

穿心棒平台及上部楼梯结构

验算书



目录

1、 施工楼梯结构概况 3

2、 验算依据 3

3、 钢结构计算部分 4

 3.1 计算模型 4

 3.2 荷载条件 4

 3.2.1 自重荷载 4

 3.2.2 人员荷载 5

 3.2.3 风荷载 6

 3.2.4 荷载组合 7

 3.3 边界条件设置 7

 3.4 钢结构分析结果 7

 3.4.1 应力结果 7

 3.4.2 变形结果 8

 3.4.3 抗倾覆验算 13

 3.4.4 稳定性验算 14

4、 穿心棒强度验算 15

5、 结论与意见 15

6、 附件：阵风系数 16

7、 附件：风荷载体型系数 17

8、 附件：风压高度变化系数 17

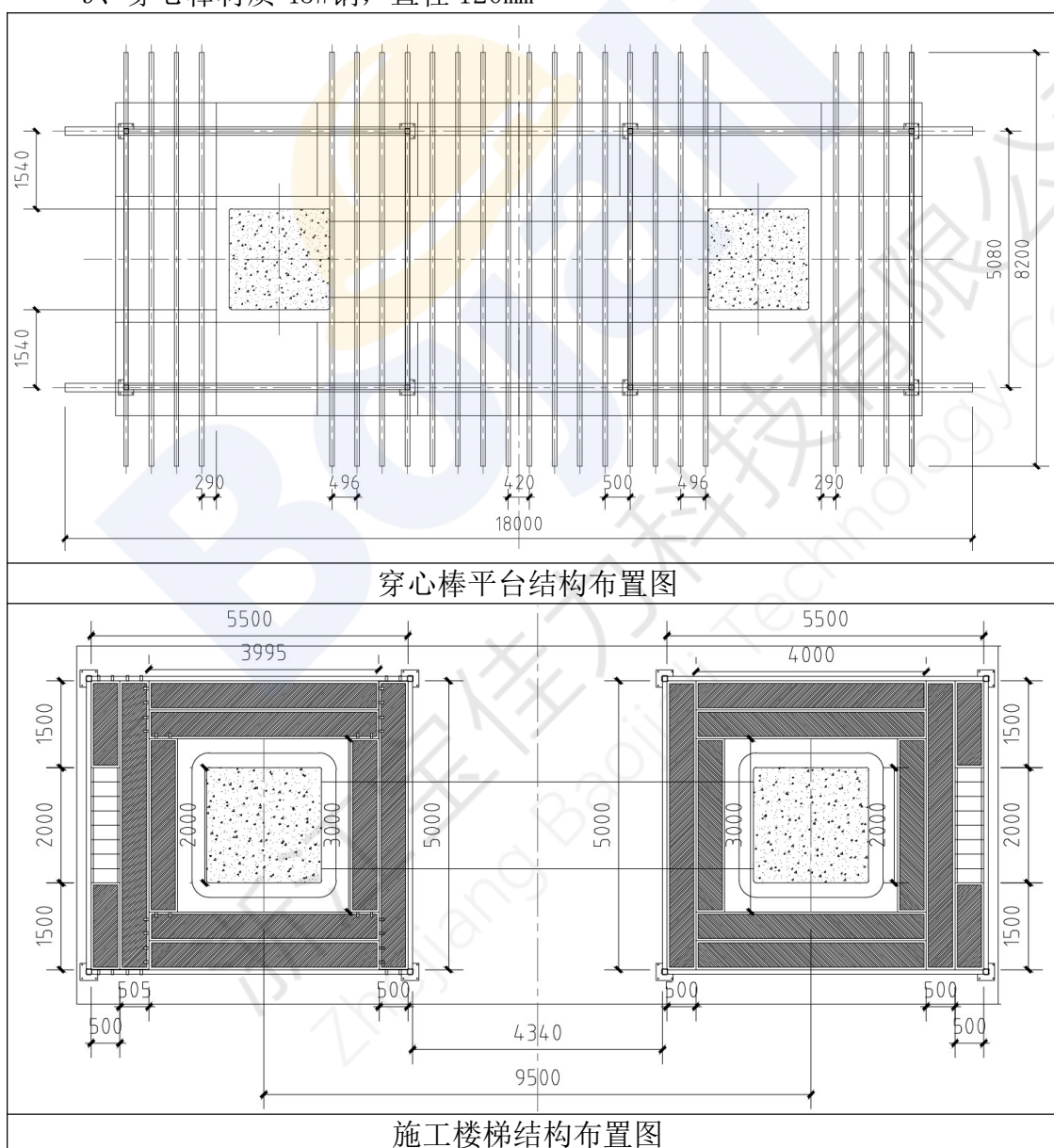
1、 附件：全国各城市的雪压、风压和基本气温 17

1、施工楼梯结构概况

该结构为临时性穿心棒平台及施工楼梯，用于施工人员作业，整体高度 14m 由 7 个标准层拼接而成，施工楼梯高度方向每隔 6m 布置扶墙。

技术参数：

- 1、整体用料 Q0235 碳钢
- 2、立柱 80*80*3.0
- 3、框架 80*80*2.5
- 4、平台梁板 40*80*2.0
- 5、楼梯料 40*80*2.0
- 6、花纹板 2.0 厚
- 7、连接角钢 50*50*2.0
- 8、承重梁采用 I56 工字钢分配梁采用 I16 工字钢；
- 9、穿心棒材质 45#钢，直径 120mm



2、验算依据

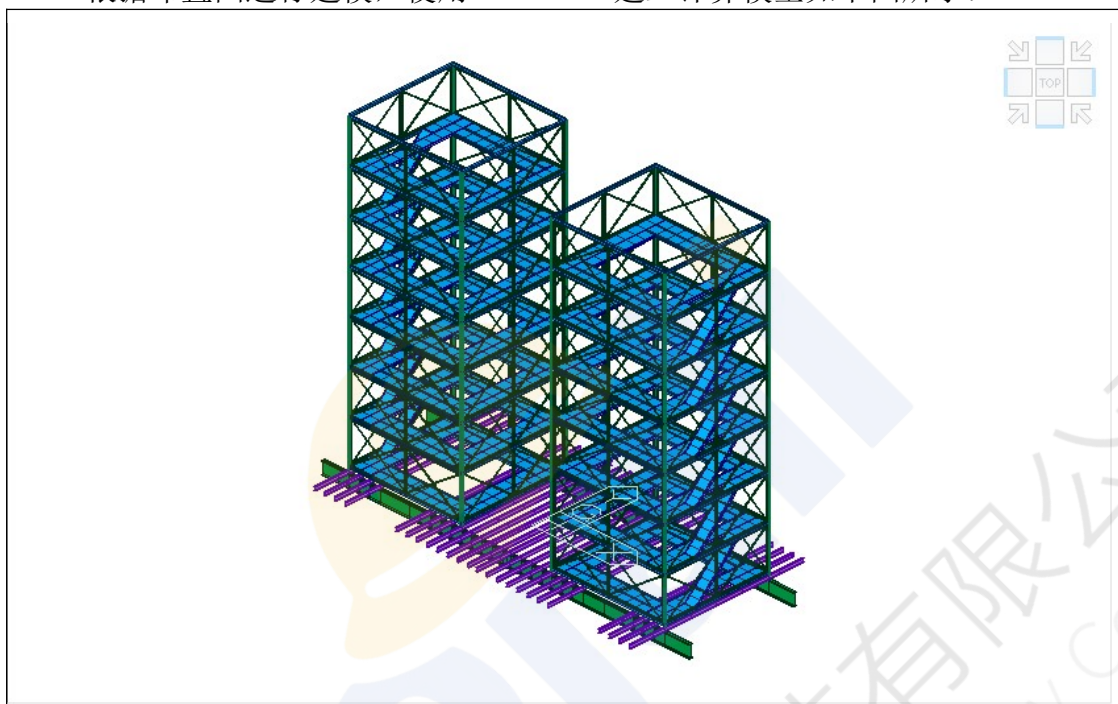
- (1) 《钢结构设计标准》(GB50017-2017)

- (2) 《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012)
- (3) 《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010)
- (4) 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ130-2011)

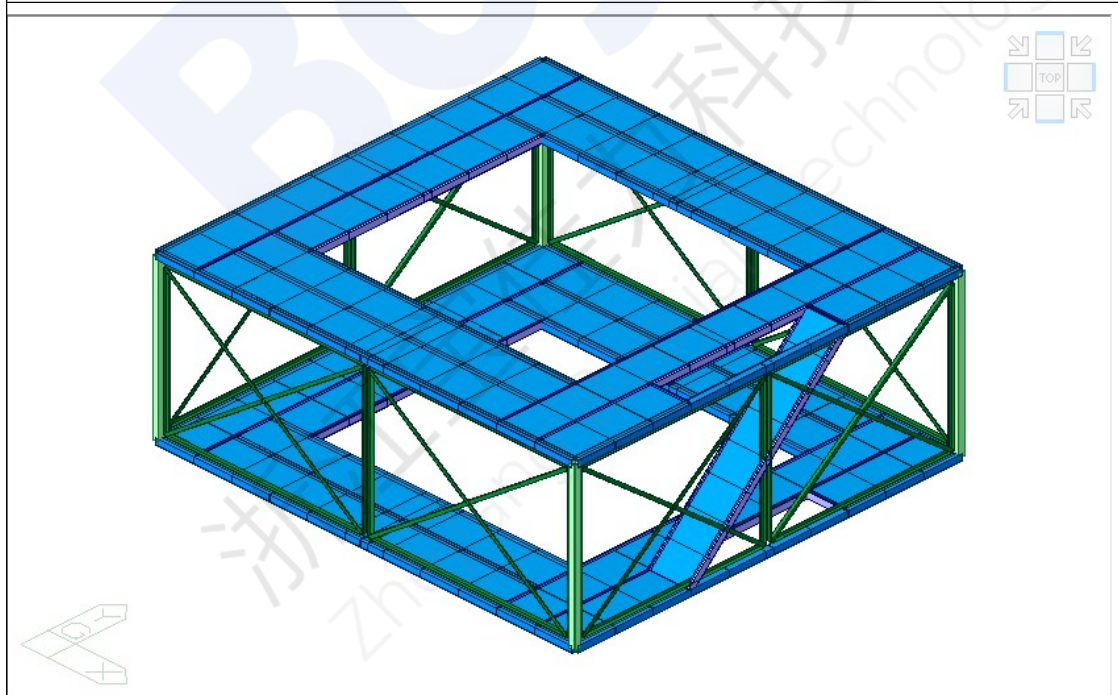
3、钢结构计算部分

3.1 计算模型

根据布置图进行建模，使用 MidasGen 建立计算模型如下图所示：



整体计算模型



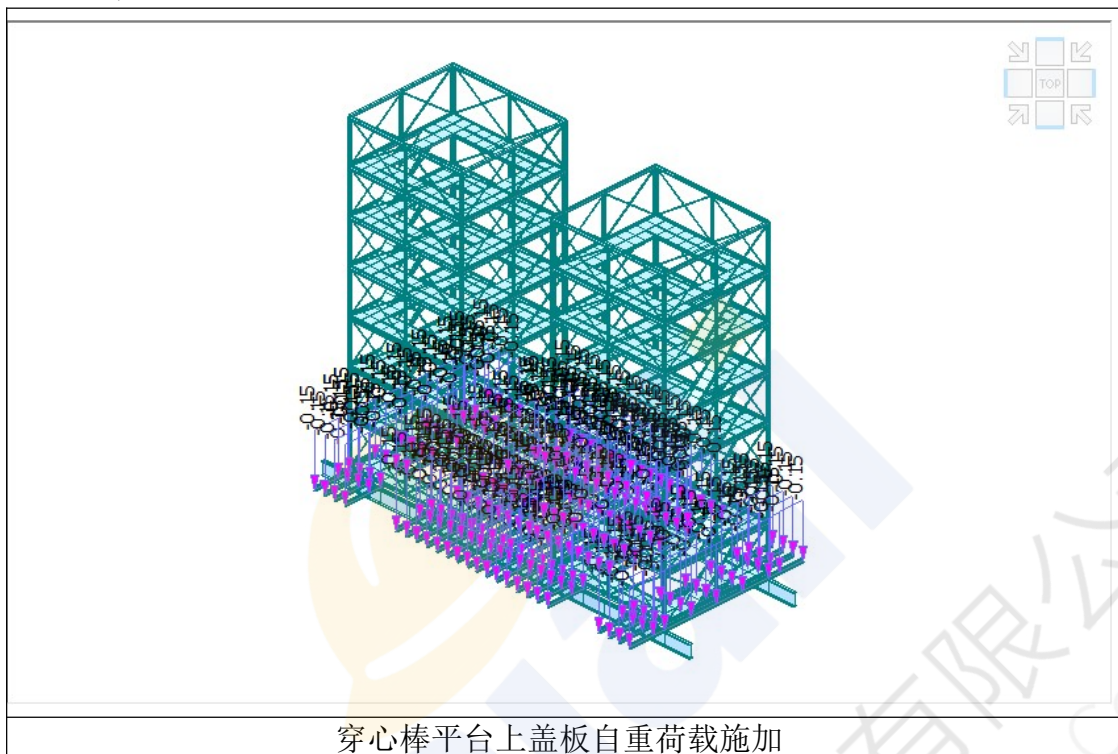
标准层模型

3.2 荷载条件

3.2.1 自重荷载

考虑到螺栓等细部结构以及积灰等模型未表达，取 1.05 倍自重常数（由程序自动计算）。

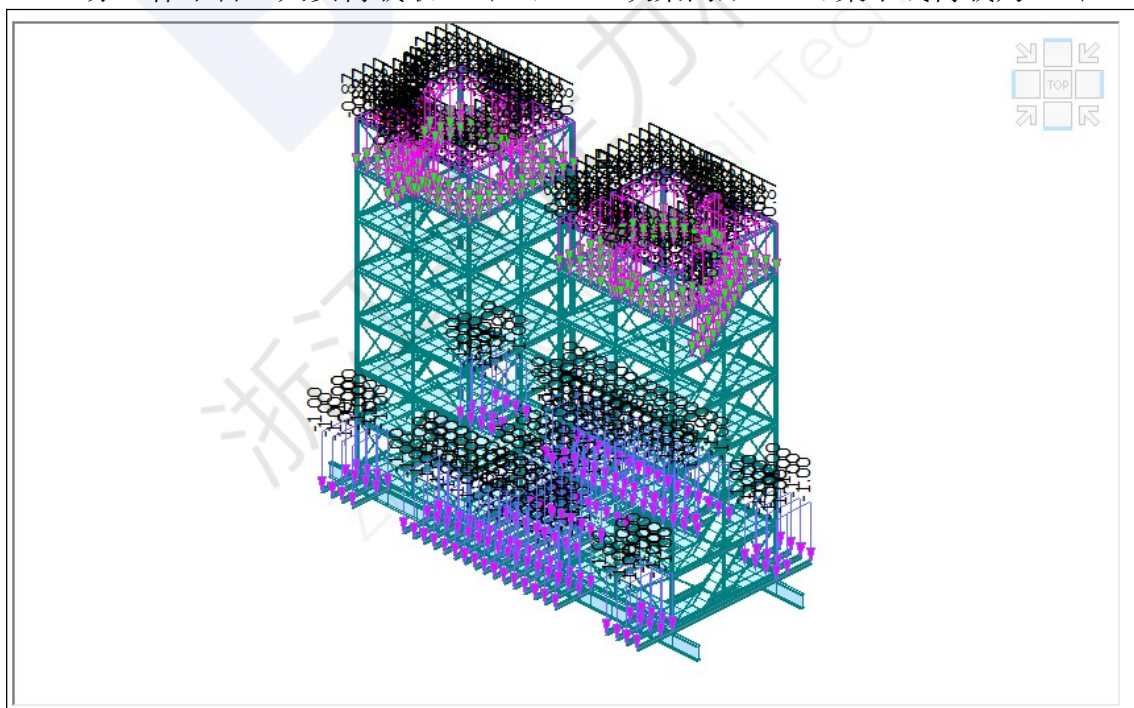
穿心棒平台上盖板荷载取 0.3KN/m^2 ，工 16 次梁间距 0.5m，集中线荷载为 0.15KN/m 。



3.2.2 人员荷载

楼梯最大使用人数为 34 人，单人重量考虑为 100kg，单个楼梯按最大站立 15 人考虑，考虑均集中于顶部标准层，标准层面积为 $5.5 \times 5.08 - 2.08 \times 3.5 = 17.16\text{m}^2$ ，荷载为 $(15 \times 100 \times 10 / 1000) / 17.16 \approx 0.87\text{KN/m}^2$ 。

穿心棒平台上人员荷载取 2KN/m^2 ，工 16 次梁间距 0.5m，集中线荷载为 1KN/m 。



3.2.3 风荷载

根据《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130-2011，风荷载的标准值应按式计算

4.2.5 作用于脚手架上的水平风荷载标准值，应按下式计算：

$$w_k = \mu_z \cdot \mu_s \cdot w_0 \quad (4.2.5)$$

式中： w_k ——风荷载标准值(kN/m^2)；

μ_z ——风压高度变化系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009规定采用；

μ_s ——脚手架风荷载体型系数，应按本规范表4.2.6的规定采用；

w_0 ——基本风压值(kN/m^2)，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定采用，取重现期 $n=10$ 对应的

风压值。

根据《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 取山东烟台地区 10 年期风荷载为 $0.4\text{kN}/\text{m}^2$ ，

风压高度变化系数

离地面高度取计算点的高度 $z=23.00\text{m}$

查《荷载规范》表 8.2.1, 风压高度变化系数 $\mu_z=1.56$

考虑修正系数 η 后, $\mu_z = \mu_z \eta = 1.56 \times 1.00 = 1.56$

阵风系数

离地面高度取计算点的高度 $z=23.00\text{m}$

查《荷载规范》表 8.6.1, 阵风系数 $\beta_{gz}=1.54$

风荷载标准值

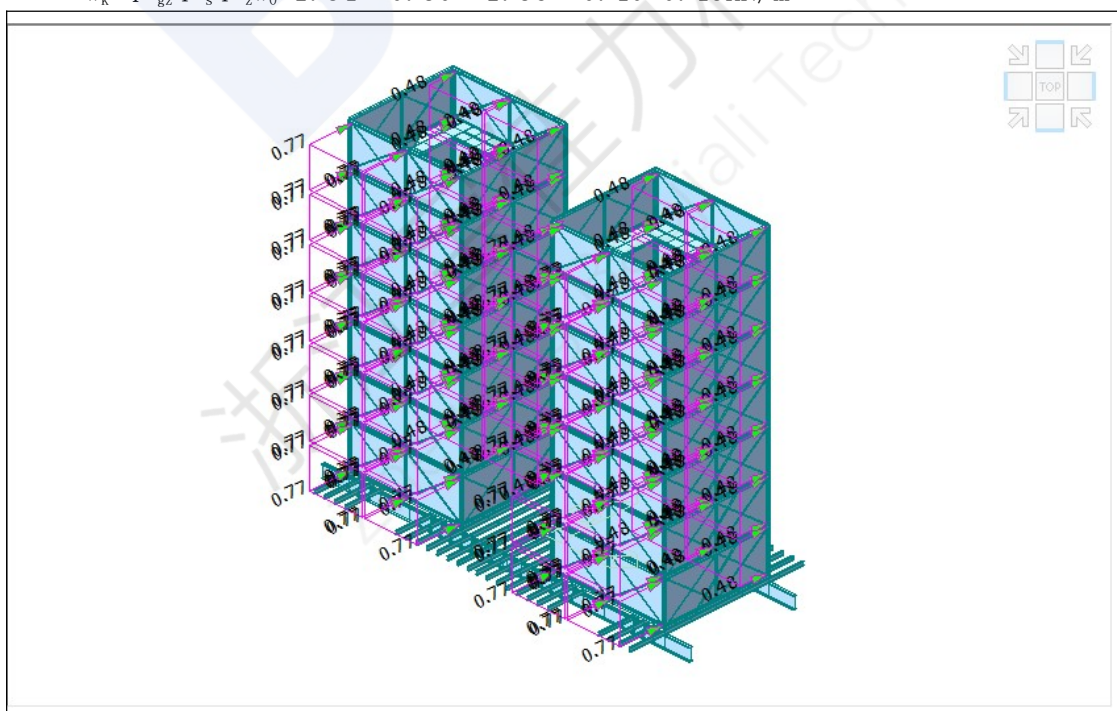
根据《荷载规范》公式 8.1.1-2

正风侧

$$w_k = \beta_{gz} \mu_s \mu_z w_0 = 1.54 \times 0.80 \times 1.56 \times 0.40 = 0.77\text{kN}/\text{m}^2$$

背风侧

$$w_k = \beta_{gz} \mu_s \mu_z w_0 = 1.54 \times 0.50 \times 1.56 \times 0.40 = 0.48\text{kN}/\text{m}^2$$



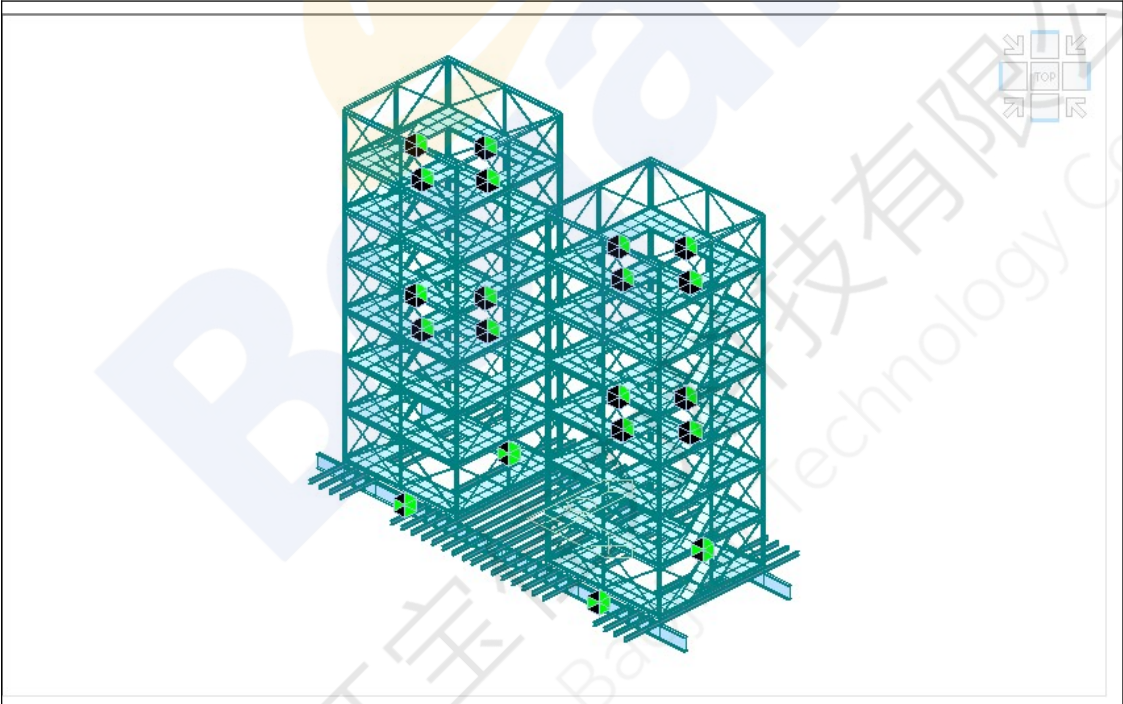
风压荷载施加

3.2.4 荷载组合
荷载组合情况如下：

号	名称	激活	类型	自重(ST)	人员荷载(ST)	正风荷载(ST)	侧风荷载(ST)
1	强度1	基本	相加	1.3000	1.5000		
2	强度2	基本	相加	1.3000		1.5000	
3	强度3	基本	相加	1.3000			1.5000
4	强度4	基本	相加	1.3000	1.0500	0.9000	
5	强度5	基本	相加	1.3000	1.0500		0.9000
6	刚度1	标准	相加	1.0000	1.0000		
7	刚度2	标准	相加	1.0000		1.0000	
8	刚度3	标准	相加	1.0000			1.0000
9	刚度4	标准	相加	1.0000	1.0000	1.0000	
10	刚度5	标准	相加	1.0000	1.0000		1.0000

3.3 边界条件设置

穿心棒位置设置铰接，释放 RY、RZ 转动自由度。扶墙位置设置铰接，释放 RX、RY、RZ 转动自由度，施工 DZ 位移自由度。



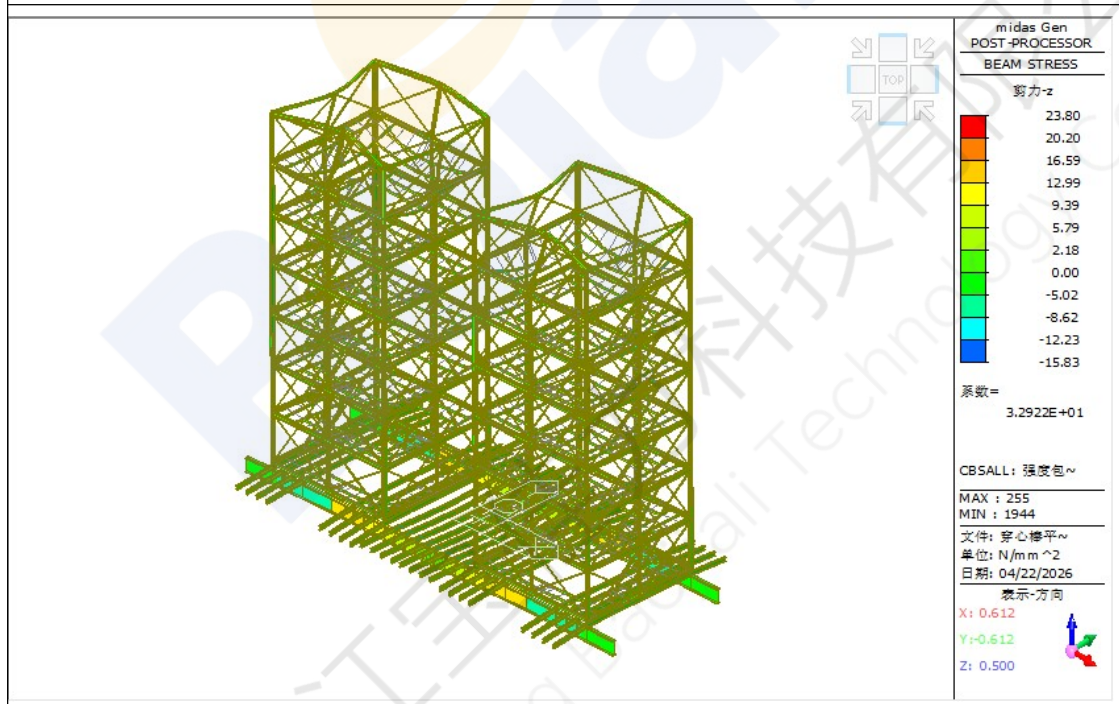
约束施加

3.4 钢结构分析结果

3.4.1 应力结果



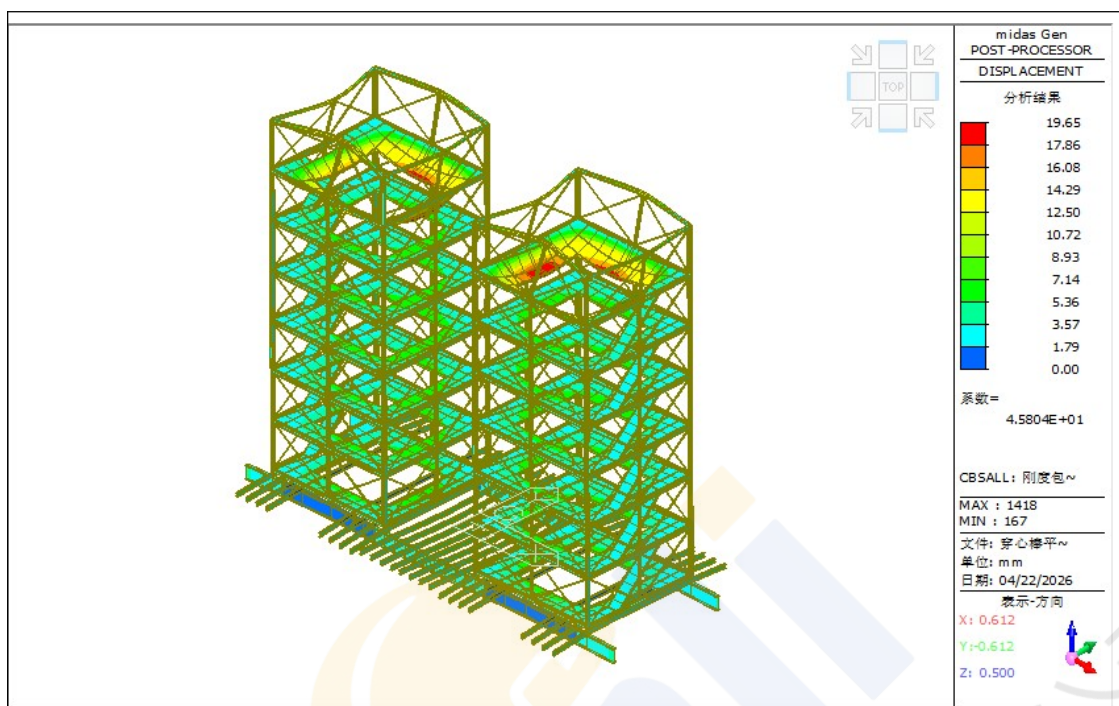
最大组合应力 195.50MPa（强度包络）



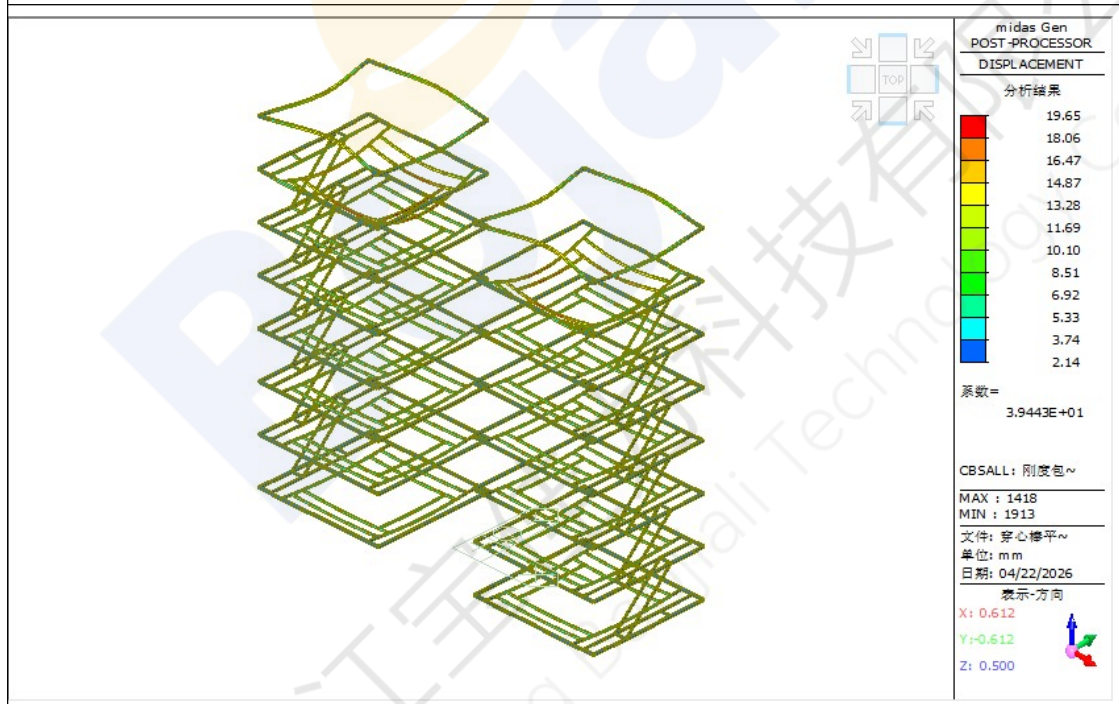
最大剪应力 23.80MPa（强度包络）

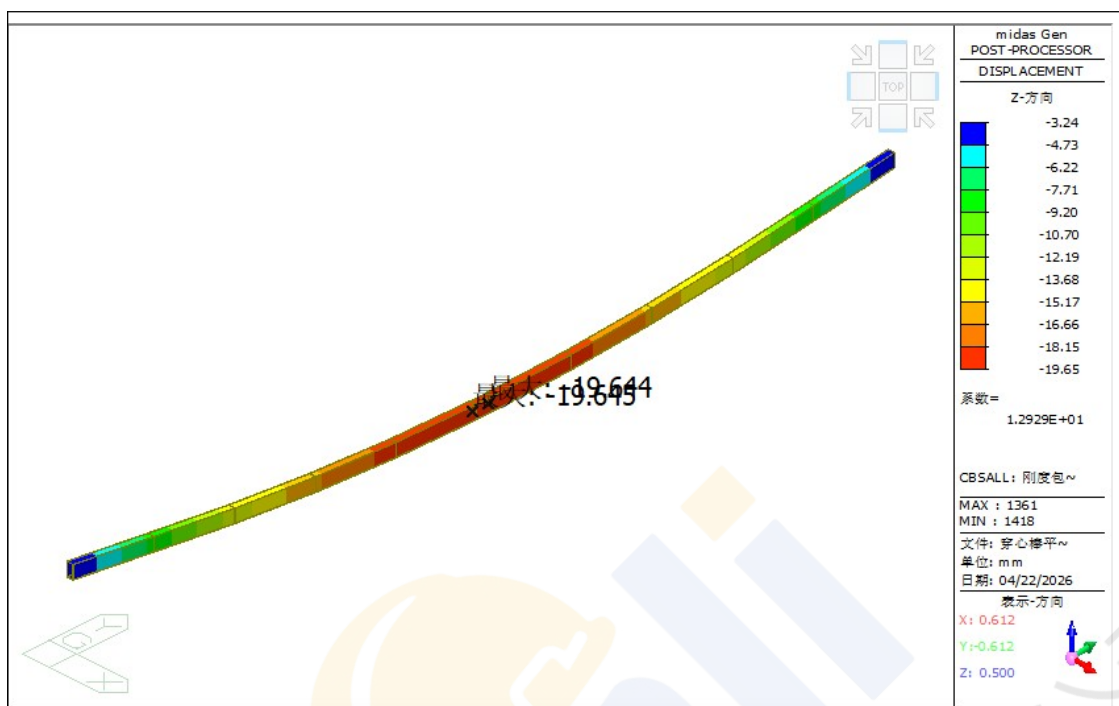
综上,结构最大组合应力为 195.50MPa,最大剪应力 23.80MPa,根据《GB50017 钢结构设计标准》要求 Q235 抗弯设计强度为 215MPa,抗剪设计强度为 125MPa, 195.50MPa<215MPa, 23.80MPa<125MPa, 结构强度安全!

3.4.2 变形结果



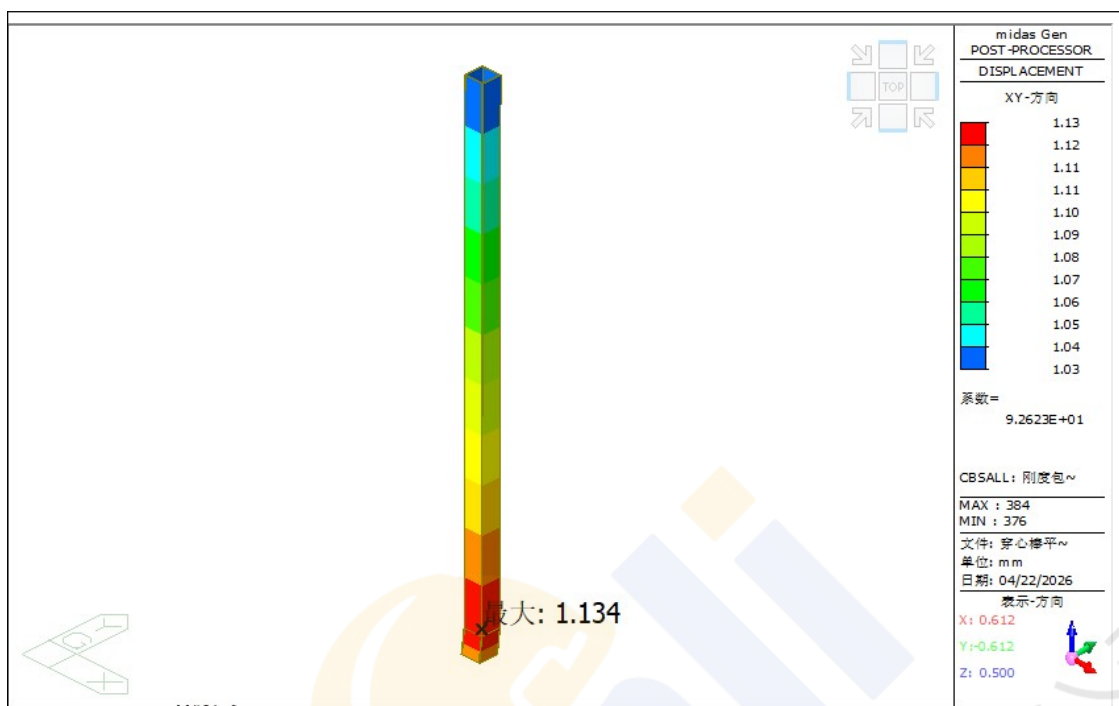
整体最大变形 19.65mm (刚度包络)





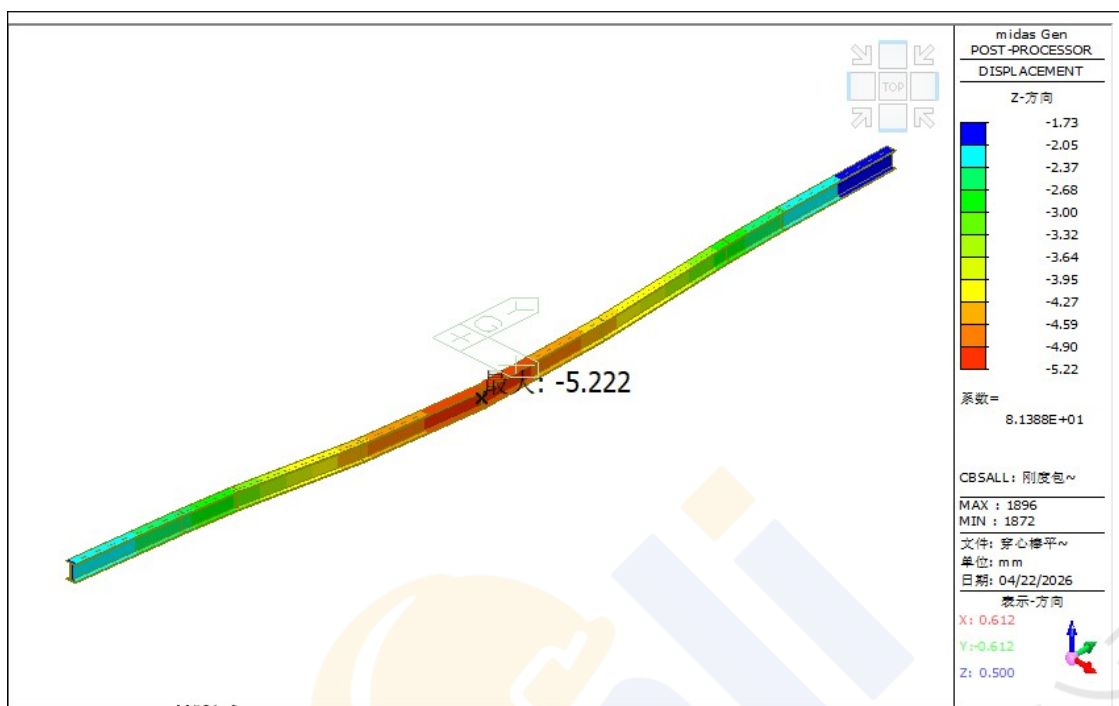
横梁最大变形 $19.65 - 3.24 = 16.41\text{mm}$ (刚度)



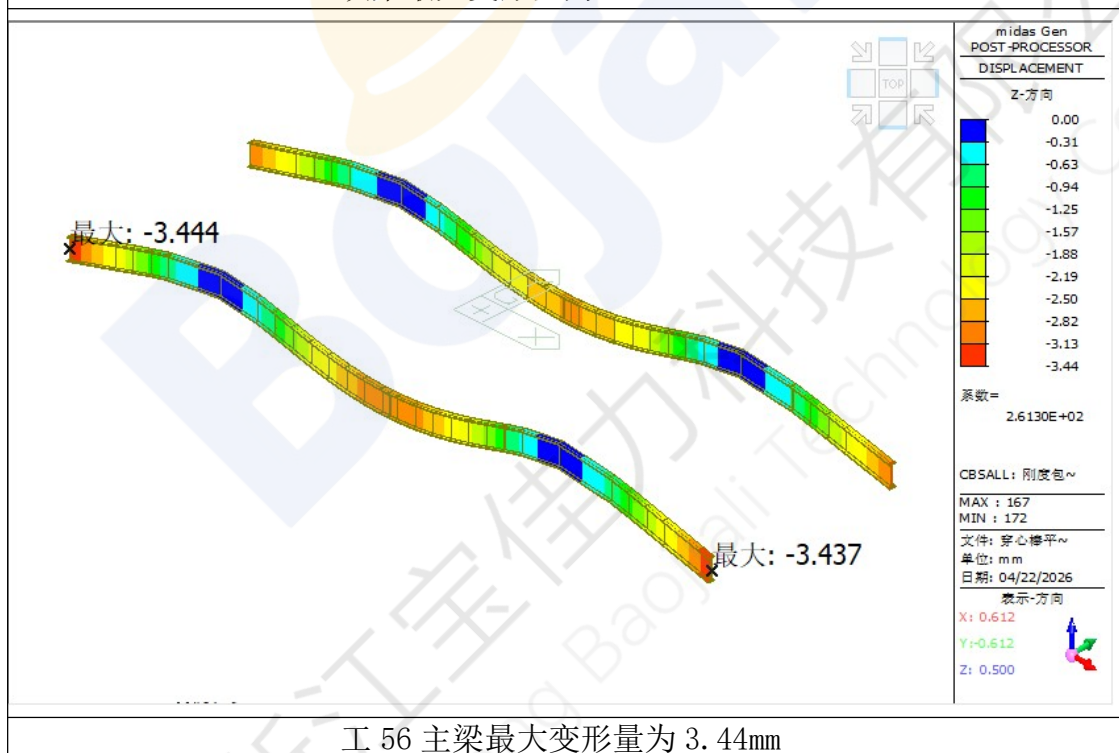


钢柱最大变形 $1.13 - 1.03 = 0.10\text{mm}$ (刚度)





工 16 次梁最大变形量为 $5.22 - 1.73 = 3.49\text{mm}$



工 56 主梁最大变形量为 3.44mm

根据《GB50017 钢结构设计标准》中附录 B 结构或构件的变形容许值，对 1) 主梁或桁架(包括设有悬挂起重设备的梁和桁架)，为构件计算跨度的 $1/400$ 。
对 5) 楼梯结构，变形容许值为构件计算跨度的 $1/250$ 。

4	楼(屋)盖梁或桁架、工作平台梁(第3项除外)和平台板		
	1) 主梁或桁架(包括设有悬挂起重设备的梁和桁架)	$l/400$	$l/500$
	2) 仅支承压型金属板屋面和冷弯型钢檩条	$l/180$	
	3) 除支承压型金属板屋面和冷弯型钢檩条外,尚有吊顶	$l/240$	
	4) 抹灰顶棚的次梁	$l/250$	$l/350$
	5) 除第1)款~第4)款外的其他梁(包括楼梯梁)	$l/250$	$l/300$
	6) 屋盖檩条		
	支承压型金属板屋面者	$l/150$	—
	支承其他屋面材料者	$l/200$	—
	有吊顶	$l/240$	—
	7) 平台板	$l/150$	—

楼梯钢梁跨度为 5.5m, 最大变形量为 16.41mm, $16.41/5500 < 1/250$, 钢梁刚度安全!

工 16 平台次梁跨度 5.08m, 最大变形量为 3.49mm, $3.49/5080 < 1/400$, 工 16 平台次梁刚度安全!

工 56 平台主梁跨度 9.5m, 最大变形量为 3.44mm, $3.44/9500 < 1/400$, 工 56 平台主梁刚度安全!

根据《GB50017 钢结构设计标准》中附录 B 结构或构件的变形容许值, 钢柱柱顶位移为 $H/150$ 。

B.2 结构的位移容许值

B.2.1 单层钢结构水平位移限值宜符合下列规定:

1 在风荷载标准值作用下, 单层钢结构柱顶水平位移宜符合下列规定

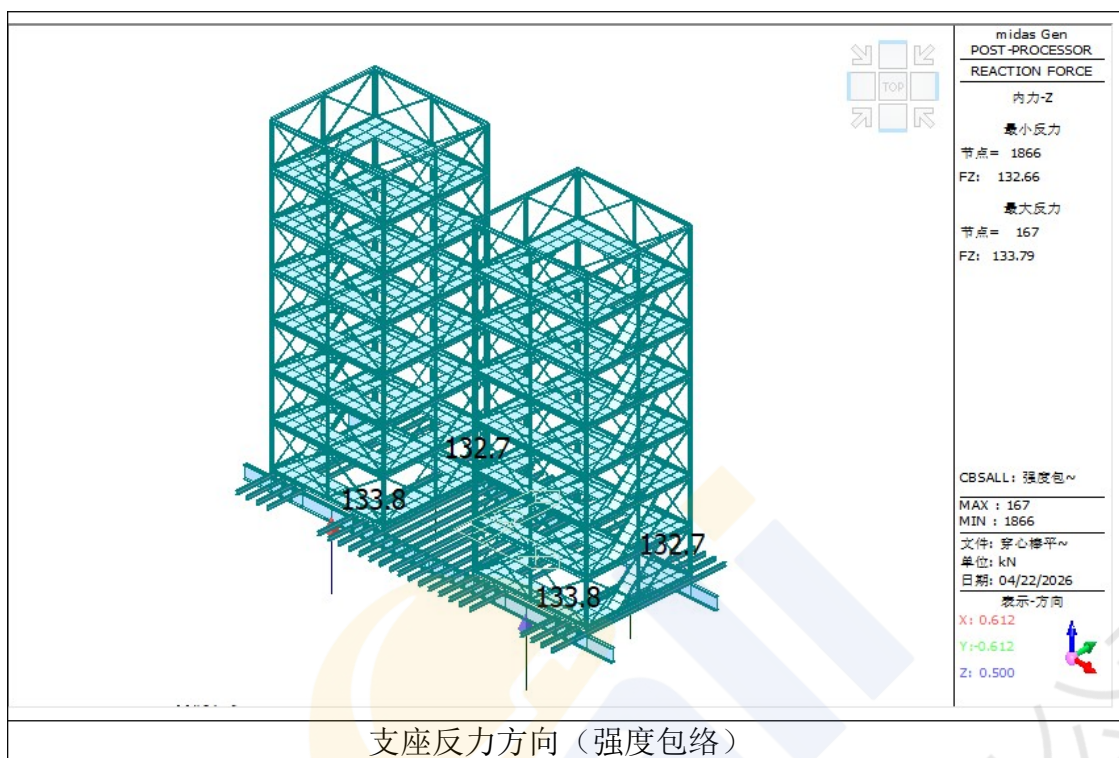
- 1) 单层钢结构柱顶水平位移不宜超过表 B.2.1-1 的数值;
- 2) 无桥式起重机时, 当围护结构采用砌体墙, 柱顶水平位移不应大于 $H/240$, 当围护结构采用轻型钢墙板且房屋高度不超过 18m 时, 柱顶水平位移可放宽至 $H/60$;
- 3) 有桥式起重机时, 当房屋高度不超过 18m, 采用轻型屋盖, 吊车起重量不大于 20t 工作级别为 A1~A5 且吊车由地面控制时, 柱顶水平位移可放宽至 $H/180$ 。

表 B.2.1-1 风荷载作用下单层钢结构柱顶水平位移容许值

结构体系	吊车情况	柱顶水平位移
排架、框架	无桥式起重机	$H/150$
	有桥式起重机	$H/400$

支柱最大高度为 2m, 最大变形量为 0.10mm, $0.10/2000 < 1/150$, 钢柱刚度安全!

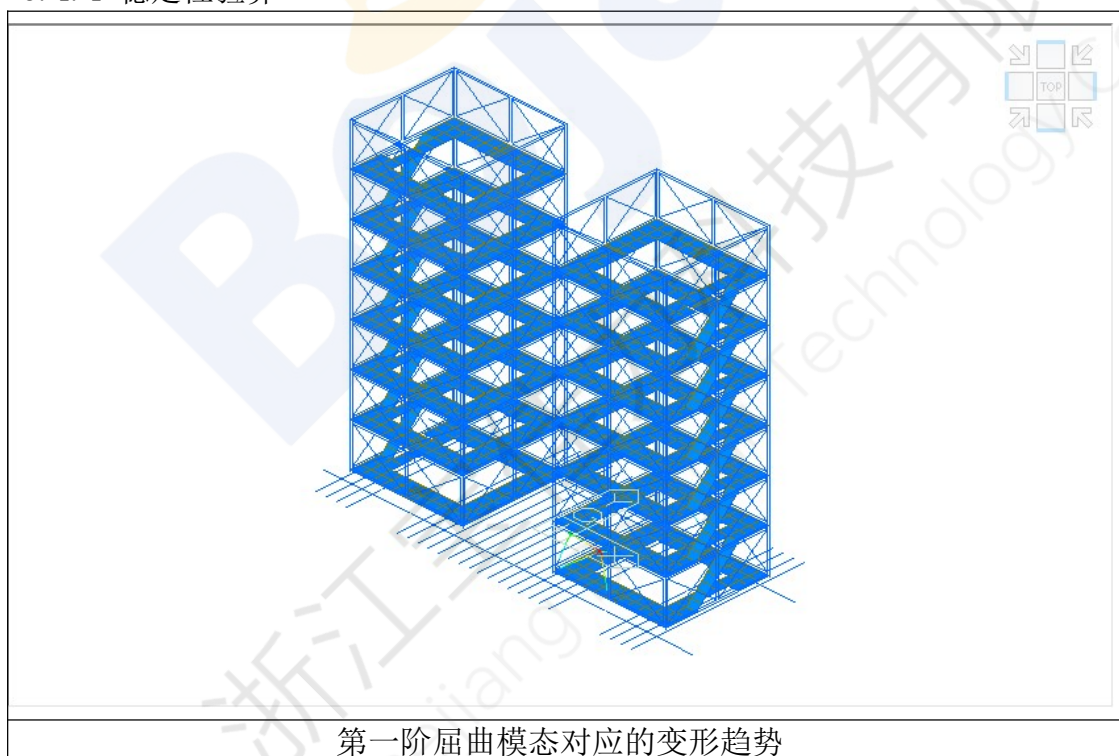
3.4.3 抗倾覆验算



支座反力方向（强度包络）

支座反力未出现负值，证明所有支座均受压力，无倾覆危险。

3.4.4 稳定性验算



第一阶屈曲模态对应的变形趋势

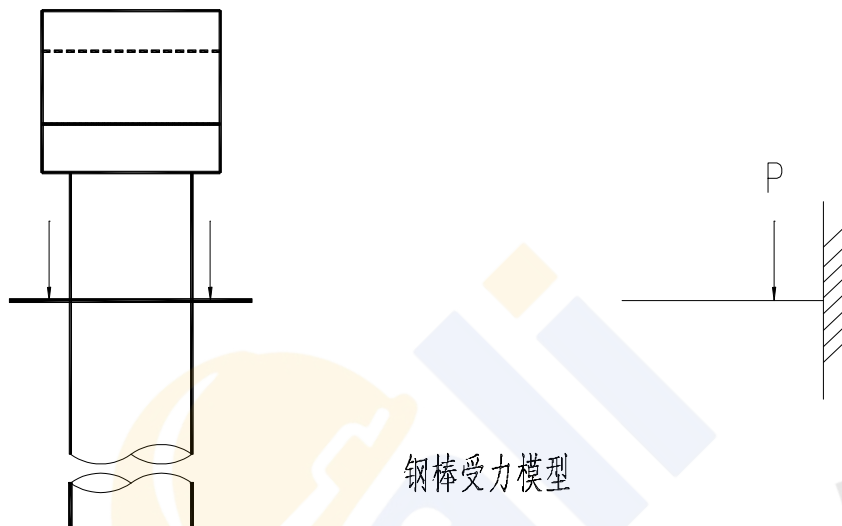
前 4 阶模态特征值如下：

模态	特征值	容许误差
1	15.851114	1.4013e-16
2	16.017707	1.0437e-14
3	16.355207	4.7673e-11
4	16.411656	1.8362e-12

该结构第一阶特征值为 $15.85 > 1$ ，稳定性满足要求！

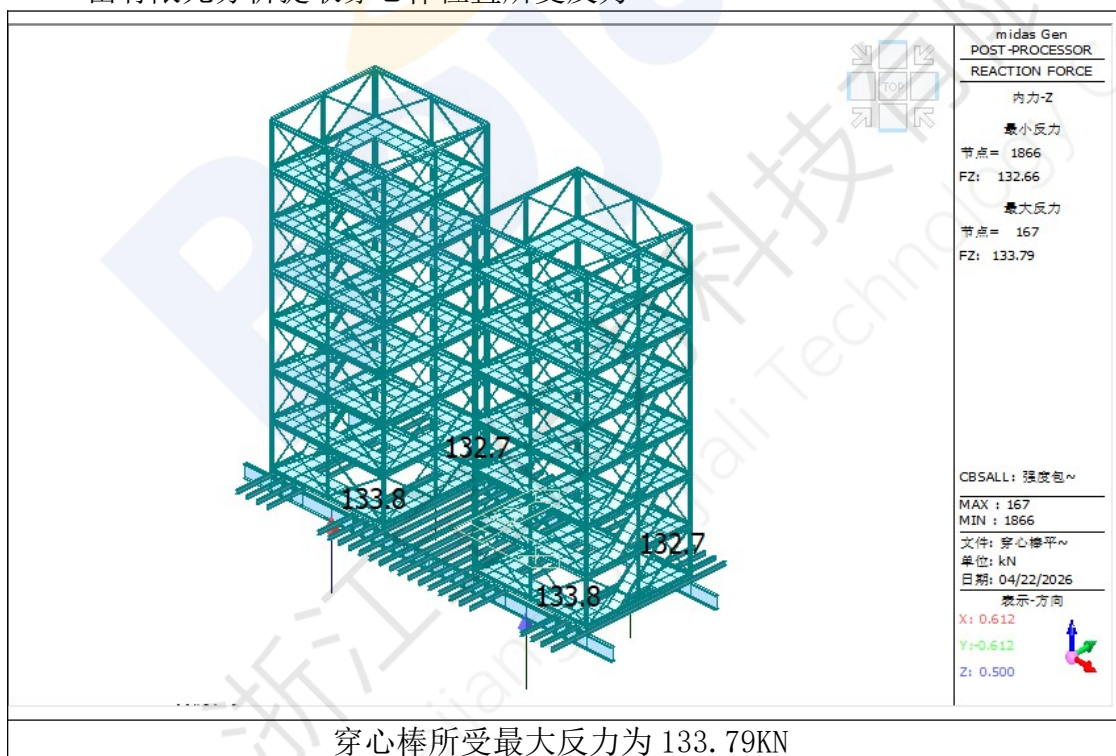
4、穿心棒强度验算

钢棒为悬臂结构模型，工字钢紧贴圆柱，故只考虑钢棒受剪，4 个支点抗剪截面分担承受上面传来的重力。



钢棒受力模型

由有限元分析提取穿心棒位置所受反力



穿心棒所受最大反力为 133.79KN

圆钢棒截面面积为: $A = \pi d^2/4 = 3.14 \times 120^2/4 = 11304 \text{mm}^2$,

$\tau = Q/A = 133.79 \times 10^3/11304 = 11.84 \text{MPa} < [\tau] = 178 \text{MPa}$

穿心棒强度安全！

5、结论与意见

该施工楼梯结构在自重、人员荷载、风荷载等工况组合情况下，结构最大组合应力为 195.50MPa，最大剪应力 23.80MPa，根据《GB50017 钢结构设计标准》

获取完整无水印计算书
联系官方
13336064501