

ICS 27.140

CCS P 55

T



团 体 标 准

T/CSPSTC XXX—202X

水工混凝土墩墙裂缝防治技术规程

Technical code of practice for prevention and treatment of
crack on hydraulic concrete pier wall

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202XX-XX-XX 实施

中国科技产业化促进会 发布

中国标准出版社 出版

前 言

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

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省水利科学研究院提出。

本文件由中国科技产业化促进会归口。

本文件起草单位：XXXXXX。

本文件主要起草人：XXXXXX。

引 言

混凝土因塑性收缩、干燥收缩、沉降收缩、自收缩和温度收缩等变形产生的裂缝占80%以上，收缩是混凝土开裂的主要诱因。在总结墩墙混凝土裂缝控制研究和工程实践基础上，编制本文件，旨在从源头上减少或避免现浇墩墙结构的裂缝，提高工程的安全性、耐久性和适用性。

现浇墩墙裂缝预防需要从结构设计、材料性能、施工等多个环节采取综合控制措施。结构设计旨在降低混凝土温度应力水平、防范应力集中、提高混凝土抗裂能力，并配置构造和防裂钢筋；材料性能需从原材料选择、配合比优化等方面，配制有较低水化热、较高体积稳定性的混凝土，降低混凝土的收缩；施工环节应采取合理的施工措施，控制结构温度，降低结构的收缩变形，减轻底板外约束。

本文件从设计、原材料、配合比、制备、施工、温控措施、观测、裂缝检查与处理等方面规定了现浇水工墩墙结构混凝土裂缝控制的技术要求。本文件主要包括以下内容：（1）结构与构造设计：提出了混凝土温控设计、裂缝预防措施、混凝土材料、防裂构造措施等技术要求。（2）原材料：提出配制低水化热、较高体积稳定性的混凝土常用原材料、功能外加剂选用基本要求和品质控制要点。（3）配合比：提出配合比设计和配合比参数选择原则，掺入功能外加剂混凝土配合比设计要求。（4）制备：提出混凝土生产、运输、交货检验的要求。（5）施工：规定了模板、钢筋、浇筑、养护等混凝土施工质量控制技术要求。（6）温控措施：规定了混凝土温控方案、最高温度、增强抗裂性能、改善约束、后浇带与膨胀加强带、施加预应力、诱导缝等温控技术要点。（7）观测：规定了温度等观测要求。（8）裂缝检查与处理：规定了裂缝检查、修补等技术要点。

水工混凝土墩墙裂缝防治技术规程

1 范围

本文件给出了水工混凝土墩墙裂缝防治的基本规定，规定了水工混凝土墩墙裂缝预防的结构与构造设计、原材料、配合比、制备、施工、温度控制、观测、裂缝检查与处理的技术要求。

本文件适用于现浇水工混凝土墩墙的裂缝防治。

2 规范性引用文件

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

- GB 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 200 中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥
- GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB/T 12959 水泥水化热测定方法
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 14685 建设用卵石、碎石
- GB/T 14902 预拌混凝土
- GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- GB 18445 水泥基渗透结晶型防水材料
- GB/T 18736 高强高性能混凝土用矿物外加剂
- GB/T 21120 水泥混凝土和砂浆用合成纤维
- GB/T 21144 混凝土实心砖
- GB/T 23265 水泥混凝土和砂浆用短切玄武岩纤维
- GB/T 23439 混凝土膨胀剂
- GB 23440 无机防水堵漏材料
- GB/T 23445 聚合物水泥防水涂料
- GB/T 23660 建筑结构裂缝止裂带
- GB/T 30190 石灰石粉混凝土
- GB/T 41054 高性能混凝土技术条件
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50026 工程测量标准
- GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
- GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
- GB 50164 混凝土质量控制标准
- GB 50367 混凝土结构加固设计规范
- GB/T 50448 水泥基灌浆材料应用技术规范
- GB 50496 大体积混凝土施工标准
- GB/T 50733 预防混凝土碱骨料反应技术规范
- GB/T 51028 大体积混凝土温度测控技术规范

