内河航道整治工程施工质量管控难点及对策

江宇炀[1] 甘振华[2] 游一品[2]
1. 江西省港航物流有限公司 江西 南昌 330008
2. 江西省水运工程咨询集团有限公司 江西 南昌 330008

摘 要：内河航道整治工程是完善水运交通体系、保障通航安全的核心工程，施工涵盖疏浚清淤、护岸护坡、航道改造等多项内容，施工环境复杂、水下隐蔽工序多，质量管控难度极大。本文系统梳理工程施工质量管控的基础内容，深入剖析现场环境制约、隐蔽工程监管薄弱、管控体系不完善、智能化技术应用不足等核心难点及成因，并从现场管控、工序治理、制度建设、技术创新四个维度提出针对性优化对策，助力提升航道工程施工质量与耐久性。

关键词：内河航道整治工程；施工质量；管控难点；对策

引言：内河航运凭借低成本、大运量的优势，是综合交通运输体系的重要组成部分，航道整治工程对改善通航条件、赋能流域经济发展意义重大。此类工程涉水作业多、水文地质条件多变，且存在多工序交叉施工、隐蔽工程集中等特点，相较于普通土建工程，质量管控风险更高、难度更大。当前施工中仍存在诸多质量管控短板，制约工程品质提升。基于此，本文结合工程实际，全面分析质量管控难点，制定科学可行的优化对策，为同类工程质量管控提供参考。

1 内河航道整治工程施工质量管控基础概述

1.1 内河航道整治工程核心施工内容

（1）疏浚清淤工程：作为航道整治的基础环节，主要包括航道土方疏浚、河床平整及淤泥处置等核心施工内容。通过机械或水力方式清除河底淤积物，恢复设计断面尺寸，保障通航水深与宽度。（2）护岸护坡工程：涵盖生态护岸、硬质挡墙、护坡砌筑等结构施工内容。生态护岸注重植被恢复与岸坡稳定相结合，硬质挡墙适用于水流急、冲刷严重的河段，护坡砌筑则强调块石或预制构件的嵌固密实性。（3）航道加固与改造工程：包括水下炸礁、地基处理、航道拓宽加深及附属设施施工等内容。水下炸礁需精确控制药量以保障周边建（构）筑物安全，地基处理针对软弱地层采用换填或桩基等手段提升承载力。

1.2 施工质量管控核心原则与标准

（1）管控基本原则：实施全过程管控，覆盖施工准备、过程实施与验收评估各阶段；坚持精细化管控，将质量责任分解到每道工序与岗位；贯彻预防为主，通过预控措施规避质量隐患；落实质量与安全协同管控，实现两者同步部署与检查。（2）行业规范标准：严格遵循现行水运工程施工质量验收规范，明确检验批、分项及分部工程的验收标准；执行航道整治工程技术标准中关于断面尺寸、边坡坡度、压实度及材料强度的具体要求；同时落实品质工程建设要求，推行标准化施工、首件工程认可制，以示范引领带动整体质量提升。

1.3 施工质量管控关键要素

（1）人员要素：施工、监理及管理人员须具备相应专业能力与质量责任意识。通过岗前培训、技术交底和持证上岗制度，确保各岗位人员熟练掌握施工工艺与验收标准，强化全员质量意识。（2）物料要素：严格管控砂石、水泥、混凝土、护坡预制构件及疏浚设备耗材等原材料的质量。进场材料需进行复验与见证取样检测，杜绝不合格材料用于工程实体。（3）工艺设备要素：强调施工工艺的规范性，严格执行经批准的专项施工方案；提升机械设备精度，定期校核测量仪器与施工船舶定位系统；积极应用智能化施工设备，如基于GPS/BDS的疏浚轨迹监控系统，实现施工参数的实时反馈与调整。（4）环境要素：充分调查水文、地质及气候条件对施工质量的影响。针对水位变化、流速大、地层复杂及恶劣天气等情况，制定专项质量保障措施，动态调整施工计划，确保质量管控措施与现场环境条件相适应[1]。

2 内河航道整治工程施工质量管控难点及成因分析

2.1 施工环境复杂，现场管控难度大

（1）水文地质条件多变：内河航道施工区域水文情势复杂，河道水流流速、水位受上游来水、潮汐及季节降雨影响呈动态变化，施工窗口期短且不稳定，易导致疏浚断面偏差、护岸基础冲刷等问题。同时，河床地质分布不均匀，软硬交替、局部存在障碍物或软弱夹层，勘察阶段难以完全探明，施工中经常遭遇地质突变，增加地基处理与开挖控制的难度。（2）周边环境制约性强：航道整治工程多位于城镇建成区或重要交通干线沿

线，施工区域临近既有建筑、地下管线、跨河桥梁及道路设施，施工空间受到严格限制，大型船舶调头与材料堆放场地紧缺。同时，水上运输与陆上作业交叉进行，施工干扰大，现场交通组织与安全防护压力突出，质量管控措施难以连续有效实施。

