

如何從電機控制轉換為運動控制？

■文：NXP 恩智浦半導體

隨著越來越多的技術廣泛應用於工業自動化，我們已經進入了工業 4.0 時代。新技術不斷湧現，賦能人工智慧和機器學習、資料分析、工業網路、網路安全和功能安全。然而，大多數工業自動化作為其他所有技術的核心，仍然依靠機器人和運動控制。

運動控制與電機控制經常同時出現，有點讓人混淆。這兩個概念有什麼區別？在工業自動化中，我們如何將恰當的解決方案應用於其中一個概念，或同時應用於這兩個概念？歡迎繼續閱讀，瞭解運動控制和電機控制的區別以及如何使它們協同工作。

什麼是運動控制？

運動控制是工業自動化系統的子系統。它同步化控制多個電機來完成一系列運動。例如，多軸機械臂需要多個電機無縫地協同運行才能做出特定的動作。運動控制主要用於軌跡規劃、速度規劃、插補演算法和運動學轉換。運動控制系統經常出現在印刷、包裝和裝配應用中。

如下所示，運動控制系統通

常由以下主要元件組成：

- 運動控制器，可生成軌跡規劃，然後向電機驅動器提供控制命令
 - 電機驅動器，將運動控制器的控制命令（通常是速度或扭矩信號）轉換為更高功率電壓或電流信號來驅動電機
 - 數個電機，可根據控制命令執行運動
 - 位置感測器，將電機轉子的位置 / 速度資料提供給位置 / 速度控制器，實現精確的位置 / 速度控制
- 另一方面，電機控制是更側

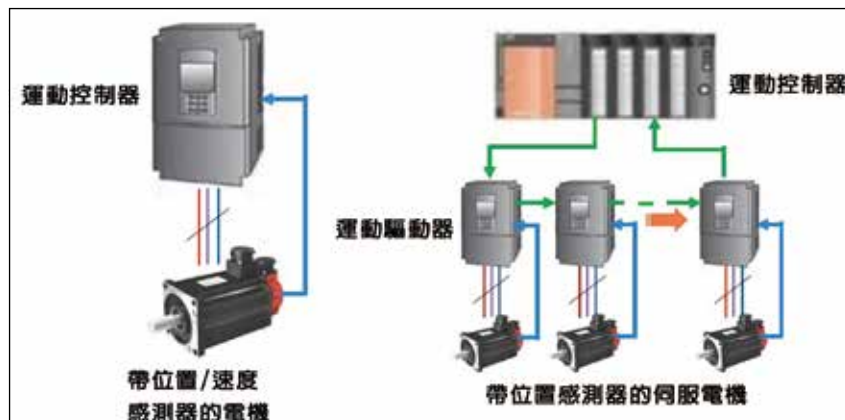
重於控制電機旋轉的系統或技術。典型的電機控制系統調整單個電機的扭矩、速度和位置的一個或多個參數，以達到目標值。電機的類型不同，驅動電機的要求和技術可能會有很大差異。電機控制器通常沒有規劃能力（高級驅動器只有簡單的位置和速度規劃能力）。因此，解釋電機控制和運動控制區別的簡單方法是：

- 電機控制是運動控制系統的一個環節（通常是電流，在扭矩控制模式下工作）

圖說：組成運動控制系統主要元件



圖說：電機控制和運動控制的區別



■但是，有時我們可能會混淆它們，因為電機控制的位置環 / 速度環 / 扭矩環既可以在電機控制器中使用，也可以在運動控制器中使用

現在我們知道了這兩個系統之間的差異，顯而易見，它們的設計要求及資源也大不相同。

電機控制更側重於使電機正常旋轉，或者更確切地說，是轉換方向。為了做到這一點，電機控制器需要與各種感測器對接，處理類比和數位信號，並生成波形來驅動電機。所有這些都發生在非常短的時間內，範圍從 50 微秒到 300 微秒。

