

# The implementation of a production management expert system in a paper box container manufacture

林明賢、彭元興

E-mail: 321828@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

The main purpose of a corrugated container board box is to maintain integrity of its contents. It is unwarranted, however, to try to enhance the protective capability as much as possible. In so doing, the cost of production would escalate as the base paper cost accounts for about 60% of the cost of a corrugated box. Therefore, How to decrease the production cost of the products while attaining sufficient protective strengths has become a hotly pursued goal of corrugated container producers. This study was carried out in 3 stages. In the first stage, we've collected various corrugated containers from different trades, and analyzed their compressive strengths, ring-crushing strengths, paperboard raw material compositions, and production cost information. In the 2nd stage, we selected empirical equations that matched the compressive strengths that suited for the study. In the 3rd stage, we used a Visual Basic program to establish an expert system for combining the base papers, which contained 3 modules of compressive strength, bursting strength, and cost. The results indicated that the ring crushing test results did not correlate well with the compressive strengths, which in turn were determined by size of the container, errors in manufacturing process, and base paper quality. From the 2nd stage, we selected the Kellicutt equation to derive the compressive strength. When the results of the empirical equation were compared with the actual measurements, we've obtained a correlation coefficient  $R^2 = 0.903$  or better, and showed a highly linear correlation with the actual measurements. In the 3rd stage, we used the Visual Basic program to establish an expert system for the corrugated container base papers. Upon running the modules of the combined expert system, the results indicated that the containers for agricultural uses showed the best fits, whereas food industry containers and other industrial containers produced simulated results that only approximated the actual measured results. As all the agricultural containers employed BA fluting, while containers of the other trades employed both A and B flutings, which made the calculation more difficult. Furthermore, in application of the system some of the containers were not amenable to showing the 5 combination traits, which was probably caused by insufficient sampling of the corrugated container boxes.

Keywords : paperboard container mill, production, expert system, compressive strength, corrugated container.

## Table of Contents

簽名頁 授權書 iii	中文摘要 iv	ABSTRACT v	誌謝 vii	目錄 viii	圖目錄 xii	表目錄 xiv	名詞解釋 xvi	第一章 緒論 1.1 研究起源 1																																																																													
1.2 研究動機 1	1.3 研究目的 2	第二章 背景資料 2.1 瓦楞紙箱受訂生產流程 3	2.1.1 原紙種類組合現況 5	2.2 瓦楞紙板 6	2.2.1 裱面紙板 7	2.2.2 瓦楞芯紙 8	2.2.3 瓦楞種類及特性 9	2.3 瓦楞紙箱物理性質 10	2.3.1 破裂強度 11	2.3.1.1 破裂強度經驗公式 12	2.3.2 紙箱耐壓強度 12	2.3.2.1 耐壓強度經驗公式 13	2.4 瓦楞紙箱用途分類 16	2.4.1 外裝用瓦楞紙箱 16	2.4.2 食品罐頭用瓦楞紙箱 17	2.4.3 青果運輸用瓦楞紙箱 17	2.5 專家系統 18	2.5.1 定義 18	2.5.2 發展現況 19	2.5.3 系統架構 20	2.6 瓦楞紙箱物理性質及專家系統文獻回顧 21	2.6.1 瓦楞紙箱物理性質文獻回顧 21	2.6.1.1 耐壓強度 21	2.6.1.1.1 影響耐壓強度因素 24	2.6.1.2 破裂強度 25	2.6.1.2.1 影響破裂強度因素 25	2.6.2 專家系統文獻回顧 25	第三章 研究設計與方法 3.1 研究目的 28	3.2 研究設計 28	3.3 第一階段：建立實測值資料庫 31	3.3.1 瓦楞紙板豎壓強度測試 31	3.3.1.1 測試設備 32	3.3.2 瓦楞紙箱耐壓強度測試 32	3.3.2.1 測試設備 33	3.4 第二階段：經驗公式篩選 33	3.4.1 耐壓強度經驗公式篩選 33	3.4.2 破裂強度計算 34	3.4.3 相對成本計算 34	3.5 第三階段：建立專家系統 36	3.5.1 耐壓強度 38	3.5.2 破裂強度 40	3.5.3 相對成本 42	第四章 結果與討論 4.1 第一階段：建立實測值資料庫 45	4.1.1 瓦楞紙板豎壓強度測試 47	4.1.2 瓦楞紙箱耐壓強度測試 52	4.2 第二階段：經驗公式篩選 58	4.2.1 Kellicutt 經驗公式計算 59	4.2.2 Mckee 經驗公式計算 62	4.2.3 Wolf 經驗公式計算 65	4.2.4 結論 68	4.3 第三階段：建立專家系統 69	4.3.1 耐壓強度模組 69	4.3.1.1 計算方式 70	4.3.2 破裂強度模組 71	4.3.2.1 計算方式 72	4.3.3 成本模組 72	4.3.3.1 計算方式 73	4.3.4 專家系統組合結果 74	4.4 專家系統效益評估 78	4.4.1 結論 81	第五章 結論與建議 5.1 結論 82	5.2 建議 83	參考文獻 85	附錄一 農業用箱模擬組合結果表 87	附錄二 食品業用箱模擬組合結果表 90	附錄三 其它工業用箱模擬組合結果表 93	附錄四 農業用箱模擬廠成本分析結果表 96	附錄五 食品業用箱模擬廠成本分析結果表 97	附錄六 其它工業用箱模擬廠成本分析結果表 98	圖目錄 圖 2.1 瓦楞紙箱受訂生產流程現況圖 4	圖 2.2 瓦楞紙板外觀圖 6	圖 2.3 瓦楞紙板構造圖 7	圖 2.4 瓦楞紙板製作流程圖 7	圖 2.5 瓦楞型式 10	圖 2.6 瓦楞紙箱抗壓試驗曲線圖 13	圖 2.7 專家系統之架構圖 20	圖 3.1 研究架構圖 30	圖 3.2 研究流程圖 30	圖 3.3 蝶形試片示意圖 32	圖 3.4 專家系統建立流程圖 37	圖 3.5 瓦楞紙箱專家系統架構圖 37	圖 4.1 農業用紙箱豎壓強度趨勢圖 51	圖 4.2 食品業用紙箱豎壓強度趨勢圖 51	圖 4.3 其它工業用紙箱豎壓強度趨勢圖 52	圖 4.4

