**CECS CECS \*\*\*∶ 2020**

中国工程建设标准协会标准

后浇清水混凝土技术规程

Technical Specification for Post-cast Fair-faced Concrete

**征求意见稿**

中国计划出版社

**中国工程建设标准化协会标准**

后浇清水混凝土技术规程

**Technical Specification for**

**Post-cast Fair-faced Concrete**

**CECS ×××: 2020**

主编单位：武大巨成结构股份有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期： 2020年\*月\*日

**中国计划出版社**

**2020 北 京**

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2018年第二批协会标准制订、修订项目计划>的通知》（建标协字[2018]030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. 质量验收。

本规程由中国工程建设标准化协会砌体结构专业委员会CECS/TC3归口管理，由武大巨成结构股份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：武汉市东湖新技术开发区武大科技园武大巨成结构股份有限公司，邮编：430223）。

**本标准主编单位**：武大巨成结构股份有限公司

**本标准参编单位**：武汉大学

中国水利水电第八工程局有限公司

中南建筑设计院股份有限公司

中信建筑设计研究总院有限公司

中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司

长江勘测规划设计研究有限责任公司

中国建筑东北设计研究院有限公司

中国能源建设集团广东电力工程局有限公司

云南省建设投资控股集团有限公司

深圳市市政设计研究院有限公司

上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司

中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

中铁大桥勘测设计院集团有限公司

中国电建集团华中电力设计研究院有限公司

湖北省电力勘测设计院有限公司

重庆市建筑科学研究院

深圳市建筑设计研究总院有限公司

中广核工程设计有限公司

中机国际工程设计研究院有限责任公司

海南周华结构设计事务所有限公司

云南奕辉建筑设计有限公司

云南工程勘察设计院有限公司

中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司

深圳市勘察研究院有限公司

中铁第四勘察设计院集团有限公司

中国五环工程有限公司

南京金凌石化工程设计有限公司

沈阳铝镁设计研究院有限公司

华蓝设计（集团）有限公司

北京首钢国际工程技术有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司

深圳市东江水源工程管理处

**本标准起草人员：**高作平 高宗余 李 霆 丘建金 李北星

陈明祥 卢亦焱 于永军 陈志新 甘永辉

徐厚军 彭林立 李 治 张京街 王启文

陈守祥 吴德绪 彭孝雄 张 辉 彭夏军

王康柱 彭奕亮 谭瑞山 吴 群 谭光宇

周 华 赵卫忠 陈其春 孙红林 高 伟

李茂新 黄月年 叶 菲 刘 宏 李洪光

陈良志 胡俞晨 潘英杰 曹小武 何英明

周剑波

**本标准主要审查人员：**

目 次

[1 总 则 1](#_Toc25944720)

[2 术 语 2](#_Toc25944721)

[3 基本规定 4](#_Toc25944722)

[4 材料 5](#_Toc25944723)

[4.1 一般规定 5](#_Toc25944724)

[4.2 模板体系材料 5](#_Toc25944725)

[4.3 连接加筋材料 7](#_Toc25944726)

[4.4 混凝土原材料 8](#_Toc25944727)

[4.5 清水混凝土干拌料 10](#_Toc25944728)

[4.6 养护剂 11](#_Toc25944729)

[4.7 清水混凝土保护涂料 11](#_Toc25944730)

[5 工程设计 13](#_Toc25944731)

[5.1 一般规定 13](#_Toc25944732)

[5.2 装饰设计 13](#_Toc25944733)

[5.3 结构设计 13](#_Toc25944734)

[6 施工 16](#_Toc25944735)

[6.1 一般规定 16](#_Toc25944736)

[6.2 界面处理 17](#_Toc25944737)

[6.3 钢筋（钢板）网工程 18](#_Toc25944738)

[6.4 模板工程 19](#_Toc25944739)

[6.5 混凝土工程 24](#_Toc25944740)

[6.6 混凝土成品保护 29](#_Toc25944741)

[6.7 混凝土表面修补 29](#_Toc25944742)

[6.8 混凝土表面涂料喷涂 30](#_Toc25944743)

[7 质量验收 31](#_Toc25944744)

[7.1 一般规定 31](#_Toc25944745)

[7.2 外观质量 31](#_Toc25944746)

[7.3 尺寸偏差 32](#_Toc25944747)

[本规程用词说明 35](#_Toc25944748)

[引 用 标 准 名 录 36](#_Toc25944749)

[条文说明 38](#_Toc25944750)

**Contents**

1 General Provisions 1

2 Terms 2

3 Basic Provisions 4

4 Materials 5

4.1 General Regulations 5

4.2 Formwork System Material 5

4.3 Connecting Material of Reinforcement 7

4.4 Concrete Raw Material 8

4.5 Dry mixing material of Fair-faced Concrete 10

4.6 Curing Agent 11

4.7 Fair-faced Concrete Protective Coating 11

5 Engineering Design 13

5.1 General Regulations 13

5.2 Decorative Design 13

5.3 Structural Design 13

6 Construction 16

6.1 General Regulations 16

6.2 Interface Treatment 17

6.3 Reinforcing Mesh (Steel Plate) Work 18

6.4 Formwork 19

6.5 Concrete Work 24

6.6 Protection for Concrete Finished Product 29

6.7 Repair for Concrete Surface 29

6.8 Spray Coating for Concrete Surface 30

7 Quality Acceptance 31

7.1 General Regulations 31

7.2 Appearance Quality 31

7.3 Dimension Deviation 32

Diction Explanations of the Regulations 35

Quoted Standard List 36

Items Explanations 38

# 

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范后浇清水混凝土在工程结构加固改造与装饰中的应用，保证后浇清水混凝土工程的设计和施工质量，做到安全适用、技术先进和经济合理，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于增大截面加固改造与装饰工程对表面有清水混凝土外观效果要求的后浇混凝土工程的设计、施工与质量验收。

**1.0.3** 后浇清水混凝土工程的设计、施工与质量验收除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 术 语

**2.0.1** 后浇清水混凝土 post-cast fair-faced concrete

在原有的墙、柱、墩等结构或构件外表面新浇筑的表面质感满足清水混凝土效果的钢筋混凝土结构薄层。

**2.0.2** 清水混凝土 fair-faced concrete

直接以混凝土原浇筑表面或以透明保护涂料做保护性处理的混凝土表面作为外表面，通过混凝土的本色和自身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。

**2.0.3** 普通清水混凝土 ordinary 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。

**2.0.4** 饰面清水混凝土 decorative fair-faced concrete

表面颜色基本一致，且呈现有规律排列的对拉螺栓孔眼、明缝、禅缝、假眼，不仅表现混凝土本身的自然质感、色泽均匀美观，而且外观整齐、细部精致的清水混凝土。

**2.0.5** 装饰清水混凝土 architectural fair-faced concrete

利用混凝土拓印特性或采用镶嵌装饰片、掺加颜料等工艺，使其表面形成具有装饰性的纹理质感、线条、图案或彩色的清水混凝土。

**2.0.6** 清水混凝土干拌料 dry-mixed fair-faced concrete

由水泥、洁净干燥的粗、细集料（或不含粗集料，而在使用现场掺配粗集料）以及根据需要掺加的外加剂、矿物掺合料等组分按一定比例，在专业生产厂经计量、干拌而成的用于后浇清水混凝土施工的混合料，加水拌合均匀后具有自密实、不离析、不泌水、含气量低等性能。

**2.0.7** 清水混凝土模板 formwork for fair-faced concrete

按照清水混凝土技术要求进行设计制作的表面平整、光洁，几何尺寸准确，拼缝严密，承受混凝土侧压力且能满足清水混凝土质量要求和表面装饰效果的模板。

**2.0.8** 内衬板 sheathing surface panel

设置在模板内表面，用于改善混凝土表面成型质量或形成混凝土表面装饰图案的衬板材料。

**2.0.9** 对拉螺栓孔眼 eyelet of tie rod

按照设计要求，将模板工程中的对拉螺栓孔进行封堵处理后，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孔的凹印或孔洞。

**2.0.10** 明缝 visible joint

凹入混凝土表面有一定深度与宽度的分隔缝或装饰线，设计整齐、均匀的明缝是清水混凝土装饰效果的组成部分之一。

**2.0.11** 禅缝 trace of assembling panel joint

有规则的模板面板拼缝在混凝土表面留下的整齐、均匀、细小的印迹，是对清水混凝土表面起装饰效果的组成部分之一。

**2.0.12** 假眼 artificial eyelet

在没有模板对拉螺栓的位置设置堵头而形成的外观尺寸和饰面效果与对拉螺栓孔眼一致的孔眼。

**2.0.13** 样板试验 sample component experiment

后浇清水混凝土正式施工前，用以检验混凝土配合比及其拌合物性能、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样板而在实体工程外现场进行的后浇清水混凝土样板构件试验。

# 3 基本规定

**3.1** 后浇清水混凝土工程应进行饰面效果设计和构造设计，并应编制专项施工组织设计。

**3.2** 处于直接与有侵蚀性水或土壤接触的环境的混凝土结构，不宜采用后浇清水混凝土。

**3.3** 后浇清水混凝土施工应进行全过程质量控制，相同饰面效果的后浇清水混凝土应保持材料和施工工艺的一致性。

**3.4** 处于潮湿环境和干湿交替环境的后浇清水混凝土，宜选用非碱活性骨料，同时还应控制混凝土中的碱含量。

**3.5** 后浇清水混凝土工程应采取防裂、防渗和防污染等措施，其措施应不影响混凝土饰面效果。

**3.6** 后浇清水混凝土施工前宜先做样板，并对施工工艺进行技术交底。

# 

# 4 材料

## 4.1 一般规定

**4.1.1**  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 50214、《建筑工程大模板技术规程》JGJ 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。

**4.1.2** 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。

**4.1.3** 清水混凝土的原材料除应符合本规程的规定外，还应符合国家现行有关标准的规定。

**4.1.4** 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。

## 4.2 模板体系材料

**4.2.1** 模板面板及其附件应符合下列规定：

（1）模板面板材料应采用强度高、韧性好、具有足够刚度，且加工性能好的板材，宜选用钢板、铝合金板或覆膜木胶合板，不宜选用竹胶合板；

（2）全钢模板所用钢材材质不宜低于Q235，面板厚度不宜小于5mm，表面应平整、光滑、清洁；

（3）钢木结构模板、钢（铝）框木胶合板模板等所用面板宜采用厚度不小于15mm多层木胶合板，面板应质地坚硬、厚薄均匀、无裂纹和龟纹、耐水性好，表面覆膜应层厚均匀、平整光滑、耐磨性好，覆膜质量不宜小于120g/m2；

