







# 溫室管理

J.J. HANAN

(2) 哈南

W.D. HOLLEY

原著

K.L. GOLDSBERRY

陳

寶

玉

譯

五洲出版社 印行

出版登記證局版台業字第〇九三九號  
中華民國七十五年五月出版

# 溫室管理

特價：新台幣四八〇元

原著者：哈南 霍利 戈德斯貝里  
譯者：陳寶玉

發行人：丁 廼 庶

發行所：五 洲 出版 社

地址：台北市重慶南路一段八十六號  
郵政劃撥帳號：〇〇〇二五三八一七  
電話：3319630 • 3813990 • 3512521

台北經銷處：恒 生 圖 書 公 司

地址：台北市重慶南路一段五十五號  
電話：3711341 • 3711343 • 3711345

海外總經銷：東 亞 圖 書 公 司

地址：香港干諾道西二二一號二樓

所有權  
必究印翻

## 編輯的話

我國歷史悠久，「以農立國」大約起於公元前兩千餘年的夏代。其時夏代的文化，已經進入「銅器時代」，我們從夏禹的「治水」、「興農」、「朝萬國」、「定傳子」之局，建「貢賦之制」，劃「九州」，鑄「九鼎」，說明他從披荊斬棘的奮鬥工作，到完成建立一個泱泱大國，這是我們中華民族的歷史上真正以農業建國的開端；從那時起，我們有一個版圖，我們的祖先才免於猛獸洪水之患，安定的生活下來，才能建立一個全面的農業社會。

我國歷代政府的農業，大多採「重農抑商」政策，帝王后妃親自鼓勵農民耕種，如「勸農詔」、「文帝議佐百姓詔」；一般士大夫知識份子，也以「耕讀傳家」、「半耕半讀」自許，如諸葛亮：「……臣本布衣，躬耕於南陽，苟全性命於亂世……」、陶淵明：「歸去來兮！田園將蕪胡不歸？既自以心為形役……」；歷代的軍國大計，都是悠關於農業政策的「土地問題」、「田賦政策」、「兵農制度」、「移民實邊」等等都與農業有密切的關係；而農民在完糧納稅之外，其在社會的地位在工、商、兵之上，過著山高皇帝遠，帝王於我何有哉的逍遙生活，所以農業的進步，與日俱增，自不待言。因之我國農業的進步，比公元前兩千餘年的歐洲羅馬的農業，尚在萌芽時代，自不能同日而語了。

我國歷代農事活動的文字資料，早期的可見於殷墟卜辭。農學和農業文獻在春秋戰國期間，特別是戰國，在私家講學、私人著述風行一時之際，出現「重農之聲」和「為神農之言」的「農學家」一如許行等，其著作如《神農書》、《野老書》等，雖是一麟半爪，而致散失；其後雖嬴秦暴政，而焚書抗儒，然「所不去者，醫藥、卜筮、種樹之書」，仍傳於後世。

在農業文獻中，現在保留下來，較完整的有以下各書，茲簡介如次：

### 一、《呂氏春秋》中《上農》等四篇

一般認為是秦相呂不韋的門下客，在呂氏的領導下，集體撰寫和編纂而成的。書成於秦王政八年（公元前二三九年）。第一篇《上農》是農業政策文字；其他三篇為「任地」、「辨土」、「審時」是談論農業科學技術。

## 二、《齊民要術》一

作者賈思勰—這部書的成書年代大約於公元 533 - 544 年之間，研究我國古代農業，中外農業科學技術史工作者沒有不知道這一部農學巨著—《齊民要術》的。

《齊民要術》全書正文計分十卷，九十二篇，將近十二萬字。其中還有《自序》與《雜說》各一篇。

其中卷四，計十四篇，專述果樹，內容以：圓籬、栽樹、種棗（諸法附出）、種桃柰、種李、種梅杏（杏李鈔附出）、種梨、種栗、柰林擒、種柿、安石榴、種木瓜、種椒、種茱萸等十四篇。

