

Optimization Study of Valve Timing Effects on Single-Cylinder SI Engine Performance

曾國華、張一屏

E-mail: 9222193@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

The technical research and development for four-stroke motorcycle engine has been progress rapidly recently, but it is still time-consuming on setting optimal engine parameters. The engine performance is affected largely by intake and exhaust system design, we can improve the gas exchange efficiency of engine by changing to the engine optimum set of engine valve timing. It can well improve the torque, power and pollution of exhaust gas. This thesis adopted the Experimental Design Method (DOE), to study the valve timing effects of a four-stroke motorcycle engine. Experimental data were being collected and analyzed by DOE at wide throttle opening and different engine speed. The four output engine parameters including brake torque and power, volumetric efficiency and the concentration of carbon monoxide. These performance parameters were correlated with three input valve timing parameters, they are Intake and Exhaust Valve Opening, (IVO), (EVO) and Overlap Valve Angle (OLA). The multiple-objective optimization desirability function analysis were used to compare the results. The valve timing parameters calculated were validated by experiments and results shown proper trend and engine multiple objective specification can be attained by this study. The methodology used in this study can provide useful information for valve train system design and save research and development time and expenses.

Keywords : Valve Timing ; Experimental Design Method.

Table of Contents

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	v	英文摘要.....	vi
誌謝.....	viii	目錄.....	ix	圖目錄.....	x
表目錄.....	xiv	第一章 緒論.....	1	1.1 前言.....	1
1.1.2機車引擎進氣系統.....	3	1.2.1汽門機構.....	3	1.2.2四行程引擎進氣效率.....	6
1.3研究動機.....	7	1.4研究目標.....	8	第二章 文獻回顧.....	11
2.1汽門機構相關文獻研究.....	11	2.2汽門參數最佳化相關文獻研究.....	12	第三章 研究方法與步驟.....	14
3.1研究方法.....	14	3.2實驗設備.....	19	3.2.1實驗引擎.....	19
3.2.2引擎進氣流量測試台.....	20	3.2.3引擎性能量測設備.....	23	3.4研究流程.....	25
第四章 引擎汽門正時最佳化結果與討論.....	30	4.1汽門參數單一目標性能最佳化分析.....	30	4.1.1引擎低轉速5000 rpm之單一目標最佳化.....	35
4.1.2引擎中轉速6000 rpm之單一目標最佳化.....	39	4.2.3引擎高轉速7000 rpm之單一目標最佳化.....	43	4.1.4汽門參數單一目標性能最佳化結果與討論.....	47
4.2汽門參數多目標性能最佳化分析.....	49	4.3不同油門開度多目標最佳化分析.....	56	4.4全負荷定轉速最佳化汽門角度驗證.....	59
4.4.1引擎5000 rpm最佳化汽門角度驗證.....	59	4.4.2引擎7000 rpm最佳化汽門角度驗證.....	74	第五章 結論與建議.....	82
5.1結論.....	82	5.2建議事項與未來研究項目.....	84	參考文獻.....	86
圖目錄 圖1.1汽門機構簡圖[4].....	5	圖1.2進、排汽門之正時與汽門重疊角.....	5	圖1.3 OHC汽門機構簡圖[5].....	10
圖1.4 OHV汽門機構簡圖[5].....	10	圖3.1 PGO C2 引擎圖.....	19	圖3.2引擎進氣流量測試示意圖[5].....	22
圖3.3引擎進氣流量測試台實圖.....	22	圖3.4引擎性能量測與控制系統配置圖.....	24	圖3.5引擎性能量測實圖.....	25
圖3.6實驗汽門凸輪軸圖.....	27	圖3.7汽門凸輪角度調整治具.....	27	圖3.8測試9組凸輪圖.....	28
圖3.9研究流程圖.....	29	圖4.1 CO單一目標最佳化與汽門角度 (5000 rpm).....	36	圖4.2馬力單一目標最佳化與汽門角度 (5000 rpm).....	37
圖4.3扭力單一目標最佳化與汽門角度 (5000 rpm).....	38	圖4.4容積效率單一目標最佳化數與汽門角度 (5000 rpm).....	39	圖4.5 CO單一目標最佳化與汽門角度 (6000 rpm).....	40
圖4.6馬力單一目標最佳化與汽門角度 (6000 rpm).....	41	圖4.7扭力單一目標最佳化與汽門角度 (6000 rpm).....	42	圖4.8容積效率單一目標最佳化與汽門角度 (6000 rpm).....	43
圖4.9 CO單一目標最佳化與汽門角度 (7000 rpm).....	44	圖4.10馬力單一目標最佳化與汽門角度 (7000 rpm).....	45	圖4.11扭力單一目標最佳化與汽門角度 (7000 rpm).....	46
圖4.12容積效率單一目標最佳化與汽門角度 (7000 rpm).....	47	圖4.13多目標綜合功效係數與汽門參數之影響 (4000 rpm).....	51	圖4.14多	

