

ICS

CCS

T/GXDSL

团 体 标 准

T/GXDSL — 2026

水利工程混凝土结构裂缝检测与防治技术 指南

Technical Guidelines for Crack Detection and Prevention in Concrete Structures of
Water Conservancy Projects

（工作组讨论稿）

（本草案完成时间：2026-01-22）

2026 - - 发布

2026 - - 实施

广西电子商务企业联合会 发布

目 次

前 言 III

1 引言 1

2 范围 1

3 规范性引用文件 1

4 术语和定义 2

5 总则 3

6 裂缝分类与成因识别 3

7 裂缝检测与监测技术要求 4

8 裂缝危害性评估与处治对策 4

9 裂缝预防与控制技术要求 5

10 修复治理施工与质量检验 5

11 档案管理与长期监测 6

12 附则 6

前 言

本文件依据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。

本文件由广西产学研科学研究院提出并宣贯。

本文件由广西电子商务企业联合会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

水利工程混凝土结构裂缝检测与防治技术指南

1 引言

水利工程混凝土结构，如大坝、水闸、渡槽、渠道、堤防等，是保障防洪安全、水资源调配和能源开发的重要基础设施。混凝土因其良好的抗压性能和可塑性，在水利工程建设中得到广泛应用。然而，由于混凝土材料固有的脆性、水化热、收缩等特性，加之水利工程结构体积庞大、服役环境复杂（长期承受水压力、干湿循环、冻融作用及侵蚀性介质影响），裂缝的产生几乎不可避免。裂缝不仅影响结构的外观和耐久性，更可能成为渗漏通道，加剧钢筋锈蚀、冻融破坏和溶蚀作用，严重时将削弱结构整体性和承载能力，威胁工程运行安全。为科学评估水利工程混凝土结构裂缝的状态，规范裂缝检测、诊断与防治的技术行为，提升裂缝管理的专业化、精细化水平，保障水利工程长期安全运行，特制定本指南。本指南在总结国内外水利工程裂缝处理经验、吸收相关标准规范基础上，系统规定了裂缝的分类、检测方法、危害性评估、预防措施及修复治理技术要求，旨在为水利工程运行管理单位、检测评估机构及维修施工单位提供技术依据。本指南由广西产学研科学研究院联合水利行业设计、施工、科研及管理单位共同研制。

2 范围

本指南规定了水利工程混凝土结构裂缝的分类、检测与监测、危害性评估、预防以及修复治理的技术要求。本指南适用于已建和在建的水利水电工程中各类大体积混凝土和钢筋混凝土结构的裂缝处理工作，包括挡水建筑物（重力坝、拱坝、支墩坝等）、泄水建筑物、输水建筑物、水电站厂房、船闸等。其他水工混凝土建筑物的裂缝处理可参照执行。

3 规范性引用文件

下列文件对于本指南的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

GB 50164-2011 混凝土质量控制标准

GB 50666-2011 混凝土结构工程施工规范

GB/T 50784-2013 混凝土结构现场检测技术标准

DL/T 5252-2010 水工混凝土建筑物缺陷检测和评估技术规程

SL/T 352-2020 水工混凝土试验规程

SL 191-2008 水工混凝土结构设计规范

SL 230-2015 混凝土坝养护修理规程

JGJ/T 152-2019 混凝土中钢筋检测技术标准

《水工混凝土结构耐久性评定规范》（T/CHES 6001-2023）

4 术语和定义

4.1 水工混凝土结构裂缝：指由于材料、环境、荷载或共同作用，在水利工程混凝土结构表面或内部产生的宏观可见的物理性分离缝隙。

4.2 活动性裂缝：指在现有环境与荷载条件下，长度、宽度或数量仍随时间发展的裂缝。静止裂缝：指形态已基本稳定，不再继续发展的裂缝。

4.3 宏观裂缝：指肉眼可见的裂缝，通常宽度大于 0.05 毫米。微观裂缝：指肉眼不可见，需借助仪器观测的混凝土内部微细裂隙，是宏观裂缝的起源。

4.4 贯穿性裂缝：指贯穿构件整个截面或坝体某个区段的裂缝。表层裂缝：指深度仅限于混凝土保护层或浅层区域的裂缝。

4.5 裂缝宽度：指在混凝土表面垂直于裂缝走向量测的裂缝最大开口距离。

4.6 裂缝深度：指从混凝土表面沿垂直于表面方向量测至裂缝尖端的距离。

4.7 非破损检测：指在不损伤或微损伤结构的前提下，利用物理方法获取结构内部信息的检测技术。

4.8 修复性治理：指对已产生并影响结构安全、耐久或功能的裂缝采取的封堵、补强等措施。

4.9 预防性控制：指在设计和施工阶段为减少或避免有害裂缝产生所采取的技术措施。

5 总则

水利工程混凝土结构的裂缝检测与防治工作，应贯彻“预防为主，防治结合，动态监控，分类处治”的原则。裂缝处理前，必须进行系统的调查、检测与诊断，查明裂缝的性状、成因及危害程度。裂缝处理方案的制定，应综合考虑结构的重要性、裂缝性质、使用环境、技术可行性及经济合理性。处理活动性裂缝，应首先控制其发展，再进行处理。裂缝检测、评估及治理工作，应由具备相应资质和经验的专业技术人员承担。应建立健全工程裂缝档案，对典型裂缝进行长期监测，并纳入工程运行管理信息系统。

