

文章编号 1004-924X(1999)06-0071-04

日光温室最危险载荷的计算机辅助分析计算

侯丽薇 吴 巍

(吉林农业大学工程技术学院 长春 130118)

卢 锷

(中国科学院长春光学精密机械研究所 长春 130022)

摘 要 借助于计算机辅助工程分析手段,对抛物线型日光温室在不同载荷作用下进行受力分析,判定出最危险的载荷组合,为实际设计与应用提供科学依据。

关键词 日光温室 有限元 载荷

中图分类号 TP391.77, S123 **文献标识码** A

1 日光温室所受载荷分析

日光温室所受的载荷除自重外,还有风载荷、雪载荷、保温覆盖帘载荷、作物载荷和保温覆盖物操作载荷等。

1.1 雪载荷

屋面积雪载荷的大小及其分布与气候、地形、建筑物形状、屋面材料以及屋面受热状况等因素有关。现今,多数国家采用半统计的方法来确定屋面积雪荷载,即

$$S = \mu S_0 \quad (1)$$

其中, S : 雪载荷计算标准值 kN/m^2 ; S_0 : 基本雪压; μ : 屋面积雪分布系数。

基本雪压是以当地一般空旷的面上统计所得30年一遇最大积雪的自重确定。一般日光温室寿命为10~15年左右,故对基本雪压进行折减0.8,而算出基本雪压,长春地区的折算基本雪压为144Pa。

屋面积雪分布系数是考虑到雪由于自重和风吹等因素影响而产生不均匀分布,在下雪时,日光温室外表面都要覆盖草毡子,雪一般不会发生自动滑落现象,从而认为雪载荷是均匀分布的,故取 $\mu = 1.0$,所以长春地区日光温室的雪荷载为 $S_k = S_{折} = 144N$ 。

1.2 风载荷

风载荷是指垂直于建筑物表面上的风载荷的标准值,计算公式如下:

$$W_k = \beta_z \mu_s \mu_z W_0 \quad (2)$$

式中, W_k : 风载荷标准值; β_z : 高度处的风振系数; μ_s : 风载荷体形系数; μ_z : 风压高度变化系数; W_0 : 基本风压。

基本风压是以当地比较空旷平坦地面上离地 10m 高统计所得, 30 年一遇 10min 平均最大风速 $V_0(m/s)$ 为标准, 按 $W_0 = v_0^2/1600$ 确定, 日光温室高度一般都在 5 m 以下, 在对它进行高度修正时, 高度修正系数可取 0.8。

1.3 保温覆盖帘

在长春冬季日光温室大多用草毡覆盖前屋面, 其尺寸一般为 $1.5\text{m} \times 1.7\text{m}$, 草毡质量为每块 30kg, 单位面积重量压力为 29Pa 。

1.4 作物载荷

对种植黄瓜或番茄的日光温室, 常将植株吊在骨架上形成作物载荷, 这部分载荷在瓜果生产期为最大, 一般按 $150\text{N}/\text{m}^2$ 的水平投影载荷考虑, 这部分载荷的取舍可根据用户的种植品种和种植方式而定。

1.5 保温覆盖物操作载荷

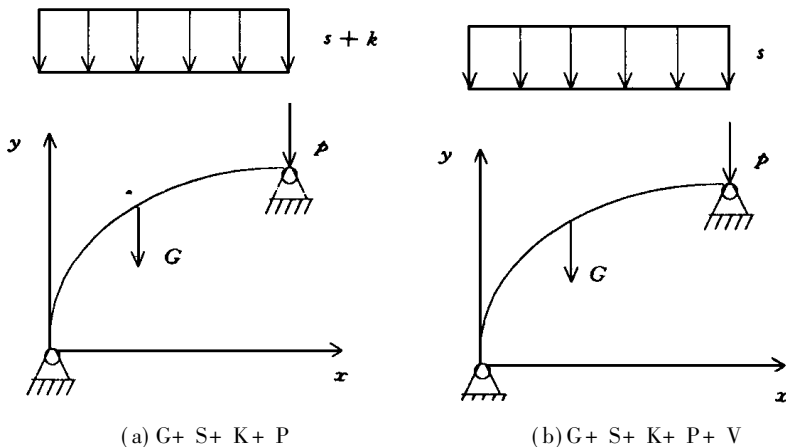
我国载荷规范规定, 上人屋面均布载荷 $15\text{N}/\text{m}^2$, 但日光温室的屋面活载荷主要为操作前屋面保温帘的操作人员重量, 可按骨架集中作用一个 800N 力考虑。

2 日光温室有限元模型

有限元的根本思想是把结构转变为一个离散化的物理模型, 即有限元模型, 然后再进行综合, 并求解。

2.1 有限单元划分

选用长 30m, $L_a = 5\text{m}$, $L_b = 3\text{m}$, 间距为 1m, Dia22 \times 1.2 有立柱形日光温室作为研究对象。其后墙为砖墙, 后坡为钢筋混凝土板, 而前屋面骨架刚度比其他部分小得多, 所以日光温室的技术参数见表 1。温室结构简图可用图 1 表示, 前屋面骨架形状为抛物线, 方程为 $y^2 = 1.8x$ 。骨架有限元模型如图 2 所示。其中, 骨架选用梁单元, 每个骨架由 10 个梁单元组成, 塑料选用壳单元, 每两个骨架之间共有 32 个壳单元, 总共 650 个壳单元。



