

智慧用電監測系統於菇類栽培體系之應用

Application of Smart Electric Energy Consumption Monitoring System in Mushroom Cultivation System

¹徐武煥、²石信德、³周浩源、⁴陳聖文

1. 行政院農業委員會農業試驗所農業工程組副研究員
2. 行政院農業委員會農業試驗所植物病理組研究員
3. 行政院農業委員會農業試驗所農業工程組助理研究員
4. 行政院農業委員會農業試驗所農業工程組研究發展替代役

電子郵件：swhh@tari.gov.tw；傳真：04-23317713

摘 要

本研究使用智慧用電監測系統於菇類場域栽培之用電量測，系統可使用遠端方式進行操作與管理。結果顯示，系統量測之度數與台電帳單顯示之度數誤差最大約在3.3%，未來若產業化應用其誤差可用校正的方式使兩者之數據趨於一致。

由用電結果顯示場域環控參數中以用於溫度調節的能源(電能)消耗最大，並隨著氣溫上升而增加。其監測數值分析結果也顯示，本場域用電量變化與外界溫度變化趨勢一致。未來有機會可根據外界溫度變化提出用電預測或節能之建議。

關鍵詞：金針菇、智慧電表、菇類栽培、節電

緒 言

依據農委會資料，我國2014年菇類於批發市場交易總量8668.3公噸，其中金針菇1877.4公噸、杏鮑菇1717公噸、香菇1175.2公噸、木耳992.5公噸，而台灣菇類生產，以香菇及金針菇栽培量最大，其次為杏鮑菇、秀珍菇、木耳、洋菇和其他菇類合計年產量超過11萬公噸(方及蔡、2011)。臺灣菇蕈類的年產值超過百億元，在農業生產上扮演重要的角色。在菇類的栽培上，為求得到栽培菇類較好的產量或品質，需控制適當的環境條件以營造適合菇類生長的环境，其環境的需求上會因菇種而異。故菇類育種目標也是以選拔耐熱品種、減少能源消耗及降低生產成本為主(陳及呂、2011)。許多適合全環控栽培之菇蕈類(例如杏鮑菇、金針菇、鴻喜菇及美白菇等)栽培於菇包(瓶)，需要仰賴環境控制以營造適合菇體成長的環境。當環境控制結合溫度、濕度、光照及二氧化碳等環境參數控制，在使用諸多環境調控裝置的狀況下，耗用電能甚大，菇類生產之用電成本占了生產成本很大的比例，其比例大小會因菇種而異。

養菇業者為求節省電力(生產)成本，常常使用契約用電的方式，想辦法使用較便宜的離峰用電，例如於離峰時間使用冰水主機先製冰，白天在用以輔助降溫；

或是使用熱泵來節電。然而目前養菇業者對於用電的多寡都是由台電用電總度數的帳單來獲得，對於生產場域用電的細部狀況就無法得知，對於消耗電力較大的部分就比較難以用細部改善的方式來進行。本研究使用智慧用電監測系統於實際進行菇類生產之場域，透過試驗之結果及監測菇場用電之狀況，探討於菇類栽培體系之應用。

自 106 年度起包括菇類領航產業開始執行智慧農業計畫，農試所應用物聯網感測等前瞻技術，利用數據驅動(Data-driven)的方式為養菇業者進行用電把關，據以瞭解栽培各階段各菇室(庫間)之用電狀況(圖 3)，評估其節能的策略，提出改善之方法，若有用電異常也可即時警示，降低損失。以物聯網感測系統量測電能，瞭解菇類生產各單元之耗電情形，以各單元之環控狀況及空間等估算理論可能需要之電量後進行分析比較，藉以瞭解能源利用效率是否良好、是否有其洩漏或耗能之情況發生，是否需要改善以達到節能之目的等。

菇類栽培模式

本場域生產之菇類主要以金針菇及銀耳為主。以前者舉例，金針菇場生產週期為 28-30 天，為求可供應市場所需的量及能有效利用設備及人力，場域利用分批進行栽培起動，將每批金針菇控制在不同生長階段，因該場域同一時間有多批不同時間起動的菇室，故其用於溫控之電量於整場會較為平均，較不會因菇類生長週期而波動。本場域生產模式與一般產域類似，每日皆會進行栽培、分級包裝及出貨，為求生產品質均勻度較佳，菇室常見規劃成各單元較小一點的空間

