

單行式雜糧播種機缺播預警系統之研究*

Studies on the Single-Line Early-warning System of Failure-seeding for Local Seed Planters

國立中興大學農機系教授 國立中興大學農機系助教 國立中興大學農機系助理

陳俊明

陳澤民

賴惠敏

Jiunn-ming Chen

Jert-min Chen

Huei-min Lai

摘 要

本研究係利用紅外線感測裝置檢測有無種子通過導管，並以微動開關檢測有無土壤堵塞，以完成單行缺播預警系統。除了先進行室內試驗以確定其準確性外，同時將本系統安裝於國產雜糧播種機上，播種玉米進行田間試驗，測定其可行性及缺失。其主要技術內容係採用價廉之紅外線發光二極體及微動開關，配合單晶片微電腦之軟體技術所組成。其整體結構相當簡易且成本亦甚低。實驗結果顯示，作業速度在每小時5~6公里，偵測時間設定在0.75秒時，其有效感應預警之缺播間隔為4株，失誤率平均為4.4%，可符合實際之作業需求；而微動開關之精確度幾達百分之百，可允許0.51秒內土壤暫時阻塞之發生。

ABSTRACT

A single-line early-warning system is presented for the detection of the failure-seeding. The system combines an infrared sensor to monitor the seed passing through the seed duct and a micro-switch to monitor the soil block at the duct end, which is controlled by the single chip software. The system is of simple structure and low cost. The performance of the system shows excellent results both in the tests at laboratory and field operations using a domestic planter. The missing rate of detecting failure-seeding of infrared sensor is only about 4.4% when operating at 5-6 km/hr and in the sensor period of 0.75 seconds; that is, the effective sensing-steps for failure-seeding are four. This also shows that the accuracy of the micro-switch reaches nearly 100% and which allows up to 0.51 seconds for the temporary soil blocking at the duct end.

* 本研究承蒙行政院農業委員會經費補助，謹致謝意。

一、前 言

本省在稻田轉作政策之推動下，種植雜糧面積逐年增加。由於田間工作環境複雜，因此雜糧作物播種機於農場作業時，經常會發生種子導管因泥土阻塞或其他原因而造成缺播情事，往往作業員不察而繼續作業，則將導致作業品質低落及日後再行補植之困擾。因此，若能於播種時，遇有阻塞或其它原因而導致缺播情事時，即能自動偵測並發出警告，則作業人員將可事先作必要之處置，以達到不須再補植之作業要求。

目前雜糧播種機可能發生缺播之情形分為兩方面：其一是種子導管無種子掉落；另一則是種子導管與土壤接觸末端發生土壤堵塞，因此種子導管雖有種子掉落，但並未播入溝中而發生缺播現象。因此，欲建立缺播預警系統即須根據此兩方面著手。

近年來由於微電腦技術之發展，與其具價廉易自動化監控之實用特徵，諸多高科技技術已與電腦結合應用在一起，例如光電技術與微電腦之結合應用，加以光電技術因具有下列之強勢優點：

1. 對農產品不會破壞。
2. 快速而精確。
3. 光電元件與電子零件體積小而輕巧。
4. 以微處理程式軟體控制具較高的彈性設計，可因不同需求修改遠程式化控制。

因此已被廣泛應用在農業機械之設計實例上，如光電式蔬果選別裝置之應用等^(1,2,3,4,5,7,9,10,11,12,13,14)。本研究即利用光電技術以偵測有無種子通過種子導管，以達成種子箱種子用罄或播種盤失效故障造成缺播之偵測即時發出預警。

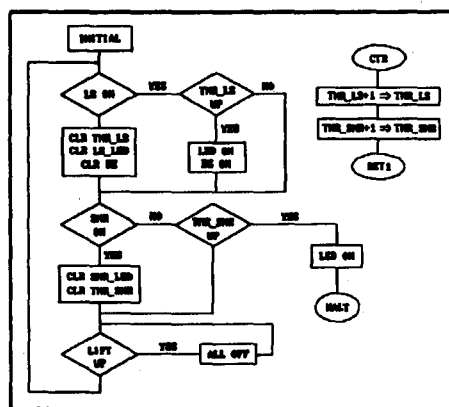
另外利用微動開關以從事感測控制，亦已普遍被應用在農業機械之設計實例上，如 T.L. Kaminski 及 G.C. Zoerb⁽⁵⁾ 於1965年曾利用微動開關感測作物高度，再以電氣訊號操作油壓系統上下調整收割頭以保持一定的收割高度，研製完成穀類作物收穫機收割頭高度自動控制系統。中川健治⁽⁶⁾ 等人於1979年亦曾利用檢測裝置偵測位置，並以電氣配合油壓驅動來研究茶葉摘採機刈刀位置之自動制御等。本研究即利用微動開關，以偵測種子導管末端發生土壤或其他異物阻塞而造成缺播時之預警。構造簡單價廉且其預警之準確性幾達百分之百，甚具實用價值。

