

綠能生物產業園區之願景與實現

林秋豐¹、鄭文騰²、苗志銘³、蔡建雄¹、梁智創¹、何韻詩⁴
王均琍⁴、龔旭陽⁵、李佳言¹

chiufeng@mail.npust.edu.tw 分機7451

人類正面臨著有史以來最嚴峻的考驗，包含因氣候變遷導致的極端氣候、因過度依賴石化能源所導致的環境惡化以及石化能源短缺。而上述的兩個現象更逐漸衍生出糧食、食品、以及水資源不足的狀況以及對經濟的衝擊，加上人類對於綠色生物資源的破壞，造成人類的環境壓力、心理壓力、經濟壓力、甚至於生存壓力的增加。因此，為了不讓這樣的情形持續惡化，節能減碳成為全球公認的唯一方案。其中，最

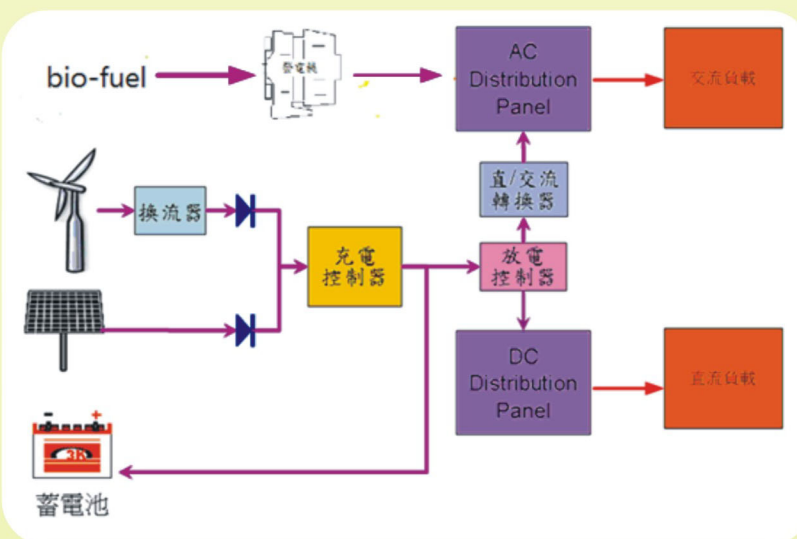
有效的節能減碳則是從改變產業使用能源的模式來進行，而改變農業生產的模式則是許多國家為了達到節能減碳的重要策略之一。由於農業作物對於人類的生活模式有多層次且重要性的影響，從人類基本生存所需的糧食到影響生活品質的休閒農業產品，所以名列人類四大需求食、衣、住、行之首。因此，提出創新可行的農業生產模式來達到同時節能減碳的目標並滿足人類不同層次的需求便成為刻不容緩的工作。而我國行政院所提六大新興產業當中的綠色能源、生物科技、精緻農業則可直接對應此一國際趨勢的需求。

為了解決上述人類所面臨的困境，本團隊以本校紮實的農業生產技術為基礎，搭配本校工、管理兩學院技術，提出綠能生物產業的願景與實現之構想。希望能夠促成綠能生物產業於南部地區落實，以建立南部地區之產業特色，並推廣至國際，以改變人類未來農業生產的模式。而為了要落實綠能生物產業，本團隊提出建立綠能生物產業園區之構想，以三個階段來實現。所謂的綠能生物園區，具體來說就是類似工業園區或者科學園區，但是取代工業工廠的則是綠能生物工廠，如圖一所示。而綠能生物工廠當中所生產的則是高需求或者高經濟價值的作物。

