面之 DeMoTec 中心



與 Mr. David Nestle、Martin Braun、Cornelius Menard、Jan Ringelstein 等專家在 DER-Lab DeMoTec 中心 DINAR BEMI 計畫測試平台前合影



ISET 科學家 Mr.Jochen Giehardt 介紹其計畫並在其看板前合照



Mr.Schwarz 由 Karlsruhe 來 Kassel ISET 探視實習情形



與 Mr. Schwarz 及 Mr.Nestle 開會檢討實習計畫之進行

2.4 在玫森 Kuhse 研習 PROFIBUS 與 SCADA (9/18-9/22)

在 Alfred Kuhse GmbH 討論 PROFIBUS FMS/DP/PA 及 SCADA 系統間通訊協定細部技術問題，詳見 3.6。研習活動期間照片如下：



與 Mr. Meyer 及 Mr. Stellmann 合照於研討室
(左) 及歷史走廊 (上)



Mr. Friedhelm Meyer 介紹
Profibus 設備與 SCADA 整
合系統測試廠房



Mr. Friedhelm 介紹新型人機介面產品



軟體部經理 Mr. Rudiger Sy

2.5 在波昂拜會世界風能協會（9/25-9/27）

此次研習的最後一站是到位於前西德首都波昂緊鄰萊茵河畔的世界風能協會(World Wind Energy Association, WWEA)。WWEA 係一非營利性國際組織，其成立宗旨為推廣風力發電，會員遍佈各大洲，東亞地區的日本風能協會，中國風能協會，韓國 Korea Center for Energy Alternatives，韓國 KOSPO 電力公司等均為其會員。所拜會的 Mr. Stefan Gsänger, 是個能力很強但也很友善的 WWEA 秘書長。此次研習除了解規畫中的風力新能源相關議題外，也討論到我國持續進行的風力發電計畫，台電風力資訊平台之開發，及未來 IEC61400-25 標準相關問題。會談中也提及台電綜研所將參加 WWEA 科學會員事宜，以及風機廠家風力監控系統通訊協定資料取得問題。Mr. Gsänger 表示，WWEA 也是風機廠商與客戶間另一溝通平台，會員遭遇的問題可發表於會員通報中，或藉由每年年會可介紹認識更多廠家專家幫忙解決。申請加入世界風能協會(WWEA)之科學會員，能透過國際合作與交流擷取先進國家之經驗，積極參與國際風能事務與活動，將有助於未來風機資訊平台之建置，及我國對外之能見度。



與 WWEA 秘書長 Mr. Stefan Gsänger 合照留念

參、研習內容與心得

本章將敘述較詳細之研習內容與心得，但由於原先規劃的學習項目較多，不擬就技術細節作敘述，在此謹將主要部份敘述。內容以行程順序安排，訓練前拜訪相關單位之討論心得，主要有德國 DKE 與國際標準 IEC 之關係、德國對新一代電能監控技術標準之影響、風力機組電廠通訊介面與協定之討論等。在 Nettedautomation 訓練期間之內容，主要有 IEC 及新一代電能監控技術標準文件、IEC61850 及 IEC61400-25。在 ISET 實習期間之內容與心得，主要針對該研究機構相關計畫之了解以外，並以實習方式延續了在 Nettedautomation 之 IEC 有關通訊協定方面的訓練。後段在 KUHSE 之 PROFIBUS 研討也將於本章提出。

3.1 德國 DKE 與國際標準 IEC 之關係

在拜訪 DKE 期間，從其簡報及所提供之資訊了解了 DKE 對德國新一代電能監控技術標準與國際標準 IEC 有著極密切之關係。德國在新一代監控技術尤其 IEC 標準領域所積極扮演的角色與經驗，是許多國家學習的典範。茲謹由圖 3-1 說起。

DKE 全名叫 German Commission for Electrical, Electronic & Information Technologies of DIN and VDE。DKE 是德國國家組織負責電機工程、電子和資訊技術領域標準和安全規範之創造和維護。它是德國標準化學會 DIN (德文 Deutsches Institut für Normung, 英文 German Institute for Standardization) 和德國電機工程師協會 VDE (德文 Verband Deutscher Elektrotechniker, 英文 Association of German Electrotechnical Engineers) 德國兩個主要產品認證機構的聯合組織。

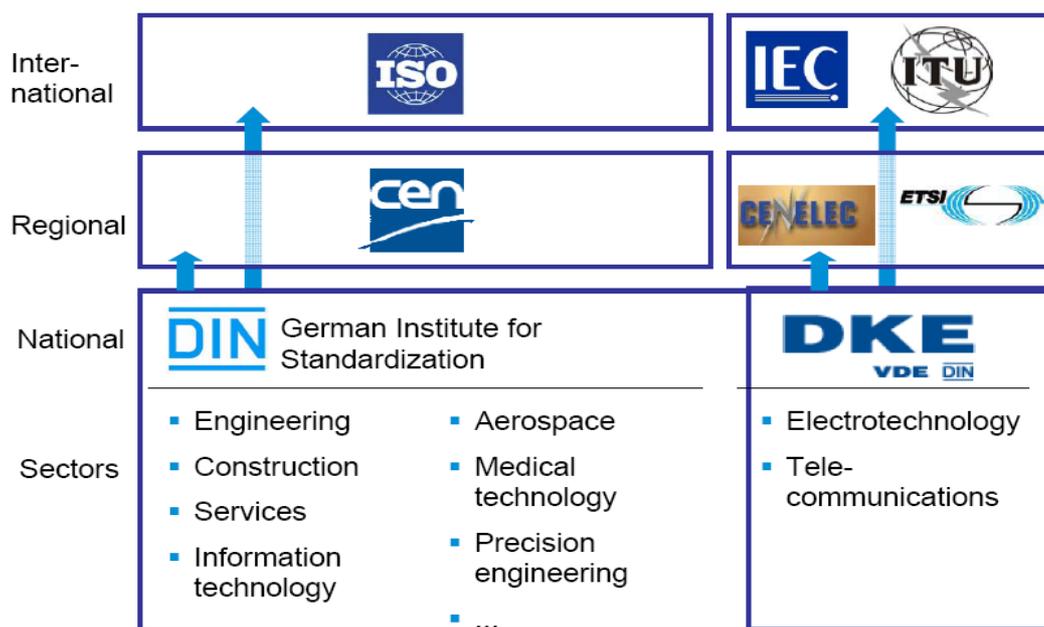


圖 3-1. DKE 與國際標準 IEC 之關係 (摘自 DIN)

DKE 是國際電工委員會 (International Electrotechnical Commission, Geneva, 簡稱 IEC) 和歐洲電工標準化委員會 (European Committee for Electrotechnical Standardization, Brussels, 簡稱 CENELEC) 之德國會員體，為了國家標準化工作之推行，DKE 也與歐洲電信標準研究所 ETSI (European Telecommunications Standards Institute, Sophia Antipolis) 建立合作關係。

在此順便再簡要提及德國 DIN，它是一個經註冊的私立協會，是德國的標準化主管機關，為全國性標準化機構，非政府性標準化機構。在產品標準化方面，DIN 是德國威權性"準政府機構"。DIN 代表德國參加國際標準化組織 (International Organization for Standardization, 簡稱 ISO) 及歐洲標準委員會 (CEN)，目前 DIN 製定的標準涉及所有有關工程、建築、資訊技術、服務、太空、醫藥技術、精密工程、電機技術、電信等各個領域。這些領域中之電機技術、

電信，凡屬對 IEC 或 CENELEC 之工作則由 VDE 之 DKE 負責。根據圖 3-1 及 VDE 組織架構圖（圖 3-2）更能清楚知道 KDE 與 DIN 和 DVE 之間的關係，還有 KDE 與 IEC 間的關係。

VDE ASSOCIATION FOR ELECTRICAL, ELECTRONIC & INFORMATION TECHNOLOGIES

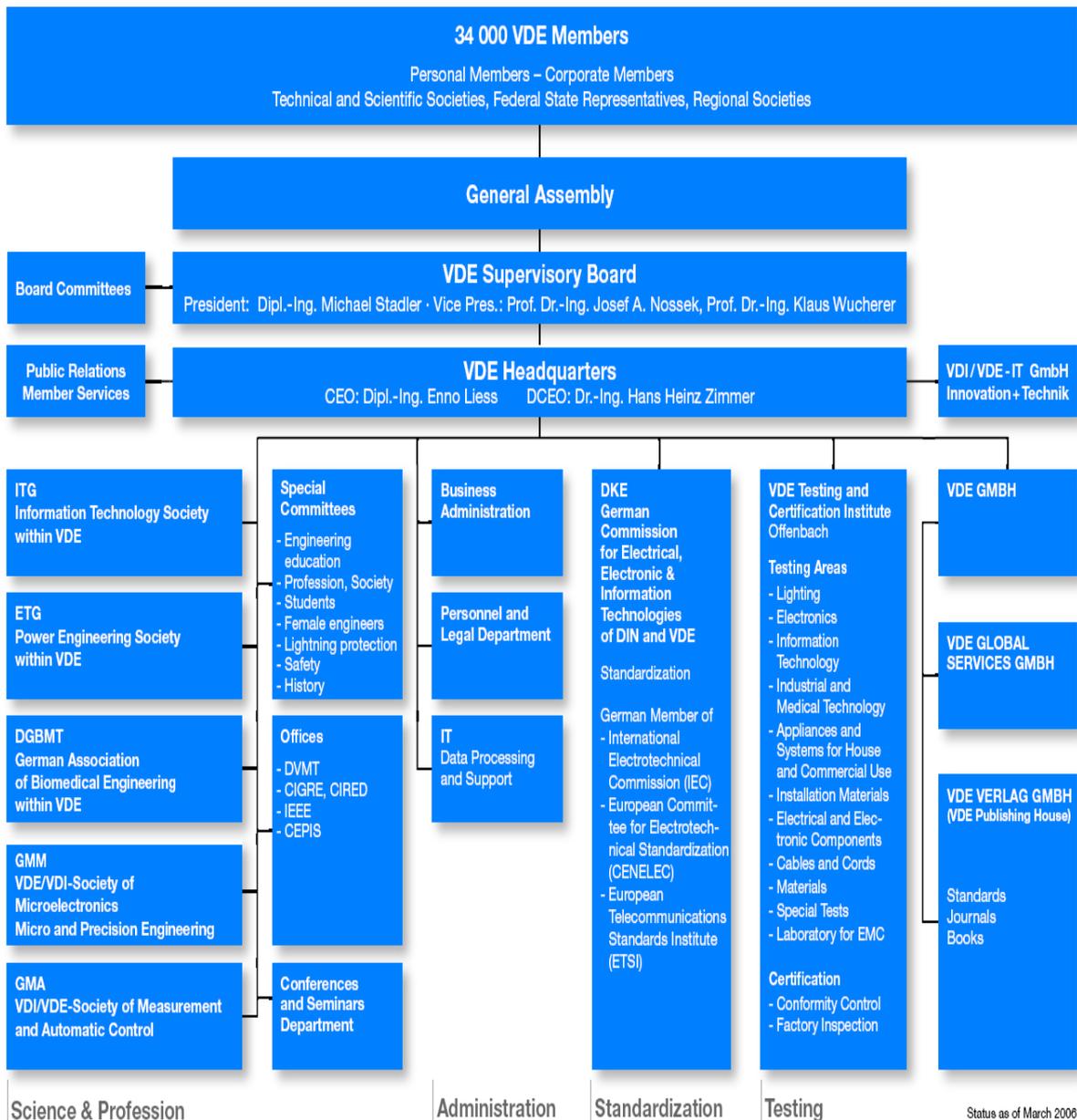


圖 3-2. DKE 隸屬於 VDE (摘至 VDE 網站)

3.2 德國對新一代電能監控技術標準之影響

德國對 IEC 標準化工作的參與或關切之程度，影響德國對新一代電能監控技術標準之訂定。目前 DKE 約有 4500 位專家榮譽會員，在委員會、附屬委員會和工作組工作。擁有 100 名全職的從業人員支援技術工作，確保工作結果的有效實施。DKE 只有以大約 5% 的工作用來應付德國本身國家標準化工作。大多數 80% 用來應付歐盟的歐洲標準，或相同的 IEC 國際標準規格。大約 400 名 DKE 位成員代表德國參與 CENELEC 委員。大約 190 位 DKE 成員身兼 IEC 的技術委員會(TC)委員，約 650 DKE 成員 IEC 工作組(WG)貢獻專門技能。由上面資訊顯示，德國對 IEC 標準參與或關切之程度。這明顯地表示德國 DKE 可以影響到一些 IEC 技術委員會，或對新一代電力監控通訊標準 IEC61850、再生能源風力發電監控系統通訊標準 WD IEC 61400-25 及工業自動化 PROFIBUS 設備通訊標準之起草、制定之影響力。DKE 一些工作小組與 IEC 技術委員會計畫成映對關係。圖 3.3 DKE 952_2006-0057 文件，是再生能源水力發電廠監控系統通訊新標準 IEC62344(IEC61850 之擴展)之投票與建議文件，其中 DKE952 是 IEC TC57 之映對小組，它對 IEC TC 計畫負投票、建議及貢獻之責任，Mr. Karlheinz Schwarz 本身也是 IEC TC57 WG18 成員。

以上說明或許可得到一個結論，DKE 對新一代電能監控技術 IEC 標準之制定有影響力，反之德國新一代電能監控技術標準制定發表時大部份已符合 IEC 標準了，這與我國要參考國際標準才來修訂 CNS 標準是不一樣的。先進國家之監控自動化產品製造商或系統商，基本上握有標準化先機之優勢。

**DKE Deutsche Kommission
Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik
im DIN und VDE**



Deutsches Mitglied in IEC und CENELEC

VDE – DKE · Stresemannallee 15 · 60596 Frankfurt am Main

DKE 952: Mirror Group to IEC TC 57
responsible for votes, comments,
contribution to TC 57 projects

An die
im Verteiler genannten
Damen und Herren

Rundschreiben Nr. **952_2006-0057**

Provided by Working Group 18 of IEC TC 57.
Karlheinz Schwarz is a member of TC 57 WG 18.

Frankfurt am Main 2006-05-04
Unser Zeichen 1/952 rl/wb
Durchwahl + 49 69 6308-2 91
E-Mail ingo.rolle@vde.com

Parallele Umfrage
IEC-Schriftstück

Projektnr: IEC 62344 Ed.1.0
IEC 57/816/CDV
"IEC 62344 Ed.1: Hydroelectric power plants - Communication for monitoring and control"

This a document (61850 extensions) for
which we need to vote and give
comments.

Sehr geehrte Damen und Herren,

3. als Anlage übersenden wir Ihnen das im Betreff genannte, in der Parallelen Umfrage erschienene IEC-Schriftstück, zu dem das Central Office der IEC und das Central Secretariat von CENELEC um Stellungnahme bis zum **2006-09-29** gebeten haben.

Bitte teilen Sie Ihre Kommentare und Änderungswünsche unter Verwendung des Formulars DKEF08C.Doc bis spätestens **2006-09-01** dem Deutschen Sprecher

1. Herrn
Dipl.-Ing. Karlheinz Schwarz
SCC Schwarz
Im Eichbäumle 108
76139 Karlsruhe
E-Mail: schwarz@scc-online.de

in englischer Sprache mit.

2. Den Deutschen Sprecher bitten wir bis spätestens **2006-09-15** jeweils um Mitteilung, wie die Umfrageformulare zum CDV und zur prEN zu beantworten sind. Für eine Ablehnung des CDV/ der prEN ist eine Begründung erforderlich. Die Stellungnahme bitten wir unter Verwendung des Formulars DKEF08C.Doc möglichst über E-Mail zur Verfügung zu stellen.