- DL/T 5057 水工混凝土结构设计规范
- DL/T 5144 水工混凝土施工规范
- DL/T 5150 水工混凝土试验规程
- DL/T 5787 水工混凝土温度控制施工规范
- DL/T 5750 水工混凝土表面保温施工技术规范
- SL 27 水闸施工规范
- SL 176 水利水电工程施工质量检验与评定规程
- SL 191 水工混凝土结构设计规范
- SL/T 352 水工混凝土试验规程
- SL 632 水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准 混凝土工程
- SL 654 水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范
- SL 677 水工混凝土施工规范
- SL 713 水工混凝土结构缺陷检测技术规程
- SL/T 805 水工纤维混凝土应用技术规范
- JC/T 475 混凝土防冻剂
- JT/T 522 公路工程水泥混凝土养生剂（膜）
- JC/T 1018 水性渗透型无机防水剂
- JC/T 1041 混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料
- JC/T 2041 聚氨酯灌浆材料
- JC/T 2090 聚合物水泥防水浆料
- JC/T 2361 砂浆、混凝土减缩剂
- JC/T 2551 混凝土高吸水性树脂内养护剂
- JC/T 2608 混凝土水化温升抑制剂
- JG/T 315 水泥砂浆和混凝土用天然火山灰质材料
- JG/T 377 混凝土防冻泵送剂
- JG/T 477 混凝土塑性阶段水分蒸发抑制剂
- JG/T 486 混凝土用复合掺合料
- JG/T 568 高性能混凝土用骨料
- JGJ 8 建筑变形测量规范
- JGJ/T 178 补偿收缩混凝土应用技术规程
- JGJ/T 221 纤维混凝土应用技术规程
- JGJ/T 317 建筑工程裂缝防治技术规程
- JT/T 776.1 公路工程玄武岩纤维及其制品 第1部分：玄武岩短切纤维
- JT/T 1152 裂缝测宽仪
- JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
- JTS/T 202-1 水运工程大体积混凝土温度裂缝控制技术规范
- JTS/T 209 水运工程结构防腐蚀施工规范
- DB32/T 3947 明挖现浇隧道混凝土收缩裂缝控制技术规程
- DBJ 53/T 79 超缓凝混凝土配制及应用技术规程
- CBMF 19 混凝土用氧化镁膨胀剂
- T/CCPA 27 现浇混凝土结构裂缝控制技术规程
- T/CECS 474 防裂抗渗复合材料在混凝土中应用技术规程
- T/CECS 540 混凝土用氧化镁膨胀剂应用技术规程
- T/CECS 848 无机水性渗透结晶型材料应用技术规程
- T/CECS 913 水泥混凝土自修复性能试验方法标准

- T/CECS 973 微生物自修复混凝土应用技术规程
 T/CECS 10001 用于混凝土中的防裂抗渗复合材料
 T/CECS 10082 混凝土用钙镁复合膨胀剂
 T/CSPSTC XXX 表层混凝土低渗透高密实化施工技术规程

3 术语和定义、符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

墩墙 pier wall

水闸、泵站、船闸、涵洞、挡土墙等水工建筑物中的墙体和墩体的总称。

3.1.2

大体积混凝土 mass concrete

现浇墩墙长度或厚度尺寸较大，需要考虑采取温度控制措施以减少裂缝发生几率的混凝土。

[来源：SL 677—2014，2.1.2，有修改]

3.1.3

矿物掺和料混凝土 concrete with supplementary cementitious materials

胶凝材料中含有不少于30%的矿物掺和料（含水泥中的混合材）、需要采取较低的水胶比和特殊施工措施的混凝土。

[来源：GB/T 50476—2019，2.1.21]

3.1.4

裂缝控制 crack control

通过设计、材料使用、施工等措施，防止墩墙结构中产生裂缝或将裂缝控制在一定限度内的技术活动。

[来源：JGJ/T 317—2014，2.1.5，有修改]

3.1.5

体积稳定性 volume stability

混凝土材料的体积变化情况。

[来源：JGJ/T 317—2014，2.1.8，有修改]

3.1.6

诱导缝 inducing joint

适当减少钢筋对混凝土约束等方法在混凝土结构中设置的易开裂部位。

3.1.7

绝热温升（值） adiabatic temperature rise value of concrete

在与外界无热交换的条件下，因胶凝材料的水化反应所引起的混凝土温度升高值。

[来源：SL/T 352—2020，2.0.13]

3.1.8

入仓温度 temperature of mixture placing to mold

混凝土拌合物浇筑入仓时的温度。

[来源：GB 50496—2018，2.1.13，有修改]

3.1.9

混凝土表层温度 the temperature of concrete surface layer

距混凝土表面 50 mm 处的温度。

[来源：GB/T 51028—2015，2.1.3]

3.1.10

里表温差 temperature difference between surface and center of concrete

混凝土浇筑体内最高温度与外表面内 50 mm 处的温度之差。

[来源：GB 50496—2018，2.1.10，有修改]

