



# 溫室的故事

---

方煒

台大生機系教授



# 溫室在農村形成另一個世界





# 溫室是植物的被窩？

---



- ★不只是被窩
- ★提供遮風、擋雨、遮光、防蟲功能
- ★提供補光功能
- ★提供環境調節功能 (T, RH, CO<sub>2</sub>)



# 植物工廠有什麼好處？

---



★可以加倍利用有限的土地面積

★隨時隨處可以有農業



★可以控制品質及產期

★可以使農業作業環境更為舒適

★可以供應新鮮乾淨的植物



★可減少連作上的障礙



# 小哉問

- 
- ★ 植物可以像工廠一樣生產嗎？
  - ★ 何種植物可用植物工廠栽培？
  - ★ 溫室算是植物工廠嗎？





# 我們需要那一種溫室?

---

- ★需要大量通風
- ★須能防雨
- ★須能防風
- ★具有降溫與遮蔭之能力
- ★須有適當的加溫能力
- ★具防蟲及防菌功能





# 溫室可以做些什麼？

---



★ 花之鄉

★ 苗之圃



★ 菜之園

★ 芽之屋

★ 菇之舍





# 花之溫柔鄉





# 種苗之老圃





# 甘藍菜之樂園





# 遍地豌豆小芽黃又綠





# 芽芽之小屋



★發芽階段不需光線

★可在環控室內採立體化栽培

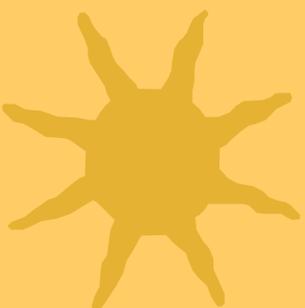


★後續階段需要綠化才移至溫室





# 菇之舍





# 設施有那幾種?

---

- ★ 精密溫室
- ★ 簡易型溫室
- ★ 網室
- ★ 簡易棚架
- ★ 懸掛式鋪蓋
- ★ 地面鋪蓋
- ★ 霜傘





# 精密溫室學問多





# 塑膠布溫室處處擺





# 隧道型簡易棚架最實在





# 網室防蟲好處多





但是進來的蟲也出不去





# 懸掛式浮動層覆蓋





# 地面鋪蓋立大功





# 霜傘處處在





# 透明材料的選擇

---

- ★ 玻璃
- ★ 塑膠布
- ★ 玻璃纖維板





# 玻璃溫室之優點

---



- ★ 1. 透光性良好，可收集更多的太陽熱能
- ★ 2. 使用壽命長較長
- ★ 3. 骨架堅固，容易加裝控制系統
- ★ 4. 無環境污染問題





# 塑膠布之優點

- ★容易裝卸，所費人工較少。
- ★成本較低，容易維護。
- ★可製成任意型狀及長度，適應各種規格及用途。
- ★結構較為簡單。
- ★本身具有彈性，抗風性較強。
- ★可採用雙層結構，保溫性較佳。





# 塑膠布使用上之缺點

- ★ 使用壽命相對較短，每三至五年須加以更換一次。
- ★ 容易沾塵，需常加清洗。
- ★ 不容易作成天窗形式，必須由側面通風，或需佐以風扇通風。
- ★ 更換後之塑膠布廢料容易造成環境污染問題。





# 簡易PE塑膠布溫室





# 溫室覆蓋材料之性能



覆蓋材料	透光率新 材料，%	用舊以後	單價 美元/呎 <sup>2</sup>	節省能源 比率，%
玻璃	88	30~40年後透 光率降低很 少	0.50	0
壓克力 (PA), 16mm厚	86	10~20 年後 透光率低	1.60~1.65	46
聚碳酸脂板 (PC)	80	5~10 年變色	1.30~1.45	40
雙層PE布	低於玻璃 及 PC	-----	0.15	節省 1/3 能 源
強化玻璃纖維 (FRP)	-----	8~10年後透 光率很差	52	-----

