

模板计算实例

1、工程概况

柱网尺寸 6m×9m，柱截面尺寸 600mm×600mm

纵向梁截面尺寸 300mm×600mm，横向梁截面尺寸 600mm×800mm，

无次梁，板厚 150 mm，层高 12m，支架高宽比小于 3。

（采用泵送混凝土。）

2、工程参数（技术参数）

梁与支架参数					
梁截面宽度		0.24m		梁截面高度	
0.4m		支架高度		2.9m	
楼板厚度		120m		立杆梁跨度方向间距 l _a	
1m		钢管类型		φ48×3.0m	
梁两侧与梁底立杆		梁两侧立杆间距 1m,梁下增加 2 根立杆			
水平杆最大步距	1.0m	顶步步距	0.8	立杆伸出水平杆长度 a	0.4m
面板		18mm 厚木胶合板			
梁底面板木楞		100×100mm 方木，2 根			
梁侧次楞		50×80mm 方木，间距 150mm			
梁侧主楞		方木 60mm×90mm，间距 300mm			
穿梁螺栓		穿梁螺栓直径 14mm，间距：300mm×300mm			
荷载参数					
永久荷载	新浇砼自重	24kN/m ³	钢筋自重	1.5kN/m ³	
	面板次楞自重	0.3kN/m ²	支架自重	0.127kN/m	
可变荷载	施工人员及设备荷载	1kN/m ² (根据不同情况定)	倾倒砼对梁侧模板荷载	2kN/m ²	
	振捣砼对梁底模板荷载	2kN/m ²	振捣砼对梁侧模板荷载	4kN/m ²	

3 计算

3.1 梁侧模板计算

图 3.1 梁侧模板受力简图

3.1.1 梁侧模板荷载标准值计算

新浇筑的混凝土作用于模板的侧压力标准值，依据建筑施工模板安全技术规范，按下列公式计算，取其中的较小值：

$$F=0.22\gamma_c t_0 \beta_1 \beta_2 \sqrt{V} \qquad 4.1.1-1$$

$$F=\gamma_c H \qquad 4.1.1-2$$

式中：

γ_c -- 混凝土的重力密度，取24kN/m³；

t_0 -- 新浇混凝土的初凝时间，按200/(T+15)计算，取初凝时间为5.7小时。

T：混凝土的入模温度，经现场测试，为20℃；

V -- 混凝土的浇筑速度，取11m/h；

H -- 混凝土侧压力计算位置处至新浇混凝土顶面总高度，取0.8m；

β_1 -- 外加剂影响修正系数，取1.2；

β_2 -- 混凝土坍落度影响修正系数，取1.15。

$$F=0.22\gamma_c t_0 \beta_1 \beta_2 \sqrt{V}=0.22\times 24\times 5.7\times 1.2\times 1.15\times 3.32=138.13 \text{ kN/m}^2$$

$$F=\gamma_c H=24\times 0.8=19.2 \text{ kN/m}^2$$

根据以上两个公式计算，新浇筑混凝土对模板的侧压力标准值取较小值19.2kN/m²。

3.1.2梁侧面板强度验算

面板采用木胶合板，厚度为18mm，验算跨中最不利抗弯强度和挠度。计算宽度取 1000mm。（次楞平行于梁方向）

$$\text{面板的截面抵抗矩} W= 1000\times 18\times 18/6=54000\text{mm}^3;$$

$$(W= 650\times 18\times 18/6=35100\text{mm}^3;) \text{ （次楞垂直于梁方向）}$$

$$\text{截面惯性矩} I= 1000\times 18\times 18\times 18/12=486000\text{mm}^4;$$

(I= 650×18×18×18/12=315900mm4;)

1、面板按三跨连续板计算，其计算跨度取支承面板的次楞间距，L=0.15m。

2、荷载计算

新浇筑混凝土对模板的侧压力标准值 G_{4k} =19. 2kN/m²，

振捣砼对侧模板产生的荷载标准值 Q_{2K} =4kN/m²。

(规范:2 振捣混凝土时产生的荷载标准值(Q_{2k}))(↓→)对水平面模板可采用 2 kN/m²，
对垂直面模板可采用 4 kN/m²)

