

水稻育苗中心搬運作業自動化

Automation on seedling productions for rice nursery centers

台灣大學生物機電系 馮丁樹

10/05/2001

一、前 言

水稻育苗作業是稻作機械化的第一步，也是插秧作業之伊始。在農業機械之發展過程上，育苗中心與農機代耕制度是同時架構本省農業機械化層面之兩大支柱。故惟有建立良好的育苗制度，才有完善的稻作機械化後續發展。目前本省水稻育苗中心之營運，由於競爭劇烈，已盛極而衰。每個育苗場均已徘徊於是否再擴大投入與即將面臨人力缺乏的困擾，很難作適當的抉擇。然而農業若不思改變，必然將如黃昏晚霞，終難起色。而如何重新整頓，再次出發，創造第二春，則是今後吾人必須積極思考的問題。

今日之農業，如何運用資源，降低生產成本，在國際上發揮同等的競爭力，已成重要的課題。水稻育苗場的情況亦然，如何利用現有之機械化與自動化相關設備，進行整合，使其達到合理化之目標，才有可行之路。事實上，在水稻育苗過程中，有許多作業均在一個系統之下進行，部份已達相當機械化的程度，如播種作業是。在綠化過程中，苗盤之堆積、輸送、卸箱、取箱及捲苗等仍需要相當複雜之機械與設備相配合。由於育苗中心綠化區位置固定，應有利於進一步自動化。利用軌車或特殊設計之運搬機械搭配自動卸取箱設備差可解決這方面之問題，而且可以自動將育苗盤運送至任意位置置放。這些具體之措施將可使整個育苗作業系統更自動化，也更節省人工。

二、水稻育苗中心之現況

本省自民國五十六年開始由日本引進手推式插秧機，兩年後，正式在田間試用，開本省插秧機械化之先河。民國六十一年動力式插秧機陸續引進，並迅速取代手推式插秧機。配合插秧機之使用，集中育苗的觀念也開始萌芽，而由於國內一貫化作業育苗播種機械的積極研發，使播種的工作能在作業線上自動完成，節省相當多的人工。

就整個稻作生產作業而言，插秧作業之機械化應為其中重要的一個階段，也是技術層次較高的一個環節。在農業機械化程度甚高的國家中，移植作業往往仍處於半自動的狀況。而水稻插秧機械化在國內之得以如此成功，除了機械本身性能之改善外，育苗技術與制度之確立，極具關鍵地位。水稻育苗是稻作機械化的第一步，故須建立良好的育苗制度，稻作機械化方有後續成功的發展。育苗中心

表1. 本省設置水稻育苗中心之處數
(82年統計，段 1993)

設置時間	設置處所	比例，%
民國60年以前	2	0.3
61-65	59	8.1
66-70	348	47.7
71-75	282	38.6
76-80	36	4.9
民國81年以後	3	0.4
總計	780	100.0

在後來經農政單位不斷的推動下，有如雨後春筍般地設立，在全省建立了完善的秧苗供應網，這是稻作機械化得以普遍的主要原因。經過數十年來的發展，這種新的育苗作業制度已完全取代傳統的方式。在其發展過程中，國內自製的育苗機械亦相繼開發與應用，使育苗作業之管理逐漸轉為企業化之經營，不但節省相當多的人力，而且會使作業成本大為降低。

當多的人力，而且會使作業成本大為降低。

據民國七十五年底統計，全省水稻育苗中心曾達1,143處，供應面積達卅餘萬公頃，其分佈以雲嘉南地區為最多。近幾年以來，合併或停止經營兼而有之，至77年止約剩948處，82年仍實際在運作中者則僅850處，東部地區略有增加，南部地區減少最多，達34.8%。據段兆麟(1993)之調查，目前的育苗中心大部份成立於66年至75年間，約佔86%以上(表1)。以當初之樣本計，數量已萎縮不到七成。這種數量縮減的趨勢未來將更嚴重，尤其加入世界貿易組織之後，農產品市場之自由化將會打擊米食市場，因此全省水稻育苗中心可能遽減為百餘家。在此情況下，具有發展潛力之大規模育苗中心，須擴大供苗系統與範圍，加強南秧北調，朝向企業化的經營，或利用自動化或機械化設備的生產，使生產成本降低，提高經營利潤。

