

内河航道养护护岸工程施工重难点分析

——以丹金溧漕河金坛段养护工程为例

钱珑

(江苏路航建设工程有限公司, 江苏 常州 213000)

摘 要: 内河航道养护对于保障航道畅通、提升水运效率具有重要意义。本文以丹金溧漕河金坛段养护工程为例, 深入探讨了内河航道养护护岸工程施工的重难点。针对复杂的地质条件、施工环境以及多样的护岸结构形式, 分析了地基处理、换施工等技术难点和有效解决措施, 为内河航道整治提供一定的参考和指导, 有助于提升水运施工工程质量和安全水平。

关键词: 水运工程; 内河航道; 养护护岸工程; 护岸施工

中图分类号: TV512

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2025) 05—0086—04

1 引言

内河航道作为水运交通的重要组成部分, 其养护工作对于保障航道畅通、提升水运效率具有重要意义^[1,2]。护岸工程作为航道养护的关键环节, 其施工过程中的重难点问题直接关系到工程质量与安全^[3,4]。本文以丹金溧漕河金坛段养护工程为例, 对内河航道养护护岸施工过程中的重点和难点进行了全面而深入的分析, 通过探讨施工方案的优化、机械设备的选择等实际问题, 结合现场实际情况, 提出了切实可行的解决措施, 为今后此类护岸施工项目的开展提供一定的参考和指导, 共同推动我国水运工程事业的蓬勃发展。

2 工程概况

2.1 工程背景

丹金溧漕河位于江苏省的西南部, 途经丹阳、金坛和溧阳, 全长 65.59 公里, 是太湖西部地区的主要水运干线, 是长三角高等级航道网和江苏省干线航道网“两纵四横”的重要组成部分, 是连接苏南运河和芜申运河的干线航道^[5]。丹金溧漕河常州金坛段现状长约 31.884 km, 是丹金溧漕河的重要航段, 目前为Ⅲ级航道, 部分航段为土质护坡, 受船行波冲刷影响, 护坡倒塌较为严重, 为消除隐患, 提升航道通航水平, 现对丹金溧漕河 36K+653~36K+959 (右) 航段和 37k+747~37k+804 (左) 航段进行驳岸整治 (图 1)。

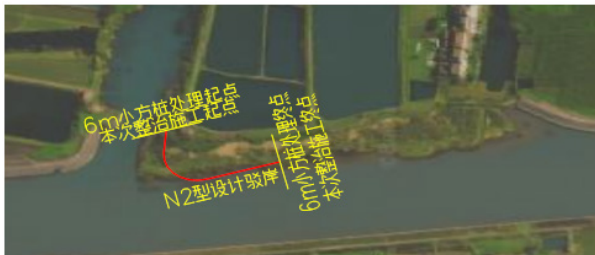
2.2 工程内容

丹金溧漕河金坛段养护工程按Ⅲ级航道标准设计, 航道底宽为 45 m、口宽不小于 70 m。根据上下游现有驳岸结构形式, 结合工程需要, 采用新建护岸, 护岸结构形式采用 C25 素砼重力式, 护岸每 10 m 设置一道伸缩缝, 底板下软土地基采用不同长度的钢筋砼方桩进行

