

# SmartAuto 智動化

P.75  
技術特輯  
馬達控制

2023 Nov. vol.97

7 利用 AI 實現判斷標準化

40 液壓系統比輸出入控制精微

11

馬達永續新應用 · 氣動與油壓

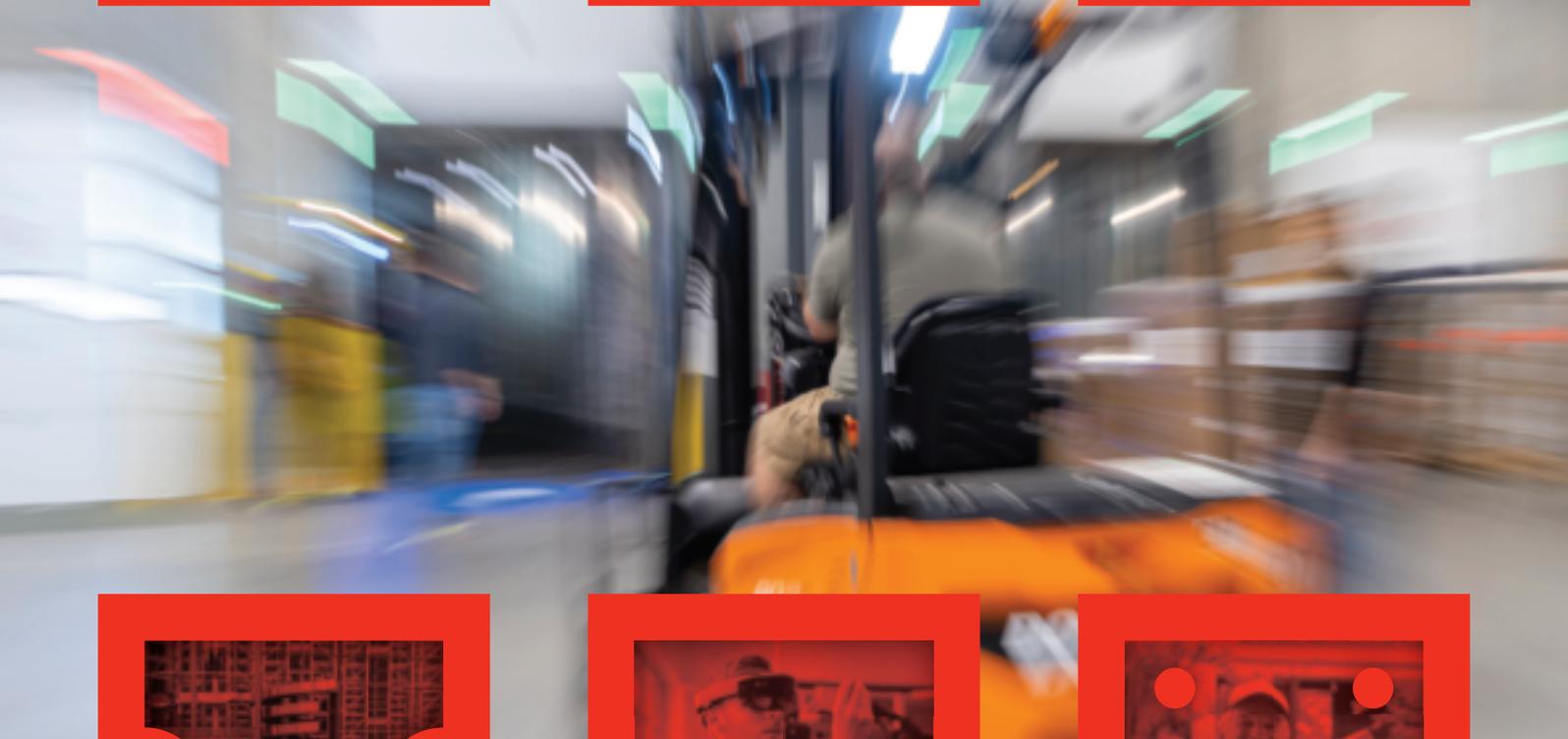
## 馬達永續新應用



ISSN 1682-2609  
4 712931 287363 11

定價 180 元

專題報導  
氣動與油壓



# 您的信賴是我們的目標

從製造商保固的原廠零組件，到上百萬款現貨零件當天出貨服務，  
您都可安心讓 DigiKey 滿足您的需求，無後顧之憂。

立即造訪 [digikey.tw](http://digikey.tw) 或來電 0080-185-4023。

# DigiKey

we get technical

DigiKey 是所有合作供應商的授權經銷商。每天新增產品。DigiKey 和 DigiKey Electronics 是 DigiKey Electronics 在美國及其他國家的註冊商標。© 2023 DigiKey Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

