 CECS XXX:202X

中国工程建设协会标准

水下不分散混凝土应用技术规程

Technical specification for application of anti-washout underwater concrete

（征求意见稿）

中国计划出版社

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2016年第二批工程建设协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2016]084号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结各地实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本规范的主要技术内容有：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 原材料；5混凝土性能；6 配合比设计；7 生产与施工；8质量检验和验收。

本标准由中国工程建设标准化协会归口管理，由福建省建筑科学研究院有限责任公司（福建省福州市闽侯县闽侯经济开发区南中路1号，邮政编码：350100）负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请将意见和资料寄送解释单位福建省建筑科学研究院有限责任公司。

本标准主编单位：福建省建筑科学研究院有限责任公司

本标准参编单位：

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

 **目 次**

[**1 总 则 7**](#_Toc39656335)

[**2 术语和符号 8**](#_Toc39656336)

[**2.1 术语 8**](#_Toc39656337)

[**2.2 符号 9**](#_Toc39656338)

[**3 基本规定 10**](#_Toc39656339)

[**4 原材料 11**](#_Toc39656340)

[**5 混凝土性能 12**](#_Toc39656341)

[**5.1 拌合物性能 12**](#_Toc39656342)

[**5.2 力学性能 12**](#_Toc39656343)

[**5.3 长期性能和耐久性能 13**](#_Toc39656344)

[**6 配合比设计 14**](#_Toc39656345)

[**6.1 一般要求 14**](#_Toc39656346)

[**6.2 配制强度的确定 14**](#_Toc39656347)

[**6.3 耐久性能和长期性能要求 15**](#_Toc39656348)

[**6.4 配合比设计参数选择 15**](#_Toc39656349)

[**6.5 配合比计算与调整 16**](#_Toc39656350)

[**7 生产与施工 19**](#_Toc39656351)

[**7.1 一般规定 19**](#_Toc39656352)

[**7.2 原材料进场 19**](#_Toc39656353)

[**7.3 计量 19**](#_Toc39656354)

[**7.4 搅拌 20**](#_Toc39656355)

[**7.5 运输 20**](#_Toc39656356)

[**7.6 模板 20**](#_Toc39656357)

[**7.7 浇筑 21**](#_Toc39656358)

[**7.8 养护和拆模 23**](#_Toc39656359)

[**8 质量检验和验收 23**](#_Toc39656360)

[**8.1 原材料质量检验 23**](#_Toc39656361)

[**8.2 混凝土性能检验 24**](#_Toc39656362)

[**8.3 验收 25**](#_Toc39656363)

[**本规程用词说明 26**](#_Toc39656364)

[**引用标准名录 27**](#_Toc39656365)

[**条文说明 28**](#_Toc39656366)

**Contents**

[**1 General Provisions 7**](#_Toc36223404)

[**2 Terms and Symbols 8**](#_Toc36223405)

[**2.1 Terms 8**](#_Toc36223406)

[**2.2 Symbols 9**](#_Toc36223407)

[**3 Basic Provisions 10**](#_Toc36223408)

[**4 Raw Materials 11**](#_Toc36223409)

[**5 Technical Properties of Concrete 12**](#_Toc36223417)

[**5.1 Work Ability 12**](#_Toc36223418)

[**5.2 Strength 12**](#_Toc36223419)

[**5.3 Long-term Performance and Durability 13**](#_Toc36223420)

[**6 Mix Proportion Design 14**](#_Toc36223421)

[**6.1 General Requirements 14**](#_Toc36223422)

[**6.2 Preparation of Concrete 14**](#_Toc36223423)

[**6.3 Long-term Performance and Durability Requirements 15**](#_Toc36223424)

[**6.4 Mix Proportion 15**](#_Toc36223425)

[**6.5 Calculation and Adjustment of Mix Proportion 16**](#_Toc36223426)

[**7 Production and Construction 19**](#_Toc36223427)

[**7.1 General Requirements 19**](#_Toc36223428)

[**7.2 Approach of Raw Materials 19**](#_Toc36223429)

[**7.3 Measure 19**](#_Toc36223430)

[**7.4 Mixing 20**](#_Toc36223431)

[**7.5 Transportation 20**](#_Toc36223432)

[**7.6** **Mould Plate 20**](#_Toc36223433)

[**7.7 Pouring 21**](#_Toc36223434)

[**7.8 Curing** and **Mould Removal 23**](#_Toc36223435)

[**8 Quality Inspection and Acceptance 23**](#_Toc36223437)

[**8.1 Quality Inspection of Raw Materials 23**](#_Toc36223438)

[**8.2 Quality Inspection of Antiwashout Underwater Concrete 24**](#_Toc36223439)

[**8.3 Acceptance 25**](#_Toc36223440)

[**Explanation of Wording in This Specification 26**](#_Toc36223441)

[**List of Quoted Standards 27**](#_Toc36223442)

[**Addition: Explanation of Provisions 28**](#_Toc36223443)

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范水下不分散混凝土的应用，保证工程质量，制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于建设工程中水下不分散混凝土的配合比设计、施工、质量检验和验收。

