

江苏王港地区现代潮滩地貌发育特征^①

王爱军, 汪亚平

(南京大学海岸与海岛开发教育部重点实验室, 江苏南京 210093)

摘要 淤泥质潮滩是人类活动的强烈地带。江苏王港地区淤泥质潮滩宽广, 由于人工引种大米草、滩涂围垦、大丰港的修筑, 影响了王港地区原有潮滩发育的动力机制。王港地区生物分布和地貌特征具有明显的分带性。由于植被的促淤作用, 王港地区潮滩南部垂向淤积速率较北部大。研究区内潮水沟的发育有两种类型, 即泥滩带上的块体崩塌溯源侵蚀和零星分布的米草滩上的洞穴塌陷溯源侵蚀形成潮水沟。潮间带下部实测平均涨潮流流速小于平均落潮流流速, 而涨潮平均含沙量大于落潮平均含沙量。潮间带下部潮水往复流及旋转流的作用在滩面上形成了双向波痕。陆地向海推进速度随着泥沙供给的减少以及滩面高程的降低而减慢。

关键词 潮滩 地貌 潮水沟 王港

中图分类号 P931

文献标识码 A

潮滩是一种低平海岸地貌, 由宽阔平坦的潮间带和潮上带盐沼湿地组成, 是海陆交接的重要沉积带。关于潮滩的发育研究, 国内外的许多学者已做过很多工作^[1~11]。潮滩是受人类活动影响很大的海岸地带, 随着经济的发展, 人类活动越来越强烈, 改变了潮滩原有的发育模式^[12~14], 如人工引种植被、围垦、修筑港口等。江苏北部沿海淤泥质海岸长达 667.5 km, 是研究我国淤泥质海岸发育的典型地带, 许多学者都做过研究^[5, 15~21]。江苏岸外有巨大的辐射沙洲, 辐射沙洲对受其屏蔽的潮滩的水动力有着重要的影响, 但王港地区与辐射沙脊群之间为向北开敞的西洋海域, 其最窄处也宽达 20 km, 而且其开敞方向与本地区的常年风向和最强风向的夹角很小, 因此, 王港潮滩的波能很少受辐射沙脊群的影响, 它的环境与开敞海岸基本上是相似的^[5]。随着经济的发展, 潮滩地区逐渐成为人类活动频繁地区。受人类活动影响, 王港地区现代潮滩地貌的发育就有了新的变化。本文主要是研究人类活动对潮滩地貌发育的影响。

1 研究区概况

王港地区位于黄海西岸(图 1), 是潮汐辐聚区, 潮差大, 潮流强, 属典型的淤泥质潮汐海岸。沉积物的供给丰富, 因此滩涂发育宽阔, 平均宽度 8.5~11.4 km, 滩面平坦, 平均坡度

