

锦州湾泥沙来源、洄淤状况与 建港条件分析^①

符文侠 刘国贤

(国家海洋环境监测中心,大连 116023)

提 要 锦州湾泥沙主要来源于沿岸入海河流的输送,外海水体的携带与沿岸、岛屿蚀余物质的补给。每年进入湾内的泥沙总量约为 33—35 万吨,假如这些泥沙不再向湾外流出,在湾内作均匀分配沉积,则相当于在湾底铺上 5mm 厚的土。水准和水深重复测量表明,潮滩以稳定的弱堆积为主,水下浅滩基本处于稳定状态。该湾在非正常情况下产生骤淤的可能性不大。综合建港条件良好。

关键词 泥沙来源 分布特征 洄淤状况 建港条件 锦州湾

第一作者简介 符文侠 男 57岁 研究员 海洋地质地貌学

锦州湾是辽东湾西岸一个半封闭的浅水海湾(图 1),湾口朝向东南,湾口水深达 5 m 以上,平均水深 3.5 m,面积约 151.1 km²,岸线长 61.5 km;其中老河口至大笔架山天桥 5 km 长的海岸为砂质海岸,其余皆为岬湾相间的淤泥质海岸。沿岸地形平缓,南和西部地势略高,为低山丘陵,北岸地势低,为平原低地。

为建设锦州大笔架山港的需要,于 1985、1986 和 1990 年先后三次对锦州湾进行海洋水文、海岸地貌、浅海和滩面测深、水准测量以及海、河泥沙观测等综合性调查。根据获得的大量资料,对锦州湾的泥沙来源、分布特征、洄淤状况等进行初步研究,并在此基础上对锦州湾建港条件进行了综合分析。

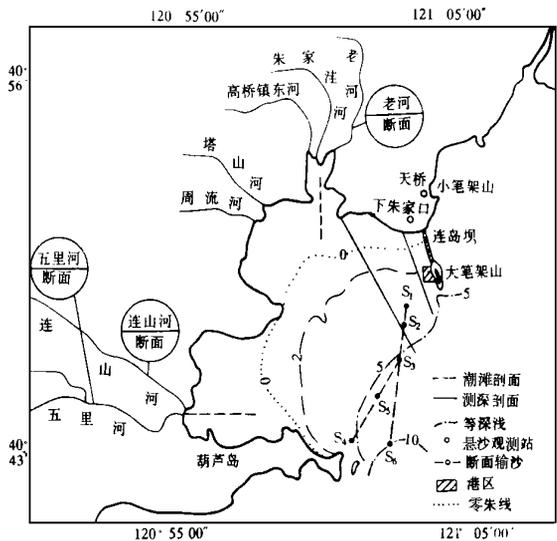


图 1 锦州湾潮滩、浅滩剖面、悬沙观测站位图
Fig. 1 The station map of tidal flat, beach profiles and suspended substances observation of Jinzhou bay

1 锦州湾的泥沙来源

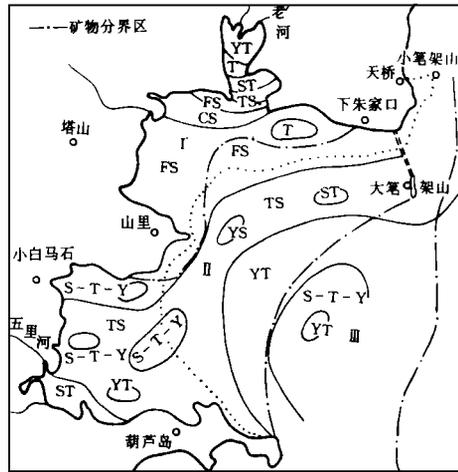
为研究锦州湾的泥沙来源,在现场调查时采集沉积物表层样 66 个,重矿物样 41 个,粘

① 收修改稿日期: 1996-05-18

土矿物样 51个。并结合辽宁省海岸带调查资料,对锦州湾沉积物类型及分布规律,重矿物、粘土矿物的分布和组合特征以及物源区与堆积区矿物含量的对比进行了探讨。

1.1 沉积物机械组分的分布规律

沉积物的机械组分通常能反映沉积区的主要物质来源。由锦州湾表层沉积物类型分布图(图 2)可见:由老河向东南至大笔架山南侧 5 m 等深线,依次顺岸出现由粗至细的沉积物分布序列:粗砂→细砂→粉砂质砂→粘土质粉砂和砂→粉砂→粘土,表明老河物质主要分布于港区以北。由五里河向东至 5 m 等深线,亦是顺岸呈带状分布依次为细砂→粉砂→粉砂质砂→粘土→粘土质粉砂和砂—粉砂—粘土,表明五里河来沙主要分布在五里河潮滩及其以东的水下浅滩。港区的泥沙主要由老河和五里河的混合物质补给。



