

設施內簡易搬運設備

馮丁樹
國立台灣大學
生物產業機電工程學系

10/05/2001

摘要

蔬菜已成為國內重要產業，其發展潛力不容忽視。傳統上，其育苗方式以土拔苗為主，目前則逐漸為穴盤苗所取代，並且在溫室中集約栽培，形成育苗中心。這種利用設施育苗的方式，不僅品質容易控制、產量高，供應面積亦穩定而增加。

種苗生產過程需要相當多人力。在植床生長系統中，介質及容器經送入作業室後，常須被重覆處理十多次，這些處理程序需要大量的勞力。據統計，種苗業者支付之成本中有百分之廿五是屬搬運勞力。是故，在溫室生產過程中，勞力與機械之使用必須有整體性的考慮，絕不能看成孤立或不相干的事件。每一項作業，無論用人工或機器，均會與其他作業息息相關。

本文之主要目的在介紹一般溫室育苗的過程中，溫室內部的植床配置，及所使用之簡易型搬運機器與設備，以作為種苗生產業者使用上之參考，期能在種苗生產自動化過程中有所貢獻。

關鍵詞：搬運、溫室設施

前言

國內現有以溫室生產之農企業中，實施機械化者仍然很少，其生長模式缺少標準化、生長設備之功能與構造複雜及作物種類繁多等均為主因。國外已有許多溫室方面之生產公司開始進行設備標準化的工作，並能因人因地制宜，規劃各種所需之機械與設備，以滿足各種作業之需求。近年來國內經過產官學界積極的研發，部份溫室已可進行機械作業。其中較為顯著的項目包括：介質供應、真空播種、排箱積箱等，此類系統部份已能達到一貫化及自動化的需求，以取代一部份的人力。

在搬運方面，國內外則仍存在許多不同之應用層次。荷蘭之育苗系統有些已經使用相當高階的技術，諸如配合電腦的記憶及控制特性，操作農業機器人進行秧苗之搬運作業。這些系統複雜，價格昂貴，很難在小規模之農企業中廣泛應用。簡易的搬運方式變成另一種較為實際而迫切的解決方案。目前國內民間育苗場之搬運作業，其機械化程度仍然不高，大部份必須倚賴人力，因而工作效率較低且成本高。

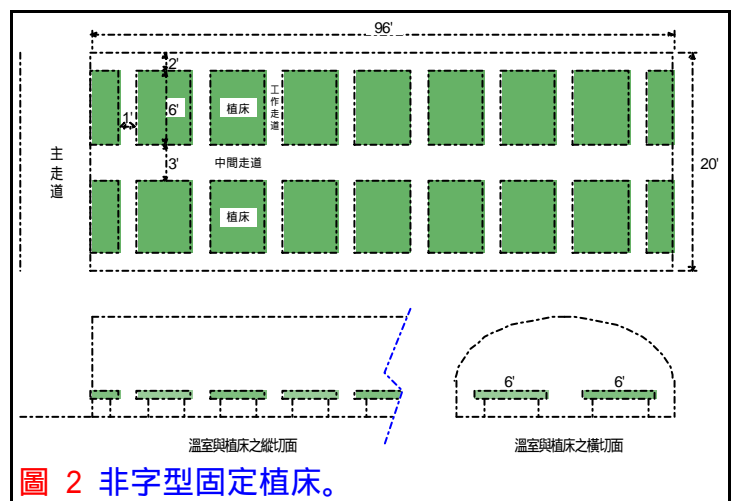
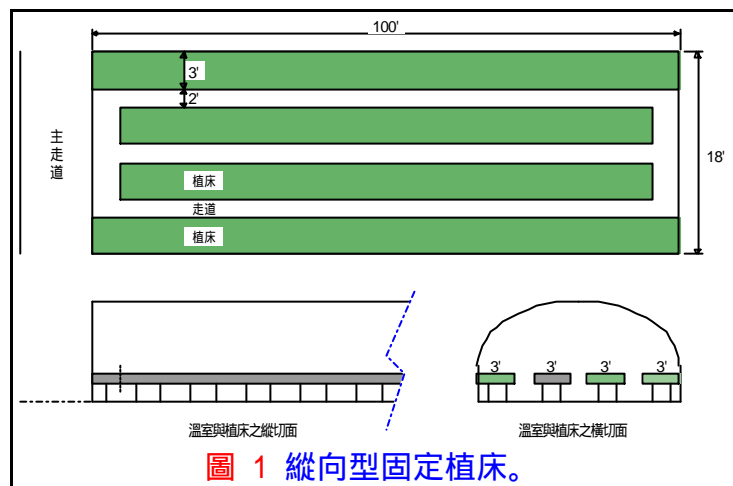
溫室內植床空間配置

溫室內部的植床設計常依情況而異，可分為固定式與活動式兩類。不同型式的植床設計會影響日後的育苗管理作業，其所使用的搬運機具設備與限制也將會有所不同。

1. 固定式植床

固定式長形植床是最傳統的一種生長系統，由於價格低廉，簡易的育苗場常使用之。長形植床為高度約六十公分之固定床架組成，穴盤置於其上。圖1所示為縱向型固定植床的排列方式。植床中間留有的一至三條長而窄的走道，因此工作者得走很長的一段距離才能到達走道的出口。在這種狀況下，搬運作業最費勞力，處理穴盤苗及育苗鉢也較為困難。

