

液氣壓式懸吊系統之分析

楊士賢、梁卓中

E-mail: 9708019@mail.dyu.edu.tw

摘要

高機動重型輪型車輛於越野運動時，其安全性、乘適性與操控性為最主要考量，一般傳統機械式懸吊系統，為保持車輛良好的操控性，駕駛與乘員必須忍受不良路面的強烈衝擊；反之，若追求乘適性則會忽略安全性與操控性，故追求一個良好的懸吊系統裝置是相當重要的。本論文主要在研究使用於重型輪型車輛之液氣壓式懸吊系統，採雙A臂懸吊機構設計，利用液氣壓式懸吊系統的非線性彈簧與阻尼特性與元件參數，以ADAMS多體動力學分析軟體，建立一單輪二自由度懸吊系統之動態分析模型，輸入一穩定不同頻率正弦波，觀察承載質量之動態響應，藉以探討液氣壓式懸吊系統垂向運動行為及頻域中之性能表現，並探討振動對人體舒適性之影響。再利用懸吊耐久測試平台進行動態實驗，比較液氣壓式懸吊系統在實際元件作動下，與建構模型之差異，並對液氣壓式懸吊系統中之非線性彈簧實施減壓試驗，以了解氣體彈簧壓力對懸吊系統整體性能表現之影響。最後，將液氣壓式懸吊系統與傳統鋼線式懸吊系統相互比較，並分析其差異。研究結果發現重型輪型車輛使用液氣壓式懸吊系統，可減少車輛佔用量，並有較穩定之性能表現，在人員乘適性之評估中，亦能達到良好的效果，另外，經實驗驗證，液氣壓式懸吊系統ADAMS模型分析結果相當接近實際現況，且與傳統鋼線式懸吊系統比較，液氣壓式懸吊系統可藉由減低氣體彈簧壓力，達到舒適性的改善。本論文所研究之液氣壓式懸吊系統，可應用於重型車輛，對車高穩定、車輛操控、乘員舒適等，皆有良好的表現，並可搭配半主動或主動控制元件，將液氣壓式懸吊系統性能發揚，達到最佳效果。ADAMS模型未來將可推廣至整車模型數值分析，並於車輛設計時可先期預測懸吊系統之性能表現。

關鍵詞：液氣壓式懸吊系統；ADAMS分析；乘適性評估

目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 中文摘要 iv 英文摘要 vi 誌謝 viii 目錄 ix 圖目錄 xii 表目錄 xvi 符號說明 xvii 第一章 緒論 1 1.1 研究背景 1 1.2 文獻回顧 3 1.3 研究目標 6 第二章 液氣壓式懸吊系統 11 2.1 液氣壓式懸吊系統發展史[12] 11 2.2 液氣壓式懸吊系統的功能及作動原理 11 2.3 液氣壓式懸吊系統元件 16 第三章 液氣壓式懸吊系統模型 21 3.1 液氣壓式懸吊系統理論與建置假設 21 3.1.1 液氣壓筒之彈簧特性[15] 22 3.1.2 液氣壓筒之阻尼特性 23 3.2 模型建構與模擬分析 24 3.2.1 ADAMS軟體基本假設[27] 26 3.2.2 實體模型建立 29 3.2.3 動態模擬分析模型建置 29 3.3 液氣壓式懸吊系統動態模擬分析 30 第四章 液氣壓式懸吊系統實驗 49 4.1 實驗設備 49 4.1.1 加速規 50 4.1.2 拉線式位移計 50 4.1.3 配重塊與懸吊系統 50 4.1.4 懸吊耐久動態測試平台 51 4.2 實驗規劃 52 4.2.1 測試目的 53 4.2.2 測試程序 53 4.3 實驗結果 54 4.3.1 頻率提升測試結果 54 4.3.2 液氣壓筒減壓性能測試結果 55 第五章 液氣壓式懸吊系統模型驗證與分析 66 5.1 實驗驗證 66 5.1.1 ADAMS模型驗證 66 5.1.2 頻域結果比較分析 67 5.2 與傳統懸吊系統相互比較分析 68 5.2.1 傳統鋼線彈簧模型 68 5.2.2 分析結果探討 69 第六章 結論與未來展望 82 6.1 結論 82 6.2 未來展望 83 參考文獻 85

