

農業動力用電節能推動經驗與展望

▶ 專案五部 王俊淵 副理

一、前言

我國 2014 年農業用電量¹及溫室氣體排放²的全國占比分別為 0.89% 及 0.02%，然而近年來隨著全球資源逐漸耗竭，環保意識抬頭，各部門之節能減碳皆被高度重視。我國為推動農業永續經營之理念，推動一系列之農業節能減碳措施，包含優惠貸款、節能輔導及獎勵補助等，在農委會積極推動下，成立「節能技術服務團」協助農業用戶現場巡迴診斷，提供節電輔導及宣導服務，以實質幫助農民、農民團體等農業動力用電戶節約用電。

依「農業動力用電範圍及標準」³第 2 條規定，農業動力用電係直接供農業生產所需動力用電者，包括 (1) 農業灌溉及水利設施操作用電；(2) 農作物栽培及收穫後處理用電；(3) 農產品冷藏及糧食倉儲用電；(4) 水產養殖用電；(5) 畜牧用電等五類。以 104 年農業動力用電分類統計，總農業動力用電戶數共為 35,740 戶。如表 1 所示，其戶數分布情形為農業灌溉類 14,746 戶 (占比 41.3%) 為最大宗，其次為水產養殖類 11,598 戶 (占比 32.5%)、畜牧類 4,948 戶 (占比 13.8%)、農作物栽培及收穫後處理類 4,177 戶 (占比 11.7%)、農產品冷藏及糧食倉儲類 271 戶 (占比 0.8%)。然而值得觀察的部份為農業灌溉類戶數占比雖高達 41.3%，但其用電比例僅占整體 16.9%。反之，戶數占比僅有 0.8% 之農產品冷藏

及倉儲類，其用電占整體之 9.1%，顯示農產品冷藏及倉儲類以中大型能源用戶居多，是為農業動力用電節能工作重點輔導對象。

二、我國農業部門節能措施簡介

我國為協助農業發展於「農業發展條例」授權下推動農業動力用電優惠，針對農業動力用電戶於停用期間按每月用電負載率計算給予不同程度之基本電費減免，期能降低我國農業用戶生產成本，但較低的用電成本將不利於農業用戶投入節能減碳。目前我國於農業節約能源之推動上具有 (1) 過低的電價導致缺乏節能投資誘因；(2) 農業用戶缺乏節約能源相關資訊；(3) 於節能考量下進行設備汰換之意願較低。爰為提升農業用戶投入節能減碳，推動一系列之輔導補助措施，說明分別如下：

(一) 推動農業動力用電設備節能改善補助

行政院農委會設置獎勵補助其改善節能設施之方案，改善範疇包括冷房、冷凍、照明、節能增氧水車及其他節能設備導入等，補助實際投資設施金額 1/2 為上限，按用電量級距每戶最高補助 100 萬元，以鼓勵農民及農民團體使用高效節能農業動力設施，以 104 年為例各級補助級距如下：

1. 月用電未滿 1 萬度，補助上限 20 萬元。
2. 月用電 1 萬度以上未達 5 萬度，補助上限 30 萬元。



表1、農業動力用電戶家數/用電統計表

類別	家數	家數占比	用電度數 (GWh)	用電占比
農業灌溉及水力設施操	14,746	41.3%	13.3	16.9%
水產養殖	11,598	32.5%	19.8	25.2%
畜牧	4,948	13.8%	20.8	26.4%
農作物栽培及收穫後處理	4,177	11.7%	17.6	22.4%
農產品冷藏及糧食倉儲	271	0.8%	7.2	9.1%
合計	35,740		78.7	

資料來源：輔導農業動力用電戶節能計畫彙整

3. 月用電5萬程度上未達10萬度，補助上限60萬元。

4. 月用電10萬(含)度以上，補助上限100萬元。

(二)推動農業節能減碳貸款要點⁴

主要目的為鼓勵農業用戶使用具節能減碳效益之農業生產機械設備，對象包含購置使用淨潔能源設備者以及設置綠能設施並出售電力者，貸款之用途應包含：

1. 購置使用淨潔能源設備者：購置使用太陽能、生質與廢棄物能源、地熱、海洋能、風力、水力發電之農業生產相關機械設備。
2. 設置綠能設施並出售電力者：於農業用地上設置太陽能、風力設施，並應具備(1)結合農業經營；(2)減緩嚴重地層下陷地區之農業用地地層持續下陷；(3)防止受污染農業地區栽植特定農作物等條件之一。

(三)推動農業用電節能技術輔導

透過成立農業動力用電節能技術服務團，接受農業動力用電戶申請諮詢輔導後，進行先期用電調查，並會同專家顧問至現場提供受輔導單位農業動

力用電設備診斷評估，檢討設備操作運轉管理合理化模式，分析節能潛力，並提供改善建議書及可行性之節能方案，做為用戶執行節能改善依據。

三、農業動力用電節能推動成效

農業節能相較於一般建築物節能，其特點在於生物之多樣性及各自特有之成長特性，因此進行節能改善規劃的同時，必須考量生物成長參數，以不影響農作所需之生長環境為優先，進而考量節能改善作法。茲以本會 103~104 年現場實地輔導經驗，針對較具節能空間之糧儲類、菇類栽培類、花卉類及水產養殖等為例，說明農業節能技術應用如下：

