

主成份田口法於A6061-T6製程最佳化之研究

郭冠頡、李義剛、余豐榮

E-mail: 344793@mail.dyu.edu.tw

摘要

鋁合金具有比强度高、耐腐蝕與易回收等特性，對於講求節約能源、注重環保的現代，其用途愈來愈廣。由於，熱處理型鋁合金必須藉由熱處理技術提升來達到穩定品質的效果。然而，熱處理製程會受到固溶處理、淬火及人工時效等多重因子之影響，造成其品質不穩定。本研究即對於A6061-T6熱處理製程以田口方法進行參數最佳化設計。首先，進行初步的田口實驗，針對單一品質特性進行參數最佳化設計，再與主成份分析方法結合，將多重品質特性值轉換為單一性能指標，即為最佳整合性解。檢測的機械性質為硬度、抗拉強度與伸長率。在確認實驗與單一品質特性最佳值比較方面，檢測結果發現：沿滾軋（T方向）的抗拉強度增加0.2%，伸長率改善1.1%。在多重品質特性指標變異數分析與因子分析研究結果顯示，人工時效溫度對製程具有最大的影響力。其驗證結果也令人滿意且可達節省實驗成本效果。

關鍵詞：變異數分析、多重品質特性、主成份分析、T6、田口方法、A6061

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
ABSTRACT.....	v	誌謝.....	vi
目錄.....	x	表目錄.....	xi
第一章 緒論.....	1	1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	2	1.3 研究方法與流程.....	3
1.4 研究範圍與限制.....	5	第二章 文獻探討.....	6
2.1 鋁合金材料特性與分類.....	6	2.2 鋁合金熱處理.....	11
2.2.1 固溶處理.....	12	2.2.2 淬火.....	12
2.2.3 人工時效.....	13	2.3 熱處理析出硬化過程.....	13
2.4 熱處理型鋁合金之熱處理代號.....	15	2.5 金相觀察.....	16
2.6 洛氏硬度試驗.....	16	2.7 拉伸試驗.....	19
2.7.1 工程應力－工程應變.....	17	2.7.2 金屬材料斷口狀況.....	19
2.8 田口式品質工程相關文獻.....	20	2.9 各種決策權重求算方法.....	24
第三章 研究方法.....	26	3.1 參數設計.....	27
3.2 直交表.....	30	3.3 資料分析.....	31
3.3.1 信號雜音比.....	31	3.3.2 回應表與因子水準圖.....	33
3.3.3 變異數分析.....	33	3.4 主成份分析方法.....	35
3.5 確認實驗.....	37	第四章 實驗方法與步驟.....	39
4.1 決定品質特性.....	39	4.2 因子與水準的選擇.....	40
4.3 實驗設備與材料.....	41	4.3.1 熱處理爐.....	41
4.3.2 洛氏硬度試驗機.....	42	4.3.3 萬能材料試驗機.....	43
4.3.4 實驗材料.....	44	4.4 實驗步驟.....	46
第五章 實驗分析與討論.....	47	5.1 單一品質最佳化-田口方法與變異數分析.....	47
5.1.1 硬度試驗.....	47	5.1.2 拉伸試驗.....	50
5.2 多重品質特性最佳化-主成份分析方法.....	61	5.2.1 多重品質特性.....	61
5.2.2 預測模式.....	68	5.2.3 確認實驗.....	69
5.2.4 確認實驗與單一品質特性比較.....	71	5.3 巨觀觀察.....	73
5.3.1 T方向斷口狀況.....	73	5.3.2 L方向斷口狀況.....	74
5.3.2 L方向斷口狀況.....	74	第六章 結論與未來研究方向.....	75
6.1 結論.....	75	6.2 未來研究方向.....	76
參考文獻.....	77		

參考文獻

中文部份: 1.呂淮熏、黃能崇、張清靠，主成份田口法應用於高速端SKD61模具鋼切削參數最適化設計之研究，技術學刊，第二十二卷，第四期，325-333，2007。2.林樹均、葉均蔚、劉增豐、李勝隆，材料工程實驗與原理，全華圖書股份有限公司，2004。3.曹啟彰，表面清淨度對7075鋁合金熱處理後之機械性質影響，大葉大學機械工程研究所碩士論文，2004。4.莊東漢，材料分析與檢測實驗，五南圖書出版股份有限公司，2006。5.陸仁凱，7XXX系含鈦鋁合金的顯微結構與機械性質之分析，國立中央大學機械工程研究所碩士論文，2006。6.黃振賢，機械材料，文京圖書股份有限公司，1991。7.楊秉勳，Be與Fe含量對A357合金微結構及應力腐蝕性質之影響，國立中央大學機械工程研究所碩士論文，2002。8.劉國雄、葉均蔚，高強力鋁合金之熱處理-析出硬化，工業技術研究院工業材料研究所，頁1-21，1994。9.劉炳宏、魏秋建，決策權重方法之分析比較，永達學報，第二卷，第一期，頁97-113，2001。10.劉文海，鋁合金潛

