



# 台灣農業機械

李登輝



JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL MACHINERY

《第7卷第6期》  
Volume 7, Number 6

ISSN 1018-1660  
中華民國81年12月1日出版  
December, 1992

## 編者的話

十月份在北京舉行之『北京國際農業工程學術討論會』，台灣有多位學者專家參加，而部份台灣廠商亦參展在北京舉辦之首屆農業博覽會。因緣際會，而有第一次農機產學界兩岸之交流活動，本中心彭添松副主任特地為文紀實並抒發感想以饗讀者。又本刊針對溫室環境控制之各個層面請方煒教授詳加介紹探討，因文長分兩期刊出。

應北京農業工程大學之邀請，前往講學時，該校翁校長邀請我方派員參加該校舉辦之『北京國際農業工程學術討論會』(INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING, OCTOBER 12-14, 1992, BEIJING)，同時希望趁此機會展開兩岸農機界之交流，建立雙方聯繫管道以促進兩岸農機之發展。

為參加此學術討論會、兩岸農機學術及業者交流會議及我方農機工業參加中國農業博覽會農機展示事，本中心於民國81年6月17日(以下略民國)假台大農機系會議室召開第一次準備工作籌備會議，81.8.28.及81.9.22.再召開第二、三次籌備會，分別由有關人員充分準備交流所需資料及雙方討論議題；再由本中心與北京農工大學多次傳真交換信息，一切就緒，終於81.10.8.順利成行。由81.10.9.起正式展開活動至81.10.16.止共8天，參加此次活動的人員有本中心及學術界16人(包括眷屬3人)以及農機廠商業界36人。81.10.17.全體人員安抵台灣，結束北京之行。

## 北京農機產學界兩岸交流 活動紀實

·彭添松·

### 緣起及經過

財團法人農業機械化研究發展中心(以下簡稱本中心)正研究員吳維健先生於去(80)年12月

### 主要活動內容

本次兩岸農機人員交流活動，參加人員眾多

### 目錄 CONTENTS

頁次 Page

1. 北京農機產學界兩岸交流活動紀實.....	彭添松.....1
Reports on Taiwan-Mainland Mutual Activities of Agricultural Machinery in Beijing	T. S. Peng
2. 財團法人農業機械化研究發展中心選拔『農業機械化貢獻獎』人選要點.....	本中心.....6
Rules of Awards for Agricultural Mechanization Contribution	TAMRDC
3. 簡訊三則.....	本中心.....6
News	TAMRDC
4. 溫室環境控制(上).....	方煒.....7
Environment Control in Greenhouse	W. Fang
5. 農機機窗.....	本中心.....11
Window Shopping	TAMRDC

，我方大致上分學術界及業界兩組與對岸有關人士接觸，對岸人士包括中央及地方政府官員，大學與研究機構人員，業界以及民間團體（如學會或協會）人士。雙方接觸活動方式包括全體人員參加會報或研討會方式，亦有一對一面談方式，接觸面頗為廣泛，主要活動內容如下：

1. 對岸農業部介紹『大陸農業機械化之發展』：由中國農業交流協會相會長（前農業部副部長）及農業機械化管理司宋司長及張副司長等分別簡報。

2. 參觀首屆中國農業博覽會：由百餘家大陸農機廠展示 230種農機，包括動力機械17種，耕作機械16種，種植機械39種，植保排灌機械20種，收穫機械44種，加工機械53種，養殖機械12種，運輸及工程機械13種，及其它16種。另外由台灣6家廠商展示13種產品。

3. 參觀中國農業機械化科學研究院：全體人員參觀大陸規模最大的農機研究單位。該院成立於1956年，現有職工1,350人（專業人員佔75%，其中高級研究人員250人），院區佔地29公頃，總建築面積達10萬多平方公尺（約 3萬坪），擁有各類試驗及生產加工設備 3,300多台（套），固定資產3,460多萬元人民幣（約合新台幣1億8千萬元）。該院設20個研究、生產及經營部門，為大陸農機部及農業部共同支持之多學科綜合性研究機構，也是大陸農機具產品、食品機械產品及液壓元件產品質量監督檢測中心。該院可授與農機設計製造專業碩士與博士學位為特點外，還包括工程承包等工作。據說自從中共中央斷奶（不再全額補助經費）後，大約 80%以上經費需依靠自給自足，故研究或承攬工程不限於農業，只要有錢賺，均在歡迎之列。例如該院曾承攬飛機之牽引車設計與研究即屬一例。

4. 參觀大陸農業部農業機械試驗鑒定總站：又稱中國農業機械試驗中心（成立於1951年）現有職工110人（工程技術人員佔60%），該中心佔地4.9公頃，總建築面積為9千平方公尺（約2,700坪），已具備曳引機（耕耘機），內燃機，穀物聯合收穫機等試驗能力。該中心在全國還設有漁、牧、飼料、糧油加工、灌排，亞熱帶作物及北方經濟作物等機械專業試驗機構。另外，在30個省、市、自治區內分設農機試驗鑒定站，在全國形成

具有相當規模的鑒定體系。又，據簡報，該中心為OECD組織之一員，其鑒定結果，獲得OECD承認。

5. 產貿業界人員與對岸各省代表交流：由我方業界人員輪流簡報，本中心林董事長報告『台灣農機工業之過去、現在及未來發展趨勢』。對岸人員簡報各省之投資機會及優惠措施，如二免三減（二年免稅，三年減稅），極力鼓勵我方業界前往投資。

