

## 津冀海岸线现状、变化特征及保护建议

施佩歆<sup>1,2</sup>, 王 福<sup>1,2</sup>, 商志文<sup>1,2</sup>, 康 慧<sup>1,2</sup>, 肖国强<sup>1,2</sup>, 杨吉龙<sup>1,2</sup>, 李建芬<sup>1,2</sup>,  
姜兴钰<sup>1,2</sup>, 陈永胜<sup>1,2</sup>, 田立柱<sup>1,2</sup>, 李 勇<sup>1,2</sup>

SHI Peixin<sup>1,2</sup>, WANG Fu<sup>1,2</sup>, SHANG Zhiwen<sup>1,2</sup>, KANG Hui<sup>1,2</sup>, XIAO Guoqiang<sup>1,2</sup>, YANG Jilong<sup>1,2</sup>,  
LI Jianfen<sup>1,2</sup>, JIANG Xingyu<sup>1,2</sup>, CHEN Yongsheng<sup>1,2</sup>, TIAN Lizhu<sup>1,2</sup>, LI Yong<sup>1,2</sup>

1. 中国地质调查局天津地质调查中心, 天津 300170;
2. 中国地质调查局泥质海岸带地质环境重点实验室, 天津 300170

1. *Tianjin Center, China Geological Survey, Tianjin 300170, China;*
2. *Key Laboratory of Muddy Coast Geo-environment, China Geological Survey, Tianjin 300170, China*

**摘要:**根据覆盖全区的 3 期遥感影像和实地调查,以及对滨海新区和滦河口 2 个典型区更深入的案例研究(包括回溯至 1870 年、1950 年的基准岸线及逐年遥感信息),对津冀沿海海岸线现状进行解译和分类,并分析岸线变化特征及成因。津冀沿海现状岸线总长度 894km,可以划分为自然岸线、半开发岸线和人工岸线 3 类,长度分别为 90km、329km 和 475km。1950 年以前为自然因素主导的岸线变化,1950 年以后变为人类活动主导的岸线向海推进,逐渐加强的人类活动至 2010 年达到顶峰。在全球海面上升和区域地面下沉的大背景下,海岸线的自然演化趋势应该是向陆蚀退,但是人类活动主导的岸线变化却表现为违反自然趋势的向海推进。今后,向海推进最前沿的围海造陆区将受到来自海洋越来越强烈的影响,亟需加强监测和防护。兼顾环境保护与开发两方面的长远需求,建议赋予海岸线新的定义与内涵,划定岸线保护红线,恢复部分岸线的自然属性。

**关键词:**遥感;自然岸线;半开发岸线;人工岸线;津冀沿海

中图分类号:P737.1 文献标志码:A 文章编号:1671-2552(2016)10-1630-08

Shi P X, Wang F, Shang Z W, Kang H, Xiao G Q, Yang J L, Li J F, Jiang X Y, Chen Y S, Tian L Z, Li Y. The present situation and changing characteristics of the shorelines along Tianjin-Hebei coastal areas and proposal for protection. *Geological Bulletin of China*, 2016, 35(10):1630-1637

**Abstract:** Based on 3-period remote sensing images covering the whole study area, field investigations and two case studies of both Binhai New Area and Luanhe Estuary, which consist of the historical shorelines back to the 1870 and the 1950 as the basal lines and year by year remote sensing images since 2000, the present shorelines of Tianjin-Hebei coastal areas are interpreted and classified for their characteristics and the causes of changes. The results show that the total length of the present shorelines of Tianjin-Hebei coastal areas is 894km, which can be divided into three types, i.e., natural shoreline of 90km, semi-developed shoreline of 329km, and the artificial shoreline of 475km. Multi-temporal data comparison shows that shoreline changes were dominated by natural factors before 1950, but after 1950 it was gradually dominated by intensifying human activities with the climax in 2010. In the global sea-level rise and regional land subsidence background, the natural trend of shorelines should be characterized by landward retreat; nevertheless, with the human activities, the shorelines are showing anti-natural trend of seaward movement. As a new land margin, the reclamation area will be affected firstly by increasingly enhanced marine influence, and thus monitoring and protection must be carried out immediately. Taking into account long-term needs of both development and environmental protection, the authors suggest re-defin-

收稿日期:2016-05-19;修订日期:2016-08-19

资助项目:中国地质调查局项目(编号:1212011120169、GZH201500204、12120100600015008)和国家自然科学基金项目(批准号:41476074)

作者简介:施佩歆(1965-),女,高级工程师,从事海岸带区域地质调查和编图工作。E-mail: speixin@126.cm

通讯作者:王福(1979-),男,博士,副研究员,从事海岸带地质环境调查研究。E-mail: wfu@cgs.cn

ing the regional shorelines and giving their new function, including delineation of the red line and restoration of some semi-developed sectors to their natural properties.

