

本縣對於綠能的投入，肇始於八八風災的衝擊後，部分鄉鎮的電纜嚴重受損，造成縣民生活不便外、且重創災區經濟。屏東縣政府於災後重建的規劃，因應時代的趨勢，規劃出結合低碳、綠能及國土資源復育等多面向之產業、環境及能源的發展模式，進而推展出聞名全台的「養水種電」創新施政，以及國內外所矚目之焦點，林邊鄉「光采濕地」智慧微型電網示範園區。

光采濕地微型電網之展示區主要提供靜態與動態展示，是台灣第一座於社區運作的智慧微型電網系統。園區內設置多項再生能源設備，並營造為自然生態的徒步環境，更可獨立供電 72 小時。園區也加入先進分析軟體和智慧科技，打造「更智慧」的微電網，進而強化效能和降低汙染，運用自給自足的再生能源，提升能源組合掌握力。智慧型微電網區域建置智慧家庭暨物聯網展示系統，藉由本展示系統之推動將有助於協助民眾體驗民生用電消費端的能源調控，進而深植節能觀念。更於 2015 年榮獲第 2 屆 APEC 能源智慧社區競賽智慧電網類銀質獎與台灣「智慧城市獎」。

園區兼具低碳、綠能、氣候調適等多元面向之環境教育基地，再生能源及微電網系統進行能源效益、環境效益、經濟效益等面向之整體效益評估。以太陽光電能為例，估算能源效益年發電量約 86,000 度。在環境效益方面，估算二氧化碳排放減量約 45 公噸/年，經濟效益方面，可節省電力費用支出約 25.8 萬元/年(每度平均 3 元)。社會面向的效益，可優先提供當地居民的就業員額創造就業機會。屏東縣政府已建置之微電網系統，為全台第一座於社區運轉之智慧微型電網系統，具有發電預測、需量反應與能源調整等功能，此微電網系統除可提供其他國內外縣市或鄉鎮區域作為建置之參考外，亦可儘快進入商業試運轉階段。

本計畫利用多種再生能源之智慧微型電網之可行性及其智慧型應用和管理之可行性。在緊急事件發生時仍可供電於緊急用電設備使用。並建立示範模式，展現微型電網可在區域內自主管理發電、儲能、負載與併接。期待建立區域性的綠能運用或綠能發展研究的大數據庫以及區域性綠能微型電網和緊急應變中心評估基礎，以提供未來台灣其他縣市社區建置的典範。

屏東縣政府光采濕地智慧微電網計畫

成果報告書

屏東縣政府

105年7月

目錄

第一章、背景.....	1
1.1 前言.....	1
1.2 光采濕地榮耀.....	2
第二章、推動方式及創新性.....	3
2.1 光采濕地微智慧電網建構.....	3
2.2 智慧微電網推動策略.....	7
2.3 精進作法.....	9
2.4 創新指標.....	9
第三章、推動計畫組織架構.....	10
第四章、全民參與機制與參與度.....	11
第五章、計畫成果與效益.....	13
第六章、永續機制.....	14

圖目錄

圖 1、2015 年 APEC 能源智慧社區銀牌獎潘縣長與曹前縣長共同領獎	2
圖 2、光采濕地園區平面示意圖	4
圖 3、光采濕地園區空拍圖	4
圖 4、光采濕地智慧微電網計畫建置示意圖	5
圖 5、微電網電力監控設施	6
圖 6、微電網電力併網模式示意圖	7
圖 7、微電網電力孤島模式示意圖	7
圖 8、光采濕地智慧園區組織架構圖	10
圖 9、光采智慧園區環境教育場所組織架構圖	11

屏東縣政府光采濕地智慧微電網計畫

第一章、背景

1.1 前言

屏東縣政府近年在莫拉克風災及經歷嚴重地層下陷後，積極推廣受災產業轉型與太陽能種電養地計畫，並於林邊地區建置「沿海地區產業轉型--光采濕地園區工程」計畫之第一期基地位於林邊火車站後方，屏東縣林邊鄉計十四筆土地區域範圍，總面積約 6.3 公頃，於園區內設置再生能源設備，如太陽能發電、風力發電，並設置高腳示範屋、人行步道、生態養殖池，營造為自然生態的徒步環境。

