

江苏淤长型淤泥质潮滩的剖面发育

陈才俊

(江苏省滩涂研究所, 盐城, 224002)

提要 本文根据江苏射阳河口—长江口淤长型淤泥质潮滩布设的19个测量断面连续10年(1980—1989年)的观测资料,对其潮滩的沉积特征和剖面的形成过程进行了研究分析,提出了影响这里潮滩剖面发育的主要因素有泥沙供应、风浪、潮流以及围垦等;而江苏淤长潮滩双凸形剖面形态的形成是由潮滩的两个沉积峰区所造成的,同时,风浪、供沙等季节性因素,潮汐变化周期性因素,围垦等人为因素也使潮滩剖面形态不断调整变化。

据1980—1989为期10年对射阳河口—长江口550余km淤长潮滩布设的19个固定测量断面的连续观测资料(图1),并结合1954年以后多次地形测量资料,对不同沉积环境条件下其潮滩剖面的发育过程作初步的分析。

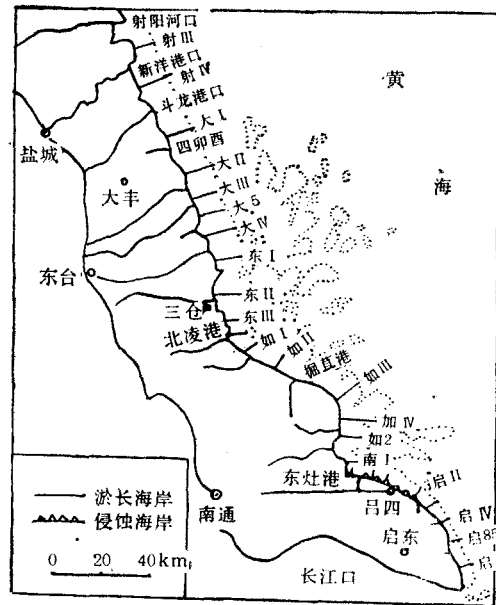


图1 潮滩测量断面位置

Fig. 1 Location of the tidal flat cross section

一、剖面形态及形成过程

1. 剖面形态

本文所指的潮滩实质上是海堤以外低潮时能够出露的海滩。一般地说,稳定淤长的

收稿日期: 1990年8月8日。

潮滩剖面形态为一双凸形，上、下凸点所处的位置分别在平均高潮位线和平均低潮位线(偏上)附近，并且沉积量越大的潮滩这种特征越明显(表 1，图 2)。组成上一个凸形的为潮上带和潮间上带，潮上带坡度为 2—3‰；潮间上带坡度为 4‰ 左右，转折点在平均高潮位线附近。由于围垦，潮上带宽为 500—8000m 不等，近堤部分已有白茅、盐蒿等植被分布；潮间上带的泥滩淤泥深达 20cm 左右，潮水沟十分发育。下一个凸形由潮间下带和潮下带组成，潮间下带坡度为 3—4‰；潮下带坡度为 6—8‰，转折点在平均低潮位线附近(偏上)，滩面平坦，组成物质为细粉砂—粗粉砂，因此，也称粉砂滩。上、下两凸形的分界在泥滩与粉砂滩的交界处。以北凌港为界，北侧的潮滩宽，淤长速度快，双凸形特征比南侧更为明显。

