

侧墙防水、钢筋施工台车计算书

1 编制依据

- (1) 《钢结构设计标准》（GB 50017-2017）；
- (2) 《钢结构焊接规范》（GB 50661-2011）；
- (3) 《建筑施工安全技术统一规范》（GB 50870-2013）；
- (4) 《建筑结构可靠性设计统一标准》（GB 50068-2018）；
- (5) 《建筑结构荷载规范》（GB 50009-2012）；
- (6) 《建筑施工临时支撑结构技术规范》（JGJ 300-2013）；
- (7) 《施工脚手架通用规范》（GB 55023-2022）；
- (8) 《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》（JGJT 231-2021）；
- (9) 《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）；
- (10) 《简明施工计算手册》；
- (11) 《建筑施工计算手册》；
- (12) 设计图纸。

2 工程概况

2.1 工程概况

(1) 隧道结构概况

南环快速路北向延伸段（东河路快速化改造一期工程）项目隧道主体结构高 8.6 米，宽 12.3 米为框架结构，结构内部净高 6.3 米，净宽 10.1 米，具体尺寸如下。

隧道主体结构分底板、侧墙、顶板三部分施工，底板施工完成后进行侧墙施工，侧墙防水层及钢筋利用本台车进行施工，

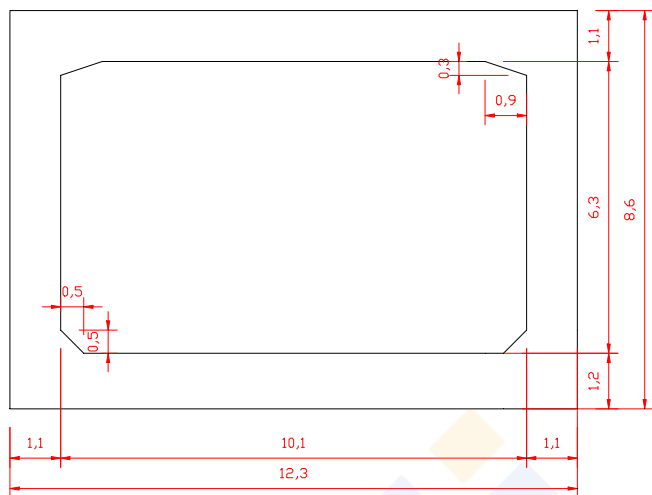


图 2.1-1 隧道主体结构横断面图

(2) 防水、钢筋施工台车概况

本工程为隧道工程，使用 8m 长防水、钢筋施工台车进行侧墙防水及钢筋施工。台车材质为 Q235 钢，结构由方钢立柱、纵梁、横梁、斜撑、悬挑作业平台组成。操作平台单个节段长 4m，高 6.69m，宽 3m，高度方向分为 3 层结构每层高度 2m，底部设置 0.34m 的支撑及行走轮，顶部设置 0.35m 的立杆，层间通过承插连接件进行连接。

(3) 防水、钢筋施工台车操作方法

使用期间纵向通过纵梁端部的连接法兰将两个单元连接为一个整体，分层拼装使用，首先安装底部第一层，施工人员在第一层操作平台上作业完成后安装第二层操作平台，并在第一层作业平台悬臂端安装顶撑及对拉装置，施工人员转移至第二层操作平台进行作业，作业完成后安装第三层操作平台，并在第二层作业平台悬臂端安装顶撑及对拉装置，施工人员转移至第三层操作平台进行作业。

3 设计参数

3.1 材料参数

(1) 构件材料表

表 3.1-1 台车材料型号规格统计表

序号	构件	材料	规格
1	立柱	Q235	□80×80×3mm
2	横梁		□80×80×3mm
3	纵梁		□80×80×3mm
4	斜撑		8#槽钢

5	悬臂平台		16#工字钢
6	行走轮		承重 3t
7	支撑螺杆		Φ45mm 螺杆

（2）材料特性

根据《钢结构设计标准》（GB 50017-2017）取用钢材相关材料参数如下：

Q235 钢材： $f_t=215\text{MPa}$ ， $f_v=125\text{MPa}$ ；

8.8 级螺栓： $f_t=640\text{MPa}$ ， $f_v=300\text{MPa}$ ；

钢材弹性模量： $E_s=2.06\times 10^5\text{MPa}$ 。

3.2 荷载取值

恒荷载：

（1）台车自重作用

考虑结构螺栓、外侧密目网、栏杆及挡脚板等细部结构以及其他附着物情况模型未表达，自重系数设置为 1.1，由程序自动计入。

（2）施工材料自重

施工材料主要为侧墙水平钢筋及防水卷材，钢筋 HRB400 直径 20mm，单根长度 9m，按照平台可存放 2.5t(112 根)计算，实际施工中按不超过 100 根(2.22t)控制。防水卷材重量较钢筋轻，可用钢筋工况代替。材料自重转化为面荷载后，加载至载物平台 9 根分配梁，荷载为 $25\text{kN}/9/1.6\text{m}=1.74\text{kN}/\text{m}$ 。