圖2為「非」字型固定植床的配置情形，溫室中央僅留一個較寬的中間走道，各植床間亦有較窄的工作走道與之相交。搬運車和工作桌可在中間走道走動。工作者在此走道活動容易，而從溫室的任何一個角落到中間走道的距離都不會太遠。



2. 活動式植床

活動植床是整個植床或植台可利用滾軸或滾輪移動，管理者或工作者在需要時才移動植床，以挪出走道；整個溫室的地面利用率可因而增加10%-25%。

圖 3 為三個縱向型移動植床之配置情形，移動植床可以空出暫時性之走道。這種走道長而狹窄，工作者和搬運車在走道中移動皆較為困難。為克服此項缺點，業者須配合使用適切的簡易搬運機具來運送物料，如吊車、運輸機或植床頂部台車等。當裝載完畢後，推向主走道處，然後再由主走道將作物運送至作業室。

圖 4 所示則為「非」字型移動植床之配置。中間走道之位置固定，而活動植床則可在滾軸上左右移動，空出暫時工作走道（垂直於中間走道），以供作業人員進出，其配置與「非」字型固定植床雷同。

3. 可運搬式植台

圖5 所示則為可運搬式植台，各植台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。在這種狀況下，由於最小的搬運量為一個植台，因此可節省許多往復搬運的勞力。一旦植台被運送到作業室後，即可進行收穫處理，而空植台則可重新置入新苗鉢或穴盤苗，再運回溫室中。

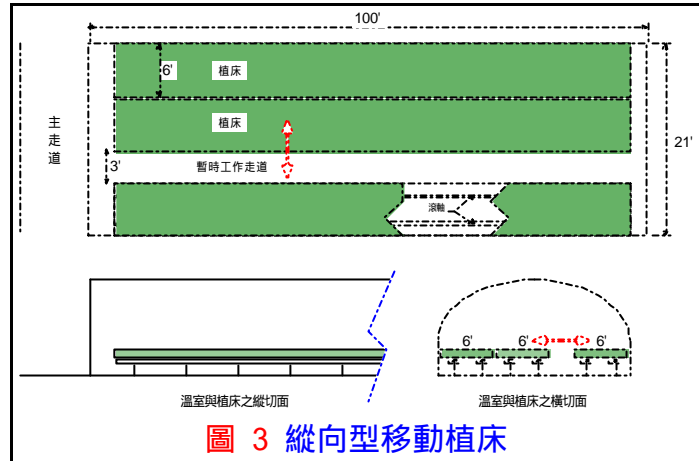


圖 3 縱向型移動植床

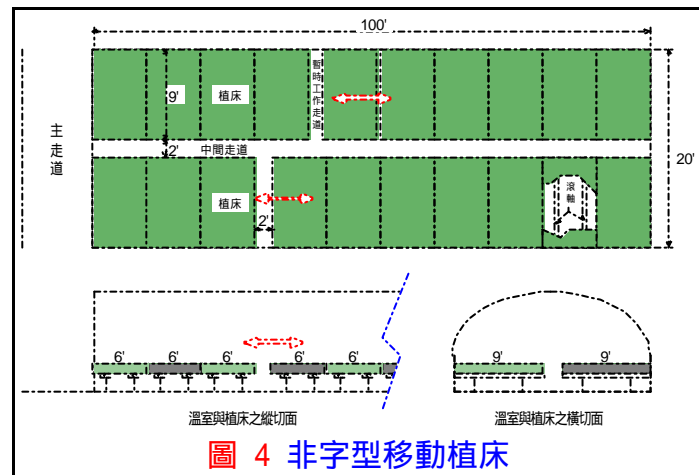


圖 4 非字型移動植床

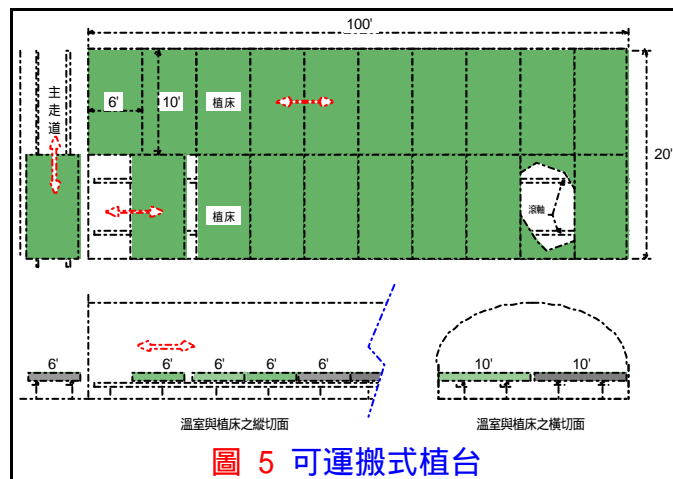


圖 5 可運搬式植台

在可運搬式活動植台系統中，若種植的作物生長不均勻，或種類繁多僅其中一部份的作物可供出售時，則已移出之植床中，其所剩餘的部份不是得丟棄就是需將之重新運回溫室。再不然，就得發展出另一套處理系統來處理未出售的作物。因此維持作物生長速率的一致性是相當重要的，其需注意者包括作物本身及光照、給水、施肥、環控等因素。

4. 地面生長系統

地面生長系統是一種將穴盤直接置於地面生長的方式，其在空間使用上很有效率(圖6)。這些穴盤通常直到要賣出時才取出，因此適用於生長中不需人力照顧的作物。

在歐美寒冷地區或需要夜間加溫的地區，這種系統和地面加溫系統相聯結，利用地表所產生的微氣候，可使作物的根溫在整個生長季中維持合適的溫度。如此可使溫室在較低溫情況下運作，節省能源的消耗。這種系統在地面上未設置任何管子或檯架，故可因需要而隨意改變，空間的運用較方便。

