

中国沿海海岸侵蚀与海平面上升探析

林峰竹, 王慧, 张建立, 付世杰

(国家海洋信息中心 天津 300171)

摘要:海岸侵蚀是我国沿海地区的主要环境地质灾害之一,海平面上升将加剧海岸侵蚀灾害程度,其长期影响不容忽视。文章阐述了海平面上升对海岸侵蚀的影响机制,在详细分析我国海岸侵蚀状况相关调查成果的基础上,根据沿海海平面上升的区域特征,探讨了未来海平面上升背景下沿海地区海岸侵蚀灾害的主要脆弱区,以期为沿海地区及时有效地应对海平面上升这一缓发性灾害提供参考依据。

关键词:海岸侵蚀;海平面上升;脆弱区

中图分类号:P737.17;X43

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2015)06-0016-0006

海岸侵蚀是一个世界性问题,无论是基岩海岸、粉砂淤泥质海岸、砂质海岸、河口海岸还是珊瑚礁、红树林等生物海岸,几乎都受到海岸侵蚀的威胁,砂质海岸受侵蚀的范围比较大。在不同区域,海岸侵蚀灾害发生的原因不同。总体来讲,河流输沙量减少,海岸过量采砂,海平面上升,不合理的海洋工程建设,大量破坏植被及珊瑚礁、风暴潮灾害等是造成海岸侵蚀加剧的主要原因。其中,全球气候变暖引发的海平面上升是导致世界沿海各地遭受海岸侵蚀的共同因素。海平面上升引发海洋动力作用增强,并与不合理人为开发活动产生的负面效应相互叠加,致使海岸侵蚀加剧。尽管海平面上升在短期内对海岸侵蚀的影响权重较小,但从长远考虑,海平面上升是加重海岸侵蚀的重要因素,其长期影响不容忽视。

我国沿海地区普遍遭受海岸侵蚀灾害的影响,表现为岸滩变陡、海滩劣化、湿地损失、防护林被毁、村镇搬迁,以及堤防、公路、工厂等工程设施和建筑物崩塌等,严重威胁沿海经济社会的生态安全。与此同时,我国沿海海平面呈持续波动上升趋势,1980—2013年的潮汐观测资料分析显示,海平面平均上升速率为2.9 mm/a,高于全球平均水平;1993—2003年的卫星高度计资料显示,海平面上升速率为5.5 mm/a,而联合国政府间气候变化(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)专门委员会报告显示,同期全球

海平面上升速率约为3.1 mm/a。未来海平面上升将不断加剧海岸侵蚀灾害程度。在其他条件相同时,相对海平面上升快的岸段后退速度通常较快。因此,关注我国沿海地区海岸侵蚀灾害现状,分析海平面上升对海岸侵蚀灾害的影响及发展趋势,对于沿海地区防灾减灾具有重要意义。

1 我国海岸侵蚀现状

1.1 海岸侵蚀概况

自20世纪50年代末,我国砂质海岸、三角洲海岸发生侵蚀,至70—80年代,海岸侵蚀已成为普遍现象,并呈加剧趋势^[1]。当前我国海岸侵蚀范围逐渐扩大,侵蚀速率较大,侵蚀总量不断增加。如江苏废黄河三角洲的侵蚀范围呈南移趋势,过去是淤涨或稳定的海岸,现在已成为严重的侵蚀岸段。再如河北,过去仅部分岸段发生侵蚀,现在不管是南部泥岸、北部沙岸还是滦河三角洲,均以蚀退、冲滩为海岸变化的主要态势。随着沿海地区经济开发建设的迅猛发展,人工岸线比例在不断增加,岸线被固定,造成岸滩及岸外沙坝侵蚀加剧,海岸下蚀加重,并将成为未来我国海岸侵蚀最为突出的特征之一^[2]。

根据国家海洋局海洋综合调查与评价成果^[2],我国沿海海岸北起辽东湾、南至海南岛,均有侵蚀分布,侵蚀岸线总长度超过3 000 km(不包括港澳台地区),占软质海岸(包括第四纪沉积层,沙丘和红壤型花岗岩风化壳)的20.6%。河

