

# 動力之源

## 電機新興運用與未來發展

■文：馬承信整理

當我們談論現代科技的發展時，電機 (Electric Motors) 亦稱為用電的馬達 (Motor) 無疑是其中最為關鍵的一項發明之一。自從 18 世紀末第一個電動電機的誕生以來，電機便成為驅動各種機械設備、家用電器、交通工具及工業生產的核心動力源。它們以高效、穩定的方式將電能轉化為機械能，並在各行各業中發揮著無可替代的作用。隨著科技的進步，電機的設計和性能也在不斷創新與提升，無論是在節能、環保，還是智慧化領域，都展現出了巨大的潛力與應用前景。

### 電機的分類

常見的電機，根據輸入電壓的特性可分為直流 (DC) 和交流 (AC) 兩大類，每種都有其特定的應用和優勢：

**AC 電機**：可以是單相或三相，三相電機使用三個相互之間相位差 120 度的交流電流，靠交流電源工作，定子產生旋

轉磁場與轉子磁場相互作用產生扭矩，分感應和同步電機兩類。感應電機結構簡單、可靠、成本低，同步電機轉子速度與定子磁場同步，適用於恆速應用，又分勵磁和非勵磁轉子，非勵磁轉子含磁滯、同步磁阻和永磁同步電機等類型。

其中：**感應電機**：轉子可為金屬軸或線環，常見“鼠籠式”設計，效率高，常用於工業和家用，單相用於小功率設備，三相用於大功率設備。

**而同步電機**：轉子速度與定子磁場同步，適用於對速度精度要求高的應用，如管道泵。勵磁同步電機轉子繞組通直流電產生磁場，非勵磁同步電機轉子用鐵磁材料，包括磁滯、同步磁阻和永磁同步電機。磁滯電機簡單、安靜、可靠，同步磁阻電機效率高、易控制，永磁同步電機扭矩平滑、加速快、噪音低，適用於機器人等領域。

**DC 電機**：通過電磁體與永久磁鐵磁場相互作用將電能轉

化為機械運動，含電刷和換向器，依電磁體電流方向切換實現持續旋轉，分有刷和無刷兩類，有刷 DC 電機成本低、易控制，無刷 DC 電機更可靠、高效，適用於精確應用。

**有刷 DC 電機**：定子為永久磁鐵，轉子為電磁極，電刷供電，換向器切換電磁極極性維持旋轉，成本低，適用於低端應用。

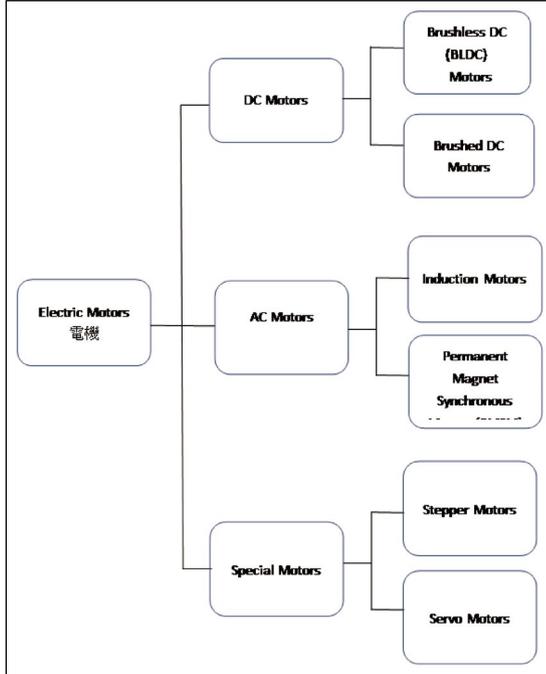
**無刷 DC 電機**：定子電磁體產生旋轉磁場使永磁轉子旋轉，無需電刷和換向器，更可靠高效，通過電子系統控制磁場旋轉，可實現精確速度控制，適用於無人機等精密應用。

### 電機新興應用

近年來，隨著科技的快速發展和需求的多樣化，電機的應用範圍不斷擴大，特別是在智慧化、綠色能源和工業自動化領域，展現出極為重要的價值。

首先，電動車 (EV) 領域的崛起是電機應用的一大亮點。

圖說：電機分類示意圖



隨著全球對於環保和減少碳排放的關注，電動車的市場需求逐年增長，電動電機成為了驅動電動車的核心部件。相比傳統內燃機，電動電機不僅具有高效的能量轉換能力，還能大幅度降低車輛的污染排放。尤其是在特斯拉、比亞迪等領先企業的推動下，電動車的市場

