****

**T/CECS XXX-202X**

**中国工程建设标准化协会标准**

清水混凝土应用技术规程

Technical specification for fair-faced concrete construction

**（征求意见稿）**

**中国XX出版社**

中国工程建设标准化协会标准

清水混凝土应用技术规程

Technical specification for fair-faced concrete construction

**T/CECS XXX-202X**

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

北京益汇达清水建筑工程有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202×年××月1日

**中国XX出版社**

202×　北　　京

# 前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<中国工程建设标准化协会2021年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协函[2021]15号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内和国际标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本规程共分为7章，主要技术内容包括：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 材料；5. 工程设计；6. 施工；7. 成品保护；8. 质量验收。

请注意本规程的某些内容可能直接或间接设计专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会防水防护与修复专业委员会归口管理，由北京益汇达清水建筑工程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，请寄送解释单位（地址：北京市顺义区绿地启航国际9号楼806，邮编：101318）。

**本标准主编单位**：中国建筑科学研究院有限公司

北京益汇达清水建筑工程有限公司

**本标准参编单位**：

**目 次**

1 总则 1

2 术语 2

3 基本规定 4

4 材料 5

4.1 模板体系材料 5

4.2 钢筋体系材料 6

4.3 混凝土原材料 6

4.4 清水混凝土保护剂 8

5 工程设计 10

5. 1 建筑设计 10

5.2 结构设计 10

5.3 抗裂设计 11

6 施工 13

6.1 一般规定 13

6.2 模板工程 13

6.3 钢筋工程 17

6.4 混凝土工程 18

6.5 保护剂工程 21

7 成品保护 23

7.1 模板成品保护 23

7.2 钢筋成品保护 23

7.3 混凝土成品保护 23

8 质量验收 25

8.1 模板 25

8.2 钢筋 26

8.3 混凝土 27

本规程用词说明 30

引用标准名录 31

条文说明 32

**Contents**

1 **General provisions** 1

2 **Terms** 2

3 **Basic Requirements** 4

4 **Materials** 5

4.1 Formwork system materia 5

4.2 Reinforcement system material 6

4.3 Concrete raw material 6

4.4 As cast finish concrete protective agent 8

5 Engineering design 10

5. 1 Architectural design 10

5.2 Structural design 10

5.3 Crack resistant design 11

6 Construction 13

6.1 General requirements 13

6.2 Formwork 13

6.3 Reinforcement work 17

6.4 Concrete work 18

6.5 Protective agent work 21

7 Finished product protection 23

7.1 Protection of finished formwork 23

7.2 Protection of finished reinforcement 23

7.3 Protection of finished concrete 23

8 Quality acceptance 25

8.1 formwork 25

8.2 reinforcement 26

8.3 concrete 27

**Explanation of wording in this specification** 30

**List of quoted standards** 31

**Addition: explanation of provisions**..........................................................................32

# 1 总则

1. 为规范清水混凝土的应用，提高清水混凝土行业施工水平，提升清水混凝土性能，保证工程质量，统一验收标准，做到技术先进、经济合理、安全适用、节能环保，特制定本规程。
2. 本规程适用于表面有清水混凝土外观效果要求的工业及民用建筑混凝土工程设计、施工与质量验收。
3. 清水混凝土工程的设计、施工与质量验收，除执行本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

# 2 术语

1. 清水混凝土 fair-faced concrete

使用混凝土现浇一体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。

1. 普通清水混凝土 standard fair-faced concrete

表面平整、光结，颜色均匀、无明显色差，对饰面效果无特殊要求，表现混凝土的自然质朴、色泽协调美观和浑然天成的清水混凝土。

1. 饰面清水混凝土 decorative fair-faced 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、假眼等组合形成的、以自然质感为饰面效果的清水混凝土。

1. 装饰清水混凝土 decorative fair-faced concrete

表面形成装饰图案、镶嵌装饰片或彩色的清水混凝土。

1. 对拉螺栓孔(Counter-pulling Bolt Hole)

对拉螺栓在混凝土表面形成的有饰面效果的孔眼。

1. 明缝(Apparent Seam)

凹入混凝土表面的分格线或装饰线。

1. 禅缝(Cicada Seam)

模板面板拼缝在混凝土表面留下的细小痕迹。

1. 表面色差(Surface Color Difference)

清水混凝土成型后的表面颜色差异。

1. 衬模(Lining Templet)

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。

1. 面板(Surface Templet)

与新浇筑混凝土直接接触的面板。

1. 对拉螺栓(Counter-pulling Bolt)

连接模板承受新浇混凝土产生侧压力的专用螺栓。

1. 阴阳角(The Iternal And Externl Angle)

建筑构造之一；墙面阴角指的是凹进去的墙角，如顶面与四周墙壁的夹角；墙面阳角指的是凸出来的墙角，如走道转弯处两堵墙形成的夹角。

# 3 基本规定

1. 清水混凝土关键工序应编制专项施工方案，并在实施过程中进一步优化提高。
2. 清水混凝土工程应进行全过程质量控制。对于同一工程、饰面效果要求相同的清水混凝土，其材料和施工工艺应保持一致。
3. 清水混凝土工程应在上一道施工工序质量验收合格后再进行下一道施工工序。应建立各施工工序自检和交接管理制度，对施工操作和管理人员逐级进行详细施工技术交底。
4. 清水混凝土工程应釆取防裂、防渗和防污染等措施, 且措施不应影响混凝土饰面效果。
5. 处于潮湿环境或干湿交替环境的混凝土，应控制混凝土中的碱含量，宜选用非碱活性骨料。
6. 清水混凝土施工前应先做样板试验。

# 4 材料

**4.1 模板体系材料**

1. 用于清水混凝土的模板除应符合本规程的规定外，还应符合国家现行标准《组合钢模板技术规范》GB/T 50214、《建筑工程大模板技术标准》JGJ/T 74、《钢框胶合板模板技术规程》JGJ 96、《组合铝合金模板工程技术规程》JGJ 386和《铝合金模板》JG/T 522等的相关规定。
2. 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，同一工程中同类构件或同一视觉面中应采用相同面板材料。
3. 模板材料应符合下列规定：
4. 模板面板可选用钢板、覆膜木胶合板、铝合金板、塑料板等材料，并应满足强度、刚度和周转使用要求，且加工性能好；
5. 内衬板可选用不锈钢板、铝合金板、透水模板布、亚克力板、PVC板、玻璃钢、硬质塑料、聚氨酯等材料，表面特性和强度应满足装饰效果；
6. 模板围標材料可选用金属标准型材、木梁、钢木组合梁、铝梁等材料，应有足够的强度和刚度；
7. 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，可参照表4.1-1进行选择，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 4.1.3 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 | 适用范围 |
| 普通清水混凝土 | 木梁胶合板模板、钢框胶合板大模板、木框胶合板模板、组合钢模板 | 暴露混凝土 |
| 饰面清水混凝土 | 清水覆塑模板、木梁胶合板模板、钢框胶合板大模板、全钢大模板 | 光面清水混凝土 |
| 装饰清水混凝土 | 清水覆塑模板、木梁胶合板模板、钢框胶合板大模板、全钢大模板 | 拥有纹理、肌理的清水混凝土 |

1. 模板表面平整光洁，清水模板覆膜要求强度高，耐磨性好，耐水、耐久性好，物理化学性能均匀稳定，表面平整光滑、无污染、无破损、清洁干净。
2. 模板支架及配件应符合下列规定：
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，且应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，且应满足模板体系的连接加固要求；
5. 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，最小直径应满足承载力要求，同一工程宜采用同一规格的螺栓；
6. 对拉螺栓套管及堵头应根据对拉螺栓的直径进行确定，可选用塑料、橡胶、尼龙等材料。
7. 明缝条截面形式可根据工程具体情况确定，要求能顺利拆除，宜采用梯形、圆角方形；材质可以为硬木、塑料、铝合金、不锈钢等材料，深度不宜大于20mm。
8. 脱模剂应符合下列规定：
9. 脱模剂不应污染和锈蚀模板，不应污染混凝土和改变混凝土表面本色；
10. 脱模剂应容易脱模、涂刷方便、易干燥，使用后应便于清理；
11. 可选用水性或油性脱模剂。低温或负温施工时宜选用油类脱模剂，但在负温下明显变稠的油类脱模剂不宜使用。

**4.2 钢筋体系材料**

1. 钢筋原材料、半成品和成品均应表面清洁、无明显锈蚀和污染，存放过程中应上盖下垫，避免雨水造成钢筋锈蚀或污染。
2. 钢筋绑扎的扎丝宜为20#～22#号防锈镀锌钢丝。
3. 钢筋保护层垫块的颜色应与混凝土表面颜色接近，强度不应低于构造物本体混凝土设计强度，外形应有利于钢筋的定位，尺寸应根据被保护钢筋的直径、保护层厚度的结构特点选定。

**4.3 混凝土原材料**

1. 清水混凝土的原材料除应符合本节的规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。
2. 混凝土各种原材料应有足够的储存量，同种原材料的颜色和技术参数应保持一致。
3. 水泥应选用强度等级不低于42.5级的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥。同一工程同类构件或结构的水泥应为同一厂家、同一品种、同一强度等级。
4. 矿物掺合料宜采用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、石灰石粉或硅灰等。同一工程所使用的掺合料应来自同一厂家、同一规格型号。
5. 骨料除应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52的有关规定外，尚应符合下列规定：
6. 粗骨料宜采用 5mm～25mm 连续级配，应色泽均匀、表面洁净，并应符合表 4. 3. 5-1的规定；
7. 细骨料应采用中砂，并应符合表4. 3. 5-2的规定。同一工程宜选用同一料源的河砂，性能指标应符合现行国家标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52的规定。当使用人工砂时，应充分进行试验验证，确定满足清水混凝土要求后使用；
8. 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《预防混凝土碱骨料反应技术规范》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。