圖1、圖2所示為目前育苗中心之規模與數量間之關係。目前年產廿萬盤規模者約僅11家；十萬盤以上者則有104家，約佔12%。其餘有88%之年產盤數均在十萬盤以下。圖1所示最高峰處為二萬五千盤左右，顯然仍以地區性之供應為多。

就七十五年度之統計，在不同期作方面，第一期作所需之供應面積較第二期作為少，故第二期作之開工育苗場數較第一期作增加八十餘處。而第一期作中，供應面積在一百至二百公頃之區間者，為342處，約佔40%，是數量最多者。第二

期作則擴大規模，在供應面積二百至四百公頃之區間者，達39.1%，為數量最多者。故在第二期作之供應面積上，育苗中心業者均有擴大供應面積之趨勢。

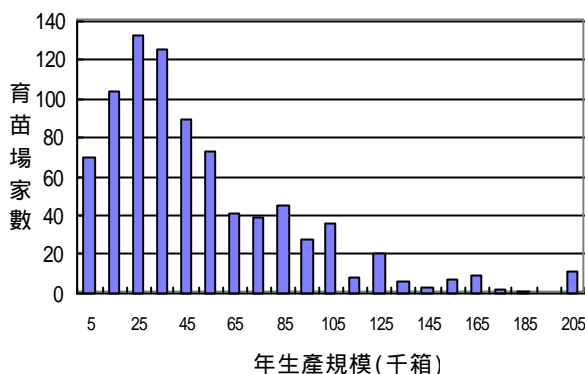


圖1. 水稻育苗中心之規模與家數

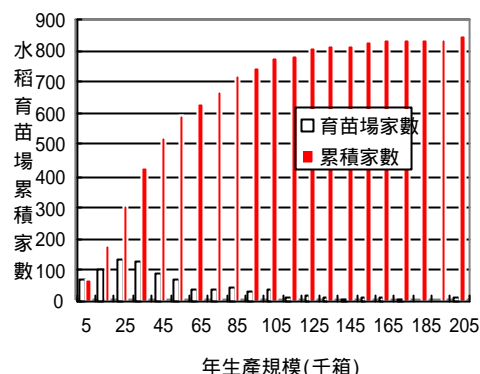


圖2. 水稻育苗中心之累積家數

由於北部氣候不佳，且作業成本較高，故育苗中心大部份設置於中南部地區。中南部之日照良好，有利於秧苗之管理與生長。故經多年之重分配結果，北區所需之秧苗目前已大部份經高速公路由南部供應。根據調查：北調秧苗數量約為調配量之84%，南秧北調以彰化縣比重最大，佔28%，雲林、嘉義次之，分別為26%及21%。純調出之縣市為嘉義市、屏東縣，雖然其量並不是最高者；而調入之縣市為宜蘭、台北、桃園、新竹、苗栗、台中、高雄及台東等縣市。顯示東部所需之秧苗亦有由西部供應。這種客觀的趨勢，使育苗中心之業務競爭更為劇烈，部份經營良好之育苗中心，其規模因而逐漸擴大，但育苗中心之總數量則在淘汰率高之下也逐漸減少。

三、水稻育苗作業體系

水稻育苗作業之發展是以整個作業體系為基礎，整合單項機械，並進而力求合理化與自動化，以節省人力並降低生產成本。一個完整的水稻育苗作業體系如圖3所示，其項目包括苗盤清洗整理、苗土準備、稻種浸選、播種、苗盤堆積、綠化場田間搬運、卸箱、田間管理、捲苗取盤、卡車搬運等。較具規模的大場中，其苗土與苗盤準備工作及播種與田間搬運作業已達自動化的程度，其餘仍屬部份機械化或以手工作業的階段。田間搬運則僅止於綠化場與作業室間的苗盤搬移工作，常採用固定或活動式輸送帶任意組合，構成搬運動線。這些機具多屬簡易控制型，需要人工事先在綠化場中安置輸送帶或軌道，使苗盤能大量地送至田間，或自田間大量運回卡車停放處或其他搬運機械上。近年來亦有直接在田間安置軌

