

崖州湾中心渔港周边海域岸线修复工程实例

马如彬, 许佳

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要: 三亚市受台风、暴雨、海水侵蚀等自然因素的影响, 沙滩泥化现象日趋严重, 海岸线逐渐后退, 草坪植被大面积陷落损毁。该市周边部分水上、陆上工程的过度开发建设等人为因素进一步加剧了海岸生态环境的恶化, 使崖州湾中心渔港周边海域岸线生态环境受损。以三亚市崖州湾中心渔港周边海域岸线修复工程为例, 详细介绍生态底泥疏浚及处理工程、沙滩修复工程、岸线生态修复工程、贝藻礁型丁坝工程四部分内容, 完善崖州湾生态整体修复, 提升海岸生态功能和防灾减灾功能, 解决民生问题, 为类似工程提供参考。

关键词: 崖州湾; 岸线修复; 工程实例

中图分类号: TV92

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)06-0183-05

1 工程概况

三亚市位于北纬 $18^{\circ}09'34'' \sim 18^{\circ}37'27''$, 东经 $108^{\circ}56'30'' \sim 109^{\circ}48'28''$ 之间, 是海南省的第二大城市。三亚北靠高山, 南临大海, 地势自北向南逐渐倾斜, 形成一个狭长状的多角形。境内海岸线长 258.65 km, 有大小港湾 19 个, 本工程位于海南省三亚市崖州湾, 在三亚市西端^[1]。

受到台风、暴雨、海水侵蚀等自然因素的影响, 沙滩泥化现象日趋严重, 海岸线逐渐后退, 草坪植被大面积陷落损毁。周边部分水上、陆上工程的过度开发建设等人为因素进一步加剧了海岸生态环境的恶化, 使崖州湾中心渔港周边海域岸线生态环境受损。

基于崖州湾中心渔港周边海域现状生态环境受损的问题, 通过一系列综合海洋生态环境修复工程, 可以极大的改善海岸带环境、海岛环境和海洋环境, 有助于促进商贸旅游, 促进渔业资源恢复, 对于三亚民生和经济发展具有重要作用。三亚是我国重要的对外窗口, 崖州湾海洋生态环境保护修复, 有助于提升我国强化生态保护力度的形象, 有助于碳达峰和碳中和战略的实现。

2 工程总平面布置

2.1 总平面布置

本次崖州湾中心渔港周边海域岸线修复工程包

括: 生态底泥疏浚及处理工程、沙滩修复工程、岸线生态修复工程、贝藻礁型丁坝工程等四部分内容。

本项目建设紧紧围绕崖州湾海洋生态环境保护 and 修复, 针对工程区域海洋生态存在的问题, 遵循海洋生态系统的整体性、系统性及其内在规律, 通过滩外清淤、滩面补沙、贝藻型丁坝固沙、沙滩后滨沙地植被修复相结合的岸线修复措施, 逐步修复受损的海域, 不断提升海岸生态功能和防灾减灾功能, 构建海岸生态安全屏障。

2.2 建设规模

本次崖州湾中心渔港周边海域岸线修复工程包括生态底泥疏浚及处理 15 万 m^3 , 沙滩修复人工补沙 4.8 万 m^3 , 岸线生态修复后滨沙地植被栽种 5 千 m^2 , 贝藻礁型丁坝新建 300 m。

3 生态底泥疏浚及处理工程

随着海浪作用、泥沙迁移, 近岸海域的淤泥逐渐增多, 降低了海域的纳潮量, 同时淤泥作为重要的内源污染, 还威胁着海域水环境质量和生态健康。本次生态底泥疏浚及处理工程主要是对现状海岸与人工岛(月亮岛)之间连岛堤西侧滩面泥化较严重的海域进行底泥疏浚并脱水处理。

3.1 平面设计

本工程区域的现状沙滩为典型的泥化沙滩, 大量淤泥在滩面落淤, 滩面淤泥质含量较高, 为提高工程区域海岸整体的生态性、景观性、功能性, 本工程对泥化滩面进行生态底泥疏浚。

收稿日期: 2023-11-17

作者简介: 马如彬(1981—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事水利工程设计工作。

本次拟针对连岛堤以西滩面泥化较严重区域进行疏浚清淤,并与沙滩修复工程的滩面补沙、岸线生态修复工程的后滨沙地植被修复以及贝藻礁型丁坝工程的丁坝固沙相结合,共同修复工程海域生态。

