

多行式蔬菜真空直播機 真空系統性能之測試分析

陳澤民¹⁾ 陳俊明²⁾

(接受刊載日期：中華民國84年11月24日)

摘要：本研究係以國內研發完成之多行式蔬菜園真空直播機為對象，針對其真空播種作業系統進行測試與分析。試驗結果顯示：增加排氣口截面積將可提高播種系統的真空能力；減小排氣口截面積則將使排氣口風速加快，排氣管路溫度驟增，進而造成能量損失。吸氣口截面積、分導管開啓數目以及種子吸針數增加時，皆會造成真空能力衰降，其中真空能力與分導數成平方反比而與吸針數成反比。若單以種子吸針數觀察：吸針孔徑愈大真空能力衰降也愈快。
關鍵詞：真空式蔬菜直播機，真空能力

一、前言

隨著科學不斷地精進，真空技術也因之迅速發展，過去被視為理論狀態的真空現象，現在也已經發展成爲一門獨特的技術，廣泛地應用在科學研究^(1,10,11,17,18)與生產製造上。

除非在太空中，否則必須靠人爲方式才能在地球取得真空狀態，在以往真空技術大多數僅被應用於實驗室型的科學儀器和設備，然發展至今，基於真空製程清潔無污染與節約能源的優勢與特色⁽²²⁾，應用真空技術已發展成爲獨特的工程科學，稱爲真空工程 (Vacuum Engineering)。真空工程非但有其獨具的應用範圍，並直接或間接地取代許多傳統工程技術⁽¹⁹⁾的重要地位，自動化的真空工廠更已經成爲很多工業生產的主力。

就農業上的應用而言，真空技術不但解決了生物受環境局限的問題，更取代了複雜的機械與控制機構，使得相關的生產處理作業更爲經濟有效。相關之應用研究十分豐富，自1967年起即開始有許多應用真空進行精密點播之相關研究^(5,6,7,8,9,16,31,32)；真空式自動擠乳設備的一系列開發研究也陸續展開^(29,30)；在日本瀨尾康久等先生從1986年起對蠶繭的真空乾燥進行了許多試驗與探討^(25,26,27,28)；同樣在日本，村田敏等先生則致力於真空精米設備之研究，藉由真空技術的利用，防止稻米在精白過程中，因溫度升高而影響米質⁽²⁴⁾；在國內，除了持續致力於真空精密點播技術的開發研究外^(5,6,7,8,9,16)，台灣大學農業機械工程研究所在1987年曾對蔬菜真空預冷設備之研製與應用進行研究⁽¹⁵⁾；屏東技術學院則在其一系列畜產廢棄物處理研究中，應用真空技術開發研製完成一迴轉圓筒篩

1) 國立中興大學農業機械工程學系講師

2) 國立中興大學農業機械工程學系教授

真空吸力壓榨式固液分離機⁽²⁰⁾；小規模的應用研究尚有田間害蟲的真空防除設備與排灌設施等⁽⁴⁾。在以上諸多有關真空技術的應用與研究中，農產品的真空乾燥與包裝^(3,12,14)、畜牧生產用的自動擠乳器以及田間作業用的精密播種機^(5,6,7,16)都是極為成功的典範。至於在真空精密播種的實際應用與研究方面，日本與法國均已將商品化的真空播種機問市，為了驗證這些機種在本省的適用性，屏東技術學院曾對法國 MONOSEM 牌真空吸力式播種機，進行性能試驗，結果證實對本省雜糧作物之播種作業適用性極佳⁽²³⁾。為配合國內自行研發改良多行式真空蔬菜園直播機工作之進行，本研究將專注於有關真空系統特性與作業能力的研究探討，以期能更切實有效地應用真空技術。

二、真空理論

根據現代科技大辭典之定義：真空係指理論上沒有物質存在的空間；實際上，指壓力遠低於標準大氣壓，因而殘留氣體不影響正在其中進行的各種過程的空間⁽²⁾。簡單言之，真空可定義為：一個空間，其內部氣體的壓力顯著小於周圍環境的大氣壓力⁽²¹⁾。真空度的量測單位為托爾 (Torr) 定義如下：

$$1 \text{ Torr} = 1 \text{ mmHg(abs)} \\ = 0.019337 \text{ psi}$$

真空度表示一個真空系統中剩餘氣體的數量，通常以剩餘氣體的壓力來作量度。依作業的需求，美國真空技術委員會 (CVT, Committee on Vacuum Technique) 將真空度分為五級⁽¹³⁾，一般在田間作業的應用上僅止於粗略與中度真空二級，系統的精密程度不高，相當符合田間作業機具與經濟面的要求。真空系統 (Vacuum System) 一般又可分為兩種型式⁽²¹⁾，一為靜態系統亦稱為封閉系統 (Static or Close System)

，係將系統抽至所需真空度後即予封閉不再與外界流通，常用於靜態環境的維持，如燈管、罐頭等皆屬此種系統之應用，其真空無法為作動所用；另一為動態系統 (Dynamic System) ，此系統主要由真空泵、管路、閥門以及襯墊所組成，而由真空泵不斷地向外界排氣以維持所需的真空度，並經由管路的連通滿足外界作業的需求，目前所有的真空播種作業均採用此種系統。

由於真空中氣體的分子數較少，故完全氣體定律 (Perfect Gas Law) 可以適用，氣體壓力計算如下：

$$P = nKT \dots \dots \dots (1)$$

P：氣體壓力

n：單位體積的分子數

K：波滋曼常數 (Boltzmann's constant = $1.38 \times 10^{-16} \text{ erg} / ^\circ \text{K}$)

T：絕對溫度

有關真空系統中的數學描述，一般皆由最簡易之氣體流量平衡公式開始⁽¹⁰⁾：

$$Q = SP + V_0 \frac{dP}{dt} \dots \dots \dots (2)$$

Q：氣流通量 (Torr × liter/time)

P：氣體壓力 (Torr)

S：抽氣率 (liter/time)

V₀：系統體積 (liter)

$\frac{dP}{dt}$ ：氣壓改變率

當於穩定狀態或管路內時，上式更可化簡為⁽¹³⁾：

$$Q = S_1 P_1 = S_2 P_1 = \dots \dots = S_n P_n \dots \dots \dots (3)$$

S₁：管路截面1處之抽氣率 (liter/time)

P₁：管路截面1處之氣體壓力 (Torr)

S₂：管路截面2處之抽氣率 (liter/time)

P₂：管路截面2處之氣體壓力 (Torr)

S_n ：管路截面n處之抽氣率 (liter/time)

P_n ：管路截面n處之氣體壓力 (Torr)

而在作系統計算時，由於管路洩漏和阻抗皆嚴重影響系統所能達到之真空度，故相關因子皆必須列入考慮。其中氣導 (Conductance) 定義為：在穩定的狀態下，單位壓力差的氣體流通量，其單位與抽氣率相同。

$$L = \frac{Q}{P_1 - P_2} \dots \dots \dots (4)$$

L：氣導 (Conductance) (liter/time)

而管路的阻抗W (Impedance) 則定義為氣導L之倒數⁽²¹⁾：

$$W = \frac{1}{L} \dots \dots \dots (5)$$

W：阻抗 (time/liter)

將(5)式代入(4)式可得：

$$P_1 - P_2 = PSW = QW \dots \dots \dots (6)$$

$$\Delta P = QW \dots \dots \dots (6')$$

此式與電路中之歐姆定律 (Ohm's Law) 相同，故於串聯與並聯之真空管路計算時，可參照電路之法則計算之。

串聯真空管路之計算：

$$W = W_1 + W_2 + \dots + W_i + \dots + W_n \dots \dots (7)$$

各段壓差：

$$\Delta P_i = Q \times W_i \dots \dots \dots (8)$$

總壓差：

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \dots + \Delta P_i + \dots + \Delta P_n = QW \dots \dots \dots (9)$$