CS 粗砂 FS 细砂 TS 粉砂质砂 YS 粘土质砂
 ST 砂质粉砂 T 粉砂 YT 粘土质粉砂 S-T-Y 砂 粉砂 粘土
 I 志河矿区 II 五里河砂区 III 五里河及小滨河矿区

图 2 锦州湾底质类型及矿物分区图

根据卫片分析⁽¹⁾,辽东湾泥沙浑浊带向西南扩散,可见,辽东湾的泥沙对锦州湾是有影响的,尤其是小凌河的泥沙输入,直接左右着锦州湾泥沙的来源

由此不难看出,老河、五里河和小凌河的泥沙是锦州湾陆源物质的主要供给者。

1.2 物源区与堆积区矿物含量对比

五里河和老河携带大量陆源碎屑物入海,在河口附近沉积下来。其次是该湾沿岸与岛屿基岩风化剥蚀碎屑物以及湾外海域物质随海流带入锦州湾。将物源区的矿物含量和堆积区的矿物含量进行对比,有助于进一步查清锦州湾的物质来源。从图 2 和表 1 看出,重矿物区的各种重矿物成分的含量特征与其相应的物源区的各种矿物成分的含量特征极其相似,尤其磁铁矿的分布特征更充分地反映了这一点,表明重矿物的堆积区与物源区关系的密切性。

另外,锦州湾粘土矿物的分布和组合特征与物源区的总趋势相一致,其粘土矿物含量(表 2)亦极相近,表明与物质来源的相关性

另外,锦州湾粘土矿物的分布和组合特征与物源区的总趋势相一致,其粘土矿物含量(表 2)亦极相近,表明与物质来源的相关性

1.3 物质来源在地貌形态上的反映

塑造研究区海岸的主要动力是波浪,其次是潮汐和海流。据葫芦岛海洋站的资料,风和浪出现的最多方向均为 SSW,最大风速方向为 SSW,而平均波高与最大波高为 S 和 SSW 向,其次为 SSE 向;平均风速为 5.5 m/s,最大风速为 22.0 m/s;平均波高为 0.5 m,最大波高为 3.1 m;最大潮差为 2.58 m;海流平均流速为 20-30 cm/s。由此可见,水动力因素对该湾沿岸具有较强的破坏作用,尤其在岬角地区,地貌形态明显反映出海水的破坏作用和物质来源状况。如在葫芦岛和策笠头子岬角地区由于海水的侵蚀作用,造成海岸崩塌后退,并在

Fig. 2 The bottom sorts and mineral divisions of Jinzhou bay

崖脚下形成由崩塌岩石组成的倒石堆地形和岩脊滩, 占据着高海滩和低海滩的上部。大笔架山岛与陆地相接的连岛坝, 既是著名的旅游圣地, 又具有特殊的指示性地貌意义。该岛呈南北向展布于锦州湾湾口的北部, 其组成岩性为震旦纪石英岩、长石石英砂岩、板岩及紫色页岩, 抗风化能力差, 在风浪作用下, 海水沿裂缝侵入, 造成岛屿岩石的崩塌破坏, 其蚀余的岩块在南向波浪作用下, 沿岛屿东西两侧作顺岸向北推移。因此, 在岛屿北侧波影区, 逐渐发育成毗连岛屿向北扩展的连岛坝。由于岬角的阻隔, 蚀余物质只作短距离的移动, 并未形成沿岸泥沙流。可见, 沿岸与岛屿的蚀余物提供了一定的物质来源, 据估算每年约 0.1 万吨^①

表 1 各物源区与重矿物区主要矿物平均含量 (%) 对比表

Table 1 Comparison of mean contents of main minerals between source areas and divisions

