

文蛤收穫機之改良與測試

何雲達

台西分所

摘要

改良之文蛤收穫機係參照傳統收穫機之模式，研製成獨立動力式收穫機，將傳統之1.05m收穫寬度，擴增為1.8m，柴油引擎馬力數由傳統之12.5HP改為18HP，再增加為23HP，將傳統之離水式抽水機改為沈水式，高壓出水管完全沒入水中，調整引擎與抽水機之前後位置，可縮短浮筒後緣與噴管組主噴管之距離，主噴管保留向下之噴孔，噴孔間距由外側向內以0.17mm等差級數增加，無傳統原有之後噴孔，為活動三角刮管上之後噴孔取代，活動三角刮管在第2次改良為三角柱截面接近正三角形，可提高採收效率。傳統型後噴支管僅1支，新型由3支呈3層次後噴，改為2支2層後噴形成水流，文蛤在全屬網的導引下進入刮板式輸送機入料口，縮短水流行程。當刮板式輸送機移入魚池後，在斜坡上與噴管組連結。引擎及抽水泵浦架座，由三輪拖板車架承載上下魚池斜坡道，以電動絞鋼索馬達牽引為動力，絞鋼索馬達架座置於地面，由搬運車前後兩輪頂住架座以四輪固定，引擎泵浦架座下移至接近池水面時，泵浦出口高壓管與噴管組連結。架座在路面上拆卸轉向輪後，可由搬運車拖曳長距離之運輸，脫離搬運車需再裝回轉向輪，下池前在坡道上組裝浮筒，下池後利用浮力及絞索拖曳分離架座與板車架，再啟動引擎與發電機，測試時需由2人拖曳較省力，另1人以膠簾承接移出水面之文蛤。本收穫機之收穫效率已有改進，今後將繼續解決上下池塘及在水中拖曳的問題。

一、前言

在84年度已完成之第1代文蛤收穫機包括：18HP之柴油引擎，4"出口抽水機浦、高壓噴水管、刮板、傾斜金屬網及刮板式輸送機。抽水機浦加裝垂直變向齒輪箱，由離水式改為沈水式，作業時引擎在前，抽水機浦在後。為適應池底深度不同，高壓管之長度120cm銜接多層次後噴管；因此設計出縱向前段上彎之入水管及橫向主噴水管與各支管之配置，其管徑分配如下：橫向主噴水管及其上「 \square 」形縱向管為3.5"，「 \square 」形縱向管前端之入水管為4"長10cm以15°角向上傾斜，配合高壓管在不同水深可作30cm之高度上下調整，高壓管微彎而不被擠壓變形造成阻力。橫向主噴水管僅有向下之噴孔，另原有向後之噴孔移到活動刮

管上，即改變活動刮條型式，將刮條改成較寬之刮板，刮板後緣焊上1.5"管徑之後噴管，噴管上緣與刮板前緣再焊上蓋板，蓋板與刮板間呈18°角，較有利於刮取懸浮中之底土與文蛤沿平滑之蓋板向上移動，使進入後噴管之水流中，後噴管後方為直條金屬網，可導引文蛤向上移動至第1層後噴管上方，再進入第2、3層往後送之行程。「 \square 」形縱向管後端接第1層橫向後噴支管為3"，與3"縱向導管呈「 L 」形接合，其縱向管後端再接縮小為2.5"之接頭，第2層橫向後噴支管亦為2.5"呈「 T 」形接合，而其縱向管後端由2.5"倒「 T 」形接第3層橫向後噴支管，管徑僅2"。橫向主管及各支管之長度、支管間距分配如下：橫向主管182cm，第1層後噴管106cm，第2

層後噴管70cm，第3層後噴管40cm；其間之距離依次為55、45、25.5cm。引擎抽水系統架座與浮筒架間雖可拆裝，但相當費時，因此需僱用起重機上下測試池，而噴管組與高壓管間採固定銜接，抽水系統出水管與高壓管間可拆卸，方便於測試池中組裝，及抽水系統入水管口銜接倒「T」形接頭，兩端以網管延伸，網管套上孔徑 2.5mm之尼龍網，可避免吸入雜物阻塞噴管之噴孔。

