

豆類聯合收穫機之研究(二)

— 初型機改良與田間試驗 —

游景昌 李明堆 鍾志强

摘 要

本計畫針對已研製之豆類聯合收穫機初型機缺點加以規劃改良，並進行田間收穫性能試驗，結果如下：

(一)豆類聯合收穫機機體全長 360 cm，寬 150 cm，高 170 cm，適合採收大豆、紅豆等。

(二)收穫機一人操作，工作效率每公頃所需時間十小時，收穫之豆粒裝袋成包，豆稈均勻散落在田區裡，符合農民要求。

(三)大豆、紅豆收穫總損失率 2 ~ 4 %，豆粒損傷率 0.5 ~ 0.8 %，豆粒含雜物少。

(四)豆類聯合收穫機收穫性能與作物、農場、氣候條件等關係密切；豆莢水分高，收穫損失率較高，日間早上十時至下午五時收穫性能較佳。

前 言

我國目前正推行輔導農民稻田轉作雜糧政策，包括有飼料玉米、高粱、豆類（大豆、紅豆、綠豆等）、落花生、甘藷等雜糧作物，將逐年擴大推廣面積。國內豆類栽培除播種與中耕管理外，收穫工作機械化程度偏低。目前豆類採收之割取、收集全賴人工，並用小型定置式脫粒機脫粒處理，每公頃收穫費用需 9,000 元。依據農林廳統計資料，72年大豆栽培面積 5,592 公頃，紅豆 16,599 公頃，綠豆 1,092 公頃，合計 23,283 公頃，其中屏東縣栽培最廣，而以秋冬裡作為主。豆類聯合收穫機之研究，本場72年已試製初型機一台，經試驗結果：仍有部份缺失，而收穫損失率偏高。本研究之目的

：針對初型機局部機能缺點加以改良，並進行田間採收試驗，使提高作業機適用性，達成轉移進行商品化規劃設計，加速早日促成豆類栽培全面機械化目標。

材料與方法

(一)供試材料及設備

- 1.大豆、紅豆各品種。
- 2.二行及四行式播種機。
- 3.試製之豆類聯合收穫初型機。
- 4.測定儀器：露水計、豆粒水份測定器、烘乾機、轉速計、碼錶、天秤、乾濕球溫度計、皮捲尺、框架、標示竿等及各項材料設備。

(二)試驗方法

- 1.機械改良：針對上年度初型機田間試驗性能分析結果，把影響收穫性能機件部份加以重新規劃改良，使提高本機性能，主要改良項目如下：
 - (1)豆株輸送：把輸送槽寬度加寬成 40 cm，帶面寬改為 30 cm，輸送撥齒間距 12 cm，以輸送帶速度 0.81 m/s，來配合不同作物植株特性與作業機割取所需輸送能量，強化接收割取之豆株能力，並把豆株均勻輸送供給後處理部門脫粒。
 - (2)脫粒筒：初型機第二個脫粒筒直徑 28 cm，承網弧圖半徑在 22 cm 時，經在高水份大豆脫粒時會發生豆稈纏繞在承網上，影響脫粒性能缺點。依據初型機第一脫粒筒以往使用性能，改造之第一、二脫粒筒直徑各為 37 及 33 cm，脫粒齒數不變，脫粒齒線速度仍維持原機 8.8 及 9.7 m/s 之設計。另外第一脫粒筒供料口處增設螺板 4 片，第二脫粒在殘莖排出口位置，改設二片排稈板，使殘莖排出順利。
 - (3)增設振動篩線及一組利用帆布製的摩擦選別裝置，選別面寬配合篩選為 65 cm，長 55 cm，兩者主要功能把脫粒室排出之殘莖中混夾豆粒與被精選選出之豆粒進行回收處理，以降低後處理損失。
 - (4)設製本機防塵裝置：包括輸送裝置與後處理殘莖、飛碎物引落地上。

