

智慧電網資料應用趨勢與案例研究

林法正
國立中央大學電機系講座教授
台灣電力公司常務董事
IEEE/IET Fellow

2019年4月10日

簡報大綱

- 一. 智慧電網全球發展趨勢
- 二. 台灣智慧電網推動現況
- 三. 台灣區域能源整合發展規劃
- 四. 沙崙綠能科學城CEMS規劃
- 五. 高壓AMI大數據應用
- 六. 人工智慧與大數據應用案例研究



一、智慧電網全球發展趨勢

智慧電網全球發展趨勢

- 全世界以集中式發電而發展之電力系統已超過100年，整體之佈建與調度均是以大型之集中式發電廠為中心，台灣亦不例外。
- 台灣至2025年時再生能源發電占比目標為20%，屆時相關再生能源之裝置容量達總裝置容量之37.33%(再生能源裝置容量27.4GW+其它大型發電機組裝置容量46GW)。
- 台灣未來整體電力系統佈建與調度將由集中型劇烈轉變為分散型、從供應面管理迅速轉換為強化需求面管理，而且轉換時間僅有10年，對台灣未來整體社會及經濟之運作，乃至人文與景觀必與現在全然不同。



人工智慧於智慧電網之應用

A. Intelligent Sensing

B. Monitoring and Identification

C. Power System Operation Support

1) Forecasting (off-line training neural networks, big data)

Even as early as 2013 IBM's research division partnered with the Department of Energy in the United States on leveraging machine learning for clean power. IBM has over 200 partners that use their solar and wind forecasting technology [9]. The technology is built by combining dozens of forecasting models and then integrating a multitude of data sources about the weather, the environment, atmospheric conditions and how solar plants and the power grids operate -- **50% more accurate than the next best solar forecasting model. – one case study**

2) Scheduling

3) Security Assessment

D. Power System Control (online training neural networks, real-time data)

1) Local Intelligent Control -- **three cases study**

2) Wide-Area Damping Control

3) Wide-Area Power Flow Control

E. Power System Protection

1) Intelligent/Adaptive Relays

2) Intelligent Auto-Reclosers

3) Intelligent Fault Locating



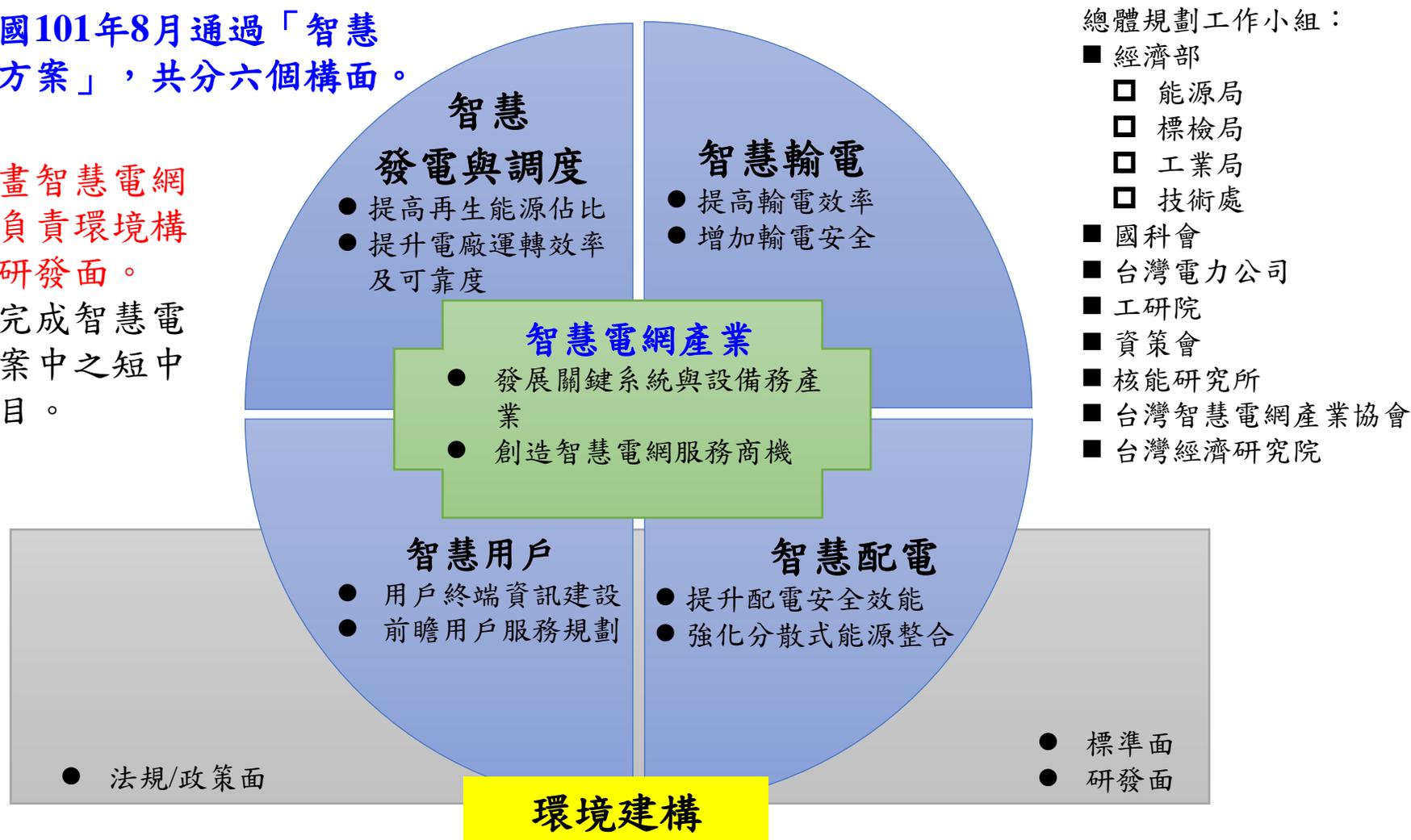
二、台灣智慧電網推動現況

台灣智慧電網總體規劃 (2011~2030)

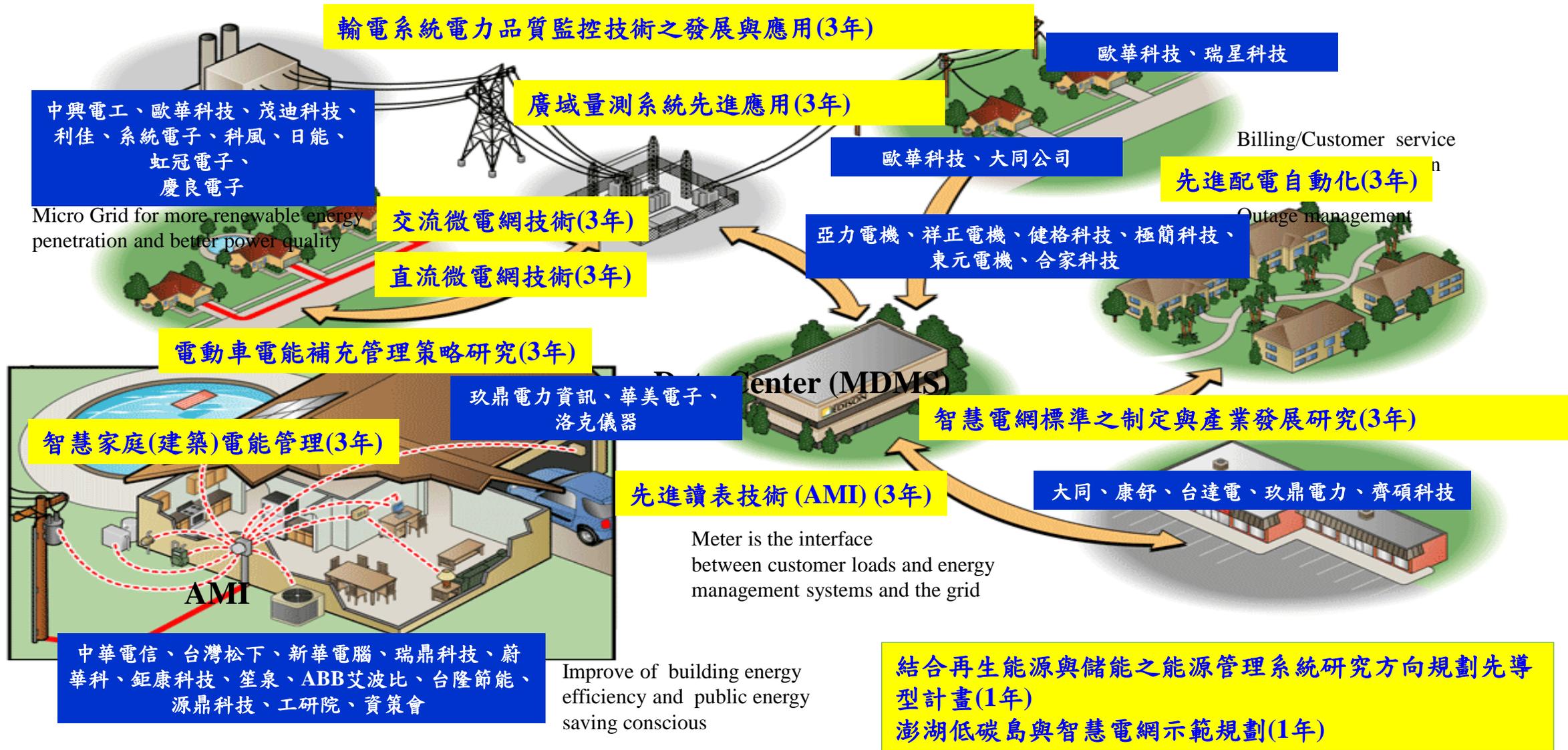
■ 行政院已於民國101年8月通過「智慧電網總體規劃方案」，共分六個構面。

■ 能源國家型計畫智慧電網主軸計畫主要負責環境構面中之標準與研發面。

■ 計畫目標即是完成智慧電網整體規劃方案中之短中期技術開發項目。



智慧電網主軸專案計畫第一期整合示範計畫



台灣智慧電網技術標準架構

台灣智慧型電網產業協會規劃智慧電網技術標準架構，與有意協助參與產業。

智慧發電

1. 常規電源網源協調
2. 新能源發電併網
3. 大容量儲能系統併網

智慧輸電

1. 彈性直流輸電
2. 彈性交流輸電
3. 線路狀態與運轉環境監測

智慧變電所

1. 智慧變電所
(台電、華城電機、亞力電機)

智慧配電

1. 配電自動化
2. 分散式電源併網
3. 分散式儲能系統併網
(大同公司、中興電工、亞力電機)

資訊與通訊

1. 傳輸網
2. 配電與用戶側通訊網
3. 業務網
4. 通訊支援網
5. 智慧電網資訊基礎平台
6. 智慧電網資訊應用平台
7. 資通安全

(中華電信、資策會)

智慧用電

1. 雙向互動服務
2. 用電資訊蒐集
3. 智慧用電服務
4. 電動車充放電
5. 智慧量測
(大同公司、中興電工、威盛電子、亞力電機)

智慧調度

1. 智慧電網調度技術支援系統
2. 電網運轉監控

綜合與規劃

1. 智慧電網術語及方法學
2. 智慧電網規劃與設計

第一期智慧電網主軸專案計畫階段成果(續)

- 由電力、資通訊產學研單位共組團隊，發展智慧電網關鍵技術，完成6處先導測試場。
- 與台電合作推動廣域量測、輸電系統電力品質監控、電動車電能補充管理策略研究

AMI (Institute for Information Industry)
National Center University, Taoyuan
(2011~2013)

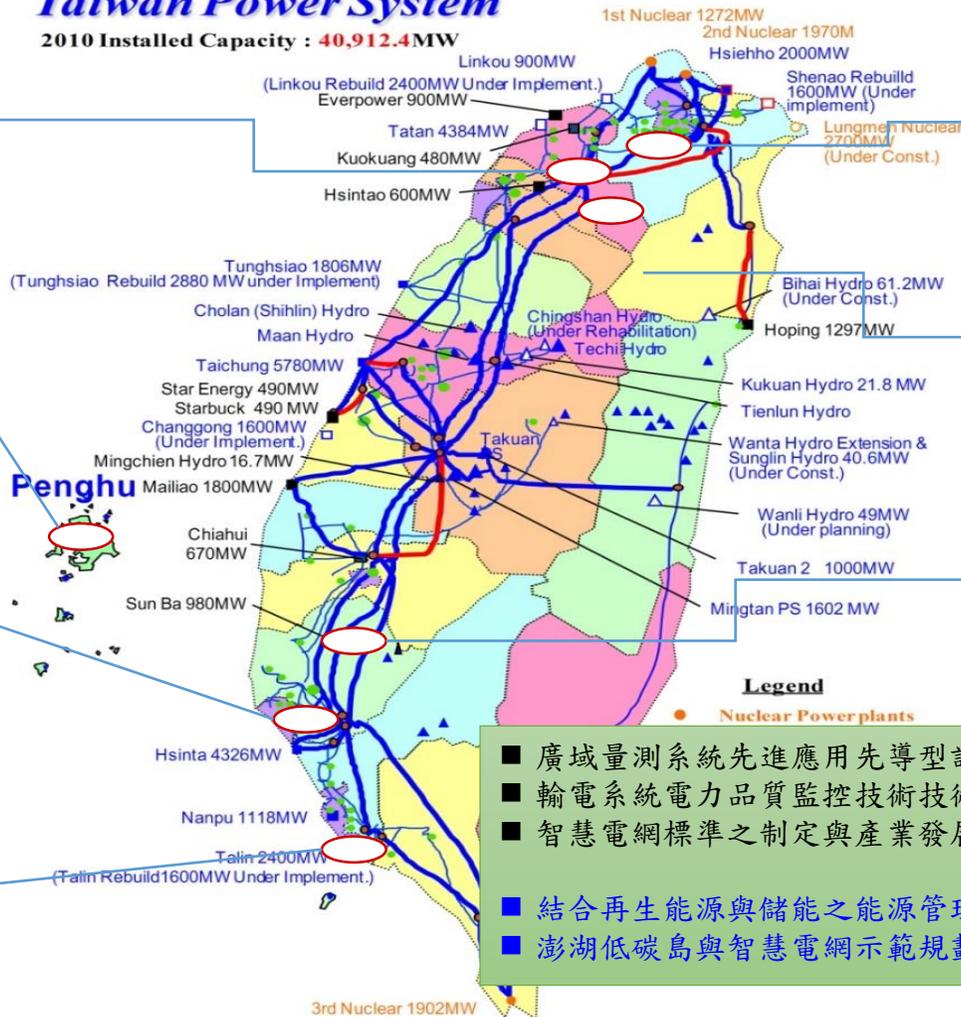
Smart Grid Demo Site Planning
National Energy Project – Smart Grid and AMI
(2013~2018)

Smart Home(Building)EMS
National Cheng Kung University, Tainan
(2011~2013)

EV Charging Stations
National Sun Yat-sen University, Kaohsiung
(2012~2014)

Taiwan Power System

2010 Installed Capacity : 40,912.4MW



Advanced DAS (I-Shou University)
Taipower Research Institute, Shulin
(2011~2013)

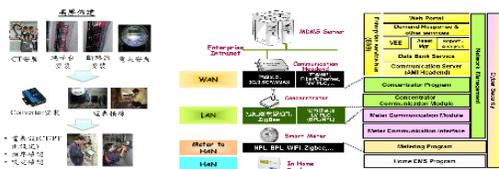
AC Microgrid
INER, Long Tong
(2011~2013)

DC Microgrid
National Chung Cheng University, Chiayi
(2011~2013)

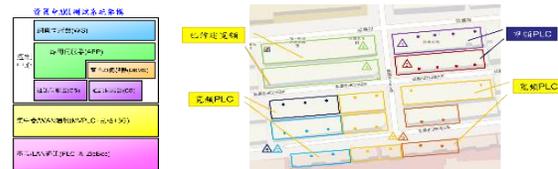
- 廣域量測系統先進應用先導型計畫(台電)
- 輸電系統電力品質監控技術技術之發展與應先導型計畫(台電)
- 智慧電網標準之制定與產業發展研究先導型計畫(標檢局)
- 結合再生能源與儲能之能源管理系統研究方向規劃先導型計畫(VPP Demo Site)
- 澎湖低碳島與智慧電網示範規劃計畫

國內智慧電網示範場域發展現況

在第一期智慧電網主軸專案計畫與經濟部能源資通訊技術發展帶動下，由國科會、經濟部能源局與企業主導設置18座智慧電網示範場域，為本計畫推動智慧電網技術產業落實基礎。



智慧讀表系統與
需量反應系統



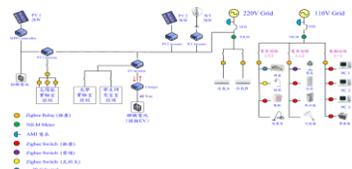
大都會型智慧讀表系統



智慧電表系統與家庭能源管理系統
(人間清境社區)



智慧電網控制中心與
智慧家庭示範中心



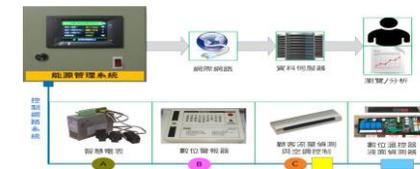
智慧家庭(建築)
電能管理系統



工研院中興院區
智慧建物節能示範場域



量販店節能管理系統



便利商店節能管理系統



汗水處理廠馬達動力設備監控與節
能管理系統



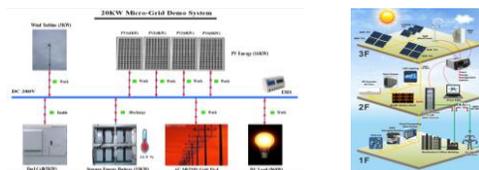
先進配電自動化示範系統



百瓩級自主式
微型電網示範系統



智慧型直流供電系統教育
展示屋(綠色能源示範屋)



智慧型直流/交流混合型
微電網示範系統



微電網及電動車示範場



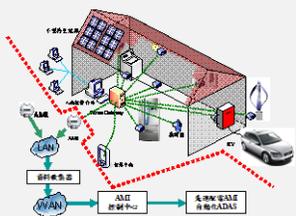
金門縣東坑整合再生能源與儲電系
統社區展示運行



澎湖智慧電網示範場域
(規劃中)

智慧電網主軸計畫第二期推動架構

設備與系統技術開發



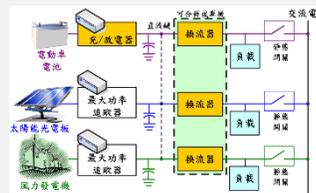
- A 智慧電網之節能控制與整合系統開發
- B 先進讀表基礎建設 加值服務與整合系統

C 自主式分散型區域電力控管技術發展與應用計畫

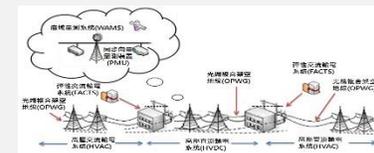
D 獨立型微電網系統發展與應用



E 電動車電能補充管理策略研究



F 大功率併網型轉換器開發



G 輸配電系統電力品質提升與代輸技術之發展及運轉規劃

H 智慧輸電廣域量測與控制關鍵與系統開發

I 智慧電網與先進讀表標準制定

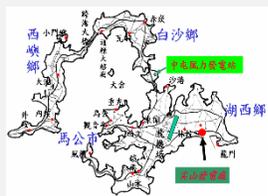
技術商品化



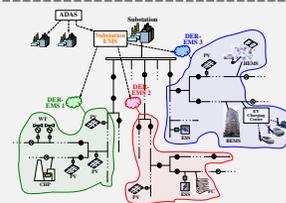
J 智慧電網技術產業落實



整合測試示範



K 澎湖智慧電網示範系統建置 (澎湖低碳島 Demo Site)



L 需求反應及分散式電源與儲能之整合應用 (配合台電 VPP Demo Site)

實際應用



M 台灣電力公司相關智慧電網建置 或 國際智慧電網相關建置

智慧電網主軸產業鏈結創新技術商品化成果

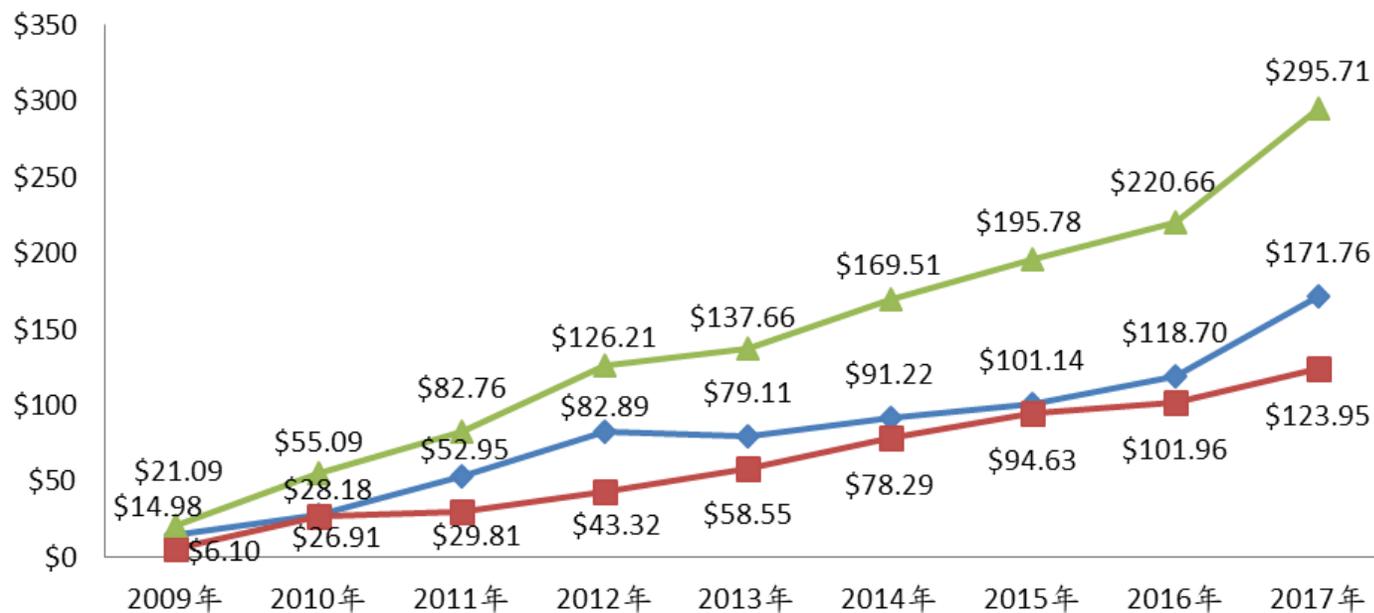
- 智慧電表技術**：由資策會和工研院開發之智慧電表解決方案已技術移轉給大同公司、康舒科技、台達電子、達創科技、四零四科技、中興電工、盛達電業等7家廠商，高壓AMI系統已完成商品開發，並佈建完成所有2.3萬高壓用戶，持續運轉中；低壓AMI系統完成1.1萬戶實驗計畫佈建，大同公司及中興電工已爭取到台電公司20萬戶低壓智慧電表建設工作。廠商正向國際市場持續開拓國際業務，大同公司智慧電表已出貨到日本9家電力公司、韓國、愛爾蘭、泰國、越南、印尼、菲律賓、馬來西亞、中東。
- 先進配電自動化**：義守大學與亞力電機、健格科技、大同公司、祥正電機、華城電機等公司合作開發智慧配電網監控主站及智慧末端單元(FTU)，並應用於台電ADAS示範場域及台電系統之建置，有效驗證智慧配電網相關技術，並與大同公司及盈正豫順發展智慧變流器(smart inverter)監控系統，進行台電系統高占比再生能源併網技術之驗證及導入，未來將持續發展與推廣至馬來西亞。
- 微電網技術**：核研所、工研院分別與中興電工、大同公司、盈正豫順、健格科技合作開發可搭配太陽光電、儲能系統、燃料電池、可調速柴油發電機等不同併接架構之微電網技術。系統所需之50 kW以上雙向換流器、電能管理系統多已完成開發、測試、商品化，在屏東光采濕地、新北市福山國小、澎湖東吉嶼與七美島、高雄永安鹽灘地、緬甸、印尼、菲律賓、中國、日本進行實場域導入。
- 虛擬電廠技術**：成功大學已在台電樹林綜合研究所完成技術開發與驗證，該系統符合國際自動需量反應標準，可於用戶側整合再生能源、節能管理及儲能系統，現已應用於台北市興隆公宅第一期及第二期，整合規模共300戶以上。相關技術已促成與大同及台達電等公司之技轉合作，未來將持續發展與推廣至台電公司用戶群代表案、日月光廠房、士林北投科技園區、沙崙綠能科學城及馬來西亞。
- 智慧輸電監控技術**：歐華科技PMU(μ PMU)技術與產品持續銷售予台電公司及國內用電品質需求較高之廠商，並已完成開發廣域數據處理系統(WADP)，其也開始進行智慧型電子裝置(IED)故障事件自動處理系統平台開發。

