

UG

北京市地方标准

DB

编号：DB / T X X - X X X - 201X

备案号：J x - 201 x

建筑工程清水混凝土施工技术规程

Technical specification for
architectural concrete construction

(征求意见稿)

201 x - x x - x x 发布

201 x - x x - x x 实施

北京市住房和城乡建设委员会

北京市质量技术监督局

联合发布

北京市地方标准

建筑工程清水混凝土施工技术规程

Technical specification for
architectural concrete construction

编 号：DB11/T- x x -201 x

备案号：Jx -201 x

主编部门：中国建筑一局（集团）有限公司

批准部门：北京市质量技术监督局

施行日期：20 x x 年 x 月 x 日

201 x 北京

前言

本标准为你推荐性标准

本标准是根据北京市质量技术监督局《关于印发 2014年北京市地方标准制修订项目计划的通知》（京质监标发【2014】36号）文件，由中国建筑一局（集团）有限公司会同相关单位共同对原有北京市地方标准《建筑工程清水混凝土施工技术规范》（DB11/T 464-2007）进行了修订。

本标准由编委会在对比分析国内标准的相关规定，广泛调查北京地区清水混凝土建筑工程施工情况，充分收集和分析相关资料，认真总结施工经验的基础上，提出的适合北京地区的建筑工程清水混凝土施工技术规范，并严格按照地方标准制订程序制定。

本标准的主要技术内容是：1 总则、2 术语、3 基本规定、4 施工准备、5 模板工程、6 钢筋工程、7 混凝土工程、8 施工缝的设置与施工、9 成品保护、10 混凝土成品修补与喷涂施工、11 质量验收标准、附录 A 清水混凝土模板组拼与节点构造案例、附录 B 清水混凝土模板用脱模剂的选用、附录 C 混凝土中性化深度计算、附录 D 清水混凝土常用透明涂料的特点，附录均为资料性附录。

本标准修订的主要内容为：

1、增加了“基本规定”一章，取消了“混凝土模板的拆除与保护”一章，将相关内容分别融“模板工程”和“成品保护”两章中；

2、在“施工准备”一章中补充了“材料准备”小节，分别列出了模板工程、钢筋工程和混凝土工程相关材料的准备要求。

3、在“模板工程”一章中补充了新型模板体系的材质和要求，将模板的制作、验收分别单独成节，增加了模板的拆除小节。规范了模板从设计到拆除的全过程管理。

4、在“混凝土工程”一章中，对清水混凝土配合比设计等相关内容按照新版国家标准《普通混凝土配合比设计规程》、《混凝土质量控制标准》、《混凝土结构设计规范》、等新标准的规定进行修订调整；对清水混凝土的矿物掺和料的参量以及混凝土的坍落度的数值按照国家标准《预拌混凝土》和北京市地方标准《混凝土矿物掺合料应用技术规程》的相关规定进行了修订；同时参照北京市地方标准《建筑结构长城杯工程质量评审标准》和行业标准《建筑工程清水混凝土应用技术规程》的要求对清水混凝土施工缝的设置以及混凝土的浇筑结构偏差等进行修订，保证清水混凝土的结构尺寸和质量标准。

5、将“混凝土成品保护”一章变更为“成品保护”，增加了模板成品保护、钢筋成品保护两个小节。

6、在“质量验收标准”一章中，修改了清水混凝土结构允许偏差值，基本按照北京市地方标准《建筑结构长城杯工程质量评审标准》中的“现浇结构尺寸允许偏差值”进行了修订。

7、修改补充了附录 A 中清水混凝土模板组拼与节点的示意图例。

清水混凝土虽然在质量标准上有其特点，但其施工技术很大程度上根植于普通混凝土，不能将两者割裂开来。普通混凝土的诸多施工方法加以提炼后可适用于清水混凝土。希望本标准的使用者在实践中注意与普通混凝土相关技术标准的衔接。

本标准由北京市质量技术监督局和北京市住房和城乡建设委员会共同负责管理，由北京市住房和城乡建设委员会归口并负责组织实施，由中国建筑一局（集团）有限公司负责具体内容的解释。

请各单位在执行过程中，结合工程实例，认真总结经验，并将意见、建议及时反馈给中国建筑一局（集团）有限公司，以便今后修订时参考。

主编单位地址：北京市西四环南路 52 号

邮 编： 100161

本标准主编单位： 中国建筑一局（集团）有限公司

本标准参编单位： 中建一局集团第三建筑有限公司

中建一局集团建设发展有限公司

中建一局集团第五建筑有限公司

中国建筑技术中心

中国建筑第八工程局有限公司

北京邦氟龙科技有限公司

北京金利信特信息技术有限公司

本标准主要起草人员：杨晓毅、曹光、张军、黄勇、付效铎、梅晓丽、周予启、刘嘉茵、

吴学军、石云兴、刘源、李胜松、郝锦云、马向国

本标准主要审查人员：

目 次

1 总则	3
2 术语	2
3 基本规定	3
4 施工准备	4
4.1 技术准备	4
4.2 材料准备	4
4.3 方案编制及技术交底	7
4.4 仪器设备准备和样板构件制作	8
5 模板工程	9
5.1 模板的设计	9
5.2 阴阳角节点构造	11
5.3 对拉螺栓的节点构造	12
5.4 梁、板、柱节点模板构造	13
5.5 模板体系的材质要求	14
5.6 模板的制作	15
5.7 模板验收	16
5.8 脱模剂的选用与施工	17
5.9 模板安装	17
5.10 模板拆除	19
6 钢筋工程	20
7 混凝土工程	22
7.1 混凝土配合比	22
7.2 混凝土拌合物的制备与性能	22
7.3 混凝土的运输与浇筑	23
7.4 混凝土的养护	24
8 施工缝的设置与施工	25

8.1 施工缝的设置	25
8.2 施工缝的施工	26
9 成品保护	27
9.1 模板成品保护	27
9.2 钢筋成品保护	27
9.3 混凝土成品保护	27
10 混凝土成品修补与喷涂施工	29
10.1 成品修补	29
10.2 喷涂施工	29
11 质量验收标准	30
11.1 实体质量	30
11.2 外观质量	30
11.3 结构允许偏差	31
附录 A 清水混凝土模板组拼与节点构造案例	33
附录 B 清水混凝土模板用脱模剂的选用	54
附录 C 混凝土中性化深度计算	55
附录 D 清水混凝土常用透明涂料的特点	56
本规程用词说明	57
引用标准名录	58

1 总则

1.0.1 为了提高清水混凝土工程的施工技术 和施工管理水平，规范施工方法，保证工程质量，统一验收标准和评价方法，做到技术先进、经济合理、安全适用，制定本规程。

【条文说明】发展绿色建筑是建设领域贯彻执行节约资源和保护环境国家技术经济政策、牢固树立和认真落实科学发展观、坚持可持续发展理念的重要举措。清水混凝土工程 做为绿色建筑的一种，是实现高效率地利用资源并最低限度地影响环境的生态建筑。近些年来，北京地区的清水混凝土工程 越来越多，而且越来越引起人们的重视，清水混凝土的设计、施工和质量验收都有了快速的发展，编制组在认真总结实践经验的基础上，参考有关国家行业标准和国外标准，在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于工业与民用建筑工程中清水混凝土工程的施工 与质量验收。

【条文说明】本条规定了清水混凝土的适用范围。本规程的规定是最低标准要求，当设计文件和承包合同对质量验收的要求高于本规程的规定时，应当以设计文件和承包合同的要求为准。

1.0.3 清水混凝土工程的施工、质量验收，除应符合本规程的规定外，还应符合国家现行有关标准规范的规定。

【条文说明】本规程编制的依据是现行国家标准和北京市地方规定，如《混凝土结构设计规范》GB50010《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204《混凝土质量控制标准》GB50164《建筑结构长城杯工程质量评审标准》DB11/T1074等，在执行本规程时候还应与这些标准配套使用。

2 术语

2.0.1 清水混凝土

直接利用混凝土成型后的自然质感作为装饰效果的混凝土。

清水混凝土按其表面质感分为普通清水混凝土、饰面清水混凝土和装饰清水混凝土。普通清水混凝土主要表现的是混凝土自然质朴，色泽协调的风格；饰面清水混凝土不仅具有混凝土本身的质感、表面颜色基本一致的特征，而且外观整齐美观、细部精致；装饰清水混凝土主要体现设计师的设计理念和饰面效果，表面形成装饰图案、镶嵌装饰片或彩色的清水混凝土。

2.0.2 表面色均性

指以混凝土本色直接作为装饰面的基本色调，其颜色的一致性和色泽的均匀性。

2.0.3 清水混凝土模板

按照清水混凝土技术要求进行设计制作，满足清水混凝土质量要求和表面装饰效果的模板。

2.0.4 明缝

混凝土表面有规则的装饰性线条或凹凸于混凝土表面的分格线。

2.0.5 蝉缝

按照清水混凝土模板工程的技术和装饰效果要求，在混凝土表面形成整齐、均匀的印迹。

2.0.6 对拉螺栓孔眼

对拉螺栓在混凝土表面形成的有规则排列，对清水混凝土起装饰效果的凹印。

2.0.7 样板构件

清水混凝土正式施工前，用以检验混凝土配合比、模板体系和施工工艺，以及作为混凝土成品修补和质量验收的参照物而在现场制作的清水混凝土构件。

3 基本规定

3.0.1 建筑工程清水混凝土施工 应进行全过 程质量 控制，相同饰面 效果的清水混凝土 应保持材料和 施工工 艺的一致 性。

【条文说明】对清水混凝土的施工 提出了全过 程控制的管理 要求，具体包括对模板的设计、节点型 式、加工、制作、验收、安装、拆除、保护 等环节的质量 控制，对混凝土的原 材料选用、 配合比的设计、 混凝土制 备、运输、浇筑、振捣、养护成品保护 等环节进行质量 控制；保证模板 的支拆程序、混凝土的 养护条件以及表面 修复等工艺的一致 性。

3.0.2 处于潮湿 环境和干湿 交替环境的清水混凝土工程 应选用非碱活 性骨料，有自防水要求和用 于人防工 程的清水混凝土 应采取防渗漏、防污染 等措施，其措施不得影响 混凝土饰面效果。

【条文说明】混凝土中的 碱-骨料反应经常引起混凝土的 开裂，发生的原因就 是混凝土中 含有较高含 量的碱（ Na_2O 和 K_2O ）与骨料中含有的活性硅发生水的参与下化学反 应。因此在潮湿环境和干湿交替环 境的混凝土 应选用非碱活 性骨料。

对于有 防水功能要求的地下室外墙及人防墙 体，除采取抗渗混凝土、增加 抗裂配筋外，该部位的穿 墙螺栓应采用中间焊止 水钢板的三节式对拉螺栓；对于墙体与楼板之间、墙体施工缝之间设置钢板 止水 带等防水措施，并在混凝土 表面进行渗透结晶等刚性防水处理方 式。

3.0.3 清水混凝土施工 应编制专项施工方 案，饰面清水混凝土 和装饰清水混凝土施工 前宜做样 板构件。

【条文说明】清水混凝土施工 专项方案包括：模板 施工方案、钢筋 施工方案、混凝土施工方 案、成 品保护 施工方案、表面处理施工方 案、表面涂料施工方 案等，对于 饰面清水混凝土 和装饰清水混凝土 应先制作样板构件，通过样板对混凝土的 配合比、模板选型、 施工工 艺等进行验证，并作为质量 验收的样 板依据。

4 施工准备

4.1 技术准备

4.1.1 施工前应熟悉设计图纸，明确清水混凝土表面类型及施工范围，按设计要求进行细部深化设计，并应综合考虑各施工工序对清水混凝土饰面效果的影响，确定清水混凝土施工工艺。

【条文说明】：深化设计时应同时对预埋件、设备管线的预留孔洞等进行设计，综合考虑结构、设备、电气、水暖等专业图纸进行深化设计，以避免施工中的设计变更和后续专业施工对成品混凝土的剔凿。

4.1.2 本着既要保证工程质量又要便于施工的原则，就钢筋、模板、混凝土、施工缝留设等问题与工程各参建单位进行协商，确定合理施工方案。

【条文说明】：施工单位、监理（建设）单位和设计单位就对拉螺栓冲突的受力钢筋或构造钢筋位置的调整、钢筋保护层、混凝土配合比设计、后浇带和施工缝的合理设置、混凝土节点浇筑等对清水混凝土饰面效果产生影响的部位进行协商，既要满足施工需要，又要满足结构安全和耐久性要求。

4.2 材料准备

4.2.1 模板工程需符合下列规定：

1 模板面板可采用覆膜胶合板、钢板、铝合金板、塑料板、玻璃钢等材料，应满足强度、刚度和周转使用要求，且加工性能好；

【条文说明】：模板面板材料需兼顾面板材料的吸水性、周转使用次数、清水饰面效果等因素。

2 模板骨架材料可采用金属标准型材、木梁、钢木组合梁、铝梁等材料，应有足够的强度、刚度，且满足受力要求。

【条文说明】：模板骨架应具有足够的强度和刚度，全钢大模板的设计应符合《建筑工程大模板技术规程》JGJ74和《全钢大模板应用技术规程》DBJ01-89的规定。

3、模板支撑材料可采用钢管、型钢等材料，应有足够的强度、刚度，且满足整体稳定性要求。

4、模板配件可采用模板夹具、型材吊具、钩头螺栓、对拉螺栓等金属材料，应满足模板体系的连接加固要求；

【条文说明】模板配件采用金属材料结实耐用，采用操作简便、三维受力好的模板夹具，能够降低操作难度，减少漏浆，避免模板错台。对拉螺栓的规格、品种应根据混凝土侧压力、墙体防水、人防要求和模板面板等情况选用，选用的对拉螺栓应有足够的强度

5 对拉螺栓套管及堵头可选用塑料、橡胶、尼龙等材料；

【条文说明】：套管需满足强度要求，堵头不变形，易于拆卸，不损坏混凝土表面。

6 明缝条可选用硬木、铝合金、塑料等材料，截面宜为梯形；

【条文说明】：明缝条材质不易损坏，便于固定安装，截面为梯形有利拆卸，利于观感。

4.2.2 钢筋工程需符合下列规定：

1 钢筋绑扎材料宜选用 20#—22#无锈的绑扎钢丝；

2 钢筋保护层垫块应有足够的强度、刚度，颜色应与清水混凝土的颜色接近。柱、墙结构宜选用与混凝土颜色一致的塑料卡环；梁、板宜选用与混凝土同配比的砂浆制作。

【条文说明】采用与混凝土颜色接近的垫块，在满足强度要求的同时，可以有效保证清水混凝土饰面效果。

4.2.3 混凝土工程需符合下列规定：

1 同种原材料的颜色和技术参数宜保持一致；

【条文说明】：对首批进场的原材料取样复试合格后，应立即进行“封样”，以便与后续进场的材料进行对比，有明显颜色差别的不得使用。

2 水泥

宜选用强度等级不低于 42.5 的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥和矿渣硅酸盐水泥。同一工程的水泥宜为同一厂家、同一品种、同一强度等级。

【条文说明】：水泥应选用符合《通用硅酸盐水泥》GB175 质量要求的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥和矿渣硅酸盐水泥。

3 骨料

1) 粗骨料应采用连续级配，颜色均匀、洁净，并符合表 4.2.3-1 的规定。

表 4.2.3-1 粗骨料质量要求

混凝土强度等级	C60	C55~C30
含泥量（按质量计，%）	0.5	1.0
泥块含量（按质量计，%）	0.2	0.5
针、片状颗粒含量（按质量计，%）	5	15

【条文说明】参照《混凝土质量控制标准》GB50164 和《普通混用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52 选用。

2) 细骨料宜采用中砂，并符合表 4.2.3-2 的规定。细骨料中氯离子的含量，对于钢筋混凝土，按照干砂的质量百分率计算不得大于 0.06% 对于预应力混凝土，按照干砂的质量百分率计算不得大于 0.02%。采用机制砂(也称人工砂)时，其亚甲蓝值(MB)应小于 1.4，石粉含量应符合表 4.2.3-3 的规定。

表 4.2.3-2 细骨料质量要求

混凝土强度等级	C60	C55~C30
含泥量(按质量计, %)	2.0	3.0
泥块含量(按质量计, %)	0.5	1.0

表 4.2.3-3 机制砂的石粉含量限值

混凝土强度等级	C60	C55~C30
石粉含量(%)	5.0	7.0

3) 经常受潮部位的混凝土, 宜选用非碱活性骨料, 如受资源限制, 不能选用非碱活性骨料时, 可有条件使用低碱活性骨料, 使用条件按《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T50733 中的规定执行; 严禁使用潜在碱活性或高碱活性骨料。

