ICS 91.200
CCS P 32

T/CASME

中 国 中 小 商 业 企 业 协 会 团 体 标 准

T/CASMEXXXX—2023

建筑工程清水混凝土施工技术规范

Technical specification for construction of fair faced concrete in building engineering

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布　　XXXX-XX-XX 实施

中国中小商业企业协会　　发 布

目　　次

前言 II
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　基本规定 2
5　施工准备 3
6　模板工程 5
7　钢筋工程 11
8　混凝土工程 11
9　施工缝的设置与施工 13
10　成品保护 14
11　混凝土成品修补与喷涂施工 14
12　季节性施工 15
13　清水混凝土实体质量验收 16

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由XXX提出。

本文件由中国中小商业企业协会归口。

本文件起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX。

建筑工程清水混凝土施工技术规范

1 范围

本文件规定了建筑工程清水混凝土施工的基本规定、施工准备、模板工程、钢筋工程、混凝土工程、施工缝的设置与施工、成品保护、混凝土成品修补与喷涂施工、季节性施工、清水混凝土实体质量验收。

本文件适用于建筑工程清水混凝土的施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰

GB/T 9142 建筑施工机械与设备 混凝土搅拌机

GB/T 14902 预拌混凝土

GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉

GB/T 18736 高强高性能混凝土用矿物外加剂

GB/T 35164 用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉

GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范(附条文说明)

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50666 混凝土结构工程施工规范(附条文说明)

GB/T 50733 预防混凝土碱骨料反应技术规范(附条文说明)

JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程(附条文说明)

JGJ 63 混凝土用水标准(附条文说明)

JGJ/T 74 建筑工程大模板技术标准(附条文说明)

JGJ 169 清水混凝土应用技术规程(附条文说明)

JG/T 486 混凝土用复合掺合料

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

清水混凝土 fair-face concrete

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。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。

3.2

普通清水混凝土 ordinary 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。

3.3

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、假眼等组成的、以自然质感为装饰效果的清水混凝土。

3.4

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。

3.5

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。

3.6

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。

3.7

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。

3.8

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。

3.9

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，在混凝土表面形成整齐、均匀的印迹。

3.10

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。

3.11

假眼 artificial eye

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。

3.12

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，以及作为混凝土成品修补和质量验收的参照物而在现场制作的构件。

4 基本规定

4.1 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。

4.2 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。

4.3　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。

4.4　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，经各参建方确认后方可施工。

4.5　清水混凝土结构工程采用的材料、构配件、器具及半成品等应按进场批次进行检验。属于同一工程项目且同期施工的多个单位工程，对同一厂家生产的同批材料、构配件、器具及半成品可统一划分检验批进行验收。

5　施工准备

5.1　技术准备

5.1.1　在清水混凝土深化设计前，应完成清水混凝土范围内的各专业设计内容及选型选样工作。

5.1.2　施工前应熟悉设计图纸、模型等相关资料，并应根据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。

5.1.3　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，专项方案应包含钢筋、模板、混凝土、施工缝留设等影响清水混凝土饰面效果的措施内容，经审批后方可用于指导施工。

5.1.4　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。

5.2　材料准备

5.2.1　模板工程材料应符合下列规定：

a)　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，并应满足强度、刚度要求，且加工性能好；模板面板材质选择时应考虑设计对清水混凝土表面质感要求；

b)　艺术造型模板体系衬模根据结构曲率选择不同厚度使用，厚度不宜大于 12 mm；衬模应根据设计要求，可选用木纹板、席纹板、竹纹板、布纹板等；

c)　全钢大模板体系钢材材质不宜低于 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；宜采用不小于 5 mm 厚钢板做面板，表面应平整、光滑、清洁；

d)　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；

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

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

g)　对拉螺栓套管及堵头可选用塑料、橡胶等材料；

h)　明缝条可选用硬木、铝合金、塑料等材料，截面宜为梯形。

5.2.2　钢筋工程材料应符合下列规定：

a)　钢筋绑扎材料宜选用 20#～22# 无锈的绑扎钢丝；

b)　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圆形砂浆垫块；

c） 钢筋应表面清洁、无明显锈蚀和污染。

5.2.3 混凝土工程材料应符合下列规定：

a） 同种原材料的颜色和技术参数应保持一致；

b） 水泥宜选用强度等级不低于 42.5 的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥。同一工程类似结构的水泥应为同一厂家、同一产地、同一品种，且应同强度等级；

c） 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，坚固性指标应不大于 12%，当有抗渗、抗冻、抗腐蚀、耐磨或其他特殊要求以及高强混凝土时应符合表 1 的规定；