農業用紙箱耐壓強度趨勢圖 57 圖4.5 食品業用紙箱耐壓強度趨勢圖 57 圖4.6 其它工業用紙箱耐壓強度趨勢圖 58 圖4.7 農業用紙箱Kellicutt 模擬結果迴歸曲線圖 61 圖4.8 食品業用紙箱Kellicutt 模擬結果迴歸曲線圖 61 圖4.9 其它工業用紙箱Kellicutt 模擬結果迴歸曲線圖 62 圖4.10 農業用紙箱Mckee 模擬結果迴歸曲線圖 64 圖4.11 食品業用紙箱Mckee 模擬結果迴歸曲線圖 64 圖4.12 其它工業用紙箱Mckee 模擬結果迴歸曲線圖 65 圖4.13 農業用紙箱Wolf 模擬結果迴歸曲線圖 67 圖4.14 食品業用紙箱Wolf 模擬結果迴歸曲線圖 67 圖4.15 其它工業用紙箱Wolf 模擬結果迴歸曲線圖 68 圖4.16 耐壓強度模組操作畫面圖 70 圖4.17 破裂強度模組操作畫面圖 71 圖4.18 成本模組操作畫面圖 73 圖4.19 專家系統耐壓強度組合結果比較圖 76 圖4.20 專家系統破裂強度組合結果比較圖 77 圖4.21 專家系統成本組合結果比較圖 77 圖4.22 三種模擬廠成本分析結果圖 81 表目錄表 2.1 CNS 1454 對瓦楞紙板強度規範 6 表2.2 CNS 1455 對裱面紙板品質規範 8 表2.3 CNS 2955 對瓦楞芯紙品質規範 9 表2.4 楞型規範及特性比較表 10 表2.5 瓦楞紙箱CNS 相關規定及規範 11 表2.6 單瓦楞紙箱凱里卡特常數值 15 表2.7 雙瓦楞紙箱凱里卡特常數值 15 表2.8 CNS 2354 對內裝最大重量及箱之內尺度之限制規範16 表2.9 CNS 1161 對食品罐頭用瓦楞紙箱規範 17 表2.10 CNS 3247 青果運輸用瓦楞紙箱0201 型箱規範 18 表2.11 領域專家與專家系統之比較 19 表2.12 耐壓強度文獻整理 22 表2.13 專家系統文獻整理 27 表3.1 裱面原紙及瓦楞芯紙之物理性質表 35 表3.2 Kellicutt 計算常數值 39 表3.3 環壓強度分配比例表 40 表3.4 破裂強度分配比例表 42 表3.5 相對成本分配比例表43 表4.1 瓦楞紙箱原始資料表46 表4.2 農業用紙箱豎壓強度測試值48 表4.3 食品業用紙箱豎壓強度測試值49 表4.4 其它工業用紙箱豎壓強度測試值50 表4.5 農業用紙箱耐壓強度測試值54 表4.6 食品業用紙箱耐壓強度測試值55 表4.7 其它工業用紙箱耐壓強度測試值56 表4.8 Kellicutt 經驗公式模擬結果表60 表4.9 Mckee 經驗公式模擬結果表63 表4.10 Wolf 經驗公式模擬結果表66 表4.11 迴歸分析結果表69 表4.12 專家系統模擬結果與實測值比較表 75 表4.13 農業用紙箱模擬廠成本結果分析表 79 表4.14 食品業用紙箱模擬廠成本結果分析表 80 表4.15 其它工業用紙箱模擬廠成本結果分析表 80

