

7.1

木模板安装施工



7.1.1 木模板构造、安装要求及支撑系统组成



木模板主要采用松木和杉木制作，含水率不宜超过19%，否则易干裂，木模板不应选用腐朽、扭裂、劈裂的材料。木模板的基本元件为拼板（图7.1），由板条与拼条钉成。板条厚度一般为25~50 mm，板条宽度不宜超过200 mm，以保证干缩时缝隙均匀，浇水后易于密封。但梁底板的板条宽度不限制，以减少漏浆。拼条的间距一般为400~500 mm。

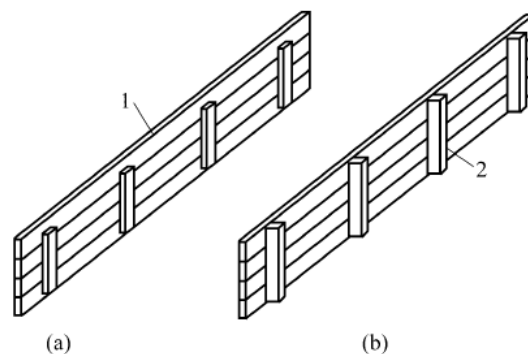


图 7.1 木拼板

1—板条；2—拼条

7.1.2柱模板的安装



柱侧模（图7.2）主要承受柱混凝土的侧压力，并经过柱侧模传给柱箍，由柱箍承受侧压力。底层柱箍宜距地150 mm，以上间距500 mm。柱箍的间距取决于混凝土侧压力的大小和侧模板的厚度，侧压力越向下越大，因此越靠近模板底端，柱箍就越多，越向顶端，柱箍就越少。柱模上部开有与梁模板连接的梁口，底部开设有清扫口，沿高度每隔约2 m开有灌注口(亦是振捣口)，在模板的四角为防止柱面棱角碰损，可钉三角木条。模板底部设有底框用以固定柱模的水平位置。独立柱支模时，四周应设斜撑。如果是框架柱，则应在柱间拉设水平和斜向拉杆，将柱连为稳定整体。

7.1.2柱模板的安装



在安装柱模板前，应先绑扎好钢筋，测出标高标在钢筋上，同时在已灌注的地面、基础顶面或楼面上固定好柱模底部的木框，在预制的拼板上弹出中心线，根据柱边线及木框立模板并用临时斜撑固定，然后由顶部用锤球校正，使其垂直。检查无误，即用斜撑钉牢固定。同在同一条直线上的柱，应先校两头的柱模，再在柱模上口中心线拉一根铁丝来校正中间的柱模。柱模之间用水平撑及剪刀撑相互牵搭住。

7.1.2 柱模板的安装

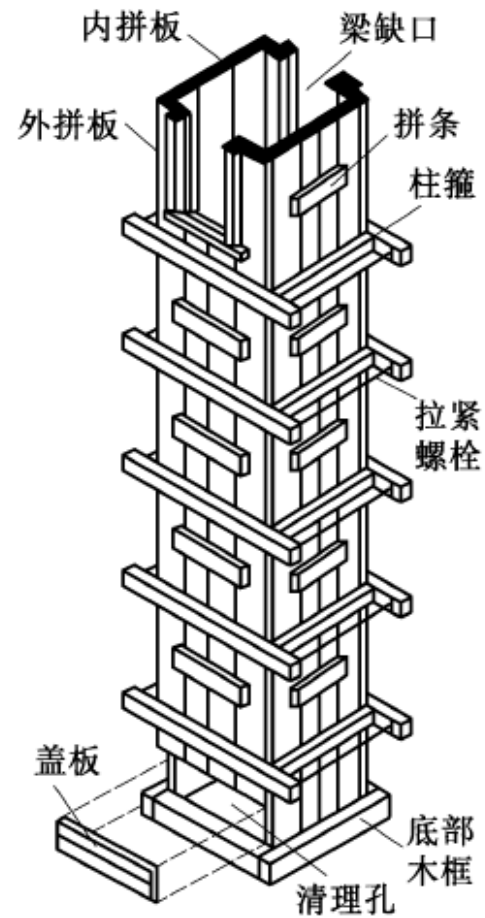


图 7.2 柱模板

7.1.3 梁模板与楼板模板的安装



1. 梁模板的组成

梁模板主要由底模、侧模、夹木及支架系统组成（图7.3）。底模用长条模板加拼条拼成，或用整块板条。底模板一般较厚，不宜小于50 mm。支架称为琵琶撑(牛头撑)，琵琶撑的支柱(顶撑)最好做成可以伸缩的，以便调整高度，一般支柱断面不宜小于100 mm×100 mm。支柱底部应垫一对木楔在木垫板上。木楔可调整梁模的标高，调整后应用钉子将木楔钉牢但不钉死。琵琶撑的间距根据梁的高度决定，一般为1 m左右。梁的侧模板厚度一般不宜小于30 mm，底部用固定夹板侧模板夹住。对于高大的梁，可在侧板中部加铁丝或螺杆相互拉住以防变形。

对跨度不小于4 m的梁、板应使梁底模板中部略微起拱，防止浇筑混凝土后跨中梁底下垂。如设计无规定，起拱高度宜为梁、板跨度的1‰～3‰。

7.1.3 梁模板与楼板模板的安装

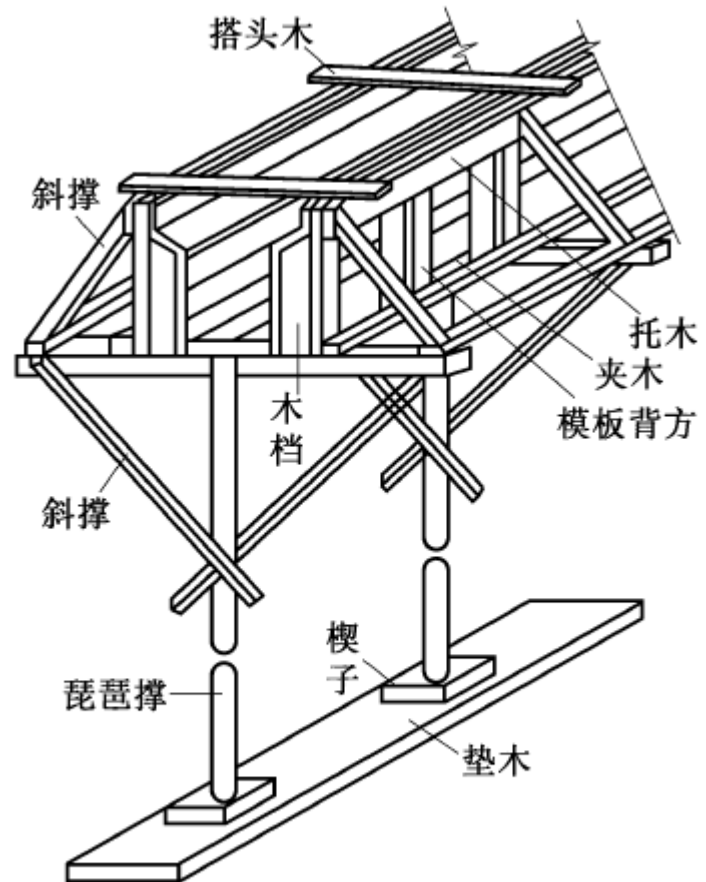


图 7.3 梁模板



梁底模板及支架





7.1.3梁模板与楼板模板的安装



2.梁模板的安装

首先安装底模，在相对的两个柱模缺口下部外侧，钉一根支座木(支座木上口的高度为梁底标高减去底模厚度)，将梁的底模放在支座木上。然后竖立琵琶撑，安装梁的侧模，在柱模缺口两侧钉上搭头，在琵琶撑上钉夹板（有时需钉斜撑）以固定侧板。安装琵琶撑时应先放好垫板，以保证底部有足够的支撑面积。