表4.3.5-1 粗骨料的性能要求（%）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | ＜C50 | ≥C50 |
| 针、片状颗粒含量 | ≤10 | ≤5 |
| 含泥量 | ≤1.0 | ≤0.5 |
| 泥块含量 | ≤0.5 | ≤0.2 |

表4.3.5-2 细骨料的性能要求（%）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项 目 | <C50 | ≥C50 |
| 天然砂 | 含泥量 | ≤3. 0 | ≤2. 0 |
| 泥块含量 | ≤1. 0 | ≤0. 5 |
| 机制砂 | 石粉含量MB | MB< 1. 4g/kg | ≤7. 0 | ≤5. 0 |
| MB>1.4g/kg | ≤3. 0 | ≤2. 0 |
| 泥块含量 | ≤0. 5 | ≤0. 2 |

1. 化学外加剂除应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119的有关规定外，还应符合下列规定：
2. 不应使用含有氯盐、硫酸盐的早强剂、防冻剂；外加剂不应改变混凝土的颜色，在混凝土硬化后的表面不应出现析霜或返潮现象；
3. 减水剂宜选用聚羧酸类高性能减水剂，引气量不宜大于3%，并应与所用水泥、矿物掺合料和骨料相适应。
4. 混凝土拌合用水和养护用水应符合国家现行标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定，且应无色无味、pH值不低于6.5。

**4.4 清水混凝土保护剂**

1. 清水混凝土保护剂的选用应符合下列规定：
2. 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、性憎水性（疏水性）、防水性；
3. 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和对环境有污染。
4. 保护剂宜选用水性氟碳树脂系透明保护剂或硅烷系保护剂，应由底涂、中涂和面涂三层组成，清水混凝土透明保护剂的主要性能指标应符合表4.4.2的规定。

表4.4.2 清水混凝土透明保护剂的主要性能指标

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 性能要求 |
| 底涂 | 干燥时间（表干） | ≤2h |
| 附着力（划格法，1mm） | ≤1级 |
| 耐水性 | 96h无异常 |
| 耐碱性 | 48h无异常 |
| 抗泛盐碱性 | 72h无异常 |
| 中涂 | 干燥时间（表干） | ≤2h |
| 干燥时间（实干） | ≤24h |
| 附着力（划格法，2mm） | ≤1级 |
| 耐水性 | 168h无异常 |
| 耐碱性 | 168h无异常 |
| 面涂 | 干燥时间（表干） | ≤2h |
| 附着力（划格法，5mm） | ≤1级 |
| 耐水性 | 168h无异常 |
| 耐酸雨性 | 48h无异常 |
| 耐碱性 | 168h无异常 |
| 耐沾污性 | ≤15% |
| 耐洗刷性 | ≥3000次 |
| 耐冻融循环 | 10次无异常 |
| 耐人工老化性 | 1700h无起泡、开裂、剥落 |

# 5 工程设计

**5. 1 建筑设计**

1. 清水混凝土建筑设计着重考虑建筑效果及清水混凝土范围、工程裂缝控制设计与验算等。清水混凝土构件尺寸宜标准化和模数化。
2. 应重点考虑细部节点设计，包括门窗、幕墙等各专业与清水混凝土配合比设计。
3. 对影响清水混凝土饰面效果的预留预埋部位，应出具设计文件。
4. 对于饰面清水混凝土和装饰清水混凝土，应绘制构件详图，并应明确明缝、禅缝、对拉螺栓孔眼、装饰图案和装饰片等的形状、位置和尺寸。
5. 清水混凝土施工缝宜与明缝位置一致。
6. 清水混凝土的外表面宜喷涂透明或着色透明保护剂。

**5.2 结构设计**

1. 当清水混凝土面层结构仅用于装饰时，其设计宜满足30年使用年限；当清水混凝土面层结构兼具加固时，其设计宜满足50年使用年限。清水混凝土结构的环境条件宜符合表4.2.1-1规定。

**表5.2.1 清水混凝土结构的环境条件**

|  |  |
| --- | --- |
| 环境类别 | 环境条件 |
| 一 | 室内干燥环境  |
| 二 | a | 室内潮湿环境；非严寒和非寒冷地区的露天环境；非严寒和非寒冷地区与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境 |
| b | 干湿交替环境；严寒和寒冷地区的露天环境；严寒和寒冷地区冰冻线以上与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境 |

1. 当清水混凝土有抗震加固要求时，其加固计算和构造尚应符合现行行业标准《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116中的板墙加固法、壁柱加固法、混凝土套加固法等的相关规定。
2. 清水混凝土的强度等级应符合下列规定：

**1** 室内环境的清水混凝土的强度等级不应低于C30，露天环境的清水混凝土的强度等级不应低于C35；

**2** 相邻清水混凝土结构的混凝土强度等级宜一致。

1. 对于不同服役环境的清水混凝土结构，其纵向受力钢筋的混凝土保护层最小厚度应符合表5.2.4的规定，允许偏差应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

**表5.2.4 纵向受力钢筋的混凝土保护层最小厚度**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 环境类别 | 板、墙、壳 | 梁、柱、杆 |
| 一 | 15 | 25 |
| 二 | a | 20 | 30 |
| b | 25 | 35 |

1. 预应力清水混凝土的钢筋保护层厚度宜在表5.2.4的规定值基础上增加5mm。
2. 清水混凝土工程结构施工要在结构设计图中明确标识结构施工节点，合理配筋。
3. 设计清水混凝土面层结构钢筋间距时，应尽量避开螺栓孔位，若有冲突时，应适当调整钢筋位置。
4. 对于伸缩缝间距不符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定的楼（屋）盖和墙体，其设计应符合下列规定：

**1** 水平方向（长向）的钢筋宜采用带肋钢筋，钢筋间距宜适当减小，配筋率宜增加；

**2** 可根据工程的具体情况，采用设置后浇带或跳仓施工等措施；

**3** 当采用后浇带分段浇筑混凝土时，后浇带施工缝宜设在明缝处，且后浇带宽度宜为相邻两条明缝的间距。

## 5.3 抗裂设计

1. 沉降缝和变形缝位置宜吻合，清水混凝土建筑一般按照30m左右设置沉降缝，深度同墙体厚度。
2. 门窗洞口上下宜设置暗梁构造，洞口角部设置抗裂加强钢筋，施工时严格按照设计要求正确增设加强筋。
3. 在易裂高风险区域的竖向蝉缝部位宜设置诱导缝，在墙体两侧对称设置，上至顶部女儿墙、下至根部（下挂墙）部位需保持交圈。诱导缝排布间距一般在18m以内为宜，需具有针对性，以实用、准确为原则，美观效果其次。待裂缝稳定后进行相应的防水封闭处理，诱导缝具体填缝方法及样式需根据设计要求决定。
4. 墙体及女儿墙或栏板钢筋间距不宜较大，需按抗裂要求配置，一般12m左右设置一道伸缩缝，缝宽20mm，钢筋水平筋断开，缝两侧各增加一根暗柱。女儿墙钢筋一般不低于双层双向三级钢Φ8@120即可，亦可增加抗裂钢筋网片。
5. 设置后浇带，防止根部竖向裂缝的发生，后浇带宽度宜按照模板宽度模数执行，一般为900mm或1200mm为宜，后浇带混凝土标号同相应墙体。
6. 当纵向受力钢筋保护层厚度大于50mm时，宜采取有效的防裂构造措施，当层内配置防裂、防剥落的钢筋网片时，网片钢筋保护层厚度不应小于25mm。
7. 优化混凝土配合比设计，严格控制水胶比，用水量不得大于设计用水量。可通过选用低热水泥、掺用适量粉煤灰、掺适量纤维材料、掺适量缓凝剂及掺适量膨胀剂等抵抗裂缝的发生。

# 6 施工

**6.1 一般规定**

1. 熟悉结构及建筑施工图，按照设计要求，确定清水混凝土分类及其施工范围，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。
2. 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，并在实施中进一步优化提高。
3. 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. 模板工程应结合清水混凝土工程特点，加强清水混凝土模板的设计、加工、安装和节点细部处理。
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。
6. 清水混凝土配合比设计应符合国家现行标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的规定；当采用自密实混凝土时，应符合国家现行标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283的规定。

**6.2 模板工程**

1. 模板设计应符合下列规定：
2. 清水混凝土模板应选用大型整体模板，其分块设计应满足清水混凝土饰面效果的设计要求。当设计无要求时，应符合下列规定：
3. 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；
4. 面板分割应按照模板蝉缝和明缝位置进行设计，保证蝉缝和明缝水平交圈、竖向垂直；
5. 模板分块宜以结构物轴线或孔洞中心线为对称中心线线，均匀对称布置；
6. 对拉螺栓孔眼的排布应纵横对称、间距均匀，距门窗洞口 的距离宜大于150mm；
7. 剪力墙、砌体墙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；梁、柱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；
8. 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。
9. 模板拼缝与装饰线的设计应满足清水混凝土饰面效果的设计要求。当设计无要求时，应符合下列规定：
10. 对模板面板拼缝应按照蝉缝和明缝位置要求进行设计，并绘制排版图；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与1.0mm；且应达到水平交圈、竖向顺直、有规律性的装饰性。设计原则应遵循表6.1-2；

表6.2.1 模板拼缝规则表

|  |  |
| --- | --- |
| 规律性部位 | 模板拼缝 |
| 横向 | 竖向 |
| 柱 | 同一楼层拼缝印迹的高度一致 | 不宜出现竖向拼缝，无法避免时，竖向缝宜对称；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；两端允许出现裂缝，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；大模板每施工楼层宜竖向布置，一般不设横缝 |

