

渤海湾西岸近百年来海岸线变迁遥感分析

姜 义^{1,2}, 李建芬³, 康 慧³, 钟新宝³

(1. 吉林大学 ,长春 130026 ; 2. 中国地质调查局 ,北京 100035 ; 3. 天津地质矿产研究所 ,天津 300170)

摘要 :渤海湾是中国典型的淤泥质海岸带 ,应用不同时期的历史资料、地形图、航空照片及多时相的 MSS、TM、ETM 遥感数据 ,经计算机处理 ,进行信息增强及信息复合 ,提取了百年来海岸线变化信息 ,划分为侵蚀、淤积和稳定不同类型岸段 ,表明渤海湾西岸泥质海岸带近百年来已发生了“ 缓变型地质环境变化 ”中的“ 相对快速的变化 ”。
关键词 :渤海湾 ; 泥质海岸带 ; 海岸线变化 ; 图像处理 ; 遥感解译
中图分类号 :TP 79 :P 714⁺.6 文献标识码 :A 文章编号 :1001 - 070X(2003)04 - 0054 - 05

0 引言

渤海湾西岸是中国典型的淤泥质海岸带 ,是地质环境、生态环境最敏感、最脆弱的地带 ,它经受着海洋动力(波浪、潮流、潮汐)、入海河流、气候、温度等一系列自然因素无限循环的作用 ,接受着侵蚀或淤积。同时 ,近年来人类活动又极大地影响了它的变化速度和方向。20 世纪 80 年代以来 ,渤海湾西岸渔民在潮间带挖掘虾池 ,人为将 MHWST(平均大潮高潮线)岸线向海推进 ,打破了原有的海、陆平衡 ,致使大量泥沙从潮间带进入沿岸流水循环 ,淤塞天津港、黄骅港等沿海港口 ; 另外 ,河流入河口建闸后 ,改变了潮汐河道的性质 ,使闸上、下严重淤积。总之 ,近百年来 ,已经发生了我们称之为“ 缓变型地质环境变化 ”中的“ 相对快速变化 ”。原有的湖泊、湿地与盐沼已经消失或萎缩、人口剧增、贝壳堤等天然地貌被破坏、MHWST 岸线后退、潮间带拓宽、入海河口与潮间带上部被淤高、淤平^[1,2]。而这一地区又是经济发展及生态环境极其重要的地区 ,是很多鸟类和野生动物的栖息地。因此 ,对海岸带地质环境动态变化的监测就显得极为重要。

遥感是实施这一监测最有利的工具 ,它的多时相性可以真实记录下同一地区在不同时间由于自然环境的变迁及人类活动所产生的变化。它的多波段、多平台、多信息的特点 ,提供了人眼无法感受到

的地物电磁信息及在地表无法观测到的宏观信息。因此 ,我们在对渤海湾西岸泥质海岸带现代地质环境变化的研究中 ,运用多时相的遥感数据和资料与所获取的百年来各时期的相关图件、资料进行对比研究 ,获得了近百年来渤海湾西岸泥质海岸带现代地质环境变化的宝贵信息。

1 遥感数据和处理

- 1.1 遥感数据的收集
- 研究中用到的遥感资料有 :①部分地区 20 世纪 50 年代航摄的黑白航片 ; ②部分地区 20 世纪 80 年代航摄的彩红外航片 ; ③ 3 个时相的 MSS 数据 (1976 - 03 - 26、1979 - 03 - 23、1981 - 04 - 20)和 2 个时相的 TM 数据(1987 - 03 - 27、1997 - 05 - 09) 及 2000 - 03 - 06 接收的 ETM 数据。
- 1.2 遥感数据的处理
- 1.2.1 几何精校正
- 首先对所有遥感数据进行了质量检查 ,然后对上述卫星数据进行了几何精校正 ,使用高斯 - 克吕格投影方式的 1: 5 万地形图作为几何校正的地理地图 ,进行影像图与地形图的配准 ,误差小于 1 个像元。保证了研究工作中使用的所有卫星影像数据处于同一空间坐标系统内 ,以便于进行对比。
- 1.2.2 信息增强处理
- (1)彩色合成。根据 MSS 数据和 TM 数据各波