(5)加裝脫粒筒迴轉速錶，及在第一脫粒室內裝設豆稈切斷刀，進行比較試驗，探討對脫粒性能關係。

2. 田間作業性能試驗：

將改良完成之初型機在本場及產區採收大豆及紅豆，以選定不同作物條件與栽培方法進行比較試驗，調查項目包括：總損失率（分前、後處理損失）、工作效率、豆粒損傷粒、清潔度及對不同作業時刻收穫適用性能等關係試驗。由觀察記錄採收中機件優缺點，並取樣分析作業裝置性能，作為發展參考。

結果與討論

(一)改良之豆類聯合收穫機構造性能

初型機經規劃改良後，機體全長 360 cm，寬 150 cm（作業時 170 cm），高 170 cm，其構造如圖(一)，包含割刀等 22 項主要作業裝置。豆類聯合收穫機各裝置之轉速度與動力傳導系圖如圖(二)。茲將改良部份之裝置作用與比較試驗結果分述於下：

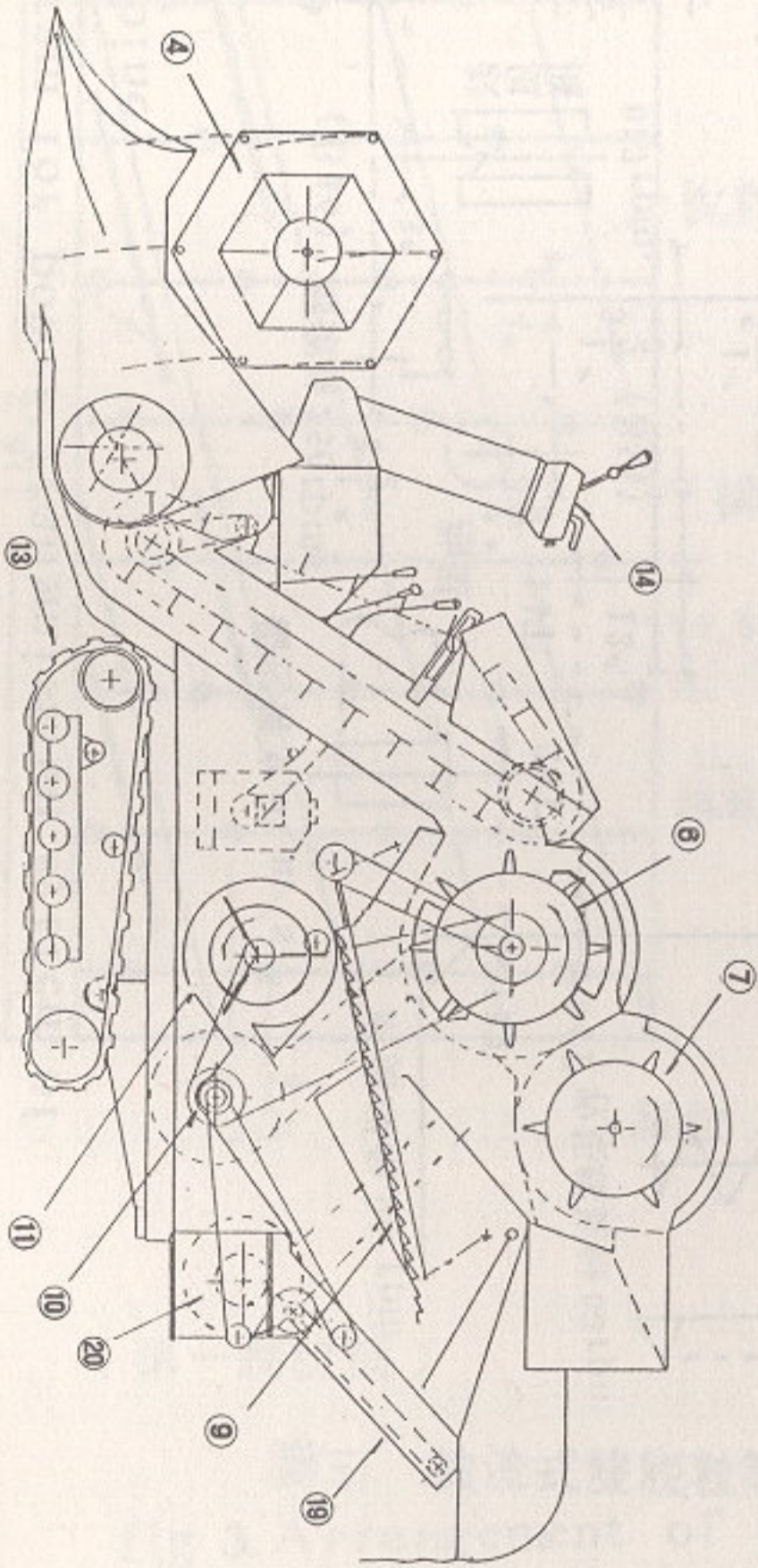
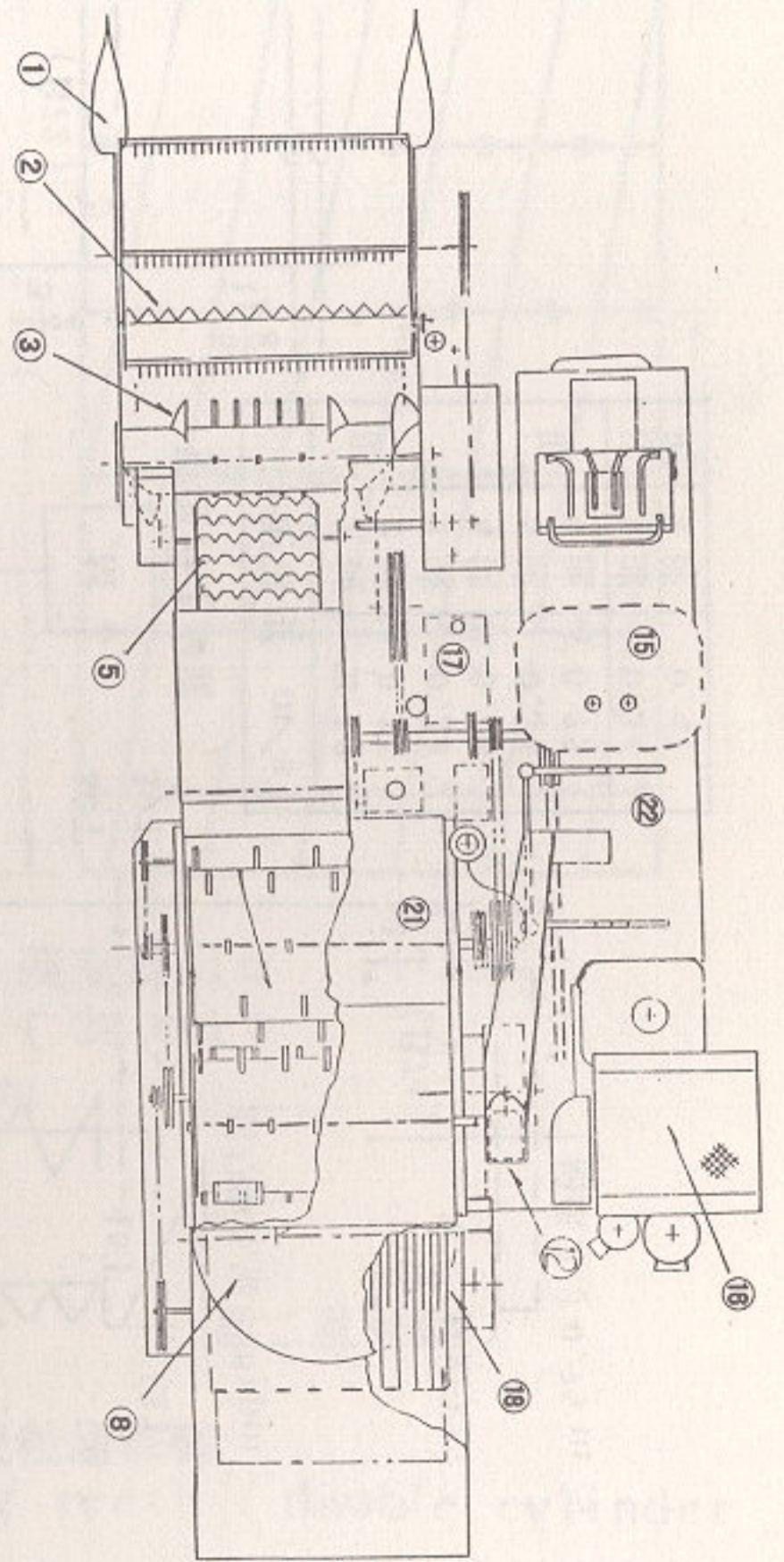
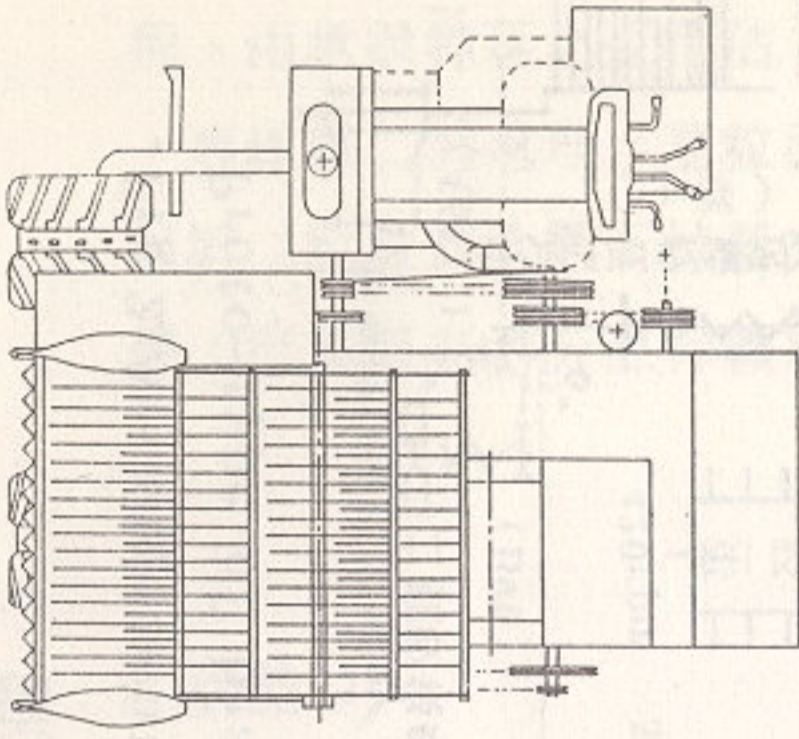
1. 豆株輸送裝置：由凹型輸送槽與軟質輸送帶組成，如圖(一)件號⑤，輸送裝置以 55° 水平傾角作業，輸送帶速度 0.81 m/s，與收集螺旋軸面速比為 1.55 比 1.0，最大輸送能量紅豆每秒 20 棵以上，大豆為 15 棵（重量約 0.54 kg），符合本機所設計作業速度要求。豆株經割取後在輸送過程中呈凌亂現象，但植株與輸送齒垂直時輸送性能較佳。本機作業前處理過程中所裂莢之豆粒被混夾在豆株中送至脫粒，因此收集螺旋地方不會因殘留豆粒疊積增加。

