

# 堤防施工质量及堤防维护

张占旗 张林林 董 辉

濮阳黄河河务局范县黄河河务局 河南 濮阳 457000

**摘要:** 堤防作为国家水安全体系的重要基石,在防洪减灾、保障人民生命财产安全和支撑经济社会发展中扮演着不可替代的角色。然而,其效能的发挥高度依赖于两个关键环节:一是建设阶段的施工质量,二是运行阶段的科学维护。本文旨在系统探讨堤防工程从施工到维护全生命周期的质量与管理问题。文章首先阐述了堤防工程的重要性及其面临的挑战,继而深入剖析了影响堤防施工质量的核心要素,包括设计标准、材料选择、施工工艺、质量控制体系等,并针对常见质量问题提出了预防与控制措施。随后,文章重点论述了堤防维护的内涵、原则、主要内容(如日常巡查、隐患探测、生物防治、维修加固等)以及现代化维护技术的应用。最后,本文从制度建设、技术创新、智慧化管理和公众参与等维度,对未来堤防高质量发展路径进行了展望,以期提升我国堤防工程的整体安全水平和长效运行能力提供理论参考与实践指导。

**关键词:** 堤防工程;施工质量;质量控制;工程维护;隐患探测;智慧水利

## 引言

我国江河湖泊众多,洪涝灾害频发,堤防作为最古老且应用广泛的防洪工程,历经数千年发展,成为守护家园的“水上长城”,是国家水安全保障体系的核心,保护着沿岸人口、良田、城市及基础设施。但历史经验表明,堤防并非坚不可摧,九江溃堤等险情警示我们,堤防安全取决于内在“健康”,这由建设施工质量与科学维护两大支柱支撑。施工质量是“先天之本”,决定初始抗灾能力;工程维护是“后天之养”,确保性能不退化、隐患及时消除。当前,我国水利转型,气候变化加剧,对堤防提出更高要求与挑战。在此背景下,系统研究堤防施工质量与维护方法,意义重大。本文将围绕这两大核心议题深入探讨,构建堤防全生命周期质量与管理框架。

## 1 堤防施工质量控制的核要素

### 1.1 科学严谨地设计是前提

设计是工程建设的灵魂。堤防设计必须基于详尽的水文、地质、气象等基础资料,充分考虑流域的防洪规划、保护对象的重要性以及未来发展的需求。设计标准的确定至关重要,需遵循国家相关规范(如《堤防工程设计规范》GB50286),合理确定防洪标准、堤顶高程、堤身断面形式、边坡比等关键参数。设计不仅要满足防洪功能,还应兼顾生态、景观和交通等多重需求,避免过度硬化,推广生态型护岸结构。此外,设计文件必须清晰、准确、完整,为后续施工提供明确无误的指导。

### 1.2 严格把控原材料质量是基础

堤防主体主要由土石料构成,其质量直接关系到堤

身的强度、渗透性和稳定性。(1)土料选择:应优先选用粘粒含量适中、塑性指数良好、渗透系数小的黏性土或壤土。严禁使用淤泥、腐殖土、冻土、膨胀土及有机质含量超标的土料。对于填筑土料,必须进行击实试验,确定最优含水率和最大干密度,这是保证压实度的关键依据。(2)石料与混凝土:用于护坡、护脚的石料应质地坚硬、耐风化、无裂缝。混凝土预制块或现浇混凝土的强度等级、抗冻性、抗渗性等指标必须满足设计要求<sup>[1]</sup>。(3)土工合成材料:在现代堤防中广泛应用的土工布、土工膜、土工格栅等,其物理力学性能(如抗拉强度、顶破强度、渗透系数)和耐久性(抗老化、抗化学腐蚀)必须经过严格检验。所有进场材料均需建立完善的台账,并按规定进行见证取样和送检,杜绝不合格材料用于工程实体。

### 1.3 精细化施工工艺是关键

堤防施工看似简单,实则工艺要求极为精细,任何一个环节的疏忽都可能埋下隐患。(1)清基处理:这是确保堤身与原地面紧密结合、防止接触冲刷的第一步。必须彻底清除堤基范围内的草皮、树根、垃圾、淤泥等杂物,并对坑塘、沟壑进行分层回填压实,使其密实度不低于堤身填筑标准。(2)分层填筑与压实:这是堤防施工的核心工序。必须严格控制铺土厚度(通常不超过30cm)、含水率(控制在最优含水率 $\pm 2\%$ 范围内)和压实遍数。碾压机械的选择(如振动碾、羊足碾)和行走路线应科学合理,确保无漏压、欠压区域,特别是新老堤结合部、穿堤建筑物周边等薄弱环节,需采用小型机具或人工夯实,确保结合紧密。(3)穿堤建筑物施工:涵闸、管道等穿堤建筑物是堤防的“软肋”。其与堤身的