① 收稿日期 2002-10-23

基金项目 国家自然科学基金资助(编号 49976026)。

第一作者简介 王爱军(1977-), 男, 汉族, 宁夏平罗县人, 南京大学城市与资源学系自然地理学硕士研究生。

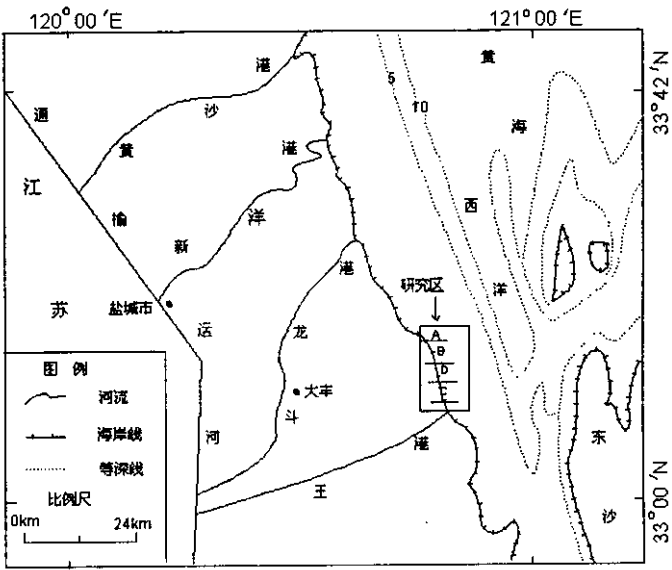


图 1 研究区位置示意图

Fig.1 Sketch map of study area

0.55‰。据王港所在的气象站多年实测资料,该区多年平均气温 14.4℃,年平均相对湿度为 81%,多年平均降水量为 1087.8 mm,受海洋性季风影响,夏季盛行风向为 SE,并受热带气旋影响,冬季盛行风向为 NW。潮汐特征为典型的正规半日潮,平均潮差 3.68 m,波浪作用较弱。整个区域潮流作用以往复流为主,并以涨潮流占优势,主要表现在多年平均落潮历时长于涨潮流时、涨潮流流速大于落潮流流速、涨潮含沙量大于落潮含沙量。由于研究区向海侧受到岸外辐射沙洲的掩护,北部受到大丰港向海凸出的引堤的掩护,风浪作用相对潮汐而言比较弱。

2 现代潮滩发育特征

王港地区潮滩生物分布和地貌特征具有明显的分带性。由老海堤向海方向依次可分为潮上带、潮间带上部、潮间带中部、潮间带下部。各沉积相带生物分布及地貌特征由于受水动力及人类活动影响大小不同而产生分异。

2.1 现代潮滩生物分布特征

研究区内生长着许多动物、天然和人工引种植物(表 1),并以滩涂植被的分带和群落表现的最为明显,由老海堤向海依次有獐毛草(*Aeluropus littoralis* var. *sinensis*)、白茅草(*Imperata cylindrica* var. *major*)、芦苇(*Phragmites australis*)、盐蒿(*Suaeda salsa*)、大米草(*Spartina anglica*)、互花米草(*Spartina alterniflora*)等,植被覆盖宽度约在 3~5.5 km。根据 1995 年航片和 1997 年卫片关于同一参照物的对比发现,研究区内人工引种的互花米草植被带平均每年向海推进达 1 000 m。

动物分布由老海堤向海分别有草兔(*Rattus*)、螃蟹(*Macrophthalmus japonicus*)、沙蚕(*Perinereis aibuhitensis* Grube)、泥螺(*Bullacta exarata*)等。

2.2 现代潮滩地貌特征

研究区内地貌特征也具有分带性。潮上带由于围垦而非常狭窄,潮间带上部滩面多龟裂,且以五边形为主,生物洞穴较多(最多可达 55~60 个/m²),潮水沟很小,部分地区潮水沟沟头有陡坎;层理以水平层理为主,泥层较厚,层理中有有机质透镜体,部分有藻垫。潮间带中部生物洞穴很多(最多可达 104 个/m²),洞穴多团簇状分布,滩面有动物爬行痕迹,潮水沟较大且深;层理为水平层理,由上向下,粘土层变薄,粉沙层变厚,沉积物中含有铁、锰等物质。潮间带下部滩面地貌特征主要以双向波痕为主,有动物爬行痕迹;层理以小型交错层理为主。

表 1 王港潮滩生物及地貌地带性分布

Table 1 Zonational distribution of organism and geomorphology in tidal flat, Wanggang

潮滩部位	滩面生物	地貌特征	层理特征
潮上带	刺槐、芦苇、獐毛草、白茅草、草兔	沉积物密实,长满生物	植物扰动非常强烈
潮间带上部	獐毛草、盐蒿、大米草、草兔、沙蚕、螃蟹、青蛤	龟裂带,生物洞穴,潮水沟,陡坎	水平层理,淤泥质透镜体,藻垫
潮间带中部	大米草、互花米草、沙蚕、螃蟹、青蛤、泥螺	团簇状生物洞穴,生物爬行痕迹,潮水沟,有动物爬行痕迹	水平层理,由上向下泥层变薄,沙层变厚
潮间带下部	泥螺、竹蛏、文蛤	双向波痕,滩面破碎,有动物爬行痕迹,潮水沟很大	小型交错层理为主

