

水利工程河道堤防施工质量及堤防维护

郑明军 付令远

石首市堤防管理总段

DOI:10.12238/hwr.v9i7.6490

[摘要] 在水利工程中,河道堤防作为防洪体系的重要组成部分,其施工质量与后期维护直接关系到工程的安全运行和使用寿命。本文围绕堤防的结构特点、常见破坏形式以及施工技术要点展开深入分析,重点探讨了堤基施工、堤身填筑、防渗设计与施工、坡面防护技术等关键环节的技术要求及质量控制措施。同时,针对堤防的日常维护内容、方法与注意事项进行了系统阐述,强调了科学管理对延长堤防寿命的重要性。文章结合实际案例,提出了一系列具有操作性的技术改进措施,旨在为提升堤防建设与管理水平提供参考。

[关键词] 水利工程;河道堤防;施工质量;防渗设计;堤防维护;土工织物;柴枕捆扎

中图分类号: TV147 **文献标识码:** A

Construction quality and maintenance of river embankments for water conservancy projects

Mingjun Zheng Lingyuan Fu

Shishou City Embankment Management General Section

[Abstract] In water conservancy projects, river embankments, as an important component of the flood control system, their construction quality and later maintenance directly affect the safe operation and service life of the project. This article conducts an in-depth analysis of the structural characteristics of embankments, common forms of failure, and key points of construction techniques. It focuses on discussing the technical requirements and quality control measures for key links such as embankment foundation construction, embankment body filling, anti-seepage design and construction, and slope protection technology. At the same time, the daily maintenance content, methods and precautions of the embankment were systematically expounded, emphasizing the importance of scientific management in extending the service life of the embankment. Based on practical cases, this article proposes a series of operational technical improvement measures, aiming to provide references for enhancing the construction and management level of embankments.

[Key words] Water conservancy project River embankment; Construction quality; Anti-seepage design Embankment maintenance Geotextile Wooden pillow binding guide

引言

随着我国水利基础设施建设的持续推进,河道堤防作为抵御洪水灾害的核心工程之一,其安全性和稳定性受到广泛关注。堤防工程不仅承担着调节水流、防止漫溢的功能,还在生态治理、水资源保护等方面发挥着重要作用。然而,在长期运行过程中,受自然环境变化、地质条件复杂性及施工质量问题的影响,堤防可能出现不同程度的病害甚至结构性破坏。因此,如何提高堤防施工质量、优化施工工艺,并加强后期维护管理,已成为当前水利工程建设中的重要课题。本文将从堤防的结构特性出发,系统分析各类破坏形式及其成因,深入探讨施工关键技术与维护策略,力求为提升堤防工程的整体水平提供理论支持和技术指导。

1 堤防特点

堤防是一种沿河流、湖泊或海岸线修建的挡水建筑物,主要用于防御洪水侵袭,保障周边地区的安全。根据材料类型不同,堤防可分为土石堤、混凝土堤、复合型堤等,其中以土石堤最为常见。土石堤具有造价低、施工便捷、适应性强等特点,但同时也存在抗冲刷能力弱、易发生沉降等问题。堤防的结构通常包括基础、堤身和护坡三部分,基础承受上部荷载并传递至地基,堤身是主体部分,负责拦蓄水流,而护坡则用于防止水流冲刷和风化侵蚀。由于堤防多建于软土地基之上,因此在设计与施工过程中需充分考虑地基承载力、地下水位变化等因素,以确保整体结构稳定。

2 土堤坝岸经常发生的破坏形式

在实际运行中,土堤坝岸常见的破坏形式主要包括滑坡、裂缝、管涌、塌陷和冲刷五类。滑坡多发生在坡度较陡、土壤含水量较高或地基不稳定的区域,常因雨水渗透导致土体饱和失稳。裂缝则主要由不均匀沉降引起,尤其是在新旧堤段交接处或填土密实度不足的部位更为常见。管涌是由于水流在堤身或堤基内部形成通道,导致细颗粒被带走,进而引发结构空洞,严重时可能造成溃堤。塌陷多出现在地基处理不当或地下空洞发育的区域,表现为局部下沉或断裂。冲刷破坏则主要发生在水流流速较大的迎水面,若护坡措施不到位,极易造成坡面剥落甚至崩塌。上述破坏形式往往相互关联,需通过综合勘察与分析,制定针对性防治措施。