道型運送架的方式，可作任意定點輸送的控制。種種安排將可使綠化場間之搬運更具自動化之雛形。

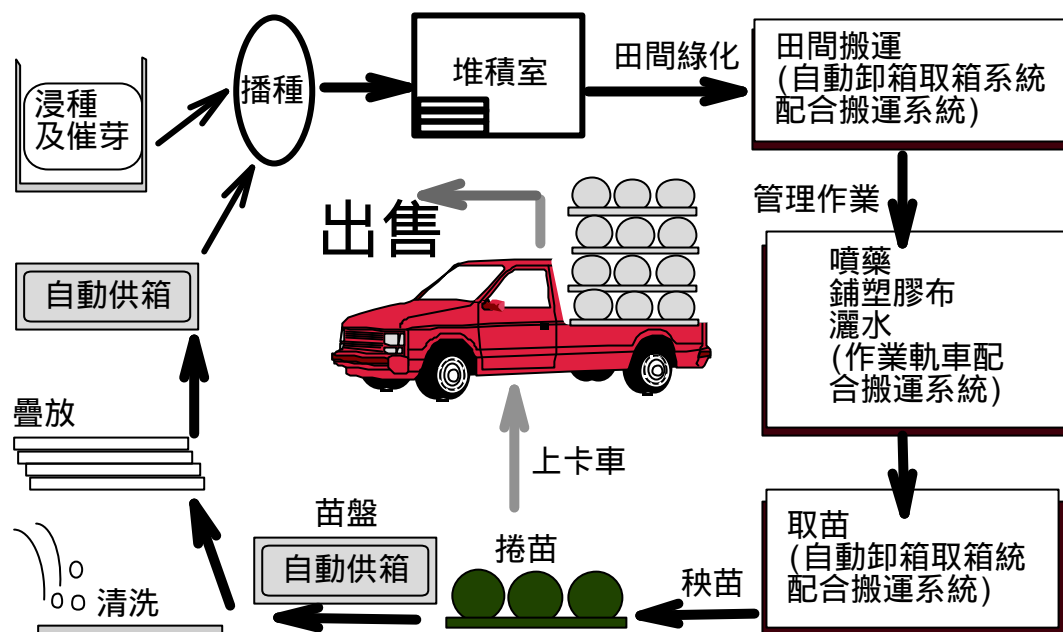


圖3. 水稻育苗場之搬運系統流程

水稻播種均在作業室中進行，且屬一貫化之方式，故其所需原料包括種子、碎土及育苗盤等均必須在整個作業進行中相互配合，而且必須事先準備妥當(圖4)。種子之預備是屬於育種或採種之範圍，但對發芽率及秧苗之品質影響甚大，必須於事前慎加選擇。碎土則須先以土壤與一般有機質材料混合，再進入輸送帶。由於取土不易，有些已使用半粉碎的穀殼與部份之土壤混合使用。在作業輸送帶上，空的育苗盤成疊堆積於排箱裝置上，依序進入輸送帶中。隨著輸送帶之移動，可以進行填土、播種、灑水及覆土等工作，作業線之速率則每小時可達2,000盤以上。育苗盤裝填完畢後經積箱裝置堆疊，以利運搬至綠化場進行綠化。

在綠化過程中，苗盤之堆積、輸送、卸盤、取盤及捲苗等仍需要各種機械與設備相配合。但相關機械與設備的投入，往往需要考慮育苗中心生產規模，而人力之調配、綠化場與作業室之規劃，其相對位置、面積大小及形狀等問題均必須詳加考慮。此外，綠化場之集中度、每年的使用次數及搬運作業之方式等因素亦會影響育苗中心經營者之決策。例如，中南部之育苗中心其經營規模相當大，且綠化場位置固定，每年可重覆多次使用，因此可投資作業效率較高、較省力的機

