

動力大豆脫粒機之研究*

A Study of Power Soybean Thresher

高雄區農業改良場荐任技士兼股長

李 再 順

Thai-Sung Lee

一、前 言

大豆為本省重要經濟作物，據民國58年度統計全省栽培面積為45,285公頃，產量67,400公噸，對提高國民營養及發展畜牧事業均有重大貢獻。據查其栽培過程中，播種及收穫脫粒最為費時。前者已有合用之動力及人力播種機可使用。但收穫脫粒則仍賴人工以連枷操作，費時又費力，據筆者調查如以十石品種為準，每公頃大豆欲一次脫粒完畢則需備有晒場400坪(1,320^{m2})，並在風和日麗之天氣，先行均勻鋪晒約1小時使豆莢乾裂後，反復兩面各脫粒一次需耗時40小時，如遇陰曇不清豆莢緊衡不開，則需反復鋪晒脫粒連日，其所費時實難以計算。茲就佔全省面積十分之九的南部地區冬季裡作大豆脫粒情形而論，由於大豆收穫時期適逢第一期水作稻整地插秧，農民必須兩邊趕工，為全年中最繁忙時期，復以近年來高雄地區工業發達，農村青年紛入工廠工作，農村勞力益感缺乏，因而耽誤農時者亦屢見不鮮。今後為確保本省大豆栽培面積與產量，如何尋求大豆省工栽培似為重要工作項目之一。筆者因鑑及此，近年來承農復會補助經費，參照本省「小農」經營規模研究製造一種造價便宜，用小型引擎或馬達(1Hp)帶動之脫粒機供自耕農家購用，期能解決當前農民栽培大豆所面臨的勞力不足問題。

二、材料及方法

(一)材料：

- 1.供試大豆品種：十石
- 2.脫粒機搭載動源為小型汽油引擎(Clinton 牌最大出力4Hp)及不同厚度鐵板。3mm ϕ 鋼絲，木板及製作工具。
- 3.貨車碾壓所用動源為省製氣冷式汽油引擎，排氣量為402^{cc}及省製南港牌26"×6.6"輪胎。
- 4.連枷、風鼓、竹簍等。

* 本研究承農復會補助經費得以完成，謹致謝忱。

(二)脫粒試驗機具種類計三種：

- 1.動力大豆脫粒機(Power Soybean thresher)
- 2.三輪式貨車(Triple-Wheel cart)
- 3.連 枷(Lien chia)

(三)改良設計：本研究製作之動力大豆脫粒機係以B型三角皮帶將動源引動脫粒筒；筒上鈎齒(Spike tooth)計40個呈螺旋形排列。作業時將豆株塞入密閉之脫粒室，以齒頂線速15.7^m(約600R.P.M)之衝擊與絞打力使豆粒脫莢而出，經漏豆板(leak-out plate)落下承風選後匯集於輸豆槽，再由螺旋推出。藉複式操作設計，豆株塞入脫粒室後即脫粒、調整、風選、排莢及輸豆等一貫作業項目同時完成。

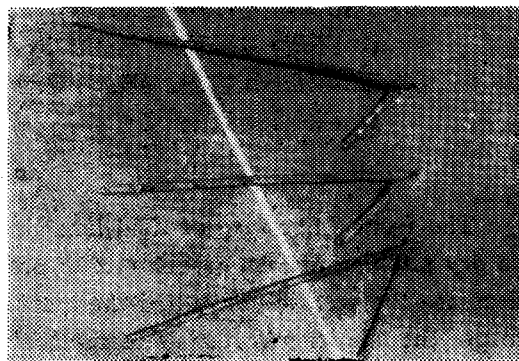


圖1 連枷(Lien-chia)

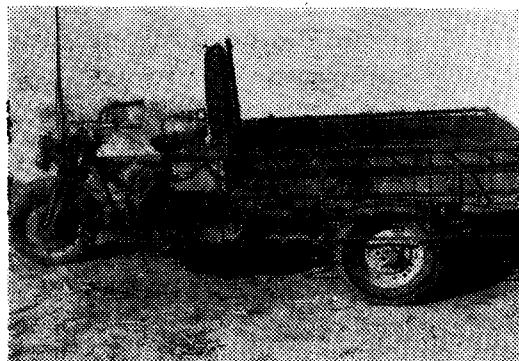


圖2 三輪貨車(Triple-wheel-cart)



圖3 動力大豆脫粒機 (Power soybean thresher)

符號說明 (Symbol explain)