**1.0.3** 水下不分散混凝土的应用除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 术语和符号

**2.1 术语**

**2.1.1** 水下不分散混凝土絮凝剂 anti-washout admixture for underwater concrete

在水中施工时，能增加混凝土拌合物粘聚性，减少水泥浆体和骨料分离的外加剂。简称絮凝剂。

**2.1.2** 水下不分散混凝土 anti-washout underwater concrete

掺加絮凝剂后具有抗分散性能的水下施工混凝土。

**2.1.3** 自流平性 self-leveling

指混凝土流动性极佳，在没有外力作用下向平面扩展并形成水平表面的性质。

**2.1.4** 抗分散性 anti-washout ability

水下施工混凝土抵抗浆体流失、抑制离析的能力。

**2.1.5** 自密实 self-compacted

指靠自重和自流平特性使混凝土充填而达到密实状态的性质。

**2.1.6** 坍落度 slump

混凝土拌合物在自重作用下坍落的高度。

**2.1.7** 扩展度 slump-flow

 混凝土拌合物坍落后扩展的直径。

**2.1.8**  悬浊物含量 suspension content

水下不分散混凝土在水中自由落下后水样通过孔径为1 μm的滤膜，截留在滤膜上并于105 ℃~110 ℃烘干至恒重的固体物质。

**2.1.9** pH值 potential of hydrogen

水下不分散混凝土在水中自由落下后水样的氢离子浓度的负对数。

**2.1.10** 水陆强度比 underwater/in-air strength ratio

水下成型的受检混凝土与空气中成型的受检混凝土抗压强度之比。

**2.1.11** 水中自由落差 drop distance

浇筑水下不分散混凝土时，从浇灌口卸出的混凝土到达浇灌地点所经历的水中落下距离。

**2.1.****12** 体积砂率 volume rate of sand

细骨料体积与骨料总体积之比。

**2.1.13** 绝对体积法 absolute volume method

按每立方米混凝土的绝对体积等于各组成材料的绝对体积之和进行混凝土配合比计算的方法。

**2.2 符号**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *f*cu,k | —— | 水下不分散混凝土立方体抗压强度标准值（MPa）； |
| *f*cu,0 | —— | 水下不分散混凝土的配制强度（MPa）； |
| *f*cu,i | —— | 第i组的混凝土试件强度（MPa）； |
| *Ff*cu | —— | n组混凝土试件的强度平均值（MPa）； |
| *n* | —— | 混凝土试件组数； |
| *m*a | —— | 每立方米混凝土的水下不分散粗骨料用量（kg）； |
| *m*b | —— | 每立方米水下不分散混凝土中胶凝材料用量（kg）； |
| *m*c | —— | 每立方米水下不分散混凝土的水泥用量（kg）； |
| *m*g | —— | 每立方米混凝土的水下不分散混凝土粗骨料用量（kg）； |
| *m*s | —— | 每立方米水下不分散混凝土的细骨料用量（kg）； |
| *m*w | —— | 每立方米水下不分散混凝土的用水量（kg）； |
| *P* | —— | 设计要求的抗渗等级值； |
| *P*t | —— | 六个混凝土试件中不少于4个未出现渗水时的最大水压值（MPa）； |
| *S*p | —— | 体积砂率(%)； |
| *V*s,g | —— | 每立方米水下不分散混凝土的细、粗骨料的绝对体积 (m3)； |
| *V*s | —— | 每立方米水下不分散混凝土的细骨料体积 (m3)； |
| α | —— | 混凝土的含气量百分数，在不使用引气剂或引气型外加剂时，α可取1； |
| *β*f | —— | 矿物掺合料掺量（%）； |
| η | —— | 方量校正系数; |
| *ρ*c | —— | 水泥的表观密度 (kg/m3) ； |
| *ρ*c0 | —— | 按选定配合比配制混凝土实测的拌合物表观密度(kg/m3)； |
| *ρ*cc | —— | 按选定配合比各组成材料计算的拌合物表观密度(kg/m3)； |
| *ρ*g | —— | 粗骨料的表观密度 ( kg/m3) ； |
| *ρ*s | —— | 细骨料的表观密度 (kg/m3) ； |
| ρw | —— | 水的表观密度 (kg/m3) ； |
| σ | —— | 水下不分散混凝土的强度标准差（MPa）。 |

# 3 基本规定

**3.0.1** 水下不分散混凝土的强度等级应划分为： C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50。

**3.0.2**  水下不分散混凝土在水中自由落下时，水中自由落差不得大于0.5 m。水流速度大于0.7 m/s时，应采取相应措施降低流速，或通过试验确定材料配比和施工工艺。

**3.0.3** 水下不分散混凝土结构设计应与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010配套。

4 原材料

**4.0.1** 水下不分散混凝土宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定；其他品种的水泥应符合相应现行国家标准的规定。

**4.0.2** 水下不分散混凝土用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定；水下不分散素混凝土，可采用海水；钢筋混凝土不应使用海水搅拌。

**4.0.3** 水下不分散混凝土絮凝剂应符合现行国家标准《水下不分散混凝土絮凝剂技术要求》GB 37990和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119的规定。

**4.0.4** 水下不分散混凝土用细骨料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的规定；水下不分散混凝土用海砂还应符合现行行业标准《海砂混凝土应用技术规范》JGJ 206的规定。砂子宜采用中粗砂。

**4.0.5** 水下不分散混凝土用粗骨料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的规定，石子宜采用连续级配，其最大粒径宜不大于20 mm。

**4.0.6** 水下不分散混凝土用矿物掺合料应符合下列规定：

**1** 粉煤灰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的规定，且不宜低于Ⅱ级；磨细粉煤灰应符合现行国家标准《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003的规定；

**2** 粒化高炉矿渣粉应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046的规定，且不宜低于S95级；

**3** 硅灰应符合现行国家标准《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690的规定；

**4** 石灰石粉应符合现行国家标准《石灰石粉混凝土》GB/T 30190和现行行业标准《石灰石粉在混凝土中应用技术规程》JGJ/T 318的规定。

**5** 复合掺合料应符合现行行业标准《混凝土用复合掺合料》JG/T 486的规定。

**4.0.7** 其它外加剂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程》GB 50119的规定，并进行相容性试验。

5 混凝土性能

**5.1 拌合物性能**

**5.1.1** 水下不分散混凝土拌合物应具有良好的粘聚性、保水性和流动性，不应离析或泌水。

**5.1.2** 水下不分散混凝土泌水率、含气量、流动性、凝结时间及抗分散性能应符合表5.1.2水下不分散混凝土拌合物的性能指标要求。

**表5.1.2 水下不分散混凝土的性能指标要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 指 标 值 |
| 泌水率（%）  | ≤0.5 |
| 含气量（%）  | ≤6.0 |
| 流动性（mm）  | 出机坍落度 | ≥230 |
| 出机扩展度 | 500±50 |
| 1h扩展度 | ≥420 |
| 凝结时间（h） | 初凝 | ≥5 |
| 终凝 | ≤24 |

**5.1.3** 水下不分散混凝土拌合物试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080及《水下不分散混凝土絮凝剂技术要求》GB∕T 37990的规定。

**5.2 力学性能**

**5.2.1** 水下不分散混凝土的强度等级应按立方体抗压强度标准值确定。

**5.2.2** 水下不分散混凝土的强度标准值、强度设计值、弹性模量、轴心抗压强度与轴心抗拉疲劳强度设计值、疲劳变形模量等应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的有关规定。

**5.2.3** 水下不分散混凝土力学性能应按照现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081的规定进行检测，并应满足设计要求。

**5.2.4** 水下不分散混凝土抗压强度应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》

GB/T 50107进行评定，并应满足设计要求。

**5.3 长期性能和耐久性能**

**5.3.1** 水下不分散混凝土的干缩率和徐变系数应满足设计要求。

**5.3.2** 水下不分散混凝土的抗冻、抗硫酸盐侵蚀、抗氯离子渗透、抗碳化和抗裂等耐久性能等级划分应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164和现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193的规定。