## REFERENCES

王俊麗、鄭全成，2006，瓦楞紙箱的含水率對力學性能的影響，蘭州交通大學學報，25(3):134-136。王振瑋，1998，最佳化原紙強度組配之資訊化研究，和春學報，5:137-147。王培坤，2005，瓦楞紙器製造業企業流程之研究-以UML為基礎，中原大學資訊管理學系技術報告，臺北市。吳嘉瑞，1980，臺灣地區包裝用瓦楞紙箱產銷市場之研究，中國文化大學企業管理研究所碩士論文，臺北市。周媛、張新昌，五層瓦楞紙板與原紙強度關係的研究，包裝工程，27(6):87-89。徐尚宗，2007，瓦楞紙板力學性質探討，中興大學森林學系碩士論文，臺中市。張寶誠，1988，台灣瓦楞紙板豎壓強度與瓦楞紙箱耐壓強度相關性之研究，中國文化大學造紙印刷研究所碩士論文，臺北市。陳文斌，2008，回收對瓦楞紙板纖維性質的影響及再生纖維的改質，中興大學森林學系碩士論文，臺中市。陳忠明，1988，瓦楞紙箱的耐壓強度設計與品質保證，品質管制月刊，24(8):27-31。陳菁華，2004，以落下試驗評估積層瓦楞紙板的衝擊吸收特性，元智大學工業工程與管理學系碩士論文，桃園縣。陳艷琴，2007，淺談瓦楞紙箱中瓦楞紙板黏合強度的測定及影響品質的因素，計量與測試技術，34(11):78-79。曾漢壽，1996，瓦楞紙箱設計，台灣包裝工業雜誌社，臺北市。曾憲雄、黃國禎、江孟峰、蔡昌均、林耀聰，2005，專家系統導論工具應用，文魁資訊股份有限公司，臺北市。程小琴、馬庭、王一玲、張勇智，2004，瓦楞紙箱儲存期間力學性能的變化，包裝工程，25(4):53-54。黃博爵，1990，專家系統應用於印刷生產排程之研究，中國文化大學造紙研究所碩士論文，臺北市。楊福馨，1997，瓦楞紙箱強度及計算與分析，漿與紙，17(12):5-27。臺灣區造紙同業公會，1996，造紙印刷名辭辭典，經濟部工業局，臺北市。謝明興，1988，專家系統，松崗電腦圖書資料有限公司，臺北市。聶芹、劉廣濤，2008，林業生產管理系統設計，安徽農業科學，36(16):6767-6768。蘇裕昌，2008，瓦楞紙箱及特殊瓦楞紙箱，漿紙技術，12(3):1-24。Abubakr,S., Scott G., Klungness J., 1995, Fiber fractionation as a method of improving handsheet properties after repeated recycling. Tappi J. 78(5):123-126.