並聯真空管路之計算：

$$\frac{1}{W} = \frac{1}{W_1} + \frac{1}{W_2} + \dots + \frac{1}{W_i} + \dots + \frac{1}{W_n} \dots \dots \dots (10)$$

$$L = L_1 + L_2 + \dots + L_i + \dots + L_n \dots \dots \dots (11)$$

總壓差同(9)式：

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \dots + \Delta P_i + \dots + \Delta P_n = QW \dots \dots \dots (9)$$

由前述之各計算式可知管路阻抗與管路洩漏，均為造成系統真空損失 (Vacuum Loss) 的重要原因，因此在應用真空技術時，除了取得理論真空度的基本技術外，測漏、真空量度與系統元件的選用，乃為維護與規劃真空系統所必備。

三、試驗設備與方法

(一)試驗設備：

本研究所使用之試驗與量測設備如下：

(1)播種機真空系統測試管路：

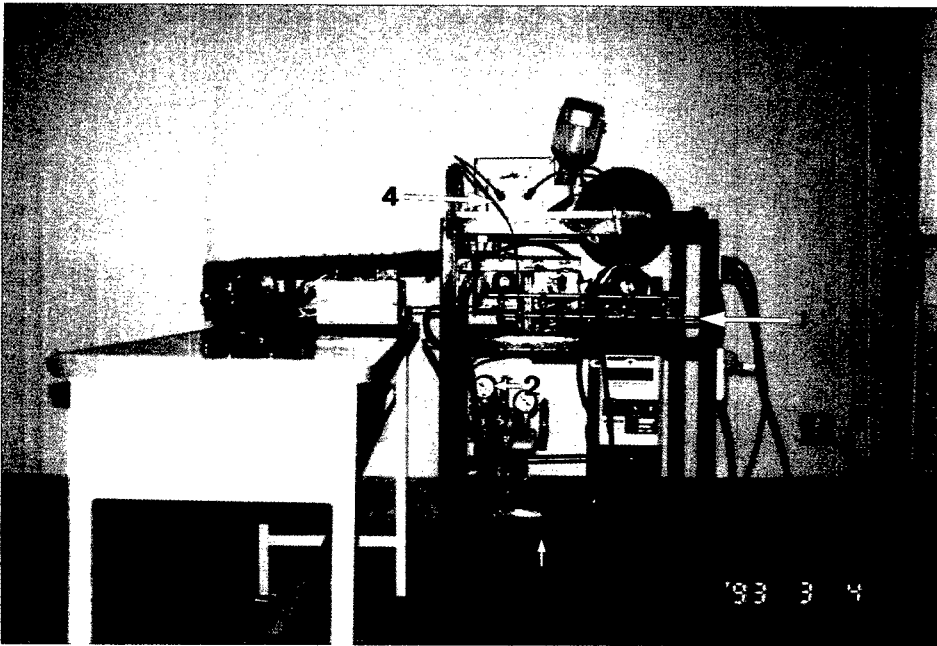
本測試管路系統為真空播種機測試實驗設備^(8,9) (如圖1) 之一部份，係完全仿照國內新近研發完成之真空式蔬菜園直播機 (如圖2) 之真空作業管路架設而成，管路系統由一日製ORION牌KSR5型排氣量為480 liter/min, 1730 r.p.m 之真空泵為真空源，經分導器及分導桿架設成十組真空分導管路，每一組分導管路則可提供一播種行，管路之配置如圖3所示，其中各段管路皆以內插式接頭接合，吸氣管之主導管與分導管管徑分別為12mm和8mm，排氣管之主導管和分導管管徑則分別為8mm與6mm。

(2)種子限量配出機構與各式種子吸針：

採用井關牌真空式蔬菜播種機之種子限量配出裝置，並搭配吸附口孔徑為0.6mm和0.9mm之側吸式單孔與雙孔種子吸針各一組，每組為十二支(如圖4所示)。

(3)半導體真空計及壓力控制器：

採用日本Sayama frading公司所生產之Manoace 10 型真空計，並搭配ATSURYU公司生產之畢約森電阻效應擴散型半導體壓力感測器 (Semiconductor Pressure Transducers)四組以及一組壓力控制器，做為真空迴路中各入出口處壓力之量測、記錄與