（4）铝合金模板材质宜采用6061-T6或6082-T6，面板厚度宜为3mm～4mm，材料应具有良好的可焊接性和抗腐蚀性；

（5）模板龙骨应顺直、规格一致、紧贴模板、连接牢固，具有足够的强度和刚度，可采用金属标准型材、木梁、钢木组合梁、铝梁、铝合金等材料，长度方向表面用2m 靠尺检查误差不超过2mm；

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

（7）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；

（8）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；

（9）模板明缝条截面形式根据设计图纸或工程具体情况确定，宜采用梯形、圆角方形、三角形，深度不宜大于25mm。明缝条材质可选用硬木、铝合金、塑料、不锈钢等材料。

**4.2.2** 对拉螺栓的选用应符合以下规定：

（1）对拉螺栓的最小直径应满足承载力要求，宜采用辊压螺栓。同一工程宜采用同一规格的螺栓；

（2）木胶合板模板对拉螺栓宜采用锥型接头连接的三节式对拉螺栓，中间加海绵垫圈防止漏浆；

（3）钢模板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，两端用锥形塑料堵头和胶粘海绵垫，并应作好拆模后的对拉螺栓孔眼的防水处理。

**4.2.3** 饰面清水混凝土模板应符合下列规定：

（1）采用胶合板面板模板时在阴角部位宜设置角模；在阳角部位不宜设置角模，接缝处设置密封条；

（2）采用全钢模板时阴阳角部位均应设置角模，转角处宜做倒角处理；

（3）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。

（4）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。

（5）角模与两侧模板之间形成的禅缝，脱模后应与其他禅缝效果相同。

**4.2.4** 装饰清水混凝土模板应符合下列规定：

（1）内衬板面板分割应保证装饰图案的连续性、可操作性；

（2）内衬板面板材料可选用钢材、不锈钢、玻璃钢、硬质塑料、聚氨酯，其表面特性和强度应满足装饰效果。

（3）明峰和禅缝设置应与装饰图案相协调，满足装饰清水混凝土的饰面效果。

**4.2.5** 脱模剂的选用应符合下列要求：

（1）脱模剂应满足清水混凝土表面质量的要求，不引起混凝土表面起粉和产生气泡，不改变混凝土表面的本色，且不污染和锈蚀模板；

（2）脱模剂应具有改善混凝土表面质量效果的功能，且容易脱模、涂刷方便、保护模板光洁、易干燥和便于用后清理；

（3）脱模剂的选用应考虑模板的种类、所要求的混凝土表面效果和现场施工条件，相同构件宜选用同种脱模剂；

（4）钢模板应优先选用模板漆，也可选用液体石蜡、食用色拉油、液压油、变压器油、清机油与柴油的混合油等油性脱模剂、水性脱模剂等常用脱模剂；

（5）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应使用。

## 4.3 连接加筋材料

**4.3.1** 后浇清水混凝土与原构件的连接加筋材料，主要包括后锚固化学植筋和后浇清水混凝土面层结构中新增的钢筋（钢板）网。

**4.3.2** 后浇清水混凝土结构用钢筋，其品种、质量和性能应符合下列规定：

（1）宜选用HRB400级、HRB500、HRBF400、HRBF500级的热轧带肋钢筋或冷轧带肋钢筋，也可采用HPB300级的热轧光圆钢筋；

（2）钢筋的质量应分别符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB 1499.1和《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2的有关规定。

（3）钢筋性能的标准值和设计值应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定采用。

**4.3.3** 为便于施工，后浇清水混凝土结构宜优先选用成品钢筋网。钢筋网的质量应符合国家现行标准《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB1499.3的有关规定；其性能设计值应按国家现行标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114的有关规定采用。

**4.3.4** 当无加固补强要求时，后浇清水混凝土可选用热镀锌钢板网，钢板网的质量应符合国家现行标准《钢板网》GB/T 33275的有关规定。钢板网丝梗厚度宜为2mm～6mm。

**4.3.5** 当混凝土结构的锚固件或砌体结构的拉结件采用后锚固的化学植筋时，应使用热轧带肋钢筋，不应使用光圆钢筋。植筋用的钢筋，其质量应符合本规程第4.2.2条的规定。

**4.3.6** 当后锚固件为钢螺杆时，应采用全螺纹的螺杆，不得采用锚入部位无螺纹的螺杆。螺杆的钢材等级应为Q235或Q345，其质量应符合国家现行标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591、《碳素结构钢》GB/T 700的有关规定。

**4.3.7** 当锚固件为螺栓时，砌体结构采用的螺栓应为砌体专用的的碳素钢锚栓，混凝土结构可采用碳素钢、合金钢和不锈钢锚栓。锚栓的钢材性能指标应符合国家现行标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367的相关规定。

**4.3.8** 后锚固化学植筋用的胶黏剂，应采用专门配制的改性环氧树脂胶黏剂，其安全性能指标应符合国家现行标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB50728的相关规定。

**4.3.9** 钢筋绑扎的扎丝宜为20～22号防锈镀锌钢丝。

**4.3.10** 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。

## 4.4 混凝土原材料

**4.4.1** 水泥的选用应符合下列规定：

（1）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，其质量应符合国家现行标准《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定；C50及以下强度等级混凝土宜选用42.5级水泥，C55及以上强度等级混凝土宜选用52.5级水泥；

（2）选用水泥时，应考虑水泥的颜色、保水性、与外加剂的适应性和碱含量。水泥熟料中的C3A含量不宜超过8%，水泥比表面积不宜超过350m2/kg，碱含量不宜大于0.6%；

（3）同一工程同类构件或结构所使用的水泥宜采用同一厂家、同一品种、同一强度等级、同一混合材料的水泥，同一视觉范围所使用的水泥应来自同一批次。

**4.4.2** 骨料的选用应符合下列规定：

（1）粗、细骨料的性能指标应符合国家现行标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52的规定；

（2）粗骨料应采用质地均匀坚硬、表面洁净、色泽均匀、级配合理、粒形良好的碎石。碎石应采用连续级配或2个单粒径级配搭配使用。碎石的最大公称粒径应根据具体工程情况进行选择，不应大于20mm，且不应大于钢筋最小净距的3/4，不应大于增大截面最小尺寸的1/4。碎石的性能指标还应符合表4.3.2-1的规定；

（3）细骨料应选用质地均匀坚硬、颜色一致、级配合理的天然砂或机制砂，细度模数宜为2.5~3.2，砂的级配中大于4.75mm颗粒含量不宜超过5%，通过0.3mm筛孔的数量不宜少于15%。细骨料的性能指标还应符合表4.3.2-2的规定；

（4）同一工程同类构件或结构所使用的粗、细骨料应分别选用同一料源、同一规格型号，同一视觉范围所使用的粗、细骨料宜分别来自同一批次。

表4.3.2-1 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4.3.2-2 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值＜1.4 g/kg | ≤7.0 | ≤5.0 |
| MB值≥1.4 g/kg | ≤3.0 | ≤2.0 |
| 泥块含量 (%) | | ≤0.5 | ≤0.2 |

**4.4.3** 矿物掺合料的选用应符合下列规定：

（1）矿物掺合料宜采用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉或石灰石粉等。矿物掺合料的品质应稳定、颜色应均匀稳定。同一工程所使用的矿物掺合料应来自同一厂家、同一规格型号，同一视觉范围所使用的矿物掺合料应来自同一批次；

（2）粉煤灰应选择颜色较浅、组分匀质的粉煤灰，其性能应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596中F类粉煤灰的规定。强度等级C50及以上混凝土应选用Ⅰ级粉煤灰，C50以下混凝土可选用Ⅱ级粉煤灰；

（3）粒化高炉矿渣粉的性能应选用符合现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046规定的S95级矿渣粉，且其比表面积宜在（400～500）m2/kg；

（4）石灰石粉的性能应符合现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164的规定。在采用石灰石粉时，一般宜与矿渣粉或粉煤灰复合使用，复合比例应经试验确定；

（5）矿物掺合料的选用和掺量应根据混凝土的性能要求通过试验确定，并宜经样板试验构件确认。

**4.4.4** 化学外加剂的选用应符合下列规定：

（1）混凝土使用的外加剂应符合《混凝土外加剂》GB 8076和《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、硫酸盐的早强剂、防冻剂；外加剂应不改变混凝土的颜色，在混凝土硬化后表面不应出现析霜或返潮现象；

（2）减水剂应选用减水率高、坍落度损失小、引气量小、收缩率比低、碱含量低的聚羧酸类高性能减水剂。减水剂的减水率不应低于25%，引气量不宜大于3%，且与所用水泥、矿物掺合料和骨料之间应有良好的相容性；

（3）对抗冻要求较高的工程混凝土还宜掺用引气剂；

（4）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。

**4.4.5** 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。

## 4.5 清水混凝土干拌料

**4.5.1** 后浇清水混凝土使用清水混凝土干拌料浇筑时，选用的清水混凝土干拌料的主要性能指标应符合表4.5.1的规定；

**4.5.2** 清水混凝土干拌料制备所用原材料应符合本规程第4.3节的规定。

表4.5.1 后浇清水混凝土干拌料性能要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 强度等级 | | C30 | C40 | C50 | C60 |
| 最大公称粒径（mm） | | ＞4.75且≤20 | | | |
| 坍落度（mm） | 初始值 | ≥240mm | | | |
| 60min保留值 | ≥210mm | | | |
| 坍落扩展度SF（mm） | 初始值 | 550mm≤SF＜650 | | | |
| 60min保留值 | 500≤SF＜600 | | | |
| 扩展时间T500（s） | | 5～20 | | | |
| 坍落扩展度与J环坍落扩展度差值PA（mm） | | ≤50 | | | |
| 泌水率（%） | | 0 | | | |
| 抗压强度（%） | 1d | ≥12 | ≥15 | ≥20 | ≥25 |
| 3d | ≥20 | ≥30 | ≥40 | ≥45 |
| 28d | ≥38.2 | ≥48.2 | ≥60 | ≥69 |

注：1. 表中性能指标均应按产品要求的最大用水量检验；

2. 坍落度、坍落度扩展度和泌水率检验依据现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080的有关规定执行；

3. 扩展时间T500和坍落扩展度与J环坍落扩展度差值（mm）依据国家现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283的有关规定执行；