## 三、《陳敷》農書一

收編在清代著名的《四庫全書》中，推算作者的出生是在宋熙寧九年（公元一〇七六年）全書只不過一萬多字，分上、中、下三卷。

此書和在它以前的一些農學名著，如《汜勝之書》、《四民月令》、《齊民要術》、《四時纂要》等相比，它顯然是「別開生面，體出新裁」，而全書在《四庫全書》的《總目提要》的評語是：「事實多而虛論少」。其中，有符合一定科學道理的技術原理，原則，有切實可行的具體技術措施，還有比較切合實際而周詳的土地利用「規劃」，讀起如嚼橄欖，越嚼越甘。

## 四、《農政全書》作者是傑出的近代科學先驅者徐光啓（公元 1562 — 1733）

《農政全書》是徐氏農業科學著述的一部，但也是他一生中最主要的一部代表作。全書六十卷，七十多萬字全書計分六十卷，十二目。

《農政全書》在作者幾十年之中，不斷地搜集資料，整理研究，除了注意歷史文獻資料之外，也重視調查訪問，生產實務和試驗研究工作，本書在我國，是一份極為珍貴的農學遺產。

五、其它如《王禎農書》、《甘薯疏》、《吉貝疏》（徐光啓）、《務本新書》（宋·作者不詳、《知本提綱》（楊峰）、《授時通考》（清·包世臣）、《農言著實》（清·楊秀沅）等，難以一一列舉。

所以我國在將近四千年的有文字可考的歷史，是世界上著名農業古國，對世界文明作了不少貢獻，歷代有關農業生產知識的書籍，大大小小數以千計，留下了相當豐富的農業遺產。

縱觀我國農業中的果樹，在夏、商、周三朝早已有栽種的文字紀錄，歷經春秋、戰國、秦、漢……時代，農業的著作，更加雨後春筍，司馬遷謂：「安邑千樹棗，淮北滎南河濟之間千樹梨，燕秦千樹栗，蜀漢江陵千樹橘，其人皆與千戶侯等。」關於果樹栽培的專著，如《橘錄》（宋·韓彥直）、《荔枝譜》（宋·蔡襄）、《本草綱目》中的柰（明·李時珍），唐、宋時代的果園，其大者有萬株以上的荔枝園，這一切的一切都可證明我國的農業歷史，比西方早兩千餘年，直到清末民初近百年來，以國事痼瘡，民不聊生，技術滯固不進，我們卻反瞠乎其後了。

本社有鑒於此，特編譯各種農業系列叢書，以為發展「精緻農業」的號召，有所助益；台灣雖處於低緯度的地區，但有完整緯度氣候條件的高山，所以我們今日台灣，由於有寒帶、溫帶的高山、丘陵，也有熱帶、副熱帶的平原、盆地，因此，苟能「地盡其利」，發展農業生產，前途實未可限量。

《溫室管理》一書（GREENHOUSE MANAGEMENT），原作者係美國名教授 J.J.Hanan（哈南），W.D.Holley（霍利），K.L.Goldsberry（戈德斯貝里）等合著，由我旅美園藝專家陳寶玉女士所翻譯，書中全面介紹現代化溫室技術發展的基礎理論和管理。全書共分十二章，除十一、十二章商業管理未譯外，前面十章均全文譯出。

書中對影響溫室環境的光照、溫度、土壤營養、二養碳、病虫害防治、生長調節劑及溫度結構等，均作了有系統的闡述—這對我們尚在起步「農業溫室工業」的發展，相信可以找到許多答案，這是本社衷心的祈求與願望！

本社編輯部謹識



# 序

近二十年來，溫室管理和技術的變化是空前的。例如光周期控制、噴霧繁殖法、溫室降溫、砧木清潔程序、CO<sub>2</sub>施肥等等，這一切已經全部成為當代溫室的常規操作方法。新市場和新生產中心不斷出現，公衆態度有所轉變以及認為溫室生產不僅是作物栽培，而且是一種企業管理，這一切使得這種農業實作活動成爲一種富有挑戰性，而且又是有收益的行業。

