

夾持式落花生聯合收穫機之研究(一)

Studies on the Clamping Type Peanut Combine (1)

臺南區農業改良場
助理研究員

臺南區農業改良場
助 理

臺南區農業改良場
助 理

臺南區農業改良場
助 理

鄭 榮 瑞

施 清 田

陳 萬 福

盧 子 淵

Jung-Jui Cheng

Ching-Tien Shi

Wan-Fu Chen

Tzu-Ien Lu

摘 要

本研究發展之夾持脫莢系統採用皮帶夾持式，其脫莢齒為橡膠材質，應用於本省鮮株脫莢之收穫時，其收穫性能比一般投入式脫莢法為優。根據脫莢筒速度與脫莢性能之關係試驗結果，脫莢筒轉速於 450rpm 至 500rpm 之脫莢效果最佳。由脫莢夾持位置與脫莢性能之關係試驗結果分析，脫莢夾持位置在 17cm 脫莢效果最佳。夾送速度與脫莢性能之關係試驗結果顯示，夾送帶速度在 90rpm 至 110rpm 時，其脫莢效果較適合。研製完成之夾持式落花生聯合收穫機主要機構包括疏株、鬆土裝置、拔株夾送裝置、夾持脫莢裝置、選別與輸出裝袋裝置、履帶行走裝置及動力系統等。本機使用 25 馬力柴油引擎，每次採收一畦兩行，拔株、夾送、脫莢、選別、裝袋等作業一次完成。根據田間收穫試驗結果，平均拔株率 99.2%，地下殘留率 1.8%，地面損失率 2.0%，未脫莢率 2.5%，帶子房柄率 9.9%，破裂莢率 3.2%，夾雜物率 6.2%，理論作業能率每公頃 8-10 小時。

ABSTRACT

Due to the high cost in harvesting of peanut by hand labors, this study was attempted to develop a feasible harvester for peanut farmers. Based on the plant type and the physical characteristics of the Plants, a clamping-type of peanut combine was developed at Tainan DAIS in 1988. The machine is equipped with a 25-HP of diesel engine, and a working system for pulling-up, lifting, threshing, clearing and packing. Results of the testings indicated that the appropriate position of clamping is set up at 17 cm from the clamping belt to the threshing cylinder center, the best speed of the threshing cylinder is maintained at 450-500 rpm and the clamping belt at 90-110 rpm. The combine harvester can be used in the cultivation of peanut on beds. The appropriate width of the bed is one-meter with two rows of peanut. The results also indicated that 99.2% of the plants were removed, 1.8% of the pods were lost in the ground and 2% were dropped on the ground, 2.5% of the pods were unthreshed, 9.9% of the harvested pods were with peg, 3.2% of the pods were damaged by the machine. There were 6.2% of plant debris and/or soil were found in the harvested material. The harvesting efficiency of the machine is 8-10 hrs/ha. The design and technology has been transferred to a private agricultural machine factory for commercial production.

壹、前言

落花生收穫作業有於本省農業環境及傳統鮮株脫莢之作業方法，無法自國外引進收穫機械加以利用，因此仍沿用人工或半機械方式進行採收、脫莢。根據調查資料估計，平均每公頃所需收穫工時高佔總生產工時的53%，每公頃收穫費用約24,000~30,000元。當此農村勞力日益缺乏且老化，工資激增之際，農友對落花生機械化收穫之要求至為殷切。

本場曾進行投入式落花生聯合收穫機之研製，因機構本身與本省農業環境無法完全調適，且缺點難予克服，致作業效率偏低；收穫品質無法為農民接受，此技術瓶頸亟需突破，以發展適用之落花生收穫機械。

本研究目的從改善脫莢設計著眼，配合皮帶式拔取、夾持系統，研製從疏株、鬆土、拔株、夾送、脫莢、選別至裝袋一貫化作業系統，以突破落花生聯合收穫機之機械技術瓶頸，提高作業能力、精度，減少人力需求，使落花生收穫作業完全達到機械化。

貳、材料與方法

一、試驗設備

1. 夾持式落花生脫莢機構基本試驗裝置一組。
2. 履帶型夾持式落花生聯合收穫機乙台。
3. 測定用儀器：土壤硬度計、水份測定儀、烤箱、轉速計、磅秤、捲尺等。

二、試驗材料：落花生臺南九號、臺南十一號。

三、試驗方法

(一)、作業流程之規劃、作業機構之研製與改良

1. 作業流程之規劃——根據落花生收穫作業程序，規劃整體作業流程。

2. 脫莢系統設計試製與試驗——脫莢齒材料、齒型之選用，脫莢機構設計試製，脫莢筒轉速、脫莢位置和夾送帶速度與脫莢性能關係探討。

3. 拔取、夾送系統之規劃研製——疏株、鬆土裝置之選用，夾持拔取機構之設計試製，拔株位置之分析。

4. 選別、輸送裝袋系統之規劃——選別機構之設計試製、輸送裝袋機構之設計、試製。

(二)、裝配試車與田間收穫作業試驗

1. 裝配與試車——整機試製完成後，進行空車運轉及操作性試驗。

2. 田間試驗——整機試車完成後配合落花生收穫季節，進行田間實地收穫作業試驗，測定其作業性能，並據以分析檢討，提供作為機構及性能改進之參考。

參、結果與討論

一、作業流程之規劃、作業機構之研製與改良

綜合國內外落花生收穫之研究，落花生鮮株脫莢收穫除應注重收穫適期、田間條件等狀況外，對夾持脫莢型式之落花生聯合收穫機各機構之設計要求為：

1. 應有疏株裝置以將伏倒之植株扶起。
2. 應有鬆土裝置以減低拔株力及拔取損失。
3. 拔株夾送裝置可以利用鏈條式或皮帶式，但以能減低拔取損失及避免植損傷為原則。
4. 拔株高度宜控制在5~15cm以內。
5. 脫莢宜設計軟性脫莢系統但脫莢率要高，夾雜物、裂莢率要低。
6. 脫莢筒線速度以6.5m/s左右為宜。
7. 選別機構除振動選別、強制風選外應另有配合裝置以除去未成熟莢，泥土塊及長斷莖等雜物。
8. 行走裝置可採用履帶式或輪式，但需考慮操縱性、越野性、適應性等。

(一)、夾持式落花生聯合收穫機整體作業流程之規劃探討 1. 雛型機

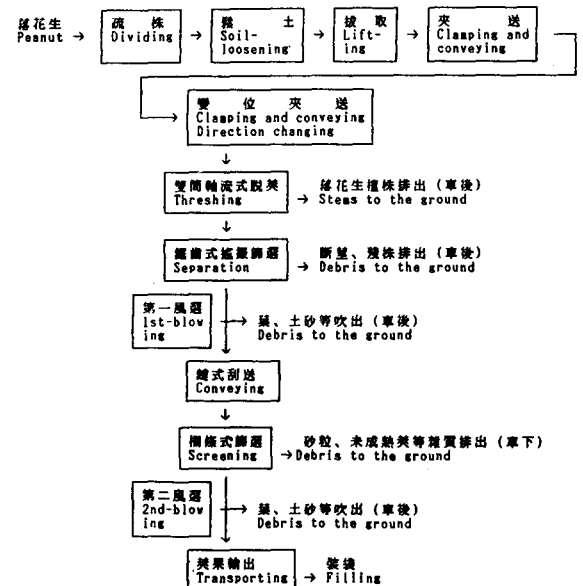


圖1. 夾持式落花生聯合收穫機作業流程圖(雛型機)

Fig. 1. Operating flow chart of peanut combine Experimental model

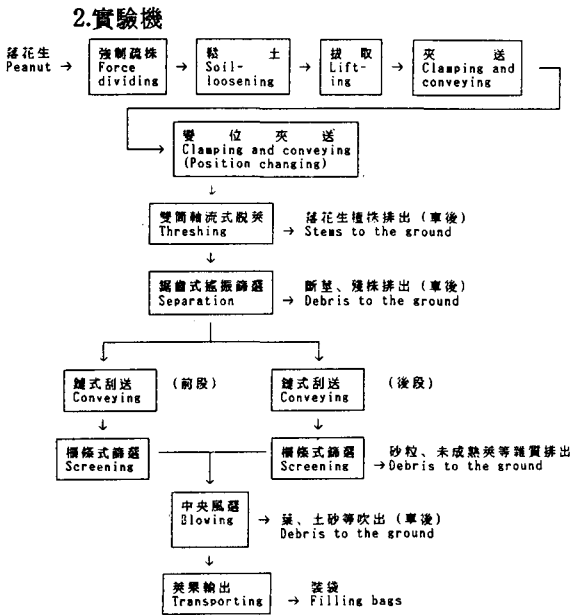


圖 2. 夾持式落花生聯合收穫機作業流程 (試驗樣品機)
Fig. 2. Operating flow chart of peanut combine (Testing machine)

