

稻草再利用—稻草壓合板

文圖 | 楊奉儒 工研院能環所副組長
陳清齊 工研院能環所研究員
楊叢印 工研院能環所研究員

本文探討利用廢棄稻草纖維進行電子相框之製作程序，經實廠試作後，確認採用與木纖維製品類似之程序，可以稻草纖維製得電子相框製品，其性能與木製品接近，效能良好。

台灣地區地處亞熱帶，每年稻作可收穫 2 期作，產生稻草量甚為可觀，估計每年超過 130 萬噸。通常稻草資源的再利用主要是作為堆肥、栽培介質（如菇類）、覆蓋資材（如豆、蔬、果之）、耕牛飼料…等，但隨工資成本提高，加上替代資材選擇多樣化，稻草之收集、處理及運輸不敷成本，此類運用已逐漸減少。農民往往為方便廢棄稻草處理，採用露天燃燒之方式為之，經常造成環境保護上的問題，甚至於是安全上之事故。

事實上，稻草本身所具有的纖維就是一種良好資材，有鑒於近年來全球原物料短缺，其價格持續長期攀升不下，加上隨著環保問題日益嚴峻，例如有關 CO₂ 之排放問題以及資源永續經營…等相關議題持續受到重視，若能將植物纖維成分轉製成產品切入市場的話，將可取代木材、塑膠、甚至金屬合金等應用材料，已經成為一種市場趨勢。

一. 市場應用分析

有很多工業／建築／民生產品都是利用木纖維進行產製，例如：建築裝潢用途之棧板／箱／盒／緩衝材、其他用途之棺木、3C 框／殼。下圖是國內對於植物纖維（主要是木纖維）的可能應用需求分析。

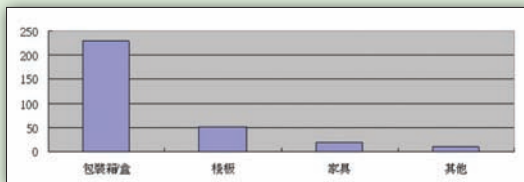


圖 1. 植物纖維資源應用產品分析

一般而言，使用稻草纖維取代木纖維有其可行性，而且可開發的相關產品十分多樣化，其用途亦大不相同，從用量較大的包裝箱／盒、棧板…，一直到單價較高的 3C 產品的框／殼皆有之。

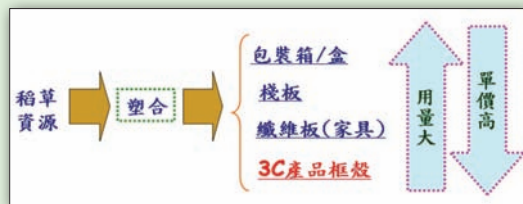


圖 2. 稻草纖維可行市場

二. 再利用技術

稻草資源的應用製作過程中，主要的步驟在於熱壓塑合，可隨著所擬開發的產品特性，採用不同的模具加以製作

成型。其過程係包含稻草的破碎、乾燥、混膠、鋪料、預壓、熱壓成型與最後的裁切修飾。稻草塑合產品的產製流程如圖 3 所示。

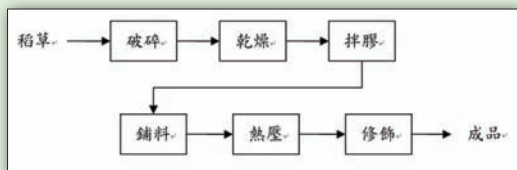


圖 3. 稻草塑合相框的產製開發流程

本文探討利用稻草資源進行電子相框產品的廠型規模程序，主要是依圖 3 的基礎流程，並利用國內專業熱壓塑合廠的廠型設備進行試製實驗。配合本次實廠試作的廠商位於台中縣豐原市，主要採用木屑作為原料，從事各項壓合製品（如門板、櫥櫃板、框架…）的產製，並具有設備建置之服務項目。該公司之相關設備如下圖 4 所示：



圖 4. 塑合製程設備—（由上而下）破碎機／混膠機／熱壓機

以下說明稻草電子相框的製作過程：

（一）稻草的破碎處理

當稻草應用作為塑合產品的再生原料時，必需先行破碎，意即將稻草粒片化，並達到一定程度的纖維散解，以達適當的大小利於後續的加工處理。實作顯示，稻草粒片化處理以小於 1 公分的粒度較佳，較適合於後續的半自動連續作業，並且有利於熱壓塑合製程的鋪裝作業。圖 5 為破碎處理之過程。

（二）稻草的乾燥與施膠處理

通常稻草由稻田採收取回後，均會堆放在室外經由烈日曝曬乾燥，但由取回稻草的測試顯示含水率約在 15 - 20%，就應用作為塑合製品的原料而言其含水率仍然過高，必須先將粒



圖 5. 稻草的破碎處理

片原料經由乾燥處理，將含水率控制在 5% 以下，才可以避免因水氣在熱壓過程中生壓，於釋壓過程中造成的板材產品爆裂。圖 6 為稻草粒片乾燥處理的實驗裝置。



圖 6. 稻草粒片乾燥處理裝置

由乾燥實驗結果顯示，稻草粒片的乾燥處理溫度設定以 100°C 左右較佳，若溫度超過 110°C 則可能產生稻草粒片的燃燒情形，稻草粒片的連續乾燥作業時間約 6 小時，即可將含水率控制在 5% 以下，並適合於熱壓塑合製程的施膠作業。

