ICS 93.140
CCS P 67

DB36

江 西 省 地 方 标 准

DB36/T 1900—2023

水运工程大体积混凝土施工技术规程

Technical specification for mass concrete construction of port and waterway engineering

2023－12－11 发布　　2024－06－01 实施

江西省市场监督管理局　　发布

目　次

前　言 II
引　言 III
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 2
4　基本规定 3
5　大体积混凝土温度控制 3
6　大体积混凝土制备 6
7　大体积混凝土施工 8
8　大体积混凝土施工质量控制 10
9　施工期温控监测 11
附录A（资料性附录）　胶凝材料水化热总量计算 13
附录B（资料性附录）　混凝土绝热温升计算 15
附录C（资料性附录）　混凝土温度及温度应力计算 16
附录D（资料性附录）　混凝土出机口温度、浇筑温度及片冰用量计算 19
附录E（资料性附录）　混凝土保温层厚度计算 22
附录F（资料性附录）　温度监测记录表格式 23

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。

本文件由江西省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：江西省港口集团有限公司、江西省港航建设投资集团有限公司、武汉理工大学、中交第四航务工程局有限公司、中交第一航务工程局有限公司、中交天津港湾工程研究院有限公司、江西省路港工程有限公司、江西省交通科学研究院有限公司。

本文件主要起草人：吴后选、丁庆军、胡宝瑶、李进辉、张克武、李华勇、王登武、王志鹏、江平、胡云卿、黄勇、罗凯、肖钦、张恺、陶志鹏、欧阳万虎、李北星、王新刚、方子锐、周小敏、徐旋、徐伟、张明雷、李林恩、林喜明、陈健、韩振响、赵克来、陈智军。

引　言

2021 年，中共江西省委和江西省人民政府印发《关于推进交通强省建设的意见》，一大批水运工程已经在建或即将建设；此外国家及江西省对内河水运发展的重视达到空前高度，补齐内河水运短板成为共识，江西水运仍将处于大建设时期。水运工程构件大多采用大体积混凝土，控裂要求高难度大，另外混凝土构件外观质量要求高，亟需解决混凝土控裂和外观质量要求高的技术难题。大体积混凝土的防裂是无数工程技术人员长期关注的难题，为控制水运工程大体积混凝土结构温度裂缝，确保工程质量，支撑交通强省，制定本文件。

本文件依托万安枢纽二线船闸工程大体积混凝土控裂相关科研成果，在深入调查研究和总结我国水运工程大体积混凝土裂缝控制技术经验的基础上，结合我省水运工程大体积混凝土特点及建设技术发展需要，借鉴国内外相关标准并吸收新的研究成果，经广泛征求意见编制而成，主要包括大体积混凝土温度控制、制备、施工、质量控制和温控监测等技术内容。

水运工程大体积混凝土施工技术规程

1 范围

本文件规定了江西省水运工程大体积混凝土施工的基本规定、温度控制、制备、施工、质量控制以及施工期温控监测等方面的工作内容、技术要求和方法。

本文件适用于江西省水运工程建设中大体积混凝土的施工。

2 规范性引用文件

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

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB 200 中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥

GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰

GB/T 18046 用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉

GB/T 21120 水泥混凝土和砂浆用合成纤维

GB/T 23439 混凝土膨胀剂

GB/T 31387 活性粉末混凝土

GB/T 35164 用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉

GB/T 50081 混凝土物理力学性能试验方法标准

GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

GB 50164 混凝土质量控制标准

GB 50496 大体积混凝土施工标准

GB/T 50905 建筑工程绿色施工规范

GB/T 51003 矿物掺合料应用技术规范

GB/T 51028 大体积混凝土温度测控技术规范

JC/T 2608 混凝土水化温升抑制剂

JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准

JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程

JGJ 169 清水混凝土应用技术规程

JTJ 305 船闸总体设计规范

JTS 151 水运工程混凝土结构设计规范

JTS 153 水运工程结构耐久性设计标准

JTS 202 水运工程混凝土施工规范

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 202-2 水运工程混凝土质量控制标准

JTS 311 港口水工建筑物修补加固技术规范

YB/T 4230 用于水泥和混凝土中的锂渣粉

T/CBMF 37　超高性能混凝土基本性能与试验方法

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水运工程大体积混凝土 mass concrete of port and waterway engineering

