

工業企業的智慧能源商機

善用生態系策略，降低能源成本並實現ESG目標

許多工業企業正致力發展能源策略，以節省成本、實現去碳及其他ESG目標並遵循監管要求，同時提高能源運用的安全性和靈活性。勤業眾信可為客戶提供多項協助，例如：推動營運和建築電氣化、將公司業務與電力供應商進行整合，以及研究可用於改善能源使用效率和降低能源密集度的方法。勤業眾信工業能源管理服務包括：策略規劃；再生能源與分散式能源解決方案；碳交易和風險管理；資安風險策略、管理與實踐；稅務和會計策略、建議與實務；以及治理與監管架構（包含圍繞去碳目標的確信服務）。詳情請至 [勤業眾信官網](#)。

目錄

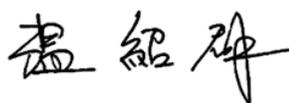
序文	2
全球工業企業能源管理趨勢綜觀	
• 前言	3
• 工業企業的發展契機	4
• 電力供應商的發展前景	9
• 部署展望	10
• 把握萌芽新機遇	17
• 因應潛在部署挑戰	18
• 展望未來	20
本地觀點	
• 從生態系方法 看臺灣工業智慧能源管理的契機	24
聯絡我們	28
參考資料	29

序文

全球能源結構轉型進程下，台灣的電力市場也正處於**重大轉捩點**。根據經濟部所公布的《全國電力資源供需報告》，受到半導體產業的持續擴張、台商回流所造成的產能增長以及車輛電動化等多重因素影響，台灣用電量的複合年增長率於2021年至2027年間將達到2.5%。與此同時，在2025年再生能源發電佔比20%的政策目標下，再生能源先天的不穩定因素疊加整體用電需求增加，可預見製造部門的用電供給將面臨極大壓力。幸而，與危機一同到來的是變革與轉機。作為高度管制的行業，台灣的電力供應產業價值鏈過往向來由政府主導，然伴隨《電業法》及《再生能源發展條例》的相繼修法，以及電力交易市場試行及儲能、電動車導入等相關規定訂立，未來台灣勢必會迎接一個更加多元、彈性的電力供應市場。

工業企業更是站在此波電力、能源變革的風口浪尖上。由於先天資源匱乏等原因，台灣的工業企業長期以來面臨「五缺」問題，並導致企業營運及成本壓力加劇。作為解方，科技創新或許是一帖良藥，許多工業企業已切實感受到科技創新在製程、產品與市場客戶等應用層面所帶來的改善，而在此同時，科技創新所驅動的能源管理更是被劇烈改變的領域。

勤業眾信聯合會計師事務所
能源、資源與工業產業負責人
溫紹群 資深執行副總經理 Rick Wen



能源管理的重要性已逐漸被工業企業體認，並納入**公司發展策略中**。在本次發布的《工業企業的智慧能源商機》報告中，勤業眾信探討工業企業如何藉由能源管理來達到能源使用的最佳化，以降低成本、減少碳排放以及提高企業營運韌性，更進一步增強與電網之間的互動性，可行方案包含採行分散式能源發電與電池儲能等措施，將電力來源分散以降低風險；以及能源管理市場可能的發展方向，像是一站式能源即服務 (Energy as a Service, EaaS) 解決方案，此種新形態的商業模式透過第三方專業的能源服務，減少工業企業在能源管理的前期投入成本與簡化後續維運作業。勤業眾信也於報告中點出工業企業在能源管理上的潛在挑戰，包含分散式能源營運中的資安、法遵風險以及工業企業對於用電現狀缺乏通盤認識等。

展望未來，科技、創新與新創賦予能源產業更多可能性，促使新能源研發的持續推進與儲能技術的發展，結合應運新商業模式而生的能源新創公司。新趨勢下，工業企業應該更積極因應。緣此，勤業眾信彙整工業企業在能源管理上的可行方向，並結合調查研究的訪談結果，盼望在動態的能源環境中為工業企業提供有益觀點，協助工業企業在浪潮中順流前行，創造兼具穩定與效率的Future of Energy美好前景。

勤業眾信聯合會計師事務所
電力、公用事業與再生能源產業負責人
龍小平 資深執行副總經理 Wilson Lung



前言

能源管理概念在業務策略中的重要性與日俱增，根據《2020年Deloitte資源研究》(2020 Deloitte Resources Study)，半數受訪工業企業均表示，自身正致力於將能源管理工作納入公司發展策略中。1工業企業密切關注其內部的能源利用狀況，以從中識別有助於降低成本、實現去碳化和提高營運韌性的機會；同時也多方採用各種能源管理技術，並考量是否需就近部署再生能源和儲能設備等現地資源。此外，許多工業企業更積極參與現行的公用事業計畫，藉此落實其能源管理目標。另有部分業者將目光投向更具互動性的發展中電力公用事業與市場計畫，以求從中覓得更進一步的發展契機。

對電力供應商而言，相關機遇包括裝設與維護新服務(如太陽能、儲能設備和韌性解決方案)所帶來的潛在收益，以及客戶端資源在尖峰用電調節、電網平衡及延緩對電網基礎設施的資本支出等方面，可望創造的

潛在價值。本文將重點介紹以下關鍵要素：

- 工業企業和電力供應商如何從能源管理、潔淨能源技術的應用，以及與電力公用事業和電網的緊密互動中，尋求發展機會並從中獲益。
- 未來十年的工業電力與能源管理市場預測，包括哪些地區有望目睹上述發展機遇蓬勃增長。
- 實施策略示例，包含早期案例研究以及市場前景看俏的新興技術。
- 工業企業和電力供應商在上述解決方案的合作日趨緊密，與此同時可能需面對和因應的挑戰為何。

工業企業的發展契機

在工業領域中，有三股趨勢正逐漸匯流，並為工業資產創造出有利於提升電網互動性的理想環境(圖1)。第一股趨勢為朝向工業4.0發展的廣泛進程，即製造流程與產品的數位轉型趨勢。舉例而言，雲端、人工智慧和物聯網等數位轉型技術廣泛串連起所有工業設施，從生產線上的機器、供暖與供冷系統乃至辦公室和廠區的照明設備，無一例外。

這種強大的連接性進一步使建築物中的許多資產，得以透過資料分析和洞察進行管理、最佳化和予以維護。此類洞察以及經強化後的資產管理能力，甚至能進而幫助企業節省成本，並在電力供應方面提供更多相對潔淨、具靈活性與韌性的選擇。

圖1

在工業領域中，有三股趨勢正逐漸匯流，並創造出有利於提升電網互動性的理想環境



資料來源：Deloitte分析。

第二股趨勢是將工業機組、流程及廠區的供暖和供冷設備電氣化；此一趨勢與整體經濟中更廣泛的能源轉型走向一致。³從當前的數據來看，工業能耗總量中的電力佔比僅落在11%左右，其餘部分則由天然氣和其他燃料所涵蓋。⁴然而，為落實能源永續發展的目標，工業企業正積極尋求進一步實現能源應用電氣化的方式，這也意味著電力運用的重要性正逐步獲得重視。此外，來自投資者、客戶和內部員工的壓力，也激起了該產業領導者對能源電氣化的興趣，並促使其著手研究相關策略，以實踐自身設下的環境、社會與公司治理 (environmental, social, and corporate governance，簡稱「ESG」) 目標，特別是與去碳化有關的目標。⁵

與數位轉型和電氣化相匯流的第三股趨勢為能源管理機制，該機制涉及能源使用情況之追蹤與最佳化，並期盼藉此達到節約成本、減少碳排量和提高營運韌性等目標。對工業企業而言，營運韌性始終是考量能源管理系統時不可忽略的重要環節。近期美國多地發生的惡劣天氣或氣候事件 (包括颶風、野火和冰風暴)，更使得災害復原能力成為企業眼中的首要之務。事實上，該產業領導者們越來越關心應透過何種方式，以使其關鍵資產長時間保持運作。根據《2021年Deloitte工業電網互動性調查》(請見補充資訊欄的