【条文说明】: 混凝土中粗骨料和细骨料的质量要求按照行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52 的规定执行。和《》GB50164 和 GB50666 的要求选用。

4 拌和用水及养护用水

拌和及养护用水必须是无色无味, 符合《混凝土用水标准》JGJ63 规定的质量要求。

【条文说明】: 混凝土拌合用水对于设计使用年限为 100 年的结构混凝土氯离子含量不得超过 500mg/L。混凝土用水的主要控制项应包括 PH 值、不溶物含量、可溶物含量、硫酸根离子含量、氯离子含量、水泥凝结时间差和水泥胶砂强度比。

5 矿物掺合料

矿物掺合料宜选用硅粉、粉煤灰、磨细矿渣粉、天然沸石粉等, 同一工程所用的掺和料应来自同一厂家、同一规格型号, 并应满足以下要求:

- 1) 符合《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T18736 中规定的质量要求。
- 2) 不得含有对混凝土及钢材有害的成分。
- 3) 勃氏比表面积宜大于 $4000\text{cm}^2/\text{g}$ 。

【条文说明】: 《用于水泥和混凝土中粉煤灰》GB/T1596 的要求选用。

6 化学外加剂

清水混凝土中使用的外加剂必须符合《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119 的要求; 并且严禁使用含有氯盐的早强剂; 外加剂应不改变混凝土的颜色, 在混凝土硬化后表面也不会导致出现析霜或返潮现象。

【条文说明】: 减水剂应首先按《混凝土外加剂》GB8076 规定的方法, 以净浆流动度来确定最适宜添加量, 在混凝土中应以此添加量来使用。同一工程所用的减水剂、引气剂均来自同一厂家的同一品种。

【条文说明】:为保证清水混凝土的工作性和耐久性的要求,基本组成材料应包括矿物外加剂,处于寒冷地区的工程的混凝土还应掺用引气剂。所选用的矿物外加剂应以适宜添加量来使用,且同一工程应使用同一厂家的同一品种。

4.2.4 涂料

应选用对混凝土表面具有保护的透明涂料,涂料应有防污染性、耐水性、防水性。清水混凝土常用涂料品种见表 4.2.4

表 4.2.4 清水混凝土常用涂料品种

序号	类别			备注
1	涂 膜 型 涂 料	热硬化性 合成树脂	丙烯酸树脂涂料	着色透明
			干燥型氟树脂涂料	着色透明
		混合型合 成树脂	丙烯酸硅酮树脂涂料	着色透明
			氟碳树脂 涂料	水性氟碳树脂涂料
		油性氟碳树脂涂料	完全透明、着色透明	
		2	渗 透 防 水 涂 料	非硅酮类
丙烯酸树脂齐聚物类	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

【条文说明】:选用透明涂料的目的是为了防止清水混凝土表面污染,减少外界有害物质的侵害,延缓混凝土表面碳化速度。

4.3 方案编制及技术交底

4.3.1 应根据清水混凝土工程情况和已确定的施工工艺,编制清水混凝土工程专项施工方案。

【条文说明】编制清水混凝土的各项专项方案应有针对性和实用性,必须根据工程所在地的周边环境和工程实际情况,确定合理的清水混凝土施工工艺,选择合适的模板体系、混凝土配合比及浇筑方案等。

4.3.2 清水混凝土工程专项施工方案经过审批后,方可用于指导施工。

【条文说明】清水混凝土工程的质量标准比较高，涉及的内容多，编制难度高于普通混凝土施工方案，因此编制的专项方案应经过公司总工的审批，以便提高对工程的实施指导作用。

4.3.3 应严格执行清水混凝土工程各项施工工序自检、专检和交接检管理制度，对管理人员和施工操作人员逐级进行详细施工技术交底。

【条文说明】清水混凝土工程的三检制是保证混凝土施工质量的重要管理措施，对管理人员和操作人员交底能够更好地促进清水混凝土的施工过程质量，严格按照专项施工方案施工，达到保证最终质量的目的。

4.4 仪器设备准备和样板构件制作

4.4.1 施工前应测量仪器进行校验，以保证测量精度。

【条文说明】：激光全站仪、激光扫平仪、激光测距仪、激光铅垂仪、电子经纬仪、水准仪及钢尺等施工测量仪器、设备经过法定的或授权的计量机构检验合格，在有效检定周期内使用。

4.4.2 清水混凝土样板构件宜在正式施工前现场制作，经建设（监理）、设计和施工三方确认其质量满足要求后，可作为工程质量验收的参照样板。

【条文说明】通过制作样板对混凝土的配合比、模板选型、施工工艺等进行验证，经过建设（监理）、设计、施工三方确认，方便比对，作为质量验收的参照。

5 模板工程

5.1 模板的设计

5.1.1 对模板应进行详尽精确的设计，使其能表现清水混凝土表面质感，满足清水混凝土工程的几何尺寸的精度要求。

【条文说明】模板的设计包括模板分块设计、面板的分割设计、明缝与蝉缝的设计等，通过详尽设计来实现清水混凝土建筑饰面效果。

5.1.2 同一工程中同类构件宜采用同种面板材料，以使成型的混凝土表面质感一致。

【条文说明】同种面板材料的吸水性、周转次数、表面效果基本能保持一致，容易实现成型后的混凝土表面质感一致。

5.1.3 清水混凝土模板设计的主要内容有：

1 根据清水混凝土的外观质量要求、施工流水段的划分、模板周转次数等要求，确定模板类型和对拉螺栓的类型；可参照表 5.1.3-1 和表 5.1.3-2 所示的类型与构造体系选择，对模板周转次数要求高的工程（一般应达到 20 次），宜选用全钢模板或者铝合金模板。

2 模板结构设计计算和模板加工图设计。

3 模板的平面配模设计，面板分割设计和对拉螺栓排布设计。

4 模板面板的拼缝和相邻模板接缝的构造密封或材料密封设计。

5 模板设计应有详细的节点设计和设计说明等。

表 5.1.3-1 建议选择的模板类型

清水混凝土的类型	建议选择的模板类型
普通清水混凝土	木梁胶合板模板、钢（铝）框胶合板大模板、全钢大模板、木框胶合板模板、组合钢模板、铝合金模板、塑料模板
饰面清水混凝土	木梁胶合板模板、钢（铝）框胶合板大模板、全钢大模板、不锈钢或 PVC 板贴面模板、铝合金模板
装饰清水混凝土	梁胶合板模板、钢（铝）框胶合板大模板、全钢大模板、铝合金模板

表 5.1.3-2 各类模板体系的构造

序号	模板名称	模板构造
1	木梁胶合板模板	以木梁、铝梁或钢木肋作竖肋，覆膜胶合板采用螺钉连接
2	空腹钢（铝）框胶合板模板	以特制空腹型材为边框，冷弯管材、型材为肋，嵌入胶合板，抽芯铆钉或螺钉连接

序号	模板名称	模板构造
3	实腹钢（铝）框胶合板模板	以特制实腹型材为边框，冷弯管材、型材为肋，嵌入胶合板，抽芯铆钉或螺钉连接
4	木框胶合板模板	以木方为骨架，胶合板采用螺钉连接
5	全钢大模板	以型钢为骨架，5-6mm厚钢板为面板，焊接而成
6	不锈钢贴面模板	采用镜面不锈钢板，固定于钢模板或木模板上
7	铝合金模板	以铝材为龙骨及面板的单元板模板

【条文说明】本条说明了清水混凝土模板设计的主要内容，给出了各类模板体系的基本构造以及不同清水混凝土类型建议选择的模板材料，在实际施工中因地制宜的选择。装饰清水混凝土的装饰图案或装饰片满足设计要求。

5.1.4 清水混凝土模板设计要点：

1 在起重荷载允许的范围内，模板的分块宜定型化、整体化、模数化和通用化，且应尽量减少拼缝。

2 对拉螺栓孔的排布应达到规律性和对称性的装饰效果；孔眼距门窗洞口的距离宜不小于150mm；且应尽可能将对拉螺栓布置在混凝土体外。

【条文说明】对拉螺栓的位置应避开门窗洞口边缘的暗柱钢筋，同时防止拆模损伤混凝土。

3 剪力墙结构的清水混凝土模板设计，应以阴阳角方正和层间施工缝的平整过渡为设计重点。

4 框架结构的清水混凝土模板设计，应以梁柱节点为设计重点。

【条文说明】清水混凝土模板设计中，每种结构体系对应的设计重点有所不同，要区分对待。

5.1.5 模板拼缝与装饰线的设计

1 对模板面板拼缝要进行设计，并绘制排板图；对于饰面清水混凝土和普通清水混凝土，拼缝应使混凝土饰面形成线宽分别不大于0.5mm和1mm，且水平交圈、竖向垂直的、有规律性的装饰性线条。应遵循如表5.1.5所示的模板拼缝规则。

表 5.1.5 模板拼缝规则

部位	规律性要求	模板拼缝	
		横向	竖向
柱	同一楼层拼缝印迹的高度应一致		不宜出现竖向拼缝，无法避免时，竖向拼缝宜对称； 圆柱模板的两道竖向拼缝宜设于轴线位置，群柱的拼缝方向一致
梁		横向与竖向拼缝宜闭合，相邻拼缝间距宜超过2m；两端允许出现拼缝，但同一楼层接缝位置应一致	
板		允许出现接缝，同一楼层纵横向拼缝应连贯，纵横排列均匀、对称	

部位	规律性要求	模板拼缝	
		横向	竖向
剪力墙		允许出现接缝，同一片墙（每层相邻两轴线间或柱间为一片墙）的模板横向接缝应连贯，纵向接缝应对称；大钢模板宜竖向布置，一般不设横缝	

2 宜将拼缝尽量设于门窗口处；当拼缝在整个墙面呈对称设置时，墙面模板分块宜以轴线或窗口中心线为对称中心线，均匀对称布置。

3 外墙模板上下接缝宜设于楼层标高位置，当明缝设置于楼层标高位置时，可以利用明缝作为施工缝；明缝还可设在窗台标高、窗台过梁底标高、框架梁底标高和窗间墙边线或设计要求的其他分格线位置等。

【条文说明】由于阴角模在两个方向都有所限制且和混凝土墙面的吸附力较大，阴角模拆除困难。阴角模比大模板高出100~150mm，且设置防撬管是为了便于阴角模的拆除。

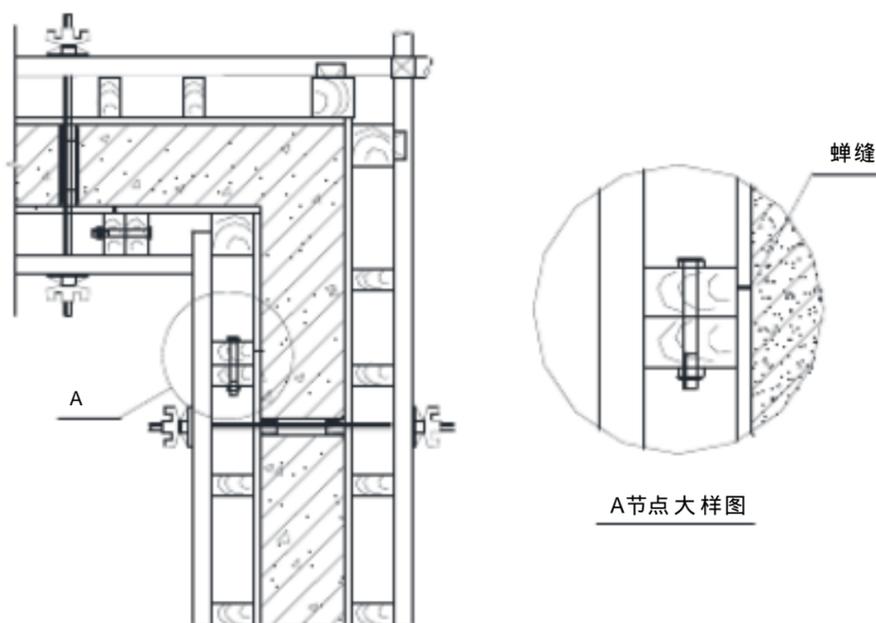
5.2 阴阳角节点构造

5.2.1 钢木结构模板体系的阴阳角

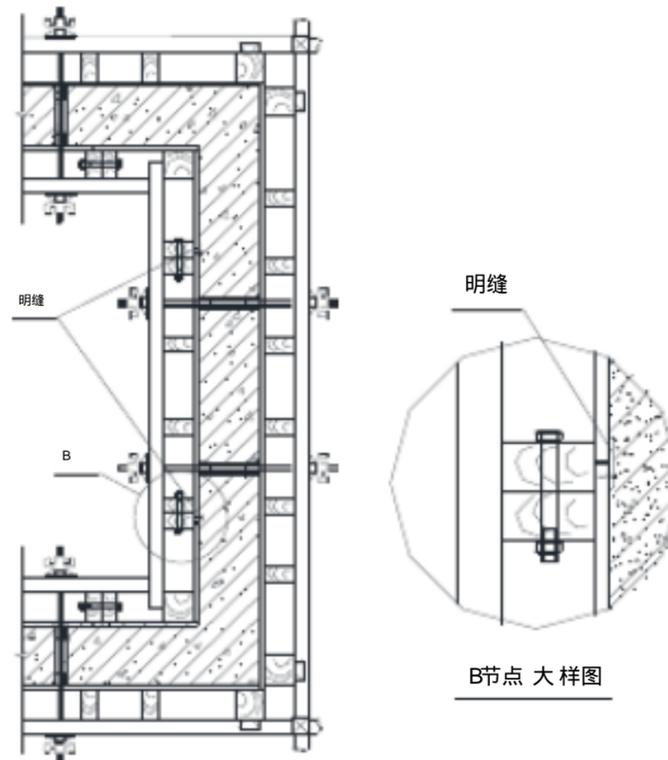
【条文说明】：钢木结构模板体系是指：面板均为覆膜胶合板，竖肋可采用木工字梁、铝梁、钢木组合梁、木方等构件，背楞采用钢制构件所组成的模板体系。

1 阴角宜采用木方和胶合板制作的阴角模，与相邻模板采用企口连接；阳角不设角模，采用墙模端面搭接，用专用卡具或钢管扣紧，再用木楔挤紧，以保证阴阳角方正(参见附录 A.0.4.1)。阴角模处宜在墙体封闭的情况采用明缝的做法。

【条文说明】：闭合墙体的阴角模与大模板面板之间宜采取明缝条的形式，避免混凝土侧压力将阴角模面板和大模板面板挤紧，造成模板拆除困难从而破坏模板。



非封闭型墙体阴角模板



封闭型墙体阴角模板

2 对于丁字墙处模板宜采用丁字墙外侧模板延长到另一开间，并与该间内模板用对拉螺栓拉结。(参见附录 A.0.4.2)。

【条文说明】：如果将模板拼缝设置在丁字墙墙体轴线处，容易造成涨模的后果。

5.2.2 全钢大模板体系的阴阳角

1 阳角宜采用两块大模板直接拼接。在角部增加对拉螺栓拉接，模板接缝部位采用定型双钩连接器和专用螺栓交错连接，保证模板的平整和方正(参见附录 A.0.4.3)。

2 阴角设置阴角模板，阴角模与大模板之间留有 1mm 的间隙，并且阴角模比大模板高出 100-150mm，阴角模上部设置防撬管，防止拆除模板时角模被撬变形；阴角模板与大模板之间通过专用连接螺栓和多道阴角压槽来保证拼缝严密、无错台，再用勾头螺栓紧固。

【条文说明】由于阴角模在两个方向都有所限制且和混凝土墙面的吸附力较大，阴角模拆除困难。阴角模比大模板高出 100~150mm，且设置防撬管是为了便于阴角模的拆除。

5.2.3 其他模板体系的阴阳角设计可参照 5.2.1 和 5.2.2 条执行。

5.3 对拉螺栓的节点构造

5.3.1 有自防水要求和用于人防工程的清水混凝土构件的对拉螺栓应采用三节式穿墙锥体螺栓，中间加海绵垫圈防止漏浆。锥体对拉螺栓两侧加设竖龙骨，可以对其它竖龙骨进行微调的方法来保证板面平整(参见附录 A.0.5 中附图)。