（3）脚手板自重

脚手板按照木脚手板或钢脚手板考虑，自重取 $0.35\text{kN}/\text{m}^2$ ，面荷载后加载至平台（分配梁）。载物平台面积 $S_1=8.4\times 1.6=13.44\text{m}^2$ ，操作台面积 $S_2=8.4\times 1.4=11.76\text{m}^2$ ，载物平台荷载分配为： $0.35\times 13.44/9/1.6=0.33\text{kN}/\text{m}$ ，操作平台荷载分配为： $0.35\times 11.76/10/1.4=0.294\text{kN}/\text{m}$ 。

可变作用：

（1）施工荷载

按照作业架考虑，参考《建筑施工承插型盘扣式钢管脚手架安全技术标准》（JGJT 231-2021）4.2.5 条，施工人员及设备荷载取值 $2\text{kN}/\text{m}^2$ ，面荷载后加载至平台（分配梁）。载物平台面积 $S_1=13.44\text{m}^2$ ，操作台面积 $S_2=11.76\text{m}^2$ ，载物平台荷载分配为： $2\times 13.44/9/1.6=1.87\text{kN}/\text{m}$ ，操作平台荷载分配为： $2\times 11.76/10/1.4=1.68\text{kN}/\text{m}$ 。

(2) 风荷载

由于施工均处在深基坑内，不考虑风荷载影响。

3.3 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，划分荷载组合如下：

基本组合： $1.3 \times \text{恒载} + 1.5 \times \text{活载}$ （用于强度/稳定性计算）；

标准组合： $1.0 \times \text{恒载} + 1.0 \times \text{活载}$ （用于刚度计算）。

表 3.3-1 荷载分项系数取值表

组合系数	台车自重	材料自重	脚手板自重	施工荷载
强度	1.3	1.3	1.3	1.5
刚度	1	1	1	1

4 台车计算

根据台车设计图纸，以侧墙钢筋施工至最高层工况时作为最不利工况，采用 Midas 建立模型如下：

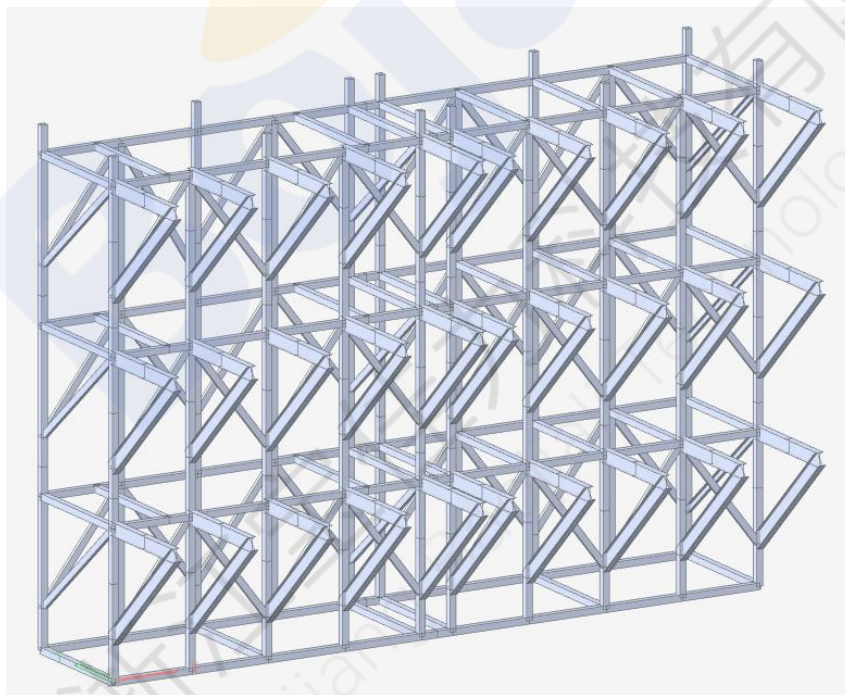
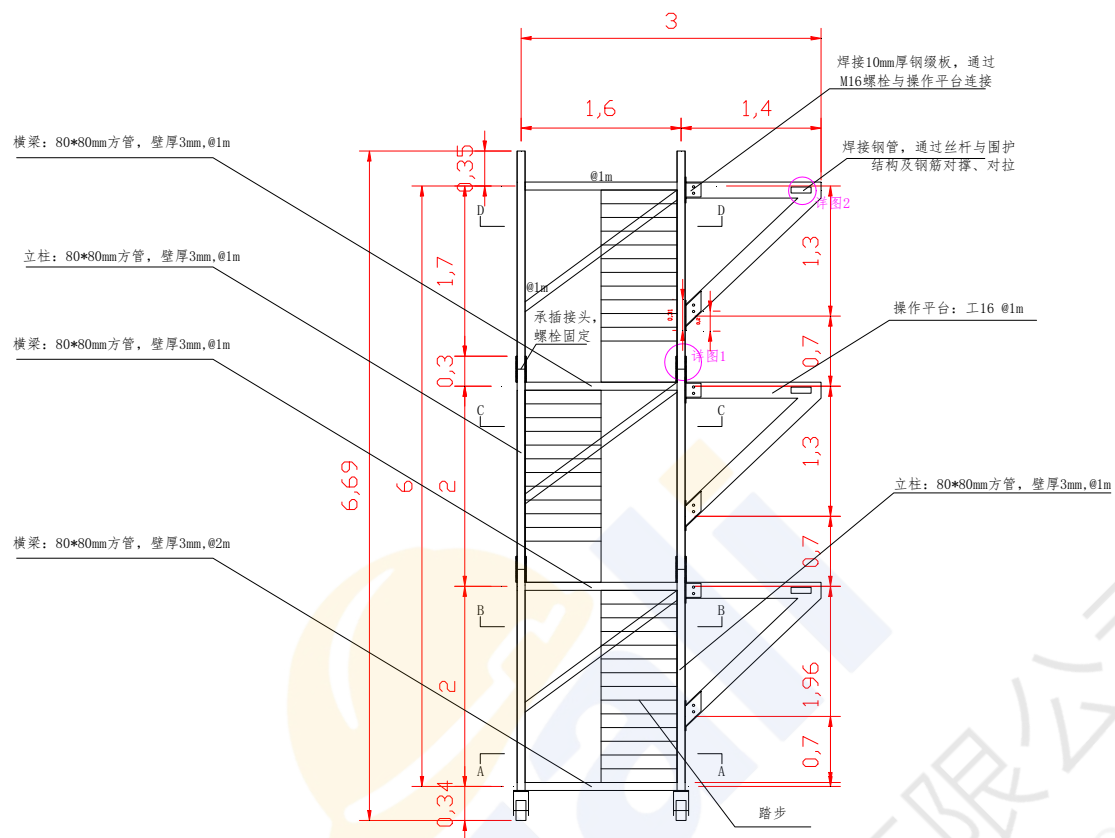
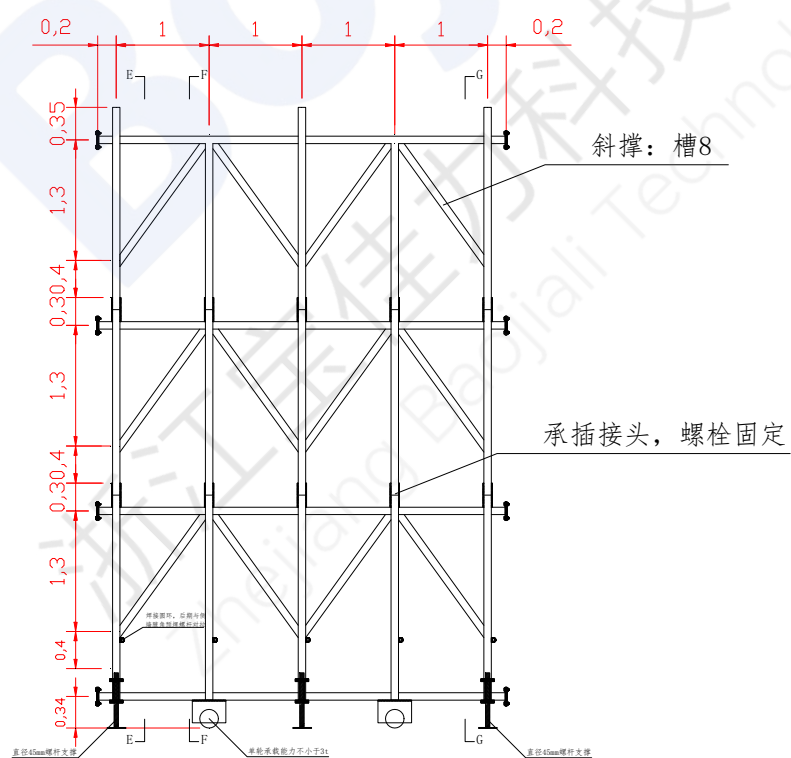


