

装配式钢筋混凝土简支 T 形梁桥课程设计

一、设计资料

1、桥面净宽：净 -7(车行道) +2×1.0(人行道) +2×0.25(栏杆)。

2、主梁跨径和全长

标准跨径： $L_b=25\text{m}$ (墩中心距离)。

计算跨径： $L=24.50\text{m}$ (支座中心距离)。

预制长度： $L'=24.95\text{m}$ (主梁预制长度)。

3、设计荷载

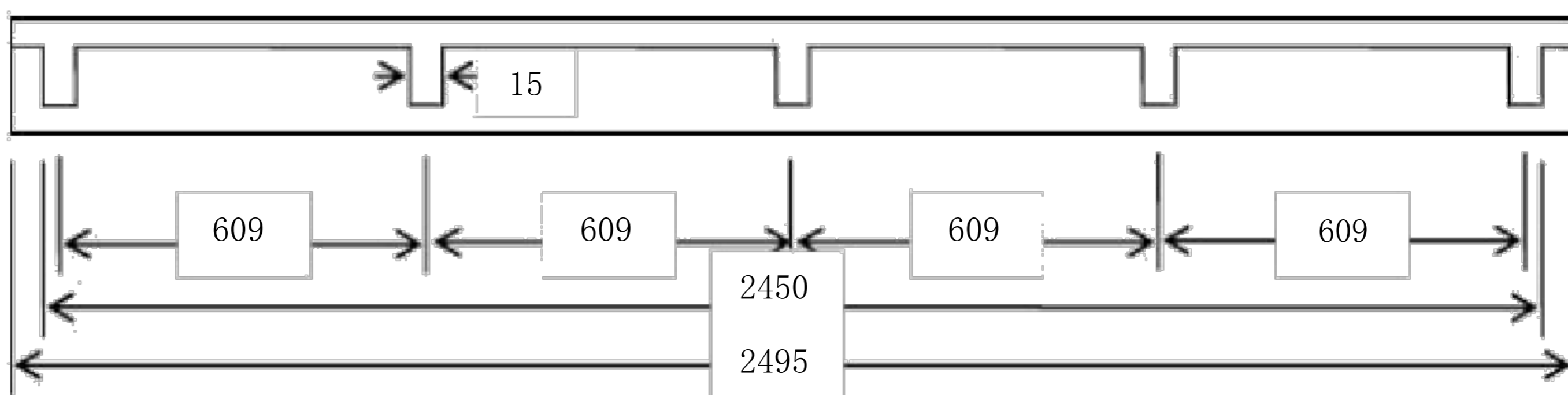
公路 -II 级，人群 3.5kN/m^2 。

4、材料

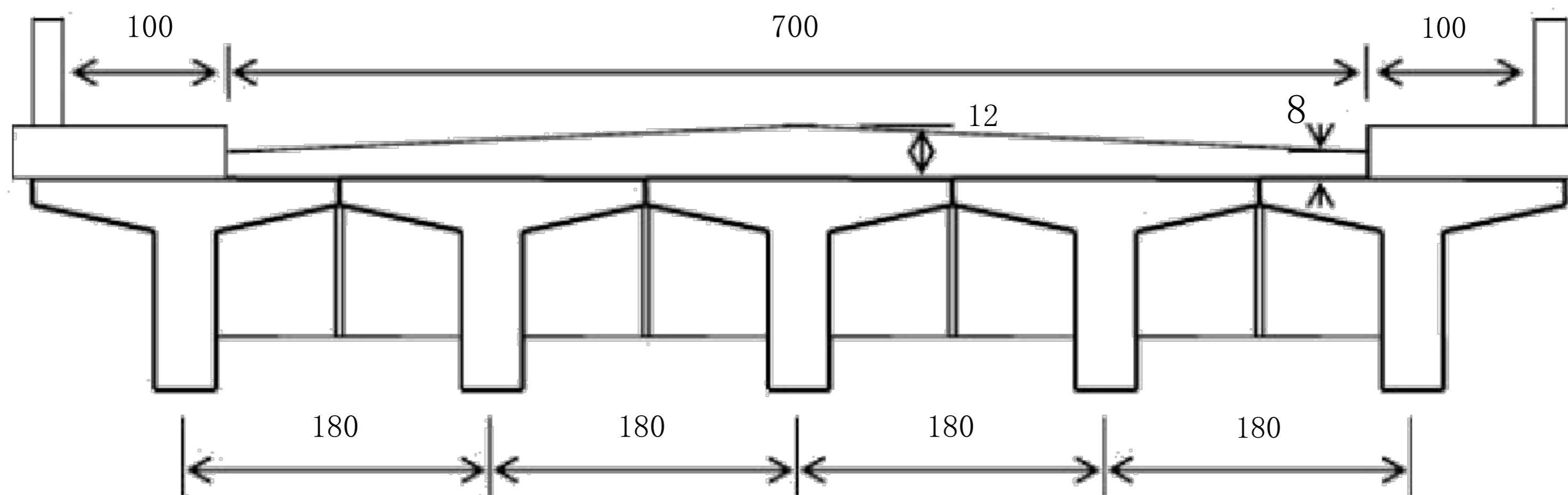
材料	规格	内容
钢筋	HRB335 (原 II 级)	主梁主筋、弯起钢筋和架立钢筋
	R235 (原 I 级)	箍筋
混凝土	C25	主梁
	C30 防水	桥面铺装

