

# 動態浮根式水耕栽培

高德錚

台中區農業改良場副研究員

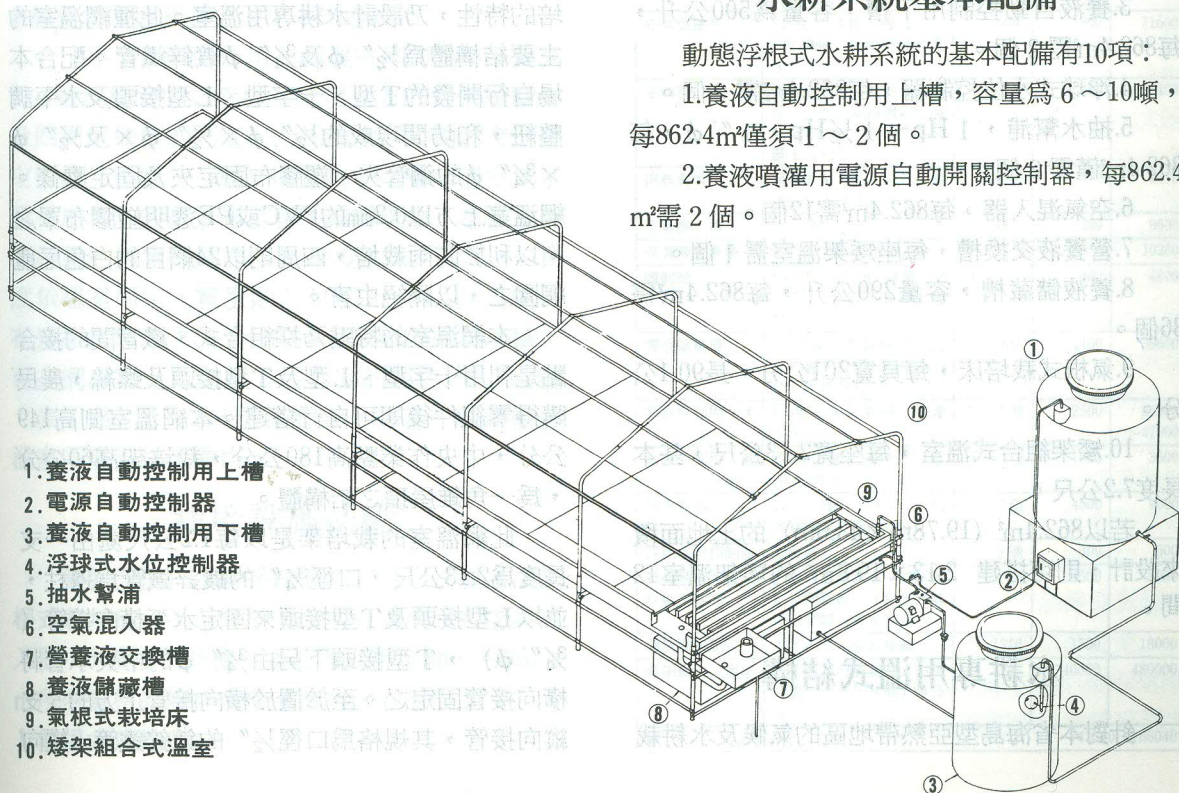
動態浮根式水耕栽培技術是台中區農業改良場於民國75年底開發完成，一套適合熱帶地區氣候採用的水耕栽培技術。當植物栽種於動態浮根式水耕系統時，其根系在每次營養液的灌排流程中，隨營養液的升降而上下左右波動，且隨植物根系伸長時，藉由栽培床內的水位自動昇降排液器，使營養液由7~8公分逐漸降至4~5公分。因此，上位根部可露於空氣層中增加根部活性，而無懼夏季高溫所引起之溶氧量缺乏的困擾。

動態浮根式水耕栽培的優點有：1.工廠化的生產規模，2.企業化的經營理念，3.精緻化的產品品質，4.不懼颱風豪雨的干擾，5.不怕病虫害的威脅，6.無視高水溫及低溶氧的限制，7.投資成本可由小而大，8.組合式溫室可自行搭建，9.矮架溫室抗風力強且通風力佳，10.氣根式栽培床具氣根誘引性，11.營養液配方無專一性，12.漸近濃度之肥培管理，13.周年性產量穩定。