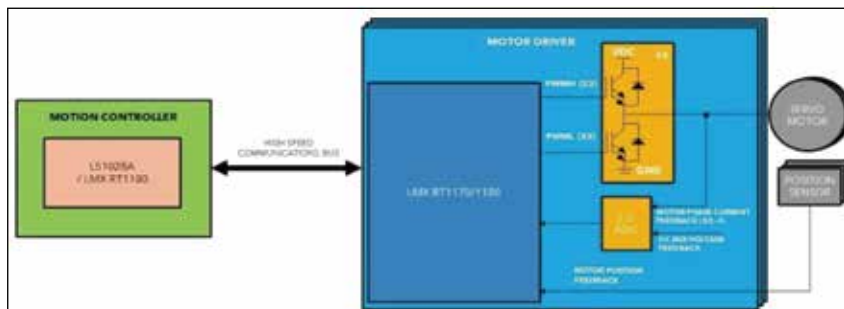
電機控制解決方案超越晶片

然而，運動控制通常充當系統監控器，需要在多個電機控制器之間、通過乙太網 (EtherCAT 和 TSN.)、CAN、RS485 的資料等其他來源之間，以及人機界面 (HMI) 面板的命令之間進行通信。如上所述，運動控制器還可以參與一些電機控制任務，例如控制速度環、位置環，甚至扭矩環。因此，運動控制器的即時控制環路可以從 100 微秒到數百毫秒不等，具體取決於運動控制器參與的實際任務。

運動控制系統的設計

運動控制系統的設計可能相當複雜，涵蓋了電機控制、工業網路、人機界面、轉碼器、資訊安全和功能安全等許多方面。因此，它需要多個控制單元在系統中相互協調。

圖說：恩智浦提供 i.MX RT 跨界 MCU 和 MPU 產品線



這裡就需要全套器件方便運動控制設計人員選擇——也是恩智浦及其廣泛的微控制器 (MCU) 和微處理器 (MPU) 產品組合的用武之地。

在電機控制器方面，恩智浦的 Kinetis V MCU、Kinetis E MCU、LPC MCU 和數位信號控制器 (DSC) 提供了多種選擇，從使用 ARM Cortex -M0+ 內核控制簡單電機，到使用 Cortex-M33 內核或高效 DSC 內核在雙電機上運行 FOC 演算法。使用備受歡迎的無快閃記憶體 i.MX RT 跨界 MCU，可以同時精確控制更多電機。這些 MCU 不僅具有廣泛的處理能力可供選擇，還集成了非常適合電機控制的外設，如高速的高精度 ADC、高速比較器、靈活的電機控制計時器和 PWM 以及 DSP 加速度感測器。故障檢測和自動關機等安全功能可以與這些器件提供的工業安全合規性無縫協作。

而在運動控制器方面，恩智浦提供 i.MX RT 跨界 MCU 和 MPU 產品線，包括 Layerscape 和 i.MX 系列處理器。這些器件支援豐富整合的工業通信介面，例如乙太網 /IP、Profinet、EtherCAT 和 TSN 等介面。多核架構為通信協

議、運動軌跡規劃和即時環路控制提供了足夠的動力。它們還配備了先進的計時器，以支援多模式計數和靈活的脈衝串輸出。

如圖所示，運動控制系統可以使用大量的 MCU 和 MPU 來實現多個電機驅動器，促進各個機械臂協同運動。

為了加快運動控制系統的上市，我們迫切需要一種快速簡便的概念驗證和原型製作方法。因此，恩智浦一直在開發參考設計平臺，以提供豐富的工業運動控制功能並符合工業自動化標準。我們最近推出了 i.MX RT 工業驅動開發平臺，該平臺基於 i.MX RT 跨界 MCU，具有多電機控制、確定性通信和符合 IEC 62443 安全標準的基礎。四電機控制開發平臺現已上市，可支援全套恩智浦產品，包括 i.MX RT 跨界 MCU 和 EdgeLock SE050 安全元件。這些器件協同工作，展示了工業電機控制系統所需的功能，例如電源管理、驅動四個電機、工業通信介面、HMI 觸摸面板介面和安全集成。

綜上所述，本文介紹了運動控制的定義、電機控制和運動控制的區別，以及運動控制系統設計要求的產業趨勢。 CTA