

山东半岛和黄河三角洲的海岸侵蚀与防治对策

徐宗军¹, 张绪良², 张朝晖¹

1. 国家海洋局第一海洋研究所, 山东青岛 266061

2. 青岛大学师范学院地理系, 山东青岛 266071

摘要 海岸侵蚀是一种渐进式或突发式的特殊海洋地质灾害。山东半岛和黄河三角洲分布有粉砂淤泥质海岸、砂质海岸、基岩海岸、黄土地海岸等类型的海岸。近几十年来, 山东半岛和黄河三角洲海岸受河流改道与入海河流输沙量减少、海面上升、风暴潮等自然因素及在河流上游建设水库拦蓄泥沙、沿岸挖沙及海滩采沙、不合理的海岸工程建设、海岸湿地植被和防护林破坏、不合理的滨海旅游项目建设等人为因素的影响, 发生了普遍而严重的海岸侵蚀。对此, 本文提出了加强海岸带开发管理, 严禁海岸带非法采沙, 人工海滩补沙, 建海堤、丁坝和离岸堤, 实施岬控工程和恢复、重建退化海岸盐沼湿地等防治海岸侵蚀的措施。

关键词 山东半岛; 黄河三角洲; 海岸类型; 海岸侵蚀; 防治对策

中图分类号 P737.13

文献标识码 A

文章编号 1000-7857(2010)10-0090-06

Coastal Erosion in Shandong Peninsula and Yellow River Delta and Related Countermeasures

XU Zongjun¹, ZHANG Xuliang², ZHANG Zhaohui¹

1. The First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, Shandong Province, China

2. Department of Geography, Normal College, Qingdao University, Qingdao 266071, Shandong Province, China

Abstract Coastal erosion is related with sudden or gradual marine geological disasters. There are many coast types along Shandong Peninsula and Yellow River Delta, such as silt-clayey coast, sandy coast, rocky coast, loess platform coast. In the recent several decades, the coastal erosion of Shandong Peninsula and Yellow River Delta is widespread and seriously influenced by some natural and human factors. The natural influences include river diversion, sediment discharge decrease from rivers to sea, sea level rise, storm surge, and the human influences include construction of banks in upstream of rivers to intercept sediment, sand digging in coast and beach, unreasonable coastal project construction, destruction of coastal wetland and protection forest. Some countermeasures are proposed in this paper, such as the management of coastal zone exploration, forbidding sand digging in coast and beach, compensating sand in coast by human activity, constructing banks, groins and detached breakwaters, controlling headland, restoring and rehabilitating degraded salt marsh in coast.

Keywords Shandong Peninsula; Yellow River Delta; coast type; coastal erosion; countermeasure

0 引言

海岸侵蚀是在海岸带范围内发生的一种具有自然属性和社会属性的特殊地质灾害^[1]。海岸侵蚀灾害的自然属性包括孕灾环境、致灾因子和承灾体, 其中孕灾环境指海岸带发生侵蚀的岸段, 致灾因子指入海河流输沙减少、海面上升、风

暴潮等引起海岸侵蚀的自然因素^[2], 承灾体是指海岸带发生侵蚀岸段的土地、生态系统、城镇、乡村、港口和防潮堤等建筑物和构筑物等; 海岸侵蚀灾害的社会属性主要指灾情和人为致灾因子, 灾情即海岸侵蚀引起的海岸带环境恶化、海洋产业经济损失等对社会经济发展的不利影响, 人为致灾因子

收稿日期: 2009-11-24

基金项目: 国家海洋公益性行业科研专项经费项目(200805066, 200805080)

作者简介: 徐宗军, 助理研究员, 研究方向为海洋生态学, 电子信箱: xzj@fio.org.cn; 张绪良 (通信作者, 中国科协所属全国学会个人会员登记号: S300000983M, S110001280M), 副教授, 研究方向为自然地理学及生态学, 电子信箱: geo_zhang@163.com

包括引起海岸侵蚀的沿岸挖沙、构筑突堤等不合理的海岸工程、海滩植被和天然防护林破坏等^[2-5]。

海岸侵蚀是当今全球海岸带普遍存在的一种灾害性地质现象,受全球变暖和海面上升的影响,近几十年来世界各国的海岸侵蚀出现加剧趋势。中国 32000km 的大陆和岛屿海岸线有近 30000km 存在着不同程度的海岸侵蚀问题^[2]。山东省有 3021km 的大陆海岸线,近几十年来,山东省的山东半岛和黄河三角洲海岸大部分岸段侵蚀后退现象普遍存在并且不断加重。这给山东沿海地区的经济增长带来了极大危害,影响了山东省沿海工农业、渔业、盐业及旅游业的发展。研究山东半岛和黄河三角洲海岸侵蚀灾害发生的原因、现状和特点,提出合理的防治对策,对保护山东省海岸带生态环境、促进海洋经济的可持续发展有重要的意义。