## 水耕系統基本配備

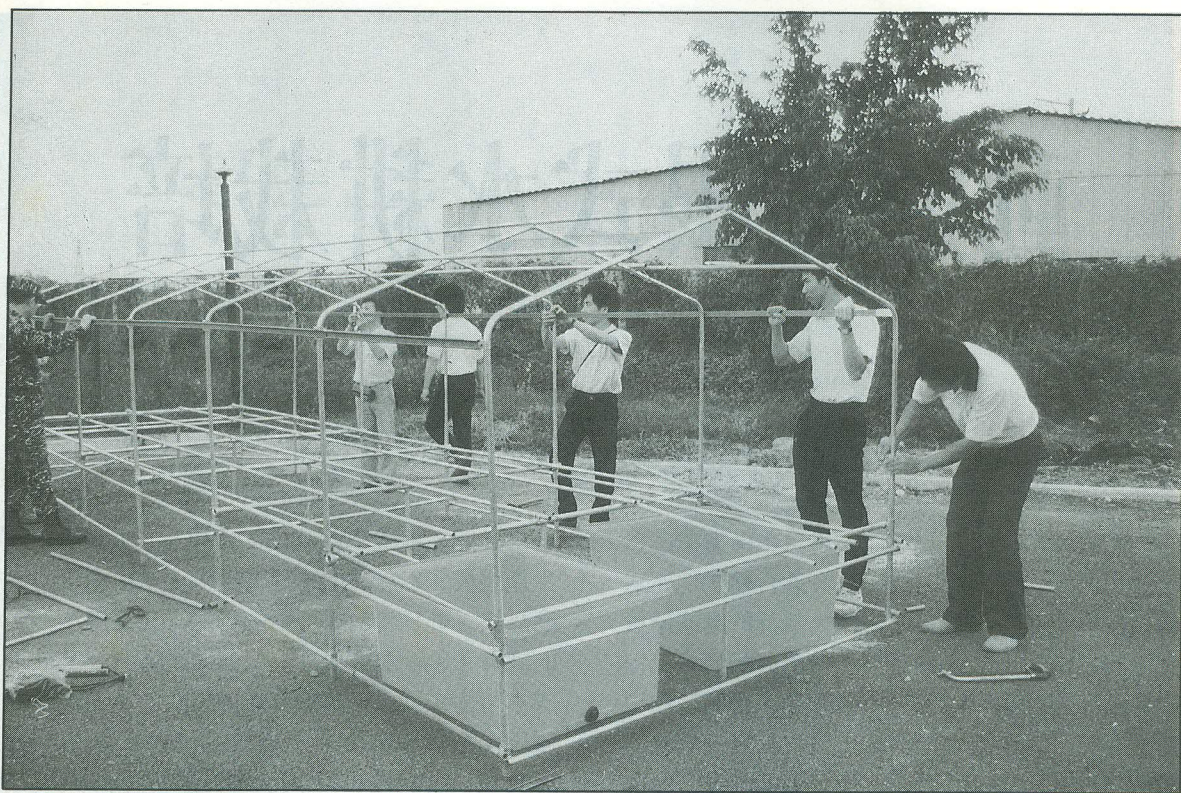
動態浮根式水耕系統的基本配備有10項：

1. 營養液自動控制用上槽，容量為6~10噸，每862.4m<sup>2</sup>僅須1~2個。
2. 營養液噴灌用電源自動開關控制器，每862.4m<sup>2</sup>需2個。



1. 營養液自動控制用上槽
2. 電源自動控制器
3. 營養液自動控制用下槽
4. 浮球式水位控制器
5. 抽水幫浦
6. 空氣混入器
7. 營養液交換槽
8. 營養液儲藏槽
9. 氣根式栽培床
10. 矮架組合式溫室





矮架組合式水耕溫室

3. 養液自動控制用下槽，容量為500公升，每862.4m<sup>2</sup>需2個。

4. 浮球式水位控制器，每862.4m<sup>2</sup>需2個。

5. 抽水幫浦，1 Hp~1 ½ Hp，1" φ，每862.4m<sup>2</sup>僅需2個。

6. 空氣混入器，每862.4m<sup>2</sup>需12個。

7. 營養液交換槽，每座矮架溫室需1個。

8. 養液儲藏槽，容量290公升，每862.4m<sup>2</sup>需36個。

9. 氣根式栽培床，每具寬201公分，長90.1公分。

10. 矮架組合式溫室，每座寬2.13公尺，基本長度7.2公尺。

若以862.4m<sup>2</sup> (19.78m×43.6m) 的土地面積來設計，則可搭建 2.13×19.8m<sup>2</sup> 的矮架溫室12間。

### 水耕專用溫式結構

針對本省海島型亞熱帶地區的氣候及水耕栽

培的特性，乃設計水耕專用溫室。此種網溫室的主要結構體為 $\frac{1}{2}$ " φ及 $\frac{3}{4}$ " φ鍍鋅鐵管。配合本場自行開發的T型、十字型、L型接頭及水平調整紐，和坊間現成的 $\frac{1}{2}$ " φ× $\frac{1}{2}$ " φ×及 $\frac{1}{2}$ " φ× $\frac{3}{4}$ " φ的鋼管夾、塑膠布固定夾及固定壓條。網溫室上方以0.2mm的PVC或PE透明塑膠布罩之，以利於防雨栽培，四周則以24網目的白色尼龍網圍之，以隔絕虫害。

