

# 運用CAE於結構輕量化技術開發 以扳手為例

符景隆、王正賢

E-mail: 386731@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

在台灣手工工具的數量不計其數，一般以外銷居多，而歐美地區對於產品的品質要求相當高，要如何能夠提升研發的速度，且在降低生產成本前提下，達到結構輕量化，並能夠提升產品的品質，才能更效提升台灣手工工具業的競爭力。而新產品之開發往往在初次詢作後修改頻繁，不管在時程上、成本上、產品品質上及模具壽命上等各方面皆會受到相當多的影響，故運用CAE技術在新產品研發上特別重要。因此本研究將運用SolidWorks軟體繪製出扳手各部零件，幫助我們了解正確的結構，並使用ANSYS分析軟體，輔助我們分析受力情形，進而改良出合乎安全標準的手工具，期望在產品設計初期即能找出問題並透過電腦軟體修正，讓錯誤率降至最低，並透過TRIZ分析找出需要改善的部分而加以改善，以達到產品輕量化的目標。

關鍵詞：手工工具、扳手、ANSYS分析、TRIZ分析、SolidWorks

## 目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要 .....	iii	Abstract
..... iv 誌		
謝..... v 目		
錄..... vi 圖目錄		
..... ix 表目錄		
..... xiii 第一章 緒論		
..... 1 1.1 研究背景 .....	1	1.2 研究
動機..... 2 1.3 研究目的 .....	2	3 1.4 研究
方法與流程..... 4 1.5 研究範圍與限制 .....	4	第二章 文
獻探討..... 7 2.1 薄壁鋁圓管結構衝擊 .....	7	7.2.2 板
手..... 9 2.2.1 扳手材質 .....	9	10 2.2.2 扳手種
類..... 11 2.3 電腦輔助工程 .....	11	13 2.3.1 ANSYS 介紹
..... 14 2.3.2 ANSYS Workbench 介紹 .....	14	15 2.3.3 DesignXplorer
..... 17 2.3.4 Goal Driven Optimization .....	17	18 2.4 電腦輔助設計
..... 18 2.4.1 CAD 技術的發展過程 .....	18	19 2.4.2 SolidWorks
..... 21 2.4.3 SolidWorks 功能 .....	21	24 2.5 TRIZ
..... 25 2.5.1 TRIZ 的範疇 .....	25	25 2.5.2 CREAX
Innovation Suite..... 26 第三章 研究方法 .....	26	28 3.1 研究案例
..... 28 3.1.1 案例介紹 .....	28	28 3.1.2 產品設計需求
..... 29 3.1.3 材料的選擇 .....	29	31 3.2 研究流程與方法
..... 33 3.3 扳手設計概念 .....	33	35 3.4 產生3D 模型
..... 36 3.4.1 SolidWorks 的應用 .....	36	36 3.4.2 模型產生
..... 41 3.5 CREAX 的應用 .....	41	46 3.6 軟體的分析
..... 47 3.6.1 SolidWorks 與ANSYS Workbench .....	47	48 3.6.2 ANSYS
Workbench 的最佳化應用..... 51 第四章 結果與討論 .....	51	60 4.1 初次分析
結果..... 60 4.2 TRIZ 應用結果 .....	60	65 4.3 最佳化分
析結果..... 68 4.4 材質更換 .....	68	73 4.5 仿真設計
..... 74 第五章 結論與未來研究方向 .....	74	76 5.1 研究
結論..... 76 5.2 後續研究與發展方向 .....	76	76 參考文獻
..... 77 圖目錄 圖1.1 我國手工工具業2001~2010年產值		
..... 2 圖1.2 研究架構圖 .....	2	6 圖2.1 產品開發流程
..... 9 圖2.2 工作區進行互動 .....	9	16 圖2.3 2D 草圖
..... 22 圖2.4 3D 零件圖 .....	22	23 圖2.5 2D