1 山东半岛和黄河三角洲的海岸类型及侵蚀状况

山东半岛和黄河三角洲海岸主要有粉砂淤泥质海岸、砂质海岸、基岩海岸、黄土地带海岸等类型^[5-6]。

20 世纪 60 年代以前,山东半岛和黄河三角洲岸线的演变处于相对稳定状态。60 年代后,随着山东省沿海地区经济发展和人口增长,海滩采沙,建设港口、盐田、海水养殖池塘等海岸带资源开发活动的强度越来越高,同时受海岸带地壳下降和沉积物压实作用,黄河等河流季节性断流和入海输沙量减少等自然因素影响,山东半岛和黄河三角洲海岸的侵蚀呈日益加剧趋势,发生明显海岸侵蚀的岸段约占山东省海岸线总长度的 37.81%。不同海岸类型各岸段侵蚀主要包括以下几方面。

1.1 粉砂淤泥质海岸侵蚀

1.1.1 现代黄河三角洲海岸

1976 年黄河改道清水沟流路后,现代黄河三角洲海岸除现行河口附近岸段淤涨外,其余岸段普遍发生岸线蚀退和滩面下降。其中刁口河故道入海口岸段岸线蚀退后退特别迅速,该岸段 1976—1984 年蚀退速率约 400m/a,1984—1992 年蚀退速率约 300m/a,1992—2004 年蚀退速率约 120m/a^[7]。其他岸段,1961—1976 年神仙沟口岸段岸线平均蚀退速度约 430m/a,1976—1984 年刁口河口至神仙沟口岸段平均蚀退速率约 250m/a^[5]。对于黄河改道后海岸侵蚀导致的滩面下降而言,1980—1984 年刁口河口附近岸段 5、10、15m 等深线后退 1~2km,各等深线平均蚀退速率为 250~500m/a^[8]。

1.1.2 莱州湾南岸

莱州湾南岸自小清河河口至沙河口的粉砂淤泥质海岸岸线长度 145.5km,1958—1984 年该岸段侵蚀岸段岸线长 107.7km,侵蚀岸线占该岸段长度的 74%,各岸段平均侵蚀速率为 36m/a,总的加权平均侵蚀速率为 27m/a^[9]。26 年间莱州湾南岸河口附近岸线侵蚀后退非常严重,如虞河口西侧岸线最大侵蚀后退幅度为 2700m,平均蚀退速率为 104m/a,北胶莱河口两侧平均蚀退 1200m,平均蚀退速率为 46m/a。目前,莱州湾南岸许多岸段已经筑有人工土石海堤,海岸侵蚀主要

表现为堤前滩面的刷深。1958—1984 年莱州湾南岸 5m 等深线位置基本无变化,0m 等深线在小清河口、潍河口和胶莱河口两侧变化幅度较大。小清河口两侧 0m 等深线后退达 1700m,后退速率为 65m/a;潍河口和胶莱河口附近 0m 等深线后退 1200m 左右,后退速率约 46m/a。胶莱河口东部至白沙河口附近 0m 等深线平均后退了 500m,后退速率约 27m/a。对滩面刷深的速率及侵蚀泥沙的体积来说,1958—1984 年,莱州湾南岸有 $12.5 \times 10^8 \text{m}^2$ 滩涂侵蚀刷深,侵蚀体积 $4.8 \times 10^8 \text{m}^3$,平均蚀低 0.38m,平均蚀低速率 1.5cm/a,有 $7.6 \times 10^8 \text{m}^2$ 滩涂淤积,泥沙淤积体积 $2.1 \times 10^8 \text{m}^3$,平均淤高 0.28m,平均淤高速率 1.1cm/a^[9]。此外滩面下蚀刷深过程还表现为潮沟不断发育^[10]。

1.2 砂质海岸侵蚀

1.2.1 沙坝—泻湖海岸

山东半岛断续分布的砂质海岸为全新世海侵淤涨海岸,20 世纪 70 年代以前极少有侵蚀现象,但自 20 世纪 80 年代末开始则表现出强烈侵蚀,侵蚀速率为 2~3m/a^[11]。其中莱州刁龙咀至蓬莱栾家口岸段岸线长约 80km,1985—1992 年除刁龙嘴沙嘴前段有淤涨、龙口湾东北岸基本稳定外,其余岸段均遭受不同程度的侵蚀,岸线蚀退 10~40m,侵蚀速率 1.2~5.0m/a,海滩后侧普遍发育侵蚀陡坎^[5]。根据 1983—1985 年固定桩海滩剖面重复测量结果,三山岛一带海滩前滨陡坡侵蚀后退 8m 左右,平均蚀退速率约 2m/a;界河口附近沙坝海岸 1983—1985 年侵蚀后退约 20m,平均蚀退速率 10m/a;龙口北皂一带海滩 1983—1985 年侵蚀后退约 10m,平均速率约 5m/a。烟台套子湾海岸自 20 世纪 80 年代开始近 20a 普遍侵蚀后退 40~60m,平均侵蚀速率 2~3m/a,其中 1992 年第 16 号热带风暴袭击期间,海岸普遍蚀退了 6~8m。日照臧家荒至东潘家村岸段,根据 1970—1998 年 28a 的海滩剖面测量数据,平均蚀退速率约 1m/a,海滩沙侵蚀亏损量约 $20.79 \times 10^4 \text{m}^3$ ^[12]。

