

# 減振支架撓性變形與偏位分析

## The Analysis of Axial Tolerance for Different Mounting Designs

陳國豐<sup>1\*</sup>、林育立<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 金屬工業研究發展中心 車輛結構與系統組 工程師

<sup>2</sup> 中華大學光電與材料工程學系 教授

### 前言

有別於傳統引擎車的減振支架主要解決活塞引擎的不平衡振動，電動車的減振支架則必須減少高啟動扭力所引起的軸偏位(橫移)，很多情況受限於零件形狀及車內空間，動力馬達必須使用抗移位較弱的單側支撐結構，本文即在探討單側支撐結構不同配置所引起的偏位大小。

### 撓性體變形與支架偏位分析

電動車及電動巴士的動力馬達通常具有很大的啟動扭力，特別是啟動溫度低時可以允許馬達輸入很大的啟動電流，此瞬間的啟動扭力的反作用力會施加於車架或減振支架上，造成減振橡膠墊很大的位移量。有別於傳統引擎車的減振支架主要解決活塞引擎的不平衡振動，電動車的減振支架則必須減少這類啟動扭力引起的偏位，例如應用雙側或三測支撐結構。但是很多情況受限於零件形狀及車內安裝空間，動力馬達仍然必須使用如傳統臥式泵浦的單側支撐結構。單側支撐結構雖然對高頻振動品質影響不大，但是卻容易引起馬達輸出軸的水平偏位(及輸出軸橫向偏移)，使傳動軸端機構(如萬向節)受到應力與不同心旋轉的振動，並降低輸出效率。

單側支撐結構通常位於馬達下方，不僅支撐馬達重力，也承受馬達上下的振動，以四腳支撐最為常見。支撐腳通常採用橡膠塊，橡膠塊受力

型式在上下方向為壓縮應力，在前後左右方向為剪力。橡膠塊在不同應力形式下剛性有很大的差別，精確數值可以由減振墊的手冊上得到。通常壓縮應力的剛性會較剪力的剛性高出數十倍，此意味著單側結構的重心方向(上下)剛性很高，這對於載重重量很大的馬達是合理的，而水平方向(前後左右)的結構則很軟，稍微受到側向力時，馬達軸就容易偏離傳動軸中心。

為了解決水平方向過軟的剛性，有些單側結構採用了V型設計，如圖1(b)。將減振墊剛性高的方向(壓縮應力方向)安排在馬達徑向，剛性低的方向(剪力方向)則與周向切齊，因此理論上馬達受到應力時，應該會以軸心為中心進行位移，如此則馬達輸出軸可以確保與傳動軸同心。然而此理論基礎是建立在徑向剛性無窮大的狀態下，實際的橡膠塊仍屬於撓性體，軸偏位的狀態經模擬分析的結果並未如想像有所改善。

圖1(a)顯示傳統單側水平支撐結構的示意，橡膠塊的壓縮剛性為1480 N/mm，剪力剛性為220 N/mm，馬達重量350 kg，啟動扭力2800 Nm 預設為正弦波，頻率0.5 Hz。圖1(d)顯示圖1(a)配置時的軸向偏位，點線顯示上下(Z向)偏位，縱座標一格為0.5 mm(以下皆同)。主要應力來源為馬達重量，隨時間變化不大。虛線顯示左右(Y向)偏位，為啟動扭力的反作用力造成，使得馬達軸呈±1.5 mm左右搖晃。實線為前後方向偏位，基

## 更完整的內容

詳見 | 機械工業雜誌 | • 439 期 • 108 年 9 月號

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

線上訂購網址：<https://www.automan.tw/magazine/orderMag.aspx>

### 付款方式

1. 郵局劃撥—戶名：財團法人工業技術研究院機械所 帳號：07188562  
請於劃撥單的通訊欄寫明：購買期數、金額等
2. 匯款資料—兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)  
帳號：203-07-02288-0 戶名：財團法人工業技術研究院
3. 信用卡—請填寫信用卡 [訂購單](#)

麻煩您將 繳款收執 或 信用卡刷卡單 傳真至 (03)582-2011，我們會盡快處理您的訂單並開通權限，再次感謝您的支持與愛護。

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](http://www.automan.tw) 機械工業雜誌·信箱：[jmi@itri.org.tw](mailto:jmi@itri.org.tw)

## 機械工業雜誌 優惠訂購單

訂閱一年 **12** 期

**\$ 2200** / 續訂戶 \$ 2000

好禮二選一

**A** 史欽泰墨寶帆布袋

**B** 工研院機械所無人車USB (8G)

訂閱紙本+電子雜誌

**\$ 3000** 原價 \$ 4400

一年12期

贈送

**A** 史欽泰墨寶帆布袋

訂閱二年 **24** 期

**\$ 4000** / 續訂戶 \$ 3600

好禮四選二

**A** 史欽泰墨寶帆布袋

**B** 工研院機械所無人車USB (8G)

**C** 工具機叢書任一本

**D** 智慧機械人叢書任一本

### 限量專屬精品送給您



**A**



**B**



**C**



**D**