**5.3.3** 水下不分散混凝土的长期性能与耐久性能应按照现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082的规定进行检测。

6 配合比设计

**6.1 一般要求**

**6.1.1** 水下不分散混凝土配合比设计应符合配制强度、拌合物性能、耐久性能的规定，并应满足对水下不分散混凝土其他性能的设计要求。

**6.1.2** 水下不分散混凝土配合比设计应采用工程实际使用的原材料，并应以合理使用材料和节约水泥等胶凝材料为原则。

**6.1.3** 在水下不分散混凝土中加入的外加剂的品种和掺量应通过试验确定，与水泥等胶凝材料的适应性应满足设计与施工对混凝土性能的要求。

**6.1.4** 在水下不分散混凝土中加入的矿物掺合料的品种和掺量应通过试验确定。

**6.2 配制强度的确定**

**6.2.1** 水下不分散混凝土的配制强度应按下式计算：

 （6.2.1）

式中：——水下不分散混凝土的配制强度（MPa）：

a) 当混凝土在水中无自由落差时，fcu,k为陆地试配强度值；

b) 当混凝土在水中有自由落差时，fcu,k为水下试配强度值。

——水下不分散混凝土立方体抗压强度标准值，取混凝土的设计强度等级值（MPa）；

——水下不分散混凝土的强度标准差（MPa）。

**6.2.2** 水下不分散混凝土强度标准差应按下列规定确定：

**1** 当具有3个月以内的同一品种、同一强度等级的水下不分散混凝土强度资料，且试件组数不小于30组时，其水下不分散混凝土强度标准差*σ*应按下式计算：

 （6.2.2）

式中： *σ*——水下不分散混凝土强度标准差（MPa）；

*f*cu*,i*——第*i*组的混凝土试件强度（MPa）；

*m*fcu——*n*组试件的强度平均值（MPa）；

*n*——试件组数。

**2** 当没有近期的同一品种、同一强度等级的水下不分散混凝土强度资料时，或当采用非统计方法评定强度时，水下不分散混凝土强度标准差σ可按表6.2.2取值。

表6.2.2 强度标准差σ取值表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 水下不分散混凝土强度等级（MPa） | C20 | C25～C45 | C50 |
| *σ*（MPa） | 4.0 | 5.0 | 6.0 |

**6.3 耐久性能和长期性能要求**

**6.3.1** 应按照设计文件对水下不分散混凝土的耐久性能和长期性能的要求进行配合比设计，并经试验确定；设计文件未提出水下不分散混凝土耐久性能要求时，可参考现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476对混凝土耐久性的规定。

**6.4 配合比设计参数选择**

**6.4.1** 水下不分散混凝土的水胶比应根据设计对混凝土性能的要求和环境水侵蚀类型，通过试验确定，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》[GB 50666](http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/10316/296511.shtml%22%20%5Ct%20%22_self)、《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476的规定。

**6.4.2** 当无试验资料时，不掺掺合料水下不分散混凝土的初选水胶比可按表6.4.1选取；掺掺和料时混凝土的最大水胶比应根据掺和料的品种适当调整，并通过试验确定。

**表6.4.1 不同强度等级的水下不分散混凝土初选水胶比**

|  |  |
| --- | --- |
| 28 d设计龄期混凝土抗压强度标准值(MPa) | 水胶比 |
| *f*cu,k≤20 | 0.45~0.60 |
| 20＜*f*cu,k≤30 | 0.40~0.55 |
| 30＜*f*cu,k＜50 | 0.35~0.45 |
| *f*cu,k≥50 | ＜0.35 |

注：1 本表适用于使用42.5强度等級的通用硅酸盐水泥、中热硅酸盐水泥、不掺掺和料的混凝土，水胶比的选择还应考虑所用水泥的强度等级、掺和料品种及掺量、外加剂品种及掺量、骨料品种等因素。

2 当使用32.5强度等级的矿渣硅酸盐水泥、火山灰硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥或复合硅酸盐水泥，以及低热硅酸盐水泥时，混凝土水胶比宜适当降低；当使用52.5通用硅酸盐水泥时，混凝土水胶比宜适当增大；C50以上混凝土宜采用42.5及以上强度等级通用硅酸盐水泥或中热硅酸盐水泥。

3  当设计龄期大于28d时，混凝土水胶比宜适当增加。

**6.4.3** 水下不分散混凝土单位水泥用量应根据单位用水量及水灰比来确定的，单位水泥用量宜不小于360 kg/m3，当根据水灰比和单位用水量求出的单位水泥用量小于360 kg/m3时，应取360 kg/m3。当混凝土流动性有自流平、自密实要求时，为保证水下不分散混凝土质量，单位胶凝材料用量宜在400 kg/m3 以上。当掺加粉煤灰、磨细矿渣粉、硅灰等材料时，单位水泥用量下限可根据实际实验数据确定。

**6.4.4** 矿物掺合料的品种和掺量应经试验确定，其在水下不分散混凝土中的最大掺量还应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ/T 55的规定。

**6.4.5**  水下不分散混凝土的用水量可根据所采用的絮凝剂和骨料等，根据试验从单位用水量与扩展度的关系求出单位用水量。根据经验，水下不分散混凝土扩展度范围为450 mm～550 mm时，其单位用水量：采用丙烯类或纤维素类絮凝剂为210 kg/m3～235 kg/m3，采用聚糖类絮凝剂为185 kg/m3～215 kg/m3。可通过砂率及加入减水剂等方法调整单位用水量，对其性能经试验调整后确定。在满足流动性要求的同时，宜采用较低的用水量。

**6.4.6** 水下不分散混凝土的砂率应在适宜流动性的范围之内，以单位用水量最少来确定，最佳砂率宜在36%～46%范围内。

**6.5 配合比计算与调整**

**6.5.1** 水下不分散混凝土配合比计算宜采用绝对体积法。配合比计算中粗细骨料用量均以干燥状态为基准。

**6.5.2** 配合比设计应按下列步骤进行：

**1** 水下不分散混凝土粗骨料的最大粒径，应根据设计要求的水下不分散混凝土的强度等级及用途进行确定；

**2** 测定水下不分散混凝土粗骨料的堆积密度、表观密度、筒压强度和1h吸水率，测定水下不分散细骨料的堆积密度和表观密度；

**3** 按本标准第6.2.1条计算混凝土配制强度；

**4** 按本标准第6.4.1条选择胶凝材料用量，并按下列公式计算矿物掺合料用量和水泥用量；

 （6.5.2-1）

 （6.5.2-2）

|  |  |
| --- | --- |
| 式中： | *m*f——每立方米水下不分散混凝土中矿物掺合料用量（kg）；*m*b——每立方米水下不分散混凝土中胶凝材料用量（kg）；*β*f——矿物掺合料掺量（%），可按本标准第6.4.3条的规定确定；*m*c——每立方米水下不分散混凝土中水泥用量（kg）。 |