北、山东、江苏、上海、福建和广东 6 省、市的海岸侵蚀岸线长度占其软质海岸的比例较高,其中上海、广东约 35%,河北、山东、江苏约为 30%,福建为 21%。

海岸侵蚀主要发生在砂质海岸和粉砂淤泥质海岸,就全国范围来看,目前约 50%的砂质海岸和约 7%的粉砂淤泥质海岸遭受不同程度的侵蚀。11 个沿海省(自治区、直辖市)中,除上海和海南,其他省、市、自治区的砂质海岸和粉砂淤泥质海岸均有侵蚀,砂质海岸受侵蚀的范围较大,其中江苏的砂质海岸全部受到侵蚀,河北、山东、福建、广东、广西和海南砂质岸线的侵蚀比例高达 57%~70%;粉砂淤泥质岸线受侵蚀比例较大的为上海、江苏和山东,分别为 35%、26% 和 16%。尽管粉砂淤泥质海岸侵蚀长度少于砂质海岸侵蚀长度,但其侵蚀速率远大于砂质海岸。砂质海岸侵蚀速率一般小于 10 m/a,而粉砂淤泥质海岸侵蚀速率一般在 10 m/a 以上。山东和江苏发育有我国最为绵长的粉砂淤泥质海岸,海岸侵蚀速度较大。例如,黄河三角洲,自 20 世纪末开始呈蚀退趋势,根据 2011 年《中国海洋环境质量公报》公布的监测结果,部分侵蚀海岸的最大侵蚀速度达 477 m/a。

从总体地域分布来看,长江口以北海岸侵蚀较为严重,侵蚀速率较大,受侵蚀海岸的侵蚀速

率多数达到强侵蚀(2~3 m/a)以上级别(表 1)。其中,辽宁整体海岸侵蚀在北方相对较轻,强侵蚀岸段主要出现于营口市和葫芦岛市,侵蚀速率多大于 2 m/a,最大侵蚀速率接近 6 m/a;河北海岸侵蚀速率多大于 2 m/a,滦河口海岸侵蚀速率达 10~25 m/a^[3];山东的黄河口、莱州湾海岸侵蚀速率为数十米每年,在黄河口最大可达 150 m/a,其他侵蚀岸段多在 1~3 m/a;江苏的废黄河口岸段侵蚀速率达 14~88 m/a,其他岸段多大于 3 m/a;上海粉砂淤泥质海岸平均侵蚀速率超过 10 m/a。长江口以南,总体海岸侵蚀速率相对较小,但范围较大。其中,广东海岸侵蚀范围最大,受侵蚀岸线的总长度位居全国第一,而侵蚀速率相对较小,广东与广西的多数海岸侵蚀速率均小于 1 m/a;福建岸线侵蚀长度位居全国第三(次于广东、山东),其中部和南部岸段侵蚀速率相对较大,大多为 1~2 m/a,部分海岸侵蚀速率达 2~3 m/a(多在福建南部);海南岛海岸侵蚀绝大多数发生于砂质海岸,受侵蚀岸段占砂质海岸总长的 1/3,占全省软质海岸的 16%,尽管比例不高,但侵蚀速率大,半数以上的受侵蚀岸段侵蚀速率达到 3~10 m/a(严重侵蚀),另外有 1/5 的受侵蚀岸段侵蚀速率为 2~3 m/a(强侵蚀),砂质海岸的侵蚀速率如此之高在全国实属最为严重。

表 1 海岸稳定性分级标准^[4]

稳定性	海岸线位置变化速率 $r/(m \cdot a^{-1})$		岸滩
	沙质海岸	淤泥质海岸	蚀淤速率 $s/(cm \cdot a^{-1})$
淤涨	$r \geq +0.5$	$r \geq +1$	$s \geq +1$
稳定	$-0.5 < r < +0.5$	$-1 < r < +1$	$-1 < s < +1$
微侵蚀	$-1 < r \leq -0.5$	$-5 < r \leq -1$	$-5 < s \leq -1$
侵蚀	$-2 < r \leq -1$	$-10 < r \leq -5$	$-10 < s \leq -5$
强侵蚀	$-3 < r \leq -2$	$-15 < r \leq -10$	$-15 < s \leq -10$
严重侵蚀	$r \leq -3$	$r \leq -15$	$s \leq -15$

