

水利工程中河道堤防施工技术应用研究

高丘名

河北省水利工程局集团有限公司 河北 石家庄 050000

摘要：河道堤防是水利工程防洪护岸的核心设施，对保护沿岸居民生命财产安全、维护河道生态平衡具有重要意义。本文结合现行行业规范，阐述河道堤防施工的理论基础与核心影响因素，重点分析堤基处理、堤身填筑、防渗排水及护岸防护等核心施工技术的应用要点，探讨施工质量控制体系构建及常见问题防治措施，为提升河道堤防施工质量、保障工程长期稳定运行提供理论参考与实践借鉴，助力水利工程高质量发展。

关键词：水利工程；河道堤防；施工技术；应用

引言：随着水利工程建设提质增效，河道堤防的防洪标准与生态适配要求不断提高，施工技术的科学性直接决定工程防护效能与使用寿命。当前，部分工程仍存在施工工艺不规范、质量隐患突出等问题，难以适应复杂水文地质条件下的防护需求。基于此，本文聚焦河道堤防施工技术应用，系统梳理相关理论与施工要点，分析质量控制重点及问题解决路径，对推动堤防施工技术优化、保障流域防洪安全与生态稳定具有重要现实意义。

1 水利工程河道堤防施工相关理论基础

1.1 河道堤防工程核心概念与分类

(1) 核心概念：河道堤防是人工修建的挡水建筑物，主要沿河道两岸布设，核心功能包括防洪、护岸、生态保护等。其核心作用是抵御洪水侵袭，保护沿岸居民生命财产安全；稳固河岸，防止水土流失和河岸坍塌；兼顾生态保护，维护河道生态系统平衡，为水生生物提供适宜栖息地，同时保障水资源合理利用。(2) 工程分类：按结构形式可分为土堤、石堤、混凝土堤等，土堤造价低、施工简便，石堤和混凝土堤抗冲性强；按防洪标准可分为一级至五级堤防，等级越高防洪能力越强；按建设位置可分为左岸堤、右岸堤和江心堤，分别对应河道不同岸线位置，适配不同河段防护需求。

1.2 河道堤防施工的核心原则与要求

(1) 施工核心原则：坚持安全第一，严控施工安全风险，杜绝安全事故；秉持质量优先，确保工程质量达标，满足长期使用要求；注重生态适配，减少施工对周边生态环境的破坏；做到经济合理，优化施工方案，控制工程造价；严格符合规范，遵循行业相关标准开展施工。(2) 施工基本要求：严格遵循SL/T631.4-2025等行业规范，落实各施工环节技术标准；地基处理需满足承载力要求，及时处理软土地基等隐患；堤身填筑需控制土料质量和压实度，防渗工程需保障防渗效果，各环节

均需达到规范规定的技术指标^[1]。

1.3 河道堤防施工的核心影响因素

(1) 自然因素：地形地貌影响施工布置和工艺选择，复杂地形会增加施工难度；水文条件影响施工时序，汛期需做好防汛措施；气象条件制约施工进度，极端天气需暂停作业；地质条件如软土地基会影响堤防稳定性，需针对性采取加固措施。(2) 人为因素：施工工艺的合理性直接决定施工质量，落后工艺易引发质量隐患；材料质量是工程基础，不合格材料会降低堤防耐久性；人员技术水平影响施工精度，管理水平不足会导致工序混乱，进而影响施工质量和进度。

1.4 河道堤防施工相关规范与标准

(1) 现行核心规范：SL/T631.4-2025明确堤防与河道整治工程单元质量验收要求，SL/T260-2025规范堤防施工全过程技术管理，涵盖施工准备、堤基处理、堤身施工等核心内容，明确施工技术要求和质量管控标准。(2) 标准执行要点：主控项目需全部符合验收标准，包括压实度、防渗效果等关键指标；一般项目需80%以上检验点达标且不合格点不集中；实操中需做好检验记录，落实旁站监理，确保标准落地执行。

2 水利工程河道堤防核心施工技术应用

2.1 堤基处理施工技术

(1) 基础清理技术：陆地基础清理需先划定清理范围，清除地表杂草、树根、建筑垃圾等杂物，腐殖土清除深度不小于30cm，确保基底土质均匀；水下基础清理采用挖泥船作业，清除河道底部淤泥、腐殖土及漂浮杂物，淤泥清除后基底需平整，压实度满足设计要求，避免因杂物、淤泥残留影响堤基稳定性。清理完成后需及时验收，合格后方可进入下一工序。(2) 特殊地基处理技术：软土地基优先采用换土垫层法，更换为承载力强的素土或砂石垫层，厚度根据软土厚度确定；对于深层