荷载基本组合

1) 由可变荷载效应控制的组合

$$S=r_G\sum_{i=1}G_{ik}+r_{Q1}Q_{1k}\tag{4.3.1—2}$$

$$S=r_G\sum_{i=1}G_{ik}+0.9\sum_{i=1}r_{Qi}Q_{ik}\tag{4.3.1—3}$$

式中 r_G ——永久荷载分项系数，应按表 4.2.3 采用；

r_{Qi} ——第*i* 个可变荷载的分项系数，其中 r_{Q1} 为可变荷载 Q_1 的分项系数，应按表 4.2.3 采用；

$\sum_{i=1}G_{ik}$ ——按永久荷载标准值 G_k 计算的荷载效应值；

S_{Qik} ——按可变荷载标准值 Q_{ik} 计算的荷载效应值，其中 S_{Q1k} 为诸可变荷载效应中起控制作用者；

n ——参与组合的可变荷载数。

(2) 由永久荷载效应控制的组合：

$$S=r_GS_{Gk}+\sum_{i=1}r_{Qi}\psi_{ci}S_{Qik}\tag{4.3.1—4}$$

式中 ψ_{ci} ——可变荷载 Q_i 的组合值系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》（GB50009）中各章的规定采用；模板中规定的各可变荷载组合值系数为 0.7。

(对本工程而言)

式中： r_0 ——结构重要性系数，其值按 0.9 采用；

r_G ——永久荷载分项系数

G_{4k} ——新浇筑混凝土对模板的侧压力标准值

γ_Q ——活荷载分项系数；

Q_{2K} ——振捣砼对侧模板产生的荷载标准值

均布线荷载设计值为：

$$\begin{aligned} q_1 &= r_0 \times (r_G \times G_{4k} + \gamma_Q \times Q_{2K}) \times 1 \\ &= 0.9 \times (1.2 \times 19.2 + 1.4 \times 4) \times 1 \\ &= 25.776 \text{KN/m} \end{aligned}$$

2) 由永久荷载效应控制的组合：

$$S = r_G S_{Gk} + \sum_{i=1}^n r_{Qi} \psi_{ci} S_{Qik} \quad (4.3.1-4)$$

式中 ψ_{ci} ——可变荷载 Q_i 的组合值系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》（GB50009）中各章的规定采用；模板中规定的各可变荷载组合值系数为 0.7。

r_G ——对由永久荷载效应控制的组合，应取 1.35。）

式中： r_0 ——结构重要性系数，其值按 0.9 采用；

r_G ——永久荷载分项系数

G_{4k} ——新浇筑混凝土对模板的侧压力标准值

γ_Q ——活荷载分项系数；

Q_{2K} ——振捣砼对侧模板产生的荷载标准值

均布线荷载设计值为：

$$\begin{aligned} q_2 &= r_0 \times (r_G \times G_{4k} + \gamma_Q \times \psi_{ci} \times Q_{2K}) \times 1 \\ &= 0.9 \times (1.35 \times 19.2 + 1.4 \times 0.7 \times 4) \times 1 \\ &= 26.856 \text{KN/m} \end{aligned}$$

取较大值 $q=26.856 \text{KN/m}$ 作为设计依据。

3、强度验算

$$\sigma_m = \frac{M_{\max}}{W_m} \leq f_m \quad (5.2.1-2)$$

式中 $M_{\max}$ ——最不利弯矩设计值，

取均布荷载与集中荷载分别作用时计算结果的大值

W_m ——木板毛截面抵抗矩；（矩形截面抵抗矩 $W_m = bh^2/6$ ）

f_m ——木材抗弯强度设计值，按本规范附录B 表B.3.1—3、B.3.1—4

和 B.3.1—5 的规定采用。

施工荷载为均布线荷载：

三跨连续板在均布作用下 $M_{\max} = 0.1q_1 l_2$

$$M_{\max} = 0.1q_1 l_2 = 0.1 \times 26.856 \times 0.15 = 0.06 \text{KN} \cdot \text{m}$$

$$(\text{ } M_{\max} = 0.1q_1 l_2 = 0.1 \times 26.856 \times 0.3 = 0.24 \text{KN} \cdot \text{m})$$

面板抗弯强度设计值 $f = 12.5 \text{N/mm}^2$ ；

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{0.06 \times 10^6}{54000} = 1.11 \text{N/mm}^2 < f = 12.5 \text{N/mm}^2$$

面板强度满足要求！

$$(0.06 \times 10^6 / 35100 = 1.7 \text{N/mm}^2 < f = 12.5 \text{N/mm}^2)$$

4、挠度验算

验算挠度时不考虑可变荷载值，仅考虑永久荷载标准值，故其作用效应的线荷载计算如下：

$$q = 1 \times 19.2 = 19.2 \text{KN/m}；$$

面板最大容许挠度值： $150/400 = 0.38 \text{mm}$ ；

（规范： 4.4.1 当验算模板及其支架的刚度时，其最大变形值不得超过下列容许值：

1. 对结构表面外露的模板，为模板构件计算跨度的 $1/400$ ；
2. 对结构表面隐蔽的模板，为模板构件计算跨度的 $1/250$ ；
3. 支架的压缩变形或弹性挠度，为相应的结构计算跨度的 $1/1000$ 。）

$$\nu = 0.677 \frac{q_g L^4}{100 E I_x} \leq [\nu] \text{ (三跨连续板在均布荷载作用下)}$$

式中： ν ——挠度计算值；

q_g ——恒荷载均布线荷载标准值；

E ——弹性模量；

L ——面板计算跨度；

$[\nu]$ ——容许挠度。木和胶合板面板应按本规范第 4.4.1 条采用。

面板弹性模量： $E = 4500\text{N/mm}^2$ ；

$$\nu = \frac{0.677 q_g L^4}{100 E I} = \frac{0.677 \times 19.200 \times 150^4}{100 \times 4500 \times 486000} = 0.03\text{mm} < 0.38\text{mm}$$

满足要求！

3.2 梁侧模板次楞验算

定义：

用户可根据实际情况选择主楞梁、次楞梁或托梁的计算模型，可以是简支梁、双跨连续梁或三跨连续梁。

规范：

《建筑施工模板安全技术规范 JGJ162-2008》：

5.2.2 支承楞梁计算时，次楞一般为 2 跨以上连续楞梁，可按本规范附录C 计算，当跨度不等时，应按不等跨连续楞梁或悬臂楞梁设计；主楞可根据实际情况按连续梁、简支梁或悬臂梁设计；同时次、主楞梁均应进行最不利抗弯强度与挠度计算。

次楞采用 $50 \times 80\text{mm}$ (宽度 $\times$ 高度) 方木，间距：0.15m。

截面抵抗矩 $W = 50 \times 80 \times 80 / 6 = 53333\text{mm}^3$ ；

截面惯性矩 $I = 50 \times 80 \times 80 \times 80 / 12 = 213333\text{mm}^4$ ；

3.2.1 强度验算

1、次楞承受面板传递的荷载，按均布荷载作用下三跨连续梁计算，其计算跨度取主楞间距，L=0.3m。

图3.2.1 次楞计算简图

2、荷载计算

新浇筑混凝土对模板的侧压力标准值 $G_{2k}=19.2\text{kN/m}^2$ ，振捣砼对侧模板产生的荷载标准值 $Q_{2k}=4\text{kN/m}^2$ 。

均布线荷载设计值为：

$$S = r_G \sum_{i=1} G_{ik} + r_{Q1} Q_{1k} \quad (4.3.1-2) \quad [0.9 \times (1.2 \times 19.2 + 1.4 \times 4)]$$

$$q1 = 0.9 \times (1.2 \times 19.2 + 1.4 \times 4) \times 0.15 = 3.866\text{kN/m} \quad (\text{可变荷载})$$

$$S = r_G S_{Gk} + \sum_{i=1} r_{\psi_{ci}} \psi_{ci} S_{Qik} \quad (4.3.1-4) \quad [1.35 \times 19.2 + 1.4 \times 0.7 \times 4]$$

$$q2 = 0.9 \times (1.35 \times 19.2 + 1.4 \times 0.7 \times 4) \times 0.15 = 4.028\text{kN/m} \quad (\text{永久荷载})$$

取较大值 $q=4.028\text{kN/m}$ 作为设计依据。

式中内容：

0.9--结构重要性系数，其值按 0.9 采用；

1.2---新浇筑混凝土自重（ G_{2k} ）。对由可变荷载效应控制的组合，应取 1.2；

1.4--振捣混凝土时产生的荷载（ Q_{2k} ）。一般情况下应取 1.4；

4--振捣混凝土时产生的荷载（ Q_{2k} ）。(振捣混凝土时产生的荷载标准值（ Q_{2k} ），对水平面模板可采用 2 kN/m²，对垂直面模板可采用 4 kN/m²)

0.15-次楞间距。（把面荷载化为线荷载）

1.35--新浇筑混凝土自重（ G_{2k} ）。对由永久荷载效应控制的组合，应取 1.35。

0.7-- 式中 ψ_{ci} ——可变荷载 Q_i 的组合值系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》（GB50009）中各章的规定采用；模板中规定的各可变荷载组合值系数为 0.7。

表 4.2.3 荷载分项系数

荷载类别	分项系数 γ_i
模板及支架自重（ G_{1k} ）	永久荷载的分项系数： (1)当其效应对结构不利时：对由可变荷载

新浇筑混凝土自重 (G_{2k})	效应控制的组合，应取 1.2；对由永久荷载效应控制的组合，应取 1.35。 (2)当其效应对结构有利时：一般情况应取 1； 对结构的倾覆、滑移验算，应取 0.9。
钢筋自重 (G_{3k})	
新浇筑混凝土对模板侧面的压力 (G_{4k})	
施工人员及施工设备荷载 (Q_{1k})	可变荷载的分项系数： 一般情况下应取 1.4； 对标准值大于 4 kN/m ² 的活荷载应取 1.3。
振捣混凝土时产生的荷载 (Q_{2k})	
倾倒混凝土时产生的荷载 (Q_{3k})	
风荷载 (ω_k)	1.4

荷载组合

- 4.3.1 按极限状态设计时，其荷载组合必须符合下列规定：
1. 对于承载能力极限状态，应按荷载效应的基本组合采用，并应采用下列设计表达式进行模板设计：

$$r_0 S \leq R \tag{4.3.1-1}$$

式中 r_0 ——结构重要性系数，其值按 0.9 采用；
 S ——荷载效应组合的设计值；
 R ——结构构件抗力的设计值，应按各有关建筑结构设计规范的规定确定。

对于基本组合，荷载效应组合的设计值 S 应从下列组合值中取最不利值确定：

3、强度验算 计

算最大弯矩：

$$M_{max}=0.1ql_2=0.1\times4.028\times0.3=0.036\text{kN}\cdot\text{m} \tag{建筑结构静力计算手册}$$

最大支座力： $1.1ql=1.1\times4.028\times0.3=1.33\text{kN} \tag{建筑结构静力计算手册}$

次楞抗弯强度设计值 $[f]=17\text{N/mm}^2$ 。

次楞抗弯强度按下式计算：

$$\Sigma = \frac{M_{max}}{W} = \frac{0.036 \times 10^6}{53333} = 0.675\text{N/mm}^2 < 17\text{N/mm}^2$$

满足要求！

3.3.2 抗剪强度验算

次楞最大剪力设计值 $V_1=0.6q_1l_1=0.6\times 4.028\times 0.3=0.725\text{KN}$ （建筑结构静力计算手册）

木材抗剪强度设计值 $f_v=4.8\text{N/mm}^2$;

抗剪强度按下式计算:

$$\tau = \frac{3V}{2bh} = \frac{3\times 0.725\times 10^3}{2\times 50\times 80} = 0.272\text{N/mm}^2 < f_v=4.8\text{N/mm}^2$$

次楞抗剪强度满足要求!

3.2.3 挠度验算

验算挠度时不考虑可变荷载值, 仅考虑永久荷载标准值, 故其作用效应的线荷载计算如下:（规范: 验算挠度采用荷载标准值）

$$q = 19.2\times 0.15=2.88\text{KN/m};$$

次楞最大容许挠度值 $=300/250=1.2\text{mm}$;（规范4.4.1 $L/250$ ）

次楞弹性模量: $E = 10000\text{N/mm}^2$;

挠度按下式计算:

$$v = \frac{0.677q_1l_1^4}{100EI} = \frac{0.677\times 2.88\times 300^4}{100\times 10000\times 213333} = 0.007\text{mm} < 1.2\text{mm}$$

满足要求!

3.3 梁侧模板主楞验算

主楞采用方木 $60\text{mm}\times 90\text{mm}$, 间距: 0.3m 。

截面抵抗矩 $W = 60\times 90\times 90/6=81000\text{mm}^3$;

截面惯性矩 $I = 60\times 90\times 90\times 90/12=3645000\text{mm}^4$;

3.3.1 强度验算

1、内力计算

主楞承受次楞传递的集中荷载 $P=1.33\text{kN}$ ，按集中荷载作用下三跨连续梁计算，其计算跨度取穿梁螺栓间距， $L=0.3\text{m}$ 。

（前面计算的次梁）最大支座力： $1.1q_1=1.1\times 4.028\times 0.3=1.33\text{kN}$ （[建筑结构静力计算手册](#)）

图3.3.1 主楞计算简图(kN)

$M=\text{表中系数}\times p_1$ （[建筑结构静力计算手册](#)）

$M_1=0.175\times 1.33\times 0.3=0.070$

$M_2=0.100\times 1.33\times 0.3=0.040$

支座弯矩 $M=-0.150\times 1.33\times 0.3=-0.060$

主楞弯矩图(kN.m)

$V=\text{表中系数}\times p$ （[建筑结构静力计算手册](#)）

$V_1=0.350\times 1.33=0.466$

$V_2=-0.650\times 1.33=-0.865$

$V_3=0.500\times 1.33=0.665$

$V_4=-0.500\times 1.33=-0.665$

$V_5=0.650\times 1.33=0.865$

$V_6=-0.350\times 1.33=0.466$

主楞剪力图 (KN)

2、强度验算

最大弯矩 $M_{\text{max}}=0.070\text{kN}\cdot\text{m}$

主楞抗弯强度设计值 $[f]=17\text{N/mm}^2$ 。

强按下式计算：

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}}}{\text{ }} = \frac{0.070\times 10^6}{\text{ }} = 0.864\text{N/mm}^2 < 17\text{N/mm}^2$$

$$\frac{W}{81000}$$

满足要求!

3.3.2 抗剪强度验算

主楞最大剪力设计值 $V_{\max}=0.865 \text{ KN}$

木材抗剪强度设计值 $f_v=4.8\text{N/mm}^2$;

抗剪强度按下式计算:

$$\tau = \frac{VS}{Ib} \leq f_v \quad (5.2.2-7)$$

式中:

V ——计算截面沿腹板平面作用的剪力设计值;

S_0 ——计算剪力应力处以上毛截面对中和轴的面积矩;

I ——毛截面惯性矩;

b ——构件的截面宽度;

f_v ——木材顺纹抗剪强度设计值。查本规范表B.3.1—3、表B.3.1—4 和表B.3.1—5;)

对于矩形截面构件可简化成下面的计算公式

$$\tau = \frac{3V}{2bh} = \frac{3 \times 0.865 \times 10^3}{2 \times 60 \times 90} = 0.240\text{N/mm}^2 < f_v=4.8\text{N/mm}^2$$

主楞抗剪强度满足要求!

3.3.3 挠度验算

1 荷载计算

验算挠度时不考虑可变荷载值, 仅考虑永久荷载标准值, 其作用效应下次

楞传递的集中荷载 $P=0.950\text{kN}$.

(次梁传来的 $q = 19.2 \times 0.15=2.88\text{KN/m}$; 次梁的最大支座力:

