

# 渤海湾海岸带近现代地质环境变化<sup>\*</sup>

钟新宝 康 慧

(中国地质调查局天津地质矿产研究所, 天津 300170)

**摘要** 淤泥质海岸带地区  $10 \sim 10^2$  a 级别的相对快速的“缓变型地质环境变化”, 主要包括水体、湿地和盐沼 - 湖泊退化或消失、贝壳堤和牡蛎礁被破坏、村镇和城市面积剧增、海岸线(平均大潮高潮线)被侵蚀后退、潮间带和近海河道被淤积、潮间带变宽变缓等。这些变化, 已对我国东部沿海地区的经济和社会发展造成不利影响, 并将对该类地区的可持续发展构成潜在威胁。在该类地区正在进行的 1:50 000 区域地质调查, 充分发挥其高精度和规范化的优势, 并辅以对近百年来不同时期的地形图、航空照片和遥感影像的数字化处理和对比研究, 试图对这些变化做出形象、直观和定量的二维(2D)表达。本文介绍的是正在渤海湾海岸带进行的工作, 充分显示出地质调查服务社会的公益性、基础性和战略性特点。对这一研究方向所显示的巨大潜力的进一步开发, 将可能形成供政府决策部门和各方面用户广泛利用的、可二次开发的平台, 从而使该类地区的可持续发展建立在对近现代地质环境变化详细了解的扎实基础之上。

**主题词** 海岸带 地质环境变化 图形数字化

## 1 引言

中国东部沿海经济发达地区, 相当一部分位于淤泥质海岸带和沿海淤泥质低平原。近百年来, 该类地区的地质环境发生了巨大变化。认识这种变化, 进而对变化的趋势做出预测, 已成为环境地质学的新“热点”。近年来, 我们以渤海湾西岸淤泥质海岸带(沿海低平原和潮间带)为基地, 通过大比例尺(1:50 000)区域地质调查和相关综合研究, 对该地区地质环境在近百年来的变化进行了多学科的深入探讨, 其初步成果显示该地区的地质环境在近百年间已发生了深刻的变化。本文通过对这一综合研究的重要组成部分——时间跨度达 80 年的多期地形图、航空照片和遥感影像的数字化处理和对比研究的介绍, 从而揭示几种基本地质要素——沉积与剥蚀、海岸线进退、水体、湿地和盐沼 - 湖泊的消长等, 以及人类活动的加剧造成的自然环境变化的原因等等, 其表达形式具有形象、直观的特点, 易为公众和传媒了解, 并可成为供进一步开发的基础平台。

## 2 目的与方法

与地震、泥石流和滑坡等突发性地质灾害不同, 一般认为, 淤泥质海岸带地区的地质

第一作者简介: 钟新宝 女 43 岁 工程师 地质数据计算机处理与制图专业 E-mail: tjxinbao@cgs.gov.cn

<sup>\*</sup> 中国地质调查局国土资源大调查项目(批准号: 100201094 和 0199201054) 资助

2001 - 05 - 20 收稿, 2001 - 12 - 30 收修改稿

环境变化常表现为“缓变型”特点。例如,渤海湾全新世的几道贝壳堤与堤间低地的交替<sup>[1~4]</sup>、潮滩沉积与湖泊-岭地的交替及牡蛎礁群的形成与消失<sup>[4,5]</sup>,就分别经历了数百年和千年的历史。但是,还有另一类相对快速的、 $10 \sim 10^2$ a 级别的变化,已愈益引起人们的注意。这些变化包括百年级的海岸线进退、水体与湿地-湖泊的干涸或缩小、分米级的海平面波动、地面沉降和地下咸水进侵等等<sup>[6~9]</sup>。近年来在渤海湾海岸带开展的区域地质调查,强调在研究基底构造和第四纪地层的同时,充分重视与人类关系密切的近现代地质环境变化(geo-environmental changes),俾使我们的区域地质调查的基础数据能尽快地、更好地服务于地区性社会与经济发展。这里,我们介绍属于地质调查重要内容之一的图形数字化和地表形态变化对比研究的基本方法,以及这一研究的初步成果。