 ECIA MEMBER  
Supporting The Authorized Channel

# 能源管理解決方案

 電力資料分析
  能源使用效率
  需量管理
  CO<sub>2</sub> 碳排放

- \* 快速佈建、易於擴充及維護，並能整合第三方軟體和資料庫。
- \* 可視化儀表板
- \* 即時及歷史電力資訊顯示及用電資訊
- \* 電力記錄檔案定時自動回送，並支援網路斷線回復後的檔案補遺機制
- \* 內建 IF-THEN-ELSE 邏輯引擎，提供電力需量管理及設備運作通知功能
- \* 支援 Modbus TCP/RTU、SNMP & MQTT 通訊協定



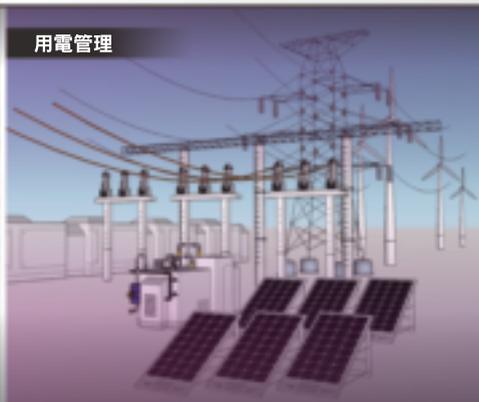
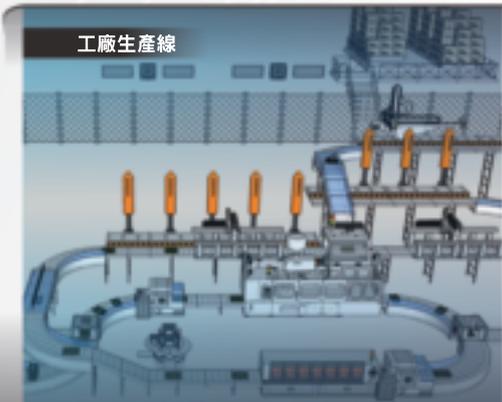
**智能電錶** PM-3133-RCT1000P  
Smart Power Meter