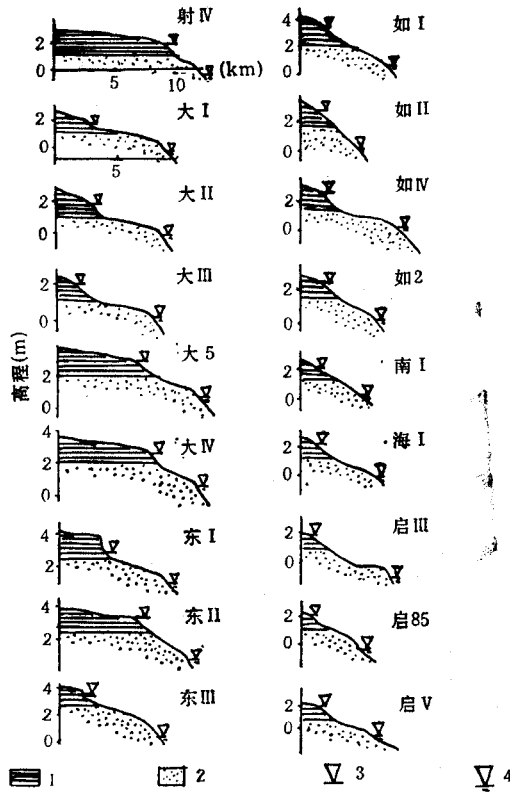


图 2 潮滩测量断面剖面形态

Fig. 2 Shape of cross section of the tidal flat

1. 砂泥质；2. 粉砂质；3. 平均高潮位；4. 平均低潮位。

2. 沉积过程

潮滩的沉积是在潮汐周期不断作用下，水中泥沙在潮滩不断落淤的结果，因此，潮汐动力是淤长潮滩沉积的支配动力。据江苏中部沿海闸口潮位资料统计，淤长潮滩平均高潮位线附近涨潮历时短于落潮历时达 3h，低潮位线附近也短达 1h 左右；这就使涨潮流速大于落潮流速，涨潮含沙量大于落潮含沙量；涨落潮流速和含沙量的明显不对称性，驱使

表 1 潮滩沉积量 [$m^3/(m \cdot a)$]

Tab. 1 Amount of deposition on the tidal flat

起止岸段	海滩年沉积量	代表断面	起止岸段	海滩年沉积量	代表断面	起止岸段	海滩年沉积量	代表断面
新洋港—斗龙港	125	射 IV	东台河口—梁垛河口	138	东 I	东安港—遥望港	58	如 2
斗龙港—四卯西	83	大 I	梁垛河口—沧河口	461	东 II	遥望港—团结港	95	南 I
四卯西—王港口	84	大 II	三仓河口—新北凌口	385	东 III	团结港—东灶港	1.6	海 I
王港口—竹港口	170	大 III	新北凌口—小洋口	107	如 I	蒿校港—塘芦港	21	启 III
竹港口—川东港	179	大 5	小洋口—掘苴港	56	如 II	塘芦港—协兴港	64	启 85
川东港—东台河口	191	大 IV	掘苴港—东安港	118	如 IV	协兴港—连兴港	108	启 V

泥沙向岸运动,并在潮滩淤积。潮水漫上潮滩后,受摩擦阻力的影响,流速会迅速减小。据

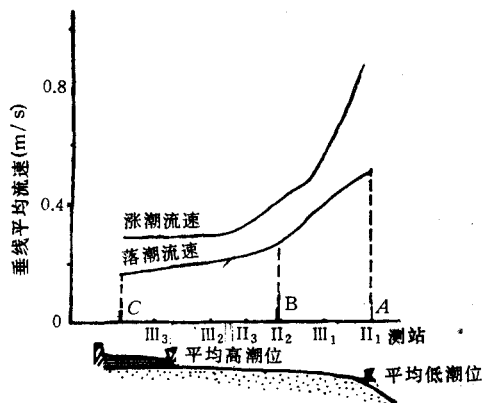


图 3 潮垂线平均流速在潮滩上的分布

Fig. 3 Distribution of mean velocity of vertical line on the tidal flat

潮滩断面测量¹⁾,潮流速在潮滩上并不是均匀地减小(图 3),而是有急变(A—B)和渐变(B—C)区,故与其对应的泥沙在潮滩的不同部位沉积量也有多有少(图 4),这就使潮滩沉积物从海堤向外也不呈均匀变化,如中潮位附近就有很明显的泥滩与粉砂滩的分界。

(1) 平均高潮位线附近的沉积峰区
涨潮时,随潮流速的减小,水流挟沙能力不断降低,水中大量的泥沙由大到小不断沉积;至高平潮时,整个潮滩都被潮水覆盖,高潮水边线附近的潮滩也开始接受沉积,特别在高平潮 5—10min 的憩流期,大量的细粒泥沙也有可能在此滩面落淤。由于沉积物的“延滞效应”和同部位潮滩的退潮流速小于涨潮流速,故在高潮水边线附近形成了一个较宽的纯淤积带(退潮流不能悬移涨潮流沉积的泥沙)。1986 年 10 月在大 IV 断面观测的一个半月潮周期中,这个带宽平均约有 300m,特别是在由大潮到小潮的半月潮周期中,高潮位一次比一次低,每次高潮水边线附近沉积的细粒泥沙经过干滩脱水板结,下一个高潮周期来临时,便不易将其搬运(除非有更大的潮汛)。上述潮周期中,中、低潮滩虽也同样接受潮水挟带的沉积泥沙,但沉积的泥沙还会受到退潮流速的增加而被再次搬运,只有一些粒径大的泥沙被留在滩面。至于平均高潮位以上的潮上带,除有少数大潮能在其上产生少量沉积外(1.0cm/a 左右),一般潮位不发生沉积。因此,在潮汐周期不断作用下,平均高潮位线附近的悬沙沉积量较大,形成潮滩沉积的一个相对峰区,并相应地在平均高潮线附近形成一个凸起的潮滩剖面形态(图 4)。