許多年來，溫室種植者、管理者以及爲從事這一行業正在受訓的學生們還一直沒有一本有現代化內容的教科書。我們的目標就是要把已出版和尚未出版的著作彙編成這本書，提供一個標界，以便我們可以從這裏繼續向前進。

直到動筆寫一本教科書的過程開始，人們才充分認識到我們已經走了多遠以及我們需要向何處去。正是懷着某種程度的傷感情緒，我們意識到，作爲表現目前的技術水準，本書的壽命不會很長。

我們料想這本書讀起來並不容易，因爲新名詞、新技術、新方法的理解掌握並不總是很容易的。我們曾力圖按照溫室的實際來開展科技課題，以便提供這一方面的根本原理。如果我們未能實現滿足大多數讀者的要求這一目標，我們接受大家的責備。毫無疑問，會有人指責我們在有些地方太膚淺，而在另一些地方又太深奧，這是人們無可奈何地必須忍受的。

美國讀者將會發現，我們已經試着儘可能採用公制單位。在有些情況下，局限性迫使我們採用英制單位，因此，本書看來可能會成爲度量衡單位的大雜燴。也許，這個問題有助於促使美國溫室企業加速採用公制單位。

在談到感謝時，我們認爲，首先應感謝的是以要我們三個人編寫這本書的方式來支持我們（科羅拉多州立大學）的行業。特別是科羅拉多花卉種植者協會與科羅拉多州立大學保持相互支援的關係。這種關係在世界上可能是無可比擬的。如果沒有他們經常的關注和幫助，我們的工作就不會達到現在這種水平。由於他們富有創新精神的領導建立了這種協作的方式，近年來，科羅拉多玫瑰委員會和科羅拉多花壇和盆栽植物協會也加入了他們的行列。如果沒有別的解說，他們經常有說服力的，有時甚至令人爲難的問題的處理，使博學多才的教授們也拜倒在地。（以下致謝略）

作者 于柯林斯堡 1978. 1.

# 目 錄

第一章 引言	1
第一節 溫室企劃	1
第二節 對溫室企業的挑戰	14
第二章 光	17
第一節 原理	17
第二節 太陽能	19
第三節 補充光照	24
第四節 輻射對植物生長的影響	32
第五節 晝長的控制	44
第六節 輻射的測定	53
第三章 溫室建築	56
第一節 發展簡史	56
第二節 溫室的規劃	58
第三節 建築標準	71
第四節 結構材料與建築方法	78
第五節 溫室覆蓋物	91
第六節 溫室設計	115
第七節 溫室結構的險情	121
第八節 建築費用	132
第四章 溫度	135
第一節 引言	135
第二節 溫度與生長	140
第三節 溫室溫度的調節	157
第四節 溫室降溫	194
第五節 溫度的感應和調節	217
第六節 溫度與溫室生產的相互關係	230
第五章 水	233
第一節 引言	233
第二節 術語	233

第三節	水分虧缺的影響	236
第四節	水分需求的調節	239
第五節	水分供應的控制	249
第六章	土壤與土壤混合物	273
第一節	引言	273
第二節	原理	276
第三節	土壤改良	285
第四節	惰性介質	296
第五節	土壤管理	298
第七章	營養	302
第一節	引言	302
第二節	影響營養的因素	306
第三節	營養控制	316
第八章	二氧化碳與污染	348
第一節	二氧化碳	348
第二節	污染	359
第九章	病蟲防治	379
第一節	引言	379
第二節	溫室氣候	379
第三節	主要病害與蟲害	380
第四節	病蟲害防治	408
第十章	生長調節化合物	452
第一節	引言	452
第二節	鑒別藥劑種類	452
第三節	其他特殊用途的化合物	470
第四節	化合物影響代謝作用	479
第五節	概要	480
附錄一	符號說明	482
附錄二	名詞解釋	486
參考文獻		501