1. Manifold 2. System pressure gauge 3. Main pipe 4. Branch pipe

圖1 真空播種測試實驗設備

Fig 1. The experimental device for seeding testing

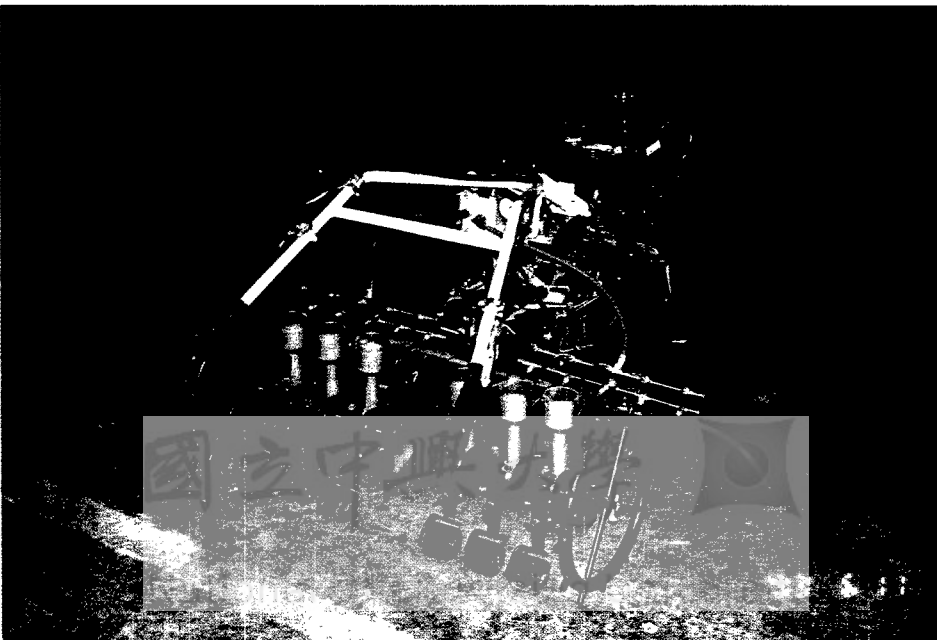


圖2 真空式蔬菜園直播機

Fig 2. Vacuum-type vegetable seeds drill

調整控制(如圖5所示)。其壓力量測範圍為0~-760 Torr最小判讀單位為1Torr。

(4)風速計：

採用日本 I.D ENSHI公司 V - 01 - AND3型熱線式風速計，量測真空迴路中之排氣風速，量測範圍為0~100m/s。

(二)試驗方法：

(1)量測播種系統全負載狀態下，種子吸針作業真空值、分導管和主導管真空值以及系統錶壓。

(2)量測於單行作業時播種系統之真空能力。

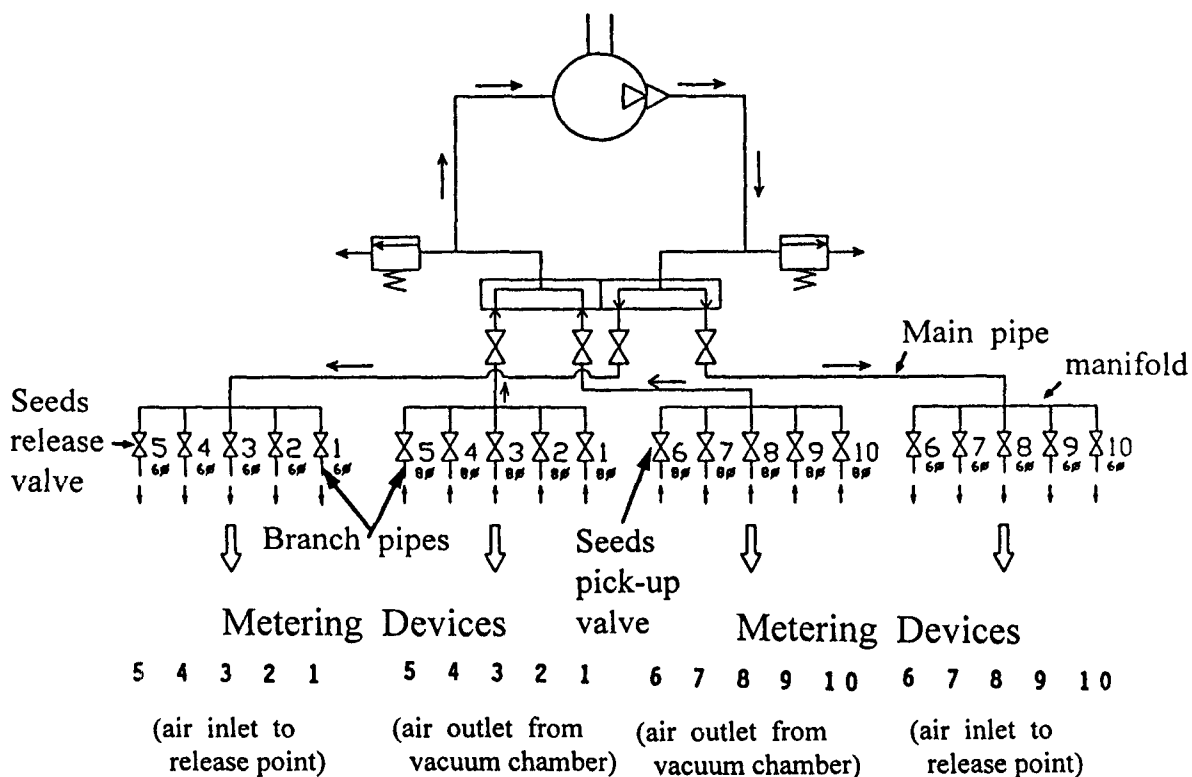
(3)量測播種系統之極限真空能力。

(4)以分導管之真空度為調整參考值，建立各式種子吸針作業值與其之對應關係。

(5)改變種子限量配出機構搭載之種子吸針型式與數量，並量測作業真空能力之變化。

(6)固定播種系統之排氣口數目與大小，並改變吸氣口數目，量測作業真空能力之變化。

(7)同步改變播種系統吸氣口與排氣口之數目



Measuring wing

Non-measuring wing

圖3 真空系統管路配置圖
Fig 3. Layout of the vacuum system

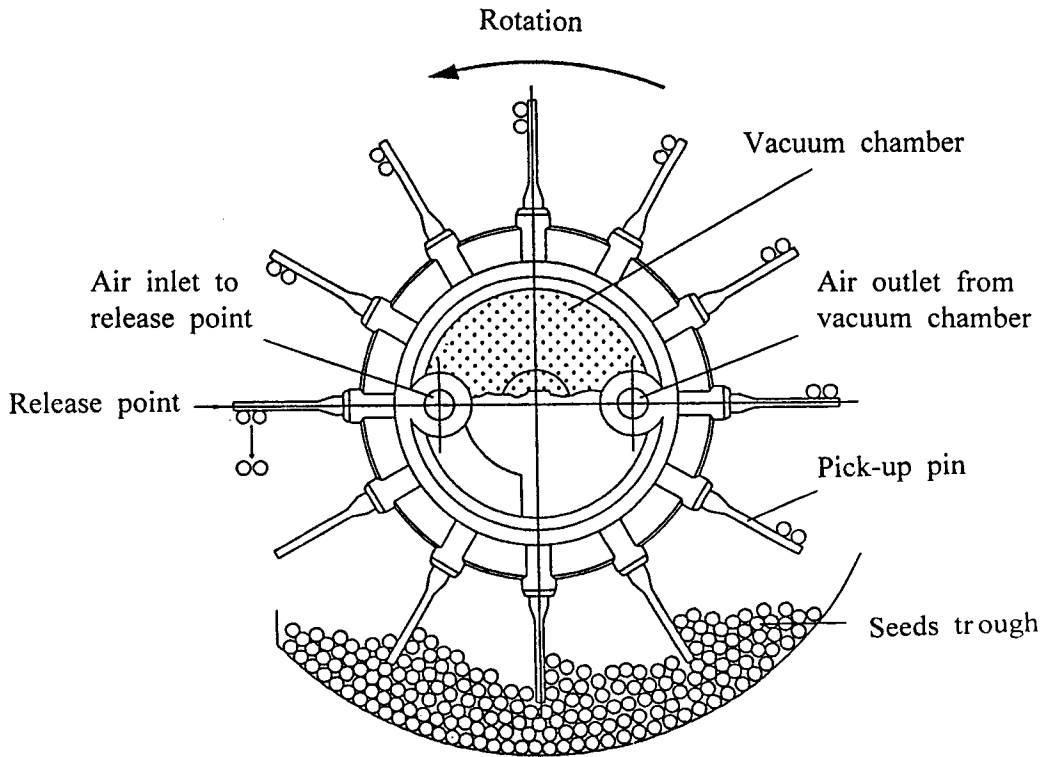


圖4. 種子吸針及限量配出機構

Fig 4. Seeds pick-up pins and metering device

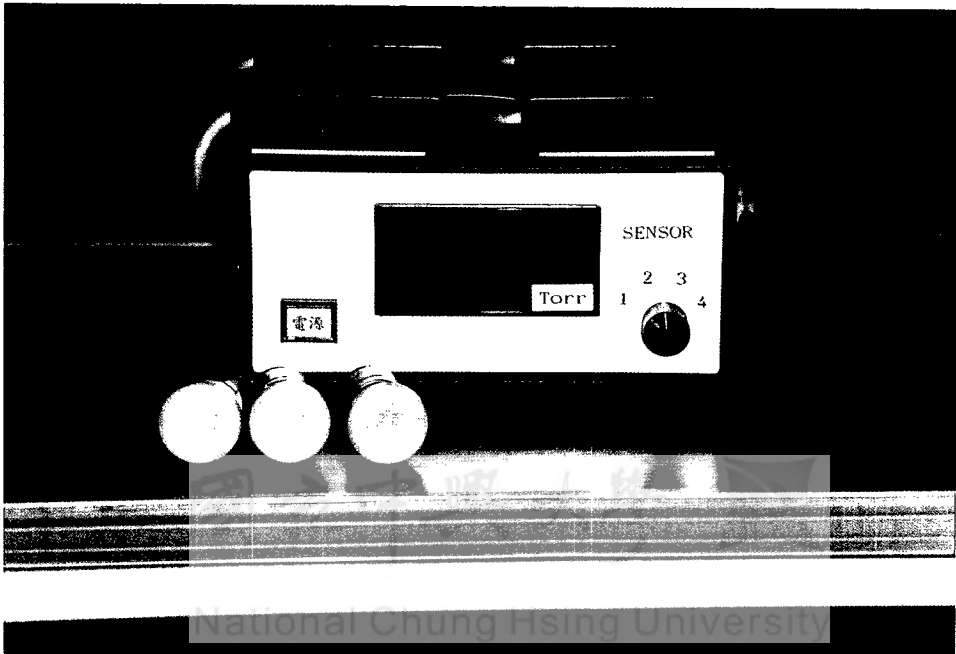


圖5. 真空計及壓力感測器

Fig 5. The vacuum gauge with pressure transducers

- ，量測作業真空能力之變化。
- (8)比較分析(6)與(7)之量測結果。
- (9)分析播種測試系統真空管路中吸排氣分導管開啓數目、種子配出盤吸針數以及吸針孔徑與系統真空能力衰降(Vacuum Descent)間之關係。