表1、智慧電網相關產品總銷售額(單位：新台幣億元)

| | 內銷金額 | 外銷金額 | 總銷售額 | 內銷比例 | 外銷比例 | 成長率 | 年複合成長率 |
|-------|----------|----------|----------|--------|--------|---------|--------|
| 2009年 | \$14.98 | \$6.10 | \$21.09 | 71.07% | 28.93% | - | 39.11% |
| 2010年 | \$28.18 | \$26.91 | \$55.09 | 51.15% | 48.85% | 161.25% | |
| 2011年 | \$52.95 | \$29.81 | \$82.76 | 63.98% | 36.02% | 50.23% | |
| 2012年 | \$82.89 | \$43.32 | \$126.21 | 65.68% | 34.32% | 52.50% | |
| 2013年 | \$79.11 | \$58.55 | \$137.66 | 57.47% | 42.53% | 9.08% | |
| 2014年 | \$91.22 | \$78.29 | \$169.51 | 53.82% | 46.18% | 23.14% | |
| 2015年 | \$101.14 | \$94.63 | \$195.78 | 51.66% | 48.34% | 15.49% | |
| 2016年 | \$118.70 | \$101.96 | \$220.66 | 53.80% | 46.20% | 12.71% | |
| 2017年 | \$171.76 | \$123.95 | \$295.71 | 58.08% | 41.92% | 34.01% | |

單位:億元

◆ 內銷金額 ■ 外銷金額 ▲ 總銷售額



台電智慧電網方案六大主題規劃(1/2)

| 領域 | 重點項目 | 預期效益 |
|-------------|--|--|
| 智慧調度 與發電 | 1. 再生能源發電資訊整合平台 2. 電力交易平台 3. 提高新建燃氣機組效率及既有機組彈性運轉 | 1. 2020年監測約6.5GW、2025年監測約20GW。增加系統備轉容量裕度(2025年增加2.5%)。 2. 2023年建立電力交易平台，開啟市場並擴大參與(如需求反應、儲能系統)。 3. 新建燃氣複循環機組效率由48%提升至60%，等效運轉時數由8000提升至24,000小時，單部氣渦輪機升載能力達15MW/min以上，效率及運轉彈性皆大幅提升。 |
| 電網管理 | 1. 輸電系統資料在規劃運轉及維護之應用推廣 2. 饋線自動化之系統資料應用推廣(含AMI資訊) | 1. 再生能源引入維持系統電壓： $\pm 1.5\%$ 內(69kV)、 $\pm 2.5\%$ 內(11/22 kV)。 2. 輸電系統提高可用率，2020年達到99.978%，2025年達到99.983%。 3. 自動化饋線事故隔離時間由50分鐘降低至5.5分鐘。 |
| 儲能系統 | 台電自建及採購輔助服務 | 2025年達成590MW儲能等級的輔助服務系統。 |

台電智慧電網方案六大主題規劃(2/2)

| 領域 | 重點項目 | 預期效益 |
|---------------------|---|---|
| 需求面 管理 | 1.低壓AMI建設、資料應用 2.需求面管理措施(電價及需量等措施) | 2025年達成2.8GW需量措施反應參與量。 (以執行率7成估算約可抑低1.96GW，相當於中火3.5部機組) |
| 資通信基 礎建設 | 1.智慧電網資訊安全及資訊應用計畫 2.骨幹/區域光纖通信能力提升 | 1.實體隔離內網走向聯網之資安防護，提高資訊交換效率。 2.充分滿足智慧電網各項應用系統大量通信傳輸寬頻需求。 |
| 規章制度 人力 | 1.電業規範檢討(如：再生能源併聯技術要點、調度規則等) 2.建置與整合系統運維人力 | 1.再生能源併聯要點檢討(加強再生能源監測及系統責任)。 2.調度準則檢討。 3.電力操作及維護等人力素質提升。 |



三、台灣區域能源整合發展規劃

台灣綠能高占比智慧電網發展願景

具電網輔助服務功能之大型再生能源電廠

中大型再生能源電廠具備輔助服務功能，以負擔維持電力品質及供電穩定度之責任 - 解決再生能源供電不穩定及併網問題 (NEPII太陽光電測試場域)

埤塘太陽能光電廠



大型離岸風力電廠

離島無人化管理微電網



綠能高占比離島微電網

建立大型離島綠能高占比智慧電網推廣建置模式，台灣小型離島則全面建置無人化管理微電網系統。- 降低離島發電成本、達到低碳 (澎湖東吉嶼、七美島)

城市級虛擬電廠

吸引用戶導入需量反應、再生能源設備、儲能設備、燃料電池等分散式電源設備共同參與電力事業，創造國民綠能源新經濟 - 達到節電與創電、降低尖峰負載 (台北市政府合作於興隆公宅)

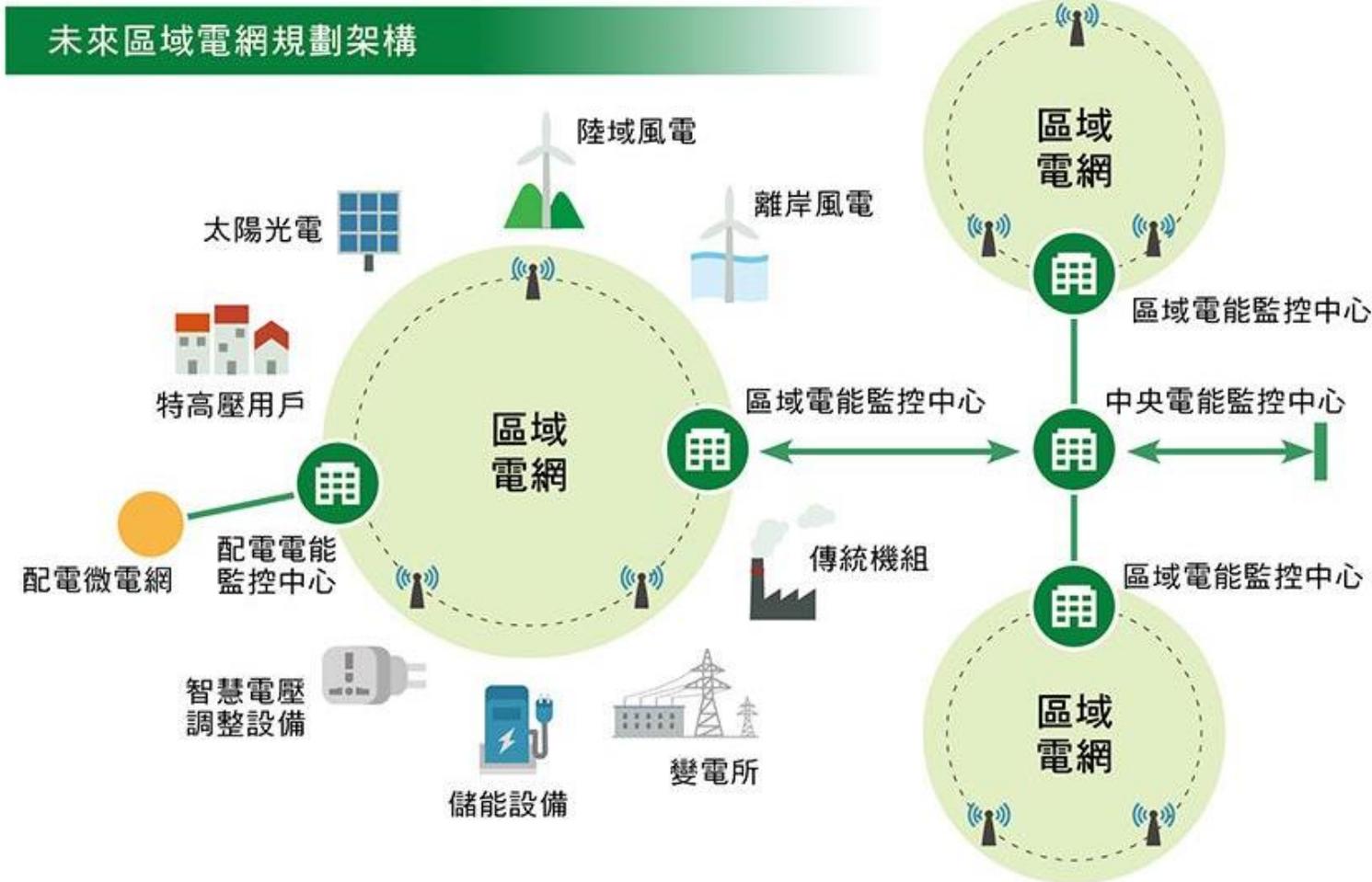
區域能源管理體系

強化需求面管理、再生能源、儲能應用，並推動台電各區處結合縣市政府建立區域能源管理與供應體系 (VPP/CEMS、需量反應與分散式電源聚合服務aggregator、微電網)，建立未來全球智慧能源規劃與管理標竿 (NEPII於沙崙綠能科學正進行VPP/CEMS發展)



台電公司電網規劃新思維

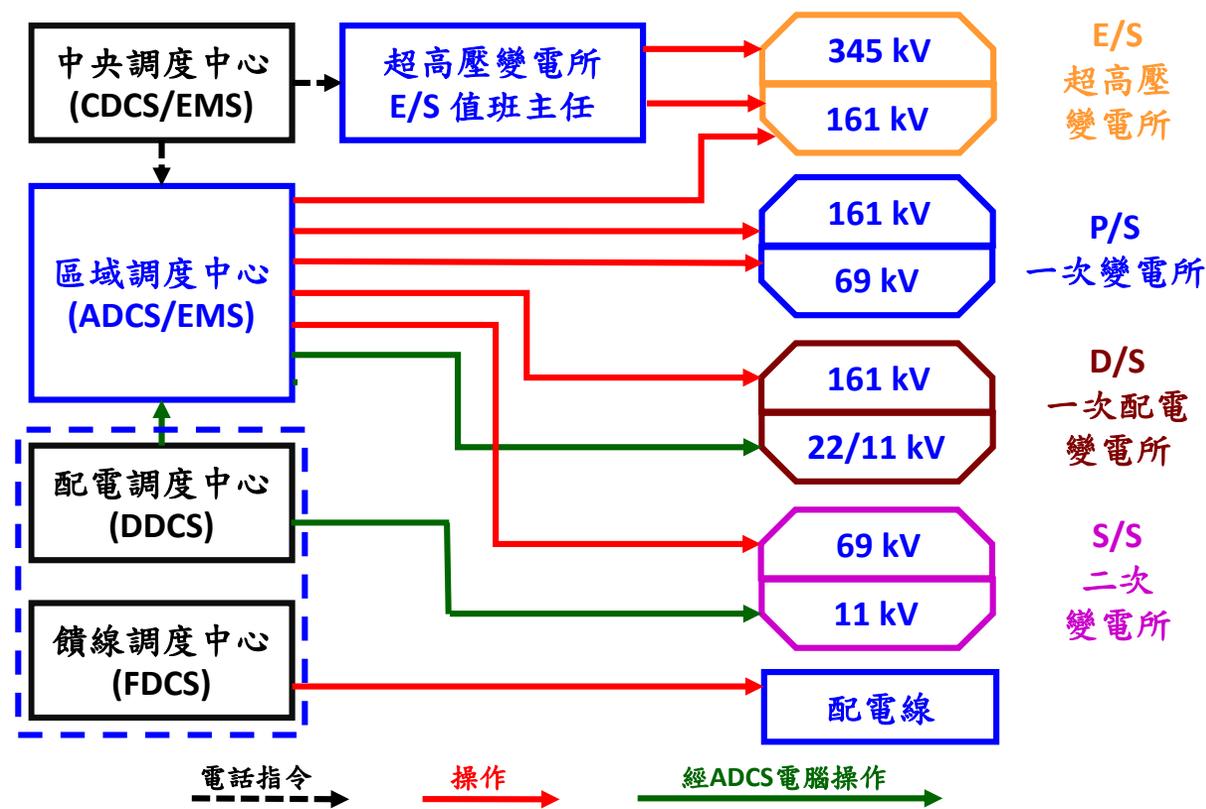
- 建構在地分散式電網、擴大再生能源併網容量：
升壓站設計預留儲能系統及電力品質控制設備空間，以利未來需要裝設，維持高品質電力供應。
- 結合智能技術、規劃區域電網
大區域-區域調度中心(ADCS)
小區域-配電調度中心(DDCS)
VPP/CEMS、需量反應與分散式電源 aggregator、微電網
- 整合發電資源、適當調配電力：
結合物聯網概念等新興網路資通技術，將資訊即時傳回各調度中心進行預測、監控及整合管理，作最有效電力調度，以提升整體用電效率。



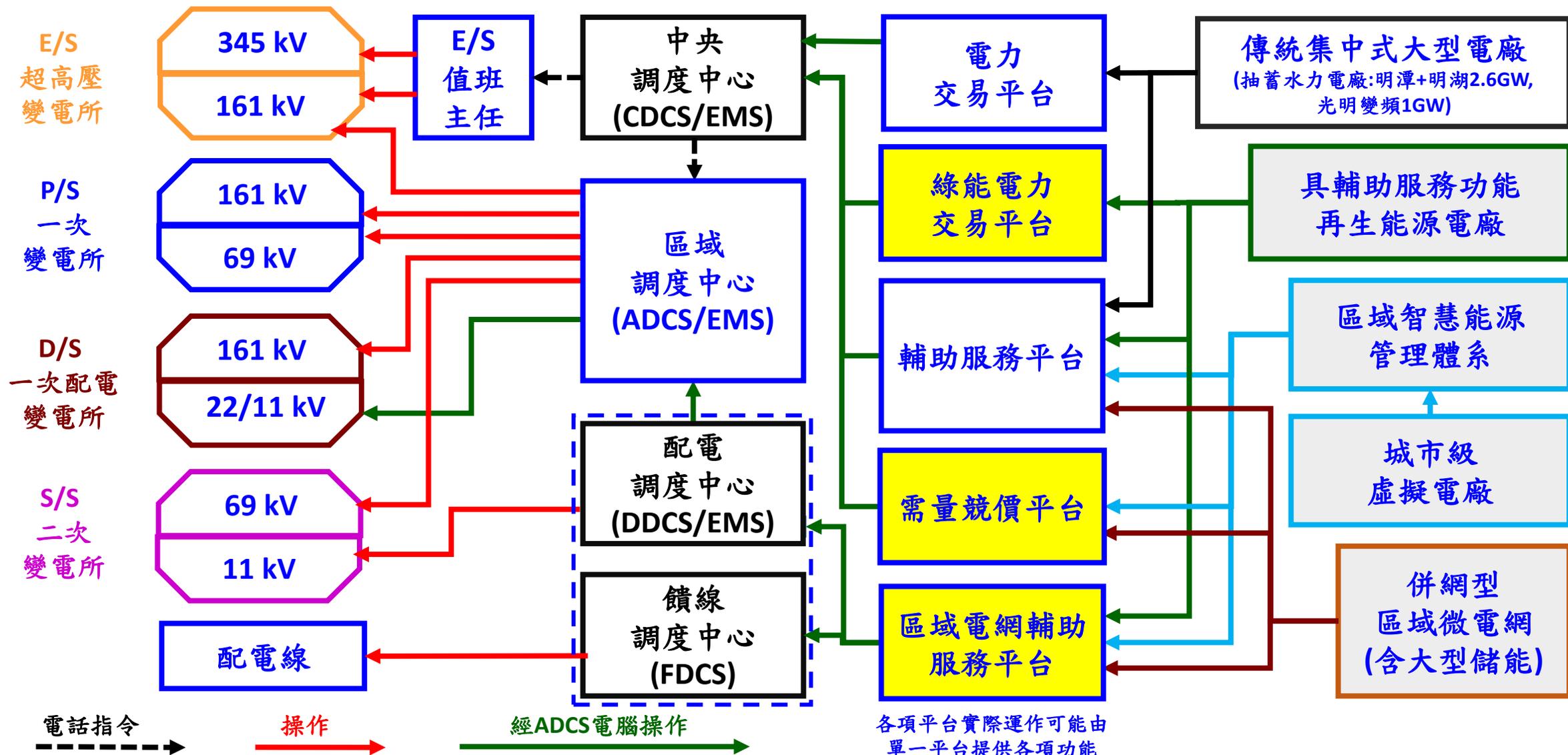
台灣電力公司電力調度中心現況

- 電力調度為3階層的金字塔型模式，最頂端是臺北、高雄各1個中央調度中心，採雙主控、互為備援的方式，負責全系統的電源調度；中層是全省6個區域調度中心，最底層則是共有21處的配電調度中心。
- 為執行自動化單位運轉操作任務，台電公司特設立各級調度部門，於總公司電力調度處設中央調度中心；各供電區營運處依供電系統範圍分設區域調度中心；各區營業處依業務系統範圍分設配電調度中心。

| 不同等級調度中心 | 數量 | 名稱 |
|------------------------------|----|--|
| 中央調度中心(CDCS) | 2 | 台北、高雄 |
| 區域調度中心(ADCS) | 6 | 基隆、台北、新竹、台中、新營、高雄區域調度中心 |
| 配電調度中心(DDCS) 饋線調度中心(FDCS) | 21 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 基隆區、台北北區、台北北區、台北西區、台北南區營業處(5) ■ 桃園區、新竹區、苗栗區營業處(3) ■ 台中區、南投區、彰化區、豐原區營業處(4) ■ 嘉義區、雲林區、台南區、新營區營業處(4) ■ 高雄區、屏東區營業處(2) ■ 宜蘭區、台東區、花蓮區營業處(3) |



台灣未來綠能高占比電力調度發展架構規劃





四、沙崙綠能科學城CEMS規劃

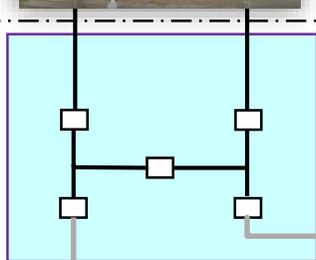
沙崙綠能科學城CEMS規劃

台電公司
配電調度中心
(DDCS)

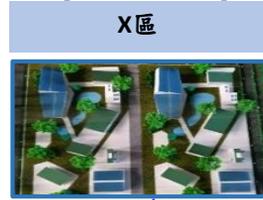
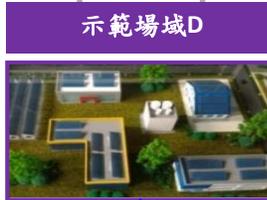
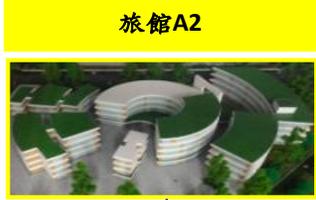
管理中心



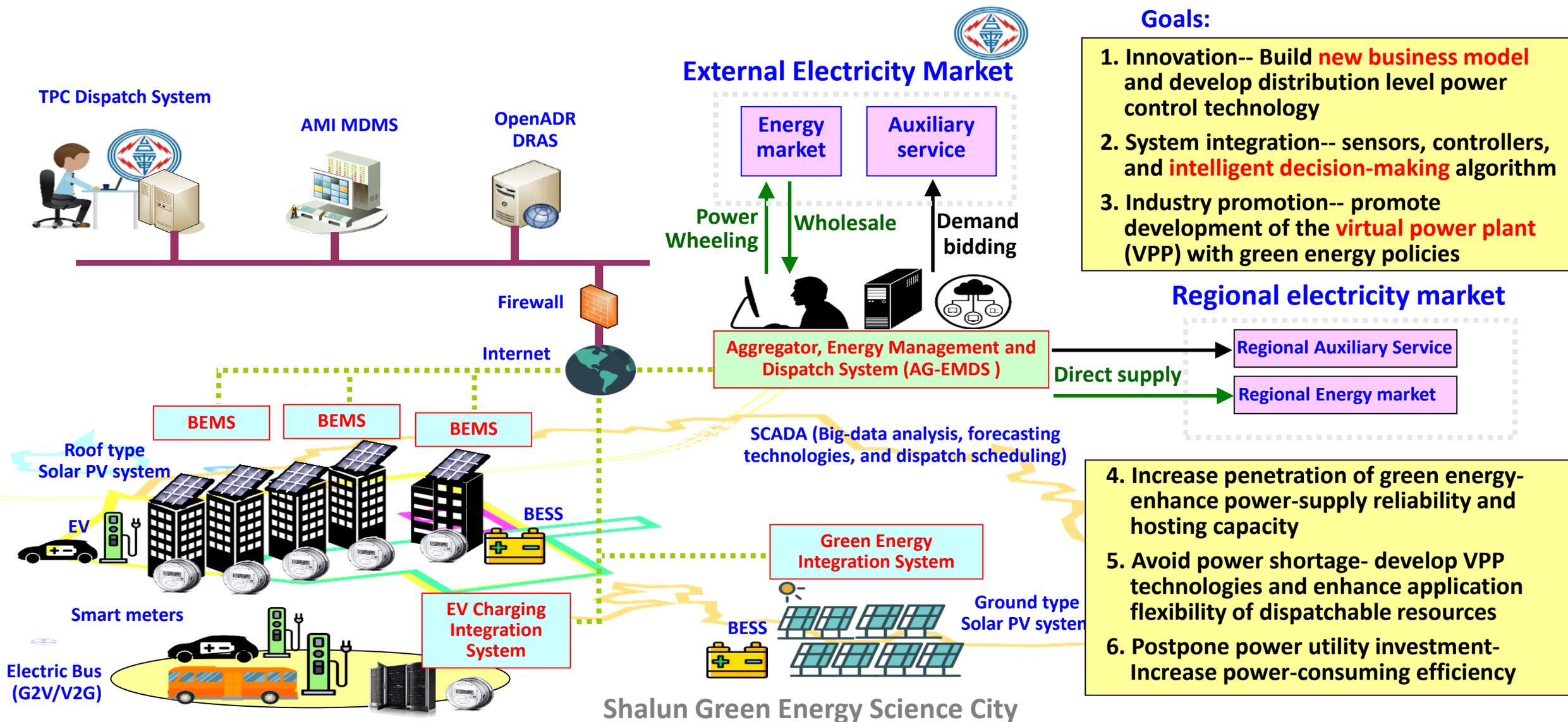
台電公司
二甲配電變電所(D/S)