4. 抗压强度检验依据现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081的有关规定执行。

## 4.6 养护剂

**4.6.1** 采用养护剂对清水混凝土养护时，宜采用水乳型养护剂。

**4.6.2** 所用养护剂的技术性能应符合《公路工程混凝土养护剂》（JT/T 522）的规定，且不应影响混凝土表面色泽。

## 4.7 清水混凝土保护涂料

**4.7.1** 清水混凝土保护涂料的选用应符合下列规定：

（1）涂料应选用对混凝土表面具有保护的透明涂料，且不应对原清水混凝土表面感观质量有明显改变；

（2）涂料应有防污染性、憎水性（疏水性）、防水性；

（3）涂料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。

**4.7.2** 保护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，宜在氟碳树脂系涂料和硅烷系涂料中选择其一。

**4.7.3** 推荐选用水性氟碳树脂系透明保护涂料，由底涂、中涂和面涂三层组成的配套涂层系统的主要性能指标应符合表5.2.5.3的规定。

表4.5.3 清水混凝土透明保护涂料性能要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 性能要求 | 项目 | 性能要求 |
| 底 涂 | | 面 涂 | |
| 干燥时间（表干） | ≤2h | 干燥时间（表干） | ≤2h |
| 附着力（划格法，1mm） | ≤1级 | 附着力（划格法，5mm） | ≤1级 |
| 耐水性（去离子水浸泡） | 96h无异常 | 耐水性（去离子水浸泡） | 168h无异常 |
| 耐碱性（饱和氢氧化钙溶液浸泡） | 48h无异常 | 耐酸雨性（pH=3.0的模拟酸雨溶液） | 48h无异常 |
| 抗泛盐碱性 | 72h无异常 | 耐碱性（饱和氢氧化钙溶液浸泡） | 168h无异常 |
| 中 涂 | | 耐沾污性(白色和浅色) | ≤15% |
| 干燥时间（表干） | ≤2h | 耐洗刷性 | ≥3000次 |
| 干燥时间（实干） | ≤24h | 耐冻融循环 | 10次无异常 |
| 附着力（划格法，2mm） | ≤1级 | 耐人工老化性（超级荧光加速老化） | 1700h无起泡、开裂、剥落 |
| 耐水性（去离子水浸泡） | 168h无异常 |
| 耐碱性（饱和氢氧化钙溶液浸泡） | 168h无异常 |

# 5 工程设计

## 5.1 一般规定

**5.1.1**兼具加固作用的后浇清水混凝土结构设计，应采取有效措施，保证新增截面与原截面粘结牢固，形成整体共同工作，并应避免对未加固部分，以及相关的结构、构件和地基基础造成不利的影响。

**5.1.2** 后浇钢筋混凝土面层的构造，除应符合本章的规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定（包括抗震设计要求）。

## 5.2 装饰设计

**5.2.1** 后浇清水混凝土面层工程的装饰设计应根据建筑物的结构尺寸、强度、外观要求确定清水混凝土的类型和施工范围。

**5.2.2**  对于饰面清水混凝土和装饰清水混凝土，应设计构件详图，并应明确明缝、禅缝、对拉螺栓孔眼、假眼、装饰图案和装饰片等的形状、位置和尺寸。饰面和装饰清水混凝土截面的平面尺寸宜标准化和模数化。

**5.2.3** 后浇清水混凝土的明缝位置宜与施工缝一致。

**5.2.4** 普通清水混凝土的外表面宜喷涂透明或着色透明保护涂料，饰面清水混凝土的外表面应喷涂透明或着色透明保护涂料。

## 5.3 结构设计

**5.3.1** 当后浇清水混凝土面层结构仅用于装饰时，其设计使用年限一般不宜超过30年；当后浇清水混凝土面层结构兼具加固时，其设计使用年限应符合现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367和《砌体结构加固设计规范》GB50702的相关规定。后浇清水混凝土结构适用的环境条件宜符合表5.3.1的规定。

表5.3.1 后浇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 |

**5.3.2** 当后浇清水混凝土面层兼具加固要求时，其加固设计应符合下列规定：

（1）原结构为混凝土结构时，其加固计算和构造应符合现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367中的增大截面加固法的相关规定；

（2）原结构为砌体结构时，其加固计算和构造应符合现行国家标准《砌体结构加固设计规范》GB 50702中的钢筋混凝土面层加固法的相关规定；

（3）当有抗震加固要求时，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。

**5.3.3** 后浇清水混凝土的强度等级应符合下列规定：

（1）室内环境的后浇清水混凝土的强度等级不应低于C30，露天环境的后浇清水混凝土的强度等级不应低于C35；当后浇清水混凝土对原构件起增大截面加固作用时，后浇清水混凝土尚应比原结构、构件混凝土强度等级提高一级，具体应由加固设计计算确定；

（2）为保证清水混凝土入表面观感一致，相邻的后浇清水混凝土结构的混凝土强度等级宜相近或一致，且相差不应大于2个强度等级。

**5.3.4** 后浇清水混凝土结构的钢筋保护层最小厚度应符合表5.3.4的规定。同时，最内层钢筋距原构件表面的距离不宜小于30mm。

表5.3.4 后浇清水混凝土结构的钢筋保护层最小厚度（mm）

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

1. 钢筋的混凝土保护层厚度为最外层钢筋外边缘至混凝土表面的距离。

**5.3.5** 设计后浇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。

**5.3.6** 后浇清水混凝土面层结构的最小厚度不宜小于60mm。

**5.3.7** 为控制后浇清水混凝土结构因混凝土收缩、温度变化较大而产生的裂缝，后浇清水混凝土面层结构中水平分布筋除满足按通常承载力计算所需配筋量外，其配筋率不宜小于0.4%，钢筋间距不宜大于100mm，并应在预计可能产生裂缝的部位配置足够的防裂构造钢筋或设置诱导缝。

# 6 施工

## 6.1 一般规定

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

**6.1.2** 应根据后浇清水混凝土工程情况和已确定的施工工艺，编制后浇清水混凝土专项施工方案，并在实施过程中进一步优化提高。

**6.1.3** 后浇清水混凝土的施工，宜按下列程序进行：

（1）清理、修整原结构；

（2）界面处理；

（3）钢筋网（钢板网）工程；

（4）模板工程；

（5）混凝土工程；

（6）混凝土成品保护

（7）混凝土表面修补

（8）混凝土表面涂料喷涂。

**6.1.4** 后浇清水混凝土的钢筋（钢板）网、模板及混凝土的施工，应按先下部后上部结构、由下而上的顺序逐层进行；混凝土成品修补与表面喷涂施工，应按由上而下的顺序一次完成。

**6.1.5** 模板工程应结合后浇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。

**6.1.6** 后浇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。

**6.1.7** 清水混凝土宜采用预拌方式生产，预拌混凝土生产企业应符合资质等级管理的要求。当用量较少、单批次混凝土浇筑量较小时，在符合有关规定的情况下可采用现场搅拌的方式生产混凝土。

**6.1.8** 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。

## 6.2 界面处理

**6.2.1**  后浇清水混凝土施工前，需首先清理、修整原结构、构件，再对原构件混凝土界面（粘合面）进行处理，并达到一定的粗糙度，以确保新老混凝土的粘结性能。

**6.2.2** 修整原结构、构件表面时，应符合下列要求：

（1）应清除原构件表面的尘土、浮浆、污垢、油渍、原有涂装、抹灰层或其他饰面层；对混凝土构件尚应剔除其风化、剥落、疏松、起砂、蜂窝、麻面、腐蚀等缺陷至露出骨料新面；对原构件钢筋的外露部分还应除锈、脱脂并打磨至露出金属光泽，若发现锈蚀已导致其截面削弱严重，尚应通知设计单位，并按设计补充图纸进行补筋；对砌体构件，尚应剔除其勾缝砂浆及已松动、粉化的砌筑砂浆层，必要时，还应对残损部分进行局部拆砌；

（2）应采用相容性良好的裂缝修补材料对原构件的裂缝进行修补；若原构件表面处于潮湿或渗水状态，修补前应先进行止水和干燥处理。

**6.2.3**  原构件混凝土界面经修整露出骨料新面后，尚应采用花锤、砂轮机或高压水射流进行凿毛；必要时，也可凿成沟槽。其做法应符合下列要求：

（1）花锤打毛：宜用尖头錾石花锤，在混凝土粘合面上錾出麻点，形成点深约3mm、点数为600点/m2～800点/m2的均匀分布，也可錾成点深4mm～5mm、间距约30mm的梅花形分布；

（2）砂轮机或高压水射流打毛：采用粗砂轮机或高压水射流在混凝土粘合面上打出方向垂直于构件轴线、纹深为3mm～4mm、间距约50mm的横向纹路；

（3）人工凿沟槽：宜用尖锐、锋利凿子，在坚实混凝土粘合面上凿出方向垂直于构件轴线、槽深约6mm、间距为100mm～150mm的横向沟槽；

（4）当采用三面或四面新浇清水混凝土面层外包梁、柱时，尚应在打毛同时，凿除截面的棱角。

**6.2.4**  在凿毛或凿槽处理完毕之后，应用钢丝刷等工具清除原构件混凝土表面松动的骨料、砂砾、浮碴和粉尘，并用清洁的压力水冲洗干净。

**6.2.5**  原构件砌体界面，尚应在其表面涂刷一道聚合物改性水泥浆界面胶，初凝前用条帚扫毛，起封闭砌体表面孔隙及增加砌体界面粗糙度的作用。

**6.2.6** 后浇清水混凝土施工前，应按规定的时间提前顺着原构件表面反复浇水湿润，并应待原构件表面无明水后再进行后浇清水混凝土面层施工。

## 6.3 钢筋（钢板）网工程

**6.3.1** 钢筋（钢板）网与原构件的拉结采用种植Г形带肋钢筋、全螺纹螺杆或锚栓时，其孔径、孔深及间距应符合设计要求，其种植质量应符合现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550的相关规定。

**6.3.2** 新增受力钢筋、箍筋及各种锚固件、预埋件与原构件的连接和安装，除应符合现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367的构造规定和设计要求外，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 的规定。

**6.3.3** 钢筋保护层垫块宜梅花形布置，垫块数量不宜少于4个/m2，并与钢筋绑扎牢固，与模板接触呈点接触或线接触。

**6.3.4** 每一钢筋交叉点均应绑扎牢固，绑扎钢丝扎扣及扎丝尾端应全部折向钢筋骨架内部，保护层内不得有绑扎钢丝伸入。

**6.3.5** 对拉螺栓与钢筋发生冲突时，宜遵循钢筋避让对拉螺栓的原则。

**6.3.6** 钢筋工程安装尺寸允许偏差与检验方法应符合表6.3.6的规定。

表6.3.6 清水混凝土钢筋安装位置的允许偏差和检验方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项目 | | 允许偏差(mm) | 检验方法 |
| 1 | 绑扎钢筋网 | 长、宽 | ±10 | 钢尺 |
| 网眼尺寸 | ±20 | 钢尺量连续三档，取最大值 |
| 2 | 绑扎钢筋骨架 | 长 | ±10 | 钢尺 |
| 宽、高 | ±5 | 钢尺 |
| 3 | 受力钢筋 | 间距 | ±10 | 钢尺量两端、中间各一点 |
| 排距 | ±5 | 取最大值 |
| 弯起点位置 | ±15 | 钢尺 |
| 4 | 保护层厚度 | 柱、梁 | ±5 | 钢尺 |
| 墙、板 | ±3 |
| 5 | 绑扎箍筋、横向钢筋间距 | | ±15 | 钢尺量连续三档，取最大值 |
| 6 | 预埋件 | 中心线位置 | 5 | 钢尺 |
| 水平高差 | +3，0 | 钢尺和塞尺 |