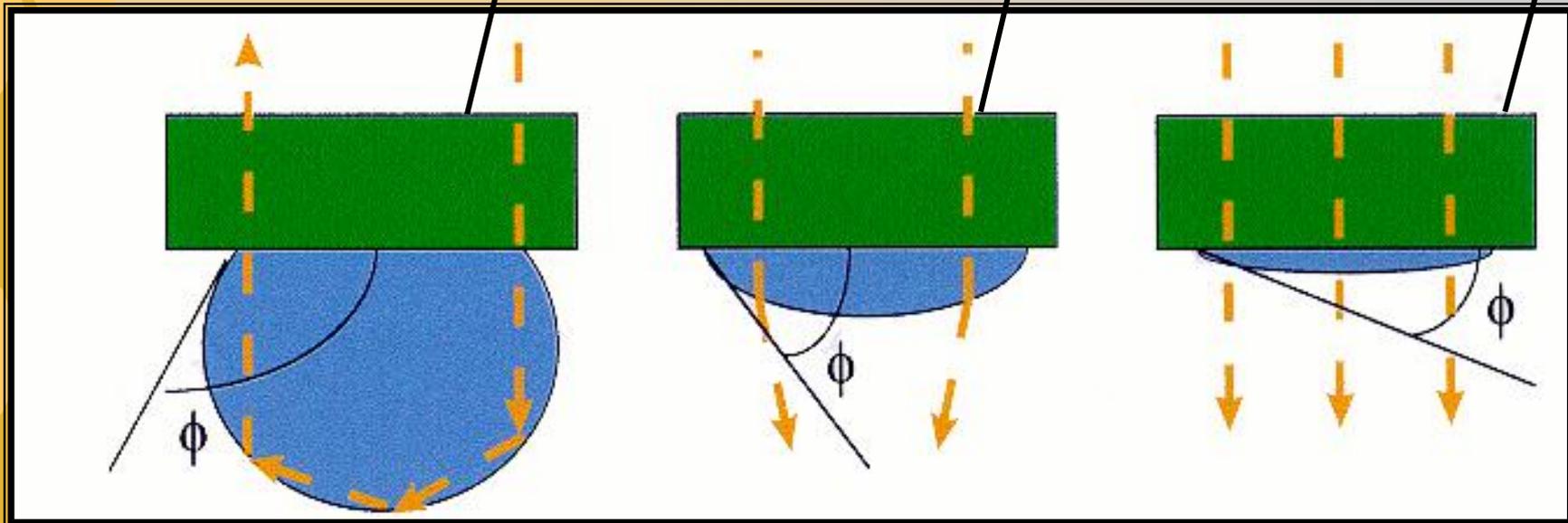


# 抗霧/抗流滴塑膠布

A  
High Interfacial  
Tension

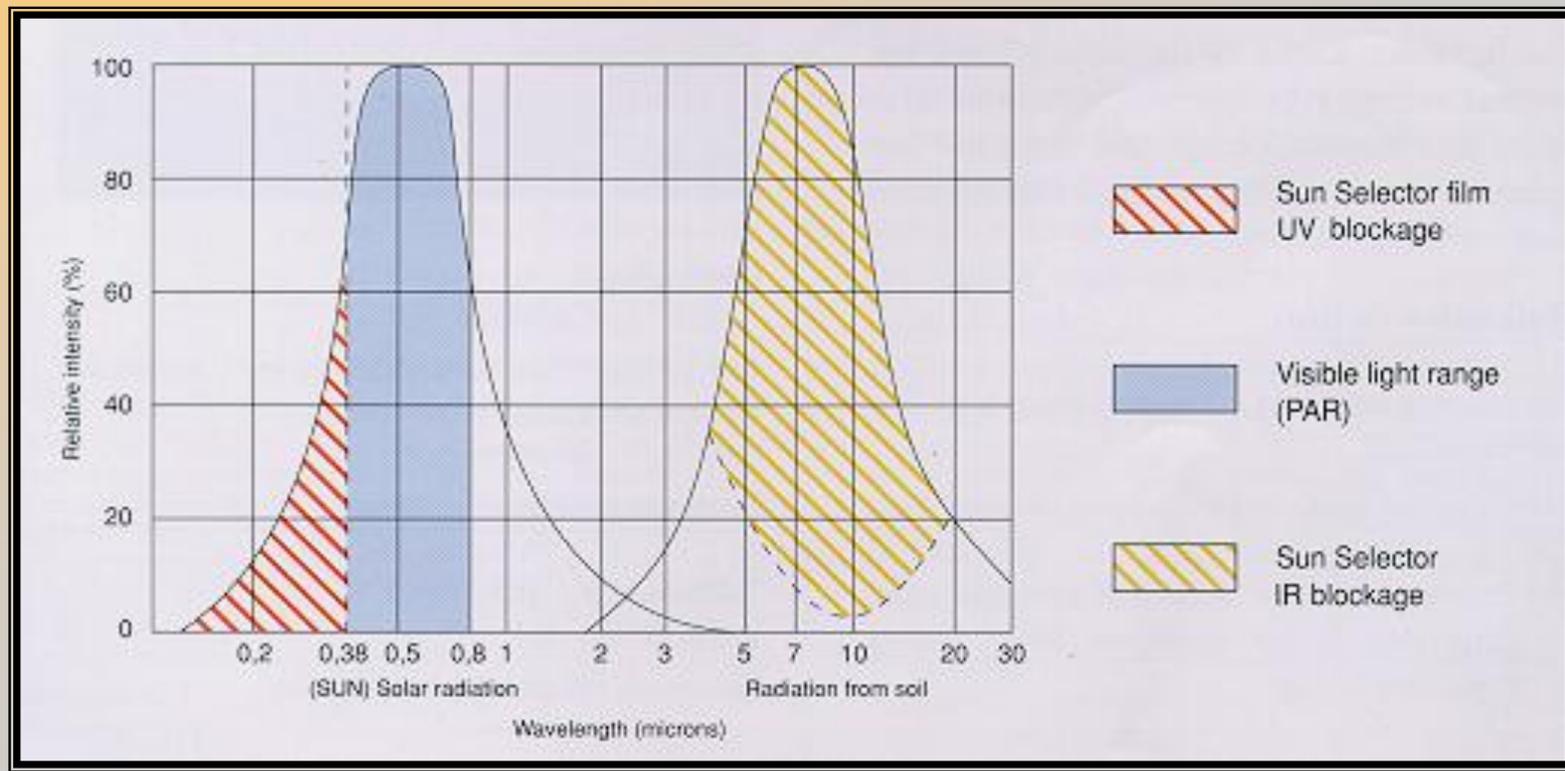
B  
Medium Interfacial  
Tension

A  
low Interfacial  
Tension





# 紅外線阻隔

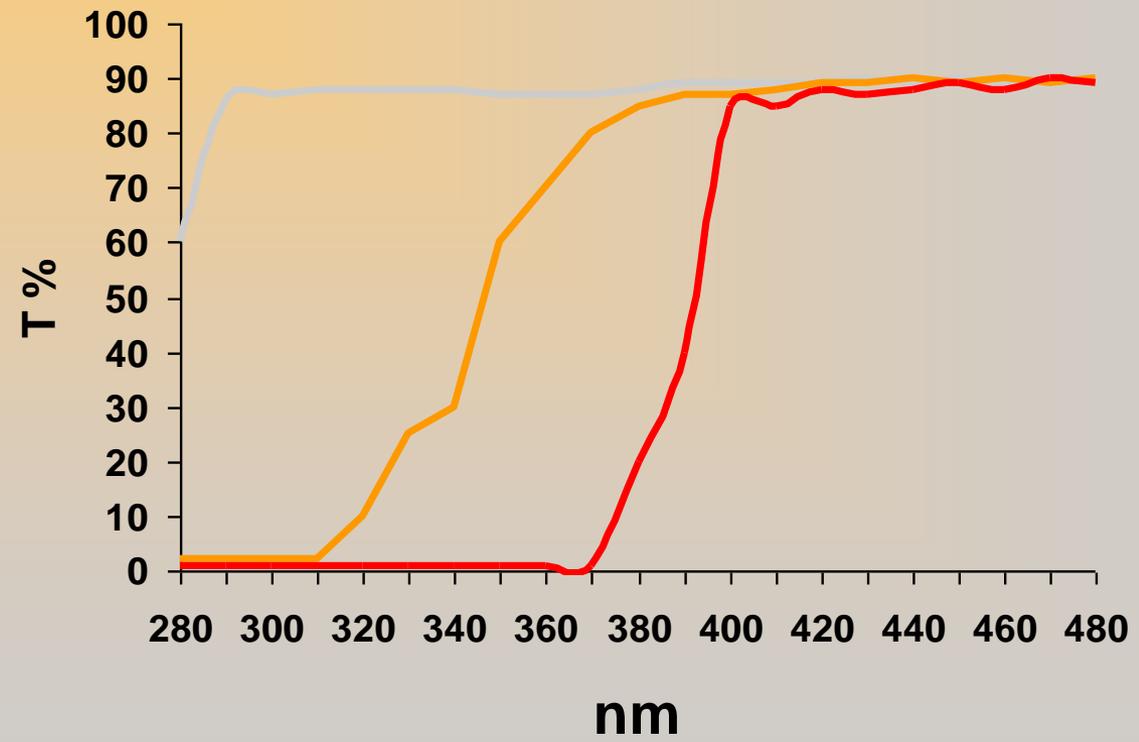




# 抗紫外線



## UV Block



Non UV Block    Partiale UV Block    UV Block



# 怎樣建造溫室?

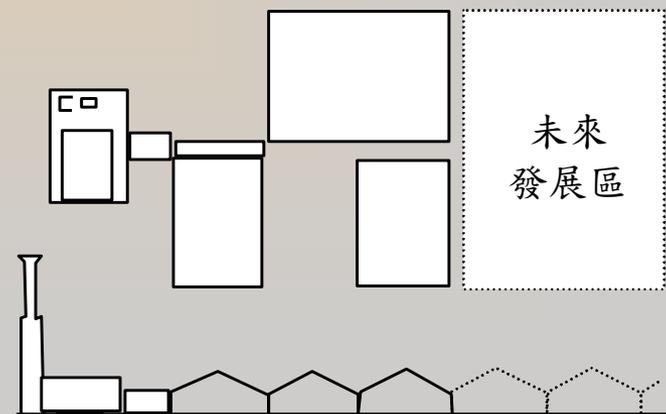
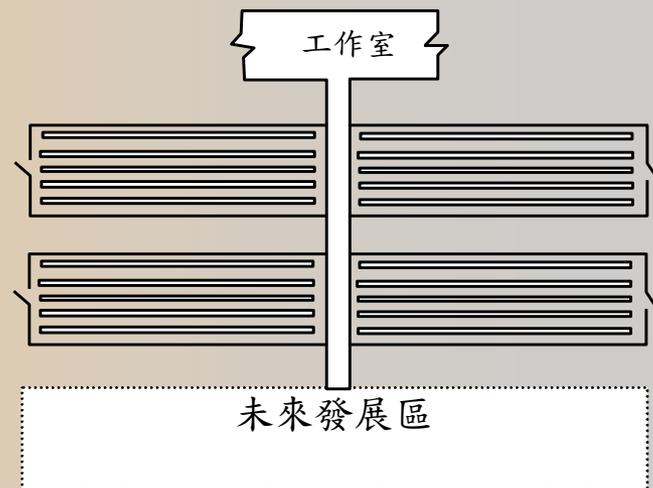
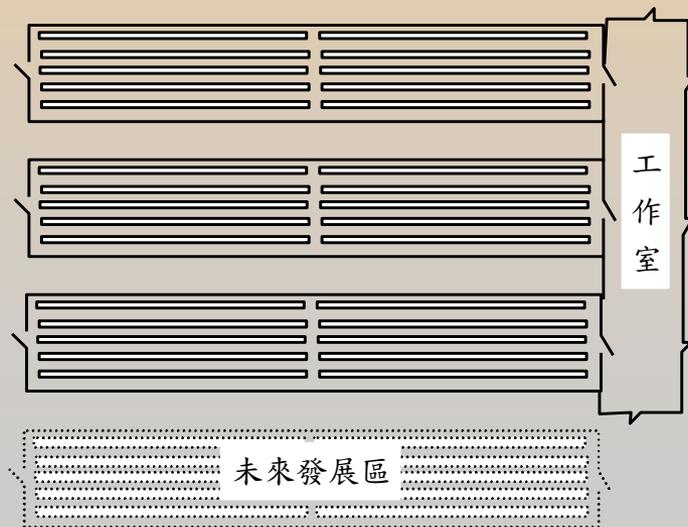
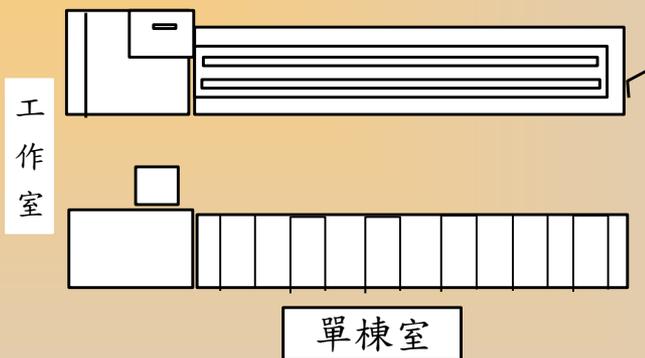
---

- ★ 座落地點、方位
- ★ 溫室結構
- ★ 遮蔭問題
- ★ 通風與換氣
- ★ 溫室要不要加溫?



