

水利工程混凝土结构施工裂缝控制技术分析

张永校

安庆市花凉亭水库灌区管理处

摘要：作为水利工程施工中的主要应用材料，混凝土的重要性不言而喻。混凝土是否具备良好的凝结效果对最终的水利工程建设质量有关键影响。但现阶段混凝土在具体应用中会受到环境、技术、人为等因素的干扰，极易产生裂缝而影响水利工程的质量。合理应用裂缝控制技术能够将混凝土裂缝问题的发生概率降到最低。基于此，文章将对水利工程混凝土结构施工裂缝控制技术进行深入分析，为水利工程施工质量的提升提供助力。

关键词：水利工程；混凝土结构施工；裂缝控制技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.02.068

混凝土具有可塑性、抗压性、防火性突出等优势，这是其成为水利工程建设中常用材料的重要原因。但混凝土在具体应用中存在的问题也不容小觑。如何高效率解决这些问题是工程建设单位保证水利工程施工质量的一大关键。为此施工单位要积极探索裂缝控制技术的应用要点，通过完善施工流程、优化施工技术、引进技术人才等手段强化裂缝控制技术的使用效果，进而为自身获取良好的经济效益、社会效益打下坚实基础。

一、水利工程混凝土结构施工裂缝的类型分析

（一）沉陷裂缝

沉陷裂缝较易发生在初春季节。这一时期冻土开始解冻，混凝土内部结构极不稳定。随着冻土化冻，混凝土内部便会产生一些裂缝。这些裂缝的纹路较深，也会发生错位，进而导致混凝土结构出现沉降问题，对整个建筑结构的稳定性带来严重威胁。^[1]

（二）塑性裂缝

在水利工程混凝土结构施工时，施工人员若不能很好地保护混凝土中的水分，极易使混凝土出现塑性裂缝。塑性裂缝问题一般发生在干燥、炎热的夏季，过度炎热就会导致混凝土材料失水过多，进而使整个结构出现不同程度的变化。塑性裂缝的存在能够极大地破坏混凝土结构的整体稳定性，以及降低混凝土结构的强度。

（三）温度裂缝

在具体的混凝土结构施工过程中，温度裂缝较为常见。施工材料的水化热量过高是造成温度裂缝的重要原因。在热量因素的作用下，混凝土内部结构会发生相应的改变。混凝土结构无法在过高的温度下保持原有特性，当拉应力受到破坏时，混凝土结构便会产生裂缝。

（四）收缩裂缝

自收缩类型与干燥收缩类型是收缩裂缝的主要表现形式。混凝土结构没有受到人力干预而产生的裂缝被称

为自收缩类型裂缝，主要由混凝土材料在自然凝固状态下发生体积减小的现象造成。^[2]干燥收缩裂缝的产生是由混凝土在外界因素作用下导致结构本身温度指标或湿度指标产生的变化造成。上述裂缝的产生都与材料自身特点及配合比有密切联系。

二、水利工程混凝土结构施工裂缝控制技术

（一）钢材料粘贴技术

钢材料粘贴技术主要被应用在承载力较低的混凝土裂缝处理方面，包括正截面受拉区、受压区或者斜截面部分。施工人员以增强混凝土结构的承载性能为导向，在混凝土表面位置粘贴符合质量要求的钢板材料，可以有效提升裂缝处理质量。除此之外，施工人员可以在需要处理的裂缝处粘贴纤维增强复合新型材料，把混凝土结构的承载性能优化到新的层次。钢材料粘贴技术在混凝土结构裂缝处理中的应用具有较多优势，既能耐腐蚀、耐潮湿，又能合理控制混凝土结构的整体重量，且后续的维护成本较低。

（二）混凝土置换技术

混凝土置换技术主要指用质量合格的混凝土材料来置换已经出现裂缝的混凝土材料，以达到改善水利工程建设效果的目的。混凝土置换技术在具体应用中可以增强混凝土结构的抗剪性能，优化其截面强度，更好地保证水利工程的整体质量。但该技术的应用也存在一定弊端，作业周期长且需要严格控制作业时间便是其中之一，容易增加施工成本。与此同时，在受压位置强度低的混凝土结构中，混凝土置换技术更加受用，混凝土置换技术在其他位置的结构裂缝处理中的应用效果还需进一步优化。

