

# 噴射機車引擎電子點火系統模擬分析之研究

許文聰、張一屏

E-mail: 9606905@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本研究之目的為運用電腦程式設計及模擬四行程重型機車引擎之電子點火系統。配合引擎模擬程式模擬機車引擎性能受到點火提前角變化所產生之影響。點火提前角計算方面，採用模糊控制理論根據油門及轉速，設計出一點火提前角控制器。本研究針對機車點火正時控制系統模擬，其測試條件分別設定在無負荷及固定負荷下，評估綜合扭力及轉速、馬力響應，結果發現採用模糊控制可變點火提前角度較能符合引擎工作狀態。以此測試之結果，所建構之點火正時控制器能依引擎轉速與負荷之變化而調整更能改善實際引擎性能。本研究採用硬體迴路實驗之架構，主要係利用一電腦模擬軟體，以模擬實際引擎點火系統之動態反應，利用模擬模組產生訊號作為點火控制器，配合實驗資料之數據擷取卡，以實際控制引擎模型之動態，並利用硬體迴路實驗即時平台，使引擎模型與模組控制器進行即時溝通。控制系統之主要發展建立於點火系統動態模型為基礎之環境中，配合嵌入式控制系統以達到快速成型之機制。本論文為設計者提供一點火系統控制器設計模擬方法，以改善現今點火系統之缺點，可作為未來點火系統設計及模擬之參考，對於引擎點火系統設計參數之設定可迅速加以評估，提供設計者參考有相當大的助益。

關鍵詞：機車點火提前角控制；模糊控制器

## 目錄

封面內頁 簽名頁 博碩士論文暨電子檔案上網授權書.....	iii	中文摘要.....	iv
英文摘要.....	v	誌謝.....	vi
目錄.....	x	表目錄.....	xvii
符號說明.....	xviii	第一章 緒論.....	1
1.1.1 前言.....	1	1.1.2 文獻回顧.....	2
1.2.1 建立點火電路相關文獻.....	3	1.2.2 點火系統模擬與控制相關文獻.....	5
1.2.3 HIL整合測試相關文獻.....	10	1.3 研究動機.....	12
1.4 研究目的與本文架構.....	13	第二章 研究方法.....	15
2.1 全晶體點火系統概述.....	15	2.1.1 電瓶點火系統構造.....	17
2.1.2 電瓶點火系統的工作原理.....	18	2.1.3 高壓電產生原理.....	19
2.1.4 電晶體式點火線圈及高壓線變壓原理.....	24	2.1.5 跳火電壓產生原理.....	25
2.1.6 影響能供電壓之因素.....	26	2.1.7 點火提前角度與引擎性能影響.....	27
2.1.8 機車電子點火系統控制策略.....	28	2.1.9 點火系統優缺點比較.....	30
2.2 引擎訊號產生模組建立.....	31	2.2.1 動態訊號模組.....	32
2.2.2 點火電壓模組.....	36	2.2.3 點火提前角控制器.....	37
2.2.4 點火電路分析模組.....	44	2.3 機車引擎點火系統感知器之量測.....	45
2.3.1 曲軸位置感知器.....	47	2.3.2 油門開度感知器.....	48
2.3.3 歧管壓力感測器.....	49	2.3.4 加熱式含氧感測器.....	51
2.3.5 引擎溫度感知器.....	52	2.3.6 ECU電腦控制單元.....	54
2.4 實驗相關設備.....	55	第三章 硬體迴路建立.....	60
3.1 硬體迴路模擬技術 (Hardware-in-the-Loop).....	60	3.1.1 MATLAB/SimulinkR xPC環境設定.....	62
3.1.2 引擎之訊號擷取與傳送.....	65	3.2 整波電路製作.....	67
3.3 點火電路製作.....	70	第四章 結果與討論.....	71
4.1 曲軸與上死點訊號模擬與分析.....	71	4.2 點火控制策略.....	71
4.3 曲軸訊號擷取.....	75	4.4 點火二次側模擬與分析.....	78
4.5 點火提前控制器對引擎性能模擬與分析.....	80	4.6 點火電路模擬與分析.....	89
4.7 點火模組分析.....	92	4.7.1 相同轉速不同點火角度分析.....	93
4.7.2 相同點火提前角不同轉速分析.....	107	第五章 結論與建議.....	121
5.1 結論.....	121	5.2 建議事項與未來研究項目.....	123
參考文獻.....	123		124

