

海岸资源质量管理与海岸综合整治修复对策探讨

董卫卫, 林桂兰, 蔺爱军

(国家海洋局第三海洋研究所 厦门 361005)

摘要: 文章讨论海岸资源质量管理的计量手段, 根据海岸的类型、资源功能以及自然演变和开发利用过程中出现的问题, 探讨海岸资源质量管理的内涵和海岸综合整治修复的对策。建议制定《海岸线修测技术规范》, 明确海岸线修测技术方法和海岸线长度计量方法, 为海岸资源质量管理奠定计量基础; 针对不同的海岸类型和开发利用方式, 制定《海岸资源质量评价技术标准》, 适应差别化的海岸管控政策; 加强海岸资源综合统筹规划管理, 强化海岸综合整治修复, 保护自然海岸和人工海岸生态环境, 修复恢复严重影响海岸生态环境和废弃的人工海岸, 最大限度地保育自然海岸。

关键词: 海岸线; 资源利用; 海岸功能; 综合整治修复; 生态保护

中图分类号: P74

文献标志码: A

文章编号: 1005-9857(2016)09-0075-06

The Quality Management of Coastal Resources and the Countermeasures of Coastal Comprehensive Improvement

DONG Weiwei, LIN Guilan, LIN Aijun

(Third Institute of Oceanography, SOA, Xiamen 361005, China)

Abstract: The paper discussed coastal resources measurement methods of quality management, according to the coast types, resource functions and problems in the process of natural evolution and the utilization, to probe into the quality management of coastal resources and countermeasures of the coastal comprehensive improvement. Suggestions to make “technical specification of the coastline revision”, clear the coastline revision technique and coastline length measurement method were proposed to build the measurement basis of coastal resources quality management. It was also proposed to develop “standard of coastal resources quality evaluation technology” for different types and ways of coastal development and utilization, to adapt to different control policies, and to strengthen the comprehensive management of coastal resources overall planning and the comprehensive improvement of coast restoration, protect the ecological environment of the natural and artificial coast, repair and recovery the ecological environment of the seriously affected and abandoned artificial coast, maximize the protection of natural coast.

Key words: Coastline, Resource utilization, The coast function, Comprehensive improvement, Ecological protection

1 引言

海岸是沿海社会发展和经济建设的重要生命线,大多数涉海工程(港口码头、修造船厂、滨海核电厂、滨海火电厂、围填海工程、海滨休闲娱乐旅游设施等)都是依托海岸而建。与此同时,海岸是陆海相互作用效应最明显的地带,风暴潮、海岸蚀退、海水入侵等自然作用以及海岸人工化、海岸污染、生态破坏等人为作用产生的诸多问题,使得海岸资源质量管理和综合整治修复成为重要研究课题。

随着近代工业的快速发展,以港口为中心的沿海城市迅速壮大,海滨休闲地也迅速崛起^[1]。因此经济和人口大量向沿海迁移,导致接近城市的海岸资源变得非常稀缺,这使得人们不得不采用一定的人工干预手段来保护和管理海岸资源。如,为避免工程构筑物破坏海岸生态平衡,美国于1984年颁布《海岸坝岛资源法》,荷兰在技术和行政管理基础上开展海岸线位置维护^[2];在我国,随着沿海地区海洋发展战略的相继实施,海岸人工化、工业化、房产化、私属化、污染化等主要矛盾日益突出,王江涛提出应从国家战略高度出发,加快海岸保护立法工作,实施海岸资产化管理,实施海岸线总量控制,突出海岸线公共服务功能^[3]。越来越多的国家正在寻求新的方法来加强海岸管理,不仅要考虑海岸的连续性、综合性,而且要了解人类活动对海岸的长期影响和应对海岸自然变化的长期影响,主要是空间上的向岸、离岸和沿岸移动^[4]。