物源区及矿物成分	五里河物源区	磁铁矿—角闪石—绿帘石—锆石矿物区 (II)	老河物源区	角闪石—绿帘石—钛铁矿物区 (I)	锦州湾外海域物源区	磁铁矿—角闪石—绿帘石矿物区 (III)
角闪石	32.00	26.80	34.50	50.50	19.79	24.78
绿帘石	18.00	26.30	39.000	30.80	12.50	23.73
磁铁矿	35.75	36.89	7.70	8.64	55.00	41.88
钛铁矿	5.80	4.33	9.70	5.18	3.30	2.00
石榴石	0.20	0.70	0.20	0.56	3.30	0.93
榍石	3.85	2.40	4.80	2.08	3.60	2.67
锆石	3.00	1.42	1.70	0.26	0.84	1.80
总量	95.60	98.84	97.60	98.00	98.00	97.79

表 2 物源区与堆积区粘土矿物含量 (%) 对比表

Table 2 Comparison of clay mineral contents between source area and accumulation area

区域站名	物源区						堆积区 (大笔架山以西海域站位)					
	五里河河床	老河河床	老河上坎树	老河下游	A站	B站	8537	8614	8613	8611	8604	8601
伊利石	70	62	61	62	55	55	65	62	62	63	62	61
高岭石	11	15	18	14	18	18	13	17	14	15	18	17
绿泥石	11	14	14	13	12	13	12	13	12	13	12	14
蒙脱石	8	8	7	11	15	14	10	8	12	9	8	8

注: A. 老河下游大桥西 (悬浮体) B. 老河下游大桥东 (悬浮体)

① 国家海洋局海洋环保所, 锦州大笔架山港 1986年洪水期地貌、工程泥沙研究成果报告, 1986年 10月。

2 锦州湾泥沙量和洄淤状况

2.1 锦州湾的含沙量

2.1.1 锦州湾沿岸河流的输沙量

从陆域注入锦州湾的河流较多,但多为短小的季节性河流,全年迳流集中在7—9月。主要河流有:五里河、老河、连山河、周流河和塔山河等(图1)

为查明洪水期沿岸河流的入海泥沙量,于1986年7月17—18日(雨量为39.1 mm)和7月29—30日(雨量为43.6 mm)在五里河、连山河和老河的无潮河段,各设一条泥沙观测断面,进行昼夜连续观测河流入海沙量(图1)。根据观测资料推算出1986年洪水期7—8—9月份的输沙量为7.46万吨。多年平均估算的年入海沙量为13.7万吨

2.1.2 锦州湾外海进入的泥沙量

为给出外海进入锦州湾的泥沙量,在湾内布设两条泥沙观测断面(图1),共6个站位。分别于1985年春季(3—4月)和1986年7月洪水期进行大、小潮期二个航次连续25小时的悬浮泥沙观测。根据获得的资料进行了泥沙含量、断面输沙量计算。其结果是,春季进沙量为1.74万吨,夏季进沙量为8.22万吨,全年为20.19万吨,表明夏季是外海来沙的高峰时期。由此可知,河流输入该湾的泥沙与外海进入湾内的泥沙总量为33.89万吨。

2.2 锦州湾泥沙洄淤状况

2.2.1 湾口横断面输沙量

选择S₃、S₄、S₅测站的连线(图1)作为控制锦州湾的输沙横断面。1985年春季湾口断面输沙量计算结果是,大潮期一个完整潮周期内涨潮时总进沙量4412.43吨,落潮时总出沙量为-5864.88吨,净值为-1452.45吨。而小潮期一个全潮涨潮时总进沙量为22331.16吨,落潮时总出沙量为-19041.05吨,其净值为+3290.11吨。大、小潮净沙量之和为1837.66吨。

1986年夏季(洪水期)断面输沙量计算结果是,大潮期一个全潮涨潮时总进沙量为7724.97吨,落潮时总出沙量为-6066.74吨,其净值为+1658.23吨。而小潮期一个全潮涨潮时总进沙量为3397.96吨,落潮时总出沙量为-3229.87吨,其净值为+168.09吨。大小潮净沙量之和为+1826.32吨。其值与1985年春季全潮净沙量之和是相近的。表明锦州湾在春、夏季是微淤的。如若用1986年夏季大、小潮净沙量之和估算本季节洄淤量,则算出洪水期(夏季)总进沙量为+8.22万吨。

2.2.2 洪水期洄淤量

由上述可知,洪水季节湾内各河流入海总沙量为7.46万吨,外海进入湾内泥沙量为8.22万吨,故洪水季节进入湾内的泥沙总量为15.68万吨,假设这些泥沙在湾内作均匀沉积(断面以西湾内面积为 $1136.9 \times 10^9 \text{ cm}^2$),则本季节沉积量为 0.14 g/cm^2 。

2.2.3 年入海沙量的估算

根据锦州湾泥沙洄淤特点和现有资料状况,可以采用春季和夏季大、小潮期全潮输沙量的平均值,代表寻常季节大、小潮期全潮输沙量。借此,可估算出各季节洄淤量(表3)。假如外海进入湾内的泥沙及河流输入该湾的泥沙不再向湾外流出,则年入该湾泥沙总量为33.89万吨。如若这些泥沙在湾内作均匀分配,则年沉积量为 0.298 g/cm^2 ,相当于每年对湾

底铺上 5 mm厚的土 (5 mm /a).

