

壹. 糧食管理

二. 稻米碾製

撰文：周瑞仁

(一) 前言

稻和麥為人類最主要的兩種糧食作物。根據聯合國食品與農業組織（FAO，Food and Agriculture Organization of the United Nations）報告指出：全世界稻穀的年產量估計約在 6 億公噸左右，主要產於亞洲地區；台灣每年生產 170 萬公噸左右的稻穀。從田裡收割的是稻穀，我們煮來當主食的則是「白米」。把「稻穀」變成「白米」，需經碾製的過程。

稻穀碾製作業一般包括圖 1 所示之流程：礱穀、精米及包裝等程序，其中礱穀與精米過程當中會產生一些副產品，如稻殼、米糠等均可以加以利用。而稻穀在任何處理階段如有必要都可先行貯藏起來，日後再作後續處理。茲就碾製系統（圖 2、圖 3）所包含的礱穀、精米作業、及副產品之應用三方面說明如下。

(二) 礱穀作業 (Hulling Operation)

礱穀作業為將稻穀的穀殼去除而成為糙米的過程。其主要流程如圖 4 所示：稻穀從乾穀貯存區流

出，經自動計量器計量之後，粗選機將穀殼、稻草等雜質去除，除石機把稻穀中的石粒檢出，礱穀機則將稻穀碾成糙米，同時將稻殼、塵屑、碎米及糙米分開，糙米再經未成熟糙米選別機將未成熟糙米選出。礱穀完畢之後的成熟糙米，可經由流程末端之分流器，自由選擇將糙米裝袋或是繼續進行下一階段的精米作業。以下簡述礱穀系統中所包括的重要設備與處理。

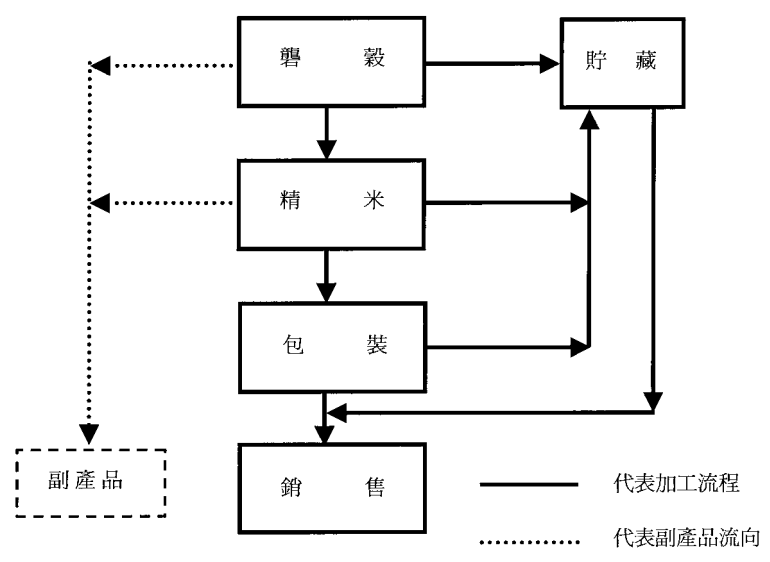


圖 1. 稻穀碾製處理之程序



圖 2. 碾製廠外觀

1. 計量器 (Metering Device)

自動計量器安裝於各暫存桶之上方或下方，以便得知暫存桶目前之存量。來自中央監控室的指令，將計量器上的氣壓缸閥門打開，物料自供給漏斗流入計量器。計量完畢的物料，即流經排出閥門，進行排出。計量器上的負載元 (Load Cell) 將荷重轉換成電氣信號，送到中央監控室，監控室接收各閥門開關與負載元信號，並傳至主電腦作統計、分析與記錄。

2. 粗選機 (Precleaner)

稻穀礱碾 (或糙米搗精) 之前經由振動篩、圓筒篩及鼓風機，以風力及篩動方式分離稻穀 (糙米) 與斷穗、雜物及粉塵之設備。

3. 除石機 (又稱為撿石機, Destoner; Stone Picker)

利用砂石與穀物比重和懸浮速度的不同，從而分離稻穀中的石子和沙粒。為一結合搖動及風選而能將夾雜在稻穀或糙米中的石粒撿出之比重選別裝置。選別出來的石粒流入漏斗，並通過二次選別篩網，將石粒集中並排出至閥端。