表 1 粗骨料质量要求

混凝土特性	抗渗、抗冻、抗腐蚀、耐磨或其他特殊要求	高强混凝土
含泥量（按质量计，%）	≤1	≤0.5
泥块质量（按质量计，%）	≤0.5	≤0.2
坚固性指标（按质量计，%）	≤8	/

2） 细骨料宜采用中砂，坚固性指标应不大于 10%，当有抗渗、抗冻、抗腐蚀、耐磨或其他特殊要求以及高强混凝土时应符合表 2 的规定。细骨料中氯离子的含量，对于钢筋混凝土应不大于 0.06%（以干砂的质量百分率计），对于预应力混凝土应不大于 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 3 的规定；

表 2 细骨料质量要求

混凝土特性	抗渗、抗冻、抗腐蚀、耐磨或其他特殊要求	高强混凝土
含泥量（按质量计，%）	≤3	≤2
泥块质量（按质量计，%）	≤1	≤0.5
坚固性指标（按质量计，%）	≤8	/

表 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 GB/T 50733 中的规定执行；严禁使用潜在碱活性或高碱活性骨料。

d） 拌和及养护用水应无色无味，并符合 JGJ 63 规定的质量要求；

e） 矿物掺合料宜选用硅粉、粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、石灰石粉、复合掺合料等，同一工程所用的掺合料应来自同一厂家、同一规格型号，并应满足以下要求：

1） 符合 GB/T 18736 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 GB/T 1596 的要求；

3） 粒化高炉矿渣粉应符合 GB/T 18046 的要求；

4） 石灰石粉应符合 GB/T 35164 的要求；

5） 复合掺合料应符合 JG/T 486 的要求；

6) 不得含有对混凝土及钢材有害的成分。

f) 清水混凝土中使用的外加剂应符合 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。

g) 涂料应选用对混凝土表面具有保护的透明涂料，涂料选用时应考虑工程的类别、所处的环境、涂装后的美学效果等因素，涂料应有防污染性、耐水性、防水性。宜使用硅树脂和氟碳树脂类涂料。

5.3 仪器设备准备和样板构件制作

5.3.1 施工前应对测量仪器进行校验，并应确认校核结果满足测量精度要求。

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

6 模板工程

6.1 模板的设计

6.1.1 模板的设计应满足清水混凝土饰面效果的设计要求，同时应满足构件施工要求，应经各参建单位共同确认后方可实施。

6.1.2 同一工程中同类构件宜采用同种面板材料。

6.1.3 应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，可参见表 4、表 5 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，宜选用全钢模板或者铝合金模板。

表 4 建议选择的模板类型

清水混凝土类型	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、玻璃钢模板
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、玻璃钢模板
装饰清水混凝土	木梁胶合板模板、钢（铝）框胶合板大模板、全钢大模板、铝合金模板

表 5 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	钢（铝）框胶合板模板	以空（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
3	木框胶合板模板	以木方为骨架，胶合板采用螺钉连接
4	全钢大模板	以型钢为骨架，钢板为面板，焊接而成
5	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
6	铝合金模板	以铝材为龙骨及面板的单元板模板
7	玻璃钢模板	以玻璃钢为面板的圆柱模板

6.1.4 清水混凝土模板设计应包括以下内容：

a) 模板结构设计和模板加工图设计；
b) 模板的平面配模设计、面板分隔设计和对拉螺栓孔眼及假眼排布设计，施工流水段划分和混凝土浇筑顺序；
c) 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；
d) 节点设计详图和设计说明；
e) 模板的设计计算及支撑体系设计计算。