1. 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，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；
2. 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。
3. 饰面清水混凝土模板除应满足普通清水混凝土要求外，还应符合下列规定：
4. 模板面板钉眼、焊缝等部位的处理不应影响混凝土的饰面效果；
5. 堵头和假眼均应按饰面效果设计布置，假眼应采用同直径的堵头或锥形接头固定在模板面板上。
6. 装饰清水混凝土模板除应满足普通清水混凝土模板外，还应符合下列规定：
7. 宜确定装饰图案和装饰片的形状、位置和尺寸；
8. 明缝和禅缝设置应与装饰图案相协调；
9. 宜确定装饰片与模板的固定措施。
10. 模板制作应符合下列规定：
11. 模板应按照加工设计图和工艺文件进行制作，控制加工精度，模板表面应平整、方正，拼缝严密且无错台；
12. 钢模板制作应该符合下列规定：
13. 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。
14. 全钢大模板面板拼缝焊点应打磨平整，水平拼缝背面应加焊扁钢，扁钢与与面板间的缝隙宜刮腻子密封。
15. 木胶合板模板制作应符合下列规定：
16. 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。
17. 面板开孔应有可靠的工艺措施，保证孔周边整齐和面膜无裂纹；
18. 龙骨与木胶合板面板连接，宜采用自攻螺钉从背面反钉连接的方式固定；当异形板从背面难以保证面板与龙骨有效连接时，应采用沉头螺钉正钉连接，钉头宜沉进板面 1mm~2mm,并应用铁腻子将钉眼凹坑补平并喷涂清漆。
19. 模板龙骨不宜有接头。当确需接头时，有接头的主龙骨数量不应超过主龙骨总数量的50%；
20. 模板加工后宜预拼，应对模板平整度、外形尺寸、相邻板面高低差以及对拉螺栓组合情况等进行校核，校核后应对模板进行编号。
21. 脱模剂的施工应符合下列规定：
22. 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，与混凝土接触的模板内表面不得有任何污损；
23. 模板表面经检查合格后开始施工适宜的脱模剂，脱模剂的施工可采用喷涂或刷涂，涂层应薄而均匀，无漏刷、无流挂，大面、小面、夹角处不得漏涂；
24. 暂时不用的涂完脱模剂的模板宜覆盖保护面板，防止板面受到二次污染。
25. 涂过脱模剂的模板遇雨淋或其他因素失效后必须补涂；
26. 脱模剂涂刷施工时必须避免涂刷在钢筋、预埋件上；
27. 一套模板其脱模剂的周转次数应一致，要重涂时应一起重涂。
28. 模板安装应符合下列规定：
29. 模板安装前，应进行下列工作：
30. 检查面板清洁度；
31. 清点模板和配件的型号、数量；
32. 核对明缝、蝉缝、装饰图案的位置；
33. 检查模板内侧附件连接情况，附件连接应牢固；
34. 复核基层上内外模板控制线和标高；
35. 模板试拼装，验收合格后方可正式进行模板安装；
36. 涂刷脱模剂，且脱模剂应涂刷均匀。
37. 模板安装应根据模板安装图按模板编号进行安装，模板之间应连接可靠；
38. 对拉螺栓安装位置应正确，紧固对拉螺栓时应用力得当、受力均匀，不得使模板表面产生局部变形；
39. 模板安装宜釆用对拉螺栓或专用卡具连接，模板间拼缝应严密，并应采取下列措施防止漏浆：

（1）锥套、堵头和面板间宜加橡胶垫圈并接触紧密；

（2）上下层结合处，阴阳角模连接处和模板接缝等位置宜贴高密度海绵密封条。

1. 模板的安装质量应符合下列规定：

（1）模板间的拼缝应平整、严密，模板支撑应设置正确、连接 牢固；

（2）模板安装尺寸允许偏差应符合本规程表8.1.2的有关规定。

1. 模板安装完毕后需要清理模板内杂物，应对模板面板、边角和已成型清水混凝土进行保护。
2. 模板拆除与保养应符合下列规定：
3. 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》GB 50204和《建筑工程大模板技术标准》JGJ/T 74的规定外，尚应符合下列规定：
4. 应制订专门的拆模措施，加强对清水混凝土成品、对拉螺栓孔眼和模板面板的保护；
5. 应适当延长带模养护时间，确保混凝土有足够强度，拆模过程不损伤混凝土表面及棱角；
6. 拆除模板时不应采用重锤敲击或利用混凝土表面撬动模板；
7. 拆模时混凝土温度不宜过高，应避免混凝土表面接触空气时降温过快产生开裂。大风或温度急剧变化天气不宜拆模，炎热或干燥季节，拆模同时应及时覆膜养护；
8. 模板拆除后应及时清理，对影响观感的缺陷进行修复。
9. 拆下的模板及附件应及时清理、维修和存放。存放时，应采取防潮、防晒、防火、防模板变形、锈蚀和损伤的措施；
10. 控制模板的周转次数，定期检查模板质量、维修和保养，对于损伤严重影响到混凝土外观质量的模板应停止使用。

**6.3 钢筋工程**

1. 钢筋加工时，应注意叠放位置和穿插顺序；应注意钢筋接头形式、接头位置、搭接长度、锚固长度对钢筋绑扎的影响；通长钢筋应注意端头弯钩方向，保证钢筋总长度、钢筋位置和保护层厚度符合设计规定。
2. 钢筋安装时，应兼顾预应力筋位置与钢筋保护层厚度。
3. 钢筋垫块宜采用混凝土或塑料垫块，应有足够的强度、刚度，颜色应与清水混凝土外观颜色接近，宜呈梅花形布置，减小与模板的接触面积，同一部位垫块形状、尺寸应保持一致，布置均匀、间距一致。
4. 定位钢筋的端头应涂刷防锈漆，并应套上与混凝土颜色接近的护套。
5. 钢筋绑扎应采取防锈镀锌钢丝异侧绑扎法，每个钢筋交叉点均应绑扎，绑扎钢丝不得少于两圈，扎丝头必须弯向混凝土内侧，同时将外侧扎丝圆钩全部压平。
6. 清水混凝土钢筋绑扎过程中注意避让对拉螺栓，应全部满绑，严禁跳扣绑扎，注意保护清水模板，禁止磕碰清水模板。
7. 钢筋安装后应做好防雨雪冲淋、防污染、防变形等措施。

**6.4 混凝土工程**

1. 清水混凝土配合比设计应符合下列规定：
2. 清水混凝土配合比除应符合普通混凝土的常规要求外，还宜通过选择原材料、实验室试配、浇筑样板等来确定适宜的混凝土配合比及混凝土表面颜色；
3. 清水混凝土的配合比设计参数选取宜符合下列规定：

（1） 胶凝材料用量应较普通混凝土适当提高，不宜低于380kg/m3；

（2） 砂率应较普通混凝土适当提高，宜在40%〜50%范围。粗骨料最大粒径不宜大于20mm，在满足施工性能的前提下，宜提高粗骨料含量；

（3） 混凝土中应掺加矿物掺合料，不同矿物掺合料掺量应根据混凝土的性能通过试验确定；

（4） 单位用水量不宜大于185kg/m3，水胶比不宜大于0.45；

（5） 减水剂的掺量应根据混凝土流动性、施工气温等要求通,过试验确定。

1. 对于有抗冻、抗渗、抗碳化、抗氯离子侵蚀和抗硫酸盐腐蚀等耐久性要求的清水混凝土，配合比设计尚应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476和《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定；
2. 无抗冻要求的混凝土含气量不应大于3.0%。当有抗冻要求的混凝土掺加引气类外加剂时，含气量控制不宜超过5.5%，且表面气泡对外观饰面效果的影响应做验证。
3. 清水混凝土的制备与运输应符合下列规定：
4. 清水混凝土原材料计量应采用电子自动计量设备，计量设备应检定合格，计量允许偏差应符合《预拌混凝土》GB/T 14902中所规定的要求；
5. 混凝土搅拌除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定外，尚应符合下列规定：
6. 清水混凝土的搅拌应采用双卧轴强制式搅拌机或振动搅拌机，不应使用自落式搅拌机；
7. 宜采用专用生产线。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。
8. 原材料投料前，搅拌机内应保持清洁，且拌合物的搅拌时间应比同强度等级普通混凝土延长20s〜30s；
9. 混凝土拌合物应颜色均匀一致，能保证同一视觉空间工程的混凝土无可见颜色差别；
10. 清水混凝土拌合物的工作性应稳定，且无分层、板结、 离析、泌水现象，90min的坍落度损失不宜超过30mm，且不应影响混凝土的正常施工。
11. 投料和搅拌顺序宜为：先投入骨料、水泥和矿物掺合料，如需添加微生物抗泛碱剂和颜料，应和水泥等一起投入，搅拌均匀后再加水和外加剂，充分拌合至均匀无色差。总拌合时间不应少于90s。
12. 清水混凝土拌合物的运输应符合下列规定：
13. 宜采用专用运输车，运输车应采取防冻、防晒等措施；装料前容器内应清洁、无积水，且应满足连续均匀浇筑的要求。
14. 运输过程应防止拌合物发生分层、离析等现象，严禁添加配合比以外的水和外加剂；
15. 混凝土拌合物运输到浇筑点，应逐车检查坍落度是否符合设计要求，目测混凝土颜色有无变化和有无分层离析情况，严禁使用工作性和颜色不符合要求的拌合物。
16. 清水混凝土的泵送、浇筑、振捣应符合下列规定：
17. 清水混凝土的泵送，应按现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10执行；
18. 混凝土浇筑除应符合国家现行标准国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定外，尚应符合下列规定：
19. 清水混凝土浇筑前应先清理模板内垃圾，保持模板内清洁、无积水。同时应将模板下口海绵条封堵密实，防止漏浆；
20. 混凝土浇筑时，应按样板构件试验确定的布料、振捣方法及工艺进行，混凝土应能充满模板，达到流平、密实的程度，减少表面气泡；
21. 同一区域的混凝土，应先竖向结构后水平结构，浇筑宜连续进行，分层厚度不宜超过500mm，并应严格控制分层浇筑的间隔时间；
22. 门窗洞口混凝土浇筑，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；
23. 墙、柱浇筑时，宜先在根部铺厚度为30mm~50mm的同配合比水泥砂浆，再浇筑混凝土。
24. 混凝土振捣除应符合国家现行标准国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定外，尚应符合下列规定：
25. 采用振捣棒进行振捣时，清水混凝土的振捣点应从中间开始向边缘分布，且布棒必须均匀，环环搭扣，并应随浇筑连续进行，且插入下层混凝土中的深度宜为50mm~100mm；
26. 宜采用二次振捣法，振捣时应做到“快插慢拔”，振捣时间一般控制在20s~30s左右，并以混凝土不再显著下沉、不出现气泡，表面不泛出灰浆为准；
27. 振捣时不得碰撞钢筋、模板、预埋件和止水带等；振捣棒移位间距不超过振动半径的1.5倍，与侧模保持50mm~100mm的距离；
28. 混凝土布料、振捣过程中，应减少砂浆的飞溅，并应清理掉溅于未浇段模板内侧的砂浆；
29. 在浇筑墙上洞口时，洞口两侧浇筑高度对称均匀，振动棒距洞边300m以上，从两侧同时振捣，保证洞模不偏位，防止洞口变形。
30. 清水混凝土的养护应符合下列规定：
31. 模板拆除后的清水混凝土表面禁止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，可以在塑料薄膜外覆盖草帘或草袋，随龄期的增长可覆盖塑料薄膜保湿养护和喷雾养护并用；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；
32. 清水混凝土的养护要求严于普通混凝土。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；对于异型构件、高空竖向结构等采取常规措施难以实施有效养护的部位，可采用喷涂养护剂的方式进行养护；
33. 清水混凝土养护时，不应采用对混凝土表面有污染的养护材料和养护剂；
34. 大体积清水混凝土应采用保温隔热法进行养护；
35. 混凝土浇筑完毕后的持续湿养护时间宜符合表6.4.4的规定。