5.3.2 非自防水清水混凝土构件宜采用可循环使用的直通型对拉螺栓，在截面内的螺栓应加塑料套管，两端附加锥形塑料堵头和海绵垫圈防止漏浆。(参见附录 A.0.5 中附图)。

5.3.1、5.3.2【条文说明】采用三节式锥体螺栓是为了保证墙体的密封，满足防水和防爆的要求；加设

海绵垫圈是为了避免混凝土浆体进入锥体螺栓，拆除锥体螺栓时破坏墙面观感效果。

5.4 梁、板、柱节点模板构造

5.4.1 柱模板龙骨宜采用柱箍型式，间距在设计计算基础上应适当加密，且不超过 400mm（从柱底标高向上 3m 高度范围内），参见附录 A.0.1.5、A.0.1.6 附图。

【条文说明】根据施工经验，柱混凝土浇筑过程中，根部混凝土侧压力有时会大于计算采用的数值。为了保证柱子模板的刚度及成型柱子的方正效果，建议柱模板根部柱箍的间距在计算的基础上适当加密。柱箍宜采用型钢，且便于安拆。

5.4.2 柱头宜采用专用模板，柱与梁、板宜分开施工，施工缝宜设置在梁底标高位置，柱模板在施工缝以上部分宜单独配置模板，参见附录 A.0.1.7。

5.4.3 支撑梁底模宜采用钢管支撑加“U”型托支撑，钢管垂直方向连接应采用对接方式连接，梁底模应支撑牢固，混凝土浇筑后梁底模下沉量应小于 2mm，构造型式参见附录 A.0.1.8。

【条文说明】支撑钢管的接长严禁采用搭接的方式；梁底模应该按照规范要求起拱，避免成型的混凝土梁出现下挠的情况。

5.4.4 梁底模宽度应与梁构件等宽，梁侧面模板将底模夹紧，接缝处应不漏浆。

【条文说明】梁支模建议采取梁侧模下包梁底模的方式，梁底模与梁侧模相交的部位宜设置柔性密封条，避免混凝土角部的密封不严，影响观感效果。

5.4.5 顶板模板边缘应压在梁侧模板之上，与梁模板共同承受混凝土荷载。

5.4.6 柱头模板与梁、板、柱节点组拼允许偏差如表 5.4.6-1、表 5.4.6-2 所示。

表 5.4.6-1 梁柱接头模板组拼允许偏差

项次	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	模板标高	+3	卷尺量
2	立面垂直度	+2	2m 垂直检测尺检查
3	平面平整度	+2	2m 靠尺及塞尺量
4	模内阴角方正	2	直角检测尺检查
5	柱头模板与柱表面缝隙	0.6	塞尺量

表 5.4.6-2 梁、顶板模板组拼允许偏差

项次	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	梁底模板标高	+3	卷尺量

2	模板宽度	1	卷尺量
3	模板平整度	2	2m靠尺及塞尺量
4	边肋平直度	2	2m靠尺及塞尺量
5	相邻面板拼缝高低差	1	平尺及塞尺量
6	相邻面板拼缝间隙	1	塞尺量
7	连接孔中心距	±1	游标卡尺量

5.5 模板体系的材质要求

5.5.1 钢木结构大模板体系

1 模板面板应质地坚硬、表面光滑平整、色泽一致、厚薄均匀，并有足够的刚度，遇水膨胀厚度低于 0.5mm；宜采用厚度 15mm 以上的多层木胶合板作为面板。

2 模板无裂纹和龟纹，表面覆膜层厚而均匀，平整光滑，耐磨性好，覆膜重量 $120\text{g}/\text{m}^2$ 。

3 面板应具有均匀的透气性、耐水性，良好的阻燃性能，且重复利用次数高。（周转 6 次以上）

4 次龙骨应顺直，规格一致；宜采用木梁、钢木组合梁、铝梁等龙骨，长度方向表面用 3m 靠尺检查误差不超过 2mm。

5 背楞可采用 48.3×3.6 (mm) 的钢管或金属型材。

5.5.2 钢（铝）框胶合板模板体系

1 钢框应保证模板的侧向刚度，宜采用热轧型钢，材质不宜低于 Q235。铝框胶合板模板以空腹铝边框和矩形铝型材焊接成骨架，宜采用铝合金型材，屈服强度标准值不低于 220MPa，牌号宜选用 LY₁₁。

【条文说明】：参照《建筑施工模板安全技术规范》JGJ62 标准选用，铝框型材按照《铝及铝合金型材》YB1703 的规定采用。

2 模板的中间肋根据模板的大小可选用 $40 \times 60 \times 3$ (mm) 的焊接方管或 43×3 (mm) 扁钢焊接在模板边框上。

3 对覆膜胶合板的性能要求基本同于木模板体系中的胶合板面板，但耐磨性应优于前者，其耐磨性按泰柏法测定不小于 300 转。

5.5.3 全钢大模板体系

1 大模板所用钢材材质不宜低于 Q235，对于不同使用条件的受力构件，所选用的材质由设计确定。

2 宜采用 5mm 或 6mm 厚钢板做面板，表面应平整、光滑、清洁。

3 模板竖背楞宜采用 8#槽钢、横背楞宜采用 10#槽钢。

5.5.4 铝合金模板体系

1 铝合金模板材质宜采用 6061T6，材料应具有良好的可焊接性和抗腐蚀性。

2 宜采用 3mm~4mm 厚铝合金板材做面板，背肋采用相同材料的铝合金型材。

3、铝合金模板的其他配件，包括背楞、支撑等所有材料一般选用 Q235 或者 Q345 钢材，必须满足

所需的强度和刚度要求。

【条文说明】按照国家标准《一般工业用铝及铝合金挤压型材》GB/T6892 选择 6061T6 牌号铝合金型材的抗拉强度达到 260MPa。

5.5.5 对拉螺栓

1 对拉螺栓的最小截面应满足承载力要求，宜采用辊压螺栓；同一工程宜采用同一规格的螺栓。

2 宜选用锥型接头连接的三节式对拉螺栓，亦可选用可循环使用的直通型对拉螺栓，选用后者时，应作好拆模后的对拉螺栓孔眼的防水处理。

5.6 模板的制作

5.6.1 模板应严格按照设计进行加工，严格控制加工精度，保证模板表面平整、方正，拼缝严密。

5.6.2 对饰面清水混凝土的钢模板加工，应采用铣边工艺，面板宜经抛光处理。对已经抛光处理的钢模板表面，应及时涂刷防水涂料以防锈蚀。

【条文说明】选用面板光滑、棱角平顺的钢模板能够更好地满足饰面清水混凝土的表面效果要求。

5.6.3 木模板加工时，龙骨之间、龙骨与面板之间、相邻面板之间的侧面接触面应刨平刨直，保证接触严密。

【条文说明】对接触面进行刨平刨直处理可以保证加工的木模板尺寸准确、平整度好、拼缝严密。更好地保证成型混凝土质量。

5.6.4 木模板在安装前应先进行组拼，并对其面板平整度、阴阳角、相邻面板高低差及对拉螺栓的组合安装进行校核，拼装式大模板组拼允许偏差见表 5.6.4，经组拼合格的模板应在背面进行编号。

表 5.6.4 拼装式大模板组拼允许偏差

项次	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	模板高度	+1、-2	卷尺量
2	模板宽度	2	卷尺量
3	模板板面对角线差	2	卷尺量
4	模板平整度	2	2m 靠尺及塞尺量
5	相邻模板拼缝高低差	0.8	平尺及塞尺量
6	相邻模板拼缝间隙	0.8	塞尺量

【条文说明】：拼装式大模板组拼允许偏差的数值参照《清水混凝土施工技术规范》JGJ169 和《建筑工程大模板技术规范》JGJ74 选用。

5.6.5 模板面板间拼缝应严密平整，无错台，无漏浆。

【条文说明】:对木模板面板的拼缝应进行防漏浆处理,处理后的拼缝应保持面板的平整度,且不得使混凝土表面着色。全钢模板平接和阳角面板的拼缝可采用模板硬拼接缝与止水泡沫棒双重措施保证接缝严密,避免漏浆。面板平口连接时,切口处刨光并涂刷防水材料,保证接缝不漏浆。

5.6.6 胶合板面板与龙骨的连接,可采用沉头螺钉正钉连接,钉头沉进板面1~2mm,并用铁腻子将凹坑刮平,待干燥后使用;也可采用面板背面加设角码及自攻螺钉反钉连接的方式。

【条文说明】本条说明了面板与龙骨的连接固定的两种方法。

5.7 模板验收

5.7.1 模板加工制作完成或进场,应进行检查验收,检查项目和验收标准如表5.7.1所示。

表 5.7.1 模板验收项目

使用部位		模板编号		
项次	检查内容	要求	检查情况及处理结果	检查人
1	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	模板蝉缝	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	齐全		
6	模板侧边处理	侧边垂直		
7	竖向龙骨间距	300mm,符合设计要求		
8	表面平整度	2mm(饰面清水模板)		
		3mm(普通清水模板)		
9	面板拉对角线	2mm		
10	单排钉眼间距	钉眼150-300mm,规则		
11	对拉螺栓孔中心线偏移	1mm(拉线、尺量)		
12	螺栓直径偏差	0.25mm(游标卡尺)		
13	明缝条截面尺寸偏差	1mm(尺量)		

5.7.2 加工的大模板进场时,应按设计要求对其模板尺寸、方正、拼缝、企口和板面平整度等进行验收,也要对模板及配件数量进行统计(允许偏差如表5.7.2所示)。

表 5.7.2 整体式大模板加工允许偏差

项次	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	模板 高度	+3	卷尺量
2	模板 宽度	-2	卷尺量
3	模板板 面对角线差	2	卷尺量
4	模板 平整度	2	2m 靠尺及 塞尺量
5	边肋 平直度	2	2m靠尺及 塞尺量
6	相邻 面板拼缝 高低差	0.5	平尺及 塞尺量
7	相邻 面板拼缝 间隙	0.6	塞尺量
8	连接 孔中心距	± 1	游标卡尺量
9	孔中 心与板 面间距	± 0.5	游标卡尺量

【条文说明】：整体式大模板加工允许偏差的数值参照《清水混凝土施工技术规范》 JGJ169 和《建筑工程大模板技术规范》 JGJ74 选用。

5.8 脱模剂的选用与施工

5.8.1 脱模剂应满足混凝土表面质量的要求，且容易脱模，涂刷方便，易干燥和便于用后清理；不引起混凝土表面起粉和产生气泡，不改变混凝土表面的本色，且不污染和锈（溶）蚀模板。

5.8.2 脱模剂的选用应考虑模板的种类、所要求的混凝土表面效果和施工条件，可参考附录 B 选用。

5.8.3 饰面清水混凝土宜选用石蜡类脱模剂，普通清水混凝土可选用水溶性或油性脱模剂。低温或负温施工宜选用油类脱模剂，但在负温下明显变稠的油类脱模剂不宜使用。

5.8.4 脱模剂施工前应对模板表面质量进行检查，应在确认表面质量符合要求后开始施工；脱模剂的施工可采用喷涂或刷涂，涂层应薄而均匀，无漏刷。

5.8.1~5.8.4【条文说明】模板表面涂刷脱模剂能够方便脱模，同时涂刷的脱模剂不能对混凝土表面质量和颜色产生不利影响，因此在需要根据不同的模板种类和模板体系，选择优质的脱模剂，以保证成品混凝土的饰面效果，保持混凝土的原色基调。

5.9 模板安装

5.9.1 模板安装前应首先进行试安装，验收合格后方可正式进行模板安装。

【条文说明】模板试安装目的是为了验证模板尺寸、规格及构配件满足设计要求。

5.9.2 模板安装的允许偏差如表 5.9.2 所示。

表 5.9.2 模板安装允许偏差

项目		允许偏差		检验方法
		饰面清水混凝土	普通清水混凝土	
轴线位移	柱、墙、梁	3	4	丈量
底模上表面标高		+3、-3	+4、-4	水准仪或拉线检查
截面模内尺寸	柱、墙、梁	0、-3	0、-4	
层高垂直度	5m	3	4	2m 托线板
	>5m	5	6	
相邻两模板高低差		2	2	2m 靠尺、楔形塞尺量
表面平整度		<2	<3	2m 内上口拉直线尺量，下口按模板定位线为基准检查。
阴阳角	方正	2	3	方尺、楔形塞尺量
	角线顺直	2	3	5m 线尺量
预留孔洞	中心线位移	4	8	拉线、尺量
	内孔洞尺寸	+4，0	+8，0	拉线、尺量
预埋铁件、预埋管、螺栓	中心线位移	2	2	拉线、尺量
	螺栓外露长度	+5，0	+5，0	拉线、尺量
门窗洞口	中心线位移(长宽对中线)	2	3	拉线、尺量
	宽、高	±4	±6	拉线、尺量
	对角线	6	8	拉线、尺量

【条文说明】参照《清水混凝土应用技术规程》JGJ169和《建筑结构长城杯工程质量评审标准》DB11/T1074

标准选用

5.10 模板拆除

5.10.1 清水混凝土模板的拆除，除应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204和《建筑工程大模板技术规程》JGJ74的规定外，相应符合下列规定：

- 1 拆模过程中不得损伤混凝土成品，应适当延长拆模时间；
- 2 应制定清水混凝土墙体、柱等的保护措施；
- 3 模板拆除后应及时清理、修复。

【条文说明】：适当延长清水混凝土养护时间可提高混凝土强度，减轻拆模时对清水混凝土表面和棱角的破坏。

5.10.2 模板的拆除顺序按模板设计要求进行，各紧固件依次拆除后，应轻轻将模板撬离混凝土，并注意对拉螺栓孔眼的保护；必须在确认模板与混凝土结构之间无任何连接后，方可拆除模板，且不得碰撞混凝土成品。

【条文说明】：现场拆除所作的各项规定对保证新浇筑混凝土表面质量、保护与方便模板和配件的周转使用有重要指导作用。

6 钢筋工程

6.0.1 钢筋工程安装允许偏差如表 6.0.1 所示。

表 6.0.1 钢筋安装允许偏差

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
绑扎骨架	长	± 10	尺量
	宽、高	± 5	尺量
受力钢筋	间距	± 10	尺量
	排距	± 5	
	弯起点位置	± 15	
保护层厚度	柱、梁	± 3	尺量
	板、墙、壳	± 3	
箍筋、横向钢筋间距		± 10	钢尺量连续三档，取最大值

【条文说明】：清水混凝土工程中 钢筋安装允许偏差符合北京市地方标准《建筑结构长城杯工程质量评审标准》DB11/T1074 中的规定要求。

6.0.2 钢筋应表面清洁、无明显锈蚀和污染。

【条文说明】钢筋应随进随用，避免因在现场放置时间长产生浮锈，污染模板而影响清水混凝土的饰面效果。

6.0.3 钢筋加工时应考虑其叠放位置和穿插顺序，根据钢筋的占位避让关系确定加工尺寸；应考虑钢筋接头形式、接头位置、搭接长度、锚固长度对钢筋绑扎的影响，通长钢筋应考虑端头弯钩方向控制，以保证钢筋总长度、钢筋位置准确和保护层厚度符合要求。

6.0.4 钢筋下料及成型的首件产品必须经自检确认无误后，方可继续生产。受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸允许偏差 -10mm ，箍筋内净尺寸允许偏差 -3mm ， $+2\text{mm}$ 。

【条文说明】根据 GB50204 要求选用，箍筋尺寸保证精度

6.0.5 钢筋安装应保证钢筋级别、规格、直径、形状、尺寸、位置、排距、根数、锚固长度、节点构造、绑扎搭接接头和保护层厚度等符合规范设计要求，并应做到措施可靠、绑扎牢固，钢筋安装后应对钢筋尺寸进行校正

【条文说明】钢筋安装符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的要求以及设计要求，保证混凝土的结构安全。

6.0.6 钢筋安装时应保证钢筋在模板中定位准确，保证保护层厚度；保护层塑料卡环呈梅花型放置，颜色应与清水混凝土的颜色接近，定位钢筋的端头涂刷防锈漆，并套上与混凝土颜色接近的塑料套。

