

36m 跨轻钢厂房设计

【摘要】本设计是一所生产用的 36m 跨轻型钢结构厂房，位于宁波市慈溪市的某个郊区。建筑面积为 3265.92m²。该厂房主体结构主要材料是轻钢。屋面板为 75 厚 EPS 夹芯板，檩条采用卷边 C 型檩条，梁柱均采用 H 型截面形式，主材为 Q345B。厂房使用 10t 桥式起重机。1.20m 以下是 240mm 厚砖墙，1.20m 以上是 EPS 型夹芯板。刚架控制节点都是刚性连接，连接采用 10.9 级高强螺栓，焊接采用熔透的破口对接焊缝。建筑设计等级：耐久设计等级是 II 级，耐火设计等级是 II 级，不考虑地震影响作用。地面粗糙度为 A 类，地基依粉质粘土层为持力层。地下水位在 -1.0 米处。

设计资料

工程概况

本设计为单层厂房钢结构及结构设计。拟建厂房为单层轻钢结构厂房，呈长方形，长 90.72 米，柱间距为 6 米，跨度为 36m，厂房总面积为 3265.92 平方米。

设计原始资料

- (1) 基本风压： 0.5KN/m²；
- (2) 基本雪压： 0.3KN/m²

设计其他资料

- (1) 厂房设 3.6m×4.5m 大门 2 个；3m×4m 大门 4 个。
- (2) 车间内设桥式吊车一辆，软钩， 吊车工作级别为 A35。

设计要求

建筑设计

- (1) 实现了建筑专业综合设计规划方案里平面综合布置与立面综合布置的综合深化设计；
- (2) 实现了建筑施工设计图纸包含：建筑专业综合设计总说明、建筑平面图和剖面综合系统设计图等设计；
- (3) 10 吨桥吊 1 台，1.20m 以下采用 240mm

厚砖墙，1.20m 以上采用 EPS 型夹芯板。屋顶应用 75mm 厚 EPS 型夹芯板。

结构设计

- (1) 选用独立基础设计
- (2) 钢筋柱网综合布置、建筑屋面檩条综合布置和墙体支架综合布置等；
- (3) 实现了运算基本单元的选用和有关负载运算；
- (4) 实现了经典门式刚架的组成构造研究分析和实际刚度验算核对；
- (5) 展开梁柱构件综合系统设计（物质材料是 Q345B）；
- (6) 实现了 10 吨吊车梁的综合深化设计；
- (7) 实现了控制节点综合系统设计与柱脚综合系统设计；
- (8) 实现了结构施工设计图纸绘制，主要包含：结构专业综合设计总说明；基础平面综合布置图；柱脚平面综合布置图、柱脚详图；结构平面综合布置图、建筑屋面檩条综合布置图、墙体支架结构综合布置图。

建筑设计

建筑平面设计

厂房平面样式的选择

本工程为跨 36m 轻钢结构厂房，平且为单跨单层形式，故取矩形为宜。矩形厂房具有运输便捷，形状规整等优点，并且还便于通风与采光。综上，我采用矩形形式作为厂房结构。

确定柱网

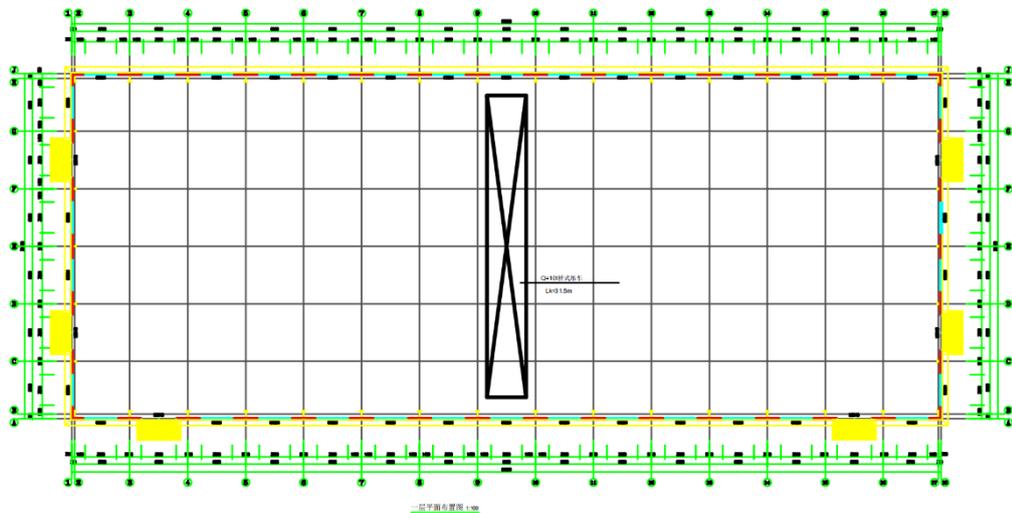
柱网的选择实际上是间距和立柱间距的选择。为了便于施工布置，柱间距采用目前国内基本柱间距 6m。

辅助构件

(1) 在 2 轴与 3 轴之间，14 轴与 15 轴之间设 $3.6\text{m}\times 4.5\text{m}$ 大门两个；在 B 轴与 C 轴之间，E 轴与 F 轴之间设 $3\text{m}\times 4\text{m}$ 大门 4 个。

(2) 工作室周围的垂直墙壁上开窗。窗户尺寸为 $3.2\text{m}\times 2.4\text{m}$ ，上窗为一排 1.2m 高的窗户，用以满足厂房采光比为 $1/6\sim 1/8$ 。

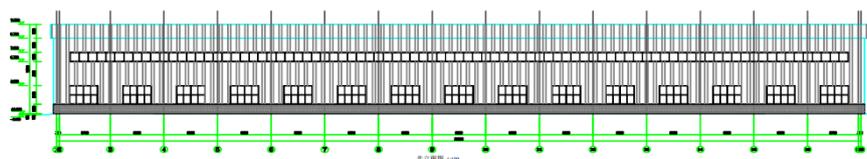
(3) 大门入口处的坡道坡度为 10%，设有防滑条。室外地面高差为 -0.3m 。



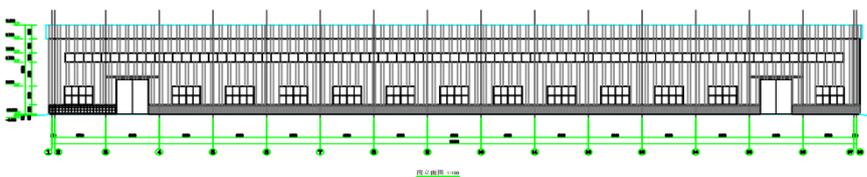
图一、建筑平面布置图

建筑立面设计

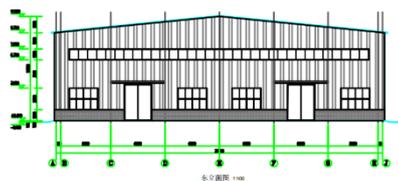
为了构建一个简单而又大方的厂房以适当的比例,从而达到一个更完整的结构,更统一的形式和统一的色彩风格,厂房采用水平的划分方法,并设置一个整体排矩形窗口在水平方向上增加其正面的感觉,和所有的窗户是横向推拉窗,在南面开设 $3.6\text{m}\times 4.5\text{m}$ 大门两扇,东、西面各开 $3\text{m}\times 4\text{m}$ 侧门两扇。



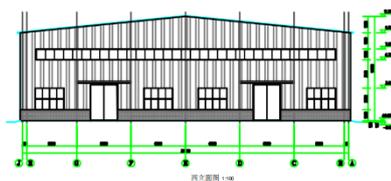
图二、建筑北立面图



图三、建筑南立面图



图四、建筑东立面图



图五、建筑西立面图

建筑剖面设计

为了满足需求的生产技术和设备,以满足货物起重、运输和其他方面的需求,初步规定铁路最高海拔 6 米,跨度梁截面高度钢结构厂房拆除工程是 $1/30 \sim$

1/45, 即 1200 毫米到 800 毫米, 暂时列部分和梁截面高度是 1000 毫米, 吊车梁高度 800 毫米, 重轨跟踪选定的部分高度是 140 毫米, 通过设计数据给出了在软钩桥式起重机的性能参数, 钢轨顶高为 2140 mm 以上, 小顶面到顶底弦杆处, 所以安全高度为 500 mm, 从而确定

了柱顶的高程。 厂房柱顶房柱顶标 $H = H_1 + h_6 + h_7$

式中: H — 柱顶顶标高, 应符合 3M 模数

H_1 — 轨顶标高

h_6 — 轨顶以上的高度

H_7 — 小车车顶面至屋架下弦部的安全高度

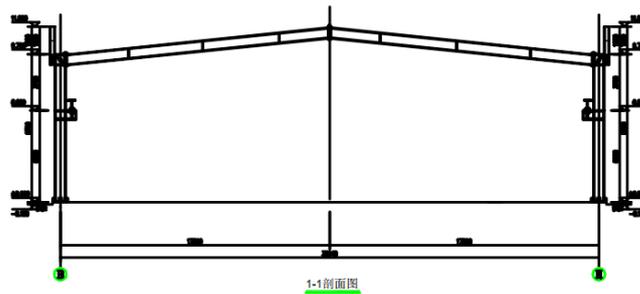
则 $H = 6000 + 2140 + 500 = 8640\text{mm}$, 取 3M 的模数 $H = 8700\text{mm} = 8.7\text{m}$ 。

则厂房标高 $H' = H + h = 8700 + 1000 = 9700\text{mm} = 9.7\text{m}$

屋脊标脊标 $H'' = H' + L/2 \times i$

式中: H' — 屋脊标脊

则 $H'' = 9700 + 3600/2 \times 1/10 = 11500\text{mm} = 11.5\text{m}$



图六、建筑剖面图

结构设计

结构体系的选择

门式刚架

本次设计采用了跨度为 36m，柱间距为 6m 的轻钢结构厂房。车间配有 10t 中型起重系统。从经济和技术角度考虑，选择门式刚架作为车间的主要承重系统，充分满足使用和功能要求。此外，轻型屋顶大大降低了车间的荷载，提高了整个车间的抗震性能。门式刚架的柱、梁截面均采用同截面实心腹焊工字截面，柱脚采用刚性连接形式，梁、柱之间采用高强度螺栓连接。

屋面系统

- (1) 根据设计要求，屋面采用 75 厚 EPS 夹芯板；
- (2) 采用卷边槽型的冷弯薄壁檩条，跨度 6.0 米。在结尾，运算并且明确了截断面具体的尺寸。

吊车梁系统

在本次设计中，车间配备了一台桥式软钩中间工作吊车，重量为 10t。考虑到其重量轻，吊车梁采用了 6 米跨距的焊接工字截面。通过计算梁的截面尺寸，发现端跨吊车梁与中跨吊车梁的连接方式不同。

基础的选择

由于柱脚荷载较小，应用独立型基础。垫层应用了 c10 混凝土，厚度是 100.0 毫米，基础混凝土标记符号不低于 C25，结构钢筋的实际直径 8~10.0 毫米，间距 150~200mm。

围护结构体系

- 1.2 米以下墙选用 240 砖墙，1.2 米以上墙选用 EPS 夹芯板。

材料的选择

钢材种类的选用

根据设计要求，工厂采用 Q345 钢的梁柱，其余部分构件均可采用 Q235 型钢。

连接材料的选用

综合系统设计里，涉及到的每一个链接都运用钢，焊条应用了 E50 型焊条。在梁跨连接点中间，梁柱连接点使用的固定螺栓，都是高强度的固定螺栓，其余都是普通固定螺栓。初步明确了 10.9 级别的高强度固定螺栓。柱基础和基础刚性链接应用了地脚螺栓，钢级为 Q235。

结构设计计算书

檩条的设计

设计资料

将冷弯型钢计算为简支 6m 跨;檩条实际间距 1.5m, 檩条按结构设置支撑, 钢材为 Q235 钢, 屋面排水坡度为 1 / 10, 倾角 5.710°, 屋面板为 75 厚 EPS 夹芯板

设计数据

屋面坡度(度): 5.711

檩条跨度(m): 6.000

檩条间距(m): 1.500

风吸力下翼缘受压稳定验算: 按式 $\frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq f$ 验算

檩条形式: 卷边边槽形冷弯型 C160X70X20X3.0

钢材钢号: Q235钢

拉条设条: 设置一道拉条

基本风压 = 0.500KN/m²

永久荷载 = 0.300KN/m²

屋面均布活荷载 = 0.500KN/m²

雪荷载标准值 = 0.300KN/m²

截面及材料特性

檩条形式: 卷边边槽形冷弯型C160X70X20X3.0

$$b = 70.000\text{mm} \quad h = 160.000\text{mm} \quad c = 20.000\text{mm} \quad t = 3.000\text{mm}$$

$$A = 0.945 \times 10^{-3} \quad I_x = 0.3736 \times 10^5 \quad I_y = 0.6042 \times 10^5$$

$$I_t = 0.2836 \times 10^{-8} \quad I_w = 0.3071 \times 10^{-8} \quad W_x = 0.4671 \times 10^{-4} \quad W_y = 0.2717 \times 10^{-4}$$

钢材钢号: Q235钢

$$\text{屈服强度 } f_y = 235.000\text{N/mm}^2$$

$$\text{强度设计值 } f = 205.000\text{N/mm}^2$$

$$\text{考虑冷弯效应强度 } f = 222.493\text{N/mm}^2$$

截面验算

(1) 1.2 恒载 + 1.4(活载 + 0.9 积灰 + 0.6 风载 (压力))组合

弯矩设计 (kN.m) : $M_x = 7.518$

弯矩设计 (kN.m) $M_y = 0.187$

有效截面计算结果: 全截面有效

$$\text{截面强度: } \sigma_{\max} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = 176.016\text{N/mm}^2 \leq 205.000\text{N/mm}^2$$

(2) 1.0 恒载 + 1.4 风载(吸力)组合

$$\text{弯矩设计 } M_{xw} = \frac{ql^2 \cos\alpha}{8} = -3.134\text{N/mm}^2$$

$$\text{弯矩设计值 } M_{yw} = \frac{ql^2 \sin\alpha}{8} = 0.059\text{N/mm}^2$$

有效截面计算结果: 全截面有效。

$$\text{截面强度: } \sigma_{\max} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = 71.731\text{N/mm}^2 < 222.493\text{N/mm}^2$$

荷载标准值作用下, 挠度计算

$$\text{垂直于屋面的挠度: } v = \frac{5q_y l^4}{384EI_x} = 27.797\text{mm} < 40\text{mm}$$

檩条能够承受的最大轴 力设计值 : $N = 23\text{KN}$

墙梁设计

设计数据

均布风负载的设计数值: $W = 1.4 \times 0.5 = 0.7 \text{KN/m}^2$

作用分布在墙梁上的水平风向负载设计数值: $q = 0.7 \times 1.8 = 1.26 \text{KN/m}$

墙梁按照简支运算, 仅仅运算作用强度, 不验算核对其稳定安全性。

$$M_{x,\max} = q_x L^2 / 8 = 1.26 \times 6^2 / 8 = 5.67 \text{KN/m}$$

$$M_{y,\max} = q_y \times 6^2 / 8 = 0.315 \text{KN/m}$$

$$V_x = \frac{q_x}{2} L = \frac{1.26}{2} \times 6 = 3.78 \text{KN}$$

截面及材料特性

檩条形式 : 热轧轻型槽钢 [20

$$A = 23.40\text{cm}^2 \quad I_x = 1522.38\text{cm}^4 \quad W_x = 15.22\text{cm}^3 \quad W_y = 5.490\text{cm}^3$$

钢材钢号 : Q235 钢

$$\text{屈服强度 } f_y = 235.00$$

$$\text{强度设计值 } f = 215.000$$

设计内力

- (1) 1.2 作用恒载+1.4 风作用压力

绕主惯性轴强轴弯矩设计值： $M_x = 4.725\text{KN}\cdot\text{m}$

绕主惯性轴弱轴弯矩设计值： $M_y = -0.653\text{KN}\cdot\text{m}$

水平剪力设计值： $V_x = 3.150\text{KN}$

竖向剪力设计值： $V_y = 1.088\text{KN}$

(2) 1.35 恒载

绕主惯性轴强轴弯矩设计值： $M_{x1} = 0.000\text{KN}\cdot\text{m}$

绕主惯性轴弱轴弯矩设计值： $M_{y1} = -0.735\text{KN}\cdot\text{m}$

水平剪力设计值： $V_{x1} = 0.000\text{KN}$

竖向剪力设计值： $V_{y1} = 1.224\text{KN}$

(3) 1.2恒载+1.4风吸力组合

绕主惯性轴强轴弯矩设计值： $M_x = -5.198\text{KN}\cdot\text{m}$

绕主惯性轴弱轴弯矩设计值： $M_{y2} = -0.653\text{KN}\cdot\text{m}$

水平剪力设计值： $V_{xw} = 3.465\text{KN}$

竖向剪力设计值： $V_{yw} = 1.088\text{KN}$

风压力作用验算

$$\sigma = \frac{M_x}{\gamma_x W_x} + \frac{M_y}{\gamma_y W_y} = \frac{4.725 \times 10^6}{1.05 \times 152.2 \times 10^3} + \frac{0.653 \times 10^6}{1.05 \times 54.9 \times 10^3} = 40.89 \text{ N/mm}^2 < f$$

风荷载标准值作用下，挠度验算

$$\text{风荷载标准值 } q_k = 1.8 \times 0.5 = 0.9 \text{ KN/m}$$

$$v = \frac{5q_k l^4}{384EI} = \frac{5 \times 0.9 \times 6000^4}{384 \times 2.06 \times 10^5 \times 152238 \times 10^4} = 4.84 \text{ mm} < l/200 = 30 \text{ mm}$$

隅撑设计

(1) 隅撑计算输出结果:

$$\text{轴力} N = \frac{Af \sqrt{\frac{f_y}{235}}}{600 \cos \theta}$$

$$\text{应力} \sigma = \frac{N}{\varphi A}$$

梁下翼缘下翼缘截 $A = 0.0036 \text{ m}^2$

翼缘缘钢板厚 $= 12 \text{ mm}$

横梁钢梁钢材屈服强 $= 345 \text{ N/mm}^2$

横梁 钢梁钢材强度设 $f = 310 \text{ N/mm}^2$

角钢钢计算长 $= 1839.52 \text{ mm}$

角钢钢截 $L50 \times 4$

角钢钢回转半 0.99 cm

角钢钢截面面 0.00039 m^2

长细比 $\lambda = 185.81 \leq 220$

折减减系 $= 0.6 + 0.0015 \times \lambda = 0.878715$

稳定系数 $\varphi = 0.152404$

轴力 $N = 15.4579 \text{ kN}$

应力 $= 260.069 \text{ N/mm}^2 < 272.402 \text{ N/mm}^2$

(2) 螺栓计算输出结果

螺栓直径 12 mm

螺栓有效截面面 积 84.3 mm^2

螺栓孔径 13 mm

角钢钢钢材钢 $Q235$ 钢

构件的钢材厚度 3 mm

螺栓 连栓连接抗剪强度 值 $= 140 \text{ N/mm}^2$

螺栓 连栓连接抗压强度 值 $= 305 \text{ N/mm}^2$

螺栓 连栓连接抗剪承载 计值 11.802 kN

螺栓 连栓连接抗压承载 计值 25.7115 kN > 轴力 N = 15.479KN

抗风柱设计

设计信息

钢筋材料级别: Q345

柱子间距(米): 6.00

柱子高度(米): 10.60

柱子截面: 焊接 H 形截面:

$$H \times B_1 \times B_2 \times T_w \times T_1 \times T_2 = 300 \times 250 \times 250 \times 6 \times 12 \times 12$$

铰接数据信息: 两侧铰接

柱子平面内运算实际长度参数: 1.00

柱子平面外运算实际长度: 6.00

作用强度运算净截面参数: 1.00

国家标准综合设计要求: 《钢结构专业综合设计规范》

容许挠度限 $[\nu] = 1/400 = 26.500 \text{ (mm)}$

风载信息:

基本风压 $W_0 \text{ (kN/m}^2\text{)} 0.500$

风压力体形系数: 1.000

风吸力体形系数: 1.000

风压高度变化系数 $\mu_z 1.380$

抗风柱设计

1、截面特性计算

$$A = 7.6560 \times 10^3; X_c = 0.125; Y_c = 0.15$$

$$I_x = 1.3500 \times 10^4; I_y = 3.1255 \times 10^5;$$

$$i_x = 0.13279; i_y = 0.06389$$

$$W_x = 9.00 \times 10^4; W_y = 2.50 \times 10^4$$

2、抗风柱强度验算结果

设计内力：弯矩 (kN.m) :-81.405; 轴力 (kN) 7.596

$$\frac{N}{A} + \frac{M_x}{\gamma_x W_{nx}} = 87.135 < f = 310.000$$

抗风柱强度验算满足。

3、抗风柱平面内稳定验算

设计内力：弯矩(kN.m)：-81.405； 轴作用力(千牛顿)：7.59

分布平面内运算实际长度(米)：10.60

$$\text{抗风柱子分布平面内长细比 } \lambda_x = \frac{H_{ex}}{i_x} = 80 < 150$$

轴心受压作用稳定参数 $\varphi_x = 0.576$

确定为 $\beta_{max} = 1.0$ 可知

抗风柱子分布平面内，稳定运算最高应力：

$$\frac{N}{A} + \frac{\beta_{max} M_x}{\gamma_x W_{1x} (1 - 0.8 \frac{N'}{N_{EX}})} = 88.100 \text{ N/mm}^2 < f = 310.000 \text{ N/mm}^2$$

抗风柱子分布平面内稳定应力，验算核对满足。

4、抗风柱子分布平面外的稳定验算核对

综合系统设计内力：弯矩(千牛顿.米)：-81.40； 轴作用力(千牛顿)：7.59

分布平面外运算实际长度(米)：6.00

$$\text{抗风柱子分布平面外长细比 } \lambda_y = \frac{H_{ey}}{i_y} = 94 < 150$$

轴心受压作用稳定参数 $\varphi_y = 0.404$

抗风柱子分布平面外的稳定运算最高应力：

$$\frac{N}{A} + \frac{\beta_{max} M_y}{\lambda_y W_y (1 - 0.8 \frac{N'}{N_{EY}})} = 119.051 \text{ N/mm}^2 < f = 310 \text{ N/mm}^2$$

抗风柱子分布平面外的稳定应力验算核对符合要求。

5、挠度验算核对

$$v = \frac{5q_k l^4}{384EI_x} = \frac{5 \times 0.44 \times 6 \times 6800^4}{384 \times 2.06 \times 10^5 \times 3125.5 \times 10^4} = 24.336 \text{ mm} < 26.500 \text{ mm}$$

抗风柱子挠度验算核对符合要求。

抗风柱子验算核对符合要求。

整体刚架设计

总信息

结构安全性参数: 1.000

控制节点总数量: 7

柱子数目: 4

梁数目: 2

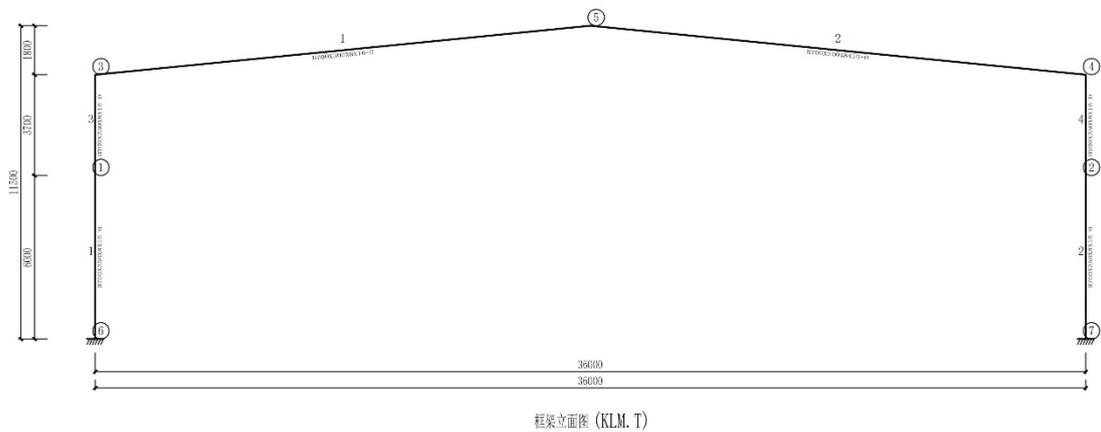
支座束缚数目: 2

参考标准截面总数量: 2

活荷载运算数据信息: 思考活荷载不利综合布置

风荷载运算数据信息: 运算风荷载

钢筋材料: Q345



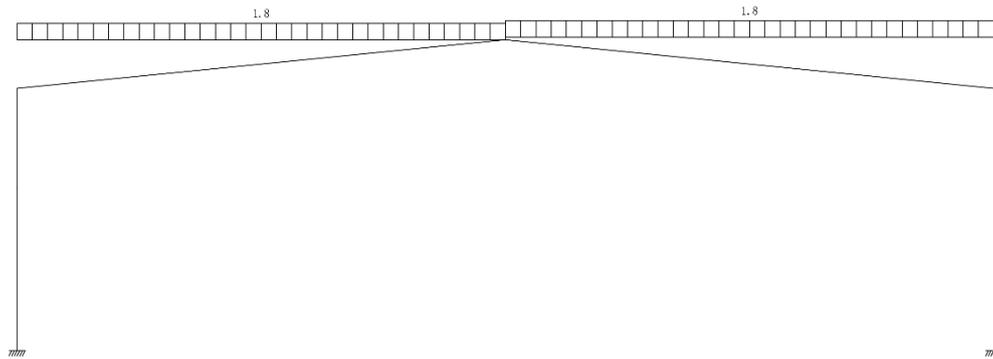
图七、框架立面图

标准截面信息

截面号	Xc	Yc	Ix	Iy	A
1	0.17500	0.35000	0.15090×10^{-2}	0.11436×10^{-3}	0.016544
2	0.15000	0.35000	0.13218×10^{-2}	0.72029×10^{-4}	0.014944

截面号	i_x	i_y	W_x	W_y
1	0.30201	0.083142	0.43113×10^{-2}	0.65350×10^{-3}
2	0.29740	0.694251	0.37765×10^{-2}	0.48019×10^{-3}

恒荷载计算



图八、恒荷载简图

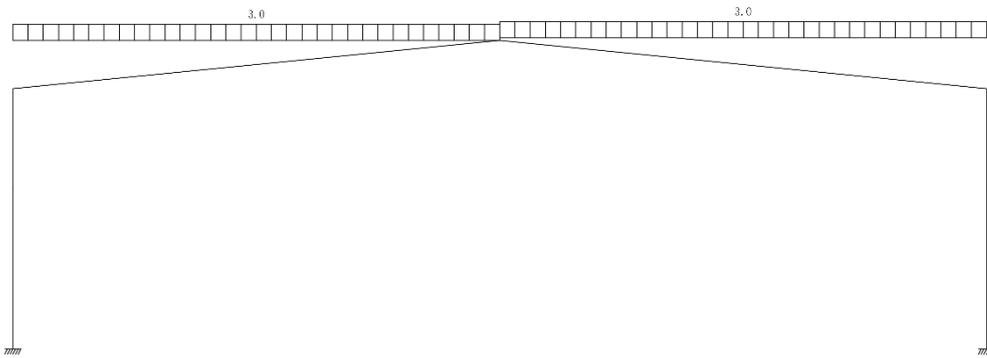
柱内力

柱号	M	N	V	M	N	V
1	-193.75	73.14	-49.15	-101.13	-63.79	49.15
2	193.75	73.14	49.15	101.13	-63.79	-49.15
3	101.13	63.79	-49.15	-282.98	-58.03	49.15
4	-101.13	63.79	49.15	282.98	-58.03	-49.1

梁内力

梁号	M	N	V	M	N	V
1	282.98	54.68	52.85	150.80	-48.90	4.89
2	-150.80	48.90	4.89	-282.98	-54.68	52.85

活荷载计算

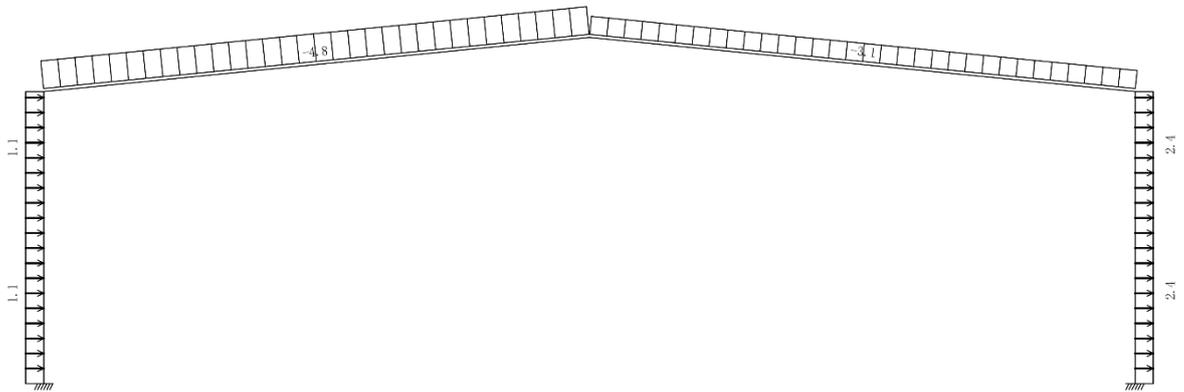


活载图 (L-L, T)

图九、活荷载的简单示意图

梁 荷 载:	持续数目	荷载数目	荷载种类	荷载数值	荷载系数
	1	1	1	3.00	0.00

风荷载计算



左风载 (L-W, T)

图十、左风荷载的简单示意图

左风荷载的标准设计数值作用

柱子实际荷载:	柱子编号	荷载种类	荷载数值	荷载系数
	1	1	1.09	0.00

2 1 2.39 0.00

3 1 1.09 0.00

4 1 2.39 0.00

梁 实际荷载: 持续数目 负载数目 负载种类 负载数值 负载系数

1 1 1 -4.81 0.00

1 1 1 -3.13 0.00

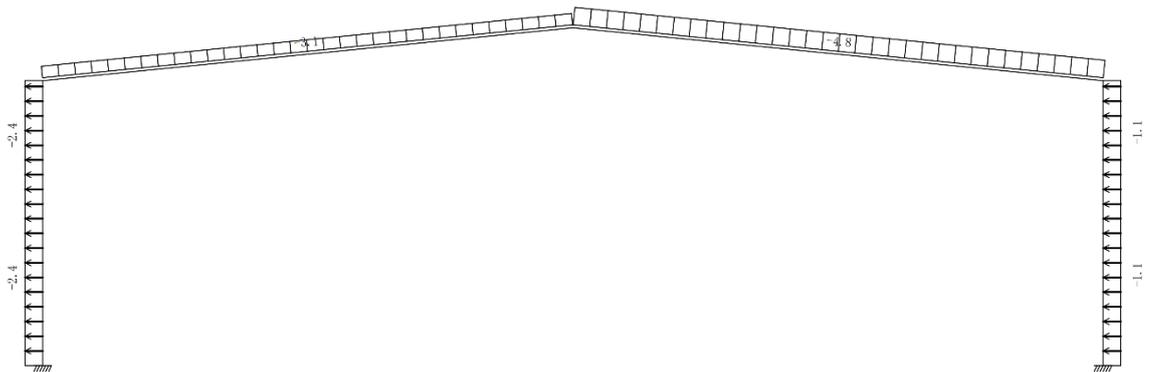
柱内力

柱号	M	N	V	M	N	V
1	267.89	-80.00	70.98	138.44	80.00	-64.46
2	-185.29	-62.20	-40.27	-99.34	62.20	54.61
3	-138.44	-80.00	64.46	369.51	80.00	-60.44
4	99.34	-62.20	-54.61	-317.77	62.20	63.46

梁内力

梁号	M	N	V	M	N	V
1	-369.51	-68.10	-73.59	-178.37	68.10	-13.02
2	178.37	-69.33	-0.72	317.77	69.33	-55.58

----- 右风负载的标准设计数值作用 -----



右风载 (R-W, T)

图十一、右风负载的简单示意图

柱子 实际荷载: 柱子编号 负载种类 负载数值 负载

系数

1 1 -2.39 0.00

2	1	-1.09	0.00
3	1	-2.39	0.00
4	1	-1.09	0.00

梁 实际荷载:	持续数目	负载数目	负载种类	负载数值	负载系数
	1	1	1	-3.13	0.00
	1	1	1	-4.81	0.00

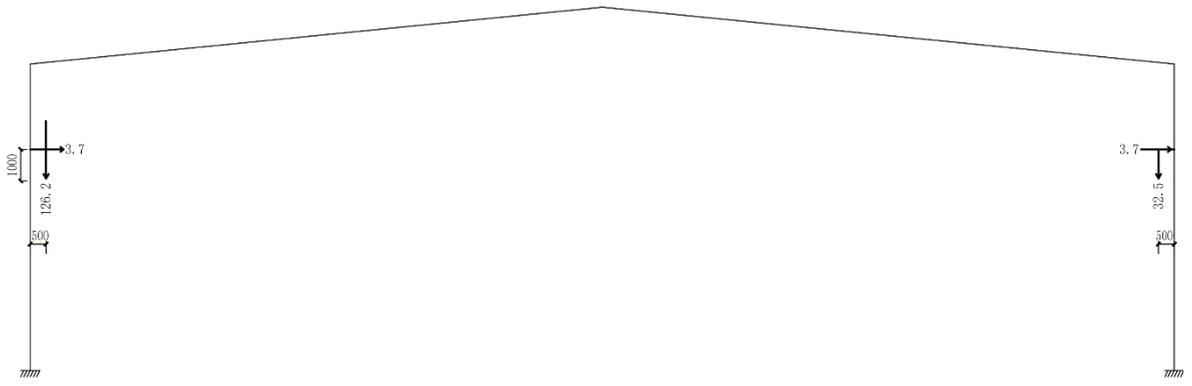
柱内力

柱号	M	N	V	M	N	V
1	185.29	-62.20	40.27	99.34	62.20	-54.61
2	-267.89	-80.00	-70.98	-138.44	80.00	64.46
3	-99.34	-62.20	54.61	317.77	62.20	-63.46
4	138.44	-80.00	-64.46	-369.51	80.00	60.44

梁内力

梁号	M	N	V	M	N	V
1	-317.77	-69.33	-55.58	-178.37	69.33	-0.72
2	178.37	-68.10	-13.02	369.51	68.10	-73.59
梁号	M	N	V	M	N	V
1	-314.05	-67.63	-55.77	-185.68	67.63	-0.52
2	185.68	-66.39	-12.88	364.79	66.39	-73.74

吊车荷载计算



吊车荷载图 (C-H.T)

图十二、吊车荷载图

最大轮压在左侧产生的各节点竖向荷载 (D_{max} 在跨左): 126.177 ; 32.472,

最大轮大轮压在右侧产生的各节点竖向荷载 (D_{max} 在跨右): 32.472 126.177

D_{max} 标准设计数值作用于跨左柱子内作用力

柱子编号	M	N	V	M	N	V
1	6.85	125.70	-4.55	-34.13	-125.70	4.55
2	22.88	32.95	4.55	4.40	-32.95	-4.55
3	-28.96	-0.48	-4.55	12.14	0.48	4.55
4	11.84	0.48	4.55	4.98	-0.48	-4.55

梁内力

梁号	M	N	V	M	N	V
1	-12.14	4.48	-0.93	-4.60	-4.48	0.93
2	4.60	4.57	-0.02	-4.98	-4.57	0.02

D_{max} 标准设计数值作用于跨右柱子内作用力

柱子编号	M	N	V	M	N	V
1	-22.88	32.95	-4.55	-4.40	-32.95	4.55
2	-6.85	125.70	4.55	34.13	-125.70	-4.55
3	-11.84	0.48	-4.55	-4.98	-0.48	4.55

4 28.96 -0.48 4.55 -12.14 0.48 -4.55

梁的内作用力

梁编号 M N V M N V

1 4.98 4.57 0.02 -4.60 -4.57 -0.02

2 4.60 4.48 0.93 12.14 -4.48 -0.93

左来列车标准值作用 (Tmax 作用向右)

控制节点侧向实际位移(毫米)

控制节点编号 δ_x 控制节点编号 δ_x 控制节点编号 δ_x

控制节点编号 δ_x

(1) 0.8 (2) 0.8 (3) 1.3 (4) 1.3

(5) 1.3 (6) 0.0 (7) 0.0

柱子内作用力

柱子编号 M N V M N V

1 20.60 -0.31 3.73 1.78 0.31 -3.73

2 20.60 0.31 3.73 1.78 -0.31 -3.73

3 -1.78 -0.31 3.73 5.51 0.31 0.00

4 -1.78 0.31 3.73 5.51 -0.31 0.00

梁的内作用力

梁编号 M N V M N V

1 -5.51 -0.03 -0.30 0.00 0.03 0.30

2 0.00 0.03 -0.30 -5.51 -0.03 0.30

右来列车标准值作用 (Tmax 作用向左)

控制节点侧向实际位移(毫米)

控制节点编号 δ_x 控制节点编号 δ_x 控制节点编号 δ_x 控制节点编号 δ_x

(1) -0.8 (2) -0.8 (3) -1.3 (4) -1.3

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/537060112121006100>