

中华人民共和国住房和城乡建设部

公 告

第 232 号

关于发布行业标准《清水混凝土应用技术规程》的公告

现批准《清水混凝土应用技术规程》为建筑工程行业标准，编号为 JGJ169-2009，自 2009 年 6 月 1 日起实施。其中，第 3.0.4、4.2.3 条为强制性条文，必须严格执行。

本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇〇九年三月四日

清水混凝土应用技术规程

(讨论稿)



目 录

- 1 总则
- 2 术语
- 3 基本规定
- 4 清水混凝土的设计要求
- 5 施工准备
- 6 模板工程
 - 6.1 模板设计
 - 6.2 模板制作
 - 6.3 模板细部处理
 - 6.4 对拉螺栓的设计与施工
 - 6.5 模板安装
 - 6.6 模板支撑
 - 6.7 模板拆除
- 7 钢筋工程
- 8 混凝土工程
- 9 混凝土表面缺陷与涂料施工
- 10 成品保护
- 11 清水混凝土施工质量验收标准

1 总则

1.0.1 为了加强建筑工程清水混凝土质量管理，规范清水混凝土定义，统一清水混凝土工程质量，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于建筑物、构筑物结构表面有清水混凝土效果要求的现浇钢筋混凝土结构工程。

1.0.3 清水混凝土工程施工质量的验收除应执行本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

1.0.4 对于预制装饰性砼构件以及顶棚部位的混凝土，本规程不完全适用但可用于参考。对于设计要求表面有附加涂层或有覆盖层用以隐藏砼的颜色质地的砼，本规程也不完全适用，仅用于参考。

2 术语

2.0.1 清水混凝土

清水混凝土系直接利用结构混凝土成型后的自然质感作为最终表面的饰面效果的混凝土工程；或在合同文件中对此有特别设计要求，要对材料的选择、设计、模板施工、混凝土的浇筑等过程加以特别关注，以减少混凝土气泡、挠曲或其他缺点，以保持混凝土表面构造、纹路的整齐划一性；在选择模板材料时应考虑对混凝土表面形成效果的影响，要特别注意模板的密封技术，模板接合点的密封材料，以及模板材料的透水性的工程。

2.0.2 表面色差

混凝土成型后的表面本色作为最终表面的装饰面颜色在同一视觉范围内的非一致性。

2.0.3 清水混凝土模板

清水混凝土模板系指能保证达到清水混凝土质量要求和外观效果的模板。可选择多种材质制作，以达到清水混凝土的饰面特征，模板分块、面板分割和穿墙螺栓孔眼排列规律整齐，几何尺寸准确，拼缝严密的要求。

2.0.4 蝉缝

蝉缝是有规则的模板拼缝在混凝土表面上形成的整齐、均匀的痕迹。

2.0.5 明缝

明缝是凹入混凝土表面有一定深度与宽度的、有规则的分格线或装饰线。

2.0.6 对拉螺栓孔眼

按照设计要求，将模板工程中的对拉螺栓孔进行封堵处理后，形成有规则排列，对清水混凝土表面有装饰作用的孔眼。

2.0.7 装饰片

镶嵌在混凝土表面的装饰物，它可以为金属、塑料等。

2.0.8 装饰纹案

指在混凝土表面留置的凸出或凹进混凝土墙面的、有一定造型的不做其它装饰的混凝土图案。

2.0.9 堵头

为了拆模后，在混凝土表面形成统一装饰效果的孔眼，安装在模板内侧、对拉螺杆两边的配件。它可以为尼龙、塑料、金属等材料。

2.0.10 假眼

为了统一对拉螺栓孔眼的装饰效果，在模板工程中，对没有对拉螺杆的位置设置堵头，并形成的孔眼。其外观尺寸要求与其它对拉螺栓孔眼一致。

2.0.11 表面缺陷

指清水混凝土表面出现的蜂窝、麻面、猫洞、错台、漏浆、冷缝等不能满足建筑饰面效果的现象。

2.0.12 衬模

指为了满足清水混凝土的装饰效果，采用塑料、聚氨脂或其它材料制作

的装饰图案并附在模板表面的装饰模板。

3 基本规定

3.0.1 清水混凝土根据混凝土表面的装饰效果和施工质量验收标准分为三类：普通清水混凝土、饰面清水混凝土、装饰清水混凝土。

3.0.1.1 普通清水混凝土工程系指混凝土硬化干燥后表面的颜色、平整度及光洁度能满足建筑设计要求或高于国家验收规范，对拉螺栓孔眼、明缝、蝉缝不作明确要求的建筑物或构筑物。

3.0.1.2 饰面清水混凝土工程系指以混凝土本身的自然质感和有规律的对拉螺栓孔眼、明缝、蝉缝组合形成自然状态作为饰面效果，能满足建筑师的设计要求或国家验收规范的混凝土工程。根据饰面清水混凝土的效果和质量要求分为三类：低要求的饰面清水混凝土，一般要求的饰面清水混凝土，高要求的饰面清水混凝土。

3.0.1.2 装饰清水混凝土工程系指利用混凝土的拓印特性在混凝土表面形成装饰图案或预留预埋装饰物，能满足建筑师的建筑设计要求的清水混凝土工程。根据装饰清水混凝土的效果和质量要求分为三类：低要求的装饰清水混凝土，一般要求的装饰清水混凝土，高要求的装饰清水混凝土。

3.0.2 影响清水混凝土饰面效果的因素包括清水混凝土模板体系，混凝土的拌合物比例或骨料，混凝土的浇筑方法，混凝土的压实技术，混凝土的养护过程，成品保护及项目管理。

3.0.3 清水混凝土工程施工过程中应保证模板材料的选用、脱模剂的应用、混凝土的浇筑和振捣、拆模与混凝土的养护、钢筋绑扎等工序的一致性。

3.0.4 清水混凝土要对混凝土材料的选择、模板设计、模板安装、混凝土的浇筑等过程加以特别关注，减少混凝土气泡、模板变形或出现其它混凝土缺陷，以保证成型的混凝土表面特性的统一。化学制剂也会影响清水混凝土的效果，无论是用来作为外加剂拌合到混凝土中还是直接作为养护剂涂刷到混

凝土表面；亦或间接应用，如作为脱模剂使用。即使结构施工完成后，天气和空气的污染都会影响混凝土的表面效果。这些影响因素在清水混凝土工程实施过程中应被充分考虑，并在设计之初对其影响进行评估。

4 清水混凝土的设计要求

4.0.1 设计标准化

建筑师应密切关注装饰性清水混凝土表面效果的满意度。为降低工程实施成本，建筑师宜了解和运用有关模板技术和混凝土技术方面的最新信息，以使其设计具有较好的可操作性和经济性

清水混凝土设计中应通过对结构元素的标准化设计来提高模板的重复利用的可能性和重复利用率，如设计标准化的柱、梁、窗等，以及每一模板应用区域的面积相同等设计来提高标准化模板的重复使用。

4.0.2 清水混凝土效果及模板材料的确定

清水混凝土设计中应对混凝土表面效果及模板材料进行界定，如可制作模型，则以模型界定标准，如没有制作模型，则有必要对混凝土表面验收的标准和验收条件加以描述和界定。

对于重要的工程，还应在现场预先制作同尺寸样板模型。该模型应采用经建筑师批准的模板材料、模板连接技术、以及模板表面处理方法如湿润、涂油或上漆等。模型制作成功须经建筑师认可，模型宜保留至整个工程完成，并作为整个工程的统一实施标准。

对于混凝土的表面效果，宜制作模型，经建筑师认可，供建筑师设计参考。模型应足以代表整个工程的混凝土表面效果。如果每一模型只能代表某

一基本特征，则需要制作若干模型以表现各种变化的特征。

4.0.3 容许误差

为成功实施建筑师的设计要求，建筑师应确定一个容许误差的尺度。

4.0.4 设计细节

同时担负结构功能的清水混凝土应同时满足结构受力、配筋率、构造等相关结构设计规范要求。

建筑设计中宜详细标明混凝土施工缝、收缩缝、膨胀缝等在平面图中的位置、数量、细节等。

4.0.5 穿墙螺栓和封堵

清水混凝土设计中必须对其位置和形式加以清楚地说明。如需对穿墙螺栓孔眼进行封堵，建筑师需对处理手段加以说明，除非在样板墙中已有表现。

4.0.6 钢筋保护层

清水混凝土设计中应虑到结构沟槽、凹凸不平的装饰物及骨料的影响，设计足够的保护层厚度，并在基本的保护层厚度上适当增加或减少。为确保混凝土保护层，建筑师应说明适当的混凝土保护层定位器的正确使用。

5 施工准备

5.1 技术准备：

5.1.1 根据设计要求、合同约定以及施工规范要求，通过建筑师界定或由样板墙确定清水混凝土的质量验收标准。

5.1.2 进行图纸会审，深化图纸设计，确保施工期间不进行较大变更。

5.1.3 综合结构、建筑、设备、电气、水暖等图纸，进行全面深化设计，

考虑装修预埋件以及设备管线的预留预埋，避免专业施工和装修的剔凿。

5.1.4 与建设、监理、设计单位就钢筋保护层、影响对拉螺杆和混凝土浇筑的钢筋间距、构造部位配筋等进行协商，既要满足施工需要，又要满足结构耐久性的要求。

5.1.5 同设计单位针对层间施工缝与装饰缝的一致性，楼梯间、梁、后浇带等可能对清水混凝土效果产生影响的部位进行协商，并进行详细的交底，既满足施工要求，又满足清水混凝土饰面效果要求。

5.1.6 针对各专业分包对清水混凝土工程的影响，在相应分包合同中提出专项技术要求，并进行详细的施工技术交底。

5.1.7 编制清水混凝土施工方案，制定钢筋、模板、混凝土专项施工措施、季节性施工措施、成品保护措施以及安全操作措施等。

5.1.8 对建筑物各部位的结构尺寸进行仔细核查，根据设计师的设计意图及清水混凝土的饰面效果进行模板深化设计，并在施工前应得到设计师批准。

5.1.9 熟悉建筑及结构施工图，按照设计要求，确定清水混凝土表面类型及其施工范围。当设计有明缝、禅缝或其它装饰图案时，检查各部位的明缝、禅缝是否交圈，与阳台、窗台、柱、梁及突出线条相交处的处理等。

5.1.10 工程开工前应对现场测量所用的经纬仪、水准仪、钢尺等进行校验，同时也应对加工所用的钢尺进行校验，保证其精度准确一致。

5.2 材料准备：

5.2.1 混凝土工程

5.2.2 模板工程：

主要是清水混凝土工程中所使用的清水模板、支撑以及模板间的连接件与加固件等材料。

5.2.2.1 清水混凝土模板体系的选型：

根据清水混凝土的分类及各类的等级要求进行模板体系的选型，普通清水混凝土的模板体系选型见表 5.2.2.1-1，饰面清水混凝土的模板体系选型见表 5.2.2.1-2，装饰清水混凝土的模板体系根据所选用衬模板的特征，所要求的清水混凝土等级，参考表 5.2.2.1-1 和表 5.2.2.1-2 进行模板体系的选择。