- 示範功能：
1. 科學城智慧供電系統自動化
 2. 科學城區域電網整合控制(PV、儲能、負載、緊急發電機)
 3. 智慧建築孤島運轉(負載分類及調度、綠能及儲能緊急調度)
 4. 科學城儲能示範場域(平常太陽光電對電池充電，於晚上尖峰用電時釋出以降低區域尖峰負載；台電斷電時，將由CEMS調度儲能以提供孤島運轉時所需約1小時之電力)
 5. 區域孤島運轉(二甲變電站一次側斷電時，由CEMS控制二次側之電壓與頻率，並調度儲能系統提供電力，以實施孤島運轉)



The Smart Grid System of Shalun Green Energy Science City

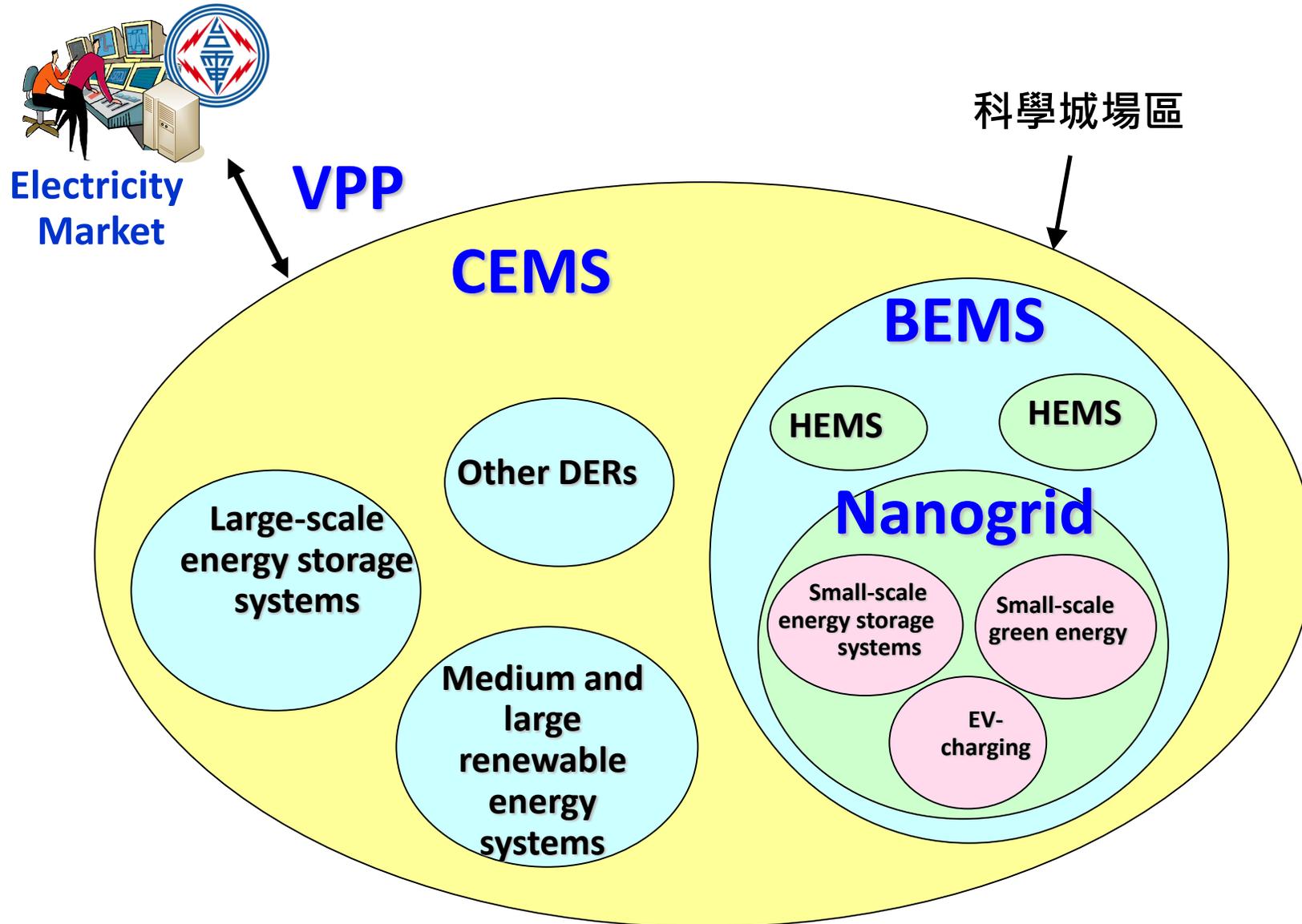


Goals:

1. Innovation-- Build **new business model** and develop distribution level power control technology
2. System integration-- sensors, controllers, and **intelligent decision-making algorithm**
3. Industry promotion-- promote development of the **virtual power plant (VPP)** with green energy policies

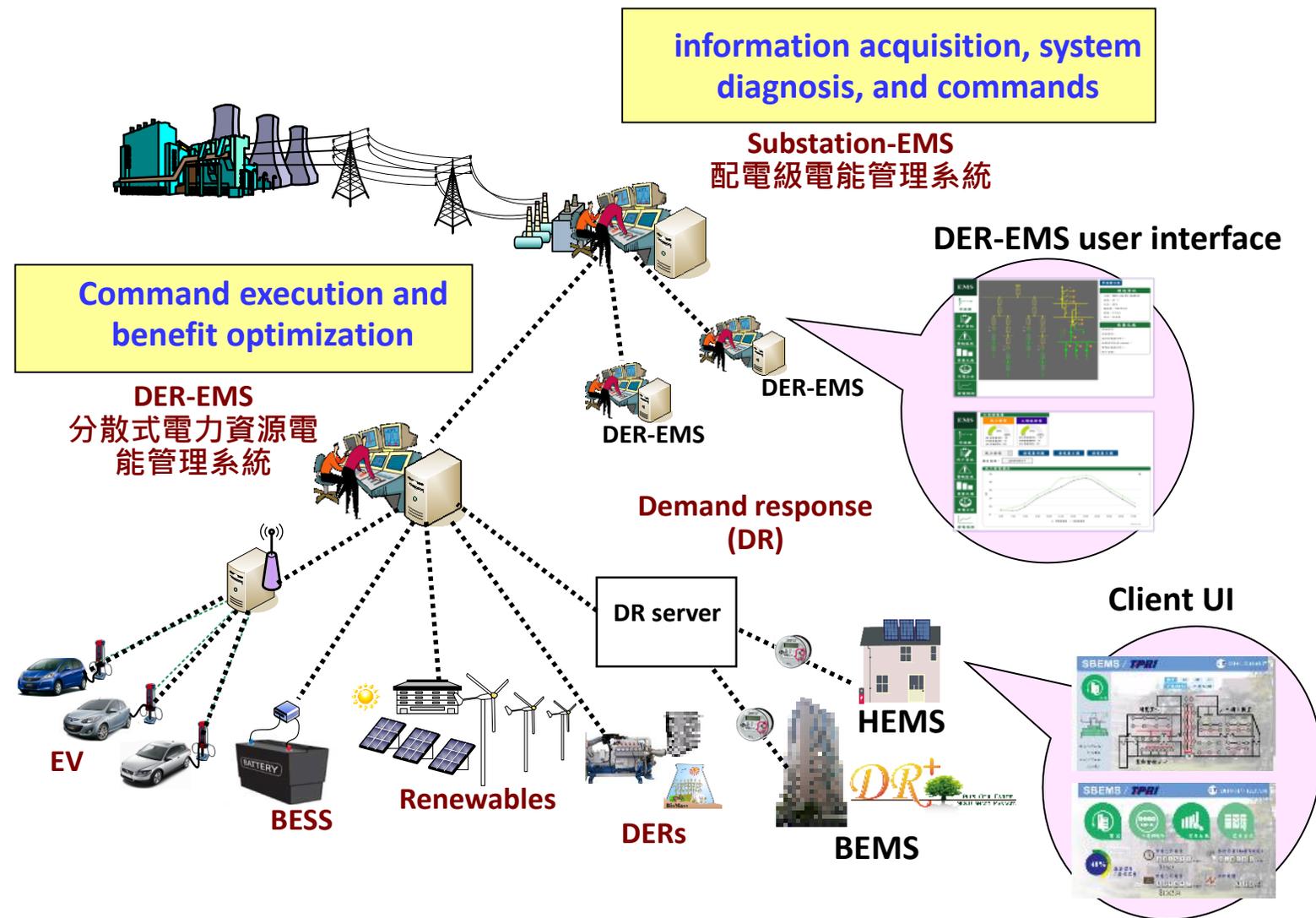
4. Increase penetration of green energy-- enhance power-supply reliability and hosting capacity
5. Avoid power shortage- develop VPP technologies and enhance application flexibility of dispatchable resources
6. Postpone power utility investment- Increase power-consuming efficiency

System Architecture - Integrated Smart Energy and Management



VPP System Architecture

- Mitigate the dilemma in distribution system
- High penetration of RE
 - **Overvoltage, voltage/freq. fluctuation**
- Regional power congestion
 - **Overload, under voltage, & power shortage**
- Enhance system reliability
- Increase RE penetration
- Improve energy efficiency
- Shave peak load





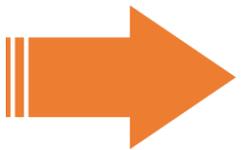
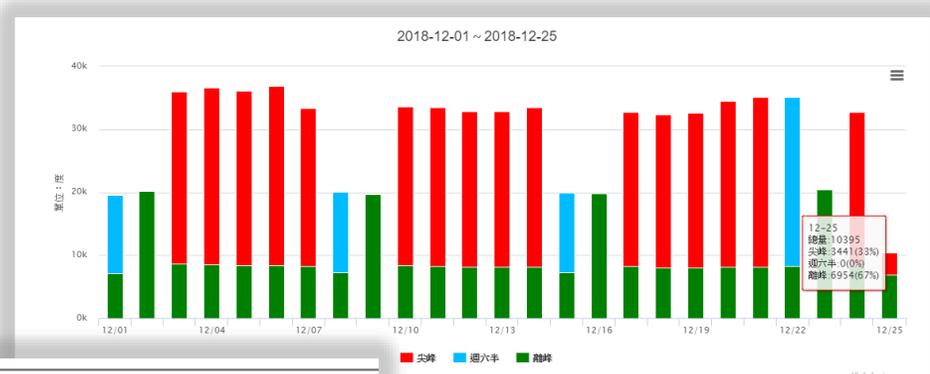
五、高壓AMI大數據應用

壹、網站服務

■ 隨時隨處查詢數據視覺化圖表(1/3)

「高壓用戶服務入口網站」提供用戶資訊、用電管理及需量反應負載管理措施試算等服務。以電腦、平板或手機登入，隨時隨地使用，促進自主用電管理。

以**視覺化圖表**呈現用電資訊，包括**前一小時**及歷史之不同時間區間用電資訊，可快速掌握用電情形。



| 半尖峰(度) | 週六半尖峰(度) | 離峰(度) |
|--------|----------|--------|
| 0 | 12,336 | 7,204 |
| 0 | 0 | 20,246 |
| 0 | 0 | 8,678 |



壹、網站服務

■ 隨時隨處查詢數據視覺化圖表(2/3)

快速查詢過去各年度月份之**歷史用電度數**、帳單金額等資料，以及過去各月及各日**最高需量數值及發生時間**，幫助用戶快速了解歷史用電情形。

| 電費月份 | 計費期間 | 項目 | 尖峰 | 半尖峰 | 週六半尖峰 | 離峰 | CO ₂ 排放量(kg) |
|------|-----------------------|-----------|---------|-----|--------|---------|-------------------------|
| 1月 | 106/12/01 ~ 106/12/31 | 最高需量 (kW) | 2,427 | - | 904 | 1,656 | 476,100 |
| | | 用電度數 (度) | 527,200 | - | 64,000 | 308,800 | |
| 2月 | 107/01/01 ~ 107/01/31 | 最高需量 (kW) | 2,454 | - | 899 | 1,646 | 479,486 |
| | | 用電度數 (度) | 546,400 | - | 51,200 | 308,800 | |
| 3月 | 107/02/01 ~ 107/02/28 | 最高需量 (kW) | 2,070 | - | 894 | 1,564 | 381,303 |
| | | 用電度數 (度) | 340,800 | - | 37,600 | 342,400 | |
| 4月 | 107/03/01 ~ 107/03/31 | 最高需量 (kW) | 2,640 | - | 2,363 | 1,633 | 505,724 |
| | | 用電度數 (度) | 572,000 | - | 80,000 | 304,000 | |
| 5月 | 107/04/01 ~ 107/04/30 | 最高需量 (kW) | 2,976 | - | 1,278 | 2,217 | 489,642 |
| | | 用電度數 (度) | 529,600 | - | 55,200 | 340,800 | |
| 6月 | 107/05/01 ~ 107/05/31 | 最高需量 (kW) | 3,270 | - | 1,195 | 2,744 | 603,906 |
| | | 用電度數 (度) | 721,600 | - | 60,000 | 360,000 | |
| 7月 | 107/06/01 ~ 107/06/30 | 最高需量 (kW) | 3,166 | - | 1,062 | 2,659 | 586,978 |
| | | 用電度數 (度) | 675,200 | - | 74,400 | 360,000 | |

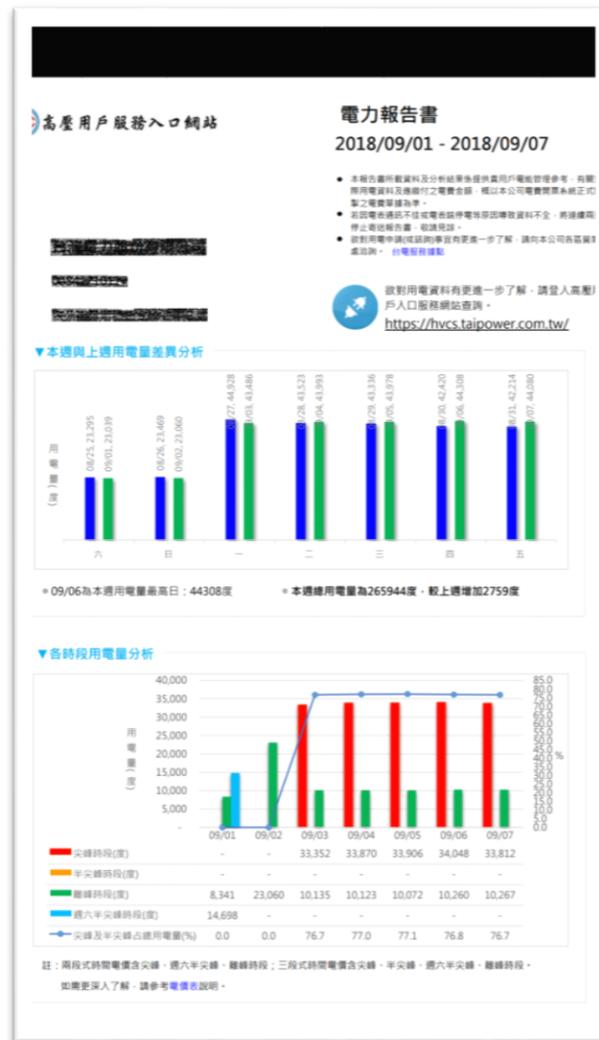
| 電費月份 | 項目 | 尖峰 | 半尖峰 | 週六半尖峰 | 離峰 |
|------|-----------|------------------|-----|------------------|------------------|
| 9月 | 最高需量 (kW) | 3,502 | - | 1,070 | 2,691 |
| | 最高需量時間 | 2018/08/08 13:15 | | 2018/08/04 14:30 | 2018/08/02 07:15 |

備註：
 * 提供用戶查詢近一年各月份最高需量時間。
 * 本功能係結合電費資料及電表讀表資料提供用戶電能管理參考，惟讀表資料可能因通訊不佳、電表故障或電表端停電等原因導致資料缺漏、錯誤或校正，有關實際用電資料及應繳付之電費金額，概以本公司電費開票系統正式開製之電費單據為準。

壹、網站服務

■ 隨時隨處查詢數據視覺化圖表(3/3)

用戶可訂閱**電力報告書**，報告書將每週固定寄送一次，檔案採PDF格式寄送，用戶除使用電腦外，亦可利用**手機、平板**等各式行動裝置隨時隨地閱讀。



壹、網站服務

■ 提供大數據分析--同行業用戶比較(1/3)

經系統統計分析後之同行業24小時用電占比、負載率、離峰率及平均用電單價等資料，藉以與同行業別之用戶做比較。



*假日及離峰日全日均為離峰時段，當日離峰率為100.00%。

B. 月離峰率

| | 平日 | 假日 | 2018年11月 |
|-------|--------|------|----------|
| 貴用戶 | 25.67% | 100% | 35.61% |
| 同行業用戶 | 20.50% | 100% | 31.43% |

離峰率係某一特定時段離峰用電量占總用電量之百分比，假日及離峰時全日均為離峰時段，高離峰率者用電集中於離峰。

平均用電單價

| 貴用戶(元/度) | 同行業用戶(元/度) |
|----------|------------|
| 2.46 | 2.82 |

*平均用電單價係該月份帳單電費金額除以總用電度數，可用於比較同行業用戶之用電成本。

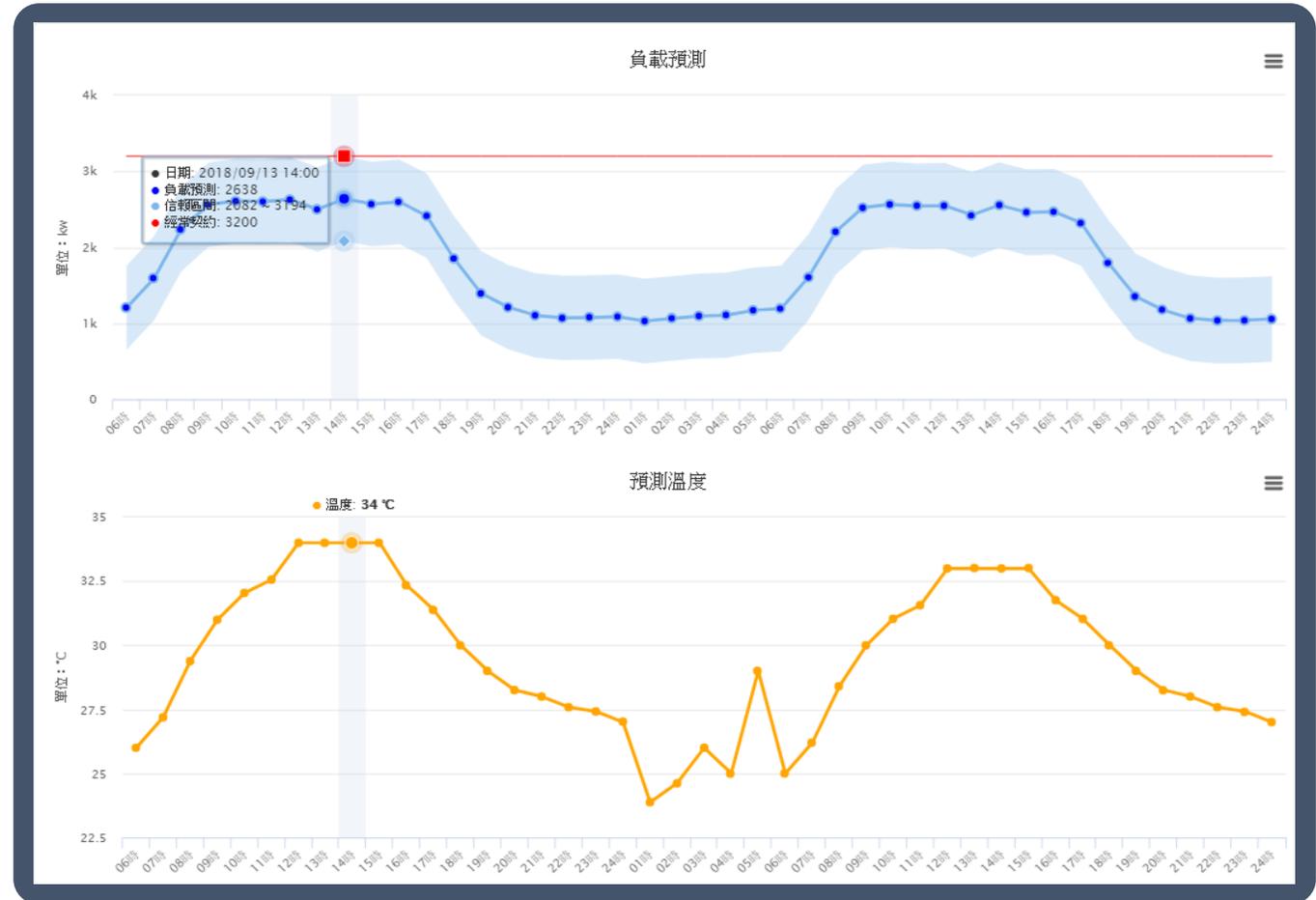
*圖表中各統計資料係依據與貴用戶同行業別之用戶進行分析，分析結果僅供貴用戶參考。

*不同行業之產品、製程、設備及運轉狀況不盡相同，故不同行業別用戶之負載特性曲線較不具比較意義。

壹、網站服務

■ 提供大數據分析--負載預測(2/3)

網站運用歷史用電資料及中央氣象局氣溫預報來預測今日及次日的用電負載與最高負載發生時間，並可設定**負載預測超約預警通知**，協助用戶更進一步用電控管。



壹、網站服務

■ 提供大數據分析--智慧推薦DR方案(3/3)

網站以過去一年需量反應負載管理措施之執行成績，搭配用戶用電情形，以**統計模型分析後推薦**用戶當年度適合參與之需量反應負載管理措施方案。

推薦參與需量反應負載管理措施

| 年月 | 計畫性減少用電 措施-月減8日 | 計畫性減少用電 措施-月減2時 | 計畫性減少用電 措施-月減6時 | 需量競價措施- (經濟型/可靠型) |
|--------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| 107/12 | | | | 👍 |
| 108/01 | | | | 👍 |
| 108/02 | | | | |
| 108/03 | | | | 👍 |
| 108/04 | | | | |
| 108/05 | | | | 👍 |
| 108/06 | 👍 | | 👍 | 👍 |
| 108/07 | 👍 | | 👍 | 👍 |
| 108/08 | | | 👍 | 👍 |
| 108/09 | | | | 👍 |
| 108/10 | | | | |
| 108/11 | | | | 👍 |

本月不再提醒

壹、網站服務

■ 需量反應管理措施試算

網站提供試算需量反應管理措施之執行成效，助益用戶規劃改變用電或生產排程，以抑低尖峰負載用電，各項試算資訊亦可做為用戶評估及選擇參加需量反應負載管理措施之參考。

高壓用戶服務入口網站

網站簡介 服務項目 聯絡我們 常見問答 台電官網

基本資料

基本資料

用戶資訊

用電管理

需量反應負載管理措施試算

- 計畫性減少用電措施-月減8日型
- 計畫性減少用電措施-日減6時型
- 計畫性減少用電措施-日減2時型
- 臨時性減少用電措施-限電回饋型
- 臨時性減少用電措施-緊急通知型
- 需量競價措施
- 尖峰時間可變動時間電價
- 空調暫停用電措施說明

首頁 > 功能選單 > 電費一覽 > 用戶資訊 > 基本資料

時間

經營業務容量 (紅色箭頭) 當天各時段容量 (綠色箭頭)

Highcharts.com

經常契約容量: 3200
最低抑低契約容量: 50
約定抑低契約容量: 50
執行抑低時數: 2 小時
抑低用電通知方式: 前一日下午6時前
電費扣減方式: 經濟型
抑低用電每度報價: 8

試算 測估資料

| | 預估執行日期 | 執行起始時間 | CBL試算值 | 預估抑低期間最高需量 | 預估實際抑低容量 | CBL參考值 | 抑低期間最高需量參考值 | 實際抑低容量參考值 | 預估扣減流動電費 | 預估加計流動電費 |
|---|------------|--------|--------|------------|----------|--------|-------------|-----------|----------|----------|
| - | 2018/05/24 | 14:00 | 2984 | 2742 | 242 | 2984 | 2742 | 242 | 3872 | 0 |
| - | | | | | | | | | | |