3.1.11

气温骤降 sudden drop in air temperature

日平均气温在 2 d~3 d 内连续下降累计 6 ℃ 以上的气温变化。

[来源：SL 677—2014，2.1.20，有修改]

3.1.12

温度应力 thermal stress

混凝土温度变形受到约束时，在混凝土内部产生的应力。

[来源：GB 50496—2018，2.1.7]

3.1.13

功能外加剂 functional admixture

能改善混凝土体积稳定性能或进行温度调控的新型外加剂。

3.1.14

水化温升抑制剂 hydration temperature rise inhibitor

掺入水泥混凝土中，可以有效降低水泥加速期水化放热速率，且基本不影响水化总放热量的外加剂。

[来源：JC/T 2608—2021，3.1，有修改]

3.1.15

温控膨胀抗裂剂 temperature controlling and shrinkage-compensating crack-resistance agent

兼有降低混凝土温升、补偿混凝土收缩功能的外加剂。

[来源：DB32/T 3947—2020，3.1.9]

3.1.16

减缩剂 shrinkage-reducing admixture

在新拌混凝土搅拌过程中加入的、通过改变孔溶液离子特征及降低孔溶液表面张力作用减少混凝土收缩的外加剂。

[来源：JC/T 2361—2016，3.1，有修改]

3.1.17

自养护材料 internal curing materials

通过建立内引水机制，提高水泥水化体系内部相对湿度，加速水泥水化，减少化学收缩作用的材料，如无机类自养护材料颗粒和高吸水树脂（SAP）颗粒。

[来源：DGJ32/TJ 100—2010，2.0.3]

3.1.18

延性超缓凝混凝土 ductile super-retarding concrete

在普通混凝土中掺入橡胶粉和超缓凝剂，混凝土凝结时间较长，凝结硬化后具有较高韧性、较低弹性模量，且能达到设计要求的强度、耐久性能的混凝土。

3.1.19

橡胶粉 rubber powder

由废旧轮胎加工而成的粉末。

3.1.20

裂缝处理 crack treatment

对墩墙中已产生的裂缝采取封闭、修补、加固等措施，以消除其不利影响的技术活动。

[来源：JGJ/T 317—2014，2.1.6，有修改]

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

L ——墩墙长度

H ——墩墙高度

4 基本规定

- 4.1 墩墙混凝土裂缝控制应采取预防为主的原则，应从设计、材料、施工等环节采取控制裂缝的措施。
- 4.2 墩墙结构与构造设计应有利于裂缝控制，预估可能发生危及结构安全、耐久性能或正常使用的裂缝时，应采取相应控制措施。
- 4.3 墩墙混凝土施工应建立质量保证体系，编制裂缝控制专项方案，并有效实施。
- 4.4 在采用新材料、新工艺、新技术时，应根据工程实际情况，验证和评估其对环境的适应性、混凝土体积稳定性和抗变形性能的影响。
- 4.5 应对墩墙产生的裂缝进行检测、评估、原因分析和处理。

5 结构与构造设计

5.1 基本要求

5.1.1 墩墙结构设计应执行 GB 50010、GB 55008、SL 191、DL/T 5057 等标准关于裂缝控制的规定，合理选择墩墙结构型式，并在墩墙容易开裂的部位采取相应措施。

5.1.2 重要结构宜按 GB 50496、JTS/T 202-1 等标准的规定进行混凝土浇筑体的温度、温度应力和收缩应力估算，复杂的墩墙宜采用有限元方法进行抗裂性验算。

5.2 混凝土材料

5.2.1 混凝土材料应满足工作性能、力学性能、耐久性能以及体积稳定性能等要求。

5.2.2 大体积混凝土应确定温控指标，宜提出高延伸率和低热性要求。

5.2.3 下列情况可采用混凝土 60 d 或 90 d 的抗压强度作为混凝土配合比设计、强度评定以及工程验收的依据：

- a) 采用矿物掺和料混凝土，且结构混凝土实施不少于 28 d 持续湿养护；
- b) 承受荷载时间大于 90 d；
- c) 施工气候条件满足混凝土强度增长条件；
- d) 采用透水模板布提高表层混凝土强度和密实性能。

5.3 抗裂设计

5.3.1 对于大体积墩墙，应按 GB 50496、DL/T 5057、SL 191 等标准的规定进行温度作用设计，并提出混凝土收缩控制、温度控制、提高抗裂能力等温控措施。