1.2 海岸侵蚀原因

我国海岸线漫长,不同岸段的自然属性和人为影响方式不同,诱发海岸侵蚀的原因也多样化。根据已有的研究报道,我国目前海岸侵蚀的主要原因包括河流输沙量减少、海岸过量采砂、海平面上升、不合理的海洋工程建设、滨海湿地

退化以及风暴潮灾害加剧等^[5]。

河流供沙量减少是造成我国海岸侵蚀的最主要原因。近几十年来,我国沿岸河流入海泥沙量减少了一半以上^[5],造成我国海岸泥沙收支严重失衡,使海岸由淤积为主转为侵蚀为主。在大型河口、三角洲海岸,例如河北滦河口、山东黄河

三角洲、江苏废黄河三角洲、上海崇明岛东部和南部、海南南渡江口等地区是因此而发生强烈侵蚀的地区。

人工采沙过量是造成海岸侵蚀的重要原因。海滩、河口以及水下区域大规模的采沙活动打破了岸滩剖面平衡,造成海岸迅速蚀退。随着我国经济建设的发展,建筑用沙大量增加,沿海地区的海岸采沙业也随之发展,辽宁、山东、浙江、福建、广东、海南诸省均有海岸采沙点。无度无序的海沙开采引起海岸泥沙严重亏损,直接造成采沙区域及相邻海岸的蚀退,在部分区域已造成严重的海岸侵蚀。

海平面上升是造成我国海岸侵蚀发展的普遍原因,对海岸侵蚀的影响广泛而深远,尽管过程缓慢,但累积效应明显。地势地平的三角洲岸段和岸线平直的砂质岸段,受海平面上升影响的比重较大。海平面上升除了加强海洋动力作用外,还通过加剧风暴潮灾害、海水入侵灾害协同加剧海岸侵蚀灾害。根据国家海洋局潮汐观测资料,30多年来,我国沿海海平面变化呈现明显的区域性差异,自北向南,上升最明显的岸段为天津、山东、江苏和海南沿海,其次是辽宁和广东。在这6个省、市中,除天津(人工海岸比例大)之外,其他省份均为我国沿海海岸侵蚀相对严重的区域,并不同程度地发生海水入侵现象,尤其是山东和江苏。值得注意的是,21世纪以来,海南东北部—东部—南部海岸海平面上升加速趋势明显,加之风暴潮灾害多发,这对以自然海岸为主的海南岛造成不利影响。

不合理的海岸工程改变了海岸水动力状态,破坏了原来沿岸的输沙平衡态势,造成局部区域发生海岸侵蚀。护岸和防波堤等防护措施对减轻风暴潮对海岸带的破坏有明显效果,然而这些硬式海岸防护措施会对邻近岸滩造成负面影响^[1,5],尽管这种侵蚀是局部的,但对于受影响的岸段通常比较强烈。随着沿海各省、市、自治区海岸带的开发,海岸工程日益增多,其对自然海岸和沉积物搬运过程的负面影响范围将扩大。

滨海湿地退化,使泥沙匮乏、屏障消浪能力下降,生物海岸与海洋动力之间的相对平衡被打破,造成海岸稳定性降低,引起海岸侵蚀加剧。50多年来,大面积的围海造地、滩涂围垦等各种

海岸带开发活动,已经使滨海湿地的面积大幅度减少,加上严重的污染,生态功能急剧退化。红树林、珊瑚礁、海草床等滨海生态系统防风消浪、护岸护堤功能尤其显著,这些生态系统的退化造成我国华南沿海部分海岸受到不同程度的侵蚀。

风暴潮对海岸的侵蚀作用具有突发性和局部性,其危害程度极为严重,观测研究表明,风暴潮期间强风浪对海岸和高潮滩的冲刷非常强烈,一次强风暴潮所造成的灾害性后果往往持续若干年。风暴潮巨大的破坏力能使原有的地貌形态发生迅速的变化,风暴潮期间岸线迅速后退,滩面遭受冲刷,潮沟扩宽,枝杈增多,滩面形态破碎化,使其更易遭受侵蚀。