「關於《2021年Deloitte工業電網互動性調查》」)，許多製造業高階主管均認為，天候不佳所引起之停電事件是對其當前供電系統的最大威脅。

與此同時，工業企業正急於尋找降低能源成本的方法。《2020年Deloitte資源研究》(2020 Deloitte Resources Study) 指出，48%的受訪企業表示，對於削減成本的渴望是驅使其推行能源管理計畫的主要誘因。此外，56%的受訪者還預計電價將在2020年2月後的兩年內上漲，且漲幅可能高達5%。因此，不少企業在成本考量下紛紛投入能源管理的改善工作。

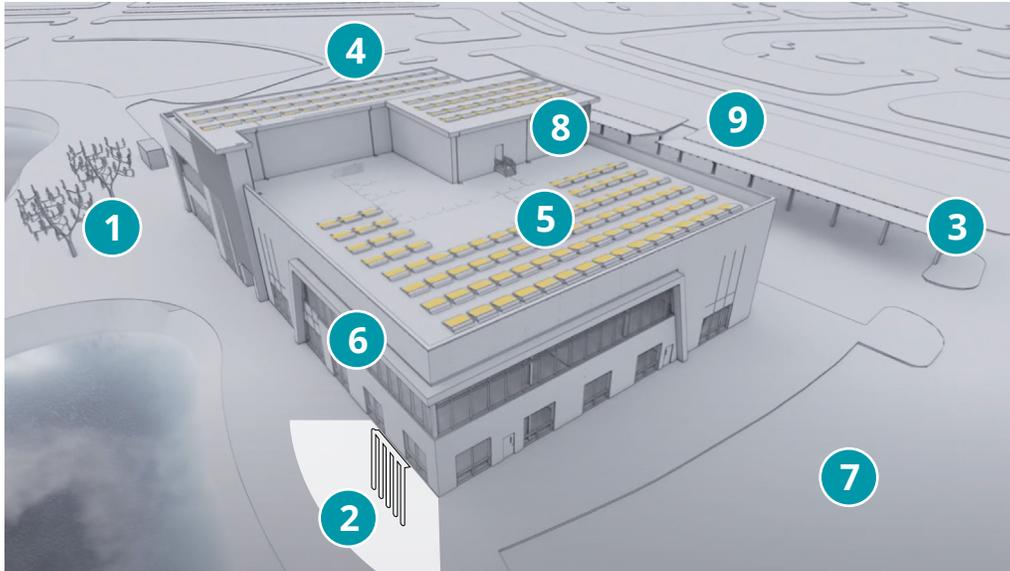
在許多工業環境中，現地太陽能、風能和電池儲能等分散式能源 (Distributed energy resources) 的應用正逐漸增加，而這類資源有益於工商企業實現節省成本、降低碳排量和增進營運韌性等能源管理目標。分散式能源包括許多工業企業運用了數十年的熱電共生系統，以及近幾年開始盛行的能源裝置，如現地太陽能或風能系統、電池儲能設備、微電網、建築用奈米電網或電動車充電器。位於美國威奇托的「Deloitte威奇托智慧工廠」⁶便是利用分散式能源的全新製造設施範例之一 (圖2)。

關於《2021年DELOITTE工業電網互動性調查》

為瞭解創新能源管理解決方案的前景，以及工業企業和電力供應商對此類方案的看法，Deloitte於2021年3月展開了兩項調查：其中一項調查以70多名工業製造業的高階主管與資深領導人為對象，另一項調查的受訪者則鎖定30多名來自電力公用事業公司的高階主管與資深領導人。此外，為補充調查結果的不足，Deloitte另針對公用事業和能源管理解決方案供應商的高層主管及領導者進行採訪。

圖 2

Deloitte 威奇托智慧工廠的能源管理和分散式能源設施



1 風力發電樹

2 地熱熱泵

3 電動車充電器

4 屋頂型太陽光電

5 太陽能熱水系統

6 智慧遮陽裝置

7 微電網

8 水資源再利用系統

9 太陽光電車棚

說明：地熱熱泵位於地面下方。

資料來源：Deloitte分析。

近年來，由於分散式能源的成本大幅下降，因此，即使在缺乏政策激勵的情況下，許多地區的分散式能源發展也超越了傳統能源的使用規模。然而，獎勵措施仍有助於投資者縮短投資回收期，並使分散式能源應用變得更具吸引力。此外，鼓勵將此類資源納入能源交易市場的新政策，亦可望在未來創造更大商機。

以美國為例，美國聯邦政府、州政府和公用事業企業均有提供相關獎勵措施，其中較常見的是由各州計畫所資助的補貼機制(圖3)。

根據《2021年Deloitte工業電網互動性調查》，受訪的製造業高階主管中，有50%認為監管環境和政府提供的激勵方案將有助於推動再生能源的使用。另外，由州政府和地方政府主導的政策還可幫助企業獲得在市場上具一定價值的信用額度，例如：可透過區域溫室氣體倡議 (Regional Greenhouse Gas Initiative) 進行交易的碳信用額度 (carbon credits)。像是美國的東北部11州，不僅根據該倡議組成聯盟，還建立了專屬的碳排放交易市場⁷

圖3

多種獎勵措施有助於加速能源管理投資 (以美國為例)

			
聯邦政府	州政府	公用事業企業	市場／其他
投資稅額抵減	再生能源稅額抵減	電動車補貼	再生能源憑證 (Renewable energy certificates)
生產稅額抵減	電動車和充電器稅額抵減	電動車充電器補貼、安裝費用折扣或電動車「就定位」(make-readies) 服務*	碳信用額度
能源部發放的能源效率貸款	儲能稅額抵減	節能設備補貼(照明、機械等設備)	第三方融資
能源效率企業應稅所得減免(《2005年能源政策法》)	綠色銀行／韌性銀行貸款或融資；潔淨能源資產評價計畫 (property-assessed clean energy programs)	免費能源審計服務	
電動車稅額抵減	能源效率稅額抵減	低成本融資	
	再生能源配額制度，可藉此獲得再生能源憑證以進行市場交易	太陽能淨計量電價	
	能源效率資源標準	需量反應計畫	
		電動車充電費用折扣	

說明：以上為獎勵措施與相關計畫之示例，其內容會隨各州和公用事業領域之不同而有所差異，並且會定期進行調整。

*「就定位」(make-readies) 服務是指公用事業在安裝電動車充電器前所提供的電氣基礎設施，其中可能包括變壓器升級、全新的接戶線、導管或電纜。

資料來源：Deloitte分析；美國再生能源與效率獎勵措施資料庫 (Database of State Incentives for Renewables & Efficiency®)；北卡羅萊納州潔淨能源科技中心 (NC Clean Energy Technology Center)。