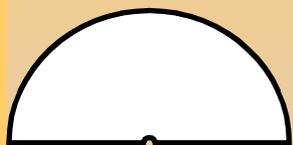


# 溫室之配置

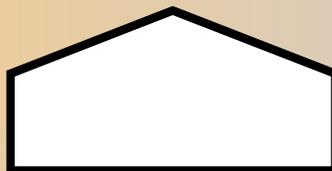




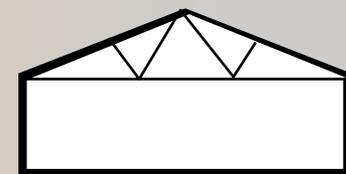
# 溫室結構形狀之分類



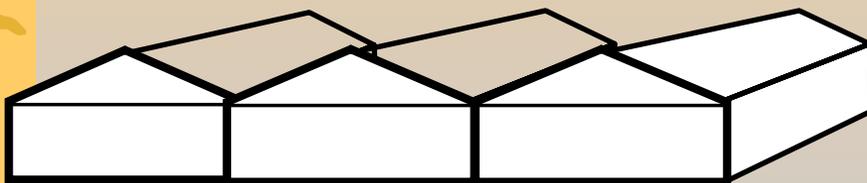
簡易圓頂式



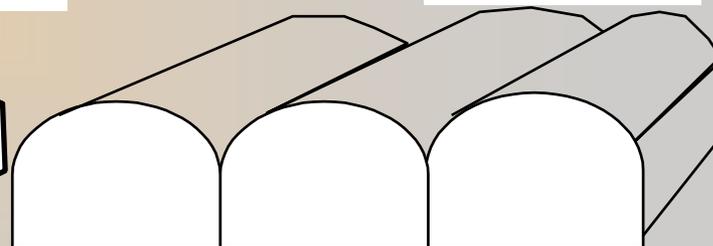
山形鋼構架



山形桁架



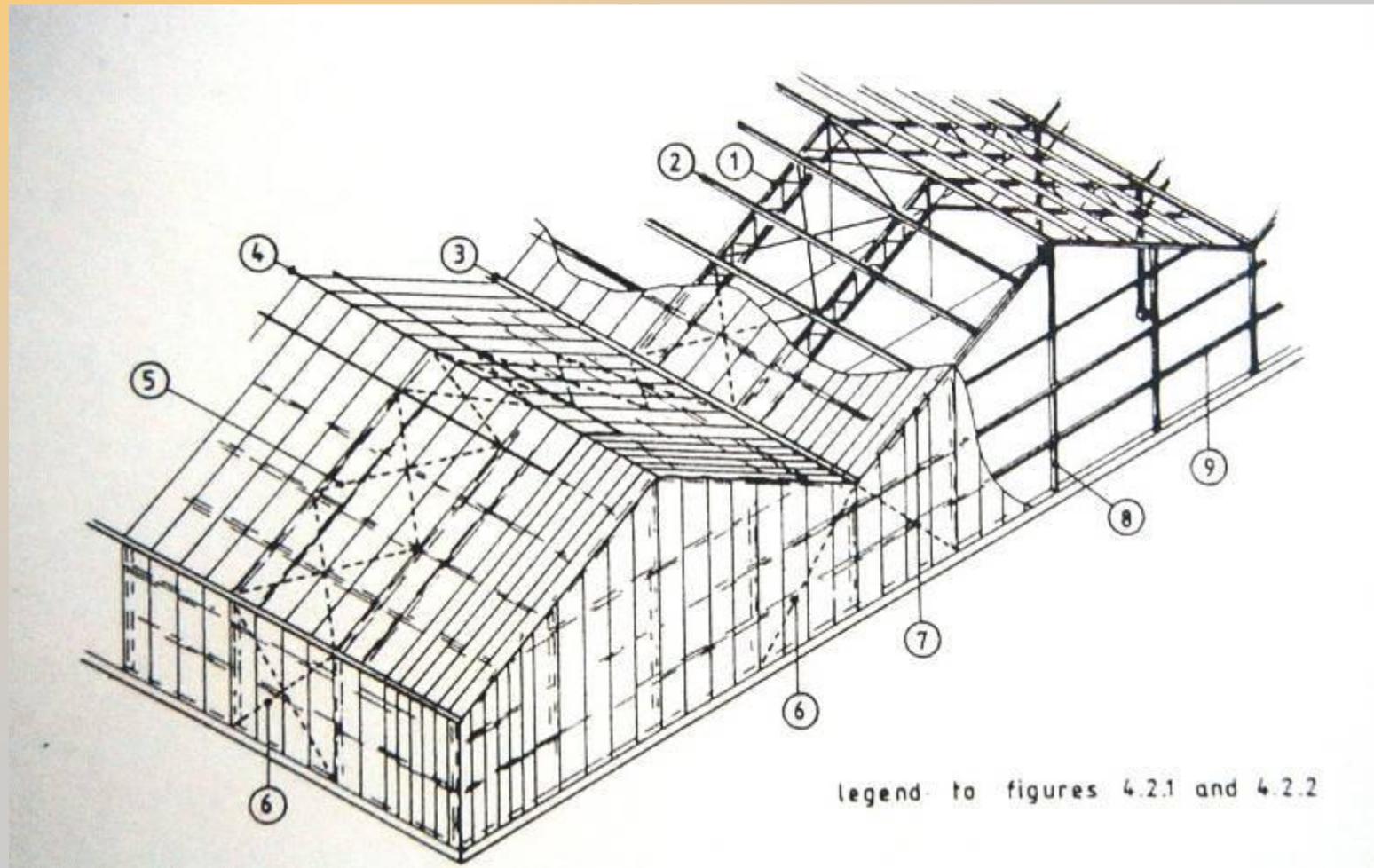
連棟式鋼構架



連棟式拱架



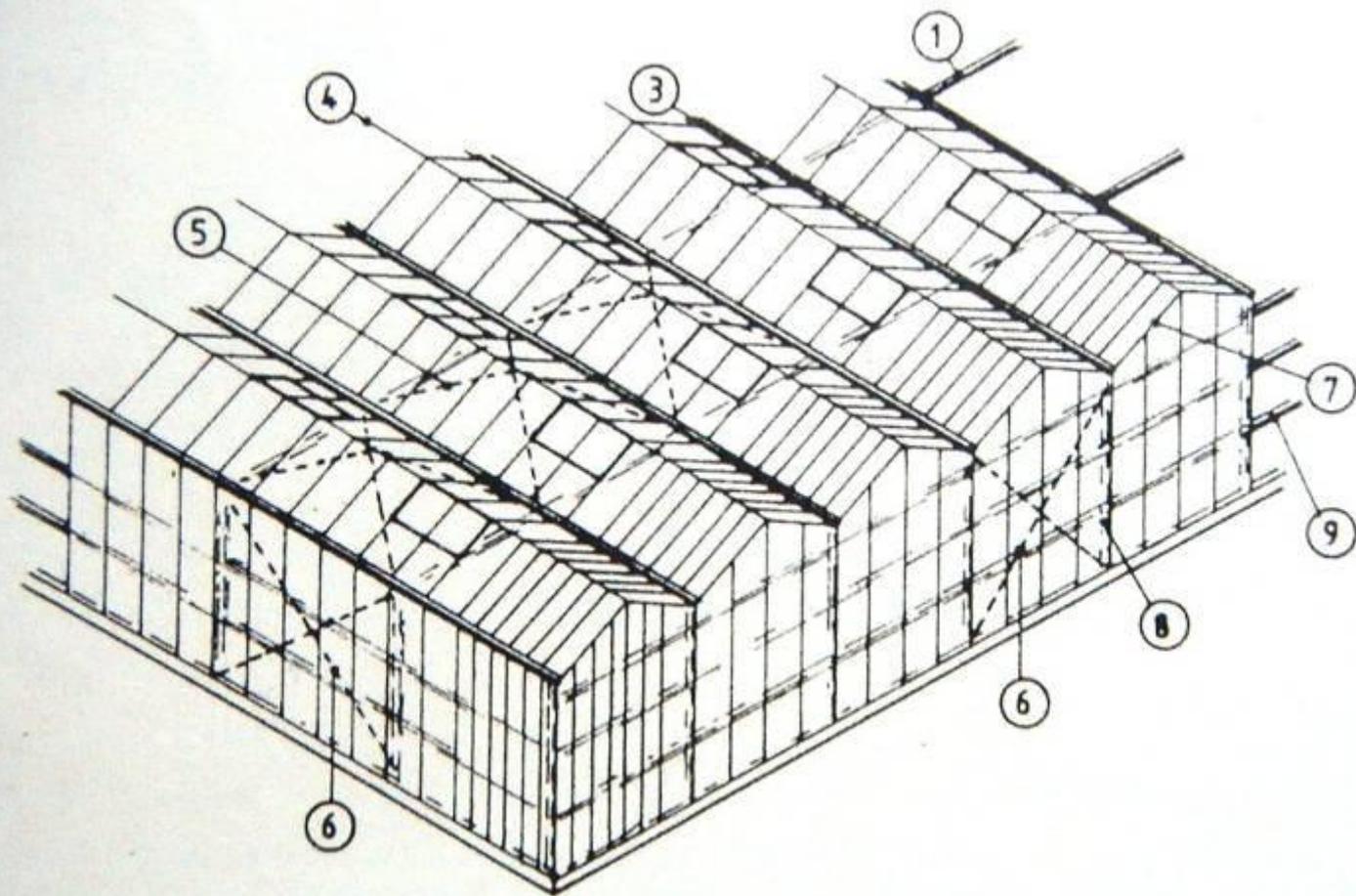
# 傳統溫室之結構



legend- to figures 4.2.1 and 4.2.2



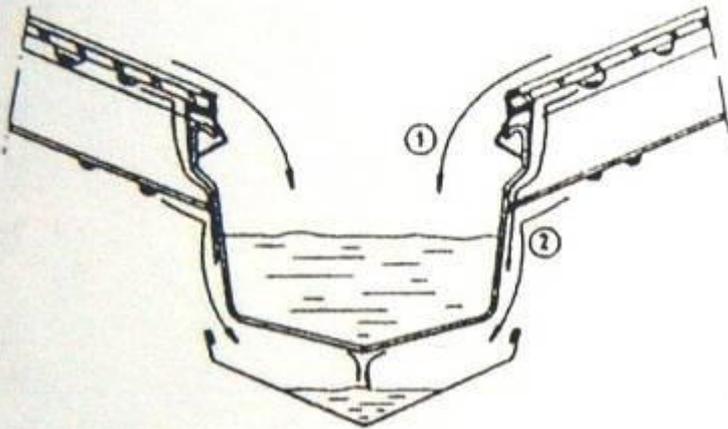
# 威諾型(Venlo)溫室之結構



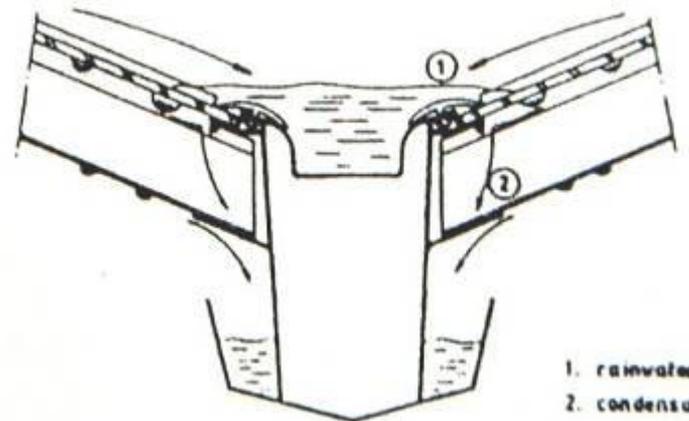


# 集水槽設計1

a. steel gutter



b. hollow aluminium extrusion



- 1. rainwater
- 2. condensation water





# 排水量

---



★ 一分地 ( $1000 \text{ m}^2$ ) 下  $1 \text{ mm}$  雨量

★ 排水量 =  $0.001 * 1000 = 1 \text{ m}^3$

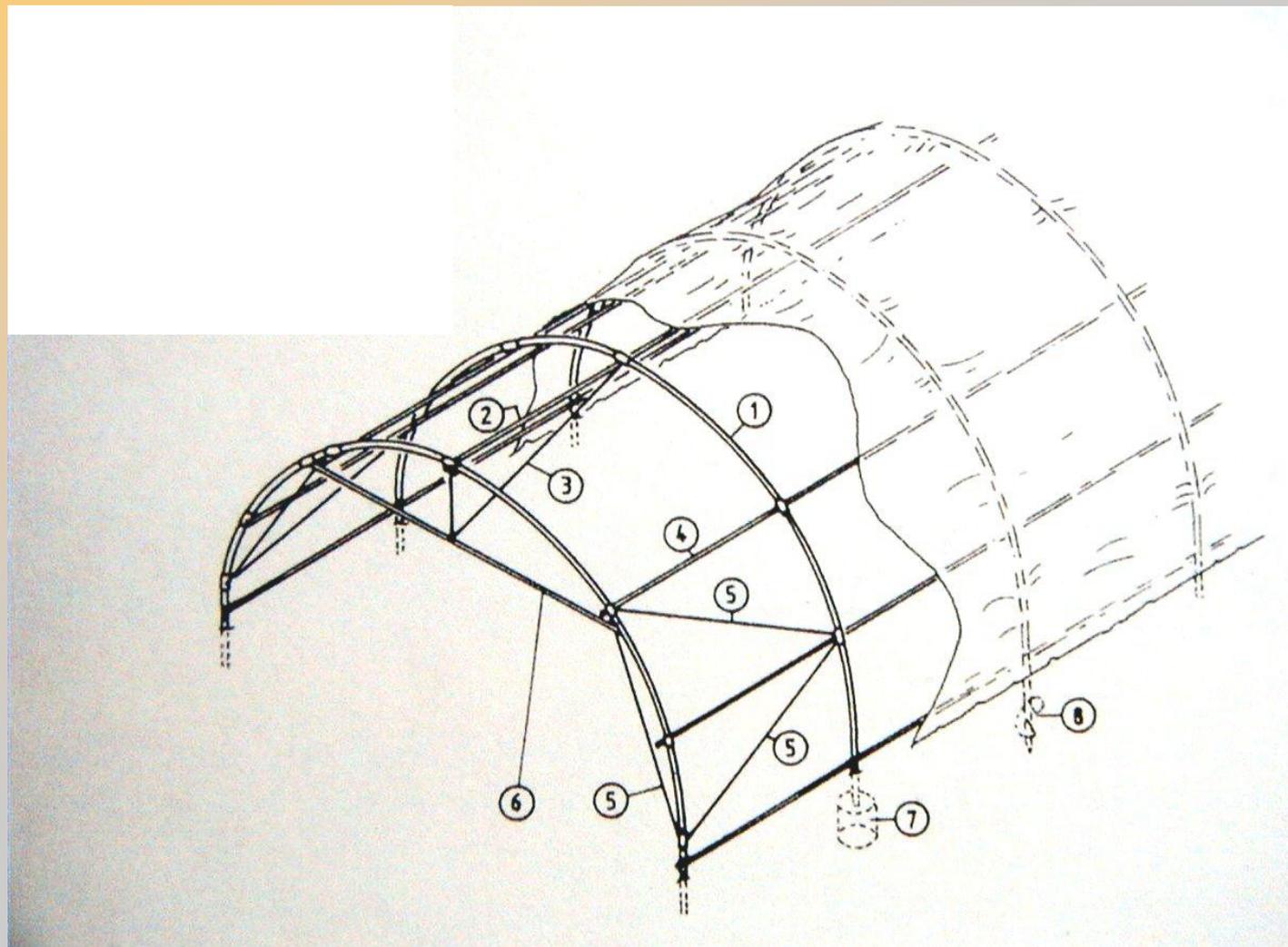
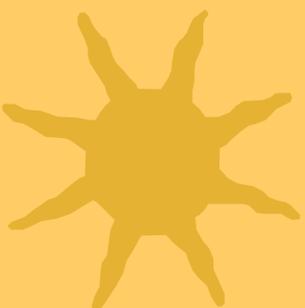
= 1 噸的雨水





