台灣ESCO會訊

Taiwan ESCO Newsletter

58

2019 年 12 月

無油螺旋式空壓機

SWT 系列 75 ~ 275 (kW)

oil-free CLASS 0 ISO 8573-1

100% OIL-FREE
COMPRESSED AIR
Certified in compliance with ISO 8573-1

高效能無油SWT系列之無油螺旋空氣壓縮機，
不僅擁有優越的可靠性、耐久性；
更滿足顧客對無油壓縮空氣的需求，提供高空氣品質，
符合環保對地球保護、環境永續作出貢獻。

FUSHENG 復盛股份有限公司
FUSHENG INDUSTRIAL CO., LTD

北區營業處
新北市三重區光復路二段60號
TEL : (02)2995-1411
FAX : (02)2995-7925

台中營業處
台中市台中工業區工業22路49號
TEL : (04)2359-5617
FAX : (04)2359-2296

南區營業處
高雄市三民區康平街57號
TEL : (07)311-5951~2
FAX : (07)311-5953

Web site : www.fusheng.com
洽詢專線 : 080-088-1953

2019年12月

Taiwan ESCO Newsletter

發行人/
楊正光

會訊委員會主任委員/
總編輯 柯明村

編輯委員/
楊正光、趙宏耀、
林冠嘉

執行編輯/
劉國琛、周淑娟

出版所/
台灣能源技術服務
產業發展協會

地址/
新北市新店區寶橋路
48號4樓之3

電 話/
(02) 8914-6171

傳 真/
(02) 8914-5324

E-mail/Url
taesco.tw@msa.hinet.net
www.taesco.org.tw

Facebook/
https://www.facebook.com/
groups/1658862831040307/

封面作者：中國書法學會
台東服務處主任周仁祥

目錄 contents

58

專題報導

理事長的話 *Message from the President*

時間過得真快，轉眼間又是一年了，回顧一年來國內外整個環境變化非常的大，國際間美中貿易爭議開戰迄今仍未停止，而氣候反常，極端氣候變化在世界各地屢屢發生，造成許多的災害，因而環保與能源的議題愈顯重要。今年（2019年）第25屆聯合國氣候變化綱要公約締約方大會（COP25）剛於12月15日在西班牙落幕，雖然因巴黎協定「第六條」碳市場及其他形式的國際合作規範，因各國意見不同最後仍告失敗未獲共識，但市場必須實現全球碳排放量的總體緩解及使用透明公開的會計方法進行評估仍是會議的共識；也說明了節能減碳是世界各國的共識為未來國際發展的潮流。

從國際情勢再看國內的能源市場，非核家園與能源轉型是國家既訂之政策，政府會持續推動再生能源與風力發電，然而國內今年（2019年）因美中貿易爭議，廠商返台投資將近8000億元，使得電力供應的可靠與穩定變得極為重要，因此檢討過去展望未來，可知節約能源與開發新能源仍是未來國內發展的主流。ESCO在這個領域上仍需扮演重要的角色，帶動國內各界積極的推動節約能源的任務。我國的經濟發展仍以製造業為主，從用電的統計資料工業用電量佔全國總用電量之71%，住宅及商業用電則佔29%，但近三年來工業用電維持在2～3%成長率，住宅與商業用電在推動節能的成效下，其用電量維持在0～-1%的負成長率。顯而易見我ESCO的會員們未來推動節能的重點已逐漸轉向以製造業為發展之趨向。

科技的進步使得AI與IoT結合技術應用到產業鏈，已成為未來企業發展的利基，而節能減碳工作面臨能源轉型與電力市場自由化將是ESCO一項新的挑戰與創新的契機，因之我們ESCO業者也必須面臨調整與轉型，綠色能源、分散能源及電力市場自由化，將來電力交易會在供電雲端成立電力交易平台，依電力供需以及電力成本的變化進行交易，用電用戶在節能設備，負載管理以及需量反應的各項應用技術包括（用戶群代表組合成立數據整合平台），進行能源管理及能源交易，以達到最終經濟最有效率的能源使用，這些技術都是ESCO專業領域的長項，新年的來臨，我們ESCO業者宜掌握時機更積極的投入能源市場創造出更大的商機，在此也同時祝福我們的會員

新年快樂 事業有成

楊正光 敬上

廢棄太陽能電池回收再利用技術介紹

傅耀賢[1]、洪嘉聰[2]、馬翊鈞[2]
[1]國立臺南大學、[2]連翔綠能科技股份有限公司

一、前言

臺南大學研究團隊與連翔綠能科技股份有限公司以「廢舊太陽能光電板循環經濟」為出發點，在技術上以升級回收(Upcycling)取代降級回收，以節能的物理方法取代不受控制的燃燒反應，利用分階段拆解，避免材料間相互污染，最大限度保留材料原有性質，保留膠合層，以完全回收(Total Recycle)與「循環經濟」來達到延續物命，永續循環發展的綠能目標。

二、全球能源需求展望

按國際能源總署(INTERNATIONAL ENERGY AGENCY,IEA)於2019/11/13在巴黎總部發佈「世界能源展望2019」，其報告預測在2040年前全球能源需求將以每年1.3%的速度增長，表示能源需求依舊強勁增長，其中以太陽能光電為首的低碳能源將供應一半以上的增長。如下圖1所示，呼應國際再生能源總署於2019年發表的趨勢報告，在太陽光電發電成本降至化石燃料的水平與能源需求增長的雙重作用下，預估到2050年全球太陽光電裝設將達到8519GW，為現有累積安裝總量的16.6倍。

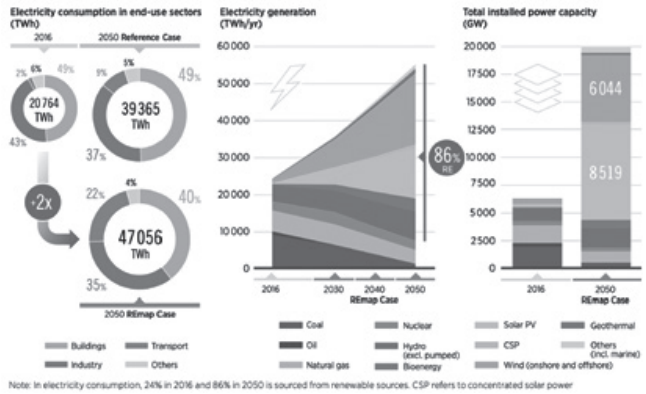


圖1、2019年再生能源趨勢報告
(臺灣電力股份有限公司, 2019再生能源趨勢報告)

三、太陽能光電板使用壽命

太陽能光電板的使用壽命有限，原則上使用20年後也能保有超過80%的功率輸出，但礙於生產工藝及材料品質缺陷，市場上僅提供10年的有限產品保固，按IRENA的預測模型,如圖2，以25年使用年限評估其報廢趨勢，全球預計至2043年(早期損失)或2049年(正常損失)，當年所產生之廢舊太陽能光電板將會超過其新裝設數量，達到347.3~437.9GW，且至2050年全球廢舊太陽能光電板累計將達到74959.7~91262.6萬噸。

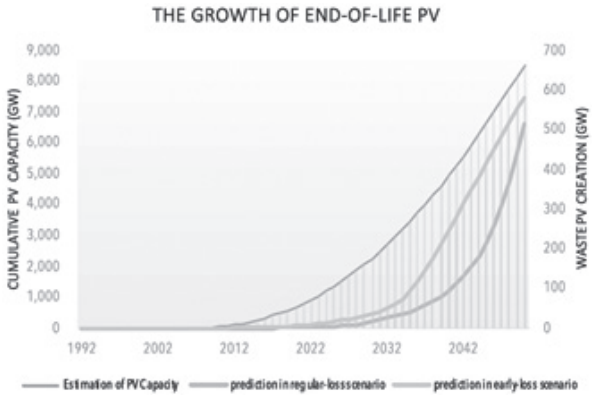


圖2、使用年限報廢趨勢(Xu et al., 2018)

四、國際發展趨勢

歐盟的太陽光電發展起步較其他國家早，亦較早面對處理廢舊太陽能光電板的問題，於2012年廢舊太陽能光電板回收再處理已明確入法，採用「生產者責任延伸」精神辦理，現已達95%的回收率。全球第一家專門太陽能光電板回收再處理工廠由PV CYCLE與VEOLIA公司合作於2018年在法國設立，預計到2021年可達到年處理量40000噸的產能，但以現行規模無法應付未來龐大的廢棄量，需有更積極的回收機制來因應。

五、 我國現況

臺灣自89年開始裝設太陽能光電板，其後裝設量逐步成長，政策陸續推動「陽光屋頂百萬座」、「太陽光電2年推動計畫」、「綠能屋頂全民參與行動計畫」等推廣計畫，107年通過「再生能源發展條例修正草案」，明訂將114年再生能源佔比20%的目標入法，其中太陽能光電規劃裝置容量達到20GW。

臺灣地狹人稠，土地資源珍貴，依政策的初期以屋頂型為推廣目標，隨著可設置屋頂逐漸飽和，為了避免與民爭地，轉而開發鹽灘、汙染、地層下陷等惡劣環境發展，亦大幅縮短太陽能光電板使用壽命。按現行政策20GW太陽光電裝設量，以IRENA之預測模型，如圖3，考量臺灣位處天然災害高風險地區，分別以使用壽命10、15、20年進行廢舊量評估，其將於2050年累積產生高達364.1、229.5、161.4萬噸的廢舊太陽能光電板，若以PV CYCLE與VEOLIA合作工廠的產能則需911、574、404年才能完成處理，假如若未能提供一有效的廢棄太陽能光電板回收再處理解決方案，則將來的太陽光電必定會扼殺於其廢棄物問題之下。

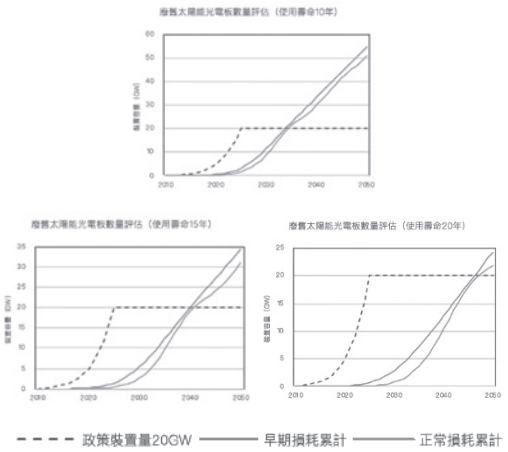


圖3、廢舊太陽能光電板數量評估
(IRENA released “End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels” in 2019)

六、 現行技術發展

從IEA於2018年發表「Eed-of-Life Management of Photovoltaic Panels:Trends in PV Module Recycling Technologies」報告乃至於現行商轉的技術，最終仍以燃燒分解膠合層達到太陽能光電板拆解的效果，如下圖4。然而以燃燒方法能耗大，亦造成材料損耗與空氣汙染，其未完全去除PVDF亦會形成具環境毒性的氟碳化合物，其回收物料交互汙染，僅具「降級回收」價值，綜觀其技術發展充其量只達「垃圾減量」的目的，依據現有技術的開發並未充分利用太陽能光電板其材料對於環境耐受高的特性。