**5** 按本标准第6.4.4条选择用水量；**6** 按本标准第6.4.5条选取体积砂率；

 $V\_{s,g}=1-\left(\frac{m\_{w}}{ρ\_{w}}+\frac{m\_{c}}{c}+\frac{m\_{f}}{ρ\_{f}}+α\right)$ (6.5.2-3)

$m\_{s}=V\_{s,g}×S\_{p}×ρ\_{s}$ (6.5.2-3)

 $m\_{g}=V\_{s,g}×(1-S\_{p})×ρ\_{g}$ (6.5.2-4)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中：*V*s,g*m*s*m*c*m*wα*S*p*m*g*ρ*c*ρ*w*ρ*s*ρ*g | —————————————— ——————————————— | 每立方米水下不分散混凝土的细、粗骨料的绝对体积(m3)；每立方米水下不分散混凝土的细骨料用量(kg)；每立方米水下不分散混凝土的水泥用量(kg);每立方米水下不分散混凝土的用水量(kg);混凝土的含气量百分数，在不使用引气剂或引气型外加剂时，α可取1；体积砂率(％);每立方米混凝土的水下不分散混凝土粗骨料用量(kg)；水泥的表观密度(kg/m3)，可按现行国家标准《水泥密度测定方法》GB/T208测定，也可取2900 kg/m3～3100 kg/m3；水的表观密度(kg/m3)，可取1000 kg/m3；细骨料的表观密度(kg/m3)，应按现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52测定； 粗骨料的表观密度( kg/m3)， 应按现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52测定。 |

**6.5.3** 计算得出的水下不分散混凝土配合比应通过试配进行调整，配合比的调整应按下列步骤进行：

 **1** 以计算的混凝土配合比为基础，维持用水量不变，选取与计算配合比的胶凝材料用量相差±10%的两个胶凝材料用量，砂率相应适当减小和增加，然后分别按三个配合比拌制混疑土；并测定拌合物的性能，调整用水量，以达到规定的拌合物性能为止；

 **2** 按校正后的三个混凝土配合比进行试配，检验混凝土拌合物的稠度和表观密度，制作抗压强度试块，每种配合比应至少制作一组；

**3** 标准养护28 d后，测定混凝土抗压强度，以既能达到设计要求的混凝土配制强度，又具有最小胶凝材料用量的配合比作为选定配合比；

**4** 对选定配合比进行方量校正，并应符合下列规定：

1）应按下式计算选定配合比的水下不分散混凝土拌合物的表观密度：

 *ρ*cc=*m*g十*m*s十*m*b十*m*w ( 6.5.3-l)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： *ρ*cc*m*g、*m*s、*m*b、*m*w、 | ———— | 按选定配合比各组成材料计算的拌合物表观密度(kg/m3)；分别为选定配合比中的每立方米水下不分散混凝土的粗骨料用量、细骨料用量、胶凝材料用量和用水量(kg)。 |

2）实测按选定配合比配制水下不分散混凝土拌合物的表观密度，并应按下式计算方量校正系数：

 (6.5.3-2)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 式中： η*ρ*c0 | ———— | 方量校正系数；按选定配合比配制混凝土实测的拌合物表观密度(kg/m3)。 |

3）选定配合比中的各项材料用量均乘以校正系数即为最终设计配合比的各项材料用量。

**6.5.4** 检测水下不分散混凝土拌合物中水溶性氯离子含量，试验结果应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。

**6.5.5** 对耐久性能有设计要求的水下不分散混凝土，进行相关耐久性能试验，试验结果应符合设计要求。

**6.5.6** 水下不分散混凝土设计配合比应在生产和施工前进行适应性调整，应以调整后的配合比作为施工配合比。

**6.5.7** 水下不分散混凝土生产过程中，应及时测定粗、细骨料的含水率，并应根据其变化情况及时调整粗、细骨料和拌和水的称量重量。

7 生产与施工

**7.1 一般规定**

**7.1.1** 生产水下不分散混凝土的搅拌站（楼）应符合现行国家标准《混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171的规定。

**7.1.2** 水下不分散混凝土不宜冬期施工。

**7.1.3** 在水下不分散混凝土拌合物的运输和浇筑过程中，不应向拌合物中加水。

**7.2 原材料进场**

**7.2.1** 水泥、矿物掺合料、外加剂等原材料进场应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的规定。

**7.2.2** 粗骨料和细骨料进场时，骨料供应方提供出厂检验报告和出厂合格证等质量文件。

**7.2.3** 骨料的运输和堆放应符合下列规定：

**1** 粗骨料和细骨料应分别按不同品种分批运输和堆放，避免混杂；

**2** 粗骨料和细骨料应保持颗粒混合均匀，减少离析；采用连续级配时，堆放高度不宜超过2 m，并应防止其它杂质混入；

**3** 粗骨料和细骨料应采取防雨、防扬尘的措施。

**7.3 计量**

**7.3.1** 原材料计量应采用电子计量设备。混凝土生产每一工作班开始前，应对计量设备进行零点校准。

**7.3.2** 水下不分散混凝土各组分材料应按质量计量，计量的允许偏差应符合表7.3.2的规定，计量偏差应每班检查1次。

表7.3.2 原材料的计量允许偏差（按质量计，%）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 原材料品种 | 每盘计量允许偏差 | 累计计量允许偏差 |
| 水泥 | ±2 | ±1 |
| 粗、细骨料 | ±3 | ±2 |
| 拌合用水 | ±1 | ±1 |
| 外加剂 | ±1 | ±1 |
| 掺合料 | ±2 | ±1 |

注：累计计量允许偏差是指每一运输车中各盘混凝土的每种材料计量和的偏差。

**7.3.3** 当骨料含水率发生变化时，应及时调整骨料和拌合水的用量。

**7.4 搅拌**

**7.4.1** 水下不分散混凝土宜采用强制式搅拌机搅拌，并应搅拌均匀。

**7.4.2** 水下不分散混凝土的搅拌时间宜符合下列规定：

**1** 水下不分散混凝土的搅拌时间，应比普通混凝土适当延长，可根据试验决定;

**2** 强制搅拌机投料全部结束后搅拌不宜少于120 s，自落式搅拌机适当延长；

**3** 当能保证搅拌均匀时，可缩短搅拌时间。

**7.5 运输**

**7.5.1** 在运输过程中，应减少坍落度损失和防止水下不分散混凝土拌合物分层离析。

**7.5.2** 当采用搅拌罐车运输水下不分散混凝土拌合物时，卸料前宜采用快档旋转搅拌罐不少于20 s。因运距过远、交通或现场等问题造成坍落度损失较大而卸料困难时，可采用在混凝土拌合物中掺入减水剂并快档旋转搅拌罐的措施，减水剂掺量应有经试验确定的预案。