菇類用電能源結構概要

菇類栽培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%(王、2016)。本研究監測溫控之用電量，顯示外界環境影響狀況下，用電量上升比例，可藉此估算並調整金針菇生產成本。本試驗場域亦利用離峰時段電力進行溫度調節，設法降低在尖峰時段使用電力所增加之成本。(平日離峰時間為 22:30 至隔日早晨 7:30，每日計 9 小時)夜晚時段降溫換氣，外界空氣溫度較低，可再減少能源消耗。冰水機的監控數據顯示隨著氣溫上升用電量明顯大幅增加，2 月較 1 月成長約 14%、3 月較 2 月成長約 18.5%、4 月較 3 月成長約 34.1%。

結果與討論

利用「智慧電表」之核心進行電能監測

菇類栽培常需進行環境控制，因此須安裝許多降溫及加濕等設備，以達有利菇類生長的環境，也因如此，用電的成本常占生產成本很大的比例。例如種植金針菇，其電力成本約占生產成本三成左右，而以往需等電費帳單才能得知用電使

用狀況，因而無從節電，本研究利用智慧電能監測系統，針對與菇室相關之幾項用電需求大的設備進行電能監控，進行初步的數據蒐集，並探討電能監控系統之可行性。

目前試驗階段僅將用電監測系統之監測點架設於 220V 與 380V 總電源端、冰水機、熱泵、養菌室以及兩間栽培菇室等。由於金針菇環控栽培屬於全年生產，因此各批菇室中的金針菇皆處於不同栽培的階段，以目前的用電監控設備只安裝於總電源以及常開之設備，無法得知各個栽培階段使用的電力狀態。從台電之帳單之日平均度數與總電源監測系統之數據整理如表一，220V 的總電源監測設備的度數與台電帳單的度數誤差在 2% 以內，而 380V 的誤差則最大到 3.3%。

台灣天氣常處於高溫的條件，對於菇室栽培的環境(有時更需達到 4-6°C)，需有製冷設備，因此本研究針對場域之冰水機(製冷設備)進行電力監控。台灣 1、2 月屬於冬季氣溫較低，而 3、4 月的氣溫逐漸上升，冰水機使用的用電量也隨著氣溫而上升，1 月冰水機平均日用電量為 283.7 度，4 月冰水機平均日用電量為 731.3 度，兩者相差約 2.54 倍，冰水機在 1 月用電量約占總用電之 3.5%，4 月冰水機約占總用電量之 7.8%(圖 1)。

表一、台電收費度數與感測器度數做誤差比較

	220V 日平均度數		誤差	380V 日平均度數		誤差
	台電	感測器		台電	感測器	
一月	4676	4701	0.5%	3385	3280	3.1%
二月	4650	4733	1.8%	3146	3251	3.3%
三月	4900	4952	1.1%	3611	3643	0.9%
四月	5174	5256	1.6%	4044	3926	2.9%