預估扣減基本電費金額: 0.0
預估扣減金額合計: 3,872.0

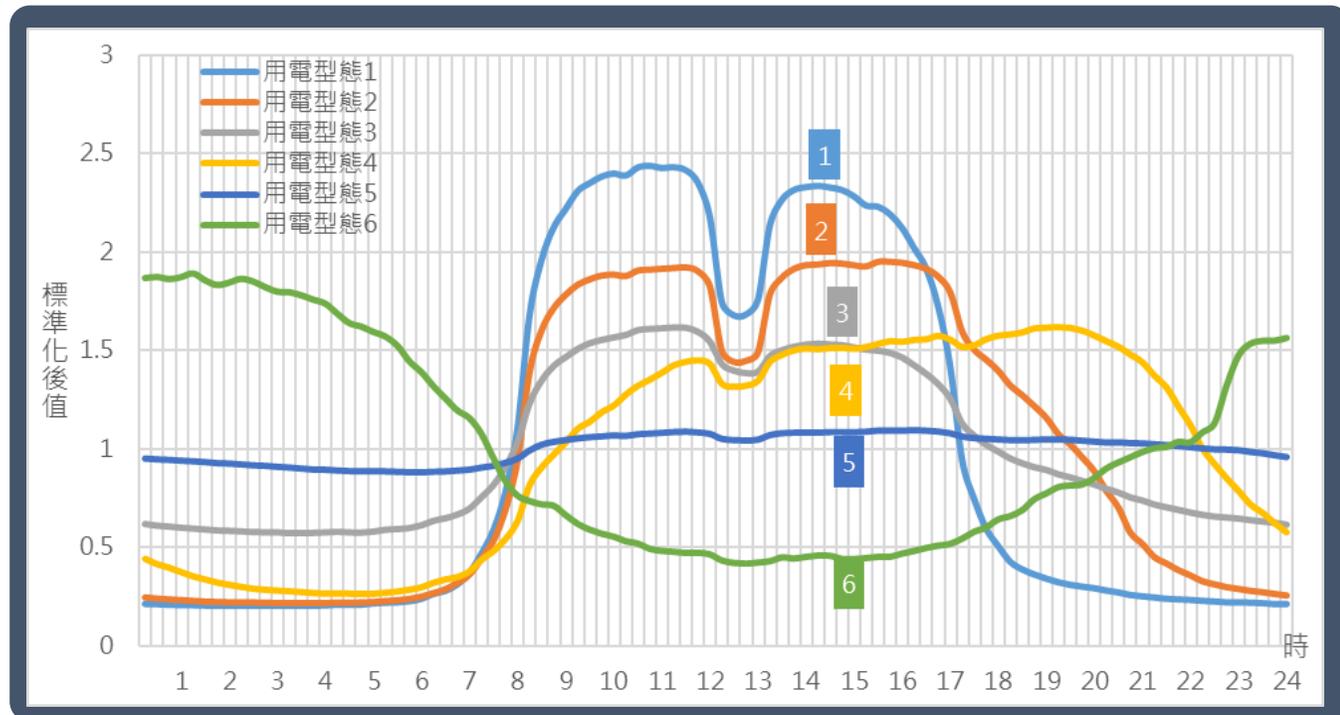
TOP

預估扣減基本電費金額=預估執行抑低用電當月之扣減基本電費金額 或 預估未執行抑低用電當月之扣減基本電費金額
預估扣減金額合計=預估扣減基本電費金額+預估扣減流動電費-預估加計流動電費

貳、推廣需量反應措施及訂定電價方案

■ 推廣需量反應措施(1/2)

篩選需量反應措施目標用戶，依個別用戶的AMI負載特性分析，運用統計方法，預估各用戶參與需量反應措施之可能抑低潛力，分析篩選需量反應措施之目標用戶。



貳、推廣需量反應措施及訂定電價方案

■ 推廣需量反應措施(2/2)

近3年目標用戶之需量競價執行實績**效益逐年提升**

| 年度 | 運用AMI篩選之 目標用戶 | 目標用戶 得標戶次(戶) 占全年戶次比 | 目標用戶 約定抑低容量 (萬瓩)占比 | 目標用戶 累計抑低容量 (萬瓩)占比 | 目標用戶 累計抑低度數 (度)占比 |
|------|------------------|---|---|---|-------------------------|
| 105年 | 656戶 | 30.4% | 63.1% | 91.6% | 93.4% |
| 106年 | 1,685戶 | 72.2% ↑ | 94.3% ↑ | 98.0% ↑ | 98.2% ↑ |
| 107年 | 1,210戶 | 76.5% ↑  | 95.5% ↑  | 98.6% ↑  | 98.7% ↑ |

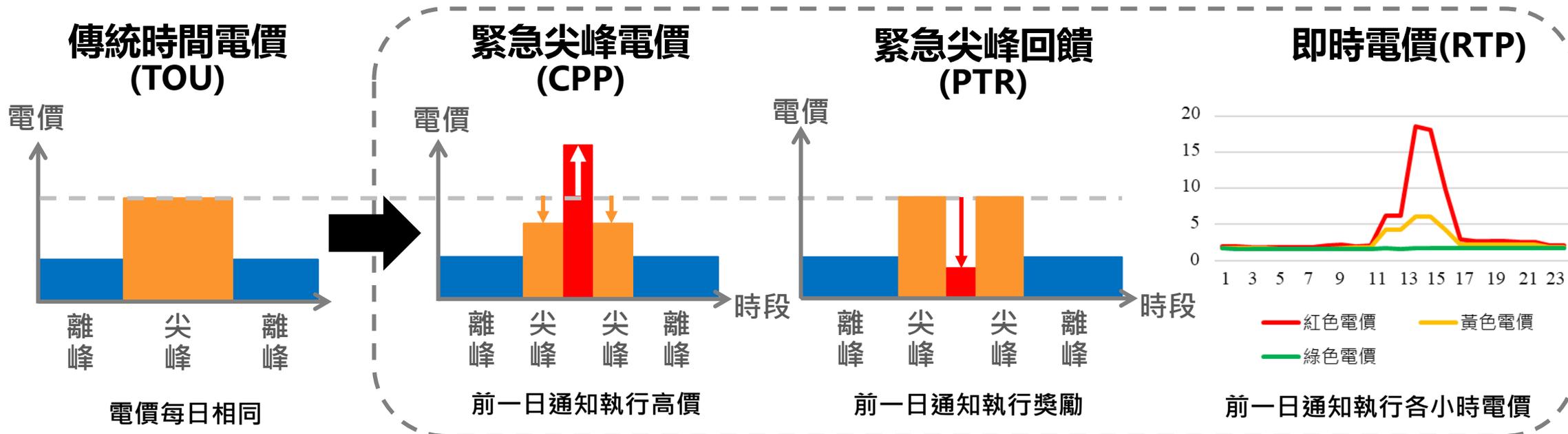
貳、推廣需量反應措施及訂定電價方案

■ 訂定電價方案

為充分發揮智慧電表功效，未來將採取更具彈性及符合電力系統需求的时间電價設計方式，如動態訂價方式，電價隨小時及供電情況變化，俾靈活引導民眾調節用電。

傳統電表下之靜態訂價

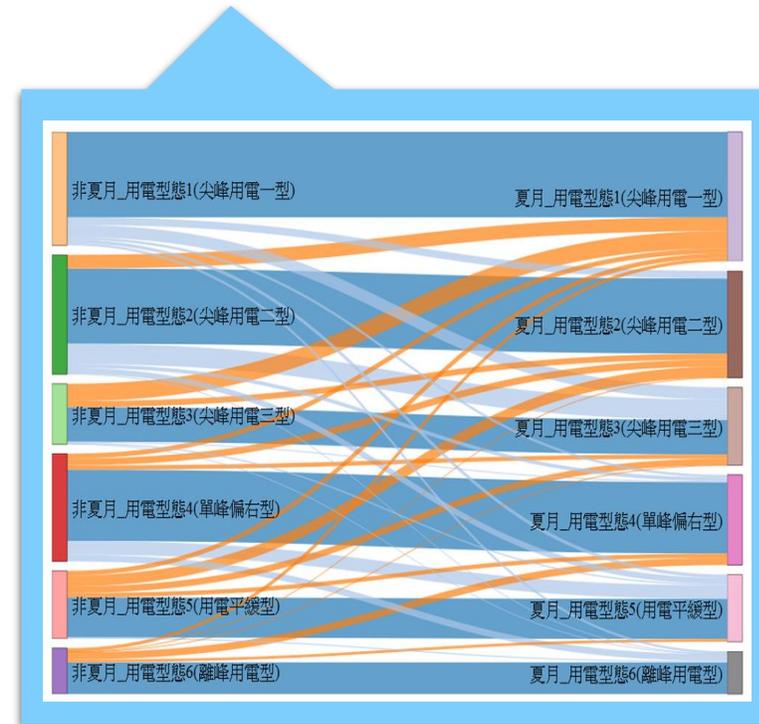
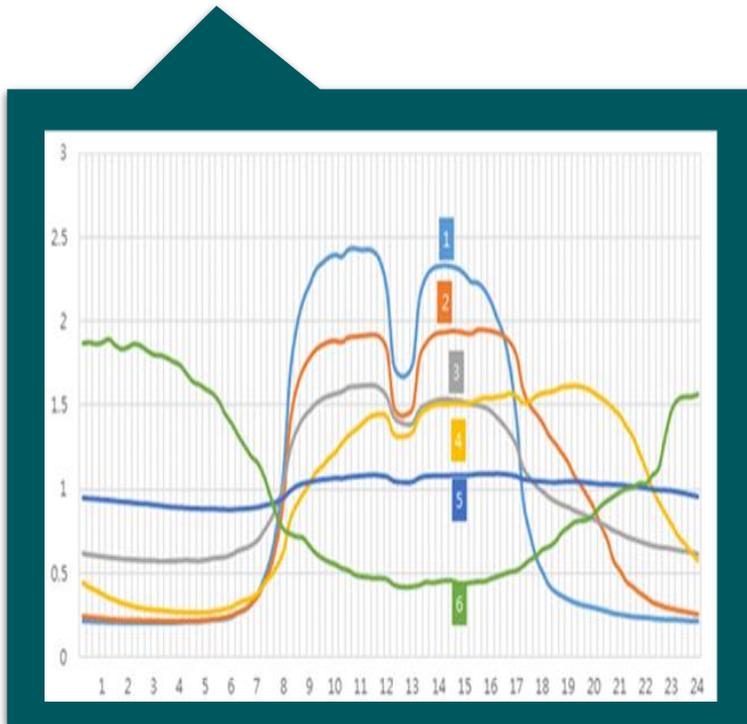
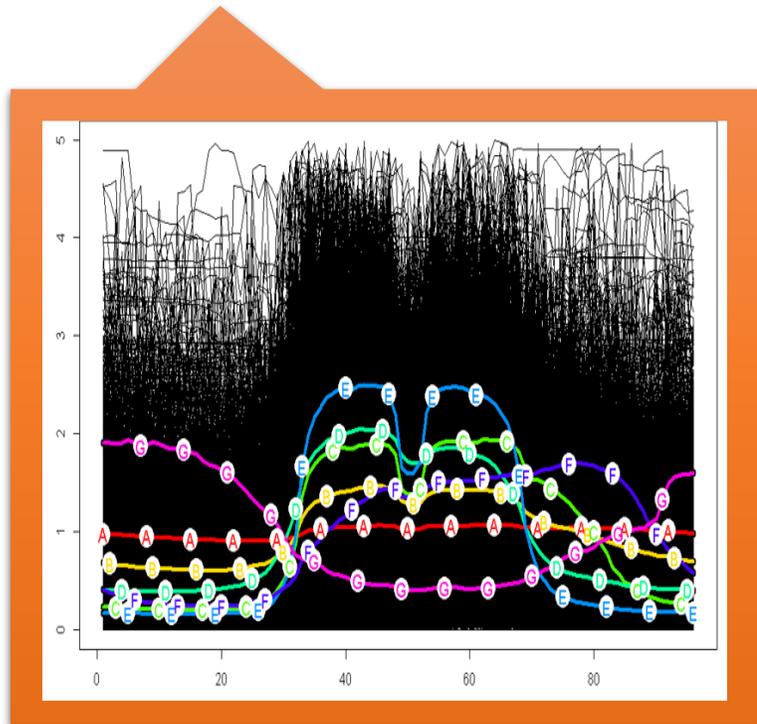
智慧電表下之動態訂價



參、用電分析

■ 負載型態分群技術應用與分析

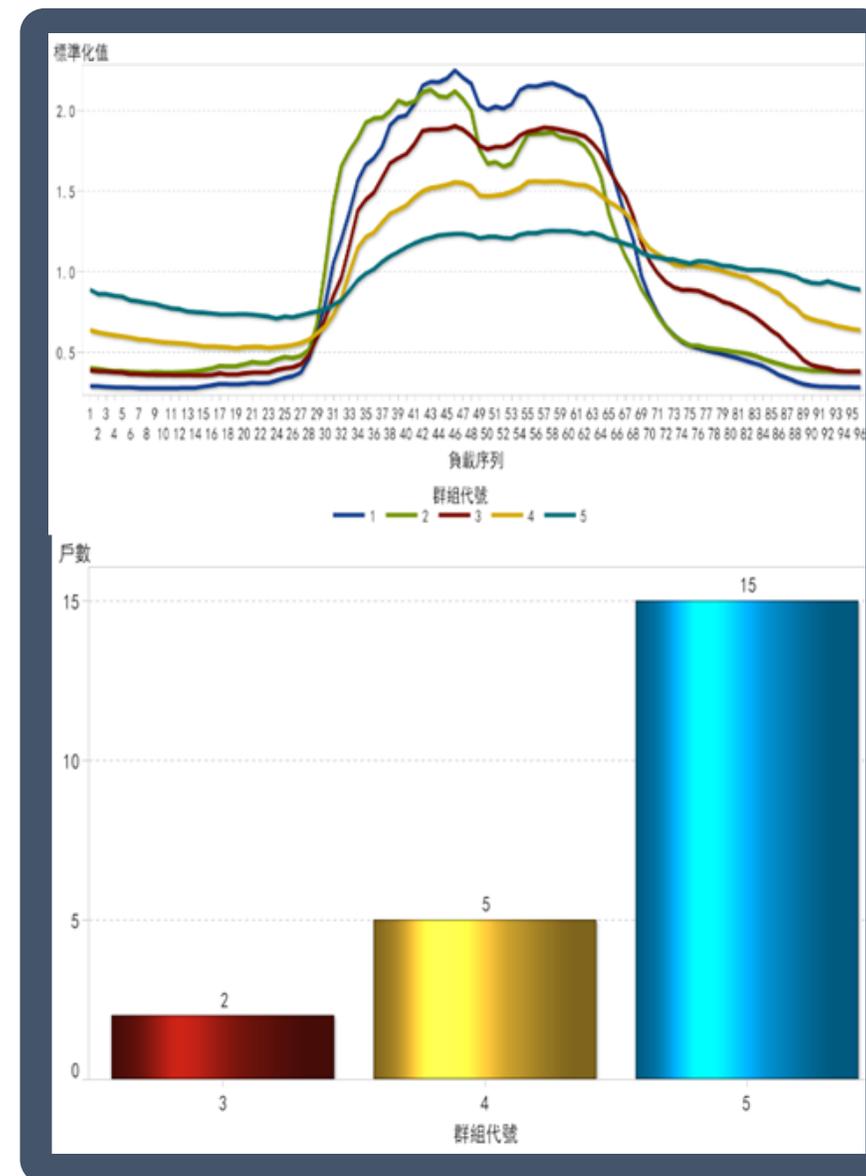
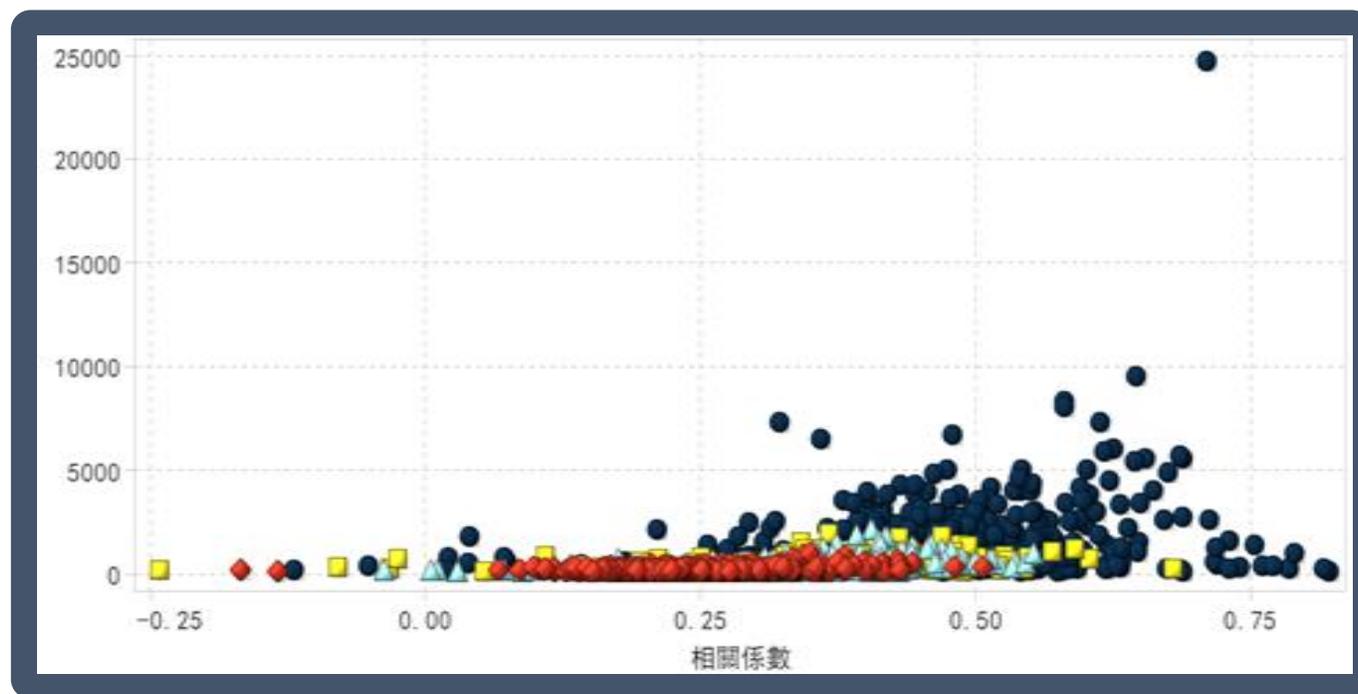
運用**分群技術**，將高壓用戶分成各用電型態，並探討用戶行為在非夏月與夏月的**用電型態的轉移**，以做為**訂定需量反應負載管理措施之參考**。



參、用電分析

■ 產業用電分析

對產業進行用電分析，如用電特性在負載與溫度之相關性、用電差異，以及參與需求面管理等面向探討。

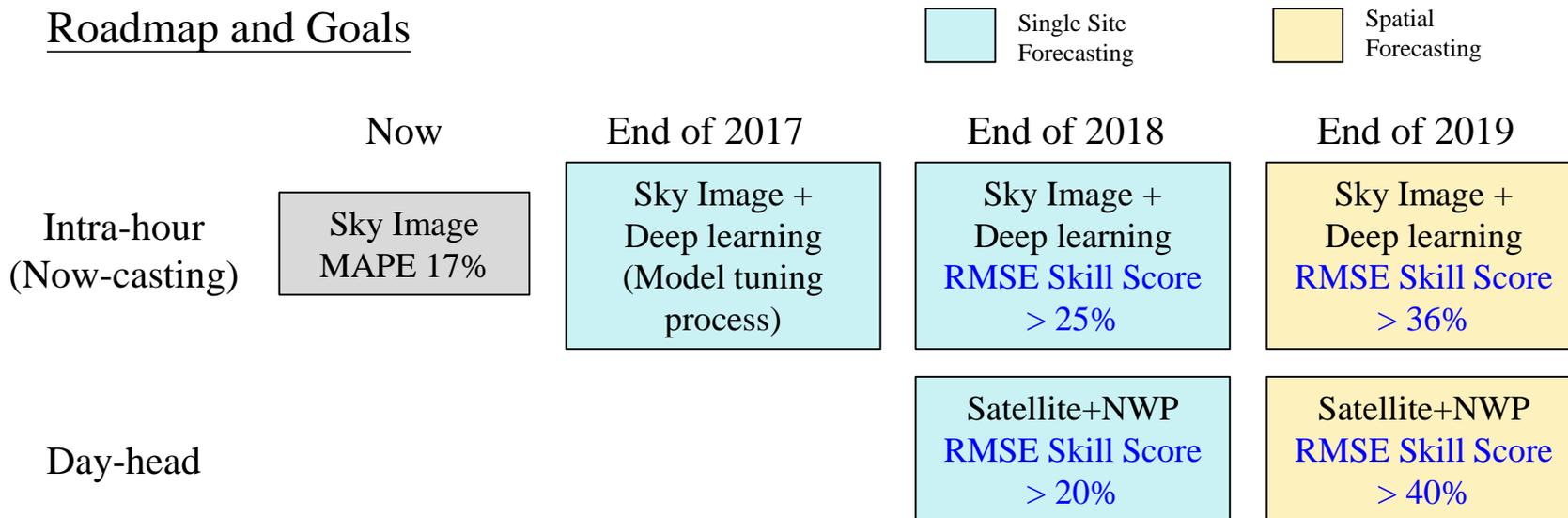




六、人工智慧與大數據應用案例研究

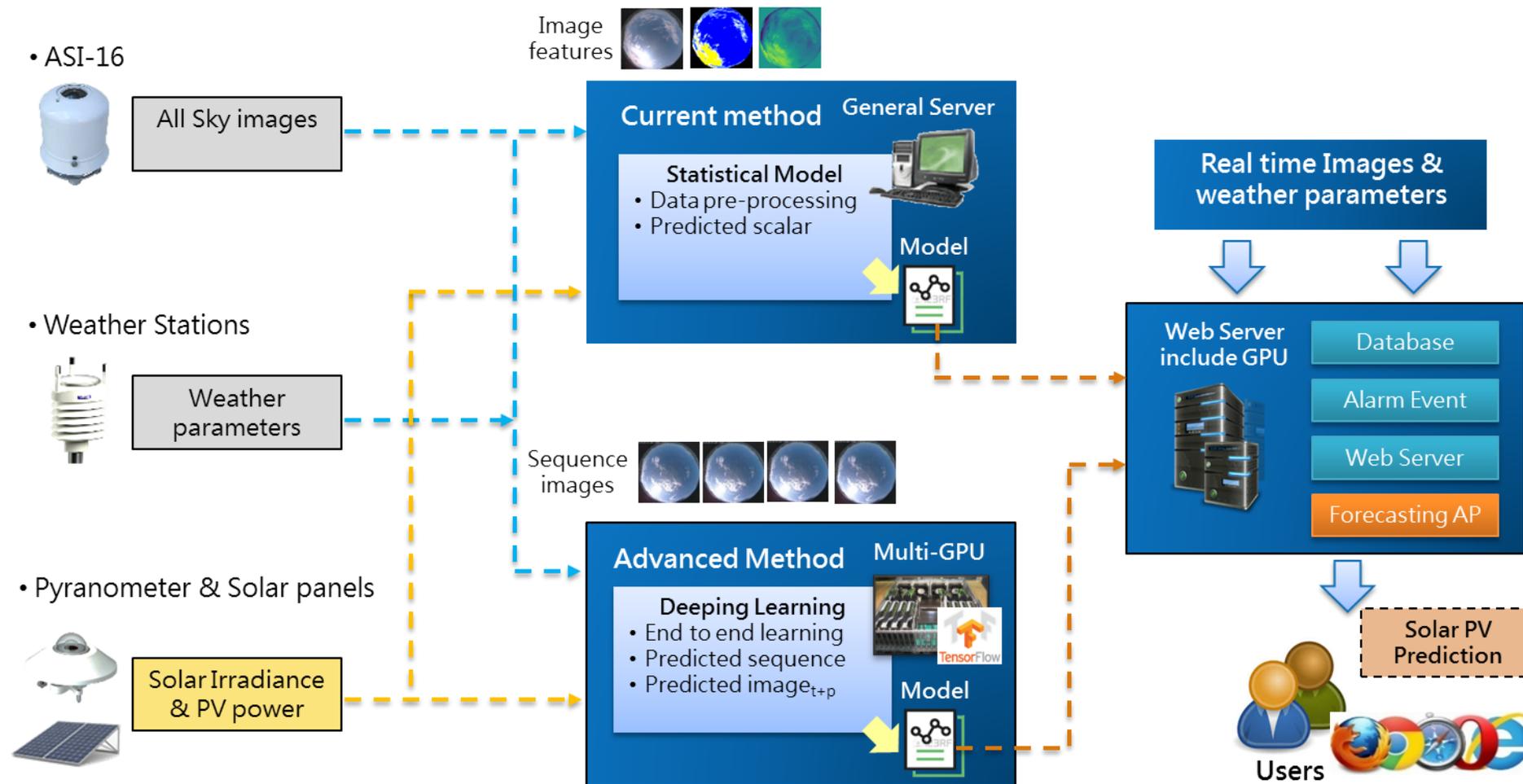
第一個案例: ITRI Advanced PV Forecasting Technique