6. 產貿業界人員與對岸廠商代表交流：雙方業界代表一對一面談，尋求合作之可行性。

7. 學界人員參加國際學術討論會，除南美洲外，世界各洲共24個國家或地區派代表參加發表論文 285篇，我方由馮丁樹、張漢聖、陳貽倫、陳世銘諸位教授發表論文如下：

馮丁樹先生：“The Recent Development of Agricultural Mechanization in Taiwan”

張漢聖先生：“Reducing Corn Dust with Oil Additives in Taiwan”

陳貽倫先生：“Effect of Drying Conditions on Rice Head Yield”

陳世銘先生：“Applications of Parallel Discharging Algorithm to Grading Operations”

8. 學界人員與對岸各大學及政府有關人員研討會，我方代表報告主題如下：

馮丁樹先生報告『台灣農業機械化概況及農機研究發展努力方向』。

彭添松先生報告『台灣農機研究發展之過去、現在及未來發展趨勢』。

謝欽城先生報告『豬糞尿處理問題之探討』。

陳世銘先生報告『淺談農業自動化』。

9. 參加北京農工大學四十週年校慶，並座談兩岸農機界交流合作有關事宜，座談會重要決議為：

(1) 農機人才之交訪案：擬先試辦學生及傑出科技人才交流。

(2) 農機資訊之交流案：即可辦理。

(3) 農機計畫之交流案：先委由北京農業工程大學編輯兩岸『農機名詞對照』。

(4) 雙方聯繫中心之設立案：分別由本中心與北

京農工大學為雙方之聯絡中心。

台灣區農機工業同業公會與對岸農業部農機化技術開發推廣總站就雙方農機推廣方面亦建立聯絡管道。

10. 雙方舉辦晚宴並交談：雙方舉辦晚宴多次，相互交談以連絡感情。

## 見聞及交流後感

海峽兩岸隔絕40多年，近年來雖有不少人以探親、觀光或商務目的走訪對岸，但以此次我方農機界組團作較大規模訪問大陸各階層為第一次，且因人多，接觸面廣，每人所見所聞及感觸不一。鑒於此，為綜合大家心得，以檢討此次北京之行的得失，同時擬定未來兩岸農機人士進一步交流活動之方針，本中心於 81.10.28. 召開本次交流活動結束檢討會議。

茲將就筆者所攜回資料及綜合大家之見聞及心得，歸納如下：

### 1. 人多地大，規模龐大：

大陸號稱11億多人，為台灣之55倍，但地大，有 932萬平方公里，為台灣之 260多倍，耕地面積約9千4百萬公頃亦為台灣之 110倍，故雖然平均並不比台灣『人稠地少』，但各地人口分佈不均，如個體農戶平均僅有 0.4公頃耕地，小於台灣農戶之一半，造成人稠之壓迫感。因人多地大，大陸各種建設，設施規模均龐大，尤其以人數而言，各機構、單位之規模宏大。例如我們訪問過的中國農業機械化科學研究院，中國農業機械試驗中心以及對岸人士報告農機工廠之職工，動輒以千人計，可見一斑。

### 2. 農機化乃起步階段：

大陸雖然早在1953年起推動第一個農業機械化五年計畫，1958年繼續第二個五年計畫，並以1980年代達到全面機械化與電氣化為目標，可惜因人民公社制度之失敗及後來十年文革大浩劫，而距離達成目標甚遠。俟至1980年鄧小平上台，檢討以往計畫均已失敗，乃於1980年起，重擬連續兩個新五年計畫，計劃到1990年時，使整地、播種(插秧)、收穫等作業機械化程度達到 70%以上。惟據報告，1990年全國 52%的耕地實現了整地機械化，機播和機收程度分別僅達到14%及 7%

而已。且水稻插秧及收穫機械化可能更落後，幾乎尚未研發適合之機械可資推廣。不過大陸幅員遼闊，進步與落後地區差異甚大，東南沿海或東北部分地區，經濟發達，機械化程度也較高。總之，大陸農機化程度尚低，其原因可能為大陸農村勞力尚充沛，農民購買力薄弱，另外農機以外之技術與措施未能相輔相成亦是重要關鍵因素。例如水稻插秧必須有良好的育苗專業技術配合，農藝及植保技術人員之參與不可或缺；又如水稻收穫則不倒伏水稻品種，高度整齊之稻穗品種，稻稈適當高度以及脫粒性等品種之育成就需賴育種專家之合作奉獻心力了。以台灣推行農業機械化為例，有關當局真正提倡並訂定計畫目標全力推展機械化工作，始於1970年。20年不到的時段，台灣稻作已幾乎完全機械化，其他雜糧之整地，播種機械化亦幾乎完全解決，收穫機械化亦逐步完成。此項成就，除有關當局週密策劃，中央乃至地方出錢出力外，農機工作者以及各有關技術人員甚至金融單位之全力合作配合，其功不可沒。

### 3. 生產力低，市場龐大：

大陸人多，勞力工資低廉，僅台北地區之5%左右，但因多年受計畫經濟之影響，合作性差，缺分工合作、專業化及高效率之優勢，乃至生產力奇低，(據說有些中外合資或外資工廠生產力甚高)，例如有一位工廠代表簡報，其工廠有4,000人，其年產值僅7,000萬元(人民幣)。折合每人每年產值新台幣 9萬元。又如據農機公會張理事長報告訪問一家工廠，每人年產值 4千美元，折合新台幣約10萬元而已。反觀，台灣農機廠之每人年產值達 200萬元者已屬很低了(同仁中報告有 400萬元者，又如張理事長報告大農公司達 500 萬元之譜)。固然台灣農機廠受衛星工廠外包零件之支持，近似裝配工廠，故高產值之背後當然需支付高成本之零組件；反觀大陸工廠則缺專業衛星工廠之便，故大部分零件都要靠本身供應，實際上對提高品質與降低成本並不利，但無論如何，目前的每一員工生產值卻嫌太低了。