2. 脫粒：改造之脫粒機為雙筒軸流式，構造略圖如(一)件號⑥及⑦，脫粒齒之排列如圖(三)示，第一脫粒筒供給第二筒進料口寬度 19 cm，一、二筒齒數各為 8×4 齒及 6×6 齒，第一脫粒筒進料口處設置之 4 片螺板，可協助快速把豆株軸向流動，以便再接受新供給之豆株。第二脫粒室豆稈（殘莖）排出口寬為 20 cm，殘莖出口處脫粒筒上增設二片排稈板，長寬 10×5.5 cm，可均勻把殘莖排出，利於篩線作業。脫粒機經由脫

圖(一) 豆類聯合收穫機初型機構造

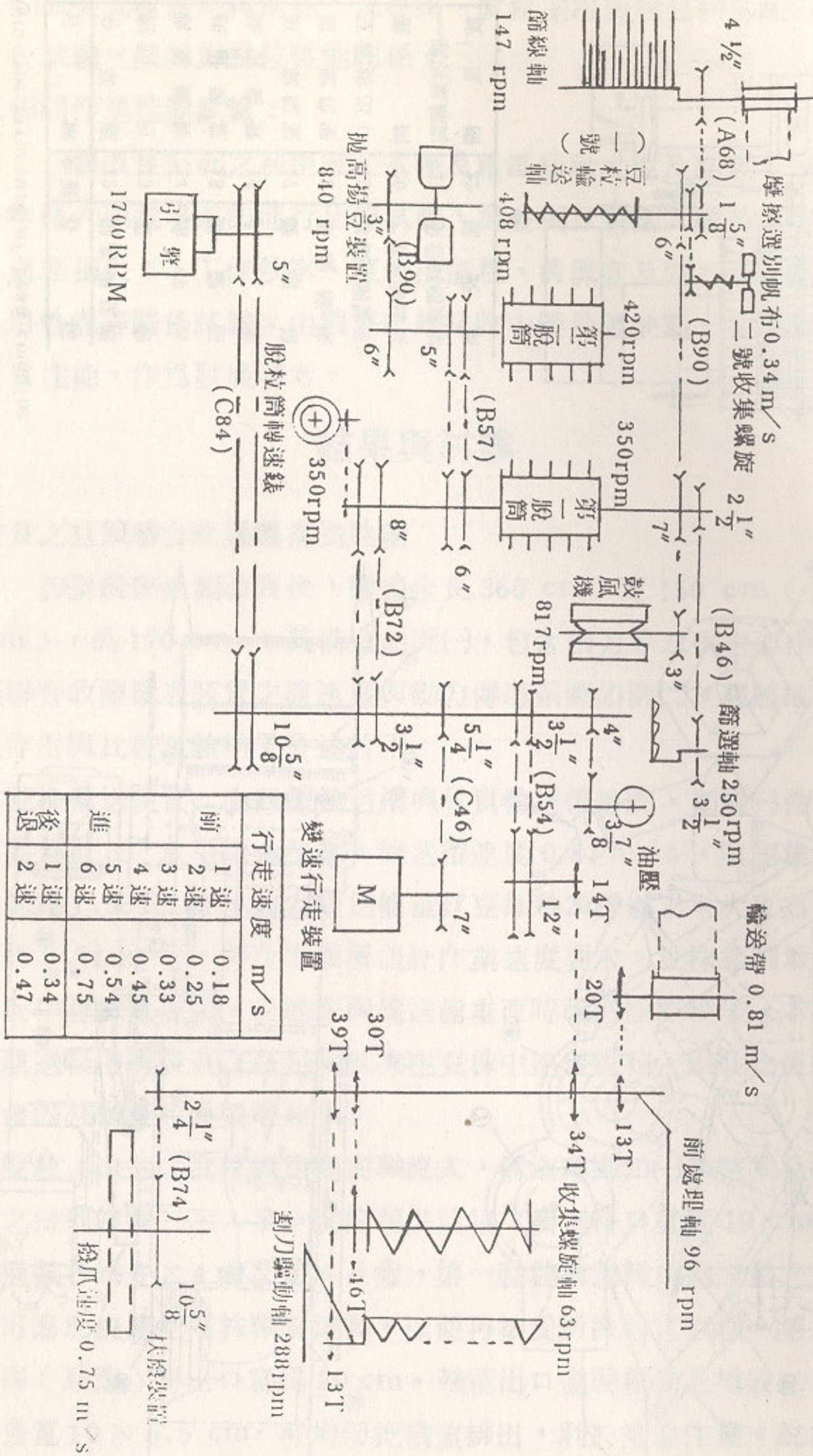
fig 1. Proto-type structure of bean combine

件號	名稱	件號	名稱
1	分草板	12	拋高揚豆機
2	收割刀	13	履帶
3	收集機	14	操作台
4	扶輪	15	駕駛座
5	送裝螺	16	引擎箱
6	第一脫粒室	17	變速箱
7	第二脫粒室	18	振動篩線
8	豆桿排出口	19	摩擦選別裝置
9	第一號篩	20	二號收集螺旋
10	第一號收集螺旋	21	脫粒筒轉速錶
11	風鼓	22	脫袋架