**Key words:** remote sensing; natural shoreline; semi-developed shoreline; artificial shoreline; Tianjin-Hebei coastal areas

津冀海岸带包括秦皇岛、唐山、天津滨海新区、黄骅沿海陆地部分和浅海区。分布有秦皇岛港、京唐港、曹妃甸港、天津港、黄骅港等重要港口和天津滨海新区、河北曹妃甸新区、渤海新区、北戴河开发区 4 个沿海经济开发区,是京津冀和环渤海地区重要的出海口和华北地区连接东南亚、东北亚重要的海上通道,也是京津冀协同发展产业转移重要的承接区——东部滨海发展区。

津冀沿海作为重要的产业承接区,人类开发强度大,极大地改变了原来的地表环境。该区城市不断扩张、湿地大量退化、河口沉积物供给减少、河口淤积<sup>[1-4]</sup>、滩面变窄、自然岸线人工化<sup>[5]</sup>。其中,以围海造陆引起的岸线变化对该区的影响最大,21 世纪海面将继续上升<sup>[6]</sup>,岸线将受到直接影响。因此,亟需尽快全面地、系统地查明津冀沿海岸线的现状、变化历史和趋势,为探讨该区如何对海面变化进行响应提供科学依据,对于应对全球性海面上升具有现实意义。基于遥感和地理信息系统技术,在岸线变化研究中已经取得大量成果<sup>[7-10]</sup>,但在津冀沿海地区还没有系统的岸线研究成果的报道。

在此基础上,本文以津冀沿海作为研究区,通过岸线解译和实地调查,查明津冀沿海岸线现状,包括岸线长度、类型等主要参数。在典型岸段,结合历史岸线数据,查明岸线变化过程、分析岸线变化动因,为全球变化背景下该区的地质环境演化趋势预测提供科学依据,为区域海岸工程和海岸环境保护提供理论依据。

## 1 研究方法

### 1.1 遥感数据源

津冀沿海地区以往的研究工作中最早收集到的遥感数据为 1976 年的 MSS 数据,2010 年以前的应用数据主要包括陆地资源卫星的 MSS、TM、ETM 数据,中巴资源卫星的 CBERS 数据,以及早期的 ALOS 数据。2010 年以后主要应用美国陆地卫星系列数据进行海岸线变化监测、填海工程监测等环境变化的监测。2015 年在滨海新区运用了高分辨率的中国资源 3 号卫星数据进行环境地质遥感解译。表 1 是收集的 2000 年以来的遥感数据。

津冀沿海岸线现状遥感解译采用美国陆地卫星 8 号星 OLI 数据(表 2),多光谱数据几何分辨率为 30m,全色数据几何分辨率为 15m。

### 1.2 遥感数据处理

遥感数据处理主要包括图像的几何校正、镶嵌配准、假彩色合成及图像增强。

以往研究工作中,遥感数据的几何校正是以 1:5 万地形图为控制底图进行校正的,为确保岸线对比分析的科学性、准确性,本次仍以 1:5 万地形图为基准对数据进行几何校正,误差控制小于 1 个像元。选用 7(R)、5(G)、2(B)波段组合假彩色合成,4 景图像进行无缝镶嵌,形成工作区 1:5 万遥感影像图。

### 1.3 解译方法与原则

遥感解译是在 MAPGIS6.7 平台下进行的。在进行海岸线遥感解译之前,首先确定海岸线的界定原则。

(1)自然岸线以平均大潮高潮线为准。人工岸线以修建的挡水墙、围海造陆区外围海堤等为准<sup>[11]</sup>。

(2)1980 年代后期沿海滩涂修建了大量养虾池和盐田,对于该类型的海岸线,若盐田、虾池在滩涂上建立并与陆相连,虾池、盐田向海一侧的沙泥堤,可以将平均大潮阻挡在堤坝外,以其向海边界做为海岸线。如在岛屿与陆地之间建的养殖池,使岛屿与陆域相连,且平均大潮时潮水不能阻断,则以海岛向海边界做为海岸线。

表 1 津冀沿海遥感资料

Table 1 List of remote sensing data of Tianjin-Hebei coastal areas

时间	数据 类型	涉及景 数/景	时间	数据 类型	涉及景 数/景
20000316	ETM	1	20081129	ALOS	1
20010901	ETM	1	20090416	ALOS	2
20021006	ETM	1	20101028	Landsat	1
20030518	ETM	1	20111015	Landsat	1
20040222	TM	1	20121017	Landsat	1
20050413	TM	1	20130529	Landsat	1
20060314	CBERS	2	20131129	Landsat	1
20070403	TM	1	20141202	Landsat	1
20080912	TM	1	201502-07	ZY3	30