1.2.2 滨海小型平原海岸

山东半岛的滨海小型平原海岸多发育在较大河流的入海口两侧,曾经是山东半岛砂质海岸中淤张迅速的岸段。但近几十年来受气候变化、河流中上游水库建设等引起的河流季节性断流影响,岸线也出现了较明显的侵蚀后退。

1.3 基岩海岸侵蚀

1.3.1 岬湾海岸

岬湾海岸是山东半岛较稳定的基岩海岸,侵蚀过程普遍微弱。但日照市东潘家村至岚山头岸段侵蚀严重,1971 年该岸段佛手湾北岸建了人工突堤,突堤建成后加剧了南部海岸的侵蚀,1970—1974 年该岸段低潮线侵蚀后退 40~100m,形成了大片岩滩,侵蚀速率 10~25m/a^[6],1977—1988 年岸线蚀退约 12.5m,蚀退速率 1.14m/a^[12]。此外,虎头崖至青鳞铺岸段因长期侵蚀作用在虎头崖附近有海蚀崖分布;河口村—成山角—靖海卫岸段,成山头附近水深流急,各种海蚀地貌发育;成山角至靖海卫岸段各种海蚀地貌发育,沿岸水深较大,潮间带狭窄;白沙口至冷家庄岸段岬角侵蚀后退,形成海蚀崖、海蚀柱、海蚀平台等海岸侵蚀地貌,其中海蚀平台宽 150~

160m,上接 15~20m 宽的砾石滩;丁字湾至薛家岛岸段的女儿岛南岸、太平角至山东头的崂山沿岸、薛家岛等地为缓慢侵蚀后退海岸,海蚀地貌发育,近岸水深较大,潮间带窄。海岸侵蚀地貌表明上述岸段在现代有微弱的侵蚀过程^[6]。

1.3.2 溺谷(河口湾)海岸

山东半岛的溺谷海岸主要指半岛南岸的乳山口湾和丁字湾 2 个海湾,这 2 个海湾分别有乳山河和五龙河、白沙河等河流注入,全新世海侵后形成溺谷海岸,河流输入的大量泥沙在海湾淤积形成潮滩,侵蚀过程普遍比较微弱,局部岸段岬角前缘因侵蚀作用形成海蚀崖、海蚀平台等海蚀地貌。

1.3.3 玄武岩台地海岸

山东半岛北部的玄武岩台地海岸由新生代玄武岩构成,海岸侵蚀形成了直立海蚀崖、宽数十米的海蚀平台等海蚀地貌,海蚀平台上散布着磨圆较好的砾石,为新生代蚀退海岸。但在现代岸线稳定,海岸侵蚀过程微弱。

1.4 黄土地海岸侵蚀

对比 1954 和 1979 年版的 1:25000 地形图海岸线位置发现,蓬莱西庄至栾家口岸段早在 20 世纪 80 年代前就有海岸侵蚀现象,但强度不大,且冲淤并存,处于微有侵蚀的侵蚀夷平过程。但 1990 年冬季与 1985 年的海岸线相比普遍蚀退了 10~40m,其中西庄至西峰台海岸在此时段后退了 20m 左右,甚至可达 30m 以上,蚀退速率为 3~5m/a;林格庄北海滩后侵蚀陡坎后退了 23~25m,最大达 36m,蚀退速率 3.8~5.8m/a;西庄附近海岸,原有 5000m² 的沙滩已经消失。

固定桩海滩剖面重复测量结果表明,西庄育苗场至黑峰台岸段 1990—1992 年海岸蚀退了 10m 左右,平均蚀退速率 5m/a;黑峰台至西峰台岸段,1990 年 12 月—1992 年 12 月海岸相对稳定,但 1992 年 9 月初因受 9216 号强热带风暴影响,全段海岸后退 3.5m 以上;西峰台以西至栾家口岸段,1990 年 12 月—1992 年 10 月海岸后退 2m 左右^[6]。

2 山东半岛和黄河三角洲海岸侵蚀的原因及特点

2.1 海岸侵蚀的自然原因

2.1.1 河流改道与入海河流输沙量减少

入海河流输沙量减少和河流改道是引起黄河三角洲和山东半岛海岸侵蚀的重要原因。入海河流径流量、输沙量减少必将破坏海岸带泥沙冲淤平衡,使海洋水动力相对增强,导致岸线侵蚀后退和海滩滩面刷深。