为配合滩面补沙,疏浚范围以沙滩修复工程补沙起终点为两侧边界,位于连岛堤以西分别约 200 m、1 040 m,以该段现状沙滩滩脚为疏浚内边界,向外疏浚至现状水下 -2.0 m 等深线。具体疏浚平面布置如图 1 所示。图中疏浚区域长约 840 m,宽约 300 m。

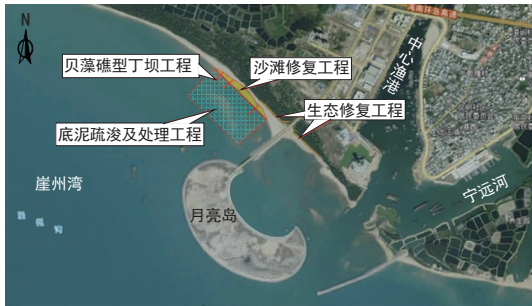


图 1 工程总平面布置

连岛堤与月亮岛间通过桥梁连接,桥梁属重要基础设施,清淤边界线应与桥梁保持一定安全距离,避免疏浚造成桥梁基础破坏、失稳等安全事故发生。本工程疏浚对桥梁的保护范围为 50 m。本次疏浚边界距现状桥梁最近约 210 m,满足保护要求。

3.2 断面设计

为确定疏浚工程量和规模,在基本确定疏浚平面范围的基础上需进一步确定疏浚的深度。疏浚深度是整个疏浚工程的关键,如果疏浚深度过浅,则达不到对泥化滩面进行有效清淤的目的;而疏浚深度过深又会超挖,增加工程投资。在疏浚范围已基本确定的情况下,疏浚深度直接影响了工程量核算,因此必须选取合适的疏浚深度。

根据水下地形,疏浚区域现状高程约为 -2~0 m,初选 -1、-1.5、-2、-3、-4 m 作为清淤标高,数值模拟清淤到不同标高时工程海域的波浪场,与现状波浪场比较多年平均潮位时的波高变化,经分析,-1~-2 m 波高增加明显,波浪掀沙作用提高较大;-2~-4 m 波高增加不明显,波浪掀沙作用提高不大。因此,综合考虑清淤效果和经济效益,以 -2 m 作为本次疏浚区域最低疏浚标高。本次疏浚区域内 -1 m 等深线。

如平面布置图图 1 所示 ABCD 疏浚区域,AB 为疏浚内边界,基本位于现状沙滩滩脚,高程约 -0.9~-0.6 m;CD 为疏浚外边界,基本沿现状水下地形 -2 m 等深线走向;CD 至 EF 间约 150 m,统一疏浚至 -2 m 标高;EF 至 AB 间按缓坡疏浚。整体疏浚

断面布置示意图如图 2 所示。

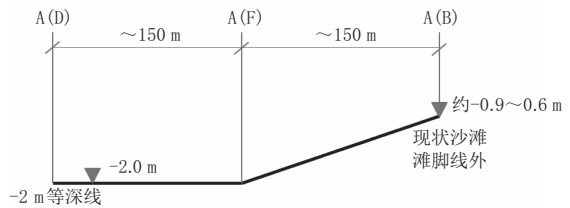


图 2 疏浚断面示意图

4 沙滩修复工程

砂质海岸是风暴潮和海浪等海洋灾害的缓冲地带,具有重要的防灾减灾功能;同时由于沙滩资源优良,具有重要的旅游休闲功能^[1]。本工程段海岸在三亚中心渔港人工岛(月亮岛)及其与陆地连接的丁坝+桥建成后,沿岸线的输沙方向发生改变,在波浪冲刷和泥沙作用下,部分岸段存在较为明显的侵蚀现象。

为构建海岸生态安全屏障,提升海岸带的防灾减灾功能,本工程拟对受侵蚀的沙滩岸线进行修复。沙滩修复是对受侵蚀或泥化沙滩重新补沙形成一定规模的沙滩,具体来说,就是当沙滩自然供沙不足时,对沙滩进行人工补沙,以扩宽和稳定沙滩,现已被认为是防治沙滩侵蚀最为有效的方法^[2]。所谓人工补沙,即采用人工方式将一定数量的沙体抛到海滩上,填补和修复受侵蚀损毁的海滩地形地貌,以达到扩宽和稳定沙滩的目的,并根据实际需要辅以丁坝、离岸堤等硬质工程措施进行防护。该方法可以有效缓解海滩侵蚀状况,并大大降低生态环境影响。

本工程沙滩整治修复拟采用以人工补沙为主,丁坝、离岸堤等硬质固沙防护措施为辅的方法。下面对补沙要素进行设计,对补沙方案进行比选,并在此基础上结合硬质辅助建筑物综合比选沙滩整治修复方案。