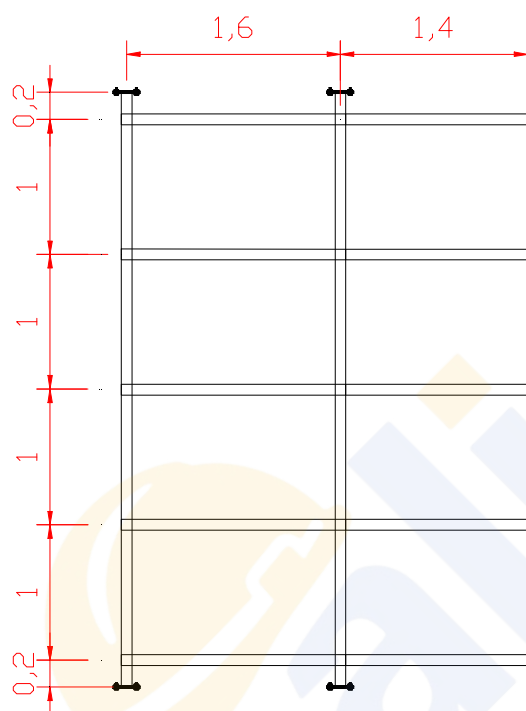
图 4.1-1 台车模型图



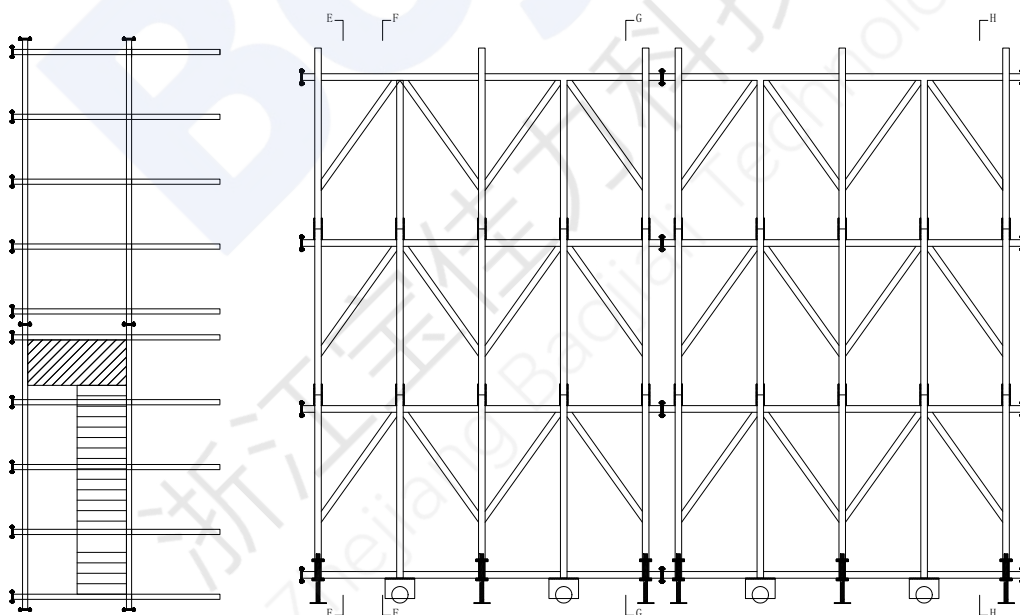
横断面图



侧视图



俯视图



俯视图

侧面面拼装图

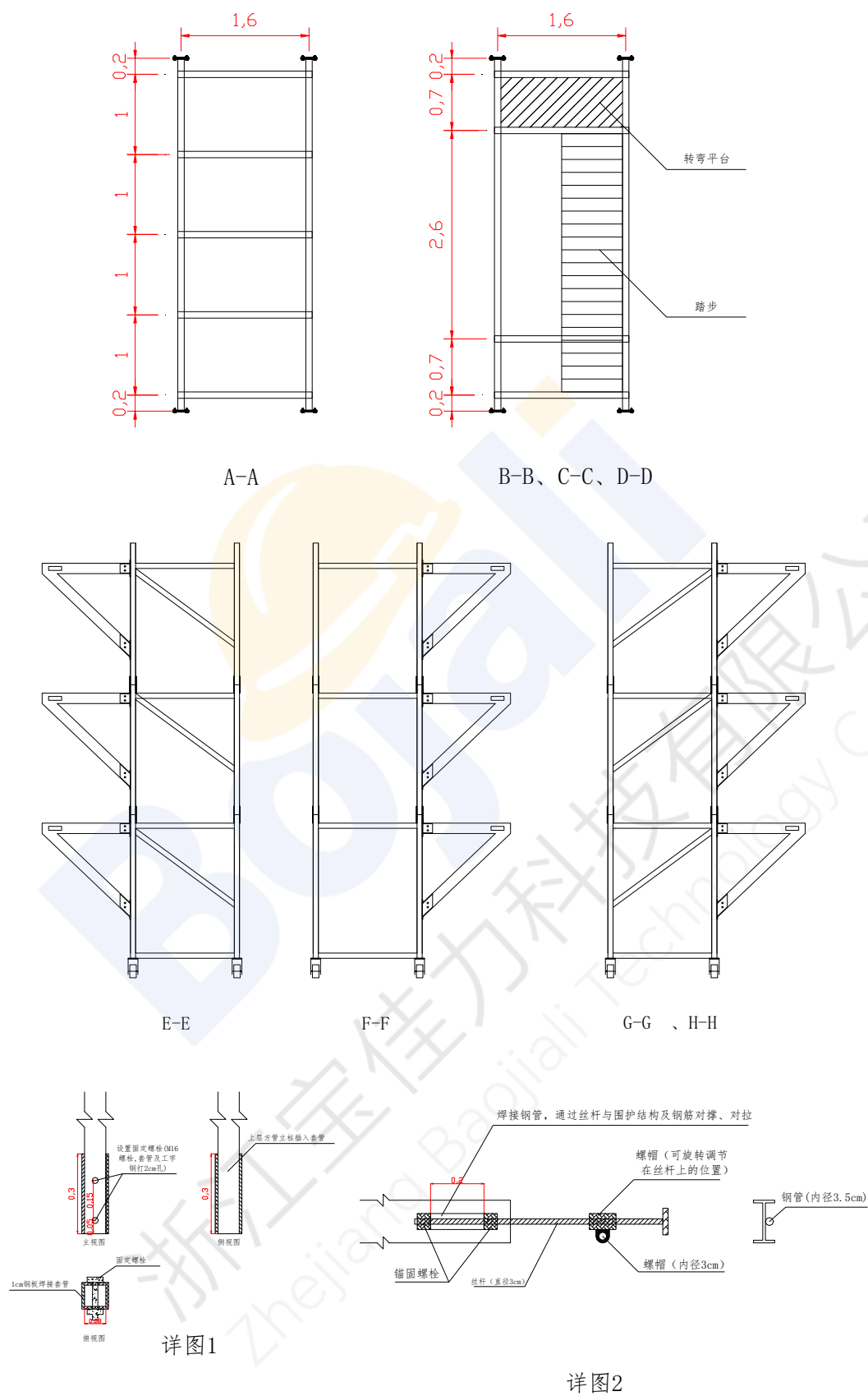


图 4.1-2 台车设计图

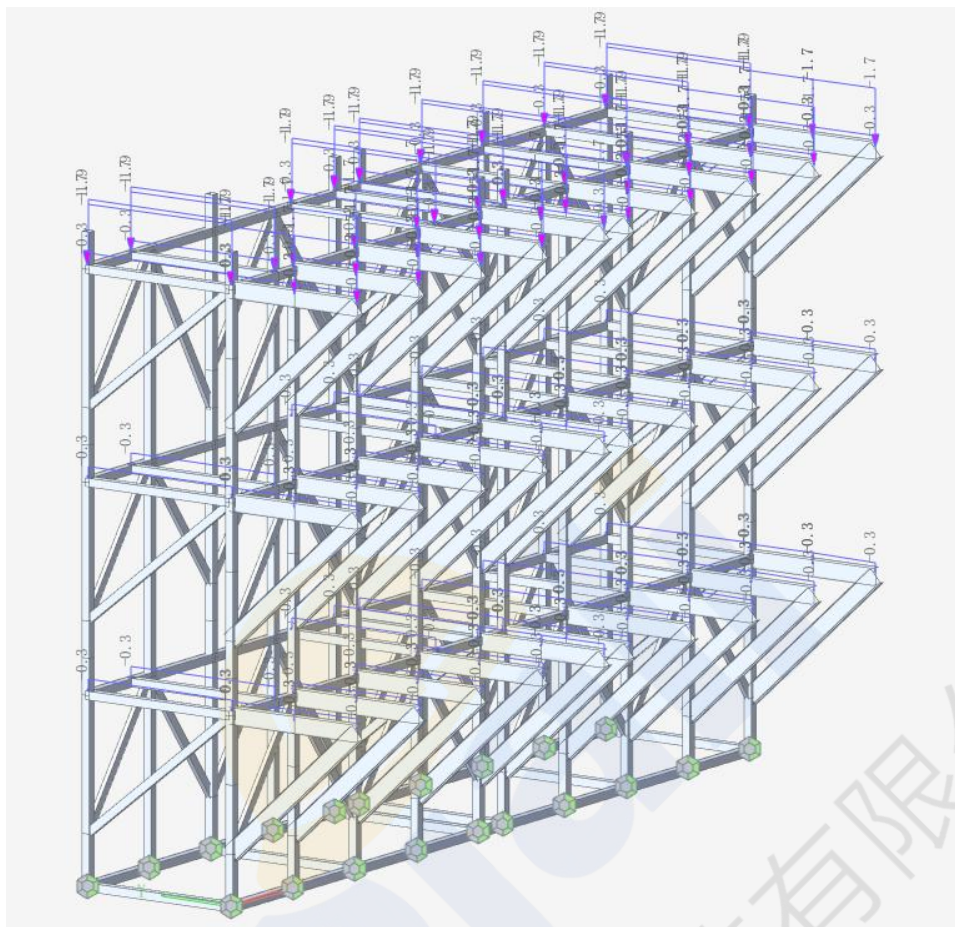


图 4.1-3 荷载加载图

4.1 台车验算结果

4.1.1 强度验算

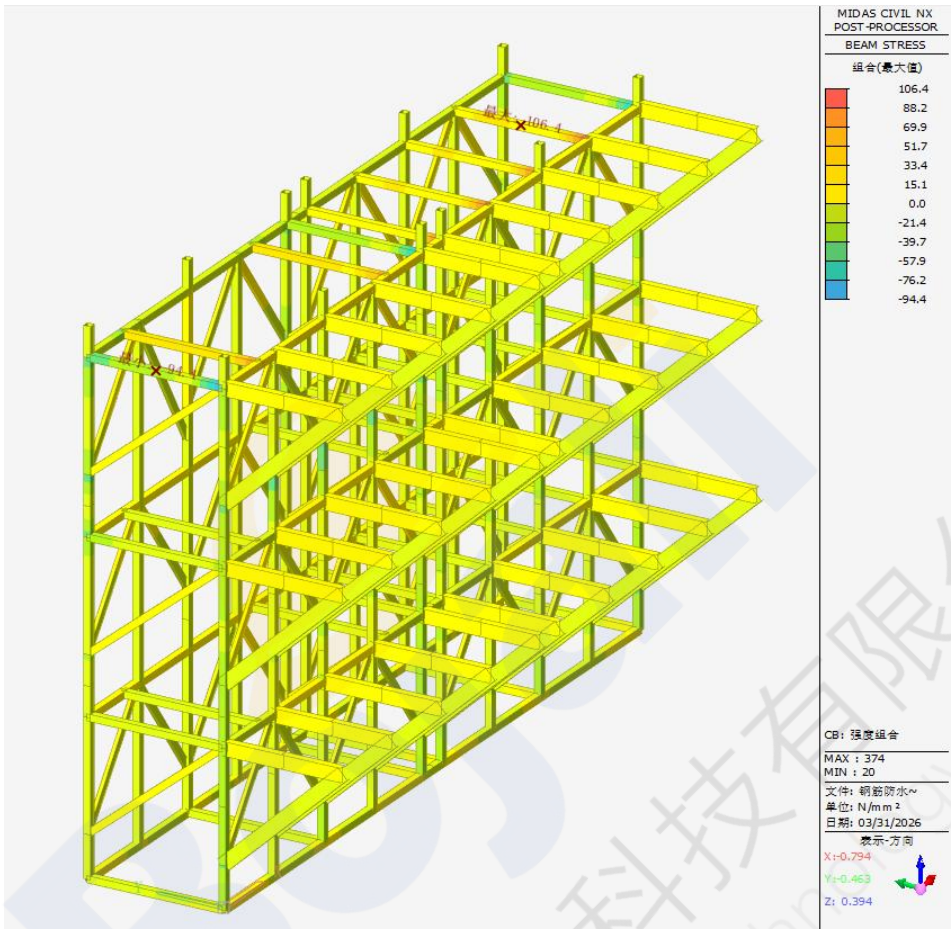


图 4.1-3 台车最大组合应力为 106.4MPa（强度）

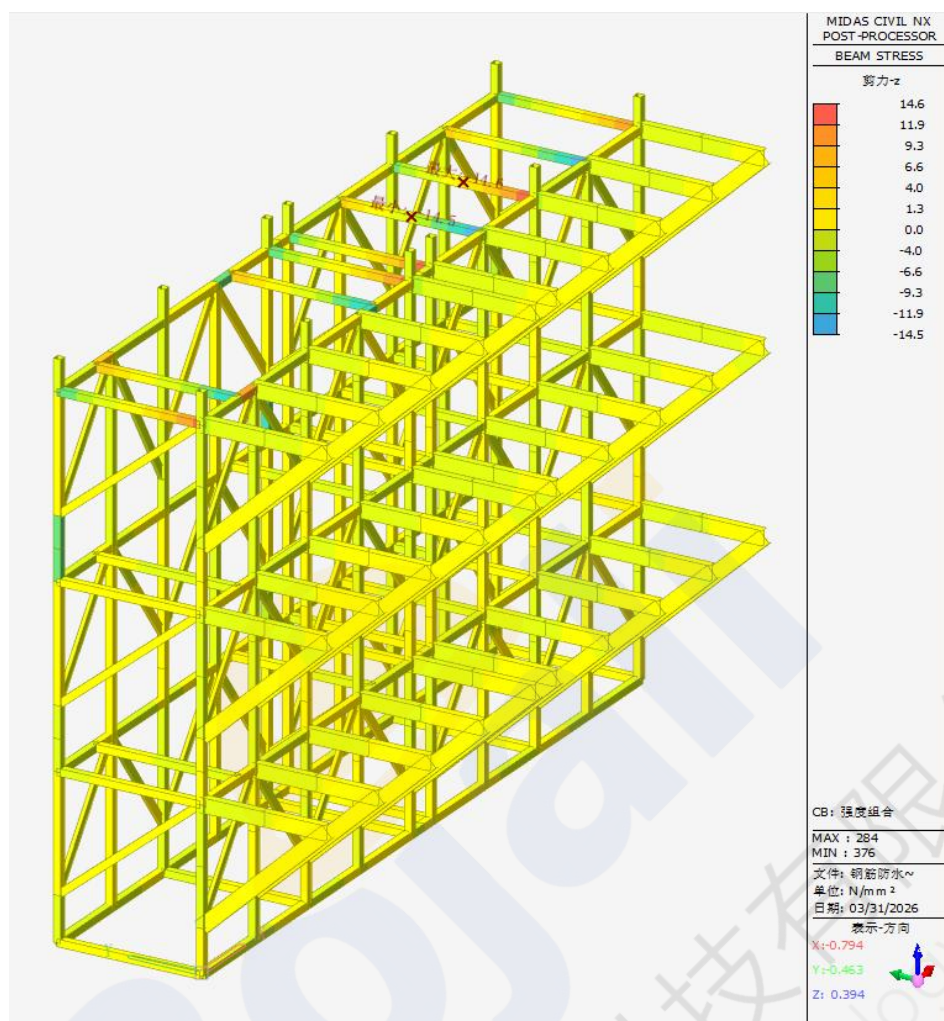


图 4.1-4 台车最大剪应力为 18.24MPa（强度）

综上，台车最大组合应力为 106.4MPa，最大剪应力为 14.6MPa，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， $106.4\text{MPa} < 215\text{MPa}$ ， $14.6\text{MPa} < 125\text{MPa}$ ，台车强度满足要求！

4.1.2 刚度验算

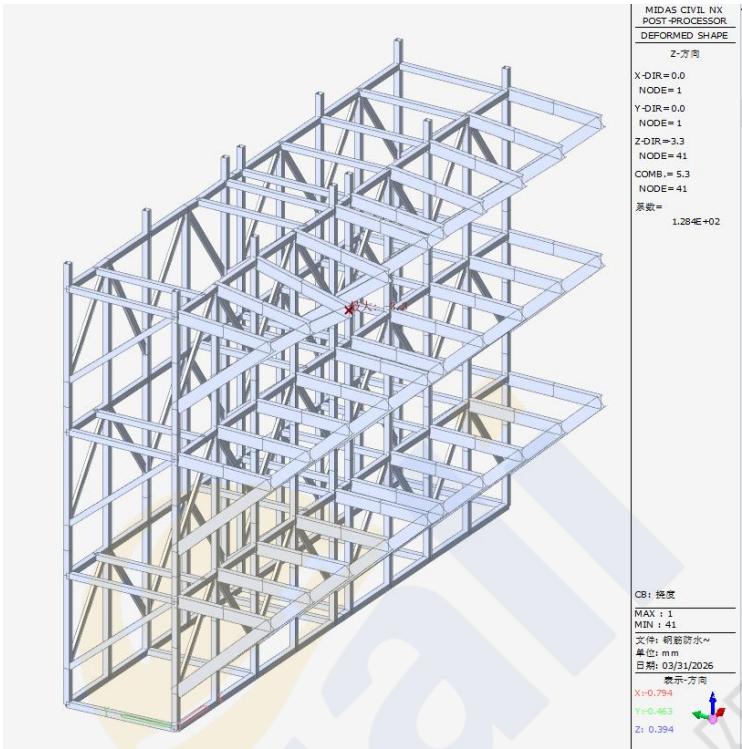


图 4.1-5 台车最大变形量为 3.3mm（刚度）

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，对主梁或台车（包括设有悬挂起重设备的梁和台车），为构件计算跨度的 $1/400$ 。台车跨度为 1.4m，最大变形量为 $3.3\text{mm} < 1/400 = 1400/400 = 3.5\text{mm}$ ，台车刚度满足要求！

4.2 节点计算

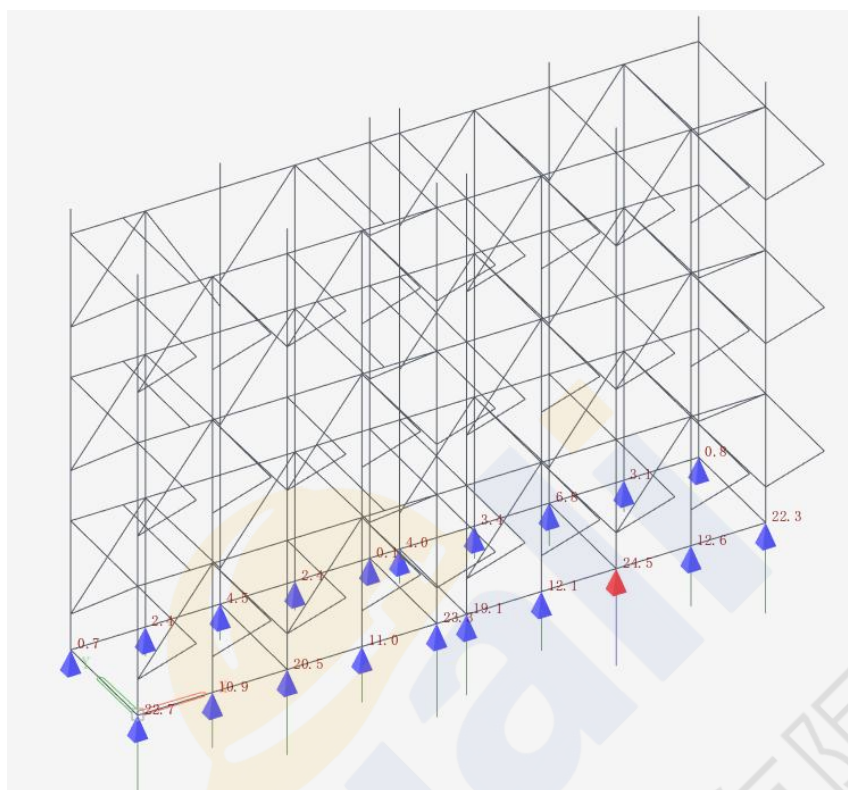


图 4.2-1 反力结果图

由计算得，丝杆单个支点最大反力 24.5kN，万向轮单个支点最大反力 12.6kN。

丝杆直径 45mm，万向轮最大承载能力为 20kN。

(1) 丝杆强度计算

公式 $\sigma = \frac{N}{A} \leq f$

N: 所计算截面处的压力设计值 (N)

A: 构件的截面面积 (mm²)

$24.5 \times 10^3 / (3.14 \times 22.5 \times 22.5) = 15.412 \text{MPa} < 215 \text{MPa}$ 满足要求。

(2) 焊缝强度计算

公式 $\sigma = \frac{N}{l_w h_e}$

N: 轴心拉力或轴心压力 (N)

l_w : 焊缝长度 (mm)

h_e : 焊缝的计算厚度 (mm)

表 4.4.5 焊缝的强度指标 (N/mm²)

焊接方法和焊条型号	构件钢材		对接焊缝强度设计值				角焊缝强度设计值	对接焊缝抗拉强度 f_u^w	角焊缝抗拉、抗压和抗剪强度 f_u^f
	牌号	厚度或直径 (mm)	抗压 f_c^w	焊缝质量为下列等级时, 抗拉 f_t^w		抗剪 f_v^w	抗拉、抗压和抗剪 f_t^w		
				一级、二级	三级				
自动焊、半自动焊和 E43 型焊条手工焊	Q235	≤ 16	215	215	185	125	160	415	240
		$> 16, \leq 40$	205	205	175	120			
		$> 40, \leq 100$	200	200	170	115			

已知焊缝厚度 6mm，焊缝抗拉抗压和抗剪强度设计值为 160Mpa，故焊缝长

$$度 l_w = \frac{160h_e}{N} = (160 \times 6) / (24.5 \times 10^3) = 39.2\text{mm}$$

焊缝长度大于 39.2mm 即可满足要求。

(3) 万向轮承载力计算

12.6kN < 20kN 满足要求。

各节点满足要求！

4.3 整体稳定性验算

屈曲模态结果如下：

结果-[屈曲模态]							
节点	模态	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
屈曲分析							
	模态	特征值	容许误差				
	1	237.098453	5.4930e-14				
	2	250.015754	2.7186e-10				
	3	261.324148	8.7427e-09				
屈曲向量							

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。

该结构屈曲模态特征值最小为 237.1 > 4.2，稳定性满足要求！

5 结论

综合上述计算结果，结论如下：

(1) 本台车强度、刚度、稳定性可满足施工要求。

(2) 各节点承载力满足要求。