

水利工程中的堤防工程与河道整治技术

王军杰 田 哲

黄河勘测规划设计研究院有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 水利工程对于保障区域防洪安全、改善生态环境以及促进社会经济发展意义重大,其中堤防工程与河道整治技术是关键内容。本文先是概述了堤防工程的类型及作用,随后介绍河道整治的目标涵盖防洪、水质改善、生态修复等方面,以及相应遵循的综合性、生态性、因地制宜等原则。还详细阐述了堤防工程施工的土料选择、填筑施工、地基处理等技术要点。最后展望其发展趋势,如可持续理念贯彻、智能化应用与多学科融合,旨在为相关工程实践提供参考。

关键词: 水利工程;堤防工程;河道整治;技术

引言:水利工程在人类社会发展中扮演着至关重要的角色,是抵御洪水、合理调配水资源等的重要依托。而堤防工程与河道整治作为水利工程的重要组成部分,直接关系到防洪安全、生态稳定以及周边区域的可持续发展。堤防工程能有效阻拦洪水泛滥,守护沿岸居民与设施安全;河道整治则旨在优化河道功能,提升其综合效益。

1 堤防工程概述

1.1 堤防工程的类型

堤防工程类型多样,按建筑材料可分为土堤、石堤、混凝土堤等。土堤以黏土、砂土等为主要材料,取材方便、造价较低,但抗冲刷能力相对较弱;石堤采用块石堆砌而成,坚固耐用,抗冲刷性强,常用于水流较急、冲刷严重河段;混凝土堤则由钢筋混凝土浇筑,强度高、稳定性好、占地少,多应用于城市防洪堤或重要水利枢纽堤防^[1]。

1.2 堤防工程的作用

首要作用是防洪,在洪水期能够有效阻挡洪水漫溢,保护堤内居民生命财产安全、农田、城镇基础设施及各类生产生活设施,减少洪水灾害造成的经济损失与人员伤亡。其次,有助于稳定河势,约束水流走向,防止河岸侵蚀坍塌,保护河道岸线资源,为河道生态系统稳定创造条件。再者,为水资源综合利用提供保障,保障了河道内正常的航运、灌溉、供水等功能有序开展,促进区域经济发展与生态平衡,是水利基础设施体系中不可或缺的关键环节。

2 河道整治的目标与原则

2.1 河道整治的目标

2.1.1 防洪安全

通过对河道进行清淤疏浚、拓宽加深、加固堤防等

工程措施,提高河道的行洪能力与泄洪效率。在洪水来临时,能够快速有效地疏导洪水,降低洪水位,减少洪水对周边城镇、乡村、农田以及交通等基础设施的侵袭与破坏风险。合理规划河道走向与断面形式,确保洪水能够顺畅排泄,增强区域应对洪水灾害的能力,保障人民生命财产安全,为社会经济的稳定发展筑牢坚实的防洪屏障。

2.1.2 改善水质

改善水质是河道整治的重要任务。通过河道整治工程,如截污纳管、底泥清淤等手段,减少外源污染物直接排入河道,降低底泥中污染物的释放。增强水体的自净能力,促进水流循环与曝气复氧过程,使水中溶解氧含量提升,利于好氧微生物分解有机污染物。恢复河道的生态功能,如重建水生植物群落,借助其吸收氮、磷等营养物质以及吸附重金属等作用,进一步净化水质,逐步恢复河道清澈、洁净的水生态环境,满足人们对水资源质量的需求,促进水生态系统健康稳定。

2.1.3 生态保护与修复

生态保护与修复是河道整治不可或缺的目标。在整治过程中,注重保护河道原有生态系统的完整性,维护生物多样性。通过构建生态护岸,为水生生物提供栖息繁衍场所,促进水陆生态系统的物质交换与能量流动。修复受损的河岸带植被,发挥其过滤污染物、稳固河岸、调节水温等生态服务功能。恢复河道自然形态,如营造浅滩、深潭等多样化生境,满足不同生物对生存环境的需求,使河道生态系统逐渐恢复自我调节与平衡能力,实现人与自然和谐共生,打造绿色、生态、可持续的河道景观与生态环境。

2.2 河道整治的原则

2.2.1 综合性原则

综合性原则要求在河道整治时全面考量多方面因素。不仅要关注防洪、排水等水利功能，还需兼顾航运、灌溉、供水等水资源综合利用效益。整合水利工程、生态环境、景观美学、社会经济等多学科知识与技术手段，进行统一规划与设计。例如，在规划河道整治方案时，要协调好不同部门和利益群体的需求，使工程既能保障河道安全稳定运行，又能促进周边区域的经济、社会发展，提升居民生活品质，实现水利效益、生态效益、社会效益的最大化，避免片面追求单一目标而忽视其他方面的不利影响。