本網溫室的特點乃採組合式，鐵管間的接合點是利用十字型、L型及T型接頭及螺絲，農民購得零組件後即可自行搭建。本網溫室側高149公分，中央作業點高180公分，栽培架高60公分，為一角錐屋頂之結構體。

此網溫室的栽培架是以每1.2公尺處由一支長度為2.13公尺，口徑 $\frac{3}{4}$ "的鍍鋅鐵管為邊柱，並以L型接頭及T型接頭來固定水平橫向接管 ( $\frac{3}{4}$ " φ)，T型接頭下另由 $\frac{3}{4}$ " φ的中央承管將橫向接管固定之。至於置於橫向接管上方的5支縱向接管，其規格為口徑 $\frac{1}{2}$ "的鍍鋅鐵管。縱向



表 1：構架矮架組合式水耕專用溫室的資材及參考價格(7.2公尺×2.13公尺)

件號	名稱	規格	材質	數量	單價(元)	總價(元)
1.	邊柱	φ3/4" × 650公分	鍍鋅鐵管	14支	60	840
2.	拱型管	φ1/2"	鍍鋅鐵管	7支	200	1,400
3.	縱向接管	φ1/2" × 7.2公尺	鍍鋅鐵管	5支	180	900
4.	十字型接頭	φ 1"	銅質鑄件	52個	38	1,976
5.	橫向接管	φ1/2" × 2.13公尺	鍍鋅鐵管	7支	90	630
6.	T型接頭	φ3/4" × φ1/2"	銅質鑄件	7個	50	350
7.	中央承柱	φ3/4"	鍍鋅鐵管	7支	40	280
8.	床面橫管	φ3/4" × 2.13公尺	鍍鋅鐵管	7支	100	700
9.	床面縱向管	φ1/2" × 7.2公尺	鍍鋅鐵管	5支	180	900
10.	彈簧夾	φ3/4" × φ1/2"	鋼線	35支	6	210
11.	頂架縱向管	φ1/2" × 7.2公尺	鍍鋅鐵管	3支	180	2,400
12.	彈簧夾	φ1/2" × 1/2"	鋼線	21支	5	105
13.	固定壓條	長7.2公尺	鍍鋅鐵管	2支	280	560
14.	彈簧壓條	長7.2公尺	鋼線	2條		
15.	壓條固定器	1/2" 管用	鍍鋅鐵件	12個	18	216
16.	壓條固定器插梢	1/2" 管用	鍍鋅鐵件	12支		
17.	水平調整螺絲	φ5/8" × 3"	鍍鋅	21支	7	147
18.	水平調整螺帽	φ5/8"	鍍鋅	21個	1	21
19.	水平調整墊圈	φ5/8"	鋼質鑄件	21個	12	252
20.	尼龍紗網	16目7.6公尺×2.4公尺		1件	200	200
21.	尼龍紗網	24目21公尺×1.8公尺		1件	600	600
22.	透明塑膠布	7.5公尺×4.5公尺	防結露	1件	650	650
23.	L型接頭	φ3/4" × φ3/4"	銅質鑄件	14個	65	910
24.	塑膠布固定夾	1/2" 管用	塑膠	60個	6	360
總計						14,607

表 3：各種蔬菜最適移植日數

蔬菜別	最適移植日數(日)		總計(日)
	發芽期	育苗期	
空心菜	2-3	7-14	9-17
土白菜	1-2	7-10	8-12
繡菜白菜	1-2	7-10	8-12
青梗白菜	2-3	7-14	9-17
油菜	1-2	7-14	8-16
芥菜	1-2	10-16	11-18
芥藍菜	2-3	10-16	12-19
萵苣	3-4	10-16	13-20
萵菜	4-6	14-18	18-24
香菜	4-6	14-20	18-26
菠菜	3-4	10-16	13-20
茼蒿	3-4	10-16	13-20
芹菜	5-7	14-20	19-27
鴨兒芹	17-10	15-20	22-30

表 2：水耕農場的基本配備 (19.78m×43.6m)

項目	規格	數量	單價(元)	總價(元)
栽培床	保利龍成型，氣根式凹凸床，長90.1公分×寬201公分×深5~6公分，具斜度。	264床	350	84000
防漏塑膠布	PE黑色材質，厚度0.15~0.20mm；長42公尺×寬3公尺。	12件	1800	21600
定植板	保利龍成型，單面凹凸性，內附等距播種穴80個，長90公分×寬88公分×厚4公分。	528片	50	26400
排液溝板	保利龍製，長9公分×寬16公分×厚4公分。	264片	10	2640
空氣混入器	PVC製	48支	200	9600
營養液交換槽	PVC製內附排液器1組	12個	850	10200
噴射管	PVC管，3/8" φ長19.8公尺，內附176個等距噴射口。	12支	400	4800
養液儲藏槽	PVC製、方型桶長1公尺×寬80公分×高45公分，容量290公升。	36個	1100	39600
養液控制用上槽	PE製，黑色圓桶，容量6噸。	1~2個	2500	23500~47000
養液控制用下槽	PE製，黑色圓桶，容量500公升。	2個	1800	3600
抽水幫浦	11/2 HP、220V，三相高迴轉速3,400rpm。	2個	4500	9000
浮球水位控制器	塑膠製	2個	300	600
養液噴灌用電源自動控制器	內附24小時及0~12分鐘定時開關各一，和無熔絲延遲開關及電源開關。	2座	4500	9000
養液灌排配管	1" φPVC管及接頭	12組	1500	18000
矮架組合式溫室	鍍鋅鐵管材質長19.8公尺×寬2.13公尺×高1.80公尺。	12座	40000	480000
總計				742540~766040