但國內業者須注意地表病蟲害防治與穴盤苗空氣斷根之問題，在補植與搬運作業時，管理人員需不時地彎腰躬身，亦會增加辛勞度。在荷蘭，此類型溫室多輔以自動搬運機具或車輛來代勞。表1所示為使用各種不同類型的植床之空間利用比例。

溫室設施物流系統的設計需要一個整合性的考量，除了內部植床空間配置之外，尚須包括運輸與搬動(簡稱運搬)。所謂搬動係稱作物或其它資材由一設備搬移到另一設備(如由台車搬上植床)，運輸則是指將作物或其它資材由一處運往另一地點(如由作業室到溫室)。惟有做全盤的、系統性的考量，才能有流暢的動線與人力資源的節省，以及對空間與運搬設備的最高度的利用。

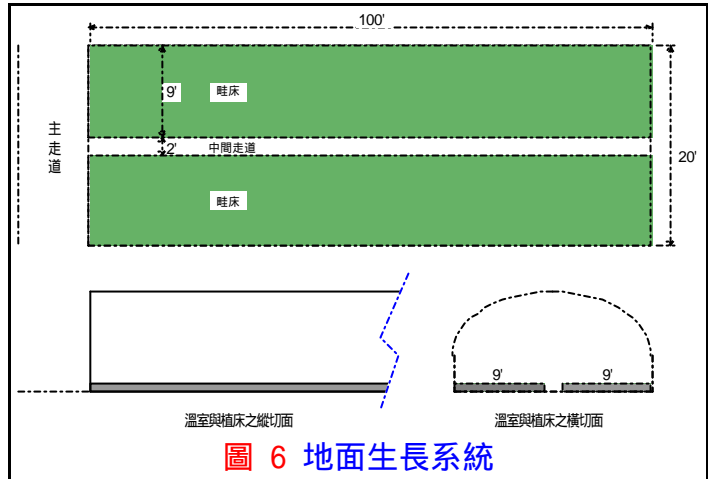


圖 6 地面生長系統

表1、各種植床的空間利用比例

類別	植床型式	英文名稱	圖例	空間比
固定式	縱向型固定植床	Longitudinal fixed bench	1	65%
固定式	非字型固定植床	Peninsular fixed bench	2	72%
活動式	縱向型移動植床	Longitudinal rolling bench	3	82%
活動式	非字型移動植床	Peninsular rolling bench	4	86%
活動式	可運搬式植台	Transportable bench	5	93%
無床架	地面生長系統	Floor system	6	90-92%

設施用簡易搬運機具

設施育苗中心在育苗過程中，搬運作業所耗費的時間及投入之成本最多，而溫室的長度愈長，人員往返溫室入口及植床間所需的時間愈久，為解決搬運問題，各種型式的搬運機具亦陸續出現。茲就搬運的方式作一說明如下：

一、批式搬運機具

批式搬運屬單機之作業方式，大部份以人力驅動，其機體輕便，可行走於設施之間。這些機具的型式因使用習性而異，且變化甚大。

無動力的方式係利用台車進行植床間與育苗作業室間之搬運工作，可節省許多繁瑣的搬運人工。無動力台車以手推為主，有單輪、三輪或四輪者，行走時不設軌道，故搬運時相對較為費力。其機體輕巧，所能載運的數量不多。

1. 單輪推車

單輪推車易於轉向，但不容易平衡，靜止與行走時之位置不同，有時必須人手支撐。一般言之，單輪車是最簡便而原始的搬運車，以橡膠輪行駛於各種路面皆無困難，其機動性頗高，但承載的面積有限，故載運量較

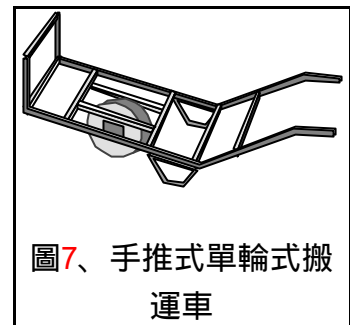


圖7、手推式單輪式搬運車

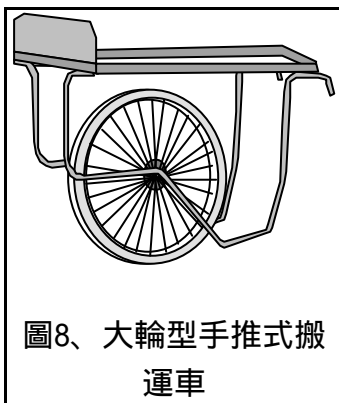


圖8、大輪型手推式搬運車

少，每車最多可裝約30箱(女工推車裝20至25箱)，且下車時要再以人工堆積。

圖7所示為國內一般常用之搬運車，可以載運小件物品，一般溫室內之作業亦可使用，甚為方便。但由於其車輪較小，容易因地面不平產生振動。圖8所示亦屬單輪車，其車輪較大，可以腳踏車輪代替。在未鋪設路面之溫室內作業，此型亦相當合適。其承載盤高度與人腰齊，對於穴盤之搬運較容易搭配。歐美地區之溫室內，常見使用。

