



台灣農業機械

李登輝



JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL MACHINERY

《第6卷第2期》
Volume 6, Number 2

中華民國80年4月1日出版
April, 1991

發展『農業現代化』之過程中 一農業工程人員所應扮演的角色

· 方煒 ·

『農業現代化』是現今農業發展之方針，精緻農業是其中的環節。其定義如下：『以現代化科技配合企業化管理方式來經營農業，使之精確細緻，並能運籌於帷幄之中，製造良好的工作環境，使其受環境的影響減至最少，並達獲利的目的』。

在工業界，只要機器不故障，工人不罷工，則預估的產量、產品品質及其一致性等與實際生產情況通常不致於相去太遠；一般或傳統的農業可就不如此。傳統的農業是靠天吃飯的行業。除了必須祈求農業機械不故障，農民本身不罷工以及天候許可之外，尚需考慮病蟲害所存在的威脅。是以，農業是一種複雜與未知的綜合體，但比工業則更具有挑戰性。在農業方面若事事要求與工業一樣，保持有高品質與一致性高的農產品，真是談何容易。從種苗的選擇、溫濕度的控制、營養的搭配、水分與光線之調和，直到二氧化碳

的控制供給等，都須作良好的配合，這是一個相當大的工程。

基於上述原因，再加上世界性的人口急遽增加，可耕地急遽減少，高生產力（或單位面積的生產量）便成為近代人們所追求的目標。因此，歐美所謂的『環控農業』（Controlled Environmental Agriculture，簡稱CEA）以及日本所謂之『設施園藝』（Horticulture Under Cover），便應運而生。環控農業與設施園藝皆為精緻農業的代表。此二者光靠農藝及園藝方面的專才是不夠的，農業科技工程人員的參予與否將是此現代化農業成敗的關鍵。

環控農業、設施園藝與傳統露地(Open field)農業的最大區別便在於前二者去除了靠天吃飯的不利因素。由被動的農業轉而為主動的農業。事實上，也唯有完全掌握農作物生長環境，才有可能去要求農產品品質上之精確細緻。

環控農業是一種為改善自然環境，以利動植物生長的農業生產方式，其主要著眼於食物的生產與製造。植物方面，在溫室中生產蔬果是常見的一種方式。據估計，目前全世界有超過 134,000 公頃的溫室。其中大部份分佈在日本、西班牙、中共、荷蘭及蘇聯與其附庸國家。這些溫室

目 錄 CONTENTS

頁次 Page

1. 發展『農業現代化』之過程中一農業工程人員所應扮演的角色 The Role of Agricultural Engineers in Agriculture Modernization	方 煒 W. Fang	1
2. 機械自動化的利器—P L C 功能及特性簡介 Introduction to Programmable Logic Controller	陳俊傑 C. J. Chen	4
3. 簡訊三則 News	本中心 TAMRDC	7
4. 主要農機各縣市推廣表 Table of Extention for Major Agricultural Machinery	農林廳 DAF/TPG	8
5. 節省空間之栽培系統 System Allows Efficient Space Use	馮丁樹 D. S. Fon	9
6. 自動控制式採茶裝置 Automatic Control System for Tea-Plucking	歐陽鋒·陳智興·謝志誠 F. Ou-Yang, J. S. Chen, J. C. Shieh	9

大部份又以蔬果的栽培為主。美國境內的溫室大多用來種植價值較高的花卉及綠葉植物，種植蔬菜的溫室總面積由1965年的320公頃減至1982年的256公頃。但花卉及綠葉植物等園藝作物之批發價值則由1970年的40.7億美元增至1979年的144.2億美元。十年之間，增加2.5倍。到1988年則增加到223.7億美元，維持著年平均8.8%之成長率。人們對園藝作物的日漸喜愛，使得溫室的發展更有其光明的遠景。

設施園藝一辭來自日本，意為在覆蓋物保護下的園藝。常見的覆蓋物保護方法包括涵洞、棚架及網室等簡易建築以及溫室。前三者只具保護作用，並無任何環控功能。台灣地屬亞熱帶，為天然之大溫室。中南部的平原地區，冬天旱季的溫濕度頗利作物生長，也並無環控的必要（視作物而訂）。是以簡易的設施多已足夠，唯夏、秋季多暴雨、颱風，簡易設施多不堪強風、暴雨的侵襲。是以，結構強固的溫室是必要的設施。另外，若使用配有環控設備之溫室，則更能調節產區，增加產品上市價格。在溫室內無土栽培為常見的方法。農藥、生長調節劑、肥料等化學藥品均在控制下循環使用，不用擔心會污染水源或土壤。這在環保意識普遍抬頭的今天，也是吾人考慮設施建築的一個要點。

精緻農業比傳統栽培需投入更多資金，以添置及維護各種設備。因此，選擇栽培高經濟作物，並事先作工程經濟分析，為投資前之首務。並非只有園藝作物才有高經濟價值，其他諸如各類果蔬、甚至藥用植物等皆應列入考慮。

然而溫室建築成本較高，且夏季容易通風不良、溫度偏高，進而影響作物之生長。是以發展一低成本但結構強固的溫室，並研究有效通風、降溫的方法，以特別適應台灣的情況，是為農業（機械）工程人員的當務之急。溫室內各項作業的自動化則為工程人員研究的方向。

就筆者個人認為：台灣要發展現代化農業，應擷取歐美、日本的經驗。擷長補短，環控農業與設施園藝二個名詞皆未能涵蓋真正現代化農業的精髓。環控農業未包括只具保護作用的簡單設施，環控只是設施的局部；而設施園藝則又太偏重於園藝作物。『園藝』只是『農業』的一支。

