

溫室標準圖集及其選用原則

黃裕益

國立中興大學生物產業機電工程學系 教授

一、前言

國內開始應用溫室設施進行作物栽培約歷經20多年，初期以學校及公家研究單位為主，發展至今於國內農業設施當中，已成為設置面積最大之農業設施種類，利用溫室栽培作物除花卉、蔬菜及果樹等園藝作物外，如中草藥等高經濟價值之農藝作物也逐漸採用溫室進行栽培。其中設置面積較大者，以蝴蝶蘭及育苗業者為主，而近來更因生物科技園區的建立，及農民為安定生產、提高產品品質及調節產期等因素，溫室的設置面積有更增加的現象。然目前溫室型式種類甚多，栽培業者在建設之初即面臨資訊收集與選擇溫室型式的困難點，另外目前國內對於溫室等農業建築物結構設計之要求，著重於強調結構安全性，因此溫室設計比照一般建築物之規範，溫室建造時也受到建築法規之限制，必要建築師之設計及簽章，業主須承擔建築師之設計及簽章費用，導致設備成本的增加。而在國外，如荷蘭、美國、瑞典及日本等農業先進國家，早已針對溫室等農業生產設施，制定較寬鬆的設計規範，以降低生產成本提昇農產品競爭力。相對之下，國內雖已有多家溫室廠商發展出多樣規格化溫室產品，但溫室栽培業者，則仍須負擔較高的生產成本，不利於加入WTO後農產品競爭力之提昇。而於92年新通過農業發展條例，於所增訂第八條之一中，明列對於農民需求較多且可提高農業經營附加價值之農業設施，主管機關得訂定農業設施標準圖樣。採用該標準圖樣於農業用地施設者，得免由建築師設計監造或營造廠承建。

在目前國內尚無溫室設計規範的情況下，行政院農委會農糧署基於上述增訂農發條例之原則，為降低栽培業者之設備成本，先行委託中興大學生物產業機電工程學系，蒐集國外農業先進國家溫室建築規範及相關申請溫室建築法規，並參酌國內溫室結構之需求及建築法令之規範，規劃適於台灣地區使用之溫室安全建築準則。並針對國內溫室廠商所研發之規格化溫室型式中，擬定溫室標準圖製作流程，邀集官、學等專家學者成立徵選小組，於召開業者座談會公開徵圖後，遴選通用性之規格化溫室數種，製作溫室標準圖樣；並規劃申請溫室建築之標準流程之可行性方案，以作為政府機關制定相關法令之初始依據，爭取建造溫室設施得以免除建築師之設計及簽章。其後，再委託中

華民國建築師公會全國聯合會製作六種農業溫室標準圖樣及其結構計算書、工程會製圖等，於96.12.21農糧字第0961062406號令訂定，並於行政院農委會農糧署→農糧資訊業務→農業機械及自動化之網站公佈 (http://www.afa.gov.tw/peasant_index.asp?CatID=1077)，提供溫室栽培業者選用。

二、溫室標準圖集簡介

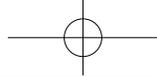
溫室有為一具特定機能的建築物，以栽培植物為目的，故構造上必須能夠提供植物適宜的生育環境，提供生產性高、作業舒適的環境，要求安全性、耐久性高及經濟為主要條件。上述條件中，必須以提供植物適宜的生育環境為第一優先，生育環境中則以日照為最基本要求。為不妨害植物生育不可欠缺的日照，在結構安全的前提下，溫室採用斷面較細的構件組成，以柱、橫樑、及屋頂主樑為骨架模組，依建造規模將骨架模組往四周延伸後，再利用脊樑、緣、斜撐等構件連結並增強結構，屋頂面及四周壁面外側再覆蓋玻璃或塑膠布等透光性材料而構成的模組化建築物。基於採光性、通風性、作業管理或降低成本等不同構思，目前發展出的溫室種類型態甚多，其中如鉸管塑膠布溫室，因鉸管直接插入地面下不具固定基礎，屬於臨時設施建造時不須申請建照；另Venlo型溫室、大跨距山形溫室、加強型鉸管溫室等，為柱下方具有固定基礎的溫室，依據建築法規建造時須建築師簽證並申請建築執照。標準圖集中對所使用的此類溫室編予型號，先就其屋頂之幾何形狀，分成下列W、V、U、S等系列型態：