(a) $G + S + K + P$

(b) $G + S + K + P + V$

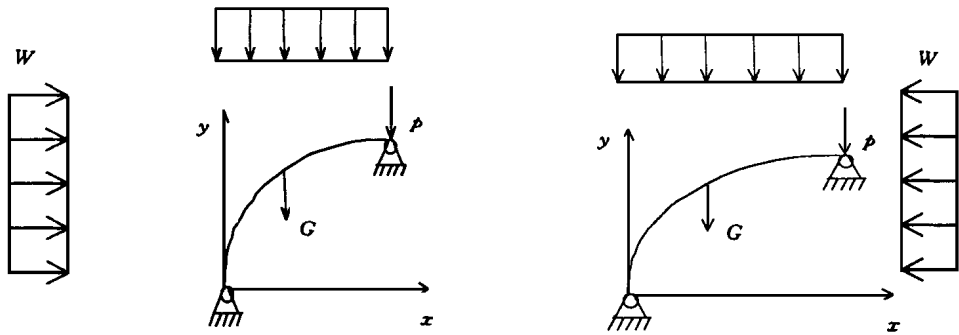
(c) $G + W(\text{south wind}) + K + P$ (d) $G + W(\text{south wind}) + K + P$

Fig. 1 Sketch of greenhouse frame (front)

Table 1 Parameters of frame

Material	dia22×1.2 steel
Yang's module	200GPa
poisson ratio	0.27
Criterion of stress	0.16GPa
Density	$7.85 \times 10^3 \text{kg/m}^3$

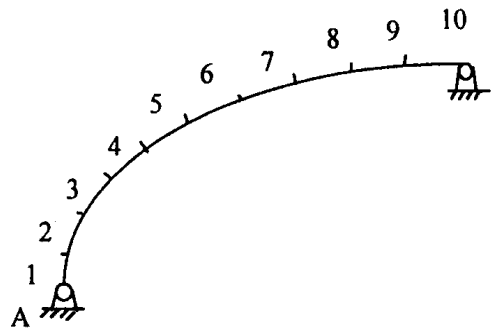


Fig. 2 FEA model of greenhouse

2.2 载荷工况

根据日光温室使用过程中可能出现的载荷组合, 设计中宜考虑的不利载荷组合有如下四种, 本文就以这四种不利载荷作为日光温室所受的载荷工况。

工况 1: $G + S + K + P + (V)$ 发生条件: 雪后登屋顶卷毡

工况 2: $G + (S + K) + P + (V)$ 发生条件: 湿卷毡在屋脊上

工况 3: $G + W(\text{南风}) + K(\text{前屋面分布}) + P + (V)$ 发生条件: 刮风放毡或卷毡

工况 4: $G + W(\text{北风}) + K(\text{脊}) + P + (V)$ 发生条件: 刮风卷毡起, 放在屋脊上

注: G -恒载; S -雪载; K -保温毡重;

P -屋脊集中活载荷; V -植物吊重;

W -风载荷; 括后内载荷可根据情况选中。

3 计算与结果

对以上四种工况, 应用 Ansys 有限元分析软件进行有限元分析, 所得结果见表 2。

Table 2 Result of stress

 10^7Pa

Load Case	Node									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10.3	67.6	101.5	116.6	68.5	41.5	35.3	99.4	<u>123.3</u>	90.3
2	0.51	44.2	66.1	76.1	45.1	27.2	23.9	63.9	<u>80.9</u>	58.1
3	0.74	54.6	81.9	94.1	55.5	33.6	29.0	79.7	<u>99.7</u>	72.4
4	0.28	14.3	21.6	23.5	15.1	84.2	90.3	17.3	<u>25.6</u>	15.6

各工况下骨架所受的最大应力值可知,在工况 1 作用下的骨架应力值最大为 1.233GPa,工况 3 作用下的骨架应力值次之,工况 4 作用下的骨架应力值最小,其值为 0.256GPa,可见雪荷载+保温草毡重+屋脊集中活荷载(雪后登屋顶卷毡),为最危险荷载组合。

参 考 文 献

- 1 周长吉.日光温室设计荷载探讨.农业工程学报,1994(1):161~167
- 2 周长吉.日光温室前屋面采光性能的优化.农业工程学报,1994,(1):157~160
- 3 卢 铿.用有限单元进行工程分析误差评价与控制.光学 精密工程,1995,3(6):34~39

Computer Aided Analysis and Calculation of the Most Dangerous Load of Greenhouse

HOU Li-Wei, WU Wei

(College of Engineering and Technology, Jilin Agricultural University, Changchun 130118)

LU E

(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

Abstract

By means of computer aided engineering analysis, the mechanical analysis of parabolic greenhouse on different loads was performed. The most dangerous load combination was determined so as to provide scientific basis for practical design and application.

Key Words: Greenhouse, FEM, Load

侯丽薇 女,1970年生,硕士,1998年毕业于吉林农业大学工程技术学院,现在吉林农大任教,主要从事农业机械化工程方向的教学与科研工作。