3 水利工程河道堤防施工质量控制

3.1 了解堤防工程施工重难点

堤防工程的施工过程涉及多个专业领域,技术复杂程度高。其施工重难点主要体现在以下几个方面:一是地基处理难度大,特别是在软土地基条件下,需采取加固措施以提高承载力;二是土方填筑量大且质量要求高,必须严格控制压实度、含水量等参数;三是防渗结构施工精度要求高,任何细微缺陷都可能影响整体防渗性能;四是护坡结构施工需兼顾美观与功能性,既要满足抗冲刷要求,又要避免过度硬化影响生态环境;五是施工期间的防汛任务重,需统筹安排工期,确保工程在汛期前具备基本防洪能力。

3.2 堤防工程施工的技术保证措施

为确保堤防施工质量,应建立完善的施工组织管理体系,明确各工序的责任分工。施工前应进行详细的地质勘察,掌握地基土层分布、地下水位等情况,为设计方案提供依据。施工过程中应严格执行国家相关规范,采用先进的施工设备和检测仪器,确保每道工序符合质量标准。对于关键部位如防渗墙、排水设施等,应实行全过程监控,必要时引入第三方检测机构参与验收。此外,还应加强现场管理,合理安排施工顺序,减少交叉作业带来的干扰,确保施工进度与质量同步推进。

3.3 堤基施工质量与安全控制

3.3.1 堤基施工技术要点

堤基是整个堤防结构的基础,其稳定性直接影响堤防的整体安全。堤基施工应遵循“先清基后填筑”的原则,清除表层植被、腐殖质等松散物质,并进行碾压夯实。对于软土地基,可采用换填法、强夯法或深层搅拌桩等方式进行加固处理。换填法适用于浅层软土,即将软土挖除后回填砂石或灰土;强夯法则适用于大面积软土区域,通过重锤夯实提高土体密实度;深层搅拌桩则适用于深厚软土层,利用水泥浆液与土体混合形成桩体,增强地基承载力。

3.3.2 施工质量控制

堤基施工的质量控制应贯穿于整个施工过程。施工前应对原材料进行检验,确保所用砂石、水泥等材料符合设计要求。施工中应严格按照施工方案执行,特别是碾压遍数、夯击能量等参数应控制在合理范围内。施工完成后应进行承载力试验,采用静

载试验或动力触探等方法评估地基加固效果。对于不合格区域应及时返工,确保达到设计标准。

3.3.3 施工安全管理

堤基施工过程中涉及大量重型机械作业,安全风险较高。应建立健全安全生产责任制,落实各项安全防护措施。施工现场应设置明显的警示标志,划定危险作业区,并安排专人值守。施工人员须佩戴齐全的劳动保护用品,定期接受安全教育培训。对于深基坑作业,应采取支护措施,防止塌方事故的发生。同时,应制定应急预案,配备必要的救援设备,确保突发情况下的快速响应。

3.3.4 工程验收

堤基工程完工后,应按照相关规定组织验收。验收内容包括地基处理效果、压实度、承载力等指标。验收方式可采用现场检测与资料审查相结合的方式,确保数据真实可靠。对于隐蔽工程,应在覆盖前完成验收,避免后续无法补救。验收合格后方可进入下一道工序施工。

3.4 堤身填筑与砌筑施工质量控制

堤身填筑是堤防施工的核心环节,直接影响堤防的抗洪能力和使用寿命。填筑材料应选用透水性好、不易风化的砂砾石或粘性土,避免使用有机质含量高的不良土料。填筑过程中应分层进行,每层厚度不宜超过30cm,并采用振动碾或羊足碾进行压实。压实度应达到设计要求,一般不低于95%。对于高堤段,应设置观测点,定期监测沉降变化。砌筑部分主要用于护脚或局部加固,常用材料有浆砌石、混凝土块等,砌筑时应保证砂浆饱满、接缝严密,防止渗漏。