2 海岸资源的相关指标

2.1 海岸线的定义和海岸线的计量

海岸是海洋和陆地相互接触和相互作用的地带,海岸线则定义为多年平均大潮高潮时形成的实际痕迹线^[5]。从该定义可知,海岸线位置由潮汐作用决定,同时也受海岸坡度、岸滩物质、波浪和入海河流作用等因素的影响。严格来说,海岸线只能是一条近似于平均大潮高潮面与岸滩相交的线^[6],且该线不具有重复一致性(即不同或相同的人重复测量同一段海岸得到的海岸线无法完全一致);另一方面,海岸经过一定时期的海洋水动力作用、地球构造地貌演变、地质灾害、气象灾害、海平面升降、人类开发利用活动等因素的共同作用下,海岸线将

发生一定程度的变动。

海岸资源质量管理的重要指标之一就是海岸线长度,而海岸线长度的计量与海岸线的位置和测量尺度紧密相关。海岸线位置和测量尺度不同,所统计的海岸线长度就不同;海岸线弯曲程度不同,不同测图比例尺统计的海岸线长度也不同,这在理论上已得到多方面阐释^[5,7-10]。严格地说,海岸线长度不可能得到某一定值,因此为对海岸线长度进行计量,从而满足海岸资源质量管理的计量要求,就需要规定统一的海岸线位置和测量尺度。

2.2 海岸的类型和主要功能

根据形成海岸的主导因素和海岸的物质组成,海岸可划分为基岩海岸(包括山地丘陵侵蚀海岸、断层海岸)、平原海岸(包括砂砾质海岸、淤泥质海岸、三角洲海岸)和生物海岸(包括珊瑚礁海岸、红树林海岸)等主要类型。根据海岸动态又可分为堆积海岸和侵蚀海岸。根据海岸是否被人工改造又可分为自然海岸和人工海岸。

海岸作为重要资源,具有独特的经济服务功能、生态服务功能、文化服务功能和灾害防御功能。海岸自然环境条件不同,其适宜的功能属性也不同。

(1)经济服务功能。港口航运:海岸前沿水深较深、泥沙淤积少、风浪较小或周围有遮挡风浪的屏障,满足船舶进出港和泊稳要求,多分布于海湾、河口湾、海峡两岸;渔业生产:海岸营养盐丰富、初级生产力高、水动力交换通畅、水质/底质环境没有污染物累积,满足渔业养殖生境要求,多分布于潮滩海岸;临海工业:海岸泥沙来源少、有建设取排水设施的条件、扩散条件好,多分布于平原海岸;旅游娱乐:海岸具有景观资源、沙滩资源或适宜建设旅游基础设施,水质清洁,多分布于海蚀岩岸、沙滩海岸、海湾。

(2)生态服务功能。生物繁殖和物种保护:海岸营养盐丰富、水动力交换条件适宜、水质/底质环境没有污染物累积、温度/盐度适宜,分布于所有海岸;污染净化:水动力较强、扩散条件好,多分布于开敞式海岸。

(3)文化服务功能。景观欣赏、休闲运动和亲海活动:具有自然或人文景观资源以及沙滩、礁石、海浪和各种生物资源,适合建设休闲设施、亲海设

施和安全设施,多分布于山地丘陵海岸、沙滩海岸、生物海岸、海湾型海岸。

(4)灾害防御功能。防浪挡潮:海岸地面高程高于最高潮位,防御海浪、风沙侵袭,多分布于侵蚀性海岸;防洪排涝:海岸地面高程能够抵御洪潮相遇峰值、潮流通道通畅,多分布于河口海岸。

2.3 海岸资源质量指标

目前的研究对衡量海岸资源质量的方法尚不明确,涉及方法主要有港口岸线条件评价^[11]、海岸旅游资源价值评估^[12]、海岸地质环境脆弱性及灾害风险评价^[13-14]、海岸侵蚀灾情^[15]、海岸资源综合适宜性评价^[16]等。但从海岸的自然性质可以得出,海岸的稳定性无疑是衡量海岸资源质量的重要指标,无论自然海岸、人工海岸或生物海岸都需要能够在较长时间内保持稳定,只有海岸稳定才有海岸线的稳定和岸线长度的稳定。