光采智慧能源示範進行養水種電計畫是台灣本島上第一個露天大型的智慧微電網示範建置，以達成 100%能源自主為目標，除了有太陽能及風力發電外，還要整合沼氣發電、氫能發電與生質柴油等再生能源的規劃利用。高架光電板下方空間，透過重力位差引進海水，在太陽能板下方規劃出自然生態養殖區，而風災時，就化身為滯洪池。

屏東縣中長期將以智慧微型電網營造綠色生活及如何因應氣候變遷為主題，推動低碳家園，完成「低碳社區」、「低碳城市」與「低碳生活圈」的基礎建構，期待將林邊地區建設為低碳鄉，整合各項再生能源，提升使用效率和普及率，並加入先進分析軟體和智能科技，打造「更智慧」的微電網，進而強化效能和降低汙染，運用自給自足的再生能源，提升能源組合掌握力。力求再生能源效益能逐年增加，成為台灣綠能創新領袖城市，以及因應氣候變遷落實居家節能減碳之具體作為，加強潔淨能源的發展和教育宣導平台，共同積極推動綠色生活，打造低碳城鄉。未來透過強化微電網、沼氣發電發展策略、養水種電區等，持續推動相關計畫，以落實再生能源發展，擘畫 2020 年長期策略藍圖，朝綠能創新領袖城市的目標邁進。

1.2 光采濕地榮耀

(一)2015 年榮獲第 2 屆 APEC 能源智慧社區競賽智慧電網類銀質獎：光采濕地，不僅擊敗日、韓大型城市，更是全國唯一獲獎的縣市，圖 1 為 2015 年 APEC 能源智慧社區銀牌獎潘縣長與曹前縣長共同領獎，入選重點：林邊「光采濕地」智慧微型電網示範園區。

(二)2015 榮獲台灣「智慧城市獎」。

(三)2016 年 2 月 18 日準總統蔡英文產業之旅的首發站，參訪整合國土保育、產業轉型、風土建築、能源自主等四大概念的光采溼地，瞭解屏東縣政府對日後嚴重地層下陷區的生活、生態、生產所發展出的在地行動。



圖 1、2015 年 APEC 能源智慧社區銀牌獎潘縣長與曹前縣長共同領獎

第二章、推動方式及創新性

2.1 光采濕地微智慧電網建構

微電網是使電力網路從傳統的單向傳輸被動配電網路，轉化為雙向電力輸送且具有智能的主動網路。微電網的結構類似大電力網路，差異只在於電源與負載的規模比較小，對於大電力網路不易到達的地方，微電網則能提供偏遠地區或特殊需求之系統的電力解決方案。

光采濕地位於火車站後方，範圍為屏東縣林邊鄉光林段 0779、0750、0747、0746、0744、0885、0884、0730、0727、0726、0725、0724、0723、0722 地號計十四筆土地區域範圍，總面積約 6.3 公頃，園區平面設置如錯誤!找不到參照來源。所示，光采濕地園區空拍景象如圖 3 所示，於園區內設置太陽能(追日型)發電、風力發電等再生能源設備，以及一套氫能燃料電池系統，其基本原理為電解水產出氫氣，供燃料電池、氫能機車使用。園區內各項再生能源設備之設置總容量為 148 kW，其中太陽光電模板 78 kW，風力發電 10 kWp，生質柴油發電機 60 kW，同時為克服再生能源的間歇特性，故備有 159 kWh 的儲能系統，同時建置全台第一座商轉之智慧型微電網系統，光采濕地智慧微電網計畫建置示意如圖 4。

光采濕地不再依循傳統大型電力中心的運作模式，而以一個小型單位為電力負載的單位，節省電力在長途運送途中必然的損耗，例如面積約 6 公頃的光采溼地是一個微型電網單位，社區、村里甚至於鄉鎮本身，也可以是一個微型電網。