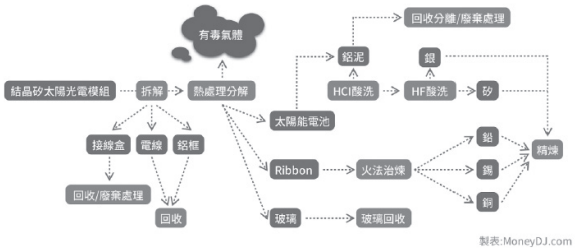


圖4、熱處理分解(Xu et al., 2018)

七、 研究創新性

臺南大學研究成果以「循環經濟」為中心，太陽能光電板「完全回收Total Recycle」為出發點，並接受教育部、科技部、經濟部與臺南市政府的計劃補助，以及連展投資控股股份有限公司的支持，成立連翔綠能科技股份有限公司合作，開發「廢棄太陽能光電板完全回收再處理的循環經濟方案技術與設備開發」，其技術框架是以物理方法破壞「材料接面」親和力來達到光電板的拆解效果，不破壞材料，以溫度使膠合層物理型態改變降低其親和力達到拆解玻璃與背板目的；利用與「彈性體」受應力之行為差異來分離電池片與膠合層，如圖5,本技術涉及之溫度範圍在膠合層「Tc溫度」以下，具有高產率與低能耗特點，全製程無化學溶劑使用，無二次污染之隱患，兼具節能與環保，最小化回收成本，延續物命，達到永續循環發展的綠能目標。

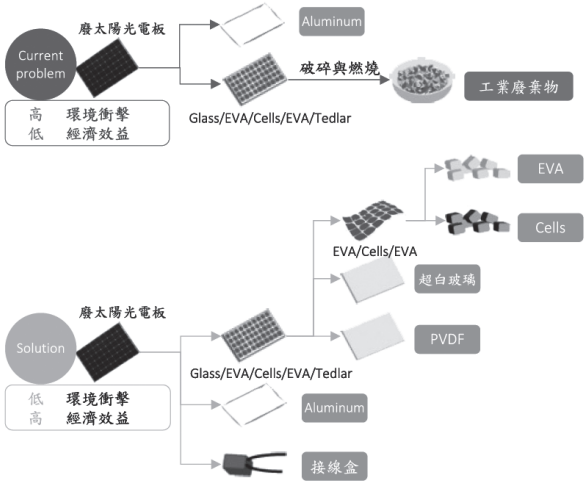


圖5、廢太陽光電板材料分解

圖6、廢棄太陽能光電板完全回收再處理的循環經濟方案技術與設備開發發表會

八、 商業化可行性

臺南大學研究成果已進入量產製程開發階段，同時掌握「破碎」與「完整」廢棄太陽能光電板處理技術，可以完整取下玻璃重回產線再利用，與連翔綠能股份有限公司合作開發的全尺寸試驗機臺將於2020年第一季度完成，規劃同年完成日產能1440個廢棄太陽能光電板的自動化產線設備，年產能可達10000噸，大舉超越現有技術,圖7所示。

受惠於僅破壞「接面」親和力的創新思維，每一組件從拆解到EVA重新造粒能耗僅2.5kW，在提升回收價值同時亦大大降低其能耗表現，並兼具低成本與高產值，使廢舊太陽能光電板回收商業變得可行。

圖7、回收成品

九、 經濟價值

鑒於完全回收的成效，雖相比燃燒技術已有1:1倍於產值的提升，但本研究成果最大商業價值在於保留回收物料原始特性且無相互汙染，使其保有「升級再製」重回產業鏈的經濟價值。

因此臺南大學以對環境與品質更有利的轉換方式，從節能、環保的技術層面出發，將回收物料，提出有效地「回收產能去化」解決方案並「升級再製」成更具經濟效益的商品或素材，兼具低成本與高產值，使廢舊太陽能光電板回收商業化變的可行，不浪費每一材料，使得垃圾變黃金。現正進行的研究有:回收佔比達

74%的超白玻璃再製成「槽型玻璃」、矽材再製為「碳化矽」和EVA、PVDF與金屬純化再製等相關研究。

十、太陽光電板需求及設置空間問題

全球能源需求持續強勁增長，太陽能光電板的使用壽命終了不光只是衍生廢棄物回收再利用的問題，更造就太陽能光電板裝設量的需求。按IRENA報告2050年全球8519GW的裝設目標，以年限25年評估早期損耗的報廢趨勢，光2036年一年，全球將產生高達580GW的報廢量，超過目前全球累積的裝設量(累計至2018年底512GW)，到了2050年全球累積廢舊量更高達11244~13689GW，據此估算2019~2050年全球太陽能板的裝設需求將達到19251~21696GW，太陽光電持續發展與其有限的使用壽命，造就超乎現況的產業規模。

面對未來太陽能光電需求的現實，我國地狹人稠，土地資源珍貴，地面太陽能電廠用地取得不易，政府原規劃114年地面型17GW、屋頂型3GW的目標，但地面型設置遭遇農業、環境生態與土地變更爭議等阻力，目前經濟部已調降地面型目標為14GW、屋頂型則翻倍至6GW，考量屋頂型趨近飽和，將限制太陽光電的持續發展，因此本研究成果不光以達到完全回收而自足，而是要達成太陽能光電板的永續循環再利用，以產能去化產製之「槽型玻璃」整合太陽光電模組開發成「太陽光電牆體建材」，以更低成本與更高施工效率取代現有磚造牆體，應用於牆體、頂棚或隔牆整合於建築結構，更可將現行太陽光電從平面設置進階至立體化，讓太陽能不與民搶地，提出我國太陽光電下階段發展的解決方案，改善了用地短缺侷限太陽光電發展規模，且以立體架構跳脫平面架構，使得節能與創能並行。

十一、太陽光電牆體建材

槽型玻璃是以先壓延後成型的方式連續生產，可用回收玻璃熔融再制，為本研究「升級再製」標的，在國外有近40年的應用歷史，具優異的透光、隔熱、隔音性能與高機械強度、可永續循環使用，為理想的綠建築材料，如圖7。

槽型玻璃具低生產成本，每平方公尺生產能耗為42.8kW/h，而磚牆為173.09 kW/h，降低生產能耗超過75%；而每平方公尺磚造與混擬土牆體平均重量為415.5公斤，槽型玻璃重僅19公斤，牆體大幅減重達95%，可節省大量建築機才，降低成本亦提高效率，且以有效地產能去化，開創永續循環、節能減碳的新契機。

我國位處颱風、地震等自然災害多發地區，平均濕度高、雨季時間長，本研究進一步透過施工法的合作開發提高太陽光電牆體抗風壓、耐震、防水與除濕的能力，強化其作為牆體與發電單位的安全性與可靠性。

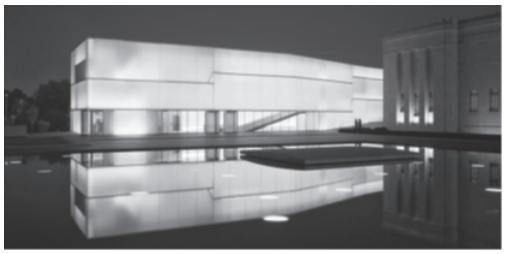


圖7、槽型玻璃整合建築

十二、結果與討論

臺南大學研究成果在回收產能去化部分與唐億營造股份有限公司合作，整合槽型玻璃與太陽能光電模組開發「太陽光電牆體建材」，如圖8，可以單層或雙層結構應用於建築牆體、隔斷或頂棚，其雙層中空結構可阻隔環境熱傳遞，而矽晶太陽光電模組的封裝則能有效地吸收紅外線以減少光熱產生，穿透的可見光亦能減少室內光源使用量，其膠合封裝提升的安全性亦能改善目前槽型玻璃實用性不佳的現狀，並透過整合創新與互補改善，降低成本同時賦予發電功能，為最佳的綠建築材料。已於12/2發表「廢棄太陽能電池回收再利用技術研發成果」，相關技術報導廣受各大報紙媒體宣傳。

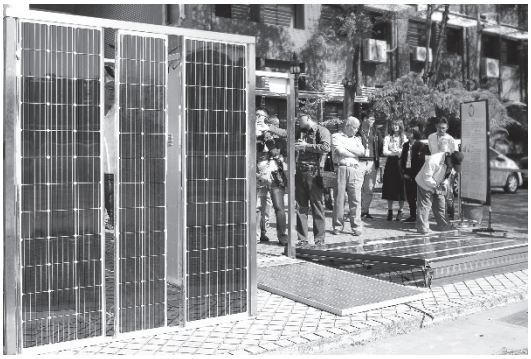


圖8、太陽光電牆體建材

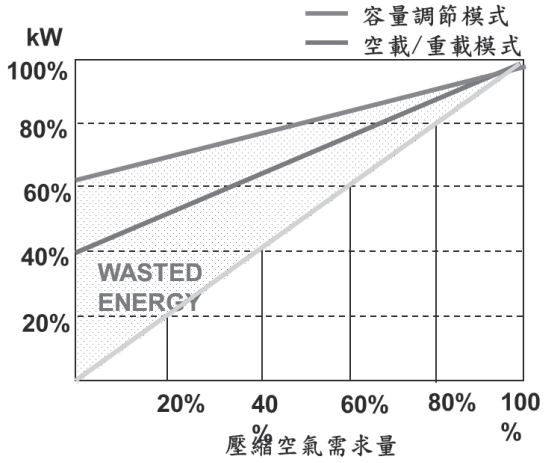
空壓系統建置智慧節能監控系統之雙贏效益專題討論

張銘顯　專案主任
傑能系統工程(股)有限公司、康普艾節能科技(股)有限公司

一、 前言

誠如一般使用者所知對於空壓系統所產生之壓縮空氣在產業界之應用來說亦屬於一種動力能源的供給，其目的可作為機械運行的驅動能源，亦或是做為清潔、降溫、吹釋等之相關使用，而且壓縮空氣是由電能轉換而來的，因此空壓系統之比功率高低意謂著空壓系統是否在最適化狀況下操作及運行，以節省耗能。

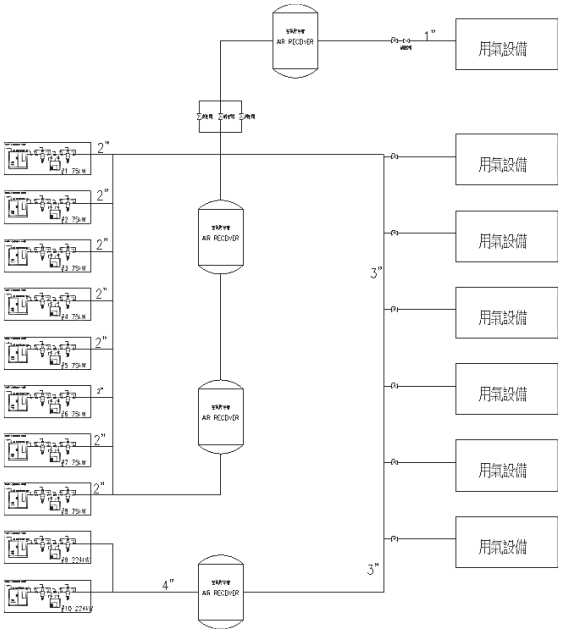
備註 :空壓系統比功率（kW/CMM）＝ 空壓系統總輸入耗電量（kW）/ 空壓系統總產氣量（CMM）



