

简支吊车梁验算计算书

一. 设计资料

1 基本信息:

验算依据: 钢结构设计规范(GB 50017-2003)
建筑结构荷载规范(GB 50009-2012)
吊车梁跨度: $l=6000$ mm
吊车梁平面外计算长度: $l_0=6000$ mm
吊车梁所在柱列: 边列柱
吊车梁所在位置类型: 中间跨

2 吊车信息:

吊车梁上有两台完全相同的吊车同时运行
第一台吊车基本信息(参图 I)

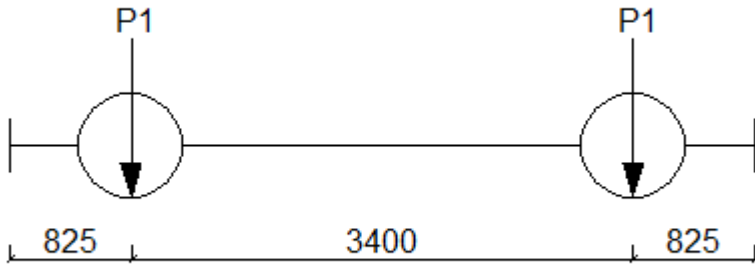


图 I 吊车一几何尺寸示意图

吊车类型: T5t105_中级软钩吊车
吊车跨度: 10500 mm
吊车自重: 12.715 t
小车重量: 2.126 t
吊车起重量: 5 t
工作级别: A4~A5(中级)
吊钩形式: 软钩吊车
单侧轮子数: 2 个
最大轮压: 74 kN
最小轮压: 26.3 kN
制动轮子数: 1 个
轨道类型: 43Kg/m
吊车宽度: 5050 mm
吊车额定速度: 90 m/min
小车额定速度: 40.1 m/min
吊车轮距 C_1 : 3400 mm

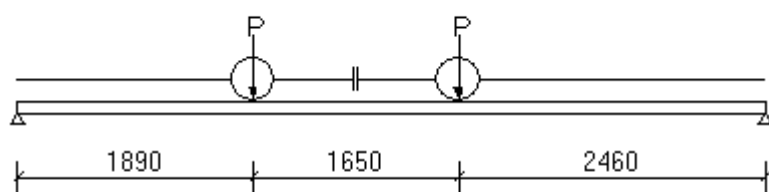
3 荷载信息:

吊车竖向荷载增大系数: $\eta_v=1.03$
吊车荷载分项系数: $\gamma_c=1.4$
当地重力加速度值: $g=9.8$
附加竖向均布活载标准值: 0 kN/m
附加水平均布活载标准值: 0 kN/m
吊车一动力系数: $\mu_1=1.05$
吊车一横向水平刹车力系数: $\beta_1=0.12$
吊车一摆动力系数: $\alpha_1=0$

4 验算控制信息:

吊车梁竖向挠度允许值: $1/1000$
吊车梁水平挠度允许值: $1/2200$
对中级工作制吊车梁按《钢规》要求不进行疲劳验算

5 吊车梁截面信息:



吊车梁示意图

截面型号:H-750*300*10*12
用户自定义截面
截面材料类型:Q235
截面每米质量:113.51 kg/m

截面几何参数如下:

截面高度 $H=750 \text{ mm}$
上翼缘宽度 $B_1=300 \text{ mm}$
下翼缘宽度 $B_2=300 \text{ mm}$
腹板厚度 $T_w=10 \text{ mm}$
上翼缘厚度 $T_{f1}=12 \text{ mm}$
下翼缘厚度 $T_{f2}=12 \text{ mm}$

截面力学参数如下:

x 轴毛截面惯性矩 $I_x=129932.658 \text{ cm}^4$
x 轴净截面惯性矩 $I_{nx}=122646.136 \text{ cm}^4$
x 轴上翼毛截面抵抗矩 $W_x=3464.871 \text{ cm}^3$
x 轴上翼净截面抵抗矩 $W_{nx}=3155.656 \text{ cm}^3$

x 轴下翼净截面抵抗矩 $W_{nx1} = 3394.155 \text{ cm}^3$
y 轴上翼毛截面抵抗矩 $W_y = 360.403 \text{ cm}^3$
y 轴上翼净截面抵抗矩 $W_{ny} = 152.003 \text{ cm}^3$
上翼缘有效净面积 $A_{ne} = 30.84 \text{ cm}^2$
净截面中和轴高度 $C_{ny} = 361.345 \text{ mm}$

吊车梁采用等截面梁：

截面端部高度 $h_d = 400 \text{ mm}$

端部 x 轴毛截面惯性矩 $I_d = 129932.658 \text{ cm}^4$

端部 x 轴毛截面静矩 $S_d = 1987.245 \text{ cm}^3$

端部 x 轴上翼缘静矩 $S_{du} = 68.4 \text{ cm}^3$

端部 x 轴下翼缘静矩 $S_{dd} = 1328.4 \text{ cm}^3$

6 吊车梁制动结构信息：

吊车梁不采用任何制动结构

7 吊车梁截面焊缝信息：

吊车梁腹板与上翼缘采用焊透的 T 形组合焊缝

吊车梁腹板与下翼缘采用部分焊透的 T 形组合焊缝

下翼缘坡口深度： $s_d = 4 \text{ mm}$

吊车梁腹板与翼缘焊缝采用：自动焊

8 腹板加劲肋信息：

横向加劲肋布置方式：两侧成对布置

横向加劲肋端部焊接方式：连续回焊，不断弧

横向加劲肋选用：SB6_Q235

横向加劲肋间距： $a = 1200 \text{ mm}$

横向加劲肋宽度：65 mm

横向加劲肋端部到下翼缘距离：50 mm

吊车梁不配纵向加劲肋和横向短加劲肋

9 支座信息：

吊车梁采用的支座类型：全部平板式支座，吊车梁下翼缘直接与牛腿栓接

平板支座加劲肋选用：SB6_Q235

平板支座加劲肋宽度：65 mm

加劲肋焊缝焊脚高度：7 mm

平板支座选用：SB20_Q235

平板支座宽度：90 mm

平板支座长度：540 mm

10 计算参数：

梁截面材料屈服强度： $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$

梁截面材料转换系数： $C_T = (235/235)^{0.5} = 1$

上翼缘截面抗拉强度： $f_t = 215 \text{ N/mm}^2$

下翼缘截面抗拉强度： $f_b = 215 \text{ N/mm}^2$

梁腹板截面抗剪强度: $f_v=125 \text{ N/mm}^2$

梁腹板端面承压强度: $f_{ce}=325 \text{ N/mm}^2$

吊车梁焊缝抗剪强度: $f_w=160 \text{ N/mm}^2$

二. 验算结果一览

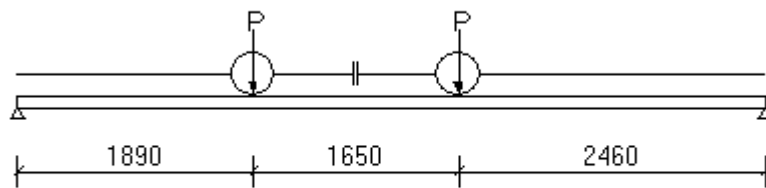
受压(上)翼缘宽厚比	12.08	最	
大 15.0	满足	腹板高厚比	
72.60	最大 250.0	满足	上翼
缘受压强度比	0.52	最大 1.0	
满足	下翼缘受拉强度比	0.34	
最大 1.0	满足	端部腹板剪应力强度比	
0.31	最大 1.0	满足	腹板局部
承压强度比	0.13	最大 1.0	
满足	腹板折算应力强度比	0.29	
最大 1.0	满足	整体稳定强度比	
0.47	最大 1.0	满足	竖向挠度
计算值(mm)	1.58	最大 6.0	
满足	水平挠度计算值(mm)	0	
不需验算	满足	上翼缘焊缝强度比	
T形组合焊缝	不验算	满足	
下翼缘焊缝强度比	0.75	最大 1.0	
满足	区格 I 局稳强度比	0.16	
最大 1.0	满足	区格 II 局稳强度比	
0.20	最大 1.0	满足	区格 III
局稳强度比	0.22	最大 1.0	
满足	加劲肋布置方式	双侧成对	
轻/中级	满足	横向加劲肋间距(mm)	
1200.00	最大 1452.0	满足	横向
加劲肋间距(mm)	1200.00	最小 363.0	
满足	横向加劲肋外伸宽度(mm)	65.00	
最小 64.2	满足	横向加劲肋厚度(mm)	
6.00	最小 4.3	满足	无纵向加
劲肋时 h_0/T_w	72.60	最大 170.0	
满足	平板加劲肋稳定强度比	0.39	
最大 1.0	满足	平板加劲肋焊缝强度比	
0.10	最大 1.0	满足	平板加劲肋外
伸宽度(mm)	65.00	最小 64.2	
满足	横向加劲肋厚度(mm)	6.00	
最小 4.3	满足	平板加劲肋焊脚高度(mm)	
7.00	最小 6.0	满足	平板加劲肋焊
脚高度(mm)	7.00	最大 7.0	
满足	上翼柱侧板件正应力(MPa)	10.4	
最大 215	满足	上翼柱侧角焊缝应力(MPa)	

4.57	最大 160	满足	上翼柱侧角焊缝焊脚高度 (mm)	最小 4.00
6.00				
满足	上翼柱侧角焊缝焊脚高度 (mm)	6.00		
最大 5.00	不满足	上翼梁柱连接板正应力 (MPa)		
5.95	最大 215	满足	上翼梁柱螺栓承担剪力 (kN)	最大 62.8
2.76				
满足	上翼梁柱螺栓轴向边距 (mm)	40.0		
最小 33.0	满足	上翼梁柱螺栓轴向边距 (mm)		
40.0	最大 88.0	满足	上翼梁柱螺栓垂向边距 (mm)	最小 44.0
40.0				
不满足	上翼梁柱螺栓垂向边距 (mm)	40.0		
最大 88.0	满足	上翼梁柱螺栓间距 (mm)		
80.0	最小 66.0	满足	上翼梁柱螺栓间距 (mm)	最大 90.0
80.0				
满足	牛腿最大正应力 (Mpa)	43.8		
最大 215	满足	牛腿最大剪应力 (Mpa)		
72.3	最大 125	满足	牛腿最大折算应力 (Mpa)	最大 237
110				
满足	牛腿翼缘宽厚比	7.00		
最大 15.0	满足	牛腿集中力截面剪应力 (Mpa)		
84.9	最大 125	满足	牛腿局部承压应力 (Mpa)	最大 325
0				
满足	支座螺栓承担剪力 (kN)	45.1		
最大 62.8	满足	支座螺栓轴向边距 (mm)		
40.0	最小 44.0	不满足	支座螺栓轴向边距 (mm)	最大 96.0
40.0				
满足	支座螺栓垂向边距 (mm)	50.0		
最小 33.0	满足	支座螺栓垂向边距 (mm)		
50.0	最大 96.0	满足	支座螺栓垫板正应力 (MPa)	最大 215
166				
满足	支座螺栓垫板角焊缝应力 (MPa)	41.3		
最大 160	满足	支座螺栓垫板焊脚高度 (mm)		
8.00	最小 7.00	满足	支座螺栓垫板焊脚高度 (mm)	最大 7.00
8.00				
不满足	上翼柱加劲肋板件宽厚比	10.0		
最大 14.9	满足	上翼柱加劲肋板件剪应力 (MPa)		
4.32	最大 180	满足	上翼柱加劲肋焊缝剪应力 (MPa)	最大 200
3.43				
满足	牛腿处柱加劲肋板件宽厚比	10.0		
最大 14.9	满足	牛腿处柱加劲肋板件剪应力 (MPa)		129
最大 180	满足	牛腿处柱加劲肋焊缝剪应力 (MPa)		103
最大 200	满足	纵向连接螺栓承担剪力 (kN)		
3.45	最大 126	满足	纵向连接螺栓轴向边距 (mm)	最小 44.0
45.0				

满足	纵向连接螺栓轴向边距 (mm)	45.0		
最大 88.0		满足	纵向连接螺栓竖向边距 (mm)	
-20.0	最小 33.0		不满足	纵向连接螺栓竖向边距 (mm)
		-20.0	最大 88.0	
满足	纵向连接螺栓间距 (mm)	120		
最小 66.0		满足	纵向连接螺栓间距 (mm)	120
最大 96.0	不满足		车挡截面自由外伸宽厚比	
8.00	最大 15.0		满足	车挡截面
腹板宽厚比	53.3		最大 80.0	
满足	车挡截面最大剪应力 (MPa)	37.6		
最大 125		满足	车挡截面最大正应力 (MPa)	120
最大 215		满足	车挡截面折算应力 (MPa)	129
最大 237		满足	车挡集中力处板件宽厚比	
10.0	最大 14.9		满足	车挡集中力处板件剪
应力 (MPa)	19.4		最大 180	
满足	车挡集中力处焊缝剪应力 (MPa)	14.5		
最大 200		满足	车挡截面最大拉应力 (MPa)	129
最大 215		满足	车挡截面最大压应力 (MPa)	-129
最小 -215		满足	车挡截面综合应力 (MPa)	130
最大 160		满足	车挡截面腹板焊脚高 (mm)	
6.00	最大 7.20		满足	车挡截面腹板
焊脚高 (mm)	6.00		最小 3.67	
满足				

三. 吊车梁截面内力计算:

1 吊车梁支座处最大剪力 V_d 计算(参图III):



图III 吊车梁支座处最大剪力 V_d 计算简图

竖向附加活载作用下端部剪力 $V_{da}=0$ kN

吊车考虑动力系数后最大轮压标准值:

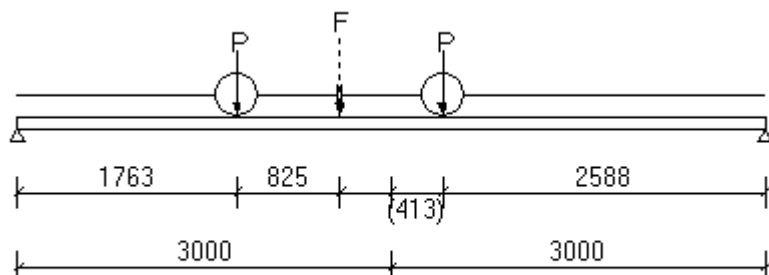
$$P=1.05 \times 74=77.7 \text{ kN}$$

吊车竖向荷载作用下端部剪力:

$$V_{dc}=1.4 \times 1.03 \times 77.7 \times (2 \times 6000 - 1650) / 6000 = 211 \text{ kN}$$

端部最大剪力计算值: $V_d=211$ kN

2 跨中最大竖向弯矩 M_{vm} 计算(参图IV):



图IV 跨中最大竖向弯矩 M_{vm} 和剪力 V_m 计算简图

竖向附加活载作用下跨中弯矩 $M_{va}=0 \text{ kN} \cdot \text{m}$

吊车考虑动力系数后单轮竖向作用力标准值:

$$P=1.05 \times 74=77.7 \text{ kN}$$

吊车荷载合力: $F=77.7 \times 2=155.4 \text{ kN}$

左支座反力: $R=155.4 \times 3413/6000=88.38 \text{ kN}$

吊车梁跨中弯矩 M_{vc} 计算:

$$M_{vc}=1.4 \times 1.03 \times (88.38 \times 3413 - 77.7 \times 1650) \times 10^{-3}=250 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

跨中最大弯矩计算值: $M_{vm}=250 \text{ kN} \cdot \text{m}$

3 跨中最大竖向弯矩对应剪力 V_m 计算(参图IV):

自重和竖向附加活载作用下端部剪力:

$$V_{ma}=(1.4 \times g_v + 1.2 \times q_s) \times S/l_0=(1.4 \times 0 + 1.2 \times 1.135) \times 3413/6000 \times 10^{-3}=0 \text{ kN}$$

吊车考虑动力系数后单轮竖向作用力标准值:

$$P=1.05 \times 74=77.7 \text{ kN}$$

吊车荷载合力: $F=77.7 \times 2=155.4 \text{ kN}$

左支座反力: $R=155.4 \times 3413/6000=88.38 \text{ kN}$

最大弯矩点左侧剪力计算:

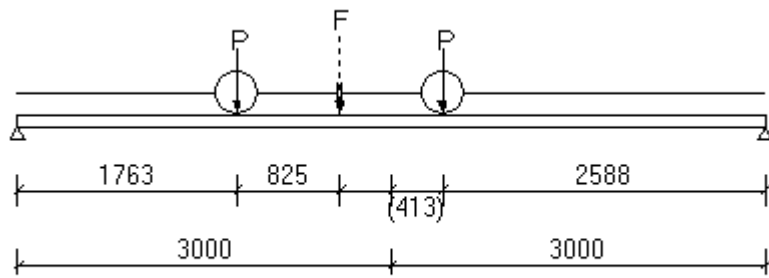
$$V_{m1}=1.4 \times 1.03 \times (88.38 - 77.7 \times 3413/6000)=15.41 \text{ kN}$$

最大弯矩点右侧剪力计算:

$$V_{m2}=V_{m1} - 1.4 \times 1.03 \times 77.7 = -96.64 \text{ kN}$$

跨中最大弯矩对应的剪力计算值: $V_m=96.64 \text{ kN}$

4 吊车梁跨中最大水平弯矩 M_{hm} 计算(参图V):



图V 吊车梁跨中最大水平弯矩 M_{hm} 计算简图

水平附加活载作用下跨中弯矩 $M_{ha}=0 \text{ kN} \cdot \text{m}$

吊车考虑刹车力系数及其放大后单轮横向作用力标准值:

$$P=0.12 \times (5+2.126)/2 \times g/2=2.095 \text{ kN}$$

吊车荷载合力: $F=2.095 \times 2=4.19 \text{ kN}$

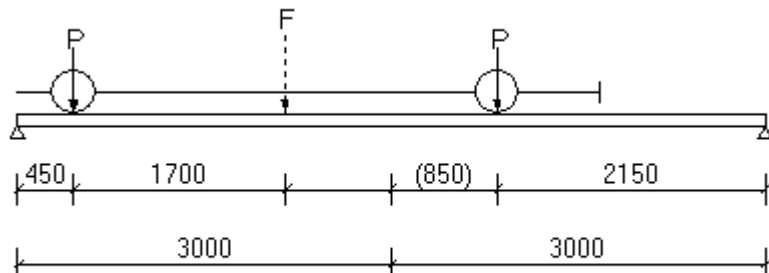
左支座反力: $R=4.19 \times 3413/6000=2.383 \text{ kN}$

吊车梁跨中弯矩 M_{hc} 计算:

$$M_{hc}=1.4 \times (2.383 \times 3413 - 2.095 \times 1650) \times 10^{-3}=6.546 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

跨中最大水平弯矩计算值: $M_{hm}=6.546 \text{ kN} \cdot \text{m}$

5 跨中最大竖向弯矩标准值 M_{vk} 计算(参图VI):



图VI 跨中最大弯矩标准值 M_{vk} 与 M_{hk} 计算简图

竖向附加活载作用下跨中弯矩 $M_{vka}=0 \text{ kN} \cdot \text{m}$

吊车单轮最大轮压标准值:

$$P=1.0 \times 74=74 \text{ kN}$$

吊车荷载合力: $F=74 \times 2=148 \text{ kN}$

左支座反力: $R=148 \times 3850/6000=94.97 \text{ kN}$

吊车梁跨中弯矩 M_{vkc} 计算:

$$M_{vkc}=1 \times 1.03 \times (94.97 \times 3850 - 74 \times 3400) \times 10^{-3}=117.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

跨中最大弯矩计算值: $M_{vk}=117.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$

6 跨中最大水平弯矩标准值 M_{hk} 计算(参图VI):

水平附加活载作用下跨中弯矩 $M_{hka}=0 \text{ kN} \cdot \text{m}$

吊车考虑刹车力系数及其放大后单轮横向作用力标准值:

$$P=0.12 \times (5+2.126)/2 \times g/2=2.095 \text{ kN}$$

吊车荷载合力: $F=2.095 \times 2=4.19 \text{ kN}$

左支座反力： $R=4.19 \times 3850/6000=2.689$ kN

吊车梁跨中弯矩 M_{hkc} 计算：

$$M_{hkc}=1 \times (2.689 \times 3850 - 2.095 \times 3400) \times 10^{-3}=3.228 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

跨中最大水平弯矩计算值： $M_{hk}=3.228$ kN·m

四. 吊车梁板件宽厚比验算：

1 受压(上)翼缘宽厚比验算：

受压翼缘宽厚比限值： $[b_0/t]=15 \times (235/f_y)^{0.5}=15$

翼缘自由外伸宽度： $b_0=145$ mm

翼缘宽厚比： $b_0/T_{f1}=145/12=12.08$

2 腹板高厚比验算：

腹板高厚比限值： $[h_0/t]=250$

腹板计算高度： $h_0=726$ mm

腹板高厚比： $h_0/T_w=726/10=72.6$

五. 吊车梁截面强度验算：

1 上翼缘受压强度验算：

吊车梁不采用制动结构

吊车梁无须验算疲劳强度且 $b_0/T_{f1}=12.08 \leq 13$ ，取 $\gamma_x=1.05$

吊车梁无须验算疲劳强度，取 $\gamma_y=1.2$

$$\begin{aligned}\xi &= (M_{vm}/W_{nx}/\gamma_x + M_{hm}/W_{ny}/\gamma_y)/f_t \\ &= (250/3156/1.05 + 6.546/152/1.2) \times 10^{-3}/215 \\ &= 0.5179\end{aligned}$$

2 下翼缘受拉强度验算：

$$\xi = M_{vm}/W_{nx1}/f_b = 250 \times 10^{-3}/3394/215 = 0.3427$$

3 端部腹板剪应力强度验算：

考虑截面削弱系数 1.2

$$\begin{aligned}\tau &= V_d * S_{dx} / (I_{dx} * T_w / 1.2) / f_v \\ &= 211 \times 1987 / (1.299e+005 \times 10 / 1.2) / 125 \times 10^{-2} \\ &= 0.3098\end{aligned}$$

4 最大轮压下腹板局部承压强度验算：

考虑集中荷载增大系数后的最大轮压设计值按第一台吊车计算：

吊车最大轮压： $P_{max}=74$ kN

轻、中级工作制吊车梁，依《钢规》4.1.3 取增大系数： $\psi=1.0$

$$F = \gamma_c * \psi * \mu * P_{max} = 1.4 \times 1 \times 1.05 \times 74 = 108.8 \text{ kN}$$

梁顶到腹板计算高度上边缘距离： $h_y=T_{f1}=12$ mm

轨道高度： $h_R=140$ mm

集中荷载沿跨度方向支承长度取为：50 mm

集中荷载在腹板计算高度上边缘的假定分布长度：

$$l_z = 50 + 5 * h_y + 2 * h_R = 50 + 5 \times 12 + 2 \times 140 = 390 \text{ mm}$$

$$\sigma_c = F/T_w l_z = 108.8 \times 10^3 / 10 / 390 = 27.89 \text{ N/mm}^2$$

腹板抗压强度设计值: $f=215 \text{ N/mm}^2$

局部承压强度比

$$\xi = \sigma_c / f = 27.89 / 215 = 0.1297$$

5 腹板与上翼缘交接处折算应力强度验算:

按跨中最大弯矩及其对应的剪力和最大轮压计算

计算点局部压应力: $\sigma_c = 27.89 \text{ N/mm}^2$ (参见腹板局部承压验算)

计算点正应力计算

计算点到中和轴的距离: $y_1 = H - C_{ny} - T_{f1} = 376.7 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}\sigma &= M_{vm} / I_n * y_1 \\ &= 250 / 1.226e+005 * 376.7 * 10^{-2} \\ &= 76.79 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

计算点剪应力计算

上翼缘对中和轴静矩: $S_1 = (y_1 + 0.5 * T_{f1}) * B_1 * T_{f1} * 10^{-3} = 1378 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned}\tau &= V_m * S_1 / I_x / T_w \\ &= 96.64 * 1378 / 1.299e+005 / 10 * 10^{-2} \\ &= 10.25 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

σ 与 σ_c 同号, 强度设计值增大系数: $\beta_1 = 1.1$

折算应力强度比

$$\begin{aligned}\xi &= (\sigma^2 + \sigma_c^2 - \sigma * \sigma_c + 3 * \tau^2)^{0.5} / (\beta_1 * f) \\ &= (76.79^2 + 27.89^2 - 76.79 * 27.89 + 3 * 10.25^2)^{0.5} / (1.1 * 215) \\ &= 0.2944\end{aligned}$$

6 吊车梁整体稳定性验算

双轴对称截面: $\eta_b = 0$

等截面工字形简支梁 β_b 计算:

受压翼缘无支撑长度: $l_1 = 6000 \text{ mm}$

受压翼缘宽度: $b_1 = 300 \text{ mm}$

受压翼缘厚度: $t_1 = t_f = 12 \text{ mm}$

$$\xi = (l_1 * t_1) / (b_1 * h) = (6000 * 12) / (300 * 750) = 0.32$$

跨中无侧向支承, 集中荷载作用在上翼缘

$$\xi \leq 2.0, \beta_b = 0.73 + 0.18 * 0.32 = 0.7876$$

$$\begin{aligned}\phi_b &= \beta_b * (4320 / \lambda_y^2) * (A * h / W_x) * \{ [1 + (\lambda_y * t_1)^2 / (4.4 * h)^2]^{0.5} + \eta_b \} * (235 / f_y) \\ &= 0.7876 * (4320 / 98.13^2) * (1.446e+004 * 750 / 3.465e+006) * \\ &\quad \{ [1 + (98.13 * 12)^2 / (4.4 * 750)^2]^{0.5} + 0 \} * (235 / 235) \\ &= 1.174\end{aligned}$$

$\phi_b > 0.6$:

$$\phi_b'' = 1.07 - 0.282 / \phi_b = 1.07 - 0.282 / 1.174 = 0.8298$$

取 $\phi_b = \phi_b'' = 0.8298$

不须验算疲劳强度, 取工字形截面塑性发展系数: $\gamma_y = 1.2$

整体稳定强度比:

$$\begin{aligned}\xi &= (M_{vm} / W_x / \phi_b + M_{tm} / \gamma_y / W_y) / f \\ &= (250 / 3465 / 0.8298 * 10^3 + 6.546 / 1.2 / 360.4) * 10^3 / 215 \\ &= 0.4749\end{aligned}$$

六. 吊车梁变形计算:

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/178025123062007027>