4. 礱穀機 (Huller ; Husker)

礱穀機為礱穀系統裡最主要的設備。其內部的作業流程如圖 4 虛線範圍所示，乾穀由斗昇機提昇進入承載漏斗，由流量調節控制閥控制進入脫殼部的乾穀量，將稻穀脫去，經過風選部將穀殼與糙米的混物流分成穀殼、碎米以及糙米與穀粒；米漏為進一

步將穀粒與糙米的混物流予以分離，分離出來的穀粒必需回流經過脫殼部脫殼，經過米漏分離出來的糙米，不免含有塵屑及碎米，需經風選部將它們篩選出來，另外有一部分尚未分離清楚的穀粒與糙米混物流，需再經過米漏裝置予以重新選別。整個內部作業，大致上可分為脫殼和選別兩部分。

脫殼部係將稻殼剝離的機構，基本上可區分為兩類：一類係根據摩擦原理，利用兩個轉速不同而轉向相反的橡膠滾輪，稻穀流過此兩橡膠滾輪之間隙，產生相互摩擦搓揉，而將穀殼剝離，其間隙可依穀粒之形狀與種類、橡膠滾輪之直徑與硬度而調整，目前大部分的礱穀機均屬此類；另一類則為根

據衝擊原理，利用脫殼盤旋轉，使其上的穀粒受到離心力作用，以高速衝撞盤壁，而造成穀殼破裂，糙米脫出，達到礱穀之目的。

選別部主要包括風選裝置與米漏裝置兩部分。風選裝置一般置於脫殼部的下方，來自脫殼部的穀殼與糙米混物流，經過擴散板，利用送風機送出的氣流及篩網，以比重選別的方式，選出穀殼、碎米、塵屑與糙米及穀粒；米漏（選別機，Paddy Separator）則為進一步將穀粒與糙米的混物流予以分離的機構，一般具有三層傾斜的金屬篩網，分別選出穀粒、糙米及碎米。