台灣應走的方向是朝著『設施農業』發展。茲分別說明如下：

1. 融合現代化科技的農業：電腦的利用為目前全球性的趨勢。不論在局部或整體的規劃、設計、管理等方面，電腦的應用已是一種必要的條件。但如何轉化各種科技來應用於農業上，則是農業科技工程人員的一項重責大任。譬如，室內空調方面的知識可用來設計控制農作物的生長環境；生物遺傳工程方面的知識可用來加強輔助種苗繁殖與強化組織，增加對病蟲害的抵抗力等。

2. 企業化經營的農業：國內農業由於收購價格低，收入不高，常使人們不免有弱勢農民的印象。事實上，農民也常抱怨永遠沈澱在一般生活水準之下。而政府一談到農業，最常用的是以補貼政策解決。不錯，日本、美國都有補貼政策。但是農業真是要完全靠貼補才能生存嗎？農業豈真是從此一振不起嗎？答案可能有正負兩面，但就目前的台灣農業現況而言，企業化經營才是台灣農業的唯一出路。建立完整的農業資訊系統以及順暢的市場行銷管道，則是提升農業進入企業化經營的第一步。如此方能根據需求來做完整的規劃生產。再進而創造需求，使台灣農業走向現代化的道路。譬如米製點心的促銷是過剩稻米推廣的一條出路。在歐美的秘書節推廣至秘書週則是花農開發市場成功的例子。

3. 精確和緻化的農業：精緻農業是要求農業生產要能精確細緻，不但外觀要能引人，而且品質也要能可口好吃。要精確細緻，則農作物的產量、品質與一致性等均必須控制在某種水準，甚至市場的變動都要能夠事先加以評估與掌握。雖然，這是非常困難的事，但配合良好的資訊管道，做出誤差不大的評估是可能的。

4. 運籌於帷幄中的農業：此處所言應是指長距離的感測控制及近程、中程及遠程的農業規劃。要能隨時測量農作物生長環境及作物本身的生長情形，並因應這些測量值作研判分析，進而控制相關的設備，採取應有的動作，使作物的生長情形與事先預定的生長目標吻合。若有些外來因子影響獲利，則需加以因應處理，以符利益原則。中、遠程目標也應能迅速反應作出最適當的決

定。

5.舒適工作環境的農業：農村留不住年輕人，主要原因便是工作環境惡劣。大量的勞動內容，超出的工作時間，再加上滿身污泥的環境，若不能有合理的報酬與利潤，留不住人是正常的事。農村人力的老化也是必然趨勢。在發展設施農業時也應考慮乾淨衛生的工作環境及人體工學等因素。

6.無環境污染的農業：在環保意識普遍抬頭的今日，對環境的影響是必需納入考慮的。農藥、植物生長調節劑等化學藥品的施用固然能控制病蟲害的滋生及調整產期，但對於大自然的不良影響也不是吾人所樂見。這些藥品的施用應減至最少，否則也須應用回收設備或將整個系統設計成封閉網路，設計良好的溫室即是一個良好的例子。

7.使人獲利的農業：農業當然是個可以獲利的行業。一窩蜂的現象導致生產過剩，產銷的不協調導致中間剝削。這些情形必須加以避免。一窩蜂與不協調皆源於資訊管道的不暢通。農委會、農林廳及農會等均應有一套完整的資訊，以提供農民作決策時之參考。資訊的意義在於及時和普遍的傳達，而資料庫和資訊網路的建立則是當務之急，但如果不能迅速而普遍的將有用的資料導入生產者的觀念中，那麼所謂的資訊將只有如圖書館中的庫藏，只是一堆死的資料。

農業現代化絕對需要工程人員的投入。現代化的科技不一定就是專為農業而發展的，但是農業可借用這些新的科技，或是直接運用或是予以轉化改良。此項責任自然是落在農業科技工程人員的身上。

以無土栽培及水、氣耕栽培方式的研究為例，目前無論國內外，此項技術可謂蓬勃發展。在過去十年內，全世界目前大約有一千五百篇水耕栽培相關的研究文獻。這些文獻分別來自美國、日本、荷蘭、意大利及蘇聯等國家。其應用大致已經定型。但國內由於致力發展精緻農業，相同的研究仍然重覆進行，卻忽略其工程上之配合與應用。誠然，園藝界注重園藝方面的改良，使花卉、果蔬等之品質及其抗病能力等均有所改善，但颱風一來，各地果蔬價格飛漲，便證明了何者

才是當務之急。要發展現代化農業，工程人員的配合是絕對必要的。

又如，就田間灌溉方面而言，配合遙感器材可量知田間狀況（包括地上或地下），再配合氣象衛星的天氣預測，做出評估而擷出近程的灌溉計劃表。農業與一般發展的新科技，因而能獲得充分相互結合與運用。

遺傳工程學可改良作物的品種使增加對病蟲害的抵抗力，同時作物對自然界的各項適應能力也能加強，譬如：對溫度的變化，對水分的需要程度等。科技工程人員可依各地區的自然環境，因地制宜。培育出耐寒、耐熱、耐乾及耐濕等不同的品種，作物一旦能適應生長地的環境，連帶地與雜草的競爭能力自然加強。組織培養的技術能使科技人員迅速地培育品種，並加速了這項研究。遺傳工程學亦可用來改變作物的外型、結構，使其更利於機械化。

農業現代化不是絕對非得運用高科技不可。事實上，只要有用的技術，何樂而不為乎？簡單地利用剩餘資源來減低溫室的操作成本即是一例。譬如：將溫室建在台電的發電廠附近，利用其所排出廢水之高溫來加熱溫室，不但可促進生產，同時也有敦親睦鄰的效果；或如已知高濃度之二氧化碳可以增加植物的生長速度及產量，應可將溫室設在家禽、家畜養殖場附近，利用其動物釋放出之二氧化碳以利作物之光合作用；或將之設在酒廠附近以利用酒精發酵所產生的二氧化碳，不但增加產量，而且能保護環境。