**7.5.3** 拌合物从搅拌机卸料起到浇入模内止的延续时间不宜超过90 min。

**7.5.4** 泵送水下不分散混凝土拌合物入泵时的扩展度值宜为450 mm~550 mm；扩展度的检验方法应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080的有关规定。

**7.5.5** 水下不分散混凝土宜采用泵送方式，并在泵送施工前应进行试泵。

**7.6 模板**

**7.6.1** 水下不分散混凝土模板应考虑各种施工条件，并按各种荷载进行设计。施加于模板上的垂直荷载包含下列主要因素：

**1** 模板自重；

**2** 钢筋、混凝土、预埋件的自重，其它如布置钢筋及浇筑混凝土时的临时堆载等、暂时增加的自重以及上述物品落下时的冲击力；

**3** 操作人员、施工机械、浇筑用的输送管或软管等的自重、以及它们在浇筑时的冲击力。

**7.6.2** 施加于模板上的水平荷载包含下列主要因素：

**1** 动水压力、波浪压力；

**2** 混凝土浇筑时的偏心荷载；

**3** 施工时的振动。

**7.6.3** 由于水下不分散混凝土的流动性好，且凝结时间较长，所以作用于模板上的侧压力要比普通混凝土的侧压力大。因此，侧压力的确定要以可靠的资料、以往的工程实例或试验数据为依据进行计算。为安全起见，宜将模板侧压力按照受液体压力设计。

**7.6.4** 水下不分散混凝土模板的材料，应按强度、刚度、耐久性、施工性能、对浇筑混凝土的影响以及经济效益等进行选择。选择模板材料时，应符合下列规定：

**1** 宜选择不易损坏、不易变形及腐蚀性小的材料；

**2** 模板材料，一般有木板、胶合板、钢板等。水下不分散混凝土宜采用钢质模板材料。

**7.6.5** 水下不分散混凝土模板的构造应组装简便、拆卸对混凝土没有损害及安全易行。端板或面板的接缝尽量与构件轴线呈直角或平行。为便于模板的清扫、检查以及对混凝土浇筑、填充状态的观察等，应在适当的位置增开临时工艺孔。

**7.6.6** 水下不分散混凝土模板应组装严密，保证安全、可靠、稳定，水泥浆或砂浆不应从接缝处漏失。其它组装要求应按现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》JTS 202执行。

**7.7 浇筑**

**7.7.1** 水下不分散混凝土的浇筑前应进行开盘鉴定，应检查运输、浇筑机具的类型、配套机具及其布置是否符合所制定的浇筑方案。应检查钢筋或钢骨架等按照设计图纸规定的位置是否正确布置，是否固定牢固。应检查模板尺寸是否符合设计要求，模板的转角及接缝处应严密，不应跑浆。水下不分散混凝土应按计划量连续浇筑，为防止出现故障，应留有备用机具及动力。

**7.7.2** 水下不分散混凝土的浇筑，宜使用导管法、泵送法或开底容器法。采用其它方法进行浇筑时，应保证浇筑混凝土的质量满足设计要求。采用不同的浇筑方法应符合下列规定：

**1** 采用导管法浇筑时，混凝土导管不应透水，导管尺寸满足混凝土圆滑流出，在浇筑过程中管内应充满混凝土。采用导管法进行浇筑时应符合下列规定：

**1）**混凝土导管应由混凝土的装料漏斗及混凝土流下的导管构成；

**2）** 导管的内径，由混凝土的供给量及混凝土圆滑流下的状态确定。宜采用250 mm～300 mm的管径，钢筋混凝土施工时，导管内径与钢筋的排列有关，宜为200 mm～250 mm；

**3）**导管法浇筑水下不分散混凝土应采取防反窜逆流水的措施，宜将导管的下端插入已浇的混凝土中。在施工过程中，若需要将导管下端从混凝土中拔出，并导致混凝土在水中有自由落差时，应确保导管内始终充满混凝土并保证混凝土连续供料，且水中自由落差不大于500 mm，并尽快将导管插入混凝土中。

**2** 泵送法是指混凝土由混凝土泵直接压送至混凝土输送管进行浇筑。采用泵送法进行浇筑时应符合下列规定：

**1）**混凝土泵送开始时，为防止输送管内有水降低混凝土质量这种情况出现，可采取以下方法：

—在泵送混凝土之前，应在输送管内先泵送水下不分散砂浆；

—在泵管内，先投入海绵球后泵送混凝土；

—在泵管的出口处安装活门，在输送管没入水之前，先在水上将管内充满混凝土，关上活门再沉放到既定位置。

**2）**当混凝土输送中断时，为防止水向泵管内反窜，应将输送管的出口插入已浇筑的混凝土中；

**3）**当浇筑面积较大时，可采用挠性软管，由潜水员水下移动浇筑。在移动时，不应扰动已浇筑的混凝土；

**4）**施工中，当转移工位及越过横梁等需移动水下泵管时，为防止输送管内的混凝土产生过大的水中落差以及水在管内反窜，输送管的出口端应安装特殊的活门或挡板。

**3**采用开底容器法进行浇筑时，将容器轻轻放入水下，待混凝土排出后，容器应缓缓提高。采用开底容器法进行浇筑时应符合下列规定：

**1）**开底容器的大小，在不妨碍施工的情况内，宜采用大容量；

**2）**底的形状，宜采用锥形底和圆柱形的料罐，并能保证水下不分散混凝土顺利流出。

**7.7.3** 根据工程需要，也可采用混凝土搅拌车、混凝土溜槽、手推车、挖掘机等直接入仓的浇筑方法。

**7.7.4** 水下不分散混凝土在水中自由落差应进行严格管理，水中自由落差不应大于500 mm。浇筑过程中应对浇筑中的混凝土流动面的形状、混凝土的扩展状态及填充状态进行检查。浇筑完的混凝土表面应平坦，各个角落都应浇筑到。混凝土应按照计划进行浇筑，在浇筑中及浇筑后须对混凝土实际浇筑量进行检查。当工程需要抹平时，应待混凝土的表面自密实和自流平终止后进行。当水下混凝土表面露出水面后再用普通混凝土继续浇筑时，应将先浇筑的水下不分散混凝土表面上的残留水分除掉，并在水下混凝土初凝前立即续浇普通混凝土，同时将普通混凝土振实。

