

扭力即時量測技術

In-situ Torque Measurement Technologies

李侃峰¹、劉東昇²、杜誠³

¹ 工研院機械所先進機械技術組先進薄膜設備部 研究員

² 工研院機械所先進機械技術組先進薄膜設備部 副工程師

³ 國立交通大學機械工程研究所

摘要：從一般製造業至精密機械，軸傳動組件被廣泛的應用，因此，軸傳動組件之扭力監測是重要且必須。隨著量測技術的發展與不同領域應用需求，扭力感測器也具備不同型式，如接觸式、非接觸式、光學式、有線、無線與電磁式。

Abstract : From general manufacturing industry to high precision machinery, shaft-driven components have been widely applied into different domains. Therefore, torque monitoring is important and necessary for shaft components. With the development of technology and different applications, there are several types of torque sensors, such as contact, non-contact, optical, wired, wireless and electromagnetic.

關鍵詞：扭力、感測器、即時

Keywords : Torque, Sensor, In-situ

扭力量測方法

根據 IEEE 定義常見扭力量測方法有四 [1]，分別為輸入法、量測輸入法 (Measured Output)、加速度法、直接量測法 (Direct Measurement)。

1. 輸入法

藉由考慮馬達各功率損失 (銅、鐵損) 和一些機械轉換上損失，計算上由下列式子推出馬達扭矩。

$$\text{馬達扭矩} = \frac{\text{馬達輸入功率} - \text{馬達損失功率}}{\text{馬達轉速}} - \text{機械損失} \quad (1)$$

要得到上述公式右式各值，硬體設備需求為：1. 電力分析儀 2. 轉速計 3. 連軸器 4. 可變負載。

2. 量測輸入法

運用已知發電效率的發電機組，其中待測馬達與發電機組由聯軸器連接，使待測馬達運轉帶動發電機組發電。由於發電機組的發電效率 (損

耗) 為已知，可由下列式子推出馬達扭矩。

$$\text{馬達扭矩} = \frac{\text{發電發電功率} + \text{已知損失部分}}{\text{馬達轉速}} \quad (2)$$

要得到上述公式右式各值，硬體設備需求為：1. 電力分析儀 2. 轉速計 3. 電子負載 4. 連軸器 5. 發電器。

3. 加速度法

記錄馬達 (無負載) 從靜止時至最高速的轉速、加速度資訊，已知馬達轉子慣量即可由下列式子推出馬達扭矩。

$$\text{馬達扭矩} = \text{馬達轉子慣量} \times \text{加速度}$$

要得到上述公式右式各值，硬體設備需求為：電力分析儀。

4. 直接量測法 (Direct_Measurement)

此法之馬達扭矩不需由公式的概念推得而是直接由扭力計量測，安裝待測馬達於扭力計上並配合負載如何服馬達或者煞車機構，可直接算出

表 1 IEEE 定義常見扭力量測方法與比較

量測輸入法	加速度法	輸入法	直接量測法	
計算本質	間接法	間接法	間接法	直接法
必要資訊	發電機資訊	馬達轉子慣量	馬達+機械損失	扭力計值
必要物理量	電壓、電流及轉速	加速度	電壓、電流及轉速	直接求得
架構成本	高	低	中	高
建置空間	最大	小	中	大
運算量	中	最大	中	低
量測時間	數十秒	數秒	數十秒	數十秒

馬達輸出轉矩值。由於為直接量測因此需要設配硬體為最多，包含 1. 電力分析儀 2. 可變負載 3. 扭力計 4. 轉速計 5. 連軸器。

上述量測方法各有優缺點，下列表格列出關鍵差異點：

扭力感測器

扭力感測器根據使用場合的不同分為靜態和動態兩類，依量測技術不同分機械式與電子式，其中電子式因通訊傳輸方法不同細分接觸式與非接觸式兩種。常見扭力感測器將力學變化轉換成電子訊號，隨微小化製程進步使感測器具備高精度、可靠性與耐用性等優點，簡易型的扭力感測器常運用於黏度計、扭力扳手等工具儀器，而扭力感測器不僅可以測量扭力與扭矩，搭配處理器與計數電路更可運算得到機械功率與轉速量測，

扭力感測器應用範圍可分：

1. 動力源 - 電動機、發動機、內燃機等旋轉型設備。
2. 計量器 - 風機、幫浦、齒輪箱、扭力扳手、黏度計。
3. 製程檢測 - 生產流程標準、品質管理等。

動態扭力感測器

1. 應變計型接觸式扭力感測器

常見動態扭力感測器的國際領導廠商包含 HBM、Honeywell、FUTEK、Norbar 與 KYOWA 等，目前動態扭力感測器常見整合應變計技術於其中，該應變計偵測旋轉軸之形變如圖 1 所示，

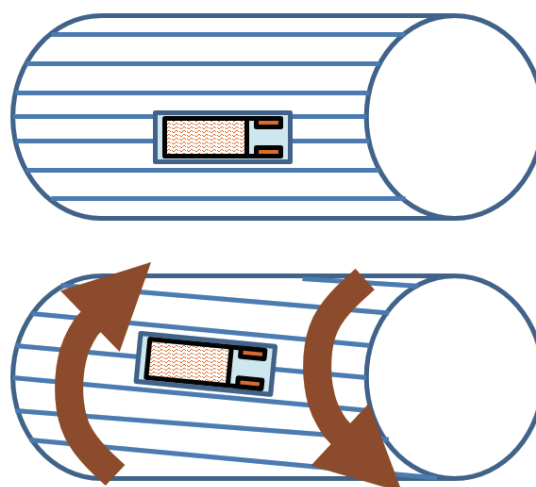


圖 1 應變計偵測旋轉軸之形變

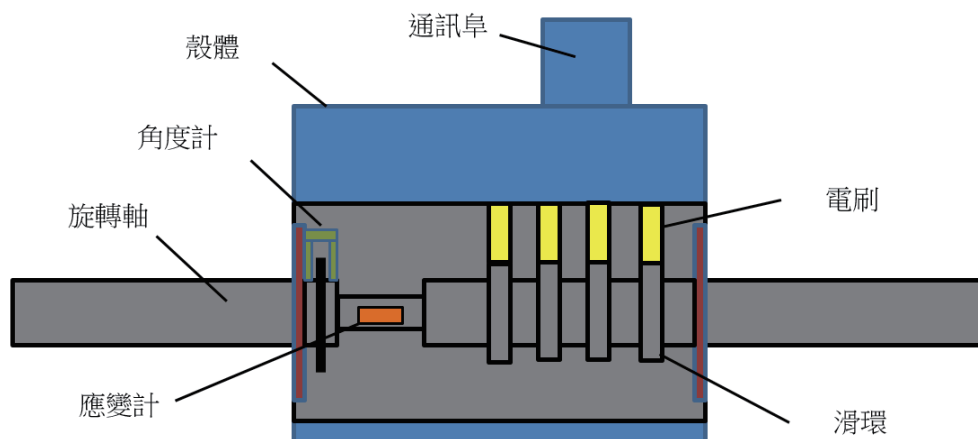


圖 2 常見接觸式扭力感測器架構 (導電滑環)

更完整的內容

詳見 ■ 機械工業雜誌 ■ · 427 期 · 107 年 10 月號

機械工業雜誌 · 每期 **220** 元 · 一年 12 期 **2200** 元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

匯款帳號：兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)，帳號/ 203-07-02288-0

訂書專線：03-591-9339

傳 真：03-582-2011

機械工業雜誌 · 官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌 · 信箱：jmi@itri.org.tw