【条文说明】钢筋外露或保护层过小，将影响结构安全及混凝土饰面效果。

6.0.7 每一竖向筋与水平筋交叉点均绑扎，绑扎钢丝拧紧应不少于两圈，丝头均应朝向截面中心。扎丝绑完后要将扎丝尾向里或侧边按倒，以防外露导致混凝土表面出现锈斑。

【条文说明】钢筋绑扎点扎扣和绑扎钢丝尾端朝向结构内侧都是为了防止扎丝外露生锈，影响混凝土饰面效果。

6.0.8 绑扎钢筋前，先在地面弹出对拉螺栓孔眼的位置，遇到对拉螺栓与钢筋位置冲突时，适当调整钢筋位置，但调整幅度必须在规范允许范围内。

【条文说明】对拉螺栓孔位置按照设计要求，避免钢筋影响对拉螺栓的安装，影响混凝土的饰面效果。

7 混凝土工程

7.1 混凝土配合比

7.1.1 配合比设计的原则

清水混凝土的配合比除满足普通混凝土的常规要求外，还应使混凝土具有良好的表面色均性；根据工程所处环境，考虑混凝土结构耐久性的要求，宜按照《高性能混凝土应用技术规程》CECS207的有关规定来进行混凝土的制备。

7.1.2 配合比的确定与调整

1 混凝土强度标准差的取值、配制强度的确定、混凝土配合比的计算、试配、调整与确定可按《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55的规定进行。

2 混凝土中的氯离子含量应不超过 0.15%。

【条文说明】：本款按照《混凝土结构设计规范》GB50010 中对于设计使用年限为 50 年的混凝土结构，在 IIb 类环境中结构混凝土材料的耐久性基本要求的选用。

3 混凝土水胶比与保护层厚度的关系宜满足附录 C 的要求。C50 以上的高性能混凝土可不考虑中性化的问题。

4 砂率宜在 40%~45% 的范围内；水泥用量也不宜低于 $300\text{kg}/\text{m}^3$ ；在满足技术要求的前提下，宜采用较低胶结材用量；用水量不宜超过 $180\text{kg}/\text{m}^3$ ，粗骨料用量不宜低于 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ ；最大粒径 25mm；细骨料用量不宜低于 $620\text{kg}/\text{m}^3$ 。

【条文说明】砂率选择在上述范围，是参照了自密实混凝土行业标准的相关条款，主要是为了保证混凝土的工作性；建议采用较低胶结材用量，且骨料的用量不宜过低，是为保证混凝土的体积稳定性，胶结材用量大和骨料用量小，必会增加混凝土的开裂倾向；水泥用量过低，会影响到抗中性化性能。

5 用于混凝土中的矿物掺合料部分取代水泥，掺量宜符合下列要求，以保证混凝土的抗中性化性能。

硅粉 10%，粉煤灰 35%，磨细矿渣粉 55%，天然沸石粉 15%。

【条文说明】参照《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55 的规定选用。硅灰和天然沸石粉掺量较大时，易使混凝土的粘性增加，降低流动性；粉煤灰和磨细矿渣粉掺量过大时，降低混凝土早期强度和抗中性化性能。

7.2 混凝土拌合物的制备与性能

7.2.1 清水混凝土原材料的计量允许偏差应符合《预拌混凝土》GB/T14902 中所规定的要求，选用的搅拌机应符合《混凝土搅拌机》GB/T9142 中规定技术标准；原材料投料前，必须确认搅拌机内是清洁的，

宜采用同一料台搅拌，且拌合物的搅拌时间比普通混凝土延长 20~30s；减水剂宜采用后掺法。

【条文说明】：为了保证混凝土更准确的用水量；适当延长搅拌时间和减水剂后掺法是为了混凝土拌合物更均匀和减水剂充分发挥分散作用。

7.2.2 混凝土拌合物应颜色均匀，能保证同一视觉空间工程的混凝土表面颜色均匀性。

7.2.3 混凝土拌合物工作性能优良，无离析泌水现象，压力泌水率应小于 22%；坍落度的 90min 经时损失应小于 30%。

【条文说明】：参照行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T283 和国家标准《预拌混凝土》GB/T14902 的相关条款提出。

7.2.4 混凝土拌合物运输到达现场后，用于浇筑柱体的混凝土坍落度宜为 $160 \pm 20\text{mm}$ ，用于浇筑墙、梁、板的混凝土坍落度宜为 $180 \pm 20\text{mm}$ 。

【条文说明】：参照北京市地方标准《混凝土矿物掺合料应用技术规程》DB11/T1029 提出。

7.3 混凝土的运输与浇筑

7.3.1 运输

1 混凝土拌合物的运输应采用专用运输车。

2 混凝土拌合物从搅拌结束到施工现场使用不宜超过 120min。混凝土拌合物运输到施工现场，应逐车检查坍落度、和易性、颜色有无变化，并作好记录；对工作性和颜色不符合要求的拌合物严禁使用。混凝土浇筑过程中严禁加水。

7.3.2 浇筑

1 浇筑前须先清理模板内垃圾，保持模内清洁、无积水。

2 混凝土浇筑时，振捣的方法应按样板构件试验确定振捣的方法及工艺进行，混凝土应能充满模板，达到流平、密实的程度，减少表面气泡。

3 墙、柱浇筑应首先在根部浇筑厚为 30~50mm 的去石子砂浆（取自浇筑同一结构部位的混凝土拌合物，下同）后，再浇筑混凝土。混凝土自由下料高度应控制在 2m 以内。

4 采用振捣棒进行振捣时，混凝土振点应从中间开始向边缘分布，且布棒均匀，环环搭扣，并应随浇筑连续进行。

5 振捣棒的插入深度要大于浇筑层厚度，插入下层混凝土中 50~100mm，使浇筑的混凝土形成均匀密实的结构。

6 混凝土先后两次浇筑的间隔时间不超过 30min，第二次浇筑前，要将下层混凝土顶部的 150mm 厚的混凝土层重新振捣，以便使两次浇筑的混凝土结合成密实的整体。

【条文说明】：先后两次混凝土浇筑时间间隔超过 30 min，或是虽未超过 30 min，但凭振捣棒的振

动下沉已不能穿入下层混凝土，就不能直接浇筑第二层混凝土，应按接槎处理。

7 振捣过程中应避免撬振模板、钢筋，每一振点的振动时间，应以混凝土表面不再下沉，无气泡逸出为止，一般为 20~30s，要避免过振发生离析、振捣棒抽出，振捣过程中要使振捣棒离混凝土的表面（最终作为饰面的混凝土表面）保持不小于 50mm 的距离。

8 门窗洞口的混凝土浇筑，应从洞口两侧对称下料、同时浇筑，避免窗模偏位或压力不均匀产生变形。

9 浇筑过程中，尽可能减少砂浆的飞溅，并及时清理掉溅于模板内侧的砂浆。

10 一次性连续浇筑的水平层的混凝土高度不超过 400mm。

11 同一柱子宜用同一罐车的混凝土浇筑。

12 梁柱核心区混凝土宜与梁、板混凝土一同浇筑，当不同部位混凝土强度等级有差异时，宜采用钢丝网分隔，浇筑时应先浇筑高强度等级或特种混凝土，后浇筑低强度等级混凝土；合理组织施工，严禁出现施工冷缝，如图 7.3.2 所示。

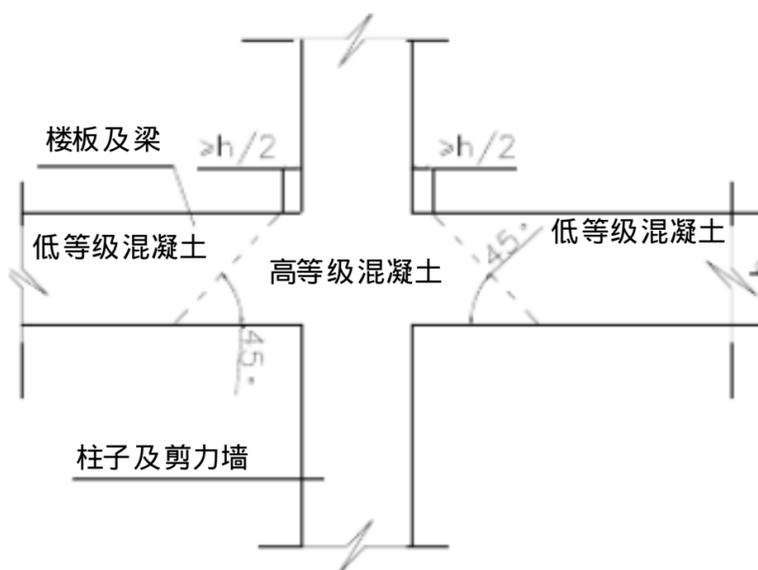


图 7.3.2 柱头与梁、板交接处的混凝土浇筑

7.4 混凝土的养护

7.4.1 对混凝土暴露表面的养护应自初凝之前开始，最初的养护应以塑料布覆盖保湿为主，随龄期的增长适时采用洒水和保湿并用；对同一视觉范围内的混凝土尽可能施以相同的养护条件，以保证混凝土表面颜色均匀性。

7.4.2 清水混凝土的养护要求严于普通混凝土；混凝土竖向结构拆模后须立即养护，宜采用塑料薄膜套包裹保湿养护，不宜采用养护剂养护；梁板混凝土浇筑完毕后，分片分段抹平，然后及时用塑料布覆盖保湿养护。

7.4.3 混凝土养护的时间一般不得少于 14d。

7.4.4 模板拆除后的混凝土表面不得直接用草帘或草袋覆盖，以免造成永久性黄颜色污染，应采用干净塑料薄膜严密覆盖养护；如需保温，在塑料薄膜外可以覆盖草帘或草袋。

8 施工缝的设置与施工

8.1 施工缝的设置

8.1.1 深化设计时应绘制清水混凝土构件的详图，明确明缝、蝉缝、对拉螺栓孔的位置和尺寸；明缝设置宜与施工缝位置相协调，并应得到设计方认可。

【条文说明】建筑设计及深化设计时应充分考虑水平、竖向施工缝的位置，由于混凝土施工缝处接缝质量控制难度较大，因此施工缝的位置应尽量与明缝条的位置重合，当不能重合时，也可设置在蝉缝位置。

8.1.2 清水混凝土水平与竖向结构宜分开浇筑；同一楼层非清水混凝土构件与清水混凝土构件宜分开施工，先浇筑非清水混凝土构件，后浇筑清水混凝土构件。

【条文说明】水平与竖向结构分开浇筑能够保证各自模板体系、支撑加固体系的独立，且先浇筑的竖向构件达到一定强度后能作为水平结构支撑体系的约束端，利于施工质量的控制。

8.1.3 清水混凝土施工缝的位置应设置在剪力较小处。设计无具体要求时，梁板施工缝宜留设在次梁跨中1/3范围内；墙体施工缝宜留设在门窗洞口上连梁的跨中1/3处，楼梯施工缝，宜留在楼梯段自休息平台向上1/3左右处，做蝉缝或明缝效果处理。

【条文说明】本条为清水混凝土施工缝设置的基本原则。

8.1.4 清水混凝土外墙水平施工缝应结合楼层层高及明缝的位置进行设置，水平施工缝宜设置在明缝处；清水混凝土内墙、框架柱水平施工缝，宜留在梁（板）底向上5mm（加软弱层，约梁或板底向上30mm），墙面梁豁处预留尺寸应不大于梁截面尺寸。

8.1.5 施工流水段的划分应结合变形缝的位置。当必须设置竖向施工缝时，宜设置在竖向明缝处，混凝土墙体浇筑的长度比设计位置每边宽出约20mm；后浇带及膨胀加强带宽度宜与两条明缝之间距离一致。

【条文说明】清水混凝土水平、竖向施工缝留置时，应充分考虑浮浆层、软弱层的厚度，浇筑高度或长度应超过设计位置。后浇带及膨胀加强带加宽，能保证清水混凝土成型后的整体外观效果，具体做法应与设计人员沟通。

8.1.6 楼梯与清水墙柱附着时，宜分开浇筑，楼梯受力筋可采用预埋方式。

【条文说明】楼梯与墙体分开浇筑更能保证各自施工质量，受力筋可采用甩筋或埋置连接套筒的方法。

8.2 施工缝的施工

8.2.1 模板与结构 实体接 触处应使用具有防漏 作用的衬垫，如海绵条、防渗胶、止水带、密封胶等，以保证模板 的密封性。

【条文说明】模板与结构 实体接 触处封堵 应采用采用柔性且对清水混凝土 表面无污染的 材料。

8.2.2 墙体、梁板竖向施工 缝处，混凝土 浇筑前应用钢板 网、快易收口网、胶合板 封堵严密。

【条文说明】竖向施工 缝处模板加 固必须 牢固，封堵应严密，封堵 不严容易造成 漏浆或严重失水，将不能 保证清水混凝土 构件有效尺寸 内的外观效 果。

8.2.3 清水混凝土 模板接 缝施工时，应将明缝 条同模板结合 在一起。模板上 口的明缝条在混凝土 浇筑后形 成的凹槽，作为上一层模板 下口明缝条的卡座。详见 A.0.5.4 图。

【条文说明】施工 缝应位于明缝 条 1/2 宽度位置，模板加 固时利用已浇筑实体的对拉螺栓 孔，能防止错台及漏浆等质量通 病的发生。

8.2.4 柱和墙体顶面水平施工 缝，应沿线用无齿锯切割，切割深度宜为 10mm；墙、板及梁的竖向施工 缝 均应画线，按线用无齿锯 切割，切割深度宜为 10mm；切割完成后将切割线以外的混凝土 剃凿。

8.2.5 竖向施工 缝应剔除松散石子，露出密实混凝土；水平施工 缝应剔除浮浆层，清理干净，露出石子。

【条文说明】施工 缝处剃凿浮浆层有利用结构 安全和保证清水混凝土的 饰面 效果。

9 成品保护

9.1 模板 成品保护

9.1.1 清水混凝土 模板胶合板 面板裁切处及螺栓眼周围应涂刷封边漆。

【条文说明】采用封边漆对胶合板面板裁切边及螺栓眼进行处理是为了防止板边受潮、遇水膨胀，影响清水混凝土 模板使用。

9.1.2 清水混凝土 模板应设置固定堆放场地，并有可靠的防水、防潮、防火及排水设施。堆放场地宜设置模板插架，模板必须采用面对面的插板式存放。

【条文说明】应充分重视清水混凝土 模板的堆放，模板上不得堆放重物，堆放场地应坚实平整，当堆场足够大时，可采用水平叠放，平放时面对面的堆放，严禁将面板朝下接触地面，模板面板之间铺棉毡以保护面板；竖向存放时使用专用插架。

9.1.3 在施工过程中应注意对面板的保护，吊装过程中应采取隔离防护措施，防止钢筋、钢管脚手架等对模板面板造成的机械性损伤，吊装模板时防止绳索等对模板边的损坏。

【条文说明】模板吊装过程中，尤其注意避免模板与墙柱钢筋碰撞，可在墙体钢筋与模板之间应每隔一定距离放置一根PVC管，保证模板与钢筋软接触。

9.1.4 混凝土浇筑时，避免混凝土直接冲击模板；振捣时，严禁振捣棒与面板直接接触。

【条文说明】避免混凝土高速冲击模板，会减少石子对面板的击打损伤，有效减少“泪痕”现象，因此混凝土下料口应采取一定的遮挡措施。

9.1.5 拆模后的模板及时清灰，涂刷脱模剂。

9.2 钢筋成品保护

9.2.1 钢筋半成品应分类码放，露天堆放时应有防雨措施，预留插筋及墙体钢筋应有临时防雨措施。

【条文说明】采取防雨措施是为了防止半成品及绑扎成型的钢筋锈蚀，避免锈水渗入已完清水混凝土墙面内，影响混凝土外观颜色。

9.2.2 主筋采用直螺纹连接时，丝头戴好保护帽。

9.2.3 浇筑前，做好对竖向钢筋位置复核，浇筑时安排专职钢筋工现场看护。

【条文说明】本条主要是对钢筋位置进行严格管控，避免钢筋移位。

9.2.4 涂刷脱模剂时，应避免涂刷在钢筋上。

9.3 混凝土成品保护

9.3.1 清水混凝土的后续施工工序，不得损伤或污染前面工序所完成的混凝土成品；清水墙、柱水平施

工缝处，每次混凝土浇筑完成后宜采取截水引流措施，保护已浇筑混凝土成品。

【条文说明】混凝土浇筑前，对已浇筑的成品清水混凝土用塑料薄膜包裹严密，浇筑过程中对流淌的水泥浆及时清理，施工缝处设置水泥砂浆挡水台或镀锌铁皮挡水板，避免钢筋锈水污染墙面。

