

航道工程建设中红树林岸坡固滩

胡智军

天津天科工程管理有限公司 江西广昌 344900

DOI:10.32629/ems.v8i5.20151

[摘要] 平陆运河 15 标用地红线外部分区域及沙井桥上游红树林基底淤泥较少, 已出现轻微基底塌陷, 靠近边缘处红树林出现漏根现象。针对出现危及红树林生长安全的状况。工程区位于感潮河段, 受径流、潮汐、船行波风等作用, 水动力条件复杂, 且河道两岸覆盖层为粉土和淤泥质土为主, 抗冲刷条件较差, 根据现场调查情况, 工程区所在河道岸坡被淘蚀现象较为常见, 为保证岸坡稳定, 维持红树林生长滩涂, 有必要对红树林生长区沿线河道岸坡进行固滩。因此, 需通过工程措施进行固滩, 防止岸坡淘蚀, 保护红树林不受损害, 防止红树林倒伏。

[关键词] 红树林保护; 破坏; 固滩; 淘蚀

平陆运河始于西江干流西津库区南宁横州市平塘江口, 跨沙坪河与钦江支流旧州江分水岭, 经钦州市灵山县陆屋镇沿钦江干流南下进入北部湾钦州湾海域, 全长约 134.2km, 是一条通江达海的水运通道。

城区段起于青年枢纽, 止于沙井钦江大桥。其中, 兰海高速 G75 钦江大桥以下河道为海域范围, 从兰海高速 G75 钦江大桥至沙井钦江大桥段航道, 沿线分布有红树林, 主要分布范围为犁头嘴至沙井钦江大桥段, 涉及红树林的航道里程约 7.5km。

1 工程建设及其对红树林影响情况

1.1 工程进度

平陆运河工程兰海高速 G75 钦江大桥至沙井钦江大桥段航道开挖底高程-7.81m, 目前桩号 K117+657~K119+471 已开挖至设计标高;海堤旧堤压占部分已全部开挖, 剩余 150 余米边坡;其他区域开挖至设计标高;犁头嘴上游桩号 K112+200~K112+600 平均开挖标高约-7.81m。

1.2 施工工艺

钦州城区段航道工程总体上分干地施工及水下施工两种方式。干地施工区域主要为施工水位 2.0m(85 高程)以上的岸坡及围堰(或预留岩坎)围护范围内的部分。其余部分采用船舶水下施工。

施工主要设备有:小型绞吸船、大型绞吸、反铲船、抓斗船配备小泥驳转运上岸、炸礁船。

本工程在抓斗船和绞吸式挖泥船布放防污屏, 并在堆存场区域、敏感物种区域布放多层防污屏, 阻碍疏浚悬浮物对水质等的影响。同时, 在施工期间不定期冲洗工程影响区域附着严重的红树林, 减少施工对红树林生长的影响。施工期间主要有小型泥驳(100~500m³)、警戒船、小渔船过往, 影响较小。

1.3 对红树林的影响情况

2024 年 2 月至 8 月, 现场巡查发现, 平陆运河用地红线外部分区域(K118+791~K118+916 右岸)及沙井桥上游(K118+400~K118+600)红树林基底淤泥较少, 已出现轻微基底

塌陷, 靠近边缘处红树林出现漏根现象。针对出现危及红树林生长安全的状况, 出于对红树林生态适度保护、高度负责的角度考虑, 广西平陆运河建设有限公司立即组织各相关单位, 迅速制定红树林应急抢险防护方案, 应急防护方案以快速响应、就地取材、快速发挥防护效果、防止危机扩大为第一原则, 参照附近已建红树林区域岸坡防护结构型式, 在塌岸处采用抛石堤进行防护, 在抛石堤后方与红树林塌岸之间修复回填淤泥质土, 围护红树林基底淤泥质土体。采取紧急防护措施后, 有效地保护了红树林生长环境, 避免了危及红树林安全事态升级。

1.4 固滩的必要性

1.4.1 通过工程措施, 保护红树林不受损害根据地质勘察成果和工程经验, 河口区在长期潮汐作用下, 自然岸坡一般为 1:5~1:10, 为减少对红树林占用, 主要从满足边坡的整体稳定角度, 采用了较陡的边坡, 因此, 需通过工程措施进行固滩, 防止岸坡淘蚀, 保护红树林不受损害。