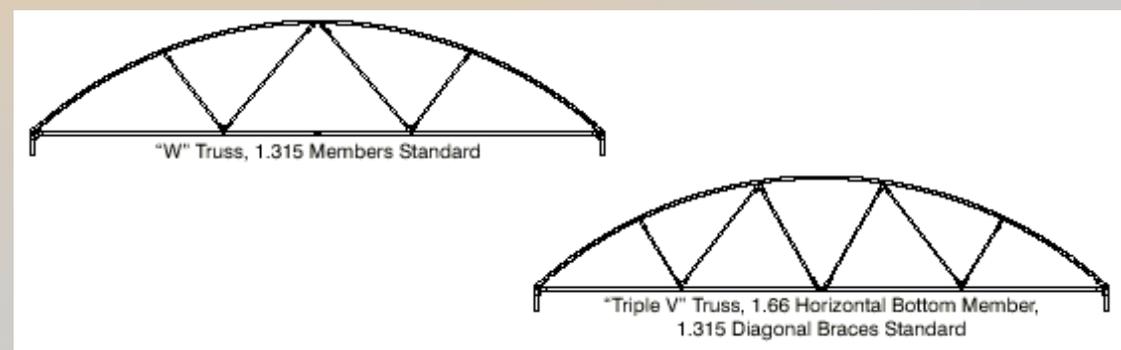
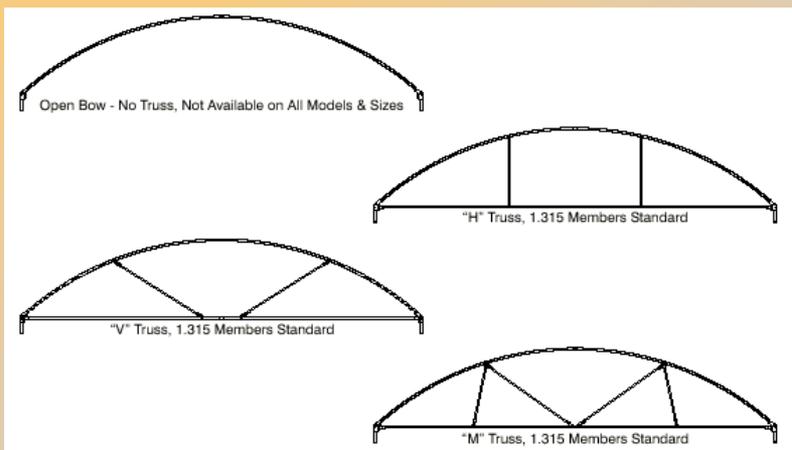