圖 3.3 DKE 952_2006-0057 文件 (NettedAutomation 提供)

3.3 風力機組電廠通訊介面與協定之討論

風力發電是新一代能源之主力之一，我國正積極的開發風力發電。未來台電公司將於澎湖中屯、核一、核三、大潭、大園觀音、彰濱工業區等地興建191部風力機組，開發342.86MW電源。目前離島及風力一期機組60部風機，總容量9.9萬瓩陸續完成，並開始商轉，後續將有更多機組加入系統。為了充分整合資源，掌握相關資訊，以因應運轉、維護、調度及研究之需求，公司上級指示發電處及綜研所等單位積極建置風力發電資訊平台。台電風力發電資訊平台系統中，將涵蓋不同廠家的硬體通訊介面及軟體通訊協定，目前雖然已完成大潭23部機資訊平台之建置，未來其他廠家如Enercon、Vestas等廠家的通訊協定資料亟需取得與了解，才能順利完成任務。這次出國任務中，也請Mr. Schwarz安排了與Enercon技術核心人物，討論中屯風力發電通訊標準及新一代風能監控技術標準問題。在與Enercon Mr. Werner Bohlen及Mr. Eckard Quitmann溝通討論後，覺得他們的態度相當友善及積極，除了簡報其風機系統及公司之營運、明確的答覆相關的問題外，還提供相關資料，這對於設計Enercon機組加入風力發電資訊平台，將有絕對的助益。茲謹就討論之內容紀錄之一部分擇要附載如下：

1. [Could Enercon briefly introduce the wind power SCADA system used on Zhong-Tun Wind Farm at Peng-Hu County in Taiwan?](#)

ENERCON answer:

Please find attached the description of the ENERCON SCADA SYSTEM. Its a document permanently under revision, so today I can provide only the "draft". However the description itself is hopefully useful to understand the ENERCON philosophy and the way our SCADA works. This may be quite different to the systems from other WEC manufacturers, due to our full-inverter concept, that requires a different treatment than a simple induction generator. The SCADA PC in the wind farm is the *only* data access point. All WEC internal measurement data is processed in the WEC and reflected in the status messages (see SCADA SYSTEM documentation chapter 3.2.1 and 9.1)

2. [Could Enercon give me the information related to the hardware and software interface between Enercon wind power SCADA and other outside world SCADA system.](#)

ENERCON answer:

Some of this is answered in the above given SCADA SYSTEM description. Please see especially chapter 2.2 and 3.2.4.

The standard online access is the ENERCON SCADA Remote software. With this the

user may see online and download all stored data, so that at his remote PC he has a copy of the full operational data stored in the wind farm PC.

However there are customers that want to include the ENERCON WECs online in a SCADA system different from ENERCON SCADA. This is in general possible but it needs to be specified what data shall be communicated and it usually requires additional hard- and software.

Depending on what data exactly shall be transmitted online, we have different hard- and software interfaces. Mainly summarized under the label "PDI" ("Process Data Interface". If the customer needs online data of the wind farm as a whole, then the MODBUS interface could be suitable. If the customer needs online data of each individual WEC, then the Profibus interface could be suitable. If its just about giving setpoint commands from the system operator to the wind farm regarding (active-)power limitation of power factor, then other, simpler types of the PDI might fit.

3. If we develop our own communication program/driver to access Enercon wind power SCADA system, could Enercon give us the most direct and efficient way to communicate with?
ENERCON answer:

We are currently working on the development of an OPC XML interface, that shall provide mainly all data, that is also visible in ENERCON SCADA Remote software, via the standardized OPC XML protocol. This is expected to be ready for comercialization in 2008.

It seems to me that this OPC solution will fit best to your needs for the integration into an external and manufacturer independant SCADA system.

4. Could Enercon give us the protocol documents including point or object tables used in Zhong-Tun Wind Farm, like GE did in DaTan?

ENERCON answer:

Regarding the interfaces that we offer today commercially, I can certainly provide documents stating "what byte means what". An example is attached here for the PDI-Profibus. Via this interface we provide WEC individual data, each 250ms from one WEC. This interface is not necessarily the best solution for you purpose, its just one example.

If you need just some general data of the wind farm as a whole (e.g. total power and power factor at WF connection point, average wind speed of all WECs...) then our MODBUS solution would be better.

目前世界上各風機廠商，對於風機控制器間或風場 SCADA 對外之通訊協定，除非事先約定，大部份不對外公佈，不過合理的要求資訊開放，大部分都會被接受的。

Enercon 目前是德國最大風機製造商，對於未來風力電廠的監控系統通訊標準 IEC61400-25 之發展，也正密切注意中，會議中 Mr. Schwarz 並就 IEC61400-25 之發展提出精闢之說明。此次會談，攜回一些有用的資料，並知道以後有問題時找誰溝通，這對要將 Enercon 風力機組資訊納入台電風力資訊平台，有很大助益。

3.4 新一代電能監控技術標準訓練

本節將敘述在卡爾斯魯 (Karlsruhe) 之 Nettedautomation 公司其間之訓練及學習。新一代電能監控技術標準之學習是本次技術交流訓練之重點。IEC61850、IEC61400-25 等新一代電能監控標準，將是未來變電所自動化系統、風力電廠自動化系統等之主流標準，目前一般大學或研究所目前尚無此領域之完整訓練課程，必須選擇先進之訓練機構來學習。本節首先簡介 Nettedautomation，其次概述 IEC，最後是訓練重點。

3.4.1 Nettedautomation公司簡介

目前歐洲地區對 IEC61850 等相關標準專業訓練有豐富經驗之機構有許多含：Nettedautomation GmbH (或 SCC)，KEMA，ABB，SIEMENS 等。但是 KEMA 之主要訓練中心在荷蘭，ABB 主要訓練中心在瑞士，德國並不是訓練大本營。Nettedautomation、KEMA 是專業顧問訓練公司，而 ABB 與 SIEMENS 較偏向以其產品為主之標準通訊協定訓練。經過訓練內容、訓練地點及訓練時間等配合因素之考量，最後決定以 Nettedautomation 機構為主。NettedAutomation GmbH 是德國 Schwarz Consulting Company (施瓦茨顧問公司-簡稱 SCC) 之官方註冊公司。兩家實際上是同一公司，該公司是國際知名 IEC61850 及 IEC61400-25 等標準協定顧問及訓練公司，連 KEMA，ABB，SIEMENS 都是他們顧客之一。相關訊息請看相關網站 <http://www.nettedautomation.com> 及 <http://www.scc-online.de>。目前全世界 30 幾個先進國家，110 多個公司或單位之 370 多個專家曾參與此公司在各個國家所舉辦之新一代電能監控技術標準相關研討會。

該公司有下列重要國際標準規格經驗： IEC 61850、IEC 62344、IEC 62350、IEC 61400-25、IEC 60870-5、IEC 60870-6、DNP3、IEC

61970 CIM、IEC 61158、IEC 61499、IEEE 802.3、、、、。為保持與最新的技術發展並駕齊驅，該公司積極涉及這些標準之論壇、專案小組、以及各種專業組織(例如ISO、IEC、IEEE、CEN、CENELEC、DKE、VDI、ZVEI 和UCA IUG)的委員會。

Mr. Karlheinz Schwarz是該公司的總裁，在分散式自動化系統及國際標準化組織中，是一個國際知名的權威人士之一。他是ISO、IEC、IEEE、等國際標準化組織重要德國成員之一，曾任這些國際標準化之標準委員會(SC)、技術委員會(TC)、工作小組(WG)之成員、編輯、會議召集人、或主席。

出國前經過二個多月鏗而不捨與Mr. Schwarz多次email聯繫，在研習專業上之溝通與討論，Schwarz先生答應接受我的訓練計畫，願意提供一個較長時間及較切實際之完整、最新及較中性(neutral)之教育訓練。除了對新一代電能監控技術標準IEC61850、IEC61400-25、及IEC61158(PROFIBUS)等之核心技術，依個人訓練需求所設計之訓練課程及諮詢服務外，並提供與計畫相關之參訪及較長時間在ISET研究機構實習之安排，達成與訓練課程相輔相成之效果。訪德期間，經過他的一些陪同參訪、訓練及實習期間探訪等多日之相處，已與此以前素不相逢之知名專家，建立了難得之國際友誼，有機會與世界級新一代電能監控技術標準技術豐富經驗者及公司建立良好關係，對我國未來在此方面標準之推動或發展有正面之意義與助益。

3.4.2 國際標準化組織 IEC 簡介

IEC 是國際電工委員會 (International Electrotechnical Commission) 之簡稱，它與國際標準化組織 (International Organization for Standardization - ISO) 及國際電信聯盟 (International Telecommunication Union - ITU) 並列為最高領導地位之國際性組織。三者當中 IEC 之任務是專門針對電機電子相關技術準備及出版國際標準。在訪問 DKE 一節之報告中，曾指出德國是投入相當的專家人力與 IEC 接軌。目前約 10000 位來自全世界工商業、政府、測試實驗室、研究單位、學術界及用戶團體的專家參加 IEC 的技術工作，約有 179 個技術委員會(Technical Committees, 簡稱 TC)及次技術委員會(SubCommittees, 簡稱 SC)，底下各設有工作小組 (Working Group, 簡稱 WG)、計畫小組(Project Teams, 簡稱 PT) 及維護小組(Maintenance Teams, 簡稱 MT)進行 IEC 標準化的工作。它是世界貿易組織(WTO)協議關於貿易技術壁壘(TBT)的核心。

積極參與國際標準的制定，取得領導全球先機的地位，是美日歐先進國家努力的目標。技術開發中國家，如中國、韓國等更已加緊腳步追趕，透過組成國內與國際策略聯盟方式，積極參與國際標準的制定。IEC以國家為會員單位代表，所以台灣目前並非IEC會員，無法直接參與IEC標準制定及投票。有關加入IEC會員事誼，筆者曾經與NettedAutomation訓練機構 MR. Schwarz(德國IEC會員)討論，他表示IEC會員是須以國家名義參加，不過他仍代為洽詢IEC總部瑞士日內瓦IEC中心辦公室Mr. Charles Jacquemart，答覆也是否定。IEC會員有參與標準制訂工作及投票權利，以IEC TC 88為例(TC-Technical Committee)負責Wind turbines相關標準之制定，目前正式會員國家有17個，如德、日、韓等國皆屬之，觀察員會員國家有15個，如澳洲、中國等；IEC TC 57設立之目的是發展電力系統管理，以及發、輸、

配電系統相關資訊交換的標準，其範圍也包括支援整個能源市場運作之資訊交換。美、德、日及中國等皆為正式會員國家。

以出版的 IEC 自動化通訊標準相關文件，無關是會員與否，皆須網路付費取得，建議由圖書館購置。IEC 自動化通訊標準相關訊息及討論，同仁可以加入 UCA International Users Group 方式參與。

任何一個國家性、區域性或國際性標準文件之公佈或出版，通常多需經過許多專家費時、繁瑣的準備、討論、修訂、表決後才能實施，IEC 標準文件之出版也是一樣，下列表 3.1 所示為 IEC 標準文件出版之狀態代號與所需處理時間表。

表 3.1 IEC 標準文件之狀態 (摘至 NettedAutomaiion)

代號	處理狀態	所需處理時間
NWIP	New Work Item Proposal	3 month's vote
WD	Working Draft	WG internal discussion
CD	Committee Draft	Circulated to receive comments within 3 month
CDV	Committee Draft for Voting	5 month's vote
FDIS	Final Draft International Standard	2 month's vote
IS	International Standard	

3.4.3 新一代電能監控技術標準

要探討新一代電能監控技術標準，在許多 IEC TC 中之 TC 57 各工作小組所負責之標準，以及 TC 88(風力機方面)及 TC13(計費電表方面)等，與本次出國研習最有相關。各 TC 中之工作小組所負責之標準，其實是有關聯性的。茲謹列出 IEC 網站所示有關 TC57 及 TC88 之任務範圍、相關 TC、及 WG 如下：

TC57: Power systems management and associated information exchange

Scope:

To prepare international standards for power systems control equipment and systems including EMS (Energy Management Systems), SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), distribution automation, teleprotection, and associated information exchange for real-time and non-real-time information, used in the planning, operation and maintenance of power systems. Power systems management comprises control within control centres, substations and individual pieces of primary equipment including telecontrol and interfaces to equipment, systems and databases, which may be outside the scope of TC 57.

The special conditions in a high voltage environment have to be taken into consideration.

Note 1: Standards prepared by other technical committees of the IEC and organizations such as ITU and ISO shall be used where applicable.

Note 2: Although the work of TC 57 is chiefly concerned with standards for electric power systems, these standards may also be useful for application by the relevant bodies to other geographical widespread processes.

Note 3: Whereas standards related to measuring and protection relays and to the control and monitoring equipment used with these systems are treated by TC 95, TC 57 deals with the interface to the control systems and the transmission aspects for teleprotection systems. Whereas standards related to equipment for electrical measurement and load control are treated by TC 13, TC 57 deals with the interface of equipment for interconnection lines and industrial consumers and producers requiring energy management type interfaces to the control system.

Liaison:

IEC/TC 4 - IEC/TC 8 - IEC/TC 13 - IEC/SC 17C - IEC/TC 38 - IEC/TC 65 - IEC/TC 88 - IEC/TC 95
A) CIGRE (CIGRE/SC D2)

Working Groups:

[WG 10: Power system IED communication and associated data models](#)

[WG 13: Energy management system application program interface \(EMS - API\)](#)

[WG 14: System interfaces for distribution management \(SIDM\)](#)

[WG 15: Data and communication security](#)

[WG 16: Deregulated energy market communications](#)

[WG 17: Communications Systems for Distributed Energy Resources \(DER\)](#)

[WG 18: Hydroelectric power plants - Communication for monitoring and control](#)

[WG 19: Interoperability within TC 57 in the long term](#)

[WG 20: Planning of \(single-sideband\) power line carrier systems \(IEC 60495\) Planning of \(single-sideband\) power line carrier systems \(IEC 60663\)](#)

[WG 3: Telecontrol protocols](#)

Technical Officer:

Mr. Charles JACQUEMART

Email: [Mr. Charles JACQUEMART](mailto:Mr.Charles.JACQUEMART) (click on name to start an email)

Web page generated: 12 October 2006

根據 Terrence L. Saxtony 在 2006. 7. 7 一份新的草案報告中【1】指出，TC57 工作小組 (WG) 所負責之標準如下：

- **WG3 - 60870-5 Standards** - 60870-5-101 60870-5-104,
- **WG7 - 60870-6 Standards** - TASE-2 (ICCP)
- **WG9 - 61334 Standards** - data communications over distribution line carrier systems.

- **WG10 - 61850 Standards** - Power system IED communication and associated data models
- **WG13 - 61970 Standards** - Energy management system application program interface (EMS - API)
- **WG14 - 61968 Standards** – System interfaces for distribution management (SIDM)
- **WG15 - 62351 Standards** for Data and Communications Security
- **WG16 - 62325 Standards** for a Framework for Deregulated Energy Market Communications
- **WG17- 62350 Standards** for Communications Systems for Distributed Energy Resources (DER)
- **WG18 - 62344 Standards** for Hydroelectric Power Plants – Communication and monitoring and control
- **WG19 Harmonization** **TC57 Strategic Policy Advisory Group (SPAG)**.

