


安徽宏迈新材料科技有限公司
屋顶分布式光伏发电项目
增加光伏后荷载复核报告

项目名称：安徽宏迈新材料科技有限公司屋顶分布式光伏发

电项目
委托单位：

中华人民共和国一级注册结构工程师 姓名：胡佳奇 注册号：4103599-S003 有效期：至2023年12月	
---	---

评估单位：中 晔 工 程 建 设 集 团 有 限 公 司

评估日期：2023 年 12 月 23 日

封面处加盖设计院公章、注册结构师执业印章

目录

一、工程概况	2
二、设计条件	3
三、评估依据	3
四、主要荷载	4
五、结构计算分析	4
六、评估结论	5

一、工程概况

安徽宏迈新材料科技有限公司屋顶分布式光伏发电项目位于安徽省省宁国市。抗震等级四级，抗震设防烈度为6度，设计基本地震加速度为0.05g，设计地震分组第一组，场地类别3类，主体结构使用年限为50年，基本风压：0.35 KN/m²，基本雪压：0.55 KN/m²，地面粗糙度：B类，结构型式为门式刚架结构。

本次工程评估的单体1#厂房、2#厂房、3#厂房、中通云仓。

1#厂房：面积2610 m²，建筑长72.5 m，宽36m，柱距8.1/7.9 m，屋面坡度10%，屋面板轻钢屋面。钢架材质Q345B，檩条材质Q235B，檩条截面Z250X70X20X2.0，檩条间距1.50m。

2#厂房：面积3024 m²，建筑长84 m，宽36m，柱距8.4 m，屋面坡度10%，屋面板轻钢屋面。钢架材质Q355B，檩条材质Q235B，檩条截面Z250X70X20X2.0，檩条间距1.50m。

3#厂房：面积9028.8 m²，建筑长250.8 m，宽36m，柱距7.6 m，屋面坡度10%，屋面板轻钢屋面。钢架材质Q355B，檩条材质Q235B，檩条截面Z250X70X20X2.0，檩条间距1.50m。

中通云仓：面积4935.6 m²，建筑长137.1 m，宽36m，柱距7.6 m，屋面坡度10%，屋面板轻钢屋面。钢架材质Q355B，檩条材质Q235B，檩条截面Z250X70X20X2.0，檩条间距1.50m。

甲方拟在屋面上铺设太阳能电池板及附件设备，根据甲方提供的资料，铺设太阳能电池板及附件设备的总重量：刚架屋面增加恒荷载 15kg/m²（0.15KN/m²）。

根据甲方提供的光伏技术资料，对屋面增加太阳能发电系统进行结构安全评估，根据结构评估结果提出对房屋结构的处理意见及建议，以确保建筑物的安全和合理使用。

二、设计条件

委托方拟在屋面上铺设太阳能电池板及附件设备，根据委托方提供的资料，铺设太阳能电池板及附件设备的总重量：

钢结构屋顶：光伏组件系统通过导轨支架固定彩钢瓦的瓦楞上，光伏组件系统的折算均布恒荷载标准值不大于 15kg/m^2 (0.15KN/m^2)。

根据委托方提供的光伏技术资料，对屋面增加太阳能发电系统进行结构安全评估，根据结构评估结果提出对房屋结构的处理意见及建议，以确保建筑物的安全和合理使用。

三、评估依据

主要依据如下规范和标准：

- 1、《建筑结构可靠性设计统一标准》(GB/T50105-2018)
- 2、《工业建筑可靠性鉴定标准》(GB50144-2019)
- 3、《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012)
- 4、《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) (2016 年版)
- 5、《建筑抗震鉴定标准》(GB50023-2017)
- 6、《钢结构设计规范》(GB50017-2017)
- 7、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB50018-2002)
- 8、《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》(GB51022-2015)
- 9、《建筑结构检测技术标准》(GB/T50344-2019)
- 10、《危险房屋鉴定标准》(JGJ125-2016)
- 11、甲方提供的太阳能设备资料。
- 12、甲方提供的测绘数据及材质报告。

四、主要荷载

1、钢结构屋面：

①轻钢屋面设计恒荷载： 0.20 KN/m^2 ；（恒载含屋面板、檩条、拉条、撑杆及支撑等重量）。

②屋面设计活荷载： 0.50 KN/m^2 ；

③增加光伏荷载： 0.15 KN/m^2

2、气象条件：

①基本风压： 0.35KN/m^2

②基本雪压： 0.55 KN/m^2

五、结构计算分析

根据设计资料及甲方提供的光伏技术资料，采用中国建筑科学研究院的 PKPM 系列结构计算软件 V4.3 以上版本，按现有结构布置、构件截面、材质和荷载情况建立计算模型，按增加太阳能设备荷载后的工况进行计算复核。

特别声明：若厂房实际建造过程中进行过施工图优化及设计变更，而优化内容及设计变更未体现在贵方提供的施工图上，造成实际构件材质、构件尺寸、厂房结构、屋面做法等与施工图不符，由此造成的一切后果我司概不负责。

六、评估结论

- 1、由复核结果可以判断，原房屋结构可靠性不满足国家规范要求。
- 2、1#厂房、2#厂房：增加光伏组件系统恒荷载 0.15 KN/m^2 ，檩条不满足设计要求，钢架满足设计要求。
- 3、3#厂房、中通云仓：增加光伏组件系统恒荷载 0.15 KN/m^2 ，檩条不满足设计要求，钢架不满足设计要求。
- 4、经加固后房屋结构可靠性满足国家规范要求。
- 5、施工时应注意对屋面板进行保护，应设置专门的堆放平台，严禁将光伏组件堆放在屋面板上；严禁破坏原屋顶防水层。
- 6、光伏组件系统铺设完成后，严禁在厂房屋顶受力构件（钢架及檩条）处吊挂其它荷载。