(一)、疏株、鬆土裝置之規劃研製

1. 疏株扶起裝置之試製

疏株扶起裝置之作用乃對落花生拔取前進行處理工作，使各行或畦間之植株給予適當分開，並扶起匍伏之藤莖。一般扶起裝置有動力式及固定導引式，前者構造為配合落花生育特性，構造較複雜，後者較簡單，但需注意扶起點及扶起角度，本研究第一、二代收穫試驗機之疏株裝置設計成鶴咀尖型分草頭 (圖 3)，作業時前端插入土中 2 公分用以挑起匍伏之植株，每畦兩行共三組，分別裝在拔取夾送裝置的最前方而成 V 型導引，可依畦型、土壤質地、植株條件作上下調整，俾可保持貼地作業，使植株有效分撥、扶起，導引進入拔株口。此滑動鞋式貼地扶起頭進行疏株扶起作業，對秋作花生植株之扶撥作用良好 (圖 4)，但對春作有倒伏之植株扶起性能較差，第三代機型已研究以強制式疏株扶起機構來改進其性能。

2. 鬆土裝置之設計

鬆土作用之目的為預先將落花生主根鏟斷及鬆土，減少拔株阻力和拔株掉莢損失，以提高拔株效果。鬆土雖可減少落花生之拔取損失，減少拔株力

，但鬆土裝置之大小及將來入土深度直接影響牽引阻力，為期達到鬆土效果及降低牽引阻力，本研究之鬆土裝置 (圖 5) 設計類似一般中耕犁鏟之三角形型尖，以配合一畦兩行。在其拔取機構之架上分別以植株行列正中央作固定座，用以安裝此鬆土犁，兩犁中心距 30 公分，可上下調整入土深度，安裝時應確認鬆土犁尖在夾持拔取口的稍前方，俾確保在拔取前可有效鬆土，減少拔取損失。

(二)、拔取、夾送機構之設計研製

1. 拔株夾送帶之選用

拔株夾送帶之作用是將疏株、鬆土後之落花生植株拔取，並夾送轉接至脫莢裝置，一般夾持脫莢式落花生收穫機，其拔取帶可分為無端鏈條導桿式，(如一般水稻聯合收穫機之夾送鏈者)，傳動確切，可在較低位置拔株，但作業時易造成株莖損傷且噪音大。另一為無端橡皮帶式，具面之接觸；不易造成植株損傷，但拔株位置較高，本研究經試驗結果而選用後者。為配合一畦兩行，每行各有一組拔取夾送帶，每組拔取夾送帶共有兩條，為一種高張力強度之工程用輸送帶，導帶寬 50mm，在其帶面及帶底分別繞結二 B 及一 A 型三角導條用以定位，導條依等間距製成缺口提高拔株效果及防止 V 型導條因不斷張、壓力變化而致變形造成損壞。此互相嵌合定位用之 V 型導條，可將植株以 S 型夾持，提高拔夾持效果。

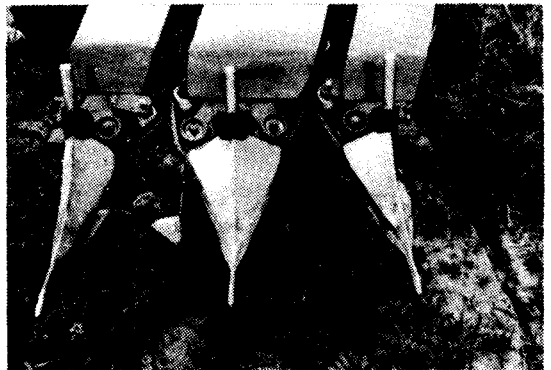


圖 3. 疏株扶起鞋和拔取夾送皮帶
Fig. 3. Dividing shoes and lifting belt

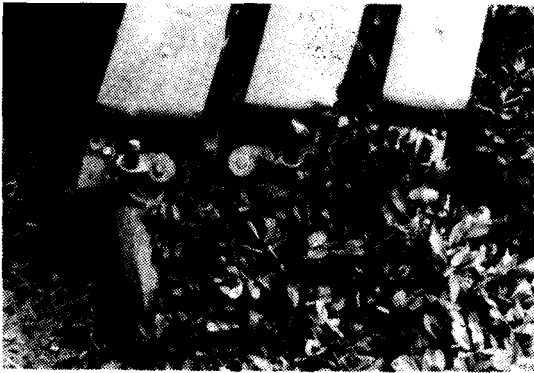


圖 4. 疏株扶起作業
Fig. 4. The dividing operation of dividing shoes

2. 拔株機構之設計試製

拔取機構由夾送帶、夾壓滾輪、骨架，調整裝置，及傳動機構組成，對地面拔取角度40度；拔取口最低極限拔取高度地面為15公分，夾壓滾子由超高分子PE材料車製成型，骨架以50x50之方鋼管裁焊而成，寬800mm，初型機之拔株機構架為偏置型（圖11），即拔取脫莢之夾送成一直線；經田間實際作業試驗結果，發現有不易操縱及單向偏移等缺失，因此第二代試驗機之拔株架構修正為配合履帶跨畦溝的正前方拔取作業，即拔取點在收穫機正中前方，拔取後以21度斜上來送，再轉成與脫莢送夾平行直線輸送，致使其外型設計成正下斜型式，但前方拔取口線則仍為平行一致，整構結體再由一樞軸與脫莢、夾送機構之構架結合，俾形成最小變位之輸送轉接。同時為能調整植株拔取高度，設計有油壓昇降機構及可調式拔取高度定位支座（圖6）。所裝置兩組拔取夾送帶，中心行距350mm，利用其斜昇變位將落花生植株拔取，為利於拔、排植株之導入或轉接，拔取開口及轉接排株出口皆設計成V型開口。

3. 脫莢、夾送機構之設計試製

本裝置承接由拔取、夾送裝置所轉承輸送之未脫莢落花生植株，俾可進行脫莢作業。兩組夾持裝置（圖7），仍採用皮帶式，兩條皮帶仍藉張力夾壓滾子互相嵌合夾緊，惟帶之型式不同於拔取夾送

帶，其嵌合面導條改用VM型，分別為2VM及3VM，俾有效將落花生植株夾牢，避免因脫莢作用拉下藤莖。本裝置脫莢夾送機構包括夾送帶、夾壓滾子、張力調節裝置、骨架及入力傳動裝置等，其外形尺寸寬830mm，長2240mm，兩組夾送帶中心距仍為350mm，兩夾送帶前方具有較大V字型開口，承接由拔取夾送帶來之落花生植株，其夾角150度，有效夾持行程1700mm，前端250mm為預備脫莢行程，中段800mm為脫莢作用行程，其夾持力可藉調整皮帶張力而得，後段行程將脫莢後之植株夾送排出，夾送帶之線速度0.69m/s，（相當於2.5km/hr）；拔取夾送帶速度配合脫莢夾送帶速度，兩者成0.9倍比例。

四、脫莢系統之設計試製

1. 脫莢齒材料之選用與齒形設計

脫莢齒材質直接影響脫莢品質，試驗結果顯示脫莢齒採用鋼性之鋼線齒或彈性質橡膠齒，兩者脫莢作用相同；但彈性橡膠齒在脫莢時對落花生莢果具有緩衝作用，脫莢品質較高。本研究為能突破以往脫莢機構之缺失，設計採用以生膠材料填加帆布層直接模製成方型板狀橡膠齒，將中間縫空以提高抓莢效果，此型脫莢齒具有彈性、韌性佳，耐用性長，在脫莢時具有抓莢及緩衝作用，脫莢效果特佳，不但脫莢效率高，且破裂率低，極適合鮮株脫莢用。成型尺寸為75mm×70mm×7mm。

