

圖 2.17 高壓用戶屋頂 1MWp 太陽光電廠
(e) - Inverter 及升壓變壓器



圖 2.18 高壓用戶屋頂 1MWp 太陽光電廠
(f) - PV 併聯之配電外線電桿

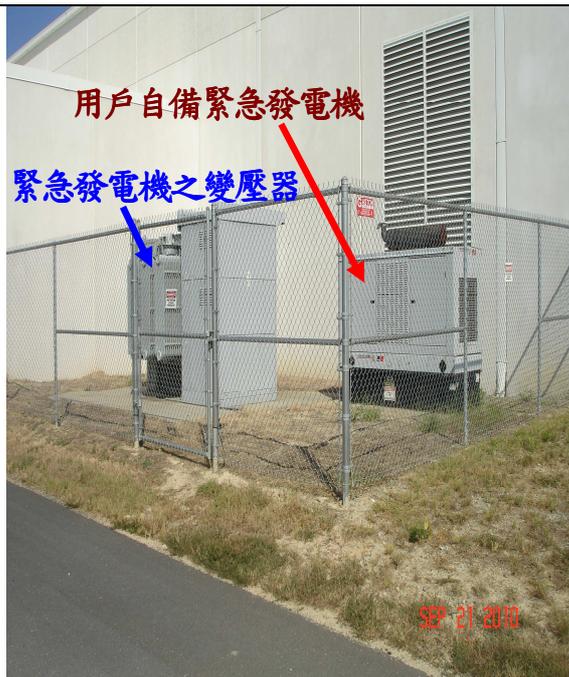


圖 2.19 高壓用戶屋頂 1MWp 太陽光電廠
(g) - 用戶自備緊急發電機及其變壓器



圖 2.20 高壓用戶屋頂 1MWp 太陽光電廠
(h) - 電力公司供電之用戶變壓器

2.5 EPRI OpenDSS 配電系統模擬軟體

2.5.1 背景說明

為維電力系統運轉安全，一般再生能源發電系統併入電網前原則均會進行併聯點之系統衝擊分析檢討，依據「台灣電力公司再生能源發電系統併聯技術要點」進行審查，通過後核發併聯同意書。

依現行本公司再生能源發電系統併聯計畫書審查作業須知，再生能源發電系統併聯系統衝擊檢討報告至少應含系統衝擊檢討基本資料(包括台電系統正式提供資料、電廠機電設備及系統單線圖資料)，檢討項目須如表 2.1，其中與太陽光電發電關聯較大項目如表 2.2 所示。

表 2.1 「再生能源發電系統併聯系統衝擊檢討」報告項目

項目	電力潮流	故障電流	電壓變動及閃爍	系統穩定度	功率因數	諧波管制
特高壓系統	✓	✓	✓	✓ (適用於併接 161kV 且發電機組總容量大於 95MW(含))	✓	✓
配電系統	✓ (適用於離島及獨立地區之高壓系統)	✓	✓		✓	✓

通常「再生能源發電系統併聯技術要點」只規定限制值，至於如何計算或模擬並未有明確規定。審核系衝分析報告一般須利用專業版系統分析軟體(例如 PSS/ADEPT)，費用相當昂貴(每套約新台幣 100 萬元)且過程繁複，本公司為加速太陽光電發電併聯申請案之審查效率，依據太陽光電特性，先前曾參照 PSS/ADEPT 軟體及德國 VDEW 併聯要點之穩態電壓相對變動計算公式，在不考慮負載及群聚式併網效應下，利用 Excel 開發建立簡易模式估算責任分界點之穩態電壓變動率，進行系衝檢討，以節省作業人力。

太陽光電併接配電系統，責任分界點穩態電壓變動率係首要考量，而故障電流、諧波電流、功率因數、各相間不平衡量、直流成分等亦對系統造成衝擊，另單獨運轉檢出功能更涉及工作安全問題。且太陽光電屬靜態型發電設備，Inverter 貢獻之故障電流併聯電網後造成之衝擊影響相對輕微，一般最大僅約 Inverter 額定值 2 倍。而諧波電流、功率因數、直流成分、單獨運轉檢出裝置等其它系衝檢討評估項目則依 Inverter 出廠測試認證文件。各相間不平衡量則視現場實際佈設而定。

簡易計算模式功能有其侷限，利用 EPRI 提供之 OpenDSS 配電系統模擬分析軟體，適度裁適為可供區處同仁使用於太陽光電併聯配電系統之系衝審查工具，是本次出國考察最大收穫。

裁適後之 OpenDSS 已召集區處進行上機實作研討，目前推廣至區處使用中，成效良好。

表 2.2 本公司再生能源發電併聯要點與太陽光電發電關聯較大項目

項目	限制標準	備註
正常電壓變動率	±5%以內，±2.5%以內（新版）	在責任分界點
故障電流	小於 10kA	在責任分界點 電網所貢獻故障電流 + PV Inverter 貢獻之故障電流
諧波污染	總諧波電流失真百分比須低於 5%以下	在責任分界點 依據「電力系統諧波管制暫行標準」（表 2.3）
功率因數	併接於 22.8 kV 以下配電系統之發電廠，責任分界點運轉原則：不論日間或深夜、例假日、國定假日及春節（除夕至元宵）等期間，得維持在 100%。	在責任分界點
各相間不平衡容量	單相連接時，其最大裝置容量不得超過 20 kVA。 三相併聯者：各相間不平衡容量不得大於 5 kVA。	
直流成分與單獨運轉檢出裝置	直流成分不得高於 0.5%。 必須加裝主動及被動防止單獨運轉檢出裝置各一套。	

表 2.3 電力系統諧波管制暫行標準摘要

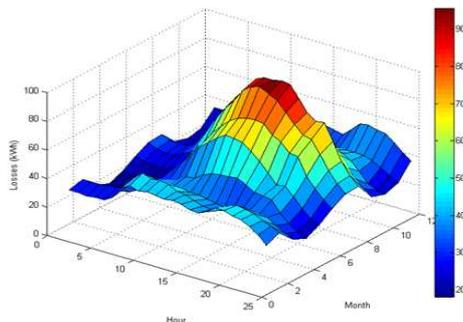
奇次諧波	限制值	偶次諧波	限制值
3 至 9 次	<4%	2 至 10 次	<1%
11 至 15 次	<2%	12 至 16 次	<0.5%
17 至 21 次	<1.5%	18 至 22 次	<0.375%
23 至 33 次	<0.6%	24 至 34 次	<0.15%
大於 33 次	<0.3%	大於 34 次	<0.075%

2.5.2 裁適後之 OpenDSS

OpenDSS 是 EPRI 配電系統模擬軟體 Distribution System Simulator (DSS)的開放版本，1997 年 EPRI 開始發展，至 2008 年 11 月才正式公開。這個電力系統分析軟體應用於各式配電系統的研究與評估，主要是因應分散式再生能源發電系統、電動車(PHEV/EV)、非典型負載曲線及提升能源效率之需量反應與儲能設備加入配電系統而產生，這些新加入配電系統元素，藉由傳統配電系統分析軟體將無法得到正確的分析結果。該軟體起初被發展於配電研究計畫，用於估算分散式發電系統與分散式再生能源評估。這個軟體必須可以評估所有時期，不只對單一時間點評估，如尖峰負載案例。現在隨著對特定用戶的能源效率與需量反應管理變得關鍵，使此種評估能力更重要。圖 2.21~圖 2.23 提供此方面相關資料說明，惟除太陽光電併網檢討外之其它適用情境(例如電動車充電對配電系統造成之影響等)，本公司須與 EPRI 進一步交流溝通後方可確認。

Advanced Simulation Platform -- OpenDSS

- Open source of EPRI's Distribution System Simulator
 - developed in 1997
 - open sourced Nov 2008
- OpenDSS designed from the beginning to capture
 - Time-specific benefits **and**
 - Location-specific benefits
- Differentiating features
 - full multiphase model
 - numerous solution modes
 - “dynamic” power flow
 - system controls
 - flexible load models
- Needed for analysis of
 - DG/renewables
 - energy efficiency
 - PHEV/EV
 - non-typical loadshapes