根据 1999 年 8 月的地形实测,该区滩涂的高度和宽度均由北向南逐渐增高、增宽,总体上极为宽阔平坦,平均坡度为 0.55‰。由 1954 年 1:1 万地形图、1993 年为大丰港可行性研究进行的地形测量及 1999 年 8 月实测 1:1 万地形图资料,选取 3 条剖面进行对比,可以看出,研究区滩面为淤积型潮滩,垂向淤积速度一般为 1~3 cm/a,并且由北向南逐渐加大(图 2)滩面在向上淤涨的同时,还在继续向海淤进,研究区内滩涂平均高潮位在 1985~1992 年期间表现为大约以 50 m/a 的速度向海推进。

3 地貌发育动力机制

人类活动的影响,改变了原有的潮滩发育模式。由于滩涂围垦,海堤工程破坏了原有的潮波形态、水沙平衡关系,使潮滩地貌发育发生变化。

3.1 潮滩地貌特征的改变

研究区内潮上带已经基本被围垦殆尽,围垦后海堤破坏了堤前潮滩原有的泥沙与地形之间的水动力平衡关系,改变了潮滩的沉积环境。研究发现,围垦后潮间带平均年最大淤高速度较正常快 10 多倍,并有离堤越远淤积速度越慢的趋势^[13]。由于江苏北部海岸的沿岸水沙运动以沿海岸从北向南为主,港口的建设会减弱沉积物的供给,但在本地区由于大丰港引堤位于研究区北部 2 km,从某种意义上来说,大丰港引堤可能会对位于其下游的研究区产生较小影响(主要是消浪、拦阻沿岸运动的沉积物、减缓海岸的加积),而本研究区泥沙淤积对大丰港造成影响的可能性极小。芦苇、大米草、互花米草等人工植被削弱了水流动力,使进出潮滩的水流速度减慢,并使水流产生强烈的紊动,水流携沙能力降低,可以增加 2 倍的促淤量^[14],对滩涂发育具有明显的促淤作用。研究区内在 1993 年以前滩面地势由南向北增高。由于围垦后垦区内部排出的淡水由南部流向王港河道,滩面盐碱度较北部为低,因此白茅草、獐毛草、芦苇等植被生长茂盛,且向海伸展速度较北部快,植被覆盖度较北部大,使