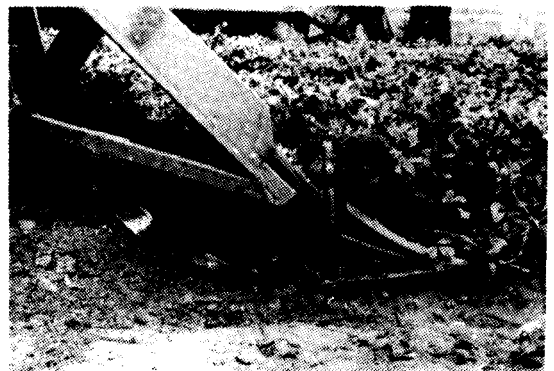


圖 5. 鬆土裝置
Fig. 5. Soil-loosening devices

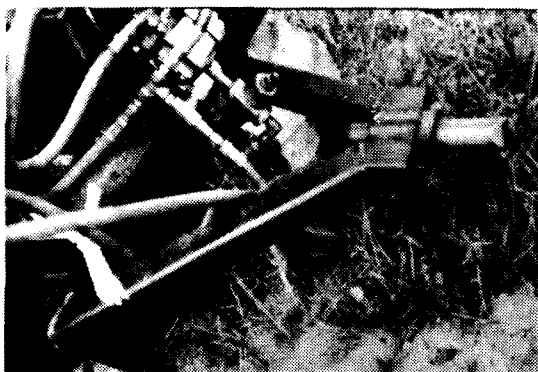


圖 6. 可調整拔株高度固定座
Fig. 6 Plants height pull-up adjuster

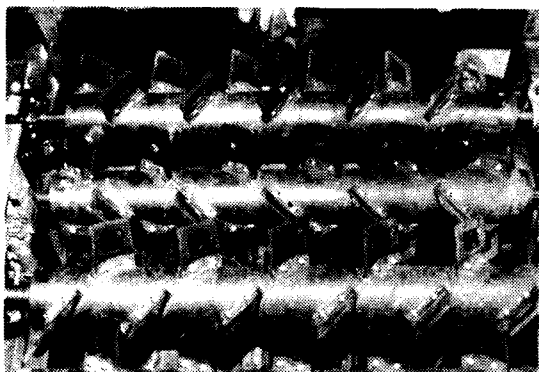


圖 8. 脫莢滾筒
Fig. 8. Threshing cylinders of rubber-plate type thresher

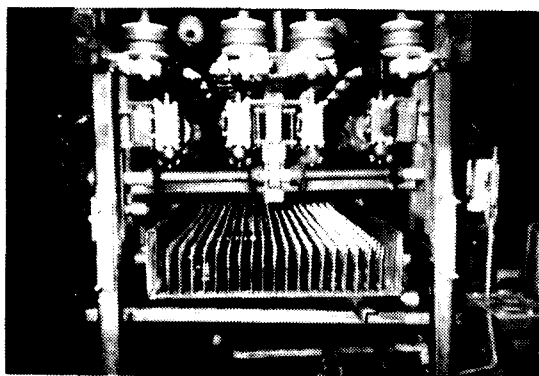


圖 7. 脫莢夾送裝置
Fig. 7. Clamping belt devices of thresher

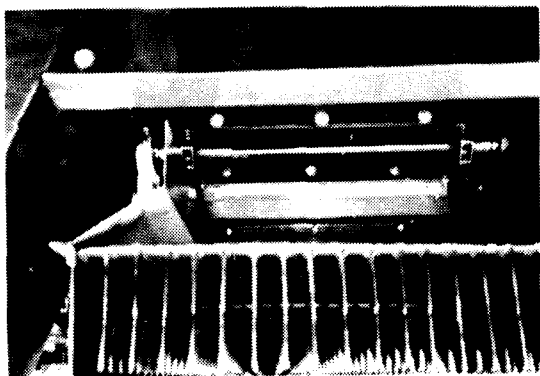


圖 9. 選別裝置
Fig. 9. Cleaning Devices

2. 脫莢滾筒之設計、試製

為減輕落花生脫莢後之二次損傷，本研究之脫莢裝置採用彈性脫莢系統，每行有一組脫莢滾筒，每組脫莢滾筒由兩支作相對迴轉之脫莢筒組成，藉其拍擊、搓揉、下拉作用將花生莢果由植株上摘下，完成脫莢作用。脫莢筒（圖 8）本體由直徑

88m/m 鋼管上面焊接脫莢齒固定座而成，有效脫莢行程 800m/m，脫莢齒座為雙螺旋狀排列，螺距 280m/m，結合脫莢齒後有效迴轉直徑 240m/m，同時左右兩脫莢螺旋互為反向，裝配時需定時，使其彼此互相錯開，以增加脫莢效果及避免干涉作用。

四、選別、裝袋系統之規劃試製

1. 選別機構設計試製

落花生脫莢後，其脫莢物組成包括果莢、斷莖、殘莖葉、未成熟莢、土塊等，在鮮株脫莢時比重差異不大，因此以一般搖動選別配合風選，功效不大，本研究之選別機構配合脫莢裝置，依上述落花生鮮株脫莢後之特性，設計多重式分離選別裝置（圖9）並配合風選完成脫莢後之選別作業，上層採

用鋸齒狀分離篩，藉其振動作用分離被脫莢筒脫落之藤蔓與花生莢果等，藤蔓由機體後方排出，分離後之莢果等再藉助風選、刮送鏈、柵式別篩及第二風選部進行選別作業，將未成熟莢、小土塊、殘葉等篩選或吹送排入機體下或吹出機外，精選莢排入後續之輸出裝置。

2. 輸送、裝袋機構之設計試製



圖10. 裝袋部份
Fig. 10. Packing part



圖12. 第二代夾持式落花生聯合收穫機田間作業情形
Fig. 12. Field-operating of Clamping-type peanut combine (Model 2)

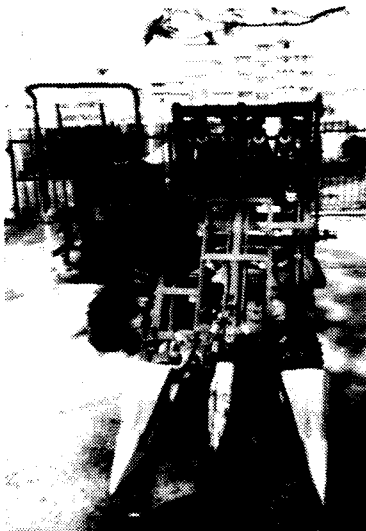


圖11. 第一代夾持式落花生聯合收穫機
Fig. 11. Clamping-type peanut combine (Model 1, offset)

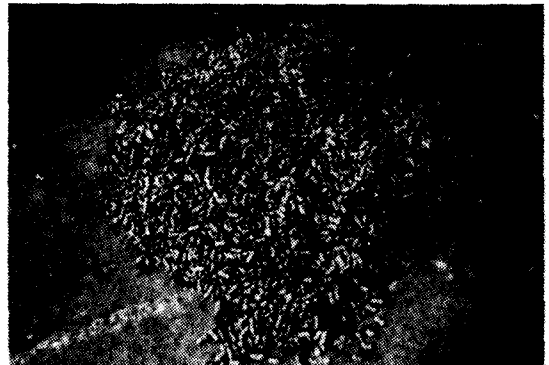
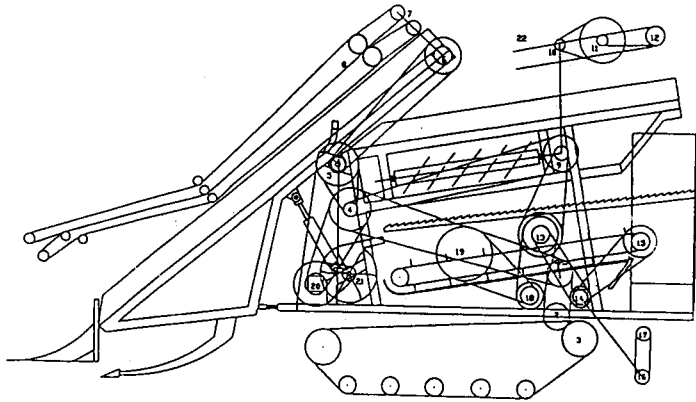


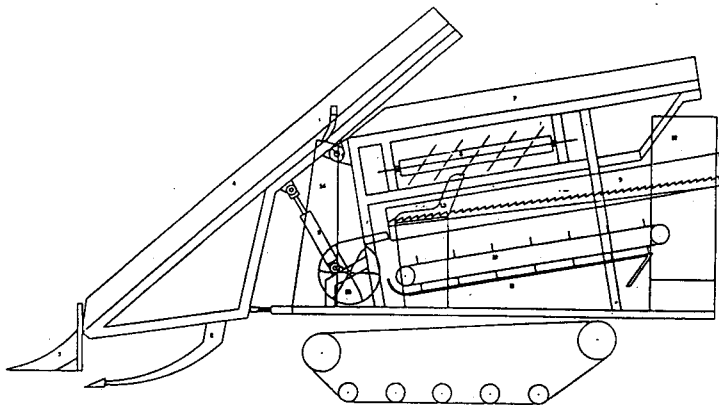
圖13. 收穫處理後之果莢及夾雜情形
Fig. 13. The peanut pods and the foreign materials after harvesting.



- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1.引擎 (Engine) | 12.脫英夾送帶驅動鏈輪 (Clamping belt) |
| 2.主變速箱 (Main transmission box) | 13.中間傳動軸 (Middle driving shaft) |
| 3.履帶驅動輪 (Crawler driving gear) | 14.90度換向齒輪組 (Bevel gear units) |
| 4.中間傳動軸 (Middle driving shaft) | 15.刮送鏈驅動鏈輪 (chain conveyor) |
| 5.減速鏈輪 (Reducing chain wheel) | 16.驅動鏈輪 (Driving chain wheel) |
| 6.驅動鏈輪 (Driving chain wheel) | 17.輸出帶驅動鏈輪 (Belt conveyor) |
| 7.拔取驅動鏈輪 (Lifting belt chain wheel) | 18.減速皮帶輪 (Reducing pulley) |
| 8.拔取夾送帶 (Lifting belt) | 19.振動篩驅動皮帶輪 (Vibrating separator) |
| 9.脫英筒驅動組 (Picking cyl.driving units) | 20.換向齒輪組 (Gear units) |
| 10.驅動鏈輪 (Driving chain wheel) | 21.鼓風機皮帶輪 (Blower driving pulley) |
| 11.減速鏈輪 (Reducing chain wheel) | 22.脫英夾送帶 (Clamping belt) |

圖14. 夾持式落花生聯合收穫機傳動示意圖

Fig. 14. Diagram of power transmission of clamping-type peanut combine.



- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1.履帶底座 (Crawler) | 9.鋸齒式振動篩選裝置 (Vibrating separator) |
| 2.鬆土犁 (Soil loosening plow) | 10.鏈式刮送裝置 (Chain scraping conveyor) |
| 3.扶起鞋 (Dividing shoe) | 11.棒條式篩選裝置 (Rod-type screen) |
| 4.拔取夾送組 (Lifting units) | 12.輸出、裝袋裝置 (Belt conveyor&Packer) |
| 5.昇降油壓缸 (Up&Down hydraulic cylinder) | 13.鼓風機 (Blower) |
| 6.樞軸 (Spindle) | 14.操作台 (Operating control device) |
| 7.脫英夾送裝置 (Clamping belt device) | 15.座椅 (Seat) |
| 8.脫英筒 (Threshing cylinder) | |

圖15. 夾持式落花生聯合收穫機各部名稱

Fig. 15. Diagram of parts for clamping-type peanut combine

為減少輸送過程再次造成破裂莢損失，輸送裝置配合莢之流動特性，採用一體成型之膠質隔板輸送帶設計，帶寬為 300mm，輸送帶速度 0.4m/s，使莢果以不流動方式輸送至主貯莢箱進行裝袋作業，裝袋過程可配合裝袋流量，在滿袋時切換開閉板，進行換袋而不影響機械之作業（圖10）。

丙、底盤及動力傳導系統

農機底盤有輪式及履帶式兩類。輪式具有構造簡單、造價便宜及機動性佳之優點，但其重心高、越野性差、接地力大及不易操縱。在此研究因此採用履帶式底盤，所使用履帶底盤為三菱 MC 1200 型水稻聯合收穫機底盤，履帶中心距 85 公分，履帶寬 35 公分，有效接地長 100 公分。底盤平面架則配合作業機組等的配置重行規劃。作業機組安裝在底盤架之左側，主控操作臺及引擎等配置於右側，裝袋部份則設於右後方；本機搭載 25 馬力柴油引擎，經中間減速軸分別傳動拔取來送裝置、脫莢夾送裝置、選別裝置、裝袋裝置及履帶底盤，行走動力與作業機動力可分別控制，行走速度可前進 18 段，後退 9 段；以適應各種作業情況（圖 14、15）。

二、脫莢裝置室內基本試驗與聯合收穫機田間試驗

（一）脫莢裝置室內基本試驗

本試驗利用設計試造之曳引機承載式夾持式落花生脫莢機（圖 16）配合無段變速馬達，進行各種脫莢試驗，以探討夾持式落花生脫莢裝置在各種不同脫莢筒速度、夾送速度及夾送位置與脫莢性能之關係，做為夾持式落花生聯合收穫機設計參考，試驗進行時以人手供株，試料取自田間剛拔取之落花生鮮植株每次 50 株，選別部份為瞭解夾雜物之含量



圖 16. 夾持脫莢式基本試驗裝置

Fig. 16. Clamping-type pod threshing measuring device

並未作風選處理。

（試驗結果資料如表 1. 2. 3. 4. 5）

1. 脫莢筒速度與脫莢性能關係試驗（表 2）

在試驗中分別以不定脫莢夾持位置、定夾持位置及改變夾送帶速度等各種不同脫莢條件下，利用 Least-Squares-Fitting 法探討脫莢筒轉速之變化與脫莢性能之關係，由圖 17 不同脫莢條件下脫莢筒轉速與未脫莢率之關係顯示，不論在何種條件下，當脫莢筒速度愈高，其未脫莢率愈低，在本試驗於脫莢筒轉速達到 500rpm 以上時，未脫莢率趨近於零。由圖 18 之不同脫莢條件下脫莢筒轉速與破裂莢率之關係發現，不論在何種條件下，當脫莢筒轉速達到 450rpm 左右其破裂莢率可以降至最低約 1% 左右，高於或低於此轉速則破裂莢率皆呈增加之現象。由圖 19 之不同脫莢條件下脫莢筒轉速與無柄莢率之關係發現，以第 1、2 組 80×(11-20) 及 80×17 模擬田間實際拔株作業情況，則在脫莢筒轉速 450rpm 時效果最差，高於或低於此轉速則無柄莢率亦呈增加之現象；而帶柄莢則呈顯相反情形（如圖 20）。雜物率與脫莢筒轉速之關係如圖 21 所示，仍以第 1、2 組 80×(11-20) 及 80×17 模擬田間實際作業情況之結果觀察，在脫莢筒轉速 440rpm 時，其雜物率最低，當高於或低於此轉速時則顯著增加。綜合以上結果，就脫莢性能而言，未脫莢及破裂莢直接對收穫物之造成產量的損失或品質的危害；而帶子房柄莢之多寡則因品種之不同有極顯著差異，另外夾雜物則可借助篩選與風選達到改善效果，因此脫莢筒之轉速以 450rpm 至 500rpm 為宜。

2. 脫莢夾持位置與脫莢性能之關係試驗（表 3）

在試驗中分別以各種不同脫莢筒轉速，探討脫莢夾持位置之變化與脫莢性能之關係，由圖 22 不同脫莢條件下脫莢夾持位置與未脫莢率之關係顯示，未脫莢率因脫莢夾持位置之不同而有極大差異，而以脫莢夾持位置在 16 至 19 公分為最佳，未脫莢率趨近於零。由圖 23 不同脫莢條件下脫莢夾持位置與破裂莢率之關係顯示，脫莢夾持位置愈長，其破裂莢率亦愈低；脫莢夾持位置愈短，則其破裂莢率呈

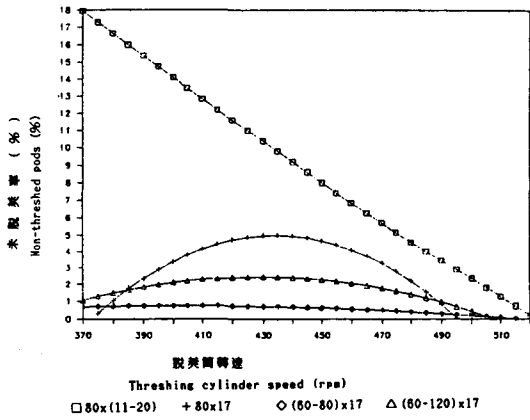


圖17. 不同脫莢條件下脫莢筒轉速與未脫莢率之關係
Fig. 17. Relation of unthreshed pod and threshing cylinder speed on different condition.

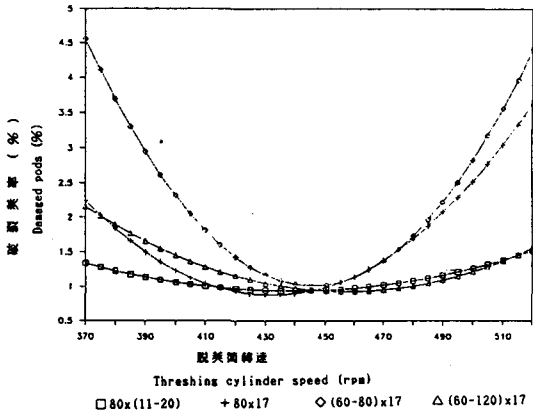


圖18. 不同脫莢條件下脫莢筒轉速與破裂莢率之關係
Fig. 18. Relation of damaged pod and threshing cylinder speed on different condition.