港口码头、船闸枢纽和修造船水工建筑物等水运工程中混凝土结构物实体最小几何尺寸不小于1m的大体量混凝土，或预计会因混凝土中胶凝材料水化引起的温度变化和收缩而导致有害裂缝产生的混凝土。

3.2

抗冲磨超高性能混凝土 impact-abrasion resistance ultra high performance concrete

指兼具超高力学性能、抗冲磨性能、防空蚀性能的纤维增强高韧性水泥基复合材料，简称抗冲磨UHPC。

3.3

清水大体积混凝土 fair-faced mass concrete

直接利用混凝土一次成型后的自然质感或仅涂刷无色保护层作为饰面效果的大体积混凝土。

3.4

片冰拌和混凝土 ice-mixed concrete

为降低混凝土浇筑温度，采用同等重量的-5℃片冰(2~3mm 厚)部分替代混凝土拌和用水，并与混凝土原材料一同加入搅拌机搅拌均匀的混凝土。

3.5

有害裂缝 harmful crack

对混凝土结构安全、使用功能或耐久性有较大影响的裂缝。

3.6

温控抗裂安全系数 safety factor of crack-resistance

标准养护条件下的混凝土劈裂抗拉强度试验值与对应龄期温度应力计算最大值之比。

3.7

混凝土水化温升抑制剂　concrete temperature rise inhibitor

一种在水泥混凝土搅拌过程中加入，能降低混凝土水化放热峰值的外加剂。

3.8

温缩诱导纤维 Heat shrinking fibers

指以分子链高度取向聚丙烯材料为主体通过纤维复合的方式制备而成的高分子纤维。大体积混凝土胶凝材料水化放热产生的高温使纤维高度取向的分子链发生解取向，诱导纤维产生微观甚至宏观的收缩，对混凝土施加三维微预压应力，从而提高其抗裂性能。

3.9

锂渣粉 Ground lithium slag

锂辉石矿石提锂后产生的以无定形二氧化硅和三氧化铝为主要成分的渣，经干燥、粉磨达到一定细度的粉体材料。

4 基本规定

4.1 大体积混凝土施工应编制施工组织设计或施工技术方案，并应有环境保护和安全施工的技术措施。
4.2 大体积混凝土施工应采取节能、节材、节水和环境保护等措施，并应符合现行国家标准 GB/T 50905 的有关规定。
4.3 大体积混凝土应在结构设计、材料选用、混凝土配制及施工的全过程采取保证结构安全、适用、耐久的温度裂缝控制措施。
4.4 大体积混凝土应根据所处的环境、结构及施工特点选择合适的混凝土用原材料和混凝土强度等级。
4.5 当不影响结构安全时，大体积混凝土宜采用 60d 或 90d 的抗压强度作为混凝土配合比设计、强度评定和工程验收的依据。
4.6 大体积混凝土结构应避免出现有害裂缝，其最大裂缝宽度应符合 JTS 153 的有关规定，其裂缝修补应符合 JTS 311 的有关规定。

5 大体积混凝土温度控制

5.1 一般规定

5.1.1 大体积混凝土应根据结构设计使用年限、使用环境和结构特点等因素进行温控设计，宜采用仿真分析方法制定专项温控方案。
5.1.2 大体积混凝土专项温控方案宜包括下列内容：

1) 混凝土原材料选择和配合比设计；
2) 大体积混凝土温度及温度应力分析；
3) 温控标准；
4) 温控措施；
5) 温控监测方案。

5.2 温控设计

5.2.1 大体积混凝土关键结构或重要部位的温控标准应根据温度应力分析计算结果确定，并宜满足下列要求：

1) 混凝土浇筑温度不高于 30℃，不低于 5℃；
2) 混凝土内表温差不大于 25℃；

3) 混凝土内部最高温度不高于 70℃；
4) 混凝土块体断面降温速率 7d 龄期内不大于 3℃/d，7d 龄期后不大于 2℃/d。

5.2.2 大体积混凝土温度应力分析前，宜开展胶凝材料水化热总量、混凝土绝热温升、线膨胀系数、抗压强度、劈裂抗拉强度、弹性模量等测试，确定其数值及变化规律。无测试资料时，胶凝材料水化热总量可按附录 A 计算；混凝土绝热温升可按附录 B 计算；弹性模量可按附录 C 计算。