2. 多輪手推車

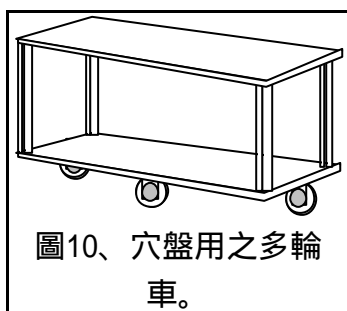


圖10、穴盤用之多輪車。

二輪車以上均屬多輪型手推車。在特性上，輪數愈多，搬運時愈為穩定。二輪車則可以獲得左右方向之穩定性，但前後方向則需要支撐。圖9為穴盤搬運專用之雙輪手推車，後有支撐，穴盤可分置兩層。圖10亦屬穴盤專用之萬向手推車。此種萬向手推車在平坦的地面上較容易使

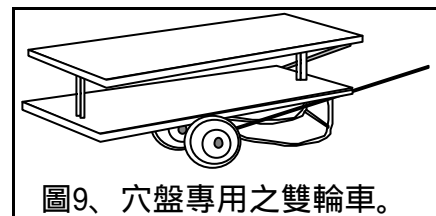


圖9、穴盤專用之雙輪車。

用，通常以作業室內居多，可以任意往返兩項作業之間。其穴盤底架屬多層，高度依作物而定。可搬運穴盤苗或鉢苗。

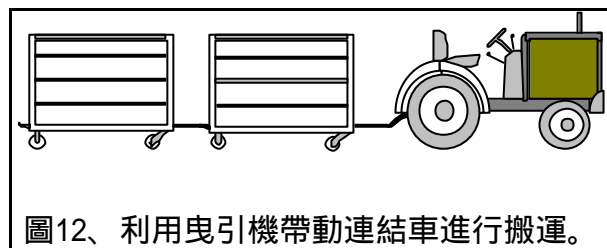
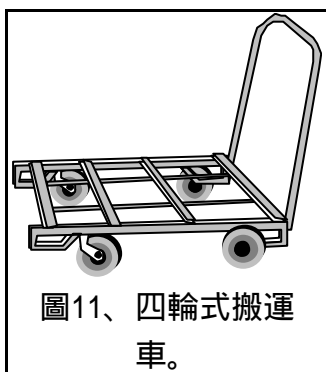
三輪式則可分為前軸雙輪與後軸雙輪兩種，常因其轉彎之容易度不同而設計，單輪屬萬向輪，亦為轉向輪。通常後軸配置雙輪而以前輪轉向之三輪車較優於傳統的四輪車，其轉彎也較容易；而前軸配置雙輪後輪為轉向之三輪車，其行駛性能則劣於四輪車。

三輪手推車及四輪手推車行走時較平穩，承載量亦比單輪車大。但受限於溫室內走道之寬度及路面的平滑度，較不容易在溫室內之通道內作業。如圖11，四輪車前輪通常為轉向輪，後兩輪方向固定。規模較小之育苗中心可採取此種方式。

此種四輪式小台車為60公分寬、90公分長，以鋼管及角鐵銲接而成，製造簡單。在台車平面上可以放置三疊苗盤，每疊可放二十盤，故其最大承載量為六十盤。輪子是用橡膠輪製成，前方兩輪可以自由地萬向轉動，後方兩輪則固定方向，因其直接行駛在水泥地面上，所以摩擦力較大，且在溫室內走道行駛時不容易控制方向，常易碰撞兩側之固定植床。在搬運成苗時，通常先以人工從溫室搬至育苗作業室中，再行裝箱出售。因成苗收穫時不可堆疊，故載運量更少，只有三盤，比人工搬運慢。

四輪搬運台車載運成苗時，有其苗高的限制。在成苗無法堆疊之情況下，可採用多層式的設計，然後以一個台車為運送單位。最近種苗場為將半成苗運至育苗中心進行第二階段之綠化工作，亦設計有可以拆卸的多層式四輪台車，此種台車高

度一公尺餘，可以調整每層高度，也可以拆疊，以利空箱搬運。搬運時直接置入冷藏車中運至目的地。這種層式台車亦可首尾相連，以曳引機進行大量之搬運作業(圖12)。



3. 軌道式台車

長距離的輸送工作若以一般無定向的台車搬運則人力花費甚多，而且人除推送外尚需兼顧方向，甚為辛勞。若能將搬運車配置軌道行走，則可以作遠距離的搬運作業。在溫室中鋪設固定式或臨時軌道，其主要目的在設定行走方向，使其在行走期間，不會遭受到植床等設施之阻礙，並得以解決經常性的搬運工作。因此可知，使用軌道式的搬運車應配合以固定式植床之形態為主，其四輪者如圖13，亦有三輪但以單輪跨於軌道上行走者如圖14。

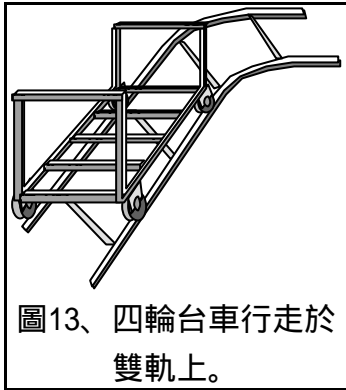


圖13、四輪台車行走於雙軌上。

由於四輪車之方向受軌道牽制，其四輪均可為萬向輪，以便前後均能任意推動，但亦得二輪為固定輪，二輪為萬向輪，以增加其穩定性。其軌道架設可用三角鐵或圓管固定於地面上。為防止其距離發生變化，兩軌道間可利用等長的扁鐵固定。由於軌道本身穩定，故即使不固定在地面上，亦能正常發揮其運搬的功能。