6 裂缝分类与成因识别

裂缝可按其形态、活动性、成因及危害程度进行分类。按形态可分为水平裂缝、竖向裂缝、斜向裂缝、龟裂（网状裂缝）及不规则裂缝。按活动性可分为活动裂缝、缓慢活动裂缝和静止裂缝。按成因主要可分为以下几类：温度裂缝，因水泥水化热、环境温差或基础约束导致的内外温差过大引起，常见于大体积混凝土早期，多表现为表面或深层裂缝。干缩裂缝，因混凝土内部水分蒸发产生不均匀收缩所致，常呈现表面性的、细密的不规则网状纹。荷载裂缝，因超出设计荷载（静、动荷载）或承载力不足引起的裂缝，其走向通常与主拉应力方向垂直。沉降裂缝，因基础不均匀沉降导致结构附加应力而产生，其发展往往与沉降过程相关。冻胀裂缝，在寒冷地区，因侵入裂缝的水分反复冻胀造成裂缝扩宽和发展。钢筋锈蚀裂缝，因混凝土碳化或氯离子侵入导致钢筋锈蚀，体积膨胀使保护层混凝土沿钢筋方向开裂。碱-骨料反应裂缝，因混凝土中碱与活性骨料发生化学反应，生成物吸水膨胀导致开裂，常呈地图状网状裂纹。

准确识别裂缝成因是有效防治的前提。应结合工程资料审查（设计、施工记录）、现场环境调查、裂缝形态观测及必要的材料性能检测进行综合判断。例如，早期出现的表面细缝多与养护不当导致的干缩有关；出现在结构薄弱部位（如孔洞角缘、断面突变处）的裂缝多与应力集中相关；沿钢筋走向的纵向裂缝需重点怀疑钢筋锈蚀。

7 裂缝检测与监测技术要求

裂缝检测是评估与治理的基础，应包括普查、详查和专项检测。普查旨在掌握裂缝的总体分布，可采用人工目测与巡检相结合的方式，记录裂缝的位置、走向、长度等基本信息，并绘制裂缝分布图。详查针对普查发现的重要裂缝或典型裂缝，精确量测其几何参数。裂缝宽度应采用读数显微镜、裂缝测宽仪或智能裂缝监测仪进行测量，测量精度应达到 0.02 毫米。测量点应选在裂缝最宽处及有代表性的位置，并做标记以便复测。裂缝深度可采用超声波法（单面平测法或对测法）、钻取芯样法进行检测。超声波法适用于深度不超过 500 毫米的裂缝检测，钻芯法直观可靠，但属局部微破损方法。裂缝长度可用钢尺或激光测距仪测量。

对于活动性裂缝或对结构安全有重要影响的裂缝，应建立长期监测系统。监测内容包括裂缝宽度变化、长度延伸及两侧混凝土的相对位移。可采用安装于裂缝两侧的机械式标点配合千分表进行人工定期监测，周期可根据裂缝活动性设定为每周至每月。对于关键部位，鼓励采用安装裂缝智能传感仪（如振弦式、光纤光栅式裂缝计）进行自动化实时监测，数据采集频率可根据需要设定。监测周期应持续至裂缝稳定后不少于一个水文年。所有检测与监测数据应详细记录，包括检测时间、环境条件（温度、湿度）、检测仪器及检测人员。

此外，为全面评估裂缝影响，必要时需进行辅助检测，如对裂缝区域混凝土的强度（采用回弹法、超声回弹综合法或钻芯法）、碳化深度、钢筋位置及锈蚀状况（采用钢筋探测仪和半电位法）进行检测。

8 裂缝危害性评估与处治对策

裂缝的危害性评估应根据裂缝的性状、规模、所在结构部位、环境条件及结构功能要求进行综合判定。评估标准主要考虑对结构安全性、耐久性和适用性的影响。通常将裂缝分为三类：一类为无害裂缝，指宽度微小（例如，处于水下或土中的结构，裂缝宽度小于 0.3 毫米；水位变动区或露天结构，裂缝宽度小于 0.2 毫米），且已稳定，对结构承载力、耐久性和正常使用无实质性影响的表面裂缝，可进行表面封闭处理或暂不处理，但需保持观察。二类为有害裂缝，指宽度超过上述限值，或虽未超限但处于关键受力部位、可能引发钢筋锈蚀（如处于潮湿环境、氯离子环境）、导致渗漏量超标或影响结构外观要求的裂缝。此类裂缝需进行修复治理。三类为危险裂缝，指严重的贯穿性裂缝、不断发展的活动裂缝、导致结构刚度显著下降或严重影响整体稳定性的裂缝（如大坝上游面竖向贯穿裂缝）。此类裂缝必须立