微型電網本身即是一個獨立自主的電力供應網絡，電網內無論是光電能源、風力能源或者各種型態的再生能源，產生的電力必須先就近傳送到智慧能源中心，經過穩壓過程才能再輸送到更小型的電力使用者，例如養殖魚塢馬達、建築物內的燈具、電風扇等等

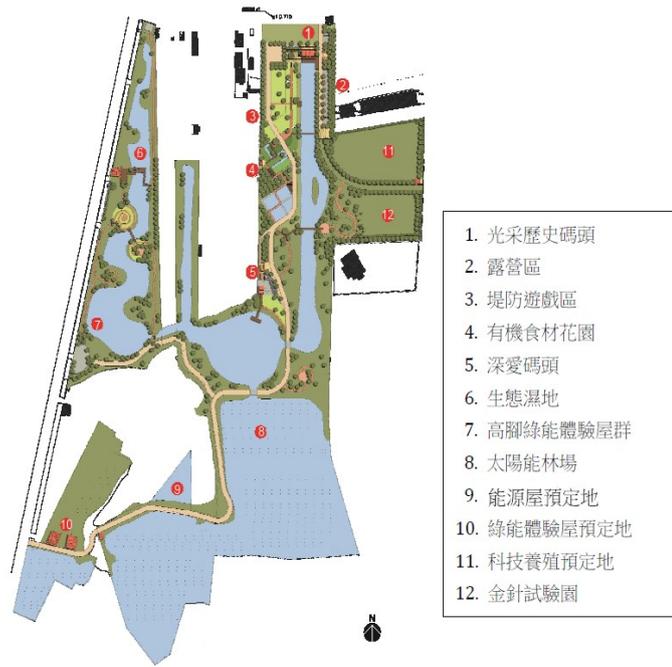


圖 2、光采濕地園區平面示意圖

(資料來源：屏東縣政府，智慧微型電網示範園區建置案，2014 年)



圖 3、光采濕地園區空拍圖

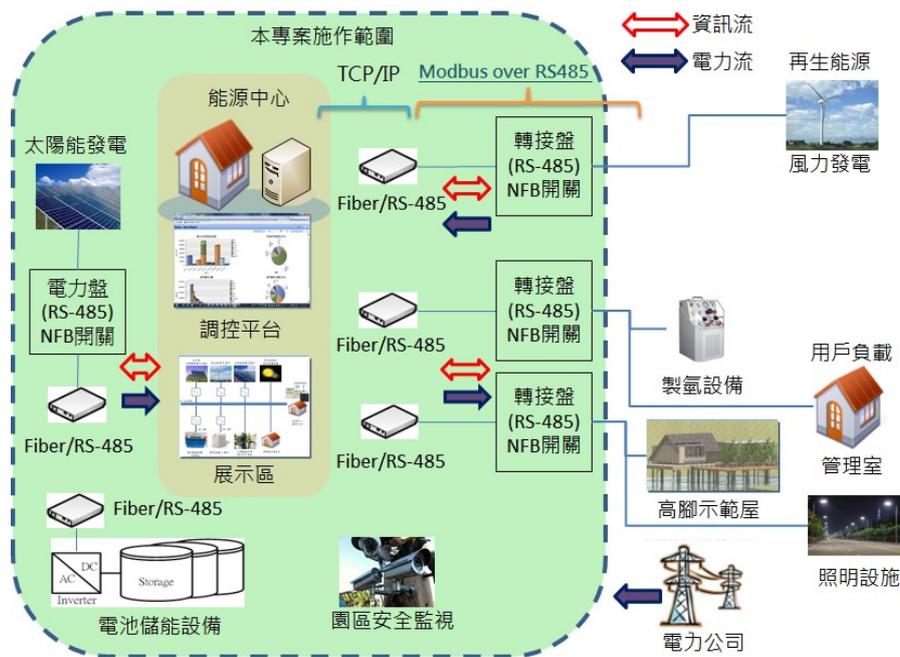


圖 4、光采濕地智慧微電網計畫建置示意圖

目前系統運作模式，全區內所有用電器具的用電狀況會即時回饋到中心，智慧能源中心會有完整紀錄，再根據各種不同用電器具，如園區照明設備的需求電量、太陽能馬達啟動電力的需求量等，由智慧能源中心預先做出需求量反應，調整終端用電狀況，必要時，可以直接由能源中心關閉不必要的用電器具，讓有限的電力發揮最大的效益。傳統的市電供應系統最常面對的供電壓力就是集中使用，智慧電網可以依照用電量與用電時間長短，智慧調控分散用電需求，讓園區用電達到用電最佳的平衡狀態，監控設施如圖 5 所示。



