



透過提升馬達效率 減少工業排放

■作者：Maurice O'Brien

ADI 工業自動化策略行銷總監

此系列文章的目的，在於說明創新技術平台和軟體解決方案如何支援潔淨科技，並邀請各方就能源和永續發展的未來展開對話。

因應氣候變遷是一項嚴峻的挑戰，需要克服的問題可謂是鋪天蓋地。具有永續發展意識的民衆會盡力透過搭乘公共交通工具、駕駛電動車、減少能源使用等方式來減少個人碳足跡。但碳排放的主要源頭，實際上是工業，在美國，估計佔所有溫室氣體排放量的 23%。¹所幸工業部門為大規模解決關鍵排放源帶來了特別的商機，電氣化有助於節約成本，相關法規並且逐漸趨於完善，市場需要更具彈性的能源網路，這些都促使業界採取相應的糾正措施。據估計，馬達能耗約佔工業用電量²的 70%，主要用於驅動泵、風扇、壓縮空氣系統、物料搬運、加工系統等。這使得馬達可望產生新的商機，因為將可透過提升馬達運行效率的技術來解決碳排放問題，特別是對於願意投資改造設備以提升能效的大型製造商而言，這是一個不錯的解決方案。

圖說：2021 年美國工業溫室氣體排放量

23%

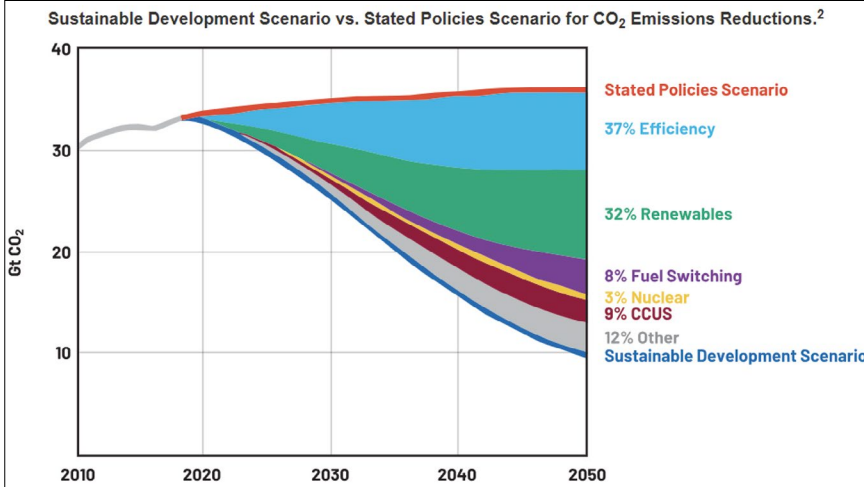
各界齊心協力，因應全球挑戰

減少碳排放是一項全球性的重大挑戰，《巴黎協定》(Paris Agreement) 則充分體現了此一嚴峻形勢。巴黎協定設定的氣候目標，是到 2050 年時將全球升溫限制在 1.5°C，要求 CO2 排放量比 2018 年減少約 70%。

要實現 1.5°C 控溫目標，投資須從化石燃料轉向能效提升、可再生能源與核能發電，以及碳捕捉、利用與封存 (CCUS) 和其他低碳領域。然而，儘管可再生能源受到廣泛關注，ADI 認為提升能效可能更為關鍵。透過提升效率和減少對電網的需求，製造商或許能夠提高營運彈性、節省成本並減少排放。

該圖顯示了到 2050 年將 CO2 排放量減至 100 億噸以下，以實現 1.5°C 控溫目標的途徑，

圖說：永續發展情景與既定政策情景中的 CO₂ 減排



情景，其闡釋了全球能夠實現氣候、能源的取得和空氣品質目標以及《巴黎協定》願景的途徑。與此同時，其始終高度關注能源的可靠性和經濟性，以滿足全球不斷成長人口的需求。值得注意的是，永續發展情景中，所確定減少 CO₂ 排放的可能突破口是提高能效，相對於既定政策情景，其佔了永續發展情景減排量的 37%。

詳見《2019 年世界能源展望》(World Energy Outlook 2019.2)。該研究主要包括兩個部分。第一部分是既定政策情景，其中僅考量已經宣佈的具體政策舉措。第二部分則是永續發展