(一)糧儲類

1. 產業背景

根據農糧署統計民國 103 年稻作產量 1,399,382 公噸，另外為符合 WTO 配額每年需進口約 14 萬公噸的稻米。一座典型的糧倉設備包含生產設備(含乾燥機、曬穀機、碾米機、斗昇機)及其他附屬設備(空調或冷藏、照明等)。

其中稻穀乾燥機每年平均操作 2~3 個月，每天 24 小時，主要配合台灣 6 月第一期稻作與 11 月第二期稻作收成；其他製米設備每年平均操作 12 個月，每天約 8 小時；冷藏設備則每年操作 6,000~8,760 小時；空調與辦公室及生產線照明每年操作約 2,000~2,500 小時；倉儲用照明每年約 100~300 小時。

2. 能源使用特性及節能應用

糧儲類輔導後之節能措施占比，以採用高效率燈具最高，其次為使用粗糠爐乾燥機，另少數具汰換低效率冷凍主機、太陽能光電設置、訂定合理契約容量、與提高功率因數之潛力。其中糧儲類節電空間多為倉儲冷藏及乾燥系統，其中又以導入粗糠爐乾燥機，以穀倉現有之粗糠直接取代傳統化石能源之燃料，具較高之節能效益，唯投資金額較高回收期亦相對較長。

(二) 菇類栽培類

1. 產業背景

由於我國多數菇栽培採用空調環境栽培，因此受氣候環境影響因素小，產區多集中於台中、南投及彰化等中部地區，年產量近 13,150 萬公噸，產值約 97.85 億元。為確保菇類採收後品質，大多直接於產地進行分級包裝，並需立即低溫保存，因此栽培農戶普遍都有設置冷藏庫房，因銷售管道及保鮮問題與一般農產品有別，大部分都由販運商以冷藏車至產地收購，再運銷至全省各通路。

2. 能源使用特性及節能應用

菇類栽培類用戶能源使用流向以空調系統主機用電最高約占 50%、附屬設備冰水泵及冷卻水泵約占 30% 居次，而冷卻水塔風扇、栽培庫房送風機及照明設備等用電約占 20%。於主機運用上小規模場域採用 5hp~10hp 氣冷式主機，中大型則採用 40RT~120RT 水冷式冰水主機，溫度控制範圍 12~25℃，空調全年運轉約 2,500~4,500

小時。經現場輔導發現多數冰水系統有混水情況，導致冰水供應效率偏低，並且普遍出現冷卻水水質不佳的情況，需透過水質處理以改善冷卻系統之散熱效率。因此空調系統能源效率、運轉時間及溫度管理，為影響菇類栽培用電指標之重要因子。

(三) 花卉栽培

1. 產業背景

蘭花產業其中特色即任何一階段之產品都能成為商品，由組培廠提供不同品種之組培苗給各蘭花栽培戶，蘭園可依照設備能力、人力或當地天候條件來分工栽培至小苗、中苗、大苗、抽梗苗、開花株或切花，其中切花或開花株的銷售端為一般消費者。蘭花大多屬於高溫栽培，低溫催梗與開花的特性。為了抵抗氣候變化達到栽培品質，控制產量、產期的目標，因此蘭花栽培需全年使用自動化環控系統，夏天用種植溫室與催梗溫室用電多為降溫，冬天種植需要加溫。環控設施包含外氣換氣扇、內循環扇、水牆、降溫設備、加溫設備、遮陰網、補光設備等。

2. 能源使用特性及節能應用

蘭花在栽種期間為營養生長，其適合環境約 28℃ (與品種、日夜溫相關)，抽梗時由營養生長轉變為生殖生長，氣溫約 24℃ 以下 (與品種、日夜溫相關)。在台灣夏季溫室內動輒超過 32℃，因此蘭花是農業中較倚重環控設備之作物，其設備大多採自動化控制，如由照度計自動控制遮陰網、溫度控制空調系統等。以現場輔導蘭園用戶來看，耗能最高設備皆為空調設備，平均空調占比約 70%。

花卉類目前以溫室栽培蝴蝶蘭為主，其耗能受環境之熱負荷影響高，因此提升溫室降溫效率為主要策略，故空調設備運轉效率提升、改善冷卻水水質、導入外氣風扇變頻、馴化水牆冷卻系統應用、加強定期保養與溫度控制策略修正皆為溫室環境可行之節能措施。



(四)水產養殖

1.產業背景

根據農委會資料庫統計顯示，103年我國水產養殖總產量約34.1萬公噸，年產值約為429.6億台幣。其中海面養殖業產值約為61.7億，內陸養殖業產值約為367.9億。主要養殖區域集中於西南沿岸縣市，從彰化到屏東的部份，水產養殖總面積約4.7萬公頃，相較於農作物栽培之能源使用，水產養殖之用電顯得單純許多。