段的电磁波特征及主要设计用途 ,MSS 选择了 7 (红)、6(绿)、5(蓝)波段合成 ;TM 选择了 7(红)、4 (绿)、1(蓝)波段合成 ,其中 TM7 波段用于区分岩石类型、热状态制图 4 波段用于确定水中生物含量 ,圈定水体边界 ,1 波段可以穿透水体 ,用于海岸水域制图。且 7、4、1 等 3 个波段相关性小 ,避免了信息的重复。合成后的图像经线性拉伸 ,影像清晰自然 ,色彩协调 ,反差适度 ,视觉效果好 ,易于判读。

(2)信息融合。为充分发挥 ETM 数据全色波段的高几何分辨率信息 ,提高地表细节信息在图像中的反映 ,对 2000 年的合成图像进行了数据融合处理 ,用 ETM8 波段与 TM7 TM4 TM1 合成图像进行融合 ,使融合后的图像既保持了原图像的光谱分辨率 ,又提高了图像的几何分辨率。

(3)分段线性拉伸。为了提取潮间带及潮下带的地物信息 ,用特殊物体的分段线性拉伸方法 ,将陆上地物的反射率信息压缩 ,将水下物质反射率的微小差别拉大 ,经过处理后的图像可以清晰地将水下物质的差别及分带显示出来。

(4)图像校正。将两期航空照片数字化 ,进行数字镶嵌 ,并进行几何校正。

1.3 地物信息提取及解译

在分析地物不同反射波谱特征的基础上(图 1、图 2) ,对经过处理的各期遥感图像进行人机交互解

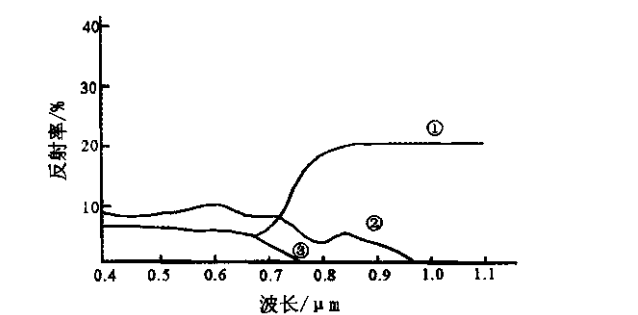


图 1 水体的反射波谱曲线
① - 藻类浮游物 ; ② - 含沙水体 ; ③ - 静水

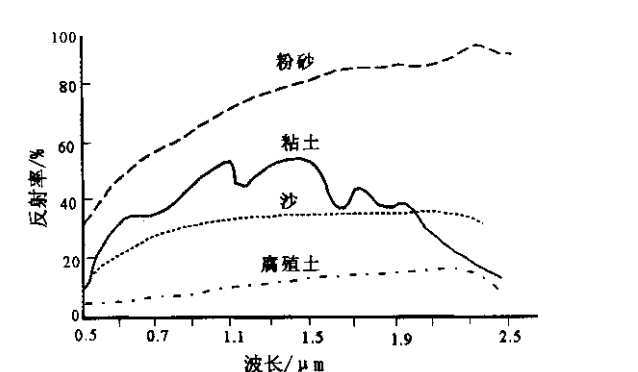


图 2 土壤样品波谱曲线
在相同温度下测量的反射率)
万方数据

译 ,提取所需地物的信息 ,如海岸线位置、贝壳堤分布、潮间带宽度及分带、水系、沼泽与湿地分布等等 ,并成图。

2 非遥感数据及处理

2.1 数据收集

由于收集的遥感数据是 1970 年以后的 ,航片是 1950 年以后的 ,对于更早期的海岸带变化研究显得资料不足。为弥补这一缺陷 ,获得比较精确的更为早期的海岸带信息 ,我们又收集了多期地形图。主要有 :① 1870 年实测的《畿辅通志》(李鸿章等 , 1884) ;② 1918 ~ 1924 年实测的海河流域 1: 5 万地形图(天津顺直水利委员会 , 1928) ;③ 1951 年航测的 1: 5 万地形图 ;④ 1955 年编绘的 1: 10 万地形图 ;⑤ 1988 年航测的 1: 5 万地形图。

