

关于水利工程中堤防护岸工程施工技术分析

于寿志

青岛市城阳区农业农村局 山东 青岛 266109

【摘要】：堤防护岸是水利防洪体系的核心组成部分，工程施工质量直接决定河道行洪安全与水域生态稳定。本文结合水利工程现场施工实际，围绕堤防护岸工程的功能特点展开基础分析，梳理工程常见病害的技术成因，系统阐述前期勘察、地基处理、堤身填筑、护岸施工、防渗加固等核心工艺的实操要点，总结施工阶段高频质量通病，并提出全过程针对性技术管控措施。研究内容可为中小型河道堤防护岸标准化施工、质量隐患排查、工程长效运维提供切实的技术参考。

【关键词】：水利工程；堤防护岸；施工技术；质量管控；防渗加固

DOI:10.12417/2705-0998.26.11.043

引言

河道堤防护岸工程是抵御洪水侵袭、稳固岸坡土体、规范河道水流形态的基础性水利设施。我国水系分布广泛，多数河道常年受水流冲刷、干湿交替、汛期水位涨落影响，堤体极易出现沉降、坍塌、渗漏等病害，直接威胁沿岸居民生命财产安全与区域水利系统稳定运行。不同于普通土建工程，堤防护岸施工长期暴露在自然环境中，土体施工参数敏感度高，隐蔽工序多，对施工工艺精细化程度要求严苛。为切实提升工程施工质量与服役年限，本文结合现场施工经验，系统梳理堤防护岸全套施工工艺，剖析质量问题根源，落实全过程技术管控手段，为同类水利工程施工提供实操依据。

1 堤防护岸工程施工基础概述

1.1 工程核心功能与施工特点

堤防护岸工程主要包含堤防填筑与岸坡防护两大组成部分，核心功能集中在四个方面，分别是防洪挡水、防冲固坡、稳定河道岸线以及改善水域生态环境，能够有效抵御汛期洪水冲击，减少河道水土流失，规整河道形态，同时优化局部水域生态结构。相较于普通土建工程，堤防护岸施工具备鲜明的行业特点。工程全程露天临水作业，降雨、汛期、气温等自然条件都会直接干扰施工进度与施工质量。土体填筑施工对含水率、压实度等指标敏感度极高，参数细微偏差都会引发后续结构隐患^[1]。地基处理、防渗铺设、坡脚加固等隐蔽工程占比较大，后期检测与修复难度较高。工程整体防渗、抗冲技术标准严格，完工后长期暴露在自然环境中，对养护工作的持续性和规范性要求较高。

1.2 常见工程病害及技术诱因

河道堤防护岸在长期运行过程中易出现多种典型病害，各类病害的产生均与施工阶段技术管控不到位密切相关。结合现场施工统计情况，整理各类病害表现及对应技术诱因，具体内容如表 1 所示。

表 1 堤防护岸工程常见病害及施工技术诱因对照

病害类型	病害具体表现	核心技术诱因
堤身不均 匀沉降	堤身表面凹凸变形，局部出现沉陷沟槽，引发表层开裂	不良堤基加固清理不彻底，填筑土层压实不均，土料含水率管控失衡
渗透变形 破坏	堤身、堤基出现渗水通道，产生管涌、流土等渗透隐患	防渗体系施工存在缺陷，地基透水路未有效封堵，填筑接缝密封不严
岸坡滑坡 坍塌	岸坡土体滑移垮塌，坡面整体失稳变形	坡脚防护不到位，岸坡修整压实不达标，土体分层填筑衔接质量差
护岸结构 开裂脱落	块石砌体松动脱落，混凝土坡面出现裂缝、起壳破损	护岸砌筑、浇筑工艺不规范，基底夯实不足，结构养护不到位
堤脚淘刷 破损	堤脚土体被水流掏空，防护结构磨损破损	堤脚加固措施薄弱，防护结构抗冲参数不匹配河道水流工况

