

珠江口地区岸线变迁遥感动态调查

赵玉灵 杨金中

(中国国土资源航空物探遥感中心, 北京, 100083)

摘要: 根据区域不同时期的遥感影像和地理地形资料, 通过综合分析研究, 珠江口、香港、澳门地区岸线发生了很大的变化。岸线变迁主要受人为因素, 如工业围海造田等的影响。从总体上, 全区岸线多为正增长, 仅岸线部分被侵蚀。全区岸线的增长有不同的特点。其中, 东岸深圳岸段和西岸澳门岸段有两个快速增长期, 即 1978-1984 年和 1994-2003 年两个围海造田高峰期; 而西岸珠海岸段只有一个快速增长期, 表现为 1978-1984 年小横琴岛-大横琴岛被连成一体, 1984-1994 年小横琴岛-大横琴岛作为一个整体向外扩展。而香港地区(新界和大屿山)总体岸线变动不大。

关键词: 珠江口; 香港; 澳门; 岸线变迁; 遥感动态调查

0 引言

遥感技术作为一种高新技术, 在国土资源和环境调查中有着广泛的应用。它可以为基础地质研究及环境变迁等工作提供准确、直观和现势性强的信息。使用遥感资料进行滩涂演变、岸线变迁研究, 不仅直观、经济, 而且迅速、快捷。近期, 我们对珠江口地区的岸线变迁情况进行了调查。

1 区域概况

调查区所处的珠江三角洲位于广东省中部沿海。该区地形北高、南低, 山地丘陵和台地广布, 珠江三角洲即镶嵌这种地形背景之中。第四纪晚期以来, 受海侵和新构造运动的影响, 珠江三角洲地区呈现溺谷型港湾海岸景观, 西、北、东三面环山, 南面临海。在湾内分布着许多棋盘状的残丘和岛屿, 形成独特的地形格局。在现代三角洲前缘海区的外缘仍有许多北东向的列岛, 形成三角洲的口门屏障。我们的调查区即包括淇澳岛以南的珠江口地区, 行政区域上包括珠海、深圳、香港(大屿山岛以西)和澳门, 研究区具体范围为: 东经 $113^{\circ}30' \sim 114^{\circ}00'$; 北纬 $22^{\circ}10' \sim 22^{\circ}40'$ 。

深圳、珠海是珠江三角洲地区经济发展迅速的地区, 而香港、澳门则是我国的两个特别行政区。本区属于中低山-丘陵型, 以基岩海湾式为主的地貌。地表岩石主要由侏罗纪中等变质的火山岩及后期侵入的花岗岩组成。海水深度一般在 20m~25m, 最深在 35m。滨海沉积物厚度, 根据钻探与物探资料, 一般浅海地带 20~25m, 深海可达 40m 以上。区域断裂构造以 NE 向和 NW 向为主。

2 遥感资料与工作方法

现在海岸线一般指高潮位海面与陆地的连线, 在遥感影像上较易辨认。为了方便快捷地进行区域岸线变迁解译工作, 我们采用了遥感影像解译和实地检查验证相结合的技术路线。工作过程中, 选用该区二十世纪七十年代以来的 MSS、TM、ETM+等卫星数据(表 1), 同时参考研究区内的第二、第三代 1:5 万地形图; 利用遥感软件 ENVI 和 PCI, 对各期遥感影像数据进行几何精纠正、配准, 镶嵌, 使之具有统一的地理坐标和大地坐标; 然后在 ERDAS 和 MapGIS 软件上对影像进行常规的人机交互解译和数字化, 解译图中不同年代的海岸线表达方式采用以老盖新(老的在上层, 新的在下层)的方式, 以明显地反映岸线的变迁过程。

表1 遥感资料表

时相	片种	覆盖范围	处理方式
1978	MSS	全区	4、6单波段
1984	TM	全区	彩色合成
1994.	TM	全区	彩色合成
2003	ETM	全区	彩色合成、像素融合