衡量海岸资源质量的另一个重要指标应是海岸功能,这就涉及海岸陆海两侧的性状。如果是港口功能海岸,则要求向陆有一定的作业区和堆场空间,向海有足够水深且最好有遮挡风浪的屏障;如果是渔业功能海岸,则要求附近海域的水质、底质条件适宜生物生长;如果是休闲旅游功能海岸,则要求海岸具有景观、沙滩或人文资源;如果是灾害防护海岸,则要求海岸有稳定的结构和足够的地面高度,等。

3 海岸资源质量问题

3.1 海岸自然演变引起的问题

海岸受潮汐、潮流、波浪、海平面升降、风化、突发灾害等多种自然动力因素的影响,其自然演变主要表现为海岸的蚀退、淤涨和生物类型的变化。在基岩海岸区,如果波浪作用较强,则发生海岸侵蚀形成壮丽多姿的海蚀地貌,通常成为旅游景观;但同时海岸基础被海浪掏空,又会造成海岸的崩塌和景观的消失。在砂(砾)质海岸区,如果波浪作用较强,则发生沙滩下蚀、海岸后退;如果波浪作用较弱,则导致沙滩泥化。位于河口湾的淤泥质海岸区,往往受泥沙来源和潮流动力的影响,形成潮汐汊道,冲刷和淤积活动时空交替,既有岸线侵蚀也有岸线淤积。尤其对于以堆积为主的海岸,其由不同粒级的松散泥沙或砾石组成,沿岸往往分布有海

滩、沙堤、沙嘴、水下沙坝以及发育潟湖和风成沙丘等,由于由细粒泥沙组成,坡度极小,海岸冲淤变化极易发生;当海岸有大量泥沙供给时,海滩就迅速淤长;当泥沙供给中断时,因海岸质地软的淤泥粉沙受海水浸泡后极易破坏,又使海岸崩塌后退。

突发性气象灾害对海岸自然演变的作用更为显著,尤其是台风风暴潮对海岸有惊人的破坏力。一次台风对砂质岸线的侵蚀在随后的10多年都难以通过自然动态恢复^[17],台风风暴潮过境还可造成生物礁海岸的损坏和珊瑚礁的破碎。

3.2 海岸开发利用引起的问题

3.2.1 海岸工程、海底工程改变海滩的动态平衡

兴建码头、突堤、丁坝等水工构筑物或浚深航道时,因打破原有的沿岸输沙平衡或泥沙运动规律,岸线必然相应改变其轮廓以求达到新的平衡。在这种情况下,失去泥沙补给的岸段,其外缘海滩将相应后退,从而导致波浪直接冲击后方海岸而造成严重侵蚀;得到泥沙补给的岸段,其外缘海滩不断外扩,当沿岸有某一盛行波向的净输沙时,这种变化尤为严重。

3.2.2 潮滩围垦破坏海岸湿地

在垦区内,围垦后仅靠闸门进排水,水交换能力不够,水质、底质不断恶化,很多养殖围塘的富营养化指数严重升高,导致严重的大规模养殖生物病害。在垦区外,围垦后堤外产生新的淤积,使港湾面积缩小,甚至影响经济鱼、虾、蟹、贝的天然产卵场、苗种场、索饵场或洄游通道。

3.2.3 填海造地改变海岸动态平衡,海洋生境退化

围填海除改变岸线形态和海流运动的水文边界条件而打破原有的泥沙运移平衡外,更重要的是直接占用滨海湿地,使许多重要的经济鱼、虾、蟹、贝类和水禽鸟类等生息、繁衍场所消失,生物多样性下降。港湾内的围填海将减少港湾纳潮量、加剧港湾淤积、减弱海水自净能力,使湾内海水水质恶化、加大赤潮发生的频率和强度;江河入海口的围填海将占用部分河道、缩窄行洪通道,引起滩槽改变。