以上各种因素对我国各沿海地区海岸侵蚀灾害的影响情况具有明显的时空差异。从中长期来考虑,海平面上升是加重沿海地区海岸侵蚀的重要因素。

2 海平面上升与海岸侵蚀

全球气候变化引起的海平面上升是导致世界各地海岸侵蚀发展的共同因素,在其他条件相同时,相对海平面上升快的岸段后退速度通常较快。基于中国近海近50年海平面变化的周期性、趋势性等规律,使用海平面变化统计及数值预测模式,以省级行政区为单元,预测至2050年海平面上升值较高的岸段是天津、山东、江苏、上海、广东和海南沿海,保守估计相对于2010年上升值约为15~20 cm;以沿海城市行政区为单元,预测丹东、大连、营口、唐山、天津至浙江的杭州湾、台湾海峡以南至海口、三亚,未来海平面上升幅度较大,平均上升17 cm。对于所述海平面上升预测速率较高的海岸,未来受海平面上升的影响而发生海岸侵蚀的比重将不断增大。

海平面上升使海洋动力作用增强,海岸物质平衡和稳定性受到破坏,并加大风暴潮灾害力度,加剧海岸侵蚀。

2.1 海平面上升增强沿岸海洋动力作用,海岸侵蚀加剧

海平面上升使潮位抬高,侵蚀基面升高,并伴随岸外波浪作用和河口、海湾处潮流作用增强,从而造成海岸侵蚀灾害加重。

在海平面上升的情况下,潮汐作用范围自然

升高,而一个的确不容忽视的事实是,在海平面上升过程中,平均高潮位的上升速率往往超过海平面上升速率,这意味着潮汐作用范围将扩大至潮滩本来不易受蚀的更高部位。潮汐观测资料表明,近 30 年来,我国沿海绝大多数区域的平均高潮位呈显著上升趋势,部分区域上升速率高于同期海平面上升速率,这在德国北海沿岸、荷兰沿岸也有类似情况^[6]。其中,黄海至东海北部,不仅海平面上升速率较高,而且平均高潮位上升趋势最强,平均增速为 5.6 mm/a,较同期海平面变化速率高 70%(表 2)。高潮位的上升将使海岸可能遭受侵蚀的范围扩大。

表 2 1980—2010 年我国大陆沿海近岸海域

平均海平面与潮汐特征值变化速率* mm/a

沿海区域	海平面	平均高潮位	平均潮差
	上升速率	上升速率	上升速率
辽东湾东部	3.5	2.1	0.4
辽东湾西部	1.5	2.2	1.8
河北北部	1.3	1.4	0.1
渤海湾沿岸	3.2	2.8	-7.0
黄海至东海北部	3.3	5.6	4.5
浙江南部至福建北部	1.9	1.2	-1.8
福建南部至广东	2.7	3.2	0.7
北部湾	2.2	3.1	1.8

*注:表中所列近岸海域的各项指标为该区域内代表性长期验潮站观测资料的平均值。

海平面上升使岸外或堤外水深加大,沿岸波浪、潮流等海洋动力作用增强。按浅水区波浪动力学原理,波能与波高的平方成正比,波能传播速度与水深的平方根成正比。若岸外水深增加 1 倍,波高增加 1 倍,波浪作用强度可增加到 5.6 倍^[6]。高能波浪破碎后形成激浪流,高速的进流和回流有很大的破坏性,加剧海岸侵蚀。在河口、海湾和潮汐水道中,海平面上升还将导致潮波变形加大,潮汐性质中驻波成分增加,使潮位和潮流相位差加大,从而导致潮差增加,潮差加大的结果使潮流冲刷作用增强^[4]。根据验潮资料统计结果,近 30 年,伴随海平面上升,我国沿岸潮差总体呈现增大趋势,在黄海至东海北部沿岸,潮差增幅最大(表 2),上升速率平均为 4.5 mm/a,最大可达 7.4 mm/a(杭州湾北岸)。