在礱穀作業過程當中，必需視實際情況對機械作適當的調整，例如脫殼部的橡皮滾



圖 3. 碾製系統

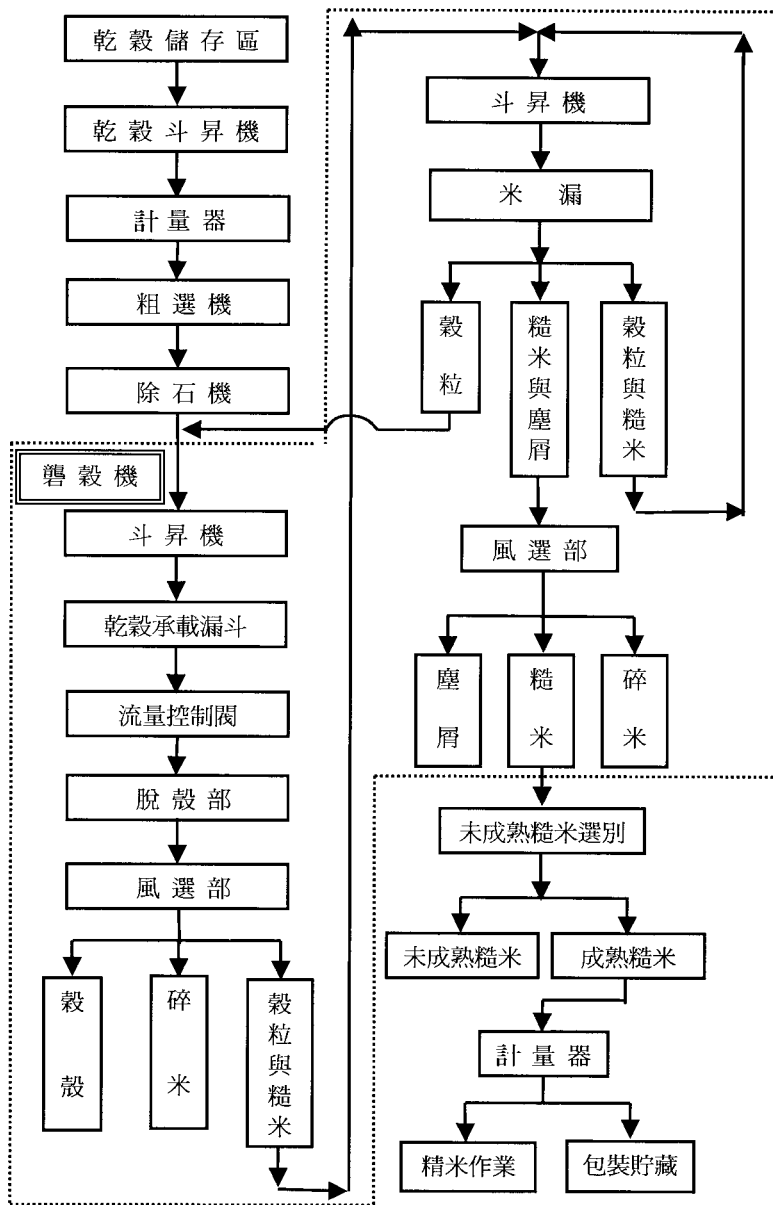


圖 4. 碾穀系統一貫作業流程

輪必需依稻穀種類、脫殼率、滾輪狀況（如：滾輪轉速、直徑、表面平整程度、緩衝彈簧強弱）調整其間隙及緊張度；選別部的篩網必需隨糙米種類、含水率高低適當調整其斜度；正確啓閉進料閥門，以提供適量的稻穀，避免過載或停機。這些調整牽涉到較高的專門技術，選擇自動化的碾穀系統，必需注意到此系統是否能正確地反映這些狀況，自動作調節。

(三) 精米作業 (Milling Operation)

精米及包裝為稻米加工的最後階段，目的為將糙米外表糠層（果皮、種皮及糊粉層等）去除而成我們日常食用的精白米，並加以裝袋銷售或貯藏。

其一貫作業流程如圖 5 所示：係將來自糙米貯存區的糙米先計量，再經粗選機及除石機分別選出雜質及石粒後，進入精米機碾製，產生米糠及整粒米與碎米，碎米分離機進一步將整粒米與碎米分開，分出的白米可經洗米機，快速洗米（洗米裝置目前國內尚不普遍，在日本則相當流行），洗過的米在經過色彩選別機與金屬檢測器之後，可分別將變色粒與金屬雜物檢出（亦有系統將色彩選別機裝在洗米機之前），最後利用自動計量包裝機來完成不同重量的裝袋工作。

以下簡述系統中所包括的重要設備（其中計量器、除石機等與碾穀系統中所提及的類似，在此不再贅述）。

1. 精米加工前處理裝置 (Pre-Conditioner for Milling Process)

精米加工前處理裝置係指糙米在流入精米機之前，以溫濕空氣吹過糙米表面加以處理，使外表糠層軟化，但不致降低米粒剛性的一種裝置。在日本的碾米廠常見這種裝置，它可以提高精米效率與精白度，同時降低碎米率。

2. 精米機 (Milling Machine)

精米機為精米系統裡最主要的機具。其內部的作業流程如圖5虛線範圍所示，糙米由斗昇機提昇進入糙米桶，由流量調節控制閥控制進入精米室的糙米量，在精米室內將糠層脫去，糠層未脫除乾淨的糙米再度回流進入糙米桶和精米室進行精白，直到成為精白米排出為止，或採用不回流的方式，以連續流經幾台精米機作同樣的精米動作，流過精米機的台數由事先設定的精白度來決定，除糠裝置將精白米與米糠的混合物流分離，經過除糠裝置分離出來的精白米若仍含有米糠者，需再經除糠分離。整個內部作業可大致上分為精白室和除糠裝置兩部分。

精白室為一將糠層剝離的機構，基本上可約略分為摩擦式（壓力式）與切削式（速度式）兩種。摩擦式的為低速高壓，其精白滾筒之切線速度一般在300公尺／分鐘以下，而壓力則在200公斤重／平方公分以上，糙米在精白室內的摩擦，使得柔軟的糠層薄片因而脫離。

而切削式則為高速低壓，研磨滾筒的切線速度一般在600公尺／分鐘以上，壓力在50公斤重／平方公分以下，係利用金鋼砂滾筒的高速旋轉之切削作用，將糙米之糠層去除。全自動精米機其精白度可事先設定，一經設定，其流量及阻力值等也隨之自動調