(2) 平均低潮位线附近(偏上)的沉积峰区
平均低潮位线附近为粉砂沉积($Md\phi$ 为 3.5—4.0),以推移和跃移沉积为主,这个部位沉积量大,显然与这个部位流速急变有关

1) 任美镔等,江苏省海岸带及海涂资源综合调查。

(图 3)。低潮滩是潮流速的突变带, 潮水上滩后, 流速很快减小, 至中潮滩只有原来的 $2/3$ 到 $1/2$, 而这期间的潮移距离只有整个潮滩宽度的 $1/3$ 到 $1/4$ 。由图 3 可以看出, 中、低潮位附近出现了明显的流速拐点, 中潮位以后, 曲线平缓, 流速减慢。据艾里定律: “推移质的粒径与流速的平方成正比, 重量与流速的六次方成正比”^[1], 流速在低潮滩短距离内剧减, 必然使大量的泥沙在短时间内失去搬运动力而迅速在低潮滩堆积, 并且这个堆积带很窄; 同时, 退潮流速曲线在低潮滩的升高趋势不如涨潮流速曲线明显 (图 3), 说明退

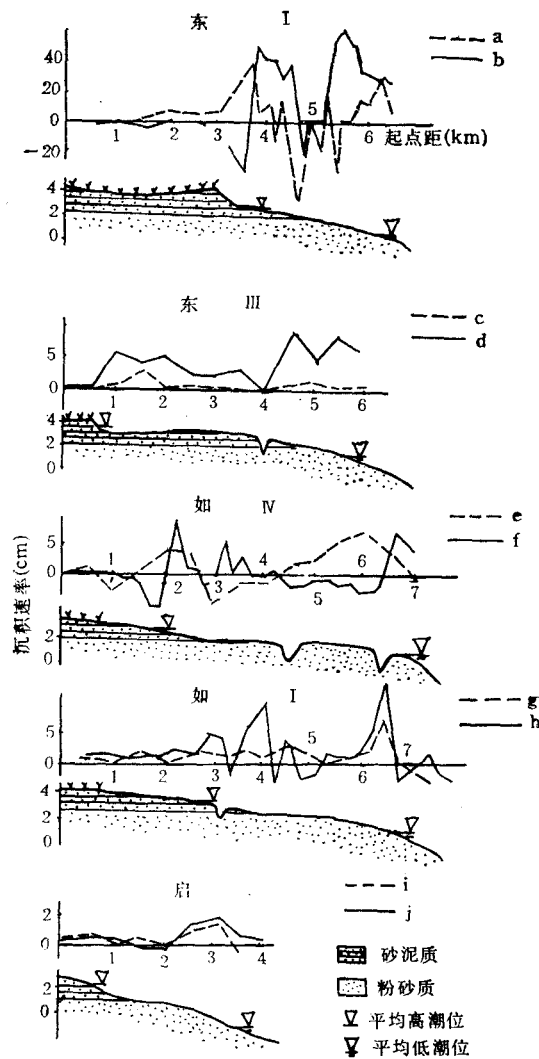


图 4 潮滩沉积速率分布

Fig. 4 Distribution of the sedimentation rate on the tidal flat

- a. 1985年4月—1986年4月; b. 1986年4月—1987年5月; c. 1985年5月—1986年5月;
 d. 1986年5月—1987年5月; e. 1983年5月—1984年5月; f. 1985年5月—1986年5月;
 g. 1982年5月—1983年5月; h. 1985年5月—1986年5月; i. 1982年5月—1983年5月;
 j. 1984年5月—1985年5月。

潮流在低潮滩所能带走的泥沙比例较其他部位低,故在平均低潮位线附近的潮间下带便形成了推移质泥沙堆积的一个相对高值区(图4)。由于平均低潮位线以下的潮下带往往是沿岸向的潮汐水道的边滩,受较强的沿岸向的水道流控制,沉积速度慢,坡度陡(6—8‰),这样,在潮滩剖面形态上,平均低潮位线附近是潮滩的又一个转折点,其转折形成的上凸形较平均高潮位线附近的上凸形更加明显。

