

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

桿式噴藥機靜液壓式傳動系統之設計與分析

Design and Analysis of a Hydrostatic Transmission System for the Boom Sprayer

計畫編號：NSC 87-2313-B-002-072

執行期限：86年8月1日至87年7月31日

主持人：葉仲基 執行機構及單位名稱：台大農機系

一、中文摘要

動力自走型桿式噴藥機國產化是農業生產自動化 - 施藥機械自動化內之一重點項目，目前國內廠商均可自行研發噴藥系統、液壓轉向和噴桿液壓升降收放等，惟獨對於靜液壓式之傳動系統因其較複雜且缺乏實際設計經驗，故尚未克服瓶頸。

本研究計畫之目的在引進HyPneu個人電腦用工程分析軟體針對靜液壓系統作詳細完整的設計與分析，提供數據給業界以縮短其摸索試造的時間，盡早完成商品化之噴藥機供農友使用。

研究步驟乃先蒐集噴藥機車體資料和各種所需之液壓元件技術資料，設計一桿式噴藥機適用之靜液壓傳動系統，並使用HyPneu軟體作穩態和動態分析，據此資料再提供廠商試造組裝噴藥機。

關鍵詞：桿式噴藥機，靜液壓傳動，電腦輔助設計

Abstract

The development of boom-type sprayer is a main topic on the automation for agricultural production. The spraying system, power steering and hydraulic-actuated boom can be produced by the local manufacturers. However it is

still very difficult to develop a useful hydrostatic transmission system because of lack of the practical design experience.

The purpose of this project is to introduce a powerful PC-software called "HyPneu". This software can aid us to design a suitable hydrostatic transmission system for the boom sprayer.

The procedure is: 1)to collect the basic data of boom sprayer; 2)to collect the technical data of different hydraulic elements; 3)to design a hydrostatic transmission circuit and system; 4)to do the steady-state and dynamic analysis by using HyPneu Software; 5)to provide a feasible design data-base for the manufacturers of boom sprayer.

Keywords: boom sprayer, hydrostatic transmission, computer-aided design

二、緣由與目的

(一)緣由：

行政院於民國79年核定之產業自動化計畫，將農漁牧產業自動化列為其重點項目，由農委會負責推動執行，其內容涵蓋

農業生產、漁業生產、畜牧生產和農產品服務業自動化等四項目，而施藥機械自動化即為在農業生產自動化下的一重要研究方向。在民國 80 至 84 年之第一期技術研發計畫下，由台灣省桃園區農業改良場自日本引進丸山牌 BSA 400-01 型自走式水稻桿式高壓噴藥機，經過多次田間測試，發現其對於病蟲害的防治相當有效；另外，再與其它當時引進之噴藥機相比較，亦發覺其對於台灣水稻田區的適用性最高，經農委會與台灣省農林廳的評估後，認為該型桿式噴藥機在台灣最具有發展的潛力，在沒有專利問題限制下，以該機為樣本鼓勵國內廠商研發國產化之自動桿式噴藥機。

目前國內所自行研製出之水稻桿式噴藥機在噴藥系統與設備部份無較大困難，原本機械式轉向系統改為液壓式後，大大減輕農民在操作噴藥機於田間頭地轉向的辛勞，噴藥桿的昇降收放亦改為液壓作動式，免除習日操作者需下車分別收放兩支既重且頗危險之三公尺長噴藥桿。在利用液壓力量供給車體轉向與噴桿收放的同時，自然也有考慮過採用靜液壓式傳動系統來取代日本原型機之機械式換檔變速傳動系統，惟靜液壓傳動系並非像車輪轉向與噴桿收放僅為單純液壓缸伸出縮回之簡單迴路即可完成，其問題牽涉到液壓幫浦與液壓馬達間的組合以及在該噴藥機上與其他已有之液壓系統間的匹配，曾有廠商嘗試過組裝靜液壓傳動系，但試車時卻發現效果不佳，推究其原因：即未經一完整週詳的設計過程，國內許多機械或農機製造工廠敲打組裝實務能力甚強，若運氣好的話，試車成功就生產販賣，而一旦出現問題卻束手無策、找不到根源。針對此，以學術界的立場，應要提供一有根據之設計分析資料，讓國內廠商或業界製造出正

確的機械。

(二)目的：

使用電腦輔助設計軟體 HyPneu 來設計桿式噴藥機適用之靜液壓傳動系統，提供可行的學理數據給國內有意製造液壓傳動式噴藥機廠商進行實際組裝噴藥機。

三、設備與方法

(一)設備簡介：液壓系統動態模擬分析軟體 HyPneu

HyPneu 是由美國奧克拉荷馬州的 BarDyne 公司所發展出來的液壓系統動態模擬軟體，可以在繪製出一液壓系統迴路圖之後，根據各項液壓元件所輸入的數據進行模擬。

(二)原形機簡介

桿式噴藥車使用規格如下所述：

1. 動力源：使用日製 HONDA 引擎（型號 GX390），最大輸出馬力 13HP。
2. 噴桿總跨距長 8 公尺，共 25 組噴嘴。
3. 車長 3.4 公尺，噴藥桿未伸出時車寬 1.6 公尺，輪距 1.45 公尺，旱田用車輪直徑 820mm，水田用車輪直徑 900mm，高架車面距離地面 90cm。
4. 燃料儲油箱總容量 5 公升，使用 95 無鉛汽油。
5. 液壓儲油箱總容量 7.57 公升。
6. 儀表控制電氣系統所用電瓶為 12 伏特，50 安培。
7. 噴桿部的收放採用人力控制。