目標綜合功效係數與汽門參數之影響 (4500 rpm )	.....51
圖4.15多目標綜合功效係數與汽門參數之影響 (5000 rpm )	.....52
圖4.16多目標綜合功效係數與汽門參數之影響 (5500 rpm )	.....52
圖4.17多目標綜合功效係數與汽門參數之影響 (6000 rpm )	.....53
圖4.18多目標綜合功效係數與汽門參數之影響 (6500 rpm )	.....53
圖4.19多目標綜合功效係數與汽門參數之影響 (7000 rpm )	.....54
圖4.20多目標綜合功效係數與汽門參數之影響 (7500 rpm )	.....54
圖4.21多目標綜合功效係數與汽門參數之影響 (8000 rpm )	.....55
圖4.22油門50 % 開度多目標綜合功效係數分析 (5000 rpm )	.....57
圖4.23油門75 % 開度多目標綜合功效係數分析 (5000 rpm )	.....58
圖4.24引擎排氣CO與汽門參數之Pareto (5000 rpm) 圖	.....60
圖4.25引擎輸出馬力與汽門參數之Pareto (5000 rpm) 圖	.....60
圖4.26引擎輸出扭力與汽門參數之Pareto (5000 rpm) 圖	.....61
圖4.27引擎容積效率與汽門參數之Pareto (5000 rpm) 圖	.....62
圖4.28 IVO與EVO對CO之三維響應曲面 (5000 rpm) 圖	.....63
圖4.29 OLA與EVO對CO之三維響應曲面 (5000 rpm) 圖	.....64
圖4.30 IVO與EVO對馬力之三維響應曲面 (5000 rpm) 圖	.....65
圖4.31 OLA與EVO對馬力之三維響應曲面 (5000 rpm) 圖	.....66
圖4.32 IVO與EVO對扭力之三維響應曲面 (5000 rpm) 圖	.....66
圖4.33 OLA與EVO對扭力之三維響應曲面 (5000 rpm) 圖	.....67
圖4.34 IVO與EVO對VE之三維響應曲面 (5000 rpm) 圖	.....68
圖4.35 OLA與EVO對VE之三維響應曲面 (5000 rpm) 圖	.....69
圖4.36汽門正時最佳化後輸出CO比較 (5000 rpm )	.....71
圖4.37汽門正時最佳化後輸出扭力比較 (5000 rpm )	.....72
圖4.38汽門正時最佳化後輸出馬力比較 (5000 rpm )	.....73
圖4.39汽門正時最佳化後引擎容積效率比較 (5000 rpm )	.....74
圖4.40引擎排氣CO與汽門參數之Pareto (7000 rpm) 圖	.....75
圖4.41引擎輸出馬力與汽門參數之Pareto (7000 rpm) 圖	.....76
圖4.42引擎輸出扭力與汽門參數之Pareto (7000 rpm) 圖	.....76
圖4.43引擎輸出扭力與汽門參數之Pareto (7000 rpm) 圖	.....77
圖4.44汽門正時最佳化後輸出CO比較 (7000 rpm )	.....80
圖4.45汽門正時最佳化後輸出扭力比較 (7000 rpm )	.....80
圖4.46汽門正時最佳化後輸出馬力比較 (7000 rpm )	.....81
圖4.47汽門正時最佳化後引擎容積效率比較 (7000 rpm )	.....81
表目錄 表1.1機車各期排放標準[3]	.....2
表3.1汽門正時文獻記載及量測資料[14]	.....18
表3.2實驗設計引擎設計參數及汽門參數三階層	.....18
表3.3實驗引擎規格	.....20
表3.4實驗設計汽門參數三階層對應汽門角度	.....28
表4.1實驗設定值之引擎4000 rpm 輸出性能	.....31
表4.2實驗設定值之引擎4500 rpm 輸出性能	.....31
表4.3實驗設定值之引擎5000 rpm 輸出性能	.....32
表4.4實驗設定值之引擎5500 rpm 輸出性能	.....32
表4.5實驗設定值之引擎6000 rpm 輸出性能	.....33
表4.6實驗設定值之引擎6500 rpm 輸出性能	.....33
表4.7實驗設定值之引擎7000 rpm 輸出性能	.....34
表4.8實驗設定值之引擎7500 rpm 輸出性能	.....34
表4.9實驗設定值之引擎8000 rpm 輸出性能	.....35
表4.10 CO單一目標汽門參數最佳值	.....48
表4.11馬力單一目標汽門參數最佳值	.....48
表4.12扭力單一目標汽門參數最佳值	.....48
表4.13容積效率單一目標汽門參數最佳值	.....48
表4.14引擎全負荷定轉速之最佳化角度	.....55
表4.15 50 % 油門開度之引擎輸出性能 (5000 rpm )	.....56
表4.16 75 % 油門開度之引擎輸出性能 (5000 rpm )	.....57
表4.17引擎5000 rpm 不同油門開度多目標最佳化角度	.....58
表4.18引擎全負荷5000 rpm最佳汽門角度測試結果	.....69
表4.19實驗設計汽門設計參數驗證之測試條件 (5000 rpm )	.....70
表4.20引擎全負荷7000 rpm最佳汽門角度測試結果	.....78
表4.21實驗設計汽門設計參數驗證之測試條件 (7000 rpm )	.....78

