

文章编号:1002-3682(2015)02-0033-07

护岸工程与沙滩流失^{*}

唐筱宁,王绿卿,杨锦凌

(海军工程设计研究院 工程综合试验研究中心,山东 青岛 266100)

摘 要:沙滩是沿海地区重要的旅游休闲资源,护岸工程是沿海地区重要的防灾设施,护岸在保护陆地资源的同时有可能对沙滩产生破坏。传统护岸设计形式为硬性护岸,硬性护岸建成后将在一定程度上影响沿岸水动力环境,若护岸设计不当,易引起周围沙滩流失,造成旅游经济损失。本文通过威海九龙湾沙滩流失实例说明了硬性护岸对沙滩稳定性的影响,并通过波浪泥沙物理模型试验对沙滩修复方案进行了研究,试验发现因受原护岸影响修复后的沙滩仍将处于持续侵蚀状态,并介绍了其他类似案例。文中重点强调了护岸设计不当极易造成沙滩流失,对护岸设计、岸线规划等具有一定参考价值。

关键词:护岸;沙滩养护;沙滩流失

中图分类号: P753

文献标识码: A

护岸工程是沿海地区预防海洋灾害破坏的重要设施之一,为有效抵抗海浪及风暴潮的不利影响,传统设计中通常采用硬性护岸,即混凝土、块石结构或其他具有较高强度的硬性材质。作为沙滩和陆地之间的衔接过渡设施,护岸建成后势必对沙滩产生一定的影响。

为与周边环境保持协调,护岸工程在具有防护功能的同时通常具有较好的景观功能,出于景观设计需求,护岸工程位置可选余地较大,若护岸设置不当,极易导致沙滩流失。为此,护岸设计应当充分考虑其对沙滩稳定性的影响。本文通过威海九龙湾工程实例说明了护岸工程对沙滩稳定性的重要影响,对护岸设计、岸线规划等具有一定的参考价值。

1 沙滩流失概况与成因分析

本护岸工程位于威海南部的九龙湾西侧(图 1)。2008 年以后,受多种因素的影响,九龙湾内波浪条件发生了变化,王绿卿^[1]分析认为,由于 2007 年前后威海湾内人工养殖物的大面积拆除,导致工程所在海域波浪强度增大,长峰河口以南地段沿岸沙滩侵蚀严重(图 1),据图 1 可以看出,至 2010 年护岸前沙滩已经发生整体流失,完全丧失沙滩功能。

^{*} 收稿日期:2015-04-01

作者简介:唐筱宁(1965-),男,高级工程师,主要从事近海工程波浪和泥沙方面研究. E-mail: tang_xn@163.com

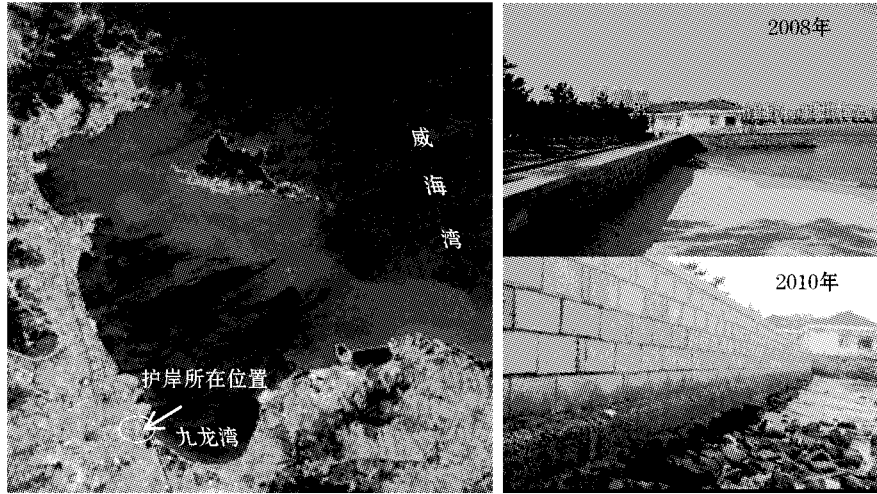


图1 护岸所在位置及护岸前沙滩流失前后对比图

Fig. 1 Location of the revetment and the status before and after erosion of the beach in front of the revetment