2.2 关键工序与隐蔽工程质量管控薄弱

（1）水下施工监管盲区多：疏浚、抛石、水下铺排、格宾网笼安装等隐蔽工程均在水面以下作业，施工过程可视化程度极低，传统目视检查与常规测量手段难以实时捕捉水下施工偏差，质量核验只能依赖完工后的多波束测深或水下摄像抽检，过程监管存在盲区，一旦出现质量问题，返工代价高昂且时间窗口有限。（2）工序交叉频繁质量隐患多：清淤、护岸砌筑、地基加固等工序在空间和时间上高度重叠，施工组织设计要求工序衔接紧密，但实际作业中交接界面往往缺乏清晰的验收标准与书面确认流程，前一工序的欠挖、回淤或基底扰动若未及时整改即转入下道工序，质量缺陷将被覆盖并逐级放大[2]。（3）质量通病频发：受水下施工条件和水文外力作用，内河航道整治工程普遍存在混凝土结构裂缝、护岸不均匀沉降、疏浚超挖或欠挖、边坡失稳坍塌等质量通病。其成因复杂，既涉及材料配比、地基承载力等客观因素，也与施工控制精度不足、养护不及时等管理因素密切相关，长期影响工程耐久性与通航安全。

2.3 管控管理体系不完善

（1）质量管理制度落实不到位：施工、监理、建设单位之间的质量权责划分尚未完全清晰，技术交底流于书面形式，现场巡检频次不足且记录不实，关键工序旁站监理不到位。部分管理人员对质量问题的发现和处理滞后，事后整改多于事前预防，制度执行力有待提升。（2）人员专业素养参差不齐：一线施工人员多为临时招募，缺乏系统的航道施工技能培训，对水下施工工艺参数和质量标准理解不到位。同时，部分施工单位派驻的项目管理人员缺乏航道工程专项管控经验，面对复杂水文地质条件时判断力不足，难以有效识别和应对质量风险。（3）全过程追溯机制缺失：施工流程记录、原材料进场台账、隐蔽工程验收资料及质量检测报告等档案管理不规范，信息碎片化问题突出，部分关键环节记录缺失或时间逻辑矛盾。一旦工程后期出现质量缺陷，难以准确定位问题工序及责任主体，溯源分析缺乏可靠的数据支撑。

2.4 管控技术与设备智能化水平不足

（1）传统管控手段精度低：当前仍以人工尺量、测绳校核和现场目视巡查为主要管控手段，测量频次与覆盖范围有限，水下数据采集受水流扰动影响误差较大。传统模式难以适应水下复杂施工场景的实时、连续监控需求，检测结果滞后于施工进度，事前预警与过程纠偏能力严重不足。（2）智慧监管技术应用不足：三维激光扫描、水下声呐成像、物联网传感器、BIM模型比对及智能预警等现代技术在内河航道整治中的应用仍处于试点阶段，普及率偏低。数据采集、传输、分析与决策环节尚未形成完整闭环，数字化管控覆盖面仅局限于少量重点部位，无法满足大规模整治工程对全断面、全过程质量追溯的精度要求。

3 内河航道整治工程施工质量管控优化对策

3.1 优化现场施工环境管控与前期筹备

（1）强化前期勘察设计：在可研与初步设计阶段，采用多波束测深、侧扫声呐及地质钻探相结合的综合勘察手段，全面查明河床地形、地层岩性、不良地质体分布及水文变化规律；同步调查沿岸建构筑物、地下管线及跨河设施分布情况。基于精准勘察成果开展施工方案比选与优化设计，将地质风险与环境制约因素提前纳入设计预案，从源头规避施工质量风险。（2）规范现场施工组织：依据航道整治区段划分，科学编制施工总平面布置，合理划分水上作业区、材料堆存区、预制生产区及船舶调头区；优化水上运输与陆上转运路线，避免交通拥堵与交叉干扰。细化多工序交叉作业计划，明确各区段作业时序与交接界面，通过分区、分段、分时流水作业，保障各工序质量管控措施有效落地[3]。（3）建立动态环境监测机制：在施工沿线布设水位计、流速仪及波浪监测站，实时采集水文数据并传输至调度中心；针对软弱地层增设孔隙水压力计与沉降观测点，动态掌握地基变形趋势。根据监测反馈及时调整疏浚进度、护岸浇筑时段及土方运输计划，遇极端水文条件提前采取暂停施工或加固防护等预防性措施，确保施工质量不受环境突变影响。