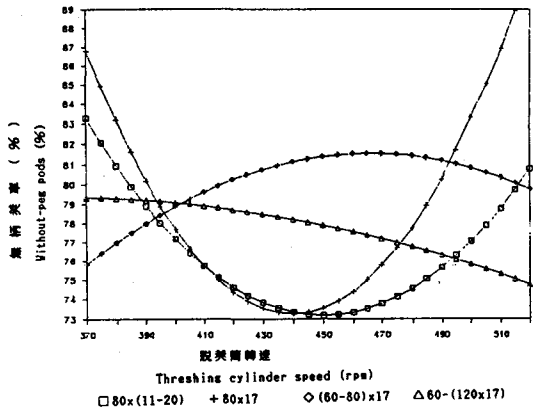


圖19. 不同脫莢條件下脫莢筒轉速與無柄莢率之關係
Fig. 19. Relation of without-peg pod and threshing cylinder speed on different condition.

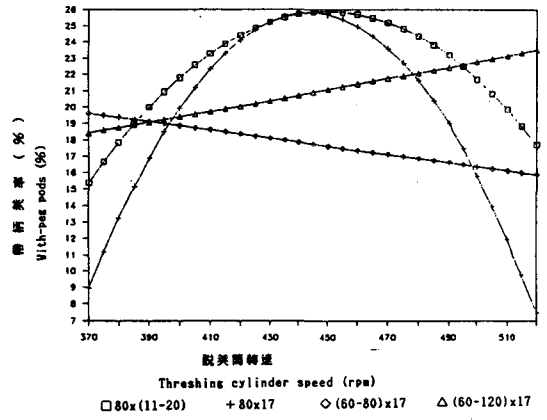


圖20. 不同脫莢條件下脫莢筒轉速與帶柄莢率之關係
Fig. 20. Relation of with-peg pod and threshing cylinder speed on different condition.

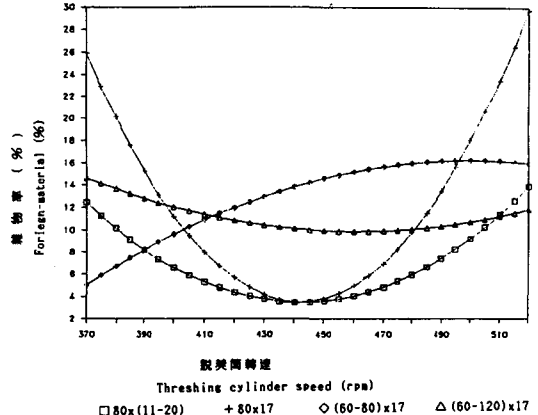


圖21. 不同脫莢條件下脫莢筒轉速與雜物率之關係
Fig. 21. Relation of foreign-materials and threshing cylinder speed on different condition.

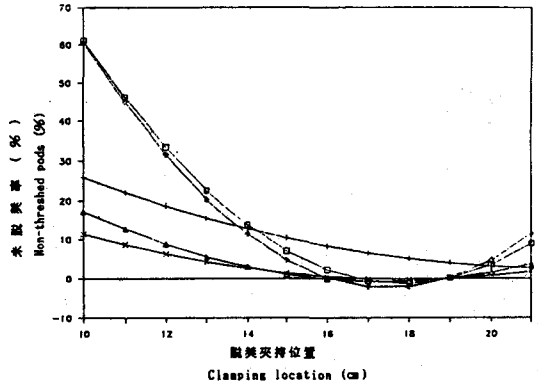


圖22. 不同脫莢條件下脫莢夾持位置與未脫莢率之關係
Fig. 22. Relation of unthreshed pod and clamping location on different condition.

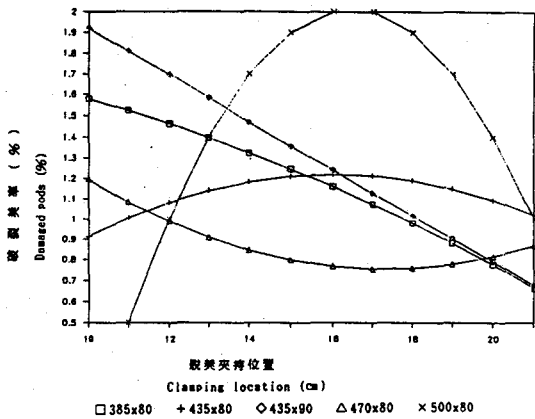


圖23. 不同脫莢條件下脫莢夾持位置與破裂莢率之關係

Fig. 23. Relation of damaged pod and clamping location on different condition.

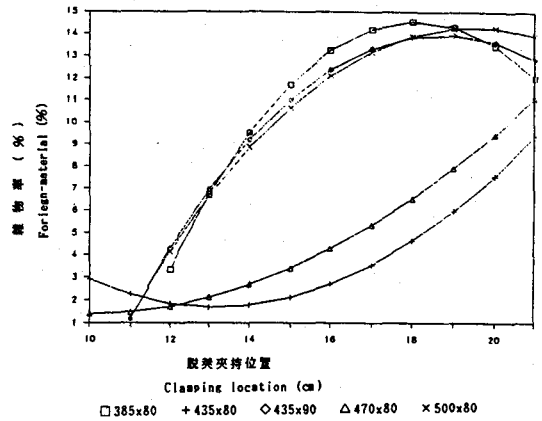


圖26. 不同脫莢條件下脫莢夾持位置與雜物率之關係

Fig. 26. Relation of foreign-material and clamping location on different condition.

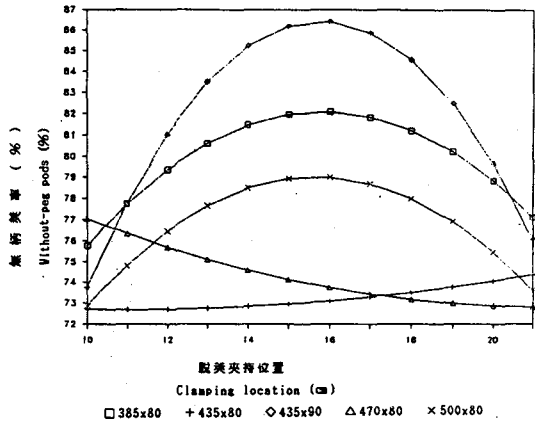


圖24. 不同脫莢條件下脫莢夾持位置與無柄莢率之關係

Fig. 24. Relation of without-peg pod and clamping location on different condition.

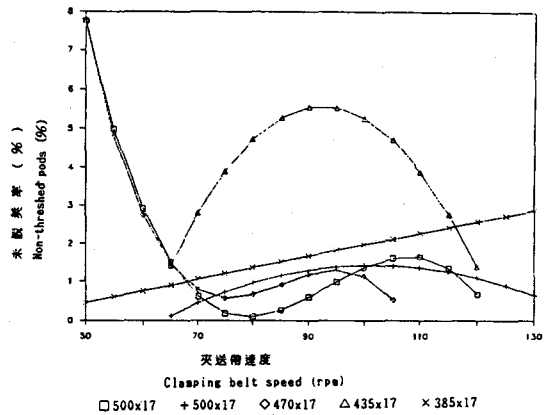


圖27. 不同脫莢條件下來送帶速度與未脫莢率之關係

Fig. 27. Relation of Unthreshing pod and clamping belt speed on different condition.

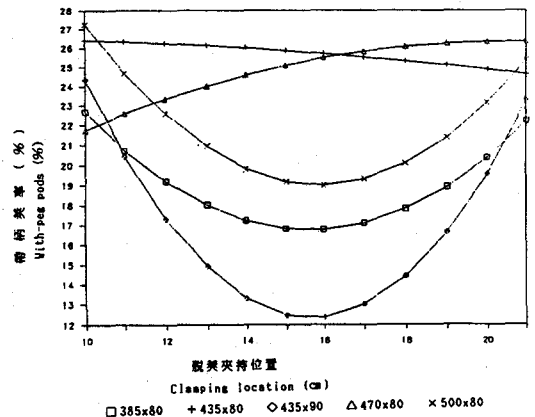


圖25. 不同脫莢條件下脫莢夾持位置與帶柄率之關係

Fig. 25. Relation of with-peg pod and clamping location on different condition.

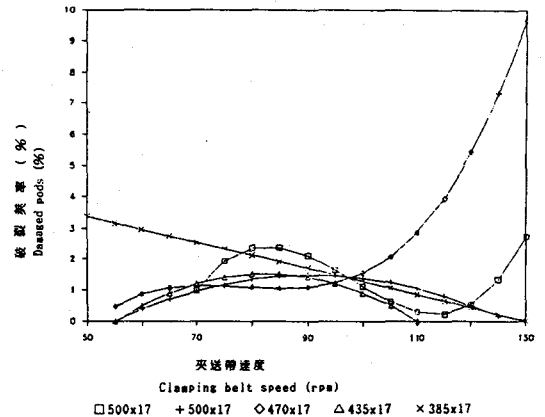


圖28. 不同脫莢條件下來送帶速度與破裂莢率之關係

Fig. 28. Relation of damaged pod and clamping belt speed on different condition.

