

**** 中心小学 49KW光伏屋顶
支架结构受力计算书**



_____ 设计： _____**_ 日期： _2014/7/22____
_____ 校对： _____**_ 日期： _2014/7/22____
_____ 审核： _____**_ 日期： _2014/7/23____

上海能恩太阳能应用技术有限公司

Shanghai NengEn solar energy application technology Co.,Ltd

目录

1 工程概况	4
2 参考规范	4
3 设计条件：	4
4 型材强度计算	5
4.1 屋顶荷载的确定	5.
4.2 结构材料：	5.
4.3 假定荷重：	6.
5 屋面配重设计	9
5.1 荷载标准值计算	9.
5.2 荷载组合	11
5.3 基础校核	11
6 屋面承重计算	11

如认可我公司的技术实力请致电

上海能恩太阳能应用技术有限公司

技术部 郦（先生）

联系电话：18005730133

产品介绍看企业官网：www.nengsolar.com

包括：

太阳能路灯

太阳能分布式电站

太阳能组件

太阳能其他产品

资料索取：lqq@nengsolar.com

设计方案

产品介绍

产品报价

项目案例

项目洽谈

1 工程概况

项目名称：江苏省 ***** 中心小学 49KW光伏屋顶

工程地址：江苏省 ***

设计单位：上海能恩太阳能应用技术有限公司

建设单位：***** 有限公司

结构形式：屋面钢结构光伏支架

支架高度：0.3m

2 参考规范

《建筑结构可靠度设计统一标准》 GB50068—2001

《建筑结构荷载规范》 GB50009—2001（2006年版）

《建筑抗震设计规范》 GB50014—2010

《钢结构设计规范》 GB50017—2003

《冷弯薄壁型钢结构设计规范》 GB50018—2002

《不锈钢冷轧钢板和钢带》 GB/T3280—2007

3 设计条件：

太阳能板规格：1650mm*990mm*50mm

混凝土屋顶太阳能板安装数量：200块

最大风速：27.5m/s 平坦开阔地域

太阳能板重量：20kg

安装条件：屋顶

计算标准：日本 TRC 0006-1997

设计产品年限：20年

4 型材强度计算

4.1 屋顶荷载的确定

(1) 设计取值：

假设为一般地方中最大的荷重，采用固定荷重 G 和暴风雨产生的风压荷重 W 的短期复合荷重。

根据气象资料，扬中最大风速为 27.5m/s ，本计算最大风速设定为： 30m/s 。

对于混凝土屋面，采用最佳倾角安装的系统，需要考虑足够的配重，确保组件方阵的稳定可靠。

屋面高度 20m

4.2 结构材料：

C型钢重量： 1.8kg/m

截面面	支架尺寸 (mm)	41*41*2
	安装角度	25°
	材料	镀锌
	截面面积 (A)	277
	形心主轴到腹板边缘的距离	1.4516E+01
	形心主轴到翼缘尖的距	2.6484E+01

	离	
	惯性矩 I_x	8.3731E+04
	惯性矩 I_y	4.5694E+04
	回转半径 i_x	1.7386E+01
	回转半径 i_y	1.2844E+01
	截面抵抗矩 W_x	4.0844E+03
	截面抵抗矩 W_x	4.0844E+03
	截面抵抗矩 W_y	3.1478E+03
	截面抵抗矩 W_{yy}	1.7254E+03

4.3 假定荷重：

固定荷重 G

太阳能板质量： $G_1=20\text{kg} \times 20=400\text{kg}$ 3920N;

所以 C形轨道承载的固定荷载重量 $G=3920\text{N}$;

风压荷重 W

根据《建筑结构荷载规范》 中对风载荷的规定如下（按承重结构设计）：

$$W_k = g_z \mu_s \mu_z W_0$$

W_k :风荷载标准值 (KN/m²);

g_z : 高度 Z 处的风振系数 ;

μ_s : 风荷载体型系数 ;

μ_z : 风压高度变化系数 (0.84);

W_0 : 基本风压 (KN/m²)

