

# 水利工程中堤防及护岸工程施工技术的应用研究

王晓轩

河北京文水利工程有限公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i3.8790

**[摘要]** 堤防及护岸工程是水利工程的重要组成部分，其工程质量对水利工程整体运行的安全性有着直接影响，实际施工过程中，合理选择与规范运用相关施工技术非常关键。基于此，本文结合实际案例，从新建堤防施工、土方开挖、堤基整平处理、堤防填筑、边坡修整等方面阐述堤防及护岸工程施工技术要点，旨在提高堤防及护岸工程施工质量，实现有效降低大量水流对水利工程结构的冲击影响，保障水利工程的抗洪防涝、农田灌溉、城市供水以及抗旱减灾等功能正常发挥，以保障水利工程可持续发展。

**[关键词]** 水利工程；堤防施工；护岸工程

## Research on Construction Technology Applications for Dike and Embankment Projects in Water Conservancy Engineering

Wang Xiaoxuan

Hebei Jingwen Water Conservancy Engineering Co., Ltd.

**[Abstract]** Dike and embankment engineering constitutes a critical component of water conservancy projects, where construction quality directly impacts the operational safety of hydraulic systems. Rational selection and standardized application of construction technologies remain paramount during implementation. Based on practical case studies, this paper elaborates key technical aspects of dike and embankment construction, including new dike construction, soil excavation, dike foundation leveling, embankment filling, and slope stabilization. The objectives are to enhance construction quality, mitigate water flow impacts on hydraulic structures, and ensure effective performance of flood control, irrigation systems, urban water supply, and drought mitigation functions—thereby safeguarding the sustainable development of water conservancy projects.

**[Key words]** hydraulic engineering; dike construction; bank protection engineering

抗洪防涝、农田灌溉、城市供水以及抗旱减灾等是水利工程的核心功能，其中堤防及护岸工程作为水利工程的重要组成部分，发挥着隔绝（构）筑物遭受大量水流冲击、限制洪水、减少水利对水利工程冲刷等关键性作用。因此，在工程建设过程中，需要结合实际情况，合理选择堤防及护岸工程施工技术，并注重各施工环节质量控制，不仅可以有效降低水利工程运行过程中各种风险发生几率，又能达到延长水利工程使用寿命的目的，从而实现水利工程建设的经济效益、社会效益以及生态效益最大化。

### 一、水利工程的技术特点

#### （一）基础建设难度大

水利工程需要在水体中建设，由于施工位置特殊，所以水流带来的施工影响尤为明显。在实际施工中，必须采取有效的工艺处理与控制措施，否则工程质量会受到影响，还会带来诸

多安全隐患。所以在工程施工中，地基处理、基础工程、土石方工程等都是核心工程施工技术。

#### （二）气候变化较复杂

水利工程建设也会面对复杂的气候变化，气候变化对工程建设、运行、安全等各个方面都会产生影响，但工程本身具有气候调节的功能，会对局部气候产生微小影响。水沙关系也比较复杂，输沙量受水土保持与降水变化的影响明显下降，但集中度越来越高，水利工程需要调整调水调沙策略。从工程施工的角度来说，夏季为汛期，容易出现洪水和强降雨气候，造成围堰、基坑被淹等情况，影响施工进度。冬季低温气候会影响混凝土水化反应，需要采取保温措施，土方工程开挖难度也会随之增加。春季融雪和秋季阴雨则会造成道路软化和边坡失稳，施工安全风险增加。所以，复杂的气候条件下，工程施工难度较大，必须采用科学的工程施工技术。

### (三) 工程质量要求高

水利工程不仅用于调配水资源，也是维护人民生命与财产安全的重要工程，所以对工程质量有非常严格的要求。黄河是世界上最难治理的河流之一，所以对工程施工质量有更高的要求。一方面，工程必须具备极高的抗洪能力和良好的稳定性。因为水沙条件比较复杂，水文动力也非常大，存在地上悬河的特殊情况，所以对堤防填筑质量要求严苛。另一方面，地质条件比较复杂，存在长期渗透与腐蚀问题，并且对工程的系统性与联动性有很高的要求。