3.5 防渗设计与施工质量控制

3.5.1 防渗工程设计应遵循以下原则

防渗设计应以“以防为主、排导结合”为基本原则,优先考虑采用物理防渗措施,如设置防渗墙、铺设土工膜等。设计时应结合地层条件、水文特征及工程等级,合理选择防渗材料和结构形式。防渗结构应具有良好的耐久性、抗渗性和可修复性,能够适应堤防运行过程中的变形要求。同时,应预留排水通道,防止渗水积聚造成反向压力。

3.5.2 渗流控制措施

(1)地质勘探与基础处理。在防渗设计前,应进行详尽的地质勘探,查明地层结构、地下水位、渗透系数等参数。对于渗透性较强的地层,可采用帷幕灌浆、高压旋喷桩等方法进行加固处理,降低地层渗透性。基础处理应结合防渗结构布置,确保两者协调一致,避免出现薄弱环节。(2)防渗结构设计。防渗结构的设计应充分考虑堤防的运行环境和荷载条件。常用的防渗结构包括垂直防渗墙、水平铺盖、复合土工膜等。垂直防渗墙适用于地基渗透性较强的情况,可通过地下连续墙或水泥土搅拌桩实现;水平铺盖则适用于堤身顶部或背水面,防止雨水入渗;复合土工膜则具有防渗性能好、施工简便等优点,广泛应用于中小型堤防工程。(3)渗流监测与预警。为及时发现渗流异常,应在堤防关键部位布设渗流监测装置,如测压管、渗流量计等。监测

数据应实时上传至管理系统,一旦发现异常渗流现象,应及时启动应急响应机制,采取封堵、引流等措施,防止险情扩大。

3.5.3 防渗工程施工技术

(1) 置换法防渗技术。置换法是将原有渗透性较高的土体挖除,替换为低渗透性的黏性土或砂砾石,形成防渗层。该方法适用于浅层渗透问题,施工相对简单,成本较低,但仅适用于局部处理,难以解决深层渗漏问题。(2) 超薄防渗墙。超薄防渗墙是一种新型防渗技术,采用专用钻机在堤基内连续造孔,并注入水泥浆液形成连续墙体。该技术具有施工效率高、防渗效果好、适用范围广等优点,特别适用于复杂地层条件下的堤防工程。施工过程中应注意控制浆液配比、注浆压力等参数,确保墙体质量。

3.6 合理运用堤(岸)坡防护实用技术

3.6.1 柴枕捆扎工艺流程

(1) 材料准备。柴枕捆扎所需材料主要包括柳条、竹片、麻绳等天然材料。材料应选择韧性好、无腐朽的新鲜枝条,长度一般为1.5~2m,直径适中,便于绑扎。麻绳应选用强度高、耐腐蚀的产品,确保捆扎牢固。(2) 柴枕制作。制作时将柳条或竹片按一定密度平行排列,两端用麻绳捆扎固定,形成具有一定弹性和柔韧性的柴枕结构。柴枕长度应根据护坡宽度确定,一般为3~5m,重量适中,便于搬运和铺设。(3) 柴枕铺设。铺设前应对坡面进行整平,清除杂草和浮土,确保柴枕与坡面紧密贴合。铺设方向应与水流方向一致,逐层叠放,上下错缝,增强整体稳定性。铺设完毕后,应用木桩或石块进行临时固定,防止滑动。(4) 捆扎加固。为增强柴枕护坡的整体性,可在相邻柴枕之间采用横向绑扎方式连接,形成网格状结构。同时,在坡顶和坡脚处设置锚固点,防止整体下滑。加固完成后应检查绑扎节点是否牢固,必要时进行补绑。(5) 质量检查。施工结束后,应进行全面检查,包括柴枕铺设密度、绑扎牢固度、坡面平整度等。可采用目测与抽样测试相结合的方法,确保护坡结构稳定,能有效抵御水流冲刷。对于不符合要求的部位,应及时整改。