REFERENCES

- 參考文獻 [1]行政院環保署全球資訊網 http://soloman.epa.gov.tw/F/MOTOR/motorcycle/MOTO_INDEX.HTM , " 第五章機車管制 " , 2003。
- [2]高雄縣政府環境保護局, " 機車定檢宣導活動 " , 2002。
- [3]行政院環境保護署, " 執行機車新車型、新車抽驗相關排氣管管制措施及使用中機車召回改正調查測試 " , 計畫編號:EPA-91-FA13-03-A014 , pp.3 , 2002。
- [4]白國平, " 機車四行程引擎進氣流量測試台設計 " , 摩特動力公司開發工作報告, 2002。
- [5]白國平, " 四行程引擎進排氣閥門開關角度之決定 " , 大葉大學工業工程研究所碩士技術報告, pp.8~14 , 2003。
- [6]M.P.Thompson and H.W.Engleman, " The Two Type of Resonance in Intake Tuning, " ASME Paper 69-DGP--11,1969.
- [7] Itaru Fukutani and Eiichi Watanabe, " Air Flow through Poppet Inlet Valves-Analysis of Static and Dynamic Flow Coefficients, " SAE 820154, 1982 [8]Isao Matsumoto and Akira Ohata, " Variable Induction System to Improve Volumetric Efficiency at Low and/or Medium Engine Speeds, " SAE Paper 860100, 1986.
- [9]陳中庸, " 動態平面凸輪的最佳化設計 " , 國立交通大學機械工程研究所碩士論文, 1990。
- [10]M.S.Chew, " Optimization of High-Speed Cam-Follower Systems Using Optimal Control Theory, " PH.D. Dissertation, Columbia University, 1980.
- [11]L.R.Foulds, " Optimization Techniques An Introduction, " Springer Verlag Inc., New York,1981.
- [12]陳川吉,謝晉洲, " 機車閥門機構設計專案技術報告 " , 摩特動力公司技術報告, 1987。
- [13]張登章, " 汽門傳動機構之分析與設計 " , 國立台灣大學機械工程研究所碩士論文, 1988。
- [14]王維漢, " 平面凸輪輪廓曲線最佳化設計 " , 國立交通大學機械工程研究所碩士論文, 1991。
- [15]侯宏明,張一屏, " 汽門重疊期對四行程汽油引擎性能之影響分析 " , 第十九屆力學學術研討會, 桃園大溪, 1995。

- [16]E.P.George, Norman R Draper " Empical Model-Building and Response Surface " John Wiley & Sons Inc., New York, 1987.
- [17]J.S.Hunter, " Multifactor Experimental Designs for Exploring Response Surfaces, " Ann. Math. Stat. 28, pp.195-241. 1957.
- [18]G.C.Derringer, " A Statistical methodology for designing elastomer formulations to meet performance specifications, " Kautschuk Gummi Kunststoffe, 36, pp349-352, 1983.
- [19]R.G.Petersen, " Design and Analysis of Experiments, " Marcel Dekker Inc. New York, 1985.
- [20]D.M.Grove and T.P.Davis, " Engineering, Quality and Experimental Design, " Longman Scientific & Technical. London, 1992.
- [21] " STATISTICA-INDUSTRIAL STATISTICS " -User Manual Vol.4, StatSoft, Tulsa,OK. U.S.A., 1996.
- [22]于清浩, 張一屏, " 汽門角度對四行程汽油引擎性能之影響分析 ", 第十九屆力學學術研討會, 桃園大溪, 1995。
- [23]黃惠輝, " 四行程機車引擎性能測試分析 ", 機械工業雜誌,1996。
- [24]曾國銑, " 四行程引擎進氣閥流逸係數之探討 ", 大葉大學機械工程研究所碩士論文, 1997。
- [25]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。
- [26]張一屏, " 四行程機車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, 1998。
- [27]張一屏, 蘭真, " 汽油引擎於全負荷之性能參數最佳化設計與實驗分析 ", 第七屆國防科技學術研討會, 桃園大溪, 1998。
- [28]張一屏, 曾國華, 吳建勳, 張瑞軒, " 汽門正時與汽門重疊對機車引擎多目標性能影響最佳化分析 ", 第十三屆燃燒學術研討會, 2003。