处理。如图 2 所示。

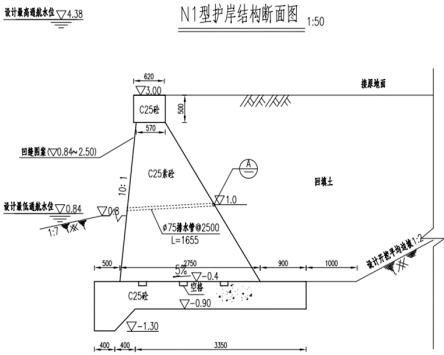


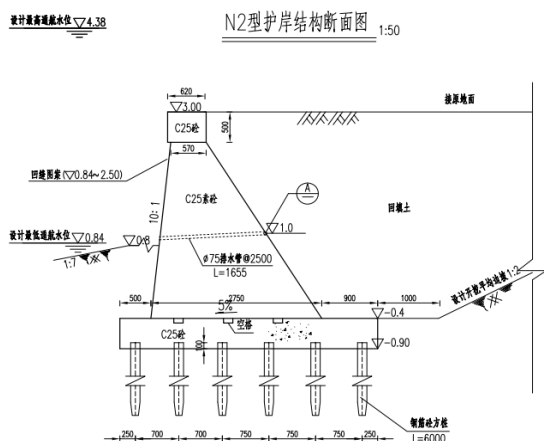
(a) 36K+653 ~ 36K+959 (右) 段驳岸圩堤位置示意



(b) 37K+747 ~ 37K+804 (左) 段驳岸圩堤位置示意

图 1 丹金溧漕河常州金坛段养护工程位置





(b) N2 型护岸结构
图 2 养护工程护岸结构型式

3 养护护岸工程重点和难点分析

3.1 地质水文情况

3.1.1 不良工程地质层

丹金溧漕河遗留未整治段落土层基本存在不良工程地质层，航道区软土层主要为（淤泥质）粉质粘土、粘土、淤泥质（粉质）粘土（夹或互粉土）等。这些软土具有含水量高、大孔隙比、压缩性高、力学强度低等不良工程地质特性，需进行地基加固处理。软土地基容易造成机械沉陷，增加施工难度。

3.1.2 基层开挖稳定性

基坑开挖需根据软土层特性，结合基坑放坡坡比制定专项方案，保证基坑边坡的稳定性。同时，施工场地后方多为农田水塘，基坑开挖还需考虑临塘侧透水问题。基坑开挖过程中，如遇到复杂地质情况，如杂填土夹层、古冲沟、老河（塘）沟等地段，需采取特殊施工措施，防止滑坡、坍塌等安全事故的发生。

3.1.3 雨季及汛期施工

项目所属地区雨量充沛，降雨在年内呈规律性变化，区域年均降水量 1068.9 mm，6 月份降雨量最大，12 月份降雨最小，年降雨日为 110—145 天。施工时需考虑时段，尽量避开雨季及汛期，如必须在雨季施工，需做好防雨、排水等措施，确保施工安全和质量。

3.2 施工项目周边环境

3.2.1 交通条件限制

丹金溧漕河遗留未整治段落周边多为农村区域，农田鱼塘密集，可进入施工现场的道路多为农村村道，道路狭窄，且道路沿线农村用电电线密布（图 3）。大型机械和混凝土等主要建筑材料通过陆路进入施工现场困难，需采用水上运输方式，增加施工成本和时间。



图 3 项目施工环境

3.2.2 环境保护要求

鉴于施工区域鱼塘密集，对周边水资源环境有一定要求，具体施工时必须考虑周边环境保护，避免产生地方矛盾，影响周边环境和谐。

3.3 施工整体方案

3.3.1 不断航修建围堰的施工方法

丹金溧漕河是金坛境内唯一一条高等级航道，是金坛地区水运经济的大动脉，航段交通繁忙。航道整治工程的施工方案主要考虑采用不断航修建围堰的施工方法，临时工程（围堰）占用部分航道，且水上机械设备施工时也需占用一部分航道，对边通航边施工的安全管理要求较高。需制定详细的通航安全评估报告和应急预案，确保施工期间航道通航安全。

3.3.2 施工组织协调难度大

由于工程涉及多个施工专业和工种，如土方施工、地基处理、钢筋混凝土方桩施工、重力式护岸施工等，各专业工种之间的施工组织和协调工作难度较大。需制定详细的施工组织设计方案，明确各专业工种的施工顺序和配合关系，确保施工顺利进行。

3.4 护岸地基处理

3.4.1 软土地基处理难度大

整治航段存在不良工程地质层，对基坑开挖方案有一定要求，软土地基容易造成机械沉陷。软土地基容易造成机械沉陷，增加施工难度。目前，养护护岸地基处理一般采用桩基处理，正常情况下桩基采用钢筋混凝土方桩。但本养护项目受施工环境及不良土质影响，传统常规打桩机械自重较大，对地基承载要求高，需要硬化的施工便道等特点，不宜进入施工现场进行常规打桩施工^[6,7]。

3.4.2 打桩设备选择困难

鉴于施工周边环境，需选择适应软土地基的打桩设备。目前市场上打桩设备种类繁多，但适合软土地基施工的打桩设备较少。需结合施工现场实际情况，对打桩设备进行优化选择，确保施工质量和安全。