**智能電錶**  
Smart Power Meter



**遠端I/O模組**  
Regular I/O Module and Sensor



# CONTENTS

## CoverStory 封面故事

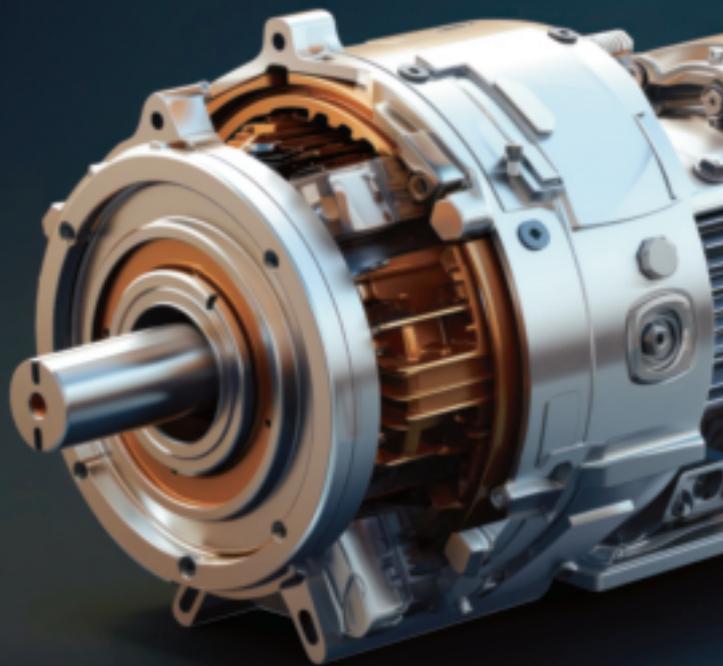
# 12

### 智能時代的馬達市場與科技轉變

季平

**18** 聚焦低碳製造新應用  
陳念舜

**26** 無稀土馬達時代到來  
盧傑瑞



## Focus 專題報導

# 40

### 液壓系統比輸出入控制精微

陳念舜

**46** 液氣壓系統導入數位輕量化  
陳念舜

## 應用焦點

# 52

### 機器視覺 + 自動化 系統檢選優質檸檬

The Imaging Source 兆錕新

**56** 以 RFID 和 NFC 技術打造數位雙生  
Sylvia Kaiser-Kershaw





智慧傳動的解決方案

SINCE 1969

減速機的領導品牌



**ROBONICDRIVE**

諧波減速機

**CYKODRIVE**

精密擺線(RV)減速機



利茗機械股份有限公司 **LI MING MACHINERY CO., LTD.**

臺中市潭子區潭富路1段168號 No. 168, Sec. 1, Tanfu Rd., Tanzi Dist., Taichung City 427226, Taiwan  
Tel: +886-4-25314888 Fax: +886-4-25338982 E-mail: info@li-ming.com http://www.li-ming.com

# CONTENTS

## 編輯室報告

6 馬達永續應用 循環經濟成型

## 技術趨勢

7 利用 AI 實現判斷標準化  
杰倫智能

## 機械視角

31 電動推進飛機與船舶發展及商機  
熊治民

62 市場脈動

70 新聞短波

104 廣告索引

## 技術特輯—馬達控制

76 SPWM 與 SVPWM  
於 MDB 體現 TN-Curve 差異  
陳志豪

94 混合波束成形接收器動態範圍(下)  
Peter Delos、Sam Ringwood、Michael Jones

82 FPGA 的多通道步進馬達控制系統設計  
張華西、陳佳宇、劉卿卿、劉銀萍、嚴飛

100 NASA 太空飛行器任務  
開發光學導航軟體  
Derek Nelson、Coralie Adam

88 自動巡軌機器人雙車接力系統研究  
陳華珍、夏國清、李金明

## 智動化雜誌 SmartAuto

社長 / 黃俊義 Wills Huang

編輯部 /

副總編輯 籃貴銘 Korbin Lan  
採訪編輯 陳念舜 Russell Chen  
助理編輯 陳復霞 Fuhsia Chen  
美術編輯 陳宇宸 Yu Chen

CTIMES 英文網 /

專案經理 籃貴銘 Korbin Lan  
兼主編

產業服務部 /

產服經理 曾善美 Angelia Tseng  
產服主任 翁家騏 Amy Weng  
曾郁期 Grace Tseng  
劉家靖 Jason Liu

整合行銷部 /

發行專員 孫桂芬 K. F. Sun

管理資訊部 /

會計主辦 林寶貴 Linda Lin  
法務主辦 顏正雄 C.S. Yen

發行人 / 黃俊隆 Robert Huang

發行所 / 遠播資訊股份有限公司  
INFOWIN INFORMATION CO., LTD.

地址 / 台北市大同區承德路三段 287-2 號 A 棟 204 室  
電話：(02) 2585-5526  
傳真：(02) 2585-5519

行政院新聞局出版事業登記證 局版北市字第 672 號  
中華郵政台北雜字第 2097 號 執照登記為雜誌交寄  
國內總經銷 聯華書報社  
(02) 2556-9711