现代黄河三角洲粉砂淤泥质海岸普遍发生侵蚀的主要原因是自 20 世纪中期以来黄河入海径流量和输沙量持续减少。20 世纪 50—60 年代,黄河年均径流量约为 $500 \times 10^8 \text{ m}^3$,年均输沙量 $10 \times 10^8 \text{ t}$ 以上;70—80 年代,年均径流量降至 $300 \times 10^8 \text{ m}^3$ 左右,年均输沙量少于 $10 \times 10^8 \text{ t}$;90 年代,年均径流量降至 $140.8 \times 10^8 \text{ m}^3$,年均输沙量 $3.9 \times 10^8 \text{ t}$;本世纪前 3 年年均径流量仅 $45.6 \times 10^8 \text{ m}^3$,年均输沙量 $0.32 \times 10^8 \text{ t}$ 。始于 1972 年的黄河断流更改变了河口水动力条件,打破了沿岸泥沙的冲淤平衡,加剧了黄河三角洲的海岸侵蚀^[7]。黄河尾间改道则是现代

黄河三角洲不同岸段侵蚀强度发生时空变化的另一个重要原因,自黄河 1976 年 5 月由刁口河流路改道水清流路入海以来,除现行河口附近岸段外,其他岸段普遍发生侵蚀^[5,13]。

2.1.2 海面上升

海面上升对海岸带水动力条件、泥沙运动有长期渐进式的改变,并加剧海岸侵蚀。从中长期来看,绝对海面上升及由此引起的台风、热带气旋、风暴潮等海洋灾害强度和频率增大是当前引起全球范围内海岸侵蚀的一个重要自然原因。过去 100 年间由于气候变暖,全球海面以 1~2mm/a 的平均速率上升,21 世纪绝对海面上升可能加速,政府间气候委员会(IPCC-WGI,1990 年)估计到 2050 年海平面将上升 30~50cm,至 2100 年海面可能上升 1m。据国家海洋局 1990 年公布的 44 个站位的验潮资料:1959—1990 年中国沿海海面平均上升速度为 1.4mm/a^[2]。

在局部地区,由于构造运动和沉积物压实作用引起的相对海面上升是导致近几十年来黄河三角洲和山东半岛海岸侵蚀加剧的另一重要原因^[14]。丰爱平等^[3,15]利用 Bruun 定律研究莱州湾南岸海岸侵蚀的结果表明,1957—1984 年莱州湾羊角沟附近海域海面相对上升速率约 3.1mm/a,引起的莱州湾南岸粉砂淤泥质海岸侵蚀速率为 7m/a,该岸段同期实际海岸侵蚀加权平均速率为 27m/a,海面相对上升对莱州湾南岸海岸侵蚀的贡献率为 26%。张晓龙等^[7]对黄河改道清水沟流路后现代河口北部刁口河口黄河故道附近的海岸侵蚀研究表明,1976—2004 年该岸段的侵蚀进程也符合 Bruun 法则。在海岸蚀退的预测研究方面,王颖等^[14]利用 Bruun 定律预测未来海面上升 50cm 后山东半岛南部青岛市青岛湾、汇泉湾、浮山所 3 个海滨重点旅游景区海滩岸线可能侵蚀后退 35.3~46.4m,海岸侵蚀后退和海水淹没面积增加导致的土地损失面积为 $17.16 \times 10^4 \text{ m}^2$,景区土地海水淹没和侵蚀损失率平均 34.9%。

2.1.3 风暴潮

热带风暴潮、温带风暴潮都能影响海岸带泥沙冲淤,引起强烈的海岸侵蚀。如果风暴潮与天文大潮迭加,破坏力就更大。对近几十年来山东半岛和黄河三角洲海岸侵蚀影响最大的风暴潮过程为 1992 年 8 月 31 日—9 月 2 日由 9216 号强热带风暴引起的风暴潮,这次强热带风暴与天文大潮迭加,使山东半岛砂质海岸各岸段普遍侵蚀后退 3~12m,最大蚀退距离达 30m 以上,侵蚀损失的土地面积约 466.2 hm^2 ^[5,16]。

2.2 海岸侵蚀的人为原因

2.2.1 在入海河流中上游建设水库拦蓄泥沙

由于降水少而人口密度大,山东省的人均水资源量少、工业和城市用水紧张。为此在很多入海河流中、上游建设了水库为城市供水,这引起河流入海径流量、输沙量减少,海岸侵蚀加剧。以莱州湾南岸为例,1952—1980 年小清河及其支流淄河、弥河、潍河、北胶莱河等河流因建水库、拦水闸,或因降水量减少使向海输沙量急剧减少^[9]。如将建水库(闸)前的河流输沙量作为维持海岸稳定的标准,莱州湾南岸 20 世纪