表 5.2.2.1-1 普通清水混凝土模板体系选型

序号	面板类型	模板名称	模 板 构 造
1	竹胶板或木多层板或木面板	木模板	面板为竹或木胶合板或厚木板，以方木作肋骨架，与面板采用螺钉或钢钉连接的模板
2	竹胶板或木多层板	钢框或铝框胶合板模板	面板为竹或木胶合板，边框和肋以特制空腹或实腹钢（铝）型材作边框和肋骨架，与面板采用螺钉或抽芯铆钉连接的模板。有面板包边和不包边两种形式。
3	钢板	全钢大模板	以型钢为骨架，5~6mm 厚钢板为面板，焊接而成。
4	铝板	铝模板	面板和边框、肋骨架都为合金铝。
5	玻璃纤维	玻璃钢模板	面板和边框、肋骨架均采用玻璃钢制作。
6	塑料	塑料模板	面板和边框、肋骨架均采用塑料制作。

表 5.2.2.1-2 饰面清水混凝土模板体系选型

序号	饰面清水混凝土等级	面板类型	模板名称	模 板 构 造
1	低要求	木胶合板	木模板或型材框架胶合板模板	面板为木胶合板，以方木作肋骨架，与面板采用螺钉或钢钉连接的模板，或边框和肋以特制空腹或实腹型材作边框和肋骨架，与面板采用螺钉或抽芯铆钉连接的模板
2		钢板	全钢大模板	以型钢为骨架，5~6mm 厚钢板为面板，焊接而成。

3	一般要求	木胶合板	型材框架胶合板模板	面板为木胶合板，边框和肋以特制空腹或实腹型材（如钢或铝）作边框和肋骨架，与面板采用螺钉或抽芯铆钉连接的模板。有面板包边和不包边两种形式。
4		钢板	全钢大模板	以型钢为骨架，5~6mm 厚钢板为面板，焊接而成。
5		铝板	铝模板	面板和边框、肋骨架都为合金铝的模板。
6		玻璃纤维	玻璃钢模板	面板和边框、肋骨架均采用玻璃钢制作的模板。
7		塑料	塑料模板	面板和边框、肋骨架均采用塑料制作的模板。
8	高要求	较好木胶合板	型材框架胶合板模板	面板为木胶合板，边框和肋以特制空腹或实腹型材（如钢或铝）作边框和肋骨架，与面板采用螺钉或抽芯铆钉连接的模板。模板间的连接宜采用具有三维受力要求的模板连接件，有面板包边和不包边两种形式。
9		玻璃纤维	玻璃钢模板	面板和边框、肋骨架均采用玻璃钢制作的模板，模板间的连接宜采用具有三维受力要求的模板连接件。
10		塑料	塑料模板	面板和边框、肋骨架均采用塑料制作的模板，模板间的连接宜采用具有三维受力要求的模板连接件。

5.2.2.2 模板面板：

清水混凝土模板面板的质地应能满足不同等级清水混凝土表面的一致性要求，满足重复使用的要求，并满足使用中面板材料强度与刚度的要求。模板面板可采用胶合板、钢、玻璃钢、铝等，要确保所选择的材料满足所需要的砼表面纹理要求。对于钢质材料，要按照钢材的防锈要求进行处理。。清水混凝土模板面板材料的选用见表 5.2.2.2。

表 5.2.2.2 清水混凝土模板面板材料的选用

吸水性	面板材料	混凝土装饰效果要求	注意事项	使用次数	备注
吸水性面板	原木板材,表面不封漆	粗糙木板纹理	色差大,有斑纹	2~3	1
	锯木板材,表面不封漆	粗糙木板纹理,暗色调	多次使用后,纹理和吸水性会减退	3~4	1

	表面刨平的木板材	平滑的木板纹理,暗色调	多次使用后,纹理和吸水性会减退	3~5	1
弱吸水性面板	普通胶合板或松木板	粗糙木板纹理,暗色调	多次使用后,纹理和吸水性会减退	3~5	1
	表面封漆的平木板	平滑的木板纹理,深色调	多次使用后,纹理和吸水性会减退	10~15	2
	木质光面多层板,三合板	平滑的木板纹理	多次使用后,纹理和吸水性会减退	8~15	3
	压实处理的三合板			15~20	4
	覆膜多层板	平滑表面没有纹理	面层不均匀性和覆膜色调差异	5~30	5
非吸水性板	平面塑料板材	平滑发亮的混凝土表面		100	
	塑料、塑胶内衬膜	根据设计选择制作		50~100	6
	塑料圆柱膜	平滑表面	混凝土表面易形成气孔和石状纹理	1	
	金属模板		混凝土表面易形成气孔和石状纹理甚至锈痕	100	

备注:

1. 具体使用次数与混凝土装饰饰面要求等级的高低有关;
2. 具体使用次数与板材的封漆厚度有关;
3. 具体使用次数与板材的厚度有关;
4. 具体使用次数多取决于板材的压实胶结度;
5. 具体使用次数与板材的覆膜厚度有关 (120g~600g/m²);
6. 具体使用次数与衬膜厚度和使用部位有关;

5.2.2.3 模板的结构框架:

支撑模板面板的木制、钢制或铝制等模板结构框架材料,应具有足够的强度、刚度及平整度,以满足使用效果的要求。

5.2.2.4 模板支撑:

清水混凝土模板的支撑应符合现行行业标准《建筑工程大模板技术规程》(JGJ74-2003)相关规定,并应有材料报告,出厂合格证明及产品标志。

5.2.2.5 连接固定件:

清水混凝土模板间的连接宜采用具有三维受力性能的模板连接固定件,

如模板夹具等（图 5.2.2.5）。以保证模板间的连接和防止模板错台，确保模板平整度等要求。

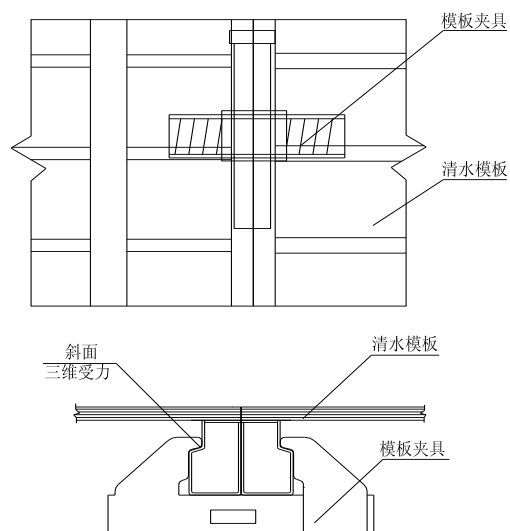


图 5.2.2.5 模板连接固定件

5.2.2.6 穿墙螺栓

穿墙螺栓应能够紧固模板同时不会损伤混凝土表面。穿墙螺栓应具有足够的强度，穿墙螺栓孔眼应封闭严密。如果建筑设计对砼表面有纹理要求，则应对其适用性、形式、漏浆情况以及美学特性仔细评估。

5.2.2.7 套管及套管堵头

根据穿墙螺栓的直径选用螺栓套管，套管内径一般为 22mm 或 26mm，应选用 PVC 材料制作的螺栓套管；堵头安装于螺栓套管两端头，用于模板定位和形成饰面清水混凝土的装饰孔，内径一般为 18mm 或 22mm，宜选用尼龙等材料制作。

5.2.2.8 装饰材料

为特殊表现在清水混凝土表面的明缝、装饰圆孔、十字孔等效果，而制作的装饰条、装饰孔等附着在模板表面的材料；宜选用塑料或 PVC 材料制作。

5.2.2.9 模板衬模

模板衬垫是贴于模板的内表面，用来改变或提高砼表面观感的材料。它可以采用木、硬塑料、人造橡胶或玻璃钢等材料。塑料制品应特别关注在使用过程中温度变化对材料的影响。

5.2.2.10 混凝土保护层定位器

混凝土保护层定位器须采用塑料、橡胶或其他非腐蚀性材料。对于清水混凝土尤其重要，以保证钢筋具有足够的混凝土保护层，从而防止钢筋的锈蚀。其数量和放置位置应根据现场条件确定以保证足够的保护层厚度。

5.2.3 钢筋工程

(1) 钢筋的加工尺寸（弯心、角度、长度等）偏差符合规范要求。

(2) 冷拉钢筋应随拉随使用，避免因钢筋浮锈污染模板，影响清水混凝土效果。

(3) 原则上不允许钢筋代换，只能用小直径代替大直径钢筋，且必须经过设计同意。

(4) 用合理的连接方式，避免接头处影响保护层厚度。

(5) 扎丝无锈，宜选用 20#—22#扎丝。

5.2.4 涂料工程

清水混凝土表面的保护涂料应具有以下几个方面的要求。

(1) 为保持混凝土表面自然的机理及质感，应选用透明涂料；涂料应具有对混凝土保护性修复调整作用，使表面质感及颜色均一，提高混凝土观感效果。

(2) 涂料最好选用具有超长耐久性涂料，可以对混凝土进行长时间的有效保护，保护混凝土不受中性化破坏，还可以避免混凝土受到侵害而生产

裂缝。

(3) 涂料应具有防污染性能，具有突出的憎水性，有效防止污痕，保持清水混凝土表面长久洁净。

(4) 涂料具有极好的防水性，防止水分浸入混凝土，从而起到保护混凝土的作用。

清水混凝土涂料种类和分类见表 5.2.4。

表 5.2.4 清水混凝土涂料种类和分类

序号	种类	类别		备注
1	涂膜型涂料	热塑型涂料	丙烯树脂涂料	着色透明
		热硬化性合成树脂	聚氨酯树脂涂料	着色透明
		混合型合成树脂	干燥型氟树脂涂料	着色透明
			丙烯硅酮树脂涂料	着色透明
		氟碳树脂涂料	水性氟碳树脂涂料	完全透明、着色透明
			油性氟碳树脂涂料	完全透明、着色透明
2	渗透防水性涂料	非硅酮类	丙烯树脂单体类	着色透明
			丙烯树脂齐聚物类	着色透明
			聚氨酯树脂齐聚物类	着色透明
		硅酮类	硅网类	着色透明
			硅烷化合物类	着色透明
			硅酮类	着色透明

5.2.5 机具、设备准备

(1) 钢筋工程：切割机、调直机、弯曲机、砂轮切割机、钢筋钩子、钢筋刷子、撬棍、扳手、钢卷尺、钢筋连接机具设备。

(2) 模板工程：电锯、电钻、电刨、压刨、手锯、钹刀、专用扳手、盒尺、锤子、钢卷尺、直角尺、线坠、白线。

(3) 混凝土工程：混凝土运输车、混凝土输送泵、布料杆、振捣电机、铁锹、标尺杆、振捣棒、抹子（混凝土工程的使用机具、设备均应准备 1-2

套备用)。

(4) 涂料工程： 喷枪、空压机、高压水枪、角磨机、刮刀、抹子刮刀、抹子、堵孔工具、砂纸、滚筒、毛刷。

(5) 其他设备：塔吊、施工吊篮、激光经纬仪、水准仪、钢卷尺、电子测温仪、试验检测设备。

5.3 作业条件

(1) 混凝土的配合比通过试块试配确定后，在现场按照施工方案做试验墙，通过试验墙对混凝土的配合比以及模板体系、施工工艺等进行验证，积累相关经验进行详细的技能培训和技术交底。