6.1.5 清水混凝土模板设计应符合以下规定：

a) 应熟悉各项图纸的节点做法，并宜进行建模辅助设计；
b) 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，且宜减少拼缝；
c) 对拉螺栓孔眼及假眼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 150 mm，且宜将对拉螺栓布置在混凝土体外；
d) 剪力墙结构的清水混凝土模板设计，应以阴阳角方正、层间施工缝的平整过渡和门窗口细部处理为设计重点；
e) 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；
f) 对装饰清水混凝土的内衬模板的面板分割应保证装饰图案的连续性及施工的可操作性。

6.1.6 模板拼缝与装饰线的设计应符合以下规定：

a) 模板面板拼缝应按照设计要求进行设计，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 0.5 mm 和 1 mm，且形成水平交圈、竖向垂直的、有规律性的装饰性线条。应遵循表 6 所示的模板拼缝规则。

表 6 模板拼缝规则

规律性要求/部位	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 2 m；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	
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	

b) 宜将拼缝设于门窗口处；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；
c) 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。

6.2 阴阳角节点构造

6.2.1 钢木结构模板体系的阴阳角节点构造应符合下列规定：

a) 阴角宜采用木方和胶合板制作的角模，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。阴角模处宜在墙体封闭的情况采用明缝的做法；

b） 丁字墙外侧模板宜延长到另一开间，并与内侧模板用对拉螺栓拉结。

6.2.2 全钢大模板体系的阴阳角节点构造应符合下列规定：

a） 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，也可采用阳角模的连接形式；

b） 阴角设置应采用阴角模板，阴角模与大模板之间应留有 1 mm 的间隙，且阴角模比大模板应高出 100 mm～150 mm，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。

6.3 对拉螺栓的节点构造

6.3.1 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带有止水板的三节式穿墙锥体螺栓，中间加海绵垫圈。锥体对拉螺栓两侧加设竖龙骨，可用对其他竖龙骨进行微调的方法来保证板面平整。

6.3.2 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。

6.3.3 对拉螺栓孔眼应采取措施进行封堵处理。

6.4 梁、板、柱节点模板构造

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

6.4.2 柱头宜采用专用模板单独配置，柱与梁、板宜分开施工，施工缝宜设置在梁底标高位置。

6.4.3 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。

6.4.4 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。

6.4.5 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。

6.4.6 柱头模板与梁、板、柱节点组拼允许偏差应符合表 7、表 8 的规定。

表 7 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	2 m 垂直检测尺检查
3	平面平整度	2	2 m 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 8 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	2 m 靠尺及塞尺量
4	边肋平直度	2	2 m 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

6.5 模板体系的材质要求

6.5.1 钢木结构大模板体系应符合以下规定：

a) 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 0.5 mm；宜采用厚度 15 mm 以上的覆膜胶合板作为面板；

b) 模板面板应无裂纹和龟纹，表面覆膜应层厚度均匀、平整光滑、耐磨性好，覆膜重量应不小于 120 g/m^2；

c) 模板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；

d) 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 2 m 靠尺检查误差不超过 2 mm；

e) 背楞宜采用 Φ48.3 mm×3.6 mm 的钢管或金属型材。

6.5.2 钢（铝）框胶合板模板体系应符合以下规定：

a) 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。铝框胶合板模板可用空腹铝边框和矩形铝型材焊接成骨架，宜采用铝合金型材，屈服强度标准值不宜低于 220 MPa，牌号宜选用 LY_{11}；