農用建築以溫室為例，其結構之設計、覆蓋材料之選擇、內部溫、濕度之控制、給水與施肥設備之設計、物料運搬系統之設計等等，均牽涉相當多的溫控技術以及工程人員多方面之投入，方能擁有較佳的成果。

另外，以家禽及家畜養殖場為例，其內部溫、濕度的控制、衛生設施及飼料系統之自動化等，有些先進地區還甚至做到以電子掃瞄的技術，對大型家畜進行逐隻識別，以控制飼料等。以上種種，每一環節，無不需要農業科技工程人員的參與，方能獲得成果。

各類型農機具的設計、改良，更是非工程人員不為功。由於新的農機將會更複雜，也可能會

機械自動化的利器—— PLC 功能及特性簡介

· 陳俊傑 ·

更昂貴。工程人員在設計或製造之前，更須瞭解農民接受新農機的意願。這種意願除政府直接補助之程度所產生之累加效應外，由客觀的因素上，尚可歸納下面幾點：

- 一、是否能節省工時。
- 二、是否能增加產量或減少損失。
- 三、是否能增進品質而使產品之售價提高。
- 四、是否可減少操作成本，譬如：燃料費、乾燥成本等等。
- 五、是否能更有效地降低材料之使用量，譬如：農藥、肥料、及所需水分等。

農民也需要學會如何評估成本與效益。對於愈貴的設備，在投資前的工程經濟分析是絕對必要的。

總之，工程人員在農業現代化的過程當中，扮演相當重要的角色。然而若要每項革新的措施皆能落實，則在最初的政策規劃上，即應能針對當今的各項弊病，深思熟慮，尋求正確的解決方法，使政策具有更完美的內涵，不致產生掛一漏萬，或瞎子摸象的遺憾。如此方可使目前農業，從蕭條的景象中起死回生，進而邁向有利潤、有參與、無污染的現代化農業。

(方煒 美國羅格斯大學(Rutgers University)
生物及農業工程學系博士後研究員)

一、引言

隨著微電腦軟／硬體應用技術的快速發展，使得微電腦被廣泛的用在商業資料處理、工廠倉儲管理、學校教育、個人文書、資料管理及工業自動化.....等領域，藉著精密的電腦硬體配備及豐富的應用軟體支援，使得微電腦的使用，對於各行業效率及層次的提昇，均扮演著相當重要的角色。

如上所述，由於微電腦（或一般所謂的個人電腦PC）已被廣泛的應用在各行業，所以大家也都不陌生，但就一般而言，要提起機器自動化中，微電腦所扮演的角色時，或許大多數業界相關的人，都會聯想到繁雜艱深的微電腦硬體電路設計及低階應用軟體（組合語言程式）之撰寫，即使具備相當深厚的微電腦設計技術，解決了電腦軟／硬體的問，接著所面臨的另一個問題，就是如何設計適當的介面電路（INTERFACE CIRCUITS），使原僅使用DC+5V 的微電腦，能連接至使用DC+12V、DC +24V、AC 24V、AC 110V 或AC 220V，等各種輸入／輸出機器裝置，除了電源之問題需克服外，有時電腦為了配合外界機器裝置的要求，也要能處理類比（Analog）輸入／輸出信號或光隔離輸入／輸出（Photo Isolating I/O）及DC 或AC繼電器（Relay）接點控制.....等。下圖所示，即是微電腦應用在機器自動化或相關領域時，典型的電路方塊圖及所需撰寫的相關軟體。

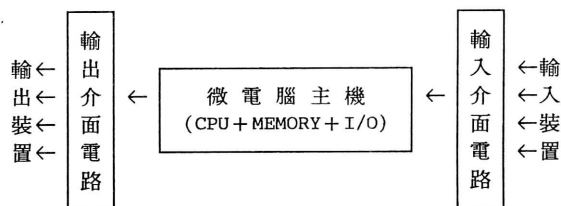


圖 1：微電腦系統與 I/O 硬體方塊圖

徵稿啓事

一、本刊歡迎下列各類稿件：

- 1. 國內外農機發展消息及評論。
- 2. 國內外有關農機活動，包括示範觀摩，推廣訓練等。
- 3. 新產品及農機工廠介紹。
- 4. 有關農機補助、貸款、使用修護之新知識或意見。

二、來稿一經刊用，每千字致酬千元。技術報導及專論之文長以三千至五千字為宜。

三、本刊有權修改來稿，若不願修改，請註明，謝謝。

四、本刊接受廣告。

利用圖 1 之微電腦來進行 I/O 控制，以完成機械自動化之目的，用戶最先面臨的問題是：需先完成圖 1 所示各方塊的硬體電路設計，組裝及偵錯，接著就是撰寫系統管理及 I/O 控制程式，在完成了這些事情後，才談得上機械的連接及自動化的實現。

由上面的說明知道，若站在應用而非研發設計的觀點來看，PLC 之功能可將上述工作完成大半，僅等著你進行系統規劃，硬體連線及繪出階梯圖並進行 PLC 程式撰寫而已……因此站在純用戶的立場來看 PLC 的直接應用，當然是方便多了，下面就對 PLC 作特性及功能上的介紹。

二、可程式邏輯控制器(PLC) ——機電整合的功臣

正如上面所言，若要使用微電腦的軟／硬體外加介面電路來對機器裝置進行自動控制，以達到機電整合而實現自動化之目的，對於一個不是具有相當微電腦軟／硬體設計基礎或經驗的人而言，可能不是一件簡單的事。可程式邏輯控制器 PLC (Programmable Logic Controller) 就是針對這方面的應用，而被發展出來的。