表 3 锦州湾泥沙洄淤量估算

Table 3 The estimation of backing siltation amount in Jinzhou bay

类 型	时 间	日平均输沙量(吨)	洄淤量(万吨)	备 注
外海进入 湾内沙量	春 季	+ 192.83	1.74	
	夏 季	+ 913.16	8.22	
	寻常季节	+ 552.99	10.23	
	全 年		20.19	
河 流	洪水期 全 年		7.46	入海沙量
			13.70	

3 锦州湾滩地稳定性的分析

从沉积动力学分析,锦州湾滩地可划分为零米以上的潮间浅滩(潮滩)和水深零米至-5 m的水下浅滩(潮下滩)二种类型。为查明潮滩和水下浅滩的稳定程度,定量给出冲淤变化的量值,进行了潮滩剖面重复水准测量和水下浅滩的水深测量。

3.1 潮滩剖面重复水准测量

1986年在五里河口和老河口潮滩各设一条剖面,分别于6、7、9月进行三次水准测量,以6月份资料绘成滩地初始剖面,与7、9月两次测量结果对比计算。

3.1.1 五里河口潮滩剖面(图1)

6月份与7月资料对比结果是,五里河口剖面普遍以淤积为主,在距岸2500 m内平均淤积厚度为25.4 mm,淤积强度随距岸距离的加大而增加。6月份与9月资料对比是,五里河口剖面仍以堆积为主,但因河流物质减少,其平均淤积厚度下降为11.6 mm。淤积强度的总趋势与7月份资料相近,即远离岸边强度偏大。

表 4 北滩I、II剖面冲淤值

Table 4 The erosion and accumulation values in I, II profiles in north beach

I 剖 面			II 剖 面		
时 间	低 海 滩	水 下 浅 滩	时 间	低 海 滩	水 下 浅 滩
7月与6月比较	+ 7.4 mm	- 2.1 mm	7月与6月比较	- 8.4 mm	- 4.1 mm
9月与6月比较	- 7.6 mm	+ 4.5 mm	9月与6月比较	- 3.2 mm	+ 0.4 mm

注: + 表示淤积 - 表示冲刷

3.1.2 老河口潮滩剖面(图1)

6月份与7、9月资料对比结果是,剖面普遍出现冲刷现象。7月份较6月平均冲刷16 mm;9月份较6月冲刷深度明显变小,为3.4 mm。表明洪水期过后的9月份,随着河流流量减少

侵蚀变弱而复又重新堆积。如若 9 月份与 7 月相比则实际淤厚 12.6 mm 但就整个老河口滩地而言,其总趋势常年仍以堆积为主^[2]。

3.2 低海滩与水下浅滩水深测量

在下朱家口的北滩布设北滩 I 剖面和北滩 II 剖面(图 1),于 1986 年 6 7 9 月进行三次海陆同步重复测量。以 6 月份资料绘成滩地初始剖面,与 7 9 月两次测量结果对比计算,其结果列成表 4。从表中可见,低海滩和水下浅滩的冲淤变化值均不大。

4 非正常情况下产生骤淤的可能性分析

骤淤系指短时间内大量泥沙落淤,严重的会影响航行。因此,在港工建设中必须充分考虑这一问题,可能引起锦州湾骤淤的因素有:

4.1 特大风暴引起的风暴沉积

风暴是现代浅海沉积作用中的一个重要因素,因而现代浅水沉积物中的一种递变层理,通常归因于沉积物受风暴扰动后的再沉积^[3]。风暴高峰期浪基面降低,于是将海底沉积物掀起、筛选,而后很快沉积。下部沉积具突变性,为贝壳或砾石等粗粒滞溜沉积,上部沉积具渐变性,为纹理状砂或粉砂。上、下部沉积结构为明显的“二元结构”。风暴沉积侧向厚度变化明显,常呈凸镜体状。一次风暴就可形成此种沉积,可以起到堵塞航道影响航行的作用。