擴大馬達驅動器部署才能提升能效

由於能效是因應排放挑戰的核心，技術人員和製造商必須確定從哪些層面著手具有實際意義，而工業馬達便是一個完美的起點。

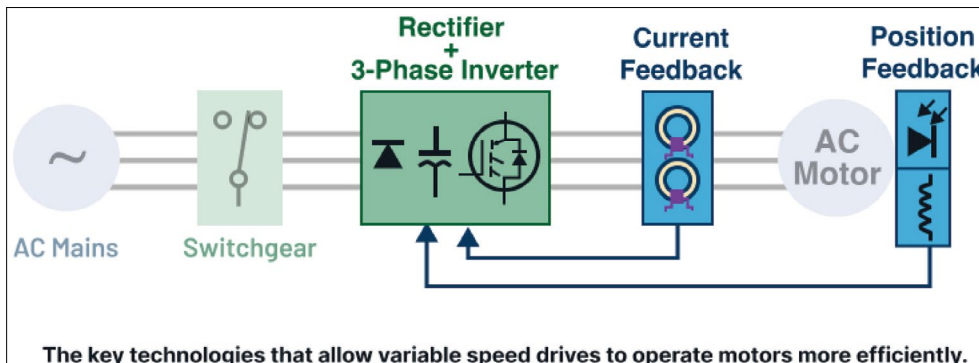
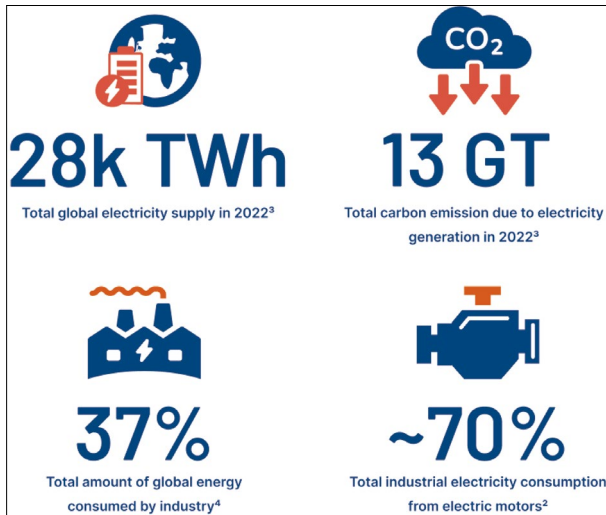
基本的低效運動解決方案通常在打開或關閉位置運行，無論任務要求如何變化，都採用一個輸出水準。這些解決方案基於並網或交流三相馬達，利用開關設備進行開 / 關控制並提供保護電路。然而，使用變速驅動技術，馬達更能將輸出與負載要求相匹配。隨著全球尋求實現更高的能效和減少 CO₂ 排放，部署更高效的馬達和驅動器並採用數位化技術，將伴隨著更大的商機。

在美國，據估計，大約六分之一的馬達採用了變速驅動技術。⁵ 由此可見，市場還需求大量

並網馬達，並且將透過連接逆變器或變速驅動器 (VSD) 來降低能耗，以實現效率提升。

透過增加整流器、直流匯流排和三相逆變器級等技術，

圖說：更高的馬達效率顯示更低的排放



還能以適合負載和應用的優化速度運行馬達，進而大幅降低能耗。根據不同的馬達和應用，在現有馬達上增加逆變器或驅動器可將功耗降低 25% 至 60%。6,7 對於更高性能的運動控制應用，借助 VSD 可實現對扭矩、速度和位置的精準控制。為加速部署更高效的馬達驅動系統，國際電子馬達委員會 (IEC) 推動制定了節能馬達標準，包括 IEC 60034-2-1 馬達測試標準和涵蓋四級馬達效率 (IE1 到 IE4) 的 IEC 60034-30-1 分類方案，這些標準便於比較不同馬達製造商的效率水準，並為政府確定其最低能耗性能標準 (MEPS) 的效率水準提供了參考。隨著監管機構尋求高效節能減排放方案，ADI 預計這些標準的普及將進一步推動對更高效馬達技術的持續投資。

半導體技術是支持現代驅動器實現節能轉型的重要推動因素。諸如 ABB 和 ADI 等領軍企業正投資開發適合運動應用的節能技術、解決方案和產品。業界認為，僅靠改善馬達設計無法確保獲得理想的能效。因此，ABB 等領導企業尋求持續推動先進馬達驅動技術的發展，包括控制演算法、理想的開關頻率和數位建模。從設計、建模、確定尺寸到動力傳動優化操作和控制，對於馬達驅動系統的生命週期管理，這些全面廣泛

“ABB 以及其他全球科技公司都在尋求實現更遠大的 ESG 目標的方法，供應商則致力於提供支援和加速達成這些目標的技術。供應商將採用節能馬達驅動器視為這項任務的基礎，這表示精密測量和控制技術將非常關鍵。”