3 岸线变迁遥感调查

表2 海岸岸线侵蚀淤积统计表

岸段	岸线性质	时相 19xx-20xx	岸线侵(-)淤(+)-变化		分段累计	
			幅度/m	速率/(m. a ⁻¹)	幅度/m	速率/(m. a ⁻¹)
深圳1 松岗-西乡	淤积岸 海堤外移	78~84	+1105	+184.17	+2515	+100.6
		84~94	+375	+37.5		
		94~03	+1035	+115		
深圳2 西乡-赤湾	淤积岸 海堤外移	78~84	+1563	+260.5	+5178	+207.12
		84~94	+2070	+207		
		94~03	+1545	+171.67		
深圳3 赤湾-黄岗 口岸	淤积岸 海堤外移	78~84	+991	+165.17	+2885	+115.4
		84~94	+965	+96.5		
		94~03	+929	+103.22		
香港1 黄岗-北朗	淤积岸 海堤外移 局部侵蚀	78~84	+947	+157.83	+4264	+170.56
			-330	-55.05		
		84~94	+747	+74.67		
		94~03	+2900	+322.22		
香港2 北朗-荃湾 围	淤积岸 海堤外移	78~84	+1652	+275.33	+2028	+81.12
		84~94	+376	+37.6		
		94~03				
香港3 荃湾围-分 流-草湾	淤积岸 海堤外移	78~84			+4590	+183.6
		84~94	+4590	+459		
		94~03				
珠海1 大岗-牛岗 (七顷)	淤积岸 海堤外移	78~84	+5310	+885	+17748	+709.92
		84~94	+9987	+998.7		
		94~03	+2451	+272.33		
珠海2 牛岗-铜鼓 角	淤积岸 海堤外移	78~84	+3250	+541.67	+10494	+419.76
		84~94	+3049	+304.9		
		94~03	+4195	+466.11		
珠海3 铜鼓角-拱 北	淤积岸 海堤外移	78~84	+3376	+562.67	+5092	+203.68
		84~94	+666	+66.6		
		94~03	+1050	+116.67		
珠海4 湾仔-洪湾	淤积岸 海堤外移	78~84	+3429	+571.5	+5056	+202.24
		84~94	+1627	+162.7		
		94~03				
珠海5 小横琴岛- 大横琴岛	淤积岸 海堤外移	78~84	+2760	+460	+6530	+261.2
		84~94	+2363	+236.3		
		94~03	+1407	+156.28		
澳门半岛	淤积岸 海堤外移	78~84	+1358	+226.25	+3714	+148.56
		84~94	+1050	+105		
		94~03	+1306	+145.11		
氹仔岛	淤积岸 海堤外移	78~84	+780	+130	+7130	+285.2
		84~94	+4791	+479.1		
		94~03	+1559	+173.22		
路环岛	淤积岸 海堤外移	78~84	+672	+112	+2840	+113.6
		84~94	+704	+70.4		
		94~03	+1464	+162.67		

自20世纪70年代以来,随着区域经济的发展,本区海岸线的改造工作一直没有停止(图1,表2)。为方便论述,我们将整个研究区分东、西两岸分别加以论述。

3.1 研究区东岸的岸线变迁研究

研究区东岸包括深圳和香港（新界、大屿山）地区，从总体上看，深圳地区岸线向海迁移较大，越向南，变化越小。

(1) 深圳地区岸线变迁

该岸段总体走向北西。从 1978 年到 2003 年的遥感影像解译图上可以看出，1978 年~1984 年六年间全区围海达到高潮，岸线外移 1219 m，年均速率为 $203.28 \text{ m}\cdot\text{a}^{-1}$ 。1984 年~1994 年十年间岸线外移 1136m，年平均速率为 $113.6\text{m}\cdot\text{a}^{-1}$ 。1994 年~2003 年九年间岸线外移 1169m，年平均速率为 $130\text{m}\cdot\text{a}^{-1}$ 。25 年来，深圳岸段平均外移 3526 m，年平均速率为 $141.04\text{m}\cdot\text{a}^{-1}$ 。我们以深圳典型岸段的影像变化为例（图 2）说明其岸线变迁情况。