零售商 全台誠品書店及各大連鎖書店均售  
郵政戶名 遠播資訊股份有限公司  
郵政帳號 16854654  
國內零售 180 元

# 關於設備中的定位控制 Kamo提供新解決方案

## Non-backlash New system rack & pinion **kamo**

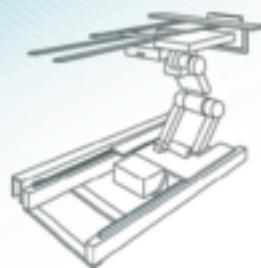
無背隙 / Non-backlash

高精度 / High accuracy

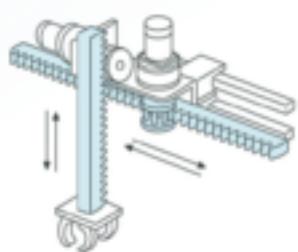
低噪音・低震動 / Low noise & low vibration

低發塵 / Low dust

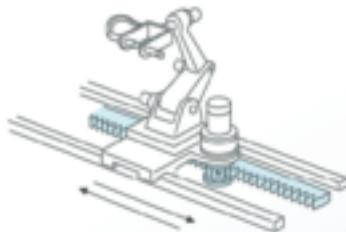
長度超長暨高速化的實現 / Extended length line & high speed rolling



無塵室內搬送設備



起重架式機械手臂



長行程工作機械

齒條總長度可以無限延伸

3m/sec 以上高速運動  
依然達成低噪音、低發塵的要求

保證可達到無塵室 Class 1000

無背隙 / Non-backlash

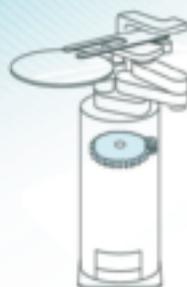
高精度 / High accuracy

低噪音・低震動 / Low noise & low vibration

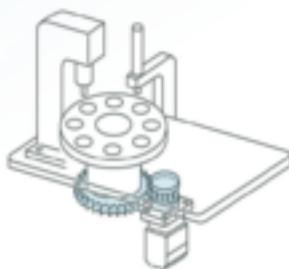
低發塵 / Low dust

大尺寸 / Large gear

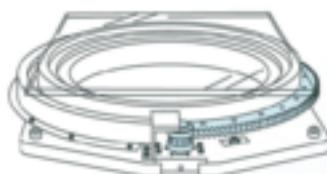
大中空口徑 / Hollow unity structure



機械手臂的旋轉機構



分度旋轉台



大型玻璃基板旋轉定位機構

可製作無限大型精密齒圈

保證可達到無塵室 Class 1000

可製作客製化 TCG Ring Unit



# 惠祥貿易股份有限公司

333 桃園市龜山區文明路 23 號

TEL : 03-3274111 FAX : 03-3275472

台中公司  
TEL : 04-22410633  
FAX : 04-22411353

高雄公司  
TEL : 07-3412685  
FAX : 07-3450360

仲責國際貿易(上海)有限公司  
上海市浦東金橋出口加工區桂橋路158號  
TEL : 021-58206421.50316092.50316107  
FAX : 021-58202557

[www.bearingnet.com.tw](http://www.bearingnet.com.tw)

[www.kamo.co.jp](http://www.kamo.co.jp)

# 馬達永續應用 循環經濟成型

順應國際淨零碳排趨勢和政策帶動下，由於提高能源效率技術已被歸類為重點，各國也開始針對馬達及驅動/變頻器等變速系統開始立法制定馬達最低能效標準（MEPS），除了影響智能工廠、電動車等製造與終端產業應用，促使國內外馬達等傳產機電製造大廠陸續投入研發智慧、高能效馬達，並減少使用稀土以確保產業永續發展。

隨著歐盟自2023年起，要求100kW以上功率馬達皆須達到IE4等級之後，中國大陸也宣示將於2024年跟進，台灣與新加坡則訂於2025年實行。國際上主流馬達製造商因此紛紛致力於開發更高效馬達，除了現已廣泛使用的感應馬達之外，還有永磁馬達及同步磁阻馬達等選項。

這股需求也將催生新的科技轉變，帶來更多新商機。包括協助客戶引進創新材料、變頻技術，實踐增效低碳生產；透過各式感測器與物聯網（IoT）技術，蒐集設備即時或長期運轉狀態資訊，於系統邊緣或雲端進行運算分析，打造馬達智慧化聯網系統。