获得时间跨度尽可能长的不同时期的地形图、航空照片和遥感影像,是开展这一工作的前提。表 1 的图件、照片(航空照片和遥感影像)记录了近百年间渤海湾西岸、西北岸沿海低地和海岸带(包括潮间带)总面积约  $8\,000\text{ km}^2$  的地表形态——海岸线、河流与湖泊、盐沼与湖泊、贝壳堤、岭地、村镇与城市、土地利用等的变化。利用 MAPGIS 软件对表 1 中的编号 2、6 和 7 项进行了三维矢量化处理;利用 PCI 软件对表 1 的编号 8 进行数字处理及初步解译,如假彩色合成(false color composite)、线性拉伸(scale)处理后对潮间带不同亚带宽度变化、淤积的研究等;并对表 1 的编号 1、3、4 和 5 项进行了目视解译和分析。这些工作,得到了近年来在渤海湾西北岸沿海低地淮淀乡幅(J50E005015)、渤海湾西岸海岸带白水头-岐口镇幅(J50E008015 和 J50E009015)  $1\,50\,000$  区域地质调查和渤海湾近现代地质环境变化与同位素示踪和测年( $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{137}\text{Cs}$  和  $^{241}\text{Am}$ )等项目野外实地验证的支持。通过上述研究,初步了解了近百年间渤海湾沿海地区地质环境与生态环境变化的基本特征。

表 1 渤海湾西岸地表形态变化对比研究所依据的各类图件一览表

Table 1 List of the various graphic data used for topographic comparison on the west coast of Bohai Bay

编号	图名	涵盖地域与面积/ $\text{km}^2$	比例尺	测量时间	出处
1	地形图	黑沿子至老狼坨子海岸带, 大约 $1\,000$	1:140 000	1870 年	文献[10]
2	地形图	蓟口以北至后唐堡一线的沿海低地及海岸带, 大约 $8\,000$	1:50 000	1918~1924 年	天津顺直水利委员会 1928 年版
3	地形图	地域同上, 大约 $8\,000$	1:100 000	20 世纪 70 年代	总参测绘局 1973、1985 年版
4	航空照片	淮淀乡幅、白水头-岐口镇幅, 大约 $1\,200$	1:25 000	20 世纪 50 年代	总参测绘局 20 世纪 50~60 年代航空摄影
5	航空照片	淮淀乡幅、白水头-岐口镇幅及周边地区, 大约 $2\,000$	1:40 000	1975 年	天津市测绘处 1979 年版
6	地形图	淮淀乡幅、白水头-岐口镇幅, 大约 $1\,200$	1:10 000	1975 年	天津市测绘处 1978 年版
7	地形图	渤海湾西岸、西北岸沿海低地和海岸带与潮间带, 大约 $8\,000$	1:50 000	20 世纪 80~90 年代	国家测绘局 1994、1995、1998 年版
8	(1) MSS 遥感影像	渤海湾西岸、西北岸沿海低地和海岸带与潮间带, 大约 $8\,000$	1:100 000	(1) 1976 年	美国航空航天局
	(2) TM 遥感影像			(2) 1997 年	Landsat 1、5 号地球资源卫星数据

### 3 结果与讨论

主要研究结果以二维形式(2D)表达(图版 图 1<sup>1)</sup>和图版 图 2),这些数字化图件形象而直观地给出了下列结果。

(1) 城镇面积剧增 20 世纪初,渤海湾沿海地区人口密度低,天津市区面积仅约 26 km<sup>2</sup>,零星的村镇多沿地势较高的古今河道分布,以防洪水和海潮的侵袭(见图版 图 1)。20 世纪末,天津市区面积扩大了近 10 倍,超过 250 km<sup>2</sup>,市区中心人口密度 > 2.2 万人/km<sup>2</sup><sup>[11]</sup>,沿海增加了塘沽、汉沽、大港 3 个区;渤海湾沿海地区的村镇总面积较 20 世纪初增加了约 12 倍多(见图版 图 2)。

(2) 湿地面积减少 20 世纪初,渤海湾沿海地区近 80% 是河网密布的湿地和盐沼(见图版 图 1)。20 世纪末,除部分原有洼地辟为水库外,大部分天然水域已基本消失(见图版 图 2)。近百年前,天津以北的七里海还是典型的湿地景观,是近三千年以来海退过程中的残留湖<sup>2)</sup>,面积最大时超过 100 km<sup>2</sup>,芦苇丛生的植被景观在过去数千年间曾多次出现。这一优良的自然景观一直保持到 20 世纪中叶。今天的七里海尽管已被列为国家级自然保护区,但湿地的面积已经减少了大约三分之一,后七里海在 30 年前已经完全消失,前七里海也在继续淤积中,个别湖区的湖底仅比周围农田低不足 1 m。可以断言,若不善加保护,在不远的将来,七里海这块天然湿地将不复存在。