## 二、水利工程概况

某水利工程位于亚热带季风气候区，雨季降水集中，年均降水量达 1300mm，历史最高洪峰流量达 32000m<sup>3</sup>/s。该项目新建堤防总长度为 15.8km，旨在将该河段防洪标准从 50 年一遇提升至 100 年一遇，保障周边 3 个乡镇、80km<sup>2</sup> 农田及 5 万居民的用水需求。该区域地质分层明显，上部 3-5m 为粉质黏土，下部 10-15m 为砂卵石层，地下水位常年维持在地表下 1.2-1.8m。工程所在河段平均流速为 1.8m/s，汛期最大流速达 4.2m/s，水位年变幅达 6.5m。

## 三、水利工程中堤防护岸工程施工方法

### (一) 开采土料

土料是堤防护岸工程的基础材料之一，其质量往往会对工程整体的耐久性和稳定性造成直接影响。以土料开采作为保证堤防护岸工程施工质量的首要环节，应综合考虑土料性质、防渗要求、运输距离、环境影响等因素，遵循性能相近、就地取材的基本原则，实施科学、规范的技术操作。土料选择环节，需先全面勘察工程地质，完成土层分布与厚度测量、土料物理性质测试（含水量、颗粒组成、液限、塑限等）、土料力学性质评估（压缩性、抗剪强度等）、储量计算与开采条件评价、环境影响评估，以工程部位和功能需求为依据，确定相应的技术标准。比如，在水利工程的均质土堤中，通常可选用压实性能较好、透水性适度的中壤土或亚黏土；而对于斜墙、心墙等防渗体，则选择黏粒含量较高的重壤土或黏土，以保证其堤防工程的防渗效果。根据土层特性与施工条件的不同，在土料开采环节还要合理选择不同的开采工艺。对于含水量较高、土层厚度较大的料场，可采用立面开采的方式，按照从上到下的顺序实施台阶式开挖操作，以保证土料稳定性，促进水分快速排出。如果地势平坦、土层较薄的料场，则应平面开采、全断面推进的方式，提高施工效率。在土料开采的过程中，应事先清除地表 30cm 以内的植被、腐殖土与不合格土层，通过表层处理以保证土料质量。通过洒水或晾晒的方式，控制土料含水量在最优含水量±3%范围内。在此基础上，实施分层取土操作，保持料场开挖面整齐，按照土层自然分层取土，避免不同性质土料混杂。为确保土料的压实性能，在某堤防中，还针对分散

性土、膨胀土等特殊土料进行改性处理，在高含水量黏土中掺入 3%-5% 的生石灰，以改善土料的工程性质。

### (二) 清理坝基

比较分析工程建设图纸，在确保其满足工程建设需求的前提下，综合考虑堤防坝基清理作业整体结构稳定性、安全性造成的影响，着重强调技术规范的有效落实，保证坝基处理质量。首先，遵循全面性、彻底性的基本原则，设置覆盖堤身、压载基面、铺盖等整个工程区域的清理范围，坝基清理的实际边线应超过设计基面边线 30~50cm，并根据实际情况，适当加大坝基维修的高度与厚度，以保障水利工程的施工安全。在坝基清理施工方案中，应对清理对象作出明确要求，一般包括植被、树根、草皮、腐殖土等表层杂物；淤泥、泥炭等松散沉积物；坑洼、井窖、洞穴等地质缺陷以及寒冷地区冻胀性土层。针对地基土质的不同情况，还要适当调整其清除深度，确保堤坝基清理达到密实原状土层。对于软弱土层，坝基清除深度应≥50cm；对于腐殖土，坝基清除深度应≥30cm；对于存在溶洞、古河道等特殊情况，应开展专项勘察工作，根据勘察结果确定处理深度。其次，采用人工作业与机械作业相配合的方式，借助推土机、铲运机等机械设备完成大面积的清理任务，同时由人工完成边角部位的精细处理。在坝基清理环节，需严格按照“测量放样→表土剥离→精细清理→坑塘处理→验收准备”的标准工艺流程，确保清理范围、清理深度、清理对象、清理效果等符合设计要求。最后，结合水利工程堤防护岸工程的实践经验来看，在坝基清理环节难免涉及部分软弱地基、透水地基、不均匀地基、特殊土质地基等地质条件，故在坝基清理结束后，还要从保证坝基结构承载力的层面出发，根据不同情况合理应用加筋法、换填法、排水固结法、帷幕灌浆技术、截水槽设置、过渡层设置、土壤改性处理等方式，增强坝基结构稳定性。