同時在馬達本體製造方面，也從採用低碳、回收產品的二次原料生產開始，以減少排放碳足跡，直到永續設計、組裝及營運行銷等垂直整合，朝向循環經濟轉型。甚至與異業結盟，導入空壓、空調、泵、風機系統解決方案；最終打造智慧能源與碳資產管理系統，讓節能減碳資訊蒐集更輕鬆，進而達成數位化管理行為及需求。

值得一提的是，迎接「碳有價」時代到來，目前台灣中小企業都亟待龍頭大廠「以大帶小（1+N）」，從供應鏈內部開始帶頭減碳，小至3C、半導體業常用的液/氣壓元件、系統等，從源頭輕量化設計開始，陸續在生產流程導入碳盤查、能源管理系統等工具，協同上下游產業加速脫碳。還有對於後續液/氣壓流體傳動及驅動系統的精微控制，從而避免在輸出/入階段造成不必要的洩漏而浪費。

智慧製造永續的基石

(source : rockwellautomation.com)

# 利用AI實現判斷標準化

科技的變革是企業管理能力得以躍進的推手，而當今AI的普及化無疑將帶來另一次的變革，本文敘述如何建立人人皆具AI思維，以數據分析為核心來解決問題的企業文化。

文 / 杰倫智能

**企**業的管理能力隨著科技的變革已經歷了幾個階段的轉變。從電腦尚未被廣泛利用時，產業專家以紙本紀錄各項數據、帶領學徒將管理制度標準化的階段，到企業大規模導入電腦與軟體系統，透過資訊數位化及系統流程輔助將營運流程標準化，科技的變革無疑是企業管理能力得以躍進的推手。

## 什麼是決策標準化（TBD）？

當今AI的普及化無疑將帶來另一次的變革，促使企業發展新的管理模式以奠定下一波成長的優勢。

Deloitte於研究報告中指出，受訪企業認為導入AI的前三大好處包括：



▲ 圖一：基於判斷標準化創造優勢的企業能夠大量運用AI模型做出判斷、結合自動化技術執行判斷結果。

- 加強目前的產品
- 優化內部營運
- 協助做出更好的決策

尤其在治理與品管相關的應用場景，AI 能夠免於人類的偏見和情感因素而做出更客觀的判斷。在台灣，蜂行資本公布的2022臺灣企業AI趨勢報告中指出在各企業的AI模型部署率為50-75%之間，遠高於全球的20-50%，表現出台灣企業對AI應用持開放的態度，並積極透過數據分析、建立模型來應對快速變化的市場所帶來的挑戰。更大量的運用AI模型便是判斷標準化的基礎；基於判斷標準化創造領先優勢的企業能夠大量運用AI模型做出判斷、結合自動化技術執行判斷結果、確保作業流程能夠快速地被複製到其他場域，例如到不同地理位置建廠，而不受人為因素造成的判斷落差所影響。

## 邁向判斷標準化需具備哪些條件？

Sam Altman於一場訪談中說到，在這場由ChatGPT引領的AI大革命中，人們需要具備韌性、適應性，快速學習新事物的能力，以及能夠使用AI工具的創造力來因應未來的挑戰。對企業來說，培養員工的AI思維和建立易於使用AI的環境，便是企業利用AI發揮創造力大量產出和部署AI模型，邁向判斷標準化的重要途徑。

McKinsey在「The State of AI in 2022」的企業調查中指出受訪企業中的領先者，即前8%的企業，皆透過AI應用實現至少20%的EBIT增幅。相較於其他企業這些領先者在以下幾個領域擁有卓越的表現：

1. AI策略的發展與商務需求有高度連結
2. 能夠同時進行大量的AI應用開發與部署

3. 數據結構高度模組化
4. 確保數據的品質
5. 利用 low-code 或 no-code 工具

從管理角度來看，領先者皆透過標準化的AI工作流程與協作方法來增加AI應用產出的自動化程度，進而降低模型無法落地的風險。

## 企業導入AI的挑戰有哪些？

ProfetAI 透過其開發的 no-code AutoML 系統已服務超過 100 間的製造企業，而在輔導客戶從議題探索至模型生成落地（即是AI生命週期）的過程中，發現多數企業在導入AI時皆面臨以下4大挑戰：