W系列：Venlo型溫室，柱間具2~3個屋頂單位，採用較細構材採光良好，簷高較高減少夏季的高溫障害。環境穩定有良好的作業性，適合大規模栽培。

V系列：大跨距山形溫室，屋頂左右對稱，受光量均一通氣性良好，單棟溫室常採用。

U系列：圓屋頂溫室，屋頂構材由鉸管組成，如加強型鉸管溫室具鉸管塑膠布溫室的簡便性，結構性加強造價便宜，為目前國內較常使用的形式。

S系列：單斜頂屋頂溫室，僅具單面之屋



頂，另面為開放之通風口，利用煙突效應，充分發揮自然通風性能。
一般溫室構造的樑，以水平樑為主要形式，另有利用力霸樑取代，或於樑柱間加裝斜撐，以加強結構者分別以T、B表示。

T：力霸樑

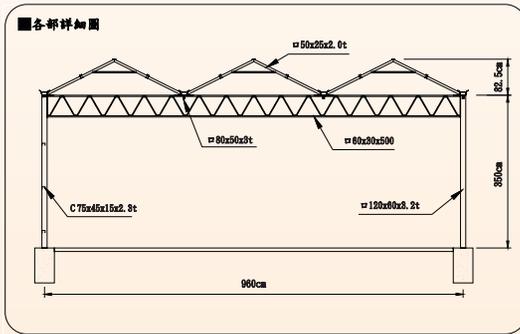
B：樑柱斜撐

最後，依據溫室外表被覆材料的材質，分別以G、C、B表示。

G：玻璃

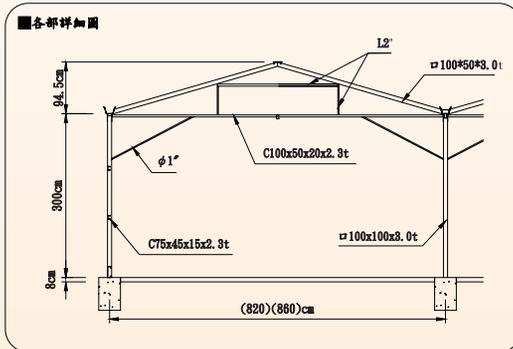
C：硬質塑膠，包括PET、FETE等

P：塑膠布，包括EVA、PE、PEP、PO及其他機能性軟質塑膠布等依據上述之編碼，所示之型號如WTG-960，代表Venlo型力霸樑玻璃溫室，柱間跨距為960 cm。依上述編號原則，標準圖集共包括六種型式之農業溫室，其骨架模組斷面詳細圖分別如下。



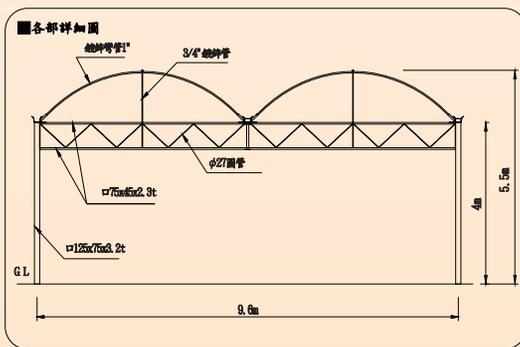
WTG

跨距	6.4m、9.6m
連棟	多連棟
支柱間距離	4.0m
柱高	3.5m
主骨材	主柱：□120x60x3.2t 副柱：□60x60x2.3t 力霸樑：上下樑□60x30x2.0t，斜撐φ5/8" 脊樑：□60x60x2.0t 屋面樑、側樑：C75x45x15x2.3t 人字撐：□50x25x2.0t
斜撐	屋頂・壁面：φ11mm
被覆材	5mm 透明玻璃
抗風級數	13 級風



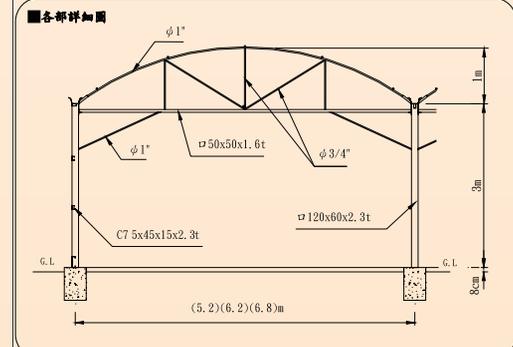
VBP

跨距	8.2m
連棟	多連棟
支柱間距離	4.0m
柱高	3.0m
主骨材	主柱：□100x100x3.0t 副柱：□60x60x2.0t 脊樑：C100x50x2.3t 簷樑：□80x60x3.0t 屋面樑、側樑：C75x45x20x2.3t 人字撐：C100x50x2.3t
斜撐	屋頂・壁面：φ11mm
被覆材	PE、PO、PVC、EVA 等軟質塑膠布及 PET 等硬質板
抗風級數	15 級風



