

亨氏联合有限公司（佛山）分公司

米粉车间

增加屋面光伏组件发电系统屋面承重复核报告

复核单位：信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司

日期：2018年2月11日



屋面承载能力说明

1、项目概况

该项目为亨氏联合有限公司（佛山）分公司屋顶分布式光伏发电项目，工程地点：广东佛山。经现场考察，米粉车间为门式刚架结构，屋面面积约 13,496m²。

2、自然情况

基本风压： $W_0=0.50\text{KN/m}^2$ ；基本雪压不考虑。

3、光伏电站要求

彩钢屋面分布式光伏电站含支架、光伏组件、电缆、逆变器等，新增荷载按 0.15KN/m^2 考虑。

4、结论

归纳上述情况：

米粉车间屋面面积约 13,496m²，原设计檩条活荷载为 0.5KN/m^2 ，屋面喷淋荷载为 0.2KN/m^2 ，吊顶荷载为 0.3KN/m^2 ，而新增光伏电站荷载为 0.15KN/m^2 。经复核，原结构的檩条、梁、柱满足承载要求，该厂房分布式光伏电站项目可以实施。

5、注意事项

- 5.1 在施工阶段尤其要注意原材料或设备的分散摆放，最好随施工进度合理安排合理组织，不得集中堆放；
- 5.2 施工时不得对原屋面结构造成任何形式的损伤；
- 5.3 仔细清理屋面雨水排放系统，并检查泄水口或泄水管的通畅，以免暴雨时不必要积水；
- 5.4 在冬季注意天气预报查询，特别要关注 50 年不遇的超常雪灾，及时除雪更不得堆积在屋面造成二次伤害。

复核验算单位：信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司

复核验算人员签字盖章：

复核时间：2018 年 2 月 11 日



荷载复核计算书

1、参考规范:

《光伏电站设计规范》	(GB50797-2012)
《建筑结构荷载规范》	(GB50009-2012)
《钢结构设计规范》	(GB50017-2003)
《混凝土结构设计规范》	(GB50010-2010)
《建筑抗震设计规范》	(GB50011-2010)
《建筑地基基础设计规范》	(GB50007-2011)
《冷弯薄壁型钢结构技术规范》	(GB50018-2002)

2、电算软件:

PKPM 2010 V2.2

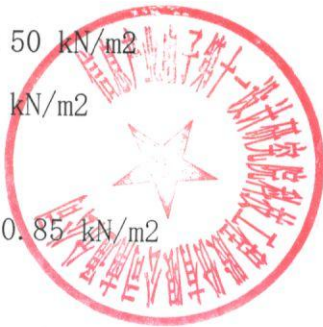
3、荷载情况:

风压: 50 年基准期为 0.50 kN/m^2

雪压: 50 年基准期为 0 kN/m^2

活荷载: 0.5 kN/m^2

恒载: $0.7+0.15(\text{光伏})=0.85 \text{ kN/m}^2$



檩条计算书:

----- 设计信息 -----

钢材: Q345

檩条间距(m): 1.500

连续檩条跨数: 5 跨 (不对称)

验算规范: 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》(CECS102:2002)

风吸力作用下翼缘受压稳定验算方法: 按式(6.3.7-2)验算

容许挠度限值 $[\nu]$: 1/150

拉条作用: 约束上翼缘

屋面倾角(度): 1.718

屋面材料: 压型钢板屋面(无吊顶)

屋面板能否阻止檩条上翼缘受压侧向失稳: 不能

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

边跨檩条截面: XZ292X70X25X2.5

中间跨檩条截面: XZ292X70X25X3.0

各跨信息:

跨 号 :	1	2	3	4
5 跨度 (m):	8.00	8.00	8.00	7.80
7.80 拉条数 :	3	2	2	2
3 搭接 (m):	(1.20, 0.60)	(0.60, 0.60)	(0.60, 0.60)	
(0.60, 1.20)				

----- 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程》(CECS102:2002)

----- 檩条作用与验算 -----

1、截面特性计算

边跨檩条截面: XZ292X70X25X2.5

$b = 70.00$; $h = 292.00$; $c = 25.00$; $t = 2.50$;
 $A = 1.1800e-003$; $I_x = 1.4960e-005$; $I_y = 5.9876e-007$;
 $W_{x1} = 1.0468e-004$; $W_{x2} = 9.5147e-005$; $W_{y1} = 2.0053e-005$;
 $W_{y2} = 1.5487e-005$;

中间跨檩条截面: XZ292X70X25X3.0

$b = 70.00$; $h = 292.00$; $c = 25.00$; $t = 3.00$;
 $A = 1.4100e-003$; $I_x = 1.7774e-005$; $I_y = 7.0287e-007$;
 $W_{x1} = 1.2432e-004$; $W_{x2} = 1.1310e-004$; $W_{y1} = 2.3748e-005$;
 $W_{y2} = 1.8046e-005$;

2、檩条上荷载作用

△ 恒荷载

屋面自重(KN/m²) : 0.8500;
 边跨檩条自重作用折算均布线荷(KN/m) : 0.0926;
 中间跨檩条自重作用折算均布线荷(KN/m) : 0.1107;

边跨檩条计算恒荷线荷标准值(KN/m) : 1.3676;
 中间跨檩条计算恒荷线荷标准值(KN/m) : 1.3857;

△ 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) : 0.000;
 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) : 0.7500 (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) : 0.500;

跨 号	1	2	3	4
5				
分 区	中间区	中间区	中间区	中间区
中间区				
体型系数:	-1.15	-1.15	-1.15	-1.15
-1.15				
风载线荷:	-0.86	-0.86	-0.86	-0.86

-0.86

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竖直面夹角为：-10.083（单位：度，向檐口方向偏为正）；

3、荷载效应组合

△ 基本组合

△ 组合 1：1.2 恒 + 1.4 活 + 0.9*1.4*积灰 + 0.6*1.4*风压
△ 组合 2：1.2 恒 + 0.7*1.4*活 + 1.4 积灰 + 0.6*1.4*风压
△ 组合 3：1.2 恒 + 0.7*1.4*活 + 0.9*1.4*积灰 + 1.4 风压
△ 组合 4：1.35 恒 + 0.7*1.4*活 + 0.9*1.4*积灰 + 0.6*1.4*风压
△ 组合 5：1.0 恒 + 1.4 风吸

△ 标准组合

△ 组合 6：1.0 恒 + 1.0 活 + 0.9*1.0*积灰 + 0.6*1.0*风压

4、第 1 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(kN.m)：Mx=14.409 ;My=0.151(组合：1)

有效截面计算结果：

Ae =1.1572e-003;
Wex1=9.9804e-005; Wex2=9.0816e-005; Wex3=1.0406e-004;
Wex4=9.4324e-005;
Wey1=2.0101e-005; Wey2=1.5333e-005; Wey3=1.9822e-005;
Wey4=1.5499e-005;

强度计算最大应力(N/mm²)：177.353 < f=300.000

第 1 跨跨中强度验算满足。

跨中上翼缘受压稳定验算控制内力(kN.m)：Mx=14.409 ;My=0.151(组合：1)

有效截面计算结果：

Ae =1.1572e-003;
Wex1=9.9804e-005; Wex2=9.0816e-005; Wex3=1.0406e-004;
Wex4=9.4324e-005;
Wey1=2.0101e-005; Wey2=1.5333e-005; Wey3=1.9822e-005;
Wey4=1.5499e-005;

受弯构件整体稳定系数：φ_b=0.966

稳定计算最大应力(N/mm²)：174.094 < f=300.000

第 1 跨跨中上翼缘受压稳定验算满足。

风吸力作用跨中下翼缘受压稳定验算控制内力 (kN.m) : $M_x = -0.226$; $M_y = 0.001$ (组合: 5)

有效截面计算结果:

全截面有效。

受弯构件整体稳定系数: $\phi_b = 0.185$

下翼缘受压稳定计算最大应力 (N/mm²): $12.797 < f = 300.000$

第 1 跨跨中风吸力下翼缘受压稳定验算满足。

5、第 1, 2 跨间支座强度验算

强度验算控制内力 (kN.m): $M_x = -17.239$; $M_y = 0.224$ (组合: 1)

支座处搭接, 搭接长度 (m): 1.80 (支座左: 1.20, 支座右: 0.60)

强度计算控制截面: XZ292X70X25X2.5

单根檩条有效截面计算结果:

全截面有效。

强度计算最大应力 (N/mm²): $84.629 < f' = 309.248$

第 1 跨支座强度验算满足。

6、第 2 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 (kN.m): $M_x = -10.962$; $M_y = -0.074$ (组合: 1)

有效截面计算结果:

全截面有效。

考虑冷弯效应强度设计值 (N/mm²): $f' = 311.145$

强度计算最大应力 (N/mm²): $106.352 < f' = 311.145$

第 2 跨跨中强度验算满足。

跨中上翼缘受压稳定验算控制内力 (kN.m): $M_x = 8.076$; $M_y = 0.292$ (组合: 1)

有效截面计算结果:

全截面有效。

受弯构件整体稳定系数: $\phi_b = 0.867$

稳定计算最大应力 (N/mm²): $98.548 < f = 300.000$

第 2 跨跨中上翼缘受压稳定验算满足。

风吸力作用跨中下翼缘受压稳定验算控制内力 (kN.m) : $M_x = -0.635$; $M_y = 0.000$ (组合: 5)

有效截面计算结果:

全截面有效。

受弯构件整体稳定系数: $\phi_b = 0.189$

下翼缘受压稳定计算最大应力 (N/mm²): $29.664 < f = 300.000$

第 2 跨跨中风吸力下翼缘受压稳定验算满足。

7、第 2, 3 跨间支座强度验算

强度验算控制内力 (kN.m) : $M_x = -14.124$; $M_y = 0.284$ (组合: 1)

支座处搭接, 搭接长度 (m) : 1.20 (支座左: 0.60, 支座右: 0.60)

强度计算控制截面: XZ292X70X25X3.0

单根檩条有效截面计算结果:

全截面有效。

强度计算最大应力 (N/mm²): $66.091 < f' = 311.145$

第 2 跨支座强度验算满足。

8、第 3 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 (kN.m) : $M_x = 11.694$; $M_y = -0.140$ (组合: 1)

有效截面计算结果:

全截面有效。

考虑冷弯效应强度设计值 (N/mm²): $f' = 311.145$

强度计算最大应力 (N/mm²): $105.231 < f' = 311.145$

第 3 跨跨中强度验算满足。

跨中上翼缘受压稳定验算控制内力 (kN.m) : $M_x = 11.694$; $M_y = -0.140$ (组合: 1)

有效截面计算结果:

全截面有效。

受弯构件整体稳定系数: $\phi_b = 0.867$

稳定计算最大应力 (N/mm²): $114.396 < f = 300.000$

第 3 跨跨中上翼缘受压稳定验算满足。

风吸力作用跨中下翼缘受压稳定验算控制内力 (kN.m) : $M_x = -0.437$; $M_y = 0.000$ (组合: 5)

有效截面计算结果:

全截面有效。

受弯构件整体稳定系数: $\phi_b=0.189$

下翼缘受压稳定计算最大应力(N/mm²): $20.395 < f=300.000$

第 3 跨跨中风吸力下翼缘受压稳定验算满足。

9、第 3,4 跨间支座强度验算

强度验算控制内力(kN.m): $M_x=-13.798$; $M_y=0.277$ (组合: 1)

支座处搭接, 搭接长度(m): 1.20 (支座左: 0.60, 支座右: 0.60)

强度计算控制截面: XZ292X70X25X3.0

单根檩条有效截面计算结果:

全截面有效。

强度计算最大应力(N/mm²): $64.557 < f'=311.145$

第 3 跨支座强度验算满足。

10、第 4 跨跨中单檩强度、稳定验算

强度计算控制截面: 靠近右支座搭接位置

强度验算控制内力(kN.m): $M_x=-10.290$; $M_y=-0.075$ (组合: 1)

有效截面计算结果:

全截面有效。

考虑冷弯效应强度设计值(N/mm²): $f'=311.145$

强度计算最大应力(N/mm²): $100.149 < f'=311.145$

第 4 跨跨中强度验算满足。

跨中上翼缘受压稳定验算控制内力(kN.m): $M_x=7.662$; $M_y=0.277$ (组合: 1)

有效截面计算结果:

全截面有效。

受弯构件整体稳定系数: $\phi_b=0.878$

稳定计算最大应力(N/mm²): $92.511 < f=300.000$

第 4 跨跨中上翼缘受压稳定验算满足。

风吸力作用跨中下翼缘受压稳定验算控制内力(kN.m): $M_x=-0.592$; $M_y=0.000$ (组合: 5)

有效截面计算结果:

全截面有效。

受弯构件整体稳定系数: $\phi_b=0.198$

下翼缘受压稳定计算最大应力(N/mm²): $26.422 < f=300.000$

第 4 跨跨中风吸力下翼缘受压稳定验算满足。

11、第 4,5 跨间支座强度验算

强度验算控制内力(kN.m): $M_x=-16.378$; $M_y=0.213$ (组合: 1)

支座处搭接, 搭接长度(m): 1.80(支座左: 0.60, 支座右: 1.20)

强度计算控制截面: XZ292X70X25X2.5

单根檩条有效截面计算结果:

全截面有效。

强度计算最大应力(N/mm²): $80.404 < f'=309.248$

第 4 跨支座强度验算满足。

12、第 5 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(kN.m): $M_x=13.747$; $M_y=0.143$ (组合: 1)

有效截面计算结果:

$A_e = 1.1592e-003$;

$W_{ex1} = 1.0031e-004$;

$W_{ex2} = 9.1263e-005$;

$W_{ex3} = 1.0420e-004$;

$W_{ex4} = 9.4467e-005$;

$W_{ey1} = 2.0098e-005$;

$W_{ey2} = 1.5345e-005$;

$W_{ey3} = 1.9841e-005$;

$W_{ey4} = 1.5498e-005$;

强度计算最大应力(N/mm²): $168.392 < f=300.000$

第 5 跨跨中强度验算满足。

跨中上翼缘受压稳定验算控制内力(kN.m): $M_x=13.747$; $M_y=0.143$ (组合: 1)

有效截面计算结果:

$A_e = 1.1592e-003$;

$W_{ex1} = 1.0031e-004$;

$W_{ex2} = 9.1263e-005$;

$W_{ex3} = 1.0420e-004$;

$W_{ex4} = 9.4467e-005$;

$W_{ey1} = 2.0098e-005$;

$W_{ey2} = 1.5345e-005$;

$W_{ey3} = 1.9841e-005$;

$W_{ey4} = 1.5498e-005$;

受弯构件整体稳定系数: $\phi_b=0.972$

稳定计算最大应力(N/mm²): $164.322 < f=300.000$

第 5 跨跨中上翼缘受压稳定验算满足。

风吸力作用下，没有出现跨中下翼缘受压，不用验算下翼缘受压稳定。

13、连续檩条挠度验算

验算组合：6

第 1 跨最大挠度(mm)：20.703

第 1 跨最大挠度(mm)：20.703 (L/386) < 容许挠度：53.333

第 1 跨挠度验算满足。

第 2 跨最大挠度(mm)：8.528

第 2 跨最大挠度(mm)：8.528 (L/938) < 容许挠度：53.333

第 2 跨挠度验算满足。

第 3 跨最大挠度(mm)：11.934

第 3 跨最大挠度(mm)：11.934 (L/670) < 容许挠度：53.333

第 3 跨挠度验算满足。

第 4 跨最大挠度(mm)：7.670

第 4 跨最大挠度(mm)：7.670 (L/1017) < 容许挠度：52.000

第 4 跨挠度验算满足。

第 5 跨最大挠度(mm)：18.810

第 5 跨最大挠度(mm)：18.810 (L/415) < 容许挠度：52.000

第 5 跨挠度验算满足。

***** 连续檩条验算满足。*****

===== 计算结束 =====

刚架计算:

设计主要依据:

《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2012);

《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010);

《钢结构设计规范》(GB 50017-2003);

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》(CECS 102:2002, 2012 年版);

结果输出

---- 总信息 ----

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程》计算

结构重要性系数: 1.00

节点总数: 27

柱数: 8

梁数: 18

支座约束数: 8

标准截面总数: 14

活荷载计算信息: 考虑活荷载不利布置

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

基础计算信息: 不计算基础

梁刚度增大系数: 1.00

钢结构净截面面积与毛截面面积比: 0.95

门式刚架梁平面内的整体稳定性: 不验算

钢结构受拉柱容许长细比: 400

钢结构受压柱容许长细比: 180

钢梁(恒+活)容许挠跨比: 1/ 180

柱顶容许水平位移/柱高: 1/ 60

地震作用计算: 计算水平地震作用

计算振型数: 3

地震烈度: 6.00

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: 0.035

按 GB50011-2010 地震效应增大系数 1.000

风荷载作用下柱顶最大水平(X向)位移:

节点(1), 水平位移 $dx= 10.252(\text{mm}) = H / 1036.$

地震荷载作用下柱顶最大水平(X向)位移:

节点(1), 水平位移 $dx= 8.036(\text{mm}) = H / 1322.$

梁的(恒+活)最大挠度:

梁(4), 挠跨比 $= 1 / 390.$

风载作用下柱顶最大水平位移: $H / 1036 < \text{柱顶位移容许值: } H /$

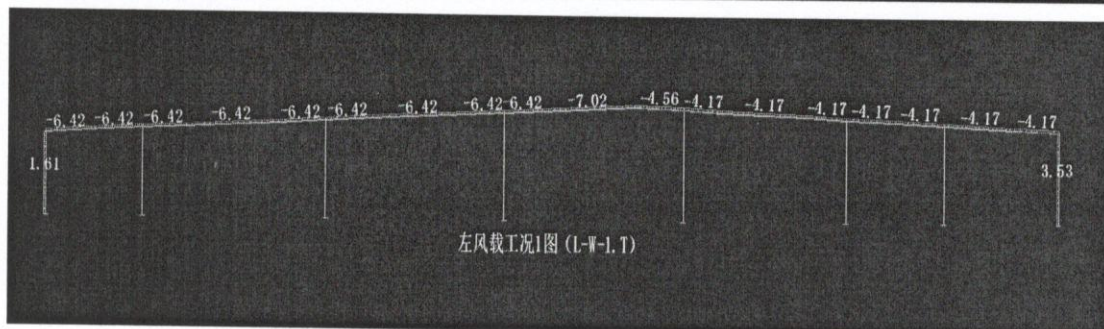
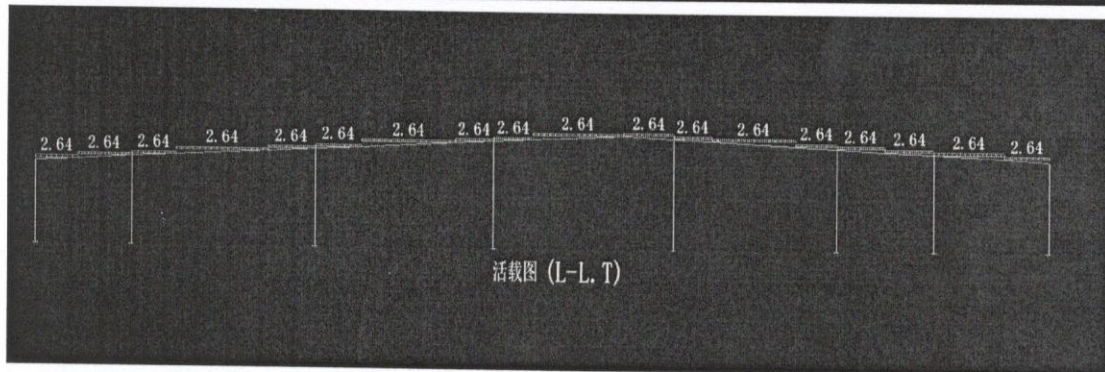
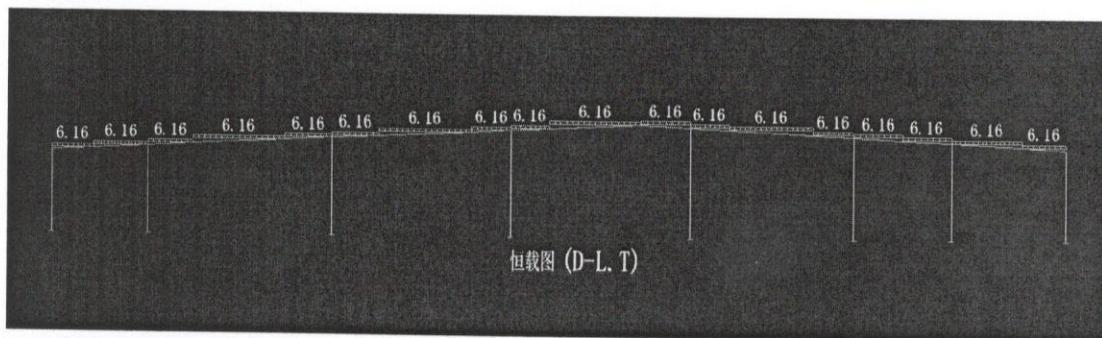
60

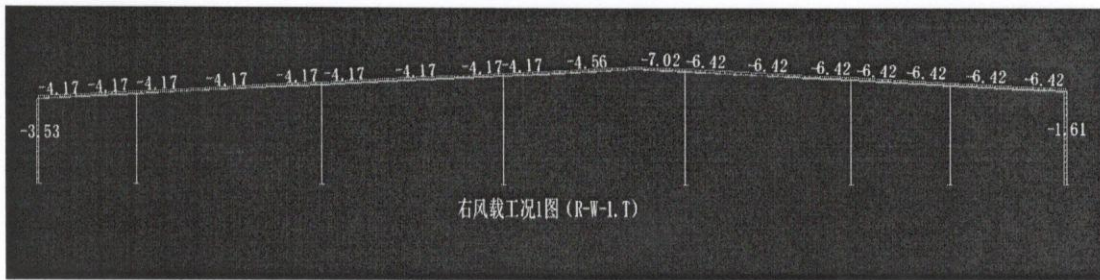
地震作用下柱顶最大水平位移: $H / 1322 < \text{柱顶位移容许值: } H /$

60

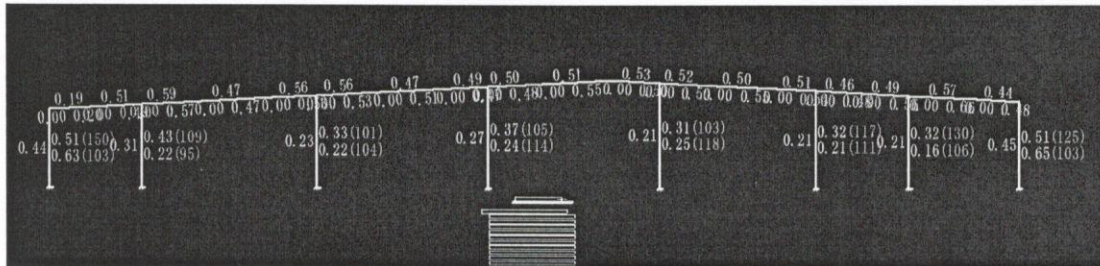
梁的(恒+活)最大挠跨比: $1 / 390 < \text{梁的容许挠跨比: } 1 / 180$

荷载简图:





刚架应力比图:



结论:

刚架	满足要求
檩条	满足要求