3.2.4 滨海砂矿开采造成海岸坍塌蚀退

近岸海砂的开采使海岸的水下天然“防波堤”

被破坏,波浪、潮流直接作用于海岸,易引起海岸侵蚀、海水入侵等地质灾害;破坏滨海沙滩旅游景观资源,使平坦宽阔的沙滩下蚀、缩窄。河口区采砂还会影响河床稳定,危及堤防的稳固以及造成海水上溯,导致土地盐碱化、破坏淡水资源^[18]。

3.2.5 滨海旅游开发导致环境脏乱和生态退化

滨海旅游开发活动必然对其海岸带地表水文特征和土壤植被等自然环境产生影响。旅游地不完善的污水处理系统和化粪池泄漏尤其是高尔夫球场使用的肥料大量流出,引起临近海域水体的富营养化;旅游景点游客过多,造成海滩垃圾污染;旅游基础设施修建容易引起海岸生态功能退化。

3.2.6 城市生活尾水、工业尾水的污染物累积

沿海城市化和工业化后,城市生活尾水排放入海,导致近岸海域富营养化;工业尾水排放入海,引起某些重金属、化学污染物的累积效应^[19];核电厂向近海排放的低放射性废水,大部分在距离排放口几千米到几十千米处沉积,海流、波浪和底栖生物还会使沉积物核素解吸重新进入水体,造成二次污染。

3.2.7 填海造地导致海岸截湾取直和海岸人工化

填海造地选址大多位于半封闭海湾或弧形海湾,以减少人工护岸的修筑量和填海工程量。填海造地后海湾面积减少甚至消失,海岸长度大大缩短,同时自然生态海岸变为人工海岸,曲折蜿蜒的海岸景观随之消失。

4 海岸资源质量管理

海岸资源质量管理包括两个方面,首先是海岸稳定性管理,其次是海岸功能维护。其中,海岸稳定性管理就是保障海岸不发生侵蚀或淤涨;海岸功能维护则比较复杂,应根据当地城市化和工业化所处阶段进行差别化管理,既要保护好海岸的最佳功能,又要考虑因社会经济发展和公共服务需求不同而维护不同的海岸功能。如,原自然状态下海岸的最适宜功能为渔业养殖,其海岸资源质量管理要求即维护渔业养殖所需水质和底质;当该区域走向城市化和工业化后,海岸的功能演变为旅游休闲和防浪挡潮,其海岸资源质量管理要求就应转向维护旅游休闲和防浪挡潮功能,进行清淤整治、景观优化、

建设护岸和适当设施等;当某一海湾作为以港立市、以港兴市的依托时,海岸资源质量管理就要按照城市沿海空间布局,按港口岸段、工业岸段、公共休闲岸段等分段进行功能维护。

山地丘陵海岸后方平坦陆域狭窄,难以成片规模建设,因此密集开发利用的海岸资源往往分布在平原海岸。平原海岸包括三角洲海岸、淤泥质海岸、砂砾质海岸,受水动力作用影响均比较显著,而且大多海岸平直、海滩宽阔、少有港湾,海岸功能具有多宜性,需要结合社会经济发展功能定位来进行海岸资源质量管理。尤其是平原海岸中的粉砂质海岸,当因经济发展被选为港址资源而转为港口功能海岸时,对其港池航道稳定性的维护管理是海岸资源质量管理最大的挑战,目前主要采用工程措施固沙减淤、防御风浪骤淤^[20-21]。