5.3.2 宜控制墩墙长度、厚度，伸缩缝间距不宜超过 SL 191 等行业标准的规定。

5.3.3 应按 GB 50010、DL/T 5057、SL 191 等标准进行裂缝控制验算。墩墙最大裂缝宽度宜按表 1 控制。

表 1 墩墙混凝土最大裂缝宽度限值

类别	水上区 mm	水位变动区、浪溅区 mm	水下区 mm	地下结构 mm
内河淡水区	0.20	0.15	0.20	0.20
沿海海水区	0.10	0.10	0.15	0.15

5.3.4 估算混凝土抗裂安全系数小于 1.15 时，应结合墩墙特点、施工环境采取下述一种或多种裂缝预防措施，且应明确具体技术指标和施工要求：

- a) 降低水化热和入仓温度，提高混凝土体积稳定性能；
- b) 设置后浇带、加强带、诱导缝，减少分段长度；
- c) 避免应力集中；
- d) 易开裂的部位配置构造抗裂钢筋；
- e) 改善约束条件；
- f) 采用预应力技术；
- g) 施工养护制度。

5.3.5 重要结构墩墙除温度作用外，还应考虑混凝土浇筑初期因湿度变化引起的混凝土干缩对裂缝形成的影响。混凝土的干缩变化宜由试验确定，初估时可将混凝土的干缩影响折算为 10℃~15℃ 的温降。

5.4 防裂构造设计

- 5.4.1 当温度变化对墩墙有较大影响时，结构防裂构造设计应考虑混凝土浇筑初期温湿度变化对裂缝形成的影响。
- 5.4.2 受一边约束的墩墙宜配置水平温度钢筋或钢筋网片，其配置需符合下列规定：
- 墩墙长度 $1/4L \sim 3/4L$ 、距离底板或先浇筑的结构混凝土 $1/2H$ 高度范围内，适当增加水平温度钢筋，墙体每一侧面的温度钢筋配筋率不宜小于 0.2%；
 - 在保持温度钢筋配筋率不变情况下采取细钢筋密间距的布置方式，间距不宜大于 150 mm，且墙体中下部钢筋间距不宜大于 100 mm；
 - 水平钢筋宜布置在外侧；
 - 墩墙两端侧面在 $1/3H$ 以下、 $1/6L$ 范围内宜增加抵抗斜向温度剪切裂缝的钢筋。
- 5.4.3 受对边或多边约束的结构部位，应配置构造钢筋或采取相应的抗裂构造措施。
- 5.4.4 下列形状、刚度突变的部位，应配置防止应力集中裂缝的构造钢筋，或采用圆角、折角等防裂构造措施：
- 凹角、凹进的部位；
 - 孔洞的角隅；
 - 约束连接的墙体。
- 5.4.5 钢筋保护层厚度大于 40 mm 时，宜设置抗裂钢筋网片或纤维网片，钢筋网片的保护层厚度不应小于 25 mm。

6 原材料

6.1 基本要求

- 6.1.1 应根据结构服役环境、设计使用年限、混凝土性能要求，选用满足混凝土低用水量、低水胶比、较低水化热和较高体积稳定性配制技术要求、且经济合理的原材料。
- 6.1.2 原材料进场应检查型式检验报告、出厂检验报告或合格证等质量证明文件，进场后应进行复验。
- 6.1.3 对体积稳定性有较高要求的混凝土，可选用纤维、膨胀剂、水化温升抑制剂和减缩剂等控制裂缝的功能材料。使用新材料时，应对使用环境适应性、水化热、体积稳定性等进行试验验证。

6.2 水泥

- 6.2.1 宜采用强度等级不低于 42.5 级的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥；有较高抗裂性能要求的混凝土宜采用中、低热硅酸盐水泥，不宜使用早强水泥；水泥的质量应符合 GB 175、GB/T 200、GB/T 50496、SL 654 等标准的规定；水泥的应用遵守下列规定。
- 处于氯化物环境和化学侵蚀环境中的混凝土，水泥中的混合材宜为粉煤灰或矿渣；盐冻融环境不宜采用含石灰石粉的水泥。
 - 水泥标准稠度用水量不宜大于 28%，比表面积不宜大于 380 kg/m^3 。
 - 水泥熟料中的铝酸三钙含量不宜大于 10%，氯化物环境不宜大于 8%。
 - 碱含量（按 Na_2O 当量计）不宜大于 0.6%。
 - 当混凝土用细骨料的氯离子含量大于 0.003% 时，水泥的氯离子含量不应大于 0.025%。
- 6.2.2 水泥进场时应根据 GB 50496 的规定检查水泥品种、代号、强度等级、包装或散装编号、出厂日期等，并对水泥的胶砂强度、安定性、凝结时间、氯离子含量、水化热进行检验。