2.2.2 生态性原则

生态性原则强调河道整治需尊重自然生态规律。以保护和修复河道生态系统为导向，尽可能减少工程建设对生态环境的破坏与干扰。采用生态友好型的工程材料与技术，如生态护坡、生态清淤等，促进河道生态系统的自我修复与良性循环。维护河道内水生生物的多样性与栖息地完整性，保障生态廊道的连通性，使物质、能量和生物信息能够在河道生态系统内顺畅传递。注重与周边陆地生态系统的协同共生，构建完整的流域生态网络，实现河道生态功能的可持续性，让河道成为自然生态系统的有机组成部分而不是孤立的人工工程。

2.2.3 因地制宜原则

生态性原则强调河道整治需尊重自然生态规律。以保护和修复河道生态系统为导向，尽可能减少工程建设对生态环境的破坏与干扰。采用生态友好型的工程材料与技术，如生态护坡、生态清淤等，促进河道生态系统的自我修复与良性循环。维护河道内水生生物的多样性与栖息地完整性，保障生态廊道的连通性，使物质、能量和生物信息能够在河道生态系统内顺畅传递。注重与周边陆地生态系统的协同共生，构建完整的流域生态网络，实现河道生态功能的可持续性，让河道成为自然生态系统的有机组成部分而不是孤立的人工工程^[2]。

3 堤防工程施工技术

3.1 土料选择

3.1.1 土料稳定性

土料稳定性对于堤防工程质量至关重要。具有良好稳定性的土料在承受外部荷载和水流冲刷时，能保持结构完整和形态稳定。一般来说，颗粒级配合理的土料稳定性较高，例如含有适量粗颗粒与细颗粒相互填充的土，粗颗粒形成骨架，细颗粒填充孔隙，增强整体强度。同时，土料的矿物成分也影响稳定性，如黏土矿物含量适中的土，其粘结性和抗剪强度能满足工程要求。

3.1.2 土料含水量

土料含水量直接关系到堤防施工的难易程度与工程质量。含水量过高的土料，在填筑过程中难以压实，容易形成橡皮土，导致堤身强度不足，孔隙率大，在后期运行中可能出现沉陷、渗漏等问题。而含水量过低的土料，颗粒间摩擦力大，不易粘结，压实效果也不理想，会使堤身松散。因此，在施工前需精确测定土料的天然含水量，并根据土料性质和施工工艺要求，将含水量控制在最优范围内。

3.1.3 土料资源利用

在堤防工程中，合理利用土料资源具有多方面意义。一方面，充分利用工程所在地周边的土料，可减少远距离运输成本，提高施工效率。例如，优先选用开挖河道、基坑等产生的合格土料，实现土方平衡，降低工程造价。另一方面，对一些原本不符合要求但经处理后可利用的土料进行资源化利用，如对含砂量较高的土料进行改良，添加适量的黏土或其他稳定剂，使其满足堤防土料的性能要求，对于废弃土料要妥善处理，避免随意堆放造成环境污染和土地资源浪费，做到土料资源的高效、环保利用，促进工程建设与环境保护的协调发展。

3.2 填筑施工

2.2.1 堤基清理

堤基清理是堤防填筑施工的重要基础环节。首先要彻底清除堤基范围内的杂草、树根、垃圾以及各种障碍物，防止其腐烂后影响堤身质量或形成渗漏通道。对于堤基表面的腐殖土、淤泥等软弱土层，需全部挖除并运至指定地点妥善处理，要对堤基进行平整，控制一定的坡度，以利于排水，避免堤基积水导致土体软化。在清理过程中，还需对堤基进行详细勘察，如发现洞穴、裂缝等不良地质现象，应及时进行回填、封堵或采取其他相应的加固处理措施，确保堤基坚实、稳定，为后续的填筑施工创造良好条件。

3.2.2 分层填筑

分层填筑是保证堤身质量均匀稳定的关键步骤。根据设计要求和土料特性确定每层填筑的厚度，一般每层厚度控制在 20 - 30 厘米较为合适。在填筑过程中，应严格按照水平分层、由低到高的顺序进行，确保每层土料铺设均匀，避免出现高低不平或倾斜现象。不同性质的土料应遵循特定的填筑规则，如透水性小的土料宜填筑在堤身内侧，透水性大的土料填筑在外侧，防止形成集中渗流。每层土料在铺设后，要进行适当的平整，使其表面平整、无明显凹凸，为后续的压实作业做好准备，从而使整个堤身形成一个结构紧密、整体性强的实体。

