

天主教輔仁大學資訊管理學系在職專班碩士論文

指導教授：李俊民 博士

電動車充電站電價銷售組合決策模式
之研究

**A Study of Decision Model for
Electricity Pricing Promotion in Electric
Vehicle Charging Station**

研究生：陳嘉明 撰
中華民國 106 年 7 月

中文摘要

論文題目：電動車充電站電價銷售組合決策模式之研究

校（院）系所組別：輔仁大學資訊管理學系在職專班碩士

研究生：陳嘉明 **指導教授：**李俊民 **論文頁數：**99

關鍵詞：充電站、電價銷售組合、分析層級程序法、時間
電價、月租費

論文提要內容：

電動車產業在近年蓬勃發展，在國際盛名的汽車大廠相繼投入電動車及充電設備的研發，民眾亦認同電動車帶來的環境節能效益，隨著電動車的逐漸普及，在家裡或公司場所內一般的充電已無法應付大量的充電需求，在充電技術提升下，充電時間降低後增加了民眾到充電站使用充電的意願；由於目前在世界各國的充電站仍在發展階段，對於充電收費機制仍沒有較固定的計價模式產出，充電站經營者思考在各種環境之下，在會員制與計量收費的複合效應下，充電價格該如何訂價以找到最佳配對。

本研究先以文獻調查充電站週期性營運相關之收入與成本，再以層級分析程序法(analytic hierarchy process, AHP)來取得各影響成本因子權重值，並將經營者對市場的策略目標之規劃，融合收入與成本的權重值計算模式，進而建構出電價銷售組合決策雛型系統。本系統提供的電價費率以專案包裝銷售，經營者選擇其充電站規模搭配其適用的電價專案銷售組合，以及充電站點所需服務員工數量，並以隨機模型模擬客戶購買月租電價方案與充電消費行為，透過系統內的決策模組計算，取得最佳的電價銷售組合方案，最後對系統進行驗證及管理分析，以作為未來設置充電站經營者之參考與後續研究基礎。

Title of Thesis: A Study of Decision Model For Electricity Pricing Promotion in
Electric Vehicle Charging Station

Name of Institute: Department of Information Management, College of Management,
Fu Jen Catholic University

Name of Student:Chen, Chia-Ming **Advisor :** Lee, Jun-Min **Total Pages :** 99

Keywords: Charging Station, Electricity Pricing Promotion, Analytic Hierarchy
Process (AHP), Time of Use Rate, Monthly Fee

Abstract :

Since many transnational famous automobile factories have invested in electric vehicles and charging equipment of innovation research and applications for a long time, recently, such efforts and important breakthroughs incur a lot of vigorous development in the Industry of Electric Car. People also agree with the electric car to bring the environmental energy efficiency, with the gradual popularization of electric vehicles, such that general charge techniques had been unable to cope with a large volume of charging needs in the home or the company place. Under the charging techniques upgrade, the willingness of people applying the charging station for reducing charging time increases its strength and related business benefits. Due to charging stations in real world still in the development stage, charging station managers must consider how the pricing policy should be made to find the best management strategy affected by the interaction between member rules and calculating fee.

In this study, literature reviews of revenue and cost related to the periodic operation of charging stations are first investigated from related resources. Second, analytic hierarchy process (AHP) is applied to obtain weight values of influenced cost factors. Third, weight values of revenue and cost combine the planning of managers

marketing strategy objective which using intelligent analytics to form the calculated model, such that the prototype system of sales portfolio of electricity price can be constructed. The sales portfolio project of electricity price provides packaging sales of electricity price rate. Managers choose the size of its charging station to fit with its applicable price of the sales portfolio project, as well as the number of employee required for each charging station service. A random model simulates the purchase of monthly customer price plan and charge consumption behavior, by using the above decision-making calculating model, and the best price of the sales portfolio alternative is obtained. Finally, the system and managerial analysis are verified, as well as the results can be referred as future data and follow-up research basis.



謝 詞

論文得以順利完成，特別要感謝的是我的教授李俊民老師悉心指導，在論文的寫作方法與觀念上給予許多寶貴的意見，啟發我從不同的思維來探索與學習，在論文的寫作過程中擴展了我的視野。在假日老師更是犧牲了休息時間，不辭辛勞的與學生討論，令我感動與崇敬。另外感謝口試委員盧浩鈞教授、汪家琪教授不吝指教，對於本論文提供指導與意見，使得本論文更臻完善，在此致上最深的謝意。

此外，內心由衷的感謝輔仁大學管理學院的老師，有你們的付出與指導，學生受益非淺，還有感謝公司的主管宇峰及同事們在工作上協助、關懷與分享，以及一同 Meeting 為論文打拼的戰友：博文、沛翰、子銘、建動，有你們在課業上的砥礪與相伴，讓我的兩年的研究生生活充滿收穫及回憶。

最後要特別感謝我的太太、女兒珂佩、兒子勤歲在這段期間的支持，讓我能在工作之餘還能進修學業，尤其是太太的犧牲與包容，在我唸研究所時照顧家庭與孩子，讓我能順利完成學業，還有在工作與課業繁忙較少回家探望的爸爸、媽媽，感謝你們的體諒與寬容，衷心地感謝幫助我的貴人，僅以本論獻給師長、家人及同事朋友們，期望和大家共享這份喜悅與榮耀。

陳嘉明 謹誌于 輔仁大學

中華民國 106 年 7 月

目 錄

第壹章 諸論	1
第一節 研究動機	1
第二節 研究目的	2
第三節 論文架構	1
第貳章 文獻探討	2
第一節 電動車充電站設置與經營模式	2
第二節 電動車充電站營運成本與財務分析	10
第三節 智慧電網與再生能源	20
第四節 時間電價與契約容量	23
第五節 決策支援系統	28
第六節 分析層級程序法	33
第參章 研究方法	37
第一節 研究範圍	37
第二節 研究架構	38
第三節 研究流程	40
第四節 研究設計	43
第五節 研究理論使用工具	45
第肆章 決策模式規劃及離型系統	50
第一節 充電站電價銷售組合決策架構	50
第二節 前提與假設	52
第三節 問題架構	53
第四節 充電站電價銷售組合最佳推薦模式	53
第五節 離型系統	74
第伍章 案例模擬與管理分析	80
第一節 案例模擬	80
第二節 管理分析	85
第陸章 結論與未來研究方向	91
第一節 結論	91
第二節 研究限制	92
第三節 未來研究方向	93
參考文獻	94

表 次

表 1-1 本論文各章節內容概述.....	1
表 2-1 各式充電設備優劣比較表.....	3
表 2-2 從量計價與會員制收費之優劣比較.....	7
表 2-3 2009 年急速充電設備價格.....	10
表 2-4 中國充電站(4 台快充配 16 台慢充)總成本.....	12
表 2-5 中國慢式充電樁總成本.....	12
表 2-6 充電形式設置費用假設.....	13
表 2-7 電動車與傳統汽油車能源補給花費.....	14
表 2-8 不同售電成本與售電價格間的價差表.....	15
表 2-9 全球電動車的銷售量.....	16
表 2-10 各式充電設備特性與供電量.....	16
表 2-11 假設情境下公司的電力供量.....	17
表 2-12 價差 a 情況下每年淨收益表.....	18
表 2-13 價差 b 情況下每年淨收益表.....	19
表 2-14 低壓用戶夏月二段式時間電價.....	24
表 2-15 高壓用戶夏月二段式時間電價(尖峰固定)時間電價.....	25
表 2-16 高壓用戶夏月三段式時間電價(尖峰固定)時間電價.....	25
表 2-17 台電表燈、低壓及高壓用戶夏月契約容量每月電費計算方式.....	26
表 2-18 決策支援系統的屬性.....	29
表 2-19 DSS 的分類.....	29
表 2-20 DSS 不同分類的特徵.....	30
表 2-21 決策的架構.....	31
表 2-22 AHP 評估尺度內容.....	33
表 2-23 隨機指標.....	35
表 3-1 ASP.NET 特點.....	46
表 4-1 雛型法的優缺點.....	51
表 4-2 影響電價方案因子之構面.....	54
表 4-3 員工人數之權重值.....	59
表 4-4 每月土地成本.....	59
表 4-5 土地成本之權重值.....	60
表 4-6 快充及慢充充電樁之權重值.....	61
表 4-7 時間電價之權重值.....	62
表 4-8 電價費率之權重值.....	63
表 4-9 月使用電量之比重.....	63
表 4-10 月使用電量之權重值.....	64
表 4-11 月租費之比重.....	65
表 4-12 月租費之權重值.....	65
表 4-13 第一層構面假設條件.....	66
表 4-14 第一層構面每月成本與運算公式.....	67

表 5-1 電價銷售組合方案.....	80
表 5-2 充電時段.....	81
表 5-3 客戶訂購方案.....	82
表 5-4 充電站充電記錄.....	83
表 5-5 決策輸入值電記錄.....	84
表 5-6 方案銷售營收權值分數.....	84
表 5-7 本研究與其他充電站訂價模式.....	85
表 5-8 電價方案的客戶數量分佈.....	87



圖 次

圖 2-1 服務是提供移動導向的元件之一.....	9
圖 2-2 車主購電價格與汽油價格等價線圖.....	15
圖 2-3 AMI 為國家、電力業者與用戶帶來之效益.....	21
圖 2-4 結合太陽能儲能系統之充電站構想架構.....	23
圖 2-5 超約罰款計算示意.....	27
圖 3-1 充電站電價銷售組合系統架構圖.....	39
圖 3-2 研究流程.....	41
圖 4-1 雛型設計步驟.....	51
圖 4-2 階層分析架構圖.....	57
圖 4-3 員工人數比對矩陣.....	58
圖 4-4 土地成本比對矩陣.....	60
圖 4-5 快充及慢充充電樁比對矩陣.....	60
圖 4-6 時間電價比對矩陣.....	61
圖 4-7 電價費率比對矩陣.....	63
圖 4-8 月使用電量比對矩陣.....	64
圖 4-9 月租費比對矩陣.....	65
圖 4-10 Expert Choice 工具之操作畫面.....	68
圖 4-11 權重計算結果.....	68
圖 4-12 系統登入畫面.....	74
圖 4-13 系統清單功能畫面.....	75
圖 4-14 建立帳戶畫面.....	75
圖 4-15 建立角色畫面.....	76
圖 4-16 設定角色畫面.....	76
圖 4-17 電價銷售組合畫面.....	77
圖 4-18 產生充電記錄模組畫面.....	77
圖 4-19 AHP 權重明細管理畫面.....	78
圖 4-20 設備資料維護管理畫面.....	78
圖 4-21 執行最佳電價銷售組合決策模組畫面.....	79
圖 5-1 執行決策計算結果.....	84
圖 5-2 電價方案權重分數.....	88
圖 5-3 充電消費習慣改變.....	89
圖 5-4 成本結構變更.....	90

第壹章 諸論

第一節 研究動機

在國際能源與氣候議題持續發酵下，世界各國對於汽車產業訂立嚴格的碳排放標準，各大車廠除持續研發更低油耗的汽車之外，近年來也推出零排碳的純電動車，歷經幾十年發展的電動車，已經從初期的概念車演進到今日的量產市售，加上一般人對於工業污染、空氣污染、二氧化碳等因素所造成的溫室效應越來越重視，另外，為對抗日益嚴重的氣候暖化問題，德國及印度政府已宣佈在 2030 以後禁止銷售燃油汽車，這樣的趨勢下促使新興電動車廠的崛起，如美國特斯拉 (Tesla Motors)、台灣昶洧 (Thunder Power)，並且已推出了高品質、續航里程高的產品，原本傳統汽車廠如豐田、福特、福斯、GM、BMW 等也為維持技術與市場領先地位，也陸續提高電動車的生產比重，使得消費者有更多的選擇。

電動車顧名思義是以電做為驅動能源，當車子的能源耗盡時，使用者可以在家使用廠商提供的連接線充電之外，亦可就近到車廠設置或是政府規劃的充電站充電。但是在現實環境中，尤以台灣在都市中集合型住宅因大樓結構設計，不能增設充電設備，再加上老舊公寓的用戶，也無法使用家用連接線為車子充電，這樣的現實情況下，如果充電設施不足以應付市場所需，消費者對轉換為電動車的意願是較低的；在美國，為了加速電動車產業的發展，車商除了增加設置充電站外，政府所提供的特別貸款預算可以幫助建造研發基礎設施及提高充電站密度，以解決充電的壅塞問題。因此，充電站如能像加油站一樣的密度時，才能為電動車市場帶來大量的成長動能。

由於各國現階段充電站發展政策大多是提供免費的充電，或是只需支付些許的金額，以鼓勵更多駕駛喜歡使用電動車來取代傳統燃油引擎車。當電動車進入到成熟市場時，政府的階段優惠政策將進入逐漸縮減，購買電動車的補助及免費的充電可能也會消失，到這個時候，電動車已經成為普遍的交通工具，用電跟我們的生活息息相關，對於電力的需求會大幅提昇，充電站扮演著電動車產業推進的重要角色，未來的電業架構及目前的電價制度，再生能源的整合程度，都深深影響充電價格的制定策略。

第二節 研究目的

電動車開始被大多數人接受時，消費者用電的行為將會徹底的改變；售電業者將鼓勵使用者消費更多電力，雖然如此，使用者在使用電動車的參與程度，仍會依充電站的基礎建設程度做抉擇，充電站地點、充電使用量、電價費率、時間電價、人工成本、月租費，這些因子在整個充電站的推展是環環相扣，找到這些因子的最佳組合並提供電動車充電站業者未來發展的參考是本研究目標。

本研究對象為充電站業者，在設定研究範圍的邊界之後，釐清所有關係因素之間的關係，再對充電站的收入與成本計算建立模式，進而建立雛型架構並設計雛型系統，並以模擬資料進行系統模擬分析作業，以驗證導入雛型系統後的實證成果。最後利用模擬不同的電價銷售組合及成本的分配，觀察分析其結果，期望能找出有利於充電站業者發展最適方案組合策略之初始參考。

第三節 論文架構

本研究主要分為六個章節，各章節內容彙整如表 1-1：

表 1-1 本論文各章節內容概述

章節	標題	內容概述
一	緒論	了解設置充電站的環境背景與面臨的問題。針對充電站的電價費率如何制訂，可以採用什麼樣的方式來找到最佳電價費率組合，以及驗證及分析使用的方法如何達到研究目的。
二	文獻探討	主要在於整理出充電站市場發展時，充電站在制定電價銷售策略時需考慮到影響成本與收的因子，以及相關的文獻。包含了電動車充電站設置策略與商業經營模式、電動車充電站營運財務、智慧電網、決策支援系統、分析層級程序。
三	研究方法	依據研究問題來擬定本研究所採取的研究步驟，並說明設計理念、研究方法、整體研究架構及理論基礎和所使用的工具
四	決策模式規劃及離型系統	詳細說明本研究所使用之演算基礎及決策模式，並詳列本研究所需之數學模式，根據研究方法所述，建立離型架構並設計離型系統。
五	案例模擬與管理分析	以模擬資料進行系統模擬分析作業，以驗證導入離型系統後的實證成果。
六	結論與未來研究方向	在使用不同情境模擬的結果加以歸納分析，結果提供予充電站業者在充電市場的電價銷售策略決策上的參考依據。

資料來源：本研究整理

第貳章 文獻探討

第一節 電動車充電站設置與經營模式

一、 電動車充電設施

充電站的經營必須對建置作一通盤的考量，包含了充電站的設置地點、充電功能類型，充電站的類型簡單分為單純充電服務與結合停車場停車充電的充電站，在充電設備方面有快、慢式充電樁及交換電池站不同的形式。經營者對規劃建置充電站模式時，必須先了解在選擇快、慢充電樁或交換電池式不同形式之間的利弊，並且與其他環境因素相互搭配以取出最佳之經營模式。

汽車工程學會(Society of Automotive Engineering)在 2012 年 10 月訂立了快速充電樁的標準規格，而且以目前世界各大電動車廠的設計方向來說，充電形式已經成為趨勢。在電動車完全沒有電的情況下，以慢式充電的方式大約需要八個小時左右，一般而言是可以符合多數使用者的需求，在家中車庫、住家附近的停車場或是鄰近公司的停車場，都是設置慢充設備的理想地點，總體來說，慢充的充電花費時間較長，對於電力公司來說，電力負載較小，所以對於電力供應的影響較小。根據 SAE 對於快速充電的定義，當電動車在沒有電力的狀態下，使用 Level 3 等級充電設備進行充電時，在 30 分鐘內可以充飽電池約八成的電力，但是，過度的使用快速充電的結果會造成電池損害，中國長策智庫的研究表示，快速充電將使得 10 年的電池壽命縮短為 3 年，以目前電池高昂的情況下，若使用電池壽命更短，將會影響用戶的使用意願，較不容易推廣，因此，現階段用戶在充電時建議儘量以慢式充電為主，而快速充電做為應急選擇，設置快充設備地點可為高

速公路休息站、眾多車輛聚集的地方，在外出或短暫停留地區可使用。

交換電池站的作業時間在 5-15 分鐘內即可完成補充電力的需求，相對於其他種類的充電方式為最省時的，是最接近人類現今駕車加油行為，但是最大的問題是交換式電池站必須要準備各種類的電池，備用量取捨與成本上的疑慮，若是僅備用少數車款的電池，會有客戶到站無法補給電力的狀況，另外，車主在交換電池站交換時若換到品質較不佳的電池，會使車主對此模式卻步，此皆為在確認營運模式前需審慎思考的問題。同時，因交換電池站需花較多費用在備用電池，與充電式設備相比是成本最高，因此，在還未有客戶到站使用充電服務前就必須要付出高昂的成本，對後續的充電站維運與經營費用是難以支持。將不同的充電類型優劣整理，如表 2-1 所示。

表 2-1 各式充電設備優劣比較表

		慢充式充電	快充式充電	電池交換式
優點	充電業者	1.設備價格低 2.規格較易統一 3.供電穩定且充足 4.操作簡單	1.較省時，可服務較多用戶 2.相關商機豐富 3.設備較易統一 4.操作簡單	1.較迅速，服務數量多 2.可利用夜間充電，增加夜間發電效益 3.回收後電池其他應用
	用戶	電力供應穩定而充足	較省時、可應付突發狀況	最省時
缺點	充電業者	1.充電耗時過久，服務數量有限 2.充電安全問題	1.設備價格較高 2.對電網要求較高，需有較大投資，此部份成本也可能轉嫁到充電站廠商 3.充電安全問題	1.需準備與各車廠、車型對應的電池與設備 2.每座造價最高達 100 萬美元 3.電池新舊、安全性問題
	用戶	1.充電耗時較久 2.充電安全問題	1.電池損耗問題—電池壽命將 10 年縮短為 3 年	1.電池新舊、安全問題 2.有換不到電池的風險

資料來源：台灣經濟研究院(2011)

因此，為達到最佳的效益，需依不同類型特性，有不一樣的配套措施。

二、各國充電站設置狀況

2016 年底，美國白宮宣佈提出「收費走廊」擴大電動車充電站數量計劃，在橫跨 35 個州約 25,000 公里的主要高速公路上，每隔 50 公里建立一個充電站，另外，歐洲最大汽車製造商承諾提供 20 億美元的建置插電式充電基礎設施計劃，10 年內將在全美建立超過 200 個快速充電站，並在 15 個主要大都會區新增 300 個站點，根據美國能源署的統計，在 2014 年底的全美有 25,000 充電站，到了今年已經成長至 42,000 個充電站。

在日本的神奈川縣地區，為消除駕駛人擔心電量不足的恐慌，在城市間與主要的道路上每 2 公里內設立快速充電器，另外，在國道的特定路段則是每 5 公里設立一個充電站，共計 150 個站點，而以交流道為中心的 3 公里內設立 18 座快速充電器設備。在橫濱市，鎌倉，箱根等旅遊景點的主題公園、購物商場等，分別設立 30 座慢速充電器與 10 座快速充電器，除了能大力推展潔淨能源的使用之外，還能提升低碳觀光環保意識，在電動車續航力尚未提高及充電速度未能達到滿足之前，增加充電器基礎設施的覆蓋，創造電動車駕駛在用車時更舒適環境，以減少車輛等待並提高駕駛人的安全感。

在中國，國家發改委依據「十三五」計劃提出「四縱四橫」城際電動汽車快速充電網絡基礎建設工程，將新增 800 座快速充電站、集中式充換電站超過 1.2 萬座、分散式充電樁超過 480 萬個，以滿足未來全國 500 萬輛電動汽車充換電需求(證券時報網，2017)。在廣州，計劃在 2020 年前，電動汽車車主將可在服務半徑不超過一公里的範圍內享受到公共充電基礎設施，並同步加快網省兩級電動汽車智能充電

服務平台的建設，南方電網將在每個城市配套建設城市公共快充站，實現城際快速充電網絡廣東省、海南島區域全覆蓋，推進互聯+智能充電服務體系與服務平台建設(嚴麗梅，2016)。2016年在深圳，深圳機場與中興新能源汽車聯合宣佈建設的首批300個新能源汽車充電設施正式投入運營，這是中國首座規模最大的機場電動汽車智慧充電站，此次投入運營的300個公共充電樁，首次全方位覆蓋了無線充電、有線快充和有線慢充等多種方式，每天最大服務能力可達2000車次；另外，按照深圳發改委的規劃，從2015年到2017年底，新建住宅配建停車位將百分之百建設充電設施或預留建設安裝條件，且大型公共建築物配建停車場、社會公共停車場需按照數量的30%建設充電配套設施(歐陽凱，2016)。此外，到2020年，北京將基本建成互聯互通、智能高效的充電設施服務網絡，可保障60萬輛電動汽車的充電需求，重點區域的充電服務半徑小於0.9公里(蔣夢惟、林子，2017)。

在台灣，為建立完善便利之電動車使用環境及因應各種充電使用需求，依經濟部「智慧電動車發展策略與行動方案」的5年計劃，修訂都市計劃公共設施用地使用辦法，放寬公有地可設置充電站，至2017年7月19日止統計共設立488個免費充電站(經濟部，2017)，並透過計劃提供停車場合作協助產業界設置充電設備，打造全台密集的充電網路，以提高電動車使用者意願，然而在國內的消費者考量到電動車車體價格昂貴，還有續航里程與充電環境上的考量，降低一般民眾對電動車的購買意願低，再加上政府對電動車僅限於免牌照稅、燃料稅等的小額補助，不若歐美、日本等國家提供7,500至10,000美元的購車優惠，導致目前使用電動車的人皆為先導運行的計劃的公務單位，無法累積充電型態交通營運的寶貴經驗，實屬可惜，台灣地區南北長度不超過400公里，城市之間的通勤距離短，並具備各式各樣的

地形樣貌及氣候變化，結合台灣資通訊產業技術與車輛零組件、模式系統開發能力，同時擁有技術、地理、人才等優勢的環境下，在全球電動車競賽中未取得領先地位，是政府在推展電動車產業必須深切思考的問題。