三輪台車利用軌道行走時，僅選其中一輪作為方向輪，並以其一輪限制

在軌道上。這種方式並非最為妥適的安排，因為後二輪的方向無法受到拘束，若方向偏離中心線太遠時，會使前輪脫軌。

為克服上述之缺點，亦有利用四輪台車的方式，但僅採用單軌導向，另兩輪則以橡膠輪在平地上行走，以減少地面上軌道太多的麻煩(圖15)。

大型溫室為配合自動化搬運系統之設置，亦多採用這種方式。元長茂盛育苗中心之新溫室即以此種方式構成搬運系統。

4. 跨植床台車

為節省台車行走的空間，採用跨植床的台車搬運型式亦可獲得另一種解決的方案。跨植床下，工作人員在通道上的活動空間會增加，比較容易交錯通行。而且，利用跨植床的方式，其載運量會增加，且可以由植床之兩側同時工作，增加工作的速率。

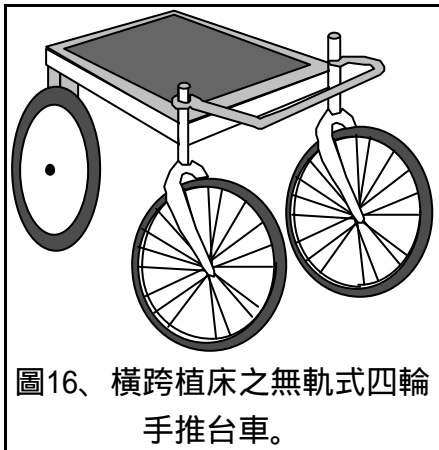


圖16、橫跨植床之無軌式四輪手推台車。

把手決定，後二輪則為固定輪。

圖17所示為其在溫室之通道跨中央植床時之作業情形，操作時必須由兩人同時作業，並同時推動前進。這種無軌道之跨植床台車最大缺點在於其方向不容易掌握。若施力不均，容

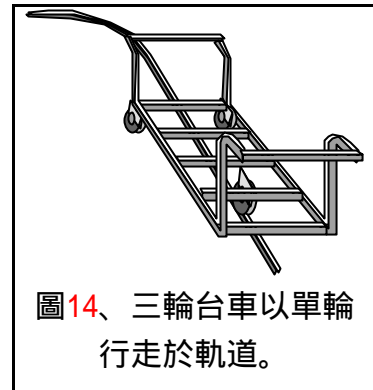


圖14、三輪台車以單輪行走於軌道。



圖15、四輪台車兩輪以軌道導引，兩輪行走於平地上。



圖17、跨植床無軌式台車在溫室中作業情形。

易與中央植床發生碰撞，前進變得不順，利用其把手的位置可以控制行進方向，但必須兩人合力操作。此種台車適用於不具平坦路面之通道作業。

為克服行進時方向不易控制之缺點，在溫室中通常仍以採用軌道式台車較為普遍。其方式係在中央植床之兩側通道之內邊鋪設軌道，其材料以最容易取得之鋁管為主，其外徑約2.5公分。為使其固定，可以一長約30公分之扁鐵每隔一公尺將之銲接於鋁管底部，然後固定在地下。鋁管改用角鐵亦是一可行的方法，但必須倒置於地面或固定於水泥面上。

台車之尺寸為230cm x 123cm x 95cm(高度)，以配合寬度180cm之中央植床。圖18右邊之放大圖顯示台車之足部與鋁管接觸之情形。利用凹形輪使其扣住圓形鋁管，以利前進。為使其免於行進前因推動時之過度扭力，致發生脫軌現象，另一側的凹形輪軸需預留一點餘隙，以供其活動。

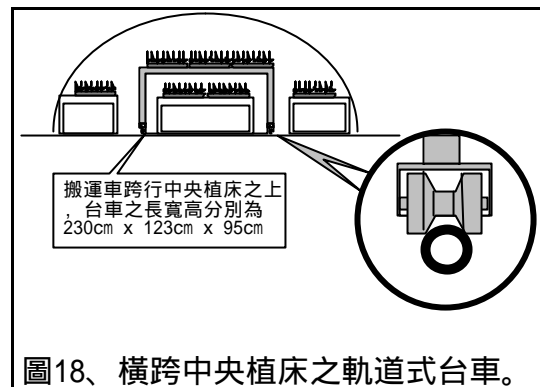


圖18、橫跨中央植床之軌道式台車。

5. 植床頂部台車

部份溫室為節省溫室之應用空間，其走道均儘量縮小，在需使用時方將中央植床向左右方向移動，以騰出所需之走道空間。此種活動植床特稱之為滾動式植床。

使用滾動式植床不僅可增加 10-25% 的生長空間，而且可減少裝箱及管理維護時所需的人工。此類植床可配合窄式折疊型輸送機，以將作物送入或移出生長區。另一種設計則使用可運搬式植床，120公分至150公分寬，180公分至240公分長，可配合滾式輸送機、連結搬運車或堆高機，移至工作區以進行轉植、上盆或疏盆等作業後再運輸。