- ①引擎 (Engine)
- ②蓋板 (Cover)
- ③鉤齒 (Spike tooth)
- ④脫粒筒 (Threshing cylinder)
- ⑤脫粒室 (Threshing room)
- ⑥漏豆板 (leaked out plate)
- ⑦排葉桿 (Rock bar)
- ⑧風鼓 (Blower)
- ⑨枇槽 (Secondary slot)
- ⑩擋葉板 (Obstrucater)

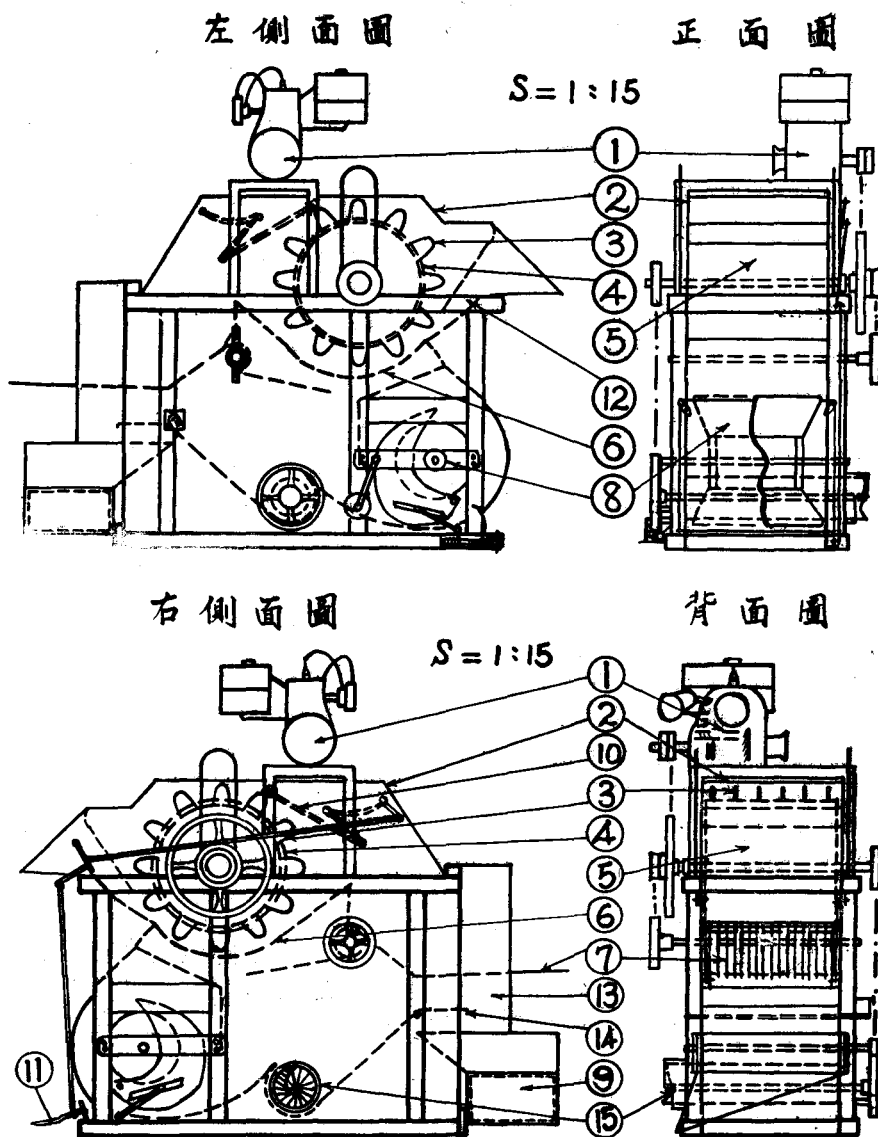


圖4 動力大豆脫粒機構造圖 (Construction of Power Soybean Thresher)

⑪擋葉板開啓脚踏 (Treadle for open Obstruc-tur)

⑫入 口 (Inlet)

⑬外圍板 (Extension Cover)

⑭遮豆板 (Stopper plate)

⑮輸送裝置 (Auger)

1.外型：機長 165cm × 高 110cm × 寬 68cm
重量：84kg

2.結構：

(1)脫粒筒(Threshing cylinder)：筒徑 38cm ϕ × 寬 40cm，筒上有 3mm ϕ 鋼絲鈎齒 (Spike tooth) 40 個，呈螺旋形排列如圖④齒基賴螺帽鎖固脫粒筒內壁，備經久使用，齒頂磨損時，可鬆開螺帽，更換新品。