從另一角度而言，大陸市場龐大，也給與提高生產力充分發揮之空間。例如，根據本(1992)年 6月間在江蘇工學院召開之『首屆中國農機事業回顧與展望』研討會，其討論摘要中提及『耕

耘機在大陸要達到飽和狀態需要 5,940萬台，而按目前工廠生產能力，要66年才能達成』。但假如生產能力提高20倍(如台灣農機廠低標準)則是否可縮短為3~4年呢？當然這些都是數字遊戲，一切都是假設數據而已。不過龐大市場及提高生產力問題不容忽視。而提高生產力可能只有摒棄大鍋飯心態，而改為生產責任制著手。例如鄉鎮企業之發展則為一顯明的例子，依據『中國統計年鑑1989』資料，1978年大陸開始採生產責任制，當年鄉鎮企業數 152萬社，從業員數2千8百萬人，年生產值 493億元(人民幣)，折合新台幣約每人9萬元，而到1988年企業數增加到1,888萬社，9千5百萬人，年生產值亦提高到6,496億元，折合新台幣約每人34萬元，顯然10年間生產力提高3~4倍之多(需扣除人民幣貶值因子)。

#### 4. 社會主義下市場經濟：

我們一行首次聽取對岸人士簡報提到『社會主義市場經濟』一詞時，有人提出質疑。『市場經濟』一詞與社會主義兩者似乎不太相稱，一時也很難令大家弄明白。我們腦海中，社會主義就是強調計畫經濟，一切企業國營，意識形態上，顯然與市場經濟即市場導向之自由社會經濟，格格不入，如今既強調市場經濟，為何又在『社會主義』的框內？

本來經濟就是令人難於捉摸的怪物，我們一行門外漢固然無法觸及其鬚鬚，即使所謂行家，還不是都放馬後砲，只能事後分析或解析經濟現象而已！試問那一位經濟學家於 3~40年前，預言到今日美國經濟之困境，日本經濟之崛起及今日台灣經濟之成就？台灣過去達到經濟危機(如能源危機)時，也提出『穩定中求成長』的口號，穩定與成長兩者本身就是相對的事物，多年來居然也順利渡過了。台灣也推行多次四年經建計畫，或十大建設，十二項重大建設以及現行之六年國建，是否也算市場經濟範疇內包含的計畫經濟呢？

總之，我們似乎不應拘泥於表面上的口號，而應注意其實質動態，所謂不論是黑貓白貓，能多捉老鼠就是好貓；或者說，以務實眼光看一切事物。此次所見所聞，有一種令人強烈感觸到的就是，大陸同胞人人想『賺錢』，也令人回憶70年代起，台灣到處聽到『外銷』外銷品的情景，

有異曲同工之妙。只是不要矯枉過正，而產生雜亂無序，山頭林立的現象才是上策。例如，各省市都極力發展當地經濟而設有優惠措施以拉攏外資(包括港澳台資)，當然方法五花八門，為提高吸引力隨時可更改措施等，自然影響投資人裹足不前，也有令人無從著手之感。固然比台灣大260倍之遼闊幅員，可能很難僅推行一套辦法，就解決所有問題，不過如果中央能統一規劃，在立足點平等的條件下，讓各地方自由競爭，誘導地方不僅要爭取眼前小利益，更要放眼天下，且要看的遠，追求長期穩定的利益，例如一邊搞好經濟，一邊大力投資於教育，使11億人口變成11億人力，屆時經濟實力則舉世無雙！

#### 5. 瑣聞與雜感：

本次交流參加人員多，接觸面廣，以致各人感受不同，很難融合為一，茲列舉同仁中所提到的瑣聞與雜感如下：

(1)大陸交通運輸仍不便，成本亦高，如籌設工廠，宜考慮接近直接消費地，同時內外銷管道亦要注意。一般而言，大陸內外銷管道需靠自己重新建立。如投資時內外銷比例如何，宜事先談妥；當然大陸對台資投入之優惠辦法應充分瞭解。

(2)大陸農機產品品質較台灣差，其售價則甚低。大陸部分研發技術值得我們參考，如何雙方截長補短，合作開發新農機值得研究。若有重要技術宜在大陸申請專利，謹防仿冒情事發生。當然我們也應尊重大陸研發成果。

(3)與大陸經貿往來宜有充分人才與財力，長期接觸以建立關係，如欲合資生產，準備金起碼要投資金額之三倍始穩當。若簽訂合約，其合作年限愈長愈好。因大都為間接投資，未能受有關當局直接保護，各方面變數不少，仍需靠自己掌握，以策安全。最好先洽談技術合作，而避免一次大量資金的投入，即使投資宜從小著手，且宜由鄉鎮或縣做起，先穩固據點後再圖擴大。

(4)台灣產品品質較優，但價格較高，一時不易打入大陸市場。大陸目前較普遍的農機為拖拉機(曳引機)，往後可能較有發展潛力的為中耕管理機、植保機(無錫縣可能就是一好據點)、及乾燥機(用電、用油的問題要注意)。