**7.8 养护和拆模**

**7.8.1** 为防止水下不分散混凝土在硬化过程中受动水、波浪等冲刷而造成的水泥流失，应制定防止混凝土被淘空的措施。

**7.8.2** 当施工部位从水下到达水上时，对于空气中的混凝土，应及时覆盖和保湿养护。

空气中的混凝土采用自然养护时，应符合下列规定：

**1** 采用普通硅酸盐水泥和硅酸盐水泥拌制的水下不分散混凝土，湿养护时间不应少于7 d；用矿渣水泥、粉煤灰水泥、火山灰水泥拌制的水下不分散混凝土及在施工中掺缓凝型外加剂的混凝土，湿养护时间不应少于14 d；

**2** 水下不分散混凝土可采用塑料薄膜覆盖养护。

**7.8.3** 水下不分散混凝土的拆模应符合现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》JTS 202的规定。在受到波浪压力等情况下，当预计到构筑物将产生很大应力时，其拆模时间可根据实际情况确定。

8 质量检验和验收

**8.1 原材料质量检验**

**8.1.1**  混凝土原材料进场时，应按规定批次验收型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件，外加剂产品还应具有使用说明书。

**8.1.2** 原材料进场后，应进行进场检验；在混凝土生产过程中，还宜对混凝土原材料进行随机抽检。

**8.1.3** 骨料进场时，应提供出厂检验报告和最近一次的型式检验报告，并按现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52的规定进行复验。粗骨料和细骨料的检验项目应符合下列规定：

**1** 对于粗骨料，检验项目应包括颗粒级配、氯离子含量、表观密度、堆积密度、筒压强度和吸水率；

**2** 对于砂，检验项目应包括颗粒级配、氯离子含量、表观密度、堆积密度和吸水率。

**8.1.4** 骨料检验批量应符合下列规定：

**1** 同一类别、同一规格骨料应每200 m3为一批；

**2** 不同批次或非连续供应的不足一个检验批量时，应作为一个检验批。

**8.1.5** 其它原材料的检验项目和检验批量应符合下列规定：

**1** 水泥、矿物掺合料、外加剂、水等原材料的检验项目和检验批量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定；

**2** 不同批次或非连续供应的不足一个检验批量时，应作为一个检验批。

**8.1.6** 水下不分散混凝土原材料的检验结果应符合本标准第4章的规定以及工程要求。

**8.2 混凝土性能检验**

**8.2.1** 水下不分散混凝土拌合物性能检验应符合下列规定： **1** 在生产施工过程中，应在搅拌地点和浇筑地点分别对水下不分散混凝土拌合物进行抽样检验；

**2** 拌合物坍落度检验频率应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的规定；

**3** 同一工程、同一配合比、采用同一批次水泥和外加剂的水下不分散混凝土凝结时间应至少检验1次；

**4** 同一工程、同一配合比的水下不分散混凝土氯离子含量应至少检验1次。

**8.2.2** 硬化混凝土性能检验应符合下列规定：

**1** 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的规定，其他力学性能检验应符合现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081的相关规定和设计要求；

**2** 耐久性能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的规定；

**3**长期性能检验规则可按现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193中耐久性检验的有关规定执行；

**8.2.3** 水下不分散混凝土拌合物性能、力学性能、长期性能和耐久性能的测定，应分别符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080、《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081和《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082的规定。

**8.2.4**水下不分散混凝土性能的检验结果应符合本标准第4章的规定以及设计与施工的要求。

**8.3 验收**

**8.3.1** 水下不分散混凝土结构混凝土分项工程、子分部工程的验收，除应符合本标准的规定外，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。

**8.3.2**  水下不分散混凝土工程验收时，还应符合本规范对水下不分散混凝土长期性能和耐久性能的规定。

# 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

 1）表示很严格，非这样做不可的：

 正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

 2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

 正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

 3）表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的：

 正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

 4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

引用标准名录

1. 《通用硅酸盐水泥》GB 175
2. 《水泥密度测定方法》GB/T 208
3. 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
4. 《混凝土外加剂》GB 8076
5. 《混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171
6. 《预拌混凝土》GB/T 14902
7. 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
8. 《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690
9. 《石灰石粉混凝土》GB/T 30190
10. 《水下不分散混凝土絮凝剂技术要求》GB37990
11. 《混凝土结构设计规范》GB 50010
12. 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
13. 《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081
14. 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
15. 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
16. 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
17. 《混凝土质量控制标准》GB 50164
18. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
19. 《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476
20. 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
21. 《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003
22. 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52
23. 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
24. 《混凝土用水标准》JGJ 63
25. 《钢筋阻锈剂应用技术规程》JGJ /T 192
26. 《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ /T 193
27. 《海砂混凝土应用技术规范》JGJ 206
28. 《石灰石粉在混凝土中应用技术规程》JGJ/T 318
29. 《混凝土用复合掺合料》JG/T 486
30. 《水运工程混凝土施工规范》JTS 202

中国工程建设协会标准

水下不分散混凝土应用技术规程

**CECS××××: 2020**

# 条文说明

制 订 说 明

 《水下不分散混凝土应用技术规程》CECS××××: 2020，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，总结了我国目前利用水下不分散配制混凝及其应用技术的实践经验，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水下不分散混凝土配制及应用技术关键参数。

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，《水下不分散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 32**](#_Toc39656367)

[**2 术语和符号 33**](#_Toc39656368)

[**3 基本规定 34**](#_Toc39656369)

[**4 原材料 35**](#_Toc39656370)

[**5 混凝土性能 36**](#_Toc39656371)

[**5.1 拌合物性能 36**](#_Toc39656372)

[**5.2 力学性能 36**](#_Toc39656373)

[**5.3 长期性能和耐久性能 36**](#_Toc39656374)

[**6 配合比设计 37**](#_Toc39656375)

[**6.1 一般要求 37**](#_Toc39656376)

[**6.2 配制强度的确定 37**](#_Toc39656377)

[**6.3 耐久性能和长期性能要求 37**](#_Toc39656378)

[**6.4 配合比设计参数选择 37**](#_Toc39656379)

[**6.5 配合比计算与调整 38**](#_Toc39656380)

[**7 生产与施工 39**](#_Toc39656381)

[**7.1 一般规定 39**](#_Toc39656382)

[**7.2 原材料进场 39**](#_Toc39656383)

[**7.3 计量 39**](#_Toc39656384)

[**7.4 搅拌 39**](#_Toc39656385)

[**7.5 运输 39**](#_Toc39656386)

[**7.6 模板 40**](#_Toc39656387)

[**7.7 浇筑 40**](#_Toc39656388)

