

中小型水闸混凝土施工质量通病及防治技术研究

司春潮

江苏江淮水利集团有限公司 江苏 宿迁 223600

摘要：水工水闸结构的施工质量会直接影响水利工程的运行效果。本文针对中小型水闸混凝土施工存在的质量问题展开研究，归纳工程施工阶段常见的质量通病，同时对各类病害的产生原因进行整体分析。研究结合现场施工条件，从施工管理、工艺改进、缺陷修复等方面提出对应的防治手段，能够规范现场施工流程，提升混凝土施工质量，保障中小型水闸工程可以长期稳定投入使用。

关键词：中小型水闸；混凝土施工；质量通病；防治技术

引言：中小型水闸是水利基础设施的重要组成部分，工程施工质量直接关系区域防洪、灌溉及排水功能的正常发挥。混凝土施工是水闸建设的核心环节，实际施工中容易出现多种质量通病，对结构稳定性和运行年限造成不利影响。为有效解决现场施工存在的质量问题，本文结合中小型水闸施工实际情况，系统梳理各类混凝土质量病害，分析问题产生的核心原因，并针对性提出可行的防治对策，为同类水闸施工质量管理提供参考。

1 中小型水闸混凝土施工质量管理核心要点

中小型水闸混凝土施工的质量管控工作，需要覆盖施工开展的全部流程，完善的管控体系是保障水工结构质量与运行安全的重要基础。施工材料的质量状态，会对混凝土成型效果和长期使用性能产生直接影响，施工单位需要搭建常态化的材料进场检查制度，对工程用到的水泥、砂石骨料、外加剂以及拌合用水开展全面质量核验，凡是不符合现行行业标准材料，都不允许投入现场施工环节^[1]。相关工作人员需要结合水闸不同结构部位的受力特点和现场施工环境，确定适配的混凝土配合比方案，同时根据砂石材料实时的含水率波动情况，灵活调整混凝土拌合参数，以此维持混凝土各项性能的稳定性。标准化的现场作业是质量管控的关键环节，施工人员需要严格遵守现行施工规范，按流程完成混凝土拌合、运输、浇筑、振捣等基础作业，以此减少不规范操作引发的各类施工缺陷。在混凝土浇筑作业结束后，工作人员需要结合施工现场的温湿度环境，落实常态化的养护作业，保障混凝土水化反应能够有序开展。全程落实这类管控举措，可以有效提升水闸混凝土结构的整体强度，能够延长水工结构的实际使用年限，让中小型水闸工程在运行过程中保持稳定状态，满足水利工程长期服役的基本要求。

2 中小型水闸混凝土施工常见质量通病及成因分析

2.1 混凝土表面蜂窝麻面

混凝土蜂窝麻面是中小型水闸混凝土施工中十分常见的表层质量缺陷，该类问题多发生在闸墩、翼墙以及底板侧面等主要结构部位。该病害的主要表现为混凝土表面平整度不足，表层砂浆出现缺失现象，结构内部骨料会直接暴露在外。该病害不会对混凝土主体承重结构造成根本性破坏，但会降低结构表层的密实程度和抗渗性能。水闸结构长期处于水流冲刷与干湿交替的工作环境，存在蜂窝麻面问题的混凝土表层会逐步发生风化脱落现象，会在一定程度上缩减水工建筑物的实际服役年限。该类质量缺陷的产生，主要源于施工现场作业流程落实不到位，模板安装质量不达标、混凝土振捣作业不充分、配合比设计不合理以及脱模剂涂刷操作不规范等问题，都会诱发混凝土表层蜂窝麻面病害。这类施工问题长期存在，会持续影响水闸混凝土结构的表层施工质量，也是工程质量管控阶段需要持续关注和重点把控的施工内容。

2.2 混凝土结构裂缝

混凝土结构裂缝是中小型水闸混凝土施工中比较普遍的质量隐患，该问题会直接影响水工结构的整体稳定状态。施工期间产生的混凝土裂缝可以按照成因分为四种主要类型，各类裂缝在分布区域、外观形态和破坏程度方面都存在一定区别。裂缝产生之后，混凝土结构的整体性会受到破坏，结构内部会逐步形成渗水通道，这类通道会间接引发钢筋锈蚀、表层混凝土脱落等次生质量问题。结构整体承载能力会随着裂缝持续扩展逐步降低，会对水闸长期安全运行造成不利影响^[2]。裂缝病害的出现，通常和施工现场环境条件、施工工艺执行标准以及后期养护管理水平存在密切联系，施工过程中的各类不规范操作，都会增加裂缝病害的发生概率。混凝土裂缝问题具备可预防性，施工单位可以通过健全施工质量

管理制度,规范各阶段现场施工作业流程,减少裂缝病害的产生,以此稳定水闸混凝土结构施工质量,保障水工建筑物能够维持长期稳定的运行状态。

2.3 混凝土渗漏病害

混凝土渗漏是中小型水闸混凝土施工过程中较为普遍的功能性质量缺陷,该类问题主要集中在出现水闸底板、墙体结构、施工缝以及伸缩缝等关键施工区域。渗漏问题会持续干扰水闸工程的正常运行状态,水分持续渗入混凝土结构内部,会加快内部钢筋的锈蚀速度,同时也会逐步引发混凝土老化、脱落等一系列结构问题。水体的持续渗透还会改变地基土体的原有结构状态,削弱地基整体稳定性,会给水闸整体运行安全带来持续性的隐患。该类病害的出现,主要和施工现场质量管理工作不到位有直接关系,混凝土成型密实度不达标、前期裂缝问题未及时处理、接缝施工工序不规范以及结构保护层厚度不足,都会造成水闸混凝土结构出现渗漏故障。施工单位需要正视渗漏病害带来的各类负面影响,建立常态化的隐患排查工作机制,逐步完善整体施工质量管理体系,在混凝土施工的各个阶段落实防渗管控措施,以此保障水闸混凝土结构的运行稳定性,有效提升水工结构的长期使用性能。

2.4 混凝土起砂掉角及强度不足

混凝土起砂、边角破损以及整体强度偏低,是中小型水闸混凝土施工期间较为多发的质量问题。这类质量问题会削弱混凝土结构本身的耐磨性能与抗冲刷性能,对水闸工程的运行稳定性以及实际使用周期都会产生负面作用。现场质量管理工作落实不到位,是诱发这类施工缺陷的主要原因。施工原材料质量不符合规范标准、混凝土拌合与浇筑作业流程不规范、后期养护工作滞后以及成品防护措施不完善,都会造成混凝土结构质地松散、整体强度不达标和边角破损等问题^[3]。施工环境温度会对混凝土成型质量产生一定的干扰,低温施工环境中,如果施工单位没有落实对应的防冻防护措施,混凝土结构就容易出现温度损伤问题。这类问题会逐步增加施工质量缺陷的发生概率,持续影响混凝土结构的成型质量,降低整体工程施工水准,对中小型水闸水工结构的长期安全稳定运行造成不利影响。

3 中小型水闸混凝土施工质量通病防治技术措施

3.1 蜂窝麻面专项防治技术

水闸混凝土蜂窝麻面病害的防治工作,主要依托模板管控、施工工艺优化以及后期缺陷修复三项核心工作开展。模板施工质量是影响混凝土表面成型效果的关键因素,施工人员需要在浇筑作业启动前,对模板表面进

行清理打磨,去除附着的油污与杂物,同时对模板拼接缝隙进行密封处理,能够有效规避浇筑过程中的漏浆问题。施工人员需要标准化开展模板安装与固定作业,保障模板平整度、垂直度符合施工规范,均匀完成脱模剂涂刷工作,为混凝土成型质量提供基础保障。施工单位需要结合工程实际优化混凝土配合比,合理调整砂率参数,保障混凝土拌合均匀、工作性能稳定,现场浇筑施工需要采用分层浇筑、分层振捣的作业方式,充分排出混凝土内部气泡,规避振捣不充分引发的表面缺陷。对于施工完成后产生的蜂窝麻面病害,工作人员需要结合病害严重程度开展针对性修复工作,程度较轻的病害可以利用同配比砂浆完成抹平修整,病害较为严重的部位,需要先剔除松散失效的混凝土结构,再采用高强修补砂浆分层压实填补,最后落实常态化养护工作,以此保障修复区域的结构稳定性与整体性。

3.2 结构裂缝专项防治技术

中小型水闸混凝土结构裂缝的防控工作,需要结合不同裂缝的产生原因制定对应的管控方案,这样才可以有效提升整体施工质量。施工配合比的合理调整,是防控塑性裂缝和干缩裂缝的重要手段,施工人员可以适当降低施工水胶比,在混凝土原料中添加粉煤灰与减水剂,能够在一定程度上缓解混凝土固化过程中产生的收缩变形问题。现场施工工作需要避开大风、高温等不良天气条件,混凝土浇筑工序完成后,工作人员要及时对结构表面做覆盖保湿养护处理,同时配合二次抹压的施工方式,能够有效避免表层细微裂缝的产生。温度裂缝的防控工作主要从材料选择和施工工艺两个方面开展,施工单位可以选用低水化热的原材料,通过分层浇筑的方式加快混凝土内部热量散发,同时根据环境温度调整原料温度和结构保温措施,以此减小混凝土内外存在的温度差值^[4]。沉降裂缝的防控需要提前做好地基处理工作,工作人员要对基础土层进行压实整平,保证地基受力状态均匀稳定,施工期间需要合理控制浇筑速度,降低施工荷载引发的基础变形。针对已经出现的沉降裂缝,施工人员需要先对地基结构进行加固处理,之后再开展裂缝修补作业,可以有效防止裂缝持续扩张,保障水闸结构的整体运行安全。

3.3 渗漏病害专项防治技术

中小型水闸混凝土渗漏病害的治理与预防,需要结合施工全过程管控和完工后缺陷修复两项内容同步推进,这也是把控水工混凝土防渗质量的核心方式。施工人员可以通过优化材料配比的方式提升混凝土自身抗渗能力,现场作业人员会对施工水胶比进行合理调整,选

用合规的施工原材料,并适量添加适配的外加剂,这样是可以提升混凝土整体密实度的,也能减少内部孔隙生成,从根源上降低渗水隐患。混凝土施工的各项工序操作规范性,会直接影响结构防渗效果,工作人员需要标准化完成材料拌合、现场浇筑、结构振捣等作业,搭配施工结束后的常态化养护工作,可以保障混凝土水化反应稳定开展,让结构整体性能达到施工标准。施工缝和伸缩缝是水闸结构渗漏的主要高发部位,工作人员需要提前清理接缝位置的杂物与松散结构,对施工界面做凿毛和湿润处理,管控好新旧混凝土的浇筑间隔,做好界面粘结处理和止水构件固定工作,同时对接缝区域进行重点振捣加固。针对工程完工后出现的渗漏问题,工作人员需要根据病害实际情况开展修复工作,浅层裂缝可采取密封封堵的处理方式,深层贯通裂缝可以使用高压注浆工艺填充缝隙,接缝部位的渗漏问题需要更换止水配件,通过多项工艺结合的方式,完成渗漏病害的整体治理工作。

3.4 起砂掉角及强度不足专项防治技术

水闸混凝土出现起砂、掉角以及整体强度不足等质量问题,可通过全程施工管控与后期修复处理的方式进行防控,以此保障工程施工质量。施工单位需要落实原材料质量管控工作,所有进场施工材料都要经过抽样检测,检测合格之后才能投入施工使用。工作人员需要结合工程现场实际情况制定混凝土配合比,施工过程中可根据砂石原料含水率的实时变化调整拌合用水量,能够有效保障混凝土基础强度达标。现场施工操作需要严格遵循行业规范,有序完成混凝土拌合、浇筑和振捣等工序,施工人员需要合理把控模板拆除时间,对混凝土边角等薄弱结构做好防护处理,降低外力碰撞造成的结构

破损。施工养护工作需要结合季节温度变化做出调整,保障混凝土强度可以稳定提升^[5]。针对施工结束后产生的各类质量缺陷,工作人员需要落实对应的修复工作,轻微起砂部位可采用砂浆修补处理,破损严重的结构需要剔除松散层后重新浇筑施工,边角破损位置可使用专用修补砂浆完成修复。强度不达标的混凝土结构需要采用专业加固技术开展补强施工,让结构承载力可以满足水闸长期运行的设计要求。

结束语

综上所述,中小型水闸混凝土施工产生的各类质量通病,会不同程度影响水工结构的稳定性与使用年限。各类混凝土病害都具备对应的形成规律,可通过施工管控与工艺优化实现有效防控。施工单位需要落实全过程质量监管,规范各道施工工序,有针对性开展缺陷修复处理。持续完善现场施工管理模式,优化混凝土施工工艺,能够有效降低质量缺陷发生率,保障中小型水闸工程长期稳定运行,提升水利基础设施的整体建设水平。

参考文献

- [1]杨辉亮.水闸工程大体积混凝土温控防裂施工控制技术[J].治淮,2026(7):49-51+76.
- [2]鲁明星.中小型水库除险加固工程中混凝土防渗墙质量控制的研究[J].水泥,2025(10):131-134.
- [3]梁震.中小型水闸混凝土温控设计及施工[J].河南建材,2025(10):100-102.
- [4]张东生,李洪涛.农田水利灌溉中小型水闸工程的施工技术与质量控制[J].南方农机,2025,56(14):187-190.
- [5]王丹,王运辉.水闸施工混凝土裂缝控制技术[J].读报参考,2026(10):236-237.