**6.3.7** 成品钢筋网片的钢筋间距和钢板网片的网孔尺寸应符合设计要求，安装网片时，网片间的搭接宽度不宜小于100mm，并采用扎丝绑扎牢固。

**6.3.8** 应着重对钢筋（钢板）网保护层厚度采取措施予以保证；同时，钢筋（钢板）网与原构件表面的净距应不小于30mm，且仅允许有5mm正偏差，不应有负偏差。

## 6.4 模板工程

**6.4.1 模板设计**

**6.4.1.1** 模板的设计应满足后浇清水混凝土饰面效果的设计要求。

**6.4.1.2** 后浇清水混凝土模板设计应包括以下主要内容：

（1）模板结构设计和模板加工图设计；

（2）模板的分块设计、面板分割设计和对拉螺栓排布设计；

（3）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；

（4）节点设计详图和设计说明。

**6.4.1.3** 后浇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：

（1）在起重荷载允许的范围内，模板的分块应定型化、整体化、模数化和通用化，且宜减少拼缝；

（2）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。

（3）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，模板上下接缝处宜设明缝；

（4）明缝宜设置在施工缝或楼层标高、梁底标高、窗台标高、窗台过梁底标高、框架梁底标高、窗间墙边线、轮廓变化位置或设计要求的其他分割线位置；

（5）对拉螺栓孔的排布应达到规律性和对称性的装饰效果，同时还应满足模板受力要求；孔眼距门窗洞口的距离宜大于 150mm；

（6）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、柱结构的清水混凝土模板设计应以梁柱节点为设计重点。

**6.4.1.4** 模板面板拼缝与装饰线条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：

（1）模板面板拼缝应按照蝉缝和明缝位置要求进行设计，并绘制排板图，保证蝉缝和明缝水平交圈、竖向垂直；

（2）单块模板的面板分割不宜双向布置，最小分割宽度宜大于600mm；

（3）对于饰面清水混凝土和普通清水混凝土，拼缝应使混凝土饰面形成线宽分别不大于0.5mm和1.0mm，且形成水平交圈、竖向垂直的有规律性的装饰性线条。模板拼缝规则宜遵循表6.4.1.4的规律性要求；

（4）弧形或非直线平面模板拼缝宜沿径向辐射均匀布置。

表6.4.1.4 模板拼缝规律性要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 部位 | 模板横向拼缝 | 模板竖向拼缝 |
| 柱 | 柱模板横缝应从柱底标高开始向上作均匀布置，余数宜设在柱顶；  同一楼层拼缝印迹的高度应一致 | 柱模不宜出现竖向拼缝，无法避免时，竖向拼缝宜对称；  圆柱模板的两道竖缝应设于轴向位置，群柱竖缝方向应一致；  方形柱、矩形柱模板一般不设竖缝，当柱宽度较大时，其竖缝宜设置在柱宽中心位置。 |
| 梁 | 横向与竖向拼缝宜闭合，相邻拼缝间距宜超过2m；两端允许出现拼缝，但同一楼层接缝位置应一致。 | |
| 板 | 允许出现接缝，同一楼层纵横向拼缝应连贯，纵横排列均匀、对称。 | |
| 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。 | |

**6.4.2 模板制作**

**6.4.2.1** 模板制作加工时，应控制加工精度，模板表面应平整、方正，接缝应严密且无错台。模板制作的允许偏差应符合表6.4.2.1的要求。

**6.4.2.2** 钢模板模板制作应符合下列要求：

（1）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；

（2）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。

表6.4.2.1 清水混凝土模板制作允许偏差和检验方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 板面平整度 | ≤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 | 连接孔中心与板面间距 | ±0.5 | ±0.8 | 游标卡尺量 |

**6.4.2. 3** 木胶合板模板制作应符合下列要求：

（1）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；

（2）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；

（3）面板的切边和孔壁应采用封边漆密封以防止受潮膨胀，且对拉螺栓孔宜采用孔塞保护；

（4）胶合板面板竖向拼缝应设在竖肋中心位置，面板边口刨平，接缝处满涂封口胶、连接紧密；胶合板面板水平位置可不设置横肋，接缝处应做密封处理。

（5）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，螺钉间距控制在150mm×300mm以内；当异形板从背面难以保证面板与龙骨有效连接时，采用沉头螺钉正钉连接，钉头宜沉进板面1mm～2mm，用铁腻子将钉眼凹坑补平并喷涂清漆。

**6.4.2. 4** 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%，且接头部位应错开；

**6.4.2.5** 模板后期制作处理应符合下列规定：

（1）加工完成宜预拼装，对模板的外形尺寸、平整度、阴阳角、相邻板面高差及对拉螺栓孔眼进行复核，复核后对模板进行编号；

（2）钢模板面板及活动部分应做防锈处理，面板防锈油脂不应影响混凝土表面颜色；其他部位应做防锈漆；

（3）木胶合模板板面应贴塑料薄膜或其他隔膜，其他部位应做防锈处理。

**6.4.3 脱模剂的施工**

脱模剂的施工应符合下列要求：

（1）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；

（2）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；模板漆的施工应按产品说明书要求进行，应待模板漆表面干燥后方可安装模板；

（3）涂过脱模剂的模板遇雨淋或其他因素失效后，应全面清理干净后重新涂刷；

（4）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。

**6.4.4 模板安装**

**6.4.4.1** 模板安装前，应检查模板是否清洁，是否涂刷脱模剂，钢面板涂刷脱模漆是否完整。

**6.4.1.2** 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。

**6.4.4.3** 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。

**6.4.4.4** 模板安装宜采用对拉螺栓或专用卡具连接，以保证模板间拼缝严密，并应采取下列措施防止漏浆：

（1）锥套、堵头和面板间宜假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；

（3）空洞处模板安装应在孔洞周边假设拉杆。

**6.4.4.5** 模板的安装质量应满足下列要求：

（1）模板板面应干净、无损伤，脱模剂应涂刷均匀。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与检验方法应符合表6.4.4.5的规定。

表6.4.4.5 清水混凝土模板安装允许偏差和检验方法

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 轴线位移 | 墙、柱、梁 | 3 | 4 | 尺量 |
| 2 | 模板内部截面尺寸 | 墙、柱、梁 | ±3 | ±4 | 尺量 |
| 3 | 模板标高 | | ±3 | ±5 | 水准仪、尺量 |
| 4 | 模板垂直度 | ≤5m | 4 | 6 | 经纬仪、线坠、尺量 |
| ＞5m | 6 | 8 |
| 5 | 模板相邻两板面高低差 | | 2 | 3 | 尺量 |
| 6 | 表面平整度 | | 2 | 3 | 2m靠尺和塞尺 |
| 7 | 模板拼缝宽度 | | 0.8 | 1.0 | 塞量 |
| 7 | 阴阳角 | 方正 | 2 | 3 | 方尺、塞尺 |
| 角线顺直 | 2 | 3 | 线尺 |
| 8 | 预留洞口 | 中心线位移 | 6 | 8 | 拉线、尺量 |
| 孔洞尺寸 | +5，0 | +8，0 |
| 9 | 预埋件、预埋管、螺栓 | 中心线位移(长宽对中线) | 2 | 3 | 拉线、尺量 |
| 螺栓外露长度 | +5，0 | +5，0 |
| 10 | 门窗洞口 | 中心线位移 | 6 | 8 | 拉线、尺量 |
| 宽、高 | ±4 | ±6 |
| 对角线 | 6 | 8 |

**6.4.5 模板拆除、保养**

**6.4.5.1** 后浇清水混凝土模板拆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规程》JGJ 74等的规定进行外，尚应符合下列规定：

（1）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；

（2）适当延长拆模时间，确保其表面及棱角不会因拆模而受损；

（3）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；

（4）模板拆除后应及时清理，对影响观感的缺陷进行修复。

**6.4.5.2** 拆下的模板及附件应及时清理和维修，堆码整齐。

**6.4.5.3** 模板堆放时应注意对面板的保护，宜采用面对面的插板式存放，严禁将面板朝下接触地面，叠放高度不得超过2m和6层。必要时，模板跟部位置垫海绵，面板之间垫棉毡保护。

**6.4.5.4** 成品模板存放时应采取必要的防潮、防晒措施，防止模板变形、锈蚀和损伤。

**6.4.5.5** 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。

## 6.5 混凝土工程

**6.5.1 配合比设计**

**6.5.1.1** 后浇清水混凝土的配合比设计应按拌合物工作性能、硬化混凝土力学性能和耐久性的设计要求进行试配，确定混凝土表面颜色，并应使混凝土具有良好的色均性；

**6.5.1.2** 后浇清水混凝土配合比设计与试配时所用的原材料应与施工时一致，并应通过试验室试配调整和施工试验，将混凝土配合比优化到最佳。

**6.5.1.3** 后浇清水混凝土的设计指标应符合下列规定：

（1）混凝土配制强度标准差的取值、配制强度的确定，应按国家现行标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的规定执行；

（2）混凝土拌合物应具有大流动性，入模坍落度不宜低于180mm；当采用自密实混凝土进行施工时，其坍落度、坍落扩展度、扩展时间T500等填充性能指标及坍落扩展度与J环坍落扩展度差值间隙通过性指标可按表4.5.1确定；

（3）混凝土拌合物的凝结时间应满足运输、浇筑和混凝土早期强度要求。一般情况下，混凝土的初凝时间宜大于每次混凝土连续的浇筑时间，以减少层间施工冷缝发生机会；

（4）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，其含气量控制不宜超过5.5%，且其表面气泡对外观饰面效果的影响应做验证。

（5）对于有抗渗、抗碳化、抗冻、抗氯离子侵蚀和抗硫酸盐腐蚀等耐久性要求的混凝土，其耐久性能指标与配合比设计尚应按现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476的相关规定进行。

**6.5.1.4** 后浇清水混凝土的配合比设计参数宜符合下列要求：

（1）单位用水量不宜大于185kg/m3，水胶比可参考表6.5.1.4-1选取；

（2）胶凝材料用量应较普通混凝土适当提高，在满足其薄层浇筑施工工艺要求的前提下宜采用较低的胶凝材料用量。不同强度等级后浇清水混凝土的胶凝材料用量可按表表6.5.1.4-1选取。