表2 美国陆地卫星 Landsat8 遥感资料  
Table2 List of Landsat8 remote sensing data

序号	数据编号	数据接收时间	数据类型
1	121-32	20150112	Landsat8-OLI
2	121-33	20150112	Landsat8-OLI
3	122-32	20150119	Landsat8-OLI
4	122-33	20150119	Landsat8-OLI

(3)港口以港池外缘为海岸线,顺岸式码头以码头前沿线为海岸线,引桥式码头、栈桥式码头、趸船式码头(浮码头)、船坞或小渔港及向海内新建港口,以与陆域相连的根部做为海岸线。

(4)河口岸线,规范上应以河流入海口与海相连的第一道闸为河口岸线,但工作区内多为较小且短的河流,且多数河流入海口已经被盐田、虾

池向海延伸了数米甚至数十米,所以河口岸线的界定如果自然入海,有闸的以第一道闸为界,无闸的顺河道向陆稍作弯曲。若河口已被虾池和盐田向海延伸,则顺虾池和盐田的边界向陆稍作弯曲。

(5)一端连陆的防浪坝、连岛坝、丁坝等不作为岸线处理。

## 2 结果与讨论

### 2.1 津冀沿海岸线现状

岸线解译结果显示,津冀沿海 2015 年海岸线全长 894km,岛屿岸线长 103km(图1)。

按照开发强度,将津冀沿海海岸线划分为自然岸线、半开发岸线和人工岸线3类。

自然岸线指未受人类活动影响、自然形成的海

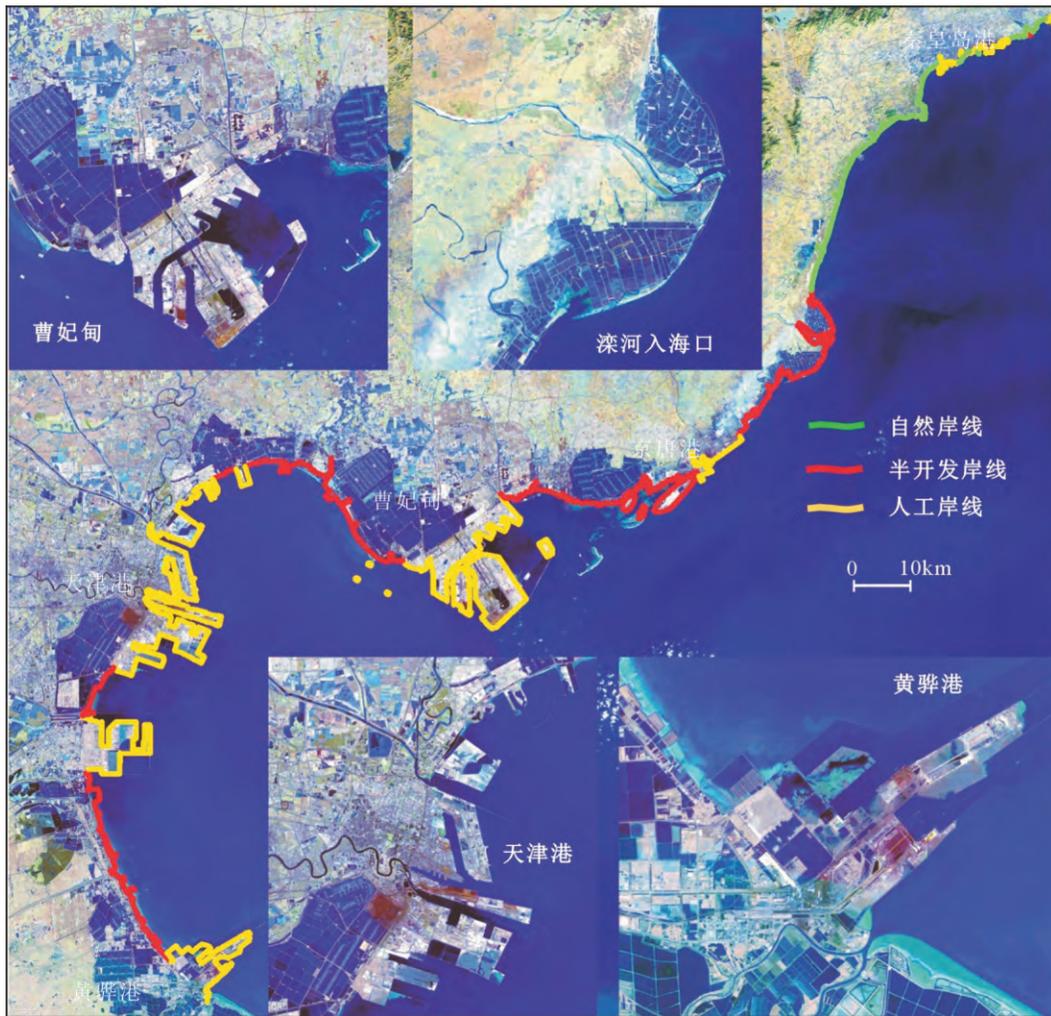


图1 津冀沿海岸线现状

Fig. 1 Present shorelines of Tianjin-Hebei coastal areas

岸。本次解译发现,自然岸线长 90km,主要分布在秦皇岛市山海关船厂至满渠寨村码头、汤河口西岸至滦河口北翡翠岛南端海岸。

半开发岸线指盐田、滩涂养殖等形成的岸线。本次解译显示,半开发岸线长 329km,主要分布在乐亭、南堡新生盐场、宁河与黄骅海岸。京唐港南浅水湾至青龙河入海口、曹妃甸西至天津中心渔港以盐田岸线为主,昌黎翡翠岛南端至乐亭长河河口、子牙新河口至黄骅港以海水养殖形成岸线为主。

人工岸线指码头岸壁、岸防工程和填海工程的护岸堤外壁。本次解译显示,人工岸线长 475km,主要包括秦皇岛港、京唐港、曹妃甸港、天津港及黄骅港建设形成的码头岸线。另外,随着天津滨海新

区、南港工业区及曹妃甸工业区的开发,形成了围海造陆人工岸线。

## 2.2 岸线变化

采用美国陆地资源卫星 1970 年、2000 年及 2015 年 3 个时相的遥感数据,解译了不同时段的岸线。1970 年、2000 年岸线在环渤海地区地下水资源与环境地质调查评价<sup>[12]</sup>成果的基础上,按照统一标准,对河口岸线进行了修正。岸线解译结果显示如下(图 2)。

1970 年津冀沿海岸线全长 452km,其中自然岸线长 230km,分布在大清河口以北、独流减河至中捷友谊农场一带;半开发岸线长 203km,以盐田岸线为主,分布在大清河口至独流减河、黄骅中捷友谊农