三、充電站充電計費與付費方式

在充電收費方面，目前世界各國並無統一計價標準。以國外充電營運模式發展模式為例，Better Place 和電諾日產合作電動車，發展出一套創新電池租賃的銷售方式，民眾購買的電動車上的電池組並不屬於自己，而每位車主必須要向 Better Place 購買類似電信業月租費的每月行駛距離合約，並到 Better Place 設置的充電站點充電或交換電池，雖然 Better Place 已於 2013 年破產，但其補充電力能源的模式能兼顧電池保護與充電速度，若未來電動車電池規格進入標準化，將能更有利於交換式電池充電模式的發展。另外在美國的充電站業者提供靈活的付款方式，如現行加油站的信用卡、EMV 晶片及 NFC 非接觸式智能手機支付、具 RFID 會員卡方式，駕駛人可在無人管理下進行付費。

2017 年 1 月，中國最大的支付寶行動支付平台，與最大的最大汽車充電網特來電公司合作，車主不僅能透過支付寶軟體工具查詢最近的充電站，還能查看充電樁的使用狀態，以避免趕到充電站時還必須等待很長的時間，並且可在支付寶直接操作啟動或停止充電程序，並在充電完成後一站式完成支付，直接省去找現金及清點、對帳作業，讓車主與營運商感受到實實在在的便利與智能。作為擴大電動汽車能源產業成長的強力推手，目前在北京、上海、廣東、浙江等 25 個省(直轄市)119 個城市，提供近 80 萬電動車主可以享受站點查詢及支付之

服務，另外，在每次透過支付寶完成充電後，就能在螞蟻森林積累綠色能量，芝麻信用到達到一定等級之後可以實現先充電後扣款，目的是希望以這種方式，引導更多的用戶節能減排，加入到新能源車主的行列。(梁一說，2017)

電動車充電站經營模式可分為從量、從次計價與會員制參種。參種方式的優劣分析如表 2-2。

表 2-2 從量計價與會員制收費之優劣比較

	從量計價制度	從次計價制度	會員制
販售物主體	只販售電力	出售充電設備使用權	出售充電設備使用權
收費單位	以充電量計價	除每月基本費用外，以充電次數計價	對應使用距離量每月定額收費
收費體系	以量計價	每月基本費用及以次計價	每月定額
商業模式	駕駛當場計算確定支付金額	駕駛每月繳交基本費用，每次充電再依充電次數支付費用。	駕駛每月支出固定費用，充電站由每月會員所收月費基金定額分配。
優劣分析 1	符合使用者付費原則	符合使用者付費原則，對租賃採用保證金制度。	使用者可較安心，不用擔心找不到充電設施。
優劣分析 2	車流量較少的充電站無法具經濟性，造成充電站設置點無法擴大，抑制電動車可用區域。	目前僅在沖繩試辦，充電無法以量計價，易有浪費電力或價格爭議的問題。	適用於充電站維持費用占比高的情況，此共有制度才可使業者願意在利用率較低場所設置充電站，以擴大電動車可用區域。

資料來源：台灣經濟研究院(2016)

國內目前電動車的營運在初期由於規模不大，問題較易解決，但是一旦電動車規模持續成長，勢必要針對國內的營運方式建立相關規

範。以付款方式來說，目前行動支付因受限於法規限制導致發展較慢，一般民眾已習慣以信用卡或轉帳支付，另外，國內結合捷運悠遊卡支付費用的營運方式已經相當成熟，現在有租車業者提供電動車租賃，並且在補充電力時可使用捷運的悠遊卡付費，再透過金流和充電站、發卡業者進行拆帳，增加現代化經營管理機制與民眾使用的便利性。

四、充電站的推廣及經營

目前台灣的充電站設置仍在示範運行階段，政府規劃由國營事業扮演引領角色，帶領更多的民間業者投入綠能產業的建設，經濟部能源局於 99 年頒布釋令，加油站亦可設置電動車與電動機車的電池充電與電池交換之服務，從 2016 年開始中油已經為國內的 Gogoro 電動機車品牌提供電池交換充電服務，民間企業裕隆電能也累積建置超過 500 座充電樁，持續推動台灣城市綠能環境的基礎建設，有助於推動台灣電動車產業發展及協助改善電動車行車環境。

電動車在整個產業中所衍生包含了金融與保險等相關服務，充電站亦以依經營者規劃對電動車提供整合金融保險、通訊、能源動力、技術的增值服務，提高對消費者的吸引力，如圖 2-1。提供充電站點位置資訊，將站點內設置的快慢充設備數量、正在進行充電的電動車輛的進度與等待時間分享到雲端網路，駕駛者透過結合通訊及智慧行動科技資訊設備，計算到充電站的最短路徑與建議路徑，並由駕駛人選擇路線及導航到目的地，以提供給電動車補充能源動力的交通訊息，此外，經營者可選擇特殊站點做為車輛租賃服務，甲地借車乙地歸還提高創造站點流通的行動力，除了補充電力能源功能，還能有旅遊娛樂週邊的車輛保險、旅遊平安險的金融服務，提高充電站多元功能，做為整個行程的中繼站，亦能提供車輛維修、救援、緊急電池更換的

服務更增添消費者的信任與安心。

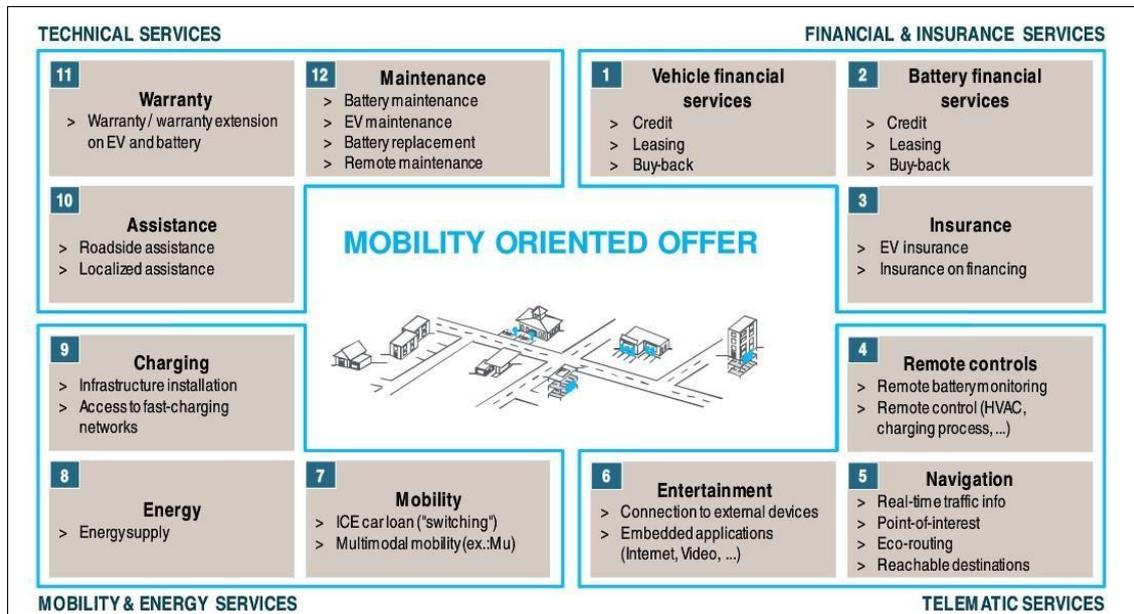


圖 2-1 服務是提供移動導向的元件之一

資料來源：台灣經濟研究院(2011)



第二節 電動車充電站營運成本與財務分析

一、充電站建置成本

充電站依功能可畫分為三個模組，配電系統、充電設備、監控系統，若是電池交換站別則必須再增加一個電池交換模組系統。完整的充電站需要配電室、中央監控室、充電區、及電池交換區等部分，配電室為充電站提供所需的電源，需提供充電機電功能，並且要滿足照明、控制設備的用電需求，內部建有變配電所有設備、配電監控系統、相關的控制和補償設備。中央監控室對充電站的供電狀況、充電設備運行狀態、環境監視進行採集，運用電腦與網絡通訊技術實現站內設備管理。充電區提供對電動車的充電、電纜、輔助設備以完成電池充電。電池交換區則是有取出與安裝電池組的自動化機械設施。在充電設備的部份，2009 年全球電動車充電設備的價格，快充大多為三萬美金以上，折合台幣皆超過 100 萬，如表 2-3 所示。

表 2-3 2009 年急速充電設備價格

形式						
品牌	Hasetec	Takaoka	Takasago	Nittetsu Elex	Kyuki	ABB
價格	\$35,000	\$35,000	\$35,000	\$35,000	\$44,000	

(單位:美金)

資料來源:Tepco(2010)

在日本，一般類型的普通充電器，價格是在 60 萬日圓至 95 萬日圓之間，加上安裝工程費用 30 萬到 100 萬日圓之間，總計慢速充電設置成本約為 90 萬至 195 萬日圓，購買充電設備的營運商或是使用者可以得到政府的補助 60 萬至 130 萬日圓，充電器生產製造廠商也有補助最高 40 萬日圓。而在快速充電器的部份，價格是在 200 萬日圓至 500 萬日圓之間，加上安裝工程費用 100 萬到 700 萬日圓之間，總計慢速充電設置成本約為 300 萬至 1200 萬日圓，購買充電設備的營運商或是使用者可以得到政府補助約從 200 萬至 800 萬日圓，也能得充電器生產製造廠商最高 170 萬日圓的補助，充電站經營者或個人使用者在購買與充電器設置完成後，可能出現完全不用支付任何費用的情況。在 2013 年，日產和 Car Charging Group 宣佈合作向美國 Aerovironment 公司採購 48 組充電速度達 50kW 的快速充電器，每台價格為 \$16,644 美元幾乎不到 2009 年同類型機組的一半價格 (Mark Kane, 2013)。

依據台灣經濟研究院的研究調查，在歐美家庭廣泛使用的牆上盒 (wallbox)，最低僅需花費 599 美元購買，在電力衝擊分析過沒問題後，即可搭配購買電動車時配備之充電線使用。至於中國的充電站整體建置成本，依不同充電型式而有高低之差，以一座充電站 (包含 4 個快充設備與 16 台慢充設備) 為例，一次性的初期投入成本 (即固定成本) 涵蓋充電設備與監控設備的購置成本、電網的修改、徵地與土木工程費用共為 460 萬人民幣 (約為新台幣 2023 萬元)；後續每年的變動成本包含員工薪資、設備維修共約 30 萬人民幣 (新台幣約 132 萬元)，另設備折舊每年提列 10 萬人民幣 (44 萬元新台幣)，整體的建置費用如表 2-4 所示。至於慢充式的充電樁，總投資成本在固定費用上的投資為 10 萬人民幣 (折合台幣為 44 萬元)，由於慢式充電樁為自助式的充電設備，因此每年的變動成本僅有維修成本一項，另提列設備折舊後總計

約為 2 萬人民幣(台幣約 8.8 萬元左右)，如表 2-5 所示。

表 2-4 中國充電站(4 台快充配 16 台慢充)總成本

固定成本	(單位：萬)	營運成本	(單位：萬/年)
基礎設施投資	350	員工費用	20
配套設施投資	80	維修費用	10
徵地費用	30	設備折舊	10
總計	460	總計	40

(單位:人民幣)

資料來源：台灣經濟研究院(2011)

表 2-5 中國慢式充電樁總成本

固定成本	(單位：萬)	營運成本	(單位：萬/年)
基礎設施投資	3	設備折舊	1
配套設備投資	1	維修費用	1
徵地費用	6		
總計	10	總計	2

(單位:人民幣)

資料來源：台灣經濟研究院(2011)

雖然在台灣已有實際投入營運的充電站，唯充電站之建設仍以政府提供場地之充電座設置及優惠補助為主，無建設成本參考數據，故依前述資料以及中國大陸在設置成本的評估上一充電設備約佔總成本的 45%至 55%、配電設備則為 35%至 45%、管理及監控系統則大約佔 10%至 20%(台灣經濟研究院，2011)。總計，整體的設置費用評估如表 2-6 所示。

表 2-6 充電形式設置費用假設

	規格	配電設備投資	充電與監控設備投資	投資總額
慢式充電柱	220V(15A)或 110V(15A)	\$45,833	\$100,000	\$145,833
快式充電柱	500V(80A)	\$541,667	\$900,000	\$144,1667
充電站(含 10 個充電機組)	同上	\$7,000,000	\$10,600,000	\$17,600,000

(單位：新台幣)

資料來源：台灣經濟研究院(2011)

二、 電動車充電費率計算

在充電站充電計價費率部份，充電站建設完成後向台電購買電力，提供給到充電站的電動車車主進行電力補給，並收取充電服務費用，主要的營收來源即是購買的電力成本與售電之價差。充電站經營者在訂立充電的電價費率時，必須將充電站初期建設成本如充電設備、土建工程、配電設備、充電設備、監控設備等一次性的投入成本，與後續週期性分攤的成本納入成本係數。依據經營者對充電站規劃的綜合評估，訂立的電價費率能涵蓋固定營運支出，依計劃年限能回收初期投入的一次性成本，以逐漸轉虧為盈，擴大營收。

雖然目前國內的充電站仍持續建設，主要的充電座仍是集中在資源充足的城市中，在涵蓋比率仍然不足的情況下，現階段建議採用以充電量計價符合使用者付費原則，亦可使充電站經營者了解電動車與充電使用量的實際情形。依據經濟部能源局對於充電站的解釋，充電站所經營充電為增值服務，有別一般的家庭基本用電，故在合乎法規的前提下，充電站訂立的電價費率可依據投資建設成本與營運成本來

制訂一合理的充電價格。以台灣為例，相對於傳統汽車的加油費用，可計算出電價收費的最上限，如表 2-7，亦即，台灣地區汽油車平均每均燃油效率為 11 公里/公升(交通部，2015)，再以 95 無鉛汽油 \$33.62/公升計算(中油，2014)，汽油車平均每公里的成本為 3.06；另一方面，電動車則以特斯拉 Model S 車型作為代表，電池容量為 \$85kWh，充飽電後可行駛 440 公里，能耗表現約為 5.18 公里/kWh，台灣地區的平均電價為 \$3.0279/kWh(台電，2014)，可得到電動車每公里的成本為 0.585 元，約是汽油車的 1/5。

表 2-7 電動車與傳統汽油車能源補給花費

電動車	汽油車
1 度(kWh)電力可行駛 5.18km	一公升(L)汽油可行駛 11km
2014 年台灣地區平均電價 \$3.0279/度(kWh)	2015 年台灣地區中油 95 無鉛汽油油價 \$33.62/公升(L)
約\$0.585/km	約\$3.06/km

資料來源:本研究整理

換句話說，若以汽油車花費 \$33.62 元可行駛 11 公里、電動車則是花費 \$3.0279 可行駛約 5.18 公里，對駕駛人而言，當一度電調高到大約 \$15.838 元時，每行駛一公里的花費相當於汽油車的能耗成本(皆為 \$3.06/km)，如圖 2-2，也因此，相對於目前電價，每度電的價格將有 \$3.0279 至 \$15.838 間的價差，12 塊多的議價空間。

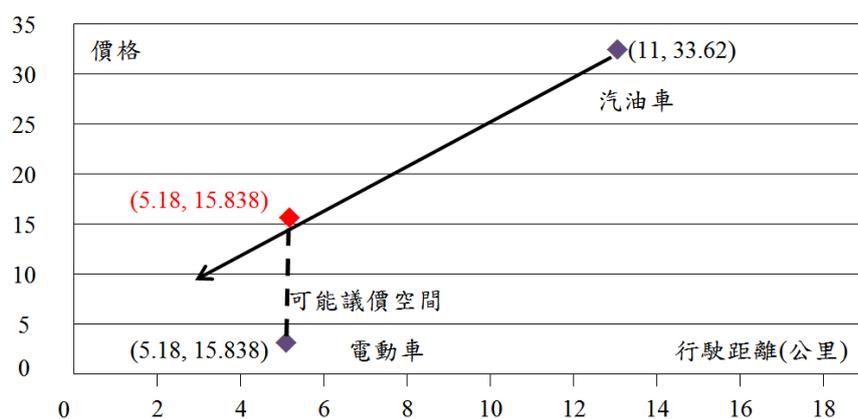


圖 2-2 車主購電價格與汽油價格等價線圖

資料來源：本研究整理

此部份是以消費者購買的電動車包含了電池組，不計入電池交換充电站模式的成本計算。在財務的推算上將採用 103 年平均售電成本 \$3.0279/kWh 與前述具可行性的最高收費 \$15.838/kWh 間平均值 \$9.433/kWh、以及具可行性的最高收費價格，\$15.838/kWh 兩種情況分別討論。

而對充电站經營業者而言，公司的營收來自於購電與售電間的價差，共有以下二種情況，如表 2-8。

表 2-8 不同售電成本與售電價格間的價差表

		售電價格	
		售電成本與最高可行金額的均價 (\$9.433/kWh)	最高可行金額 (\$15.838/kWh)
售電成本	平均電價 (\$3.0279 元/kWh)	a. \$6.4051/kWh	c. \$12.8101/kWh

資料來源：本研究整理

三、充电站營收與成本分析

在拓璞產業研究所預估 2017 年全球電動車的銷售量將超過 125 萬

輛(張仙平, 2016), 及財團法人車輛研究測試中心調查 2012 年至 2016 年銷售量(張凱喬, 2017), 與 2011 年的銷售量為 5.1 萬輛(黃樑傑, 2015), 整理從 2012 到 2017 年新增、預估新增、及累計車輛數如表 2-9。

表 2-9 全球電動車的銷售量

	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
新增車輛數(輛)	12.3 萬	20.6 萬	32.0 萬	55.2 萬	77.7 萬	125.6 萬
累計車輛數(輛)	12.3 萬	32.9 萬	64.9 萬	120.1 萬	197.8 萬	323.4 萬
成長率(%)	141.1%	67.4%	55.3%	72.5%	40.7%	61.6%

資料來源：EV Sales Blog、Inside EVs、車輛中心、拓璞(2017)

慢式充電柱，其規格分為兩種形式，220V(15A)以及 110V(15A)，當選擇以 220V(15A)進行充電時，充電設備的供電效率為 $220 \times 15 / 1000 = 3.3 \text{ kWh/hr}$ ；而當選擇以 110V(15A)進行充電時，供電效率僅為使用 220V (15A)時的一半，即 1.65 kWh/hr 。而快式充電柱的充電規格為 500V (80A)，即供電效率 $500 \times 80 / 1000 = 40 \text{ kWh/hr}$ 。當各式充電設備營運時間皆為全年無休時，一年的供電量將及各各項充電設施單機的供電量便如表 2-10 中所述。

表 2-10 各式充電設備特性與供電量

各種充電型式	規格	供電效率	全年最高供電量
慢式充電柱	220V(15A)	220V(15A):3.3kWh/hr	28,908kWh
快速充電柱	500V(80A)	40kWh/hr	350,400kWh

資料來源：本研究整理

車輛的年度平均行駛距離為 9142 公里(交通部, 2015), 又 1kWh 可行駛 5.18 公里, 因此車輛平均一年需充 1765 度電, 而依表 2-9 各年度新增及累計的電動車數量, 可得到一年充電市場的需求量。假設

充電站所在區第一年有 500 台的電動車市場，而該充電站市場市佔率達四成，及充電設施使用中的狀態為六成，充電站建置的充電設備則是以 6 柱慢式充電柱及 2 柱快式充電柱來規劃，在不增加充電柱投資的情況下，慢速充電柱每一年最多可供電量為 $6 \times 28,908 / \text{kWh} = 173,448 / \text{kWh}$ ，快速充電柱每一年最多可供電量為 $2 \times 350,400 \text{kWh} = 700,800 / \text{kWh}$ ，則可算出充電站各年度的電力總供應量，如表 2-11 所示。

表 2-11 假設情境下公司的電力供量

	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年
車輛數(輛)	500	837	1,300	2,242	3,155	5,098
電量總需求(kWh)	882,500	1,477,305	2,294,255	3,957,589	5,568,328	8,998,418
公司總供電量(kWh) (市佔率四成)	353,000	590,922	917,702	1,583,036	2,227,331	3,599,367
慢充總供電量 (kWh)(慢充比例七 成，使用率六成)	148,260	173,448	173,448	173,448	173,448	173,448
快充總供電量(kWh) (慢充比例三成，使用 率六成)	63,540	106,366	165,186	284,946	400,920	647,886
實際公司可供電量 總合(kWh)	211,800	279,814	338,634	458,394	574,368	821,334

資料來源：本研究整理

在初期一次性成本投入方面，充電設施、配電設施以及監控設備為設置充電站初期的必要投入建設，以表 2-6 充電設備所估計單項的費用乘上 6 柱慢式及 2 柱快式充電柱得出投資成本項目。

在每年需支出的經營成本方面，土地成本經調查 8 個車位的充電停車區，包含充電柱及配電系統、監控設備總面積為 1000m^2 每年的

租用成本約為 390,000RMB(Zhe Li, 2011)。設備維修費用則以設備成本的 5% 計算。員工薪資的部分，8 個充電柱預計聘雇工讀人員以及站長，薪資總計為（一天營業 24 小時為計，7:00 ~ 23:00 時薪 133 元 x3 人，23:00~7:00 的薪資為\$173x2 人，一天的工讀金發放\$9,152 元，一年共需\$3,340,480 元），站長月薪以\$35,000 為計，一年的員工薪資共需約\$3,760,480 元，因充電柱為自助式充電，所需人力估只要 1 人。因此，將各類的充電設備維護費用、員工成本、土地本、歸類在營業項目，將充電設備經營數量，與上表中各設備的每年經營成本相乘，即可得出各年度中，各項充電設備的經營成本費用，如表 2-12 及表 2-13。

表 2-12 價差 a 情況下每年淨收益表

	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年
總投資	3,758,332	0	0	0	0	0
慢式充電柱(柱)	874,998	0	0	0	0	0
快式充電柱(柱)	2,883,334	0	0	0	0	0
營業收入	1,997,909	2,639,485	3,194,338	4,324,035	5,418,010	7,747,645
營業成本	641,309	847,249	1,025,351	1,387,972	1,739,128	2,486,918
營業毛利	1,356,600	1,792,236	2,168,987	2,936,062	3,678,882	5,260,727
營業費用	2,764,663	2,764,663	2,764,663	2,764,663	2,764,663	2,764,663
土地成本	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000
員工費用(1 人)	626,746	626,746	626,746	626,746	626,746	626,746
設備維護慢式 充電柱(6 柱)	43,750	43,750	43,750	43,750	43,750	43,750
設備維護快式 充電柱(2 柱)	144,167	144,167	144,167	144,167	144,167	144,167
營業利益	(1,408,062)	(972,426)	(595,676)	171,400	914,219	2,496,065
淨收益	(5,166,394)	(972,426)	(595,676)	171,400	914,219	2,496,065
累積盈虧	(5,166,394)	(6,138,821)	(6,734,496)	(6,563,097)	(5,648,877)	(3,152,813)