[**7.8 养护和拆模 40**](#_Toc39656389)

[**8 质量检验和验收 41**](#_Toc39656390)

[**8.1 原材料质量检验 41**](#_Toc39656391)

[**8.2 混凝土性能检验 41**](#_Toc39656392)

[**8.3 验收 41**](#_Toc39656393)

1 总 则

**1.0.1** 本条规定了编制本标准的目的是进一步规范并促进水下不分散混凝土应用技术的发展，在确保建设工程质量时，有统一的水下不分散混凝土技术规程作为依据，并做到技术先进、安全可靠、经济合理。

**1.0.2** 本标准规定了水下不分散混凝土的适用范围，并针对水下不分散混凝土的配合比设计、施工、质量检验和验收等内容进行了技术规定。

**1.0.3**  对于水下不分散混凝土的有关技术内容，本标准规定的以本标准为准，未作规定的应按国家现行相关标准执行。

2 术语和符号

本标准是充分参考现行国家标准《水下不分散混凝土絮凝剂技术要求》GB∕T 37990-2019的技术内容进行编制的，考虑标准之间的协调性和延续性，本标准的术语和符号也基本参考上述标准，同时还考虑尽量与国内相关标准相一致。

**2.1.1~2.1.2** 本条规定了水下不分散混凝土及混凝土絮凝剂的定义。

**2.1.3~2.1.10** 本条规定了水下不分散混凝土的工作性能定义。

**2.1.11 ~2.1.12** 本条规定了水下不分散混凝土配合比设计的相关技术指标。

3 基本规定

**3.0.1** 由于水下不分散混凝土强度等物理性能指标整体上要比传统的混凝土较差，结合对目前水下不分散及其混凝土的性能及应用情况调研来看，利用水下不分散配制的混凝土强度等级基本很难突破C50强度等级，故参考普通混凝土的强度等级划分，将水下不分散混凝土强度等级划分为：C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50。

**3.0.2** 在实验室水槽进行冲刷实验，实验结果显示能够抵御0.70 m/s水流冲击。对于更大流速下的混凝土施工，可通过设置围挡等措施来降低流速或进一步增加絮凝剂用量、降低流动性等手段提高抗水流冲击能力。

**3.0.3** 水下不分散混凝土结构设计应与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010相一致。

4 原材料

**4.0.1~4.0.7** 水下不分散混凝土的其他原材料主要是水泥、水、各种化学外加剂、粗细骨料、掺合料等。这些原材料的各项技术性能及要求都应符合国家现行有关标准的规定。

5 混凝土性能

**5.1 拌合物性能**

**5.1.1~5.1.5** 对水下不分散混凝土的拌合物性能进行了规定，对应的技术参数除与现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902协调一致外，还结合现行国家标准《水下不分散混凝土絮凝剂技术要求》GB∕T 37990规定的对工作性能指标进行了规定。

**5.2 力学性能**

**5.2.1~5.2.4** 水下不分散混凝土其基本物理力学性能指标接近普通混凝土，故水下不分散混凝土的力学性能主要参照国家和行业现行有关标准的规定。

**5.3 长期性能和耐久性能**

**5.3.1~5.3.4** 水下不分散混凝土与普通混凝土一样，应具有良好的耐久性能和长期性能。

6 配合比设计

**6.1 一般要求**

**6.1.1** 本条文规定了水下不分散混凝土配合比设计的主要目的与任务。

**6.1.2** 本条规定了水下不分散混凝土在配合比设计和原材料选用原则。

**6.1.3~6.1.4** 化学外加剂和掺和料品种很多，性能各异。其品种与掺量会对水泥适应性产生影响。因此，为了保证水下不分散混凝土的施工质量，特制定本条文。

**6.2 配制强度的确定**

**6.2.1** 本条文规定了配制强度的确定方法，强调水下不分散混凝土的配合比应通过计算和试配确定。和普通混凝土一样，配制强度应具有95%的保证率。

**6.2.2** 本条规定了水下不分散混凝土强度标准差应根据同品种、同强度等级混凝土的统计资料计算确定，而且规定了强度试件组数不应少于30组。同时也规定了对于无统计资料时，强度标准差的取值方法，并且强度标准差的取值应与现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55-2011相一致。

**6.3 耐久性能和长期性能要求**

**6.3.1** 在水下不分散混凝土配合比设计时，水下不分散混凝土的配合比是否满足耐久性能和长期性能要求应通过试验验证。

**6.4 配合比设计参数选择**

**6.4.1~6.4.2** 规定了对于配制不同强度等级水下不分散混凝土的胶凝材料用量参照表6.4.1进行取值。本条在参考了现行行业标准《水工混凝土配合比设计规程》DL/T 5330-2015中对应的胶凝材料用量规定的基础上，经试验验证确定胶凝材料的用量范围。在实际配合比试验过程中，由于抗分散性能差异较大，胶凝材料用量可根据设计要求做适当调整。

**6.4.3~6.4.4** 目前在混凝土中使用矿物掺合料是普遍现象，水下不分散混凝土在配制和生产中也应考虑矿物掺合料种类及其掺量。本条规定掺合料掺量应经过试验验证确定，而最大掺量则应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55-2011的规定。

**6.4.5**  根据多年来生产和工程实践经验，本条规定了水下不分散混凝土用水量的调整方法。

**6.4.6**  本条对砂率的常用数值进行了规定。水下不分散混凝土粘稠性较大，从用水量、强度方面考虑，砂率可控制的比普通混凝土小一些，从近年来使用河砂的工程统计数据来看，砂率宜在36%～46%。机制砂的砂率应根据使用经验，通过试验获得。

**6.5 配合比计算与调整**

**6.5.1** 本条规定了宜采用绝对体积法进行水下不分散混凝土的配合设计，而且配合比计算中粗细骨料用量均以干燥状态为基准，上述规定综合考虑了我国现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55中配合比设计要求的规定。

**6.5.2** 绝对体积法是按每立方米混凝土的绝对体积为各组成材料的绝对体积之和进行计算。绝对体积法概念明确，便于计算。但由于原材料的某些设计参数，如粗、细骨料的颗粒表观密度和水泥的密度等，设计需经试验确定，有时不能满足在施工中经常检测，及时调整配合比的要求。若不采用实测值，而是按一般的资料任取一个经验值进行计算，则可能带来配合比设计结果的较大误差，影响工程质量。但对于质量稳定的常规原材料，绝对体积法仍是适用的。故本标准推荐使用绝对体积法进行水下不分散混凝土的配合比设计。

