

黄河三角洲生态地质环境演化及其原因探索

袁西龙¹, 李清平¹, 贾永山², 段焱³, 尹明泉¹

(1.青岛地质工程勘察院, 青岛 266071; 2.青岛市城阳区国土资源分局, 青岛 266109;

3.国家海洋局第一海洋研究所, 青岛 266071)

摘要: 黄河三角洲是中国最新的陆地, 在黄河水沙来量急剧减少的情况下, 黄河三角洲地区的生态地质环境将会发生较强烈的变化。本文通过多时相遥感监测、不同时期土层视电阻率探测、水土化学分析等资料的综合对比分析, 对黄河三角洲海岸带生态地质环境演化规律及影响因素、影响机理进行了研究。结果表明: 环境演化趋势为地表水、土壤污染程度减轻, 地下水矿化度升高、土壤盐碱化加重, 海岸整体表现为侵蚀状态, 湿地总面积增加, 但天然湿地面积减少, 潮间带生物出现明显的污染群落特征, 生物种类减少。

关键词: 黄河三角洲; 生态地质环境; 演化; 多时相遥感监测

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2008)03-0229-07

黄河三角洲是中国最新的陆地, 地广人稀, 资源丰富。随着黄河流域及三角洲地区工农业发展和城市化进程明显加快, 流域排污量和耗水量快速增长, 再加上流域重大水利工程的影响, 以至河流入海水沙剧减, 而入海营养盐和污染物剧增, 其结果将打破原有的地质环境系统的平衡, 为河口三角洲地带带来严重的影响, 加之海岸带生态地质环境脆弱, 在石油开采、工农业开发等人类工程活动和黄河来水来沙量不断减少的影响下, 生态地质环境不断演变, 主要表现在: 湿地退化、黄河河道两侧水质变差、土壤盐渍化加重、海岸蚀退、近海海域生物群落变化等诸多方面, 对黄河三角洲海岸侵蚀的防护工程实施、海岸带工程建设布局、油气资源开发、湿地资源保护等方面均具有较大的影响^[1~3]。为了解具体环境演化状况, 我们于2005年11月开展了黄河三角洲生态地质环境调查。开展此项研究, 对减少土地资源流失、保护海岸工程、保护生态地质环境、实现防灾减灾具有重大的社会效益和经济效益。本次研究区位于黄河三角洲东营市行政区范围内沿海岸10~20 km范围。

1 黄河三角洲生态地质环境问题

1.1 水环境及其演化

除黄河以外, 研究区内的河流主要有发源于济南泉群的小清河、发源于鲁中山区的淄河, 其它尚有淄脉河、挑河、广利河、永丰河、马新河、小岛河、草桥沟、沾利河、溢洪河、广蒲河等河流均为行洪排涝河道, 同时也是各种污水的排放渠道^[4]。

1.1.1 地表水

研究区内地表水水系除引黄渠道外, 大部分河道遭受了不同程度的污染, 主要污染物为石油、镉及挥发酚、铜、铅、锰及化学需氧量均达到Ⅲ类水质标准, 六价铬、砷、汞及氰化物未检出。对比2005年与1997年调查结果^①可发现污染物含量均有不同程度的下降, 说明十年间各项污染防治措施取得了一定成效。

1.1.2 地下水

研究区内地下水水环境变化的突出特点是矿化度普遍升高(图1), 淡水区范围减小, 大部分区域矿化度>10 g/L, 地下水一直处于不断咸化的过程中。地下水的总硬度呈现上升趋势, 总硬度<1 000 mg/L的区域面积较1997年缩减了3~4倍, 5 000~10 000 mg/L的区域面积占到43%。

地下水的污染状况有所改善, 现主要污染物为石油、镉及挥发酚, 重金属铜、铅、锰均达到Ⅲ类水

收稿日期: 2008-8-21

责任编辑: 林晓辉

基金项目: 黄河三角洲海岸带生态地质环境演化调查(鲁国土发[2004]190号)

作者简介: 袁西龙(1964-), 男, 山东郓城人, 水文地质工程地质专业, 高级工程师, 主要从事水文地质、环境地质和地质灾害防治方面的研究, Email: sdyxl@163.com。

①山东省地矿局水文地质二队. 1:100 000 黄河三角洲水工环地质综合勘察. 1997.