(5)一般而言，大陸同胞個人表現優異，工作熱忱亦足，但團體整體表現似嫌不足，因之，準備

工作嫌不週全，例如國際性研討會議程可隨時變動，又如本次交流活動日程也隨意更動，甚至主要聯絡人都不甚清楚，可見聯繫不完整之一斑。

## 今後交流工作方針

整體言之，本次兩岸首次大規模農機人員交流活動，雙方以坦誠，誠懇之心確實做到摒棄兩岸隔閡，初步廣泛瞭解雙方農機發展狀況，也建立了友誼，啓開了未來兩岸合作之大門。當然一次訪問交流不可能解決所有問題，但好的開始即成功的一半，尚待今後雙方密切的聯繫以開創新局面。目前應研辦的交流工作試列如下：

1. 建立兩岸農機交流管道：本次訪問，已先建立雙方聯繫中心，分別由本中心與北京農工大學爲代表雙方之聯絡中心，另外台灣區農機工業同業公會與對岸農業部農機化技術開發推廣總站就雙方農機推廣方面亦建立聯絡管道。又本中心林董事長與中國農機學會宋樹友先生（農業部農業機械化管理司司長）雙方初簽同意成立『海峽兩岸農業機械化協進會』（暫定），該協進會組織章程草案已由本中心草擬完成，並已電送對岸以便進一步研討。如該協進會成立，將有助於兩岸農機的合作與發展。

2. 農機人才之交訪：兩岸有關當局逐漸開放，將來可透過雙方聯繫管道辦理農機人才，包括學術界、業界及民間團體人員之互訪，以加速雙方合作之關係。目前應先研擬試辦學生及傑出科技人才之交流爲人才交訪之起點。

3. 農機資訊之交流：兩岸農機人才濟濟，農機研究發展及推廣有關資訊亦頗豐富。雙方農機人員可透過聯繫中心（或未來成立之協進會）向對方索取資料。

4. 農機計畫之交流：本次趁參加北京農工大學校慶之便，本中心已先委託該校編輯兩岸『農機名詞對照』，以便於未來雙方的溝通。此爲一試辦小計畫，未來如搜集中國傳統（古有）的農機具資料，亦爲一項有意義的合作計畫。甚至未來兩岸農機研發合作計畫亦應列入考慮。

5. 業界應努力方向：台灣農機業界人員於檢討本次交流活動時，共同持有的觀感是被龐大的大陸市場吸引，但對新環境與制度的陌生感，產生

既愛又怕的複雜心情。這種心情確實不難令人瞭解。因台商地位，如直接投資則被視爲外商投資者（準外商），但實質上受不到外國法律（台灣地區法律）的保護。在大陸法律上，目前少數涉台經貿法規雖有台商的優惠待遇規定，可是因爲意識形態的影響，台商也同時可能受到歧視待遇的規定，例如訴訟只能向大陸人民法院告訴。儘管如此，許多業者仍躍躍一試（事實上，早已有業者投入大陸市場）。爲求安心，業界可先選擇本身優勢條件著手。例如：

(1) 選擇適當地區建立經銷網路：一般大眾印象裡，大陸工多商少（或極少）。易言之，大陸生產農機問題少，而即使有問題（如品質）亦易解決，但內外銷的網路，包括宣傳推銷，售後服務，財務支應等亟待加強。而台灣業者具有此長處，可截長補短。大陸幅員太大，業者可選擇適當小地區，逐步建立網路，以求發展。

(2) 在外創合資公司在內設獨資公司：如前述台商如欲在大陸設廠始終有危機感，或不安全感，爲安心計，可採取在海外（如美、日、新加坡等）設立合資公司（兩岸廠商合資），再由此合資公司以獨資方式投入大陸市場，則可完全以外商資格，不但受外國法律保護，而且還受該外國與大陸之間投資保護雙邊條約的保護。有關海峽兩岸經貿法律問題請參閱『81.11.18.中國時報』有台大法律系王泰銓教授精闢之分析大作，值得業者研讀。

## 結語

兩岸隔閡40多年，首次組成50多人之農機訪問團，總共僅花了8天的時間（尚且包括週日參觀名勝在內），無論如何不可能全盤瞭解幅員遼闊的大陸全貌。好在同文同種，所接觸的工作人員熱忱可嘉，幾天下來如多年不見之老友般，坦誠交換資料與意見，收穫豐碩。首次交流活動順利落幕，但也是今後工作的開始。借本文結語向所有爲本次活動付出辛勞的朋友們致敬並表示萬分謝意。也預祝未來兩岸農機合作成功。

（彭添松 現任本中心正研究員兼副主任，曾任行政院農業委員會簡任技正） ㊟

財團法人農業機械化研究發展中心  
選拔「農業機械化貢獻獎」  
人選要點

·本中心·

中華民國八十一年十月二十日  
第三屆第七次董監事會議通過

一、宗旨：

農業機械化研究發展中心（以下簡稱本中心）為激勵國內從事於農業機械化之各界有功人士，對農業機械化事業（以下簡稱本事業）之擴大貢獻，依據本中心捐助及組織章程第二章第五條第九款之規定，訂定本要點。

二、獎勵方式：

本中心每年選拔對本事業最具有貢獻之農機界人士一人，頒給新台幣壹拾萬元以上之獎金及公開頒發獎狀。

三、獎金來源：

前（二）項獎金來源，原則上由各界單位或個人認捐，或由本中心董事長籌募。

四、人選選拔步驟：

前（二）項選拔人選步驟如左：

1. 人選由農機界單位推舉；或由本中心現任董監事兩人以上之聯名共同推薦；或由已曾獲本貢獻獎人士之推薦。以上人選需在本事業服務十五年以上並由推舉人（或單位）列舉被推舉人資歷及對本事業之具體重大貢獻事蹟，於每年一月底前函致本中心，原則上每年七月間公開表揚。

