

基因演算法在飛輪結構最佳化設計的應用研究

林聖翔、劉大銘

E-mail: 9708047@mail.dyu.edu.tw

摘要

在能源日漸短缺的時代，儲能技術是個值得探討的議題。許多機械軸上所承受的扭矩，在整個工作循環中隨時在變化，因此可利用飛輪來吸收超出的動能，使軸件平穩地運轉。此外，因構造簡單易於保養，且相較其它儲能裝置有較低的損耗性與污染，故在工業方面的使用是非常普及的。基因演算法於1967年提出後，在專家學者的努力改良下，其演算法則出現多元的改變，也修改原始演算法的缺陷，使得基因演算法運用在工程多目標問題上，有不錯的表現。本文將使用Deb提出的『基於精英策略的非支配排序基因演算法-NSGA』，按照設計目標與條件去找尋傳動軸、飛輪結構與所需輪輻數的最佳化設計，並使用COSMOS分析對照其結果，使飛輪設計不再依據經驗製造，並能達到最高效能與最低成本的工程設計。

關鍵詞：基因演算法；飛輪設計；傳動軸；NSGA

目錄

授權書.....	iii	中文摘要.....	iv	英文摘要.....	iv
要.....	v	誌謝.....	vi	目錄.....	vi
錄.....	vii	圖目錄.....	xi	表目錄.....	xi
錄.....	xiv	附錄.....	xv	符號單位索引.....	xv
引.....	xvi	第一章 緒論.....	1	1.1 前言.....	1
標.....	1	1.2 研究動機與目的.....	2	1.3 本文目標.....	2
析.....	3	第二章 文獻回顧.....	4	2.1 飛輪的設計、原理及分析.....	4
點.....	4	2.1.1 飛輪發展歷史.....	4	2.1.2 飛輪儲能系統的優點.....	4
計.....	4	2.1.3 飛輪儲能工作原理.....	6	2.1.4 飛輪結構設計.....	6
面.....	8	2.1.5 國內外飛輪儲能技術的發展概況.....	10	2.1.6 飛輪儲能技術的應用.....	10
念.....	12	2.2 最佳化法則.....	13	2.2.1 最佳化觀念.....	13
良.....	13	2.3 基因演算法發展史.....	14	2.3.1 基因演算法的改良.....	14
法.....	15	2.3.2 小生境(Niche)技術發展史.....	16	第三章 基因演算法.....	22
理.....	22	3.1 基因演算法的起源.....	22	3.2 基因演算法的原理.....	22
碼.....	23	3.3 基因演算法的具體例子與基因演算法的步驟.....	26	3.3.1 基因演算法：編碼.....	26
或稱重組.....	26	3.3.2 基因演算法：選擇 (selection).....	28	3.3.3 基因演算法：交配 (crossover).....	28
止.....	31	3.3.4 基因演算法：突變.....	35	3.4 多目標最佳化的概念.....	38
法.....	38	3.5 多目標最佳化常用的求解方法.....	39	3.6 過早收斂問題及其防止.....	42
法.....	42	3.6.1 過早收斂問題.....	42	3.6.2 防止過早收斂.....	43
法.....	43	3.7 常見的約束處理方法.....	45	3.7.1 搜尋空間限定.....	45
法.....	45	3.7.2 可行解變換法.....	45	3.7.3 懲罰函數.....	46
法.....	46	3.8 小生境技術 (Niche Genetic Algorithm).....	47	3.9 非支配排序基因演算法NSGA.....	48
制.....	48	3.10 精英策略的非支配排序基因演算法NSGA-II.....	49	3.10.1 NSGA 使用機制.....	50
義.....	50	第四章 飛輪設計.....	55	4.1 飛輪的定義.....	55
理.....	55	4.2 飛輪歷史.....	55	4.3 飛輪儲能原理.....	56
稱.....	56	4.4 速率波動係數與能量.....	57	4.5 飛輪形式與幾何名稱.....	60
計.....	60	4.6 飛輪輪輻與質量慣性矩.....	61	4.6.1 輪輻設計.....	61
析.....	61	4.6.2 質量慣性矩.....	63	4.7 飛輪應力及強度分析.....	64
析.....	64	4.7.1 實心圓盤飛輪應力分析.....	69	4.7.2 空心圓盤飛輪應力分析.....	70
計.....	70	4.7.3 具輪輻飛輪之應力分析.....	72	4.8 軸設計.....	74
料.....	74	4.8.1 等斷面軸設計.....	75	4.8.2 軸之材料.....	76
析.....	76	4.9 COSMOS應力分析.....	76	4.9.1 有限元素分析.....	77
型.....	77	4.9.2 分析步驟.....	77	4.9.3 建立數學模型.....	79
	79	第五章 飛輪最佳化.....	80	5.1 研究方法.....	80