9.3.2 当脚手架、吊篮等与成品混凝土表面接触时，应当使用垫板保护。

【条文说明】外用脚手架、吊篮与成品混凝土墙面接触点应垫橡胶板、胶合板等材料，避免使用时划伤清水混凝土表面。

9.3.3 清水混凝土容易受冲击部位应借助螺栓眼固定多层板硬质防护，有防火要求时应固定镀锌铁皮。

9.3.4 清水墙柱阴阳角、门窗洞口、清水楼梯、清水板边宜破损的部位，应安装硬质护角。

9.3.3 和 9.3.4 【条文说明】延长拆模时间能保证清水混凝土表面反应充分；清水混凝土模板拆除后，立即用塑料薄膜对混凝土构件进行全封闭，让清水混凝土自身的水化气凝结成水起到养护混凝土的作用，有效防止混凝土表面裂缝的发生；硬质防护能有效防止物体打击、撞击成品清水混凝土，必要时搭设硬质防砸棚及铺设镀锌铁皮。

9.3.5 严禁随意剃凿成品清水混凝土表面。确需剃凿时，应制定专项施工措施。

【条文说明】钢筋隐检过程中要执行技术复核制度，严格落实验收程序，避免发生预留预埋遗漏，当成品清水混凝土表面需要剃凿时，需制定专项施工方案经建筑设计师审核后实施。

10 混凝土成品修补 与喷涂施工

10.1 成品修补

10.1.1 清理混凝土 表面污染 应去除混凝土 表面附着的污染物或印迹。

【条文说明】表面污染物如：混凝土 流坠、水流痕迹，油漆及墨线等。注意原则：尽量不破坏混凝土表面，混凝土 花纹及颜色差异可保留。

10.1.2 模板拆除 后，应对螺栓孔封堵及混凝土 表面缺陷 修补：对拉螺栓 封堵要求 密实，外观符合规范要求；

10.1.3 混凝土 成品的缺陷部位修补，宜采用与本工程所用的同品种普通水泥与白色普通水泥调制的水泥浆(或砂浆)进行修补，且应首先在样板构件上做试验，优选修补方法和材料 配比。修补后的部位 应无明显的修补痕迹。

10.1.4 对混凝土 成品表面可采用细砂纸打磨，清除表面细粒污染物，避免损伤混凝土 表面光洁度。

10.1.5 混凝土修 补部位可适当进行调色，淡化修补痕迹。

【条文说明】混凝土 色差调整剂应采用专用材料，避免使用涂料型 产品调色造成混凝土 表面污染。

10.2 喷涂 施工

10.2.1 清水混凝土的 外表面可采用透明保护剂 或着色透明保护剂喷涂，在混凝土 表面形成透明的保护性膜层。

10.2.2 选择的保护剂 应对混凝土 表面有良好的粘结性，在露天环境下有良好的耐老化性，且对混凝土 无腐蚀性。

10.2.3 喷涂施工 前，应将整个墙面清理干净，可采用清水冲洗或拧干湿毛巾擦洗，使混凝土 表面整洁，如遇油污应用草酸等清洗干净，待干燥后方可进行喷涂 施工。

10.2.4 保护剂 膜层分为底层、中间涂层和罩面三层施工，总厚度约 150 μm ，允许偏差 20 μm 。膜层应色泽均匀、平整光滑，无流坠、刷痕。各涂层施工间隔应符合产品自身要求。

10.2.5 涂料的选用应考虑工程的类别、所处的环境、喷涂后的美学效果和成本等因素。常用的涂料品种有用氟碳树脂系涂料、聚氨酯系、丙烯酸树脂系、硅酮系以及混合型涂料，可参考附录 D 选用。喷涂 施工应按照产品说明书的要求进行。

11 质量验收标准

11.1 实体质量

11.1.1 清水混凝土的实体质量除满足《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 要求外，应满足工程所处条件下的耐久性的要求。

11.1.2 清水混凝土保护层厚度在满足普通混凝土保护层最小厚度的基础上，宜放大 10mm。对于设计使用年限为 50 年的清水混凝土结构，最外层钢筋的混凝土保护层的厚度不宜小于表 11.1.2 的规定，对于设计使用年限为 100 年的清水混凝土结构，最外层钢筋的混凝土保护层的厚度不宜小于表 11.1.2 中数值的 1.4 倍。

表 11.1.2 清水混凝土保护层最小厚度 (mm)

环境类别	板、墙、壳	梁、柱、杆
—	25	30
二 a	30	35
二 b	35	45

【条文说明】由于受混凝土掺和料增加、水泥用量减小等因素影响，混凝土呈现出耐久性下降、中性化程度提高的趋势，且根据国内外清水混凝土工程的施工经验，清水混凝土构件的保护层宜比普通混凝土保护层厚度适当放大，因此，墙板类、梁柱类清水混凝土构件的保护层厚度宜比普通混凝土保护层厚度增大 10mm。

11.2 外观质量

11.2.1 表面色均性

清水混凝土在同一视觉空间内，表面颜色一致，色泽均匀；自然光下，对于饰面清水混凝土，应在距混凝土 4m 处肉眼看不到明显的颜色差别；对于普通清水混凝土，应在距混凝土 8m 处肉眼看不到明显的颜色差别。

11.2.2 几何与外观尺寸

立面垂直度、表面平整度和阴阳角方正达到表 11.3 所示的指标。起拱线、拱面几何尺寸准确、圆滑。

11.2.3 表面质量

混凝土表面不得出现蜂窝、麻面、砂带、冷接缝和表面损伤等；不得受到污染和出现斑迹；饰面清水混凝土和普通清水混凝土表面裂纹宽度分别不得超过 0.15mm 和 0.2mm。

11.2.4 表面气泡

饰面清水混凝土 表面 1m^2 面积上的气泡面积总和 不大于 $3 \times 10^{-4} \text{m}^2$ ，最大气泡直径不大于 3mm，深度 不大于 3mm；普通清水混凝土 表面 1m^2 面积上的气泡面积总和 不大于 $6 \times 10^{-4} \text{m}^2$ ，最大气泡直径 不大于 5mm，深度 不大于 4mm。

11.2.5 分格缝直线度与对拉螺栓孔

饰面清水混凝土 和普通清水混凝土分 格缝 直线度偏差 分别不大于 2mm 和 4mm。对拉螺栓 孔眼排 列整 齐匀称，拆模后封堵密实，颜色同墙面一致；如封堵的孔眼颜色 与墙面不一致，应形成有规律性的装饰 效果。

11.2.6 梁柱节点或楼板与墙体交角、线、面清晰，起拱线、面圆滑平顺。

11.2.7 对拉螺栓孔眼呈现有规则分布，排列整齐，封堵密实；孔眼呈同一颜色。

11.2.8 模板拼缝印迹整齐、均匀，在同一视觉空间交圈，且印迹宽度不大于 2mm。

11.3 结构允许偏差

混凝土 结构 允许偏差 如表 11.3 所示。

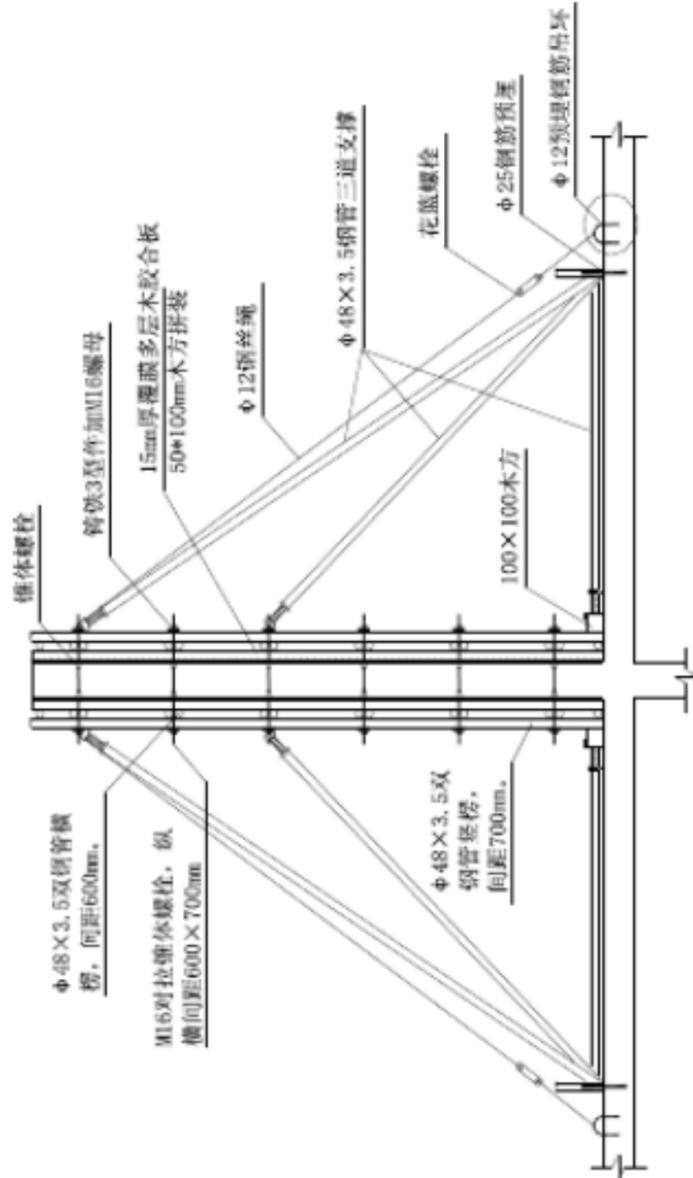
表 11.3 混凝土结构允许偏差

项目		允许偏差 (mm)		检验方法
		饰面清水	普通清水	
轴线位置	柱、墙、梁	5	6	尺量
标高	层高	±5	±5	水准仪或尺量
	全高	±20	±20	
垂直度	层高 ≤5	5	5	经纬仪、吊线、尺量
	层高 >5	7	8	
	全高	H/1000 且 30	H/1000 且 30	
截面尺寸		±3	±3	钢尺检查
大角全高垂直度(mm/m)		8/100	12/100	
阳台通顺直偏差 (mm/m)		6/100	10/100	
阳台、窗口水平高差偏差		2	5	
表面平整度		2	3	2m 靠尺、楔形塞尺检查；有原始装饰性印痕的表面除外
阴阳角 (角线顺直)	方正	3	3	方尺、楔形塞尺
	顺直	3	3	5m 线尺
预留孔洞	中心线位置	8	10	拉线、尺量
	内孔洞尺寸	+5, -0	+8, -0	拉线、尺量
预埋设施中心位置	预埋件	2	3	拉线、尺量
	预埋螺栓	2	+5、0	拉线、尺量
	预埋管	3	3	尺量
门窗洞口	中心线位置(长宽对 中线)	6	8	拉线、尺量
	宽、高(全高垂直度)	±3	±5	拉线、尺量
	对角线	2	4	拉线、尺量

附录 A 清水混凝土 模板组拼与节点构造案 例

(资料性目录)