在热带、亚热带地区,生物对海岸的塑造有时起着重要作用,形成特殊的海岸类型,即珊瑚礁海岸和红树林海岸。红树林海岸多分布在低平的堆积海滩上,主要是背风浪且正在向海伸展的淤泥质海滩上;珊瑚礁海岸由造礁珊瑚和造礁藻类形成的珊瑚礁以及栖息于礁中的动植物共同组成,往往纵深达几百米,牢固地附着在海底。生物海岸资源质量管理要求往往以维护其生境条件(水质、底质、温度、盐度、透光度、潮流、波浪等)为主。

综上所述,海岸资源质量管理最基本的就是维护海岸稳定性和保障其主要功能的可持续性。具体要求为:

(1)对于分布于山地丘陵的基岩海岸,防止海岸崩塌、滑坡、泥石流入海,海岸附近禁止挖砂、采砂。

(2)对于分布于河口或基岩港湾的砂砾质海岸,当岸滩组成物质以砂砾为主、岸滩较窄、坡度较陡时,以防侵蚀为主;当岸滩组成物质以细沙为主、呈堆积地貌时,以防海岸风沙为主,防护林、固沙植物的种植和保护尤为重要。

(3)对于分布于海湾湾顶的淤泥质海岸,防止淤泥过度淤涨,保护海湾进潮量和海湾水动力环境条件,严格控制污染物入海。

(4)对于分布于河口区的三角洲海岸,维护滩

槽稳定,强化挡潮排洪泄沙能力,防止洪潮顶托漫淹两岸陆地;维护一定的河流来水来沙量,防止咸潮上溯;严格控制流域污染物入海。

(5)对于分布于亚热带、热带地区堆积海滩的红树林海岸,保护红树林生长的港湾、河口湾风浪掩护地形地貌,保护潮汐通道,保护红树林潮滩的浸淹程度和细颗粒沉积物环境,禁止红树林砍伐。

(6)对于分布于热带地区基岩海岸的珊瑚礁海岸,保护珊瑚礁生境和生态系统,禁止陆域泥沙入海、排污和温排水、油污、爆破施工、采挖。

(7)对于分布于平原地区的人工海岸,按照城市沿海空间布局,按港口岸段、工业岸段、公共休闲岸段、渔业岸段、防护岸段等进行分段功能维护。

5 海岸综合整治修复对策

为确保海岸资源质量,对海岸因自然演变和开发利用出现的各种问题应采取积极有效的综合整治修复对策。对于自然海岸,主要是制定保育措施,重点维护其稳定性,保护其原始海岸风貌、景观格局和生态功能;对于人工海岸,主要是设计工程方案或生态修复方案,重点维护其主导功能,并避免影响毗邻海岸功能;对于废弃的人工海岸,主要是合理拆除人工构筑物,重点在于逐步恢复本底自然海岸性状或营造人工生态海岸。

5.1 自然海岸的保育

基岩海岸一般稳定性较好,多为直面波浪拍击的丘陵山地海岸,海蚀地貌发育,此类海岸的保育以维护原始海岸风貌和景观格局为主。

呈周期性蚀退和淤涨动态平衡的自然海岸一般为砂质海岸,由于波浪作用力的控制,砂粒洁净,形成美丽的沙滩景观,海岸保育以保护其水动力环境、禁止附近海域采砂挖砂活动为主。

平原海岸一般基质松散,当泥沙来源丰富时海滩不断外扩,可能伴有沿岸沙坝和潟湖,如加上风浪作用,后方陆域往往形成沙丘,此类海岸的保育以后方种植防护林为主;当泥沙来源匮乏时,海岸不断蚀退,此类海岸的保育以修筑人工护岸或海滩抛沙抛石等工程防护为主,值得推荐的是“梯状湿地”技术,即在浅海区修建坡状湿地、种植湿地植被,不仅可减弱海浪冲击、促使泥沙沉积,同时也为

海洋生物提供栖息地^[22]。

位于海湾湾顶的淤泥质海岸,由于水动力弱、波浪作用小或几乎没有波浪,潮流不断携带淤泥在此落淤,呈现淤涨态势,此类海岸的保育必须以维持其水动力条件为主,当淤积严重而又不想让海湾萎缩时,只能采取清淤的人工干预。