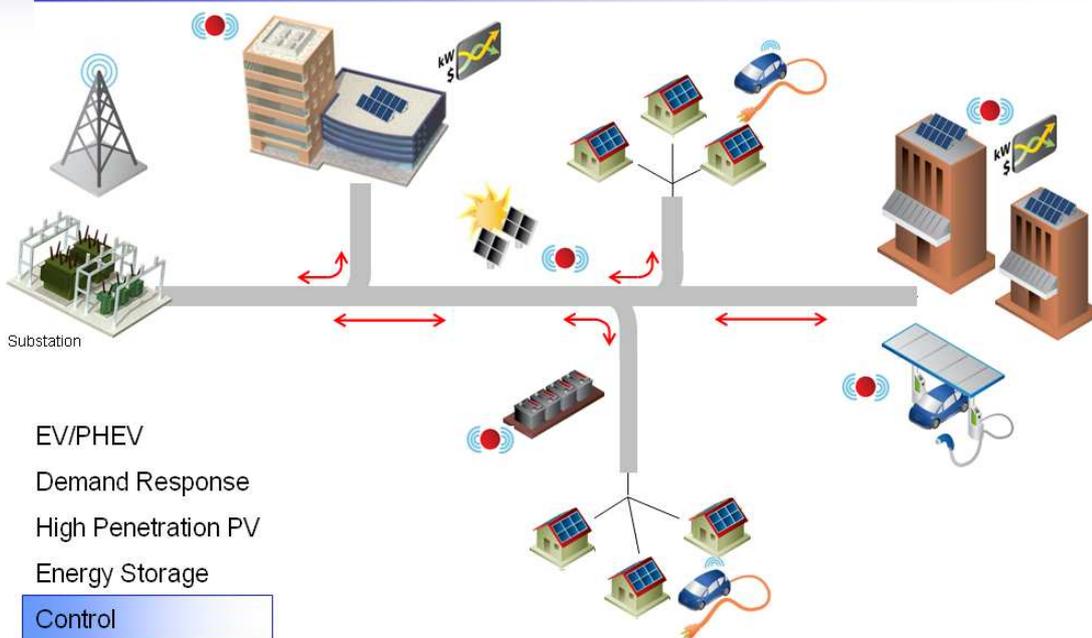
Electric Power Research Institute, Inc. All rights reserved.

4

EPRI | ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

圖 2.21 先進模擬平台簡介-OpenDSS

Distribution Analysis Needs have Changed



Electric Power Research Institute, Inc. All rights reserved.

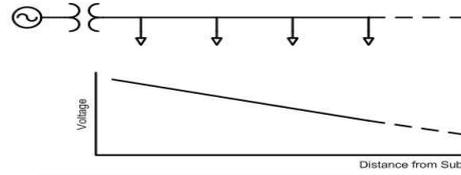
2

EPRI | ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

圖 2.22 先進模擬平台簡介-配電分析模式必須改變

Traditional Distribution Analysis Programs

- Designed to study peak loading conditions
- Captures mostly location-specific benefits
- Ignores time and assumes all resources available



This gets the wrong answer for many DG and energy efficiency analyses

Element Name	Param Name	Conf	Code	Unit	Value	Element	Accum	Thru	From	Length
47428	REGN	A	default	Reg Voltage 120.0	120.00	1.20	464.00	0.000	0.000	0.000
5118700604	47428	A	3-AA-UG	Reg	120.00	1.20	464.00	0.009	0.009	0.009
5121287386	517815568-A	A	3P-AA-OH	Drop	124.5	1.41	464.00	0.042	0.024	0.024
5121287389	5121287386	A	3P-AA-OH	Drop	124.5	1.41	464.00	0.076	0.034	0.034
5121286948	5121287389	A	3P-AA-OH	Drop	124.5	1.41	464.00	0.845	0.569	0.569
5121286921	5135423042-A	A	3P-AA-OH	Drop	124.5	1.41	464.00	0.694	0.049	0.049



Electric Power Research Institute, Inc. All rights reserved.

3



ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

圖 2. 23 先進模擬平台簡介-傳統配電分析模式無法得到正確分析結果

OpenDSS 軟體用來支援 EPRI 與產業的許多不同研究領域。這個大規模的中心提議用來估算綠能配電網(Green Circuits)效率，及 PHEV 加入配電系統與配電系統控制策略的新技術像電壓品質穩定控制等。

引用 OpenDSS 做為太陽光電併網系衝分析檢討，最重要的是裁適成適用於台灣地區的配電系統環境，執行時須輸入線路阻抗等線徑資料，表 2. 4 與表 2. 5 分別為本公司常用之高低壓導線線徑代碼(LineCode)。圖 2. 24~圖 2. 26 為配合本公司常用之配電線路導線種類其及對應阻抗，OpenDSS 輸入格式。

表 2. 4 常用之高壓導線代碼

常用高壓導線種類	LineCode
25KV 500MCM	500MCM
25KV #1	#1
477MCM	477MCM
#2	#2

表 2. 5 常用之低壓導線代碼

常用低壓導線種類	LineCode
22mm ²	22mm2
60mm ²	60mm2
125mm ² (2 回)	125mm2(2 回)
125mm ² (3 回)	125mm2(3 回)

```

TP_LineCodes.DSS - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
↑ TP_LineCodes
?500MCM(Zabc)
New linecode .500MCM nphases=3 BaseFreq=60
~ rmatrix = (0.2536 0.1461 0.1461 | 0.1461 0.2536 0.1461 | 0.1461 0.1461 0.2536)
~ xmatrix = (0.1464 0.0027 0.0027 | 0.0027 0.1464 0.0027 | 0.0027 0.0027 0.1464)
~ cmatrix = (0.0 0.0 0.0 | 0.0 0.0 0.0 | 0.0 0.0 0.0)
?#1(Zabc)
New linecode .#1 nphases=3 BaseFreq=60
~ rmatrix = (0.8018 0.2592 0.2592 | 0.2592 0.8018 0.2592 | 0.2592 0.2592 0.8018)
~ xmatrix = (0.2499 0.0603 0.0603 | 0.0603 0.2499 0.0603 | 0.0603 0.0603 0.2499)
~ cmatrix = (0.0 0.0 0.0 | 0.0 0.0 0.0 | 0.0 0.0 0.0)
?477MCM(Zabc)
New linecode .477MCM nphases=3 BaseFreq=60
~ rmatrix = (0.2129 0.0870 0.0799 | 0.0870 0.2285 0.0870 | 0.0799 0.0870 0.2129)
~ xmatrix = (0.5729 0.1633 0.1729 | 0.1633 0.4919 0.2219 | 0.1729 0.2219 0.5729)
~ cmatrix = (0.0 0.0 0.0 | 0.0 0.0 0.0 | 0.0 0.0 0.0)
?#2(Zabc)
New linecode .#2 nphases=3 BaseFreq=60
~ rmatrix = (1.1278 0.1811 0.1651 | 0.1811 1.1621 0.1811 | 0.1651 0.1811 1.1278)
~ xmatrix = (0.8288 0.3192 0.3101 | 0.3192 0.7877 0.3778 | 0.3101 0.3778 0.8288)
~ cmatrix = (0.0 0.0 0.0 | 0.0 0.0 0.0 | 0.0 0.0 0.0)
?22mm2(Z)
New linecode .22mm2 nphases=1 BaseFreq=60
~ rmatrix = (0.896)
~ xmatrix = (0.372)
~ cmatrix = (0.0)
?60mm2(Z)
New linecode .60mm2 nphases=1 BaseFreq=60
~ rmatrix = (0.330)
~ xmatrix = (0.328)
~ cmatrix = (0.0)
?125mm2(Z)
New linecode .125mm2 nphases=1 BaseFreq=60
~ rmatrix = (0.157)
~ xmatrix = (0.302)
~ cmatrix = (0.0)
?125mm2(2回)(Z)
New linecode .125mm2(2回) nphases=1 BaseFreq=60
~ rmatrix = (0.0785)
~ xmatrix = (0.151)
~ cmatrix = (0.0)
?125mm2(3回)(Z)
New linecode .125mm2(3回) nphases=1 BaseFreq=60
~ rmatrix = (0.0523)
~ xmatrix = (0.1006)
~ cmatrix = (0.0)

```

圖 2.24 本公司常用之配電線路導線種類其及對應阻抗OpenDSS輸入格式(a)

●三相線路阻抗:

$$\begin{aligned}
 \text{rmatrix} &= "R_{11} R_{12} R_{13} | R_{21} R_{22} R_{23} | R_{31} R_{32} R_{33} " \\
 \text{xmatrix} &= "X_{11} X_{12} X_{13} | X_{21} X_{22} X_{23} | X_{31} X_{32} X_{33} "
 \end{aligned}$$



$$Z_{abc} = \begin{bmatrix} R_{11} + jX_{11} & R_{12} + jX_{12} & R_{13} + jX_{13} \\ R_{21} + jX_{21} & R_{22} + jX_{22} & R_{23} + jX_{23} \\ R_{31} + jX_{31} & R_{32} + jX_{32} & R_{33} + jX_{33} \end{bmatrix}$$

◆以500MCM為例:

New linecode.500MCM nphases=3 BaseFreq=60

~ rmatrix = (0.2536 0.1461 0.1461 | 0.1461 0.2536 0.1461 | 0.1461 0.1461 0.2536)

~ xmatrix = (0.1464 0.0027 0.0027 | 0.0027 0.1464 0.0027 | 0.0027 0.0027 0.1464)

~ cmatrix = (0.0 0.0 0.0 | 0.0 0.0 0.0 | 0.0 0.0 0.0)