# 寬度8m簡易塑膠布溫室之結構



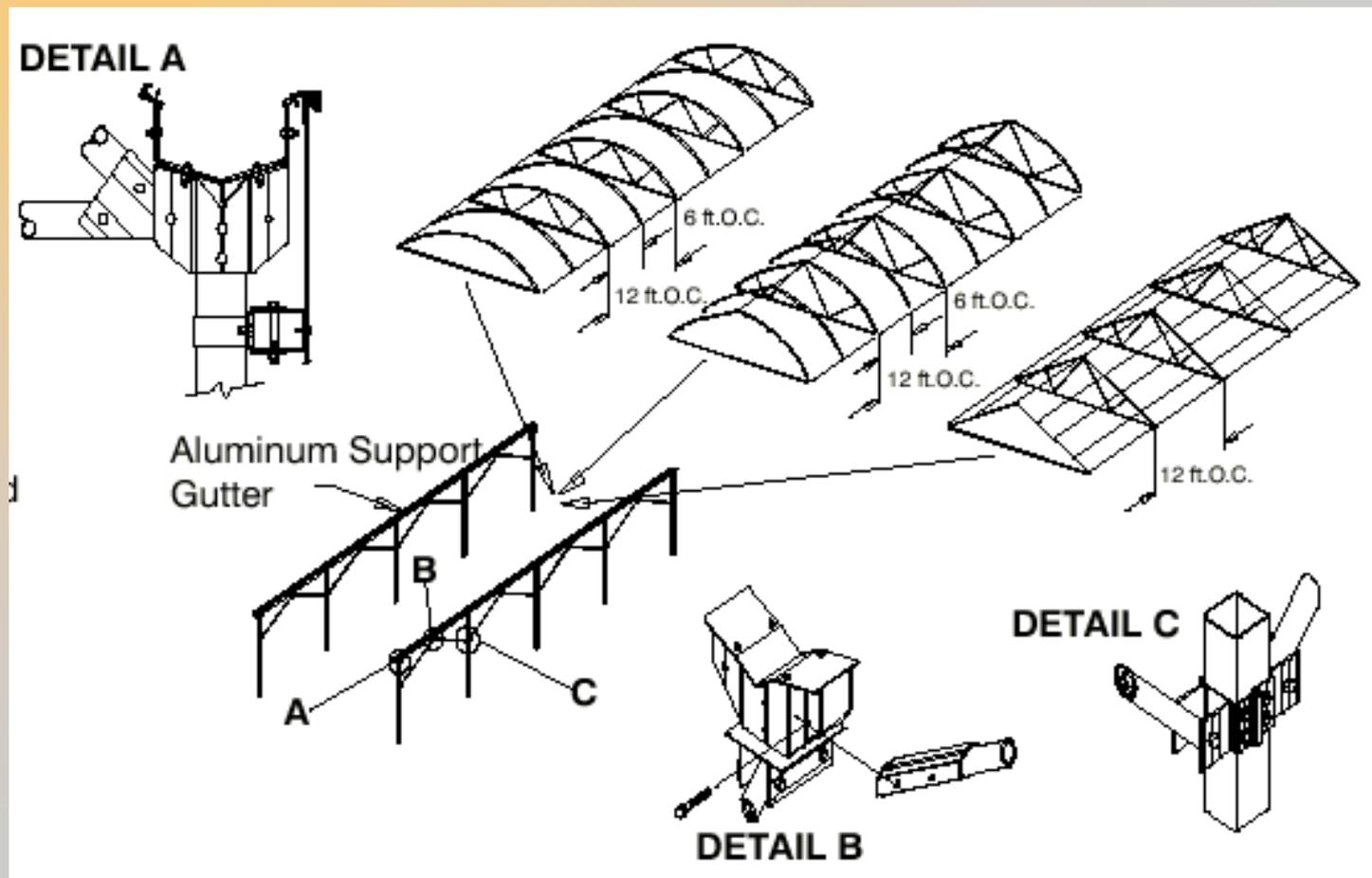


# 結構上部





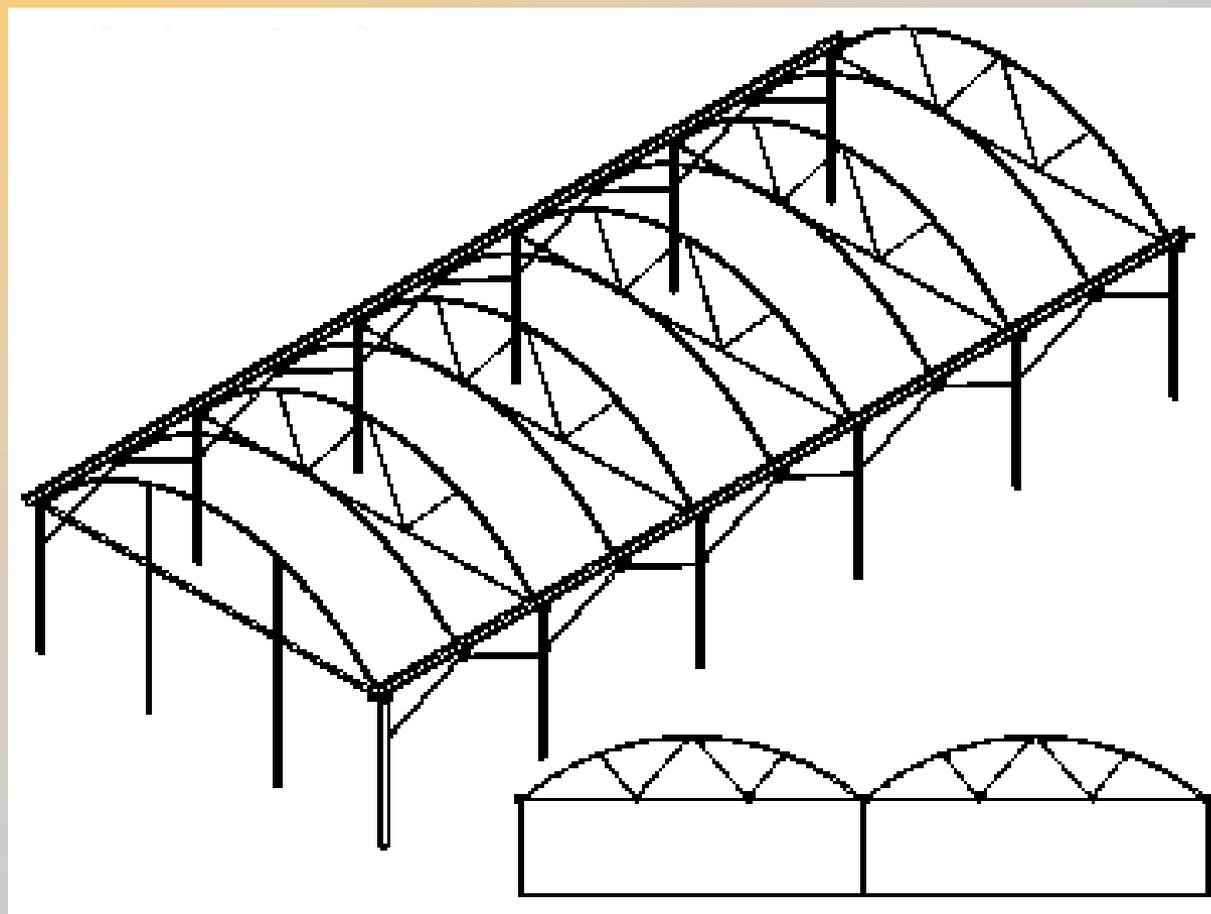
# 立柱與相關細部





# Detail A 實體圖







# 雙層塑膠布溫室

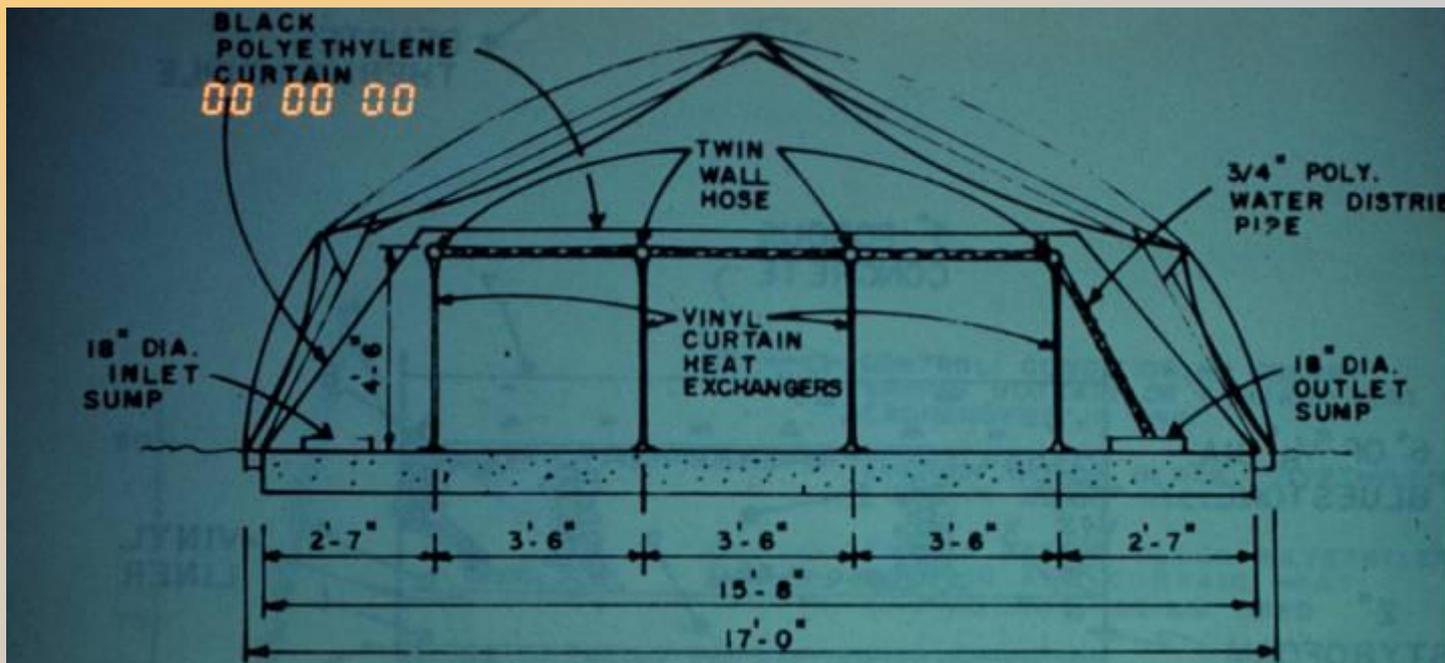
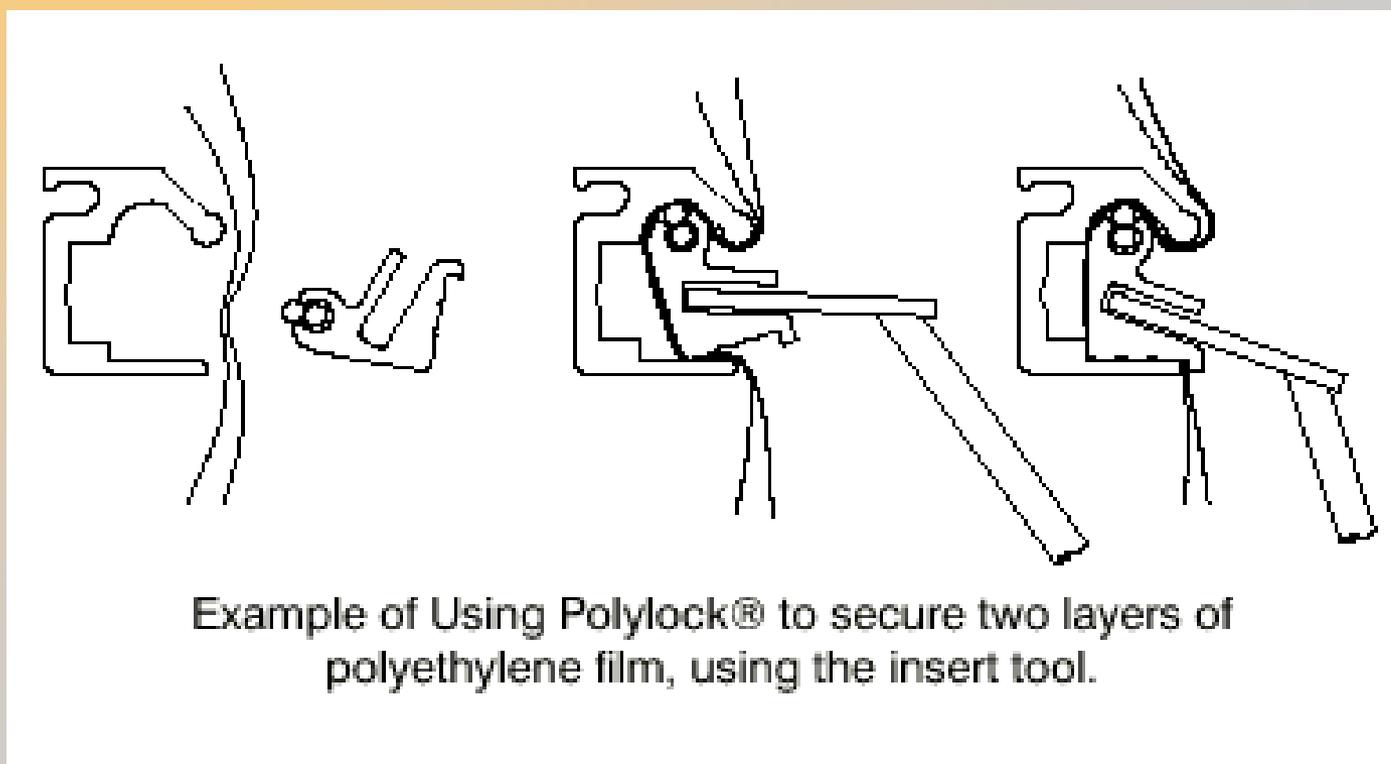


FIG. 7 DOUBLE-LAYER AIR-INFLATED 17'x24' POLY-ETHYLENE GREENHOUSE WITH POROUS CONCRETE FLOOR, BLACK POLYETHYLENE CURTAIN AND VINYL CURTAIN HEAT EXCHANGERS



# 塑膠布固定方法



Example of Using Polylock® to secure two layers of polyethylene film, using the insert tool.