80年代初期为干旱少雨期,1981—1984年上述河流的入海输沙量按0计算,则1958—1984年因各河流建水库(闸)莱州湾南部水深小于8m海域泥沙总亏损量为 3.0×10^4 t,历年入海泥沙量减少对海岸侵蚀的贡献率为42%^[9]。此外大沽河南村水文站监测结果也表明,1958年产芝水库建成后大沽河的年均输沙量也由 170.0×10^4 t/a降至 59.1×10^4 t/a^[4]。

2.2.2 沿岸挖沙及海滩采沙

由于人工沿岸挖沙及海滩采沙破坏了海滩波浪动力与泥沙供应间的动态平衡,形成海岸泥沙亏损,海洋动力必然要再从岸滩系统中再获取一定的沙源补充以形成新的动态平衡,海岸带泥沙大量亏损导致强烈的岸线侵蚀后退或海滩滩面冲刷下降。山东半岛砂质海岸的优质建筑工业沙已经受到了严重采挖,据不完全统计,1998年山东沿海76个采沙点采沙 4.03×10^4 t,1999年采沙 6.0×10^4 t。而据水文资料,山东半岛入海河流向海输沙为 8.01×10^6 t/a,这些入海泥沙仅有20%~30%留在海滩上参与海岸冲淤变化过程,按此计算,1998—1999年山东半岛海岸泥沙至少亏损 $2 \times 10^6 \sim 4 \times 10^6$ t/a^[2-4]。位于距西庄村海岸1.5km的蓬莱登州浅滩,1985年以前5m等深线范围内最小水深1.1m,平均水深3.2m,面积 3.96 km^2 ;1985年以后,由于在浅滩上采沙,浅滩水深逐渐加大,水深小于5m的浅滩面积逐渐变小。据国家海洋局第一海洋研究所1990年11—12月的现场实测,登州浅滩水深小于5m的面积已由 3.96 km^2 缩小为 0.5 km^2 ,其平均水深增至4.3m。这主要是在自然侵蚀基础上,长岛海运公司及西庄村民过度采沙造成的,据估算,长岛海运公司1986—1991年在登州浅滩采沙约 97×10^4 t。浅滩水深增大后波浪水动力增强,引起了剧烈的海岸侵蚀,1985—1990年海岸后退30m,平均侵蚀速率 5.0 m/a ^{[4][7]}。

2.2.3 不合理的海岸工程建设

不合理的海岸工程建设往往是引起局部岸段侵蚀的重要人为因素。一般突堤式海岸建筑物上游发生泥沙淤积,下游发生海岸侵蚀。如1971年日照市岚山头岸段1500m长的佛手湾突堤建成后,其北侧明显淤积,南侧发生侵蚀,1974年的测图同1970年的测图相比,北侧淤积泥沙 $17.8 \times 10^4 \text{ m}^3$,南侧侵蚀掉泥沙 $13 \times 10^4 \text{ m}^3$ ^[9],高潮线海滩被淹没形成大片基岩海滩,低潮线侵蚀后退100m。青岛汇泉湾的突堤式防波堤也引起了明显的海岸侵蚀后退。直墙式建筑物由于其形成的反射波和前进波迭加会对海底和海岸产生更强的侵蚀作用,如建于烟台市烟台山宾馆前的直墙式护岸,每当大浪袭来时能激起10~20m高的海浪并强烈侵蚀海滩,结果是该处的海滩已经消失了10余年^[4]。

2.2.4 海岸湿地植被和防护林的破坏

黄河三角洲和山东半岛海岸分布的芦苇沼泽湿地、盐地碱蓬盐沼湿地和黑松林等海岸防护林具有良好的消浪、促淤、护岸作用,能有效抗御海岸侵蚀和滩面冲刷下降。但黄河三角洲和山东半岛的海岸湿地植被、海岸防护林在近几十年来却因海岸带资源开发遭受到严重破坏,这也是加剧海岸侵蚀的一个重要人为因素。1977年黄河三角洲沼泽湿地面积为

30158 hm^2 ,由于黄河断流、水库、水田、油田建设占用等原因,1996年减少至 420 hm^2 ,达到最低点,2000年小浪底水利枢纽向下游统一调水以后,黄河水量增加、不再断流,沼泽湿地面积开始回升,到2004年增加到 2479 hm^2 ^[18]。受养殖池、盐田建设等因素影响,1987—2002年莱州湾南岸以盐地碱蓬盐沼湿地为主的自然湿地面积也由 20181 hm^2 减至 4619 hm^2 ^[10]。荣成大西庄一带砂质海岸因海岸侵蚀后退,大片防护林倒入海中,在岸边形成2m高的海崖^[4]。

2.2.4 不合理的旅游项目建设

近年来,海滨旅游业迅速发展,在海岸带建设的各种旅游设施十分密集,在很大程度上超出了海滩承载力,加之对旅游活动的管理体系不完善,进一步加速了海滩的蚀退。以青岛市汇泉湾为例,近30年来海滨旅游工程设施及旅游活动大大增强,取得了可观的经济效益。由于不合理的旅游设施建设以及夏季游客超负荷,滩面不断缩小,海滩砾石和礁岩渐露,大约1/3的海滩已不再适宜休闲旅游。其他如烟台市芝罘岛北岸的小婆婆口附近、石老人风景区等,岸线也已由微弱侵蚀发展为严重侵蚀,并给海滨旅游业造成了难以弥补的损失。