其中，500MCM 線徑的代號為500MCM
nphases=3 相別為三相
BaseFreq=60 頻率為60Hz

~ rmatrix = (0.2536 0.1461 0.1461 | 0.1461 0.2536 0.1461 | 0.1461 0.1461 0.2536)
 單位為 (Ω/km)

~ xmatrix = (0.1464 0.0027 0.0027 | 0.0027 0.1464 0.0027 | 0.0027 0.0027 0.1464)
 單位為 (Ω/km)

圖 2.25 本公司常用之配電線路導線種類其及對應阻抗OpenDSS輸入格式(b)

OpenDSS線徑資料的矩陣表示方法

●單相線路阻抗:

`rmatrix=" R11 "`
`xmatrix=" X11 "`



$$Z = [R_1 + jX_1]$$

◆以125mm²為例:

New linecode.125mm2 nphases=1 BaseFreq=60

~ **rmatrix = (0.157)**

~ **xmatrix = (0.302)**

~ **cmatrix = (0.0)**

其中，125mm²

nphases=1

BaseFreq=60



線路的代號為125mm²



相別為單相



頻率為60Hz

~ **rmatrix = (0.157)**

~ **xmatrix = (0.302)**



R₁為0.157 (Ω/km)



X₁為0.302 (Ω/km)

圖 2.26 本公司常用之配電線路導線種類及其對應阻抗 OpenDSS 輸入格式(c)

2.6 太陽光電併網小結

地理條件為再生能源發電系統發展之必要條件，台灣地區日照充足，加以高科技產業之基礎，是發展太陽光電系統之絕佳地區，而太陽光電產業之發展更將與高科技產業產生加乘效果。政府政策配合及相關法規的完備性，對太陽光電系統之發展更有決定性影響。本公司為公用事業，亦為政府團隊一員，為配合政府政策，除已完成「台灣電力公司再生能源發電系統併聯技術要點」及「台灣電力股份有限公司再生能源電能收購作業要點」訂定外，亦基於本公司「以人為本」與「追求卓越」企業文化，以「誠信」態度「關懷」地球生態投入太陽光電系統建置，

並以「創新」與「服務」態度協助業者發展太陽光電系統，對推行太陽光電系統可說不餘遺力。目前各項法規雖仍有檢討空間，惟在能源局、本公司、業者及工研院等多方努力後，已為太陽光電系統之發展奠定良好基礎，期望未來能在各界共同努力下，使太陽光電系統更蓬勃發展，追求地球環境之永續發展。

在國外，歐盟電力公司過去經驗顯示，對太陽光電系統經驗及觀感是正面的，一些與系統併聯的大容量太陽光電系統證實可與低壓配電系統相容而無太大的技術問題。

在國內，為了促進太陽光電系統之發展，對於裝置容量不及 500 瓩之再生能源發電系統，本公司已增訂作業須知並簡化相關申設處理程序，且於各區營業處設置太陽光電咨商服務專員窗口，同時加強宣導以統一步調機制。為了系統安全穩定運轉起見，所進行之系統衝擊影響分析，亦提出 EPRI 之 OpenDSS 配電系統模擬軟體供參。惟未來尚有諸多方向須努力，才能促進國內太陽光電之發展，例如：(1)建立國內太陽光電電力調節器之認證制度；(2)各相關單位應加強瞭解太陽光電併聯系統的特性及(3)併聯技術及設備日新月異，應持續修訂併聯技術要點以符合時勢要求。

太陽光電系統係屬新興之能源產業，在這個環境快速變遷及節能減碳風行之年代，為共創低碳經濟新格局，未來太陽光電系統佔比將越來

越高，主動式單獨運轉保護方法是否會互相干擾，其保護有效性須再驗證，目前日本及美國等均針對此議題進行測試研究。法規跟不上技術之進步，法規僅規範最低之併聯要求，併聯情況問題種類繁多，相關未盡事宜，業者與電力公司應妥善協商，才能促進國內再生能源之發展。

第三節 電動車

3.1 全球電動車市場概述

因應節能減碳新時代，全球各車廠及主要能源供應公司均紛紛投入電動車相關配合技術研發，表 3.1 為國際主要車廠電動車現況分析，電動車發展以油電混合車(PHEV)及純電動車(BEV)等兩種類型為主要方向，使用的電池種類仍以鋰電池主。表 3.2 為電動車各種電池特性比較，鋰鐵電池之循環壽命(使用次數)較佳，就長期使用成本而言，鋰鐵電池最經濟。表 3.3 為全球電動車市場現況分析。

表 3.1 國際主要車廠電動車現況分析

車廠	車型	型式	量產年份	電池容量	電池種類	全電行駛距離	極速
Chrysler	Dodge Circuit	BEV	2010	22kWh	鋰電池	150-200miles	>120mph
Mitsubishi	iMiEV	BEV		16kWh	鋰電池	100miles	130mph
Nissan	LEAF	BEV		24kWh	鋰電池	100miles	90mph
BMW	Mini E	BEV	2011	35kWh	鋰電池	150miles	95mph
GM	Volt	PHEV		16kWh	鋰電池	40miles	100mph
Ford	Focus BEV	BEV	2012	-	鋰電池	-	-
	Escape	PHEV		10kWh	鋰電池	30-40miles	102mph
Toyota	Prius PHEV	PHEV		(5) kWh	鋰電池	12.4-18.6miles	60mph
Daimler	Smart ED	BEV		35kWh	鋰電池	72miles	70mph
VW	Golf	PHEV		12kWh	鋰電池	30miles	-
Audi	e-tron	PHEV	-	42.4kWh	鋰電池	154miles	124mph

表 3.2 電動車各種電池特性比較

電池種類	鋰鐵電池	鋰錳電池	鋰鈷電池	鎳氫電池	鎳鎘電池
理論電容量	130~150	110~120	140~145	60~90	40~50
工作電壓	3.3V	3.7V	3.7V	1.2V	1.2V
循環壽命 (使用次數)	2000 次	100~800 次	300~500 次	500 次以下	500 次以下
需充飽電時間	0.5Hr	2~4Hr	2~4Hr	4Hr	1.5Hr
溫度耐受性 (度)	-45~70	-20~40	0~50	-25~40	-25~50
安全性	最佳	可	差	可	差
熱穩定性	最佳	可	差	可	可
記憶效應	無	無	無	嚴重	嚴重
長期使用成本	最經濟	普通	昂貴	普通	普通

表 3.3 全球電動車市場現況分析

	中國	日本	歐盟	美國
產業發展目標	◆ 2011/50 萬輛 且 EV、PHEV、HEV 占總銷售量 5%	◆ 2020 年 HEV 佔 20~30%、EV/PHEV 佔 15~20% ◆ 2050 年 EV 與 HEV 佔新車 50%	◆ 德：2020/100 萬輛 ◆ 西：2014/100 萬輛 ◆ 法：2012/10 萬台 ◆ 英：2030 年止，創造 100 萬人相關就業	◆ 三年內 40 萬輛 ◆ 2015 年國產 100 萬輛 ◆ 2050 年電動車占總車輛半數
研發與環境建設	◆ 3,000 萬發展鋰電池及相關材料 ◆ 鋰電池出口退稅幅度調升至 17% ◆ 3 年 200 億十城千輛	◆ 2014 年度設置 1000 座充電站 ◆ 2020 年國內充電站 200 萬座，急速充電站 5000 座	◆ 歐盟：7.3 億歐元整合再生能源與電動車 ◆ 英：5 年 1 億英鎊 ◆ 法：22 億歐元十四項電動車推動計畫	◆ 24 億美金的電動車研發計畫 ◆ 20 億美元電池及零組件發展 ◆ 4 億建置充電站
購車補助	◆ 插電式混合動力車最高 5 萬 ◆ 純電動車最高 6 萬	◆ 補助與燃油車價差之 50%	◆ 英：2011 起 5 千英鎊 ◆ 法：購買 CO2 排放量低於標準者，5 千歐元	◆ 提供電動混合車 7,500 美元的購車補助
租稅優惠		◆ 購車免取得稅與重 (2009/04-2012/04)	◆ 英：2011 起使用電動車公司 5 年免汽車稅 ◆ 瑞、愛：免牌照稅	◆ 減免使用者所得稅，最高額度達 5,000 美元

3.2 國外營運分析

整體而言，電動車市場發展有起有落，主要受幾個驅動因素與限制因素影響。就目前情況而言，各國在能源安全考量及油價上漲趨勢下，皆促使推行電動車更堅定的決心，而在環保意識發展下，各國也紛紛建立更嚴峻的油耗法規，並制定電動車推廣政策等，這類因素皆為驅動電動車市場不斷發展的契機。相對而言，目前在電池安全性與可靠性尚未達到非常理想狀況下，過高的電池成本與遠不及加油站普及程度的充電站，皆為目前發展電動車的**限制因素**。

