

四行程汽油引擎模擬分析與人機介面測試建立

張瑞鋒、張一屏

E-mail: 9222168@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究旨在建立四行程汽油引擎即時動力系統控制、性能輸出之模擬軟體與引擎燃燒及進氣壓力、轉速、點火角度等之整合研究及建立引擎測試之人機介面。本研究亦實際測試分析一部四行程汽油引擎之動態特性，由各種不同之穩態操作點，量取之引擎性能，如制動扭力、比耗油率等，探討其性能與操作變數如轉速及油門開度之關係。再由各種引擎加減速暫態負荷變化之模擬方式，與現有文獻及引擎動態模擬程式所使用之經驗工程相關性公式加以比較。實驗設計量測之測試引擎動態數據，並以圖形化介面軟體配合建構引擎與控制器之人機介面，以作為將來設計製造引擎管理系統控制策略設定之參考。人機介面模擬軟體之建構，以配合量測實驗引擎於測功計上實驗設定之不同模式為基礎，配合相關控制系統原理，加以修正其動態響應性能，以期能與量測擷取數據有良好之對應關係。引擎即時動力系統動態模式，由輸入之量測實驗數據包括油門開度與引擎負荷扭力隨時間之變化，估計引擎空氣流量或空氣燃油混合比、容積效率。配合引擎管理系統控制策略設定之燃燒點火正時及噴油間隔與噴油正時參數調整，以預估輸出之引擎轉速與進氣歧管壓力等隨時間之變化。模擬計算之結果與實驗量測值加以比對，修正相關模型參數在引擎加減速暫態負荷變化狀態下均有合理之趨勢及誤差。本研究節省許多測試驗證的時間及費用，引擎模型修正驗證應用實驗設計的方法，最佳化搜尋出模型調整參數之影響，可由引擎輸出性能圖中，觀察出實驗之數值與引擎模型模擬出來的結果趨勢及誤差均在合理範圍內，在模擬動力系統動態模式可以協助工程師評估引擎性能及改善設計、縮短研發試誤時辰。

關鍵詞：引擎動態特性模擬；人機介面之建立；性能輸出整合

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書 iii 中文摘要 v ABSTRACT vii 誌謝 ix 目錄 x 圖目錄 xii 表目錄 xvi 符號說明 xvii 第一章 緒論 1.1 前言 1.2 研究目標 2 1.3 本研究之論文大綱 2 1.4 文獻回顧 3 第二章 引擎動態數學模式之建立 8 2.1 引擎之動態模式 8 2.2 節氣門動態響應之建立 10 2.3 怠速控制閥之動態特性 14 2.4 進氣歧管動態響應之建立 16 2.4.1 燃油沉積率之補償 20 2.5 引擎輸出扭力動態之建立 23 第三章 模擬結果與分析 25 3.1 引擎輸出性能模擬結果及討論 25 3.2 燃油沉積率前饋控制之模擬結果與討論 31 第四章 引擎測試電腦化系統 38 4.1 系統軟體 38 4.1.1 LabVIEW 環境介紹 38 4.1.2 MATLAB 之連結 40 4.1.3 人機介面測試系統之建立 41 4.1.4 引擎性能之離線式模擬 51 4.2 引擎實驗設備及硬體設備 59 4.2.1 感測器與資料擷取系統 59 4.2.2 測試系統開發之硬體應用 61 第五章 引擎動態之實驗驗證 67 5.1 引擎調整參數之最佳化分析 67 5.2 引擎模擬參數之驗證 80 第六章 結論與建議 100 6.1 結論 100 6.2 建議事項與未來研究項目 102 參考文獻 104

參考文獻

- [1] J.J. Moskwa, "Automotive Engine Modeling for Real-time Control", Department of Mechanical Engineering, M.I.T, Ph.D. thesis, 1998.
- [2] J.J. Moskwa, and J.K. Hedrick, "Modeling and Validation of Automotive Engines for Control Algorithm Development", ASME J. of Dynamic System, Measurement and Control, Vol.114, NO.2, pp. 278-285, June 1992.
- [3] J.J. Moskwa, "Estimation of Dynamic Fuel Parameters in Automotive Engines", ASME J. of Dynamic System, Measurement and Control and Control, December 1994.
- [4] Y.K. Chin and F.E. Coats, "Engine Dynamic: Time-Based Versus Crank-Angle Based", SAE Paper, No.860412.
- [5] R.W. Week. and J.J. Moskwa, "Transient Air Flow Rate Estimation in a Natural Gas Engine Using a Nonlinear Observer", SAE Paper, NO.940759.
- [6] W.W. Yuen and H. Servati, "A Mathematic Engine Model Including the Effect of Engine Emissions", SAE Paper, NO.840036.
- [7] R.D. Fruechte, and A. Kade, "Transfer Function Modeling of a Gasoline Engine and Engine Actuators", GMR Memorandum 53-46, April 10, 1978.
- [8] R.D. Fruechte, and A. Kade, "Design of an Idle Speed Control System Using a Perturbation Engine Model", GMR Report EG-150, August 30, 1978.
- [9] J.F. Cassidy, "A State Variable Model for Engine Control Studies", GMR Report ET-180, December 7, 1978.
- [10] J.F. Cassidy, "On the Design of Electronic Automotive Engine Controls Using Linear Quadratic Control Theory", GMR Report ET-181, December 5, 1981.