工程圖 .....	23	圖3.1 咬合件受力示意圖 .....	29
圖3.2 本體受力示意圖 .....	30	圖3.3 研究流程 .....	34
.....	34	圖3.4 基準面的選擇 .....	37
(前蓋)草圖完成 .....	38	圖3.5 扳手 .....	38
3D 模型完成 .....	39	圖3.6 特徵工具列 .....	38
圖3.7 .....	39	圖3.8 零件拖移 .....	40
圖3.9 組合完成 .....	40	圖3.10 前外部螺絲/後外部螺絲/內部螺絲 .....	40
.....	42	圖3.11 外部背蓋 .....	43
.....	43	圖3.12 內部螺絲墊片 .....	43
咬合件.....	43	圖3.13 前蓋 .....	43
圖3.14 固定 .....	43	圖3.15 活動咬合件.....	43
圖3.16 調整齒輪 .....	43	圖3.17 內部固定 .....	44
件.....	44	圖3.18 固定螺絲 .....	44
方向控制零件 .....	44	圖3.19 .....	44
圖3.20 鋼珠 .....	44	圖3.21 彈簧 .....	44
圖3.22 方向調整 .....	44	圖3.23 六角墊片 .....	45
桿.....	44	圖3.24 .....	45
扳手主體 .....	45	圖3.25 扳手完成圖.....	45
45 圖3.26 扳手零件爆炸圖 .....	45	圖3.27 活動套筒扳手拆解 .....	46
.....	46	圖3.28 組態特徵 .....	48
.....	50	圖3.29 擷取確認 .....	50
圖3.30 Parameter Key .....	50	圖3.31 .....	52
建模完成 .....	51	圖3.32 Analysis 流程 .....	52
圖3.33 Mechanical 介面 .....	53	圖3.34 網格生成 .....	54
.....	54	圖3.35 負荷及固定.....	54
圖3.36 .....	54	圖3.37 Parameters Set .....	55
應力分析結果 .....	55	圖3.38 Parameters Set 輸入及輸出 .....	56
56 圖3.39 設計的參數值 .....	56	圖3.40 最佳化結果.....	58
.....	57	圖3.41 .....	61
ANSYS Workbench 最佳化流程 .....	59	圖4.1 扳手固定及施力 .....	61
圖4.2 本體應力集中 .....	61	圖4.3 咬合件施力與固定 .....	62
.....	62	圖4.4 咬合組件應力分布.....	63
圖4.5 受力變形量分 .....	63	圖4.6 活動咬合件&調整齒輪 .....	64
布 .....	63	圖4.7 應力分 .....	64
布圖 .....	64	圖4.8 TRIZ 結果 .....	66
圖4.9 .....	64	圖4.10 TRIZ 最後結果 .....	67
本體應力圖 .....	67	圖4.11 導圓角應力曲線圖 .....	69
67 圖4.12 導圓角應力曲線分析 .....	69	圖4.13 導圓角最佳化 .....	71
.....	70	圖4.14 螺紋參考 .....	71
圖 .....	70	圖4.15 本體最佳解.....	72
圖4.16 .....	71	圖4.17 包套活動套筒扳手 .....	75
金屬活動套筒扳手 .....	74	表目錄 表2.1 各鋼材硬度的含碳量對照表 .....	11
表目錄 .....	11	表3.1 AISI4130H5 正常化材質 .....	32
表2.1 .....	32	表3.2 ASIS6150H 正常化材料性質 .....	32
表3.2 .....	32	表3.3 AISI4340 正常化材料 .....	32
性質 .....	32	表3.4 AISI4130H 材料性質 .....	32
表3.4 .....	32	表3.5 AISI6150 材料 .....	35
性質 .....	32	表4.1 Structural .....	60
表3.6 優缺點比較 .....	35	Steel .....	60
表4.1 .....	35		

## 參考文獻

- [1] 許育瑞, 金屬製品業年鑑-手工具篇, 經濟部, 2011。
- [2] 李孟諺, 我國手工具業現況與挑戰, 金屬工業研究發展中心產業研究組, 2010。
- [3] 陳耀茂, 商品企畫與開發, 華泰出版社, 2002。
- [4] Ulrich K.T., "Eppinger S.D., Product Design and Development", McGraw Hill, New York, pp.22-24 & 337-372, 2004.
- [5] 中華民國應用商業管理協會, 創新產品開發管理, 晴佳國際, 2011。
- [6] 張錫綸, 鋼鐵材料選用手冊, 科技圖書出版社, 2004。
- [7] 鋼結構設計手冊, <http://tech.tsh.com.tw/tsh1/directory.htm>。
- [8] 百度百科-扳手, <http://baike.baidu.com/view/40941.htm>。
- [9] 新世代CAE 前處理平台整合發展趨勢, <http://www.caemolding.org/forum/viewtopic.php?f=3&t=10>。
- [10] CAE50-Round2, <http://3d-rd.blogspot.tw/2010/05/cae-50-round-2.html>。
- [11] ANSYS 產品最佳化, <http://www.cadmen.com/page/iFrame/Preview.aspx?tp=Item&im=44&sev=>。

- [12] 孫之遨, 3D CAD 於產品設計模組化應用, 逢甲大學, 碩士論文, 2009。
- [13] 林松正, 從CAD 實體模型到CAE 幾何圖形介面處理, 中原大學, 碩士論文, 2000。
- [14] ?基百科, <http://zh.wikipedia.org/wiki/SolidWorks>。
- [15] SolidWorks, <http://www.acore.com.tw/software/softdetail.asp?id=490>。
- [16] 宋明弘, TRIZ 萃智:系統性創新理論與應用, 鼎茂圖書出版, 2009。 -78- [17] 檀潤華, 創新設計TRIZ:發明問題解決理論, 機械工業, 2002。
- [18] 皮托科技股份更限公司, [http://www.pitotech.com.tw/show\\_product.php?btype=4&ltype=53&id=37](http://www.pitotech.com.tw/show_product.php?btype=4&ltype=53&id=37)。
- [19] 王靜儀, 台灣手工具把手的建構與評估, 雲林科技大學碩士論文, 2008。