稻草粒片原料經乾燥處理後，依照試驗的規劃稱量，分別與定量的膠合劑（先與適量的硬化劑預混合）進行充分混合。其方式係將稻草粒片原料



圖 7. 施膠處理後之稻草碎片

先置入混拌機中，再均勻加入定量的樹脂，混拌約 20 分鐘，使稻草粒片原料與膠合劑充分的拌合均勻。實廠測試所使用的施膠拌合機為螺旋桿攪拌方式，攪拌完成後以傾洩方式出料。圖 7 顯示，經由施膠混拌機，完成稻草碎片施膠處理之情形，經施膠完成的稻草碎片即可以作為鋪裝熱壓使用的備料。

(三) 稻草的鋪裝與熱壓成型

圖 8 為稻草電子相框產品試製開發的熱壓模具，在熱壓模具鋪裝與熱壓過程中，為使產品表面可以顯現較佳的平整性，電子相框使用表面紙施膠預壓的方法。



圖 8. 電子相框產品之熱壓模具

由於稻草碎片原料的體密度較低，在塑合熱壓過程容易因表面外層受熱較多而較早緻密，並導致內層較晚熱聚合反應產生的水氣無法排除，易造成最終的塑合產品在壓力去除時容易爆裂。因此，在預壓過程採取間斷式的排氣壓合預處理，通常排氣的次數約 5 - 10 次左右。熱壓溫度的控制是使用 130 - 150°C 加熱處理，熱壓試驗壓力值約 50 Kg/cm²，持壓試驗時間值約 5 - 10 分鐘。



圖 9. 電子相框產品的熱壓粗胚



圖 10. 完成表面噴塗的稻草電子相框產品

電子相框粗胚（圖 9）自熱壓脫模取出後，再經過表面噴塗處理後，即可以完成框產品的製作。圖 10 為完成表面噴塗並經組合的稻草商業化電子相框產品展出情形。

（四）產品性能分析

針對稻草所開發的產品係以一般樹脂進行熱壓塑合，與市售之木粒片

板所使用的樹脂相同，經由以 CNS 2215 的規範進行測試，其結果如下表所示：

物性檢測結果顯示，稻草以一般樹脂的熱壓塑合產物的各項物性均可以符合 CNS 2215 粒片板的規範要求。

表 1. 稻草板產物依據 CNS 2215 的測試結果

檢測項目	數據結果
靜曲強度 (kgf/cm ²)	96 (符合規範)
內聚強度 (kgf/cm ²)	1.8 (符合規範)
木螺絲保持力 (kgf)	30 (符合規範)
吸水厚度膨脹率 (%)	11 (符合規範)
密度 (g/cm ³)	0.7 (符合規範)

三. 結論


本文依據 CNS 2215 粒片板規範進行稻草塑合製品的檢測，結果顯示以稻草與傳統樹脂（尿素甲醛樹脂與美拉明樹脂）進行熱壓塑合的產物，在各項物性均可以符合 CNS 2215 粒片板的規範要求，但是在各項強度物性均較木質的粒片板產物差，約達木粒片產品的 80%。此結果顯現稻草纖維在韌性方面不如多年生的木質纖維，因此未來稻草應用於粒片板產物時，必須考量儘量往對強度物性品質要求不高的目標產品思考，例如：3C 製品的框殼、裝潢飾物（門／櫥／櫃裝飾板）或包裝材料…等。

而善用稻草資材，在經濟、環保、安全皆可產生相當之效益，諸如：

◎ 稻草資材之商品化可創造極高的產值，而農業體系（農民、農會…）亦將因稻草資材的再利用而增加收益。

◎ 減少每年因稻草燃燒所產生之污染性氣體，例如 CO₂。

◎ 降低焚燒稻草產生之交通安全事故。

◎ 解決農民廢棄稻草之處理問題。 

參考文獻

1. 楊奉儒、陳清齊等，稻草商品商業化設計規劃及產品試製，農糧署，期末報告，2008。
2. 楊奉儒、陳清齊等，稻草資源化技術開發及其在再生能源利用之可行性評估，農糧署，期末報告，2006。

3. 陳清齊等，經濟部工業局87年度協助國內傳統工業技術升級計畫，紙渣纖維板複合材料開發期末報告，工研院能資所報告，1999。
4. 彭武財，木材／塑膠複合材料之研究與開發，台灣林業科學，11（1）；p53 - 66，1996。
5. 黃國雄，塑膠—木材複合粒片板之性質，台灣林業試驗所季報，9（4）；p407 - 412，1994。
6. 王松永，木材利用對環境的正面效應，林產工業 13（3）；p485 - 494，1994。
7. 王松永，木材利用與環境保護，林產工業 11（2）；p133 - 143，1992。
8. 杜志鑑，塑合板之製造，徐氏基金會出版，1988。
9. 陳載永、王瀛生，竹材廢料製造建築用粒片板之研究，中華林學季刊 14（2）；p39 - 60，1981。
10. 陳載永，工業化生產稻殼粒片板之試驗，科學發展月刊，8（5）；p456 - 462，1980。