械設備。其中諸如利用空中輸送軌車或特殊設計之運搬機械，搭配自動卸取裝置應可提高作業效率，減輕作業者的辛勞。技術上，亦有利於進一步自動化。生產規模較小或供苗期間過於集中的育苗中心，其綠化場之使用頻度往往不高，因此對於作業機械設備的選擇，須考慮採用較簡易之設備，或以可拆卸式之設備為佳，這些設備包括輕型輸送帶、手推車、動力搬運台車，以達到降低成本之目的。

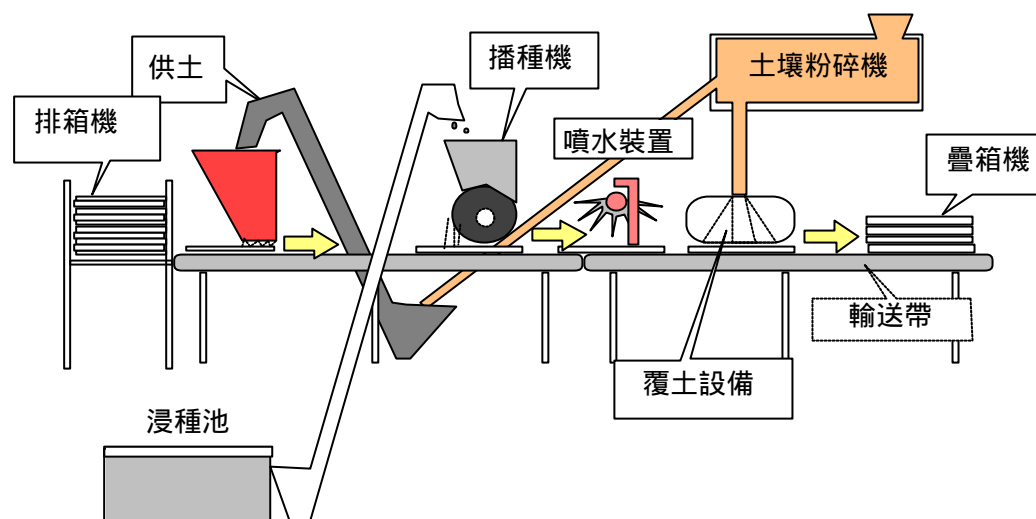


圖4. 播種作業線之各項元件排列情形

搬運及物流規劃向來是各生產事業所重視的課題，根據統計，在工廠中搬運費用往往佔所有生產成本的30%~50%，如果包括等待時間，有時最高者可高達62%，為此許多產業方面均已達到高度自動化。在農業生產方面，由於其所處環境為開放式之田間，且作物頗具季節性，故其所面對之情況較產業界為複雜。近年來許多學者專家亦開始對農業方面之搬運機具進行開發與設計，惟在不同的使用場合，所使用的搬運機具也就不盡相同。

在一般育苗中心的作業中，秧苗搬運一向費時費力。由於相關育苗作業甚為集中，且具季節性及時效性，所需勞力偏高，其人力成本平均亦在25%以上。據調查，平均每場育苗中心約需育苗工12人，且第一期作與第二期作甚為接近，每場僱工比例佔60%以上，而僱工之難易度直接影響育苗量。秧苗搬運主要處於作業室至綠化場之間，但由於距離較長，路線固定，應有進一步改善的空間。基本的觀念是，若能利用軌道型活動式運送架或特殊設計之搬運車，配合秧苗自動卸箱取箱系統可將苗盤運送至田間任何一定點排放，成苗亦循原系統搬回來，必能使整個育苗作業系統更為自動化。而秧苗搬運之自動卸取箱系統即是配合此項