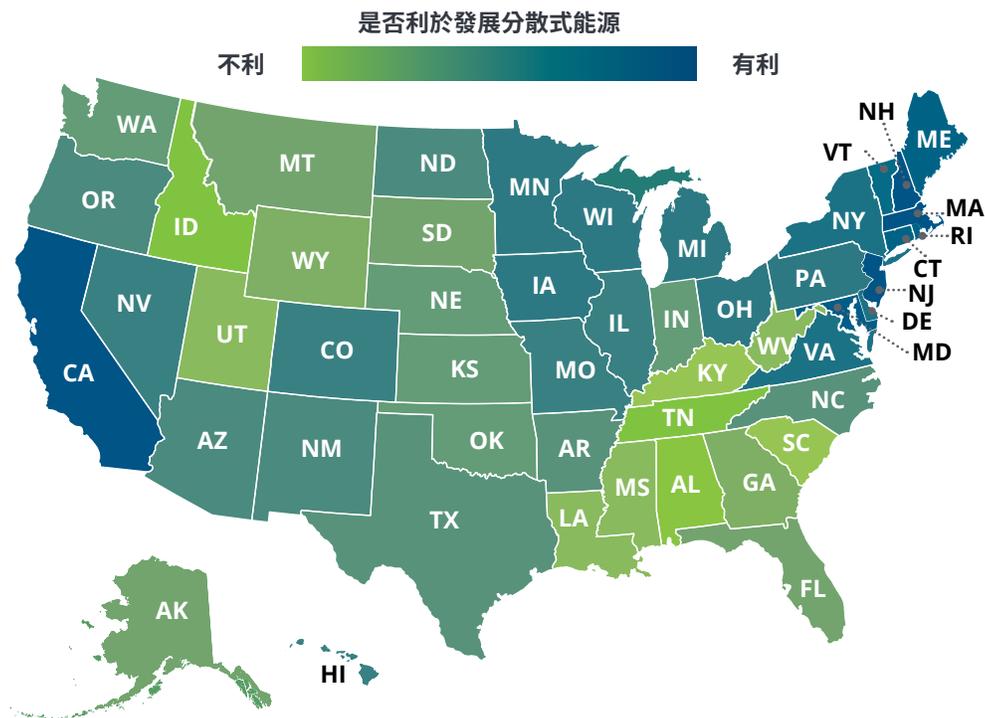
政策決定一切：從美國各州政策誘因分析機遇所在

在2020至2025年共計1,103億美元的投資帶動下，美國太陽能、電池儲能和電動車充電器等分散式能源的電力容量，預計將在2025年以前，從2020年的316.4 GW(百萬瓩)增加至387 GW⁸。不過，由於各州的政策、監管和市場結構中存在著一定差異，因此，全美各地的增長趨勢呈現分布不均的現象。

各州所頒布且有助於發展分散式能源的五項政策包括：再生能源配額制度 (renewable portfolio standards)、淨計量電價 (net metering)、能源效率資源標準 (energy efficiency resource standards)、第三方太陽能購電協議以及儲能獎勵措施。此外，對批發電力市場和碳定價系統 (carbon-pricing systems) 的參與，也可望強化分散式能源的部署誘因。而在電價偏高的州內，分散式能源的利用亦可幫助企業節約成本。圖4基於上述因素，說明了各州在鼓勵分散式能源的發展誘因上所展現的差異。

圖 4

利於發展分散式能源的政策和市場機會 (依各州實際情況而異)



資料來源：Deloitte分析；美國能源資訊局 (EIA)；美國再生能源與效率獎勵措施資料庫；北卡羅萊納州潔淨能源科技中心。

電力供應商的發展前景

對 電力供應商而言，隨著工業企業和其他客戶持續推動能源終端電氣化應用，其所面對的最大機遇也許是電力銷售有望因此提高。這類供應商可能包括傳統公用事業公司或其轄下不受監管的子公司、再生能源開發商，或者其他可運用各種新技術滿足更多用電需求者。根據《2021年Deloitte工業電網互動性調查》，68%的受訪電力公用事業公司指出，其備有相關計畫以幫助客戶進一步實現機組、建築物和工業流程的電氣化目標。

除了電力銷售方面的潛在商機外，許多電力供應商也紛紛投入到日益成長的電力服務市場中，如現地發電、儲能、電動車充電器、微電網／奈米電網的規劃、融資、裝設和維運服務；這些服務通常採「一站式方案即服務」的商業模式運行。同份調查亦顯示，有三分之二或更多的受訪公用事業公司認為，其可從這些服務項目中預見未來獲利機會。⁹

對傳統電力公用事業公司來說，當有越來越多客戶能夠自行發電或實施節能措施時，上述電力服務的增長將可能會使其電力銷售營收有所下降。儘管如此，電網和公用事業的資源規劃業務仍可望從這類電力服務中獲益，例如：若有更多客戶能以分散式能源供應

者的身分，將其自身的能源使用狀況與日益複雜的能源管理系統互連，則公用事業或電網營運商便可利用這些資源來滿足尖峰時段或突發的用電需求。

隨著大規模太陽能 and 風能（屬不穩定的間歇性供電來源）的發電佔比逐漸增加，營運商還可利用分散式能源的靈活調度特性，幫助整個電網平衡電力供需。事實上，在《2021年Deloitte工業電網互動性調查》中，有84%受訪企業認為，具地利之便和靈活性的分散式能源將可望在平衡電網方面發揮實質效益，尤其是當再生能源這類較不穩定的供電來源在電網中的佔比持續增加時。

長遠來看，這些新增的本地電力輸出來源，也意味著公用事業規劃者有時可延後其在發電、輸電和配電基礎設施上的資本支出。半數以上接受工業電網互動性調查的受訪企業表示，分散式能源的應用有助於其削減電網基礎設施（例如新發電或輸電設備）方面的資本支出。此外，部分傳統電力供應商將不斷擴大的能源服務市場視為其創造差異化的機會。52%的受訪者更指出，在與該領域的新市場參與者競爭時，其所屬企業可透過不受監管的子公司來獲取競爭優勢。

部署展望

工業智慧能源管理變革與分散式能源的作用

在許多工業環境中，建築物管理系統 (building management systems) 傳統上側重於人流量較高的區域，並用於將空調系統的運作效能最佳化。然而，隨著工業4.0概念在製造業中逐漸興起，感測器、物聯網和雲端分析技術皆可轉用於「智慧」能源管理機制，以管理包含倉庫及生產廠房在內所有空間的供暖或供冷，甚至是工業設備、泵浦、發電機乃至車輛與照明設備。2020年，Deloitte 攜手「製造業生產力與創新聯盟」(Manufacturers Alliance for Productivity and Innovation) 共同發布了《智慧製造生態系統報告》(Smart Manufacturing Ecosystems Study)。該報告指出，80%的受訪製造商正積極投資智慧工廠的廠區能耗及能源管理專案。¹⁰

這類專案旨在透過脈絡化資料，改進能源應用模式並降低間接成本，從而達到提高營運效率之目的 (例如自動閒置未使用的資產設備)。此外，智慧能源管理系統還可望為工業企業大幅提升其電網互動性。

以電腦為運作基礎的智慧能源管理系統，在設計上主要是針對建築物、工廠或任一設施的能耗情況，進行監測、控制、計量和最佳化等工作。換言之，此類系統能將空調、照明和製造用設備等耗電系統，與內部用以追蹤、計量和整合資料的電表、感測器與其他裝置互相連結，且可能可與公用事業或電網營運商進行實時互動。上述實時互動包括：於離峰時段以較低廉的價格購買電能；配合需量反應措施；參與電動車充電管理計畫，以及傳輸剩餘電能供其他公用事業或電網營運商使用。

工業企業可考慮部署以下幾種解決方案，以有效降低能源成本，實現ESG目標，並提高企業本身對天候引起之停電事件的營運韌性能力。以下資訊圖表將以虛構的工業企業為例，說明如何將本文所述的部分解決方案套用於該企業環境。