5.2.3 大体积混凝土温度及温度应力宜采用仿真分析计算或按附录 C 估算。

5.2.4 大体积混凝土应采用温控抗裂安全系数评定温控抗裂安全性，温控抗裂安全系数要求应符合 JTS/T 202-1 的有关规定。

5.2.5 大体积混凝土宜分层、分块浇筑，应合理设置施工缝。施工缝的设置应考虑混凝土结构特点、耐久性要求和施工方便等因素。

5.2.6 底板上连续浇筑墙体结构时，水平施工缝宜设置在距墙底不小于 1m 的位置。

5.2.7 分块施工时，块体平面最大尺寸不宜大于 30m；相邻块高差不宜大于 12m，相邻块浇筑时间间隔宜小于 30d。

5.3 温度控制措施

5.3.1 原材料温度

5.3.1.1 水泥出厂温度宜≤70℃，矿物掺合料出厂温度宜≤50℃，水泥使用温度宜≤60℃，矿物掺合料使用温度宜≤45℃，可采用多次转运和倒仓、延长储存时间等措施。

5.3.1.2 粗、细骨料使用温度宜≤32℃，可采用增加储存量、搭建遮阳篷、高温季节料场喷雾或地下廊道取料等措施。此外粗骨料预冷可采用风冷、浸水、喷洒冷水等措施，采用风冷法时，应采取措施防止骨料(尤其是小石)冻仓，采用水冷法时，应有脱水措施，保证骨料含水量保持稳定。

5.3.1.3 非冬季施工时，拌和水温度宜≤10℃，可采用制冷机组生产拌和水或冰块降温拌和水等措施。

5.3.2 浇筑温度

5.3.2.1 大体积混凝土通过控制出机口温度，保证浇筑温度满足温控标准的要求，出机口温度和浇筑温度可按附录 D 计算。

5.3.2.2 高温天气施工时出机口温度宜采取下列措施进行控制：

1) 利用温度较低时段施工；
2) 骨料堆场采用遮阳、堆高或喷淋等措施；
3) 使用地下水、制冷水或冰水等低温水拌和混凝土；
4) 必要时，采用液氮冷却混凝土拌合物等措施。

5.3.2.3 浇筑温度宜采取下列措施进行控制：

1) 提高混凝土浇筑能力，缩短暴露时间；
2) 缩短混凝土运输时间，减少转运次数；
3) 对混凝土运输设备进行遮阳、隔热、降温；
4) 仓面喷雾；
5) 当浇筑块尺寸较大时，可采用台阶法分层浇筑，台阶宽应大于 2m，浇筑块分层厚度宜小于 2m。

5.3.2.4 高温天气施工浇筑温度控制要求较高时，可采用制冷水和片冰拌和混凝土措施，宜满足下列要求：

1) 根据当月平均气温、原材料测量温度、不同季节浇筑温度的控制标准，计算混凝土片冰冰量和用水量（片冰用量可按附录 D 计算），并制定当月制冷水和片冰生产供应计划；

2) 片冰厚度宜为 2 mm ~3 mm，需提前 1d 制冰储存，并采取措施保证其在储存和输送途中不结团和融化；
3) 采用片冰拌和混凝土时，高温季节混凝土最大加冰量不宜超过 60kg/m^3，常温季节混凝土用冰量逐渐减少；
4) 制冷水应提前生产，并宜贮存于地下保温水池中，拌和水输送管道应采取保温措施。

5.3.2.5 低温天气施工时，出机口温度宜采用料场遮盖和拌和水加热等措施进行控制。

5.3.3 内部最高温度

5.3.3.1 降低大体积混凝土内部最高温度宜采取下列措施：
1) 降低浇筑温度；
2) 通过配合比优化降低混凝土水化热温升；
3) 掺入水化温升抑制剂，降低混凝土水化热温升；
4) 分层施工，并控制分层厚度；
5) 埋设水管，通水冷却。