结合部位极易形成渗流通道。施工时必须严格按照设计要求设置止水设施(如铜片止水、橡胶止水带),并对结合部进行特殊处理,如开挖齿槽、回填高塑性粘土并加强压实。(4)护坡护岸施工:护坡不仅是美观需要,更是防止风浪淘刷、雨水冲刷的关键。无论是浆砌石、干砌石还是生态混凝土、植草砖等形式,都必须保证基础稳固、结构密实、排水通畅。对于斜坡式护岸,反滤层的铺设尤为关键,必须保证层次分明、粒径级配正确,既能导水又能阻沙。

#### 1.4 健全的质量控制体系是保障

高质量的施工离不开一套行之有效的质量控制体系。

(1)“三检制”落实:施工单位必须严格执行班组自检、施工队复检、项目部终检的“三检制”,做到上道工序不合格,下道工序不施工。(2)监理旁站与平行检测:监理工程师应对关键部位、关键工序进行全过程旁站监督,并独立进行平行检测,对压实度、含水率等核心指标进行抽检验证,确保数据真实可靠。(3)第三方检测介入:引入具有资质的第三方检测机构,对工程质量进行客观、公正的评价,是提升质量公信力的有效手段<sup>[2]</sup>。(4)信息化管理:利用BIM(建筑信息模型)、物联网等技术,对施工过程进行数字化记录和动态监控,实现质量可追溯。

## 2 堤防维护的主要内容与方法

### 2.1 日常巡查与定期检查

日常巡查通常由专职的管护人员负责执行,在非汛期一般每周至少进行一次,而在汛期这一频率则需大幅加密,甚至达到每日多次。巡查的重点在于对堤顶、堤坡、堤脚等关键部位进行细致观察,留意是否存在裂缝、塌陷、滑坡的迹象;仔细搜寻是否有獾、鼠、白蚁等害堤动物的活动痕迹,如洞口、粪便或啃食痕迹;检查护坡、护岸结构是否出现松动、破损或脱落;确认堤身及周边的排水设施是否畅通无阻;同时,还要警惕堤防管理范围内是否存在违章建筑、非法取土、挖沙等破坏性行为。定期检查则是在日常巡查基础上的深化和补充,主要包括年度普查和专项检查。年度普查通常安排在每年汛前和汛后,是对堤防进行的一次全面、细致的“体检”。而专项检查则更具针对性,例如在白蚁高发区定期组织的专业普查,或是利用声呐等设备对水下堤脚地形进行周期性测量,以掌握河床冲淤变化对堤防基础的影响。

### 2.2 隐患探测与诊断技术

传统的目视检查方法对于堤防内部隐藏的隐患往往无能为力。幸运的是,现代地球物理勘探和传感技术为此提供了强大的解决方案。电法勘探,特别是高密度电法,通过向堤身注入电流并测量其电阻率的空间分布,

能够有效识别出因渗漏、空洞或土体松散而形成的低电阻率异常区域,为精准定位隐患提供了科学依据。地质雷达(GPR)则利用高频电磁波对堤防浅部结构进行快速扫描,对裂缝、脱空、分层等缺陷具有很高的分辨率,特别适用于堤顶和堤坡的快速无损检测。分布式光纤传感技术代表了监测领域的前沿方向,通过将传感光纤预埋或敷设于堤防内部,可以实现对温度场和应变场的分布式、长距离、实时监测。当堤防某处发生渗漏时,由于水的温度通常与周围土体不同,会在光纤上形成明显的温度异常信号;而当堤防发生变形或位移时,则会产生相应的应变异常,从而实现对险情的早期预警<sup>[3]</sup>。此外,搭载高清相机、红外热像仪和激光雷达(LiDAR)的无人机巡检系统,能够从空中高效获取堤防的全景影像、三维点云模型和表面热力图,不仅可以快速完成大范围巡查,还能发现肉眼难以察觉的细微异常,极大地提升了巡检的效率和精度。

### 2.3 生物防治与生态修复

生物侵害是威胁堤防安全的一大顽疾,其防治与生态修复工作同等重要。对于獾、鼠类等挖掘型动物,通常采取综合措施,包括设置捕兽夹进行人工捕杀、投放专用毒饵进行诱杀,以及对已发现的洞穴进行高压灌浆封堵,彻底消除其活动空间。而对于破坏性更强、隐蔽性更高的白蚁,则必须贯彻“预防为主、综合治理”的方针,通过在堤防周边构筑毒土化学屏障、布设诱杀型饵剂系统、利用其趋光性进行灯光诱杀等多种手段相结合,并辅以每年定期的专业普查,才能有效控制其危害。在生态修复方面,对于采用草皮护坡的堤段,需要适时进行修剪以促进分蘖、合理施肥以补充养分、及时补植以维持植被覆盖率,从而确保植被根系能够持续有效地发挥固土护坡的作用。长远来看,应大力推广种植根系发达、耐水湿、适应性强的本土植物,构建一个结构稳定、功能完善的生态防护系统,这不仅能提升堤防的自身韧性,还能改善沿岸生态环境,实现人水和谐。