（三）灌浆嵌缝填充技术

若裂缝对混凝土的结构安全性及承载力产生了负面影响，施工人员可以利用灌浆嵌缝填充技术来处理裂缝。这一技术由涂膜封闭法、压力注浆法和开槽填补法组成。涂膜封闭法可以被用来处理细微裂缝，也能在防水处理、装饰混凝土表面中大显身手。在涂膜封闭法的帮助下，混凝土保护层的碳化问题得到了有效控制，可以在很大程度上避免有害离子腐蚀混凝土。^[3]压力注浆法可以用来修补较小的裂缝。为了优化施工效果，施工人员需要先清理施工表面的杂物，以此为压力注浆法的高质量应用扫清障碍。施工人员还要做好试漏试验和提前配置需要的注浆液。完成整个注浆过程后，施工人员也要及时清理混凝土表面。开槽填补法主要被用来处理较大的混凝土裂缝，要求施工人员在结构物允许的情况下在其表面开槽，再涂刷处理浆，之后进行养护。

（四）裂缝修补技术

施工人员运用裂缝修补技术来处理混凝土裂缝问题，可以很好地保证混凝土结构的稳定性。主要包括以下过程：一是修补小裂缝。若裂缝宽度较窄，且没有引发严重的剥落问题，施工人员可以运用黏结剂灌浆来修补裂缝。首先，修补施工设备的选择是否符合裂缝修补需要对裂缝修补效果有直接影响。施工人员要结合实际情况选择合适的设备进行修补施工，并根据裂缝的大小合理选择灌注的方式。为了进一步增强混凝土结构的稳定性，施工人员要保证所选技术的高效性。二是修补局部裂缝。施工人员要结合局部裂缝的实际特点开展修补工作。不存在断裂型裂缝时，施工人员可以在与裂缝平行的方向切除裂缝周围的部分材料，以及合理控制切除深度。在与裂缝方向垂直的位置，施工人员要放置螺纹钢；与裂缝方向平行的位置，施工人员要放置圆钢。与此同时，施工人员要将螺纹钢、圆钢绑扎成钢筋网结构，之后在该修补网格上涂抹一定量的混凝土材料。三是修补轻微断裂类型的裂缝。施工人员首先要切割凹槽，再在凹槽底部区域进行钻孔处理，并注意清除施工表面的杂质，利用砂浆回填来完成裂缝修补过程。

三、水利工程混凝土结构施工裂缝控制要点

（一）正确选择施工材料

施工材料的选择是否符合施工要求对混凝土浇筑工程的质量有直接影响。为此施工单位在施工前要严格把关施工材料的质量。施工单位首先要做好施工材料的市场调研工作，结合所分析的数据选择性价比突出的材料用于工程施工。其次，施工单位要针对施工材料的选择制定详细的规定，并要求相关人员严格按照该规定购买材料。再次，不同的水利工程有不同的施工要求，施工单位只有合理把握水利工程的施工条件，才能选择更为合适的施工材料，并能最大限度地落实安全施工要求。最后，施工单位要尽量选择水化热偏低的水泥来进一步降低裂缝问题的发生概率。

（二）控制混凝土配比

施工单位要通过周密计算、综合考虑来选择合适的混凝土材料，相关技术人员也要在精确测量施工现场环境因素的基础上进行混凝土配比，尽最大努力保证混凝土配比的科学性、合理性。而受到多种因素限制，多数施工单位不选择在施工现场配制混凝土，混凝土材料往往需要被提前调制后再运送到施工现场，这也提高了混凝土配比的不可控性。^[4]为了使混凝土配比符合施工要求，施工单位要安排专门人员监督整个水泥配送过程，尽最大努力保证水泥的质量满足施工要求。

（三）控制施工温度

混凝土材料内部的温度过高会造成水分蒸发过量，这为混凝土结构产生裂缝埋下了隐患。要想解决这一问题，施工人员要尽量减少混凝土中的水泥含量，用水化热比例低的水泥作为施工材料是可行途径之一，除此