觀念設計而成，可以在綠化場內，配合軌道式輸送機進行卸箱與取箱的工作，以節省這方面的勞力。

近年來水稻搬運作業自動化之研發是以整個作業體系為對象，整合各單項機械化及自動化，以節省人力並降低生產成本。較具規模的大場其苗土與苗盤準備及播種與田間搬運作業已達自動化的程度，其餘仍屬部份機械化或仍以手工作業的階段，故仍有待進一步的研發與改良。而田間搬運工作則僅止於綠化場與作業室間的作業，利用固定或活動式輸送帶組合而成，進行苗盤的移動，但大多屬簡易控制型，仍需要大量人力將輸送帶上之秧盤搬至田間置放，或由田間將成苗盤搬運至輸送帶，再運送至卡車或其他搬運機械上。近年來亦有直接在田間採用軌道型運送架的方式，可作任何定點輸送的控制。這種安排將可使綠化場間之搬運更具自動化之雛形。

(一)傳統搬運作業機具

1. 入苗作業

入苗作業係指將播種完成之苗箱從作業室或堆積發芽區搬運到綠化場內部進行排盤。堆積發芽區的位置分室內、室外及綠化場堆積等三種。若在綠化場進行堆積，其入苗作業係指將播種完成之苗箱直接運搬到綠化場，至發芽完成後，將苗箱搬運到綠化場內排盤。入苗的搬運路徑可分為兩部份：

(1) 作業室到綠化場間的搬運：適用之搬運機具計有：獨輪手推車、堆高機配合棧板、堆高機配合棧板附掛板車、雙軌四輪式搬運台車、貨卡車、履帶式搬運台車、輸送帶以及空中輸送帶台車等八種。

(2) 綠化場內部的搬運：適用之搬運機具計有：獨輪手推車、雙軌四輪式搬運台車、履帶式搬運台車、輸送帶以及空中輸送帶台車等五種。

2. 出苗作業

出苗作業係指秧苗在綠化場長成後，從綠化場內搬到貨卡車上的作業。目前的出苗作業係利用人力將秧苗捲成一捲，每個苗箱可放置3捲，便利搬運。出苗作業適用之搬運機具計有：獨輪手推車、雙軌四輪式搬運台車、輸送帶以及空中輸送帶台車等四種。

3. 搬運機具

針對入苗和出苗作業可選擇不同的搬運機具進行搬運，且經上述分類，有些搬運機具在使用上有其場合的限制，並不是每種搬運機具在任何場合皆可適用。

以下僅就上述各種搬運機具，進行說明：

(1) 獨輪手推車

一般由鋼管和角鐵製成，有一承載台面，台面下裝置一固定輪，由一人操作，易於轉向，但由於僅有一輪，因此需靠操作者加以平衡。獨輪車之大小為180x 44 x 55公分，搬運平台尺寸為98 x 44 公分，入苗時搬運平台可承放三疊，每疊9盤，因此每次可載運27盤。出苗時每盤可承放3捲成苗，每次可載運7盤，共計21捲成苗。

獨輪手推車可用於各種場合之搬運，搬運量少，適合於短距離、通道窄小及不規則綠化場之搬運，在綠化場內部鋪設木板做為其走道，即可進行搬運。每次搬運量少為其缺點，但其經濟實用、容易保養，使用彈性大為其特點。

(2) 堆高機

堆高機屬單位負荷的批次搬運，必需配合棧板。目前育苗中心亦有利用曳引機或鏟土機附裝堆高叉，可達到同樣的搬運效果，又可減少機械設備的投資。適合於作業室、堆積發芽室及綠化場間之入苗搬運。搬運量大、機動性佳且省力為其特點，但不適合綠化場內部之搬運。棧板規格為130 x 110 x 11公分，有木製，亦有塑膠材質。棧板係在入苗時使用，每塊棧板可放置6疊苗箱，每疊30盤，每次可載運180盤。

(3) 堆高機附掛板車

為增加搬運量，可於堆高機後方再附掛板車。板車每次可載運二個棧板，而堆高機前方再叉舉一個棧板，因此每次可載運約三個棧板，共可載運 540 盤，載運量較大，可減少堆高機往返於堆積室與綠化場間的次數。