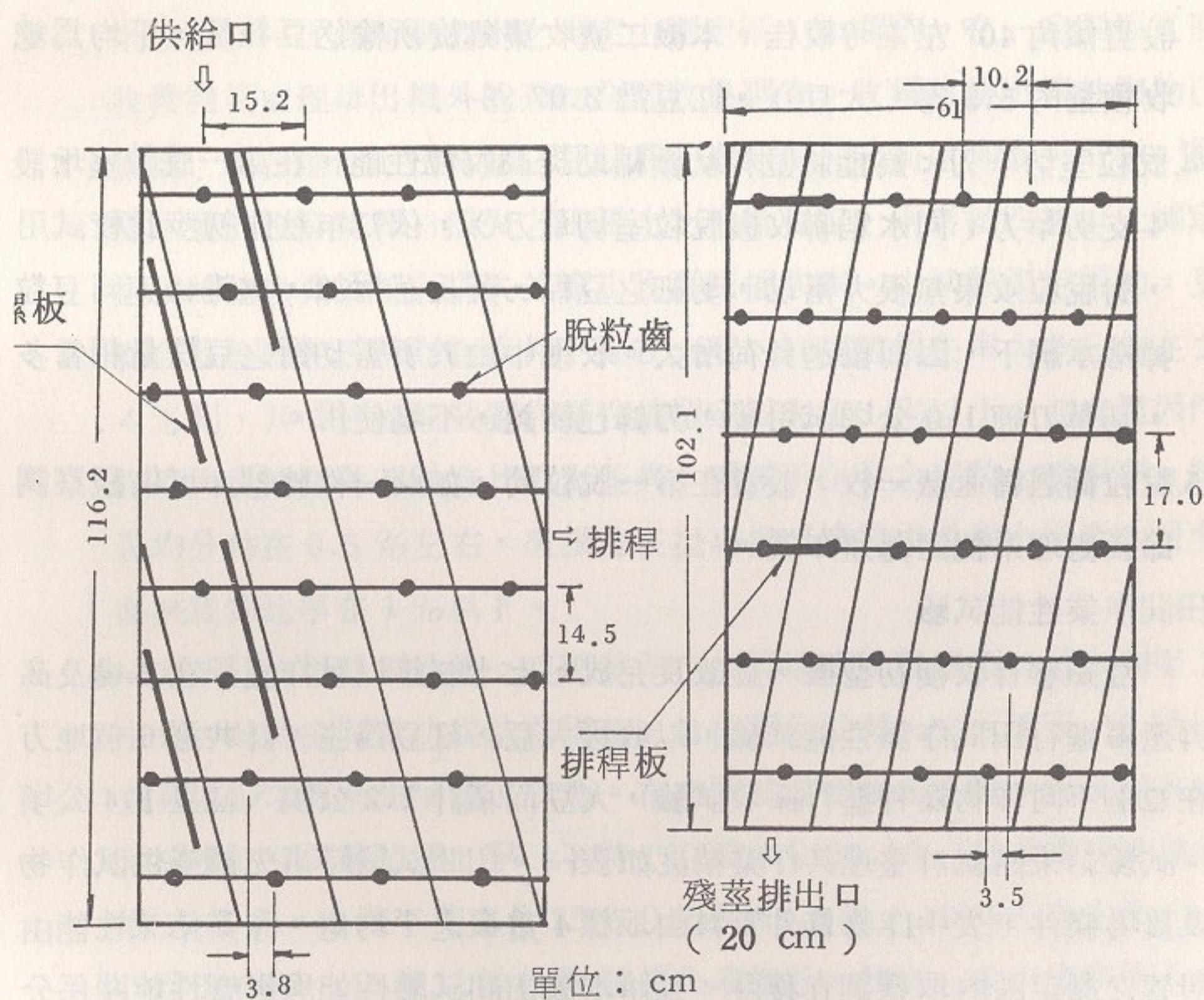


圖(二) 豆類聯合收穫初型機動力傳導系統佈置圖

fig 2. Arrangement diagram for power transmission system of Proto-type of bean combine



粒分佈試驗顯示：大豆脫粒時（脫粒能量 412 kg / hr）經第一筒脫粒行程，由承網掉落之豆粒佔 84.0 %，其中以在 40 cm 寬進料口比例最高，再經第二筒處理，豆粒混夾殘莖排出脫粒室外量僅佔 1.71% 左右，而以第二脫粒筒承網下掉落夾雜物量較多。改良之脫粒裝置在產區使用結果：已克服高水份豆稈纏繞發生缺失。



(第一脫粒筒)

(第二脫粒筒)

圖(三) 軸流式雙脫粒筒脫粒齒排列
fig 3. Arrangement of peg teeth (double cylinder threshing) in axial flow type thresher.