之外，施工人员在搅拌混凝土的过程中要尽量用冷水配比，更能减少水分蒸发量。合理选择混凝土浇筑时间也在裂缝控制工作中占据重要位置。施工人员尽量不要在温度过高或过低的时候进行浇筑作业，为混凝土材料的散热创造条件。施工人员可以采用多层浇筑作业的方法来控制混凝土内部材料的问题，也可在较厚的混凝土结构内部布置水管，以水降温。

（四）控制施工工艺

升级优化施工工艺有助于施工人员更好地控制裂缝的产生。在具体的施工过程中，要想成功排出混凝土结构在初次浇灌过程中产生的气泡，施工人员需要二次液化处理混凝土结构，以此大幅度提升混凝土结构的稳定性，以及降低混凝土沉降问题的发生频率。除此之外，混凝土材料在凝结过程中很容易渗水，为了控制好该问题带来的损失，施工人员要适当在混凝土材料中添加粉煤灰。完成整个施工任务后，养护部门要着手开展养护作业，以保温和保湿为目的，在混凝土结构表面铺设相应的塑料膜，以防混凝土因脱水而发生沉降。

四、阻碍水利工程混凝土结构施工裂缝控制质量提升的因素

（一）缺乏专业的技术人员

相关技术人员在提升水利工程混凝土结构施工裂缝控制质量方面发挥关键作用。技术创新能力是否突出对最终的水利工程混凝土结构施工质量有直接影响。而当前部分施工单位没有大力引进与培养高水平的技术人员，也没有为技术人员营造良好的技术创新环境，不利于进一步提升水利工程混凝土结构的裂缝控制质量。

（二）对施工人员的培训力度有待提升

施工人员是混凝土结构施工的主要参与者，要想降低混凝土结构的裂缝发生概率，施工人员必须具备高水平的施工操作能力，能够准确把握各个施工环节的操作要点。而当前部分施工单位对施工人员的选聘标准过低，也没有为施工人员提供系统的职后培训，导致施工人员的综合工作能力有待提升。

（三）施工监督体系尚不完善

施工人员只有保证混凝土结构各个施工环节的质量符合标准要求，才能更好地优化裂缝控制技术的使用效果。除了施工人员自身付出努力外，施工单位还应加快建立完善的施工监督体系，将施工人员的施工行为控制在合理范围内。一旦发现施工问题，施工单位可以第一时间制定相应问题的解决方案。而当前部分施工单位在此方面做得并不到位，加快完善施工监督体系应成为施工单位现阶段关注的重要内容。

五、提升水利工程混凝土结构施工裂缝控制质量的有效策略

（一）加大对技术人员的引进与培养力度

专业水平突出、综合能力强的技术人员是水利工程

混凝土结构施工裂缝控制质量提升的重要保障。为此施工单位要加大在高水平技术人员引进和培养方面的人力、物力、资金资源的投入力度，为其营造良好的技术创新环境，进而用更为先进的混凝土结构施工裂缝控制技术来提升水利工程建设水平。首先，施工单位可以与各大高校、科研机构展开人才定向培养合作，从源头储备专业水平突出的技术人才。施工单位也可借助信息技术打破传统招聘的时空限制，更利于招聘到优质的技术人才。在具体的人才招聘过程中，施工单位不仅要关注所招聘人员的理论知识储备情况，还要考察技术人才的实践能力、创新意识是否满足工作标准要求。此外，施工单位要结合实际提高技术人员的薪资待遇水平，落实技术人员的基本生活保障，为技术人员免去后顾之忧，以便将技术人员的工作价值充分发挥出来。其次，施工单位要建立富有吸引力的考核激励制度。对于在创新裂缝控制技术方面有优异表现的人员，施工单位要及时为其颁发一定的精神或物质奖励，有效维护这部分技术创新积极性，也能将其榜样与带动作用发挥到最大。最后，施工单位要为技术人员提供充足的科研经费，为技术人员全身心投入技术研发工作中提供条件支持。有条件的施工单位要定期安排技术人员到更高平台参加学习、进修活动，鼓励技术人员树立终身学习意识，不断吸取新知识、掌握新技术。

（二）重视开展施工培训

作为混凝土结构施工裂缝控制的主要实施者，施工人员必须具备优秀的综合工作能力才能出色完成相应的工作任务。而以往部分施工单位不注重提升施工人员的工作能力和职业素养水平，极易因人工操作失误而导致混凝土结构产生裂缝，不仅降低了水利工程的整体施工质量，还增加了施工单位的建设成本。为了转变这一现状，施工单位必须与时俱进地更新管理理念，加大对施工人员的培训教育力度，真正打造一支综合能力过硬的施工团队。首先，施工单位要结合水利工程的具体特点和施工人员的能力结构制定详细的培训计划和明确培训内容，以及安排好培训负责人员，为培训质量的提升奠定基础。其次，施工单位要定期邀请研究混凝土结构施工方面的专家学者为施工人员组织专项培训讲座，保证培训内容的科学性、专业性，也能最大限度地提升施工人员的学习积极性。其次，进入信息化时代，施工单位可以在信息技术的帮助下优化培训的形式和内容，将培训内容以更加生动、形象的方式呈现在施工人员面前，加深施工人员的理解。同时，施工单位可以将不同的培训内容推送给负责不同施工环节的施工人员，以便进一步提升培训的针对性。施工单位也要定期为施工人员组织测验活动，据此调整培训内容与优化培训方向。再次，施工机械的应用质量与最终的施工结果之间关系紧

密，提升施工人员对相关机械的操作熟练度也应被施工单位予以重视。施工单位要在做好市场调研的基础上选择性价比突出的施工机械，采取理论与实践相结合的方式提升施工人员对相关机械的操作水平。

（三）建立完善的施工监督体系

施工单位要在准确把握自身发展实际和水利工程项目具体特点的基础上制定完善的施工监督体系，明确具体的监督内容和监督指标，更好地规范施工人员的施工行为。待监督制度完善后，施工单位要及时组织工作人员学习监督制度的具体内容，更利于施工人员自觉以监督制度为约束，稳步增强自身的规范施工能力。水利工程监督制度的内容不应是一成不变的，而要根据时代的发展和水利工程的不同特点补充和更新，才能保持全面性、科学性。同时，施工单位要组建专门的监管团队，将监管责任落实到个人，为监督工作实效性的提升打下坚实基础。施工单位也要为监督人员提供系统的思政培训课程，要求监督人员坚守职业道德底线，不能因玩忽职守而降低监督质量。最后，施工单位要出台更具科学性的评价体系，将监督人员在具体监督工作中表现出来的参与积极性、工作能力等都纳入最终的评价范围内，并不断拓宽评价主体，构建施工单位领导层、施工人员、监督人员的综合性评价体系，以此调动监督人员的工作积极性。

六、结语

综上所述，提升水利工程混凝土结构施工裂缝控制质量具有极强的现实意义。水利工程混凝土结构施工裂缝主要类型包括沉陷裂缝、塑性裂缝、温度裂缝和收缩裂缝等。常用的裂缝控制技术有钢材料粘贴技术、混凝土置换技术、灌浆嵌缝填充技术和裂缝修补技术。施工单位要合理选择施工材料，控制好混凝土配比、施工温度和施工工艺，并大力引进与培养专业的技术人员，加大对施工人员的培训力度，和建立完善的施工监督体系，才能将水利工程混凝土结构施工裂缝控制质量提升到新的高度。

参考文献

- [1] 张霄龙. 水利工程混凝土结构施工裂缝控制技术[J]. 水利科学与寒区工程, 2023, 6(03): 145-148.
- [2] 余方方, 朱宏松. 水利工程施工中混凝土裂缝控制技术分析[J]. 治淮, 2022(02): 41-42.
- [3] 钟炳福. 水利工程施工中混凝土裂缝控制技术分析[J]. 门窗, 2019(12): 90-91.
- [4] 弋瑞. 水利工程施工中混凝土裂缝控制技术分析[J]. 工程建设与设计, 2017(21): 215-217.

作者简介：张永校（1972—），性别：男，民族：汉族，籍贯：安徽省太湖县，学历：本科，职称：工程师，研究方向：水利水电工程。