在沙滩流失处南侧,有一明显的泥沙淤积区(图2),折线型岸线形成了纳沙角兜,在这种岸线形态下,折线拐角处成为最易淤积的区域,并以此为据点逐渐成长。沙滩流失海域位处威海湾南侧,由于受到湾周围岸线地形的遮护,对该海域影响明显的波浪以NE向为主。在NE向波浪作用下,硬性护岸前波浪条件复杂,波浪反射、折射相互叠加导致波高增大,泥沙易起动。此外,在波浪综合作用下极易产生南向沿岸流,使泥沙发生沿岸输移,逐渐堆积于拐点处,加上外海来沙,此处滩面逐渐发育。

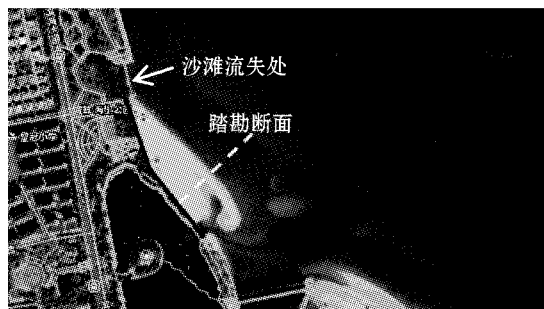


图2 踏勘断面位置图

Fig. 2 Location of the survey section

2007年之前九龙湾海域受到大面积养殖物的遮挡,波浪强度较低,可以推断2007年之前和之后的“北向来沙”的粒径不同。2007年之前波浪较小,能够启动的泥沙颗粒较小,而在2007年之后由于波浪强度增大,此时的“北向来沙”颗粒增大。据此推断,靠近岸线拐角处淤积形成的沙滩靠岸侧由于形成年代较早,粒径应该比后期形成的沙滩粒径偏细。

为证明上述推断,在现场进行了详细踏勘,踏勘断面位置见图2,踏勘内容包括断面高程、底质粒径等,图3(基于威海湾理论基准面)为该沙滩断面的剖面高程和中值粒径数据。据图3可知,该断面从岸侧向海侧岸滩底质的中值粒径逐渐变粗,0.29 mm—0.51 mm

-0.82 mm—1.30 mm,证明推断是正确的。据上述数据分析可知,护岸前沙滩侵蚀已存在多年,只是在 2007 年以前,由于波高较小,掀沙作用较弱,起动泥沙粒径较小,泥沙输移量不大,未发生明显沙滩流失现象;而在 2007 年之后,该海域波浪强度明显增大,泥沙侵蚀速度加快,仅在 2 a 左右的时间沙滩即流失殆尽。

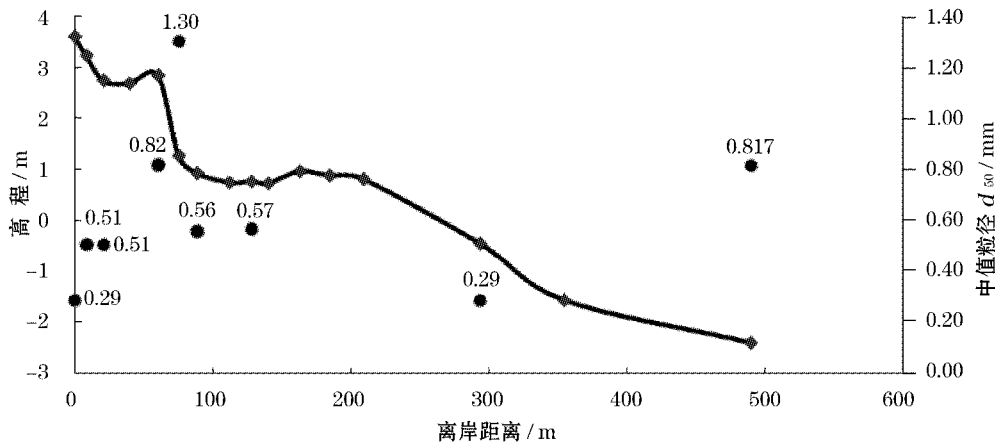


图 3 踏勘断面剖面高程和中值粒径分布图

Fig. 3 Profile data of the survey section

2 物理模型研究

针对上述沙滩流失现象开展了沙滩整治工程研究,整治工程分为两部分,其一在原沙滩流失处进行补沙回填修复沙滩,计划补沙 $4 \times 10^4 \text{ m}^3$,平均补滩宽度约 70 m;其二根据对该海域泥沙运动机制的分析,认为造成工程海域沙滩流失的根本原因是该海域波浪强度增大,为此,设计采用潜堤保护新补沙滩,采用潜堤可以消除波浪的不利影响,并且不会对当地景观产生不利影响,初步设计方案见图 4。