- 目的: 以出力預測技術支援各項電網解決方案，降低再生能源併網衝擊
- 計畫期程：2017.10.01~
- 年度任務：評估以 Deep learning techniques (off-line training neural networks, big data) 提升太陽能出力預測準確度之可行性



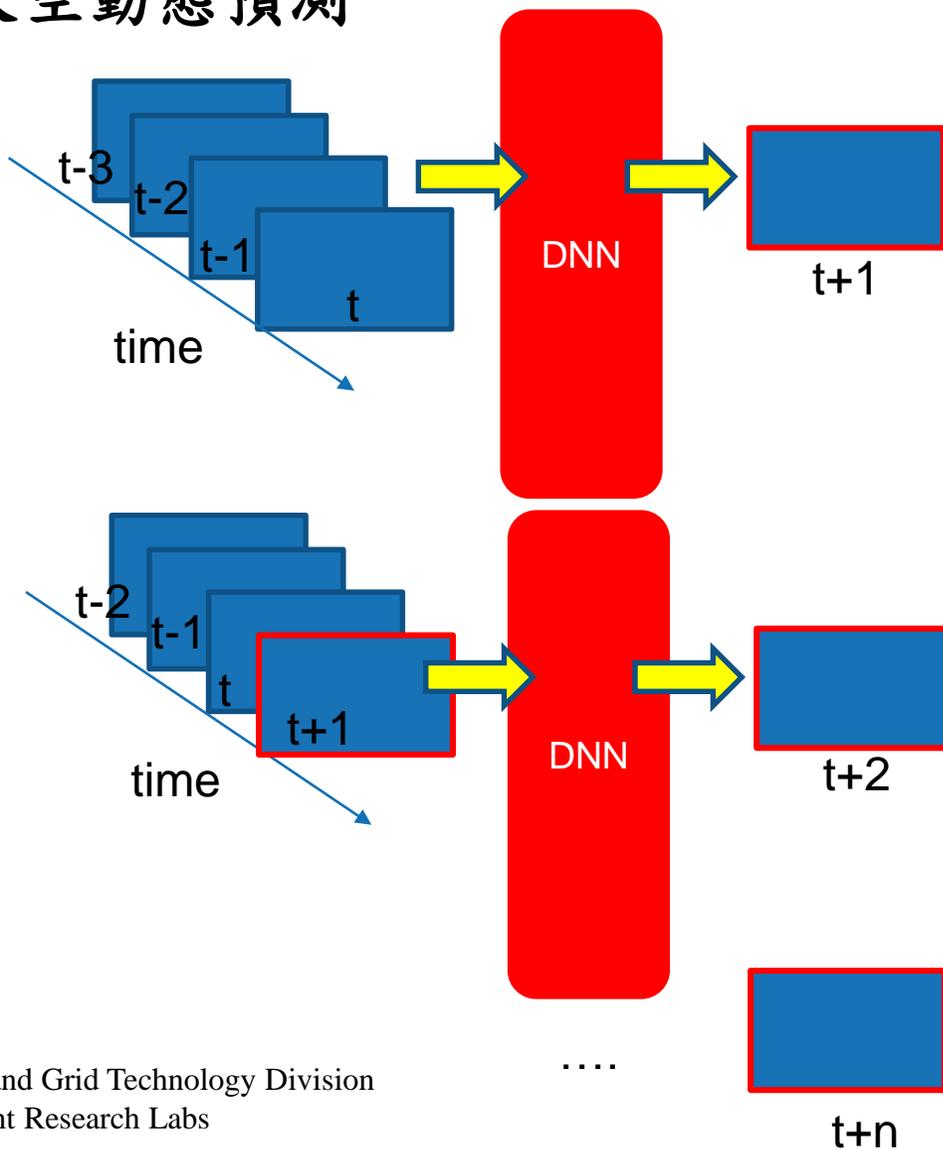
實驗場域與開發環境建置

➤ 太陽能出力預測系統架構



基於深度學習的出力預測方法評估

➤ 方法：天空動態預測



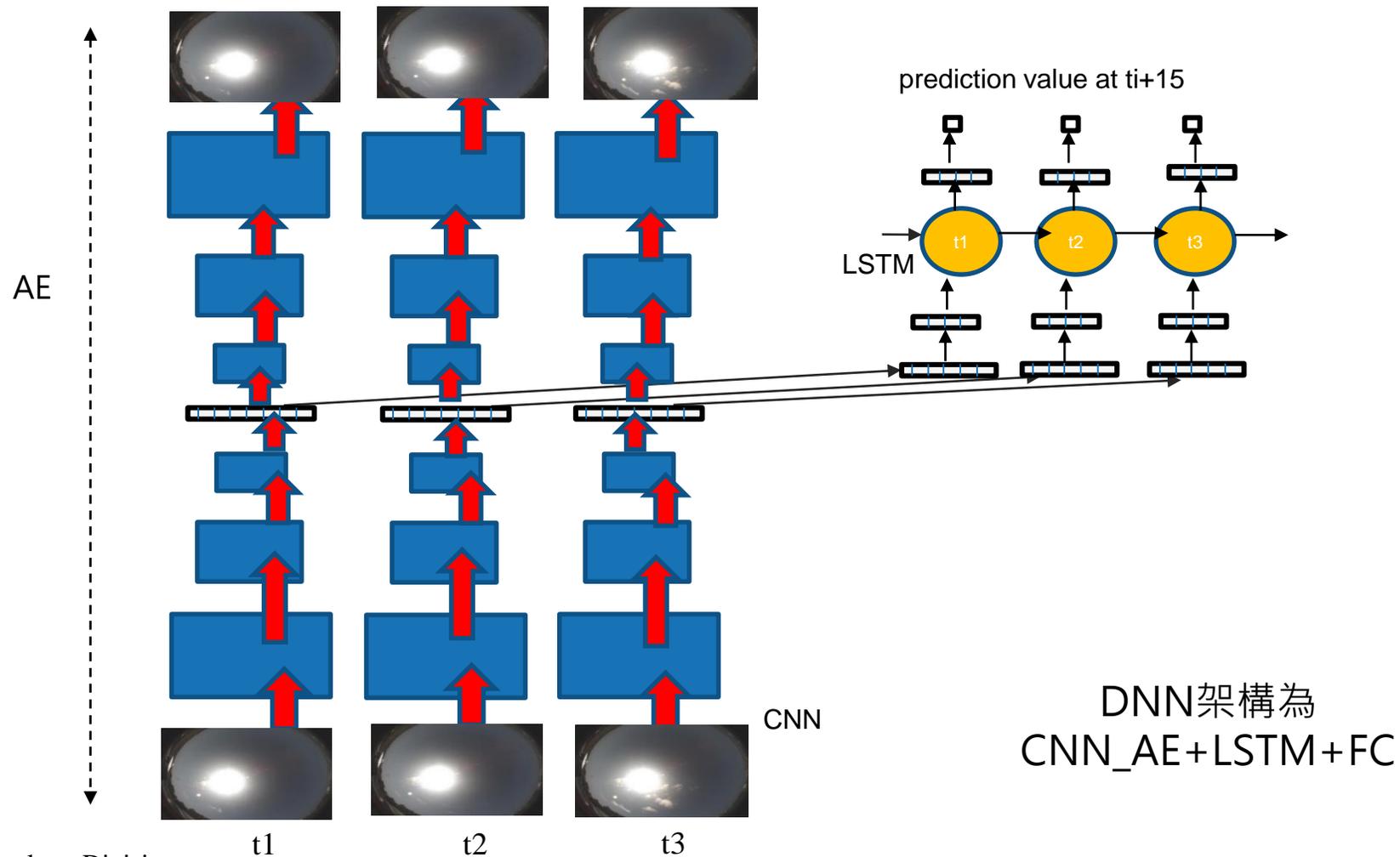
- 使用過去觀測影像為輸入
輸出為下一步預測影像

- 可使用預測影像作為
輸入執行多步預測

DNN架構為
多尺度CNN+GAN

基於深度學習的出力預測方法評估

➤ 方法：基於影像的日照量預測



第二個案例：應用於儲能系統之智慧型太陽光電 功率平滑化控制

太陽能發電廠

- 太陽能發電廠是由許多太陽光電系統所組成，每個太陽光電系統中，由多個太陽光電模組排列成陣列並經過DC/DC轉換器、DC/AC變流器與變壓器後連接至饋線，同時透過無線通訊模組將資訊即時傳回監控系統。

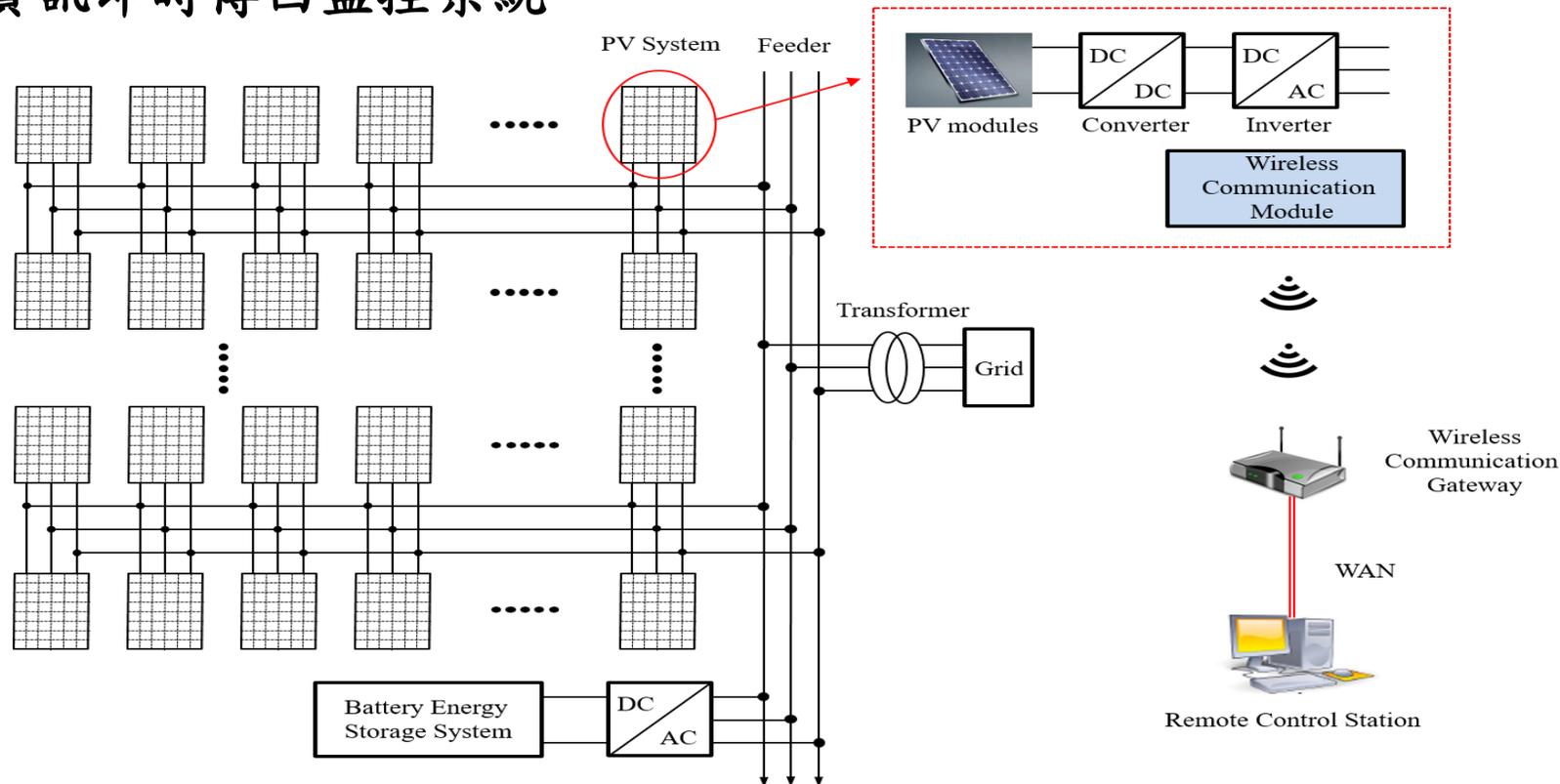


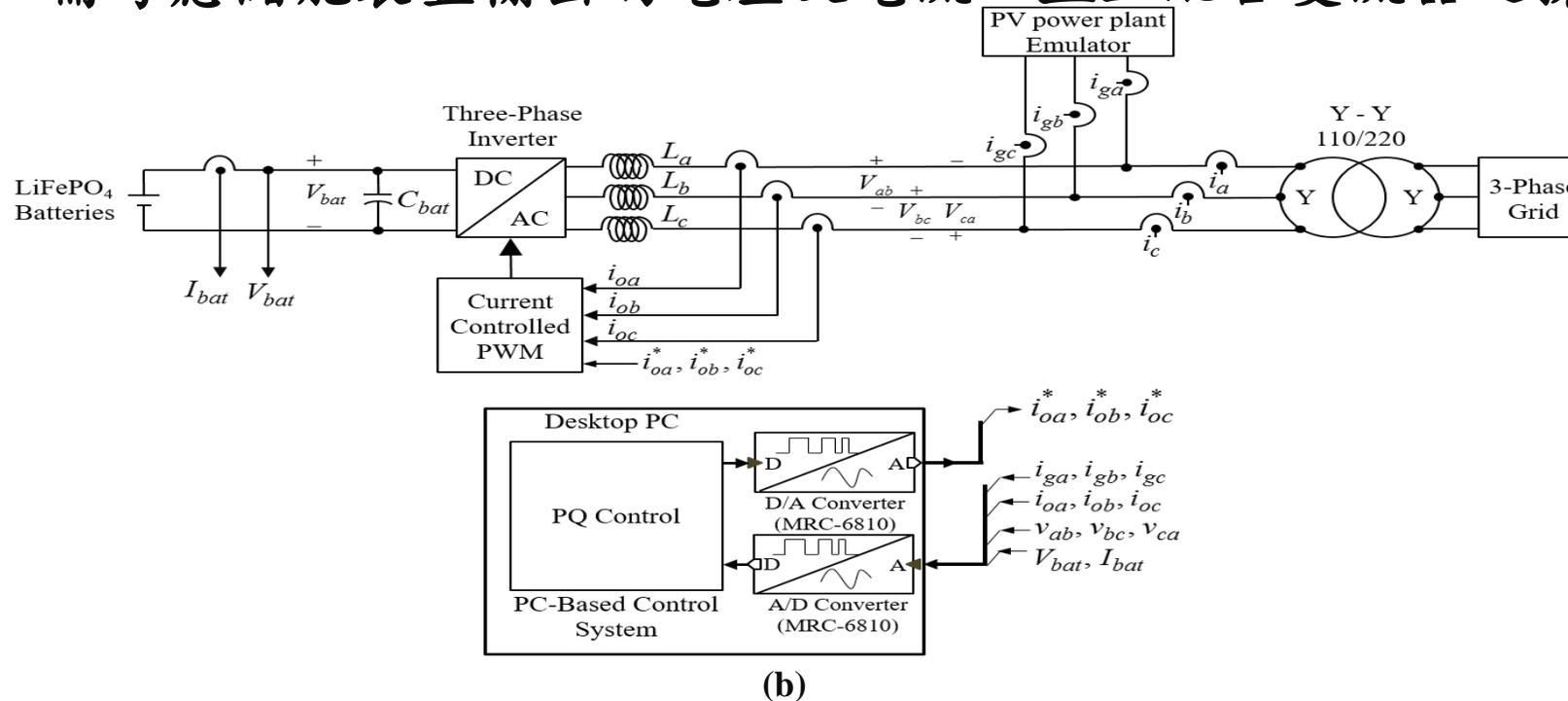
圖2.8 太陽能發電廠示意圖

磷酸鋰鐵電池儲能系統

- 雙級與單級儲能系統

- 單級儲能系統

單級儲能系統架構包含了儲能裝置、雙向直流轉交流變流器，由於缺少直流至直流轉換器，因此可大幅減少其體積，同時亦減少成本及切換元件之損耗。但在設計整體系統時，需考慮儲能裝置輸出的電壓及電流，並且配合變流器之操作範圍。



(b) 本文所提之磷酸鋰鐵電池儲能系統架構

磷酸鋰鐵電池儲能系統

- 鋰離子電池之電化學原理
- 廣義的可充放鋰離子電池是指由負極使用石墨或焦炭，正極採用鈷、錳或磷酸鐵，電解液使用溶解鋰鹽的非質子性有機溶液所構成。

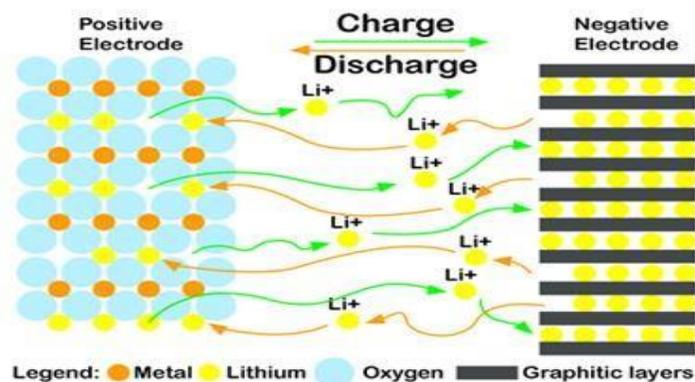


圖2.1 鋰離子二次電池的充放電原理

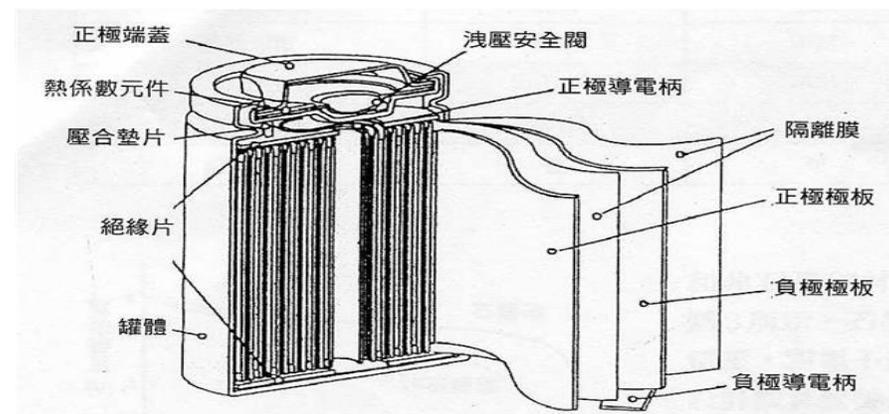


圖2.2 鋰離子電池結構

磷酸鋰鐵電池儲能系統

• 鋰離子電池之電化學原理

- 鋰鐵電池兼具各種二次電池的優點，雖能量密度較鋰離子電池差一點，但與其他種類相比，鋰鐵電池不管在安全性、環保性與壽命等性能上皆略勝一籌。

表2.1 各類二次鋰電池之比較

| 電池成份 | 鋰鐵 LiFePO_4 | 鋰鈷 LiCoO_2 | 鋰錳 LiMn_2O_4 | 鋰鈷鎳錳 LiNiCoMnO_2 |
|-------|---|--|---|--|
| 安全性 | 安全性高且環保 | 安全穩定性極差 容易爆炸起火 | 安全性低 可能爆炸起火 | 安全穩定性極差 容易爆炸起火 |
| 循環壽命 | 最佳 壽命約2000次以上 | 佳 壽命約300-500次 | 不佳 壽命約100-800次 | 佳 壽命約300-500次 |
| 能量密度 | 中 | 高 | 中 | 高 |
| 長期成本 | 低 | 高 | 中 | 高 |
| 耐溫度範圍 | 極佳 範圍 20°C 至 80°C 不適合低溫 | 佳 高於 55°C 或 低於 -20°C 則衰退 | 不佳 高於 50°C 則 衰退嚴重不耐高溫 | 佳 高於 55°C 或 低於 -20°C 則 迅速衰退 |