(2) 场内外混凝土搅拌、运输设施充足完备，道路畅通，能保证混凝土连续均匀供应，避免造成施工冷缝。

(3) 作好清水混凝土技术交底，使每名施工人员都熟悉操作规程和职责，并严格遵守。

(4) 清水混凝土模板排版、模板龙骨、模板细部设计以及对拉螺栓设计已经完成，并得到建筑师认可，模板在现场经过预拼能够满足要求。

(5) 已经完成测量放线工作，并且上道工序检查验收合格。

(6) 所有物资、机具、人员都已经准备完毕，现场具备清水混凝土施工条件。

(7) 工程开工前除对现场测量所用的经纬仪、水准仪、钢尺等进行校验外，对加工所用的钢尺同时进行校验，保证其精度准确一致。

(8) 进行测量放线，建立精确的平面控制网和标高控制点，从基础开始逐层对墙线、柱线进行校核调整，在确保轴线通顺垂直、尺寸准确的基础上，投放墙、柱、梁截面边线、模板边线、洞口位置线等，进行水准测量抄平，确保梁板标高、模板标高准确。

5.4 样板墙制作

(1) 设计要求较低的普通清水混凝土面，例如地下室墙面，或者在主要是

工业用途的区域内；可制作清水混凝土样板墙。

- (2) 设计要求一般的清水混凝土面。例如楼梯间，支撑墙面等；宜制作清水混凝土样板墙。
- (3) 设计要求高的饰面清水混凝土面。例如：地上建筑的立面等；应制作清水混凝土样板墙。
- (4) 有特别高的设计意义的装饰清水混凝土面。例如具有一定标志性与代表意义的建筑部分；必须制作清水混凝土样板墙。

6 模板工程

6.1 模板设计

6.1.1 设计准备

6.1.1.1 根据清水混凝土的效果、质量要求及清水混凝土施工的可能性，确定清水混凝土的范围、类别及相应类别中的等级；对特殊点的处理，容许误差，穿墙螺栓的间距和规格，模板面板的优选，模板连接点的设置等进行认真考虑，以便模板体系的选择与模板的设计。

6.1.1.2 认真研究清水混凝土效果与实现途径，并与建筑师及时沟通，以保证模板设计能满足清水混凝土建筑效果与施工的要求。

6.1.1.3 根据清水混凝土的浇筑方式以及外部振捣，重复振捣，缓凝剂的作用，减水剂的作用，混凝土塌落度等情况，确定混凝土的侧压力；以便利于模板体系的选择与设计。

6.1.1.4 根据表 5.2.2.1-1、表 5.2.2.1-2、表 5.2.2.1-3、表 5.2.2.2 对模板的结构形式和模板体系进行选择；设计时应考虑由于模板重复使用可能造成的模板弯曲等因素。

6.1.1.5 穿墙螺栓孔眼若是建筑效果的一部分，则穿墙螺栓的位置与模板体系应是对称、均匀的布置, 见图 6.1.1.5。若穿墙螺栓孔眼不是建筑效果的一部分，则穿墙螺栓孔眼应尽可能设置在如装饰性粗糙带下，结构节点或其他比较隐蔽的位置。

装饰性清水混凝土工程宜考虑采用外部支撑的办法来取代穿墙螺栓的使用，以有效保证清水混凝土的饰面效果。

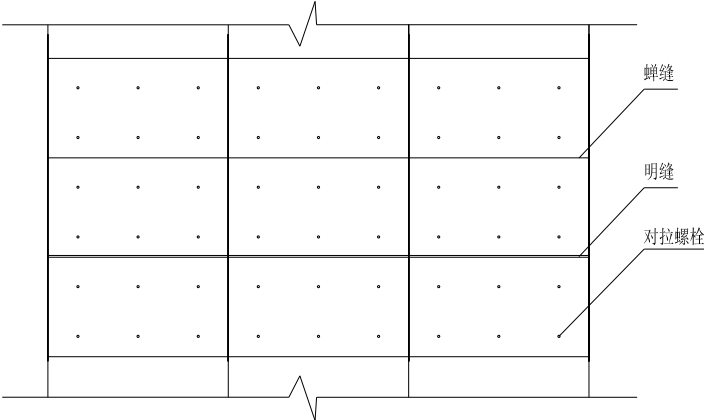


图 6.1.1.5 穿墙螺栓孔和均匀、对称布置

6.1.1.6 清水混凝土的施工缝宜设置在模板的连接处。在施工缝的位置应设置装饰条或装饰带，并将其与模板面板牢固连接。模板的角部应仔细处理以防止漏浆。浇注部位如存在小与或等于 90 度的锐角墙角，该部位模板宜增加三角倒角条形，使锐角墙角以斜面代替；见图 6.1.1.5。

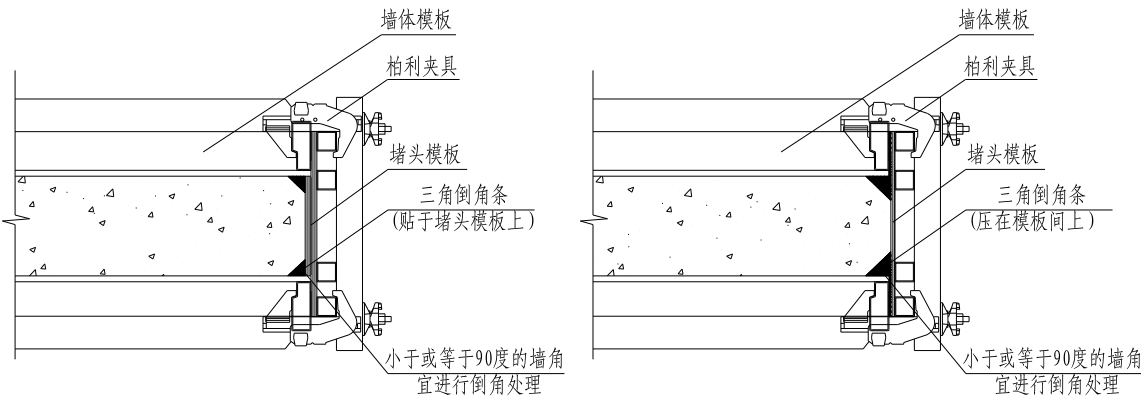


图 6.1.1.5 锐角墙角的倒角处理

6.1.1.7 根据清水混凝土的建筑要求和质量等级对模板体系进行设计，使其容许误差满足清水混凝土的设计与规范要求。

6.1.2 模板设计原则

6.1.2.1 清水混凝土模板的设计应符合现行标准《建筑工程大模板技术规程》（JGJ74-2003）、《组合钢模板技术规范》（GB50214-2001）中的相关规定。

6.1.2.2 模板设计应根据工程类型、清水混凝土的饰面设计要求、荷载大小、质量要求、施工设备以及施工工艺等进行。

6.1.2.3 模板设计应依据墙面的长度、高度、门窗洞口的尺寸和模板的配置高度、配置位置，计算确定面板在模板上的分割线位置；必须保证模板分割线位置在模板安装就位后与建筑立面设计的蝉缝、明缝完全吻合；同一楼层的禅缝、明缝水平方向应交圈，竖向垂直，有一定的规律性、装饰性。

6.1.2.4 模板设计应根据混凝土侧压力等施工荷载，合理排布模板的横竖背楞，保证模板结构构造合理，强度、刚度满足要求，牢固稳定，拼缝严密，规格尺寸准确，便于组装和支拆。

6.1.2.5 模板设计时，必须选择合理的分割方案，尽量使用整块模板，以保证模板的尺寸和精度。模板的高度应根据墙体浇筑高度和清水混凝土墙体的分缝效果确定，宜高出浇筑墙体高度 50mm。

6.1.2.6 饰面清水混凝土螺栓孔的排布应纵横对称，距门口洞边不小于 150mm，在满足设计的排布时，螺栓应满足受力要求；装饰清水混凝土应根据装饰效果采用钢板带对拉或采用外部斜撑加固的方式。

6.1.2.7 当标准层模板用于非标准层，高度不足时，应拼接同标准层模板等宽的接高模板，不得错缝排列，水平拼缝应在同一标高位置处；且应保证清水混凝土饰面效果的整体性。

6.1.2.8 圆柱模板的两道竖缝应设于轴线位置，竖缝方向群柱一致。

6.1.2.9 方柱或矩形柱模板一般不设竖缝，当柱宽较大时，其竖缝宜设于柱宽中心位置。

6.1.2. 10 柱模板横缝应从楼面标高至梁柱节点位置作均匀布置，余数宜放在柱顶。

6.1.2. 11 阴角模与大模板面板之间不留调节余量，脱模后的效果同其它禅缝；确需留置时，需与建筑师协商，对其调节余量部分采用明缝等方式进行处理。

6.1.2. 12 水平结构模板宜采用木胶合板作面板，应按均匀、对称、横平竖直的原则作排列设计；有特殊要求时，应考虑水平缝、水平分格与竖向缝、竖向分格的统一性；对于弧形平面宜沿径向辐射布置。

6.1.3 模板分块原则

6.1.3.1 在机械设备起重力矩允许范围内，模板的分块力求定型化、整体化、模数化、通用化，可按大模板工艺进行配模设计。

6.1.3.2 外墙模板分块以轴线或窗口中线为对称中心线，做到对称、均匀布置。

6.1.3.3 内墙模板分块以墙中线为对称中心线，做到对称、均匀布置。

6.1.3.4 外墙模板上下接缝位置宜设于楼层标高位置，当明缝设在楼层标高位置时利用明缝作施工缝。明缝还可设在窗台标高、窗过梁底标高、框架梁底标高、窗间墙边线及其他分格线位置。

6.1.4 面板分割原则

6.1.4.1 清水混凝土模板面板分割缝尺寸宜为 $1800\text{mm} \times 900\text{mm}$ 、 $2400\text{mm} \times 1200\text{mm}$ 、 $2440\text{mm} \times 1220\text{mm}$ ，面板宜竖向布置，也可横向布置，或根据建筑师所要求的清水饰面效果进行布置。当整块胶合板排列后尺寸不足时，宜采用大于 600mm 宽胶合板补充，设于中心位置或对称位置。当采用整张排列后出现较小余数时，应调整胶合板规格或分割尺寸。

6.1.4.2 以钢板为面板的模板，其面板分割缝宜竖向布置，一般不设横缝，当钢板需竖向接高时，其模板横缝应在同一高度；同一块大模板上的面板分割缝应做到均匀对称。

6.1.4.3 以聚氨脂或塑料作装饰清水混凝土模板的内衬模板时，其面板的分

割应保证装饰图案的连续与施工的可操作性。

6.1.5 装饰片设计

通过在饰面清水混凝土表面镶嵌铝合金等装饰片，形成一种装饰效果。其大小要与明缝、禅缝的分块相协调，宜选定几种固定尺寸，安装的位置及方向具有随机性，金属不宜太厚。通过在模板面随机安装的预埋装饰片形状的模板，形成饰面清水混凝土表面的预留安装槽，安装槽的深度及尺寸必须与装饰片相符。

6.2 模板制作

6.2.1 模板制作原则

6.2.1.1 清水混凝土模板制作应符合现行标准《建筑工程大模板技术规程》（JGJ74-2003）、《组合钢模板技术规范》（GB50214-2001）中的相关规定。