TC88: Wind turbines

Scope:

To prepare international standards for wind turbines that **convert wind energy into electrical energy**. These standards address design requirements, engineering integrity, measurement techniques and test procedures. Their purpose is provide a basis for design, quality assurance and certification. The standards are concerned with all subsystems of turbines, such as mechanical and internal electrical systems, support structures and control and protection systems. They are intended to be used together with appropriate IEC/ISO standards.

Liaison:

IEC/TC 8 - IEC/TC 21 - IEC/TC 57 - IEC/TC 82 ISO (ISO/TC 43 - ISO/TC 98) A) IEA - OECD

Working Groups:

WG 3: Design requirements for offshore wind turbines

Joint Working Groups:

[JWG 1: Wind turbine gearboxes](#)

Project Teams:

[PT 61400-12-2: Power performance measurements verification of electricity producing wind turbines](#)
[PT 61400-14: Declaration of sound power level and tonality values](#)
[PT 61400-24: Lightning protection for wind turbines](#)
[PT 61400-25: Communication standard for control and monitoring of wind turbine plants](#)
[PT 61400-25-6: Communications for monitoring and control of wind power plants - Part 6: Logical node classes and data classes for condition monitoring](#)

Maintenance Teams:

[MT 1: Design requirements for wind turbines](#)
[MT 11: Acoustic noise measurement technique](#)
[MT 12: Wind turbine power performance testing](#)
[MT 13: Measurement of mechanical loads](#)
[MT 2: Safety of small wind turbines](#)
[MT 21: Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines](#)
[MT 22: Revision of IEC WT 01, IEC System for Conformity Testing and Certification of Wind Turbines - Rules and procedures](#)
[MT 23: Full-scale structural testing of rotor blades](#)

Technical Officer:

Mr. Charles JACQUEMART
 Email: [Mr. Charles JACQUEMART](mailto:Mr.Charles.JACQUEMART) (click on name to start an email)

Web page generated: 12 October 2006

由以上 TC 57 工作小組資訊顯示，了解新一代電能監控技術標準，除了須關心 IEC 61850 標準外，其他 62351、62325 標準以及 WG17 正在努力分散式能源 DER 通訊等等，也是未來我們須關注之焦點。另外值得一提的是 WG19 它是 TC57 策略政策指導小組，負責總協調任

務，當 TC57 內各 WG 所負責之標準工作有重疊、衝突、關聯時，或其他 TC 須對 TC57 有所協調報告時，都是以 TC 57 之 WG 19 為窗口協調。以 IEC 61400-25 近況一節為例，雖然 IEC 61400-25 屬 IEC TC 88，但因 IEC 61400-25 是由 IEC61850 延伸出來的新標準，故有「IEC TC 88 Wind turbines PT25 Report to the TC 57 SPAG」之報告。

為了了解各IEC有關新一代電能監控技術標準參考架構草案，可參考最近由Mr. Terrence L. Saxton 提出的報告，其中「TC57 標準在電力系統的應用」，如圖3.4 所示，以及「TC57 參考架構」，如圖3.5所示，列出了電力系統自動化各階層所用到之最新IEC通訊標準，以及它們之間的關係。至於電力系統自動化標準理想是TC 57 IEC 標準與OAG (Open Application Group) 標準兼顧，示意圖如圖3.6 所示。

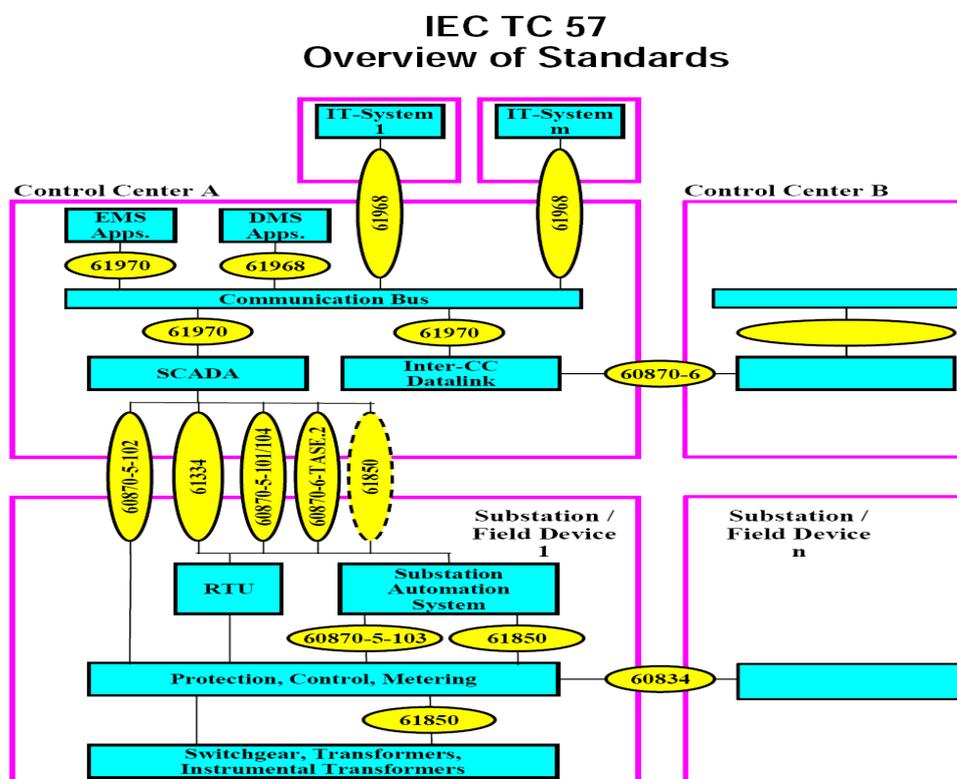
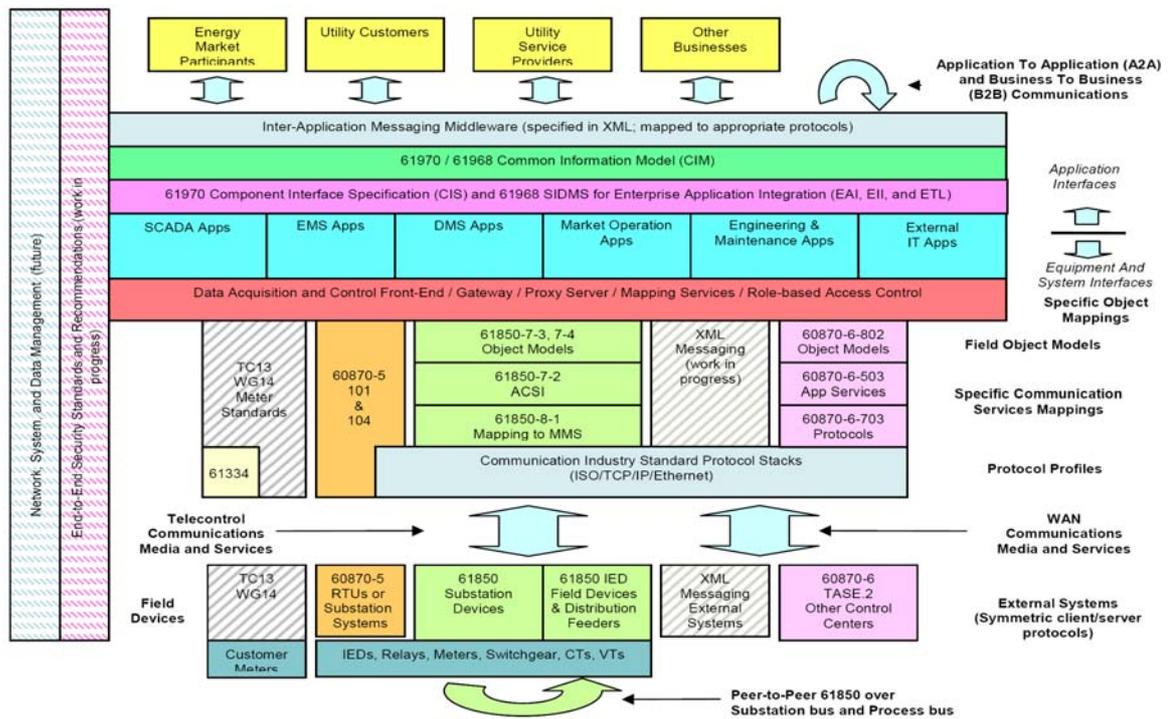


圖 3.4 TC57 標準在電力系統的應用 (摘自 Terrence L. Saxton Draft Report)



*Notes: 1) Solid colors correlate different parts of protocols within the architecture.
 2) Non-solid patterns represent areas that are future work, or work in progress, or related work provided by another IEC TC.

圖3.5 TC57 參考架構 (摘自Terrence L. Saxton Draft Report)

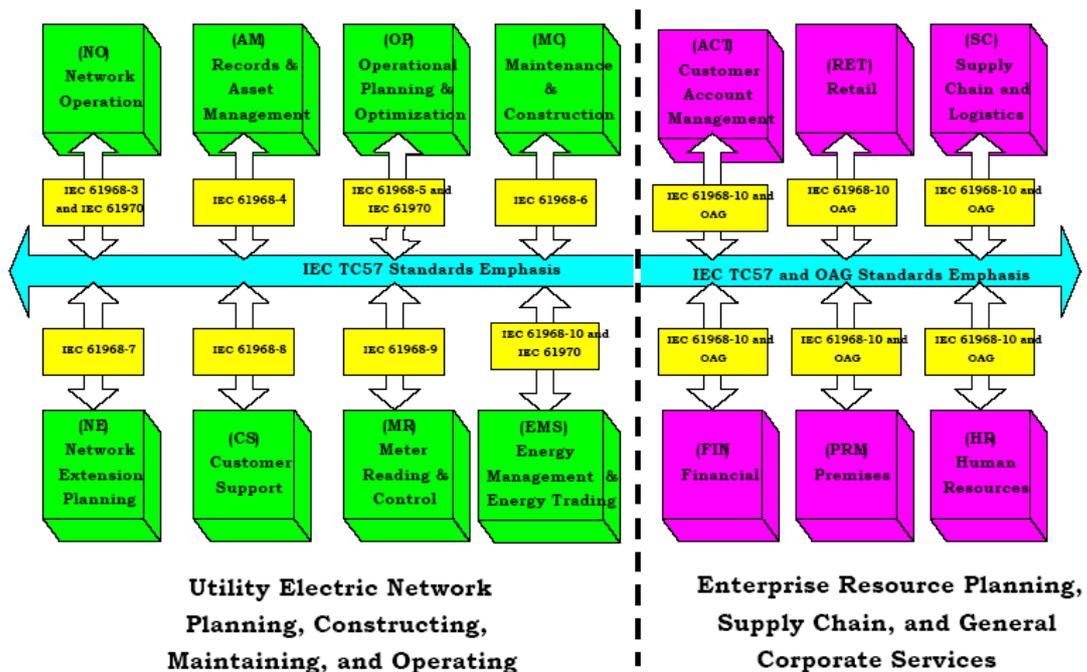


圖 3.6 電力系統自動化標準理想架構示意圖

3.4.4 IEC 61850 規範文件

IEC 61850 規範文件共分十四部份，各個部分主要功用如下：

1. IEC 61850-1, Part 1: Introduction and overview
2. IEC 61850-2, Part 2: Glossary
3. IEC 61850-3, Part 3: General requirements
4. IEC 61850-4, Part 4: System and project management
5. IEC 61850-5, Part 5: Communication requirements for functions and devices models
6. IEC 61850-6, Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs
7. IEC 61850-7-1, Part 7-1: Basic communication structure for substation and feeder equipment - Principles and models
8. IEC 61850-7-2, Part 7-2: Basic communication structure for substation and feeder equipment - Abstract communication service interface (ACSI)
9. IEC 61850-7-3, Part 7-3: Basic communication structure for substation and feeder equipment - Common data classes
10. IEC 61850-7-4, Part 7-4: Basic communication structure for substation and feeder equipment - Compatible logical node classes and data classes
11. IEC 61850-8-1, Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM) - Mappings to MMS (ISO/IEC 9506-1 and ISO/IEC 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3
12. IEC 61850-9-1, Part 9-1: Specific communication service mapping (SCSM) - Sampled values over serial unidirectional multidrop point to point link
13. IEC 61850-9-2, Part 9-2: Specific communication service mapping (SCSM) - Sampled values over ISO/IEC 8802-3
14. IEC 61850-10, Part 10: Conformance testing

以上Part 1~5為系統的敘述與概論，Part 6為設定，Part 7-1~ 7-4為資料模型及抽象通訊服務，Part 8-1、9-1、9-2為通訊對映，Part 10為測試。方便了解特性關係區分，可以圖3.7來表示。

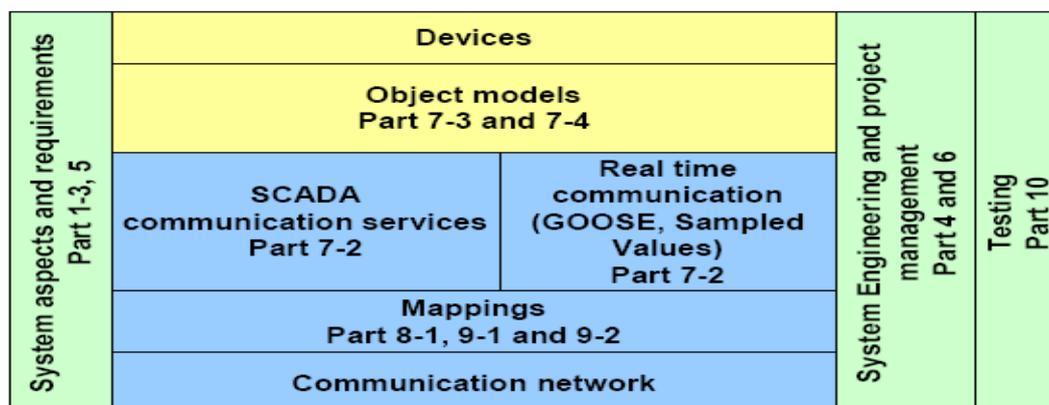


圖3.7 IEC 61850特性關係區分 (摘自NettedAutomation)

十四部份當中，以程式開發觀點而言，下列七部份最重要：

- **IEC 61850-6** 構造描述語言
- **IEC 61850-7-2**變電所及饋線設備基本通訊架構 - 抽象通訊服務界面 (ACSI)。
- **IEC 61850-7-3**變電所及饋線設備基本通訊架構 -共同資料類別：共同資料類別和相關屬性。
- **IEC 61850-7-4**變電所及饋線設備基本通訊架構 -相容邏輯節點種類別和資料類別。
- **IEC 61850-8** 特定通信服務對映(SCSM)- 變電所內常用的MMS (ISO/IEC 9506-1 and ISO/IEC 9506-2)及 ISO/IEC 8802-3
- **IEC 61850-9-1**特定通信服務對映(SCSM)-串列單向多點對單點連結取樣類比值傳送服務對映
- **IEC 61850-9-2**特定通信服務對映(SCSM)- ISO/IEC 8802-3取樣類比值傳送服務對映

3.4.5 IEC61850 訓練內容

- I – IEC TC及IEC61850技術概論
brief introduction on IEC standards
Introduction on IEC 61850
 - IEC Standardization work and IEC TC57
 - Design objectives and scope of IEC 61850
 - Content and structure of the standardThe standard is easy and powerful – a technical overview
 - Technical approach.
 - A more detailed look at the 14 parts of IEC 61850
- II – 架構考量及設備模型
The data model of the substation
 - IEC 61850-7-3 and -7-4
 - Basic example of a data model for a real substationThe device model
 - IEC 61850-7-1, -7-2, -7-3, and -7-4
 - Server, clients, gateways, ...Architectural considerations
 - Communication architecture
 - Allocation of functions to devices
 - Impact of new technologies on primary equipment
- III – 通訊
Basic technology I – Industrial Ethernet
Information exchange and device models
 - IEC 61850-7-1
 - The information exchange models
 - Device modeling – physical devices and logical devicesACSI and communication mapping
 - IEC 61850-7-2
 - IEC 61850-8-1 and -9-2