接管與橫向接管間的接合是利用1/2" × 3/4" 的彈簧夾固定之；至於屋頂部份，則以門字型的1/2" φ鍍鋅鐵管直接插入3/4" φ的邊柱中。

十字型接頭的作用在網溫室側方3/4" φ與1/2" φ鍍鋅鐵管間之接合。屋頂上方的透明塑膠布及四周尼龍網的固定，乃採用煥坤公司開發的固定壓條及塑膠布(網)固定夾。本矮架溫室為了避免市售一般塑膠布易產生結露現象，建議採用不結露的健康塑膠布，其厚度0.15~0.20mm，長度依溫室而定，寬度則在3.0公尺~4.5公尺間。在盛夏之際為了減少日照量及設施內的熱堆積，可在網溫室上方加覆35~45%的黑色PE遮陰網。表1為以7.2公尺長為基準，構架一矮架組合溫室所需資材及價格。

### 栽培設施結構

動態浮根式水耕系統栽培設施計分成：1.氣根式栽培床，2.定植板，3.排液溝板，4.空氣混入器，5.養液交換槽(排液器)等5種。每862.4m<sup>2</sup>所需資材的規格及參考價格請看附表2。

#### 1.氣根式栽培床



氣根式栽培床的資材為保利龍，重1.8公斤，其規格長90.1公分，寬201公分，內部由8條凹凸槽所組成，凹凸槽長189公分，寬度在下緣凸起處寬3.0公分，上部為2.1公分。兩凸槽間距離為8.3公分，凹槽深度以1:189之斜度，即由右邊5公分深斜至右邊6公分。在栽培床右邊預留一條深3公分、寬4.5公分溝槽，為安置養液噴射管用。並在栽培床左邊有一條深6.2公分，寬13公分溝槽，為養液回流通道。

## 2. 定植板

定植板的資材為保利龍製，重0.48公斤，其規格長90公分、寬88公分、厚度4.0公分。每一氣根式栽培床配備定植板2片。每一定植板內分佈 $8 \times 10 = 80$ 個等距的定穴。定植板上方穴口直徑為2.8公分，下方為2.0公分。在定植板下方每一穴口四周另由厚1.0公分、寬3.0公分保利龍條圍住，使穴口與液面間有一 $8.3 \times 5.8 \times 1.0 = 48.1$ 立方公分的空間。

## 3. 排液溝板

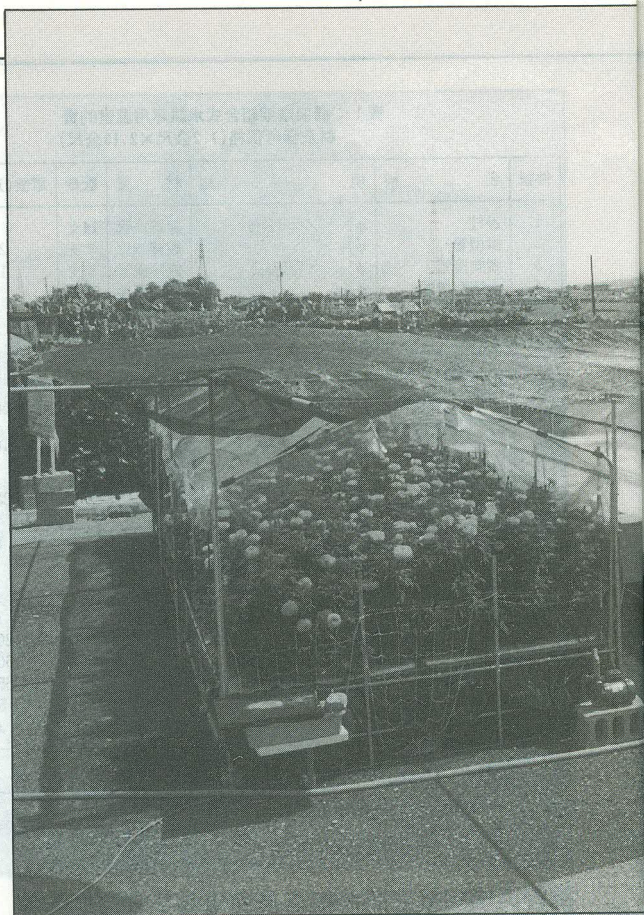
在氣根式栽培床的左邊排液溝槽上有一片厚度4公分、寬16公分、長90公分的排液溝板，此溝板的作用主要在於保持養液循環通暢及避免因陽光直射養液而著生青苔，並堵塞回流管。