3 黄河三角洲和山东半岛海岸侵蚀的特点

3.1 海岸侵蚀的普遍性与严重性

20世纪60年代以来,山东半岛和黄河三角洲沿海各市、县、区海岸普遍遭受侵蚀。近年来,随着黄河断流加剧,输沙量减少,黄河口海岸侵蚀增强。特别是1972年以来黄河多年发生长时间断流,入海输沙量大幅度下降,致使黄河三角洲岸段侵蚀更加严重。山东半岛寿光至日照各地海岸除胶州、莱阳两市外,因自然和人为原因,其他县、市均有海岸发生侵蚀后退^[16]。

3.2 海岸侵蚀原因的多样性与人为因素的突出性

黄河三角洲和山东半岛不同类型海岸的侵蚀过程往往是多种自然因素和人为因素共同作用的结果。在山东半岛一些侵蚀强度较大的基岩岸段,河床挖沙、海滩采沙等人为因素在渐进式海岸侵蚀过程中往往起更大的作用,入海河流中、上游修建的水库拦蓄了大量泥沙、破坏了河口附近海滩泥沙的冲淤平衡,加速了海岸侵蚀。

3.3 突发性海岸侵蚀灾害严重

海岸侵蚀分为渐进式和突发式2种。渐进式海岸侵蚀演进缓慢,造成的损失是逐渐积累的,而突发式海岸侵蚀在风暴潮过程中突然发生,损失巨大。热带、温带风暴潮和寒潮等气象灾害往往在很短时间引起十分强烈的突发式海岸侵蚀。例如9216号强热带风暴形成的风暴潮引起的山东半岛海岸侵蚀。

4 黄河三角洲和山东半岛海岸侵蚀的防治对策

4.1 加强对海岸带资源开发利用与保护的管理

不同形态、不同类型的海岸经过长期的内、外力作用,处

于平衡或准平衡状态,自然海岸侵蚀微弱。引起山东半岛和黄河三角洲海岸侵蚀加剧的主要原因是水库建设导致入海河流输沙量减少、海滩采沙、不合理的海岸工程以及旅游开发等。因此要应对人为因素引起的海岸侵蚀加剧问题,需树立科学的海岸带开发管理思想,加强对海岸带开发项目的科学论证和合理有效管理。

4.2 严禁海岸带非法采沙

过度采沙使山东半岛很多岸段海滩发生明显侵蚀,失去修复的基础。山东半岛不仅砂质海岸采沙现象严重,而且一些基岩海岸海滩沙也在不断流失。因此防治海岸侵蚀必须严禁海滩采沙和在入海河流河床上挖沙。

4.3 人工海滩补沙(填沙护滩)

把附近海底或陆地沙运来填补海滩侵蚀损失的沙,恢复原来的自然海滩剖面,可以减轻海岸侵蚀。相对于护岸工程建设这种“硬”措施而言,人工海滩补沙是一种有效防止海岸侵蚀的“软”措施,且对下游岸滩的影响也比其他防护措施小。这种方法已在长江口的一些岸滩、青岛市汇泉湾、烟台市芝罘岛北岸侵蚀海滩的修复过程中显示出了重要作用。人工海滩补沙的补给周期要和侵蚀引起的泥沙自然消耗速率一致^[19]。

4.5 建海堤、丁坝和离岸堤

建设海堤对防止潮、浪侵袭和岸线后退有重要作用,目前莱州湾南岸粉砂淤泥质海岸很多岸段已经筑有人工土石海堤,有效地防止了岸线蚀退,目前这些岸段的海岸侵蚀主要表现为堤前滩面刷深。

丁坝也是当前中国防治海岸侵蚀的一种措施,它不仅能拦流截沙、同时也能消耗正面入射波的能量,减弱到达岸边的波浪,丁坝建设合理的长度约为当地波浪带平均宽度的0.4~0.6倍,其轴线与主波向线的交角以 $110^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 为最佳,为保护一定长度的海岸线,丁坝通常建成间距约为其长度1~3倍的丁坝群。如长江口的南支崇明、长兴、横沙3岛建有数百条丁坝以防御海岸侵蚀^[20]。在黄河三角洲和莱州湾南岸等粉砂淤泥质海岸建设的丁坝应该能够有效防止海岸侵蚀。

离岸堤是一种平行于岸线、距水边线有一定距离的露出水面(或在水下的潜坝)的防护建筑物,通常成组出现。它的主要功能是使波浪受阻发生绕射,消耗入射波能,使海滩免受海浪侵蚀。黄河三角洲飞雁滩等岸段就采用离岸堤防治海岸侵蚀^[20]。