## 參考文獻

- [1] C. Preuschhoff, "Smart IGBT for Advanced Ignition System," SAE Technical Papers No. 2001-01-1200.
- [2] 熊湘明, "四行程機車噴油系統參數研究", 台北科技大學車輛工程研究所碩士論文, 2003.
- [3] 牛振虎, "單缸汽油引擎電子噴射測試發展系統", 碩士論文, 中正理工學院兵器工程研究所, 桃園, 1997.
- [4] G. J. Rohwein, L. S. Camilli, "Automotive ignition transfer efficiency," SAE Paper No. 2002-01-2839, 2002.
- [5] G. J. Rohwein, S. R. Babcock, M. T. Buttram, L. S. Camilli, "Advanced automotive ignition systems," IEEE Paper No. 5629986, 1995.

- [6] O. Yasar, "A new ignition model for spark-ignited engine simulations," SDOS Paper No. 0360-1285, 2002.
- [7] Y. K. Chin, F. E. Coats, "Engine Dynamic: Time-Based Versus Crank-Angle Based," SAE Paper No. 860412, 1999.
- [8] I. Arsie, C. Pianese and G. Rizzo, "Models for the Prediction of Performance and Emissions in a Spark Ignition Engine : A Sequentially Structured Approach," SAE Paper No. 980779.
- [9] F. Zhang, Y. Ge and Y. Huang, "A micro-processor based adaptive ignition control system," IEEE Paper No. 6545008, 1999.
- [10] A. G. Lobaza, "Automotive Real-time Control Systems Engine Control Using a MC68332," SAE Technical Papers No.891647.
- [11] B. Beyeler and T. Langley, "Using the MC68332 TPU to Implement the J1850 Protocol," SAE Technical Papers No. 940137.
- [12] M. H. Smith, "Towards a More Efficient Approach to Automotive Embedded Control System Development," IEEE International Symposium on Computer Aided Control System Design, Kohala Coast-Island of Hawaii, Hawaii, August 22-27, 1999, pp. 219-224.
- [13] W. Grega, K. Kolek and A. Turnau, "Rapid prototyping Environment for Real-Time Control Education," IEEE International Symposium on Real-Time Systems Education, 1988, pp. 85-92.
- [14] D. J. Grupp and J. K. Martin, " Ignition System Characteristics and Effects on Combustion for a Two-Stroke Engine, " SAE Paper No. 2002-01-0644v001,2002.
- [15] 郭朝賢, "四行程V型雙缸重型機出引擎點火系統之設計與模擬", 臺北科技大學車輛工程研究所碩士論文, 2002。
- [16] 蔡協成, "四行程機車汽油引擎之動態性能模擬與分析", 大葉大學車輛工程研究所碩士論文, 2002。
- [17] 黃廉雁, "單缸汽油引擎點火系統模擬與分析之研究", 大葉大學車輛工程研究所碩士論文, 2006。
- [18] 林雍傑, "電子噴射機車引擎省油低污染及高性能動力特性之ECU Map建立", 雲林科技大學機械工程研究所碩士論文, 2004。
- [19] 曾中至 "引擎噴油點火之控制策略研發", 華梵大學機電工程研究所碩士論文, 2003。
- [20] H. Hanselann, "Hardware in the Loop Simulation Testing and its Integration into a CACSD Toolset," Proceedings of the IEEE International Symposium on Computer-Aided Control System Design, 1996, pp. 152-156.
- [21] J. Gehring and S. Herbert, "A Hardware-in-the-Loop Test Bench for the Validation of Complex ECU Networks," SAE Paper No. 2002-01-0801, 2002.