四、結果與討論

本測試系統之真空導路完全仿照現有之真空播種機而予以擴充，屬動態系統（或開放系統），由十組8mm吸氣口與十組6mm排氣口組成，每五組為一單元，每一單元由一組主導管導通。播種機作業時種子吸口之最佳監測與控制位置為連通前述吸口至播種機吸氣進口間之分導管，表1即為真空播種測試台以分導管壓力調整控制為主，各式吸針於各量測點所測得之壓力值以及播種系統的測試極限壓力值，表之下方則為吸孔壓力與分導管壓力設定間簡易線性迴歸關係，由表可知：隨著吸針孔徑的加大，播種系統的真空極限能力逐漸衰降；而吸針作業壓力與分導管壓力成幾近線性對應關係，故吸針作業真空值的精確設定，可經迴歸式計算後逕由分導管壓力予與設定。有關管路內各點壓力的計算與預測，由於本系統屬動態（開放式）系統，在計算與預測時，除了須有嚴謹的低壓流體開放系統基礎理論的研究與推導為依據外，尚須配合更嚴格的實驗與大氣條件管制方可能獲得接近真實的結果，然這些主題與需求已超越本研究目前的目標與設備條件，故謹將其暫予擱置留待後續之研究以及有志者為繼。現階段本研究將謹就播種系統測試結果的部份，予以觀察分析。表2與圖6、圖7、圖8等所顯示者為播種系統真空衰降之趨勢，由其中可知保持最大之排氣口截面積將可維持較高之真空能力，而各點之負壓測值亦隨分導管開

啓數之增加而降低，不同分導桿組之分導管開啓數增減影響相對較小；各分導口之測壓雖然不高，但依據穩態平衡公式與質量不滅定律，在假設大氣溫壓固定，大氣為不可壓縮流體且系統無洩漏與能量散失的情形下，亦可預測播種系統的真空能力將與吸孔總截面積成反比，與分導管開啓數之平方成反比；然此等假設與量測及田間作業時之條件不甚相符，故依據量測結果僅能稱播種系統之真空能力有此趨勢。圖9所表示者為排氣口排氣速度與分導管開啓數之關係，其中隨分導管開啓數而同步改變排氣口數，將導致排氣口風速大幅提高，導通管路的溫度亦隨之快速升高，能量之損失自然加劇，因此若非對出口風速有特殊需求，此種方式之設計誠非妥善。表3為採不同分導桿對稱改變分導管開啓數方式所得之結果，整體而言有相同之變化趨勢。至於吸針數與吸孔負壓值間之關係則如表4與圖10，完全吻合前述之趨勢：吸孔截面積愈大者，隨著吸針數之增加，真空衰降的斜率也愈大。

五、結 論

依據前述各項試驗之結果與分析，得結論如下：

- (一)播種系統的真空能力隨分導管開啓數的增加而降低，由量測結果的分析顯示：有與分導數成平方反比之趨勢。
- (二)播種機種子限量配出機構(Metering Device)的真空能力亦隨種子吸針數的增加而降低，以實驗結果觀察之，其負壓值與吸針數成反比，吸針孔徑愈大，真空衰降的斜率也愈大。
- (三)吸針作業壓力與分導管壓力成幾近線性對應關係，故吸針作業真空值的精密設定，可經迴歸式計算後逕由分導管壓力予與設定。

表1. 蔬菜直播機真空系統作業性能

Table 1. Performance of the vacuum system of the vacuum-type vegetable seeds drill.

Unit: Torr

	Pick-up pin with single 0.6mm orifice				Pick-up pin with double 0.6mm orifices				Pick-up pin with single 0.9mm orifice				Pick-up pin with double 0.9mm orifices			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Full Load operation	20	20	49	50	16	17	49	50	22	25	59	55	6	11	41	50
Single line** operation	125	129	144	120	102	112	136	120	91	104	133	110	42	70	122	100
Ultimate vacuum capacity	399	427	522	510	316	362	483	480	272	329	479	470	119	210	432	430
Pressure setting																
1	1	1	49	45	1	1	49	45	2	1	60	55	1	1	42	50
2	2	2	49	45	2	2	49	45	2	2	60	55	1	2	41	50
3	3	3	49	45	3	3	49	45	3	3	60	55	2	3	41	50
4	4	4	49	45	4	4	49	45	4	4	60	55	2	4	41	50
5	5	5	49	45	5	5	49	45	5	5	59	55	3	5	40	50
6	6	6	49	45	6	6	49	45	6	6	59	55	4	6	40	50
7	7	7	49	45	7	7	49	45	7	7	59	55	4	7	40	50
8	8	8	49	45	8	8	49	45	8	8	58	55	5	8	40	50
9	9	9	49	50	9	9	49	45	9	9	58	55	5	9	40	50
10	10	10	48	50	9	10	49	50	9	10	58	55	6	10	40	50
20	20	20	48	50	18	20	50	50	18	20	58	55	12	20	57	50
30	30	30	56	55	27	30	58	60	27	30	59	60	18	30	68	60
40	39	40	64	60	36	40	67	60	36	40	68	60	24	40	81	70
50	49	50	76	65	45	50	76	65	44	50	76	65	30	50	95	80
100	96	100	116	100	89	100	124	105	88	100	138	110	60	100	166	160
200	192	200	226	200	174	200	252	230	171	200	165	240	113*	200	397	380
300	293	300	349	320	256*	300	392	370	250*	300	422	405				
400	376*	400	483	460												

Regression: (X: Negative gauge-pressure in branch pipe Y: Negative gauge-pressure in pick-up pins)

R Squared

0.9996

0.9997

0.9996

0.9993

$$Y=0.9444X+1.0189$$

$$Y=0.8647X+1.0491$$

$$Y=0.8315X+1.5562$$

$$Y=0.5685X+0.5314$$

1. A: Pick-up pin B: Branch pipe C: Main pipe D: System pressure gauge

2. * means the vacuum capacity of single line operated with full load while the maximum number of release valves open.

3. ** means the vacuum capacity of single line operated with only one release valve open.

4. Ultimate vacuum capacity means the vacuum capacity of single line operated with only one pick-up pin while the maximum number of release valves open.

表2. 真空系統負壓值與分導管開啓數之關係

Table 2. Relationships between negative gauge-pressure of vacuum system and number of pick-up valves open.

With fixed number of release valves open, opening indicated number of pick-up valves on the measueing wing.																
Number of pick-up valves open	System pressure gauage (Torr)				Main pipe (Torr)				Branch pipe (Torr)				Air speed outlet from release valves (m/s)			
	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average
1	360	360	400	373.3	358	367	395	373.3	94	97	101	97.3	10.9	10.2	9.8	10.3
2	120	120	150	130.0	132	137	168	145.7	39	42	50	43.7	16.5	16.1	16.0	16.2
3	90	95	120	101.7	104	113	135	117.3	31	36	41	36.0	17.0	16.7	17.1	16.9
4	80	85	110	91.7	96	106	129	110.3	29	33	38	33.3	17.5	17.0	17.5	17.3
5	80	85	100	88.3	99	104	121	108.0	30	33	37	33.3	17.8	16.4	17.7	17.3
6	80	85	100	88.3	101	104	119	108.0	30	33	36	33.0	17.9	17.5	17.7	17.7
7	70	65	80	71.7	82	79	89	83.3	21	22	23	22.0	18.2	17.8	18.1	18.0
8	60	55	60	58.3	63	62	67	64.0	12	14	13	13.0	18.2	18.1	18.2	18.2
9	45	45	50	46.7	51	51	56	52.7	7	9	8	8.0	18.7	18.7	18.3	18.6
10	45	40	50	45.0	46	46	50	47.3	5	7	5	5.7	18.9	18.9	18.5	18.8
5'	130	150	180	153.3	107	118	134	119.7	10	14	14	12.7	18.8	17.2	16.6	17.5

With fixed number of release valves open, opening indicated number of pick-up valves on the non-measueing wing.																
Number of pick-up valves open	System pressure gauage (Torr)				Main pipe (Torr)				Branch pipe (Torr)				Air speed outlet from release valves (m/s)			
	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average
1	360	360	400	373.3	358	367	395	373.3	94	97	101	97.3	10.9	10.2	9.8	10.3
2	250	260	295	268.3	236	242	272	250.0	56	59	65	60.0	13.6	13.1	12.9	13.2
3	180	195	230	201.7	162	170	194	175.3	29	33	36	32.7	15.1	15.1	15.4	15.2
4	150	160	190	166.7	123	130	154	135.7	16	19	21	18.7	16.1	15.5	16.2	15.9
5	120	130	150	133.3	100	103	119	107.3	10	12	13	11.7	16.8	16.9	17.1	16.9
6	55	60	70	61.7	52	56	64	57.3	5	7	7	6.3	16.9	18.1	17.8	17.6
7	50	45	60	51.7	49	48	55	50.7	5	7	6	6.0	17.5	18.2	18.0	17.9
8	45	40	55	46.7	48	46	52	48.7	5	7	6	6.0	18.4	18.6	18.0	18.3
9	45	40	50	45.0	46	46	51	47.7	5	7	5	5.7	18.7	18.7	18.2	18.5
10	45	40	50	45.0	46	46	50	47.3	5	7	5	5.7	18.9	18.9	18.5	18.8