針對綠能生物產業園區，我們認為必須符合三個永續條件以及一個最佳化條件。其中，三個永續條件就是能源永續、環境永續、以及經濟永續，而一個最佳化條



圖一 綠能生物產業園區



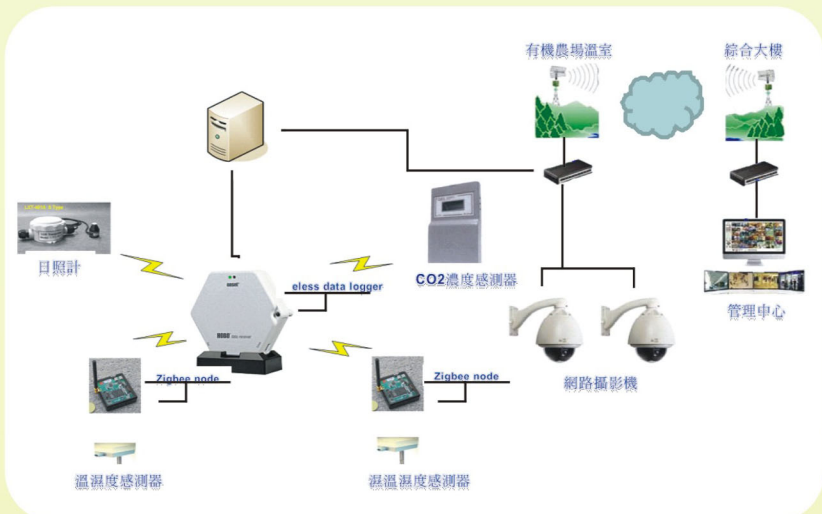
圖二 符合地區特性的能源系統架構

1. 國立屏東科技大學 車輛工程系
2. 國立屏東科技大學 水產養殖系
3. 國立屏東科技大學 生物機電工程系
4. 國立屏東科技大學 農園生產系
5. 國立屏東科技大學 資訊管理系

件就是水資源利用最佳化。所謂的能源永續，指的是園區理必須能夠產生自給自足的能源來應付運輸、民生、以及生產所需的能量。所謂的環境永續，指的是園區的作物生產過程搭配適當的處理設備，必須對水、空氣、土壤不產生汙染。最後，所謂的經濟永續，指的是所生產之作物必須有足夠的經濟價值，以至於投資者能夠於合理的期間內回收成本並獲利。所謂的水資源最佳化，指的是所使用的外來水資源必須是最少。如此一來，整個園區的運行就能夠達到永續，且能夠吸引資金投入。

為了要落實如此一個產業園區的運作，必須考慮兩個系統的建置，包含管理系統以及生產系統。在管理系統部分，包含生產排程、庫存、行銷、市場、資金、風險等的管理。而在生產系統部分，則包含生產設施暨製程、生物生長環境監控暨控制、生物成長監控暨控制、能源來源暨耗能監控暨控制、以及水、空氣、土壤之汙染控制等。其中，能源來源必須充分利用地區以及生物工廠作物的特性來進行規劃，圖二為一個可能的例子。其中，能量來源規畫包含太陽能、風能、以及生質能，而蓄電池是當失去上述能量時，例如夜間且無風的情況，用來維持生物工廠的基本運作。此外，生質能對於生物工廠而言相當特殊，與其他工業形式工廠不同，主要是因為生物工廠的產品即為農業作物，可以透過適當的製程將農業廢棄物轉化成生質能。因此，開發高能量密度且低汙染的生質能也是生物工廠的重要議題之一。

此外，在生物生長環境控制部份，所需要控制的環境變數包含溫度、溼度、光照、CO₂濃度、水質等，這些環境變數之控制除了透過控制設施來進行之外，整體綠能生物工廠的設計扮演著相當重要的影響。最後，在生物成長監控暨控制部份，主要是要進行作物的幾何形狀、色澤、甚至於所內涵的成分的監控，並透過環境的控制來達到生物生長的控制。而當生物工廠的生產需要多樣性時或著要補償某些區域的變異時，環境的控制就需要做到微環境的控制，亦即針對某些區域而非整廠均勻式的進行控制。上述的所有監控以及控制，特別是整個園區的控管，就可以透過ICT的技術，以網路的方式透過雲端的控制來達成。目前，本團隊已經完成建置一套遠端無線監控系統(如圖三所示)，整合溫度、溼度、空氣流量、CO₂濃度、水質等資料，紀錄於一雲端系統當中，並呈現於一中央控制平台當中。



圖三 遠端無線監控平台系統架構

雲端的控制不僅可以進行生物生長的控制，同時也可以進行能源以及資源的控制，亦可協助管理系統進行相關的運算分析以及控制。因此，總體而言，綠能生物產業園區的開發，需要管理系統面所需要的生產排程、庫存、行銷、市場、資金、風險等的分析決策技術，同時，也需要生產系統面所需要的生產設施暨製程、生物生長環境監控暨控制、生物成長監控暨控制、能源來源暨耗能監控暨控制、以及水、空氣、土壤之汙染控制技術。

為了要達到最終建置綠能生物產業園區的目標，本團隊透過本校典範科技大學計劃當中的綠能生物工廠研發平台推動建置三座pilot plants，並著手進行綠能生物工廠相關特性的研究並進行量產相關技術的研究。這三座pilot plants包含防疫式綠能養殖工廠、綠能蔬果工廠、以及綠能菌菇工廠之設計。未來，亦將進行綠芽以及花卉、香草類園藝作物之種苗栽培貨櫃屋工廠設計開發。

針對人類目前社會所遭遇的情勢以及前瞻未來人類的需求，本團隊認為綠能生物產業的前景是值得期待的，將可人類的福祉有相當重大的助益。以我國於農業上堅強的實力搭配我國光機電整合以及ICT相關產業的技術來積極進行綠能生物產業所相關技術以及模組的研發，將會提升我國相關產業於國際上的競爭力，為我國帶來下世紀的兆元產業。