## 4. 空氣混入器

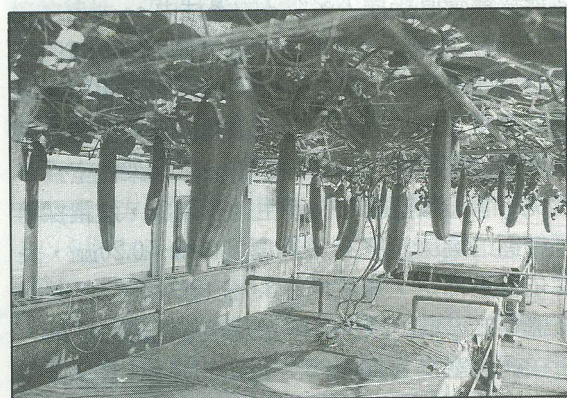
空氣混入器資材為PVC成型之組件。其構成體採用如太空艙式的2個PVC材資之圓錐管，上方管內徑為 $\frac{1}{2}$ "，下方管為 $\frac{3}{4}$ "  $\phi$ ，此圓錐管全長8.0公分，由 $\frac{3}{4}$ "  $\phi$ 處算起3.5公分處斜屈延長為 $\frac{1}{2}$ "  $\phi$ 。兩個圓錐管由 $\frac{3}{4}$ "  $\phi$ 處互相接合，在接合前下方的圓錐管內先置入螺旋漿片閘門，片長2.0公分組在上，2.3公分組在下。接著，利用長3.0公分，口徑 $\frac{3}{4}$ "的PVC管及PVC硬質膠水將之膠合。最後由接合處算起4.5公分處，以電鑽二個對稱直徑為0.3公分的吸氣口。

## 5. 養液交換槽

養液交換槽是利用坊間現成塑膠盆，其規格長54公分×寬37公分×高14.5公分。在塑膠盆內裝置有養液升降排液器及床面養液迴流用排液器



動態浮根式水耕系統配合矮架組合式網溫室，可栽各種花草



小黃瓜在40°C高溫下，仍可在動態浮根式水耕系統中結實累累。

各一。

養液升降排液器資材為ABS塑膠射出成型的圓筒裝置，由外環及內環所組成。圓筒的外環直徑為10.5公分，外環固定高度為8公分，在其下方左右有一對稱且直徑為2公分的排水口。內環資材亦為ABS材質塑膠套環，其直徑為7.5公分。內環是由4個厚度不一的套環所組成，其





養液儲藏槽的養液經由抽水幫浦動作，再流經空氣混入器，而由噴射管射入栽培床。抽水幫浦動作時間取決於自動控制器中定時之多寡。一般而言，每一小時動作2次，每次3分鐘。

養液迴流是經由排液溝槽中床面排液孔，流至交換槽，再由交換槽的內環流回地下的養液儲藏槽。因此，栽培床中實際之水位取決於交換槽中排液器內環的高度而定；一般而言，內環高度大致在4~7公分。

養液控制用下槽的作用，一方面與儲藏槽相通，平時可藉以了解儲藏槽實際水量，一方面與養液控制用上槽相通，藉由其內浮球水位控制器，使儲藏槽內的水量不得低於滿水位的10%。每862.4m<sup>2</sup>的栽培面積，可將養液灌排系統區分成1~2系統，即每一座長19.8公尺溫室配備有3個養液儲藏槽，故左、右2列6座溫室，各有18個排成一列的養液儲藏槽，每一儲藏槽各以1"φ的PVC管與主排液管一頭相接，主排液管的另一頭則接至養液控制下槽。1½HP的抽水幫浦則接在養液控制下槽的另一邊。左右兩座養液控制下槽可互通或個別獨立。

至於養液上槽，則分別由1"φ的PVC管，經由浮球水位控制器與養液下槽連通。其作用是將高張濃度養液以每日全水量10%的補充量為基準，流入養液下槽，以確保栽培床中養液的均衡性。養液上槽的容積或個數，取決於業者的經濟能力而定。

## 實用性強周年生產

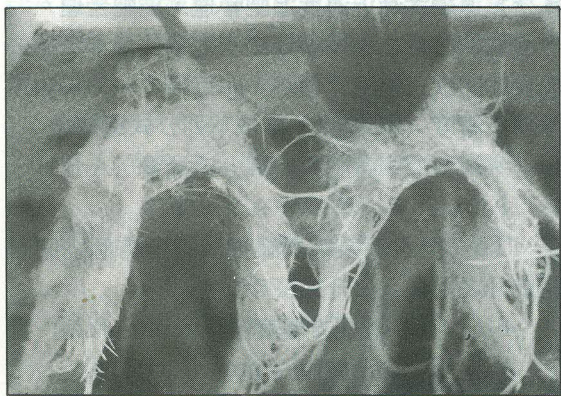
動態浮根式水耕技術有以下特點：

### 1. 較易維持養液溫度

由於氣根式栽培床內有8條保利龍凸起的溝槽，而且溝內水位至少有4~5公分；且養液的灌排流程僅2.0公尺，因此，即使氣溫在35°C時，水溫仍能維持在28.0~29.1°C之間。