在多层建筑中，应注意使上下层的支柱尽可能在同一条竖向中心线上，或采取措施保证上层支柱的荷载能传递到下层的支架结构上。支柱之间应注意用水平及斜向拉条钉牢。

7.1.3 梁模板与楼板模板的安装



3. 楼板模板的组成

大多情况下，梁与楼板同时浇筑，因此梁与楼板的模板同时搭设（图 7.4）。楼板的特点是面积大而厚度比较薄，侧向压力小。

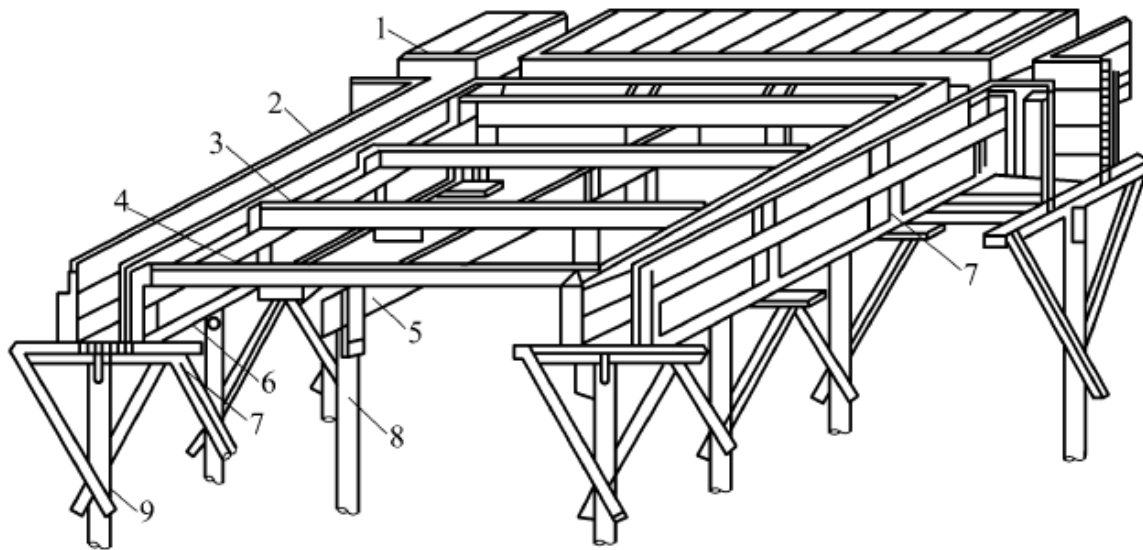


图 7.4 梁、板模板

1—楼板模板；2—梁侧模板；3—楞木；4—托木；5—杠木；6—夹木；7—短撑木；8—杠木撑；9—顶撑

7.1.3 梁模板与楼板模板的安装



楼板模板由底模和横楞组成，主要承受钢筋、混凝土的自重及其施工荷载，保证模板不变形。楼板模板厚度一般不宜小于30 mm。模板支撑在楞木(搁栅)上，楞木断面一般采用60 mm×120 mm，间距不宜大于600 mm，楞木支撑在梁侧模板的托木上，托木下安短撑，撑在固定夹板(木)上。如跨度大于2 m时，楞木中间应增加一至几排支撑排架作为支架系统。当梁的高度大于600 mm时，要设对拉螺栓，如图7.5所示。

7.1.3 梁模板与楼板模板的安装

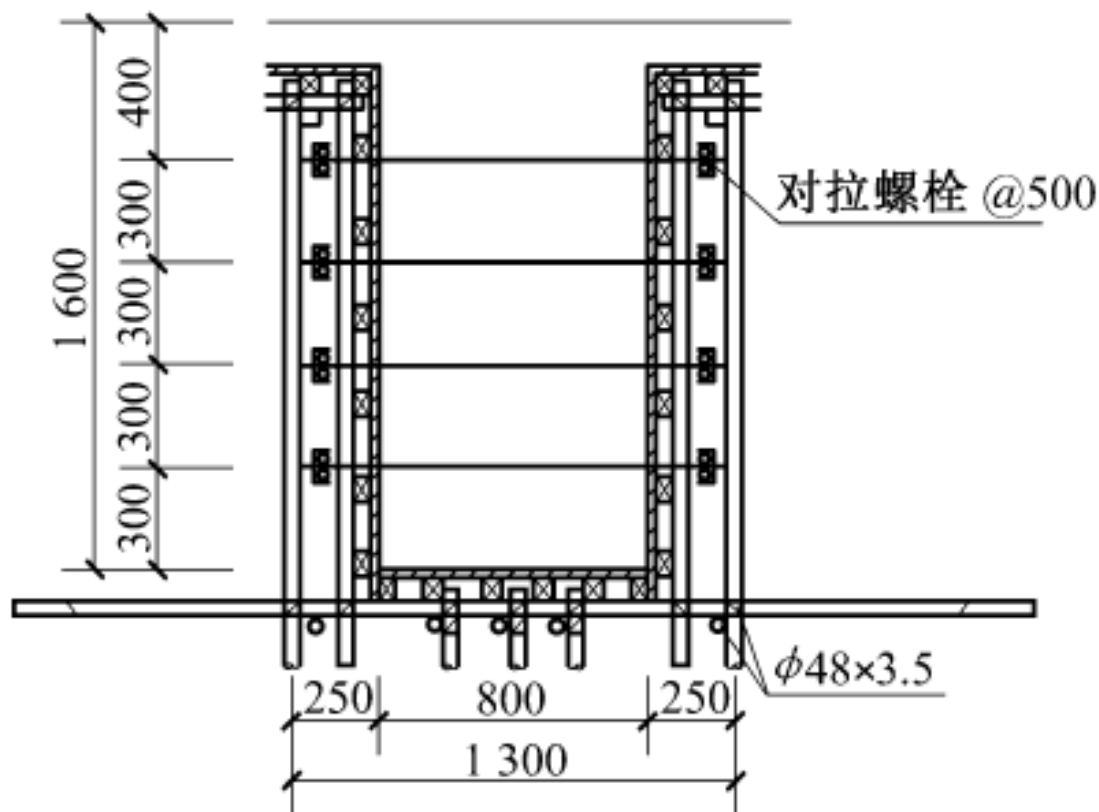


图 7.5 有对拉螺栓梁模板

7.1.3梁模板与楼板模板的安装



4.楼板模板的安装

楼板模板的安装顺序，是在主次梁模板安装完毕后，首先安托木，然后安楞木，铺定型模板。铺好后核对楼板标高、预留孔洞及预埋铁件等的部位和尺寸。

7. 2



组合钢模板设计

7.2组合钢模板设计



定型组合钢模板(set\shaped seel formwork)是一种工具式定型模板，由钢模板、连接件和支撑件组成。钢模板通过各种连接件和支撑件可组合成多种尺寸、结构和几何形状的模板，以适应各种类型建筑物的梁、柱、板、墙、基础和设备等施工的需要，也可用其拼装成大模板、滑模、隧道模和台模等。定型组合钢模板组装灵活，通用性强，拆装方便；每套钢模可重复使用50～100次，周转率较高；加工精度高，浇筑混凝土的质量好，成型后的混凝土尺寸准确，棱角整齐，表面光滑，可以节省装修用工，但一次投资费用较大。