資料來源：本研究整理

表 2-13 價差 b 情況下每年淨收益表

	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年
總投資	3,758,332	0	0	0	0	0
慢式充電柱(柱)	874,998	0	0	0	0	0
快式充電柱(柱)	2,883,334	0	0	0	0	0
營業收入	2,713,179	3,584,445	4,337,940	5,872,078	7,357,707	10,521,372
營業成本	641,309	847,249	1,025,351	1,387,972	1,739,128	2,486,918
營業毛利	2,071,870	2,737,196	3,312,589	4,484,106	5,618,579	8,034,455
營業費用	2,764,663	2,764,663	2,764,663	2,764,663	2,764,663	2,764,663
土地成本	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000
員工費用(1 人)	626,746	626,746	626,746	626,746	626,746	626,746
設備維護慢式 充電柱(6 柱)	43,750	43,750	43,750	43,750	43,750	43,750
設備維護快式 充電柱(2 柱)	144,167	144,167	144,167	144,167	144,167	144,167
營業利益	(692,793)	(27,466)	547,926	1,719,443	2,853,916	5,269,792
淨收益	(4,451,125)	(27,466)	547,926	1,719,443	2,853,916	5,269,792
累積盈虧	(4,451,125)	(4,478,591)	(3,930,665)	(2,211,222)	642,695	5,912,487

資料來源：本研究整理

由表 2-12 及表 2-13 可以看出電價費率會影響獲利與投資回收的時程，在價差為 a 情況下，從第 4 年起獲利轉正，但仍無法得知在幾年後投資可以回收。在價差為 b 的情況，則是從第 3 年即開始賺錢，而在第 5 年開始累積盈虧由負轉正，各年的投資得以全部回收。

由於充電站在規劃上對慢充與快充的分配比率，因慢充在充電的速度太慢佔據太多時間而降低客戶的輪轉率，限制充電站每年的可供應電量，除了調整充電設備的比例之外，拉高電價費率的價格也可以將獲利時程縮短，但是較高的電價費率會影響客戶的消費意願，畢竟除了充電站之外，消費者也可選擇在家充電，或使用政府輔導設立的免費充電設備，因此，單純只以充電服務做為唯一營業收入來源，在

使用率偏低的情況下，充電產業將無法普及並且難以生存，若在電價收入再加上類似會員制月租費，穩定的月租費收入則可維持充電站持續經營，而月租費用戶依合約內容每個月提供範圍內的免費充電量，超過免費量的部份則以量計費，如此，在營業費用、成本、與市場機制的複合效應下，制定月租費與電價費率的銷售組合即是重要的決策任務。

第三節 智慧電網與再生能源

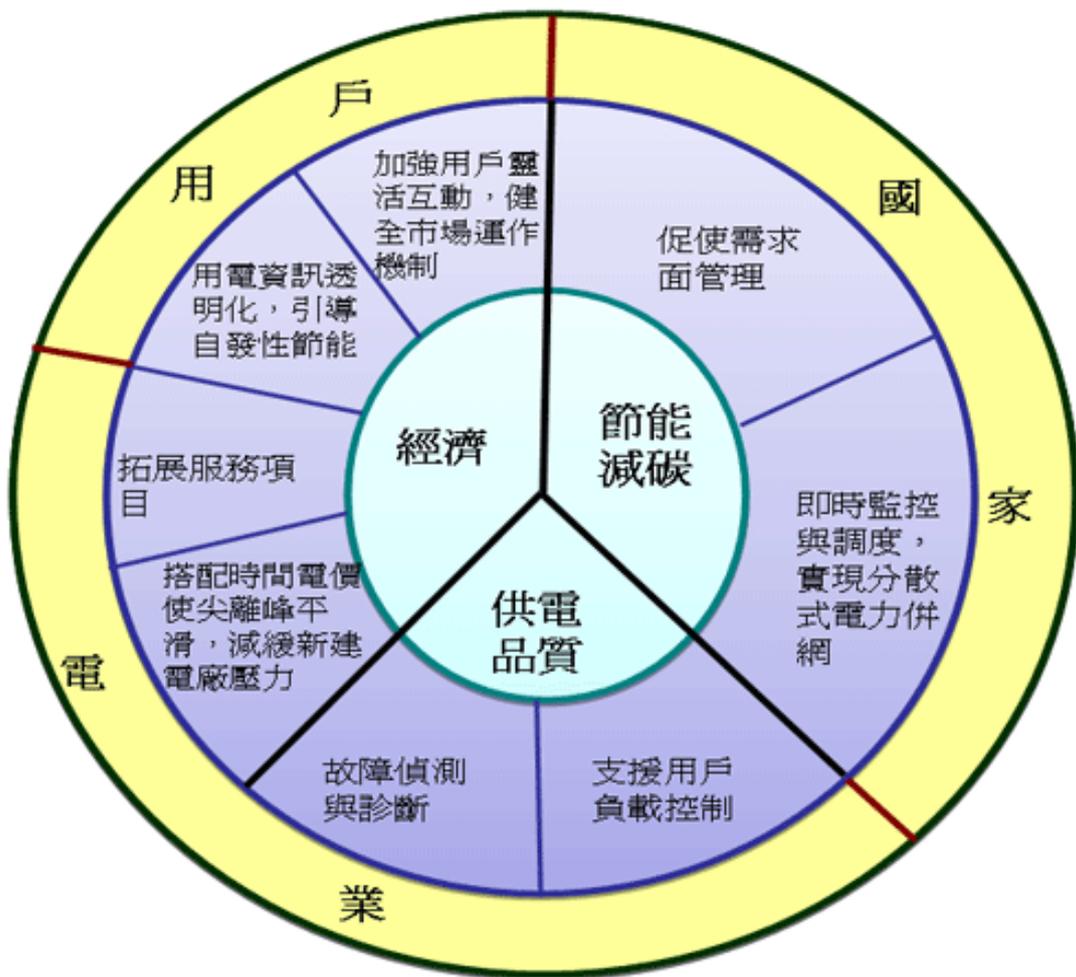
智慧電網為給合了發電、輸電、配電及終端用戶的先進電網系統，有別於傳統電網的集中式發電，以歷史經驗來運轉的單方向電力潮流，及集中式控制流程的傳統電力網，未來的電網在配電網會先在區域內進行電力交換，若有剩餘或不足電力時則會進行區域間交換，電力潮流方向不再固定，由特高壓流向高、低壓，因此智慧電網的分散式控制流程係由下而上的調度和控制。

智慧電網是將數位技術應用到電力之輸配電，使用具備雙向通訊功能的 AMI(智慧電網的基礎建設)，透過 4G 行動通訊、區域網路通訊方式，達成遠端資料的讀取、提供、設定及控制等多種功能，可使電力系統自動化與資訊化深入家庭/建築物內，可改善人工抄表不即時、不精確與不經濟之缺點之外，還能支援時間電價費率與計算、傳送信號整合終端設備進行用戶端負載控制。

智慧電表使終端用戶與電力公司的互動更靈活，電力公司在獲得用戶的用電資訊，結合廠商提供更多創新服務，連結用電資訊的軟硬體設備可顯示用戶的用電情況，設備能依用戶設定規則自動化進行能源管理，以改善電力可靠度、品質、效率及達成節能減碳實現潔淨能

源目標。

AMI 可將發電、用電及儲電系統等多方面之資訊相互連結流通，以協助電網朝向電力系統之高速公路發展，達到隨上隨下迅速回應社會及市場需求。因此 AMI 主要優點在於促成節能減碳目標實現、改善供電品質及提升經濟效率，黃雅琪(2010)在智慧電網產業的先鋒部隊-先進讀表系統發展概況的研究中提出在國家面、電業面、用電戶面三方面各能提供多方面的效益，如圖 2-3。



資料來源：工研院 IEK(2010/08)

圖 2-3 AMI 為國家、電力業者與用戶帶來之效益

資料來源：工研院(2010)

在國家面 AMI 可促成需求面管理，以及再生能源併網，因此有助於國家達成節能減碳政策目標。而對於電業而言，AMI 可提供負載控制通訊功能，快速量測、診斷電力質量，來實現電網自癒功能 (self-healing)，提升供電品質；並可透過時間電價機制之搭配，實現尖離峰平滑，以減緩新建電廠的壓力；同時更容易獲得用戶的用電資料，故可提供更多創新服務。最後在用戶面，AMI 搭配顯示器可使用電資訊透明化，使用電戶能掌握更多資訊，進行能源管理；並加強用戶與電力系統之靈活互動，使用電戶可同時扮演發電者與電力消耗者的角色 (Prosumer = Producer + consumer)，有助於健全電力市場運作。

電力系統架構可區分成發電廠、輸配電與終端用戶的三大部份。本研究討論的充電站屬於終端用戶，當充電站設立時，透過購電契約向售電業者購買使用電量，售電業者再將電力銷售給電動車使用者，在用電的過程中，透過智慧電表中的計量晶片模組來輸送到電動車的電量，及先進 AMI 通訊技術做為傳輸媒介，時時的將充電站的電量使用資訊回傳到控制中心的電表資訊管理系統中 (MDMS)，電表資訊管理系統依據充電站所在的區域進行資料分析，依據購電契約及清查該區的電力使用情況進行電力調度，提供可靠度高、品質高、穩定度高的電力能源，以滿足充電站業者的用電需求。

同時充電站業者可運用雙向通訊資訊回饋的特性，給合再生能源電網 (Tony Markel, 2013)，如圖 2-4，配合階段的时间電價規範，充電站做為電動車電力供給做出最佳的電力負載，在時間電價的時間內電動車充電時，充電站電能管理系統判斷當下有利於充電站利益的計價模式，再交由充電站電力轉換系統執行最佳的調控與分配。

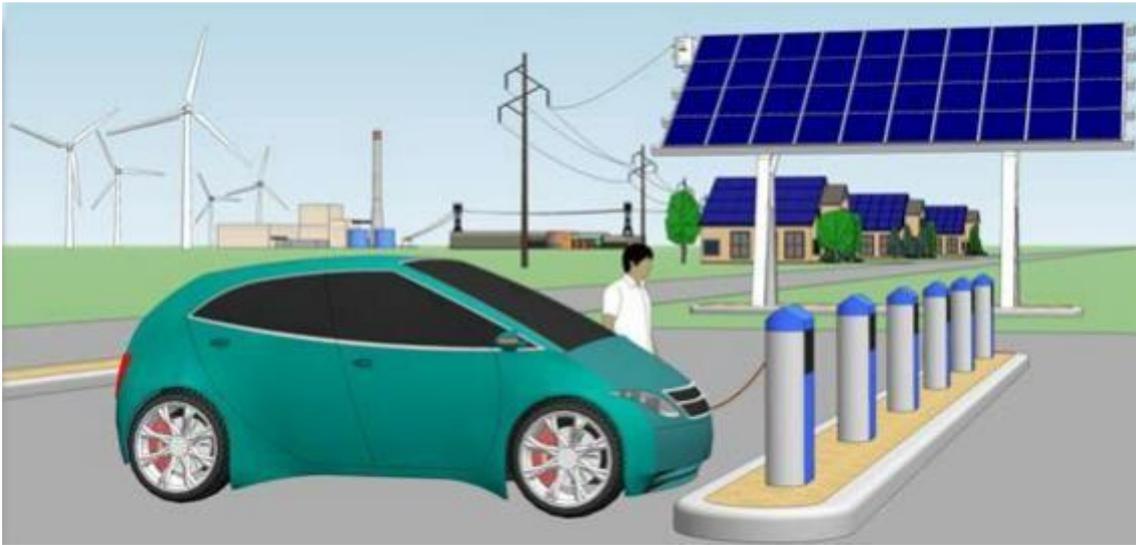


圖 2-4 結合太陽能儲能系統之充電站構想架構

資料來源：Tony Markel(2013)

第四節 時間電價與契約容量

為了反應不同的時間分段之供電成本，分別就尖峰、半尖峰、週六半尖峰、離峰時間訂定不同的電價費率，藉由在尖峰時間較高的電價費率，鼓勵用戶調整用電的行為、更新使用設備及強化負載管理系統，來降低因季節不同與用電習慣造成尖峰時間的負載，使電力系統紓解供電壓力，並延緩電源開發機組的投資及降低停電機率，因尖離峰時間設定的電價差距，使用戶為減少電力成本主動調整用電量較高之生產製程或一般用戶之高耗能家電用品等移至離峰時段運作及使用，在高費率電價的尖峰時段時，除了必要使用的使用設備，例如：辦公環境燈光、工廠機具設備、家用飲水機等，用戶將儘量避免在該時段用電。台電公司透過離峰時段較低的電價費率使用戶改變其使用習慣，以降低電力系統之尖峰時間的負擔。

目前台灣電力公司依據季節與峰時不同電價成本、用戶類型等來

制定相應的時間電價費率。依據充電站經營者規劃，若為停車場或附帶充電服務之賣場停車場可能適合是以等級 2 充電柱設備的一般電動車充電站，故其歸屬為低壓用戶類型，而大型電動車充電站使用快充充電柱等級 3 則是可能歸屬為高壓用戶。針對低壓用戶及高壓用戶時間電價方案作說明如下，申請容量未滿 100 瓩且電壓 380V 以下為低壓用戶，通常為機關、學校、超商、小型商場、中小型工廠等，此類電壓台電提供二段式時間電價方案給予用戶作選用，表 2-14 為夏季低壓用戶時間電價週期流動電費價格。

表 2-14 低壓用戶夏季二段式時間電價

低壓用戶夏季二段式電價表			夏月時間電價(NT\$/kWh)	
流動 電費	週一至 週五	尖峰時段	07:30~22:30	3.24
		離峰時段	22:30~24:00 00:00~07:30	1.39
	週六	半尖峰時段	07:30~22:30	2.14
		離峰時段	22:30~24:00 00:00~07:30	1.39
	週日及 離峰日	離峰時段	全日	1.39

資料來源：台灣電力公司(2016)

高壓用戶則為申請契約容量在 100 瓩以上且電壓 11.4 或 22.8kV 之用戶，通常為機場、捷運、鐵路站、大型工廠、百貨等，如表 2-15 及表 2-16 為台電提供夏季高壓用戶二段式及三段式週期性流動電費價格(尖峰時間固定)的時間電價費率的方案，供用戶作選擇。

表 2-15 高壓用戶夏月二段式時間電價(尖峰固定)時間電價

低壓用戶夏月二段式電價表			夏月時間電價(NT\$/kWh)	
流動 電費	週一至 週五	尖峰時段	07:30~22:30	3.13
		離峰時段	22:30~24:00 00:00~07:30	1.35
	週六	半尖峰時段	07:30~22:30	1.97
		離峰時段	22:30~24:00 00:00~07:30	1.35
	週日及 離峰日	離峰時段	全日	1.35

資料來源：台灣電力公司(2016)

表 2-16 高壓用戶夏月三段式時間電價(尖峰固定)時間電價

高壓用戶夏月三段式時間電價(尖峰固定)表			夏月時間電價(NT\$/kWh)	
流動 電費	週一至 週五	尖峰時段	10:00~12:00 13:00~17:00	4.41
		半尖峰時段	07:30~10:00 12:00~13:00 17:00~22:30	2.76
		離峰時段	00:00~07:30 22:30~24:00	1.26
	週六	半尖峰時段	07:30~22:30	1.78
		離峰時段	00:00~07:30 22:30~24:00	1.26
	週日及 離峰日	離峰時段	全日	1.26

資料來源：台灣電力公司(2016)

台電所制定之時間電價方案，除根據尖峰時分段對應不同價格之

流動電費外，還須根據用戶與電力公司所申請之需求電量，每月須支付一筆相應契約的基本電費，且若用戶當月之尖峰負載超出其所申請之需求電量，根據其超出需求電量之使用量，會需要付出一筆相應的超約罰款，故一般稱此需求電量為契約容量。而契約容量之訂定會根據不同季節及時段有著不同的需求電量及計費方式，以下是針對夏月經常契約的尖峰時段作說明。

所謂夏月經常契約的尖峰時段是指在每年 6 月 1 日至 9 月 30 日期間所申請裝置的契約容量。假設在一個月內沒有發生超約之情況，則不會有超約罰款的產生，而契約容量每月電費計算方式會根據不同用戶類型有些許不同，如表 2-17 所示為台電 105 年無超約情況下之表燈、低壓及高壓用戶夏月契約容量每月電費計算方式。

表 2-17 台電表燈、低壓及高壓用戶夏月契約容量每月電費計算方式

用戶類型	按戶計收(NT\$)與 經常契約電價(NT\$/kW)		契約容量每月電費計算 (NT\$)
表燈用戶	按戶計收	129.1(單相)	129.1 + 236.2*契約容量
		262.5(三相)	
低壓用戶	經常契約電價	236.2	262.5 + 236.2*契約容量
	按戶計收	262.5	
高壓用戶	經常契約電價	223.6	223.6*契約容量

資料來源：台灣電力公司(2016)

如果在一個月內有超約用電之情況，則在當月計算電費時，除了契約容量基本電費及各時間的流量電費外，還須根據超出各時間契約容量的用量，額外支付超約罰款給電力公司。而當月超約用電量計算方式係以各時間超出契約容量，並扣除超出已重複的需量，其超出部分在契約容量 10% 以下以各時間契約電價之 2 倍來計算罰款，超出部

分大於契約容量 10% 以上則以各時間契約電價之 3 倍來計算罰款。圖

2-5 為超約罰款計算示意。

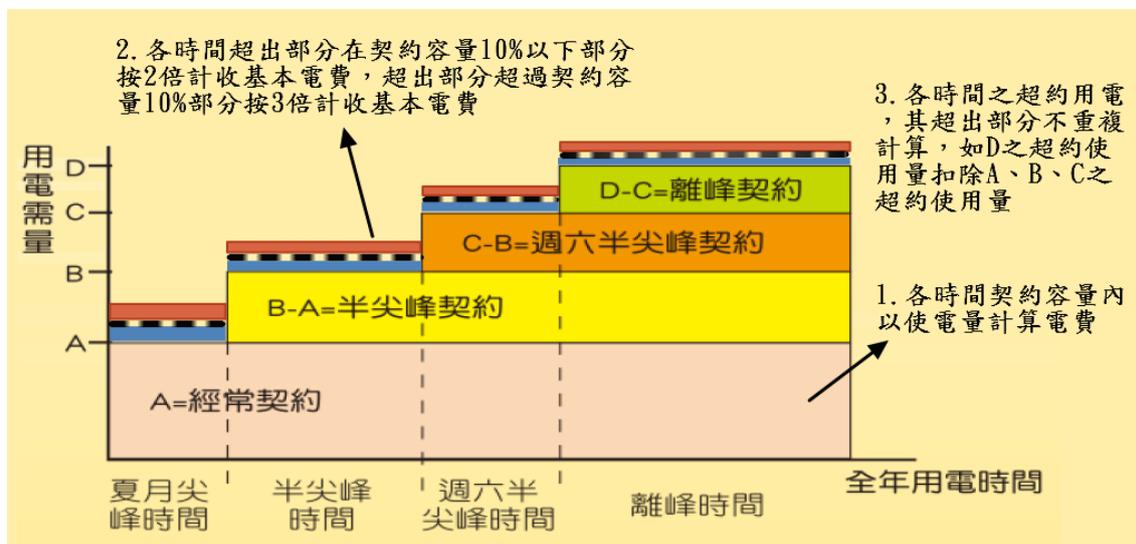


圖 2-5 超約罰款計算示意

資料來源：本研究整理

為了減低充電站的供電成本，依據電動車充電站經營者規劃之充電站規模、快慢速充電站數量，與充電站客戶使用頻率等，向電力公司申請合適的契約容量是非常重要的。對電力公司來說，藉由時間電價及契約容量罰款制度，使充電站經營者思考在有效率的能源管理及不影響電動車充電服務的情況下，來減低充電站電費成本，以幫助抑制充電站尖峰時段的負載電量，降低充電站尖峰離峰的差距，減少對電力系統在尖峰時段的負擔。

第五節 決策支援系統

一、決策支援系統的定義

決策支援系統結合了人類的知識與電腦功能用來改善決策品質的互動式電腦系統。它一種以電腦為基礎的支援系統，協助決策制定者加強在處理半結構化的問題上的效益(Keen et al., 1978)。

近年來隨著專家系統及許多人工智慧工具被廣泛使用，再加上 EIS、群體決策支援的運用，較完整的 DSS 理論定義應為：支援非結構性管理議題的決策制定，提供互動式的、彈性的、調適的友善親和的介面，協助決策者擷取資料及洞察情勢被發展的交談式的電腦系統（梁定澎，2002）。

決策主要包含三個階段：(1) 認識問題：決策者運用外來資訊，發現問題症狀、喚起問題思緒、意會問題成因等的一種發現並定義問題的過程。(2) 設計對策：是決策者針對存在的決策問題，來構思、發想、設計與分析各種解決方案的過程。(3) 選擇對策：決策者針對各種可能解決方案，進行利與弊不同面向評估，最後做出取捨與抉擇的過程(Simon, 1977)。選擇是決策制定的重要行為。而且是作出「遵循特定行動過程」承諾的地方。因為某些作業可能會在設計及選擇兩階段完成。所以設計與選擇間的界限通常是不明確的。

Turban et al. (2014)更進一步的列出決策支援系統的屬性，如表 2-18 所示。

表 2-18 決策支援系統的屬性

問題類別	半結構問題為主
焦點	決策，彈性，親和性
運算形式	數值
資訊的型態	支援特殊決策的資訊
所服務到最高的組織階層	分析施予管理者
誘因	效果
應用領域	長期策略規劃，複雜解具整合性的問題
資料庫	資料庫管理系統；互動式存取；事實的知識
決策能力	半結構化問題；整合性的管理科學模式；判斷與造模的混和

資料來源：Turban et al. (2014)

二、決策支援系統的類別

決策支援系統與企業智慧的 DSS 分類準則包括技術層次、系統導向、使用頻率、支援對象、設計屬性、時間的急迫性以及決策領域等，如表 2-19。

表 2-19 DSS 的分類

序號	分類準則	技術功能
1	技術層次	特用 DSS、DSS 母體、DSS 工具
2	系統導向	資料、模式、知識導向
3	使用頻率	經常性、臨時性
4	支援對象	個人、群體、組織
5	設計屬性	被動、主動；定製、通用
6	時間的急迫性	及時、非及時
7	決策領域	行銷、財務、人事、談判等

資料來源：Sharda et al. (2014)

Holsapple & Whinston 則將 DSS 分為六種架構：文件導向、資料庫導向、試算表導向、解模器導向、規則導向、及混合型的 DSS；其中文件導向的 DSS 決策者運用資訊技術來制定其決策。目前的運用有：電子文件管理系統、知識管理、內容管理系統等。

Alter (1980)的分類係「依據系統輸出結果的行動含義程度」，或者是系統輸出結果能夠直接的支援決策的範圍及程度，如表 2-20。

表 2-20 DSS 不同分類的特徵

方針	種類	操作類型	工作類型	使用者	使用類型	時間構造
資料	檔案櫃系統	存取的資料項目	操作的	非管理的線上人員	簡易查詢	不規則的
	資料分析系統	資料檔案的臨時性分析	操作的 分析	幕僚分析師或線上管理人員	資料操作與顯示	不規則或週期性的
資料或模式	分析資訊系統	多個資料庫及小型模式，臨時性分析	分析、規劃	幕僚分析人員	程式設計特殊報告發展小型模式	不規則的及視需求而訂
模式	會計模式	依據會計定義以標準計算法預估未來結果	規劃、預算	幕僚分析人員或管理者	輸入活動的估計值；輸出所接受的估計金額	週期性的(如每週、每月、每年)
	表達模式	預測特殊活動的結果	規劃、預算	幕僚分析人員	輸入可能決策；輸出所接受的估計結果	週期性或不規則的(臨時性分析)
	最佳化模式	對於組合問題計算出一組最佳解	規劃、資源分配	幕僚分析人員	輸入限制式及目標；接受答案	週期性或不規則的(臨時性分析)
	建議模式	執行會產生建議決策的計算	操作的	非管理的線上人員	輸入決策情況的結構描述；輸出所接受的建議決策	每日的或週期性的

