

模板工程实践

岳光华 编著

中国建筑工业出版社

模板工程实践

岳光华 编著

中国建筑工业出版社

目 录

第一章 概述	1
第一节 模板的用途与种类	1
第二节 对模板及其支架的基本要求	2
第二章 木模板设计	4
第一节 荷载计算	4
第二节 木模板及其支架的容许荷载	8
第三节 采用查表法进行模板设计和提出模板用料计划	21
第四节 模板总工程量的计算	36
第三章 工具式模板	42
第一节 工具式模板的特点	42
第二节 工具式模板的构造	43
第三节 工具式模板的组装	47
第四章 组合钢模板体系概述	55
第一节 发展概况	55
第二节 组合钢模板体系的特点	56
第三节 组合钢模板体系的经济性	57
第五章 组合钢模板体系的设计	59
第一节 组合钢模板体系的组成与构造	59
第二节 组合钢模板体系的容许荷载	87
第三节 “□形角模”和“L形伸缩板”的研制与应用	125
第六章 组合钢模板施工设计	129
第一节 施工方案的选择	130
第二节 配板设计	140

第三节	支承系统的布置	167
第四节	采用查表法进行模板施工设计(验算) 和提出模板用料计划	170
第七章	现场作业	191
第一节	施工准备	191
第二节	组合钢模板安装	196
第三节	组合钢模板拆除	206
第四节	组合钢模板的安全施工	209
第五节	对其它有关工程的要求	212

第一章 概 述

第一节 模板的用途与种类

模板是新浇混凝土成形用的模型，是一种辅助性的结构。在一般工业与民用建筑中，模板工程的费用常占到混凝土工程全部造价的25~35%，因此，对模板的施工设计必须进行仔细周密的考虑，才能降低工程造价和减少工作量，从而加快整个工程的施工进度。

一般用于现浇和预制钢筋混凝土的模板，按其构造型式或施工方法常用的有以下几种：

1. 整体式模板——多系用木模板按结构尺寸装订而成。
2. 定型模板——按定型尺寸制作的矩形木模板，或钢模板（大模板）以及隧道模等，均可作为工具用在模板工程上，可以周转数十次。
3. 翻转模板——是将胎模安放在翻转架上，在浇捣混凝土后立即将模板翻身脱模。翻转模板适用于生产中小型预制构件。
4. 滑升模板——是一种活动成型胎模，主要由模板、围圈、提升架、操作平台、吊脚手架、支承杆及千斤顶等构件所组成。
5. 飞模——是一种组装成为施工单元的模板杆件，通常是由桁架、支撑、纵梁、搁栅和面板等构件所组成。

模板工程,按其所用材料,可分为木模板、钢模板、钢丝网水泥模板、塑料模板等。木模板的优点是自重轻、制作方便、保温保水性能好、投资费用低。但由于模板所消耗的木材量相当庞大,而木材的资源有限,所以建筑业通常使用的木模板,自八十年代开始,已逐渐被钢模板所代替。尤其是组合钢模板,已在全国广泛使用,为此,本书着重介绍组合钢模板的施工设计与现场施工作业,对于木模板的设计也作了简要的介绍,至于木模板的制作与安装,可参阅《木工支模实践》一书,这里就不再赘述了。

使用定型组合钢模板一次投资费用很高,如施工单位使用钢模板投资有困难,建议采用工具式模板,可以收到节约木材、提高工效、加快施工速度、投资少、经济效益显著等效果。为此,本篇第三章对工具式模板作了较详细的介绍。

第二节 对模板及其支架的基本要求

1. 木材材质应符合《木结构工程施工及验收规范》(GBJ206—83)中的承重结构选材标准,材质不宜低于Ⅲ等材。此外,对扭曲十分厉害的木材、脆性的木材和过分潮湿而容易引起变形的木材,也不宜做为模板及支架使用;钢材材质应符合《普通碳素钢钢号和一般技术条件》(GB 700—79)中的3号钢标准。

2. 模板应能保证工程结构和构件各部分形状尺寸和相互间位置的正确性。

3. 模板在施工荷载作用下,应具有必要的强度、刚度和稳定性,能可靠地承受新浇筑混凝土的重量和侧压力。

4. 大型竖向模板和支架的着地点,必须安置在坚实的地

基上，并应有足够的支承面积，以保证所浇筑的结构不致发生不允许的下沉。如地基系冻胀性土壤时，还须保证结构在土的冻结及融化时能保持设计标高。

5. 模板结构应保证能够较快的安装和拆除，并对混凝土无损伤。安装模板时，要考虑安装钢筋、浇捣混凝土方便，并保证单体构件联结处具有必要的紧密性。

6. 模板接缝均应严密，不得漏浆。

7. 施工中，首先要考虑如何加速模板的周转，并应采用桁架支模、架空支模、工具式支模等先进施工方法。

8. 整体式钢筋混凝土梁，跨度等于及大于 4 米时，安装模板时应起拱，如设计无要求时，起拱高度宜为全跨长度的 $1/1000 \sim 3/1000$ 。

9. 模板与混凝土的接触面应涂隔离剂。妨碍装饰工程施工的隔离剂不宜采用。

第二章 木 模 板 设 计

模板结构为附属结构，多由施工单位自行设计。

模板设计的目的是为了确定模板材料的规格尺寸及其组装、支撑方法，以保证模板在新浇筑混凝土和施工操作等荷载作用下，具有足够的强度和必要的刚度。由于施工条件及方法各异，荷载计算难以精确，为简化计算，可根据简化的假定和公式来设计模板。

第一节 荷 载 计 算

一、模板及其支架所承受的荷载

计算模板及其支架时，应考虑下列荷载，并按表2-3进行荷载组合。

（一）模板及其支架自重

根据模板设计图纸确定。肋形楼板及无梁楼板的荷载，可参考表2-1数值：

（二）新浇注混凝土重量

普通混凝土采用 2500kg/m^3 ，其他混凝土根据实际湿容重确定。

（三）钢筋重量

根据工程图纸确定。一般梁板结构每立方米钢筋混凝土的钢筋重量：楼板为 110kg ；梁为 150kg 。

楼 板 模 板 荷 载 表

表 2-1

项次	模 板 构 件 名 称	木 模 板	定 型 组 合 钢 模 板
1	平板的模板及小楞的重量	30kg/m ²	50kg/m ²
2	楼板模板的重量(其中包括梁的模板)	50kg/m ²	75kg/m ²
3	楼板模板及其支架的重量(楼层高度为4 m以下)	75kg/m ²	110kg/m ²

(四) 施工人员及施工设备的重量

1. 计算 模板及直接支承模板的小楞时, 均布荷载为250 kg/m², 另应 以集中荷载250kg 再行验算, 比较 两者所得的弯矩值取其大者采用;

2. 计算直接支承小楞结构构件时, 均布活荷载为150kg/m²;

3. 计算支架立柱及其他支承结构构件时, 均布活荷载为100kg/m²。

注: 1. 对大型浇筑设备, 如上料平台、混凝土输送泵等按实际情况计算;

2. 混凝土堆积料高度超过100mm 以上者按实际高度计算;

3. 模板单块宽度小于150mm时, 集中 荷载可分布在相邻的两块板上。

(五) 振捣混凝土时产生的荷载(作用范围在有效压头高度之内)

对水平面模板为200kg/m²;

对垂直面模板为400kg/m²。

(六) 新浇筑混凝土对模板侧面的压力

当混凝土是分层浇注, 用内部振捣器分层捣实且浇注速度在4.5m/h以下时, 混凝土最大侧压力本书采用《苏联混

凝土结构施工及验收规范СНиП III-15-76 所推荐的混凝土侧压力计算方法, 即

$$P = \nu \cdot H \text{ (当 } H \leq R, V \leq 0.5 \text{ 时)};$$

$$P = \nu \cdot (0.27V + 0.78) \cdot K_1 \cdot K_2 \text{ (当 } H \geq 1 \text{ m, } V \geq 0.5 \text{ 时)}$$

式中 P ——新浇筑混凝土的最大侧压力 (kg/m^2);

ν ——混凝土湿容重 (kg/m^3);

H ——对模板产生压力的混凝土浇注层高度 (m);

V ——结构中浇筑混凝土的速度 (m/h);

R ——内部振捣器的作用半径, 一般取 $R = 0.75 \text{ m}$;

K_1 ——考虑混凝土拌合物稠度影响的系数: 坍落度
0~2cm时为0.8; 4~6cm时为1.0; 8~12cm
时为1.2;

K_2 ——考虑混凝土拌合物的温度系数: 5~7°C时为
1.15; 12~17°C时为1.0; 28~32°C时为0.85。

(七) 倾倒混凝土时产生的荷载

倾倒混凝土时对垂直面模板产生的水平荷载按表2-2数值采用。

倾倒混凝土时产生的水平荷载

表 2-2

项次	向模板中供料方法	水平荷载 (kg/m^2)
1	用溜槽、串筒或导管输出	200
2	用容量 $\leq 0.2 \text{ m}^3$ 的运输器具倾倒	200
3	用容量在 $0.2 \sim 0.8 \text{ m}^3$ 的运输器具倾倒	400
4	用容量大于 0.8 m^3 的运输器具倾倒	600

注: 作用范围在有效压头高度以内。

(八) 荷载组合

计算模板及支架时, 应按表2-3进行荷载组合。

计算模板及其支架的荷载组合

表 2-3

项次	项 目	荷 载 类 别	
		计 算 强 度 用	验 算 刚 度 用
1	平板和薄壳的模板及其支架	(一)+(二)+(三)+(四)	(一)+(二)+(三)
2	梁和拱模板的底板	(一)+(二)+(三)+(五)	(一)+(二)+(三)
3	梁、拱、柱(边长 $\leq 300\text{mm}$)、 墙(厚 $\leq 100\text{mm}$)的侧面 模板	(五)+(六)	(六)
4	厚大结构、柱(边长 $> 300\text{mm}$)、墙(厚 $> 100\text{mm}$) 的侧面模板	(六)+(七)	(六)

注: 验算模板及其支架的刚度时, 其变形值不得超过下列数值:

1. 结构表面外露的模板, 为模板构件跨度的 $1/400$;
2. 结构表面隐蔽的模板, 为模板构件跨度的 $1/250$;
3. 支架的压缩变形值或弹性挠度, 为相应的结构自由跨度的 $1/1000$ 。

二、风荷载

为防止模板及其支架在风荷载作用下倾倒, 应从构造上采取有效措施。

当验算模板及其支架在自重和风荷载作用下的抗倾倒稳定性时, 风荷载按《工业与民用建筑结构荷载规范》(TJ9—74)的规定采用, 模板及其支架的抗倾倒系数不应小于1.15。

三、脱模荷载

脱模荷载就是拆模时模板脱开混凝土的粘结所需的荷载。

对于计算大模板、立体组装模板、隧道模的脱模荷载时,

应按表2-4取标准荷载。计算滚动模板、滑升模板的脱模吸力时，应按表2-5取标准荷载。

表 2-4

材	料	标准荷载(kg/m ²), 粘结力					
		法 向 脱 开			呈45°角脱开		
		材料和混凝土接触的持续时间(h)					
		12	24	72	12	24	72
钢		480	550	1170	530	550	1530
酚醛胶布板、玻璃塑料		100	250	330	200	400	560
带有苯酚甲醛保护膜的胶合板		670	670	1600	400	600	980

表 2-5

材 料	标准荷载(kg/m ²), 在下列时间后 和混凝土拌合物及混凝土粘结力(切向脱模)		
	20(min)	2 (h)	24(h)
钢	260	270	1100
带有苯酚甲醛保护膜 的胶合板	470	530	1500
酚醛胶布板	290	340	1300

第二节 木模板及其支架的容许荷载

在荷载作用下，对模板及其支架的强度、刚度及稳定性要进行一系列的验算。其计算方法、步骤和永久性的结构计算类似，这是一件费时而繁琐的工作。从实用的角度出发，在模板和支架的截面尺寸已确定的前提下，根据《木结构设

计规范》(GBJ5—73)的有关规定,导出一些简化的计算公式,见表2-6。并从大量的计算中整理出木模板及其支架的“容许荷载参考表2-7~2-10”。

施工中,根据作用在模板上的荷载,即可查表验算,无须查阅更多的资料及进行大量的运算。

【例题 1】 梁模板高800mm,宽350mm,梁底支模高度3500mm,作用在底模板上的荷载为26kPa,支模方法如图2-11所示。板面厚25;梁底木带截面60×60mm,间距500mm;牵杠截面100×100mm,间距350mm;支柱截面100×100mm,间距1500mm;模板材质均为马尾松。用查表法验算梁底模板及支架的强度、刚度及稳定。

【解】

1) 模板板面厚25mm,跨距500mm,查表2-7;板面容许荷载 $[q]=39\text{kPa}>26\text{kPa}$,可以。

2) 木带间距500mm,荷载 $q=26\text{kPa}\times 0.5\text{m}=13\text{kN/m}$ 。

木带截面60×60mm,跨距按400mm,查表2-8;木带容许荷载 $[q]=15.3\text{kN/m}>13\text{kN/m}$,可以。

3) 木带传给牵杠的集中荷载 $P=13\text{kN/m}\times 0.35\text{m}\div 2=2.28\text{kN}$,受力简图见图2-1。

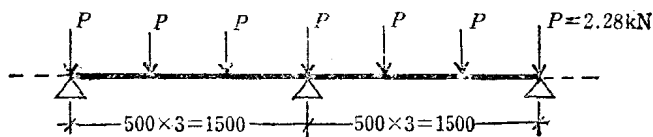


图 2-1 牵杠受力简图

牵杠截面100×100mm,跨距1500mm,查表2-9;牵

扛容许荷载 $[P]=2.45\text{kN}>2.28\text{kN}$ ，可以。

4) 中间支柱受6个集中荷载，即 $P=2.28\text{kN}\times 6=13.68\text{kN}$

支柱截面 $100\times 100\text{mm}$ ，支模高度 3500mm ，查表2-10，支柱容许荷载 $[P]=24\text{kN}>13.68\text{kN}$ ，可以。

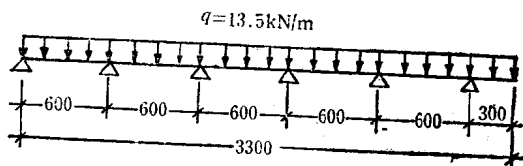
【例题 2】 墙模板高度 3300mm ，作用在模板上的侧压力 30kPa ，支模方法如图2-13所示。

板面厚 25mm ，木带截面 $50\times 100\text{mm}$ ，间距 450mm ，横楞截面 $50\times 100\text{mm}$ 成对设置，间距 600mm ；螺栓 M_{14} ，横向间距 900mm ，竖向间距 600mm ；模板材质为广东松。用查表法验算模板的强度和刚度。

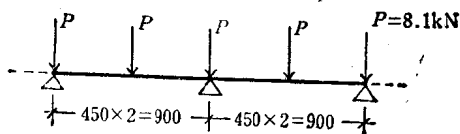
【解】

1) 板面厚 25mm ，跨距 450mm ，查表2-7；板面容许荷载 $[q]=48\text{kPa}>30\text{kPa}$ ，可以。

2) 木带间距 450mm ，荷载 $q=30\text{kPa}\times 0.45\text{m}=13.5\text{kN/m}$ 。木带受力简图见图2-2(一)。



(一) 木带受力简图

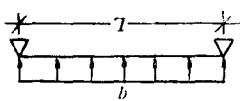
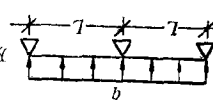


(二) 横楞受力简图

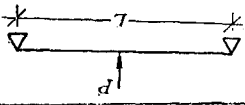
图 2-2

表 2-6

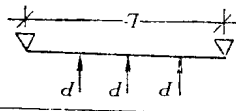
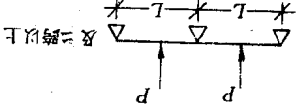
容许荷载 $[q]$ 、 $[P]$ 计算公式表

计算项目	荷载形式	容许荷载计算公式		
		按抗弯强度计算	按抗剪强度计算	
模板板面、搁栅、木带(内楞)		(1) $\frac{M_{max}}{W_{f1}} \leq [\sigma_w]$ 将 $M_{max} = 0.125qL^2$; $W_{f1} = \frac{1}{6} \cdot b h^2$; $[\sigma_w] = 11.7 \text{ MPa}$; 代入公式(1), 则 $[q] \leq \frac{15.6 \text{ MPa} \cdot b \cdot h^2}{L^2}$ (4)	(2) $\frac{Q_{max} S}{b I} \leq [\tau]$ 将 $Q_{max} = 0.5qL$; $S = \frac{b h^2}{8}$; $I = \frac{b h^3}{12}$; $[\tau] = 1.28 \text{ MPa}$; 代入公式(2), 则 $[q] \leq \frac{1.7 \text{ MPa} \cdot b \cdot h}{L}$ (5)	(3) $f_{max} \leq [f]$ 将 $f_{max} = \frac{5qL^4}{384EI}$; $E = 9 \times 10^3 \text{ MPa}$; $I = \frac{b h^3}{12}$; $[f] = 0.3 \text{ cm}$; 代入公式(3), 则 $[q] \leq \frac{1728 \text{ kN/cm} \cdot b \cdot h^3}{L^4}$ (6)
		连续板面、搁栅的弯矩系数均按活荷载最大0.125考虑, 即 $M_{max} = 0.125qL^2$, 其它数据同上, 则 $[q] \leq \frac{15.6 \text{ MPa} \cdot b \cdot h^2}{L^2}$ (7)	连续板面、搁栅的挠度系数均按活荷载最大0.99考虑, 即 $f_{max} = 0.99 \times \frac{qL^4}{100EI}$, 其它数据同上, 则 $[q] \leq \frac{2272.72 \text{ kN/cm} \cdot b \cdot h^3}{L^4}$ (8)	

(9)

计算项目	荷载形式	容 许 荷 载 计 算 公 式		
		按抗弯强度计算	按抗剪强度计算	按 挠 度 计 算
牵杠、 横楞(外 楞)		将 $M_{max} = 0.25 PL$ 代入 公式(1), 其它数据同上, 则 $[P] \leq \frac{7.8 \text{ MPa} \cdot b \cdot h^2}{L} \quad (10)$	将 $Q_{max} = 0.5P$ 代入公式 (2), 其它数据同上, 则 $[P] \leq 1.7 \text{ MPa} \cdot b \cdot h \quad (11)$	将 $f_{max} = \frac{PL^3}{48EI}$ 代入公式 (3), 其它数据同上, 则 $[P] \leq \frac{1080 \text{ kN/cm} \cdot b \cdot h^3}{L^3} \quad (12)$
		将 $M_{max} = 0.333 PL$ 代入 公式(1), 其它数据同上, 则 $[P] \leq \frac{5.85 \text{ MPa} \cdot b \cdot h^2}{L} \quad (13)$	将 $Q_{max} = P$ 代入公式(2), 其它数据同上, 则 $[P] \leq 0.85 \text{ MPa} \cdot b \cdot h \quad (14)$	将 $f_{max} = \frac{23PL^3}{648EI}$ 代入公式 (3), 其它数据同上, 则 $[P] \leq \frac{633.91 \text{ kN/cm} \cdot b \cdot h^3}{L^3} \quad (15)$

续表

计算项目	荷载形式	容许荷载计算公式	
		按抗弯强度计算	按抗剪强度计算
牵杠、 横楞(外 楞)		将 $M_{max} = 0.5PL$ 代入公式(1), 其它数据同上, 则 $[P] \leq \frac{3.9MPa \cdot b \cdot h^2}{L}$ (16)	将 $Q_{max} = 1.5P$ 代入公式(2), 其它数据同上, 则 $[P] \leq 0.57MPa \cdot b \cdot h$ (17)
		连续牵杠、横楞的弯矩系数均按活荷载最大0.213考虑, 即 $M_{max} = 0.213PL$, 其它数据同上, 代入公式(1), 则 $[P] \leq \frac{9.15MPa \cdot b \cdot h^2}{L}$ (19)	连续牵杠、横楞的挠度系数均按活荷载最大1.615考虑, 即 $f_{max} = 1.615 \times \frac{PL^3}{100EI}$, 其它数据同上, 代入公式(3), 则 $[P] \leq \frac{1393.19kN/cm \cdot b \cdot h^3}{L^3}$ (21)

(18)