

北京市地方标准

DB

编号：DB11/T464-202×

备案号：J××-202×

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)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

北京市住房和城乡建设委员会
北京市市场监督管理局

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范

Technical specification for architectural concrete construction

编 号：DB11/T464-202×

备案号：J×× -202×

主编部门：中国建筑一局（集团）有限公司

批准部门：北京市市场监督管理局

施行日期：20××年×月×日

2022 北京

前 言

根据北京市市场监督管理局《2021年北京市地方标准制修订项目计划(第一批)》(京市监发[2021]19号)的要求,规程编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考国内相关标准,并在广泛征求意见的基础上,修订本规程。

本规程的主要技术内容是: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、混凝土成品保护剂施工;11、清水混凝土实体质量验收;12、季节性施工。

本规程修订的主要技术内容是:

1、在“术语”中新修订了“装饰清水混凝土”、“艺术清水混凝土”、“清水混凝土保护剂”的概念、修订了“样板构件”的概念。

2、在“基本规定”中增加“专业清水混凝土施工单位的要求”。

3、在“模板工程”一章,模板类型装饰清水混凝土中增加“木纹清水混凝土模板”“艺术造型背楞模板”;5.1.4-5.1.6章节中相应增加“木纹清水混凝土模板设计的相关内容”;5.6节模板的制作与验收中增加“木纹清水混凝土模板的相关内容”;5.7节中应补充“装饰清水混凝土脱模剂的选用要求”;5.8模板安装允许偏差中应补充“装饰清水混凝土模板的相关内容”。

4、在“钢筋工程”一章中,补充“曲面清水结构中钢筋的成型及安装要求”。

5、在“混凝土工程”一章中,7.1条增加“彩色混凝土的相关内容”;7.3条混凝土浇筑中应增加“附着式振捣器的使用”。

6、在“施工缝的设置与施工”中,8.1条增加“异型/特殊清水混凝土结构的施工缝位置留置,应经设计单位认可”。

7、在“成品保护”章节中增加了“木纹板的成品保护措施”。

8、在“混凝土成品保护剂施工”章节中修订了“表面处理”、“保护剂施工”。

9、在“清水混凝土实体质量验收”章节中增加“木纹清水混凝土结构的允许偏差与检查方法”。

10、增加“季节性施工要求”章节。

本规程由北京市市场监督管理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)有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送中国建筑一局(集团)有限公司(地址:北京市西四环南路52号;邮政编码:100161;电子邮箱:csceczhj@163.com;电话:010-83982040)。

本规程主编单位: 中国建筑一局(集团)有限公司

中建一局华江建设有限公司
中建一局集团第三建筑有限公司
本规程参编单位： 中建一局集团第一建筑有限公司
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
北京益汇达清水建筑工程有限公司
北京筑砦清水建筑设计咨询有限公司
高碑店市汇海建筑材料制造有限公司
北京邦氟龙装饰工程有限公司
中建二局第三建筑工程有限公司
中国建筑第八工程局有限公司
北京城建六建设集团有限公司
北京城建十六建筑工程有限责任公司

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	4
4 施工准备	5
4.1 技术准备.....	5
4.2 材料准备.....	5
4.3 样板构件的基本要求.....	8
5 模板工程	9
5.1 模板选型与深化设计.....	9
5.2 模板体系及材质要求.....	11
5.3 节点构造.....	11
5.4 模板的制作与验收.....	14
5.5 脱模剂的选用与施工.....	15
5.6 模板安装.....	15
5.7 模板拆除.....	16
6 钢筋工程	18
6.1 钢筋深化设计.....	18
6.2 钢筋加工.....	18
6.3 钢筋安装.....	18
7 混凝土工程	20
7.1 配合比设计.....	20
7.2 拌合物的制备与性能.....	20
7.3 混凝土浇筑.....	21
7.4 混凝土养护.....	21
8 施工缝的设置与施工	22
8.1 施工缝的设置.....	22
8.2 施工缝的施工.....	22
9 成品保护	23
9.1 模板成品保护.....	23
9.2 钢筋成品保护.....	23
9.3 混凝土成品保护.....	23
10 清水混凝土保护剂施工	25
10.1 表面处理.....	25
10.2 保护剂施工.....	25
11 清水混凝土实体质量验收	26

11.1 一般规定.....	26
11.2 主控项目.....	26
11.3 一般项目.....	27
12 季节性施工.....	29
12.1 冬季施工.....	29
12.2 雨季施工.....	29
12.3 高温施工.....	29
附录 A 清水混凝土模板组拼与节点构造案例.....	31
A.0.1 金属背楞拼装式木模板体系节点构造示例见图 A.0.1-1~10.....	31
A.0.2 对拉螺栓节点构造示例见图 A.0.2-1~ A.0.2-5.....	33
A.0.3 梁、柱模板节点构造示例见图 A.0.3-1~A.0.3-4.....	36
A.0.4 金属背楞拼装式木模板体系节点构造示例见图 A.0.4-1~A.0.4-8.....	38
A.0.5 艺术造型模板体系节点构造示例见图 A.0.5-1.....	42
A.0.6 全钢大模板体系的阴阳角节点构造示例见图 A.0.6-1~A.0.6-6.....	43
附录 B 清水混凝土模板验收项目表.....	47
附录 C 清水模板安装尺寸允许偏差验收项目表.....	48
本规程用词说明.....	50
引用标准名录.....	501
附：条文说明.....	512

CONTENTS

1 General Provisions	1
2 Terminology	2
3 Basic Requirements	4
4 Construction Preparation	5
4.1 Technology Preparation	5
4.2 Materials Preparation.....	5
4.3 Basic requirements for sample members.....	8
5 Formwork	9
5.1 Formwork selection and deepening design.....	9
5.2 Formwork system and material requirements.....	11
5.3 Node structure.....	11
5.4 Fabrication and acceptance of formwork.....	14
5.5 Selection and Construction of Release Agent.....	15
5.6 Formwork installation.....	15
5.7 Formwork removal.....	16
6 Reinforcement works	18
6.1 Reinforcement deepening design.....	16
6.2 Reinforcement processing.....	16
6.3 Reinforcement installation.....	16
7 Concrete works	20
7.1 Mix proportion design.....	20
7.2 Preparation and performance of mixture.....	21
7.3 Concrete pouring.....	21
7.4 Concrete curing.....	21
8 Setting and construction of construction joints	22
8.1 Construction Joints Setting.....	22
8.2 Construction of construction joints.....	22
9 Finished Products Protection	24
9.1 Protection of finished formwork.....	24
9.2 Finished reinforcement protection.....	24
9.3 Protection of finished concrete product.....	24
10 Construction of finished concrete protective agent	26

10.1 Surface treatment.....	25
10.2 Construction of protective agent.....	25
11 Quality acceptance of fair faced concrete.....	26
11.1 General Requirement.....	27
11.2 Dominant Items.....	27
11.3 General Items.....	28
12 Seasonal construction.....	30
12.1 Winter construction.....	30
12.2 Construction in rainy season.....	30
12.3 High temperature construction.....	30
Appendix A fair faced concrete formwork engineering system and node structure case.....	32
Appendix B fair faced concrete formwork acceptance project table.....	48
Appendix C acceptance items of allowable deviation of installation dimension of fair faced concrete formwork	
.....	49
List of wording in this standard.....	50
List of quoted standards.....	51
Addition: Explanation of provisions.....	52

1 总则

1.0.1 为更有效地落实绿色低碳政策、提高清水混凝土工程的施工技术和管理水平，规范施工方法，统一质量验收标准，做到技术先进、经济合理、安全适用，质量可靠，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于北京市行政区域内清水混凝土工程的施工与质量验收。

1.0.3 清水混凝土工程的施工与质量验收，除应符合本规程外，尚应符合国家和北京市现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 清水混凝土 fair-face concrete

直接利用混凝土成型后的自然质感和艺术造型作为装饰效果的混凝土，可分为普通清水混凝土、饰面清水混凝土、装饰清水混凝土和艺术清水混凝土。

2.0.2 普通清水混凝土 common fair-face concrete

表面颜色无明显色差，对饰面效果无特殊要求的清水混凝土。

2.0.3 饰面清水混凝土 fair-face concrete

表面颜色基本一致，由有规律排列的对拉螺栓孔眼、明缝、蝉缝、假眼等组成、以自然质感为装饰效果的清水混凝土。

2.0.4 装饰清水混凝土 architectural fair-face concrete

表面形成装饰图案、镶嵌装饰片或彩色的清水混凝土

2.0.5 艺术清水混凝土 Architectural concrete

充分应用混凝土冷凝成型的优点创造出独特造型和艺术效果的清水混凝土。

2.0.6 表面色均性 surface color consistency

以混凝土本色直接作为装饰面的基本色调，其表面颜色的一致性和色泽的均匀性。

2.0.7 清水混凝土模板 architectural concrete formwork

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。

2.0.8 衬模 Decorative stencil

设置在模板内表面，用于形成混凝土表面装饰图案的内衬板，有木纹、竹纹、席纹及其它图案等。

2.0.9 明缝 visible joint

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。

2.0.10 蝉缝 panel joint

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

2.0.11 对拉螺栓孔眼 tie bolt hole mark

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或孔洞。

2.0.12 假眼 Decorative hole

在没有对拉螺栓杆的位置设置堵头或接头而形成的有饰面效果的孔眼。

2.0.13 样板构件 sample component

清水混凝土正式施工前，用以检验其混凝土配合比、模板体系和施工工艺，以及作为清水混凝土质

量验收的参照物而在现场制作的构件。

2.0.14 清水混凝土保护剂 fair-face concrete protective agent

清水混凝土浇筑完成后，喷涂于表面，用以提高混凝土耐久性的渗透性透明材料。

3 基本规定

3.0.1 建筑工程清水混凝土施工应提前组织并进行全过程质量控制，相同效果的清水混凝土应保持材料和施工工艺的一致性。

3.0.2 处于潮湿环境和干湿交替环境的清水混凝土应选用非碱活性骨料，同时还应控制混凝土中的碱含量。

3.0.3 有自防水要求的室外清水混凝土、地下室工程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。

3.0.4 清水混凝土施工前应编制专项施工方案，并应做样板构件。

3.0.5 装饰清水混凝土、艺术清水混凝土外观效果的要求应由设计确定。

4 施工准备

4.1 技术准备

4.1.1 施工前应熟悉设计图纸、模型等相关资料，深化设计内容应由设计单位确认后组织实施，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。

4.1.2 在清水混凝土深化设计前，设计单位应完成清水混凝土范围内的各专业设计内容，并由相关单位完成末端设备的选型选样工作。

4.1.3 应根据清水混凝土设计要求和已确定的施工工艺，编制清水混凝土工程专项施工方案，方案应包含测量、钢筋、模板、混凝土、施工缝留设、保护剂施工等影响清水混凝土效果的措施内容。

4.1.4 清水混凝土工程专项施工方案应经过审批后，方可用于指导施工。

4.1.5 应对管理人员和施工操作人员逐级进行施工技术交底，并应执行清水混凝土工程各项施工工序自检、专检和交接检制度。

4.1.6 施工测量仪器、设备必须经校验合格后方可使用。

4.2 材料准备

4.2.1 模板工程应符合下列规定：

1 模板面板应满足强度、刚度要求，且加工性能好；材质选择时应考虑设计对清水混凝土表面质感要求，可采用覆膜胶合板、钢板、铝合金板、塑料板、玻璃钢等材料；

2 模板骨架材料应有足够的强度、刚度，可采用金属标准型材、木梁、钢木组合梁、铝梁等材料；

3 模板支撑材料应有足够的强度、刚度，且满足整体稳定性要求，可采用钢管脚手架、盘扣脚手架、型钢等材料；

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

5 对拉螺栓套管及堵头可选用塑料、橡胶、尼龙等材料；

6 明缝条截面宜为梯形，可选用硬木、铝合金、塑料等材料；

7 衬模的选用应符合设计要求，可选用木纹板、席纹板、竹纹板、布纹板等。

4.2.2 钢筋工程应符合下列规定：

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，宜选用清水混凝土塑料专用垫块。

3 钢筋应表面清洁、无明显锈蚀和污染。

4.2.3 混凝土工程应符合下列规定：

1 同种原材料的颜色和技术参数应保持一致；

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。同一工程清水混凝土部位水泥应为同一厂家、同一品种、同一品牌；

3 骨料的选用应符合下列规定：

1) 粗骨料应采用连续级配，颜色均匀、洁净，并应符合表 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	C30~C55	≥C60
含泥量（按质量计，%）	≤1.0	≤0.5
泥块含量（按质量计，%）	≤0.5	≤0.2
针、片状颗粒含量（按质量计，%）	≤15	≤5

2) 细骨料宜采用中砂，并应符合表 4.2.3-2 的规定。细骨料中氯离子的含量，对于钢筋混凝土不得大于 0.06%（以干砂的质量百分率计），对于预应力混凝土不得大于 0.02%（以干砂的质量百分率计）。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	C30~C55	≥C60
含泥量（按质量计，%）	≤3.0	≤2.0
泥块含量（按质量计，%）	≤1.0	≤0.5

表 4.2.3-3 机制砂的石粉含量限值

混凝土强度等级	C30~C55	≥C60
石粉含量(%)	≤7.0	≤5.0

3) 经常受潮部位的混凝土，不能选用非碱活性骨料时，可有条件使用低碱活性骨料，使用条件按现行国家标准《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733 执行；严禁使用潜在碱活性或高碱活性骨料；

4 拌和及养护用水应无色无味，并符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ63 规定的质量要求；

5 矿物掺合料宜选用硅粉、粉煤灰、磨细矿粉等，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) 符合现行国家标准《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T18736 中规定的质量要求及相关产品国家标准要求；

2) 粉煤灰应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中粉煤灰》GB/T 1596 的质量要求；

3) 磨细矿粉应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的质量要求；

4) 不得含有对混凝土及钢材有害的成分；

5) 比表面积宜大于 400m²/kg;

6 清水混凝土中使用的外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的要求，严禁使用含有氯盐的早强剂，外加剂选用应符合混凝土的颜色要求。

4.2.4 保护剂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，应选用对混凝土表面具有保护作用的透明保护剂，应具有防污染性、耐水性、防水性等功能。常用的保护剂品种及特点见表 4.2.4。喷涂施工应按照产品说明书的要求进行。

表 4.2.4 清水混凝土常用透明保护剂的特点

序号	保护剂的类别	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。

4.2.5 保护剂系统分为底涂、中涂和面涂三层施工。底涂材料应具有良好的防水性和封闭性；面涂材料应采用水性氟碳树脂透明材料，使用寿命应不小于 15 年；着色材料应能实现自然、真实、均匀的混凝土颜色、光泽、质感、机理。根据材料选用，底涂性能指标见表 4.2.5-1；中涂的性能指标见表 4.2.5-2；面涂的性能指标见表 4.2.5-3。

表 4.2.5-1 清水混凝土保护剂底涂的性能指标

序号	性能要求	指标
1	硅烷含量	≥28% (含量越高，防水封闭性越强。)
2	一般环境下，渗透深度	≥2mm
3	耐碱性	48 小时无异常
4	吸水量比	≤10%
5	渗透性	≤2mm 无水迹，无变色
6	透水性	≤0.3ml
7	耐水性	96 小时无异常
8	抗返盐碱性	72 小时无异常

4.2.5-2 清水混凝土保护剂中涂的性能指标表

序号	性能要求	指标
1	施工性	涂刷二道无障碍

2	耐碱性（48h）	无异常
3	耐水性（96h）	无异常
4	耐涂层温变（3次循环）	无异常
5	耐洗刷性（1000次）	漆膜未破损
6	附着力（级）	≤2
7	干燥时间（表干），h	≤2

表 4.2.5-3 清水混凝土保护剂面涂的性能指标

序号	性能要求	指标
1	耐人工气候老化	5000 小时不起泡、不脱落、无裂纹
2	耐酸雨性	无异常
3	水蒸气透过率	无异常
4	氟含量	无异常
5	附着力	漆膜未破损
6	耐污性	≤10%
7	耐酸性	168H 无异常