6.2.1.2 清水混凝土模板加工制作应严格按照模板设计图和工艺文件加工制作，不得随意更改。

6.2.1.3 清水混凝土模板的框架、面板、支撑件及其配件都必须有材质单、出厂合格证、质量保证书和试验报告，并符合国家有关标准。

6.2.1.4 焊接所用焊条的品种、规格、型号应与焊件的材质、规格相适应，并符合相应的国家标准。

6.2.1.5 模板加工制作，必须控制模板的刚度及拼缝、平整度、截面尺寸等指标。

6.2.1.6 加工木胶合板模板面板时，模板面板应突出边框 1-2mm。

6.2.1.7 模板零、构件下料的尺寸应准确，料口应平整；面板、肋、背楞等部件组拼组焊前应调平、调直。木龙骨要求有足够的刚度，以保证模板的整体刚度。模板龙骨尽量不用接头，如确需连接，接头部位必须错开。

6.2.1.8 模板组拼组焊应在专用工装胎具和操作平台上进行，并采用合理的

焊接、组装顺序和方法。

6.2.1.9 组拼组焊后的模板变形应在专用平台上校正；该平台应有足够的强度、刚度，并配有调平装置。

6.2.1.10 清水混凝土模板制作成大模板时，应该设置模板吊环；采用钢吊环、操作平台梁挂钩等构件时，应采用热加工形式并利用工装成型。

6.2.1.11 木模板加工要按细木工活的工艺标准进行，材料裁口应弹线后切割，尺寸准确，角度到位。横向切割时，若面积较小可从中间向两边分，若面积较大也可从一边向另一边分，竖向分割时，一般从下向上分割，但要注意面与面结合处分割线吻合。

6.2.1.12 模板面板应仔细地安装在后部框架体系上，模板面板的面层表面应保持干净整齐。如没有特殊设计要求，模板面板的接缝应做到横平竖直，交错排列。面板的接缝处应设置装饰带或其他特征节点，隐藏和减少混凝土表面的接缝。

6.2.1.13 面板的钉装应用锤子等工具仔细操作，钉子头应被很好地处理并防止在浇注的砼表面留下印痕。对于较高设计要求的建筑，模板面板宜使用背部上钉或使用纹钉，保证面板表面干净整齐。在任何情况下，模板面板连接处的背后都设有支托。

6.2.1.14 防锈漆、封边漆应涂刷均匀，标识明确，构件活动部位应涂油润滑。

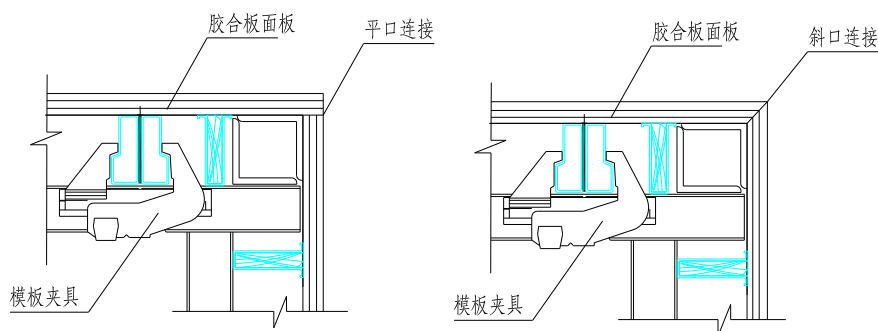
6.2.1.15 为了保证模板的组合效果，使用前应对模板进行预拼，对模板表面平整度、截面尺寸、阴阳角、相邻板面高低差以及对拉螺栓组合安装情况进行校核，以保证模板质量，并根据预拼情况在模板背面编号，以便安装需要。

6.2.2 模板制作细部处理

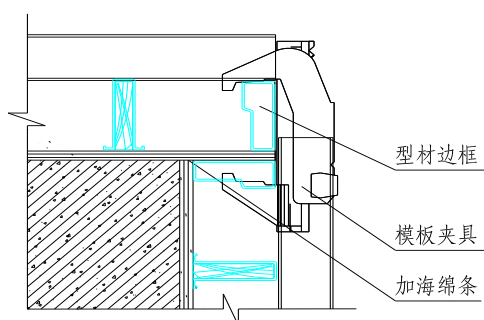
6.2.2.1 胶合板模板阴阳角

a 角模棱角边的连接方式有两种：一种是角模棱角处面板平口连接，其

中外露端刨光并涂上防水涂料，连接端刨平并涂防水胶粘结。另外一种角模棱角处面板的两个边端都为略小 45° 的斜口连接，斜口处涂防水胶粘结。见图 6.2.2.1-1



- b 当选用轻型钢木模时，阴角模宜设计为柔性角模。
- c 胶合板模板在阴角部位也可不设阴角模，在棱角处由两面面板直接拼接，面板的处理方式见 6.2.2.1 中的 a 条。
- d 在阳角部分不设阳角模，采取一边平模包住另一边平模厚度的做法，连接处加海绵条防止漏浆。见图 6.2.2.1-2



6.2.2.2 禅缝的处理

a 胶合板面板竖缝设在竖肋位置，面板边口刨平后，先固定一块，在接缝处涂透明胶，后一块紧贴前一块连接。

b 胶合板面板水平缝拼缝宽度不大于 1.5mm，位置一般无横肋，（木框模板可加短木方）为防止面板拼缝位置漏浆，模板接缝处背面切 85 度坡口，并注满胶，然后用密封条沿缝贴好，再用木条压实，钉子钉牢，贴上胶带纸封严，禅缝拼接做法见图 6.2.2.2 所示。

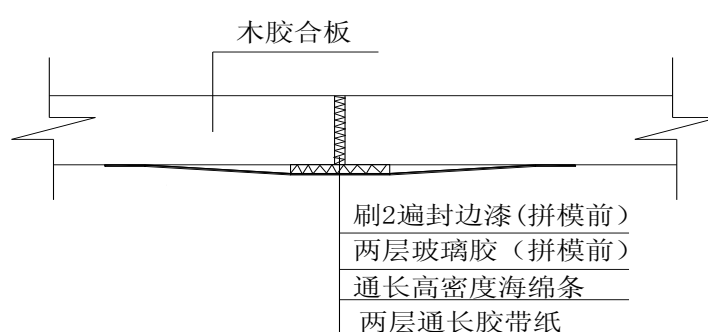


图 6.2.2.2 禅缝做法

c 钢框胶合板模板可在制作钢骨架时，在胶合板水平缝位置增加横向扁钢，面板边口之间及面板与扁钢之间涂胶粘结。

d 全钢大模板在面板水平缝位置，加焊扁钢，并在扁钢与面板的缝隙处刮铁腻子，待铁腻子干硬后，模板背面再涂漆。

6.2.2.3 钉眼处理：

龙骨与面板连接，采用木螺钉从背面固定，保证进入面板一定的有效深度，螺钉间距控制在 150mm 以内。圆弧清水墙模板，如从反面钉难以保证面板与龙骨的有效连接，面板与龙骨采用沉头螺栓正钉连接，为减少外露印迹，钉头下沉 1mm，表面刮油腻子，待腻子表面平整后，在钉眼位置喷清漆，以免在混凝土表面留下明显痕迹。龙骨与面板连接见图 6.2.2.3 所示。

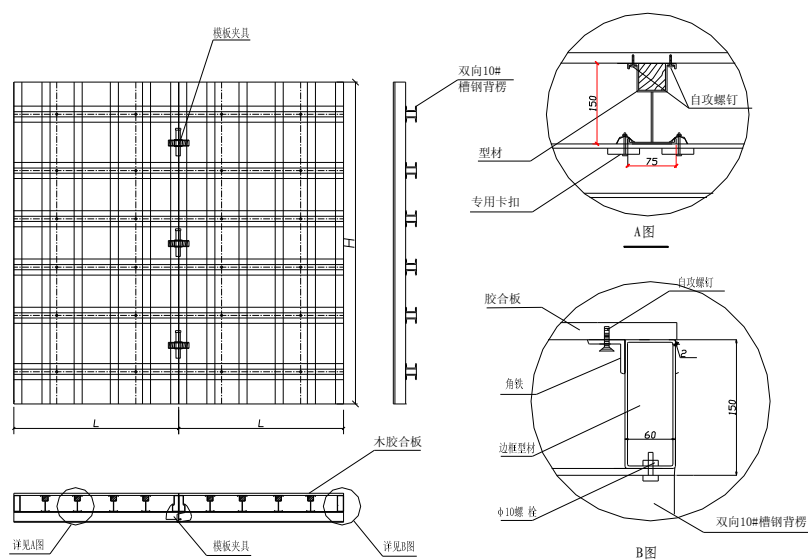


图 6.2.2.3 龙骨与面板连接示意图

面板采用胶合板的各类模板，连接方法大都采用木螺钉或抽芯拉铆钉，若木螺钉、拉铆钉的沉头在面板正面，为确保面板的平整度和外观质量，沉头宜凹进板面 2~3mm，用修理汽车的铁腻子将凹坑刮平，腻子干燥后具有一定硬度，不影响墙面质量，腻子还可掺入一些深棕色漆，以确保清水混凝土颜色的统一性。

6.2.2.4 装饰片的处理

根据金属片的设计位置在模板上进行放样，在模板上弹上可以清除的线。预埋模板用 3mm 的多层板进行加工制作，木板侧边必须平整，不得有毛边，边缘采用透明胶带封严密，木板用 1cm 长的射钉与模板固定。

6.2.2.5 假眼做法

饰面清水混凝土的螺栓孔布置必须按设计的效果图进行，对无法设置对拉螺栓，而又必须有对拉螺栓孔效果的部位，采用设置假眼的方式进行处理，假眼采用同直径的堵头用同直径的螺杆固定。假眼做法见图 6.2.2.5。

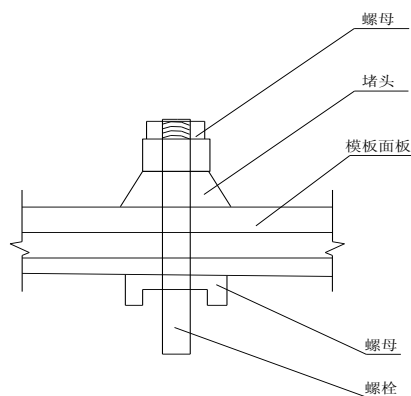


图 6.2.2.5 假眼做法

6.3 对接螺栓的设计与施工

6.3.1 对拉螺栓的设计

6.3.1.1 对拉螺栓设计原则：

根据清水混凝土饰面要求、模板体系的特点及螺栓间距选用对拉螺栓；普通清水混凝土和饰面清水混凝土的模板体系可选用通丝型对拉螺栓或三节式对拉螺栓；装饰清水混凝土的模板体系根据饰面特征选用通丝型对拉螺栓或钢带式对拉螺栓。所用对拉螺栓的材料、结构和强度的设计都必须保证清水混凝土工程的施工要求。