5.3.3.2 混凝土分层施工宜满足下列要求：
1) 分层厚度不大于 3.0m，其中基础强约束区不大于 1.5m；
2) 浇筑间隔期不超过 7d。

5.3.3.3 冷却水管的使用要求应符合 JTS/T 202-1 的有关规定。

5.3.3.4 宜采用冷却水的智能化控制系统及其设备，通过水温、流量及换向控制对混凝土降温速度、冷却水进出水温差、冷却水与混凝土内部最高温度之差、内表温差进行自动调节控制。

6 大体积混凝土制备

6.1 一般规定

6.1.1 依据水运工程大体积混凝土的配制要求，混凝土的配制遵循“抗裂性、抗渗性、工作性并重，各项性能均衡发展”的设计准则，混凝土配制宜满足下列要求：
1) 在满足混凝土工作性能、力学性能及耐久性能条件下，应减小水泥用量，增加矿物掺合料掺量；
2) 优化混凝土中胶凝材料和骨料的级配设计，获取最大堆积密度；
3) 在满足施工性能、力学性能及耐久性能的同时，宜采用较小的砂率；
4) 在满足施工性能的同时，宜选用大粒径的粗骨料。

6.1.2 大体积混凝土配合比设计应在满足强度和耐久性要求的条件下，宜提高混凝土体积稳定性和抗裂性能指标。

6.1.3 宜进行抗裂性能对比试验，从中优选抗裂性能良好的原材料。

6.2 原材料选择

6.2.1 水泥

6.2.1.1 大体积混凝土宜采用中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥，不宜使用早强水泥。所用水泥应符合 GB 175 或 GB 200 的规定，水泥中铝酸三钙含量不宜大于 8%。

6.2.1.2 选用水泥的 3d 水化热不宜大于 250kJ /kg，7 d 水化热不宜大于 280kJ/kg。

6.2.1.3 用于大体积混凝土的水泥进场时应检查水泥品种、代号、强度等级、包装或散装编号、出厂日期等，并按 GB 175 或 GB 200 的相关规定进行水泥强度、安定性、凝结时间、水化热的检验，检验结果应符合现行国家标准 GB 175 或 GB 200 的相关规定。

6.2.2 矿物掺合料

6.2.2.1 大体积混凝土宜掺加粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、锂渣粉或石灰石粉等矿物掺合料，其质量应符合国家现行有关标准的规定。

6.2.2.2 采用粉煤灰作为矿物掺合料时，宜选用I级或II级粉煤灰。

6.2.2.3 粒化高炉矿渣粉宜选用 S75 级或 S95 级，其比表面积宜为 400m^2/kg~450m^2/kg。

6.2.2.4 大体积混凝土的矿物掺合料不应单独使用硅灰。

6.2.2.5 锂渣粉应符合 YB/T 4230 的相关规定。

6.2.2.6 石灰石粉宜选用 A 型Ⅰ级或Ⅱ级，其流动度比不宜小于 95%。

6.2.3 骨料

6.2.3.1 粗骨料应符合 JTS 202 的有关规定，应洁净、坚固、级配良好，宜选用线膨胀系数较小的骨料。

6.2.3.2 大体积混凝土宜选用粒径较大的粗骨料，最大粒径应满足下列要求：

1) 不大于 80mm；
2) 不大于钢筋最小净距的 3/4；
3) 不大于保护层厚度的 4/5。

6.2.3.3 细骨料应符合现行行业标准 JTS 202 的有关规定，宜采用级配稳定的中粗砂。

6.2.3.4 如采用机制砂时，除应符合 JGJ 52 的有关规定外，还应符合下列规定：

1) 宜选用Ⅱ区级配机制砂，其细度模数宜为 2.8~3.2；
2) 机制砂经亚甲蓝试验 MB 值不超过 1.4 时，其石粉含量应不超过 12%；不超过 1.0 时，其石粉含量应不超过 15%；
3) 当采用水洗机制砂时，应增加残留絮凝剂检测；
4) 当机制砂石粉含量超过 15%时，可采取下列技术措施，控制石粉含量不超过 15%：
   - 用低石粉含量的机制砂掺配到高石粉含量的机制砂中；
   - 用天然砂掺配到高石粉含量机制砂中。

