

受力计算书

泰州市高铁南站综合交通枢纽工程墩身围笼



中铁三局集团有限公司

泰州高铁南站工程项目部

2025-9-9

1、墩身围笼平台结构概况

该结构为临时性墩身围笼平台，用于施工人员作业，整体用料材质:Q235B 碳钢；

标准节外形尺寸 4.06 米长*3.448 米宽*2 米高

立柱采用口 80*3；

框架采用口 80*2；

梯笼框架平台采用 2.0mm 防护花纹板，宽度 0.4m；

楼梯侧梁采用 14#槽钢；

楼梯踏板采用防滑花纹板，厚度 2.0mm；

顶部布置 1.2m 高栏杆。

揽风绳埋件使用直径 16mm，长度 150mm，8.8 级合金钢后扩底型后置锚栓，地面混凝土强度等级不低于 C20。

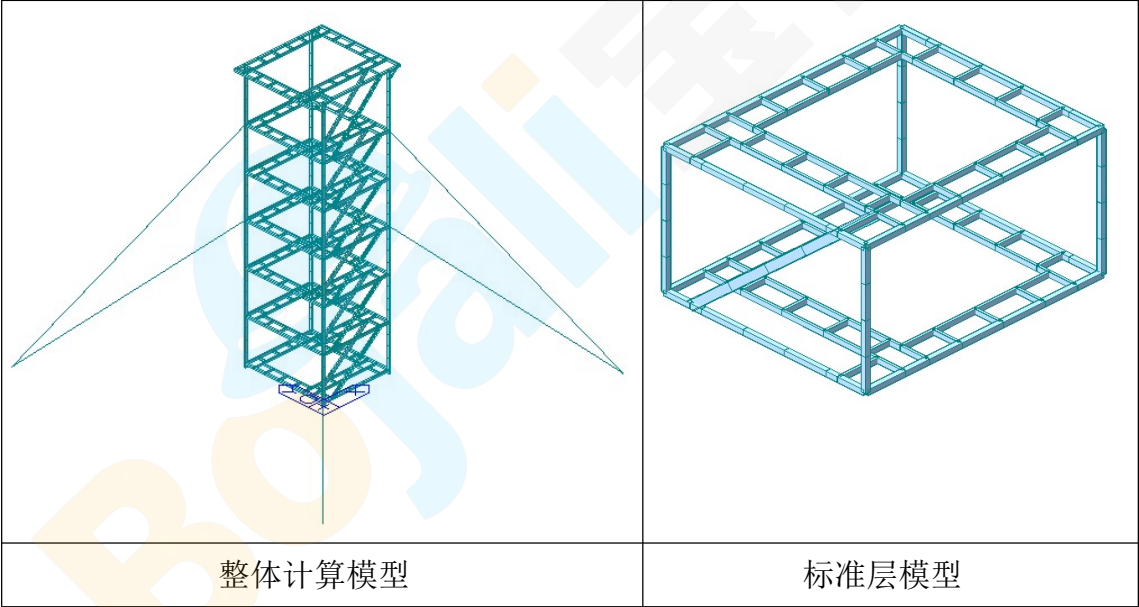
2、验算依据

(1) 《钢结构设计标准》(GB50017-2017)

(2) 《建筑结构荷载规范》GB50009-2012)

3、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：



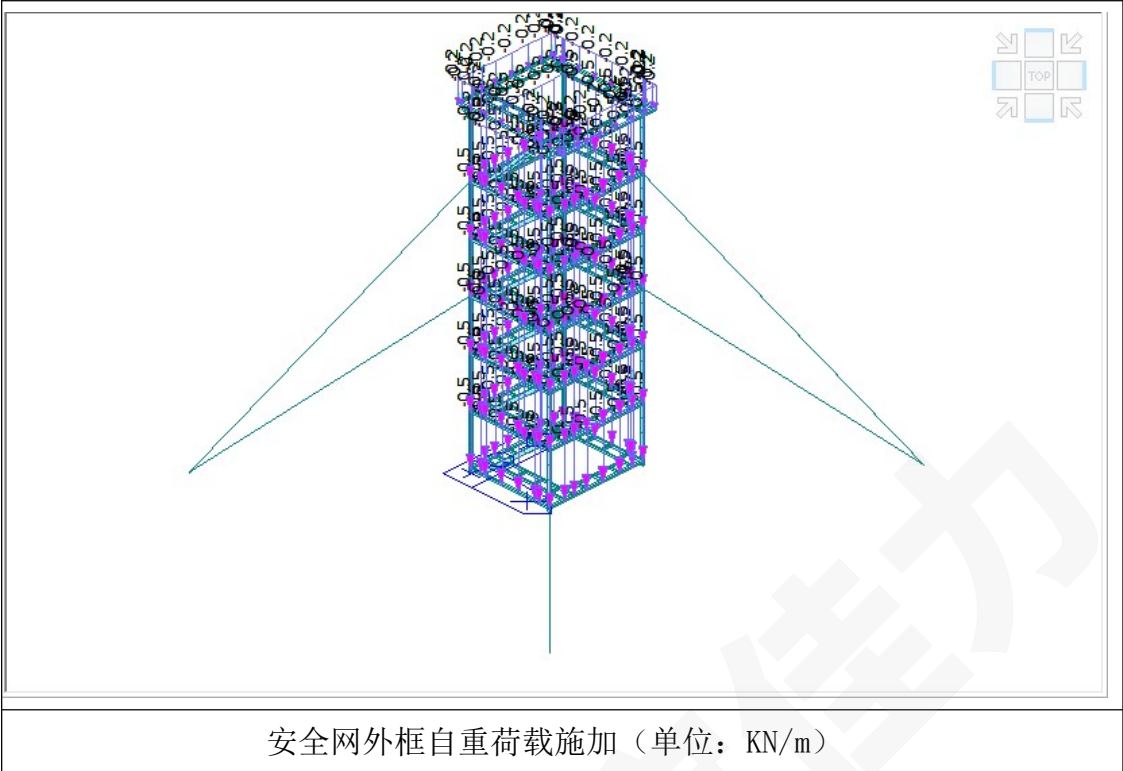
4、荷载条件

4.1 恒荷载

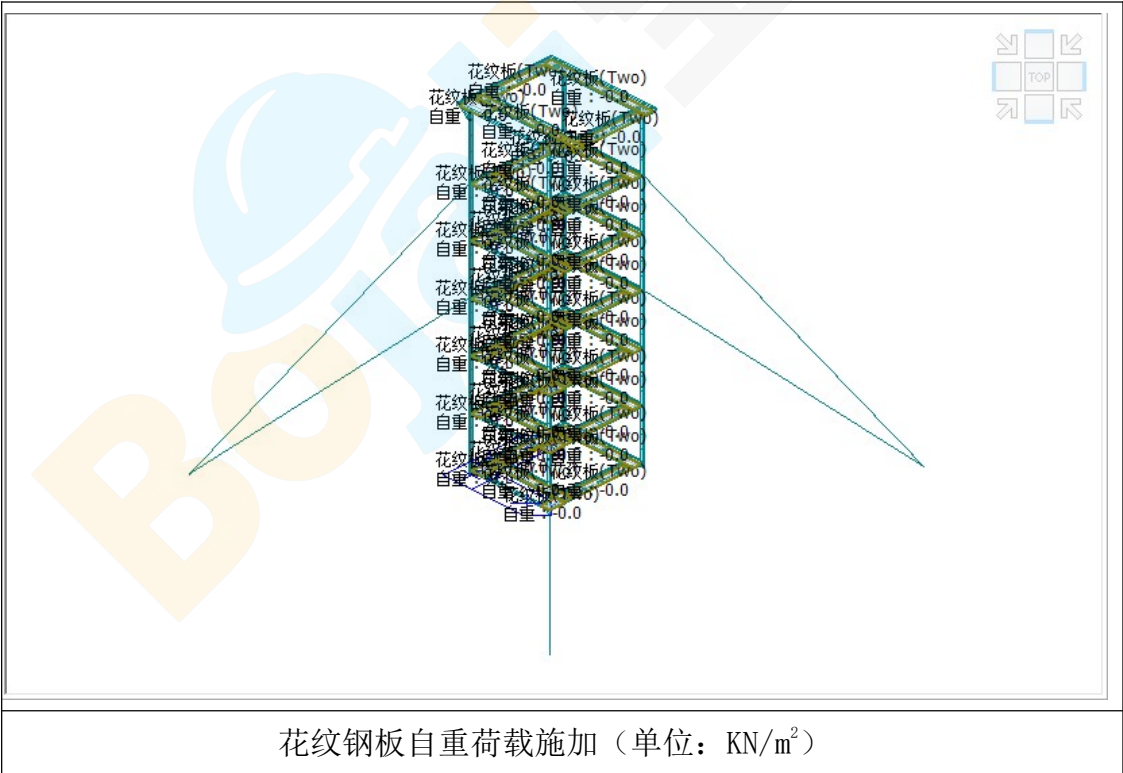
(1) 结构自重

考虑到螺栓等细部结构以及积灰等模型未表达，取 1.1 倍自重常数（由程序自动计算）。

安全网外框自重荷载考虑为线荷载考虑为 0.5KN/m。



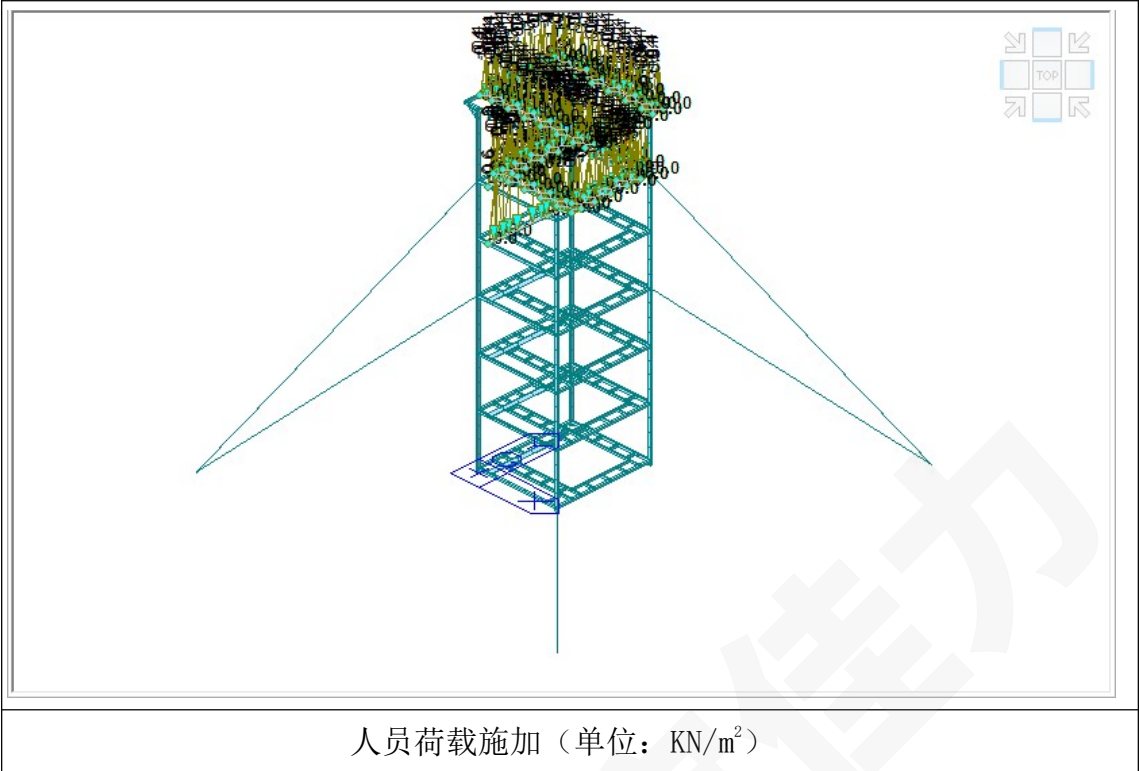
楼梯休息平台及梯跑均铺设 2mm 厚度花纹钢板，取花纹钢板荷载 0.157KN/m^2 ，使用分配楼面荷载方式添加，荷载分配方式为双向板。



4.2 活荷载

4.2.1 人员荷载

同时使用人数最大 20 人，取人员作业荷载 2KN/m^2 ，使用分配楼面荷载方式添加，荷载分配方式为双向板。

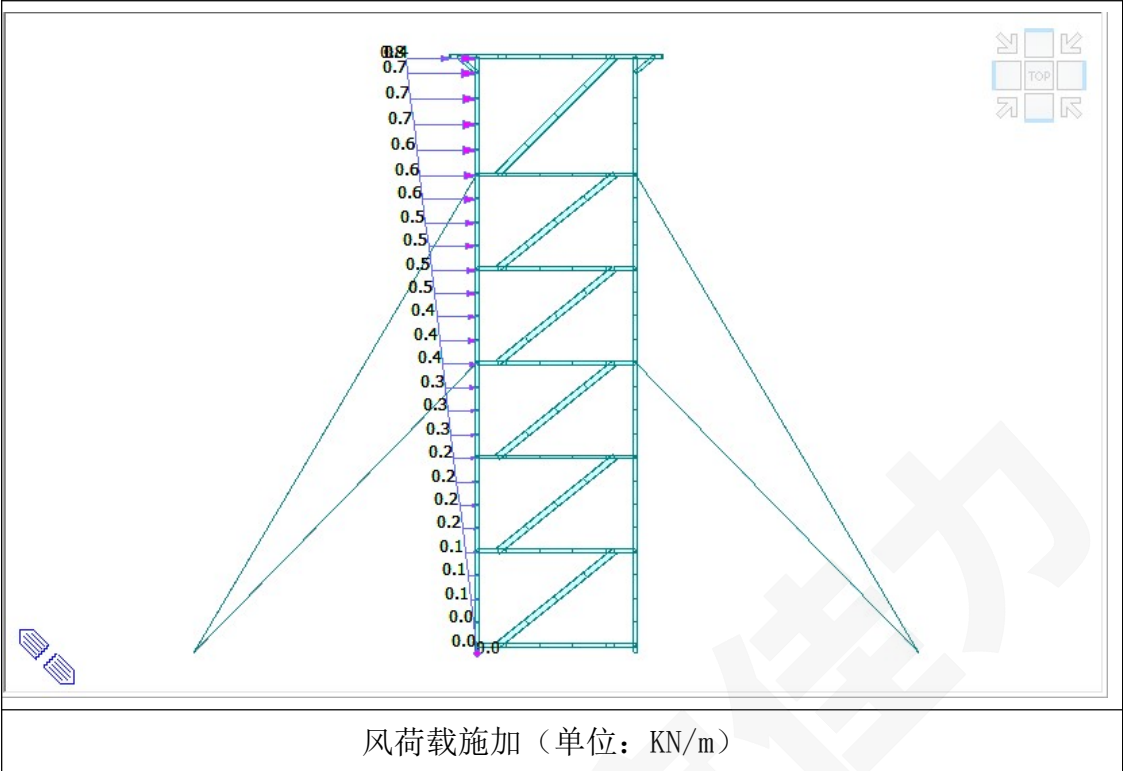


4.2.2 风荷载

施工地点位于江苏泰州，根据《建筑结构荷载规范》GB50009-2012)取 10 年重现期，基本风压为 0.25KN/m²，地面粗糙类别为 B 类，风荷载由程序自动转化为梁单元线荷载。

The screenshot shows the '添加/编辑速度压' (Add/Edit Velocity Pressure) dialog box. The '速度压名称' (Velocity Pressure Name) is set to '江苏泰州' (Jiangsu Taizhou). The '风荷载规范' (Wind Load Code) is set to 'China(GB5001-2021)'. The '风荷载参数' (Wind Load Parameters) section shows '粗糙度类别' (Roughness Category) as 'B', '基本风压 (W₀)' (Basic Wind Pressure) as '0.25 kN/m²', '地形系数' (Terrain Coefficient) as '1', and '风荷载风向影响系数 (Cd)' (Wind Load Direction Influence Coefficient) as '1'. The '风压形状...' (Wind Pressure Shape...) button is visible. The '确认' (Confirm) and '取消' (Cancel) buttons are at the bottom.

风荷载参数设置



5、荷载组合

根据《钢结构设计标准》(GB50017-2017)，活荷载分项系数取 1.5，恒荷载分项系数取 1.3，根据《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012)取人员荷载组合值系数为 0.7。

5.3.1 房屋建筑的屋面，其水平投影面上的屋面均布活荷载的标准值及其组合值系数、频遇值系数和准永久值系数的取值，不应小于表5.3.1的规定。

表5.3.1 屋面均布活荷载标准值及其组合值系数、频遇值系数和准永久值系数

项次	类 别	标准值 (kN/m ²)	组合值系数 ψ_c	频遇值系数 ψ_f	准永久值系数 ψ_q
1	不上人的屋面	0.5	0.7	0.5	0.0
2	上人的屋面	2.0	0.7	0.5	0.4
3	屋顶花园	3.0	0.7	0.6	0.5
4	屋顶运动场地	3.0	0.7	0.6	0.4

8.1.4 风荷载的组合值系数、频遇值系数和准永久值系数可分别取0.6、0.4和0.0。

荷载组合系数规范原文

荷载组合情况如下：

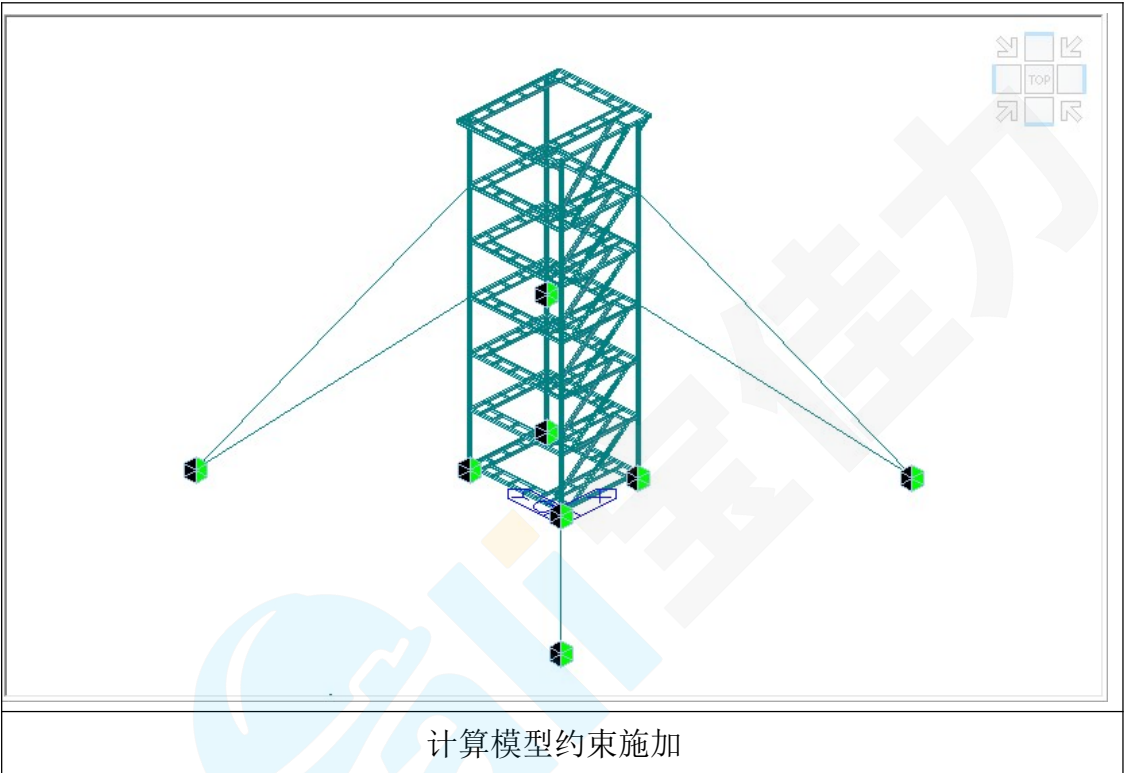
荷载组合	组合方式	恒荷载系数	人员荷载系数	风荷载
强度 1	相加	1.3	1.5	
强度 2	相加	1.3		1.5
强度 3	相加	1.3	1.5*0.7=1.05	1.5*0.6=0.9

刚度 1	相加	1	1	
刚度 2	相加	1		1

强度校核使用强度荷载组合，刚度校核使用刚度荷载组合。

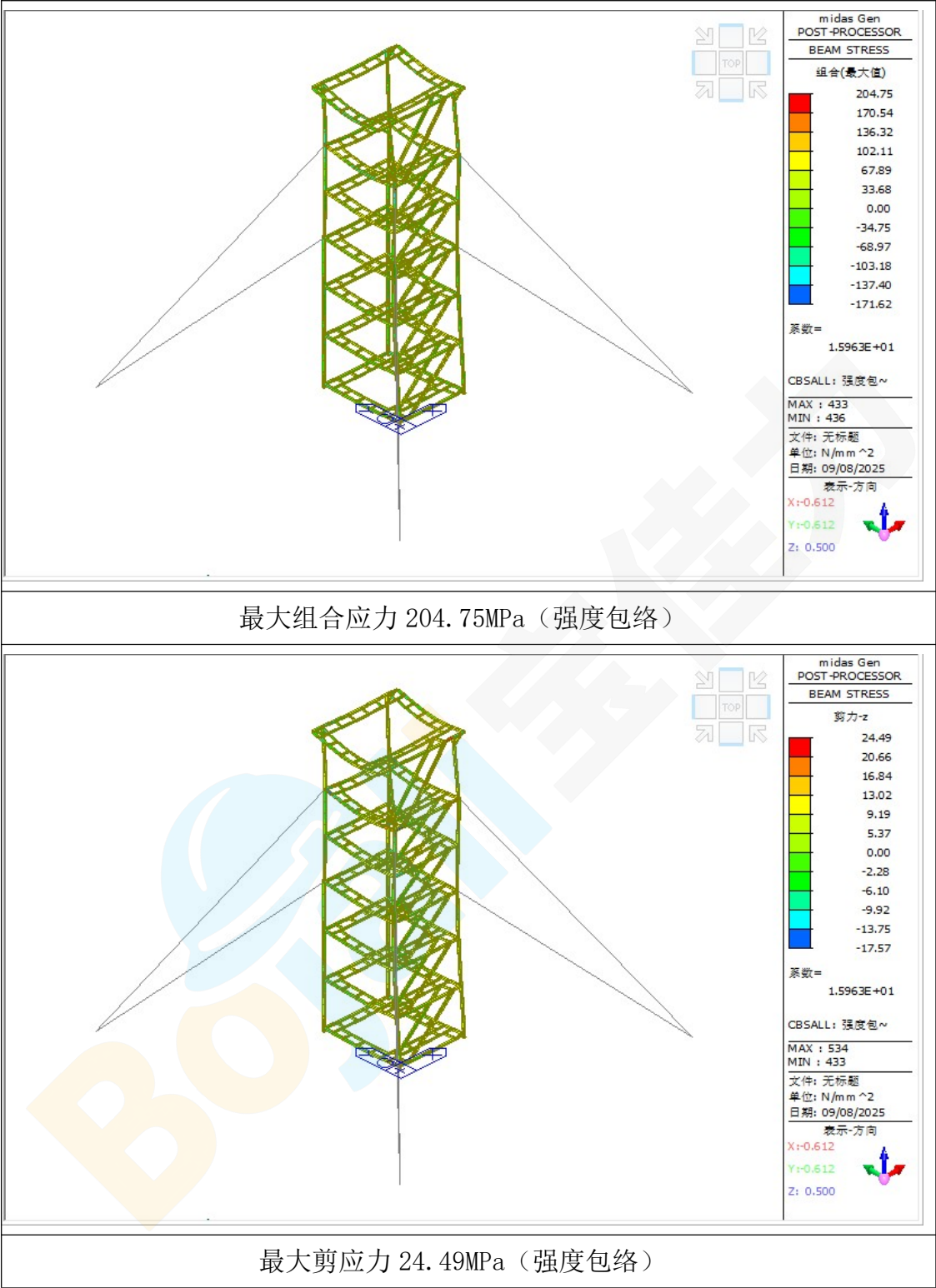
6、边界条件设置

钢楼梯底部与地面铰接限制 Dx、Dy、Dz 自由度；由地面向上每个 6、4、4m 处长边方向设置扶墙，扶墙位置限制 Dx、Dy 自由度。顶部卡子位置仅限制 Dz 自由度。



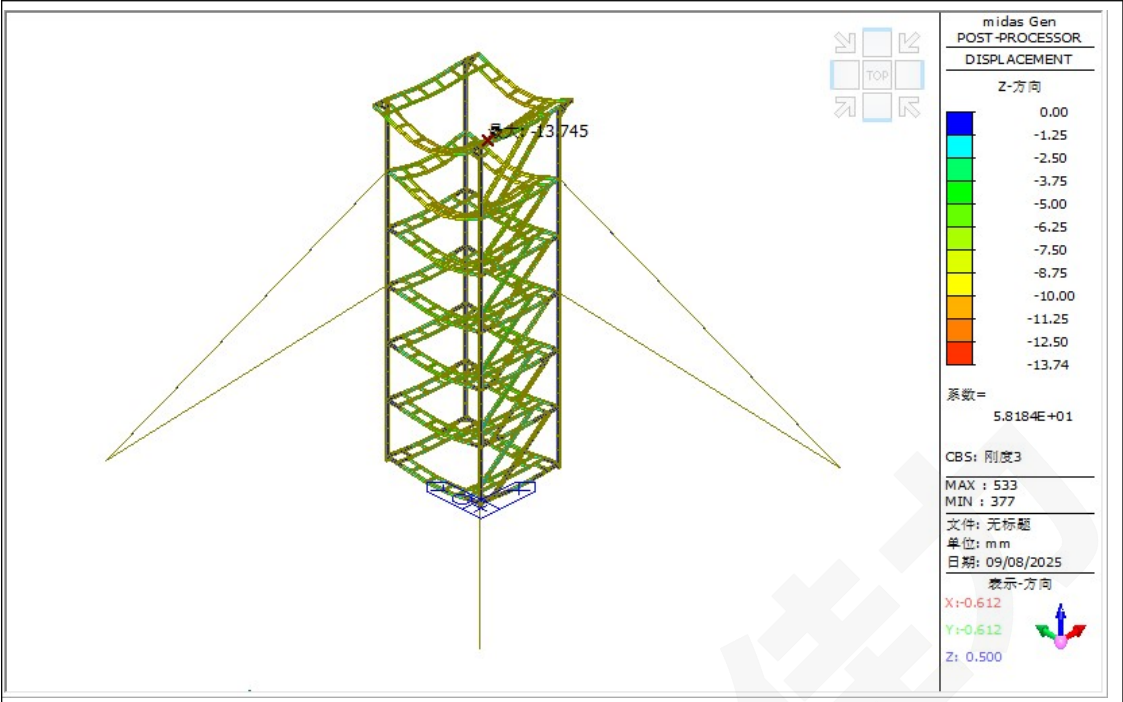
7、分析结果

7.1 应力结果

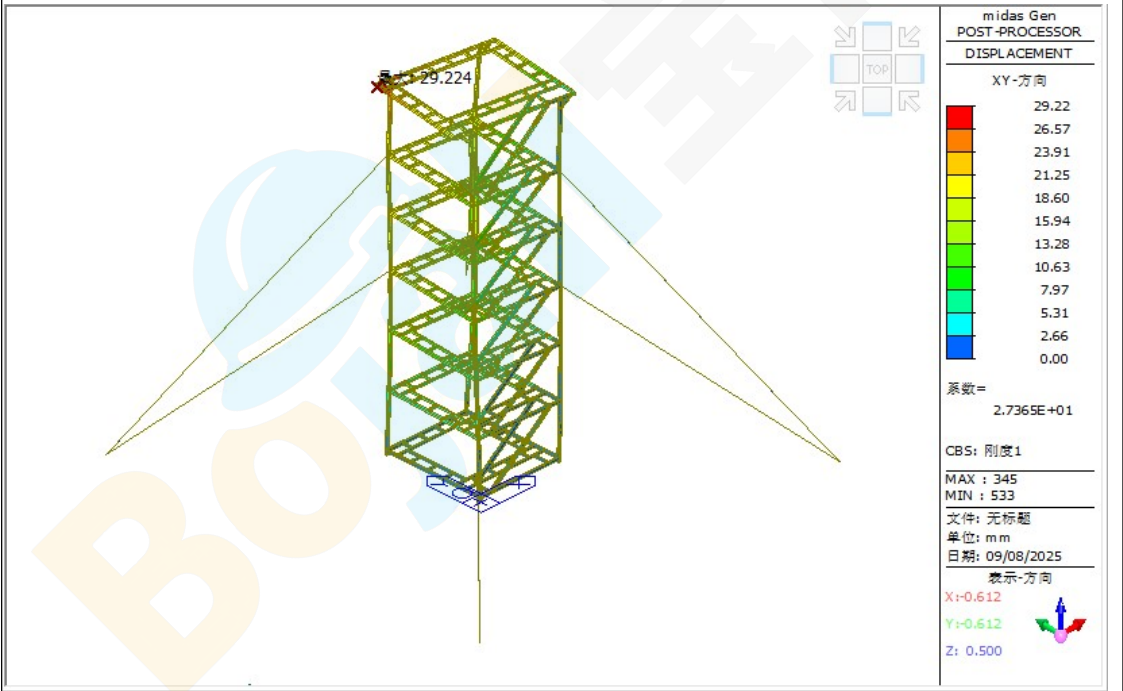


综上，墩身围笼平台最大组合应力为 204.75MPa，最大剪应力 24.49MPa，根据《GB50017 钢结构设计标准》要求 Q235 抗弯设计强度为 215MPa，抗剪设计强度为 125MPa，204.75MPa<215MPa，24.49MPa<125MPa，墩身围笼平台强度安全！

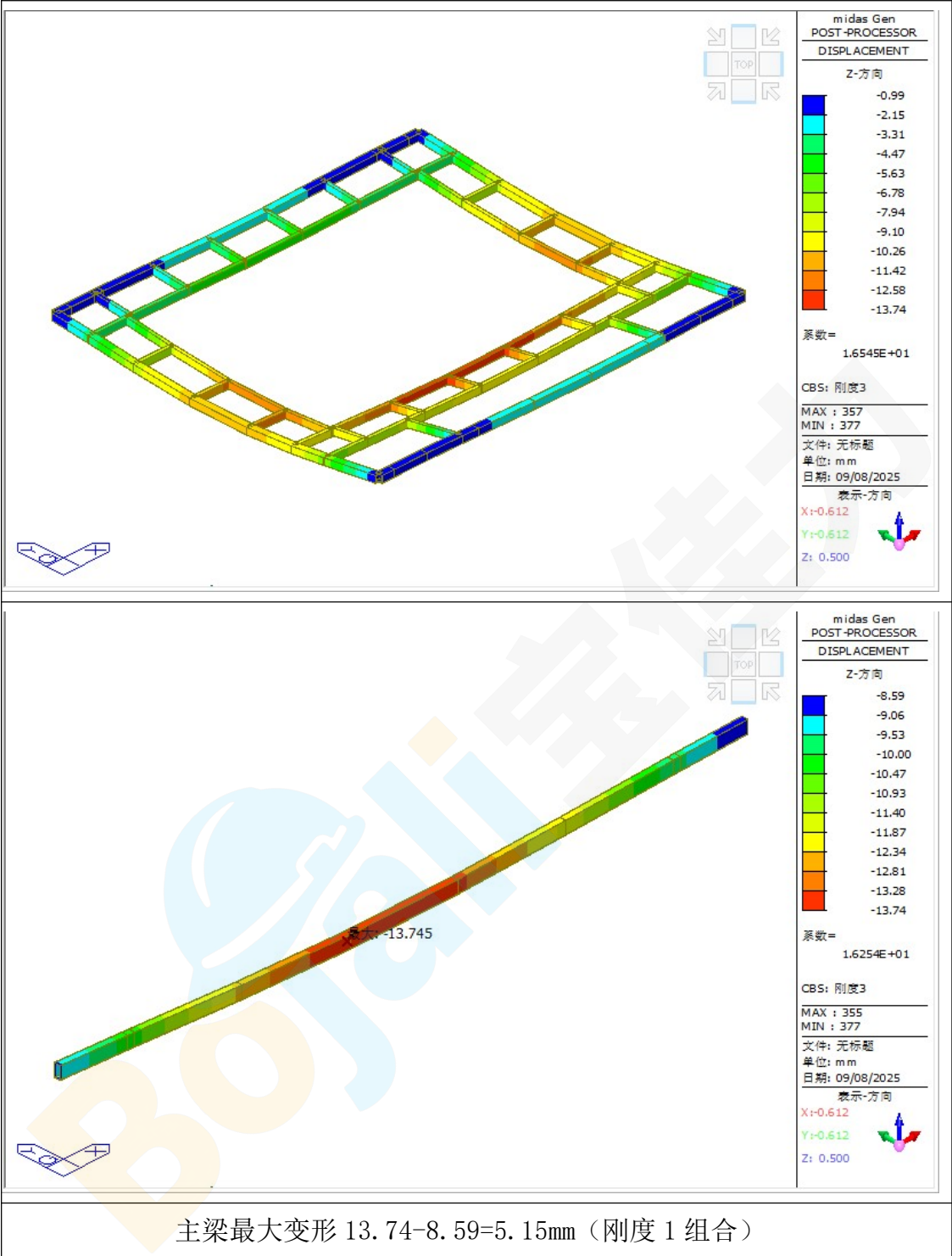
7.2 变形结果

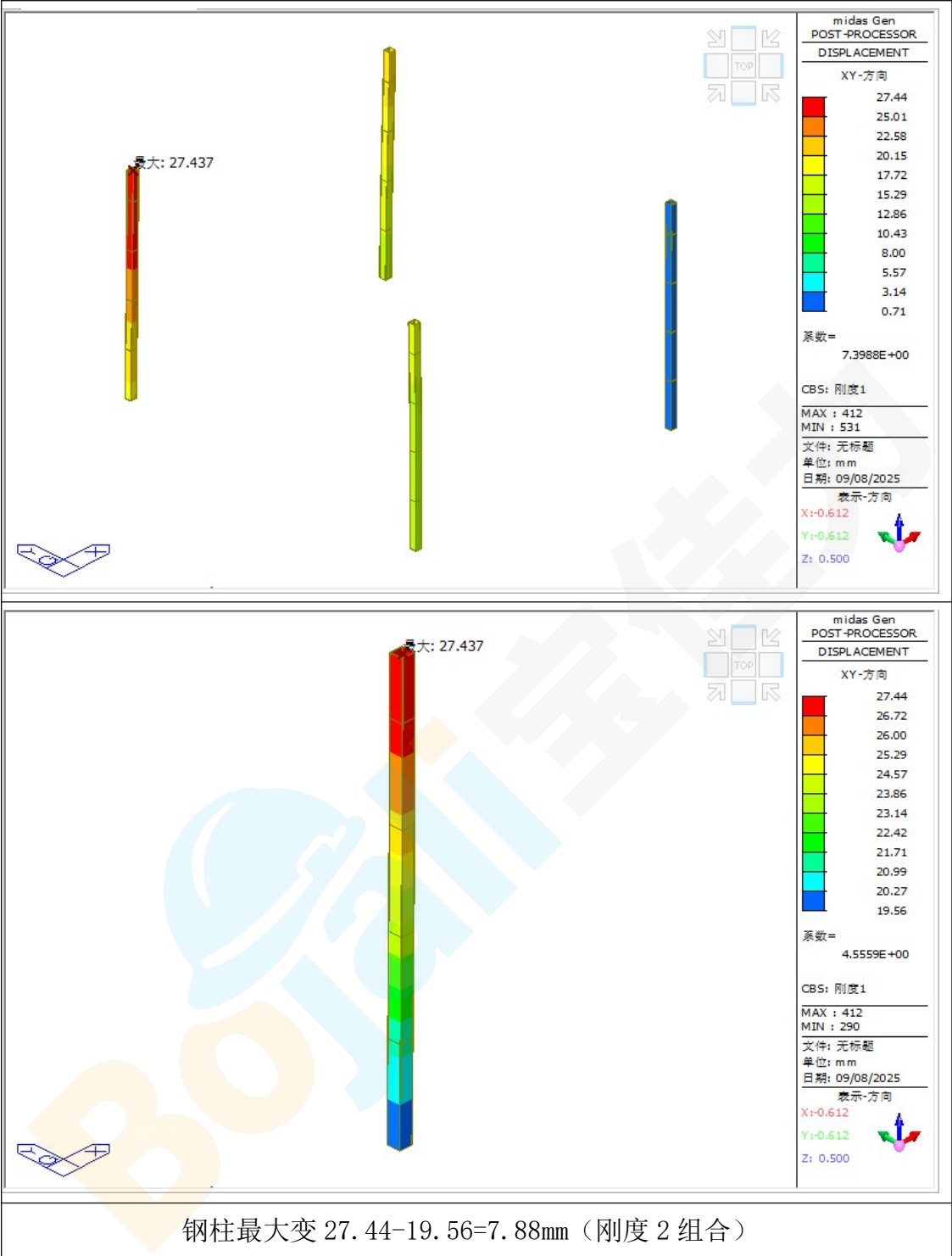


整体最大竖向变形 13.74mm（刚度 1 组合）



整体最大横向变形 29.22mm（刚度 2 组合）





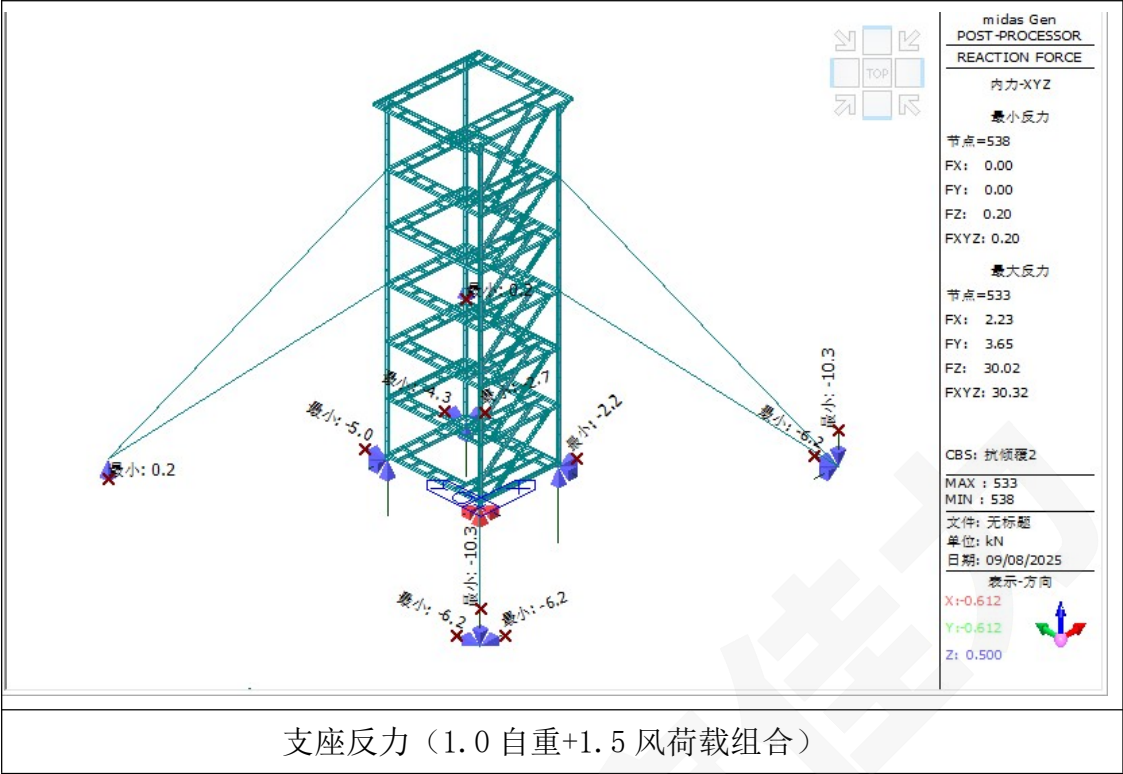
根据《GB50017 钢结构设计标准》中附录 B 结构或构件的变形容许值，对 1) 主梁或桁架(包括设有悬挂起重设备的梁和桁架)，为构件计算跨度的 1 / 400。

钢梁最小跨度为 3.448m，最大变形量为 5.15mm， $5.15/3448 < 1/400$ ，钢梁刚度安全！

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。

支柱最大高度为 2m，最大变形量为 7.88mm， $7.88/2000 < 1/150$ ，钢柱刚度安全！

7.3 锚栓验算



揽风绳反力出现负值，最大负值为 10.3kN，锚栓最大受剪力为 $\sqrt{6.2^2+6.2^2}=8.77\text{kN}$ ，应对所属埋件进行验算。

1 设计资料

1.1 已知条件

计算内容	受拉/剪承载力
锚栓类型	后扩底
锚栓材料	合金钢
锚栓性能等级	8.8
锚栓外径 d (mm)	16.0
锚栓有效面积 As (mm ²)	200.0
有效锚固深度 hef (mm)	120
$\psi_{E,t}$	1.00
杠杆臂长 l (mm)	10
锚栓拉力设计值 (kN)	15.50
压紧螺帽	×
$\psi_{E,v}$	1.00

锚栓布置位置	构件边缘
--------	------

锚栓行数	1
锚栓列数	1
边距 c _x (mm)	250

基材砼等级	C20
基材砼厚 h (mm)	350
偏心距 e _v (mm)	0.0
偏心距 e _N (mm)	0.0
α (°)	0.0
ψ _{u,v}	1.0

1.2 计算内容

- 1) 锚栓受拉承载力
- 2) 混凝土受拉承载力
- 3) 锚栓受剪承载力
- 4) 混凝土受剪承载力

2 计算过程及计算结果

2.1 锚栓受拉承载力

依据《加固规范》16.2.2:

$$N_t^a = \varphi_{E,t} f_{ud,t} A_s$$
$$= 1.00 \times 490 \times 200.0 = 98000.000 \text{N} = 98.000 \text{kN} > 10.3 \text{kN}, \text{锚栓抗拉合格!}$$

2.2 基材混凝土受拉承载力

依据《加固规范》16.3.4, 16.4.4, 计算单个锚栓引起混凝土呈锥形受拉破坏的锥体投影面积基准值:

$$A_{c,N^0} = S_{cr,N}^2 = (3.0 h_{ef})^2$$
$$= (3.0 \times 120)^2 = 129600 \text{mm}^2$$

依据《加固规范》16.3.5, 16.4.4, 计算混凝土呈锥形受拉破坏的实际锥体投影面积:

$$A_{cn} = 360.0 \times 360.0 = 129600 \text{mm}^2$$

依据《加固规范》16.3.3, 计算基材混凝土受拉承载力修改系数:

$$\varphi_{e,N} = \min \left(1.0, \frac{1}{1 + \frac{2e_N}{S_{cr,N}}} \right)$$
$$= 1.0 / [1 + (2 \times 0.0 / 360.0)] = 1.000$$
$$\varphi_N = \frac{\varphi_{s,h} \varphi_{e,N} A_{cN}}{A_{c,N^0}}$$

$$=0.95 \times 1.000 \times 129600 / 129600 = 0.950$$

依据《加固规范》16.3.2 第 1 款，计算基材混凝土受拉承载力：

$$\begin{aligned} N_t^c &= 2.8 \varphi_a \varphi_N \sqrt{f_{cu,k}} h e f^{1.5} \\ &= 2.8 \times 0.90 \times 0.95 \times 20^{0.5} \times 120^{1.5} = 14073.788 \text{N} = 14.074 \text{kN} > 10.3 \text{kN}, \text{混凝土抗拉合格!} \end{aligned}$$

2.3 锚栓受剪承载力

依据《加固规范》16.2.4，第 2 款：

锚栓拉应力 $\sigma = 77.500 \text{MPa}$

$$\begin{aligned} V^a &= \frac{1.2 \varphi_{E,v} W_{el} f_{ud,t} \left(1 - \frac{\sigma}{f_{ud,t}} \right) \alpha_m}{l_0} \\ &= 1.2 \times 1.00 \times 399 \times 490 \times (1 - 77.500 / 490) \times \\ &1.000 / 18.0 = 10970.913 \text{N} = 10.971 \text{kN} > 8.77 \text{kN}, \text{锚栓抗剪合格!} \end{aligned}$$

2.4 基材混凝土受剪承载力

依据《加固规范》16.3.8，计算基材混凝土呈半锥体破坏的侧向投影面积基准值：

$$A_{c,v}^0 = 4.5 \times c_1^2 = 4.5 \times 250^2 = 281250.0 \text{mm}^2$$

依据《加固规范》16.3.6，计算基材混凝土受剪承载力：

$$\begin{aligned} \varphi_{s,v} &= \min \left(1.0, 0.7 + \frac{0.2 c_2}{c_1} \right) \\ &= \min(1.0, 0.7 + 0.2 \times 375 / 250) = 1.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi_{h,v} &= \max \left(1.0, \left(\frac{1.5 c_1}{h} \right)^{\frac{1}{3}} \right) \\ &= \max(1.0, (1.5 \times 250 / 350)^{1/3}) = 1.023 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi_{e,v} &= \min \left(1.0, \frac{1}{1 + \frac{2 e_v}{3 c_1}} \right) \\ &= \min(1.0, 1 / (1.0 + 2 \times 0.0 / (3 \times 250))) = 1.000 \end{aligned}$$

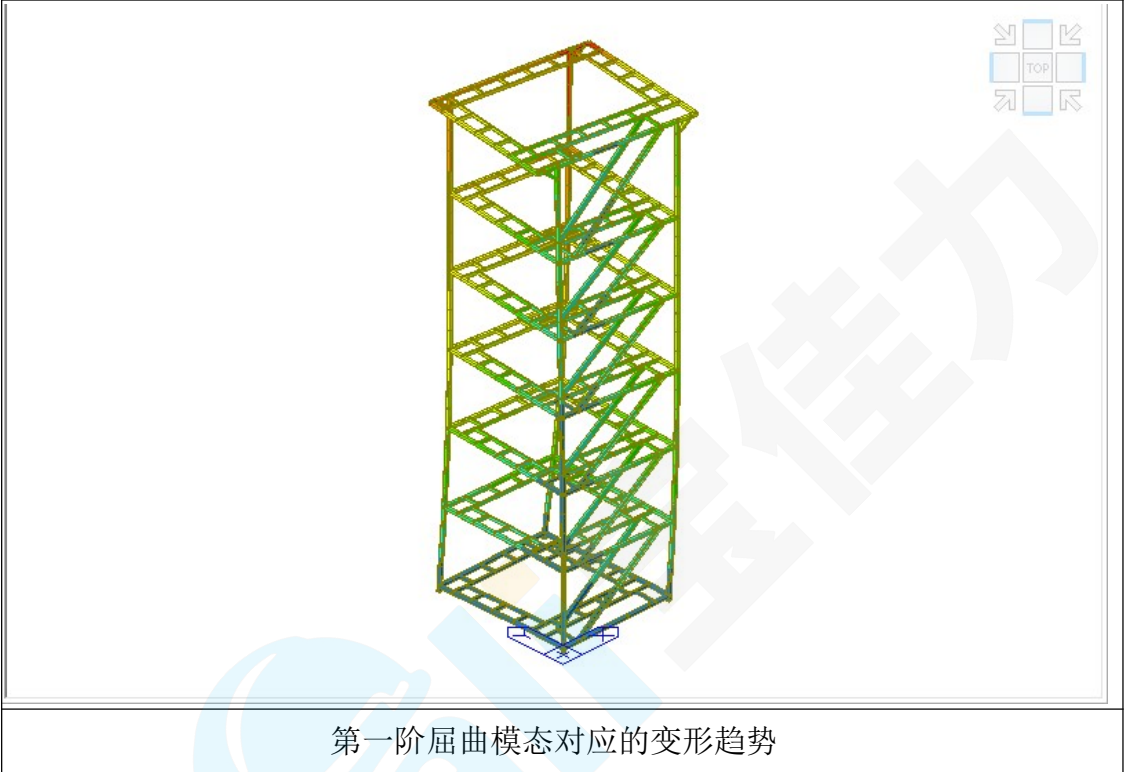
$$\psi_{a,v} = 1.000$$

$$A_{c,v} = 750.0 \times 350.0 = 262500.0 \text{mm}^2$$

$$\begin{aligned} \varphi_v &= \frac{\varphi_{s,v} \varphi_{h,v} \varphi_{a,v} \varphi_{e,v} \varphi_{u,v} A_{c,v}}{A_{c,v}^0} \\ &= 1.00 \times 1.02 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.00 \times 262500.0 / 281250.0 = 0.955 \end{aligned}$$

$$V^c = 0.18 \varphi_v \sqrt{f_{cu,k}} c l^{1.5} d_0^{0.3} h_{ef}^{0.2}$$
$$= 0.18 \times 0.96 \times 20^{0.5} \times 250^{1.5} \times 16.0^{0.3} \times 120.0^{0.2} = 18188.391 \text{N} = 18.188 \text{kN} > 8.77 \text{kN}, \text{混凝土抗剪合格!}$$

7.4 稳定性验算



前 4 阶模态特征值如下：

模态	特征值	容许误差
1	10.563524	0.0000e+00
2	21.061209	6.6097e-37
3	30.886450	1.9682e-25
4	44.224719	1.4291e-13

根据《空间网格结构技术规程》等多种结构规范要求，综合考虑，屈曲特征值不应低于 4.2。

规范对第一类稳定的规定		
规范名称	屈曲系数	页码
《空间网格结构技术规程》JGJ7-2010	不小于4.2	20
《铁路桥涵设计规范》TB10002-2017	不小于4	43
《公路钢管混凝土拱桥设计规范》JTG/TD65-06-2015	不小于4	37
《公路斜拉桥设计细则》JTG/TD65-01-2007	不小于4	16
《公路钢结构桥梁设计规范》JTGD64-2015	不小于4	81

该结构第一阶特征值为 10.56 > 4.2，稳定性满足要求！

7.5 验算比结果

获取完整无水印计算书
联系官方
13336064501