A.0.1 各种结 构模板案 例



图示意安装板模木钢体墙10A图

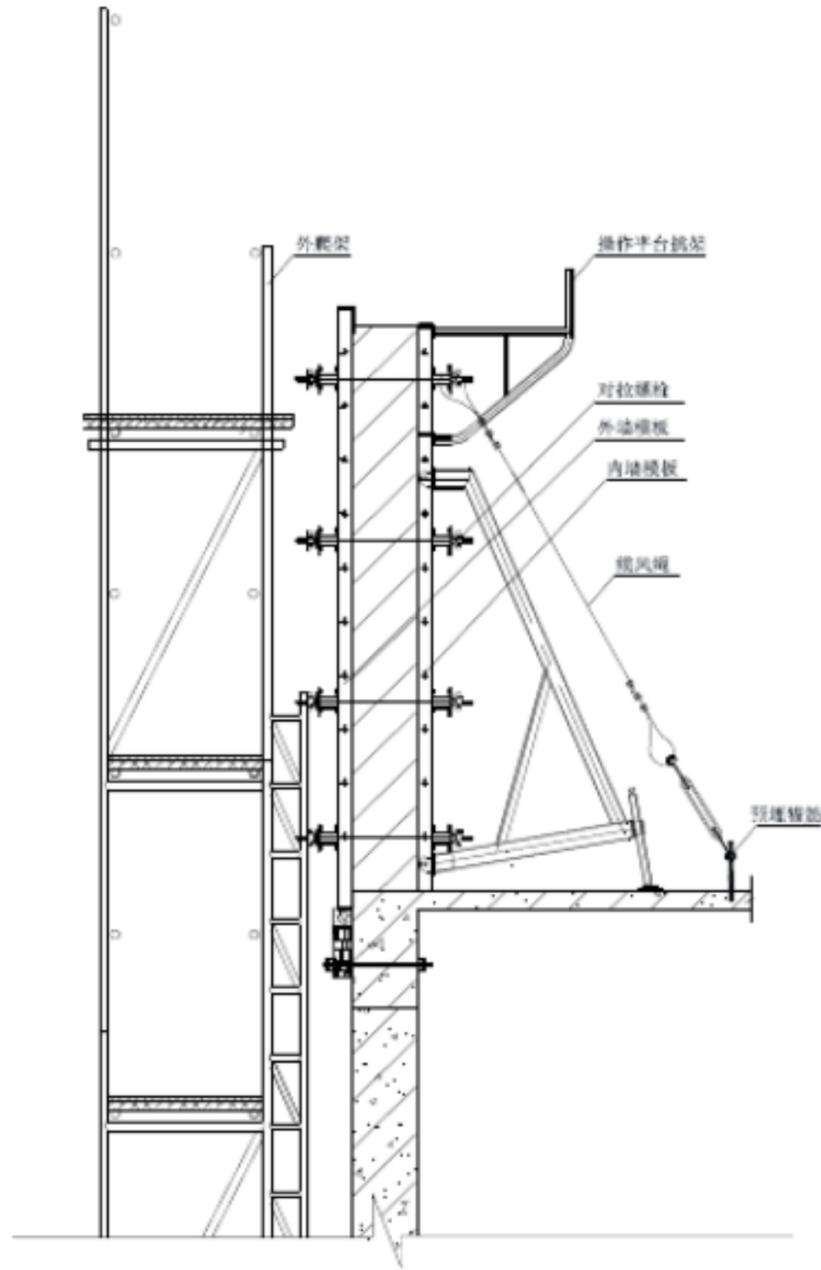


图 A.0.1.2 墙体全钢模板 安装示意图

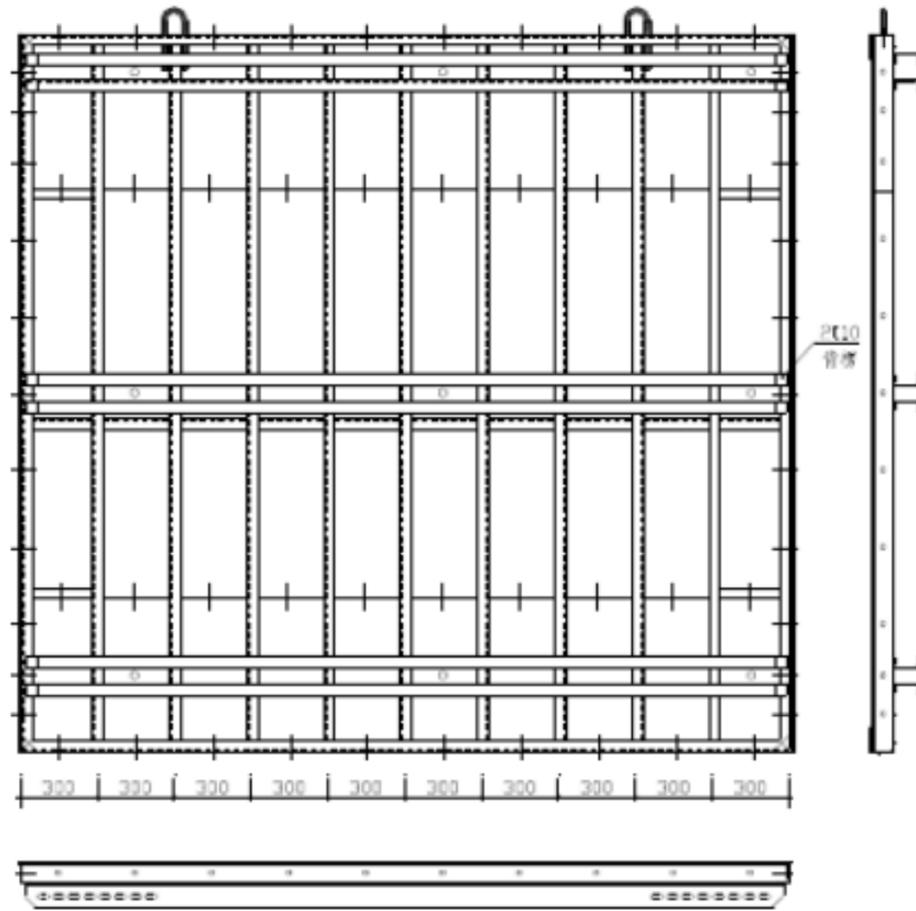


图 A.0.1.3 墙面全钢大模板龙骨布置示意图

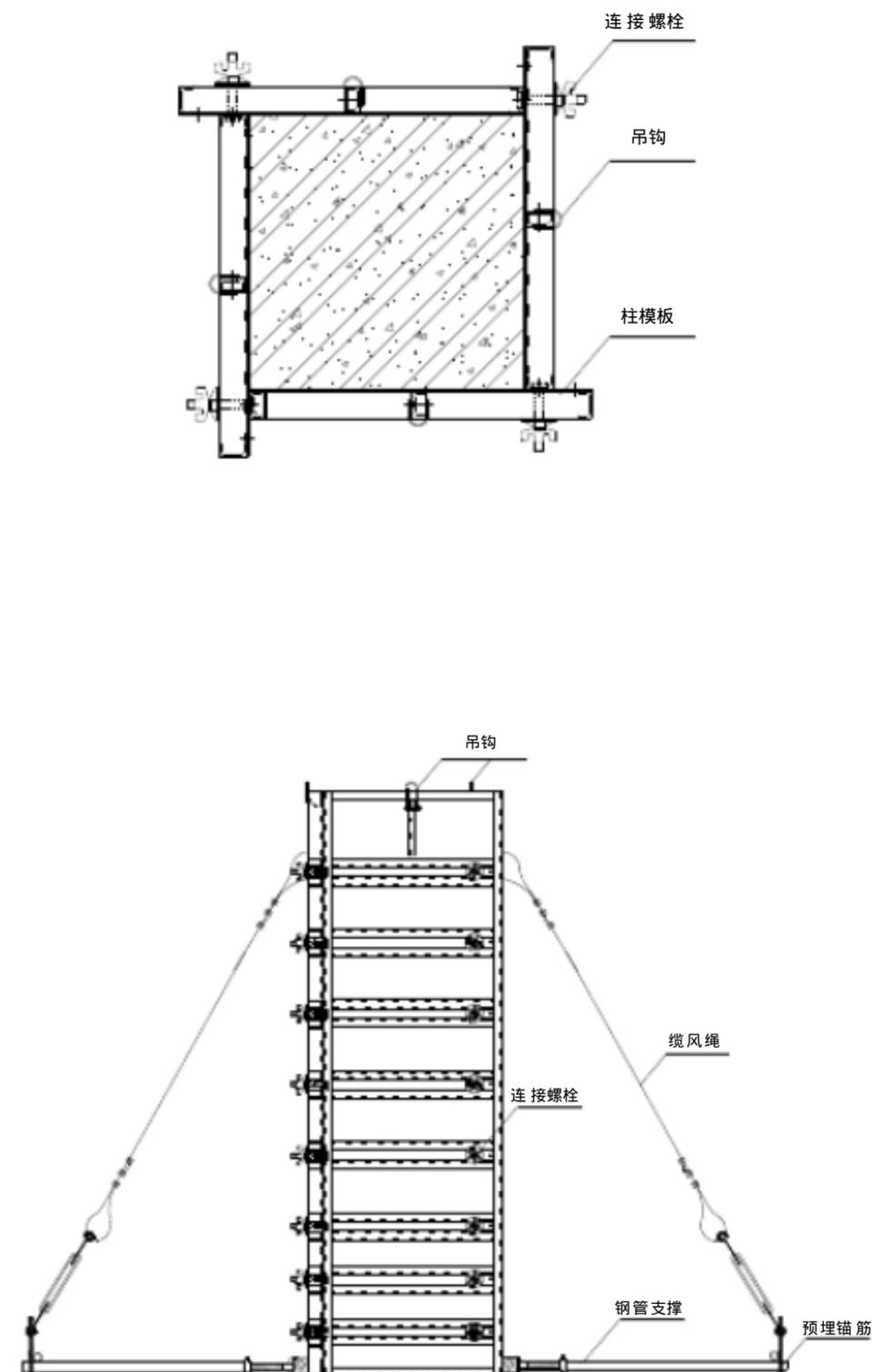


图 A.0.1.4 柱构件的 可调式钢模板拼 装图

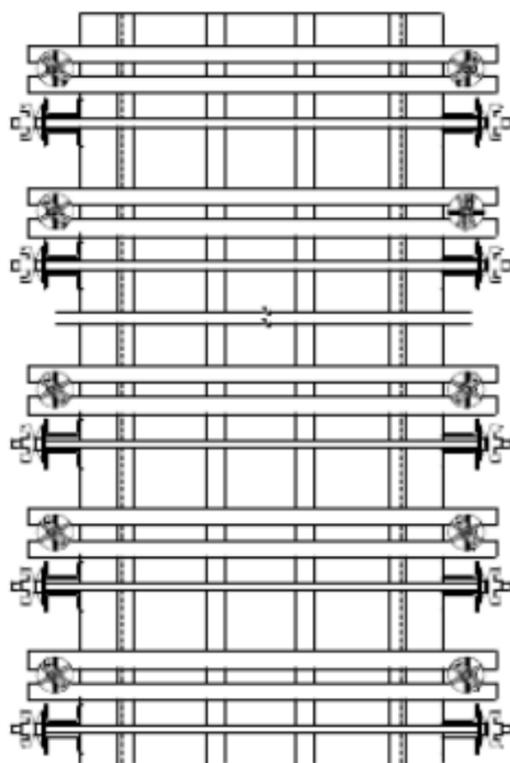
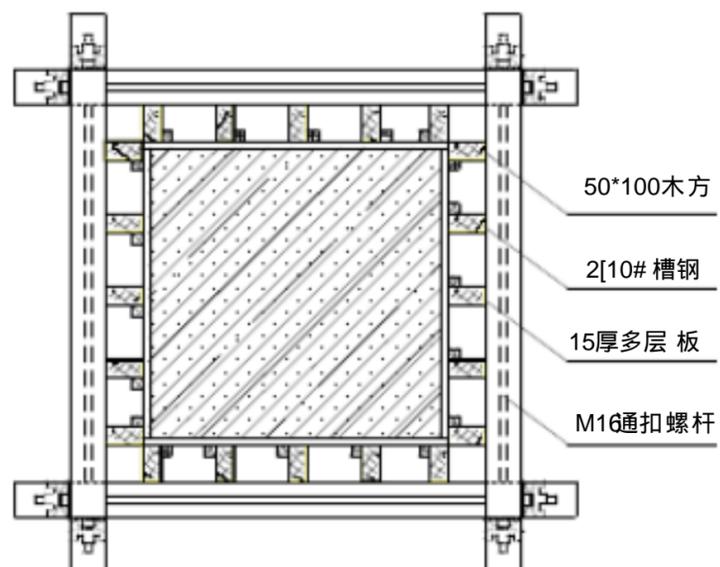


图 A.0.1.5 混凝土 柱构件的 木模板 示意图

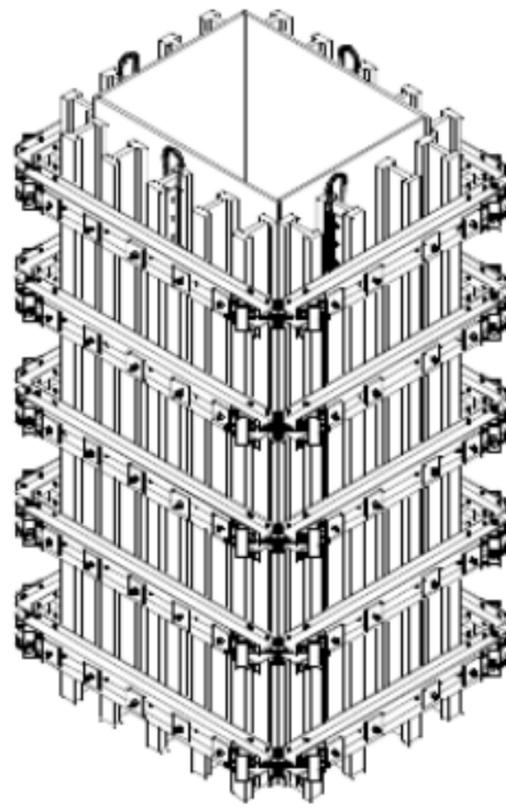
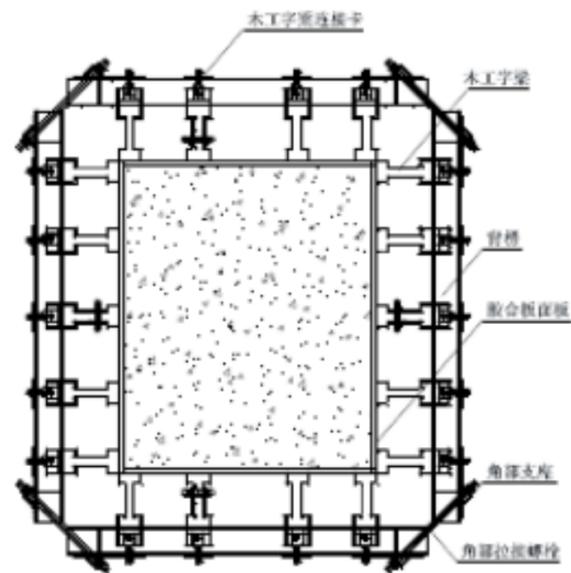


图 A.0.1.6 混凝土柱构件的铝梁木模板示意图

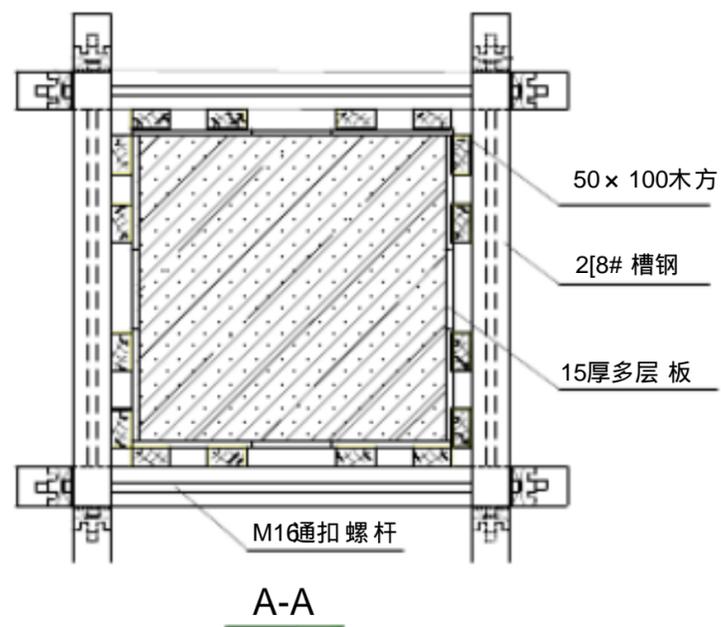
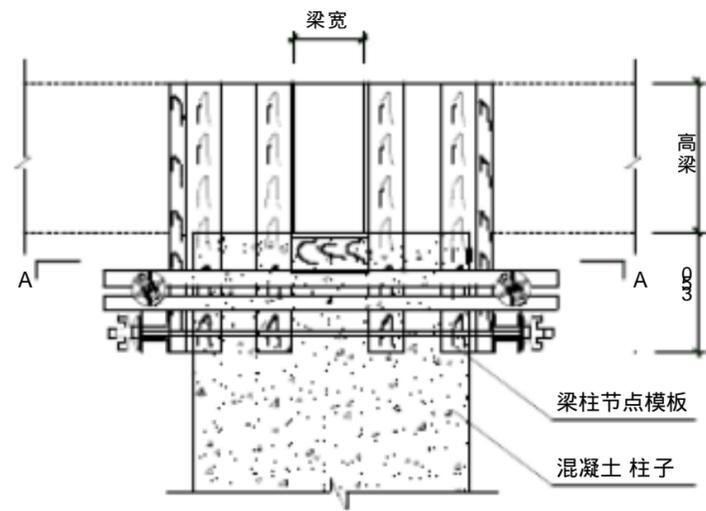


图 A.0.1.7 梁柱节点木模板与柱箍示意图

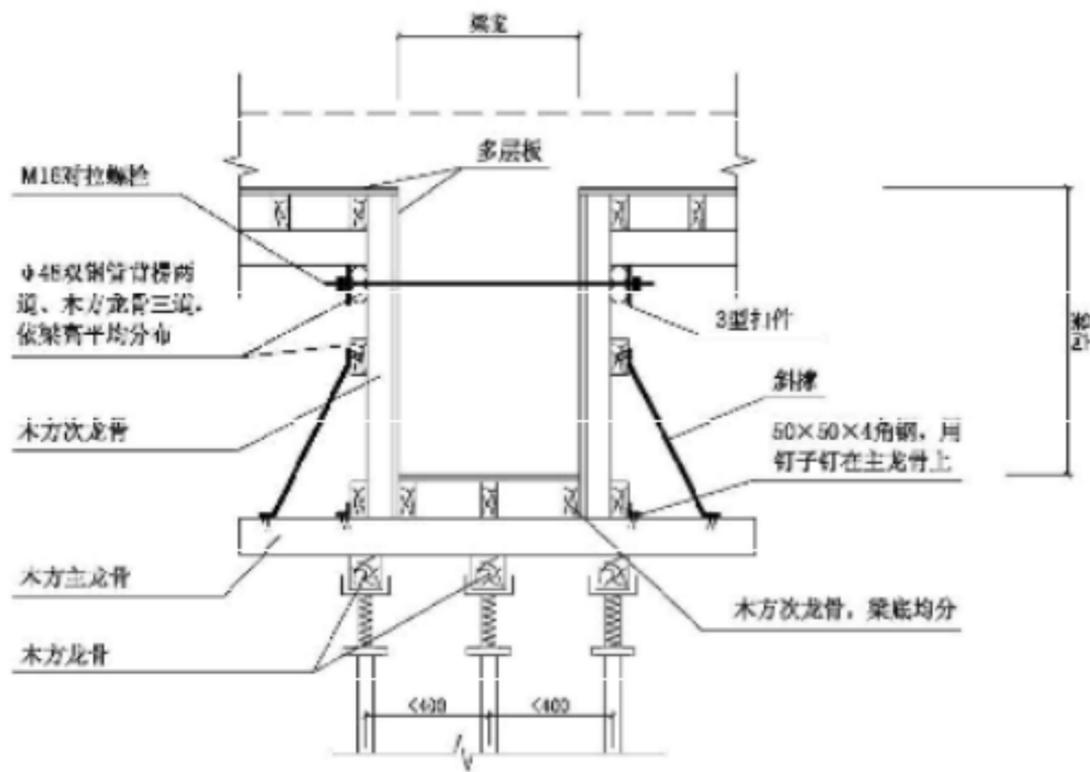


图 A.0.1.8 墙体门窗口木模板加固示意图

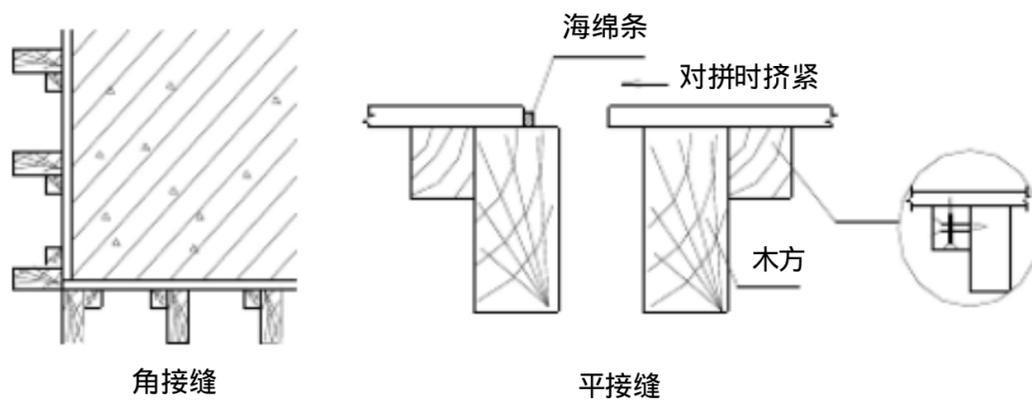


图 A.0.1.9 墙体门窗口木模板加固示意图

A.0.2 面板的接缝防漏浆处理 案例



(a)