3.5 护岸墙身施工

3.5.1 模板安装难度大

养护护岸工程一般采用重力式结构,外形尺寸简单,结构形式单一,适合整体采用钢模浇筑。但受周边施工环境的影响,传统吊装机械通过陆路进入施工现场困难,通过水路进入施工现场后又受施工场地承载力的限制,对墙身整体钢模的拼装造成一定难度。同时,施工现场能够进行模板安装的机械主要为挖掘机,但传统挖掘机吊装安全隐患大,不利于项目的安全生产管理要求。

3.5.2 混凝土施工质量控制

混凝土施工质量是护岸工程的关键,需严格控制混凝土的配合比、坍落度、浇筑工艺等。同时,还需做好混凝土的养护工作,确保混凝土强度达到设计要求。在施工过程中,需加强对混凝土施工质量的管理和检查,及时发现和处理质量问题。

4 解决方案与应对措施

4.1 优化基坑开挖方案

针对软土地基不良工程地质特性,优化基坑开挖施工方案。挖掘机基坑土方开挖时,尽量减少在基坑坡顶行走频率,一方面可以采用增加机械设备的数量,完成基坑土方的翻运,减少对原始土方的扰动。另一方面可以优化机械设备,采用履带浮箱式挖掘机,以适应软土地基环境。

根据护岸结构分段长度,随挖随浇。一段结构段开挖结束后,立即进行地基处理,处理完毕后,随即安装底板模板,进行混凝土浇筑,保证基坑底部的稳定,对于软土地基土质,基坑开挖段不宜超前,宜随施工进度进行开挖。

4.2 护岸地基处理施工

整治航段土质普遍存在不良土层,鉴于施工周边环境,传统打桩设备自重大,对地基承载力要求高,具体施工时需选择适应软土地基的打桩设备。目前一般采用改良的履带式浮箱打桩机,对地基承载力要求相对较低,可以适应软土地基特性,机械设备可以通过水路进入施工现场。

在打桩施工过程中,需加强施工监测工作,及时发现和处理施工中的问题。如对桩位、桩身垂直度、桩顶标高等进行实时监测,确保打桩施工质量和安全。

4.3 护岸墙身施工

针对传统吊装设备进入施工现场困难的问题,具体护岸施工过程中,钢模板的拼装通过自主研发的水上顶升吊装作业一体船进行施工(图4)。此作业船集运输和吊装一体,在内河航道作业环境下定位桩插入河底,可以确保一体船的稳定性不受船行波和平台上施工反作用力的影响。



图4 顶升吊装作业船施工

在模板安装过程中,需加强质量控制工作。如模板安装前需进行清理和涂刷脱模剂,模板安装时需确保位置准确、固定牢固等。同时,还需加强对模板安装过程中的监督和检查,及时发现和处理问题。

4.4 护岸工程建筑材料的供应

一方面施工周边环境陆路交通不便,另一方面为减少对沿线村庄环境的影响,施工用混凝土通过水上混凝土搅拌平台进行运输、入模施(图5)。此新设备投入使用对项目质量、成本、工期、安全、环保及绿色施工等方面产生了积极影响。

在材料采购过程中,需加强对材料的质量控制工作。如选择信誉良好的供应商进行合作,对进场材料进行严格检验和试验等。同时,还需做好材料的储存和保管工作,确保材料质量不受影响。



图5 水上混凝土搅拌船施工

4.5 边通航边施工方案措施

(1) 及时办理《水上水下施工许可证》,发布《航行通告》,请求海事部门进行航道通航维护,详细编制专项施工方案、通航安全评估、编制应急预案、加强现场监控及检查落实,确保施工安全;与水上交通执法部门积极协调沟通,采取有效安全防范措施,合理组织施工。

(2) 制定水上搅拌船及起升吊装船施工专项方案,现场施工时设专人进行瞭望,对施工作业人员进行安全技术交底,加强其安全施工意识,以确保施工安全和过往船只的安全。

5 结论

本文通过对丹金溧漕河金坛段养护护岸工程施工中的重难点问题进行分析,并结合实际工程情况提出了

植物对江岸边坡固坡效应及稳定性数值分析

赵志豪*, 丁洋, 孙浩然, 邹荣斌

(长江九江航道处, 江西 九江 332000)