表 3.4 為美國 Better Place、日本東京電力公司及中國示範計畫之彙總說明。參考國外在示範運行計畫中，Better Place 鋪設的充電設施包含充電柱、充電站、一直到電池交換站皆有，鋪設的地點也很廣泛，以住家社區機關單位延伸至賣場商店等等。日本東京電力公司所使用的充電設備則以快速與慢速充電設備為主，沒有交換站的使用，建置的地點一樣包含住家、停車場、商店購物中心及高速公路休息站等。至於中國，在 2015 年的發展目標，是以完善的慢充網路輔以少部分的電池更換站，技術發展上則是研擬更精進的快速充電技術，預計 2020 年則建置一套以快慢充混合的智慧供電網路，並研發先進車輛融合技術。

至於法國電力公司 EDF，則是參予大大小小示範計畫(如表 3.5 所示)，示範的範圍也不局限於法國境內，甚至到英國倫敦等。在與雷諾

合作試驗計畫中，EDF 電力公司與地方機關、車廠及石油公司等共同合作，其本身負責充電設施的開發並研究使用者的充電行為，以試驗出最經濟的運作模式。在與 BMW 的合作案中，EDF 仍是以充電設施安裝及控管參與者的電力裝置為主。至於與豐田合作案，EDF 也是以設計、裝設、監控與管理充電站等業務為主，充電設備的架設地點包含住家、工作場合及其他特許的公有停車場等。整體而言，電力公司的參與，也需與提供設置場地的商家、停車場業者等合作，並且協商充電設備的裝設與後續維護等服務。

表 3.4 Better Place、東京電力及中國示範計畫彙總

	充電設施形式	負責項目
Better Place	路邊充電柱、停車場充電設施、家庭充電設施、充電站、電池交換站	<ul style="list-style-type: none"> • 不直接銷售車輛或車載電池 • 與車廠/電池廠共訂規格以設電池交換站 • 與政府/城市合作，建置綿密充電網(住家、社區、公共建設、機關單位、路邊停車場、賣場、商店等)
日本東京電力公司	快速與一般慢式充電器	<ul style="list-style-type: none"> • 三菱汽車提供車輛，於販售點設充電器 • 電力公司設充電器、供電，導入電動車內部用，充電器架設於：零售商店、購物中心、停車場、高速公路休息站、住家
中國示範計畫	2015：電池更換+完善的慢充網路 2020：快、慢充混合的智慧供電網路	<ul style="list-style-type: none"> • 百萬輛等級/2015：採取小功率充電(3kW)、半快充技術；研發快速充電技術 • 千萬輛等級/2020：研發先進車輛融合技術

表 3.5 法國 EDF 電力公司參與電動車試驗計畫

計畫	參與者	負責項目
與雷諾合作之試驗計畫	雷諾、EDF、塞納河下游流域城鄉規劃委員會(EPAMSA)、施耐德電氣(Schneider)、Total 石油及 Yvelines 省、大巴黎地方	<ul style="list-style-type: none"> ●開發充電基礎設施 ●研究使用者充電實際操作行為 ●試驗經濟的運作模式
與 MINI-E 之試驗計畫	EDF；BMW；INRETS；威立雅環境；巴黎市政府；生態、能源、永續發展與海洋部(MEEDDM)；歐洲安全與風險分析研究中心	<ul style="list-style-type: none"> ●控管參與試驗者的電力裝置（使其合乎規範／安全標準） ●儘可能為電力裝置提供升級 ●裝上／拆卸充電匣
與豐田共同推出的模擬試驗	超過 30 個合作夥伴；包含：EDF、豐田、史特拉斯堡市政府、大史特拉斯堡地區市鎮協進會、環能管理署	<ul style="list-style-type: none"> ●設計、裝設、監控與管理充電站：包括駕駛人家中、工作場所及特許公有停車場 ●與豐田共同擔任計畫執行單位

除了和車廠合作之外，EDF 也與中央及地方政府進行其他合作，例如一些全國性的發展計畫。同時實地應用電動車作為公司內部車隊使用，以及成立子公司專責地方政府與停車場在設置充電設施上的協助。

3.3 電動車充放電對配電系統影響

全球電動車發展時程表如圖 3.1 所示，可發現美日大型汽車製造商皆定出於未來 5 年內即可商業化，其充放電之功率將較一般家庭設備為大，勢必對配電系統之運轉帶來極大衝擊，並可能造成配電設備如變壓器、配電饋線之過載，且其造成之電壓變動諧波電流亦可能對用戶之用電設備產生不良之影響，本公司有必要及早規劃因應策略。將電動車之充放電特性納入用戶負載模型，進而修正配電系統模型，裝置智能化之

電動車充放電監控模組，配合需量反應導入電動車智慧化充放電管理 (Smart Charging)。同時可考慮與公司推動智慧電網，建置變壓器負載監控等，和電動車充放電整合。

PEV Commercialization Timeline

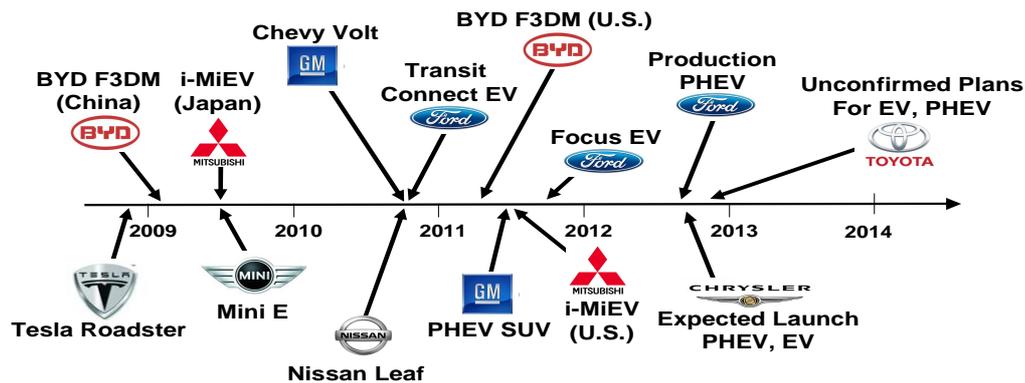


圖 3.1 全球電動車發展時程表

美國已於加州社區建置電動車之示範系統，其對配電系統衝擊，如圖 3.2 所示，隨著電動車滲透率增加，於配電系統併網之電動車數量亦呈現增加趨勢，應用 EPRI 所發展之 OpenDSS 分析軟體，可發現過載之配電變壓器數量(目前美國變壓器之容量以每戶 7.2KVA 為規劃，本公司則以每戶 3~5KVA 為規劃)，另外亦可分析配電饋線之電壓變動情形，因此電動車之智慧化充放電管理必須和變壓器之負載監測作緊密結合。

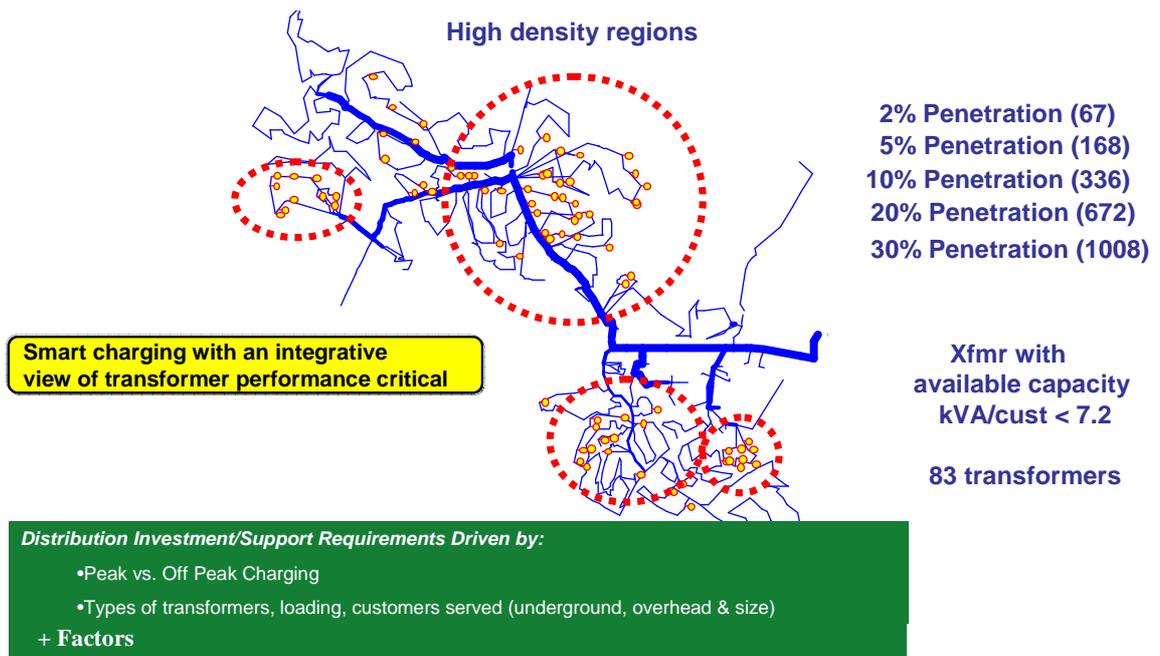


圖 3.2 美國於加州社區建置電動車之示範系統

另外針對電動車特性，須發展一套系統衝擊分析架構如圖 3.3 所

示，其中電動車之負載特性，將考慮下列因素：

- (1) 不同類型電動車之充電負載模式和充電模型。
- (2) 電動車之市場滲透率(分別就住宅及商業用戶加以考慮)。
- (3) 用戶充電習慣。
- (4) 以用戶每天可能之旅行哩程，決定其電池充電量。