6.3.1.2 对拉螺栓的形式：

a 通丝型对拉螺栓由直通丝杆、螺栓套管、套管堵头、垫板和山型螺母组成。

垫板和山型螺母可以是一体，也可以分体。见图 6.3.1.2-1

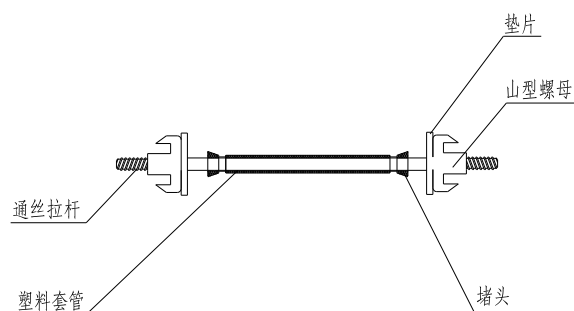


图 6.3.1.2-1 通丝型对拉螺栓

b 三节式对拉螺栓，由三节螺杆、锥形接头、垫板、山型螺母和塑料保护垫组成。垫板和山型螺母同样可以是一体，也可以分体。见图 6.3.1.2-2。

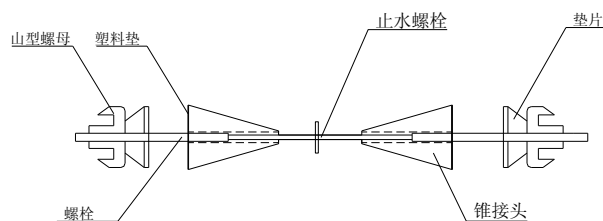


图 6.3.1.2-2 三节式对拉螺栓

c 钢带式对拉螺栓由强度和刚度比较好的扁钢制成，钢带上有一定规律的方孔，便于模板的定位和钢带的限位。

6.3.1.3 对拉螺栓的排列设计

普通清水混凝土对拉螺栓孔若没要求，则根据模板体系和施工需要设置对拉螺栓，若有要求，则参照饰面清水混凝土对接螺栓孔的方式处理；饰面清水混凝土工程，对于禅缝、明缝和对拉螺栓孔眼位置有明确规定的，模板设计和对拉螺栓孔位置均以图纸为准。

模板面板规格为 900×1800 或 $1200 \times 2400\text{mm}$ 时，孔眼间距一般为 450、600、900mm，边孔至板边间距一般为 150、225、300mm，孔眼的密度比其他模板高。对于无孔眼位置要求的工程，其孔距参考大模板和清水混凝土的饰面效果设置，一般为 600~1200mm。

6.3.1.4 假眼的处理：

外墙装饰性孔眼排列位置同丁字墙、阴角模等部位相对而不能设对拉螺栓时，可单设锥形接头或堵头作为假眼，用螺栓紧固在面板上，以起到装饰效果。

6.3.2 对拉螺栓的施工

6.3.2.1 通丝型对拉螺栓的施工

通丝型对拉螺栓施工操作方便，墙体厚度好控制。穿墙套筒采用硬质塑料管、PVC 套管或钢管套管，拆模后将拉杆和套管取出可以重复使用。通丝型对拉螺栓尽量配套选择强度大的套管、堵头，以免造成孔眼变形或漏浆、影响墙体平整度。另外为防止漏浆和保护面板，在对拉螺杆的两端加贴 15mm 海绵条或橡胶垫圈，与塑料堵头粘接，使板面与堵头之间严密，保护板面、使螺杆孔不跑浆。见图 6.3.2.1。

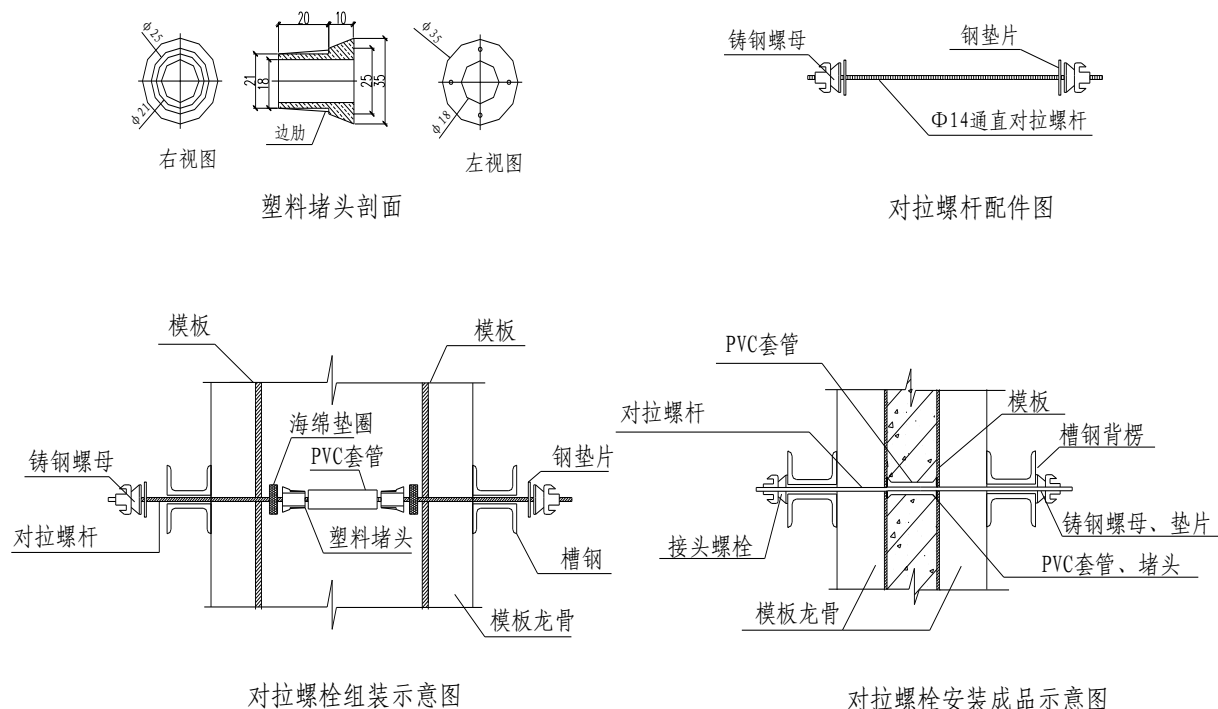


图 6.3.2.1 通丝型对拉螺栓的施工

6.3.2.2 三节式对拉螺栓的施工

三节式对拉螺栓的锥形接头与模板面接触面积较大，中间加海绵垫圈或塑料垫圈以保证不漏浆。三节拉杆和二个锥形接头均为定尺，并带限位机构，拧紧即可保证墙体厚度。中间一节拉杆留在混凝土内，两端锥形接头和

拉杆拆除后可以周转使用。为防止接头处因封堵不严导致漏浆，要求锥形接头之间尺寸控制准确，锥截面与板面紧贴。见图 6.3.2.2。

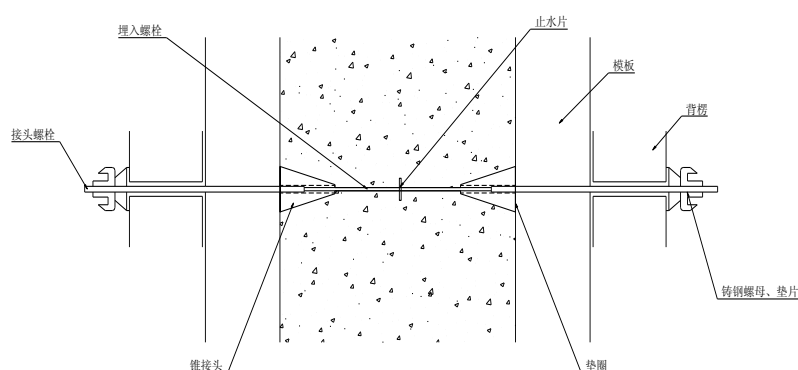


图 6.3.2.2 三节式对拉螺栓的施工

6.3.2.3 在防水要求高和保安要求高的工程中必须采用三节式对拉螺栓。一般工程要求，应尽可能采用直通式对拉螺杆，提高材料周转使用，加快模板安装速度，降低模板工程成本。

6.3.2.4 锥体对拉螺栓刚度较大，而竹木胶板面刚度较小，在锥体螺栓与模板板面接触部位易产生变形，故在锥体对拉螺栓两侧面板上适当加密竖龙骨，其他竖龙骨进行微调，控制龙骨间距不超过设计，从而保证板面平整。

6.3.2.5 为保证门窗洞口模板与墙模接触紧密，在门窗洞口四周宜加密墙体对拉螺栓。从而保证门窗洞口处不漏浆。见图 6.3.2.5 所示。



图 6.3.2.5 门窗洞口加密对拉螺栓

6.3.2.6 对拉螺栓孔定位要精确，墙体两侧模板螺栓孔位应对应，模板拉

接紧密，以保证对拉螺栓孔眼位置精确，美观无偏移。

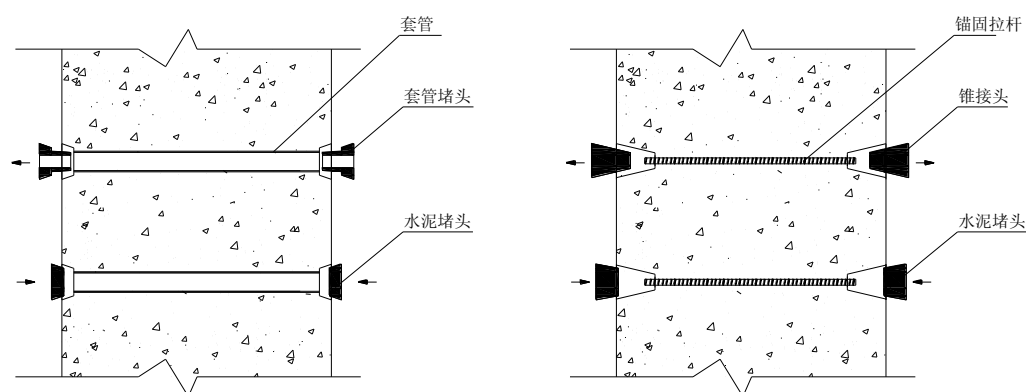
6.3.2.7 对拉螺栓安装定位时，不允许焊接。

6.3.2.8 清水混凝土模板拆除后，应在对拉螺栓孔中放入遇水膨胀的防水胶条，孔眼用专用模具制作的砂浆堵头封堵修饰。

6.3.2.9 对拉螺栓孔眼封堵

a 对拉螺栓采用由 2 个锥型接头连接的三节式螺栓，中间一节螺栓留在混凝土内，两端的锥形接头拆除后用水泥砂浆封堵，并用专用的封孔模具修饰，使修补的孔眼直径和孔眼深度一致。这种做法有利于外墙防水，但要求锥形接头之间尺寸控制准确，模板与锥形接头连接紧固，防止接头处因封堵不严产生漏浆现象。

b 对拉螺栓采用可周转的通丝型螺栓，在截面范围内对拉螺栓采用塑料套管，两端为套管堵头和胶粘海绵垫。拆模后孔眼封堵砂浆前，应在孔中放入遇水膨胀防水胶条，并用专用模具封堵砂浆修饰。见图 6.3.2.9