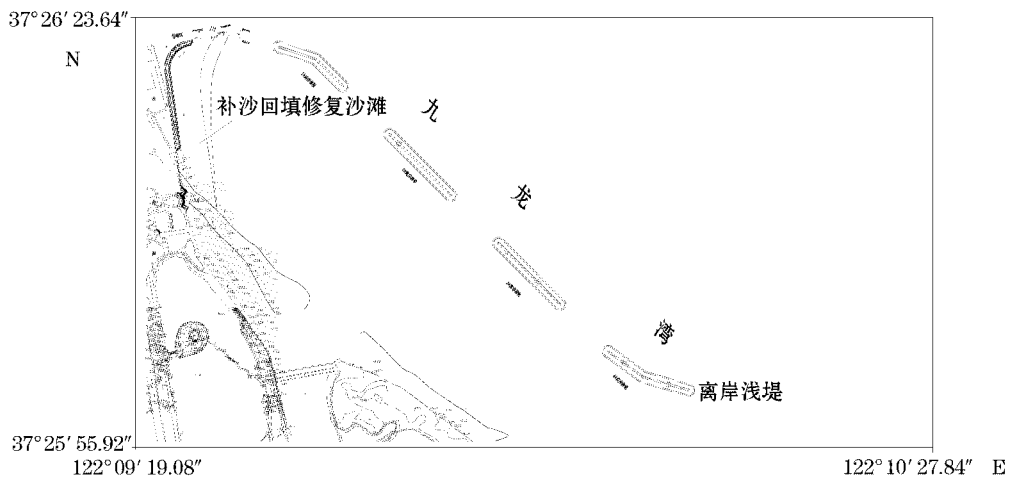


图 4 岸滩整治方案图

Fig. 4 A plan for beach renovation

为评估整治方案可行性,预测沙滩稳定性,在海军工程设计研究院试验室开展了整体波浪泥沙物理模型试验研究,试验采用轻质磨制煤粉($d_{50} = 0.25 \text{ mm}$),质量浓度为 1.48 g/cm^3 ,模型采用正态比尺 $1:80$,模型中 -5 m (基于理论深度基准面)以浅水域采用动床模型,确保能够合理、准确地模拟出主要侵蚀过程,由于 -5 m 以深水区内侵蚀量较小,模型中不再考虑深水区的侵蚀,采用定床模型。

2.1 模型验证

物理模型中的泥沙侵蚀、淤积规律应当与该工程海域实际的主要泥沙运动过程一致,验证工作依据 2007 年和 2011 年的实测地形数据开展,通过调整模型中波浪场梯度分布、流速、流向等要素,最终获得了合理的动力环境。

由此动力环境所引起地形变化与实测地形变化相一致,图 5 为实测和物理模型中的泥沙冲淤深度对比图,据图,物理模型较好地模拟了该工程海域主要的泥沙冲淤趋势,后续相关方案研究在此基础上展开。

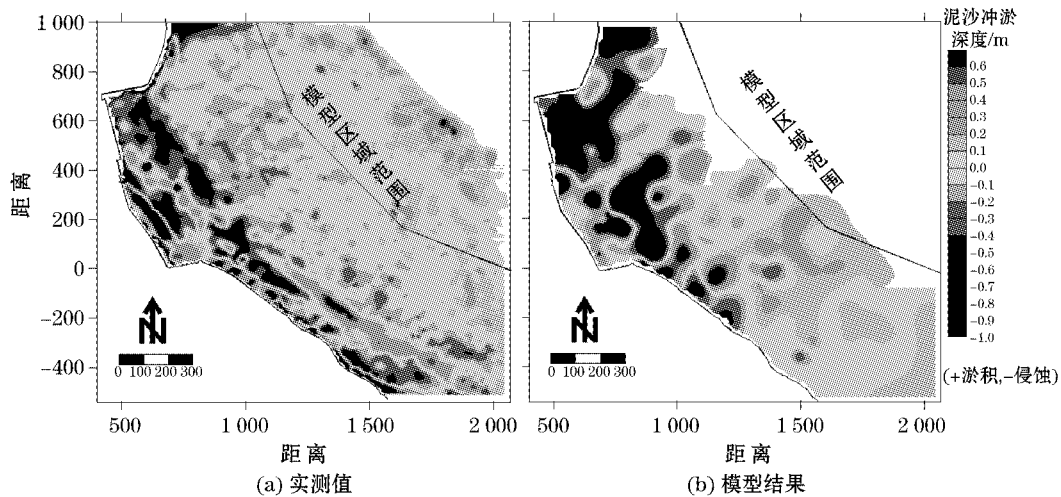


图 5 工程海域冲淤实测值与试验模拟结果对比图(m)