- The abstract communication services and mappings
- IV – IEC 61850之應用
 - IEC 61850 Product standards
 - Implementation guideline of the UCA users group on IEC 61850-9-2 switchgear based on IEC 61850 - IEC 62271-003 from SC17C/WG11
- V –工程及測試
 - Basic technology II – XML
 - Configuring the substation
 - Using IEC 61850-6 for the configuration of the substation and of IEDs
 - Testing
 - An overview on IEC 61850-10 and UCA International Users Group
- VI –IEC 61850之未來
 - The standard is ready – activities and projects
 - Prototyping and interoperability projects
 - Activities of national and international bodies
 - The extension rules of IEC 61850
 - Extensions of Logical Nodes, Data, and Common Data Classes, ...
 - The standard is alive
 - Extensions for communication security, statistical and historical statistical data (HSH), power quality, Wind Power Plants, Decentralized Energy Resources (DER), Hydro Power Plants, Condition monitoring, seamless communication using IEC 61850
 - The user group for the standard
 - The UCA international users group – charter and activities

應用及實作

- I – 使用者觀點模型
 - Basics of function modeling
 - Reference modeling (German DKE K952 GA 15)
 - Modeling examples
 - Modeling of real protection functions
 - IEC 61850 model in reality
 - A real device model
 - The SCL file of a substation
- II – 從規範到問題解決
 - Introduction to specification
 - From specification to solution
- III – 如何實作IEC 61850
 - The implementation of the corresponding communication services
 - How to incorporate the communication stacks into the devices (existing and new devices)
- IV – 工具
 - Engineering process, configuration of IEDs based on IEC 61850-6
 - Current and future substation requirement specifications
 - Implementing and applying IEC 61850-6 (examples)
 - Demonstration of IEC 61850 compliant software
 - How to implement an information model and to get started with IEC 61850 compliant software
 - Network analyzers (KEMA UNICA and the open-source MMS Ethereal)
- V – 系統測試
 - Testing IEC 61850 systems
 - Needs from interoperability to system function test
 - Test tools (server test and client test)

以下將僅提出一些觀念問題：

把實際設備化成邏輯節點

IEC 61850或其他由IEC 61850延伸出去的新一代能源系統通訊標準，如IEC 61400-25是風力電廠監控之IEC標準等，都以邏輯節點(Logical Nodes - LN)的概念，作為定義設備資訊通訊的關鍵要素。在觀念上LNs的概念要強調之關鍵問題是使用LN可表示電力系統設備某些功能。每一個LN都提供一系列很有組織性，有命名規則之資訊。例如LN「XCBCBR5」可代表帶有Pos（位置）及模式（Mode）資訊之第五號斷路器，而定義在IEC 61850-7-2的服務可用來交換這些資訊。下圖有助於了解-7-2、-7-3、-7-4之運用。

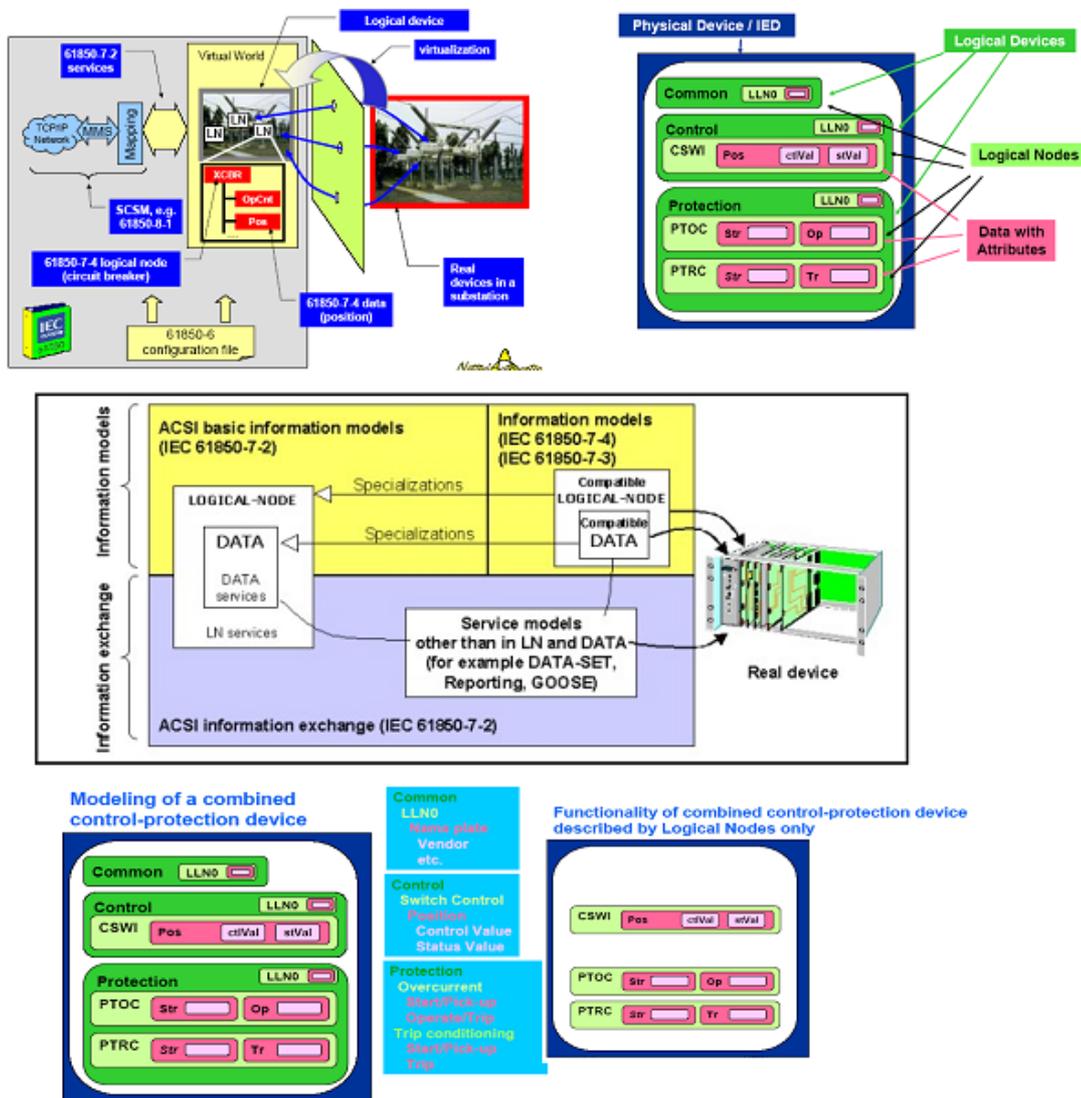


圖3.8 電力系統設備資訊模型與交換觀念圖 (摘自NettedAutomation)

從應用程式到通訊，可以用下圖3.8來了解。從應用程式資料模型到通訊，以後IEC61850的通訊標準將包括有下列五種，所以對台電而言，未來選用IEC 61850當成變電所自動化的標準，將可避免一些通訊協定上的問題，而且符合國際未來之趨勢。而其優點可參考UCA International Users Group 之Benefits of IEC 61850 Networking。

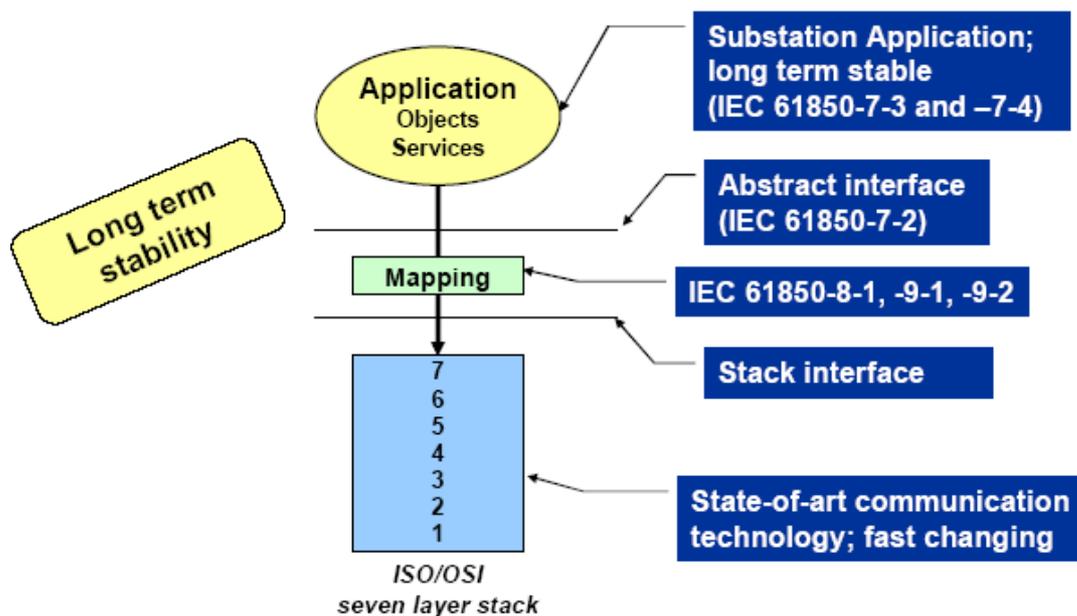


圖 3.9 IEC 61850 從應用程式到通訊 (摘自 NettedAutomation)

- The following mappings are planned to be incorporated in the FDIS (final draft international standard, 2006):
 - Mapping of IEC 61950-7-2 ACSI and Information Models (LD, LN, DATA, DA, ...) to [webservices](#)
 - Mapping according to IEC 61850-8-1 [MMS](#)
 - Mapping to [OPC XML DA](#)
 - Mapping to [IEC 60870-5-104](#)
 - Mapping to [DNP3](#)

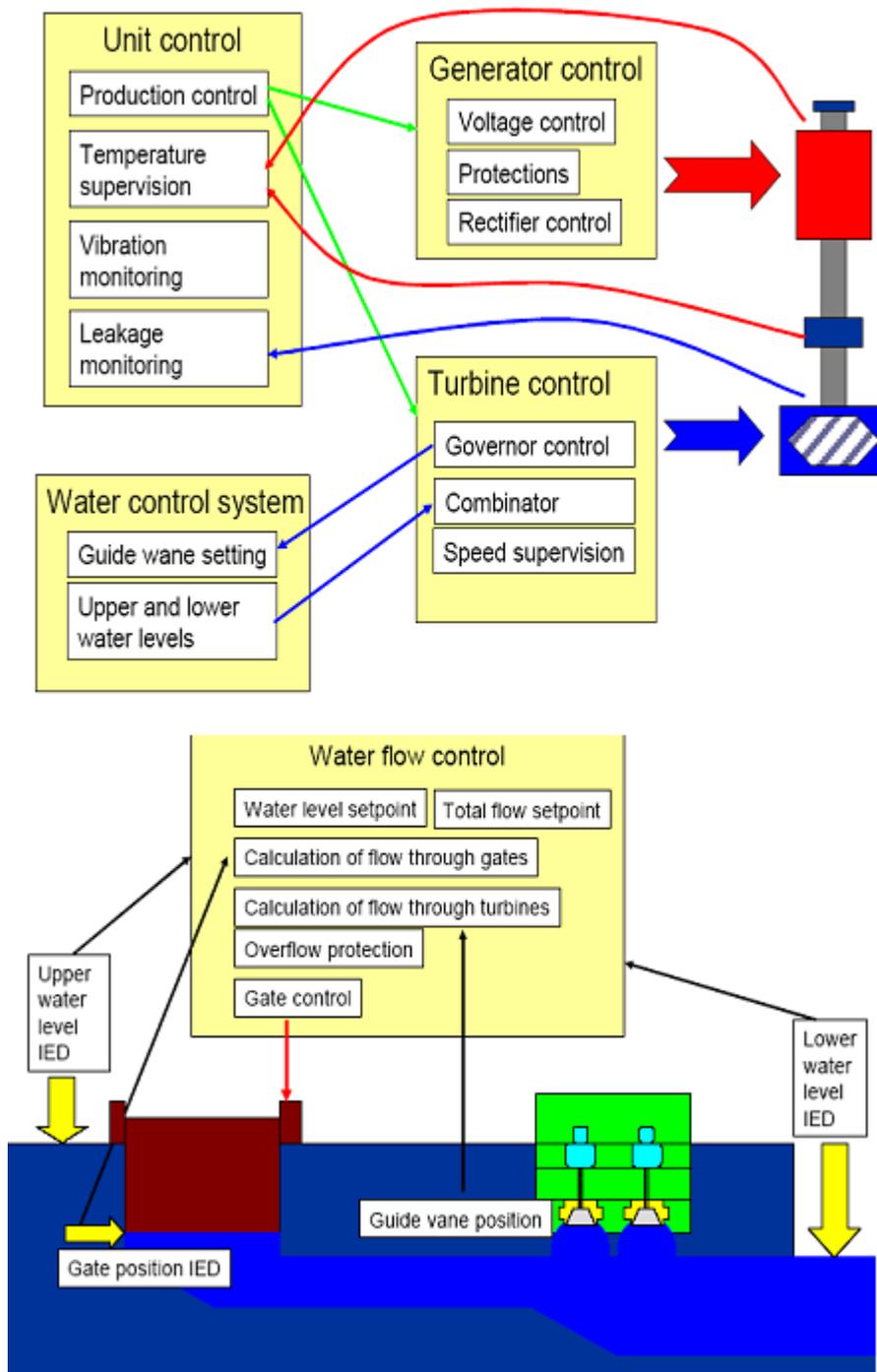
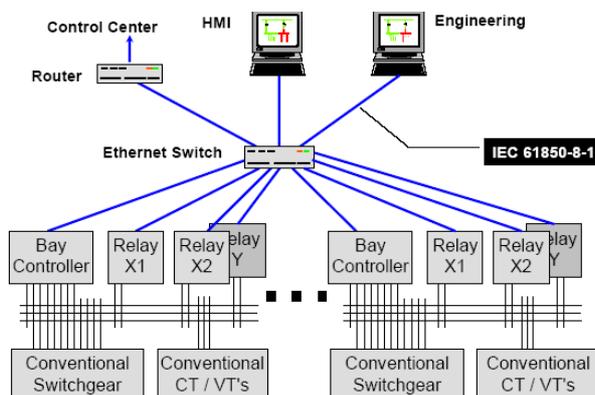


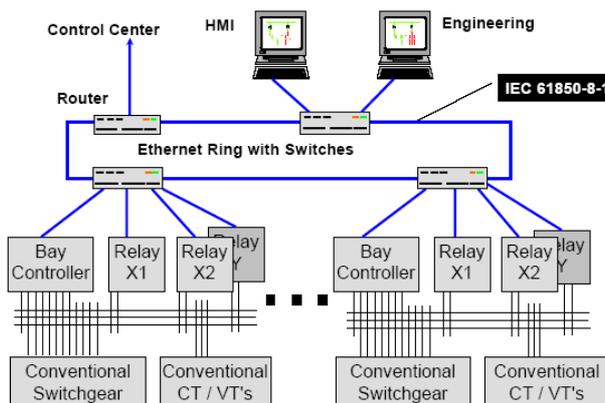
圖3.12 水力電廠之監控系統IEC62344 (摘至NettedAutomation)