2.2 数据处理与信息提取

将各期地形图进行数字化处理 ,并进行投影变换和误差校正 ,与遥感数据统一在同一坐标系下。对数字化后的地形数据进行信息提取及分析 ,分别制成单元素的专题图件。

3 信息复合及分析

将不同年代不同要素分别提取出来后 ,按地理坐标投到 1: 20 万底图上 ,以典型地物如河流、贝壳堤等永久性标志进行校正 ,最后将遥感解译图件及各期地形图解译专题图件统一比例尺 ,进行复合 ,绘出“ 渤海湾西岸近百年来海岸线变迁图”(1: 20 万 ,插页彩片 5) ,从插页彩片 5 可以看出 ,自 1870 年以来 ,渤海湾西岸海岸带发生了明显的变化。

4 渤海湾西岸海岸线变化

(1)1870 年海岸线。《畿辅通志》(李鸿章等 , 1984)的海防图一 ,系实测图 ,尽管精度不高 ,但反映了当时海岸线曲折、潮沟发育、海河口成喇叭型向陆凹进 ,海河口宽 400 m、水深约 5 m ,各村庄距离海岸较远 ,一般为 1 ~ 3 km。区内主要河流有海河、兴济减河、捷地减河与石碑河 ,后 3 条河汇入古歧口湾入海。区内有大片盐沼、洼地及荒地 ,村庄稀疏。

(2)20 世纪初海岸线。顺直水利委员会海河流域 1: 5 万地形图经校正后 ,绘制到 1: 20 万底图上 (此资料止于前唐堡 ,前唐堡以南资料缺失)。可以

看出,进入 20 世纪初,海岸线已趋于平直。

(3)1951 年海岸线。采用 1951 年航测,1958 年出版的 1:10 万地形图所给出的岸线,将其投影到 1:20 万底图上(缺失冯家堡以南资料)。可以看出,此时岸线更趋于平直圆滑。

(4)1981~2000 年海岸线。利用卫星遥感数据,经 PCI 软件处理后,解译出当时的平均大潮高潮线,投影到 1:20 万底图上。可以看出,从 20 世纪 80 年代到 20 世纪末,岸线由平直圆滑逐渐变得凹凸不平,这主要是因为修筑港口、堤坝、虾池、盐田、海水

浴场等的结果。

根据遥感解译和野外实地调查,汇编了表 1。从表 1 可以看出,从 1870 年到 20 世纪 20 年代,除唐家河—驴驹河一带为淤积海岸,变化较小外,其余岸段经历了一个裁弯取直的过程。驴驹河以南,冲刷最严重的是海岸线的突出部分;而在凹入地段发生淤积与充填——冯家堡以南的小海湾被沉积物充填,古歧口湾面积约 40 km² 的葫芦型低地被充填。使湾口成喇叭型开口,并最终使弯曲的海岸变得平直。

表 1 近百年来沿海村庄距 MHWST 岸线的距离及变化情况(资料截至 1997 年)