(b)

图 A.0.2.1 木模板面板拼缝与防漏浆措施示意图

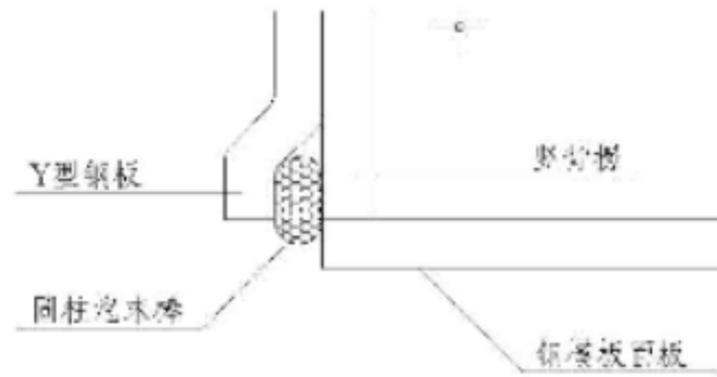


图 A.0.2.2 全钢大模板企口拼接与柔性垫止水节点构造 示意图

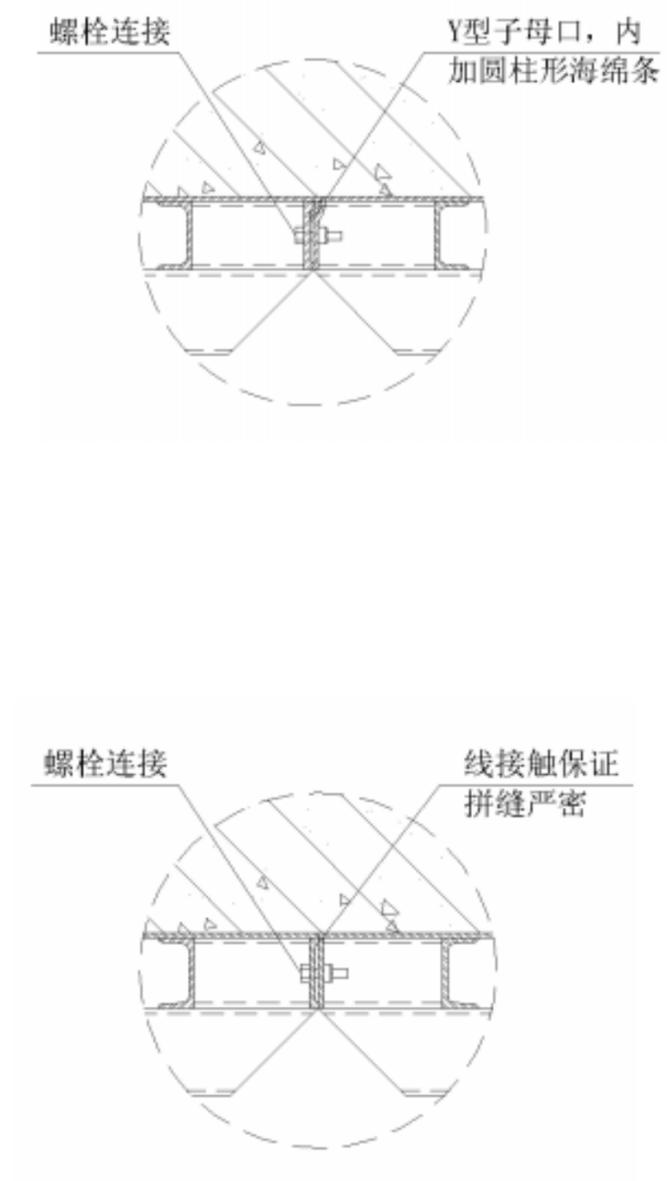


图 A.0.2.3 钢模板 面板间拼缝严密节点作法构造

A.0.3 其他模板体系 示例

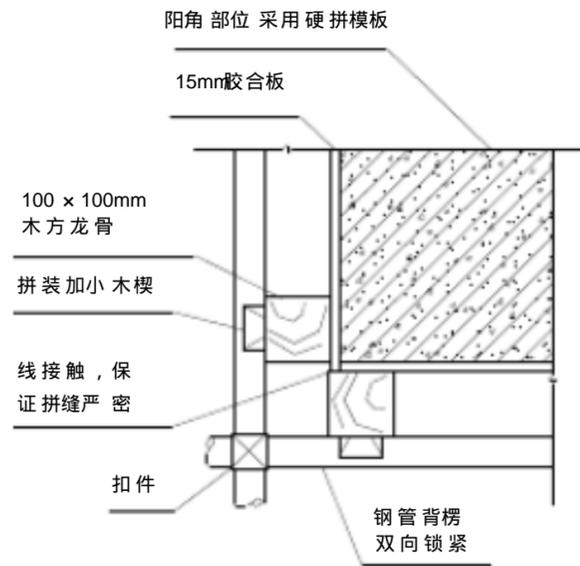


图 A.0.3.1 钢框胶合板模板 示意图

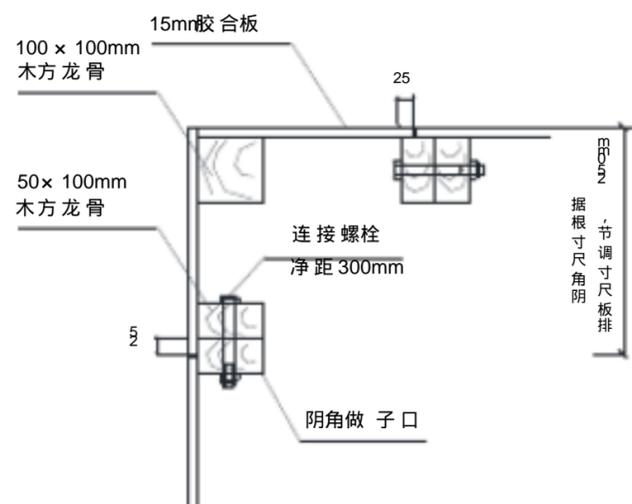


图 A.0.3.2 铝合金模板 示意图

A.0.4 阴阳角节点构造案 例

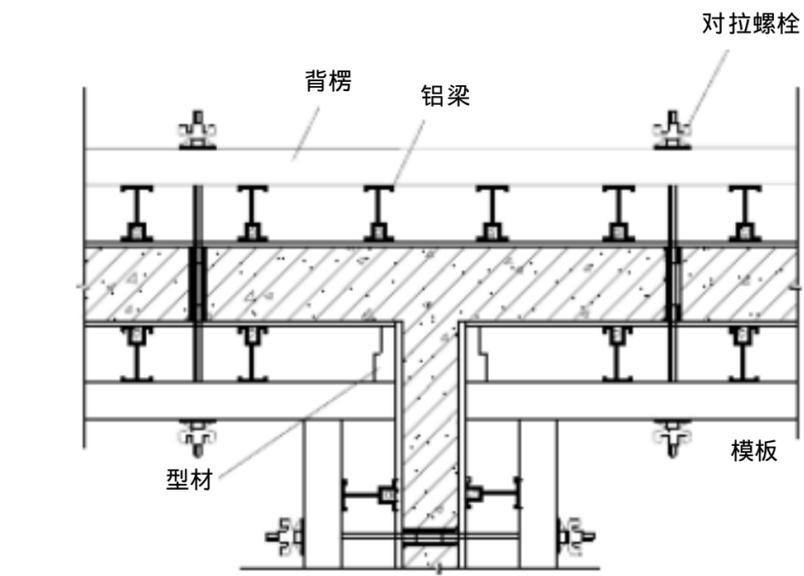


(a) 阳角 模板

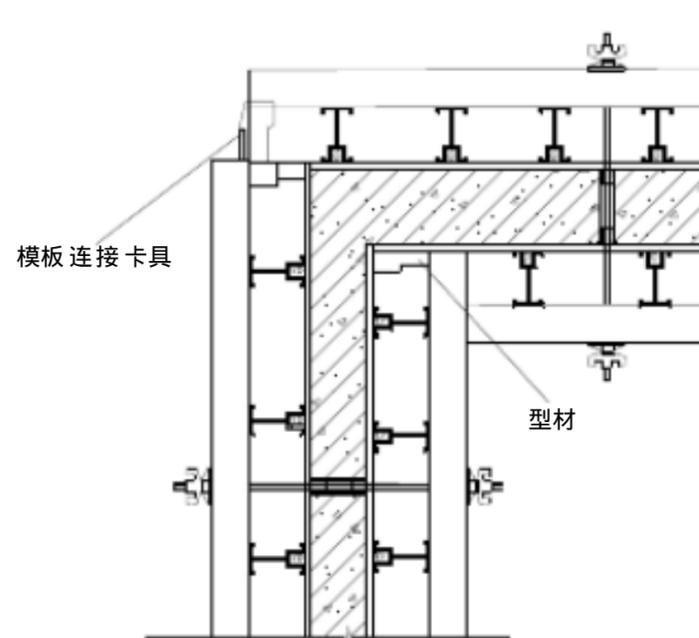


(b) 阴角 模板

图 A.0.4.1 阴阳角 木模板节点构造 示意图



(a)



(b)