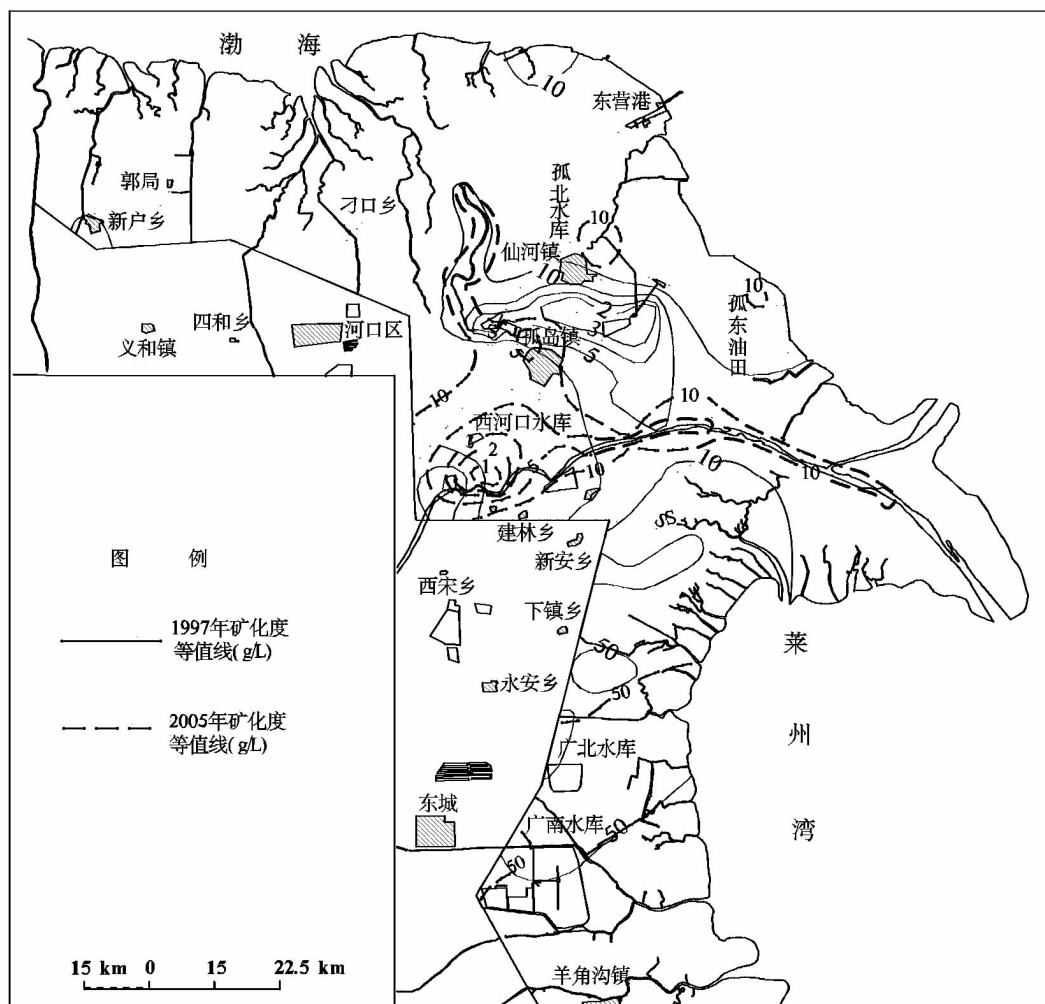


图1 黄河三角洲 1997 和 2005 年地下水矿化度等值线图

Fig.1 Ground water mineralization degree isolines in the Yellow River delta (1997 and 2005)

质标准;六价铬、砷、汞及氰化物未检出。与十年前调查资料比较,石油、镉、铅含量明显下降,挥发酚平均含量变幅不大。

地下水综合质量明显下降,整个研究区几乎都为水质极差区,仅研究区中西部现代黄河两岸区域为水质较差区,大部分区域综合评价指数均大于8。主要原因是评价因子中地下水矿化度和硬度大大增加。