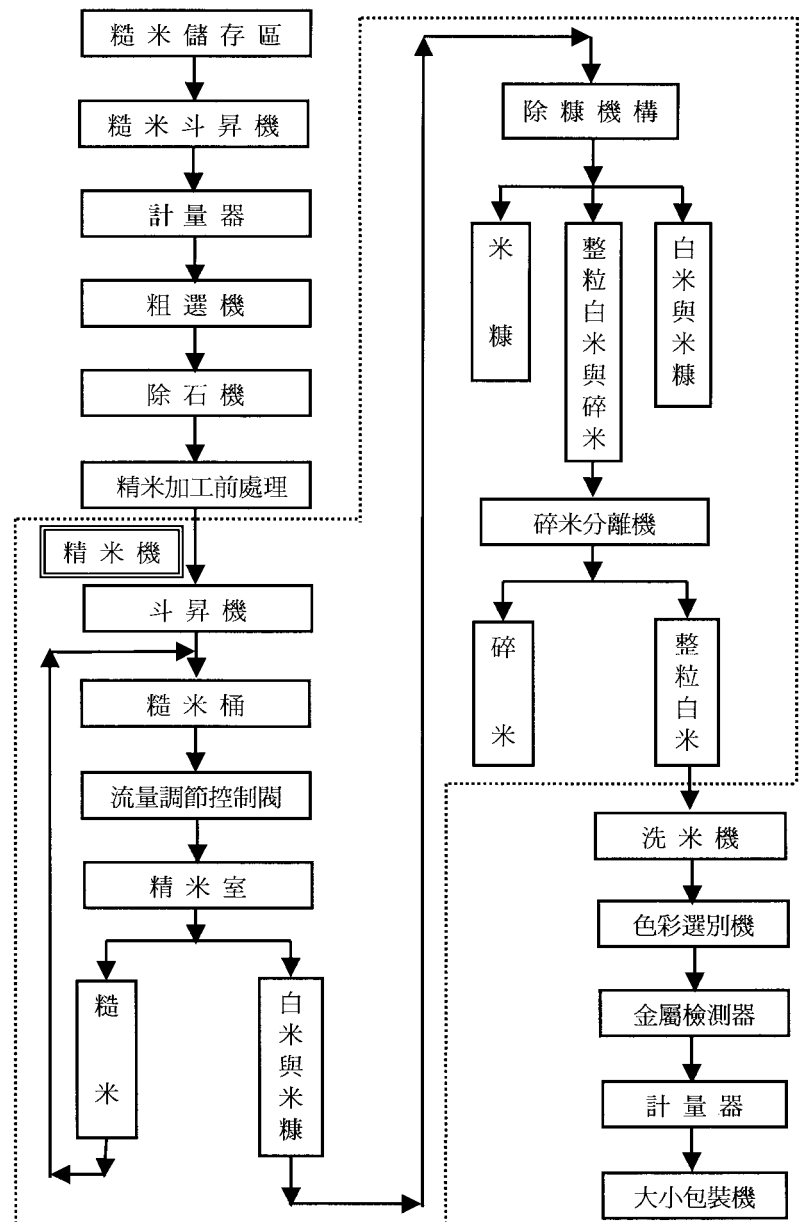


圖5. 精米系統一貫作業流程

整。

3. 碎米分離機；碎粒選別機 (Broken Rice Separator)

精米加工中所產生的碎粒、米糠，可利用物流通過網目尺寸不同的篩網加以篩選分離，選出全粒米之振搖式選別裝置。



圖 6. 流程監控面板

4. 洗米機 (Clean Refiner)

為一洗米裝置。於高速旋轉的圓筒容器，加一定比率的水，快速洗米，處理過後的白米光澤亮麗而透明。

5. 洗米水處理裝置 (Rice Waste-Water Treatment Device)

有如一般廢水處理，同時使用化學處理（凝集、沉澱）與生物處理方式（微生物），將洗米水淨化處理之設備，以避免對環境造成污染。

6. 金屬檢測器 (Metal Separator ; Metal Detector)