應用光電技術於田間作業機械之設計尚屬罕見

，而紅外線感測器具有不需接觸工作物且精確輕巧之優點，正可用以偵測種子之有無，並且不妨礙播種作業之進行，並能設計以達到自動監測之作業要求，且符合經濟原則，本研究將予採用。

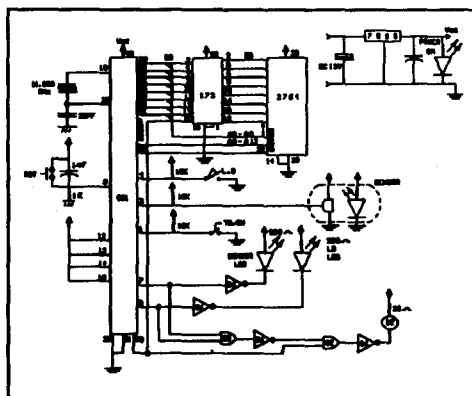
二、預警機構原理

單行式缺播預警系統之主要構造原理，係藉種子遮斷紅外線訊號的連續性作判斷，訊號取得後以單晶片微電腦作為資料的處理和程式控制，可檢測出有無種子通過導管，同時以微動開關檢測出有無土壤堵塞。所使用之 8031 單晶片微電腦，為一 8 位元微控制器（內包含 ROM、RAM、CPU、Timer 及 Counter 等），係使用 5 伏特之電源，具有體積小功能強及成本低之特徵。本預警系統之作用流程詳見圖一。



