

美国温室制造业协会

温 室 设 计 标 准

周长吉 程勤阳 译

杨秀生 校

中 国 农 业 出 版 社

美国温室制造业协会
温 室 设 计 标 准

周长吉 程勤阳 译

杨秀生 校

* * *

责任编辑 舒 薇

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路 2 号 100026)

新华书店北京发行所发行 北京市密云县印刷厂印刷

787mm×1092mm16 开本 5.5 印张 120 千字

1998 年 11 月第 1 版 1998 年 11 月北京第 1 次印刷

印数 1~1000 册 定价 25.00 元

ISBN 7-109-05522-1/S·3534

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

译 者 的 话

我国温室业在经过 80 年代初的引进、消化吸收后,又迎来了 90 年代的第二个引进和发展高潮。我国民族温室工业在立足未稳的条件下,就融入了国际大市场的行列。面对世界纷繁的温室形式和日新月异的技术更新,积极学习和吸收各国精华,去粗取精,去伪存真,建立和发展我国温室民族工业,迎接国际竞争的挑战,使之在世界温室行业中占据一席之地,服务于中国设施农业,是我国每个温室生产厂家和温室科研人员的义务和责任。为此,我们将美国温室制造业协会有关温室设计标准和条例翻译介绍给从事温室行业的研究和技术工作人员,希望对我国未来的温室设计和管理有所帮助。通过这一标准的翻译出版,我们也殷切地希望我国自己的温室设计规范或标准能早日出台,以便及早规范我国的温室市场。

National Greenhouse Manufacturers Association (NGMA) 是从事温室制造的厂商自发组织的一个专业性协会。为了区别于学术组织,本译文参照我国民间组织的一些通用称谓,将之初步译为“美国温室制造业协会”。该译法未经 NGMA 认可。

本标准原有 9 部分,其中 3 部分正在修订。它们分别为《遮荫保温幕》、《温室环境控制》和《加热系统》。由于修订期间旧版本停止发行,因此没有包括在此译本中。待 NGMA 定稿后我们将及时加入。

本标准由受 NGMA 委托的不同领域的专业小组分别制定,其中使用的章节序列符号各不相同。为了方便读者,译文在题序、图表的编排等方面进行了统一的技术处理。

标准原文全部采用英制单位,在校译过程中,正文的英制单位全部换算成了国际单位,对图表和一些公式中的英制单位由于换算比较困难,仍保留原英制单位,为了方便读者,对需要换算的单位译者均加注了“译者注”。此外,对原文中的方程和公式,在翻译过程中尽量采用标准的书写格式。如《温室通风降温设计标准》中的参数便由原文中类似^FElev 的写法改为常见的 F_{Elev}一类的表达。原文中的一些明显的编辑印刷错误,如《温室结构通风降温设计标准》中光照因子方程中应为 5000 而被误写为 5.000 的系数,也在译文中得到了更正。

本标准中的《温室结构设计荷载标准》、《温室结构热损失标准》和《温室通风降温设计标准》由周长吉翻译,《温室电器设计的若干考虑》、《温室透光覆盖材料性能检验标准》和《温室防虫网及其安装的若干考虑》由程勤阳翻译,全文由美国康涅狄克大学副教授杨秀生博士校对,最后由周长吉整理定稿。由于时间仓促,再加上译者水平有限,在翻译和校对过程中难免有理解不透的地方,甚至误译或错翻,谨请广大读者批评指正。对文中任何错误或不清楚的地方,请直接与译者联系。

感谢美国温室制造业协会主席 Melanie Hughes 女士同意并授权将这套温室标准翻译推荐到中国。在翻译和出版过程中,农业部规划设计研究院设施农业研究所提供了许多物