软土,采用桩基处理增强地基承载力;水下软土地基可采用爆炸排淤法,通过爆炸挤走淤泥,填充砂石形成稳固基底。透水地基需设置防渗帷幕,采用灌浆技术封堵渗水通道,防止施工及运行期间出现渗漏隐患^[2]。(3)地基压实技术:根据地基土质选择合适压实机械,黏性土选用羊足碾,砂石地基选用振动碾;压实参数需通过现场试验确定,控制碾压速度、压实遍数,确保压实度达标;压实质量检测采用环刀法、灌砂法,随机抽取检测点,检测频率符合规范要求,不合格部位需重新压实处理。

2.2 堤身填筑施工技术

(1)填筑材料选择与处理:土料选用级配良好、透水性适中的黏性土,含泥量不超过30%,避免选用淤泥、冻土等不良土料;石料选用质地坚硬、抗风化的岩石,粒径符合设计要求。不良土料需进行改良处理,如对粉质土掺入砂石改善级配,不合格材料严禁用于堤身填筑,确保填筑材料质量。(2)分层填筑与碾压技术:采用分层填筑、分层碾压工艺,铺土厚度控制在20-30cm,碾压方式采用进退错距法,碾压遍数根据试验确定,一般为3-5遍;层间结合面需清理平整,铺设薄土层并碾压密实,防止层间出现空隙导致渗漏。碾压过程中需控制土壤含水量,接近最优含水量时碾压效果最佳。(3)填筑质量检测技术:重点检测压实度和渗透系数两项核心指标,压实度采用环刀法检测,堤身主体压实度不低于95%;渗透系数采用注水试验检测,符合设计及规范要求。检测点均匀分布,每填筑一层检测一次,不合格部位需返工处理,直至验收合格^[3]。

2.3 防渗与排水施工技术

(1)防渗施工技术:土工膜铺设需清理基底,确保平整无尖锐杂物,膜与膜之间搭接宽度不小于10cm,采用热焊法连接,避免出现搭接缝隙;混凝土防渗墙采用冲击钻成槽,浇筑混凝土形成连续防渗墙体,墙体厚度和强度符合设计要求;高压喷射灌浆通过高压喷射浆液形成防渗帷幕,适用于深层防渗;黏土铺盖铺设在堤基表面,厚度均匀,压实密实,起到辅助防渗作用。(2)排水施工技术:排渗减压沟设置在堤身内部,采用梯形断面,填充透水砂石,及时排出堤身内部渗水;减压井用于深层排水,钻井至透水层,下入滤水管,排出地下渗水,降低堤基压力;坡面排水设置排水沟和排水孔,及时排出坡面雨水,防止坡面冲刷。不同排水技术根据地形、水文条件合理选用。(3)防渗排水质量控制:施工中严格控制各工序质量,避免出现管涌、渗漏等隐患,对防渗体接头、搭接部位重点检查;定期检测防渗

效果和排水能力,采用注水、抽水试验检测,发现问题及时处理;验收时重点核查防渗体完整性、排水系统通畅性,确保满足设计要求。

2.4 护岸防护施工技术

(1)传统护岸技术:抛石护岸采用质地坚硬的石块,从水下到岸上分层抛填,石块粒径由下至上逐渐减小,确保抛填密实,防止水流冲刷;砌石护岸采用浆砌或干砌工艺,砌筑平整、缝隙均匀,砂浆饱满,做好伸缩缝处理;混凝土护岸采用现浇或预制构件安装,表面平整,强度达标,做好防渗处理,控制施工裂缝。(2)生态护岸技术:生态袋护岸采用透水、透气的生态袋,填充种植土和营养基质,分层码放,袋与袋之间连接牢固,表面种植固土植被;三维网垫护岸铺设三维植被网,覆盖坡面,撒播草种,增强坡面稳定性;植生砌块护岸采用预制植生砌块拼接,砌块内种植植被,兼顾防护与生态功能。植被选择耐旱、耐涝、固土能力强的品种,后期做好浇水、施肥等养护工作^[4]。(3)护岸施工关键点:护岸垫层采用砂石铺设,厚度均匀,起到缓冲和排水作用;严格控制护岸坡度,符合设计要求,避免坡度过陡导致坍塌;采取抗冲刷措施,如设置护脚、防冲槽,增强护岸抗冲能力;施工过程中减少对周边生态环境的破坏,确保符合生态环保要求,实现防护与生态共赢。

3 水利工程河道堤防施工质量控制与常见问题防治

3.1 施工质量控制体系构建

(1)质量控制目标:严格遵循SL/T631.4-2025、SL/T260-2025等现行规范要求,确保堤防工程各项性能达标,重点保障防洪、防渗、抗滑性能符合设计标准,杜绝重大质量隐患,实现工程长期稳定运行,有效抵御洪水侵袭,保护沿岸人民生命财产安全和生态环境。(2)质量控制流程:实行全流程质量管控,施工前做好现场勘察、设计交底、材料检验、设备调试及人员培训,确保施工准备工作到位;施工过程中严控各工序质量,落实旁站监理,及时纠正违规操作;施工后按规范开展分项、分部及单位工程验收,做好验收记录,不合格工程严禁交付使用,确保每一个环节都符合质量要求。(3)质量责任划分:施工单位对施工质量负主体责任,严格按照设计及规范施工,落实质量自检制度;监理单位履行监理职责,做好旁站、巡视、平行检验工作,及时发现并督促整改质量问题,出具真实监理报告;建设单位负责统筹协调,落实质量监管责任,组织开展验收工作,确保质量控制体系有效运行。

3.2 施工各环节质量控制要点

(1) 材料质量控制:原材料进场时必须进行严格检验,土料、石料、土工膜、混凝土等材料需提供质量合格证明,按规范要求抽样检测,不合格材料严禁进场;材料存储需分类堆放,做好防潮、防晒、防污染措施,定期检查材料质量,防止变质、损坏,确保材料在使用时符合设计标准。(2) 施工工艺控制:针对堤基处理、堤身填筑、防渗排水、护岸防护等核心技术,严格控制工艺参数,规范操作流程。如堤身填筑严格控制铺土厚度、碾压遍数,防渗施工确保土工膜搭接牢固、灌浆密实,避免违规施工导致质量隐患,确保各工序施工质量符合技术要求。(3) 信息化验收控制:推广应用水利工程质量管理系统,实现施工质量数据实时采集、传输与存储,涵盖材料检验、工序检测、验收记录等内容;电子记录需真实、完整、可追溯,明确记录检测时间、检测人员、检测结果,便于质量追溯和后期核查,提升验收工作的效率和规范性^[5]。

3.3 施工中常见问题及成因分析

(1) 常见质量问题:堤身易出现裂缝、渗漏、滑坡等隐患,部分工程存在压实度不足、护岸植被成活率低等问题;此外,还可能出现防渗体破损、管涌等现象,影响堤防工程的稳定性和防护效果,严重时甚至会引发安全事故。(2) 问题成因分析:材料不合格,选用劣质土料、石料或过期材料,导致工程质量先天不足;施工工艺不当,如碾压不密实、土工膜铺设不规范、护岸坡度控制不合理;地质条件复杂,软土地基未妥善处理,易引发滑坡、沉降;管理不到位,人员技术水平不足、监理缺位,规范执行不严格,违规操作现象频发,均会导致质量问题出现。

3.4 常见问题的防治措施与处理方法

(1) 预防措施:施工前开展详细地质勘察,针对性制定施工方案,优化施工工艺;严格执行材料进场检验

制度,杜绝不合格材料使用;加强施工人员技术培训和安全教育,提升操作水平;完善管理制度,强化监理职责,加强施工全过程管控,严格执行行业规范,从源头规避质量问题。(2) 处理方法:针对不同质量问题采取针对性措施,堤身裂缝可采用灌浆、嵌缝等方法修补,渗漏问题需加固防渗体、增设排水设施;压实度不足部位需重新碾压,滑坡隐患需采取削坡减载、桩基加固等措施;植被成活率低需更换适宜植被、优化养护方案。返工、修补需严格遵循规范标准,明确流程,修补后需重新检测,确保达到质量要求后方可进入下一工序。

结束语

本文围绕水利工程河道堤防施工技术应用展开全面研究,明确了核心施工技术的操作规范与质量控制要点,总结了常见质量问题的防治方法,形成了一套涵盖理论、技术与管理的完整思路。河道堤防施工需兼顾安全性、经济性与生态性,后续应结合新型施工技术与信息化手段,优化施工方案、强化全过程管控,持续提升工程质量,为流域防洪减灾与生态保护提供更坚实的保障,推动水利事业可持续发展。

参考文献

- [1]傅美龄.水利工程河道堤防护岸施工技术分析[J].水上安全.2023,6(12):87-90.
- [2]脱延龙.水利工程中河道堤防护岸工程施工技术探讨[J].水上安全.2023,23(12):175-177.
- [3]时明丽.探析水利工程中的河道堤防护岸工程施工技术[J].水上安全.2023,30(15):263-266.
- [4]张国瑛.河道堤防施工技术在水利工程中应用的分析[J].水上安全.2023,10(16):127-130.
- [5]詹少文.河道堤防工程防洪全生命周期风险评估与管理策略研究[J].水利科技与经济.2024,30(12):110-114.