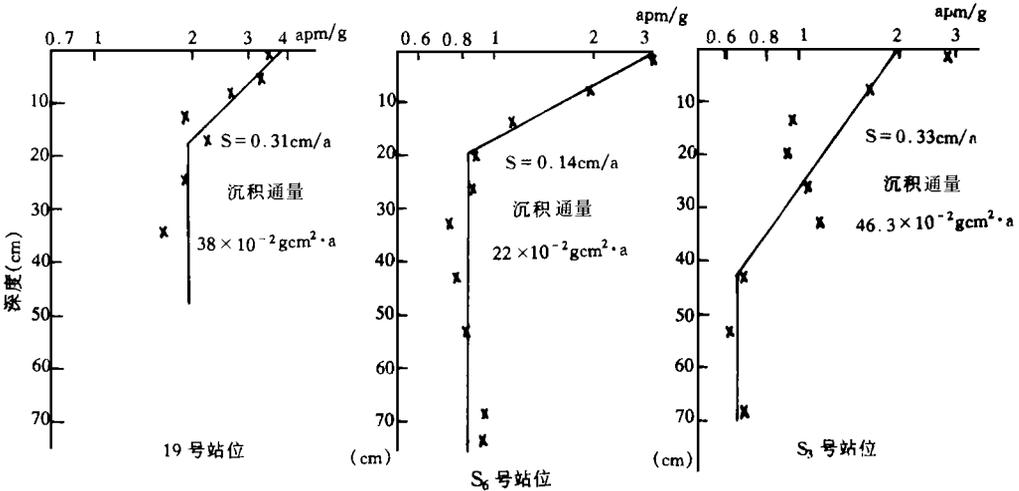


图 3 19号站、S₃及 S₆号站²¹⁰Pb深度衰减图

Fig. 3 Attenuation of ²¹⁰Pb with depth in No. 19, S₃ and S₆ stations

我们通过对锦州湾航道东侧 19号站²¹⁰Pb剖面和航道上的 S₃及 S₆号站的²¹⁰Pb剖面(图 3)及其沉积物分析,发现锦州湾柱状样岩芯中无递变层。²¹⁰Pb剖面揭示出完整的衰变图,表明锦州湾海域没有风暴沉积层。

4.2 大洪水引起的洪水沉积

海底的这种沉积类似于“浑浊流沉积”,它是瞬间形成的高速沉积层,也是骤淤层的一种,与当地沉积环境不相称。锦州湾沿岸河流虽当暴雨强度很大时,水体泥沙浓度可达 2000

mg/L以上,但由于河流短小,迳流量和水下浅滩坡度均小都不利于形成通向湾中心的异重流体,故不能发生此种沉积。其次,航道位于湾口,即使西及西北侧河流来沙,需经湾内水域才能到达湾口;然而实际情况是,泥沙未到湾口可能早已扩散殆尽,因此湾内河流来沙也不会引起骤淤。至湾口外,东侧小凌河南下的泥沙,随潮流进入湾内途径航道时,由于湾口水动力较活跃,因此水体中泥沙分布较均匀,亦不会产生骤淤

5 锦州湾建港条件的分析

综上所述可以看出:

1) 锦州湾三面被陆地环境,只向东南敞开,呈半封闭状。水深条件较好,平均水深为 3.5 m。该湾的常浪向和强浪向均为 SSW,而锦州港的现行航道轴线方向与常浪向、强浪向夹角甚小,与 S₆站涨、落潮流向的夹角亦小。拟建的港口区在大笔架山岛的内侧,以其为屏障,对东北和东向波浪起掩护作用。这些条件均有利于港区的建设和航道水深的维持

2) 地质地貌调查表明,锦州湾海岸长期来比较稳定。该湾海岸绝大部分为淤泥质海岸,漫长的潮滩对海岸起很大的保护作用,使海浪的波能在传递过程中大减,仅对突出的岬角海崖有一定的破坏作用。其蚀余物质有限,由于岬角阻隔,蚀余物质并未形成沿岸泥沙流,只作短距离的移动,基本就近堆积。另外,大笔架山岛的蚀余物质主要是在南向波浪作用下,向北侧的岸边移动,对港区与航道影响甚小