b) 模板的中间助根据模板的大小可选用 40 mm×60 mm×3 mm 的焊接方管或 43 mm×3 mm 扁钢焊接在模板边框上；

c) 覆膜胶合板的性能要求应与钢木模板体系中的膜板面板基本相同，但其耐磨性按泰柏法测定应不小于 300 转。

6.5.3 全钢大模板体系应符合以下规定：

a) 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；

b) 全钢大模板宜采用 5 mm 或 6 mm 厚钢板做面板，表面应平整、光滑、清洁；

c) 模板竖背楞宜采用 8# 槽钢、横背楞宜采用 10# 槽钢。

6.5.4 铝合金模板体系应符合以下规定：

a) 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；

b) 铝合金模板宜采用 3 mm～4 mm 厚铝合金板材做面板，背助应采用相同材料的铝合金型材；

c) 铝合金模板的其他配件，包括背楞、支撑等材料应满足强度和刚度要求。

6.5.5 对拉螺栓应符合以下规定：

a) 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；

b) 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。

6.5.6 玻璃钢模板体系应符合以下规定：

a) 玻璃钢模板要求具有较好的韧性和耐磨性，有较好的耐碱、耐腐蚀性能，模板各层面树脂涂刷应均匀，玻纤布不得外露，要求平滑、无微孔、无布纹；

b) 模板接口应圆弧顺滑，宜选用 3 mm～4 mm 厚玻璃钢模板；

c) 玻璃钢模板加固时，应护紧模板企口接缝处上下所有螺栓，再采用水平箍与脚手架支撑体系相连接。模板肋骨及抱箍尺寸间距经计算确定。

6.6 模板的制作与验收

6.6.1　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。

6.6.2　对饰面清水混凝土的钢模板加工，应采用铁边工艺，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。

6.6.3　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平直，接触应严密。

6.6.4　模板在安装前应先进行预拼装，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 9 的规定，经组拼合格的模板应在背面进行编号。

表 9　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	2 m 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

6.6.5　模板面板间拼缝应严密、平整且无错台。

6.6.6　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 mm～2 mm，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。

6.6.7　模板加工制作完成或进场，应进行检查验收。

6.6.8　加工的大模板进场时，应按照表 10 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 10　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	2 m 靠尺及塞尺量
5	边肋平直度	2	2	2 m 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	±0.2	游标卡尺量

6.7　脱模剂的选用与施工

6.7.1　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。

6.7.2　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。

6.7.3　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。

6.7.4　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。

6.8　模板安装

6.8.1　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。

6.8.2　模板安装前，应对结构预埋件的尺寸、位置进行校验；并清理钢筋锈迹。模板安装完毕后应清理模板内杂物。

6.8.3　模板安装的允许偏差应符合表 11 的规定。

表 11　模板安装允许偏差

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	
轴线/位移	柱、墙、梁	4	3	尺量
底模上表面标高		±5	±3	水准仪或拉线检查
截面模内尺寸	柱、墙、梁	0、-4	0、-3	尺量
层高垂直度	≤6m	6	3	2 m 托线板
	＞6m	8	5	
相邻两模板高低差		3	2	2 m 靠尺、楔形塞尺量
表面平整度		＜3	＜2	2 m 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	5 m 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
预埋铁件、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（长宽对中心线）	3	2	拉线、尺量
	宽、高	±6	±4	拉线、尺量
	对角线	8	6	拉线、尺量

6.9　模板拆除

6.9.1　清水混凝土模板的拆除，除应符合 GB 50666、JGJ/T 74 的规定外，还应符合下列规定：

a)　应适当延长拆模时间，不应损伤混凝土成品；

b)　应制订清水混凝土墙体、柱等的保护措施；

c)　模板拆除后应及时清理，对影响观感的缺陷进行修复。

6.9.2　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，应轻轻将模板撬离混凝土，并应对对拉螺栓孔眼进行保护；应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。

7 钢筋工程

7.1 钢筋应表面清洁、无明显锈蚀和污染。

7.2 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。

7.3 钢筋下料及成型的首件产品应经自检确认无误后，方可继续生产。

7.4 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。

7.5 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，但调整幅度应在规范允许范围内。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。

7.6 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。

7.7 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。

7.8 采用直螺纹接头，箍筋及墙体水平筋应避开接头位置。

7.9 钢筋工程安装允许偏差应符合表 12 的规定。

表 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

8 混凝土工程

8.1 混凝土配合比

8.1.1 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。

8.1.2 清水混凝土的配合比的确定与调整应符合以下规定：

a) 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 JGJ 55 的规定进行；

b） 混凝土中的氯离子含量不应超过 0.15%；

c） 混凝土水胶比与保护层厚度的关系宜符合公式（1）的要求；

$$\chi \leq \frac{5.83C}{\alpha * \sqrt{t}} + 38.3 \cdots\cdots (1)$$

式中：

χ——水胶比；

C——钢筋混凝土的保护层厚度，单位为厘米（cm）；

α——裂化外力区分系数，室外为 1，室内为 1.7；

t——设计使用年数字。

d） 砂率宜在 40%～45% 的范围内；胶凝材料用量也不宜低于 300 kg/m^3；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 170 kg/m^3；粗骨料最大粒径不宜大于 25 mm，在满足施工性能的前提下，宜提高粗骨料含量；

e） 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 13 控制。

表 13 矿物掺合料占胶凝材料总量的百分率限值

矿物参合料种类	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。			

8.2 混凝土拌合物的制备与性能

8.2.1 清水混凝土原材料的计量允许偏差应符合 GB/T 14902 中所规定的要求，选用的搅拌机应符合 GB/T 9142 中规定的技术标准；原材料投料前，应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 s～30 s；减水剂宜采用后掺法。