資料來源：Sharda et al. (2014)

三、決策支援系統的應用

就整體實際應用層面而言，任何支援決策制定的系統能協助管理者解決非結構化、半結構化甚至結構化的決策問題，都可以稱為 DSS。

依 Gorry & Scott Morton 所提出決策的架構，其中決策型態區分結構化、非結構化與半結構化。結構化是指過程是例行性及重複性的問題，而此問題有標準答案存在。非結構化是指過程是模糊不清且錯綜複雜的問題，而沒有簡單明瞭的解答。半結構化是指介於結構化與非結構化之間，表 2-21 即說明了這套決策支援架構。

表 2-21 決策的架構

決策型態	控制型態			
	作業控制	管理控制	策略規劃	需要的技術支援
結構化	應收帳款 訂單登錄	預算分析 短期預測 個人式報表	財務管理 倉儲位置選擇 配銷系統	管理資訊系統 作業研究模式 交易處理
半結構化	生產排程 存貨控制	信用評估 預算編列 工廠佈置 專案排程 獎金系統的設 計	建新廠房 合併與收購 新產品計劃 賠償計劃 品質保障計劃	決策支援系統
非結構化	雜誌封面 選擇 軟體購買 核准貸款	談判 招募主管 硬體購買 遊說	研發計劃 新科技的發展 社會義務 服務計畫	決策支援系統 專家系統 類神經網路
需要的技術支援	管理資訊系統 管理科學	管理科學決策 支援系統 專家系統 主管資訊系統	主管資訊系統 專家系統 類神經網路	

資料來源：Sharda et al. (2014)

決策支援系統應用是由四個子系統所組成(Sharda et al., 2014)：

- (1) 資料管理模組：資料庫與電子檔案組成的儲存體，內容包含了決策支援系統所需的內部資料，與經過蒐集與萃取的外部資料，經過整理、分析、更新、

檢索後成為有助於決策的資訊與資料結構。

- (2) 模式管理模組：此模組中包含了各種類的決策模式，主要包含提供可行建議方案、邏輯規則、決策因子維護，例如利用數學模式將複雜的問題計算與統計分析，使用者經由界面選擇所需的條件項目後，決策模式從內部與外部資料擷取所需資訊，將結果以簡單的圖表、文字顯示，提供決策建議方針。
- (3) 知識管理模組：知識管理模組將過去的決策者所輸入的資訊與產生的結果記錄下來，提供給目前決策者在制定決策時能參考過去的不同的經驗與專業技能，由系統提供的數據與資訊提高決策者的智慧及減少錯誤決策的產生，提昇決策的效率與品質。
- (4) 使用者界面模組：系統管理人可以調整因子項目與邏輯規則影響執行結果，透過視覺化界面與直接互動的方式做為交談平台，使用者操作功能提供之簡單選項輸入項目及需要參數以利系統進行運算，且不需要了解內部運作的過程與細節，利用此模組顯示系統輸出的資料，以快速提供給決策者相關資訊。



第六節 分析層級程序法

匹茲堡大學教授Thomas L. Saaty在1971年提出一套以分析層級程序法(analytical hierarchy process, AHP)為所發展出來的決策方法。主要應用在不確定情況下及具有數個評估準則的決策問題上。

對決策者而言，階層結構有助於對事物的了解，但在面臨「選擇適當方案」時，必須根據某些基準進行各替代方案的評估，以決定各替代方案的優勢順位(priority)，然後找出適當的方案基本上，AHP是將複雜且非結構的情況分割成數個組成項目，安排這些成分或變數為階層次序，將每個變數的相關重要性利用主觀判斷給予數值，以幫助決策者思考而得到結論，也就是將複雜的問題系統化。此方法可使決策者在複雜之問題上做出有效之決策，目前國內有許多研究皆以此法為工具來進行。

尺度分為五項，包括相同重要、稍重要、重要、極重要與絕對重要，名目尺度分成九級，賦予1、3、5、7、9等衡量值，而四項介於五個基本尺度的權重則賦予2、4、6、8的衡量值(Saaty, 1990)，如表2-22。

表 2-22 AHP 評估尺度內容

尺度	定義	說明
1	同等重要(Equal Importance)	兩比較方案的貢獻程度具有同等重要性
2	評估尺度1與3之中間值	
3	稍重要(Weak Importance)	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案
4	評估尺度3與5之中間值	
5	重要(Essential Importance)	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案
6	評估尺度5與7之中間值	
7	很重要(Very Strong Importance)	實際顯示非常強烈傾向喜好某一方案
8	評估尺度7與9之中間值	
9	絕對重要(Absolute Importance)	有足夠的證據肯定絕對喜好某一方案

資料來源：Saaty (1995)

AHP 的主要應用在以下十三類型的問題(Satty et al., 1995; Saaty et al., 1982)：

1. 決定優先次序(Setting Priorities)
 2. 產生交替方案(Generating a Set of Alternatives)
 3. 選擇最佳方案(Choosing a Best Policy Alternatives)
 4. 決定需求(Determining Requirements)
 5. 資源分配(Allocating Resources)
 6. 預測結果(Predicting Outcomes)
 7. 績效衡量(Measuring Performance)
 8. 系統設計(Designing System)
 9. 確保系統穩定(Ensuring System Stability)
 - 10.最佳化(Optimization)
 - 11.規劃(Planning)
 - 12.解決衝突(Resolving Conflict)
 - 13.風險評估(Risk Assessment)
- 

在分析層級程序法的執行步驟可分為下列幾項：

- (1) 定義問題，並列出解決方案。
- (2) 建立層級，從最高層級依次定義每一層級和因素。
- (3) 建立每一層級在其上一層級每一準則之下的比較矩陣。所謂比較是這一層級兩個因素對上一層級一個準則貢獻的相對重要性，給予一個數字（1到9整數或其倒數）。
- (4) 計算每一矩陣 A 的優先向量 r 。
 - 4-1.每行加起來得到的每行總數。

4-2.A 每個數除以該行總數，得到新矩陣 B 。

4-3. B 每列加起來，得到向量 t 。

4-4.向量 t 除以 n ，得到優先向量 r 。

(5) 測試每一矩陣 A 的一致性， A 是 $n \times n$ 矩陣。

5-1.矩陣 A 乘以優先向量 r 。

5-2.令 $Ar = u$, $u/r = v$ ($v_i = u_i/r_i$)。

5-3. v 是一個向量， $\lambda_{max} = \sum v_i/n$ 。

5-4. C.I. = $(\lambda_{max} - n)/(n - 1)$ 。

5-5.查表如表 2-23 所示的隨機指標(random index, R.I.)，求對應 n 的 R.I.值。

表 2-23 隨機指標

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49
n	11	12	13	14	15					
RI	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59					

資料來源：Saaty (1995)

5-6.C.R. = C.I./R.I.。

5-7.若 C.R. ≤ 0.1 ，則是接受的一致性。

5-8.否則先保留，待層級一致性不能接受時，此矩陣要考慮重新比較，回到第 3 項步驟。

(6) 計算層級一致性

6-1.每一層級的優先向量。

6-2.每一層級矩陣的 C.I.合成一向量。

6-3.C.I.H. = \sum (每層級優先向量) \times (每層級 C.I.向量)

6-4.R.I.H. = \sum (每層級優先向量) \times (每層級 R.I.向量)

6-5.C.R.H. = C.I.H. / R.I.H.

6-6.若 $C.R.H. \leq 0.1$ ，則層級一致性可以接受。

6-7.否則到第(5)項步驟的第8步，找出不一致的比較矩陣。

(7)將各層級對應上一層級不同準則的優先向量，合併成優先矩陣再由每一層級的優先矩陣相乘，得到一個綜合優先向量，也就是最下層級各方案對於最高層級焦點的優先值。

鄧振源、曾國雄(1989)也指出，利用層級分析法進行決策問題時，包含有三個階段：(1)建立層級結構：將影響最終決策的要素分解為數個群體，在將每一個群體細分為更小的子群體，藉由逐次分層的原理建立全部的層級架構，而依照心理學研究，人類無法同時比對七種以上事物，所以每一層級要素不宜超過七個。(2)計算各層級要素之權重：先針對要素進行兩兩要素的成對比較，然後計算特徵值及特徵向量是作為驗證成對比較矩陣是否具有的一致性。在完全一致性下，a 應該比 c 重要。很差的一致性判斷，就是所有兩兩比較值為隨機數，這樣的矛盾是不能接受的，因此根據 Saaty 其決策的一致性指標(consistency index, C.I)及一致性比率(consistency rate, C.R)應在 0.1 左右，實際操作上通常採用 $C.I. < 0.1$ 及 $C.R. < 0.1$ 。(3)計算整體層級權重：計算各層級要素間之權重後，再計算整體層級權重及整體層級結構的一致性檢定，最後依據各種決策方案的權重，獲得各方案的優先值，以決定其選擇決策的優先順序。

第參章 研究方法

本章將說明本研究採用之研究方法及設計，其內容包括研究範圍、研究架構、研究設計、研究流程及本研究發展雛型系統欲採用的理論工具等五個部份，各部份將於相關章節中加以說明。本研究欲採用雛型法方式建立資訊系統，重點在於以電動車充電站電價銷售組合決策支援系統，來協助充電站業者做為企業發展方向以及成本配置的決策幫助做為研究範圍，主要是希望幫助充電站業者一方面可以提供給消費者最適優惠電價專案組合，還能依收集充電量資訊研擬電價成本策略，進而創造擴大市場及控制成本的雙贏目標。

第一節 研究範圍

本研究之重點在充電站設備營運成本、充電站設置地點、時間電價、再生能源、所在區的電價市場狀況等多個相互影響電價的關聯因素，旨在建構一套充電站電價銷售組合方案的決策模式及雛型系統，主要內容可歸納如下：

- 一、研究範圍
- 二、理論及相關文獻之探討。
- 三、建立充電站提供電價銷售組合決策模式及雛型系統。
- 四、依消費者的月租費、充電量及電價透過 AHP 的權重分析，來提供給充電站電價專案銷售時，給予最佳建議組合，以提高充電站的營收利益。
- 五、以模擬資料來進行系統驗證。

第二節 研究架構

充電站電價銷售組合選擇方案之決策模式整體架構，如圖 3-1，此架構乃參照李俊民(2006)所編譯之決策支援系統，其明確指出決策支援系統由四大模組所組成，因此本研究內容架構主要分為下列四大模組：

- 一、資料管理模組：此模組為所有資訊所組成的實體，包含決策支援系統所需所有資訊，可能為原始資料或該資料整理過後所得之資料集合體，以本研究為例，則包括充電站設備等級、充電站所在區域、電價銷售組合基本資料等，加上最重要的消費者本身使用習慣及對電價組合的偏好等相關回饋資訊，以做為資料管理模組為核心，並提供管理者維護及查詢，方便其它模組的參考。
- 二、模式管理模組：此模組中包括不同的模式物件，主要包含決策建議模式、AHP 目標、準則、因子之維護，消費者喜好之調查、AHP 優先向量判斷模式、電價銷售組合方案配對模式，將資料管理模組的資料透過模式管理模組的運作，計算分析並產生相關管理支援輔助的報表，以利使用者經由管理者界面輸入各項條件後擷取其管理及決策有用之資訊，並以圖型、文字物件呈現電價銷售組合方案方案之配對結果，提供決策建議方針。
- 三、知識管理模組：將過去不同的電價銷售方案以及消費者的消費習慣等資料轉換到知識管理模組，記錄不同時期決策階段所產生的相對結果，並顯示採取不同決策所造成的不同結果狀況，亦可建立屬於消費者的電價組合方案判斷模式之知識庫，可不斷的取出、應用、修改及存入，使知識庫的功能與效能不斷的精進，協助決策者在決策時能掌握過去的經驗，藉由系統提供報表及資訊以增加決策者本身的智慧，提昇決策的效率與品質。

四、使用者介面模組：此模組視為使用者界面，利用此模組顯示系統的輸出資料，使用簡單選項讓使用者輸入資料及各項參數以利系統進行運算，例如系統管理者可以針對系統執行結果調整準則及因子的項目，對於消費者的消費資訊、相關統計資料及消費者與電價組合方案決策結果的資訊，透過視窗化界面方便決策者快速解讀所有資訊。輸出資料可有螢幕顯示或報表產出兩種，對於消費者的消費資訊、相關統計資料等能提供容易閱讀的資訊，並可將決策模式回饋寫入知識管理系統，以供未來決策者參考，此模組並提供簡易操作介面讓使用者順暢地運用功能，而形成有效之管理支援程序。

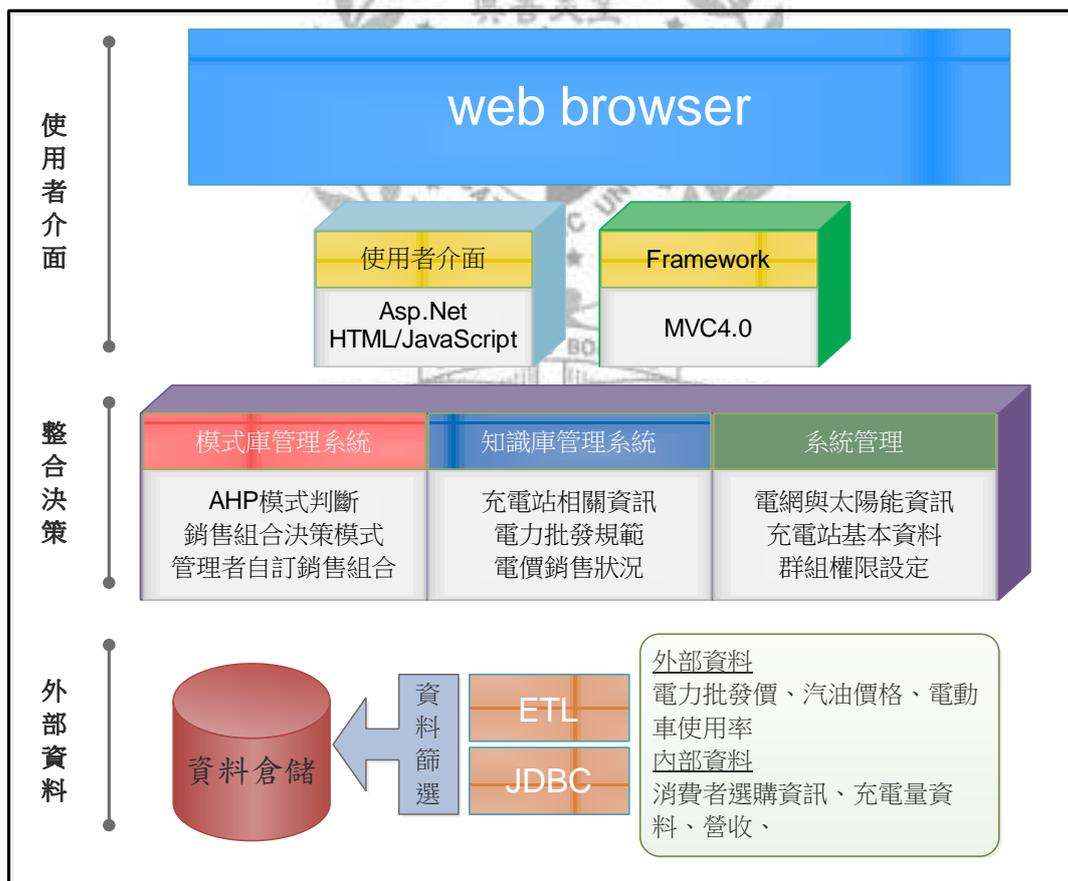


圖 3-1 充電站電價銷售組合系統架構圖

資料來源：本研究整理

第三節 研究流程

本研究流程如圖 3-2，首先由蒐集資料、設定邊界開始，再由確認問題中定義出所要研究的主題及研究對象和範圍，一開始即設定以充電站電價銷售組合的選擇之問題為研究主軸，探討如何以決策支援系統來提供充電站電價銷售組合的選擇之最適策略，確認研究動機與研究目的，再進行國內外文獻的搜集與回顧之方式來釐清探討之主題，再依據此理論延伸本論文之發展架構，並進而發展出本研究之雛型架構及研究方法、設計決策模式，並選定開發工具與設計雛型系統，以所設計之雛型系統驗證所提之問題與假設，最後提出本研究之結論與建議以供未來研究者之參考。

決策支援系統沒有固定的決策模式，只有經過不斷的遞迴、修改以定出決策的程序。而且必須支援各種不同的決策過程，即不同的決策者特性，與處理特定卻不同性質的問題。對於每一次的電價銷售方案的制定，再由事後消費者的回饋，透過一連串資料更新和擷取、模式分析，而有方案的產生，再經由決策者對方案的分析，依據評估準則而篩選出最適方案，以決策者自我價值觀、經驗、習慣、個性等個人因素的考量做決策分析，如此透過決策系統的客觀分析再以決策者主觀因素，反覆評估以決定決策程序。

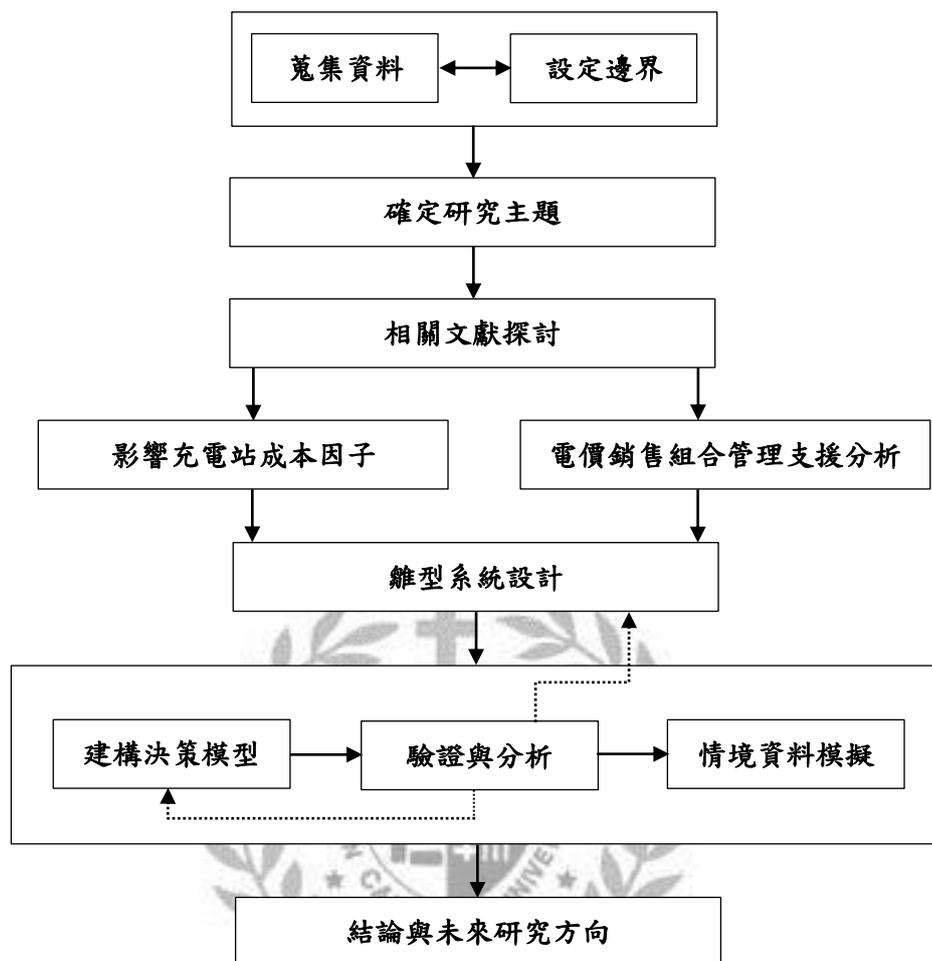


圖 3-2 研究流程

資料來源：本研究整理

- 一、蒐集資料及設定邊界：本研究一開始即設定以充電站電價銷售策略為研究主軸，並依此開始展開相關問題的收集，本研究是以台灣經濟研究院研究文獻「電動車充電站營運財務分析模式」為研究對象，結合全球電動車產業現在及再生能源發展深入探討充電電價費率議題。
- 二、確定研究主題：經資料研究分析結果發現在充電站的充電組合銷售上有很大的變化空間，因這方面的專業系統亦普遍缺乏，因此以充電站電價銷售策略決策支援系統的雛型設計期以能運用資

訊科技的方法來提供相關問題的解決之道。

- 三、相關文獻探討：根據充電站電價費率、充電站成本結構、及欲架設之系統架構探討相關文獻。
- 四、建構決策模型：經由以上的資料進行系統分析與設計作為雛型建置的基礎。
- 五、驗證與分析：以所設計之雛型系統驗證所提之問題與假設。
- 六、情境資料模擬：根據雛型系統設計及模擬資料來驗證所提之問題與假設。
- 七、結論與未來研究之方向：提出本研究之結論與建議以供未來研究者之參考。



第四節 研究設計

本研究擬建構一網路為基礎互動式的決策支援模式，以便充電站業者決策主管透過系統介面，資料庫管理模組及智慧型的模式計算管理，建立一個友善及容易溝通的平台，協助充電站管理者能透過此雛型系統，快速因應充電站電力銷售的情況做出電價組合調整，除了提供消費者更多元的選擇及擴展市場之外，並對動態的電力市場做出即時的回應，有效掌控充營運的成本支出與提升利潤。

本研究採用演進雛型法(evolutionary prototyping)來進行系統開發工作，整個雛型系統的建立大約可分為底下五個階段：

第一階段：建置基礎資料維護系統

此階段為系統規劃，需求及範圍定義，資料庫規劃及資料結構定義，並同時開發基本資料維護程式，基本資料包括電價組合及購電選擇方案基本資料、充電設施成本基本資料等；而維護即所謂記錄的新增、刪除、查詢、修改等功能。

第二階段：建置資料轉換管理系統

承前階段之系統基礎，此階段將外部資料及內部資料透過 ETL 方式(extraction, transformation and loading; 資料擷取、轉移和下載)或者 ODBC (open database connectivity; 開放式資料庫連結)的控制，轉換至本決策模式系統雛型可應用的資料管理模組，將不同地區的建構充電站、充電設備、人力等成本資料匯入系統，並且可從內部系統取得充電使用資料，包含實際的充電專換效率、充電量、使用快速或慢速充電設備等資料。

第三階段：建置知識管理資料庫

此階段設計一個友善介面，供電價決策人員輸入其經驗或專業技術，儲存成知識管理資料庫，另外對電動車相關週邊商品亦可

存入此資料庫以匯集成一專業知識庫以供系統參考，此知識庫可不斷被取出利用、修正、並回存，促進知識庫不斷的成長，以利模式庫存取計算之用，增加管理支援系統的實用性與正確性。

第四階段：建置模式管理程式

此階段所建立之模式管理系統包含 AHP 分析層級程序法，並將管理者對電價組合制定方案、及消費者偏好的電價組合等資料，透過模式管理程式完成離型系統之決策模式的運作。協助規劃安排給管理者最適的電價組合選擇方案，以提供銷售組合的多元性。模式管理與資料管理及知識管理交互參考，完成管理支援系統的運作。