见图 6.3.2.9 对拉螺栓孔眼的封堵

c 内墙模板拆除后，螺栓所形成的孔眼采用砂浆封堵平整，不留凹槽作装饰。

6.3.3 对拉螺栓孔的修复

为保持清水混凝土表面的自然质感，在满足清水混凝土饰面效果和规范要求的情况下尽量不要进行修复；确需修复的，采用以下方式进行：

a 螺栓孔修复。在堵孔前对孔眼变形和漏浆严重的螺栓孔眼先进行修复。首先清理孔表面浮渣及松动混凝土；将尼龙堵头放回孔中，用界面剂的稀释液（约 50%）调同配比砂浆（砂浆稠度为 10~30mm），用刮刀取砂浆补平尼龙堵头周边混凝土面，并刮平，待砂浆终凝后擦拭混凝土面上砂浆，轻轻取出尼龙堵头，喷水养护 2 天。

b 螺栓孔封堵，首先清理螺栓孔，并洒水润湿，用特制堵头（见图 6.3.3）堵住墙外侧，将颜色稍深的补偿收缩砂浆从墙内侧向孔里灌浆至孔深，用 $\phi 25 \sim \phi 30$ 平头钢筋捣实，轻轻旋转出特制堵头并取出；砂浆终凝后喷水养护 7 天。

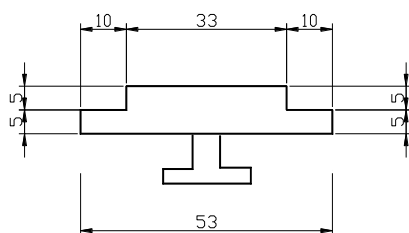


图 6.3.3 特制堵头

6.4 模板施工细部处理

清水混凝土模板施工关键是控制模板的垂直度、明缝、禅缝的交圈、拼缝的严密、阴阳角、装饰图案等细部节点的处理。

6.4.1 明缝与施工缝：

施工缝应设置质量较好的明缝条，保证在施工缝处形成一条整齐的直线。二次支模时，在施工缝处的模板应设置牢固的连接方式，以防止接缝处的漏浆。在模板的接缝处或连接处须使用具有防漏作用的衬垫。如海绵条，防渗胶，止水带，粘合剂等或通过结合使用，保证模板的密封性。装饰清水混凝土

土模板严禁漏浆。

明缝处主要控制线条的顺直和明缝条处下部与上部墙体错台问题，利用施工缝作为明缝，明缝条采用二次安装的方法进行施工。

外墙模板的支设是利用下层已浇混凝土墙体的最上一排穿墙孔眼，通过螺栓连接槽钢来支撑上层模板。安装墙体模板时，通过螺栓连接，将模板与已浇混凝土墙体贴紧，利用固定于模板板面的装饰条（明缝条），杜绝模板下边沿错台、漏浆，贴紧前将墙面清理干净，以防因墙面与模板面之间夹渣的存在，产生漏浆现象，明缝与楼层施工缝具体做法见图 6. 4. 1。

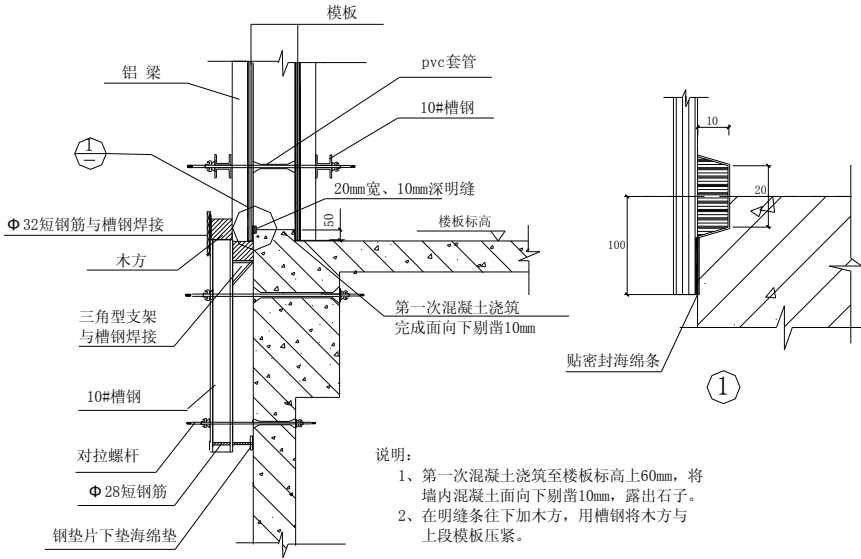


图 6. 4. 1 明缝与楼层施工节点做法图

对于设计表面留有建筑装饰纹路的清水混凝土，如采用分段施工，施工缝处应设置装饰性粗糙带或使用装饰条形成明缝开口来处理。这是因为分段施工有可能使得表面的纹路不协调，而且施工缝处的密封也可能不很严密。

6. 4. 2 阳角：

阳角处采用两面模板搭接的方式，必须保证拼缝严密，避免造成漏浆，可采用专用模板连接卡具配合模板的型材边框，使受力点直接与模板接触力点对应，并适当增加卡具的数量，另外在模板的拼接处垫海绵条，模板安装就位后在受力点增加附加斜向支撑；阴阳角节点处理见图 6. 4. 2。

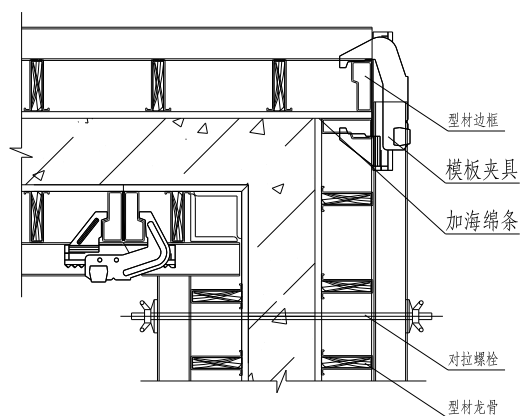


图 6.4.2 阴阳角节点处理

6.4.3 阴角：

为避免阴角处模板变形，宜配置阴角模，模板面板按图 6.2.2.1-1 的方式处理，角模边框宜选用与模板夹具相配合使用的型材；当角模与模板通过具有三维受力性能的模板卡具连接后，能保证阴角部位模板的稳定性，角模不变形，接缝不漏浆。见图 6.4.2。

6.4.4 堵头模板：

墙体端部造成漏浆的原因与阳角相似，可采取内嵌堵头模板的方法处理，未采用型材边框的清水混凝土模板，可在模板两端用槽钢将墙两侧模板夹紧，以保证阳角处模板拼缝严密；堵头模板处理一见图 6.6.6-1。若采用型材边框的清水混凝土模板，可利于模板卡具将模板夹紧，以保证阳角处模板拼缝严密。堵头模板处理二见图 6.6.6-2。

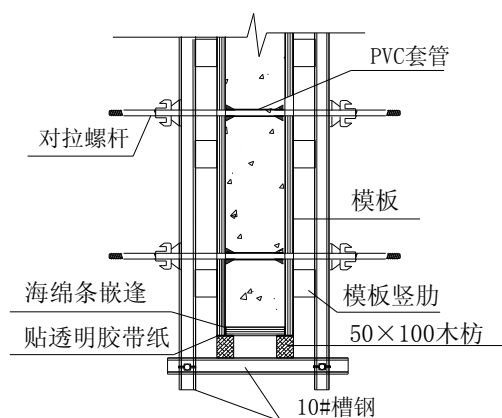


图 6.6.6-1 堵头模板处理一

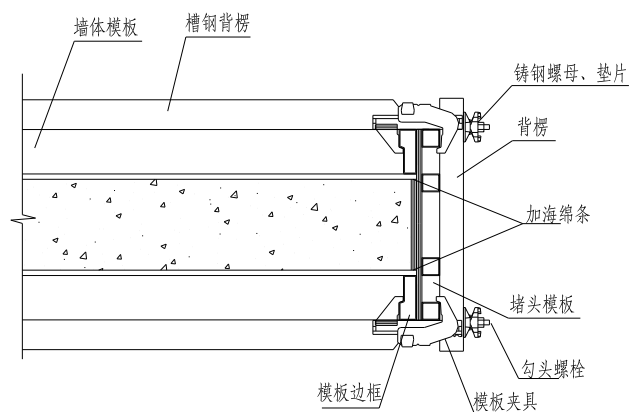


图 6.6.6-2 堵头模板处理二

6.4.5 假眼的施工处理：

清水混凝土工程中，对于部分墙、梁、柱节点等由于钢筋密集，或者由于相互两个方向的对拉螺栓在同一标高上，无法保证两个方向的螺栓都安装，但为了满足设计需要；独立柱假眼做法见图 6.4.5。

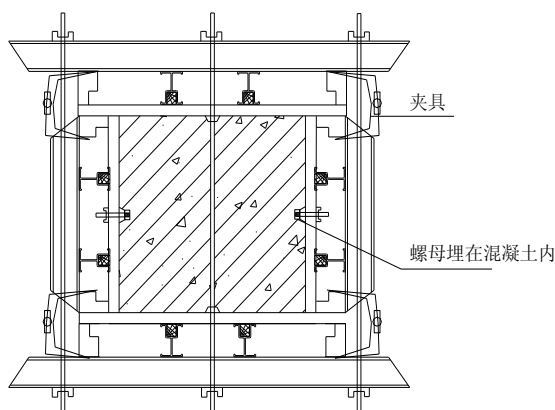


图 6.4.5 假眼做法

清洁剂、保护剂和脱模剂

应避免模板的保护剂或脱模剂接触到邻近的施工缝或钢筋，确保不会对混凝土表面造成污染或不会削弱对其他混凝土表面的附加物的连接强度。

模板密封剂的使用须确保不会对模板纹路材料如塑胶内衬，造成不利影响。确保穿墙螺栓不会与混凝土粘连并能从混凝土中容易取出。

模板在周转使用过程中应注意表面清洁和维护，凝固的砂浆应尽快从模板表面完全清除干净。

6.4.7 图案装饰带和内衬

形成建筑装饰清水混凝土的表面装饰图案的图案装饰带或内衬通常由人造橡胶，木，塑料或石膏等材料制作。装饰带或内衬的边缘应切割成楔形，保证连接可靠。避免模板受力状态下形成微小弯曲，影响而造成装饰带或内衬拼接不严或不连续。装饰带和内衬的拼接缝应连接隐蔽。

装饰带或内衬须被仔细牢固的安装在模板内侧。其边缘部位的图案不宜嵌入太深，以使得其较容易拆除而不破坏混凝土表面。

模板内衬应使用可靠的卡扣或由供应商推荐的胶固定在模板内侧上。内衬的表面应保持清洁便于胶的粘接。如气温低于供应商推荐的温度，不应进行胶粘。

6.5 模板安装

模板安装除应符合现行标准《建筑工程大模板技术规程》(JGJ74-2003)、《组合钢模板技术规范》(GB50214-2001)、《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2002)、《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB50300-2001)中的相关规定外，还应符合以下规定：

6.5.1 安装准备

6.5.1.1 清水混凝土模板施工前必须制定合理的施工方案，必须保证工程结构各部分形状、尺寸、明缝、暗缝、预留和预埋、装饰图案位置的正确，必须进行清水混凝土模板施工技术交底，必须对施工操作班组进行清水混凝土模板使用前的培训。

6.5.1.2 模板进场后，应根据配板设计要求和技術交底资料，清点模板和配件的型号和数量，核对模板编号。

6.5.1.3 模板安装前复核基层上的模板内侧和外侧控制线，作好控制标高，作为安装基准。

6.5.1.4 合模前对模板进行检查，特别是模板面板与龙骨的连接，保证龙骨间距符合要求。对于固定在模板面板内侧上的附件如埋件，装饰性条，装饰块等的安装应确保连接可靠，在模板就位过程中，要以防止对其造成破坏。