8.2.2 混凝土拌合物应均匀，使同一视觉空间工程的混凝土表面色均性。

8.2.3 混凝土拌合物应工作性能优良，无离析泌水现象，压力泌水率应小于 22%；坍落度的 90 min 经时损失值宜小于 30 mm。

8.2.4 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 150 mm±20 mm，用于浇筑墙、梁、板的混凝土入模坍落度宜为 170 mm±20 mm。

8.3 混凝土浇筑

8.3.1 浇筑前应先清理模板内垃圾，模板内应清洁、无积水。

8.3.2　混凝土浇筑时，振捣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。

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

8.3.4　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，且应布棒均匀，并应随浇筑连续进行。

8.3.5　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 20 s～30 s，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 50 mm。

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

8.3.7　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。

8.4　混凝土的养护

8.4.1　清水混凝土暴露表面的养护应从浇筑成型后开始，混凝土表面不可直接用草帘或草袋覆盖，应采用塑料薄膜覆盖养护，如需保温可在塑料薄膜外覆盖防火棉毡；随龄期的增长可适时将酒水和保湿并用；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。

8.4.2　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。

8.4.3　清水混凝土养护的时间不少于 14 d。

9　施工缝的设置与施工

9.1　施工缝的设置

9.1.1　明缝设置宜与施工缝位置相协调，并应得到设计单位认可。

9.1.2　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。

9.1.3　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。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 30 mm，墙面梁豁处预留尺寸应不大于梁截面尺寸。

9.1.4　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 30 mm；后浇带及膨胀加强带宽度宜与两条明缝之间距离一致。

9.1.5　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。

9.2　施工缝的施工

9.2.1　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。

9.2.2　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。

9.2.3　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。

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

9.2.5　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。

10　成品保护

10.1　模板成品保护

10.1.1　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。

10.1.2　清水混凝土模板应设置固定堆放场地，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，模板应采用面对面的插板式存放。

10.1.3　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，吊装模板时应避免绳索等对模板边的损坏。

10.1.4　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。

10.1.5　拆模后的模板应及时清灰，涂刷脱模剂。

10.2　钢筋成品保护

10.2.1　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。

10.2.2　主筋采用直螺纹连接时，丝头应戴好保护帽。

10.2.3　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。

10.2.4　涂刷脱模剂时，不应涂刷在钢筋上。

10.3　混凝土成品保护

10.3.1　清水混凝土的后续施工工序，不应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，保护已浇筑的混凝土成品。

10.3.2　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。

10.3.3　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，有防火要求时固定镀锌铁皮。

10.3.4　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。

10.3.5　严禁剔凿成品清水混凝土表面。

11　混凝土成品修补与喷涂施工

11.1　成品修补

11.1.1　清理混凝土表面污染应在养护完毕后去除混凝土表面附着的污染物或印迹。

11.1.2　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。

11.1.3　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。

11.1.4　混凝土成品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，

11.2　喷涂施工

11.2.1　当设计要求清水混凝土的外表面有透明的保护性膜层时，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。

11.2.2　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，且不应对混凝土有腐蚀性。

11.2.3　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。

11.2.4　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。

11.2.5　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。常用的涂料品种有氣碳树脂系涂料、聚氨酯系、丙烯树脂系、硅酮系以及混合型涂料，喷涂施工应按照产品说明书的要求进行。