Fig. 5 Comparison between the scour and silting values measured in the study area and the results from the simulation (m)

基于上述动力环境,在试验室成功复演了工程海域沙滩流失过程(图 6)。NE 向波浪在从外海行进至护岸附近水域过程中,行进方向逐渐发生改变,当波浪行进至护岸前时,波向与护岸之间夹角在 40° 左右,在波浪作用下,护岸前沙滩发生整体流失,流失后的底质在波浪带动下堆积于岸线拐角处,试验过程较好地解释了沙滩流失机理及下游拐角处沙滩的形成机制。



图 6 试验室中复演沙滩流失过程

Fig. 6 Beach erosion processes simulated in the laboratory

2.2 整治方案中的共性问题

物理模型试验以初步设计方案为基础,基于上述模型验证所确定的水动力环境对整治方案进行多轮试验、优化,以沙滩流失率为评价标准,参考沙滩海域水体循环能力,确定了最终整治方案(图 7),最终方案中去除了南侧两个潜堤,并将北侧两个潜堤与引堤联接,形成连续潜堤,潜堤高程为+1.3 m(基于理论深度基准面),与当地平均水位(+1.20 m)(基于理论深度基准面)接近,采用该高程既能保证潜堤具有一定的消浪作用,又能保证沙滩水域具有良好的水体循环能力。

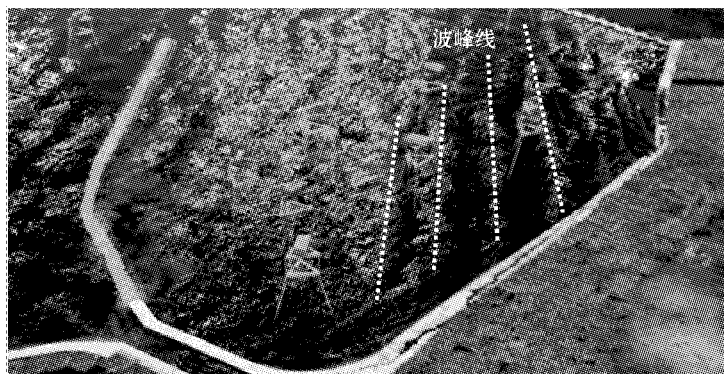


图 7 试验过程中的最终方案

Fig. 7 The final plan resulted from the experiments

通过整治方案的模型试验可知(图 7),当 NE 向波浪行进至护岸附近时,波浪方向逐渐发生改变,行进波浪与反射波浪相叠加,使沙滩发生剧烈扰动;波浪行进过程中形成沿岸流,将起动后的泥沙携带至拐角处持续淤积,使沙滩发生沿岸不可逆流失。