在實際狀況中工廠對於壓縮空氣的使用會因為生產條件的改變而產生不同的需求及多寡的變化，然而空壓系統操作人員為了滿足生產條件之需求一定會將空壓系統中的空壓機設備運轉機台數以最大生產需求來制定，以確保供氣壓力之足夠及穩定，因為當壓縮空氣滿足了最高需求量；即表示一定也滿足了最低需求量，且需特別注意的是在壓縮空氣處於低需求量而其空壓機進入空載運行模式時，孰不知在空壓機設備於空載運行時之耗電約為全載40~50%左右(空載/重載模式)；如果是容量調節模式則耗電約為全載之65~75%左右(如下圖)，所以當空壓機在空載運行時是處於無效功之耗電，將會降低空壓系統比功率之效率。

二、 概念

本案例是在台灣東部的食品飲料廠實際狀況，該廠總共有高壓型空壓機(35barG) 75kWX8 台、224kWX2 台(如下圖)，平常空壓機開機數約為75kWX4 台及224kWX2 台以滿足最高用氣量，當壓縮空氣用量降低時空壓機依照壓力設定逐步進入空載狀態，將智慧監控導入空壓系統後依照設定壓力逐步控制空壓機開啟或關閉，以達到當用則用；不用則省原則。



空壓系統圖

三、 驗證

1. **在本改善專案採用先改善後驗證模式**，先行將空壓系統智慧監控建立後，利用智慧監控的能源管理系統先行記錄改善前之(基線)能耗亦即比功率，紀錄兩

周後再導入智慧監控；依據業主生產所需之壓縮空氣需求量來控制空壓機啟動/停止，再行記錄改善後(驗證)能耗之表現，最後再與改善前能耗比較既可得知改善成果。

2.量測基本約定

基線期與驗證期為各兩周；年運轉時間:6,240h/年；用電單價:2.673kWh/元

3.改善前(基線)能耗之量測:

流量範圍:0.8~50.22CMM

耗電量範圍 :50.72~673.42kW

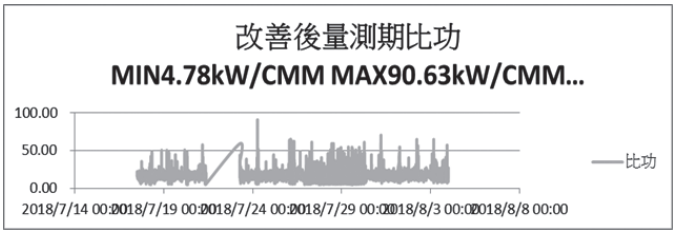
經量測後系統平均比功率 : 24.58kW/CMM

4.改善後(驗證) 能耗之量測:

流量範圍:1.02~50.66CMM

耗電量範圍 :50.7~628kW

經量測後系統平均比功率:17.67kW/CMM



5.節能效益分析

比功率差值:24.58kW/CMM -17.67kW/CMM =6.91kW/CMM

節能率之計算為:(6.91/24.58)kW/CMM*100=28%

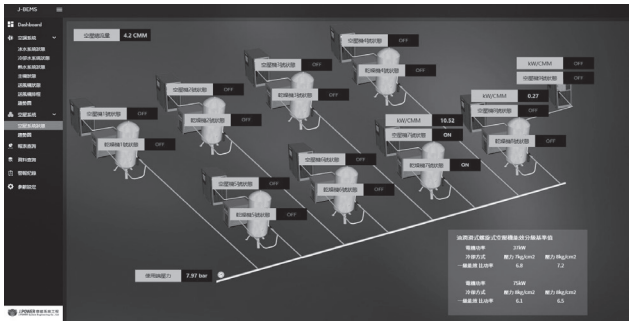
故節能率為:28%

總節省電費為:20.55CMM(改善後平均流量)*6.91kW/CMM*6,240hr*2.673元/kWh =2,368,500元

四、 結論及成果

1. 本案例節能率高達28%，其年度節省電費約為2,368,500元(依平均電價計算之)。
2. 空壓系統之節能方式可從多個面相著手，就系統觀點而言，空壓機站房之設置環境亦十分重要，因為運行環境若週圍溫度過高，容易降低空壓機的運行效率，而合理的降低管線上之各使用點壓降，也可有效節省能源，再則適當的選用正確的節能設備，甚至有多出10~15%之額外節能率產生，例如空壓系統中之附屬設備由無熱式吸附型乾燥機改由加熱式吸附型乾燥機就是一例。
3. 空壓系統的節能控制只是節能的其中一項手段，但往往確能收到比預期更多的節能效益。
4. 智慧節能監控在空壓系統之應用上甚為廣範，其可依照需求壓力、流量來控制空壓設備之啟動/停止，減少無效之能源浪費還可以延長保養周期，既可節能減碳，還可以降低生產成本，在設計上可與EMS能源管理系統結合，又可和業主之ERP企業資源管理系統連結，確實掌握生產產品之單位成本，提供業主產能及行銷策略之依據，提高業界競爭力之雙贏效益。

五、 貢獻



就實務上空壓系統建置智慧節能監控系統後，除了一般經過驗証後至少約有節能減碳15~35%左右節能率外，亦可減少人力負擔。

廠務專業人員可以完全減少因人員個人感知的主觀意識而進行非理性之操作需求，且更在節省能源增加設備使用壽命這一項目可完全杜絕不當操作，不當參數設置及不當開關機啟停之誤動作。

現今廠務專業人員不再是只有執行現場的維修，問題解決而已，而是必須依據空壓系統建置智慧節能監控系統後所得之相關資訊及數據進行分析及討論，並向公司及相關單位提出新制定的次年公用設備運行策略，以確保節約能源的最適化及提昇產業競爭力，因此智慧節能監控系統將是業界不可多得的好夥伴。

建築耗能因子之探討與分析

張文奎
財團法人工業技術研究院

Discussion and analysis for the impact factors of building energy performance

Wen-Kuei Chang
Industrial Technology Research Institute

摘要

當新建建築進行節能設計或是既有建築進行節能改善時，在業主或使用者設定節能目標後，使用傳統經驗法則可能造成低效率設計或是超量設計的情形發生，其主要原因包括不準確的評估以及無法事先進行驗證。因此本研究開發建築能源模擬分析工具(Building Energy Simulation Tool with Artificial Intelligence, BESTAI)，結合雲端及智慧化的模擬分析功能，全面考量氣候、建材、設備、空調、營運等影響建築能源性能的關鍵因子之間的交互影響，預測分析建築能源使用情形，提供較準確的設計方案及改善策略。而根據調查及研究發現，空調系統用電在建築整體用電的佔比為最大宗，因此本研究將以一個基本建築作為案例，透過不同的影響因子包括開窗率、室內設定溫度、外牆建材、窗戶玻璃、換氣次數、氣候區等，加以分析全年空調耗電變化情形及探討之間的差異性。

關鍵詞：建築能源模擬分析，建築節能設計，建築節能改善，建築空調用電

Abstract

New building energy-saving design and existing building energy-efficiently improvement by using traditional experience rules may result in inefficient or over-designed situations after the owner or user sets energy-saving goals. The main reasons include inaccuracy evaluation and cannot make a verification in advance. Therefore, this study develops a tool, called building energy simulation tool with artificial intelligence (BESTAI), which is combined with cloud resource and intelligent functions to comprehensively consider the interaction of key factors such as climate, building materials, equipment, air conditioning, and operation that may affect the building energy performance. Furthermore, the tool predicts the building energy uses and provides more accurate design plans and improvement strategies. According to the survey, the energy used in air-conditioning system is the largest proportion in overall energy consumption. Therefore, this study uses a simply building as a base case to investigate the difference of air-conditioning system energy consumption through different impact factors including window opening rate, indoor set temperature, building wall material, window glass, ventilation times, and climate zone.

Keywords: building energy simulation, building energy-saving design, building energy- efficiently improvement, air-conditioning energy consumption

壹、前言

根據IEA資料，2011~2035年全球電力需求年均成長率為2.5%。建築部門為全球最大耗能部門，占全球33%[1]。我國根據整體經濟展望、產業發展策略、能源效率提升等變數，預估2014~2030年全國電力需求年均成長率2.29%[2]。其中住商部門建築用電逐年攀升，以2017年為例，住商部門建築用電占全國總用電約37% ，約為960億度電[3]，故需持續提升住商建築能源使用效率，以達成國家節能減碳總目標。然而，當新建建築進行節能設計或是既有建築進行節能改善時，使用傳統經驗法則可能造成低效率設計或是超量設計的情形發生，其主要原因包括不準確的評估以及無法事先進行驗證。目前國際間主要國家針對建築節能科技的研發不遺餘力，其中一項技術研發便是建築能源模擬相關技術[4]，反觀我國現況，建築能源模擬技術的應用並不普及，並且缺乏適用於國內的參考建築模擬以及本土化資料庫，使得建築能源模擬技術在我國推廣困難。有鑑於此，本研究開發建築能源模擬分析工具(Building Energy Simulation Tool with Artificial Intelligence, BESTAI)，結合雲端及智慧化的模擬分析功能，全面考量氣候、建材、設備、空調、營運等影響建築能源性能的關鍵因子之間的交互影響，預測分析建築全年逐月能源使用情形，協助產業界進行新建建築節能設計及既有建築節能改善，提供較準確的設計方案及改善策略。而根據調查及研究發現，空調系統用電在建築整體用電的佔比為最大宗，因此本研究將利用BESTAI，以一個基本建築作為案例，透過不同的影響因子包括開窗率、室內設定溫度、外牆建材、窗戶玻璃、換氣次數、氣候區等，加以分析全年空調耗電變化情形及探討之間的差異性。

貳、建築能源模擬分析工具

BESTAI主要透過選擇標準建築模型、建築外觀設定、內部負載設定、排程設定、空調設定、氣候區設定等6個步驟來進行建築能源模型的建置，其首頁如圖1所示。首先，(1)選擇標準建築模型，目前包括8類建築類型，分別為辦公大樓、旅館、學校、醫院、百貨商場、銀行、便利商店、住宅，當選擇標準建築模型後，內部負載及排程設定將會帶入預設值到建築模型中；(2)建築外觀設定主要包括建築方位、建築尺寸、窗牆比、外牆結構等，其中外牆結構可透過建材資料庫進行選擇；(3)內部負載設定人員、照明、設備等負載，其中照明分為室內及室外照明，設備分為非24小時及24小時運轉設備，而照明及設備可透過節能標章產品資料庫進行選擇；(4)排程設定人員、照明、設備等排程，提供3種不同設定方式，分別為全年設定(不分平、假日)、全年設定(分平、假日)、月份設定(分平、假日)；(5)空調設定提供小型空調(箱型機、冷氣機)以及中央空調，其中小型空調之冷氣機及中央空調之冰水主機可透過產品資料庫進行選擇；(6)氣候區設定建築所在位置，目前提供台北、新竹、台中、台南、高雄、花蓮等氣象數據。

圖1 雲端BESTAI首頁

BESTAI包含四個分析模組，分別為外殼分析模組、照明分析模組、設備分析模組、空調分析模組，其模擬分析流程如圖2所示。外殼分析模組主要負責建築本體設定條件的參數設定及運算，而照明、設備、空調等分析模組則是主要負責建築內部負載及空調系統的參數設定及運算。在建築能源模型中所需設定的參數可透過圖形化操作介面將各個參數及排程設定分別輸入至不同的分析模組，接著再根據室外氣象資料、室內環境參數、建築能源模型設定參數等條件進行熱平衡計算，當達到熱平衡的收斂條件後，最後產出圖形化的分析結果報表，包括建築全能能耗分析、空調尖峰負載估算、節能效益評估及投資回收年限計算等。