名称	距 MHWST 岸线距离/km					侵蚀速率/(m·a ⁻¹)						
	1870 年	1926 年	1950 年	1981 年	2000 年	1870 ~ 1926 年	1926 ~ 1950 年	1951 ~ 1981 年	1981 ~ 2000 年	1870 ~ 2000 年	1926 ~ 2000 年	1926 ~ 1981 年
天津经济技术开发区		0.0	-0.5	-0.5	0.8		-20.83	0.00	68.42		10.81	-9.09
天津新港北侧		0.0	0.00	5.2	6.5		0.00	173.33	68.42		87.84	94.55
天津新港南侧(大沽)		2.6	3.70	4.8	9.6		45.83	36.67	252.63	78.05	94.59	40.00
驴驹河	0.65	1.0	0.80	0.6	1.4	6.25	-8.33	-6.67	42.11	6.10	5.41	-7.27
高沙岭南	0.30	1.2	0.40	1.6	1.7	16.07	-33.33	40.00	5.26	11.38	6.76	7.27
白水头	0.20	0.8	0.10	0.8	0.8	10.71	-29.17	23.33	0.00	4.88	0.00	0.00
唐家河	2.00	0.4	0.20	1.4	1.4	-28.57	-8.33	40.00	0.00	-4.88	13.51	18.18
老马棚口	4.80	2.4	2.00	2.6	3.4	-42.86	-16.67	20.00	42.11	-11.38	13.51	3.64
新马棚口	-5.60	0.8	0.40	1.4	2.1	114.29	-16.67	33.33	36.84	62.60	17.57	10.91
歧口	2.20	0.3	0.60	1.0	2.0	-33.93	12.50	13.33	52.63	-1.63	22.97	12.73
张巨河	3.60	0.2	0.50	1.0	1.4	-60.71	12.50	16.67	21.05	-17.89	16.22	14.55
后唐堡	2.00	0.2	0.60	0.8	1.4	-32.14	16.67	6.67	31.58	-4.88	16.22	10.91
前唐堡	2.00	0.2	0.60	0.4	1.4	-32.14	16.67	-6.67	52.63	-4.88	16.22	3.64
沈家堡	2.00	0.2	0.25	0.8	1.2			18.33	21.05	-6.50		
李家堡	2.40		0.25	0.8	1.3			18.33	26.32	-8.94		
赵家堡	1.50		0.60	0.5	0.8			-3.33	15.79	-5.69		
关家堡	3.40		0.50	0.7	1.0			6.67	15.79	-19.51		
大辛堡	2.80		0.50	0.6	1.0			3.33	21.05	-14.63		
徐家堡	0.60		0.80	0.2	0.4			-20.00	10.53	-1.63		
冯家堡	0.80		0.90	0.7	0.5		-15.00 ^①	-6.67	-10.53	-2.44		
老狼坨子	1.70		0.50	0.2	0.0		-10.00		-10.53	-13.82		

①斜体数字为实地调查及民访所得。正值表示距岸线的实际距离,负值表示当时海水已满过此地,向陆地侵入的距离。

自 20 世纪 20 年代至 50 年代,海岸线以歧口为界,以北至天津经济技术开发区为侵蚀岸段,侵蚀量最大的白水头—高沙岭南一带,达到 700~800 m;1951 年岸线图显示,歧口以北至大沽口南岸段,海拔高度 0.83~1.33 m 的岸段被侵蚀。仅在大沽口有淤进。歧口以南至前唐堡(前唐堡以南无资料)变化较小,某些岸段略有淤积。但前唐堡以南据历史资料记载存在剥蚀现象。1939 年 8 月 11 日风暴潮造成渤海湾南部岸滩的侵蚀和后退,老狼坨子、冯家堡、徐家堡、大辛堡、小辛堡等地受到侵蚀。今黄骅

市陈家堡被卷入海中。

20 世纪 50 年代至 80 年代,海岸线以淤进为主,唐家河(独流减河河口)以北至天津经济技术开发区岸段,淤积较强。最大淤积出现在海河口,海河口由喇叭型淤长成鹰嘴型(有人工防浪堤的参与)。

表 1 反映了渤海湾西岸侵蚀、淤积状况。在南部的 前唐堡、赵家堡、徐家堡、冯家堡等地有蚀退,侵蚀及淤进速率较小。侵蚀速率在徐家堡一带最大约 20 m/a。除天津新港由于修建码头,淤进速率可达 170 m/a 外,一般均小于 30 m/a。

1981~2000年,除南部冯家堡、老狼坨子为侵蚀海岸外,其余地区均为淤进海岸。天津新港由于港口建设,人为作用将岸线向海推进约4.8 km。另外,湾顶处马棚口至前唐堡一带,岸线向海推进约1 km左右,同样可能是人为作用所致。