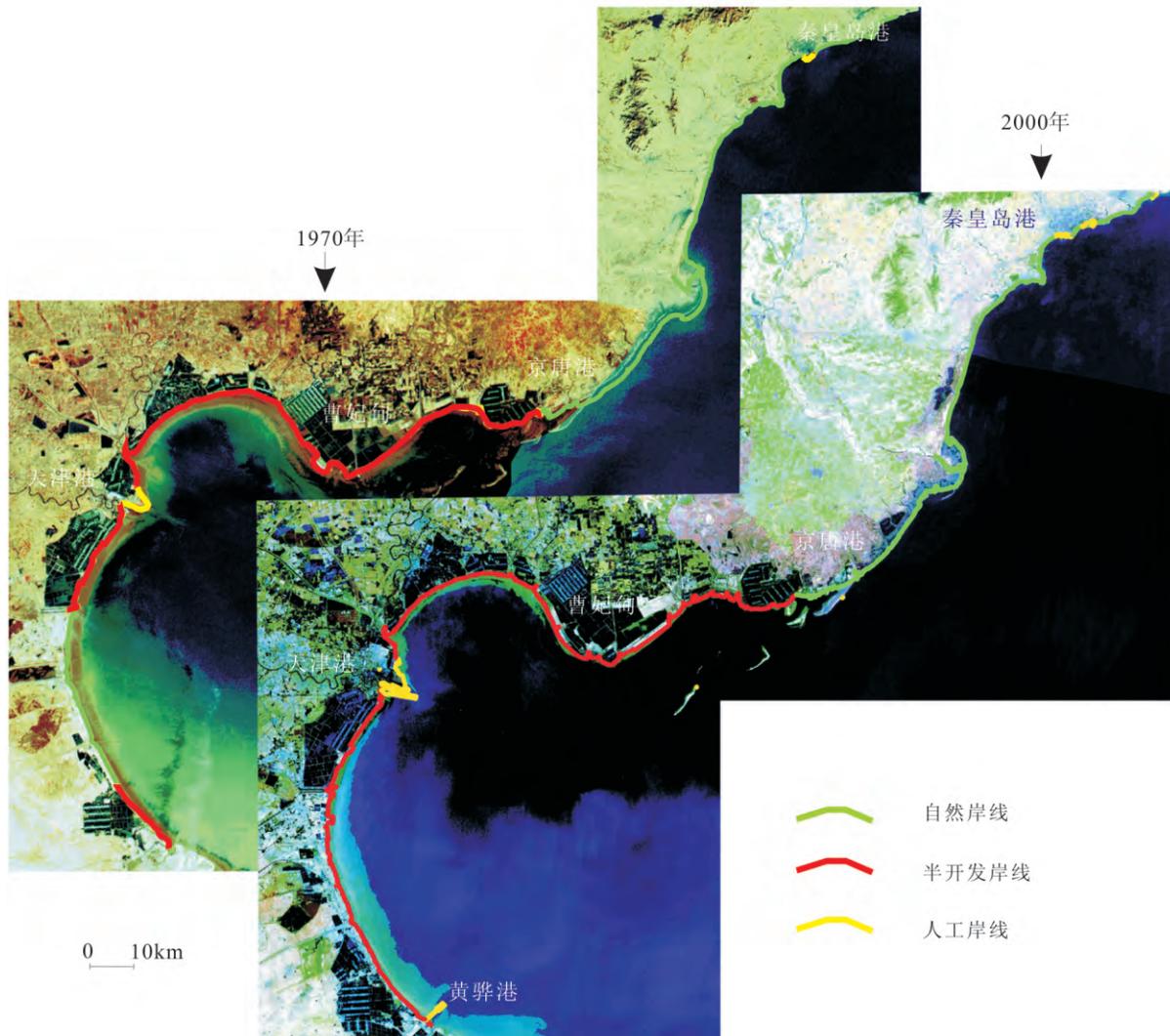


图2 津冀沿海 1970 年、2000 年岸线类型

Fig. 2 The shorelines of Tianjin-Hebei coasts in 1970 and 2000

场以南地区;人工岸线仅19km,为秦皇岛港与天津港的人工港口岸线(图2)。

2000年岸线全长527km,其中自然岸线长185km,分布在秦皇岛卸粮口以北、汤河口至大清河口海岸,秦皇岛新开河口、大石河口两岸至码头均为自然海岸线;半开发岸线长269km,主要分布在大清河口至黄骅港,天津港北部以盐田岸线为主,南部以养殖池形成的岸线为主;人工岸线长73km,主要为港口岸线(图2)。

3个不同时相岸线遥感解译统计见表3,变化对比见表4。以上结果表明,自1970年以来,津冀沿海人工岸线与半开发岸线长度逐年增加,与之相反,自然岸线逐年减少,海岸线总长度呈增加趋势,增加的主成分是人工岸线。岸线变化速率显示,2000年以后,伴随海岸带的大规模开发,岸线变化速率加快,自然岸线的破坏亦随之加剧,自然岸线保有率由50.8%降低到目前的10%。

1970—2015年,津冀沿海围海造陆面积669km<sup>2</sup>。整体上,津冀岸线表现为以人为向海推进为主,大规模围海造陆始于2000年以后。

以天津滨海新区为例,多期岸线对比结果显示,距今130a以来海岸线变化主要分为以下阶段:①1870年—20世纪初,以侵蚀为主的截弯取直;②20世纪初—1950年,以侵蚀为主,岸线向陆蚀退;③1950—2000年,养殖业导致的岸线向海推进<sup>[13]</sup>;④2000—2015年,以围海造陆为主的岸线快速向海推进(图3)。1950年以前为自然因素主导的岸线变化,1950年以后变为人类活动主导的岸线向海推进,且人类活动逐渐加强,根据围海造陆的面积统计结果,在2010年达到顶峰,之后岸线基本稳定。