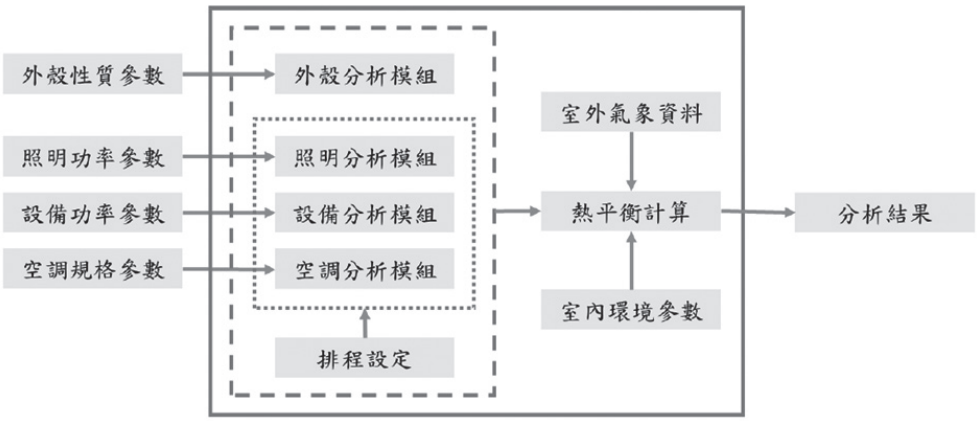


圖2 雲端BESTAI建築能源模擬分析流程

參、建築能源模型設定

基本案例建築之長、寬、高等尺寸分別為5公尺、4公尺、3公尺。而建築的四個立面，其中三面為外牆而一面為窗戶，建築外殼的設定主要是參考內政部所頒發之「建築技術規則」建築設計施工編部分條文[5]。基本案例建築之細部設定資料如表1所列：

本研究利用建築能源模擬分析工具BESTAI執行5個分析案例，探討包括開窗率、室內設定溫度、外牆建材、窗戶玻璃、換氣次數等影響因子對於建築空調耗電變化情形之影響，各分析案例之變換參數及參數值如表2所列：

表1 基本案例建築之設定說明

項目	說明
建築資料	屋頂：泡沫混凝土屋頂(U值=0.785W/m^{2}K) 外牆：鋼筋混凝土牆(U值=3.495W/m^{2}K) 窗戶玻璃：單層清玻璃(U值=6.21W/m^{2}K) 開窗面朝向：西 開窗率：90% 換氣次數：0(代表密閉無滲透)
內部負載條件	人員：2人 照明：120W(4尺20W螢光燈管x6支) 設備：80W(55寸電視x1台;DVD放影機x1台;組合音響x1台)
空調設定	室內溫度：26°C 冷氣機COP：3.65 冷氣機capacity：autosize
排程設定	內部負載(人員、照明、設備)排程：00:00~24:00 空調(冷氣機)排程：00:00~24:00

表2 分析案例條件說明

案例	案例1	案例2	案例3	案例4	案例5
參數	西面開窗率	室內設定溫度	外牆	窗戶玻璃	換氣次數
參數值	• 90% • 60% • 30%	• 24℃ • 26℃ • 28℃	• 鋼筋混凝土牆 • 琺瑯鋼板維幕牆	• 單層透明平板玻璃 • 雙層Low-E玻璃	• 0次 • 1次 • 3次

肆、結果與討論

此章節針對案例1至案例5分別在台北、台中、高雄等三個不同的氣候區所得的全年建築空調耗電結果以及用電差異進行說明。首先，案例1為改變建築西面開窗率，分別為90%、60%、30%，其全年空調耗電模擬結果如圖3所示。由結果可得知，在相同的氣候區下，全年空調耗電會隨著開窗率的減少而下降，原因是愈小的開窗面積，由外界傳遞至建築內部的太陽熱能會減少，使室內空調熱負載也會隨之減少，因此降低空調耗電。另外，比較在相同的開窗率下，高雄的全年空調耗電會最高，這是因為高雄的氣候較為高溫，室內高調熱負載會較高，因此增加空調耗電。

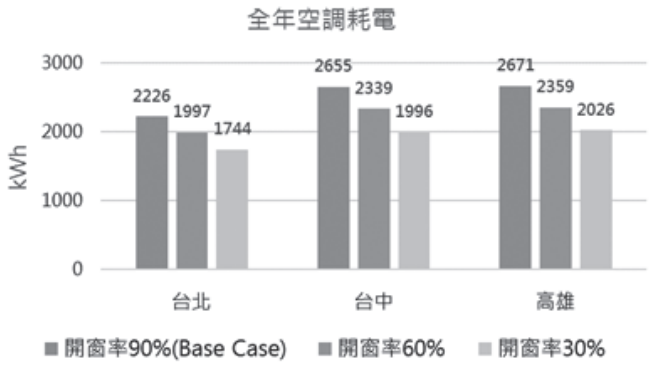


圖3 案例1改變西面開窗率之全年建築空調耗電比較

案例2為改變建築空調室內設定溫度，分別為28℃、26℃、24℃，其全年空調耗電模擬結果如圖4所示。由結果可得知，在相同的氣候區下，全年空調耗電會隨著設定溫度的調降而增加，原因是愈低的空調設定溫度，需要更多的冷能去降低室內溫度，因此增加空調耗電。另外，比較在相同的設定溫度下，高雄的全年空調耗電會最高，這是因為高雄的氣候較為高溫，需要更多的冷能讓室內溫度達到空調設定溫度，因此增加空調耗電。

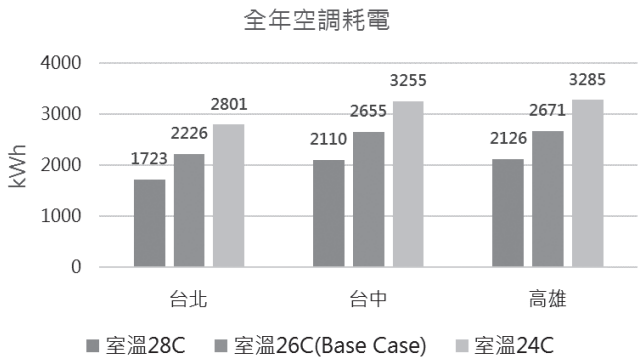


圖4 案例2改變室內設定溫度之全年建築空調耗電比較

案例3為改變建築外牆結構，分別為鋼筋混凝土牆、琺瑯鋼板帷幕牆，其全年空調耗電模擬結果如圖5所示。由結果可得知，改變建築外牆結構對於全年空調耗電的影響並不大，主要原因為建築外牆本身同樣為一個熱能吸收的載體，太陽熱能在白天會逐漸累積在建築外牆本身，在晚上時會再逐漸釋放到外界及室內，但此時環境氣溫也同時下降，導致室內冷能的需求變化不明顯，因此空調耗電的變化也變得不明顯。

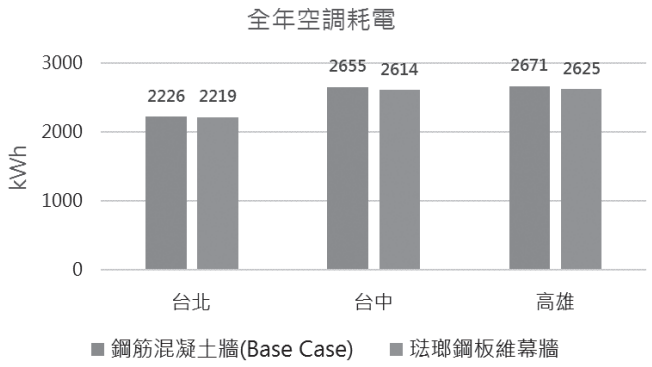


圖5 案例3改變建築外牆結構之全年建築空調耗電比較

案例4為改變建築窗戶玻璃，分別為單層透明平板玻璃、雙層Low-E玻璃，其全年空調耗電模擬結果如圖6所示。由結果可得知，在相同的氣候區下，全年空調耗電會隨著選用隔熱效果較好的窗戶玻璃而下降，原因為隔熱效果較好的窗戶玻璃可以隔絕較多的太陽熱能，減少室內溫度上升的速度，進而減少室內冷能的需求，因此減少空調耗電。另外，比較在相同的窗戶玻璃下，高雄的全年空調耗電會最高，這是因為高雄的氣候較為高溫，需要更多的冷能讓室內溫度達到空調設定溫度，因此增加空調耗電。

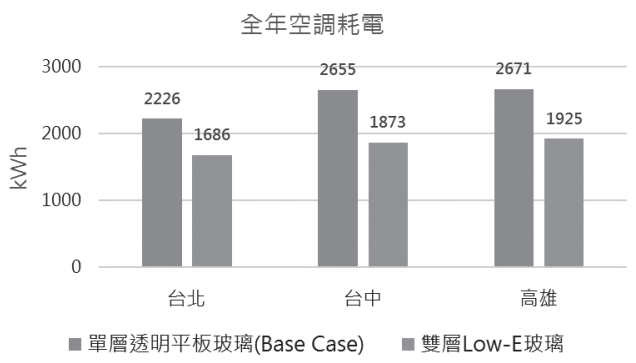


圖6 案例4改變窗戶玻璃之全年建築空調耗電比較

案例5為改變空調系統換氣次數，分別為0次、1次、3次，其全年空調耗電模擬結果如圖7所示。由結果可得知，在相同的氣候區下，全年空調耗電會隨著換氣次數的增加而增加，原因為每次換氣時可引入外界的新鮮空氣，降低室內的二氧化碳濃度，但同時也引入的較高溫的空氣而使得室內溫度升高，導致需要較多的冷能去維持空調設定溫度，因此增加空調耗電。另外，比較在相同的換氣次數下，高雄的全年空調耗電會最高，這是因為高雄的氣候較為高溫，需要更多的冷能讓室內溫度達到空調設定溫度，因此增加空調耗電。

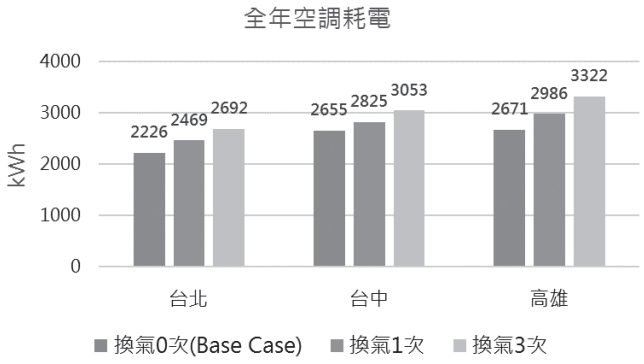


圖7 案例5改變空調系統換氣次數之全年建築空調耗電比較

伍、結論

本研究利用工研院所開發的建築能源模擬分析工具，透過不同的影響因子加以分析全年建築空調耗電變化情形及探討之間的差異性，整理出下列結論：

- 建築空調耗電的影響因素眾多，包括外界傳入熱負載的變化、建築隔熱設計、室內條件設定、空調系統操作條件等，且各因素皆會交互關聯，是一個動態的過程。
- 建築開窗率、室內空調設定溫度、建築窗戶玻璃、空調系統換氣次數的改變對於建築全年空調耗電的高低會有明顯的影響。而隨著氣候區的改變，愈熱的氣候區也將使建築空調耗電增加。
- 建築外牆之選擇主要參考台灣一般建築的兩種常見外牆進行模擬。因為外牆本身熱容量大，對於建築全年空調耗電影響比例並不高。而由模擬結果來看，同樣為建築外殼的窗戶玻璃，改變窗戶玻璃對於空調耗電改變的影響則較顯著。
- 本研究之人員設定為全天候活動，照明、室內設備、空調設定為全天候開啟，亦即上述項目之排程設定皆為00:00~24:00，其原因主要是作為模擬全天若在發生尖峰負載狀況下，空調耗電變化之情形。然而在真實建築營運狀況下，則可依照實際的排程進行設定。