1.4.2 应急防护, 防止红树林倒伏

在工程建设过程中, 发现沙井大桥上游两岸红树林生长区岸坡出现较严重的淘蚀, 红树林露根现象突出, 危及到红树林的安全, 因此采用应急措施进行保护, 防止出现成片红树林倒伏。

本次红树林岸坡固滩主要建设内容是对犁头嘴海起至沙井大桥段沿岸分布有红树林的区域进行固滩防护。固滩方式: 预制桩防护、生态格栅防护, 共约 4.73km。本次主要包括 3.24km 的预制桩防护、1.49km 生态格栅防护。

1.5 施工方案

红线范围外红树林岸坡加固涉及预制桩、生态格栅。施工方案概述如下。

1.5.1 预制桩施工

覆盖层较薄、岸坡陡峭(坡比>1:5)、已冲蚀塌岸的区域, 采用插打混凝土预制桩+桩后插板的方式进行固坡。由于覆盖层薄, 因此采用嵌岩桩施工。

嵌岩预制桩及插板采用陆运至临时码头, 陆上综合运距10km。在临时码头通过船舶水上转运至施工点, 水上综合运距4km。嵌岩桩桩距1.5m, 采用经改装的平板驳加装钻机乘潮引孔, 并采用船舶平台打桩机插打预制桩。桩体打至设计高程后, 在相邻的桩体后侧插板。板底插至岩面, 板顶齐平红树林基底泥面。

1.5.2 生态格栅施工

对于航道周边100m范围内红树林岸坡滩涂较平坦的区域, 采用插打生态格栅进行固滩。

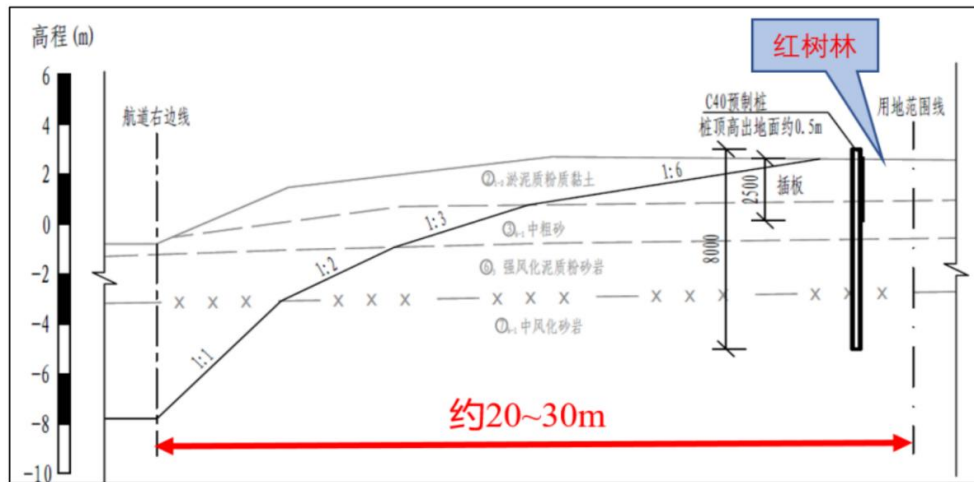
2 工程建设必要性和岸坡防护范围

2.1 工程建设必要性

2.1.1 河口地区水动力复杂, 岸坡淘蚀较严重据《西部陆海新通道(平陆)运河感潮段航道潮流泥沙波浪数学模型试验研究》成果表明, 工程建设对其附近局部海域潮流场造成的影响不大, 未改变海域整体的涨落潮趋势, 整体海域的流场在工程实施前后基本不变。其影响主要集中在工程所在的局部海域, 工程实施后地形改变导致局部流场变化, 将引起工程区局部的泥沙冲淤变化。

由于工程区位于感潮河段, 受径流、潮汐、船行波、风等作用, 水动力条件复杂, 且河道两岸覆盖层为粉土和淤泥质土为主, 抗冲刷条件较差。根据近些年对茅尾海及周边河汉红树林观测结果, 局部红树林区域仍然会出现基底淤泥岸坡淘刷、红树林漏根倒伏的现象, 其具体成因尚不能明确, 可能是由于波浪、潮流共同作用导致。出于对红树林生态保护的角度考虑, 对工程周边区域红树林做预防性保护还是有必要的。