表6.5.1.4-1 混凝土的水胶比和胶凝材料选取范围

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 混凝土强度等级 | | C30、C35、C40 | C45、C50 | C55、C60 |
| 水胶比 | | 0.45~0.35 | 0.35~0.30 | 0.32~0.28 |
| 胶凝材料用量(kg/m3) | 振动成型 | 380～470 | 470～520 | 520~570 |
| 自密实成型 | 450~530 | 500～580 | 550~630 |

（3）混凝土中宜适量掺加优质的粉煤灰、矿渣粉或石灰石等矿物掺合料。不同矿物掺合料的掺量应根据混凝土的性能通过试验确定。混凝土中矿物掺合料取代水泥的最大用量宜按表6.5.1.4-2控制；

（4）砂率应较普通混凝土适当提高，宜在40%～50%范围。在满足施工性

能的前提下，尽量提高粗骨料含量；

（5）减水剂的掺量应根据混凝土流动性要求、施工气温通过试验确定，不能随意减少或超掺，以防出现流动性过小、坍落度损失过大或离析泌水。

表6.5.1.4-2 混凝土中矿物掺合料取代水泥的最大掺量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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级） | ≤0.40 | 40% | 30% |
| ＞0.40 | 35% | 25% |
| 粒化高炉矿渣粉 | ≤0.40 | 50% | 40% |
| ＞0.40 | 40% | 30% |
| 石灰石粉 | ≤0.40 | 30% | 20% |
| ＞0.40 | 25% | 10% |
| 复合掺合料 | ≤0.40 | 50% | 40% |
| ＞0.40 | 40% | 30% |

注：1. 复合掺合料各组分的掺量不宜超过单掺时的最大掺量；

2. 在混合使用两种或两种以上矿物掺合料时，矿物掺合料总掺量应符合表中复合掺合料的规定。

**6.5.2 混凝土拌和**

**6.5.2.1** 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的要求。

**6.5.2.2** 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。

**6.5.2.3** 原材料投料前，应确认搅拌机内是清洁的，且拌合物的搅拌时间应比普通混凝土延长20～30s。

**6.5.2.4** 同一构筑物、同一视觉空间内所用混凝土原材料应保持一致，拌合物的制备环境和拌合制度应一致。

**6.5.2.5** 在生产供应清水混凝土的台班内，不得在同一生产线上穿插其他规格、品种的混凝土。

**6.5.2.7** 清水混凝土拌合物应工作性优良、稳定，且无分层、板结、离析、泌水现象，预拌混凝土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。

**6.5.2.8** 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。

**6.5.3 混凝土运输**

**6.5.3.1** 预拌混凝土的运输宜采用专用运输车，装料前容器内应清洁、无积水。

**6.5.3.2** 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。

**6.5.3.3** 采用泵送施工方式浇筑时，泵送操作应符合国家现行标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10的规定。

**6.5.3.4** 混凝土拌合物从搅拌结束至入模前的时间，不宜超过90 min。

**6.5.3.5** 在运输供应清水混凝土的台班内，运输车不得穿插运输其他规格、品种的混凝土。

**6.5.4 混凝土浇筑**

**6.5.4.1** 混凝土浇筑前应确保模板的支撑稳定以及接缝严密，保持模板内清洁、无积水。

**6.5.4.2** 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。

**6.5.4.3** 墙、柱混凝土浇筑时，宜首先在根部浇筑约30mm厚度的去石子砂浆再浇筑混凝土。

**6.5.4.4** 混凝土自由倾落高度应控制在3m以内，否则应采用溜管、导管等措施辅助下料。

**6.5.4.5** 混凝土布料时，宜采用斜槽等辅助器具诱导混凝土靠近原构件表面入模，严禁混凝土顺着模板表面流入模内。

**6.5.4.6** 混凝土应按一定顺序、间距和厚度均匀布料。一次分层浇筑厚度不宜超过500mm。

**6.5.4.7** 混凝土的浇筑应连续进行，尽量缩短分层浇筑的间隔时间，避免分层面产生分层线痕迹或冷缝影响外观质量。

**6.5.4.8** 洞口的混凝土浇筑应从洞口两侧对称下料、同时浇筑，避免洞模偏位或压力不均匀产生变形。

**6.5.4.9** 采用插入式振捣棒振捣时，宜采用直径35mm以下的小型振捣棒，振捣棒插入与拔出过程中应使振捣棒离模板表面保持20~30mm的距离。

**6.5.4.10** 混凝土振点应布棒均匀，层层搭扣，遍布浇筑的各个部位，并应随浇筑连续进行，严禁漏振、欠振。

**6.5.4.11** 振捣过程中应尽量避免撬振模板、钢筋和对拉螺栓，每一振点的振捣时间宜根据拌合物稠度和振捣部位等不同情况控制在20s～35s，以混凝土表面平坦泛浆，基本无气泡溢出为度，要防止过振发生泌水、气泡聚集。

**6.5.4.12** 顶部混凝土宜采用二次浇捣工艺，减少顶部混凝土表面气泡及防止松顶，第一次振捣在混凝土浇筑完成后立即进行，第二次振捣时间根据现场混凝土的凝结时间而定，一般为混凝土浇筑后的0.5h～3h。

**6.5.4.13** 混凝土布料、振捣过程中，应尽可能减少砂浆的飞溅，并及时清理掉溅于未浇段模板内侧的砂浆。

**6.5.5 混凝土养护**

**6.5.5.1** 混凝土浇筑完毕后1h内应对混凝土顶面进行覆盖养护或喷雾养护，终凝后可采取覆盖晒水、喷淋等方式进行补水养护。

**6.5.5.2** 混凝土拆模后，应立即对新暴露的混凝土面采用覆盖晒水、自动喷淋、覆贴节水保湿养护膜、薄膜包裹滴灌等自然养护措施进行补水或保湿养护。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。

**6.5.5.3** 对同一视觉范围内的清水混凝土尽可能施以相同的养护条件，以保证混凝土表面色均性。

**6.5.5.4** 养护水应洁净，混凝土表面养护的覆盖物，不应对混凝土表面有污染。

**6.5.5.5** 在任意养护时间，淋注于混凝土表面的养护水温度低于混凝土表面的温度差值不应大于15℃。

**6.5.5.6** 当环境最低温度低于5℃时，应采取适当的防风和保温保湿养护措施进行养护，不应直接晒水进行养护。

**6.5.5.7** 混凝土浇筑完毕后的持续湿养护时间宜满足表6.5.5.7的要求。湿养护期间，混凝土表面应始终保持润湿状态而不应形成干湿交替。

表6.5.5.7 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 |

**6.5.6 施工缝的施工**

**6.5.6.1** 为使拆模后混凝土表面接缝美观，应采取可靠措施确保混凝土相邻节段间的暴露在可见面的施工缝边线平整顺直。

**6.5.6.2** 模板与结构实体接触处（模板压脚位置)宜采用海绵条、止水带、防渗胶、密封胶等具有防渗漏作用的衬垫对模板进行密封。

**6.5.6.3** 墙体、梁板竖向施工缝处，混凝土浇筑前应用胶合板等封堵严密。

**6.5.6.4** 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。

**6.5.6.5** 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宜用无齿锯沿线切割，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。

**6.5.6.6** 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，露出分布均匀的石子，形成凹凸麻面。

**6.5.6.7** 混凝土浇筑前，施工缝表面混凝土应洒水充分湿润。从施工缝处开始继续浇筑混凝土时，接缝处的混凝土应充分振捣，以使缝线饱满密实，并加强养护，防止施工缝处混凝土收缩开裂。

## 6.6 混凝土成品保护

**6.6.1** 清水混凝土的后续施工不得损伤或污染前面所完成的混凝土成品。

**6.6.2** 当脚手架、吊篮等施工设备与成品清水混凝土表面接触时，应使用橡胶板、聚苯板等衬垫材料保护，避免划伤混凝土面。

**6.6.3** 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。

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

**6.6.5** 对墙柱阳角、门窗洞口、板边等易碰磕的阳角等部位，应采用多层板或塑料等硬质材料进行护角。

**6.6.6** 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。

**6.6.7** 在工程交工前，混凝土成品宜用塑料薄膜覆盖封严，以防混凝土表面污染。

## 6.7 混凝土表面修补

**6.7.1** 应在养护完毕后去除混凝土表面附着的污染物或印迹。

**6.7.2** 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及时处理，处理后的外观表面应无明显色差和修补痕迹，并满足平顺及美观要求。

**6.7.3** 对表面缺陷部位的修补，宜采用与本工程所用的普通硅酸盐水泥与白色硅酸盐水泥、建筑胶乳调制的水泥浆（或砂浆）进行修补，且应首先在样板构件上做试验，优选适宜的修补方法和材料配比。

**6.7.4** 对拉螺栓孔眼的封堵，宜采用与本工程所用的普通硅酸盐水泥与白色硅酸盐水泥、砂、建筑胶乳调制的颜色与混凝土基本相同、适宜稠度的水泥砂浆进行封堵，封堵应密实，孔眼直径、孔眼深度和颜色应一致。

**6.7.5** 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；修补、封堵施工时，应对混凝土成品进行保护，防止污染。

**6.7.6** 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。

## 6.8 混凝土表面涂料喷涂

**6.8.1** 后浇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。

**6.8.2** 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，如遇油污、铁锈等，可先采用草酸、柠檬酸、洗涤剂等稀释液除污，再用干净水彻底冲洗干净，待干燥后方可进行喷涂施工。

**6.8.3** 保护涂料膜层分为底层、中间涂层和罩面层三层施工。喷涂应均匀、无遗漏，喷涂后后浇装饰效果明显，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。

**6.8.4** 同一视觉范围内的保护涂料及施工工艺应一致，以保证清水混凝土表面颜色的一致性。

# 7 质量验收

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 后浇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。

**7.1.2** 后浇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。

**7.1.3** 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85%，对于普通清水混凝土不应小于70%。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的相关规定。

## 7.2 外观质量

**7.2.1** 后浇清水混凝土的外观严禁出现现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204中规定的严重缺陷和一般缺陷。对于已经出现的严重缺陷和一般缺陷，应由施工单位提出技术处理方案，并经监理（建设）单位、设计单位认可后进行处理。对经处理的部位，应重新进行检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查处理记录。

**7.2.2** 后浇清水混凝土的外观质量应由监理（建设）单位、设计单位、施工单位对外观观感进行检查，作出记录。外观质量评定标准和检验方法应符合表7.2.2的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察或量测，检查处理记录。