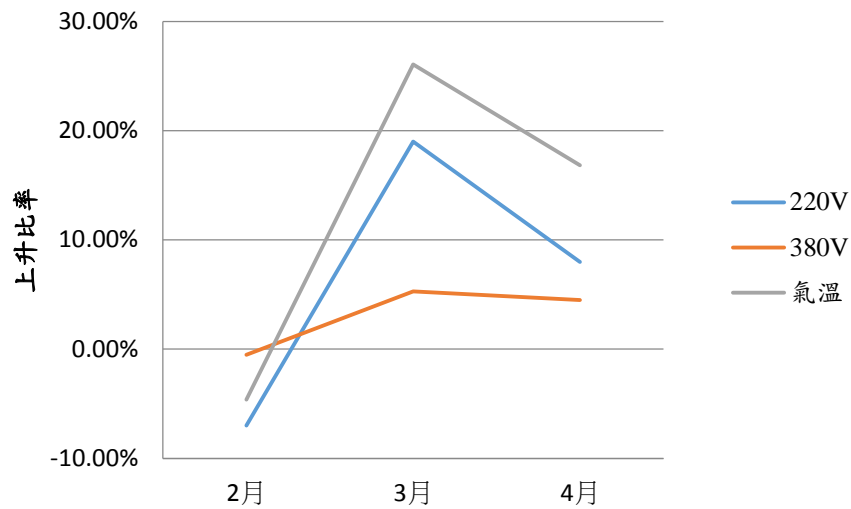


圖 1、菇室用電上升比率

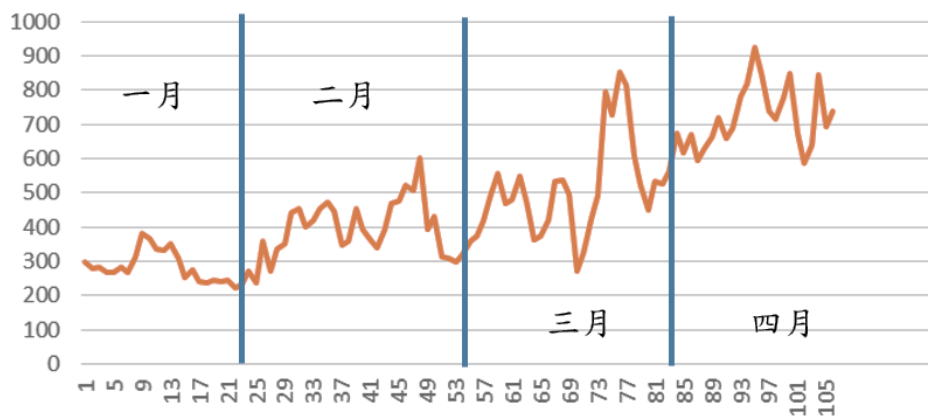


圖 2、冰水機 106 年 1-4 月電力使用(用電)度數

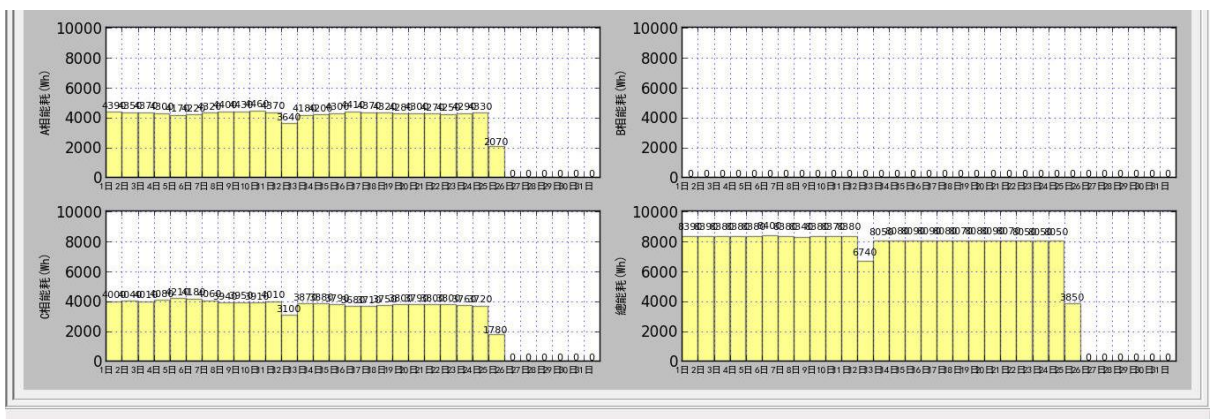


圖 3、利用電能感測系統監測記錄生產場域各庫間使用電能之情況

況

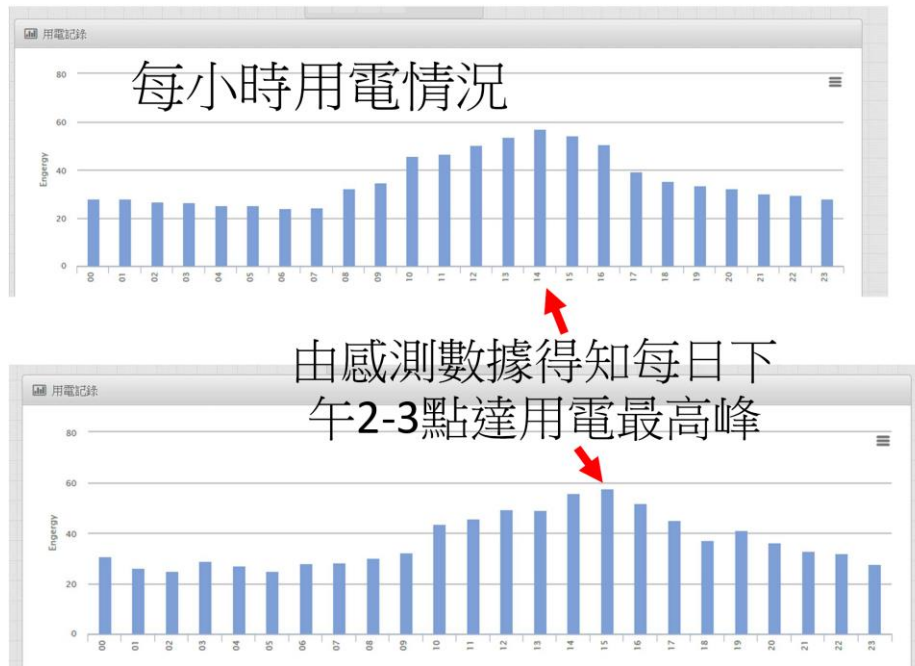


圖 4、環控栽培菇場利用電能感測系統得到每小時使用電能之情況，其用電程度隨外界環境變化而變化，最高峰值落於下午

用電電能監測狀況

本研究監測用電狀況數據與台電公司的用電資料進行比較，220V 總電源於 2 月使用度數較 1 月成長約-7%、3 月較 2 月成長約 19%、4 月較 3 月成長約 8%，中央氣象局監測附近氣溫，2 月較 1 月成長約-4.6%、3 月較 2 月成長約 26%、4 月較 3 月成長約 16.8%，顯示本研究所監測之用電情況與外部氣溫變化趨勢相同。於 380V 總電源使用 2 月較 1 月成長約-0.5%、3 月較 2 月成長約 5.3%、4 月較 3 月成長約 4.5%，與氣溫成長趨勢差異較大，乃因 380V 電源非單使用於溫控調節所導致，該菇場亦包含基質填充等相關機械設備。

以收集各庫間(菇室)之電能量測資料找出節能對策

環控菇室之用電多寡牽涉到經營的成本，往往用電成本占了生產成本很大的比例，約占 25~30%，許多業者為求節省用電成本，通常採取跟台電簽訂電力契約用戶。然而，一般業者僅能看到一段期間內(例如一個月)整體的用電電費及度數，但對於栽培場各庫間的用電狀況無法全面掌握。農試所近年在所內之試驗菇場及中部一處環控栽培菇場，利用電能感測系統實際測量菇類栽培庫所需電能，結果顯示變頻空調比傳統空調可實際節能至少兩成；不僅如此，本系統亦有提供警示功能，農試所之中部示範場近年曾遭逢半夜跳電情形，但藉由此感測系統之智慧提醒，所造成之局部損失比其他菇場還低很多。

若要評估節能方式需要瞭解用電之細節，才能對症下藥提出解決方案。各個栽培庫間用電的狀況若有資料可進行分析，常見環控栽培室有冷氣洩漏或冷熱絕緣性不佳等情況，易造成用電成本增加，這些情形都可藉由數據的掌握與分析來