磷酸鋰鐵電池儲能系統

• 電池電量狀態估測

➤ 加載電壓法

當電池於加載狀態下，藉由量測電池負載端電壓以估測電池電量狀態，加載電壓法只能於固定負載放電狀態下使用，如果在持續變動負載狀況下進行放電，其估測準確度會大幅下降。

➤ 比重法

此法為量測電池內部電解液的濃度進而推估電池電量，例如：磷酸鋰鐵電池內的電解液為磷酸，因此當磷酸鋰鐵電池進行充放電時會因為電化學反應造成其電解液的濃度有所改變。

➤ 庫倫積分法

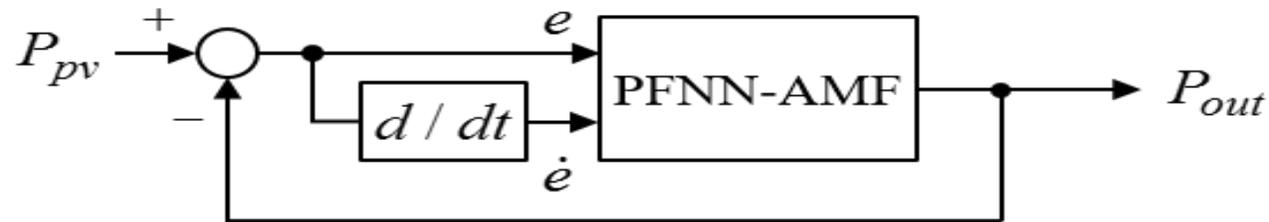
以初始電池電量狀態值為起點，量測當下流入或流出電池的電流大小與相對應的充放電時間，透過電流對時間的積分，即累積電池工作一段時間內電池電量的變化，便可得到當前的電池電量狀態。

$$SOC(t) = SOC(t_0) + \frac{1}{C_n} \int_0^t i(t) dt \quad (2.1)$$

單級智慧型磷酸鋰鐵電池儲能系統

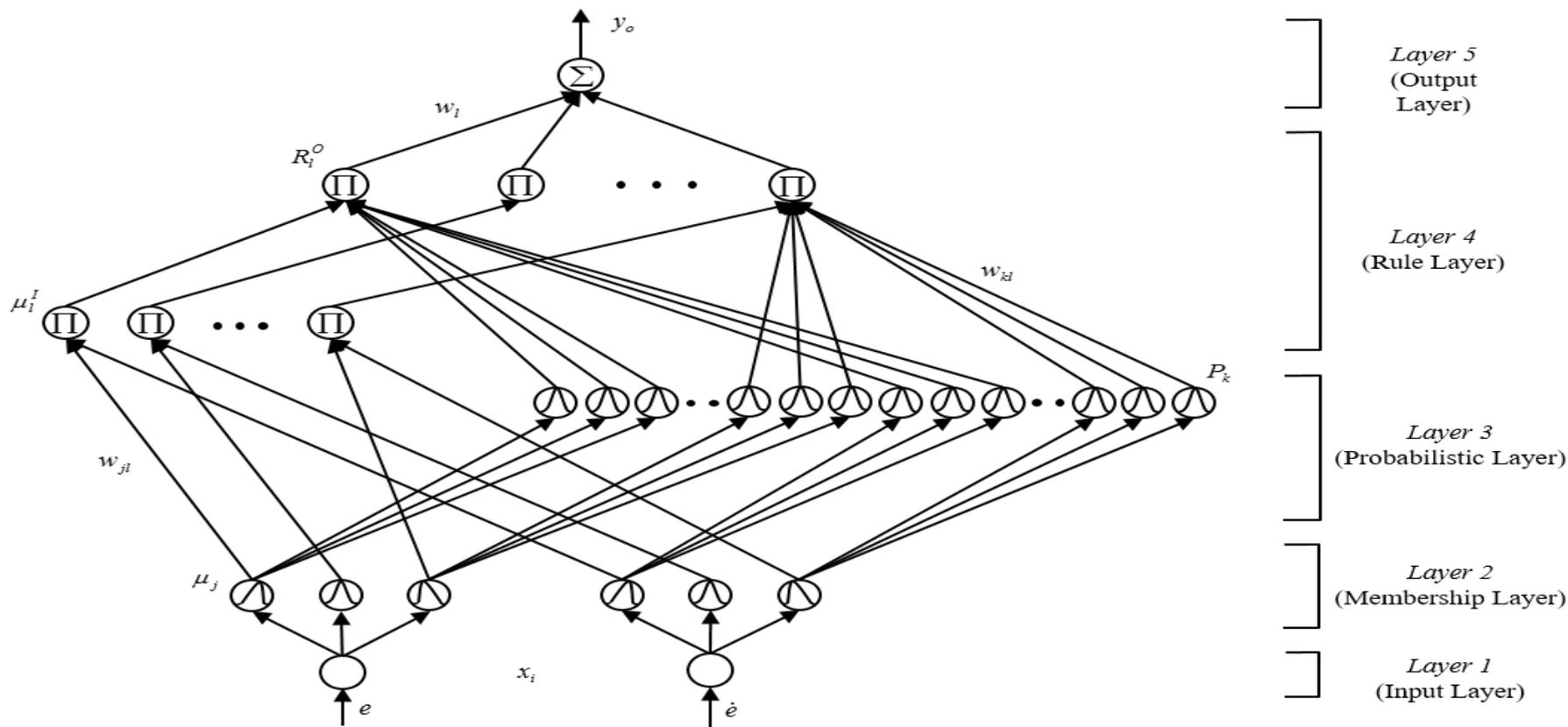
• 功率平滑控制策略

下圖為本論文所提出應用非對稱歸屬函數之模糊類神經網路的功率平滑化控制架構。當輸入訊號 e 及 \dot{e} 進入非對稱歸屬函數之模糊類神經網路時，此網路開始進行學習，並產生輸出訊號 P_{out} ，接著將 P_{out} 回傳至網路的輸入側，和太陽光電輸出功率訊號 P_{pv} 進行比較進而產生新的誤差訊號 e ，再次進入非對稱歸屬函數之模糊類神經網路進行學習且不斷重複以上步驟。



應用非對稱歸屬函數之模糊類神經網路的功率平滑化控制方法

應用於儲能系統之智慧型太陽光電功率平滑化控制



非對稱歸屬函數之機率模糊類神經網路架構

單級智慧型磷酸鋰鐵電池儲能系統

功率平滑化方法之比較

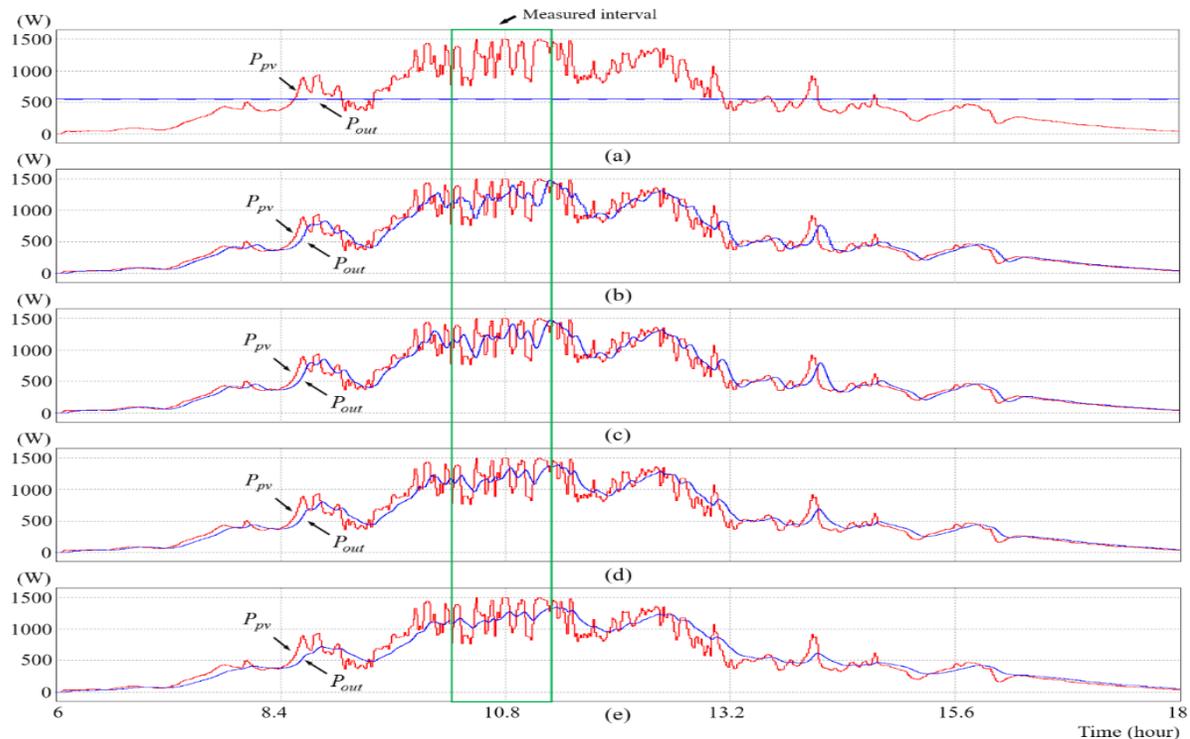


圖5.3 利用不同平滑化方法之模擬結果：

- (a) 平均輸出法；
- (b) 移動平均法；
- (c) 一階低通濾波器；
- (d) 機率模糊類神經網路；
- (e) 本論文所提方法

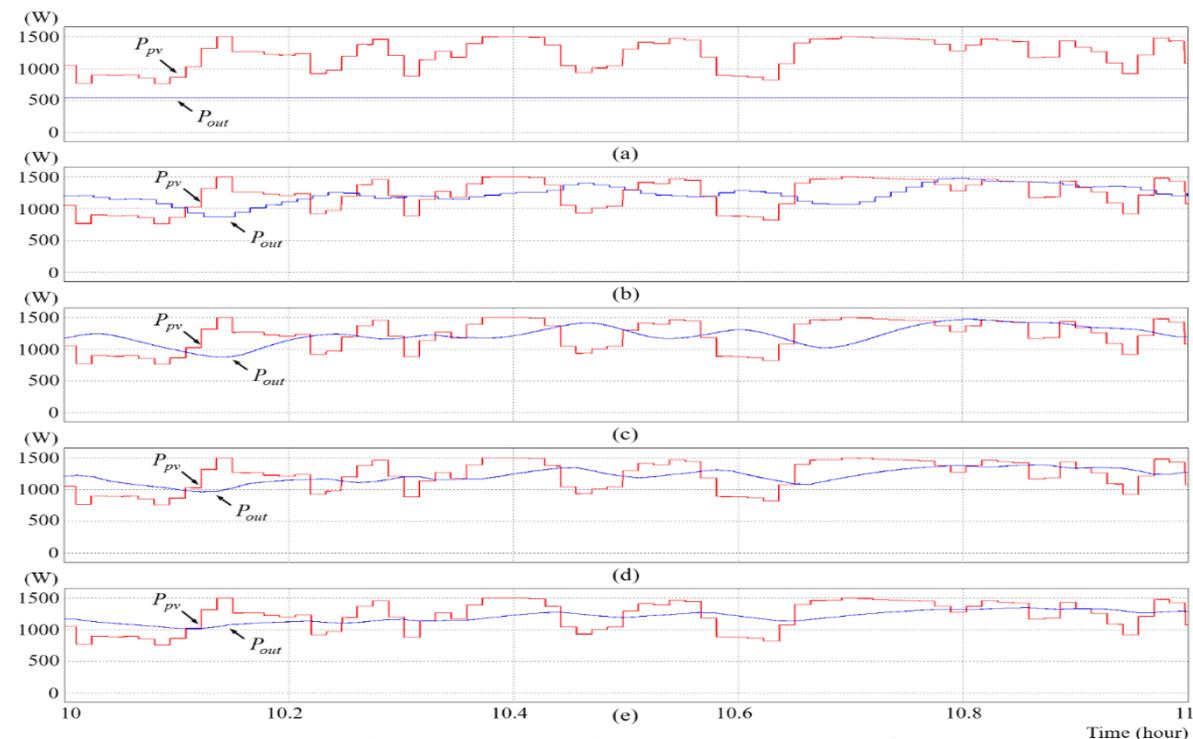


圖5.4 利用不同平滑化方法之局部放大圖：

- (a) 平均輸出法；
- (b) 移動平均法；
- (c) 一階低通濾波器；
- (d) 機率模糊類神經網路；
- (e) 本論文所提方法

單級智慧型磷酸鋰鐵電池儲能系統

• 功率平滑化方法之比較

- 系統最大電池容量及變流器容量需求

$$E_{ESS} = \text{Max} \left\{ \sum_{i=a}^{i=a+N} (|P_{pv}(t_i) - P_{out}(t_i)|) \Delta t \right\}, P_{pv} > P_{out} \text{ or } P_{out} > P_{pv} \quad (5.1)$$

$$P_{BESS} = \text{Max} \left\{ |P_{pv}(t_i) - P_{out}(t_i)| \right\} \quad (5.2)$$

- 功率標準差

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^h (P_{pv}(t_i) - P_{out}(t_i))^2}{h}} \quad (5.3)$$

表5.1 利用不同平滑化方法後之電池容量及變流器容量需求

| | Average | Moving Average | LPF | PFNN | PFNN-AMF |
|----------------------|---------|----------------|-------|-------|----------|
| energy capacity, kWh | 2.23 | 0.332 | 0.324 | 0.281 | 0.263 |
| power capacity, kW | 1.018 | 0.834 | 0.788 | 0.685 | 0.643 |

表5.2 利用不同平滑化方法後之標準差

| | Average | Moving Average | LPF | PFNN | PFNN-AMF |
|----|---------|----------------|-------|-------|----------|
| kW | 0.378 | 0.17 | 0.163 | 0.139 | 0.133 |

單級智慧型磷酸鋰鐵電池儲能系統

• 功率平滑化方法之比較

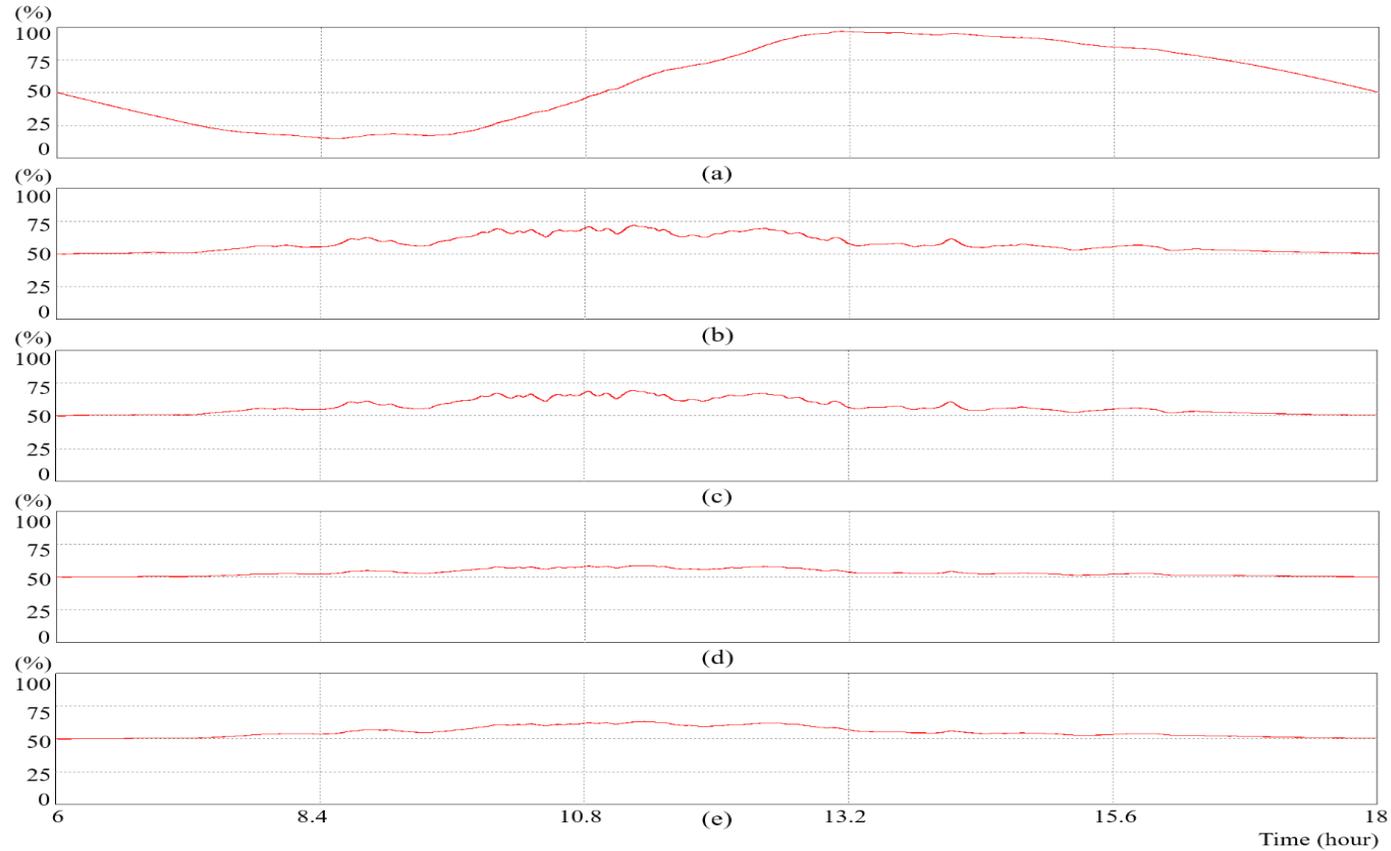


圖5.5 利用不同平滑化方法之電池電量狀態：(a)平均輸出法；(b)移動平均法；
(c)一階低通濾波器；(d)機率模糊類神經網路；(e)本論文所提方法

單級智慧型磷酸鋰鐵電池儲能系統

• 功率平滑化方法之比較

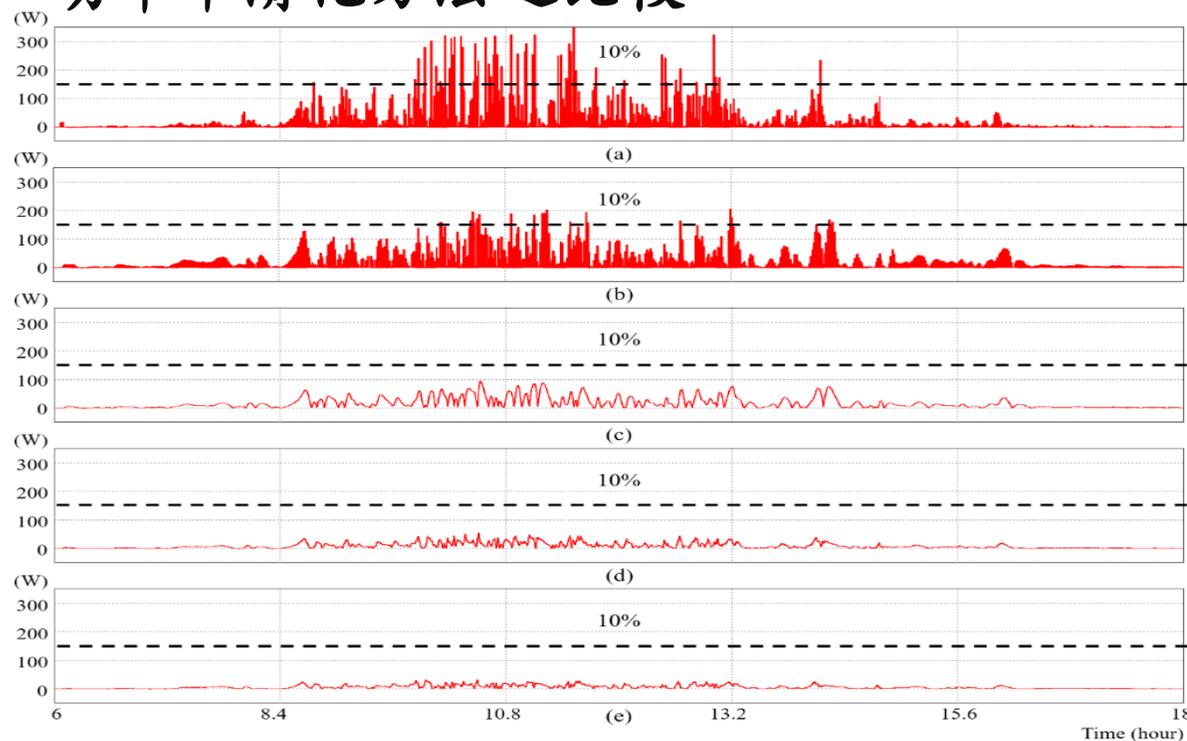


圖5.6 利用不同平滑化方法之一分鐘平均視窗：

- (a)平均輸出法；
- (b)移動平均法；
- (c)一階低通濾波器；
- (d)機率模糊類神經網路；
- (e)本論文所提方法

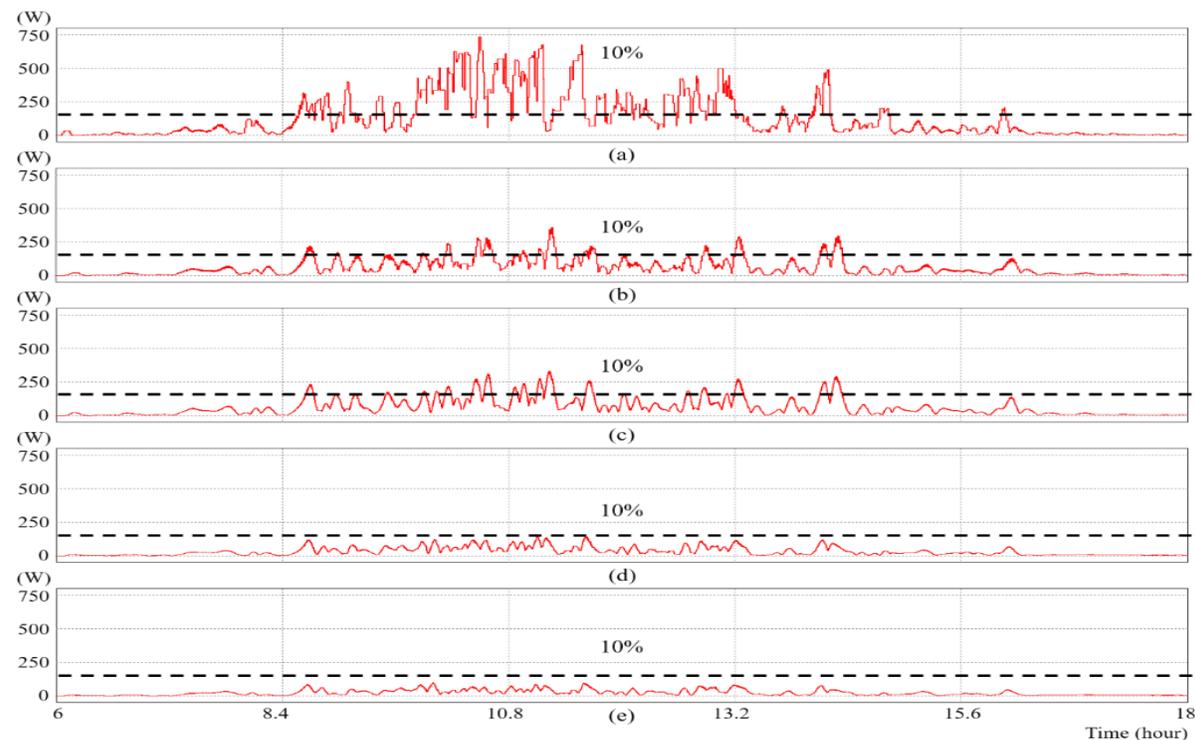


圖5.7 利用不同平滑化方法之十分鐘平均視窗：

- (a)平均輸出法；
- (b)移動平均法；
- (c)一階低通濾波器；
- (d)機率模糊類神經網路；
- (e)本論文所提方法

磷酸鋰鐵電池儲能系統

- 硬體設備 - 磷酸鋰鐵電池

➤ 本論文利用六組磷酸鋰鐵電池組串接，其中，一組磷酸鋰鐵電池組由24顆單元電池以12串2並所組成。



磷酸鋰鐵電池組

單顆磷酸鋰鐵電池之規格

| | |
|--------|-------|
| 標準電壓 | 3.3V |
| 充電電壓 | 3.5V |
| 截止電壓 | 2.5V |
| 容量 | 15Ah |
| 最大放電電流 | 150A |
| 最大充電電流 | 75A |
| 循環次數 | 2000 |
| 內阻 | <6m Ω |

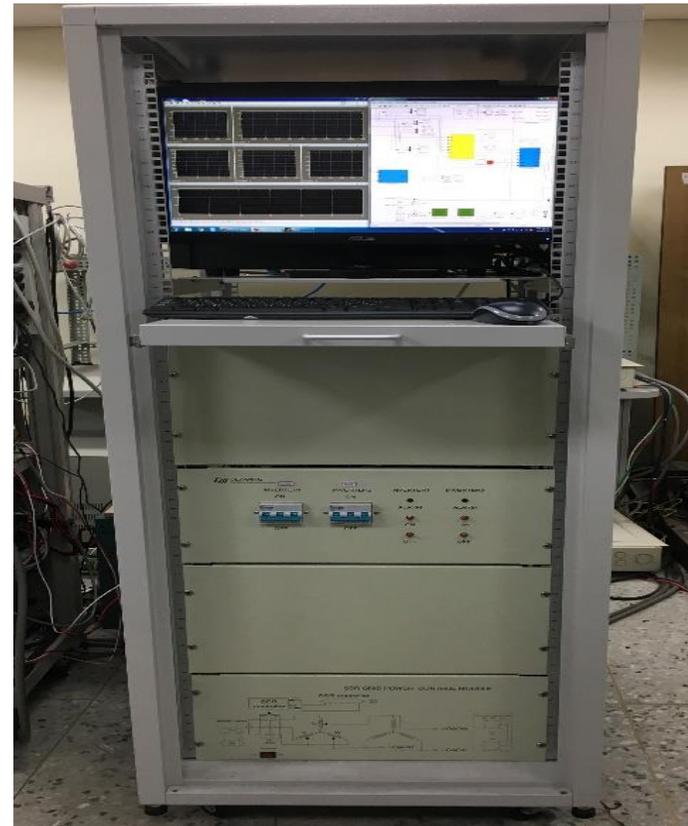
單組電池組之規格

| | |
|------|-------|
| 標準電壓 | 39.6V |
| 充電電壓 | 42V |
| 截止電壓 | 30V |
| 容量 | 30Ah |