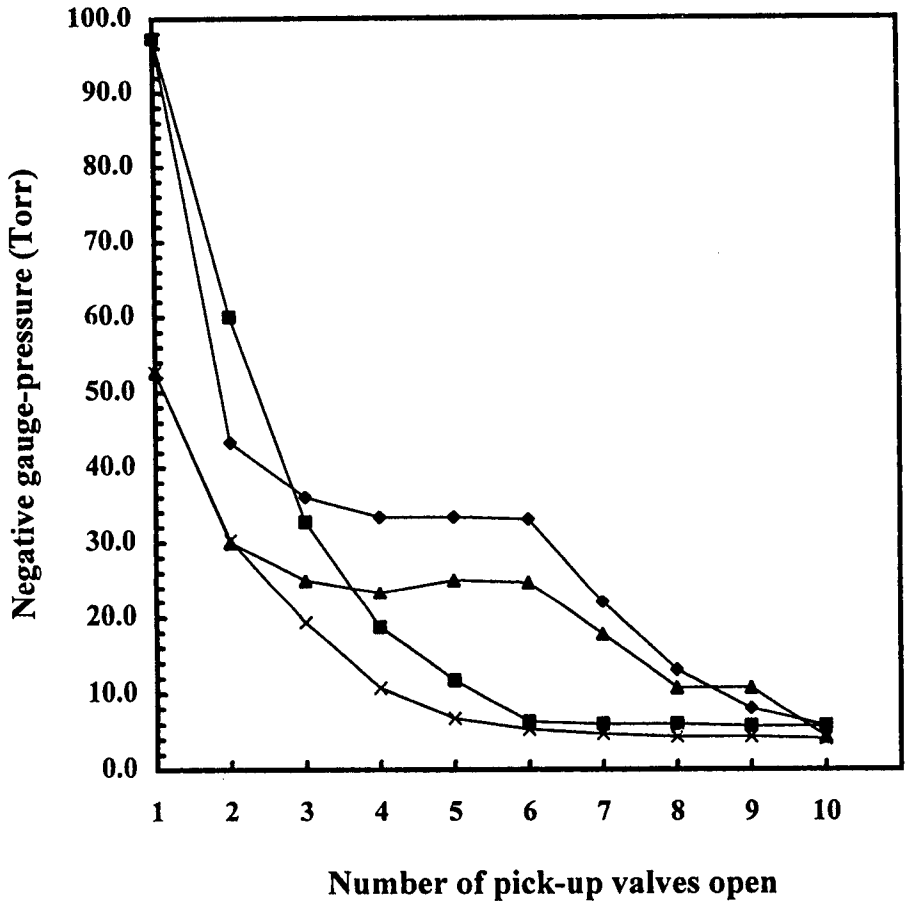
5': means main pipe valve closed on the non-measuring wing.

表2. 真空系統負壓值與分導管開啓數之關係 (續)

Table 2. Relationships between negative gauge-pressure of vacuum system and number of pick-up valves open (continuous).

Simultaneously opening or closing the same number of pick-up and release valves on the measuring wing.																	
	System pressure gauge (Torr)				Main pipe (Torr)				Branch pipe (Torr)				Air speed outlet from release valves (m/s)				
	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average	
1	160	170	150	160.0	171	188	168	175.7	52	56	50	52.7	55.8	54.8	53.4	54.7	
2	80	80	80	80.0	95	107	93	98.3	30	34	28	30.7	54.0	52.6	51.2	52.6	
3	60	60	60	60.0	80	82	78	80.0	25	26	24	25.0	53.5	52.5	50.2	52.1	
4	55	60	60	58.3	73	77	74	74.7	23	25	22	23.3	52.3	51.8	49.7	51.3	
5	55	55	80	63.3	72	77	96	81.7	23	23	29	25.0	51.1	51.4	54.2	52.2	
6	60	60	80	66.7	71	78	95	81.3	22	23	29	24.7	49.9	49.5	52.2	50.5	
7	45	50	70	55.0	58	65	79	67.3	16	17	20	17.7	36.5	43.2	47.2	42.3	
8	40	40	60	46.7	47	53	62	54.0	10	10	12	10.7	28.0	29.3	32.4	29.9	
9	35	40	50	41.7	40	44	51	45.0	10	10	12	10.7	21.4	20.8	22.9	21.7	
10	30	40	50	40.0	36	41	46	41.0	4	5	4	4.3	15.5	17.7	18.5	17.2	
5'	80	80	100	86.7	67	70	78	71.7	8	7	9	8.0	20.4	22.1	22.0	21.5	
Simultaneously opening or closing the same number of pick-up and release valves on the non-measuring wing.																	
Number of pick-up valves open	System pressure gauge (Torr)				Main pipe (Torr)				Branch pipe (Torr)				Air speed outlet from release valves (m/s)				
	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average	
1	160	170	150	160.0	171	188	168	175.7	52	56	50	52.7	55.8	54.8	53.4	54.7	
2	110	130	120	120.0	129	135	126	130.0	24	35	32	30.3	44.2	48.1	44.7	45.7	
3	105	110	110	108.3	99	101	97	99.0	20	20	18	19.3	32.8	35.2	32.7	33.6	
4	80	85	90	85.0	75	81	77	77.7	11	11	10	10.7	23.6	27.2	25.3	25.4	
5	60	70	80	70.0	59	64	64	62.3	7	6	7	6.7	19.3	21.8	19.7	20.3	
6	45	45	65	51.7	43	51	59	51.0	5	5	6	5.3	17.2	18.9	19.1	18.4	
7	40	40	60	46.7	39	45	50	44.7	5	4	5	4.7	17.0	17.5	18.8	17.8	
8	40	40	50	43.3	37	41	47	41.7	4	4	5	4.3	16.8	17.3	18.8	17.6	
9	35	40	50	41.7	36	40	47	41.0	4	4	5	4.3	16.4	17.2	18.5	17.4	
10	30	40	50	40.0	36	40	46	40.7	4	4	4	4.0	15.5	17.7	18.5	17.2	

5': means main pipe valve closed on the non-measuring wing.



- ◆ With fixed number of release valves open, opening indicated number of pick-up valves on the measuring wing.
- With fixed number of release valves open, opening indicated number of pick-up valve on the non-measuring wing.
- ▲ Simultaneously opening or closing the same number of pick-up and release valves on the measuring wing.
- ✕ Simultaneously opening or closing the same number of pick-up and release valves on the non-measuring wing.