### 2.4 维修与加固工程

根据日常巡查、定期检查以及现代探测技术所获得的信息,对存在问题的堤段及时实施维修与加固工程,这是维护工作的最终落脚点。对于因干缩或不均匀沉降产生的裂缝,应根据其深度和成因采取不同的处理方法。浅表裂缝可通过开挖后用优质土料回填夯实的方式修复,而深层裂缝,尤其是伴随有滑坡迹象的,则需要进行更为详尽的地质勘察,并采取削坡减载、在坡脚反压镇脚、设置内部排水盲沟乃至打入抗滑桩等一系列综合性工程措施来根治。渗漏是堤防最危险的病害之一,处理时必须

须遵循“临河截渗、背河导渗”的基本原则。在临水侧，可通过抢筑黏土前戗或修建深层防渗墙来阻断渗流路径；在背水侧，则需开挖导渗沟或修筑贴坡排水体，将渗出的水安全、顺畅地排走，防止其进一步冲刷堤身土体<sup>[4]</sup>。此外，每年汛期过后，都应及时对被风浪、水流冲刷破坏的护坡、护岸结构进行修复，恢复其原有的防护功能，为迎接下一个汛期做好准备。

### 3 面向未来的堤防高质量发展路径

面对新形势、新挑战，堤防的建设和维护必须迈向更高水平。

#### 3.1 强化全生命周期管理理念

打破“重建设轻管理”的传统思维，将质量管理的链条从施工阶段延伸至几十年的运行维护期。在规划设计阶段就应充分考虑后期维护的便利性和成本，建立涵盖设计、施工、验收、运行、维护、退役全过程的档案信息库。

#### 3.2 深化智慧水利技术应用

推动大数据、云计算、人工智能、数字孪生等新一代信息技术与堤防管理深度融合。一是构建数字孪生堤防：整合BIM模型、GIS地理信息、IoT传感器数据、历史险情资料等，构建一个与物理堤防完全对应的虚拟映射。管理者可以在数字空间里进行仿真推演、风险评估和预案制定。二是智能预警预报：基于实时监测数据和AI算法，对堤防的渗流、变形、位移等状态进行智能分析，实现险情的早期识别和自动预警，为决策赢得宝贵时间。

#### 3.3 完善法规标准与责任体系

进一步健全堤防管理的法律法规和技术标准体系，明确各级政府、水管单位、产权人的责任边界。推行堤防“河长制”“堤长制”，将管理责任落实到人。加大对侵占、破坏堤防违法行为的惩处力度。

#### 3.4 倡导公众参与和社会监督

堤防安全关乎每个人。应加强水情教育和防灾减灾知识普及，鼓励公众通过APP、热线电话等渠道报告堤防险情或违法行为，形成全社会共同守护“水上长城”的良好氛围。

### 4 结语

堤防工程是守护江河安澜、保障国泰民安的国之重器。其安全稳定运行，绝非一蹴而就，而是依赖于建设期精雕细琢的施工质量和运行期持之以恒的科学维护。二者相辅相成，缺一不可。施工质量是根基，决定了堤防的“先天禀赋”；工程维护是保障，维系着堤防的“后天健康”。面向未来，我们必须牢固树立全生命周期管理的理念，以科技创新为驱动，以智慧水利为支撑，不断完善制度体系，动员全社会力量，共同构建一个“建得优、管得好、守得住”的现代化堤防安全保障体系。唯有如此，才能让这条横亘于江河之畔的“水上长城”，在新时代继续巍然屹立，为中华民族永续发展和伟大复兴筑牢坚实的水安全屏障。

### 参考文献

- [1]王赛丰,江芝飞,马志远.堤防工程施工技术在水利工程建设中的应用[C]//广西大学广西县域经济发展研究院.2025年第四届工程技术数智赋能县域经济城乡融合发展学术交流会论文集.浙江省第一水电建设集团股份有限公司;浙江省水利水电建筑监理有限公司;2025:12-13.
- [2]王建鹏.水利水电工程中堤防护岸工程施工技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(25):148-150.
- [3]徐有诚.堤防工程日常管理与维护技术的研究[J].水上安全,2025,(01):112-114.
- [4]刘帅.水利堤防的可持续维护与管理策略探索[J].水上安全,2024,(10):148-150.