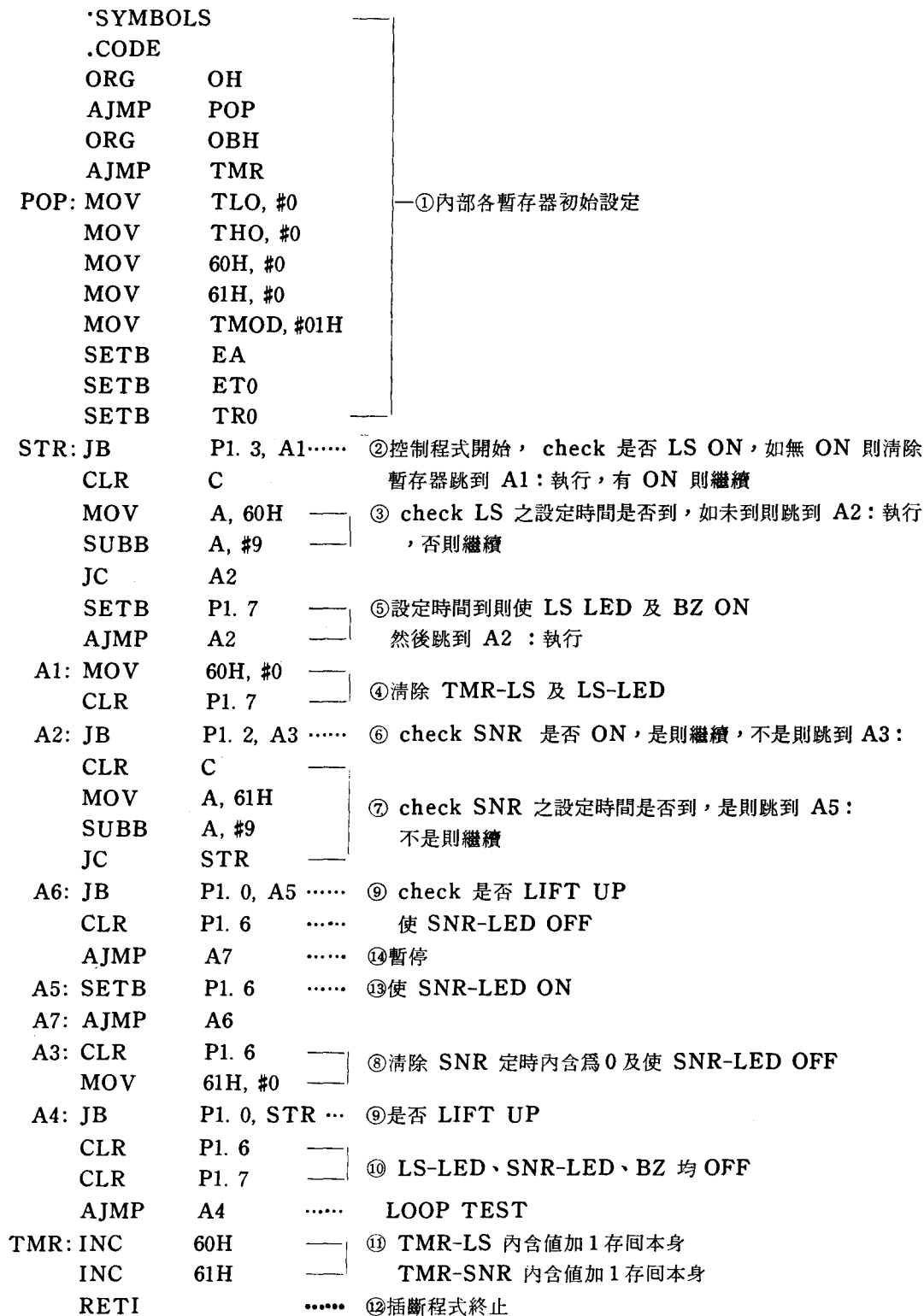
圖一 預警系統流程設計圖

預警機構之硬體電路詳見圖二。



圖二 預警機構之硬體電路

預警系統之控制程式及執行步驟說明詳見圖三。



圖三 預警系統之程式設計

圖二中主要之控制執行零件說明如下：

- 7805……電壓調整器 (將12V調整為 5 V)
- 373 ……74373 位址門鎖正反器
(鎖定位址資料用)
- 2764……ROM (程式存放用IC)
- C31 ……8031 (單晶片控制器)
- 06 ……7406 (開集極輸出緩衝器)
- 32 ……7432 (正或閘)
- RST …開關
- TG/SW ……搖頭開關
- 11.059 MHZ……石英振盪器 (產生基準時間)
- SENSOR……紅外線發射接收控制器
- LS……微動開關
- SENSOR-LED ……指示燈
- LS-LED ……指示燈
- POWER-ON ……指示燈
- BZ ……蜂鳴器
- 20PF, 1 μ F ……電容器
- 10K, 220 Ω , 33 Ω ……電阻器
(降低電流值以保護零件)

本機構之主要作用原理是當導管末端有土壤或其他異物阻塞時，即觸動微動開關，經單晶片微電腦接收處理後，警示燈亮同時蜂鳴器發出聲響，警告駕駛員導管已發生堵塞情事；同時，在種子導管入口處裝設紅外線感測裝置以偵測有無種子通過導管，若紅外線感測裝置於吾人所設定之時間內無感測出種子通過時，另一警示燈亮蜂鳴器亦發出聲響，表示有缺播情事，須停車檢查處理。

此預警系統之控制程式及執行步驟說明如圖三所示。乃係根據圖一之作用流程設計而成。

本項缺播預警系統，係將微動開關 (LS) 裝設於種子導管末端出口內，而將紅外線檢測器 (SENSOR) 固定於種子導管入口處。當播種作業進行時，一開機即由程式先設定 CPU 內各暫存器之初始值，亦即圖三中①之動作，再開始控制程式之執行。當種子導管末端遇有土壤或異物阻塞時，隨即觸動微動開關而形成通路 (ON)，經單晶片

微電腦接收後立即檢視是否達到所設定之容許時間 (TMR)，若是則警示燈 (LED) 亮，蜂鳴器 (BZ) 並發出警告聲響。反之，於無阻塞發生或阻塞時間未達設定值時，隨即自行清除 (CLR) 時間設定，並且不斷重複檢視，其作用情形如圖三中②③④⑤所示之動作。同理，當種子順利落下通過導管時，便遮斷紅外線發射接收檢測器而造成斷路，故當微電腦接收到紅外線檢測器形成通路時，即表示無種子通過導管，因此立刻自動檢視所設定之時間是否到達，以決定是否顯示警示燈並使蜂鳴器發出聲響。在警告訊號發生後，作業人員停車處理後按下重新開機開關 (RST)，整個預警系統即可重新運作，其作用情形如圖三中⑥⑦⑧⑩⑬⑭所示之動作；此外，另以插斷程式產生定時器之基準時間如圖三中⑪⑫所示之動作，並隨時檢視機具是否處於舉升 (UP) 狀態，作為切斷警示燈及蜂鳴器作用之依據，以便利作業中頭地轉彎之需求。