藉由虛構工業企業的成本模型，識別潛在能源應用機遇

此處虛構的實體為一家市值40億美元的代工廠，
在全球擁有200多處據點



情境1： 建築物管理系統

使用建築物管理系統且專門
生產機械的中型OEM代工廠

\$2.50 / 平方英尺
建築物管理系統部署成本

10.2%
每年省下的電力成本淨額比例

\$106,477
每年省下的電力成本淨額

據估計，建築物管理系統至少
擁有**10年**的使用壽命，且可
幫助企業大幅削減成本。

情境2： 太陽能+電池儲能

\$489,519
太陽能+電池儲能系統
每年的租賃成本

11.7%
每年省下的電力成本淨額比例

\$431,541
電力成本，其中太陽能+電池
儲能系統取代了超過60%的
用電費用和50%的基本電費

\$122,118
每年省下的電力成本淨額

太陽能+電池儲能系統可由電力
供應商進行現地裝設和維運；
工業企業無須支付任何**前期費用**，
即可**省下大量成本**。

說明：上述金額均以美元計算。

資料來源：Deloitte分析與估算；美國能源部；美國能源資訊局；南加州愛迪生電力公司（Southern California Edison）；英特爾公司（Intel Corporation）；智慧儲能系統營運商Stem, Inc.；美國國家再生能源實驗室（National Renewable Energy Laboratory）

彈性負載方案 (Flexible Load Program)



受訪製造商採用率

33%

資料來源：《2021年Deloitte工業電網互動性調查》。

在眾多能源管理解決方案中，企業最常採用的是「彈性負載方案 (Flexible Load Program)」。這類方案通常由公用事業或地區電網營運商提供，而「需量反應」則是其中最常見的一種措施。在該措施中，公用事業或電網營運商會向企業支付費用，以鼓勵其在系統用電負載較高時減少能源的使用。¹¹對企業來說，這些方案通常易於參與，且幾乎無須負擔任何投資成本。一旦設施端接收到需量反應事件的信號，便可透過智慧能源管理或其他軟體系統，以手動或自動方式進行反應（請見補充資訊欄的「彈性負載方案：需量反應措施」）。一般而言，企業可從需量反應事件中獲得報酬的方式包括：允許設施處於待命狀態以配合相關舉措，以及視其在個別事件中實際減少的能源用量而定。

隨著公用事業規模的太陽能 and 風能電廠不斷增加，供電方面的不穩定因素也日益增多，而彈性負載方案可幫助電網營運商平衡電力供需，因此已逐步成為一項不可或缺的重要資源。此外，電網營運商也仰賴複雜的軟體程式來協助其同步和調整這些互動事件，以便為客戶和電網創造最大用電效益。

利用彈性負載以及其他客戶所產出的分散式能源，可使公用事業公司延緩其在新基礎設施上所需投入的資本支出。一份報告顯示，在2030年以前，因電力系統負載彈性提高而可望延緩或省下的投資金額，每年可能高達150億美元以上。¹²各州公用事業委員會也正積極要求轄下受監管的公司多多開發此類資源。

彈性負載方案：需量反應措施



企業類型

- 總部位於美國紐澤西州的冷儲物流公司，在全美各地擁有42處據點。



能源管理目標

- 盡可能透過能源管理計畫賺取額外收入。
- 減少溫室氣體排放量以實現「2050 淨零碳排目標」。



解決方案

- 過去15年間，在全美各地推行的7項公用事業需量反應計畫中，該公司旗下登記參與的據點數量達20處以上。當電力公用事業發出需量反應事件信號時，該公司只需配合電網信號調節用電便可獲得相應報酬。參與需量反應計畫的設施通常僅需按下預先設定好的按鈕，即可暫時關閉製冷設備。而由於冷凍櫃中原本便存放了許多冷凍產品，所以此舉並不會對設備的整體溫度或運作產生顯著影響。



實際成果

- 在參與需量反應計畫的過程中，該公司總共獲得近100萬美元的收入。
- 於尖峰時段配合降低用電量意味著供電商也可同步縮減系統發電量，並進而減少發電過程中可能產生的碳排放。

資料來源：Enel X, “How United States Cold Storage supports sustainability through demand response” (2021年4月19日)。

使用電池儲能設備進行現地再生能源發電

 受訪製造商採用率	29% — 現地發電 26% — 淨計量電價
 收到私人企業援助請求的受訪電力公用事業公司	61% — 現地發電 65% — 電池儲能
 預見潛在獲利機會的受訪公用事業公司	68% — 太陽能系統 77% — 電池儲能

資料來源：《2021年Deloitte工業電網互動性調查》。

現地再生能源發電包含企業廠區內的發電系統，這類系統主要藉由太陽能板、風力渦輪機和生物質能等再生能源產生電力。現地系統的營運和擁有權視購電協議而定，可能歸企業所有，也可能交由第三方進行管理。太陽能和其他現地資源所產生的剩餘電能若能輸出給電網使用，則企業將有望透過公用事業淨計量電價方案，從電費帳單中扣減相關費用。

可單獨部署的電池儲能系統通常用於在電價較便宜的離峰時段，從電網汲取並儲存電力，以便在電價相對昂貴的尖峰時段使用，或者用於降低全天候的用電量，以避免支付以契約容量計價的基本電費。此外，同時部署電池儲能系統和太陽能等發電系統的模式也越來越多見，這樣做的目的在於將剩餘電能儲備起來，以供發電量較低時加以運用（請見補充資訊欄的「現地再生能源+儲能系統：太陽能+儲能系統和智慧管理系統」）。根據《2021年Deloitte工業電網互動性調查》，41%受訪製造商表示，其後續在增設現地發電設施時，也會一併部署儲能裝置。事實上，電池成本在過去十年間下降了近90%且價格持續下探¹³，因此上述趨勢可能會隨時間而有所強化。



現地再生能源儲能系統：太陽能+儲能系統和智慧管理系統

	企業類型	<ul style="list-style-type: none"> 地處美國明尼蘇達州明尼亞波利斯的客製化零組件製造商。
	能源管理目標	<ul style="list-style-type: none"> 增強對停電事件的韌性 落實永續目標 降低能源費用並減輕納稅負擔 一站式解決方案
	解決方案	<ul style="list-style-type: none"> 三家解決方案供應商攜手為該企業裝設了400 kW (瓩) 的太陽光電系統，以及 250kW 500kWh (度) 的電池儲能系統和智慧能源管理軟體。該組合式系統不僅為該製造商提供了太陽能，改善其在公用事業服務費用方面的支出情況，而且還為其備妥了可供停電時利用的儲備電力。
	實際成果	<ul style="list-style-type: none"> 太陽能儲能系統使該公司成功削減尖峰時段的用電需求，並且能以更有利的費率計算其電費支出。此外，由於其以太陽能作為滿足自身能源需求的主要手段，因此其碳足跡也跟著減少。 在稅收獎勵措施及每年省下約60%能源費用的情況下，該公司雖然花錢購置了整個系統，但其現金流仍保持正數。 發生停電事件時，電池儲能系統可為整個設施提供長達兩個小時的潔淨備用電力。若僅針對主要設施供電，則供電時間有望進一步延長。

資料來源：“Stem helps Blue Horizon bring energy storage to Minnesota,” Stem.com (2021年5月)。

電動車和電動車充電器

	受訪製造商採用率	34%
	收到私人企業援助請求的受訪電力公用事業公司	61%
	預見潛在獲利機會的受訪公用事業公司	77%

資料來源：《2021年Deloitte工業電網互動性調查》。

隨著企業組織逐步將旗下車隊電氣化，電動車和電動車充電器的普及度也有所上升。對於擁有倉庫、生產設施，以及提供現場銷售和售後服務的工業企業而言，其所管理之車隊可能從堆高機到服務車不等。而電動車的充電時機可選在電價最低、供電來源「最環保」，或者可從電網服務中獲得相應報酬的情況下進行，以達到最佳化的用電配置。¹⁴此種機制稱為「V1G」或「有序充電」(managed charging)。電動車電池還可作為一種儲能資源，將能源從車輛本體輸出至電網