4.3 样板构件的基本要求

4.3.1 清水混凝土样板构件应在施工前明确质感及效果要求。

4.3.2 清水混凝土样板构件宜在实体工程现场临近制作，经建设（监理）、设计和施工共同确认其质量及效果满足要求后，可作为工程施工及质量验收的参照样板。

5 模板工程

5.1 模板选型与深化设计

5.1.1 清水混凝土模板体系可根据建筑结构特点和设计师的效果要求进行分析后选择使用。

5.1.2 模板的设计应满足清水混凝土建筑效果的设计要求，同时满足构件施工加固要求。

5.1.3 同一工程中同类效果要求的构件宜采用同种面板材料。

5.1.4 应根据清水混凝土的外观质量、施工流水段的划分等要求，确定模板类型和对拉螺栓的类型，可参见表 5.1.4-1 和表 5.1.4-2 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，宜选用全钢模板。

表 5.1.4-1 建议选择的模板类型

模板体系类型 清水混凝土类型	金属背楞拼装式木模板	艺术造型模板	钢框胶合板大模板	木梁胶合板模板	全钢大模板	不锈钢模板	铝合金模板
普通清水混凝土			○	●	○		○
饰面清水混凝土	●	○	○	○	○	○	
装饰清水混凝土	●	○	○				
艺术清水混凝土		●			○		

注：“●”表示建议使用；“○”表示宜使用。

表 5.1.4-2 各类模板体系的构造

序号	模板名称	模板构造及安装方式
1	金属背楞拼装式木模板	模板竖肋采用钢梁、铝梁等金属构件，背楞采用金属构件所组成的现场拼装模板体系，面板宜采用清水混凝土模板
2	艺术造型模板	选材主要为木模板体系，不同厚度的模板体系应选用不同面板材料进行控制，面板宜采用清水混凝土模板
3	钢框胶合板大模板	钢框胶合板模板体系由标准模板、调节模板、阴角模、阳角模、斜撑、挑架、对拉螺栓、模板夹具、吊钩等构件组成
4	木梁胶合板模板	由清水混凝土模板、木梁、钢木、对拉螺栓、连接爪、吊钩等构件组成
5	全钢大模板	以型钢为骨架，钢板为面板，焊接而成
6	不锈钢模板	由不锈钢板面和不锈钢加肋组成

7	铝合金模板	以铝合金型材为主要材料，按照受力方式不同可分为拉杆体系和拉片体系两大类
---	-------	-------------------------------------

5.1.5 模板深化设计应包括下列主要内容：

- 1 清水混凝土模板深化设计说明；
- 2 模板的平面配模设计、面板分割设计和对拉螺栓排布设计；
- 3 模板结构节点设计详图。

5.1.6 模板深化设计应符合下列规定：

- 1 模板深化前应熟悉各项图纸的节点做法，并宜进行建模以辅助设计；
- 2 在起重荷载允许的范围内，模板的分块宜通用化、模数化、整体化和定型化，宜减少拼缝；
- 3 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大于 150mm；且宜将对拉螺栓布置在混凝土体外；
- 4 应对清水混凝土结构明缝、阴阳角、对拉螺栓、梁板柱、竖向层间接缝、楼板与墙体交角、丁字墙、门窗洞口、滴水线等节点构造部位，以及装饰图案排布效果等进行详细设计；
- 5 宜将蝉缝尽量设于门窗洞口处；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；
- 6 外墙模板水平蝉缝宜设于楼层标高位置，可利用明缝作为施工缝；明缝还可设在窗台标高、窗口过梁底标高、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；
- 7 对装饰清水混凝土的衬模分割应保证装饰图案的连续性及其施工的可操作性；
- 8 艺术造型模板衬模分割蝉缝应流畅，宜根据结构形态沿径向辐射布置；
- 9 模板面板蝉缝应按照设计要求进行设计，并绘制排板图。饰面清水混凝土的蝉缝线宽应不大于 0.8mm，拼缝应遵循表 5.1.6 所示规则。

表 5.1.6 模板蝉缝排布规则

部位	规律性要求	
	横向	竖向
柱	同一楼层蝉缝印迹的高度应一致	不宜出现竖向蝉缝，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	横向与竖向蝉缝宜闭合，相邻蝉缝间距宜超过 2m；两端允许出现蝉缝，但同一楼层接缝位置应一致	
板	允许出现蝉缝，同一楼层纵横向拼缝应连贯，纵横排列均匀、对称	
剪力墙	允许出现蝉缝，同一片墙（每层相邻两轴线间或柱间为一片墙）的模板横向蝉缝应连贯，纵向蝉缝应对称；大钢模板宜竖向布置，一般不设横缝	

5.2 模板体系及材质要求

5.2.1 金属背楞拼装式木模板体系应符合下列规定：

- 1 宜采用厚度 18mm 的覆膜胶合板作为面板；
- 2 金属型材应有足够的刚度和强度；
- 3 竖向次背楞选用通长的金属型材，间距不应大于 200mm，横向主背楞选用金属型材，间距不宜大于 600mm；
- 4 外墙清水混凝土构件应选用五段式止水对拉螺栓，内墙清水混凝土构件可选用通丝螺栓，模板底部 2 排对拉螺栓采用双螺帽，每套对拉螺栓配防凸卡具.；
- 5 模板之间紧贴 1.5mm 双面胶条，双面胶条离模板内侧 1mm，并采用连接片竖向连接，竖缝与横缝交叉位置单独加设一连接片连接，连接片间距不宜大于 300mm。见本规程附录 A.0.6-1~A.0.6-3。

5.2.2 艺术造型模板体系应符合下列规定：

- 1 艺术造型模板体系应有定位措施、加固措施；
- 2 艺术造型应以建筑模型为基础进行造型背楞深化设计，符合艺术清水混凝土结构形态造型，同时满足结构承载力。

5.2.3 钢框胶合板模板体系应符合以下规定：

- 1 应对模板和支架的刚度、强度和稳定性进行验算，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；
- 2 模板的中间肋根据模板的大小可选用 40mm×60mm×3mm 的焊接方管或 43mm×3mm 扁钢焊接在模板边框上。

5.2.4 木梁胶合板模板体系应符合下列规定：

- 1 主、次背楞宜采用木梁或钢木，长度方向表面用 2m 靠尺检查误差不超过 2mm；
- 2 木梁应保持平行；
- 3 覆膜胶合板与背楞采用螺钉连接。

5.2.5 全钢大模板体系应符合下列规定：

- 1 全钢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，所选用的材质可由设计确定；
- 2 全钢大模板宜采用 5mm~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。

5.3 节点构造

5.3.1 对拉螺栓节点构造应符合下列规定：

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螺栓；

2 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带有止水板的五段式止水对拉螺栓，锥体堵头与模板贴合处加橡胶垫圈，锥体堵头外侧模板与主背楞间加“防凸垫”，保证混凝土成型面的平整。见本规程附录 A.0.4-1、A.0.4-2；

3 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 SG5 以上塑料内撑套管。两端附加锥形塑料堵头和弹性垫圈，见本规程附录 A.0.4-3、A.0.4-4；

4 对拉螺栓孔眼应根据防水、耐久性要求进行封堵处理，见本规程附录 A.0.4-5；

5 艺术造型模板采用“五段式止水对拉螺栓”对拉加固时，对拉螺栓外侧最大间距宜控制在 600mm 均匀排布。

5.3.2 梁、板、柱模板节点构造应符合下列规定：

1 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；

2 梁底模宽度宜与梁构件等宽，梁侧面模板将底模夹紧，接缝处应不漏浆；

3 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；

4 柱模板龙骨宜采用柱箍型式，从柱底标高向上 3m 高度范围内，间距不超过 400mm；

5 柱头宜采用专用模板单独配置，柱与梁、板宜分开施工。见本规程附录 A.0.5-1~A.0.5-4；

6 柱头模板与梁、板、柱节点组拼允许偏差应符合表 5.3.2-1、表 5.3.2-2 的规定。

表 5.3.2-1 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	1	塞尺量

表 5.3.2-2 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	钢卷尺量

5.3.3 金属背楞拼装式木模板体系节点构造应符合下列规定：

1 阴角模板宜采用坡口连接，模板背面宜使用角码或专用连接件将两侧模板连接为整体，以保证阴角模板拼缝紧密，见本规程附录 A.0.1-1；阳角模板宜采用端头搭接，竖向次背楞需贴合模板端头拼缝两侧，主背楞宜采用 45°斜拉方式进行加固，见本规程附录 A.0.1-2、A.0.1-3；

2 丁字墙外侧模板宜延长到另一开间，且对拉螺杆不宜设置在隔墙截面范围内，见本规程附录 A.0.1-4；

3 门窗两侧采用墙体端部加固方式，门窗洞顶部及底部采用顶托配合木方加固，窗台模板需预留排气口；顶部配合直通型对拉螺栓对拉，保证洞口顶部不变形；门窗内侧预留企口采用双层模板条，滴水线采用定制塑料条或木条预留，见本规程附录 A.0.1-5~A.0.1-8；

4 上层墙体模板采用下层已浇清水混凝土墙体最上排对拉螺栓加固，通过螺栓连接稳定模板支撑的工作面，见本规程附录 A.0.1-9~A.0.1-10。

5.3.4 艺术造型模板体系节点构造应符合下列规定：

1 艺术造型模板体系应先安装定位背楞，再安装造型背楞；

2 造型背楞宜使用多层模板叠加，增加稳定性；

3 基层模板板缝与清水覆膜面板板缝错开，且基层模板板缝宜使用打磨机打磨，见本规程附录 A.0.2-1。

5.3.5 木梁胶合板模板体系节点构造应符合下列规定：

1 在选择安装吊钩的木梁时，距吊钩孔距离最近的木梁腹板接缝应大于 1.5m；

2 安装端头木梁，如果面板超过了木梁的长度尺寸，就要根据需要尺寸临时增添端头木梁。

5.3.6 全钢大模板体系的阴阳角节点构造应符合下列规定：

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，见本规程附录 A.0.3-1,也可以采用阳角模的连接形式，见本规程附录 A.0.3-2；

2 阴角设置应采用阴角模板，阴角模与大模板之间应留有 1mm 的间隙，并且阴角模比大模板应高出 100-150mm，阴角模上部宜设置防撬管；阴角模板与大模板之间可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，见本规程附录 A.0.3-3、A.0.3-4；

3 全钢大模板体系模板拼缝通过 Y 形连接节点进行密拼，见本规程附录 A.0.3-5、A.0.3-6。

5.4 模板的制作与验收

5.4.1 模板应按照设计进行加工，控制加工精度，模板表面应平整、方正，拼缝严密。

5.4.2 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，应及时涂刷脱模剂。

5.4.3 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，接触应严密。

5.4.4 模板在安装前宜先进行预拼装，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应符合表 5.4.4 的规定，经组拼合格的模板应在背面进行编号。

表 5.4.4 拼装式模板加工允许偏差

项次	项目	允许偏差 (mm)		检验方法
		饰面清水混凝土	普通清水混凝土	
1	模板高度	+1、-2	+2、-3	卷尺量
2	模板宽度	1	2	卷尺量
3	模板板面对角线差	≤1	≤2	卷尺量
4	模板平整度	2	3	2m 靠尺及塞尺量
5	相邻模板拼缝高低差	≤0.5	≤0.8	平尺及塞尺量
6	相邻模板拼缝间隙	≤0.5	≤0.8	塞尺量

5.4.5 模板面板间拼缝应严密、平整且无错台。

5.4.6 模板加工制作完成或进场，应按本规程附录 B 进行检查验收。

5.4.7 加工的大模板进场时，应按照表 5.4.7 的规定对模板尺寸、方正、拼缝、企口和板面平整度等进行验收，也应对模板及配件数量进行检查。

表 5.4.7 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
		饰面清水混凝土	普通清水混凝土	
1	模板高度	±2	±2	卷尺量
2	模板宽度	±1	±1	卷尺量
3	模板板面对角线差	≤2	≤3	卷尺量
4	模板平整度	2	3	2m 靠尺及塞尺量
5	边肋平直度	2	2	2m 靠尺及塞尺量
6	相邻面板拼缝高低差	≤0.5	≤1.0	平尺及塞尺量
7	相邻面板拼缝间隙	≤0.8	≤0.8	塞尺量

8	连接孔中心距	±1	±1	游标卡尺量
9	孔中心与板面间距	±0.5	±0.5	游标卡尺量

5.4.8 艺术造型模板加工应符合下列规定：

- 1 艺术造型背楞模板面板尺寸应满足结构曲率的弯曲需求；
- 2 模板应在厂内按照深化设计排版图编号进行预拼，严禁在现场切割面板；
- 3 造型背楞加工完成后边缘形态应与深化模型一致，面板边缘应顺滑。

5.5 脱模剂的选用与施工

5.5.1 脱模剂应易于脱模、便于操作和清理，脱模后效果应满足混凝土表面质量要求，且不得污染和锈蚀模板。

5.5.2 脱模剂的选用应考虑模板的种类、设计要求的混凝土表面效果和现场施工条件，相同构件宜选用同种脱模剂，清水混凝土模板用脱模剂的选用见表 5.5.2。

表 5.5.2 清水混凝土模板用脱模剂的选用

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性类、油包水、化学类、油漆类、乳化石蜡类。
2	胶合板	可用水性类、油性类及化学脱模剂。
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	宜用乳化石蜡类，禁用油性类脱模剂。
5	钢模板、不锈钢模板、铝合金模板	宜用加表面活性剂的油性类、乳化石蜡类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。

5.5.3 饰面清水混凝土宜选用乳化石蜡类脱模剂，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性类脱模剂，但在负温下明显变稠的油类脱模剂不宜使用。

5.5.4 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。

5.5.5 精细木纹板宜采用油性漆类材料涂刷，糙面木纹不需使用脱模剂材料

5.6 模板安装

5.6.1 模板安装前应首先进行试拼装，验收合格后方可正式进行模板安装。

5.6.2 模板安装前，应对结构预埋件的尺寸、位置进行校验。模板安装完毕后需要清理模板内杂物。

5.6.3 模板安装的允许偏差应符合表 5.6.3 的规定。

表 5.6.3 模板安装允许偏差

项目		允许偏差(mm)		检验方法
		普通 清水混凝土	饰面 清水混凝土	
轴线位移	柱、墙、梁	4	3	尺量
截面模内尺寸	柱、墙、梁	0、-4	0、-3	尺量
底模上表面标高		±5	±3	水准仪或拉线检查
相邻两模板高低差		3	2	2m 靠尺、楔形塞尺量
层高垂直度	≤6m	6	3	2m 托线板
	>6m	8	5	
表面平整度		<3	<2	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	3	2	方尺、楔形塞尺量
	角线顺直	3	2	5m 线尺量
预留孔洞	中心线位移	8	6	拉线、尺量
	内孔洞尺寸	+8, 0	+4, 0	拉线、尺量
预埋件、预埋管、 螺栓	中心线位移	3	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)	3	2	拉线、尺量
	宽、高	±5	±3	拉线、尺量
	对角线	4	2	拉线、尺量

5.6.4 衬模模板安装应符合下列规定：

- 1 根据设计要求竖向拼缝呈现无规则状态时，水平拼缝可在结构转角处交圈；
- 2 螺栓孔沿木纹板居中设置；
- 3 装饰清水混凝土构件有层次感要求时，局部拼缝宜通过背面加垫板或生产不同厚度衬模板来形成错台。

5.6.5 艺术造型模板安装应符合下列规定：

- 1 造型龙骨和定位龙骨安装应准确、稳固，模板安装应与测量控制定位体系结合；
- 2 模板安装应严格根据深化设计排版及编号进行安装；
- 3 模板拼缝线条应紧密、流畅，无明显折角；
- 4 模板拼缝不得大于 0.8mm。

5.7 模板拆除

5.7.1 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规范》GB50666 和《建筑工程大模板技术规程》JGJ74 的规定外，还应符合下列规定：

1 应适当延长拆模时间不少于 36h，不得损伤混凝土成品；

2 模板拆除后应及时清理，对影响观感的缺陷进行表面处理。

5.7.2 模板的拆除顺序应按模板设计要求进行，各紧固件依次拆除后，应使用垫板轻轻将模板撬离混凝土，并应对对拉螺栓孔眼进行保护；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。