2.2 土体环境演变

研究区土体的主要污染物为石油和镉,其余污染指标均能达到一级土壤环境标准。与2002年土壤污染物检测值相比,污染程度大大下降。

土壤盐碱化加剧,重盐碱化区明显增大,遍布整个滨海低平原区,非盐碱土和轻微盐碱土范围减小(图2)。土壤沙化逐渐减轻,至2005年几乎已无土地沙化现象存在。

2.3 滨海湿地环境演变

2.3.1 湿地面积演化

1976年至今,研究区内湿地总面积呈波动上升趋势,由1976年的986 km²增加到2005年的1734 km²,增长了近一倍。这是由人工湿地面积快速增长引起的。从图3中可以看出,自80年代以来,三角洲地区大量兴修水库,水库面积快速增长,现已接近80 km²;盐田虾池面积也呈直线上升趋势,尤其是2000年以后,增长速率猛增,到2005年面积已达到862 km²。另外,稻田面积由增加转为缩减,1998年达到峰值为47 km²,之后便开始下降,这是由于黄河来水量减小,稻田难以蓄水维持耕种。湿地总面积增长的同时,天然湿地面积却在逐渐减小。滩涂湿地面积震荡下降,1976年为9740 km²,2005年降至7940 km²,最小值出现在1996年,为405 km²,这主要与黄河水沙来量降低,三角洲造

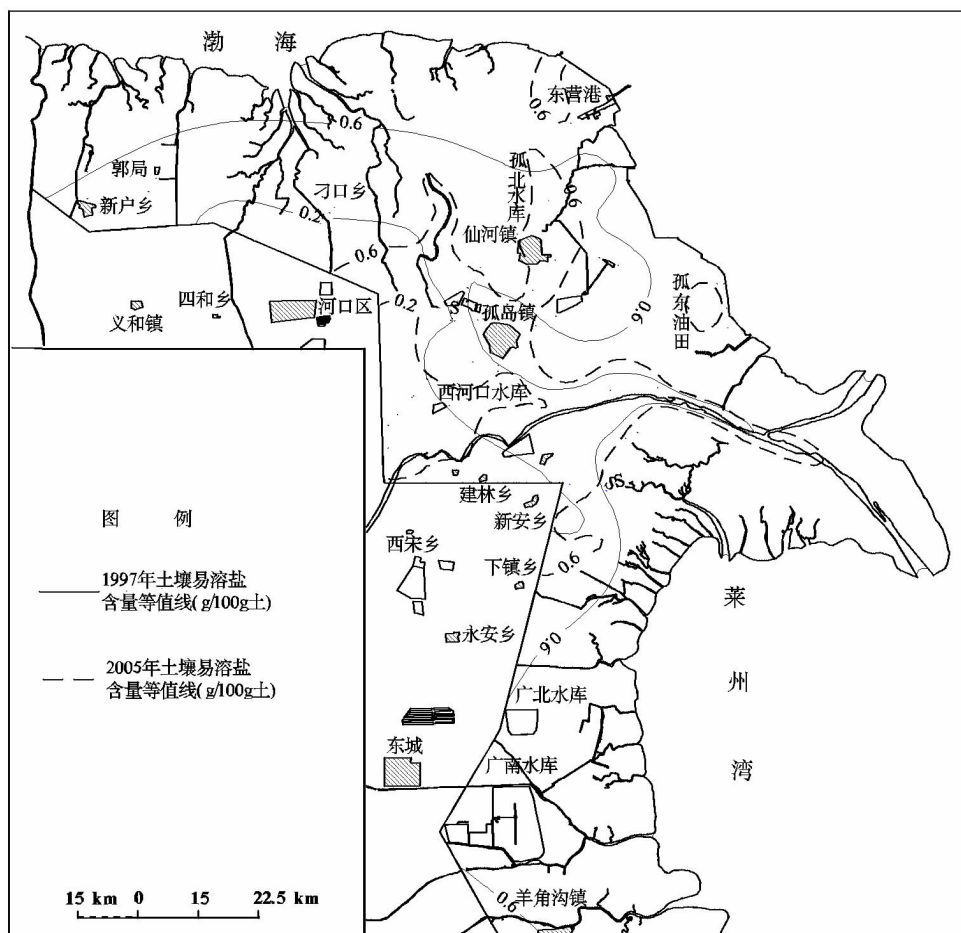


图2 黄河三角洲 1997 和 2005 年土壤盐分等值线对比图

Fig.2 Contrast diagram of the soil salinity in the Yellow River delta between 1997 and 2005