圖6. 分導管負壓值與分導管開啓數之關係

Fig 6. Relationships between Negative gauge-pressure in branch pipes and number of pick-up valves open

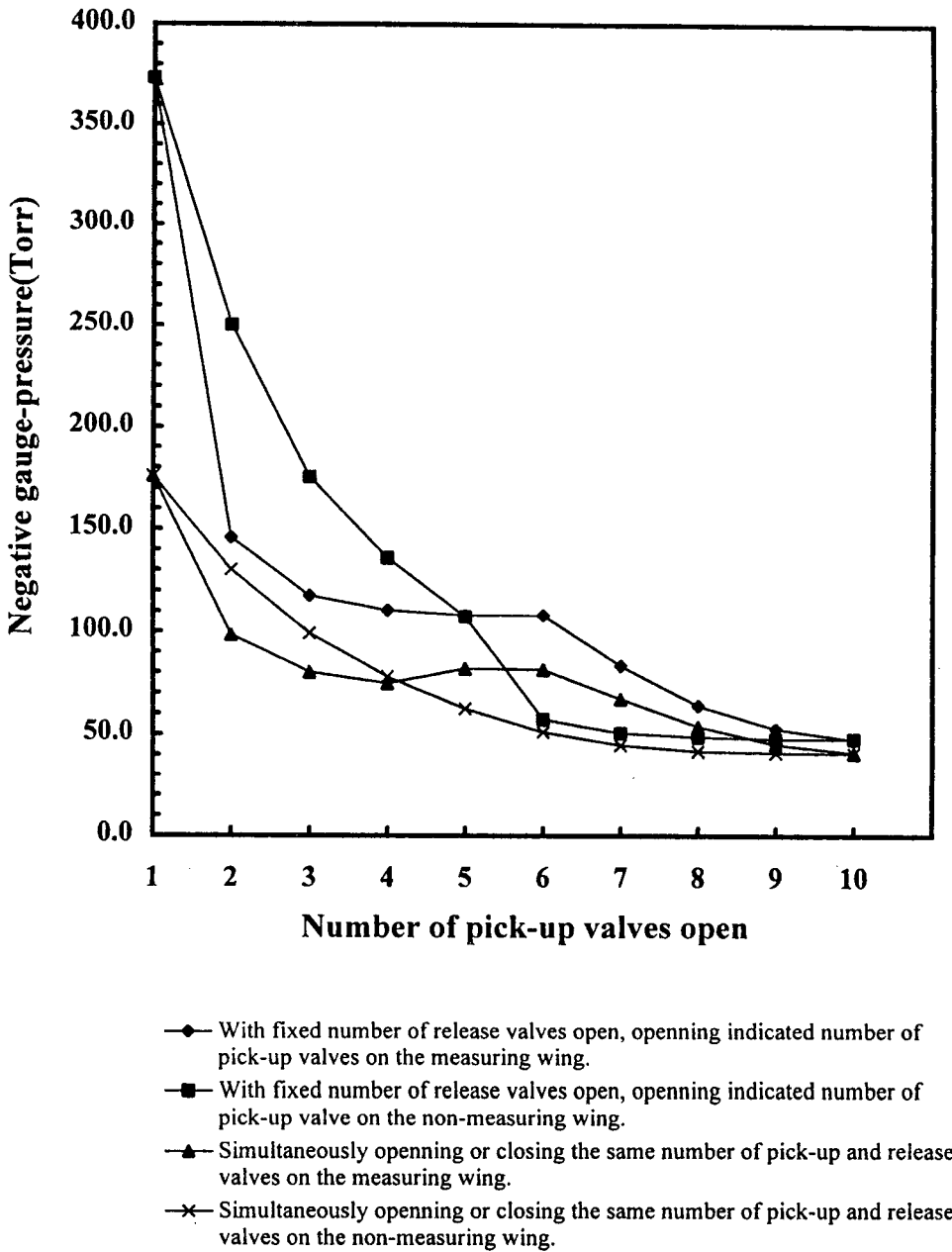


圖7. 主導管負壓值與分導管開啓數之關係

Fig 7. Relationships between Negative gauge-pressure in main pipes and number of pick-up valves open.

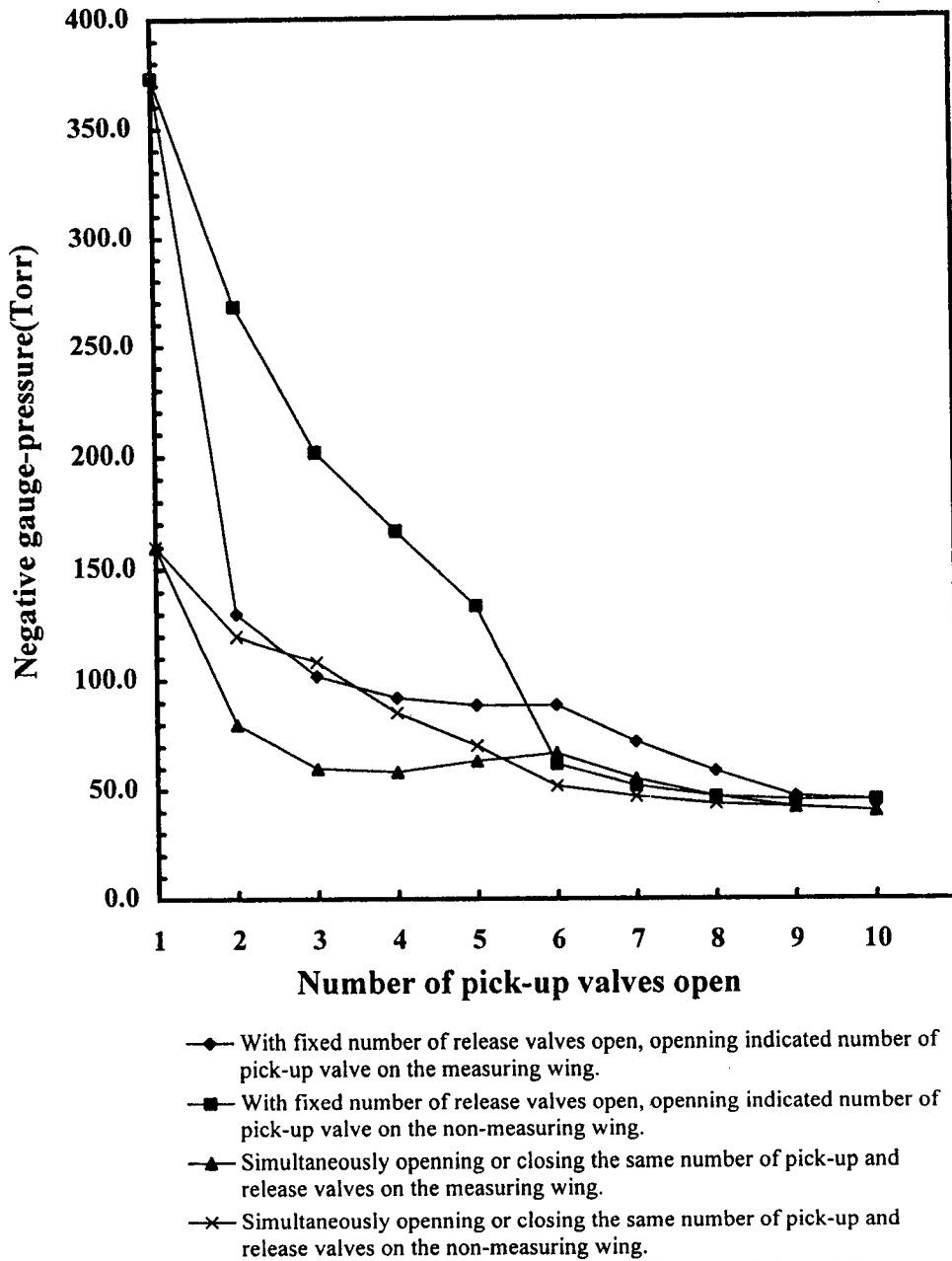


圖8. 系統錶壓力值與分導管開啓數之關係

Fig 8. Relationships between Negative gauge-pressure show by system pressure gauge and number of pick-up valves open.