6 钢筋工程

6.1 钢筋深化设计

6.1.1 钢筋深化设计应根据构件的几何尺寸与构件内包材料的截面尺寸，对构件内钢筋进行排布或调整，并设计各构件钢筋相互穿插或与型钢连接的构造措施，使梁、柱以及其他构件钢筋穿插位置满足设计、规范要求。

6.1.2 钢筋与型钢的连接可以采用钢筋绕过型钢、钢筋伸至型钢边弯锚、钢筋穿过型钢腹板、钢筋与型钢通过连接板焊接连接、钢筋与型钢通过钢筋连接器连接等方式，深化设计时应根据设计要求及工程实际情况选用。

6.1.3 预应力梁应进行预应力钢筋深化设计，确定预应力筋或成孔管道的形状和位置。

6.1.4 对拉螺杆与钢筋位置冲突时，可对钢筋位置进行微调。

6.2 钢筋加工

6.2.1 钢筋应表面清洁、无明显锈蚀和污染。

6.2.2 钢筋加工时应考虑其叠放位置和穿插顺序，并应根据钢筋的占位避让关系确定加工尺寸；还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，确保钢筋总长度、钢筋位置准确和保护层厚度符合要求。

6.2.3 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。

6.2.4 曲面清水混凝土中所用钢筋宜在符合要求的胎模上绑扎成型制作成钢筋骨架，再运至现场整体吊装。

6.3 钢筋安装

6.3.1 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设计规范要求，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。

6.3.2 绑扎钢筋前，宜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，可调整钢筋位置，但调整幅度必须在规范允许范围内。钢筋绑扎过程中，遇雨雪天气，应对钢筋进行苫盖，雨雪天气过后应对钢筋进行清理。

6.3.3 钢筋安装时应保证钢筋在模板中的位置和保护层厚度符合设计规范要求；保护层塑料卡环呈梅花型放置，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。

6.3.4 竖向筋与水平筋交叉点均应绑扎，绑扎钢丝拧紧应不少于两圈，丝头均应朝向截面中心。扎丝绑完后应将扎丝尾向里或侧边按倒。

6.3.5 采用直螺纹接头，箍筋及墙体水平筋应避免接头位置。

6.3.6 预埋件的埋设应准确、牢固；外露预埋件使用前宜进行热镀锌防锈处理。控制好预埋钢板表面与周边砼表面的高差距离。

6.3.7 电焊施工时，应采取避免焊渣灼伤模板和塑料波纹管的措施，焊点处焊渣应及时清理干净。

6.3.8 钢筋绑扎完成后，不应承受推、拉、碰、撞等外力作用，应有防雨水冲淋措施。

6.3.9 钢筋、预埋件入模、安装过程中，不得碰伤、刮花模板面板。钢筋间距应保证振捣棒能顺利通过不挤伤模板。

6.3.10 钢筋安装应采取防止钢筋受模板、模具内表面的脱模剂污染的措施钢筋应错开对拉螺栓孔及堵头位置。

6.3.11 预应力筋或成孔管道应按设计规定的形状和位置安装。

6.3.12 钢筋工程安装允许偏差应符合表 6.3.12 的规定。

表 6.3.12 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

6.3.13 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。对于处于露天环境的清水混凝土结构，其纵向受力钢筋的混凝土保护层的最小厚度应符合表 6.3.13 的规定。

表 6.3.13 清水混凝土结构纵向受力钢筋的保护层最小厚度 (mm)

部位	板、墙、壳	梁、柱、杆
保护层最小厚度	25	35

7 混凝土工程

7.1 配合比设计

7.1.1 清水混凝土的配合比除应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；应考虑工程所处环境，根据抗碳化、抗冻害、抗盐害和抑制碱-骨料反应等对混凝土耐久性产生影响的因素进行配合比设计。

7.1.2 清水混凝土的配合比的确定与调整应符合下列规定：

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、调整与确定应按现行行业标准《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不应超过 0.15%；

3 混凝土水胶比与保护层厚度的关系宜满足本规程混凝土中性化深度计算，根据已知数据算出水胶比，或根据已选定的水胶比确定保护层厚度

4 砂率宜在 40%~45%的范围内；胶凝材料用量也不宜低于 300kg/m³；在满足技术要求的前提下，宜采用较低胶凝材料用量；用水量不宜超过 170kg/m³；粗骨料最大粒径不宜大于 25mm，在满足施工性能的前提下，尽量提高粗骨料含量；

5 用于混凝土中的矿物掺合料占胶凝材料总量的最大百分率宜按表 7.1.2 控制；

表 7.1.2 矿物掺合料占胶凝材料总量的百分率限值

矿物掺合料种类	水胶比	水泥品种	
		硅酸盐水泥 (%)	普通硅酸盐水泥 (%)
粉煤灰 (F 类 I、II 类)	≤0.40	≤45	≤35
	>0.40	≤40	≤30
粒化高炉矿渣粉	≤0.40	≤65	≤55
	>0.40	≤55	≤45
硅粉	—	≤10	≤10
石灰石粉	≤0.40	≤35	≤25
	>0.40	≤30	≤20
钢渣粉	—	≤30	≤20
复合掺合料	≤0.40	≤65	≤55
	>0.40	≤55	≤45

注：复合掺合料中各组分的掺量不宜超过任一组分单掺时的上限掺量。

6 彩色清水混凝土应进行配合比试验，并通过添加混凝土着色剂调整颜色。

7.2 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现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 中所规定的要

求，选用的搅拌机应符合现行国家标准《混凝土搅拌机》GB/T 9142 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，应采用同一料台搅拌，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。

7.2.2 混凝土拌合物应均匀，能保证同一视觉空间工程的混凝土表面色均性。

7.2.3 混凝土拌合物应工作性能优良，无明显泌水现象，坍落度的 90min 经时损失值宜小于 30mm。

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入模坍落度宜为 $160 \pm 20\text{mm}$ ，用于浇筑墙、梁、板的混凝土入模坍落度宜为 $180 \pm 20\text{mm}$ 。艺术清水混凝土建筑构件宜为 $200 \pm 20\text{mm}$ 。

7.3 混凝土浇筑

7.3.1 浇筑前应先清理模板内垃圾，模板内应清洁、无积水。

7.3.2 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。

7.3.3 墙、柱浇筑应首先在根部浇筑厚度小于 30mm 的去石子砂浆，再浇筑混凝土。混凝土倾落高度应控制在 3m 以内。

7.3.4 采用振捣棒进行振捣时，混凝土振点应从边缘开始向中间分布，且应布棒均匀，并应随浇筑连续进行。

7.3.5 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，宜为 20s~30s，振捣过程中应避免过振，振捣棒与饰面混凝土表面距离不宜小于 50mm。

7.3.6 混凝土先后两次浇筑的间隔时间不得超过初凝时间，二次浇筑时，振捣棒应插入下层混凝土中 50mm~100mm。

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

7.4 混凝土养护

7.4.1 清水混凝土暴露表面的养护应从浇筑成型后开始，混凝土表面不得直接用草帘或草袋覆盖，应采用塑料薄膜覆盖养护，低温条件下可采用塑料薄膜外覆盖防火棉毡；随龄期的增长可适时采用洒水或蒸汽和保湿并用；对同一视觉范围内的混凝土宜施以相同的养护条件，保证混凝土表面色均性。

7.4.2 清水混凝土的竖向结构拆模后应立即养护，宜采用喷淋养护或塑料薄膜覆盖保湿养护，不宜采用喷涂养护剂养护；梁板混凝土浇筑完毕后应分片分段收面，应及时采用塑料薄膜覆盖保湿养护。

7.4.3 清水混凝土养护的时间不少于 7d，墙板及楼层板养护时间不少于 7d，屋面养护时间不少于 14d。

8 施工缝的设置与施工

8.1 施工缝的设置

8.1.1 施工缝位置留置宜与明缝设置相协调，并应得到设计单位认可。

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。宜先浇筑清水混凝土构件，后浇筑非清水混凝土构件。

8.1.3 清水混凝土施工缝应设置在剪力较小处，并应符合设计规范要求，应做蝉缝或明缝效果处理。

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 30mm，墙面梁豁处预留尺寸应不大于梁截面尺寸。

8.1.5 施工流水段应结合变形缝的位置进行划分。当必须设置竖向施工缝时，宜设置在竖向明缝处，且混凝土墙体浇筑的长度宜比设计位置每边宽出约 30mm；后浇带及膨胀加强带宽度宜与两条明缝之间距离一致。

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。

8.2 施工缝的施工

8.2.1 模板与结构实体接触处宜采用海绵条、防渗胶、止水带、密封胶等具有防漏作用的衬垫对模板进行密封。

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。

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，可作为上一层模板下口明缝条的卡座。

8.2.4 柱和墙体顶面的水平施工缝以及墙、板和梁的竖向施工缝可用无齿锯沿线切割，且切割深度宜为 10mm，切割完成后将切割线以外的混凝土剔凿。

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。

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宜涂刷封边漆。
- 9.1.2 清水混凝土模板应设置固定堆放场地，应放置在干燥且不受日光暴晒的地方；场内应设有可靠的防水、防潮、防火及排水设施。大模板的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。
- 9.1.3 在施工过程中应注意对模板面板及装饰衬模板面的保护，搬运、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，吊装模板时应避免绳索等对模板边的损坏。
- 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。
- 9.1.5 拆模后的模板应及时清灰，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雪措施，预留插筋及墙体钢筋应有临时防雨雪措施。
- 9.2.2 主筋采用直螺纹连接时，丝头应戴好保护帽。
- 9.2.3 浇筑前，应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。
- 9.2.4 涂刷脱模剂时，不得涂刷在钢筋上。

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。
- 9.3.2 当脚手架、吊篮等与成品混凝土表面接触时，应当使用垫板或柔性材料保护。
- 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、清水板边易破损的部位，应安装硬质护角。
- 9.3.5 严禁随意剔凿成品清水混凝土表面。
- 9.3.6 施工通道位置应尽量避免清水混凝土构件。无法避开时，应在地面以上 1.8m 高范围内采用硬质材料包裹保护。
- 9.3.7 大型机械设备附墙杆件应避免选择在清水混凝土构件位置，如无法避开时不应采用预埋钢板焊接的方式。
- 9.3.8 在清水混凝土表面不应弹墨线、书写、涂鸦等标记。
- 9.3.9 保护剂局部或整体施工完成后，应对完成的部位做成品保护。
- 9.3.10 保护剂施工后，应在容易碰触到的阳角、门洞口、柱等部位做好保护。

9.3.11 个别易污染、磕碰损坏，成品保护施工难度大的部位，应放在项目最后进行施工。

9.3.12 对已施完成部位宜用塑料薄膜进行覆盖保护，地面 1.5m 高度应用硬质材料捆绑固定保护。

9.3.13 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。

9.3.14 当脚手架、吊篮等与成品混凝土表面接触时，应使用垫板保护。

9.3.15 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。

清水墙柱阴阳角、门窗洞口、清水楼梯、清水板边易破损的部位，应安装硬质护角。

9.3.16 严禁剔凿成品清水混凝土表面。

10 清水混凝土保护剂施工

10.1 表面处理

- 10.1.1 清水混凝土拆除模板后应及时清理表面污染物或印迹。
- 10.1.2 模板拆除后，应进行螺栓孔封堵及混凝土表面缺陷修补，封堵应密实，应符合设计规范要求。
- 10.1.3 清水混凝土缺陷部位的修补，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。
- 10.1.4 清水混凝土表面细粒污染物可采用细砂纸打磨清除，并应避免损伤混凝土表面光洁度。

10.2 保护剂施工

- 10.2.1 当设计要求清水混凝土外表面喷涂保护剂时，可采用透明保护剂或着色透明保护剂喷涂施工，并宜先做样板。
- 10.2.2 选择的保护剂应与混凝土表面有良好的粘结性，在露天环境下应有良好的耐老化性，且不得对混凝土有腐蚀性。
- 10.2.3 喷涂施工前，应将整个外露面清理干净，可采用清水冲洗或拧干湿毛巾擦洗，如遇油污应清洗干净，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。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。
- 10.2.6 保护剂施工完成后外观颜色均匀一致，光泽均匀，光滑无挡手感，不允许出现泛碱、咬色、流坠、疙瘩、砂眼以及刷纹等。
- 10.2.7 清水混凝土浇筑完成并常温下养护时间不小于 14d，混凝土含水率小于 10%，混凝土表面禁止有渗水现象。
- 10.2.8 强风时会发生涂装不均，保护剂飞散，请避免施工。
- 10.2.9 由于气象条件的变化而引起底材、涂装面结露时不应施工。

11 清水混凝土实体质量验收

11.1 一般规定

11.1.1 清水混凝土的质量检验评定，应包括混凝土强度、裂缝、钢筋的保护层厚度、外观质量、尺寸偏差等。

11.1.2 清水混凝土的强度应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的规定分批检验评定。混凝土的强度等级必须符合设计要求。用于检验混凝土强度的试件应在浇筑地点随机抽取。

11.1.3 混凝土保护层厚度允许偏差满足本规程要求的合格率，对于饰面和装饰清水混凝土不应小于 90%，对于普通清水混凝土不应小于 90%。混凝土保护层厚度的检测应符合现行行业标准《混凝土中钢筋检测技术标准》JGJ/T 152 的规定。

11.1.4 清水混凝土的实体质量应满足现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的要求。

11.1.5 清水混凝土应满足工程所处条件下的耐久性要求，清水混凝土保护层应满足现行行业标准《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169 的规定。

11.2 主控项目

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。装饰及艺术清水混凝土表面质感应真实、自然，经设计师确认装饰及艺术效果。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

11.2.2 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不得大于 0.15mm；装饰清水混凝土和艺术清水混凝土表面裂纹宽度不得大于 0.2mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，尺量检查。

11.2.3 表面气泡

普通清水混凝土表面气泡应分散，饰面清水混凝土表面气泡最大直径不大于 8mm，深度不大于 2mm，

每平方米气泡面积不大于 20cm²。

艺术清水混凝土表面气泡应符合设计要求

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，量测。

11.2.4 梁柱节点或楼板与墙体交角、线、面清晰。起拱线、拱面几何尺寸应准确、顺滑。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

11.3 一般项目

11.3.1 明缝直线度与对拉螺栓孔

饰面清水混凝土明缝直线度偏差每米应不大于 3mm。对拉螺栓孔眼分布规则，排列整齐，拆模后应封堵密实，颜色应同墙面一致；如封堵的孔眼颜色与墙面不一致，孔眼应呈同一颜色，形成有规律性的装饰效果。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。在同一检验批内，对梁、柱，应抽查构件数量的 30%，且不少于 5 件。对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 30%，且不少于 5 间。

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

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。在同一检验批内，对梁、柱，应抽查构件数量的 30%，且不少于 5 件。对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 30%，且不少于 5 件。

11.3.3 清水混凝土结构允许偏差与检查方法应符合表 11.3.3 的规定。

检查数量：抽查各检验批的 30%，且不应少于 5 件。

表 11.3.3 清水混凝土结构尺寸允许偏差和检验方法

项次	项目		允许偏差 (mm)				检查方法
			普通清水 混凝土	饰面清水 混凝土	装饰清水 混凝土	艺术清水 混凝土	
1	轴线位移	墙、柱、梁	6	5	5	6	钢尺
2	截面尺寸	墙、柱、梁	±5	±3	±3	—	钢尺
3	标高	层高	±8	±5	±5	±5	水准仪或拉线、钢尺
		全高	±30	±30	±30	±30	
4	垂直度	层高	8	5	5	8	经纬仪或吊线、钢尺
		全高 (H)	H/1000 且 ≤ 30	H/1000 且 ≤ 30	H/1000 且 ≤ 30	—	经纬仪、钢尺
5	表面平整度		4	3	—	3	2m 靠尺、塞尺
6	角线顺直度		4	3	—	—	拉线、尺量
7	阴阳角	方正	4	3	4	—	钢尺