由上所述,潮滩沉积沿断面的横向分布为,平均高、低(偏上)潮位线附近,潮滩沉积量最高,但后者沉积不如前者稳定,在潮水沟较多的大丰县局部岸段,因潮水沟的摆动,使后者反映的特征不够明显。中潮位附近潮滩沉积量较小,其沉积速率沿断面的分布呈马鞍形特征,并且两个沉积峰区恰好与潮滩的两个凸区对应(图4)。因此,可以认为,两个凸起的潮滩地貌形态正是由潮滩的两个沉积峰区所形成。

对于沉积量小于 $70\text{m}^3/(\text{m}\cdot\text{a})$ 以下的潮滩剖面,测量资料表明,这里潮滩涨落潮流的不对称程度减弱,海岸动力和泥沙的季节性变化干扰了潮滩的沉积;在供沙多、风浪小的季节仍表现上述特征;供沙少、风浪强的冬季,原沉积的泥沙又被搬运。如表3南I断面的平均高、低潮位线分别位于400—600m和3200—3400m处摆动,2—9月的淤积量在平均高、低潮位附近较大,而9月—翌年2月潮滩侵蚀作用明显,包括平均高、低潮位附近原沉积的大量泥沙在内又被侵蚀。因此,在年以上的长周期沉积过程中,潮滩的两个沉积峰区出现并不明显;所以,沉积量小的潮滩剖面形态双凸形特征也不明显,如掘苴港附近潮滩平均低潮位线以上剖面就近似于直线形(图2如II、南I)。

二、影响潮滩剖面发育的因素

影响潮滩剖面发育的主要因素有供沙、风浪、潮流及围垦等。江苏沿海供沙是维持海岸淤蚀变化的充要条件,它决定着海岸是否淤长,因而决定着潮滩剖面的基本形态;风浪和潮流是潮滩剖面发育的必要条件,在一定的供沙条件下,它们塑造了各种潮滩剖面形态,而围垦也可短时间的改变潮滩剖面形状。

1. 供沙与潮滩剖面的发育

供沙丰度决定着海岸淤长快慢,决定了潮滩剖面的基本形式。废黄河口和吕四海岸侵蚀的泥沙及长江入海向北扩散的泥沙从两侧向中部海岸运移,维持了目前中部海岸的淤长及辐射沙洲的淤高增大。近海0—5m全潮含沙量:射阳河口附近为1.2—1.4g/L;新洋港—王港附近为1.0—2.5g/L;弶港附近沙洲区为1.5—3.0g/L;向南又逐渐减小,小洋口附近为0.4—1.3g/L,北坎外为0.3—0.8g/L。与表1、图1对比,含沙量越高的地段,潮滩沉积量越大,淤长速度越快,发育的潮滩双凸剖面形态越明显。以辐射沙洲中部的北凌港为界,北侧潮滩沉积量大于南侧,北侧潮滩双凸形潮滩剖面形态也较南侧明显(表1)。当潮滩侵蚀作用明显增强时,剖面形态便由上凸转为下凹,吕四和废黄河口海岸泥沙为负向输出,平均低潮位以上潮滩为下凹形剖面;稳定型潮滩剖面近似于直线形。因此,我们也常用潮滩剖面形态来判断江苏潮滩的淤长情况。

2. 风浪、潮汐变化与潮滩剖面的发育

潮滩剖面形态周期性的变化是以海岸动力周期性变化为基础的,并与潮汐和季风气候条件的变化相对应。

表 2 半月潮周期潮滩沉积量变化^① (cm)

Tab. 2 Variation of the depositional amount on the tidal flat in a fortnight tidal period (cm)

断面号	测 量 (年 月 日)	平均高潮位以上					平均高、低潮位之间					平均低潮位以下				
		0	500	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000	3 500	4 000	4 500	5 000	5 500	6 000	6 500	7 000
大 II	1988.8.22—8.29	0	0.1	-0.4	1.0	-0.1	-1.6	0.3	-0.7	-0.1	0.2	-0.3	1.5	1.0	3.1	2.0
	8.29—9.5	0	0.1	0.3	0	2.4	1.7	1.0	-1.3	0.8	2.3	-0.9	-0.7	0.4	-1.2	-1.1
如 I	1988.5.25—6.1	0	1.0	-0.8	0	-1.2	1.4	-0.7	-0.1	0.9	-1.5	1.0	1.7	-0.8	2.0	3.5
	6.1—6.10	0	0	0.5	1.3	-0.6	1.0	0.8	0.9	-1.2	1.7	-0.6	2.3	-1.5	-1.8	0.4