### 1. AI 議題探索過程未能標準化

對處於AI應用早期階段的企業來說，人員所具備的AI知識不一，尤其是非與IT或資料科學相關的員工可能都不太了解AI是什麼。當面對企業內AI應用的展開，管理階層與員工因缺乏能力與經驗而不知到能利用AI做什麼，且企業無知識系統可協助他們提案，導致每個團隊評估AI議題適性的方式與執行流程不一，而最後的提案往往也因缺乏領域專家參與評估的過程，沒有明確的商務目標可用於檢視AI應用的效益。

### 2. AI 議題執行過程透明度不佳且組織協同不易

由於AI應用的開發是一項技術性的工作，所以非技術相關的人員較難參與議題或專案的執行，導致開發的過程過於仰賴技術人員的判斷，缺乏領域專家（例如現場的設備維護人員）的協助以了解問題的全貌，而

管理人員也無法確實掌握各單位做了哪些題目？題目何時完成？目前進展如何？以及資源如何被這些題目所運用？只能被動式的接受專案負責人的工作回報。

### 3. 企業內部AI典範議題無法傳承與擴散

規模較大的企業中往往會有不同組織或地區的團隊嘗試解決相似的AI議題，在知識不通透的情況下就容易發生團隊各自閉門造車的情形，導致人力和時間的重複投入造成資源浪費，且實作過程中的錯誤也容易重複發生。在沒有系統化管理企業內部的AI知識的情況下，過往的經驗就難以被搜尋和重複利用，造成企業難以透過延續AI經驗來加速提升企業能力。

### 4. 缺乏正向與優質的獎勵文化來提升員工自主學習使用並分享AI經驗的意願

若要加速AI能力的擴散，光靠top-down的教育訓練是不夠的。除了學習之外，企業還需員工積極參與AI的應用來累積經驗。鼓勵員工之間分享知識是提升企業整體AI能力水準的捷徑，因此企業需思考如何建立良好的獎勵機制來形成知識共享的文化。

## AI生命週期管理

關於AI生命週期管理（AI Lifecycle Management；AILM），可以從AI應用落地的生命循環區分為技術與商務視角。目前在市場上較常見的是從資料科學家的角度思考的循環，即MLOps，其目的較專注於模型開發與部署的系統建立和流程整合，如data pipeline、運算資源的分配、以及模型監控等。而商務角度關注的部分在於AI議題的定義是否具明確的商務目標，讓最後產出的模型的效益可被評估檢視。■

# 馬達永續新應用





迎接2026年國際即將陸續上路的碳稅機制，  
台灣內部也試圖藉由碳權交易所、碳費等制度接軌，  
對於出口導向為主的台灣製造業而言，  
則須將如今壓力化為產業升級轉型的主要推力。

藉此驅動高能效馬達產品與應用不斷推陳出新，  
兼顧電動車與工業智能化淨零碳排需求。  
包括馬達智慧化聯網系統，  
實現從數位化、可視化、功能優化及商務模式逐步創新；