6.3 矿物掺和料

- 6.3.1 矿物掺和料宜采用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、石灰石粉、硅粉等。
- 6.3.2 粉煤灰的质量不应低于 GB/T 1596 中 II 级 F 类的规定；选用 II 级粉煤灰时，烧失量不宜大于 5.0%，需水量比不宜大于 100%。
- 6.3.3 粒化高炉矿渣粉的质量不应低于 GB/T 18046 表 1 中 S95 级的规定。矿渣粉的比表面积宜在 400 m²/kg~450 m²/kg 之间，密度不应小于 2.8 g/cm³。
- 6.3.4 石灰石粉的质量应符合 GB/T 30190 的规定；盐冻融环境不宜采用石灰石粉。
- 6.3.5 硅灰的质量应符合 GB/T 18736 中表 1 的规定。
- 6.3.6 采用其他品种的掺和料时，应通过试验鉴定，确认符合混凝土质量要求时方可使用。

6.4 骨料

- 6.4.1 骨料应颗粒洁净、质地均匀、坚固、级配合理、粒形良好、吸水率低、空隙率小，不应含有风化骨料。应选用能够降低混凝土用水量、提高体积稳定性能的骨料。
- 6.4.2 粗骨料的质量宜符合 GB/T 14685 中 I 类或 JG/T 568 的规定，设计使用年限为 50 年的混凝土可使用 II 类粗骨料，还应符合现行相关行业标准的规定。粗骨料的应用尚需符合下列规定：
- 宜选用石灰岩、大理岩制作的粗骨料，不宜使用石英岩、砂岩制作的粗骨料；未经专门论证不应使用碱活性骨料。
 - 重要工程可对粗骨料进行整形、二次筛分加工处理；优化粗骨料级配，松散堆积空隙率不宜大于 43%，表观密度不宜小于 2600 kg/m³。
 - 粗骨料最大粒径宜符合表 2 的规定。

表 2 墩墙混凝土中粗骨料最大粒径

单位为毫米

序号	环境作用等级	环境类别	混凝土保护层厚度						
			25	30	35	40	45	50	≥55
1	I-A、I-B	一、二	20	25	25	31.5	31.5	31.5	40
2	I-C、II-C、II-D、II-E	二、三、四、五	16	20	25	25	31.5	31.5	31.5
3	III-C、III-D、III-E、III-F、IV-C、IV-D、IV-E、V-C、V-D、V-E	三、四、五	16	16	20	20	25	25	31.5

注 1：混凝土环境作用等级划分见 GB/T 50476，环境类别划分见 SL 654 或 DL/T 5150。
注 2：混凝土中掺入合成纤维时，粗骨料粒径不宜大于 25 mm。

- 6.4.3 细骨料的质量宜符合 GB/T 14684 中 I 类或 JG/T 568 的规定，设计使用年限为 50 年的混凝土可使用 II 类细骨料，还应符合现行有关行业标准的规定。细骨料的应用尚需符合下列规定：
- 细度模数宜为 2.5~3.0，级配为 II 区；饱和面干吸水率不宜大于 2.0%；空隙率不宜大于 43%。
 - 机制砂不应使用风化的母岩制成，亚甲蓝值不宜大于 1.0 g/kg，石粉含量按 GB/T 14684 检验时不宜大于 10%，按 SL/T 352 或 DL/T 5150 检验时不应大于 18%。
 - 天然砂的含泥量不宜大于 2.0%；应采用淡水淘洗工艺净化处理的海砂，其氯离子含量应符合 GB/T 14684 的规定。

6.5 水

6.5.1 混凝土拌和与养护用水应符合 JGJ 63、SL 677 等现行相关行业标准的规定。

6.5.2 当混凝土用细骨料的氯离子含量大于 0.003% 时，拌和用水的氯离子含量不应大于 250 mg/L。

6.6 外加剂

6.6.1 减水剂、泵送剂、早强剂、缓凝剂和引气剂的质量应符合 GB 8076 的规定；防冻剂的质量应符合 JC 475 的规定；防冻泵送剂的质量应符合 JG/T 377 的规定；超缓凝剂的质量应符合 DBJ 53/T 79 的规定；采用其他品种外加剂时，应经试验验证符合要求后方可使用。外加剂使用尚需符合下列规定：