质和技术上的帮助，在此译者深表谢意。译者相信，这套标准的出版将极大地受益于中国的温室同行们。

周长吉

1998年9月

前 言

美国温室制造业协会 (NGMA), 是由美国的主要温室制造业者自愿组成的团体。NGMA 的宗旨不但在于提高会员的自身利益, 同时也在于促进整个温室种植业的发展。在当今的商品社会里, 温室生产者与使用者之间的这种相互促进、共同发展的关系可以说是非常独特的。

30 多年来, NGMA 的会员在开发应用新型结构构件、材料和系统方面一直处于领先地位。他们已经开发或促使开发了新型的透光材料、加热和降温设备及环境控制系统等。

NGMA 一直致力于满足种植业日益增长和不断变化的技术需求。现在普遍采用的温室建造标准的许多要点都是 NGMA 的会员因这些需求而创立的。NGMA 的会员们把解决当前影响种植业的关键问题作为自己的首要任务。

在健康的市场机制下, NGMA 的会员们都是强有力的竞争者。但他们都明白建立一套权威的温室建造标准是自身发展和市场培育的共同利益所在。在这个问题上会员们通力合作, 为温室生产和使用双方的长久发展奠定了一个坚实的基础。

这些标准是 NGMA 的会员们经过平等磋商而制定的, 代表了温室建造质量和环境控制设计方面的推荐标准。诚然, 一个企业是否加入 NGMA 并在设计和生产中遵守 NGMA 制定的这些标准是完全自愿的。大家相信这些标准的自愿采用可以促使温室质量的提高。

《BOCA 国家建筑标准, 1993》的版权属于国际建筑与标准管理官员公司 (Building Officials and Code Administrators International, Inc., Country Club Hills, Illinois, USA)。本标准在关于雪载的章节中引用 BOCA 标准的有关内容和图形均加以标注并获得授权。NGMA 保留全部版权。

NGMA 标准的发展简史

NGMA 于 1968 年 10 月 5 日制定了第一个有关温室结构的标准。7 年后,1975 年 12 月 12 日,又在第一个标准的基础上制定了修订本。这些较早的标准都比较简单,只是定义了一些在全国范围内温室结构设计的荷载。这些标准中规定的荷载值和设计要求主要基于过去 50 年中上千栋温室成功建造的历史及其在温室制造和建筑中积累的经验,并兼顾了温室结构的特点。

在 1975 年版的修订本制定之后,NGMA 曾试图将其收入一些公认的建筑标准中。不过,后来发现一些具体指标在这些标准中经常发生变动。因此,NGMA 把这份标准提交给美国国家标准署(ANSI),希望将其收入该署主持制定的国家建筑标准 ANSI A58.1《建筑物最小设计荷载要求》。1982 年 3 月 10 日,NGMA 温室标准中的大部分条款或作为正文或作为附录被收入到 ANSI A58.1 的草案中。

通过在改进温室设计和建造并使之更加规范化方面的不断努力,NGMA 形成了现在这份结构荷载标准。本标准基本上源于正在审议中的 ANSI 国家建筑标准,采用了与之相同的符号,并沿用了其中大量条款。不过,所有与温室类结构无关的条款都被删除了。另外,有些章节在保持该国家标准的基本思路的基础上作了一些修改和简化。1996 年,本标准中关于雪载的章节改为沿用 1993 年 BOCA 国家建筑标准的符号和条款。

NGMA 希望采用本标准会使得温室的设计和建造更加规范和安全。

目 录

译者的话

前言

NGMA 标准的发展简史

温室结构设计荷载标准	1
1 总论	3
2 荷载组合	4
3 恒载	5
4 活载	5
5 风载	6
6 雪载	12
条文说明	19
温室通风降温设计标准	27
1 内容与范围	29
2 术语	29
3 夏季机械通风与降温	29
4 冬季机械通风	33
5 空气循环	35
6 自动控制与运行	35
7 庭院温室通风降温设计标准	36
8 加设防虫网的温室的通风降温	37
温室透光覆盖材料性能检验标准	41
1 引用标准	43
2 定义	44
3 透光覆盖材料分类	44
4 透光性能	44
5 能量	45
6 强度	46
7 耐久性	46
8 燃烧性能	47
9 其它	48
附录 A 术语解释	48
温室结构热损失标准	53
1 前言	55
2 能量平衡	55