金屬檢測器為檢測鐵金屬及非鐵金屬（如鋁、不銹鋼、鎳鉻合金、銅等）雜物之設備。利用物流（白米）通過滑槽，以高週波電磁感應方式排除夾雜於白米中的金屬。

7. 色彩選別機 (Color Sorter ; Color Sorting Machine)

利用精米供給裝置，連續供給精米，流過滑槽管內加以整流，維持固定的下落速度，送入選別室內，在選別室內利用螢光管

照射，通過這裡的米粒，由光電感測器識別，僅白米可以通過，而若著色粒被檢測到時，則由空氣噴射裝置吹到異物箱裡，被吹出的米粒總會混入一點精白米，使其進入二次再選別通道，使精米流回正常生產線，只有異物自不良口排出。識別室覆蓋有防塵玻璃，利用擦拭桿自動刮除粉塵。

8. 計量包裝機 (Weighing and Packing Machine)

可依設定的重量，將物料自動計量包裝於PP袋、PE袋、麻布袋或牛皮紙袋。從包裝袋供給到計量、裝袋、縫合至送出為止，皆可自動操作。

9. 真空整型機 (Vacuum Molder)

精米計量後，於裝袋階段，吸出袋內空氣，予以整型的裝置，整型之後利於堆疊運輸，並減少存放空間，而且脫氣之後，精米的保存性可以提高。如果注入二氧化碳氣體或氮氣，除降低呼吸速率外，兼可防止蟲害，有利於長期保存。

10. 白米品質改良裝置 (Milled Rice Conditioning Unit)

對過於乾燥的精白米加濕，使其保有一定水分含量之裝置。如果將過於乾燥的米，亦即含水率在13%以下之白米於炊煮之前加以浸泡，由於米粒各部分吸水速度不同，發生含水不均的現象，影響米飯品質。為了防止這項缺點，將精白米之水分含量加濕到14%~15%，可以符合米飯良好之食味要求。

近年來由於農村勞力不足，並有逐漸老化的趨勢。為了紓解這些問題，政府首先推動稻穀碾製機械化，成效良好。為了進一步改善作業環境，提高品質，增加市場競爭力，近幾年來持續推動碾製作業自動化，除

解決勞力短缺的問題外，同時藉以達到農業升級之目標。

稻穀碾製自動化作業與傳統作業方式最大的不同是：工作人員不必親臨各項加工設備現場操作，只要待在自動監控室內即可了解全廠動態，控制器按照事先寫好的程式設定加工程序，自動控制各項設備以完成任務，因此系統的整體運作完全在於監控室的掌控中。

監控室主要係由控制器、監控電腦及監控面板(圖6)所構成，監控面板將系統各部分目前的狀態顯示出來，由硬體組成的監控面板彈性較差，為了因應未來流程可能的變動及系統擴充，使用彈性較大的圖控軟體之情形愈來愈普遍。

藉著執行已經設計好的圖控軟體或製作好的監控面板，與控制器相連即可迅速確實掌握每一設備之即時狀況，同時也可將系統狀況統計繪成趨勢圖，作整體查看，加以追蹤檢查系統運作所耗用能源(電力、燃油等)、處理能力等，作為檢討改進之用；當設備運轉不順時，可以提早預警，避免故障發生；萬一故障發生時，立即警報，並執行故障排除程式，將故障上游的設備依序關閉，避免塞料，增加運轉時間；確實掌握庫存乾穀、糙米及精米生產量，建立產銷基本資料庫。

不管是監控電腦上圖控畫頁或是監控面板上的狀態，多有賴控制器收集來自機器上各個感測器之訊號，將其狀態顯示，同時根據事先寫好的程式做邏輯判斷與算術運算，以決定控制之訊號，完成監視與控制雙重目的。

(四) 副產品之應用

根據聯合國食品與農業組織(FAO)報告指出：在稻穀碾製過程當中所產生的副產品，主要為稻殼(Hull; Husk)與米糠

(Bran) 兩種。對其應用分述如下。

1. 稻殼之利用

稻殼主要包括內穎、外穎、護穎及花梗部分，有時還包括芒在內。稻殼之比重約占乾燥後稻殼的五分之一，焚化是處理稻殼最古老，最常用的方法。焚化過程所產生的熱能，可以用來燒水或產生蒸汽加以利用。

