

桥墩盖梁支架盖梁平台

计 算 书



目录

1、 工程概况 1

2、 验算依据 2

3、 材料参数 3

4、 模型建立 3

5、 荷载组合及取值 5

6、 边界条件建立 8

7、 验算结果 9

 7.1 主梁验算结果 9

 7.1.1 强度验算 9

 7.1.2 刚度验算 10

 7.1 分配梁验算结果 11

 7.1.1 强度验算 11

 7.1.2 刚度验算 12

 7.2 走道平台验算结果 14

 7.3 整体稳定性验算 15

8、 抱箍强度计算 16

9、 验算结果总结 20

1、工程概况

- 1.本图标注尺寸除注明外均以 cm 为单位。
- 2.本图按最大柱间距 7m 的陈嘉葑 4 号桥左幅 1#墩盖梁进行设计。
- 3.本图适用于陈嘉葑 1 号车行桥及人非桥、陈嘉葑 2 号桥、陈嘉葑 4 号桥桥墩盖梁。
- 4.位于盖梁下的 12#工字钢分布梁间距不得超过 61cm。
- 5.盖梁支架材质 Q235 B，其中精轧螺纹钢采用强度 PSB830，梯形丝杆采用 45#钢。

走道板参数如下：

- 1、整体用料材质：Q235 碳钢；
- 2、平台底板采用防滑花纹板，2.0mm 厚；
- 3、平台底梁采用 50*50*1.5 方管焊接，角钢 50*50*3.5mm
- 4、安全防护网采用 3.0 厚钢板冲压，网格 5mm*9mm；
- 5、护栏网采用 40*40 方管焊接，1.2mm 厚；

支架整体布设情况如下图所示：

5、《建筑施工临时支撑结构技术规范》(JGJ300-2013)

3、材料参数

根据《GB50017 钢结构设计标准》取用钢材相关材料参数如下：

钢材设计强度值 (N/mm ²)							
钢材 牌号		钢材厚度 或直径 (mm)	强度设计值			屈服强度 f_y	抗拉强度 f_u
			抗拉、抗压、 抗弯 f	抗剪 f_v	端面承压 (刨平顶紧) f_{ce}		
碳素结 构钢	Q235	≤16	215	125	320	235	370
		> 16, ≤40	205	120		225	
		> 40, ≤100	200	115		215	
	Q345	≤16	305	175	400	345	470
		> 16, ≤40	295	170		335	
		> 40, ≤63	290	165		325	
		> 63, ≤80	280	160		315	
		> 80, ≤100	270	155		305	

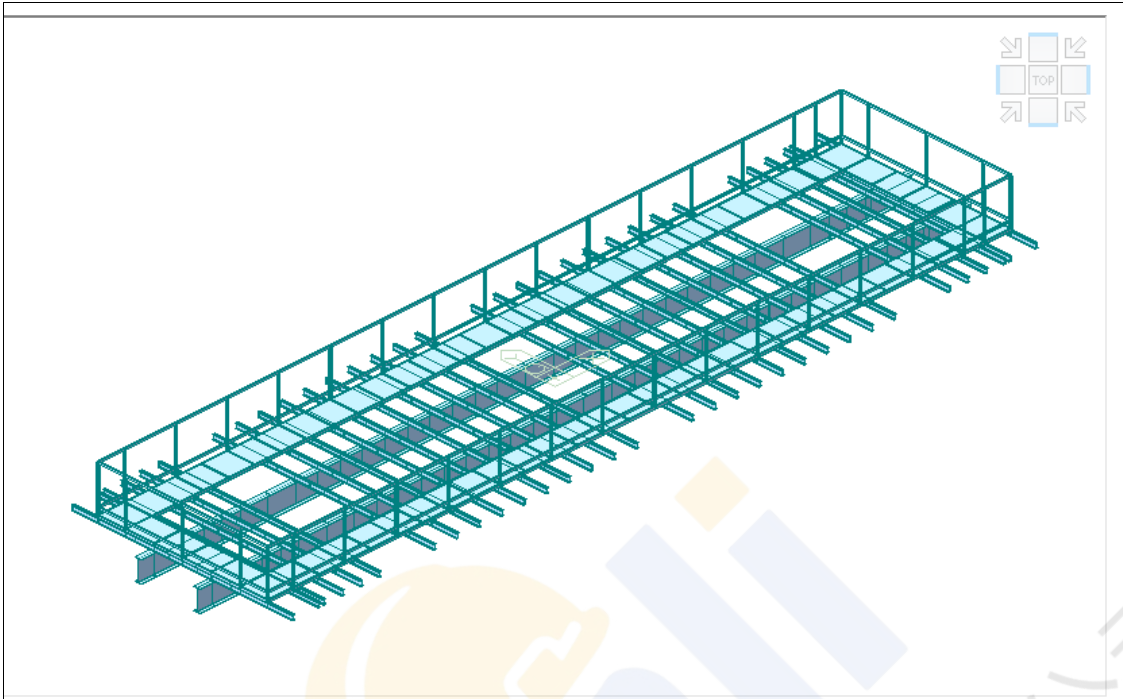
4.4.8 钢材和铸钢件的物理性能指标应按表 4.4.8 采用。

表 4.4.8 钢材和铸钢件的物理性能指标

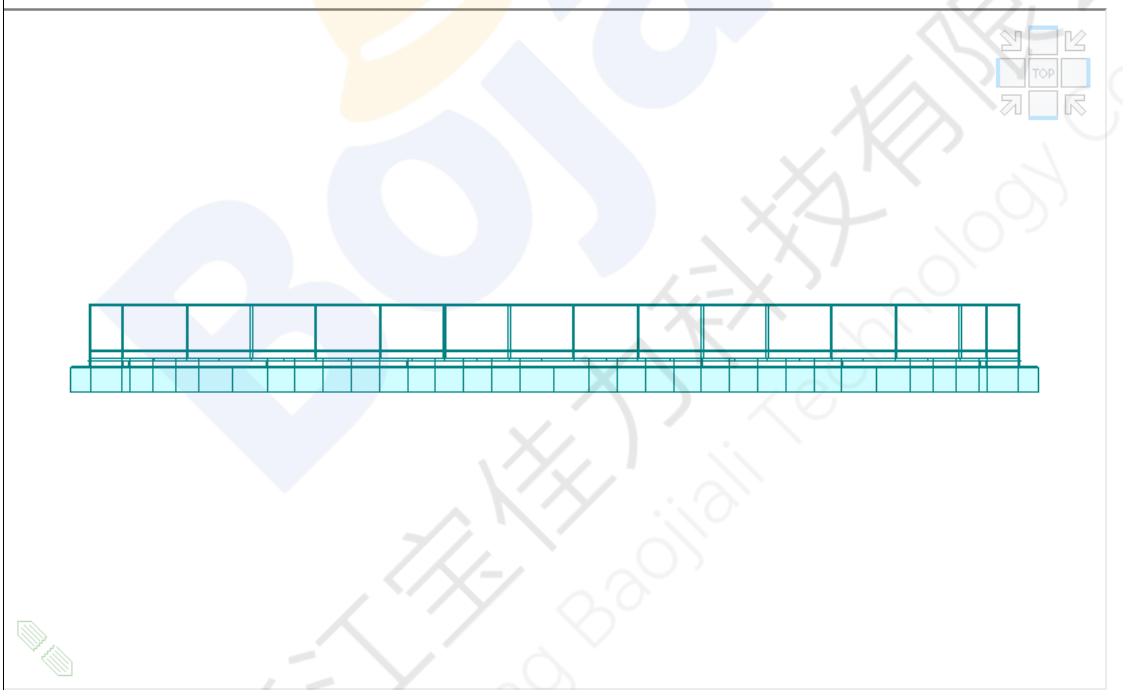
弹性模量 E (N/mm ²)	剪变模量 G (N/mm ²)	线膨胀系数 α (以每℃计)	质量密度 ρ (kg/m ³)
206×10 ³	79×10 ³	12×10 ⁻⁶	7850

4、模型建立

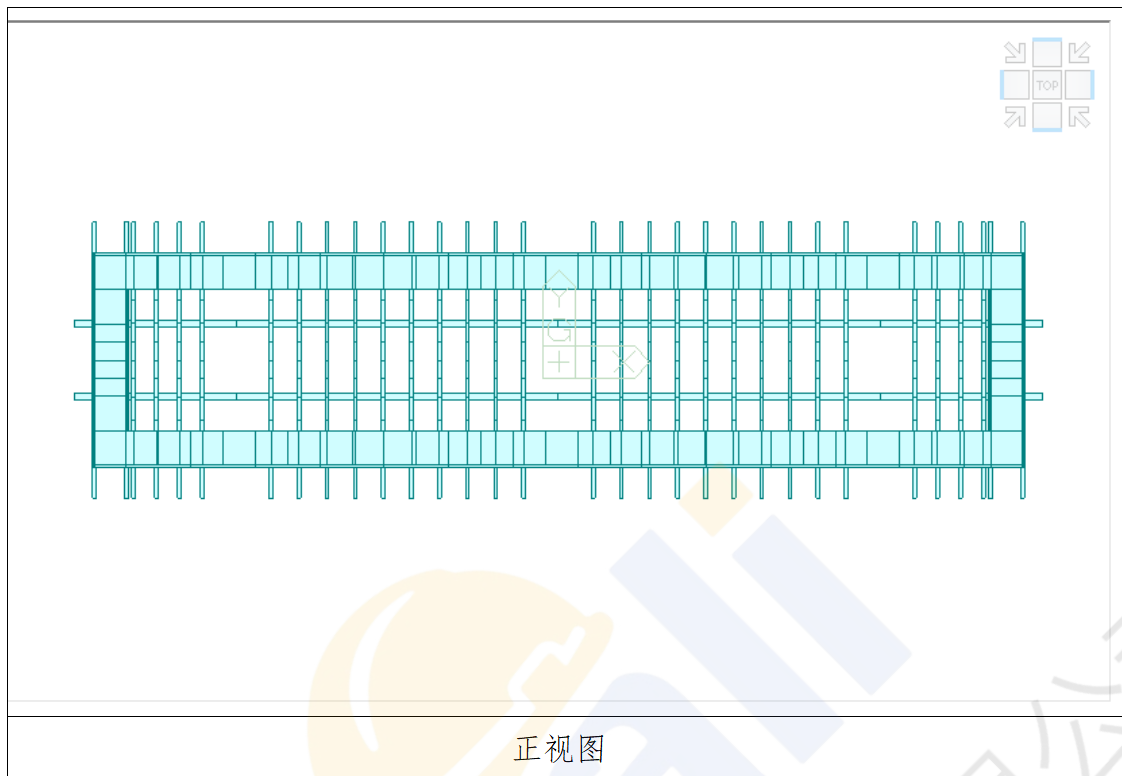
根据支架布置图纸，使用 midasGen 建立有限元模型如下：



有限元模型



侧视图

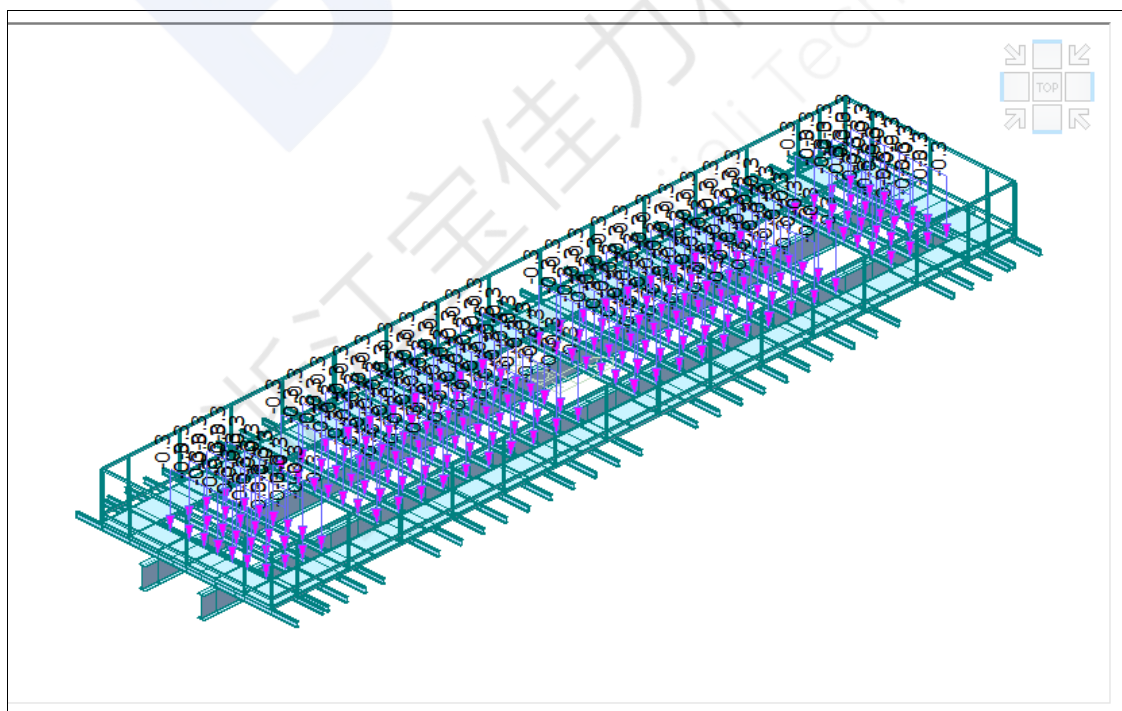


5、荷载组合及取值

(1) 永久作用

支架自重作用，考虑结构积灰等附着物情况，自重系数设置为 1.05，由程序自行考虑。

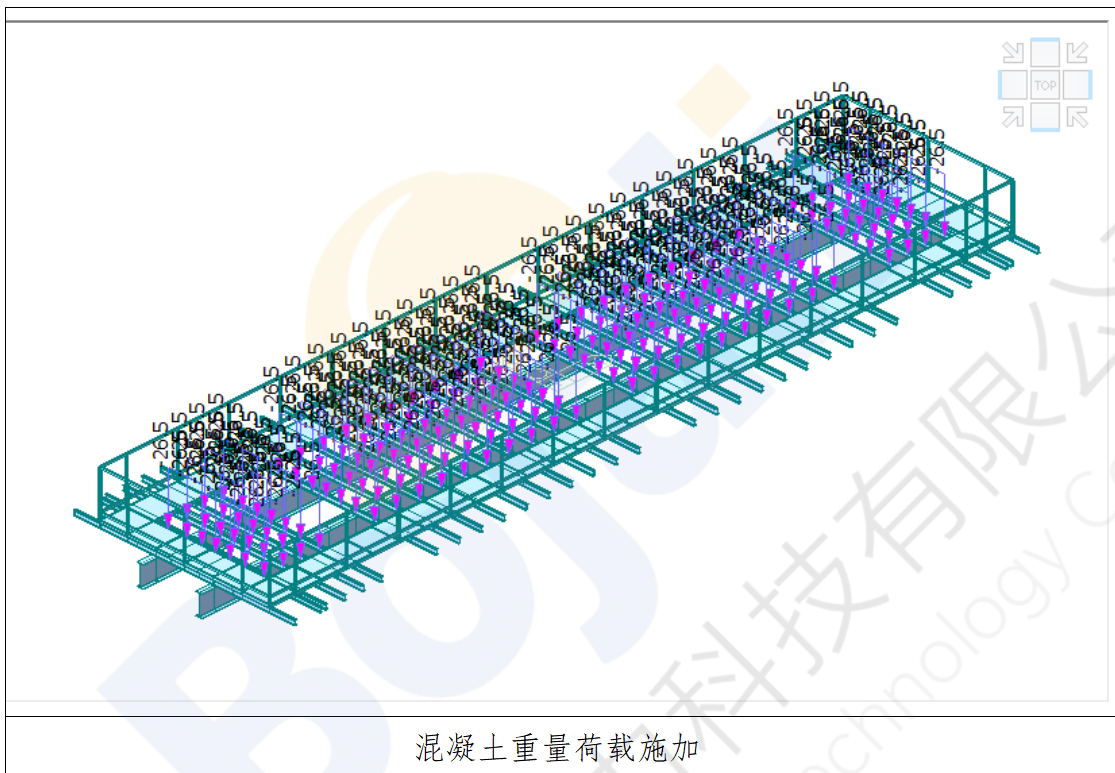
模板自重考虑为 0.5KN/m^2 ，模板线荷载为 $0.5 \times 0.6 = 0.3\text{KN/m}$ 。



模板自重施加

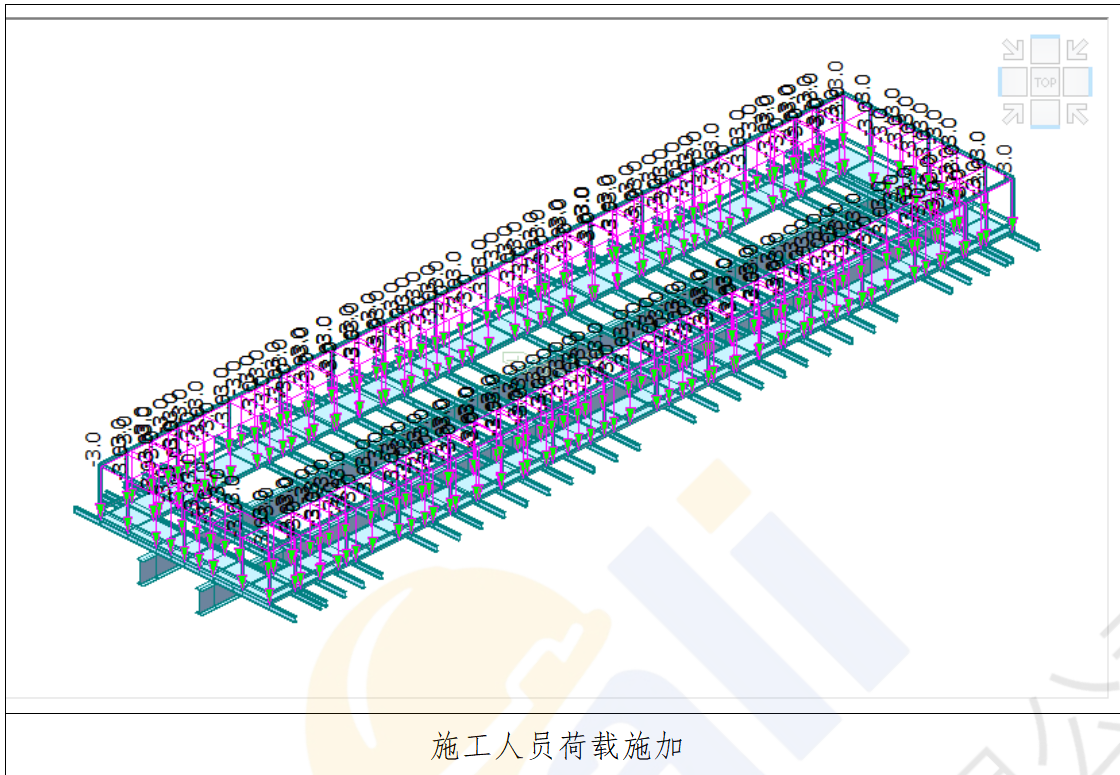
2、新浇筑混凝土自重荷载：根据《建筑结构荷载规范 GB50009-2012>附录 A》取钢筋混凝土自重为 26KN/m^2 。

浇筑盖梁高度为 1.7m ，分配梁间距为 0.6m ，混凝土荷载为 $26 \times 1.7 \times 0.6 = 26.52\text{KN/m}$ 。



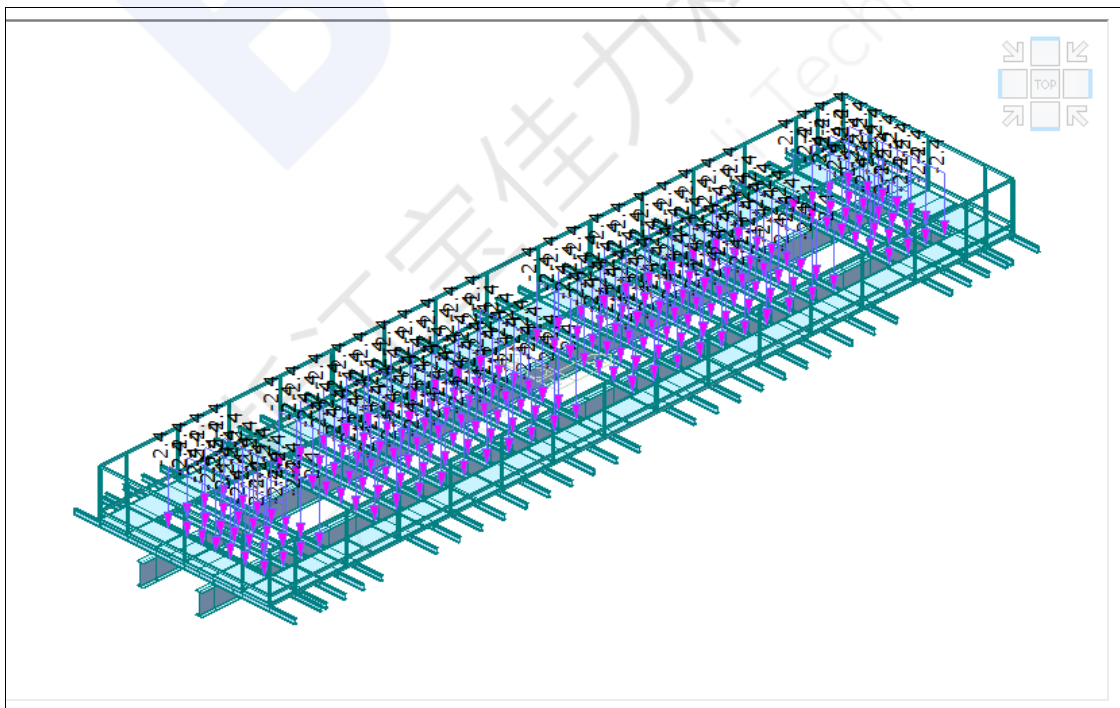
(2) 可变作用

1、施工人员荷载：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 。



2、混凝土倾倒荷载：

混凝土倾倒荷载：根据《JGJ162-2008 建筑施工模板安全技术规范》4.1.2条，取混凝土倾倒荷载为 4KN/m^2 。分配梁间距为 0.6m ，混凝土倾倒荷载为 $4.0 \times 0.6 = 2.4\text{KN/m}$ 。



混凝土倾倒荷载施加

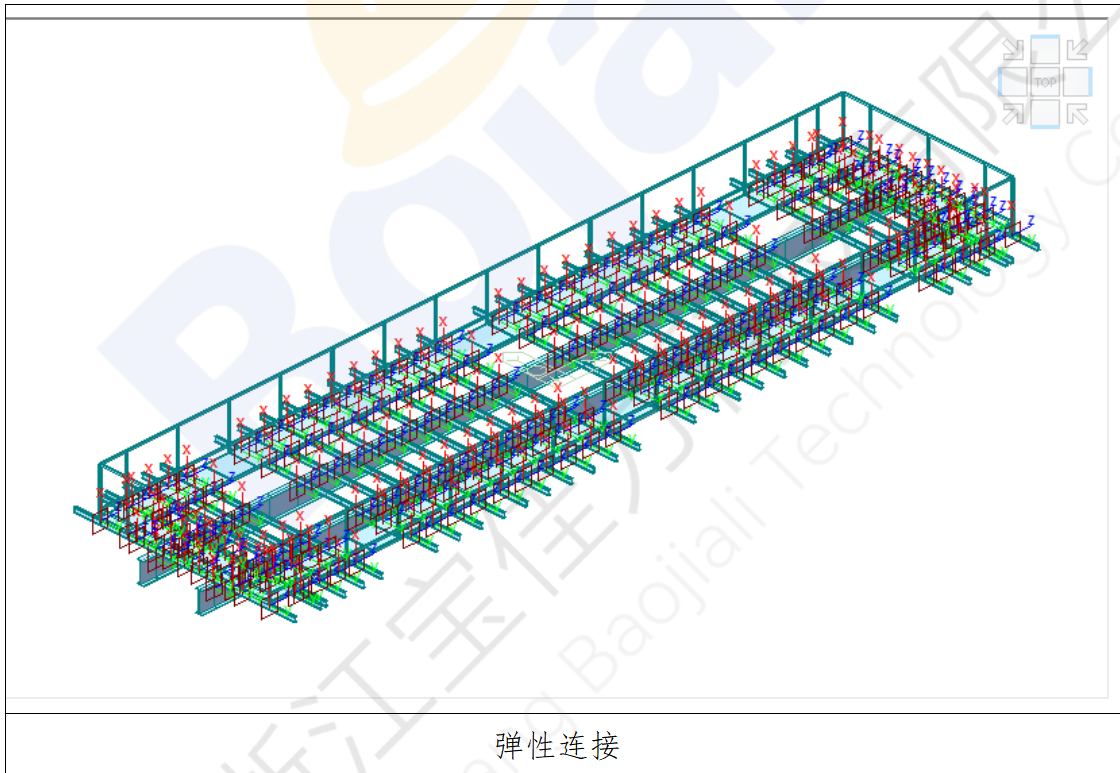
(3) 荷载组合

根据《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068-2018 恒荷载分项系数取 1.3, 活荷载分项系数取 1.5, 考虑大风天气停止现场浇筑作业, 因此划分荷载组合如下:

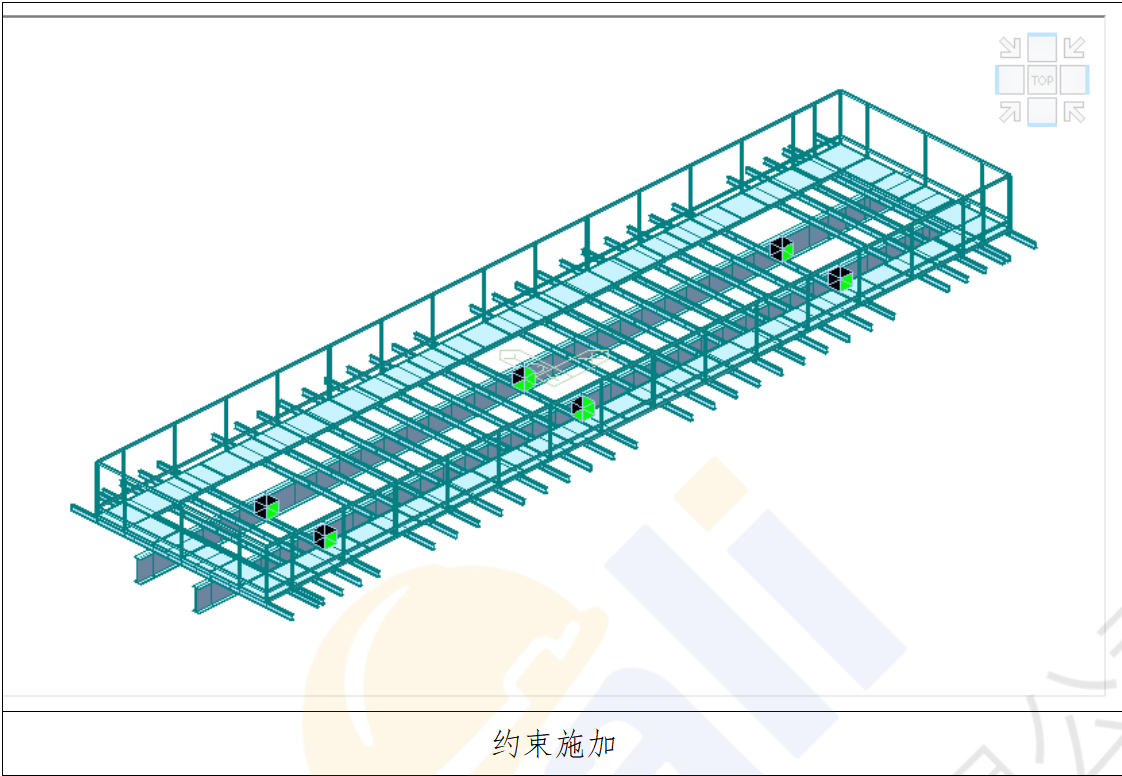
荷载组合名称	组合形式	自重	浇筑混凝土荷载	施工人员荷载	混凝土倾倒荷载
强度	相加	1.3	1.3	1.5	1.5
刚度	相加	1	1	1	1

6、边界条件建立

纵梁与分配梁之间搭接连接, 考虑为铰接约束。约束使用弹性连接方式施加。



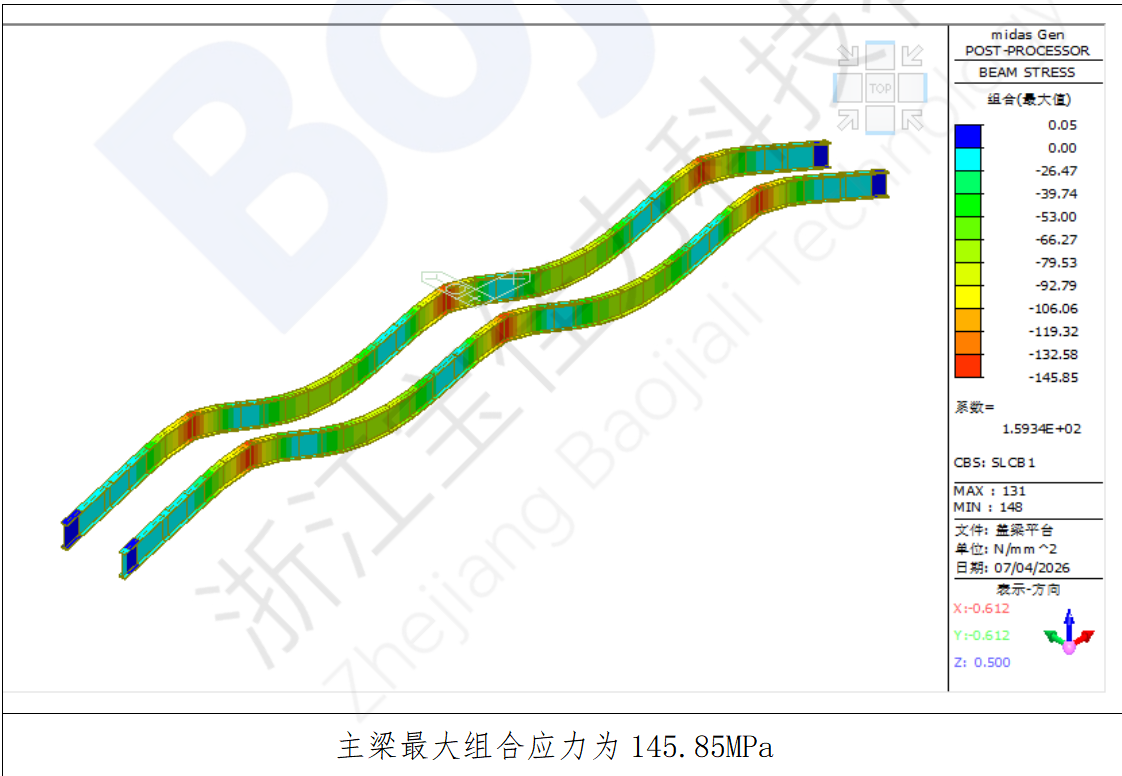
抱箍位置采用铰接约束。

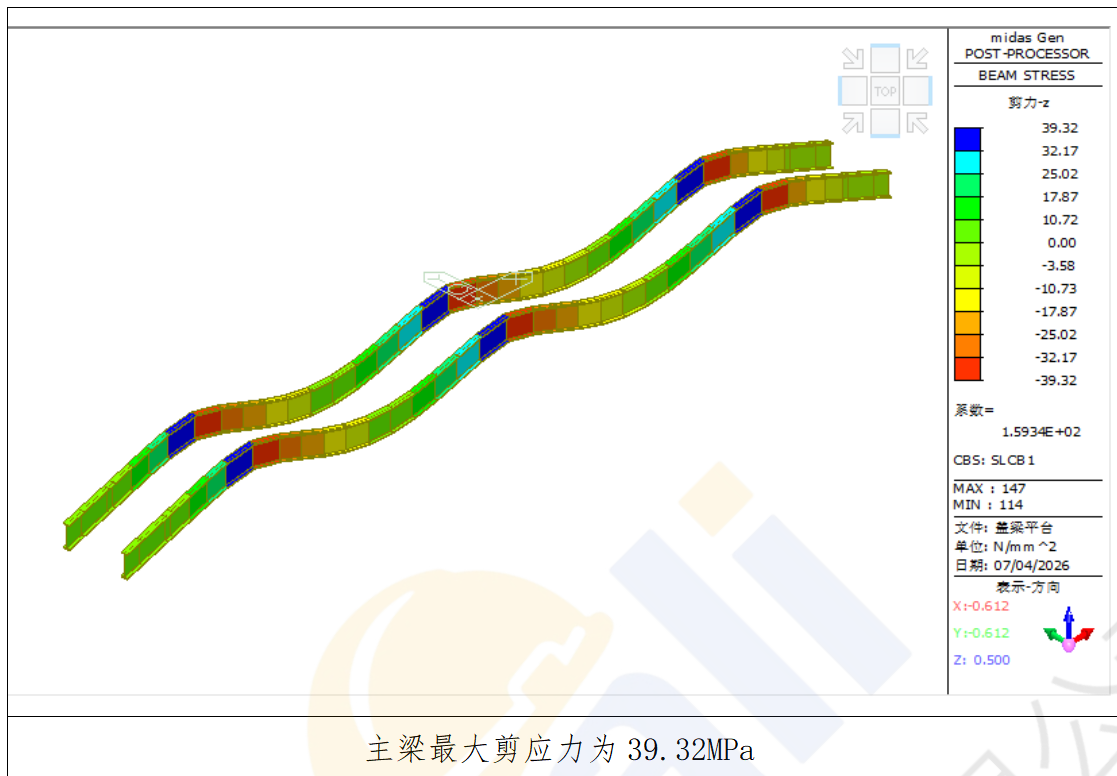


7、验算结果

7.1 主梁验算结果

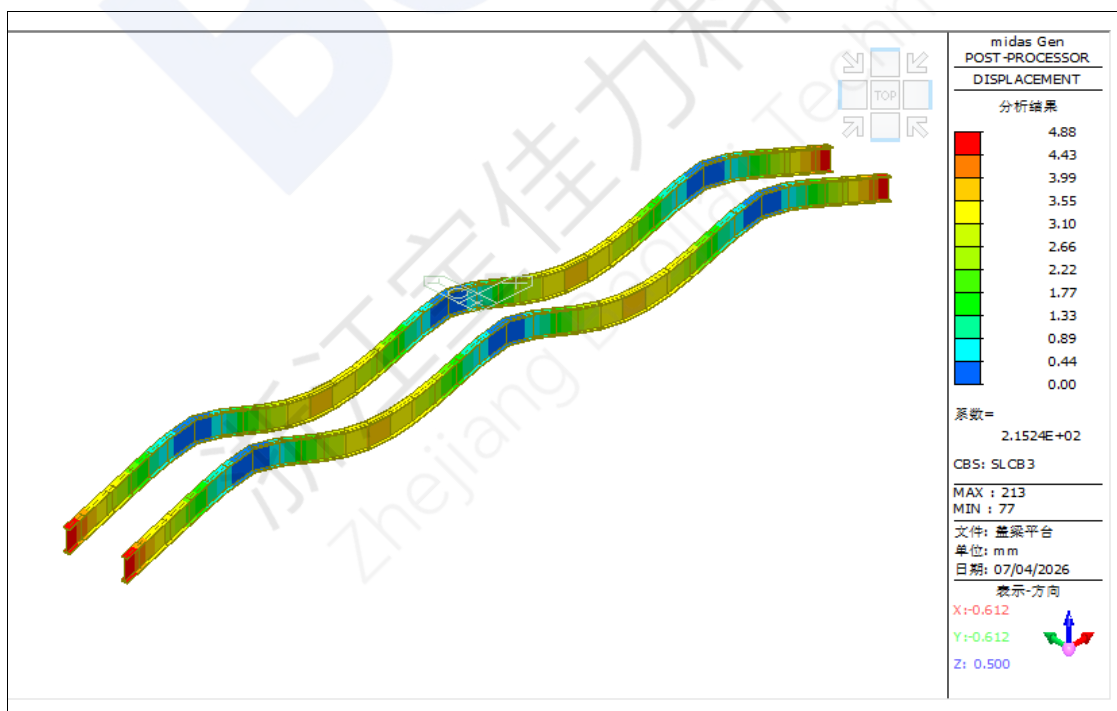
7.1.1 强度验算





综上，主梁最大组合应力为 145.85MPa，最大剪应力为 39.32MPa，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， $145.85\text{MPa} < 215\text{MPa}$ ， $39.32\text{MPa} < 125\text{MPa}$ ，主梁强度安全！

7.1.2 刚度验算



最大变形量为 4.88mm（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 $1/400$ 。主梁最大跨度为 7.0m，最大变形量为 4.88mm， $4.88/7000 < 1/400$ ，主梁刚度安全！

7.1 分配梁验算结果

7.1.1 强度验算



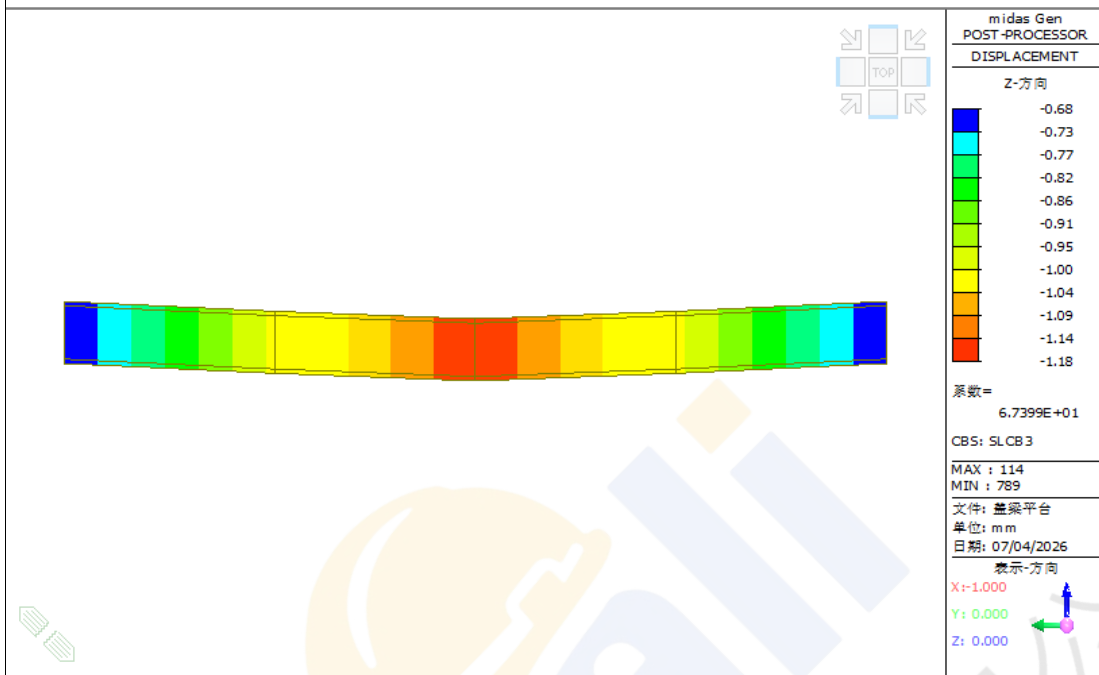


综上，分配梁最大组合应力为 129.64MPa，最大剪应力为 52.85MPa，根据《GB50017 钢结构设计标准》要求 Q235 抗弯设计强度为 215MPa，抗剪设计强度为 125MPa， $129.64\text{MPa} < 215\text{MPa}$ ， $52.85\text{MPa} < 125\text{MPa}$ ，分配梁强度安全！

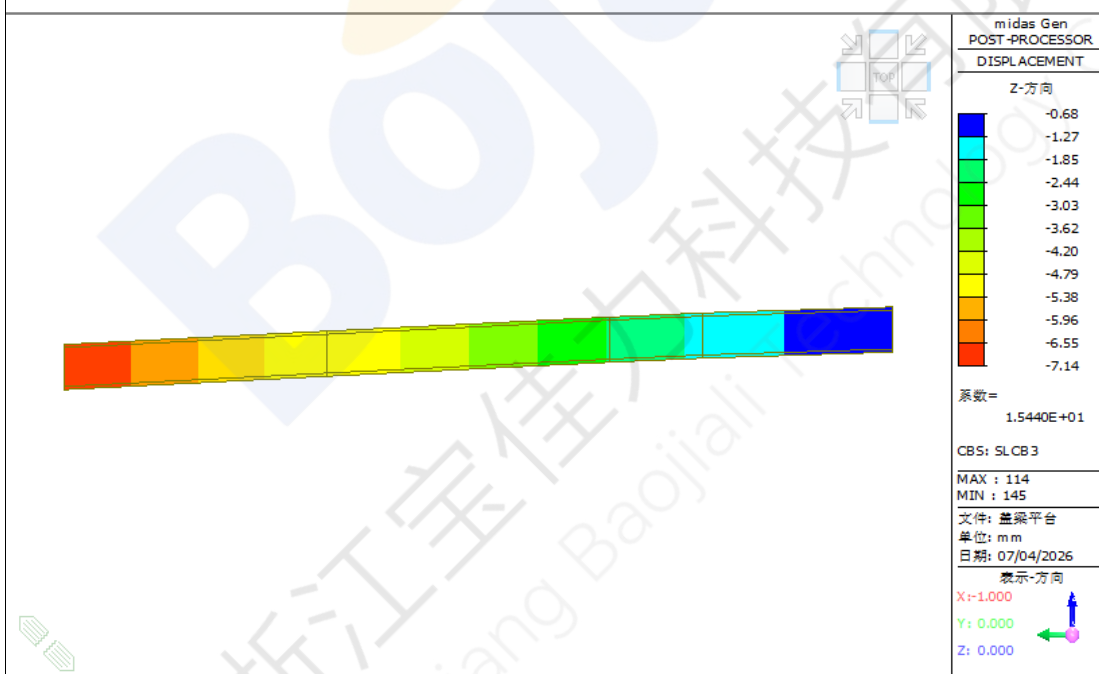
7.1.2 刚度验算



最大变形量为 7.14mm (刚度包络)



1.57m 跨度挠度变形量为 $1.18 - 0.68 = 0.50\text{mm}$



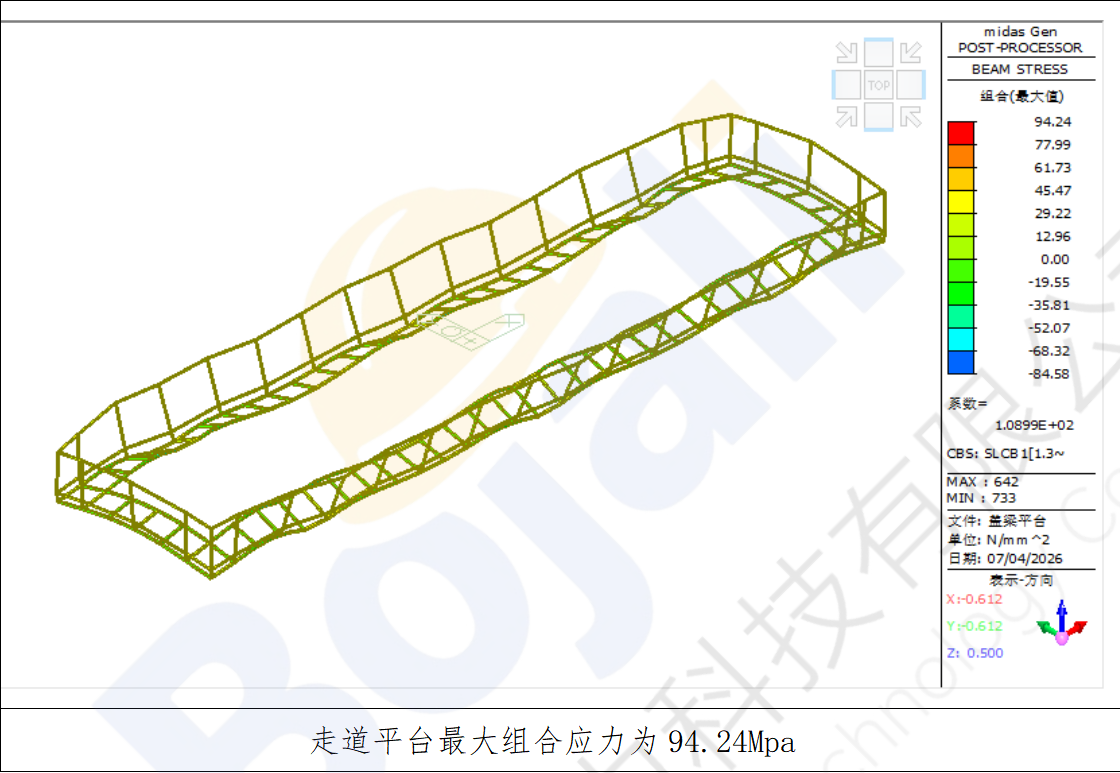
2.22m 悬挑最大挠度变形量为 $7.14 - 0.68 = 6.46\text{mm}$

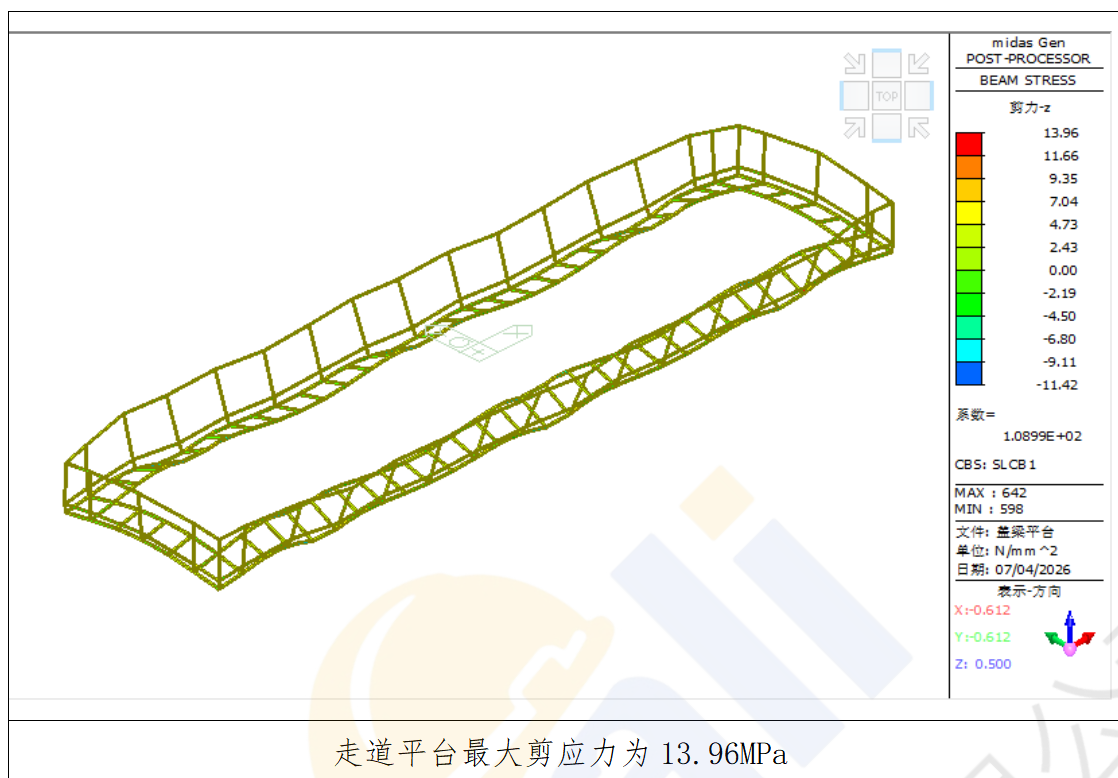
根据《GB50017 钢结构设计标准》中附录 B 结构或构件的变形容许值, 对 1) 主梁或桁架(包括设有悬挂起重设备的梁和桁架), 为构件计算跨度的 $1 / 400$ (L 为受弯构件的跨度(对悬臂梁和伸臂梁为悬臂长度的 2 倍))。

分配梁跨度为 1.57m，最大挠度变形量为 0.50mm， $0.50/1570 < 1/400$ ，分配梁刚度安全！

分配梁悬臂跨度为 2.22m，最大挠度变形量为 6.46mm， $6.46/(2220 \times 2) < 1/400$ ，分配梁刚度安全！

7.2 走道平台验算结果





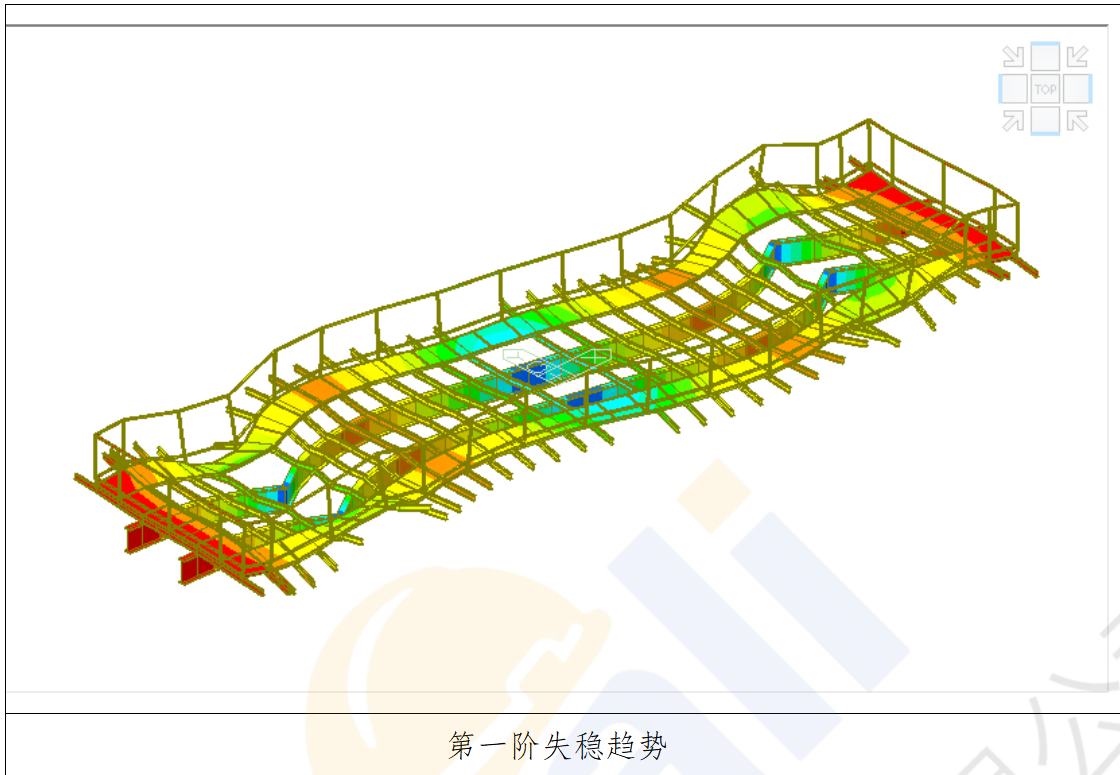
综上，走道平台最大组合应力为 94.24MPa，最大剪应力为 13.96MPa，根据《GB50017 钢结构设计标准》要求 Q235 抗弯设计强度为 215MPa，抗剪设计强度为 125MPa， $94.24\text{MPa} < 215\text{MPa}$ ， $13.96\text{MPa} < 125\text{MPa}$ ，走道平台强度安全！

7.3 整体稳定性验算

前 4 阶特征值如下：

模态	特征值	容许误差
1	10.433620	0.0000e+00
2	11.256984	0.0000e+00
3	45.081389	6.8052e-13
4	45.834015	1.2202e-10

第一阶失稳趋势如下：



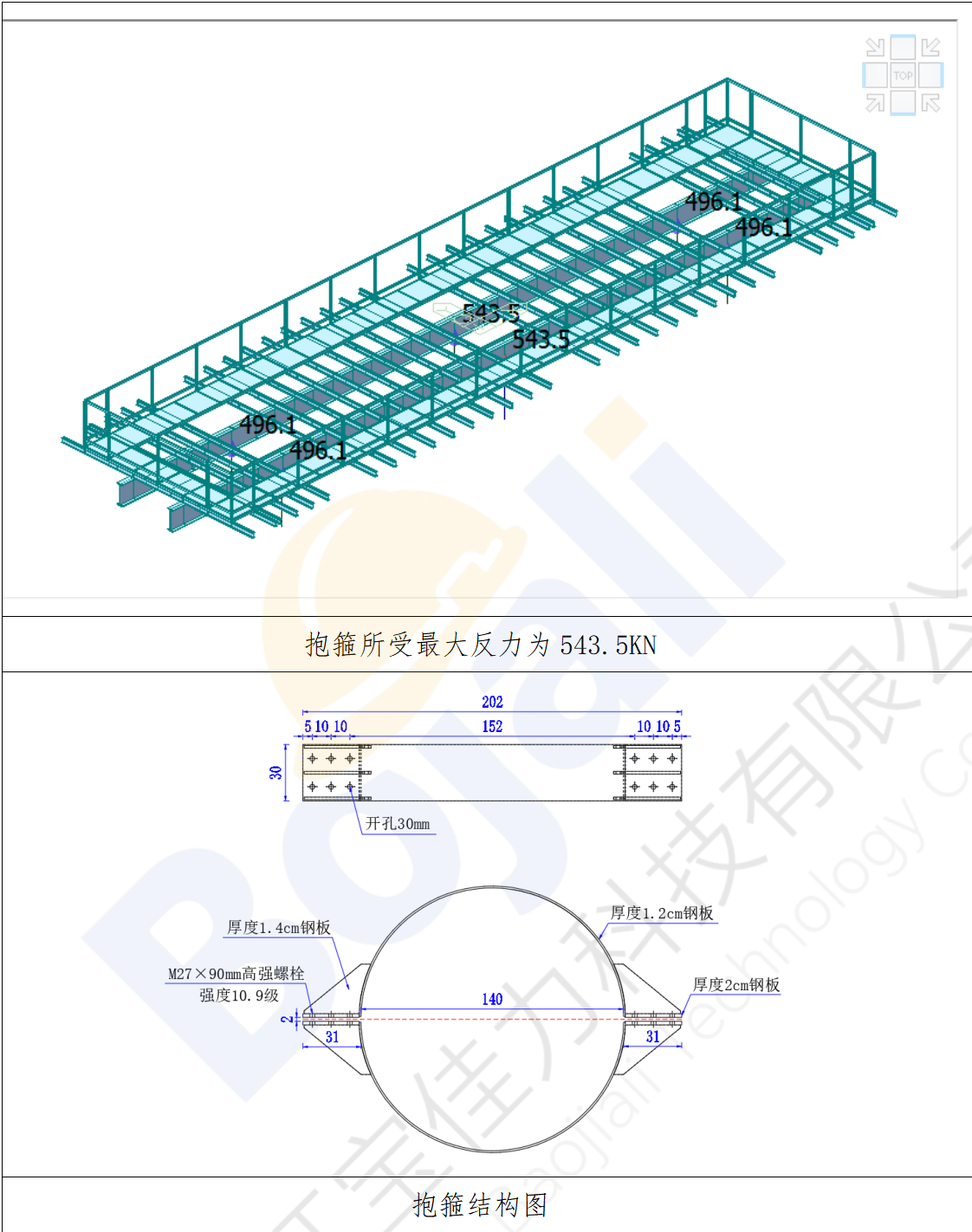
根据《空间网格结构技术规程》等多种结构规范要求，综合考虑，屈曲特征值不应低于 4.2。

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 $10.43 > 4.2$ ，稳定性满足要求！

8、抱箍强度计算

一、荷载设计值



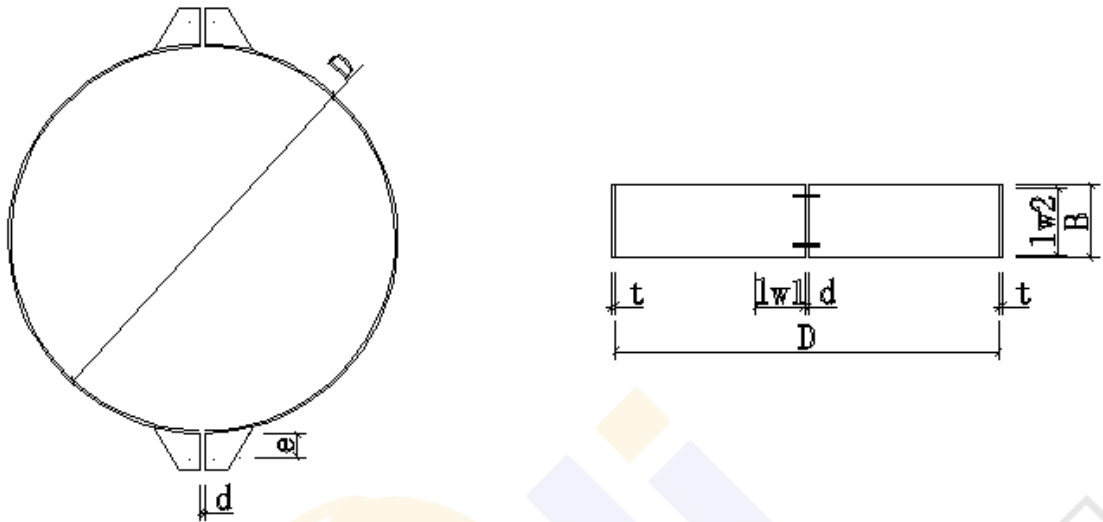
活载控制效应组合

荷载设计值 $S=543.5 \times 2=1087\text{kN}$

二、墩柱参数

墩柱直径 D(mm)	1400	墩柱混凝土强度等级	C40
墩柱混凝土抗压强度设计值 $f_c(\text{N/mm}^2)$	26.8	墩柱混凝土抗压强度容许值 $[f](\text{N/mm}^2)$	14

计算简图：



三、钢带验算

钢抱箍形式	单抱箍	钢带宽度 B(mm)	300
钢带厚度 t(mm)	12	两半抱箍接头间隙 d(mm)	20
钢带和墩柱间的摩擦系数 μ	0.25	钢带抗拉、压、弯强度设计值 f(N/mm ²)	215
钢带弹性模量 E(N/mm ²)	206000	螺栓个数 n	12
螺栓强度等级	高 10.9 级	螺栓抗拉强度设计值 f_t^b (N/mm ²)	170
螺栓直径(mm)	M27	螺栓有效截面积 A_e (mm ²)	459.4

1、钢带对墩柱的压应力

$$\sigma_1 =$$

$$S/(\mu\pi BD)=1087000/(0.25\times 3.14\times 300\times 1400)=3.297\text{N/mm}^2\leq [\sigma]=14\text{N/mm}^2$$

满足要求。

2、钢带内应力

$$\sigma_2=\sigma_1 D/(2t)=3.297\times 1400/(2\times 12)=192.325\text{N/mm}^2\leq f=215\text{N/mm}^2$$

满足要求。

3、钢带下料长度 L(半个)

$$\Delta L = \pi D \sigma_2 / (2E) = 3.14 \times 1400 \times 192.325 / (2 \times 206000) = 2.052 \text{ mm}$$

$$\text{钢带下料长度 } L(\text{半个}) = \pi D / 2 - \Delta L - d = 3.14 \times 1400 / 2 - 2.052 - 20 = 2175.948 \text{ mm}$$

4、螺栓强度验算

$$\text{钢带所受拉力 } P = B t \sigma_2 = 300 \times 12 \times 192.325 = 692370 \text{ N} = 692.37 \text{ kN}$$

$$\text{螺栓设计拉力 } N_t = n A_e f_t^b = 12 \times 459.4 \times 170 = 937176 \text{ N} = 937.176 \text{ kN}$$

$$N_t \geq P$$

满足要求。

四、焊缝验算

牛腿上搁置的横梁离钢带 边距离 e (mm)	200	上下翼缘板中心线距离 h (mm)	290
牛腿(上下翼缘板、腹板) 钢板厚度 t_1 (mm)	14	焊缝类型	直角焊缝
焊缝宽度 h_f (mm)	8	焊缝有效宽度 h_{ef} (mm)	5.6
翼缘板焊缝长度 l_{w1} (mm)	550	腹板焊缝长度 l_{w2} (mm)	500
角焊缝抗拉、压、剪强度设 计值 f_f^w (N/mm ²)	160		

由于腹板焊缝传递弯矩很小，可略去不计，即假设腹板焊缝只承受剪力，翼缘焊缝承受全部弯矩 M ，并将 M 化为一对水平力 $R=M/h$ 。

$$V = S/4 = 1087/4 = 271.75 \text{ kN}$$

$$M = eV = 0.2 \times 271.75 = 54.35 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$R = M/h = 54.35/0.29 = 187.414 \text{ kN}$$

1、水平力 R 作用于焊缝应力(翼缘板焊缝承载)

$$\sigma_R = R/(h_{ef} l_{w1}) = 187414/(5.6 \times 550) = 60.849 \text{ MPa}$$

2、剪力 V 作用于焊缝应力(腹板焊缝承载)

$$\tau_v = V / (h_{ef} l_{w2}) = 271750 / (5.6 \times 500) = 97.054 \text{ MPa}$$

3、螺栓压力 P 作用于焊缝应力(腹板和翼缘板焊缝共同承载)

$$\sigma_p = P / [h_{ef} (l_{w1} + l_{w2})] = 692370 / [5.6 \times (550 + 500)] = 117.75 \text{ MPa}$$

4、翼缘板焊缝强度验算

$$\sigma = (\sigma_r^2 + \sigma_p^2)^{0.5} = (60.849^2 + 117.75^2)^{0.5} = 132.543 \text{ MPa} \leq \beta_f f_t^w = 1.22 \times 160 = 195.2 \text{ MPa}$$

β_f --正面焊缝强度增大系数，取 $\beta_f = 1.22$

满足要求。

5、腹板焊缝强度验算

$$\sigma = (\tau_v^2 + (\sigma_p / \beta_f)^2)^{0.5} = (97.054^2 + (117.75 / 1.22)^2)^{0.5} = 136.875 \text{ MPa} \leq f_t^w = 160 \text{ MPa}$$

β_f --正面焊缝强度增大系数，取 $\beta_f = 1.22$

满足要求。

9、验算结果总结

- (1) 整体强度、刚度、稳定性满足规范设计要求；
- (2) 抱箍应使用双层抱箍以做保险。