3.4.7 IEC 61850 支援多種架構

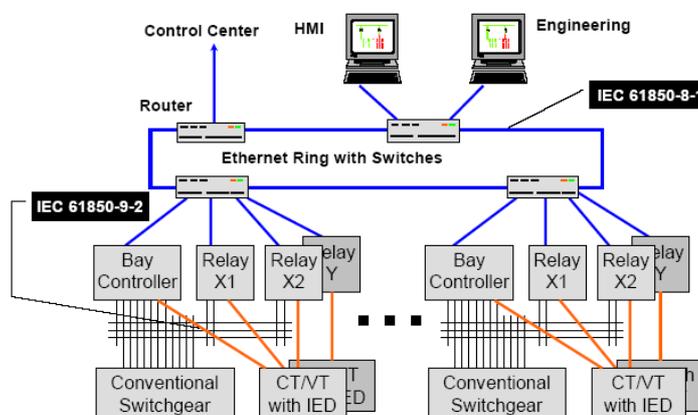
IEC 61850 支援許多種架構，如下附圖所示，台電系統在舊系統更新或新系統之建置時，或許可參考。最佳架構之選用將決定於：現有可用之技術，實際之需求，性能需求，以及整個系統之價格。



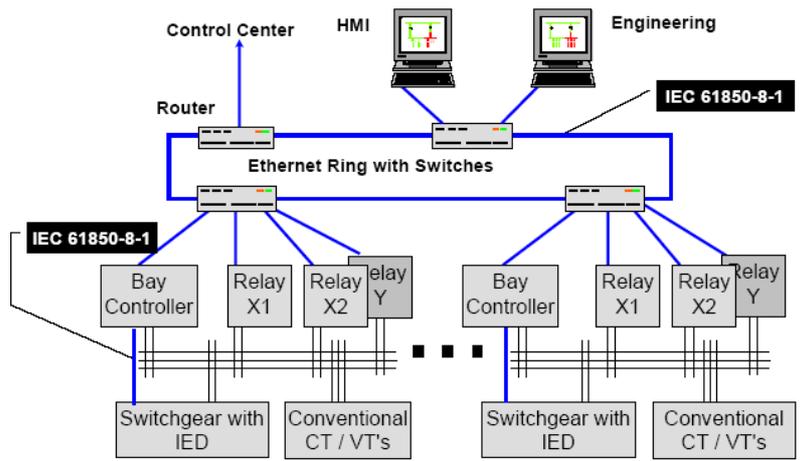
Station Bus 為 Star 之架構



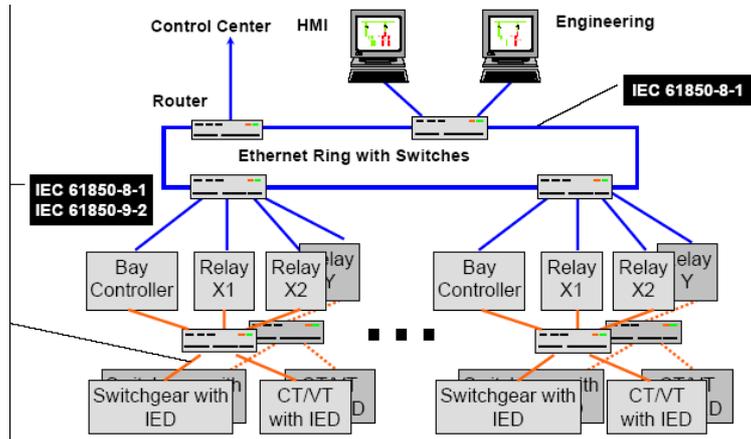
Station Bus 為 Ring 之架構



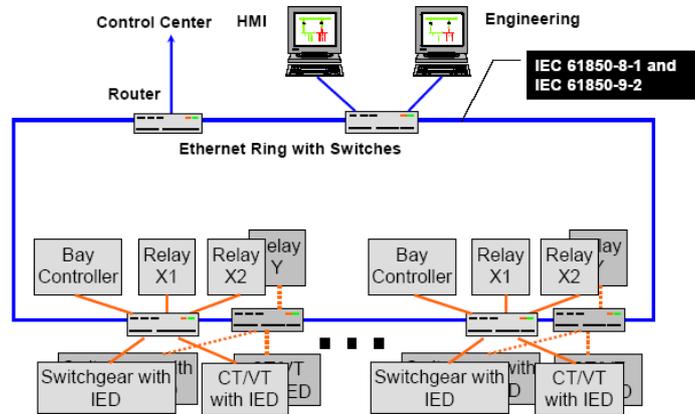
對 CT、VT 有數位介面之架構



對 Switchgear 有數位介面之架構



含有 Process bus 之架構



只有一種網路之架構

3.4.8 IEC 61400-25標準與制定情形

IEC 61400-25是未來風力電廠的監控系統通訊之國際標準，其目前制定情形，可由IEC TC88風力機組計畫小組PT25對TC 57 SPAG之報告來了解【2】。在IEC技術委員會57（TC57 - Technical Committee 57）負責電力系統管理和相關資訊交換（POWER SYSTEMS MANAGEMENT AND ASSOCIATED INFORMATION EXCHANGE），Karlheinz Schwarz 先生是IEC TC57 WG 10、17、18、19以及TC88 PT 25成員，TC88 PT 25-6會議召集人。未來IEC61400-25標準含下列六部份：

- 25-1 部份：原則和模型的總體描述（Overall description of principles & models）
- 25-2 部份：資訊模型（Information models）
- 25-3 部份：資訊交換模型（Information exchange models）
- 25-4 部份：通訊底層細部對映（Mapping to communication profiles）
- 25-5 部份：標準符合度測試（Conformance testing）
- 25-6 部份：狀態監控之邏輯節點（LN）類別和資料類別(新)
（LN classes and Data classes for Condition Monitoring）

根據 Karlheinz Schwarz 先生 2006-07-12 在英國倫敦發表的一份報告，有關 IEC61400-25 標準制定情形如下：源至 IEC 61850 標準的未來 IEC 61400-25 標準，目前有兩項計畫正在進行，計畫領導人和計畫起始時間：

- 25-1 到 25-5 部分，由計畫領導人 Anders Johnsson (Vattenfall) 負責，計畫開始時間為 2001。
- 25-6 由計畫領導人 Karlheinz Schwarz (SCC) 負責，計畫從 2005

年末開始。

標準訂定情況如下列粗體底線(原稿修正為 2006 年 10 月進度)

- IEC 61400-25-1: Overall description of principles & models (**FDIS** approved, 2006-10-27)
- IEC 61400-25-2: Information models (Logical Nodes, CDCs) (**FDIS** approved, 2006-10-27)
- IEC 61400-25-3: Information exchange models (**FDIS** approved, 2006-10-27)
- IEC 61400-25-4: Mapping to communication profiles
(**New Work Item Proposal** expected by end of 2006)
- IEC 61400-25-5: Conformance testing (**FDIS** approved, 2006-10-27)
- IEC 61400-25-6: LN classes and Data classes for Condition Monitoring
(**Committee Draft published** in September 2006, Commenting period ends 2006-12-22)

其中四種 FDIS 文件很快就會公佈為 IEC 國際標準.但 IEC61400-25-4 (Communication Mappings)部份，在 2006.底才會提出(NWP)New Work Proposal

下列說明各部份重點：

25-1：原則和模型的總體描述：介紹和概述，類似於 IEC 61850-1 和 7-1。

25-2：資訊模型

標準系列重要部分，包含風力電廠特定資訊模型(邏輯節點及資料與通用資料類別 - LNs, Data and Common Data Classes)。自 IEC61850-7-3 和 7-4 中選擇定義。建模方法多數情況下如同 IEC 61850-7-x；例外部份如，來自 MMXU 的資料被定義在發電機部分 (StaPhV 代替 PhV) ,變流器，...。模型定義以滿足風力電廠需求為主。期望這個國際標準規格一被出版，用戶和系統業者在取得之規範裡參考這個標準！

25-3：資訊交換模型

幾乎所有 IEC 61850-7-2 內所定義之服務，在此都被引用。另兩種用於報告（reporting）之新服務，在此規範中被採用：AddSubscription，RemoveSubscription。

25-4：通訊底層細部對映（Mapping to communication profiles）

- 88/266 / INF 提議怎樣進行。
- 根據已收到之 CDV IEC 61400-25-4 (doc 88/241/CDV) 的意見，61400-25 PT 建議指定一個以上之通訊底層細部對應標準。此種通訊對應標準，應該列為一種選項，以方便供應商和客戶達成協議，滿足特定監控系統應用上需求。這也就是說，至少符合一種選項對應之系統，就可認定這是符合 IEC 61400-25-4 之標準了。
- 為了滿足風力發電工業的要求，目前準備的五種通訊底層細部對映選項如下：
 - ◇ Web services(在準備/ 試驗中)
 - ◇ IEC 61850-8-1 MMS (已出版)
 - ◇ OPC XML DA (在準備中)
 - ◇ IEC 60870-5-104(在準備中)
 - ◇ DNP3(在準備/ 試驗中)

在國際標準規格目前唯一已公佈可立即使用的的標準是 61850-8-1(MMS Mapping)

- 提案繼續 IEC61400-25 計畫之-4 部分。
- IEC 61400-25 -1 至-5 部分已公告 CDV，2006 年 1 月 6 日結束投票。
- IEC 61400-25-1 至 IEC 61400-25-5 全部 5 個 CDV 部分已被批准。
- IEC TC88 計畫小組 61400-25 (PT 61400-25) 已經審閱所有包括 CDV IEC 61400-25-4 (doc 88/241/CDV) 在內之 CDV 意見。
- 根據來自全國（德）委員會的意見，要求 Part 4 – “XML based communication profile” 部分有一些附加工作。PT 61400-25 已接觸有意見的各國專家，請他們澄清異議。
- 幾個全國委員會已經發表意見，說明一些 webservices 之規範尚未按時證實，有些甚至關心這部分之技術尚不夠成熟。因

此，這些服務功能必須被證實後才納入或者目前乾脆除去。

- 委員們關心目前單一的 webservices 通訊規範，是無法滿足一些新監控應用系統之需要。投反對票的國家，主要關心是通信協議堆疊對應的選擇。由於通訊之使用和需求不斷增加，PT 61400-25 小組同意，包含一個以上之通訊底層細部對應，是符合通訊市場需求最好的方法。此提議的變化對標準中之-1、-2、-3、及-5 部分沒有影響。

PT 61400-25 對於 -4 部分，提出下列方案：

- 原則上因為 CDV IEC 61400-25-4(doc 88/241/CDV)投票結果是正面的，而且 CDV 已被批准，下一步只將 CDV 作小幅度修正，並發展為 FDIS 即可。但是，為了考慮到來自全國（德）委員會委員們的意見，PT 61400-25 建議延遲 IEC 61400-25-4 FDIS 的釋放，原因是須進一步討論 webservices 為唯一選項，以及-4 部分初版將包含 5 種選項等。對通訊底層細部應包含數種對應的提議改變，共識上應速達成。
- 預期 -4 一些重要的變化須更進一步討論和會議，PT 61400-25 提議重新啟動 61400-25-4 計畫，並同時發行 NWIP 和 CDV (提議目標 2006-11)。屆時將有機會收到對 PT 61400-25 CDV 正確提供更進一步技術的意見。
- 只有 IEC61400-25-4 提議須進一步討論，其餘-1、-2、-3 及-5 部分，將按原訂計畫發佈 FDIS。
- 這個決定和時間表，已在 2006 年 7 月初，由數位 IEC61400-25-4 專家以電話會議確認。

25-5：一致性測試，以 IEC 61850-10 為基礎，作一些擴展，例如 - 客戶測試例案件。

25-6：狀態監控（Condition Monitoring）之邏輯節點（LN）類別和資料類別

- 計畫開始於 2005 年底。
- 邏輯節點和資料（LNs and Data）1：許多感測器/轉換器，例如 - 溫度、壓力、張力、角度等。
- 邏輯節點和資料（LNs and Data）2：基本的監督和監視的功

能，例如 – 有上下限之警告和警報。

- 邏輯節點和資料 (LNs and Data) 3：更高層次功能。
- 邏輯節點和資料 (LNs and Data) 4：須與 TC 57 WG 10、17 和 18 協調。
- 服務需求：大部份之 ACSI 服務和記錄。
- ICD 2006 年秋季計畫提出。

PT 61400-25 未來的工作

- 基於 IEC 61850-6 之系統配置語言(SCL)的規範。
- 協調 TC 57 WG 10、17 和 18，準備 XML 檔案的資訊模型規範。
- 協調 TC 57 WG 10、17 和 18，準備 IEC 61850 模式資料庫之資訊模型規範。
- 協調和調諧業界支援之需求。

3.5 ISET 簡介與 IEC 相關通訊協定實習

因 Mr. Karlheinz Schwarz 在德國知名的研究機構 ISET 參與有關變電所自動化通訊標準 IEC 61850 網路服務之應用，以及風力發電廠監控系統通訊標準 IEC 61400-25-4 (the IEC TC 88 PT 25) 網路服務之開發等方面之技術指導，因此可有幸在其引介之下，到此頗負盛名之研究機構實習。本節除就實習內容報告外，因實習期間目睹 ISET 有不少國內研究單位學習之處，故先簡介 ISET，再說明與實習相關之計畫，最後再報告實習重點。

3.5.1 ISET 簡介【3】

ISET (德文 Institut für Solare Energieversorgungstechnik, 英文 Institute for Solar Energy Supply Technology) 是應用導向研究單位，專注於電機工程和系統技術領域再生能源應用研究。此研究單位在德國有兩個據點 Kassel 和 Hanau。雖然 ISET 總共只有大約 130 位科學家、雇員和學生，但其研究領域涉及最重要的再生能源技術，如風能、太陽能、生物能、一般水力及海洋能。除此之外，更進一步的研究主題含能量變換和儲存，固態轉換器，混合系統和能源經濟等。專業業務能力包括電力電子、控制工程、程序工程和資訊系統等。

ISET 設有組織顧問科學委員會、管理委員會、執行委員會及研發部門和中心部門，此研究機構研發部門有多個實驗室，中心部門有測試和認證中心。其研發部門計有：

- 工程和電力電子部門
- 能量變換和控制工程部門
- 資訊及能量經濟部門
- 生物能應用部門

上述除生物能應用部門位於 Hanau 外，其餘皆在 Kassel。

實驗室及測試和認證中心計有：

- 模組化供應技術設計中心 DeMoTec (Design Centre for Modular Supply Technolog)
- EMC 實驗室(電磁相容性)
- 電力電子實驗室
- 戶外 PV 模組測試實驗場
- 電池測試實驗平台
- ISET Hanau 實驗室
- DG 測試和認證中心
- 設備 ISET 測試和認證中心

目前工程和電力電子部門之部門主管 Mr. Philipp Strauß 是個友善務實的領導者。該部門之主要研究技術領域，是將再生能源導入電網系統上。凡舉與分散式再生能源電力供應技術相關之工業及電力公司之電力系統、電力調整、供電之控制和能源管理，以及電網等相關技術的規畫、發展及測試皆是。其研究部門底下設有四個處 / 組：

- 工程和測量技術處
- 電力電子組
- 混合系統組
- 電網組

工程和測量技術處 (Department)設有處長(Head of Department)，目前由 Dr. Christian Bendel 擔任，他是 PV 工程和測量技術、電磁相容性(EMC)、光電產品開發，以及 PV 標準化推行等方面的專家；其他各組則設有經理。本年度(95)該工程和電力電子部