Matti Kauhanen
ABB 副總裁暨技術經理

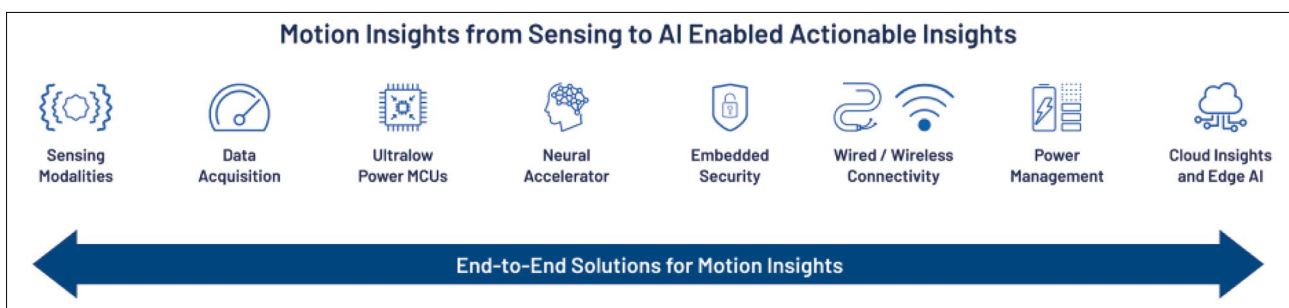
的技術是不可或缺的關鍵要求，而數位化轉型和人工智慧技術，將有助於實現更加永續的製造業未來所需的節能馬達驅動系統。

數位化轉型促進提高生產效率

然而，提升馬達運行效率的機會並不僅限於馬達本身。VSD 使用電壓、電流、位置、溫度、功率和能耗資料，並結合使用外部感測器來監測振動和其他過程變數。利用融合了資訊技術 / 操作技術 (IT/OT) 的乙太網路，從運動應用中擷取的各種資料彼此互聯，還可將資料和運動洞察傳輸到雲端資料儲存或本機存放區設施，借助強大的雲端運算和人工智慧 (AI)，使其更易於存取和操作。如此，或許還能更大規模地優化製造流程、降低能耗以及減少製造過程中的 CO2 排放量。此外，利用運動洞察可延長設備使用壽命，提高生產品質，減少計畫外停機時間和材料浪費，同時增強製造工廠的安全性。

另一個關鍵功能是識別工作輸出過於接近或略高於額定輸出的已部署馬達，此種情況也會導致耗電量增加，影響使用壽命。在部署了數百至數千台馬達的大型製造設施中，數位化轉型策略對於確定這些可減少電力消耗和 CO2 排放的機會尤為重要。

馬達驅動系統整合先進的感測、訊號處理、邊緣 AI 和連接解決方案，可在智慧邊緣產生運動資料和洞察。這些新洞察將傳送至製造執行系統 (MES)，該系統將基於洞察資訊識別運行效率較低而致使利用率不足且用電量增加的馬達。





世界經濟論壇：永續燈塔網路

為了說明科技對製造業的影響，世界經濟論壇的「塑造先進製造和價值鏈的未來」平台建立了全球燈塔網路，居於製造業領導地位的企業將入選為燈塔。該網路展示了數位化轉型策略如何加速降低能耗，以及在工業領域採用更永續營運方式的真實案例。⁸

促進實現淨零排放的生態系統解決方案

減排之路相當複雜，但工業製造企業可望借助新技術加速製造業低碳轉型。預計到 2040 年時，工業活動的增加將會使馬達系統需求成長近一倍⁹。因此，新的高效馬達驅動系統可望為 CO₂ 減排作出更大貢獻，同時創造大量商機。對於製造商而言，各種經驗和聯繫對於大規模部署節能馬達技術非常重要，因此關鍵在於如何與生態系統內的公司開展合作。挑戰涉及的範圍很廣，而在工業、技術和政府領域擁有合適的合作夥伴，對於實現工業和全球的能效目標將非常重要。

參考資料

- ¹ “溫室氣體排放源”。美國環保局。
- ² “2019 年世界能源展望”。國際能源署，

2019 年。

- ³ “2023 年電力市場報告”。國際能源署，2023 年 2 月。
- ⁴ “工業能源報告”。國際能源署。
- ⁵ “美國工業和商業馬達系統市場評估報告，第 1 卷”。勞倫斯伯克利國家實驗室，2021 年 1 月。
- ⁶ “實現《巴黎協定》：高效馬達和驅動器在降低能源消耗方面的重要作用。” ABB，2021。
- ⁷ R. Saidur、S. Mekhilef、M. B. Ali、A. Safari 和 H. A. Mohammed。“變速驅動 (VSD) 在馬達節能中的應用。”可再生和永續能源審查，2012 年 1 月。
- ⁸ 《全球燈塔網路：塑造第四次工業革命的新篇章》。世界經濟論壇，2023 年 1 月。
- ⁹ “2017 年世界能源展望”。國際能源署，2017 年。

前瞻性聲明

本文章包含前瞻性聲明，這些前瞻性聲明依據美國《1933 年證券法》及其修訂案和美國《1934 年證券交易法》及其修訂案中的其他安全港條款制定。除歷史事實外，其他所有聲明均可視為前瞻性聲明。CITA