力產品與前景分析，經濟部技術處產業技術知識服務(ITIS)計畫，2004。 11.鄭博文、賴穎姿、劉書聿，以田口參數設計探討芳香精油對於降低焦慮感的最適條件，中華民國品質學會第42屆年會暨第12屆全國品質管理研討會 論文集，2006。 12.鄭世智，再結晶與磁選程序對垃圾熔渣之影響研究，國立中央大學環境工程研究所碩士論文，2006。 13.鍾昆原，7005擠製鋁合金的拉伸與疲勞性質研究，國立中央大學機械工程研究所碩士論文，2002。 14.蘇朝墩，品質工程，中華民國品質學會，2002。 英文部份: 1.Antony, J., " Multi-response Optimization in Industrial Experiments Using Taguchi's Quality Loss Function and Principal Component Analysis " , Quality and Reliability Engineering International, Vol.16, pp.3-8, 2000. 2.Askeland, D., R, and P. P., Phule, " The Science and Engineering Materials " , Third Edition, Thomson Learning, Singapore, 2003. 3.ASTM E8M., " Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials " , Annual Book of ASTM Standards, Vol. 03.01, 2000. 4.Reed-Hill, R., E, and R., Abbaschian, " Physical Metallurgy Principles " , Third Edition, Cengage Learning, Stamford, 1994. 5.Chen, R. S., H. H., Lee, and C. Y., Yu, " Application of Taguchi's Method the Optimal Process Design of An Injection Molded PC/PBT Automobile Bumper " , Composite Structures, Vol. 39, No. 3-4, pp. 209-214, 1997. 6.Dwight, J., " Aluminium Design and Construction " , Routledge, New York, 1999. 7.Dolan, G. P., and J. S., Robinson, " Residual stress reduction in 7175-T73, 6061-T6 and 2017A-T4 aluminium alloys using quench factor analysis " , Journal of Materials Processing Technology, Vol.153-154, pp.346-351, 2004. 8.Ericsson, M., and R., Sandstrom, " Influence of welding speed on the fatigue of friction stir welds, and comparison with MIG and TIG " , International Journal of Fatigue, Vol. 25, No. 12, pp. 1379-1387, 2003. 9.Ghani, J. A., I. A., Choudhury, and H. H., Hassan, " Application of Taguchi method in the optimization of end milling parameters " , Journal of Materials Processing Technology, Vol. 145, No. 1, pp. 84-92, 2004. 10.Hotelling, H., " Analysis of a Complex of Statistical Variables into Principal Components " , Journal of Education Psychology, Vol. 24, pp.498-520, 1933. 11.Hatch, J. E., " Aluminum properties and physical metallurgy " , American Society for Materials, Materials Park, Ohio, 1984. 12.Khoei, A. R., I., Masters, and D. T., Gethin, " Design Optimization of Aluminium recycling processes using Taguchi technique " , Journal of Materials Processing Technology, Vol. 127, pp. 96-106, 2002. 13.Leisk, G., and A., Saigal, " Taguchi analysis of heat treatment variables on the mechanical behavior of alumina/aluminum metal matrix composites " , Journal of Composites Engineering, Vol. 5, No.2, pp.129-142, 1995. 14.Lu, S. M., Y. M., Li, and J. C., Tang, " Optimum design of natural-circulation solar-water-heater by the Taguchi method " , Journal of Energy Research, Vol 28, No. 28, pp. 741-750, 2003. 15.Nowotnik, G. M., and J., Sieniawski, " Influence of heat treatment on the microstructure and mechanical properties of 6005 and 6082 aluminium alloys " , Journal of Materials Processing Technology, Vol. 162-163, pp. 367-372, 2005. 16.Pearson, K., " On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Spaces " , Philosophical Magazine, Vol. 2, pp. 559-572, 1901. 17.Phadke, M. S., " Quality Engineering Using Robust Design " , Prentice-Hall, 1989. 18.Shivkumar, S., C., Keller, and D., Apelian, " Aging behavior in Al-Si-Mg alloys " , AFS Transactions, pp. 905-911, 1990. 19.Su, C. T., and L. I., Tong, " Multi-response Robust Design by Principal Component Analysis " , Total Quality management, Vol. 8, No. 6, pp. 409-416, 1997. 20.Shih, J. S., Y. F., Tzeng, and J. B., Yang, " Principal component analysis for multiple quality characteristics optimization of metal inert gas welding aluminum foam plate " , Materials and Design, Vol. 32, No. 6, pp. 1253-1261, 2011. 21.Tsui, K. L., " An overview of Taguchi method and newly developed statistical method for robust design " , IIE Transactions, Vol. 24, No.5, pp.47-57, 1992. 22.Tarng, Y. S., and W. H., Yang, " Application of the Taguchi method to the Optimisation of the Submerged Arc Welding Process " , Materials and Manufacturing Processes, Vol. 13, pp. 455- 467, 1998. 23.Takatsuli, H., and T., Arai, " Pinholes in Al Thin Films: Their Effects on TFT Characteristics and Taguchi Method Analysis of Their Origins " , Vacuum, Vol. 59, No. 6, pp. 606-613, 2000. 24.Wu, D. H., and M. S., Chang, " Use of Taguchi Method to Develop a Robust Design for the Magnesium Alloy Die Casting Process " , Materials Science and Engineering A, Vol. 379, No.1-2, pp. 366-377, 2004. 25.Zhang, J. Z., J. C., Chen, and E. D., Kirby, " Surface roughness optimization in an end-milling operation using the Taguchi design method " , Journal of Materials Processing Technology, Vol. 184, No.1-3, pp. 233-239, 2007.