3 传热热损失	55
4 冷风渗透热损失	56
5 设计温度	57
6 其它	57
温室防虫网及其安装的若干考虑	59
1 前言	61
2 背景	61
3 防虫网的选择	61
4 防虫网类型	62
5 工程与结构	63
6 维护	64
7 固网紧固件	65
8 种植者分类	65
9 安装方法	65
10 小结	66
11 参考文献	66
温室电气设计的若干考虑	67
1 前言	69
2 基本概念	69
3 设计原则	71
美国温室制造业协会有关温室改造的声明	75
附录 单位换算	76

温室结构设计荷载标准

1985 年第一版

1994 年第一次修订

1996 年第二次修订

温室结构设计荷载标准

1 总 论

1.1 内容

本标准规定了设计温室结构及其构件的荷载要求。这些设计荷载与其相应材料（包括铝合金、钢材、木材、玻璃、混凝土或其它常规建筑材料在内）的设计允许应力共同应用于温室的结构设计和制造。

1.1.1 定义

下述定义仅适用于温室结构及其构件。

单栋温室 (Free-Standing Greenhouse)：指完全脱离其它建筑物的独立温室单元。单栋温室一般以纵轴中心线对称，屋面为尖顶或拱顶。

附属温室 (Attached Even-Span Greenhouse)：通过一侧或两侧山墙或侧墙连接到相邻建筑物上的单栋温室。

一面坡温室 (Lean-to Greenhouse)：附属于并主要依靠其它建筑物支撑其主体结构的温室。一面坡温室多为单栋温室沿屋脊中心线取半，并沿屋脊支撑在其它建筑物上。

联栋温室 (Gutter-Connected Greenhouse)：两栋以上单栋温室通过屋檐连接在一起，相邻连接屋檐上设有天沟用以收集和排除降雨或雪水。通常两相邻连接温室天沟处不设公用侧墙以提供更大的内部栽培空间。

山墙 (Gable Ends)：垂直于温室屋脊的两面外墙。

侧墙 (Sides)：平行于温室屋脊的两面外墙。

屋檐 (Eave)：温室屋面与侧墙的交线。

庭院温室 (Hobby House)：作为个人或家庭爱好用于种植花卉和作物的温室。庭院温室可以是单栋温室、一面坡温室或附属温室。

生产温室 (Production Greenhouse)：以生产或科研为目的，用于大量生产花卉和作物的温室。生产温室不设公众通道。这里所指的生产温室还包括个人拥有但用于研究的温室。

零售温室 (Retail Greenhouse)：在生产品种与规模方面与生产温室相同，但零售温室内部允许设置公众参观或购买各种产品所必需的交通道路。

透光覆盖材料 (Glazing Material)：用于覆盖温室并能透过自然光照的刚性材料（如玻璃、玻璃钢或刚性塑料板），或柔性塑料材料（如聚乙烯等）。

1.1.2 范围

本标准适用于基础建在地面上的单栋温室、附属温室和一面坡温室。其适用范围不包括屋顶温室、圆屋顶太阳房、天窗和其它类似温室型建筑。

1.2 基本要求

1.2.1 安全性

温室结构及其所有构件的设计和制造必须能安全支撑包括恒载在内的全部作用荷载,设计应力不得超过温室建筑材料的允许应力。

1.2.2 耐久性

温室结构及其构件必须有足够的刚度以抵抗竖向和横向挠曲、振动和其它不利于耐久的变形。

1.2.3 合理性

荷载对温室结构构件及其连接的作用应通过公认的结构分析方法确定。

1.3 总体结构的完整性

由于灾害或使用不当,能够安全支撑设计荷载的温室可能会发生局部破坏,如一个构件或结构的一小部分失去了抵抗荷载的能力。有鉴于此,温室结构设计应具有良好的总体完整性,也就是说,在承受局部破坏的情况下,温室作为一个整体应能保持稳定,不致由于出现局部破坏而产生骨牌效应。