计算分析

选取 1#厂房钢架计算分析

钢结构参数输入与修改

参数模板: 请选择参数配置模板 [保存配置] [删除配置]

结构类型参数 总信息参数 地震计算参数 荷载分项及组合系数 活荷载不利布置 防火设计 其他信息

结构类型: 2-门式刚架轻型房屋钢结构

设计规范: 1-按《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022-2015计算

设计控制参数

☒ 程序自动确定容许长细比

受压构件的容许长细比: 180

受拉构件的容许长细比: 400

柱顶位移和柱高之比: 1/180

夹层处柱顶位移和柱高之比: 1/250

钢梁的挠度和跨高之比: 1/180

钢梁的挠度和跨度之比: 1/180

夹层梁的挠度和跨度之比: 1/400

抗风柱挠度: 1/250

☐ 执行《钢结构设计标准》GB 50017-2017

☒ 执行《建筑与市政工程抗震通用规范》

多台吊车组高时的吊车荷载折减系数

两台吊车组: 1

四台吊车组: 1

门式刚架构件

☐ 钢梁还要按压弯构件验算平面内稳定性

抗震柱设计内力放大系数: 1

单层厂房排架柱计算长度折减系数: 0.8

☐ 当实际梁与作用有吊车荷载的柱刚接时, 该柱按照柱上端为自由的情形柱确定计算长度系数

单阶柱上端连接类型: 程序自动判断

☐ 轻屋盖厂房按“低屈服性、高弹性承载力”性能化设计

结构类型:

1、确定地震计算阻尼比, 单层钢结构厂房按抗震9.2.5条确定; 门式刚架结构按门规6.2.1条确定; 多层钢结构按门规6.2.6条确定; 轻屋盖结构按门规6.2.2条确定。

2、确定结构的抗震等级(按1.1.5条确定); 考虑抗震构造时, 按抗震相应的结构类型考虑局部稳定和长细比(抗震第9、9章和附录A); 门式刚架结构不按抗震规范控制局部稳定和长细比。

[确定] [取消] [应用(A)]

钢结构参数输入与修改

参数模板: 请选择参数配置模板 [保存配置] [删除配置]

结构类型参数 总信息参数 地震计算参数 荷载分项及组合系数 活荷载不利布置 防火设计 其他信息

钢结构参数

钢材牌号 IG1: Q345

截面板件宽厚比等级: S45

自重计算放大系数 FA: 1.2

净截面和毛截面比值 (≤ 1): 0.85

钢柱计算长度系数确定方法

按规范确定: 有侧移

☐ 按门规GB 51022-2015附录A.0.8确定

钢材设计指标取值参考规范

☒ 钢结构设计标准 GB 50017-2017

☐ 钢结构设计规范 GB 50017-2003

☒ 程序自动确定等效弯曲系数C1

钢材线膨胀系数: 12 (10^{-6} mm/mm · °C)

混凝土构件参数 (无混凝土构件可不填)

柱混凝土强度等级 IC: C30

梁混凝土强度等级 IC22: C30

柱梁主筋钢筋级别 IG: HRB 400

柱梁箍筋级别 IG_sj: HRB300

柱保护层厚度: 20

梁保护层厚度: 20

梁支座负弯矩调整系数 U1: 1

梁惯性矩增大系数 U2: 1

圆筒混凝土构件设计执行规范: 高规 GB 3-2010

总信息参数

结构重要性系数: 1

梁柱自重计算信息 IA: 2-算梁柱

基础计算信息 IAA: 0-不算基础

考虑恒载下柱轴向变形: 1-考虑

钢材牌号:

指定缺省的牌号。此值为当前模型中所有钢构件的缺省牌号, 对已单独指定牌号的构件不起作用。

[确定] [取消] [应用(A)]

1. 设计依据

《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2012);
《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010);
《钢结构设计标准》(GB 50017-2017);
《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》(GB 51022-2015);
《建筑结构可靠性设计统一标准》(GB 50068-2018)
《工程结构通用规范》(GB 55001-2021)
《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB 55002-2021)
《钢结构通用规范》(GB 55006-2021)

2. 计算软件信息

本工程计算软件为 PKPM 钢结构设计软件 2021 V1.3.1 版。
计算日期为 2023 年 12 月 23 日 14 时 57 分 3 秒。

3. 结构计算简图



图 1-1 结构简图

4. 结构计算信息

结构类型: 门式刚架轻型房屋钢结构
设计规范: 按《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》(GB 51022-2015) 计算
结构重要性系数: 1.00
节点总数: 15
柱数: 8
梁数: 8
支座约束数: 5

标准截面总数: 6

荷载分项系数:

恒载: 1.30

活载: 1.50

风载: 1.50

地震: 1.40

吊车: 1.50

重力荷载分项系数: 1.30

活荷载计算信息: 1 组相容活荷, 6 组互斥活荷载

相容活荷考虑不利布置

第 1 组互斥活荷考虑不利布置

第 2 组互斥活荷一次加载

第 3 组互斥活荷一次加载

第 4 组互斥活荷一次加载

第 5 组互斥活荷一次加载

第 6 组互斥活荷一次加载

考虑结构使用年限的活荷载调整系数: 1.00

风荷载计算信息: 计算风荷载

钢材: Q345

梁柱自重计算信息: 柱梁自重都计算

恒载作用下柱的轴向变形: 考虑

梁柱自重计算增大系数: 1.20

梁刚度增大系数: 1.00

钢结构净截面面积与毛截面面积比: 0.85

门式刚架梁平面内的整体稳定性: 按压弯构件验算

程序自动确定允许的长细比

钢梁(恒+活)容许挠跨比: 1 /180

柱顶容许水平位移/柱高: 1 /60

地震影响系数取值依据: 10 抗规(2010 版)

特征周期(s): 0.35

水平地震影响系数最大值 α_{\max} : 0.0800

地震作用计算: 计算水平地震作用

计算振型数: 3

地震烈度: 7.00

场地土类别: II 类

附加重量节点数: 0

设计地震分组: 第一组

周期折减系数: 0.80

地震力计算方法: 振型分解法

结构阻尼比: 0.050

按 GB50011-2010 地震效应增大系数: 1.050

防火设计计算信息: 不考虑防火设计

5. 结构基本信息

节点坐标

节点号	X	Y	节点号	X	Y
1	0.00	5.80	2	9.00	5.80
3	18.00	5.80	4	27.00	5.80
5	36.00	5.80	6	0.00	9.86
7	36.00	9.86	8	13.00	10.49
9	23.00	10.49	10	18.00	10.73
11	0.00	0.00	12	9.00	0.00
13	18.00	0.00	14	27.00	0.00
15	36.00	0.00			

柱关联号

柱号	节点 I	节点 II	柱号	节点 I	节点 II
1	11	1	2	12	2
3	13	3	4	14	4
5	15	5	6	1	6
7	5	7	8	3	10

梁关联号

梁号	节点 I	节点 II	梁号	节点 I	节点 II
1	1	2	2	2	3
3	3	4	4	4	5
5	6	8	6	8	10
7	9	7	8	10	9

柱节点偏心 (m)

节点号	柱偏心值	节点号	柱偏心值	节点号	柱偏心值
1	0.000	2	0.000	3	0.000
4	0.000	5	0.000	6	0.000
7	0.000	8	0.000	9	0.000
10	0.000	11	0.000	12	0.000
13	0.000	14	0.000	15	0.000

标准截面信息

截面号	截面信息
1	焊接组合 H 形截面: $H*B1*B2*T_w*T1*T2=600*360*360*10*16*16$
2	焊接组合 H 形截面: $H*B1*B2*T_w*T1*T2=400*350*350*6*12*12$
3	焊接组合 H 形截面: $H*B1*B2*T_w*T1*T2=680*280*280*8*14*14$
4	H 形变截面: $(H1\sim H2)*B1*B2*T_w*T1*T2=(700\sim 640)*200*200*6*8*8$
5	H 形变截面: $(H1\sim H2)*B1*B2*T_w*T1*T2=(640\sim 700)*200*200*6*8*8$
6	焊接组合 H 形截面: $H*B1*B2*T_w*T1*T2=640*200*200*6*8*8$

柱布置截面号,约束信息,截面布置角度

柱号	标准截面号	约束信息	截面布置角度
1	1	两端刚接	0
2	2	两端刚接	0
3	2	两端刚接	0
4	2	两端刚接	0
5	1	两端刚接	0
6	1	两端刚接	0
7	1	两端刚接	0
8	2	II 端铰接	0

梁布置截面号,约束信息

梁号	标准截面号	约束信息
1	3	两端刚接
2	3	两端刚接
3	3	两端刚接

梁号	标准截面号	约束信息
4	3	两端刚接
5	6	两端刚接
6	5	两端刚接
7	6	两端刚接
8	4	两端刚接

截面特性

截面号	Xc (mm)	Yc (mm)	Ix (cm ⁴)	Iy (cm ⁴)	A (cm ²)
1	180.0	300.0	113519.6	12446.3	172.0
2	175.0	200.0	34282.2	8575.7	106.6
3	140.0	340.0	105427.6	5124.9	130.6
4	100.0	335.0	49047.6	1067.8	71.2
5	100.0	335.0	49047.6	1067.8	71.2
6	100.0	320.0	44104.2	1067.8	69.4

截面号	ix (cm)	iy (cm)	W1x (cm ³)	W2x (cm ³)	W1y (cm ³)	W2y (cm ³)
1	25.7	8.5	3784.0	3784.0	691.5	691.5
2	17.9	9.0	1714.1	1714.1	490.0	490.0
3	28.4	6.3	3100.8	3100.8	366.1	366.1
4	26.2	3.9	1464.1	1464.1	106.8	106.8
5	26.2	3.9	1464.1	1464.1	106.8	106.8
6	25.2	3.9	1378.3	1378.3	106.8	106.8

12. 荷载与计算结果简图

1. 结构简图



图 12-1 刚架简图

2. 荷载简图

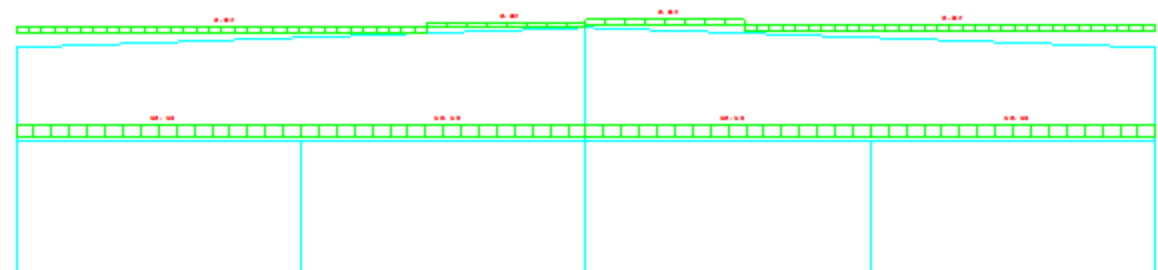


图 12-2 恒载简图

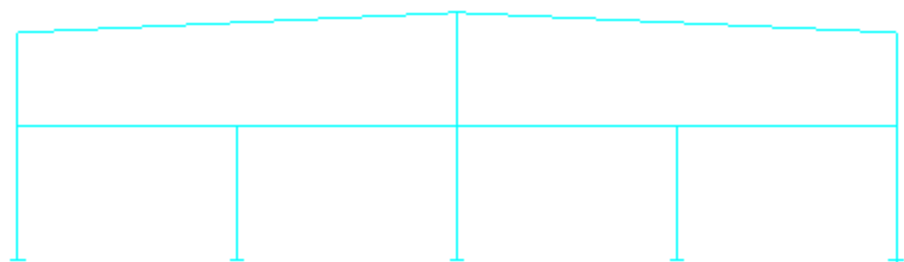


图 12-3 活载简图

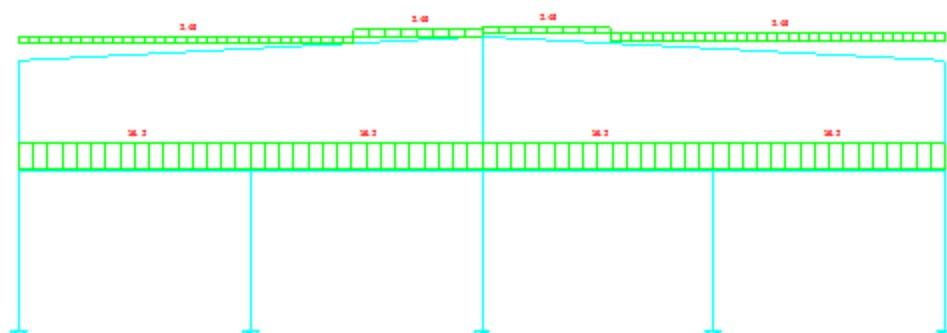


图 12-4 第 1 组互斥活荷载简图

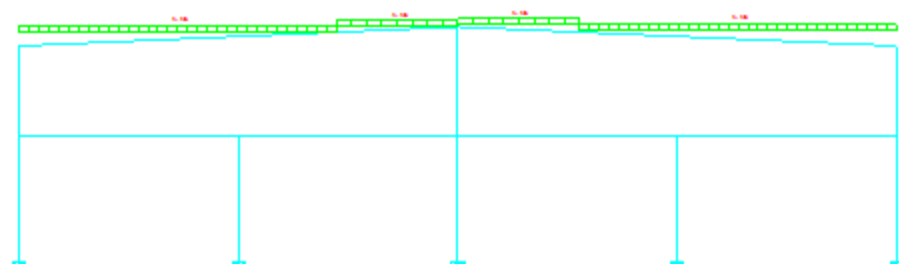


图 12-5 第 2 组互斥活荷载简图

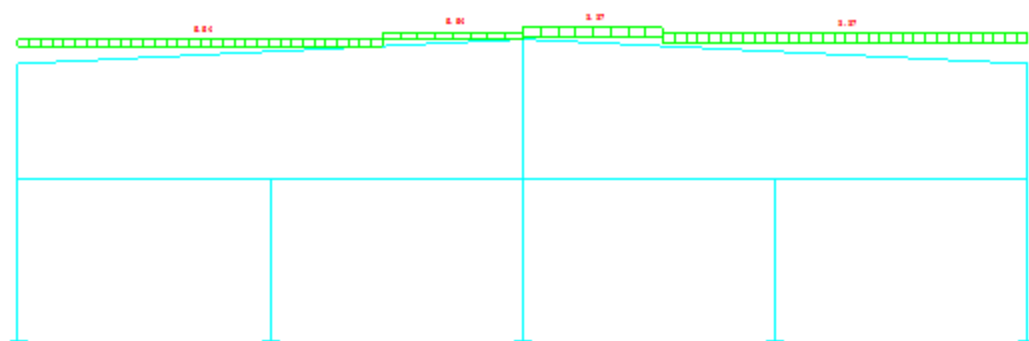


图 12-6 第 3 组互斥活荷载简图

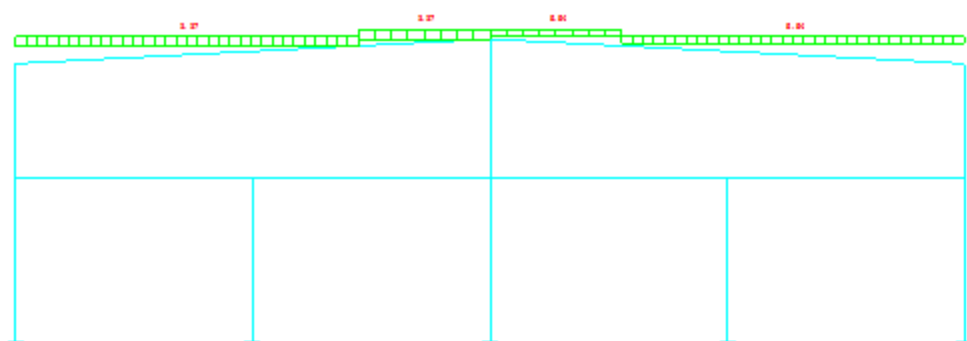


图 12-7 第 4 组互斥活荷载简图

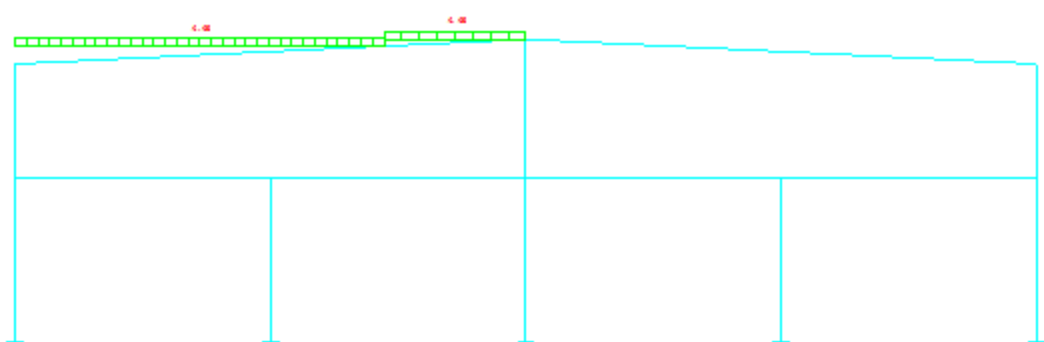


图 12-8 第 5 组互斥活荷载简图

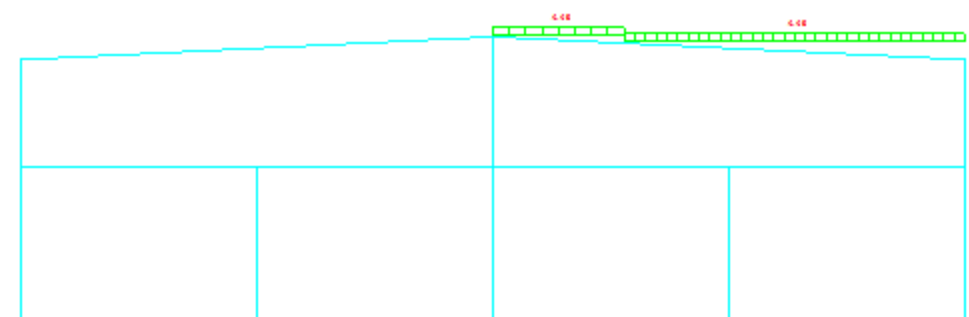


图 12-9 第 6 组互斥活荷载简图

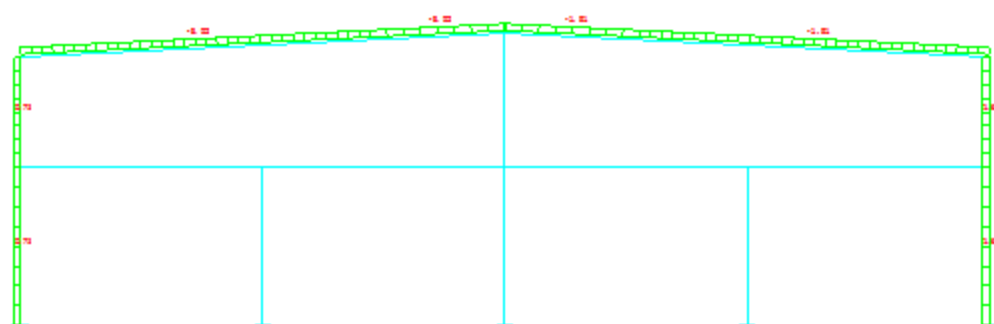


图 12-10 左风 1 简图

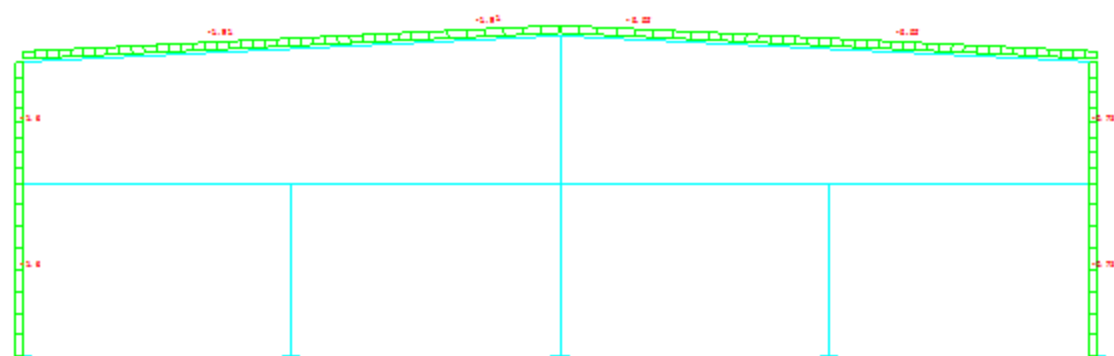


图 12-11 右风 1 简图

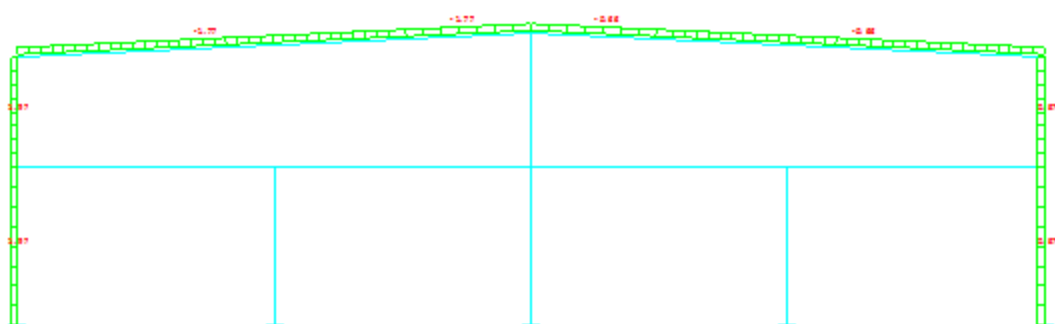


图 12-12 左风 2 筒图



图 12-13 右风 2 筒图

3. 应力比图

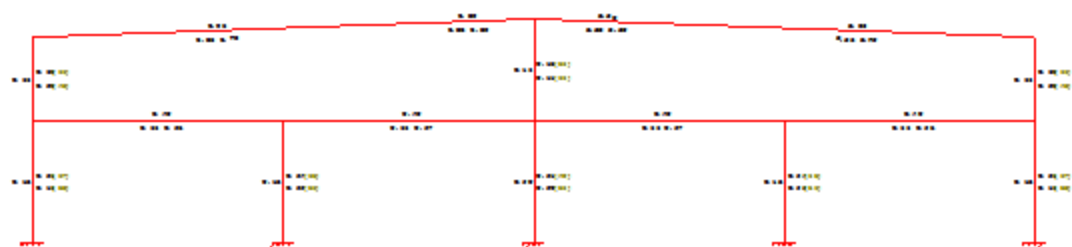


图 12-14 应力比图

经计算，1#厂房钢架满足铺设光伏组件要求，无需加固。

选取 1#厂房檩条计算分析

连续檩条设计工具

连续檩条定义 作用荷载与分析参数

总信息

连续跨形式: 对称多跨

连续檩条跨数: 5跨及以上

钢材型号: Q235

屋面材料: 压型钢板

屋面倾角(度): 5.711

净截面系数: 0.95

每跨拉条设置数: 2-设两道

拉条作用: 约束檩条上、下翼缘

不对称跨信息设置

结果输出文件: CLT1.OUT

数据存储文件: CLT1

几何信息

檩条间距(m): 1.5 ☐ 边跨檩条间距减小一半

边跨跨度L1(m): 7.9 中间跨度L2(m): 8.1

☐ 程序优选搭接长度 搭接长度A(m): 0.5

搭接长度B(m): 0.5 搭接长度C(m): 0.5

截面信息

☐ 程序优选截面 科卷边Z形檩条

边跨截面: 科卷边Z形 XZ250X75X20X2.0

中间跨截面: 科卷边Z形 XZ250X75X20X2.0

组合槽钢间距(mm): 0

计算 取消 读取原有数据

连续檩条设计		
构件:	CLT1	
日期:	2023/12/23	
时间:	15:07:04	

----- 设计信息 -----

钢梁钢材: Q235

檩条间距(m): 1.500

连续檩条跨数: 5 跨及以上

边跨跨度(m): 7.900

中间跨跨度(m): 8.100

设置拉条数: 2

拉条作用：约束上、下翼缘

屋面倾角(度): 5.711

屋面材料：压型钢板屋面(无吊顶)

验算规范：《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》(GB 51022-2015)

风吸力作用下翼缘受压稳定验算方法：按式(9.1.5-3)验算

容许挠度限值 $[\nu]$: 1/150

边跨挠度限值: 52.667 (mm)

中跨挠度限值: 54.000 (mm)

屋面板能否阻止檩条上翼缘受压侧向失稳：能

是否采用构造保证檩条风吸力下翼缘受压侧向失稳：不采用

计算檩条截面自重作用：计算

活荷作用方式：考虑最不利布置

强度计算净截面系数：0.950

搭接双檩刚度折减系数：0.500

支座负弯矩调幅系数：0.900

檩条截面：XZ250X75X20X2.0

边跨支座搭接长度：1.000 (边跨端：0.500；中间跨端：0.500)

中间跨支座搭接长度：1.000 (支座两边均分)

----- 设计依据 -----

《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2012)

《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB 50018-2002)

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》(GB 51022-2015)

----- 檩条作用与验算 -----

1、截面特性计算

檩条截面：XZ250X75X20X2.0

$b = 75.00$; $h = 250.00$; $c = 20.00$; $t = 2.00$;

$A = 8.5920\text{e-}04$; $I_x = 8.5669\text{e-}06$; $I_y = 4.6532\text{e-}07$;

$W_{x1} = 7.1976\text{e-}05$; $W_{x2} = 6.1841\text{e-}05$; $W_{y1} = 1.4553\text{e-}05$; $W_{y2} = 1.2090\text{e-}05$;

卷边的宽厚比 $C/T = 10.000 \leq 13.0$, 满足要求。

卷边宽度与翼缘宽度之比 $C/B = 0.267$, $0.25 \leq 0.267 \leq 0.326$, 满足要求。

2、檩条上荷载作用

△ 恒荷载

屋面自重(KN/m²) : 0.3000;

檩条自重作用折算均布线荷(KN/m): 0.0674;

檩条计算恒荷线荷标准值(KN/m): 0.5174;

△ 活荷载(包括雪荷与施工荷载)

屋面活载(KN/m²) : 0.500;

屋面雪载(KN/m²) : 0.550;

施工荷载(KN) : 1.000;

施工荷载不起到控制作用;

檩条计算活荷线荷标准值(KN/m): 0.8250 (活载与雪荷的较大值);

△ 风荷载

建筑形式 : 封闭式;

风压高度变化系数 μ_z : 1.000;

基本风压 W_0 (kN/m²) : 0.350;

风压调整系数 : 1.500;

边跨檩条作用风载分区 : 中间区;

边跨檩条作用风载体型系数(风吸) μ_{s1} : -1.090;

边跨檩条作用风载体型系数(风压) μ_{s2} : 0.390;

中间跨檩条作用风载分区 : 中间区;

中间跨檩条作用风载体型系数(风吸) μ_{s1} : -1.090;

中间跨檩条作用风载体型系数(风压) μ_{s2} : 0.390;

边跨檩条作用风荷载线荷标准值(风吸) (KN/m): -0.8584;

边跨檩条作用风荷载线荷标准值(风压) (KN/m): 0.3071;

中间跨檩条作用风荷载线荷标准值(风吸) (KN/m): -0.8584;

中间跨檩条作用风荷载线荷标准值(风压)(KN/m): 0.3071;

说明: 作用分析采用檩条截面主惯性轴面计算, 荷载作用也按主惯性轴分解;

檩条截面主惯性轴面与坚直面夹角为: -9.678(单位: 度, 向檐口方向偏为正);

3、荷载效应组合

△ 基本组合

△ 组合 1: 1.3 恒 + 1.5 活 + 0.9*1.5*积灰 + 0.6*1.5*风压

△ 组合 2: 1.3 恒 + 0.7*1.5*活 + 1.5 积灰 + 0.6*1.5*风压

△ 组合 3: 1.3 恒 + 0.7*1.5*活 + 0.9*1.5*积灰 + 1.5 风压

△ 组合 4: 1.0 恒 + 1.5 风吸

△ 标准组合

△ 组合 5: 1.0 恒 + 1.0 活 + 0.9*1.0*积灰 + 0.6*1.0*风压

4、边跨跨中单檩强度、稳定验算

强度计算控制截面: 跨中截面

强度验算控制内力

主轴(kN.m): $M_x=12.524$; $M_y=-0.041$ (组合: 1)

平行轴(kN.m): $M_x'=12.679$ (组合: 1) ; $V_y'=-9.500$ (组合: 1)

有效截面计算结果:

主轴: $A_e = 7.6388e-04$;

$W_{ex1}=5.6584e-05$; $W_{ex2}=4.9157e-05$; $W_{ex3}=6.9422e-05$; $W_{ex4}=5.8566e-05$;

$W_{ey1}=1.2954e-05$; $W_{ey2}=1.1497e-05$; $W_{ey3}=1.3619e-05$; $W_{ey4}=1.1020e-05$;

平行轴:

$W_{ex1}'=5.0705e-05$; $W_{ex2}'=5.0705e-05$; $W_{ex3}'=6.1440e-05$; $W_{ex4}'=6.1440e-05$;

$W_{ey1}'=1.2265e-05$; $W_{ey2}'=3.9049e-04$; $W_{ey3}'=1.2265e-05$; $W_{ey4}'=3.9049e-04$;

强度计算最大应力 σ (N/mm²): $263.221 > f=215.000$

强度计算最大应力 τ (N/mm²): $28.964 < f=125.000$

第一跨跨中强度验算不满足! *****

风吸力作用跨中下翼缘受压稳定验算控制内力(kN.m): $M_x=-3.605$; $M_y=-0.187$ (组合: 4)

有效截面计算结果:

主轴: $A_e = 8.5623e-04$;

$W_{ex1}=7.1499e-05$; $W_{ex2}=6.1261e-05$; $W_{ex3}=7.0956e-05$; $W_{ex4}=6.0862e-05$;

$W_{ey1}=1.4002e-05$; $W_{ey2}=1.1891e-05$; $W_{ey3}=1.4033e-05$; $W_{ey4}=1.1869e-05$;

受弯构件整体稳定系数: $\phi_b=0.962$

下翼缘受压稳定计算最大应力(N/mm²): $77.314 < f=215.000$

第一跨跨中风吸力下翼缘受压稳定验算满足。

5、边跨支座搭接部位双檩强度验算

强度验算控制内力

主轴(kN.m): $M_x=-13.968$; $M_y=0.239$ (组合: 1)

平行轴(kN.m): $M_x'=-14.143$ (组合: 1) ; $V_y'=-10.589$ (组合: 1)

单根檩条有效截面计算结果:

主轴: $A_e = 8.1118e-04$;

$W_{ex1}=7.0566e-05$; $W_{ex2}=6.0048e-05$; $W_{ex3}=6.3899e-05$; $W_{ex4}=5.5152e-05$;

$W_{ey1}=1.4006e-05$; $W_{ey2}=1.1446e-05$; $W_{ey3}=1.3466e-05$; $W_{ey4}=1.1834e-05$;

平行轴:

$W_{ex1}'=6.2653e-05$; $W_{ex2}'=6.2653e-05$; $W_{ex3}'=5.7017e-05$; $W_{ex4}'=5.7017e-05$;

$W_{ey1}'=1.3650e-05$; $W_{ey2}'=1.0702e-03$; $W_{ey3}'=1.3650e-05$; $W_{ey4}'=1.0702e-03$;

强度计算最大应力 σ (N/mm²): $130.556 < f=215.000$

强度计算最大应力 τ (N/mm²): $16.141 < f=125.000$

第一跨支座强度验算满足。

6、第二跨跨中单檩强度、稳定验算

强度计算控制截面: 靠近左支座搭接位置

强度验算控制内力

主轴(kN.m): $M_x=-9.391$; $M_y=0.057$ (组合: 1)

平行轴(kN.m): $M_x'=-9.509$ (组合: 1) ; $V_y'=8.835$ (组合: 1)

有效截面计算结果:

主轴: $A_e = 7.8875e-04$;

$W_{ex1}=6.9925e-05$; $W_{ex2}=5.9263e-05$; $W_{ex3}=6.0214e-05$; $W_{ex4}=5.2137e-05$;

$W_{ey1}=1.3716e-05$; $W_{ey2}=1.1298e-05$; $W_{ey3}=1.3300e-05$; $W_{ey4}=1.1597e-05$;

平行轴:

$W_{ex1}'=6.2063e-05$; $W_{ex2}'=6.2063e-05$; $W_{ex3}'=5.3954e-05$; $W_{ex4}'=5.3954e-05$;

$W_{ey1}'=1.3241e-05$; $W_{ey2}'=5.1660e-04$; $W_{ey3}'=1.3241e-05$; $W_{ey4}'=5.1660e-04$;

强度计算最大应力 σ (N/mm²): $185.521 < f=215.000$

强度计算最大应力 τ (N/mm²): $26.935 < f=125.000$

第二跨跨中强度验算满足。

风吸力作用跨中下翼缘受压稳定验算控制内力(kN.m): $M_x=-1.573$; $M_y=-0.155$ (组合: 4)

有效截面计算结果:

主轴: 全截面有效。

受弯构件整体稳定系数: $\phi_b=0.956$

下翼缘受压稳定计算最大应力(N/mm²): $39.408 < f=215.000$

第二跨跨中风吸力下翼缘受压稳定验算满足。

7、跨中支座搭接部位双槽强度验算

强度验算控制内力

主轴(kN.m): $M_x=-12.354$; $M_y=0.242$ (组合: 1)

平行轴(kN.m): $M_x'=-12.505$ (组合: 1) ; $V_y'=-9.401$ (组合: 1)

单根槽条有效截面计算结果:

主轴: $A_e = 8.1978e-04$;

$W_{ex1}=7.0710e-05$; $W_{ex2}=6.0251e-05$; $W_{ex3}=6.5147e-05$; $W_{ex4}=5.6165e-05$;

$W_{ey1}=1.4014e-05$; $W_{ey2}=1.1542e-05$; $W_{ey3}=1.3587e-05$; $W_{ey4}=1.1849e-05$;

平行轴:

Wex1'=6.2846e-05; Wex2'=6.2846e-05; Wex3'=5.8146e-05; Wex4'=5.8146e-05;

Wey1'=1.3675e-05; Wey2'=1.2611e-03; Wey3'=1.3675e-05; Wey4'=1.2611e-03;

强度计算最大应力 σ (N/mm²): 113.192 < f=215.000

强度计算最大应力 τ (N/mm²): 14.331 < f=125.000

跨中支座强度验算满足。

8、中间跨跨中单榀强度、稳定验算

强度计算控制截面：跨中截面

强度验算控制内力

主轴(kN.m): Mx=10.354 ;My=-0.120(组合：1)

平行轴(kN.m): Mx'=10.478(组合：1) ;Vy'=8.620(组合：1)

有效截面计算结果：

主轴：Ae =7.7826e-04;

Wex1=5.8824e-05; Wex2=5.1001e-05; Wex3=6.9791e-05; Wex4=5.9045e-05;

Wey1=1.3130e-05; Wey2=1.1554e-05; Wey3=1.3677e-05; Wey4=1.1162e-05;

平行轴：

Wex1'=5.2697e-05; Wex2'=5.2697e-05; Wex3'=6.1870e-05; Wex4'=6.1870e-05;

Wey1'=1.2488e-05; Wey2'=4.6868e-04; Wey3'=1.2488e-05; Wey4'=4.6868e-04;

强度计算最大应力 σ (N/mm²): 209.295 < f=215.000

强度计算最大应力 τ (N/mm²): 26.280 < f=125.000

中间跨跨中强度验算满足。

风吸力作用跨中下翼缘受压稳定验算控制内力(kN.m): Mx=-1.892 ;My=-0.155(组合：4)

有效截面计算结果：

主轴：全截面有效。

受弯构件整体稳定系数： $\phi_b=0.956$

下翼缘受压稳定计算最大应力(N/mm²): 44.820 < f=215.000

中间跨跨中风吸力下翼缘受压稳定验算满足。

9、连续檩条挠度验算

验算组合: 5

第一跨最大挠度(mm): 25.458

第一跨最大挠度(mm): 25.458 (L/310) < 容许挠度: 52.667

第一跨挠度验算满足。

第二跨最大挠度(mm): 16.959

第二跨最大挠度(mm): 16.959 (L/478) < 容许挠度: 54.000

第二跨挠度验算满足。

中间跨最大挠度(mm): 20.205

中间跨最大挠度(mm): 20.205 (L/401) < 容许挠度: 54.000

中间跨挠度验算满足。

***** 连续檩条验算不满足! *****

===== 计算结束 =====

经计算，1#厂房檩条不满足铺设要求，需加固。