致謝

本研究由經濟部能源局支持，使得以順利進行，特此致上感謝之意。

參考文獻

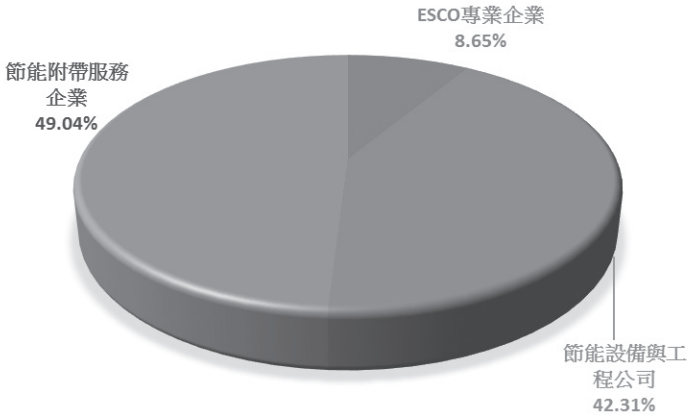
1. IEA World Energy Outlook, 2013.
2. 2014年全國能源會議背景資訊 1-2-3-3-001G
3. 2017年能源供需概況, 經濟部能源局.
4. EnergyPlus, https://energyplus.net/
5. 建築技術規則,內政部,台內營字第1010810061號,中華民國101年11月7日

能源技術服務產業發展現況

黃天昶　陳建進
財團法人台灣綠色生產力基金會

摘要

順應全球節能趨勢，減少能源消費及提高能源使用效率，推動節能減碳工作已成為各國政府重要施政目標之一。能源技術服務企業(Energy Service Companies，簡稱ESCO)以節能效益分享型(或保證型)之商業模式，較能解決用戶經費預算有限與缺乏節約能源之專業人力與技術等問題，可以有效突破節約能源之困難點。本文說明國內近期之產業現況，使ESCO業者了解國內產業發展趨勢，日後配合政府擬訂之相關產業推動措施，協助我國產業發展。



圖一、ESCO企業業務重點

一、 ESCO營運概況調查

據107年調查顯示，49.04%的ESCO企業從事之節能專案僅為設備銷售的附屬營業活動，42.31%的企業表示該企業為節能設備公司，其節能業務為該公司次要業務。而國內全企業均從事節能專案的公司僅為8.65%(請見圖一)，可見國內專業性節能企業不易獨立運作足夠規模，需要搭配節能設備銷售或它項周邊業務(如:智慧建築公司、租賃公司…等)，以期較有經營規模。雖然國內節能業務並非大型ESCO企業最主要業務項目，但以107年度而言，執行節能專案最有業績者，卻常是大型企業：如中O能O公司(租賃公司)106年度執行NT$6.0億元節能工程。

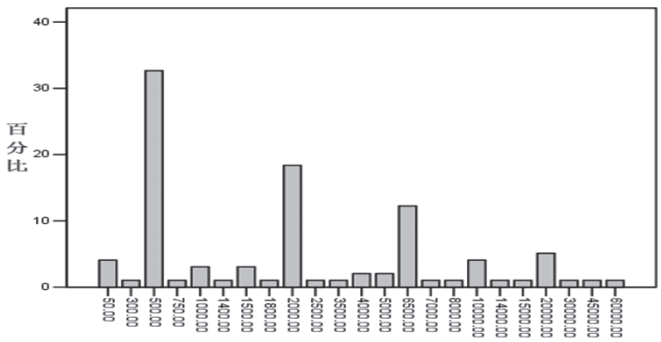
整體而言，觀察104年度~107年度相關統計資料(請見表一)，近幾年台灣的ESCO企業實收資本額逐年增加，平均值由NT$18,772,73萬元，成長到NT$28,983.00萬元，足見ESCO廠商的經營實力逐步增加，並朝向企業大型化趨勢邁進。但若由企業成立時間與節能專案經營時間觀察，時間期愈來愈短。另外，在單一企業之節能專案推廣量方面，近四年變化度不大，表示整體ESCO產業的產值增加，大部分原因在於更多業者的投入與政府各級單位的補助與支持。至於ESCO專案占企業整體營業額的比重，近四年則逐步下降，表示ESCO企業規模增加，企業多元發展，也表示台灣的ESCO企業無法僅仰賴節能專案的推動，必須增多更多元產品出來面對競爭激烈的市場。此外，企業推展ESCO節能專案的獲利能力，也因競爭激烈而呈現微幅下降趨勢，不過，107年度推展ESCO節能專案平均獲利能力為10.77%，但中位數僅為7.50%，表示節能專案並非高盈餘性專案，投入企業僅能獲得合理的報酬率。

而107年度的節能專案營業活動(請見圖二)，大部分企業表示與106年度接近或小幅成長，107年度預期平均成長率約為+7.26%。成長率較高的企業(包括進O生與承O企業)係因母集團拓展國際市場增加生產線，因此107年度ESCO的業務預期成長率超過50%。而大O企業、阿O倍O均因在國內ESCO市場不易拓展，乃轉移擴展系統工程市場，而讓公司目前的ESCO專案陸續回收資金，不再增加專案投入金額，

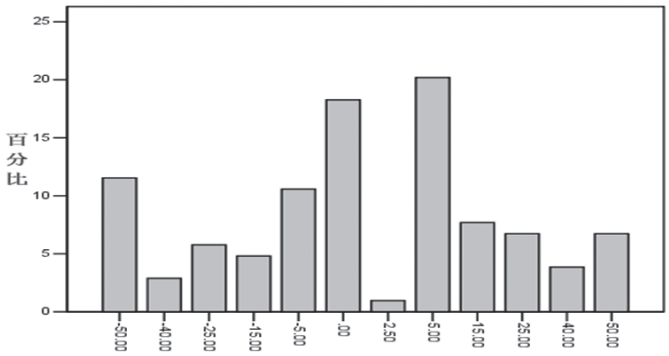
表一、104~107年度ESCO產業整體營運概況

項目	104年度	105年度	106年度	107年度				
	平均數	平均數	平均數	平均數	標準差	中位數	最大值	最小值
實收資本額(NT$ 萬元)	18,772.73	22,594.44	24,928.57	28,983.00	40,156.78	6,500.00	100,000.00	300.00
企業成立迄今時間(年)	8.94	8.61	8.91	8.68	2.52	10.00	10.00	0.50
企業經營能源技術服務專案時間(年)	6.09	5.97	6.05	5.44	3.25	4.00	10.00	0.50
上年度企業的節能專案營業額(NT$ 萬元)	5,050.00	4,975.61	4,813.86	4,612.24	8,857.38	1,250.00	60,000.00	500.00
預估當年度企業的節能專案營業額(萬元)	4,911.11	4,878.21	5,161.39	4,997.94	8,978.62	2,000.00	60,000.00	500.00
能源技術服務專案營業額佔總營收比率(%)	20.14	24.04	16.33	16.49	22.36	5.00	100.00	0.01
能源技術服務專案獲利率(%)	11.04	11.82	11.03	10.77	11.60	7.50	50.00	-7.50

乃造成ESCO衰退率超過50%(請見圖三)。



圖二、107年度ESCO企業之專案營業額



圖三、107年度ESCO企業之專案營業額成長率

貳、 ESCO技術產品類型

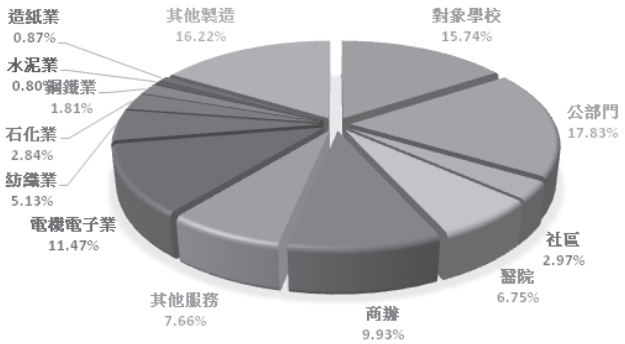
107年度整體產業資料呈現(請見表二)，節能專案以一次性驗證後給付模式(平均占比為41.13%)最為普遍，而且呈現每年逐次上昇。經與諸多業者表示，近幾年節能專案的推廣幾乎呈現完全競爭現象，10%的利潤其實是保固費與幾年資金積壓的時間成本，是乃必要的利潤。因此，經過幾年的推廣後，每間ESCO企業幾乎均將公司內部作為節能效益分享的準備資金用盡，不再希望增加節能效益分享專案，而偏向增加一次性支付的節能專案。其次則為節能效益分享專案(平均占比為16.89%)，再次則為節能效益保證之節能專案(平均占比14.26%)。

此外，圖四與圖五中呈現，107年度受調查ESCO企業客戶對象分佈，主要客戶群為：學校16.38%、電機電子業12.17%。整體而言，國內ESCO廠商的業務仍以學校、公部門、商辦大樓與服務業居重，反而對於耗能產業的投入程度尚且不足。107年度紡織業的投入比重為6.66%、鋼鐵業的投入比重為4.14%、石化業的投入比重為3.97%、水泥業的投入比重為2.76%。此種現象，106與107年度接近(雖然比較各主要產業之

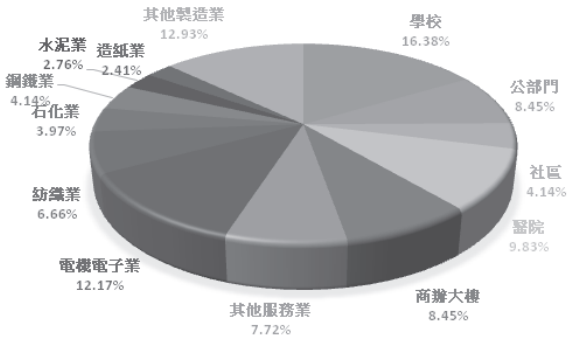
表二、ESCO業務之營收來源項目占比

項目	104年度	105年度	106年度	107年度
節能效益分享	22.08%	18.65%	18.06%	16.89%
節能效益保證	14.87%	17.24%	16.43%	14.26%
一次性驗證後給付	19.94%	21.66%	29.27%	41.13%
節能租賃	12.92%	10.95%	8.81%	4.77%
節能設備銷售	17.88%	16.94%	12.89%	15.81%
節能支援服務	12.32%	14.56%	14.54%	7.13%