改善。尤其臺灣許多養菇場的硬體建設並非一次到位，而是於不同時期逐步投資增建，常見有分別使用 220V 或 380V 等之電源，配電也有很多種樣態。為協助提供節能方案，考量菇蕈類產業特性，農試所以物聯網感測系統進行電能量測，瞭解生產場域各庫間之耗電情況，並以各庫間之環控狀況及空間等估算理論可能需要之電能後，再與實際量測數據進行比較分析，藉以瞭解能源利用效率是否良好，是否有其洩漏或耗能之情況發生，可藉由改善各庫間用電達到整體節能之目的，才能有效降低成本。

結 論

1. 本研究架設之智慧用電監測系統，其量測度數與台電帳單顯示度數之最大誤差為 3.3%，其結果可預測當季之用電成本，若進行不同之栽培模式，能從即時智慧電表進行數據探討，進而判別不同栽培模式、產量以及用電量之成本與收益分析。且台電帳單用電度數係整合用電的呈現，無法單獨對應菇室栽培周期而計算用電量，因此要探討各生產週期之用電量，必須另外架設智慧電表以進行監控以及數據蒐集。
2. 智慧用電監測系統監測菇室用電狀況後顯示與外界溫度變化趨勢一致，菇室溫度控制受外界溫度影響甚大(圖 4)，若可加強菇室牆壁之絕熱能力，則應有機會減少用於溫度控制之能源消耗。
3. 瞭解各栽培庫間之耗電情況也可應用於評估改用新穎設備之經濟效益，例如引進變頻空調或是熱泵等設備、如何利用熱泵結合使用較便宜之離峰用電等，藉此降低用電成本，未來智慧化之應用對於菇蕈類產業競爭力之提升將有莫大幫助。

未來工作

智慧用電監測系統使用菇類栽培，能夠使用遠端進行監測其用電量，目前監測設備僅安裝於幾項設備進行用電探討，未來若能擴增至個別菇室之用電監測、冷氣、換氣風扇以及加濕器等設備用電量，將可再探討如何更高效精準地用電及其節電方式。

引用文獻

1. 周文能、張東柱。2005。《野菇圖鑑》台灣館出版社。
2. 方怡丹、蔡清榮。2011。菇類產業政策與輔導措施。菇類產業發展研討會專刊: 1-7。
3. 陳美杏、呂昫陞、李瑋崧、石信德、吳寬澤。2011。台灣菇類育種現況與展望。菇類產業發展研討會專刊: 79-92。
4. 王俊淵。2016。農業動力用電節能推動經驗與展望。30-34。