模型试验中所体现的泥沙运动规律与踏勘数据分析结果相一致,即护岸前沙滩发生了不可逆的沿岸流失。与未整治之前的沙滩流失机制一致,仅是流失量和流失速度有所减小。

参考其他方案(图 8),外海虽然采取了消浪措施,并且进行了补滩处理,但在所有方案的试验过程中护岸前的沙滩均一直处于侵蚀状态,虽然侵蚀速率因沙滩水域波高而异,

但整治后沙滩持续侵蚀的趋势仍存在,不当设置护岸对沙滩流失的影响一直延续,给沙滩后续维护带来一定难度。

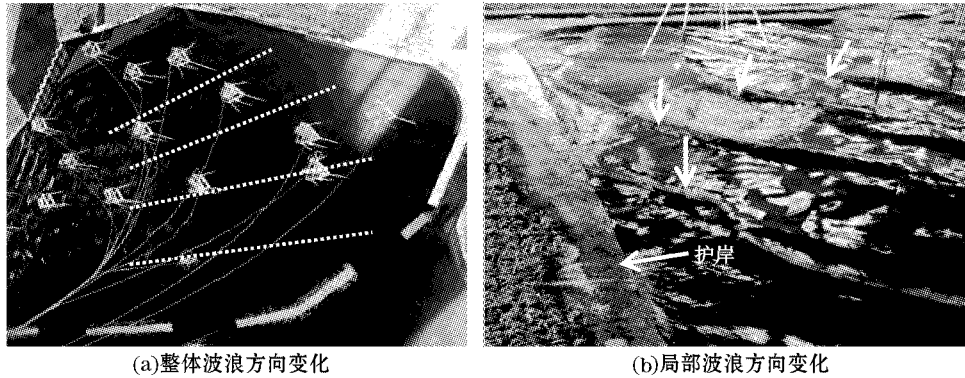


图8 其他参试方案试验现象

Fig. 8 Results from the experiments done for other cases

3 结 语

作为传统的海岸防护设施,硬性护岸在保护沿岸市政设施中虽然起到了重要作用,有效保护了岸上设施及财产安全。但通过本文案例研究发现,若护岸设计不当,将严重破坏岸线的自然属性,造成局部泥沙发生不可逆流失,使沙滩丧失可持续利用的价值。

因此,在进行护岸工程规划、设计及前期论证时应充分认识到海岸工程具有较强的系统性,全面研究水动力环境、沙滩、水工建筑物三者之间的相互影响关系。当前,在海岸工程较发达的国家逐渐形成共识,认为采用沙滩养护培育海岸沙丘能够更好地抵御自然灾害^[2-9],通过沙滩养护能够形成更加宽广的滩面,塑造一定高度的沙丘,可以在一定程度上重建上述三者之间的自然关系,让自然的沙滩抵御自然的灾害,“硬性护岸”正在向“软性护岸”过渡。

鉴于我国目前海岸工程现状及国际海岸工程发展趋势,在护岸设计及岸线规划时,应当充分吸取以往工程建设产生的不利影响,积极吸收国外先进经验,全面论证,合理设计,保护岸线沙滩资源的可持续利用。

参考文献:

- [1] 王绿卿,夏运强,唐筱宁. 近海长线垂下式养殖场对波浪场的影响及数值模拟[C]//第十一届全国水动力学学术会议暨第二十四届全国水动力学研讨会并周培源诞辰110周年纪念大会文集(下册). 北京:海洋出版社,2012:1102-1110.
- [2] KOMAR P D. Beach processes and sedimentation(2nded)[M]. New Jersey: Prentice Hall, 1997.
- [3] ANTHONY E J. Natural and artificial shores of the French Riviera: an analysis of their interrelationship[J]. Journal of Coastal Research, 1994,10:48-58.
- [4] 潘毅,匡翠萍,杨燕雄,等. 北戴河西海岸滩养护工程方案研究[J]. 水运工程,2008,417(7):7-11.
- [5] 杨燕雄,邱若峰,邹志利,等. 北戴河海滩养护方案实验研究[J]. 水运工程,2010,440(4):18-23.
- [6] 张立海,刘凤民,刘海青,等. 秦皇岛地区海岸侵蚀及主要原因[J]. 地质力学学报,2006,12(2):261-

264.

[7] 常瑞芳,庄振业,关建政. 山东半岛西北海岸的侵蚀与防护[J]. 青岛海洋大学学报,1993,23(3):60-68.

[8] 李冰,庄振业,曹立华,等. 山东省砂质海岸侵蚀与保护对策[J]. 海洋地质前沿,2013,29(5):47-55.

Revetment Construction and Beach Erosion

TANG Xiao-ning¹, WANG Lü-qing, YANG Jin-ling

(Engineering Research Center, Navy Engineering Design & Research Institute,
Qingdao 266100, China)

Abstract: Beaches are one of the important coastal tourism and leisure resources and revetments are one of the important coastal anti-disaster facilities. However, the revetments may possibly cause the beaches destroyed, while they are protecting the land resources. The traditional revetment was designed as a hard form, and such a hard revetment could, to a certain extent, influence the coastal hydrodynamic environment after its construction, which may easily induce a serious erosion of ambient beaches if the revetment was designed improperly and cause an economic loss for tourism. The effect of the hard revetment on the beach stability is illustrated by taking actual beach erosion as the example. A plan for restoring the breached beach is studied through the experiment with a wave-sediment physical model. The results reveal that the restored beach is still in a continuously eroded state. It is emphasized that the improper design of revetment can easily cause the beach eroded. This may offer a valuable reference for revetment design and shoreline planning.

Key words: revetment; beach nourishment; beach erosion