(2)進口 (Inlet) 配合動源能量，開口 40cm × 10cm，每次可放入豆把 15cm ϕ 一束，於密閉脫粒室內絞打，約 2~3 秒鐘，即可脫粒淨盡，此間吾人俯身集取第二把，放入同時腳壓排葉板脚踏如圖⑪將第一次殘葉排出。

(3)排葉桿 (Rack bar)：為 3mm ϕ 鐵條長短拼成如圖⑦每分鐘振動約 400 次，於排葉桿開啓時殘葉及部份豆粒一拼推出，利用本裝置往復節動使其彼此分離。

(4)風鼓 (Blower)：位於脫粒機底部前方，如圖⑧，鼓圍 42cm ϕ 由四片風葉構成，轉速為 730 R. P. M 風鼓外側備有半月形空氣調節板以控制進入風量，作業時視豆粒清潔及跳動情形隨時調整配合。

(5)漏豆板 (leaked out plate)：位於脫粒室下部，如圖⑥由厚 1mm 鐵板，密鑽 12.5mm ϕ 圓孔而成。於豆粒脫筭而出後，隨即經由此板漏下，匯集於輸豆槽。因此如欲脫較大粒子之豆類如花豆則將漏豆板之開孔放大，反之如較小之綠豆則配合較小孔徑，隨意變換不同漏豆板，可適合各種豆類脫粒。

(6)輸豆裝置 (Auger)：由輸豆槽及推送螺旋構成，螺旋直徑 9cm ϕ × 長 65cm 螺距 6.8cm 軸心轉速為 290 R.p.m。承受本脫粒機之脫粒能量每小時 300 公斤。

(7)遮豆板 (Obstruc-tur)：位於脫粒機排葉板正下方，係一長 10cm × 寬 40cm × 0.5mm 鐵板，一邊以活葉固定於集豆槽斜邊板，如圖⑭，外側備有開啓刻度如風力過強，豆粒跳動活躍時，將遮豆板斜度提高，使粒子碰觸此板後迴流至輸豆槽，以減少豆粒逸出。

(8)批槽 (Secondary slot)：位於機身下方係寬 43.5cm × 高 28cm × 斜邊 51.7cm 如圖⑨供集放不充實或連筭等較輕粒子，輔助選別功用。

(9)外圍蓋 (Extension Cover)：由三片 15cm × 40cm × 0.5mm 鐵板每邊各以活葉二個固定於機身外緣，以延長封閉長度，如圖⑬。此板在靜風情況脫粒時收縮不用。俟強風或風向不定之情況下脫粒時，則展開以減少由風鼓送出之殘葉或什物，被外來強風沖飛，矇蔽操作人員。

(10)蓋板 (Cover) 係 0.5mm 鐵板製成，覆蓋於脫粒筒上如圖②賴 4 支螺栓鎖固於機身木架保持脫粒室之密閉。

(11)引擎 (Engine)：係一高速汽油引擎，最大出力為 4Hp。如將豆株運回農家，則可改用電動馬達 (0.5~1Hp) 利用早晚農閑或零碎勞力定置作業，則更經濟方便。

三、試驗結果與討論

(一)工作效率比較：

慣用三輪貨車輪胎碾壓及人工連枷脫粒效率受晒場設備，收穫量多寡及天氣等因素影響大。如每次脫粒數量多則效率高，反之則效率低。下表調查成績係取樣於臺灣南部通常利用自家勞力，以 10 公畝為每次脫粒數量和動力脫粒機脫粒效率之比較：

表一、動力大豆脫粒機和慣行脫粒機具工作效率比較表 (分鐘 /10 公畝)

Table 1. Comparison of time requirement of threshing between Power thresher and conventional method (min/10acre)

機具別 Implements	項 目 Item	鋪 晒 Sprend out				脫 粒 Threshing	選 別 Select	合 計	脫粒量(公斤) Amount Threshed (kg)	換算每小時脫 粒量 (公斤) Volume Per/hr	比 較 compar ison (%)
		第一 次	第二 次	第三 次	小計						
慣 用 機 具 Conse- ntional method	動 力 脫 粒 機 Power Thresher	0	0	0	0	62	8	70	171	146.6	32.8
	三 輪 貨 車 Triple wheel cart ck ₁	19	18	15	52	49	31	132	189	85.8	61.9
	連 枷 Lien-chia ck ₂	24	22	—	46	132	35	213	164	46.2	100

1. 由表中資料顯示每次10公畝的脫粒時間以脫粒機最快為70分鐘，三輪貨車碾壓 132 分鐘次之，連枷213 分最慢，三種脫粒機具工作效率約等於三對等之差別。
2. 表中三輪貨車碾壓及連枷之脫粒量係在風和日麗天氣下曝曬脫粒測得，設遇陰曇天氣，豆莢緊銜不開，則鋪晒，脫粒，需反復多次，其所費時間

將難以計算。而動力大豆脫粒機則不受此限制，於朝露蒸乾後，即可在田間逕行脫粒。

(二) 工作效果分析：

1. 種子破碎情形調查

下表中資料係三種不同機具脫粒，就豆堆內隨機取樣四次每次500粒分別調查其破碎及壓扁粒數。

表二、動力脫粒機和慣用機具脫粒對種子破碎影響比較表 (粒/取樣 500 粒)

Table 2. Comparison of damaged seed of threshing between Power thresher and conventional method (number/sample 500)

機具 Implements	重 復 repeat	I	II	III	IV	合 total 計	平 Mean 均
動力脫粒機 Power thresher		7	4	10	9	30	7.5
慣用機具 Conventional method	三輪貨車 Triple-wheel cart	21	16	22	12	71	17.7
	連枷 Lien-chia	6	8	4	8	24	6.5
合 total 計		34	28	36	29	127	

表三、動力脫粒機和慣用機具脫粒對種子破碎影響變方分析表

Table 3. Analysis of Variance of damaged seed of threshing between Power thresher and conventional method

變因 Variation due to	自 由 度 Degree of freedom	平 方 和 Sum of Square	均 方 Mean Square	F 值 F	F ⁰	
					0.05	0.01
機具 Implements	2	310.17	155.09	14.43**	4.26	8.02
機 差 Error	9	96.75	10.75			
總 計 Total	11	406.92				

經變方分析結果各種機具之差異達極顯著水準，茲就其平均值分別比較如下：

機具別 Implements	平均值	$\bar{D}_1 = 5.24$ $\bar{D}_2 = 7.53$		
三輪貨車 Triple-wheel cart	17.7			
動力脫粒機 Power thresher	7.5	10.2**		
連枷 Lien-chia	6.5	11.2**	1.0	

上表種子破碎率以三輪貨車碾壓最多，比較脫粒機及連枷均極顯著，脫粒機和連枷之間並不顯著。

2. 種子壓扁情形調查：取樣方法同上

經變方分析結果機具間之差異呈極顯著，茲再就其平均值分別比較如下：

機具別 Implement	平均值	$\bar{D}_1 = 4.18$ $\bar{D}_2 = 6.01$		
三輪貨車 Triple-wheel cart	27.7			
連枷 Lien-chia	8.0	19.7**		
動力脫粒機 Power thresher	0.7	27.6**	7.3**	

上表中種子壓扁率以三輪貨車碾壓最多，連枷次之，動力脫粒機最少，且各機具間差異均呈極顯著。

3. 脫粒乾淨度比較：下表資料係三種機具以尋常情形脫粒後，將殘葉各取樣 10 公斤，仔細敲打後，再以肉眼逐葉檢拾所得粒數與重量。並以每公頃殘葉 2,000 公斤（十石品種）換算損失量。

表四、動力脫粒機和慣用機具脫粒對種子壓扁情形比較表 (粒/取樣 500 粒)

Table 4. Comparison of flatten seed of threshing between Power thresher and conventional method (number/sample 500)

機 具 Implements		重 複 repeat	I	II	III	IV	合 計 total	平 均 Mean
動 力 脫 粒 機 Power thresher			1	0	2	0	3	0.75
慣 用 機 具 Conventional method	三 輪 貨 車 Triple-wheel cart		32	29	28	22	111	2.77
	連 枷 Lien-chia		9	8	9	6	32	8
合 計 Total			42	37	39	28	146	

表五、動力脫粒機脫粒對種子壓扁情形變方分析表

Table 5. Analysis of Variance of flatten seed of threshing between power thresher and conventional method

變 因 Variation due to		自 由 度 Degree of freedom	平 方 和 Sum of Square	均 方 Mean Square	F 值 F	F ₀	
						0.05	0.01
機 具 Implements		2	1,562.17	781.09	114.36**	4.25	8.02
機 差 error		9	61.50	6.83			
總 計 Total		11	1,623.67				

表六、動力脫粒機和慣用機具脫粒乾淨度比較表 (粒、公斤/取樣殘莖10公斤)