三、試驗材料及方法

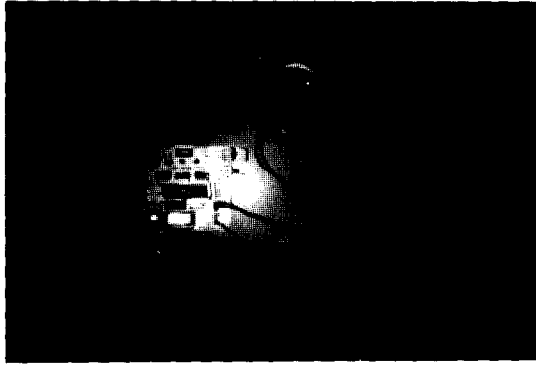
(一)設備及材料

1. 配裝本預警系統之建農牌國產雜糧播種機：其機構如圖四所示。



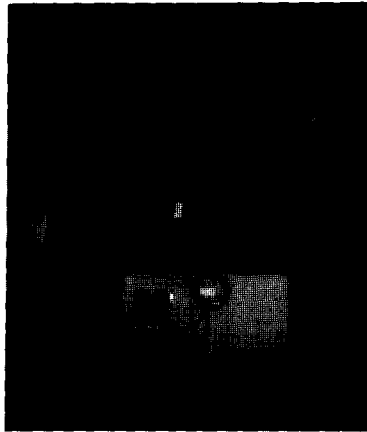
圖四 配裝本缺播預警系統之建農牌國產雜糧播種機

2. 玉米種子
3. 單晶片微電腦：其機構如圖五所示，用以偵測有無種子通過種子導管及種子導管有無阻塞發生。當阻塞發生或種子無通過種子導管時，能以分別之燈號顯示並發出警報訊號告知操作者停機處理。



圖五 主要控制單元：單晶片微電腦

- 4.紅外線檢測裝置：將其固定於種子導管入口位置，以偵測有無種子經由導管掉落，可作為種子箱內種子用罄或播種帶（盤）作用失效之預警。
- 5.微動開關：在種子導管末端出口內裝設微動開關（Micro-Switch），用以偵測種子導管是否發生阻塞造成缺播。
- 6.可調速三相感應馬達（VS 3 Phase Induction Motor）：在室內試驗時，可設定以相對於田間播種速度之轉速帶動播種機運轉，其機構如圖六所示。

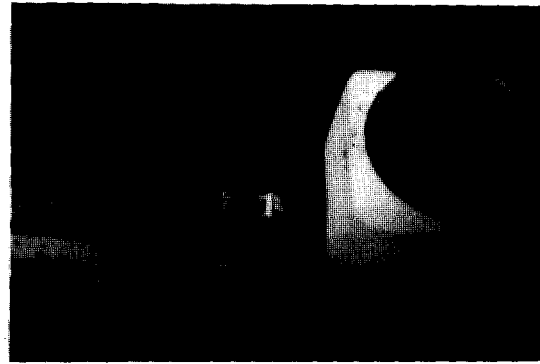


圖六 配裝可調速三相感應馬達帶動播種機運轉以進行室內缺播偵測

- 7.電子式馬錶：用以量測觸動微動開關至反應之時間間距。
- 8.曳引機（FENDT Tractor）：進行田間試驗時用以牽引播種機作業。

(二)方法：

- 1.在電子實驗板上做出微電腦控制及種子量檢出之硬體電路。
- 2.在實驗室做一模擬播種裝置，配合微電腦控制硬體實驗電路，完成種子偵測試驗。
- 3.先於實驗室內，以一般之微動開關，模擬阻塞發生之偵測試驗。
- 4.微電腦控制及顯示程式編寫。
- 5.在播種帶上連續封住數個播種穴造成人為缺播，其情形如圖七所示，並實際模擬播種玉米時之田間作業狀況（株距30公分），以4種不同的播種速度進行紅外線感測系統之室內測試，瞭解其感應預警之準確性並尋找出有效感應之最小缺播間隔及時間。



圖七 在播種帶上連續封住數個播種穴造成人為缺播以進行系統之缺播預警功能測試。

- 6.針對土壤或異物阻塞導管之偵測系統，以人為方式觸動微動開關進行多次室內試驗，量測至感應發出預警訊號之時間間距，亦即所設定之容許時間，平均求出所偵測之阻塞時間限制。
- 7.利用曳引機牽引播種機進行田間試驗，以瞭解實際應用時所遭遇之困難及缺失加以檢討改良。

四、結果與討論

本研究針對玉米之播種進行室內與田間試驗，在農民所慣用之作業速度每小時5~6公里情況下，系統設定之偵測時間為0.75秒，其缺播間隔小於1公尺，應可為農民所接受。實際測試之詳細結果如下：