EPRI 利用上述因素考量，整合用戶負載模型，進行配電系統 24 小時之電壓變動與設備負載量分析。

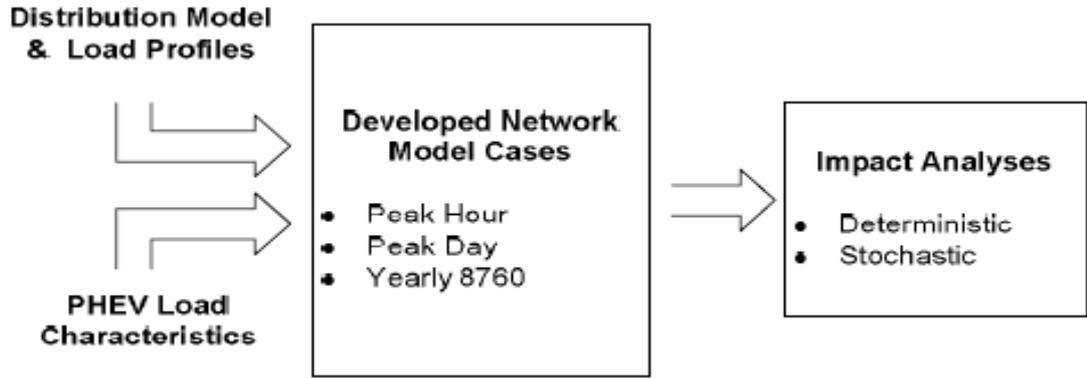


圖 3.3 針對電動車特性發展之系統衝擊分析架構

EPRI 就電動車充電對配電系統之影響，主要考慮下列因素；

- (1) 設備過載：電動車滲透率和設備正常額定及緊急額定容量之關係。
- (2) 系統電壓：電動車充電對系統電壓變動率之影響。
- (3) 三相不平衡：電動車充電造成電壓三相不平衡率。
- (4) 系統損失：電動車充電對配電系統損失之影響。

圖 3.4 顯示電動車滲透率造成配電變壓器於離峰及尖峰時段之過載比率。可發現當每戶人家擁有之電動車數量愈多時，將造成嚴重之變壓器過載現象，而其造成變壓器壽命降低之影響，則如圖 3.5 所示。

隨著電動車發展可預期在未來 5 至 10 年，將有大量電動車使用於住商用戶。由於電動車之充電功率可能等於或大於目前每個用戶之用電量，電動車併網所帶來之系統衝擊，本公司必須未雨綢繆。尤其是智慧配電網之規劃，藉由能源資通訊(EICT)技術之應用於系統監控，並比照美國將用戶之電動車亦納入自動圖資管理，藉由即時監控系統隨時掌握變壓器等配電

設備之溫升和負載量，進而達成電動車之智慧化充電模式，以維持良好之電力品質和確保高效能之配電設備管理。

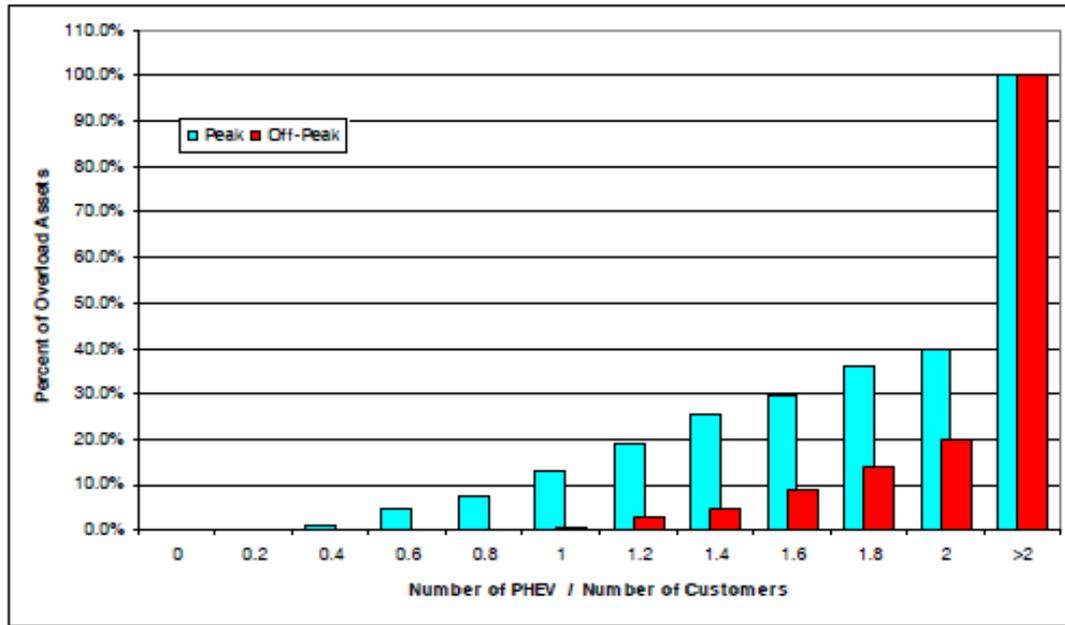


圖 3.4 電動車滲透率造成配電變壓器於離峰及尖峰時段之過載比率

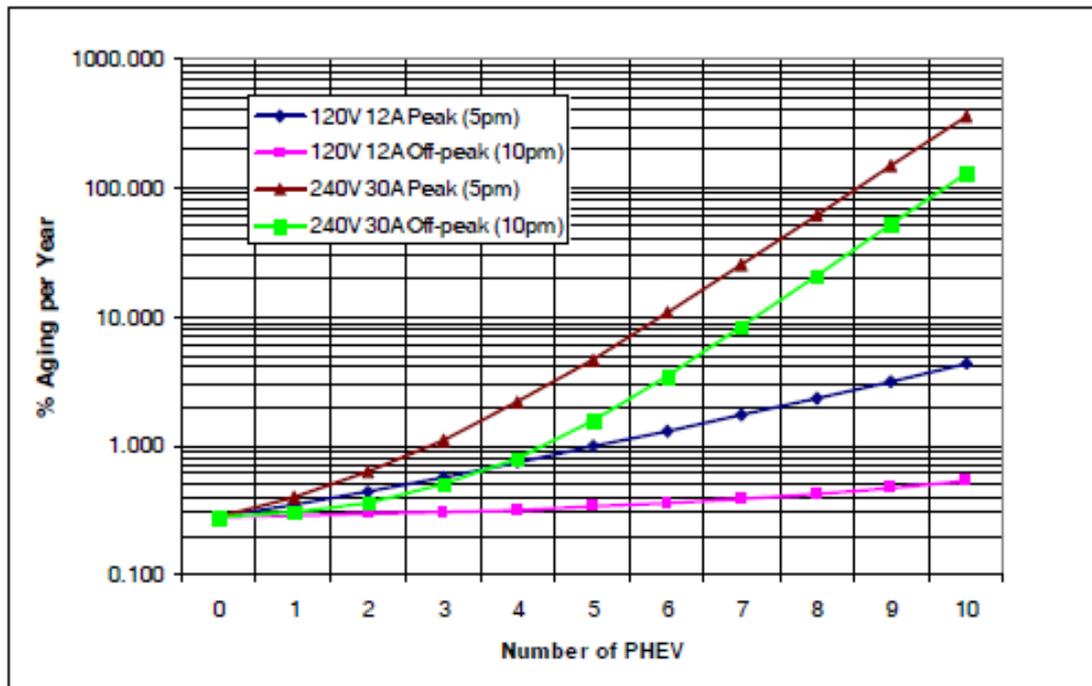


圖 3.5 變壓器壽命降低之影響

3.4 美國電動車相關措施及充放電規格標準

美國 2011 年日產(Nissan)與美國車廠生產的電動車將超過 3 萬輛，日後電動車大量生產以及普及後，可能會造成原本的供電情況吃緊，不過美國政府已陸續更新電力設備，電力公司建議，民眾可以選擇在夜間離峰時段為愛車充電，避免社區造成跳電。

日產的 Leaf 與雪弗蘭 Volts 電動車，預計 2011 年會推出 3 萬輛，包括福特與豐田，也都將陸續在美國市場推出電動車，若以電動車每 1 萬哩需耗掉 2,500 瓩小時電力計算，約等於一般美國家庭年用電量多出 2 成以上，美國 Duke 公司電動車部門規劃人員羅文表示，「初期電力供應出現問題在所難免。」