2. 其他人選之公開選拔，如新農機展示會或觀摩會，而展示品被公認為最優秀之創造者。

3. 由本中心造名冊，依推舉順序，列舉被推舉人對本事業之貢獻事蹟，再由本中心董事無記名投票，選出之。如候選人均未達被獎勵標準則可從缺，獎金保留。

五、本要點由本中心董監事會通過後實施，修訂時亦同。

☺

簡訊

·本中心·

一、大陸農機人士來訪

台灣農村雜誌社社長何佑元先生所邀請之四位大陸農機人士將於10月8日上午九時三十分在台大農機系舉行座談，歡迎大家參加。四名來賓為(1).中國農業機械化科學研究院副院長王鐵人先生。(2).北京市植保機械廠廠長王增立先生。(3).北京內燃機總廠副廠長郭大英先生。(4).中國農業機械學會國際合作處處長何忠玲小姐。

二、台大暑期進修班結業

台大農機研究所暑期進修班第一期16位學員歷經四年努力，已於8月14日順利結業。結業式中並頒發成績優良獎五位，勤學優良獎三位以及熱心服務獎三位。

三、農機學會理監事改選

中華農業機械學會八十一年年會與會員大會於十二月四日在台大農機系知武館舉行，會中除選舉新任理監事外，並由馮丁樹教授作專題報告，題目為『參加北京農業工程學術討論會暨兩岸農機交流座談會經過』。當選理事名單為：李廣武、盛中德、馮丁樹、王康男、陳俊明、林峰吉、林明仁、陳世銘、鄒瑞珍、謝欽城、謝俊夫、彭添松、盧福明、欒家敏、蕭介宗。當選監事名單為謝清祿、林達德、朱元南。當晚聚餐後隨即召開第一次理監事會，推選李廣武先生為理事長，王康男先生為祕書長，王康男先生之理事缺則依法由陳貽倫先生遞補。常務理事則為李廣武、馮丁樹、陳俊明、謝俊夫及林明仁等先生。常務監事為林達德先生。

☺

# 溫室環境控制(上)

·方焯·

## 前言

環境控制為工程界之重要領域，其主要包括加熱、通風與空氣調節 (Heating, Ventilation and Air Conditioning, 簡稱 HVAC)。環控農業工程人員所需具備之專業知識與工業界之工程人員並無二異，惟其主要的應用對象為動、植物及農、畜產品等。農業環控系統的設計需要工程人員澈底瞭解系統內生物與環境間之互動關係，從而創造一合宜之環境以利生物之生長、繁殖，或農、畜產品之儲藏、運輸。涉及的專業知識包括生物，物理，熱力，熱傳，質傳，冷凍，空調，環境與控制理論等。其在農業上的應用實例包括：畜舍、溫室之加熱、通風與冷卻，農、畜產品之儲藏、運輸，動、植物特殊生長室、培養箱之環控，魚池加溫與保溫，食品包裝，動、植物園、水族館之環控，太空站作物栽培系統（太空農業）之建立等。本文僅就溫室環境控制作一簡單之介紹。

## 質能守恆

研究環境控制問題，離不開溫度與濕度的控制；談到濕度與溫度的控制則離不開質量與能量守恆兩大定律。能量可透過下列途徑進入系統：太陽照射，熱輻射，熱傳導，熱對流，冷凝，加熱器，熱交換器，輔助燈光與進入系統之流體等。能量也可透過下列途徑離開系統：反射太陽光線，熱輻射，熱傳導，熱對流，蒸發，空調，熱交換器與離開系統之流體等。

進入系統之能量 = 離開系統之能量 + 儲存於系統之能量

儲存於系統之能量若為正值則表示系統本身之能量增加，其對生物及環境之明顯效應為環境

溫度及作物新陳代謝速率的增加。

溫室環境內之質量守恆可以下式簡單說明：

進入系統之質量 = 離開系統之質量 + 儲存於作物內新增之生理質量 (BioMass)

此處之質量泛指水份、養料、氧氣、二氧化碳等。選用適當之軟、硬體來量測溫室內、外的環境參數以計算能量與質量之通量 (Flux)，並根據各參數之設定值 (Setpoint) 來計算精確的各類驅動器 (Actuator) 之設定值，譬若鍋爐之設定溫度、風扇之轉數、窗戶開口之大小、噴霧裝置之水壓及流量、輔助燈光開啓之盞數與使用之時數、養液循環之頻率等。精確、無矛盾的控制可保證作物於適宜的環境中生長。

## 植物環境

環境一詞乃指植物所處之外在條件，其需維持在某範圍內植物才會成長茂盛。環境條件包括空氣溫度、太陽輻射能、濕度、二氧化碳含量及根系營養液等。控制這些參數後，即可在溫室中提供植物之微型成長環境，包括植物之頂部、葉部、底部及根部等區域。