(4) 雙軌四輪式搬運台車：

此種搬運台車裝置四個凹槽固定輪，行走於平行軌道上，可在農路上搬運，亦可在綠化場內部進行搬運，利用人力推動。台車軌道為可拆卸式，依作業路徑臨時鋪設。軌道為角鐵所製成呈 \sim 型，亦有使用不鏽鋼，其強度及耐腐蝕性較佳。角鐵之尺寸為 4 x 4 x 0.4 公分，平行軌道之中心距離為50公分，每6公尺為一節，可依行走距離長度來進行軌道多段銜接。

雙軌四輪式搬運台車可與堆高機構成搬運組合，在作業室與綠化場距離較遠時，堆積區到綠化場間可由堆高機進行入苗搬運，至綠化場頭地時，再將棧板放置於雙軌台車上，進行綠化場內部之搬運。若作業室與綠化場距離較近，可直接使用雙軌台車進行搬運，而90度轉彎時，可使用一迴轉盤，進行水平與垂直方向

的切換。台車之大小為135 x 57 x 94公分，搬運平台尺寸為135 x 57 公分，入苗時搬運台車若與堆高機搭配，則搬運平台可承放一個棧板。台車獨立作業時，搬運平台可承放四疊，每疊20盤，因此每次可載運80盤。出苗時不與棧板搭配使用，台車每次可載運25盤，每盤可承放3捲成苗，共計75捲成苗。

(5) 貨卡車

在入苗時，可利用貨卡車進行作業室到綠化場間之遠距離搬運，此種方式需用人手進行堆疊，或可於一貫化播種機後方接上一傾斜輸送帶將播種後的苗箱運送至貨卡車，利用人力堆疊於貨卡上，運至綠化場後再由人力將苗箱搬下，直接堆疊於綠化場進行堆積發芽。出苗作業時，亦可利用貨卡車將成苗運送至待插田間。其作業方式為在出苗時，貨卡車在綠化場農路上等待，使用其它搬運機具將捲好的成苗運送到綠化場的農路，再堆疊於貨卡車上，完成出苗作業。

(6) 履帶式搬運台車

目前有些育苗中心使用淘汰之水稻聯合收穫機之底盤，改裝成履帶式搬運台車，可進行入苗之搬運作業。其作業方式為將播種完成之苗箱堆疊於棧板上進行堆積發芽，發芽完成後，利用堆高機將棧板叉舉至履帶式台車上，履帶式台車可進行作業室到綠化場間的搬運，以及綠化場內部之搬運工作。此種搬運方式機動性佳，適用於中遠距離之搬運。

履帶式台車之大小依使用改裝之聯合收穫機種類不同而有差異，以調查之一例說明：雲林縣二崙鄉陳姓農戶使用野馬牌 TC-2710型聯合收穫機進行改裝，其搬運平台大小為190 x 170公分，入苗時每次可載運12疊苗箱，每疊24盤，因此每次可載運288盤。出苗時則不使用履帶式搬運台車。

(7) 輸送帶

輸送帶常被用於育苗中心之入苗及出苗的搬運工作，此種搬運方式屬於連續式的搬運，在搬運時需先佈置好輸送的路徑，搬運流動強度大。目前育苗中心使用之輸送帶每節長度為6公尺，每節輸送帶由兩條平行之三角皮帶來載運苗箱。依據搬運路徑的長短可將數台輸送帶串聯。輸送帶機架高度為 58公分，寬度為42公分，兩條平行三角皮帶之中心距離為 22公分。輸送帶可使用於入苗和出苗作業，惟作業前需先將輸送帶依一定路徑架設完成，機動性較差，且在進行不同的作業區塊時，需要重新架設輸送帶路徑為其缺點。

(二) 軌道型運送架之應用

典型的綠化田區以長方形 50m x 100m 的地面或面積 0.5 公頃為一單元進

行規劃，這種格局較適合於機械設備之應用。但由於設置時常須牽就原有地形，很難獲得較為方正的田區。這種形狀上的變異，對機器之運作有甚大的影響。綠化場之安排通常要鄰近作業室，使秧苗之運輸距離最短，節省運送時間。方正的地形可以採用軌道型活動式運送架，將苗盤運送至綠化場的任意位置。圖5所示為利用軌道型運送架系統配合典型綠化場之配置情形。這種軌道式運送方法係採用X-Y方向移動的原理，由於輸送架在空中行走，故一般業者名之為空中輸送機。其優點如下：