3.6.2 土工织物软体沉排施工质量控制

(1) 技术原理。土工织物软体沉排是一种柔性护坡结构,由土工布、填充材料(如碎石、沙袋)组成,具有良好的透水性和抗冲刷能力。该技术通过将填充好的土工织物沉入水下,形成连续护底结构,防止河床冲刷和堤脚掏空。(2) 施工质量控制。施工前应测量河床地形,确定沉排铺设范围。土工织物按设计尺寸裁剪并缝制,填充材料应选用粒径适中的碎石,装填后密封口部。沉排应由上游向下游依次铺设,采用人工或机械辅助沉放,确保位置准确。铺设完成后应进行拉紧固定,防止漂浮或移位。沉排与堤脚之间应设置过渡段,增强整体稳定性。

4 堤防维护

4.1 堤防维护的内容

堤防维护工作主要包括日常巡查、隐患排查、功能恢复和应急抢修四个方面。日常巡查是对堤防外观、护坡结构、排水系统等进行定期检查,发现问题及时记录并上报。隐患排查则是

对堤身裂缝、沉降、渗漏等潜在问题进行深入调查,评估其危害程度。功能恢复是指对已损坏的护坡、排水沟等设施进行修复,恢复其原有功能。应急抢修是在遭遇暴雨、洪水等极端天气时,迅速组织力量进行抢险,防止险情扩大。

4.2 堤防维护的方法

堤防维护应坚持“预防为主、防治结合”的方针,采用多种手段提高维护效果。一是建立完善的巡检制度,定期组织专业技术人员开展实地检查,记录堤防运行状态。二是利用无人机、遥感等现代技术手段,实现远程监测,提高巡查效率。三是对发现的问题分类处理,轻微病害可采用局部修补,严重病害则需进行结构加固。四是在重点部位增设监测设备,如裂缝计、沉降仪等,实现动态监测。

4.3 堤防维护的注意事项

堤防维护是一项长期性工作,需注意以下几个方面:一是维护作业应避开汛期高峰期,尽量在枯水期进行,确保施工安全;二是维护过程中不得破坏原有结构,尤其是防渗层和排水系统,以免影响堤防功能;三是维护材料应选用环保、耐久的品种,避免使用对生态环境有害的化学制品;四是维护完成后应进行效果评估,总结经验,持续优化维护方案。

5 结语

河道堤防作为水利工程的重要组成部分,其施工质量与维护水平直接关系到防洪安全与社会稳定。通过对堤防结构特点、破坏形式及施工技术的系统分析,可以得出科学合理的施工与维护策略。在实际操作中,应注重细节控制,强化质量监管,推动技术创新,全面提升堤防工程的可靠性与耐久性。只有将高质量施工与规范化维护有机结合,才能真正实现堤防工程的长效安全运行。

[参考文献]

- [1]盛炳荣.水利工程施工安全与质量管理中常见问题及解决措施[J].四川水泥,2022,(06):102-104.
- [2]孟利利,洪攀,任广顺.水利工程河道堤防施工质量管理[C]//中国智慧城市经济专家委员会.2023年智慧城市建设论坛深圳分论坛论文集.黄河建工集团有限公司;渝能(集团)有限责任公司,2023:172-173.
- [3]赵海涛.水利工程河道堤防施工质量管理研究[J].水上安全,2024,(21):28-30.
- [4]杜昱辰.水利水电堤防工程防渗施工与质量管理分析[J].中国标准化,2017,(12):172.
- [5]解士博.水利堤防工程的施工质量管理措施[C]//《建筑科技与管理》组委会.2020年12月建筑科技与管理学术交流会议论文集.水利部海委漳卫南运河临西河务局,2020:44-45.

作者简介:

郑明军(1978--),男,汉族,湖北石首人,本科,研究方向:水利水电。