早年台灣農家曾向農會購買稻殼作為燃料，但因稻殼不易點燃，必需同時點燃足量稻殼，始可持續燃燒，加上燃燒時會有焦油釋出產生臭味，而燃燒後之灰燼也不易處理；近年來由於液態瓦斯和電力的普及，農民逐漸捨棄稻殼而改採較為方便、乾淨的能源。經過積極研究，設法利用為數龐大的稻殼原料，除了充當能源之外，目前也逐漸將稻殼應用在：

- (1) 育苗介質
- (2) 土質改良
- (3) 畜舍墊底
- (4) 飼料填充
- (5) 建材
- (6) 絕熱材料
- (7) 肥料

稻殼之利用方向雖多，但因本身具有質硬而粗、纖維短、營養成分低、不易腐化、灰分多等特性，造成不易利用及處理，因此經濟價值偏低。然而每年農穀所副產的大量穀殼，堆積需佔用的空間相當大，容易造成環境污染，因此農民及農政單位一致殷切期盼能夠早日發展一套經濟有效的利用方式與處理方法，解決大量的稻殼問題。

2. 米糠之利用

米糠為碾米過程當中脫落之糙米外表部分，包括果皮、種皮、胚、糊粉層及少部分的胚乳。一般而言，米糠含有相當豐富的營養價值，如：蛋白質、油脂、礦物質、維他

命、醣類和食物纖維等，米糠的用途相當廣泛，它可以做成：

(1) 米糠油系列產品，如：食用油、肥皂、蠟等。米糠內大約含有 16% 的油分，可作榨油的原料，利用米糠榨出的食用油富含維他命 E 以及具有降低血液中膽固醇含量的功效。

(2) 家禽及動物飼料，如豬飼料、魚飼料等，亦有報告指出將米糠加入乳牛飼料當中，可以增加其產乳量。

(3) 食物：如：米粥、餅乾、鬆餅、醬油、布丁以及油炸時的烹調用品。

(4) 肥料。

(5) 藥：最近也有研究報告指出米糠可以當作藥材。

(五) 結論

稻米為台灣農作物之大宗，而所生產的稻米絕大部分在國內碾製銷售，國內稻穀碾製技術之良否，直接影響國人食米品質的好壞，因此先進碾製技術之研發或引進，當有助於國內食米品質之提昇。稻穀碾製副產品之一的米糠，極具利用潛力，若能加以研發推廣，必可增加稻米的附加價值。

壹. 糧食管理

三. 穀物品質與分級

(一) 稻米

撰文：洪梅珠·宋勳

1. 稻米品質

稻米品質主要包括碾米品質 (Milling quality)、米粒外觀 (Grain appearance)、烹調及食用品質 (Cooking and eating quality)、米飯入口品質 (Palatability) 及營養品質 (Nutrition quality)。

(1) 碾米品質

稻穀 (rough rice) 乾燥後，使用脫殼機除去穀殼 (hull)，即可獲得糙米 (brown rice)。而糙米的外層，就是所謂的糠層，它



選購品質優良的食米 (侯惠茹攝)

包括果皮、種皮、糊粉層及胚芽，將糠層磨除，即獲得白米 (milled rice)。再將斷裂三分之二以上的碎米篩除，即獲得完整米 (head rice)。碾米過程中所獲得的糙米、白米及完整米的百分率越高，則碾米品質越佳。

碾米品質的好壞直接影響碾米加工業者的利潤，故加工業者收購稻穀時，會選購碾米率高的水稻品種進行加工，而消費者亦喜歡購買完整米率高的白米。

(2) 米粒外觀

米粒外觀主要包括米粒的大小、形狀、透明度、腹白、心白、背白及胚芽缺刻大小。米粒大小依糙米的長度分為四個等級，形狀依長／寬之比率分為3級 (表1)，腹白、心白及背白依照白米中白堊質在米粒中加深與擴大的程度各由0到5分為6級，0為最好表無出現白堊質，5為最差表白堊質

表1 糙米的粒長及形狀之分類

粒長		形狀	
代號	長度(公厘)	代號	長/寬
特長(EL)	>7.500	細長形(S)	>3
長粒(L)	6.610~7.500	中間形(I)	2.1~3.0
中粒(M)	5.510~6.609	粗圓形(B)	<2.1
短粒(S)	<5.510	-	-