7.2组合钢模板设计



7.2.1 钢模板及其附件



1. 钢模板的类型

钢模板包括平模板、阴角模板、阳角模板、连接角模。

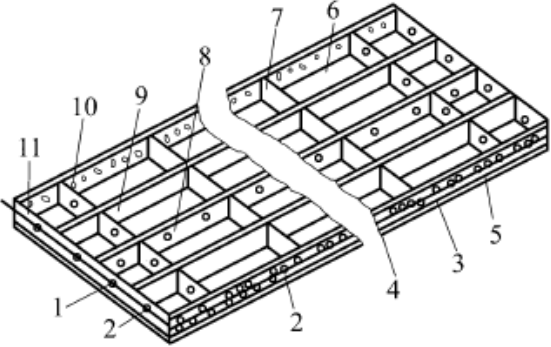
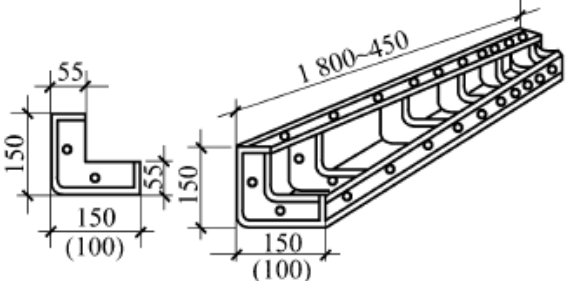
平模板用于基础、墙体、梁、板、柱等各种结构的平面部位，它由面板和肋组成，肋上设有U形卡孔和插销孔，利用U形卡和L形插销等拼装成大块板，板块由厚度2.3 mm、2.5 mm薄钢板压轧成型，对于 ≥ 400 mm宽面钢模板的钢板厚度应采用2.75 mm或3.0 mm钢板。板块的宽度以100 mm为基础，按50 mm进级；长度以450 mm为基础，按150 mm进级。

阴角模板用于混凝土构件阴角，如内墙角、水池内角及梁板交接处阴角等。阳角模板主要用于混凝土构件阳角。角模用于平模板作垂直连接构成阳角。常用组合钢模板的尺寸见表7.1。

7.2.1钢模板及其附件



表 7.1 常用组合钢模板规格

名称	图示	用途	宽度/mm	长度/mm	肋高/mm
平面模板	 1—插销孔;2—U形卡孔;3—凸鼓;4—凸棱;5—边肋;6—主板;7—无孔横肋;8—有孔纵肋;9—无孔纵肋;10—有孔横肋;11—端肋	用于基础、墙体、梁、柱和板等多种结构的平面部位	600、550、500、450、400、350、300、250、200、150、100	1 800、1 500、1 200、900、750、600、450	55
阴角模板		用于墙体和各种构件的内角及凹角的转角部位	150×150 100×150		

7.2.1钢模板及其附件



续表

名称	图示	用途	宽度/mm	长度/mm	肋高/mm
阳角模板		用于柱、梁及墙体等外角及凸角的转角部位	100×100 50×50	1 800、1 500、 1 200、900、 750、600、 450	55
连接角模		用于柱、梁及墙体等外角及凸角的转角部位	50×50		

7.2.1钢模板及其附件



角棱模板		用于柱、梁及墙体等阳角的倒棱部位	17、45	1 500、1 200、900、750、600、450	55
圆棱模板			R20、R25		

7.2.1钢模板及其附件



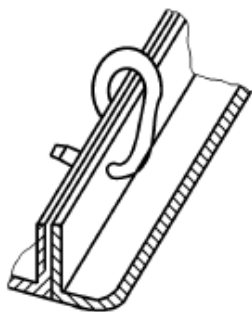
2.连接配件

组合钢模板连接配件包括U形卡、L形插销、钩头螺栓、对拉螺栓、紧固螺栓、扣件等。U形卡用于钢模板与钢模板间的拼接 [图7.6

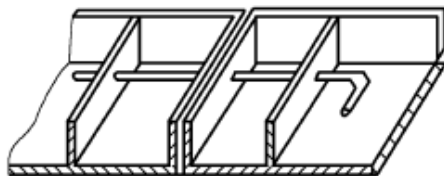
(a)] , 其安装间距一般不大于300 mm , 即每隔一孔卡插一个 , 安装方向一顺一倒相互错开。

L形插销用于两个钢模板端肋与端肋连接。将L形插销插入钢模板端部横肋的插销孔内 [图7.6 (b)] 。 当需将钢模板拼接成大块模板时 , 除了用U形卡及L形插销外 , 在钢模板外侧要用钢楞(圆形钢管、矩形钢管、内卷边槽钢等)加固 , 钢楞与钢模板间用钩头螺栓及 “3” 形扣件、蝶形扣件连接。浇筑钢筋混凝土墙体时 , 墙体两侧模板间用对拉螺栓连接 , 对拉螺栓截面应保证安全承受混凝土的侧压力 [图7.6 (c) 、 (d) 、 (e)] 。

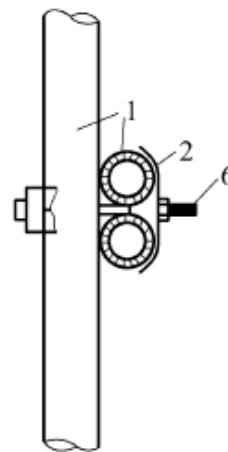
7.2.1 钢模板及其附件



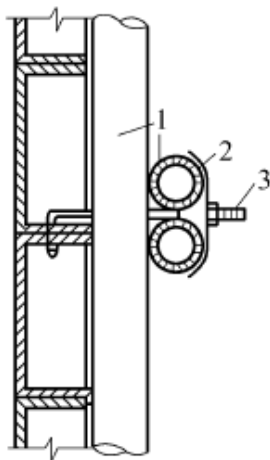
(a) U形卡连接



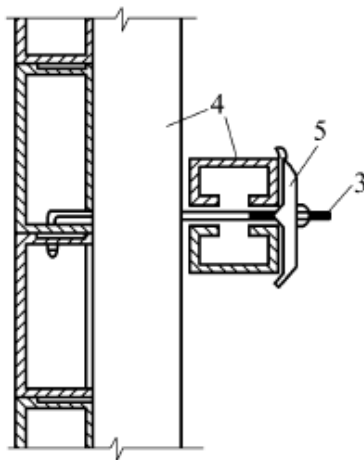
(b) L形插销连接



(d) 紧固螺栓连接



(c) 钩头螺栓连接



(e) 对拉螺栓连接

图 7.6 连接件

1—圆钢管钢楞；2—3形扣件；3—钩头螺栓；4—内卷边槽钢钢楞；5—蝶形扣件；6—紧固螺栓；7—对拉螺栓；8—塑料套管；9—螺母

7.2.1 钢模板及其附件



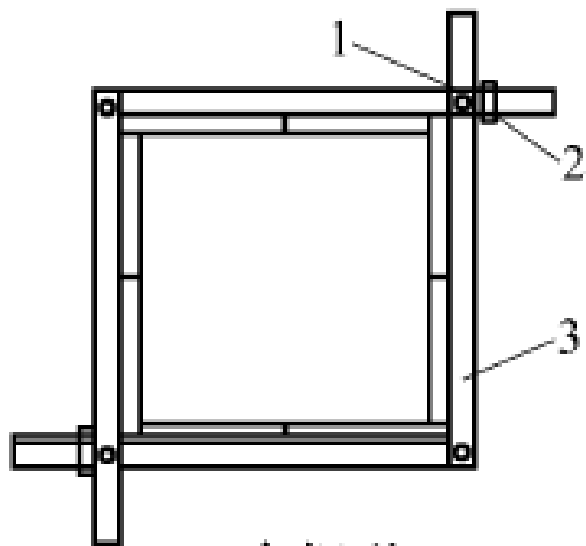
3 . 支撑件

组合钢模板的支撑件包括柱箍、钢楞、支架、卡具、斜撑和钢桁架等。

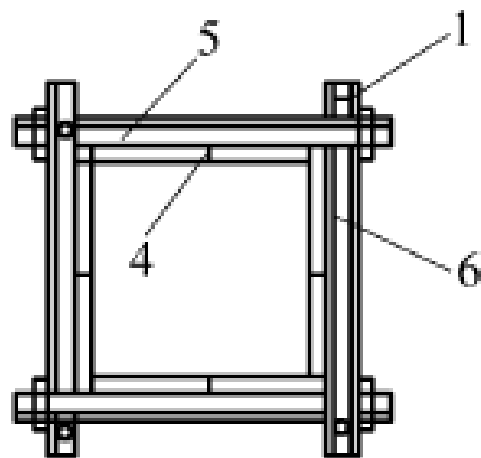
(1) 钢楞即模板的横档和竖档, 分为内钢楞与外钢楞。内钢楞配置方向一般应与钢模板垂直, 其间距一般为700~900 mm。钢楞一般用圆钢管、矩形钢管、槽钢或内卷边槽钢, 而以钢管用得较多。

(2) 柱模板四角设钢柱箍。柱箍可用角钢制作, 也可用圆钢管制作。圆钢柱箍的钢管用扣件相互连接, 角钢柱箍由两根互相焊成直角的角钢组成, 用弯角螺栓及螺母拉紧也可用60×5扁钢制成扁钢柱箍或做成槽钢柱箍(图7.7)。

7.2.1 钢模板及其附件



(a) 角钢型



(b) 槽钢型

图 7.7 柱箍图

1—插销；2—限位器；3—夹板；4—模板；5—角钢；6—槽钢

7.2.1 钢模板及其附件



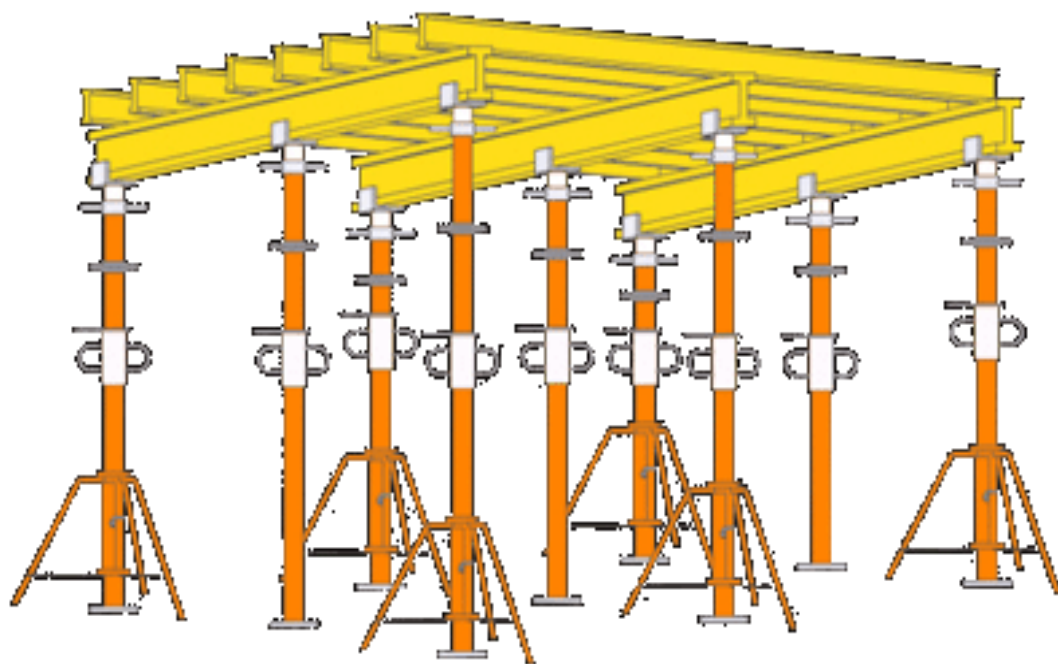
(3) 支架

当荷载较大、单根支架承载力不足时，可用组合钢支架或钢管井架 [图7.8(c)] ,还可用扣件式钢管脚手架、门型脚手架作支架，如图7.8(d) 所示。

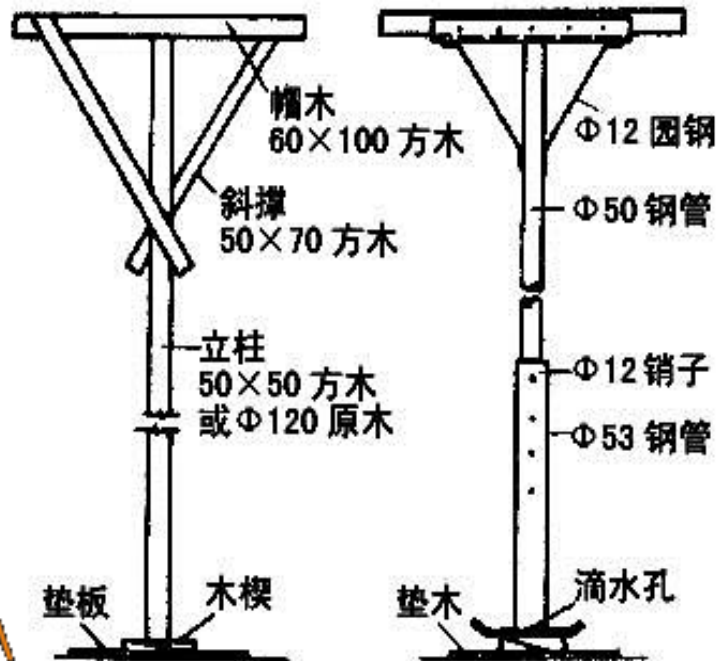
(4) 斜撑

由组合钢模板拼成的整片墙模或柱模，在吊装就位后，应由斜撑调整和固定其垂直位置，如图7.9所示。

支柱：常用支柱一为顶撑，二为井架。顶撑有木制**琵琶撑**和活动式钢管支撑，活动钢管支撑的可调高度为**1.5~3.6m**，每档调节高度为**100mm**。荷重较大或高度较大时，一般搭设扣件式钢管井架或排架。见右图：



可调式钢管支柱



木琵琶撑

梁下顶撑

活动钢管支撑



散支散拆的
木工字梁顶板模板体系

独立钢管支撑
组成的支架系统



7.2.1 钢模板及其附件

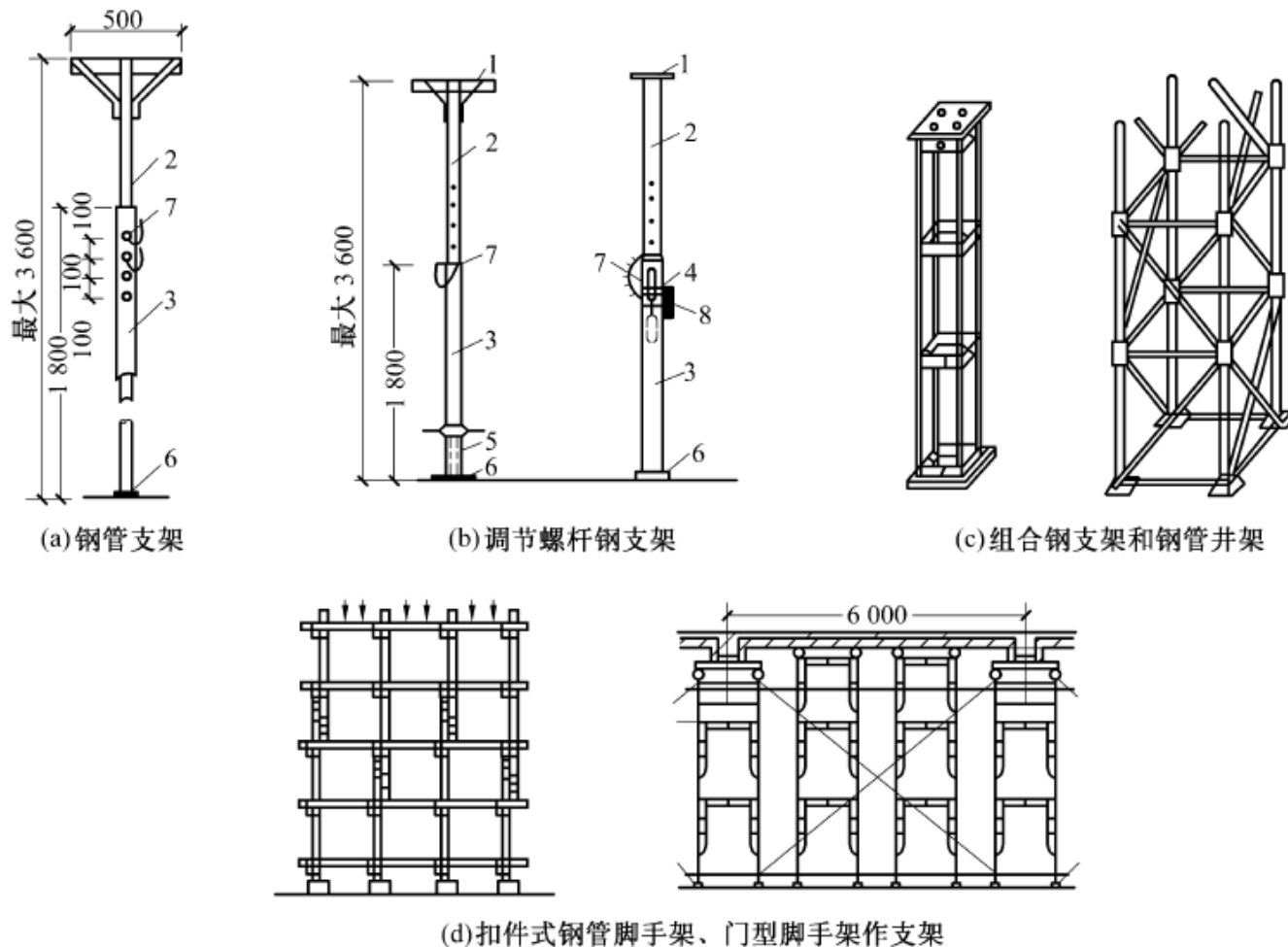


图 7.8 钢支架

1—顶板;2—插管;3—套管;4—转盘;5—螺杆;6—底板;7—插销;8—转动手柄

7.2.1 钢模板及其附件

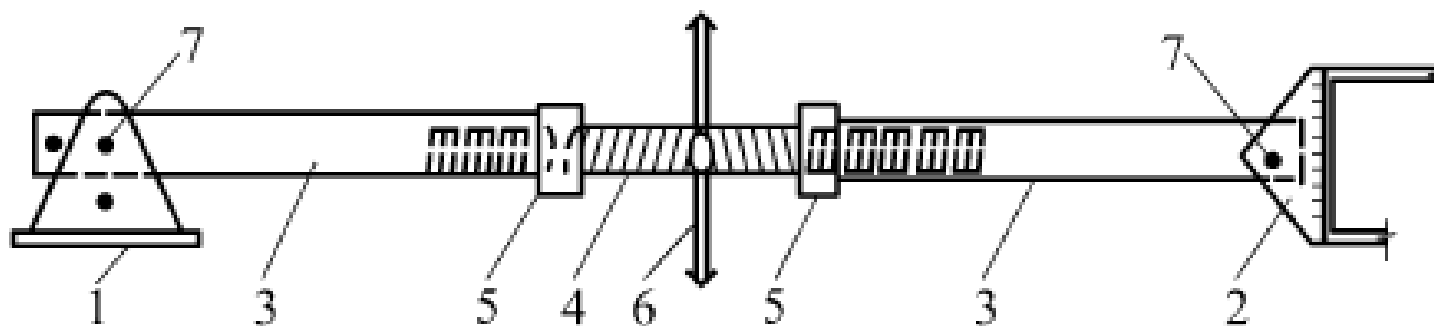


图 7.9 斜撑

1—底座；2—顶撑；3—钢管斜撑；4—花篮螺丝；5—螺母；6—旋杆；7—销钉

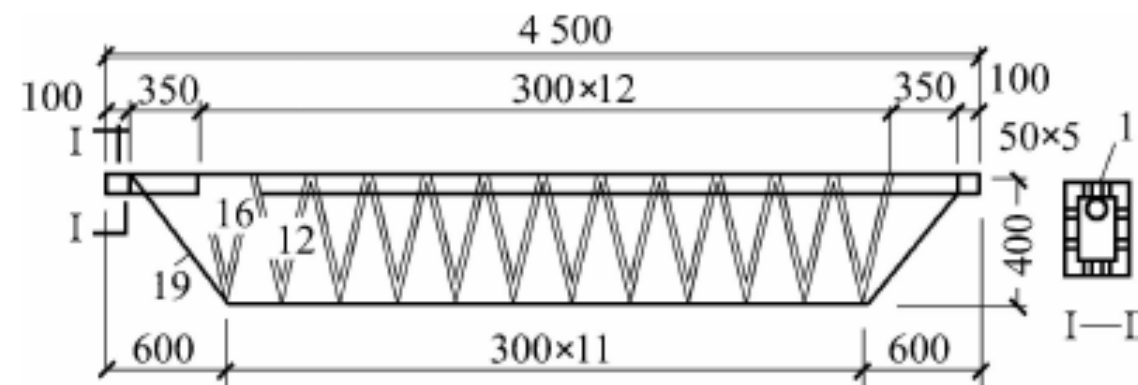
7.2.1钢模板及其附件



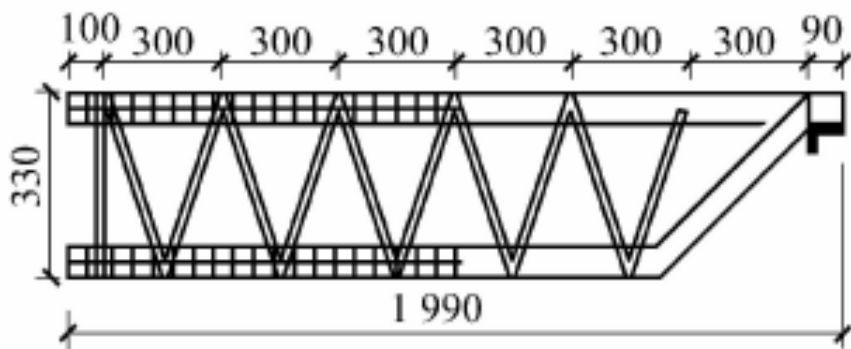
(5) 钢桁架

钢桁架如图7.10所示，其两端可支撑在钢筋托具、墙、梁侧模板的横档以及柱顶梁底横档上，以支撑梁或板的模板。钢桁架作为梁模板的支撑工具可取代梁模板下的立柱。跨度小、荷载小时桁架可用钢筋焊成，跨度或荷重较大时可用角钢或钢管制成，也可制成两个半橧，再拼装成整体 [图7.10(b)]。每根梁下边设一组(两橧)桁架。梁的跨度较大时，可以连续安装桁架，中间加支柱。桁架两端可以支撑在墙、工具式立柱或钢管支架上。桁架支撑在墙上时，可用钢筋托具，托具用 8~ 12钢筋制成。托具可预先砌入或砌完墙后2~3天打入墙内。

7.2.1 钢模板及其附件



(a) 整榀式



(b) 组合式

图 7.10 钢桁架



7.2.1 钢模板及其附件



(6) 卡具

梁卡具又称梁托架，用于固定矩形梁、圈梁等模板的侧模板，可节约斜撑等材料，也可用于侧模板上口的卡固定位（图7.11）。卡具可用于把侧模固定在底模板上，此时卡具安装在梁下部；卡具也可用于梁侧模上口的卡固定位，此时卡具安装在梁上方。

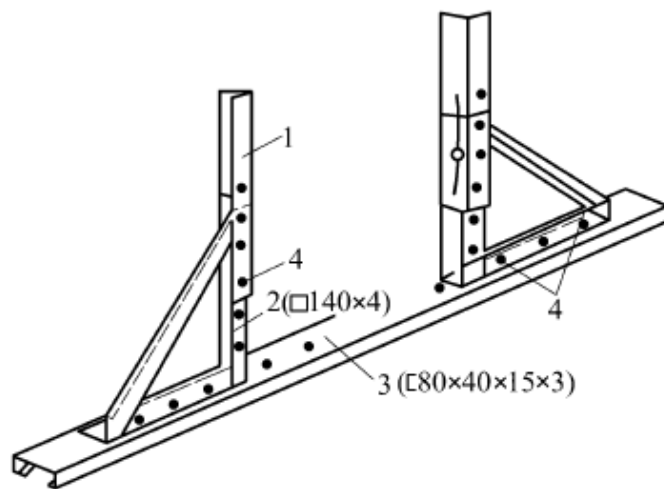


图 7.11 梁卡具

1—调节杆；2—三脚架；3—底座；4—螺栓

7.2.1 钢模板及其附件



4 . 钢模板的构造与安装

钢柱模板由四块拼板围成，每块拼板由若干块钢模板组成，柱模四角由连接模板连接。柱顶梁缺处用钢模板组合往往不能满足要求，可在梁底标高以下用钢模板，以上用木模板与梁模板进行接头，其构造如图7.12所示。柱模板、梁模板与楼板模板的构造分别见图7.13和图7.14。

7.2.1 钢模板及其附件

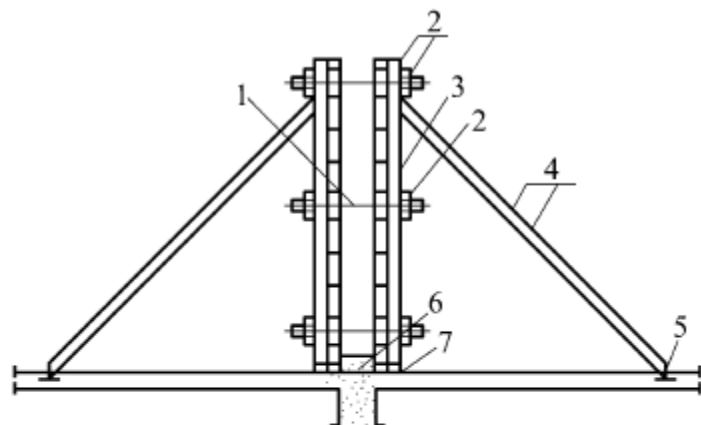


图 7.12 钢模板墙模

1—对拉螺栓；2—钢楞；3—钢模板；4—钢管斜撑；
5—预埋铁件；6—导墙；7—找平层

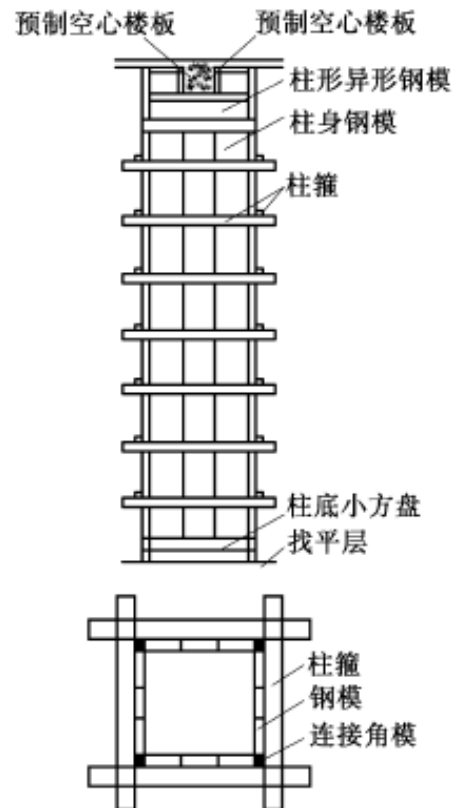


图 7.13 柱模板

7.2.1 钢模板及其附件

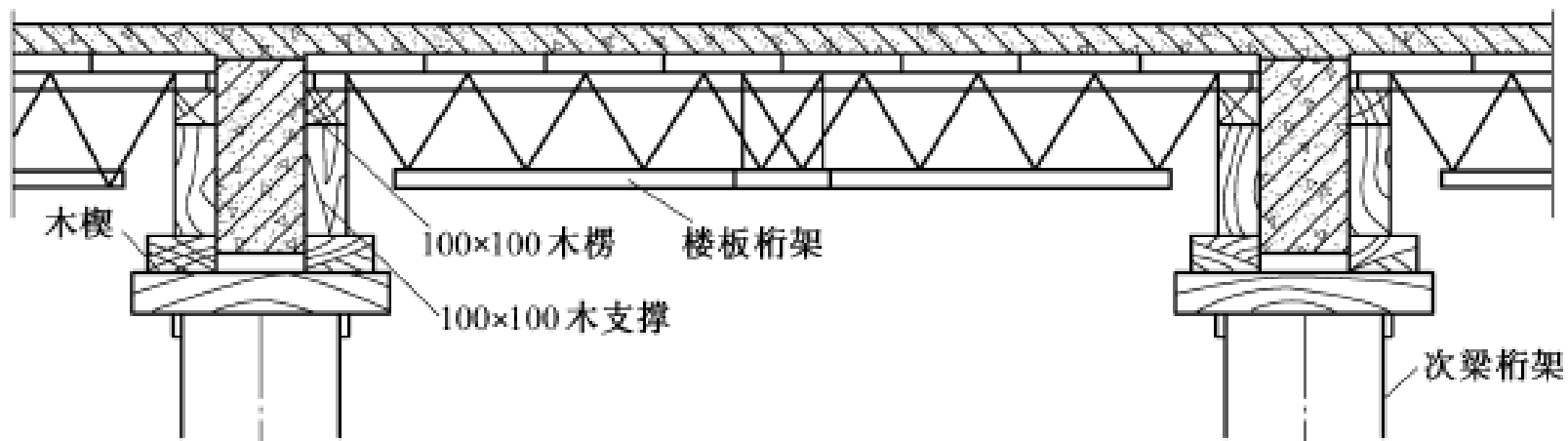


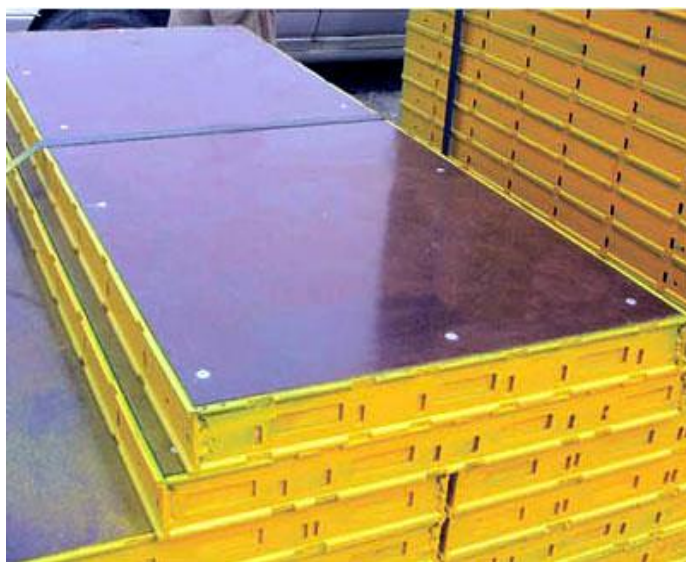
图 7.14 梁和楼板桁架支模

钢木定型模板

面板由钢板改为**复塑竹胶合板、纤维板**等，自重比钢模轻**1/3**，用钢量减少**1/2**，是一种针对钢模板投资大、工人劳动强度大的改良模板。



钢框木模板



钢框复塑竹胶合模板



钢框木定型模板
组合的大模板

覆塑竹胶合模板

覆塑竹胶合模板是目前广泛使用的一种模板。有**单面覆塑**和**双面覆塑**，规格为**2440~1220mm**，厚度**10~12mm**。竹胶合模板组织严密、坚硬强韧，板面平整光滑，可钻可锯、耐低温高温，可用于施工现浇清水砼专用模板。



酚醛树脂胶合板模板



竹胶合板模板铺设楼面模板

模壳

是用于钢筋砼密肋楼板的一种工具式模板。密肋楼板由薄板与间距较小的密肋组成，模板的拼装难度大，且不经济。采用**塑料**或**玻璃钢**按密肋楼板的规格尺寸加工成需要的模壳，则具有**一次成型、多次周转**的便利。



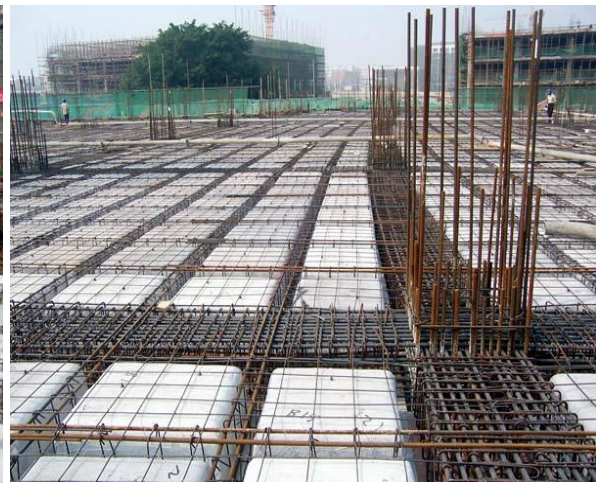
采用模壳的密肋楼板



模壳成品堆场



密肋楼板模壳安装



密肋楼板浇筑砼前

7.2.2模板设计与步骤



1. 模板设计的主要内容

模板设计的内容主要包括选型、选材、配板、荷载计算、结构设计和绘制模板施工图等。各项设计内容和详尽程度，可根据工程的具体情况和施工条件确定。

肋形楼盖的木模板支模



- 2 . 模板荷载及其组合

- (1) 荷载标准值

- ①模板及支架自重标准值应根据设计图纸确定。对肋形楼板及无梁楼板模板的自重标准值，见表7.2。

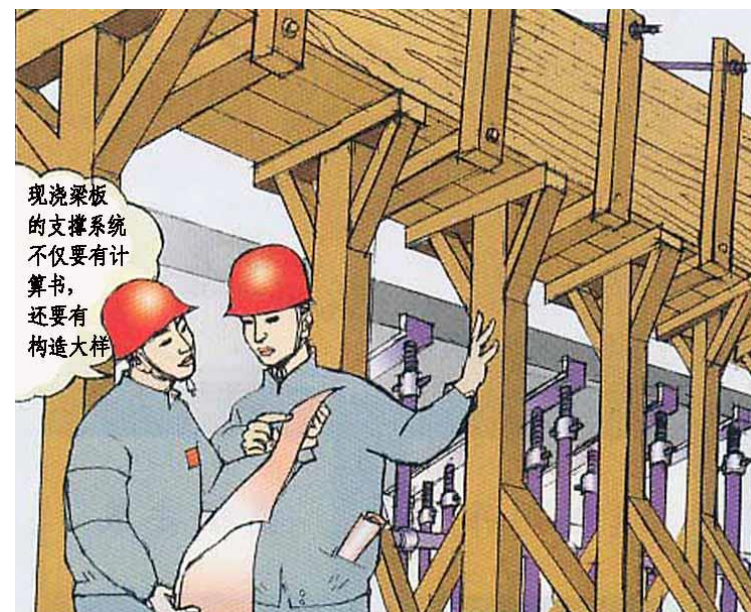


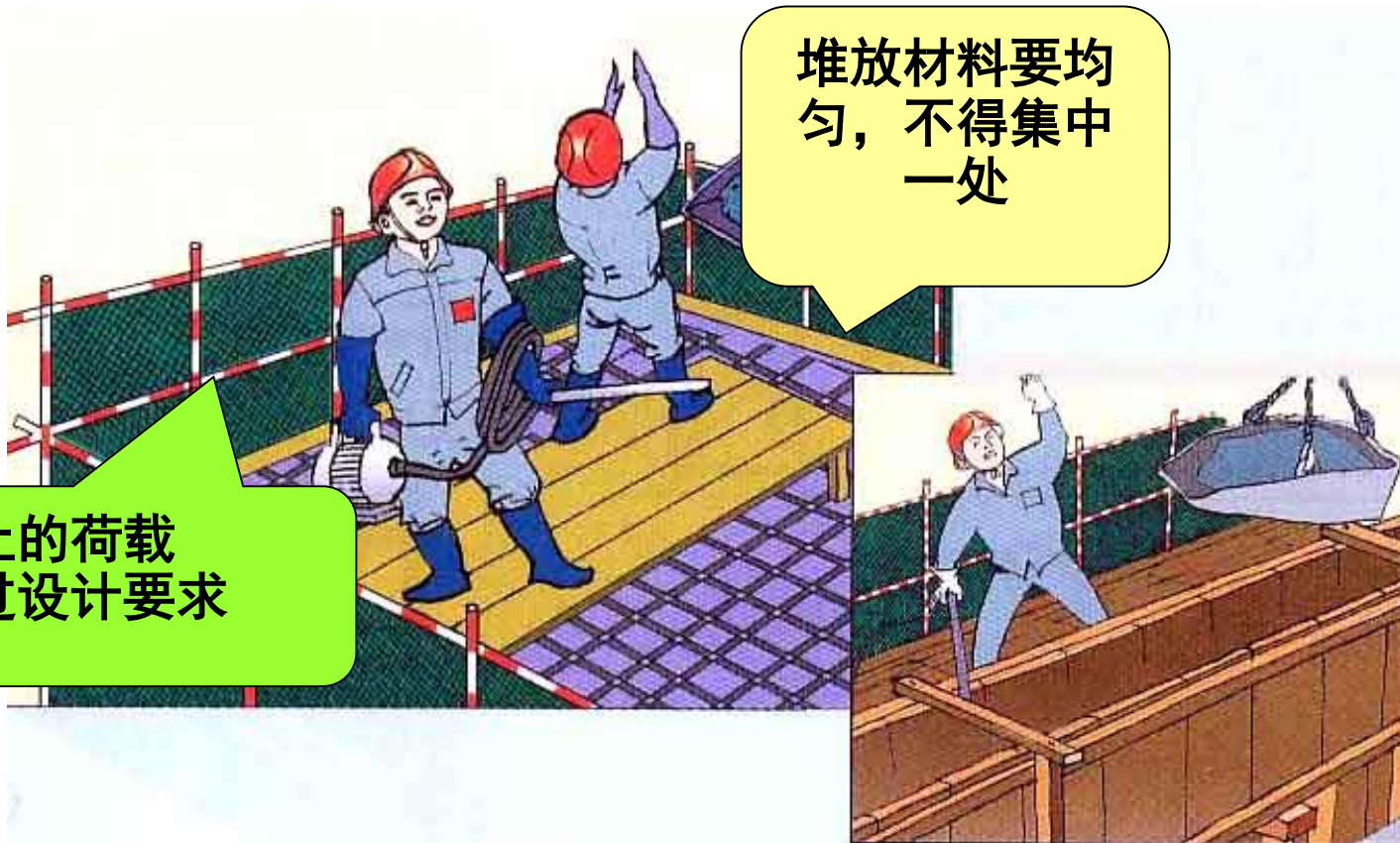
表 7.2 模板及支架自重标准值

(单位: kN/m^3)

模板构件的名称	木模板	组合钢模板	钢框胶合板模板
平板的模板及小楞	0.30	0.50	0.40
楼板模板(其中包括梁的模板)	0.50	0.75	0.60
楼板模板及其支架(楼层高度为4 m以下)	0.75	1.10	0.95

堆放材料要均匀，不得集中一处

模板上的荷载
不能超过设计要求



7.2.2模板设计方法与步骤



②新浇混凝土自重标准值取值。普通混凝土可采用 24 kN/m^3 ；其他混凝土可根据实际重力密度确定。钢筋自重标准值按设计图纸计算确定。一般可按每立方米混凝土含量计算：框架梁 1.5 kN/m^3 ，楼板 1.1 kN/m^3 。

③施工人员及设备荷载标准值：计算模板及直接支承模板的小楞时，对均布荷载取 2.5 kN/m^2 ，另外应以集中荷载 2.5 kN 再行验算，比较两者所得的弯矩值，按其中较大者采用；计算直接支撑小楞结构构件时，均布活荷载取 1.5 kN/m^2 ；计算支架立柱及其他支撑结构构件时，均布活荷载取 1.0 kN/m^2 。

7.2.2模板设计与步骤



④振捣混凝土时产生的荷载标准值：水平面模板可采用 2.0 kN/m^2 ；对垂直面模板可采用 4.0 kN/m^2 （作用范围在新浇筑混凝土侧压力的有效压头高度以内）。

⑤新浇筑混凝土对模板侧面的压力标准值：采用内部振捣器时可按以下两式计算，取其较小值：

$$F = 0.22 \gamma_c t_0 \beta_1 \beta_2 V^{1/2}$$

$$F = \gamma_c H$$

式中 F ——新浇筑混凝土对模板的最大侧压力（ kN/m^2 ）；

γ_c ——混凝土的重力密度（ kN/m^3 ）；

t_0 ——新浇筑混凝土的初凝时间（h），可按实测确定。当缺乏实验资料时，可采用 $t_0 = 200 / (T + 15)$ 计算（ T 为混凝土的温度， $^{\circ}\text{C}$ ）；

7.2.2模板设计与步骤



V ——混凝土的浇筑速度 (m/h);

H ——混凝土侧压力计算位置处至新浇筑混凝土顶面的总高度 (m) ;

β_1 ——外加剂影响修正系数，不掺外加剂时取1.0，掺具有缓凝作用的外加剂时取1.2;

β_2 ——混凝土坍落度影响修正系数，当坍落度小于30 mm时，取0.85；50~90 mm时，取1.0；110~150 mm时，取1.15。

⑥倾倒混凝土时产生的荷载标准值：倾倒混凝土时对垂直面模板产生的水平荷载标准值可按表7.3采用。

砼的振捣



7.2.2模板设计与步骤



表 7.3 倾倒混凝土时产生的水平荷载标准值

(单位:kN/m²)

向模板内供料方法	水平荷载
溜槽、串筒或导管	2
容积小于 0.2 m ³ 的运输器具	2
容积为 0.2~0.8 m ³ 的运输器具	4
容积为大于 0.8 m ³ 的运输器具	6

注:作用范围在有效压头高度以内。



砼吊斗下料

7.2.2模板设计方法与步骤



(2) 荷载的设计值

计算模板及其支架的荷载设计值，应为荷载标准值乘以相应的荷载分项系数，见表7.4。

(3) 荷载折减（调整）系数

①钢模板及其支架，荷载设计值可乘以系数0.85予以折减，但其截面塑性发展系数取1.0。

②采用冷弯薄壁型钢材，系数为1.0。

③木模板及其支架，当木材含水率小于25%时，其荷载设计值可乘以系数0.9予以折减。

④在风荷载作用下，验算模板及其支架的稳定性时，其基本风压值可乘以系数0.8予以折减。

7.2.2模板设计方法与步骤



表 7.4 模板及支架荷载分项系数

项次	荷载类别	系数
1	模板及支架自重	1.35
2	新浇筑混凝土自重	
3	钢筋自重	
4	施工人员及施工设备荷载	1.4
5	风荷载	
6	新浇筑混凝土对模板侧面的压力	1.35
7	泵送混凝土、倾倒混凝土时产生的荷载	1.4

7.2.2模板设计方法与步骤



(4) 荷载组合

荷载类别及其编号见表7.5，荷载组合见表7.6。

表 7.5 荷载类别及编号

名称	类别	编号
模板结构自重	恒载	G_1
新浇筑混凝土自重	恒载	G_2
钢筋自重	恒载	G_3
施工人员及施工设备荷载	活载	Q_1
风荷载	活载	Q_3
新浇筑混凝土对模板侧面的压力	恒载	G_4
泵送混凝土、倾倒混凝土时产生的荷载	活载	Q_2

表 7.6 荷载组合

项次	项目	荷载组合	
		计算承载能力	验算刚度
1	混凝土水平构件的模板及支架	$G_1 + G_2 + G_3 + Q_1$	$G_1 + G_2 + G_3$
2	高大模板支架	$G_1 + G_2 + G_3 + Q_1$	$G_1 + G_2 + G_3$
		$G_1 + G_2 + G_3 + Q_2$	
3	混凝土竖向模板或水平构件的侧面模板	$G_4 + Q_3$	G_4

7.2.2模板设计方法与步骤



3. 设计计算

模板结构构件中的面板（木、钢、胶合板）、大小楞（木、钢）等，均属于受弯构件可按简支梁或连续梁计算。当模板构件的跨度超过三跨时，可按三跨连续梁计算。

本工程墙体模板采用组合钢模板组拼，墙高3 m、厚18 cm、宽3.3 m。钢模板采用P3015(1 500 mm×300 mm)分两行竖排拼成。内钢楞采用2根 51×3.5钢管，间距为750 mm，外钢楞采用同一规格钢管，间距为900 mm。对拉螺栓采用M18,间距为750 mm（图7.15）。混凝土自重（ γ_c ）为24 kN/m³，强度等级C20,坍落度为7 cm，采用0.6 m³混凝土吊斗卸料，浇筑速度为1.8 m/h，混凝土温度为20℃，用插入式振捣器振捣。钢材抗拉强度设计值：Q235钢为215 N/mm²，普通螺栓为170 N/mm²。钢模的允许挠度：面板为1.5 mm,钢楞为3mm。

7.2.2模板设计方法与步骤



表7.2模板及支架自重标准值（单位：kN/m³）

模板构件的名称	木模板	组合钢模板	钢框胶合板模板	平板的模板及小楞
楼板模板（其中包括梁的模板）	0.30	0.50	0.40	0.60
楼板模板及其支架（楼层高度为4m以下）	0.75	1.10	0.95	

7.2.2模板设计与步骤



(1) 荷载设计值

混凝土侧压力标准值：按公式计算。

其中：

$$t_0 = 200 / (20 + 15) = 5.71。$$

$$F_1 = 0.22 \gamma_c t_0 \beta_1 \beta_2 V_1$$

$$= (0.22 \times 24 \times 5.71 \times 1 \times 1 \times 1.812) \text{ kN/m}^2$$

$$= 40.4 \text{ kN/m}^2$$

$$F_2 = \gamma_0 H = (24 \times 3) \text{ kN/m}^2 = 72 \text{ kN/m}^2$$

取两者中的小值，即取 $F_1 = 40.4 \text{ kN/m}^2$ 。

混凝土侧压力设计值：

$$F = F_1 \times \text{分项系数} \times \text{折减系数}$$

$$= 40.4 \text{ kN/m}^2 \times 1.2 \times 0.85$$

7.2.2模板设计方法与步骤



=41.21 kN/m²

倾倒混凝土时产生的水平荷载，查表得：4 kN/m²；

水平荷载设计值为 $4 \times 1.4 \text{ kN/m}^2 = 5.6 \text{ kN/m}^2$ ；

组合值： $F' = (41.21 + 5.6) \text{ kN/m}^2 = 46.81 \text{ kN/m}^2$ 。

例：高度为2.65米的墙模板，用于浇筑200mm厚的墙体混凝土，混凝土的浇筑速度为 $v=1.5\text{m/h}$ ，采用内部振捣器振捣，混凝土温度为 15°C ，塌落度为80mm，不掺外加剂。模板面板采用厚度为18mm的木胶合板，内竖楞采用木枋，横楞采用双脚手钢管，倾倒混凝土时采用 0.8m^3 的吊斗供料，求浇筑混凝土时的侧压力和倾倒混凝土产生的荷载。