其實 PLC 本身也是一套微電腦控制系統，其內部所使用的 CPU，因廠牌之不同而有所不同，Zilog 公司的 Z80 CPU 就是被廣泛應用在 PLC 中作為處理器的一個例子。PLC 和微電腦最大的不同是：

- 使用者可依輸入／輸出 (I/O) 介面之信號規格，選購由 PLC 廠商所提供的各種介面板 (又稱介面模組 - INTERFACE MODULE)，以符合所欲連接機器裝備之信號規格。由於此項服務，使得工程師或研究人員，省去電路設計、佈線 (Layout)、洗線路板 (PCB) 及偵錯 (Debug) 所需花費的大量金錢、精神、時間……，而能經由適當的 PLC 介面選擇，在短時間內組成自己所需的硬體系統。

PLC 內提供有特殊的系統解譯程式，允許使用者直接利用簡易邏輯指令 (一般稱為階梯圖：Ladder Diagram)，直接控制 PLC 作輸入／輸

出 (I/O)、定時 (Timer)、計數 (Counter)、移位 (Shift) 及數學 (+, -, *, /)、邏輯 (AND, OR, XOR, NOT) ……等動作。利用 PLC 所提供的直接控制指令，使用者只需在短時間內，稍加理解所謂階梯圖 (Ladder Diagram) 及 PLC 所提供的可程式邏輯控制指令，即可快速有效的完成利用 PLC 自動控制機器之目的，而達到機電整合與機械自動化的要求。

- 一般小型的 PLC 其 I/O 接點最多約為 100 多點 (視廠牌而定)，但是在接點不足時，大多具有串接擴充接點的能力，有的可擴充至 5000 個 I/O 接點以上，此種特性在擴充的特點上，非常具有彈性，也能滿足不同機構的不同需求。
- 目前由於個人電腦 (PC) 的普遍，在很多場合都會有希望或要求能用 PC 螢幕上去監視數公尺外，PLC 所監控的機器之 I/O 狀態或數百公尺外，PLC 所監控的機器之 I/O 狀態。PLC 廠商針對這些需要，也多提供有 RS232C 通信介面模組 (通信距離 15m max) 或 RS422 通信介面模組 (通信距離 1.2 km max)，供用戶選擇，透過這些通信模組，使用者可經由個人電腦 PC 的程式控制，讀回 PLC 的 I/O 狀態，以 PC 在螢幕上作成圖形監視或統計，除此之外，也可經由 PC 對遠方的 PLC 的連接的 I/O，進行遙控 (Remote Control) ……等。PLC 在台市面上的廠牌很多，有台製、美製及日製等，如：士林電機、GE、TI、富士通、三菱、日立等。雖然各廠牌在操作上略有不同，但所提供功能大致上都還能滿足一般的需要。主要是選用時，使用者可依自己的經濟預算、硬體介面信號規格及擴充性進行評估，除此之外 PLC 廠商所能提供的應用軟體及硬體售後服務，日後零組件的更換及 PLC 和電腦的通信連線能力以及擴充性，也都應一併考慮。

三、PLC 階梯圖 (Ladder Diagram) 及控制程式 (邏輯語言)

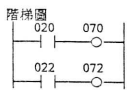
正如前面所言，PLC 本身即是一套微電腦，

除此之外它可依用戶需要，加裝現成的I/O 介面模組，以符合用戶所欲控制的機械裝備之信號規格，在完成PLC 之硬體選擇後，接著就是依機械功能需求，以PLC 廠商所提供（規定）的一些邏輯符號，描繪出整個機械的電氣動作控制順序，此種由特定邏輯符號組成之程式，在輸入PLC 後，PLC 會自動轉換成其內部CPU 所能執行的機械語言，並加以執行，以控制外界機械裝置，因此使用者可免除電腦軟／硬體設計之苦。

雖然所有PLC 會因廠牌不同，其所使用來撰寫PLC 程式的邏輯符號，也會略有不同，但所表達之觀念大同小異，一般將依動作順序，以 PLC 提供之特定符號所描繪出的動作順序圖，稱之為階梯圖（Ladder Diagram）。而將階梯圖以特定邏輯符號指令，鍵入PLC 以使其執行，一般稱邏輯控制程式。

為了讓您也能對PLC 階梯圖及程式，能有個概念，底下就列舉幾個簡單例，供作參考：

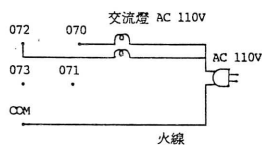
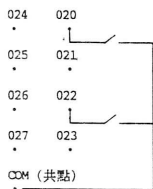
例 1：假設PLC 接點位址020 至027 是輸入模組，而接點 070 至073 是輸出模組（AC 110V或AC 220V ），則下列階梯圖及程式，是表示 020 ON 則070 導通，022 ON則072 導通。



PLC程式
 STR SHF 20 ENT
 OR SHF 70 ENT
 STR SHF 22 ENT
 OR SHF 72 ENT

符號說明：
 STR表示一列指令之開始（START）
 SHF（SHIFT）表示要鍵入的是數字，而非文字
 ENT表示輸入（ENTER）
 OUT表示輸出

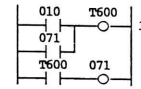
實際配線圖



註解：當020輸入和共點COM 接通（ON）後，PLC推動輸出070 經由內部和COM（共點）導通，使AC 燈通電而點亮。

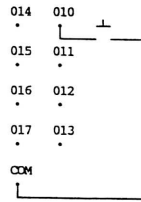
例 2：設PLC 接點位址010 至017 為輸入模組，而接點 070至073 為輸出模組（AC 110V或AC 220V ），則下列階梯圖及程式，是表示010 輸入接點ON 後，會啟動PLC 內部定時器（Timer ），倒數 3 秒至零後，使輸出接點071 經由PLC內部和COM（共點）接通，而使交流燈通電而點亮，並且利用PLC輸出071之內部接點，使TMR保持通電，以維持輸出接通。

階梯圖



註：—|—071為輸出接點071 通電後，會接通之內部接點。
 —|—T600為定時器（Timer）600倒數至零後，會接通之內部接點。

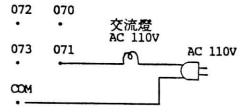
實際配線圖



PLC程式

STR SHF 010 ENT
 OR SHF 071 ENT
 TMR SHF 600 ENT
 STR TMR SHF 3 ENT
 OR SHF 600 ENT
 STR TMR SHF 071 ENT

符號說明：T600為PLC內部定時器（TMR）之一，其位址為600。3 代表倒數3秒。



四、結語

雖然本文只是將可程式邏輯控制器（Programmable Logic Controller）作功能及特性上的介紹，相信在看完上述簡介後，您對PLC 在機械自動化中所能擔任的任務及它所具有的優點，都應有整體的概念，甚或已發生想更深入了解或使用的意願，那正是筆者的希望。筆者由於機緣及興趣，長時間從事微電腦自動控制及工廠自動化方面的研究及設計（R & D）工作，常常感到國內各方面專業人才頗多，而機械及微電腦技術方面的專業，也並不亞於國外，但最大的問題是真正投入機電整合及自動化的人並不多，而大多投入比較具生產利益的PC相容電腦軟／硬體及周邊設備的研發，使得國內很多的機械控制產品，還是採用傳統的硬體方式，要不就是國外進口整套自動化機械，如此一來，雖然解決了短時間需要的目的，但就國家長期發展及整體利益而言，實在不是好現象。

由於PLC 可省卻微電腦軟／硬體系統及介面初期研發設計之苦，而能快而有效的達到機器自動化的目的，故我們不妨將PLC 比喻成「套裝軟體PLC」，首先利用PLC 所提供的現有軟／硬體功能，實現機器自動化的目的，並藉機了解各種相關應用技術，進而掌握自動化的整體觀念。有了PLC 的知識及應用經驗後，再結合研究微電腦通信、圖像、資料處理、儲存，也應有很大的助益才是。

（陳俊傑 德克科技有限公司總工程師）

一、台灣地區環控農業機械與工程研討會將於四月舉行

為改善國內之農業生產環境及控制技術，提高生產作物之品質，以促進農業現代化，增加農民之利潤，本中心將在台大舉辦台灣地區環控農業機械及工程技術研討會，並針對台灣地區在此方面所可能遭遇的問題進行檢討，以利規劃研究與發展策略。其時間地點如下：

時間：民國八十年四月廿二日（星期一）至四月廿五日（星期四）。

地點：台灣大學農業機械工程學系知武館四樓會議室。

此次研討會將由本中心、行政院農業及營造業自動化執行小組、國立台灣大學農業機械工程學系及台中區農業改良場共同主辦，並由美國羅格斯大學高科技設施農業中心(CCEA)協辦。本研討會之主要負責人為本中心主任馮丁樹博士，講員陣容則包括Prof. William J. Roberts, Dr. G. A. Giacomelli, Mr. Donn. A. Sharp, 丁冠中博士，張漢聖博士以及吳中興博士等，研討會於四月二十二日12:30至13:00報到，研討內容如下，歡迎大家參加。

(A) 四月二十二日(星期一)

1. 溫室系統面面觀
2. 室內作物生長系統

(B) 四月二十三日(星期二)

1. 溫室通風及冷卻之工程設計
2. 溫室環境之電腦控制
3. 溫室生產系統之工程分析
4. 溫室設計及管理之決策支援系統

(C) 四月二十四日(星期三)

1. 雙層充氣式溫室現場參觀及介紹
2. 檢討與評估

在研討會之後的四月二十五日(星期四)則舉辦圓桌討論，以即席問答方式進行，內容如下：

1. 研討農業自動化在環控農業生產系統上應扮演的腳色。
2. 評估台灣地區環控農業設施之應用及研究發展策略。此圓桌討論馮丁樹博士主持。

二、電腦在農業科技之應用國際研討會

由國立中興大學農學院所舉辦之『電腦在農業科技之應用國際研討會』已於三月十九日至二十日在該校之國際會議廳舉行，會中有中、美、韓等國專家二十五人發表演講，場面熱烈。此為三國三校聯合學術研討會，三校為我國之中興大學，美國之 California State University at Fresno 以及韓國之 Kun-Kok University。其主題有三：

1. 電腦於植物生長環境的設計與管理之應用，
2. 電腦於作物生產、病害診斷及預測、行銷之應用，
3. 電腦於土壤學、動物學以及食品科學之應用。

三、糖訓中心研習班

台灣糖業股份有限公司訓練中心（台南市生產路）於今年二、三月間各舉辦下述兩種與農機有關之研習班、成果豐碩，頗獲好評：

(A) 八十年度農機自動控制系統研習班(二期)

研習內容有自動控制系統概論、設施園藝溫濕度自動控制、感測器、倉儲自動控制系統、聯合收穫機自動控制系統、預警控制系統、穴盤育苗控制系統、以及噴藥自動控制系統。

(B) 八十年度農機研究推廣電腦研習班(一期)

研習內容有電腦概論、DOS 作業系統、中文作業系統、文書處理(PE2, CWI)等。

雋言：

*如果你不知道該去那裏，那麼任何一條路都會帶你去那裏。

*誰對並不重要，什麼是對的才重要。

(朱元南/台大農機系)

主要農機各縣市推廣數量表

(民國80年1月至2月)