2.2.2 通过工程措施, 保护红树林不受损害根据地质勘察成果和工程经验, 河口区在长期潮汐作用下, 自然岸坡一般为1:5~1:10, 为减少对红树林占用, 主要从满足边坡的整体稳定角度, 采用了较陡的边坡(1:1.5~1:5)。在《广西壮族自治区红树林资源保护条例》中, 第二十八条规定: 用地单位应当根据工程建设项目占用或征收红树林地对生态环境的影响, 采用必要的海岸防护和绿化措施。同时根据《平陆运河(兰海高速钦江大桥以下段)航道工程建设对红树林生态影响评价报告》的要求, 需通过工程措施进行固滩, 防止岸坡淘蚀, 保护红树林不受损害。



红树林区域典型岸坡

2.3.3 岸坡防护范围

根据现场实地调查, 平陆运河工程影响区域涉及红树林航段从兰海高速 G75 钦江大桥起至运河终点 (K112+100~K134+200), 约 22.1km。其中兰海高速 G75 钦江大桥 (K112+100) 至犁头嘴 (K113+300) 段, 主要红树林生长区已经被占用, 无防护的必要。

2.3.4 犁头嘴 (K113+300) 至段沙井大桥 (K119+650) 段河道宽度在 120m~450m, 航道两侧分布有较多红树林, 受工程建设影响较大。

2.3.5 沙井大桥 (K119+650) 至运河终点段为茅尾海, 大部份航道距离红树林生长区距离超过 500m。当传播距离接近 20m 时, 初始波高衰减幅度较大, 船行波对红树林滩地及岸坡冲蚀影响程度则会大大降低, 船行波对航道底边线 100m

范围内的红树林总体影响不大, 因此工程建设对该区域红树林几乎没有影响, 故不列及防护范围。沙井大桥以南约 2km 航道南侧分布有较多红树林, 与航道距离 100m~300m, 该区域临航道侧红树林已经布置有抛石石潜堤和生态格栅保护红树林, 故不列及防护范围。

综上, 本次防护范围主要是从犁头嘴 (K113+300) 至沙井大桥 (K119+650) 航段, 长约 6.4km。根据现状调查该区域两岸分布有较多红树林, 面积约 79 公顷, 品种主要为桐花树, 其次为无瓣海桑。区域内红树植物林龄绝大多数为成熟龄, 幼龄和中龄比例较低。

3 红树林岸坡加固防护工程方案

3.1 岸坡加固防护基本原则

红树林生长需具有一定温度范围、沉积物粒径较小、隐

蔽的海岸线、潮水可以到达、具有一定潮差、有洋流影响和具有一定宽度的潮间带。生境以河口、内湾风浪较平静、平缓的滩涂为宜, 滩涂高程一般介于平均海平面(或稍高)与回归潮平均高高潮位之间, 相当于正规半日潮型的大潮平均高潮位, 以淤泥质和泥砂质滩涂为宜。基于红树林的生长特性, 拟定红树林岸坡加固防护基本原则如下:

3.1.1 以生态绿色、节约用海、适度防护为指导思想。

3.1.2 以固坡固滩为主, 防止岸坡坍塌导致红树林面积减少。

3.3.3 防护结构具有透水性, 保障水体交换功能。

3.4.4 防护结构具有一定消波消浪功能, 减缓船行波淘刷。

3.2 红树林岸坡加固防护方案

根据不同位置、不同岸坡性质, 采用不同防护方案。防护结构以保护红树林基底土质为主, 以固坡固滩防波浪淘刷为主要目的, 防护结构宜具备透水性、有水体交换功能, 结构型式可选择混凝土预制桩、生态格栅(松木、竹子等)。固

红树林防护方案汇总表

方案名称	防护位置及范围	防护目的	防护方案
预制管桩+桩后插板	距离航道边线 100m 内, 局部岸坡较陡(坡比陡于 1:2.5)、已冲蚀岸坡的区域	固坡, 保护岸坡稳定, 避免船行波、潮流等淘刷	单排预制桩+桩后插板, 桩顶高于泥面约 0.5m, 桩后插板齐平泥面
生态格栅	距离航道边线 100m 内, 岸坡滩涂较平坦的区域	减少红树林根部淘刷	沿河滩布置 1-2 道生态格栅

