墩柱作业平台
安全梯笼结构

验

算

书

浙江宝佳力科技有限公司
Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.

项目名称：中亿丰建设苏州高架桥

编制单位：浙江宝佳力科技有限公司

编制日期：2026/10/16

目录

1、 施工楼梯结构概况 1
2、 验算依据 2
3、 计算模型 2
4、 荷载条件 3
4.1 恒荷载 3
4.2 活荷载 3
4.2.1 人员荷载 3
4.2.2 风荷载 4
5、 荷载组合 6
6、 边界条件设置 7
7、 分析结果 7
7.1 应力结果 7
7.2 变形结果 8
7.3 抗倾覆验算 11
7.4 稳定性验算 14
7.5 验算比结果 15
7.6 截面计算结果 16
7.6.1 立柱计算结果 16
7.6.2 横梁计算结果 18
7.6.3 梯梁计算结果 20
8、 结论与意见 22
9、 附录：基本风压 22

浙江宝佳力科技有限公司
Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.

1、施工楼梯结构概况

该结构为临时性施工楼梯，用于施工人员作业，整体高度 12m。

组合式墩身围笼技术参数:

1、整体材质:Q235 碳钢；

2、主框架采用 80*80 方管，壁厚 2.0mm 厚；

3、立柱采用 80*80 方管，壁厚 3.0mm 厚；

4、立柱接头采用 97*97 方管，壁厚 4.2mm 方管；

5、中间联系平台 2.0m 厚防滑花纹板，侧管 40*80 方管，平台宽 0.7 米；

6、楼梯侧梁采用 C140 槽钢；

7、楼梯踏步采用 3.0mm 厚防滑花纹板:

8、安全网外框和斜拉撑均采用 40*2.0mm 角钢；

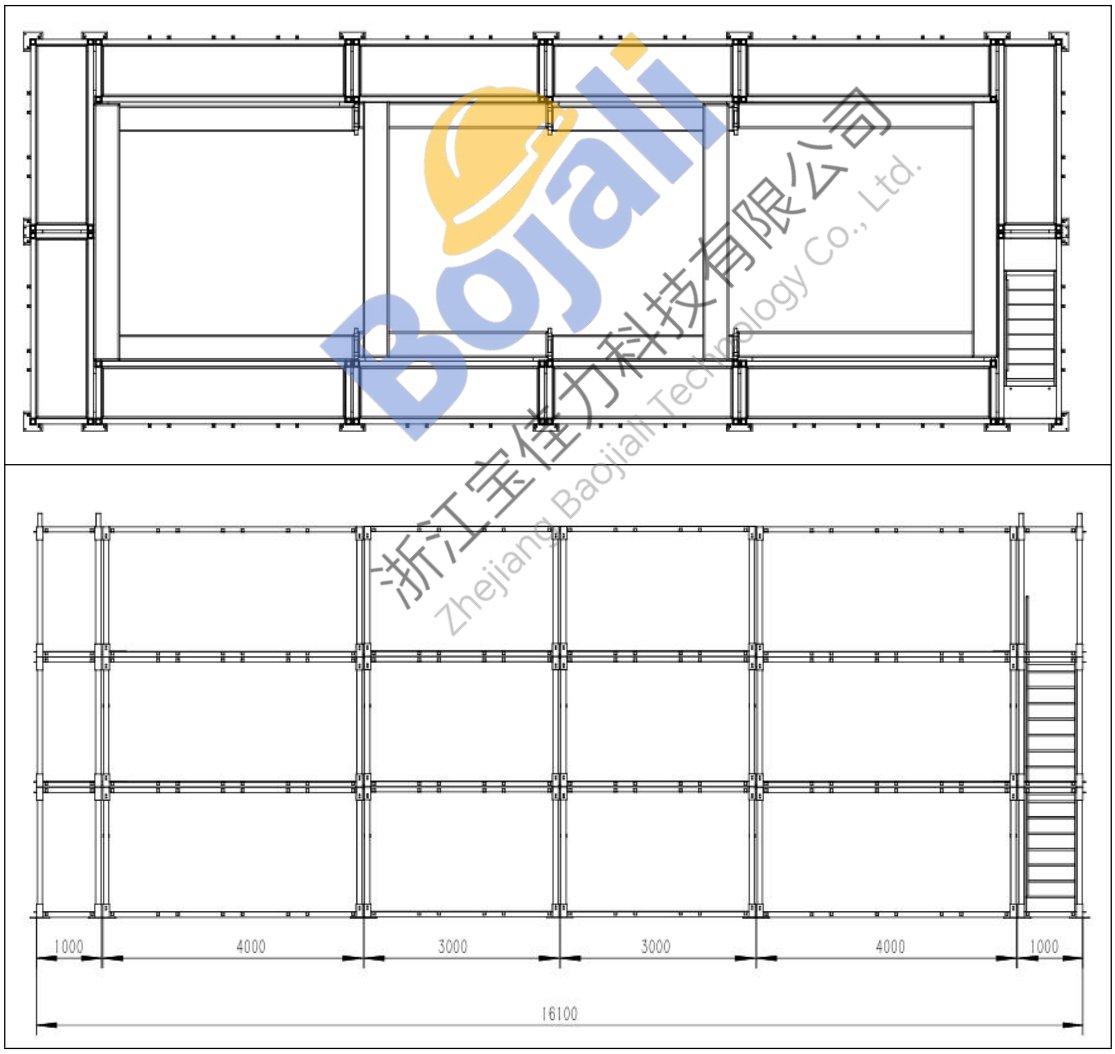
9、安全网采用菱形钢板网，网孔 60*100mm，网丝厚度 2.0mm:

10、楼梯扶手采用直径 30mm 的方管，1.3mm 厚:

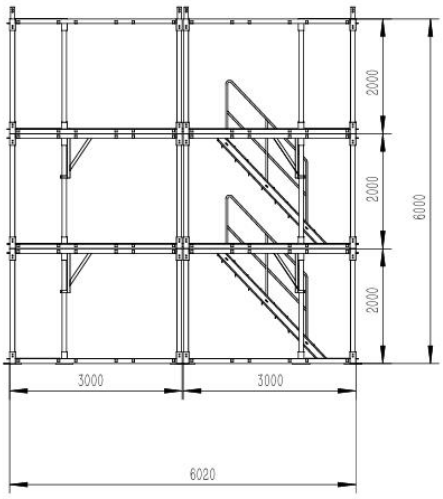
11、立柱螺丝采用 8.8 级高强螺栓:

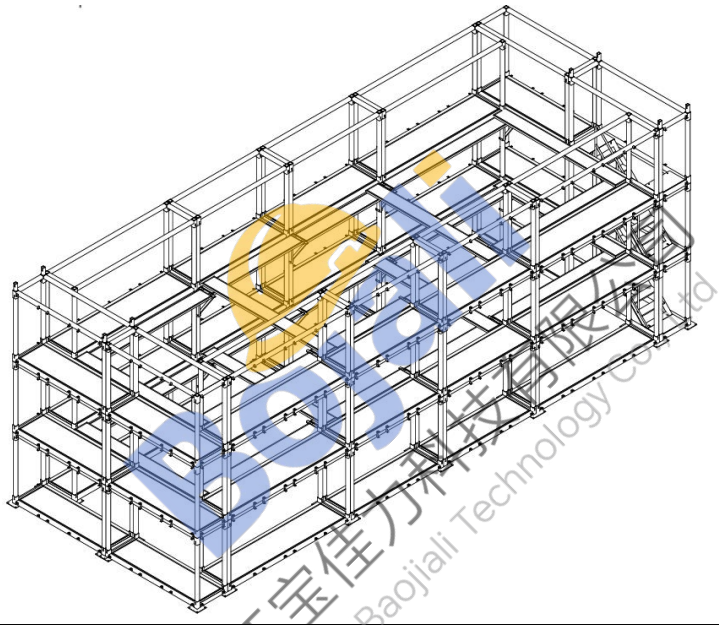
12、主框架与立柱、楼梯、扶手、安全网均可拆卸，配套安全门底座;

13、表面处理:喷涂工艺。



浙江宝佳力科技有限公司
Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.





梯笼结构图纸

2、验算依据

(1)《钢结构设计标准》(GB50017-2017)

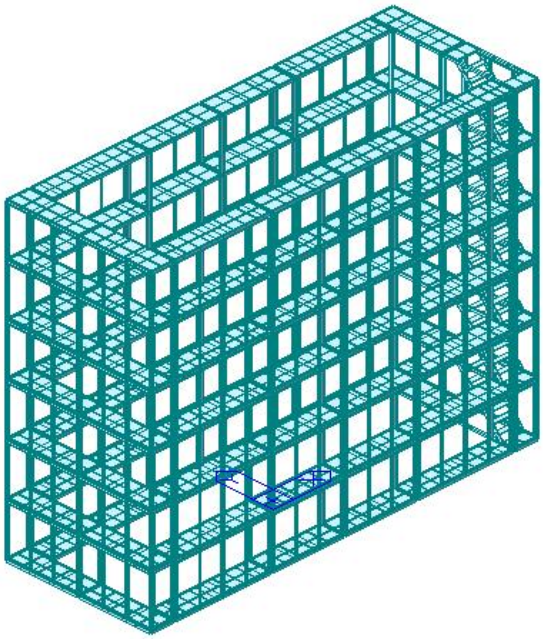
(2)《建筑结构荷载规范》GB50009-2012)

(3)《公路工程脚手架与支架施工安全技术规程》(JT_T1516-2024)

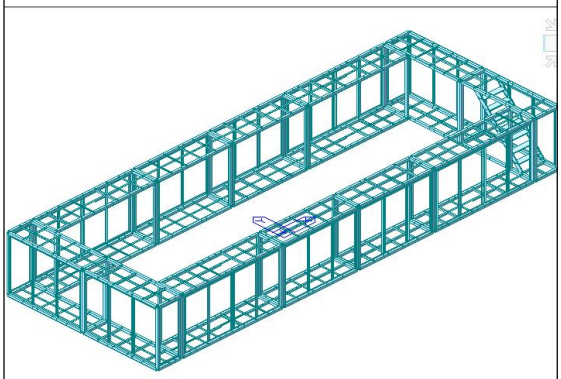
3、计算模型

根据布置图进行建模，使用 MidasGen 建立计算模型如下图所示：

浙江宝佳力科技有限公司
Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.



整体计算模型



标准层模型

4、荷载条件

4.1 恒荷载

（1）结构自重

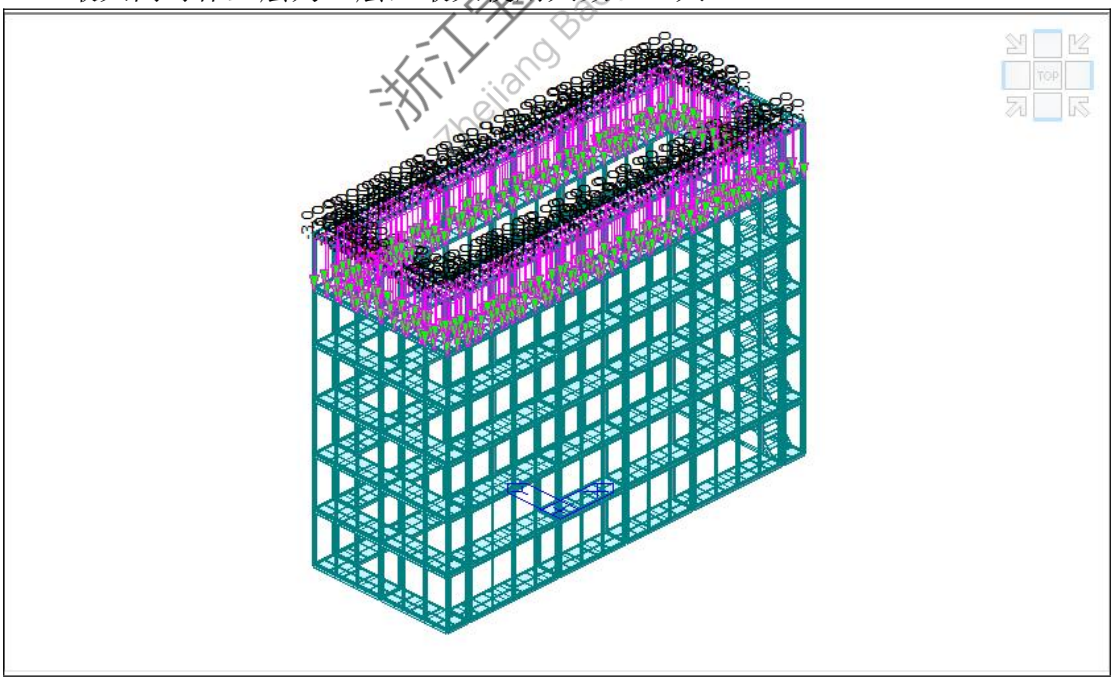
考虑到螺栓等细部结构以及积灰等模型未表达，取 1.05 倍自重常数（由程序控制）

4.2 活荷载

4.2.1 人员荷载

根据 JT_T1516-2024 公路工程脚手架与支架施工安全技术规程，施工人员荷载取 3.0KN/m^2。

最大同时作业层为 1 层，最大使用人数 100 人。



浙江宝佳人科技有限公司
Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.

人员荷载施加（单位：KN/m^2）

4.2.2 风荷载

施工地点位于江苏省苏州市，根据《建筑结构荷载规范》GB50009-2012)取10年期基本风压为0.30KN/m^2，地面粗糙类别为B类。

基本风压：w_0=0.30kN/m^2

结构类型：主要受力结构

基本自振周期：T_1=0.39s

脉动风荷载水平方向相关系数：ρ_x=1.00

建筑高度：H=30.00m

计算位置的高度：z=30.00m

结构阻尼比：ζ_1=0.01

地面粗糙度：B

修正系数η：1.00

风压高度变化系数

离地面高度取计算点的高度z=12.00m

查《荷载规范》表8.2.1,风压高度变化系数μ_z=1.05

考虑修正系数η后，$\mu_z=\mu_z\eta$=1.05×1.00=1.05

结构第1阶振型系数

z/H=12.00/12.00=1.000

查《荷载规范》表G.0.2,结构第1阶振型系数$\Phi_1(z)$=1.00

脉动风荷载的背景分量因子

查《荷载规范》表8.4.5-1,系数k=0.91,系数a_1=0.22

根据《荷载规范》公式8.4.6-1

脉动风荷载竖直方向相关系数

$$\rho_z=\frac{10\sqrt{H+60e^{\frac{(-H)}{60}}}-60}{H}=\frac{10\sqrt{12.00+60e^{\frac{(-12.00)}{60}}}-60}{12.00}=0.88$$

根据《荷载规范》第8.4.5条

脉动风荷载的背景分量因子

$$B_z=kH^{a_1}\rho_x\rho_z\frac{\phi_1(z)}{\mu_z}$$

$$=0.91\times12.00^{0.22}\times1.00\times0.88\times\frac{1.00}{1.05}=1.31$$

脉动风荷载的共振分量因子

结构第1阶自振频率f_1=1/T_1=1/0.39=2.55Hz

根据《荷载规范》公式8.4.4

地面粗糙度修正系数k_w=1.00

$$x_1=\frac{30f_1}{\sqrt{k_w w_0}}=\frac{30\times2.550}{\sqrt{1.00\times0.30}}=139.65$$

脉动风荷载的共振分量因子

Bojali 浙江宝佳力科技有限公司 Zhejiang Baojali Technology Co., Ltd.

$$R=\sqrt{\frac{\pi}{6\ \zeta_1}\frac{x_1^2}{\left(1+x_1^2\right)^{4/3}}}=\sqrt{\frac{\pi}{6\times 0.01}\times\frac{139.65^2}{\left(1+139.65^2\right)^{4/3}}}=1.39$$

风振系数

根据《荷载规范》公式 8.4.3

峰值因子 g 取 2.5

10m 高度名义湍流强度 I_{10} 取 0.14

风振系数

$$\beta_z=1+2gI_{10}B_z\sqrt{1+R^2}$$

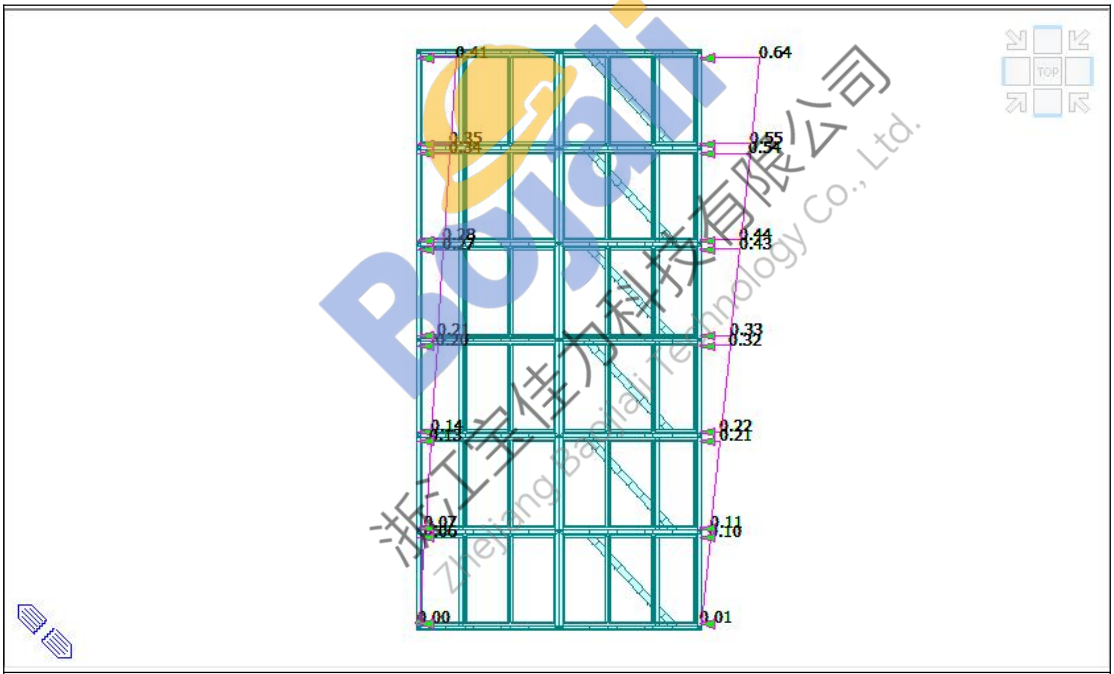
$$=1+2\times 2.5\times 0.14\times 1.31\times\sqrt{1+1.39^2}=2.58$$

风荷载标准值

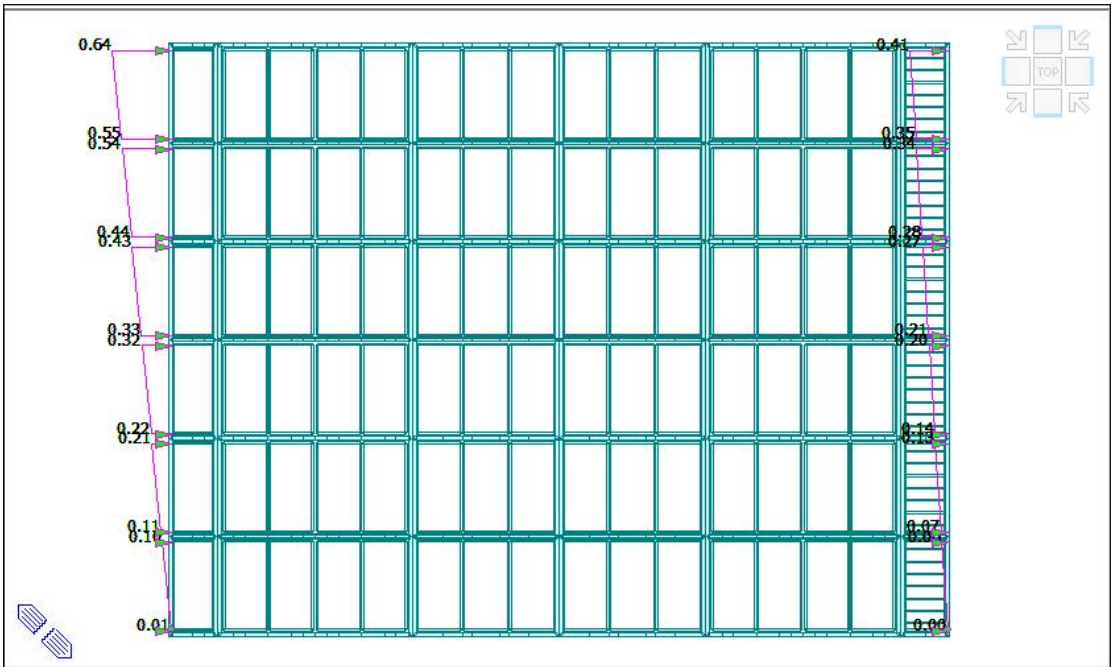
根据《荷载规范》公式 8.1.1-1

$w_k=\beta_z\mu_s\mu_z w_0=2.58\times 0.80\times 1.05\times 0.30=0.65kN/m^2$

$w_k=\beta_z\mu_s\mu_z w_0=2.58\times 0.50\times 1.05\times 0.30=0.41kN/m^2$



正风荷载施加（单位：KN/m²）



侧风荷载施加（单位：KN/m²）

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/m²)	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：

名称	类型	组合方式	自重	侧风荷载	正风荷载	人员荷载
强度 1	基本组合	相加	1.3	0.9		1.05
强度 2	基本组合	相加	1.3		0.9	1.05
强度 3	基本组合	相加	1.3		1.5	

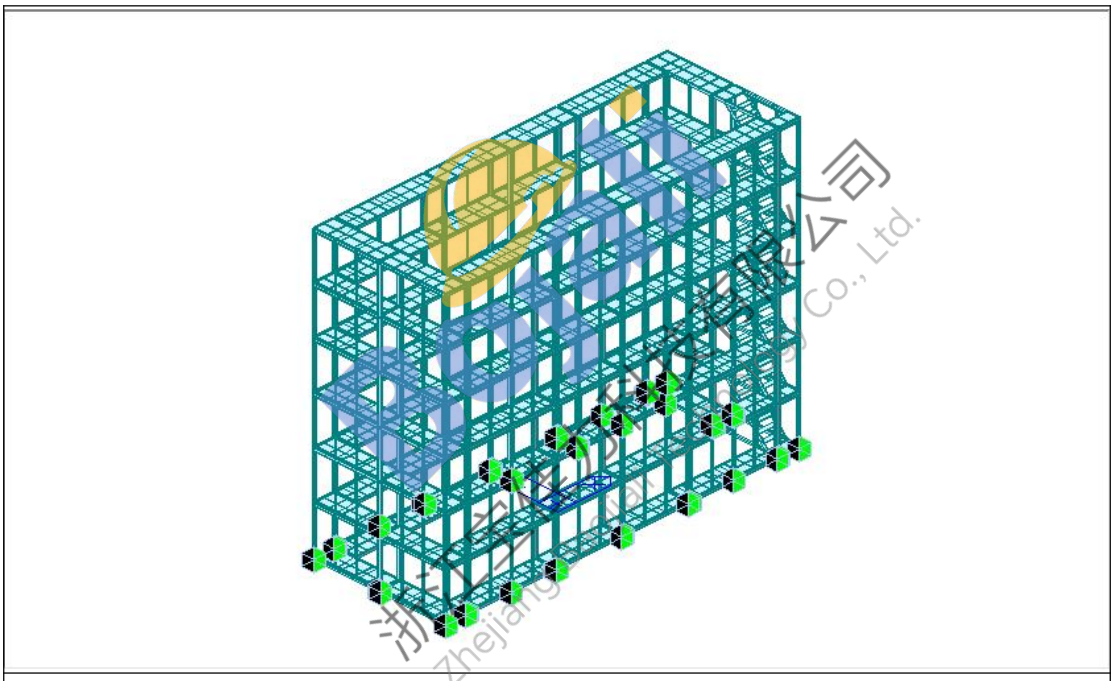
浙江宝佳力科技有限公司 Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.

强度 4	基本组合	相加	1	1.5		
强度 5	基本组合	相加	1.3			1.5
抗倾 1	基本组合	相加	1	1.5		
抗倾 2	基本组合	相加	1		1.5	
刚度 1	标准组合	相加	1	1		
刚度 2	标准组合	相加	1		1	
刚度 3	标准组合	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

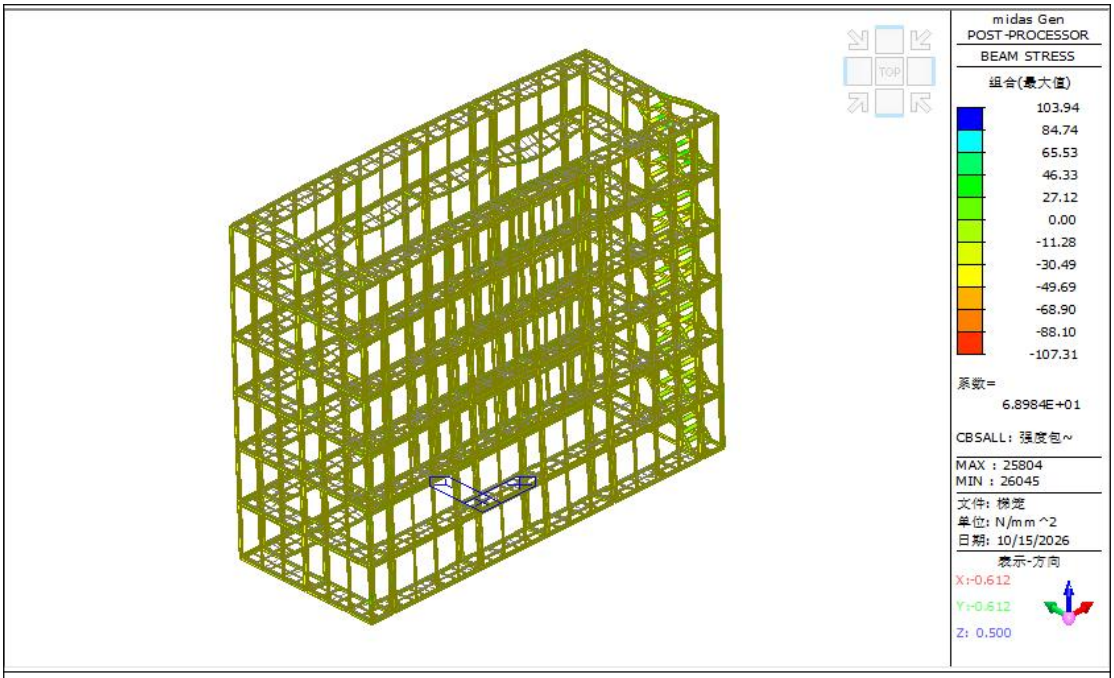
钢楼梯底部与地面铰接限制 Dx、Dy、Dz 自由度，扶墙根部位置与混凝土铰接限制 Dx、Dy、Dz 自由度。



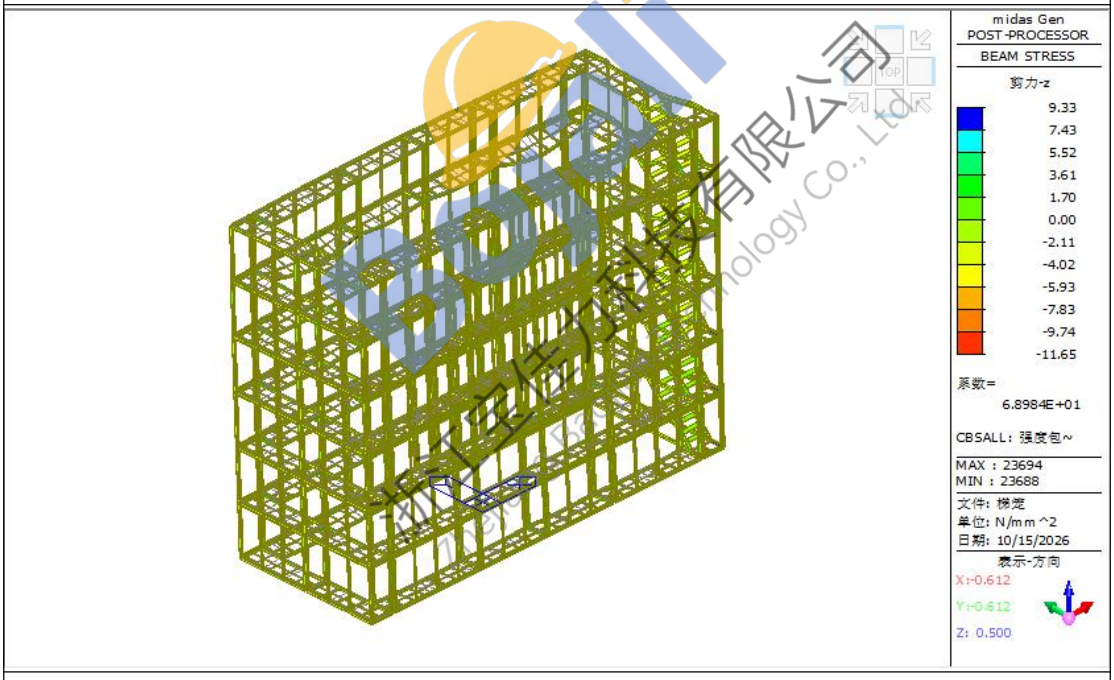
计算模型约束施加

7、分析结果

7.1 应力结果



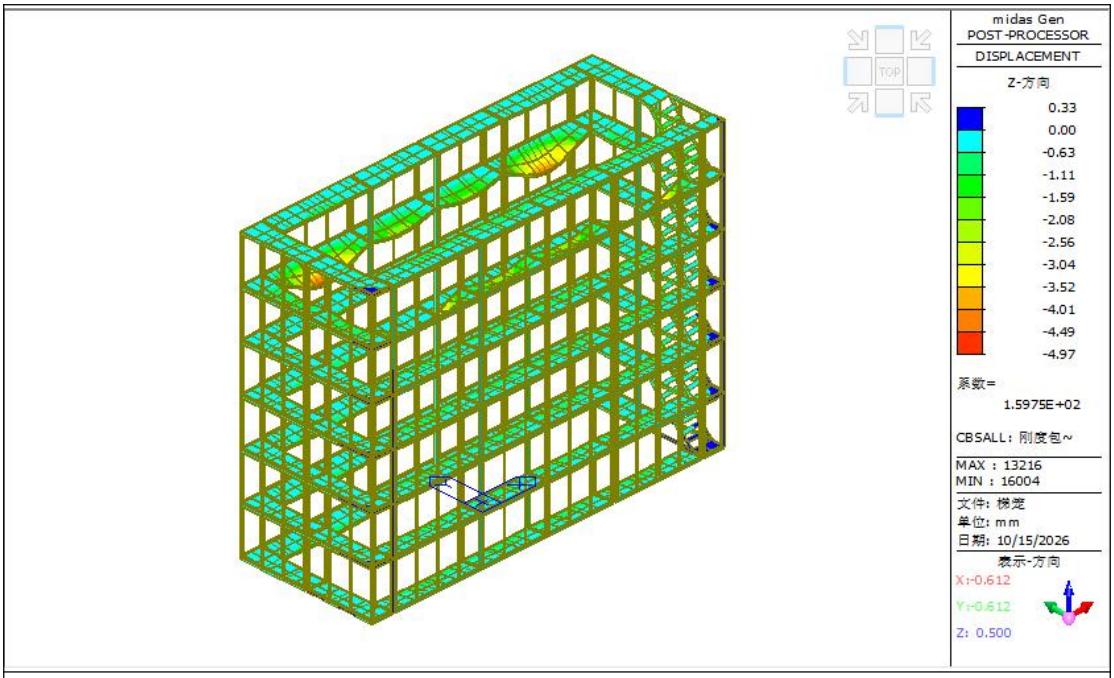
最大组合应力 107.31MPa（强度包络）



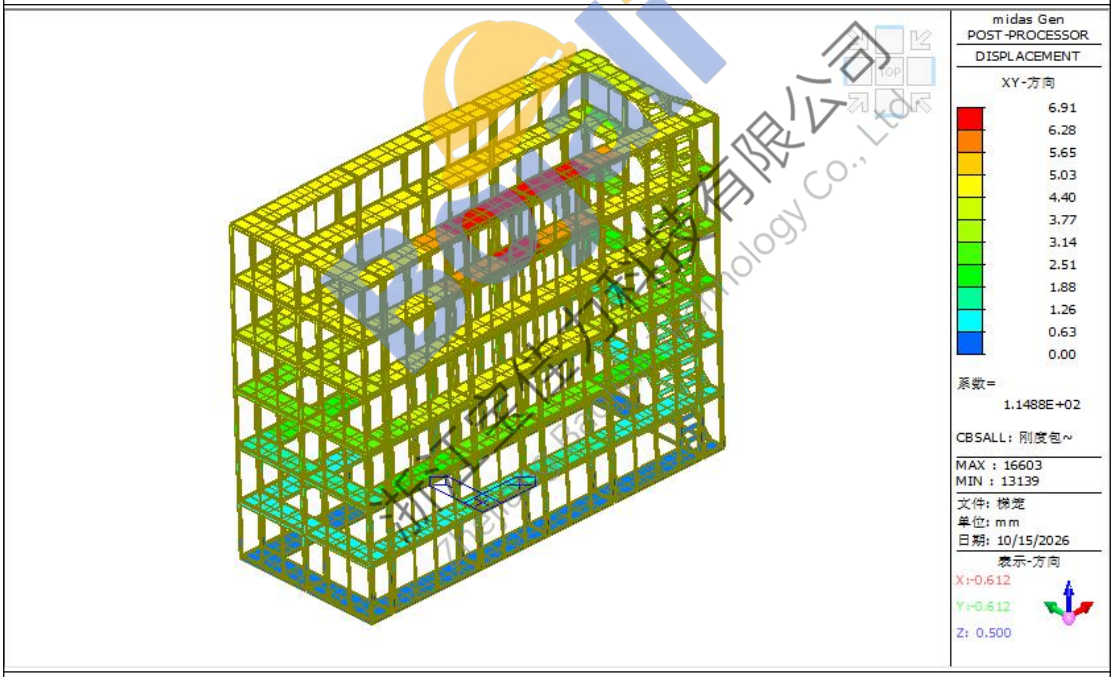
最大剪应力 11.65MPa（强度包络）

综上，施工楼梯最大组合应力为 107.31MPa，最大剪应力 11.65MPa，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，107.31MPa＜215MPa，11.65MPa＜125MPa，施工楼梯强度安全！

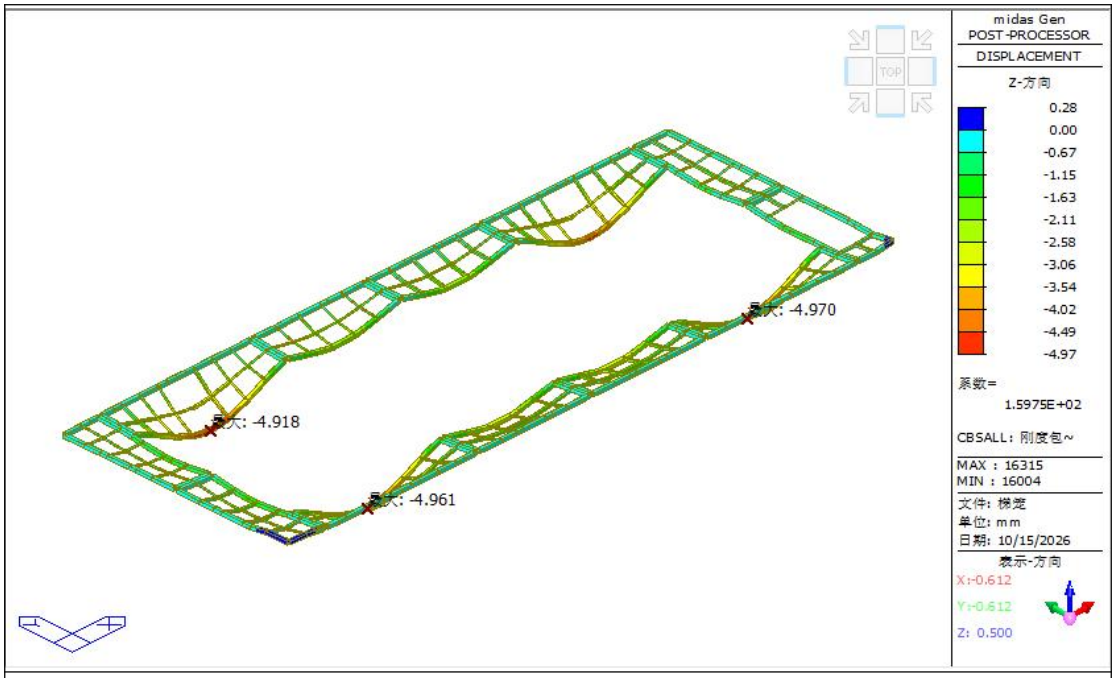
7.2 变形结果



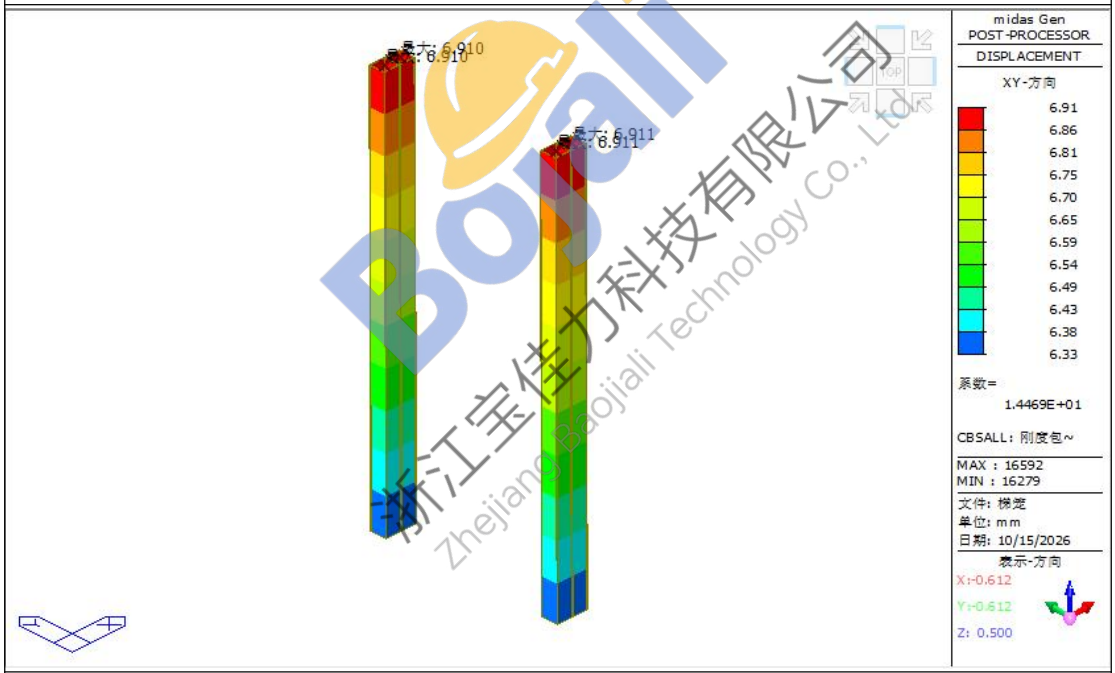
整体最大竖向变形 4.97mm（刚度包络）



整体最大横向变形 6.91mm（刚度包络）

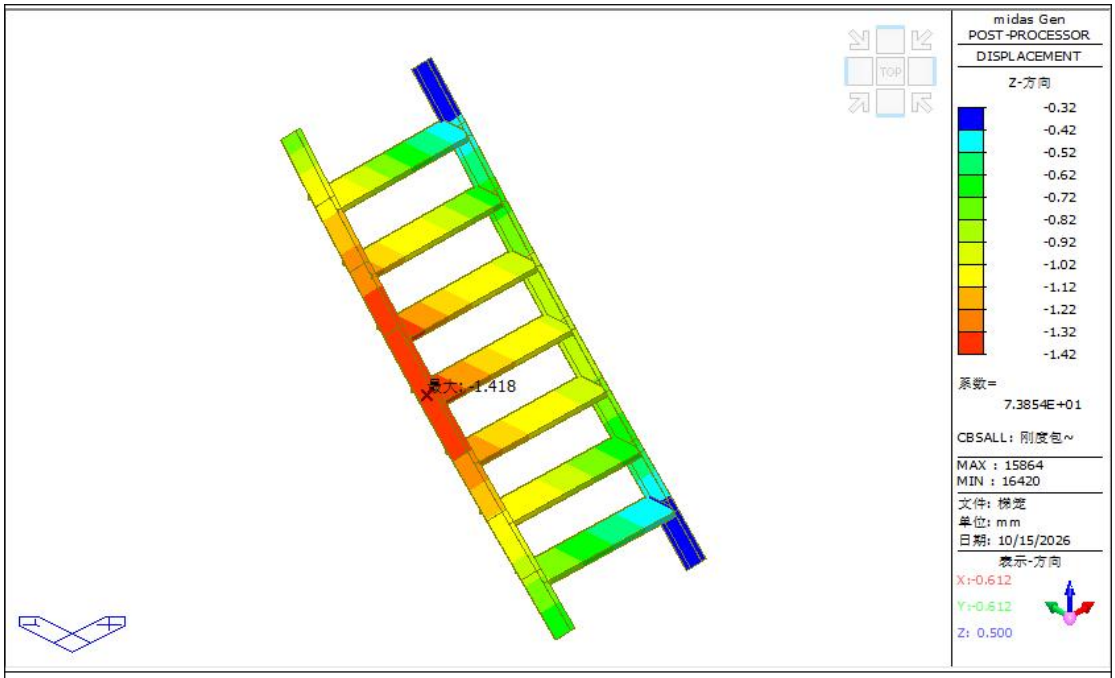


主梁最大变形 4.97mm（刚度包络）



钢柱最大变 6.91-6.33=0.58mm（刚度包络）

浙江宝佳力科技有限公司
Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.



楼梯最大变形 1.42mm（刚度包络）

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 L / 400（L 为受弯构件的跨度(对悬臂梁和伸臂梁为悬臂长度的 2 倍)）。

钢梁跨度为 4.0m，最大变形量为 4.97mm，4.97/4000＜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。

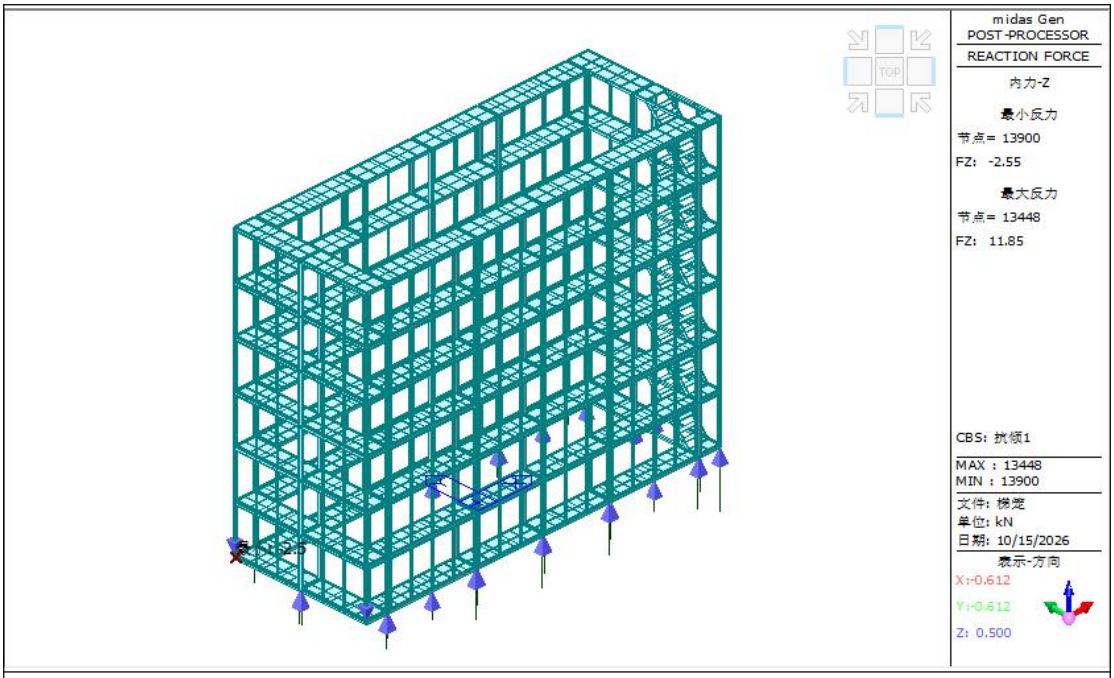
支柱最大高度为 2m，最大变形量为 0.58mm，0.58/2000＜1/150，钢柱刚度安全！

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，对 5)楼梯梁，为构件计算跨度的 L / 250（L 为受弯构件的跨度(对悬臂梁和伸臂梁为悬臂长度的 2 倍)）。

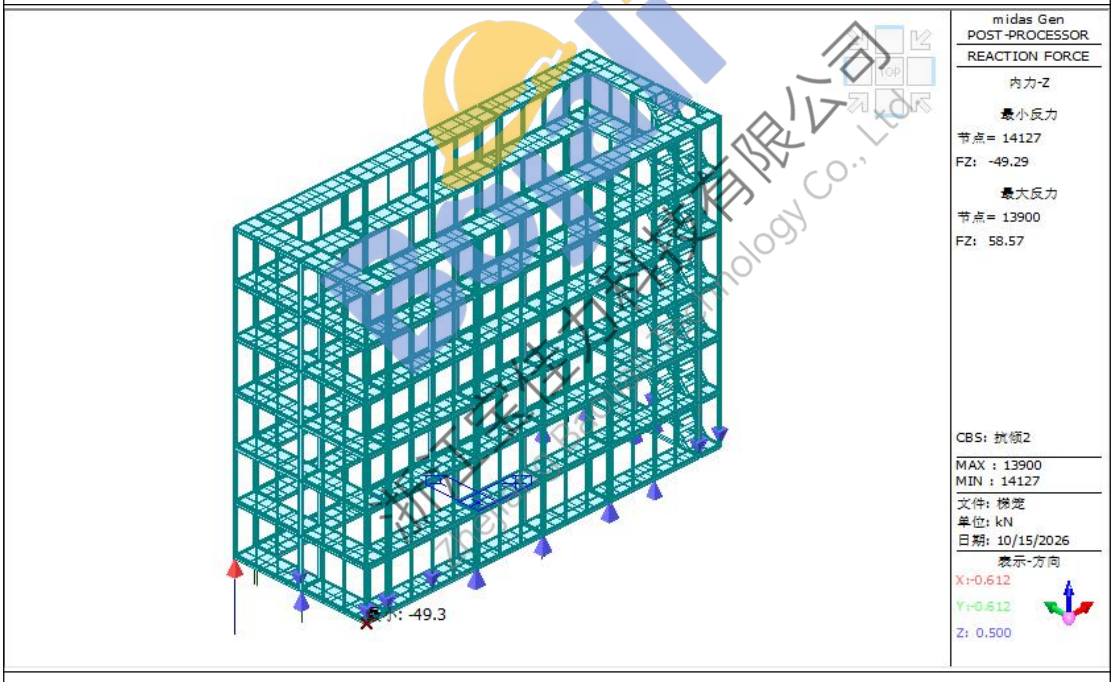
梯梁水平跨度 2.2m，最大变形量为 1.42mm，1.42/2200＜1/250，梯梁刚度安全！

7.3 抗倾覆验算

浙江宝佳力科技有限公司 Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.



支座反力（抗倾 1 荷载组合）



支座反力（抗倾 2 荷载组合）

支座反力存在负值，证明支座存在受拉区域，需设置锚栓连接！

最大受拉反力为 49.3KN，单个柱脚使用 4 根 8.8 级合金钢特殊倒锥胶粘型锚栓，锚栓直径 18mm，有效锚固深度 150mm。

单个锚栓所受最大拉力为 49.3/4=12.33KN。

1 设计资料

1.1 已知条件

计算内容	受拉承载力
锚栓类型	特殊倒锥胶粘型

锚栓材料	合金钢
锚栓性能等级	8.8
锚栓外径 d(mm)	18.0
锚栓有效面积 As(mm2)	228.9
有效锚固深度 hef(mm)	150
$\psi_{E,t}$	1.00

锚栓布置位置	无边距影响
锚栓行数	2
锚栓列数	2
间距 sx(mm)	340
间距 sy(mm)	240

基材砼等级	C20
偏心距 e_N(mm)	0.0

1.2 计算内容

1）锚栓受拉承载力

2）混凝土受拉承载力

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：

$$Nt^{a} = \varphi_{E,t} f_{ud,t} A_{s}$$

=1.00×490×228.9=112161.000N=112.161kN＞12.33KN，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：

$$A_{c,N}{}^{0} = S_{cr,N}{}^{2} = \left(3.0 h_{ef}\right)^{2}$$

=（3.0×150）$^{2.0}$=202500mm^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}=790.0×690.0=545100mm^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+(2×0.0/450.0)]=1.000

Bojali 浙江宝佳力科技有限公司 Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.

$$\varphi_N = \frac{\varphi_{s,h}\,\varphi_{e,N}\,A_{cN}}{A_{c,N}{}^0}$$

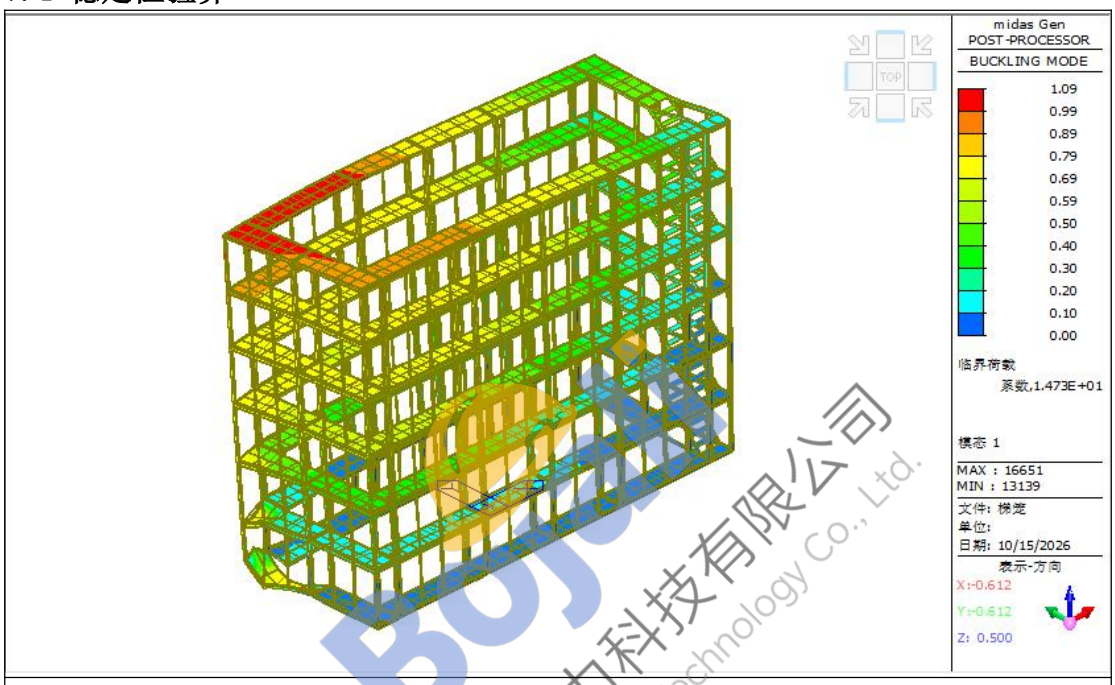
=0.95×1.000×545100/202500=2.557

依据《加固规范》16.3.2 第 2 款，计算基材混凝土受拉承载力：

$$Nt^c = 2.4\,\varphi_b\,\varphi_N\sqrt{f_{cu,k}}\,hef^{1.5}$$

=2.4×0.88×2.56×20$^{0.5}$×150$^{1.5}$=44121.060N=44.121kN＞12.33KN，合格！

7.4 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	14.725975	4.1258e-33
2	18.525548	2.8613e-24
3	19.568803	8.8042e-22
4	21.941229	1.6260e-18

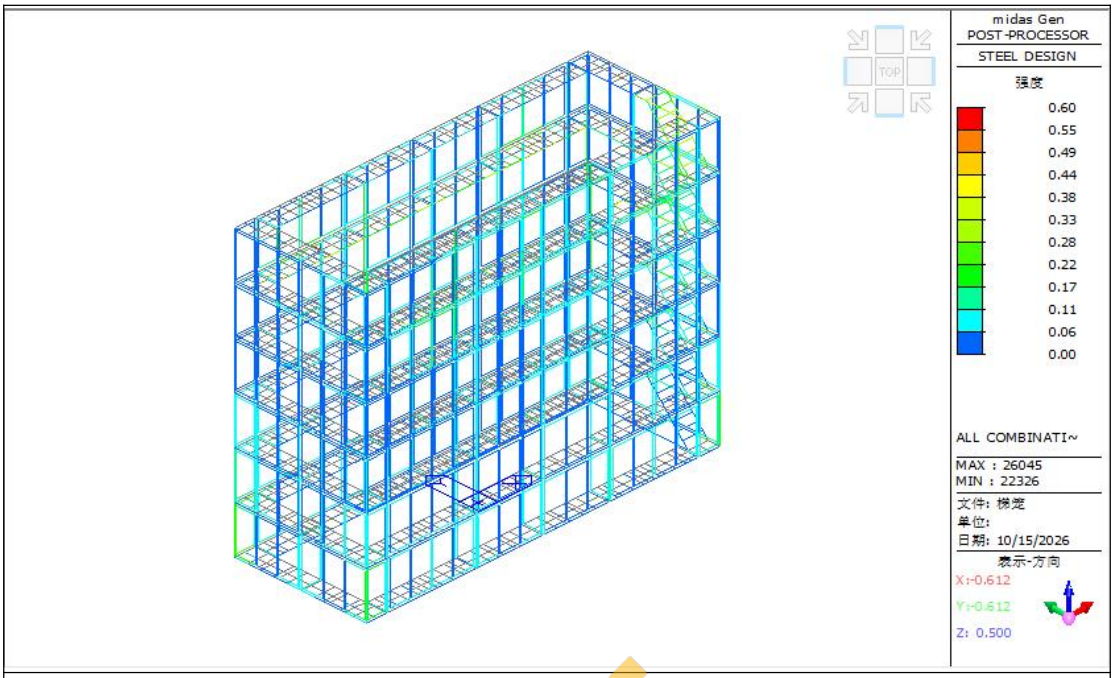
根据《空间网格结构技术规程》等多种结构规范要求，综合考虑，屈曲特征值不应低于 4.2。

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

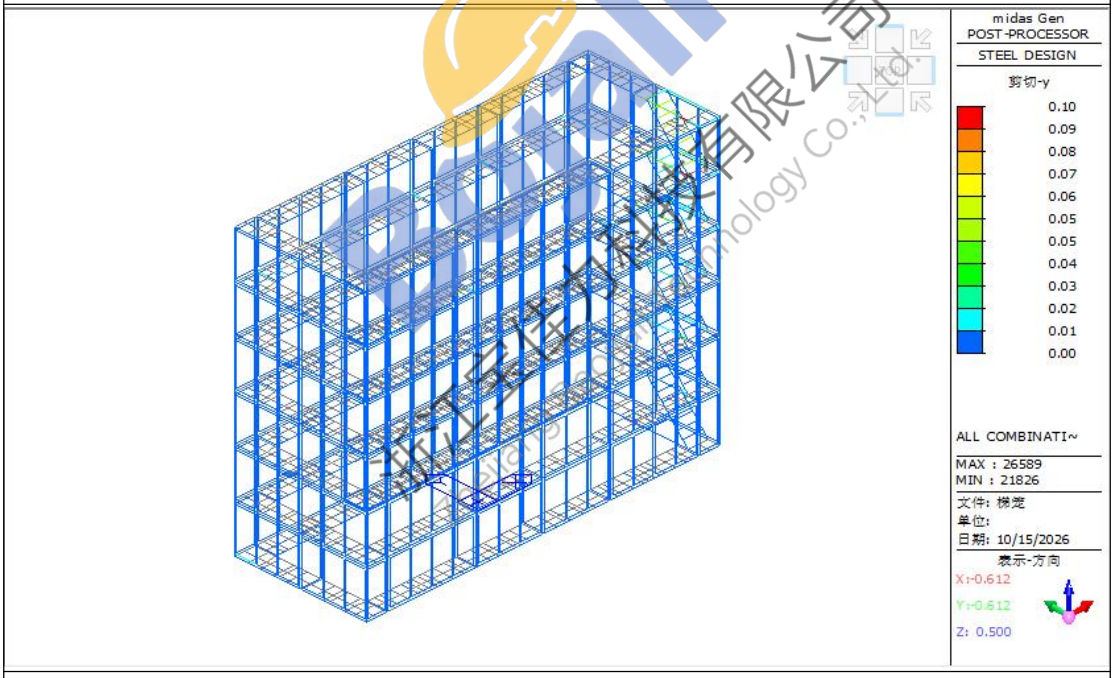
该结构第一阶特征值为 14.72＞4.2，稳定性满足要求！

浙江宝佳力科技有限公司 Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.

7.5 验算比结果

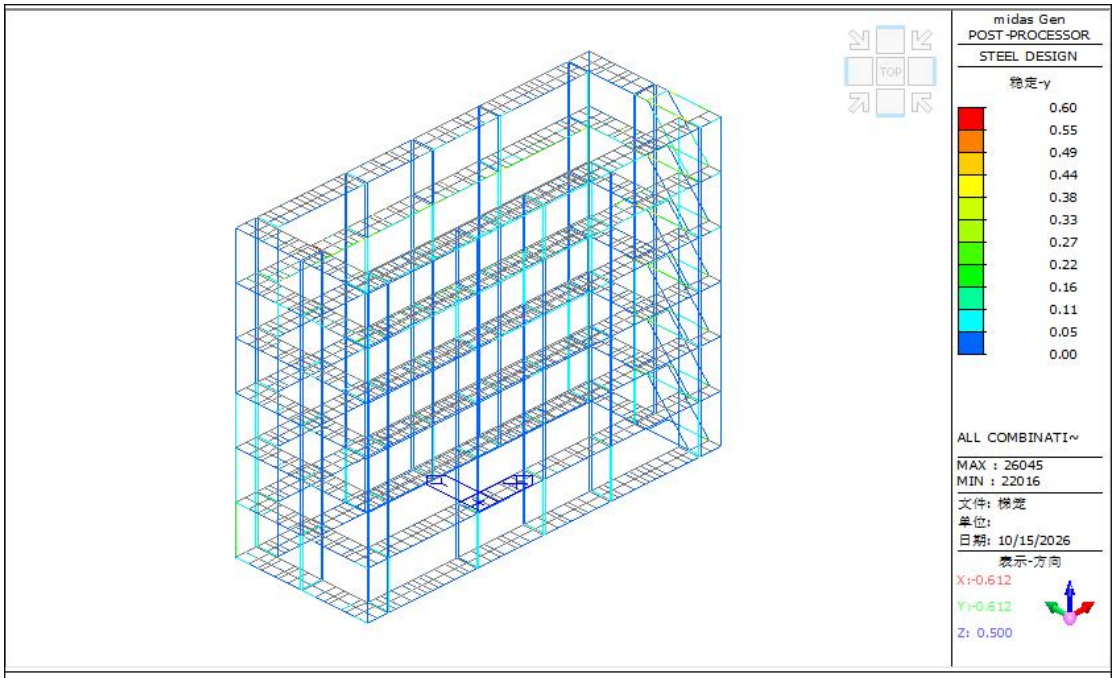


最大强度验算比 0.60＜1，合格



最大剪切验算比 0.10＜1，合格

浙江筑设科技有限公司



最大稳定验算比 0.60＜1，合格

7.6 截面计算结果

7.6.1 立柱计算结果

一、基本信息 （单位：N,mm）

材料：

材料名称：1:Q235

材料强度：

f(腹板)=215,f(翼缘)=215,fy(腹板)=235,fy(翼缘)=235

fv=125,fu=370,Es=2.0600e+05

截面

截面形状：箱型截面

截面特性值：

H=80.000,B=80.000,tw=3.000,tf1=3.000,C=0.000,tf2=3.000

Area=900.000,Iyy=8.7830e+05,Izz=8.7830e+05,iy=31.239,iz=31.239

其他参数

构件类型：柱

净截面调整系数：c=1.00

构件长度：l=2000.000

构件计算长度系数： μy=1.000 μz=1.000

构件计算长度：l0y=2000.000l0z=2000.000

二、长细比验算

对于多层钢结构,非抗震时,柱构件长细比限值取[λ]=150.000

λy=l0y/iy=2000.000/31.239=64.022

λz=l0z/iz=2000.000/31.239=64.022

λmax=max{λy, λz}=max{64.022,64.022}=64.022≤[λ]=150.000,满足规范要求！

三、板件宽厚比验算

根据规范 GB50017-173.5.1 条,

Bojali 浙江宝佳力科技有限公司 Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.

箱型柱截面壁板（腹板）间翼缘宽厚比：b0/t=24.667，小于 S1 级的限值 30.000

该柱构件截面等级为 S1 级。

四、内力验算 （单位：N,mm）

4.1 强度验算

内力：N=-5658.935,My=8.2228e+05,Mz=-2.3933e+05(强度 5,I 端)

非抗震组合： γ0=0.90

受力类型：压弯

根据规范 GB50017-17 公式 8.1.1-1：

截面的最不利验算位置为截面的左上端：

An=c*A=900.000

Wny=Iny/z=2.1957e+04

Wnz=Inz/y=2.1957e+04

γy=1.05, γz=1.05

σ=N/An+My/(γyWny)+Mz/(γzWnz)=47.100≤f=215,满足规范要求！

4.2 稳定性验算

y 向稳定验算：

内力：N=-5658.935,My=8.2228e+05,Mz=-2.3933e+05(强度 5,I 端)

非抗震组合： γ0=0.90

受力类型：压弯

根据规范 GB50017-17 公式 8.2.5-1：

A=900.000Iy=8.7830e+05,Wy=Iy/z=2.1957e+04

Iz=8.7830e+05,Wz=Iz/y=2.1957e+04

βmy=0.6+0.4M2/M1=0.436

λy=64.022,查附录 D 表得： φy=0.785

N'Ey=π^2EA/(1.1λy^2)=4.0584e+05

φbz=1.000

η=0.700

γy=1.050

βtz=0.65+0.35M2/M1=0.311

f=215.000

N/(φyAf)+βmyMy/(γyWy(1-0.8N/N'Ey)f+η βtzMz/(φbzWzf))=0.11≤1.0,满足规范要求！

z 向稳定验算：

内力：N=-5658.935,My=8.2228e+05,Mz=-2.3933e+05(强度 5,I 端)

非抗震组合： γ0=0.90

受力类型：压弯

根据规范 GB50017-17 公式 8.2.5-2：

βmz=0.6+0.4M2/M1=0.212

λz=64.022,查附录 D 表得： φz=0.785

N'Ez=π^2EA/(1.1λz^2)=4.0584e+05

φby=1.000

η=0.700

γz=1.050

βty=0.65+0.35M2/M1=0.506
f=215.000
N/(ΦzAf)+η βtyMy/(ΦbyWyf)+βmzMz/(γzWz(1-0.8N/N'Ez)f)=0.10≤1.0,满足规范要求!

7.6.2 横梁计算结果

一、基本信息 (单位：N,mm)

材料：
材料名称：1:Q235
材料强度：
f(腹板)=215,f(翼缘)=215,fy(腹板)=235,fy(翼缘)=235
fv=125,fu=370,Es=2.0600e+05
截面
截面形状：箱型截面
截面特性值：
H=80.000,B=80.000,tw=1.800,tf1=1.800,C=0.000,tf2=1.800
Area=563.040,Iyy=5.7416e+05,Izz=5.7416e+05,iy=31.933,iz=31.933
其他参数
构件类型：梁
净截面调整系数：c=1.00
构件长度：l=300.000

二、长细比验算

没有该项验算内容!

三、板件宽厚比验算

根据规范 GB50017-173.5.1 条,
箱型梁构件壁板宽厚比：b/t=42.444，大于 S4 级的限值。

四、内力验算 (单位：N,mm)

4.1 强度验算

按纯弯验算的过程：
内力：My=-1.2350e+06,Mz=1.0942e+05(强度 5,I 端)
非抗震组合： γ0=0.90
受力类型：受弯
根据规范 GB50017-17 公式 6.1.1：
截面的最不利验算位置为截面的左上端：
截面板件宽厚比等级为 S4 级
Wny=Iny/z=1.4354e+04
Wnz=Inz/y=1.4354e+04
γy=1.00, γz=1.00
σ=My/(γyWny)+Mz/(γzWnz)=84.297≤f=215,满足规范要求!
按压弯验算的过程：
内力：N=-1.2955e+04,My=-1.2350e+06,Mz=1.0942e+05(强度 5,I 端)
非抗震组合： γ0=0.90
受力类型：压弯
根据规范 GB50017-17 公式 8.1.1-1：
截面的最不利验算位置为截面的右下端：

浙江宝佳力科技有限公司 Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.

An=c*A=563.040
Wny=Iny/z=1.4354e+04
Wnz=Inz/y=1.4354e+04
γy=1.00, γz=1.00
σ=N/An+My/(γyWny)+Mz/(γzWnz)=105.006≤f=215,满足规范要求!
4.2 稳定性验算
y 向稳定验算:
按纯弯验算的过程:
内力:My=-1.2350e+06,Mz=1.0942e+05(强度 5,I 端)
非抗震组合: γ0=0.90
受力类型:受弯
根据规范 GB50017-17 公式 6.2.3:
截面板件宽厚比等级为 S4 级,
Wy=Iy/z=1.4354e+04
Wz=Iz/y=1.4354e+04
γz=1.00
φb=1.00
f=215.00
My/(φbWyf)+Mz/(γzWzf)=0.39≤1.0,满足规范要求!
按压弯验算的过程:
内力:N=-1.2955e+04,My=-1.2350e+06,Mz=1.0942e+05(强度 5,I 端)
非抗震组合: γ0=0.90
受力类型:压弯
根据规范 GB50017-17 公式 8.2.5-1:
A=563.040Iy=5.7416e+05,Wy=Iy/z=1.4354e+04
Iz=5.7416e+05,Wz=Iz/y=1.4354e+04
βmy=0.6+0.4M2/M1=0.714
λy=9.395,查附录 D 表得: φy=0.993
N'Ey=π^2EA/(1.1λy^2)=1.1791e+07
φbz=1.000
η=0.700
γy=1.000
βtz=0.65+0.35M2/M1=0.690
f=215.000
N/(φyAf)+βmyMy/(γyWy(1-0.8N/N'Ey)f+ηβtzMz/(φbzWzf))=0.37≤1.0,满足规范要求!
z 向稳定验算:
内力:N=-1.2955e+04,My=-1.2350e+06,Mz=1.0942e+05(强度 5,I 端)
非抗震组合: γ0=0.90
受力类型:压弯
根据规范 GB50017-17 公式 8.2.5-2:
βmz=0.6+0.4M2/M1=0.646
λz=9.395,查附录 D 表得: φz=0.993
N'Ez=π^2EA/(1.1λz^2)=1.1791e+07

浙江宝佳力科技有限公司 Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.

Φby=1.000
η=0.700
γz=1.000
βty=0.65+0.35M2/M1=0.750
f=215.000
N/(ΦzAf)+η βtyMy/(ΦbyWyf)+βmzMz/(γzWz(1-0.8N/N'Ez)f)=0.31≤1.0,满足规范要求!
4.3 剪切验算
y 向剪切强度验算:
内力: Vy=322.847(强度 5,I 端)
非抗震组合: γ0=0.90
根据规范 GB50017-17 公式 6.1.3:
Iy=5.7416e+05,Iz=5.7416e+05
tw=1.800
Sy=4128.516,Sz=4128.516
τ=VySz/Iztw=1.161≤fv=125.000,满足规范要求!
z 向剪切强度验算:
内力: Vz=-2953.083(强度 5,I 端)
τ=VzSy/Iytw=10.617≤fv=125.000,满足规范要求!
7.6.3 梯梁计算结果
一、基本信息 (单位: N,mm)
材料:
材料名称: 1:Q235
材料强度:
f(腹板)=215,f(翼缘)=215,fy(腹板)=235,fy(翼缘)=235
fv=125,fu=370,Es=2.0600e+05
截面
截面形状: 槽钢
截面特性值:
H=140.000,tw=6.000,B1=58.000,tf1=9.500,B2=58.000,tf2=9.500,r1=9.500,r2=4.750
Area=1851.000,Iyy=5.6370e+06,Izz=5.3200e+05,iy=55.185,iz=16.953
其他参数
构件类型: 支撑
净截面调整系数: c=1.00
构件长度: l=2724.427
构件计算长度系数: μy=1.000 μz=1.000
构件计算长度: l0y=2724.427l0z=340.553
二、长细比验算
对于多层钢结构,非抗震时,中心支撑构件长细比限值取[λ]=200.000
λy=l0y/iy=2724.427/55.185=49.369
λz=l0z/iz=340.553/16.953=20.088
λyt=[(λy^2+λt^2)+√((λy^2+λt^2)^2-4(1-Zs^2/i0^2)λy^2λt^2)]^1/2/√2=76.039

Bojali 浙江宝佳力科技有限公司 Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.

λmax=max{λz, λyt}=max{20.088,76.039}=76.039≤[λ]=200.000,满足规范要求!

三、板件宽厚比验算

没有该项验算内容!

四、内力验算 (单位：N,mm)

4.1 强度验算

内力：N=-1463.346,My=-7.2185e+04,Mz=-2.9641e+05(强度 3,J 端)

非抗震组合： γ0=0.90

受力类型：压弯

根据规范 GB50017-17 公式 8.1.1-1：

截面的最不利验算位置为截面的右上端：

An=c*A=1851.000

Wny=Iny/z=8.0529e+04

Wnz=Inz/y=1.3007e+04

γy=1.20, γz=1.05

σ=N/An+My/(γyWny)+Mz/(γzWnz)=17.148≤f=215,满足规范要求!

4.2 稳定性验算

y 向稳定验算：

内力：N=-3659.029,My=-6.2689e+05,Mz=-4.8202e+04(强度 5,J 端)

非抗震组合： γ0=0.90

受力类型：压弯

参考规范 GB50018-25 公式 5.5.5-1：

Iy=5.6370e+06,Wy=Iy/z=8.0529e+04

βmy=0.6+0.4(M2/M1)=0.996

λy=76.039,查附录 D 表得： φy=0.713

f=215.000

N/(φyAf)+βmyMy/(Wy(1-φyN/N'Ey)f)=0.04≤1.0,满足规范要求!

根据规范 GB50017-17 公式 8.2.1-3：

Iz=5.3200e+05,Wz=Iz/y=3.1111e+04

λy=76.039,查附录 D 表得： φy=0.713

φb=0.728

η=1.000

βtz=0.65+0.35M2/M1=0.984

f=215.000

N/(φyAf)+η βtzMz/(φbWzf)=0.020≤1.0,满足规范要求!

z 向稳定验算：

内力：N=-3659.029,My=-6.2689e+05,Mz=-4.8202e+04(强度 5,J 端)

非抗震组合： γ0=0.90

受力类型：压弯

参考规范 GB50018-25 公式 5.5.5-2：

Iy=5.6370e+06,Wy=Iy/z=8.0529e+04

λz=20.088,查附录 D 表得： φz=0.970

φb=0.728

f=215.000

Bojali 浙江宝佳力科技有限公司 Zhejiang Baojali Technology Co., Ltd.

N/(φzAf)+My/(φbWyf)=0.05≤1.0,满足规范要求！

根据规范 GB50017-17 公式 8.2.1-1：

Iz=5.3200e+05,Wz=Iz/y=1.3007e+04

βmz=0.6+0.4M2/M1=0.982

λz=20.088,查附录 D 表得： φz=0.970

γz=1.050

f=215.000

N/(φzAf)+βmzMz/(γzWz(1-0.8N/N'Ez)f)=0.01≤1.0,满足规范要求！

根据规范 GB50017-17 公式 8.2.1-4：

Iz=5.3200e+05,Wz=Iz/y=1.3007e+04

γz=1.200

|N/(Af)+βmzMz/(γzWz(1-1.25N/N'Ez)f)|=4.42e-03≤1.0,满足规范要求！

8、结论与意见

该施工楼梯结构在自重、人员荷载、风荷载工况组合情况下，施工楼梯最大组合应力为 107.31MPa，最大剪应力 11.65MPa，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，107.31MPa＜215MPa，11.65MPa＜125MPa，施工楼梯强度安全！

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，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 L／400（L 为受弯构件的跨度(对悬臂梁和伸臂梁为悬臂长度的 2 倍)）。

钢梁跨度为 4.0m，最大变形量为 4.97mm，4.97/4000＜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 0.58mm，0.58/2000＜1/150，钢柱刚度安全！

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，对 5)楼梯梁，为构件计算跨度的 L／250（L 为受弯构件的跨度(对悬臂梁和伸臂梁为悬臂长度的 2 倍)）。

梯梁水平跨度 2.2m，最大变形量为 1.42mm，1.42/2200＜1/250，梯梁刚度安全！

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。该结构第一阶特征值为 14.72＞4.2，稳定性满足要求！

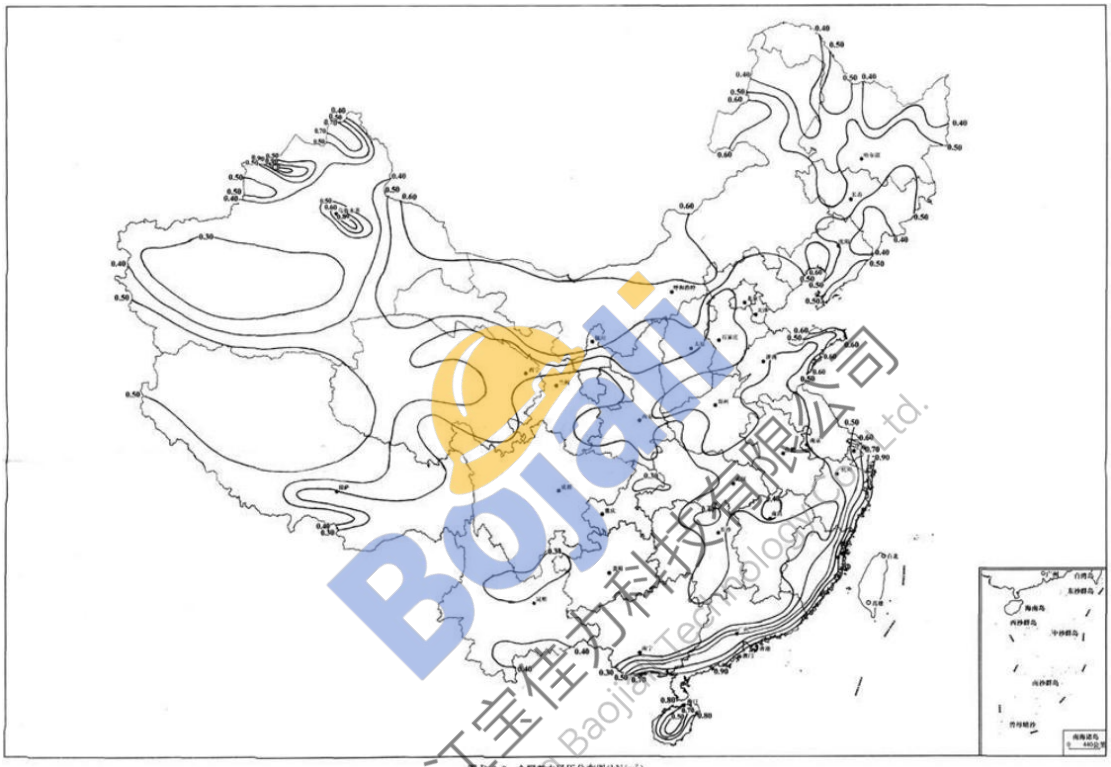
为确保整体抗倾覆，单个柱脚使用 4 根 8.8 级合金钢特殊倒锥胶粘型锚栓，锚栓直径 18mm，有效锚固深度 150mm。

9、附录：基本风压

施工地点位于江苏苏州，根据《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 图 E．6．3 全国基本风压分布图，江苏苏州与江苏无锡位于同于基本风压区，因此取浙江绍兴 10 年期风压标准值为 0.3KN/m^2。

浙江宝佳力科技有限公司 Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.

江苏	南京市	8.9	0.25	0.40	0.45	0.40	0.65	0.75	−6	37	Ⅱ
	徐州市	41.0	0.25	0.35	0.40	0.25	0.35	0.40	−8	35	Ⅱ
	赣榆	2.1	0.30	0.45	0.50	0.25	0.35	0.40	−8	35	Ⅱ
	盱眙	34.5	0.25	0.35	0.40	0.20	0.30	0.35	−7	36	Ⅱ
	淮阴市	17.5	0.25	0.40	0.45	0.25	0.40	0.45	−7	35	Ⅱ
	射阳	2.0	0.30	0.40	0.45	0.15	0.20	0.25	−7	35	Ⅲ
	镇江	26.5	0.30	0.40	0.45	0.25	0.35	0.40	—	—	Ⅲ
	无锡	6.7	0.30	0.45	0.50	0.30	0.40	0.45	—	—	Ⅲ
	泰州	6.6	0.25	0.40	0.45	0.25	0.35	0.40	—	—	Ⅲ
	连云港	3.7	0.35	0.55	0.65	0.25	0.40	0.45	—	—	Ⅱ



附录E.3 全国基本风压分布图(kN/m²)

浙江宝佳力科技有限公司
Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.