对滦河口1976—2015年历年遥感影像的对比发现,1981年滦河主流入海口较1976年位置有较大偏移,河口三角洲海岸线呈现侵蚀现象,且侵蚀速率高于周围地区,近期平均蚀退速率15.5m/a

表3 1970年、2000年及2015年津冀  
沿海岸线遥感解译统计

Table 3 List of shorelines during the 1970, 2000  
and 2015 of Tianjin-Hebei coastal areas

时间	岸线总 长/km	自然岸 线/km	半开发岸 线/km	人工岸 线/km	自然岸线 保有率/%
1970年	452	230	203	19	50.8
2000年	527	185	269	73	35.1
2015年	894	90	329	475	10.0

(图4)。1979年以后,随着上游潘家口水库及大黑汀水库的建成运行,滦河入海径流量及携砂量迅速降低<sup>[16]</sup>,加之海面上升<sup>[6]</sup>,在二者共同作用下,滦河三角洲天然岸线发生侵蚀,是很自然的。发生于天然岸段的相同情况,在渤海湾西岸已有报道<sup>[1-2,15]</sup>。但是,在围海造陆区块却是人类活动主导下的岸线向海推进的违反自然趋势的反常现象。作为向海推进的最前沿,围海造陆区块最外侧的人工岸堤,今后必将受到来自海面上升诱发的越来越强烈的海洋影响,亟需特殊的监测和防护。

### 2.3 岸线类型划分及保护建议

根据岸线开发利用现状、保护需要、海岸线地质环境演化等,笔者建议将现状岸线重新划分为4类:严格保护岸线、一般保护岸线、开发建设岸线和修复治理岸线(图5)。

(1)严格保护岸线,长度约142km。包括秦皇岛北戴河、南戴河、河北昌黎黄金海岸等优质自然砂质岸线,南大港等湿地保护区岸线,牡蛎礁、贝壳堤等自然生态保护区岸线。应严加保护,禁止围海造陆和人为开发。