- a) 宜使用减水率不低于 25% 的聚羧酸类高性能减水剂，且 28 d 收缩率比不宜大于 100%，泌水率比不宜大于 60%，含气量不宜大于 3.0%；
- b) 混凝土应使用引气剂，且应有良好的微气泡稳定性；
- c) 不同品种外加剂以及外加剂与水泥、矿物掺和料等材料之间应具有良好的相容性。

6.6.2 大体积混凝土可掺入功能外加剂，使用需符合下列规定。

- a) 抗裂防渗复合材料的质量和混凝土施工应符合 T/CECS 474 或 T/CECS 10001 的规定。
- b) 水化温升抑制剂的质量以及受检混凝土的性能应符合 JC/T 2608 的规定，且混凝土初凝、终凝时间差均不宜大于 300 min，泌水率比不宜大于 100%。
- c) 温控膨胀抗裂剂的质量应符合 DB32/T 3696 的规定。
- d) 使用膨胀剂时需符合下列规定。
 - 1) 不应采用氧化钙类膨胀剂。
 - 2) 厚度不大于 0.5 m 的墩墙可选用氧化钙-硫铝酸钙类膨胀剂，其质量应符合 GB/T 23439 中 II 型产品指标的规定；或选用 R 型氧化镁膨胀剂，其质量应符合 T/CECS 540、CBMF 19 的规定。
 - 3) 厚度大于 0.5m 的墩墙可选用钙镁复合膨胀剂，其质量应符合 T/CECS 10082 的规定。
 - 4) 氧化镁膨胀剂不适用于混凝土中心温峰值小于 20 °C 的墩墙混凝土。
 - 5) 混凝土膨胀剂应单独密封存放，且不应受潮，不应使用有结块的膨胀剂。
- e) 减缩剂的质量应符合 JC/T 2361 的规定。
- f) 减缩型减水剂的质量应符合 GB 8076 中高性能减水剂的规定，且混凝土 7 d 和 28 d 收缩率比均不宜大于 90%。

6.7 纤维

6.7.1 预防混凝土塑性收缩时可使用合成纤维，其质量应符合 SL/T 805、JGJ/T 221 的规定，且抗拉强度不宜小于 450 MPa，初始模量不宜小于 5000 MPa，断裂伸长率不宜大于 30%；检验方法应符合 GB/T 21120 的规定；使用方法应符合 JGJ/T 221 的规定。

6.7.2 开裂风险较高的墩墙混凝土可使用玄武岩纤维，其质量要求、检验方法应符合 GB/T 23265 或 JT/T 776.1 的规定。

6.7.3 因冲击导致表层开裂或损伤的墩墙混凝土可使用钢纤维，其质量应符合 SL/T 805 的规定；钢纤维长度宜为 20 mm~60 mm，且不宜小于粗骨料最大粒径的 1.5 倍，当量直径宜为 0.2 mm~0.9 mm，长径比宜为 30~80；钢纤维不宜用于氯化物环境中浪溅区和水位变化区的混凝土。

7 配合比

7.1 基本要求

7.1.1 结构混凝土应根据工程设计要求、结构型式、施工工艺、施工气候、服役环境进行配合比设计，并应采取保证混凝土工作性能、力学性能、耐久性能、热学性能、体积稳定性性能的措施。

7.1.2 应采用低用水量的矿物掺和料混凝土配制技术。

7.2 配合比设计

7.2.1 混凝土配合比设计应符合 GB/T 50733、DL/T 5150、JGJ/T 283、SL/T 352 等标准的规定。

7.2.2 混凝土水胶比、用水量、胶凝材料用量、掺和料掺量应符合 T/CSPSTC X 的规定；粗骨料用量不宜小于 1050 kg/m^3 ；宜将机制砂中 5% 以上的石粉计入胶凝材料。

7.2.3 单掺矿渣粉时掺量不宜大于胶凝材料总质量的 20%；复掺粉煤灰和矿渣粉时，矿渣粉掺量不宜大于矿物掺和料总质量的 1/3；氯化物环境混凝土中可掺入胶凝材料总质量 3%~5% 的硅灰。