### 2. 溶氧量較高

氣根式栽培床的特性之一為養液的灌排流程較短，再者進液時採用噴射灌液方式。因此，不



生長於氣根式栽培床之蔬菜根系呈倒V字型

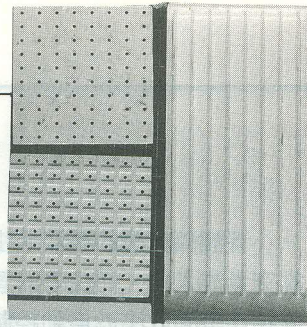
厚度規格又細分成3公分（1個）、2公分（2個）及1公分（1個）等3種。進行水位調整時，依實際需要將各套環組合，而可精確地控制水位成0~8公分。至於床面養液迴流用排液器，其內緣口徑為1"，為坊間慣用之成品。

## 養液灌排系統配備





雙套環式排液器



氣根栽培床

論養液採用自然落差灌液方式，或採用抽水幫浦強制灌液，溶氧量均維持在 5 ~ 6 ppm 間。

### 3. 根系較發達

移植於氣根式定植板的蔬菜根系，由於其上方根系 1.0 公分左右的根系自然地曝露於濕空氣中，而且下方根系一旦與栽培床的凸槽接觸後，即沿著凸起處向下方伸長而形成倒 V 字型的氣根系。

### 4. 需養液量較省

由於氣根式栽培床具凹凸浪板特性，每單位栽培床最高養液裝載量僅 105 公升。以栽種一次青梗白菜為例，在氣溫 35°C 下，每 1000m<sup>2</sup> 可節省 7.7 公噸的養液，結球萵苣可則可節省 11.1 公噸的養液。

### 5. 耗電量較省

由於改良型栽培技術改採用噴灌進液，每小時僅打 3 ~ 5 分鐘，每日動作 16 次。因此，每 1000m<sup>2</sup> 每日耗電量僅 10 ~ 12 KWH。

### 6. 採移植栽培，周年性產量固定。

如表 3、4，動態浮根式水耕栽培技術是將各種蔬菜的生育期控制在 24 天，即允許各種蔬菜長至最適移苗期才移入溫室中，移植後，至 24 日每穴即有 53 公克的平均收量。

## 企業化栽培

### 7. 採企業化栽培，收入固定。

動態浮根式水耕技術採用工廠化經營理念，將 862.4m<sup>2</sup> 的 12 間溫室區分成 24 區，即每日收穫 1 區及移植 1 區。由於各種蔬菜的生育期需控制在 24 日內，因此，每日的收穫量為 19.8 公尺長、寬 2.13 公尺溫室之半 (19.8 × 2.13 ÷ 2 = 21.1m<sup>2</sup>)。如表 4 所示為各種蔬菜的實際生產量，即以經營 862.4m<sup>2</sup> 之水耕農場，則業者每日可採收 86.6 公斤帶根的蔬菜。

表 4：各種水耕蔬菜的生產特性(24日, 21.1m<sup>2</sup>)

蔬菜種別	單穴鮮重 (公克)	去根鮮重 (公克)	生產量 (公斤)	
			單一栽培床	21.1m <sup>2</sup>
土白菜	58.2	52.0	8.4	92.4
繡葉白菜	56.3	50.4	8.1	89.1
青梗白菜	50.8	46.4	7.3	80.3
小松菜	41.2	34.7	5.9	64.9
中國紹菜	60.4	52.8	8.7	95.7
廣島菜	50.0	44.6	7.2	79.2
芥藍菜	50.6	43.6	7.3	80.3
土萵苣	71.3	57.3	10.3	113.3
繡葉萵苣	51.3	43.8	7.4	81.4
空心菜	100.3	90.8	14.4	158.4
莧苔	40.2	35.2	5.8	63.8
紅葉菜	36.0	29.3	5.2	57.2
塌菇萵	56.8	45.6	8.2	90.2
苣萵菜	36.2	28.4	5.2	57.2
菠菜	36.4	29.4	4.2	46.2
平均	53.1	45.6	7.6	86.6

### 8. 落差連續式漸近濃度追肥管理，施肥合理。

坊間慣行之肥料管理法，大致依據本場過去發表的間歇式追肥管理法，即每隔 7 ~ 10 天測定水耕液濃度 (EC 值)，再依下列公式追補之：

水耕養液中各肥料組成分追補量 (An)

$$A_n = T_n \times (F + W - C) / F$$

Tn：全水耕系統調配養液時所需個別肥料組成分之用量 (公升或公斤)