第五階段：系統驗證及決策模式調整

最後一個階段，即是將上述各項模組及系統彙總整合一起成完整的決策支援系統，並設計友善的使用者介面，進行實際的系統整合測試，以了解本離型系統的決策模式之正確性及實用性，在此階段不斷修正與模擬測試，以達到真正決策模式的目標。



第五節 研究理論使用工具

一、系統開發工具

本研究在建構決策支援系統，以微軟系列產品為主要開發工具。ASP.NET 是一個整合了 Web 的開發平台，在其規範下使用少量的程式碼即能完成建置企業級 Web 應用程式的服務。ASP.NET 為 .NET Framework 4.6 的其中一部分，在設計 ASP.NET 應用程式時，可運用 .NET Framework 中的類別。另外，在使用任何與 Common Language Runtime (CLR) 相容的語言開發應用程式，包括 Microsoft Visual Basic .Net、C#、Linq 語法，可透過 Window Communication Foundation (WCF) 架構可以與任何平台上的裝置進行溝通，以服務為導向 (Service Orient) 定訂出可使用的服務介面，以架構出 SOA 系統的基礎建設進行溝通 (微軟網站，2007)。

ASP.NET 包括：頁面和控制項架構、使用者自訂控制項、ASP.NET 編譯器、安全性基礎結構、狀態管理機能、應用程式組態、健康監視和效能功能、偵錯支援、XML Web 服務架構可擴充的裝載環境與應用程式生命週期管理及可擴充的設計工具環境 (微軟網站，2007)。

ASP.NET Web 是一個以事件驅動 (Event Driven) 的平台，可以使用屬性 (Property) 調配、方法控制、與事件驅動等方式來運用 HTML 項目。當開發者設計用戶端的事件，從網頁的生成、控制項目的產生與結束到網頁生命週期結束整個流程，ASP.NET Web 使用統一的模型架構分隔用戶端與繼承 Web 應用程式，在伺服器上執行過程即會將項目合併運作，對於開發者來說，操作功能頁面與商業邏輯分類清楚且易於維護 (微軟網站，2007)。

ASP.NET 當其具體優點如表 3-1 的十二個特點。因此本研究系統之雛型開發受益以下項目。

表 3-1 ASP.NET 特點

特點	說明
高支援度	使用 ASP.NET 作為建構大型應用系統所需的程式碼數量大為減少，不用花費太多時間在研究技術層面，程式設計人員可專注在商用邏輯上的開發。
高安全	應用程式透過內建的方案和 windows 整合可進行身份驗證與個別應用程式的設定，確保系統的安全與防護。
高效能	內建功能中，系統透過初始的綁定即時編譯、本機優化程序，將翻譯過的程式碼儲存在快取(cache)內，以並提供更好的效能。
整合 .NET framework 開發環境	在 Visual Studio 整合開發環境中，ASP.NET framework 有完整豐富的開發工具箱及設計者界面，開發者可拖放控制元件對頁面進行編輯，而且自動化的部署功能僅是強大的工具之一。
高管理性	從簡單的表單提交及本機端的身身份驗證到主機的部署與配置，ASP.NET 可以輕鬆執行常見任務。
支援 HTML	程式中的原始碼與 HTML 混合運用，使得 ASP.NET 的頁面易於維護與新增，而程式的原始碼亦可在服務器上執行，為 WEB 提供強大的功能與靈活性。
高可用性	所有的 process 都會由 ASP.NET runtime 機制緊密的監控與管理，若在執行時發現 process dead 的情況，會立即再產生一個 process，使應用程式能不間斷的提供服務並掌控需求。
服務端導向的	ASP.NET 為單純的服務端技術，因此當使用者透過瀏覽器發送需求之前，ASP.NET 已經在服務端執行了
多語系支援	基於多語系的支援，在開發設計的應用程式可選擇我們使用的語系，或者是一個應用程式支援多種語系
易於部署	由於內建的設置資訊可以輕鬆部署 ASP.NET 程式，無需再額外註冊元件內容。
Web Server 自動監控	Web 服務器會不斷的監控運行中的頁面、元件、及執行中的應用程式，如果發現到有記憶體使用過載、無窮迴圈系統瑕疵、其他非正常執行活動時，即會立即銷毀這些活動並重新啟動。
強大的表格處理功能	使用資料綁定和 ADO.NET 能快速提供格式化頁面之功能。這是一種運行速度更快、且在針對大量使用者同時上線時也不會影響其效能。

資料來源：本研究整理

二、資料庫

本研究對於資料倉儲的部份，擬採用 Microsoft SQL Server 2012，由於 SQL Server 2012 有很強大的資料轉換工具，可有效整合多種資料來源及格式，並能很輕易的將散落於各地的資料透過此工具萃取轉入資料庫中，成為本決策系統中有用的資訊。SQL Server 2012 是一個功能完備的資料庫平台，利用整合式商業智慧 (BI) 工具，提供企業級資料管理功能。SQL Server 2012 資料庫引擎提供更安全、可靠的儲存環境給關聯式和結構式資料，讓開發人員能夠建置並管理用於企業的高可用性、高效能資料應用程式。SQL Server 2012 還結合了最佳的分析、報表、整合和通知功能，以便企業建置及部署高效益的 BI 解決方案。透過計分卡、儀表板、Web 服務和行動裝置，幫助團隊將資料帶到企業每一個角落(微軟網站，2017)。

SQL Server 2012 包含幾個核心功能：(1).資料倉儲：資料轉換服務 (DTS)、建立線上分析程序 (OLAP) Cube、資料倉儲、資料採擷等等。(2).電子商務：可延伸標記語言 (XML)、操作簡單、延展性、自動化管理、可用性及容易開發。(3).企業解決方案：包括 Microsoft Excel、Cognos、Knosys 以及 Maximal。SQL Server 2012 是為快速擴展的電子商務、企業、及資料倉儲解決方案所提供的、完整的資料庫與分析工具。它大幅降低應用程式上市運作所需的時間，並且同時提供符合大多數環境要求的延展性。另外，透過 Analysis Services 線上分析功能模組，更能達到資料分析的功能，因此本研究所需之資料倉儲，選擇建立在 SQL Server 上(微軟網站，2017)。

三、AHP 專家決策分析軟體

多層級分析法是非常有利且靈活的決策法，它幫助決策者對事件

做層級分析進而做出在某一觀點下最好的決策。藉著一對一的比較，減少複雜的決策過程並綜合其結果。AHP 不只幫助我們做出最好的決策而且提供清楚的理由去說明為何選擇的理由。目前是非常受重視且應用廣泛的決策理論(中崗科技，2017)。

Expert Choice 是建構在 AHP 理論上的軟體，它容易操作的圖形化介面讓任何人皆易於上手，此理論由 *Expert Choice* 的創立人之一的賓夕法尼亞大學的 Dr. Thomas Saaty 發展的。因為判斷的層次標準都表現在軟體的階層結構(hierarchical structure)上，決策者可融合企業本身的層次並做出重要的判斷。在 *Expert Choice* 決策過程結束之後，決策者可快速看到具彈性、決策制訂的戲劇性改善與來自於各方節省時間與金錢的報告。*Expert Choice* 的特色，包括有允許使用者進行判斷，並可以透過網路溝通或瀏覽器觀看個別或群組的結果、同步使用 Microsoft Access 或 SQL Server database 在 Data Grid 的任何欄位。輸入資料至 *Expert Choice* 或輸出資料至外部資料庫等(中崗科技，2017)。

Expert Choice 架構(中崗科技，2017)：

- (1).集思廣益作出目標架構
- (2).藉由 pairwise 比較目標和子目標的重要性
- (3).就目標而論比較選擇的優先性

Expert Choice 能夠反映你的思考藉由使用 pairwise 的方法。*Expert Choice* 結合你的問題的每一面以獲得你所有選擇的優先順序。透過 "what-if" 和靈敏性分析，你能夠迅速得到改變一個目標重要性中的所產生的變化。選擇不超過規定的預算使目標的達到最佳化的選擇的方法。可以使用附加 *Expert Choice* 的小組版本增加這個特性。如果你的

模型不是你想要的，你能夠修改模型或者合併模型直到符合你所想要。

Expert Choice 的應用領域(中崗科技，2017)：

(1)資源分配(2)資源選擇(3)人力資源管理(4)雇員表現評估(5)薪資決策(6)制定市場策略(7)決策分析(8)預測支出(9)分析規劃(10)促進團體決策(11)收益/成本分析(12)工程設計評估(13)生產作業管理(14)策略分析及評估(15)評估獲益和合併(16)供應商評估(17)信用分析(18)消費者反應(19) IT 投資管理(20)產品定價(21)創新管理。



第肆章 決策模式規劃及雛型系統

本研究之主要目標為進行電動車充電站電價銷售組合之最佳方案決策模式研究。首先透過層級程序分析法(analytic hierarchy process, AHP)來求得各電價影響因子之權重，然後依據研究文獻及充電站功能得出各電價方案的成本與收入權重分析，再配合地域性、充電設施類型、再生能源輔助電力來建立利潤計算規劃模式，最後透過雛型系統來尋求決策者在電動車充電站電價銷售組合的優先向量分數，其目標是希望尋找出能達到滿足充電站業者最大利益程度之方案。

第一節 充電站電價銷售組合決策架構

決策支援系統所議論的問題多為半結構化或非結構化的性質，因此管理人員及DSS發展者要完全瞭解決策制定問題有其一定的困難，所以透過雛型系統來發展DSS是有其必要的。本研究決定採用雛型法(prototyping)作為系統開發的發展策略，主要是因為雛型法是先建立雛型，然後再運用雛型做為系統開發過程中，設計人員與使用者之間溝通的橋樑。

依據林信惠等（2005）所著的軟體專案管理中提到，雛型法主要的設計步驟如圖 4-1 所示，而其優缺點，如表 4-1 所示。

依據本研究所提出的資料為基礎，結合決策支援系統所需具備的模式庫、知識庫等模組，發展出系統架構。根據此研究架構，採用雛型法來設計，並藉由不斷的反覆測試及修改，構建出互動式的電價銷售組合決策支援系統。

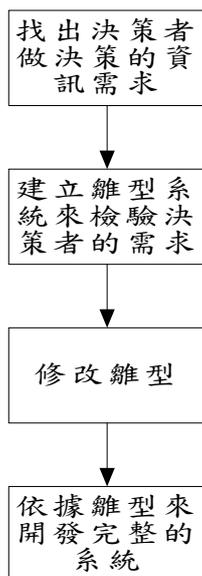


圖 4-1 雛型設計步驟

資料來源：林信惠等(2005)

表 4-1 雛型法的優缺點

雛型法的優點	雛型法的缺點
1. 雛型法可增進使用者參與，使用者期望比較能被符合，滿意度較高。 2. 可看的到，可操作的雛型成為開發者與使用者溝通的基礎，使用需求的表達可以更為具體。 3. 需求分析的時間及成本可以降低，對於時程緊迫的需求可以快速滿足。 4. 系統的正確性可以提高。 5. 雛型法可以和反覆設計法的概念加以結合後，先用雛型法來發展出第一代系統，然後再用反覆設計法來促進第一代系統的進化。	1. 溝通較複雜。 2. 較難建造大型系統雛型。 3. 缺乏深入分析及開發工具，因此系統效率較差。 4. 雛型系統有時並不是一個完整的系統，其中可能有錯誤或設計不當之處，造成有些使用者在試用雛型系統時，可能會對系統品質產生不信任。 5. 雛型設計講求時效，因此，通常必須在短時間內完成，這也可能讓使用者忽略了完整系統的複雜度。

資料來源：林信惠等(2005)

第二節 前提與假設

電動車充電站電價銷售方案決策支援模式主要的目的是以協助充電站決策者選擇其最適之電價銷售組合，故在目標函數的定義上，是以取得最佳電價銷售組合做為第一目標。最佳銷售組合考量包含在營運場地的取得、充電設備速度之市場策略，以及是否考量提升客戶服務而提高員工數量需求。在模式建構前先進行前提說明，以確保模式考量之完整，本研究之前提為：

- (1) 有關電價最佳組合的衡量，是透過決策者主觀告知與客觀資料的比對。
- (2) 電價組合方案及數量皆符合電業法及相關行政主管機關法令。
- (3) 每月的月租費為一般消費者可提供之上限。
- (4) 決策者依公司地域性市場發展投資的場地、充電設施皆有能力、經驗判斷其相對應的比重。

有關假設部份，說明如下：

二、每一電動車使用者行駛至充電站距離皆在可接受的時間範圍。

- (1) 不考慮使用快充充電對電動車電池容量耗損的影響。
- (2) 經營者主觀上輸入的資料愈正確，愈能達到滿足最佳決策之期望。
- (3) 充電站業者提供的電價銷售方案符合一般電動車使用者行駛所需的電量。
- (4) 電動車剩餘的電力足夠其行駛至充電站內。
- (5) 充電站之充電槍接頭可適用於所有電動車的插座，或可經由車商或充電站經營者提供之轉換接頭進行充電行為。
- (6) 充電站提供之充電設施已具備成熟計量系統技術，並在電動車充電交易結束後隨即將其補充之電量結算對應結帳總消費金額。
- (7) 充電站所可整合系統軟體讓電動車使用者，預先估算到達所選擇的充電站時間及等待的時間，或透過充電站預約機制，使充電站的使用效率最大化（劉

畊甫，2011)。

- (8) 本研究的充電站適用於夏月高壓用戶夏月三段式時間電價。
- (9) 充電站電力與太陽能設備、電網系統整合及與電力調配技術已經成熟。
- (10) 若使用太陽能輔助提供電力，電力設備系統會於尖峰時刻執行電力來源切換。

第三節 問題架構

本研究所定義之問題架構概括整理如下：

輸入：選擇電價銷售組合及充電站相關影響成本資料如員工人數、營運場地之取得方式、及充電設備速度、客戶電價專案組合，客戶充電資料，時間電價。

目標：電價銷售方案之最佳銷售決策。

輸出：電價銷售方案的最佳銷售組合。

第四節 充電站電價銷售組合最佳推薦模式

一、AHP 權重分析

本研究為根據充電站經營者以其規劃建立的規模，透過本研究建立之電價銷售組合推薦系統，依市場發展及策略、地域性的成本、擴增市場增加的人力服務等，然後依據蒐集經營充電站相關之充電設施、電力轉換輔助設施成本資訊，輸入相關決策因子模擬各種情境下的決策結果。

為了評估每個電價方案對充電站營運的影響程度，經由調查影響充電站電價銷售方案的相關決策因子的文獻，本研究將各影響電價方

案的因子整理如表 4-2。

表 4-2 影響電價方案因子之構面

第一層構面	第二層構面
1.員工人數	(1).0 人 (2).1 人(3).2 人(4).3 人(5).4 人(6).5 人(6)6 人
2.土地成本	(1).租借 (2).停車場合作 (3).政府推動路邊充電合作
3.快充充電樁	(1).0 柱(2).1 柱(3).2 柱(4).3 柱(5).4 柱(6).5 柱(7)6 柱(8).7 柱(9)8 柱
4.慢充充電樁	(1).0 柱(2).1 柱(3).2 柱(4).3 柱(5).4 柱(6).5 柱(7)6 柱(8).7 柱(9)8 柱
5.時間電價	(1).尖峰時刻 (2).半尖峰時刻 (3).週六半尖峰時刻 (4).離峰時刻 (5).太陽能電價
6.電價費率	(1).3.0279 以下 (2).3.0279~4.6292 (3).4.6292~6.2305 (4).6.2305~7.8317 (5).7.8317~9.433 (6).9.433 以上
7.月使用電量 (kWh)	(1).80 以下 (2).80~161 (3).161~241 (4).241~322 (5).322~402 (6).402 以上
8.月租費	(1).191 以下 (2).191~382 (3).382~573 (4).573~764 (5).764~956 (6).956~1147 (7).1147~1338 (8).1338 以上

資料來源：本研究整理

(1) 員工人數：

一般充電站在經營時，依其充電站的定位需求選擇是否採用員工來服務客戶，員工除了站內的管理責任之外，還需能引導客戶使用充電設備，使科技化程度較低用戶可以提高接受度。另外，還有協助提供站內相關商品的銷售服務，例如：充電站電價專案銷售，但員工每個月支出的薪資佔營運成本比例較大，公司在擴展服務及營運利益上必須要審慎考量及權衡。

(2) 土地成本：

土地的使用目的主要提供電動車充電時停放車輛的位置，還包含充電設施及電力轉換設備、員工作業空間等，然而有些地理位置較好的地點，例如：市中心精華地段，其土地租借的成本幾乎會抵掉了整個充電站的利潤，充電站經營者因地域性及策略方向考量，營業店點的選擇在某些方面也可能是作為品牌廣告宣傳，所以可能犧牲掉利潤來提升充電站的知名度。

(3) 快充充電樁：

快充設備可以在 5 至 30 分鐘內幫助電動車完成充電，普遍的被認為可以取代現今加油站的能源補給設施，但是由於快速充電設備的成本非常昂貴，使用此設備充電可考量較高電價費率與較高月租費的電價銷售組合，或搭配充電站的地點選擇。此外，充電站考慮設置快速充電服務，因其充電速度的時間較短而提高了充電站車位的輪轉，可增加充電服務的次數。

(4) 慢充充電樁：

慢速充電因成本較低及安全性高，較易被充電站經營者接受，可其充電速度慢會佔去較長停車時間而降低了利用率，故充電站經營者在選擇使用慢速充電時，可考量結合停車場地點的充電規劃設置，停車費用則可另外收費或含入充電成本中。

從另一方面來看，使用慢充對於電網的負載較為穩定，經營者不用擔必充電站的使用電量超過契約容量的情況。

(5) 時間電價：

一般來說，充電站的電力來源是從電網供給，電動車充電站為區域電網中的大型電網單元，區域電網需視充電站與電動車的需求電量的反應，一方面管理及調節充電站區域內的負載平衡，以避免電力不足供應造成強制降載的情況，另一方面可降低電力公

司電力儲存設施的成本投資。

相反的，而對充電站經營者而言，在不影響充電站營運及用戶電動車用戶充電的情況下，為避免電動車隨機充電造成的尖峰負載，建立充足的電力儲存設施或結合再生能源分散式發電機組，幫助充電站降低負載，減少由電網提供的電能，亦能增加充電站的利潤。

若電動車客戶隨機充電的時間較大的比例落在尖峰與半尖峰時段，對於充電站經營者而言，則必須投入更多的儲存設備或提高電池儲存容量以減低尖峰時段的成本壓力(廖泳棠，2012)。

(6) 電價費率：

在時間電價的制度下，一天之中不同的時間來到充電站充電對於充電站的電價成本是不同的，其直接影響的即是電價方案的訂價，關乎到充電站業者的營業利益。

電價費率與月租費的關係是緊密的，電價費率是以時間電價為基礎來制定的，基於成本考量，一般來說時段的電價費率都會大於時間電價，但在月租費的概念下，充電站經營者在地緣上、電動車來客數與經營成本眾多複合因素之下，為突顯公司特色之專案優惠，即可能推出低於時間電價的組合產品，一方面可低價引入更多的會員客戶，另一方面也可使用高月租費的方式吸收低電價的成本。

(7) 月使用電量(kWh)：

電動車每個月充電使用量的高低，直接影響到充電站的營收，但過高的電力使用，仍然有使用量超過契約容量的風險，故對於使用量較高的方案，則會配對較高的月租費。

(8) 月租費：

月租費與電價費率的組合包裝為一種行銷手法，針對不同的電動車使用者，提供適用價位的月租費方案，客戶選擇符合需求的資費內容及優惠容量，如同電信業的綁月租費專案包含了免費通話分鐘數，免費充電量含入月租費中，可增加月租費的豐富程度，而月租費的穩定收入除維持充電站的穩定經營，另外還能做為一行銷工具持續推動電動車與充電站發展。

首先建立層級架構：先定義目標以及各層級的因素。本研究擬定義三個層級，第一層級為目標：最佳銷售組合，第二層級為決策準則，第三層級則為決策因子，本研究之階層分析架構圖如圖 4-2。



圖 4-2 階層分析架構圖

資料來源：本研究整理

二、 權重計算

第二階段為各層級要素間權重的計算，利用各準則之間兩兩比較建立每一層級在上一層之準則下的配對比較矩陣。其是針對某一層級的兩個因素對於上一層層級之某個準則的相對重要性，並給予一個分數。本研究各比較中，對於此兩項因素之相對重視程度，其數值是依據 Saaty (1990) 所定義之 1 到 9 的數值尺度，各數值的定義如下：

- 1： 兩個因素有相同重要；
- 3： 這個因素比另一個因素稍重要；
- 5： 這個因素比另一個因素重要；
- 7： 這個因素比另一個因素極重要；
- 9： 這個因素比另一個因素絕對重要；而 2、4、6、8 則介於其間。

員工人數的多或少會直接的反應在充電站的營運成本上，每增加一個員工，其成本都是增加一個人事單位成本，使用 AHP 分析軟體之 Expert Choice 工具輸入兩兩比較尺度，員工人數比對矩陣，如圖 4-3，權重計算結果如表 4-3，得到 CR 值小於等於 0.1，符合一致性。

	0	1人	2人	3人	4人	5人	6人
0		1.0	2.0	3.0	3.0	5.0	6.0
1人			1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
2人				1.0	2.0	3.0	4.0
3人					1.0	2.0	3.0
4人						1.0	2.0
5人							1.0
6人							

Incon: 0.01

圖 4-3 員工人數比對矩陣

資料來源：本研究整理

表 4-3 員工人數之權重值

影響因子	權重
0	0.048
1	0.059
2	0.083
3	0.118
4	0.161
5	0.232
6	0.299

資料來源：本研究整理

充電站使用的地點若是使用土地租借的方式，以 8 個車位與機電設備約 1000m² 每年的租借成本約為 39,000 RMB (Zhe Li, 2011)，而停車場停車以平均每月 1,464 元計算(交通部統計處，2015)，政府推動路邊充電合作以一般路邊停車每小時 20 元(台北市停車管理工程處，2016)，計算以六成的使用率，整理出每個月土地成本如表 4-4：

表 4-4 每月土地成本

影響因子	每月成本(NT)
租借	\$162,500
停車場合作	\$11,712
政府推動路邊充電合作	\$ 69,120

資料來源：本研究整理

使用 AHP 分析軟體之 Expert Choice 工具輸入每月成本兩兩比較尺度，因最大尺度僅為 9，超過 9 的尺度則是以 9 填入土地成本比對矩陣，如圖 4-4，權重計算結果如表 4-5，得到 CR 值小於等於 0.1，符合一致性。

	租借	停車場合作	政府推動路邊充電合作
租借		9.0	2.35
停車場合作			5.901
政府推動路邊充電合作		Incon: 0.02	

圖 4-4 土地成本比對矩陣

資料來源：本研究整理

表 4-5 土地成本之權重值

影響因子	權重
租借	0.630
停車場合作	0.061
政府推動路邊充電合作	0.310

資料來源：本研究整理

每增加一柱快充及慢充充電樁，即會增加一個單位的成本，本研究之充電站以 8 組充設施作為評估指標，使用 AHP 分析軟體之 Expert Choice 工具輸入兩兩比較尺度，快充及慢充充電樁比對矩陣，如圖 4-5，權重計算結果如表 4-6，得到 CR 值小於等於 0.1，符合一致性。