2 堤防护岸工程核心施工技术与实操工艺

堤防护岸施工工序衔接紧密，各环节施工质量相互影响，形成完整的施工闭环。现场严格按照标准化流程推进作业，保障各工序施工规范、衔接顺畅，整体施工流程如图 1 所示。

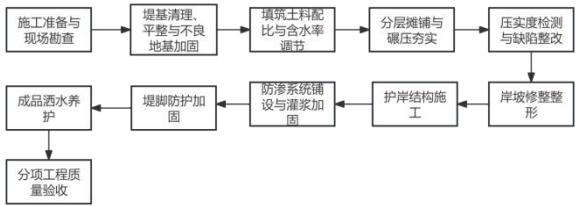


图 1 堤防护岸工程标准化施工工艺流程图

2.1 施工勘察与前期筹备技术

施工前期勘察分为地质勘察与水文勘察两部分，勘察所得

数据是工艺选型、参数设定的核心依据。地质勘察采用钻探与浅层物探相结合的方式,全面检测堤基土层结构、土体天然含水率、最大干密度与渗透系数,精准排查软土、淤泥、透水夹层等不良地质区域,明确需要重点加固的堤段范围。水文勘察重点监测河道常年水流速度、汛期最高水位以及岸坡最大冲刷深度,结合水文变化规律确定合理的施工窗口期,匹配对应等级的防护施工方案。材料筹备阶段严格落实进场检验制度,填筑土料严禁使用腐殖土、淤泥及高有机质土,保障土体填筑稳定性。块石、混凝土原料、土工膜、生态格网等护岸主材,进场前均需完成强度、抗冻性、防渗性检测,所有材料指标达标后方可投入施工,从源头规避材料质量引发的工程隐患^[2]。

2.2 不良堤基处理施工技术

堤基是整个堤防护岸工程的承重基础,其稳定性直接决定堤身整体施工质量。针对施工现场常见的软土地基与透水地基,采用差异化专项施工工艺开展加固处理。浅层软土地基采用换填垫层法施工,彻底清除表层软弱土层,置换级配均匀的砂石材料,分层摊铺碾压,单层摊铺厚度控制在20cm以内,压实度标准不低于95%。厚度较大的深层软土地基选用水泥搅拌桩加固工艺,施工严格控制桩径50cm、桩距1.2m,搅拌深度完全穿透软土层,注浆压力维持在0.3~0.5MPa之间,通过均匀搅拌固化提升地基整体承载力与整体性。透水地基采用高压喷射注浆工艺构筑防渗帷幕,有效封堵地基内部透水通道,帷幕厚度不小于80cm,杜绝地基渗透变形问题。正式填筑施工前,需全面清理堤基范围内的杂草、淤泥与腐殖土层,平整基底场地,为后续填筑作业提供良好施工条件。

2.3 堤身分层填筑施工技术

堤身填筑采用分层摊铺、分层碾压、分层检测的闭环施工模式,现场重点把控四项核心施工参数。施工过程中严格控制单层摊铺厚度,标准区间为20~30cm,杜绝超厚摊铺导致的压实不彻底问题。土体含水率控制贴合现场实测标准,最优含水率保持在18~22%,含水率超标时通过晾晒方式降水,含水率偏低则均匀洒水补湿,规避弹簧土、干松土层等质量缺陷。碾压作业选用12t振动压路机,遵循先轻后重、先慢后快、先边后中、首尾搭接的碾压原则,碾压遍数不少于6遍,机械行驶速度控制在2~4km/h,保障碾压均匀密实。堤身纵横接缝采用错缝搭接方式,搭接宽度不小于50cm,分层衔接位置重点补压夯实,杜绝贯通裂缝产生。每一层填筑完成后,及时开展压实度检测,检测合格后方可推进下一层施工,层层把控填筑质量。

2.4 多类型护岸工程施工技术

结合河道水流速度、防洪等级及生态修复需求,当前水利施工现场常用护岸结构主要包含块石刚性护岸、混凝土护岸、生态格网护岸三种类型。不同护岸结构的施工流程、控制参数、

适用场景存在明显差异,施工中需结合现场工况合理选型,具体工艺对比情况如表2所示。

表2 不同类型护岸工程施工工艺参数及适用场景对比

护岸类型	块石刚性护岸	混凝土护岸	生态格网护岸
核心施工工艺流程	岸坡修整夯实→砂石垫层铺设→块石人工砌筑→缝隙砂浆勾缝→顶部压顶加固	基底平整夯实→模板支护加固→混凝土分层浇筑→振捣密实→收面养护	岸坡整形压实→格网张拉铺设→块石填充摆放→表层覆土→植草养护
关键控制参数	块石饱和抗压强度≥30MPa,垫层厚度10~15cm,砌筑缝隙≤3cm,坡面平整度误差≤2cm	混凝土设计强度C25~C30,单层浇筑厚度≤50cm,振捣间距30cm,养护周期≥7d	格网孔径10×10cm,填充块石粒径8~15cm,格网搭接宽度≥15cm,植被覆盖率≥85%
适用工程场景	主干河道、汛期流速大、岸坡冲刷严重、高防洪等级堤段	城镇河道、窄深型河道、防渗要求高、景观需求高的堤段	乡村支流、平缓河道、生态修复需求高、冲刷较弱的堤段
工艺核心优势	结构整体性强、抗冲刷性能优异、耐腐蚀、使用寿命长	防渗性能优良、结构稳固、成型规整、后期维护简单	透水透气、适配岸坡微变形、生态性好、水土涵养能力强