以上结果与调查、民访及文字记录基本相符。南部地区海岸线侵蚀作用较强,位于老狼坨子以北约10 km的冯家堡,20世纪60年代修建的海防碉堡,现已处在距MHWST岸线约30 m的潮间带中。据调查,50 a前的海岸线,在碉堡以东700~800 m。当时的岸边,分布着一道“沙岗子”(贝壳堤),高度可达5~6 m,有发育良好的酸枣植被。这道沙岗子,逶迤向南直抵老狼坨子,向北断续与杨家堡—贾家堡—后唐堡—歧口贝壳堤相接。堤后有淡水,远在20 km以外小山地方熬制大烟的人亦由该处汲水^①,足够数百人饮用(蔡爱智,1981)。20世纪40、50年代以前,潮坪很陡,潮满时岸边海水到腰部、甚至没顶。其后,海岸侵蚀加剧,速率达到约20 m/a。致使沙岗子荡然无存,堤后淡水资源消失。20世纪50、60年代时船只靠岸已发生困难。进入70年代,非高潮水时已无法靠岸。风暴潮对海岸的侵蚀作用较强,如最南端的老狼坨子因风暴潮袭击,海水冲过岸堤灌入农田和堤后盐沼,贝壳堤被冲刷成悬崖,迫使整个村庄内迁(同^①)。旧大辛堡东在20世纪50年代前还有3条街、200余户,村前还有晒网地、数棵榆树、菜园子和一座小土地庙等。1973年翟乾祥^②等人进行调查时,仅在村西部仍有少数住户,其余地方已完全为海水蚀去,旧时海堤早已沦于海中。

据蔡爱智调查,研究区最南端的大口河堡位于贝壳堤之上,20世纪40年代中期还是一个大渔堡和渔、商两用港口,住房很多,还有一个很大的龙王庙。到1959年时即已颓败了。研究区以南的套尔河堡在20世纪初曾是一个千人左右的渔镇,但从1930年开始,贝壳堤逐渐被侵蚀,至20世纪中叶,渔村被迫迁至岔尖堡。蔡爱智还特别指出,20世纪40年代中期,定置网设于套尔河堡岸外1.5~2 km处;至80年代初期,已移至岸外16~20 km处(蔡爱智,1981),这充分证明了MHWST岸线的蚀退和潮间带的淤平、淤宽。

同时,自子牙河、南、北排水河等开挖后,大港区马棚口至李家堡沿海演变为冲淤接近平衡的海岸,有的岸段甚至缓缓前淤。20世纪60年代以来,为防潮蓄淡,曾先后在河北省岸段的河口建闸39座。造成闸的内、外均发生淤积。1969~1982年,南排河闸

口以上31 km的河床内,淤积泥沙872.52万 m^3 ,平均淤积速率62.3万 m^3/a ,最大厚度达3.63 m。1982年该闸已拆除。子牙新河河口因建闸,1967~1983年淤积泥沙量175.08万 m^3 ,最大淤积厚度达3.6 m^[3]。

5 结论

近百年来渤海湾西岸海岸线变迁过程,自北向南可分为以下几种情况:

(1)天津新港岸段。淤进海岸,特别是20世纪80年代以后,由于港口建设,人为作用更加剧了岸线的淤进,使海河口地区由内凹的喇叭型淤长成凸出的鹰嘴型。

(2)驴驹河至唐家河岸段。海岸线变化分为两个阶段。1951年前,海岸线被侵蚀;1951年后,岸线慢慢向海淤进。自1926~2000年近80 a间里,岸线侵蚀、淤积基本平衡,表现为稳定海岸。