磷酸鋰鐵電池儲能系統

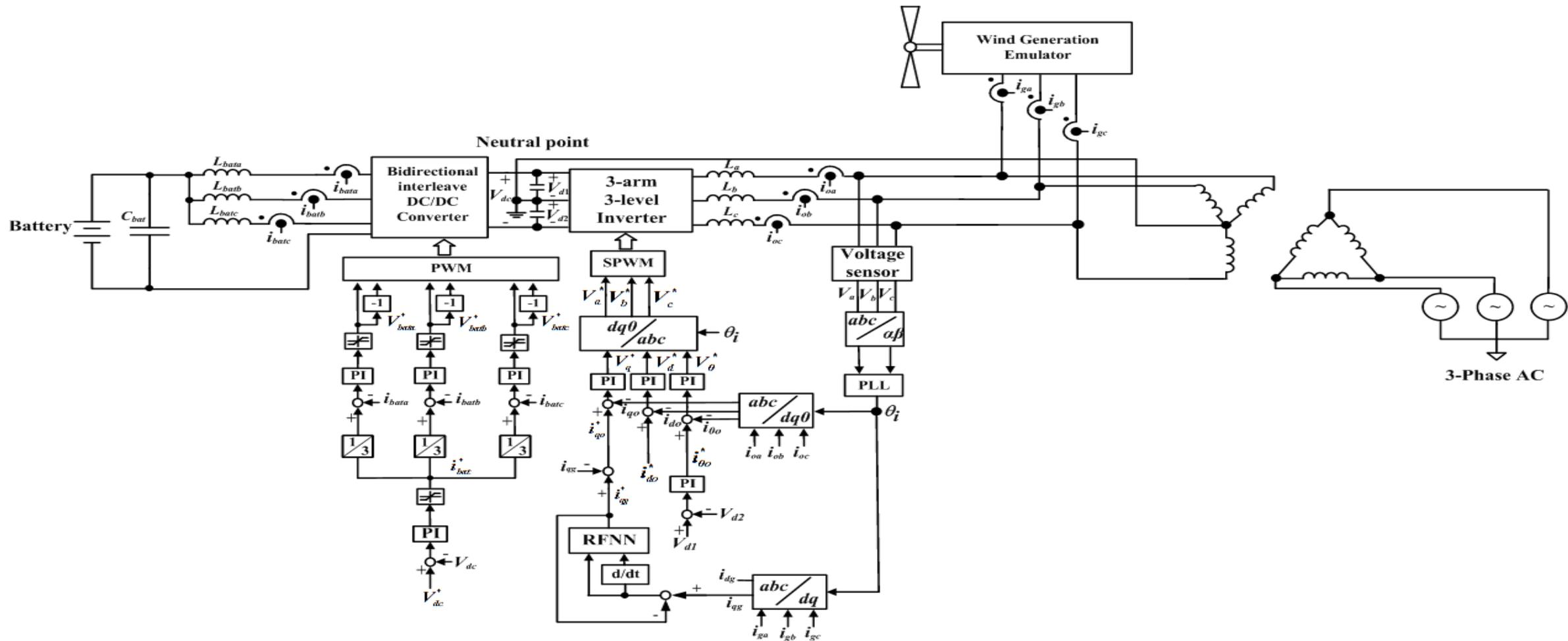
• 硬體設備 - 太陽能發電廠模擬器

- 本論文利用一發電功率為1.5kW之太陽能發電廠模擬器來取代真實的太陽能發電廠，如圖所示。
- 此模擬器提供實驗所需的太陽光電功率，其輸出端連接於電池儲能系統中變流器的輸出端。
- 輸出功率依據澳洲昆士蘭大學St Lucia校區提供之量測紀錄為範本，模擬太陽能發電廠實際運作狀況。



太陽能發電廠模擬器

第三個案例：應用智慧型控制實現風機功率平滑化控制

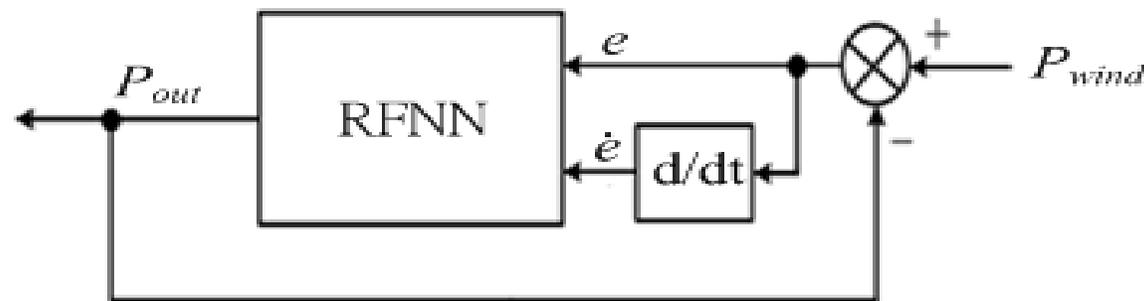


加入遞歸模糊類神經網絡的儲能系統電路方塊圖

應用智慧型控制實現風機功率平滑化控制

下圖為本文所提出應用遞歸模糊類神經網絡的功率平滑化控制架構， P_{wind} 為風機輸出功率訊號、 P_{out} 為遞歸模糊類神經網絡的輸出訊號、 e 為風機的輸出功率訊號和遞歸模糊類神經網絡的輸出訊號之間的誤差訊號， \dot{e} 則為誤差訊號 e 的微分。

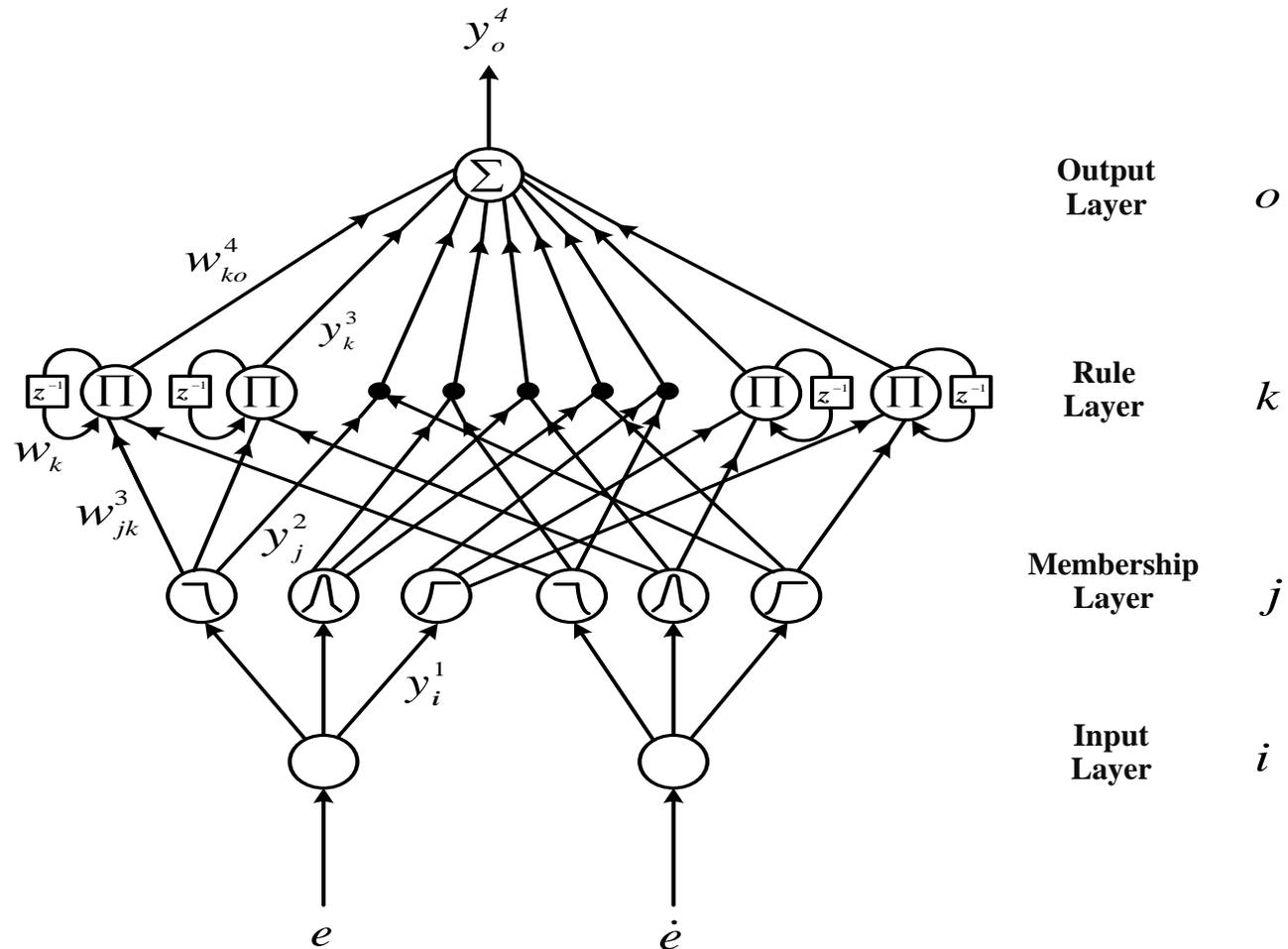
當輸入訊號 e 以及 \dot{e} 進入遞歸模糊類神經網絡時，遞歸模糊類神經網絡開始進行學習，並產生輸出訊號 P_{out} ，之後將 P_{out} 回傳至遞歸模糊類神經網絡的輸入側，和風機輸出功率訊號進行比較產生誤差訊號 e ，並以更新後的誤差訊號 e 作為遞歸模糊類神經網絡新的輸入訊號，進入遞歸模糊類神經網絡繼續進行學習，並不斷重複此一循環。



應用遞歸模糊類神經網絡的功率平滑化控制方法

應用智慧型控制實現風機功率平滑化控制

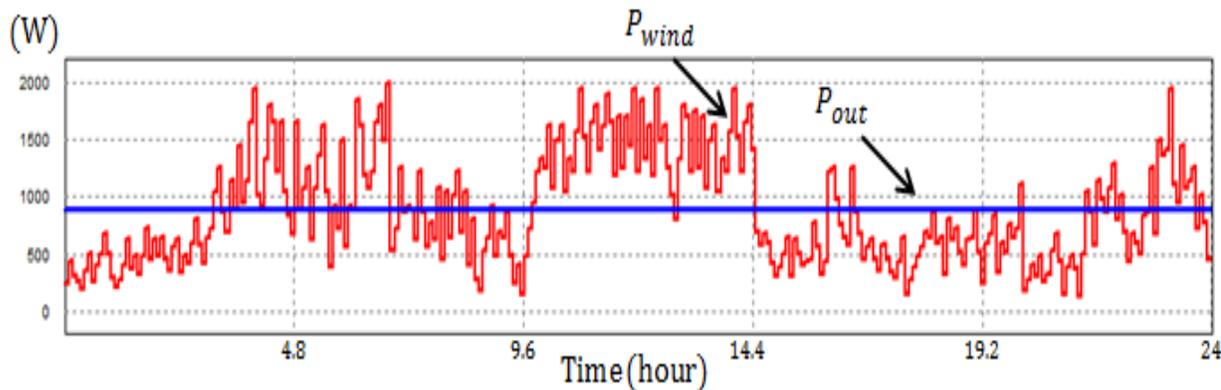
遞歸模糊類神經網路架構(RFNN)



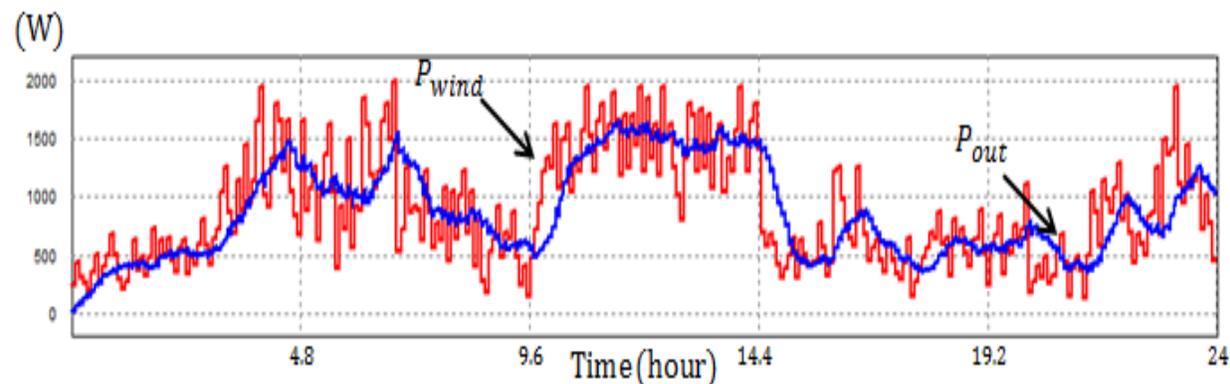
遞歸模糊類神經網路架構圖

儲能系統模擬及相關理論驗證

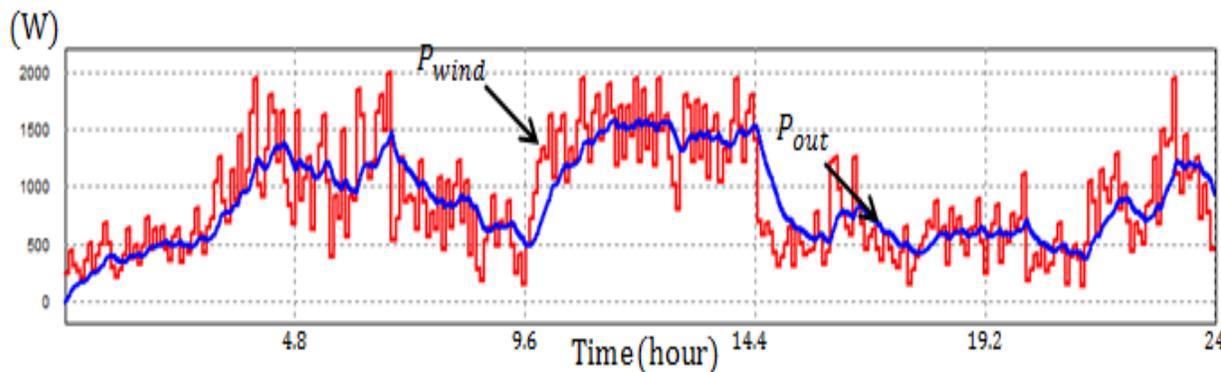
不同平滑化方法之比較結果



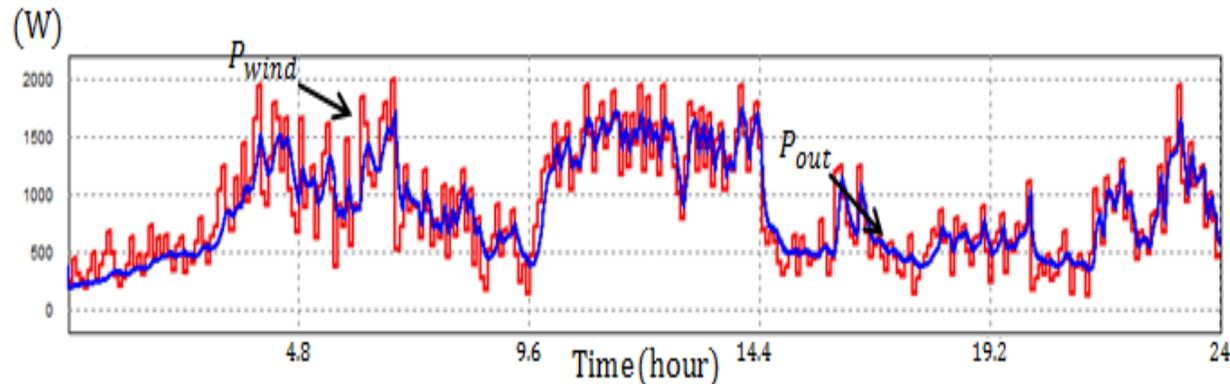
風機輸出功率 P_{wind} 和平滑化輸出功率 P_{out}



風機輸出功率 P_{wind} 和平滑化輸出功率 P_{out}



風機輸出功率 P_{wind} 和平滑化輸出功率 P_{out}



風機輸出功率 P_{wind} 和平滑化輸出功率 P_{out}

儲能系統模擬及相關理論驗證

蓄電池容量計算步驟:

- 1.將風機功率的輸出和經過平滑化方法處理後的輸出相減，當風機功率輸出比平滑化輸出大時，蓄電池進行充電，反之蓄電池進行放電。
- 2.蓄電池在充放電時必有一段時間是持續進行充電或是放電動作，找出連續充電量或是放電量之中的最大值便可算出電池容量的大小，如(4.6)式所示，以下為蓄電池容量的計算公式，其中a和a+N分別是蓄電池進行連續充電或放電的開始時間和結束時間。

蓄電池容量的計算公式

$$E_{ESS} = \text{Max} \left\{ \sum_{i=a}^{i=a+N} (|P_{wind}(t_i) - P_{out}(t_i)|) \Delta t \right\}, P_{wind} > P_{out} \text{ or } P_{out} > P_{wind} \quad (4.6)$$

$$\Delta t : \frac{\text{取樣每一個點的間隔時間}}{\text{一小時的時間}} \quad (4.7)$$

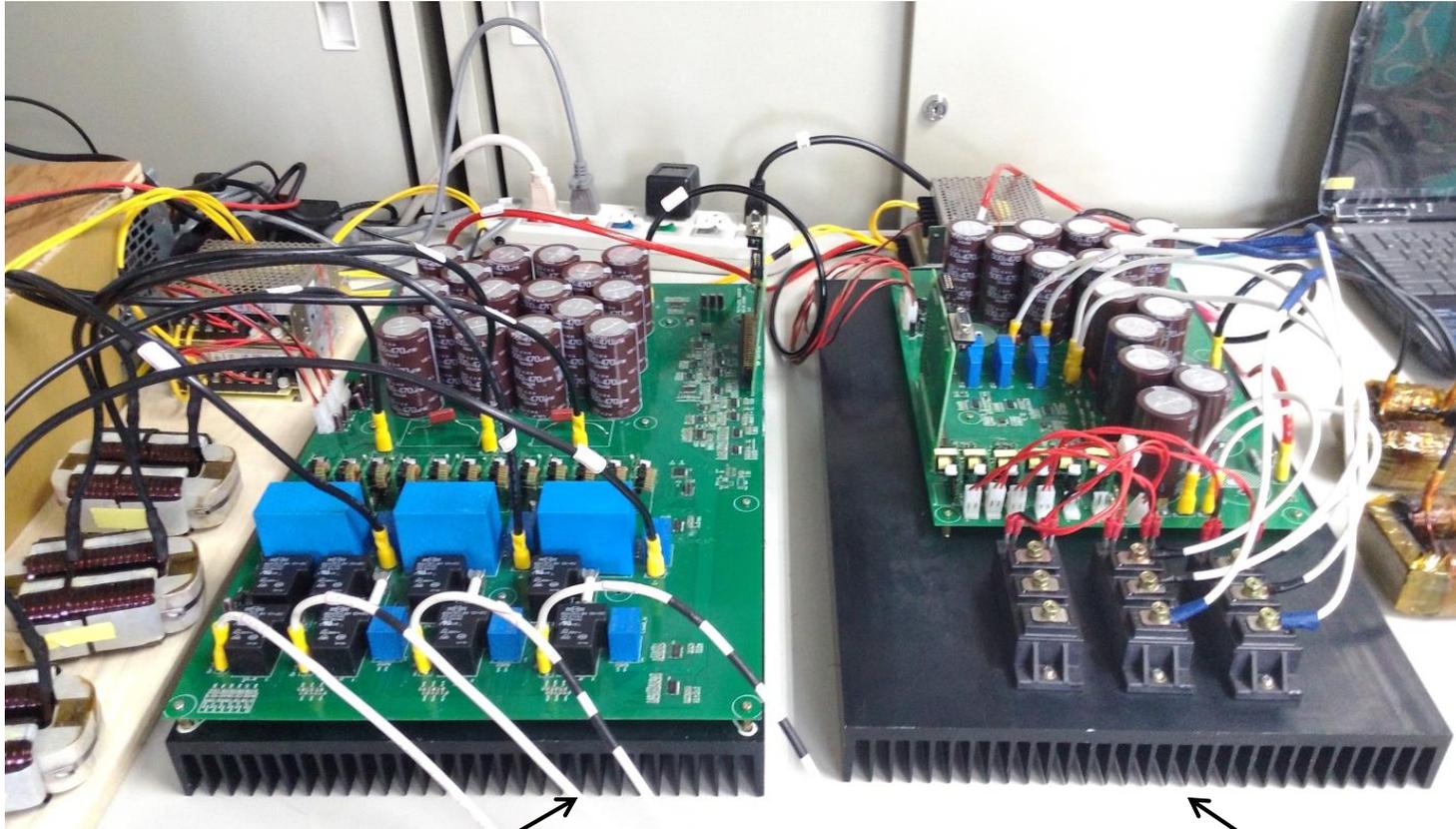
若要將單位從Wh轉換為Ah，則須將(4.6)式除以蓄電池的總電壓，而本論文之蓄電池為30顆12V的電池串接的形式，因此總電壓為0.36kV。

儲能系統模擬及相關理論驗證

表4.1 不同平滑化方法所需蓄電池容量

| | 平均輸出法 | 移動平均法 | 一階低通 濾波器 | 本文所提出 的方法 |
|----------------|-------|-------|-------------|--------------|
| 蓄電池容量 (kWh) | 2.64 | 0.576 | 0.539 | 0.423 |