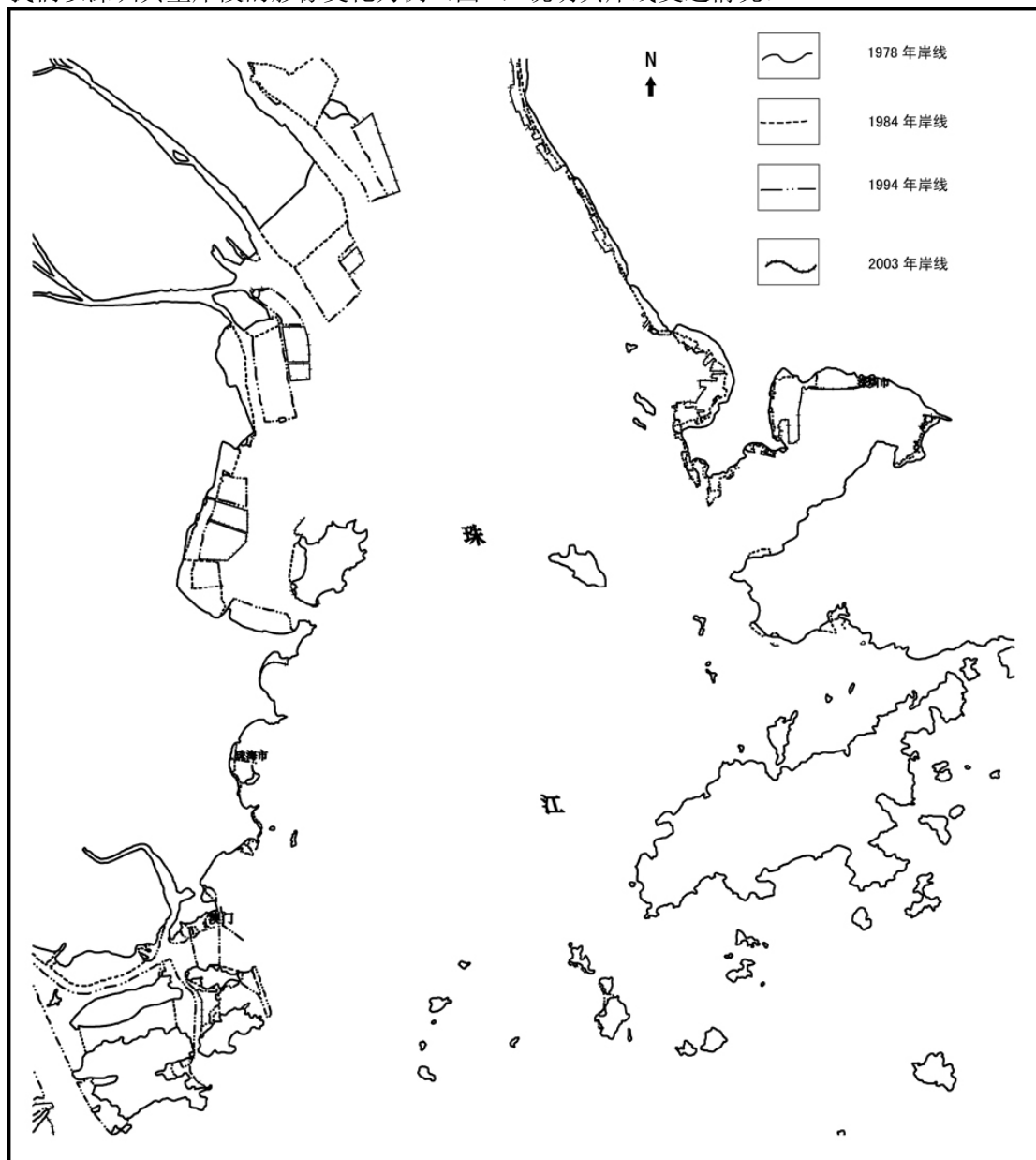


图 1 研究区 1978 年到 2003 年岸线变迁解译图

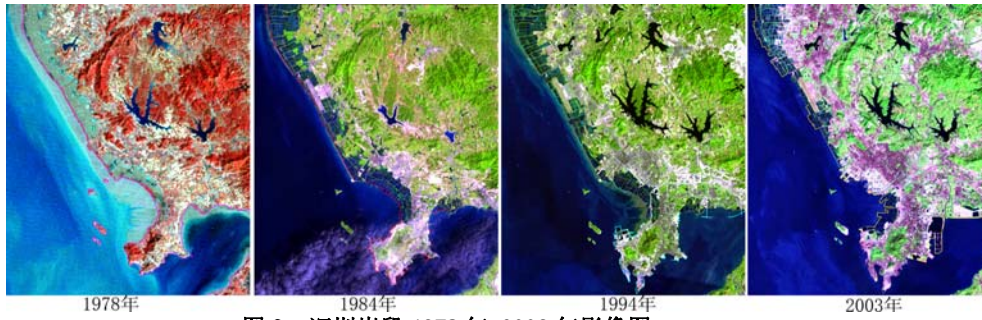


图2 深圳岸段 1978年~2003年影像图

①松岗-西乡岸段。

该岸段走向为北西-南东。1978~1984年6年间，开始大规模的围海造田，海堤外移，特别是坦仔涌一带和深圳的宝安区（西乡附近），幅度达+1105m,平均速率为+184.17 m.a⁻¹；1984~1994十年间该岸段又进一步围海造田，幅度为375m,平均速率为37.5m.a⁻¹；1994~2003年九年间，该岸段又有大规模的围海造田，特别在坦仔涌一带及黄田一带，幅度达1035m,平均速率115 m.a⁻¹。该岸段在1978-2003年25年间，海堤外移共达2515m,平均速率为100.6 m.a⁻¹。

②西乡-赤湾岸段

该岸段总体北西-南东向，向北东东方向弯曲呈弧形。1978~1984年6年间，开始大规模的围海造田，海堤外移，特别是新安一带和向南-后海一带，幅度达+1563m,平均速率为+260.5 m.a⁻¹；1984~1994十年间该岸段又更进一步大规模围海造田，特别在赤湾的西北部沿岸，幅度为+2070m,平均速率为+207m.a⁻¹；1994~2003年九年间，该岸段又进一步围海造田，特别在后海一带，幅度达+1545m,平均速率+171.67 m.a⁻¹。该岸段在1978-2003年25年间，海堤外移共达+5178m,平均速率为+207.12 m.a⁻¹。

③赤湾-黄岗口岸岸段

该岸段总体走向为北东东，向北西向弯曲呈弧形。1978~1984年6年间，开始大规模的围海造田，海堤外移，特别是赤湾一带和大涌-后海一带，幅度达+991m,平均速率为+165.17 m.a⁻¹；1984~1994十年间该岸段又进一步围海造田，幅度为+965m,特别在赤湾一带，平均速率为96.5m.a⁻¹；1994~2003年九年间，该岸段又有大规模的围海造田，特别在后海湾一带，幅度达+929m,平均速率+103.22 m.a⁻¹。该岸段在1978-2003年25年间，海堤外移共达+2885m,平均速率为+115.4 m.a⁻¹。

(2) 香港地区岸线变迁

从1978年到2003年的遥感影像解译图上可以看出，1984年-1994年全区围海达到高潮。1978年-1984年六年间岸线外移756m,年平均速率为126m.a⁻¹。1984年-1994年十年间岸线外移1904m,年平均速率为190.43m.a⁻¹。1994年-2003年九年间岸线整体基本上未变动，仅局部外移2900m,年平均速率为322.22m.a⁻¹。25年来，香港岸段平均外移3627.33m,年平均速率为145.10 m.a⁻¹。图3所示