F：引用養液配方濃度值 (mmho/cm)

W：用水之濃度值 (mmho/cm)

C：測得養液之濃度值 (mmho/cm)

此追補法最大缺點為盛夏之際水耕液濃度變化太大，若 7 ~ 10 天才追補，則養液濃度早已超出原先標準值的 10%，造成後續追補量誤差太大。缺點之二為，慣行的肥料管理法，採用栽培期間單一濃度管理法，因此，若沿用較淡的濃度，則植株生育後期易發生營養不良；而若沿用較濃的濃度，則植株生育初期，尤其是移植後 3 ~ 5 天間，會發生生長停頓的現象。



表 5：葉菜類蔬菜水耕營養液基本配方(S)

元素別	營養液名稱	用量(mg/ℓ)
巨量元素	硝酸鈣(Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O)	118
	硝酸鉀(KNO <sub>3</sub> )	404
	硫酸鎂(MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O)	123
	磷酸一銨(NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	57
	磷酸一鈣(Ca(HPO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O)	126
微量元素	鐵(Fe·EDTA)	20
	硼酸(H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> )	1.2
	氯化錳(MnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O)	0.72
	硫酸銅(CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O)	0.04
	硫酸鋅(ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O)	0.09
	鉬酸鈉(Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O)	0.01
pH=6.0±0.5		
EC=0.85mmho/cm		

表 6：葉菜類蔬菜所需的漸近營養液濃度值

蔬 菜 別	最適濃度		EC值 (mmho/cm)		pH值	
	春夏季	秋冬季	春夏季	秋冬季	春夏季	秋冬季
白菜、萵苣、青梗白菜、菠菜、萵菜、油菜、茼蒿、空心菜、芥菜、芥藍菜、結球萵苣	1.5S	2.0S	1.3	1.7	5.5	6.0
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	2.0S	2.5S	1.7	2.1	6.0	6.5

落差連續式漸近濃度追肥管理法，則依下列公式及表5、6的濃度配方。各種蔬菜的配方相同，僅有冬夏季之別，並利用簡易的自動控制，允許栽培床上的濃度以每日增加10%的速率增加之，至採收日（即植株生育最旺時）養液濃度亦達最高峰。

$$EC_f = (W - X) / W \times EC_d + X / W \times EC_a$$

EC<sub>f</sub>：栽培床中最終之水耕液的濃度值  
(mmho/cm)

EC<sub>d</sub>：檢定時水耕液之濃度值  
(mmho/cm)

EC<sub>a</sub>：尚待追補水耕液之濃度值  
(mmho/cm)

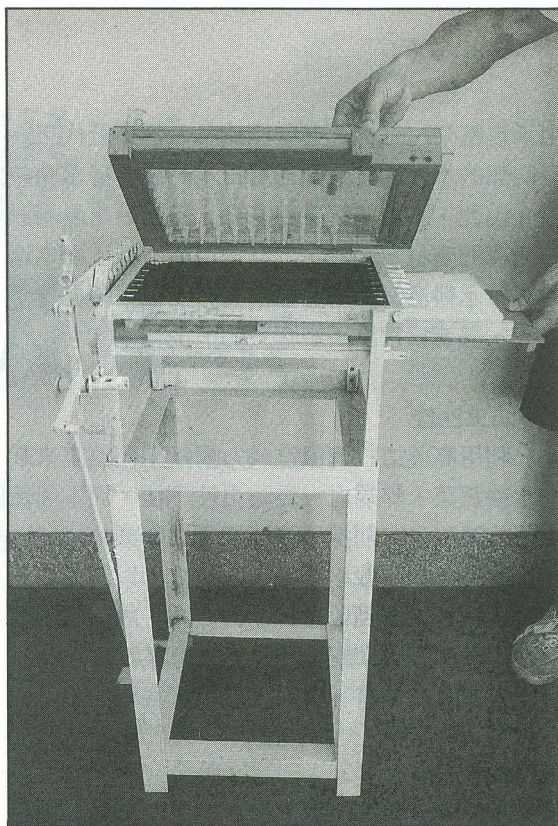
W：全水耕系統中養液容量  
(公升)

X：檢定時全水耕系統中養液之消失量（公升）

## 設施造價遠較日本低

### 9. 造價便宜

改良型的水耕設施每862.4m<sup>2</sup>土地面積中可搭建2.13×19.8m<sup>2</sup>的矮架溫室12間，其總栽種面積為506.1m<sup>2</sup>，即土地使用面積達58.7%，每一間