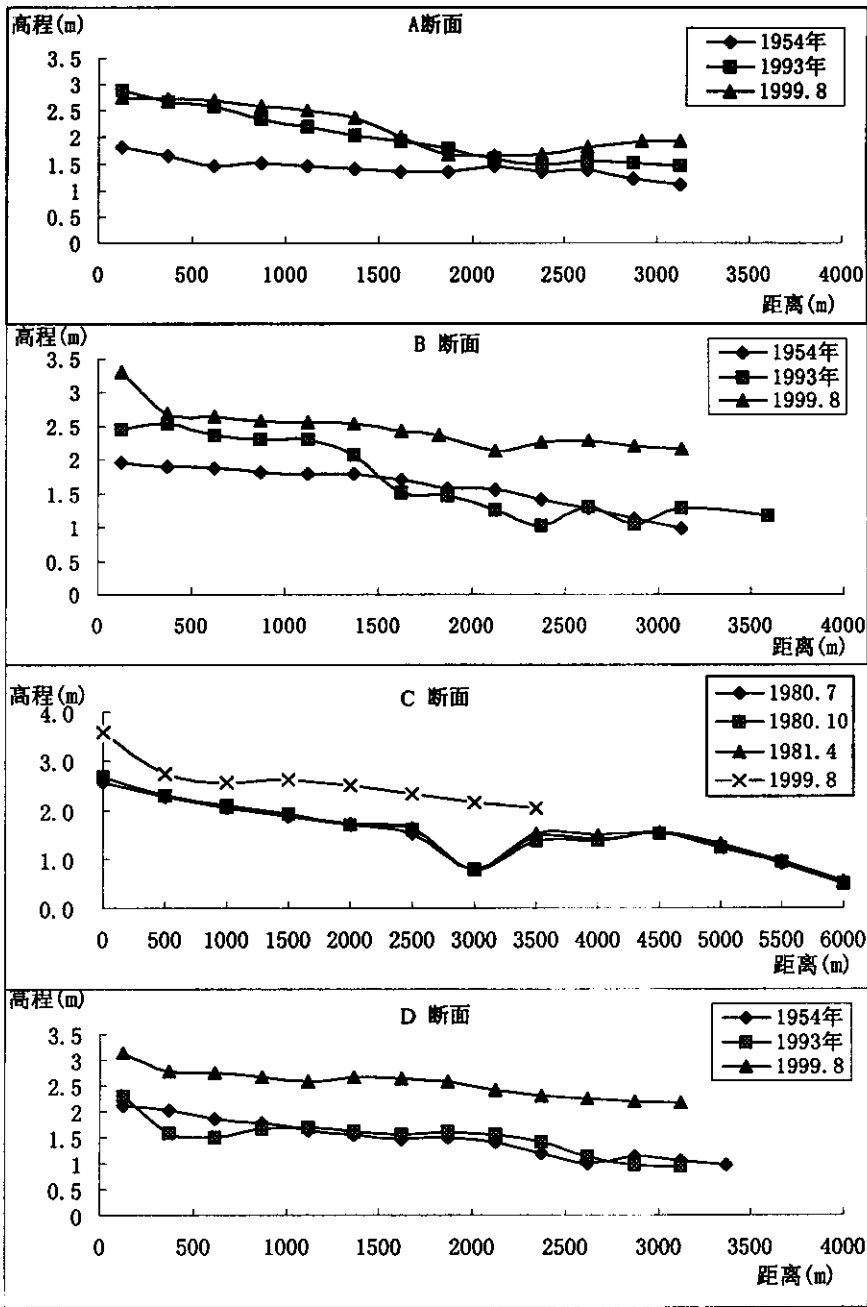


图 2 江苏王港淤泥质潮滩垂向淤积变化过程

Fig.2 Changes of vertical accumulation of tidal flat, Wanggang

南部滩涂沉积速率加快。据 1999 年 8 月实测地形图,南部滩面已经明显高于北部滩面。另一方面,大丰港引堤的修建在一定程度上减弱了来自东北向的潮流与泥沙。

3.2 潮水沟发育机制的改变

淤泥质海岸潮水沟的发育,前人已做过很多研究^[22~25]。邵虚生把潮水沟按成因类型分为滩面水流冲刷型、潮流辐聚侵蚀型、陆源水流侵蚀继承型以及泻湖—广海间潮流侵蚀型^[23]。张忍顺认为潮水沟发育的主要动力因素是落潮后期归槽水造成的沟渠效应并受到漫流期潮流的改造^[24]。汪亚平等^[25]认为潮沟系统的功能一方面是向盐沼输送泥沙和宣泄落潮后期滞留在盐沼上的薄层水,另一方面是通过盐沼植物阻滞水流以及潮沟底沉积物运动、侧蚀和溯源侵蚀,大量消耗从外海传入的潮流、波浪能量,并在潮水沟沟头形成 5~10 cm 高的陡坎^[24]。

研究区内潮水沟密布,其发育机制在不同部位表现出不同的形式。在潮间带上部泥滩带,滩面归槽水层薄,水流顺泥滩低洼处流向大潮水沟,并伴有溯源侵蚀。由于水动力较弱,溯源侵蚀以小块崩塌为主,并在沟头形成陡坎,潮水沟里多坚硬泥粒。潮水沟的扩大就是由相邻潮水沟溯源侵蚀而连接在一起成为较大潮水沟。在潮间带中部,团簇状米草中间的粉沙滩面上,分布着很多团簇状的生物洞穴,潮水沟就是沿着洞穴的走向发育的。滩面归槽水通过洞穴底部流向较大潮水沟,久而久之在底下形成一条通道并产生塌陷,使平坦的滩面成为潮水沟,再继续溯源向上,沟头有陡坎。潮水沟的扩大则是由于潮水沟两岸侧蚀塌陷而形成的。