圖 5、微電網電力監控設施

微型電網會併接到微型電網單位外的大型電力中心，亦即一般所稱的市電系統，兩者間透過智慧能源中心的作用，一般正常狀況下，電力可以在兩個系統間相互輸送，智慧電網併網模式如圖 6。智慧能源中心建置有 169 kW 大型儲能電池，一旦市電系統供電中斷且全區內完全無法產生任何電力時，儲能電池可以單獨啓動園區電力系統，並供電長達 3 天，讓微型電網如孤島般獨立運轉，面對應變不及的自然災難時，透過電話或者衛星通話依然可與外界保持聯繫，把握黃金搶救或逃生時機，智慧電網孤島如圖 7。智慧電網具有 3 大特性—發電預測、需量反應與能源調整。由於園區內主要供電來源為太陽能板，日照長短與天候溫度，甚至於風向與強度，都會直接影響未來一段時間內的發電量，因此，事先預測儲備電力 3 天內的園區總發電量，可以提供園區內用電者必要的應變資訊，例如，如果氣候預報 3 天內將是陰天，園內內便可先在電力供應依然充足時，預先拉長

水車運轉時間，以免出現缺電狀況導致水車停擺，影響園區養殖的高經濟魚類。

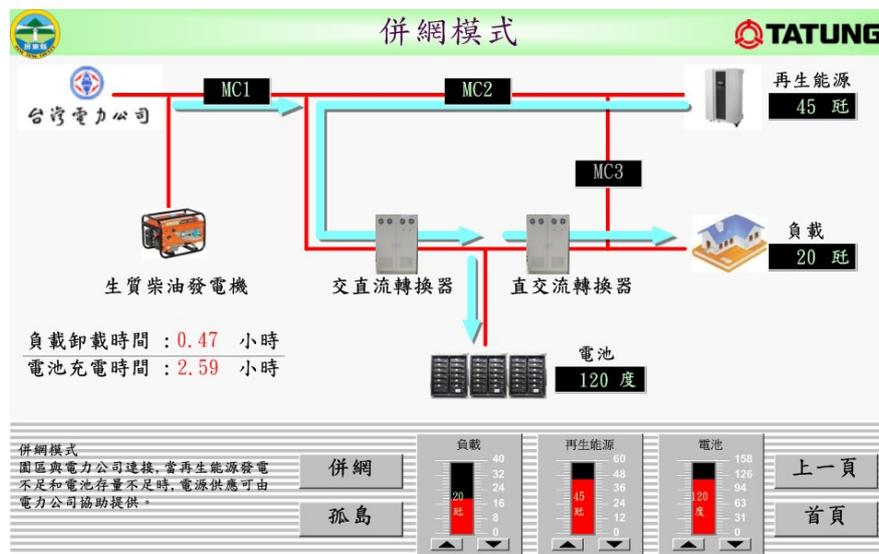


圖 6、微電網電力併網模式示意圖

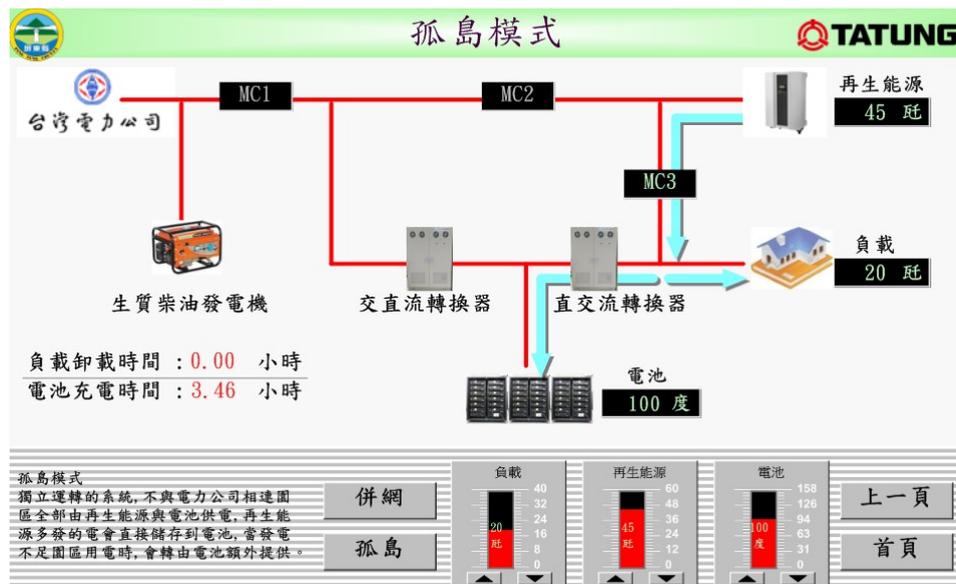


圖 7、微電網電力孤島模式示意圖

2.2 智慧微電網推動策略

首先屏東縣政府在 IBM、行政院原子能委員會核能研究所、大同公司合作下，推動「光采溼地智慧微電網計畫」，全區內所有動力來源均以再生能源為主，成為全台灣第一座於社區運作的智慧微型電網系統。