# 颶風考驗結構1





# 颶風考驗結構2







# 遮蔭問題

★ 台灣地屬亞熱帶，容易產生熱累積，故許多溫室必須採用外遮蔭





# 通風與換氣

- ★ 攪拌式通風，將風機設於溫室之正中央，強迫使空氣產生對流作用





# 換氣



機械式強力通風的方式，此側為進氣口



捲簾

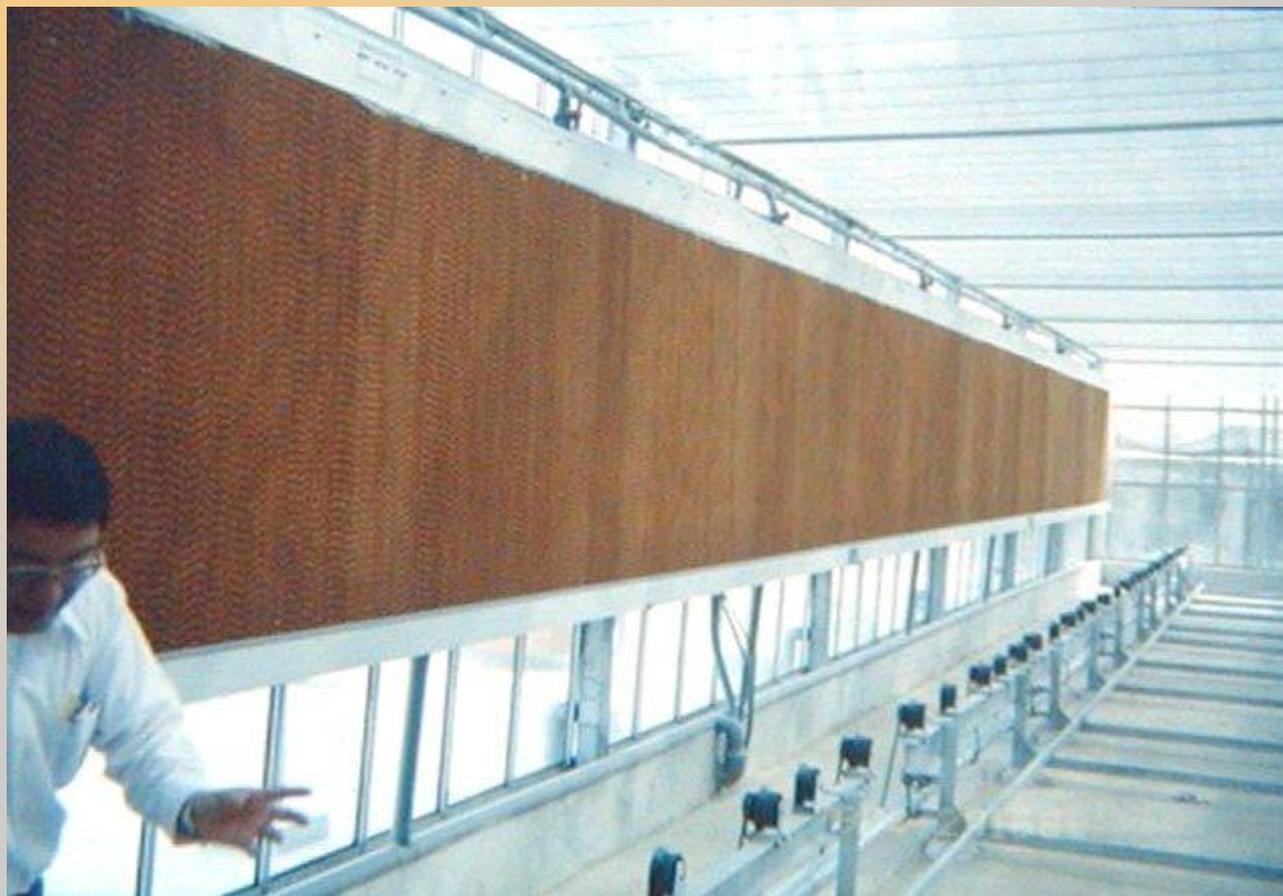




# 溫室之冷卻



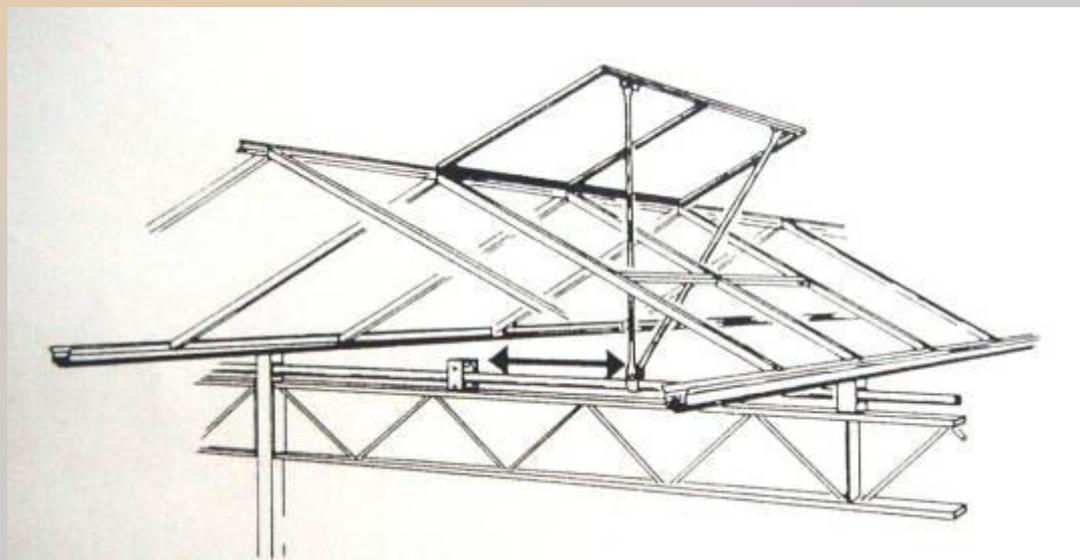
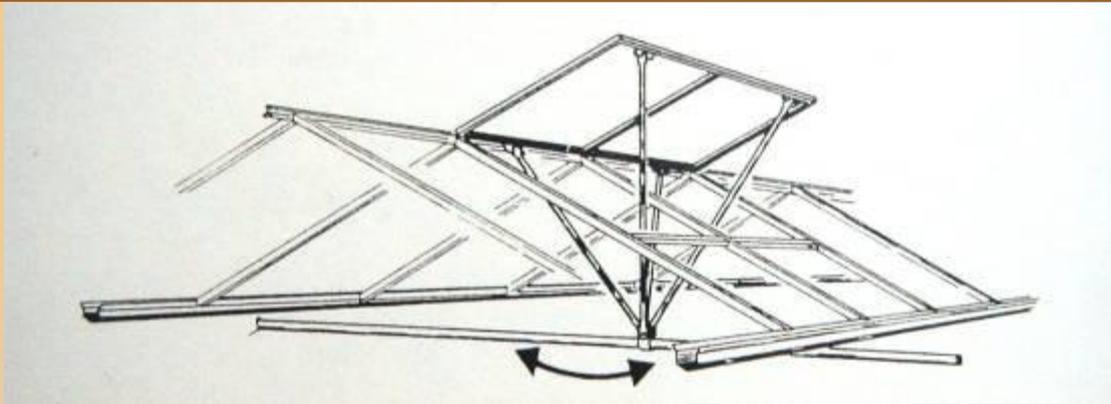
水牆是中價位的溫室降溫方式





# 通氣窗之設置

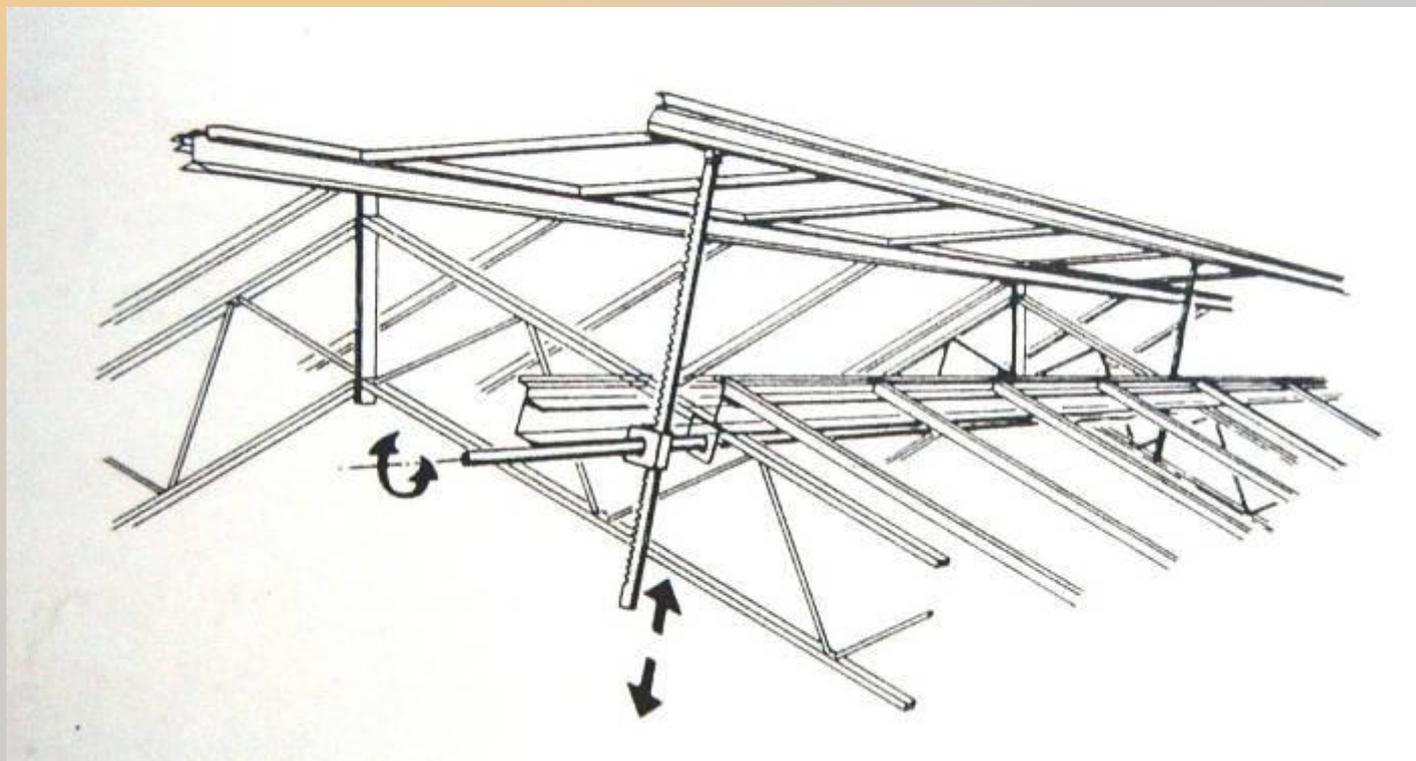
- ★ 搖擺式機構，系統主控桿位於縱樑之間 (上)
- ★ 桁架軌機構，系統主控桿位於桁架之上，可以消除部份陰影 (下)





# 屋頂通氣窗

★ 連續開啟機構，窗戶整面開啟，由齒列連動





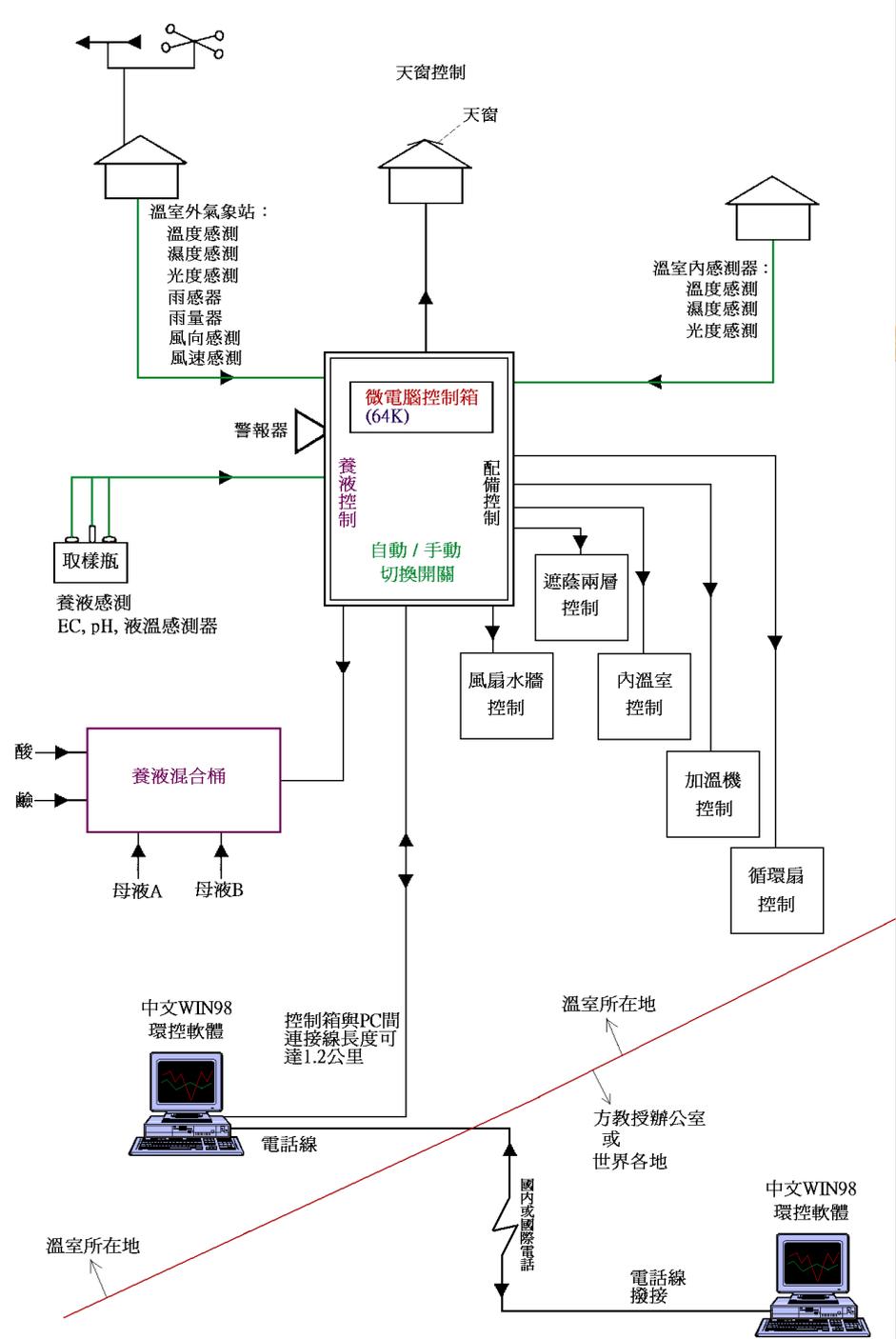
# 溫室加溫設備



- ★ 採用蒸氣鍋爐產生 $100^{\circ}\text{C}$ 以上之水蒸汽進行加溫
- ★ 採用熱水鍋爐產生 $70^{\circ}\text{C}$ 之熱水進行加溫
- ★ 直接利用燒燒爐，採用間接加熱方式，產生熱空氣。
- ★ 燃料可採柴油、重油或瓦斯
- ★ 使用熱泵系統產生熱水是較新趨勢
- ★ 熱泵系統需用電力



# 溫室控制





# 植物生長的眠床

## ★各種植床的空間利用比例

類別	植床型式	英文名稱	空間比
固定式	縱向型固定植床	<b>Longitudinal fixed bench</b>	65%
固定式	非字型固定植床	<b>Peninsular fixed bench</b>	72%
活動式	縱向型移動植床	<b>Longitudinal rolling bench</b>	82%
活動式	非字型移動植床	<b>Peninsular rolling bench</b>	86%
活動式	可運搬式植台	<b>Transportable bench</b>	93%
無床架	地面生長系統	<b>Floor system</b>	90-92%



