

水利水电工程中的堤防护岸工程施工技术要点

翟子傲

河北水利电力学院水利工程系 河北 沧州 061001

摘要: 在水利水电工程建设中,堤防护岸工程作为防洪减灾、保障基础设施安全的重要屏障,其施工技术要点关乎工程质量与效益。本文深入探讨堤防护岸工程施工,施工前需做好地质勘查、材料设备筹备及方案规划;施工过程中,堤基处理需解决软弱地基与防渗难题,护脚工程通过抛石、沉排稳固根基,护坡工程依材料特性规范施工,堤身填筑严格把控土料与压实环节。精准落实这些技术要点,能有效提升堤防护岸工程的稳定性与耐久性,为区域防洪安全和生态保护筑牢坚实基础。

关键词: 水利水电工程;堤防护岸工程;施工技术

引言:水利水电工程在防洪、供水、发电等领域发挥着不可替代的作用,而堤防护岸工程作为水利水电工程的关键组成部分,直接关系到流域安全与生态稳定。近年来,极端天气引发的洪水灾害频发,对堤防护岸工程的安全性和可靠性提出更高要求。然而,部分工程因施工技术应用不当,出现堤身塌陷、护坡损坏等问题,影响工程使用寿命与防洪能力。因此,系统梳理并深入研究堤防护岸工程施工技术要点,规范施工流程,对提升水利水电工程建设质量、保障人民生命财产安全具有重要的现实意义。

1 堤防护岸工程的重要性

1.1 防洪抗灾

在水利水电工程体系中,防洪抗灾是堤防护岸工程的核心功能之一。洪水具有强大的冲击力与破坏力,尤其是在汛期,水位急剧上涨、水流速度加快,对沿岸区域造成巨大威胁。堤防护岸工程犹如坚固的防线,通过合理的结构设计与施工技术,能够有效抵御洪水冲击,削减洪峰能量,降低洪水漫溢风险,保护沿岸城镇、农田以及重要基础设施免遭洪水侵袭。其对洪水的拦截与疏导作用,可减少洪水泛滥范围,降低灾害损失,为人民群众生命财产安全和社会经济稳定发展构筑起坚实的安全屏障,是区域防洪体系中不可或缺的关键环节。

1.2 保护堤岸基础

堤岸基础长期经受水流冲刷、淘蚀以及波浪作用,极易出现基础掏空、岸坡坍塌等问题,严重威胁堤岸结构安全。堤防护岸工程通过一系列针对性的施工技术,如抛石护脚、沉排护脚等,能够对堤岸基础进行有效保护。抛石可在堤脚形成稳定的保护层,抵御水流对基础的冲刷;沉排则能覆盖堤岸基础表面,增强基础的抗冲刷能力和稳定性。这些措施有效防止堤岸基础因水流侵蚀而受损,保障堤岸结构的完整性,延长堤岸使用寿命,

避免因基础破坏导致堤岸坍塌引发的重大安全事故,确保水利水电工程长期稳定运行。

1.3 维持生态平衡

堤防护岸工程不仅具备防洪与护基功能,还在维持生态平衡方面发挥着重要作用。传统的硬质化堤防护岸工程,往往破坏了原有的生态系统,而现代生态型堤防护岸工程,采用生态护坡材料和技术,如植被护坡、透水结构等,能够为水生生物和陆生生物提供栖息、繁衍的场所。同时,其有助于改善水体与土壤环境,促进物质循环与能量流动,维持生物多样性。此外,堤防护岸工程还可减少水土流失,防止泥沙进入水体,净化水质,为生态系统的稳定与可持续发展创造良好条件,实现水利工程建设与生态环境保护的协调统一^[1]。

2 水利水电工程中的堤防护岸工程施工前准备

2.1 地质勘查与测量

2.1.1 地质勘查要点

地质勘查是堤防护岸工程施工前的关键环节。需全面了解堤岸沿线的地质构造、地层岩性、地下水分布等情况。重点勘查软弱土层、断层、滑坡体等不良地质区域,分析其对堤基稳定性的影响。同时,通过钻孔取样、原位测试等手段,获取土体物理力学参数,如土壤密实度、抗剪强度等,为堤基处理和结构设计提供科学依据。精准的地质勘查结果,能有效规避施工风险,保障工程质量与安全。

2.1.2 测量工作内容

测量工作为堤防护岸工程施工提供精准定位与数据支撑。主要包括平面控制测量和高程控制测量,确定堤线位置、边界范围及地形起伏情况。通过全站仪、GPS等测量仪器,精确测定控制点坐标,绘制详细地形图,标注堤岸的坡顶线、坡底线、开挖线等关键位置。此外,对原有建筑物、地下管线等进行测量定位,避免施工干

扰。准确的测量数据是确保工程按设计要求精准施工的基础。

2.2 材料与设备准备

2.2.1 材料选择与检验

在堤防护岸工程中，材料质量直接决定工程耐久性与安全性。石料应选取质地坚硬、无风化且抗水冲刷能力强的，粒径规格依设计要求而定，如抛石护脚常用 15 - 30cm 石料；水泥需满足强度等级与凝结时间标准，且需核出厂合格证及质量检验报告；土工合成材料则要求具备良好的透水性与抗腐蚀性。材料进场后，严格按照规范抽样检验，通过物理性能试验、化学分析等手段，对石料抗压强度、水泥安定性、土工布拉伸强度等指标进行检测，严禁不合格材料用于工程，从源头把控质量。

2.2.2 设备选型与调试

设备选型需依据工程规模、地质条件及施工工艺精准确定。土方工程选用功率适配的挖掘机、推土机，满足土方开挖与运输需求；堤身压实作业根据土料特性，选择振动碾、羊角碾等压实机械；护脚护坡施工则需配备水上定位船、起重机等设备。设备进场后，专业技术人员对机械部件、液压系统、电气线路等进行全面调试。检查发动机运转是否平稳、液压管路有无渗漏、制动系统是否灵敏，确保设备性能达到施工要求，避免因设备故障导致工期延误或质量问题。

2.3 施工方案制定

施工方案是工程顺利实施的纲领性文件。制定时需结合工程地质勘查报告、设计图纸及现场条件，明确施工流程与技术参数。详细规划堤基处理、护脚护坡、堤身填筑等各分项工程的施工方法，如软弱地基采用换填法或排水固结法处理，护坡工程确定干砌石、浆砌石或混凝土施工工艺。同时，制定质量控制标准，明确各工序验收指标；编制安全应急预案，针对深基坑作业、水上施工等危险环节制定防护措施；合理安排施工进度计划，优化资源配置，确保工程高效、安全、优质完成^[2]。

3 水利水电工程中堤防护岸工程施工技术要点

3.1 堤基处理技术

3.1.1 软弱地基处理方法

在堤防护岸工程中，软弱地基处理对保障工程稳定性至关重要。常见处理方法有换填法、排水固结法和复合地基法。换填法通过挖除软弱土层，换填砂石、灰土等强度较高的材料，提高地基承载力；排水固结法借助砂井、塑料排水板等设施，加速软土中水分排出，使土体固结沉降，增强地基强度；复合地基法则是通过设置桩体或其他增强体，与原地基土共同承担荷载，改善地基性能。施工时需根据软弱土层厚度、性质及工程要求，合理选择处理方法，严格把控施工工艺，确保软弱地基

处理达到设计标准，避免堤身因地基沉降、失稳而出现安全问题。

3.1.2 堤基防渗处理措施

堤基防渗是防止堤身渗漏、保障工程安全运行的关键环节。针对不同地质条件，可采用多种防渗措施。垂直防渗技术如水泥土搅拌桩、高压喷射注浆等，通过在堤基中形成连续的防渗墙，截断渗水通道；水平防渗技术包括铺设土工膜、设置黏土铺盖等，能有效延长渗径，降低渗透坡降。对于透土层较浅的堤基，可采用黏土截水槽进行防渗处理。施工过程中，需精准控制防渗材料的铺设质量与施工工艺，确保防渗结构的完整性和密封性，防止因堤基渗漏导致管涌、流土等险情，保障堤防护岸工程的长期稳定与安全。

3.2 护脚工程施工技术

3.2.1 抛石护脚施工

抛石护脚施工是通过在堤脚处抛投石料，形成稳固的防护层，抵御水流冲刷，保护堤岸基础。施工前需严格筛选石料，要求其质地坚硬、耐风化、抗水流冲击能力强，且粒径符合设计标准，一般为 15 - 30cm。抛投过程中，采用定点测量控制抛石范围和厚度，从下游向上游、由低向高逐步推进，确保抛石均匀，避免出现架空现象。同时，运用水上定位船、自卸汽车等设备配合施工，精准控制抛石位置。施工后需对抛石坡面进行检查和修整，对局部凹陷、石料不足处进行补抛，保证抛石护脚结构的稳定性和完整性，有效发挥其防护作用。

3.2.2 沉排护脚施工

沉排护脚施工是利用土工织物、梢料等材料制成排体，将其沉入堤脚，形成连续的防护层，防止水流淘刷堤岸基础。排体制作时，需根据设计要求选择合适的材料和规格，确保排体的强度和柔韧性。施工时，先在岸边将排体连接好，通过定位船牵引，利用自重或借助配重下沉至设计位置。下沉过程中，需实时监测排体位置和状态，防止排体移位、折叠。排体铺设完成后，用块石或土袋压载固定，确保排体与堤脚紧密贴合，有效阻隔水流对堤脚的冲刷，增强堤岸基础的稳定性，尤其适用于水流流速大、冲刷严重的堤段。

3.3 护坡工程施工技术

3.3.1 干砌石护坡施工

干砌石护坡施工凭借石料自身的嵌挤作用实现防护，具有良好的透水性和经济性。施工前，需挑选质地坚硬、无风化、无裂缝且形状规整的石料，确保其抗压强度符合设计要求。砌筑时，采用铺砌法，自下而上分层进行，先将坡面清理平整，铺设反滤层，防止土粒流失。石块需大面朝下、错缝竖砌，相互嵌紧，避免通缝，并用碎石填塞缝隙，增强整体稳定性。施工过程中，要严格控

制坡面平整度和坡度，每砌高 1m 左右进行一次检查修整，确保干砌石护坡表面平整、砌缝紧密，有效抵御水流冲刷和波浪淘刷，同时满足生态护坡的需求。

3.3.2 浆砌石护坡施工

浆砌石护坡通过水泥砂浆将石块粘结成整体，结构强度高、耐久性好。施工前，对石料进行清洗和湿润处理，保证石料与砂浆的粘结效果；水泥砂浆需严格按照设计配合比配制，控制好水灰比和和易性。砌筑时，采用坐浆法，先铺一层 3 - 5cm 厚的砂浆，再安放石块，使石块与砂浆充分接触，并分层错缝砌筑。每砌 3 - 4 皮为一个分层高度，每层找平一次，确保坡面平整。施工中需预留排水孔，防止坡后积水影响护坡稳定性；沉降缝按设计要求设置，缝内填塞沥青麻丝等柔性材料。完工后及时进行养护，保证砂浆强度增长，使浆砌石护坡坚固耐用，有效保护堤岸坡面。

3.3.3 混凝土护坡施工

混凝土护坡具有整体性强、防护效果好的特点，适用于水流冲刷较严重的堤段。施工前，需进行模板支设，确保模板尺寸准确、拼接严密、支撑牢固。钢筋绑扎要符合设计要求，保证钢筋间距、保护层厚度达标。混凝土采用商品混凝土或现场搅拌，强度等级满足设计规定，浇筑时采用分层连续浇筑的方式，控制好浇筑速度和高度，避免出现蜂窝、麻面等质量缺陷。振捣过程中，选用合适的振捣设备，快插慢拔，确保混凝土振捣密实。浇筑完成后，及时进行覆盖洒水养护，养护时间不少于 14 天，使混凝土强度达到设计要求。同时，按规范设置伸缩缝，填充止水材料，防止混凝土因温度变化产生裂缝，保障混凝土护坡的防护功能和使用寿命。

3.4 堤身填筑技术

3.4.1 土料选择与填筑要求

土料的质量与特性对堤身填筑效果至关重要。在土料选择上，优先选用黏粒含量适中、透水性小的壤土或粉质黏土，严禁使用淤泥、腐殖土、冻土及含草皮、树根等杂物的土料。土料的含水量需严格控制在最优含水量 $\pm 2\%$ 范围内，过高或过低均会影响压实效果。填筑

时，应分层铺填，每层厚度根据压实机械类型和性能确定，一般不超过 30cm，且保持层面平整，避免出现积水和斜坡接头。不同性质的土料应分段分层填筑，不得混杂，确保堤身结构均匀。同时，相邻作业面的搭接碾压宽度，平行堤轴线方向不应小于 0.5m，垂直堤轴线方向不应小于 3m，以保证堤身的整体性和稳定性。

3.4.2 压实作业要点

压实作业是保证堤身填筑质量的核心环节。施工前，需根据土料特性、压实机械类型进行现场碾压试验，确定最优压实参数，如碾压遍数、行驶速度等。压实过程中，遵循“先轻后重、先慢后快、先静压后振动”的原则，采用进退错距法进行碾压，确保碾压轨迹相互搭接，避免漏压。对于堤身两侧边角、结合部等机械难以压实的部位，需采用小型夯实机具进行补夯处理，保证压实度达到设计要求。每层压实后，及时进行压实度检测，采用环刀法、灌砂法等检测手段，确保压实度不低于设计标准。若检测不合格，需分析原因并采取补压、换土等措施进行处理，直至满足要求，方可进行下一层填筑，从而保障堤身的密实度和承载能力^[3]。

结束语

水利水电工程堤防护岸施工技术要点贯穿工程全流程，从施工前的筹备到具体施工环节的把控，每一项技术都至关重要。这些要点的精准落实，不仅能保障堤防护岸工程抵御洪水侵袭、稳固堤岸基础，还能推动生态与工程建设协调发展。未来，随着技术革新与实践经验积累，堤防护岸工程施工技术将持续优化升级，为水利水电事业的高质量发展提供更坚实的技术支撑，在守护人民生命财产安全与生态环境中发挥更大效能。

参考文献

- [1] 杨波, 薛静, 周洁, 等. 水利水电工程中的堤防护岸工程施工技术要点[J]. 水上安全, 2024, (06): 188-190.
- [2] 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, (15): 125-127.
- [3] 韩桂芹. 浅析水利工程施工中堤防及护岸工程施工技术[J]. 石河子科技, 2023, (06): 169-171.