

伶仃洋西岸浅滩建港条件分析

辛文杰

(南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029)

摘要: 随着珠三角经济的快速发展,在伶仃洋西岸建港的需求日益迫切,但伶仃洋西滩因受蕉门、洪奇沥和横门等径流水道影响,水浅滩宽,沙多流散,建港条件很差.通过对当地水沙特性和岸滩演变分析,认为“弱流少沙”环境是在伶仃洋西滩建深水港的关键条件,如位于蕉门口外龙穴岛东侧的广州港南沙港区,利用其北端礁群掩护,避免了涨落潮主流直接过境,近岸水域流弱沙少,即使在零米高滩上开挖深水港池,回淤也并不严重.数学模型计算结果表明,随着码头建设往下游延伸,已建港区“弱流少沙”环境进一步改善,港池回淤亦趋减轻.

关键词: 弱流少沙; 建港条件; 挖槽; 回淤; 伶仃洋西岸

中图分类号: TV148:0242

文献标识码: A

文章编号: 1009-640X(2010)01-0009-07

广州市为实现其城市发展与产业布局“东进南拓”的战略规划,自2002年起,在伶仃洋西北部的龙穴岛围垦区展开了南沙开发区建设的热潮,深水港区作为其关键基础设施被列为首要建设项目.位于蕉门口外的龙穴岛东侧有十多公里岸线靠近伶仃洋深槽,是建港的有利条件,但规划港区位于伶仃洋西滩北端,受虎门、蕉门、洪奇门等水道水沙影响较大,近岸水深很浅,能否建深水港需充分论证.本文在归纳工程海区水沙运动特性和岸滩演变趋势的基础上,结合试挖槽回淤分析和水沙数学模型研究,对伶仃洋西岸浅滩建深水港的控制因素和关键问题进行了分析和探讨.

1 伶仃洋概况

1.1 地形地貌

伶仃洋是珠江口东部4个口门(虎门、蕉门、洪奇沥和横门)注入的河口湾,位于东经 $113^{\circ}33'$ ~ $114^{\circ}09'$,北纬 $22^{\circ}12'$ ~ $22^{\circ}45'$ 之间.湾型呈喇叭状,走向接近NNW-SSE方向,湾顶宽约4 km(虎门口),湾口宽约30 km(澳门至香港大濠岛之间),纵向长达72 km,水域面积超过2 000 km².伶仃洋湾顶由沙角和大角山对峙形成峡口,湾口面对万山群岛天然屏障;东部沿岸多湾,由北往南有交椅湾、大铲湾、深圳湾;西岸由北往南多滩,蕉门、洪奇沥和横门的出口附近堆积着许多浅滩;中部有淇澳岛和内伶仃岛扼守湾腰,东南有暗士顿水道经香港的汲水门入维多利亚港,西南有洪湾水道与磨刀门河口相通(见图1).

伶仃洋的水下地形具有西部浅、东部深的横向分布特点

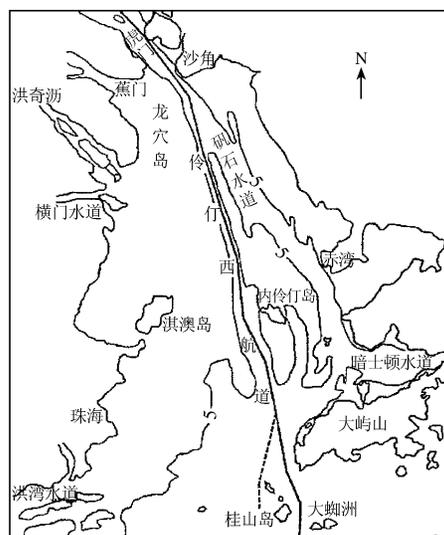


图1 伶仃洋河口湾形势

Fig. 1 Lingdingyang baymouth

收稿日期: 2009-07-10

作者简介: 辛文杰(1951-),男,天津人,教授级高级工程师,主要从事河口海岸潮流泥沙研究. E-mail: wjxin@nhri.cn

和湾顶窄深、湾腰宽浅、湾口宽深的纵向分布特点,滩槽分布呈“三滩两槽”的基本格局,三滩指西滩、中滩和东滩,两槽指西槽(伶仃水道)和东槽(矾石水道-暗土顿水道)。

1.2 上游来水来沙

珠江水系的水量十分丰富,据文献[1]介绍,进入河口区的多年平均流量为 $9\,542\text{ m}^3/\text{s}$,多年平均径流总量为 $3\,020\text{ 亿 m}^3$ 。经虎门、蕉门、洪奇沥和横门注入伶仃洋的年总径流量为 $1\,670\text{ 亿 m}^3$,占珠江年总径流量的 55.3% ;每年的悬移质总输沙量达 $3\,664\text{ 万 t}$,占珠江水系进入河口区悬移质总输沙量的 41.2% 。与径流相比,珠江水系年输沙量的季节变化更为显著,汛期(4~9月)多年平均输沙量占全年的 $91.69\%\sim 95.79\%$ 。