图3 香港岸段 1978年~2003年影像图

①黄岗口岸-北朗岸段

该岸段走向为北东，部分岸段为北西走向。1978~1984年6年间，开始大规模的围海造

田,海堤外移,特别是新田-新围一带和大水坑-涌浪一带,幅度达+947m,平均速率为+157.83 m.a⁻¹。在北朗附近,岸线部分被侵蚀,幅度达-330m,平均速率为-55.05m.a⁻¹;1984~1994年10年间该岸段又进一步围海造田,幅度为+747m,平均速率为+74.67m.a⁻¹;1994~2003年9年间,该岸段又有大规模的围海造田,特别在新田一带及北朗一带,幅度达+2900m,平均速率+322.22 m.a⁻¹。该岸段在1978-2003年25年间,海堤外移共达+4264m,平均速率为+170.56m.a⁻¹。

②北朗-荃湾围岸段

该岸段走向为东西,向北北西弯曲呈弧形。1978~1984年6年间,开始大规模的围海造田,海堤外移,特别是屯门-黄家围一带,幅度达+1652m,平均速率为+275.33 m.a⁻¹;1984~1994年10年间该岸段大部分未变动,仅部分岸段又进一步围海造田,幅度为+376m,平均速率为+37.6m.a⁻¹;1994~2003年9年间,该岸段基本上没有变动。该岸段在1978-2003年25年间,海堤外移共达+2028m,平均速率为+81.12m.a⁻¹。

③荃湾围-分流-草湾岸段

该岸段为离岛。1978~1984年6年间,基本上没有变动;1984~1994年10年间该岸段大规模地围海造田,幅度为+4590m,平均速率为+459m.a⁻¹;1994~2003年9年间,该岸段基本上未变动。该岸段在1978-2003年25年间,海堤外移共达+4590m,平均速率为+183.6 m.a⁻¹。

3.2 研究区西岸的岸线变迁研究

研究区西岸包括珠海和澳门地区,与东岸相反,本区岸线越向南,变迁幅度越大。

(1) 珠海地区岸线变迁

从1978年到2003年的遥感影像解译图上可以看出,1978年~1994年六年间全区围海达到高潮。1978年-1984年六年间岸线外移3625m,年平均速率为604.17m.a⁻¹。1984年~1994年十年间岸线外移3538m,年平均速率为353.84m.a⁻¹。1994年~2003年九年间岸线外移1820m,年平均速率为202.29m.a⁻¹。25年来,珠海岸段平均外移8984m,年平均速率为359.36m.a⁻¹。围海所造的田大部分为农业用地,部分为工业用地,部分为海洋养殖。我们以珠海典型岸段的影像变化为例(图4)说明其岸线变迁情况。



图4 珠海典型岸段1978年~2003年的影像

①南沙-七顷岸段

该岸段走向为北北东。1978~1984年6年间,开始大规模的围海造田,海堤外移,特别是坦仔涌一带和深圳的宝安区(西乡附近),幅度达+5310m,平均速率为+885 m.a⁻¹;1984~1994年10年间该岸段又进一步大规模围海造田,幅度为+9987m,平均速率为+998.7m.a⁻¹;1994~2003年9年间,该岸段又有大规模的围海造田,特别在南沙-南横一带,幅度达+2451m,平均速率+272.33 m.a⁻¹。该岸段在1978-2003年25年间,海堤外移共达+17748m,平均速率为+709.92 m.a⁻¹。

②七顷-铜鼓角岸段

该岸段走向为北东,向北西弯曲呈弧形。1978~1984年6年间,开始大规模的围海造田,海堤外移,特别是务安-新安一带和南沙-鹿颈一带,幅度达+3250m,平均速率为+541.67 m.a⁻¹;1984~1994年10年间该岸段又进一步围海造田,幅度为+3049m,平均速率为+304.9m.a⁻¹;1994~2003年9年间,该岸段又有更大规模的围海造田,特别在七顷-牛岗一带,幅度达