(V2G) 或本地微電網。不過，於美國境內廣泛實施V2G前，有必要先進一步解決技術、商業、工程和安全方面的問題。

許多公用事業公司也積極鼓勵客戶將其內部和外部專用車隊電氣化，常見的獎勵措施包括：提供電動車充電設備補貼，或針對本地電網零組件，以較低價格或免費方式進行升級，從而使新的電動車充電站得以儘早「就定位」(make-readies)。

許多公用事業公司也積極鼓勵客戶將其內部和外部專用車隊電氣化，常見的獎勵措施包括：提供電動車充電設備補貼，或針對本地電網零組件，以較低價格

或免費方式進行升級，從而使新的電動車充電站得以儘早「就定位」(make-readies)。

微電網

	受訪製造商採用率	4%
	收到私人企業援助請求的受訪電力公用事業公司	39%
	預見潛在獲利機會的受訪公用事業公司	61%

資料來源：《2021年Deloitte工業電網互動性調查》。

微電網是指由前文所述之本地能源組成的資源，這組資源由具備同步及管理能力的軟體所控制，以幫助擁有或租賃該微電網的企業落實其設下的能源應用目標。¹⁵微電網通常與傳統電網相連，但可視情況斷開與更大電網間的連結，或改採「孤島」運轉模式，以便在停電或尖峰電價期間為客戶提供所需服務。微電網的潛在好處之一，是其可在集中式電網離線時繼續為設施供電。雖然這種注重系統韌性的控制措施可能會提高相關成本，但與長時間停電下的停機成本相比，仍不失為明智選擇。

智慧儲能系統營運商Stem, Inc.市場開發副總經理 Tad Glauthier表示：「過去在停電期間，微電網系統為保持供電而改採的孤島運轉模式，會使整體系統成本上升50%，但由於供應商已將此機制產品化，因此目前企業所需負擔的額外成本約落在20至30%左右，且持續下降中。」

微電網的另一項潛在優勢是能夠削減成本，也就是當公用事業電力價格攀升時，其可將供電來源切換至本地發電源，以對電價進行最佳化配置。¹⁶此外，微電網中的再生能源發電和儲能裝置佔比也日益增加，這意味著該系統可透過「最環保」的供電來源組合，以協助企業實踐ESG目標或法遵要求。再者，微電網系統亦可參與相關的公用事業、電網或市場計畫，以進一步節約成本並創造潛在收入來源。詳情請見下文。

許多公用事業公司正積極幫助社區建立本地微電網系統，以透過這種具高成本效益的解決方案，提高供電系統的韌性，並且在尖峰用電期間為使用者提供額外電力。

把握萌芽新機遇

進一步挖掘分散式能源的價值

	向電力批發市場出售或計劃出售剩餘電能或儲備電能的受訪製造商	20%
	自客戶端收到協助其向批發市場出售剩餘電能或儲備電能之請求的受訪電力公用事業公司	39%

資料來源：《2021年Deloitte工業電網互動性調查》。

項有助於縮短分散式能源投資回收期的機會正逐漸興起：工業企業可將自身所擁有的分散式能源與他人的同類資源相結合，以進入電力批發市場參與競標並進行交易。這項工作通常由「整合商」(aggregators)負責管理，因此企業無須於內部設置專人處理相關事宜。一般而言，大多數分散式能源較難獨自產出足夠的電能，以進入區域性電力批發市場參與競標。但是，若有人能將這些資源整合起來，則其合併後的規模或有望達標。然而，在分散式能源順利融入市場前，仍有許多障礙須一一克服，且整個過程可能需耗費一段時間。¹⁷儘管如此，一旦克服了這些阻礙，經聚合後的分散式能源便有望為批發市場提供能源和電網服務，並從中獲得相應報酬。

以美國而言，雖然加州、紐約州、德州及其他數州的分散式能源整合商，均致力於整合相關資源並將其投入市場參與競標，但至今整合的規模仍十分有限。為吸引更多參與者加入，勢必得針對現有計畫進行適當的修訂與擴展，並設法跨越存在於監管、法律、技術和市場結構方面的阻礙。¹⁸

點對點電力交易模式

將分散式能源整合並投入批發市場的做法，是現今逐漸興起的一種能源交易方式，而點對點(peer-to-peer，簡稱「P2P」)電力交易模式則是另一項有望在未來採行的電力交易機制。這類系統允許分散式能源所有者直接透過以區塊鏈等技術為基礎的平台，進行電力的銷售與購買活動，而目前美國和全球有多處選定地點正在試行相關前導計畫。不論是發展P2P電力交易模式，或擴大分散式能源的批發市場參與度，兩者所面臨的挑戰均十分類似，但就實務面來看，前者要比後者困難得多。

因應潛在部署挑戰

工業企業逐漸意識到伴隨電網互動性而生的新契機，電力供應商也開始思索「以電網互連資產」背後的價值創造機遇，然而，在開拓上述發展機會的道路上，須先設法解決的挑戰可能包括：

部分工業企業對其當前的用電現狀缺乏通盤認識，但正確認知是發展對策的關鍵第一步。

對現狀取得正確認知

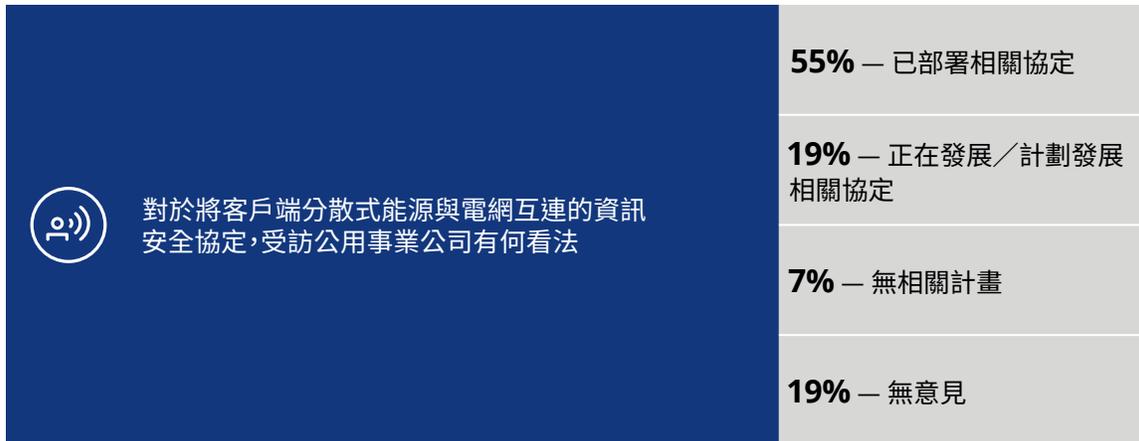
正如管理學大師彼得杜拉克的經典名言：「唯有能夠衡量的事物才能對其進行管理。」¹⁹部分工業企業對其當前的用電現狀缺乏通盤認識，但正確認知是發展對策的關鍵第一步。

透過合作以制定全面且明智的能源應用策略

工業企業的強項未必在於「善用機會以管理並改善能源與資產的運用方式」。此外，其專業能力、知識或從事的工作項目可能獨立於其他領域之外，導致其無法全面了解相關計畫所能帶來的好處。

根據監管環境調整策略方向

國家的監管架構也許不利於受規範的公用事業公司開發其他新服務，²⁰但事實上，許多公用事業母公司旗下均設有不受監管的子公司，而這些子公司正好可在此一領域相互競爭並尋求發展機會。在《2021年Deloitte工業電網互動性調查》中，受訪公用事業公司指出，在促進客戶端分散式能源的市場參與度方面，監管障礙是最大挑戰（26%）。