陆面积减少,人工占用开发滩涂有关(表1)。

人类开发活动、黄河断流以及水资源短缺等原因造成了湿地类型及面积的变化,其主要表现为天然湿地不断减少,人工湿地逐年增加,滨海湿地总面积处于不断扩大之中。综合考虑影响湿地产生、发展和存在的各种因素,可以预测在未来一段时间内,总湿地面积的增长速度将趋缓,湿地结构中人工湿地面积不断增加,天然湿地总面积趋向减少和退化。这种变化趋势会使研究区内湿地景观的天然性降低,对生物多样性的持续存在造成越来越大的威胁。滨海湿地生产力不断下降,优势种发生变化,近20多年来,渔业生产力下降明显^[5]。

2.3.2 湿地生态演化

河口滨海地区是自然生产力相当高的区域,黄河口及邻近海域物产丰富,生物量高。但随着开发程度的不断加深,强度加大,资源量出现萎缩,生产力下降,许多物种甚至绝灭。

据近20年的监测资料,80年代前后黄河河口

及邻近海域初级生产力高于渤海平均水平;2002年5月,黄河河口及邻近海域初级生产力略低于渤海同期平均水平,初级生产力比1984年同期下降20%左右。1984年春季该海域浮游植物细胞数量明显高于渤海和山东半岛沿海平均水平,而2002年5月份细胞数量低于渤海平均水平,与1984年该海域的同期相比,浮游植物细胞数量下降了近1个数量级。与1984年同期相比,2002年浮游动物生物量下降近50%,优势种发生了一定的变化。中华哲水蚤、强壮箭虫占据优势地位,传统的优势种类墨氏胸刺水蚤等数量下降成为稀有种。2002年5月底栖生物有117种,生物量较1984年同期明显下降,生物量的构成也发生了较大的改变。棘皮动物的生物量及其在底栖生物量中的比重下降,多毛类的生物量上升,出现明显的污染群落特征。潮间带生物在水平分布上差异较大,共检出潮间带动物74种,较之80年代中期调查到的191种减少很多^[6]。