單位：台

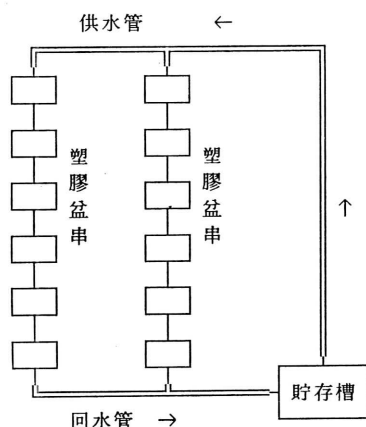
機 種 地 區 別	耕 耘 機	插 秧 機	水 稻 收 穫 聯 合 機	曳 引 機	農 搬 運 地 車	中 管 理 耕 機	稻 乾 燥 穀 機	玉 乾 燥 米 機	菸 乾 燥 葉 機	擠 乳 設 備	迴 轉 犁	播 施 肥 種 機	採 剪 茶 枝 及 機	擠 乳 機	冷 儲 乳 凍 槽	玉 脫 粒 米 機
台 北 縣	1	5	2	4	7	16	2	1								
宜 蘭 縣	1	48	8	12	8	10	18	2				12				
桃 園 縣	8	97	6	28	17	12	18	3		1		87				
新 竹 縣	4	60	9	10	27	5	3	8								
苗 栗 縣	8	26	12	15	69	8	10	5		1		10				
台 中 縣	1	109	7	25	29	26	8	16		1	2					
彰 化 縣	4	82	4	25	36	27	3	14		2	5	16	1			
南 投 縣	1	22	4	5	44	22	1	2	1			103		2		
雲 林 縣	2	121	7	28	5	81	19	17	5		4	23	9	1	2	1
嘉 義 縣	2	86	7	14	42	210	12	23	2		1	46	19	1		10
台 南 縣	4	59	3	19	26	29		11		2	3	37	1		1	
高 雄 縣	6	19	1	6	7	36	9	5	1			1				
屏 東 縣	5	21	1	8	10	7		1	2		1	6				
台 東 縣	2	35	9	3	27	14	1	3			1			2		
花 蓮 縣	2	26		8	10	7	3	10							1	16
澎 湖 縣	1				1											
基 隆 市					2											
新 竹 市																
台 中 市	2	1		2	2	3		3								
嘉 義 市						1	1	1				3				
台 南 市								1								
台 北 市					15											
高 雄 市																

節省空間之栽培系統

· 馮丁樹 ·

目前在以色列採用一種垂直栽培之種植系統，可以在每平方英尺之土地面積上，栽種比傳統方式多十倍以上之植物。佛州 Dover 鎮有一家 Gro-Max Systems 公司專利製造此種產品，想在美國開始此種方式之生產。

此種系統可以種植蔬菜如番茄、小黃瓜、辣椒、草莓、香草、萵苣、西瓜及觀賞花卉植物等。這種系統係將植物種植在發泡塑膠盆內，這種塑膠盆可以疊放，以利用溫室內在台架以上之空間。每一串塑膠盆之頂上由一滴水管供應水分。盆內所用之透氣性材料可以將所灌入之水分，逐漸往下滲透至底下之各盆內，多餘之水分又回流至貯存桶中，如圖一所示。



圖一、垂直式栽培系統之概念圖。

一個由十個塑膠盆串聯而成之栽培系統，其高度約為七呎半。貯存桶亦由發泡材料製成，其容量為 1.7 加崙，可以重覆使用多年。這種完全封閉的系統，其水分及營養均可以循環使用，不會損失任何水分，也不會污染任何地下水源。植物體不吸收的部份均會回流到貯存桶內。根據該公司以 0.85 英畝之溫室進行試驗，其貯存筒為 4,000 加崙可儲存多餘的水，至各盆串之水管則為塑膠管。

試驗結果並未發現任何鹽分累積的現象，亦無任何藉由水中細菌傳播病菌的情形。有興趣者

可直接與該公司連絡。(Gro-Max Systems Inc., 10070 McIntosh Rd., Dover, Fla. 33527, U.S.A. FAX. (813)-986-0123.

(馮丁樹 國立台灣大學農業機械工程學系教授
兼本中心主任)

(本文摘譯自 Greenhouse Manager, 1990 年九月
號第 29 頁, "System allows efficient space
use")

自動控制式採茶裝置

· 歐陽鋒、陳智興、謝志誠 ·

一、前言

以目前茶園所使用的雙人式動力式採茶機為例，其操作方式，係由兩人手持採茶機，另一人手持收集袋，操作者須以目視和觸感判斷茶樹樹冠的高度，按此高度變化調整採茶機割刀的位置。操作時，採茶工因受採茶機和茶菁的重量、機械振動、噪音等不良操作環境之影響，很容易疲憊，減慢反應，使採收茶菁品質降低。此外，操作者的經驗不足，兩人速度的不協調等亦會影響採茶菁之品質。

近年來，由於社會形態變遷，農村人力外流，導致勞力不足的現象日益嚴重，若能將採茶機附掛於高架曳引機上，並加上高度控制機構，則操作時只需一人乘坐於曳引機上，控制前進方向與速度，則可減輕作業負擔。

由於茶樹的生長狀況差異與地面高低起伏等因素，使得採茶機之割刀高度不能保持於一固定位置。因此本研究乃希望研究一能隨茶樹採摘面高度變化而自動調整割刀位置之裝置，以解決上述問題，使採茶作業朝省力化與自動化方向發展。

二、研究目標

本研究之主要目標有三項：

1. 研製一具有自動控制採茶機割刀高度之裝置。使割刀高度位置能隨著茶樹採摘面高度變化而自動上下與弧度調整。
2. 建立本研究之控制系統的控制模式理論，並分析系統的動態反應特性，作為實際設計本系統時之憑據。
3. 田間試驗本系統，以評估其功能。