門有許多重要之計畫案，如 DER-Lab、DINAR、FUpWind、More Microgrids、ENIX、Multi-PV、Hybrid Systems Gambia、PV-MIPS、EMC-Lab 等，這些類似於台電綜合研究所之中網計畫或母計畫。DINAR 母計畫下的 BEMI(Bidirectional Energy Management Interface) 子計畫是我在 ISET 實習期間，所接觸最多的子計畫。

3.5.2 DINAR 計畫簡介

DINAR 計畫主要目的是對分散式再生能源之電網操作和調適過程中提供技術面和經濟面之整合基本指導原則。該計畫有一些知名之合作夥伴，如 Siemens、AEG、GE、E.ON、EUS、Görlitz、ITENOS、KACO、MVV、Papendorf、SMA、Stadtw. Unna、Städt. Werke Kassel、desPRO、ef.RUHR 等。計畫執行期間是 2003.11.01- 2007.04.30。該計畫第一期工程，只由工業界投資。目前尚從德國政府所得到財務支援，使本計畫至少可維持到 2007 年 4 月。

近年來分散式再生能源電廠大幅度增長，整合這些電廠到低壓電網運作上尚未有全盤完整考慮。對於這些發電機匯入電網上的一些問題，如電力和頻率控制、電壓穩定度範圍、無效電力供給、及電力品質等都是必要之重要課題。該計畫主要目標，以技術面和經濟面對分散式再生能源電廠匯入配電網控制整合上，提供調查和規畫策略。此計畫將開發一經濟模型以計算不同整合策略的之經濟效益，同時將進行雙向能源管理界面(BEMI)之開發，來滿足能源管理和通訊上之需求。本計畫之雙向能源管理界面(BEMI)，與未來分散式再生能源電廠通訊標準之訂定準備，有密切關係。BEMI 之軟體系統規畫與實作實際關鍵技術人物是 Mr.David Nestle。

3.5.3 DER-Lab 計畫簡介

DER-Lab 是一個獨立的歐洲實驗室協會，主要工作任務是分散式能源 (DER)之整合，以及 DER 標準訂定之準備。由 ISET 主導協調的卓越 DER-Lab 網路，合作夥伴有 Arsenal Research, CESI, Div. of SUEZ-TRACTEBEL S.A., EDF, KEMA, Labein, Risoe, TU Lodz, d.o.o 等。基金來源是 EU，計畫執行期間是 2005.11.01- 2011.10.31。其主要目標是維續整合再生能源(RES) 及分散式能源(DER)到電力系統。為了達到此目標，實驗室計畫支援與發展標準化有關之需求，如電網連接、安全、DER 及 RES 之操作和通訊等，並準備標準化前之標準準則提報，及相關活動之舉辦的發展。

一個新標準的形成，通常須經過繁瑣、複雜、且費時的程序發展，為整合再生能源(RES) 及分散式能源(DER)到電力系統所要制定的新標準也是一樣。在美國，目前由 US-美國研究機構，準備一系列 IEEE1547 標準。此標準系列由一基本的框架組成，確定 DER 連接條件的需求。而歐洲所遵循的標準目前正在進行中。DER-Lab 將支援歐洲 CENELEC TC8.x 標準和國際 IEC TC8 和 IEC TC57 標準的發展。基於 DER 和 RES 之複雜需求，ISET 主導協調的卓越 DER-LAB 網路，將建議合適試驗和驗證程序。

DER-Lab 發展目標是成為國際級研究室，和成為歐洲的 DER 測試中心；為歐洲建立分散、獨立的世界級 DER 實驗室，支援歐洲及國際標準規格的发展，成就歐洲實驗室間之長遠聯網。國際資訊交流非 DER-Lab 計畫之主軸，必要國際資訊交流工作目前交由 IRED (<http://www.ired-cluster.org/>)計畫來展開，已建立之接觸含歐洲實驗室、美國實驗室(EPRI-PEAC, NREL, Sandia, DUA)，加拿大(NRCan)和日本 (METI, AIST, JET)等。

3.5.4 雙向能源管理界面(BEMI)計畫介紹【4】【5】【6】

目前小型分散式發電單元(decentralized electrical generation units - DG單元)連接至低壓電網之數目愈來愈多，容量愈來愈大。在德國不僅是太陽能PV(photovoltaics)發電單元，生物發電和廢熱發電單元也都有許多推廣計畫，如德國再生能源行動計畫(German Renewable Energy Act - EEG)及廢熱發電行動計畫(KWKG)。

匯入電網的條件主要決定因素是安裝的最大功率、主要能源的供應(再生能源—在低電電網主要是PV和生物發電)的需求，或者是對熱的需求(廢熱發電，燃料電池和微氣體渦輪機已可提供現場試驗)。電網操作業者對於電網內DG單元之電力數據量變曲線通常只能盲目無法掌握，因為對低電電網缺乏可見性和這些發電機的控制能力。當DG電力系統佔總發電量百分之20到25的電力無法掌控時，電力專家都知到電網調度會有許多嚴重的問題產生，因此要求DG整合至電網操作的一個新策略將隨著進行安裝的中DG容量之增加顯得日益重要。

電能體系之新發電特性不僅受低壓電網內分散式發電之安裝之影響。大多數再生能源在德國被安裝在中壓、高壓系統上(主要是風力和水電)，其中風力電廠之加入對電力數據量變曲線尤其重要。因此隨著電網內這些類發電機份量逐漸增加，新類型的電網控制機制須要也隨之增加。

可控負荷能幫助電網及可控發電機之操作。事實上將可控制功能引到低電電網的另一個重要的背景，是在德國此電壓等級電網佔50%總用電量(主要私人家庭和小型企業用電)。這顯示了此電壓等級之負載管理有巨大的潛能。

在德國對支援DG單元電網操作之各種各樣研究，如能源管理策略和輔助服務條款已陸續完成。和以前不同之處，這裡所提出的公用藕合點 (PCC)概念，可作為電網操作業者和發電業者之間在技術上及電業法上的一個界面，同時還有能源管理功能。除了DG在電網之管理和控制整合外，伴隨DG增加所產生有關新安全問題也必須被處理。相對於以前在電網操作和輔助服務整合上缺乏技術和經濟效益不彰的情行，目前技術上之解決方案，以及DG單元連接電網的安全標準都已經證明極其可靠了。

由德國聯邦部提供資金做為環境、自然保護和核能安全(BMU)之 DINAR 研究計畫，由 ISET 和 EUS 公司兩研究機構負責執行，目前已開始運作，配合 17 個來自工業界及電網操作業者的合作伙伴公司，以尋求電網操作在技術上和經濟上，合適解決低電電網發電機及負載的整合。示意圖如下：



圖 3-13. ISET DINAR 配合作伙伴

今天的系統情形：有連接沒有整合

今天的能源供應調度系統仍屬被高電壓層級中央調度中心方式所支配。一些輔助服務，如有效及無效功率之控制，幾乎完全只含傳統電廠。連接到低壓和中壓電網之DG單元額度，其計算通常是基於匯入電網系統有效功率的總量。雖然技術上已證明他們能由DG單元所提供，但輔助服務完全不補償。因為技術缺乏可見性和控制能力，以及對發電業者缺乏經濟獎勵措施，因此DG單元無助於輔助服務。反之，將來DG單元必定有助於電網操作，但這還需輸電系統業者(TSO)以及配電系統業者(DSO)適當的協調。因此，在能源體系內還需另外之技術和組織規章，這也隱含了些新的可能性和權利，但對DG單元業者和系統操作業者也是一種新職責。此新框架之額數外需求，是必須調查研究用哪種模式他們兩個都能在經濟上受益於這種電網操作的貢獻。

在德國的電網連結DG單元的程序，受到一些規章所規範，如再生能源法,地熱發電法,生物發電法附則,發射權貿易法等等。另外，電力協會所訂之規章和協議，或一些法規如電網法規、配電法規、輸電法規、以及低壓電網發電機電網連接規章也必須被考慮到。

對DSO而言，目前DG單元的連接和操作，並無立即之經濟效益誘因。系統業者甚至必須為管理程序、技術測試和連接評估，付出額外的努力。有時候雖然電網擴建，對DG單元操作業者有點收益，但對電網操作工作而言完全沒因DG而受益。另一方面，目前DG單元業者對電網之最大有效功率發電受限制，發電業者不能受益於可能進行的輔助服務。因此DG所貢獻的輔助服務，將來對電網和DG單元業者而言，可以是雙贏情勢。

TSO(負責全部電網操作)以及傳統電廠經營者，對於越來越多 DG 單元匯入電網將面臨新挑戰。他們必須補償風能和太陽能 DG 單元之波動發電。但同時，主要能源 DG 單元雖本身可控制，會因無控制權力，通常不管目前電能的需求而匯入電網。如果沒有採取對策，這使電網操作產生更多波動。以增加可控能源之數量來補償 DG 波動發電，可能導致傳統電廠在更低效率部分負荷下操作，這對環境和經濟面而言是不被接受的。

在這些考慮之外，須要發展一技術上和在經濟上皆可行之分散式發電系統，兼顧市場開發潛能和環保能源技術，節省主要能源資源同時顧及經濟成長。目前能源體系，發、輸電業者、配電網業者及用戶之任務和職責內，相對地皆很單純且確定，如何對這些任務和職責重新規定以符合新需求是一重要課題。

新技術和合法界面之開發

為使低壓電網內 DG 在技術上及經濟得到最佳化的操作，電網組織架構上及技術上必須合適。圖 3.14 所示為自由化市場能源體系的情形。電能市場輸電網由輸電業者、傳統電廠業者、大工業用戶、傳送能源至小用戶之配電業者構成，此市場由能源股票交易市場運作，或者由直接的市場合約者操作。但在低壓電網內所屬之大樓和所安裝的 DG 單元，絕不會直接涉入像歐洲能源交換(EEX)一樣的電力股票交易市場，管理上的努力勢必極大。

理所當然，能源交易商或本地能源供應者會將這些許許多多的小機組集中起來。這些 DG 單元可能坐落在一地方電網，但也可能散落在不同電壓等級的遠距外。這一類把小的 DG 單元集中起來，達到類似於一座巨大的傳統電廠相同行為的電廠，通常被稱為是一座虛擬的

電廠(VPP)。

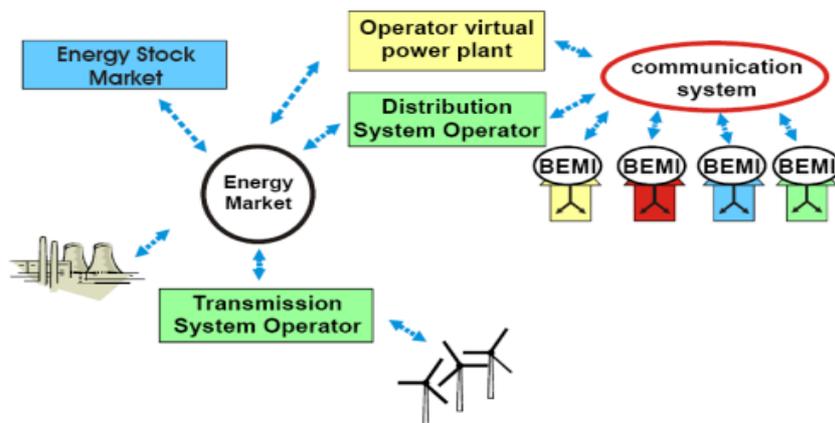


圖 3.14 自由化市場能源體系之組成 (摘自 ISET)

不過這個概念，往往疏忽怎樣處理所包含的產權障礙問題。這些 DG 單元被安裝在現場有不同之擁有者，他們全部需要經濟上的參與，及操作上之需求。這會把焦點放在今日已確定且在運作之低壓電網特性界面上：共同耦合點。

今天包括有保護裝置之讀表箱體就代表共同耦合點(PCC)。在電網業者與DG單元業者之間的技術上及法律上的界面將繼續保持，並擴展含有通信界面。將智慧型能源管理放進PCC的概念，能將能源管理策略實施上所有必要的技術元件整合在一起。這包括一台核心處理器，電網監視，測量，通訊及開關。

電網連接規章，主要是規範PCC，總括大樓(含DG單元) 擁有人/使用者及電網業者之的權利和義務。因此將能源管理整合至PCC規範中，可同時避免今日電網業者基本組織架構變化。將來在公共電網業者和大樓電網擁有人間，包括DG單元，所存在之共同的技術，法令及領域界面，將必須像今日之電源供應有效率操作一樣。圖圖3.15顯

示是將來的PCC可能的架構就是雙向能量管理界面(BEMI)。

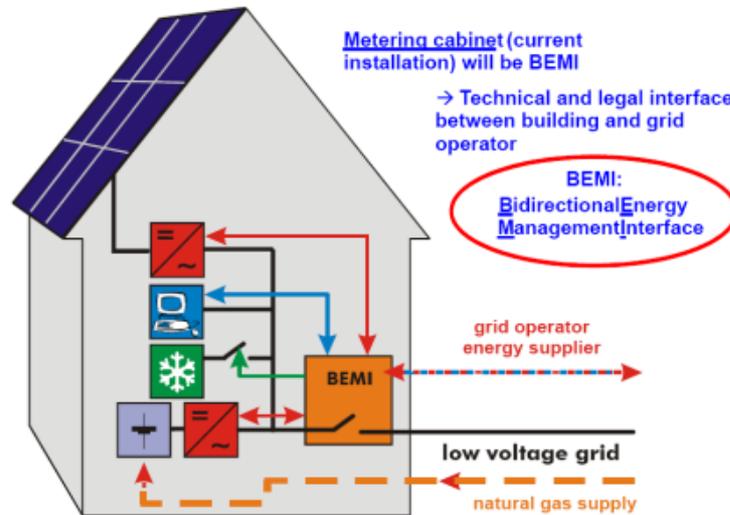


圖 3.15 BEMI (摘自 ISET)

整合 DG 到電網操作之組成元件

在DINAR計畫的一項深入研究中顯示，目前現代化進步的技術能滿足包括：通信技術、電網保護要求、現場/組裝匯流排系統、讀表技術、電源開關和微控制器等，每一單項任務新界面的要求。

此外，今日典型 DG 單元連接至低壓電網之光電轉換器單元，必要時一般都有能力生產無效功率，以降低其有效功率，並且提供電網電壓/ 頻率之測量值，功率輸出數據等。實際上全部市售的轉換器，皆有通信界面(至少有此種選項),原則上允許控制並且使用這些功能。不過為了可支援電網操作，它可在協調模式下執行單一任務。這表示 BEMI 在大樓中，以標準化的界面，通訊協定和演算法擔任能源管理角色。

對DSO的通訊與大樓內的通訊，將開放多種技術。為了使BEMI的

安裝和操作在經濟上可行，現有的通訊基礎設施將儘可能地被使用。對大樓外之通訊服務，如GSM、GPRS、ISDN/PSTN或者上網通訊皆可以被使用，至於在大樓裡面的通訊，則可使用目前各式各樣家庭自動化的通訊系統。