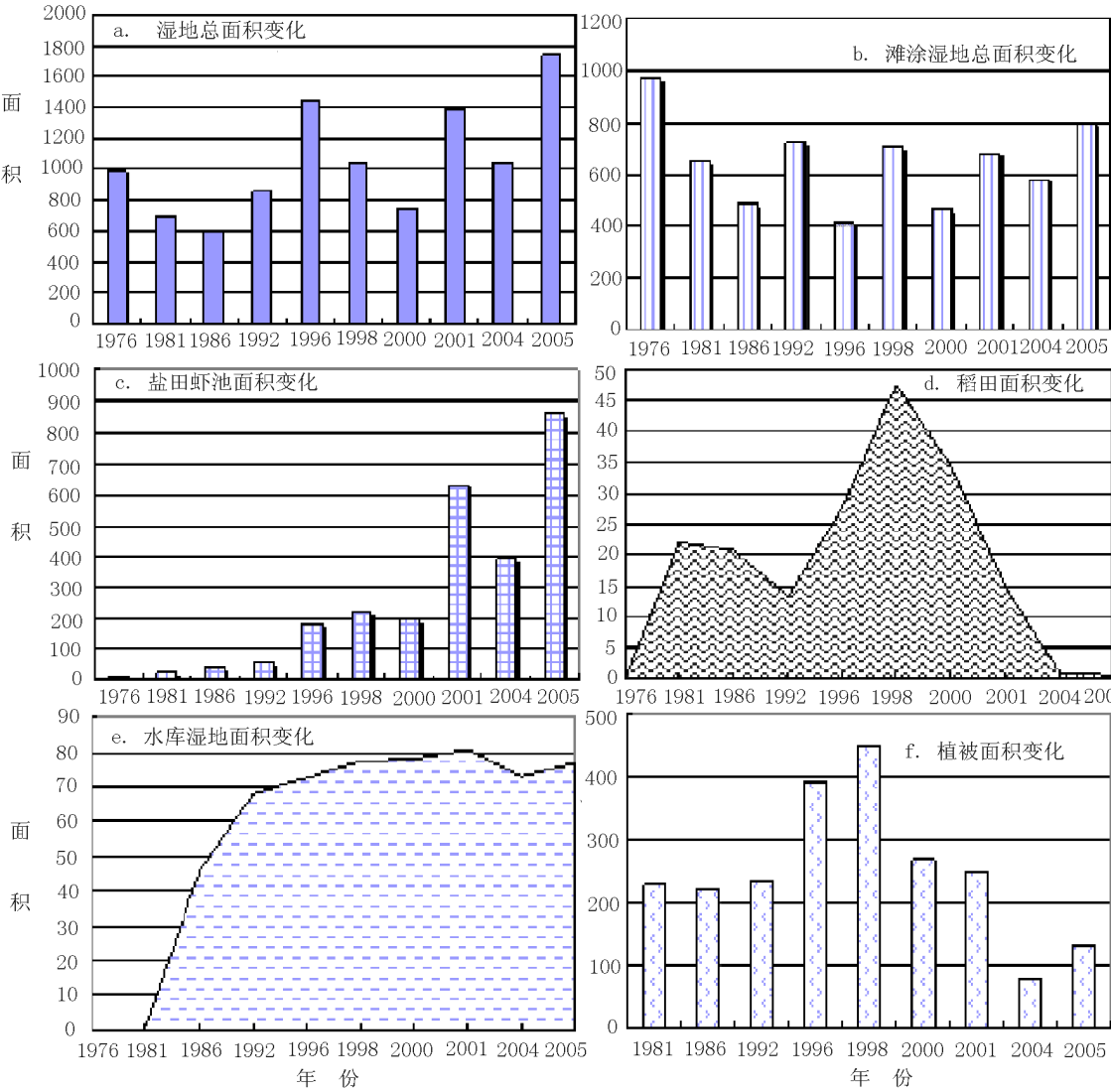


图3 黄河三角洲湿地类型及面积变化

Fig.3 Variation of the area and type of wet land in the Yellow River delta

表 1 黄河三角洲湿地类型及植被面积变化

Table 1 Type of the wet land and change of the plant acreage in the Yellow River delta

年 份	不同湿地类型(km ²)					植 被
	湿地总面积	滩涂湿地	盐田虾池	稻 田	水 库	
1976	986. 59	974. 41	12. 18			
1981	698. 89	651. 07	25. 83	21. 99		229. 26
1986	594. 69	485. 01	42. 81	20. 65	46. 22	222. 18
1992	864. 42	724. 22	58. 93	13. 33	67. 94	233. 97
1996	689. 44	405. 46	183. 56	27. 71	72. 71	393. 65
1998	1050. 01	706. 96	218. 07	47. 46	77. 52	449. 26
2000	777. 43	464. 46	200. 09	34. 79	78. 09	267. 29
2001	1410. 95	683. 57	631. 77	14. 98	80. 63	248. 19
2004	1043. 18	576. 57	392. 16	0. 98	73. 47	79. 55
2005	1735. 06	794. 78	862. 64	0. 66	76. 98	129. 26

2.4 海岸冲淤变化

1976年黄河改道清水沟后黄河三角洲海岸线变迁的总体趋势为:北部刁口地区岸线不断侵蚀后退,东北部黄河海港地区基本稳定,南部河口地区不断向海淤积扩张。

2.4.1 刁口段岸线演变规律

从遥感影像中提取信息可知,1976年4月~1981年2月沙嘴被侵蚀 104 km^2 ,侵蚀速率为 $20.8\text{ km}^2/\text{a}$;1981年2月~1992年4月沙嘴被侵蚀 84 km^2 ,侵蚀速率为 $7.6\text{ km}^2/\text{a}$;1992年4月~1996年5月略有淤积,淤积面积为 7 km^2 ,淤积速率为 $1.8\text{ km}^2/\text{a}$;1996年5月~2001年3月蚀退面积约为 52 km^2 ,侵蚀速率为 $10.4\text{ km}^2/\text{a}$;2001年3月~2005年4月岸线基本处于冲淤平衡状态,没有较大变化。