4.1 补砂方案

岸滩修复的剖面设计首先应考虑经济合理性的要求,一般用“半衰期”即养滩抛沙量被侵蚀掉一半所需要的时间来判定,若再养护的时间间隔为 2~3 a 或更少,则经济上不合理,若再养护的时间间隔为 5~10 a,则可被认为是成功的。

因此,对连岛堤西侧两个侵蚀区及其中间段岸滩均进行补沙,使两侵蚀区补沙后连成整体,并与毗邻岸线齐平,见图 1 沙滩修复工程区域。

对补沙后的岸线进行模拟计算,结果表明,补沙后,岸线方向发生变化,岸线逐渐侵蚀后退,约 10 a 后,岸线后退至约现状岸线位置。

4.2 沙滩整治修复方案比选

4.2.1 整治修复方案一:人工补沙+丁坝

(1)单座丁坝

该方案采用侵蚀段及中间段均补沙+西侵蚀段的西端设1座丁坝。拟补沙4.8万m³,使得干滩宽50~80m;丁坝长度100m,如图3所示。

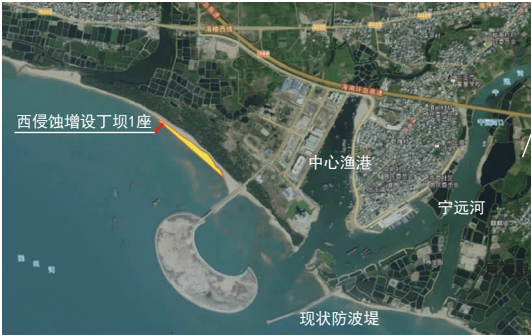


图3 补砂+1座丁坝示意图

对补沙后的岸线进行模拟计算,如图4所示。计算结果表明,在西侵蚀段的西端加1座丁坝后,有效拦截上游泥沙,使得泥沙在丁坝东侧淤积,但丁坝下游出现较大的侵蚀;靠东段的侵蚀区没有得到缓解。



图4 补砂+1座丁坝岸线演变

(2)多座丁坝组合

该方案采用侵蚀段及中间段均补沙+多座丁坝组合(西侵蚀段设2座丁坝、东侵蚀段设1座丁坝)。拟补沙4.8万m³,使得干滩宽50~80m;丁坝3座,每座长度100m,总计300m,如图5所示。