占有率數字不同，但均差異不大，可視為調查誤差)，可見投入製造業的節能技術服務業務，技術難度與成本投入均高於一般服務業，因此ESCO廠商的業務對象有了偏重。建議，政府單位應給出製造業的足夠節能激勵或改善措施。才能克服ESCO廠商的逆選擇現象。

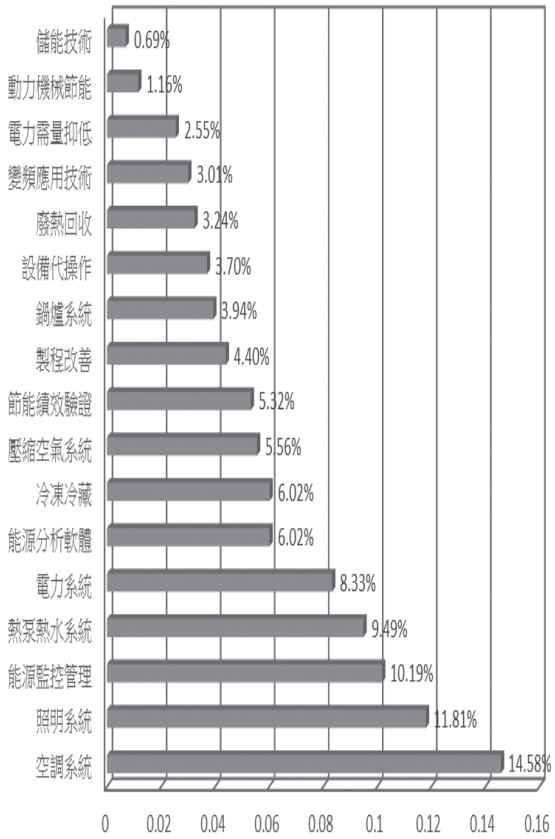


圖四、106年度受調查ESCO企業客戶對象分佈

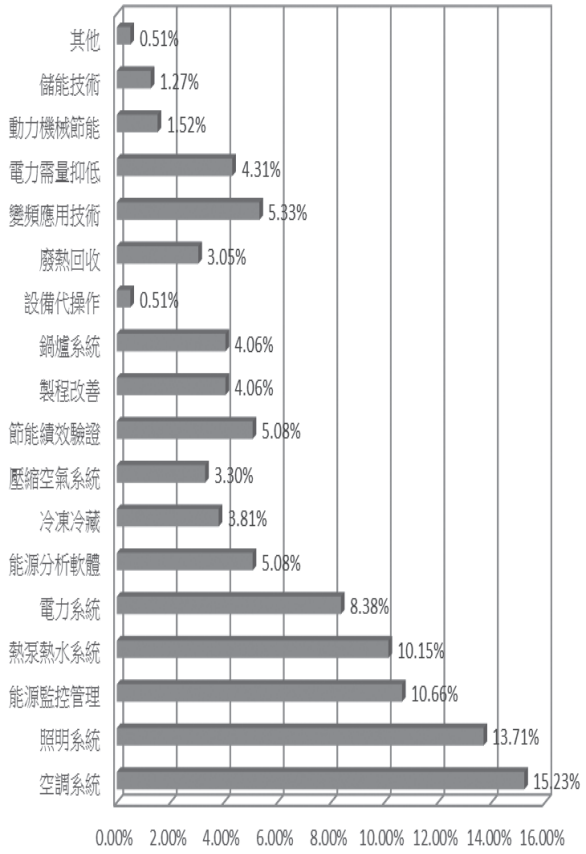


圖五、107年度受調查ESCO企業客戶對象分佈

至於ESCO廠商的技術產品領域方面，能源服務業的承攬工程如圖六所示，107年度普及率最高的技術/產品領域為空調系統(佔15.23%)、照明系統(佔13.71%)，其次為能源管理系統(10.66%)、熱能系統(10.15%)等，均為節能服務廠商的重要服務項目。比較106年度技術產品分配狀況，領先項目之市場占有率年均值接近，空調系統與照明系統的節能專案最多。而107年度政府重視所增加的重點項目(儲能技術市占率從0.69%成長到1.27%與電力需量抑低業務市占率從2.55%成長到4.31%)則成長較多(請見圖六)。



(a) 106年度



(b) 107年度

圖六、節能服務業之技術產品分配狀況

三、 ESCO公司人力現況

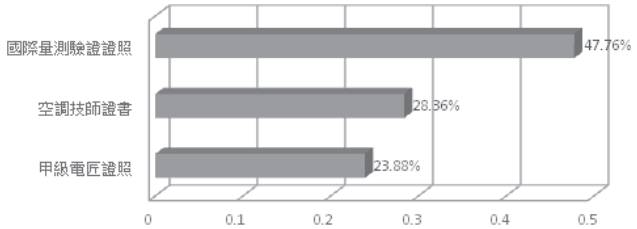
調查結果呈現:如表三所示，由於國內能源技術服務企業僅約為中型企業，每年度每一企業平均ESCO專案營業收入約NT$4,612.24萬元。因此，企業內負責ESCO專案的員工人數平均而言，約需9.95位專業人員，其中男性約占76.23%(平均約為7.59位)，女性則約占23.77%(平均約為2.37位)。表三資料尚可發現，隨著ESCO企業的演進，似乎更少的專業員工人數，已可完成ESCO企業的需要(尤其是男性方面)，此也表示企業有朝向更大規模發展，因此每位員工必須為企業本身提供更多的產出。此外，在中位數的資料，亦可觀察出，50%台灣ESCO企業其推廣節能業務同人僅為3.5人，節能專業人員不多，也表示大部分台灣ESCO企業，無法提供專業團隊，承接製造業高複雜性的節能業務。因此，大部分的節能案件，均屬於照明與空調系統，甚或大部分均推廣於公部門與學校。此種過於仰賴政府部門的業務來源，使得ESCO企業節能研發團隊不易生根。

表三、ESCO專業員工占比分佈

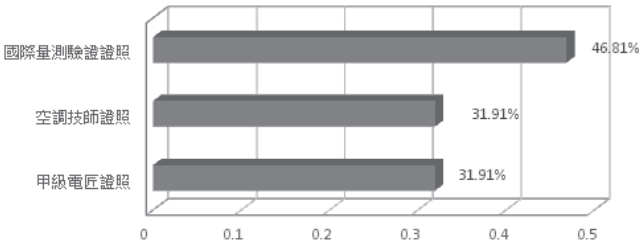
106年度	百分比	平均人數	標準差	中位數	最大值	最小值
ESCO員工人數	100.00%	12.52	21.03	4.50	100.00	1.00
男性ESCO員工	78.47%	10.31	19.71	3.20	100.00	1.00
女姓ESCO員工	21.53%	2.36	3.61	1.10	24.00	0.00

107年度	百分比	平均人數	標準差	中位數	最大值	最小值
ESCO員工人數	100.00%	9.95	18.07	3.50	100.00	1.00
男性ESCO員工	76.23%	7.59	13.78	2.67	76.23	1.00
女姓ESCO員工	23.77%	2.37	4.30	0.83	23.77	0.00

對應於上表之專業員工數目，圖七調查此些專業員工具備的專業證照類別。已拜訪的ESCO企業之ESCO專案員工最需具備專業為國際量測驗證證照，約有46.81%的企業擁有該張證照。其次為空調技師證書或甲級電匠。此種現象106年度與107年度一致。



圖七(a)、106年度能源技術服務業專業證照需求



圖七(b)、107年度能源技術服務業專業證照需求

四、 ESCO國際輸出概況

根據107年度調查結果，針對ESCO企業海外輸出業務之地區分析，大陸地區仍是目前國內ESCO企業主要輸出地區(占比為26.25%)，其次則為東南亞重要貿易國家，越南占比15.03%、泰國占比7.83%、馬來西亞占比5.22%、菲律賓占比7.03%、印尼占比6.61%。由此確實可觀察到台灣ESCO企業國際化的進程由近

表四、近三年ESCO企業之國際輸出地區比重

地區/比重	105年度	106年度	107年度
中國	42.32%	37.53%	26.25%
泰國	5.81%	9.52%	7.83%
越南	12.45%	13.71%	15.03%
印尼	6.64%	6.06%	6.61%
菲律賓	3.22%	6.78%	7.03%
馬來西亞	5.39%	7.55%	5.22%
歐洲		4.74%	6.47%
美洲	24.17%	3.30%	5.28%
其他地區		10.80%	20.28%

而遠。然而，彙整東南亞地區占比超過四成，並且已經超越中國大陸，足見發展新南向策略的重要性。然因，東南亞全區雖然重要度高，但因多國林立，語言多元，政治情境複雜，再加上缺乏國際間重要貿易協定，因此ESCO企業在單一國家的佈點與投入仍是有限。由表四也可觀察到，近三年來台灣ESCO企業對於中國大陸的佈局，雖是最為重點，但卻逐年遞減，而東南亞地區部分國家(如:越南與菲律賓)比重卻有逐年增加現象，此外，其他地區(包括日本與中東地區)則有擴大發展的現象。

五、 結論

本文係調查台灣地區能源技術服務產業之企業經營現況，接受訪談及填報調查問卷企業共計105家，問卷調查滲透率為公會會員之33.65%(=105/312)。本產業調查大致分成「ESCO營運概況調查」、「ESCO技術產品類型」、「ESCO業務人力現況」及「ESCO國際輸出概況」等多項重要議題，相關結論如下。

1. 107年ESCO業務對象大致均為服務業(整體服務業比重約為60.98%，而整體製造業占比約為39.02%)，表示目前台灣地區ESCO專案推廣以服務業為主，但在製造業方面，因涉及製程流程技術專業，目前推廣程度還有成長空間。
2. 107年ESCO專案節能率穩定維持於31.25%，比較104~107年度，每間ESCO企業有效節能專案合約由104年度平均8.02件發展至107年度平均7.92件，表示每間ESCO企業平均投入節能專案穩定。
3. 國內ESCO專業需求證照，普遍以國際量測驗證師證照(佔46.81%)為主，而若是冷氣工程類的ESCO企業，尚須要求空調技師證照(佔31.91%)。若為電力或照明工程企業，則尚需甲級電匠證照(佔31.91%)
4. 東南亞諸國的能源技術服務產業均尚未成熟，但節能市場潛力相當龐大(尤其智慧城市、節能科技與ICT運用產業)，台灣地區的能源技術服務企業相對而言，具有技術與資金優勢，但是缺乏東南亞市場通路，如欲進軍東南亞市場，與當地企業合作共創雙贏，應是未來發展重點。

空調節能應用及應對辦法

李權恆　工程師
星崴股份有限公司

■ 前言

隨著能源需求的提升，同時面臨發電機組建置的不易，節能成為目前的熱門議題。節能規劃係針對用電設備電力控管以達成需求控制，以往節能手法不外乎利用手動方式啟停用電設備，其可能會影響使用者用電習慣及舒適度，甚或降低用電設備的壽命，除了更換選用更有效率的馬達外，分析大數據資料達成智慧控制已成為趨勢。

■ 節能改善評估

事前評估是一項非常重要的任務，其中包含評估客戶節能的潛力，在取得客戶認同後需先初步現勘實地狀況，並做節能方案的規劃，真正取得專案計畫後需更進一步的以精密儀器針對每一需改善的設備量測用電數據並建立用電基準線作為改善後節能量計算的依據，同時也避免因改善前設備就已超過額定容量，造成改善後無法達成預估的節能效益甚或造成過載現象影響節能設備運作。節能計畫各階段工作如圖1所示。

