堤防加固水利工程设计缺陷及施工整改措施

王　刚
长江水利水电开发集团（湖北）有限公司　湖北　武汉　430015

摘　要：堤防加固水利工程的施工质量与运行稳定性，直接关乎流域防洪安全与水利工程服役寿命。工程建设中，结构布局、防渗体系、材料选型及细部构造等方面的设计漏洞，会引发现场填筑偏差、防渗失效、材料适配性差及节点衔接不密实等施工问题。本文结合工程实际工况，针对各类设计及施工缺陷制定分项专项整改方案，同时搭建全流程质量防控体系，通过前置优化、动态管控、闭环验收及工艺标准化管理，全方位补齐工程建设短板，有效提升堤防结构整体性与安全稳定性。

关键词：堤防加固；设计缺陷；施工问题；整改措施；质量管控

引言：堤防是江河防洪减灾体系的核心构筑物，其加固改造质量直接决定区域防汛防洪能力与水利基础设施运行效能。现阶段多数堤防加固工程施工中，设计方案与现场实际工况适配度不足的问题普遍存在，各类结构性、功能性设计缺陷，会在施工落地过程中转化为实体质量隐患，弱化堤防抗冲刷、抗沉降、抗渗透能力。为有效解决工程建设中的各类质量问题，规避堤防长期运行的安全风险，需系统梳理设计与施工环节的突出问题，落实针对性整改手段，构建全流程质量管控体系，保障堤防工程长效安全服役。

1 堤防加固工程核心设计缺陷

1.1 整体结构设计缺陷

堤防整体断面构型规划存在不合理性。结构刚度设置、整体受力平衡布局存在明显疏漏，设计工作未深度结合堤体承载、形变、受力传导的实际特征排布防护体系。堤身主体承重结构、外部防护体系、下部基础支撑体系难以形成有效统一的受力整体[1]。各类结构布局搭配存在错位问题，抵御外部水流冲刷、地基不均匀沉降、结构形变位移的设计能力存在明显短板。长期运行过程中，堤体结构稳定性持续下降，各类结构性安全隐患会逐步显现。

1.2 防渗体系设计缺陷

堤身及堤基防渗系统整体规划存在漏洞。防渗结构布设范围存在遗漏区域，部分堤段未完整覆盖防渗处理措施。各分段防渗单元的衔接节点缺少专项构造设计，结构断层问题突出，完整封闭的防渗屏障无法成型。地表及地下排水系统规划存在明显不足，排水结构层级划分模糊，通路走向排布杂乱无序。积水、渗水无法按照既定路径顺利排出，水体长期滞留于堤体内部及堤基位置。渗透破坏问题持续累积，会逐步弱化堤体结构稳定性。

1.3 工程材料设计缺陷

设计阶段的材料选型工作缺乏专项针对性。设计人员未结合堤防所处水域环境、长期受力状态、酸碱侵蚀及冻融破坏条件筛选适配材料。不同功能分区的用材搭配缺少科学统筹，各类材料性能无法适配对应施工及运行场景。材料耐久度、抗腐蚀、抗冻融、抗磨损等关键性能指标考量不够全面，参数设定标准偏低。材料长期服役的适配性不足，难以支撑堤防长期稳定运行，结构老化、破损速度会大幅加快。

1.4 细部构造设计缺陷

工程关键节点构造设计过于粗放。新旧堤体拼接位置、堤顶与堤坡过渡区域、堤体和各类配套构筑物的交接位置，均未细化专项施工构造方案。结构转角、拼接缝隙、坡面过渡部位缺少精细化处理设计。附属构件对接、固定、衔接的构造规划存在缺失。关键节点的结构适配强度不足，局部整体性遭到破坏。堤体整体受力、防渗、防护性能出现断层，局部薄弱点位易率先出现破损、开裂、渗漏等质量问题。

2 基于设计缺陷的现场施工突出问题

2.1 结构施工落地偏差问题

结构设计方案本身存在不完善之处，现场开展堤体土方填筑、整体结构塑形、防护构件安装等作业时，极易产生各类施工偏差。填筑分层厚度控制缺乏精准标准，坡面坡度修整未按照受力需求精准把控，各类防护构件布设位置与安装角度存在偏移。堤体土方压实作业把控不到位，整体密实状态达不到工程建设标准。坡面表面起伏不均，整体外形规整程度存在明显欠缺[2]。结构成型后的稳定性能无法满足堤防运行所需，原始设计的受力承载逻辑无法有效落地，堤体长期承载安全得不到有效保障。

2.2 防渗排水施工落实问题

防渗体系存在设计盲区与节点衔接漏洞，现场开展防渗作业时，材料铺设、搭接处理、接缝封堵等工序都会出现不同程度疏漏。防渗层铺设过程中易出现架空凸起现象，相邻材料搭接缝隙处理不够严密，部分堤段防渗材料存在局部漏铺、断铺情况。排水通道开挖与修整作业把控不严，走向与排布形态杂乱无序。水体流通路径受到阻碍，排水层级划分混乱无序。施工完成后的防渗排水体系存在多处薄弱点位，整体封闭疏导效能存在缺失，无法形成完整有效的防渗排水屏障。

2.3 材料现场施工应用问题

前期设计阶段的材料选型存在适配短板，现场施工工艺执行又存在不规范行为，双重问题影响下材料施工质量大幅下降。各类防护、防渗材料的铺设、固定、拼接工序操作随意性较强，施工标准落实不到位。工程不同功能区域的用材排布混乱，各类材料穿插施工缺乏有序规划。材料与堤体基体无法形成有效结合，自身固有防护、耐久、防渗性能难以正常发挥。材料施工适配程度不足，整体施工成型质量参差不齐，对堤防整体工程品质造成直接影响。

2.4 细部节点施工衔接问题

细部构造设计内容较为粗放，关键节点、拼接缝隙、结构过渡段的现场施工缺少明确规范依据。新旧堤体结构拼接作业处理不够彻底，结构结合界面存在松散空隙。各类细部衔接位置容易出现结构错位、缝隙残留、结构断层等现象。局部结构过渡不够平缓，整体成型连贯性遭到破坏。细微施工缺陷不断累积，会造成堤体局部整体性受损，表面平顺程度达不到施工标准，各类后期渗漏、开裂隐患由此产生。

3 分项对应专项施工整改措施

3.1 结构偏差专项整改

针对堤体成型形态杂乱、施工精度不足、整体稳定性能偏弱的各类现场问题，开展全方位结构修整与加固作业。清理堤体表层松散土体与形变结构，剔除所有不达标填筑层，重新开展分层填筑作业。严格把控分层厚度与压实强度，依照工程建设标准完成堤身重塑作业，提升堤体整体密实程度。对防护体系、支撑构件的布设形态重新调整规划，结合堤体受力特征优化布设角度与排布间距。改动老旧结构的衔接处理形式，对现场出现偏移、扭曲、错位的结构部位逐一校正复位。通过系统性修整与加固手段，调整堤体受力传导路径，修复结构失衡问题，让堤体可以长期维持稳定的承载状态，消除结构形变带来的安全隐患[3]。

3.2 防渗排水专项整改

全面摸排全线防渗施工区域，筛查表层破损、接缝松散、施工漏项等各类质量问题。轻微病害点位采用局部封堵、补强修补工艺处理，破损范围较大、施工质量严重不达标的段落直接拆除返工。补全前期施工遗漏的防渗区域，填补体系布设空白区域，杜绝防渗断层持续留存。优化各类防渗材料的搭接处理工艺，细化接缝封堵、端头收口的操作细节，构建连续闭环的防渗体系。重新梳理排水系统整体布局，修整形态紊乱的排水构件，清理内部堵塞点位。补齐层级化排水构造，理顺水体疏导路径，提升排水体系通畅能力。有效疏导堤体内部滞留水体，彻底根除渗透、积水引发的结构破坏问题。

3.3 材料施工专项整改

逐一核查施工现场各类用材的布设状态与施工质量，拆除处理性能不达标、布设位置偏差、施工工艺粗糙的材料构件。根据堤防运行环境、受力特点、侵蚀条件调整用材搭配方案，优化不同功能区域的用材组合模式。统一材料铺设、端头固定、接缝拼接的全套作业规范，细化各环节操作细节，杜绝现场作业随意性。规整各类材料的布设走向与排布间距，完善锚固、压边、封边等关键工序操作。强化材料与堤体基体的结合强度，保证材料固有防渗、抗冲、耐久性能充分发挥。通过标准化施工整改，提升材料施工成型质量，匹配堤防长期运行的工况需求。

3.4 细部节点专项整改

梳理新旧结构衔接位置、坡面过渡区域、构件接缝点位的整改作业流程，细化各节点施工操作标准。彻底清除基层表面浮渣、松散土层与残留杂物，保证作业基面干净稳固。严格落实凿毛处理、分层回填、精细封堵的工序要求，规范节点施工全过程操作。针对现场存在的细微缝隙、结构错位、内部空鼓等缺陷，采取针对性修复手段逐一处置。采用分层填充、精细压实、表层修平的方式处理细部病害，优化结构过渡形态。提升各类衔接位置的密封程度与成型平整度，弱化节点薄弱效应，强化堤体整体结构完整性，杜绝细部缺陷衍生各类后期质量隐患。

4 全流程施工质量防控优化体系

4.1 设计前置优化管控

正式开展现场施工作业前，组织专业技术团队完成图纸专项审核与深度优化工作。全面筛查结构布局、防渗体系、用材选型、细部节点等板块存在的各类设计缺陷，针对不合理的构造形式、不完善的结构布局、不完整的节点设计逐一修正优化[4]。技术人员深度踏勘施工

现场，掌握场地地质条件、水文环境、地形特征等真实工况信息。依托现场实际条件调整原有设计方案，细化设计内容中模糊笼统的技术要求，补齐前期设计留存的各类短板与漏洞。深度协调设计内容与现场施工条件，适配堤防长期运行的环境特点与受力特征。阻断设计缺陷向施工环节传导的通道，根除诸多质量问题的诱发源头。有效规避各类因设计疏漏产生的施工偏差与结构隐患，为现场标准化、高质量施工筑牢前期技术基础。

4.2 施工过程动态管控

针对堤身土方填筑、防渗结构布设、坡面防护施工、结构细部衔接等核心施工工序，搭建覆盖作业全周期的动态管控模式。梳理各分项工序的标准作业流程，明确各环节操作规范与质量控制重点。安排专职技术人员驻场跟进施工推进全过程，对作业环节产生的形体误差、工艺疏漏、操作乱象开展常态化排查。施工初期出现的微小瑕疵与细微偏差需要及时处置修复，避免问题持续发酵扩大，演变为影响结构安全的重大缺陷。根据施工进度与作业场景变化调整管控侧重点，细化各阶段质量管控要点。紧盯每一处施工细节，规范现场作业秩序。让整体施工推进始终处于合规、稳定、可控的运行状态，持续保障现场施工整体质量。

4.3 分项工序闭环管控

搭建成熟完善的分项工序闭环验收机制，明确各施工环节的核验标准、检查内容与验收流程。单道分项工序施工结束后，即刻启动专项质量核查工作，不跳过任何核验环节。重点查验堤体成型后的结构状态，核实整体承载与稳定性能满足工程建设标准。细致核验防渗体系成型状态，排查结构断点、施工漏洞等影响防渗完整性的问题。全面检查各类结构交接位置的施工状态，确认衔接部位足够密实、封闭效果达标。未达到质量标准的施工段落必须彻底整改，完成修复后重新核验，达标后方可开展后续施工作业[5]。严格执行工序交接管控要求，杜绝各类质量隐患留存堆积。逐层压实工程质量标准，提升堤防整体施工品质。

4.4 施工工艺标准化管控

统一施工现场所有分项作业的执行标准，细化不同施工板块对应的工艺操作规范。系统梳理现场作业中高频出现的不规范操作行为，针对性落实整改纠偏工作。将精细化施工理念融入每一道作业工序，摒弃粗放作业模式带来的质量弊端。结合堤防施工常见工艺问题，开展常态化技术交底与技能补强工作，填补一线作业人员的工艺认知短板与操作不足。规整材料布设、结构修整、节点封堵、分层压实等关键作业的操作流程，统一现场施工工艺尺度。减少人为操作失误引发的施工偏差，降低各类工艺性质量缺陷出现概率。持续提升现场施工精细化水平，搭建能够长效运行的工艺质量防控模式。

结束语

堤防加固工程的质量隐患多源于设计疏漏与施工管控不到位，各类结构、防渗、材料及细部节点缺陷相互影响，会持续降低工程整体品质。通过分类落实专项整改措施，精准修复现场各类施工质量问题，可有效弥补前期设计与施工环节的短板。配套建立的全流程质量防控体系，能够规范施工全工序作业标准，从源头遏制质量缺陷滋生，有效提升堤防结构稳定性与防渗防护能力，为同类堤防加固水利工程的质量管控与隐患整治提供可靠的实践参考。

参考文献

[1]张泽.水利工程中常用堤防加固技术与质量控制措施[J].水上安全,2023(13):173-175.

[2]吴鸿坤.水利工程堤防加固施工治理控制问题研究[J].黑龙江水利科技,2022(11):199-202.

[3]张泽.水利工程中常用堤防加固技术与质量控制措施[J].水上安全,2023(13):173-175.

[4]种益,任玉睿,李戈亮. 防渗截渗技术在水利工程堤防加固中的应用研究[J]. 水上安全,2026(7):82-84.

[5]颜文彪. 水利工程堤防加固施工工艺及渗流稳定性分析[J]. 建筑与施工,2026,5(14):134-135.