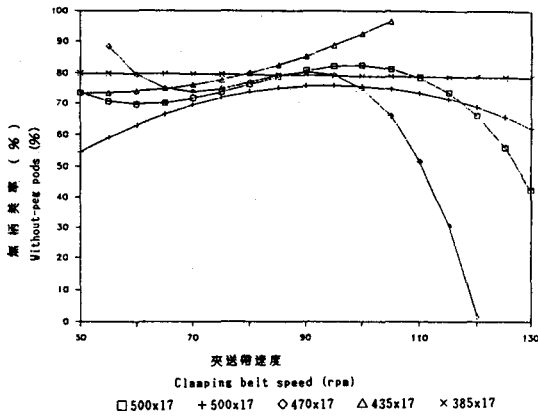


圖29. 不同脫莢條件下夾送帶速度與無柄莢率之關係
Fig. 29. Relation of without-peg pod and clamping belt speed on different condition.

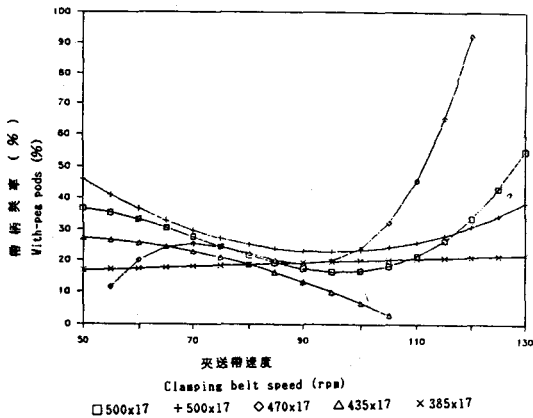


圖30. 不同脫莢條件下夾送帶速度與帶柄莢率之關係
Fig. 30. Relation of with-peg pod and clamping belt speed on different condition.

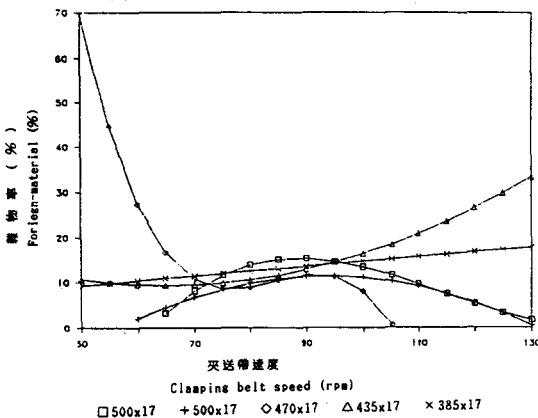


圖31. 不同脫莢條件下夾送帶速度與雜物率之關係
Fig. 31. Relation of foreign-materials and clamping belt speed on different condition.

增加之現象。由圖24不同脫莢條件下脫莢夾持位置與無柄莢率之關係顯示，其無柄莢率以在脫莢夾持位置16公分為大，其餘之夾持位置皆呈減少之趨勢。與其對應之帶柄莢率之變化則情形如圖25所示，也以16公分為分野。而雜物率與脫莢夾持位置之關係如圖26所示，不論脫莢筒轉速高低仍以脫莢夾持位置較短為有利。綜合以上結果，脫莢效果以脫莢夾持位置在17公分左右為最佳。

3. 夾送帶速度與脫莢性能之關係試驗 (表4)

在試驗中分別以各種不同脫莢筒轉速，探討夾送帶速度之變化與脫莢性能之關係，由圖27不同脫莢條件之夾送帶速度與未脫莢率之關係顯示，未脫莢率除在脫莢筒轉速在 385rpm 時有隨夾送帶速度之升高而增加外，其他雖略有小變化，但隨夾送帶速度的增高而有減少之現象，就提高收穫作業速度觀點，則以高夾送帶速度較為有利。由圖 28 不同脫莢條件下夾送帶速度與破裂莢率之關係顯示，其破裂莢率受夾送帶速度之影響在 110rpm 以下並不顯著，超過此界限則在高脫莢筒轉速下有急劇升高之現象。由圖 29 不同脫莢條件下夾送帶速度與無柄莢率之關係顯示，其無柄莢率在夾送帶速度 90rpm 以下時皆維持一定的水平，超界限過此則高脫莢筒轉速下呈現急劇下降之趨勢；而帶子房柄莢率則成相反情形，如圖30所示。而雜物率與夾送帶速度之關係如圖31所示，不論脫莢筒轉速高低在夾送帶速度 70rpm 至 100rpm 之間可得最少夾雜物。綜合以上結果，如夾送速度低於 80rpm 時，對脫莢效果無顯示影響，但會降低採收速度，故以夾送帶速度 90rpm 至 110rpm 之間為佳。

4. 各因子與脫莢性能之複迴歸分析

綜合以上之分析結果大致可以求得最佳脫莢筒轉速、最佳夾持位置及最佳夾送速度，但對各因子間對脫莢性能的相互影響無法得知，值得進一步探討以供收穫機各機構設計參考，經以表 1 之試驗記錄利用複迴歸方程式進行分析，根據 R^2 , S^2 與 C_p 值求得最佳 (Bost) 迴歸方程式如下：

(1) 未脫莢率

$$\begin{aligned} \sqrt{Y_1} = & 50.9173 - 0.10554X_6 + 0.3873X_7 \\ & - 2.1757X_8 - 08.350X_{10} \\ & + 6.302 \cdot 10^{-2} X_{18} - 2.7821 \cdot 10^{-4} X_{14} \\ & - 2.2052 \cdot 10^{-3} X_{15} - 1.3964 \cdot 10^{-2} X_{16} \\ & + 1.725 \cdot 10^{-3} X_{18} \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.93$$

表 1. 夾持脫莢機構性能基本試驗結果

Table 1. Test results of proto-type peanut pod threshing equipmnt.

試驗次數 Test NO.	未脫莢率 Unthreshed pod %	飛散損失 Scattered pod %	雜物率 Foreign-materials %	帶柄莢率 With-peg pod %	破裂莢率 Damaged pod %
1	0.80	1.30	6.83	19.60	3.26
2	0.50	1.60	9.70	27.80	0.50
3	0.58	3.50	19.50	16.30	1.22
4	0.66	1.40	13.30	27.30	0.85
5	0.60	1.50	10.90	28.80	0.92
6	0.70	2.80	16.10	19.20	1.30
7	46.80	0.60	1.80	20.10	1.60
8	22.20	1.50	4.40	26.20	1.05
9	13.20	1.40	5.00	22.00	1.09
10	8.70	2.10	4.80	23.40	0.80
11	12.00	1.20	9.00	19.10	0.79
12	12.30	1.10	4.60	26.40	0.89
13	1.50	1.40	4.50	25.60	0.76
14	2.50	1.50	8.20	23.60	0.80
15	1.30	1.27	21.10	15.20	1.62
16	6.90	1.50	8.50	25.10	1.50
17	0.80	1.80	11.90	24.10	0.80
18	0.23	4.00	21.86	15.50	2.90
19	2.90	1.38	17.40	21.00	0.58
20	3.00	1.50	7.67	25.00	0.93
21	1.05	1.50	11.50	26.90	0.76
22	0.85	1.70	15.50	24.40	1.14
23	47.20	0.95	2.99	19.80	1.87
24	4.50	1.80	12.00	15.20	1.28
25	4.79	1.55	20.90	11.10	1.40
26	0.50	1.40	8.90	24.80	0.50
27	0.80	1.60	14.80	15.40	1.80
28	2.40	2.30	18.10	20.20	0.76
29	2.10	1.40	20.40	11.37	1.56
30	0.90	1.50	10.80	26.50	1.10
31	0.97	1.76	18.00	10.80	1.28
32	2.10	2.00	14.00	21.80	0.70
33	2.60	1.42	18.00	22.00	0.57
34	0.70	1.30	6.90	32.80	0.70

表1. 夾持脫莢機構性能基本試驗結果 (續)

Table 1. Test results of proto type peanut pod threshing equipmnt. (cont.)