根據國際能源總署(IEA)統計，馬達用電佔全球用電53%，工廠中馬達耗能更佔了全廠區的70%，馬達功率與轉速的關係成三次方正比，透過頻率控制可改變馬達轉速同時有效改善馬達的能耗，因此以變頻器調整馬達轉速改善能耗的應用水漲船高，而變頻器係將市電由交流轉成直流再轉回交流成所需頻率的設備。

■ 變頻設備建置

變頻器主要連接於程式控制器(PLC)，透過讀取週邊感測元件對其下達頻率控制訊號，但因變頻器本身為整流電路，而整流電路容易產生諧波其對弱電的干擾甚為嚴重，所以一個好的變頻器必須擁有良好的電磁相容(EMC)測試也必須符合國家或國際標準。通訊線配置時須獨立配管且使用遮蔽絞線，避免外在干擾影響通訊品質，若是在實際使用中仍有干擾的情事產生，可透過增設濾波環、濾波器或電抗器等方式改善，實務上電抗器較被廣泛應用，其除了能抑制諧波外，也能抑制整流電路產生的瞬間高電壓來保護變頻器。

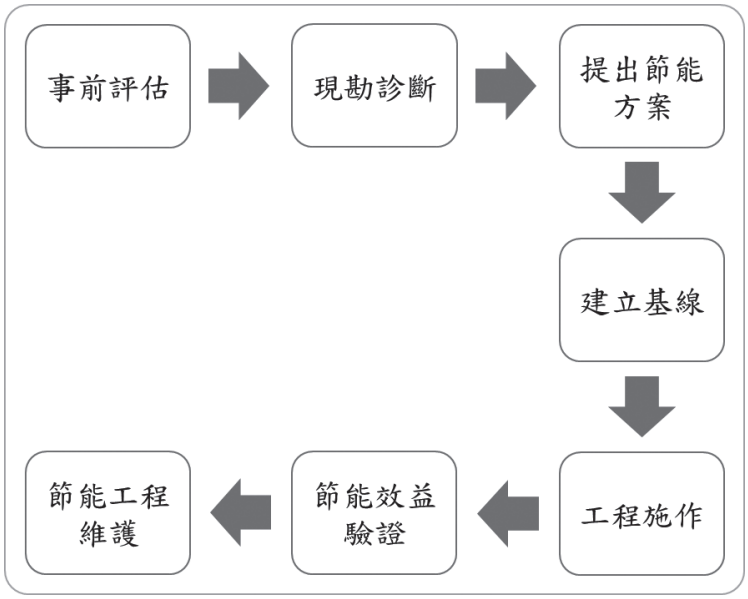


圖 1、節能計畫流程

■ 通訊硬體建置

PLC為變頻器主要的控制儀器，因其程式語言相對容易學習及撰寫，且可提供不同類型的擴充模組包含通訊模組、類比/數位訊號轉換模組等。

根據IEC所制訂的控制系統模擬訊號傳輸標準應用於工業類比訊號DC 4-20mA電流訊號以及DC 1-5V電壓訊號進行溫度、速度、壓力感測器等的量測，隨著訊號線的長度增加，線路阻抗隨之增加更會使電壓訊號造成壓降，使接收到的訊號會有誤差。一般會選用電流訊號作為傳輸的標準也較不易受到外部的干擾，線路工作電流最低是4mA，故低於4mA時可作為異常警報，另外針對每一感測器安裝完後，也必須逐一的做校調的動作，目的是讓感測器與設備匹配相同的準位。依據感測器配線方式又可區分為二線式、三線式以及四線式，後者最大不同為電源線與訊號線是不同迴路，但透過外接式電源能減少誤差量；二線式則為電源與訊號線共用，但須符合的限制條件較多；因此又發展出三線式的方法，即電源與訊號正極各用一條線，負端則共用一條線，多種方法沒有絕對的好壞，應針對不同設備、施工環境評估選擇。

Modbus通訊協定是另一種讀取、控制的方式，普遍用於各類型終端設備，目的是在不同廠家的不同設備提供共同語言，更是目前最普遍的通訊方式之一。Modbus採用的是主從架構，由一個主控端(SCADA、人機介面等)及多個被控端(即感測器或量測模組)組成，可達到一對多的通訊網，並也因應資料彙集的應用，被規劃為「需求-回覆」的架構，與前述類比訊號不同的是，Modbus的被控端不會主動給予訊號，而是必須透過主控端下達命令，被控端才給予回覆。Modbus的傳輸介面由RS485連接埠取代了RS232，其優點包括連接距離長至1.2公里、連接設備多達32個，取代傳統點對點傳輸為多點傳輸，並藉由差動傳輸的方式大幅降低雜訊的干擾。在連接應用上要特別注意站號設定的問題，站號係指對每台設備編號，以利在連接上便於辨識，如同一連接埠出現相同站號，會導致讀值異常或無法讀值的狀況產生，在案場中，若單一連接埠僅連接一設備時，建議可改用默認方式取代繁複的站號設定，也避免被更動後造成通訊異常。除了站號設定外，還有鮑率、傳輸位元、傳輸格式等參數需要設定與主控端判讀方式一致。而其致命的缺點也是因接續方式必須一個串一個(如圖2所示)，不能像TCP/IP的蜂巢網路來建置(如圖3所示)，在規劃時就必須謹慎安排佈線網路，隨著科技的發展，未來也可考慮評估無線傳輸的方式。

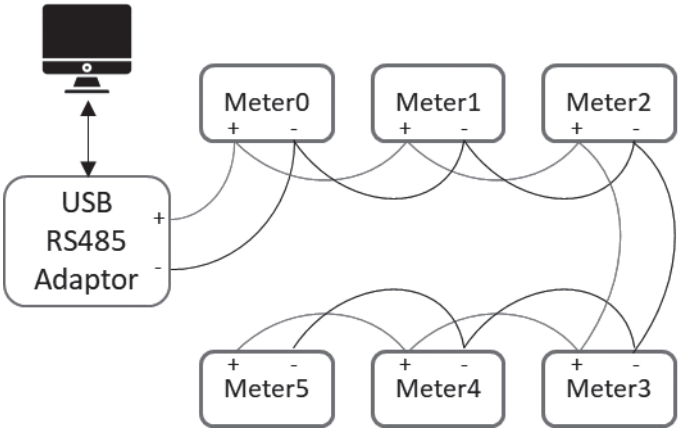


圖2、RS485連接方式

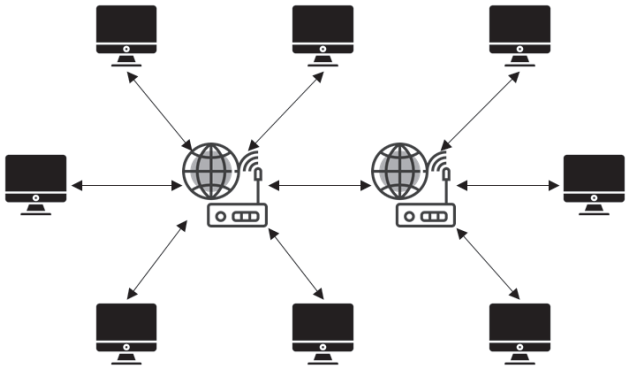


圖3、TCP/IP連接方式

■ 空調節能應用

在空調系統中，透過不同感測器來做為變頻控制的依據，例如傳統PID控制、各類演算法或是透過目前流行的大數據資料做人工智慧演算法(AI)，而在冷卻水泵大多使用進回水溫差、冰水泵使用壓差與冰水流量作為控制依據，且必須計算水泵浦在最高揚程下的頻率下限，避免因變頻節能導致揚程不足，使馬達過度出力造成過載現象，且因冷卻水系統通常高程較高，

在變頻模式下專家建議運用步階的調整來取代連續的變化；另一方面針對空調箱變頻模式下，降頻後勢必會影響風量、風速及風管內壓力，造成風管末端風量降低、空氣循環不佳，且易使區域溫差增加，故增設變頻時需多加評估風管系統之風量平衡；另皮帶斷裂、濾網堵塞及馬達反轉等因素亦會影響空調箱風量，前二者可透過例行性的保養來避免，後者在增設變頻器或變頻器有拆下更換、維修情事時需測試轉向，一般來說三者情事之電流、功率都會比額定值略減，故可透過量測數據來辨別。

■ 節能應變措施

變頻器在啟動、停止時偶會發生過電流故障，其一可能的原因為馬達啟動時轉速跟不上變頻器給的頻率訊號，使得馬達頻率與變頻器頻率不匹配，就容易造成加速過電流的故障，故可透過變頻器設定拉長加速時間，使轉速提升的幅度減緩；相反的在降載或是關閉變頻器時，可能有減速過電流的情事發生，故可拉長減速時間來因應。另外，運轉中的過電流大多是三相系統中某相電壓浮動偏大，造成其他相電流過大，有部分原因可歸咎於馬達慣性、負載突增甚或是馬達軸承過度磨損，這幾項因素皆有可能使變頻器自身保護機制跳脫，若是保護不當可能造成電源機板故障。然而馬達軸承除定期人工量測外，可導入非侵入式三軸加速規，定時量測電動機的振動頻率回傳至資料庫，並透過大數據及AI技術做分析及警示功能。

■ 能源管理瓶頸

節能除了改善用電設備的耗電，更重要的議題是能源管理，而能源管理即針對用電設備進行監視甚或控制，許多單位在建置監控設備後仍然會覺得表計不足，故要監測哪些設備又衍伸出另一項議題。

監測對象不外乎是透過智慧型電錶量測用電設備的用電資訊，且大多選用具RS485 Modbus通訊協定之終端設備並與監控主機或伺服器連接，而這些用電設備可能同時接於相同匯流排，故要思考需要裝設總表或是分表。針對既有案場設備增設變頻器的部分，大多會選擇使用一對一的表計，除了管理方便，並且可透過大數據分析審視逐台的節能效益。然而大多數的ESCO業者安裝電表的用途並非以能源管理的角度來佈建而是以節能收費為目的，故皆會將電表裝在變頻器輸入側(如圖 42 處)，若是案場仍然使用既有盤的狀況下，無法對其做能源監視，因此可改變電表位置如圖 41 處，即可針對無論使用既有盤或節能設備時皆可做能源監視。

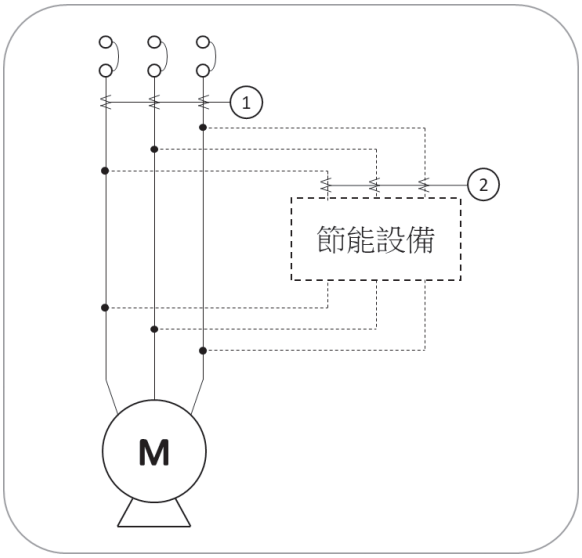


圖4、電表安裝方式

■ 結論

隨著雲端技術的興起及物聯網的廣泛應用，遠端監「控」已經不成問題，並不是傳統遠端桌面連線軟體的方式，透過能源用戶端將所有讀取及控制的設備傳至至雲端平台，在不同地方只要透過網路即可連線進入雲端監控介面，比起以往單純撰寫人機介面安裝於電腦更加方便，對於企業在不同城市、不同國家更能掌控即時的訊息。