植物之頂部包括太陽之輻射及氣體含量等環境因素。

輻射環境--太陽或人工光照之能量、品質或光譜分佈狀況以及其曝露時間等。

氣體環境--水蒸氣、氧氣、二氧化碳及其他不良的氣體如乙醚、污染源(如二氧化硫)。

植物根部包括氣/液環境、養分環境、物理環境及化學/生物環境等。

氣/液環境--水與氣體之比例、營養溶液之可利用分佈與施用時間。

營養液環境--礦物質含量、鹽分及生長基質與營養液之 PH 值。

物理環境--根部基質物之物理性質包含陽離子交換能力、持水能力及密度等。

化學/生物環境--有機廢棄物之清除及有益無有害之微生物。

## 環境參數

常見的可量測之環境參數包括以下數項，茲分爲五大類來說明：

### A、輻射方面：

- 淨輻射（全光譜）
- 光合作用有效光（400 - 700 nm）
- 太陽光輻射（100 - 4000 nm）

以上三不同波帶（WaveBand）之輻射又各分直射與漫射來量測除量測輻射能量外，亦量測光線之量子數量（Quantum）

### B、溫度方面：

- 空氣溫度
- 葉片表面溫度
- 溫室覆蓋資材（Glazing）之表面溫度
- 作物頂層（Canopy）之空氣溫度
- 營養液之溫度
- 根系介質（Root Media）之溫度（如土壤、岩棉、營養液等）
- 地面／地底之溫度

### C、濕度方面：

- 空氣之相對濕度
- 作物頂層（Canopy）之空氣相對濕度

### D、營養液方面：

- 酸鹼值（PH）
- 電導度（EC）
- 含氧度
- 氮、磷、鉀、鈣等之離子活動量
- 水流量

### E、其它方面：

- 二氧化碳濃度
- 大氣壓力
- 風向／風速

以上所列之可以量測之參數定義爲一級參數。量測一級參數有助於以下二級參數之推導。二級參數包括：

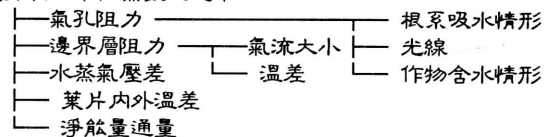
- 水蒸氣壓力
- 水蒸氣壓差（Vapor Pressure Deficit）
- 濕球溫度
- 露點溫度

- 絕對濕度
- 乾濕球溫差
- 葉片內外溫差
- 蒸發速率（Evapotranspiration）
- 顯熱通量（Sensible Heat Flux）
- 二氧化碳通量
- 作物周遭氣流大小
- 系統熱焓值
- 系統淨能量通量

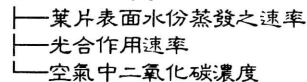
## 作物生長與環境參數

由量測及計算前面所述之一、二級參數，再觀察作物對這些參數變化之反應，透過理論分析或迴歸、統計等數學方法之計算建立關連性爲建立作物生長模式之第一步，譬如已知葉面能量之平衡是藉著葉面水分之蒸發作用來調節，這些水分則經由植物體來輸送。在這種蒸散過程中，水由植物體吸收，並間接調節葉中之二氧化碳及氧之交換速率。蒸散作用與氣體之交換速率直接受外界空氣之流動速率影響。而蒸發則直接受週圍濕空氣的特性所控制。總言之，葉面及空氣溫度可調節光合作用、呼吸作用、同化作用、蒸散作用及養分之吸收率。又，二氧化碳之吸排量直接受光合作用速率、葉片表面水份蒸發速率及空氣中二氧化碳濃度等因子之影響。以下將作物生理相關之三項反應速率及其各自之影響因子條列於下，有些因子如邊界層阻力非爲一級環境參數，但其可繼續向下延伸終至可量測的一級參數。

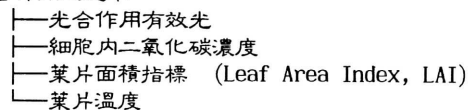
### 葉片表面水份蒸發之速率



### 二氧化碳之吸排量



### 光合作用之速率





在建立作物之生理現象與環境參數之關連性的過程中，常面對的困難是缺乏足夠的二級參數（如氣孔阻力與葉片面積指標等），其歸因於一級參數之無法量測，亦即感測器的付之闕如。此類挫折也正指出了重要的研究發展方向。葉片面積量測器(Leaf Area Meter)，氣孔阻力感測器(Porometer)及光合作用速率量測器等的發明正是工程師與科學家努力的結果。過去不能直接量測的環境參數，如今由於可直接測得所以全降格為一級參數。此些利器的發明使得建立作物生理現象與環境參數之關連性變得更簡單，也使吾人能進一步面對深一層的挑戰。

## 環境控制

溫室環境控制之前提乃在提供生產中之植物所需之基本成長環境條件。這些條件與許多因素有關，其中包括：植物本身之發育階段及其生育年齡、特定之植物種類、植物本身之最終用途、地區性之氣候、特定之作物生產系統及生產者之經驗等。其他如控制之設定點、設定點附近所容許之變化範圍、每一個環境控制參數之變化時間等等均必須有所決定。一個能夠在合理之精度下，即時監控微型氣候條件之環境控制系統應能調節或整合整個系統所需之各項動作，諸如：加熱、冷卻、輔熱、灌水等等。同時必須能發展一套控制方法以精確、合理之一致性與均勻之空間性獲得所期望之環境控制條件，並期能由此生產高品質之產品。

溫室環境控制系統之目標在於促進植物之生長，並期能以市場所期望之品質供應市場所需求之成熟作物。這些控制過程必須在極有效率的狀態下進行，並在限制的操作條件如能量、勞力、材料等條件下，獲取最大的利潤。