試驗次數 Test NO.	脫莢筒轉速 Thresher R. P. M. rpm	夾送速度 Feed belt R. P. M. rpm	夾持位置 Clamping location cm	含水率 Moisture content		
				莖 Stem %	果 莢 Pod %	子 實 Kernel %
1	385	60	17	53.40	47.40	37.70
2	435	60	17	69.70	40.40	33.30
3	435	70	17	53.40	47.40	37.70
4	470	70	17	69.70	40.40	33.30
5	500	70	17	69.70	40.40	33.30
6	470	75	17	53.40	47.40	37.70
7	385	80	11	70.80	40.40	33.50
8	435	80	11	70.80	40.40	33.50
9	470	80	11	70.80	40.40	33.50
10	500	80	11	70.80	40.40	33.50
11	385	80	14	70.80	46.10	38.60
12	435	80	14	70.80	40.40	33.50
13	470	80	14	70.80	40.40	33.50
14	500	80	14	70.80	40.40	33.50
15	385	80	17	53.40	47.40	37.70
16	435	80	17	70.80	40.40	33.50
17	470	80	17	70.80	40.40	33.50
18	500	80	17	53.40	47.40	37.70
19	385	80	20	70.80	46.10	38.60
20	435	80	20	69.70	40.40	33.34
21	470	80	20	69.70	40.40	33.34
22	500	80	20	69.70	40.40	33.34
23	435	90	11	70.80	40.40	33.50
24	435	90	14	70.80	46.10	38.60
25	435	90	17	53.40	47.40	37.70
26	470	90	17	69.70	40.40	33.30
27	500	90	17	69.70	40.40	33.30
28	435	90	20	70.80	46.10	38.60
29	470	95	17	53.40	47.40	37.70
30	470	100	17	69.70	40.40	33.34
31	500	100	17	53.40	47.40	37.70
32	500	110	17	69.70	40.40	33.30
33	385	120	17	53.40	47.40	37.70
34	500	120	17	69.70	40.40	33.30

表2. 脫莢筒速度與脫莢效果之關係

Table 2. Relation of threshing efficiency and threshing cylinder speed.

脫筒莢轉速 Threshing cyl. speed r. p. m	夾送帶速度 clamping belt rpeed r. p. m	夾持位置 Clamping location cm	未脫莢率 Unthre- shed pod %	雜物率 Foriegn- materials %	全莢率 Without- peg pod %	帶柄莢率 With-peg pod %	裂莢率 Damaged pod %
385	80	11-20	15.7	9.1	80.0	18.9	1.2
435	80	11-20	11.1	3.8	73.2	25.7	1.1
470	80	11-20	4.2	4.7	74.3	24.8	0.9
500	80	11-20	3.1	9.4	76.9	21.7	1.4
385	80	17	1.3	17.7	83.2	15.2	1.6
435	80	17	6.9	3.4	73.4	25.1	1.5
470	80	17	0.8	7.5	75.1	24.1	0.8
500	80	17	0.2	17.9	81.6	15.5	2.9
385	60	17	0.8	6.8	77.1	19.6	3.3
435	70	17	0.6	16.6	82.5	19.3	1.2
470	75	17	0.7	11.8	79.5	19.2	1.3
500	80	17	0.2	17.9	81.6	15.5	2.9
385	60-120	17	1.6	13.1	79.2	19.0	1.8
435	60-120	17	3.2	10.58	78.8	20.1	1.2
470	60-120	17	1.0	9.6	76.8	22.2	1.0
500	60-120	17	0.9	10.9	76.1	22.5	1.4

(2)飛散損失率

$$1/Y_2 = 15.7386 - 5.1931 \cdot 10^{-2} X_6$$

$$+ 4.7903 \cdot 10^{-2} X_7 - 0.2756 X_8$$

$$- 1.349 \cdot 10^{-2} X_9 + 5.049 \cdot 10^{-5} X_{11}$$

$$- 9.1275 \cdot 10^{-5} X_{14} + 5.742 \cdot 10^{-4} X_{15}$$

$$- 7.3891 \cdot 10^{-4} X_{17}$$

$$R^2 = 0.80$$

(3)雜物率

表 3. 脫莢夾持位置與脫莢效果之關係

Table 3. Relation of threshing efficiency and clamping location.

夾持位置 Clamping location cm	脫莢筒轉速 Threshing cyl. speed r. p. m	夾送帶速度 clamping belt speed r. p. m	未脫莢率 Unthre- shed pod %	雜物率 Foriegn- materials %	無柄莢率 Without- peg pod %	帶柄莢率 With-peg pod %	裂莢率 Damaged pod %
11	385	80	46.8	0.5	78.2	20.1	1.7
14	385	80	12.0	6.0	80.2	19.1	0.8
17	385	80	1.3	17.7	83.2	15.2	1.6
20	385	80	2.9	12.3	78.4	21.0	0.6
11	435	80	22.2	2.2	72.7	26.2	1.1
14	435	80	12.3	1.9	72.7	26.4	0.9
17	435	80	6.9	3.4	73.4	25.1	1.5
20	435	80	3.0	7.6	74.0	25.0	1.0
11	435	90	47.2	1.8	78.3	19.8	1.9
14	435	90	4.5	7.3	83.6	15.2	1.2
17	435	90	4.8	15.2	87.5	11.1	1.4
20	435	90	2.4	13.0	79.1	20.2	0.7
11	470	80	13.2	2.2	76.9	22.0	1.1
14	470	80	1.5	0.5	72.9	26.3	0.8
17	470	80	0.8	7.5	75.1	24.1	0.8
20	470	80	1.1	8.7	72.3	26.9	0.8
11	500	80	8.7	2.8	75.3	23.4	0.8
14	500	80	2.5	4.1	75.6	23.6	0.8
17	500	80	0.2	17.9	81.6	15.5	2.9
20	500	80	0.8	12.7	74.5	24.4	1.1

$$Y_3 = -87.52812 + 1.2882X_7 + 3.313 \cdot 10^{-4}X_{11} - 3.1468 \cdot 10^{-8}X_{14} + 1.2246 \cdot 10^{-2}X_{16} + 1.4177 \cdot 10^{-2}X_{17}$$

$$R^2 = 0.84$$

(4)帶柄莢率

$$Y_4 = 64.504 - 1.884X_7 + 0.5476X_6 + 9.2868 \cdot 10^{-8}X_{12} + 3.1423 \cdot 10^{-4}X_{14}$$

$$R^2 = 0.73$$

(5)破莢率

$$\ln Y_5 = 11.504 - 5.1005 \cdot 10^{-2}X_6 + 5.9612 \cdot 10^{-2}X_9 - 3.5427 \cdot 10^{-2}X_9 - 8.0327 \cdot 10^{-4}X_{12} + 4.0663 \cdot 10^{-4}X_{14} + 1.14224 \cdot 10^{-3}X_{15} - 6.72 \cdot 10^{-3}X_{16}$$

$$R^2 = 0.59$$

符號說明：

Y_1 : 未脫莢率 (%)

Y_2 : 飛散損失率 (%)

表 4. 夾送帶速度與脫莢效果之關係

Table 4. Relation of threshing efficiency and clamping belt speed.

夾送帶轉速 Clamping belt speed r.p.m	脫莢筒轉速 Threshing cly. speed r.p.m	夾持位置 Clamping location cm	未脫莢率 Unthres- hed pod %	雜物率 Foreign- materials %	無柄莢率 Without- peg pod %	帶柄莢率 With-peg pod %	裂莢率 Damaged pod %
70	500	17	0.6	7.0	70.3	28.8	0.9
80	500	17	0.2	17.9	81.6	15.5	2.9
90	500	17	0.8	10.3	72.9	25.4	1.7
100	500	17	1.0	14.9	87.9	10.8	1.3
110	500	17	2.1	10.5	77.5	21.8	0.7
120	500	17	0.7	4.9	66.5	32.8	0.7
70	470	17	0.7	9.1	71.8	27.3	0.9
75	470	17	0.7	11.8	79.5	19.2	1.3
80	470	17	0.8	7.5	75.1	24.1	0.8
90	470	17	0.5	6.4	74.8	24.8	0.4
95	470	17	2.1	17.1	89.1	11.4	1.5
100	470	17	0.9	5.4	72.4	26.5	1.1
60	435	17	0.5	7.1	71.7	27.8	0.5
70	435	17	0.6	16.6	82.5	16.3	1.2
80	435	17	6.9	3.4	73.4	25.1	1.5
90	435	17	4.8	15.2	87.5	11.1	1.4
60	385	17	0.8	6.8	77.1	19.6	3.3
80	385	17	1.3	17.7	83.2	15.2	1.6
120	385	17	2.6	14.9	77.3	22.1	0.6

Y₃ : 雜物率 (%)

Y₄ : 帶柄莢率 (%)

Y₅ : 破莢率 (%)

X₆ : 脫莢筒轉速 (rpm)

$$\Delta X_{11} = X_6 \times X_6 \quad X_{16} = X_7 \times X_6 \Delta$$

X₇ : 莢送速度 (rpm)

$$\Delta X_{12} = X_7 \times X_7 \quad X_{17} = X_{10} \times X_{10} \Delta$$

X₈ : 夾持位置 (cm)

$$\Delta X_{13} = X_8 \times X_8 \quad X_{18} = X_6 \times X_{10} \Delta$$

X₉ : 莖葉含水率 (%)

$$\Delta X_{14} = X_6 \times X_7 \Delta$$

X₁₀ : 果莢含水率 (%)

$$\Delta X_{15} = X_6 \times X_8 \Delta$$

(二)夾持式落花生聯合收穫機田間作業性能試驗 (表5)