(3) 重要地质现象被破坏 自全新世中期初以来的 7 000 年间,渤海湾西岸形成了数道长达数十公里、几乎全部由贝壳及其碎屑组成的贝壳堤(chenier)古海岸线<sup>[1~3, 6, 12]</sup>(见图版 图 1)。老的贝壳堤多已被泥沙覆盖,年轻的贝壳堤在宋、金寒冷期和明、清“小冰期”时进一步发育为高度数米至十余米的风成沙丘,是抵御风暴潮和海浪侵蚀的天然屏障。贝壳堤常夹有多层古土壤,发育于气候温暖湿润时期。堤内赋存少量淡水,使先民从山区向沿海迁徙,并首先在贝壳堤上零星定居成为可能,明、清以来,年轻贝壳堤上的零星定居点逐渐发展成了小村落。坚固的贝壳堤成为最早的道路,今天的津岐公路上古林段、南水源段就建在贝壳堤之上。20 世纪 70 年代遥感影像仍可辨识年轻贝壳堤的形迹,80 年代中后期以来,贝壳堤受到极为严重的人为破坏,目前渤海湾沿岸仅存三、四处残破不全的贝壳堤痕迹,其中最长一段在黄骅后唐堡与张巨河之间,长仅 1~2 km。

几乎与贝壳堤同一时期,天津北部存在众多的沿古河口和近岸海区发育的牡蛎礁(oyster - reef)。礁体由密集簇生的牡蛎组成,个体壳高可达 10~40 cm,礁体最大厚度 5~7 m。作为全球所有动植物中单位体积生物量最高的礁体,牡蛎礁的正常发育(密集个体向上建造)以及含有较多泥沙沉积物、牡蛎多水平横置的夹层(风暴潮破坏记录<sup>3)</sup>,反映了天津地区近数千年来经历了多次气候适宜阶段与破坏阶段的交替。自 20 世纪 80 年代以来,已发现的三、四十处埋藏的牡蛎礁均受到严重的人为破坏,很多已不复存在。贝壳堤和牡蛎礁是渤海湾沿海地区两类特殊的地质体,在世界上享有较高的知名度,牡蛎礁体的厚度甚至是全球近数千年来已知同类礁体中最厚者。二者具有极高的生态环境研究价

1) 图版 图 1 中的祁口与图版 图 2 和文章中的岐口镇是同一地点

2) 王云生. 淮淀乡幅(J50E005015)浅表地层区域地质调查专题研究报告. 2001

值和旅游观赏价值,是渤海湾宝贵的地质遗产。然而,面对几乎破坏殆尽的现实状况,除非采取特别抢救措施,否则我们的后代将只能从书本上和文献中了解它们。

(4) 海岸线变化 持续数百年的明、清“小冰期”结束时,海岸线仍是曲折的<sup>[10]</sup>。至 20 世纪初,渤海湾海岸线趋于平直(见图版 图 1)。20 世纪前期、中期,潮间带坡度较大,宽度较窄,海河河口呈喇叭状,向内凹进。20 世纪后期,部分岸段海岸线侵蚀后退(最大蚀退距离约 1 000 m),潮间带被淤平、变宽,潮间带宽度增大至 3~5 km,平均大潮低潮线向海推进<sup>1)</sup>,海河河口人工突堤向海延伸了 5 km(见图版 图 2)。尤其是 20 世纪 80 年代以来,沿海地区大面积开辟虾池,使一些岸段的海岸线(平均大潮高潮线)向海推进了 1~2 km,甚至更多。这些由松散泥沙堆积的人工岸线,极易被风暴潮冲毁,致使大量泥沙被沿岸流搬运。目前,所有河流下游和入海口处均被严重淤积,原来窄而陡的潮间带也被淤平淤高(最大淤积厚度约 1~3 m),已经构成大洪水期行洪不畅的隐患,使沿海渔业活动亦受到影响。每年需花费大量人力和物力清淤,但边清淤、边堆积,形成恶性循环,是沿海地区的一个严重的环境地质问题。