	0柱	1柱	2柱	3柱	4柱	5柱	6柱	7柱	8柱
0柱		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
1柱			1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
2柱				1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
3柱					1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
4柱						1.0	2.0	3.0	4.0
5柱							1.0	2.0	3.0
6柱								1.0	2.0
7柱									1.0
8柱		Incon: 0.01							

圖 4-5 快充及慢充充電樁比對矩陣

資料來源：本研究整理

表 4-6 快充及慢充充電樁之權重值

影響因子	權重
0 柱	0.026
1 柱	0.032
2 柱	0.043
3 柱	0.060
4 柱	0.083
5 柱	0.116
6 柱	0.159
7 柱	0.213
8 柱	0.269

資料來源：本研究整理

台灣太陽能每度的成本為 0.09 美元(EnergyTrend, 2016), 2016/1/29 之 240 日簡單移動平均匯率美元對新台幣為 32.1 元(Money Link 富聯網, 2017), 太陽能每度成本為新台幣 2.8992 元。

台灣目前使用的電力,除了大型工業區或工廠可自建發電廠供電,如麥寮發電廠,其餘工商業及民生用電皆由台電輸送電力,充電站規劃依台電三段式高壓電價表之電價做為充電的計價成本(台電,2016),使用 AHP 分析軟體之 Expert Choice 工具輸入各時段每度電價成本兩兩比較尺度,其比對矩陣及其 CR 值小於等於 0.1,符合一致性,如圖 4-6, 權重計算結果如表 4-7:

	尖峰時刻	半尖峰時刻	週六半尖峰時刻	離峰時刻	再生能源電價
尖峰時刻		1.598	2.478	3.5	1.521
半尖峰時刻			1.551	2.19	1.05
週六半尖峰時刻				1.143	1.629
離峰時刻					2.301
再生能源電價		Incon: 0.00			

圖 4-6 時間電價比對矩陣

資料來源：本研究整理

表 4-7 時間電價之權重值

影響因子	權重
尖峰時刻	0.337
半尖峰時刻	0.211
週六半尖峰時刻	0.130
離峰時刻	0.101
太陽能電價	0.221

資料來源：本研究整理

電價費率為電價銷售組合方案內容項目之一，行銷部門在制定價格也會以時間電價為成本基礎，價格的高低直接地影響到充電站營運利潤，觀察市場的變化與市場銷售情況訂立每一峰時不同的價格，台灣地區汽油車平均燃油效率為 11 公里/公升(交通部，2015)，再以 95 無鉛汽油\$33.62/公升計算，汽油車平均每公里的成本為 3.06；另外，電動車則以特斯拉 Model S 車型作為代表，電池容量為\$85kWh，充飽電後可行駛 440 公里，能耗表現約為 5.18 公里/kWh，台灣地區的平均電價為\$3.0279/kWh(台電，2014)，可得到電動車每公里的成本為 0.585 元。

當一度的價格調高到 15.838 元時，電動車每一公里行駛成本相當於汽油車的花費，相對於電價有 12.81 的價差，對於充電站的定價有較大的彈性，本研究採用平均電價\$3.0279/kWh 及最大可行電價\$15.838/kWh 的平均值，以做為電價費率衡量指標的最大值，使用 AHP 分析軟體之 Expert Choice 工具輸入電價費率兩兩比較尺度，其比對矩陣及其 CR 值小於等於 0.1，符合一致性，如圖 4-7，權重計算結果如表 4-8：

	3.0279以下	3.0279~4.6292	4.6292~6.2305	6.2305~7.8317	7.8317~9.433	9.433以上
3.0279以下		1.528	2.058	2.587	3.115	3.644
3.0279~4.6292			1.346	1.692	2.038	2.384
4.6292~6.2305				1.257	1.514	1.771
6.2305~7.8317					1.204	1.409
7.8317~9.433						1.67
9.433以上		Incon: 0.00				

圖 4-7 電價費率比對矩陣

資料來源：本研究整理

表 4-8 電價費率之權重值

影響因子(元/度)	權重
3.0279 以下	0.071
3.0279~4.6292	0.109
4.6292~6.2305	0.147
6.2305~7.8317	0.185
7.8317~9.433	0.210
9.433 以上	0.278

資料來源：本研究整理

月使用電量參考台灣全年行駛公里數依每 5000 公里區分為 6 個級距及比重值(交通部，2015)，轉換成電力使用量級距整理如表 4-9：

表 4-9 月使用電量之比重

影響因子(kWh)	比重
80 以下	31.0%
80~161	32.8%
161~241	19.3%
241~322	8.2%
322~402	5.1%
402 以上	3.6%

資料來源：本研究整理

使用 AHP 分析軟體之 Expert Choice 工具輸入各月使用電量比重兩兩比較尺度，其比對矩陣及其 CR 值小於等於 0.1，符合一致性，如圖 4-8，權重計算結果如表 4-10：

	80以下	80~161	161~241	241~322	322~402	402以上
80以下		1.058	1.606	3.78	6.078	8.61
80~161			1.699	4.0	6.431	9.0
161~241				2.353	3.784	5.361
241~322					1.608	2.277
322~402						1.417
402以上		Incon: 0.00				

圖 4-8 月使用電量比對矩陣

資料來源：本研究整理

表 4-10 月使用電量之權重值

影響因子(kWh)	權重
80 以下	0.310
80~161	0.328
161~241	0.193
241~322	0.082
322~402	0.051
402 以上	0.036

資料來源：本研究整理

經調查台灣自用小客車每月的加油費分為 8 個級距及比重值(交通部，2015)，油價成本為電價成本的 5.23 倍，轉換成使用月租費級距整理如表 4-11：

表 4-11 月租費之比重

影響因子(元)	比重
191 以下	11.5
191~382	24.8
382~573	23.3
573~764	16.9
764~956	11.7
956~1147	7.0
1147~1338	3.7
1338 以上	1

資料來源：本研究整理

使用 AHP 分析軟體之 Expert Choice 工具輸入各月租費級距比重兩兩比較尺度，其比對矩陣及其 CR 值小於等於 0.1，符合一致性，如圖 4-9，權重計算結果如表 4-12：

	80以下	80~161	161~241	241~322	322~402	402以上
80以下		1.058	1.606	3.78	6.078	8.61
80~161			1.699	4.0	6.431	9.0
161~241				2.353	3.784	5.361
241~322					1.608	2.277
322~402						1.417
402以上		Incon: 0.00				

圖 4-9 月租費比對矩陣

資料來源：本研究整理

表 4-12 月租費之權重值

影響因子(元)	權重
191 以下	0.119
191~382	0.250
382~573	0.213
573~764	0.166
764~956	0.121
956~1147	0.076
1147~1338	0.040
1338 以上	0.017

資料來源：本研究整理

為更精準計算第一層構面的權重值，本研究將充電站電價方案影響因子之成本計算給予假設條件，整理之假設條件如表 4-13：

表 4-13 第一層構面假設條件

項目	假設條件	引用文獻
電動車規格	特斯拉 Model S，電池容量 85kWh，充飽行駛 440 公里	特斯拉，2014
計算週期	以月為成本計算週期	台灣經濟研究院，2011
員工人數	一年最多 6 個人	台灣經濟研究院，2011
充電站充電樁	最多 8 柱	Zhe Li，2011
年平均行駛距離	9142 公里	交通部，2015
高壓時間電價	台電 105 年電價表	台電，2016
平均電價	\$3.0279/kWh	台電，2014
平均燃油效率	11 公里/公升	交通部，2015
95 無鉛汽油	\$33.62/公升	中油，2014
設備維護及折舊	5%	台灣經濟研究院，2011
平均每月油費	新台幣\$2,844 元	交通部，2015
平均匯率	1 美元兌換新台幣\$32.1 元	富聯網，2014
太陽能電價成本	0.09 美元/kWh	Rheatsao，2016

資料來源：本研究整理

依照表 4-12 之假設條件下，依年度平均行駛距離，並以電動車規格每次充飽電後的行駛距離，換算每年使用電量為 1766kWh，平均月使用電量則為 147kWh，另外，油費每公里的成本與電動車每公里的成本比為 5.23，使用平均每月油費換算平均每個月的電動車充電費用為 544 元。

每個用戶使用電動車電量超過免費使用量時，必須支付的額外的費用，超過的電量以超過平均月使用電量級距，取該級距平均值與平均月使用電量的差額，再乘上該級距的權重比，即代表超過免費免費額度的用電量，取時間電價最高與最低均值做為平均時間電價，而電

價費率的最高與最低均值做為平均電價費率，分別乘上超過免費額度的用電量即得到時間電價成本與電價費率收入。

月租費及電價費率為收入因子，其餘的因子則視為成本，當使用充電站客戶數來到 847 人次時，充電站的成本與收入到達平衡，第一層構面影響因子之每月成本與運算公式，整理如表 4-14：

表 4-14 第一層構面每月成本與運算公式

第一層構面影響因子	方程式	每月收入與成本(新台幣)
員工人數	\$2,931,200 (台灣經濟研究院，2011) / 12	\$ 244,267
土地成本	\$390000RMB (Zhe Li，2011) / 12	\$162,500
快充充電樁	\$1,441,667(台灣經濟研究院，2011) / 12	\$48,056
慢充充電樁	\$145,833(台灣經濟研究院，2011) / 12	\$4,861
時間電價	$(4.41 + 1.26) / 2 * (((241 + 161) / 2 - 147) * 0.193 + ((322 + 241) / 2 - 147) * 0.082 + ((402 + 322) / 2 - 147) * 0.051 + ((482 + 402) / 2 - 147) * 0.036) * 847$	\$103,340
電價費率	$(9.433 + 3.0279) / 2 * (((241 + 161) / 2 - 147) * 0.193 + ((322 + 241) / 2 - 147) * 0.082 + ((402 + 322) / 2 - 147) * 0.051 + ((482 + 402) / 2 - 147) * 0.036) * 847$	\$227,109
月使用電量	$147 * 847 * 3.0279$	\$377,001
月租費	$544 * 847$	\$460,768

資料來源：本研究整理

依表 4-14 所列出第一層構面的因子成本與收入值做為兩兩相比計算出比重，並將結果輸入後，利用 AHP 分析軟體之 Expert Choice 工具對各因素進行權重計算，其使用 Expert Choice 工具之操作畫面及權重計算結果如圖 4-10、圖 4-11 所示：

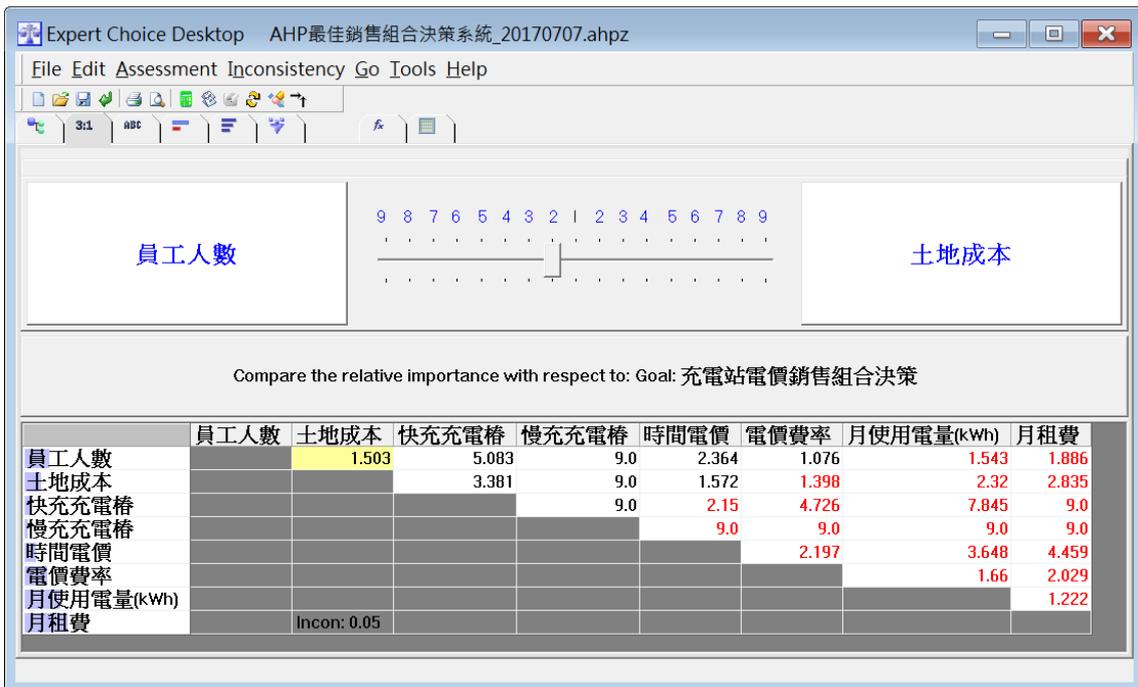


圖 4-10 Expert Choice 工具之操作畫面

資料來源：本研究整理

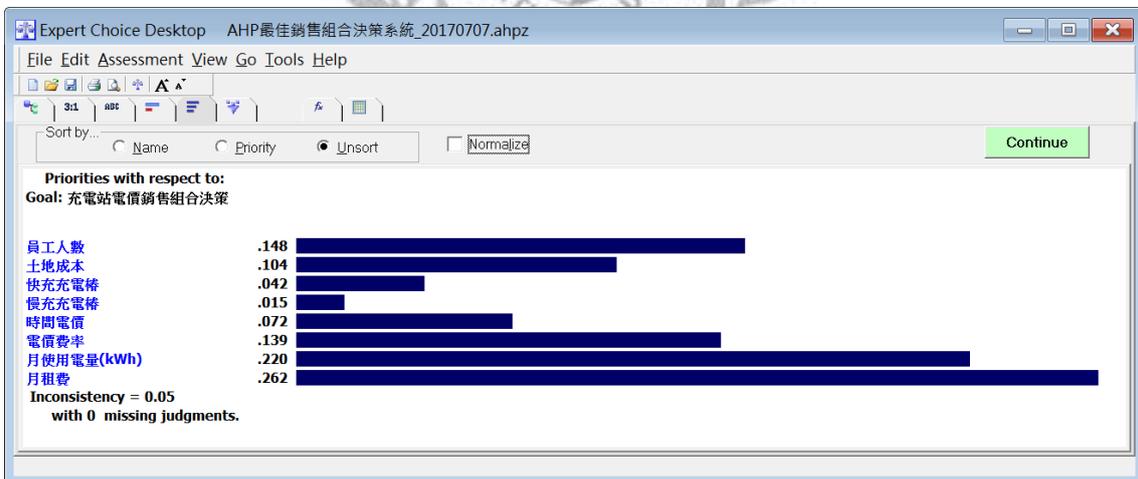


圖 4-11 權重計算結果

資料來源：本研究整理

上述各電價銷售組合方案 AHP 因子比較之一致性比率 (consistency ratio, C.R.)均小於等於 0.1，通過一致性檢驗，表示這些經由 AHP 分析所得之各項因子權重值是具有可信度的。

三、決策模式建立

本研究在建構一套互動式電價專案組合的決策平台，以提供給充電站經營者能透過介面連結資料庫資訊，並整合相關資訊輸入、收集與管理，協助經營者可透過此雛型系統快速的提供決策以因應瞬息萬變的市場。

首先，先定義模式使用的參數如下：

ne = 表示所有員工的總數目 (total number of employees)；

IE = 表示所有員工數量代號或指標 (index of employees) 所成的集合，其中 $IE = \{1, 2, \dots, ne\}$ ；

nsl = 表示所有充電站點的總數目 (total number of charging station location)；

$ICSL$ = 表示所有充電站點代號或指標 (index of charging station location) 所成的集合，其中 $ICSL = \{1, 2, \dots, nsl\}$ ；

$nfccp$ = 表示所有快速充電樁的總數目 (total number of fast charge charging piles)；

$IFCCP$ = 表示所有快速充電樁代號或指標 (index of number of fast charge charging piles) 所成的集合，其中 $IFCCP = \{1, 2, \dots, nfccp\}$ ；

$nscpp$ = 表示所有慢速充電樁的總數目 (total number of slow charge charging piles)；

$ISCCP$ = 表示所有慢速充電樁或指標 (index of number of slow charge charging piles) 所成的集合，其中 $ISCCP = \{1, 2, \dots, nscpp\}$ ；

$nepp$ = 表示所有電價方案的總數目 (total number of electricity pricing promotion)；

$IEPP$ = 表示所有電價方案代號或指標 (index of electricity pricing

promotion)所成的集合，其中 $IEPP = \{1, 2, \dots, nepp\}$ ；

$neprp$ = 表示所有電價方案的電價費率總數目 (total number of electricity pricing rate of promotion)；

$IEPRP$ = 表示所有電價方案的電價費率代號或指標 (index of electricity pricing rate of promotion)所成的集合，其中 $IEPRP = \{1, 2, \dots, neprp\}$ ；

$ntur$ = 表示所有時間電價總數目 (total number of time of use rate)；

$ITUR$ = 表示所有時間電價代號或指標 (index of time of use rate)所成的集合，其中 $ITUR = \{1, 2, \dots, ntur\}$ ；

$nmue$ = 表示所有月使用電量級距區間總數目 (total number of monthly usage of electricity)；

$IMUE$ = 表示所有月使用電量級距區間代號或指標 (index of monthly usage of electricity)所成的集合，其中 $IMUE = \{1, 2, \dots, nmue\}$ ；

$nmfe$ = 表示所有月租費級距區間總數目 (total number of monthly fee of electricity)；

$IMFE$ = 表示所有月租費級距區間代號或指標 (index of monthly fee of electricity)所成的集合，其中 $IMFE = \{1, 2, \dots, nmfe\}$ ；

$cust$ = 表示目前充電站客戶總數 (total number of customers)

$CUST$ = 表所有客戶之代號或指標 (index of total number of customers)，其中 $CUST = \{1, 2, 3, \dots, cust\}$ ；

CNB = 客戶人數在 CNB 人時，營收與成本會達到平衡點；

CSP_{ci} = 客戶 c 選購的方案 i ，其中 $c \in CUST, i \in IEPP$ ；

$tpcv_{cik}$ = 月週期內客戶 c 購買的專案 i 在 k 時段充電數量 (time period of charge volume)，其中 $c \in CUST, k \in ITUR, i \in IEPP$ ；

$ITPCV_{cik}$ = 表示月週期內客戶 c 購買的專案 i 在 k 時段充電數量代號或

指標(index of time period of charge volume)所成的集合，其中

$$ITPCV_{cik} = \{1, 2, \dots, tpcv_{cik}\}, c \in CUST, k \in ITUR, i \in IEPP;$$

定義第一層構面權重值變數：

w_e = 員工人數權重(weight of employee)；

w_l = 充電站點權重(weight of location)；

w_{fc} = 快速充電樁權重(weight of fast charge pile)；

w_{sc} = 慢速充電樁權重(weight of slow charge pile)；

w_{tur} = 時間電價權重(time of use rate weight)；

w_{tpr} = 電價費率權重(time of price rate weight)；

w_{mu} = 月使用電量(weight of month usage)；

w_{mf} = 月租費權重(weight of monthly fee)；

定義第二層構面權重值變數：

w_{se} = 員工人數權重(weight of sub employee)；

$IWSE$ = 表示所有員工人數權重代號或指標(index of time of use rate)

所成的集合，其中 $IWSE = \{1, 2, \dots, w_{se}\}$ ；

w_{sl} = 充電站點權重(weight of sub location)；

$IWSL$ = 表示所有充電站點權重代號或指標(index of time of use rate)

所成的集合，其中 $IWSL = \{1, 2, \dots, w_{sl}\}$ ；

w_{sfc} = 快速充電樁權重(weight of sub fast charge pile)；

$ISFC$ = 表示所有快速充電樁權重代號或指標(index of time of use rate)

所成的集合，其中 $ISFC = \{1, 2, \dots, w_{sfc}\}$ ；

w_{ssc} = 慢速充電樁權重(weight of sub slow charge pile)；

$ISSC$ = 表示所有慢速充電樁權重代號或指標(index of time of use rate)

所成的集合，其中 $ISSC = \{1, 2, \dots, wssc\}$ ；

$wstur$ = 時間電價權重(time of sub use rate weight)；

$ISTUR$ = 表示所有時間電價權重代號或指標(index of time of use rate)

所成的集合，其中 $ISTUR = \{1, 2, \dots, wstur\}$ ；

$wstpr$ = 電價費率權重(time of sub price rate weight)；

$ISTPR$ = 表示所有電價費率權重代號或指標(index of time of use rate)

所成的集合，其中 $ISTPR = \{1, 2, \dots, wstpr\}$ ；

$wsmu$ = 月使用電量權重(weight of sub month usage)；

$ISMU$ = 表示所有月使用電量權重代號或指標(index of time of use

rate)所成的集合，其中 $ISMU = \{1, 2, \dots, wsmu\}$ ；

$wsmf$ = 月租費權重(weight of sub monthly fee)；

$ISMF$ = 表示所有月租費權重代號或指標(index of time of use rate)所

成的集合，其中 $ISMF = \{1, 2, \dots, wsmf\}$ ；

底下定義充電站經營者選擇的參數的資料符號：

se_w = 經營者選擇員工的數量(Select number of employee)，其中 $w \in IE$ ；

sl_x = 經營者選擇充電站的設置地點(Select type of location)，其中 $x \in ICSL$ ；

sfc_y = 經營者選擇快速充電站的數量(Select number of fast charge pile)，其中 $y \in IFCCP$ ；

ssc_z = 經營者選擇慢速充電站的數量(Select number of slow charge pile)，其中 $z \in ISCCP$ ；

定義相關變數：

EC = 員工成本(employee cost)

LC = 土地成本(location cost)

FCC = 快速充電樁(fast charge cost)

SCC = 慢速充電樁(slow charge cost)

$TCUR_{cijklmn}$ = 月週期內客戶 c 購買的專案 i 在 k 時段使用快速充電 l 電量，並乘上在該時段的時間電價權重值 m 及時間電價權重值 n ，取得時段成本權重分數(time cost of use rate)，其中 $c \in CUST, i \in IEPP, k \in ITUR, l \in ITPCV_{ck}, m \in ISTUR, n \in wtpr$ ；

$TRUR_{cijklp}$ = 月週期內客戶 c 購買的專案 i 在 k 時段使用快速充電 l 電量，並乘上在該時段電價費率權重值 o 及電價費率權重值 p ，取得時段收入權重分數(time revenue of use rate)，其中 $c \in CUST, i \in IEPP, k \in ITUR, l \in ITPCV_{cik}, o \in ISTPR, p \in wtpr$ ；

RMF_i = 專案 i 在每月的月租費收入總和(revenue of monthly fee)，其中 $i \in IEPP$ 。

FCP_i = 專案 i 在充電站每月的分攤成本總和(fixed cost of promotion)，其中 $i \in IEPP$ 。

CP_i = 專案 i 在每月成本總和，(cost of promotion)，其中 $i \in IEPP$ 。

RP_i = 專案 i 在每月營收總和(revenue of promotion)，其中 $i \in IEPP$ 。

MB_i = 專案 i 在每月利潤總和(benefit of promotion)，其中 $i \in IEPP$ 。

以下為本研究之計算式

$$(P1) \text{ Maximize } MB_i = \sum_{i \in IEPP} RP_i + \sum_{i \in IEPP} RMF_i - \sum_{i \in IEPP} FCP_i - \sum_{i \in IEPP} CP_i$$