伶仃洋西部水域受蕉门、横门和洪奇沥三大口门来水来沙直接影响,东部水域主要接纳虎门来水来沙及蕉门部分水沙,虎门的径流量比较大,占四大口门年径流总量的 34.6% ,而悬移质输沙量则比较小,仅占四大口门年输沙总量的 27.2% (见表1)。

表1 伶仃洋上边界四大口门水、沙分配

Tab.1 Water-sediment discharge from four mouths to Lingdingyang

项 目	虎 门	蕉 门	洪奇历	横 门	合 计
径流量(亿 m^3)	578	541	200	351	1 670
占四大口门(%)	34.6	32.4	12.0	21.0	100
悬沙输沙量(万t)	995	1 323	48.9	857	3 664
占四大口门(%)	27.2	36.1	13.3	23.4	100

1.3 潮汐与潮流

伶仃洋的潮汐受南海潮波系统控制,属不正规半日混合潮类型。当潮波从外海传入伶仃洋河口湾时,由于喇叭状湾型的收缩作用,形成潮汐能量的沿程积聚,潮差从湾口向湾顶逐渐增大。东部自然水深较大,潮汐作用强,西部受河口径流影响,潮势较弱,故东岸潮差大于西岸^[2]。位于湾腰中部内伶仃岛的年平均潮差为 1.34 m ,与东岸赤湾的潮差(1.37 m)相近,但明显大于西岸金星门的潮差(1.10 m)。湾顶上游深槽区大虎站年平均潮差(1.69 m)与东岸太平站的潮差(1.70 m)相近;但湾顶下游不远处舢舨洲的潮差(1.64 m)明显大于西侧蕉门的潮差(1.34 m)。由此可见,伶仃洋深槽区与东岸之间潮差变化较小,而深槽区至西岸的潮差衰减比较快。同潮汐一样,伶仃洋的潮流属于不正规半日混合潮流类型,即一个太阴日里潮流有2次涨落。虽然潮差不大,但由于河口湾喇叭状幅聚形态和湾顶(虎门)上游巨大的纳潮容积,潮流动力仍然比较强劲。受岸线边界的约束,湾腰以北水域的潮流基本以往复流形式运动,涨潮流向偏于西北,落潮流向偏于东南;内伶仃以南开阔水域由于横比降的作用及受水道分流的影响,潮流形态介于往复流与旋转流之间。湾内涨潮平均流速一般为 $0.4\sim 0.5\text{ m/s}$,落潮平均流速为 $0.5\sim 0.6\text{ m/s}$ 。东槽涨潮势力较强,枯季尤为明显,西槽落潮动力占优,汛期更为突出。无论涨潮还是落潮,湾内纵向流速分布均呈由湾口向湾顶逐渐增大的特点。

1.4 泥沙特性

伶仃洋的水体悬沙浓度具有深槽小、浅滩大、西部高、东部低,汛期浑、枯季清等主要分布特征,年平均含沙量一般为 $0.1\sim 0.2\text{ kg/m}^3$ 。据2002年洪季实测资料统计,龙穴岛附近水域涨、落潮的平均含沙量均 0.1 kg/m^3 ,垂线最大含沙量不到 0.2 kg/m^3 。

伶仃洋河床表层的泥沙粒径具有中滩粗、边滩细,湾顶附近较粗、湾口一带较细的分布特点,航槽和下游深水区的床沙中值粒径在 $0.005\sim 0.01\text{ mm}$ 之间,西滩和东滩大部分地区的底质中值粒径也在 0.01 mm 以下,但在蕉门口、横门口以及交椅沙、公沙、拦江沙等处河床质明显粗化,中值粒径可达 $0.1\sim 0.5\text{ mm}$ 。