資料來源：〈2021年Deloitte工業電網互動性調查〉。

管理資安風險

美國電網每天均面臨數百萬次的駭客攻擊威脅。²¹隨著更多分散式能源及裝置透過數位控制方式與電網互連，潛在的資安攻擊面不僅隨之擴大，且有心人士入侵公用事業和電網的機會也呈倍數增加。

部署分散式能源的公用事業公司和工業客戶，應在部署前和整個部署過程中仔細評估資安風險，以有效識別、管理和應對這類潛在危害。若能將資安風險管理視為轉型的一環而非阻礙，則公用事業公司及其客戶與合作夥伴將能更有效地管理和減輕相關危險。另外，公用事業公司應考慮透過特定步驟（如第三方評估）以識別風險所在，並致力於應用程式安全性、安全與控制設計、安全監控以及事件反應和韌性等領域，降低風險可能造成的負面影響。



展望未來

擬定智慧能源管理計畫

作為第一步，工業企業可先針對其過往的用電、成本、碳排等紀錄進行能源應用評估，並藉此建立有助於提高成效的基準值以供參照。接著，它們可為公司擘劃未來的願景和使命並設立相應目標。執行成本效益分析也可協助企業決定如何為相關計畫撥配所需資金，且分析過程中還可將現有獎勵措施、市場機會和其他選項一併納入考量。此外，向經驗豐富的能源服務供應商請益也不失為一個好辦法。

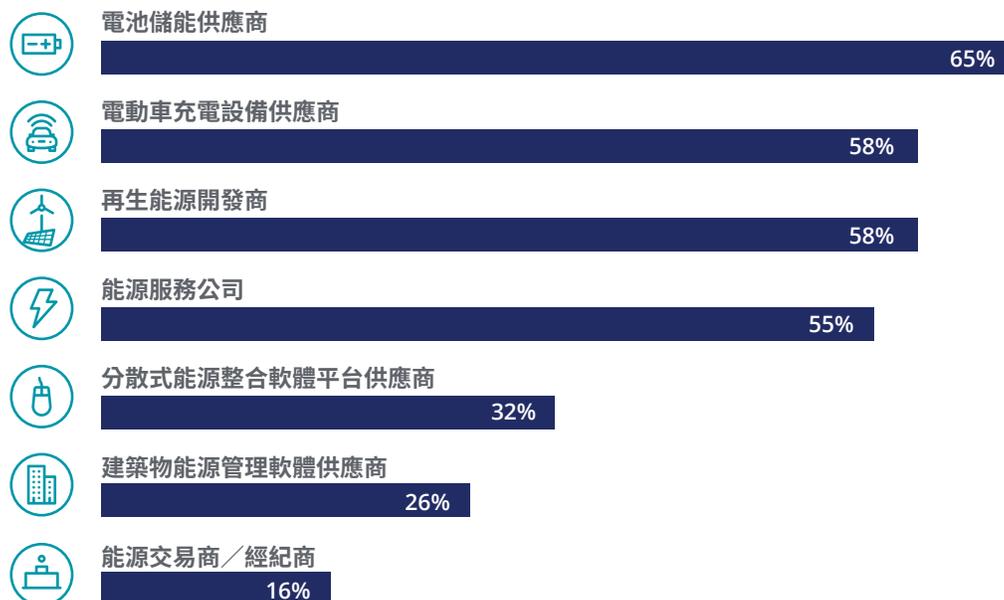
成為生態系的一員

雖然全套的能源管理解決方案實施起來有其複雜性，但是在協調和整合多個生態系參與者的過程中，工業企業本身也可望從中受益。例如，70%的受訪製造商表示，公用事業合作夥伴是其不可或缺的關鍵盟友。此外，他們還可攜手技術平台供應商、設備供應商、再生能源開發商、交易商和其他參與者，以打造更全面俱到的解決方案。

在面對「有意與哪些生態系參與者合作，以提供能源管理解決方案」的問題時，受訪公用事業公司最常見的答案是「電池儲能供應商」（圖5）。其他可能的參與者還包括電力零組件供應商、工程師以及金融服務業者。

圖 5

受訪公用事業公司與能源管理生態系中的許多供應商均有合作關係



資料來源：《2021年Deloitte工業電網互動性調查》。

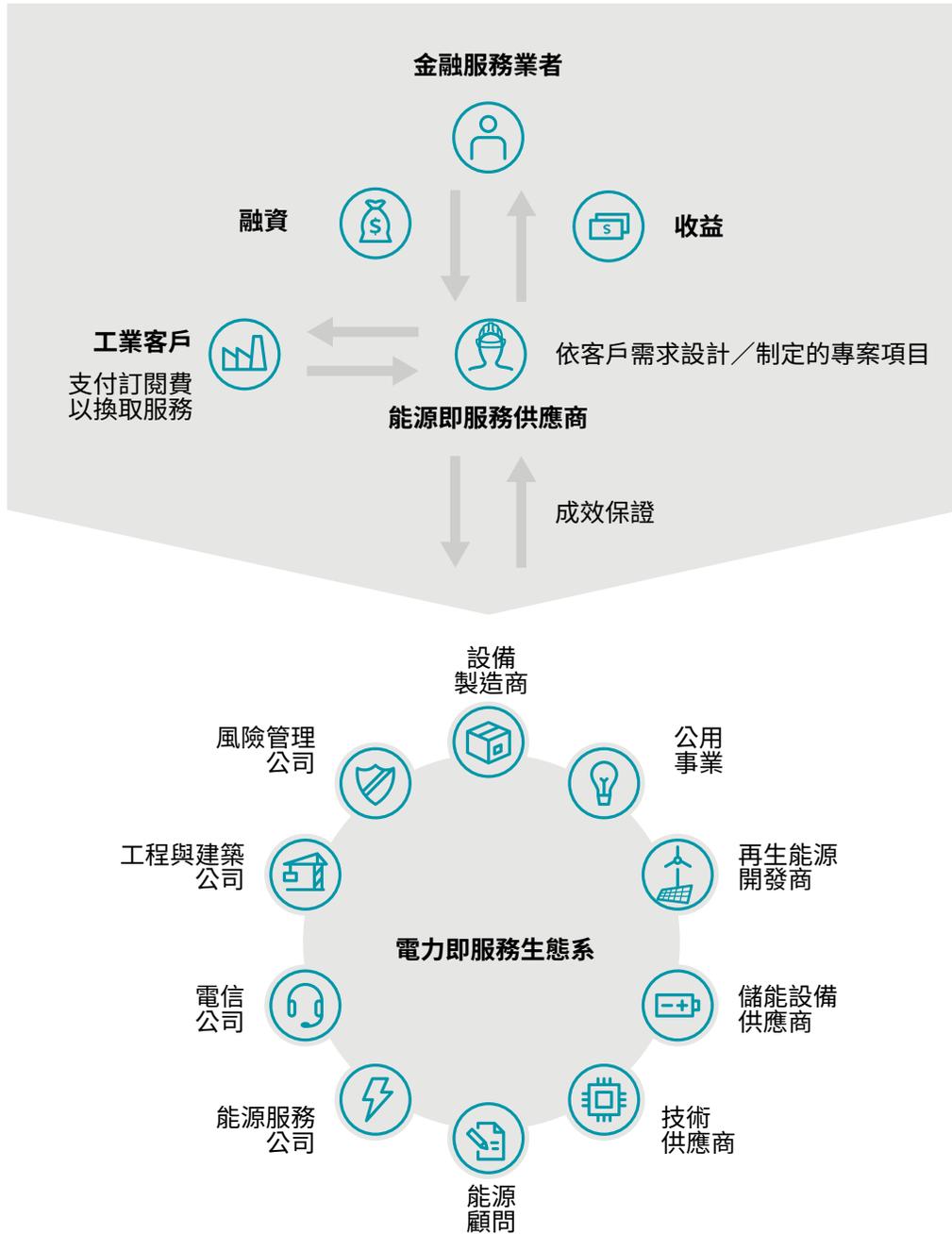
探索「能源即服務」的潛力

儘管能源管理投資的潛在效益不容小覷，但部分企業對於大規模資本投資一事仍抱持觀望態度。然而，這些企業還是可透過上述機會節省成本，並實現其設下的ESG目標和其他標準。半數受訪製造商指出，其在評估財務時最看重的條件，在於一項資本投資能否在2至3年內達到損益平衡。²²雖然能源管理投資的回收期正迅速減少中，且電網互動機會的增加可望使其進一步縮短，但對工業企業來說，另一條更簡便的能源管理途徑正逐漸成形。