法.....	80	5.2 設計適合50噸動力沖床.....	81	5.2.1 飛輪速度減少
率.....	81	5.2.2 飛輪所需要運動能.....	82	5.2.3 50噸動力沖床之飛輪所需運動
能計算.....	83	5.3 軸設計最佳化試作.....	84	5.3.1 軸的靜態強
度.....	84	5.4 圓盤飛輪設計最佳化.....	88	5.4.1 圓盤飛輪設計---轉速固
定.....	89	5.4.2 圓盤飛輪設計---可調轉速.....	93	5.4.3 圓盤飛輪設計---所需動能無窮
大.....	95	5.5 輪輻飛輪設計最佳化.....	97	5.5.1 用COSMOS分析飛輪應
力.....	107	5.6 輪輻數目與應力關係.....	111	5.6.1 研究方
法.....	111	5.6.2 研究說明.....	112	5.6.3 研究結
果.....	114	第六章 結論.....	119	6.1 研究結
語.....	119	6.2 研究建議.....	120	6.3 未來展
望.....	121	參考文獻.....	123	附
錄.....	128			

參考文獻

- [1]中國電子前沿(民97), 飛輪儲能裝置的性能特點及其應用展望。www.emb-cn.com/webelec/article/18/Article_341.htm [2]王耀諄(民93), 轉動的奇蹟—飛輪儲能技術簡介, 經濟部能源報導。http://www.tier.org.tw/energymonthly/ [3]呂映暄(民96), 基因演算法於二進制編碼與實數編碼之比較, 大葉大學機械工程碩士論文。
- [4]李明林(民94), 小生境遺傳演算法綜述, 福州大學機械工程學院論文。
- [5]沖壓加工簡介, ms01.dahan.edu.tw/~chengsu/mold/ch1.ppt [6]林焰、郝聚民、紀卓尚、戴寅生(民89), 隔離小生境遺傳演算法研究, 系統工程學報, 15(1), 頁86-91。
- [7]胡曉林(民93), 演化計算在混合驅動系統優化中的應用, 武漢理工大學碩士論文。
- [8]秦勇、夏源明(民95), 複合材料飛輪結構及強度設計研究進展, 兵工學報, 27(4), 頁750-756。
- [9]高儲能可變慣性風力發電機組。http://myweb.ncku.edu.tw/~nortren/web/d_lab_introduction_main.htm [10]張弘政(民96), 可變慣性飛輪之概念與構形設計, 崑山科技大學機械碩士論文。
- [11]張百棧、謝日章、蕭陳鴻(民91), 基因演算法於非等效平行機台排程之應用, Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers, (19)2, 頁79-79。
- [12]莊明家(民89), 機械設計及分析, 頁1390-1415, 復文書局, 台南市。
- [13]陳國良(民85), 遺傳演算法及其應用, 頁28-92, 民眾郵電出版社, 北京。
- [14]陳智綱(民89), 含菁英政策與基因毀滅之基因演算法於主動式振動控制器之設計, 中山大學機械工程碩士論文。
- [15]陳朝光、盧燈茂、林守儀(民89), 機械設計(二), 頁167-191, 高立圖書, 台北。
- [16]葉朝蒼譯(民67), ?床設計製圖, 頁134-140, 正言出版社, 台南。
- [17]寶威科技股份有限公司(民96), COSMOSWorks電腦輔助工程分析, 頁2-127, 全華圖書, 台北。
- [18]魏鳳春、張恆、蔡紅、陳東明(民94), 飛輪儲能技術研究, 洛陽大學學報, 20(5), 頁27-30。
- [19]AFS Trinity Power Corporation (2004) Flywheel Energy Storage System. California Energy Commission.
- [20]Beasley D., D.R. Bull and R.R. Martin (1993) A Sequential Niche Technique for Multimodal Function Optimization. Evolutionary Computation, 1(2), 101-125.
- [21]Brits R., Engelbrecht A., and F. van den Bergh (2002) Solving systems of unconstrained equations using particle swarm optimization. In Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC '02), vol. 3, 100 – 105, Hammamet, Tunisia.
- [22]Cavichio D J.(1970) Adaptive Search Using Simulated Evolution. University of Michigan, Ann, Arbor.