# 第一章 引言

## 第一節 溫室企劃

多樣性是溫室企業的特點。它在規模、結構、作物栽培、利用方法和時機方面都有很多變化。這種多樣性是一種力量，但也許是最大的弱點。

溫室是克服多變氣候的一種手段。然而溫室又直接受到氣候、地勢、文明世界對於溫室的技術狀況及其歷史的影響。

當人們管理溫室時，其表現和操作總會反映出人的技能水準的高低。儘管人們已作了種種努力，但溫室的經營管理是不能脫離社會和政治條件的操縱與管理而獨立存在的。

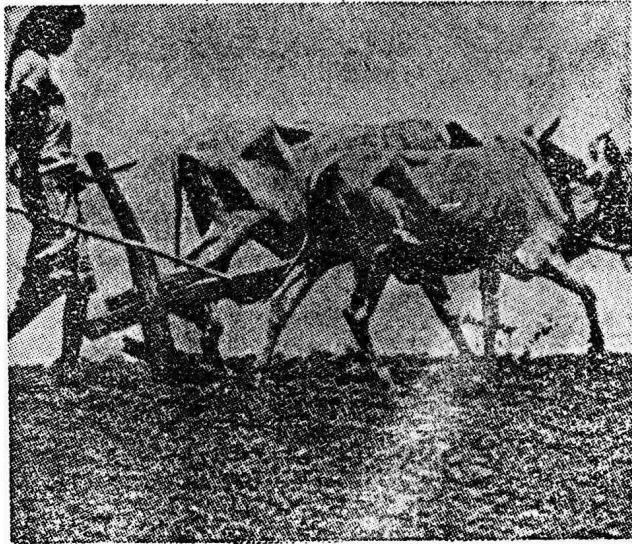


圖 1-1 落後的技術滿足不了富有生命力的溫室的要求。由於收入水準低，缺少受過先進技術訓練的人員，無法提出對溫室產品的要求及滿足其要求的能力〔西貝爾 (Sebell), 1976〕。

## 2 溫室管理

在歷史上，我們的專業學校和專業教學方法一直是傾向於強調溫室作物的生長和產量，避而不談人的因素和它們之間的相互關係。

不管問題在本書中如何提出，但擺在人們面前却有好幾個途徑可供選擇。選擇什麼途徑取決於每個人、他的需要和願望以及他能利用的機會。

可以想像，至今仍以公牛為原動力的地區（圖 1-1），其溫室企業沒有條件採用圖 1-2 所示的技術先進社會裏溫室企業的設備。

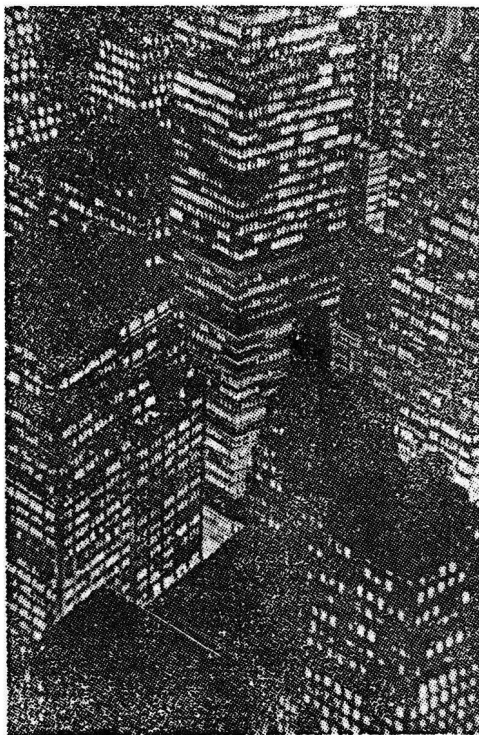


圖 1-2 現代化溫室需要本圖所示的現代化大城市具有的高超技術。

### 一、【一般性特點】

儘管溫室具有多樣性，但在人們還是可以得出一般性結論：

1. 正如本書所述，溫室通常只有所謂的「發達的」國家才有。隨着生活

水準的提高，先進技術使人們有可能對觀賞植物和食品提出要求及滿足這一要求的手段。

2. 大多數發達的國家所處地區的氣候，影響或使人們減少對週年生產的選擇機會，因此，這些地區的溫室比例可能最大。

3. 從歷史上來看，在下列情況下，溫室就得到發展：長途運輸受到限制；需要通過管轄的邊界；出於政治考慮，限制商品自由流通；在運輸過程中，不能保持所需商品的鮮味及延長其短暫的壽命來滿足人們的需要。