3. 豆粒回收裝置：脫粒室排出之殘莖，本機含少部份豆粒（1~3%），另外精選裝置被漏選之豆粒兩者需要回收，以免損失。所試製之振動篩線架一組，如圖(一)件號⑱，篩線長45 cm，線間距2.0 cm，篩線上下振動把殘莖中之豆粒選落，殘莖則被排送後端。帆布製摩擦選別裝置（圖(一)件號⑲）則接收篩線及精選漏選之豆粒，利用摩擦與風選配合，把豆粒與夾雜物分離，質優豆粒引落二號收集螺旋集中回收，再次被送往篩網上，重新選別，雜物則被選出機外。依田間試驗，摩擦選別裝置以設置傾角40°左右時較佳。本機二號收集螺旋所輸送豆粒量，平均為總收穫量的5.9%（大豆），紅豆為2.07%。
4. 脫粒室切草刀：為能將豆稈切斷輔助提高脫粒性能，在第一脫粒室增設4支切草刀（同水稻聯收機脫粒室切草刀），依73年秋作初步比較試用，對脫粒效果無很大幫助，切細之豆稈、莢反而增加，夾雜物連同豆粒掉落承網下，因而篩選負荷增大。收穫中由於所需切斷之豆株量相當多，切草刀經1.0公頃試用後，刀鋒已變鈍，不堪使用。
5. 脫粒筒迴轉速錶一枚，設置在第一脫粒筒，如圖(一)件號⑳，可供觀察調節後處理系統定轉速作業。

(二) 田間作業性能試驗

豆類聯合收穫初型機，經改良完成，七十三年以秋作豆類在本場及高屏產區進行田間作業性能試驗，以收穫大豆、紅豆為主，計共選6個地方在12個不同作物條件進行採收試驗，大豆面積計1.2公頃，紅豆1.4公頃。試驗結果經統計整理其作業精度如表(一)。田間試驗時事先調查供試作物及農場條件，表中作物條件資料由取樣4重複之平均值，作業結果性能由設置之測定區內取樣調查獲得。茲將本機田間試驗性能與影響性能關係分述於下：

1. 工作能力：作物條件良好之正常狀態，收穫機行走速度用4及5速（0.45及0.54 m/s）採收，當作物有徒長或倒伏較嚴重（直立角35°以下）以第三速（0.33 m/s）採收。以第四速一次割取二行作物（行距30公分），豆粒流量大豆約為300 kg/hr，紅豆280 kg/hr，大豆

、紅豆收穫每公頃所需要時間在十小時內可完成。

2.引擎馬力：初型機試製所採用底盤是野興牌 YC 1300 型水稻聯合收穫機，引擎馬力 MAX 13 HP/RPM，依測定脫粒筒軸、風扇軸、篩節等各軸在在作業負荷時之轉速未低於設計轉速之 10%，13 馬力引擎足夠使用。

3.總損失率與豆粒損傷率：收穫機作業產生損失可歸納為二大部門，一是前處理的損失（殘割、漏收、裂莢損失），二為後處理損失（未脫粒、飛散粒）。後處理損失率之測定由測定區 15m 區內，在一定割取寬度將收穫機後處理排出機外的殘物全部收集調查。收穫時排出機外殘物已被收集，故在地面上所掉落之豆粒為前處理損失。前處理損失用 1m² 框架隨意置於沒有排程口損失之田區上，撿拾豆粒，兩者做四次以上測定，由平均值換算公頃之損失並算出收穫總損失率。由試驗測定得知，豆類聯合收穫機在正常作物條件下採收大豆、紅豆總損失率大多分佈在 2~4% 間，其中後處理裝置作業性能穩定損失在 1% 以下，前處理因作物條件與農場條件不同有比較大差異。機械所採收之豆粒含破損率，經調查均分佈在 0.5% 左右，破損粒在拋高揚豆機裝袋過程中所產生居多，而夾雜物比率在 1% 以下。