1. 軌道固定，不受又候的影響，均可操作。
2. 可以任任意點的移動，使綠化場的空間能充分利用。
3. 可以作自動控制，並加裝附屬機械如卸箱、取箱裝置，提高自動化之程度。
4. 可以完全無人操作，並作電腦程式控制。

整套系統係由主道運送機、轉彎機、水泥軌道、空中運送機組成，搭配研發成功之自動卸箱取箱機構成一個完整的作業體系。苗盤由作業室之堆積房或播種作業線送出，以三盤為一疊，沿主道運送機送至綠化場。經轉彎機將苗盤送上空中運送架。運送架在軌道上移動，其上裝設雙條式三角皮帶運送機，將苗盤作橫向移動。轉彎機則固定在運送架上，可隨其在軌道上移動。

軌道之跨度為24-33m，軌道之寬度為30cm，以水泥砌成。空中運送架總長可達120m-150m，依田區之長度而定。由於這種搬運系統採用桁架結構，其強度足以支撐長跨度的移動。利用兩端之馬達同步驅動，每公尺距離分三次移動。

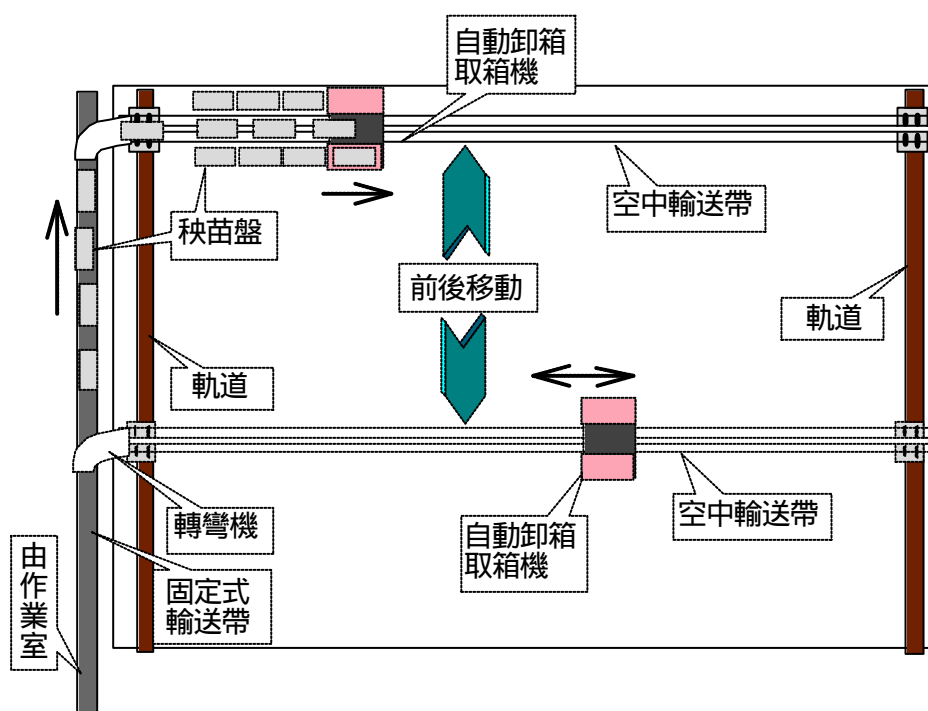


圖5. 空中輸送機配合自動卸箱及取箱機之運作觀念

目前在國內架設這種空中輸送系統之育苗中心約有一百餘處，顯見其需求及優點，但由於所做之規格及形式不一，很難有一定標準。

在成苗採收時，其過程與苗盤進場時相同，但順序相反。同樣利用自動卸取箱機，將長成之苗盤自地上拾起，並送回空中運送帶，再送至卡車之上，此時可以利用上裝運送機自田角處由輸送帶直接送至卡車上。由於上車搬運時，係將秧苗捲成蛋捲的形狀再上卡車，故必須另加捲苗機，但仍有待進一步開發。目前捲苗作業仍以手工為主，相當耗費人力。