4.6 实施岬控工程

岬控工程是模仿稳定自然海岸的一种护岸工程,在直线岸段设置与离岸堤类似的人工岬,通过改变波浪的方向和强度来改变岸线形态^[21]。设置人工岬后,海浪侵蚀产生的泥沙堆积在人工岬后形成陆连岛,岸线由直线状变为螺线状,使单位长度岸线接受的波能减少,从而达到护岸目的。山东半岛基岩海岸一些侵蚀岸段的岬控工程防治海岸侵蚀作用显著,如青岛市的青岛湾、汇泉湾等地。

4.7 恢复和重建退化的海岸带盐沼湿地

在黄河三角洲、莱州湾、胶州湾等粉砂淤泥质海岸和荣成朝阳港沙坝—泻湖海岸等岸段,恢复、重建退化的滨海湿地以抗御海岸侵蚀^[10-12, 22-23]。

5 结论

海岸侵蚀是在海岸带范围内普遍发生的由自然因素和人为因素共同作用形成的一种海洋地质灾害。山东半岛和黄河三角洲海岸近几十年来发生了明显的侵蚀,其中粉砂淤泥质海岸、砂质海岸和黄土地海岸侵蚀较严重,基岩海岸侵蚀相对微弱。

引起山东半岛和黄河三角洲海岸侵蚀的自然因素有入海河流改道和输沙量减少、海面上升和风暴潮等,人为因素有在入海河流中上游建设水库拦蓄泥沙、沿岸挖沙和海滩采沙、不合理的海岸工程建设、破坏海岸湿地植被和防护林、不合理的滨海旅游项目建设等。

山东半岛和黄河三角洲的海岸侵蚀具有普遍性与严重性、原因多样性和人为因素突出性、突发性海岸侵蚀灾害严重等特点。

当前防治山东半岛和黄河三角洲海岸侵蚀的对策主要应加强对海岸带资源开发利用与保护的管理,严禁海岸带非法采沙,人工海滩补沙,建设海堤、丁坝和离岸堤,实施岬控工程,恢复和重建退化的海岸盐沼湿地等。

参考文献 (References)

- [1] 郑功成. 灾害经济学[M]. 长沙: 湖南人民出版社, 1998: 4-6.
Zheng Gongcheng. Disaster economy[M]. Changsha: Hunan People's Press, 1998: 4-6.
- [2] 盛静芬, 朱大奎. 海岸侵蚀和海岸线管理的初步研究[J]. 海洋通报, 2002, 21(4): 50-57.
Shen Jingfen, Zhu Dakui. Marine Science Bulletin, 2002, 21(4): 50-57.
- [3] 丰爱平, 夏冬兴. 海岸侵蚀灾情分级[J]. 海岸工程, 2003, 22(2): 60-66.
Feng Aiping, Xia Dongxing. Coastal Engineering, 2003, 22(2): 60-66.
- [4] 王文海, 吴桑云. 山东省的海岸侵蚀灾害研究[J]. 自然灾害学报, 1993, 2(4): 60-65.
Wang Wenhai, Wu Sangyun. Journal of Natural Disasters, 1993, 2(4): 60-65.
- [5] 夏东兴, 武桂秋, 杨鸣. 山东省海洋灾害研究 [M]. 北京: 海洋出版社, 1995: 32-37.
Xia Dongxing, Wu Guiqiu, Yangming. Research on marine disasters of Shandong province[M]. Beijing: Ocean Press, 1995: 32-37.
- [6] 李荣升, 赵善伦. 山东海洋资源与环境 [M]. 北京: 海洋出版社, 2002: 28-47.
Li Rongsheng, Zhao Shanlun. Marine resource and environment of Shandong province[M]. Beijing: Ocean Press, 2002: 28-47.
- [7] 张晓龙, 李培英. 现代黄河三角洲的海岸侵蚀及其环境影响[J]. 海洋环境科学, 2008, 27(5): 475-479.
Zhang Xiaolong, Li Peiying. Marine Environmental Science, 2008, 27(5): 475-479.