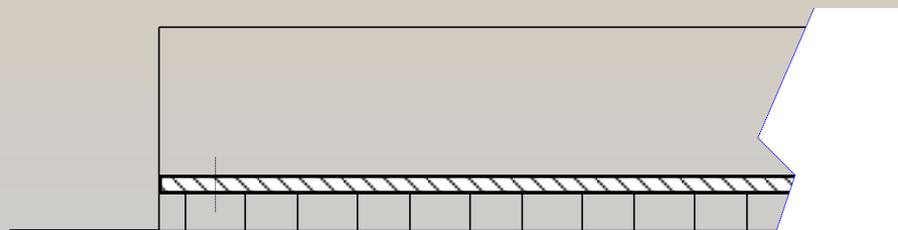
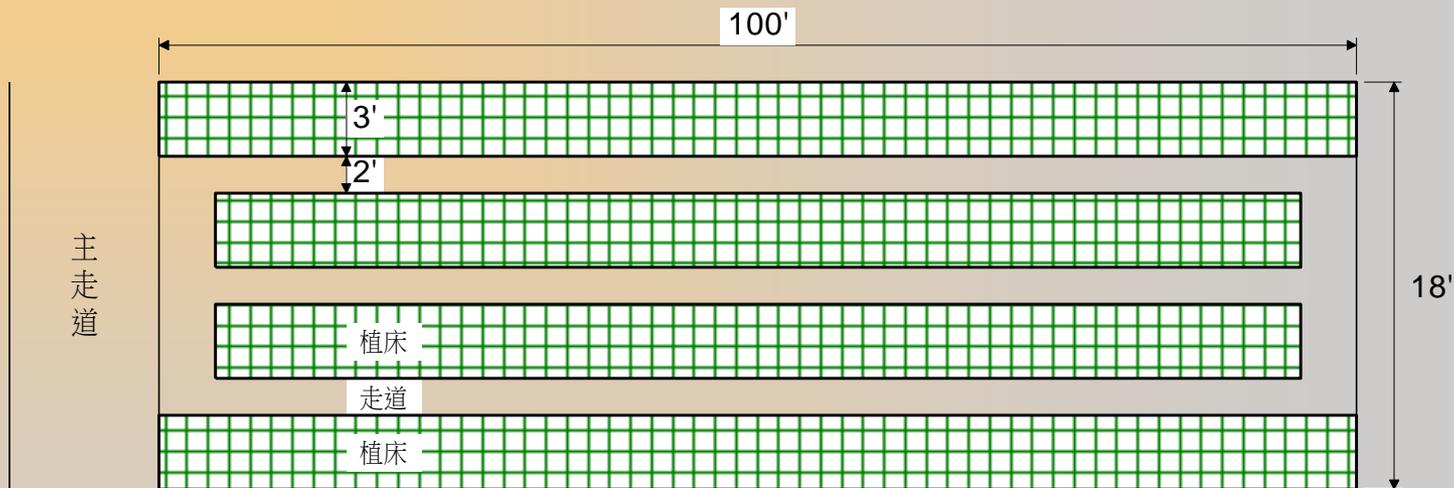
# 固定式植床

- ★ 固定植床是最簡易的方式，其上可以裝設固定的灑水系統

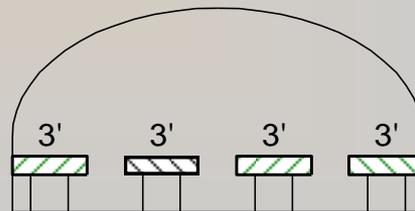




# 縱向型固定植床



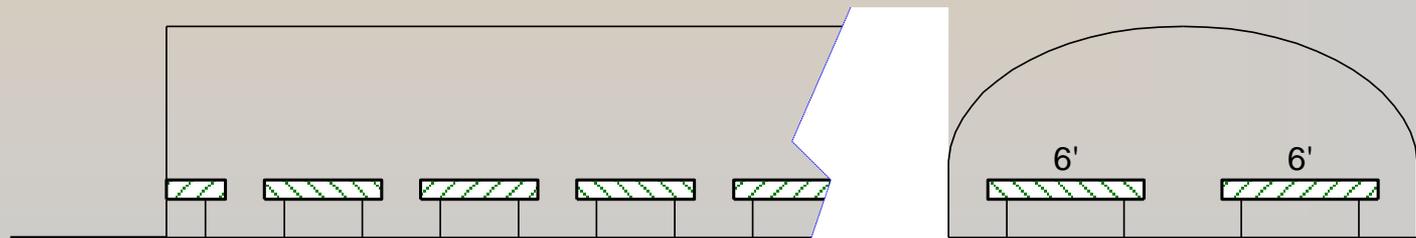
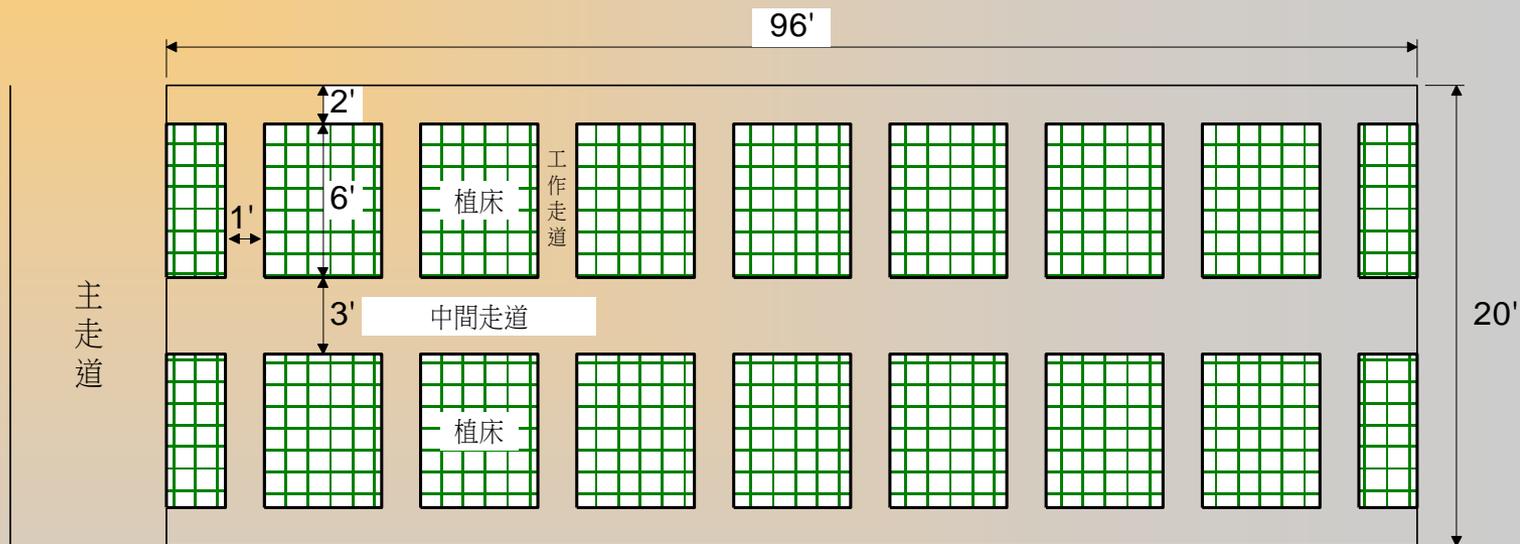
溫室與植床之縱切面



溫室與植床之橫切面



# 非字型固定植床



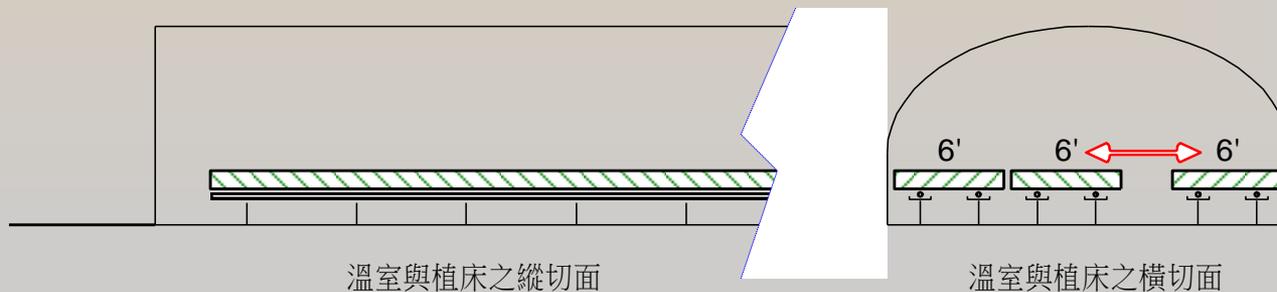
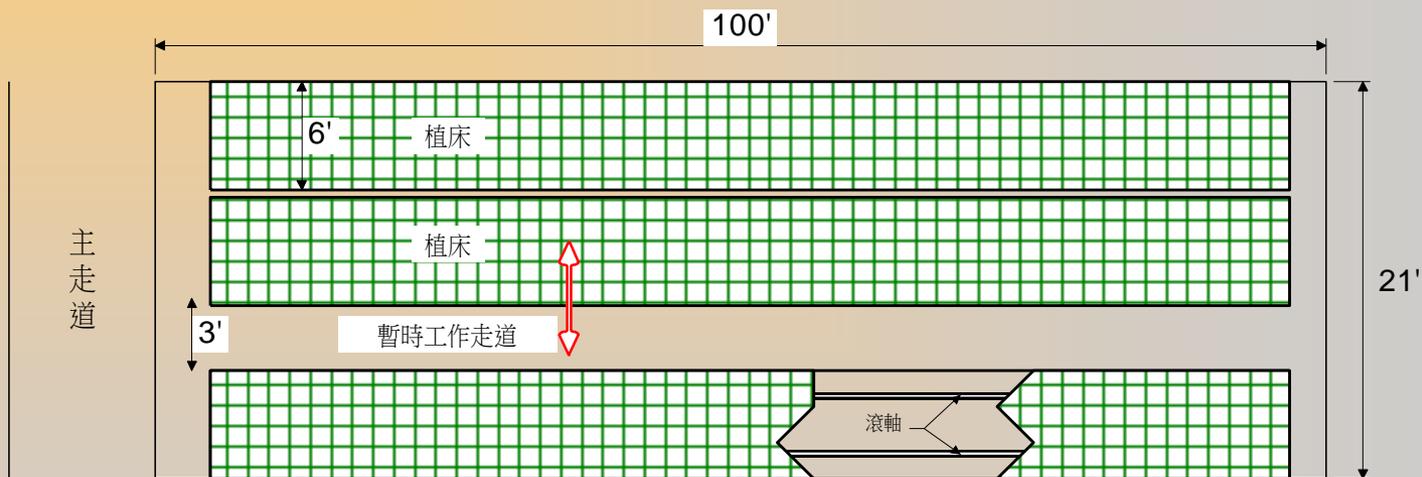
溫室與植床之縱切面