因此,伴随海平面上升,黄海至东海北部不仅波浪作用增强,而且沿岸潮流冲刷作用将显著增强,海岸侵蚀风险增大。山东半岛和江苏等地势低平、岸线平直的海岸,海岸侵蚀灾害已经较严重。例如,山东半岛牟平—威海岸段、黄县—刁龙嘴岸段、文登五垒岛湾—乳山白沙口岸段为典型的平直开阔的沙质海滩,长约 129 km,近十年来不断侵蚀后退。长江三角洲海区为中、强潮流区,潮流速度大且潮差大,近岸潮流为半日潮往复流,并具有落潮流速大和落潮历时较长的特征,决定了长江三角洲海区沿岸泥沙的离岸移动方向,成为该区域海岸侵蚀的重要原因之一。海平面上升使长江口的潮差增大,潮流作用更为强烈,加剧了海岸侵蚀强度。根据《中国海洋环境质量公报》公布的监测结果,长江三角洲崇明东滩东侧、东南侧、南侧沿岸海堤外侧的海滩多年来持续发生草滩蚀退和光滩下蚀现象,每年最大海滩侵蚀宽度达数十米,而 2012 年监测结果显示南侧岸段年平均侵蚀速度为 22.1 m/a。

2.2 海平面上升使入海泥沙减少,造成海岸动力不平衡

海平面上升将在一定程度上减少入海泥沙量。海平面上升增加越滩浪的强度和频度,将前滨砂带到海滩向陆一侧;海平面上升使潮流顶托作用加强,加强了河流的溯源堆积,河流输沙量减少;海平面上升,入海河流的坡降减小,挟沙能力也减弱,泥沙滞留位置将上溯,在河口区容易淤积,产生沙坝、沙洲和拦门沙,分配到附近海岸的泥沙相应减少。泥沙减少,破坏了海岸动力平衡过程,随着海平面上升,日益增强的海洋动力作用将相对占主导地位。由此引发的海岸线侵蚀后退主要发生在河口海岸和三角洲区域,如滦河口、黄河三角洲、废黄河口和长江三角洲。

2.3 海平面上升造成海岸稳定性降低,抵御海岸侵蚀能力下降

海岸侵蚀强度取决于沿岸海洋动力条件与海岸稳定性之间的均衡状况,如果海岸稳定性降低,海岸侵蚀就会发生和发展。滨海湿地、红树林、海草床、珊瑚礁等海岸带典型海洋生态系统对于保持海岸稳定性具有重要作用,其在形成发展过程中与海洋动力环境之间建立动态平衡关系,一经破坏,难以恢复。旷日持久的海岸带高密度高强度开发

建设活动已经对这些生态系统造成严重影响,防风消浪、促淤保滩功能急剧衰退。海平面上升带来潮滩淹没、盐水入侵地下淡水、风暴潮灾害加剧等一系列灾害,将进一步导致潮滩湿地退化、损失,珊瑚礁生态系统受损,使海岸湿地消浪和抗冲能力减小,海岸稳定性减弱,从而加剧海岸侵蚀。根据国家海洋局海平面变化影响调查成果,广西防城港市企沙半岛的红树林面积明显萎缩,近30年来受侵蚀的红树林海岸长度达4 km,最大侵蚀距离为122 m。在海南,截至20世纪末,已有80%海岸珊瑚礁遭到不同程度的破坏^[6],而极端气候事件引发风暴潮强度增加,造成珊瑚礁再生和自我恢复速度下降,消浪护岸能力大大减弱。例如,海南省风暴潮发生频数最高的文昌县,所有岸礁均已不同程度地毁坏^[6],造成严重的海岸侵蚀,清澜港口东侧邦塘沿岸后退超过百米^[7]。

2.4 海平面上升加剧风暴潮灾害,加大海岸侵蚀程度

海平面上升使基础水位抬高,风暴潮高潮位相应提高,水深增大,暴风浪作用增强,加剧风暴潮灾害,进而加大海岸侵蚀程度。伴随全球气候变暖和海平面上升,我国东南沿海风暴潮强度呈增大趋势^[8],海岸被侵蚀的机会大大增加。统计结果显示,近年来登陆我国的超强台风的比率有所增加^[9],超强台风多引发严重的风暴潮灾害。福建、广东和海南3省是我国台风风暴潮的多发区和重灾区,风暴潮高发期也是3省沿海季节性高海平面期,如再遇天文大潮,灾害往往比较严重。

海南沿海多自然海岸,受台风风暴潮灾害影响发生海岸侵蚀的灾情比较严重,给国际旅游岛的发展和建设带来不可忽视的影响。海南岛沿岸平均每年发生风暴潮3~4场,其中明显风暴潮以上的两场,严重或特大风暴潮每两年就有1次^[10]。根据国家海洋局海平面变化影响调查,2011年9月29日,在海南文昌登陆的强台风“纳沙”对海口市和文昌市造成严重的风暴潮灾害,同时造成严重的海岸侵蚀,海口市海岸带受损严重,防风林被大面积摧毁,蚀退10 m余,部分临海酒店的绿化带及游客休憩场所被全部冲毁,海岸变得满目疮痍。2014年7月,台风“威玛逊”在海南登陆(40年来登陆海南最大的台风),对海南

沿海岸线、村庄、堤防、道路等基础设施造成损毁,多年来海岸侵蚀蔓延发展的文昌—海口—澄迈岸线在此次灾害中又遭重创,遭受海岸侵蚀的岸线长度达25.5 km^[11]。海南省三亚市受风暴潮影响遭受海岸侵蚀的问题亦比较严重,据调查,仅2008—2013年,海南省三亚市三亚湾海月广场至兰海美丽新海岸之间4.33 km长的岸线年均侵蚀后退约0.8 m,岸滩明显萎缩变窄,尽管采取了补沙修复,但每次热带气旋影响过后,海岸又变得破落不堪,现部分岸段上的道路已受到威胁。由于该区岸边酒店林立,游客云集,海岸侵蚀继续发展将造成严重损失。

3 海平面上升影响脆弱区

综上所述,未来海平面持续上升将加剧沿海各地区海岸侵蚀程度,各沿海地区应根据具体情况及时采取有效措施应对海平面上升带来的不利影响。综合海岸侵蚀现状、海平面上升及其影响情况,当前至未来一段时间内,我国沿海受海平面上升影响的海岸侵蚀灾害脆弱区主要包括山东、江苏、上海、福建(南部)、广东和海南,这些省、市的海岸侵蚀较重且海平面上升速率、平均高潮位或平均潮差的上升速率较高。值得关注的是,山东、江苏和海南受海平面上升影响最为脆弱,三省海岸侵蚀状况已经比较严重。其中,江苏和山东沿海海平面在过去的30多年来上升幅度居于全国前列,沿海平均高潮位上升和潮差增大趋势非常明显,且未来海平面上升速率仍较高;海南多自然海岸,海岸侵蚀速率大,近十余年来海平面加速上升趋势明显,又多受风暴潮灾害影响,影响后果比较严重。

除上述6个省、市之外,辽宁营口市、大连市和浙江省杭州湾北岸也存在不同程度的海岸侵蚀,由于这些区域海平面上升速率也较大,应当引起重视;河北沿海受海岸侵蚀的岸线比例较大,其中部的唐山和南部的沧州海平面上升速率亦较高,也是受海平面上升影响的脆弱区;天津沿海海平面上升速率高,海洋工程建设已经把海岸线全部改造为人工海岸,未来应密切关注海堤外滩面下蚀情况,防止堤防基底掏空崩塌。

4 对策建议

海岸侵蚀的日益加剧已给沿海地区经济社

会造成多方面的不利影响:岸线后退,潮滩面积减少,破坏海洋鱼类产卵场和索饵场,蚀没盐田、农田和村庄;海水浴场退化,旅游资源质量下降;海水入侵加剧;海岸带生态系统退化、海岸防护林被海水吞噬;海岸各种设施受损,近岸建筑物倒塌,岸防工程被冲毁。在全球气候变暖条件下,未来海平面上升的趋势不可逆转,海岸侵蚀将进一步加剧。因此,沿海各地区必须重视监测和控制海岸侵蚀灾害。

