

開關箱關鍵零組件之最佳化設計

藍峻祥、賴峰民

E-mail: 366140@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究以開關箱關鍵零組件之最佳化設計為目標進行討論，結合CAD和CAE的技術減少最佳化設計的步驟與時間，利用3D繪圖軟體SolidWorks進行模型繪製與動作分析，探討開關箱作動原理，針對關鍵零組件受力方法進行研究與理論推導；並設計製作開關箱關鍵零組件簡化誦片，以理論分析與實驗量測。透過ANSYS分析軟體建立靜態分析模型與模態分析模型，以簡化誦片進行靜態頂壓實驗及敲擊頻率實驗的測量之實驗數據，與理論分析模型來比對，驗證ANSYS分析模型的正確性。本研究以有限元素法結合田口方法，對開關箱關鍵零組件進行最佳化設計，透過控制因子與水準設定，導入L9直交表進行實驗設計，並運算S/N值尋找最佳解，在限制式與多目標函數之下重複求解，尋找出開關箱關鍵零組件的最佳化設計參數組合。

關鍵詞：開關箱、有限元素法、最佳化、田口方法、L9直交表

目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要	iii	ABSTRACT	iii
iv 誌謝	iv	v 目錄	v
vi 圖目錄	vi	viii 表目錄	viii
x 符號說明	xiii	第一章 緒論	xiii
1 1.1 研究背景與動機	1	1 1.2 文獻回顧	1
2 1.3 研究目的	2	5 1.4 文章架構與研究流程	5
5 第二章 緊急關斷閥開關箱	5	8 2.1 輪軸原理	8
9 第三章 研究方法	9	13 3.1 結構強度	13
13 3.2 敲擊頻率實驗	13	15 3.3 電腦輔助繪圖SolidWorks	15
19 3.4 電腦模擬分析ANSYS	19	21 3.4.1 靜態分析-頂壓實驗	21
21 -vii- 3.4.2 收斂分析ANSYS	21	24 3.4.3 模態分析-頻率實驗	24
25 3.5 田口方法	25	28 第四章 實驗與分析	28
31 4.1 頂壓實驗與分析	31	31 4.2 敲擊實驗與分析	31
36 4.3 田口方法	36	40 4.3.1 單因子分析	40
42 4.3.2 田口最佳化	42	50 第五章 結論與未來研究方向	50
63 5.1 結論	63	63 5.2 未來研究方向	63
64 參考文獻	64	65 -viii- 圖目錄	65
閥驅動裝置.....	4	圖1.2閥驅動用致動器.....	4
圖1.3研究流程圖.....	7	圖2.1緊急關斷閥裝置.....	7
8 圖2.2輪軸示意圖.....	8	9 圖2.3輪軸施力圖.....	9
10 圖2.4開關箱動作圖.....	10	11 圖2.5開關箱關鍵零組件角度變化圖.....	11
12 圖3.1簡化後的開關箱關鍵零組件.....	12	14 圖3.2三根螺絲固定於夾治具.....	14
14 圖3.3施力點與量測點.....	14	15 圖3.4衝擊錘與取值系統.....	15
16 圖3.5敲擊實驗示意圖.....	16	16 圖3.6敲擊實驗誦片.....	16
17 圖3.7 K值實驗示意圖	17	18 圖3.8開關箱關鍵零組件.....	18
19 圖3.9 SolidWorks設計開關箱運作示意圖	19	19 圖3.10開關箱關鍵零組件簡化平板.....	19
20 圖3.11 SolidWorks的動作模擬圖	20	20 圖3.12 3D實體元素(SOLID45)	20
22 圖3.13靜態分析ANSYS建模	22	22 圖3.14靜態分析邊界條件設定.....	22
23 -ix- 圖3.15靜態分析施力方式.....	23	23 圖3.16收斂曲線圖.....	23
24 圖3.17彈簧元素(COMBIN14)	24	26 圖3.18模態分析ANSYS建模	26
27 圖3.19模態分析邊界條件	27		