愛迪生電氣協會副執行長歐文斯表示，「電動車對於電力公司而言，有可能產生巨大變化，」但他也表示，目前美國各地的發電廠與設備，足夠提供數萬輛電動車使用。在南卡羅來納州，當地政府將再設置 80 處公共充電站，目前包括加州部分地區、德州與北卡羅來納州，都已陸續更新電力設備來備戰。不過，電力公司仍呼籲車主，盡量選擇在夜間離峰階段為愛車充電，較不易發生跳電意外。

加州預計在 2020 年前，會有 100 萬輛電動車上路，許多電力公司高層也擔心，當大批電動車同時在家裡充電時，恐對當地變壓設備造成負擔，而易形成跳電意外。

美國和加州政府為了普及電動車，實行了很有吸引力的補助。例如，美國聯邦政府實行購買電動車時最多減稅 7,500 美元的政策。加州政府還計劃返還 5,000 美元現金。另外，購買電動車的充電設施，並安裝在自家車庫中，美國聯邦政府對該充電設施也實行減稅計劃，充電設施最高減稅 2,000 美元。

美國太平洋天然氣和電力公司 (Pacific Gas and Electric, PG&E)，該公司為了支援電動車普及，設置了「E9」這一特殊電費價格。E9 費率是根據時間帶的不同收取不同的電費(Time of use; TOU)，不過並不適用於普通消費者。另外，PG&E 公司還提供「E9A」、「E9B」兩種 E9 電費率。其中 E9B 只支援給汽車供電，用戶需要另外購買專用電表和顯示面板。而 E9A 不需要專用電表，不過需要家中電力全部都導入 TOU。

目前在北美汽車協會及 NIST 已制訂 AC 及 DC 充電規格如圖 3.6 所示。其中可發現於個別家庭或小型商業用戶，在追求快速充電及較高旅程哩數之條件下，若利用 Level 2(High)，208-240VAC 單相電源，其充電功率將達 6-15KW，圖 3.7 為美國就用戶電動車充電之時間分佈，可發現大部分電動車之充放電發生於下班回家後。若任由用戶自行充電，將對系統電壓品質及供電設備造成極大不良影響。

TABLE I
ELECTRICAL RATINGS (NORTH AMERICA)

Charge Method	Nominal Voltage(Volts)	Max Current (Amps-continuous)	Circuit Breaker rating (Amps)
AC Level 1	120V, 1phase	12A/16A	15A/20A
AC Level 2	208-240V, 1phase	32A/80A	40A/100A

TABLE II
PHEV CHARGING MODEL CHARACTERISTICS

Type	Power Level
Level 1: 120 VAC	1.2 – 2.0 kW
Level 2 (low): 208-240 VAC	2.8 - 3.8 kW
Level 2: (high): 208-240 VAC	6 – 15 kW
Level 3: 208-240 VAC	>15 KW-96KW
Level 3: DC Charging: 600VDC	>15KW-240KW

圖 3.6 北美汽車協會及 NIST 制訂之 AC 及 DC 充電規格

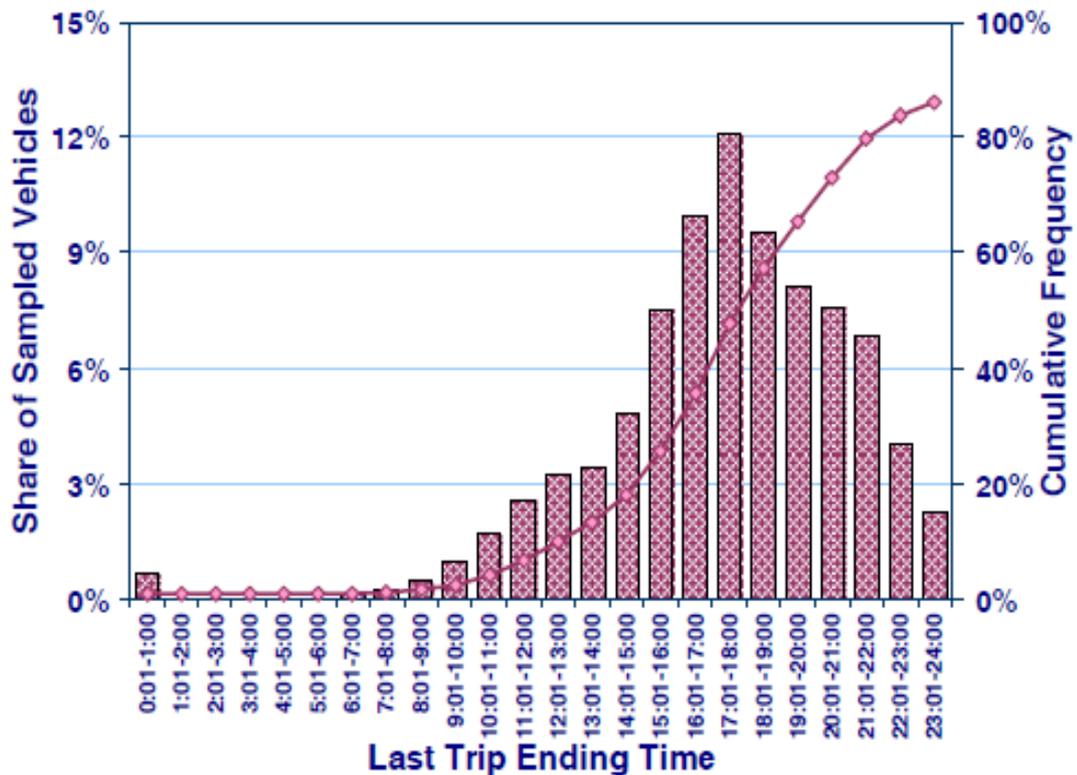


圖 3.7 美國用戶之電動車充電時間分佈

3.5 充電設備為首要美國經驗談—建設電動車所需的基礎設施

在家充電能力是最終實現電動車使用率的重要因素，但是電動車公眾充電站的部署位置更為重要。汽車駕駛習慣能在無所不在的加油站加油，現在電動車的駕駛者可能感到「里程憂慮」，如果那些需駕駛很遠的人找不到充電的插座，可能會陷入恐懼與困境。

美國佛羅里達州奧蘭多是 9 個得到美國能源部所提供之 1 千 5 百萬美元刺激基金中的城市之一，該州收到了 4,600 個公眾與私人使用的充電器。帕莫爾電力公司總裁 Thomas G. Beard 表示：「許多地方（如市立機關、購物中心與大學）將對充電站的設置感到興趣且受益，但更重要的，一般民眾的家裡如果需要裝設電動車充電插頭，他們將需要在屋裡為充電插頭架設新線路，而所有的線路都需要由合格電器承裝業來鋪設，所以企業沒有太多機會參予這個新興電動車充電市場。」

2010 年 1 月帕莫爾電力公司與佛羅里達中央大學(UCF)的智慧型太陽能充電測試設備完成了 17 萬美元的電力契約。這套價值 38 萬美元的智慧型太陽能充電測試設備是由佛羅里達能源系統聯盟(FESC)贊助的研究補助金，每天可以發出 50kWh 的電能。當沒有可插電式的油電混合車或純電動車充電時，太陽能充電設備上的兩塊太陽能模組所產生的電能將傳送到中央大學學校的主電力網上。目前在佛羅里達中央大學裡的太陽能充電站有 4 個可供充電的停車位，而且每個停車位的鋁架上皆設

有一個充電插座。當這個太陽能充電站測試可行後，預計在下半年增建兩個充電站地點。而這兩個充電站將配備了符合國際汽車工程師協會標準 J1772 的連接（即插即用）。

然而，需要設置多少個公共充電站至今仍未被決定，惟可依據不同商業性質，設置不同充電等級充電站的組合。而且最好擁有多餘 20% 的充電站，如果太少將會提高試驗的失敗風險。位在舊金山的電動車駕駛與提倡潔淨空氣和能源獨立聯盟 Plug-In America 會長 Dan Davids 認為，爭論公眾充電站的建設數量是沒有意義的。他說：「先有雞還是先有蛋的難題就如同是先有電動車還是先有充電站一樣難以解釋，一旦我們有了電動車且行駛在道路上，許多這類問題才會迎刃而解。」電動車駕駛距離大約為 100 哩，電動車的發展即受到限制；因此 Davids 也持續的注意這個議題。他說：「我不敢說沒有人不在乎電動車的行駛距離，與公眾充電站的建設。顯然地，如果沒有提升電動車的行駛距離與公眾充電站的建設那電動車將無法上路；但公眾充電站如果深入人群擴大建設，那誰有能力參與和買下他，要成就電動車的發展這並不是必要的。」