**7.2.3** 对于局部不满足表7.2.2要求的部位应进行处理，且应由施工单位编写技术方案、做样板，并经监理（建设）单位、设计单位认可后实施。

表7.2.2 后浇清水混凝土外观质量评定标准和检验方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项目 | 标准要求 | | 检验方法 |
| 饰面清水混凝土 | 普通清水混凝土 |
| 1 | 颜色 | 无特殊设计要求时，同一视觉空间内，表面颜色基本一致或协调，无明显色差 | 局部有少量色差 | 距离混凝土面5m观察 |
| 2 | 表面质量 | 无蜂窝、麻面、砂带、冷接缝和表面损伤等 | 无砂带、冷接缝和表面损伤等，蜂窝麻面面积≤该面面积的0.5% | 近处观察、 尺量 |
| 3 | 表面气泡 | 气泡最大直径≤8mm，深度≤2mm，面积≤20cm2/m2 | 气泡应分散，无大片气泡 | 近处观察、 尺量 |
| 4 | 光洁度 | 无漏浆、流淌及冲刷痕迹，无油迹、污迹及锈斑，无粉化物、无粉饰 | 漏浆、流淌及冲刷痕迹不超过3处，无明显油迹、污迹及锈斑，无明显粉化物和粉饰 | 近处观察 |
| 5 | 表面裂缝 | 宽度小于0.15mm，且长度不大于1000mm | 宽度小于0.2mm | 尺量，刻度放大镜 |
| 6 | 修补 | 基本无修补痕迹 | 少量修补痕迹 | 距离墙面5m观察 |
| 7 | 对拉螺栓孔眼 | 分布规则，排列整齐，拆模后封堵密实，凹孔棱角清晰圆滑；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。 | — | 距离混凝土面 5m 观察、尺量 |
| 8 | 明缝 | 位置规律、整齐，深度一致，且明缝缝直线度偏差每米≤3mm | — | 拉5m线，不足5m拉通线，钢尺检查 |
| 9 | 蝉缝 | 模板拼缝印迹整齐、均匀，横平竖直，同一视觉空间水平交圈、竖向成线，且印迹宽度≤ 2mm | — | 距离混凝土面 5m 观察、尺量 |

## 7.3 尺寸偏差

**7.3.1** 后浇清水混凝土面层严禁出现影响结构性能和使用功能的尺寸偏差。对超过尺寸允许偏差且影响结构性能和使用功能的部位，应由施工单位提出技术处理方案，并经监理（建设）单位、设计单位认可后进行处理。对经处理的部位，应重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：量测，检查处理记录。

**7.3.2** 后浇清水混凝土结构拆模后的尺寸偏差和检验方法应符合表7.3.2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7.3.2 后浇清水混凝土结构尺寸偏差和检验方法

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项目 | | 允许偏差（mm） | | 检查方法 |
| 饰面清水混凝土 | 普通清水混凝土 |
| 1 | 轴线位移 | 墙、柱、梁 | 6 | 8 | 钢尺 |
| 2 | 截面尺寸 | 墙、柱、梁 | +5，-3 | +8，-5 | 钢尺 |
| 3 | 标高 | 层高 | ±5 | ±8 | 水准仪或拉线、钢尺 |
| 全高 | ±30 | ±30 |
| 4 | 垂直度 | 层高 | 5 | 8 | 经纬仪或吊线、钢尺 |
| 全高（H） | H/1000且≤30 | H/1000且≤30 | 经纬仪、钢尺 |
| 5 | 表面平整度 | | 3 | 4 | 2m靠尺、塞尺 |
| 6 | 角线顺直度 | | 3 | 4 | 拉线、尺量 |
| 7 | 阴阳角 | 方正 | 3 | 4 | 钢尺 |
| 顺直 | 3 | 4 |
| 8 | 明缝直线度 | | 3 | — | 拉5m线，不足5m拉通线，钢尺检查 |
| 9 | 禅缝 | 错台 | 2 | — | 靠尺、塞尺 |
| 禅缝交圈 | 5 | — | 拉5m线，不足5m拉通线，钢尺检查 |
| 10 | 保护层厚度 | 柱、梁 | ±5 | ±5 | 保护层厚度无损检测仪 |
| 墙、板 | ±3 | ±3 |
| 11 | 预留洞口 | 中心线位移 | 10 | 12 | 尺量 |
| 洞口尺寸 | +8，-0 | +10，-0 | 尺量 |
| 门窗洞口对角线 | 3 | 5 | 拉线、尺量 |
| 12 | 预埋设施中心线位移 | 预埋件 | 2 | 3 | 拉线、尺量 |
| 预埋螺栓 | 2 | +5，0 | 拉线、尺量 |
| 预埋管 | 3 | 3 | 尺量 |

# 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用语说明如下：

**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”。

表示有选择在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2** 条文中指明必须按有关标准规范或规定执行的写法为，“应按……执行”或“应符合……的要求（规定）”。

# 引 用 标 准 名 录

《通用硅酸盐水泥》GB 175

《碳素结构钢》GB/T 700

《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB 1499.1

《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2

《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB 1499.3

《低合金高强度结构钢》GB/T 1591

《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596

《混凝土外加剂》GB 8076

《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014

《混凝土模板用胶合板》GB/T 17656

《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046

《钢板网》GB/T 33275

《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164

《混凝土结构设计规范》GB 50010

《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550

《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080

《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081

《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107

《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119

《混凝土质量控制标准》GB 50164

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

《组合钢模板技术规范》GB/T 50214

《混凝土结构加固设计规范》GB 50367

《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666

《砌体结构加固设计规范》GB 50702

《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10

《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18

《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规程》JGJ 74

《钢框胶合板模板技术规程》JGJ 96

《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114

《混凝土中钢筋检测技术标准》JGJ/T 152

《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169

《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

**中国工程建设标准化协会标准**

后浇清水混凝土技术规程

**Technical Specification for Post-cast Fair-faced Concrete**

**CECS \*\*\* ∶ 2019**

# 条文说明

**前 言**

《后浇清水混凝土技术规程》CECS \* \* \*：2019，经中国工程建设标准化协会砌体结构专业委员会××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，总结了我国目前后浇清水混凝土设计与施工的实践经验，同时参考了国内外先进技术标准，通过大量验证性试验取得了后浇清水混凝土配制与施工技术的关键参数。

为方便广大设计、施工、科研、院校等单位的有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，本规程编制组按章、节、条的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。在使用中如发现本条文说明欠妥之处，请将意见函寄武大巨成结构股份有限公司。

**目 次**

[1 总 则 41](#_Toc28968879)

[2 术 语 42](#_Toc28968880)

[3 基本规定 43](#_Toc28968881)

[4 材料 44](#_Toc28968882)

[4.1 一般规定 44](#_Toc28968883)

[4.2 模板体系材料 44](#_Toc28968884)

[4.3 连接加筋材料 46](#_Toc28968885)

[4.4 混凝土原材料 47](#_Toc28968886)

[4.5 清水混凝土干拌料 49](#_Toc28968887)

[4.7 清水混凝土透明保护涂料 49](#_Toc28968888)

[5 工程设计 50](#_Toc28968889)

[5.1 一般规定 50](#_Toc28968890)

[5.2 装饰设计 50](#_Toc28968891)

[5.3 结构设计 50](#_Toc28968892)

[6 施工 52](#_Toc28968893)

[6.1 一般规定 52](#_Toc28968894)

[6.2 界面处理 53](#_Toc28968895)

[6.3 钢筋（钢板网）工程 54](#_Toc28968896)

[6.4 模板工程 55](#_Toc28968897)

[6.5 混凝土工程 57](#_Toc28968898)

[6.6 混凝土成品保护 61](#_Toc28968899)

[6.7 混凝土表面修补 62](#_Toc28968900)

[6.8 混凝土表面保护涂料喷涂 62](#_Toc28968901)

[7 质量验收 64](#_Toc28968902)

[7.1 一般规定 64](#_Toc28968903)

[7.2 外观质量 64](#_Toc28968904)

[7.3 尺寸偏差 64](#_Toc28968905)

# 1 总 则

**1.0.1** 后浇清水混凝土是在原建（构）筑物结构或构件外表面采用清水混凝土施工技术新浇的一个结构薄层，目的是用于加固改造或装饰，所以亦可以称之为后浇清水混凝土面层。后浇清水混凝土面层结构属于后浇施工，首先要确保该结构薄层与原结构或构件连接成一个整体和共同受力，其次要求新浇的薄层结构混凝土在外观质量上达到清水混凝土标准。与传统的结构与装饰一体化现浇清水混凝土施工相比，后浇清水混凝土面层施工具有混凝土布料和振捣难度大、每次浇筑量少、零星施工而连续性差等特点。

**1.0.2** 本条规定了后浇清水混凝土的适用范围。为了规范我国后浇清水混凝土在建（构）筑物加固改造或装饰中的应用技术，确保后浇清水混凝土工程质量，本规程从后浇清水混凝土的材料、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，科学指导后浇清水混凝土的应用。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。

**1.0.3** 后浇清水混凝土涉及不同工程类别及现行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国家现行有关标准的规定。

# 2 术 语

**2.0.1～2.0.13** 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。

**2.0.2** 本条说明清水混凝土的分类情况。饰面清水混凝土的质量验收标准高于普通清水混凝土；装饰清水混凝土由于体现设计师的设计理念，装饰效果各不相同，因此无法对其施工工艺和质量验收标准作统一规定，其质量要求应由设计确定，也可参考普通清水混凝土或饰面清水混凝土的相关规定。

# 3 基本规定

**3.1** 编制的专项施工组织设计一般包括施工布置、施工材料和机具选择、劳动力配备、施工工艺确定、成品保护、表面处理、施工质量控制与检查、施工计划、安全文明施工等内容。

**3.2** 与侵蚀性水或土壤接触的混凝土其耐久性和饰面效果将受到影响。

**3.3**  本条规定了后浇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、混凝土原材料或清水混凝土干拌料、清水混凝土透明保护涂料等材料的选用；对界面处理、连接加筋等施工工艺的质量控制；对模板的设计、面板选材、加工、制作、验收、安装、拆除、保护层环节的质量控制；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、修补与表面透明涂料喷涂等施工工艺的质量控制。

同一工程或相同表观要求的后浇清水混凝土工程，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、混凝土表面保护涂料等材料的一致性，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。

**3.4** 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。

**3.6**  后浇清水混凝土面层正式施工前进行样板试验的目的是：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 一般规定

**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。

**4.1.4** 对首批进场的原材料取样复检合格后，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。

## 4.2 模板体系材料

**4.2.1** 本条规定了模板面板及其附件的要求。

（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、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亦可采用。采用不同的面板材料施工的混凝土表面质感亦不同，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，避免出现施工过程中的大批调换体系化模板的面板，具体面板的选择还应考虑模板在项目工程内周转次数的要求。