(三)實驗方法

在不改變原型機的结构原則之下，將變速箱設計改換為靜液壓傳動系統並針對其性能進行測試，同時針對缺點進行改善的設計。

1. 對原型機原有機構（如變速箱、動力轉向與油壓舉升等）進行深入瞭解。
2. 利用 HyPneu 軟體設計適用於靜液壓傳動的系統迴路圖。
3. 利用 HyPneu 軟體進行動態模擬分析，以求出最佳壓力、流量等特性值。

四、結果與討論

對於已知的液壓元件規格，試驗結果決定了四輪驅動靜液壓傳動迴路中四個車輪共同使用一組剎車系統，且剎車中的放洩閥之開啟壓力設定為 85bar 為最適合的迴路組合，此項迴路組合有以下所列優點：

1. 加速時間短，可以很快的達到最高行駛速度。如表 1 所示：

表 1 各式靜液壓系統最快加速時間

傳動系統	四輪傳動、一組剎車	四輪傳動、二組剎車	四輪傳動、四組剎車	雙輪傳動、一組剎車	雙輪傳動、二組剎車
最快加速時間	3.632 sec	3.619 sec	1.58 sec	6.866 sec	6.873 sec

2. 車輛行走時，車輪所需克服來自車體本身的轉矩小，車輪軸的使用壽命可

以增加。如 2 所示：

表 2 各式靜液壓系統所承受車輪轉矩

傳動系統	四輪傳動、一組剎車	四輪傳動、二組剎車	四輪傳動、四組剎車	雙輪傳動、一組剎車	雙輪傳動、二組剎車
車輪轉矩 [kgf-cm]	0.943	0.944	9.450	1.898	1.898

3. 耗費成本較低，只裝載一組的剎車比較起裝載兩組或多組剎車可省下許多的成本。

四輪驅動搭配一組剎車的靜液壓迴路雖然有上述優點，但是車輛行駛速度無法比得上雙輪驅動，加速的時間沒有四組剎車的迴路來的快，不過由於類似桿式噴藥車這種田間車輛的工作性質不同於一般路面行走車輛，並不需要很快的速度；另外與四組剎車之迴路的加速時間差距只有不到三秒之微，這項影響遠不及另外加裝三組剎車的成本消耗對農民所造成的負擔，所以四輪驅動共用一組剎車系統仍是最適合的靜液壓迴路型式。

除了找出了最佳的迴路型式之外，試驗也發現了以下結論：

1. 可變排量幫浦排量與系統加速時間及噴藥車行走速度成正比關係。
2. 不同的方向控制閥之流量係數對於不同的迴路會造成若干值的壓力差。
3. 不同的迴路中之不同規格的元件適用

不同的放洩閥開啟壓；每個迴路也都可以設定一個最佳的放洩閥開啟壓力。

4. 在同一迴路中設定不同的放洩閥開啟壓力，會影響幫浦的壓油出口壓力，使其總是低於開啟壓力，但是開啟壓力不能低於某個值，否則迴路將無法作動。
5. 整輛噴藥車加在車輪上的轉動慣性質量多寡，與系統的加速時間以及車輪在穩定行走時所承受的轉矩阻力成正比關係。
6. 若轉動慣性質量一定，車輪行走所承受的扭矩將會隨著液壓迴路型式之不同而改變，而與幫浦排量及放洩閥開啟壓力等都無關。

五、計畫成果自評

本計畫採用國外現成且完備之商品化軟體，因而能以最短的設計時間和最可靠的分析方式來進行適合國產桿式噴藥機之靜液壓傳動系統設計，所建立之設計資料庫可提供不同廠商機型之最佳組裝模式。研究內容與原計畫相符，且已達成預期之目標。

本計畫對於學術研究、國家發展及其他應用方面之價值：

(一)在學術研究方面：在一套電腦輔助設計軟體需要各種液壓零組件的參數與特性值之下，利用蒐集到國內液壓零組件詳細的資料並評估其優缺點，建立完整的資料庫提供各界使用。

(二)在國家發展方面：本計畫提供分析完整且有學理根據之靜液壓傳動系統設計資

料給有意願製造國產桿式噴藥機的廠商，可加速其製造生產能夠商品化的機器，減少經由長期試誤摸索作出的粗糙產品，有效地節省試造所浪費之材料與時間；另一方面，亦可盡早提供農友輕鬆且易操作之噴藥機，使有志務農者願意留在農村。

(三)在其他應用方面：HyPneu 軟體另可將目前現有使用液壓系統之農業機械作分析，以瞭解其設計是否合理或提供較有效可行之改進方案；此外，亦可針對其他擬裝配液壓系統之農機作新設計。

六、參考文獻

- [1]吳翰青，民國 87 年 6 月，桿式噴藥車靜液壓系統之電腦模擬與分析，碩士論文，國立台灣大學農業機械工程研究所。
- [2]邱銀珍、葉仲基、盛中德，民國 85 年 5 月，桃改型自動桿式噴藥機之研製改良，施藥技術服務第三期，第 18-22 頁，農業機械化研究發展中心。
- [3]陳貽倫，民國 77 年 2 月，農業動力，第 296-304 頁，南山堂出版社。
- [4]洪瑛燦，民國 85 年 7 月，液壓氣動設計與應用(上)(下)，研討會資料，維美系統顧問有限公司。
- [5]Hong, T. & R.K. Tessmann, 1994, A Unified Approach for Design and Analysis of Engineered Systems Using HyPneu, FES/Bar Technology Transfer Publication #4, Oklahoma, USA.
- [6]Hong, T. & E.C. Fitch, 1995, Computerized Fluid Power Design of Vehicle Chassis System, FES/Bar Technology Transfer Publication #6, Oklahoma, USA.