屏東縣環保局已於 104 年輔導光采濕地所在的林邊鄉推動各項節能減碳措施，並已向環保署申請銅級的低碳永續家園評等認證，林邊鄉與光采濕地之低碳經驗十分珍貴，未來更將以光采濕地智慧微電網計畫為核心，帶動林邊鄉 10 個村積極投入低碳永續家園工作，建立可供其他社區或地區學習之示範案例，其成果複製推廣至本縣其他地區，讓屏東縣成為再生能源智慧城市的指標，達成低碳綠能永續城鄉的遠景。

屏東縣政府正積極辦理「光采濕地智慧能源示範園區」環境教育設施場所認證，由於屏東縣政府行政管轄權內尚未成立任何一個縣府公營的環境教育設施場域。本園區的環境教育設施場所認證，對於將來在縣內拓展經營其他多元及認證的設施場所，有極為重要的指標與示範作用；並將綠能產業結合教育功能，在落實環教公民教育的功能的同時，亦可達到綠能產業推廣與了解，直接或間接促進產業行銷，使環境教育法案的產業在地化經營的訴求可以被達成，促使認證後的場域能朝向永續經營發展。

中長期再生能源藍圖，將以智慧微型電網營造綠色生活及如何因應氣候變遷為主題，完成「低碳社區」、「低碳城市」與「低碳生活圈」推動低碳永續家園的基礎建構，整合各項再生能源，提升使用效率和普及率，利用 IT 技術，發展智慧型「移峰填谷」的電力儲能、不同電力來源整合與發電調控，在光采濕地上建立再生能源「整合營運控制中心」，以整合、監控和管理微電網技術，並加入先進分析軟體和智能科技，打造「更智慧」的微電網，加強潔淨能源的發展和教育宣導平台，未來透過強化微電網、沼氣發電發展策略、養水種電區等，共同積極推動綠色生活，打造低碳城鄉。

2.3 精進作法

以林邊地區建置之微電網系統作為測試場域，透過電量資料的擷取，進行電力品質相關檢測及該系統之模擬分析，進而提出改善該系統之電力品質措施，以及相關週邊拓展之規劃與測試，工作項目主要包含有：