UTP

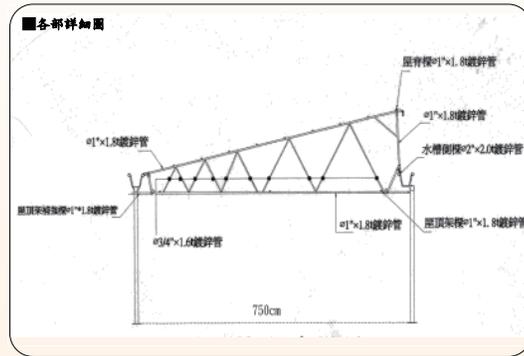
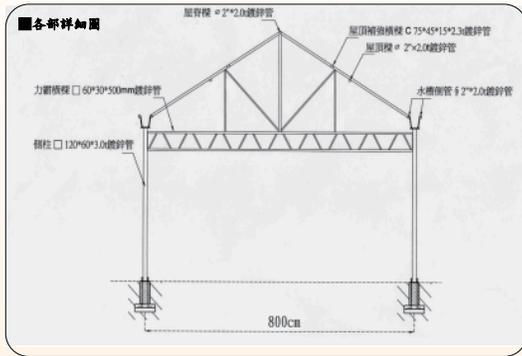
跨距	9.6m、10.4m、11.4m
連棟	多連棟
支柱間距離	4.0m
柱高	4.0m
主骨材	主柱：□125x75x3.2t 副柱：□50x50x1.6t 力霸樑：上下樑□75x45x2.3t，斜撐φ27mm 脊樑、側樑、簷樑：C75x45x15x2.3t 屋面桁管：φ3/4" 屋面弧管：φ1" 弧管支撐管：φ3/4"
風拉桿	壁面：φ12mm
被覆材	PE、PO、PVC、EVA 等軟質塑膠布
抗風級數	11 級風



VBP

跨距	5.2m、6.2m、6.8m
連棟	多連棟
支柱間距離	4.0m
柱高	3.0m
主骨材	主柱：□120x60x3.2t 副柱：□60x60x2.3t 簷樑：□80x40x3.0t 側樑：C75x45x15x2.3t 正面樑：□60x60x2.3t 屋面桁管：φ5/4" x1.5t 屋頂弧管：φ1" x1.8t 弧管支撐管：φ3/4"
風拉桿	壁面：φ9mm，屋頂：φ3/4"
被覆材	PE、PO、PVC、EVA 等軟質塑膠布及 PET 等硬質板
抗風級數	14 級風





■ VTP

跨距	8.0m
連棟	多連棟
支柱間距離	4.0m
柱高	4.0m
主骨材	主柱：□120x60x3.0t
	副柱：□60x60x2.0t
	脊樑：φ2" x2.0t
	屋面樑、側樑：C75x45x20x2.3t
	力霸樑：上下樑□60x30x500mm
被覆材	EVA、PE、PVC、PO 等軟質塑膠布及 PET 等硬質板
抗風級數	11 級

■ SP

跨距	7.5m
連棟	多連棟
支柱間距離	4.0m
柱高	3.0m
主骨材	柱：φ3" x2.3t
	副柱：φ3" x2.3t
	脊樑：φ1" x1.8t
	屋面桁樑：φ3/4" x1.6t
	側樑：φ2" x2.0t
被覆材	PE、PO、PVC、EVA 等軟質塑膠布
抗風級數	11 級

三、標準溫室選用原則

溫室為以栽培植物為目的之建築物，必須應所要目的詳細加以計畫及選用。溫室的構造以能夠提供植物適宜的環境，提供生產性高、作業舒適的環境，安全性、耐久性高及經濟為主要條件。選擇使用溫室時，考慮之基本項目為結構、被覆材料、環境需求與建造成本等。可考慮下列之因素選用溫室之種類及跨距，以決定業者所需之規模大小及工程預算。

(1) 決定適合建地大小之跨距方向尺寸

首先確認建地可建築多少大小之溫室，因基礎及側面收納工程之必要空間，溫室建築物以退縮建築基地邊界約1公尺為原則。如有停車，或加溫機等其他設備配置時，也須考慮其所需要之必要預留空間。

(2) 因溫室之所在地，檢討溫室所必須之耐風強度

各級風最大風速及其相對應之風壓力

級風	最大風速(m/sec2)	最大風壓力(N/m2)
8級	20.7	240
9級	24.4	357.216
10級	28.4	483.936
11級	32.6	637.656
12級	36.9	816.966
13級	41.4	1028.376
14級	46.1	1275.126
15級	50.9	1554.486