4.一天不同收穫時刻性能：豆類秋作在高屏地區收穫期為 12 月中旬至 1 月中旬，此時夜間常出現結露現象，會把豆莢浸濕，白天晴天 10 時以後豆莢水份才會消失呈穩定狀態。在夜間結露持續 8 小時，隔天以不同時刻採收紅豆試驗結果：早上 8 時（豆莢水分 30.1%）後處理漏脫損失平均 19.6%，9 時（莢水分 25%）損失 13.8%，10 時（莢水分 13.2%）為 1.0%。10 時以後收穫總損失率相近，秋作一天中通常早上 10 時至下午 5 時收穫性能較佳。

5.作物條件：

(1)豆稈水分：大豆成熟初期豆稈水分含量高（70% 左右），此時收穫脫粒作業時水分（汁）會外溢，會造成豆粒受污染，亦浸濕夾雜物，增加選別作業負荷。但如果延遲收穫亦使豆莢自然裂莢損失及怕遭遇

雨等。

(2)植株：大豆推廣品種植株大多屬單支型，分支數少且短，本機對大豆植株高30公分以內時收穫性能不良，表中⑩⑪區作物管理不當，植株短而豆莢結莢離地低（5公分），因此收穫總損失率達15%之多。

(3)有利於機械收穫作物條件如：自然裂莢性低、成熟期一致、落葉完整、倒伏不嚴重、植株高30公分以上、最低莢結莢離地高10公分以上、豆稈水分低等。

6.不同農場條件收穫：

(1)栽培方法：①機械播種作畦栽培，畦面寬100 cm，畦溝寬23 cm，溝深12 cm。②不整地機械播種（條播）及人工播種（點播）。③人工散播田。由三種豆田收穫比較結果：在不整地無畦栽培使用較佳（損失率3%左右），其次是散播豆田，作畦豆田因收穫機操作轉彎不便，割取部高低起伏大，因而損失率高。未達宜採用大型履帶底盤，並建立播種及中耕管理栽培方法來配合收穫機。

(2)覆蓋稻草：秋作豆類是第二期水稻收割後種植，農友習性播種後覆蓋稻草，使抑制雜草生長保持水分，豆類生育期約100天，收穫期稻草尚未腐爛，平貼地面高度平均7.1 cm，依據目前作物結莢特性，收穫機理想割刀宜調節離地高8 cm左右作業，另外水稻收割時稻頭宜留短（7公分以下），否則在豆類收穫中將再重割現象。

結論與建議

(一)豆類聯合收穫初型機經改良後收穫性能比以往優越，可採收大豆、紅豆等，其適用性範圍較廣，依據田間試驗：採收大豆、紅豆總損失率已降低在2~4%間，與人工收穫相近，豆類損傷0.5~0.8%，夾雜物比率1%以下，受到農友們歡迎。

(二)收穫一人操作，收割後之豆粒裝袋成包，豆桿（殘莖）均勻散落在田區裡，符合農友要求。

(三)試製之豆類聯合收穫機74年度已轉移委託機械工業研究所進行商品化規劃

製造中，預定完成實用機後推廣給農友使用。

參考文獻

1. 中國國家標準 (CNS)，水稻聯合收穫機與檢驗法。經濟部中央標準局印行，70年 1.月修訂。
2. 吳維健等 1982 美日兩國雜糧省工栽培及機械化作業考察報告71.年編。
3. 游景昌 1984 豆類聯合收穫機之研究(一)，73.年高雄區農業改良場試驗報告。
4. 江崎春雄 バイソダとコンバイン 農業圖書株式會社。
5. 市川友彥等 1984～1985 スクリ二型大豆脫穀機の開發研究(1. 2. 3. 4. 報) 1984～1985 農業機械學會誌 Vol. 46(1)、46(2)、46(3)、46(4)
6. 大豆用コンバインの開發特集 1 機械化農業 1984。