按《建筑结构荷载规范》表 7.5.1 为 1.6

所以 $g_z=1.6$

根据《建筑结构荷载规范》表 F7.3.1，体型系数 μ_s 为 1.475，

所以， $W_k=1.6*0.83*0.84*0.57=0.636\text{KN/m}^2$

雪压荷重

根据《建筑结构荷载规范》中规定：

$S_k=\mu_r*S_0$ ；

S_k ：雪荷载标准值（ KN/m^2 ）；

r ：屋面积雪分布系数；

S_0 ：基本雪压（ KN/m^2 ）

根据《建筑结构荷载规范》表 6.2.1 $r=0.2$

S_0 为 0.35KN/m^2

所以 $S_k=0.2*0.35=0.07\text{KN/m}^2$

地震荷载

根据《建筑抗震设计规范》，采用底部剪力法时，按下列公式确定：

$F_{Ek}=\alpha_1 * G_{eq}$

F_{Ek} 为结构总水平地震作用标准值；

α_1 为水平地震影响系数值，可取水平地震影响系数最大值 α_{max} ；

G_{eq} 为结构等效总重力荷载，单质点应取总重力荷载代表值。

由于扬中市没有处于我国的地震带，所以根据《建筑抗震设计规范》表 5.1.2-2 查得 α_1 为 0，

所以 F_{Ek} 为 0

荷载基本组合 P

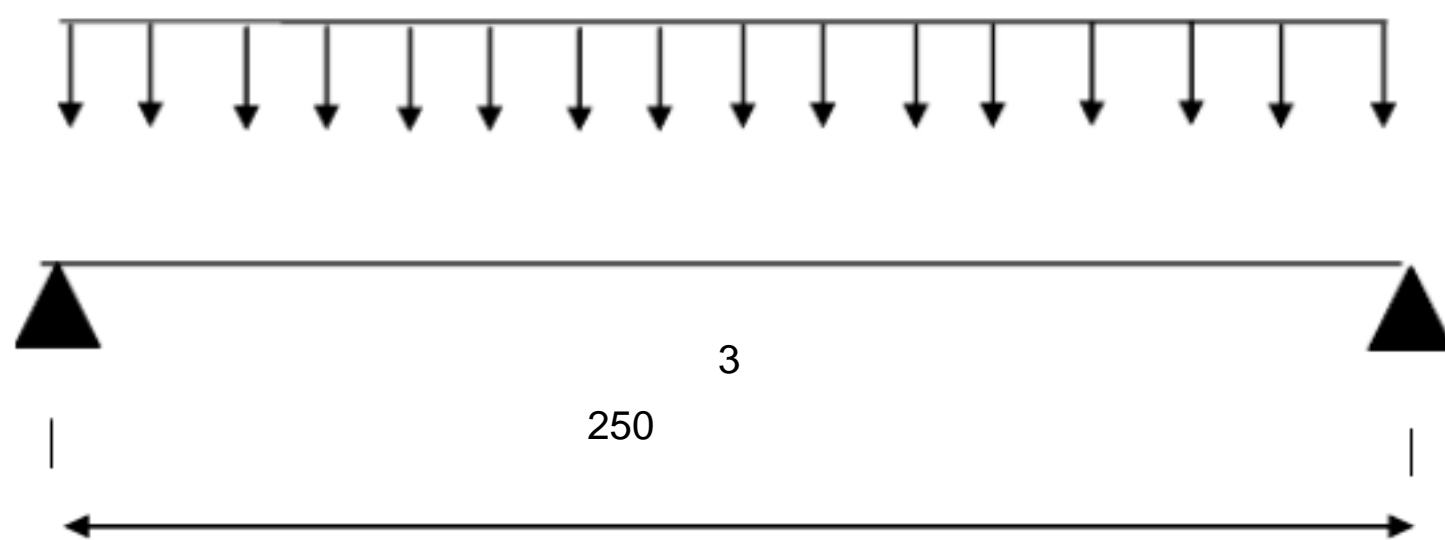
根据《建筑结构荷载规范》第 3.2 节荷载组合，计算如下：

风压主导时：P=G+W+S

$$P=3920+636*1.64*0.99*20+70*1.64*0.99*20=26.845\text{KN}$$

C形轨道结构强度计算

C形轨道验算：



顺风时，B-C点产生的力矩 M1，由下式表示：

~~$$M_1 = \frac{qL^2}{8} = \frac{657.97 \times 2.073^2}{8} = 353.4 \text{ N} \cdot \text{m}$$~~