本機以履帶跨畦溝進行拔取收穫作業，每次採收一畦兩行，適收行距30~35公分，拔株、脫莢、選別及裝袋作業同時完成。因本機之收穫作業為中央拔取式，作業時兩履帶為跨在畦溝行駛，履帶不致壓到兩旁未採之落花生植株，因此可依田區大小採中央突破式分割大田區或由小田區的任一長邊畦開始作業。在進行採收前，僅需像水稻聯合收穫機之作業法，在田區四角先以人工將落花生植株拔取集中，作為機械作業迴旋之用。而人工拔取之花生植株，可用人工由本機之拔取口處直接喂入進行脫莢作業。試驗機製造完成後，分別在元長、太平、善化及本場等落花生產區進行田間收穫試驗，脫莢筒速度設定為6.3m/s，脫莢送帶線速度0.46m/s，拔取夾送帶速度0.57m/s。經多次試驗結果，收穫機之操作靈活不會偏向(因拔取部偏右17度)，其作業性能(如作業功能表5)已合乎落花生收穫機性能測試暫訂標準及獲農民肯定(圖12、13)。根據本場田間試驗結果分析，本機之作業性能在植株含水率為58—62%，直線作業速度在0.26—0.32 m/s，每10公畝平均產量在640kg等條件下，拔株率因田間狀況、土壤性質、植株高度、直立程度及操作是否圓順等而異，其平均約為99.2%；地下殘留莢率受土壤性質、挖掘深度、收穫時期、鬆土情況、拔取收穫速度等所影響，其平均約為1.8%，地面莢之損失主要發生在轉接掉株、風選吹出、振動篩選排出及脫莢選別機構之密封性不良，其平均約為2.0%，未脫莢率如上述分析除受脫莢持位置、脫莢筒之轉速與夾送帶速度等機械因子影響外

，植株條件、操作者熟練度等也可影響，其平均約為3.2%，帶子房柄率受品種、生育日數、莢柄含水率及上述機械因子所影響，其平均約為9.9%，破裂莢率因脫莢筒轉速、拔取高度、轉接變位、莢成熟度、含水率等而異，其平均約為3.2%，夾雜物率則因脫莢深度、夾持脫莢捲繞掉株、土壤性質、收穫期間、清潔選別機構之功能等而異，其平均約為6.4%，作業能率因田區面積大小、形狀、落花生生育、倒伏情形及操作熟練程度而影響，其每公頃之理論淨作業時間約8—10小時。

四、檢討與建議

- 1.本研究所發展之落花生用彈性脫莢系統，有別於國內外以往所發展之各式脫莢裝置，本系統具有脫莢率高，未脫莢率少及裂莢率低等優點，極適合本省落花生鮮株脫莢作業型態。
- 2.根據試驗顯示，脫莢位置以17cm，脫莢筒速度6.3m/s，夾送帶速度0.46m/s時，可得較佳之脫莢效果，對提高作業速度，作業能量具有直接影響。
- 3.本機田間作業功能已突破以往落花生收穫機之缺失，經田間多次測試，作業性能已達到落花生性能測試暫訂標準，因此本機已提出技術移轉給廠商，進行商品機之生產，將促使落花生收穫早日達到機械化。
- 4.本機採用履帶式行走裝置，操作靈活，越野性能佳，即使在雨後砂質壤土田區，仍可順利進行收穫作業。
- 5.收穫作業，一次可同時收穫兩行，不論作畦或平畦栽培田區皆可適用。
- 6.拔取、脫莢、選別及裝袋等作業可同時進行，一次完成。
- 7.採用彈性脫莢系統，脫莢效果佳，脫莢率可達99%，破裂莢率低於2%，帶子房柄率5~9%，夾雜物率6.5%以下極適合鮮株脫莢用。
- 8.適用於機械播種，播種行距30~35公分，株距不限，最低株高25公分以上之落花生田區。
- 9.具備疏株、鬆土之處理機構，拔株率99.5%以上，地下殘留低於1.8%。
- 10.為能連續機械化收穫，田區頭地之栽培，建議留3~4畦採橫畦播種。
- 11.作業能力因作物條件、田間條件，作業情況而異，作業速度以每小時1.1~2.2公里為宜，估計理

論作業能力每公頃 8—10小時。

12.採用本機作業可較人工作業方式節省95%以上之工時及較目前作業成本節省50%，對舒解農村勞力不足、年齡老化等問題及降低生產成本等效益宏大。

五、謝 誌

本計畫承農委會77農建-7.1-糧-25(6)計畫及農林廳等經費補助，計畫執行期間承本場林場長學正、作物環境課陳課長文雄、徐代課長進生等全力支持

表5. 夾持式落花生聯合收穫機田間作業性能

Table 5. Operating performance of clamping-type peanut combine.

試驗次數 Testing NO. 調查項目 Item	1	2	3	4	5	6	7	平均 Average	
產量 KG/10a Yield	680.00	600.00	637.33	720.00	820.00	613.33	520.00	641.52	
含水率 M. C.	植株 % Stems	58.92	58.92	58.90	58.90	62.30	62.30	62.30	60.36
	子實 % kernel	32.86	32.86	32.90	32.90	14.00	14.00	14.00	24.79
	果莢 % pods	30.82	30.86	30.80	30.80	35.94	35.94	35.94	33.01
作業速度 m/s Speed	0.26	0.32	0.30	0.31	0.32	0.28	0.31	0.30	
拔株率 % Pull-up rate	98.45	97.57	99.68	99.03	100.00	99.68	99.81	99.17	
田面損失率 % Loss (ground)	3.25	1.99	1.64	0.79	1.32	2.55	2.37	1.99	
地下殘留率 % Loss (subsurface)	2.40	2.23	1.97	1.15	1.13	1.29	2.10	1.75	
未脫莢率 % Unthreshed	2.29	1.05	1.10	0.46	2.24	4.27	5.94	2.48	
完全莢率 % Without-peg	83.48	84.51	86.50	86.57	88.71	91.24	87.03	86.87	
帶子房柄率 % With-peg	11.23	11.08	11.91	10.80	8.41	6.44	9.49	9.91	
破裂莢率 % Damaged pod	5.30	4.41	1.59	2.63	2.88	2.31	3.47	3.23	
夾雜物率 % Foreign-materials	6.59	10.71	5.84	9.09	4.09	4.17	4.41	6.42	
作業能率 hr/ha Capacity	10.83	8.75	9.25	9.00	8.61	9.86	8.90	9.32	

試驗日期：77/7/11-77/7/14

Date: 77/7/11-77/7/14

試驗地點：本場試驗農場

Location: Experiment farm of Tainan DAIS

指導及農機研究室同仁林正昌、陳降、陳明竹、吳秀玉等之協助，初稿承本場葉研究員忠川及農試所陳加忠博士等斧正，又試驗機之製造承檳榔機械公司鼎力協助始能順利完成，謹此致謝。

六、參考文獻

1. 阮助明，1987，落花生打擊脫莢之基礎研究及脫莢能之理論分析國立臺灣大學農工研究所碩士論文。
2. 梁連勝、陳萬福、呂俊堅、施清田，1985，履帶落花生聯合收穫機之研究(3)台南區農業改良場研究彙報 (19): 75-88。
3. 梁連勝、陳萬福、呂俊堅、施清田，1984，履帶式落花生聯合收穫機之研究(2)台南區農業改良場研究彙報 (18): 53-62。
4. 陸龍虎、周廷弘，1984，花生脫莢機之改良，台灣省農業試驗所農機系研究報告。
5. 梁連勝、陳萬福、呂俊堅、施清田，1984，履帶

式落花生聯合收穫機之研究(1)台南區農業改良場研究彙報 (17): 47-56。

6. 黃陽仁，1974，機械化收穫本省落花生之研究，農工學報 Vol. 20(2): 17-43。
7. 矢治幸夫、我妻幸雄、今園支和，1981，落花生收穫作業の機械化に關する研究，農事試驗場研究報告 35: 207-234。
8. Weisberg, Sanford. 1986. Multyeg User's Manual. Technical Report Number 298R, University of Minnesota.
9. Hwang Yang-Jen, 1983, Development of Peaut Combine Harvester, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin Amerca Vol.14(2):11-16。
10. William T. Mills, 1961, New Method of Harvesting Bunch Peanuts, Transactions of the ASAE, Vol. 4(1): 26-30。

收稿日期：民國 78 年 6 月 29 日

接受日期：民國 79 年 2 月 1 日

專營土木、水利、建築等工程

壽建營造股份有限公司

地址：台中縣大甲鎮文武里三民路 273 之 8 號

電話：(046)878319

專營土木、水利、建築等工程

裕宏營造股份有限公司

地址：嘉義市水源地 33-90 號

電話：(06)6831488·6853177