		顺直	4	3	4	—	
8	阳台、雨罩位置		±8	±5	±8	±8	丈量
9	明缝直线度		—	3	3	—	拉5m线, 不足5m拉通线, 钢尺检查
10	禅缝	错台	—	1	—	1	靠尺、塞尺
		禅缝交圈	—	3	—	—	拉5m线, 不足5m拉通线, 钢尺检查
11	保护层厚度	柱、梁	±5	±5	±6	—	保护层厚度无损检测仪
		墙、板	±3	±3	±6	±6	
11	预留洞口	中心线位移	10	5	5	5	丈量
		洞口尺寸	+10, -0	+5, -0	+5, -0	+5, -0	丈量
		门窗洞口对角线	5	2	2	—	拉线、丈量
12	预埋设施 中心线位移	预埋件	10	2	2	2	拉线、丈量
		预埋螺栓	+5, 0	2	2	2	拉线、丈量
		预埋管	3	3	3	3	丈量
13	曲线偏差		—	—	—	±5	经纬仪、拉线

12 季节性施工

12.1 冬季施工

12.1.1 冬期施工应编写专项方案，包括施工措施和注意事项等，施工前对操作人员进行交底。

12.1.2 混凝土所用的骨料应清洁，不得含有冰、雪、冻块及其他易冻物质，必要时应对拌和用水采取加热措施，提高混凝土拌合物温度。

12.1.3 冬期施工混凝土用外加剂，应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定，且应进行试配，保证清水混凝土不产生明显色差。

12.1.4 冬期浇筑混凝土，混凝土入模温度不应低于 5℃。混凝土浇筑后，应进行保湿保温养护。平均气温低于-15℃时，应停止混凝土浇筑作业。

12.1.5 由于气象条件的变化而引起底材、涂装面结露时不应进行保护剂施工。

12.1.6 冬期不宜进行保护剂施工，如遇特殊情况必须施工，应采取有效的保温采暖冬施措施。施工部位全天平均温度低于 5℃或最低温度低于 0℃时严禁进行保护剂施工。

12.2 雨季施工

12.2.1 雨季施工应编写专项方案，包括施工措施和注意事项等，施工前对操作人员进行交底。

12.2.2 小雨、中雨天气不宜露天浇筑混凝土，如遇特殊情况必须施工，应采取混凝土质量保证措施；大雨、暴雨天气严禁进行混凝土露天浇筑。

12.2.3 浇筑过程中突遇大雨天气时，应及时在结构合理部位留置施工缝，并应中止混凝土浇筑；对已浇筑还未硬化的混凝土应立即覆盖，严禁雨水直接冲刷新浇筑的混凝土。

12.2.4 施工中遇下雨、下雪时应立即停止保护剂施工，用保护膜保护完成面。

12.2.5 平均湿度超过 80%时，不应进行保护剂施工。

12.2.6 各类保温保湿覆盖物，不应与混凝土粘连，且不掉色。

12.3 高温施工

12.3.1 高温施工应编写专项方案，包括施工措施和注意事项等，施工前对操作人员进行交底。

12.3.2 高温施工时，混凝土骨料应采取遮阳防晒等措施。

12.3.3 高温施工时，应分析原材料温度、环境温度、混凝土运输方式与实践对混凝土初凝时间、塌落度损失等性能指标的影响，根据环境温度、湿度、风力和采取温控措施的实际情况，对混凝土配合比进行调整，调整后应进行试配，保证清水混凝土不产生明显色差。