且於電動車用馬達材料和技術持續進展，  
促使永磁同步馬達和同步磁阻馬達漸成次世代主流技術，  
並減少使用易遭大國壟斷的稀土資源。

相信未來在淨零碳排潮流驅使下，  
業界對於高效節能與智慧馬達的需求只會越來越迫切，  
將催生更多應用新商機。

**12**

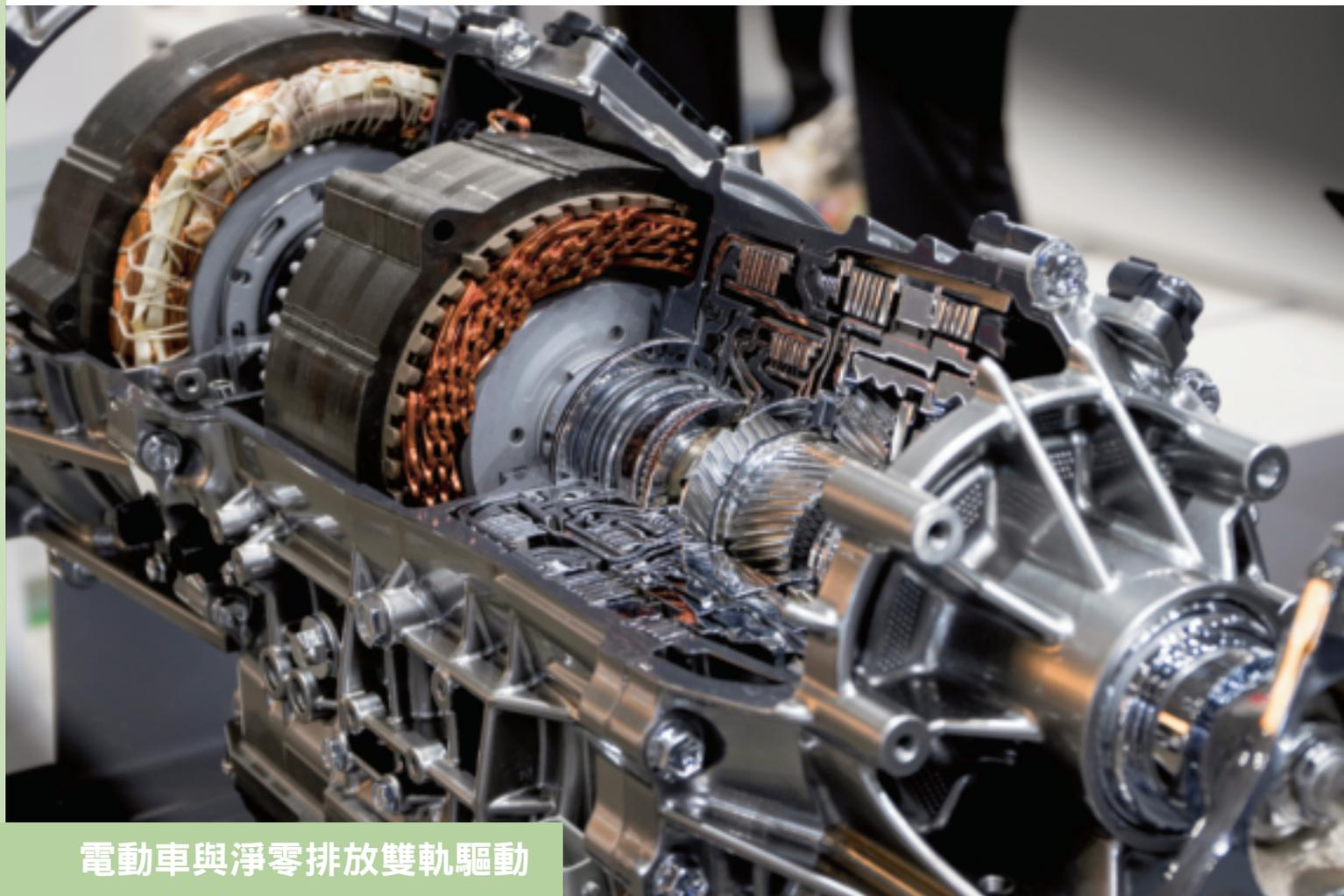
電動車與淨零排放雙軌驅動  
智能時代的馬達市場與科技轉變

**18**

馬達驅動永續運行不止  
聚焦低碳製造新應用

**26**

電動車駛向永續之路  
無稀土馬達時代到來



電動車與淨零排放雙軌驅動

## 智能時代的馬達市場與科技轉變

全球工業化、自動化，以及電動車與淨零排放等趨勢帶動高能效馬達產品的市場需求，預估2023-2030年內成長率將超過5.9%，預估全球高效率馬達的市場規模在2022-2027年將以年複合成長率6.52%的速度成長。

文／季平

**全**球工業化、自動化，以及電動車與淨零排放等趨勢帶動高能效馬達產品的市場需求。日商環球訊息有限公司（GII）報告指出，2022年全球馬達市值約達72億美元，預估2023-2030年內成長率將超

過5.9%，尤其機器人技術不斷推陳出新，帶動高效電機需求，預估全球高效率馬達的市場規模在2022-2027年將以年複合成長率6.52%的速度成長。