6.5.1.5 检查面板清洁情况，是否涂刷脱模剂，严禁带有污物沾粘在模板上。刷过脱模剂的模板遇雨淋水浇或其他因素失效后必须补刷，以确保清水混凝土光洁表面。

6.5.1.6 合模前必须通过隐蔽工程验收。

6.5.2 清水模板吊装

6.5.2.1 模板最大吊装区的设置必须满足最大单块模板重量小于塔吊起吊重量，确保模板能安全吊装到作业区。

6.5.2.2 吊装模板时必须有专人指挥，模板起吊应平稳，不得偏斜和大幅度摆动。操作人员必须站在安全可靠处，严禁人员随同模板一同起吊。

6.5.2.3 吊装大模板必须带卡环吊钩，吊装其它模板必须有相应安全措施。当风力超过 5 级时应停止吊装作业。

6.5.2.4 清水模板吊装过程中，必须慢起轻放，严禁碰撞，以免影响清水模板的使用及清水混凝土墙体的效果或造成其它事故的发生。

6.5.2.5 清水模板入模和出模过程中，都必须采用牵引的办法，并加强模板面板的保护。

6.5.3 模板拼装

6.5.3.1 根据预拼编号进行模板安装,保证明缝、禅缝的垂直度及水平交圈,吊装时注意对钢筋及塑料卡环的保护,注意被免钢筋对模板面的划伤。

6.5.3.2 套对拉螺栓时,必须调整好位置后轻轻入位,保证每个孔位都加塑料垫圈,避免螺纹损伤穿墙孔眼。模板紧固前,应保证面板对齐,严禁在面板校正前上模板夹具等连接件加固。

6.5.3.3 拧紧对拉螺栓和模板夹具等连接件时用力要均匀,保证塑料垫圈与模板板面正确接触,避免混凝土浇筑后孔眼发生不规则形变。保证相邻的对拉螺栓和模板夹具等连接件受力大小一致,避免模板产生不均匀变形。

6.5.3.3 模板水平方向的连接

a 木梁胶合板模板之间可采取加连接角钢的做法,相互之间加海绵条,用螺栓连接;也可采用背楞加芯带的做法,面板边口刨光,木梁缩进 5~10mm,相互之间连接靠芯带、钢楔紧固。

b 以木方作边框的胶合板模板,采用企口方式连接,一块模板的边口缩进 25mm,另一块模板边口伸出 35~45mm,连接后两木方之间留有 10~20mm 拆模间隙,模板背面以 $\varnothing 48 \times 3.5$ 钢管作背楞。

c 铝梁胶合板模板及钢木胶合板模板,设专用空腹边框型材,同空腹钢框胶合板一样采用模板卡具连接。

d 实腹钢框胶合板模板及全钢大模板,可采用螺栓连接、也可采用专用连接器或模板夹具进行模板之间的连接。

6.5.3.4 模板上下之间的连接

a 混凝土浇注施工缝的留设宜同建筑装饰的明缝相结合,即将施工缝设在明

缝的凹槽内。清水混凝土模板接缝设计时，应将明缝装饰条同模板结合在一起。当模板上口的装饰线形成 N 层墙体上口的凹槽，即作为 N+1 层模板下口装饰线的卡座，为防止漏浆，在结合处贴密封条和海绵条。

b 木胶合板面板上的装饰条宜选用铝合金、塑料或硬木制作，宽 20~30mm，厚 10~15mm，并做成梯形以利脱模。

c 钢模板面板上的装饰线条用钢板制作，可用螺栓连接也可塞焊连接，宽 30~60mm，厚 5~6mm，内边口刨成 45°。

d 清水模板上下连接需要采用螺栓或模板专用连接件（如模板卡具等），用接高背楞加强模板连接处的强度和整体刚度。

6.5.3.5 墙体模板安装时应遵循先内侧、后外侧，先横墙、后纵墙，先角模后墙模的原则。

6.5.3.6 已浇混凝土强度未达到 1.2N/mm^2 以前不得踩踏和进行下一道工序作业，以确保清水混凝土表面的平整度。

6.5.3.7 使用外挂架时，墙体混凝土强度必须达到 7.5N/mm^2 以上方可安装，以确保混凝土表面无缺陷和保证外挂架的安全使用。

6.5.3.8 模板安装前应在模板侧边贴好海绵条，模板安装就位后，对模板下部的缝隙，可采取堵缝措施，以防止漏浆、错台现象。

6.5.3.9 门窗洞口模周边以及导墙部位均应粘贴海绵条，以确保浇注混凝土时不漏浆，保持墙面洁净

6.5.3.10 丁字、拐角洞处的模板必须进行加强处理，能确保清水混凝土墙体的饰面效果。

6.6 模板支架

6.6.1 模板的支架系统应按施工组织设计布置。不同等级的清水混凝土要

求采用不同构造的模板体系及其相适应的支架体系，参照表 5.2.2.1-1、表 5.2.2.1-2、表 5.2.2.1-3。

6.6.2 模板支撑的选配设计：模板支撑可以有独立支撑、单侧斜支撑、双侧支撑、网架支撑等各种形式。模板支撑的方式和密度应根据工程结构形式、荷载大小、模板结构构造、地基土类别、施工设备和材料供应等条件进行选配设计。

6.6.3 模板支撑的设计计算：模板支撑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。在模板工程的施工方案中，必须对模板支撑进行严格计算，确保混凝土表面平整度，确保混凝土工程施工安全。

6.6.4 模板安装和浇筑混凝土时，应对支撑的稳定性进行观察和维护。发生异常情况时，应及时进行有效处理。

6.6.5 针对不同结构的支架布置必须有相应的设计计算、安全验算，包括强度、稳定性和变形控制验算。还必须有支撑件的检测报告和支架施工方案。必要时，还应进行单项或整体的荷载试验，确保安全和工程质量。

6.6.6 模板支撑必须牢固、稳定。立柱和斜撑两端支撑点应设在坚固可靠处，并有足够的受压面。支撑两端不得同时垫楔片。

6.6.7 模板严禁与无专门设施的脚手架或爬架连接。

6.6.8 有清水要求的楼板模板支撑体系的立柱布置应上下对齐、纵横一致，并设置剪刀撑和水平撑。

6.7 模板拆除

6.7.1 清水模板拆除与堆放应符合现行标准《建筑工程大模板技术规程》（JGJ74-2003）、《组合钢模板技术规范》（GB50214-2001）、《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2002）、中《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB50300-2001）中的相关规定。

6.7.2 清水混凝土需要有比普通混凝土高的拆模强度。宜通过调整混凝土的配合比或延长拆模时间来实现。如果混凝土的强度小于模板与混凝土的粘接力而拆模，会造成混凝土表面的剥落或破碎。因此要得到较高质量的混凝土表面就要让模板保持支模状态较长时间。然而，支模时间越长，混凝土的颜色会越深。因此，模板工程师或建筑师应事先确定一个混凝土拆模强度。

6.7.3 模板拆除时的混凝土结构强度应达到所确定的强度值。当设计无具体要求时：对于墙体模板应保证混凝土表面及棱角不受破坏；对于梁、楼板等底模拆除应符合《混凝土结构工程施工质量验收规程》的有关规定。

6.7.4 模板拆除要严格按照施工方案的拆除顺序进行拆除，并加强对清水混凝土的保护，特别是对拉螺栓孔的保护，否则功亏一篑。

6.7.5 墙体模板拆卸顺序应与安装顺序相反。拆除有支撑架的大模板时，应先拆除模板对拉螺栓及与混凝土结构之间的其它连接件，松动地脚螺栓，使模板后倾与墙体脱离开。拆除无固定支撑架的大模板时，应对模板有挂吊或采取临时固定措施。楼板模板拆卸时，在模板下落部位有安全撑托措施，严禁将模板直接从楼顶板撬砸摔落到地面。

6.7.6 拆模时轻轻将模板撬离墙体，然后整体拆离墙体，严禁直接用撬杠挤压或大锤敲砸，拆下的模板轻轻吊离墙体，不得碰撞墙体，可在模板与墙体间加塞木方，保护清水混凝土墙体的同时，也保护清水模板。起吊前必须

确认模板与混凝土结构或其他固定建筑物无任何连接。

6.7.7 拆除的对拉螺栓、连接件及拆模工具必须妥善放置，严禁随意散放在要起吊的模板操作平台上，以免吊装时坠落伤人。

6.7.8 模板拆除后应立即进行清理、修整，并均匀涂刷脱模剂，模板经修整后吊至存放处备用；模板面板使用与维修情况根据清水混凝土的分类和各类等级要求确定。

6.7.9 清水混凝土宜保持模板拆模时间和混凝土的养护条件及程序的一致。要使得混凝土具有一致的外观，宜让模板保持支模状态的时间比普通混凝土的支模时间长。较早地使混凝土暴露在空气中会影响混凝土表面干燥的过程。周围环境的不同变化会造成混凝土最终表面颜色的差异。

6.7.10 清水模板的存放应符合下列要求：

6.7.10.1 清水模板现场存放区应在起重机的有效工作范围之内，存放场地必须坚实平整，不得堆放在松土、冻土或凹凸不平的场地上。

6.7.10.2 清水模板存放时，有支撑架的清水模板必须满足自稳角要求或有另外措施确保模板放置平稳。没有支撑架的大模板应存放在专用的插放支架上，不得倚靠在其它物体上，防止模板下脚滑动倾倒。

6.7.10.3 模板在水平放置在地面时，应采取模板面对面或背靠背放置的方法，模板的底部应离开地面不小于 100mm。

7 钢筋工程

8 混凝土工程

9 混凝土表面缺陷的修复与涂料施工

10 成品保护

10.1 模板成品保护

10.1.1 必须加强项目管理人员到操作班组人员对清水模板的保护意识，应避免清水模板随意堆放，避免随意在清水模板上放置其它材料，避免随意敲打模板面板等造成模板面损伤的事故。

10.1.2 模板面板不得污染、磕碰；面板切口处必须涂刷 2 遍封边漆，避免因吸水翘曲变形；螺栓孔眼必须有保护垫圈。

10.1.3 每次吊装前，首先检查模板吊钩是否安全，然后检查面板的几何尺寸，模板的拼缝是否严密，背后的龙骨及扣件是否松动，尤其注意检验面板与型材骨架的连接是否松动。

10.1.4 成品模板存放于专门制作钢管架上，且模板必须采用面对面的插板式存放，上面必须覆盖塑料布，存放区作好排水措施，注意防水防潮。

10.1.5 模板入模前必须涂刷脱模剂，入模时先用地毯、木方或多层板隔离钢筋和模板，避免刮碰，并注意牵引入模。

10.1.6 模板拆卸应与安装顺序相反，拆模时轻轻将模板撬离墙体，然后整体拆离墙体，严禁直接用撬杠挤压，拆下的模板轻轻吊离墙体。

10.1.7 模板拆模后及时清灰，对板面破损处用铁腻子进行修复，并在修复腻子上刮 2 遍清漆，以免在混凝土表面留下痕迹；对拉螺栓、螺母等相关零件也应进行清理、保养。

10.1.8 要保持浇筑好的混凝土表面状态，应在拆模时注意混凝土表面的保护。模板要有稳固的支撑防止其倾倒而破坏清水混凝土的表面。拆模用的辅助工具如撬棍等要严格注意。任何情况下撬棍不应直接作用在混凝土表面，即使采用木或塑料边缘也必须注意。模板拆除后应保护清水混凝土的表面以防后