+4195m, 平均速率+466.11 m.a⁻¹。该岸段在 1978-2003 年 25 年间, 海堤外移共达+10494m, 平均速率为+419.76 m.a⁻¹。

③铜鼓角-拱北岸段

该岸段走向为北北西, 向南西弯曲呈弧形。1978~1984 年 6 年间, 开始大规模的围海造田, 海堤外移, 特别是上珊附近和崖口附近及淇澳岛, 幅度达+3376m, 平均速率为+562.67 m.a⁻¹; 1984~1994 年 10 年间该岸段几乎整个岸段又进一步围海造田, 幅度为+666m, 平均速率为+66.6m.a⁻¹; 1994~2003 年 9 年间, 该岸段又有大规模的围海造田, 特别在石门坑一带, 幅度达+1050m, 平均速率+116.67 m.a⁻¹。该岸段在 1978-2003 年 25 年间, 海堤外移共达+5092m, 平均速率为+203.68m.a⁻¹。

④湾仔-洪湾岸段

该岸段走向为北东, 向南东弯曲呈弧形。1978~1984 年 6 年间, 开始大规模的围海造田, 海堤外移, 特别是洪湾附近, 幅度达+3429m, 平均速率为+571.5 m.a⁻¹; 1984~1994 年 10 年间该岸段特别是在湾仔附近又进一步围海造田, 幅度为+1627m, 平均速率为+ 162.7 m.a⁻¹; 1994~2003 年 9 年间, 该岸段基本上未变动。该岸段在 1978-2003 年 25 年间, 海堤外移共达+5056m, 平均速率为+202.24 m.a⁻¹。

⑤小横琴岛-大横琴岛岸段

该岸段走向为北西-南东。1978~1984 年 6 年间, 开始大规模的围海造田, 海堤外移, 特别是小横琴岛-大横琴岛之间的海域, 幅度达+2760m, 平均速率为+460 m.a⁻¹; 1984~1994 年 10 年间该岸段特别是在小横琴岛-大横琴岛的四周又进一步围海造田, 幅度为+2363m, 平均速率为+236.3m.a⁻¹; 1994~2003 年 9 年间, 该岸段大部分未变动, 仅在马窝附近又有大规模的围海造田, 幅度达+1407m, 平均速率+156.28 m.a⁻¹。该岸段在 1978-2003 年 25 年间, 海堤外移共达+6530m, 平均速率为+261.2 m.a⁻¹。

(2) 澳门地区岸线变迁

从 1978 年到 2003 年的遥感影像解译图上可以看出, 1984 年-2003 年全区围海达到高潮。1978 年-1984 年六年间岸线外移 937m, 年平均速率为 156. 11m. a⁻¹。1984 年-1994 年十年间岸线外移 2181m, 年平均速率为 218. 17m. a⁻¹。1994 年-2003 年九年间岸线外移 1443m, 年平均速率为 160 m. a⁻¹。25 年来, 澳门岸段平均外移 4561 m, 年平均速率为 182m. a⁻¹。澳门地区岸段影像的变化 (图 5) 说明其岸线变迁情况。



图 5 澳门 1978 年~2003 年的影像

①澳门半岛

1978~1984 年 6 年间, 开始大规模的围海造田, 海堤外移, 特别是澳门半岛的南端及东北部, 幅度达+1358m, 平均速率为+226.25 m.a⁻¹; 1984~1994 年 10 年间该岸段又进一步围海造田, 特别是澳门半岛的南端及东北部, 幅度为+1050m, 平均速率为+105m.a⁻¹; 1994~2003 年 9 年间, 该岸段又有大规模的围海造田, 特别在半岛的西北部, 幅度达+1306m, 平均速率+145.11 m.a⁻¹。该岸段在 1978-2003 年 25 年间, 海堤外移共达+3714m, 平均速率为+ 148.56 m.a⁻¹。