4. 溫室生產是代表農業生長中最集約的方法。使用的結構費用高昂，所需勞力多；但另一方面，管理得當，收益也相當多。在某種情況下，溫室栽培所獲盈利可能相當於高度發展的工業製造的盈利。

5. 溫室對能源需要很大，是礦物燃料能量的最大消耗者。建築和操作（例如作物栽培等）對能源的利用率是非常敏感的。

6. 可以認為，大多數個體溫室都是小型企業。

7. 整個溫室企業是世界範圍內農業生產活動中很小一部分——不論從耕地總面積還是總收入來看，都如此。然而，在國家對國家的基礎上，溫室企業在某一國家的國民經濟中可能是一個重要的因素。

## 二、【溫室企業的規模】

表 1-1 是全世界溫室生產總面積的估計。這些都是非常粗略的估計數，因為其中不包括澳大利亞等國家在內。

溫室企業處在不斷變化的狀態之中，有時很難在溫室和簡易保護設施之間劃一條界綫。

例如，如果包括日本塑料小棚的蔬菜生產，那就至少還要增加 10,000 公頃面積。表中列舉的意大利大部分面積可能包括微型結構，其中大多是用來防雨的。

在以色列、南美洲、中美洲以及美國的部分地區，都可以看到類似的微型結構（圖 1-3）。有了良好的運輸條件，作物就可以從氣候適宜的地區運到一般認為是可以進行溫室生產的地區。

例如，將產品從哥倫比亞、哥斯達黎加、肯尼亞和以色列運至英國、西德、斯堪的那維亞國家和美國。北方溫室的生產能力及其產品可以直接受到進口限制、現有的運輸能力和運費的影響。

從表 1-1 中注意到，溫室生產的總面積估計不到 44,000 公頃。根據克勞斯（Krause, 1976）的意見，荷蘭大田菜地面積將近佔 41,200 公頃，而

表 1-1 世界上的溫室面積 (公頃)

國 家	蔬菜和 水果	觀賞 植物	總 數	參 考
荷 蘭	4680	2850	7530	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
比利時	1700	400	2100	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
西 德	1200	2300	3496	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
聯合王國	1620	500	2120	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
英吉利海峽群島	450	50	500	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
愛爾蘭	180	20	200	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
斯堪的那維亞	600	900	1500	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
法國(主要北部)	400	400	800	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
保加利亞	950	50	1000	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
羅馬尼亞	?	?	+1200	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
匈牙利	300	?	300	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
波蘭	600	100	700	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
東德	?	?	1200	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
捷克斯洛伐克	?	?	750	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
蘇聯	?	?	4200	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
法國(主要南部)	500	—	500	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
西班牙	1800(?)	—	1800(?)	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
加那利群島	400	25	425	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
意大利	5000	700	5700	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
希臘和克里特島	1500	—	1500	雅各布斯和邁亞德 (Jacobs和Meyaard1975)
南斯拉夫	120	—	120	
阿爾及利亞	300	—	300	
摩洛哥	60	—	60	
以色列	50	120	170	
美 國	230	1851	2081	達爾林普爾 (Dalrymple 1973)
美 國	—	1964	1964	福薩姆 (Fossum 1973)
加拿大	?	?	299	達爾林普爾 (1973)
土耳其	?	?	2000	達爾林普爾 (1973)
日 本	349	243	590	達爾林普爾 (1973)
(只統計玻璃溫室) (只統計玻璃溫室)				