二、第1代收穫機之缺點及局部改良

第1代改良收穫機採獨立架構之設計目的為提高傳統收穫機之採收效率，因而將設計重點集中於噴管組架構，考慮其下噴鬆土與後噴集蛤水流分配是否適當及活動刮板是否可緊貼被鬆動之底土下方等，而不考慮上下養殖池之方式，因此，每次測試需僱用起重機，此乃其最大缺點。第1代收穫機在養殖池中測試後發現下列問題：

(一)在池中拖曳阻力相當大，1人拖移困難，2或3人協助較易維持等速移動。以手探測產生阻力之處為活動刮板之兩側因鬆土深度較淺

，刮板被較硬之底土頂住，而愈接近中央部位與硬底間之縫隙愈大，文蛤有可能從縫隙中遺漏。但若將刮板與主噴管間之距離調小，可減輕拖曳所需人力，但刮板與硬底間之縫隙相對增大，必然降低文蛤入網率。另外較嚴重之問題為大量文蛤堆積在刮板後方之傾斜直條金屬網上，向後送之數量有限，在金屬網兩側縮角部位之堆積更嚴重，甚至有可能下滑至刮板掉落回池底。

(二)將整組噴管於池邊調整沒入水中之深度觀察活動刮板上之噴水水柱角度，結果發現深度愈淺愈接近水面時，水柱之角度上揚愈高。由於刮板後方之傾斜金屬網在焊接時角度不準確，導致在水面上噴水時，整排水柱無法與金屬網完全平行，影響文蛤向後上方斜角移動效果。當略沒入水中噴水水柱角度向下偏與金屬網交叉而產生亂流，文蛤移動效果愈差，因此可推論在池底時，噴水柱可能偏向金屬網底下，所產生之水流可能通過金屬網再向後，而文蛤必定在網內堆積。另外，金屬網之傾角斜度太大，亦將增加其移動阻力，仍需設法改善其不必要之傾斜角度。

第1代收穫機之橫向下噴主管及第1、2、3層後噴管、輸送機入口之配置



第1代收穫機之18馬力引擎、變向齒輪箱、泵浦、浮筒等各元件之配置

(三) 測試時發現在橫向主噴管兩端向下噴之鬆土效果較差，是否因兩末端另接分支管到活動刮板上之噴管而減弱水柱強度？經將整組噴管上下反面，使下噴水柱為向上噴，觀察整排水柱在空氣中之高度，經確認兩端之噴水高度與中間部位完全相同，並未減弱。因此導致鬆土效果不同，可能與水柱之噴孔間距分佈有關，即在相同之噴孔間距下，所射出水柱對底土之相互作用力因所在位置而異，在靠近中間處相互作用之鬆動懸浮效果較強，末端之邊陲地帶作用力小而弱。對活動刮板後方之傾斜直條金屬網上各部位均有積料狀況之改良為：設法增加刮板管噴孔之噴水強度，並去除死角，及降低傾斜度。因此再設計製造第2支改良型刮板管，即不再使用加蓋板之1.5"圓管，而焊成三角管柱，截面為銳角18°之直角三角形，與地面垂直邊仍為1.5"另斜邊為13cm，而噴孔在上端三分之一位置處，金屬網固定架在一半位置處，在焊死固定前需先噴水確認噴水柱與金屬網間之角度，此型之三角柱容量較圓管大，理論上水壓降差大，可增加噴水強度，在三角柱兩端加焊轉角改變噴水柱之噴出方向儘可能與側網平行，減少兩端水柱在短距離內與側網交叉又形成死角積料。再經組裝測試後，發現效果已有顯著改善，降底積料量與掉落回池中數量。但兩端刮土較深，形成阻力，在三角



左為由活動刮板與蓋板固定之噴水圓管，
中為18度直角三角形截面之三角柱活動噴水刮管，
右為接近正三角形截面之活動噴水刮管

柱斜角平面上略有積沙土現象，尚有待另作改良。第3支改良型刮板管之截面較接近正三角形，與地面垂直邊4.6cm、底部5.2cm、斜邊5.8cm，噴孔相當接近上緣，直條金屬網之固定架在上半部三分之二處，如此可再降低直條金屬網傾斜角。兩端死角之切除面積較大，可增加沿兩側網平行方向之噴水孔數，降低在兩側網內邊緣積料之機會。然而刮土端之銳角角度變大，可能相對增加阻力，而斜邊縮短減少堆積沙土量。在養殖池中測試結果顯示，活動刮板管後方直條金屬網之積料完全改善，採收效率可再提高，但拖曳所需人力仍未減輕，但若提高採收量，在進入輸送機前卻有積料現象，或許與柴油引擎馬力不足有關。因此必須進行第2代之改良。