摘要: 本文利用 FLAC^{3D} 数值分析软件, 验证了植物根系在江岸边坡固坡领域的应用, 在根系固土理论的基础上, 进一步研究了根系固土深度及密度对不同角度边坡稳定性影响规律。研究表明: 有植物根系的边坡稳定系数明显大于无根系边坡, 植物根系能够有效提高边坡整体稳定性; 边坡角度越大, 植被固坡稳定系数增量越大, 植物根系固坡效果越好; 边坡稳定系数随粘聚力增量 ΔC 呈非线性增长趋势; 当固土深度超过边坡潜在滑移面时, 稳定系数增量出现较大幅度增加。因此在生态护坡设计中应该考虑边坡坡角及滑移面位置, 确定种植密度及植物种类, 以满足边坡稳定性及生态要求。

关键词: 强度折减法; 边坡坡度; 有限差分法; 生态护坡

中图分类号: U617

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2025) 05—0089—03

随着“共抓大保护、不搞大开发”的长江发展理念的提出, 科学保护长江水域生态环境, 绿色发展长江沿岸经济成为共识。长江沿岸在基础建设过程中产生了大量的裸露边坡, 其中多采用传统加固方式, 破坏了区域生态环境。近年来, 随着生态防护理念的提出, 利用植物根系进行边坡护坡的方法在国内外得到了广泛的应用。大量研究表明, 植物根系能够有效提高边坡稳定性, 增加坡面抵抗雨水侵蚀能力, 减少水土流失, 具有较好的生态效益和护坡效果^[1-3]。Hu X.S. 等^[4]研究发现灌木根系能够有效提高边坡的抗滑力, 根系的整体抗拉强度和侧根数量存在线性关系。ROERING 等^[5]根据植物根系生长特征, 将根系对土体的作用主要分为浅层加筋和深层锚固作用。李雪尔等^[6,7]通过数值模拟方法研究了垂直根系对黄土边坡的锚固效应, 提出了不同角度边坡下的最优种植方案。大量研究结果表明, 植物根系能够

有效提高边坡整体稳定性, 且数值分析方法能够很好地运用于边坡稳定性分析, 但很少用于根系固坡效应研究。

本文在浅根固坡机理的基础上, 结合有限差分强度折减法对不同角度江岸边坡展开研究, 采用 FLAC^{3D} 软件分析不同固坡条件下的边坡稳定性, 从而得出根系固土深度及含根量对不同角度边坡稳定性的影响规律, 为植物护坡在实际长江沿岸边坡工程中的应用提供理论支持。

1 根系固坡数值分析

本文以长江九江航道处管辖水域某在建码头边坡作为案例, 基于快速拉格朗日强度折减法使用 FLAC^{3D} 软件进行数值分析, 将根土复合体及土体视为理想弹塑性材料并采用摩尔-库伦破坏准则。利用 Rhino 6 软件进行建模并划分网格, 坡长固定为 2 m, 坡脚至左侧边界取 1.5 倍的坡高, 坡顶至右端边界的距离为坡高的 2.5

相应的解决方案和应对措施, 保障了施工质量和安全, 还提高了施工效率, 为类似工程的开展提供了宝贵的经验和参考。未来, 我们应继续加强技术创新和施工管理, 不断提升内河航道养护护岸施工的技术水平和工程质量, 为推动我国水运工程事业的持续健康发展贡献力量。

参考文献:

- [1] 马骥, 石岩. 现代化背景下的内河航道高质量发展路径研究[J]. 中国水运, 2024, (23): 17-20.
- [2] 余治均. 促进水运可持续发展的航道维护策略研究[J]. 珠江水运, 2024, (14): 138-140.

- [3] 孔令竹. 水利工程河道治理护岸防护施工工艺[J]. 中国高新科技, 2024, (06): 132-134.

- [4] 汪昕. 航道整治护岸工程施工工艺要点探析[J]. 工程技术研究, 2021, 6(14): 120-121.

- [5] 杨广霖. 京杭运河江苏段绿色现代航运综合整治工程施工组织设计研究[J]. 中国水运, 2024, 24(22): 68-70.

- [6] 何雅玲, 胡翔. 港口航道护岸工程中的软基处理施工技术[J]. 中国水运, 2022, (09): 115-117.

- [7] 陈向阳, 方勇. 港口航道护岸工程中的软基处理施工工艺[J]. 珠江水运, 2021, (16): 29-30.