1.4 对现有建筑的要求

当在现有建筑物上加盖一面坡或附属温室时,应对其进行必要的加固,以使之不仅能承受已有荷载,而且还能承受由于附加温室而增加的所有额外荷载。

2 荷载组合

2.1 荷载组合

在新的规定作出之前,所有荷载都被认为按下列组合产生作用,而控制荷载则是其中对结构、基础和构件产生最不利影响的组合荷载。

- (1) D
- (2) D+L
- (3) D+S
- (4) D+W
- (5) D+L+W
- (6) D+S+W

其中, D=恒载

L=活载

S=雪载

W=风载

2.2 荷载组合因子

含有风载时,上述荷载组合的允许应力可以提高 33%,以不超过材料的屈服强度为限。

2.3 反作用荷载

在某一构件或节点上几种设计荷载的作用效果互相抵触时,必须保证适当的安全度以防止可能出现的反向应力。

3 恒 载

3.1 定义

恒载指温室永久性结构的重量,包括但不限于,墙体、屋架、透光覆盖材料和所有固定设备。

3.2 建筑材料重量

在确定设计恒载时,应使用主要建筑材料的实际重量。在缺少准确数据时可采用权威裁定的数据。

3.3 固定设备重量

设计恒载的确定应计入所有受温室结构支撑的固定设备的重量,包括加温系统、通风与降温系统、电器与照明系统和灌溉与除湿系统等,而不论这些设备什么时候被固定到结构构件上。

3.4 注意事项

在确定恒载时应考虑到所有可能造成计算误差的因素。此外,任何长期受结构支撑的荷载,如吊篮、种植器等,均应算作恒载(参阅第4.1条)。

4 活 载

4.1 定义

在温室使用过程中产生的临时荷载称为活载。活载不包括风载、雪载或恒载。温室外部活载包括在屋面上工作的维修人员和放置的临时设备(如维修梯子等);内部活载指结构上的临时悬挂物。任何作用于结构上超过30天的活载都应视为永久性荷载而计入恒载(见第3.4条)。

4.2 最小屋面活载

三角形和拱形的温室屋面必须能够承受以下述公式计算的最小设计活载与第6条中所述雪载两量之中的较大值。

$$L = 960R_1R_2 \geq 580$$

式中, L = 最小活载, N/m^2 水平投影面积; R_1 和 R_2 为折减系数, 按下列公式确定:

$$R_1 = 1.0, \quad A_t \leq 20$$

$$= 1.2 - 0.01A_t, \quad 20 < A_t < 60$$

$$= 0.6, \quad 60 \leq A_t$$

$$R_2 = 1.0, \quad F \leq 1/3$$

$$= 1.2 - 0.6F, \quad 1/3 < F < 1$$

$$= 0.6, \quad 1 \leq F$$

其中, A_t = 计算单元屋面水平投影面积, m^2 ; F = 三角形屋面坡度, m/m , 若是拱形屋面, F 等于弧面高跨比乘以 $4/3$ 。

4.3 最大屋面活载

以 4.2 条所列公式计算的屋面活载不得超过 $720\text{N}/\text{m}^2$ 。

4.4 集中荷载

所有屋架构件,如檩条、椽条、桁架上弦等,应能安全承受不少于 450N 作用于构件中部垂直向下的集中活载。此外,屋面桁架下弦的任意节点也应能够安全承受不少于 450N 的集中活载。关于集中荷载的进一步讨论详见 C4.4 条。