- [11]J.A. Tennant, " Engine Characterization and Control, APE Project NO. 2238 an Overview " , GM Engineering Staff APER-262, June 23, 1976.
- [12]J.A. Tennant, et.al., " Development and Validation of Engine Model Via Automated Dynamometer Tests " , SAE Paper, NO.790178.
- [13]C.F. Chang, P.F. Nicholas and J.D. Powell, " Engine Air-Fuel Ratio Control Using an Event-Based Observer " , SAE Paper, NO.930766.
- [14]D.J. Dobner, " A Mathematical Engine Model for Development of Dynamic Engine Control " , GMR Report EG-159, April 30, 1979.
- [15]D.J. Dobner, " Engine characteristic for the Dynamic Engine Model " , GMR Report EG-177, May 30, 1980.
- [16]D.J. Dobner, " A Mathematical Engine Model for Development of Dynamic Engine Control " , SAE Paper, No.800054.
- [17]D.J. Dobner, " Introducing the Effect of Exhaust Gas Backflow in Dynamic Engine Models " , GMR Report EG-190, May 8, 1981.
- [18]R.G. DeLosh, et.al., " Dynamic Computer Simulation of a Vehicle with Electronic Engine Control " , SAE Paper, No.810447.
- [19]Y. K. Chin and F. E. Coats, "Engine Dynamic: Time-Based Versus Crank-Angle Based", SAE Paper, No.860412.
- [20]R. Nishiyama, S. Ohkubo and S. Washino, " An Analysis of Control Factors Improving Transient A/F Control Characteristics " , SAE Paper, No.890761.
- [21]P.C. Baruah, " A Simulation model for Transient Operation of Spark-Ignition Engine " , SAE Paper , NO.9006382.
- [22]J. Koustas and N. Watson , " A Transient Diesel Test Bed with Direct Digital Control " ,SAE Paper, NO.840347.
- [23]K.U. Voigt, " Control Scheme for A Dynamical Combustion Engine Test Stand " , IEEE Journal Of International Conference on Control, pp.938-943,1991.
- [24]S. Kawarabayash and T. Fujii , " Design of Optimal Servo System for Engine Test Bed by ILQ Method " , IEEE Trans.Automatic Control,1990.
- [25]陳哲輝, " 引擎控制參數對於引擎性能的影響 " , 機械工業雜誌,1992,8月.
- [26]張一屏, " 機車引擎管理系統參數多目標性能最佳化分析 " , 中國機械工程學會第十六屆學術研討會, 新竹市, 1999,12,3.
- [27]張一屏, " 四行程車輛引擎性能實驗設計響應曲面最佳化分析 " , 第八屆燃燒科技應用研討會, 台南市, 1998,3,20.
- [28]牛振虎、周重石、戴昌正, " 四行程機車引擎性能之實驗分析 " , 第七屆國防科技研討會, 1998.
- [29]劉德寶、周重石、牛振虎, " 小型汽油引擎的加速控制實驗分析 " , 第七屆燃燒科技應用研討會, 1997.
- [30]黃惠輝, " 四行程機車引擎性能測試分析 " , 機械工業雜誌,1996,11月.
- [31]劉勝治, " 圖控式程式語言LabVIEW " , 全華科技圖書股份有限公司,1999.
- [32]蕭子健、儲昭偉、王智昱, " LabVIEW 進階篇 " , 高立圖書有限公司, 1999.
- [33]周重石、戴昌正、簡錫新, " 引擎動態測試人機介面 " , 第七屆國防科技研討會,1998.
- [34]周重石、牛振虎、簡錫新, " 小型引擎電腦控制供油與點火測試系統 " , 第八屆燃燒科技應用研討會,1998.
- [35]姚威旭, " 應用虛擬實境技術於四行程引擎動態模擬之研究 " ,國立彰化師範大學碩士論文,1998.
- [36]劉仁傑, " 小型引擎動力計電腦控制之研究-定扭力模式分析與控制 " ,國立彰化師範大學碩士論文,1999.