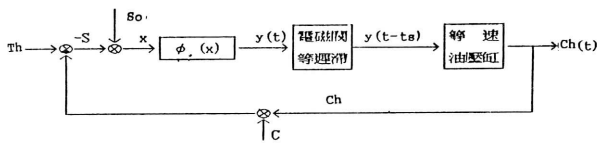
三、控制系統之模式建立與分析

1. 系統組成

將整個控制系統簡化成單一油壓缸控制方式，各組成元件如下：

- (一) 感測板：感測茶樹採摘面之高度。
- (二) 微處理機控制器：讀入感測板的現在位置後與預先設定位置作一比較，並決定修正訊號為正、負或零。當誤差在一範圍內時不作修正，此範圍定義為死區。
- (三) 油壓缸：從微處理機送出修正訊號給電磁閥驅動電路，油壓缸由靜止開始運動，達到流量控制閥所設定速度。簡化油壓缸的運動特性，可將油壓缸之運動方式分解為一具 t_s 秒遲滯的等速度運動。

整體控制系統的方塊圖如下：



- 其中， S ：感測板底相對於車架的距離
 C ：割刀相對於車架之距離
 Ch ：割刀距地面垂直高度
 Th ：採摘面距地面垂直高度
 So ：設定位置
 x ：誤差訊號
 x_0 ：誤差容許大小
 y ：微處理機所決定的修正訊號

2. 系統的動態反應特性

系統的動態反應特性可按切換點的發生位置不同區分為下列三種情形來討論：

$$(一) K_v > \tan \theta \cdot V_{car}$$

其中 $\tan \theta$ 為採摘面斜率

$$(二) K_v = \tan \theta \cdot V_{car}$$

$$(三) K_v < \tan \theta \cdot V_{car}$$

其中 K_v ：油壓缸速度， V_{car} ：車速， $\tan \theta$ ：採摘面斜率

以上三種情形，第三種情形不但容易剪到老的枝芽，而且也有一大部份之茶菁未被採收而浪費。第一種情形雖然油壓缸的動作較頻繁但對採摘面的追蹤性效果較佳。而第二種的情形雖然很理想但是因為本系統為非線性系統，對實際的茶園中不同的波形變化下要作到第二種情形則車速必須隨之改變，較不可能。

$$K_v$$

$$\text{因此 } V_{car} \leq \frac{K_v}{\tan \theta} \dots \dots \dots (1)$$

3. 死區的大小決定

死區大小直接影響系統的精確性和穩定性，為了採茶之精度要求必須滿足：

$$\text{死區大小} = 2 \left| x_0 \right| \leq \text{要求精度}$$

但死區若太小會增加油壓缸的動作頻率，而減低系統之穩定性。必須使死區範圍大於在電磁閥關閉這段時間內油壓缸所變化的距離 $K_v \times t_s$ ，即

$$K_v t_s < 2 \left| x_0 \right| \leq \text{要求精度} \dots \dots \dots (2)$$

4. 感測板的前置位置

從感測板感測到採摘面高度變化超過所設定死區範圍到油壓缸開始動作間，有一段時間的延遲，若能將感測板的位置放置於割刀前一段適當距離，將可修正此一遲滯現象而獲得較佳的切割位置，此距離定義為感測板的前置距離。

分析系統反應（即割刀位置）與感測板位置（即採摘面位置）間的遲滯來源主要有二：

- (一) 油壓缸的慣性所引起遲滯時間 t_d ，對應於修正此項誤差的前置距離為 $V_{car} \times t_d$ 。
- (二) 在死區範圍內油壓缸不作修正，必須等到割刀超過死區後才會修正。所對應之前置距離修正為 $\left| x_0 \right| / \tan \theta$ 。

故感測器前置距離

$$S_p = V_{car} \times t_d + \left| x_0 \right| \cot \theta \dots \dots \dots (3)$$

田間茶樹採摘面的高度變化是不固定的，可將之視為一群不同角度的三角波段組合。 θ 應以田間茶樹採摘面高度的最大變化角度代入式中。

四、控制系統裝置和機構之設計

1. 茶樹採摘面感測器 (圖一)

感測板由20cm×18cm的鋁板製成，用來壓擠茶樹樹冠使感測板沈到適當之採摘面。茶樹樹冠表面茶芽的密度疏密不齊，並非一密實的表面，所以設計較大接觸面積的感測板會得到較穩定和平滑的結果。

用彈簧來調整感測板所施加在茶樹樹冠的壓力大小。擠壓力約在1.5~2.0 g/cm²以上，可以有效的壓到茶樹採摘面。

感測板位置調整滑槽，可用來調整感測板前置距離大小。

2. 採茶機位置調整機構 (圖二)

本系統設計之採茶機可作上下、左右及弧度三個方向之調整，手動按鈕可調整上下、左右及弧度位置，自動按鈕可調整上下及弧度位置，控制順序以上下調整為先。

3. 油壓量出迴路 (Meter-out Circuit)。

4. 微處理機控制器以Z-80為CPU。

五、試驗設備與方法

1. 田間茶樹採摘面波形取樣試驗：

了解茶樹採摘面感測器所讀出的實際採摘面高度變化，並分析其斜率分布情形，以此項波形資料供作室內模擬試驗。

將PC放置於車架上，以固定速度前進記錄感測板位置訊號，所得之採摘面高度，可分析其斜率之分布情形。

對同一段茶樹分別以三種不同前進速度和三種不同力量彈簧重覆試驗，除了將磁片波形結果取回比較外並觀察其上下振動情形與其是否能確實壓到採摘面。

2. 田間取樣採摘面輸入波形之模擬試驗：

利用PC上AD/DA卡讀入上下調整機構之高度位移；三組分別控制上下與卸壓閥之電磁閥

也可由PC之發出控制訊號，改變電磁閥之位置。將先前從田間取樣之採摘面資料存入電腦中，如此一來PC取代微處理機控制器功能，同時可計錄系統對實際波形之反應，比較割刀高度反應對採摘面的追蹤性。