中央氣象局所屬台中、梧棲、嘉義及阿里山觀測站所測得近十年(1994~2002)最大風速

地點	最大風速m/s(瞬間)	最大風速m/s(十分鐘平均)	當時風向	出現日期	颱風登陸地點	颱風名稱
台中	35.8		ENE	1986.08.22	中部	韋恩
嘉義	42.7		ENE	1986.08.22	中部	韋恩
阿里山	31.5	10.4	WNN	1994.08.08	東部	道格
嘉義	27.8	16.5	WNW	1996.07.31	北部	賀伯
台中	27.8	10.6	ENE	2000.11.01	東部沿岸	象神
梧棲	43.3	23.4	ENE	2000.11.01	東部沿岸	象神

(3) 檢討適用的溫室被覆材料

確認可使用被覆材料的種類、使用年限，及透過光質之特性是否滿足栽培作物之需求或對作物有形成生育不良的現象(如使用紫外線隔離的塑膠布造成茄子著色惡化)。

○溫室種類適用之被覆材料例

溫室系列	溫室種類	適用被覆材料			
		PE塑膠布	PO塑膠布	硬質板	玻璃
W (Venlo型)	WTG	○	○	○	○
	V (山型屋頂)	○	○	○	○
	VBP	○	○	○	○
	UBP	○	○	○	○
	UTP	○	○	○	○
S (單斜背)	SP	○	○	○	○
標準耐用年限(年)		1~3	2~5	10~15	15~20



(4) 考慮諸條件，選擇單棟溫室，或2連棟、3連棟…型式之溫室

單棟或多連棟之溫室，其建造價格有所差別，且其機能、作業性及內部所形成之環境也有不同，因考慮溫室所在地之氣候、環境方式、栽培規模及栽培內容，選擇最適之型式。



(5) 因作物特徵及其栽培管理方法，檢討所需要溫室之跨距與柱高

○跨距之設計方面

- (1) 栽培床之寬度？
- (2) 一棟有多少栽培床（畦數）？通路寬度？

○柱高之設計方面

- (1) 栽培作物？
柱高低之作物（1.6~2.0m）：如草莓、葉菜、栽培床栽培之盆栽柱高普通作物（2.0~2.4m）：如康乃馨、菊花、番茄；小黃瓜等柱高高之作物（2.4~2.7m）：如玫瑰、觀業作物等
- (2) 栽培作物之育成高度？
- (3) 果菜類作物，有否誘引裝置？
- (4) 溫室內有否保溫簾幕、遮陰網、自走式灌溉設備等？
- (5) 是否要求作業舒適性（加高）？

○例：番茄土耕栽培溫室柱距、柱高的選擇

*栽培條件與環境

番茄栽培的有效高度：170cm

栽培床寬度：120cm 列數：4列

通道寬度：60cm

誘引裝置：有

保溫簾幕：1層

*跨距之決定：栽培床寬度×列數+通道寬度×（栽培床+1）

$120 \times 4 + 60 \times (4 + 1) = 780\text{cm}$

→跨距：8.0 m

*柱高的決定

番茄栽培有效高度：170cm

誘引裝置架設高度（番茄栽培有效高度+10cm）：180cm

保溫簾幕架設高度（誘引裝置架設高度+20cm）：220cm

柱高：保溫簾幕架設高度+30cm-（地面上基礎部10cm）：240cm

→柱高：2.4 m

於圖集中溫室型號V系列、W系列、U系列及S系列等溫室型態，分別繪製其標準圖樣，包括立面圖、剖面圖、屋頂平面配置圖及基礎平面圖等，詳細如網站公佈之標準圖樣例。於本研究對所選擇之型號溫室分別進行結構應力分析，其結果係僅針對單棟溫室，即單一跨距之結構耐風計算。而一般溫室設計程序上，依據前列之溫室選用原則決定溫室跨距後，再依據所要建造之基地面積決定溫室連棟數目，隨著連棟數的增加，根據前人研究可知，在結構上將能負荷較大之風力，耐風強度也隨之增加。故於圖集例中，對各型號溫室所列之圖樣範例雖以多連棟之型式繪製，而於實際決定溫室跨距及連棟數目後，繪製圖樣時可依圖集之範例，以單棟溫室之主架構模組為標準圖樣延伸為所建設規模之溫室長度與棟數，繪製各式所需的圖面。

另外於圖集範例中，僅繪製型號溫室的結構體部分，在溫室所需要的環境控制裝置，如外遮陰網、水牆、風扇或外壁塑膠布捲簾設備等架構於結構體之裝置，因為業者栽培不同作物需求或經濟考衡等因素而不同，於圖集範例中並未繪製特定之環控裝置。而一般此類環境控制裝置架設於結構體上，將增加結構體之載重，雖可能導致溫室結構體的抗風強度減弱，由於結構分析已採取之安全係數考量，其相對造成之影響可屬於安全考量之範圍內，栽培業者應用時可於選擇環控設備後在圖面上直接繪製。