表6.4.4 清水混凝土持续湿养护的最低期限

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 日平均气温T（℃） | T≥20 | 10≤T<20 | 5≤T<10 | T<5 |
| 湿养护期限（d） | 7 | 10 | 14 | 21 |

## **6.5 保护剂工程**

1. 清水混凝土保护剂工程施工前应先进行混凝土表面处理，应符合下列规定：
2. 在养护完毕后应及时去除混凝土表面附着的污染物或印迹；
3. 模板拆除后，对局部不满足外观质量要求和结构尺寸偏差要求的部位应进行处理，处理后的外观表面应无明显色差和修补痕迹，并应满足平顺及美观要求；
4. 对表面缺陷的修补或螺栓孔眼的封堵，宜采用同一工程所用的白色硅酸盐水泥、砂、建筑胶乳调制的水泥浆或砂浆进行修补或封堵，且应首先在样板构件上做试验，优选适宜的材料配比和工艺；
5. 有防水要求的混凝土，螺栓孔眼应采取具有防水功能的封堵和处理措施；
6. 封堵、修补材料应与主体混凝土强度相同、结合紧密，与主体混凝土色泽基本一致，应无明显可见的修补痕迹；
7. 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。
8. 清水混凝土保护剂工程施工应符合下列规定：
9. 清水混凝土的外表面透明保护涂料的喷涂施工宜先做样板；
10. 喷涂施工前，应将整个混凝土外露面清理干净，可采用干净水冲洗或湿抹布擦洗，待干燥后方可进行喷涂施工；
11. 保护剂涂层分为底层、中间涂层和罩面层三层施工。喷涂应均匀、无遗漏，膜层应色泽均匀、平整光洁、无流坠、刷痕。各涂层施工间隔应符合产品自身要求；
12. 同一视觉范围内的保护涂料及施工工艺应一致。

# 7 成品保护

## **7.1 模板成品保护**

1. 模板上不得堆放重物，应采取防护措施，防止模板的污染或损坏；堆放和运输过程中模板边角应采取保护措施。
2. 模板应堆放在专用场地，存放区应有排水、防水、防潮、防锈、防火等措施。大模板堆放场地宜设置模板插架，须采用面对面插板式存放。
3. 木质模板面板切口处应涂刷封边漆，螺栓孔眼处应有保护垫圈。
4. 吊装过程中应采取隔离防护措施，防止钢筋、钢管脚手架等损伤模板面板，避免绳索等损坏模板边角。
5. 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。

## **7.2 钢筋成品保护**

1. 钢筋半成品应分类摆放、及时使用，存放环境应干燥、清洁；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。
2. 对于钢筋、垫块、预埋件等，浇筑前应对其位置进行复核，浇筑时不应对其位置造成影响，且安排专人看护。
3. 主筋采用直螺纹连接时，丝头应带好保护帽。
4. 脱模剂不得涂刷在钢筋上。

## **7.3 混凝土成品保护**

1. 清水混凝土浇筑完成后，清水墙、柱水平施工缝处宜采取截水引流措施，保护新浇清水混凝土。
2. 各项施工工序不得损伤或污染已完成的清水混凝土成品。不得在混凝土表面做任何测量标记，禁止乱涂乱画。
3. 应对易磕碰的阳角部位采用多层板、塑料等硬质材料进行保护。严禁随意剔凿成品清水混凝土表面，确需剔凿时，应制定专项施工方案。
4. 当挂架、脚手架、吊篮等施工设备与成品清水混凝士墙面接触时，应使用垫衬保材料保护。
5. 清水混凝土成品应挂设明显保护标识，防止人为涂抹、乱写、乱画。

8 质量验收

## **8.1 模板**

1. 模板验收应符合现行国家有关标准规定。模板制作尺寸允许偏差与检验方法应符合表8.1.1的规定。

检查数量：全数检查。

**表8.1.1 清水混凝土模板制作尺寸允许偏差与检验方法**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项 目 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 普通/装饰清水混凝土 | 饰面清水混凝土 |
| 1 | 模板高度 | ±2 | ±2 | 尺量 |
| 2 | 模板宽度 | ±1 | ±1 | 尺量 |
| 3 | 整块模板对角线 | ≤3 | ≤3 | 塞尺、尺量 |
| 4 | 单块板面对角线 | ≤3 | ≤2 | 塞尺、尺量 |
| 5 | 板面平整度 | 3 | 2 | 2m靠尺、塞尺 |
| 6 | 边肋平直度 | 2 | *2* | 2m靠尺、塞尺 |
| 7 | 相邻面板拼缝高低差 | ≤1.0 | ≤0.5 | 平尺、塞尺 |
| 8 | 相邻面板拼缝间隙 | ≤0.8 | ≤0.8 | 塞尺、尺量 |
| 9 | 连接孔中心距 | ±1 | ±1 | 游标长尺 |
| 10 | 边框连接孔与板面距离 | ±0.5 | ±0.5 | 游标卡尺 |

1. 模板安装尺寸允许偏差与检验方法应符合表8.1.2的规定。

检查数量：全数检查。

**表8.1.2 清水混凝土模板安装尺寸允许偏差与检验方法**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项目 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 普通/装饰清水混凝土 | 饰面清水混凝土 |
| 1 | 轴线位移 | 墙、住、梁 | 4 | 3 | 尺量 |
| 2 | 截面尺寸 | 墙、柱、梁 | ±4 | ±3 | 尺量 |
| 3 | 标高 | ±5 | ±3 | 水准仪、尺量 |
| 4 | 相邻板面高低差 | 3 | 2 | 尺量 |
| 5 | 模板垂直高度 | 不大于5m | 4 | 3 | 经纬仪、线坠、尺量 |
| 大于5m | 6 | 5 |
| 6 | 表面平整度 | 3 | 2 | 塞尺、尺量 |
| 7 | 阴阳角 | 方正 | 3 | 2 | 方尺、塞尺 |
| 顺直 | 3 | 2 | 线尺 |
| 8 | 预留洞口 | 中心线位移 | 6 | 5 | 拉线、尺量 |
| 孔洞尺寸 | +8, 0 | +4,0 |
| 9 | 预埋件、 管、螺栓 | 中心线位移 | 3 | 2 | 拉线、尺量 |
| 10 | 门窗洞口 | 中心线位移 | 6 | 4 | 拉线、尺量 |
| 宽、高 | ±6 | ±4 |
| 对角线 | 8 | 6 |

1. 脱模剂进场时，应按规定批次验收出厂检验报告、型式检验报告。性能指标应符合《混凝土制品用脱模剂》JC/T 949的规定。

检査数量：按同一厂家、同一品种、同一批号连续进场的颜料，不超过2t为一批，每批抽样不应少于三次。

检验方法：检验质量证明文件和抽样检查报告。

## **8.2 钢筋**

1. 钢筋表面应清洁、无浮锈、无颗粒状或片状老锈，不应被模板脱模剂污染；钢筋保护层垫块颜色应与混凝土表面颜色近，位置、间距应准确；钢筋绑扎钢丝扎扣和尾端应弯向构件截面内侧。

检查方法：观察。

检查数量：全数检查。

1. 进场钢筋质量与检验方法应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2、《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1和《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224的规定和设计要求。
2. 在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，应抽查构件数量的10%，且不少于3件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查10%，且不少于3件；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度5m左右划分检查面，板可按纵、横轴线划分检查面，抽查10%，且均不少于3面。

钢筋安装位置的允许偏差和检验方法见表8.2.3。

**表8.2.3 钢筋安装位置的允许偏差和检验方法**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项目 | 标准（mm） | 检查方法 |
| 1 | 绑扎骨架 | 宽、高 | ±5 | 尺量 |
| 长 | ±8 |
| 2 | 受力主筋 | 间距 | ±8 | 尺量 |
| 排距 | ±5 |
| 弯起点位置 | ±10 |
| 3 | 箍筋间距 | ±10 | 尺量连续5个间距 |
|  | 横向钢筋、分布钢筋间距 | ±10 | 尺量 |
| 4 | 保护层厚度 | 基础 | ±5 | 尺量 |
| 柱梁 | ±3 |
| 板、墙、壳 | ±3 |
| 5 | 梁板受力钢筋搭接锚固长度 | 入支座、节点搭接 | ＋10，－5 | 尺量 |
| 入支座、节点锚固 | ＋5，－5 |
|  | 预埋件 | 中心线位置 | 5 | 尺量，沿纵、横两个方向量测，取其中偏差的较大值 |
| 水平高差 | 0，+3 | 塞尺量测 |