图 A.0.4.2 丁字墙及阴阳角 铝梁木模板节点构造 示意图

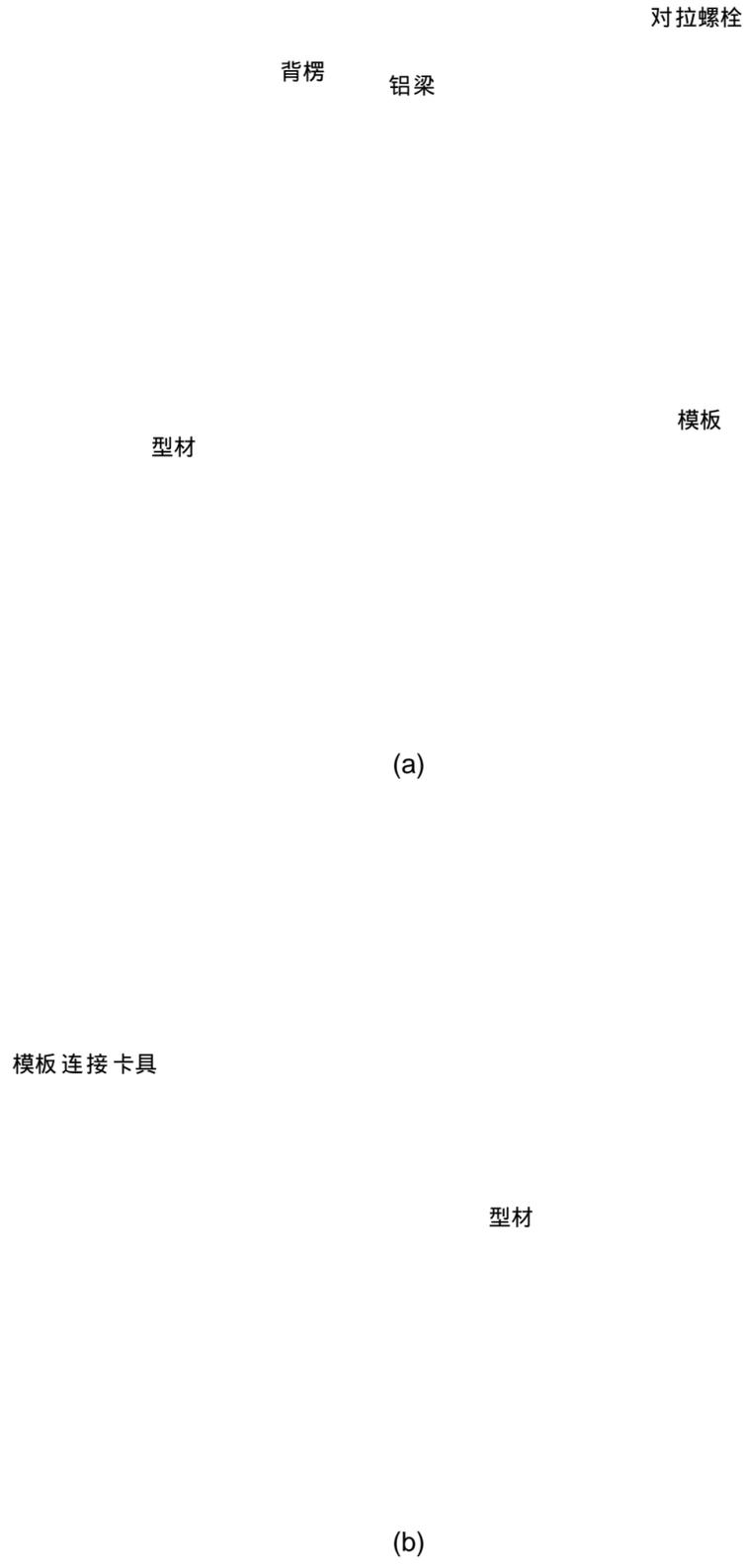


图 A.0.4.2 丁字墙及阴阳角 铝梁木模板节点构造 示意图

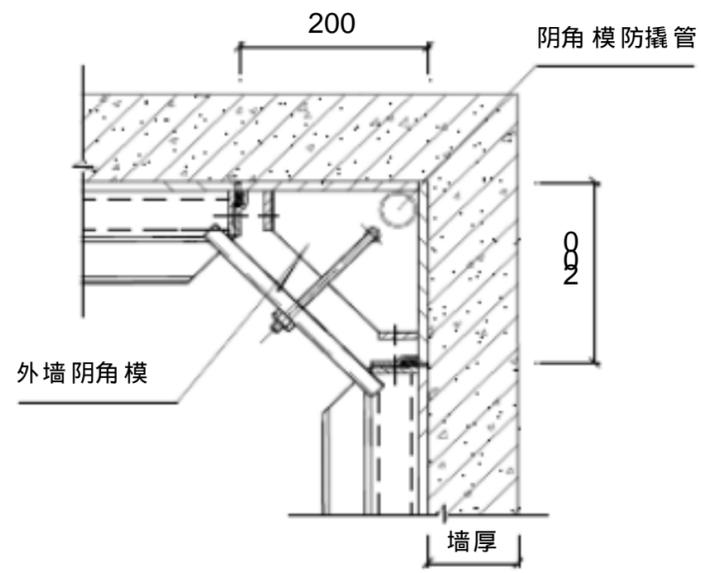


图 A.0.4.4 钢模板 阴角 节点构造 示意图

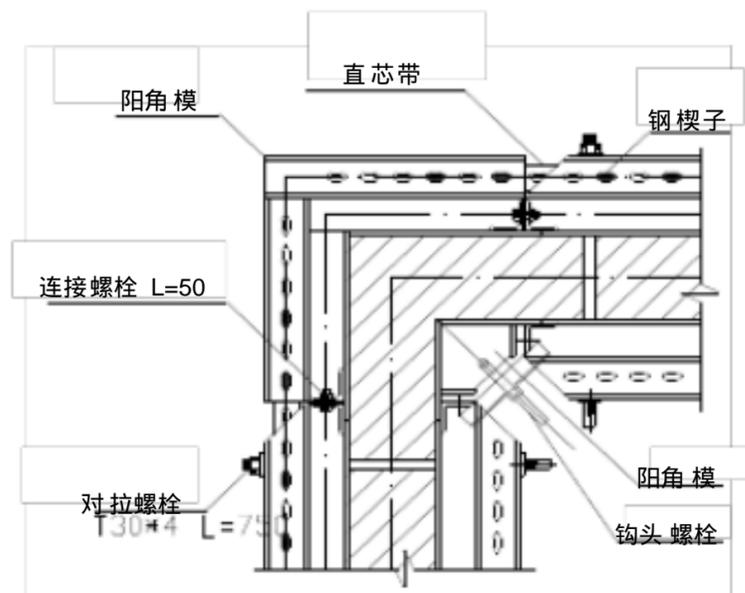


图 A.0.4.5 有阴阳角 模板 连接的 钢模板 节点 示意图

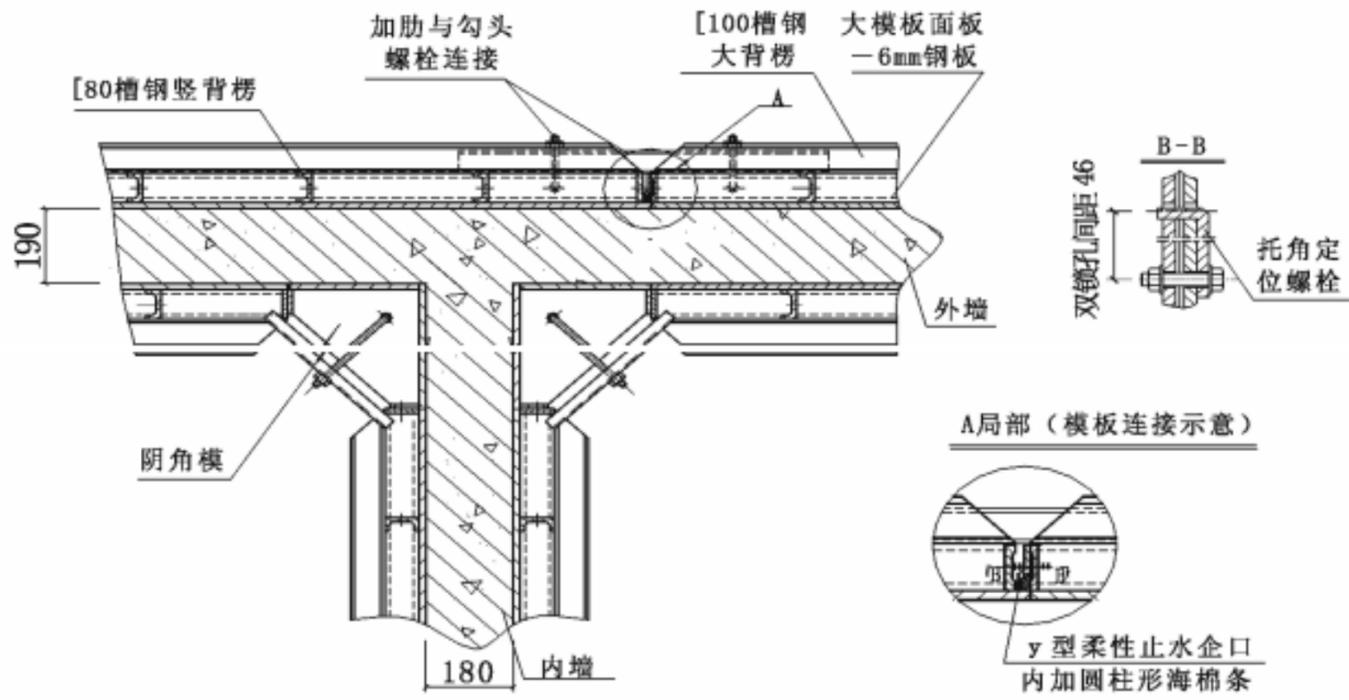


图 A.0.4.6 钢模板丁字墙及阴角节点示意图

A.0.5 对拉螺栓节点构造案例

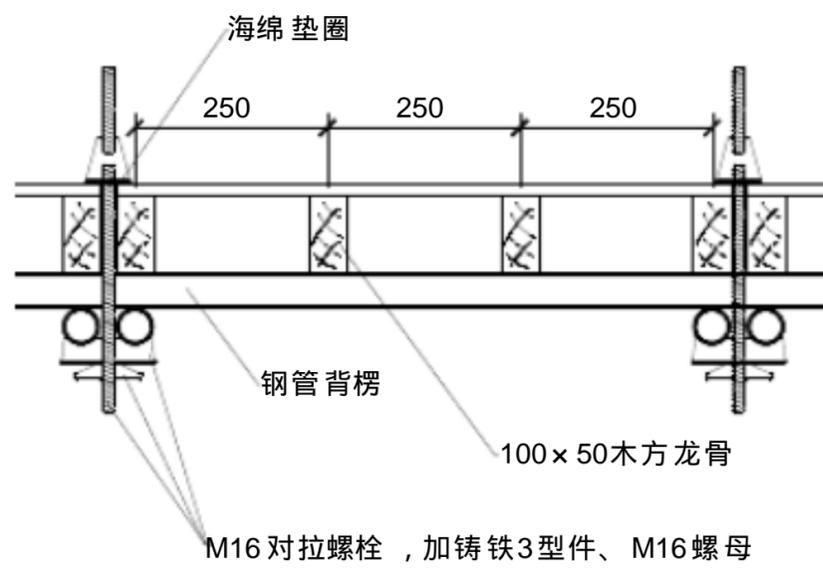


图 A.0.5.1 木模板穿墙螺栓紧固的节点构造示意图

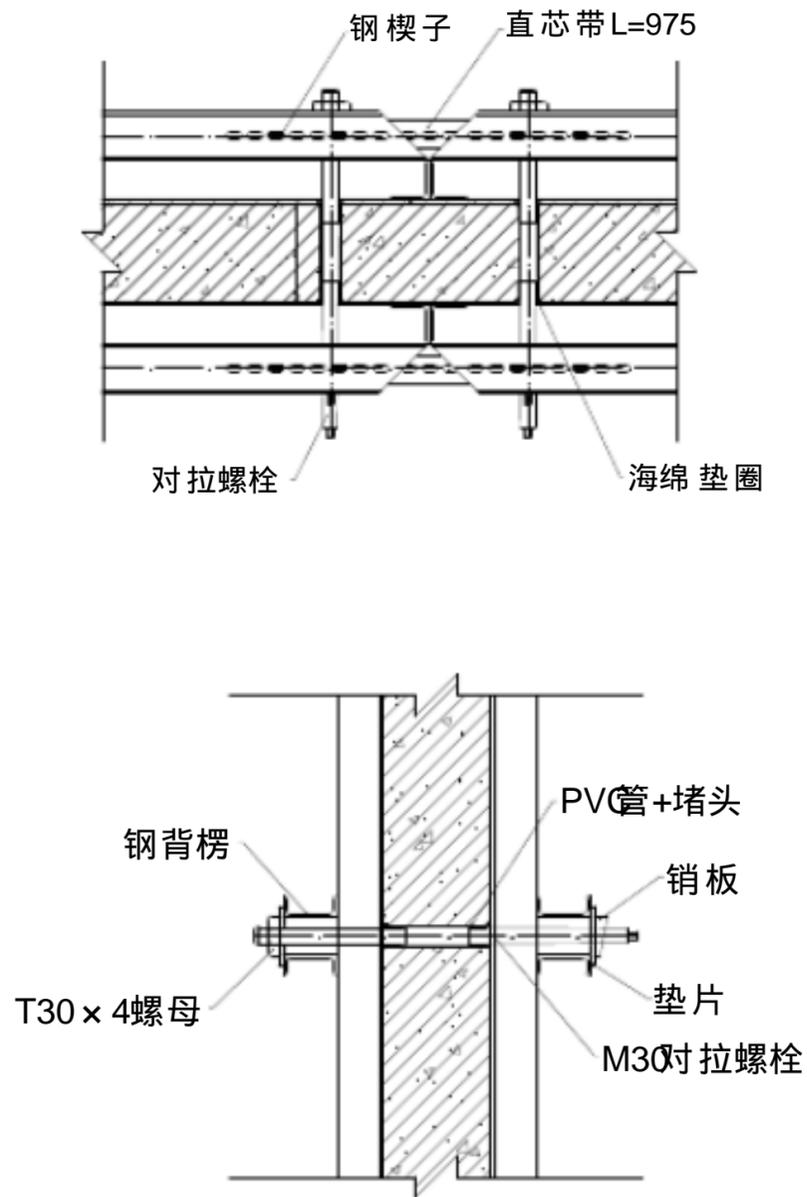
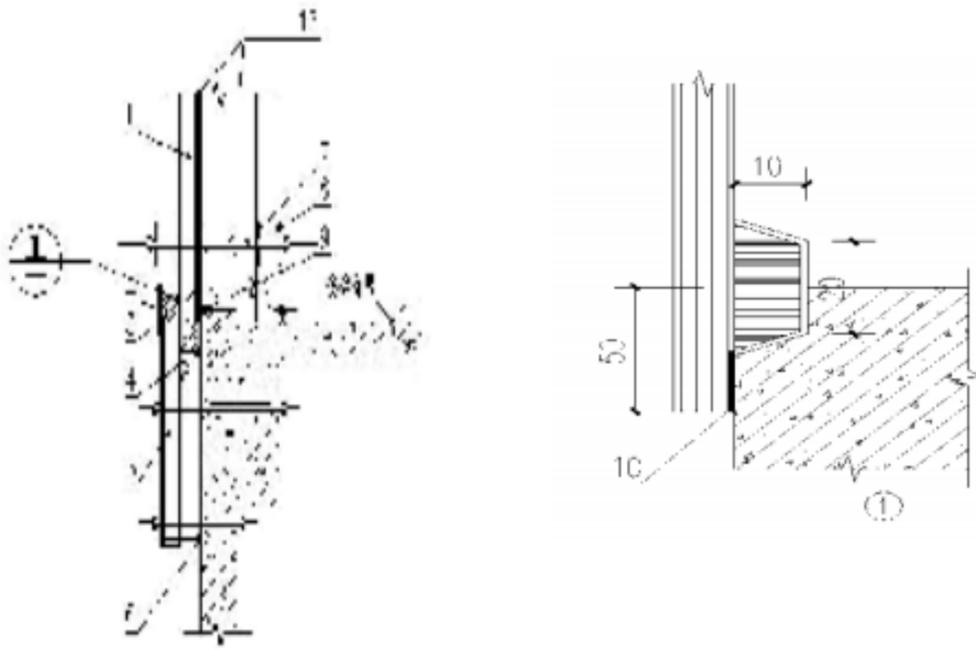


图 A.0.5.2 钢模板 直通型对拉螺栓 紧固的节点构造 示意图

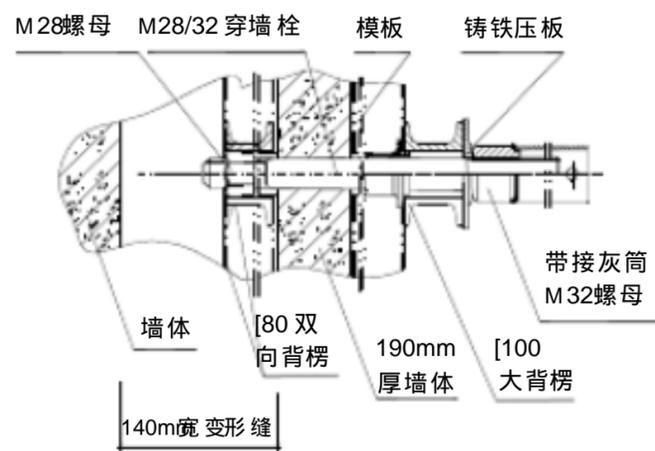
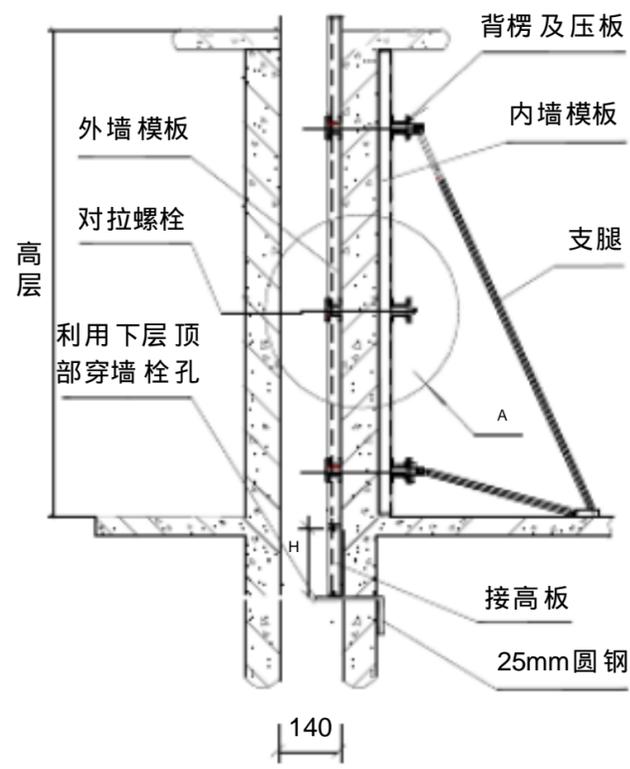


图 A.0.5.3 钢模板 对拉螺栓 端头紧固方法



1-铝梁 2-钢筋与槽钢焊接 3-方木 4- 三角形支架与槽钢焊接 5、8-槽钢
6、10-海绵垫 7-对拉螺栓 8-槽钢 9-明缝 11-模板

图 A.0.5.4 施工缝与明缝 相结合的设置方法举例



A 对拉栓安装 局部放大示意图)

图 A.0.5.5 伸缩缝内钢模板与对拉螺栓 节点构造 示意图

附录 B 清水混凝土 模板用脱模剂的选用

(资料性目录)

序号	模板面板类别	适用条件
1	木模板	宜用加表面活性剂的油类、油包水、化学类、油漆类石蜡乳类。
2	胶合板	可用油漆类(模板漆)、油类及化学脱模剂。
3	玻璃纤维增强材料	宜用油包水乳液和化学脱模剂，或使用以水为介质的聚合物乳液。
4	橡胶内衬	宜用石蜡乳，禁用油类脱模剂。
5	钢模板	宜用加表面活性剂的油类、石蜡乳或溶剂石蜡和化学活性脱模剂；慎用水包油型乳液，若采用，应加防锈剂。

附录 C 混凝土中性化深度 计算

(资料 性目录)

对于表面直 接与大气接触的混凝土，其水胶比与中性化深度 的关系式如下：

$$\frac{5.83C}{* \sqrt{t}} + 38.3 \quad (B-1)$$

式中 x ----- 水胶比

C ----- 钢筋 混凝土的 保护层厚度 (cm)

----- 裂化外力区分系数，室外为 1，室内为 1.7

t----- 设计使用年数

根据 C、 \sqrt{t} 、t 由(B-1)式算出 水胶比，或根据 已选定的水胶比确定保护层厚度。

附录 D 清水混凝土常用透明涂料的特点

(资料性目录)

序号	涂料的类别	特点
1	氟碳树脂系	耐候性、耐化学腐蚀性优,介电性能和耐热性能良好,不易粘附污物,一般美观效果可保持 15-20 年以上;5 以下不能施工,成本较高。
2	聚氨酯系	耐磨、粘附力强,0 能正常固化,施工适应季节长,装饰性、美观效果好;耐老化性,抗污染性不及氟碳树脂系。
3	丙烯树脂系	抛光性良好,耐水性、耐酸碱型良好;耐溶剂性差,长期日光下会发生褪色,透干性不好,流动展平性不良,涂刷施工时易流挂。
4	硅酮类	成膜具有憎水性,有一定透气性,耐污性不好。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准 名录

- 1 《混凝土 结构设计规范》 GB 50010
- 2 《普通混凝土 拌合物性能试验方法标准》 GB/T 50080
- 3 《混凝土质量 控制标准》 GB50164
- 4 《混凝土 结构 工程施工质量 验收规范》 GB 50204
- 5 《混凝土 结构 工程施工规 范》 GB 50666
- 6 《混凝土 外加剂匀质性 试验方法》 GB/T 8077
- 7 《预防混凝土 碱骨料反应技术规 范》 GB/T50733
- 8 《混凝土 外加剂应用技术规 范》 GB50119
- 9 《混凝土 外加剂》 GB8076
- 10 《预拌混凝土》 GB/T14902
- 11 《建设用 碎石卵石》 GB/T14685
- 12 《混凝土 耐久性设计规 范》 GB/T50476
- 13 《普通混凝土 长期性能和耐久性试验方法标准》 GB/T50082
- 14 《高强高性能混凝土用矿物外加剂》 GB/T18736
- 15 《组合钢模板 技术规 范》 GB/T50214
- 16 《装配式混凝土 结构 技术规程》 JGJ 1
- 17 《普通混用砂、石质量 及检验方法标准》 JGJ52
- 18 《普通混凝土 配合比设计规程》 JGJ55
- 19 《混凝土 用水标准》 JGJ 63
- 20 《建筑工程 大模板 技术规程》 JGJ74
- 21 《钢框胶合板模板 技术规程》 JGJ96
- 22 《建筑施工 模板 安全技术规 范》 JGJ162
- 23 《清水混凝土 应用技术规程》 JGJ169
- 24 《混凝土 耐久性检验评定标准》 JGJ/T193
- 25 《高强混凝土 应用技术规程》 JGJ/T281
- 26 《自密实混凝土 应用技术规程》 JGJ/T283
- 27 《建筑 结构 长城杯 工程质量 评审 标准》 DB11/T1074
- 28 《混凝土 矿物掺 合料 应用技术规程》 DB11/T1029