用国家海洋局一所于1988年6月编制的《埕北海区水深地形图》和1999年5月进行的《埕岛油田东部海域环境调查》资料对比可以发现,刁口岸段埕北海区11年来岸边至12m水深表现为以冲刷为主。岸边一般刷深 $0.8\sim 1.5\text{ m}$,年刷深速率 0.1 m 左右。 $5\sim 10\text{ m}$ 水深,是埕岛油田水下岸坡最不稳定的海区,表现为沟脊相间,冲刷严重,最大刷深达 3.8 m ,11年的年均刷深 0.18 m 。 10 m 水深以下,表现为略冲略淤或不冲不淤的准平衡状态。两个时段监测资料对比,埕北海区年冲刷速率已显著降低^[7]。

2.4.2 新河口段岸线演变规律

新河口岸段在黄河改道清水沟流路初期造陆

速率大,尤其是1981~1984年,沙嘴明显向东淤积扩张,改道后期造陆速率有逐年减小的趋势。1996年人工改汊后,北汊造陆速率加快,迅速淤出一个沙嘴,2000年以来由于黄河断流及来水来沙量减少,北汊沙嘴淤进与蚀退交替,变化不大,南部大沙嘴持续侵蚀,陆地总面积开始出现负增长(图4)。

3 引起生态地质环境演变的主要因素研究

3.1 黄河水沙来量减少

黄河下游除1960年因三门峡工程截流发生断流外,经常性的天然断流开始于1972年,从1972年到1999年的28年中有22年断流。情况最为严重的是1997年,断流时间226天,断流河段最长达 704 km ,330天无水流入渤海,即使是在汛期也多次出现断流。1999年小浪底水库开始投入运用,实施全流域水资源统一调配及采取经济手段等使断流天数大大减少,2000年至今未出现断流^[8]。2003年以后在人工措施干预下,利津站年径流总量在 $190\sim 200\text{ 亿 m}^3$ (图5)。

黄河水沙来量的减少导致水文特征变化、地表景观改变、三角洲建造停滞甚至范围退缩等一系列生态地质环境问题的产生:1)黄河径流作用降低,破坏水盐平衡,导致三角洲水土系统环境恶化;2)水土条件的改变,使农田生态系统恶化,造成农业减产和绝产,另外还会改变作物布局和耕作制度;3)黄河入海径流量减少,近岸水域及滨海环境退化;4)黄河季节性中断淡水向海输运有机质与营养