## **8.3 混凝土**

1. 清水混凝土的实体质量应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。
2. 清水混凝土的强度检验评定应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的有关规定，耐久性检验评定应符合现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的有关规定。
3. 清水混凝土外观质量和检验方法应符合表8.3.3的规定。

检查数量：全数检查。

表8.3.3 清水混凝土外观质量与检验方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项目 | 普通/装饰清水混凝土 | 饰面清水混凝土 | 检査方法 |
| 1 | 颜色 | 无明显色差 | 颜色基本一致，无明显色差 | 距离墙面5m观察 |
| 2 | 修补 | 少量修补痕迹 | 基本无修补痕迹 | 距离墙面5m观察 |
| 3 | 气泡 | 气泡分散 | 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 | 近处观察、尺量 |
| 4 | 裂缝 | 宽度小于 0.2mm | 宽度小于0.15mm，且长度不大于1000mm | 尺量、刻度放大镜 |
| 5 | 光洁度 | 无明显漏浆、流淌及冲 刷痕迹 | 无漏浆、流淌及冲刷痕迹，无油迹、墨迹及锈斑，无粉化物 | 近处观察 |
| 6 | 对拉螺栓孔眼 |  | 排列整齐，孔洞封堵密实，凹孔棱角清晰圆滑 | 距离墙面5m观察、尺量 |
| 7 | 明缝 |  | 位置规律、整齐，深度一致。水平交圈 | 拉5m线，不足5m拉通线，钢尺检查 |
| 8 | 禅缝 |  | 横平竖直，水平交圈，竖向成线 | 距离墙面5m观察、尺量 |

1. 清水混凝土结构允许偏差与检验方法应符合表8.3.4的规定。

检查数量：按楼层、结构缝或施工段划分检验批。抽查各检验批的30%，且不少于5件。

表8.3.4 清水混凝土结构允许偏差与检验方法（mm）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项 目 | 允许偏差（mm） | 检查方法 |
| 普通/装饰清水混凝土 | 饰面清水混凝土 |
| 1 | 轴线位移 | 柱、墙、梁 | 6 | 5 | 尺量 |
| 2 | 截面尺寸 | 柱、墙、梁 | ±5 | ±3 |
| 3 | 标高 | 层高 | ±8 | ±5 | 水准仪、尺量经纬仪、线坠、尺量2m靠尺、塞尺 |
| 全高 | ±30 | ±30 |
| 4 | 垂直度 | 层高 | 8 | 5 |
| 全高（H） | H/1000, 且≤30 | H/1000, 且≤30 |
| 5 | 表面平整度 | 4 | 3 |
| 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 |
| 9 | 明缝直线度 | — | 3 | 拉5m线，不足5m拉通线钢尺检查 |
| 10 | 禅缝错台 | — | 2 | 尺量 |
| 11 | 禅缝交圈 | — | 5 | 拉5m线，不足5m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 |
| 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 |
| 预埋螺栓 | 5 | 2 |
| 预埋管 | 3 | 3 | 尺量 |

# 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

《混凝土外加剂》GB 8076

《混凝土结构设计规范》GB 50010

《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666

《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1

《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2

《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224

《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107

《预拌混凝土》GB/T 14902

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476

《组合钢模板技术规范》GB/T 50214

《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733

《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10

《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52

《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55

《混凝土用水标准》JGJ 63

《建筑工程大模板技术标准》JGJ/T 74

《钢框胶合板模板技术规程》JGJ 96

《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116

《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193

《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283

《组合铝合金模板工程技术规程》JGJ 386

《铝合金模板》JG/T 522

《混凝土制品用脱模剂》JC/T 949

中国工程建设协会标准

清水混凝土应用技术规程

**CECS×××: ××××**

# 条文说明

制 订 说 明

 《清水混凝土应用技术规程》CECS×××: ××××，经中国工程建设标准化协会××年××月××日以第××号公告批注发布。

本规程编制过程中，编制组进行了广泛而深入的调查研究，总结了我国清水混凝土建筑工程的实践经验，同时参考了国内外先进技术标准，通过试验取得了清水混凝土原材料选取、工程设计和施工应用等关键参数。

为便于扩大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《清水混凝土应用技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程中的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

**目 次**

1 总则 35

2 术语 36

3 基本规定 37

4 材料 39

4.1 模板体系材料 39

4.2 钢筋体系材料 40

4.3 混凝土原材料 41

4.4 清水混凝土保护剂 42

5 工程设计 43

5. 1 建筑设计 43

5.2 结构设计 43

5.3 抗裂设计 44

6 施工 47

6.1 一般规定 47

6.2 模板工程 47

6.3 钢筋工程 49

6.4 混凝土工程 49

6.5 保护剂工程 52

7 成品保护 54

7.1 模板成品保护 54

7.2 钢筋成品保护 54

7.3 混凝土成品保护 54

8 质量验收 56

8.3 混凝土 56

1 **总 则**

1. 清水混凝土作为绿色建筑施工形式之一，一定程度上减少对环境的破坏程度，可以实现资源的高效利用，符合节能环保政策要求，为绿色建筑工程项目的全面推进奠定了坚实基础。清水混凝土将结构与装饰功能合二为一，对混凝土表观质量、使用性能和耐久性能要求都高于普通混凝土。近年来，清水混凝土建筑越来越多，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。
2. 本条规定了清水混凝土的适用范围。为了规范我国清水混凝土在工程结构加固或装饰中的应用，确保清水混凝土工程质量，本规程从清水混凝土的材料、工程设计及全过程施工工艺、质量验收标准等角度提出技术要求，科学指导清水混凝土的应用。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。
3. 清水混凝土涉及不同工程类别及国家标准或行业标准，在使用中除应执行本规程外，还应按所属工程类别符合有关的现行国家和行业标准规范的规定。

2 术语

**2.0.1～2.0.12** 本规程采用的术语及其定义，是根据下列原则确定的：

**1** 凡现行工程建设国家标准已作出规定的，一律加以引用，不再另行给出命名和定义；

**2** 凡现行工程建设国家标准尚未规定的，由本规程参照国家标准和国外先进标准给出命名和定义；若国际标准和国外先进标准尚无这方面术语，则由本规程自行命名和定义。

**3** 当现行工程建设国家标准虽已有该术语，但或定义不准确或概括的内容不全时，由本规程完善其定义。

3 基本规定

**3.0.1** 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、施工质量等内容。

**3.0.2** 本条规定了清水混凝土施工全过程控制的管理要求，具体包括对模板体系、连接加筋材料、混凝土原材料、清水混凝土保护剂、脱模剂等材料的选用；对界面处理、连接加筋等施工工艺的质量控制；对模板设计、面板选材、加工、制作、验收、安装、拆除的质量控制；对混凝土的配合比设计、制备、运输、浇筑、振捣、养护等环节进行质量控制；以及对清水混凝土独有的成品保护、表面修补与保护剂喷涂等施工工艺的质量控制。

 同一工程或相同表观要求的清水混凝土工程，所使用的所有混凝土原材料其厂家、产地、品种和规格应保持不变，性能应保持稳定，施工工艺应保持一致，且同一视觉面工程应采用相同的模板和脱模剂。保证模板、脱模剂、混凝土原材料与配合比、混凝土表面保护剂等材料的一致性，保证模板的支拆程序、拆模时间、混凝土浇筑、养护条件以及表面修复、喷涂等工艺的一致性，这些都是保持混凝土表面颜色一致性的保证措施。

**3.0.4** 外墙和其他有防水要求的清水混凝土构件必须采取防裂、防渗、防污染及封闭等措施，其措施不得影响混凝土饰面效果。例如，防水和人防工程采用的防水涂料、渗透结晶、止水带、对拉螺栓等不应影响混凝土饰面效果。同时不得采用通丝螺栓施工工艺，要求采用五节头止水对拉螺栓施工。

**3.0.5** 混凝土中的碱（Na2O和K2O）与砂、石中含有的活性硅或某些碳酸盐类岩石骨料会发生化学反应，分别称之为“碱-硅酸反应”和“碱-碳酸盐反应”，统称为“碱-骨料反应”，能引起混凝土开裂。发生“碱-骨料反应”的充分条件是：混凝土含有较高的碱含量、骨料有较高的碱活性，以及水的参与。所以本条规定了潮湿环境下和干湿交替环境的混凝土宜选择非碱活性骨料。当采用碱活性骨料时，应对混凝土的总碱含量和发生“碱-骨料反应”的条件控制进行论证，确保清水混凝土的施工质量和耐久性。

**3.0.6** 清水混凝土施工前要完成一系列样板试验，包括工艺验证、效果确认等。样板试验的目的是：通过样板对混凝土的配合比、模板体系、脱模剂、施工工艺等进行验证，并进行详细的技能培训和技术交底，同时构件的外观可作为质量验收的样板或参考依据。