图5 补砂+多座丁坝示意图

对补沙后的岸线进行模拟计算,如图6所示。计算结果表明,该方案可有效将泥沙保留在两丁坝之

间,但丁坝下游会有明显的侵蚀。



图6 补砂+多座丁坝组合岸线演变

4.2.2 整治修复方案二:人工补沙+离岸堤

(1)靠西岸段1座离岸堤

该方案采用侵蚀段及中间段均补沙+西侵蚀段增设1座离岸堤。拟补沙4.8万m³,使得干滩宽50~80m;离岸堤长150m,离岸距离约150m,如图7所示。



图7 补砂+1座丁坝离岸堤示意图

对该方案岸线进行计算,如图8所示。计算结果表明,该方案实施后,离岸堤后方岸段侵蚀缓解,但离岸堤下游岸段侵蚀加重,而靠东段的侵蚀岸线没有缓解。



图8 补砂+1座丁坝离岸堤岸滩演变

(2)在两段侵蚀区加2座离岸堤

该方案采用侵蚀段及中间段均补沙+东、西侵蚀段各增设1座离岸堤。拟补沙4.8万m³,使得干滩宽50~80m;离岸堤长150m,离岸距离约150m,如图9所示。

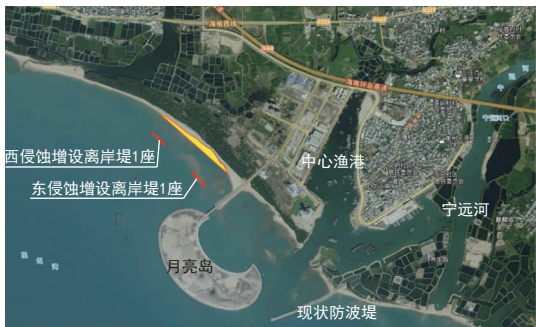


图9 补砂+2座离岸堤示意图

对该方案岸线进行计算,如图10所示。计算结果表明,该方案实施后,中间岸段的侵蚀有所减轻,但靠西段离岸堤下游仍会有明显侵蚀。

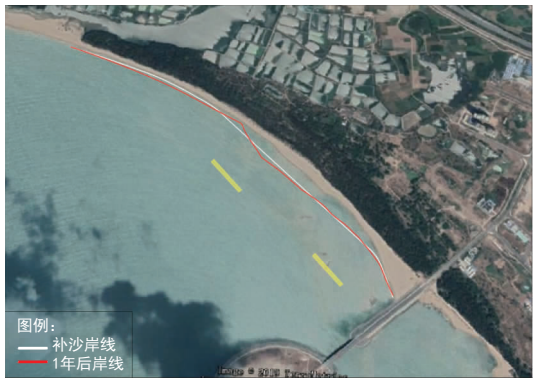


图10 补砂+2座离岸堤组合岸线演变

综合考虑,本工程沙滩整治修复方案,以对侵蚀岸段及中间岸段均进行人工补砂的方式为主,改变岸线的走向,使得岸线在波浪作用下自然演变,可定期监测补砂后岸线的冲淤变化,间隔一段时间进行局部补砂;以多座丁坝组合的硬质工程为辅,进一步保护岸线侵蚀,为尽量不破坏岸滩完整性,提高景观效果和生态功能,丁坝与贝藻型鱼礁结合,为贝藻礁型丁坝。崖州湾中心渔港周边海域岸线修复工程中已应用人工补砂+多丁坝组合方法进行沙滩整治修复,人工补砂4.8万 m^3 ,贝藻礁型丁坝新建300 m。有效缓解了海滩侵蚀状况,并大大降低生态环境影响。

5 岸线生态修复工程

本次岸线生态修复工程主要内容是对海堤外侧的沙滩后滨沙地进行生态修复,提高其防风固沙、防灾减灾能力,同时修复岸滩生态。后滨沙地是指平均大潮高潮线向陆形成的以砂质沉积物为主的堆积地貌单元。

5.1 平面布置

本次岸线生态修复工程范围为连岛堤两侧各长约500 m,宽5 m的沙滩后滨沙地,工程内容包含:

人工沙丘构建和后滨沙地植被修复总修复面积约5 000 m^2 ,其中地被(草)植物5 000 m^2 ,灌木苗木栽植3 000 m^2 ;工程平面布置如图11所示。

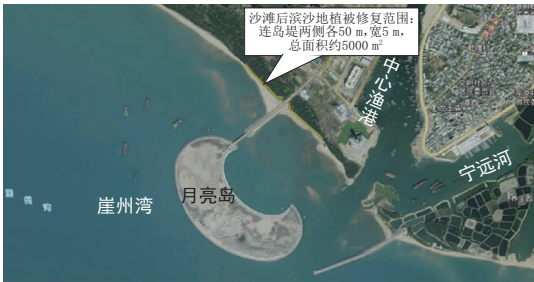


图11 岸线生态修复工程平面布置图

5.2 修复方案设计

5.2.1 植物筛选

本次后滨沙地植被修复以地被层和灌木层修复为主,建议如下。

(1)选用品种以乡土植物为主,选用抗风、耐土壤盐、耐盐雾、耐干旱、耐贫瘠的、适应沙地环境的植物。

(2)生态功能与自然资源资产价值相结合。

(3)乔、灌、草相结合配置,地被层宜以多年生草本植物为主,一年生草本植物为辅。

(4)在满足绿化、美化的前提下,优先选择固氮植物,适当配置诱鸟植物、蜜源植物和香源植物,吸引鸟类或其他生物。

(5)禁止选用入侵性的植物,防止对当地植物生态系统造成破坏。

(6)在不破坏野生植物资源的前提下,宜多选用珍稀濒危植物。

(7)鼓励驯化和繁殖目前市面上没有的乡土植物,并推广应用。

5.2.2 土壤改良

(1)自然恢复型改良

主要针对防风固沙和海岸保护的植被修复,植物种植时可不采取土壤改良措施,必要时可为定值苗木施用少量客土。

(2)景观构建型改良

主要针对构建生态景观的植被修复,依据植物的不同种类和特性要求,按照下列修复区土壤类型及物理化学性质,在种植前进行科学的土壤改良。

a. 当土壤全盐量低于0.1%,可按设计要求进行地形地势塑造、场地整理、整地、挖种植穴,沙土:土壤:腐殖土按3:5:2配比。

b. 当土壤全盐量介于[0.1%,0.3%),种植穴扩大

50%,改良配比按沙土:土壤:腐殖土为3:5:2执行。

c. 当土壤全盐量介于[0.3%,0.5%),客土抬高地面、挖排水沟、铺设渗水隔淋层、淡水洗盐等措施,沙土:土壤:腐殖土按2:6:2配比。

d. 当土壤全盐量高于0.5%,应采取渗水隔淋层灌木淋盐、做地下排盐工程以及更换种植土等措施,沙土:土壤:腐殖土按1:6:3配比。

根据土壤的特性按设计要求在绿化过程增施有机肥和磷肥,有机肥质量宜符合,海滩后滨沙地植被修复技术方法(HY/T 0304—202)规定^[3]。一般乔木为15~20 kg/株,灌木球类为5~10 kg/株,地被植物为5~10 kg/株。