① 四等水准测量。

表 3 南 I 断面潮滩淤蚀量的季节变化 (cm)

Tab. 3 Seasonal variations of deposition and erosion at Nan I section (cm)

测 量 日 期 (年 月)	平均高潮位以上					平均高、低潮位之间					平均低潮位以下									
	0	200	400	600	800	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000	2 400	2 600	2 800	3 000	3 200	3 400	3 600	3 800	
1987.5—1987.9	1	2	3	3	1	1	1	1	8	-2	-7	-6	10	-3	-15	14	7	5	-1	5
1987.9—1987.11	0	-1	-2	1	3	-3	-2	-1	2	3	-3	-1	-2	-1	-3	2	-1	8	-3	-3
1987.11—1988.2	1	1	-1	-1	1	9	-6	-2	2	9	-8	-16	-7	-14	1	-13	0	5	-2	-2
1988.2—1988.5	0	1	0	1	-1	-2	2	4	-3	-5	2	3	2	5	1	4	4	-1	4	6

(1) 潮汐的作用 从表 2 两断面半月潮周期潮滩沉积量的变化中可以发现,中、高潮滩在由小潮到大潮半月潮周期中,沉积量小于由大潮到小潮半月潮的沉积量;低潮滩则反之。这是因为半月潮周期中,潮位由低到高时,高潮滩逐渐被潮淹没,潮流速也逐渐增大,中、高潮滩在上一潮时沉积的泥沙,下一潮时又可能被再悬移,沉积量较小;但低潮滩则由于潮高增加,流速的不对称性也增加,潮沉积量反而增加,这时的潮滩剖面在潮间下带呈抬高趋势(表 2 大 II,如 I 5 000m 以下)。到大潮周期过后,潮位逐潮降低,潮流速也在逐潮减小,中、高潮滩在上一潮时沉积的泥沙,下一潮时因流速的减小已很少能被再搬运,沉积的泥沙较多;低潮滩则由于流速的减小,涨落潮流速的不对称性也减小,沉积量也有所减小,潮滩剖面在中、高潮滩呈抬高的趋势(表 2 大 II,如 I 3 000m 以上)。

(2) 风浪作用 受季风气候的影响,江苏沿海风浪和季节性供沙变化显著,9 月至翌年 2 月风浪频率和强度大大高于 2—9 月¹⁰。5—9 月份汛期,沿海各河流排水排沙量大,长江入海泥沙也增加,因此,潮滩以沉积为主。而冬、春季(9 月至翌年 2 月)情况相反,沿海河流各闸关闸保水,长江也处于枯水季,沿海来沙量减少,尤其是这时风浪强度的增加,使潮滩侵蚀作用明显,在 11 月至翌年 2 月,潮间下带的侵蚀作用特别明显。由表 3 可以清楚地反映上述特征。故潮滩剖面形态的变化特点是: 2—9 月潮滩剖面普遍抬高,但潮间下带的抬高幅度大于潮间上带; 9 月至翌年 2 月则有所降低,主要表现在潮间下带。

3. 围垦与潮滩剖面的发育

由于潮滩围垦,海堤工程破坏了原潮波形态、水力同泥沙间的平衡关系,使潮滩的沉积发生变化,并使潮滩剖面形态也发生变化。

江苏海堤选在平均高潮位线附近,在这样的高程条件下,一般大潮高潮时堤前仍有 0.5m 左右的水深,大风暴潮时堤前水深可达 2m 以上。海堤对潮水波产生反射干扰,并产生扰动流,改变了原潮滩的沉积环境,水流紊动程度增加,潮滩沉积较围前加快;但离堤较远的中、低潮滩受堤的影响较小,则沉积较围堤前的增加量小^[2]。表 4 是竹港围垦后堤外潮滩沉积情况。该垦区于 1982 年冬围垦后潮间带淤高速度加快,至第三年已达围前(1.0 cm/a)的 17 倍(17cm/a),第四年以后出现了淤蚀变化,但主要发生在潮间下带。而潮间下带部分(离堤 4 500m)围前淤高厚度与整个潮间带淤高厚度(1.0cm/a)相同;但围后的增快量远小于整个潮间带的增快量(只有 2.3cm/a),在第二年便出现淤蚀变化,这种侵蚀现象的出现也比整个潮间带提早了一年。这说明离堤越远,由于围垦所引起的“沉积效应”就越弱。