$q=(26845/4/10.2=657.97\text{N/m}$ (系统由 4 排轨道支撑，每排轨道长 10.2m)

$$L=2.073\text{m}$$

$$M_1 = \frac{qL^2}{8} = \frac{657.97 \times 2.073^2}{8} = 353.4 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\text{应力 } \sigma_1 = \frac{M}{Z} = \frac{353.4 \times 100}{4.08} = 8661.76 \text{ N} / \text{cm}^2$$

由于所使用材料为：允许应力为 $23500\text{N}/\text{cm}^2 / 1.5=15666 \text{ N}/\text{cm}^2$

$(8661.76/15666)<1$ 所以安全

弯曲 1

$$f_1 = \frac{5q \times L^4}{384 \times E \times I_M} \quad (\text{由 4 根横梁支撑})$$

$$E = 6.9 \times 10^5 \text{ N/cm}^2$$

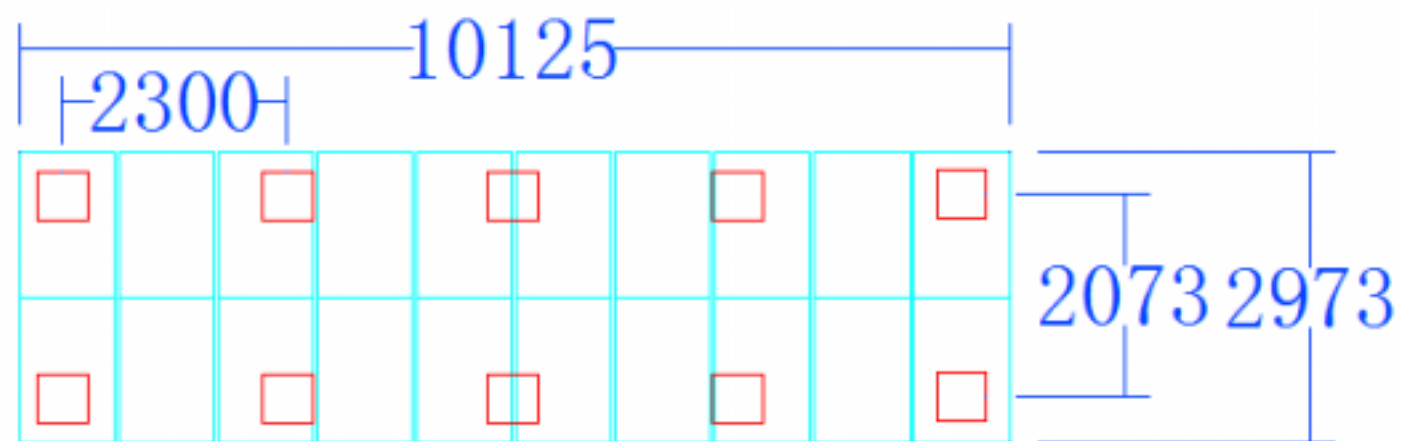
$$I_M = 12 \text{ cm}^4$$

$$f_1 = \frac{5 \times 657.97 \times 207.3^4}{384 \times 6.9 \times 10^6 \times 12 \times 100} = 1.908 \text{ cm}$$

跨距 207.3cm，最大位移量 $207.3/100=2.073\text{cm}$ ，所以安全；

5 屋面配重设计

混凝土屋面太阳能方阵采用主次梁布置，电池板以 25° 倾角布置；次梁及柱采用表面热镀锌钢型材。本计算书依据 2×10 （电池板）阵列进行计算，计算简图见图 1



5.1 荷载标准值计算

5.1.1 . 恒荷载：

太阳能板： $q=0.2/(1.64 \times 0.99) = 0.12 \text{ KN/m}^2$

钢结构自重： $q=0.08 \text{ KN/m}^2$

$q=0.20 \text{ KN/m}^2$

5.1.2 . 风荷载：

风荷载标准值 $W_k = w_0 \mu_z \mu_s \beta_z$

扬中市地区基本风压 ($n=50$) : $w_0 = 0.57 \text{ kN/m}^2$ (建筑结构荷载规范附录 D.4)