此新的分散管理智慧應用，將激發上述分散式發電之一些必要的創新。

結論：將來雙向能源管理介面 BEMI 可取代目前的電表廂，是建築物及電網業者在技術上與法令上的介面點（責任分界點），自由化市場能源體系電網操作的一個重要裝置。

3.5.5 實習重點

- 參與 BEMI 計畫之 IEC61850 及 IEC61400-26 相關之底層 MMS 通訊標準實作與測試。
- 研讀實作及測試上之相關標準文件及熟悉測試工具及開發平台環境之使用。
- 了解 MMS 在網路應用層、表現層、會談層、傳送層上之 MMS 相關 Service 規範及 Potocol 規範含 ISO9506-1、-2, ISO/IEC8649、50, ISO/IEC 8822、23， ISO/IEC8824、25。
- Server 端使用測試用軟體 Tamarack-DER-Demo，搭配 Client 端 Tamarack Windows 瀏覽器，了解 IEC WD 62350 (Communications Systems for Distributed Energy Resources (DER)) 及被應用到風力發電 IEC WD 62350.之基礎標準 IEC 61850 的一些重要觀念。
- 使用網路協定攫取、分析用軟體，MMS-Ethereal，分析 MMS 各層封包以 Tamarack Windows 瀏覽器端，搭配 ISET 開發 BEMI 計畫用之 Server 端軟體原始碼，了解及學習開發

61850-8-1 MMS、61850-Web Service 介面軟體。

■ 部份分析及程式畫面如圖圖 3.16

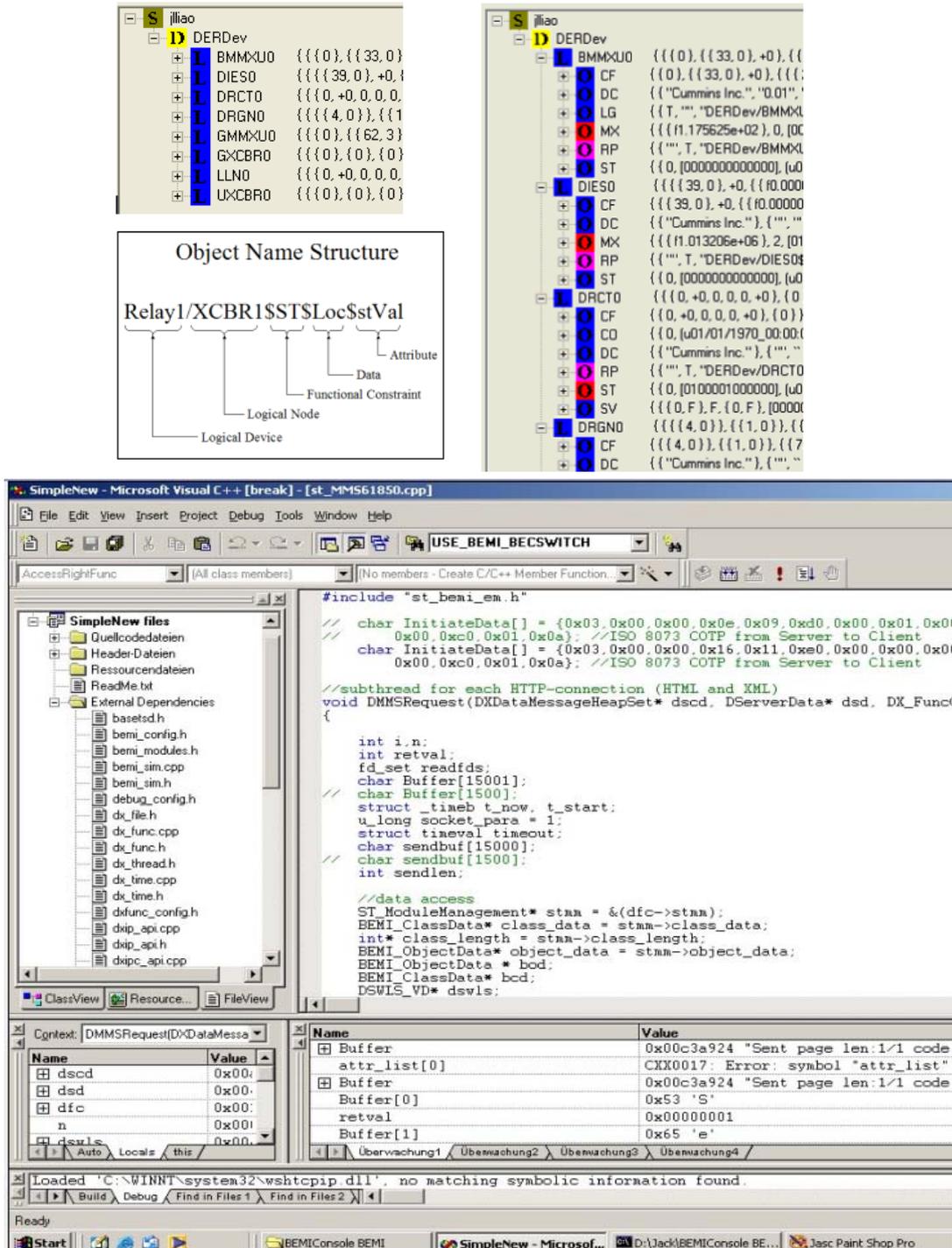


圖3.16 61850-8-1 MMS程式開發練習

3.5.6 MMS說明

MMS (manufacturing message specification)技術極其重要，它是許多國際標準的底層通訊基礎。MMS 標準就是 ISO/IEC9506 標準，由 ISOTC184 和 IEC 共同負責管理。ISO/IEC 9506-1 是服務規範，而 ISO/IEC 9506-2 是協定規範。IEC TC57 所制定的 IEC 60870-6 TASE.2 標準，定義 EMS 與 SCADA 控制中心間的通信協定，該協定底層直接對映 MMS。IEC TC57 所制定的 IEC61850 未來變電站自動化系統的標準，其通信協定底層採用多種新技術，MMS 是其中之一種。在國外，MMS 技術還廣泛用於工業程序控制、工業機器人等領域，以及變電所自動化裡的智慧型電子裝置(Intelligent Electronic Device, IED)、數位式保護電驛及通訊設備等。MMS 可說是一組物件 (Objects)，一組訊息 (Messages)，一組編碼規則 (Encoding Rules)，也是一組協定 (Protocols)，而 VMD (Virtual Manufacturing Device) 的設計是 MMS 實現 IEC61850 協定的基礎和關鍵。要實作 MMS 需閱讀許多相關標準，須有軟硬開發環境，及輔助工具軟體。

感謝 ISET 給我好的實習環境，尤其感謝 Mr. David Nestle 友善熱心的指導。

3.6 PROFIBUS 與 SCADA 系統

在工業自動化領域，PROFIBUS 是 Field Bus 的一種，在西元 2000 年起，PROFIBUS 已成為 IEC61158/IEC61784 國際標準之一支，現已廣泛地被應用在各類 SCADA 系統中。在 NettedAutomation 訓練時，Mr. Schwarz 即介紹不少有關 PROFIBUS 設備軟、硬體及系統概念，並提供許多相關參考資料檔案，以及介紹重要之參考書籍，加上在艾森 KUHSE 之 PROFIBUS 相關問題研討，整個 PROFIBUS 研習內容包含 Profibus 之 ISO/OSI 模式、Profibus 應用範圍、設備廠商/系統操作/設計者之角色、Data Link 層封包解析、DP-V0 (MS0) 循環資料交換之解析，含偵錯要求、參數化封包、設定封包、資料交換、Read_Inputs 及 Read_Outputs、全域控制服務等、Profibus DP GSD 檔案說明、Profibus DP Message/Bus Cycle 時間估算、Profibus DP Master_Master 間之通訊及如何增減 Master 數等問題。DP-V1 非循環資料交換之解析，含 MS1 及 MS2 之通訊解析、GSD 之擴充。IEC61158 之擴充 DP-V2 之解析，含等時模式 (IsoM)、廣播資料交換、上傳及下載、時間同步 (時間標籤)、備源觀念等。Profibus DP Profiles、Profibus ASICs、FMS ISO 9506 MMS (Manufacturing Message Specification) 服務，電廠自動化 PROFIBUS SCADA 應用 Double Ring、Single Ring、Double Bus 架構等等細節。茲捨去技術性問題之描述，僅就 PROFIBUS 與 SCADA 系統概念性有關的內容心得，重點式地整理於本節。

3.6.1 PROFIBUS 與 Fieldbus

PROFIBUS (PROcess Field BUS) 是一種國際化、開放性、與設備商無關的現場匯流排 (Fieldbus) 標準。廣泛適用於工業自動化現場，如電廠設備監控、製造業自動化、流程工業自動化和大樓、交通

等其他領域自動化。PROFIBUS 在 1989 成為 DIN 19245 德國標準，接著成為國際標準 EN50170。目前已納入 IEC 61158 國際 fieldbus 標準之一部分。居 fieldbus 系統領導地位之 PROFIBUS，目前已安裝的網路超過 50 萬個，來自超過 250 個不同的製造廠商，超過 2000 種產品。世界性的支援包括：超過 1100 個組織成員，23 個國家的地區 PROFIBUS 協會(RPAs)，超過 20 個 PROFIBUS 驗證中心(PCCs)分佈在將近 15 個國家。PROFIBUS 與其他重要 fieldbus 之特性比較如表 3.2 所示。

CHARACTERICS	Communication Method	Data Transfer Size	Diagnostics	Physical Media	Maximum Nodes	Maximum Distance	Network Speed
NETWORK							
ControlNet	Master/Slave, Multimaster, Peer-Peer	510 Bytes per Frame	Device, Slave Faults	Coax R6/U, Fiber	99	5Km w/ Coax, 30Km+ w/ Fiber	5Mbaud
DeviceNet	Master/Slave, Multimaster	8 Bytes per Frame	Bus Monitoring	STP for Power & Signal	64	500 Meters	500Kbaud, 250Kbaud, 125Kbaud
Foundation Fieldbus	Client/Server, Publisher/Subscriber	273 Bytes per Frame	Remote Diagnostics, Network Monitors	STP for Power & Signal	240/Segment, 65K Segments (Power Limitation)	1.9Km	31.25Kbaud
InterBus S	Master/Slave	512 Bytes per Frame	Location of CRC Error & Cable Break	STP, Fiber, Slip Ring	256	12.8Km	500Kbaud
PROFIBUS DP	Master/Slave, Multimaster, Publisher/Subscriber	244 Bytes per Frame	Device, Module & Channel	STP, Fiber, IR, RF, Slip Ring	126	10Km w/ Copper, 60Km w/ Fiber	9.6Kbaud - 12Mbaud
PROFIBUS PA	Master/Slave	244 Bytes per Frame	Device, Module & Channel	STP for Power & Signal	126 (Power Limitation)	1.9Km	31.25Kbaud

表 3.2 常用 fieldbus 之特性比較 (摘自 PTO)

3.6.2 PROFIBUS 之版本

PROFIBUS 系列由三個相容的 PROFIBUS 版本組成：PROFIBUS-DP (Decentralized Peripherals)、PROFIBUS-PA(Process Automation)、PROFIBUS-FMS(Field Message Specification)三個部分組成。

- PROFIBUS-DP：用於監控設備系統與分散式 I/O 的通信，以取代 24VDC 或 4-20mA 信號傳輸，是一種高速、低成本、簡單的現場層級通訊。目前大約 90% 的 PROFIBUS 應用都是 DP。
- PROFIBUS-PA：專為程序工業設計，以同時帶有電源及資料的兩條導線通訊，特別適用於低成本危險的環境。可使感測器和執行機構連在一匯流排上。

- PROFIBUS-FMS：用於主站級與 PLCs 間之通訊，提供結構性資料、程式上下載、警報服務等物件導向訊息傳輸，可視為 PROFIBUS-DP 前端處理。是一種高檔、應用層級通訊。

以上三個系統能一同操作，DP 和 FMS 使用相同的電氣傳輸系統(RS485)， PA 使用不同的電氣傳輸系統(IEC 1158-2)，但是三者都具相同的通訊協定。目前由於 PROFIBUS DP 擴展，而且結合 Ethernet 技術(PROFINet)，這意味著 FMS 已不如過去重要了。雖然仍然有 FMS 安裝案例，但目前 PROFIBUS 國際 (PI) 已不再支援 FMS，這是值得注意的趨勢。

3.6.3 PROFIBUS通訊協定ISO/OSI模型

PD、FMS和PA三個PROFIBUS版本，全使用一份相同的匯流排存取通訊協定，以OSI參考模型的第二層實作此通訊協定，如圖圖3.17所示。在PROFIBUS裡，第二層是Fieldbus資料鏈結層(FDL)。FDL處理傳輸通訊協定，並且包括資料安全、錯誤偵錯測量。PROFIBUS 通訊協定確保三者合作無間一同工作，提供不同功能之應用。

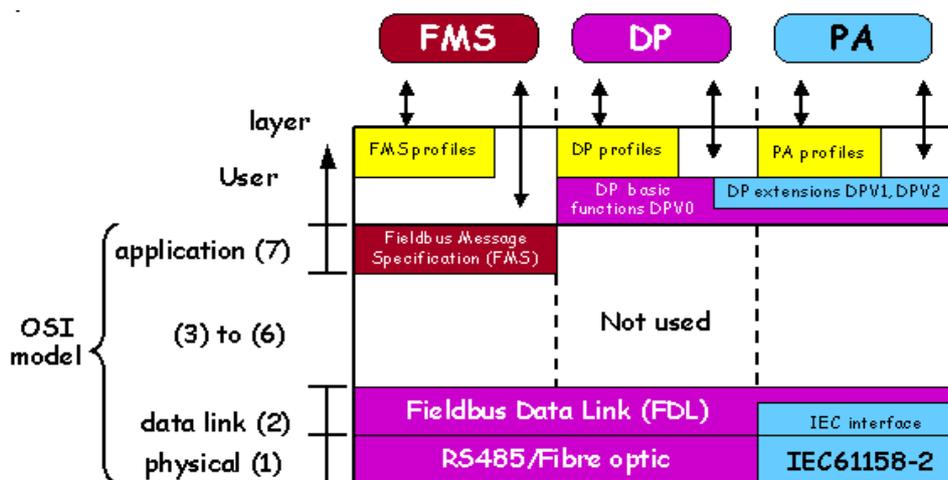


圖3.17 PROFIBUS通訊協定架構與ISO/OSI模型之關係 (摘自PROFIBUS Installer)

3.6.4 設備描述與管理

為了將不同廠家生產的PROFIBUS產品能在同一SCADA系統中應用，設備廠家再出廠時，必須提供GSD（**General Slave Data**）檔案，描述其設備之通訊特性。同時設備廠家也必須提供以規定的EDDL（**Electronic Device Description Language**）所編寫的EDD（**Electronic Device Description**）檔案，描述其設備之應用特性。在較複雜的應用，還需提供DTM（**Device Type Manager**）驅動程式，以供整合系統之FDT（**Field Device Tool**）。如圖3.18。

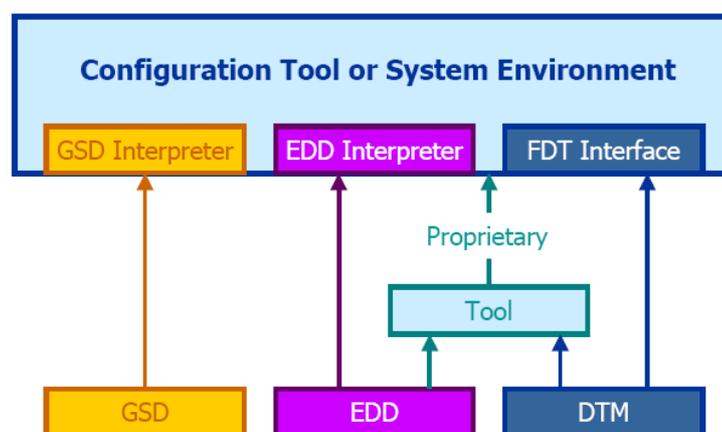


圖3.18 PROFIBUS設備描述與管理關係（摘自PROFIBUS Installer）

3.6.5 PNO

任何開放的通訊協定技術，為了使之能更進一步的發展和維護及市場推廣，需要一個超然獨立的單位作為一個工作平台。PROFIBUS也是一樣，在1989年，PROFIBUS用戶組織（PROFIBUS User Organization -PNO）正式成立，來促進PROFIBUS技術的發展。它是由製造廠家、用戶和研究單位組成的非營利的單位。PNO對其會員之加入沒有特別限制，任何公司、協會、研究單位及個人，若想對PROFIBUS之發展扮演積極性角色和接受PROFIBUS技術，都可加入會員行列。利用PNO平台，會員間可交換訊息，分享資源解決問題，