設定.....	27	圖4.1分析與實驗位移曲線圖.....	35	圖4.2模態分析數據
圖.....	39	圖4.3開關箱關鍵零組件尺寸對照圖.....	41	圖4.4四因子
位移量趨勢圖.....	44	圖4.5四因子重量趨勢圖.....	47	圖4.6
四因子頻率趨勢圖.....	49	-x- 表目錄 表3.1 K值實驗數據		
.....	18	表3.2收斂分析網格大小與位移量變化表.....	24	表3.3 L9直交
表.....	30	表4.1誦片A實驗數據.....	31	表4.2誦
片B實驗數據.....	32	表4.3誦片C實驗數據.....	32	
表4.4誦片D實驗數據.....	33	表4.5四個誦片實驗平均數		
據.....	33	表4.6分析模型參數表.....	34	表4.7分析數據
表.....	34	表4.8實驗平均值與分析數據表.....	35	表4.9第
一片誦片敲擊數據.....	36	表4.10第二片誦片敲擊數據.....	37	
表4.11第三片誦片敲擊數據.....	37	表4.12分析模型參數		
表.....	38	表4.13模態分析與敲擊實驗數據比較表.....	40	表4.14開關箱
關鍵零組件尺寸代號原始數據對照表.....	41	表4.15不同R2因子數據下的位移量比較表.....	42	表4.16不
同R3因子數據下的位移量比較表.....	43	表4.17不同H1因子數據下的位移量比較表.....	43	
表4.18不同H3因子數據下的位移量比較表.....	44	表4.19不同R2因子數據下的重量比較表		
.....	45	-xi- 表4.20不同R3因子數據下的重量比較表.....	45	表4.21不同H1因子數據下的重
量比較表.....	46	表4.22不同H3因子數據下的重量比較表.....	46	表4.23不同R3因子數據下
的頻率比較表.....	47	表4.24不同R3因子數據下的頻率比較表.....	48	表4.25不同H1因子數
據下的頻率比較表.....	48	表4.26不同H3因子數據下的頻率比較表.....	49	表4.27田口方法
最佳化設定參數.....	50	表4.28第一次田口最佳化分析因子水準.....	51	表4.29第
一次田口最佳化分析L9直交表.....	52	表4.30第一次田口最佳化分析S/N數據.....	53	
表4.31第一次田口最佳化分析數據.....	54	表4.32第一次田口最佳化水準數據		
表.....	54	表4.33第一次最佳化組合分析數據表.....	54	表4.34第二次田口最佳化分
析因子水準.....	55	表4.35第二次田口最佳化分析L9直交表.....	55	表4.36第二次田口最
佳化分析S/N數據.....	56	表4.37第二次田口最佳化分析數據.....	57	表4.38第二
次田口最佳化水準數據表.....	57	表4.39第二次最佳化組合分析數據表.....	57	表4.40
第三次田口最佳化分析因子水準.....	58	表4.41第三次田口最佳化分析L9直交表.....	58	
表4.42第三次田口最佳化分析S/N數據.....	59	表4.43第二次田口最佳化分析數		
據.....	60	-xii- 表4.44第二次田口最佳化水準數據表.....	60	表4.45第二次最佳
化組合分析數據表.....	60	表4.46田口最佳化結果開關箱零組件尺寸表.....	61	表4.47最佳
化分析數據比較表.....	62			

參考文獻

- 汪家昌、何秉倉，“高性能電腦風扇之快速設計與原型開發”，先進工程學刊 第一卷 第二期 pp. 79-87，2006。
- [2] 趙新軍、侯明曦、閻彩霞、林曉寧，“產品開發過程中田口方法與TRIZ的比較”，機械設計與研究 2002年增刊pp.54-56，2002。
- [3] 蘇朝墩，“專訪世界品質大師田口玄一博士”，品質月刊2004年3月 pp.30-32，2004。
- [4] 呂俊毅，“利用田口式品質設計方法於空氣幫浦之研究”，崑山科技大學機械工程研究所學位論文，2011。
- [5] 徐偉軍，“運用田口方法於改善電源供應器模組變壓器溫升問題”，中原大學工業與系統工程學系碩士學位論文，2009。
- [6] 龔清源，“田口法離心式風扇最佳化設計”，崑山科技大學機械工程系碩士論文，2011。
- [7] 張力仁，“載流管上放置吸振器之減振分析”，國立中央大學機械工程研究所碩士論文，2002。
- [8] 張利民，“水泵水輪機工況轉換期的振動現象”，東方電機2000年第3期，pp.145-150，2000。
- [9] Chen, S. S., and Jendrzeczyk, J. A., "Experiment and Analysis of Instability of Tube Rows Subject to Liquid Cross-flow", Journal of Applied Mechanics, Vol. 49, pp. 704-709, 1982.
- [10] M. Amrita and Sarojini jajimoggala, "Design Optimization by -66 - Using Particle Swarm Optimization in MATLAB and APDL in ANSYS", International Journal of Engineering Science and Technology pp.1876-1885 Vol. 4 No.05 ,2012.
- [11] Dalenbring, M., "Damping function estimation based on measured vibrationfrequency responses and finite-element displacement modes. Mechanical System and Signal Processing", 13(4):547-569, 1999.
- [12] Dalenbring, M., "Experimental material damping estimation for planarisotropic laminate structures", International Journal of Solids and Structures, 39:5053-5079, 2002.
- [13] Dalenbring, M., "Validation of estimated isotropic viscoelastic materialproperties and vibration response prediction", Journal of Sound and Vibration, 265:269-287, 2003.

[14] 龜澤二郎，“閥驅動裝置”，中華民國發明專利I323327號，2010。

[15] 萩原秀雄、河合龍彌，“閥驅動用致動器”，中華民國發明專利I266835號，2006。