能源管理系統除了監視、控制與基本運作上的異常警示外，亦可針對固定用電設備設定排程時間來取代人力，同時結合感測器的建置設定更智慧化、更舒適的工作環境，同時連接設備內部讀取異常跳脫紀錄一併傳至雲端資料庫 (如圖 5 所示)，透過資料庫即可知道設備的異常狀況，及早判斷故障原因並預先備料直至現場排除，以減少舟車往返降低維修成本。更可導入預知保養，運用採集的數據得知各個設備用電狀況，並且透過用電量、運轉時數或馬達震動頻率等參數，結合人工智慧演算的技術，計算出設備運轉效能指標進而訂定保養期程，更可以結合Line聊天機器人自動發送警示以及各項保養資訊，使得監控系統節省

時間	數值類型	警報事件
2019/11/22 11:31	通訊異常狀態	警報發生
2019/11/23 10:08	通訊異常狀態	警報發生
2019/11/23 12:39	通訊異常狀態	警報發生
2019/11/23 15:21	通訊異常狀態	警報發生
2019/11/23 19:51	通訊異常狀態	警報發生
2019/11/26 08:03	通訊異常狀態	警報發生
2019/12/06 09:59	通訊異常狀態	警報發生
2019/12/09 19:21	通訊異常狀態	警報發生

圖5、異常警報紀錄

人力也更加智慧化，此外用戶端透過聊天機器人回報異常紀錄時可連動至資料庫平台，使所有資訊、數據一覽無遺。

節能改善以台北101為例，照明增加迴路開關控制、紅外線人體感測控制，同時使用空調儲冰自動化控制及自動調節冰水配送，並分析2007至2011年總用電量增加2%下，空調用電降低8%。另一著名案例為台電總處大樓，更換磁浮離心冰水主機，以磁浮非接觸式軸承取代傳統軸承，減少動力傳輸損失，水泵、排風機加入變頻控制，使總節電率高達60%。舉凡節能的方式不勝枚舉，針對不同應用的合理性更為重要，維持設備的能耗水平依舊需定期維護保養，在汰換老舊設備、增設節能產品或建置能管系統勢必會有費用產生，其回收投資年限應避免超過五年以上，此外，亦可透過政府部門的節電補助縮短回收年限，其中包括經濟部能源局「節能績效補助計畫」，以及結合各縣市政府執行「縣市共推住商節電行動」，每年匡列數十億經費供能源用戶申請，透過計畫輔導更可使能源用戶減輕負擔、增加節能的誘因。

個人會員 入會申請書

姓名		性別		出生年月日		身份證統一編號		出生地		二吋照片
電話	公		宅			傳真				
E-mail						手機				
現職						專業證照				
學歷						經歷				
戶籍地址						個人專長				
通訊地址						個人興趣				
審查結果			會員類別		☐榮譽會員 ☐個人會員 ☐贊助會員		會員證號碼			

申請人： (簽章)

中華民國 年 月 日

※審查結果及會員證號碼請勿填寫

台灣能源技術服務產業發展協會

團體會員 入會申請書

團體名稱					地址				電話		
									傳真		
									E-mail		
負責人	職稱	姓名	會員代表	姓名	性別	出生年月日	出生地	學歷	經歷	職稱	備註

成立日期	會員人數	證照字號	發證機關	業務項目

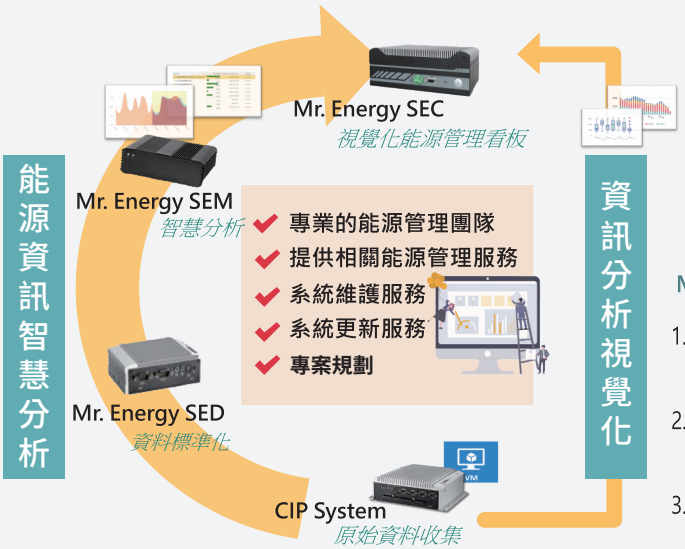
審查結果		會員類別	☐榮譽會員 ☐個人會員 ☐贊助會員	會員證號碼	
公司專業或公司專長		申請人： 負責人： （簽章） 團體名稱： （用印）			

中華民國 年 月 日

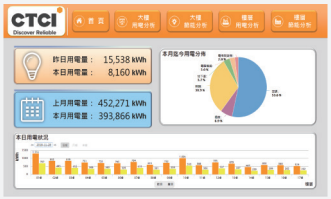
※ 請附營利事業登記證 ※審查結果及會員證號碼請勿填寫

CTCI ASI 新鼎系統

整合能源管理系統 Mr. Energy 50001 & CIP



Mr Energy 50001 & CIP 功能畫面



真實案例－中鼎大樓 能源管理系統

真實案例－石化廠能源管理系統

Mr. Energy 50001 智慧能源管理系統

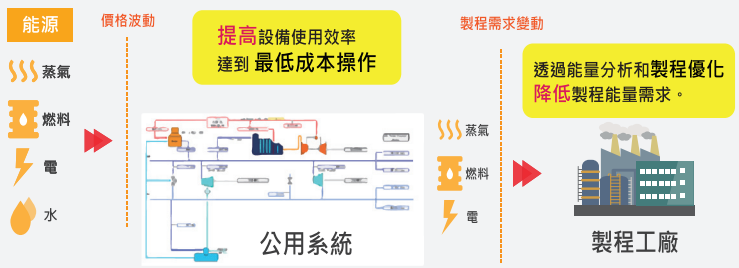
1. 全WEB導引式人機介面協助企業作好能源管理的PDCA
2. 大數據概念建構的多變量分析，自動建立能源基線，驗證能源使用績效
3. 簡易設定符合能源管理用途的專業圖表
4. 搭配各式監控系統實現自動化分析且檢視運行狀況

CIP 數據串流與集成平台

1. 全WEB圖型化操作介面，具備開放式資料介面(OPC、Web API和Modbus)整合現場監控系統與各種量測儀器，統一各項智慧應用的資料串接
2. 提供OPC及Web API給其他系統擷取資料
3. 用到哪，加到哪，無限儲存容量
4. 系統採用NoSQL (同Facebook、Google Big Table和Amazon)
5. 每套CIP間均能接收彼此的數據，即資料數據備份，達到高度系統可靠性

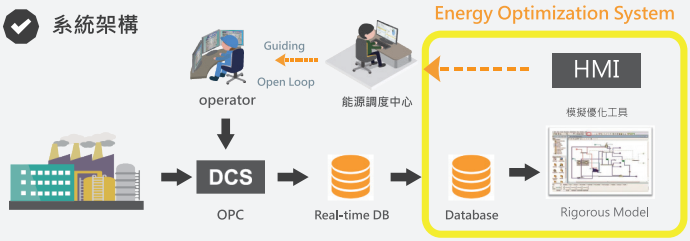
公用能源優化系統 Energy Optimization System

EOS 核心技術: 能源整合及優化技術



- 即時監控
- 協助解決異常操作
- 減少能源浪費
- 降低工廠營運成本
- 操作異常警示
- 計劃評估

系統架構



Aspen Utilities Planner

一套模擬與優化之方程式導向的工具，其針對 公用工程之操作進行模擬與優化分析。模型為嚴謹的工程物理模型(rigorous model)，以一連串的方程式組合來表示公用系統，包含質量平衡、能量平衡、設備效率與熱力學性質，透過數學演算方法找出方程式組的解，即可建立整個公用系統操作狀態的全貌。

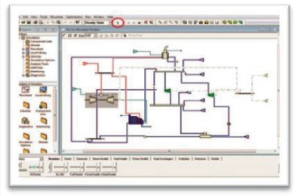


圖. Aspen Utilities建模環境

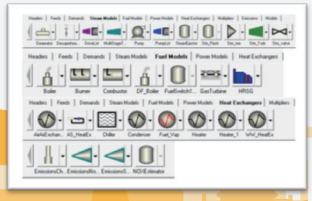


圖 . Aspen Utilities中的公用工程設備主要模塊

應用

離線模型(Off-Line Model)　　在線模型(On-Line Model)

雲端能資源管理平台

節能設備 最佳選擇

ISO 50001 Energy Management System

EVO IPMVP 量測驗證專業認證

電力監控系統
各單位設備運轉時程控制
各單位設備狀態監測及控管
用電量監測及記錄
電力電量監測及控管

熱泵系統
水對水熱泵主機
空氣對水熱泵主機

用水監控系統
各大樓進水流量監測
水池水位監測
幫浦狀態監視及控管

報表分析系統
各大樓用水報表
各單位用電報表
各大樓用電日月年報表
各配電盤電力需量日月年報表
即時及歷史警報事件查詢

計費監控系統
各企業、單位用電計費管理
學校教室及研究室用電監測
學校課表控制及管理

其他系統功能
雲端網頁瀏覽連線功能
室內二氧化碳監測
室內外溫/濕度管控空調設備
及時警報語音簡訊發送功能
消防設備系統移報整合
CCTV門禁悠遊卡系統整合

營業項目

1. ISO 50001 能源管理系統輔導規劃設計施工
2. 雲端能資源系統平台規劃設計施工
3. 節約能源系統規劃設計施工
4. 企業、機關、學校節約能源管理系統規劃設計施工
5. 電力、用水、熱泵、門禁、消防、CCTV 監視器監控系統整合規劃設計施工
6. 宿舍、賣場、大樓電力計費系統規劃設計施工
7. 各式軟、硬體開發整合規劃設計施工
8. 各式電器、儀表系統整合規劃設計施工
9. 各式電表、刷卡計費電表、儀器製造販售
10. 各式節能燈具製造販售
11. 各式冰水主機變頻(耗能)節能量測驗證汰換

台普電機股份有限公司
TAIPULL ELECTRIC CO.,LTD.
http://www.taipull.com.tw

E-Mail : service@taipull.com.tw | taipull@seed.net.tw
台北總公司 | 電話：02-86883789 | 傳真：02-86888236 | 地址：238 新北市樹林區三俊街 5-8 號 2 樓
台南分公司 | 電話：06-2096178 | 傳真：06-2096179 | 地址：704 台南市南園街 162 巷 14 號 1 樓

國內郵資已付
板橋郵局許可證
板橋字第816號
中華郵政板橋誌字第74號
報照登記為雜誌交寄
無法投遞時請免退回
雜誌