7.2.4 C25~C35、C40~C55、C60 及以上混凝土的浆骨比分别不宜大于 1:2、1:1.86 和 1:1.63。

7.2.5 重要工程宜开展胶凝材料水化热和水化放热速率测试，确定胶凝材料组成；或按 JTS/T 202-1 计算胶凝材料水化热。

7.2.6 宜根据 GB/T 50082 的规定对拟定的配合比进行混凝土早期抗裂性能、收缩性能和绝热温升对比试验，或按 GB 50496、SL 677 估算混凝土绝热温升；混凝土早期抗裂性能与收缩率应满足设计要求，未明确要求的，宜满足表 3 的规定。

表 3 混凝土早期抗裂性能与收缩率推荐控制指标

早期抗裂性能 mm^2/m^2	72 h 收缩率（非接触法）	90 d 干燥收缩率
≤ 400	$\leq 300 \times 10^{-6}$	$\leq 400 \times 10^{-6}$

7.2.7 重要的大体积混凝土可采用温度应力试验机评价混凝土的开裂敏感性，混凝土开裂温度与应力储备应满足表 4 的技术指标，试验方法参照 T/CCPA 27。

表 4 温度应力试验机评价混凝土开裂指标

评价指标	开裂温度 ℃	应力储备 %
数值	≤ 14	≥ 35

7.2.8 混凝土 12 h 抗压强度不宜大于 8 MPa，或 24 h 不宜大于 12 MPa；当抗裂要求较高时，12 h 抗压强度不宜大于 6 MPa，或 24 h 不宜大于 10 MPa。

7.3 掺入功能外加剂的混凝土配合比设计

7.3.1 掺入水化温升抑制剂的混凝土，3 d 绝热温升值不宜大于 $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ；胶凝材料 3 d 水化热不宜大于 230 kJ/kg ，7 d 水化热不宜大于 260 kJ/kg 。

7.3.2 掺入自修复功能外加剂的混凝土，裂缝自修复能力比不宜小于 150%，试验方法应按 T/CECS 913 的规定执行。

7.3.3 掺入膨胀剂的混凝土配合比设计应符合 JGJ/T 178 的规定，且需符合下列规定：

- 水胶比不宜大于 0.50；
- 膨胀剂宜采用内掺方式等量取代混凝土胶凝材料；
- 掺氧化镁膨胀剂的混凝土，28 d 限制膨胀率不应小于 0.020%，28 d 与 7 d 限制膨胀率差不应小于 0.005%；
- 掺氧化钙-硫铝酸钙类膨胀剂的混凝土，在水中 14 d 限制膨胀率设计值不应小于 0.020%；

e) 约束程度大、位于干燥或炎热环境下的墩墙混凝土，限制膨胀率可适当增加。

7.3.4 掺入减缩剂的混凝土配合比设计需符合下列规定：

- a) 对抗冻性能要求较高的混凝土，应适当减少减缩剂的用量；
- b) 应减少混凝土用水量，降低水胶比；
- c) 应使用工程采用的混凝土原材料，进行减缩剂与水泥、矿物掺和料、减水剂等材料相容性试验和混凝土强度试验。

7.3.5 掺入温控膨胀抗裂剂的混凝土配合比设计应符合 DB32/T 3947 等标准的规定，混凝土 1 d 绝热温升与 7 d 绝热温升的比值，不宜大于 50%。

7.4 纤维混凝土配合比设计

7.4.1 合成纤维混凝土配合比设计应按 JGJ/T 221 的规定执行；胶凝材料用量不宜小于 320 kg/m^3 ；纤维体积率宜为 0.06%~0.30%，或纤维掺量为 $0.6 \text{ kg/m}^3 \sim 2 \text{ kg/m}^3$ ；当纤维体积率大于 0.1% 时，可适当提高减水剂用量或胶凝材料用量，但不应增加水胶比；合成纤维混凝土的抗裂性能不应低于 JGJ/T 193 中的 L-IV 级。

7.4.2 钢纤维混凝土配合比设计应按 SL/T 805 的规定执行，且胶凝材料用量不宜小于 340 kg/m^3 ，矿物掺和料掺量不宜大于 20%；纤维的体积率不宜小于 0.35%；采用抗拉强度不低于 1000 MPa 的异形钢纤维时，钢纤维体积率宜为 0.25%~1.5%；钢纤维的混凝土弯曲韧性指数不宜小于 4.0。

7.4.3 玄武岩纤维的体积率宜为 0.05%~0.35%。

7.4.4 对 72 h 早龄期收缩变形有控制要求的纤维混凝土，或对纤维的阻裂效果有要求时，应根据混凝土早龄期抗裂性对比试验选定配合比，试验方法按 GB/T 50082、SL/T 352 的规定执行。