4.1 建立完善的海岸侵蚀监控网络

海岸侵蚀在我国沿海各地普遍发生,原因不近相同,各地区应因地适宜地建立海岸侵蚀监控网络,运用多种手段,加强监测调查,监控海岸侵蚀灾害的发展变化以及与海岸侵蚀密切相关的人类活动和自然环境变化情况,集中建立海岸侵蚀数据库,适时采取积极稳妥的有针对性的应对措施。

在海岸侵蚀灾害影响比较严重的省份,应当建立防范预警机制,防止灾害快速发展,减少海岸侵蚀对经济社会发展带来的不利影响。

4.2 加强海平面上升对海岸侵蚀灾害的影响研究

加强沿海验潮站的建设,积累长期、连续、准确的潮位资料,掌握海平面变化情况,科学预测未来海平面上升幅度以及潮汐性质的变化。加强海洋水沙动力、海岸带演变研究,分析海平面上升对海岸侵蚀灾害的作用机制;构建海岸带地质、地貌、动力环境以及经济社会状况等关键因子数据库,进行灾害预测,建立客观实际的评价

方法,开展海平面上升条件下海岸侵蚀灾害风险评价,为沿海地区防灾减灾工作提供决策支持。

4.3 建立有效的防护体系,减缓海岸侵蚀灾害不利影响

根据自然环境特征、海岸带开发需要和海岸侵蚀现实状况,开发运用先进的防护工程手段和管理方法,建立科学有效的防护体系。在自然条件适宜的区域,还应加大滨海湿地、红树林和珊瑚礁等生态系统的保护和修复力度,统筹海岸开发与海岸带生态系统的关系,维护海岸带生态系统健康稳定,发挥其应对海洋灾害的天然屏障作用,减缓海岸侵蚀灾害的发展。

4.4 加强海岸带开发的管理,降低海岸不稳定性因素

高强度不合理的人类活动是目前造成海岸侵蚀灾害的主要原因。因此,必须建立健全法规制度,把防止海岸侵蚀灾害提上海岸带管理日程^[8,12],严格管控海岸线开发利用程度和利用方式,加强对海洋工程建设的审查和环境评价,并要求用海单位、审查和评价单位承担一定的法律责任;严格控制滨海采砂量,严厉打击违法采砂活动,保持海岸水沙动力条件的平衡。在立法的基础之上,还必须对有关政府部门明确责任与权利,保障海岸开发有法可依,执法必严。海岸带管理综合复杂,为做到科学管理,应加强国际合作与交流,学习先进经验,创造符合我国国情的海岸带健康与可持续发展新模式。

参考文献

- [1] 夏东兴,王文海,武桂秋,等. 中国海岸侵蚀述要[J]. 地理学报,1993,48(5): 468—476.
- [2] 国家海洋局第三海洋研究所. 海岸侵蚀现状评价及防治技术研究总报告[R]. 2010.
- [3] 邱若峰,杨燕雄,庄振业,等. 河北省沙质海岸侵蚀灾害和防治对策[J]. 海洋湖沼通报,2009(2): 162—168.
- [4] 国家海洋局 908 专项办公室. 海洋灾害调查技术规程[M]. 北京:海洋出版社,2006.
- [5] 陈吉余,夏东兴,虞志英,等. 中国海岸侵蚀概要[M]. 北京:海洋出版社,2010.
- [6] 季子修. 中国海岸侵蚀特点及侵蚀加剧原因分析[J]. 自然灾害学报,1996,5(2): 65—75.
- [7] 张晓龙,李培英,刘乐军,等. 中国滨海湿地退化[M]. 北京:海洋出版社,2010.
- [8] 季子修,施雅凤. 海平面上升、海岸带灾害与海岸防护问题[J]. 自然灾害学报,1996,5(2): 56—64.
- [9] 姜付仁,姜斌. 登陆我国台风的特点及影响分析[J]. 人民长江,2014,45(7): 85—89.
- [10] 王红心,陆惠祥,余晓军,等. 海南岛沿岸风暴潮特征分析[J]. 海洋预报,1998,15(2): 34—42.
- [11] 路涛. 海南全力投入“威玛逊”灾后重建[N]. 中国海洋报,2014—07—31(1).
- [12] 薛春汀. 中国海岸侵蚀治理和海岸保护[J]. 海洋地质动态,2002,18(2): 6—9.