規模持續擴大，進一步加速了電機技術的創新和應用。

此外，工業自動化也是近年來電機應用的重要領域之一。隨著人工智慧和物聯網技術的融合發展，許多傳統工業領域都在向自動化和智慧化轉型。無論是機械臂、包裝設備，還是數控機床，電機作為核心動力部件，支撐著自

動化設備的精確運行。這不僅提高了生產效率，也促使生產過程的精確性和安全性大幅提升。

另外，隨著可再生能源的興起，風力發電和水力發電等綠色能源的發展也離不開電機的支持。風力發電機組中的發電機、大型水泵站的驅動系統，

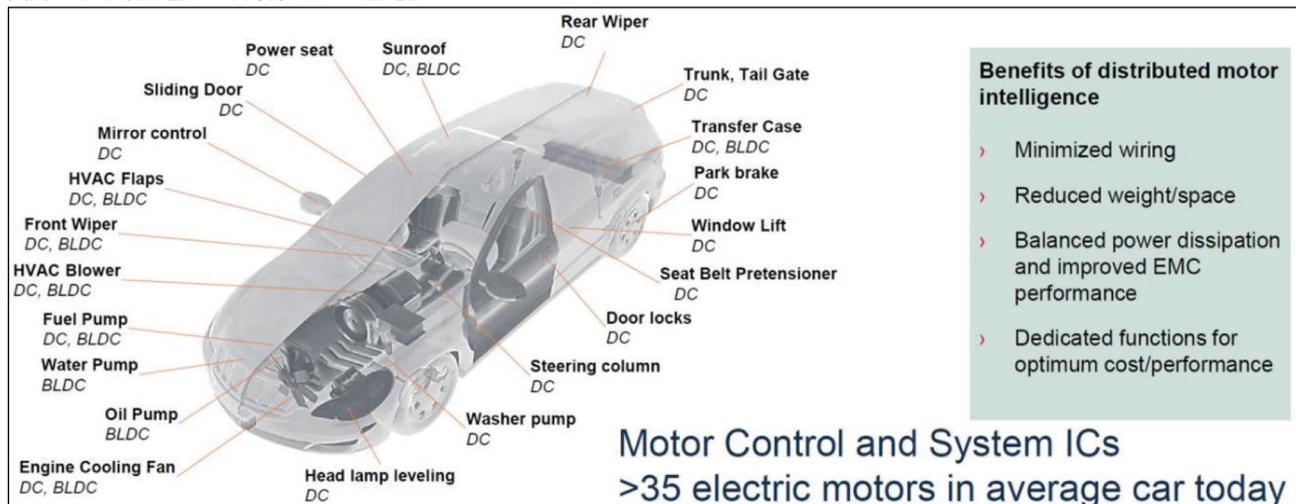
都依賴著電機來轉換能量並提供穩定的動力。在這些應用中，電機的高效能直接影響到能源的轉換效率，並進一步推動全球能源結構的變革。

電機在近年來的應用不僅限於傳統領域，隨著科技的進步，電機技術不斷創新，並在新能源、智慧製造和未來交通等領域展現出更加廣闊的應用前景。

### 電機在電動車的應用

今天的電動汽車中，由 Monolithicpower 公司的示意圖中可看出，平均每輛車配備了 35 個馬達裝置，除了核心的動力電機之外，其餘的電機使用在包括：熱管理系統、油泵、水泵、座椅散熱、中控散熱、抬頭顯示、大燈控制、雷射雷達、智慧執行器、旋轉屏等各種應用設備中，設計人員不僅要考慮每個

圖說：平均每輛電動汽車內有超過 35 個電機



圖片來源：monolithicpower

裝置的控制使用，還要考慮到整個車輛系統的運行情況，以確保那些至關重要的設備能夠穩定可靠的進行工作。

在電動車 (EV) 的發展過程中，電機作為核心驅動力部件，發揮著至關重要的作用。無論是傳統的直流電動電機 (DC Motor)、交流感應電動電機 (AC Induction Motor) 還是現今廣泛應用的永磁同步電動電機 (Permanent Magnet Synchronous Motor, PMSM)，各種不同類型的電機在電動車中的應用，根據性能、成本、效率等多方面的需求，呈現出不同的優劣。

驅動電機系統是電動汽車 (EV) 的“心臟”。它集成了電機、逆變器以及減速機，當安裝在車身並連接到驅動軸時，則會產生旋轉扭矩，汽車僅需這一個產品即可行駛。日本 NIDEC 公司 2022 年 10 月開始