應用智慧型控制實現風機功率平滑化控制



三階層三相四線式變流器

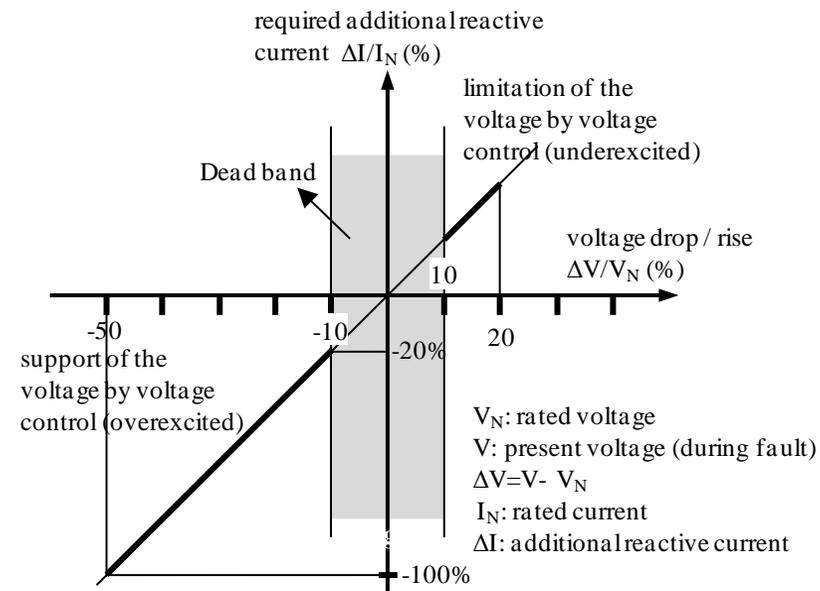
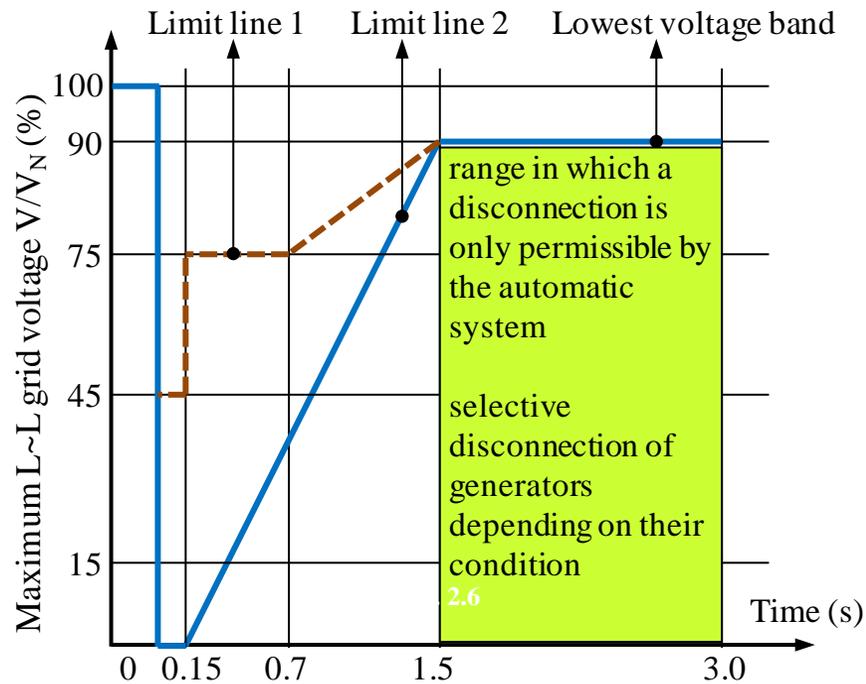
雙向式直流至直流轉換器



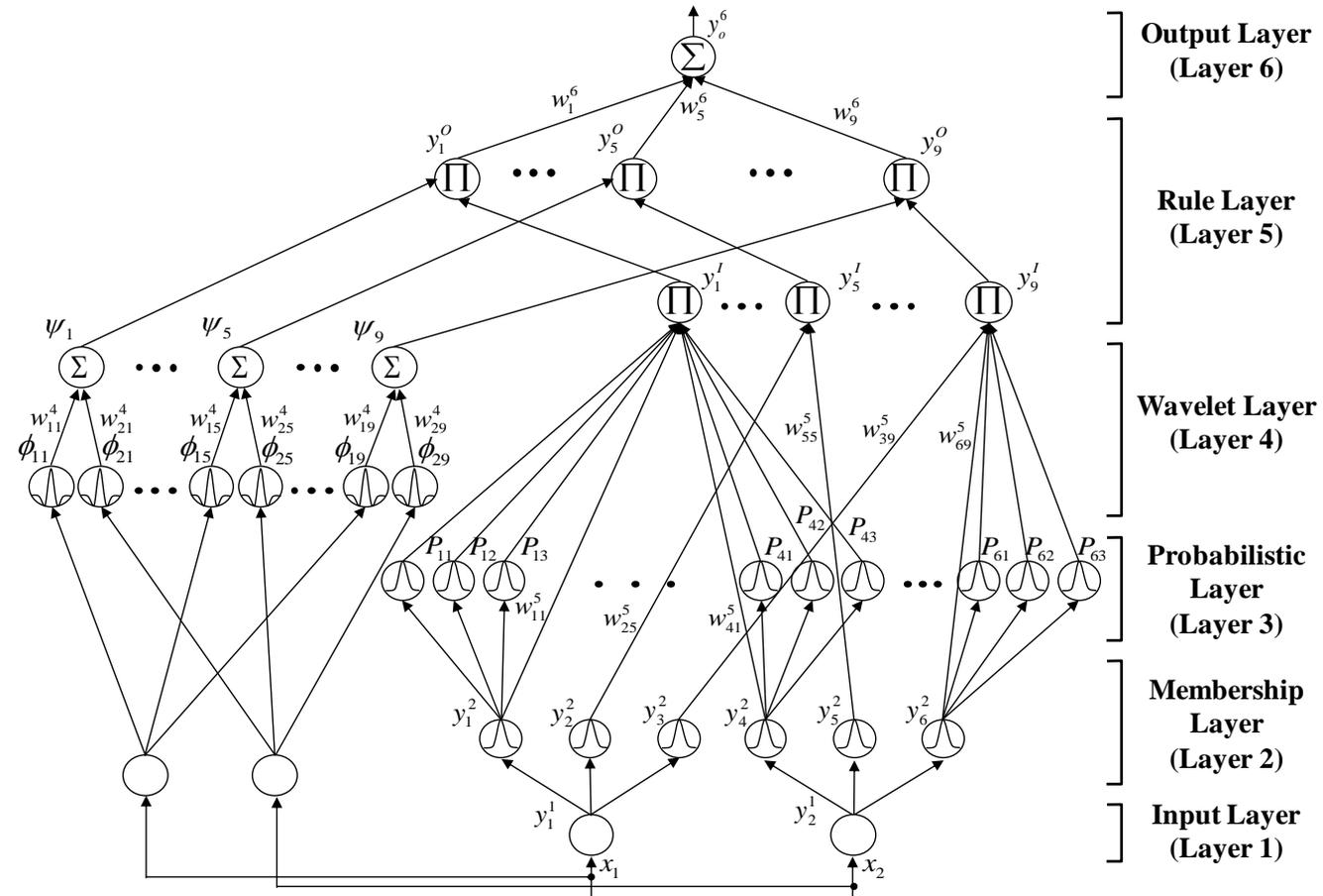
風機模擬器

系統實體圖

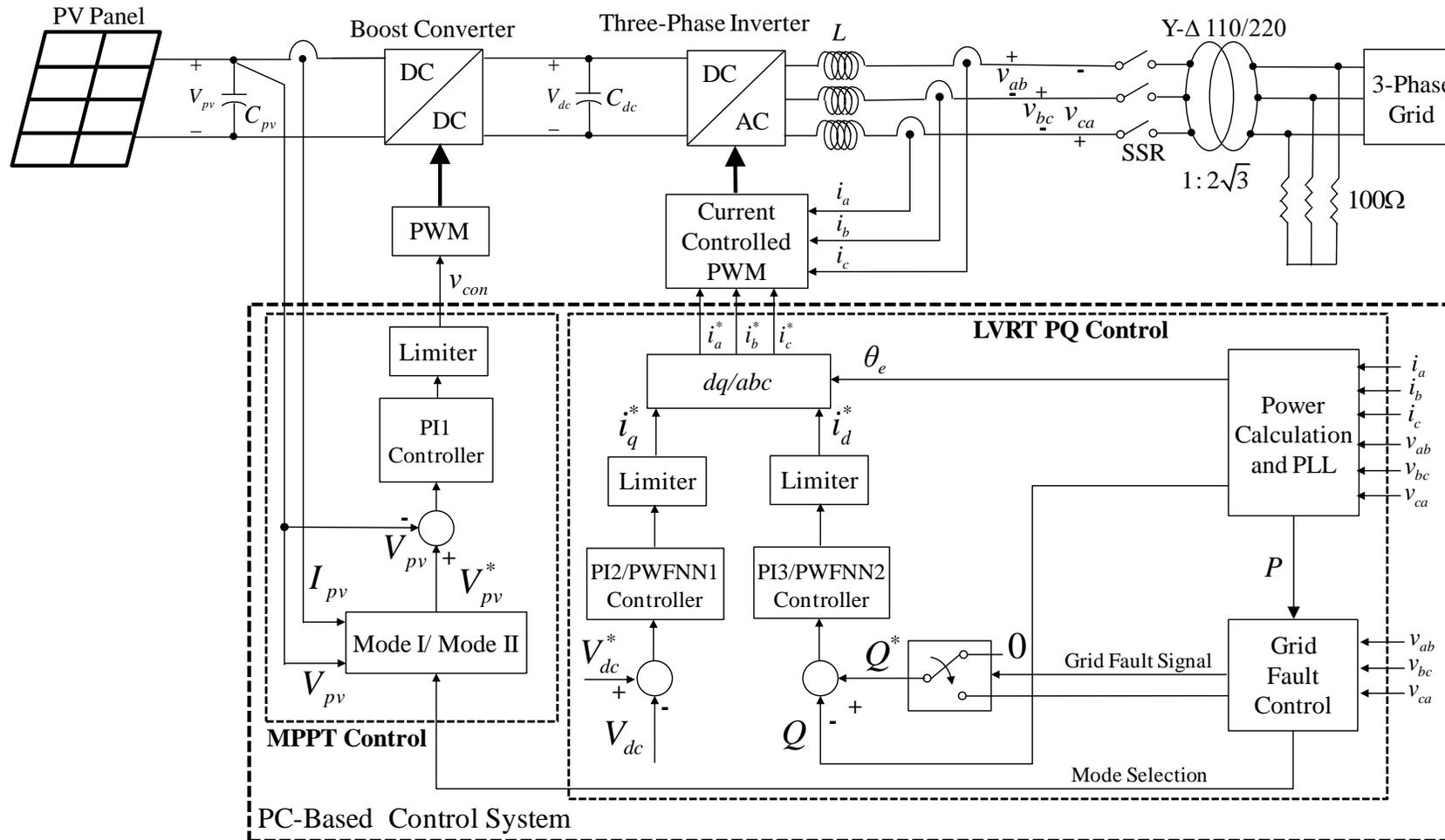
第四個案例: Requirements of LVRT of PV System Using Intelligent Control



Network Structure of PWFNN Controller



Power Control Using PWFNN Controllers



Power Control Using PWFNN Controllers

Reactive Power Supporting with Boost Converter Operated at Mode I

Case 1): single phase-to-ground fault occurs with 0.5 pu voltage dip

- $P_{pv} = 600$ W and $P = 526$ W
- Q rises to 380 VAR
- voltages: 1.0 pu, 0.77 pu and 0.77 pu
- V_{pv} and I_{pv} remain unchanged due to normal operating of the MPPT control at Mode I.
- $V_{mpp} = 150.7$ V, irradiance = 600 W/m²
- $V_{pv} = 150.9$ V, $I_{pv} = 4.03$ A
- PI controllers:
 - settling time of $Q = 0.3$ s, overshoot of $V_{dc} = 2.6$ %
- PWFNN controllers:
 - settling time of $Q = 0.1$ s, overshoot of $V_{dc} = 1.14$ %

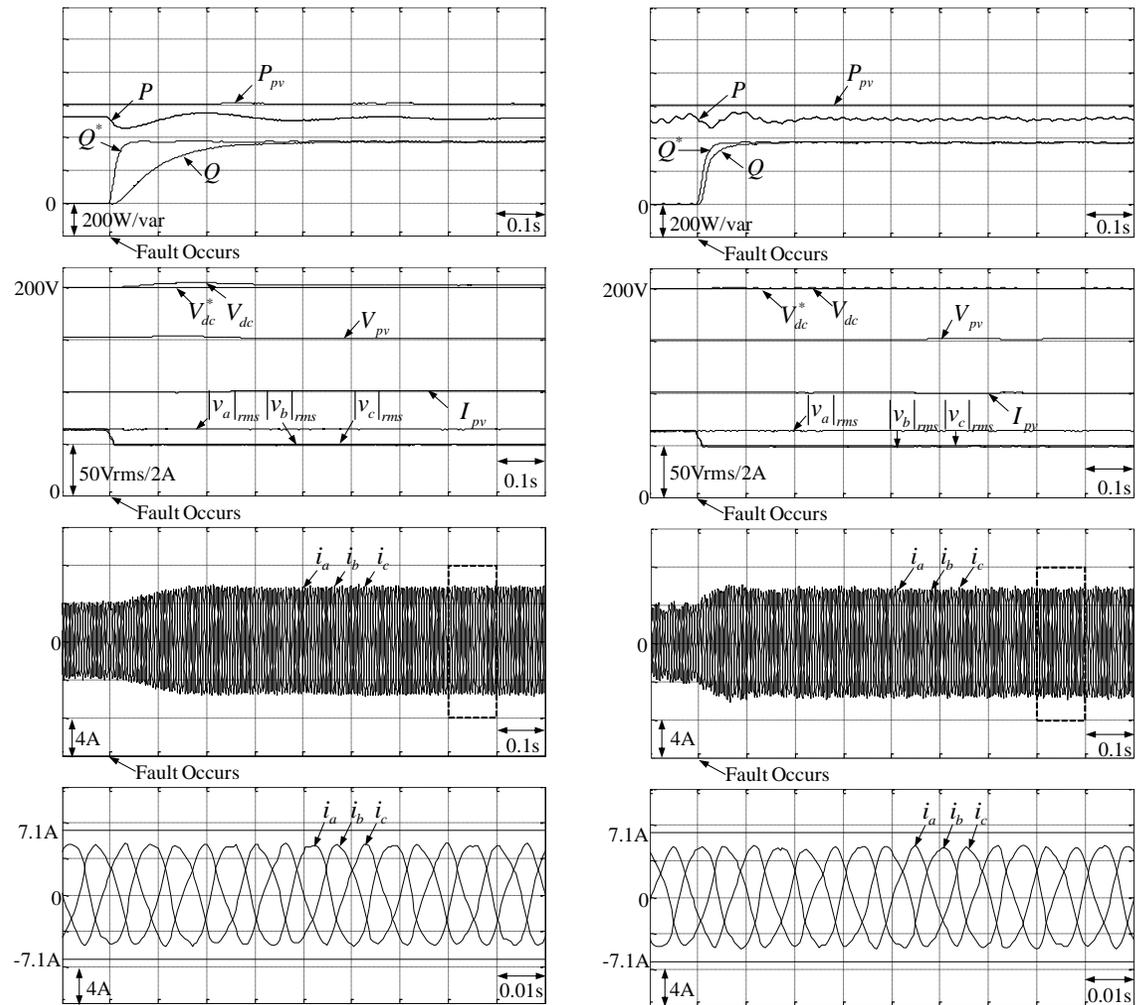


Fig. 5.2 (a) PI

(b) PWFNN

Power Control Using PWFNN Controllers

Reactive Power Supporting with Boost Converter Operated at Mode II

Case 2): single phase-to-ground fault occurs with 0.5 pu voltage dip

- $P_{pv} = 1000 \text{ W} \rightarrow 836 \text{ W}$
- $P = 865 \text{ W} \rightarrow 720 \text{ W}$
- Q rises to 380 VAR
- voltages: 1.0 pu, 0.77 pu and 0.77 pu
- $V_{pv} = 153 \text{ V} \rightarrow 164 \text{ V}$
- $I_{pv} = 6.5 \text{ A} \rightarrow 5.1 \text{ A}$, at Mode II.
- PI controllers:
 - settling time of $Q = 0.3 \text{ s}$, overshoot of $V_{dc} = 2.5 \%$
- PWFNN controllers:
 - settling time of $Q = 0.1 \text{ s}$, overshoot of $V_{dc} = 1.1 \%$

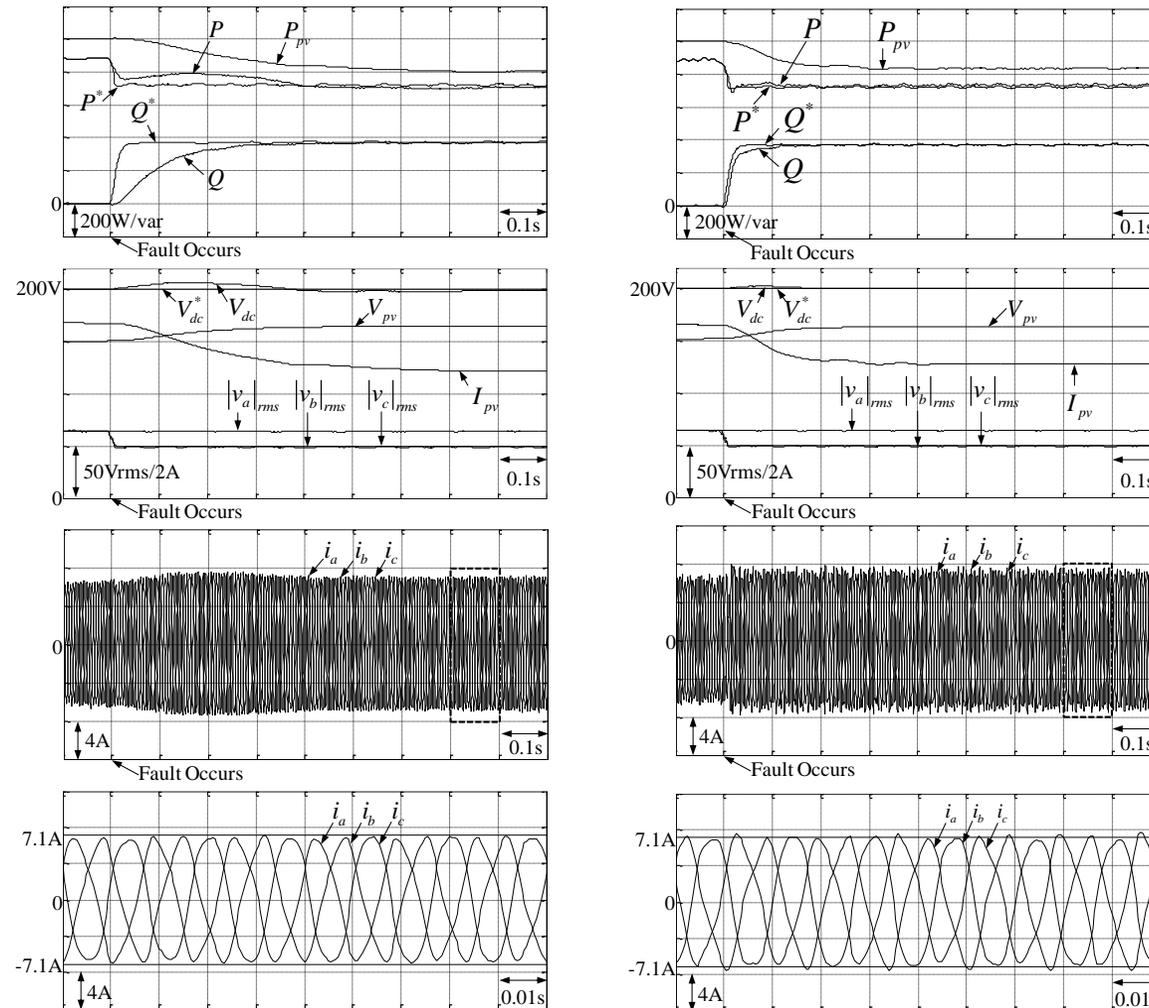


Fig. 5.3 (a) PI

(b) PWFNN

Power Control Using PWFNN Controllers

Reactive Power Supporting with Boost Converter Operated at Mode II

Case 3): double phase-to-phase fault occurs with 0.5 pu voltage dip

- $P_{pv} = 1000 \text{ W} \rightarrow 112 \text{ W}$
- $P = 860 \text{ W} \rightarrow 55 \text{ W}$
- Q rises to 720 VAR
- voltages: 0.5 pu, 0.92 pu and 0.92 pu
- $V_{pv} = 153 \text{ V} \rightarrow 174 \text{ V}$
- $I_{pv} = 6.5 \text{ A} \rightarrow 0.62 \text{ A}$, at Mode II.
- PI controllers:
 - settling time of $Q = 0.5 \text{ s}$, overshoot of $V_{dc} = 4.63 \%$
- PWFNN controllers:
 - settling time of $Q = 0.2 \text{ s}$, overshoot of $V_{dc} = 6.71 \%$

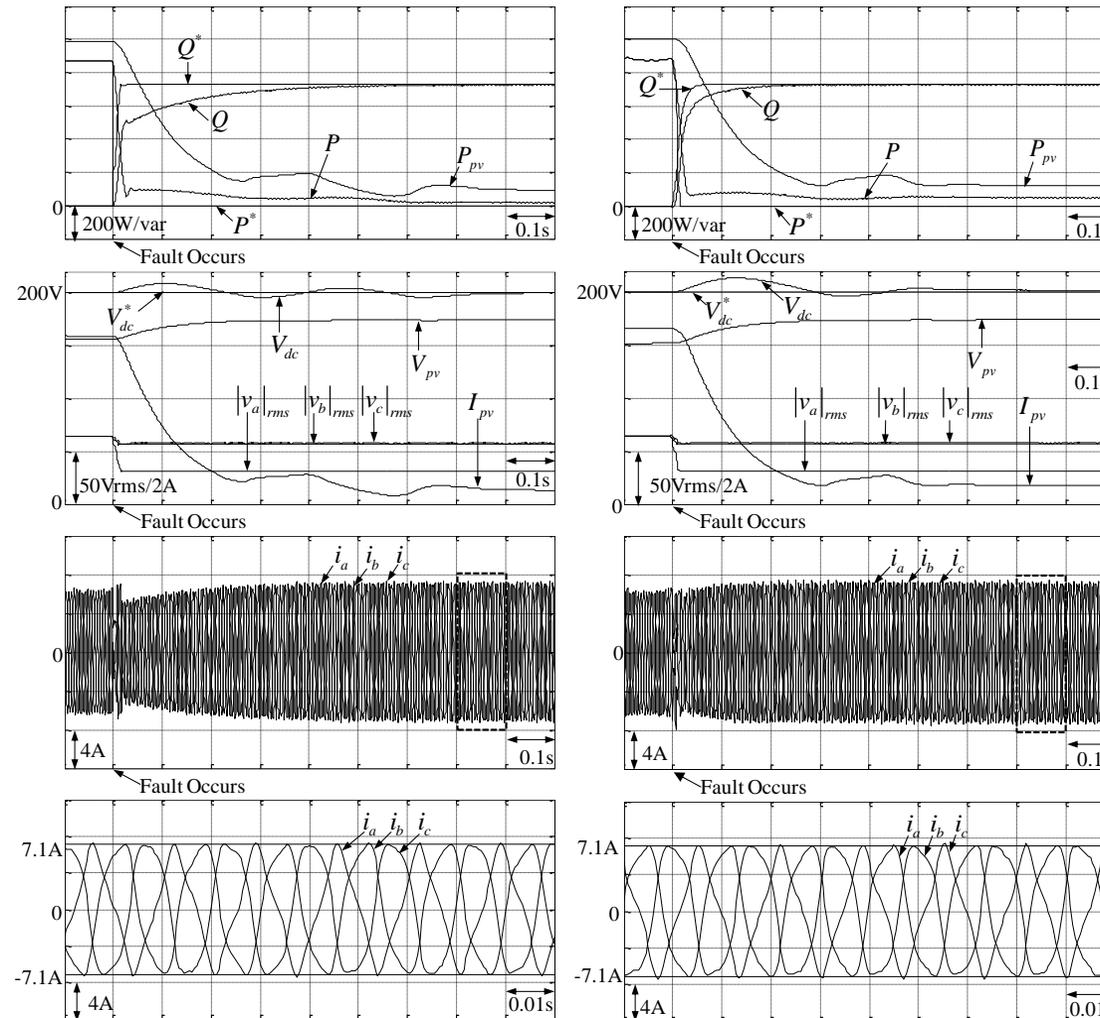


Fig. 5.4 (a) PI

(b) PWFNN



報告完畢，敬請指教