### (三) 堤身填筑

该项目中，堤身选用液限为 32.5%、塑限为 18.2%、最优含水率为 16.5%、最大干密度为 1.85g/cm<sup>3</sup> 的土料进行分层填筑，每层填筑厚度为 30cm。在堤身填筑施工过程中，每天采用环刀法对土料进行抽检，且每天抽检 6 组，以确保土料质量始终满足施工要求。当土料含水率超出最优值（2%）时，为使土料含水率降至适宜范围，采用铧犁进行翻晒作业。将深层土料（深度为 30cm）翻至表层，以增加土料与空气的接触面积，加速水分蒸发。若土料含水量过低，则选用喷灌设备补充水分。喷灌时，将喷头压力调节至 0.2-0.3MPa，使水分均匀喷洒在土料表面，适当提高土料含水量，促使土料含水率维持在最优范围。每完成一层堤身填筑，便使用 22t 级振动碾压机进行填料压实。碾压施工按照“先静压，后振压，最后静压收光”的顺序进行。在静压阶段，控制碾压机行驶速度为 2.0km/h，初步均匀压实土层；在振压阶段，将碾压机行驶速度调整为

1.5km/h, 利用振动碾压机的高频振动进行4遍碾压, 确保土料压实度在96%以上。

#### (四) 护坡施工

该项目中, 堤防护坡形式为浆砌石护坡, 其设计厚度为40cm。在浆砌石护坡下部依次设置15cm厚的碎石垫层(碎石粒径为20-40mm)及10cm厚的砂垫层(砂垫层的细度模数为2.3)。在护坡施工开始前, 利用全站仪按照1.0:2.5的坡度进行精确放样, 在放样点上设置明显的标识桩。标识桩采用直径5cm、长80cm的木桩, 打入地下的深度不小于50cm, 确保标识桩稳固且不易位移。标识桩设置完成后, 对坡面进行修整。采用人工配合小型机械的方式, 先用推土机对坡面进行初步平整, 再由人工使用锄头、铁锹等工具对坡面进行精细修整。修整过程中, 使用靠尺、水准仪等测量工具对坡面修整的平整度进行实时检测, 控制平整度误差为±3cm。护坡采用M10水泥砂浆进行浆砌石施工。在砌筑时, 采用铺浆法进行浆砌石砌筑, 先在下层石料表面均匀铺设一层3~5cm厚的水泥砂浆, 随后将石料平稳放置在砂浆上, 用小撬棍调整石料位置, 保证灰缝宽度为2cm。用橡皮锤轻轻敲击石料, 使砂浆充分填满石料间的缝隙, 保证灰缝饱满度≥90%。在砌筑过程中, 每间隔15m设置伸缩缝, 缝的宽度为3cm, 并在缝内依次嵌入双层沥青木板(1.5cm厚)与闭孔泡沫板(1.5cm厚), 确保伸缩缝具有良好的防水性与伸缩功能。在伸缩缝表面采用聚硫密封胶进行嵌缝处理, 嵌缝前, 先使用钢丝刷、吹风机等工具将缝内杂物清理干净, 保证缝壁干燥、清洁, 使密封胶与缝壁紧密黏结, 以提高伸缩缝的防水性。