3.3 预制管桩+桩后插板方案

对于岸坡较陡(坡比陡于 1:2.5)、已冲蚀塌岸的区域, 在距离红树林边线 2m~3m 左右处插打混凝土预制桩进行固坡, 保护岸坡稳定, 避免被船行波及潮流等进一步淘刷, 2m~3m 的空间利于后续回填基底泥。固坡防护桩采用预制桩、桩后插板的方式防护, 桩底进入全风化岩 5.0m 或强风化岩 3.0m 或中风化岩 2.5m, 桩顶高于红树林基底泥面约 0.5m。桩间后方插入预制板, 桩间距 1.5m, 插板顶部齐平红树林基底泥面, 保障透水性的同时兼顾一定消波作用。

对于岸坡较缓(坡比缓于 1:2.5, 陡于 1:5)的区域, 在距离红树林边线 2m~3m 左右处插打混凝土预制桩进行固坡, 保护岸坡稳定, 避免被船行波及潮流等进一步淘刷, 2m~3m 的空间利于后续回填基底泥。固坡防护桩采用预制桩、桩后插板的方式防护, 桩底进入全风化岩 3.5m 或强风化岩 1.0m 或中风化岩 1.0m, 桩顶高于红树林基底泥面约 0.5m。桩间后方插入预制板, 桩间距 1.5m, 插板顶部齐平红树林基底泥面, 保障透水性的同时兼顾一定消波作用。

3.4 生态格栅方案

对于红线范围外、航道周边 100m 内的岸坡滩涂较平坦的红树林区域, 出于防患未然的角度考虑, 在红树林边界线周边 2~3m 处, 采用插打两排生态格栅进行固滩防护。

采用插打生态格栅防护的主要目的是固滩消浪, 在临近航道一侧的红树林边界线前沿滩涂上, 预防性的构筑两道人

坡固滩宜采用混凝土预制桩耐久性较好的结构型式, 防消波浪宜采用生态格栅等结构型式。

3.2.1 预制管桩+桩后插板

距离航道边线 100m 内, 局部岸坡较陡(坡比陡于 1:5)、已冲蚀塌岸的区域, 采用单排砼嵌岩预制管桩+桩后插板的方式对周边红树林进行防护。防护主要目的是固坡, 保护岸坡稳定, 避免船行波、潮流等淘刷影响; 混凝土预制桩占地面积较小, 耐久性好, 且预制桩在专业工厂进行生产, 不会现场产生污染物。施工过程中, 打桩会对桩附近土体产生局部扰动, 由于桩距离红树林尚有一定的距离, 通过间隔一定距离施工等措施降低土体扰动对红树林生长环境的影响。

3.2.3 生态格栅

距离航道边线 100m 内, 岸坡滩涂较平坦的区域, 采用插打生态格栅进行防护。防护主要目的是固滩消浪, 防患未然, 保护滩涂稳定, 消波消浪。

各种防护方案如下表所示。

工防线, 用以消波消浪, 避免航道运营期船行波及波浪、潮流等共同作用对红树林滩涂的侵蚀, 保护红树林生长区域内的淤泥质滩涂, 保护红树林根基土体。

生态格栅采用陆运至临时码头, 陆上综合运距 10km。在临时码头通过船舶水上转运至施工点, 水上综合运距 4km。固滩防护桩采用插打两排生态格栅方式进行防护, 排间设横向生态格栅连接, 每排生态格栅由竹篱笆+松木桩构成, 竹篱笆由 1~4 层竹子组成, 竹杆插入淤泥覆盖层深度 1~2m; 松木桩入土深度 ≥ 3m 或入岩深度 ≥ 1m。生态格栅本身具有透水性, 同时兼顾一定消波作用。

4 结论

实施后预计将有效阻断船行波和潮流对红树林基底的淘刷, 防止红树林倒伏, 保护红树林资源。同时, 通过预留回填空间和保持水体交换, 为红树林的自然恢复和生长创造了有利条件。

[参考文献]

[1] 李小霞, 廖慧丹, 程功舜. 我国红树林保护的顶层设计、实践举措与湛江经验[J]. 特区经济, 2025, (10): 22-25.
 [2] 宋冠洪. 基于浅海滩红树林保护需求的桩梁一体架桥机设计研发[J]. 珠江水运, 2025, (16): 132-134. DOI:10.14125/j.cnki.zjsy.2025.16.014.
 [3] 蓝广忠, 骆雪莲, 蓝水平. 广东红树林现状与林业生态建设的探讨[J]. 农村经济与科技, 2018, 29(08): 38-39.