3) 该湾潮滩、海滩与水下浅滩重复测量表明,洪水期水下浅滩处于稳定状态。潮滩以稳定的弱堆积为主,整个潮滩受浪、流的侵蚀冲刷甚微。在有河流注入的潮滩河道两侧,洪水季节则以冲刷为主,泥沙可顺河槽下移至水下浅滩。波浪作用下的下朱家口海滩的剖面形变,直接支配海滩砂的上下推移。强浪期高海滩物质下移,造成低海滩的堆积;平浪期则相反,下移的物质重又返向高海滩附近。整个推移范围主要集中于潮间带内。因此,下朱家口一带海滩物质向水下输移是很有限的

众所周知,波浪对泥沙的作用主要发生在破碎带。据葫芦岛测波站资料,波高 3.1 m,周期 6.8 s,波长 72 m,计算得出浅滩上的破波水深 4.5 m,其影响下界深度达 13 m。在此种情况下,湾内表层泥沙均受到影响。但在锦州湾内水深(0—5 m)测量期间,未出现明显骤淤或骤冲现象,冲淤值变化范围在 10 mm左右,表明锦州湾整个海底基本属淤稳定状态。

4) 骤淤可能性分析表明,锦州湾海域的²¹⁰Pb剖面是连续的,未发现风暴层沉积。而洪水期高浓度水沙未扩散到港区及航道,沿岸河流泄入海湾的泥沙不足以形成“类淤积层”。就目前自然状况来说,本区风浪掀起的各种来沙,出现骤淤的可能性不大

5) 输沙量计算结果是,一年进入锦州湾内的泥沙总量为 33.89万吨。假如这些泥沙进入后不再外流,在湾内作均匀分配沉积的话,则相当于每年对湾底铺上 5 mm厚的土,即 5 mm/a

为验证锦州湾年淤积量,在我国 1960年版军用海图与 1938年日伪版海图上,从大笔架山附近与锦州港航道部位共选取 10条剖面进行地形对比,其结果是,大笔架山西侧、北部和南部水深 6 m以深海区均表现为淤积趋势,其值为 4—6 mm/a^[4],航道区为微冲趋势。上述的淤积值与 1985至 1986年在锦州湾海域取 6柱样品进行²¹⁰Pb年代学测定的结果(1—5 mm/a)相近

综上所述, 可以认为锦州湾建港条件是较优越的。锦州湾现在泥沙淤积量不大, 但在近岸海域的淤泥质岸段建港, 开挖后出现一定回淤是难以避免的。估计开挖后年回淤量不会很大, 每年进行适当的疏浚是可以解决的。

参 考 文 献

- [1] 符文侠等. 锦州湾沉积物特征与物质来源的探讨. 黄渤海海洋, 1994, 12 (2): 47- 56.
- [2] 苗丰民等. 锦州湾及其河口区的悬浮颗粒物. 海洋学报, 1990, 12 (5): 610- 619.
- [3] 何宝林等. 辽东湾北部浅海现代沉积特征. 海洋地质与第四纪地质, 1991, 11 (2): 7- 16.
- [4] 符文侠等. 辽东湾潮滩及滨下动力地貌特征. 海洋学报, 1993, 15 (1): 71- 83.

The Analysis of the Silt Source, Backing Siltation and Harbour- Building Condition in Jinzhou Bay

Fu Wenxia and Liu Guoxian

(National Marine Environmental Monitoring Centre, Dalian 116023)

Abstract

The study of satellite photograph, distribution of mechanic composition of sediments, comparison of heavy minerals and clay minerals between source area and accumulation area, and coastal dynamic geomorphology states that the silt of Jinzhou Bay are mainly followed three sources: 1) rivers along the coast; 2) carried by outer water body; 3) erosion from coast and island. The total amount of silt into the bay is about 330- 350 kt every year, especially in overflow stage in summer which is about 160 kt every year. If these silt were deposited homogeneously, the sedimentation amount each year would be 0.298 g/cm^2 , which correspond to 5 mm thick silt on bottom annually.

The repeated level survey and bathymetric survey of tidal flat and underwater shoals indicate that the tidal flat was dominant by stable weak accumulation in overflow stage. Owing to updown traction of beach sand on north beach was mainly on intertidal zone, the input downward of water of north beach substances is limited. The underwater shoals between 0 m and - 5 m isobath is in stable state. And under unusual condition, there may be not the tempestite and " turbidite", so it is impossible for the siltation abruptly take place there. From the native general situation, silt source, backing siltation, stable degree of tidal flat and possibility of siltation abruptly of Jinzhou Bay, the harbourbuilding condition is favourable.

Key words backing siltation silt source harbour-building condition