3.2 强化关键工序与隐蔽工程精细化管控

（1）制定专项施工管控方案：针对疏浚清淤、护岸砌筑、水下炸礁、抛石压载及铺排护底等关键工序，逐一编制专项质量管控方案，明确施工工艺流程、关键控制参数、质量验收标准及检验方法。方案须经专家评审后方可实施，施工中严格对照执行，严禁擅自更改工艺参数。（2）落实隐蔽工程全程监管：引入水下声呐成像系统实时采集疏浚断面及抛石厚度数据，利用三维激光扫描对水下铺排及护岸基础全覆盖检测，形成可视化质量报告；推行构件二维码溯源管理，每批石料、预制排布均赋予唯一识别码，记录生产、运输、安装全链条信

息。通过技术手段实现隐蔽工程施工全过程数字化留痕与可追溯，消除监管盲区。（3）常态化开展质量通病治理：分类汇总历年工程中频发的混凝土裂缝、护岸沉降、疏浚超欠挖、边坡坍塌等通病，建立项目级通病台账。针对每类通病剖析成因，分别制定预防措施与整改方案，实行“发现—登记—分析—处置—复查—销号”闭环管理，定期召开通病分析会，举一反三防止同类问题重复发生[4]。

3.3 完善质量管控管理制度体系

（1）明确多方权责体系：依据相关规定以质量责任清单形式逐项划定建设、施工、监理、检测单位的具体职责与工作界面，明确各环节签字确认权限与责任边界。全面推行工程质量终身责任制，将质量责任逐级分解到项目负责人、技术负责人及各工序班组长，签订质量责任书并归档备查。（2）健全全过程巡检验收制度：构建“班前技术交底—施工过程巡查—工序交接验收—竣工最终验收”四级管控模式。班前交底强调当日施工重点与质量控制要点；过程巡查由质检员与监理按每日不低于两次频次进行现场巡检，使用移动终端实时上传记录；工序交接须经上道工序验收合格并签署书面交接单后方可进入下道工序；竣工阶段严格组织分项、分部及单位工程验收，形成完整质量评定资料。（3）强化人员培训考核：围绕疏浚精度控制、水下铺排工艺、混凝土温控防裂、生态护岸施工等专项技术，分层级开展岗前培训、专题培训及现场实操演练。建立“理论考试+实操考核+日常表现”三位一体考核评价机制，将考核结果与岗位调整、绩效薪酬挂钩，倒逼从业人员主动提升专业技能与质量责任意识。

3.4 推进质量管控智能化与技术创新

（1）搭建智慧管控平台：融合物联网感知、北斗/GNSS定位、5G通信及大数据技术，构建“空—天—地—水”一体化质量监测网络。平台集成视频监控、设备状态监测、检测数据自动采集等功能，实现数据实时上传、集中存储与智能分析。设定关键参数报警阈值，指标超限时自动预警并推送责任人，推动质量管控由“事后检测”向“事前预警、过程纠偏”转变。（2）推广新型施工与检测技术：应用智能温控系统，对大体积混凝土进行全流程温度监测与自动调节，防控温度裂缝；推广基于RTK定位的精准疏浚系统，实时显示挖泥船斗臂位置与设计断面偏差，辅助控制超深超宽；护岸工程引入生态砌块、三维植被网等环保材料与工艺，兼顾结构稳定与生态功能；引进水下巡检机器人、无人测量船等装备，提升水下数据采集效率与精度[5]。（3）建立质量动态优化机制：依托平台积累的海量数据，定期进行数据挖掘与复盘分析，识别薄弱环节与工艺改进空间。建立“数据采集—偏差识别—成因分析—方案优化—效果验证”闭环流程，将分析成果用于后续施工工艺调整与管控方案修订，持续提升质量水平。同时总结优秀工法与经验，形成企业级技术标准，为同类工程提供可复制、可推广的质量管控范本。

结束语

内河航道整治工程质量管控是一项贯穿全流程、多维度的系统性工作，复杂的施工环境与特殊的作业模式导致质量隐患频发。本文精准梳理了工程质量管控各类难点，针对性提出现场优化、精细化管控、制度完善、智能赋能的全套改进策略。通过落实各项管控对策，可有效规避施工质量风险，根治质量通病，完善工程管控体系，推动内河航道整治工程施工标准化、精细化、智能化发展，切实保障工程通航效能与使用寿命。

参考文献

[1]王盼,陈振华,刘军.内河航道整治工程施工质量管控难点及优化措施[J].水运工程,2023,23(8):187-192.

[2]周勇,杨磊.复杂水文条件下内河航道整治施工质量控制技术[J].水利水电技术,2024,55(6):156-163.

[3]李响,张旭东.内河航道护岸工程施工质量通病及防控对策[J].中国港湾建设,2022,42(11):76-81.

[4]吴佳奇,王浩.内河疏浚工程精细化施工质量管控体系构建[J].水利水运工程学报,2023,10(5):112-118.

[5]唐晓暄.内河干线航道整治工程质量管控现存问题及优化策略[J].中国水运,2025,9(4):96-101.