续的施工操作破坏其饰面效果。

10.2 钢筋成品保护

10.3 混凝土成品保护

11 清水混凝土施工质量验收标准

11.1 清水混凝土施工质量验收标准应符合现行国家与行业标准《建筑工程大模板技术规程》(JGJ74-2003)、《组合钢模板技术规范》(GB50214-2001)、《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2002)、《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB50300-2001)中的相关规定。

11.2 清水模板加工质量验收标准

11.2.1 建筑师通过饰面清水混凝土样板墙确认的饰面清水模板体系及加工质量标准时按建筑师的界定执行,未通过饰面清水混凝土样板墙确认的清水模板的制作允许偏差与检验方法应符合表 11.2.1

项次	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	模板高度	± 3	卷尺量检查
2	模板长度	-2	卷尺量检查
3	模板板面对角线	≤ 3	及塞尺量检查
4	板面平整度	2	2m 靠尺及塞尺量检查
5	相邻面板拼缝高低差	≤ 1	平尺及塞尺量检查
6	相邻面板拼缝间隙	≤ 1	塞尺量检查

11.2.2 普通清水模板加工质量标准按建筑师界定的标准执行,或按现行国家与行业标准执行,或参考表 11.2.2

表 11.2.2 普通清水模板加工质量标准

项次	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	模板高度	± 3	卷尺量检查
2	模板长度	-2	卷尺量检查
3	模板板面对角线	≤ 5	及塞尺量检查
4	板面平整度	3	2m 靠尺及塞尺量检查
5	相邻面板拼缝高低差	≤ 1.5	平尺及塞尺量检查
6	相邻面板拼缝间隙	≤ 1.5	塞尺量检查

11.2.3 装饰清水混凝土模板体系根据样板墙并以建筑师确认的标准作为其加工质量验收标准。

11.2.4 清水混凝土模板的加工，根据不同的清水混凝土等级，选用的模板面板的质量控制标准不同；清水混凝土模板面板质量控制分级参考标准见表 11.2.4-1。同时与清水混凝土表面孔隙有关，见表 11.2.4-2。

表 11.2.4-1 清水混凝土模板面板质量控制分级参考标准

混凝土分 级 内容	1（低级）	2（中级）	3（高级）	4（极 高）
开孔	须塑料孔塞封闭	须专业人员封堵修 复	不允许	不允许
钉眼和螺丝眼	允许	孔眼周边无破碎时 允许	须专业人员封堵修复并 视具体情况确定	
插入式振捣造 成的面板损坏	允许	视具体情况确定	不允许	
刮具的使用	允许	须专业人员操作	须专业人员操作并视具 体情况确定	
混凝土灰浆残 留	在钉孔等凹低处 允许	不允许	不允许	
水泥砂浆残留	允许	允许	视具体情况确定	
螺钉处面板起 鼓	允许	视具体情况确定	不允许	
面板开槽开孔 维修	允许	允许	视具体情况确定	

备注：

1. 此表用于规范在模板使用过程中，确定面板的质量等级要求。

表 11.2.4-2 清水混凝土表面孔隙与面板质量控制分级对照表

面板质量控制分级	1	2	3	4
混凝土表面气泡孔隙 率分级	P1	P2	P3	P4
气泡孔隙面积（平方 毫米）	3000	2500	1600	800

备注：计算在 500*500 平方毫米混凝土表面积范围内，直径在 2~15 毫米之间的微孔面积。
直径大于 15 毫米的孔隙视为混凝土质量缺陷。

11.3 模板安装质量验收标准

11.3.1 清水混凝土模板进场验收检查见表 11.3.1-1

表 11.3.1-1 清水混凝土模板进场检查表

使用部位		时间		
项次	检查内容	要求	检查情况及处理结果 (普通清水砼/饰面清水砼/装饰清水砼)	检查人
1	随车资料, 出厂合格证、自检记录	齐全		
2	模板面板	无污染、无破损、表面清洁		
3	模板拼缝有无打胶、贴胶条、背后加木枋	符合方案要求		
4	模板拼装形式	符合方案要求		
5	模板配套的夹具、螺栓、螺栓孔眼保护垫圈等支撑固定配件齐全	齐全		
6	模板侧边处理	侧边垂直、四周刷 2 遍油漆		
7	竖向龙骨间距	≤350mm		
8	表面平整度	2mm(2 米靠尺、楔尺, 饰面清水模板)		
		3mm(2 米靠尺、楔尺, 普通清水模板)		
9	面板拉对角线	3mm(5 米线尺, 饰面清水模板)		
		5mm(5 米线尺, 普通清水模板)		
10	单排钉眼间距	钉眼为反钉小于 150mm		
11	截面尺寸	±2mm(尺量)		
12	阴阳角方正	2mm(方尺、楔尺)		
13	阴阳角顺直	2mm(5 米线尺)		
14	预留洞口模中心线偏移	5mm(拉线、尺量)		

15	预留内孔洞尺寸	+5, 0 (拉线、尺量)		
16	门窗洞口模中心线位移	3 (拉线、尺量)		
17	门窗洞口模宽、高	±5 (拉线、尺量)		
18	门窗洞口模对角线	6 (拉线、尺量)		
19	对拉螺栓中心线偏移	2mm (拉线、尺量)		
20	螺栓端头尺寸偏差	1mm (尺量)		
21	螺栓端头平整度	0.5mm (游标卡尺)		
22	明缝条截面尺寸偏差	1mm (尺量)		
23	预拼禅缝垂直度	2mm (拉 5 米线)		
24	相邻板面高低差	1mm (尺量)		
25	每层垂直度	3mm (3 米托线板)		
26	板面之间缝隙	1mm (尺量)		

注：表中各项目控制要求，建筑师通过样板墙界定的，以建筑师界定的执行，没有界定的，参考此表，其中 8-26 条不适用于装饰清水混凝土模板。

11.3.2.1 墙体模板安装后应保证整体的稳定性，确保混凝土浇筑振捣时模板不变形、不错位、不涨模。

11.3.2.2 模板间的拼缝要平整、严密，不会导致开裂。

11.3.2.3 模板板面干净，脱模剂涂刷均匀，没有漏刷。

11.3.2.4 墙柱梁部位的对拉螺栓安装符合要求。

11.3.2.5 模板支撑（垂向、水平和斜向）连接正确、牢固。

11.3. 2.6 饰面清水混凝土模板安装质量控制标准应按表 11.3. 2.6 进行，普通清水混凝土模板安装质量控制标准可参考此标准，装饰清水混凝土模板的安装质量控制标准以建筑师所确认的样板墙为准。

表 11.3. 2.6 饰面清水模板安装质量控制标准

项次	项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	轴线位移	墙、柱、梁	3	尺量

2	截面尺寸	墙、柱、梁	± 2	尺量
3	标高		± 3	尺量
4	相邻板面高低差		2	尺量
5	每层垂直度		3	2m 托线板
6	表面平整度		2	2m 靠尺、塞尺
7	阴阳角	方正	3	方尺、楔形靠尺
		顺直	3	5m 线尺
8	预留洞口	中心线位移	5	拉线、尺量
		内孔洞尺寸	+5, 0	尺量
9	预埋件、管、螺栓	中心线位移	2	拉线、尺量
		螺栓中心线位移	2	拉线、尺量
		螺栓外露长度	+10, 0	尺量
10	门窗洞口 (电梯井)	中心线位移	3	拉线、尺量
		宽、高全高垂直度	± 6	吊线、尺量
		对角线	6	拉线、尺量

11.3.3 清水模板安装质量检查结果记录

为确保清水混凝土的饰面效果，应对清水模板体系的安装质量检查结果进行记录，记录形式参考表 11.3.3。

表 11.3.3 清水模板安装质量检查结果记录

支模部位		时间		
项次	检查内容及要求	检查部位处理结果		检查人
1	支模班组			
2	基层及杂物处理			
3	钢筋保护层及塑料卡环安装位置			
4	模板就位编号是否正确			

5	明缝就位是否咬合紧密		
6	竖向禅缝的垂直度及最大偏差		
7	内侧模背楞与外侧是否对齐及处理方式		
8	明缝处海绵条是否错位及处理方式		
9	竖向禅缝处密封胶条是否移位及处理方式		
10	侧模板垂直度		
11	限位工具有效组合长度（每面墙抽检量不少于 5%）		
12	堵头是否贴海绵垫（每面墙抽检量不少于 10%）		
13	模板就位后保护层厚度检查（每面墙抽查点不少于 10 个）		
14	墙模板下口是否做了 50~100mm 的挡浆檐口		
15	专用夹具及螺栓扣件是否拧紧（每面墙抽检量不少于 3%）		
16	是否有专人检查漏浆及模板情况		
17	拆模时有无碰伤情况		
18	模板清理、保养、刷脱膜剂情况		

11.4 钢筋安装质量验收标准

11.5.1 混凝土质量验收标准

清水混凝土质量验收，应分类分级进行评估，见表 11.5

评估项目	分级代号	特性描述
混凝土表面纹理中含灰浆		由于浇注时混凝土的碰撞溢出，污染了还未浇注部位的模板面层，造成浇注拆模后的混凝土表面残留灰浆
	T1	灰浆允许 20 毫米宽，10 毫米深
	T2	灰浆允许 10 毫米宽，5 毫米深
	T3	灰浆允许 3 毫米宽，3 毫米深
气泡孔隙	P1	见表 11.2.4-2
	P2	
	P3	
	P4	
色差	FT1	允许深浅和明暗色差，不允许锈斑和污渍
	FT2	允许均匀的大面积深浅和明暗色差，不允许因使用不同类型的模板材料造成的砼表面纹理或感观的不统一
	FT3	不允许大面积深浅和明暗色差，不允许锈斑和污渍，允许少量的瑕渍和偏色
平整度（设计因素除外）	E1	2 米靠尺范围内 8mm
	E2	2 米靠尺范围内 5mm
	E3	
模板可见接缝与错台	AF1	10 毫米
	AF2	错台 10 毫米，漏浆须及时清除，建议使用明缝条

11.5.2 清水混凝土外观质量要求

清水混凝土浇注外观质量要求也应分级进行评估，见表 11.5.2

表 11.5.2 清水混凝土浇注外观质量要求分级评估表

等级	使用部位	纹理	气泡孔隙		色差		平整度	接缝与错台	样板制造	模板面质控分级	成本定位
			吸水性面板	非吸水性面板	吸水性面板	非吸水性面板					
低	设计要求低的的砼表面（如工业构筑物表面或地下室墙面）	T1	P1		FT1	FT1	E1	AF1		1	低
中	设计要求的砼表面（如楼梯电梯间）	T2	P2	P1	FT2	FT2	E1	AF2	建议	2	中等
高	设计要求的砼表面（例如办公和居住区域的立面）	T2	P3	P2	FT2	FT2	E2	AF3	强烈建议	2	高
极高	有特殊设计意义的砼表面（如特别意思的雕塑）	T3	P4	P3	FT3	FT2	E3	AF4	必须	3	最高

备注：

1. 评定清水混凝土的质量等级须考虑建筑设计整体效果，此表只作为参考性目标。
2. 评定色差宜在混凝土浇注拆模 3 周后。

11.5.2 混凝土允许偏差的质量要求

条款说明