- 475-479.
- [8] 王志豪. 黄河三角洲的变迁与黄河口油港港址的选择 [J]. 海岸工程, 1984, 3(2): 7-14.
Wang Zhihao. *Coastal Engineering*, 1984, 3(2): 7-14.
- [9] 丰爱平, 夏冬兴, 谷东起, 等. 莱州湾南岸海岸侵蚀过程与原因研究[J]. 海洋科学进展, 2006, 24(1): 83-90.
Feng Aiping, Xia Dongxing, Gu Dongqi, et al. *Advances in Marine Science*, 2006, 24(1): 83-90.
- [10] 张绪良, 张朝晖, 徐宗军, 等. 莱州湾南岸滨海湿地的景观格局变化及累积环境效应[J]. 生态学杂志, 2009, 28(12): 2437-2443.
Zhang Xuliang, Zhang Zhaohui, Yu Zongjun, et al. *Chinese Journal of Ecology*, 2009, 28(12): 2437-2443.
- [11] 庄振业, 陈卫明, 许卫东. 山东半岛平直砂岸近期强烈蚀退及其后果 [J]. 青岛海洋大学学报, 1989, 19(1): 90-98.
Zhuang Zhenye, Chen Weiming, Xu Weidong. *Journal of Ocean University of Qingdao*, 1989, 19(1): 90-98.
- [12] 庄振业, 印萍, 吴建政, 等. 鲁南沙质海岸的侵蚀量及其影响因素[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2000, 20(3): 15-21.
Zhuang Zhenye, Yin Ping, Wu Jianzheng, et al. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 2000, 20(3): 15-21.
- [13] 尹延鸿, 周永青, 丁东. 现代黄河三角洲海岸演化研究 [J]. 海洋通报, 2004, 23(2): 32-40.
Yin Yanhong, Zhou Xiaoqing, Ding Dong. *Marine Science Bulletin*, 2004, 23(2): 32-40.
- [14] 王颖, 吴小根. 海平面上升与海滩侵蚀 [J]. 地理学报, 1995, 50(2): 118-126.
Wang Ying, Wu Xiaogen. *Acta Geographica Sinica*, 1995, 50 (2): 118-126.
- [15] Bruun P. The Bruun rule of erosion by sea level rise: A discussion on large scale two- and three-dimensional usages [J]. *Journal of Coastal Research*, 1988, 4(4): 627-648.
- [16] 王文海, 吴桑云, 陈雪英. 山东省 9216 号强热带气旋风暴期间的海岸

- 侵蚀灾害[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1994, 14(4): 71-78.
Wang Wenhai, Wu Sangyun, Chen Xueying. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 1994, 14(4): 71-78.
- [17] 高林宇, 韩慕康. 山东半岛北岸采砂和海蚀问题与对策[J]. 水土保持研究, 2003, 10(3): 109-113.
Gao Linyu, Han Mukang. *Research of Soil and Water Conservation*, 2003, 10(3): 109-113.
- [18] 张高生, 王仁卿. 现代黄河三角洲生态环境的动态监测[J]. 中国环境科学, 2008, 28(4): 380-384.
Zhang Gaosheng, Wang Renqing. *China Environment Science*, 2008, 28 (4): 380-384.
- [19] 左书华, 李九发, 陈沈良. 海岸侵蚀及其原因和防护工程浅析 [J]. 人民黄河, 2006, 28(1): 23-24, 41.
Zuo Shuhua, Li Jiufa, Chen Shenliang. *Yellow River*, 2006, 28 (1): 23-24, 41.
- [20] 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——以黄河三角洲及长江三角洲为例 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 2006, 17(4): 97-101, 109.
Zuo Shuhua, Li Jiufa, Chen Shenliang, et al. *The Chinese Journal of Geological Hazard and Control*, 2006, 17(4): 97-101, 109.
- [21] 常瑞芳. 海洋工程环境 [M]. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1998: 166-171.
Chang Ruifang. *Marine engineering environment* [M]. Qingdao: Ocean University of Qingdao Press, 1998: 166-171.
- [22] 张绪良, 谷东起, 叶思源, 等. 荣成大天鹅自然保护区泻湖湿地植物区系[J]. 生态学杂志, 2009, 28(6): 1073-1080.
Zhang Xuliang, Gu Dongqi, Ye Siyuan, et al. *Chinese Journal of Ecology*, 2009, 28(6): 1073-1080.
- [23] 张绪良, 叶思源, 印萍, 等. 莱州湾南岸滨海湿地的生态系统服务价值及变化[J]. 生态学杂志, 2008, 27(12): 2195-2202.
Zhang Xuliang, Ye Siyuan, Yin Ping, et al. *Chinese Journal of Ecology*, 2008, 27(12): 2195-2202.

(责任编辑 岳臣)

·学术动态·



“第八次中国毒理学会放射毒理 全国学术会议”征文

由中国毒理学会主办的“第八次中国毒理学会放射毒理全国学术会议”将于 2010 年 7 月在长春举行。

会议主题: 拓宽放射毒理研究领域, 服务社会文明和谐发展。

征文内容: 内外环境放射水平、危害及防护; 放射性核素的细胞毒性与致癌机理研究; 反恐与核事故应急中的放射毒理学问题; 放射性核素的临床应用与防护; 基因组学在放射毒理学研究中的应用; 核能利用与放射毒理; 贫铀; 放射性废物的处理、处置等。

征文截止日期: 2010 年 6 月 15 日。

联系人: 曹珍山、陈英; 电话: 010-66932207, 010-66930294, 13311591017, 13021998341; 电子信箱: caozhen18@yahoo.com.cn, yingchen29@yahoo.com.cn。