參考文獻

- [1]徐正會，張慶瑞，“車輛懸吊系統之回顧與分析”，第四屆全國機構與機器設計學術研討會論文集，第163-170頁(2001)。
- [2]劉崇富譯，Crouse, W. H., Anglin, D. L.原著，“汽車學汽車驅動系統與底盤”，高立出版社，第142-160頁(1997)。
- [3]R.R. Peterson, “Hydraulics Applied to the Automobile Suspension”, Proceedings of the National Conference of Industrial Hydraulics, Vol. 7, pp.23-43 (1953).
- [4]L. Segel, and H. Lang, “The mechanics of Automobile Hydraulic Damper at High Stroking Frequencies”, Vehicle System Dynamics, Vol. 10, pp.79-83 (1981).
- [5]S. Rakheja, Hong Su, and T. Sankar, “Analysis of a Passive Sequential Hydraulic Damper for Vehicle Suspension”, Vehicle System Dynamics, Vol. 19, pp. 289-312 (1990).
- [6]E. C. Yeh, S.H. Lu, T. W. Yang, and S. S. Hwang, “Dynamic Analysis Double-Tube Shock Absorber for Robust Design,” JSME International Journal Series C, Vol. 40, No. 2, pp.335-345 (1997).
- [7]張一屏，“車輛懸吊系統設計參數最佳化分析之研究”，中華民國振動與噪音工程學會論文集，第9-15頁(1998)。
- [8]Ozdalyan B., Blundell M.V., Phillips B., “Comparison of suspension rig measurements with computer simulation”, Simulation '98. International Conference on (Conf. Publ. No. 457), pp.133-139 (1998).

- [9]張記函, “汽車懸吊避震器於規則路面之舒適性分析”, 國立雲林科技大學機械工程研究所碩士論文(2003)。
- [10]Khemliche, M., Dif, I., Latreche, S., Bouamama, B.O., “Modelling and analysis of an active suspension 1/4 of vehicle with bond graph”, Control, Communications and Signal Processing, First International Symposium on, pp811-814 (2004).
- [11]王喬智, “載重車輛懸吊系統之動態模擬與分析”, 國防大學中正理工學院造船工程研究所碩士論文(2004)。
- [12]莊傳勝, “多輪獨立懸吊系統之機構動態模擬與分析”, 國立雲林科技大學機械工程學系碩士論文 (2004)。
- [13]K. Deprez, K. Maertens, H. Ramon, “Comfort Improvement by Hydro-pneumatic Suspension Passive and Semi-Active Using Global Optimization Technique”, Proceedings of the American Control Conference Anchorage, pp.1497-1499 (2002).
- [14]Giliomee, C. L., “Analysis of A Four State Switchable Hydro-Pneumatic Spring and Damper System”, Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree in the Department of Mechanical and Aeronautical Engineering Faculty of Engineering, Built Environment and Information Technology University of Pretoria (2005).
- [15]歐昇明, “自行車液氣分離式後避震器最佳設計與測試之研究”, 國立成功大學機械工程研究所碩士論文 (2005)。
- [16]Pasi Ruotsalainen, Kalervo Nevala, and Yka Marjanen, “Design of An Adjustable Hydro-pneumatic Damper for Cab Suspension”, The Thirteenth International Congress on Sound and Vibration (2006).
- [17]Petter Kroneld, Toni Liedes, Kalervo Nevala, Yka Marjanen, “Modelling A Selective Hydropneumatic Suspension Element”, The Thirteenth International Congress on Sound and Vibration (2006).
- [18]Wikipedia, form: http://en.wikipedia.org/wiki/Hydropneumatic_suspension#Adventage (2008).
- [19]自由時報, “F400 Carving概念車”, 取自: <http://www.libertytimes.com.tw/2001/new/nov/12/life/fashion-4.htm> (2001)。
- [20]賴耿陽, “汽車工程技術-汽車懸吊裝置總覽”, 復漢出版社(1998)。
- [21]Armedforces, from:
<http://www.armedforces-int.com/categories/hydro-pneumatic-suspension-system/hydrop-travelling-comfort-at-its-best.asp> (2008).
- [22]黃靖雄, “汽車原理”, 台北市:全華出版社 (1995)。
- [23]紀慶嘉, 曹魯屏, 吳修志, 張惠珍, “主動式懸吊系統模糊控制器”, 中正嶺學報, 第32卷, 第二期, 第2頁, 5月 (2004)。
- [24]Herbert E. Merritt, “Hydraulic Control Systems”, John Wiley & Sons Inc., New York, pp.6-53 (1967).
- [25]Jackson G.W., “Fundamentals of the Direct Acting Shock Absorber”, SAE Paper 3712, National Passenger Car Body and Materials Meeting, Detroit, Michigan (1959).
- [26]傅增隸等, “電腦輔助工程設計- ADAMS基礎應用手冊”, 台北:高立圖書有限公司(2004)。
- [27]F.J. Meister, “Sensitivity of Human Beings to Vibration”, Forschung, Berlin, May-June (1935).
- [28]江基風, “坐姿人體於垂向振動環境下生物力學模型研究及乘適性能評估”, 大葉大學機械與自動化工程研究所博士論文 (2008)。