3.2.3 压实作业

压实作业是提高堤身密实度和强度的核心工序。根据土料种类和含水量选择合适的压实机械,如羊角碾、振动碾等。在压实过程中,要按照先轻后重、先慢后快、先边缘后中间的原则进行操作。初压时采用较轻的压力和较慢的速度,使土料初步稳定,然后逐渐增加压力和速度,确保土料得到充分压实。对于碾压不到的边角部位,应采用小型压实设备或人工夯实进行补充处理。压实作业应达到规定的压实度标准,通过现场试验检测,如环刀法、灌砂法等测定压实后土料的干密度,与设计要求的干密度进行对比,保证堤身压实质量满足防洪抗渗等工程要求,有效提高堤防的稳定性和耐久性^[3]。

3.3 地基处理

3.3.1 换填法

换填法是一种常用的地基处理方式。当堤基地质条件较差,如存在软弱土层、淤泥质土或杂填土等无法满足工程要求时,采用换填法。首先将不良地基土挖除,然后换填强度较高、压缩性较低且稳定性好的材料,如砂石、灰土、素土等。换填材料的选择要依据工程具体情况,例如砂石换填适用于对排水要求较高的地基,灰土换填能提高地基的承载能力和抗渗性。换填的深度和范围根据地基的软弱程度及上部结构荷载确定,施工时要分层铺设并压实换填材料,确保换填层的密实度和均匀性,有效改善地基的工程性质,为堤防工程提供坚实基础。

3.3.2 排水固结法

排水固结法主要针对软土地基处理。其原理是通过设置排水系统,如砂井、塑料排水板等,使地基土中的孔隙水能够快速排出,土体逐渐固结,从而提高地基的强度和稳定性。在排水系统设置完成后,一般还需在地基表面施加一定的预压荷载,如堆载预压或真空预压,加速地基固结过程。堆载预压是在地基上堆填土石等重物,真空预压则是通过抽真空形成负压促使孔隙水排出。排水固结法可有效减少地基沉降和不均匀沉降,提高软土地基对堤防工程上部荷载的承载能力,在处理大面积软土地基的堤防工程中应用广泛,能显著降低工程后期因地基沉降引发的安全隐患。

4 水利工程中堤防工程与河道整治技术的发展趋势

4.1 可持续发展理念的深入贯彻

在未来水利工程的堤防与河道整治中,可持续发展理念将愈发关键。从材料选择上,更多环保可再生材料将取代传统材料,如生态混凝土、可降解护坡材料等,降低对环境的长期影响。工程设计会充分考虑生态系统的完整性与自我修复能力,注重与周边自然环境和谐共生,减少对生物栖息地的破坏并促进其恢复。运行管理

方面,强调水资源的高效利用与循环,通过优化调度实现防洪、供水、生态等多目标平衡,同时建立长期生态监测机制,确保工程对环境的影响处于可控与可修复状态,保障水利工程的长期可持续性。

4.2 智能化技术的应用

智能化技术正逐步渗透到堤防工程与河道整治领域。在监测方面,借助高精度传感器、卫星遥感、无人机等设备,实现对河道水位、流速、水质、堤身变形等多参数的实时、精准监测,构建全方位的监测网络体系。数据分析利用人工智能算法,快速处理海量监测数据,精准预测洪水演进路径、水位变化趋势以及工程安全隐患等,为决策提供科学依据。在工程设施的运行管理上,实现自动化控制,如智能闸门根据水位和流量自动调节开合度,提高工程运行效率与安全性,智能化技术将极大提升水利工程的管理水平与灾害应对能力。

4.3 多学科融合

多学科融合成为水利工程发展的必然趋势。水利学与生态学深度结合,在工程规划设计时充分考量生态系统的结构与功能需求,打造生态友好型的堤防与河道整治方案,促进水生态系统健康。材料科学为工程提供新型高性能材料,如纳米材料用于堤身防渗、智能材料用于结构自监测与自修复。计算机科学助力数值模拟与虚拟建模,在工程前期对不同方案进行模拟分析,优化设计方案,减少施工风险与成本^[4]。

结束语

水利工程中的堤防工程与河道整治技术对于保障区域安全、推动生态平衡与促进经济社会发展意义非凡。随着科技进步与理念更新,我们正迈向新的发展阶段。未来需持续深化可持续发展理念,融入智能化技术提升工程精准度与效率,促进多学科交叉融合以攻克复杂难题,应注重工程实践与理论研究协同,不断总结经验、创新方法,确保堤防与河道整治工程在防洪、生态、资源利用等多方面发挥更优效能,为构建人水和谐的美好未来筑牢坚实基础。

参考文献

- [1]赵小芳.关于水利工程中堤防护岸工程施工技术分析[J].价值工程,2019,38(35):243-244.
- [2]黄贵青.水利工程中生态堤防设计的应用[J].建材与装饰,2019(34):290-291.
- [3]蔡宗根.河道堤防现状与堤防生态建设相关途径[J].河南水利与南水北调,2019,48(11):21-22.
- [4]王娜.水利工程中堤防设计方案研究与优化[J].中国水运(下半月),2019,19(11):188-189.