就植物本身之生長過程而言，要加速植物之成長，必須加大光合作用、減少呼吸作用，且將蒸散作用、同化作用及二氧化碳之分佈等合理化，並設法將光合作用後之產物儘量轉化為植物需要之一部份。這些部份包括植物之根、芽苞、葉

、或其他可以重覆生長的部份如花、果或種子等等。

作物之基本需要為所有環控系統設計之基礎，是以作物本身之需求條件即可作為該作物在成長期間或其整個生命週期內所需之環境控制參數設定基準值。如何設定則是一項相當大的挑戰。若考慮直接影響作物生長之種種生理及生化變化過程，事實上目前仍有許多變因仍無法完全瞭解。此外，在溫室控制系統中，目前也僅數項環境控制參數可以作適當調節，如溫度（包括植物體附近的空氣、根部及葉部的溫度等）、濕度（或水蒸氣壓差）、輻射熱（包括強度、光譜品質及照射期間）、大氣二氧化碳含量及水分（其可利用率、組成及生化特性等）亦可包括在整個現存控制系統之內，作為控制之項目。

## 環控策略

環境監控系統為諸多軟、硬體之組合，硬體包括感測器、傳輸線路、電腦介面卡、驅動器等；軟體則為串聯電腦模式與控制理論的監控策略。如何整合軟、硬體以發展溫室環境適用的監控系統為決策者之一大挑戰。溫室結構、覆蓋資材及環控硬體，或由國外引進、或由本土製造，其基本上的差異並不大；整個環境監控系統之成敗純粹視其監控軟體即環控策略是否能因地制宜且有效運作。

環控策略為整套環境監控系統之核心。系統之硬體皆可由外購得，惟有軟體部份由於與栽培作物之種類、當地之天候、環控設施之層次、環境參數之感測等息息相關，是以一般建議環控策略應由溫室管理決策者制定。愈是要予以彈性運用的溫室譬若栽培作物的常常更換，其環控策略愈是應該富於彈性。

一般而言，大部份環境控制之重點在於溫度參數一項為多。以下簡單舉例說明溫室內的升降溫環控策略之規劃：某溫室配備有三種加熱系統分別為頂上(Overhead Heating)、地底(Floor Heating)與桌面(Bench Heating)加熱系統；

卻系統。針對不同之設定溫度，溫室環控策略可規劃為四階段增溫與五階段降溫策略（如圖一所示）。各環控設施之驅動可用簡單的ON/OFF開關或規劃使用其他如PI，PD，PID等控制理論；至於各階段設定溫度之制定可設為定值或隨其他環境參數之值而改變，更可透過模式之演算而因時因境而異。

環境調節設備	環控 (增溫) 階段				環控 (降溫) 階段				
	4	3	2	1	1	2	3	4	5
蓄熱布幕	開	開	開	開					
頂上加熱系統	開	開	開	開					
地底加熱系統	開	開	開	開					
桌面加熱系統	開	開	開	開					
第一段強制通風 (25%風機)					開	開	開	開	開
第二段強制通風 (50%風機)					開	開	開	開	開
遮蔭布幕					開	開	開	開	開
第三段強制通風 (100%風機)					開	開	開	開	開
蒸發冷卻					開	開	開	開	開

低溫 <----- 設定點 -----> 高溫  
 空氣溫度

圖一、環控(增、降溫)策略示意圖  
(摘自: Giacomelli, 1991)

上例僅為針對一項環境參數（溫度）來策劃其相關硬體之運作。一旦環控策略中加入更多的環境參數且各參數之相關硬體有所重疊之時，環控策略便會迅速地複雜化。借助決策支援資訊系統之演算分析，人工智慧的邏輯推演，將能有助於化繁為簡制定出合宜之策略。

有些溫室為整套由國外引進，包括環境監控軟、硬體。由於軟、硬體為設計給溫室專用，是以無整合之困難；一旦安裝完畢即可使用且使用上應不困難，如荷蘭的PRIVA系統。其缺點在價格昂貴，且售後服務很難貫徹執行，一旦監控系統故障，整套溫室系統即可能停擺；維修不易。再者，其內建的環控策也有可能不能因應實際之所需，就算一時可行亦缺乏彈性，欲更改惟有央請原公司重新燒錄新的環控策略於IC之內一途，非常的受制於人。

有些溫室的環境監控硬體為國內各單位自行選購，再找專人或自行設計可在個人電腦上執行之軟體。此系統比前者便宜且較具彈性，惟選擇

合適監控程式設計人選可能不易，程式的規劃與寫作也費時耗工且同樣的受制於人缺乏足夠的彈性。

較合宜的方式似乎是由溫室管理決策者使用環境監控系統軟體來建立自己的監控策略。如此則日後策略上有任何修正之必要也不需假手他人。市面上有許多工業級的環境監控系統軟體，如GENESIS, PARAGON等；選擇適當者，一旦能熟悉使用方法，則監控軟體之製作與修改雖不是易如反掌，但也不遠矣。較之以高階語言全盤寫作的監控軟體，此者不僅較具彈性且具高流通性，第三者可望在短時間內瞭解整個監控策略且進行修改，此為前述程式寫作方式創建監控軟體之監控系統望塵莫及之處。