6.2.4 纤维

6.2.4.1 温缩诱导纤维的拉伸强度宜大于 500MPa，弹性模量应大于 6GPa，直径宜为 0.18mm~0.22 mm，其他指标应符合 GB/T 21120 的规定。

6.2.4.2 采用钢纤维、玄武岩纤维或其他合成纤维时，其质量应符合国家国家或行业现行有关标准的规定。

6.2.4.3 采用混杂纤维时，纤维种类、混杂比例及用量宜通过试验确定。

6.2.5 外加剂

6.2.5.1 大体积混凝土使用的减水剂、缓凝剂、引气剂、膨胀剂等外加剂的质量应符合国家现行有关标准的规定，外加剂使用前应进行胶凝材料相容性检验，掺量应通过试验确定。

6.2.5.2 大体积混凝土宜选用缓凝型高效减水剂，减水率宜大于 20%。

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/628117106026007032

6.2.5.3 水化温升抑制剂质量应满足产品相关现行标准要求，掺水化温升抑制剂混凝土强度应满足设计要求，其 7d 抗压强度比不小于 90%，其绝热温升降低率不小于 15%。

6.2.6 拌和水

6.2.6.1 大体积混凝土拌和水应符合现行行业标准 JTS 202 的有关规定。

6.2.6.2 拌和水中不应含有影响水泥正常凝结与硬化的有害物质，pH 值不应小于 5。

6.3 大体积混凝土配合比设计

6.3.1 低温升高抗裂大体积混凝土

6.3.1.1 配合比的确定应综合考虑混凝土的抗裂性、工作性、力学性能、耐久性等指标以及经济适用性等，经过试验、试配、调整后确定。

6.3.1.2 配合比设计除应按现行行业标准 JTS 202 的有关规定执行外，宜满足下列要求：

1) 在满足施工工艺要求的条件下，采用较小的砂率和坍落度；
2) 矿物掺合料掺量根据掺合料种类和混凝土水胶比按表 1 选定，并通过试验最终确定。

表1 大体积混凝土中矿物掺合料掺量

矿物掺合料种类	水胶比	掺量范围(%，占胶凝材料总质量)
粉煤灰	≤0.40	30~50
	>0.40	20~40
粒化高炉矿渣粉	≤0.40	30~70
	>0.40	30~60
粉煤灰与粒化高炉矿渣粉复合	≤0.40	≤70
	>0.40	≤60
粉煤灰与锂渣粉复合	≤0.40	≤50
	>0.40	≤40
石灰石粉与粒化高炉矿渣粉复合	≤0.40	≤60
	>0.40	≤50
注：水泥中的混合材应计入混凝土矿物掺合料总量；选用其他品种矿物掺合料单掺或复合时其掺量宜通过试验确定。		

6.3.1.3 低温升高抗裂大体积混凝土宜基于密实骨架设计原理，采用超分散减缩型高性能外加剂和大掺量矿物掺合料，最大幅度减少水泥和胶凝材料用量，降低混凝土水化热温升和收缩；对于控裂要求较高的构件或部位，宜采用混凝土水化温升抑制剂降低混凝土水化热温升，宜掺加温缩诱导纤维施加微预压应力，抑制水化热升温的同时，提高混凝土抗裂性能、抗渗性能及耐久性能。

6.3.2 低热高抗裂清水大体积混凝土

6.3.2.1 配合比设计应兼顾清水混凝土外观质量和大体积混凝土抗裂等特殊要求。

6.3.2.2 配合比设计应控制原材料颜色的一致性。不同批次的矿物掺合料应留样进行颜色比对，同一视觉范围内混凝土宜采用同批次矿物掺合料。骨料应严格控制颜色的差异，同一视觉范围采用同产地、同批次的骨料。

6.3.2.3 宜采用抑制离析泌水类化学外加剂或超细粉体类物理增稠材料调控低热高抗裂清水大体积混凝土匀质性。

6.3.2.4 当采用高石粉含量的机制砂，宜采用低引气量、超分散降粘、高保坍高石粉机制砂混凝土专用外加剂。

6.3.3 闸阀门/输水廊道抗冲磨 UHPC