圖說：NIDEC 公司的「E-Axle Ni100Ex(Gen2)」驅動電機系統



圖片來源：nidec.com

量產的第二代 E-Axle 輸出功率為 135kW，扭矩 2400Nm，重量 57kg，體積小、重量輕，在功率密度方面遠超其他公司的產品。這些優點在電動汽車全球普及率較高的中國得到了高度認可，截至 2023 年 4 月，第二代 E-Axle 已被採用於 15 款電動汽車中，銷量超過 70 萬台。

永磁同步電動電機是目前電動車中最為常見的選擇，特別是高端和中高端電動車型中。這種電機利用高性能的永磁材料，能夠提供更高的效率和更優異的扭矩密度，且不需要碳刷或其他類似的維護部件。由於其結構和效率的優勢，永磁同步電動電機在現代電動車中被廣泛應用，成為高效能的代表。

在性能上，永磁同步電動電機以其高效、穩定和長壽命的優勢，逐漸取代了其他類型的電機，成為電動車的主流選擇。其高扭矩輸出和低能耗特性，對提高電動車的續航里程和加速性能具有顯著優勢。

目前，許多世界知名的電動車企業都採用了永磁同步電動電機，並且不斷在電機技術上進行創新，以提升車輛的性能、效率和市場競爭力。

特斯拉是當今電動車市場中最具影響力的公司之一，其主要車型 (如 Model S、Model 3、Model X) 都使用了永磁同

圖說：Tesla Model S 純電動平台，包括了電池和電機系統



圖片來源：tesla.com

步電動電機，並且根據不同車型的需求進行了性能調整。特斯拉的電動車以卓越的加速性能和較長的續航里程著稱，這都得益於其高效的電機設計和電池技術。

比亞迪是中國最大的電動車製造商之一，也積極開發高效能的永磁同步電動電機。比亞迪的“唐”系列和“漢”系列電動車型均搭載了先進的電機系統，並且將電機效率提升至全球領先水準，實現了高續航和快速充電的目標。

隨著市場需求和技術發展的演變，永磁同步電動電機憑藉其卓越的效率、扭矩密度和無需維護的特性，已經成為電動車行業的主流選擇。未來，隨著更多企業的投入和技術的突破，電機將在電動車領域發揮更大的作用，助力全球汽車行業向著更環保、更高效的方向發展。

## 電機在工業自動化中的應用

在工業自動化領域，電機

的應用無處不在，無論是傳送帶、機械臂，還是數控機床，都離不開電機提供的動力。隨著自動化技術的發展，電機的選擇和應用方式也經歷了從傳統技術到現代智慧化技術的轉變。電機在工業自動化中的核心作用是將電能轉換為機械能，從而驅動各類機械設備的運行。

傳統上，工業自動化中主要使用的是交流感應電機 (AC Induction Motor) 和直流電動電機 (DC Motor)，這些電機雖然在穩定性和耐用性方面表現良好，但隨著工業需求的升級，現代技術中更多的應用了無刷直流電動電機 (BLDC Motor)、伺服電機 (Servo Motor) 等更高效、精確的電機。

E530 伺服系統是 ABB 推出的一款通用型伺服產品，由 E530 伺服驅動器及 DSM 伺服電機組成，提供脈衝型和 EtherCAT 匯流排型兩種版本。它簡單易用、穩定可靠、性能優越，支援位置控制、轉矩控制和速度控制。優秀的伺服性能，可滿足高精度定位，提高

圖說：工業機器使用了大量電機傳動器件



圖片來源：ti.com

生產效率，保障設備高效、平穩的運行

傳統的交流感應電機和直流電動電機仍然在大多數工業自動化應用中佔有一席之地，尤其是在負載較大、對速度精度要求不高的場合。然而，隨著對精度、效率、可調性以及智慧化控制的需求不斷提高，現代的無刷直流電動電機和伺服電機在高精度、高效能領域表現更加突出，成為了未來工業自動化的重要選擇。

隨著工業自動化需求的增長，許多企業正在投入大量資源來開發和應用先進的電機技術，提供更高效、更智慧的解決方案。

西門子是全球領先的工業自動化技術提供商，其電機產品涵蓋了各類型的交流感應電機、伺服電機以及無刷直流電機。西門子的伺服系統 (如 Sirius 電機啟動器和 Sinamics 伺服驅動) 被廣泛應用於各種精密控制的自動化設備中，並且在智慧工廠和自動化生產線中發揮著重要作用。

三菱電機是另一家全球領先的自動化和電機技術公司，其伺服系統、無刷直流電機和交流電機在工業自動化領域廣泛應用。三菱的 Servo 系列產品以精確的控制和高性能著稱，尤其在數控機床、機械臂、