(2)一般保护岸线,长度约210km。包括一般砂质岸线,滦河、海河、蓟运河、戴河、南运河等河流入海口,典型海岸地貌景观,尚未开发的自然泥质岸线。应加强保护,禁止围海造陆,限制人

表4 1970年、2000年及2015年津冀沿海岸线变化对比

Table 4 Contrast of shoreline changes during 1970, 2000  
and 2015 of Tianjin-Hebei coastal areas

时段	自然岸线		半开发岸线		人工岸线		总岸线	
	长度/km	变化速率/(km·a <sup>-1</sup> )						
1970年代-2000年	-45	-1.8	+66	+2.6	+54	+2.2	+75	+3.0
2000-2015年	-95	-6.3	+60	+4.0	+402	+26.8	+367	+24.5
1970年代-2015年	-140	-4.0	+126	+3.6	+456	+13.0	+442	+12.6

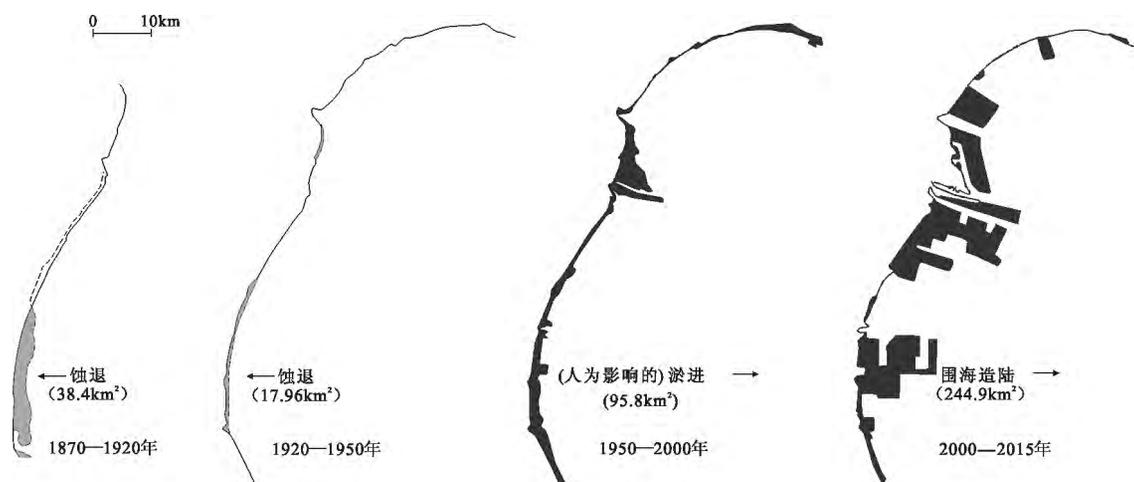


图 3 天津滨海新区岸段近 140a 来岸线变化示意图  
(据参考文献[14-15]①修改)

(与 1950 年近似基准岸线相比, 1870—1950 年 80a 间, 伴随着小冰期的结束, 海水进侵造成约 100km<sup>2</sup> 的土地损失, 1950 年以来, 人类活动新增土地 (包括近年来的围海造陆) 100~200km<sup>2</sup>, 2000—2015 年间围海造陆超过 244km<sup>2</sup>)

Fig. 3 Shoreline changes during the last 140 years along the coast of Tianjin Binhai New Area

