

长沙众兴新材料有限公司精整车间、成品车间
屋顶光伏发电项目

荷载计算书

设计单位：四川中恒工程设计研究院有限公司



日期：2017 年 10 月

目录

一	工程概况.....	
二	工程设计依据.....	
	1 项目所在地区的自然条件.....	
	2 光伏系统结构设计依据.....	
	3 光伏系统结构设计引用规范.....	
	3.1 结构类-设计规范及规程.....	
	3.2 铝型材及板材类-规范及标准.....	
	4 荷载相关计算.....	
	4.1 场地类别划分.....	
	4.2 风荷载核算.....	
	4.3 永久荷载计算.....	
	4.4 雪荷载计算.....	
	4.5 荷载组合值.....	
	5 夹具受力计算.....	

结构荷载验算

一 工程概况

工程名称: 长沙众兴新材料有限公司热轧车间、冷轧车间、精整车间、成品车间屋顶光伏系统

工程内容: 厂房

光伏系统设计计算高度 10m。

二 工程设计依据

1 项目所在地区的自然条件

工程所在地区: 湖南省 长沙市

基本参数

基本风压: $W_0 = 0.35\text{kN/m}^2$ (50 年一遇)

基本雪压: $S_0 = 0.45\text{kN/m}^2$ (50 年一遇)

地面粗糙度类别: B 类

2 光伏系统结构设计依据

- a) 光伏系统工程招标文件,
- b) 设计院提供的施工图文件,
- c) 其他有关本次招标工作的说明文件及相关规范等.

3 光伏系统结构设计引用规范

3.1 结构类-设计规范及规程

《建筑结构荷载规范》 GB 50009-2012

《建筑抗震设计规范》 GB 50011-2010

《钢结构设计规范》 GB 50017-2003

《冷弯薄壁型钢结构设计规范》 GB 50018-2002

《铝合金结构设计规范》 GB50429-2007

《建筑结构可靠度设计统一标准》 GB 50068-2001

3.2 铝型材及板材类-规范及标准

- 《铝合金建筑型材第1 部分： 基材》 GB/T 5237.1-2008
- 《铝合金建筑型材第2 部分： 阳极氧化、着色型材》 GB/T 5237.2-2008
- 《铝合金建筑型材第3 部分： 电泳涂漆型材》 GB/T 5237.3-2008
- 《铝合金建筑型材第4 部分： 粉末喷涂型材》 GB/T 5237.4-2008
- 《铝合金建筑型材第5 部分： 氟碳漆喷涂型材》 GB/T 5237.5-2008

4 荷载相关计算

4.1 场地类别划分

根据地面粗糙度, 场地可划分为以下类别:

- A 类: 近海面, 海岛, 海岸, 湖岸及沙漠地区;
 - B 类: 指田野, 乡村, 丛林, 丘陵以及房屋比较稀疏的乡镇和城市郊区;
 - C 类: 指有密集建筑群的城市市区;
 - D 类: 指有密集建筑群且房屋较高的城市市区;
- 本工程属于 B 类地区。

4.2 风荷载核算

按照 GB50009-2012, 风荷载计算公式如下:

$$W_k = \mu_z \mu_s \beta_z \omega_0$$

W_k : 风荷载标准值

μ_z : 风压高度变化系数

μ_s : 风压体型系数

β_z : 高度 z 处的阵风系数

ω_0 : 本地区基本风压

基本风压按照 GB50009-2012 中规定给出的 50 年一遇的风压采用,

$$\omega_0 = 0.35 \text{ kN/m}^2$$

屋顶标高 10 米, B 类地区,

按照 GB50009-2012 中表 7.2.1 得:

$$\mu_z = 1$$

体型系数

据《钢结构设计规范》GB 50017-2003,

中间跨和变跨檩条的计算体型系数:

$$\mu_s = 1.3$$

风振系数:

$$\beta_z = 1$$

$$\text{负风压 } W_{kl} = \mu_z \mu_s \beta_z \omega_0 = 1 \times 1.3 \times 1 \times 0.35 = -0.46 \text{ KN/m}^2$$

4.3 永久荷载计算

太阳能电池板在:

每块电池板自重: $q_1 = 0.20 \text{ KN/块}$

每块电池板面积: $Q_1 = 1.65 \times 0.99 = 1.63 \text{ m}^2$

每平方米均布荷载 (含连接件): $Q_1 = 0.13 \text{ KN/m}^2$

4.4 雪荷载计算

按照 GB50009-2012 表 6.2.1, 基本雪压 $S_0 = 0.45 \text{ KN/m}^2$ 。

不均匀情况出现在 20° 到 30° 之间, 此处坡度小于 4° , 无不均匀情况。

$$S_r = \mu_r S_0$$

$$\mu_r = 1.0$$

雪荷载标准值:

$$S_r = \mu_r S_0 = 1.0 \times 0.45 = 0.45 \text{ KN/m}^2$$

地震荷载: 6 度设防, $0.05g$ 。水平地震与屋面大体平行, 对竖向荷载影响不大, 可以忽略。

4.5 活荷载

按照 GB50009-2012 表 4.3.1 不上人屋面活荷载标准值取

$$S_{\text{活}} = 0.7 \text{ KN/m}^2$$

4.5 荷载组合值

情况 1、

永久荷载与活荷载:

$$S_k = Q_1 + 0.7 S_{\text{活}} = 0.62 \text{ KN/m}^2$$

标准值

$$S_d = 1.35 Q_1 + 1.4 \times 0.7 S_{\text{活}} = 0.862 \text{ KN/m}^2$$

设计值

情况 2、

永久荷载与风荷载:

$$S_{k2} = Q_1 + W_k = -0.33 \text{ KN/m}^2$$

标准值

$$S_d = Q_1 + 1.4 W_k = -0.51 \text{ KN/m}^2$$

设计值

情况 3、

永久荷载与雪荷载:

$$S_{k3} = Q_1 + 0.7 S_0 = 0.445 \text{ KN/m}^2$$

标准值

$$S_d = 1.35 Q_1 + 1.4 S_0 = 0.8055 \text{ KN/m}^2$$

设计值

最不利荷载组合式第一组合：
永久荷载与活荷载组合。

$$S_{k2} = Q_1 + W_k = 0.62 \text{ KN/m}^2$$

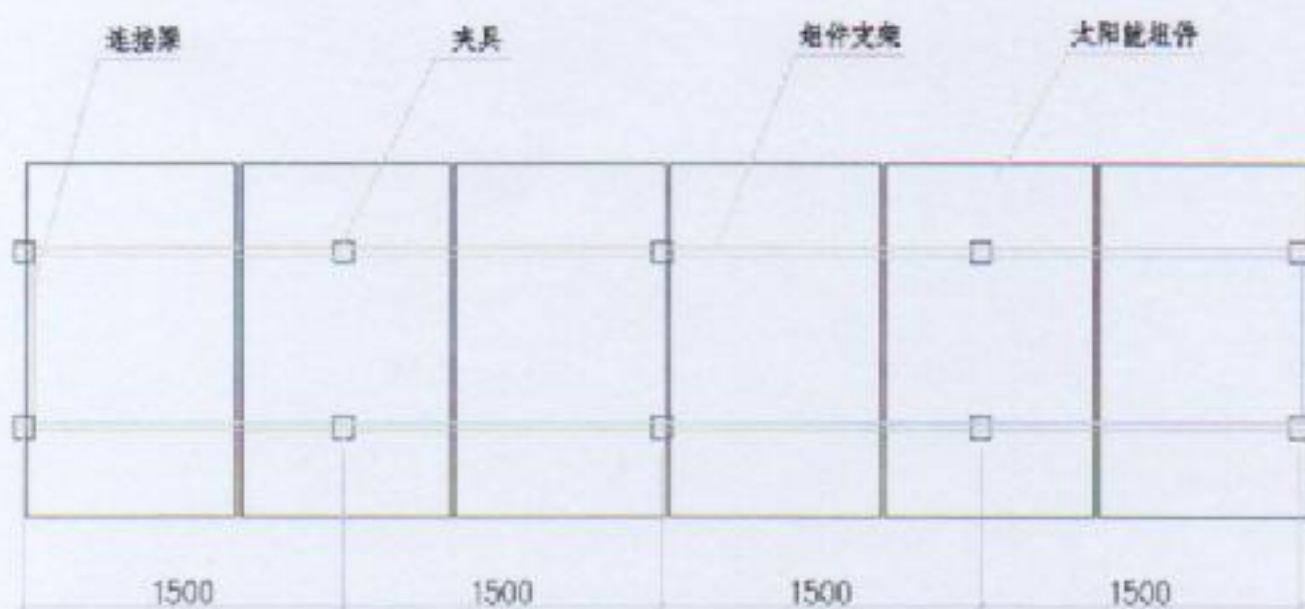
$$S_2 = Q_1 + 1.4 * W_k = 0.862 \text{ KN/m}^2$$

标准值
设计值

5 夹具受力计算

项目组件阵列使用连续梁支撑，使材料的性能得到了更好的发挥，阵列一般用的电池板数量都在20左右，这里使用的模型为6块。图形如下。

选取阵列单元模型



最不利荷载组合式第一组合：
永久荷载与风荷载组合。

$$S_{k2} = Q_1 + W_k = 0.62 \text{ KN/m}^2$$

$$S_2 = Q_1 + 1.4 * W_k = 0.862 \text{ KN/m}^2$$

标准值
设计值

单个夹具的受力面积：

$$A = 1.65 * 1.5 / 2 = 1.2375 \text{ m}^2$$

单个夹具所受拉拔力

$$F = 1.2375 * 0.862 = 1.06 \text{ KN}$$

单个夹具所受拉力为 1.06KN。

厂家夹具受力测试结果，角驰夹具允许拉力值为 2.336KN，直立锁边夹具允许拉力值为 1.739KN。显然两种夹具的设计力值都远大于其所受拉拔力。

夹具满足要求设计值。

压码抗剪强度计算：

1. 荷载统计

单个压码受荷面积 $A = 0.99\text{M} * 0.825\text{M} = 0.817\text{M}^2$

恒载: $0.13\text{KN}/\text{M}^2$

活载: $0.7\text{KN}/\text{M}^2$

风压设计值: $-0.35\text{KN}/\text{M}^2$

2. 荷载组合:

考虑对压码最不利荷载组合

风荷载与永久荷载组合

$$S_2 = Q_1 + 1.4 * W_k = -0.51\text{KN}/\text{m}^2$$

3. 应力计算

风吸力作用下的剪应力:

$$N = 0.817 * (-0.51) = -0.417\text{KN}$$

$$\text{净面积 } S = 41\text{MM} * 3\text{MM} = 123\text{MM}^2$$

$$V = 417 / 123 = 3.39\text{N}/\text{MM}^2$$

铝合金压码的设计切应力值: $85\text{N}/\text{MM}^2$

$$3.39\text{N}/\text{MM}^2 < 85\text{N}/\text{MM}^2 \quad \text{满足计算要求}$$

由于建设方未提供压码及夹具资料,本次计算角驰夹具允许拉力值为 2.336KN , 直立锁边夹具允许拉力值为 1.739KN , 铝合金压码的设计切应力值: $85\text{N}/\text{mm}^2$, 如所使用材料达不到此要求,或者项目组件布置不同于我方单元模型,应通知我方进行复核。