第1代收穫機之主元件：引擎泵浦、噴管集給網、刮板式輸送機之整體配置



第1代收穫機在養殖池中由人力拖曳收穫測試實況

三、第2代收穫機之設計考慮因素

因第1代收穫機上下養殖池需僱用起重機，非常不方便。因此，第2代在設計時除必須改良引擎、抽水機及浮筒之固定支撐架構，以加強其功能外，亦需解決上下養殖池斜坡道及浮筒拆裝之問題。因此，考慮加裝地面輪，又輪子若需要動力驅動，則加裝變速箱之位置及所增加之重量亦需考量。若輪子與浮筒為可拆裝式，則此架構需可舉昇，至於舉昇方式是採用簡易手搖式油壓缸，或簡易之單向油壓泵浦，或僅以螺桿旋轉舉昇即可？此外，舉昇架構之空間問題，與浮筒之空間是否衝突亦必須考慮。

但在引擎、抽水機座上加裝其他機件，將使其複雜化，在水中作業之故障率必定較高，因此，為避免在水中使用動力驅動，乃採用在地面上裝設動力拖曳之方式。

(一)軌道固定在斜坡道與池底間，使用較小之鐵輪在軌溝內上下滑動，絞鋼索馬達可固定在引擎座上，以軌道頂端突出路面伸入搬運車體底座壓住，但必須考慮斜坡道是否平整，否則軌道無法平行，小鐵輪無法緊貼軌溝內滑動，有脫軌之危險。

(二)相同之軌道與鐵輪，但鋼索固定在搬運車上，在車上需找出結構強度足夠之部位固定，以較大動力拖曳可克服軌道不平穩問題，但車體施工有困難。

(三)將軌道改成支撐架，在引擎座上裝設可拆卸之陸地拖曳輪，以前述(一)之方式裝設鋼索馬達，裝設較省時省人力，但仍有技術性問題。

(四)在引擎座上裝設可拆卸之陸地拖曳輪，直接在車體上裝設固定絞鋼索馬達，不使用支撐架而沿地面行走。如此則需考慮拖曳馬達之固定部位。另外引擎抽水機浦固定座之配置亦需考慮改良，為減少整體架構之長度，將抽水機浦置於前端，高壓管在底座下方保留可上下移動之空間，入水管口改為網箱。左右兩側之浮筒架及浮筒、陸地拖曳輪之拆裝固定需省時省力，在操作時是否有重心不穩、滑動、沒入水中之問題均需考慮。

四、第2代收穫機之製造、組裝與測試

(一)引擎動力抽水機浦固定座部份

柴油引擎改用23HP，架座空間需較大，架座底部前端為抽水機浦入水口過濾網箱，底部後端之加強橫桿改斜角加強結構，利於高壓管在後端可配合水深上下自行調整位置。左右兩側浮筒之支架以水平方向插入架座預留之孔洞，再以螺絲緊迫固定，若坡道寬度足夠，則在陸地先安裝固定較方便。而架座在離水時由三輪板車承載，在道路上較長距離行走時，則需拆下前端之轉向輪，板車與引擎座兩者以絞鋼索固定，在斜坡道上下不致滑移。兩者間之脫離需利用池水之浮力及絞鋼索馬達之拖曳力，視水深而定。在水中上板車架承載時，若池水太淺，則需略微傾斜板車插入架座底部，再將鋼索掛鉤鉤住架座拖曳至斜坡道下頂住板車，架座移入板車之固定位置再予固定。若池水太深，則需在斜坡道下端較淺處頂住板車拖曳進入板車之定位點再固定。