三角洲海岸是最复杂的海岸,一般难以维护其稳定性,只能因势利导、因地制宜地采取综合整治对策,包括海堤、丁坝、离岸坝、生物护岸等^[23]。

生物海岸主要为红树林海岸和珊瑚礁海岸,此类海岸的保育以保护其生境和生态系统、减少人类活动干扰为主,对于维持当地生物多样性、生态安全和资源可持续利用起重要作用的生态关键区,应采用建立自然保护区的管理模式。

5.2 人工海岸的功能维护和生态环境保护

随着社会经济活动不断向沿海迁移,人工海岸的数量不断递增。人工海岸只要不发生崩塌毁坏,稳定性都很好,因此海岸综合整治修复的目标主要是海岸功能维护,其功能可分为防护、围垦、码头、休闲、造地等,一般在工程设计和施工时都会开展论证。然而人工海岸的建设截断海陆的自然过渡、切断自然海岸的连续性,将引起附近海区浮游生物、底栖生物多样性的普遍降低及优势物种和群落结构的变化^[24];填海造地往往存在海岸截弯取直,造成海湾湿地面积萎缩;工业海岸附近海域往往存在污染物(如化学污染物和放射性污染物等)累积。因此,此类海岸的生态环境保护主要在于严格控制污染物入海、严禁海岸附近采砂挖砂等行为,避免危及海岸稳定性和破坏海洋生境。

5.3 海岸生态环境的修复

有些人工海岸由于设计施工阶段论证的缺陷,建成后严重影响所在区域的海域功能或生态环境、景观环境,应拆除以恢复本底自然海岸的原生风貌和景观格局;有些人工海岸因故废弃,应制订科学的工程方案拆除人工构筑物,逐步恢复为自然海岸;对于难以恢复为自然海岸的岸段,应进行合理的景观设计,利用工程措施和生态措施营造优美的人工景观,提升海岸带景观生态质量。

6 总结与建议

本文讨论海岸资源质量管理的计量手段,根据

海岸的类型、资源功能以及自然演变和开发利用过程中出现的问题,提出海岸资源质量管理的内涵和海岸综合整治修复的对策,为海岸管理提供技术支撑和决策参考。从海岸资源质量管理角度出发,建议开展以下 4 个方面的工作。

(1)海岸线长度作为海岸资源质量管理的计量手段,需要海岸线测量数据,而海岸线的位置判定和长度计量不具有可重复的一致结果,建议制定《海岸线修测技术规范》,明确海岸线修测技术方法和海岸线长度计量方法,为海岸资源质量管理奠定计量基础。

(2)海岸有基岩、砂质、泥质、生物、河口等多种类型,同时又有港口、渔业、旅游、保护等多种开发利用方式,为合理有效评价海岸资源质量,建议针对不同的海岸类型和开发利用方式,制定《海岸资源质量评价技术标准》,以适应差别化的海岸管理政策。

(3)规划的实施是可持续发展战略的有效工具^[25],建议加强对海岸资源的综合统筹规划管理。对于稳定性好的基岩海岸、沙滩海滩、生物海岸,应最大限度地予以保护;对于海湾海岸,应本着节约集约高效利用的原则,最大限度地保有海湾的岸线长度;对于稳定性差的平原海岸,应采取合理的综合整治对策,维护海岸稳定性以及生态、经济、文化和灾害防御功能。

(4)建议强化海岸综合整治修复。科学保育自然海岸和保护人工海岸生态环境,严格控制填海造地导致的海岸截弯取直和工业海岸附近海域的污染物累积,修复恢复严重影响海岸生态环境和废弃的人工海岸,最大限度地保有自然海岸。自然海岸一旦被人工海岸所替代,沿海自然生态环境将发生巨大变化,任何管理的生态学原则都可能被抛弃。

参考文献

[1] 钟中. 澳大利亚东海岸主要城市滨水区设计[J]. 南方建筑, 2011(6):71—78.