- (一)因微電網系統為能源資通訊技術之整合，故可將地理圖資系統與屏東縣再生能源微電網系統整合，並於未來規劃增加再生能源系統佔比(可將受污染無法耕作之土地用作太陽能發電使用，以增加土地利用)，與全台電網暨地理圖資系統整合調度下，解決北台灣供電瓶頸與屏東縣鄰近區域供電瓶頸等能源平衡問題。本計畫將透過量測與系統分析，規劃出合適的建置方案及系統整合方式。
- (二)屏東縣微電網示範園區內結合物聯網，協助民眾導覽，具引領民眾了解節能及再生能源使用之教育意義及觀光用途，藉此讓民眾參與國家之重點發展，以達民眾對施政有感。此外，藉由未來規劃擴大微電網區域，並整合物聯網串聯系統相關裝置，將有助於整合區域電網暨地理圖資，達成智慧管控之目的。

2.4 創新指標

- (一)建置具開放式智慧微型電網示範系統及進行多項測試、供學術單位進行研究分析。
- (二)整合多元再生能源，藉由能源調控系統，以達到再生能源自給自足之微型電網。
- (三)公共藝術設計搭配太陽光電系統，提供民眾觀光休憩場所，並展示智慧家庭應用，為民眾提供體驗教育宣導平台。
- (四)搭配園區生態養殖池、園區綠化活動，營造為自然生態的環境。

第三章、推動計畫組織架構

屏東縣政府光采濕地智慧園區建置，其組織架構如圖 8 所示，縣府團隊外，本園區主要人力團隊為屏東縣社團法人林仔邊自然文史保育協會人員及其志工，各有不同的專業背景，具有跨領域之豐富經驗，且有高度的投入意願與奉獻熱誠等特質。

光采智慧能源示範園區已向行政院環保署提出環境教育設施場所認證申請，目前已通過初審階段，105 年度能正式成為環境教育法所規範之環境教育設施場所，其組織架構如圖 9 所示。