2.5 堤防护岸防渗加固核心技术

防渗加固是保障堤防护岸运行安全的关键工序,现场主要采用土工膜防渗与低压灌浆防渗两种主流技术。土工膜防渗多用于堤身整体防渗施工,施工前平整坡面,清理坡面尖锐杂物,避免刺破土工膜。铺设过程中保证材料平整舒展,无褶皱、无破损,横向搭接宽度不小于20cm,纵向搭接宽度不小于15cm,搭接位置采用热熔焊接工艺。焊接完成后开展气密性检测,排查渗漏缺陷,保障防渗体系完整密闭。低压灌浆防渗技术主要用于处理堤身裂缝、孔隙及接缝渗漏隐患,施工采用低压慢速注浆方式,注浆压力稳定控制在0.2~0.4MPa,让浆液充分填充土体孔隙与裂缝,浆液固化后可有效提升堤身密实度与抗渗能力^[3]。同时现场重点强化堤脚防护加固,采用块石抛填或混凝土护脚结构,抵御水流淘刷作用,避免坡脚破损引发整体岸坡失稳坍塌。

3 施工质量通病成因及技术管控对策

3.1 核心质量通病及技术成因

结合大量现场施工实践,堤防护岸工程高频质量通病主要分为四类,各类问题均由施工工艺管控不精细导致。堤身压实

度不足的问题较为常见，多是摊铺厚度超标、碾压遍数不足、土体含水率偏离标准区间、碾压搭接位置存在盲区造成。堤身渗漏与裂缝病害，主要源于基底清理不彻底，填筑接缝处理粗糙，土工膜搭接不严或局部破损，地基不均匀沉降拉扯堤身结构^[4]。护岸结构松动脱落，一般是基底夯实强度不足，块石砌筑勾缝不密实，混凝土振捣不充分，堤脚防护结构缺失引发整体受力失衡。生态护岸植被成活率偏低，大多因为种植基材配比不合理，植被品种与河道水文、土质工况不匹配，后期养护补水、固土措施不到位。

3.2 全过程技术管控与整改措施

现场质量管控贯穿施工全流程，从源头、过程、整改、养护四个维度落实管控措施。施工前期做好源头管控，严格执行材料进场检验与地质水文勘察工作，结合现场工况匹配施工工艺与技术参数，针对不良地质提前优化加固方案，从根源减少质量隐患。施工过程落实工序管控，严格执行分层施工、分层检测、合格放行的作业制度，重点检测土体压实度、含水率、防渗体系完整性、护岸坡面平整度，精细化把控碾压、浇筑、

焊接、砌筑等核心工序^[5]。针对施工出现的质量缺陷落实精准整改，弹簧土、松散土层直接返工换填重新碾压，防渗破损部位切割补焊修复，开裂、松动的护岸结构通过注浆加固、重新勾缝补强处理。工程完工后强化养护管控，混凝土结构养护周期不少于7天，土方堤身定期洒水保湿，生态护岸持续做好植被养护工作，降低干湿循环、水流冲刷对构筑物的损坏，保障工程施工质量与长期运行稳定性。

4 结语

堤防护岸工程的施工质量直接关系河道防洪安全与水域生态稳定，施工过程涵盖地基处理、土体填筑、护岸施工、防渗加固等多项核心工序，各工艺参数管控精度直接决定工程服役质量。本文系统梳理了堤防护岸工程标准化施工流程与核心技术要点，分析现场高频质量通病的技术成因，配套完善了全过程质量管控措施。工程施工中需始终立足现场工况，严格落实精细化施工要求，精准把控各项技术参数，兼顾工程安全性、稳定性与生态性，全面提升堤防护岸工程施工质量，为河道水利设施安全运行提供坚实保障。

参考文献：

- [1] 赵旭晶.水利工程中堤防及护岸工程施工技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(33):208-210.
- [2] 郭邦贵.水利工程中堤防护岸工程施工技术研究[J].科技资讯,2025,23(20):220-222.
- [3] 王海群,张传河.水利工程中堤防护岸工程施工技术[J].中国科技纵横,2025,(13):140-142.
- [4] 赵继焘.水利工程护岸施工技术分析[J].石材,2025,(6):120-122+125.
- [5] 王芳.水利工程中堤防护岸施工技术研究[J].城市建设,2025,(8):98-100.