5、结构尺寸

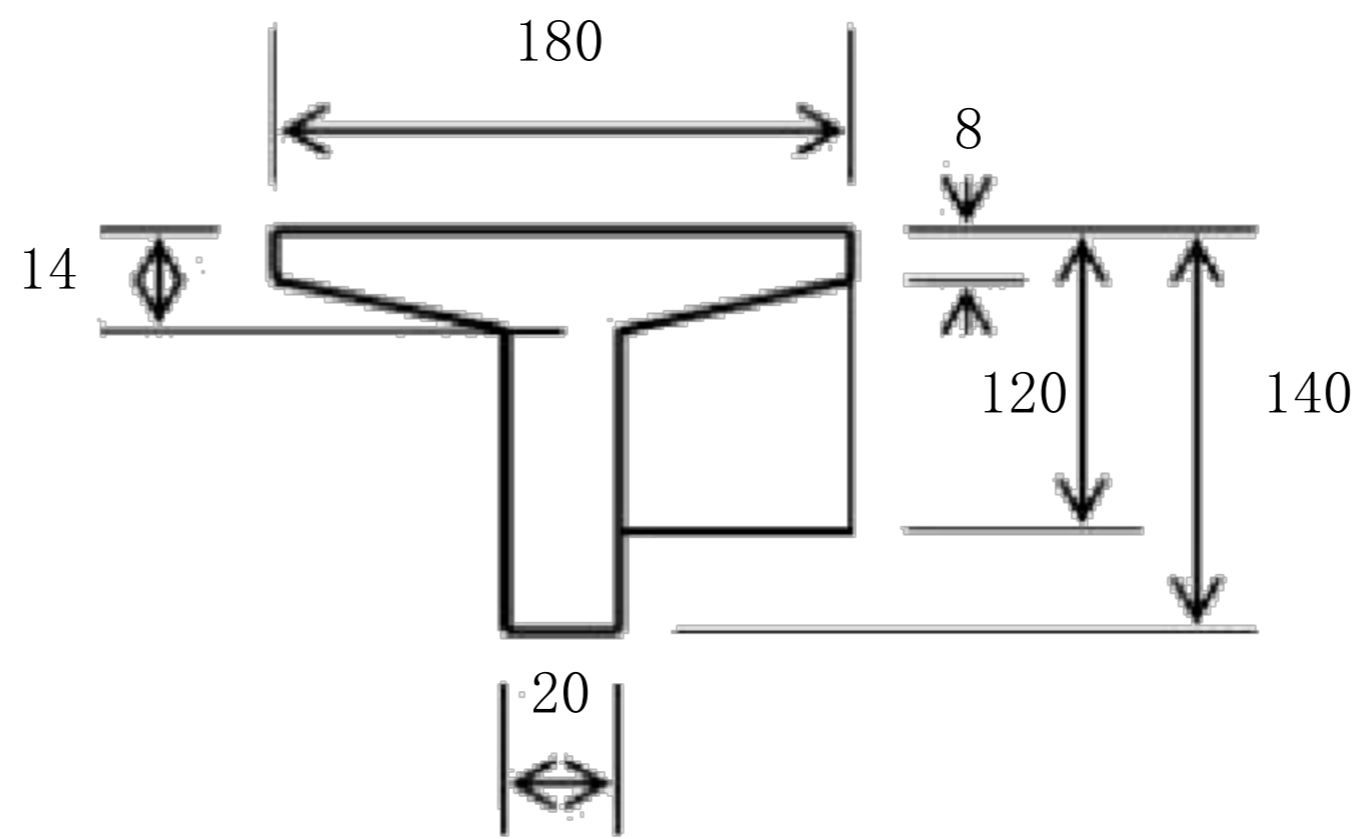
横隔梁 5 根，肋宽 15cm。



桥梁纵向布置图 (单位: cm)



桥梁横断面图 (单位: cm)



T 型梁尺寸图（单位： cm ）

6、计算方法

极限状态法

7、设计依据

(1) 《公路桥涵设计通用规范》（JTG - D60-2004）。

(2) 《公路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG - D60-2004）。

二、行车道板的计算

(一)计算模式

行车道板按照两端固定中间铰接的板来计算

(二)荷载及其效应

1. 每延米板上的恒载 g

桥面铺装： $g_1 = 0.1 \times 1.0 \times 24 = 2.4 \text{ kN/m}$

T 梁翼缘板自重： $g_2 = 0.1 \times 1.0 \times 25 = 2.75 \text{ kN/m}$

每延米跨宽板恒载合计： $g = g_1 + g_2 = 2.4 + 2.75 = 5.15 \text{ kN/m}$

2. 永久荷载产生的效应

弯矩： $M_{sg} = -\frac{1}{2} g l_0^2 = -\frac{1}{2} \times 5.15 \times (1.8 - 0.2)^2 = -1.65 \text{ kNm}$

剪力： $Q_{sg} = g l_0 = \frac{5.15 \times (1.8 - 0.2)}{2} = 4.12 \text{ kN}$

3. 可变荷载产生的效应

以重车后轮作用于绞缝轴线上为最不利布置，此时两边的悬臂板各承受一半的车轮荷载

根据《公路桥涵设计通用规范》 4.3.1条后轮着地宽度 b_2 及长度 a_2 为：

$$a_2 = 0.2 \text{ m} \quad b_2 = 0.6 \text{ m}$$

顺行车方向轮压分布宽度： $a_1 = a_2 + 2H = 0.2 + 2 \times 0.1 = 0.4 \text{ m}$

垂直行车方向轮压分布宽度： $b_1 = b_2 + 2H = 0.6 + 2 \times 0.1 = 0.8 \text{ m}$

荷载作用于悬臂根部的有效分布宽度： $a = a_1 + 1.4 + 2l_0 = 0.4 + 1.4 + 2 \times 0.8 = 3.4\text{m}$

单轮时： $a' = a_1 + 2l_0 = 0.4 + 2 \times 0.8 = 2.0\text{m}$

根据《公路桥涵设计通用规范》4.3.2条，局部加载冲击系数： $\mu = 1.3$

作用于每米宽板条上的弯矩为：

$$M_{sp} = (1 + \mu) \frac{P}{4a} (l_0 - \frac{b_1}{4}) = 1.3 \frac{280}{4 \times 3.4} (0.8 - \frac{0.8}{4}) = 16.06\text{kN/m}$$

单个车轮时：

$$M'_{sp} = (1 + \mu) \frac{P}{4a'} (l_0 - \frac{b}{4}) = 1.3 \frac{140}{4 \times 2.0} (0.8 - \frac{0.8}{4}) = 13.65\text{kN/m}$$

取最大值： $M_{sp} = -16.06\text{kN/m}$

作用于每米宽板条上的剪力为： $Q_{sp} = (1 + \mu) \frac{P}{4a} = 1.3 \frac{280}{4 \times 3.4} = 26.76\text{kN}$

4. 基本组合

根据《公路桥涵设计通用规范》4.1.6条

恒+汽：

$$1.2M_{sg} + 1.4M_{sp} = 1.2 \times (-1.65) + 1.4 \times (-16.06) = -24.46\text{kN/m}$$

$$1.2Q_{sg} + 1.4Q_{sp} = 1.2 \times 4.12 + 1.4 \times 26.76 = 42.41\text{kN}$$

故行车道板的设计作用效应为：

$$M_{sj} = -24.46\text{kN/m}$$

$$Q_{sj} = 42.41\text{kN}$$

(三)截面设计、配筋与强度验算

1. 界面设计与配筋

悬臂板根部高度 $h = 14\text{cm}$ ，净保护层 $a = 2\text{cm}$ 。若选用 $\Phi 12$ 钢筋，则有效高度 h_0 为：

$$h_0 = h - a = \frac{d}{2} = \frac{0.14 - 0.02}{2} = \frac{0.12}{2} = 0.06\text{m}$$

根据《公路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土桥涵设计规范》5.2.2条：

$$\gamma_0 M_d \leq f_{cd} b x (h_0 - \frac{x}{2})$$

$$24.46 \times 11.5 \times 10^3 \leq 1.0 \times b \times (0.113 - \frac{x}{2})$$

化简： $x^2 - 0.226x + 0.00425 = 0$

解得： $x = 0.0205\text{m}$

验算: $\xi_b h_0 = 0.56 \times 0.113 = 0.0633\text{m} > x = 0.0205\text{m}$

根据《公路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土桥涵设计规范》 5.2.2条:

$$f_{sd} A_s = f_{cd} b x$$

$$A_s = \frac{11.5 \times 10^3 \times 0.0205}{280} = 8.42 \times 10^{-4} \text{m}^2 = 8.42 \text{cm}^2$$

需要的间距为: $s = 100 / (8.42 / 1.131) = 13.4\text{cm}$, 取 $s = 13\text{cm}$

$$\text{此时 } A_s = 1.131 \times \frac{100}{13} = 8.7 \text{cm}^2$$

即桥面板布置间距为 13cm 的 $\phi 12$ 钢筋

根据《公路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土桥涵设计规范》 5.2.9条, 抗剪截面应符合:

$$\gamma_0 V_d \leq 0.51 \beta_0 \sqrt{f_{cu,k}} b h_0$$

$$0.51 \times 10^3 \times 25 \times 1000 \times 113 \times 288.15 \text{kN} < V_d = 42.41 \text{kN}$$