- [23]De Jong, K.A.(1975). An analysis of the behavior of a class of genetic adaptive systems. University of Michigan. Dissertation Abstracts International, 36(10), 5140B. (University Microfilms No.76-9381).
- [24]Deb, K., Pratap A. and T. Meyarivan (2001) Constrained test problems for multi-objective evolutionary optimization. Lectures Notes in Computer Science, Vol.1993,284-298.
- [25]Deb K., S. Agrawal, A. Pratap, and T. Meyarivan. (2000) A Fast Elitist Non- dominated sorting genetic algorithm for multi-objective optimization: NSGA-II. In Proceedings of Parallel Problem Solving from Nature - PPSN VI, 849-858.
- [26]Gan, J. and K. Warwick (1999) A Genetic Algorithm with Dynamic Niche Clustering for Multimodal Function Optimisation. In 4th International Conference on Artificial Neural Networks and Genetic Algorithms, 248~255.
- [27]Gen M. and R.Cheng (1997) Genetic Algorithms and Engineering Design. John Wiley & Sons, New York..
- [28]Goldberg, D.E., and J. Richardson (1987) Genetic algorithms with sharing for multimodal function optimization. Proc. 2nd ICGA, 41-49.
- [29]Horner R.E. and N.J Proud (1996) The Key factors in the Design and Construction of Advanced Flywheel Energy Storage Systems and their application to Improve Telecommunication power Backup, Conf. Proc. INTELEC 96, 668-675.
- [30]Kanpur Genetic Algorithms Laboratory, www.iitk.ac.in/kangal [31]Kirk, J.A., Walsh, G.C., Zmood, R.B. and L.P Hromada (1997) The Open

Core Composite Flywheel. Energy Conversion Engineering Conference , vol.3, 1748-1753.

[32]Petrowski A. (1996) Clearing Procedure As A Niching Method For Genetic Algorithms. In Proc. IEEE Int. Conf. Evol. Comput, Nagoya Japan, 798-805.

[33]Srinivas N and Deb K. (1994) Multi-objective optimization using nondominated sorting in genetic algorithms. Evolutionary Computation, 2(3), 221-248.

[34]Timoshenko S. (,1956) Strength of Materials, 2d ed., Part 2, 98-99, New York, Van Nostrand Reinhold Company .

[35]TRAVIS D.(2004) Recovering Railroad Diesel-Electric Locomotive Dynamic Brake Energy, B.S., University of Illinois at Urbana-Champaign.

[36]Yin X. and N. Gernay. (1993) A Fast Genetic Algorithm with Sharing Scheme using Cluster Analysis Methods in Multimodal Function Optimization. Artificial Neural Networks and Genetic Algorithms, Conference Proceedings, 450-457.