滾動式植床的基本觀念是僅留一條工作走道，其他所有走道部份均轉成生長空間。植床的底部由管狀滾子支撐，可向兩旁移動45公分至60公分，此寬度即為工作走道的寬度。當工作者需要到某一特定植床進行維護工作時，溫室中其它的植床可推在一起，使在該植床旁留出一工作走道。每次只能在植床的一邊產生一個工作走道。由於植床可移動，所以所有附在植床上灌溉用、加熱用及電力系統的管線皆設置的較有彈性。另外，有些設計還可在支撐管的一端裝上曲柄來移動連在一起的植床，即使植床長至85公尺也可輕易的移動。

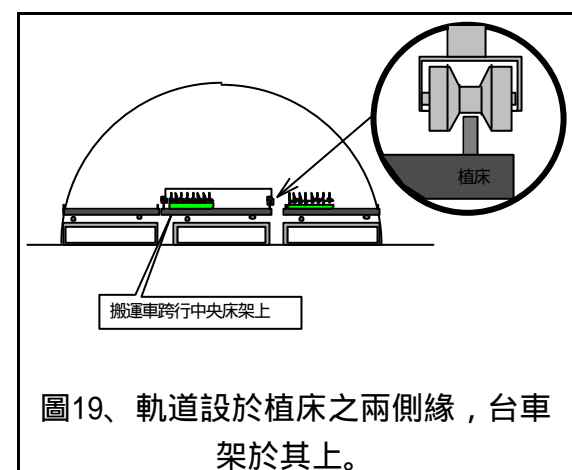


圖19、軌道設於植床之兩側緣，台車架於其上。

針對這種滾動式植床，搬運用台車可直接架設於中央植床之上，隨植床而移動。圖19所示為利用輕便台車架，加上滑輪後直接架設於中央植床邊緣而操作的情

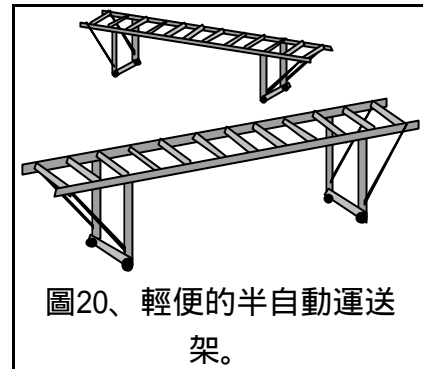
形。這種台車架設計輕便，空架車時可由兩人抬起而搬至其他位置。這種設計主要缺點是每次搬運時由於通道僅留一處，無法兩邊同時操作。若與母車共同設計時，則母車台面必須有升高裝置，使其配合中央植床的高度。

二、連續式搬運作業機具

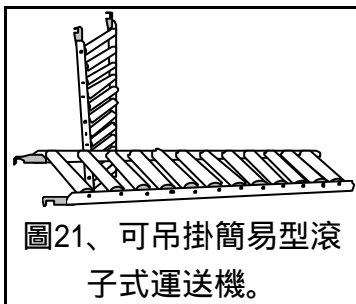
直接利用二條三角輸送帶可以將一至三箱為一疊之育苗盤進行搬運。這種輸送帶每一節約為十公尺，可以連續連接至十數節，直接在育苗室與作業室間作搬運的工作。在國內，這種方式在水稻育苗場中應用尤多，有些甚至將整個輸送帶裝設於軌道上，可作橫向移動，以涵蓋所有秧田面積。蔬菜育苗中心亦有多處採用長型輸送帶搭配的方式，使進出苗更為順利。輸送帶通常寬10公分至60公分，長可由90公分到900公分，對於平底苗箱的裝載及卸貨工作十分便利，當運送至儲存位置時，可配合堆疊機進行堆疊，再徒手或以搬運車進行下一步驟的作業。

1. 半自動運送架

半自動運送架屬無動力型式，其上裝有可自由轉動之滾軸。使用時，可以每四箱一疊，置於輸送架上，再用人力往前推送。此設備亦可作為輸送過程中之單元或接續用之設備。由於輕巧，有時四腳可加裝萬向小輪，可以自由移動或由兩人抬動(如圖20)。



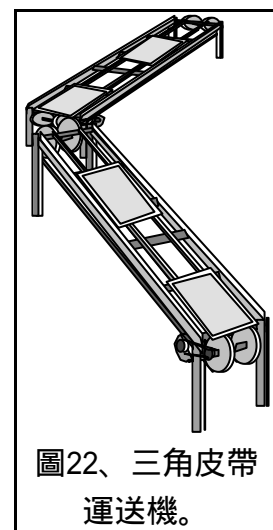
在無動力的情況此下，輕便型滾子運送機亦



可以使用(圖21)。這種運送梯內裝有滾輪，可以自由滑動。使用滾輪或溜冰輪式輸送機則可不需要動力，長度可伸展1.5公尺至3公尺，4-10%的傾斜度即可讓物品自由地滑動即可靠重力輸送遠至二公尺至四公尺的距離，且不須任何動力，但運送之物品必需底部平滑或利用三夾板為底墊。滾子運送機可平躺，亦可構成一較小的傾斜角度，由數台串聯在一起作業，甚為方便。

2. 動力式運送機

運送帶通常均由馬達帶動，其輸送元件為甚長的三角皮帶(圖22)。以運送帶輔助搬運者以後龍鎮合興育苗中心為代表，該中心現有簡易溫室22棟共1000坪，蔬菜育苗作業室有80坪。由於溫室之分佈受地形限制，散佈於育苗作業室兩側，距離由最近之數公尺，到一百公尺以上之最遠距離，搬運作業規劃不易。其溫室有簡易隧道型塑膠布溫室及較堅固之鋼骨結構型溫室。