4 材料

**4.1 模板体系材料**

4.1.2 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。

4.1.3 本条规定了模板材料的要求。

**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。模板面板质量直接影响清水混凝土表面质量，因此对面板材料的选择应予以重视。目前，市场上可选择的模板面板主要为钢板、覆膜木胶合板、铝合金板、覆膜竹胶合板和塑料面板等。实践证明，以钢板或覆膜木胶合板作面板的材料施工的混凝土表面质量较好，应作为有严格外观质量要求的清水混凝土模板的优选材料。为避免模板拼接后留下较多的拼缝，造成接缝处理技术上的困难，推荐选用整体装拆大模板。根据一些工程实践经验，塑料板在防火性、脆裂性、价格等方面存在诸多不利因素，还很难得以推广应用；覆膜竹胶合板在平整度和连接性能上也存在弱势，所得到的混凝土表面效果不太理想，在有严格要求的清水混凝土中不宜选用竹胶合板，因此，本标准中规定了钢模板和覆膜木胶合板作为清水混凝土首选模板。铝合金模板浇筑的混凝土外观质量佳，但价格昂贵，工程经济条件允许时也可采用。采用不同的面板材料施工的混凝土表面质感也不同，因此，同一视觉面工程中不应采用多种面板材料。为保证工期，避免施工过程中出现大批调换体系化模板的面板，还应根据模板在项目工程内周转次数的要求选择具体面板。

**2** 由于钢模板表面光洁度较差，表面除锈不干净、平整度差、油污以及透气性差等缺陷，普通覆膜木胶合板表面耐磨性、平整性、光洁度的缺陷，使得一些待模时间或周转时间较长的清水混凝土的外观质量较差，加上钢模、覆膜木胶合板表面不便于进行凹凸造型加工，因此，工程实践中，常采用钢模板及普通覆膜木胶合板表面粘贴衬板材料的措施，实现整体安装、整体拆除、整体转移的“三整体措施”，综合模板面板材料和衬板材料共同的优势，实现“清水混凝土”的饰面或装饰效果，已成功应用于多个清水混凝土工程。目前常用的衬板材料有不锈钢板、PVC板、透水模板布、亚克力板、铝板、塑料板、玻璃钢、聚氨酯内衬模板等。

4.1.4 本条规定了模板支架及配件的要求。

1. 模板龙骨应顺直，规格一致，和面板紧贴，连接牢固，具有足够的刚度；
2. 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。
3. 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。
4. 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。
5. 明缝条材质不易损坏，便于固定安装。模板明缝条采用梯形、圆角方形、三角形时有利拆卸，模板拆除时不易损伤混凝土表面。

4. 1.5 本条规定了脱模剂的选用要求。脱模剂选择正确与否对提高及改善清水混凝土的外观质量尤为重要。脱模剂选用时，首先要保证容易脱模，涂刷方便，易干燥和便于用后清理；其次，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。目前我国脱模剂技术有油脂类脱模剂、水性脱模剂、油漆类脱模剂、石蜡类脱模剂等。混凝土与模板分离必须克服模板与硬化混凝土之间的粘合力或者是混凝土表面的内聚力，脱模剂通过物理润滑作用、成膜隔离作用、化学反应作用等几种方式消减这种作用，无论脱模剂是何种形态，无论其具备上述任何一种单一作用或复合作用，从本质上来讲，混凝土与模板之间都是以一薄层憎水性物质存在，形成易于分离的界面，从而脱模。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。另外，脱模剂需要根据脱模剂的特点、施工季节、气候、混凝 土表面质量效果等因素来选择，并通过线外试验确定。

**4.2 钢筋体系材料**

4.2.1 钢筋原材料为刚进场未加工的钢筋，半成品为已按要求加工好未绑扎就位的钢筋，成品为已绑扎就位的钢筋。

4.2.2 每个钢筋交叉点均应绑扎，绑扎钢丝不得少于两圈，扎扣和扎丝尾端应朝向构件截面内侧。

4.2.3 采用的保护层垫块要选用足够的强度、颜色与清水混凝土基本一致的成品细石混凝土、砂浆垫块或塑料垫块。细石混凝土、砂浆垫块的强度不应低于构造物本体混凝土设计强度；采用塑料制作的垫块，除应满足使用强度的要求外，其材料中不应含有对混凝土产生不利影响的成分。垫块的外形应有利于钢筋的定位，宜为工字形、梅花形、锥形、滚轮形等。垫块的规格尺寸，需要根据被保护钢筋的直径、保护层厚度的结构特点选定。由于混凝土垫块在施工中极易被压坏，且混凝土成型后易在表面留下疤痕，为保证清水混凝土的饰面效果，选用的垫块应有足够的强度，且颜色要接近清水混凝土的颜色。

**4.3 混凝土原材料**

4.3.2 对首批进场的原材料取样复检合格后，需要立即进行“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。

4.3.3 水泥色泽是由水泥熟料、混合材料种类和掺量、石膏以及外加剂等多种因素所决定的，水泥颜色的不稳定使清水混凝土工程不能达到外观色泽一致的要求。因此，为避免清水混凝土表面色差，宜优先选用I型或Ⅱ型硅酸盐水泥，因为这两种水泥不掺或仅掺5%的粒化高炉矿渣或石灰石，色泽的均匀性和一致性易控制。由于普通硅酸盐水泥应用的广泛性（在我国水泥生产中的约占50%以上），其次可选用普通硅酸盐水泥。水泥一旦选定，就应要求施工始终不能更换水泥厂家、品种、强度等级以及改变混合材料的品种和掺量，以控制水泥颜色一致。

4.3.4 粉煤灰、矿渣粉、石灰石粉等矿物掺合料的掺入，有利于改善混凝土的和易性或提高清水混凝土的耐久性，但单一的掺合料的掺入量一旦掺量过高则对清水混凝土的表面色泽有一定的影响，因此，应根据使用性能要求和应用环境不同，推荐采用两种不同矿物掺合料复掺并通过试验优化其掺配比例，以调和混凝土的 颜色均匀性。同时，应保证矿物掺合料的质量均匀稳定。同一工程应使用同一厂家的同一品种。

4.3.5 骨料在混凝土中构成骨架，在混凝土的整个体积中，骨料要占2/3〜3/4，所以骨料的质量对清水混凝土来说是相当重要的。除了石灰岩骨料和碱活性骨料之外，其他骨料不与水泥浆起化学作用，本身比较坚实，能减少混凝上由于水泥硬化而引起的收缩。骨料的强度、硬度、颗粒大小形状和分布以及化学耐久性对混 凝土性能起着重要的作用，也影响着混凝土的经济。骨料在选材上应贯彻就地取材的原则。骨料不仅能够限定清水混凝土的强度，骨料的性质尤其是有害物质的含量也能大大地影响混凝土拌合物性能和外观质量。骨料，特别是细骨料对混凝土色泽有一定影响，要求颜色和色调一致的清水混凝土还应要求粗、细骨料颜色 均匀。因此，同一工程所用的粗细骨料，应在相近产地选用同一材质、同一品种、规格、颜色接近的材料，并有足够的储备，保持原材料的颜色和技术参数一致。骨料的质量应满足现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52中的指标要求，并有所提高。

**4.4 清水混凝土保护剂**

4.4.1 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。

4.4.3 清水混凝土外表面喷涂常用的保护剂品种有用氟碳树脂系、聚氨酯树脂系、丙烯树脂系、硅烷化合物类以及复合型，优先推荐选用硅烷涂料作底涂、水性氟碳树脂涂料作面涂的二层配套涂层体系，当清水混凝土色差较大或浇筑缺陷较多修补后色差较大时，宜选用硅烷涂料作底涂、水性硅丙涂料作中涂、水性氟碳树脂涂料作面涂的三层配套涂层体系，中涂可起到一定的修色作用。底涂的技术指标执行国家现行标准《合成树脂乳液外墙涂料》GB/T 9755和《建筑内外墙用底漆》JG/T 210的规定；中涂的技术指标执行现行国家标准《合成树脂乳液外墙涂料》GB/T 9755的规定；面涂的技术指标执行现行国家标准《建筑用水性氟涂料》HG/T 4104的规定。

5 工程设计

## 5. 1 建筑设计

**5.1.1** 清水混凝土构件的模数化指构件需按设计尺寸要求统一制作，再根据实际施工尺寸拼接，尽量少用特殊尺寸或形状。

1. 对于饰面清水混凝土和装饰清水混凝土，其饰面效果需事先设计，并征得建设方认可，施工单位按构件详图施工，确保其饰面效果。模板设计前，应进行全面深化设计，解决好对饰面效果产生影响的关键问题，如明缝、禅缝、对拉螺栓孔眼、施工缝的处理等。
2. 本条规定是为了保证清水混凝土面层饰面效果的一致性。
3. 在清水混凝土表面涂刷保护涂料的目的是增强混凝土表面饰面效果持久性及结构的耐久性，同时起一定的美化作用。清水混凝土表面长期暴露于自然环境中，极易受雨水、大气等外界环 境的侵蚀而破坏，因此建议对装饰要求较高的饰面清水混凝土或 处于二类环境类别使用条件下的清水混凝土，应釆用疏水性的透明保护涂料或着色透明保护涂料进行喷涂，以在混凝土表面形成均匀透明的保护性膜层，起到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，从而起到长久保持混凝土本身的自然质感和增强混凝土的耐久性作用。为保持混凝土表面自然的机理及质感，应选用透明保护涂料。采用着色透明保护涂料，可以进一步改善混凝土表面的色均性。

**5.2 结构设计**

5.2.1 本条规定了设计清水混凝土范围，当设计使用年限为50年的清水混凝土结构用于三类环境类别时，要结合当地环境进行专门研究。

5.2.3 本条规定了清水混凝土的适宜最低强度等级。相邻构件的混凝土强度等级宜一致是为防止不同配合比的相邻部位表面色差过大。

5.2.4 本条按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定执行，结合混凝土的耐久性，规定了不同环境类别的混凝土保护层的最小厚度。