(一)室內試驗部份：

1.分別以每小時4公里、5公里、6公里及7公里之不同作業速度，進行紅外線感測系統之室內偵測測試，其結果如表一～表四所示，顯示其有效感應預警之最小缺播間距各別為：

- (1)作業速度每小時4公里(0.27秒/次)時，可準確偵測到3株(0.81秒)之缺播間隔。
- (2)作業速度每小時5公里(0.22秒/次)時，可準確偵測到4株(0.88秒)之缺播間隔。
- (3)作業速度每小時6公里(0.18秒/次)時，可準確偵測到4株(0.72秒)之缺播間隔。
- (4)作業速度每小時7公里(0.15秒/次)時，可準確偵測到5株(0.75秒)之缺播間隔。

由上述實驗結果可知，此預警系統可準確偵測到0.72秒以上之缺播，且失誤率不超過5%。由於2株之缺播間隔小於所設定之偵測時間，因此未將結果列於表中，僅繪於圖八、圖九中供參考。

根據實驗結果顯示，有效感應預警之最小缺播間隔與播種速度成正比，亦即播種速度愈低，缺播預警之效果愈佳，在所試驗之四種不同作業速度下

，其結果以每小時4公里之播種速度，其缺播預警之效果最好，詳見表五、表十及圖八、圖九所示。惟若考慮缺播間隔不超過1公尺情況下，欲提高其作業能量，則本預警系統可採用每小時5~6公里之作業速度，此與農民所慣用之速度相符合，應可為農民所接受。倘若修改時間輸入以縮短有效感測之缺播間距，雖可使偵測系統更加靈敏，却將徒增作業人員頻頻停機檢查處理之困擾而降低作業能量，難以符合實際作業之狀況，故宜考慮在農民所容許接受之缺播範圍內設定適當的時間輸入。

2.進行導管阻塞偵測系統之室內靜態試驗時，係利用電子馬錶多次量測觸動微動開關至感應預警之時間間距，了解所設定之時間輸入值是否合於農民作業時所容許之範圍，其結果如表十一所示，由表中可看出本系統約可容許0.51秒內之暫時阻塞情形，而缺播距離不到1公尺，頗合於農民實際作業要求。此外，微動開關對土壤或異物阻塞導管的感應精度幾達百分之百。

表一 播種速度每小時4公里時之缺播預警室內試驗

缺播間隔	第一次			第二次			第三次			第四次			第五次		
	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%
3	40	40	0	40	39	2.5	40	40	0	40	40	0	40	40	0
4	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0
5	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0
10	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0

(馬達轉速 210 rpm., 播種速度 3.7 次/秒, 株距 30 公分)

表二 播種速度每小時5公里時之缺播預警室內試驗

缺播間隔	第一次			第二次			第三次			第四次			第五次		
	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%
3	40	36	10	40	36	10	40	36	10	40	38	5	40	37	7.5
4	40	38	5	40	38	5	40	38	5	40	39	2.5	40	39	2.5
5	40	40	0	40	38	5	40	40	0	40	40	0	40	39	2.5
10	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0

(馬達轉速 270 rpm., 播種速度 4.6 次/秒, 株距 30 公分)

表三 播種速度每小時6公里時之缺播預警室內試驗

缺播間隔	第一次			第二次			第三次			第四次			第五次		
	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%
3	40	22	45	40	31	22.5	40	26	35	40	23	42.5	40	29	27.5
4	40	38	5	40	39	2.5	40	37	7.5	40	38	5	40	38	5
5	40	38	5	40	38	5	40	38	5	40	40	0	40	39	2.5
10	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0

(馬達轉速 320 rpm., 播種速度 5.6 次/秒, 株距 30 公分)

表四 播種速度每小時7公里時之缺播預警室內試驗

缺播間隔	第一次			第二次			第三次			第四次			第五次		
	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%
3	40	8	80	40	8	80	40	9	77.5	40	9	77.5	40	7	82.5
4	40	30	25	40	30	25	40	27	32.5	40	25	37.5	40	25	37.5
5	40	37	7.5	40	37	7.5	40	40	0	40	38	5	40	38	5
10	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0