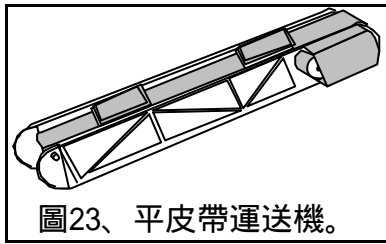


圖23、平皮帶運送機。

平皮帶運送機以平面皮帶作為輸送元件，可搬運各種不同的作物樣式，是傳統的搬運機械。其規格在寬10公分至60公分，長一公尺至十公尺(圖23)，可用來裝卸箱、袋、盆及盒等。用在盆栽或轉植工作線上

時，平皮帶運送機為最適宜。皮帶表面有槽狀者，可用來輸送塊狀的物料。

以後龍鎮之搬運方式為例，其運送方式係在溫室中間架設電動皮帶式輸送機，每部長5公尺，多部串連。配合輸送機，一棟溫室內之植苗床改成兩個，分別置於輸送帶之兩旁。此種安排較佔空間，設備費用較高，但搬運量大且穩定。開始時係先將育苗作業室中播完種的苗盤，以人手搬至運送機上，運送至各個溫室之出(入)口，再經轉彎機移轉到溫室內之運送機上，以運送至溫室中各個定點。卸箱時以人手接應，將其自運送機取下，放到所要擺放的位置。

鏈式運送機則是由馬達帶動配有棘形之檔片，可正確帶動物件，不容易產生滑動(圖24)。

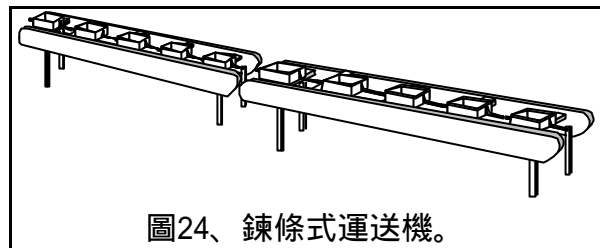


圖24、鍊條式運送機。

三、吊掛式運送機具

另外一種搬運方式係則將搬運架吊掛在溫室上方支架的軌道上，再徒手推吊車或以纜繩控制使其前進(圖25)。這種型式在國外已普遍使用，可在植苗床作物栽培溫室中進行多功能之搬運作業。工作者將植苗箱抬至距地面70至100公分高的吊架上，數箱為一疊。此種設計可允許載重20至50個植苗箱，往下推送至下一個工作位置。

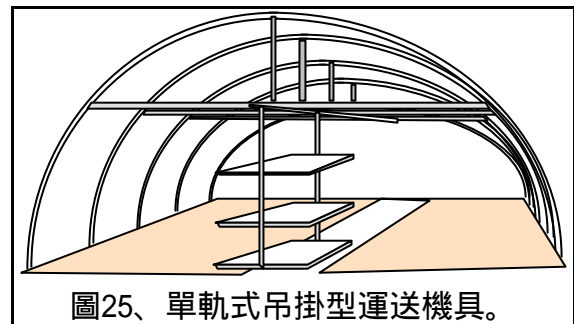


圖25、單軌式吊掛型運送機具。

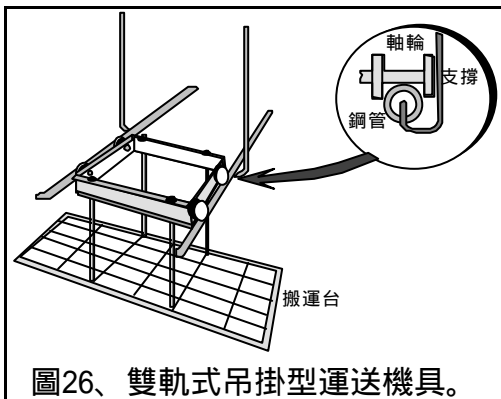


圖26、雙軌式吊掛型運送機具。

在簡易溫室中，採用吊掛型搬運系統必須考慮其結構強度，一般足以支持鐵軌的棚架通常可設計承受20至50個淺盒的重量。但有些地方仍需加以補強，以維持操作時架構之穩定。吊掛型搬運機具除具搬運功能外，尚能兼作灑水及噴藥或噴霧的工作。圖26所示為一雙軌式懸掛搬運機構。其支撐來自溫室之龍骨部位，並佐以斜側肋骨補強。搬運台可載運兩旁及中間植床的苗盤。由於懸吊的關係，亦可利用繩索牽動，直接由馬達控制及動作，進一步達到自動化的效果。

由於懸吊的關係，亦可利用繩索牽動，直接由馬達控制及動作，進一步達到自動化的效果。

四、其他搬運方式

1. 植床搬運

所謂植床搬運係以一植床為運搬單位，將十數個育苗盤先安排於一個植床上，再將整個植床置於固定式滾輪或圓管軌道上，直接送至育苗室或綠化場。利用固定式滾輪者，其植床底部需為平整的設計。其典型的例子如位於台南之台糖蘭花溫室，其滾輪沿前進方向以30至40公分為間隔佈置，動力來自底部之傳動軸，並以圓型皮帶連接(圖27)。



