

氫能燃料電池發電系統模擬與研究

張祐齊、王啟聖；陳木松

E-mail: 9806472@mail.dyu.edu.tw

摘要

氫能與燃料電池屬於新興淨潔能源領域，一般公認其適用於行動載具或定置型發電系統中，更進一步可取代目前所用的汽油引擎和燃煤火力發電廠，以創造更潔淨的生活環境。

本論文主要是研究利用氫能與燃料電池技術產生電力。利用美國Argonne 國家實驗室所發展出的GCtool能源系統模擬軟體，來模擬氣渦輪機發電、1kWe整合氫氣重組器和質子交換膜燃料電池發電、及複合式發電系統、建構自己的發電系統模型。同時建造一個簡單的1kWe質子交換膜燃料電池發電裝置，把所模擬出的參數來和實驗數據進行確認；來驗證所撰寫的程式及想法，從中學習GCtool操作及氫能與燃料電池的特性，累積實務經驗。

本論文在利用GCtool所建立的發電系統模型，大抵可以和實作的系統互相印證。所以，藉由本研究的探討，在未來在建造大型或是分散式發電系統時，可以做為放大的設計工具(Design Tool for Scaleup)和理論的參考值。

關鍵詞：氫能、燃料電池、發電系統、熱電漿產氫、放大設計工具

目錄

封面內頁	
簽名頁	
授權書.....	iii
中文摘要.....	iv
ABSTRACT.....	v
誌謝.....	vi
目錄.....	vii
圖目錄.....	x
表目錄.....	xii
第一章 序論.....	1
1.1 前言.....	1
1.2 研究動機.....	2
1.3 論文架構.....	2
第二章 文獻回顧.....	4
2.1 產氫技術.....	4
2.1.1 水電解產氫.....	4
2.1.2 石化原料重組產氫.....	6
2.1.3 生物產氫.....	6
2.1.4 電漿產氫.....	9
2.1.5 熱電漿產氫.....	10
2.2 燃料電池.....	11
2.2.1 燃料電池的發展演進.....	11
2.2.2 燃料電池基本發電原理.....	13
2.2.3 燃料電池的分類.....	15
2.2.4 燃料電池的優缺點.....	18
2.3 國內外GCtool使用情形.....	19
第三章 各式發電模擬結果.....	21
3.1 GCtool 簡介.....	21
3.1.1 泵(Pump).....	21
3.1.2 熱交換器 (Heat Exchangers).....	22
3.1.3 質子交換膜燃料電池 (PEMFC).....	23

3.1.4 混合器.....	24
3.1.5 分流器.....	24
3.1.6 加熱器.....	25
3.2 建構自己的發電模擬模型 (GCtool模擬實例).....	25
3.2.1 渦輪機發電.....	25
3.2.2 1kW PEMFC產氫發電系統.....	29
3.2.3 固態氧化物燃料電池加上氣渦輪機發電.....	30
3.2.4 1kW PEMFC發電.....	33
第四章 實驗方法與實驗結果討論.....	37
4.1 燃料電池發電系統實作.....	37
4.1.1 實驗儀器設備.....	37
4.1.2 實驗架設.....	39
4.1.3 實驗變因.....	41
4.1.4 實驗步驟.....	42
4.2 實驗結果與討論.....	42
第五章 結論與未來展望.....	48
5.1 結論.....	48
5.2 未來工作.....	50
參考文獻.....	52