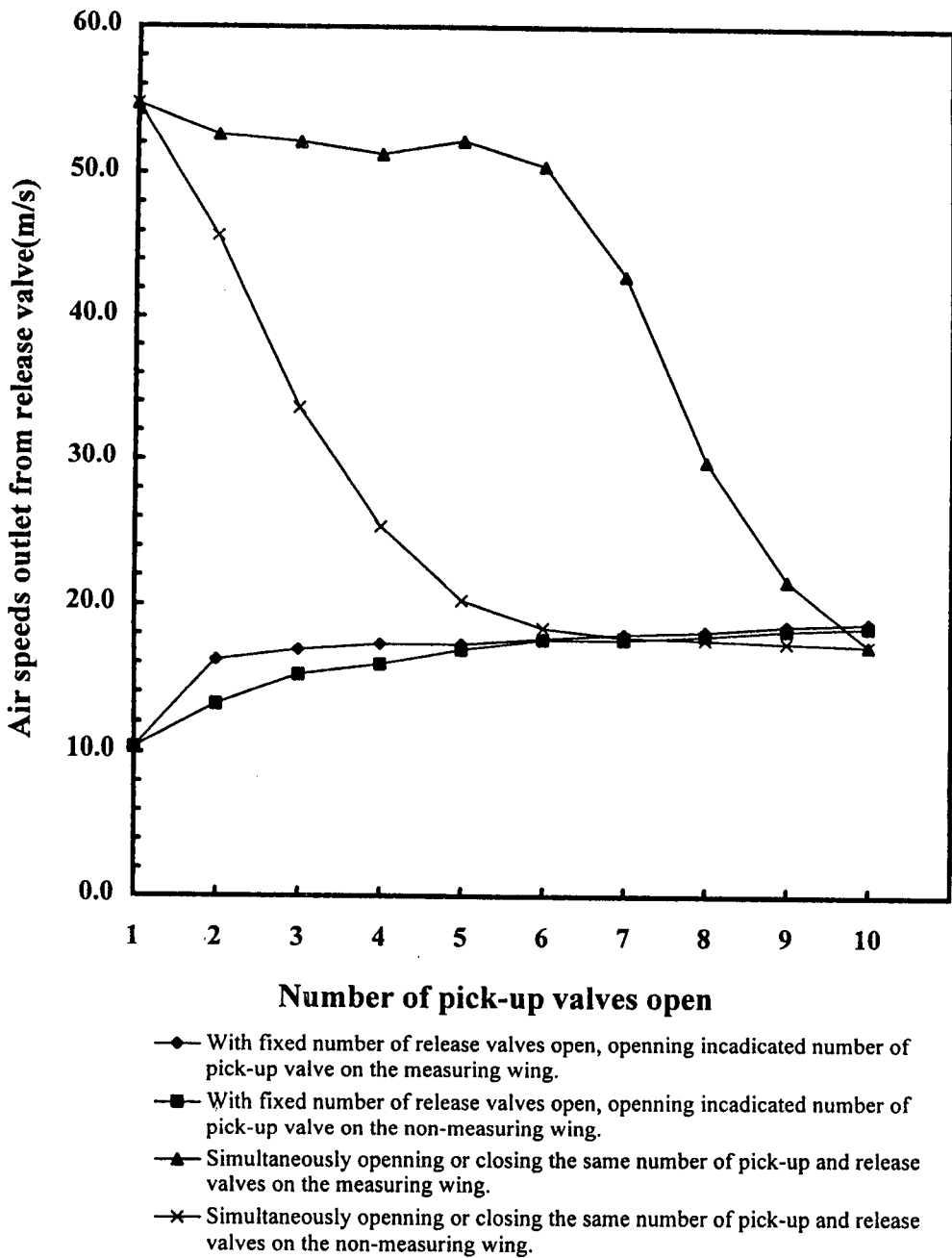


圖9. 排氣口風速與分導管開啓數之關係

Fig 9. Relationships between Air speeds outlet from seeds release valves and number of pick-up valves open.

表3. 真空系統負壓值與分導管開啓數之關係 (對稱調整)

Table 3. Relationships between Negative gauge-pressure of the vacuum system and number of pick-up valves open (Simultaneously adjusting measuring and non-measuring wing).

With 10 pick-up valves open																	
Number of pick-up valves open	System pressure gauge (Torr)				Main pipe (Torr)				Branch pipe (Torr)				Air speed outlet from release valves (m/s)				
	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average	
2	120	140	140	133.3	133	158	150	147.0	41	49	46	45.3	16.2	16.4	15.2	15.9	
4	60	85	80	75.0	77	92	87	85.3	21	25	23	23.0	17.3	17.5	16.8	17.2	
6	45	60	60	55.0	54	64	61	59.7	13	13	12	12.7	17.4	17.9	17.1	17.5	
8	40	50	50	46.7	43	50	50	47.7	17	7	7	10.3	17.6	18.5	17.2	17.8	
10	40	45	45	43.3	38	45	44	42.3	5	5	5	5.0	17.9	18.7	17.9	18.2	
Simultaneously opening or closing the same number of pick-up and release valves																	
Number of pick-up valves open	System pressure gauge (Torr)				Main pipe (Torr)				Branch pipe (Torr)				Air speed outlet from release valves (m/s)				
	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average	1st	2ed	3rd	Average	
2	90	120	80	96.7	103	137	100	113.3	32	34	33	33.0	50.2	54.5	51.5	52.1	
4	60	80	60	66.7	69	88	68	75.0	18	26	20	21.3	43.4	47.5	42.3	44.4	
6	40	60	50	50.0	53	65	56	58.0	11	15	13	13.0	30.8	31.9	29.3	30.7	
8	40	50	40	43.3	43	53	43	46.3	6	9	8	7.7	20.6	23.5	23.0	22.4	
10	40	45	40	41.7	38	46	39	41.0	4	7	6	5.7	18.5	18.2	17.8	18.2	

表4. 種子吸針負壓值與吸針數之關係

Table 4. Relationships between negative gauge-pressure of pick-up pins and number of pick-up pins

Unit: Torr

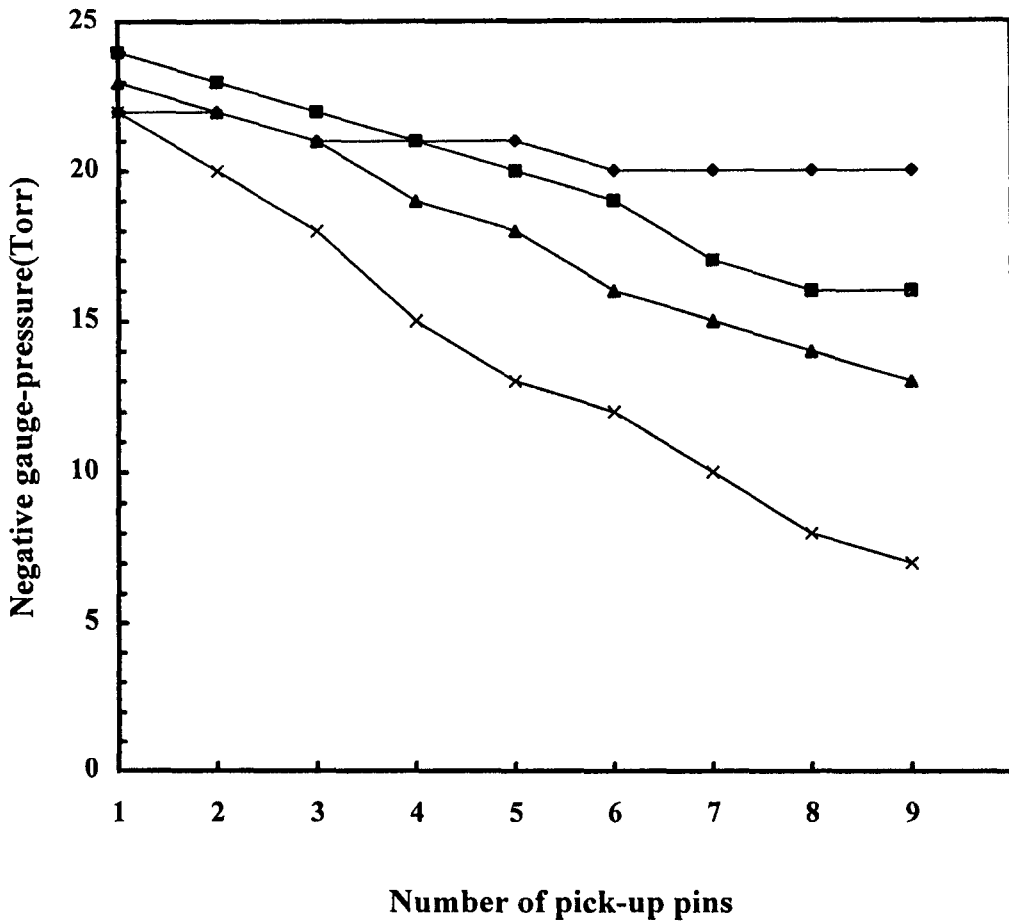
number of pick-up pins	pick-up pins with single 0.6mm orific				pick-up pins with double 0.6mm orifics				pick-up pins with single 0.9mm orific				pick-up pins with double 0.9mm orifics			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	22	22	55	55	24	11	55	55	23	24	57	55	22	22	55	55
2	22	22	54	55	23	10	55	55	22	21	56	55	20	20	54	55
3	21	22	54	55	22	10	54	55	21	20	55	55	18	18	54	55
4	21	22	54	55	21	10	54	55	19	19	54	55	15	17	53	55
5	21	20	54	55	20	9	54	55	18	18	53	55	13	14	53	55
6	20	20	54	55	19	9	54	55	16	17	53	55	12	14	53	55
7	20	20	54	55	17	9	54	55	15	16	53	55	10	13	53	55
8	20	20	54	55	16	9	54	55	14	15	52	55	8	12	53	55
9	20	20	54	55	16	9	54	55	13	14	52	55	7	11	53	55