[2] 陈成,龚文平,王 路. 荷兰的海岸线管理[J]. 海洋开发与管理, 2011,28(6):71—78.

[3] 王江涛. 城市化和工业化冲击下海岸线管控战略研究[J]. 中国软科学,2014(3):10—15.

[4] 阮成江,谢庆良,徐进. 国外海岸带管理现状及发展趋势[J]. 海洋科学,2000,24(7):26—28.

[5] MANDELBROT B. How long is the coast of Britain—statistical self—similarity and fractional dimension? [J]. Science, 1967,156(3775):636—638.

[6] 林桂兰,郑勇玲. 海岸线修测的若干技术问题探讨[J]. 海洋开发与管理,2008,25(7):61—67.

[7] 付显华. 用变维分形确定海岸线长度[J]. 海洋通报,1996,15(5):86—90.

[8] 朱晓华. 关于海岸线长度不确定性问题的研究[J]. 海洋开发与管理,2000,17(1):23—25.

[9] 朱晓华,王建,陈霞. 海岸线空间分形性质探讨:以江苏省为例[J]. 地理科学,2001,21(1):70—75.

[10] 陈霞,王建,朱晓华. 用分形方法研究海岸线的长度[J]. 海洋科学,2002,26(12):32—35.

[11] 杨荫凯. 辽宁省沿海港址资源综合评价及其可持续利用研究[J]. 国土开发与整治,1999,9(2):12—15.

[12] 陈伟琪,刘岩,洪华生,等. 厦门岛东部海岸旅游娱乐价值的评估[J]. 厦门大学学报:自然科学版,2001,40(4):914—921.

[13] 段焱,孙永福. 海岸带生态地质环境脆弱性评价指标体系研究[J]. 海岸工程,2007,26(2):26—31.

[14] 刘剑刚. 大连地区海岸带灾害地质风险的模糊综合评价[J]. 海南师范大学学报:自然科学版,2012,25(3):320—323.

[15] 丰爱平,夏东兴. 海岸侵蚀灾情分级[J]. 海岸工程,2003,22(2):60—66.

[16] 孙晓宇,苏奋振,周成虎,等. 基于底质条件的广东东部海岸带土地利用适宜度评价[J]. 海洋学报,2011,33(5):169—176.

[17] 蔡锋. 厦门环岛路三期工程香山一五通段海岸防护与沙滩改造研究[R]. 厦门:国家海洋局第三海洋研究所,2002.

[18] 于青松,余兴光,阿东,等. 我国海岸与近岸海域综合整治势在必行[J]. 海洋开发与管理,2009,26(11):3—7.

[19] 谷河泉,陈庆强. 中国近海持久性毒害污染物研究进展[J]. 生态学报,2008,28(12):6233—6251.

[20] 季则舟,侯志强. 粉沙质海岸港口航道淤积防治标准研究[J]. 港工技术,2010,47(1):15—17.

[21] 季则舟. 考虑泥沙淤积影响的航道通航标准研究[J]. 港工技术,2011,48(6):5—8.

[22] 李红柳,李小宁,侯晓琨,等. 海岸带生态恢复技术研究现状及存在问题[J]. 城市环境与城市生态,2003,16(6):36—37.

[23] 左书华,李九发,陈沈良,等. 河口三角洲海岸侵蚀及防护措施浅析[J]. 中国地质灾害与防治学报,2006,17(4):97—109.

[24] 李加林,杨晓平,童亿勤. 潮滩围垦对海岸环境的影响研究进展[J]. 地理科学进展,2007,26(2):43—51.

[25] FORBES D. Planning for performance: requirements for sustainable development[J]. Habitat Intl,1996,20(4):445—462.