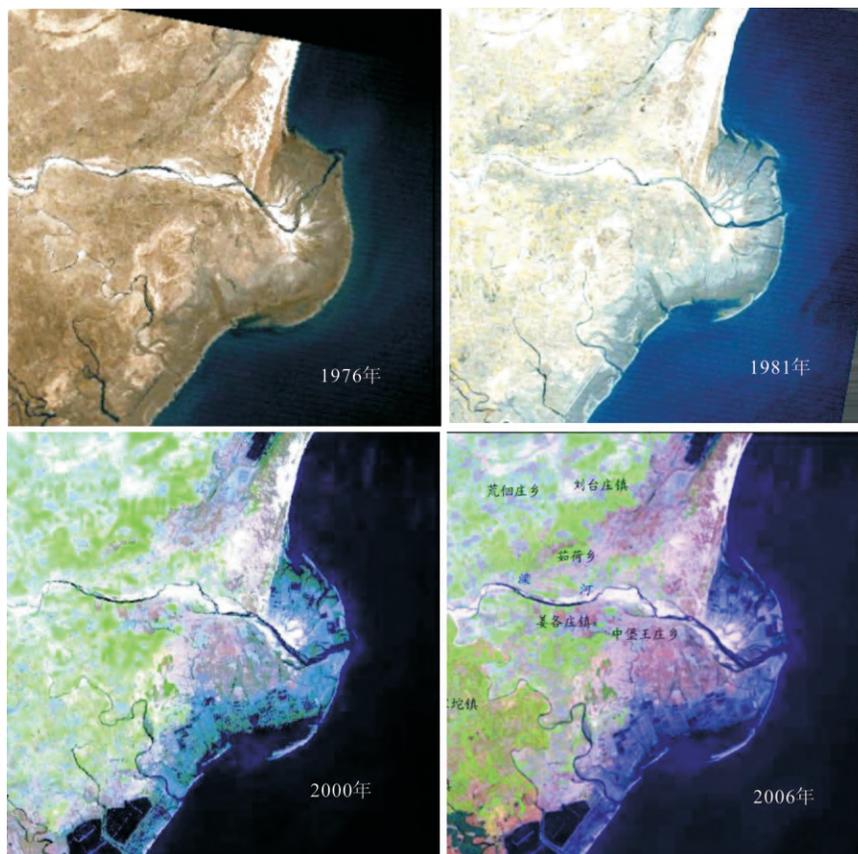


图 4 滦河口历年遥感影像

Fig. 4 Remote sensing data of the Luanhe estuary in different years

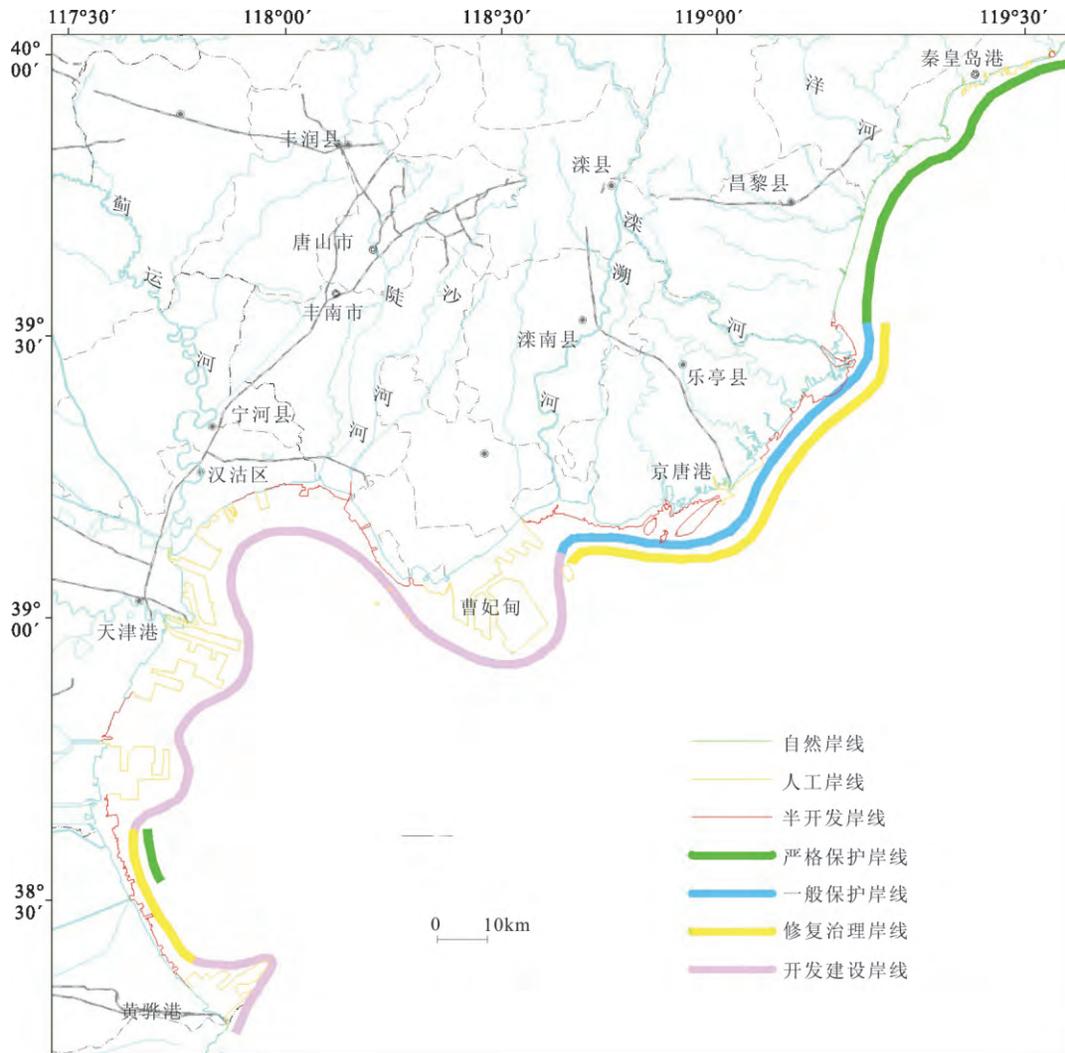


图5 津冀海岸带产业转移承接区海岸线保护建议图

Fig. 5 Projected map of shoreline protection for Tianjin-Hebei coastal areas

工开发,维持岸线自然状态。

(3)开发建设岸线,长度约380km。将现有港口岸线、围海造陆岸线及经论证批准的开发建设岸段划定为开发建设岸线。应加强地质环境调查和环境影响评价,采取措施治理地面沉降、侵蚀淤积等地质灾害,加强风暴潮灾害防御。

(4)修复治理岸线,长度约255km。建议将曹妃甸东至滦河三角洲和歧口至河北渤海新区现有的半开发岸线恢复为自然岸线。同时,对砂质侵蚀岸线、泥质淤积岸线、严重地面沉降岸线等的环境地质问题,采取相关治理措施,禁止围海造陆,有限度地开发岸线资源。

### 3 结论

(1)2015年遥感解译结果表明,津冀海岸线的现状为自然岸线90km、半开发岸线329km和人工岸线475km,总长894km。

(2)此种现状经历了人类活动逐渐取代自然因素的演化过程。1950年以前为自然因素主导的岸线变化,1950年以后变为人类活动主导的岸线向海推进,且人类活动逐渐加强,在2010年达到顶峰。

(3)兼顾环境保护与开发两方面的长远需求,建议将上述现状岸线按新的定义与内涵重新划分为严格保护岸线、一般保护岸线和开发建设岸线,

其规划长度分别约 142km、210km 和 380km。此外, 随着治理保护工作的不断深入, 对部分岸段进行修复治理, 恢复其自然属性, 规划修复治理岸线长 255km。

### 参考文献

- [1] 钟新宝, 康慧. 渤海湾海岸带近现代地质环境变化[J]. 第四纪研究, 2002, 22(2): 1-6.
- [2] 李建芬, 康慧, 王宏, 等. 渤海湾西岸海岸带现代地质作用及影响因素分析[J]. 地质调查与研究, 2007, 30(4): 295-301.
- [3] 姜义, 李建芬, 康慧, 等. 渤海湾西岸近百年来海岸线变迁遥感分析[J]. 国土资源遥感, 2003, 4: 54-58.
- [4] 王宏. 渤海湾泥质海岸带近现代地质环境变化研究( I ): 意义、目标与方法[J]. 第四纪研究, 2003, 23(4): 385-392.
- [5] 王福, 裴艳东, 李建芬, 等. 天津潮间带高程现状与滨海新区城市安全[J]. 地质通报, 2010, 29(5): 682-687.
- [6] Church J A, Clark P U, Cazenave A, et al. Sea Level Change[C]// Stocker T F, Qin D, Plattner G K, et al. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013: 1137-1216.
- [7] 何庆成, 张波, 李采. 基于 RS、GIS 集成技术的黄河三角洲海岸线变迁研究[J]. 中国地质, 2006, 33(5): 1118-1123.
- [8] 常军, 刘高焕, 刘庆生. 黄河口海岸线演变时空特征及其与黄河来水来沙关系[J]. 地理研究, 2004, 23(5): 339-346.
- [9] 黄鸽, 胡自宁, 陈新庚, 等. 基于遥感和 GIS 相结合的广西海岸线时空变化特征分析[J]. 热带海洋学报, 2006, 25(1): 66-70.
- [10] 李学杰. 应用遥感方法分析珠江口伶仃洋的海岸线变迁及其环境效应[J]. 地质通报, 2007, 26(2): 215-222.
- [11] 杨玉娣, 边淑华. 海岸线及其划定方法探讨[J]. 海洋开发与管理, 2007, 6: 34-35.
- [12] 孙晓明, 王卫东, 徐建国, 等. 环渤海地下水资源与环境地质调查评价[M]. 北京: 中国大地出版社, 2013: 146-188.
- [13] 李建芬, 康慧, 裴艳东, 等. 渤海湾西岸海岸带现代地质作用及影响因素分析[J]. 地质调查与研究, 2007, 30(4): 295-301.
- [14] 王宏, 商志文, 李建芬, 等. Holocene shoreline changes and marine impacts on the muddy coast, western Bohai Bay, China[J]. 地质通报, 2010, 29(5): 627-630.
- [15] 王宏, 李建芬, 商志文, 等. 渤海湾西岸沿海平原的形成与人类活动[C]//王颖. 海岸海洋科学. 北京: 科学出版社, 2006: 7-22.
- [16] 王颖, 刘瑞玉, 苏纪兰, 中国海洋地理[M]. 北京: 科学出版社, 2013: 516-519.
- ① 李建芬, 康慧, 钟新宝. 渤海湾西岸近百年来地表环境变迁[C]//王宏, 李建芬. 泥质海岸带现代地质作用(沉积、剥蚀及岸线变迁)与精细测年, 2002: 7-16.