12.3.4 混凝土浇筑宜在早间或晚间进行，且连续浇筑。当混凝土水分蒸发较快时，应在施工作业面采取挡风、遮阳、喷雾等措施。

附录 A 清水混凝土模板组拼与节点构造案例

A.0.1 金属背楞拼装式木模板体系节点构造示例见图 A.0.1-1~10

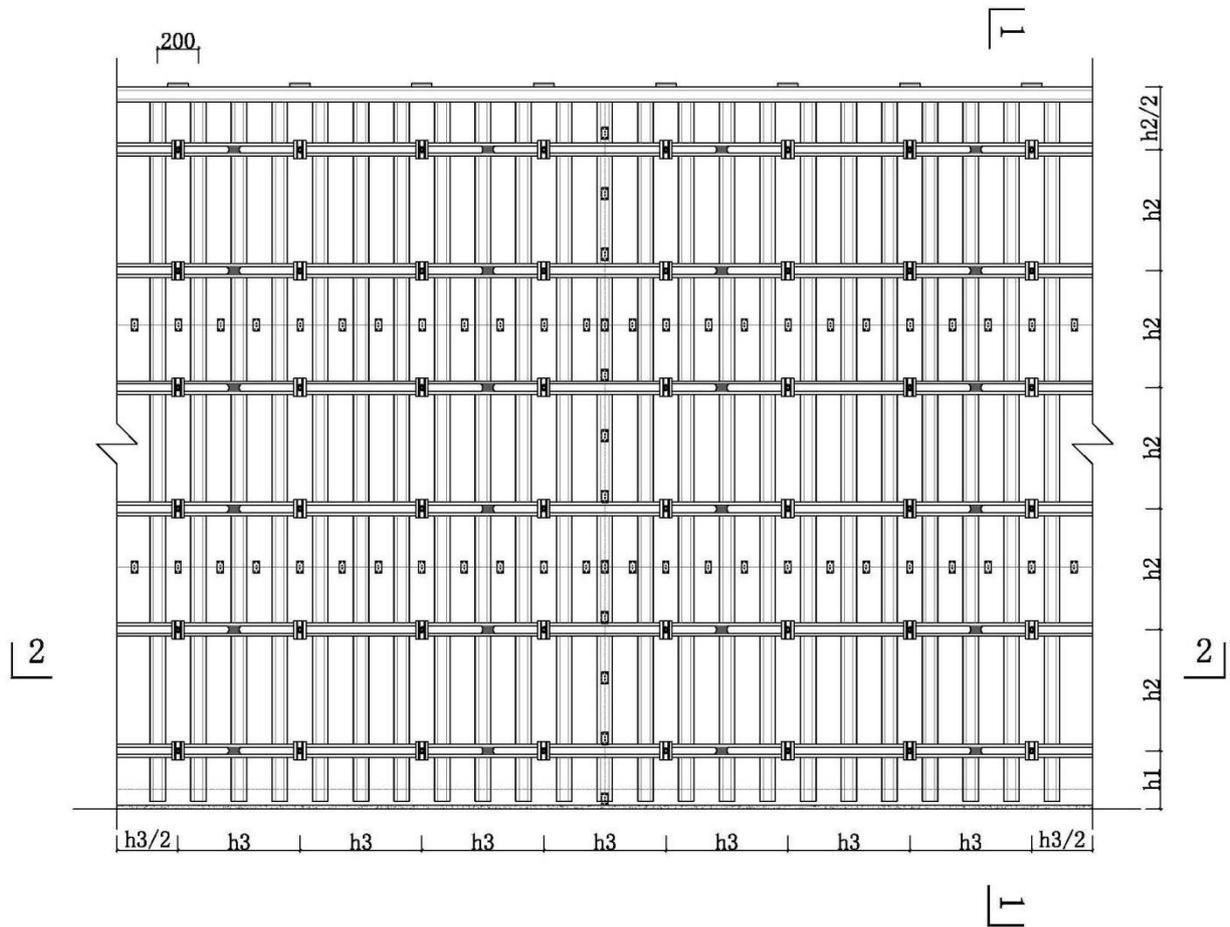


图 A.0.1-1 金属背楞拼装式木模板体系节点图示意图

h_1 -底部螺杆距地面的距离； h_2 -横向螺杆排布间距； h_3 -竖向螺杆排布间距

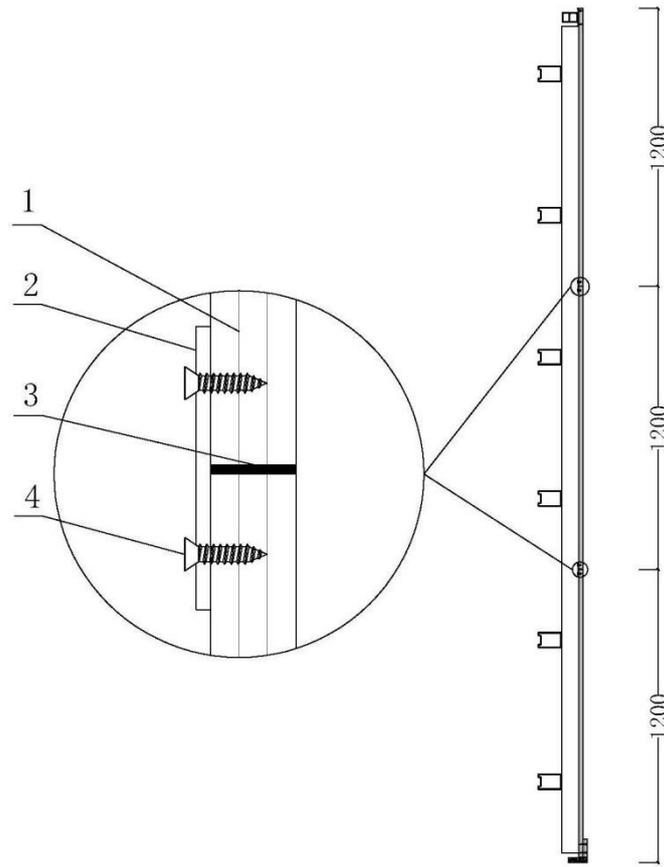


图 A.0.1-2 金属背楞拼装式木模板体系剖面详图

1-18mm 厚清水覆膜模板；2-连接片；3-1.5mm 双面胶条；4-高强度自攻螺丝

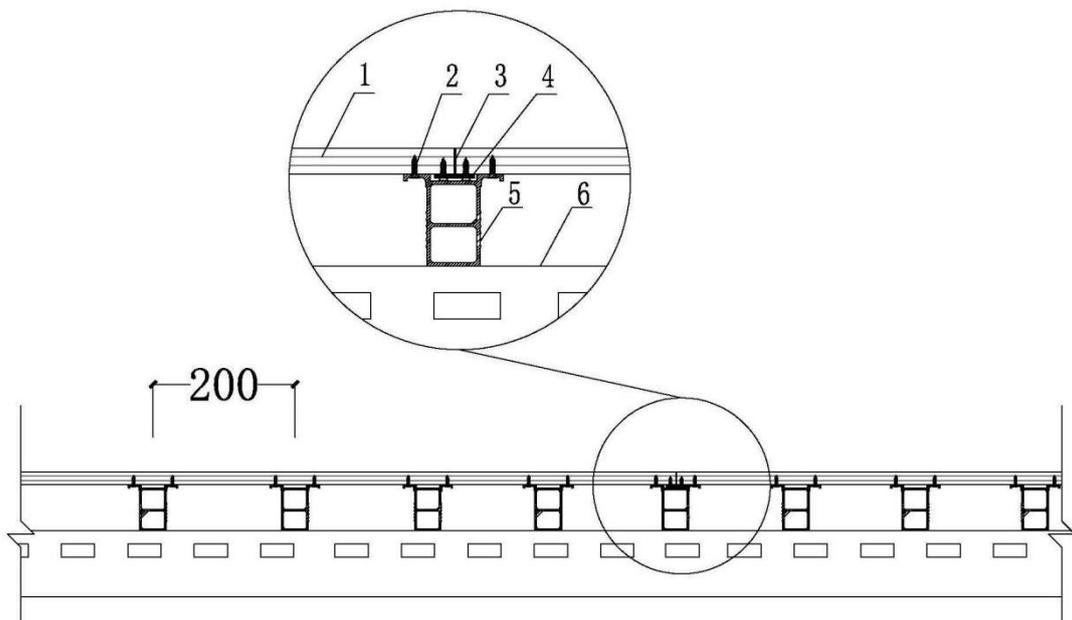


图 A.0.1-3 金属背楞拼装式木模板体系剖面详图

1-18mm 厚清水覆膜模板；2-高强度自攻螺丝；3-1.5mm 双面胶条；4-连接片；
5-竖向金属次背楞；6-横向金属主背楞

A.0.2 对拉螺栓节点构造示例见图 A.0.2-1~A.0.2-5

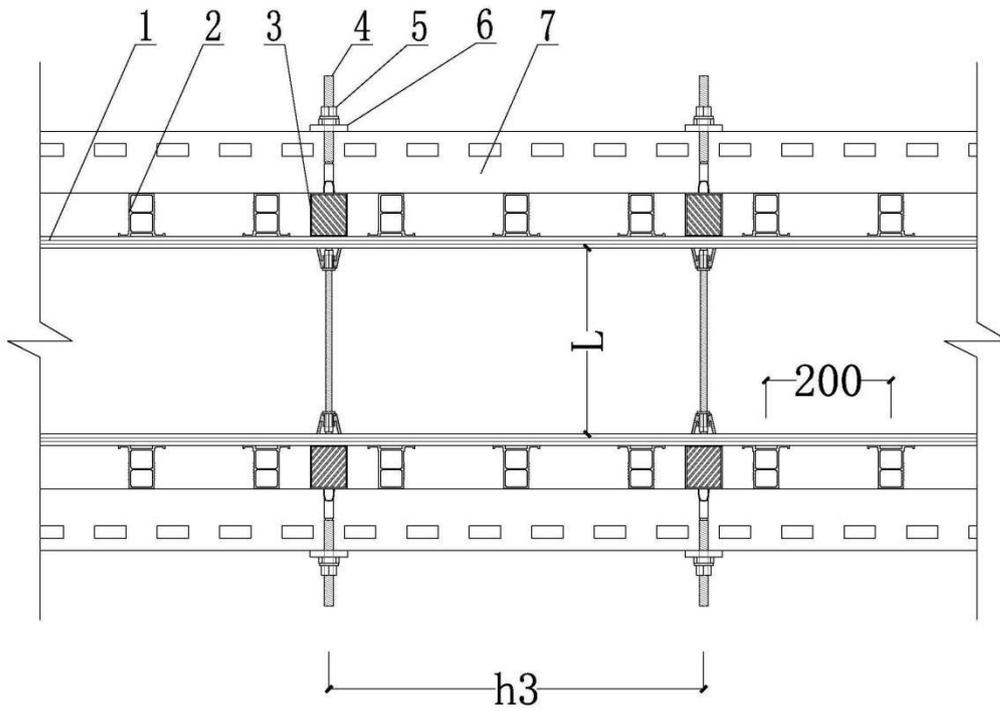


图 A.0.2-1 五段式止水对拉螺栓紧固的节点构造平面示意图

L-清水墙体厚度；h3-螺栓横向间距；1-18mm 厚清水覆膜模板；2-竖向金属次背楞；3-防凸卡具

4-五段式止水对拉螺栓；5-螺帽；6-铸铁垫片；7-横向金属主背楞

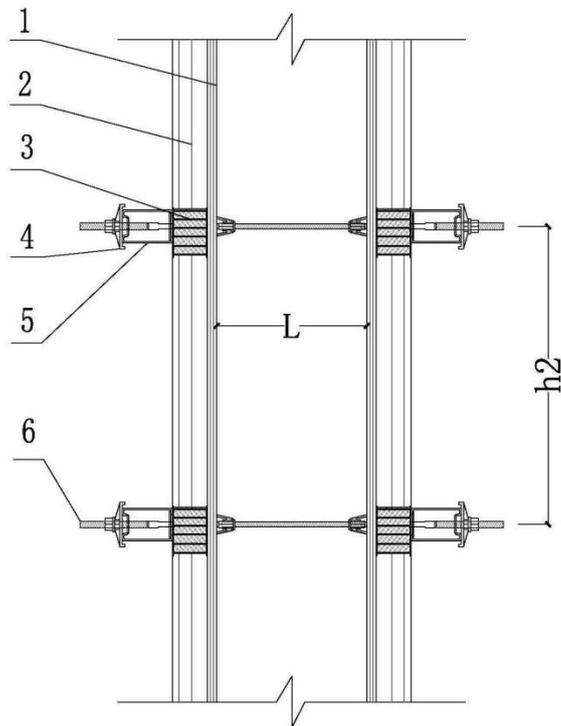


图 A.0.2-2 五段式止水对拉螺栓紧固的节点构造剖面示意图

L-清水墙体厚度；h2-螺栓竖向间距；1-18mm 厚清水覆膜模板；2-竖向金属次背楞；3-防凸卡具；

4-铸铁垫片；5-横向金属主背楞；6-五段式止水对拉螺栓；

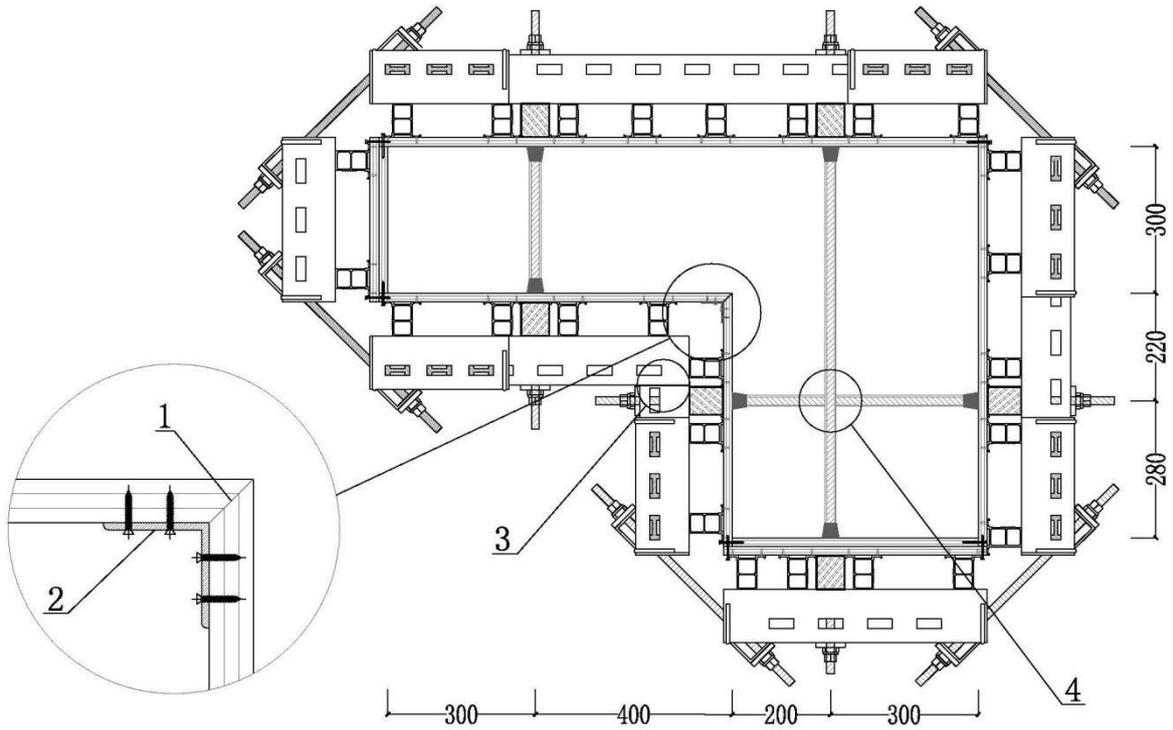


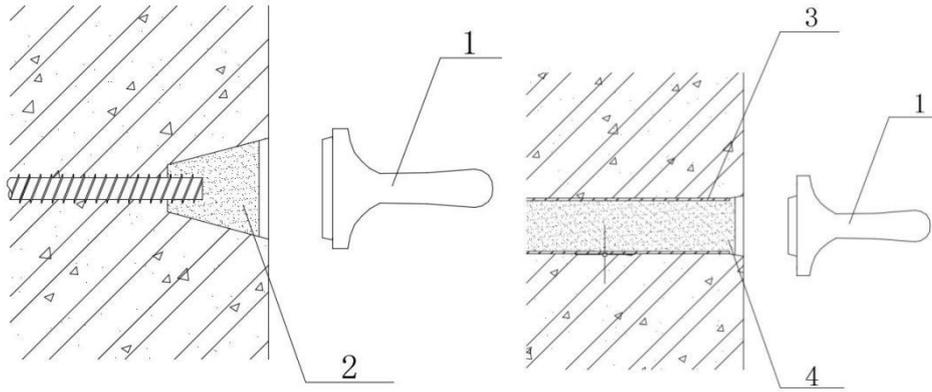
图 A.0.2-3 直通型螺栓加固节点平面图

1-模板 45° 倒角；2-阴角 40mm×40mm 通长角铁；

3-横向金属主背楞型材焊接处理；4-横向螺栓孔与竖向螺栓孔上下错位 25mm



图 A.0.2-4 弹性垫圈构造详图



(a) 三节式对拉螺栓孔 (b) 套管式对拉螺栓孔眼

图 A. 0. 2-5 对拉螺栓孔眼封堵示意图

封孔模具（不锈钢）；2-水泥砂浆；3-塑料套管；4-膨胀水泥

A.0.3 梁、柱模板节点构造示例见图 A.0.3-1~A.0.3-4

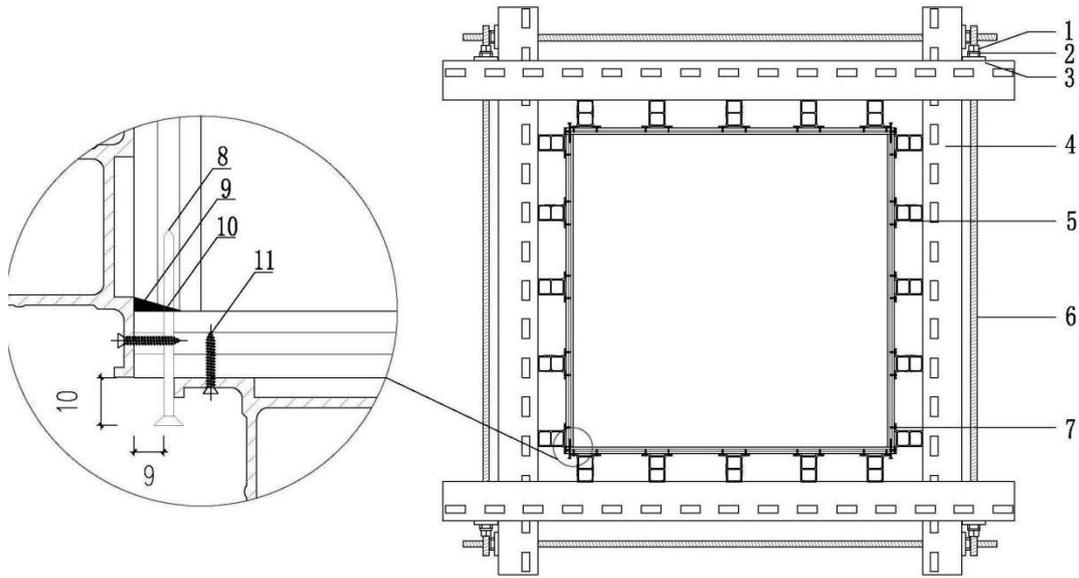


图 A.0.3-1 方柱加固节平面图

- 1-螺母；2-螺母垫片；3-铸铁垫块；4-横向金属主背楞；5-竖向金属次背楞；6-高强度螺栓；
7-清水混凝土覆膜模板；8-50mm 长钢钉；9-12mm 宽 1mm 斜倒角；
10-1.5mm 厚双面胶条；11-M4-16 自攻钉@100

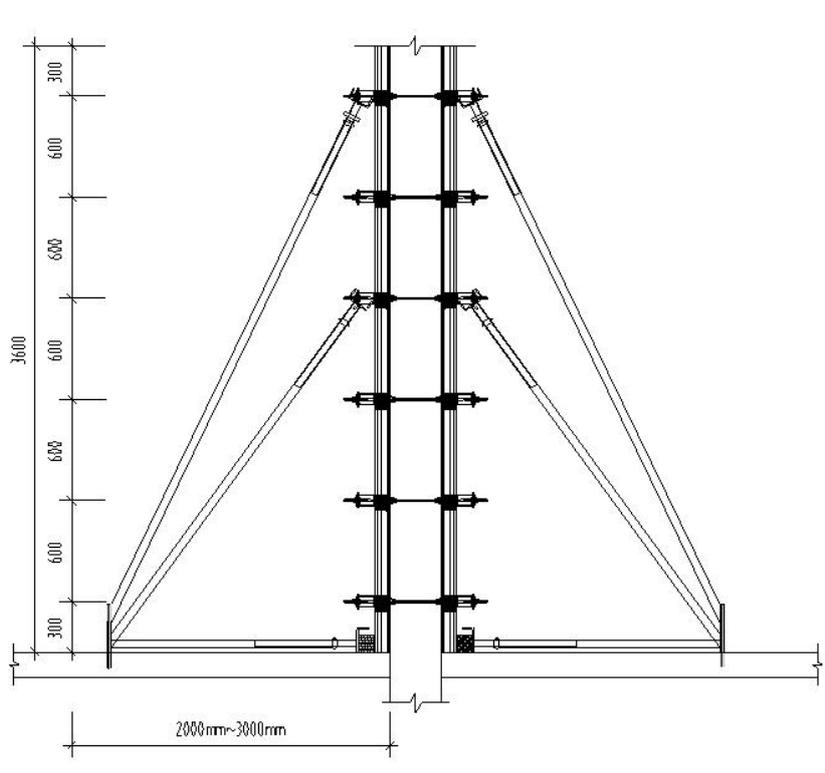


图 A.0.3-2 柱构件的可调式钢模板组装示意图

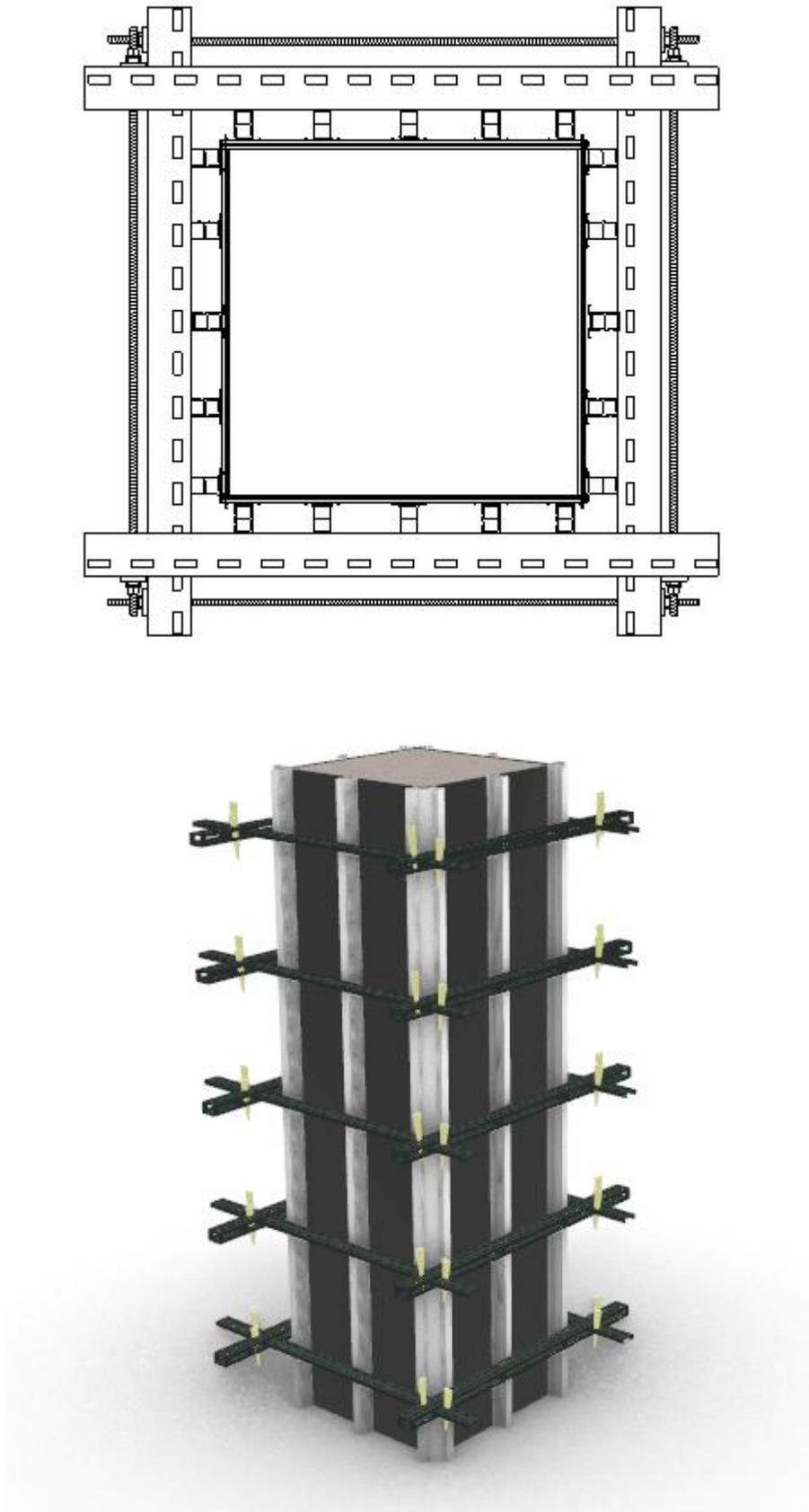


图 A.0.3-3 柱构件的金属背楞木模板组装示意图

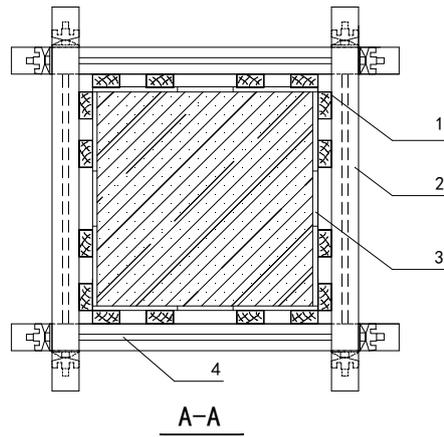
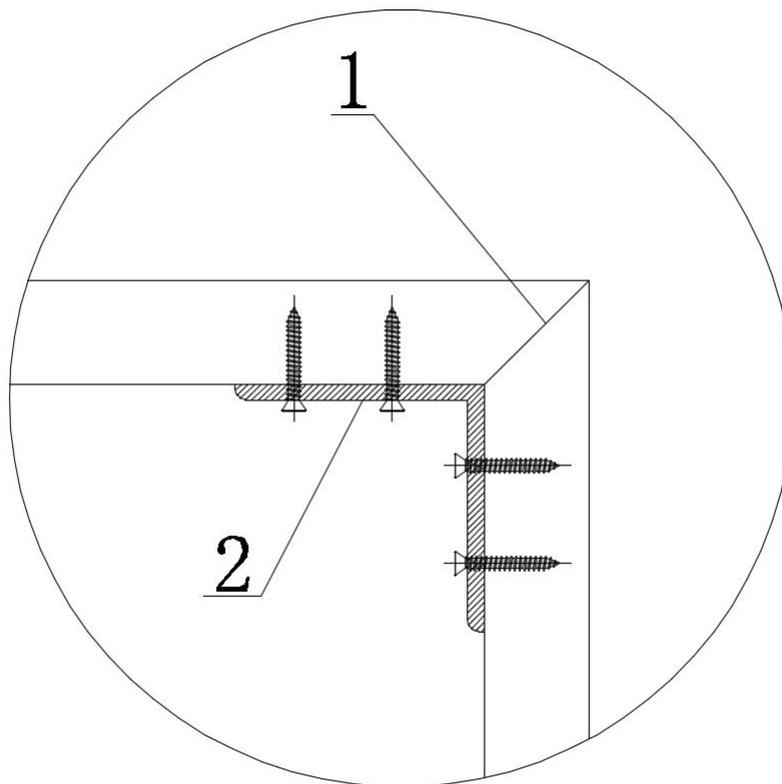