**6.5.3** 本条规定了最终的水下不分散混凝土配合比需经调整确定。具体调整步骤应结合试配混凝土的计算湿表观密度、拌合物密度、干表观密度参数进行。

**6.5.4~6.5.7** 对于调整确定的水下不分散混凝土配合比，规定了水溶性氯离子含量和相关耐久性指标应分别符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164规定和设计要求，并通过试验验证**。**

7 生产与施工

**7.1 一般规定**

**7.1.2~7.1.3** 对水下不分散混凝土生产与施工进行了具体规定。

**7.2 原材料进场**

**7.2.1** 强调原材料进场，应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666对相应原材料的规定。

**7.2.3** 强调原材料进场后，应按相应要求进行复检验收。对水下不分散混凝土的原材料进入施工现场后的堆放、运输作了具体规定，强调应按不同品种，分批运输和堆放，在堆放时避免离析，并宜采取防雨、防风、防水措施。

**7.3 计量**

**7.3.1~7.3.2** 本条规定了原材料计量应采用电子计量设备。计量设备的精度应符合现行国家标准《建筑施工机械及设备 混凝土搅拌站(楼)》GB/T 10171的规定。混凝土生产每一工作班开始前，应对计量设备进行零点校准。并且规定了水下不分散混凝土各组分原材料应以质量计，误差的控制与普通混凝土相同。

**7.3.3** 水下不分散混凝土骨料的含水率会影响配合比中用水量的准确性，并对拌合物的稠度和混凝土的强度产生不良影响。为保证混凝土施工用水下不分散混凝土拌合物方量与配合比计算方量相吻合，以及拌合物的和易性符合施工要求，应对水下不分散混凝土骨料的含水率进行测定。

**7.4 搅拌**

**7.4.1** 自落式搅拌机一般不易搅匀，严重影响混凝土性能，相关规定早已明文规定禁止使用。因此，本条规定建议采用强制式搅拌机。

**7.4.2** 本条文规定了水下不分散混凝土的搅拌要求和搅拌时间。

**7.5 运输**

**7.5.1** 本条文明确规定，水下不分散混凝土拌合物运输时，应采取相应的措施减少坍落度损失和防止混凝土拌合物分层离析。

**7.5.2** 本条文明确规定，采用搅拌罐车运输水下不分散混凝土拌合物时，为保证混凝土拌合物的均匀性，卸料前快转不少于20 s。如运输时间较长，导致坍落度损失过大或卸料困难时，应有技术预案。应采取相应的措施减少坍落度损失和防止混凝土拌合物分层离析。

**7.5.3** 为了减少水下不分散混凝土拌合物的坍落损失，应选择最佳运输路线，中途不停顿。本条文规定，其从搅拌机卸料至浇入模内的时间，不宜超过90 min。

**7.5.4** 工程实际经验证明，水下不分散混凝土拌合物扩展度值控制在450 mm~550 mm时，水下不分散混凝土适宜泵送。

**7.5.5** 本条规定泵送水下不分散混凝土在泵送施工前应进行试泵，在泵送施工时应采取措施降低泵送阻力。

**7.6 模板**

**7.6.1-7.6.3** 本条对应考虑的竖向、水平荷载以及侧压力进行了说明。水下不分散混凝土的模板，大多安装在水下，作用于模板的荷载类型和普通混凝土有所不同。不同工程的施工条件和环境有一定差异，不宜将荷载值固定为相同数值。对荷载要根据实际情况，考虑构筑物类型、规模、重要程度、施工条件、环境条件等进行确定。

**7.6.4** 本条对模板使用材料进行了规定。水下环境宜采用钢质模板材料，尽量减少因材料破坏导致的水下维护。

**7.6.5** 本条对模板设计提出了要求。

**7.6.6** 本条对模板组装提出了要求。

**7.7 浇筑**

**7.7.1**  本条对浇筑前准备提出了要求，主要预防浇筑时出现各种问题。

**7.7.2-7.7.3** 本条对浇筑方法提出了要求，为保证混凝土质量，浇筑方法宜采用导管法、泵送法和开底容器法，其目的均是降低混凝土在水中的自由落差，减少水流冲击对混凝土质量的影响。其它方法对控制混凝土在水中落差小于50 cm有一定困难，但通过增加絮凝剂掺量可以减少不利影响，因此，诸如采用挖掘机或溜槽进行浇筑的方法也在近年来的工程中得到应用。

**7.7.4** 本条对过程控制提出了要求。施工过程中，对水中混凝土质量影响最大的是自由落差，应严格控制。对浇灌中的混凝土流动面形状的检查，可利用潜水员观察或通过测深锤测定。

**7.8 养护和拆模**

**7.8.1** 本条对水下养护提出了要求，主要考虑了动水或波浪冲刷造成的水泥流失。

**7.8.2** 本条对暴露于空气中的混凝土养护提出了要求。

**7.8.3** 本条对水下不分散混凝土的拆模提出了要求。

8 质量检验和验收

**8.1 原材料质量检验**

**8.1.1~8.1.2** 本条对水下不分散混凝土原材料进场检验进行了规定，水下不分散混凝土原材料进场检验应包括型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件的查验和收存。其中外加剂还应有产品说明书；并且规定在混凝土生产过程中，宜对进场的原材料进行随机抽检，以确保生产过程中水下不分散混凝土的质量。

**8.1.3** 本条针对不同的水下不分散类别分别规定了水下不分散粗骨料和水下不分散细骨料的检验项目。

**8.1.4** 本条规定了具体的水下不分散混凝土骨料检验批量要求。

**8.1.5** 本条规定了除水下不分散外的水泥、矿物掺合料、外加剂等其他原材料的检验项目和检验批量的规定。

**8.1.6** 本条规定了水下不分散混凝土原材料的检验结果应符合本标准的规定以及工程要求。

**8.2 混凝土性能检验**

**8.2.1** 本条文规定了水下不分散混凝土拌合物具体的检验项目和频次。

**8.2.2** 本条文规定了硬化水下不分散混凝土强度的检验次数和评定方法。和普通混凝土强度一样，应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的规定进行。耐久性能和长期性能的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的规定。

**8.2.3** 本条文规定了水下不分散混凝土拌合物、力学性能、长期性能和耐久性能的试验方法应分别符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080、《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081和《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082的规定

**8.2.4** 本条文规定水下不分散混凝土性能的检验结果应符合本标准相应规定以及设计与施工的要求。

**8.3 验收**

**8.3.1~8.3.2**  本条文明确规定，水下不分散混凝土结构子分部工程可划分为模板、钢筋、预应力、混凝土、现浇混凝土等分项工程进行验收，其验收除符合本标准的规定，尚应按照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204及长期性能和耐久性能的有关规定进行验收。