表 4 潮滩年淤高速率 (cm/a)

Tab. 4 Rate of annual deposition on the tidal flat (cm/a)

测量日期 (年 月)	1954.10—1980.6	1980.6—1985.5	1985.5—1986.5	1986.5—1987.5	1987.5—1988.5
潮间带平均值	1.0	2.6	17	-17	9.5
潮间下带平均值	1.0	2.3	-3.3	-1.2	1.0

在上述沉积条件下,潮滩剖面形态重新调整,坡度发生变化,经历了缓—陡—缓的变化过程。围垦初期,潮间上带淤积快于潮间下带,潮间上带剖面线抬高,潮滩坡度由缓变陡;经过一段时间的淤积,潮上带淤积减慢,沉积峰区随之下移至潮间下带^[2],潮间下带剖面线抬高,潮滩坡度又由陡转缓,并逐渐恢复围前的潮滩沉积特征和剖面形态。这个周期一般要 10 年左右的时间,淤长快的潮滩宽阔,恢复周期长;淤长慢的潮滩窄,恢复的周期短。表 5 是竹港、东凌两垦区 1981 年冬季围垦后,堤外潮滩的变化过程,反映了上述特征。

表 5 潮间带坡度变化(‰)

Tab. 5 Change of slope in tidal zone (‰)

测量日期 (年)	1980	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
东 凌	0.42	0.44	0.63	0.39	0.39	0.38	0.39	
竹 港	0.0284		0.0290		0.0295	0.0303	0.0308	0.0295

三、小 结

1. 江苏淤长型淤泥质潮滩剖面形态为双凸形,上、下凸点分别位于平均高潮位和平均低潮位(偏上)附近。

2. 平均高潮位线和平均低潮位线(偏上)附近是潮滩沉积的两个相对峰区,中潮位附近沉积量较小,沉积速率沿断面分布为一马鞍形特征,其沉积峰区恰好与两个潮滩剖面的凸区位置对应。

3. 供沙量越大、沉积速度越快的潮滩,双凸形潮滩剖面形态越明显,侵蚀作用增强的潮滩剖面形态向下凹形发展。

4. 在半月潮周期中,潮由大到小时,潮间上带剖面线抬高;潮由小到大时,潮间下带剖面线抬高。

5. 2—9 月份,潮滩剖面线普遍抬高,但潮间下带抬升量大于潮间上带,9 月—翌年 2 月,潮间下带剖面线抬升量明显小于潮间上带。

6. 围垦改变了堤前潮滩的沉积过程,堤外潮滩剖面坡度也经历缓—陡—缓的变化过程。

参 考 文 献

- [1] 南京大学地理系、中山大学地理系编,1979。普通水文学。人民教育出版社,第 172 页。
 [2] 陈才俊,1990年。围滩造田与淤泥质潮滩的发育。海洋通报 9: 3。

DEVELOPMENT OF DEPOSITIONAL TIDAL FLAT IN JIANGSU PROVINCE

Chen Caijun

(Institute of Beach of Jiangsu Province, Yancheng, 224002)

ABSTRACT

Analyzes of the characteristics of tidal flat deposition and sectional formation, based on 10 years (1980—1989年) continuous survey data of 19 sections on more than 550km depositional tidal flat between the Sheyang River Mouth and the Changjiang River Estuary indicate the main factors affecting the sectional development of depositional tidal flat are silt supply, coastal conditions of tidal forces such as stormy waves and tidal current, and reclamation.

1. The amount of depositional silt near the mean high and low (on the high side) tidal line are greater than in others.

2. The sectional line of depositional tidal flat is in double convex shapes. The convex points are near mean high and low tidal line (on the high side), two convex areas correspond with two high depositional areas.

3. The greater the silt supply and the faster the depositional speed, the more obvious the characteristics of double convex shape profile. When erosion of tidal flat increases, the cross section of the tidal flat changes toward a concave shape.

4. During the period of half-month tide, when tide changes from spring one to neap one, the profile of upper tidal zone rises, and when tide changes from neap one to spring one, the sectional line of lower tidal zone rises.

In February—September, the profile of tidal flat rises generally, but the lower tidal zone rises better than the upper tide zone. From September to February of next year, the lower tidal zone rises less than the upper tidal zone.

5. Reclamation has changed the depositional process of the tidal flat in front of the bank, transforming profile shape of the tidal flat, and changing its slope from gentleness to steepness, and to gentleness again.