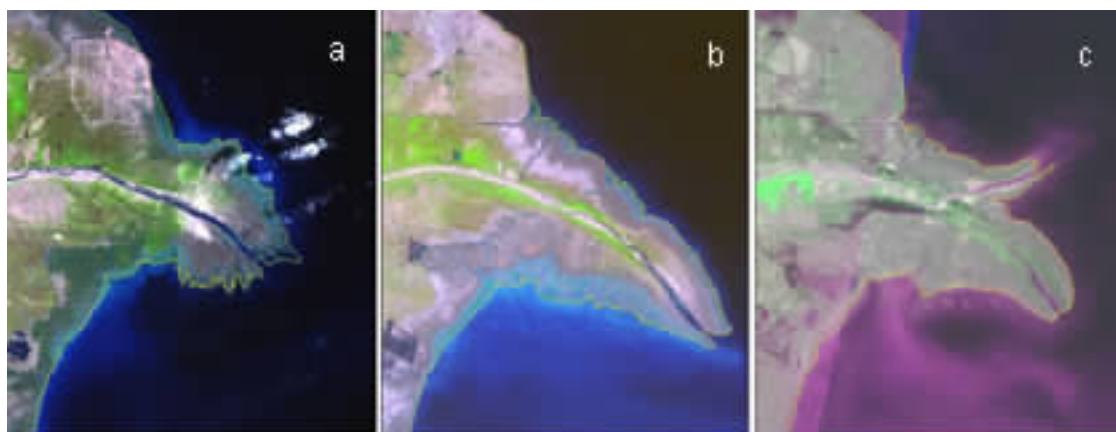


图4 黄河口地区遥感影像图

Fig.4 Remote sensing imager of the Yellow River estuary

a. 1986年黄河口遥感影响图; b. 1996年黄河口遥感影响图; c. 2004年黄河口遥感影响图

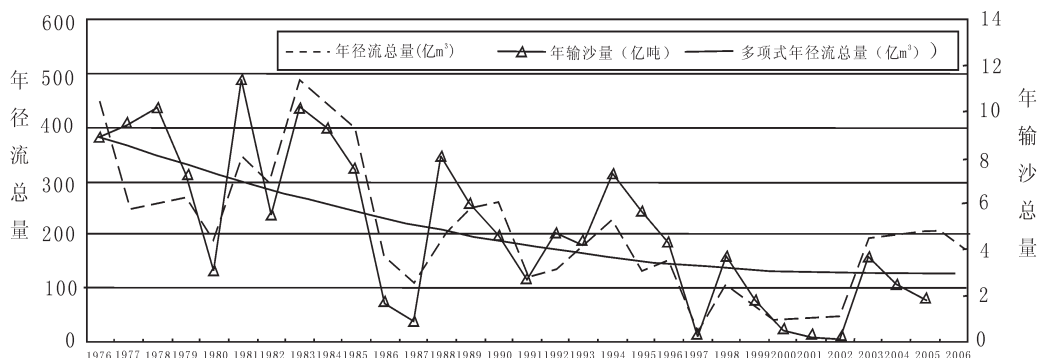


图5 1976~2006年黄河利津水文站来水来沙量统计

Fig.5 Statistics of the water and sediment flux at LiJin Hydrographic Station of Yellow River from 1976 to 2006

盐的过程,断绝了河口区高生产力之源,使鱼、虾产卵、栖息环境与洄游路线发生改变,降低鱼虾生产量;5)黄河水沙来量的减少改变了河口地区水动力条件。

3.2 相对海平面上升

相对海平面上升,潮流顶托作用增强,会引起河口海水倒灌,咸潮入侵,地表和地下淡水水源被咸化,土壤盐碱化程度加剧。相对海平面上升还直接造成沿海海岸、海堤、挡潮闸等防护工程抗灾功能大大降低,从而使风暴潮灾害破坏力大大增强^[9]。

3.3 风暴潮灾

(1)风暴潮期间,海水漫溢,淹没大片土地。大量可溶性盐类被带至陆地积聚,破坏了土壤物质结构,形成大面积盐碱化土地;盐类物质侵入地下,形成高矿化度地下水,在蒸发作用下,盐类返于地表,形成轻重不同的盐碱土壤,植被难以生长。

(2)风暴潮来时,往往使植被遭受冲刷,根部裸露,严重的可使地表植被全部毁坏死亡。

(3)风暴潮的潮位高、波浪能量大,发生时将使海岸迅速蚀退。

3.4 油气田开发

(1)石油的生产及其排放物,对大气、土壤、水体均有污染,尤其对水体的污染为重。水体作为油污染的载体和受体,容易使污染物输送、扩散。石油开采运输过程中的落地原油对土壤的污染也十分普遍,对植被的生长造成了很大的影响。

(2)油田开采会对地表结构和生态景观产生影响。油田勘探开发建立的一系列基础设施,必定要占用一定的土地。而这些设施和生产过程改变了原有的地貌形态和地表结构,毁坏了原有的地面植被,自然生态过程中断或停止,而代之以人为活动

过程,自然景观由人工景观所替代^[10]。

(3)油田开发在改变地表面貌的同时也改变了生物的栖息环境,甚至摧毁其栖息地。即使未改变原有景观面貌,在油田生产过程中,也会干扰周围生物的正常活动,特别是鸟类。

3.5 滩涂开发与围海

(1)滩涂经人工改造后,表面形态结构、基底物质组成、生物群落结构、湿地水体交换等性质和特征都将发生改变,滨海湿地将受到严重损害并可能彻底丧失。

(2)滩涂的围垦开发还导致湿地环境的恶化,使得植被的发育和演替中断,鸟类及底栖生物栖息环境破坏、退化,以致丧失。

(3)盐业生产过程中,结晶盐会随降水和径流作用渗入土壤及地下水中,加剧土壤次生盐碱化、引起地下水矿化度升高。

综上所述,黄河三角洲生态地质环境演变是一个复杂的过程,各种影响因素不是孤立存在的,自然过程和人为作用也不可能截然分开,二者相互影响,相互渗透,导致生态地质环境的不断变化。