离地面高度 20 米位置 D 类地区 : $\mu_z = 0.62$

风振系数 $\beta_z = 1.00$

体型系数 : $\alpha = 25^\circ$

$$\mu_{s1} = -1.1$$

$$\mu_{s2} = -0.5$$

$$\mu_{s3} = 1.1$$

$$\mu_{s4} = 0.5$$

风荷载标准值计算 :

$$W_k(\mu_{s1}) = w_0 \mu_z \mu_{s1} \beta_z = 0.57 \times 0.62 \times -1.1 \times 1.00 = -0.389 \text{ kN/m}^2$$

$$W_k(\mu_{s2}) = w_0 \mu_z \mu_{s2} \beta_z = 0.57 \times 0.62 \times -0.5 \times 1.00 = -0.177 \text{ kN/m}^2$$

$$W_k(\mu_{s3}) = w_0 \mu_z \mu_{s3} \beta_z = 0.57 \times 0.62 \times +1.1 \times 1.00 = 0.389 \text{ kN/m}^2$$

$$W_k(\mu_{s4}) = w_0 \mu_z \mu_{s4} \beta_z = 0.57 \times 0.62 \times +0.5 \times 1.00 = 0.177 \text{ kN/m}^2$$

5.1.3 . 雪荷载 :

雪荷载标准值 $S_k = \mu_r S_0$

扬中市地区基本雪压 ($n=50$) : $S_0 = 0.35 \text{ kN/m}^2$

体型系数 : $\mu_r = 1$

单跨单坡 屋面														
	<table border="1"> <tr> <td>α</td> <td>$\leq 25^\circ$</td> <td>30°</td> <td>35°</td> <td>40°</td> <td>45°</td> <td>$\geq 50^\circ$</td> </tr> <tr> <td>μ_r</td> <td>1.0</td> <td>0.8</td> <td>0.6</td> <td>0.4</td> <td>0.2</td> <td>0</td> </tr> </table>	α	$\leq 25^\circ$	30°	35°	40°	45°	$\geq 50^\circ$	μ_r	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
α	$\leq 25^\circ$	30°	35°	40°	45°	$\geq 50^\circ$								
μ_r	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0								

$$S_k = \mu_r S_0 = 0.35 \times 1 = 0.35 \text{ KN/m}^2$$

5.2 荷载组合

最不利荷载组合为： 1.0 恒 + 1.4 风（一）

$$= 1.0 \times 0.20 - 1.4 \times 0.389 = -0.3446 \text{ KN/m}^2$$

5.3 基础校核

电池板投影面积： $10.125 \text{ m} \times 2.973 \text{ m} = 30.1 \text{ m}^2$

荷载： $30.1 \text{ m}^2 \times 0.3446 \text{ KN/m}^2 = 10.37 \text{ KN}$

基础总配重： $1.22 \text{ KN} \times 10 \text{ 个} = 12.2 \text{ KN}$

平均荷载： $12.2 \text{ KN} / 30.1 \text{ m}^2 = 0.405 \text{ KN/m}^2$

本项目需配置 10 个 1.22KN 的基础，基础总配置达到 12.2KN，大于荷载 10.37KN，达到系统要求。

6 屋面承重计算

（1）荷重

太阳能板质量： $G_1 = 20 \text{ kg} \times 20 = 400 \text{ kg}$

支架总荷重： $G = 136 \text{ kg}$

水泥墩荷重： $G_2 = 125 \text{ kg} \times 10 = 1250 \text{ kg}$

（2）屋顶单位面积受力

总荷重： $400 + 136 + 1250 \text{ kg} = 1786 \text{ kg}$

组件安装面积： $10.125 \times 2.973 = 30.1 \text{ m}^2$

单位面积受力： $1786/30.1=59.34\text{kg}/\text{m}^2$ $0.58\text{kN}/\text{m}^2$

由于本项目建筑均为上人屋面，根据 GB50009-2001(06年版)设计。混凝土屋面设计载荷为 $2\text{kN}/\text{m}^2$ ，屋顶平均载荷为 $0.58\text{kN}/\text{m}^2$ ，安装太阳能方阵后载荷远小于设计载荷，所以安全。

注：本受力计算校核过程仅作参考，最终版本请另询相关设计院出具。

如认可我公司的技术实力请致电

上海能恩太阳能应用技术有限公司

技术部 郦（先生）

联系电话：18005730133

产品介绍看企业官网：www.nengsolar.com

包括：

太阳能路灯

太阳能分布式电站

太阳能组件

太阳能其他产品

资料索取：lqq@nengsolar.com

设计方案

产品介绍

产品报价

项目案例

项目洽谈