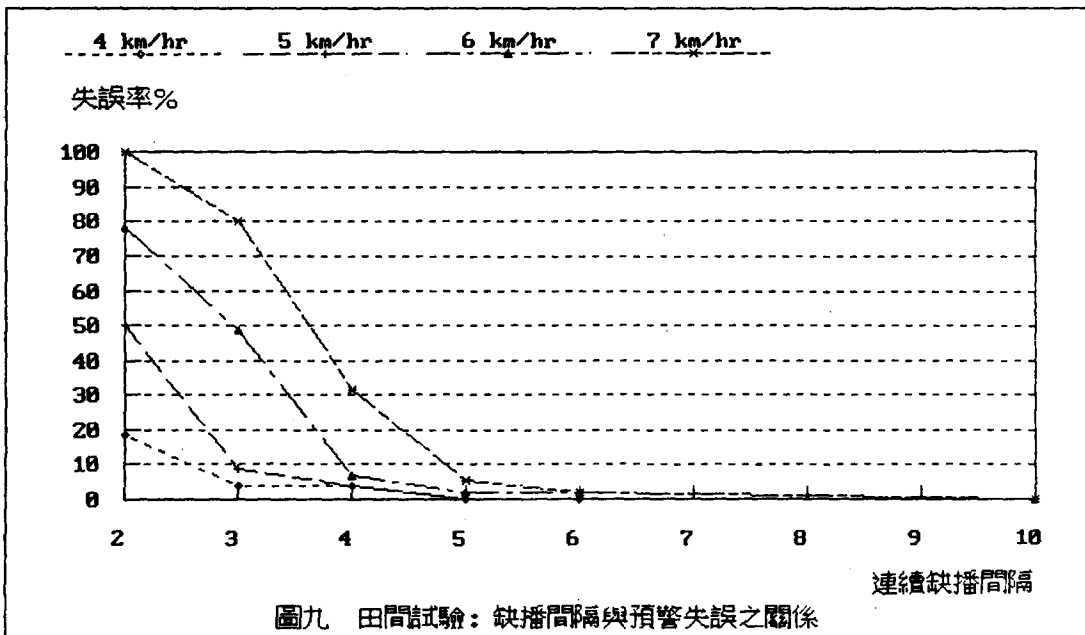
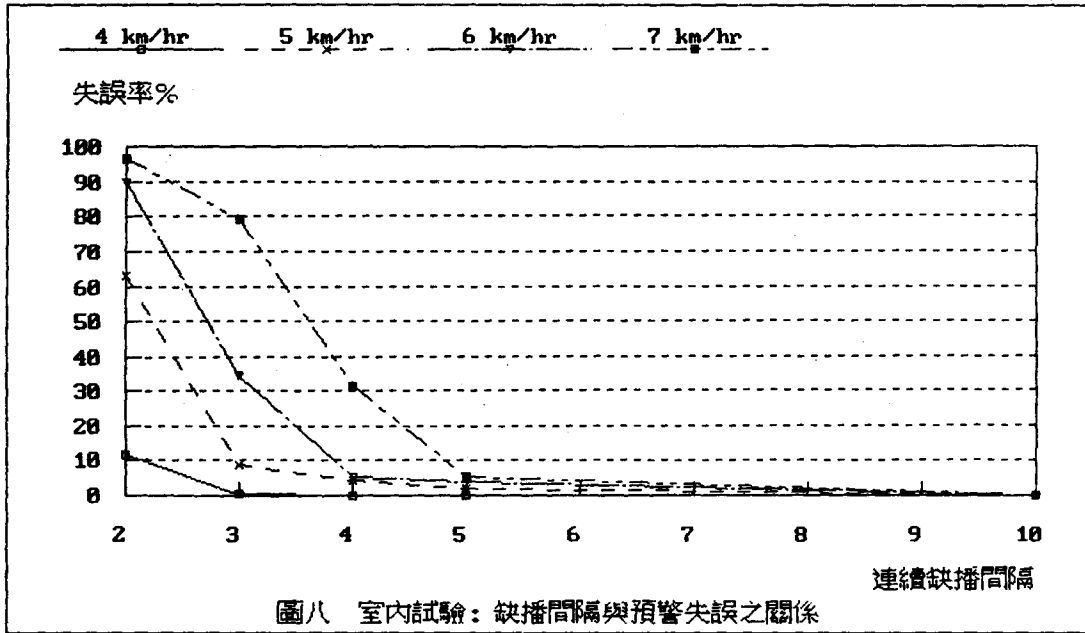
(馬達轉速 370 rpm., 播種速度 6.5 次/秒, 株距 30 公分)

表五 缺播預警室內試驗結果之平均值

播種速度	4 km/hr (3.7 次/秒)			5 km/hr (4.6 次/秒)			6 km/hr (5.6 次/秒)			7 km/hr (6.5 次/秒)		
缺播間隔	實際缺播次數	平均預警次數	平均失誤率%	實際缺播次數	平均預警次數	平均失誤率%	實際缺播次數	平均預警次數	平均失誤率%	實際缺播次數	平均預警次數	平均失誤率%
3	40	39.8	0.5	40	36.6	8.5	40	26.2	34.5	40	8.2	79.5
4	40	40	0	40	38.4	4	40	38	5	40	27.4	31.5
5	40	40	0	40	39.4	1.5	40	38.6	3.5	40	38	5
10	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0

表十 缺播預警田間試驗結果之平均值

播種速度	4 km/hr (3.7 次/秒)			5 km/hr (4.6 次/秒)			6 km/hr (5.6 次/秒)			7 km/hr (6.5 次/秒)		
缺播間隔	實際缺播次數	平均預警次數	平均失誤率%	實際缺播次數	平均預警次數	平均失誤率%	實際缺播次數	平均預警次數	平均失誤率%	實際缺播次數	平均預警次數	平均失誤率%
3	20	19.3	3.5	20	18.3	8.5	20	10.3	48.5	20	4	80
4	20	19.3	3.5	20	19.3	3.5	20	19	5	20	13.7	31.5
5	20	20	0	20	20	0	20	19.7	1.5	20	19	5
6	20	20	0	20	20	0	20	19.7	1.5	20	19.7	1.5
10	20	20	0	20	20	0	20	20	0	20	20	0



表十一 土壤或異物阻塞偵測之室內試驗

實驗次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
T(秒)	0.52	0.50	0.54	0.52	0.50	0.53	0.51	0.50	0.52	0.52	0.49
實驗次數	12	13	14	15	16	17	18	19	20	平均值	
T(秒)	0.51	0.51	0.50	0.52	0.53	0.49	0.50	0.52	0.50	0.51	

註：T表觸動微動開關至感應預警之時間間距（亦即所設定之容許值）

(二)田間試驗部份：

1.同室內試驗方式，而改以曳引機牽引加裝有本缺播預警系統之播種機，實際進行紅外線感測系統之初步田間試驗，由於受到太陽光線干擾而使感應頻繁無法測試，經覆蓋擋光裝置後即有改善，其試驗結果如表六~表九所示，顯示其有效感應預警之最小缺播間距各別為：

(1)作業速度每小時4公里(0.27秒/次)時，

可準確偵測到3株(0.81秒)之缺播間隔。
 (2)作業速度每小時5公里(0.22秒/次)時，可準確偵測到4株(0.88秒)之缺播間隔。
 (3)作業速度每小時6公里(0.18秒/次)時，可準確偵測到4株(0.72秒)之缺播間隔。
 (4)作業速度每小時7公里(0.15秒/次)時，可準確偵測到5株(0.75秒)之缺播間隔。
 由試驗結果可知其與室內試驗結果幾乎相同。

表六 播種速度每小時4公里時之缺播預警田間試驗

缺播間隔	第一次			第二次			第三次		
	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%
3	20	19	5	20	20	0	20	19	5
4	20	19	5	20	20	0	20	19	5
5	20	20	0	20	20	0	20	20	0
6	20	20	0	20	20	0	20	20	0
10	20	20	0	20	20	0	20	20	0

(播種速度 3.7 次/秒, 株距 30 公分)

表七 播種速度每小時5公里時之缺播預警田間試驗

缺播間隔	第一次			第二次			第三次		
	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%	實際缺播次數	預警次數	失誤率%
3	20	18	10	20	19	5	20	18	10
4	20	20	0	20	19	5	20	19	5
5	20	20	0	20	20	0	20	20	0
6	20	20	0	20	20	0	20	20	0
10	20	20	0	20	20	0	20	20	0

(播種速度 4.6 次/秒, 株距 30 公分)

表八 播種速度每小時6公里時之缺播預警田間試驗

缺播 間隔	第 一 次			第 二 次			第 三 次		
	實際缺播大數	預警大數	失誤率%	實際缺播大數	預警大數	失誤率%	實際缺播大數	預警大數	失誤率%
3	20	10	50	20	10	50	20	11	45
4	20	19	5	20	19	5	20	19	5
5	20	20	0	20	19	5	20	20	0
6	20	19	5	20	20	0	20	20	0
10	20	20	0	20	20	0	20	20	0

(播種速度 5.6 次/秒, 株距 30 公分)

表九 播種速度每小時7公里時之缺播預警田間試驗

缺播 間隔	第 一 次			第 二 次			第 三 次		
	實際缺播大數	預警大數	失誤率%	實際缺播大數	預警大數	失誤率%	實際缺播大數	預警大數	失誤率%
3	20	4	80	20	3	85	20	5	75
4	20	13	35	20	14	30	20	14	30
5	20	19	5	20	19	5	20	19	5
6	20	20	0	20	19	5	20	20	0
10	20	20	0	20	20	0	20	20	0

(播種速度 6.5 次/秒, 株距 30 公分)