溫室與植床之橫切面



# 活動式植床

## ★ 縱向型移動植床





# 活動式植床

- ★. 移動式植床可以節省溫室的走道空間但構造較為精密





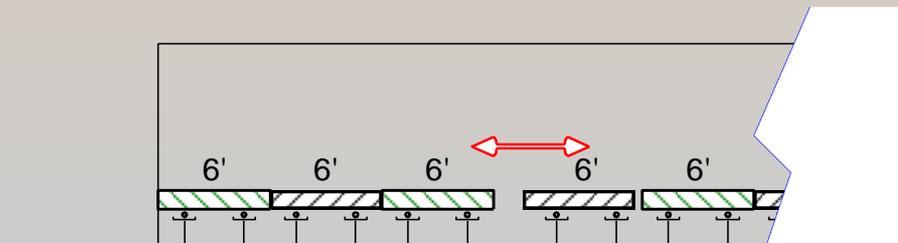
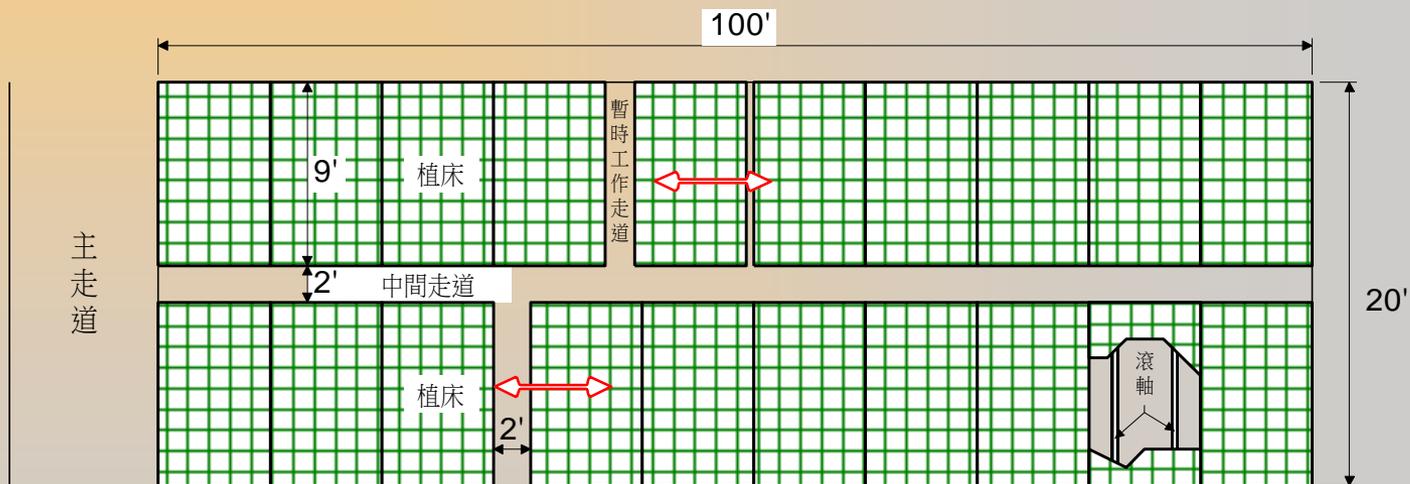
# 活動式植床



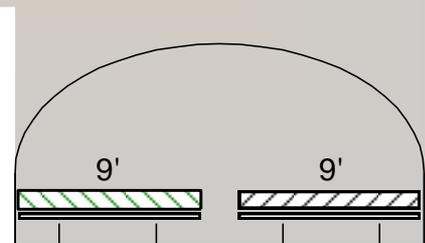


# 活動式植床

## ★非字型移動植床



溫室與植床之縱切面



溫室與植床之橫切面



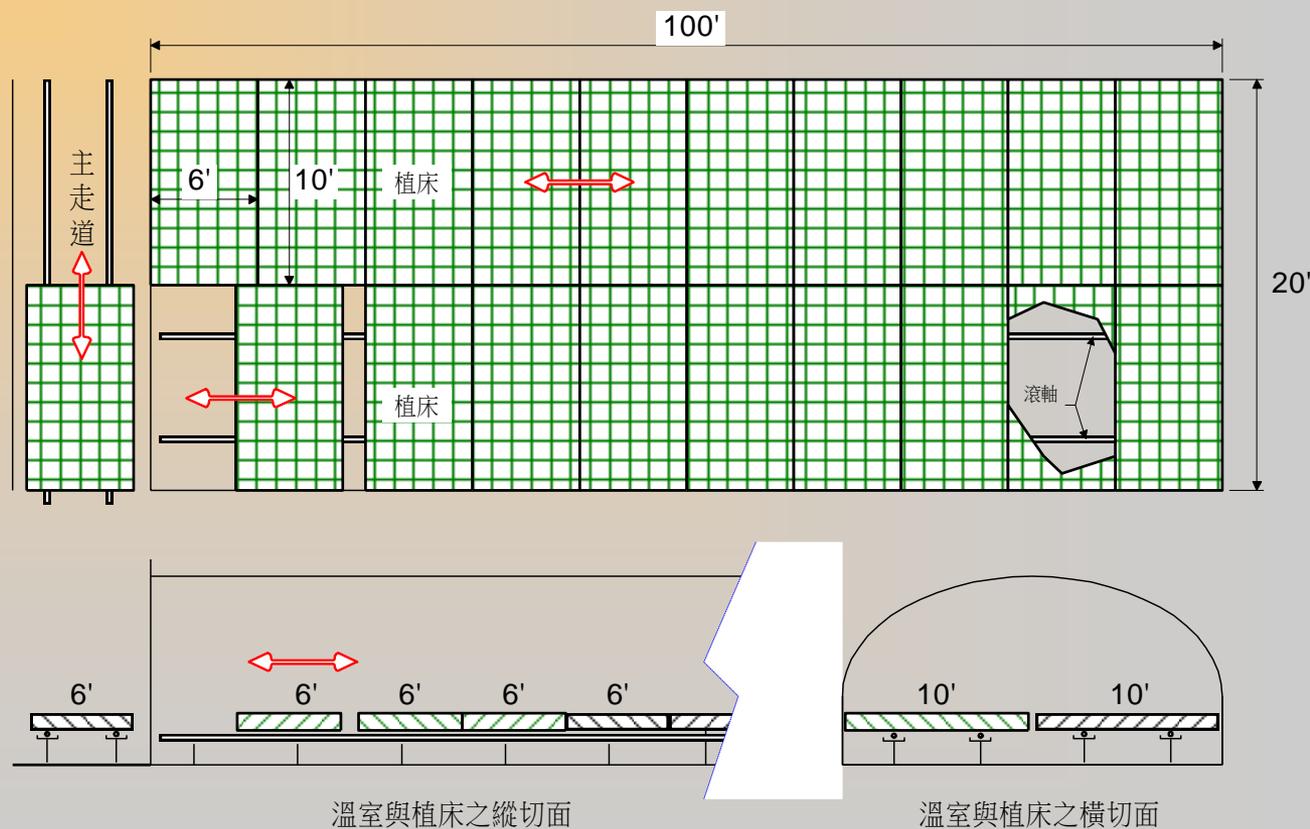
# 寸土必爭





# 可運搬式植床(盤床)

★ 各植床之移動藉由軌道上之滾輪，可直接滑向主走道，再由主走道直接運送到作業室。





# 可運搬式植床

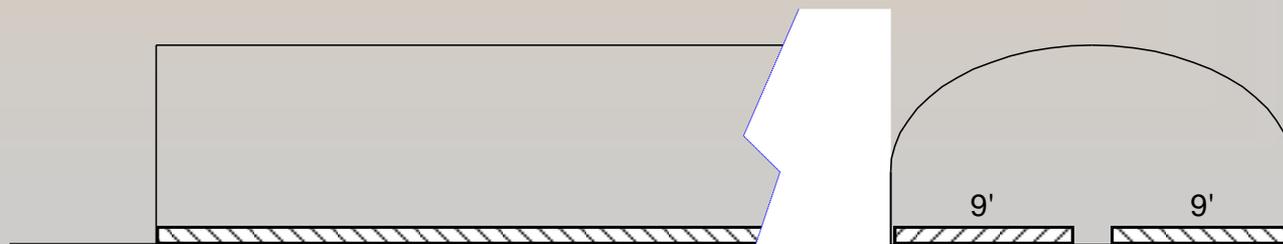
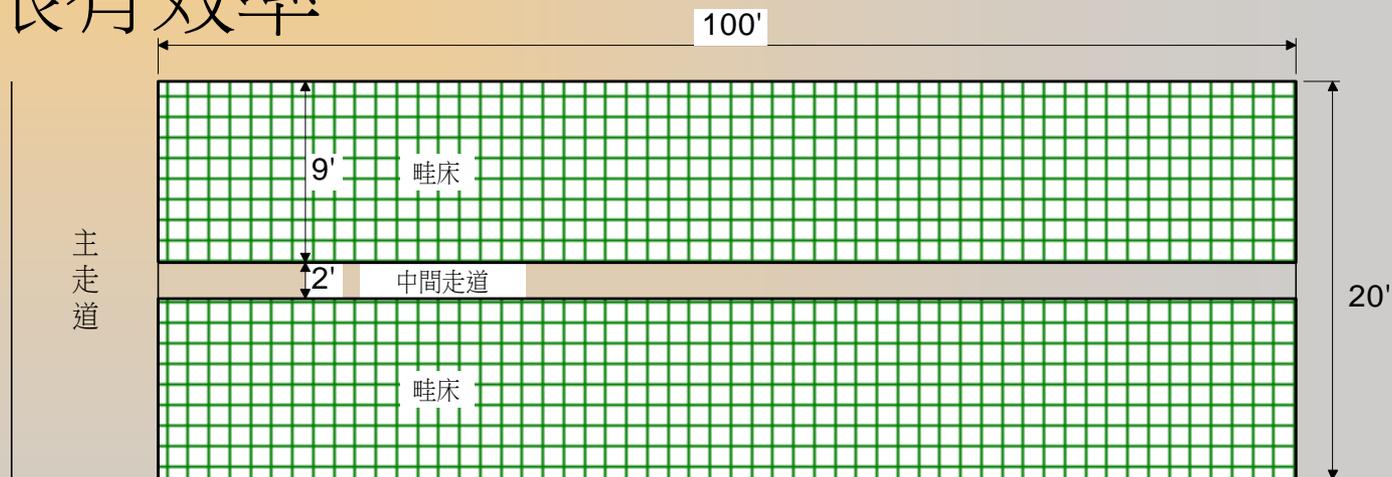
- ★ 可運搬式植床可以將整個植床移到工作室，處理後再移至溫室內





# 地面生長系統

★將穴盤直接置於地面，其在空間使用上很有效率



溫室與植床之縱切面

溫室與植床之橫切面



# 地面生長系統

★地面生長系統  
直接以溫室地面為置放場所  
是最經濟的方式，但易受病害





# 簡易搬運





# 簡易搬運





休息後，請看下集

---