（2）全钢大模板的设计应符合《建筑工程大模板技术规程》JGJ74的规定。

（4）参照现行国家标准《一般工业用铝及铝合金挤压型材》GB/T 6892 选择AL6061-T6或6082-T6 牌号铝合金型材。

（6）、（7）模板配件采用金属材料结实耐用，采用操作简便、三维受力好的模板夹具，能够降低操作难度，减少漏浆，避免模板错台。对拉螺栓的规格、品种应根据混凝土侧压力、墙体防水、人防要求和模板面板等情况选用，选用的对拉螺栓应有足够的强度。

（8）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。

（9）眀缝条材质不易损坏，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。

**4.2.2** 三节式螺栓的锥形接头与模板面板接触面积大，加海绵垫圈或塑料垫圈防止漏浆，可以有效地保证混凝土表面效果。直通型对拉螺栓与相配套的穿墙套管及套管堵头施工比较方便，穿墙套管采用硬质塑料管或PVC管，套管堵头与套管相配套，有一定强度，应避免穿墙螺栓孔眼变形或漏浆。为防止漏浆和保护面板，施工时，在套管度头上粘贴密封条或橡胶垫圈，并使之与模板面板接触紧密。

**4.2.3** 饰面清水混凝土对模板的要求高于普通清水混凝土，在构筑物阴阳角及模板面板接缝、钉眼、焊缝等部位处理，堵头和假眼、禅缝等设置处理均有较高要求。

（1）胶合板面板模板在阴角部位设置阴角模可保证阴角部位模板的稳定性，角模不变形，接缝不漏浆。角模面板采用斜口或平口连接，拆模时阴角部位混凝土面不易损坏，保证了清水混凝土的饰面效果。斜口连接时角模面板两端的切口倒角略小于45°。

胶合板面板模板在阳角部位采用两面模板直接搭接的方式可保证模板的稳定性，且拆模方便，不易损伤阳角部位混凝土；搭接处用于模板型材边框相吻合的专用模板夹具连接，并在接缝处加设密封条，可有效防止漏浆，保证阳角质量。

（2）全钢大模板在阴阳角部位均设置角模，角模与大模板之间为禅缝，不留调节缝，阴角模与大模板连接的拉钩螺栓宜采用双根，宜确保角模的两个直角边与大模板连接紧密不错台；阳角模与大模板之间采用螺栓连接。

（4）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。

**4.2.4** 本条规定了装饰清水混凝土模板的要求。

（2）考虑到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，常利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。

**4.2.5** 本条规定了脱模剂的选用要求。

（1）~（3）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一般有油脂类脱模剂、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，脱模剂的选择还应考虑脱模剂的特点、施工季节、气候、混凝土表面质量效果等因素，应通过线外试验确定。

（4）近年来，模板漆在公路交通行业作为一种长效脱模剂应用较多，浇筑的混凝土表面光洁、质感较好，比WISA板（进口胶合板）经济，可在后浇清水混凝土施工中推广应用。

## 4.3 连接加筋材料

**4.3.1** 后锚固化学植筋主要起固定钢筋（钢丝）网及将后浇混凝土面层与原结构连接的作用；钢筋（钢板）网主要起加固补强和限制混凝土后浇开裂的作用。

**4.3.10** 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，应根据被保护钢筋的直径、保护层厚度的结构特点选定。考虑到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，且颜色应尽量接近清水混凝土的颜色。

## 4.4 混凝土原材料

**4.4.1** 清水混凝土使用的水泥，应具有以下特性：

（1）不使清水混凝土具有表面色的色差。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，出于清水混凝土表面色差的考虑，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。考虑到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。 （2）水泥的强度等级应与混凝土强度等级相适应，且水泥质量应稳定。（3）水泥的碱含量要低，按Na2O当量计不宜超过水泥质量的0.6%，不至于发生碱骨料反应或混凝土表面泛碱使混凝土表面产生色差。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，以控制水泥颜色尽量一致。

**4.4.2** 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。骨料一般不与水泥浆起化学作用（石灰岩骨料和碱活性骨料除外），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。骨料的质量要求参考了《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。

**4.4.3** 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。

**4.4.4** 为提高清水混凝土拌合物的工作性、浇筑密实性及硬化混凝土的外观质量和抗裂性，所选用的聚羧酸系减水剂实际上需要采用高减水、高保塑、低碱特性的聚羧酸系减水剂母液与消泡剂、引气剂、缓凝剂甚至增粘剂等组分复合制备，是一种具有高减水、高保塑、低含气量等特性，能提高混凝土的工作性能、耐久性能，并改善混凝土表面宏观可见气孔的清水混凝土专用外加剂。

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。

**4.4.5** 拌合水中不应含有影响水泥正常凝结与硬化的有害杂质及油脂、糖类、游离酸类、碱、盐、有机物或其他有害物质。混凝土拌合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。混凝土养护用水除不溶物、可溶物、凝结时间差和胶砂抗压强度比可不作要求外，其他性能应满足拌合用水的要求。养护用水应洁净，不得采用污水、泥沙含量大的混浊江河水、江水或含有铁锈的水等，防止混凝土表面着色污染。

## 4.5 清水混凝土干拌料

后浇清水混凝土为薄壁结构施工，混凝土布料和振捣较为困难，且具有零星施工、连续性差特点，不适宜采用一次配送量较大的商品混凝土。在现场搅拌混凝土，又存在由于材料批次多而颜色差异较大，现场计量作业多且计量精度不准确，低掺量的外加剂掺加困难、搅拌不均匀等问题，所以推荐采用商品化的清水混凝土干拌料。干拌料预先在工程化生产、包装，原材料统一、配比稳定、混合均匀性好；在现场可直接加水强制搅拌即可使用或再按产品要求掺入适量细石，制备的混凝土拌合物具有自密实性或大流动性，且工作性优良、稳定，既能保证施工后混凝土外观质量和颜色一致的一致性，又易保证薄层混凝土浇筑的密实性。

## 4.7 清水混凝土透明保护涂料

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

清水混凝土外表面喷涂常用的保护性涂料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，当后浇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。底涂的技术指标规定源于《建筑内外墙用底漆》（JG/T 210-2017）和《合成树脂乳液外墙涂料》（GB/T9755-2014）；中涂的技术指标规定参考了《合成树脂乳液外墙涂料》（GB/T9755-2014）；面涂的技术指标规定参考了《建筑用水性氟碳涂料》（HG/T 4104-2009）。

# 5 工程设计

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 本条主要强调两个常识性的基本要求：一是应从设计与施工两方面共同采取措施，保证新旧两部分能形成整体共同工作；二是应避免对未加固部分以及相关结构、构件个地基基础造成不利的影响。

## 5.2 装饰设计

**5.2.1** 为明确施工范围、合理安排施工，设计明确或各方商定清水混凝土的类型、范围和细部构造。

**5.2.2** 对于后浇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、蝉缝、对拉螺栓孔眼、施工缝的处理等。

**5.2.3** 本条规定时为了保证后浇清水混凝土面层饰面效果的一致性。

**5.2.4** 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、大气等外界环境侵蚀的而破坏，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，应采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。

## 5.3 结构设计

**5.3.1** 本条规定了后浇清水混凝土面层结构设计的使用年限及相应的使用环境。当设计使用年限为50年的后浇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。

**5.3.3** 参照JGJ 169，结合后浇清水混凝土施工采用大流动性细石混凝土配合比的特点，本条规定了后浇清水混凝土面层结构适宜的最低强度等级。相邻后浇清水混凝土面层结构的混凝土强度等级宜相近或一致的目的是为防止不同配合比的相邻部位表面色泽相差过大。另外，仅用于装饰的后浇清水混凝土面层可取规定的最低强度等级。

**5.3.4** 参照GB 50010，考虑混凝土的耐久性，本条规定了不同环境类别的后浇清水混凝土面层结构的钢筋最小保护层厚度。规定后浇清水混凝土面层的内层钢筋距原构件表面的距离不宜小于30mm的目的，是为了方便后浇混凝土混凝土结构施工时能采用小型插入式振捣器贴着原构件表面进行振捣。

**5.3.5** 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，通常采取主筋错开螺栓位置予以解决。

**5.3.6** 本条规定后浇清水混凝土面层的最小厚度不宜小于60mm主要目的是为了方便混凝土的施工。

# 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，综合考虑结构、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、施工缝与明峰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** 后浇清水混凝土工程的施工在模板设计、混凝土配合比、施工方法和施工措施等方面，都与普通混凝土有较大差别。因此应编制专项施工方案。后浇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。编制后浇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。

**6.1.3**  在原构件、结构上采用后浇清水混凝土增大截面工程的施工程序，与一般现浇混凝土相比，增加了清理、修整原结构、构件，原构件界面处理以及原钢筋与新增钢筋的连接、混凝土表面保护性涂料喷涂等工序。

**6.1.5**  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。

**6.1.7** 后浇清水混凝土的工程质量与生产质量密切相关。生产中的各种因素对清水混凝土的质量影响都很敏感，因此清水混凝土生产的规范化对确保其工程质量至关重要。由于后浇清水混凝土是一种对原材料质量和拌合物性能要求很高的大流动性细石混凝土，生产与施工单位的技术人员往往对其技术要点了解不够，因此特别需要在后浇清水混凝土结构施工前，有关技术人员应事先该混凝土的相关技术要求，并在后浇清水混凝土的生产与施工中严格执行规程的规定。

**6.1.8** 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。

## 6.2 界面处理

**6.2.1** 清理、修整原结构、构件，原构件界面处理、原钢筋与新增钢筋的连接三个工序对保证新浇面层混凝土与原截面的共同工作至关重要，但对习惯于新建工程的施工人员来说，却最容易忽视。因此，在施工技术方案的制订上，应着重强调对这三个工序的监督和施工质量检查。为叙述方便，本规程将清理、修整原结构、构件，原构件界面处理统一为界面处理，而将原钢筋与新增钢筋的连接工序单独列为钢筋（钢板）网工程。

**6.2.2～6.2.3** 界面（粘合面）处理的质量直接关系到新增的清水混凝土截面部分与原构件之间的界面能否结合良好，加固后的结构、构件是否具有可靠的共同工作性能。故在后浇清水混凝土界面处理工程中不能有任何疏漏和闪失。为此，本条就界面处理的最基本环节—原构件表面的糙化（打毛）处理工艺作出具体规定。

同时，国内外的试验研究也表明，新老混凝土界面处理对于混凝土增大截面法加固工程的质量至关重要。

（1）老混凝土表面没有经过很好凿毛处理的构件，会发生新老混凝土界面脱开的破坏，新混凝土强度不能被充分利用。要使新老混凝土能够很好的共同工作，老混凝土表面处理要有一定粗糙度。