2. 實際進行田間土壤或異物阻塞偵測系統之初步試驗, 播種長度80公尺時, 僅有二次在頭地轉彎時因播種機具下降速度過快, 發生土壤阻塞導致預警訊號發生。在一般播種作業進行時, 因導管前端有開溝犁先行作業, 若田間整備狀況良好, 只要土壤水分含量適當甚少會發生導管阻塞情事, 偶有阻塞發生主要是因作業人員操作不當, 在頭地轉彎時播種機具下降過快所造成。

五、結 論

經由室內及田間試驗結果顯示, 利用本系統對於雜糧播種機作業精度之提昇確具有實質上之效果, 可準確偵測出播種作業過程中因種子用罄、播種帶(盤)作用失效或種子導管阻塞所造成之缺播情事, 並可依農民實際作業需求設定適當之時間輸入, 以達到毋須補植之精密播種作業要求。

從試驗結果得知, 本系統之紅外線感測裝置可偵測0.72秒之缺播, 而微動開關則可容許0.15秒內

之暫時阻塞。當播種作業速度每小時5~6公里時, 此時間輸入適用於玉米之播種, 其失誤率低於5%, 確實可達到缺播預警之功能。

由於紅外線感測裝置之高準確性及靈敏度, 用以偵測播種機缺播及時預警甚為適合, 此單行式雜糧播種機缺播預警系統之建立, 可提供進一步對於多行式播種機缺播預警系統研製之基礎。

六、建議事項

- (一)紅外線感測裝置於田間作業時易受太陽光之干擾, 應加裝能確實隔離太陽光之擋光裝置予以解決。
- (二)應針對作物之不同作業條件, 測試出最佳的時間輸入並建立適當之操作技術資料, 提供農民選擇適當之偵測時間以適合各種作物播種之作業需求。
- (三)以單行式缺播預警系統所建立之基礎, 進一步研製實用型多行式播種機缺播預警系統。

七、參考文獻

1. 馮丁樹、洪慎德 1987 光電式蔬果大小選別裝置之研究。中國農業工程學會七十六年學術研討會論文 p. 141-155。
2. 魏賢卿、楊進添、謝定時 1987 光電技術在蔬果選別、分級方面之應用研究——新鮮梅子表面反射及選別機構之初步研究。食品工業發展研究所研究報告第 469號。
3. 陳世銘 1987 番茄光電選別機之研製(一)。國立臺灣大學農業機械工程學系研究報告。
4. 謝廣文 1987 番茄顏色光電選別之初步研究。國立臺灣大學農業機械工程學系研究報告。
5. 陳世銘、謝廣文 1988 番茄顏色之光電選別。中國農業工程學報34(2)：49-54。
6. 中川健治、堀部和雄、小坂秀人、近藤一行、村上郁夫 1979 茶葉摘採機の刈刀位置自動制御(第1報)——檢出器に關する二・三の實驗結果について。農業機械學會誌第41卷第2號 p. 257-261。
7. 中馬 豐、中司 敬 1979 DLE によるカキ果實の選別自動化に關する研究(第1報)——カキ果實の DLE 基礎特性。農業機械學會誌第41卷第2號 p. 279-285。
8. T. L. Kaminski and G. C. Zoerb, Automatic Header-Height Control for Grain Crops, TRANSACTIONS OF THE ASAE, 1965, 8(2): 284-287.
9. F. C. Jacob, R. J. Romani and C. M. Sprock, Fruit Sorting by Delayed Light Emission, TRANSACTIONS OF THE ASAE, 1965, 8 (1): 18-24.
10. K. Q. Stephenson, R. K. Byler, M. A. Wittman, Vibrational Response Properties As Sorting Criteria for Tomatoes, TRANSACTIONS OF THE ASAE, 1973, 16(2): 258-265.
11. J. J. Gaffney, Reflectance Properties of Citrus Fruits, TRANSACTIONS OF THE ASAE, 1973, 16 (2): 310-314.
12. J.R. Heron, G.L. Zachariah, Automatic Sorting of Processing Tomatoes, TRANSACTIONS OF THE ASAE, 1974, 17(5): 987-992.
13. T.H. Burkhardt and R.F. Mrozek, An Orienting and Conveying Device for Sorting Dried Prunes, TRANSACTIONS OF THE ASAE, 1974, 17(6):1173-1176.
14. K. Q. Stephenson, Color Sorting System for Tomatoes, TRANSACTIONS OF THE ASAE, 1974, 17 (6): 1185-1190.

收稿日期：民國80年4月27日

接受日期：民國80年5月21日

歡 迎 會 員 先 生

多 多 投 稿