水耕專用撥桿式播種器

矮架溫室，包括內部栽培設施的造價為新台幣55,000元，再加上每6間設施共用的養液自動灌排系統需新台幣50,000元，因此，若以862.4m<sup>2</sup>當作一單位水耕農場，則其設施成本的估算如下：55,000元×12+55,000元×2=760,000元，為日本同類水耕設施構築費用的1/4~1/10。最特別地，本項水耕設施中個別網溫室的構築是獨立工程。即在經費不充裕或栽培技術尚未熟練前，農友可視經濟狀況構築1~2間網溫室，假以時日再擴充之。

### 10. 設施結構簡單，施工及維修費用較低

由於動態浮根式系統中的網溫室採用矮架組合方式，因此，農友可依本場設計的圖樣及購得各項套件後，自行搭建。國外水耕栽培系統或溫室的構築均屬專業技術，一向由私人的科技公司承包，價位極高。本場舊型的水耕系統在溫室構築上亦有相同的困難，尤其在本省尚無專業的溫室工程公司，坊間現有的水耕農場其網溫室大致



由承包鐵架、石棉瓦遮陰棚的私人企業社代工，而內部的水耕設施，則沿用日本的溫帶型水耕技術。因此，不但構築費用高昂，且因缺乏農用設施的專門資材及知識，維修費用亦不低。而本場的矮架水耕溫室，不論在構築方面或爾後之維修方面，甚或日常屋頂塑膠布的清洗作業均可自行操作。

### 11. 防虫性佳

利用高隧道式網溫室或力霸鋼架網溫室來栽培水耕蔬菜，弊端之一為防虫性不佳，而本場新開發的矮架溫室則採用獨棟採收之作業。因此，一旦蔬菜移植至栽培床上，四周立即以24目白色尼龍網封著，直到收穫日才再掀開，故栽培過程發生病虫害的機率較低。甚至一旦某溫室在採收時發生嚴重病虫害，也較易於進行獨棟的消毒作業。

### 12. 抗風力強

根據國立台灣大學農業工程系王鼎盛教授對本溫室結構分析結果顯示，一座長7.2公尺、寬2.13公尺之矮架組合式溫室，骨架重量為171.90公斤，若不放置任何栽培設施則其能抵抗的最大風壓力為13,739公斤/平方公尺，而本省房屋設計的最小風壓力（100級區）為70公斤/平方公尺。換言之，矮架組合式溫室的骨架，不管置於本省任何地區，一旦起風時，都有傾倒之可能。若栽培床水深10公分時，或床下用磚頭或鐵環以100公斤/平方公尺壓住時，可抗風壓力可昇至129.2公斤/平方公尺，相當於風力區150級區至200級區。唯，鍍鋅鐵管僅能承受的風壓力為41.25公斤/平方公尺，因此可在溫室前、後方的縱向出入口處，各以2支口徑為3mm的鍍鋅鐵管交叉補強之。又本溫室高度僅1.8公尺，因此，補強後的水耕溫室仍可抵抗100級區風力。

此外，若能在此型溫室的四周或至少該地區的迎颶風面，構築一道擋風牆，將可增強其抗風力。同時，此型溫室的承架部分之邊柱及中央承柱，一旦由水平調整紐架好水平後，若能以水泥封住各柱腳，亦可增強其抗風力。

表7 經營動態浮根式水耕農場之年收益（862.4m<sup>2</sup>）

調查項目		金額(元)
粗收益	年生產量	86.6公斤/日365日=31,609公斤
	單價	30元/公斤
	毛利	948,270元
開支	種子費	4,000
	海綿費	40,485
	養液費	91,250
	電費	40,000
	水費	1,895
	消毒用藥劑費	6,000
	顧工(1人)	20,000元/日×12月=240,000元
	設備折舊費	159,232
	包裝材料費	66,379
包裝耗損費	47,414	
	小計	696,655
淨所得 所得率		251,615
		26.5

## 約3年半可回收成本

經營水耕農場，是一種工廠化的投資，故必須估算其經濟效益。以構築862.4m<sup>2</sup>的一間水耕農場為例，設施成本大約在新台幣73.4~75.7萬元間，再加上施工費用每一間溫室大約10,000元，則總投資額達85.4~87.7萬元間。

至於其年收益如何呢？如表7所示，每862.4m<sup>2</sup>可生產31,609公斤的蔬菜，若以每公斤單價30元而計，則年毛利為948,270元。扣除在開支方面的696,655元，則年淨所得達251,615元。即所得率在26.5%。換言之，以投資862.4m<sup>2</sup>的水耕農場而言，3.39~3.49年間可回收其成本。

表7中各項開支的估算基準是以本場及農民試作的實驗開支為準，例如，每一片海綿的售價為5.5元，每862.4m<sup>2</sup>每日消耗養液量為1.0公噸，每噸費用250元。包裝材料費則以每一塑膠袋0.7元估算之，至於包裝耗損費是以每日總生產量的25%估算之。設備折舊率的估算基準為，氣根式栽培床年限5年、定植板3年、防漏塑膠布3年，空氣混入器、交換槽、養液槽等灌排系統為7年，栽培床架7年，防結露屋頂透明塑膠布為2年一換。