A: Pick-up pin

B: Branch pipe

C: Main pipe

D: System gresure gauge



- ◆ Pick-up pin with single 0.6mm orifice
- Pick-up pin with double 0.6mm orifices
- ▲ Pick-up pin with single 0.9mm orifice
- × Pick-up pin with double 0.9mm orifices

圖10. 吸針負壓值與吸針數之關係

Fig 10. Relationships between Negative gauge-pressure in pick-up pins and number of pick-up pins applied.

- 四保持播種機真空系統最大的排氣口截面積，將可使播種系統維持較高的真空能力。
- (四)不同分導桿單元上之分導管開啓數增減，對彼此真空能力的影響相對較小，但若直接調整主導管則影響仍劇。

六、建議

- (一)為減少真空管路之損失，增加播種機的真空

能力，吸氣負壓管路之接頭應由內插式改為外接式，如此方能有效防止洩漏，增進系統效能。

- (二)真空量測設備之量度範圍與精度應再予提高，以適應更微細之蔬菜種子量度的需要。
- (三)配合本研究之結果，真空播種系統本身真空能力之理論推導應再予建立，作為真空播種機改良與設計之完整理論依據。

七、參考文獻

1. 王端正、陳俊榮、許憲能、曾湖興、劉遠中。1987。鋁合金超高真空系統的釋氣及抽氣研究。真空科技2(1):P.26-32。
2. 牛頓出版社編輯部。1989。現代科技大辭典。P.1125。台北：牛頓出版社。
3. 林欣榜。1989。真空技術在食品工業上之應用。食品工業21(1):P.25-32。
4. 林秀夫。1992。防除福壽螺用真空消除機之研製。農業工程學報38(3):P.78-81。
5. 陳俊明、尤瓊琦、雷震寰、游俊明、張金發。1993。多用途真空式育苗播種機之開發研究。農林學報42(1):P.1-18。
6. 陳俊明、陳世銘、張金發、馮丁樹、尤瓊琦、游俊明、朱益增、呂昆忠、王大立。1993。振盪式多用途真空育苗播種機之研製。農業機械學刊2(4):P.33-40。
7. 陳俊明、尤瓊琦、游俊明、張金發。1993。蔬菜園真空播種機之研究開發。經濟部工業局82年度專案計畫執行成果報告。
8. 陳澤民。1994。真空系統應用在蔬菜播種之基礎研究。碩士論文。台中：國立中興大學農業機械工程學系。
9. 陳澤民、陳俊明、林聖泉。1995。蔬菜種子真空吸附特性之探討。農業工程學報41(2):P.48-58。
10. 陳俊榮、王端正、陳錦山、劉遠中。1987。利用氣壓增建法測試超高真空系統之研究。真空技術2(1):20-25。
11. 陳俊榮。1985。超高真空系統釋氣及處理。科儀新知6(6):P.73-84。
12. 張炳揚、胡棟宏。1987。高真空裝罐技術之應用。罐頭加工技術研討會：P13-31。
13. 黃博治。1979。真空幫浦的技術。二版。P.1-72。台北：大豐機械公司。
14. 郭俊欽、蕭丞恭、蔡正宗。1989。水洗、真空包裝及貯藏時間對Kamaboko式雞肉產品品質之影響。食品科學 16(3):284-295。
15. 郭景儀、蕭介宗。1987。主要蔬果預冷設備之研製與應用—真空預冷設備之研製與應用。農業工程學報33(1):P.12-23。
16. 游俊明、張金發。1986。蔬菜育苗箱用真空播種機之研製。農業工程學報32(4):180-186。
17. 劉遠中、陳俊榮。1985。國立清華大學超高真空系統介紹。科儀新知 6(6):P.85-88。

18. 謝澤仁。1989。超高真空系統的設計與建立。科儀新知10(5):P.32-52。
19. 謝澤仁。1983。真空技術在冶金工業上之應用。科儀產品新知5(2):P.48-64。
20. 謝欽城。1993。家畜糞尿固液分離機多用途化之研究—迴轉圓筒篩真空吸力壓榨式固液分離機。農業機械學刊2(1):P.31-44。
21. 蘇青森。1992。真空技術。四版。P.1-148。台北：東華書局。
22. 蘇青森。1984。真空技術的提昇—真空工程。科儀產品新知5(4):P.4-6。
23. 蘇重生、翁金瑞。1989。法國MONOSEM 牌真空吸力式播種機性能試驗結果與分析。屏東農專學報30:84-97。
24. 村田 敏、石川 彰男、石橋 貞人。1989。真空搗精に関する研究。農業機械學會誌51(2):85-89。
25. 瀨尾康久、相良泰行、森鳴 博。1985。繭の真空乾燥。農業機械學會誌47(1):91-94。
26. 瀨尾康久、森鳴 博、宮沢津多登、宮内正人。1988。繭の真空乾燥。農業機械學會誌50(5):97-101。
27. 瀨尾康久、森鳴 博、川名 茂、宮沢津多登。1990。繭の真空乾燥。農業機械學會誌52(5):93-96。
28. Grindal R. J. 1988. The Influence of Difference Levels of Vacuum within the Milkline and Pulseline on Hydraulic Milking Using the Unvented Multi-valve Claw. J. agric. Engng. Res. 40: P. 81-85.
29. Short T. H. and S. G. Huber .1970. The Development of a Planetary-Vacuum Seed Metering Device . Transactions of the ASAE 13(6):803-805.
30. Sial F. S. and S. P. E. Presson. 1984. Vacuum Nozzle Design for Seed Metering. Transactions of the ASAE 27(3):688-696.

A Testing on the Vacuum Characteristics of a Multi-lines Vacuum-Type Vegetable Seeds Drill

Jert-min Chen¹⁾ Jiunn-ming Chen²⁾

(Accepted for publication: Nov 24, 1995)

Summary

The developed vacuum-type vegetable seeds drill was used to study the vacuum characteristics and its performance. Testing results showed that the vacuum capacity depended on the cross-section area of outlet vent. Increasing the cross-section area of outlet vent raised the vacuum capacity. Lower the cross-section area of outlet vent resulted in a increase of the air speed, a increase of the system temperature, and a energy loss of the system. The higher the cross-section area of inlet vent and the number of branch pipes open or pick-up pins, the lower the vacuum capacity resulted. The vacuum capacity was found to be inverse proportional to the number of pick-up pins, and inverse square proportional to the number of branch pipes open. At the same number of pick-up pins, increasing the diameter of the pick-up pin would rapidly decrease the vacuum capacity.

Keywords : Vacuum-type vegetable seeds drill, Vacuum Capacity

1) Instructor, Dep. of Agricultural Machinery Engineering, National Chung Hsing University.
2) Professor, Dep. of Agricultural Machinery Engineering, National Chung Hsing University.