圖說：ABB 公司的 E530 伺服電機系統



圖片來源：abb.com

包裝機械等高端設備中有著廣泛的應用。

未來，工業自動化中對電機的需求將更加依賴於智慧化、節能和精確控制的要求。隨著工業 4.0 的到來，對機器學習、物聯網 (IoT) 和大資料分析的集成，電機的智慧控制系統將實現更加靈活和高效的運行。例如，基於 AI 的預測性維護技術將能夠在電機故障發生之前進行診斷，大大降低了停機時間和維護成本。

## 可再生能源中電機的應用

在可再生能源系統中，電機主要用於兩個方向：一是發電系統中的電機 (如風力發電機中的發電機、潮汐發電系統)，二是儲能系統中的電機 (如泵儲能、電動車充電系統等)。隨著全球對環境保護和可持續發展的重視，可再生能源已經成為未來能源領域的重要趨勢。在可再生能源的開發和利用過程中，電機的應用發揮了不可或缺的作用。無論是在風力發電 (如東方電氣在山間的風力

圖說：在山間的風力發電機組



圖片來源：東方電氣 dec-ltd

發電機組)、太陽能儲能系統，還是水力發電等領域，電機的高效運行不僅影響到能源轉換的效率，還關係到能源系統的穩定性和可靠性。

隨著科技的進步，現代風力發電機多使用永磁同步發電機 (PMSG) 或直接驅動發電機 (Direct-Drive Generator)。這些高效能發電機系統能夠直接將風能轉換為電能，且不需要齒輪箱，減少了磨損和維護的成本，提高了發電系統的穩定性和效率。永磁同步發電機的高效率設計，使得它們在風速較低時仍能維持較高的輸出功率。

儲能方面，現代的可再生能源儲能系統更注重效率與智慧化，許多新型儲能系統使用無刷直流電動機 (BLDC) 或伺服電機來提高儲能和轉換效率，並能夠與電池系統和智慧控制系統進行精確協作。這些高效電機可以精確控制能量的流動，實現更高的能源儲存與輸出效率。

企業上，許多全球領先的企業在電機技術上進行創新，

以支援風力、太陽能、水力等可再生能源系統的高效運行。

西門子在可再生能源領域的業務範圍涵蓋風力發電、水力發電及儲能系統等領域。西門子的 Direct-Drive 永磁同步發電機技術已經在風力發電領域取得了顯著成果。該技術不僅提高了風力發電機的效率，還減少了運維成本，並在全球範圍內廣泛應用。

作為全球最大的能源解決方案提供商之一，GE 在風力發電領域有著領先的技術。GE 的 Haliade-X 系列風力發電機採用了先進的永磁同步發電機技術，並在多個大規模風力發電項目中獲得了成功應用。GE 還積極開發適用於水力發電和儲能系統的高效電機解決方案。

伴隨全球對清潔能源需求的增加，未來可再生能源領域的電機技術將向著更高效、更智慧的方向發展。人工智慧、大數據、物聯網 (IoT) 等新技術的融合，將促使風力發電機、太陽能儲能系統等設備能夠更精確地調節運行，實現更高效的能源轉換與儲存。

傳統電機在可再生能源中依然佔有一定市場，但隨著技術的革新，現代高效、無需維護的電機 (如永磁同步發電機和無刷直流電動機) 正成為領域內的主流選擇，並將在未來

的可再生能源革命中發揮關鍵作用。

## 總結

未來，電機的發展將圍繞高效能、智慧化、綠色能源和多元應用展開。隨著新能源技術的推進，高效節能電機將成為主流，特別是在電動車、風力發電和儲能系統等領域中，以降低能源消耗和提升轉換效率。電機的材料和製造工藝也在進步，例如使用更輕、更強的材料來減輕重量和提升耐用性，使其在航太、無人機等領域具有更廣泛的應用。

智慧化發展是電機技術的另一大趨勢。配合物聯網 (IoT) 和人工智慧 (AI) 技術，未來電機將具備更高的自動調整和預測維護能力，可即時監控運行狀況並優化能耗和運行效率。這將在工業 4.0 智慧工廠、智慧家居和智慧型機器人等領域發揮巨大作用。

此外，隨著全球對環境保護的重視，電機將逐漸朝向使用可再生能源、減少碳排放的方向發展。總而言之，未來電機技術的進步將提升整體運行效率，促進各行業的自動化與可持續發展。

(本文資料來源綜合廠商及網路資料) CTA