



電動車動力馬達 之噪音振動問題探討

Noise and Vibration Issues in Traction Motors of Electric Vehicles

呂銘宏

工研院機械所
智慧車輛技術組
電動動力與控制部

簡明溫

工研院機械所
智慧車輛技術組
系統整合與應用部

關鍵詞(Keywords)

- 動力馬達 Traction motor
- 電動車 Electric vehicle
- 噪音與振動 Noise and vibration

摘要(Abstract)

電動車之噪音量一般被公認為遠低於引擎車，然而對於未經噪音控制的電動車而言，其動力馬達所引起之高頻噪音極易導致乘坐者的不適感。動力馬達自一開始的結構設計、電機設計、控制/驅動設計以迄製造品質等等要素，都是可能影響馬達噪音與振動特性的關鍵。本文先說明動力馬達噪音源及其傳播途徑，進而由設計觀點探

討低噪音馬達設計或改善關鍵因素，最後以一商用電動車之噪音問題為例，探討動力馬達之噪音改善對策與驗證結果。該案例應用噪音與振動測試，並執行頻率、階次與模態分析，確認車內噪音源於動力馬達之 1.1 kHz 共振以及電磁力諧波引起之 16 階、40 階噪音，並確認後續動力馬達的結構設計、驅控器鎖固方式以及霍爾感測器外蓋之噪音改善設變方向。在使用尚未設變之現有動力馬達情況下，進一步阻絕車廂內縫隙與馬達局部隔音罩處理後，車內噪音峰值降低約 4 dB 且行進間加速噪音降低約 6.5 dB，車內及車外噪音在主觀及客觀評價上均有顯著改善。

In general, it is expected that electric vehicles (EVs) are considerably quieter than internal combustion engine powered vehicles. The interior noise of an EV, however, if without noise control is



apt to contain significant high-frequency noise shares resulting from its traction motor, which can be perceived as annoying and unpleasant. There are many key attributes contribute to noise and vibration in a traction motor, including structural design, electromagnetic design, control/drive design and manufacturing quality. Focusing on the permanent magnetic synchronous traction motors, this paper first outlines their potential noise sources and transfer paths. Then, some structural and electromagnetic design parameters for a low noise motor are briefly addressed. Finally this paper presents a case study to highlight the interior noise issue of an EV caused by its traction motor. For the case study, it is concluded that the interior noise issue resulted from the traction motor's 1.1 kHz structural resonance excited by electromagnetic force; the resonance then amplified the 16th and 40th orders at specific speeds. The subsequent design changes to improve the noise characteristics of that traction motor were offered. Also shown in the case study, interior noise reduction of 4 dB was achieved by sealing cabin's leaks. Partial encapsulation of the traction motor got a 6.5 dB pass-by noise reduction.

1. 前言

隨著油價居高不下以及消費者對節能減碳的要求愈趨重視，車輛電動化已是全球各大車廠近

些年之研發重點。全球各大車廠也必須因應新法規要求而持續投入新技術發展，例如：美國加州政府已於 2012 年 1 月 27 日通過先進潔淨車輛規則(Advanced Clean Car Rules)[1]，其中一規定為在 2025 年時的純電動車、燃料電池車以及插電式複合電動車的新車總銷售量必須達到加州該年新車銷售總量的 15.4 %，以期降低空污並同時擴大電動車輛的市場比例。整體而言，市場、政策與法規決定了車廠的投入資源多寡與技術開發深度，因而動力馬達與電池成為近年來電動化車輛的發展核心。在最早期豐田及本田投入複合式電動車(hybrid-electric vehicle) Toyota Prius 與 Honda Insight 兩車款的開發，以及日產及三菱發展純電動車 Nissan Leaf 與 Mitsubishi i-MiEV 之後，電動車已成為歐洲車廠如 BMW、Volkswagen Group、Mercedes-Benz 以及 PSA 等，北美如 Ford 與 GM，以及亞洲如 Hyundai、Luxgen、比亞迪等發展車種之一。

一般而言，電動車之噪音被公認為遠低於引擎車，歐美先進國家基於行人安全之考量，甚至立法規定電動車行駛時必須發出足夠之音量，以警示行人；然而除了音量大小之外，音質特性亦同等重要。電動車行駛時，車內乘客極易聽到動力馬達引起之高頻噪音，因而導致乘客的不舒適感；對於未經特別噪音控制或優化處理的雛型電動車而言，動力馬達之高頻噪音常為乘客共通之抱怨點。

馬達自一開始的結構設計、電機設計、控制/驅動設計以迄製造品質等等要素，都是可能影響馬達噪音與振動特性的關鍵。因此，本文針對車用動力馬達之噪音與振動特性，說明馬達噪音源

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】356 期・101 年 11 月號

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

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw