

第3章 模板工工种实训

本章重点

通过对模板工工种实训的学习，使学生进一步了解模板体系在制作、安装等一系列过程中的构造要求，掌握模板体系设计的基本原理和基本方法，了解模板安装顺序和方法，掌握现浇混凝土结构模板工程的质量检验以及相应的质量通病防治。

3.1 模板的基本概念

模板工程是为混凝土浇筑成型用的模板及其支架的设计、安装、拆除等一系列技术工作和完成实体的总称，模板及其支架应根据工程结构形式、荷载大小、地基土类别、施工设备和材料供应等条件进行设计。模板及其支架应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，能可靠地承受浇筑混凝土的重量、侧压力以及施工荷载。

3.1.1 模板的材质要求

(1) 基础模板采用松木板，地梁侧板厚度为 20mm。

(2) 主体梁底模板采用松木板，底模板厚度为 40mm，柱模板及楼层模板采用机制木模板（九夹板）模板厚度为 12mm。

(3) 支撑系统采用杉原木，小头直径不小于 70mm，拉接采用小方木（规格 400×500mm），除小楞等采用松木或硬杂木外，其余均采用 $\Phi 48 \times 3.5\text{mm}$ 钢管。

(4) 木模板及支撑系统不得选用脆性、严重扭曲和受潮变形的木材。

(5) 使用木料支撑，材料应剥皮，尖头要锯平，不得使用腐朽、扭裂的材料，不准用弯曲大、尾径小的杂料，层高在 4m 以内顶撑尾径不小于 8cm，5m 以内不小于 10cm，5m 以上应经过设计。

(6) 顶撑接头部位夹板不得小于三面，夹板不得小于 50×8×2.5cm，相邻接头应互相错开。

新模板技术规范中增加了采用铝合金型材作为建筑模板结构或构件，并给出了铝合金型材的机械性能表。板材中直接给出了竹、木胶合板、复合纤维模板的参数性能值，并对材料进行了细致的划分。

3.1.2 模板制作工具

(1) 圆锯。

1) 操作平台要稳固，锯片不得连续缺齿和缺齿太多，螺丝帽要上紧。圆锯应有防护罩，不得使用倒顺开关，应使用点动开关。

2) 操作人应站在锯片一侧，禁止站在与锯片同一直线上，手臂不得跨越锯片操作。

3) 进料必须紧贴靠山，不得用力过猛，遇硬节应慢推，接料要待料出锯片 15cm，不得用手硬拉。

4) 加工旧料时，须先清除铁钉、水泥浆、泥砂等。

- 5) 锯短料时应用推棍, 接料使用刨钩。禁止锯超过圆锯半径的木料。
- 6) 锯片未停稳前不许用手触动, 也不要用力猛推木料的方法强迫锯片停转。
- 7) 电动机外壳及开关的铁外壳应采取接零或接地保护, 且须安装漏电保护开关。

(2) 手电钻。

1) 使用前要先检查电源绝缘是否良好, 有无破损, 电线须架空, 操作时要戴绝缘手套, 使用时要安装漏电保护开关。

2) 按铭牌规定, 正确使用手电钻, 发现有漏电现象或电动机温度过高、转速突然变慢和有异声, 应立即停止使用, 并交电工检修。

3) 在高空作业时, 应搭设脚手架, 危险处作业要挂好安全带, 工作中要注意前、后、左、右的操作条件, 防止发生事故。

4) 向上钻孔时, 只许用手或扛杆的办法顶托钻把, 不许用头或肩扛等办法。

5) 电钻在转动中, 只准用钻把对准孔位、禁止用手扶钻头对孔。

6) 工作完毕后, 应切断电源, 收好导线以备再用。

3.1.3 模板存放要求

(1) 大模板存放处应平铺, 地面应平整, 模板堆码整齐, 其高度宜不大于 1.0m, 超过 1.0m 的四周打销固桩, 堆垛面用 8#铁丝与桩顶锚固。

(2) 各种模板拆下后, 应及时整理, 按规格整齐堆放, 堆放高度不大于 1.0m。

3.2 模板工程的受力计算

3.2.1 模板工程受力计算步骤

主要受力构件的计算的步骤如下:

- (1) 假定主要受力构件的截面尺寸。
- (2) 分析各主要受力构件的结构模式, 并绘出计算简图。
- (3) 根据相应的荷载及荷载组合, 对各主要受力构件进行荷载计算。

计算模板及其支架的荷载, 分为荷载标准值和荷载设计值, 后者以荷载标准值乘以相应的荷载分项系数。

1) 模板及支架自重标准值: 应根据设计图纸确定。

2) 新浇混凝土自重标准值: 对普通混凝土, 可采用 24kN/m^3 ; 对其他混凝土, 根据实际重力密度确定。

3) 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 1.5kN/m^3

楼板 1.1kN/m^3

4) 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 2.5kN/m^2 , 另应以集中荷载 2.5kN 再进行验算, 比较两者所得的弯矩值, 按其中较大者采用; 计算直接支承小楞结构构件时, 均布活荷载取 1.5kN/m^2 ; 计算支架立柱及其他支承结构构件时, 均布活荷载取 1.0kN/m^2 。

5) 振捣混凝土时产生的荷载标准值: 对水平面模板可采用 2.0kN/m^2 ; 对垂直面模板可采

用 4.0kN/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)。

6) 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, 并以较小值:

$$F=0.22r_c t_0 \beta_1 \beta_2 V_1 / 2$$

$$F = r_c H$$

7) 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。

8) 除上述 7 项荷载外, 当水平模板支撑结构的上部继续浇筑混凝土时, 还应考虑由上部传递下来的荷载。

9) 模板工程属临时性工程。由于我国目前还没有临时性工程的设计规范, 所以只能按正式结构设计规范执行。由于新的设计规范以概率理论为基础的极限状态设计法代替了容许应力设计法, 又考虑到原规范对容许应力值作了提高, 因此原《混凝土结构工程施工及验收规范》(GB50204—92) 进行了套改。

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

②采用冷弯薄壁型钢材, 由于原规范对钢材容许应力值不予提高, 因此荷载设计值也不予折减, 系数为 1.0。

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

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 0.8 系数予以折减。

(4) 根据相应的计算简图及荷载, 对各主要受力构件进行内力计算。

(5) 对各主要受力构件进行强度、刚度及稳定性验算。

(6) 重复以上 (1)、(2) 步骤, 直至取得良好的模板结构体系及合理的主要受力构件的截面尺寸。

(7) 整理计算书。

3.2.2 模板工程受力计算内容

模板工程的受力计算内容主要有:

(1) 强度计算:

①抗弯计算 $\sigma_{\max} = \frac{M}{W_z} \leq [\sigma]$

②抗剪计算

截面为矩形时: $\tau_{\max} = \frac{3}{2} \times \frac{Q}{A} \leq [\tau]$

截面为圆形时: $\tau_{\max} = \frac{4}{3} \times \frac{Q}{A} \leq [\tau]$

其中: M ——构件截面上的弯矩, 当为多跨连续构件时, 可查《混凝土结构》教材内力系数表求得;

Q ——构件截面上的剪力, 当为多跨连续构件时, 可查《混凝土结构》教材内力系数表求得;

W_z ——构件抗弯截面模量。

$$\text{矩形截面 } W_z = \frac{bgh^2}{6}$$

$$\text{圆形截面 } W_z = \frac{\pi g D^3}{32}$$

A ——构件截面面积。

(2) 稳定性验算。

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} \leq [\sigma]$$

其中： φ ——稳定系数，由长细比 λ 、 λ_n 决定。

$$\text{长细比 } \lambda = \frac{L}{i}$$

L ——钢管顶撑或梁模板桁架式顶撑钢管的计算长度，按两端简支受压构件取用。

$$\text{截面的回转半径： } i = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$\text{当 } \lambda_n = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \leq 0.215 \text{ 时，取 } \varphi = 1 - 0.41\lambda_n^2$$

$$\text{当 } \lambda_n = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} > 0.215 \text{ 时，取 } \varphi = \frac{1}{2\lambda_n^2} \left[(0.986 + 0.152\lambda_n + \lambda_n^2) \sqrt{(0.986 + 0.152\lambda_n + \lambda_n^2)^2 - 4\lambda_n^2} \right]$$

N ——钢管顶撑或桁架式梁模顶撑一根钢管的轴向压力设计值。

(3) 挠度验算。

$$f_{\max} \leq [f]$$

f_{\max} ——模板构件的最大挠度，对均布荷载作用下的单跨构件：

$$f_{\max} = \frac{5qL^4}{384EI}$$

q ——作用于模板构件的均布荷载；

L ——模板构件的计算跨度。

对多跨构件，可查《混凝土结构》教材多跨连续梁挠度系数表求得。

对于楼板模板的钢管大楞（杠管），当楞木的间距 ≤ 400 时，可近似按均布荷载作用下的多跨连续构件计算，此时，把楞木传来的集中荷载除以楞木间距即得均布荷载。

3.3 模板制作和安装与拆除

3.3.1 模板工程技术交底

模板工程技术交底一般规定：

(1) 工作台、机械的设置应合理稳固，工作地点和通道应畅通，材料、半成品堆放应成堆成垛，不影响交通。

(2) 操作木工机械不准戴手套, 以防将手套卷进机械造成事故。

(3) 木模车间内的锯屑刨花应天天清理。在车间内禁止吸烟动火。

(4) 顶撑应从离地面 50cm 高设第一道水平撑, 以后每增加 2m 增设一道。水平撑应纵横向设置。

(5) 支撑底端地面应整平夯实, 并加垫木, 不得垫砖, 调整高底的木楔要钉牢, 木楔不宜垫得过高(最好是 2 块)。

(6) 采用木桁架支模应严格检查, 发现严重变形、螺栓松动等应及时修复。

(7) 支模应接工序进行, 模板没有固定前, 不得进行下道工序。禁止利用拉杆、支撑攀登上下。

(8) 支设 4m 高以上的立柱模板, 四周必须顶牢, 操作时要搭设工作台, 不足 4m 高的可使用马凳操作。

(9) 支设独立梁模应设临时工作台, 不得站在柱模上操作和梁底模上行走。

(10) 二人抬运模板时要互相配合, 协同工作。传送模板、工具应用运输工具或用绳子系牢后升降, 不得乱扔。

(11) 不得在脚手架上堆放大批模板等材料。

(12) 纵横水平撑、斜撑等不得搭在门窗框和脚手架上。通道中间的斜撑、拉杆等应设在 1.80m 高以上。

(13) 支模中如需中间停歇, 应将支撑、搭头、柱头封板等钉牢, 防止因扶空、踏空而坠落造成事故。

(14) 利用门型架、钢管等支模庆配套使用, 按规定设置水平和剪刀撑。

(15) 模板上有预留孔洞者, 应在安装后将洞口盖好。砼板上的预留洞应在拆模后将洞口盖好。

(16) 拆除檐口、阳台等危险部位的模板, 底下应有架子、安全网或挂安全带操作, 并尽量做到模板少掉到架、安全网上, 少量掉落在架、安全网上的模板应及时清理。

(17) 拆模前, 周围应设围栏或警戒标志, 重要通道应设专人看管, 禁人入内。

(18) 拆模的顺序应按自上而下, 从里到外, 先拆掉支撑的水平和斜支撑, 后拆模板支撑, 梁应先拆侧模后拆底模, 拆模人应站一侧, 不得站在拆模下方, 几人同时拆模应注意相互间安全距离, 保证安全操作。

(19) 拆除薄腹梁、吊车梁、桁架等预制构件模板, 应随拆随加支撑顶牢, 防止构件倒塌。

(20) 拆下的模板应及时运到指定的地点集中堆放或清理归垛, 防止钉子扎脚伤人。

3.3.2 模板工程安装方法

(1) 条形基础(带地梁)模板安装施工方法。

1) 保证砼结构和构件各部分形状尺寸及相互位置的准确性。

①在侧模上下钉设 40×60mm 木档统长和 40×60mm 短木档间距 1000mm 加, 并在短木档外侧支设支撑与基槽壁固定, 以满足构件的形状尺寸和位置的准确性。

②在侧模内侧用定尺的木档时构件内部尺寸进行固定, 间距 1000mm, 当基础梁高度超过 700mm 时, 在侧模中间拉设双股铅丝, 间距为 1000mm, 防止胀模。

2) 要保证模板的强度和稳定性刚度要求:

- ①在基槽内壁与支撑接触处用模板 400×500mm 垫设，保证模板有足够的强度。
- ②在基础梁上部用 60×80mm 木档进行整体固定，保证模板有足够的稳定性。
- ③在侧模板下方钉设木档脚间距 1000mm（浇筑后拔除），以保证模板有足够的刚度。
- 3) 要保证构造简单、拆装方便，便于钢筋绑扎与安装和砼的浇筑养护。
- 4) 保证模板的接缝要严密，防止漏浆。

(2) 柱模板的施工方法。

柱子模板拼装的施工方法如下：

1) 拼装示意图（图 3-1）。

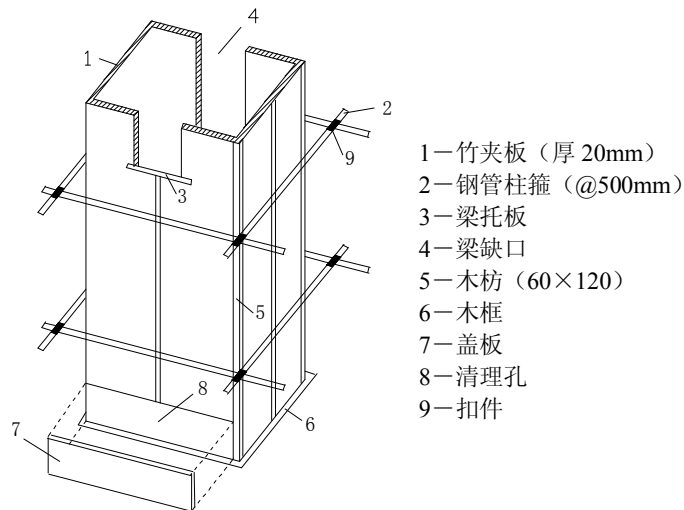


图 3-1 拼装示意图

2) 柱模支撑示意图（图 3-2）。

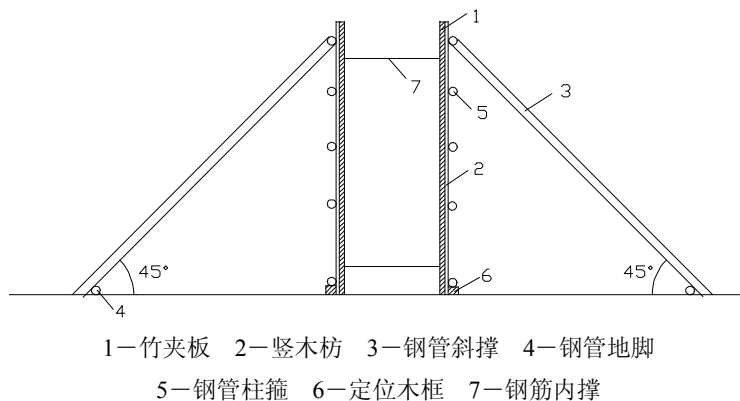


图 3-2 柱模支撑示意图

3) 主要安装施工方法。

- ①柱子钢筋绑扎验收合格后，将柱脚冲洗干净，按弹线安好定位木框以及焊好钢筋内撑。
- ②拼装柱模，临时固定。
- ③吊正模板，拉通线进行检查，合格后固定柱模。
- ④安装柱箍，柱箍间距不大于 50cm，下部应适当加密，以免炸模。

⑤依图示要求架设好斜撑，以保证柱子的稳定。用线锤、经纬仪等校正柱模垂直度后与承重架和支撑系统固定牢固，并确保整个支模系统有足够的强度、刚度要求。

⑥将柱模内清理干净、封闭清理口，进行柱模的技术复检验收。

⑦短形柱的框板由四面侧板、柱箍、支撑组成，柱与四边侧模都采用纵面模板（九夹板），在柱模底用小方木钉成方向盘用于固定柱模。

⑧柱顶与梁交接处，要留出缺口，缺口尺寸即为高度和宽度，并在缺口两侧和缺口底钉上衬口档，衬口档离缺口边的距离即为侧板和梁底板的厚度，为了防止在砼浇筑时模板产生鼓胀（胀模）变形，在柱侧模设置木柱箍，柱箍面距应根据柱模距面大小确定，一般在 400~600mm 左右，柱模下部间距小些，柱上可逐渐增大间距。

4) 主要安全技术要点。

柱子模板拼装一要防止在砼浇筑时因砼的侧压力及振动时产生的冲击力使模板产生鼓胀变形；二是要保证柱模的稳定，不至于在操作中柱子发生倾斜。为防止上述情况发生，以下几条必须遵守：

①竖枋与竹夹板连接：如柱宽大于 40cm，木枋每边不少于 3 根，且木枋受力方向不能反，连接示意图如图 3-3 所示。

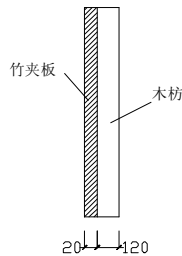


图 3-3 连接示意图

②为防止鼓胀变形，柱箍间距必须符合设计要求，扣件架设牢固，主要受力方向应架设双扣件防位移。

③保证柱模稳定：地脚必须纵横连接，保证不移动，斜撑架设角度适宜，且每面不少 2 道。

(3) 板模板施工方法

1) 现浇模板支撑示意图如图 3-4 所示。

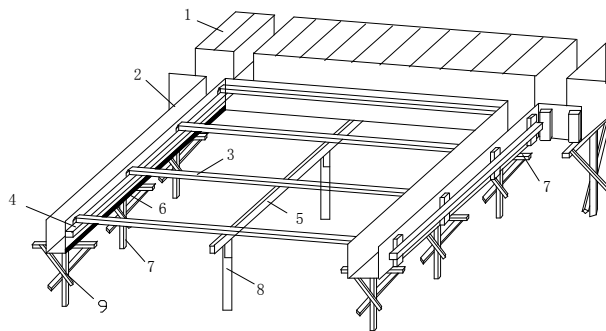


图 3-4 现浇模板支撑示意图

2) 现浇板模平板与支撑的选择：平板采用九夹板，龙骨采用 60×80 方木，支撑采用木支撑，小头直径不小于 70mm，水平支撑采用 400×500 的方木，支撑底部采用 20mm 厚木板。

3) 荷载计算。

- ①模板自重 0.3kN/m;
- ②砼重量 2.4kN;
- ③钢筋重量 0.2kN;
- ④施工荷载 1kN/m;
- ⑤振捣砼产生的荷载 0.2kN;
- ⑥倾倒砼产生的荷载 0.5kN;
- ⑦累计荷载为 4.6kN/m。

支撑采用圆木支撑，稍径 70mm，间距采用 800mm，顶撑立柱采用 60×80mm 方木，承受 2 根顶撑之间板模传来的垂直荷载。

4) 楼板支模。

①根据楼层标高搭设所需高度的承重架和支撑系统，在复查承重架用支撑系统标高无误和牢固稳定的前提理，铺设搁栅及底模板。

②弹轴线、墙或柱的边线和预埋件位置十字线等，经复核无误，进行立模，绑扎钢筋及预留（或）预埋，然后拼封固定和校核工作。

③进行技术复核和隐蔽工程验收。

(4) 梁模板施工方法。

梁模板主要有底板、侧板、夹木、托木、梁箍、支撑等组成，侧板采用 25mm 厚长条板，梁底模板采用九夹板，龙骨采用 60×80 方木，支撑采用木支撑，小头直径不小于 70mm，水平支撑采用 400×500 的方木，支撑底部采用 20mm 厚木板。

1) 在梁底板下每隔一定间距用顶撑支设。夹木设在梁模两侧板下方，将梁侧板与底板夹紧，并钉牢在支柱顶撑上。次梁模板还应根据支设楼板模板的搁栅的柱高，在两侧板外面钉上托木（横档），在主梁与次梁交接处，应在主梁侧板上留缺口，并钉上衬口档，次梁的侧板和底板钉在衬口档上，如图 3-5 所示。

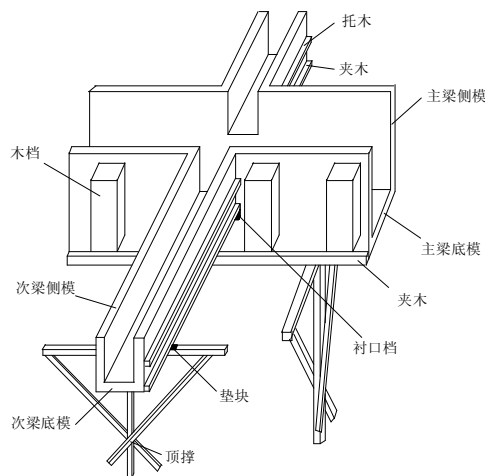


图 3-5 梁模板

2) 顶撑：支撑梁模的顶撑为直径 120mm 的圆木，帽木用 50mm 的方木，斜撑用 50×75mm 方木，示意图如图 3-6 所示。

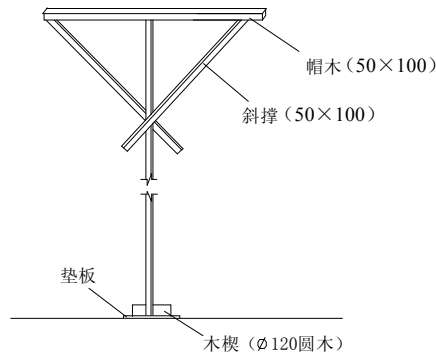


图 3-6 顶撑

3) 当梁高在 700mm 以上, 其侧压力随梁高的增大而增大, 单用斜撑及夹条用圆钉钉住, 不易撑牢。因此, 常在梁的中部用铁丝穿过横档对拉, 或用螺栓将两侧模板拉紧, 防止模板下口面外爆裂及中部鼓胀, 示意图如图 3-7 所示。

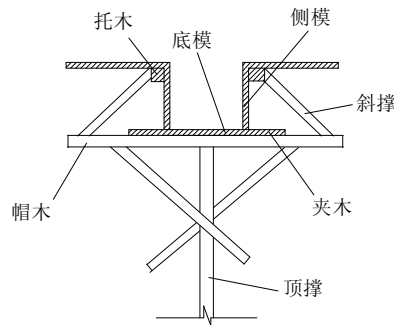


图 3-7 有斜撑的梁模

4) 梁模板安装后, 要拉中线进行检查, 复核各梁模中心位置是否对正, 待平板模板安装后, 检查并调整标高, 将木楔钉牢在垫板上, 各项撑之间设水平撑, 以保证顶撑的稳固, 示意图如图 3-8 所示。

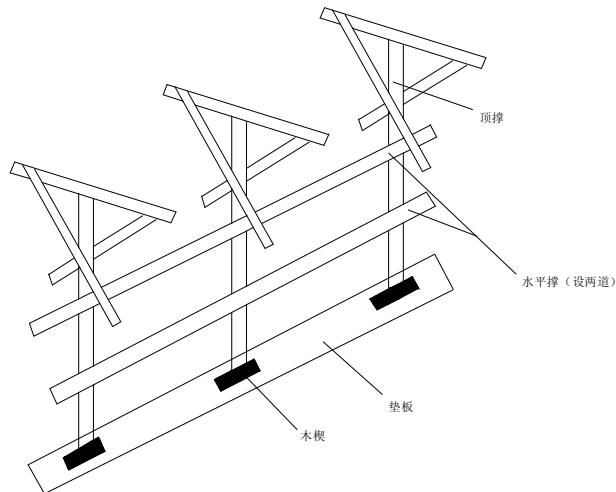


图 3-8 有水平撑的顶撑

5) 顶撑的间距要根据梁的断面大小而定,一般为 800~1200mm,现结合本工程特点,取截面尺寸为 250×600mm,长 6800mm 的矩形大梁,采用红松木底模(厚 40mm),梁离地面高 4m,模板底楞木和顶撑间距选用 0.85m,侧模板立档间距选用 500mm,对底模、侧模和支撑进行验算。

6) 荷载计算。

- ①模板自重 0.35kN/m;
- ②砼重量 3.6kN;
- ③钢筋重量 0.4kN;
- ④施工荷载 1kN/m;
- ⑤振捣砼产生的荷载 0.2kN;
- ⑥倾倒砼产生的荷载 0.5kN;
- ⑦累计荷载为 5.6kN/m。

(5) 墙板支模施工方法。

墙板支模施工方法如下:

- 1) 按已弹好的位置线安装门洞模板,下预埋件或木砖。
- 2) 把预先按尺寸拼装好的模板按位置线就位,然后安装拉杆或斜撑,安装塑料套管和穿墙螺栓,穿墙螺栓规格和间距在模板设计时应明确规定。
- 3) 检查墙板钢筋,预埋件数量、位置、经复核无误后,再安装另一边模板,调整斜撑(拉杆)使模板垂直,两模间用对拉螺栓连接,控制好模板厚度。
- 4) 模板安装完毕后,检查一遍扣件,螺栓是否紧固,模板拼缝及下是否严密,必须保证模板及支撑系统有足够的强度、刚性和不漏浆。
- 5) 进行技术复核和隐蔽工程验收。

3.3.3 模板拆除

木模板拆除期限,具体如下:

- (1) 不承台的侧面模板,应在砼强度能保持其表面及棱角不因拆模而损坏,一般在 3 天以后方可拆除。
- (2) 承重的模板应在砼达到以下强度后才能拆除。
- (3) 平板模板的砼强度达到 75 (即 20 天)。
- (4) 单梁的底模板的砼强度达到 100 (即 25 天)。
- (5) 悬臂梁模板的砼强度达到 100 (即 28 天)。
- (6) 当承重的模板拆除后,其上部门有承受施工荷载时,必须加设临时支撑。

3.4 模板的质量检验

3.4.1 模板工程验收流程图

模板工程验收流程图如图 3-9 所示。

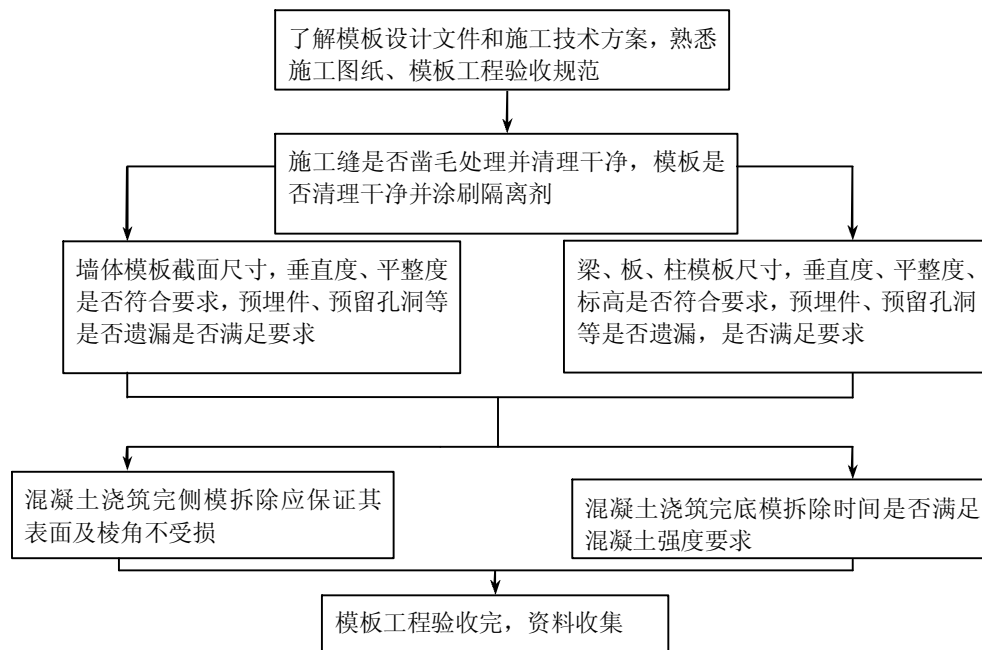


图 3-9 模板工程验收流程图

3.4.2 模板工程施工验收依据

模板工程施工验收依据如下：

(1) 模板工程施工质量的基本规定：

- 1) 模板及其支架应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，能可靠地承受浇筑混凝土的重量、侧压力以及施工荷载。
- 2) 在浇筑混凝土之前，应对模板工程进行验收。模板安装和浇筑混凝土时，应对模板及其支架进行观察和维护。发生异常情况时，应按施工技术方案处理。
- 3) 模板及其支架拆除的顺序及安全措施应按施工技术方案执行。

(2) 模板安装主控项目：

- 1) 安装现浇结构的上层模板及其支架时，下层楼板应具有承受上层荷载的承载能力，或加设支架；上、下层支架的立柱应对准，并铺设垫板。

检查数量：全数检查。

检查方法：对照模板设计文件和施工技术方案观察。

- 2) 在涂刷模板隔离剂时，不得玷污钢筋和混凝土接槎处。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

(3) 模板安装一般项目：

- 1) 模板安装应满足下列要求：

- ① 模板的接缝处不应漏浆；在浇筑混凝土前，木模板应浇水湿润，但模板内不应有积水。
- ② 模板与混凝土的接触面应清理干净并涂刷隔离剂，但不得采用影响结构性能或妨碍装饰工程施工的隔离剂。
- ③ 浇筑混凝土前，模板内的杂物应清理干净。

④对清水混凝土工程及装饰混凝土工程，应使用能达到设计效果的模板。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

2) 用作模板的地坪、胎模等应平整光洁，不得产生影响构件质量的下沉、裂缝、起砂或起鼓。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

3) 对跨度不小于 4m 的现浇钢筋混凝土梁、板，其模板应按设计要求起拱；当设计无具体要求时，起拱高度宜为跨度的 1/1000~3/1000。

检查数量：在同一检验批内，对梁，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；对大空间结构，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查 10%，且不少于 3 面。

检查方法：水准仪或拉线、钢尺检查。

4) 固定在模板上的预埋件、预留孔和预留洞均不得遗漏，且应安装牢固，其偏差应符合表 3-1 规定。

表 3-1 预埋件和预留孔洞的允许偏差

| 项目 | | 允许偏差 (mm) |
|--------------|-------|-----------|
| 预埋钢板中心线位置 | | 3 |
| 预埋管、预留孔中心线位置 | | 3 |
| 插筋 | 中心线位置 | 5 |
| | 外漏长度 | +10, 0 |
| 预埋螺栓 | 中心线位置 | 2 |
| | 外漏长度 | +10, 0 |
| 预留洞 | 中心线位置 | 10 |
| | 尺寸 | +10, 0 |

*注：检查中心线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取最大值。

检查数量：在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵横轴划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。

检查方法：钢尺检查。

5) 现浇结构模板安装的偏差应符合表 3-2 规定。

表 3-2 现浇结构模板安装的允许偏差及检查方法

| 项目 | | 允许偏差 (mm) | 检验方法 |
|---------|-------|-----------|-------------|
| 轴线位置 | | 5 | 钢尺检查 |
| 底模上表面标高 | | ±5 | 水准仪或拉线、钢尺检查 |
| 项目 | | 允许偏差 (mm) | 检验方法 |
| 截面内尺寸 | 基础 | ±10 | 钢尺检查 |
| | 柱、墙、梁 | +4, -5 | 钢尺检查 |

续表

| 项目 | | 允许偏差 (mm) | 检验方法 |
|-----------|--------|-----------|-------------|
| 层高垂直度 | 不大于 5m | 6 | 经纬仪或吊线、钢尺检查 |
| | 大于 5m | 8 | 经纬仪或吊线、钢尺检查 |
| 相邻两板表面高低差 | | 2 | 钢尺检查 |
| 表面平整度 | | 5 | 2m 靠尺和塞尺检查 |

*注：检查轴线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取最大值。

6) 预制构件模板安装的偏差应符合表 3-3 规定。

检查数量：首次使用及大修后的模板应全数检查；使用中的模板应定期检查，并根据使用情况不定期抽查。

表 3-3 预制构件模板安装的允许偏差及检验方法

| 项目 | | 允许偏差 (mm) | 检验方法 |
|-----------|------------|----------------------|-----------------|
| 长度 | 板、梁 | ±5 | 钢尺量两角边，取其中较大值 |
| | 薄腹梁、桁架 | ±10 | |
| | 柱 | 0, -10 | |
| | 墙板 | 0, -5 | |
| 宽度 | 板、墙板 | 0, -5 | 钢尺量一端及中部，取其中较大值 |
| | 梁、薄腹梁、桁架、柱 | +2, -5 | |
| 高(厚)度 | 板 | +2, -3 | 钢尺量一端及中部，取其中较大值 |
| | 墙板 | 0, -5 | |
| | 梁、薄腹梁、桁架、柱 | +2, -5 | |
| 侧向弯曲 | 梁、板、柱 | $L/1000$ 且 ≤ 15 | 拉线、钢尺量最大弯曲处 |
| | 墙板、薄腹梁、桁架 | $L/1500$ 且 ≤ 15 | |
| 板的表面平整度 | | 3 | 2m 靠尺和塞尺检查 |
| 相邻两板表面高低差 | | 1 | 钢尺检查 |
| 对角线差 | 板 | 7 | 钢尺量两个对角线 |
| | 墙板 | 5 | |
| 翘曲 | 板、墙板 | $L/1500$ | 调平尺在两端量测 |
| 设计起拱 | 薄腹梁、桁架、梁 | ±3 | 拉线、钢尺量跨中 |

注：L 为构件长度 (mm)

(4) 模板拆除主控项目：

1) 底模及其支架拆除时的混凝土强度应符合设计要求；当设计无具体要求时，混凝土强度应符合表 3-4 规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查同条件养护试件强度试验报告。

表 3-4 底模拆除时的混凝土强度要求

| 构件类型 | 构件跨度 (m) | 达到设计的混凝土立方体抗压强度标准值的百分率 (%) |
|-------|----------|----------------------------|
| 板 | ≤2 | ≥50 |
| | >2, ≤8 | ≥75 |
| | >8 | ≥100 |
| 梁、拱、壳 | ≤8 | ≥75 |
| | >8 | ≥100 |
| 悬臂构件 | — | ≥100 |

2) 对后张法预应力混凝土结构构件, 侧模宜在预应力张拉前拆除; 底模支架的拆除应按施工技术方案的执行, 当无具体要求时, 不应在结构构件建立预应力前拆除。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 观察。

3) 后浇带模板的拆除和支顶应按施工技术方案的执行。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 观察。

(5) 模板拆除一般项目:

1) 侧模拆除时的混凝土强度应能保证其表面及棱角不受损。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 观察。

2) 模板拆除时, 不应在楼层形成冲击荷载。拆除的模板和支架宜分散堆放并及时清运。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 观察。

(6) 模板验收过程中应注意以下几点:

1) 使用的材料, 必须满足施工要求。

2) 拉接的螺杆, 必须牢固、可靠。

3) 有高低模板, 挂板必须进行加固。

4) 模板平直度、垂直度、截面尺寸控制在允许范围内。

5) 不得有炸模因素的存在。

6) 不同混凝土标号的交接处, 及梁、板中有高低跨处; 必须用铁丝网分割开。

7) 跨度大于 4m 梁、板必须起拱, 中间必须的标高往上丈量 10~15mm, 不得出现两边上拱, 中间下沉。

8) 注意相邻部位的标高, 避免同一梁、板底高低不一。

9) 预留洞尺寸必须方正, 有效地控制方法, 严禁出现歪斜洞口。

10) 模板在同一轴线上, 同规格柱、墙必须拉线校正, 砼混凝土在浇捣完毕后, 外墙必须拉线校正。

11) 模板的接缝必须严密, 模板脱模油涂刷均匀。

12) 墙、柱模板中的预留梁、板及洞口尺寸, 必须正确, 严禁墙、柱模板伸入梁、板内。

13) 施工完, 支模时的锯沫、木块、脱膜油等应清理干净, 拆模后的杂物应及时清理, 堆放到指定位置。

14) 支模架必须稳定牢固, 墙体对拉螺杆分布均匀, 加固方法得当。

15) 剪力墙、柱下口 50~100mm 处, 预留洞口周边必须焊固定钢筋, 防止模板位移, 模板内有撑筋, 控制模板截面尺寸。

16) 墙体阴阳角均采用阴、阳角模, 钢筋加固, 在洞口阴阳角处的水平管固定必须有两个以上固定扣件固定, 减少单个扣件单点固定而造成混凝土浇筑中截面尺寸变形。

17) 墙、板后浇带、楼梯施工缝必须留设的位置符合施工有关规定要求。

3.5 模板工程的安全措施

(1) 木模板加工制作安全操作规程。

1) 木模板制作(加工)的场所, 地面应平整, 道路畅通无阻, 制作加工的半成品要堆放整齐, 码堆不宜过高, 防止倒塌伤人, 工作场所禁止吸烟, 防止火灾事故发生。

2) 所有机具(刨床、手持电锯)均应接地或接零, 配电箱应是一机一闸一漏电保护器, 配电箱应有门有锁; 操作者必须熟知机具的性能和安全技术操作规程。

3) 使用电锯加工材料时, 操作前应进行检查, 锯片不得有裂口, 螺帽应拧紧, 运转时禁止用手清除屑。

4) 操作时要戴防护眼镜, 站在锯片一侧, 禁止站在与锯片同一直线上, 手臂不得跨过锯片; 进料必须紧贴靠山, 不得用力过猛, 遇硬节慢推; 接料要待料出锯片 15cm, 不得用手去硬拉; 短窄料应用推棍, 接料使用刨钩; 越过锯片半径的木料, 禁止上锯加工。

5) 操作刨床前要检查刀片、刀架、夹板、螺栓是否有裂缝, 是否吻合紧固, 换刀片或调整刨稍量时以及清除刨花必须拉闸断电后进行。

6) 刨料应保持身体稳定, 双手操作。刨大面时, 手要按在料的上面, 刨小面时手指不低于料高的一半, 并不得少于 3cm, 禁止手在料后推送, 刨削量每次一般不得超过 1.5mm, 进料速度要保持均匀, 经过刨口时用力要轻。禁止在刨刃上方回料。

7) 刨厚度小于 1.5cm、长度小于 30cm 的小料时, 必须用压板或推棍, 禁止用手直接推进, 遇节疤、钹槎要减慢推料速度, 禁止手按在节疤上推料。刨旧料必须将铁钉、水泥疤等清除干净。

8) 使用手持电锯时, 电源线必须使用橡套线, 不得用塑料线, 并用插头插座接电源。操作前进行试运转, 检查旋转方向是否正确, 操作时, 推进速度要均匀, 用力不得过猛。

9) 所有机具在运行不得进行维修、保养、调试及清除锯沫刨花, 工作完毕后, 应拉闸断电, 锁好配电箱, 并将木屑、锯沫、刨花清除干净方准下班。

(2) 模板工程安装的安全措施。

1) 严格遵守现场“十不准原则”, 遵守现场有关之安全规定。

2) 在现场安装模板时, 所用工具应装在工具包(箱)内, 注意戴好安全帽。

3) 垂直运输模板或其他材料进, 吊篮下严禁站人, 严禁乘吊篮上下。

4) 高空作业应系安全带或采用防护措施, 否则不允许施工。

5) 模板支撑不得使用腐朽、扭裂的木材, 顶撑要垂直, 底端平整坚实, 并加垫木, 木楔要钉牢, 并用横顺拉杆和剪刀撑拉牢。

6) 支模应按工序进行, 模板没有固定前不得进行下道工序, 禁止利用拉杆支撑攀登上下。

7) 支设 4.0m 以上的立柱模板四周必须顶牢, 操作时要搭设工作站, 不是 4.0m 的可使用

马凳操作，支设组立梁模板应设临时工作平台，不得站在柱模板上操作和梁模板上行走。

8) 拆除模板应经现场施工员同意，重要部位须经公司质安科专管人员同意，操作时应按顺序进行，严禁猛撬、硬砸或大面积撬落和拉倒。完工后不得留上松动和悬挂的模板，标下的模板应及时运送到指定地点集中堆放，防止铁钉扎脚。

9) 拆模的下面不得站人，以防突然坠落伤人。

10) 不允许留有未拆除的悬空模板。

11) 模板在支撑系统未钉牢固之前，不得上人；未安装好的梁底板或平台模板上禁止放重物和走人，不得将模板或其他材料堆放在外脚手架上。

12) 阳台与挑檐等模板的安装与拆除必须有可靠的。

13) 拆除区域应设置警戒线，并派有经验的人员监护作业过程。

3.6 模板的质量通病及防治措施

3.6.1 跑模

(1) 现象：水泥混凝土拌合物的侧向压力使某部的模板整体移位，造成结构物侧面整个倾斜，底面下垂或下扰。严重时，侧模、端模崩塌。

(2) 危害：轻者大大改变结构物尺寸、规格、形状，严重者使浇筑失败。

(3) 原因分析：

1) 固定柱模板的柱掘不牢，或钉侧模、底模的无针规格小，被混凝土的侧压力或竖向力拔出，造成模板移位。

2) 为调整模板间距或高程，所加的抄手气未固定好，震捣时松脱产生侧模，底模移位。

3) 固定梁侧模的带木未钉牢或带木断面尺寸过小，不足以抵抗混凝土侧压力，而使钉子被拔出。

4) 未采用对拉螺栓来承受混凝土对模板的侧压力，或因对拉螺栓直径大小，被混凝土侧压力拉断。

5) 斜撑、水平撑底脚支撑不牢，使支撑失效或移动。

(4) 预防措施：

1) 根据柱断面大小及高度，在柱模外面每隔 30~60cm 加设牢固柱掘，并以脚手架和木齐找正固定，必要时，可设对拉螺栓加固。

2) 梁侧模下口必须有条带木，钉紧在横担木或支柱上，离梁底板 30~40cm 处加工 ϕ 16mm 对拉螺栓（用双根带木，螺栓放在两根横档带木之间，由垫板传递应力），并根据梁的高度，适当加设横档带木。

3) 对拉螺栓直径一般采用 $\Phi 12 \sim \Phi 16$ ，墙身中间应用穿墙螺栓拉紧，以承担混凝土侧压力，确保不跑模，其间距根据侧压力大小为 60~150cm。

4) 浇筑混凝土时，派专人随时检查模板支撑情况，并进行加固。

3.6.2 胀模

(1) 现象：模板在水泥混凝土侧压力作用下，局部模板偏离平面，或局部模板变形鼓出，使结构物截面尺寸加大。

(2) 危害: 使结构物或构件的混凝土面平整度不好, 竖直度超标。对于需进行架设的支撑面或缝隙, 会造成不平, 相顶等质量缺陷。

(3) 原因分析:

1) 木模板厚度较小, 在混凝土侧压力作用下发生扰曲变形。

2) 定型组合钢模板接头处没有立柱或者钢楞尺寸规格小, 使模板在混凝土侧压力的作用下发生弯曲变形, 或卡具未夹紧模板。

3) 模板的水平撑或斜撑过稀, 未被支撑处, 模板向外凸出, 模板的拐角处与端头处, 由于支撑薄弱而移位。

(4) 预防措施:

1) 木模板厚度应大于 2.5cm, 梁高在 20cm 以上时, 采用 5cm 厚度木模板, 且每 0.5m 加立柱。直接承受混凝土侧压力的模板, 杆件及带木等, 其截面尺寸应压塑料膜或水泥袋等。

2) 对于拼缝过宽的定型组合钢模板之间, 侧模与底模相接处, 采用夹垫薄泡沫片, 薄橡胶片, 并且 U 型卡扣紧, 防止接缝漏浆。

3) 柱、墙模板安装前, 模板承垫底部应预先用 1:3 的水泥砂浆, 沿模板内边线抹成条带, 如通过水准仪校正水平。

4) 当钢筋混凝土结构形状不规则时, 可用钢模板和模板进行组合拼装。钢、模板接缝处, 用长木螺钉将钢模边与模板紧密相接, 必要时可垫夹薄泡沫片。

5) 端模及截面尺寸改变处, 加设对拉螺栓拉紧, 必要时加设立柱、拉杆以加固, 防止跑模跑浆。

3.6.3 混凝土层隙或夹渣

(1) 现象: 现浇混凝土或钢筋混凝土有条状缝隙, 并存有木屑、锯末或泥灰, 称为层隙。混凝土底表面内有灰、泥、锯末成渣状, 用硬物可清下, 称为夹渣。

(2) 危害: 混凝土层隙会削弱受力结构, 构件、墙壁的受力截面积, 大降低结构的抗震能力。夹渣会削弱结构主筋的混凝土保护层, 加速结构主筋的锈蚀, 降低混凝土结构的耐久性。

(3) 原因分析: 模板支好后, 清理各种杂物不够, 或用水用压缩空气冲洗, 积聚梁底低处, 未留清渣口排出, 使残渣留在混凝土中。

(4) 预防措施: 在梁底模板最低处, 柱、墙脚处, 预留清渣口, 待用水或压缩空气清理完成后, 再将清渣口封闭。

3.7 模板工工种实训操作题

3.7.1 实训的教学目的与基本要求

本模板工程施工实训在第五学期进行, 学生已经学习了“建筑材料”、“建筑结构”、“建筑力学”、“建筑测量”、“建筑施工技术”等课程后进行的生产性实训。目的是让学生通过现场施工操作, 获得一定的施工技术的实践知识和生产技能操作体验, 提高学生的动手能力和培养、巩固、加深、扩大所学的专业理论知识, 为毕业实习、就业顶岗打下必要的基础。

学生可以先熟悉施工图纸、工程规范、施工质量检验评定标准, 了解施工方案的工艺流程、施工方法和技术要求, 以逐步适应工作的要求。

3.7.2 实训任务

本模板工工种施工实训的内容是基础承台的模板制作，基础承台的施工平面图及剖面图如图 3-10 所示。

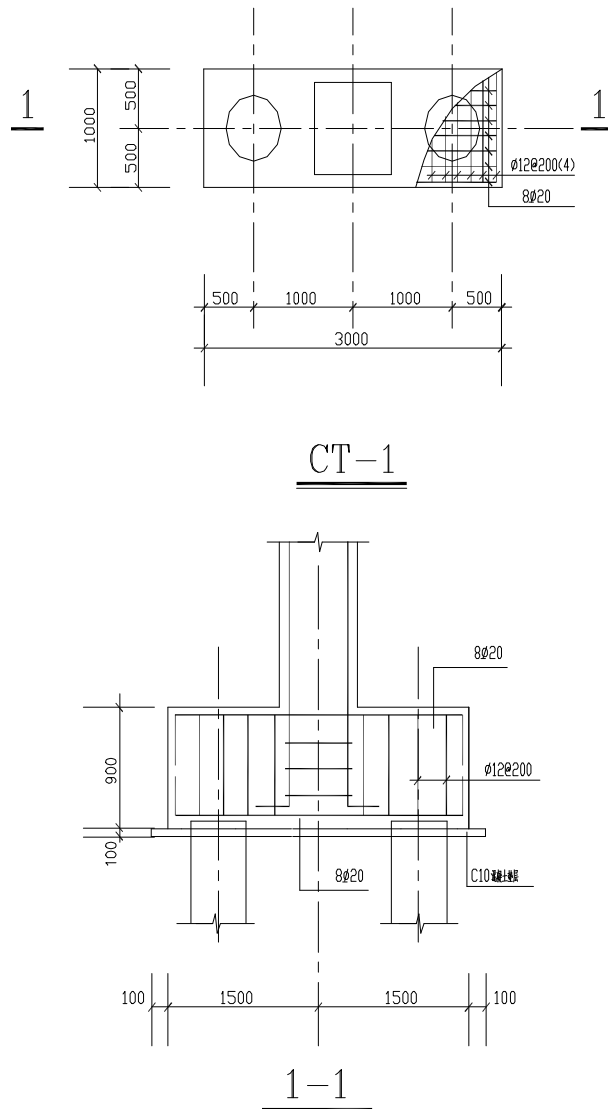


图 3-10 施工平面图及剖面图

3.7.3 实训工具和材料准备

(1) 实训工具。

- ①木工铅笔、墨斗
- ②三角尺、水平尺、卷尺
- ③线锤、羊角锤

④手锯、木框锯、平刨

⑤圆锯机

⑥经纬仪、水准仪

(2) 实训材料。

①模板面板：2440mm*1220mm 或 1830mm*915mm 胶合板，数量根据实训内容确定。

②木方：40mm*20mm，作为模板龙骨料；75mm*50mm，作为模板支撑料。

③铁钉：数量根据实训内容确定。

3.7.4 实训步骤

(1) 模板方案设计。

学生通过对施工图的识读，确定构件的形状以及尺寸，制定模板方案。根据模板方案以及施工图，列出模板以及相关材料的清单，进行备料。

(2) 模板制作安装。

学生按照要求，在规定的时间内以及相关操作要求进行制作安装，组内做好分工。制作安装顺序如下：

底框→侧模→夹木→短撑木→柱模→柱箍

3.7.5 实训上交材料以及成绩评定

上交材料有：模板方案设计、模板成品、实训成绩考核评定表等。

实训成绩考核评定表见后页附表。

课后思考题

1. 模板工程受力计算内容有哪些？
2. 模板工程质量验收流程有哪些？
3. 模板出现胀模现象的原因是什么？如何防治？
4. 模板的存放有哪些要求？
5. 模板拆除有哪些要求？

附表 模板工操作技能考核评定表

分组组号_____ 分组名单_____

成绩:

| 序号 | 考核内容 | 考核要点 | 配分 | 评分标准 | 检测结果 | 扣分 | 得分 |
|----|------------|-----------------|-------------------|------------------------------------|------|----|----|
| 1 | 施工交底以及作业准备 | 模板方案设计 | 10 | 模板方案设计合理、可行 | | | |
| | | 工具种类齐全(扳手等) | 5 | 种类齐全 | | | |
| | | 模板工材料准备以及质量 | 5 | 模板以及相关材料质量要符合要求 | | | |
| 3 | 模板的制作与安装 | 模板、支架及垫板 | 5 | 安装现浇结构模板及支架有一定承载能力,位置应对准,并铺垫板 | | | |
| | | 涂刷隔离剂 | 5 | 涂刷模板隔离剂不得沾污钢筋和砼接槎处 | | | |
| | | 模板安装 | 15 | 模板安装应满足要求 | | | |
| | | 用做模板的地坪与胎膜 | 5 | 用作模板地坪、胎模等应符合要求 | | | |
| | | 模板起拱 | 5 | 模板应按设计要求起拱 | | | |
| | | 模板轴线位置 | 5 | 误差不超过5,钢尺检查 | | | |
| | | 底模上表面标高 | 5 | 误差不超过±5,水准仪或拉线、钢尺检查 | | | |
| | | 界面内部尺寸 | 5 | 钢尺检查 | | | |
| | | 层高垂直度 | 5 | 误差不超过5,经纬仪或吊线、钢尺检查 | | | |
| | | 相邻两板表面高低差 | 5 | 误差不超过2,钢尺检查 | | | |
| | 表面平整度 | 5 | 误差不超过5,2m靠尺及塞尺量检查 | | | | |
| 3 | 安全措施 | 安装制作是否符合规范安全要求, | 5 | 连接牢固和稳定 | | | |
| 5 | 其他 | 场地清理 | 10 | 设备、工具复位,成品复原、场地清理干净,有一处不要求扣2分,扣完为止 | | | |
| 合计 | | | 100 | | | | |

评分人:

年 月 日