12　季节性施工

12.1.1　清水混凝土施工遇冬期、雨期、高温及大风天气时，应编制季节性施工方案，包括施工措施和注意事项等，经审批后方可实施，并进行方案交底及安全技术交底。

12.1.2　施工环境条件发生变化时，应重新试配混凝土配合比。

12.1.3　冬期施工应符合下列规定：

a)　不宜进行清水混凝土施工；

b)　所用骨料应清洁，不应含有冰、雪、冻块及其他易冻物质，必要时应对拌和用水采取加温措施，提高混凝土拌合物温度；

c)　所用外加剂应符合 GB 50119 的规定，且应进行试配，使清水混凝土不产生明显色差；

d)　混凝土入模温度不应低于 5℃。混凝土浇筑完成后，应及时进行保湿、保温养护，养护材料不应造成清水混凝土颜色变化；

e)　低温条件下可采用塑料薄膜外覆盖防火棉毡，或蒸汽和保湿并用养护；

f)　不宜进行保护涂料施工。

12.1.4　雨期施工应符合下列规定：

a)　雨天不宜露天浇筑混凝土，大雨、暴雨天气不应露天浇筑混凝土。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，并应终止混凝土浇筑；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；

b)　雨天不应进行保护涂料施工。

12.1.5　高温施工应符合下列规定：

a)　混凝土骨料堆场应采取遮阳、防晒等措施；

b)　混凝土浇筑宜在早间或晚间进行，且连续浇筑。混凝土浇筑后，应及时进行保温、保湿养护。

12.1.6　大风天气施工应符合下列规定：

a)　当大风天气施工时，在作业面应采取挡风措施，并应及时覆盖塑料薄膜和保温材料；

b)　模板拆除时查看天气预报，超过五级风时不可吊运。

13 清水混凝土实体质量验收

13.1 一般规定

13.1.1 清水混凝土的实体质量应满足 GB 50204 的相关要求。

13.1.2 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 JGJ 169 的相关规定。

13.2 主控项目

13.2.1 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 4 m 处肉眼看不到明显的颜色差别；对于普通清水混凝土，应在距混凝体图土 8 m 处肉眼看不到明显的颜色差别。检查数量及检验方法如下：

a) 检查数量：全数检查。

b) 检验方法：观察。

13.2.2 混凝土表面不应出现蜂窝、麻面、砂带、冷接缝和表面损伤等；不应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应不大于 0.15 mm 和 0.2 mm。检查数量及检验方法如下：

a) 检查数量：全数检查。

b) 检验方法：观察，尺量检查。

13.2.3 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 8 mm，深度不大于 2 mm，每平方米气泡面积不大于 20 cm^2。检查数量及检验方法如下：

a) 检查数量：全数检查。

b) 检验方法：观察，量测。

13.2.4 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、圆滑。检查数量及检验方法如下：

a) 检查数量：全数检查。

b) 检验方法：观察。

13.3 一般项目

13.3.1 饰面清水混凝土明缝直线度偏差每米应不大于 3 mm。对拉螺栓孔眼应分布规则，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。

13.3.2 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 2 mm。

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。

13.3.3 立面垂直度、表面平整度和阴阳角方正、混凝土结构允许偏差与检查方法应符合表 14 的规定。

检查数量：抽查各检验批的 30%，且不应少于 5 件。

表 14　混凝土结构允许偏差与检查方法

项次	项目		允许偏差		检验方法
			饰面清水混凝土	普通清水混凝土	
1	轴线位移	柱、墙、梁	6	5	尺量
2	截面尺寸	柱、墙、梁	±5	±3	尺量
3	标高	层高	±8	±5	水准仪、尺量
		全高	±30	±30	
4	垂直度	层高	8	5	经纬仪、线坠、尺量
		全高（H）	H/100，且≤30	H/100，且≤30	
5	表面平整度		4	3	2 m 靠尺、塞尺
6	角线顺直		4	3	拉线、尺量
7	阴阳角	方正	4	3	尺量
		顺直	4	3	
8	阳台、雨罩位置		±8	±5	尺量
9	明缝直线度		-	3	拉 5m 线，不足 5　m 拉通线，钢尺检查
10	蝉缝错台		-	2	尺量
11	蝉缝交圈		-	5	拉 5m 线，不足 5　m 拉通线，钢尺检查
12	预留洞口	中心线位移	10	8	尺量
		洞口尺寸	+8,0	+5,0	尺量
		门窗洞口对角线	4	2	拉线、尺量
13	预埋设施中心位移	预埋件	3	2	拉线、尺量
		预埋螺栓	+5.0	2	拉线、尺量
		预埋管	3	3	尺量