- [22] A. Kimura, I. Maeda, "Development of Engine Control System using Real Time Simulator," IEEE International Symposium on Computer Aided Control System Design, Dearborn, Michigan, September 15-18,1996,pp.157-163.
- [23] R. Isermann, J. Schaff and S. Sinsel, "Hardware-in-the-loop simulation for the design and testing of engine-control systems," Control Engineering Practice, v 7, n 5, May1999, pp.643-653.
- [24] H. Kim, Y. Park, "Hybrid attitude control in steering maneuver using ARC Hil Setup," Control Engineering Practice, v 10, n 12, December,2002,p1339-1345.
- [25] R. D. Fruechte, A. Kade, "Transfer Function Modeling of a Gasoline Engine and Engine Actuators," GMR Memorandum 53-46, 1978.
- [26] D. J. Dobner, "A Mathematical Engine Model for Development of Dynamic Engine Control," GMR Report EG-159, 1979.
- [27] J. J. Moskwa, "Automotive Engine Modeling for Real-time Control," Department of Mechanical Engineering, M.I.T, Ph.D. thesis, 1998.
- [28] J. J. Moskwa, and J. K. Hedrick, "Modeling and Validation of Automotive Engines for Control Alogrithm Development," ASME J. of Dynamic System, Measurement and Control, 1992.
- [29] 黃靖雄, "汽車電學", 全華科技股份有限公司, 1995。
- [30] 黃樹林, "現代汽車電子點火", 正工出版社, 1997。
- [31] 黃靖雄, "汽車電系", 正工出版社, 1986。
- [32] 林正華, "汽車電學", 大業出版社, 1985。
- [33] 林永憲, "汽車電子點火系統原理與檢修", 全華科技圖書有限公司, 1992。
- [34] 楊成宗, "汽油引擎檢驗波形釋義", 全華科技圖書有份公司, 1993。
- [35] 林永憲, "汽車電子裝置", 全華科技圖書有份公司, 1988。
- [36] 黃靖雄, "汽車實習III", 全華科技圖書有份公司, 2000。
- [37] 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, 1998.
- [38] W. W. Yuen and H. Servati, "A Mathematic Engine Model Including the Effect of Engine Emissions," SAE Paper No. 840036, 1998.
- [39] 陳盟仁、陸緯庭、陳永江著, "普通電機學", 全華科技圖書股份有限公司, 1995。
- [40] 張一屏, 吳名倫, 吳建勳, 章文堯, "四行程汽油引擎之點火與噴油訊號模擬分析", 中華民國第十屆車輛工程研討會, 2003。
- [41] 曾龍圖, 林志一, "交談式電路模擬分析與應用", 全華科技股份有限公司, 2001。
- [42] 曾龍圖, 林志一, 吳明璇, "電子學實習", 全華科技股份有限公司, 2000。
- [43] 蔡協成, "多缸汽油引擎噴油控制器設計與製作之研究", 大葉大學車輛工程研究所碩士論文, 2005。
- [44] 林宜謀, "多缸汽油引擎管理系統最佳化設計與製作之研究", 大葉大學車輛工程研究所碩士論文, 2004。
- [45] 徐嘉男, "機車電機", 徐式文教基金會出版, 2002。
- [46] "CP-125DS機車保養修護手冊", 比雅久機車, 2005。
- [47] "四行程全機種修護手冊", 比雅久機車, 2005。

[48] 汪文和, 葉國正, "汽車學四-汽車電學篇", 龍展圖書公司出版, 1999。

[49] 汪國禎, "汽車學(一)(汽油引擎篇)", 復文書局, 1987。

[50] 吳朗, "電機學", 全華科技圖書股份有限公司, 1994。

[51] R. Stone原著, 梁乃文譯, "內燃機", 文京圖書有限公司, 1995。

[52] E. F. Obert, "Internal Combustion Engines third edition", International Textbook Company, 1963.