汛期,伶仃洋湾腰处(拦门沙段)趋于淤积,湾口和湾顶一带出现冲刷;枯季,则两端淤积,中部冲刷。不过,伶仃洋的自然冲淤率一般很小,据文献[3-4]的研究,伶仃洋西滩的自然沉积率约为 $2\sim 5\text{ cm/a}$,东滩沉积速率仅为 1 cm/a ,湾内平均沉积率为 $1.5\sim 2.5\text{ cm/a}$,总体处于微淤态势。

2 龙穴岛附近水沙环境

2.1 潮流动力

根据最新水文资料分析,龙穴岛东侧浅滩水域的潮流强度相对较弱,涨、落潮平均流速一般为 0.3 m/s 左右;流速分布与当地水深相对应,即浅水流速小,深水流速大;近岸区南侧潮流较强,往北则逐渐减弱;涨、落潮主流向与伶仃航道的走向趋于一致,往复流特征明显;受龙穴岛东北角浅滩地形影响,鳧洲水道出口段的涨、落潮流有北偏趋势。

2.2 泥沙特征

根据对 2002 年洪、枯季现场水文测验资料的统计,龙穴岛附近水域的水体含沙量涨、落潮平均约为 0.10 kg/m^3 ,最大的半潮平均含沙量不超过 0.20 kg/m^3 。2002 年在夏季 3 个月内 8 次对龙穴岛东侧-1m 浅滩水域含沙量的观测结果表明,在径流、潮流和风浪综合作用的环境下,其平均含沙量仅为 0.16 kg/m^3 左右,具有低含沙的特点。

近期对龙穴岛附近水域底质采样的粒度分析表明,鳧洲水道的床沙颗粒变幅最大,边滩的中值粒径可达 0.3 ~ 0.5 mm,槽内的床沙中值粒径仅为 0.02 mm 左右,且具有由西往东逐渐细化的分选特点;岛东侧的浅滩水域,其床沙的中值粒径亦具有北粗南细的分布趋势,北段平均约为 0.34 mm,中、南段则减小至 0.1 mm 以下;床沙粒径最细的区域位于龙穴岛围垦区的南侧浅滩,其中值粒径仅为 0.004 ~ 0.033 mm;龙穴南水道的床沙也具有上粗下细的分布特点,其中值粒径由北段的 0.4 mm 逐渐细化至南段的 0.004 mm,变幅也是非常显著的。

鳧洲水道的悬移质泥沙在与虎门水道落潮水流掺混后浓度降低,推移质中的粗颗粒泥沙除了在口门附近停滞之外,在经过穿鼻深槽时或就地沉积或沿深槽输移,很难扩散到龙穴岛近岸浅滩上来。现场调查发现鳧洲水道-2 m 深河槽暴露出大片晚更新统的花白硬黏土层,具有“基岩河床”性质,表明鳧洲水道已很难再冲刷下切;来自鳧洲水道的推移质沉积物大部分在舢板洲以北区域沉积,龙穴岛东侧-6 m 浅水域的沉积物主要为粉砂质淤泥,基本不受推移质泥沙的影响见图 2。

2.3 地貌环境

由西排、东排、沙堆和黄花排等礁岛形成的硬底高滩以舢板洲为顶点呈扇状与龙穴岛东北端堤岸连接,使鳧洲水道出口北偏;在舢板洲以南,-2 m 浅滩与龙穴岛东岸保持平行距离向下游延伸,伶仃航道深槽在该段亦保持类似走向。由此看来,舢板洲扇形浅滩是防止鳧洲水道水沙直接贴岸下泄和掩护龙穴岛近岸水域为弱流环境的关键地貌条件,来自虎门和鳧洲水道的落潮水沙只有通过扩散方式才能进入近岸水域,涨潮流也因受阻而动力减弱,在龙穴岛东侧水域形成弱流少沙环境见图 3。