### 環控策略與作物生長模式之結合

作物生長模式即植基於前述作物生理與環境參數之關連性函式。視具備知識之齊備程度，作物生長模式可以是非常簡單也可以非常複雜。複雜程度與模式之正確性及其功能並沒有絕對的關係。譬如美國紐澤西州羅格斯大學生物資源工程學系所發展的單果串番茄生長模式即只依據作物所吸收的光通量（包括太陽光及人工補助燈光）與空氣溫度兩項一級參數。此模式所預測的平均每株之果實粒數，平均粒重皆相當準確，其尚可預測何時開花、結果，並排定收穫時間。作物生長模式一旦發展完成即可與實際操作中之環控策略相結合，將原只是回饋式(Feed Back)的環控策略進一步擴展為包含回饋與預授(Feed Back and Feed Forward)的環控策略。

使用電腦行環境控制有一個較不為人所注意，但也相當重要的就是其可確實記載各驅動器(Actuator)啟動之環境調節設備譬如加熱器、風機，燈光、馬達等之累計操作時間。此些資料將能有助於操作成本之計算，在管理上頗具參考價值。不同的環控策略將導致不同的環控動作、操作時機與操作時間；其除了反應在操作成本外，亦將反應在作物的品質、一致性、成熟時機與產量；最終更是反應在銷售成績上。此些資料的完整記錄除了可用來驗證生長模式之準確程度外，

更提供生長模式修正之參考。有了可信賴的作物生長模式，配合環控策略之制定，不同策略將造成不同環境，在環境中生長的作物其反應也不會相同、其間涉及的操作成本與回收也不會一樣。這其中提供管理決策者一廣大的學習空間，更提供其面對未來多變局面的一有力工具。針對各不同目標之各不同最適環控策略可從以上的學習中求得。

環控策略的制定與作物生長模式之發展等皆植基於對最基本的一級環境參數之量測，所以很自然地，本文下面所要探討的即為量測此些環境參數所必備的感測器與相關監控系統。

### 感測器

感測器的有無、精確度、準確度、耐久性、一致性等是決定某環境參數能否被正確量測的決定性因素，更影響涉及之環控系統是否能有效的運作。以下簡單談談各環境參數涉及之各類感測

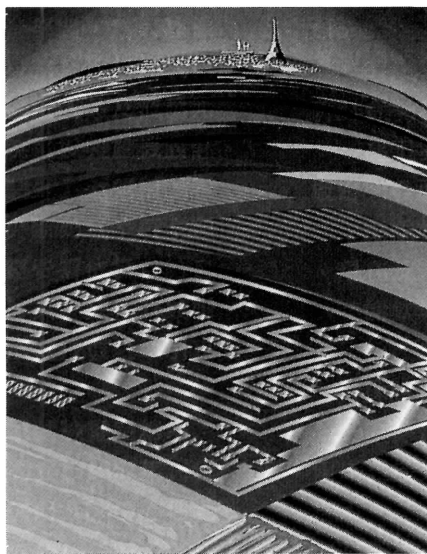
器（依環境參數分類）。

輻射測溫學 (Radiation Pyrometry) — 為不接觸物體即可量測該物體溫度的一門學問，是以輻射測溫器 (Radiation Pyrometer) 為非接觸性 (遙測) 溫度感測器，另有紅外線溫度感測器也屬之。紅外線溫度感測器一般建議只應用在放射率 (Emissivity) 大於 0.5 的表面。紅外線測溫法 (Infrared Thermometry) 的基本原理在於可量測物體表面放射出來的能量與物體表面的溫度存在一比例關係。電磁波光譜中波長由 0.72 至 100 公忽 (micron) 均屬紅外線的範圍，但對量測溫度有用的紅外線強度只有界於 0.72 至 20 公忽者才為有效。波長長者，其能量小的幾乎量測不到。物體表面溫度分別為 200 與 1000 °C 者其輻射出之紅外線之波長分佈曲線之波峰分別在 6.5 與 2.5 公忽，溫度愈高，其波長愈短，但能量愈大。

(方煒 台大農機系副教授)

◎

(下期續)



# SIMA 1993

國際農業機械展

一個規模最大的國際農業機械展將於 1993 年 2 月 28 日至 3 月 4 日隆重舉行，您同時也可以找到與農業有關的展覽；動植物基因，土壤改良，產品處理，動物醫療保健。

您可以知道最新的相關發明，並與來自世界各地一千多個廠商接觸，SIMA 93 也包括以下三個特殊展覽部門：國際飼料展 SITEPAL，國際快速飼養展，動物產品展。

時間：1993 年 2 月 28 日至 3 月 4 日

地點：巴黎北部展覽中心

聯絡地址

法國總部：

SIMA

24 RUE DU PONT

92400 NEUILLY-SUR-SEINE

FRANCE

TEL: (1) 46403120

FAX: (1) 46403126

台灣辦事處：

法國國際商展促進中心

台北市復興北路 167 號 13 樓

TEL: (02) 7148913

FAX: (02) 7193578



**寶馬牌** 自動控制 曳引機 **VALMET**



**展佳貿易有限公司**

分公司與服務中心——  
 地址：嘉義縣太保市北港路二段177-2號  
 電話：(05) 2374251 (代表號)

發行人：林耕嶺      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：林耕嶺      主任：馮丁樹  
 台北市信義路4段391號9樓之6  
 電話：(02)7583902、7293903、傳真(02)7232296  
 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

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  
 印刷：漢祥文具印刷有限公司  
 PUBLISHED BY  
 Taiwan Agricultural Mechanization Research & Development Center  
 F1.9-6, No. 391, Sec. 4, Hsin-Yi Road, Taipei, Taiwan 110, R.O.C.  
 Phone: 886-2-7583902, Fax: 886-2-7232296  
 E-mail: DSFONG@CCNS.NTU.EDU.TW