图 A.0.3-4 梁柱节点木模板与柱箍组装示意图

1-50×100 木方；2-[8 槽钢；3-15mm 厚胶合板面板；4-M16 通扣螺栓；
5-梁柱节点模板；6-混凝土柱子

A.0.4 金属背楞拼装式木模板体系节点构造示例见图 A.0.4-1~A.0.4-8

图 A.0.4-1 阴角模板节点构造示意图



1-模板 45° 倒角；2-阴角 40mm×40mm 通长角铁

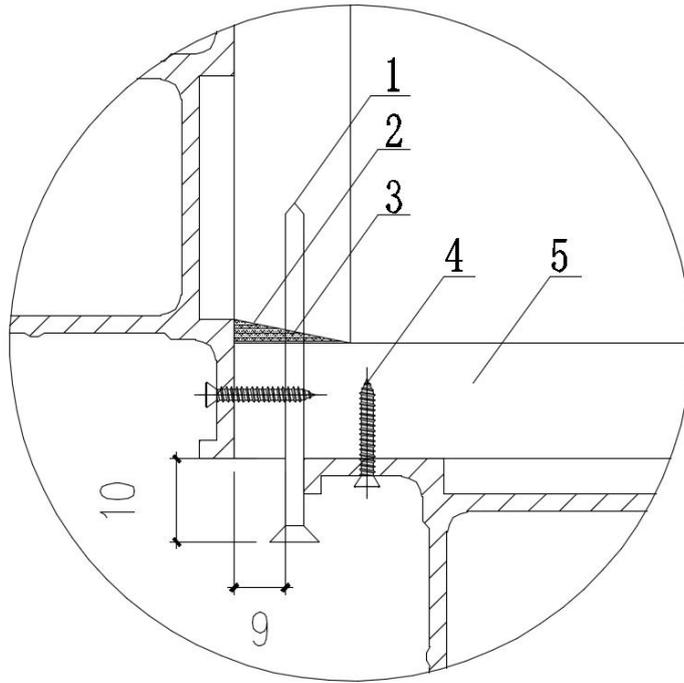


图 A.0.4-2 阳角模板节点构造示意图

1-50mm 铁钉；2-模板倒角；3-海绵胶条；
4-高强度自攻螺丝；5-18mm 厚清水覆膜模板

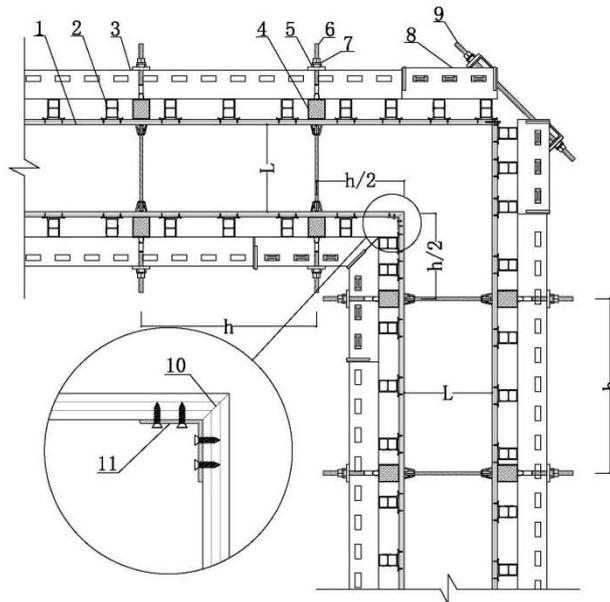


图 A.0.4-3 金属背楞拼装式木模板阴阳角节点构造示意图

1-18mm 厚清水覆膜模板；2-竖向金属次背楞；3-横向金属主背楞；4-防凸卡具；5-铸铁垫块；
6-五段式止水对拉螺栓；7-高强度螺母；8-端头斜拉座；
9-高强度对拉螺栓；1-模板 45°倒角；11-阴角角铝；12-高强度自攻螺丝

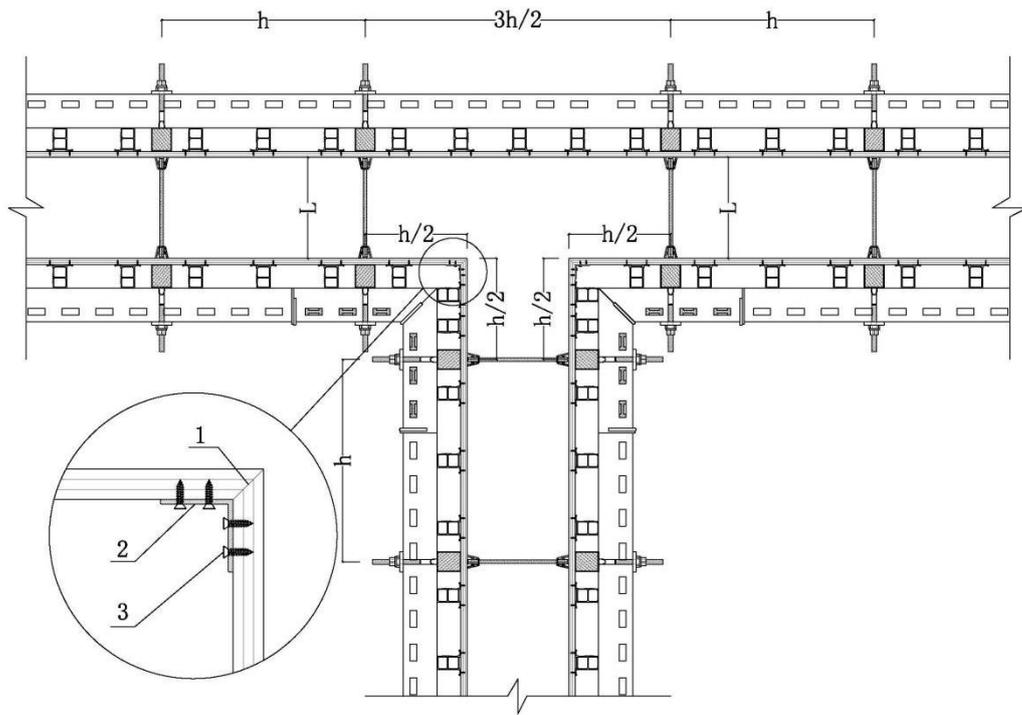


图 A.0.4-4 丁字墙节点构造示意图

h -对拉螺栓横向间距；1-45° 倒角处理；2-阴角通长角铁；3-高强度自攻螺丝

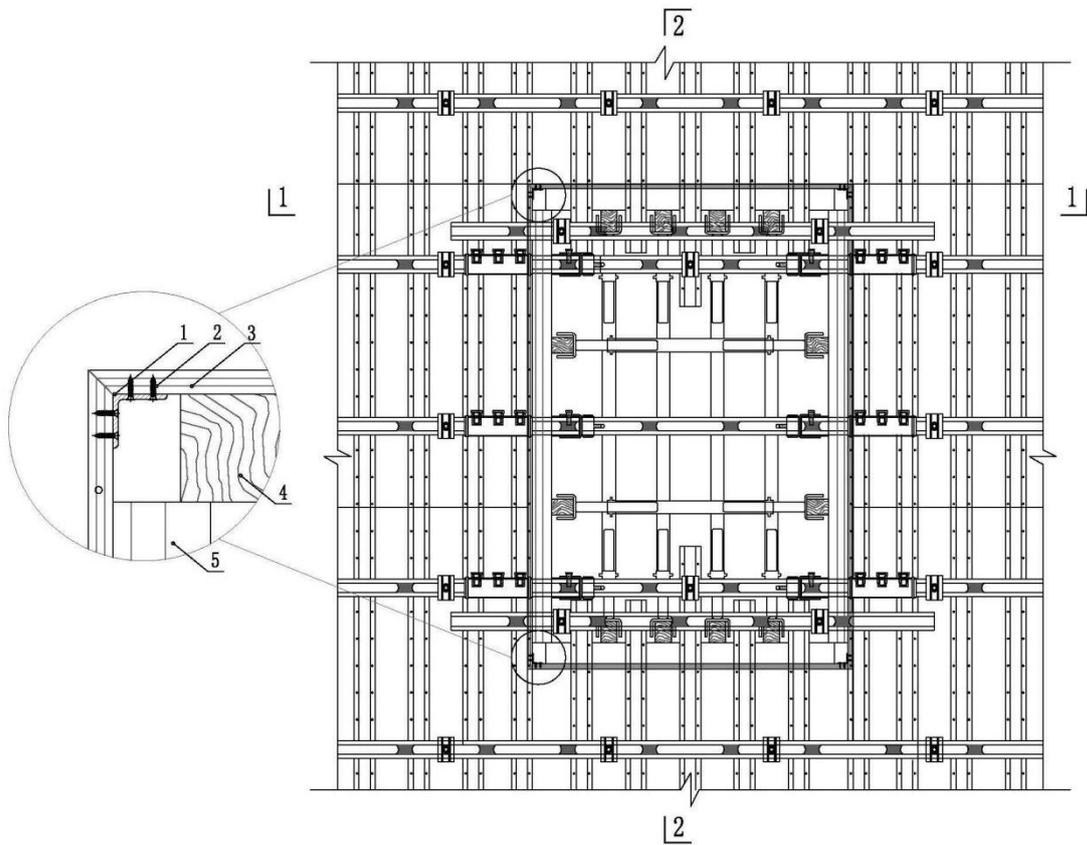


图 A.0.4-5 门洞口加固节点立面示意图

1-阴角通长角铁；2-1 高强度自攻螺丝；3-清水覆膜模板；4-60mm×80mm 方木；5-横向金属次背楞

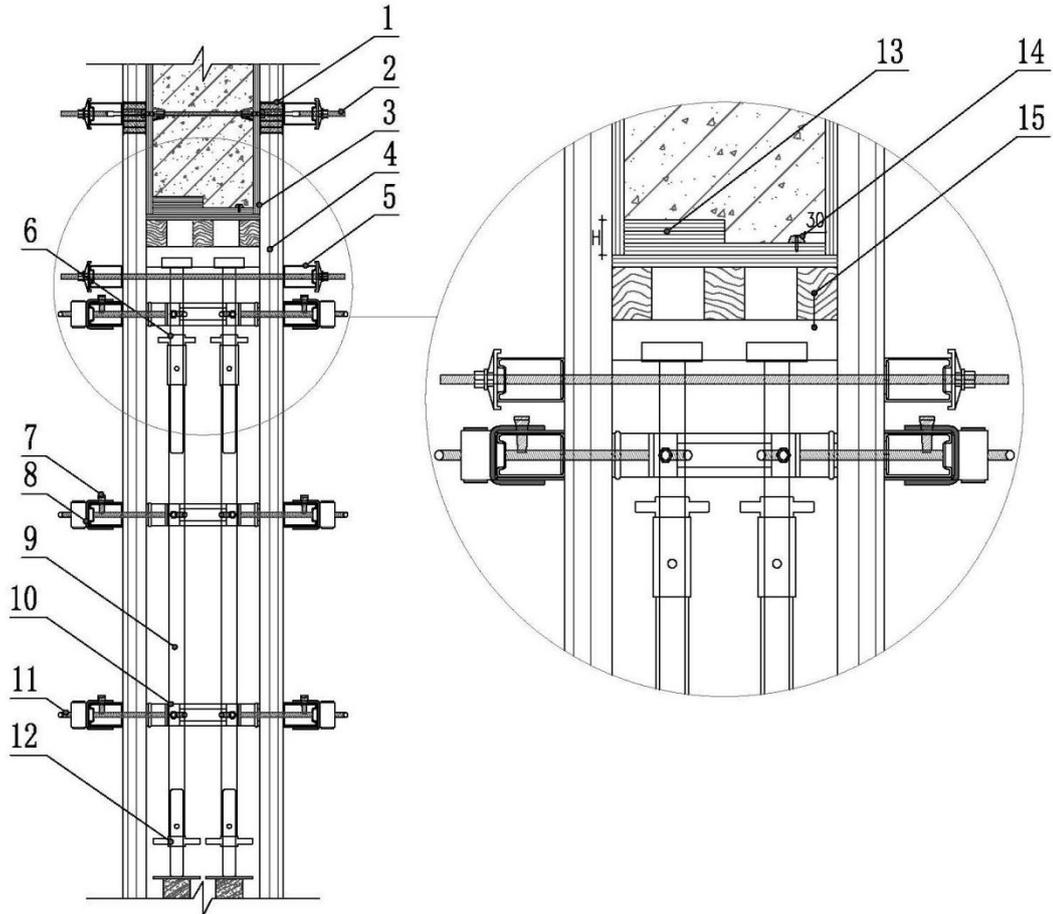


图 A.0.4-6 门洞口加固节点剖面示意图

- 1-防凸卡具；2-五段式止水对拉螺栓；3-清水覆膜模板；4-横向金属次背楞；
 5-竖向金属主背楞；6-可调托座；7-插销；8-端头斜拉座；9-Φ48mm 厚壁圆钢管；10-端口卡；
 11-高强对拉通丝螺栓；12-可调底座；13-双层模板做企口处理（高度 30mm-50mm）；
 14-明缝条做滴水线处理；15-60mm×80mm 方木

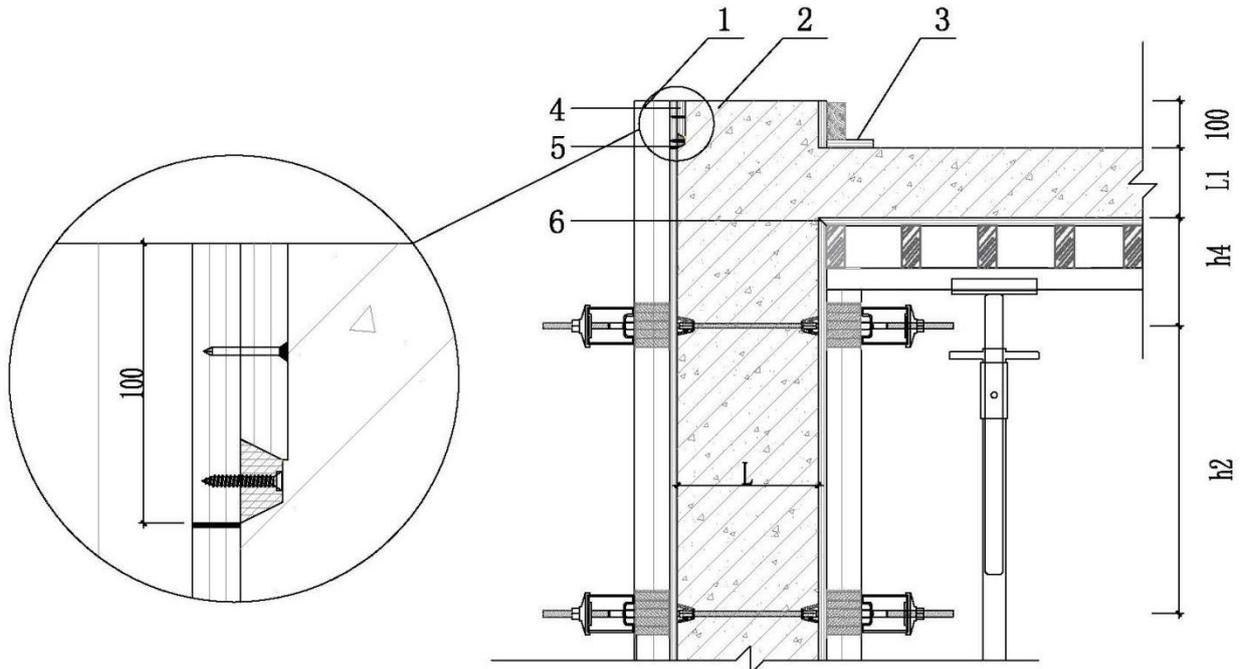


图 A.0.4-7 混凝土接高预留节点示意图

L-清水混凝土厚度; L1-顶板厚度; h2-螺栓间距; h4-螺栓离顶板的距离;
 1-竖向金属次背楞; 2-清水混凝土; 3-通长模板板条; 4-18mm 清水覆膜模板;
 5-明缝条; 6-模板端 45° 处理