(三)取卸箱機之設計

綠化場自動卸取箱機之設計，其考慮點如下：

- 1.具有固定載台：由於卸箱與取箱裝置具相當重量，且必須配合輸送帶作業，故在應用時須有固定的載台可以支撐。
- 2.卸箱取箱功能應同時存在：卸箱與取箱兩個動作大略相同，方向相反，結合設計將能減少機構之複雜度，空間亦較為節省。
- 3.輕便為原則：整套機械需裝置在移動載台上，必須輕便，以利在綠化場中移動自如。

圖6是根據上述原則所設計之往復式自動卸取箱裝置概念圖。苗盤每三盤一疊，自中間之運送機送來，經由中央夾持組合以輪替的方式，將其送至兩旁之升降夾持組合，再將之下降置放於地上。由於是三盤為一疊，故每次下降必須按順序將三盤分開平置於地面。當一側下降進行鋪設工作時，另一側之組合則升高至最高點，以等待由中央夾持機構將第二疊送至夾持組合中。

較詳細的機構如圖7所示。垂直升降組合包括垂直昇降氣壓缸、鍊條及齒輪與垂向運送機構。後者配有四隻夾盤勾，由氣壓控制可往內扣住苗盤，至其降至地面時方行釋放。中央夾持組合則包括水平位移氣壓缸、橫向運送機構。後者配有兩套夾盤勾，可作左右往復運動。此外，在運送機送進來的苗盤需先行定位，並由一組提升裝置將輸送帶上之苗盤提升至夾盤勾之位置，由其夾持並往兩側移送。

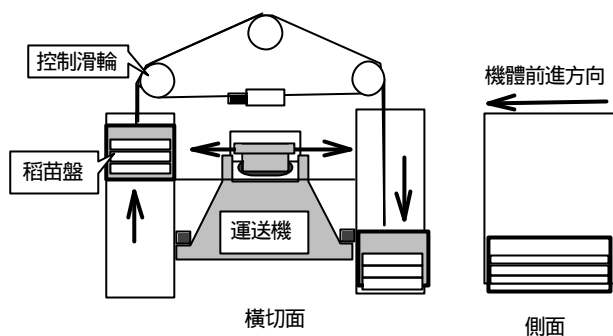


圖6. 往復式自動卸箱裝置概念圖

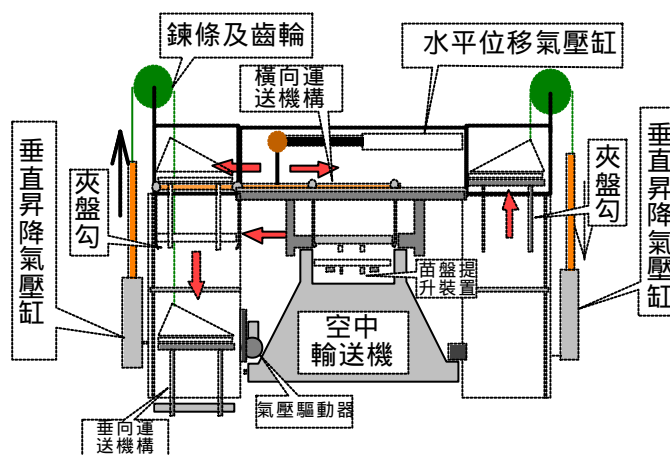


圖7. 往復式自動卸箱裝置動作流程示意圖

四、結論

水稻育苗場之作業型式，是我國特有之作業方式。由農家自行組成企業，供應全省所需之秧苗，自成一個體系。在播種及搬運方面均已達到機械化及自動化之程度。目前田間綠化場部份之搬運作業自動化仍有一部份是較難處理的項目，如軌道輸送架、卸取箱機及捲苗機之應用是。但由於水稻育苗場之經營已走向企業化，故仍存在甚高的自動化潛力，值得吾人進一步研究與推廣。