满足规范要求

根据《公路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土桥涵设计规范》 5.2.10条

$$\gamma_0 V_d \leq 0.50 \times 10^3 \times 2 \times 113 \times 113 = 69.5 \text{kN} > V_d = 42.41 \text{kN}$$

故不需要进行斜截面抗剪承载力计算, 仅按构造要求配置箍筋。板内分布钢筋用 $\phi 8$, 间距取 25cm。

2. 承载力验算

由 $f_{sd} A_s = f_{cd} b x$ 可得:

$$x = f_{sd} A_s / (f_{cd} b) = 280 \times 0.00087 / (11.5 \times 1) = 0.0211\text{m}$$

$$M_d = f_{cd} b x (h_0 - \frac{x}{2})$$

$$= 11.5 \times 10^3 \times 1.0 \times 0.0211 \times (0.113 - \frac{0.0211}{2}) = 24.86 \text{kNm} \quad M_A = 24.46 \text{kN/m}$$

承载力满足要求

三、主梁的计算

(一) 主梁的荷载横向分布系数

1. 跨中弯矩横向分布系数 (根据偏心受压法计算, 考虑主梁抗扭刚度修正)

(1) 主梁的抗弯惯矩 I 及抗扭惯矩 I_T

平均板厚: $h_0 = \frac{1}{2} (8 + 14) = 11\text{cm}$

主梁截面的重心距顶缘距离 a_x : $a_x = \frac{(180 - 20) \times 11 \times \frac{11}{2} + 140 \times 20 \times \frac{140}{2}}{(180 - 20) \times 11 + 140 \times 20} = 45.1\text{cm}$

$I = \frac{1}{12} \times 160 \times 11^3 + 160 \times 11 \times \left(\frac{11}{2}\right)^2 + \frac{1}{12} \times 20 \times 140^3 + 20 \times 140 \times \left(\frac{140}{2} - 45.1\right)^2$
 $= 9087070 \text{ cm}^4 = 9.087070 \times 10^{-2} \text{ m}^4$

T形截面抗扭惯矩近似等于各个矩形截面抗扭惯矩之和:

顶板: $b_1/t_1 = 1.8 / 0.11 = 16.4$, 查表得 $\alpha_1 = 0.333$

腹板: $b_2/t_2 = (1.4 - 0.11) / 0.2 = 6.45$, 查表得 $\alpha_2 = 0.301$

$I_T = 0.333 \times 1.8 \times 0.11^3 + 0.301 \times (1.29 - 0.2) \times 0.2^3 = 3.90 \times 10^{-3}$

(2) 抗扭修正系数 β

根据《公路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土桥涵设计规范》 3.1.6条, $G = 0.4E$

$a_1 = a_5 = 3.6\text{m}$

$a_2 = a_4 = 1.8\text{m}$

$a_3 = 0\text{m}$

$\sum_{i=1}^5 a_i^2 = 2 \times (3.6^2 + 1.8^2) = 32.4$

$\beta = \frac{1}{1 + \frac{GI_T \sum_{Ti} I_i}{12E \sum a_i^2 I_i}} = \frac{1}{1 + \frac{0.4 \times 24.52 \times 5 \times 3.90 \times 10^{-3}}{12 \times 32.4 \times 9.087070 \times 10^{-2}}} = 0.883$

(3) 各主梁横向分布系数

1号主梁的横向影响线

$\eta_{11} = \frac{1}{5} + 0.883 \times \frac{3.6 - 3.6}{32.4} = 0.553$

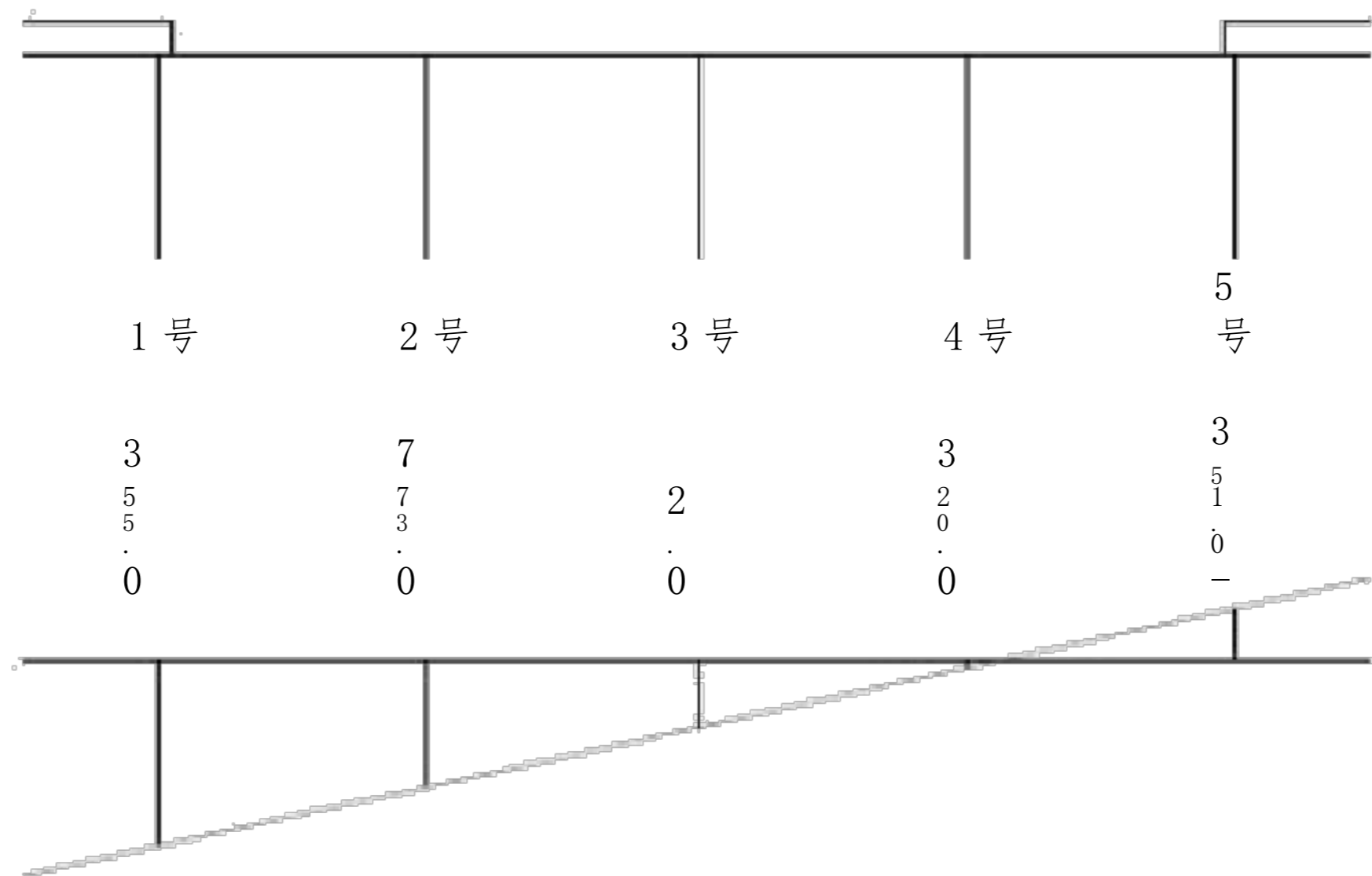
$\eta_{12} = \frac{1}{5} + 0.883 \times \frac{3.6 - 1.8}{32.4} = 0.377$

$\eta_{13} = \frac{1}{5} + 0.883 \times \frac{3.6 - 0}{32.4} = 0.2$

$\eta_{14} = \frac{1}{5} - 0.883 \times \frac{3.6 - 1.8}{32.4} = 0.023$

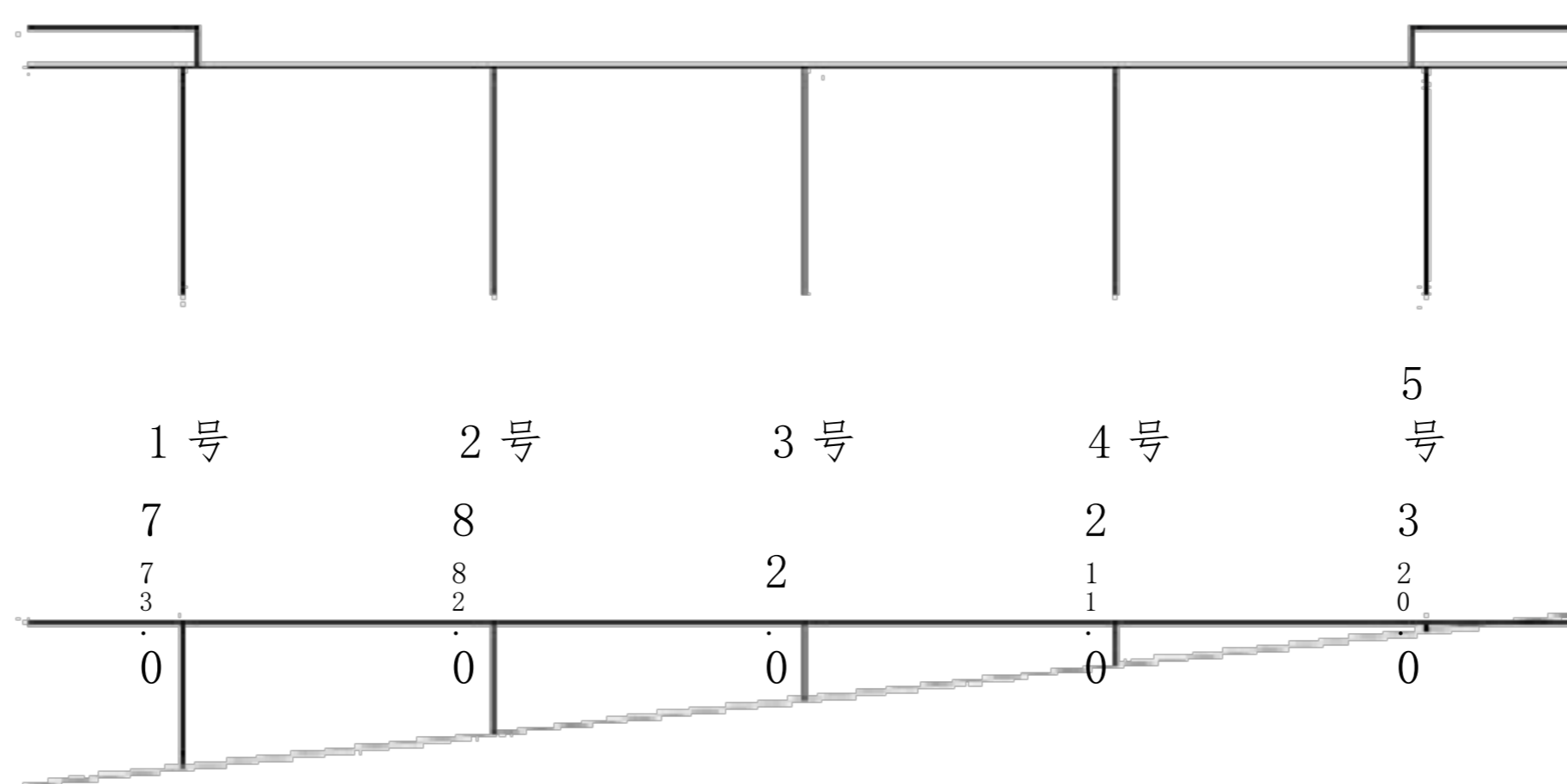
$$15 = \frac{1}{5} \times 0.883 \times 32.4 - 0.153$$

具体见下图

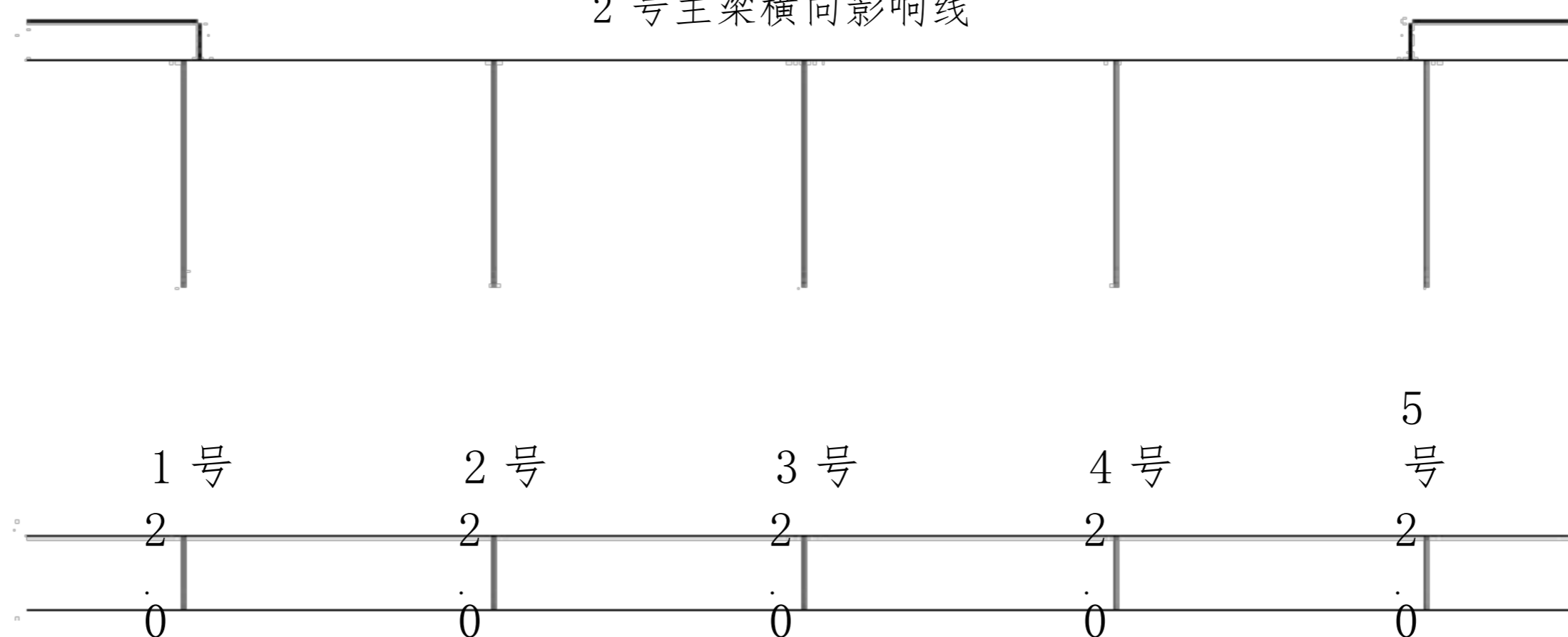


1 号主梁横向影响线

同理可求得 2 号主梁和 3 号主梁的影响线，由于结构对称，4 号主梁的影响线与 2 号主梁影响线对称，5 号主梁的影响线与 1 号主梁影响线对称。

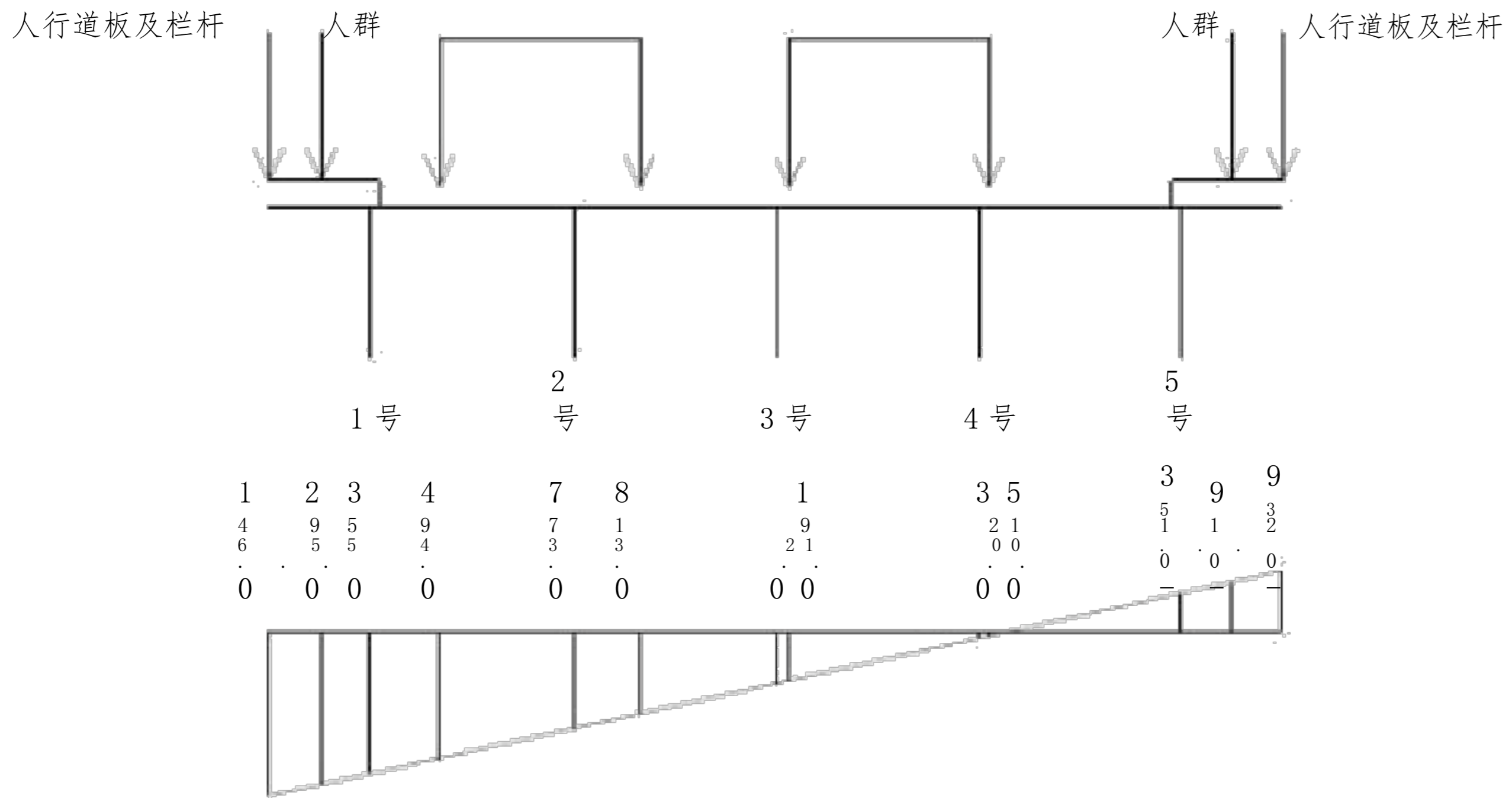


2 号主梁横向影响线

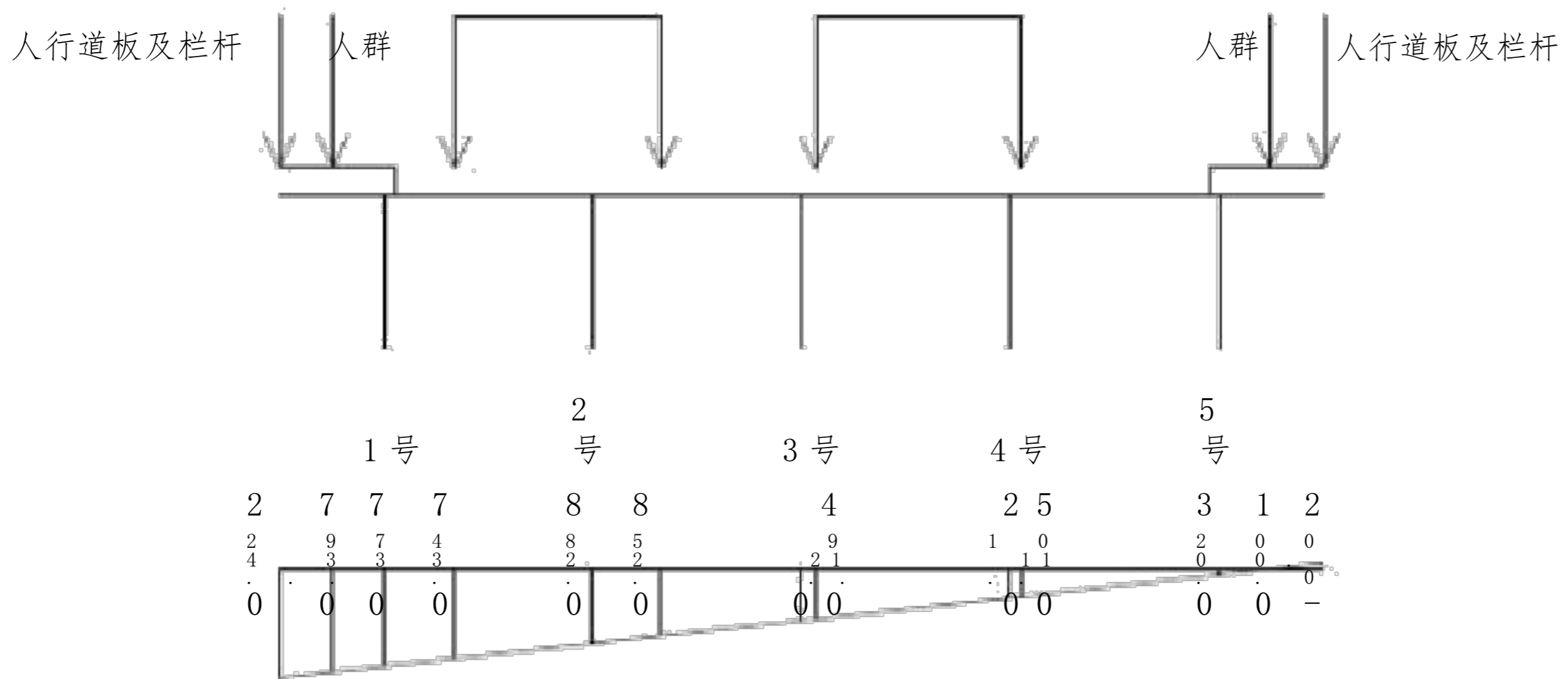


3 号主梁横向影响线

对 1、2、3 号主梁进行最不利加载以求得横向分布系数，加载的位置见下图



1号主梁最不利加载



2号主梁最不利加载

3号梁的横向影响线为直线，可直接计算

对于公路 II 级

1号主梁的横向分布系数:

$$\eta_{1q} = \frac{1}{2} (0.494 + 0.316 + 0.191 + 0.015) = 0.508$$

2号主梁的横向分布系数:

$$\eta_{2q} = \frac{1}{2} (0.347 + 0.258 + 0.194 + 0.105) = 0.452$$

3号主梁的横向分布系数:

$$\eta_{3q} = \frac{1}{2} (0.2 + 0.4 + 0.4) = 0.5$$

对于人群

1号主梁的横向分布系数:

$$\eta_{1r} = 0.592$$

2号主梁的横向分布系数:

$$\eta_{2r} = 0.397$$

3号主梁的横向分布系数:

$$\eta_{3r} = 2 \times 0.2 + 0.4 = 0.8$$

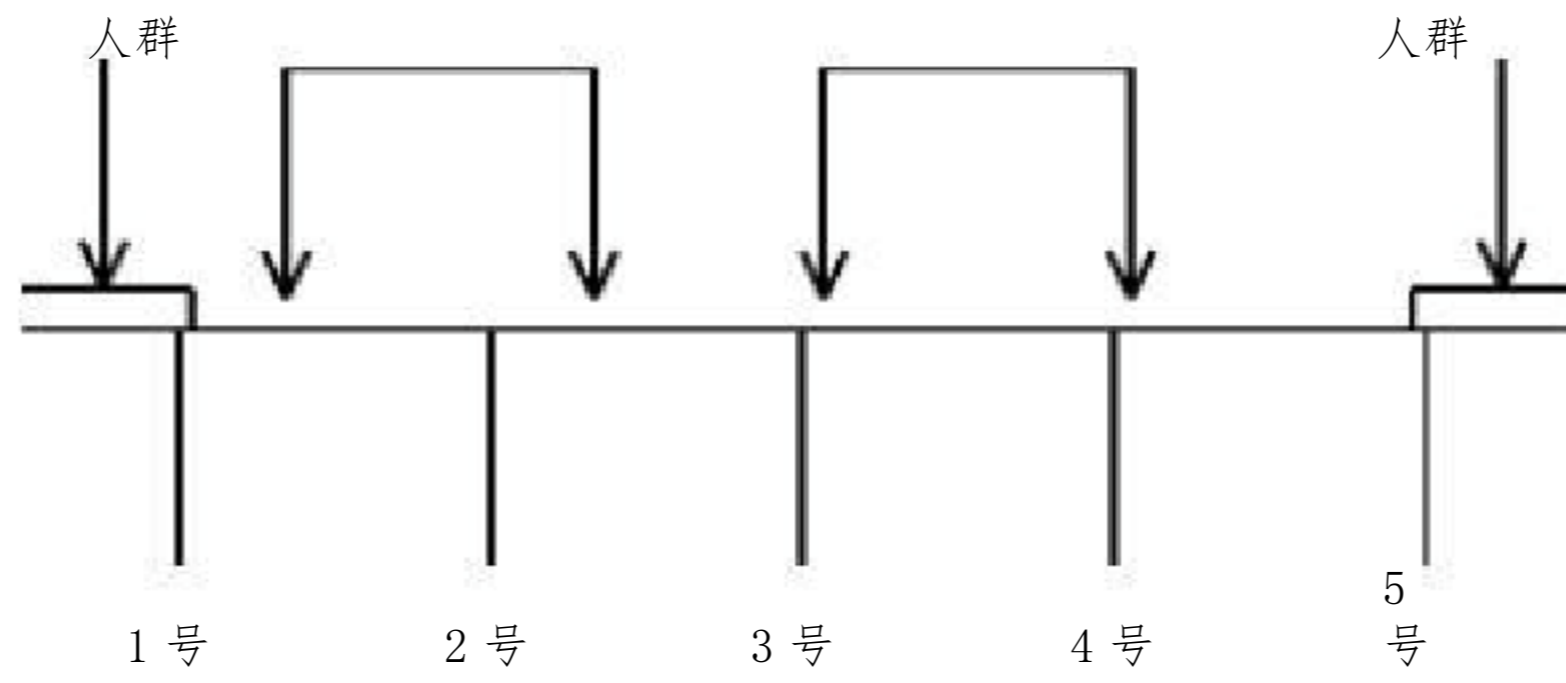
对于人行道板和栏杆

1号主梁的横向分布系数： $\eta_{1b} = 0.641 - 0.239 = 0.402$

2号主梁的横向分布系数： $\eta_{2b} = 0.422 - 0.02 = 0.402$

3号主梁的横向分布系数： $\eta_{3b} = 0.2 + 0.2 = 0.4$

2. 梁端剪力横向分布系数 (根据杠杆法计算)

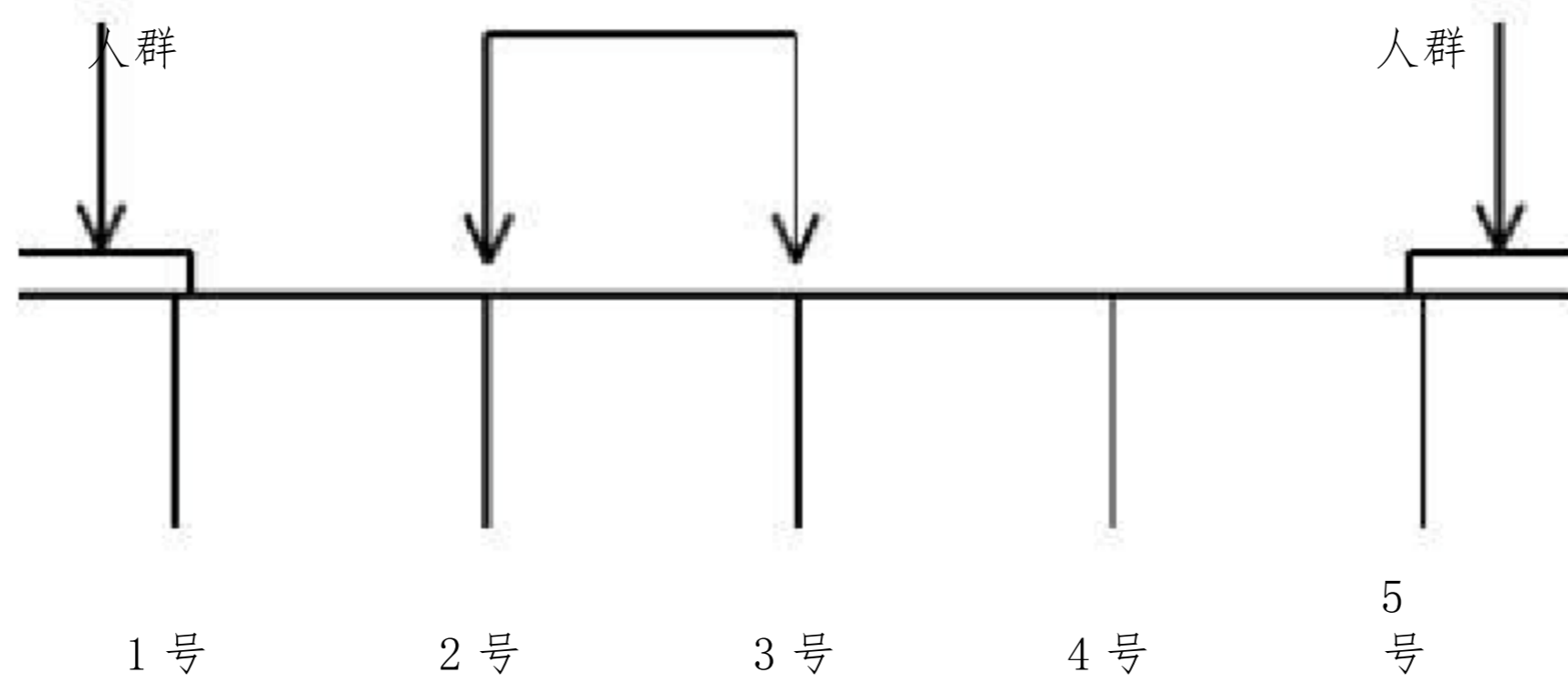


2
2
2
1

0
1
0

7
6
6
0

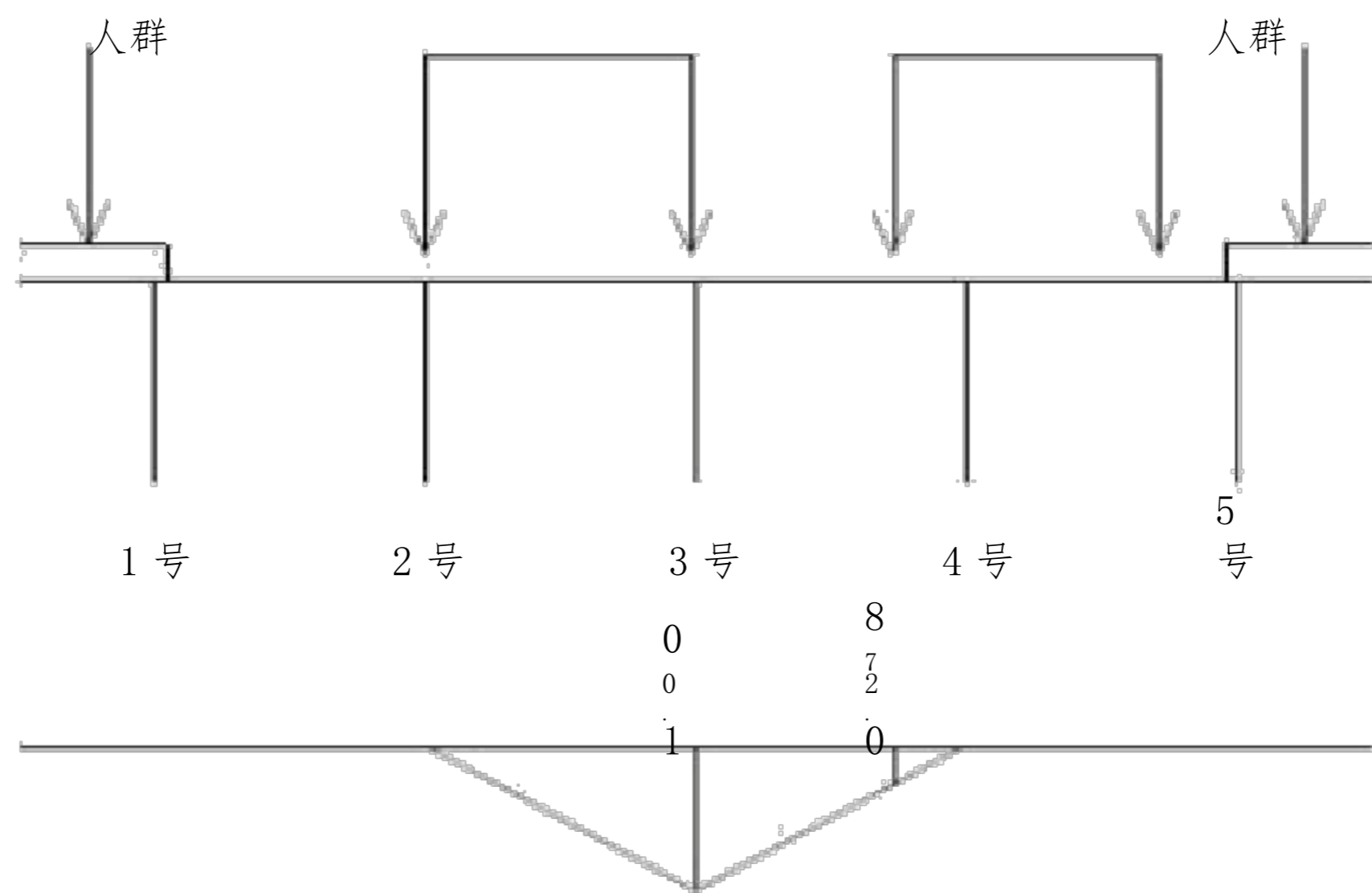
1号主梁加载



2
2
2
1

0
0
1

2号主梁加载



3号主梁加载

对于公路 II 级

1号主梁的横向分布系数: $\eta_{1q}' = \frac{1}{2} \times 0.667 = 0.334$

2号主梁的横向分布系数: $\eta_{2q}' = \frac{1}{2} \times 1.00 = 0.5$

3号主梁的横向分布系数: $\eta_{3q}' = \frac{1}{2} \times (1.0 + 0.278) = 0.639$

对于人群

1号主梁的横向分布系数: $\eta_{1r} = 1.222$

2号主梁的横向分布系数: $\eta_{2r} = 0.222$

3号主梁的横向分布系数: $\eta_{3r} = 0$

(二)作用效应计算

1. 永久作用效应

(1)永久荷载

假定桥面构造各部分重力平均分配给主梁承担

主梁: $[(1.8 \times 0.2) + 0.11 + 1.4 \times 0.2] \times 25 = 11.4 \text{ kN/m}$

横隔板:

中梁: $0.5 \times (1.06 + 1.12) \times 0.8 \times 2 + 0.15 \times 25 \times 5 = 24.5 \text{ kN/m}$

边梁: $0.5 \times (1.06 + 1.12) \times 0.8 \times 0.15 \times 25 + 5 \times 24.5 = 0.67 \text{ kN/m}$

桥面铺装: $0.1 \times 1.8 \times 24 = 4.32 \text{ kN/m}$

人行道板及栏杆按照 5.5 kN/m 来计算, 根据横向分布系数分摊至各主梁的荷载为:

1号主梁: $0.402 \times 5.5 = 2.21 \text{ kN/m}$

2号主梁: $0.402 \times 5.5 = 2.21 \text{ kN/m}$

3号主梁: $0.4 \times 5.5 = 2.2 \text{ kN/m}$

1号主梁: $11.4 + 0.67 + 4.32 + 2.21 = 18.6 \text{ kN/m}$
 2号主梁: $11.4 + 1.33 + 4.32 + 2.21 = 19.26 \text{ kN/m}$
 3号主梁: $11.4 + 1.33 + 4.32 + 2.2 = 19.25 \text{ kN/m}$
 (2)永久作用效应计算

1号主梁

$$\text{跨中弯矩: } M_{1/2} = \frac{1}{8} \times 18.6 \times 24.5^2 = 1395.6 \text{ kNm}$$

$$\text{支点剪力: } Q_0 = \frac{1}{2} \times 18.6 \times 24.5 = 227.9 \text{ kN}$$

2号主梁

$$\text{跨中弯矩: } M_{1/2} = \frac{1}{8} \times 19.26 \times 24.5^2 = 1445.1 \text{ kNm}$$

$$\text{支点剪力: } Q_0 = \frac{1}{2} \times 19.26 \times 24.5 = 235.9 \text{ kN}$$

3号主梁

$$\text{跨中弯矩: } M_{1/2} = \frac{1}{8} \times 19.25 \times 24.5^2 = 1444.4 \text{ kNm}$$

$$\text{支点剪力: } Q_0 = \frac{1}{2} \times 19.25 \times 24.5 = 235.8 \text{ kN}$$

2. 可变作用效应

(1)汽车荷载冲击系数

取冲击系数 $\mu = 3$

(2)可变作用产生的弯矩

a. 公路 II 级

根据《公路桥涵设计通用规范》4.3.1条规定,公路 II 级车道荷载按照公路 I 级车道荷载的 0.75 倍采用,即均布荷载 $q_k = 7.875 \text{ kN/m}$, $P_k = 195 \text{ kN}$

各主梁的跨中弯矩:

$$1 \text{ 号主梁: } M_{1/2} = 0.508 \times (1 + 0.3) \times \left(\frac{1}{8} \times 7.875 \times 24.5^2 + \frac{1}{4} \times 195 \times 24.5 \right) = 1179.0 \text{ kNm}$$

$$2 \text{ 号主梁: } M_{1/2} = 0.452 \times (1 + 0.3) \times \left(\frac{1}{8} \times 7.875 \times 24.5^2 + \frac{1}{4} \times 195 \times 24.5 \right) = 1049.0 \text{ kNm}$$

$$3 \text{ 号主梁: } M_{1/2} = 0.4 \times (1 + 0.3) \times \left(\frac{1}{8} \times 7.875 \times 24.5^2 + \frac{1}{4} \times 195 \times 24.5 \right) = 928.3 \text{ kNm}$$

b. 人群荷载

人群荷载: $p_r = 3.5 \times 1.0 = 3.5 \text{ kN/m}$

各主梁的跨中弯矩:

$$1 \text{ 号主梁: } M_{1/2} = 0.592 \times \frac{1}{8} \times 3.5 \times 24.5^2 = 155.5 \text{ kNm}$$

$$2 \text{ 号主梁: } M_{1/2} = 0.397 \times \frac{1}{8} \times 3.5 \times 24.5^2 = 104.3 \text{ kNm}$$

$$3 \quad M_{1/2} = 0.4 \times \frac{1}{8} \times 3.5 \times 24.5 = 105.0 \text{ kNm}$$

c. 弯矩基本组合

根据《公路桥涵设计通用规范》4.1.6条规定，永久作用设计值效应与可变作用设计值效应的分项系数为：

永久荷载作用分项系数： $\gamma_{G1} = 1.2$

汽车荷载作用分项系数： $\gamma_{Q1} = 1.4$

人群荷载作用分项系数： $\gamma_{Q2} = 1.4$

结构重要性系数： $\gamma_0 = 1.0$

组合系数： $\psi_c = 0.8$

各主梁的弯矩基本组合：

1号主梁： $M_{1/2} = 1.0 \times (1.2 \times 1395.6 + 1.4 \times 1179.0 + 0.8 \times 1.4 \times 155.5) = 3499.5 \text{ kNm}$

2号主梁： $M_{1/2} = 1.0 \times (1.2 \times 1445.1 + 1.4 \times 1049.0 + 0.8 \times 1.4 \times 104.3) = 3319.5 \text{ kNm}$

3号主梁： $M_{1/2} = 1.0 \times (1.2 \times 1444.4 + 1.4 \times 928.3 + 0.8 \times 1.4 \times 105) = 3150.5 \text{ kNm}$

(3) 可变作用产生的跨中剪力

按照跨中的横向分布系数来计算跨中的剪力，横向分布系数沿桥跨没有变化，计算剪力时，根据《公路桥涵设计通用规范》4.3.1条规定，集中荷载标注值 P_k 需

乘以 1.2 的系数，即 $P_k = 195 \times 1.2 = 234 \text{ kN}$

a. 公路 II 级

各主梁的跨中剪力：

1号主梁： $Q_{1/2} = 0.508 \times (1+0.3) \times \left(\frac{1}{2} \times 7.875 \times 24.5 - \frac{1}{4} + \frac{234}{2} \right) = 93.2 \text{ kN}$

2号主梁： $Q_{1/2} = 0.452 \times (1+0.3) \times \left(\frac{1}{2} \times 7.875 \times 24.5 - \frac{1}{4} + \frac{234}{2} \right) = 82.9 \text{ kN}$

3号主梁： $Q_{1/2} = 0.4 \times (1+0.3) \times \left(\frac{1}{2} \times 7.875 \times 24.5 - \frac{1}{4} + \frac{234}{2} \right) = 73.4 \text{ kN}$

b. 人群荷载

各主梁的跨中剪力：

1号主梁： $Q_{1/2} = 0.592 \times \frac{1}{2} \times 3.5 \times 24.5 - \frac{1}{4} = 5.7 \text{ kN}$

2号主梁： $Q_{1/2} = 0.397 \times \frac{1}{2} \times 3.5 \times 24.5 - \frac{1}{4} = 3.8 \text{ kN}$

3号主梁： $Q_{1/2} = 0.435 \times \frac{1}{2} \times 3.5 \times 24.5 - \frac{1}{4} = 3.8 \text{ kN}$

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/325232121323011210>