2.能源使用特性及節能應用

一般而言，水產養殖大致上可分為4大用電類型，包含1.照明設備；2.冷藏(凍)及調餌設備；3.抽水設備；4.增氧打氣設備等類型⁵。以傳統飼料養殖魚塢類型而言，主要動力用電設備以增氧設備為主，如增氧水車、魯式鼓風機或高壓吹

氣設備搭配增氧水車使用。由於增氧設備量多且使用時數長，歸納其增氧設備之電力使用占整體用電比例高達60%~70%，因此增氧設備效率提升，成為此類型用戶節能工作的重點。其他用電設備部分，如沉水泵僅用於收成期或整池期間，使用時數少因此整體用電占比約10-20%。

此外，如飼養更高經濟價值之魚類，如石斑、海鱺等以下雜魚為主要飼料，需要藉由冷凍(藏)庫設備來保存下雜魚飼料。依現場訪測輔導經驗，許多漁民為節省初期設備投資成本，傾向購入中古冷凍(藏)庫設備，其運轉效率相較於新型設備皆已衰退許多，反而造成後期運轉費用大幅度增加，經現場輔導強宣導，多數養殖戶已接受此觀念，有助於未來用電效率之提升。各主要類別應用技術及輔導效益彙整如表2所示。

表2、節能輔導成效統計表

類型	主要應用技術	家數	節能潛力 (kLOE/y)	節省金額 (萬元)	回收年限	節能率
糧儲	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 導入高效率冷藏設備 ✓ 導入變頻控制 ✓ 粗糠爐乾燥機 	17	363.6	1,863.4	7.2	17.5%
菇類 栽培	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 冰水管路系統水路改善 ✓ 冷卻水水質處理 ✓ 導入高效率冷凍(藏)設備 	36	265.4	465.5	3.2	10.1%
花卉 栽培	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 馴化水牆降溫系統 ✓ 溫室內外遮陰 ✓ 風扇馬達變頻控制 ✓ 導入熱泵系統 	4	72.9	90.9	4.1	20.3%
水產 養殖	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 導入高效率增氧設備 ✓ 高效率抽水設備 ✓ 採用水中含氧量控制水車運轉 ✓ 增氧水車間歇性運轉控制 	70	160.2	255.5	4.6	15.6%

資料來源：輔導農業動力用電用戶節能計畫彙整

四、結語

國內推行節能工作已有數十餘載，但農業節能觀念仍尚未普及，為節省初期設置成本，農業動力用戶經常性採購二手用電設備，加上農民節儉天性，即便設備故障亦採能修即修、堪用即用之態度，導致耗能設備持續於低能源效率狀態下運轉，也因此農業相較於住商、產業部門等具有更高之節電潛力。展望未來將持續以技術面之輔導、資金面之補助措施以及搭配宣導面加強技術擴散推廣等三面向著手，完善農業節能輔導系統，相關措施說明如下：

(一)節電改善資金補助

當前我國針對各項補助優惠，皆採逐步檢討縮減補助之辦理規模、降低金額及提高申請條件之原則進行規劃，因此未來農業節電改善補助亦將配合重點推動政策，修定『輔導節能設備作業要點』，以針對特定應用技術或產業提供專案補助，規劃整體各項補助推動措施，藉以發揮補助預算綜效及促進農業節能永續經營。

(二)擴大節能技術輔導

逐年擴大技術輔導家數為目標，同時針對大型用戶進行重點技術研究，深入檢測分析，以建立具有代表性之示範案例並加強廣宣，展望未來

逐步降低設備改善補助比例情形下，即可達用戶自主改善之積極目標。

(三)加強廣宣推廣工作

結合地方農民團體力量，辦理縣市農、漁、水利會節能種子人員訓練講習，解決偏遠地區資訊傳達不易之問題，以提升節能技術推廣效率。同時透過農業動力用電節能技術宣導活動，以展現實質節能效益，並有效擴散節能技術宣傳，達成鼓勵產業投資節約能源工作之目的。

(四)完善資金協助措施

現階段全國農業金庫所施行之『農業節能減碳貸款』，其主要適用範圍為再生能源系統，未來將建議納入節能技術改善之範疇，完備農業節能減碳貸款所服務之面向，協助農業用電戶能以較低的資金成本進行節能工作，有效提高用戶投入改善意願。

參考文獻

- [1] 103年能源統計手冊，經濟部能源局，2014.5
- [2] 2015年中華民國國家溫室氣體清冊報告，行政院環保署，2016.02
- [3] 農業動力用電範圍及標準，行政院農業委員會<http://law.coa.gov.tw/GLRNewsout/LawContent.aspx?id=FL014279>
- [4] 農業節能減碳貸款要點，行政院農業委員會<http://www.boaf.gov.tw/boafwww/index.jsp?a=ct&xItem=46781&ctNode=240>
- [5] 水產養殖設備及器材手冊《增訂版》，水產出版社，2012.5