參考文獻

- 1.P. Ridge, "Hydrogen manufacture by electrolysis, thermal decomposition and unusual techniques," Noyes Data corporation, New Jersey, M. S. Casper (1978).
- 2.H.K. Geyer, R.K. Ahluwalia, GCtool for Fuel Cell Systems Design and Analysis:User Documentation, Argonne National Laboratory, Report ANL-98/8.
- 3.東亞產氫資訊網, 2008年10月23日下載, <http://idic.tier.org.tw>.
- 4.Beneman, J. (1996) Hydrogen biotechnology-progress and prospect.Nature biotechnol., 14, 1101.
- 5.施宏杰, "火花放電之電漿反應對於甲烷產出氫氣之特性研究" 碩士?文, 崑山科技大學機械工程系, 民國 93 ?.
- 6.鍾??, "脈衝式燃?電漿轉換器之設計??影響研究" 碩士?文, 崑山科技大學機械工程系, 民國 94 ?.
- 7.黃曉鳳, "微波電漿應用於甲烷重組之研究", 碩士?文, 中原大學化學工程系, 民國 90 ?.
- 8.施伯勳, "微波電漿應用於甲烷重組之研究", 碩士?文, 中原大學化學工程系, 民國 93 ?.
- 9.B. Pietruszka, K. Anklam, M. Heintze, "Plasma-assisted partial oxidation of methane to synthesis," Applied catalysis A: General, Vol. 261, 2004, pp. 19-24.
- 10.M. Heintze, B. Pietruszka, "Plasma catalytic conversion of methane into syngas : the combined effect of discharge activation and catalysis," Catalysis Today ,Vol. 89, 2004, pp. 21-25.
- 11.B. Pietruszka, M. Heintze, "Methane conversion at low temperature: the combined application of catalysis and non-equilibrium plasma," Catalysis Today, Vol. 90, 2004, pp. 151-158.
- 12.L. Bromberg, D.R. Cohn, A. Rabinovich and N. Alexeev, "Plasma catalytic reforming of methane," Int. J. Hydrogen Energy, Vol. 24, 1999, pp. 1131-1137.
- 13.王啟聖, 電漿重組器, 台灣專利號碼270849, 公告日期 2005 年7月21日.
- 14.C. S. Wang and H. S. Huang, Fuel-Flexible H₂-Reformer Using Advanced Thermoelectric Technology, presented at 2003 Fuel Cell Seminar, Abstracts, Miami Beach, Florida, November 3-7, 2003, pp. 637-640.
- 15.C. S. Wang, Y. C. Chang, S. S. Hong, H. B. Lee, N. H. Kuo, H. L. Tsai, K. I. Chang, and C. H. Kuo, "Optimal design of a 1kWe thermal plasma reformer," ECS Transactions, doi: 10.1149/1.2729051, Vol. 5, No.1, March 2007. pp. 699-706.
- 16.Huan-Liang Tsai and Chi-Sheng Wang, "Thermodynamic equilibrium prediction for natural gas dry reforming in thermal plasma reformer," Journal of the Chinese Institute of Engineers, Vol. 31, No. 5, July 2008, pp.891-896. (NSC96-2815-C-212-003-E) (SCI)
- 17.Huan-Liang Tsai, Chi-Sheng Wang, and Chien-Hsiung Lee, "Hydrogen production in a thermal plasma hydrogen reformer using ethanol steam reforming," Journal of the Chinese Institute of Engineers, Vol. 31, No. 3, May 2008, pp. 417-425. (SCI)
- 18.翁頂清、Pham Minh Duc、蔡渙良、王啟聖, "以植物油為燃料運用熱電漿水蒸氣重組器的熱動力平衡預測", 2007年再生能源科技與應用研討會, 2007年3月30日, 彰化台灣, pp.67-73.
- 19.K. Karl and S. Gunter, "Fuel Cell and Their Applications", Weinheim. New York. Basel. Cambridge. Tokyo, pp.9~12. (1996).
- 20.黃鎮江, "燃?電池, 第二版", 全華科技圖書股份有限公司, 第3-11頁.
- 21.A. Kumar and R. G. Reddy, "Effect of channel dimensions and shape in the flow-field distributor on the performance of polymer electrolyte membrane fuel cells", Journal of Power Sources, Vol. 113, pp.11-18, 2003.
- 22.衣寶廉, "燃料電池—原理與應用, 第三版", 五南圖書出版公司, 第63~505頁.
- 23.smart 化學專題報告主題一 <氫電池>, 2009年6月3日下載 http://www.mingdao.edu.tw/physics/pdf_page/Lesson_5.pdf.
- 24.楊志忠、林頌恩、韋文誠(2003)。「燃料電池的發展現況」《科學發展》。367 期, 30 ~ 33 頁.
- 25.R.K. Ahluwalia, "Sodium alanate hydrogen storage system for automotive fuel cells", International Journal of Hydrogen Energy 32 (2007) 1251 – 1261.
- 26.R.K. Ahluwalia, E.D. Doss, R. Kumar, "Performance of high-temperature polymer electrolyte fuel cell systems", Journal of Power Sources 117 (2003) 45 – 60.
- 27.Daisie D. Boettner, Michael J. Moran, "Proton exchange membrane (PEM) fuel cell-powered vehicle performance using direct-hydrogen fueling and on-board methanol reforming", Energy 29 (2004) 2317 – 2330.
- 28.Rajesh K. Ahluwalia, X. Wang, "Direct hydrogen fuel cell systems for hybrid vehicles", Journal of Power Sources 139 (2005) 152 – 164.
- 29.J.O. Schumacher, P. Gemmar, M. Denneb,1, M. Zedd, M. Stueber, "Control of miniature

proton exchange membrane fuel cells based on fuzzy logic ” , Journal of Power Sources 129 (2004) 143 – 151.30.H. Adachi, S. Ahmed, S.H.D. Lee, D. Papadimas, R.K. Ahluwalia ,J.C. Bendert, S.A. Kanner, Y., “ A natural-gas fuel processor for a residential fuel cell system ” , Journal of Power Sources 188 (2009) 244 – 255.31.Tsang-Dong Chung, Wen-Tang Hong, Yau-Pin Chyou, Dong-Di Yu, Kin-Fu Lin, Chien-Hsiung Lee, “ Efficiency analyses of solid oxide fuel cell power plant systems ” , Applied Thermal Engineering 28 (2008) 933 – 941.32.Tsang-Dong Chung, Yau-Pin Chyou, Wen-Tang Hong, Yung-Neng Cheng, and Kin-Fu Lin, ” Influence of Energy Recuperation on the Efficiency of a Solid OxideFuel Cell Power System ” , Energy & Fuels 21(2007) 314-321.33.何明析, ” 獨?運轉固態氧化物燃?電池/微渦?機混成發電系統之概?設計 ” , 碩士論文, 國立清華大學工程與系統科學研究所, 民國95年。34.Incropera DeWitt著, 侯順雄, 林松浩, 張仲卿譯, “ Fundamentals of Heat and Mass Transfer 5/e, 熱傳遞 ” , 高立圖書有限公司, 第600~607頁。35.A.F. Mills, “ Heat Transfer ” , 2rd, Prentic Hall, Inc., (1999).36.K. Nishida, T. Takage, S. Kinoshita, T. Tsuji, “ Performance evaluation of multi-stage SOFC and gas turbine combined systems ” , Proceeding of ASME TURBO EXPO 2002, Amsterdam, The Netherlands, June 3-6 (2002).