即采取工程措施进行加固补强。

处治对策应根据评估结果制定。对于无害裂缝，重点是防止其向有害发展，可采取表面涂刷渗透型防护材料等措施。对于有害裂缝，常用的修复治理方法包括：表面封闭法，适用于宽度较细（如小于 0.3 毫米）的浅层裂缝，采用低粘度环氧树脂、聚合物水泥浆液等涂刷或喷涂，形成封闭膜。低压注浆法，适用于宽度在 0.2 毫米至 2.0 毫米的静止裂缝，使用专用注胶器将改性环氧树脂类或聚氨酯类浆液以 0.2-0.4 兆帕的压力注入裂缝深部，恢复其整体性。对于渗水裂缝，应先采用快凝止水材料进行导水止漏，再注浆补强。对于危险裂缝或伴随结构承载力不足的裂缝，需采取结构加固措施，如粘贴钢板或纤维复合材料（CFRP）、增设预应力锚杆、浇筑混凝土外包层等，具体方案需经专项设计。

9 裂缝预防与控制技术要求

裂缝控制应贯穿于设计、施工和运行维护全过程。设计阶段应优化结构型式，避免断面突变，合理布置构造钢筋（特别是抗裂钢筋），对大体积混凝土进行温度应力计算并采取相应的温控防裂措施（如设置后浇带、分层分块浇筑、布置冷却水管）。材料选择方面，应优选低热或中热水泥，掺加优质粉煤灰或矿渣粉，使用缓凝高效减水剂，严格控制骨料含泥量和级配。配合比设计应满足强度、耐久性和工作性要求，并尽量降低用水量和胶凝材料用量。

施工阶段是控制裂缝的关键。应严格实施温控方案，控制混凝土入仓温度（高温季节不宜超过 28℃），监测内部最高温度（中低坝不宜超过 50℃，高坝应更严），控制内外温差（一般不超过 20℃）。加强混凝土振捣，确保密实均匀。浇筑后应及时进行保温保湿养护，养护时间不得少于 28 天，对于大体积混凝土和抗渗要求高的部位，养护时间应适当延长。拆模时间不宜过早，并避免因模板支撑不当导致早期受力开裂。在寒冷地区，应特别注意早期防冻。

运行维护阶段，应定期对结构进行检查和监测，及时发现和处理新生裂缝。保持排水系统通畅，避免结构长期处于不利环境。对长期处于水下的结构，应注意监测其渗漏情况变化。

10 修复治理施工与质量检验

裂缝修复治理施工前，应编制专项施工方案，并对施工人员进行技术交底。施工环境温度宜在 5℃ 至 35℃ 之间，否则应采取相应措施。施工工艺流程一般包括：表面处理（沿裂缝凿槽或打磨）→ 埋设注浆嘴 / 设置封缝材料 → 封缝密封检查（压气或压水试验）→ 配制浆液 → 压力注浆 → 养护 →

表面修饰。注浆压力应由低到高缓慢增加，达到规定压力（如 0.3 兆帕）且吸浆率接近零后，应稳压维持 5 至 10 分钟。注浆过程应详细记录注浆压力、浆液耗量及异常情况。

质量检验是确保修复效果的重要环节。检验方法包括：外观检查，修复后表面应平整、密实，无可见裂缝和渗漏。无损检测，可采用超声波法对注浆饱满度进行检测对比，声波通过修复区域的波速应有明显提高，波幅衰减减小。对于重要裂缝，可在附近钻取芯样，观察浆液在裂缝中的充填、胶结情况。对于止水裂缝，可进行压水或渗水试验，检查其抗渗性能是否满足设计要求（如渗漏量小于 0.01 升/分钟）。所有检验应有记录并形成报告。

11 档案管理与长期监测

应建立完善的裂缝技术档案，内容包括：裂缝发现记录、历次检测与监测数据报告、成因分析结论、危害性评估报告、修复治理方案、施工记录、材料检验报告、质量检验报告及验收文件。档案应长期保存，并实现数字化管理。对于经过处理的关键裂缝，应纳入工程长期安全监测系统，定期复测，观察其长期稳定性，评估治理效果。

12 附则

12.1 本指南自发布之日起实施。

12.2 各相关单位在进行水利工程混凝土结构裂缝的检测、评估与防治工作时，可参照本指南执行。

12.3 本指南所引用的国家标准和行业标准，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

12.4 随着技术进步和实践积累，本指南将适时进行修订和完善。