(二)絞鋼索馬達之固定

為了降低重心，將馬達固定架擺置於地面上，固定架之長度超過搬運車前後輪間距，以前後兩輪頂住固定架，鋼索沿著車底地面至車體另一側，以車體重量壓住四輪固定。

(三)集蛤噴管組之部份改良

第2代所使用噴管組向下噴之主噴管之噴孔間距為中間部位大於兩端，即正中央之兩孔間距為20mm，最外端兩孔間距為10mm，由外向內以0.17mm遞增，182cm長之主噴管共120個噴孔，以不等距分佈，降低水柱之相互作用所形成鬆土深度不同之缺點。為了緩和三角活動刮管所附金屬直條網之傾斜度，減小與地平面間之角度，可降底文蛤在網上積料之機率，而將第1道後噴管改為半管，即施工時將圓柱管剖開，以平板焊回，原為直徑高度降為半徑高度。第2代噴管組僅剩兩層後噴管，即第1代的第2層後噴管省略，如此可縮短文蛤在集蛤網上之移動距離，更可避免積料，同時縮短整體架構之長度。而活動三角柱刮管仍沿用第1代之第2次改良者。



第2代收穫機之23馬力引擎泵浦由三輪板車承載，拆下轉向輪可由貨車在路面拖曳



第2代收穫機在下坡道前之路面組裝活動式浮筒架實況



第2代收穫機在坡道上組裝噴管集蛤網與銜接刮板式輸送機之實況

(四)現場測試狀況

1、上下斜坡道之測試

坡道上之路面寬度必須超過 5 m 以上，搬運車體寬度加上絞鋼索馬達固定架寬度 0.35m，以及拖板車兩後輪與前端掛鉤孔間距 1.95m 之總和為 3.72m，如此三輪拖板車在路面上才有約 1 m 以上的空間扣上絞鋼索掛鉤。由靜止推移往斜坡，否則三輪拖板車之後輪需在斜坡上以其他方式頂住固定後扣上鋼索掛鉤。在地面上先組裝浮筒架及浮筒再予固定，而板車與引擎座架在移往現場前即已固定。在設置絞鋼索架前，需先確認車體與坡道是否垂直及絞鋼索架是否緊靠車體前後兩輪，再拉出絞鋼索掛鉤住拖板車掛鉤孔，啟動電源開關放出絞鋼

索，再將板車向斜坡道推移，視情況以間斷性鬆開鋼索。但當絞鋼索架之角度不正確，鋼索將磨擦架緣或其他部位。往上拖曳時也因絞鋼索架角度不正確而在絞盤上同一位置纏繞，無法在轉軸上均勻分佈，而有跳落現象需予避免。

2、在經 2 次採收後之民間文蛤養殖池中拖曳測試

由於該民間文蛤養殖池較特殊，在斜坡道上有凸出土堆，對三輪拖板車形成相當之阻力，但以搬運車頂住固定絞鋼索架即有足夠力量拖曳上下坡道。該池已經過兩次採收，池底幾乎沒有殘存文蛤，池底含沙率較高，軟泥部份不到 3 cm，底部相當堅硬。啟動引擎後發現因噴管前之高壓管較抽水浦葉片低，泵浦內空



牽引第 2 代收穫機之引擎架座下坡道所使用之絞鋼索馬達與由貨車所固定之架座



第 2 代收穫機所使用之改良式噴管集蛤網、第 2 層後噴管即可銜接輸送機入料金屬軟網



第2代收穫機在養殖池中由3人推拖拉曳收穫測試實況



第2代收穫機完成測試由絞鋼索馬達牽引上坡道準備拆卸及所收穫之文蛤實況

氣無法排出，而抽不到水。高壓管被引擎架座限制住，無法舉昇噴管組倒灌水，以左右晃動整體浮筒架座及調整引擎轉速才緩慢排出空氣，而泵浦原有之排氣注水小孔浸泡在水中，且在網箱內，在現場無法開啓該小孔。經一段長時間排氣後，開始噴水，穩定引擎轉速，進行拖曳，至少需2人在前端拖曳才感覺較不費力，若1人在前拖，兩人在兩側浮筒後端推，則較輕鬆，速度可較快。但鬆動底土之深度除與噴水壓力及作用水量有關外，與拖曳速度亦成正相關，以較正常快之採收速度拖曳100m以上，返回池邊，僅獲得1簍之夾雜物，文蛤佔極少部份。該池業者表示，傳統收穫機之第3次清理池底同樣拖曳距離之收穫量遠超過此量。