Plug-In America 判斷 90% 的電動車充電式在私人住宅的夜間進行，Davids 說：「這如同大部分的人將手機在晚上充電，到了早上起床電池的電也充滿了。」為了更快地充電，需要在家裡的車庫、停車棚或停車位安裝一個 240V 插頭。Davids 說：「當你想想，這與烘衣機的線

路相較真的沒有甚麼困難。」但是很明顯的，在建設新房子時順便架設充電插座所需的線路是比重新修改舊房子的線路還要容易且花費較少成本。另外在大多數的家庭裝設充電器也是一個問題。例如夏威夷和加州的法律規定禁止在有大樓管理委員會之外的大樓停車場設置充電站。

公眾充電站可以讓住在大樓或公寓的居民可以擁有自己的電動車，可以讓所有駕駛進行充電，但仍有收費問題，Davids說：「即使電價比汽油價錢便宜，但是如何收費才可以達到公平仍然是個問題。」根據美國電動汽車聯盟顯示，公共充電基礎設施還沒有可獲利商業模式。在任何政府減免稅額之前，估計Level 2(充電電壓110V，電流15A)型式的充電站與專用線路的購置平均需花費2,200到5,000美元之間（不包括安裝費用）。為了收回投資成本，一些充電站業者自行訂定價格。加州及夏威夷公用事業委員會最近裁定，充電站收費不屬於其法規管轄範圍，讓業者自行根據自己的規則收費。收費標準取決於當天日期和時間，類似停車收費器。有些公司提供免費充電來增值他們的零售業務，例如加州好市多超市提供他們的會員免費電動車充電。Davids說「當你在挑選東西時，你的車子相對也可以充電20分鐘，給客戶多一點靈活性，也許就能擴大日常經營範圍」。好市多不在乎他們每小時花費電費10美元，因為你有可能在他們商店花費數百美元。

電力網規章

在某些情況下，電動車所使用的電是由燃煤電廠生產出來。使駕駛電動車以節能減少排放量的原意大打折扣。因此，許多電動車的提倡者建議使用再生能源充電。太陽光電和電動車很適合結合，投資太陽光電系統能大大縮短用電和汽油上的費用。對於UCF(University of Central Florida)太陽光電充電站，電氣承商還安裝了48個195W雙面太陽光電系統-它能夠由下方的反射光額外蒐集30%以上的電力-太陽光電板由兩個陣列，每組4個串列由六個太陽光電模組組成。太陽光電併聯市電需用兩組5kW Inverter。如果發生安全問題，電力網端的太陽光電列和太陽能 Inverter 切離斷開。即使以太陽光電為動力，電動車仍主要仰賴市電。

電動車透過交錯充電可能減少電力負載的潛在負面影響，但電力公司仍需要新的設備來推廣使用電動車。如果每輛電動車同時充電可能會增加美國3,785MW的電力負載。相較之下，如果8小時內錯開充電並且12小時內小於546KW，那電力負載就只會增加819MW。

美國新的SAE標準J2836/1「充電式電動車和公眾電網間通訊範例」，建立起充電式電動車和電力系統間的能量傳遞及其他應用雙向通訊。他還提供一組通訊需求於使用不同的負載管理和費用方案，以建立起電動車充電有關的公共事業。

美國各種實用電價方案將能夠使用戶在最低成本的離峰時間為電動車輛充電，這有助於減少在尖峰充電對市電的衝擊。公用事業的最大挑戰是在解決能源需求尖峰時刻的管理策略。當電力系統投入更多的充電式電動車，需要提高基礎設施以提昇峰值功率。該規範將幫助用戶在離峰時間對電動車輛充電，並且幫助公共事業在尖峰時刻更好管理負載，從而降低成本和對電網的衝擊。最後，電動車將與家庭網路結合，如果需要快速充電，那空調可能會有幾分鐘無法運作，使在為車子充電時，負載依然保持平衡。

3.6 電動車小結

地球暖化已直接影響到全人類日常生活，發展電動車勢必成為都會交通主流，不過技術上仍有許多改善空間，充電設施將會是決定電動車普及率之主要因素之一，依現階段全球充電設施規範，如美國SAE J1772、歐洲 IEC 62196、日本 CHAdeMo及中國大陸 GB規範(詳圖3.8)看來，充電設施規範標準之統一及發展趨勢，是台灣必須注意關注方向。

汽油車的性能及便利性將是電動車發展的挑戰目標，而充電設施的方便性、安全性、效率、標準化及人性化都必須在建置時考慮週延。

採車(電動車)、電(電池)分離，依里程收費的營運模式是可考量方式之一，主要是電動車電池有其使用壽命，里程數高表示電力使用量高，電力使用量高表示充放電次數多，充放電次數多表示電池使用率

高，電動車初始售價可因扣減電池成本而大幅降低，電費加上電池使用費(可依使用率成比例攤還)仍較汽油車便宜，兼顧環保和省錢。惟必須準確估算電池成本及使用壽命。



圖 3.8 全球主要國家及地區電動車充電規範

本公司是國內唯一綜合電業，參與程度應可以再進一步評估。由於國內電業法規範，提供穩定電力供應為台電專責。然而在電力增值服務一如充電站的建置與經營，經能源局解釋，可由民間參與進行。大抵而言，在充電站的建置，需考量的項目包含了充電站的類型，如使用充電槍的充電設備，或是以電池交換式為主的充電站，甚至在充電機的選擇上，又可分為快充式及慢充式等；在設置地點考量上，除了總數考量外，

設置的地區以及設置密度的目標規畫等，都是需決定的事項。而在充電站的經營上，訂價的模式以及收費方式亦為影響消費者使用意願的因素，同時也可考慮是否建置一套電動車充電站資訊管理平台，協助電動車及充電站間的資訊交換進行。

然而，以本公司角度而言，隨著參與程度不同，必然影響公司利益多寡，宜慎思。

參、出國考察心得

一、智慧電網與再生能源發電世界各國莫不積極發展智慧電網相關技術，如系統監測及自癒、混合式通訊系統，以建構更可靠安全、更符合成本效益之電力網路架構，同時配合太陽光電、風力等再生能源轉換及併網技術，達到節能減碳之目標。美國能源部(DOE)每年投入超過 1 億美元支持智慧電網研究，其中包括與 EPRI 共同主導於電力公司從事智慧電網示範系統之建置，以支援及驗證智慧電網相關研發技術之效能。參與本次 EPRI 國際研討會確可提供本公司推動智慧電網建設，相當重要參考。

二、參訪田納西 Knoxville 和北卡 Charlotte EPRI 研究中心，討論智慧電網整合電力品質，需量反應技術，能源效率及電動車智慧型充電站之技術發展，並同時考察 TVA 電力公司轄區及 Duke 電力公司轄區之大型太陽光電系統，瞭解其監控系統，責任分界點之併聯，尤其是電

力公司可透過 GPRS 無線通訊，當 PV 系統影響電力系統供電品質時，執行遙控動作，此模式可供國內配電自動化之應用，並大幅提升太陽光電於配電系統之併網容量，達到再生能源更有效的運用。另外亦與 EPRI 討論電動車充電系統之監控及與太陽光電和儲能系統之整合應用，此可提供國內發展家庭及公用充電站參考。

三、參考國際發展經驗及台灣國情，本公司擬定之智慧電網發展策略：

- **智慧電網願景：**創造一個優質、高效率、服務導向及環保之電力網路；並以**電網安全與可靠、能源效率、用戶服務品質、分散型電源整合**等四個目標領域進行。

- **主要行動方案：**建構高可靠度的優質電網、提高電網效率以強化競爭力、持續提高顧客滿意度、融合綠色能源成為電網的成員等四大項目。。

- **永續發展行動方案：**

1. 主要規劃推動事項(9 大項)

- 一 推動配電饋線自動化

- **系統主要功能：**

經評估投資效益後優先以 SCADA（即時監控及資料蒐集）及 FDIR（故障偵測、隔離及復電）為配電饋線自動化系統主要功能。

- **減少之事故停電時間：**

實施饋線自動化之饋線當發生事故時，非故障區之復電時間約可由未自動化前約 1 小時降低為約 5 分鐘內。

- **計畫及進度：**

(1) 已擬定計畫由各區營業處於重要科學工業園區、都會金融商業中心、工業區、加工出口區及市鎮地區等分階段推展，截至 2010 年 9 月已完成 4,264 條饋線（占比約 47%）。預定至 2011 年時完成 6,265 條饋線（佔比約 53%）自動化。

(2) 目前正辦理第二階段(台北市區等 8 區營業處)具 SCADA 及 FDIR 完整功能的系統推廣(採用西門子系統)。

一 **建置智慧型電表基礎建設(AMI)**

(1) 依據報部核定之「智慧型電表基礎建設推動方案」，高壓以上用戶約 23,000 戶，用電量占總用電量 58%，本公司自 98 年起開始推動高壓 AMI 系統建置，預計 101 年完成。