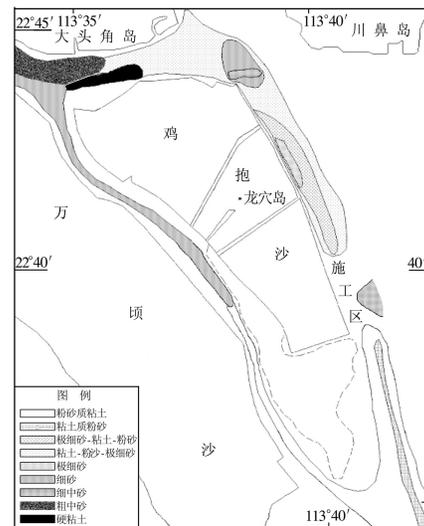


图 2 龙穴岛周边水域沉积物类型分布

Fig. 2 Sediment distribution around Longxue island

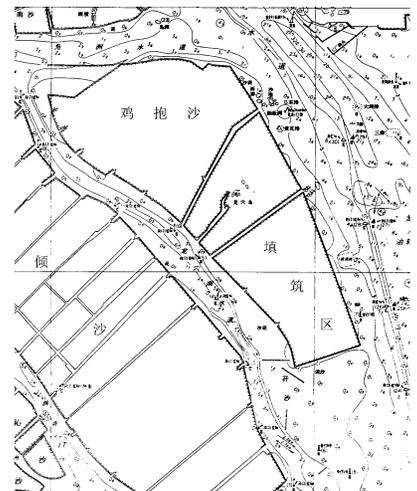


图 3 龙穴岛东北侧滩槽地形示意

Fig. 3 Shoals with pools at the north of Longxue island

2.4 岸滩演变

伶仃洋西滩具有洪淤、枯冲并缓慢淤长的自然演变特性。20世纪70年代以前,龙穴岛周围还是大片的水下浅滩,由蕉门下泄的水沙主要沿龙穴岛北侧的鳧洲水道和西侧的龙穴南水道下浅槽汇入伶仃洋,部分滞留在浅滩区逐渐沉积。随着浅滩逐年淤长成陆,鳧洲水道和龙穴南水道逐渐形成具有稳定堤岸的分流分沙水道。80年代开始的万顷沙及龙穴岛南端大规模的围垦活动使龙穴南水道向东南方向不断延伸,河道长度超过鳧洲水道的2倍以上,由于比降的差异和沿程阻力的影响,鳧洲水道的分流比明显大于龙穴南水道,并有逐年增加的趋势。据文献[5-6]统计,鳧洲水道与龙穴南水道的分流比由60年代初的0.65:0.35增加至90年代末的0.73:0.27,目前已趋于稳定。

3 试挖槽回淤分析

3.1 挖槽观测

2001~2002年,广州市在进行南沙开发区吹填造陆的工程中,在龙穴岛南部围筑区外侧0~-2m浅滩处形成长800m,宽400m,深13m(A区)和5~11m(B区)的北取泥槽,在北槽下游侧有一个平面形态不规则的南槽(C区),其开挖水深分别为5,7和11m(见图4)。

为了掌握龙穴岛东侧岸线规划港区的泥沙回淤情况,于当年的洪水期(7~9月)对上述2个深槽进行长达90d的泥沙回淤观测。为了防止吹泥挖沙对槽内回淤的影响,观测期间在邻近水域停止一切水下施工活动。

观测内容包括1.8km²的水深测量(时间为7月、8月、9月,比例1:2000),15条固定断面水深测量(7月3次,8,9月各2次),14条断面底质和5条断面柱状样采集(7~9月共5次),15条固定断面浮泥重度观测(7~9月共5次)。

观测期间遭遇5年一遇洪水(西江洪峰流量 $Q=29\,500\text{ m}^3/\text{s}$,北江洪峰流量 $Q=11\,400\text{ m}^3/\text{s}$),受到台风边缘影响,检测资料包含了洪水和风浪的影响因素,具有一定的代表性。

3.2 观测结果及分析

北槽的回淤观测结果显示,在经历了洪季潮流风浪的综合作用后,平均回淤厚度约为0.5m,A区比B区略大;观测初期槽内淤积率稍大(约8mm/d),到了中、后期淤积率基本为5mm/d,洪水和台风浪并没有使槽内回淤明显增大;淤积体在槽内呈均匀分布,边缘没有发生明显堆积;淤积物绝大部分为细颗粒粉沙质黏土,粒径范围0.003~0.008mm,中值粒径为0.0055mm,没有发现属于推移质范畴的粗颗粒泥沙;槽内浮泥层很薄(平均厚度为0.05m,最大不超过0.1m)。现场实测(实线)与数模计算(虚线)的A区纵向回淤分布情况见图5。

在-1m浅滩开挖出超过10m的深槽,经历了洪季径流、潮汐、风浪长达90d的综合作用,累积淤厚仅为0.5m,分析认为主要得益于该水域的弱流少沙环境。岛北端的扇形高滩是限制鳧洲水道泥沙直接贴岸下泄的天然屏障,舢板洲及以西礁岛群则是掩护龙穴岛东岸水域少受伶仃洋主流输沙的关键地貌。