「能源即服務」(Energy-as-a-service)採一站式交付模式，該模式可將現地再生能源、儲能裝置和其他分散式能源的裝設、所有權及維運工作相互統合(圖6)。此外，這類服務還可搭配其他項目一同運作以大幅改善企業收益，例如融資、再生能源憑證或碳信用交易，以及對現有公用事業或批發市場計畫的參與。²³企業每月僅需支付一筆訂閱費用即可享受上述服務，且該費用可能還遠低於公司當前所需繳納的每月電費。

圖 6

能源即服務可促進工業企業分散式能源採用情形



資料來源：Deloitte分析。

小結

前文所述匯流趨勢可能會加速工業企業對能源管理解決方案的採用率，另一方面則促進其與電力公用事業公司和電網間的互動性。除了對降低能源成本和實現ESG目標的渴求外，企業欲提高自身業務對停電事件的營運韌性，也是驅動這一波波趨勢的關鍵因素之一。此外，太陽能、風能和電池儲能等技術成本的快速下降也將起到一定作用，而政府的獎勵措施和工業企業日益提高的能源意識，亦可望發揮一定助力。不僅如此，在改進能源

管理和節約成本方面，工業4.0還能為參與者提供新契機。分散式能源與電力供應商和市場互動的新機會，也有望創造新的收入來源，並縮短這些投資的回收時間。再者，不斷擴大的供應商生態系可提供簡便且無須事先投資的「能源即服務」解決方案，並減輕工業企業對自身能源專業知識或資本不足的擔憂。而在能源管理方面，這些加速發展的趨勢或將進一步激勵工業企業，使其朝著更加智慧化、互連化且更具互動性的方向邁進。

從生態系方法 看台灣工業智慧能源管理的契機

台灣能源議題由於孤島電網的特性，與歐美等工業大國有很大的不同，能源管理議題除了從政策面、發電者、用電者的角度來思考之外，還必須結合台灣本身的能源生態系特性進行更多的調整。

若以台灣綠能政策的四大主軸：節能、創能、儲能、智慧管理來看，台灣工業有許多產業位居國內經濟甚至世界供應鏈的重要角色。這些產業在國內運用原物料及能源進行製造生產或加工，之後再供下游或是出口創造營收。因此，智慧能源管理將是台灣工業發展不可忽略的一環。

工業電網領域的三大匯流趨勢

依Deloitte發布的《工業企業的智慧能源商機－善用生態系策略，降低能源成本並實現ESG目標》報告中所述，工業電網領域中有三股趨勢匯流，其一是工業4.0的數位轉型趨勢、其二是設備機組、流程及供暖供冷設備的電器化、第三是能源管理機制。(如圖一)

圖1

在工業領域中，有三股趨勢正逐漸匯流，並創造出有利於提升電網互動性的理想環境



資料來源：Deloitte分析。

台灣正積極進行「智慧製造」的數位轉型工作，讓各項流程及設備參數彼此之間都能進行連網、數據搜集與分析，從而達到人工智慧排程與預測性維護等等。當然設備與製程的能耗數據也成為重要的資料參數，有了這類能源管理所需的重要基礎資料，才能進行流程、設備的投資或是電氣化評估依據。而且，未來工業界—尤其是電力、鋼鐵、製鋁、水泥、肥料等產業，也需將製程中的碳排放數據統計出來。在此浪潮下，未來需要統計能源數據甚至碳排的產業將會愈來愈多。

隨著ESG(環境、社會、公司治理)的世界潮流與企業社會責任的自主要求愈發提高。能源消耗、製程排碳以及能源使用的排碳係數等，已被拉到企業的營運決策焦點層級，建置完善的智慧能源管理系統將是企業營運的重要一環。

例如近期台積電就公開表示，通過節能認證的設備才能連線裝機，之後透過「Supply Online360」及「iSystem 物聯網智慧節能控制系統」等資訊，更進一步來提高設備用電效率，同時也就減少了碳排放。可說是本報告中所提及的匯流趨勢的最佳範例。



企業面對多元能源挑戰，促使「一站式方案即服務」的商業模式發展

以本次報告中Deloitte 威奇托智慧工廠的能源管理和分散式能源設施來說，以台灣的地理及實際工業環境而言並不完全適用。但是透過適當的組合運用也能發揮智慧能源管理的效益，例如建置屋頂型太陽光電、太陽光電車棚、微電網、電動車充電器、智慧遮陽裝置等等，都是可以把供電來源、用電需求等進行綜合考慮的生態系方法。

對台灣的用電者而言，目前政府針對能源大戶有節電要求；針對用電大戶有再生能源發電、儲能設備裝置或是綠電的採購義務等。預期也將會有針對排碳大戶

的減排要求或是施行碳費/碳稅等措施。但在現行法規的強制範圍與執行時程下，短期內用電者對於主動節能與減排的動機仍有待加強，唯有部份廠商因受國際品牌廠之供應鏈要求而較為積極。

對企業而言，評估投資這些生態系方案的基準仍然是成本與效益的決策權衡。但是，畢竟從單一企業的角度來看，企業通常無法具備全方位的節能、創能、儲能及能源管理的投資與維運管理能力。所以未來類似ESCO(Energy Service Company)這類的能源綜合服務業者提供「能源即服務」(Energy-as-a-Service; EaaS)的市場商機將會增加。

以供給側的電力供應商來說，再生能源發電業者擁有躉售價格的市場誘因，所以目前電力供應商仍以開發案場並直接售電給台電公司為主，較少電力供應商提供整合性的EaaS服務。而需求側的用電戶仍是以採用傳統的ESCO能源服務模式為主。值得一提的是，對於綠電的需求大戶而言，再生能源售電業者的轉供代輸的綠電CPPA(Corporate Power Purchase Agreement)模式正快速成長。

接下來我們從分別從電力供應商以及製造業的觀點進一步說明智慧能源管理趨勢的影響。



電力數據對智慧能源管理更加重要

全時段的電力供需平衡是台電公司持續努力的目標。一方面要維持基載電力的容量及穩定性，同時也要考慮到發電端的排碳量。另一方面透過電價機制、調整用電行為與時間、彈性抑低用電需求等措施，讓需求量保持在安全的備載容量率之下；同時針對台灣電網系統的突發狀況仍需保留反應時間與資源，以供緊急運用。這一切歸功於台電公司常年的運營規劃及經驗，當然也需要良好的電力數據、通訊系統及能源管理系統的運作。不僅是台電自有的發電廠，還有民間的汽

電共生廠、再生能源發電廠、輔助服務如儲能案場，這些數據都應詳加運用及調度，同時也要持續提升數據的完整性與正確性。

例如，大部份的屋頂型的再生能源發電設施較小且分散，發電數據目前並沒有即時上傳到台電系統之中。若即時累積這類的小型發電數據，將有助於台電公司對發電資訊的掌握度。而提高智慧電錶(Advanced Metering Infrastructure; AMI)的普及性，除了可以統計用電數據之外，對能源管理服務業者而言，也是提供未來各項能源服務方案的關鍵基礎。