4.5 局部荷载

如果满负荷活载作用在温室结构或单个温室构件的局部产生的作用比其作用在整个温室结构或构件上更危险,则应按前者考虑。

4.6 冲击荷载

第 4.4 条中所述的集中活载应包括足够的安全系数以承受正常的冲击荷载。

4.7 荷载限制

温室制造者有责任告知温室拥有者温室的设计活载。同样,温室拥有者也有责任防止超过设计标准的活载作用到温室屋架或支撑构件上。

5 风 载

5.1 总则

下述条目介绍如何确定作用在温室结构上的风载。这些条目除了适用于计算作用在温室抗风主体结构上的风载外,也可用于有关的结构构件和透光覆盖材料。

5.1.1 安装和建设期间的风载

在温室建设期间应安装临时支撑机构以抵抗作用在结构构件和装配体系上的风载。

5.1.2 倾覆和侧滑

除非温室结构锚固在能够抵抗超额力矩的基础上,由于风载产生的倾覆力矩不得超过恒载稳定力矩的 $2/3$ 。当总摩擦阻力不足以防止结构侧滑时,必须设置锚固以防止侧滑。

5.1.3 定义

以下定义仅适用于第 5 条有关风载的各项条目。

抗风主体结构:设计用于承受设计风力的主要结构构件的集合,其功能是将作用在温室构件和透光覆盖材料上的风载传递到基础上。抗风主体结构包括屋面桁架、柱、框架、斜撑等。

构件与透光覆盖材料:直接承受风载的局部结构构件,如玻璃、硬质塑料板、玻璃钢等覆盖材料及其将这些材料固定到温室结构上去的各种连接件。支撑透光覆盖材料并将其承受的风载传递到抗风主体结构的部件也应视作构件。

重要性系数 (I):考虑灾害对生命和财产危害程度的系数。

设计压力 (P):确定温室风载的等效静压,其方向设定为垂直于计算对象的表面,压力为正,吸力为负。在确定构件和透光覆盖材料的设计风载时还应考虑表面两侧的压差。

5.1.4 符号与标记

以下符号和标记仅适用于第 5 条有关风载的各项条目。

A:确定温室构件和覆盖材料上风载的计算面积, m^2

- a : 压力系数区的宽度, m
 b : 垂直于风向的温室水平尺寸, m
 d : 平行于风向的温室水平尺寸, m
 C_p : 外压系数
 C_{pi} : 内压系数
 G : 阵风作用因子
 (GC_p) : 外压系数与阵风作用因子之乘积
 (GC_{pi}) : 内压系数与阵风作用因子之乘积
 h : 温室屋面平均高度, m 。对于坡度小于 10° 的三角形屋面, 其平均高度可用屋檐高度代替。
 I : 重要性系数
 K_z : 高度 z 处的速度暴露系数
 P : 设计压力, N/m^2
 P_h : 高度 $z=h$ 处的设计压力, N/m^2
 P_z : 高度 z 处的设计压力, N/m^2
 q : 动压, N/m^2
 q_h : 高度 $z=h$ 处的动压, N/m^2
 q_z : 高度 z 处的动压, N/m^2
 r : 拱形屋面高跨比
 V : 基本风速, m/s
 z : 地面以上高度, m
 θ : 温室屋面与水平面夹角, deg

5.2 风载计算

5.2.1 总则

无论是温室整体结构还是局部构件或透光覆盖材料, 其设计风载均按 5.2.2 条提供的方法进行确定。

5.2.2 计算步骤

温室设计风压以表 5.1 所列公式按下列步骤计算:

- (1) 按 5.3 条要求确定设计动压, q ;
- (2) 按 5.4 条要求确定阵风作用因子, G ;
- (3) 按 5.5 条要求确定压力系数。

5.2.2.1 最小设计风载

温室抗风主体结构的设计风载不得小于 $450N/m^2$ 。

计算温室构件和透光覆盖材料的设计风载时应考虑受力面的两侧压差。无论是吸还是压, 垂直于受力表面的总的设计压力不得小于 $450N/m^2$ 。

5.3 动压

5.3.1 动压计算

在高度 z 处的动压 q_z 的计算公式如下: