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.
Bojali

项目名称：　　中交路桥赣县 G323 公路

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 1
3、 计算模型 1
4、 荷载条件 2
4.1 恒荷载 2
4.2 活荷载 2
4.2.1 人员荷载 2
4.2.2 风荷载 3
5、 荷载组合 6
6、 边界条件设置 6
7、 分析结果 8
7.1 应力结果 8
7.2 变形结果 9
7.3 抗倾覆验算 12
7.4 稳定性验算 13
7.5 验算比结果 14
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、 扶墙验算 21
9、 扶墙螺栓抗剪 23
10、 结论与意见 24
11、 基本风压取值 25

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 30m。

扶墙杆件使用 D48*3 圆管，4m 一道。

组合式墩身围笼技术参数:

1、整体材质:Q235B 碳钢;

2、主框架采用 80*80 方管，壁厚 4.75mm 厚;

3、立柱采用 80*80 方管，壁厚 2.0mm 厚:

4、立柱接头采用 97*97 方管，壁厚 4.5mm 方管;

5、安全网外框和斜拉撑均采用 40*2.0mm 角钢:

6、扶墙使用 D48x3 圆管，螺栓使用 M18 螺栓:

7、花纹钢板 2mm;

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)

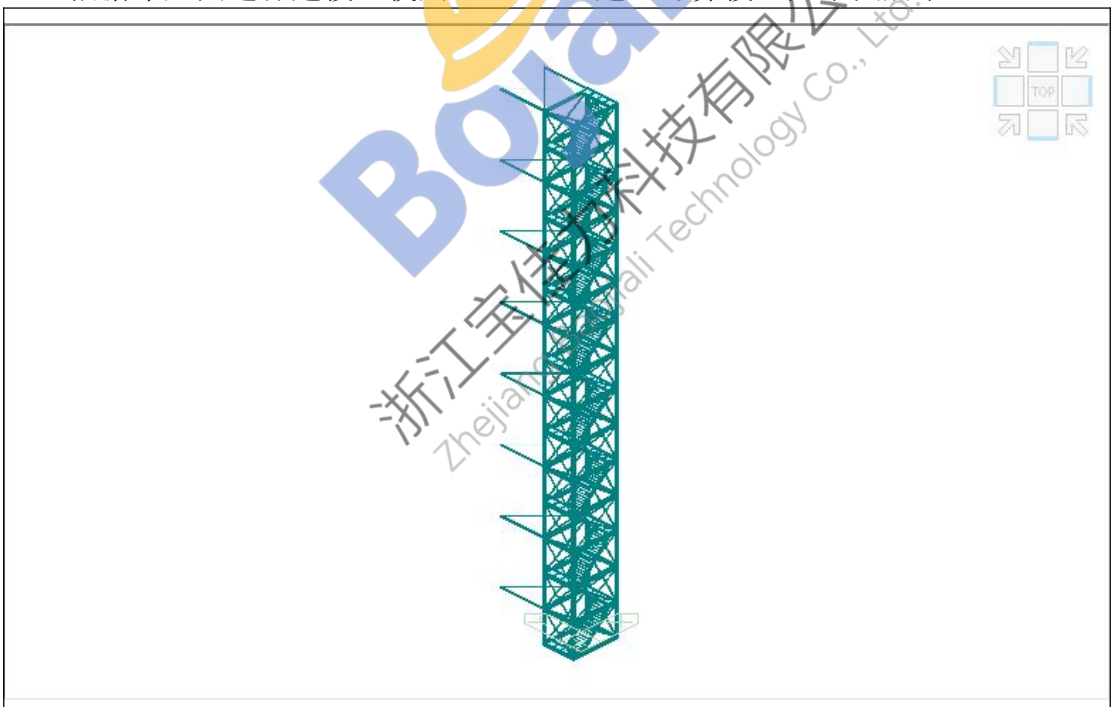
（4）《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB51210-2016

（5）《钢结构焊接规范》GB50661-2011

（6）《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018-2016

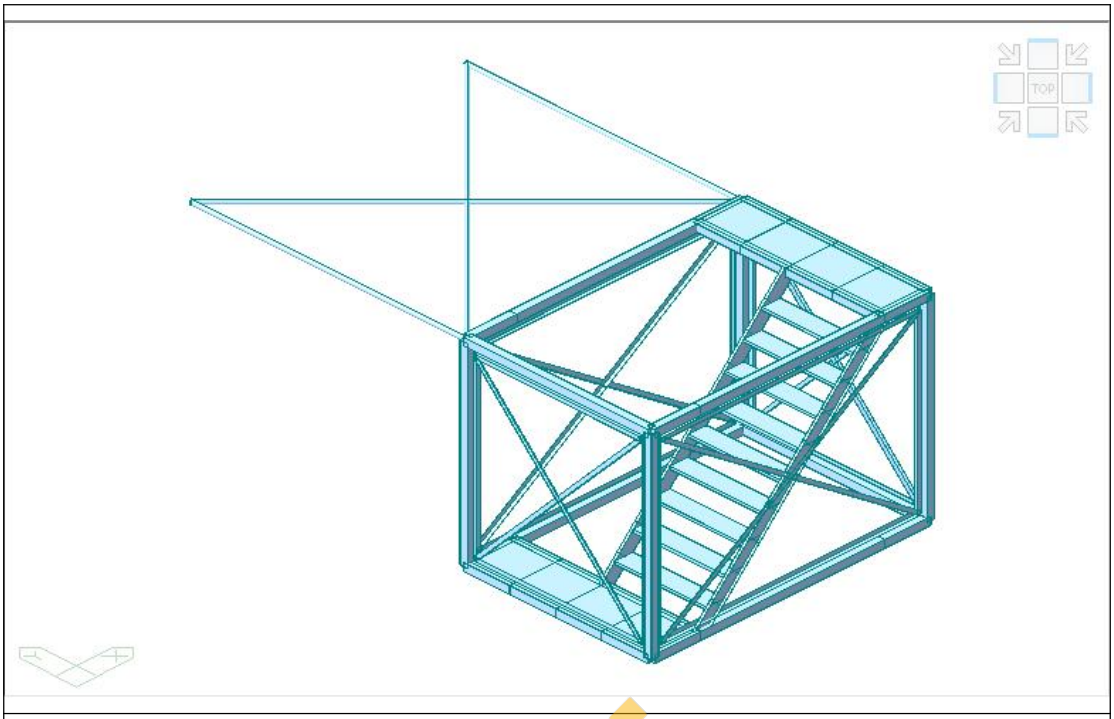
3、计算模型

根据布置图进行建模，使用 MidasGen 建立计算模型如下图所示：



整体计算模型

浙江宝佳大科技有限公司
Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.



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）

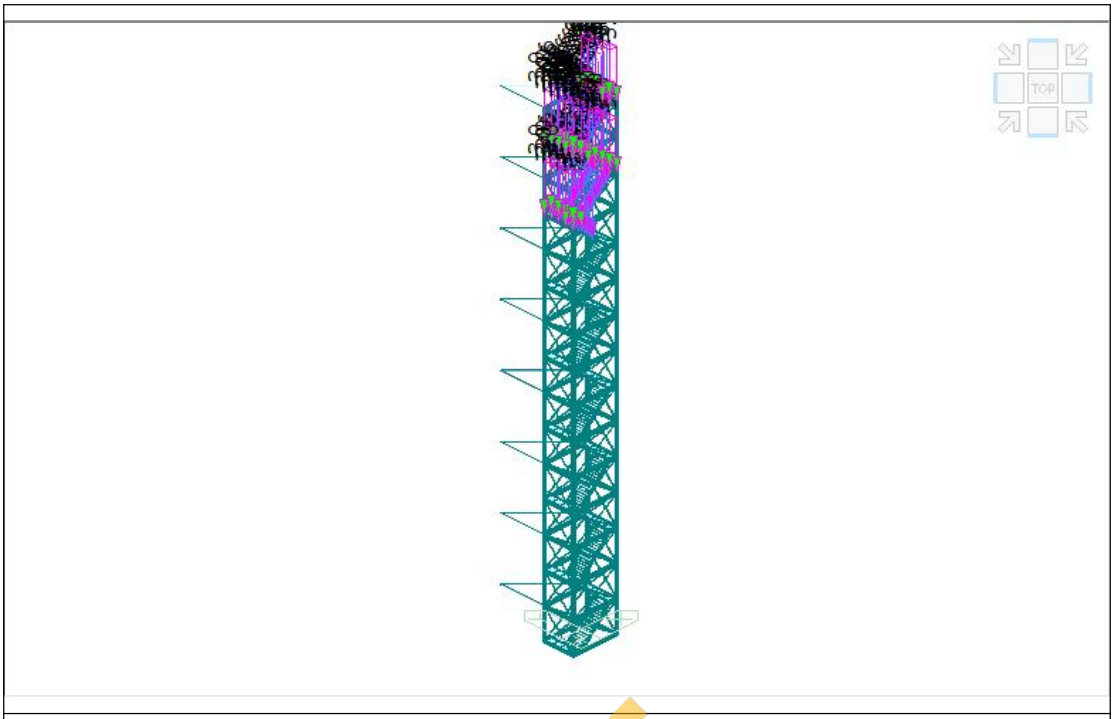
4.2 活荷载

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 2 层，最大使用人数 30 人。

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



人员荷载施加（单位：KN/m^2）

4.2.2 风荷载

所在地点：江西省赣州市

海拔高度：76.4m

基本气温(最低～最高)：-2.0℃～38.0℃

雪荷载准永久值系数分区：III

基本风压：w_0=0.30kN/m^2

基本雪压：s_0=0.35kN/m^2

结构类型：主要受力结构

节点	模态	UX		UY		UZ		RX		RY		
特征值分析												
	模态号	频率 (rad/sec)		频率 (cycle/sec)		周期 (sec)		容许误差				
	1	58.1391		9.2531		0.1081		4.2524e-48				
	2	61.9219		9.8552		0.1015		2.2243e-27				
	3	61.9504		9.8597		0.1014		2.6437e-26				
	4	61.9968		9.8671		0.1013		3.7465e-25				
	5	62.0453		9.8748		0.1013		2.2384e-24				
	6	62.0865		9.8814		0.1012		3.6399e-23				
	7	62.1183		9.8864		0.1011		8.3376e-22				
	8	62.1422		9.8902		0.1011		4.3976e-21				
	9	62.1719		9.8950		0.1011		1.4843e-20				
	10	62.1818		9.8965		0.1010		1.4873e-19				
振型参与质量												
	模态号	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		
		质量(%)	合计(%)	质量(%)	合计(%)	质量(%)	合计(%)	质量(%)	合计(%)	质量(%)	合计(%)	质量(
	1	43.0832	43.0832	0.0008	0.0008	0.0054	0.0054	0.0006	0.0006	15.4103	15.4103	8.4
	2	0.0001	43.0833	14.4135	14.4142	0.0000	0.0054	0.5807	0.5813	0.0000	15.4103	0.0
	3	0.0001	43.0833	0.1012	14.5154	0.0000	0.0054	11.1527	11.7339	0.0000	15.4103	0.0
	4	0.0003	43.0836	1.9926	16.5079	0.0000	0.0054	0.0348	11.7687	0.0001	15.4104	0.0
	5	0.0000	43.0836	0.0707	16.5786	0.0000	0.0054	2.7045	14.4732	0.0000	15.4104	0.0
	6	0.0002	43.0838	0.4822	17.0609	0.0000	0.0054	0.1602	14.6334	0.0000	15.4104	0.0
	7	0.0001	43.0839	0.0628	17.1237	0.0000	0.0054	0.7690	15.4024	0.0000	15.4105	0.0
	8	0.0001	43.0840	0.1271	17.2508	0.0000	0.0054	0.1103	15.5128	0.0000	15.4105	0.0
	9	0.0002	43.0841	0.1329	17.3837	0.0000	0.0054	0.6024	16.1152	0.0001	15.4105	0.0
	10	0.0001	43.0842	0.1199	17.5036	0.0000	0.0054	0.1466	16.2618	0.0000	15.4105	0.0

特征值模态 / 振型参与向量

基本自振周期：T_1=0.11s

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

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

计算过程和计算结果

风压高度变化系数
离地面高度取计算点的高度 z=30.00m
查《荷载规范》表 8.2.1,风压高度变化系数 μ_z=1.39
考虑修正系数 η 后，$\mu_z=\mu_z\eta$=1.39×1.00=1.39
结构第 1 阶振型系数
z/H=30.00/30.00=1.000
查《荷载规范》表 G.0.2,结构第 1 阶振型系数 $\Phi_1(z)$=0.34
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

$$\rho_z=\frac{10\sqrt{H+60e^{\frac{(-H)}{60}}-60}}{H}=\frac{10\sqrt{30.00+60e^{\frac{(-30.00)}{60}}-60}}{30.00}=0.84$$

根据《荷载规范》第 8.4.5 条
脉动风荷载的背景分量因子

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

$$=0.91\times30.00^{0.22}\times1.00\times0.84\times\frac{0.34}{1.39}=0.39$$

脉动风荷载的共振分量因子
结构第 1 阶自振频率 $f_1=1/T_1=1/0.11=9.25$Hz
根据《荷载规范》公式 8.4.4
地面粗糙度修正系数 k_w=1.00

$$x_1=\frac{30f_1}{\sqrt{k_w w_0}}=\frac{30\times9.251}{\sqrt{1.00\times0.30}}=506.68$$

脉动风荷载的共振分量因子

$$R=\sqrt{\frac{\pi}{6\zeta_1}\frac{x_1^2}{\left(1+x_1^2\right)^{4/3}}}=\sqrt{\frac{\pi}{6\times0.01}\times\frac{506.68^2}{\left(1+506.68^2\right)^{4/3}}}=0.91$$

风振系数
根据《荷载规范》公式 8.4.3
峰值因子 g 取 2.5

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

10m 高度名义湍流强度 I_{10} 取 0.14

风振系数

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

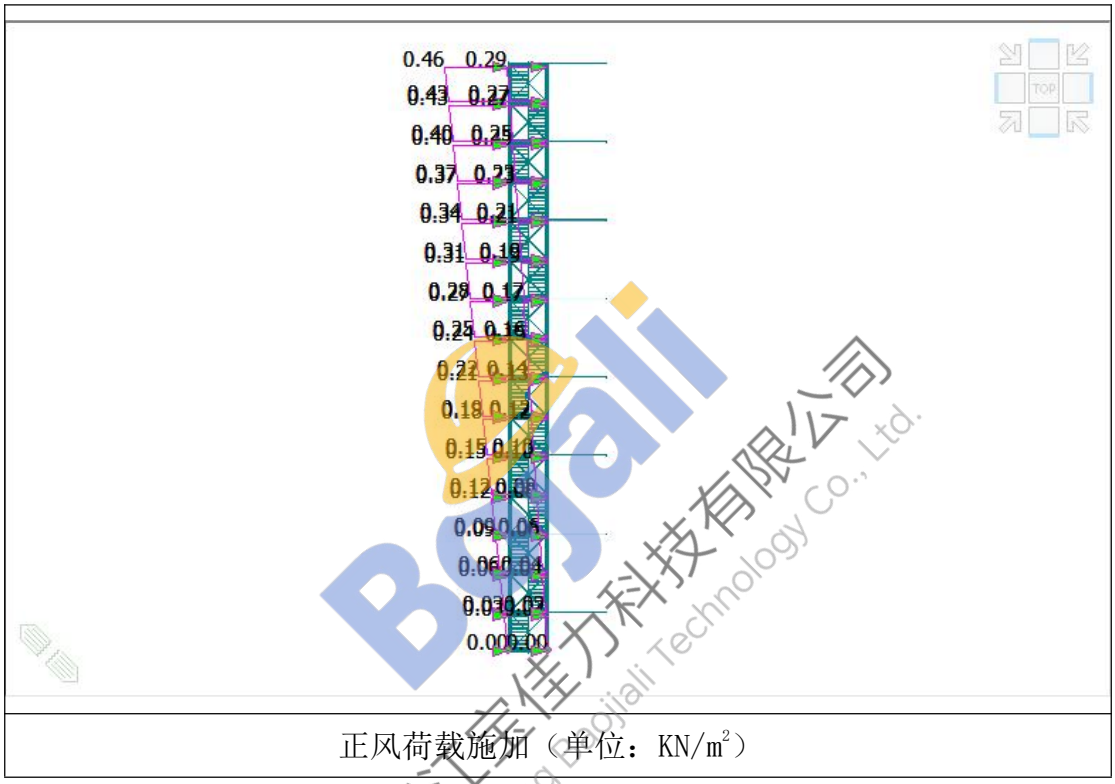
$$= 1 + 2 \times 2.5 \times 0.14 \times 0.39 \times \sqrt{1+0.91^2} = 1.37$$

风荷载标准值

根据《荷载规范》公式 8.1.1-1

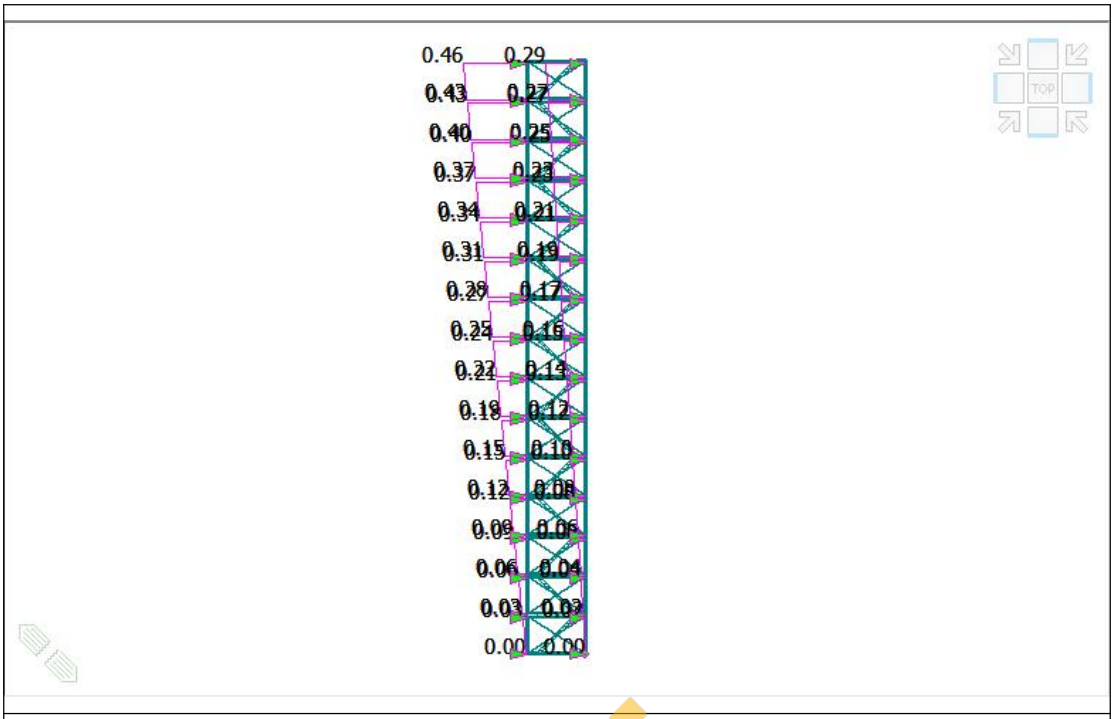
$w_k = \beta_z \mu_s \mu_z w_0 = 1.37 \times 0.80 \times 1.39 \times 0.30 = 0.46 kN/m^2$

$w_k = \beta_z \mu_s \mu_z w_0 = 1.37 \times 0.50 \times 1.39 \times 0.30 = 0.29 kN/m^2$



正风荷载施加（单位：KN/m²）

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



侧风荷载施加（单位：KN/m^2）

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。

荷载组合情况如下：

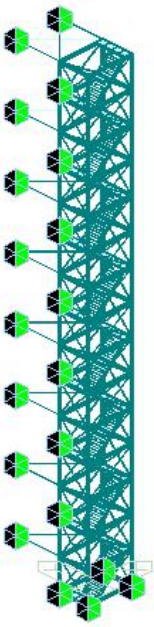
名称	类型	组合方式	自重	侧风荷载	正风荷载	人员荷载
强度 1	基本组合	相加	1.3	0.9		1.05
强度 2	基本组合	相加	1.3		0.9	1.05
强度 3	基本组合	相加	1.3		1.5	
强度 4	基本组合	相加	1.3	1.5		
强度 5	基本组合	相加	1.3			1.5
抗倾 1	基本组合	相加	1	1.5		
抗倾 2	基本组合	相加	1		1.5	
刚度 1	标准组合	相加	1	1		
刚度 2	标准组合	相加	1		1	
刚度 3	标准组合	相加	1			1

强度校核使用强度荷载组合，刚度校核使用刚度荷载组合。

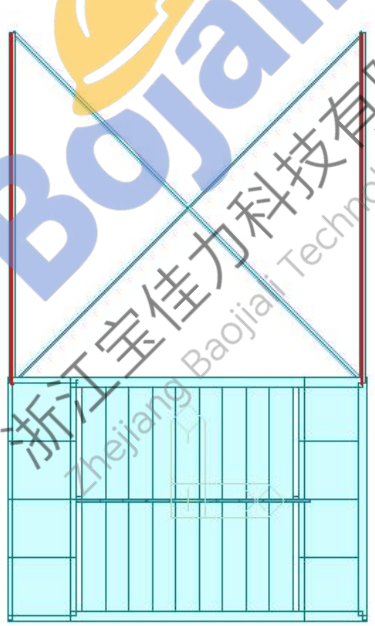
6、边界条件设置

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。

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

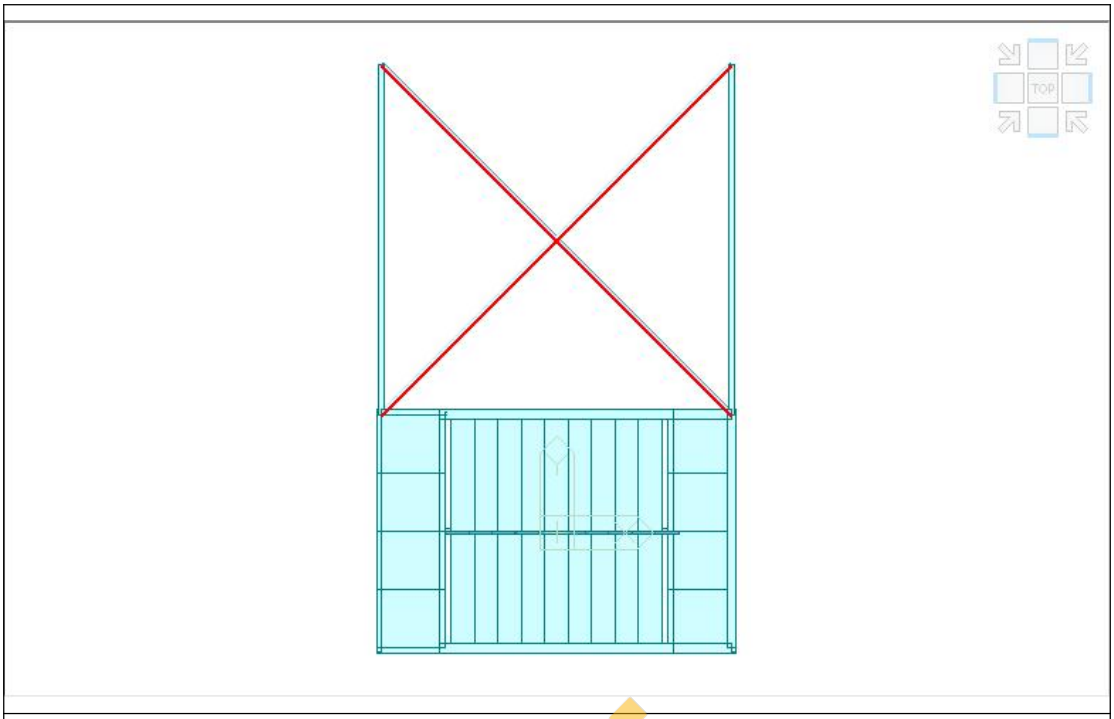


计算模型约束施加



设为桁架单元，可受压

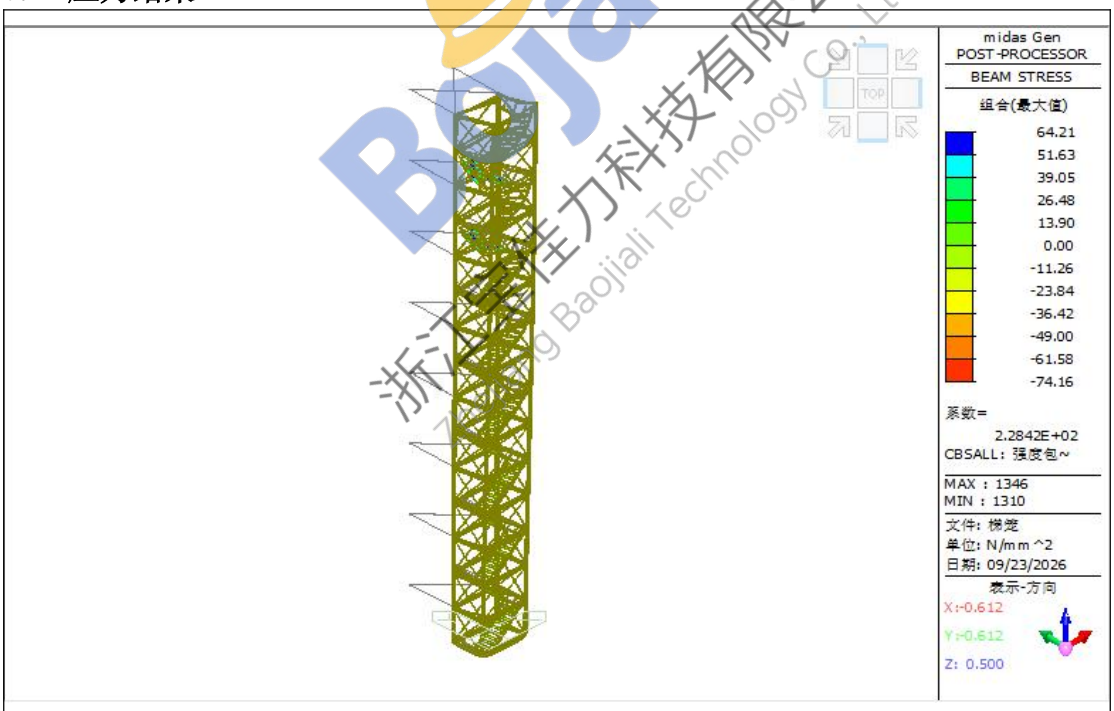
浙江宝佳力科技有限公司
Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.



设为仅受拉桁架单元

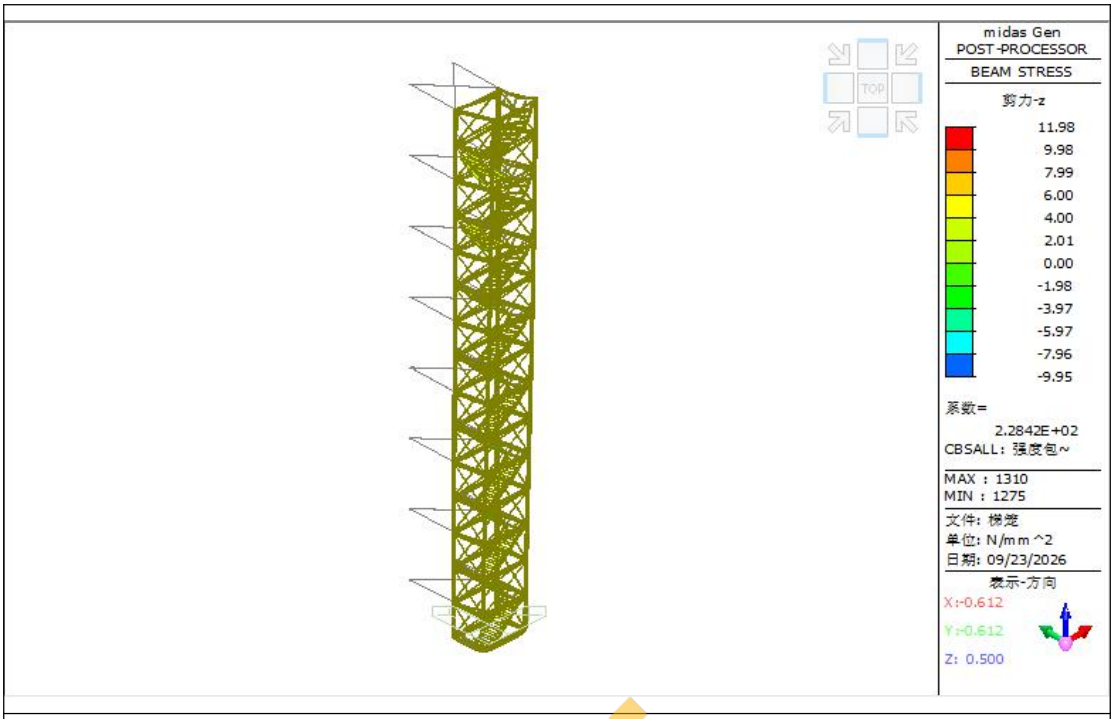
7、分析结果

7.1 应力结果



最大组合应力 74.16MPa（强度包络）

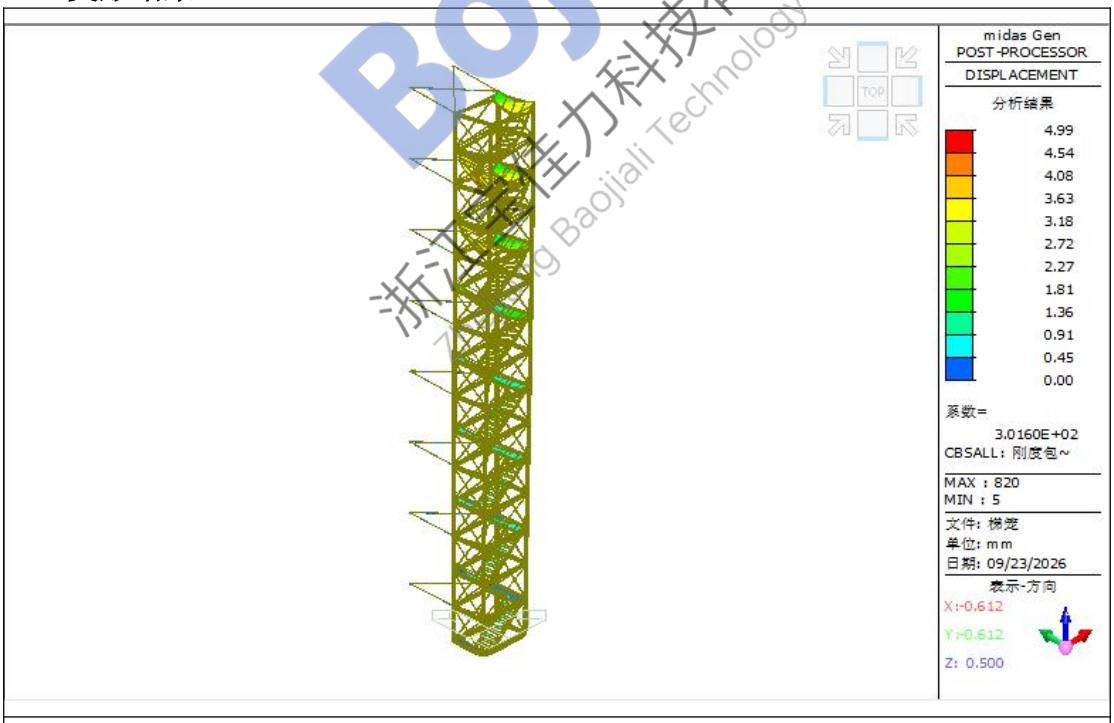
浙江宝佳力科技有限公司
Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.



最大剪应力 11.98MPa（强度包络）

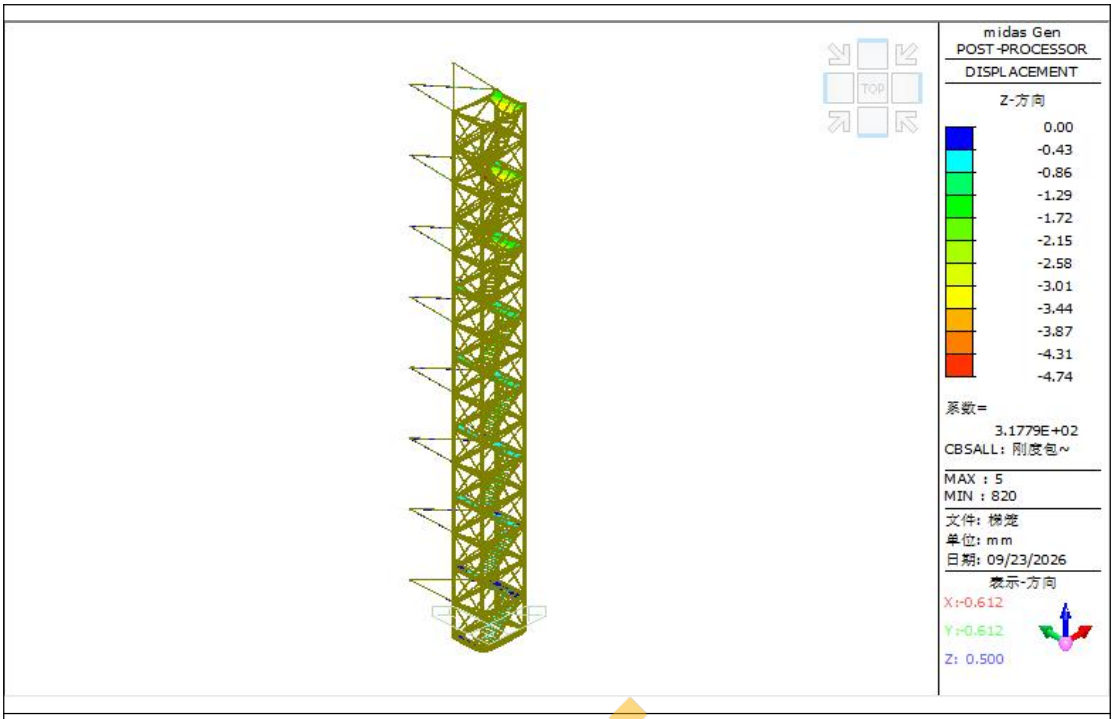
综上，施工楼梯最大组合应力为 74.16MPa，最大剪应力 11.98MPa，根据《GB50017 钢结构设计标准》要求 Q235B 抗弯设计强度为 215MPa，抗剪设计强度为 125MPa，74.16MPa＜215MPa，11.98MPa＜125MPa，施工楼梯强度安全！

7.2 变形结果



整体最大变形 4.99mm（刚度包络）

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

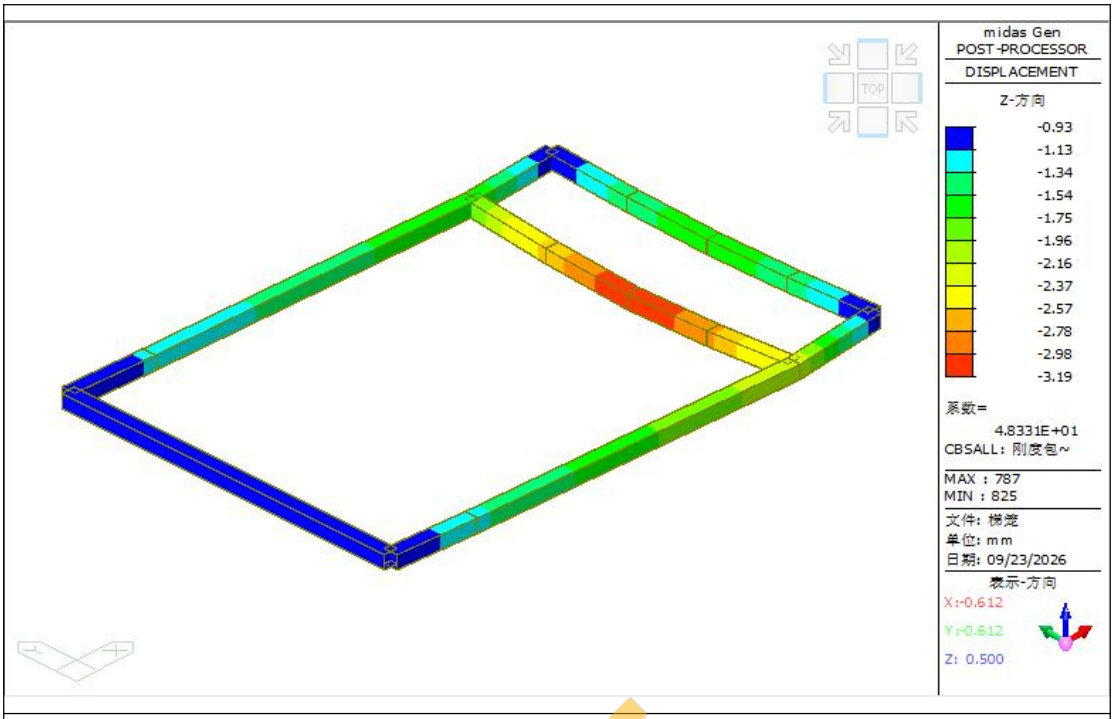


整体最大竖向变形 4.74mm（刚度包络）

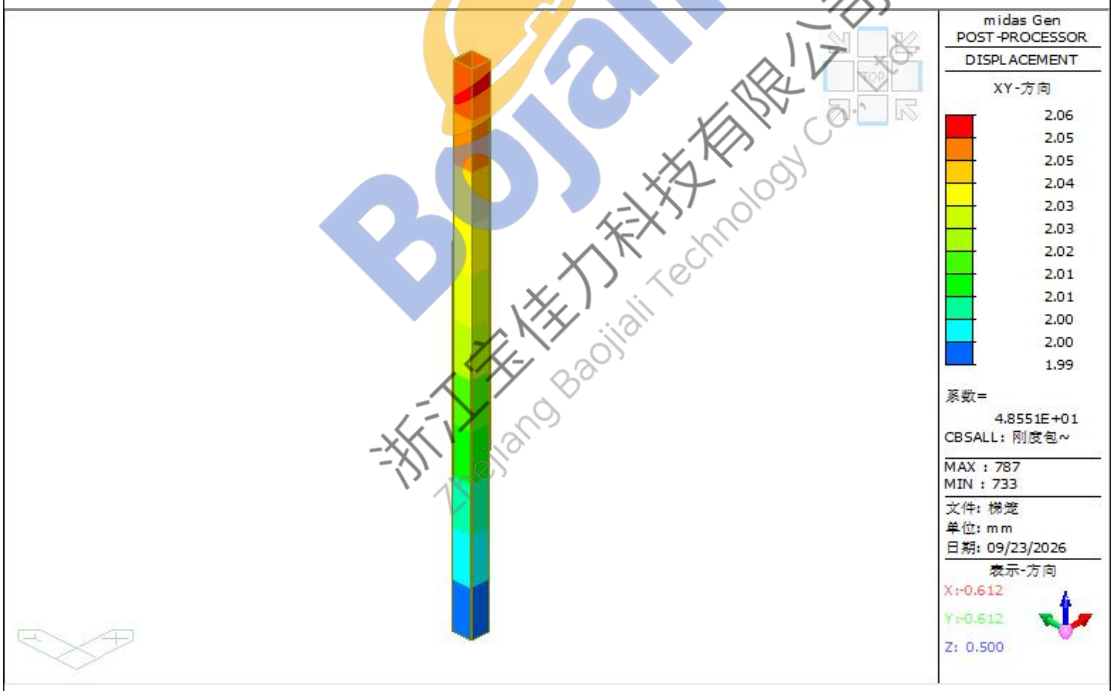


整体最大横向变形 2.23mm（刚度包络）

浙江宝捷力科技有限公司
Zhejiang Baojieli Technology Co., Ltd.

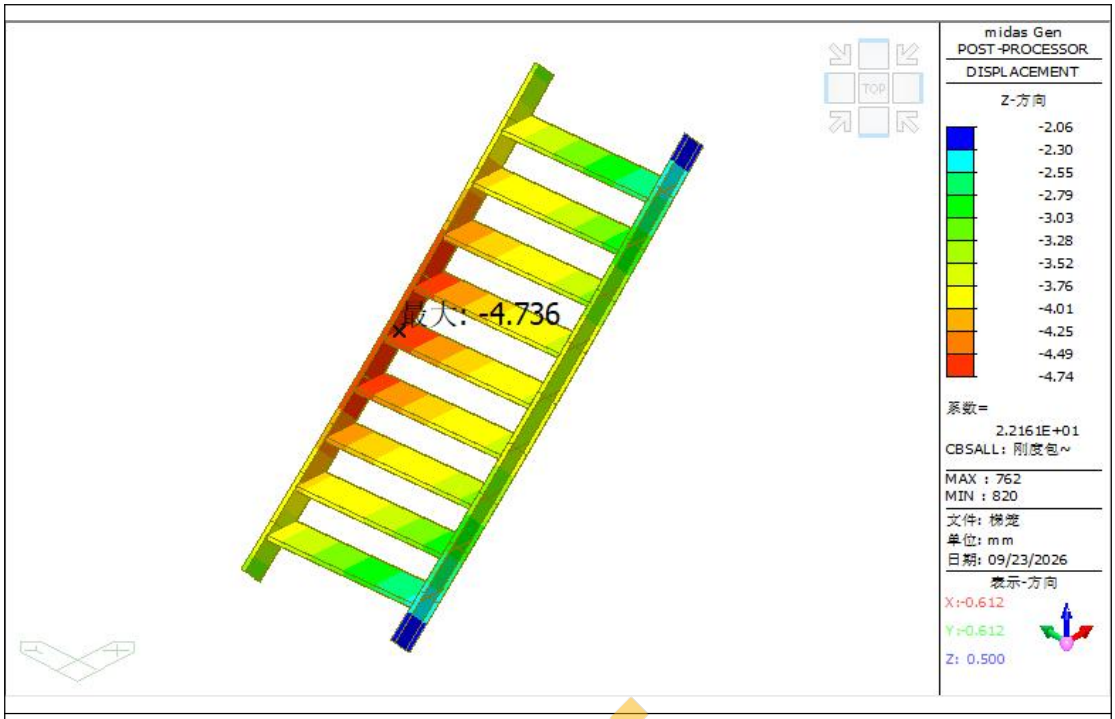


主梁最大变形 3.19-0.93=2.26mm（刚度包络）



钢柱最大变 2.06-1.99=0.07mm（刚度包络）

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



楼梯最大变形 4.74-2.06=2.68mm（刚度包络）

根据《GB50017 钢结构设计标准》中附录 B，顶点水平位移限值验算 H/500，整体最大高度为 30m，最大变形量为 4.99mm，4.99/30000＜1/500，整体刚度安全！

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 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 2.0m，最大变形量为 2.26mm，2.26/2000＜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。

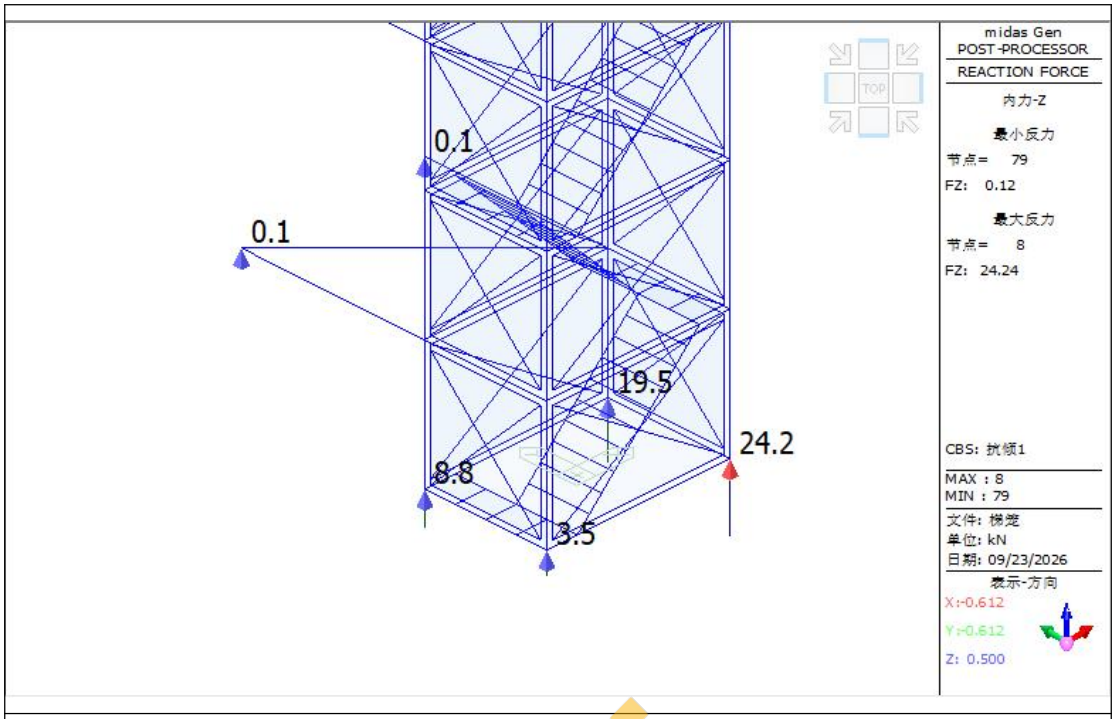
支柱最大高度为 2m，最大变形量为 0.07mm，0.07/2000＜1/150，钢柱刚度安全！

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)）。

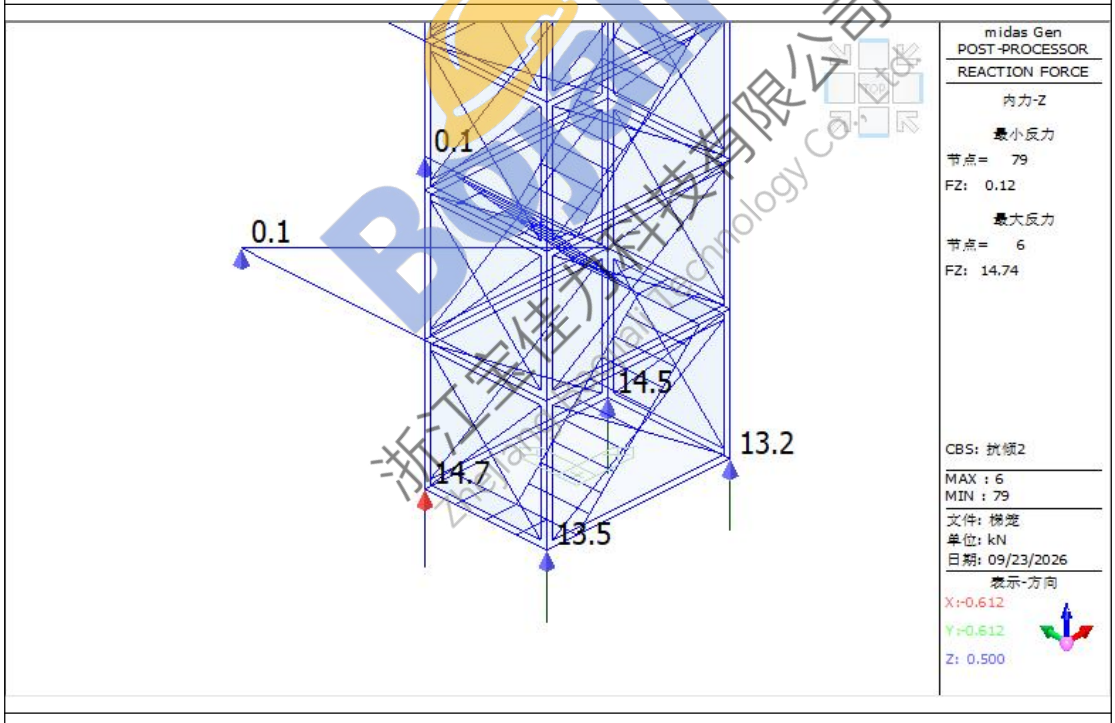
梯梁水平跨度 2.0m，最大变形量为 2.68mm，2.68/2000＜1/250，梯梁刚度安全！

7.3 抗倾覆验算

浙江宝佳久外装有限公司 Zhejiang Baojiali Technology Co., Ltd.



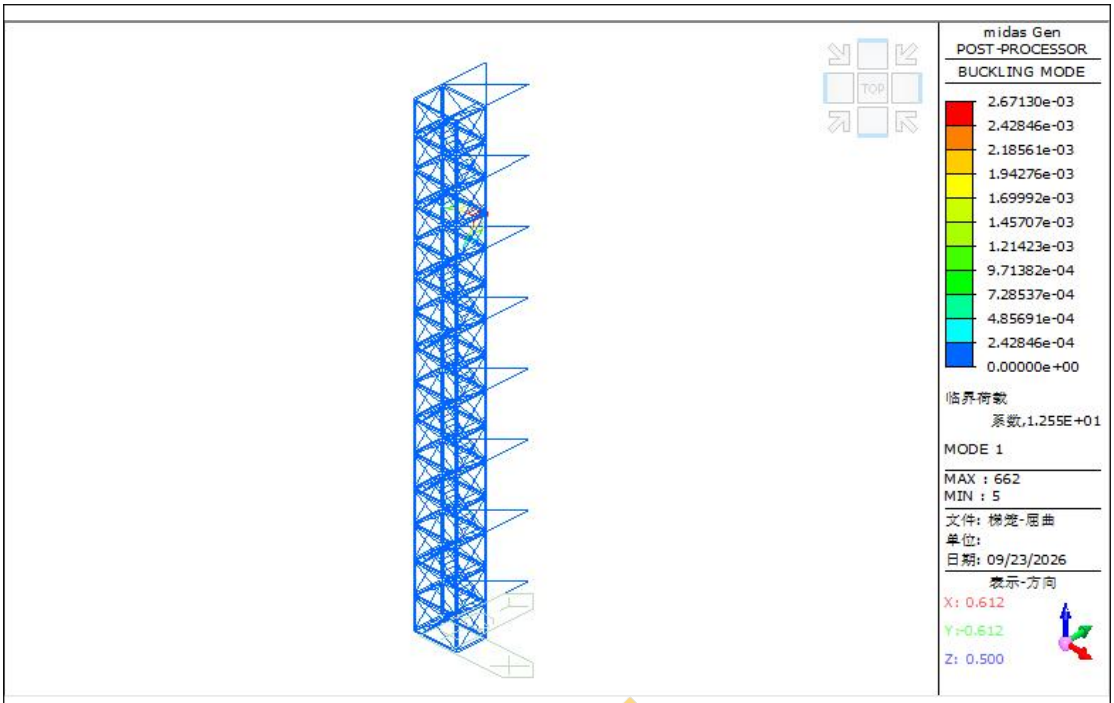
支座反力（抗倾 1 荷载组合）



支座反力（抗倾 2 荷载组合）

支座反力均为正值，证明支座均受压，无倾覆危险！

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	12.550080	0.0000e+00
2	14.737353	0.0000e+00
3	22.738182	1.0036e-28
4	22.935811	3.2982e-29

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。

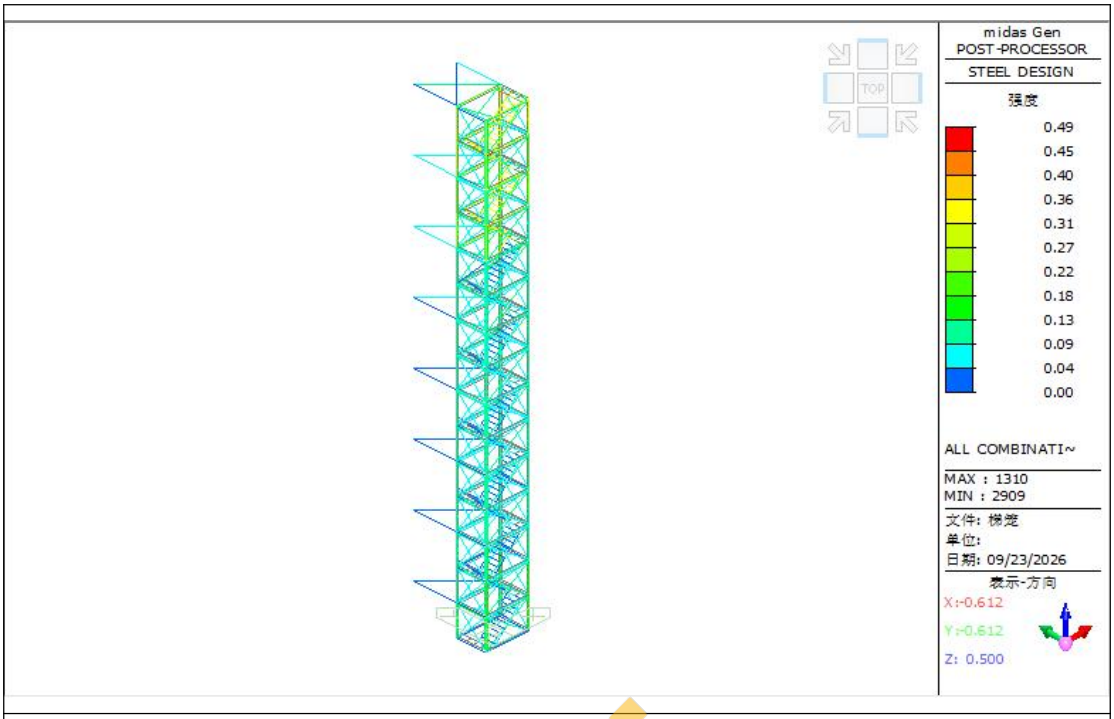
规范对第一类稳定的规定

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

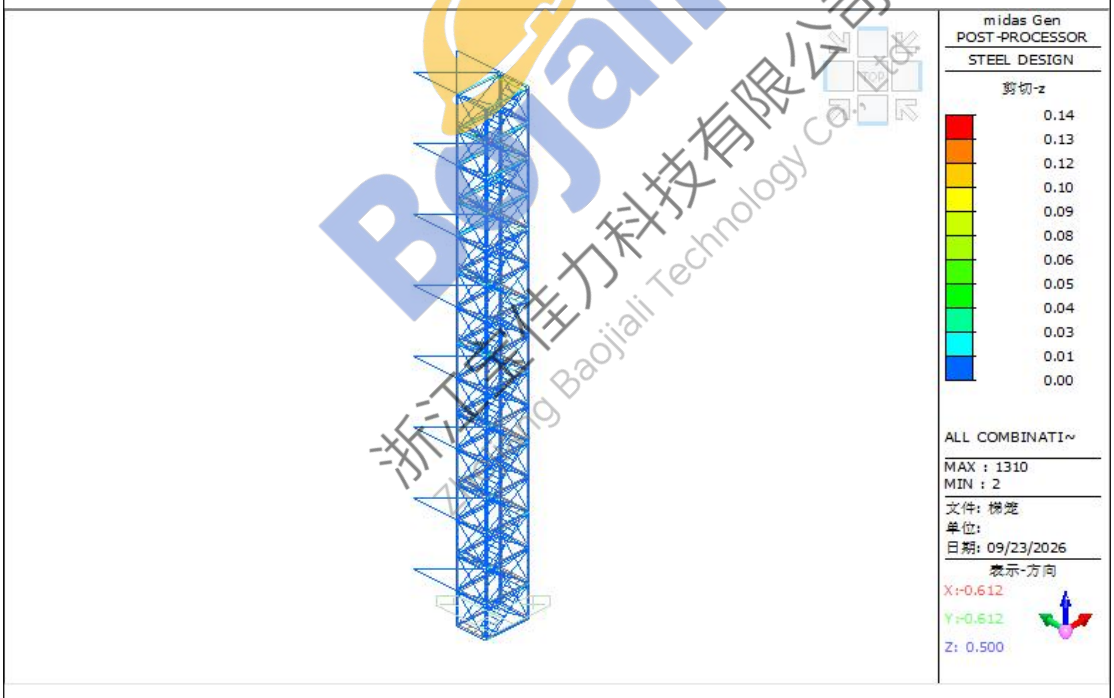
该结构第一阶特征值为 12.55＞4.2，稳定性满足要求！

7.5 验算比结果

Bojali 浙江博佳力科技有限公司 Zhejiang Bojiali Technology Co., Ltd.

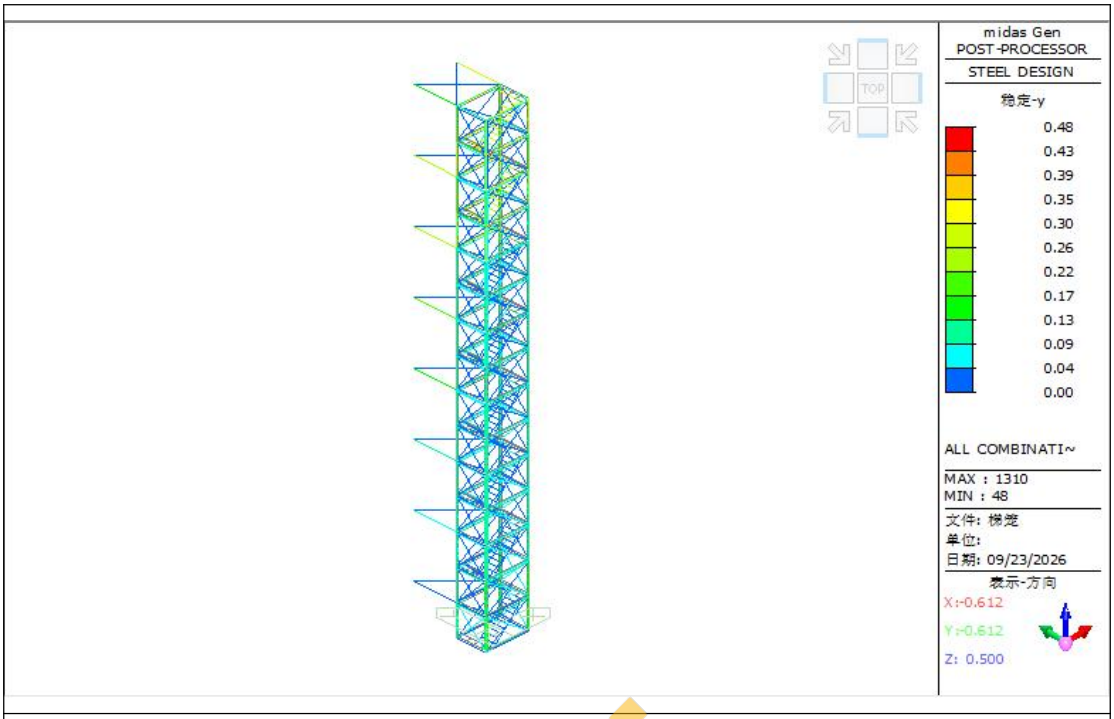


最大强度验算比 0.49＜1，合格



最大剪切验算比 0.14＜1，合格

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



最大稳定验算比 0.48＜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=0.90

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

对于高层钢结构,非抗震时,柱构件长细比限值取[λ]=100.000

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]=100.000,满足规范要求！

三、板件宽厚比验算

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

根据规范 GB50017-173.5.1 条,

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=-2255.662,My=-9.9531e+05,Mz=-4.3315e+05(强度 5,J 端)

非抗震组合： γ0=1.10

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下端：

An=c*A=810.000

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)=71.217≤f=215,满足规范要求！

4.2 稳定性验算

y 向稳定验算：

内力：N=-2255.662,My=-9.9531e+05,Mz=-4.3315e+05(强度 5,J 端)

非抗震组合： γ0=1.10

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=1.00

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=0.54

f=215.000

N/(φyAf)+βmyMy/(γyWy(1-0.8N/N'Ey)f+η βtzMz/(φbzWzf))=0.28≤1.0,满足规范要求！

z 向稳定验算：

内力：N=-2255.662,My=-9.9531e+05,Mz=-4.3315e+05(强度 5,J 端)

非抗震组合： γ0=1.10

受力类型：压弯

根据规范 GB50017-17 公式 8.2.5-2：

βmz=1.00

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

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

γz=1.050
βty=0.65+0.35M2/M1=0.54
f=215.000
N/(ΦzAf)+η βtyMy/(ΦbyWyf)+βmzMz/(γzWz(1-0.8N/N'Ez)f)=0.20≤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=2.000,tf1=2.000,C=0.000,tf2=2.000

Area=624.000,Iyy=6.3315e+05,Izz=6.3315e+05,iy=31.854,iz=31.854

其他参数

构件类型：梁

净截面调整系数：c=0.90

构件长度：l=500.000

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,

箱型梁截面壁板（腹板）间翼缘宽厚比：b0/t=38.000，小于 S4 级的限值 42.000

该梁构件截面等级为 S4 级。

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=-1.3978e+06,Mz=7.6973e+04(强度 5,J 端)

非抗震组合： γ0=1.10

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 S3 级

Wny=Iny/z=1.5829e+04

Wnz=Inz/y=1.5829e+04

γy=1.05, γz=1.05

σ=My/(γyWny)+Mz/(γzWnz)=97.606≤f=215,满足规范要求!

按压弯验算的过程：

内力：N=-4254.587,My=-1.3978e+06,Mz=7.6973e+04(强度 5,J 端)

非抗震组合： γ0=1.10

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

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=561.600
Wny=Iny/z=1.5829e+04
Wnz=Inz/y=1.5829e+04
γy=1.05, γz=1.05
σ=N/An+My/(γyWny)+Mz/(γzWnz)=105.939≤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=-1.3978e+06,Mz=7.6973e+04(强度 5,J 端)
非抗震组合： γ0=1.10
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 S3 级，
Wy=Iy/z=1.5829e+04
Wz=Iz/y=1.5829e+04
γz=1.05
φb=1.00
f=215.00
My/(φbWyf)+Mz/(γzWzf)=0.48≤1.0,满足规范要求！
按压弯验算的过程：
内力：N=-4254.587,My=-1.3978e+06,Mz=7.6973e+04(强度 5,J 端)
非抗震组合： γ0=1.10
受力类型：压弯
根据规范 GB50017-17 公式 8.2.5-1：
A=624.000Iy=6.3315e+05,Wy=Iy/z=1.5829e+04
Iz=6.3315e+05,Wz=Iz/y=1.5829e+04
βmy=1.00
λy=15.697,查附录 D 表得：φy=0.982
N'Ey=π^2EA/(1.1λy^2)=4.6810e+06
φbz=1.000
η=0.700
γy=1.050
βtz=0.65+0.35M2/M1=0.37
f=215.000
N/(φyAf)+βmyMy/(γyWy(1-0.8N/N'Ey)f+η βtzMz/(φbzWzf))=0.47≤1.0,满足规范要求！
z 向稳定验算：
内力：N=-3364.810,My=-1.0403e+06,Mz=7619.617(强度 1,J 端)
非抗震组合： γ0=1.10
受力类型：压弯
根据规范 GB50017-17 公式 8.2.5-2：

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

βmz=1.00
λz=15.697,查附录 D 表得： φz=0.982
N'Ez=π^2EA/(1.1λz^2)=4.6810e+06
φby=1.000
η=0.700
γz=1.050
βty=0.65+0.35M2/M1=0.69
f=215.000
N/(φzAf)+η βtyMy/(φbyWyf)+βmzMz/(γzWz(1-0.8N/N'Ez)f)=0.19≤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=512.959(抗倾 1,I 端)
非抗震组合： γ0=1.10
根据规范 GB50017-17 公式 6.1.3：
Iy=6.3315e+05,Iz=6.3315e+05
tw=2.000
Sy=4564.000,Sz=4564.000
τ=VySz/Iztw=2.034≤fv=125.000,满足规范要求！
z 向剪切强度验算：
内力：Vz=4459.039(强度 5,J 端)
τ=VzSy/Iytw=17.678≤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=3.000,B1=30.000,tf1=3.000,B2=30.000,tf2=3.000,r1=0.000,r2=0.000
Area=582.000,Iyy=1.4463e+06,Izz=3.6461e+04,iy=49.850,iz=7.915
其他参数
构件类型：支撑
净截面调整系数：c=0.90
构件长度：l=282.843
构件计算长度系数： μy=1.000μz=1.000
构件计算长度：l0y=282.84310z=282.843
二、长细比验算
对于高层钢结构,非抗震时,中心支撑构件长细比限值取[λ]=120.000
λy=l0y/iy=282.843/49.850=5.674

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

λz=l0z/iz=282.843/7.915=35.735

λyt=[(λyˆ2+λtˆ2)+√((λyˆ2+λtˆ2)ˆ2-4(1-Zsˆ2/i0ˆ2)λyˆ2λtˆ2)]ˆ1/2/√2=30.733

λmax=max{λz, λyt}=max{35.735,30.733}=35.735≤[λ]=120.000,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=-9120.217,My=4.9089e+04,Mz=-6.0135e+05(强度 5,I 端)

非抗震组合： γ0=1.10

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：

An=c*A=523.800

Wny=Iny/z=1499

Wnz=Inz/y=2.0661e+04

γy=1.20, γz=1.05

σ=N/An+My/(γyWny)+Mz/(γzWnz)=79.665≤f=215,满足规范要求!

4.2 稳定性验算

y 向稳定验算：

内力：N=-9111.043,My=-3047.649(强度 5,3/4 端)

非抗震组合： γ0=1.10

受力类型：压弯

根据规范 GB50017-17 公式 8.2.1-1：

Iy=3.6461e+04,Wy=Iy/z=1498.911

βmy=1.00

λy=30.733,查附录 D 表得： φy=0.915

γy=1.050

f=215.000

N/(φyAf)+βmyMy/(γyWy(1-0.8N/N'Ey)f)=0.08≤1.0,满足规范要求!

z 向稳定验算：

内力：N=-9111.043,My=-3047.649(强度 5,3/4 端)

非抗震组合： γ0=1.10

受力类型：压弯

根据规范 GB50017-17 公式 8.2.1-3：

Iy=3.6461e+04,Wy=Iy/z=1498.911

λz=35.735,查附录 D 表得： φz=0.933

φb=0.852

η=1.000

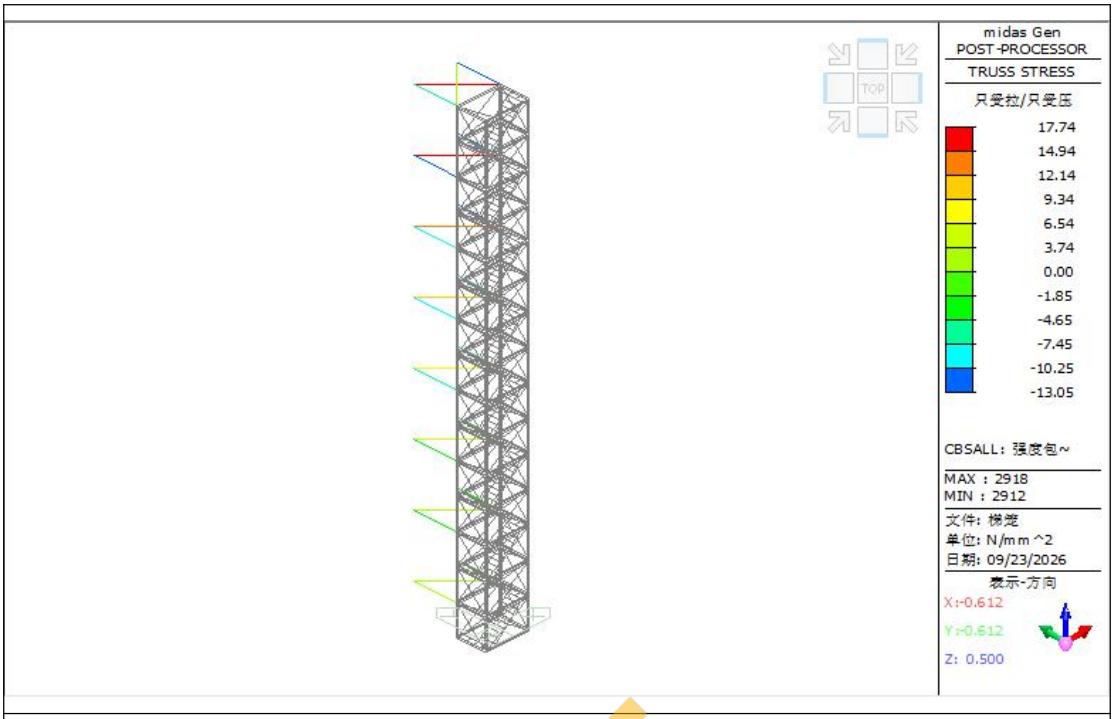
βty=0.65+0.35M2/M1=0.50

f=215.000

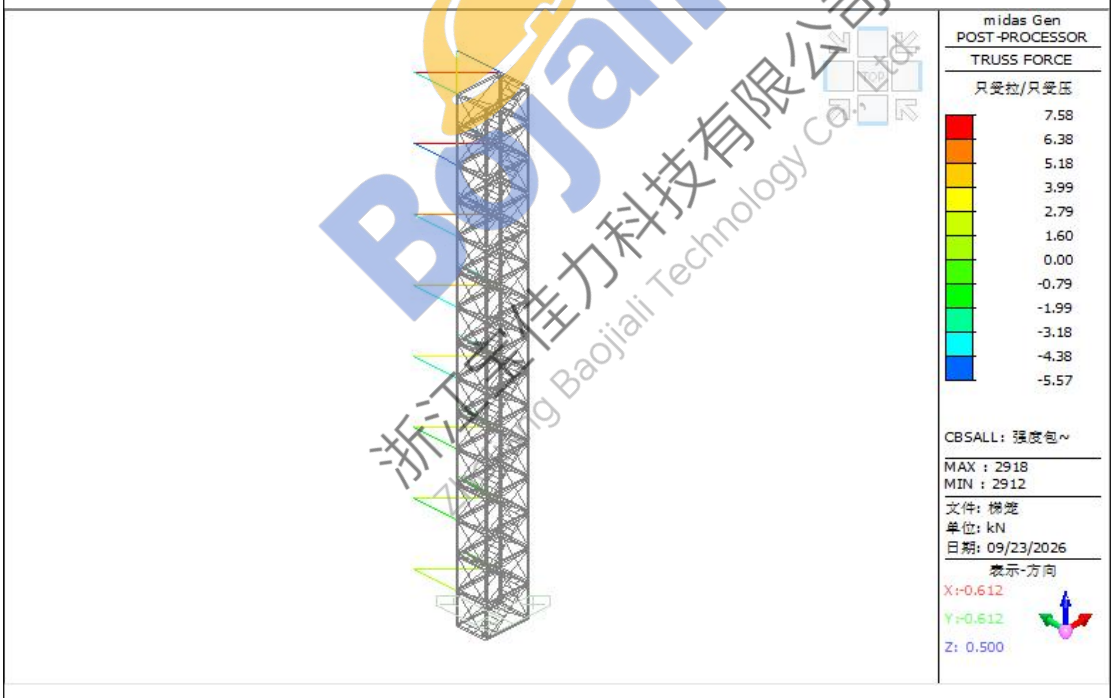
N/(φzAf)+η βtyMy/(φbWyf)=0.080≤1.0,满足规范要求!

8、扶墙验算

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



扶墙最大应力 17.74MPa



扶墙最大内力 7.58KN

综上，扶墙最大组合应力为 17.74MPa，根据《GB50017 钢结构设计标准》要求 Q235B 抗弯设计强度为 215MPa，17.74MPa＜215MPa，扶墙强度安全！

一、基本信息 （单位：N,mm）

材料：

材料名称：1:Q235

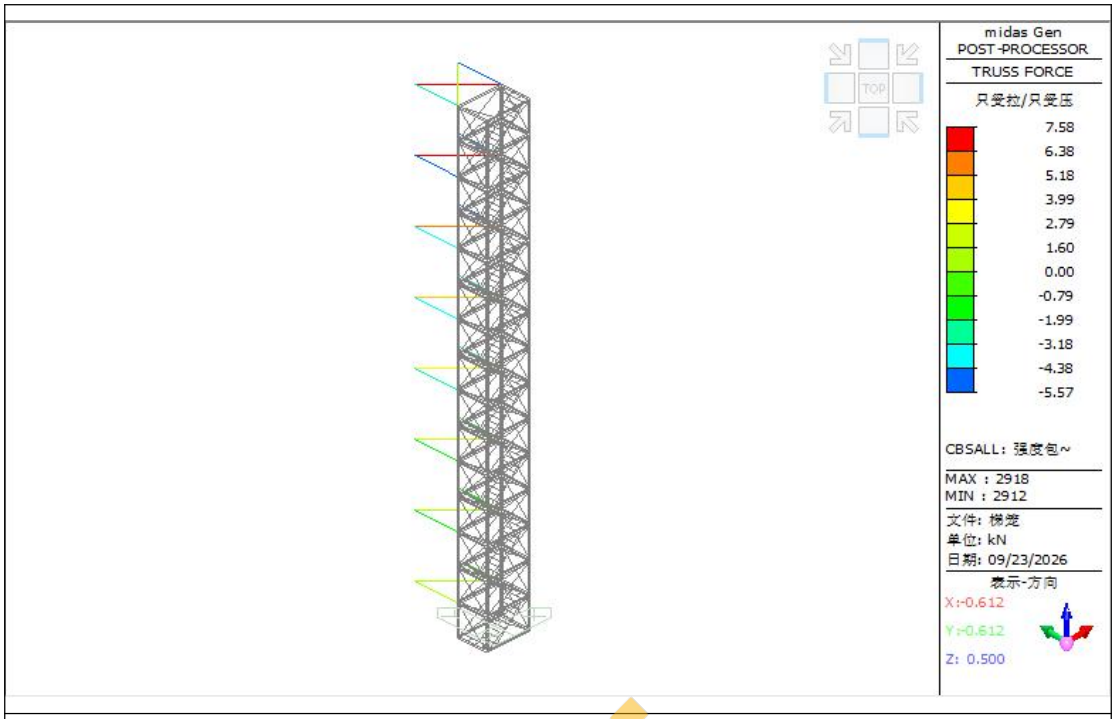
材料强度：

f=215,fy=235

fv=125,fu=370,Es=2.0600e+05
截面
截面形状：管型截面
截面特性值：
D=48.300,tw=3.000
Area=426.942,Iyy=1.1000e+05,Izz=1.1000e+05,iy=16.051,iz=16.051
其他参数
构件类型：桁架
净截面调整系数：c=0.90
构件长度：l=3000.000
构件计算长度系数： μy=1.000 μz=1.000
构件计算长度：l0y=3000.000l0z=3000.000
二、长细比验算
自定义长细比限值为：[λ]=200.000
λy=l0y/iy=3000.000/16.051=186.904
λz=l0z/iz=3000.000/16.051=186.904
λmax=max{λy, λz}=max{186.904,186.904}=186.904≤[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=-5572.898(强度 4,I 端)
非抗震组合： γ0=1.10
受力类型：轴心受压
根据规范 GB50017-17 公式 7.1.1-1：
σ=N/A=14.358≤f=215,满足规范要求！
根据规范 GB50017-17 公式 7.1.1-2：
σ=N/An=15.954≤0.7fu=259,满足规范要求！
4.2 稳定性验算
稳定验算：
内力：N=-5572.898(强度 4,I 端)
非抗震组合： γ0=1.10
受力类型：轴心受压
根据规范 GB50017-17 公式 7.2.1：
λmax=186.904,查附录 D 表得： Φ=0.210
f=215.000
N/(ΦAf)=0.32≤1.0,满足规范要求！

9、扶墙螺栓抗剪

浙江宝力科技有限公司 Zhejiang Baojali Technology Co., Ltd.



扶墙最大内力 7.58KN

螺栓使用 4.8 级普通螺栓，螺栓方向与立杆方向相互垂直，所受最大剪力为 7.58KN，根据《GB50017 钢结构设计标准》要求 4.8 级普通螺栓（C 级）抗拉设计强度为 170MPa，抗剪设计强度为 140MPa。

螺栓抗剪承载力为

$0.25\times3.14\times18^2\times140/1000=35.61KN>7.58KN$

螺栓强度安全！

10、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 74.16MPa，最大剪应力 11.98MPa，根据《GB50017 钢结构设计标准》要求 Q235B 抗弯设计强度为 215MPa，抗剪设计强度为 125MPa，74.16MPa＜215MPa，11.98MPa＜125MPa，施工楼梯强度安全！

根据《GB50017 钢结构设计标准》中附录 B，顶点水平位移限值验算 H/500，整体最大高度为 30m，最大变形量为 4.99mm，4.99/30000＜1/500，整体刚度安全！

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 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 2.0m，最大变形量为 2.26mm，2.26/2000＜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 0.07mm，0.07/2000＜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 2.0m，最大变形量为 2.68mm，2.68/2000＜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 12.55＞4.2，稳定性满足要求！

11、基本风压取值

江西吉安市 10 年重现期风荷载取值为 0.25KN/m^2，参考《JT_T1516-2024 公路工程脚手架与支架施工安全技术规程》第 7.2.4 条，风荷载取值不应低于 0.30KN/m^2，因此，此处计算取 0.30KN/m^2。

江西	南昌市	46.7	0.30	0.45	0.55	0.30	0.45	0.50	−3	38	Ⅲ
	修水	146.8	0.20	0.30	0.35	0.25	0.40	0.50	−4	37	Ⅲ
	宜春市	131.3	0.20	0.30	0.35	0.25	0.40	0.45	−3	38	Ⅲ
	吉安	76.4	0.25	0.30	0.35	0.25	0.35	0.45	−2	38	Ⅲ
	宁冈	263.1	0.20	0.30	0.35	0.30	0.45	0.50	−3	38	Ⅲ
	遂川	126.1	0.20	0.30	0.35	0.30	0.45	0.55	−1	38	Ⅲ
	赣州市	123.8	0.20	0.30	0.35	0.20	0.35	0.40	0	38	Ⅲ
	九江	36.1	0.25	0.35	0.40	0.30	0.40	0.45	−2	38	Ⅲ
	庐山	1164.5	0.40	0.55	0.60	0.60	0.95	1.05	−9	29	Ⅲ
	波阳	40.1	0.25	0.40	0.45	0.35	0.60	0.70	−3	38	Ⅲ
	景德镇市	61.5	0.25	0.35	0.40	0.25	0.35	0.40	−3	38	Ⅲ
	樟树市	30.4	0.20	0.30	0.35	0.25	0.40	0.45	−3	38	Ⅲ
	贵溪	51.2	0.20	0.30	0.35	0.35	0.50	0.60	−2	38	Ⅲ

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