②氹仔岛

1978~1984 年 6 年间, 开始大规模的围海造田, 海堤外移, 特别是本岛的东北部、南部及西南部, 幅度达+780m, 平均速率为+130m.a⁻¹; 1984~1994 年 10 年间该岸段本岛四周又进一步围海造田, 幅度为+4791m, 平均速率为+479.1m.a⁻¹; 1994~2003 年 9 年间, 该岸段又有围海造田, 主要在本岛的北部及本岛与路环岛之间的海域, 幅度达+1559m, 平均速率+173.22 m.a⁻¹。该岸段在 1978-2003 年 25 年间, 海堤外移共达+7130m, 平均速率为+285.2 m.a⁻¹。

③路环岛

1978~1984年6年间,开始大规模的围海造田,海堤外移,主要是本岛的西北部,幅度达+672m,平均速率为+112 m.a⁻¹; 1984~1994年10年间该岸段又进一步围海造田,主要是本岛的西北部,幅度为+704m,平均速率为+70.4m.a⁻¹; 1994~2003年9年间,该岸段又有大规模的围海造田,主要在本岛与魍仔岛之间的海域及本岛的东北部,幅度达+1464m,平均速率+162.67 m.a⁻¹。该岸段在1978-2003年25年间,海堤外移共达+2840m,平均速率为+113.6 m.a⁻¹。

4 结论与讨论

(1) 在20世纪70年代前后,珠江口两岸岸线变迁的动力因素发生变化。1978年以前,全区岸线的变迁主要处于自然演变状态; 1978年以后,岸线变迁主要受人为因素,如工业围海造田等的影响。从总体上,全区岸线多为正增长,仅在北朗附近(1978-1984年),岸线部分被侵蚀,幅度达-330m,平均速率为-55.05m.a⁻¹。

(2) 全区岸线的增长有不同的特点。其中,东岸深圳岸段和西岸澳门岸段有两个快速增长期,即1978-1984年和1994-2003年两个围海造田高峰期; 而西岸珠海岸段只有一个快速增长期,表现为1978-1984年小横琴岛-大横琴岛被连成一体,1984-1994年小横琴岛-大横琴岛作为一个整体向外扩展。而香港地区(新界和大屿山)总体岸线变动不大。

参考文献

1. 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
2. 杨金中,赵玉灵. 浙江东部穿山半岛岸线及潮滩演变的遥感调查[J]. 国土资源遥感, 2004, (1): 51~55
3. 杨金中,赵玉灵,王毅. 杭州湾南、北两岸潮滩变迁遥感动态调查[J]. 地质科学, 2004, 39(2): 168~177
4. 罗攀,童景宁,张锦增. 论中山大学珠海校区及其邻区地质环境[J]. 中山大学学报论丛, 2002, 22(1): 249~253
5. 钟军. 珠海市区浅地层的工程地质性质[J]. 土工基础, 2001, 15(4): 49~51
6. 戚筱俊. 香港地区环境地质概况[J]. 水文地质工程地质, 1997, (4): 39~44
7. 朱膺. 澳门地质概况[J]. 华北地质矿产杂志. 1997, 12(2): 195~202

第一作者简介: 赵玉灵(1971~), 女, 博士。2001年获中国地质大学(北京)理学博士学位。现在主要从事遥感地质、GIS、数据库等方面的研究工作。

THE REMOTE SENSING DYNAMIC MONITORING OF THE SHORELINE IN PEARL RIVER BAY

ZHAO Yuling, YANG Jinzhong

(China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China)

Abstract: Based on large quantities of remote sensing data and topographic data, this paper studied the evolution of the shoreline in Pearl river bay since 1978. The results show that the evolution of the shoreline different between the east bank and the west bank from 1978 to 2003, and the shoreline is mainly man-made since 1978.

Key Words: Pearl river bay; Shoreline change; Remote sensing dynamic monitoring