3.3 沉积动力环境的改变

应用 WCT 系统在研究区内潮间带下部(33°13'04.8"N, 120°48'12.8"E)滩面进行潮流流速、悬沙浓度测量(公历 2000 年 10 月 16~17 日,农历九月十九~二十),得到距滩面 37 cm 水层实测最大流速为 76.605 cm/s,大约出现在落潮一个半小时,平均涨潮流速 28.065 cm/s,平均落潮流速为 48.235 cm/s;最大悬沙浓度为 1.955 g/l,大约出现在涨潮后期到平潮初期,涨潮平均含沙量 0.826 g/l,落潮平均含沙量 0.674 g/l。平均涨潮流流速小于平均落潮流流速,这与前期所得到的结论^[5,16~17]不相符合,可能原因如下:一是由于 1999~2000 年进行滩涂围垦而修建的海堤对涨潮流起到顶托作用,削弱了涨潮流能量;二是由于修建的大丰港向海凸出的引堤对涨潮流有一定的遮挡作用;三是本次测量地点选在离潮沟不远的较高滩面上,与前期测量位置不尽相同。落潮含沙量小于涨潮含沙量,说明泥沙有向岸净搬运的趋势。由于滩面上涨落潮流的往复作用以及旋转流的作用,使该地区滩面形成许多小的双向波痕,波痕多呈网格状。

由于九十年代研究区内滩面垂向和横向淤积速率都较 80 年代中期以前小(1980~1984 年垂向淤积速率为 4.5 cm/a,横向淤积速率为 154 m/a)^①,造成这种现象一方面是由于人工修堤建港,阻挡了一部分来自北部的泥沙;另一方面则是随着潮间带向海的推进,地面高程越来越低,需要大量泥沙才能淤高。因此,今后滩面垂向淤积和横向淤积速率会逐渐减小,陆地向海推进速度减慢,可围滩涂随之减少。

4 结论

通过对王港现代潮滩地貌发育的分析,可得到以下结论:

(1)自从引种大米草、互花米草后,滩涂植被迅速向海延伸,并且南部地区伸长速度比北

① 万方数据
交通部水运规划设计院、大丰县港务局,王港港总体布局规划(送审稿),1995 年 1 月,1~13。

部快,进一步加快了南部滩面的淤积速度。而淤高的滩涂经过建堤围垦后又相应地促进了潮间带的垂向淤积。

(2)潮水沟的发育呈现出两种方式,一是崩塌式溯源侵蚀,二是塌陷式溯源侵蚀 相应地潮水沟的扩大也有两种形式,一种是相邻两个潮水沟溯源侵蚀其分水岭而连接在一起使潮水沟扩大,另一种是小潮水沟的侧蚀作用使潮水沟扩大。

(3)由于滩涂围垦、海堤建造以及大丰港引堤的建设,影响了王港地区潮间带下部的水流泥沙平衡,出现了平均涨潮流小于平均落潮流,最大流速出现在落潮一个半小时后,而涨潮平均含沙量大于落潮平均含沙量。

(4)由于泥沙供给减少,向海方向滩面高程降低,潮间带垂向和横向淤积速率都会减小,导致陆地向海推进速度降低,可围滩涂减少。

致谢 南京大学城市与资源学系杨巨海副教授给本文的写作提出了许多意见和建议,柯贤坤教授提供了资金资助并参加了野外考察,李占海、高建华两位博士共同参与了野外考察与观测活动,谨致谢忱!