(3)唐家河至前唐堡岸段。自1926~2000年近80 a间,为淤积海岸,近20 a来,由于修建虾池等,人为作用使淤长速度加快。

(4)徐家堡以南至老狼坨子岸段(包括大口河岸段)。为蚀退海岸。

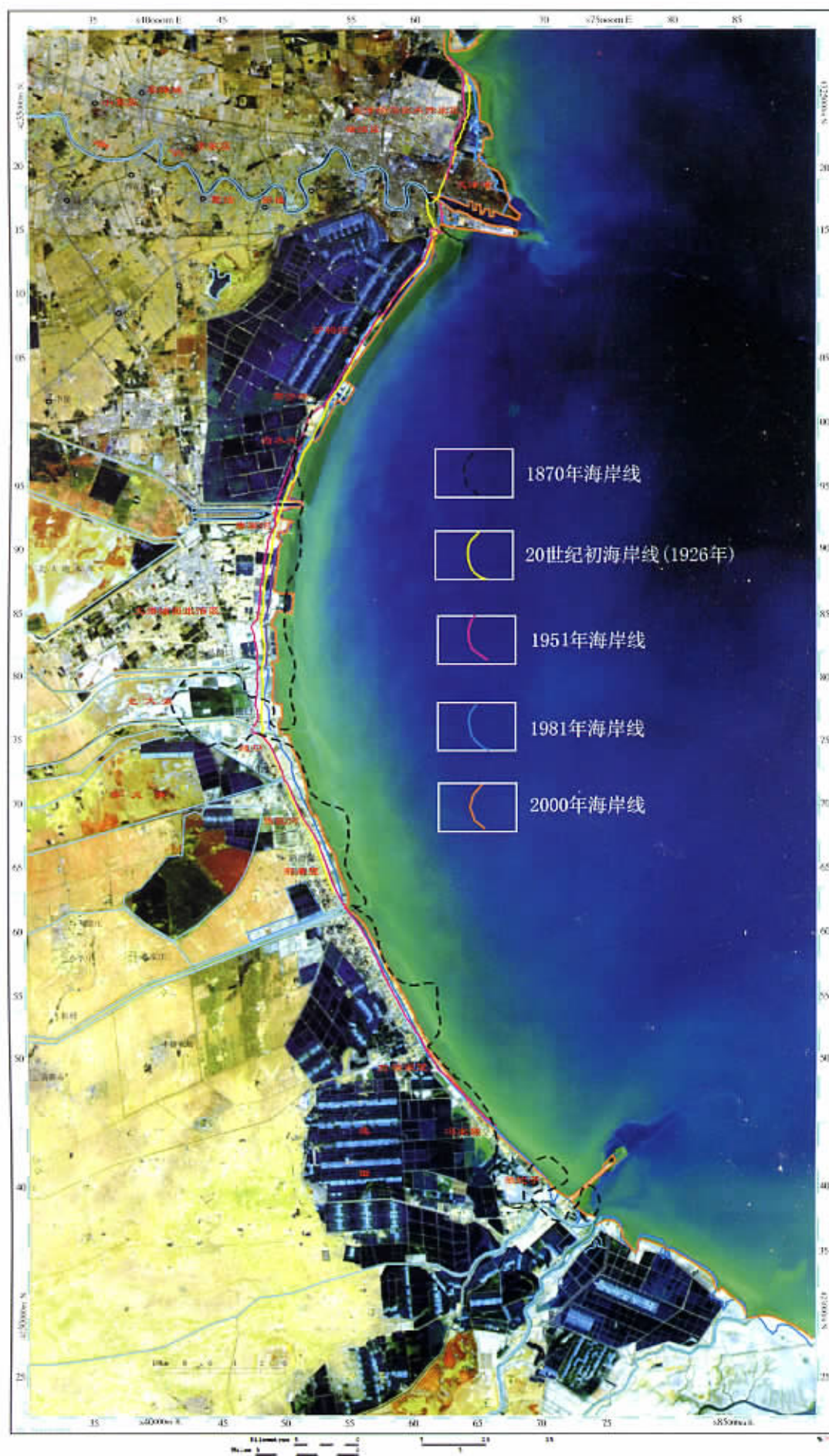
致谢:在工作中得到王宏、李风林、王云生等同志的指导与帮助,在此一并致谢!

参考文献

- [1] 李风林. 渤海沿岸现代海蚀研究[M]. 天津:天津科学技术出版社,1996.
- [2] 钟新宝、康慧. 渤海湾海岸带近代地质环境变化[J]. 第四纪研究,2002,22(2):1~6.
- [3] 河北省海岸带资源编辑委员会. 河北省海岸带资源[M]. 石家庄:河北科学技术出版社,1988.
- [4] 李世瑜. 古代渤海湾西部海岸遗迹及地下文物的初步调查研究[J]. 考古,1962(12):652~657.
- [5] 王颖. 渤海湾西部贝壳堤与古海岸线问题[J]. 南京大学学报,1964,8(3):421~443.
- [6] 杨金中、李志中、赵玉灵. 杭州湾南北两岸岸线变迁遥感动态调查[J]. 国土资源遥感,2002(1):23~28.
- [7] 蔡则健、吴曙光. 江苏海岸线演变趋势遥感分析[J]. 国土资源遥感,2002(3):19~23.

① 渤海湾西岸地质生态环境恶化及对可持续发展的影响. 天津地质矿产研究所简报,1999.

② 渤海西岸的形成和演变过程:关于华北平原全新世的一些问题. 1976.



彩片 5 渤海湾西岸近百年来海岸线变迁图