圖27、運用活動植床以增加使用空間及工作效率。

以圓管為軌道者其口徑約8公分，植床底部則需裝有四付接觸輪，可在軌道上自由行走。其典型的例子為台中種苗繁殖改良場自荷蘭引進的精密溫室，其前進的動力依靠植床間的推擠。在這套設備中，舉凡進苗、出苗、灑水及噴藥皆為自動化控制的型式。入苗時，利用上鉢機將育苗盤成排置於植床上，其後再將裝滿育苗盤之植床沿軌道送進溫室中排放，幼苗即在植床上發育。

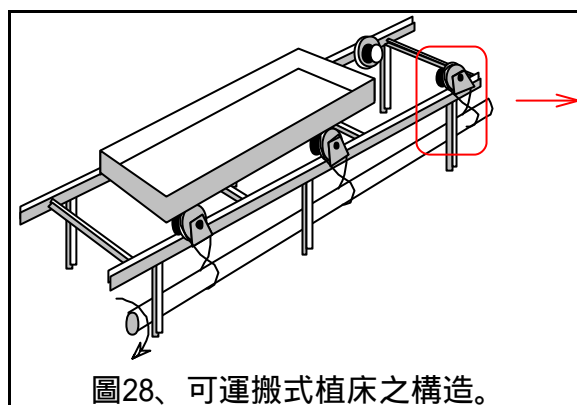


圖28、可運搬式植床之構造。

待種苗成熟可以出苗時，再循序將植床送回作業室中，利用取苗控制機械來運搬，並送至卡車上。其灑水及噴藥作業是利用懸吊式管路系統，可以控制其噴水時間及均勻度。

圖28所述則為左右移動式植床，主要目的在節省通道空間，使溫室可以充分利用，其實際應用與搬運機具之配合則參考圖19。

2. 利用小貨卡車輔助搬運

大規模的育苗中心為節省搬運作業的勞力，常採用貨卡與人手搭配的方式。大部份的溫室作物大盤商採用貨櫃來運輸。這些貨櫃如圖29，以鐵皮或夾板為材料，一般尺寸為150公分寬，120公分深，240公分高。分成7或8個夾層，各層距離23公分至28公分，每兩個夾層中的隔板可移走以安置較高的作物。各貨櫃背靠背的置於卡車之平台上，並以鐵鏈或鐵軌固定。一般以堆高機來裝運或卸貨。大盤商須有足夠的貨櫃以便在一批貨櫃送出後，仍有另一批貨櫃能在負載區等待上貨。此方式的優點是任



圖29、貨櫃運輸可以節省一部份成苗裝箱與搬運作業的勞力。

何型式的平底卡車皆可適用。有些溫室作物生產者在旺季中卡車不敷使用時，向外租借使用。

3. 堆積式運送車

簡易之堆積運送車是一台單機搬運的人力車，其外觀類似棧板車(圖30)。車台由二輪支撐，前有插爪，以插入疊箱底部。使用時先準備木製方型墊板，墊板中空，容許插爪進出並獲得支撐。此車常置於一貫作業機

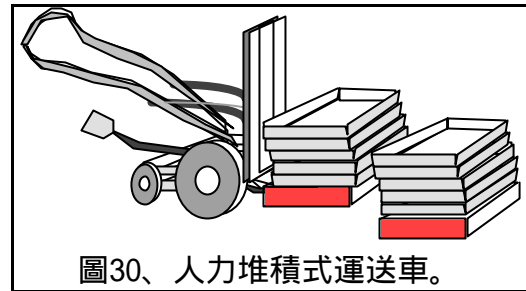


圖30、人力堆積式運送車。

之尾端，已播種苗盤可直接疊放在墊板上，疊滿25箱後，可將堆積車移近堆疊箱附近，並將插爪插入墊箱底部。此時只要將把手壓下，即可使墊板升高。用人力整車拉至堆積處後，用腳踏釋放踏板，即可同時將25箱置於地面，如此亦可節省再積箱之作業。

結 語

溫室中之搬運，是一種定型化的作業，無論是所需資材之輸入及成苗之送出等等，均需利用搬運的方式達到目的，其工作負荷雖不重，但卻繁瑣，且其在成本上所佔的時間與人力常高達25%以上。故若能妥善利用簡易搬運工具與有效的搬運系統，應可在較低成本的情況下解決其中大半的問題。

搬運設施的規劃通常需配合溫室建構時進行，使其達到獲得一體成型的效果，但選擇適當的搬運方式則相當重要。本文介紹各種簡易式之搬運機具，主要在讓業者獲得一清楚的概念，作為溫室新建或改建、改善時之參考。

參考文獻

1. J.W. Bartok, Jr. , LABOR-SAVING DEVICES FOR COMMERCIAL GREENHOUSE OPERATIONS , ASAE PAPER No. 74-4518.
2. 方煒 譯。 1992。 溫室作業機械及設備。 環控農業機械工程研討會專輯。 台北：財團法人農業機械化研究發展中心。
3. 楊信和。1995。 蔬菜育苗中心簡易搬運機械之設計與應用。 台北：台大農機系。
4. Fang, W. 1989. Strategic Planning Through Modeling of Greenhouse Production Systems. Unpublished Ph.D. dissertation, Rutgers University.
5. Aldrich, R.A. and J.W. Bartok, Jr. 1990. Chapter 3 of 'Greenhouse Engineering' Northeast Regional Agricultural Engineering Service, NRAES-33, Ithaca, N.Y.
6. 方煒。 1994。 本省精密溫室環控極限與環控設備使用效率之探討。 國科會計畫報告書。 NSC 83-0409-B-002-094.
7. 馮丁樹。1995。設施用簡易搬運機具。財團法人農業機械化研究發展中心出版。