（2）通过凿毛处理可以有效提高自密实混凝土与老混凝土界面的粘结强度。界面剂对自密实混凝土与老混凝土界面的粘结强度提高幅值远较凿毛处理低，因此不论是否采用结构界面胶（剂），均不得省去凿毛工序。

（3）新老混凝土界面的粘结抗剪强度随着刻槽密度的增大而增大，但过度提高刻槽密度效果并不明显，也不经济。建议在实际工程中刻槽面积不要超过40%。在刻槽的基础上对界面进行凿毛可进一步提高新老混凝土界面的粘结抗剪强度。

（4）新老混凝土界面的粘结性能随着老混凝土表明的粗糙度的增大而增大，但当粗糙度达到一定值之后提高粗糙度对提高界面的粘结性能作用不显著。植筋也可以有效提高新老混凝土界面的粘结抗剪强度，因此，在凿毛或刻槽的基础上，进一步植筋则可以进一步有效提高新老混凝土界面的粘结性能。采用植筋处理时，应符合《混凝土结构加固设计规范》GB50367相关规定的要求。有关植筋的规定将在第7章中进行阐述。

**6.2.4** 对处理完毕的原构件表面清理主要是为了保证新老混凝土之间粘结性能。这是因为原构件表面经机械打毛或凿槽后，虽经过一次清洗，但若施工作业人员稍有疏忽，仍有可能遗留一些影响新旧混凝土粘结强度的局部缺陷、损伤或污垢；倘若表面处理后未立即进入涂刷界面胶（剂）的工序，也可能出现新的污垢或其他问题。因此，在喷涂界面剂前尚应进行一次检查，以免给工程留下隐患。

## 6.3 钢筋（钢板网）工程

**6.3.2** 钢筋应表面清洁，无明显锈蚀和污染，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。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要求，保证混凝土的结构安全。钢筋绑扎完成后，不得受到推、拉、碰、撞等外力作用，以免发生变形或其他损伤，并应有防雨水冲淋措施。

**6.3.3** 钢筋绑扎时，应与拉结筋绑扎牢固，确保钢筋在模板中的定位准确、牢固，保证保护层厚度。钢筋外露或保护层过小，则不能有效保护钢筋，将影响结构安全及混凝土饰面效果。保护层厚度控制过厚，结构物截面有效尺寸降低，影响结构承载力和混凝土抗裂能力。保护层垫块没有统一布置，以及垫块因强度不够而压碎，也将造成保护层的质量得不到保证，从而无法保证清水混凝土的安全服役和外观质量。因此，应充分重视钢筋保护层厚度的均匀性和合格率，防止钢筋外露和钢筋可能的锈蚀对混凝土表面的污染。

**6.3.4** 钢筋绑扎的一般规定与普通混凝土混凝土的要求相同。钢筋绑扎点扎扣和绑扎钢丝尾端朝向内侧是为了防止露头扎丝划伤模板、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。

## 6.4 模板工程

**6.4.1 模板设计**

**6.4.1.1** 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、眀缝与蝉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。

**6.4.1.3**  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。

**6.4.1.4** 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。

**6.4.2 模板制作**

**6.4.2.1**  模板制作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》JGJ 74选用。

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

**6.4.2.3**

（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。

（5）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。一般情况下宜采用木螺钉从背面固定。

**6.4.3 脱模剂的施工**

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。

**6.4.4 模板安装**

**6.4.4.1** 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。刷过模板漆的钢面板在周转过程中可能损伤漆面，浇筑后容易在混凝土面留下凸痕，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。

**6.4.4.4**  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，因此本条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出板面，在模板侧边退后1~3mm黏结；竖向模板也宜采用同养措施封堵严密。

另外，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。

**6.4.4.5**  参照《清水混凝土应用技术规程》JGJ169 和《建筑工程大模板技术规程》JGJ 74标准选用。

**6.4.5 模板拆除、保养**

**6.4.5.1** 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。适当延长清水混凝土养护时间可提高混凝土的强度，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后浇清水混凝土外观整体性效果共同确定。

**6.4.5.2**  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。尤其是施工过程中，模板面板极易与钢筋、混凝土表面等发生碰撞而破损，影响清水混凝土的饰面效果，可采用地毯、木方或胶合板等与钢筋隔离，牵引入模等措施。

## 6.5 混凝土工程

**6.5.1 混凝土配合比设计**

**6.5.1.1、6.5.1.2** 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。

清水混凝土配合比设计时重点是考虑混凝土的耐久性和外观观感效果，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。

**6.5.1.3** 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。后浇清水混凝土由于浇筑厚度薄，为解决入模困难和密实浇筑的技术难题，拌合物应具有大流动性，至少应满足坍落度≥180mm的要求。最面层配筋较密、浇筑层厚难以采用插入式振捣器或附着式振捣器振捣时，则混凝土拌合物的性能应达到准自密实性能的要求。自密实混凝土的配制应通过控制使用较低用水量，搭配使用聚羧酸高性能减水剂，以避免产生泌水、浮浆及离析现象而损及耐久性，同时最大限度降低胶凝材料用量，防止收缩开裂的目的。

**6.5.1.4** 根据后浇清水混凝土施工工艺和使用性能要求，推荐了后浇面层高性能清水混凝土配合比设计参数选取的建议值。

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，同时规定了混凝土中矿物掺合料取代水泥的最大用量。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；后浇清水混凝土由于厚度薄，需要采用细石混凝土进行施工，胶凝材料用量较同强度普通混凝土高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。因此参照《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55和《矿物掺合料应用技术规范》GB∕T 51003，规定了后浇清水混凝土的矿物掺合料的最大掺量。另外，当水胶比不大于0.38，或C50以上的高性能混凝土可不考虑混凝土的中性化的问题。

**6.5.2 混凝土拌和**

混凝土拌和时原材料与配合比的控制、拌合物的制备环境和拌合制度的控制，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。一般而言，清水混凝土拌合物的搅拌时间，对于C50以下混凝土不得少于1.5min，C50及以上混凝土不得少于2min，冬季还应相应延长0.5min。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

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。

混凝土拌合物的制备环境、拌合制度一致是指混凝土的出机温度（受制于原材料温度、拌合站环境温度影响）、投料顺序、搅拌时间一致，主要是为控制混凝土拌合物的状态一致。

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。

**6.5.3 混凝土运输**

混凝土运输对质量的影响：一是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。二是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，中途不得运送其它品种混凝土，以防混凝土污染，造成混凝土产生色差。

**6.5.4 混凝土浇筑**

本节规定均是为了保证浇筑的混凝土形成均匀密实的结构。

后浇清水混凝土浇筑时的难点是混凝土入模较为困难，要采取措施避免混凝土贴着模板入模，以防混凝土浆体污染模板影响外观。混凝土混凝土浇筑过程中应注意以下几个方面：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，应采取斜槽、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，有可能出现模板变形、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，容易出现振捣不足影响或者的内在质量，导致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，建议分层厚度最大不应大于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后浇清水混凝土，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已浇筑上的混凝土，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。

清水混凝土在浇筑时需要严格振捣管理，在振捣过程中应注意以下几个方面： 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，因翻砂在表面隐约出现“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，影响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和物内平拖，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。

**6.5.5 混凝土养护**

**6.5.5.1** 混凝土暴露面收浆后及时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。

**6.5.5.2** 本条提供了几种混凝土养护方式。无论是采用采用塑料薄膜还是土工布覆盖，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。

**6.5.5.3** 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。

**6.5.5.6** 冬期施工的清水混凝土，养护时应采取蓄热保温、防风防冻措施。具体方法和要求应符合下列规定：1）混凝土浇筑后，应及时进行保湿保温养护。2）当日最低温度低于5℃时，不得采取洒水自然养护方法，应采用混凝土表面覆盖洁净塑料薄膜保湿，并在其上严密覆盖保温材料进行蓄热养护。塑料薄膜、加厚土工布、麻袋、泡沫塑料板、阻燃保温被、玻璃棉纤维保温被、彩条布等，可作为防风保温材料覆盖混凝土和模板，必要时，可搭设挡风保温棚。3）当用蓄热法养护达不到要求时，可采用蒸汽加热、电加热或暖棚加热等外部热源加热养护方法。4）混凝土受冻前的强度不得低于5MPa。5）模板和保温层应在混凝土表面冷却到5℃以后，方可拆除。拆除后当混凝土表面温度与环境温度相差大于20℃时，仍应对混凝土表面加以覆盖保温，使其缓慢冷却。6）混凝土强度达到设计强度等级的50%以上时，方可撤除养护措施。

**6.5.6 施工缝的施工**

**6.5.6.2** 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。

**6.5.6.3** 竖向施工缝处模板加固应牢固，封堵应严密，封堵不严容易造成漏浆或严重失水，将不能保证清水混凝土构件有效尺寸内的外观效果。

**6.5.6.4**  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。

**10.2.5、10.2.6**  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。

## 6.6 混凝土成品保护

**6.6.1** 后浇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几率随之加大，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，采取专人监控方式进行，发现问题应及时处理，成品保护和处理措施可参考采用以下方法：

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，应防止水泥浆垢污染已完工的下层节段。上层浇筑混凝土时，模板下口宜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；对流淌下的水泥浆应及时清洗干净。3）应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，严禁乱写乱画及用脏手或其他污物擦摸混凝土面；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。

**6.6.2** 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。

**6.6.3**  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。

**6.6.5～6.6.7** 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。

## 6.7 混凝土表面修补

**6.7.1** 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。

**6.7.2～6.7.5** 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，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，一般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。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。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，修补后应及时进行保湿养护，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。

## 6.8 混凝土表面保护涂料喷涂

后浇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。

# 7 质量验收

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 后浇清水混凝土的质量标准包括实体质量（强度、耐久性指标、保护层厚度指标）、外观质量和结构外形尺寸偏差。外观质量主要表现为混凝土的色泽均匀性、表面气泡、光洁程度、孔眼排布、明缝、禅缝等指标。尺寸偏差主要表现为立面垂直度、表面平整度和阴阳角方正、混凝土结构允许偏差等指标。清水混凝土强度指标要符合设计要求的强度，这与普通混凝土结构没有差异。耐久性应满足工程所处条件下的耐久性要求。

## 7.2 外观质量

**7.2.2** 后浇清水混凝土外观质量检验项目和指标要求，包括颜色、表面质量、气泡、光洁度、表面裂缝、修补、对拉螺栓孔眼、明峰、禅缝等九个方面的外观质量指标，具体数值参照《清水混凝土施工技术规程》JGJ169的基础上，再结合后浇清水混凝土面层施工特点进行制订。

## 7.3 尺寸偏差

**7.3.2** 后浇清水混凝土结构外形尺寸允许偏差检验项目和方法，参照《清水混凝土施工技术规程》JGJ169制订。