(4-1)

第五節 雛型系統

本系統雛型主要分為權限管理、電價銷售組合管理、模式庫管理及決策支援管理等四個主要功能。以下將介紹本雛型系統之主要功能。

一、登入功能

本雛型系統採用微軟公司的 ASP.NET 網頁程式語言進行開發，只要使用網頁瀏覽器（例如：微軟 IE、google chrome、Mozilla Firefox）輸入系統網址即可連結雛型系統，在操作系統前，需要輸入帳號/密碼進行身分確認，如圖 4-12 所示，資料驗證無誤即可進入系統。此身分驗證主要目的是要讓系統進行認證，另外，本系統還能根據不同角色進行功能之授權，因為一個組織中每個員工的工作職掌均不相同，然而系統功能眾多，不是每位員工都能擁有與系統管理員相同的權限功能，本系統能設定多種角色以及加入指定人員及功能，以防堵機密資料外洩的可能性。



圖 4-12 系統登入畫面

資料來源：本研究整理

二、系統清單功能

當使用者是屬於系統管理員的角色登入雛型系統後，即可看到本雛型系統所有五大子功能：權限設定、電價銷售組合維護、設備資料

維護管理功能、模式庫管理、決策支援管理，如圖 4-13 所示。



圖 4-13 系統清單功能畫面

資料來源：本研究整理

三、 權限管理功能：

系統管理員可以針對組織內的員工進行權限設定，設定步驟如下：

(1) 建立帳戶：

個人使用帳戶的功能為為系統管理者權限管控，包含建立與刪除，如圖 4-14 所示。

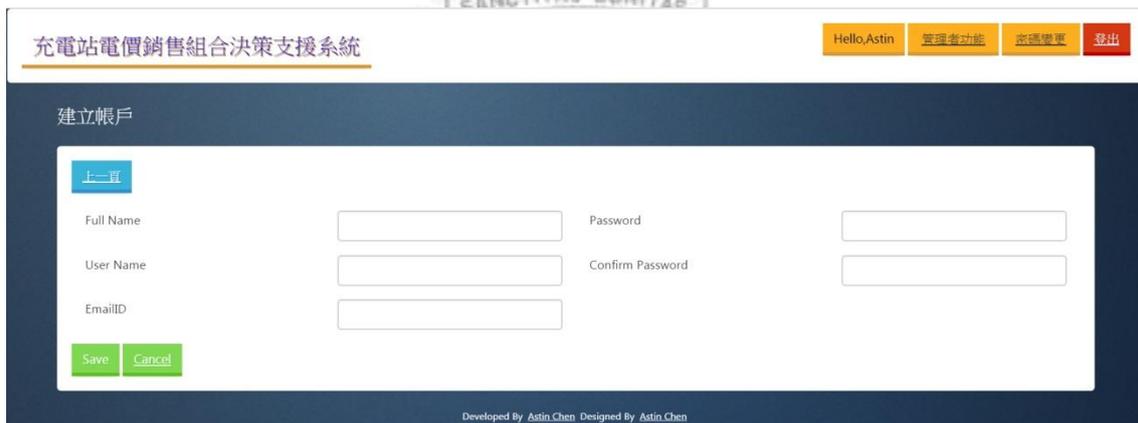


圖 4-14 建立帳戶畫面

資料來源：本研究整理

(2) 建立角色：

建立不同的角色以區別不同的業務類別，因本系統為雛型系統架構，沒有支援個別功能配置，各角色的功能都是預先已經配置完成，建立角色功能為未來之功能擴充的先行準備，如圖 4-15 所示。

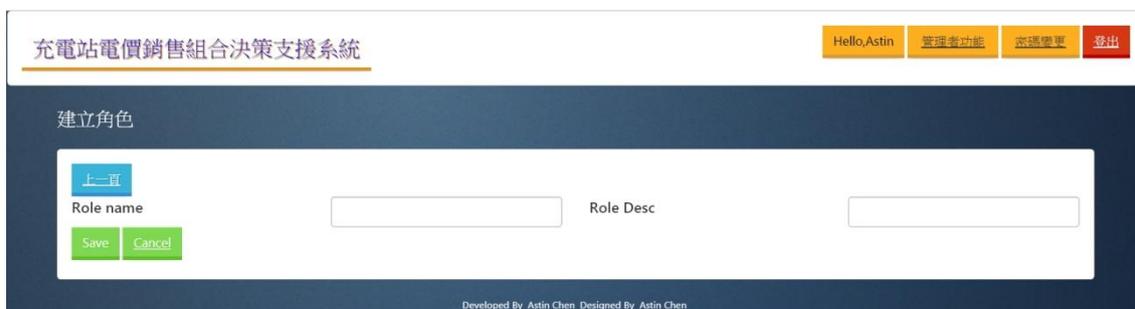


圖 4-15 建立角色畫面

資料來源：本研究整理

(3) 設定角色：

角色建立完成後，緊接著根據電動車充電站組織將不同職權的員工分配到不同角色，例如：行銷主管、市場資料蒐集者分別建立不同角色，以做為功能權限之區隔，如圖 4-16 所示。

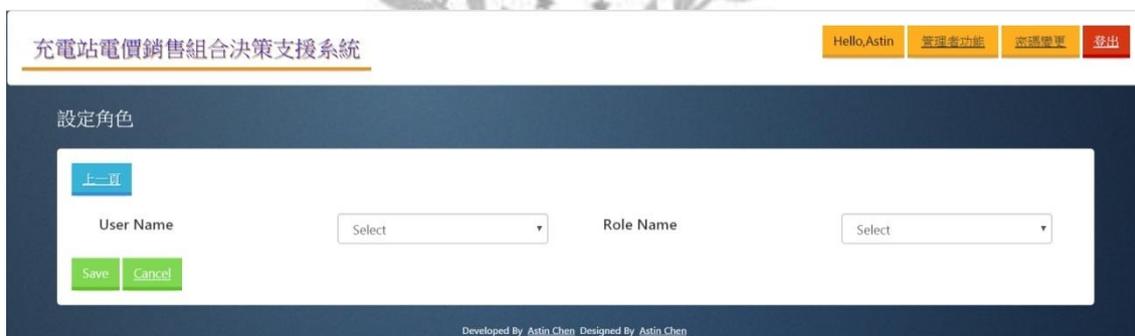


圖 4-16 設定角色畫面

資料來源：本研究整理

四、電價銷售組合維護：

(1) 建立與查詢方案：

此功能主要使用人員為行銷部門角色所屬的功能，行銷部門人員依充電站的市場定位及策略發展目標，透過本功能將行銷部門制定的電價銷售方案

上架及維護，每一個專案會雜型系統會建立一個系統專屬的代碼來識別，如

圖 4-17：

充電站電價銷售組合決策支援系統

電價銷售組合列表

方案代碼	月租費	快充免費 使用量	快充尖峰 時間電價	快充半尖峰 時間電價	慢充免費 使用量	慢充尖峰 時間電價	慢充半尖峰 時間電價	Edit	Delete
EV001	220	15	8.41	6.76	0	6.41	4.76	Edit	Delete
EV002	400	25	7.71	6.06	10	5.91	4.26	Edit	Delete
EV003	750	50	7.01	5.36	20	5.41	3.76	Edit	Delete
EV004	1000	75	6.31	4.66	30	4.91	3.26	Edit	Delete
EV005	1300	100	5.61	3.96	50	4.41	2.76	Edit	Delete
EV006	1800	160	4.91	3.26	80	3.91	2.26	Edit	Delete

Developed By Astin.Chen Designed By Astin.Chen

圖 4-17 電價銷售組合畫面

資料來源：本研究整理

(2) 產生充電記錄模組：

可依管理者制定模擬用戶購買專案及充電記錄的資料，並依公司的策略決定是否模擬太陽能資料，如圖 4-18：

充電站電價銷售組合決策支援系統

產生充電記錄模組

是否使用太陽能 產生充電記錄筆數

CreateChargeRecord Cancel

Developed By Astin.Chen Designed By Astin.Chen

圖 4-18 產生充電記錄模組畫面

資料來源：本研究整理

五、模式庫管理功能：

依 Expert Choice 計算出各影響因子的權重，輸入到管理系統內，以搭配因子的成本與收入的計算，並依專案銷售、因子成本、市場變化調整權重值，如圖 4-19：

AHP權重明細

建立AHP項目

權重類別	權重名稱	權重值	Edit	Delete
Master	員工人數	0.148	Edit	Delete
Master	土地成本	0.104	Edit	Delete
Master	快充充電樁	0.042	Edit	Delete
Master	慢充充電樁	0.015	Edit	Delete
Master	時間電價	0.072	Edit	Delete
Master	電價價格	0.139	Edit	Delete
Master	月使用量	0.22	Edit	Delete
Master	月租費	0.262	Edit	Delete
EmployeeSub	0人	0.048	Edit	Delete
EmployeeSub	1人	0.059	Edit	Delete

圖 4-19 AHP 權重明細管理畫面

資料來源：本研究整理

六、設備資料維護管理功能

輸入充電站設備的成本資訊及第二層構面影響因子項目資訊、描述與參數值，做為決策模組的決策選項項目值，如圖 4-20。

設備資料維護管理

建立設備資料

參數類別	參數名稱	參數描述	參數1	Edit	Delete
Master	Employee	每月員工最大成本	244267	Edit	Delete
Master	Place	每月最大土地成本	162500	Edit	Delete
Master	FastCharge	每月最大快充充電樁成本	48056	Edit	Delete
Master	SlowCharge	每月最大慢充充電樁成本	4861	Edit	Delete
EmployeeSub	Employee	0人	1	Edit	Delete
EmployeeSub	Employee	1人	2	Edit	Delete
EmployeeSub	Employee	2人	3	Edit	Delete
EmployeeSub	Employee	3人	4	Edit	Delete
EmployeeSub	Employee	4人	5	Edit	Delete
EmployeeSub	Employee	5人	6	Edit	Delete

圖 4-20 設備資料維護管理畫面

資料來源：本研究整理

七、決策支援管理功能

行銷部門人員依規劃在建立與查詢方案功能上建立銷售方案後，並使用產生充電記錄模組模擬產生充電資料，最後使用執行決策即可進行最佳電價銷售組合方案的試算與評估，如圖 4-21。

The screenshot shows a web application interface titled "充電站電價銷售組合決策支援系統" (Charging Station Price Sales Combination Decision Support System). The main section is "執行決策" (Execution Decision). It contains a form with the following fields and values:

請選擇員工人數	0人	請選擇充電站地點	租借
請選擇快充電槽數量	0柱	請選擇慢充電槽數量	0柱
請選擇是否使用權重計算	是	請選擇充電記錄批號	1

Below the form is a green "MakeDecision" button. At the bottom of the interface, it says "Developed By Astin.Chen Designed By Astin.Chen".

圖 4-21 執行最佳電價銷售組合決策模組畫面

資料來源：本研究整理



第五章 案例模擬與管理分析

第一節 案例模擬

為了驗證本研究充電站電價銷售組合之決策選擇模式，本案例將以 6 組電價銷售組合方案，及 19 位已經購買方案的客戶之模擬資料。在專案資料部份：市場行銷員提出對公司的專案建議組合，如表 5-1，專案內容的部份包含其月租費，月租費內免費使用量，快充類型在各時間電價下的收費價格，慢充類型在各時間電價下的收費價格。

表 5-1 電價銷售組合方案

專案代碼	月租費	充電類型	免費使用量	尖峰時刻電價	半尖峰時刻電價	週六半尖峰時刻電價	離峰時刻電價
EV001	220	慢充	0	6.41	4.76	3.78	3.26
		快充	15	8.41	6.76	5.78	5.26
EV002	400	慢充	10	5.91	4.26	3.28	2.76
		快充	25	7.71	6.06	5.08	4.56
EV003	750	慢充	20	5.41	3.76	2.78	2.26
		快充	50	7.01	5.36	4.38	3.86
EV004	1000	慢充	30	4.91	3.26	2.28	1.76
		快充	75	6.31	4.66	3.68	3.16
EV005	1300	慢充	50	4.41	2.76	1.78	1.26
		快充	100	5.61	3.96	2.98	2.46
EV006	1800	慢充	80	3.91	2.26	1.28	0.76
		快充	160	4.91	3.26	2.28	1.76

資料來源：本研究整理

為便於區分客戶使用充電的時段，本研究將充電時的時間電價以代碼來區分如表 5-2。

表 5-2 充電時段

充電時段	時段代碼
尖峰時刻	T1
半尖峰時刻	T2
週六半尖峰時刻	T3
離峰時刻	T4
太陽能電價	T5

資料來源：本研究整理

執行電價銷售組合方案決策過程分為二個階段，第一階段將所有影響電價方案的因子的成本輸入系統中，並在依各系統構面的成本兩兩相比，取得比重值，輸入到 AHP 分析軟體之 Expert Choice 工具，取得各第二層構面的權重值，依序再取得第一層構面的權重值，並在管理模組將所有權重資訊輸入。第二階段是依決策人員所輸入的員工人數、充電站地點、快充充電樁、慢充充電樁的條件下，透過目標決策問題求解方式，以決策模組計算出最大的利潤組合，為所求的最佳電價銷售組合方案。

決策者先依圖 4-17 功能產生客戶購買的專案合約及充電記錄，客戶訂購的專案資料部份，月租費影響因子權重值，是依據國人平均每月的汽車加油費比重值，故在模擬產生購買電價組合專案的功能上加入月租費權重比率，符合客戶購買月租費配對的合理性，模擬產生 19 組客戶訂購的專案組合，如表 5-3。

表 5-3 客戶訂購方案

合約編號	客戶代碼	選購專案
C0001	C017	EV002
C0002	C007	EV001
C0003	C011	EV003
C0004	C006	EV005
C0005	C019	EV003
C0006	C014	EV001
C0007	C016	EV001
C0008	C004	EV002
C0009	C001	EV004
C0010	C010	EV003
C0011	C013	EV002
C0012	C015	EV006
C0013	C002	EV002
C0014	C008	EV004
C0015	C003	EV003
C0016	C012	EV005
C0017	C009	EV001
C0018	C018	EV001
C0019	C005	EV001

資料來源：本研究整理

依據客戶購買的專案月租費，所對應的月使用電量級距，以電動車充飽的容量 85kWh 來說，平均月使用電量 147kWh，平均每個月充電約 2 次，使用電腦模擬 19 位客戶產生 38 筆的充電記錄，如表 5-4。

表 5-4 充電站充電記錄

客戶代碼	月租費	總充電量	使用設備	T1 充電量	T2 充電量	T3 充電量	T4 充電量	T5 充電量
C001	1000	EV004	慢充	0	0	63	0	0
C002	400	EV002	快充	0	0	0	64	0
C003	750	EV003	慢充	69	0	0	0	0
C004	400	EV002	快充	0	68	83	0	0
C004	400	EV002	慢充	0	62	0	0	0
C005	220	EV001	快充	16	0	0	0	0
C006	1300	EV005	慢充	0	44	0	0	0
C007	220	EV001	快充	19	1	0	0	0
C007	220	EV001	慢充	0	0	0	51	0
C008	1000	EV004	快充	0	0	0	0	121
C008	1000	EV004	慢充	31	67	0	72	0
C009	220	EV001	快充	63	33	12	0	0
C009	220	EV001	慢充	0	0	0	0	33
C010	750	EV003	無使用	0	0	0	0	0
C011	750	EV003	快充	0	0	0	44	0
C012	1300	EV005	快充	0	0	0	51	0
C012	1300	EV005	慢充	0	29	0	0	0
C013	400	EV002	快充	0	0	46	0	0
C013	400	EV002	慢充	0	0	54	0	0
C014	220	EV001	無使用	0	0	0	0	0
C015	1800	EV006	無使用	0	0	0	0	0
C016	220	EV001	快充	0	0	78	3	124
C016	220	EV001	慢充	68	0	0	79	0
C017	400	EV002	慢充	73	0	49	47	44
C018	220	EV001	快充	0	14	0	0	0
C019	750	EV003	無使用	0	0	0	0	0

資料來源：本研究整理

再經由經營者在決策功能上，依員工人數、充電站地點、快充充電樁、慢充充電樁的項目如表 5-5，輸入其需求值後，系統即會與模擬產生的使用量、使用充電時段及月租費找出對應的權重值，計算出

各方案的月租費、用電營收、用電成本、與利潤值的分數，如表 5-6：

表 5-5 決策輸入值電記錄

	員工人數	充電站地點	快充充電樁	慢充電樁
輸入項目值	1 人	停車場合作	2 柱	6 柱
第一層權重值	0.148	0.104	0.042	0.015
輸入項目權重值	0.059	0.061	0.043	0.159

資料來源：本研究整理

表 5-6 方案銷售營收權值分數

方案代碼	月租費分數	設施成本分數	電價成本分數	電價收入分數	總利潤分數	專案客戶數
EV001	7	23	33	98	84	6
EV002	12	15	49	100	86	4
EV003	24	15	19	19	80	4
EV004	32	7	6	5	55	2
EV005	41	7	1	0	73	2
EV006	57	3	0	0	52	1

資料來源：本研究整理

本研究的重點是在尋求最大利潤之目標下，獲得決策者在電價銷售組合的最佳方案，運用權重分析計算方法，將選擇的各項因子的多項目組合條件下，套入最佳電價銷售組合方案決策模式的程式中計算，可得出最高得分數，其計算結果如圖 5-1：

圖 5-1 執行決策計算結果

資料來源：本研究整理

第二節 管理分析

本研究希望能透過理論架構出一套符合充電站電價銷售組合方案決策支援系統，期望能將理論與實務結合，本系統現階段是屬雛型系統，因此需要經過不斷實務的歷鍊與調整，才能愈來愈趨近實務商業使用的決策系統。

目前世界上許多國家已投入營運的電動車充電站仍缺乏較適合的訂價模式，以致未能充分利電價包裝組合方式提高充電站使用效益。本研究透過學術理論方法建構出一套完善電價銷售組合方案決策模式，兼具調適性(Adaptability)以及彈性(Flexibility)，更能準確的提出成本考量兼並市場接受度的銷售方案，下面就本雛型系統與國外現有充電站的訂價方式進行比較，如表 5-7。

表 5-7 本研究與其他充電站訂價模式

比較項目 \充電站業者	美國 EVgo	英國 Source London	中國 特來電	本研究電價方案 模式
訂價方式	充電時間依據購買的合約專案內容收取月租費或設定費，並依專案不同訂立快慢充電價費率。	購買合約制每個月支付4英鎊，以次計費制每次使用先收10英鎊，再加上充電量費用。	視地區與業者的合作模式訂立電價費率	透過雛型系統可進行月租費設定、快慢充類型、及時間電價的價格
成本計算	銷售專案由公司統一定價，沒有依區域性及投入設備數量、人力成本個別考量。	銷售專案由公司統一定價，沒有依區域性及投入設備數量、人力成本個別考量。	視地區與業者的合作模式訂立收或不收停車費之成本	雛型系統納入停車場、員工人數、快慢充設備數量成本之隱含權重值
專案銷售	將專案區分為頻繁使用、一般使用、偶爾使用	訂購專案分為購買合約制及以次計費制。	依充電使用量收費	本雛型系統可以依專案的目標定價，專案內容包含免費充電量優

比較項目 \充電站業者	美國 EVgo	英國 Source London	中國 特來電	本研究電價方案 模式
				惠，提高使用者關注程度
市場反應檢視	無結合客戶充電頻率與專案內容檢視專案銷售。	無結合客戶充電頻率與專案內容檢視專案銷售。	無。	雛型系統融合了專案銷售情況與充電站充電記錄
時間電價成本	依個別銷售專案的電價費率單一計價。	夜間收費(8PM - 7AM)合約專案制為 8.64 英鎊，以次計費制為 14.16 英鎊。	權品·權金城：峰時 1.67 元/度，谷時 1.1 元/度；佳興園小區：1.51 元/度(人民幣)	專案訂價時可以參考時間電價成本加價或減價銷售。
快慢充電收費	依個別專案收費不同，使用快充每分鐘 0.2 美元，慢充每小時 1~1.5 美元。	使用快充皆每度收 0.3 英鎊，慢充則是每分鐘 3.6~5.9 便士，並且以每 20 分鐘為單位。	普洛斯物流園二期：快充 1.9 元人民幣，免停車費。	製訂電價專案銷售時，可對於快充設備及慢充設備分別訂價。

資料來源：本研究整理

本研究情境是充電站為推廣充電服務，為吸引更多客戶到站點使用其充電設備，設定以快充及慢充分時定價專案綁定約期銷售方式，高月租費可能搭配低電價費率，低月租費也會以高電價費率提供給不同客群的用戶選擇，客戶可能因電價費率行銷包裝購買了不適合自己的電價方案，而被限制在約期內無法變更其費率，因而導致使用高月租費卻沒有高使用量或低月租費卻有高使用電量的情況。當約期結束後，客戶選擇了適合自己的專案並開始使用新的合約服務內容後，本雛型系統能掌握精確的市場脈動，提供經營者計算最佳的電價銷售組合決策。但本雛型系統依然有其限制，以下分成三種情境模式來分析

本離型系統的限制：

一、依據市場銷售權重機制

決策模組是一個以月為週期計算的系統，假設員工人數選擇為 1 人，充電站地點選擇租借，快充 2 座及慢充為 6 座，在客戶專案合約不變的情況下，各專案的客戶數量分佈如表 5-8：

表 5-8 電價方案的客戶數量分佈

專案代碼	月租費	客戶數量
EV001	220	4
EV002	400	2
EV003	750	2
EV004	1000	6
EV005	1300	2
EV006	1800	3

資料來源：本研究整理

客戶在持續使用 6 個週期後，因為員工、充電站地點、充電設施為固定的設備支出，平均分攤到每一個銷售到用戶的方案上時，由於其所佔權重比相對較小，對每個出售的專案來說，成本均是相對的，實際影響到權重分數的，是購買電價方案的佔比量、充電的使用量、月租費及電價費率等，產生客戶專案充電記錄模組的機制是隨機產生，其產生的資料也較具可信度，然而即使月租費較高的專案也有較多的充電用量，但是因權重值的分佈集中在 191~573 之間，最終加乘後的分數仍是由 220 至 750 月租費為最佳電價銷售組合方案，如圖 5-2，而觀察高月租的權重分數一直在 60 以下，顯示月租費在 1300~1800 之間的月租費電價銷售組合在目前的市場上是不受青睞的，此決策的數據值可作為充電站經營者推展電價銷售之參考。