5.2.5 预应力混凝土经常为避让预应力进行钢筋位置微调，造成局部钢筋保护层厚度不足，甚至露筋，影响混凝土耐久性。

5.2.7 本条规定了当碰到螺栓孔眼与主筋位置矛盾时，设计应同时兼顾结构安全和建筑饰面效果，宜采取主筋错开螺栓位置予以解决。

5.2.8 采用带肋钢筋和适当增加配筋率的措施，是为了减少和限制混凝土表面的裂缝；后浇带的位置与宽度规定主要是为了控制清水混凝土饰面效果和降低施工难度。

**5.3 抗裂设计**

5.3.1 沉降裂缝是由于结构地基土质不匀、松软、回填不实或浸水而造成不均匀沉降所致；或者因为模板刚度不足，模板支撑间距过大或支撑底部松动等导致，特别是在冬季，模板支撑在冻土上，冻土化冻后产生不均匀沉降，致使混凝土结构产生裂缝。设计的沉降缝和变形缝位置宜吻合，详见图5.3-1、5.3-2。



图5.3-1 沉降缝结构示意图

沉降缝；2-预留凹槽口；3-清水混凝土



图5.3-2 沉降缝标准示意图

1-膨胀螺丝；2-不锈钢止水带；3-铝合金盖板；4-密封胶；5-清水混凝土

5.3.2 门窗洞口为结构受力传输变化较大部位，应按设计要求增设加强筋；详见图5.3-3。



图5.3-3 门窗洞口加强筋布置图

1. 洞口加强筋；2-原设计钢筋

5.3.3 温度裂缝的走向通常无一定规律，大面积结构裂缝常纵横交错；梁板类长度尺寸较大的结构，裂缝多平行于短边；深入和贯穿性的温度裂缝一般与短边方向平行或接近平行，裂缝沿着长边分段出现，中间较密。为使尽量少的产生裂缝，设计师设计时必须考虑增加预留温度收缩缝和裂缝诱导缝，以尽量减少裂缝产生。

5.3.4 部分设计师设计的墙体及女儿墙或栏板钢筋间距较大，对清水墙整体抗裂不利，需按抗裂要求配置，一般需要设置伸缩缝。女儿墙伸缩缝的设计示意图如图5.3-4所示。

图5.3-4 女儿墙伸缩缝的设计示意图

1-女儿墙（每隔12m设置一道伸缩缝）；2-构造边缘暗柱；3-沥青麻丝油膏塞缝；4-Φ8@200

5.3.5 结构施工中，底板或下层混凝土浇筑完成过久，在上部荷载没有增加时，影响裂缝的因素已经稳定，混凝土强度已经接近设计强度，新浇筑混凝土如幼苗初长，强度上升时遇到老混凝土约束，很容易产生根部竖向裂缝，适当设计沉降缝或后浇带是防止此类裂缝的良策。后浇带前期、后期处理示意图如图5.3-5所示。

 

(a) 后浇带前期处理示意图

1-预留收口网；2-方木；3-17mm专用清水覆塑模板；4-钢管



(b) 后浇带后期处理示意图

1-清水混凝土2-防护盖板；3-高一强度等级膨胀混凝土；4-45°凿毛处理；5-双面胶条

图5.3-5 清水混凝土后浇带处理示意图

5.3.7 混凝土干缩受水灰比的影响较大，在混凝土配合比设计中应尽量控制好水灰比的选用，同时掺加适量的减水剂。选用低热水泥、掺用适量粉煤灰、适量缓凝剂等，控制混凝土浇筑速度，可以推迟水泥水化热释放，降低混凝土温升值，以此抵抗裂缝的发生。

6 施工

**6.1 一般规定**

6.1.1 深化设计时应同时对预埋件、设备管线的预留孔洞、门窗洞等进行设计，综合结构、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表面的剔 凿。施工单位、监理（建设）单位和设计单位就钢筋保护层，影响对 拉螺栓和混凝土浇筑的钢筋间距、施工缝与明缝的一致性等可能对清水混凝土饰面效果产生影响的部位进行协商。

6.1.2 清水混凝土专项施工方案应包含界面处理、钢筋（钢板）网、模板、混凝土、施工缝留设、混凝土成品保护、修补与表面涂料喷涂等影响清水混凝土饰面效果的措施内容。编制清水混凝土的各项专项方案应有针对性和实用性，应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、表面保护涂料等。施工单位、监理（建设）单位和设计单位就对拉螺栓位置、模板配置、钢筋保护层、混凝土配合比设计、施工缝的合理设置、螺栓孔处理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。

6.1.4 清水混凝土表面质量的最终效果主要取决于清水混凝土 模板的设计、加工、安装和节点细部处理。

**6.2 模板工程**

6.2.1 本条对模板设计做出了规定。

1 根据清水混凝土的饰面要求和质量要求，清水混凝土模板设计更应重视模板选型、模板分块设计、面板分割设计、对拉螺栓的排列、明缝与禅缝的设计和模板表面平整度等，通过详尽设计来实现清水混凝土建筑饰面效果。

2 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，宜减少拼缝、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，使线条与施工缝统一起来。

3 饰面清水混凝土对模板的要求高于普通清水混凝土，在模板面板钉眼、焊缝等部位处理，堵头和假眼等设置处理均有较高要求。

1）模板面板接缝应严密，钉眼、焊缝等部位的处理应满足混凝土饰面效果。

2）堵头和假眼均应按饰面效果设计布置，假眼应采用同直径的堵头或锥形接头固定在模板面板上。为保证清水混凝土的整体效果，在薄墙或梁柱上常设有对拉螺栓孔眼，当不能或不需设置对拉螺栓时，采用设置假眼的方式进行处理。

6.2.2 本条对模板制作做出了规定。

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，涂刷防水涂料目的是为了防止锈蚀。锐边工艺目的是确保模板面板拼接和模板连接严密。

3 本条规定了木胶合板模板制作的要求。

1）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。

3）胶合板面板模板钉眼处理得当，能保证模板面板与龙骨连接紧密，面板平整、光滑，宜采用木螺钉从背面固定。

6.2.3 模板面板不清洁或脱模剂喷涂不均匀，将影响清水混凝土饰面效果。遭雨淋、水浇或脱模剂失效的模板，应将模板表面的脱模剂整体清理干净后再重新涂刷一次，以保证清水混凝土效果的一致性，如果仅仅将失效部位补涂，可能导致补涂位置与其他位置 成型的混凝土表面效果不一致。清洗清水混凝土模板面板上的墨线痕迹、油污、铁锈等。

6.2.4 本条对模板安装做出了规定。

1 模板面板不清洁或涂刷脱模剂不均匀，将影响清水混凝土的饰面效果。所以模板在使用前需对模板的清洁度和漆面完整性进行检查。

4 模板之间的连接易产生漏浆、错台等现象，影响清水混凝土的饰面效果，因此本款规定了模板安装就位后，应做好防漏浆措施。

1）对拉螺栓安装不正确，易造成模板的损伤和对拉螺栓孔眼处漏浆。安装时调整位置，并确保每个孔位都装有塑料垫圈，避免螺纹损伤模板面板上的对拉螺栓孔眼。拧 紧对拉螺栓和模板夹具等连接件时用力均匀，保证塑料 垫圈与模板板面正确接触，避免混凝土浇筑后孔眼不规则变形。

2）为防止密封条挤压后凸岀板面，在模板侧边退后1mm~3mm黏结；竖向模板也宜采用同样措施封堵严密。

6.2.5 本条对模板拆除与保养做岀了规定。

1 现场拆除所做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。适当延长清水混凝土养护时间能保证清水混凝土表面反应充分，提高混凝土的强度，减轻拆模时对清水混凝土表面和棱角的破坏。具体拆模时间应根据现场同条件养护试件的强度及拆模后清水混凝土外观整体性效果共同确定。

2 模板运输、安装、混凝土施工、模板拆除和存放过程中，应注重模板的保护、维修和保养，以改善模板使用时所施工的清水混凝土表面质量，提高模板的使用寿命。

**6.3 钢筋工程**

6.3.1 端头弯钩方向控制是为了避免出现钢筋外露、钢筋保护层厚度过小的问题，以免影响结构安全性和清水混凝土观感质量。

6.3.2 钢筋安装过程中产生的累计偏差易造成钢筋外露或保护层不符合要求，从而损伤模板或导致对拉螺栓偏位，影响清水混凝土观感质量。

6.3.3 钢筋垫块与模板接触面积应尽量减小，颜色应与清水混凝土外观相似，以免对外观效果产生影响；钢筋外露、保护层垫块外露，均会不同程度的影响清水混凝土观感效果。

6.3.6 本条目的是避免钢筋影响对拉螺栓的安装和混凝土的饰面效果。

**6.4 混凝土工程**

6.4.1 本条对清水混凝土配合比设计做出了规定：

1 清水混凝土的配合比设计非常重要，除应具备良好的工作性和致密的、内在匀质性性能、力学性能、体积稳定性和耐久性等要求外，还应满足混凝土均匀一致的外观质感要求。其中外观质量控制的关键工作是控制混凝土的外观色泽，提高表面的光洁度和密实度，减小表面气泡的数量和表面微小裂缝的产生，这需要通过原材料的选择、实验室试配优化出工作性良好和适宜的混凝土表面颜色的配合比以及生产过程的有效控制，以达到最佳的预期效果。

2 根据清水混凝土施工工艺和使用性能要求，推荐了面层高性能清水混凝土配合比设计参数选取的建议值。建议胶凝材料用量较同强度普通混凝土提高30kg/m3~50kg/m3， 但在配合比设计时还是要坚持降低胶凝材料用量的设计原则，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，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。因此，为保证清水混凝土外观色泽的均匀一致及混凝土的抗中性化性能，矿物掺合料取代水泥的最大用量，应符合国家现行标准《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003和《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的规定。另外，当水胶比不大于0.38，或C50以上的高性能混凝土可忽略混凝土的中性化的问题。

4 对于处于寒冷地区的工程的混凝土还应掺用引气剂以提高混凝土的抗冻性。冻融破坏环境条件下，掺用引气剂的混凝土拌合物的含气量根据抗冻等级的要求宜在4.0%~5.5%范围经试验确定。