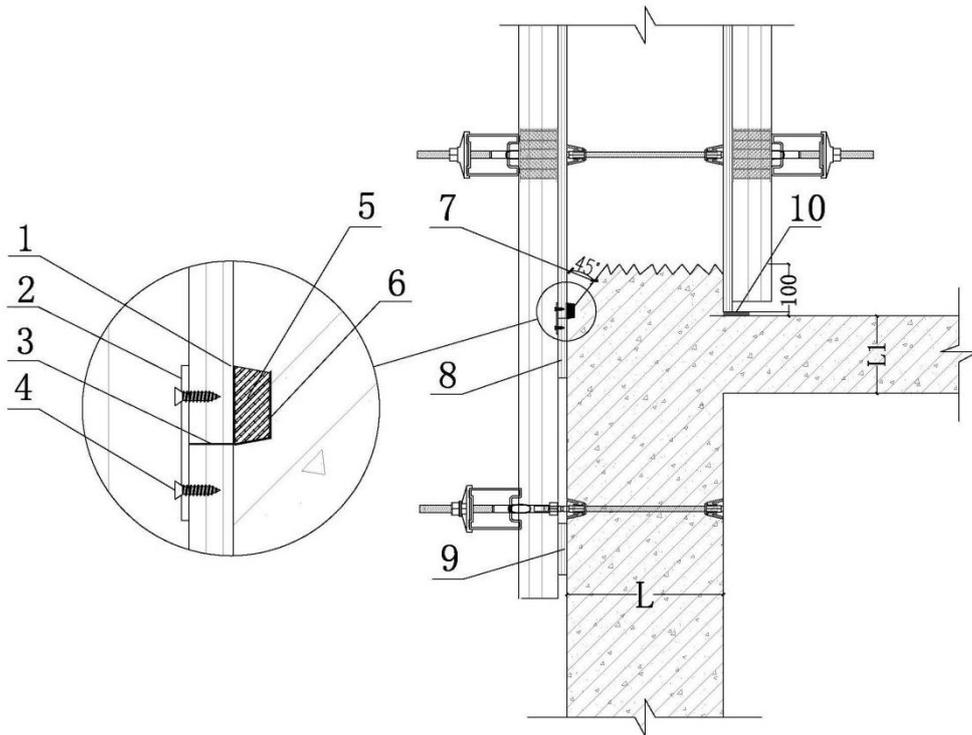


图 A.0.4-8 混凝土接高防错台节点示意图

L-清水墙体厚度; L1-楼板厚度; 1-1.5mm 双面胶条; 2-连接片; 3-模板拼缝; 4-自攻螺丝; 5-明缝条;
 6-玻璃胶; 7-45 度凿毛处理; 8-100mm 宽调平模板条; 9-100mm 宽模板条; 10-找平砂

A.0.5 艺术造型模板体系节点构造示例见图 A.0.5-1

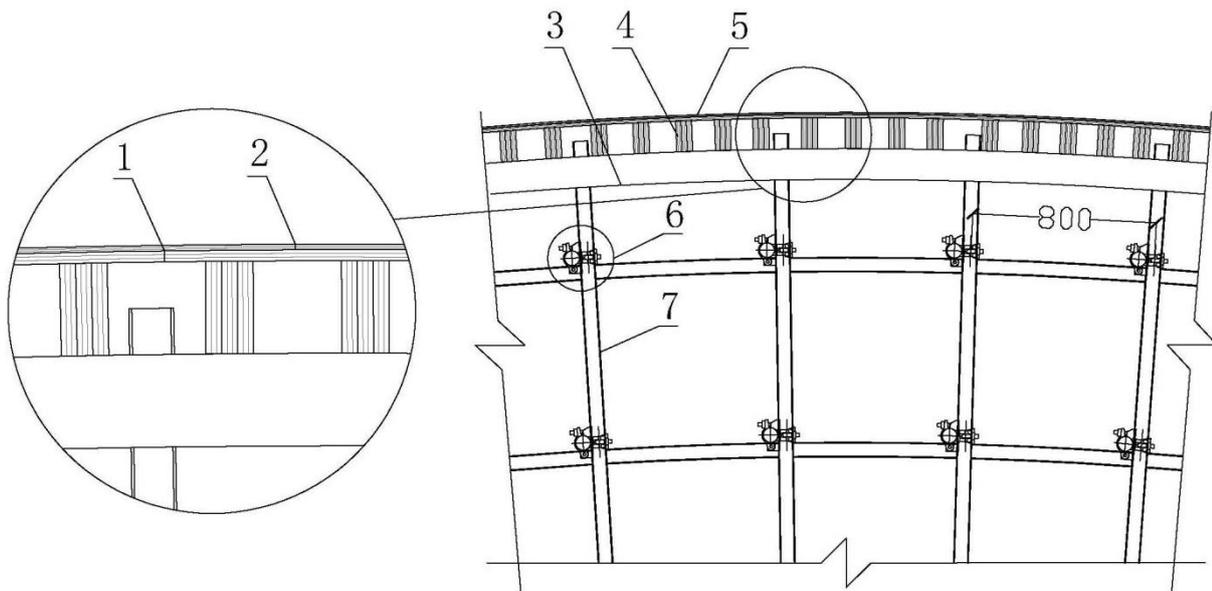


图 A.0.5-1 艺术造型背楞模板体系剖面示意图

1-12mm 基层模板板缝; 2-6mm 清水覆膜面板板缝; 3-定位圆盘;
 4-3 层 100mm 宽木制竖向弧形背楞; 5-清水面; 6-旋转扣件; 7-Φ48×3.5mm 钢管

A.0.6 全钢大模板体系的阴阳角节点构造示例见图 A.0.6-1~A.0.6-6

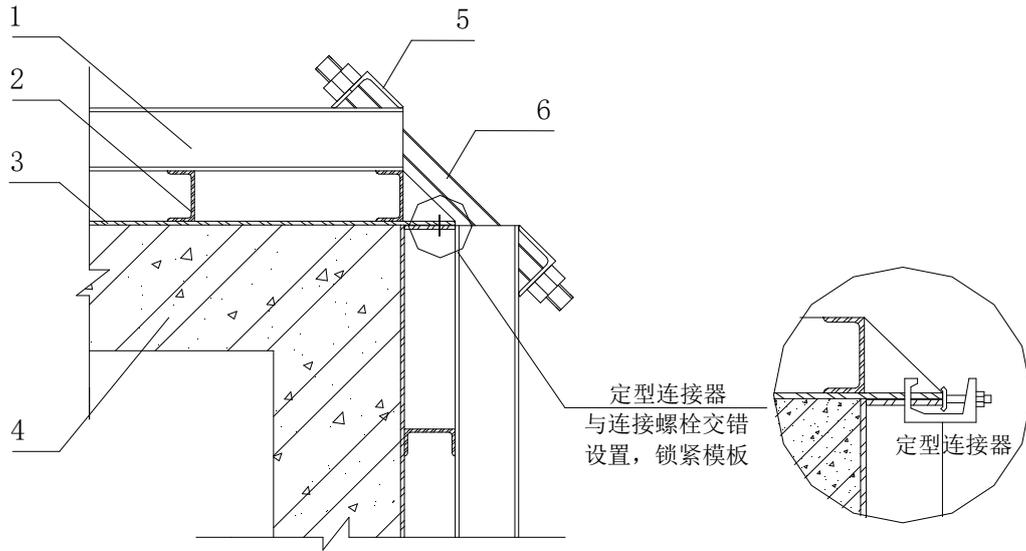


图 A.0.6-1 全钢大模板阳角节点构造示意图

1-[10 背楞; 2-[8 竖肋; 3-钢模板面板; 4-外墙阳角; 5-角钢支座; 6-角部对拉螺栓

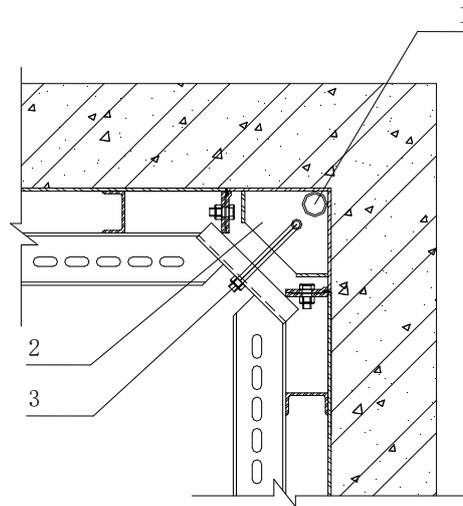


图 A.0.6-2 钢模板阴角节点构造示意图

1-阴角模防撬管；2-阴角模；3-勾头螺栓

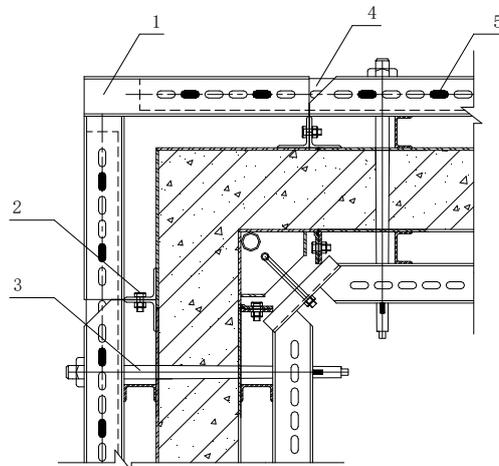


图 A.0.6-3 全钢大模板阴阳角节点示意图

1-阳角模；2-连接螺栓；3-对拉螺栓 T30×4；4-直芯带；5-钢楔子

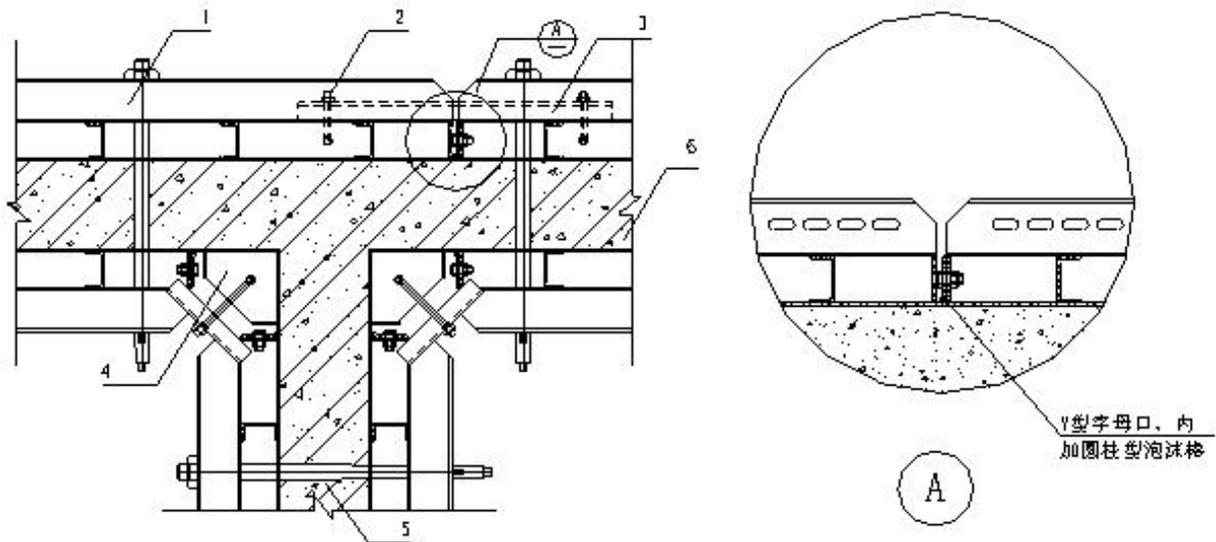


图 A.0.6-4 钢模板丁字墙及阴角节点示意图

1-模板背楞；2-勾头螺栓；3-补偿背楞；4-直芯带；5-钢楔子

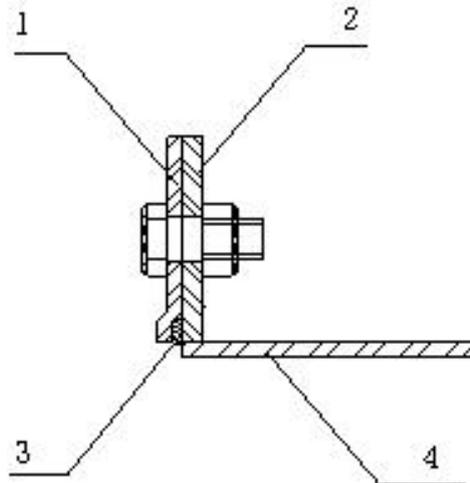


图 A.0.6-5 全钢大模板企口及柔性垫止水节点构造示意图

1-Y 型钢板；2-模板边框；3-圆柱泡沫棒；4-钢模板面板

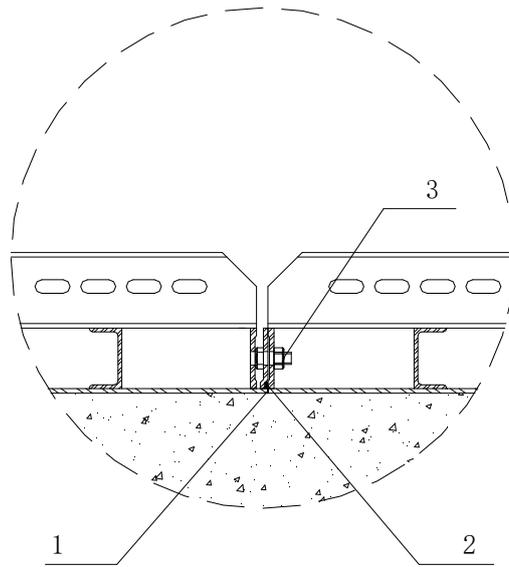


图 A.0.6-6 钢模板面板间拼缝节点作法构造

1-子母口连接面板接缝；2-Y 型子母口（内加圆柱泡沫棒）；3-连接螺栓

附录 B 清水混凝土模板验收项目表

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)		

附录 C 清水模板安装尺寸允许偏差验收项目表

使用部位			模板编号		
项次	项目		允许偏差 (mm)	检查情况及处理结果	检查人
1	轴线位移	墙、柱、梁	3		
2	截面尺寸	墙、柱、梁	±3		
3	垂直度	层 高	3		
		全 高	H/1000 且 ≤20		
4	模板表面平整度		2		
5	阴阳角方正, 线条顺直度		3		
6	预留洞口中心线位移		5		
7	分格条 (缝) 直线度		3		
8	模板楼层明缝, 接缝错台		3		
9	模板禅缝交圈		2		
10	螺杆孔堵头对拉杆不垂直		倾斜度大于 5		
11	楼梯踏步宽度、高		±3		
12	门窗洞口	中心线位移	5		
		宽, 高	±4		
13	根部密封		电筒照亮观察		

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 《混凝土外加剂》 GB8076
- 2 《混凝土外加剂匀质性试验方法》 GB/T8077
- 3 《建设用碎石卵石》 GB/T14685
- 4 《预拌混凝土》 GB/T14902
- 5 《高强高性能混凝土用矿物外加剂》 GB/T18736
- 6 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 7 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T50080
- 8 《普通混凝土长期性能和耐久性试验方法标准》 GB/T50082
- 9 《混凝土外加剂应用技术规范》 GB50119
- 10 《混凝土质量控制标准》 GB50164
- 11 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB50204
- 12 《组合钢模板技术规范》 GB/T50214
- 13 《混凝土耐久性设计规范》 GB/T50476
- 14 《混凝土结构工程施工规范》 GB50666
- 15 《预防混凝土碱骨料反应技术规范》 GB/T50733
- 16 《矿物掺合料应用技术规范》 GB/T51003
- 17 《装配式混凝土结构技术规程》 JGJ1
- 18 《普通混用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ52
- 19 《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ55
- 20 《混凝土用水标准》 JGJ63
- 21 《建筑工程大模板技术规程》 JGJ74
- 22 《钢框胶合板模板技术规程》 JGJ96
- 23 《建筑施工模板安全技术规范》 JGJ162
- 24 《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》 JGJ1 66
- 25 《清水混凝土应用技术规程》 JGJ169
- 26 《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T193
- 27 《高强混凝土应用技术规程》 JGJ/T281
- 28 《自密实混凝土应用技术规程》 JGJ/T283
- 29 《钢管脚手架、模板支架安全选用技术规程》 DB11/T 583
- 30 《清水混凝土预制构件生产与质量标准》 DB11/T 698
- 31 《混凝土矿物掺合料应用技术规程》 DB11/T1029
- 32 《建筑结构长城杯工程质量评审标准》 DB11/T1074