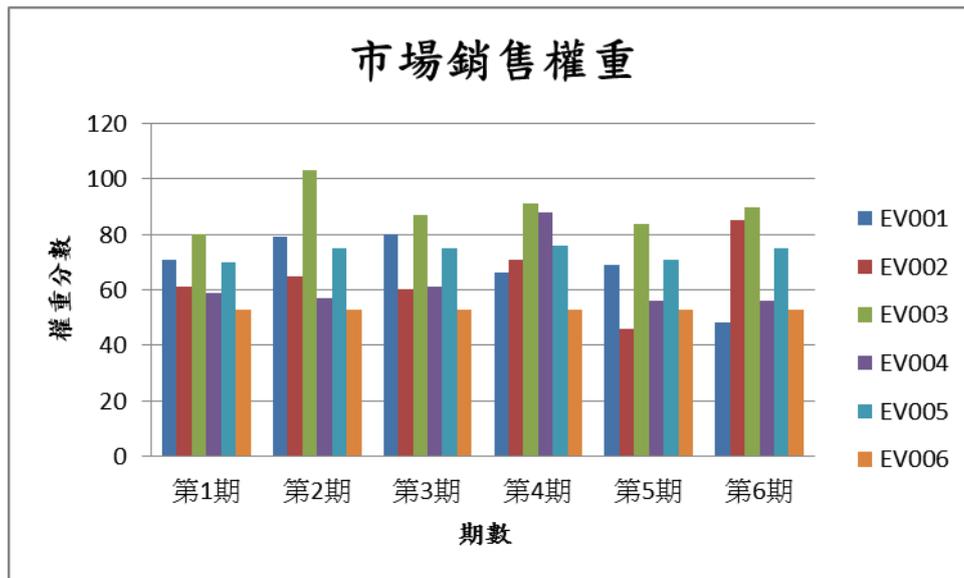


圖 5-2 電價方案權重分數

資料來源：本研究整理

二、 電動車影響消費習慣改變

在其他固定設施成本不變的情況下，假設因為電動車每次充電的成本較汽油車低而提高了電動車用戶平均每個月充電次數，由 2 次增加到 3 次，意味著每個專案用戶月使用量也會增加，因此其計算結果的權重分數相對提高了，然而在其他條件不變的情況下，並沒有因權重分數增加的情況而選擇較高資費為最佳方案，因其各方案的充電次數亦同步增加，同樣的原因是在於使用低月租費的使用者仍佔多數，除非在高月租費專案的購買人數增加，否則最佳電價銷售組合方案僅能維持在 220~750 之間，此數據可做為經營者在使用者的充電習慣改變時之數據參考，如圖 5-3 所示。

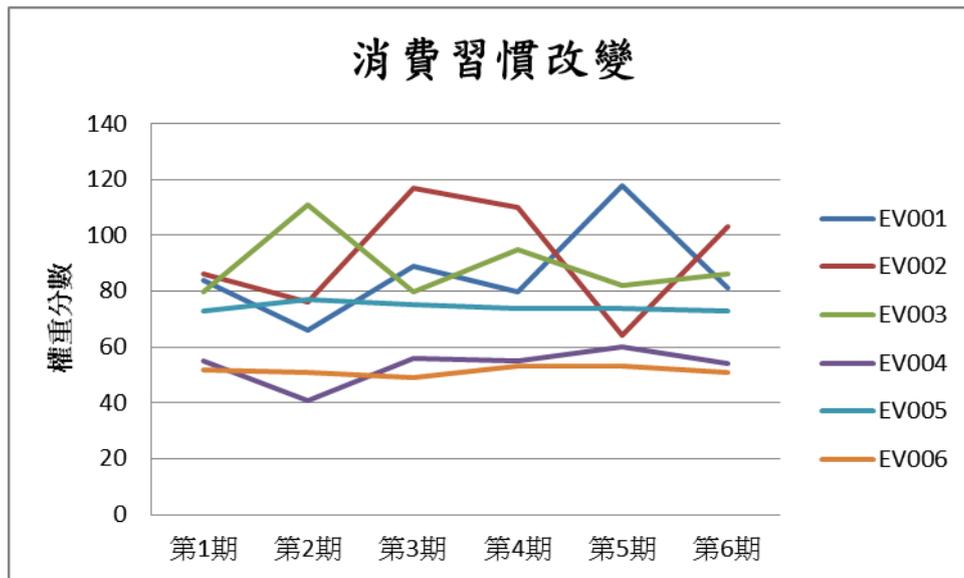


圖 5-3 充電消費習慣改變

資料來源：本研究整理

三、成本結構變更

月租費、時間電價、電價費率、土地最大成本條件不變更的情況下，假設因應市場服務的需求調整了員工人數，且為提高充電使用率而全部改用快充充電樁，充電站在成本結構改變下，對影響電價方案決策因子權重值也會跟著變動，最佳電價組合方案也隨之變動。

透過圖 5-4 結果觀察到，當充電站的充電設施成本提升致使每一銷售專案所需分攤的成本提高了，低月租費的專案必須分攤的成本變高而影響單一專案客戶的利潤貢獻，較高的月租費 1300~1800 反而成為了最佳電價方案的選擇，除非低月租費的客戶增加充電消費，否則無法抵銷成本的分攤支出。

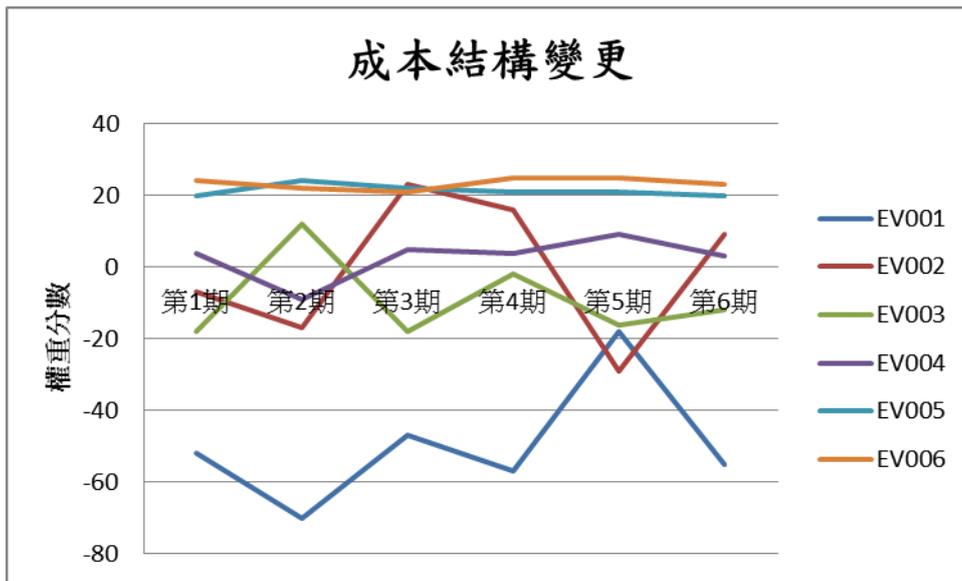


圖 5-4 成本結構變更

資料來源：本研究整理



第陸章 結論與未來研究方向

本研究的目的是在於討論電動車充電站如何決定一個適合市場的電價專案銷售組合，有益於電動車的推展及維持永續經營的充電站銷售策略模式。由於真實的情況存在許多的不確定性，本文建立了充電行為的隨機模型，結合電價銷售組合決策規劃與決策支援管理，在尋求符合充電站經營的最佳成本組合的條件下，找出經營充電站最佳電價銷售專案。

透過此雛型系統的使用，充電站經營者可透過網際網路，進行電價銷售方案選擇，也可將客戶購買的電價方案及充電行為模式等資料回饋給系統，此可方便充電站業者更清楚市場的變化及實際上客戶的使用行為，進而提供更適合客戶的電價方案。另一方面，本管理系統提供之電價銷售方案決策模式，能夠協助充電站經營者對行銷單位提出的電價銷售方案提供決策，在尋求充電站的最小成本與最多客戶接受雙目標的情況下，得出月租費與電價費率之最佳分配解，以下即綜合以上各章節得到之結果，分別敘述如下：

第一節 結論

一、提出一個以電價銷售組合方案決策模式為主之「電價銷售組合方案決策支援系統」相關之規劃理論模式與架構，使用 AHP 與專案最大利潤總和計算求解模式，協助管理者在尋求經營者之經營充電站最小成本的條件及充電站場地限制條件下，完成兼具彈性與調適性的電價方案與市場銷售狀況之配對。此是本研究與一般

僅以建立充電站相關設備及週期性成本考量之最大差別，並經由實際的設計與運作，驗證所提出理論架構之可行性。

- 二、以雛型法應用本研究之模式發展出一套電價銷售組合管理支援系統，此系統實際驗證了本研究之決策模式是可行的，並以模擬資料記錄管理者操作的過程，管理者可透過不同的目標設定與條件變化加以比較，以求得滿意的電價決策方案，並供實際應用的參考。

第二節 研究限制

本研究雖然已建構一雛型系統，但是受限於實際營運充電站缺乏之考量，本研究是以模擬資料進行系統的測試與驗證，並未真正導入電價銷售組合方案與充電行為的資料，因此恐與現實的狀況有所差距，惟一套雛型系統乃要經過不斷測試驗證與調整，方可愈來愈成熟及接近使用者需求，因此，本系統仍有待時間的考驗方能盡完善。

以下列出本研究之限制：

- 一、本系統使用之電價銷售方案與充電記錄乃以一般汽油車使用行為模擬之方式進行建構，已和本研究實作驗證提出電價銷售組合方案決策模式之管理支援系統架構，主要是著重於理論之整合，並觀察其相關特性，至於實證部分，將於下階段之研究中進行。
- 二、關於電動車使用者於購買的充電站電價專案，本雛型系統測試資料僅模擬少數幾種，越多專案類型與購買記錄的資料提供將越能提供電價方案與電動車使用者之間的適合度。
- 三、本研究假設所有電價銷售組合方案提供的對象為一般家用電動車，不包含電動大巴士或貨車。

第三節 未來研究方向

本研究提出了一套以電動車充電站電價銷售組合方案決策模式為主之管理支援系統架構，雖然經模擬資料測試有其研究效果，但限於人力與時間之不足，針對此管理支援系統，提供未來發展之建議事項：

- 一、如果電價銷售組合方案相當多，以線性模組加快求解的功能有限，建議後續研究可以其他如主成分分析，支援向量機演算法的方式求解以改善求解效率。
- 二、本離型系統是以個人使用電動車為主，期望將來有機會加入營業用貨車及電動巴士方案規劃的考量，有助於增加本管理支援系統功能之改善。
- 三、未來亦可增加探討搭配電價方面的產品組合，以合約約期搭配產品之電價方案組合構面之研究來加強其客觀性。



參考文獻

一、中文文獻：

1. 工商時報，產業觀察－丹麥推廣電動車成效全球關注，2009/12/27。
2. 中國經濟體制改革研究會公共政策研究中心，中國電動汽車商業模式及配套政策，長策智庫，中國北京，2010。
3. 左峻德、陳彥豪，歐洲電動車技術發展與推廣現況考察出國報告，台灣經濟研究院，2010。
4. 林信惠、黃明祥、王文良，軟體專案管理，智勝文化事業有限公司，2005。
5. 林則孟，系統模擬與應用，滄海書局，2001。
6. 梁定澎，決策支援系統與企業智慧，台北：智勝文化事業有限公司，2002。
7. 陳宥竹，電動車風雲起之一全球拼 EV，示範運行正當道，財團法人車輛研究測試中心，車輛研測資訊，2010。
8. 陳彥豪、盧思穎，電動車發展趨勢與營運模式探討，台灣經濟研究院，2016/04/07。
9. 黃公暉、陳彥豪、左峻德，全球電動車推動現況與發展課題，台經月刊，第 33 卷第 11 期，2010，頁 48-58。
10. 黃雅琪，智慧電網產業的先鋒部隊－先進讀表系統發展概況，IEK 產業情報網，2010。
11. 經濟部，智慧電動車發展策略與行動方案，2010。
12. 廖泳棠，電動車充電站直流微電網電力調度研究，中山大學電機工程學系碩士論文，2012。
13. 劉畊甫，電動車充電站整合查詢系統之設計與實作，海洋大學資訊工程學系碩士論文，2011。
14. 盧思穎，陳彥豪，吳念祺，左峻德，電動車充電站營運財務分析模式，台灣經濟研究院，2012。
15. 薛欽鐸，日本神奈川縣電動車示範運行與購入獎勵簡介，車輛產業調查與分析，ARTC ecHo 通訊電子報，2010。

二、英文文獻：

1. Bally, L., Brittan, J., & Wagner, K. H., A Prototype Approach to

- Information System Design and Development, *Information and Management*, Vol. 1, No. 1, 1977, pp. 21-26.
2. Clara Poletti, Pippo Ranci, and Guido Cervigni, *The Economics of Electricity Market: Theory and Policy*, 8th ed. USA: Edward Elgar Pub., 2013.
 3. Codd, E.F., Codd, S.B. and Salley, C.T., Providing OLAP (On-Line Analytical Processing) to User Analysts: An IT Mandate, *White Paper*, Arbor Software Corporation, 1993.
 4. Dr. wolfgang bernhart, Junyi Zhang, and Juri Wagenleitner, ev/phev – changing revenue & profit pools in the automotive value chain require new business models , *World Electric Vehicle Journal*, Vol. 4, 2010, pp.104-109.
 5. John, D. Sterman , *Systems Thinking and Modeling for a Complex World* , McGraw-Hill , 2000.
 6. Keen, P.W. and Morton, M. S. S., *Decision Support Systems: An Organizational Perspective*, MA: Addison-Wesley, 1978.
 7. Law, A. and Kelton, W. D., *Simulation Modeling and Analysis* (3th ed), McGraw-Hill, 2000.
 8. Saaty, T. L., *The Analysis Hierarchy Process*, New York: McGraw Hill, 1990.
 9. Saaty, T. L., A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structural, *Journal of Mathematical Psychology*, 15, 1977,pp.274-281.
 10. Saaty, T.L., *Decision Making for Leaders*, RWS Publications, USA, 1995.
 11. Saaty, T.L., *Decision making with dependence and feedback: the analytic network process*. RWS Publications, 1996.
 12. Saaty, T.L., Rogers, P.C. and Pell, R., Portfolio Selection Through Hierarchies, *Journal of Portfolio Management*, 1980, pp.16-21.
 13. Sally Hunt, *Making Competition Work in Electricity*, USA: John Wiley Pub., 2002.
 14. Simon, H. A., *The New Science of Management Decision*, Prentice Hall PTR Upper Saddle River, NJ, USA, 1977.
 15. Tony Markel, Mitigation of Vehicle Fast Charge Grid Impacts with Renewables and Energy Storage, NREL, Center for Transportation Technologies and Systems, May 2013.
 16. Turban, et al., *Decision Support Systems and Intelligent Systems*,

New Jersey : Prentice-Hall, Inc., 2007.

17. Vaidya, O. S. and Kumar, S., Analytic hierarchy process: An overview of applications, *European Journal of Operational Research*, 169 (1), 2006/02/16, pp. 1-29.
18. Zhe Li, Minggao Ouyang, The pricing of charging for electric vehicles in China—Dilemma and solution, Fuel and Energy Abstracts, 2011

三、網路文獻：

1. ABB, DC fast charger from ABB offering credit card option for ‘ultimate interoperability’, 2015 ; 2017/7/17 , 取自：
<http://www04.abb.com/global/usabb/usabb045.nsf!OpenDatabase&db=/global/usabb/usabb049.nsf&v=1A6E&e=us&url=/global/seitp/seitp202.nsf/0/71E12556A942976886257EEB005CA0DB!OpenDocument>
2. Anyway , 為打造良好的電動車充電環境，英國政府打算統一收費標準，汽車日報，2016；2017/06/18，取自：
<http://www.autonet.com.tw/cgi-bin/view.cgi?news/2016/12/b6120594.ti+a2+a3+a4+a5+b1+/news/2016/12/b6120594+b3+d6+c1+c2+c3+e1+e2+e3+e5+f1>
3. EVgo , EVgo Charging Plans , EVgo , 無日期；2017/07/26，取自：
<https://www.evgo.com/charging-plans/>
4. HubJect, Europe’s charging network interchange is growing, 2015 ; 2017/07/16，取自：
<https://www.hubject.com/en/europes-charging-interchange-network/>
5. KYOCERA Expands Number of Solar Recharging Stations in Japan as Electric Vehicle Use Grows, Solar-powered recharging stations also provide off-grid back-up power during emergencies, 2015 ; 2017/07/05，取自：
http://global.kyocera.com/news/2015/1203_bhds.html
6. Mark Kane , Current Cost of 50-kW CHAdeMO DC Quick Charger Around \$16,500? , 2013 ; 2017/07/21，取自：
<http://insideevs.com/current-cost-of-50-kw-chademo-dc-quick-charger-around-16500/>
7. Rheatsao , 太陽能系統年跌 17% , 平均度電成本走低拉抬需求 , EnergyTrend , 2016 ; 2017/06/18 : 取自：

- <http://pv.energytrend.com.tw/research/20160105-12961.html>
8. SAE International, SAE International Releases New Fast-Charging Combo Coupler Standard (SAE J1772) for Plug-In Electric and Electric Vehicles, 2012 ; 2017/07/15 , 取自 :
<https://www.sae.org/news/1897/>
 9. Sean O'Kane , The White House announces a sweeping plan to increase EV charging stations , 2016 ; 2017/07/24 , 取自 :
<https://www.theverge.com/2016/11/3/13507634/ev-charging-stations-white-house-obama-department-of-energy>
 10. Source London , Rates , Source London , 無日期 ; 2017/07/26 , 取自 : <https://www.sourcelondon.net/#rates>
 11. 一般社団法人次世代自動車振興センター , 神奈川県「次世代自動車充電インフラ整備ビジョン」, 2015 ; 2017/07/29 , 取自 :
http://www.cev-pc.or.jp/hojo/pdf/vision_kanagawa.pdf
 12. 中金在線 , 鋰電池受益新能源汽車發展充電站市場爆發 (附股) , 2011 ; 2017/06/18 , 取自 :
<http://www5.cnfol.com/big5/hy.stock.cnfol.com/110823/124,1329,10545927,00.shtml>。
 13. 中崗科技 , Expert Choice 軟體介紹 , 無日期 , 2017/07/30 , 取自 :
<http://www.ixon.com.tw/products/dss/ahp%20homes.htm>
 14. 日經 BP 社技術在線 , Hasetec 開發出電動汽車用中速充電器 , 兼顧價格和充電時間 , 2010 ; 2017/06/18 , 取自 :
<http://big5.nikkeibp.com.cn/news/auto/49636-20100113.html>
 15. 日經 BP 社技術在線 , 日產將自行開發快速充電站將以其他公司“一半”的價格市售 , 2010 ; 2017/06/18 , 取自 :
<http://big5.nikkeibp.com.cn/news/auto/50799-20100331.html>。
 16. 日經 BP 社技術在線 , 電動充電站的汽車發展 , 2009 ; 2017/06/18 , 取自 : <http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20090918/175454/>
 17. 日經理 BP 社技術在線 , 【EVS25】中國在 2015 年將建成 2000 個充電站及 40 萬個充電柱 , 2010 , 2017/06/18 , 取自 :
<http://big5.nikkeibp.com.cn/news/auto/54106-20101117.html?ref=ML>。
 18. 台灣中油股份有限公司 , 汽、柴、燃油歷史價格 , 2017 ; 2017/06/18 , 取自 : <http://new.cpc.com.tw/division/mb/oil-more4.aspx>。
 19. 外匯歷史走勢 , MONEY LINK 富聯網 , 2017 , 2017/06/18 , 取自 :
<http://ww2.money-link.com.tw/Exchange/HistoricalTrend.aspx>
 20. 央視網 , 謝子聰 : 給中國家的消費者購買電動轎車三塊原因 , 電

- 動車商喬網，2010；2017/06/18，取自：
<http://www.cebike.com/news/html/201005/2010050514283019.htm>
21. 各行政區路邊汽車收費路段資訊，台北市停車管理工程處，2016；2017/06/18，取自：
<http://www.pma.gov.taipei/ct.asp?xItem=197505875&ctNode=89752&mp=117021>
22. 每日經濟報紙，嘿馬未動糧草前面 Shin'no 源拍賣汽車帶熱充電電站的概念股，2010；2017/06/18，取自：
<http://2009.nbd.com.cn/newshtml/20100829/20100829234542319.html>。
23. 凌群電腦股份有限公司，智慧電網之先進讀表系統架構與發展現況，凌群電子報，2013；2017/06/18，取自：
<http://www.fbblife.com.tw/04967550/article/content.aspx?ArticleID=1725>
24. 迷局之中的充電樁，靠什麼盈利？壹讀，2017；2017/06/29，取自：
<https://read01.com/3LJyQN.html>
25. 張仙平，中國第四季電動車市場需求回溫，全年挑戰 55 萬輛，TrendForce，2016；2017/07/19，取自：
<http://press.trendforce.com.tw/node/view/3466.html>
26. 張凱喬，全球電動車市場發展動態，財團法人車輛研究測試中心，2017；2017/07/19，取自：
https://www.artc.org.tw/chinese/03_service/03_02detail.aspx?pid=3150
27. 梁一說，「特來電」+「支付寶」，充電更便捷，每日頭條，2017；2017/07/25；<https://kknews.cc/tech/e92nmbn.html>
28. 黃樑傑，2014 年全球電動車銷售概況，財團法人車輛研究測試中心，2017；2017/07/20，取自：
https://www.artc.org.tw/chinese/03_service/03_02detail.aspx?pid=2759
29. 經濟部，全台充電站查詢，經濟部智慧電動車先導運行計畫網，2017；2017/07/29，取自：
https://www.lev.org.tw/iev/location_C.aspx?id=27
30. 裕隆電能，對外開放充電站列表，無日期，2017/07/17，取自：
<http://www.yulon-energy.com.tw/official/charging/initChargingNet>
31. 電動車充電設備安裝成本，電氣自動車(EV)購入指南，無日期，2017/07/21，取自：
<http://www.electric-ev-car.com/kiso-info/info7.html>

32. 電動車充電費為何比加油還貴，華語熱聞，2017；2017/06/18，取自：<http://www.gooread.com/article/20120266044/>
33. 電動邦，北汽特來電再建充電站 四季青權金城站啟用，每日頭條，2015；2017/07/26，取自：<https://kknews.cc/car/qaajpnb.html>
34. 銀行外匯交易.匯率比較.匯率查詢.匯率換算，2017；2017/06/18，取自：
http://www.taiwanrate.org/exchange_rate_CNY_.php?forex=2014/12/31#.WUXPxuuGMY1
35. 歐陽凱、肖樂，深圳充電樁建設半年增長4倍 3年內將成新住宅「標配」，每日經濟新聞，2016；2017/07/22，取自：
<https://kknews.cc/finance/n56bey2.html>
36. 蔣夢惟 林子，北京2020年可供60萬輛電動車充電，北京商報，2017/01/25；2017/07/21，取自：
<http://energy.people.com.cn/n1/2017/0125/c71661-29047615.html>
37. 證券日報，電動汽車拍賣試點開展充電電站的概念浮出水面，2010；2017/06/18，取自：<http://www.chinanews.com/auto/news/2010/06-12/2339397.shtml>。
38. 證券時報網，十三五期間我國將建480萬個充電樁市場規模超千億(附股)，證券時報網，2017；2017/07/22，取自：
<http://wap.stcn.com/article/169482>
39. 嚴麗梅，廣深核心區公共充電設施服務半徑不超1公里，華龍網，2016；2017/07/22，取自：
http://news.ifeng.com/a/20160525/48844998_0.shtml