4 结语

黄河三角洲生态地质环境在黄河来水来沙量减少、人类工程活动等因素的影响下,正在发生较迅速的演化,诸如地下水矿化度升高、土壤盐分增加、湿地退化、海岸淤进速度减缓和侵蚀速度加快,使黄河三角洲土地面积出现负增长等一系列生态地质环境问题,总体演化趋势不容乐观,尽管政府和有关部门对减少污染、增加自然保护区等采取了一定措施,但仍表现出恶化的趋势。为此提出以下生态地质环境保护治理措施:1)加强对黄河水资源

的控制管理,缓解黄河断流现象;2)关注地下水水质状况,尝试合理的开发利用;3)加强土壤盐碱化防治,推进盐碱地改良研究;4)协调油气资源开发与生态地质环境保护的关系;5)开展湿地资源规划、建立动态监测与评价系统;6)加强地质环境监测工作,及时了解其动态。

参考文献:

- [1] 许学工.黄河三角洲生态环境的评估和预警研究[J].生态学报,1996,16(5): 461 – 468.
- [2] 许建民. 黄河三角洲湿地生态评价与保护利用对策研究(上)[J].中国农业资源与区划,2001,22(2): 45 – 49.
- [3] 关元秀,刘高焕.黄河三角洲盐碱地动态变化遥感监测[J].国土资源遥感,2003,56(2): 19 – 23.
- [4] 张波,刘桂仪,范立芹,等.黄河三角洲南部地下水环境问题与对策[J].成果与方法,2004,20(5):51 – 53.
- [5] 孙习能,黄学东.黄河三角洲生态渔业的现状与发展对策[J].中国渔业经济,2002,(4): 21 – 22.
- [6] 邓景耀,金显仕.莱州湾及黄河口水域渔业生物多样性及其保护研究[J].动物学研究,2000,21(1): 76 – 82.
- [7] 陈义兰,周兴华,刘忠臣.应用INSAR进行黄河三角地面沉降监测研究[J].海洋测绘,2006,26(2): 16 – 19.
- [8] 王建中,王玲,石国安,等.黄河断流情况及对策[J].中国水利,1999,(4): 4 – 8.
- [9] 杨华庭.中国沿岸海平面上升与海岸灾害[J].第四纪研究,1999,(5): 456 – 463.
- [10] 穆从如,杨林生,胡远满,等.黄河三角洲湿地保护和油田开发的协调发展[J].油气田环境保护,1998,(4):34 – 37.

Evolution of the Eco-geological Environment and Influence Factors in the Yellow River Delta

YUAN Xi-long¹, LI Qing-ping¹, JIA Yong-shan¹, DUAN Yan³, YIN Ming-quan¹

(1. Qingdao Geo-engineering Exploration Institute, Qingdao 266071, China; 2. Bureau of land and resources of Chengyang district, Qingdao 266109, China; 3. First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266061, China)

Abstract: The Yellow River delta is the newest land in China. The great change of eco-geological environments has occurred in this area under the condition of large decrease of the water and sediment flux from Yellow River. Based on the integrated study of multi-temporal remote sensing monitoring, the soil visual resistance rate detection in different periods and chemical analysis of water and soil, the evolution laws and influence factors and mechanism of eco-geological environments have been studied in the delta. The results suggest that the pollution conditions of surface water and soil have been mitigated, the degree of groundwater mineralization increases, the soil salinization aggravates, the coastal belt is in retrogradation. and the total area of wet land increases. But the natural wet land area decreases, the biology exhibits the characteristic of pollution community and biological species decrease in intertidal zone.

Key words: Yellow River delta, eco-geological environment, evolution, multi-temporal remote sensing monitoring