(2) 低壓用戶約 1,200 萬戶，用電量佔總用電量 42%，配合能源局分技術測試(98~99 年)、前期佈建(100~101 年)、基本佈建(102~104 年)及擴大佈建(105 年以後)等四階段辦理。

一 **建置特殊保護系統(SPS)**

一 **設置智慧型電力系統補償設備**

- 建構新電能管理系統(TEMS)
- 引進 Governor free、AGC 及 APC 之高效率機組
- 設備維護管理
- 建置光纖乙太網路系統
- 樹林試驗場 Micro Grid 之試驗應用

2. 推動時程：

民國 98 年至 110 年，且定期追蹤檢討。

四、在作為下一代智慧電網構成要素方面，如果大量引入家用太陽光電，推測會在電力系統產生各種課題，可以考慮充分利用智慧電表，以作下列課題的解決手段：

1. 更加充分地掌握和管理配電系統潮流，在電壓、潮流對策方面針對計測電能質量功能，解決配電系統和負載間的電壓問題。
2. 通過利用電能儲存以及控制太陽光電，解決負載小時的過剩電能對策為主，在需求面對策，發送控制太陽光電輸出功率信號功能，解決需求面問題。

五、因應太陽光電併網發展，朝向配電系統引接已為趨勢，為維系統併網引接具更安全之細緻規劃審查作業，依據國內「再生能源發電系統併聯技術要點」，藉由擷取現行配電電腦圖資系統資料庫及相關系統運轉資訊，發展一套併網審查工具，因應未來分散式電源併聯至配電系統造成之衝擊分析，提升審查效能。

六、對太陽光電，本公司已配合完成修訂：

(1)再生能源電能收購作業要點。

(2)再生能源發電系統電能購售契約(條例版)範本。

(3)再生能源發電系統計量設備裝置原則。

(4)裝置容量不及 500 瓩之再生能源自用發電設備併聯作業須知。

後續本公司應可在考量成本效益下，區分設置容量以輔助服務概念搭配裝設儲能設備。例如裝置容量未及 500kWp 之小容量太陽光電，即可不要求設置者裝設，但對裝置容量達 500kWp 以上之大容量太陽光電，應可要求設置者配合電力公司基於系統安全運轉考量，裝設儲能設備，相關費用可視為加強電網，由設置者與電力公司均攤，該儲能設備並可接受電力公司安全調度之遙控操作。

七、依據 99 年 4 月 15 日行政院核定通過「**智慧型電動車發展策略與行動方案**」，由經濟部分行有關機關積極推動，本公司納入行動方案**分工體系**，方案核定後至 102 年為先導運行，預計辦理 10 案 3,000 輛電動車先導運行。先導運行計畫申請依經濟部「**智慧電動車先導運行計畫輔導作業要點**」規定辦理，由縣市政府與依公司法設立之公司共同辦理提案。

八、電動車營運模式涉及**電業提供穩定電力、第三者充電服務商及電動車使用者充電需求**等三種不同角色，為發展適合國情營運模式，世

界各主要國家發展策略均會先進行示範或先導運行，藉以從中檢討出最佳之營運模式，同時進行國家各式相關法規或準則之檢討修訂等。

九、本公司基於供電義務及營運發展，同時考量配合政府政策，由先導運行提案單位明確提出充電站設置地點後，將所需充電基礎設施之電力興建及改善工程費用、本公司購買電動車汰換公務車之充電設施費用等納入政策賦與之編列預算建置充電站。

十、本公司應審慎評估充電站對電力供應之影響，並配合先導運行計畫區域提案單位，依 99.10.25 國營會召集之協商會議決議，以本公司負責設置供電設施、中油公司建置充電站之分工方式進行相關充電站建置。

肆、出國考察之結論與建議

4.1 綜合結論

1. 智慧電網藉應用電力電子設備，以達提高電力系統可靠度及電力品質之目的，其中如應用彈性交流系統(FACTS)於分散式電源發電即時提供虛功補償和電壓控制，再配合儲能系統之操控，允許更多容量之太陽光電和風力發電等再生能源併網，提高分散式電源於系統之滲透率。另外，配合智慧電表基礎建設(AMI)，發展混合式通訊系統，亦可有效支援先進配電自動化系統，執行用戶端負載之控制而達到虛擬電廠之

目的。

2. 美國智慧電網技術之發展相當迅速，EPRI 藉由全球多家電力公司之贊助，整合電力產業，共同研發智慧電網新穎之技術，對國內產、學、研投入智慧電網之研發應可提供推動策略及主軸計畫擬定之參考價值。
3. 國際上智慧電網日新月異發展，加上數位通訊、數位控制與電力電子技術日新月異，成本與效能上變數尚多，本公司宜持續參考先進國家經驗，並訂定優先順序，就系統整合與成本效益等方面，定期檢討評估智慧電網之里程規劃，以其更符合公司需求。
4. 本公司饋線自動化之推動狀況，已走在時代趨勢前端，與諸多先進國家比較毫不遜色。美國現有電力設施比較老舊，將來推動智慧電網包括電力設施及先進軟硬體設施一併更新，其相對效益將比較大。而台灣電力系統之電力設施由於不斷更新，與美國電力系統有一定程度差異，故對於在美國推動之智慧電網內容，不能全盤抄襲，必須自行規劃適合台灣國情的智慧電網。
5. 為因應太陽光電發電系統及設備技術日新月異發展，本公司在供電品質及安全首要考量下，應本著開放態度參酌世界主要國家發展經驗，對於相關系統衝擊分析檢討項目及方式，持續與業者、用戶或學界共同研商，以加強促進國內太陽光電產業發展。

6. 目前分散型電源併聯較需考慮的問題，在於饋線末端併接造成電壓昇問題。在併接大容量的電源於弱系統上，這個問題可能會造成違反電壓規範，必須降載運轉及需付出成本以強化系統滿足併聯需求。除此之外，另荷蘭的分析經驗顯示，電力系統網路與大量群聚式電力調節器間可能造成串聯或並聯共振，於分散型電源系統造成高於預期的電流或電壓畸變，失真的電壓致使電力調節器跳脫。而電力調節器的結構對網路中的失真現象也會產生一定的影響，因此在訂定相關標準時，對電力調節器的規範宜考慮電網背景諧波所造成的影響。
7. 在 Duke 服務範圍，對用戶設置 PV 所發電能仍採以度易度觀念，並無特別收購價格。設置者設置之太陽光電至電力公司電網併聯線路，由設置者自行興建，但電力公司可接受委託代辦，相關費用並向設置者收取。且 Duke 公司正與 EPRI 進行合作計畫，在 CES 社區裝設儲能設備，遙控操作太陽光電之 Inverter。
8. 為掌握最新技術發展，有關利用 OpenDSS 作為配電系統併入太陽光電及電動車充電等系統衝擊檢討審查及應用經驗，惟除太陽光電併網檢討外之其它適用情境(例如電動車充電對配電系統造成之影響等)，本公司須與 EPRI 進一步交流溝通後方可確認。

4.2 建議事項

1. 國內目前正積極推動智慧電網之規劃與建設，並大力發考再生能源及電動車，其相關之議題如對系統運轉電力品質之衝擊、併網之電力轉換技術、ICT 技術之整合應用，FACTS 之應用，AMI 之推動，在研發策略之擬定部份，宜審慎評估再定義短、中長期之研發方向和系統建置發展藍圖(Roadmap)。建議本公司與台灣學術研究機構及早審視這些技術的需要性與先後順序，做為後續推動智慧電網之參考。
2. 整合的通訊技術 (Integrated Communications) 是推動智慧電網之基本要素，必須將所有關鍵技術領域聯繫在一起。建議本公司通訊部門檢視現有及未來可能技術，應如何搭配才是最經濟可靠。
3. 本公司財政日益困難，建議在智慧電網之各項系統建置應更加考量成本效益，推動步伐宜謹慎務實，才不至於造成無謂之投資浪費。
4. 參考國外電業及研究機構之太陽光電、風力發電等再生能源及電動車最新發展狀況及經驗，適時檢討修正本公司再生能源發電系統併聯技術要點與作業須知，以建置優質配電網路。
5. 針對太陽光電併聯配電系統可能造成之不平衡(欠相)問題，於本公司再生能源發電系統併聯技術要點並未進一步規定，參考德國經驗，對於由 3 具單相 Inverter 組成之三相 Inverter，當單相 Inverter 任一具發生故障無法正常動作時，為避免造成配電系統不平衡，應具有 3

具單相 Inverter 同步停止運轉之連鎖功能，建議此部分應納入本公司
再生能源發電系統併聯技術要點後續修訂之參考。

6. 配合工業局執行「智慧電動車先導運行計畫」，並促進國內電動車充電系統標準化，建議規劃採用工業局委託工研院研擬之「電動車輛傳導式充電系統實務準則」(共分成 3 部：第 1 部為充電系統設置準則，第 2 部為充電系統介面準則，第 3 部則為充電系統安全準則)，作為執行智慧電動車先導運行計畫時，有關充電系統之設置依據。