8 制备

8.1 基本要求

8.1.1 预拌混凝土原材料贮存、计量、搅拌和运输应符合 GB/T 14902、GB 50164 的规定，现场自拌混凝土制备应符合 SL 677 的规定。

8.1.2 应根据工程要求对设计配合比进行施工适应性调整后，确定施工配合比。

8.1.3 大体积混凝土制备过程中，应驻厂检查原材料、配合比、计量、拌和物质量；现场交货检验拌和物质量应合格。

8.2 生产与运输

8.2.1 混凝土生产与运输能力应满足浇筑工艺要求。

8.2.2 骨料宜仓储或有覆盖措施，并应保证骨料的均匀性、含水率稳定；不同品种、规格和岩性的骨料应分别贮存，避免混杂。

8.2.3 生产混凝土的粉体材料温度不宜高于 $60 \text{ }^\circ\text{C}$ ，骨料和液体外加剂温度不宜高于 $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ，水的温度不宜高于 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

8.2.4 混凝土拌和物性能需符合下列规定：

- a) 坍落度应满足设计和施工要求；
- b) 混凝土应具有良好的黏聚性、保水性，无离析、无严重泌水等现象；
- c) 有抗冻要求时含气量应符合 SL 677 等标准的规定，没有抗冻要求的宜达到 2.0%~3.0%。
- d) 入仓温度应符合设计或规范要求。

8.2.5 混凝土入仓温度控制需采取下列措施：

- a) 骨料应仓储、遮阳；堆高骨料，料堆高度不宜低于 6 m。
- b) 粗骨料宜喷洒水雾或冷水降温；使用地下水、制冷水或冰水拌制混凝土。
- c) 可采取风冷骨料、加入片冰或冰屑拌和混凝土。
- d) 混凝土运输工具应设置隔热、遮阳措施。

8.2.6 掺入功能外加剂的混凝土，宜采用强制式搅拌机搅拌，并延长搅拌时间 10 s 以上。

8.2.7 纤维混凝土生产需符合下列规定：

- a) 应专人负责纤维投放；
- b) 宜将纤维和骨料先干拌，再加入胶凝材料、水和外加剂搅拌，搅拌时间宜适当延长。

8.2.8 混凝土运输需符合下列规定。

- a) 搅拌运输车罐中的积水应排净后再装入混凝土；运输途中不应向混凝土中加水。
- b) 混凝土拌和物从搅拌机出机运至施工现场开始卸料的时间不宜超过 90 min。
- c) 卸料前需要提高拌和物坍落度时，可加入混凝土中采用的减水剂搅拌均匀，不应掺入缓凝、引气、早强、防冻等组分，掺入量及搅拌时间应符合工作性能调整预案的规定。

8.3 交货检验

8.3.1 使用预拌混凝土时除应根据 GB/T 14902 的规定检验混凝土拌和物的坍落度和含气量外，还应对比拌和物的黏聚性与保水性、粗骨料最大粒径、含石量、水胶比、温度等进行检测。

8.3.2 出现下列情况之一，应按不合格料处理：

- a) 发货单反馈的信息不符合施工原材料和配合比要求；
- b) 粗骨料最大粒径不符合要求；
- c) 温度、含气量不满足控制要求；
- d) 产生离析、严重泌水，工作性能不满足施工要求；
- e) 混凝土已接近初凝，或失去塑性。

9 施工

9.1 基本要求

9.1.1 混凝土现场输送、浇筑、振捣、抹面、养护和拆模应符合 SL 27、SL 677 等标准的规定。

9.1.2 应制定裂缝预防施工方案，并有效实施。

9.1.3 混凝土入仓、浇筑、抹面过程中不应加水；散落的混凝土不应用于结构混凝土。

9.1.4 应采取措施提高混凝土匀质性；施工质量宜达到 SL 176 等标准规定的优良等级。

9.2 模板

9.2.1 应按 SL 27、SL 677 等标准的规定进行模板设计、安装，并根据施工采用的养护方法进行保温构造设计。当采用延缓混凝土凝结时间的功能外加剂时，宜采用现场测定的初凝时间确定模板侧压力。

9.2.2 表面积较大的墩墙、气温变化剧烈的季节以及冬季施工时不宜使用钢模板。

9.2.3 高温天气浇筑混凝土前，宜在模板外侧洒水降温，不应在模板内侧洒水。

9.3 钢筋工程

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/718056003061007042>