## 4 结论

经济与社会快速发展的同时,渤海湾泥质海岸带正面临着地质环境恶化的严重挑战。水体与湿地减少或消失、海岸线被侵蚀、潮间带被淤积以及重要地质现象被破坏等等,这些主要因人类活动加剧而引发的地质环境变化,在数十年至近百年内即可发生。我们将这一类地质环境变化特别定义为“缓变型地质环境变化”中“相对快速的一类”,即  $10 \sim 10^2$  a 级的环境变化事件。考虑到温室效应和污染导致环境不断恶化和沿海地区人类活动进一步增强的趋势,今后,东部沿海地区的地质环境和生态环境将面临更大的压力。

**致谢** 王宏、李凤林、李建芬、翟乾祥、王云生及环境与水资源研究室的同事们给予多方面的帮助,前期研究得到天津东达公司的资助,一并致谢。

## 参 考 文 献

- 1 王 颖. 渤海湾西部贝壳堤与古海岸线问题. 南京大学学报, 1964, 8(3): 424~443
- 2 赵希涛. 渤海湾西岸全新世海岸线变迁. 见: 中国科学院地质研究所编. 华北断块区之形成与发展. 北京: 科学出版社, 1980. 302~309
- 3 徐家声. 渤海湾沿海贝壳堤与海平面变化. 海洋学报, 1994, 16(1): 68~77
- 4 Wang Hong, Van Strydonck. Chronology of Holocene cheniers and oyster reefs on the coast of Bohai Bay, China. *Quaternary Research*, 1997, 47: 192~205
- 5 王 宏. 渤海湾与新构造活动: 几个基本问题的讨论. 见: 卢演侑, 高维明, 陈国星等主编. 新构造与环境. 北京: 地震出版社, 2001. 171~184
- 6 王 宏, 李建芬, 张玉发等. 渤海湾西岸年轻贝壳堤: 形态、结构与多成因过程. 地质论评, 2000, 46(3): 276~287
- 7 李凤林. 渤海沿岸现代海蚀研究. 天津: 天津科学技术出版社, 1996. 103~112
- 8 中国科学院地学部. 海平面上升对中国三角洲地区的影响及对策. 北京: 科学出版社, 1994. 17~173
- 9 Fletcher C H. Sea-level trends and physical consequences: Applications to the U. S. shore. *Earth Science Reviews*, 1992, 33: 73~109

1) 李建芬. 泥质海岸带现代地质作用与精细测年报告. 2001

- 10 李鸿章,张树声编修. 畿辅通志. 上海:商务印书馆, 1 880. 3 704 ~ 3 504  
11 李亚力, 宋 杰, 王其坤等. 中国地区发展回顾与展望(天津市卷). 北京: 中国物价出版社, 1999. 23  
12 李世瑜. 古代渤海湾西部海岸遗迹与地下文物的初步调查研究. 考古, 1962, 12: 652 ~ 657

## RECENT GEO-ENVIRONMENTAL CHANGES IN THE BOHAI BAY COAST

Zhong Xinbao      Kang Hui

(Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Tianjin 300170)

### Abstract

Geological environmental changes during the recent time in the Bohai Bay muddy coast have been very striking. The main characteristics are: decrease of wetlands and marshes, destruction of cheniers and oyster reefs, landward recession of the MHWST shoreline and seaward progradation of the MLWST shoreline (i. e. widening of the intertidal zone), vertical accumulation of mud and fine sand on the intertidal flat and in estuaries, and extension of cities and towns. These changes, usually on the scale of 10 to  $10^2$  a, are different from either the fast changes like earthquake, slide and mud flow or long-life geological processes, such as development of cheniers and oyster reefs which need at least several hundred years. We, thus, called these ten- to hundred-year-changes as the 'relatively fast changes', being easily perceived by one or two generations. These are indeed even more dangerous than those instantaneous disasters and long time processes for the muddy coastal zones where have been densely populated and most economically developed both in China and on the world.

On the basis of shallow-strata geological mapping (1:50,000), including high-resolution Eijkelpkamp hand auger investigation for the mid- and late Holocene coastal muddy sediments, systematic digital processing was carried out by using MAPGIS and PCI softwares for the maps of the period 1915 ~ 1989 with various scales from 1:100,000, 1:50,000 to 1:10,000, and the TM/MSS images of remote sensing of the period 1976 ~ 1997 with the scale 1:100,000. This systematic work was refined by a set of aerophotos of 1950's and 1970's, respectively.