分析影響收穫率之原因可能拖曳太快，鬆土深度不足，而傳統採收至少鬆動4-5cm之底土，本測試較快之速度拖曳僅鬆動2.5cm左右之深度，再以傳統採收速度拖曳，其深度也不超過4cm以上，否則再放慢速度則不合乎效益。再經不同拖曳速度與調整引擎轉速控制噴水壓力與水量測試採收效率，仍未見明顯改善，因此懷疑池底經2次傳統收穫機之採收後，可進入測試用集蛤器之文蛤或夾雜物已不多，且測試用直條金屬網網目有兩種規格，部份夾雜物可通過較大之網目。若仍在此空池測試，很難確認採收效率是否有改善，若以第1次採收後之養殖池測試才可與傳統收穫機互作比較。

3、在第1次採收之民間文蛤養殖池測試前觀測

在洽詢進行採收作業之各養殖池業者時，業者均以恐有不良影響而婉拒，認為在第1次採收過後較無後遺症。因此僅能比較傳統收穫機之抽水泵浦在不同引擎轉速時之水壓，但使用時間較長之泵浦之排氣注水孔螺紋已鏽死，無法拆開裝壓力計。若以手之觸覺比較噴管水柱之強弱，確可感覺出測試之噴管組水柱略弱，測量傳統收穫機第1次採收時之鬆土深度確實可達4—5cm。根據傳統收穫機作業人員表示，不同廠牌不同葉片數之抽水泵浦，對噴管水柱之壓力與水流量有所影響。

4、在台西分所內之小型田間試驗池中採收測試

該坡道上之路面寬度僅5m，將搬運車與絞鋼索馬達固定架定位後，三輪拖板車之兩後輪位置幾乎在斜坡道上，才有足夠空間扣上掛鉤，兩後輪需以磚塊頂住以避免危險。兩側浮筒在路面上固定後，再以絞鋼索控制沿坡道下滑至池中，拆下三輪拖板車，裝上噴管組，即可啓動引擎，因在泵浦上已裝置有排氣開關，很快即可噴出水來。因刮板式輸送機送修中，以噴管後方銜接尼龍軟網收集文蛤，池底文蛤量雖不多，但明顯有多量文蛤入軟網內，仍需由兩人拖曳，行走15m左右即已裝滿1個膠籃，經採收之範圍折返再拖曳1次仍有部份文蛤入網，表示第1次採收時有漏網文蛤。因水深在60cm以上，以手探測活動刮管與硬底部之間隙有困難，無法瞭解相關狀況。

五、結論與建議

文蛤收穫系統研發至今，雖已組裝有各型之測試機、雛型機等，但皆因無法發揮功能以取代傳統收穫機，故均未達到實用階段，本測試改良乃針對此一問題，予以解決，最起碼要達到在整個作業流程中均能省時間、省人力，且不能低於傳統之採收效率之基本要求。因此仍沿用傳統收穫機之採收原理，再予以逐步改良，例如：以增加引擎馬力來擴大單位時間之收穫面積；改良收穫器刮取文蛤之方式來提高採收效率；為提高單位時間之收穫量，相對提高拖曳整體系統所需之驅動力；為平衡內外應力而加強相關結構，導致整體架構重量增加，若為充份應用浮力，則其附屬架構又將複雜化，但仍需以單純化的方式逐一解決。

比較進入收穫器內之文蛤移出水面之方式，仍以刮板式輸送機較能發揮應有功能，但其與動力船體間之搭接方式尚未確定，或許有困難而需互相牽就，造成作業人員之不方便。因此有必要回過頭來朝高架式車體方向規劃研製，以車體承載刮板式輸送機同時推動收穫器引擎泵浦之浮筒架座，再以浮筒架座拖曳收穫器之噴管組，噴管組上之集蛤網末端與刮板式輸送機之入料口間以可伸縮式金屬網銜接，形成環環相扣，縮短整體系統架構之長度，在高架車體駕駛座上可同時兼顧前端之收穫行走與後端輸送機之出料狀況。但該車體僅有文蛤收穫之單一功能，而其餘工作仍保留給所研製之兩棲動力船繼續努力。