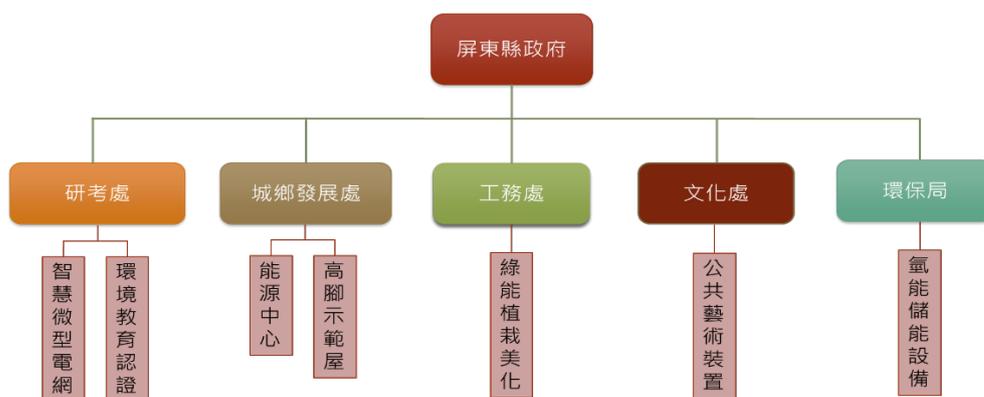


圖 8、光采濕地智慧園區組織架構圖

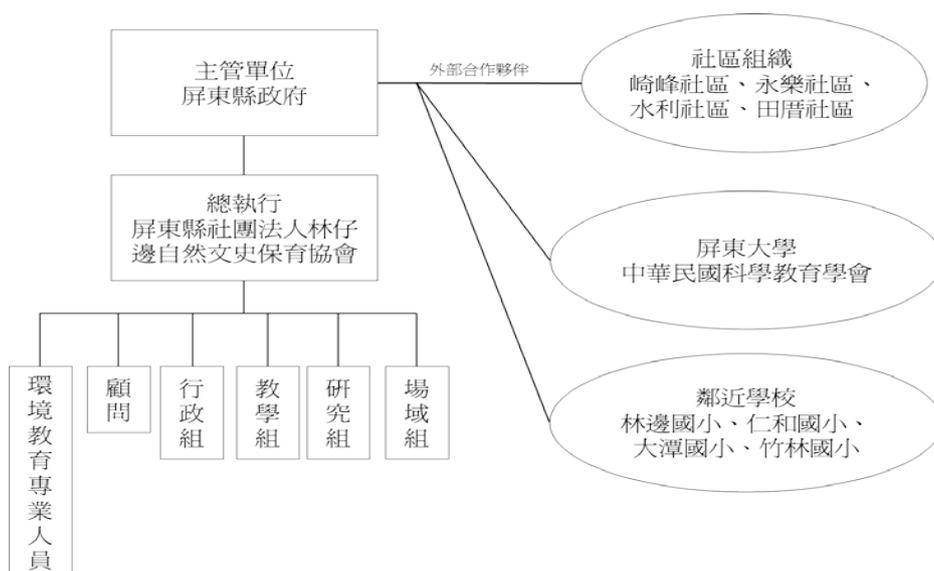


圖 9、光采智慧園區環境教育場所組織架構圖

第四章、全民參與機制與參與度

(一)光采濕地微型電網展示

目前光采濕地微型電網之展示區主要提供靜態與動態展示。在靜態展示時，顯示園區相關設備位置、電網整體運作狀態、再生能源發電資訊、園區設備用電資訊以及二氧化碳排放減少量等資訊。在動態展示時，可對孤島或併網模式做切換，並依據各種情境的需求，例如：呈現發電量大於、等於或小於負載時能源調控，說明再生能源發電量超過負載需求，則儲存至電池儲能系統，並於供電系統電力不足時，提供即時的電力供給，使負載端仍可正常運轉，且隨時將電力資訊回饋至能源調控管理系統，說明系統在緊急事件發生時仍可供電於緊急用電設備使用。在展示區可呈現能源中心照明系統與相關用電設備，進行自動卸載用電與加載用電情境模擬，相關情境可供園區進行智慧電網調控說明。

然而一般民眾對於大型供電與再生能源系統較難以了解其運轉效益，為促進節能減碳概念與民生節能產業之推行，智慧型微電網區域建置智慧家庭暨物聯網展示系統，藉由本展示系統之推動將有助於協助民眾體驗民生用電消費端的能源調控，進而深植節能觀念。

(二)公私合作

本府與在地民間團體、社區組織、學術單位及大專院校共同合作，建立環境教育平台，每年規畫辦理環境教育工作坊、環境教育研習、環境教育志工培訓等相關課程，以提升團隊環境教育相關能力。

自102年起至104年截止，本府結合在地團體在『光采智慧能源示範園區』共辦理了9場次212小時的環境教育活動，高達20,352人次參與。過程中，本府透過扶植在地社區、團體、商家及民眾個人發展獨特且專業的觀光旅

遊服務能力，以有效落實永續環境教育推廣工作，使林邊鄉從災後的廢耕地區，轉型作為生態養殖及智慧綠能示範園區，結合環境教育課程規劃，成為以再生能源為主題的環境教育場域。

(三)光采濕地環境教育

光采智慧能源示範園區為全國第一個以再生能源為主題的環境教育場域，讓民眾了解綠能產業與環境保護的關連性與重要性，藉以推動環境教育學習與推廣，光采智慧能源示範園區已向行政院環保署提出環境教育設施場所認證申請，目前已通過初審階段，期待 105 年度能正式成為環境教育法所規範之環境教育設施場所。

藉由「光采濕地智慧能源示範園區」環境教育，並透過整合設施空間與太陽能光電科技、自然環境生態及人文生態等環境資源，創造在地實驗、教育與體驗的優質綠能生態型環境教育場域，並規劃合適不同年齡層之環境學習課程，提供大眾體驗綠能科技的機會，讓民眾了解綠能產業與環境保護的關連性與重要性，藉以推動環境教育學習與推廣，引發學習者對環境的知覺與敏感度，增進對環境認知與行動力，進而在生活中落實節能的觀念。