製造業將跳脫單純考慮電費成本的能源管理思維

傳統製造業者對於用電管理方面，大多僅從成本費用的角度思考，例如：如何在營運需求上儘量提高用電效率？以及在生產業務不受影響的前提下，儘量的減少用電，或是透過尖離峰以及季節性的調整，讓電費降低。

但是《再生能源發展條例》、《溫室氣體減量及管理法》等法規，使得製造用電管理，除了傳統電費成本管控之外，還新增法規遵循的義務要求，使製造業者同時擔負低碳能源轉型與環保要求責任，看得出監管機關希望促使業者以實際行動符合法規，以協助台灣逐步達成整體能源政策目標。所以，不論是審視自身的用電契約容量、投資建置儲能設備以調整廠內用電，建置再生能源發電設備，或是直接購買綠電的方式，都讓業者在能源使用上有更全面的思考，而不僅是關注在電費成本而已。而從政府的角度而言，透過類似法規的門檻值調整，也可以逐步增加能源轉型的力道與速度。

別忘了全球化的供應鏈ESG承諾壓力，也對出口型的產業產生了巨大的影響。從營運現況盤點、目標承諾、改善期程等等，都是推動企業層級的智慧能源管理系統、財務規劃與投資決策等舉措最直接的催化劑，一併也拉動了品牌廠供應鏈所有廠商的營運策略。



小結

綜觀世界趨勢與國內能源政策，建議國內業者在智慧能源管理上應儘早因應。不論採用的措施為何，預期都有電費成本之外多方面的效益，例如：用電大戶基於合規的迫切需求，在電力來源上，可規劃投資取得再生能源的電力來源；或是透過儲能投資來合規、彈性調配廠商用電以及提供備援電力降低營運風險；以

及建置整廠的連網能源管理系統，讓工業設備、製程及供冷供暖設備的電力數據集中管理分析，找到節能與效率改善方向等等。而在ESG的世界潮流下，對智慧能源管理的投資還會有環保、企業社會責任的外部效益，業者更應積極採取行動了！

(作者龍小平是德勤財務管理顧問公司資深執行副總經理)

聯絡我們

勤業眾信能源、資源與工業產業服務團隊

溫紹群 資深執行副總經理 Rick Wen

能源、資源與工業產業負責人／
工業產品與營建產業負責人
rickswen@deloitte.com.tw

龍小平 資深執行副總經理 Wilson Lung

電力與公用事業產業負責人
wlung@deloitte.com.tw

莊碧玉 資深會計師 Eva Chuang

石油、燃氣與化學產業負責人
evachuang@deloitte.com.tw

許瑞軒 資深會計師 Stephen Hsu

礦業與金屬產業負責人
stehsu@deloitte.com.tw

陳威棋 執行副總經理 Ike Chen

風險諮詢服務
ikewchen@deloitte.com.tw

朱孝甫 執行副總經理 Sam Chu

財務諮詢服務
samhchu@deloitte.com.tw

張惟桔 資深會計師 Maggie Chang

稅務服務
maggiewchang@deloitte.com.tw

徐瑩瑩 資深會計師 Judy Hsu

稅務服務
judyyhsu@deloitte.com.tw

蔡沛成 協理 Patrick Tsai

管理顧問服務
ptsai@deloitte.com.tw

專案聯絡

張竣庭 Joseph Jang

能源、資源與工業產業專案經理
josjang@deloitte.com.tw

陳韻如 Yvonne Chen

能源、資源與工業產業專員
yvonnchen@deloitte.com.tw

參考資料

1. Marlene Motyka et al., *Energy management: Paused by pandemic, but poised to prevail—Deloitte Resources 2020 Study*, Deloitte Insights, July 8, 2020.
2. Paul Wellener et al., *Accelerating smart manufacturing: The value of an ecosystem approach*, Deloitte Insights, October 21, 2020.
3. Stanley Porter et al., *Electrification in Industrials: Transitioning to a lower-carbon future through electrification of industrial processes, spaces and fleets*, Deloitte Insights, August 12, 2020.
4. U.S. Energy Information Administration, “Monthly energy review,” Table 2.4, March 25, 2021.
5. Stanley Porter et al., *Electrification in Industrials: Transitioning to a lower-carbon future through electrification of industrial processes, spaces and fleets*, Deloitte Insights, August 12, 2020.
6. Deloitte, “The Smart Factory @ Wichita: Driving the evolution of smart,” accessed April 20, 2021.
7. RGGI, “The Regional Greenhouse Gas Initiative: An initiative of Eastern states of the US,” 2021.
8. Wood Mackenzie, “United States distributed energy resources outlook: DER installations and forecasts 2016-2025E,” June 15, 2020.
9. Deloitte 2021 Industrial Grid Interaction Survey.
10. Wellener et al., *Accelerating smart manufacturing*.
11. Energy.gov, “Demand response,” accessed April 20, 2021.
12. Ryan Hledik et al., *The national potential for load flexibility: Value and market potential through 2030*, The Brattle Group, June 2019.
13. Ira Boudway, “Batteries for electric cars speed toward a tipping point,” BloombergNEF, December 16, 2020.
14. Some EV charging software providers allow customers to program charging times when there’s more renewable energy on the grid. See: Lori Bird and Norma Hutchinson, “4 emerging ways to pair electric vehicles and renewable energy,” World Resources Institute, November 19, 2019.
15. Elisa Wood, “What is a microgrid?,” Microgrid Knowledge, March 28, 2020.
16. Peter Maloney, “The commercial and industrial microgrid: A growing number of corporations going green,” Microgrid Knowledge, November 27, 2017.
17. Jeff St. John, “4 big challenges facing FERC’s plan to open up power markets to distributed energy,” Greentechmedia, October 28, 2020.
18. Ibid.
19. Paul Zak, “Measurement myopia,” Drucker Institute, July 4, 2013.
20. Laura Feinstein and Eric de Place, “Playing monopoly; or how utilities make money,” Sightline Institute, May 18, 2020.
21. Blake Sobczak, “Experts assess damage after first cyberattack on U.S. grid,” E&E News, May 6, 2019.
22. Deloitte 2021 Industrial Grid Interaction Survey.
23. Justine Bornstein, *Energy-as-a-Service. The lights are on. Is anyone home?*, Deloitte Insights, 2021.

MAKING AN IMPACT THAT MATTERS

1845

Deloitte 泛指 Deloitte Touche Tohmatsu Limited (簡稱"DTTL"), 以及其一家或多家會員所及其相關實體。DTTL 全球每一個會員所及其相關實體均為具有獨立法律地位之個別法律實體, DTTL 並不向客戶提供服務。請參閱 www.deloitte.com/about 了解更多。

Deloitte 亞太 (Deloitte AP) 是一家私人擔保有限公司, 也是 DTTL 的一家會員所。Deloitte 亞太及其相關實體的成員, 皆為具有獨立法律地位之個別法律實體, 提供來自100多個城市的服務, 包括: 奧克蘭、曼谷、北京、河內、香港、雅加達、吉隆坡、馬尼拉、墨爾本、大阪、首爾、上海、新加坡、雪梨、台北和東京。

本出版物係依一般性資訊編寫而成, 僅供讀者參考之用。Deloitte 及其會員所與關聯機構 (統稱"Deloitte 聯盟") 不因本出版物而被視為對任何人提供專業意見或服務。在做成任何決定或採取任何有可能影響企業財務或企業本身的行動前, 請先諮詢專業顧問。對信賴本出版物而導致損失之任何人, Deloitte 聯盟之任一個體均不對其損失負任何責任。

© 2021 勤業眾信版權所有 保留一切權利

Designed by CoRe Creative Services. RITM0809387