總 計 22689 10509 43143

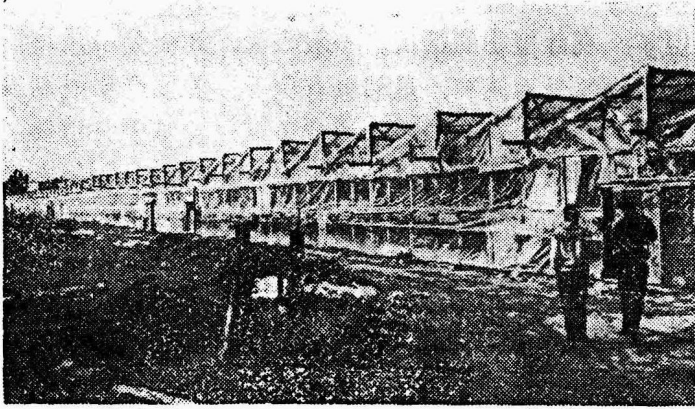


圖 1-3 溫暖氣候地區廉價的溫室結構，大多用於防雨。

各種類型溫室生產總面積僅為 7,530 公頃。這一對比是不公平的，因為溫室單位面積的投資和收益遠遠超過大田生長的作物的投資和收益。

另外，荷蘭溫室在該國國民經濟中所起的關鍵作用比美國要大得多。與 1970 年為加工和鮮食市場種植的蔬菜面積為 140 萬公頃相比，美國的溫室總面積估計為 2,081 公頃（美國農業部，1972a, b）。

歐洲溫室大多數生產蔬菜，反映出這個地區不利於鮮食蔬菜生產的氣候條件；至少直到第二次世界大戰以後，有許多對產品流通的限制和管轄邊界。

另外，美國氣候廣泛多樣性使之有可能在戶外全年生產各種蔬菜，再加上高效率 and 費用低的運輸系統，這一切就形成了溫室蔬菜生產的經濟形勢的分界綫。

達爾林普爾（Dalrymple, 1973）援引了貝利（Bailey）在 1891 年的話說，冬季蕃茄以每磅 40—80 美分的價格出售，總是暢銷的。

貝利說的價格範圍一般高於美國超級市場鮮食蕃茄的現有價格。由於歐洲共同市場採取比較開放的貿易政策，有迹象說明，將出現從蔬菜生產轉為觀賞植物生產的明顯變化。

最近一期種植者雜誌上的文章（未署名，1976）預言，1976 年荷蘭將會有 300 多戶花卉種植者。

某些作物，由於重量限制不能遠距離運輸，因此，它們無法同氣候較好



地區的作物進行競爭。這就是盆栽植物和花壇植物，尤其是近兩年來觀葉植物的情況。

一般來說，800公里是運輸已長成的帶土植物的最遠距離，雖然也有例外。美國嚴格限制進口帶土植物，因此，外國對盆栽植物的競爭可能就不十分重要了。

在美國近兩年間，觀葉植物的生產已有空前迅速的發展。阿爾維·沃伊特在1976年3月提出的資料表明，在1970—1975年間，觀葉植物的批發值增長了676%。

在1974—1975年間，增長了7,300多萬美元。1976年觀葉植物的批發值可能超過其它各種主要觀賞植物批發值的總和，或者約佔市場53%。

說明這種變化的兩個理由可能是：美國在城市化和住房方面接近歐洲；出於娛樂和審美的目的，這一代人對於植物的興趣愈來愈大。

生活水準和氣候對花卉消費的影響參看表1-2。個人消費額最高的國家（瑞士、德國、荷蘭和瑞典）是以其相當穩定和不斷發展的經濟稱著於世的。

美國的名次雖相當前，但是，正如沃伊特所表示的，它的個人支出額所佔的比例仍然很小（1974，參看表1-3）。1973年溫室和有關產品的個人消費量不到個人消費總量的0.25%。

隨着溫室企業的蓬勃發展，擴大市場的潛力很大，這將有利於溫室蔬菜的生產，因為食品充足，溫室蔬菜的銷售量一般不可能顯著增長，除非個別人錢多，可隨意購買。

表 1-2 花卉和家庭栽培植物的每人消費量  
〔希爾凱馬 (Hylkema), 1976〕

瑞 士	32.20 美元
西 德	28.15 美元
荷 蘭	23.15 美元
瑞 典	19.25 美元
美 國	9.77 美元 福薩姆 (Fossum, 1973)
法 國	9.75 美元
意 大 利	8.75 美元
聯 合 王 國	4.65 美元