3. 田間試驗：

本試驗目的在測試經過調整的控制系統，在田間的作業性能。

六、結果與討論

1. 田間茶樹採摘面波形取樣試驗

茶場的土壤阻力不同和人為控制因素，前進速度並無法很準確的控制，只能以一平均值來代替。但所感測之結果即為以後田間試驗時，感測器感測結果，提供室內模擬一真實之樣本。

將所取得之採摘面高度取其斜率後，再統計其斜率分布情形。可發現，採摘面的高度變化在10°~-10°的範圍內佔83.87%，-15°~15°的範圍內佔89.9%；20°~-20°範圍內佔96.58%；30°~-30°範圍內佔99.28%；40°~-40°範圍內之佔99.96%。

因此，我們若將田間茶樹採摘面最大斜度視為10°以提高車速，仍然有83.87%的作業精度。

以26.7cm/s、62.87cm/s、85.73cm/s三種速度推動車架，觀察感測器之反應，可發現，在速度較快時之感測器感測板向上彈跳的反應次數比較多，較不易確實的壓到採摘面，易使感測板翻覆。

以三不同感測板底壓力，對同一段茶樹作波形取樣試驗。可發現，壓力在1.7 g/cm²左右之感測板效果最好，可確實的壓到採摘面。而壓力0.7 g/cm²左右則無法有效的下沈到採摘面上，而且不斷的跳動，易使感測板翻覆。至於壓力2.7 g/cm²則壓力太大，壓彎老的枝葉使採摘面變形，且造成很大的阻力。

2. 田間取樣採摘面輸入波形之模擬試驗

分別以最大採摘面斜率變化 $\theta=40^\circ$ 、 30° 、 20° 、 15° 對應99.96%、99.28%、96.58%

、89.9%之精度需求，代入模擬程式中，程式模擬之結果割刀面對茶樹採摘面之追蹤性在89.9%之精度要求下仍非常好，此項結果可供實際田間試驗之設計參考。

3. 田間試驗：

調整後油壓缸速度為向上62.89 mm/sec，向下60.86mm/sec；遲滯時間為向上 0.051秒，向下0.0538秒。在83.4%的精度要求下，選擇345mm/sec前進速度與46.43mm的感測板前置距離。

在自動控制功能方面：割刀位置的確能隨採摘面的高度變化作上下與弧度之調整，與室內模擬試驗結果相符。

位置調整機構穩定性方面：由於茶樹樹冠對採茶機和感測器的反作用力，使位置調整機構的震動性減低，增進機械的穩定性。

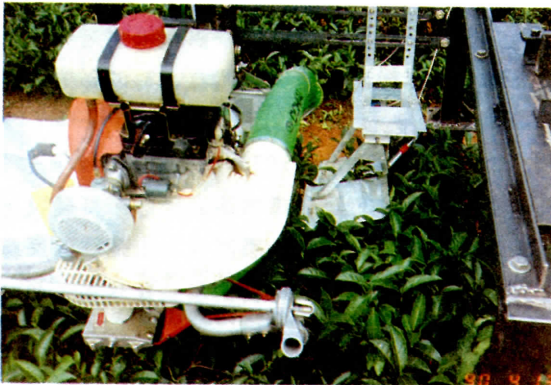
感測板感測功能方面：本次試驗田區的茶樹樹冠有許多大凹洞，面積甚至大於感測板底面積，使感測板掉落凹洞內，微處理機產生誤判而剪的過深。

在手動控制功能方面：以手按按鈕即可調整割刀位置，節省許多調整時間、勞力。

七、結論與建議

1. 本研究已研製一能附掛現有雙人式動力式採茶機之割刀位置調整裝置，可以手動或自動方式調整割刀上下、左右、弧度位置。
2. 在設計油壓缸速度、最大車速、死區大小、感測板前置距離等因素時，應按不同的精度要求所對應之最大角度三角波分析其反應。
3. 本系統之控制功能正常，機械之穩定性佳，但感測板面積應加大，因應較稀疏的茶樹樹冠表面。或增加一判斷裝置，防止割刀過度下降。
4. 將位置調整機構改裝於高架曳引機上或加裝動力設備，使操作方便。
5. 原來採茶機將茶菁吹入收集袋的方式，建議改由吸入方式，一方面避免感測器被吹管佔去空間，另一方面收集帶可置於車上不會拖在地上。

(歐陽鋒、陳智興、謝志誠 國立台灣大學農業機械工程學系講師、前任講師、副教授)



圖一 茶樹採摘面感測器



圖二 採茶機位置調整機構

發行人：王明仁 總編輯：陳世銘
發行所：財團法人農業機械化研究發展中心
董事長：王明仁 主任：馮丁樹
中華民國台北市信義路4段391號9樓之6
電話：(02) 7583902 • 7293903 • 7232296 傳真：(02) 7293903
PUBLISHED BY
Taiwan Agricultural Mechanization Research & Development Center
Fl. 9-6, No. 391, Sec. 4, Hsin-Yi Road, Taipei, Taiwan 10508, R.O.C.
Phone: 886-2-7583902, FAX: 886-2-7293903
E-mail: P9611007@TWNTUCC1. BITNET

行政院新聞局登記證局版臺誌字第5024號
中華郵政北台字第1813號執照登記為雜誌交寄
郵政劃撥儲金帳號：1025096-8
戶名：財團法人農業機械化研究發展中心
印刷：漢祥文具印刷有限公司
中華民國台北縣中和市中山路482巷11弄22號