Table 6. Comparison of purity ratio of threshed seeds between Power thresher and conventional method (number kg/remains plant 10 kg)

機 具 Implements		項 目 Item	粒 數 number	重 量 (公斤) Weight (kg)	公頃殘留量 (公斤) remains. kg/ha	比 較 (%) Compare	脫 粒 後 殘 莖 形 狀 Shape of remain plant
動 力 脫 粒 機 Power thresher			448	0.122	24.4	27.3	碎 斷 damaged
慣 用 機 具 Conventional method	三 輪 貨 車 Triple-wheel cart		1,072	0.210	42.0	47.1	完 整 completed
	連 枷 Lien-chia		2,646	0.446	89.2	100	完 整 completed

表七、動力脫粒機脫粒對種子發芽影響調查表 (粒/取樣 100 粒)

Table 7. Comparison of germination ratio of threshing between power thresher and conventional method (number/sample 100)

機 具 Implement		重 複 repeat	I	II	III	IV	合 計 Table	平 均 Mean	比 較 (%) Compare
動 力 脫 粒 機 Power-thresher			98	96	94	95	383	95.8	98.4
慣 用 機 具 Conventional method	三 輪 貨 車 Triple-wheel cart		98	85	97	84	364	91.0	93.5
	連 枷 Lien-chia		99	96	97	97	389	97.3	100
合 計 Total			295	277	288	276	1,136		

表八、動力脫粒機脫粒時對種子發芽影響變方分析表

Table 8. Analysis of Variance of germination ratio of threshed seeds between power thresher and convetional method

變因 Variation due to	自由度 Degree of freedom	平方和 Sum of square	均方 Mean Square	F 值 F	F ₀	
					0.05	0.01
機具 Implements	2	85.17	42.59	2.09 N.S	4.26	8.02
機差 error	9	183.50	20.39			
總計 Total	11	268.67				

表九、動力脫粒機和慣用機具脫粒經濟效益比較表，分鐘，元，公斤／公頃

Table 9. Comparison of cost analysis between power thresher and conventional method min NT\$ kg/Ha.

項目 Item 機具 Implement	脫粒時間 Time required min/ha	費用 (A) Cost				殘留損失 (B) remain loss			費用及損失合計 Cost and loss	
		油料 Fuel	工資 Labor	合計 Total	比較 (%)	重量 Weight	價格 Price	比較 (%)	(A)+(B)	比較 comparsion
動力脫粒機 Power thresher	700	77	100	177	73.8	24.4	122	27.4	299	43.8
三輪貨車 Triple-wheel cart	1,320	126	200	326	135.8	42.0	210	47.1	536	78.1
連枷 Lien-chia	2,130	0	240	240	100	89.2	446	100	686	100

4. 種子發芽率調查：取樣方法係將三種脫粒方式各取樣 100 粒重複四次，置於玻璃試四催芽，於第四天計算發芽之粒數。

據變方分析，上述三種機具間脫粒對種子發芽率之影響，差異並不顯著。

(二) 使用成本比較：表九中脫粒時間係在風和日麗天氣，每次脫粒面積為 10 公畝測定再換算為公頃成績。殘留損失重量及金額，係以每公頃殘葉 2 000 公斤（十石品種）價格每公斤 5 元，估算所得。

據調查脫粒費用以三輪貨車碾壓每公頃 326 元最高，連枷次之，動力脫粒機最低，若就殘留損失合併計算，則以連枷最高，每公頃達 686 元三輪貨車碾壓次之，動力脫粒機仍為最低。

摘 要

大豆為本省重要經濟作物，每年栽培面積達 15 285 公頃，其中以南部地區之冬季裡作佔總面積之十分之九。乃其收穫脫粒工作向以人工連枷脫粒費時又費力，且於收穫期間，適逢第一期作水稻整地插秧農時農家為全年中最繁忙時期。近年來復因農村青年紛向工業區工作農村勞力缺乏現象更嚴重，致耽誤農時者亦屢見不鮮，故如何研製高效率機械替代人工脫粒，已刻不容緩，本研究經多次試製改良，一種脫粒機，體

型小巧造價便宜，頗合農家利用，茲將其效用性能摘要如次：

(一) 本研究製造之動力脫粒機係適合目前本省小農經營規模，每戶平均面積約 1 公頃，供自耕農家於一日內脫粒完畢標準而設計。因體型巧小動源可就農家現有小型引擎（3-4Hp）或電動馬達（0.5-1Hp）裝配利用造價便宜。前者可携往田間就地脫粒，後者以農家電力，將豆株搬回農舍利用早晚農閑或農家零碎勞力，定置作業，更經濟方便。

(二) 在構造上動力脫粒機重量為 34 公斤，於田間移動及操作容易。依現裝脫粒鉤齒（Spike tooth）之形狀及運動速度，如更換不同漏豆板（leak d-out plate）可適合各種豆類脫粒。由於多項操作設計脫粒排葉，風選及輸豆等一貫作業項目均一次同時完成，工作速度得有效地提高。

(三) 應用動力脫粒機工作效率為 11 小時／公頃，比較慣行以人工連枷脫粒快三倍以上。且不必如連枷脫粒事先需準備廣大晒場（1,320m²/公頃）及烈日下曝曬等條件限制。而於朝露乾後即就地脫粒，可把握作業時效。

(四) 經變方分析結果三種脫粒機具，對種子破碎及壓扁率，以動力脫粒機最少和輪胎碾壓及連枷敲打間之差異均極顯著。蓋前者以密閉絞破脫粒，使豆粒脫

笑而出。後者則受機具本身重量，急下壓迫使豆笑開裂，使種子受傷機會增多使然。

因就乾淨度調查結果豆葉殘留損失以動力脫粒機最少，估計每公頃為 24.4 公斤，連枷脫粒最多為 89.2 公斤，相差近 4 倍。此種情形如在晒場不足致豆株鋪晒厚度增加，或天氣陰曇豆笑緊銜不開等條件下，其差異將更顯著，亦即連枷脫粒之殘留損失，每公頃必不至 100 公斤。

誌謝：本研究計劃承農復會補助經費並由該會彭枝正添松技術指導及本報告之校正。執行期間承本場洪場長元平及農林廳林枝正鵬圖之鼓勵支持，得以順利完成，謹併此致謝。

參 考 文 獻

1. 江崎春雄、仲敏三、松田良一等；圖で見る農機第 5

卷，穀物收舊調整加工機，昭和 43 年 5 月 20 日新農林社出版。

2. 機械化農業，昭和 39 年 8 月號，p. 29-37。40 年 5 月號 p. 25-31。41 年 7 月號 p. 25-28。42 年 7 月號 p. 15-28。43 年 4 月號 p. 24-29 及 44 年 7 月號 p. 34-37

3. 陳孝祖、農機具 (Farm Implement and Machinery); p. 112-116, 民國 50 年 9 月

4. 涌井學；すすんだ農作業と農機具の知識 p. 186-200

5. Roy. Bainer. R. A. Kepner E. L. Bargar; Principle of Farm Machinery p. 370-372. and. p. 390-405. 1955,

6. C. C. hi experimental statistics p. 84-101. 1964

7. 侯自清農具學 p. 126-128. 民國 46 年 7 月增訂版。

Summary

Soybean is one of the most important cash crops in Taiwan. The area planted every year covers 45,285 hectares, nine-tenths of which is for winter crop in the south of Taiwan. It takes much time as well as work to harvest by threshing by use of *lien chia* and moreover, it happens to be the time for land preparation of the first crop of rice and transplanting, which is the busiest time for farmers in the year. A seriousness of labor shortage in the farming villages are caused by the recent rushing of young farmers to work in the cities. Therefore, it is quite an important and necessary job to develop a kind of highly efficient machine to take place of conventional threshing method. A kind of small power thresher with reasonable price has been developed for farmers adoption through many times of trial manufacturing. Following is the summary of its performance and uses:

- (1) This powered thresher is produced quite for purpose of Community of farm management in Taiwan. It may be supplied each owner farmer of which is about 1 hectare with complete threshing in a day. As the size is small and the cost is low. it could be used when equipped with a small engine of 3~4 H.P and a electric motor of 0.5-1 H.P. This thresher, if equipped with The small engine of 3-4 H.P, Could be easily moved to the field to do the threshing work and if equipped with a electric motor of 0.5-1 HP, Could work more economically and conveniently on the soybean plant carried back to the farmers' house during the leisure time.
- (2) In construction, this powered thresher weighs 84 kilos, and is easy to move and operate in the field, with the form and moving velocity of thresher's spike tooth, if the spike tooth is replaced by a leaked-out plate, would be fit for threshing beans of all kinds. This powered thresher designed for operations in many ways, could thresh, remove straw, test soybean seed by the wind and carry bean at one time and thus the working speed is efficiently heightened.

(下轉第 2 頁)