根据伶仃洋洪淤枯冲的特点和深水航道洪季回淤占全年2/3的实际情况^[7],可以认为观测槽在洪季回

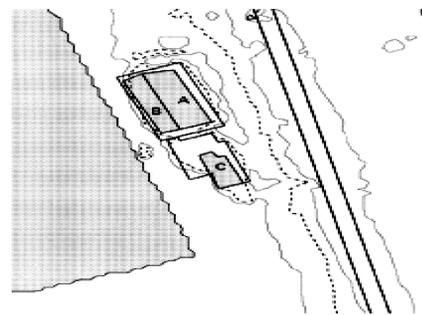


图4 取泥槽位置示意图

Fig. 4 Location of excavation trough

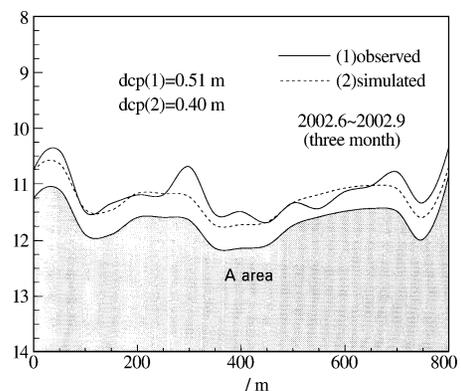


图5 A区纵向沿程回淤分布

Fig. 5 Longitudinal sedimentation distribution in area A

淤0.5 m是不大的,折算成全年应在1.5 m左右,相对开挖达11 m的深坑仅减少了13%的水深.以往研究和工程实践都证明局部段挖槽的回淤通常都要比贯通式港池大,其增加率与槽的几何尺度(L/B)成负指数关系,短槽沟要比长槽沟形成更多的回淤,如果开挖成贯通的港池,回淤强度可以减少30%以上.

当地含沙量低是观测挖槽浮泥层很薄的主要原因^[8],同时也预示该水域在风浪环境下一般不会发生严重的骤淤.

4 港区回淤数值模拟

根据南沙港区总体规划,一期工程建设1 400 m长的顺岸式码头,形成4个5万t级集装箱泊位,港池由天然水深1~2 m开挖至15 m.二期工程也是顺岸式码头,岸线从一期码头南端西偏 6° 往下游延伸,总长2 100 m,为6个5万t级集装箱泊位,港池开挖深度与一期工程相同.

为了对南沙港区的泥沙回淤进行模拟预测,建立了平面二维潮流泥沙数学模型^[9].该模型由伶仃洋大范围整体模型和工程区局部细网格模型嵌套组成,选择有限差分格式离散控制方程,针对多口门特点实施边界控制^[10],采用ADI法求解水沙要素^[11].模型经实测水沙资料和试挖槽回淤资料的验证,保证了水沙模拟的相似性和计算精度,在此基础上对南沙港区一、二期码头工程的港池回淤进行了模拟.

4.1 模拟结果

数模计算方案一得到的南沙港区一期港池回淤强度的平面分布见图6(a),方案二(一、二期码头建成后)一、二期港池的回淤分布见图6(b).

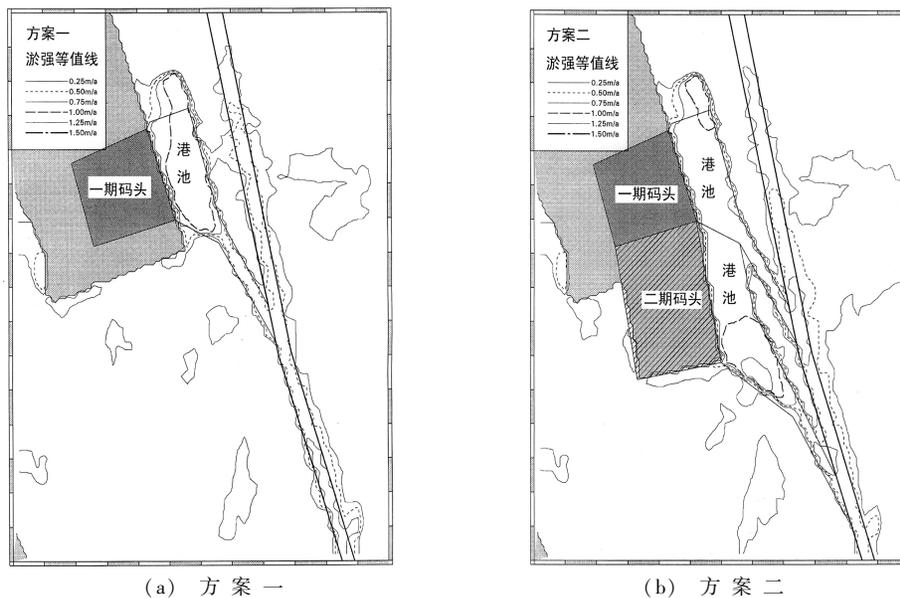


图6 方案一、二南沙港区回淤分布

Fig. 6 Sedimentation distribution in the Nansha harbor area of the stages I and II