同時PNO為了更進一步的支援全部用戶和製造商，還提供廣範圍完整英文版文件，包含下列各類文件：PROFIBUS standard、PROFIBUS guidelines、PROFIBUS profiles、Technical overviews and catalogs等。

3.6.6 PROFIBUS 應用範圍與未來趨勢 PROFINet

因為 PROFIBUS DP、FMS、PA 版本的相容性關係，基本上 PROFIBUS 能廣範圍的應用在任何規模之 SCADA 系統中：

- 簡單的低成本分散式控制和自動化應用。
- 高速，即時的應用。
- 昂貴/複雜的通信任務應用。
- 在危險的環境裡的應用。

以產業別而言，目前 PROFIBUS 已普遍的被用在各行各業：

- 工廠自動化（含電廠自動化）
- 機器人技術和數值控制機工具
- 連續網狀和薄膜生產廠
- 食品生產廠
- 化學和石化廠
- 大樓自動化
- 自動倉儲和物料處理等。

最近的發展 PROFINet 及 PROFISafe，適用於高可靠性及高安全性的系統，也能與有管理功能之 IT 系統整合應用。PROFINet 概念上不屬於現場匯流排系統，但它已經定義了從現場匯流排到乙太網路的全透通網路轉換策略，可在 PROFINet 的系統中使用其 PROFIBUS 產品，不必做任何更改，PROFINet 應用架構如圖 3.19 所示。PROFINet 不僅可以整合 PROFIBUS，而且還可整合其他現場匯流排系統如：FF，DeviceNet，Interbus，CC-Link 等。從辦公室到現場之通訊具有透通性，未來公司管理階層直接存取現場自動化設備資料，垂直與

水平整合企業管理、SCADA 或生產系統、與電廠現場自動化系統，終極應用目標如圖 3.20 所示。

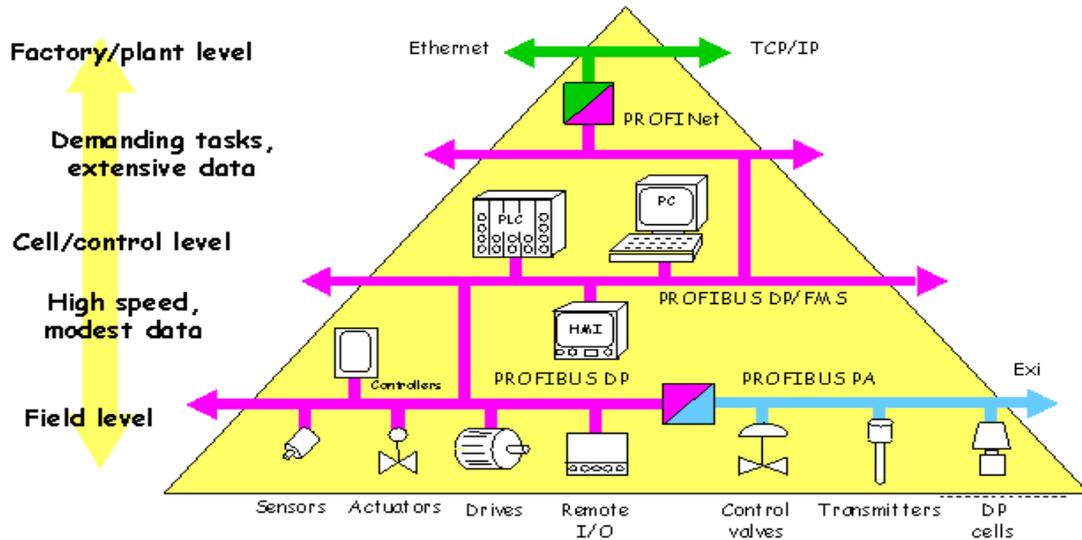


圖 3.19 PROFINet 系統應用架構 (摘自 PROFIBUS Installer)



PTO Profibus Trade Organization
a non profit corporation

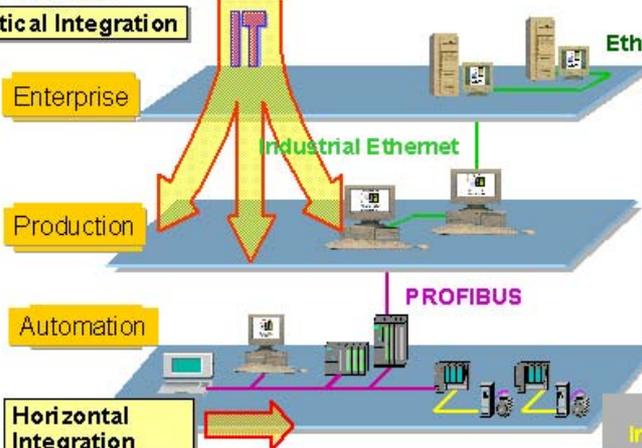
New Features



PROFIBUS
Interface Center
Johnson City, TN
Tel: +423 282 2570
Fax: +423 282 2103

PROFINet - Then What Is It & What Is It Trying to Give Us?

Vertical Integration



Enterprise

Production

Automation

Horizontal Integration

AS-Interface

- Data Access From Company Management Level Through to Automation
- Transparent Communication From the Office World to the Field Level

圖 3.20 PROFINet 系統終極應用目標 (摘自 PTO)

3.6.7 PROFIBUS 與 SCADA 系統電廠應用例檢討

在艾森期間，KUHSE 公司以西門子 PROFIBUS PLC 應用於電廠 SCADA 為例，討論各類架構上之優缺點。如圖 3.21 所示，要點如下：

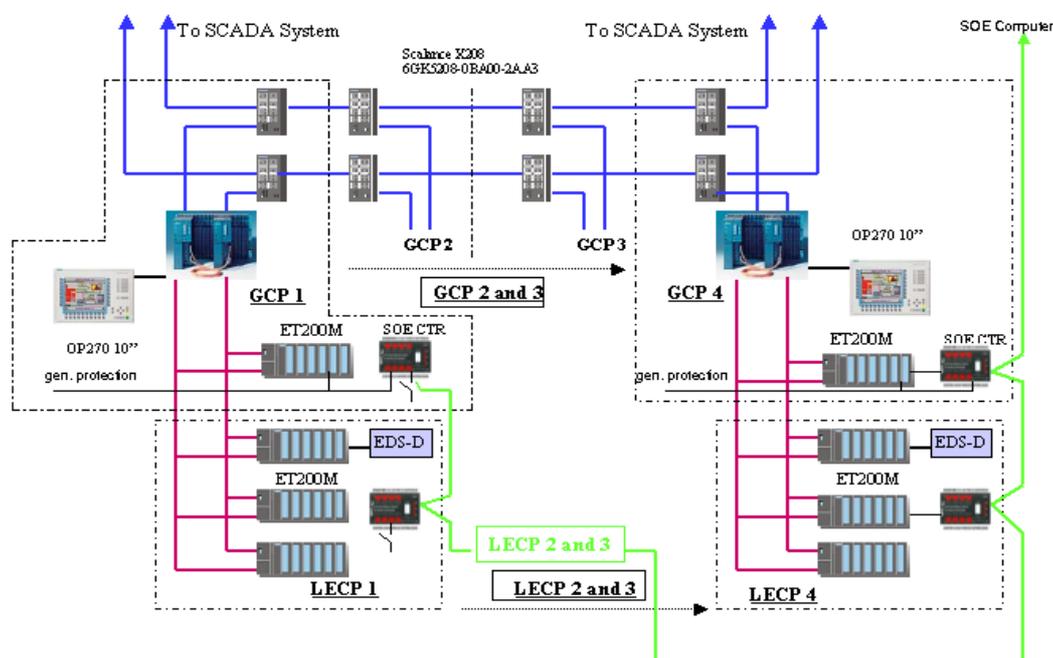


圖 3.21 PROFIBUS PLC 與 SCADA 系統電廠應用例 (摘自 KUHSE)

- 每盤 GCP (發電機控制盤) 使用 2 個 X208 SWITCH，以免 SWITCH 損壞，全部機組無法操控運轉。
- 以穩定性而言，Double Ring 架構較 Single Ring 佳，Single Ring 架構較 Double Bus 佳，Double Bus 架構較 Single Bus 佳。
- Double Bus 要配合多組 SWITCH 之故障判別，對上層電腦端而言技術上較困難。
- Double Ring 較 Single Ring 穩定，但運轉維護上 Single Ring 較單純；建議採用 Single Ring。
- X208 SWITCH 適合 Ring 之架構，可自動偵測處理 SWITCH 之故障切換。
- Double Ring、Single Ring、Double Bus 任一架構搭配 SCADA 系統，KUHSE 技術上皆有經驗。
- SIEMENS PLC CP443 通訊介面，可配合使用 ISO、TCP、UDP 之傳輸通訊協定。

肆、結論

先進國家之監控自動化產品製造商或系統商，基本上握有標準產品先機之優勢。德國 DKE 與國際標準 IEC 之關係密切，許多 DKE 會員就是 IEC TC WG PT 成員，對新一代電能監控技術 IEC 標準之制定有其影響力。台灣目前並非 IEC 會員，無法直接參與 IEC 標準制定及投票。台灣要加速對新一代電能監控技術標準精髓之了解，可經由會員國會員直接交流或參加 International Users Group 或其它相關國際外圍組織。

IEC 61850 是許多新標準的基礎，未來其他由 IEC 61850 所延伸出去的新一代 IEC 標準監控系統，如分散式能源通訊標準 IEC 62350，風力監控系統 IEC62400-25，水力電廠之監控系統 IEC62344 等，其資料/服務建模與通訊對應都將與 IEC 61850 類似。

風力電廠的監控系統通訊國際標準 IEC61400-25 還在發展中。通訊標準部份未來將支援五種含 MMS、DNP 3.0、Web Services、OPC XML DA、IEC 60870-5-104 等標準，目前 MMS 是唯一的標準。

IEC 61850 將成為未來變電所自動化通訊標準，未來也將支援含 MMS、DNP 3.0、Web Services、OPC XML DA、IEC 60870-5-104 等五種標準，變電所自動化之汰舊換新，符合國際未來之趨勢有許多優點。IEC 61850 結合 IEC TC 57、OAG 或其中 IEC TC 所定之國際標準，可將整個電力系統自動化與企業自動化結合在一起。

WWEA 是風機廠商與客戶間溝通平台之一，台電綜研所已加入其科學會員，能透過國際交流擷取先進國家之經驗，積極參與國際風能事務與活動，將有助於未來風機資訊平台之擴展。

德國 ISET DER-Lab 是一個獨立的歐洲實驗室協會，主要工作任務是分散式能源 (DER) 之整合，以及 DER 標準訂定之準備。ISET DINAR 計畫主要目的是對分散式再生能源之電網操作和調適過程中提供技術面和經濟面之整合基本指導原則。將來雙向能源管理介面 BEMI 可取代目前的電表廂，是建築物及電網業者在技術上與法令上的介面點（責任分界點），自由化市場能源體系電網操作的一個重要裝置。ISET 對分散式再生能源加入電網之相關規畫及具體實務經驗，值得參考。BEMI 計畫之構想也值得我國未來自動化讀表系統建置之參考。

在工業自動化領域，PROFIBUS 是 Field Bus 的一種，由 DP、PA、FMS 三個相容的版本組成。目前成為 IEC61158/IEC61784 國際標準之一支，現已廣泛地被應用在各類 SCADA 現場層級系統中。目前由於 PROFIBUS DP 擴展，PROFINet 興起，FMS 已不如過去重要，PROFIBUS 國際 (PI) 已不再支援 FMS，這是值得注意的趨勢。未來 PROFINet 具有透通性，垂直與水平整合企業管理、SCADA、與電廠現場自動化系統。

伍、建議

擴大新一代電能監控技術標準教育訓練：經由專業訓練教育，增進對新一代電能監控技術標準內涵的認識，建立正確觀念，相關人員的認同，將可加速我國電力調度監控系統汰舊換新、新一代能源監控系統與既有系統之整合，以及未來新自動讀表系統之建立。

落實產官學整合：位於卡塞爾的 ISET 是應用導向研究單位，專注於電機工程和系統技術領域再生能源應用研究，含新一代電能監控技術

研究計畫，此單位本身人力資源並不多，但能以自己累積的技術能力整合運用政府、產業界及各大學人力、財力資源，建立許多世界級研究計畫，並產出許多世界級自有品牌之產品及系統。落實產業界、政府、應用導向研究單位、學術機構之整合，可創造更落實的新一代能源應用系統之發展、加速台灣電力自動化系統之自動化之汰舊換新與較大規模之自動讀表系統之建立。

直接與國際標準化會員國合作與交流：成為國際標準化組織如 ISO、IEC 或 ITU 會員國，積極參與國際標準的制定以取得領導全球先機的地位，是歐美日先進國家及技術開發中國家中國、韓國等努力的目標。由於我國國際地位特殊，無法直接參與這類國際標準組織，但如果能積極尋求替代方案，也可加速縮短與會員國標準化技術上之差距。可行快速的辦法之一，是有計畫性的和國際標準會員國會員直接交流。就新一代電能監控技術標準而言，IEC TC 57, 88, 13 等相關標準化工作之專家成員，他們對相關標準之內涵及趨勢更能直接有效的掌握。世界許多國家，如英、法、美、加、印、韓、中等，都有邀請專家針對新一代電能監控技術標準，舉辦大型研討會之作法，以掌握正確方向，嘉惠其產業系統之升級。以開發中國家而言，可加速其本國國家標準之修定。

陸、致謝

感謝台灣電力公司以及經濟部國際合作處各級長官給本人這個機會前往德國進行研習，同時特別要感謝經濟部國際合作處羅特先生在整個出國手續，以及德國經濟辦事處副處長 Mr. Andreas Gursch 最初致電 Nettedautomation GmbH 聯繫 Mr. Karlheinz Schwarz 上所做的努力，因為您們的協助，整個研習過程才得以圓滿完成。

參考文獻

- [1]. Reference Architecture for TC57 , Draft Repor , July 7, 2006, Terrence L. Saxton
- [2]. TC88-PT25_Status_R0-1_2006-07-11 , Karlheinz Schwarz , Germany
- [3]. Annual Institute Report, ISET e.V, , Germany
- [4]. BIDIRECTIONAL ENERGY MANAGEMENT INTERFACE (BEMI) FOR TECHNICAL AND ECONOMICAL INTEGRATION OF DER IN THE LOW VOLTAGE GRID - COMMON TECHNICAL AND LEGAL INTERFACE FOR ENERGY MANAGEMENT, C. Bendel, D. Nestle, ISET, Germany .
- [5]. Bendel, C. Nestle, D.: Decentralized Electrical Power Generators in the Low Voltage Grid - the research project DINAR, Metering & Billing Europe Conference, Berlin, 2004.
- [6]. Energiemanagement in der Niederspannungsversorgung mit dem Bidirektionalen Energiemanagement Interface (BEMI), Symposium Photovoltaische Solarenergie, 10.03.2006 , Christian Bendel, Martin Braun, David Nestle, Jürgen Schmid, Philipp Strauß