6.4.2 本条对清水混凝土制备和运输做出了规定。

**2** 混凝土拌合时原材料与配合比的控制、拌合物的制备环境和拌合进度的控制，都是保证清水混凝土均匀一致外观质量的重要手段。延长混凝土的搅拌时间是为了提高混凝土拌合物的匀质性和稳定性，充分发挥减水剂的分散作用。

同一视觉范围是指水平距离清水混凝土构件表面5m，平视清水混凝土表面所观察的范围。

优良的工作性能是保证混凝土浇捣均匀成型密实，具有优良外观质量和良好耐久性的前提。控制混凝土工作性稳定主要是为控制两次浇筑的清水混凝土拌合物硬化后出现可见色差。控制混凝土的坍落度或扩展度的经时损失可减少现场二次增加混凝土外加剂而改变混凝土匀质性和稳定性的发生。

**3** 在运输过程中造成混凝土离析、分层和坍落度损失过大，不能保证混凝土入模时的工作性能，将影响到清水混凝土的浇筑质量和外观色均性。因此，混凝土运输时间不能过长，对混凝土运输距离和场地平整度也要进行严格控制。混凝土运输罐车在运输清水混凝土前应清洗干净，运输过程中应保持罐体运转，中途不得运送其他品种混凝土，以防混凝土污染，造成混凝土产生色差。

6.4.3 本条对清水混凝土泵送、浇筑、振捣做出了规定。

**2** 清水混凝土浇筑过程中需要注意以下几点事项：

（1）浇筑高度：如果倾落的自由高度超过3m，会发生混凝土离析，从而导致清水混凝土表面发生分层、色泽不均匀的现象。因此，当自由下落高度超过3m时，应釆取斜槽、溜管或导管等措施。

（2）分层下料的厚度：如果下料过厚，一方面增加了对模板的侧压力，有可能岀现模板变形、漏浆甚至爆模的情况；即使不出现上述情况，也会因为振捣机械的性能达不到影响深度，容易岀现振捣不足影响混凝土的内在质量，导致浇筑后不密实甚至出现蜂窝麻面。结合后浇清水混凝土施工厚度较薄的特点，最大分层厚度宜不大于50cm，并应逐层振捣。

（3）浇筑顺序：采用分层浇筑工艺时，如果浇筑顺序选择不当，会导致下层混凝土重塑性变差甚至初凝时上层混凝土尚未浇筑完毕，清水混凝土表面将会有明显的分层线痕迹甚至出现施工冷缝， 影响外观质量。一个施工节段的混凝土应连续浇筑，不得随意留置施工缝。

（4）浇筑速度：对于截面尺寸不大的清水混凝土，不可过快浇筑。浇筑过快时，新浇的混凝土对模板的侧压力加大，会引起模板变形甚至爆模。而且在浇筑过程中，下部的混凝土尚未沉实即浇筑上层的混凝土，对上层混凝土的振捣会因影响到下层混凝 土，有如过振一般，严重时会出现粗骨料下沉、砂浆上浮、气泡集中，影响结构的匀质性和外观情况。

**3** 清水混凝土振捣过程中需要注意以下几点事项：

（1）振捣时间：振捣时间不够时，混凝土内部还存在很多孔隙和气泡，此时清水混凝土会产生缺角、蜂窝和表面气孔的质量缺陷；若混凝土过振，会造成混凝土离析泌水，因翻砂在表面隐约岀现水波纹状的轻微色差或有偏大气泡积聚，影响清水混凝土的表面效果。同时，过振还可能造成胀模，导致清水混凝土的外观尺寸不合格。在施工实践中，可以根据以下特征判断混凝土振捣是否密实饱满：混凝土表面不再冒出气泡；混凝土不再显著下沉；表面不再泛浆；表面基本形成水平面。

（2）振捣方法：振动器在操作过程中如果碰撞钢筋、模板和定位螺栓等，将会造成混凝土露筋、跑模。因此，在振捣时要注意插入式振动器与侧模保持一定的距离，并注意振动器插入位置。振捣棒插点间距不宜大于振捣棒有效作用半径的1.5倍，且保证插入下层混凝土内的深度宜为5cm〜10cm。对于边角要多插，同时保证每一振点表面呈现浮浆和不再下沉，防止混凝土构件缺角及蜂窝的发生。插入式振捣变换插点时，应做到“快插慢拔”，不得将振捣棒放在拌合物内平拖，不得用振捣棒驱赶混凝土。

（3）混凝土在保证振捣密实的情况下，不宜长时间振捣，防止过振发生泌水、气泡聚集，掺粉煤灰混凝土振捣时，振捣后的混凝土表面不应出现明显的粉煤灰浮浆层。若因构件表面浮浆较厚, 可采用加入适当清洁小石子再适度二次振捣的办法，避免表面层混凝土与下部混凝土颜色不一致。

6.5.4 本条对清水混凝土养护做出了规定。

**1** 混凝土暴露面收浆后采取塑料布覆盖保湿养护措施是为了防止混凝土脱水产生裂缝。

**2** 本条提供了几种混凝土养护方式。无论是采用塑料薄膜还是节水保湿养护膜，均要确保混凝土表面始终呈湿润状态。不推荐采用养护剂对清水混凝土进行养护，主要是一些养护剂会影响混凝土表面色泽，且养护剂主要是保湿不能提供额外的水养。

**3** 清水混凝土的养护较普通混凝土严格，避免由于养护对混凝土表面污染，形成色差。为避免形成清水混凝土表面色差，模板拆除后其表面养护的遮盖物不得直接用草垫或草包铺盖，以免造成永久性黄颜色污染。为了避免出现水印或使混凝土面发花，色泽不均，不宜采用水管直接淋水养护，采用自动喷淋养护时，宜喷晒成雾状水，并确保混凝土面所有位置均能充分润湿。

**6.5 保护剂工程**

6.5.1 本条对清水混凝土表面处理做出了规定。

表面污染物指混凝土流坠、水流痕迹，油漆及墨线等。基底处理严禁用角磨机等划伤混凝土表面的机械。

为使清水混凝土达到完整的饰面效果，对混凝土表面的局部观感缺陷有针对性地进行修复。修补遵循以下几个原则：只修补必要的缺陷部位，修补量越少越好，避免水泥浆、砂浆等污染物二次污染混凝土表面，一般的观感缺陷可以不进行修补；修补的方法应针对不同部位及不同的缺陷采取有针对性的修补方法；修补时要注意对清水混凝土的成品保护，修补处应保持与原混凝土面色泽一致，做到不留痕迹。修补材料及基本处理原则：清水混凝土修补面是比较小的，宜采用混凝土原配合比的普通水泥和建筑胶乳配成水泥胶泥修补，修补面稍大时，可适当加入筛过的细砂，配成水泥砂浆修补。胶泥和砂浆需与混凝土基层色调保持一致，可采用掺配不同比例白水泥进行调配，不宜破坏混凝土表面，颜色调整应不破坏混凝土自然花纹和美感。修补前应充分润湿待修补面，在修补面润湿而不留积水的条件下修补，修补后应进行保湿养护，使修补材料与基层紧密结合，强度能正常发展。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，避免使用涂料型产品调色造成混凝土表面污染。

6.5.2 本条对清水混凝土保护剂工程施工做出了规定。

清水混凝土外表面长期暴露于自然环境中，极易受雨水、大气等外界环境的而破坏，因此建议清水混凝土尤其是处于酸雨环境地区的清水混凝土或对装饰要求较高的饰面清水混凝土应采用疏水性的透明保护剂或着色透明保护剂进行喷涂，以在混凝土表面形成均匀透明的保护性膜层，起到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，从而起到长久保持混凝土本身的自然质感和增强混凝土的耐久性作用。为保持混凝土表面自然的机理及质感，应选用透明保护涂料。采用着色透明保护涂料，可以进一步改善混凝土表面的色均性。

7 成品保护

**7.1 模板成品保护**

7.1.1、7.1.2 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。

7.1.4 采用封边漆封边和保护垫圈是为了防止雨水等从胶合板面板的切口和侧面渗入，胶合板吸水翘曲变形，影响清水混凝土表面效果。

7.1.4 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。

7.1.5 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。

**7.2 钢筋成品保护**

7.2.1 加工成型的钢筋按规格、品种、使用部位和顺序分类摆放，采用防雨雪等措施，都是为了防止锈蚀的钢筋对混凝土表面颜色产生影响。

9.2.3 本条主要是对钢筋、垫块、预埋件等位置进行严格管控，避免钢筋、垫块、预埋件等发生移位。

## 7.3 混凝土成品保护

7.3.2 清水混凝土工程施工节段多且工序复杂，因而导致已浇混凝土外表面受损的概率随之加大，破坏的因素随之增多。混凝土成品保护应全程进行，防尘、防油、防污染、防损伤，对于有外露易锈蚀部分的预埋件或连接件要特别加强保护。

为了确保混凝土在交工时其混凝土外观完好，在施工期间，应特别加强对混凝土外观的保护，施工现场应建立严格有效的混凝土成品保护制度，对易于污染和碰撞损坏的部位应制定专项保护措施，釆取专人监控方式进行，发现问题应处理，成品保护和处理 措施可采用下列方法：

1. 吊装钢筋、模板等物质时，应注意防止碰伤已经浇筑的混凝土成品。
2. 混凝土浇筑过程中，需要防止水泥浆垢污染已完工的下层节段。上层浇筑混凝土时，模板下口建议设置挡板或用塑料薄膜兜底，避免水泥流浆污染下层节段成品；对流淌下的水泥浆要清洗干净。
3. 保持清水混凝土表面的清洁，不得在混凝土表面做测量标记，严禁乱写乱画；不得用尖利的硬物刮刻混凝土面，严禁用重物撞击及敲打混凝土面。

7.3.3 硬质防护能有效防止物体打击、撞击成品清水混凝土，可搭设硬质防砸棚及铺设镀锌铁皮。

7.3.4 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。

8 质量验收

**8.3 混凝土**

参照《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169 的有关规定进行调整。