光采濕地智慧能源示範園區宣導團隊能力提升計畫，分成短期與中期目標說明如下：

1. **短期目標 (2 年內)：**整合綠能產業、自然生態、人文特色，並與教育結合，建構合適的環境教育設施與課程。
 - (1) 安排至相關已具認證場域參訪實習，學習成功經驗。
 - (2) 結合在地團體及社區(解說志工、種子教師)舉辦宣導推廣活動。
 - (3) 培訓解說志工 10 名及種子教師 2 名。
2. **中期目標(3-5 年)：**擴大在地團體與社區參與學習

- (1)辦理社區培力，每年約4社區，參與人次約60人。培力時數20小時，發掘適宜擔任環境種子教師之人才。
- (2)與在地團體建立良好的夥伴關係，共同推動光采園區智慧微電網。
- (4)與各級學校合作，在校園及光采園區推動環境教育。
- (5)與周遭其他環境教育場域—大鵬灣國家風景區，及林邊鄉其他自然生態、人文歷史、地方產業...等資源，進行環教資源串聯，共同推動林邊鄉的環境教育產業。
- (6)培訓解說志工20名及種子教師4名。

第五章、計畫成果與效益

(一)園區功能

本園區兼具低碳、綠能、氣候調適等多元面向之環境教育基地，功能如下：

- 提供再生能源：於光采濕地內設置太陽光電板、風力機，產生再生能源，供給園區或住家使用。
- 提供防洪滯洪功能：可以滯留瞬間雨量，避免洪水造成田園傷害。
- 提供補水功能：乾早期可以將蓄容的水釋出，供農漁業及民生使用。
- 提供淨化水質功能，發展生態養殖：將養殖業所排放含高氨氮之廢水，利用濕地之土壤及各種水草植物吸附、過濾、淨化，並可回收養殖業再利用。
- 保持生物多樣性功能：各種水草植物及魚、貝、蝦等在溼地繁衍，構成豐富之生態系統。
- 調節微氣候功能：綠化植物固定二氧化碳，調節氣溫。

- 提供民眾休閒及環境教育功能。

(二) 園區效益分析

園區再生能源及微電網系統進行能源效益、環境效益、經濟效益等面向之整體效益評估。以太陽光電能為例，估算能源效益,太陽光電模板 78 kW 及屏東縣太陽年日照時間 1,102 小時為計算基準，太陽能年發電量約 86,000 度。在環境效益方面，估算二氧化碳排放減量約 45 公噸/年(102 年電力排放係數每度為 0.522 公斤)，相當於 3 公頃造林減碳效益(每公頃造林地每年可固定碳 14.9 公噸)。另，經濟效益方面，可節省電力費用支出約 25.8 萬元/年(每度平均 3 元)，可帶動廠商投資約 546 萬元(每 kW 投資成本 7 萬元)。除此，在社會面向的效益，可優先提供當地居民的就業員額，創造就業機會。

(三) 智慧微電網研發平台

屏東縣政府已建置之微電網系統，為全台第一座於社區運轉之智慧微型電網系統，具有發電預測、需量反應與能源調整等功能，因此該系統在軟硬體及資訊整合方面已有相當基礎，能以有效資源加速區域性之建置。此微電網系統除可提供其他國內外縣市或鄉鎮區域作為建置之參考外，亦可儘快進入商業試運轉階段，以利了解系統運轉之狀況，以便進行調整與改進，為整體智慧國土及城市規劃方案提供一個很好的試點平台。

第六章、永續機制

(一) 專案計畫目標

1. 利用多種再生能源之智慧微型電網之可行性，及其智慧型應用和管理之可行性。

2. 在正常情況下可供應區域負載，降低長距離輸電所導致之損耗；在緊急事件發生時仍可供電於緊急用電設備使用。
3. 研究並建立示範模式，展現微型電網可在區域內自主管理發電、儲能、負載與併接。本專案之市電併接係指連接台電，但不將再生能源發電售予台電。
4. 建置微型電網示範區，以加強潔淨能源的發展和教育宣導平台。
5. 作為「智慧微型電網試驗場」的基礎，為日後接入更多再生能源和推動微型電網的發展預做準備。

(二) 展望未來

1. 建立區域性的綠能運用或綠能發展研究的大數據庫。
2. 建立區域性綠能微型電網和緊急應變中心評估基礎。