北京市地方标准

建筑工程清水混凝土施工技术规范

Technical specification for architectural concrete construction

DB11/T**-2020**

条文说明

2021 北京

目次

1 总则	53
2 术语	54
3 基本规定	55
4 施工准备	56
4.1 技术准备.....	56
4.2 材料准备.....	56
4.3 样板构件的基本要求.....	57
5 模板工程	58
5.1 模板选型与深化设计.....	58
5.2 模板体系及材质要求.....	58
5.3 节点构造.....	59
5.4 模板的制作及验收.....	60
5.5 脱模剂的选用与施工.....	60
5.6 模板安装.....	60
5.7 模板拆除.....	61
6 钢筋工程	62
7 混凝土工程	63
7.1 混凝土配合比.....	63
7.2 混凝土拌合物的制备与性能.....	63
7.3 混凝土的浇筑.....	63
7.4 混凝土的养护.....	64
8 施工缝的设置与施工	65
8.1 施工缝的设置.....	65
8.2 施工缝的施工.....	65
9 成品保护	66
9.1 模板成品保护.....	66
9.2 钢筋成品保护.....	66
9.3 混凝土成品保护.....	66
10 清水混凝土保护剂施工	68
10.1 表面处理.....	68
10.2 保护剂施工.....	68
11 清水混凝土实体质量验收	69
11.1 一般规定.....	69
11.3 一般项目.....	69

1 总则

1.0.1 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。清水混凝土工程作为绿色建筑的一种，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 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

2.0.04 装饰清水混凝土

木纹清水混凝土是装饰清水混凝土的一种，主要是利用现浇混凝土拓印的特性以木纹基底的自然纹理作为清水混凝土饰面，表现木纹天然纹路、肌理的材质实现装饰清水混凝土的木纹装饰效果。木纹清水混凝土的成型效果主要取决于木纹板材的加工及安装方式，纹理效果可分为稍深的拓印纹理及较浅的吸水印迹纹理。

彩色清水混凝土是装饰清水混凝土的一种，通过进行清水混凝土外加剂彩色颜料调色，使清水混凝土被赋予特定的色彩表现，以达到装饰效果。

2.0.12 假眼

墙体螺栓孔设计过程中通常易在楼层板、阳角、丁字墙等结构部位产生冲突，无法满足对拉需求，导致部分螺栓孔无使用意义，仅体现视觉对称关系，俗称“假眼”。结合清水混凝土理念，在深化设计过程中以不设置“假眼”为原则，当实际情况无法全面兼顾设计需求时，可酌情考虑进行适当设置。

3 基本规定

3.0.1 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、面板选材、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 本条引用行业标准强条。《建筑法》第六十条规定建筑物在合理使用寿命内，必须确保地基基础工程和主体结构的质量。混凝土中的碱-骨料反应能引起混凝土的开裂，其原因是混凝土中的碱与骨料中活性成份的反应物吸水产生膨胀应力所致。发生“碱-骨料反应”的充分条件是：混凝土有较高的碱含量，骨料有较高的活性，还有水的参与。所以本条规定了潮湿环境和干湿交替环境的混凝土，应选用非碱性骨料。

3.0.3 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五段式对拉螺栓，还应符合防水规范的相关要求。

3.0.4 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、缺陷修复施工方案、表面保护剂施工方案等，对各种清水混凝土均应做样板构件，通过样板对混凝土的配合比、模板选型、施工工艺及外观效果等进行验证，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 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 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。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、模板配置、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。

4.1.4 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审批，以便提高对工程的实施指导作用。

4.1.5 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进行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。

4.1.6 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。

4.2 材料准备

4.2.1 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。

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。

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。

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。

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 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。塑料垫块强度高、易固定。

4.2.3 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。

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。

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。

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。参照《混凝土质量控制标准》GB50164 和《混凝土结构工程施工规范》GB50666 的要求选用。

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。

《用于水泥和混凝土中粉煤灰》GB/T1596 的要求选用。

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。对抗冻要求较高的工程混凝土还应掺用引气剂。同一工程所用的减水剂、引气剂均应来自同一厂家的同一品种。

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。

清水混凝土采购宜与混凝土搅拌站签订技术质量协议，保证清水混凝土原材料、配合比设计、质量检验及技术性能等要求。

4.2.4 选用透明保护剂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 样板构件的基本要求

4.3.1 样板应体现构件的特点、难点及特殊外观效果等要求。

4.3.2 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。样板基础的设计应做到防止构件倾覆。

5 模板工程

5.1 模板选型与深化设计

5.1.2 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。

5.1.3 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。

5.1.4 模板周转次数要求高一般应达到 20 次以上。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，艺术清水混凝土造型效果亦满足设计要求。

5.1.5 模板深化设计内容应结合设计师要求，对模板分割线条及螺栓孔排布进行美学设计，模板拼缝和装饰线的设计主要是为了满足设计效果的同时，尽量减少拼缝、保持线条的对称、保持线条方向的一致等，同时还要满足便于施工的要求，尽量使线条与施工缝统一起来，同时对重点难点节点设计施工详图。

5.1.6 模板深化设计包括模板的尺寸、标高、门窗洞口节点、天窗洞口节点、各类预埋节点、幕墙槽口节点、室外墙体的排水节点、清水与非清水部位交接节点。

需复核单块面板尺寸是否满足整板切割需求，当蝉缝间距逐渐缩小时，可在适当部位重新加大面板尺寸以居中错缝形式来衔接排布。

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。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。

艺术清水混凝土建筑在施工过程中变更设计调整时，宜引进专业顾问确认结构节点，检查施工模型需要设计进行优化的部位，对各施工重难点做出归纳评估，共同确认该异形构造节点实施的可能性。

5.2 模板体系及材质要求

5.2.1 金属背楞拼装式木模板体系为散拼模板体系，组装灵活，可实现不同的设计效果，背楞应有足够的刚度，同时布置间距应严格按照设计距离布置。

清水混凝土模板面板应质地坚硬、表面光滑平整、色泽一致、厚薄均匀，应具有透气性、耐水性，阻燃性，并有足够的刚度；应采用 I 类覆膜胶合板作为面板，覆膜重量应不小于 120g/m²。

在螺栓孔位置设置防凸卡具可以避免混凝土浇筑后清水混凝土结构表面出现螺栓孔凸起。

双面胶条及连接片可以增加模板拼缝的紧密性。

5.2.2 艺术造型模板体系为异形清水混凝土结构，结构形态复杂、多样化，模板体系深化工作为系统化工作，模板体系关系到测量定位、脚手架搭设、形态控制、安装加固。

造型背楞模板采用全自动模板加工机床进行形态雕刻，保证模板加工精度，提高施工质量。

5.3 节点构造

5.3.1 五段式止水对拉螺栓可保证墙体的密封，满足防水和防爆的要求；加设橡胶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。

直通型穿墙对拉螺栓配套防凸卡具，正面对拉螺栓孔与侧面对拉螺栓孔高低错位 25mm，45° 倒角阴角模板采用阴角通长角铁连接，阳角部位的处理同方形柱模板加固体体系阳角部位处理方法。

5.3.2 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。

方形柱模板加固体体系采用高强度对拉螺栓对拉，柱子阳角模板处理：短边模板阳角部位做 12mm 宽 1mm 斜倒角且紧贴 1.5mm 双面胶条，达到阳角模板紧密接触的效果，长边模板阳角的钉帽外露 10mm，用于抵挡 E 型梁，保证阳角加固紧密。

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

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。

施工缝宜设置在梁底标高位置，应高于梁底标高 20-30mm。

5.3.3 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。阴角部位采用通长阴角铁连接，阴角两块模板接缝边需要 45° 倒角处理；阳角部位的处理同方形柱模板加固体体系阳角部位处理方法。

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。当丁字墙为内外清水混凝土时，模板、螺栓孔深化设计需结合剪力墙厚度，做到对称均匀；对拉螺栓距阴角 $\geq 300\text{mm}$ ，且当墙厚大于 300mm 时，丁字墙部分需在中间加设对拉螺栓；阴角部位参照 L 型墙模板做 45° 倒角处理。

支设上层结构模板时，通过下层螺栓将新支模板与已浇筑清水混凝土墙体紧贴，采用固定于模板面的装饰条过渡，避免下边沿产生错台、漏浆等缺陷。模板贴紧前需将墙面清理干净，以防因墙面与模板之间夹渣的存在，造成漏浆。

5.3.4 艺术造型模板体系中，造型背楞是作为支撑体系和成型体系，增加造型背楞的模板层数，有助于模板体系的稳定性。基层模板打磨后衬模安装曲线更流畅。

5.3.5 端头木梁是为了增加模板顶部的整体刚度，防止混凝土污染模板背面，更重要是防止起吊时木梁根面板间发生位移。

5.3.6 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。

5.4 模板的制作及验收

5.4.2 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，及时涂刷防水保护剂目的是为了防止锈蚀。

5.4.3 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。

5.4.4 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程》JGJ169 和《建筑工程大模板技术规程》JGJ74 选用。

5.4.5 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加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。

5.4.6 本条说明了面板与龙骨的连接固定的两种方法。

5.4.7 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程》JGJ169 和《建筑工程大模板技术规程》JGJ74 选用。

5.4.8 装饰清水混凝土衬模可同时使用免钉胶粘的方式固定。

5.4.9 艺术造型龙骨使用全自动模板加工机床加工，可保证加工质量，满足施工要求。

5.5 脱模剂的选用与施工

5.5.1 脱模剂选用时，要保证容易脱模，涂刷方便，易干燥和便于用后清理；选用的脱模剂不要引起混凝土表面起粉和产生气泡，不要改变混凝土表面的本色，不应污染和锈（溶）蚀模板。

5.5.2~5.5.4 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。

5.6 模板安装

5.6.1 模板试拼装目的是为了验证模板尺寸、规格及构配件满足设计要求。

5.6.2 清水混凝土在支模完毕后应尽快浇筑混凝土，防止钢筋受雨雪腐蚀而生锈，这些锈水会严重影响混凝土的观感。如已经产生锈水，在浇筑混凝土之前应用清水进行冲洗。

5.6.3 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。

5.7 模板拆除

5.7.1 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。

5.7.2 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。

5.7.3 模板拆除时查看天气预报，超过三级风时不宜拆模。模板拆模后及时采用塑料薄膜包裹养护。

6 钢筋工程

6.1.1 内包材料主要是型钢、夹心板材、管材等。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。

6.2.1 钢筋应随进随用，避免因在现场放置时间长产生浮锈，防止雨雪天气造成钢筋锈蚀，污染模板而影响清水混凝土的饰面效果。

6.3.1 根据 GB50204 要求选用，箍筋尺寸保证精度。

6.3.2 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。

6.3.3 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。

6.3.4 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。

6.3.5 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

7.1.2 本款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。

混凝土中性化深度计算公式：

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按式 D-1 计算。

$$\chi \leq \frac{5.83C}{\alpha * \sqrt{t}} + 38.3 \quad (\text{D-1})$$

式中 x ----- 水胶比

C ----- 钢筋混凝土的保护层厚度 (cm)

α ----- 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 、 α 、 t 由 (C-1) 式算出水胶比，或根据已选定的水胶比确定保护层厚度。

参照《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55 的规定选用，以保证混凝土的抗中性化性能。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。C50 以上的高性能混凝土可不考虑中性化的问题。

7.2 混凝土拌合物的制备与性能

7.2.1 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。

7.2.3 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 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 混凝土的浇筑

7.3.2 本条为了保证浇筑的混凝土形成均匀密实的结构。

先后两次混凝土浇筑时间间隔超过初凝时间，或是虽未超过初凝时间，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。下层顶部混凝土重新振捣以便使两

次浇筑的混凝土结合成密实的整体。

7.3.4~5 混凝土浇筑振捣可使用附着式振捣器，振捣器应安装坚固，与振捣器额定振动面积相适应。

7.3.6 混凝土浇筑机械选择宜采用汽车泵等措施保证连续布料。

7.4 混凝土的养护

7.4.1 混凝土表面直接用草帘或草袋覆盖会造成永久性黄颜色污染。

8 施工缝的设置与施工

8.1 施工缝的设置

8.1.1 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，也可设置在禅缝位置。

8.1.2 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 本条为清水混凝土施工缝设置的基本原则。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 处。

8.1.4、8.1.5 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封堵应采用柔性且对清水混凝土表面无污染的材料。

8.2.2 竖向施工缝处模板加固必须牢固，封堵应严密，封堵不严密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 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、8.2.5 施工缝处剔凿浮浆层有利于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 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 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 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 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。

9.2 钢筋成品保护

9.2.1 采取防雨雪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。

9.2.3 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 部分地区混凝土易腐蚀生锈，建议增加阻锈剂。

9.3 混凝土成品保护

9.3.1 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 外用脚手架、吊篮作业时，靠近混凝土一侧应采用不掉色柔性材料缠裹，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、9.3.4 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 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

混凝土表面需要剔凿时，需制定专项施工方案经建筑设计师审核后实施。

9.3.7 塔吊附着采取清水柱抱箍方式进行时。附着杆件不得直接接触清水混凝土外表面，应采取可靠的隔离措施。可采用在清水柱先外包一层塑料薄膜、一层橡胶垫，在橡胶垫外部再包一层硬质模板，塔吊附着杆抱箍在模板外的方式来保护清水混凝土。

10 清水混凝土保护剂施工

10.1 表面处理

10.1.1 表面污染物如：混凝土流坠、水流痕迹，油漆及墨线等。

- 1 基底处理严禁用角磨机等划伤混凝土表面的机械。
- 2 缺陷修补仅限于修补缺陷部位，避免砂浆等污染物二次污染混凝土表面。
- 3 尽量不破坏混凝土表面，颜色调整应尽量不破坏混凝土自然花纹和美感。

10.1.3 混凝土修补部位可采用调色的方法淡化修补痕迹，无明显的修补痕迹。混凝土色差调整剂应采用专用材料，避免使用保护剂型产品调色造成混凝土表面污染。

10.2 保护剂施工

10.2.1 性能指标

渗透性：清水混凝土保护剂的超细有机物质具有高渗透性，形成的深度干燥层具有防水、防污、防泛碱、防发霉、防渗透等功能。

保护性：清水混凝土基层长期暴露在空气中，容易受水汽、二氧化碳和紫外线的侵蚀破坏而产生碳化，从而影响混凝土的使用寿命，涂刷保护剂可以有效防止混凝土碳化，起到较好的保护作用，提高混凝土的使用寿命。

装饰性：现浇清水混凝土由于施工前后以及过程中的各种因素影响，在外观效果会存在各种各样缺陷，影响混凝土的自然美观。清水保护剂涂装工艺在尽可能不改变原有本色与肌理质感的基础上，更加自然的呈现清水混凝土的朴实厚重感。

耐候性：清水混凝土保护剂主要成分是高分子有机树脂化合物，在保护剂中形成类似石英砂结构，具有良好的热稳定性（耐 400 度高温）和抗紫外线性能。

抗污性：清水混凝土保护剂涂刷后，会在结构物上形成一层封闭的具有自洁功能的透明涂层，且基本不产生静电，不吸附灰尘，因此涂刷过保护剂的构筑物具有非常好的抗污、自洁性能。

透气性：清水混凝土保护剂涂膜中形成的类似石英砂三维立体网状结构，确保形成具有透气性的涂膜，能极大降低基层的毛细吸水性，从而可有效避免鼓泡和开裂。

耐碱性：清水混凝土保护剂的超细有机物质成分粒径达到纳米级，具有非常强的渗透包裹性，从而能很好地避免泛碱现象的发生。

11 清水混凝土实体质量验收

11.1 一般规定

11.1.3 由于受混凝土掺和料增加、水泥用量减小等因素影响，混凝土呈现碳化程度提高的趋势，它使混凝土由强碱性向弱酸性发展，对钢筋不利。根据国内外清水混凝土工程的施工经验，考虑混凝土的耐久性，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。对于处于露天环境的清水混凝土结构，其纵向受力钢筋的混凝土保护层的最小厚度应符合表 11.1.2 的规定。

表 11.1.2 清水混凝土结构纵向受力钢筋的保护层最小厚度 (mm)

部位	板、墙、壳	梁、柱、杆
保护层最小厚度	25	35

11.3 一般项目

11.3.3 参照《建筑结构长城杯工程质量评审标准》DB11/T1074 和《清水混凝土应用技术规程》JGJ169 的有关规定进行。