

# Optimum Design for the Switch Box Key Components

籃峻祥、賴峰民

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

## ABSTRACT

The goal of this research study is to optimize the switch box's key components design. CAD (Computer-aided design) and CAE (Computer-aided engineering) techniques were adopted to gain efficiency. 3D graphics software SolidWorks is used when inspecting the switch box's mechanical motions and force modes for the key component, as well as when designing the simplified test models base on the collected evidence. The accuracy of the study results were verified by comparing both static experiments and model experimental data between the simplified test model and theoretical analysis model on ANSYS software. While using the finite element method combined with Taguchi Method to optimize the switch box's key components design in this study, by setting the control factors and the factor levels with imported L9(34) orthogonal arrays when sorting the S/N values to find the optimal solution, it is solved the case under constraints and multi-objective function with the best parameter combination for switch box key components.

Keywords : switch box, finite element method, optimization, Taguchi method, L9 orthogonal arrays

## Table of Contents

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

圖3.16收斂曲線圖.....	24	圖3.17彈簧元素(COMBIN14)	
.....	26	圖3.18模態分析ANSYS建模 .....	27
圖3.19模態分析邊界條件設定.....	27	圖4.1分析與實驗位移曲線圖.....	35
圖.....	39	圖4.2模態分析數據圖.....	41
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.....	30	表3.3 L9直交表 .....	31
表4.1誦片A實驗數據 .....	32	表4.2誦片B實驗數據 .....	32
表4.3誦片C實驗數據 .....	33	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.....	34	表4.7分析數據表.....	35
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.....	41	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.....	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.....	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		

## REFERENCES

- 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 planar isotropic laminate structures", International Journal of Solids and Structures, 39:5053-5079, 2002.

[13] Dalenbring, M., “ Validation of estimated isotropic viscoelastic material properties 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。