#### (五) 排水设施施工

水平排水带采用规格为400g/m<sup>2</sup>的无纺土工布包裹粒径为5-20mm的碎石制成, 带宽为50cm。水平排水带沟槽采用液压反铲开挖, 在开挖过程中, 采用测量仪器将沟槽坡度控制在1.0:0.3。在铺设无纺土工布时, 将土工布平顺展开, 且相邻土工布之间的搭接长度至少为40cm。采用双线缝合的方式进行连接, 确保连接牢固, 防止漏水。竖向排水孔直径为10cm, 内置带滤水孔的聚氯乙烯管, 并在PVC管外包裹滤网, 以提高其排水功能。减压井的井管选用φ600mm的钢筋混凝土管, 须穿透砂卵石层并进入基岩0.5m。在减压井内填充滤料, 滤料选用粒径为2-5mm的砾石, 以提高滤水效果。在减压井成孔施工过程中, 使用专业的测斜仪器, 实时监测成孔垂直度, 确保其垂直度偏差<1%。依次将井管安装就位, 完成井管安装后, 及时进行洗井作业。进行洗井作业时, 利用水泵对减压井进行反复冲洗, 直至抽出的水清澈无砂且出水量稳定在5m<sup>3</sup>/h以上, 保证减压井后期使用时排水畅通。

### 四、施工质量控制与效益分析

#### (一) 施工组织与质量控制体系

本工程建立了以项目部为核心的三级质量管理体系, 包括项目部质量管理组、专业分项工程组和施工班组。质量管理组负责制定施工质量管理体系, 建立质量控制点清单, 实施全过程质量跟踪。重点控制项目包括: 土方填筑压实度、防渗墙完整性、护岸结构稳定性和生态植被覆盖率等。采用工序交接卡制度, 明确各道工序的质量控制标准和验收要求, 确保施工质量可追溯。建立材料进场检验制度, 对土工膜、混凝土、钢筋等原材料进行抽检, 合格率需达到98%以上。施工组织采用分段施工、流水作业方式, 将工程划分为6个施工段, 每段长约2km。制订详细的施工进度计划, 合理安排各工序衔接, 避免雨季施工对堤防填筑和护岸施工的影响。设立专门的试验检测组, 配备压实度检测仪、超声波检测仪等设备, 对关键施工参数进行动态监测。建立质量问题快速反应机制, 发现问题及时整改, 确保施工质量始终处于受控状态。

#### (二) 施工过程监测与安全管理

施工过程监测采用自动化监测与人工巡检相结合的方式, 布设多种监测设备。在堤身关键部位安装位移监测点48个, 沉降观测点96个, 水位观测井24口, 渗压计36只。采用GNSS变形监测系统实时采集数据, 监测频率为每4h一次。设置预警值和报警值两级预警标准: 当累计沉降超过30mm时进入预警状态, 超过50mm时触发报警。同时布设土压力计、测斜仪等设备, 监测堤防填筑过程中的应力分布和变形情况, 为分层填筑方案优化提供依据。安全管理方面建立了分级负责制, 成立安全生产领导小组, 配备专职安全员6名。制定防汛应急预案, 设置24h值班制度, 储备防汛物资。对施工机械设备进行定期检查, 特种设备操作人员持证上岗率100%。

### 结语

堤防护岸工程施工技术实施期间, 既要技术层面出发, 明确各项技术的操作规范和标准要求, 又要综合考虑生态文明建设与生态环境保护的要求, 加强对堤防护岸工程整体性能的严格控制, 以高质量的水利工程为社会经济发展提供可靠支撑。

### [参考文献]

- [1]梁小飞.水利工程中河道堤防护岸施工技术研究[J].水上安全, 2025(06): 79-81.
- [2]姜燕, 刘玉兰.水利工程施工中堤防及护岸工程施工技术研究[J].水上安全, 2025(06): 97-99.
- [3]魏刚.水利工程施工中堤防及护岸工程技术的研究[J].水上安全, 2025(04): 49-51.
- [4]陈蕾.河道堤防护岸施工技术在水利工程中的应用[J].工程技术研究, 2024, 9(17): 79-81.
- [5]李小霞.水利工程河道堤防护岸施工技术分析[J].农业开发与装备, 2023(5): 235-236.