Consequently, two dimensional (2D) vectorial pictures were obtained. Through comparisons, these pictures show remarkable geo-environmental changes along the Bohai Bay coast in the past hundred years, including 1) the area of the natural wetland and marshes/ lagoons decreased by 50 %; 2) as two famous components, the cheniers and oyster reefs were seriously damaged; 3) the shoreline of the mean high water spring tide (MHWST) has been retreated for several hundred meters while the shoreline of the mean low water spring tide (MLWST) has been extended farther seaward. The intertidal zone was widened from 3 to 5 km; and 4) cities and towns dramatically extended.

As a part of the existing coastal geological mapping investigations along the Bohai Bay coast, the digital processing of various maps and topographic images is useful for the coastal sustainable development and infrastructure management.

**Key words**      coastal zone, geo-environmental changes, digital processing

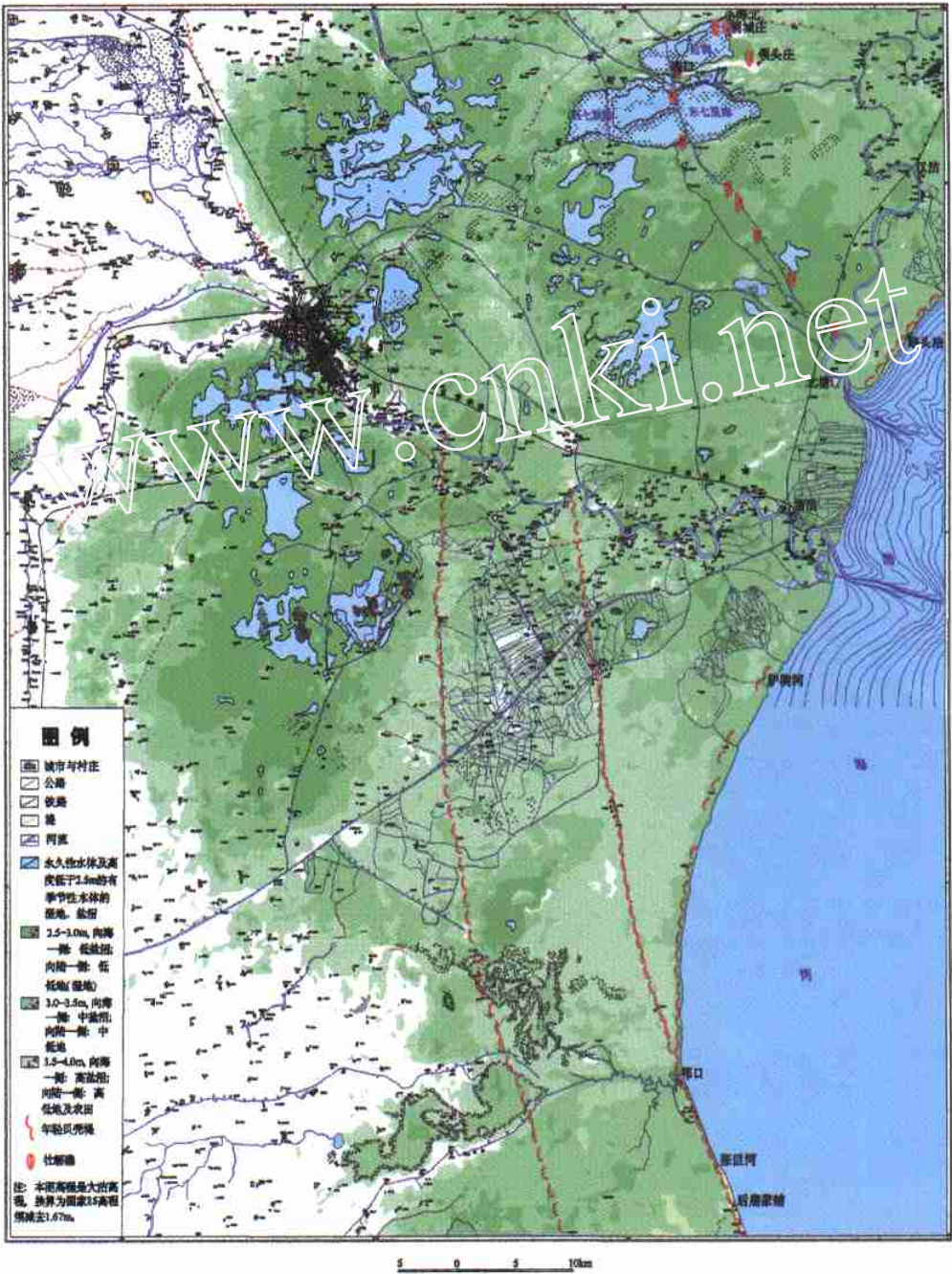


图 1 天津市及其附近地区 20 世纪初地形形态图



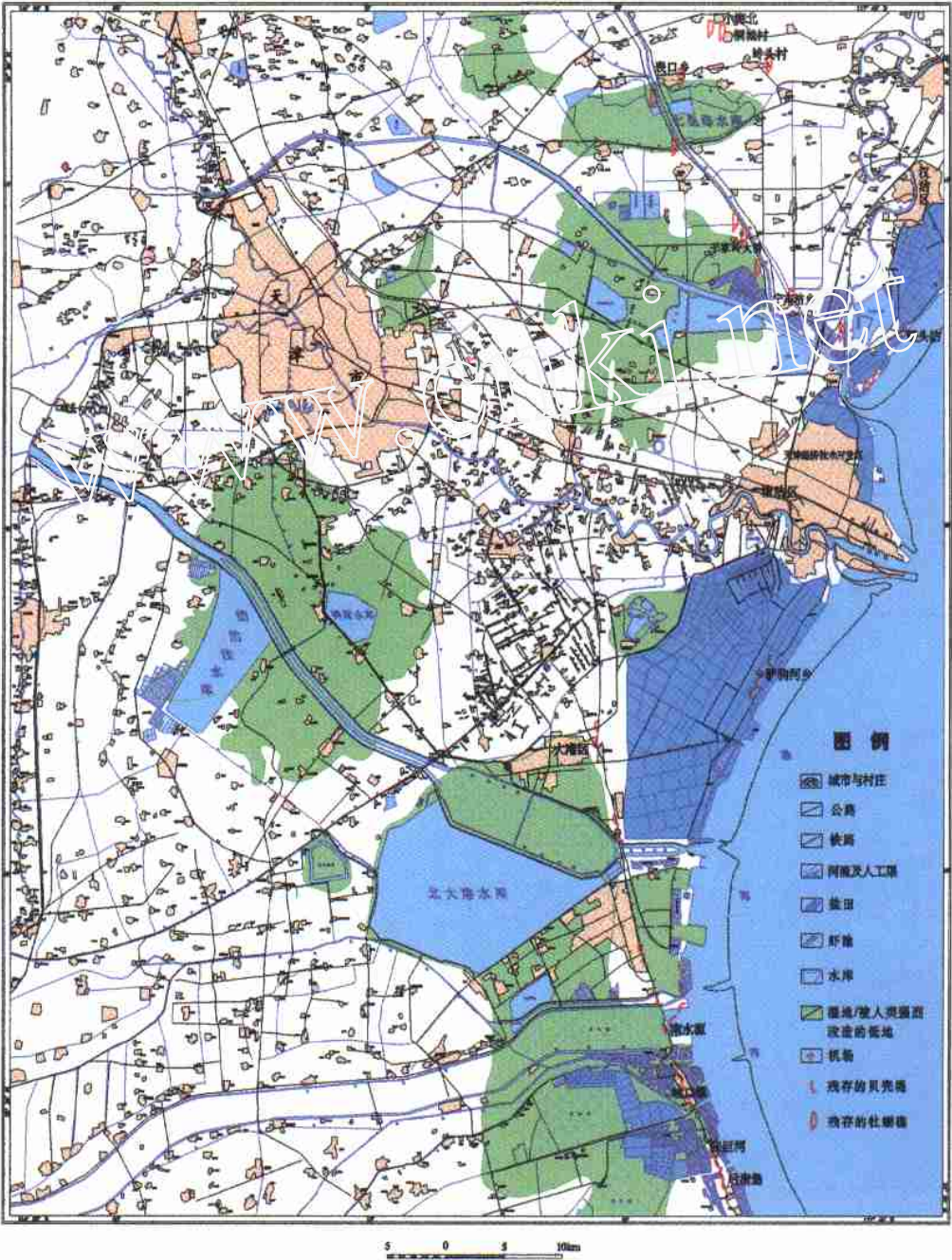


图 2 天津市及其附近地区 20 世纪末地表形态图