参考文献

- [1] Klein, G. D. Bay of fundy intertidal zone sediments [J]. Sedi. Petrol. 1963. 33(4) 844-854
- [2] Klein, G. D., Sanders. J. E., Comparison of sediments from bay of Fundy and Dutch Wadden sea tial flats [J]. Sedi. Petrol. 1964. 34(1) 18-24
- [3] Evans. G. Intertidal flat sediments and their environments of deposition in the Wash. Quart [J]. geol. Soc. Lond. 1965. 121(2) 209-245
- [4] De Jong. J. D.. Dutch tidal flats [J]. Sedi. Geol. 1977. Vol.18 13-23
- [5] Ren Mei 'e, Zhang. R. S., Yang. J. H.. Sedimentation on tidal mud flat of wanggang Area, Jiangsu Province, China [J]. Collected Oceanic Works. 1983. 6(2) 84-108
- [6] Wang. Y. The mudflat system of China [J]. Fisheries and Aquatic Sciences. 1983. 40(1) 160-171
- [7] Wang. Y., Ke. X. K. Cheniers on the East Coastal Plain of China [J]. Marine Geol. 1989. 9(4) 321-335
- [8] Ehlers.T.A., Chan. M.A. Tidal sedimentology and estuarine deposition of the Proterozoic big cottonwood formation, Utah [J]. Sedi. Res. 1999. 69(6) 1169-1180
- [9] Schwimmer. R.A., Pizzuto. J.E. A model for the evolution of Marsh shorelines [J]. Sedi. Res. 2000. 70(5) 1026-1035
- [10] 张忍顺. 潮滩沉积动力学研究概况 [J]. 黄渤海海洋, 1987, 5(2) 71-79
- [11] 王颖, 朱大奎. 中国的潮滩 [J]. 第四纪研究, 1990, (4) 291-300
- [12] Barrie. J. V., Ralph G. Currie. Human impact on the sedimentary regime of the Fraser River Delta, Canada [J]. Coastal Res. 2000. 16(3) 747-755
- [13] 陈才俊. 围滩造田与淤泥质潮滩的发育 [J]. 海洋通报, 1990, 9(3):
- [14] 陈才俊. 江苏滩涂大米草促淤护岸效果 [J]. 海洋通报, 1994, 13(2):
- [15] 朱大奎, 柯贤坤, 高抒. 江苏海岸潮滩沉积的研究 [J]. 黄渤海海洋, 1986, 4(3) 19-27
- [16] Ren. M. E., Zhang. R. S., Yang. J. H., Sedimentation on the tidal mud flat of China With special reference to Wanggang Area, Jiangsu Province [A]. In. Sedimentation on the continental shelf, with special reference to the East China sea [C]. 1983. Beijing China Ocean Press. 1-14
- [17] 任美镔, 张忍顺, 杨巨海. 江苏王港地区淤泥质潮滩的沉积作用 [J]. 海洋通报, 1984, 3(1) 40-54
- [18] 张忍顺. 江苏省淤泥质潮滩的潮流特征及悬移质沉积过程 [J]. 海洋与湖泊, 1986, 17(3) 235-245
- [19] 耿秀山, 傅命佐. 江苏中南部平原淤泥滩岸的地貌特征 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 1988, 8(2) 91-102
- [20] 陈才俊. 江苏淤长型淤泥质潮滩的剖面发育 [J]. 海洋与湖泊, 1991, 22(4) 360-368
- [21] 柯贤坤. 潮滩生态特征及其开发利用模式—以江苏大丰潮滩研究为例 [J]. 自然资源学报, 1993, 8(2) 122-131

[22] 张国栋, 朱静昌, 王益友, 等. 苏北 弥 港现代潮沟沉积研究 [J]. 海洋学报, 1984, 6(2) : 223 – 233

[23] 邵虚生. 潮沟成因类型及其影响因素的探讨 [J]. 地理学报, 1988, 43(1) : 35 – 43

[24] 张忍顺, 王雪瑜. 江苏淤泥质海岸潮沟系统 [J]. 地理学报, 1991, 46(2) : 195 – 206

[25] Wang. Y. P., Zhang. R. S., Gao. S.. Geomorphic and hydrodynamic response in salt Marsh – tidal creek Systems, Jiangsu, China [J]. Chinese Science Bulletin. 1999. 44(6) : 544 – 548

Developing characteristics on the modern tidal – flat geomorphology in Wanggang area, Jiangsu province

WANG Ai – jun, WANG Ya – ping

(Ministry of Education Key Laboratory for Coast and Island Development, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract

Tidal – flat is the area where human takes activities strongly frequently. It is very extensive in Wanggang area, Jiangsu province, but artificial vegetation, tidal – flat innings, and the construction of Dafeng Port have inflected the developing mechanism of Wanggang tidal flat. It is evident that distributions of organism and geomorphology show distinctive zones. Because of the stimulative of plants, the vertical deposit rate of tidal flat in south is more frequent than that in north of Wanggang area. There are two ways of creek developing. One is the erosion of tracing the source with lump dilapidation in mud flat, and the other is the erosion of tracing the source with sinking because of creature caves in the flat with scattered *Spartina angelica*. According to the result of the field observation in the low intertidal flat, the value of average velocity in the flood – tide current is lower than that in ebb – tide current, and the average suspended sediment concentration in flood – tide current is higher than that in ebb – tide current in contrary. The effects of reciprocated current and rotated current form bi – directional ripple marks. The pushing velocity from onshore to offshore is decreasing with the reducing of sediment providing and the area height receding of flat surface.

Key words :Tidal flat ; geomorphology ; tidal creek ; Wanggang