5.2.3 植物配置

本次后滨沙地植被修复总面积约5 000 m²,按无树木或建筑物遮挡的海岸设计并选用植物。采用灌木及地被(草)的灌草丛群落组合,其中草本植物种植面积5 000 m²,植物配置初拟马鞍藤40%,匍枝桉果菊30%,铺地黍30%;灌木植物种植面积3 000 m²,植物配置初为草海桐50%,单叶蔓荆50%;乔木现状已有木麻黄,暂不补种。

本次岸线生态护岸修复工程在沙滩修复工程的基础上,根据现状原生砂质岸线分布和海岸防护林分布,通过沙滩后滨沙地植被修复,对现状滨海岸线进行生态化改造,从而构建多层次、结构稳定、低维护成本的滨海沙地植物生态系统。后滨沙地植被修复效果如下图12所示。



图12 后滨沙地植被修复效果图

6 贝藻礁型丁坝工程

本项目以生态修复为主,根据项目区地形地质及水文条件,拟将礁体建造于潮间带,与沙滩修复工程相结合,利用沙滩修复工程中设置的3座丁坝,采用贝藻礁型丁坝,垂直于现状沙滩岸线布置。

如图13所示,本项目根据海域的功能定位(生态修复、资源养护和增殖养殖),从增殖对象生物和礁体产生的生态效应角度考虑,拟选择有充分的内部和顶部空间、较大的内部空间和阴影面积^[4],平台面又相对较多的礁体形状,同时兼顾透水性、稳定性、消浪效果等方面,综合考虑,选择“鹰嘴形”礁体。

态修复、资源养护和增殖养殖),从增殖对象生物和礁体产生的生态效应角度考虑,拟选择有充分的内部和顶部空间、较大的内部空间和阴影面积^[4],平台面又相对较多的礁体形状,同时兼顾透水性、稳定性、消浪效果等方面,综合考虑,选择“鹰嘴形”礁体。

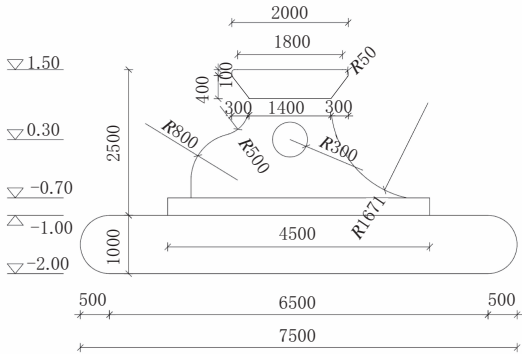


图13 贝藻礁型丁坝典型断面结构图(单位:mm)

此外,由于工程所在海域水深不大,因此,礁体不能太高。本工程应用贝藻礁效果图如图14所示。贝藻礁可以为鱼类等海洋生物提供繁殖、生长、索饵和庇敌的场所,达到保护、增殖和提高渔获量的目的。



图14 贝藻礁效果图

7 结 语

以崖州湾中心渔港周边海域岸线修复工程为实例,针对工程区域海洋生态存在的问题,通过生态底泥疏浚及处理工程、沙滩修复工程、岸线生态修复工程、贝藻礁型丁坝工程等四部分工程方案进行分析,本工程应用相关清淤补砂、植被修复等沙滩岸线生态修复技术,将贝藻礁型丁坝工程与沙滩修复工程相结合,达到提升海岸生态功能和防灾减灾功能的目的,构建海岸生态安全屏障。崖州湾中心渔港周边海域岸线修复工程的实施可为今后相关类似工程提供依据和参考。

参考文献:

[1] 李发明, 聂光裕, 周军, 等. 粤东海岸带生态系统现状及其生态保护修复[J]. 海洋开发与管理, 2021, 38(10): 75-81.
[2] 龚玉萌. 泥化沙滩的修复研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2019.
[3] HY/T 0304—2021, 海滩后滨沙地植被修复技术方法[S].
[4] 钟术求, 孙满昌, 章守宇, 等. 钢制四方台型人工鱼礁礁体设计及稳定性研究[J]. 海洋渔业, 2006, 28(3): 234-240.