计算结果表明:(1)一期工程阶段,港池大部分水域的淤强均超过1 m/a,平面分布具有南高北低和喇叭口大、西北端小等特点;进港航道在与港池衔接的喇叭口段淤强超过0.75 m/a,其余航段淤强则小于0.75 m/a,由北向南呈先高后低再缓慢抬高的马鞍状分布;(2)二期码头的港池淤强普遍大于0.75 m/a,高回淤区出现在港池南部水域,最大淤强超过1.25 m/a,位于港池南边缘处;二期码头的进港航道在喇叭口段淤强超过1 m/a,中段淤强则小于0.75 m/a,南段淤强则大于0.75 m/a,沿程呈“北高、中低、南次高”的分布趋势;(3)二期工程实施后,一期港池除了在东北端局部淤强较大外,其余水域的淤强均小于1 m/a,体现了南沙港区“随着港区岸线南延,北部港区回淤会逐渐减小”的变化特点;进港航道北端1 m/a的淤强线消失,

而原来淤强小于 0.75 m/a 的航段则被全部覆盖,进港航道沿程回淤分布趋向“坦化”。

各方案港区回淤强度和年回淤总量的统计结果表明,方案一的一期港池平均淤强为 1.04 m/a ,方案二为 0.87 m/a ;方案一年回淤量为 121 万 m^3 ,方案二为 101 万 m^3 ,说明在二期工程掩护下,一期港池的回淤环境得到显著改善;二期港池平均淤强为 0.96 m/a (方案二),年回淤量为 121 万 m^3 (方案二),回淤环境总体上比一期工程情况要好。

4.2 综合分析

南沙港区一期港池在原来 $1\sim 2\text{ m}$ 的浅滩上挖深至 15 m ,模型预测该港池平均年回淤强度 1 m/a 左右,与试挖槽的回淤速率基本吻合。二期工程使一期港池的水流条件得到改善,下游涨潮来沙也有所减弱,减淤效果比较显著。二期港池回淤分布与当初一期工程情况基本类似,唯一区别是因港池北端与一期港池连通少受上游落潮来沙影响,使港池平均淤强小于 1 m/a 。

根据多次水文测验资料的统计分析,港区所在的近岸水域,涨、落潮平均流速一般为 0.3 m/s ,流速强弱与当地水深相对应,即浅水处流速小,深水区流速较大,近岸区南侧潮流较强,往北逐渐减弱,往复流特征明显。根据实测含沙量统计,试挖槽附近水域的水体含沙量涨、落潮平均约为 0.10 kg/m^3 ,最大的半潮平均含沙量不超过 0.20 kg/m^3 。据估算,在径流、潮流和风浪综合作用的环境下,鸡抱沙近岸水域的年平均含沙量仅为 0.16 kg/m^3 左右,具有低含沙的特点。

鬼洲水道的悬移质泥沙在与虎门水道落潮水流掺混后浓度降低,推移质中的粗颗粒泥沙也很难扩散到鸡抱沙近岸浅滩上来,而涨潮流主要挟运含沙量较低的悬沙,据调查,一期港池开挖后没有发现有推移质粒级的沉积物,表明该水域为悬沙淤积环境。在水流动力较弱且含沙量不大的条件下,港池的回淤强度与相对开挖深度相比明显偏小。

4.3 工程实践

南沙港区一期工程4个5万t级泊位于2004年9月竣工投产,2005年集装箱吞吐量超过100万标准箱,2006年则达到240万标准箱,2007年1~9月份就完成了450万标准箱,折算货运量已达3700多万t,经济效益和社会效益都极为显著。二期工程6个5万t级集装箱泊位于2007年9月顺利建成投产,使南沙港区的吞吐能力大幅度提高。2009年3月,世界上最大的集装箱船(可装载14000个集装箱)“地中海丹妮娜”号顺利靠泊南沙港区,标志着南沙港区已成为国际深水大港。

5 结 语

(1) 龙穴岛东岸的弱流少沙环境,使伶仃洋西岸具备“浅水深用”的建港条件;

(2) 试挖槽观测结果证实,弱流少沙浅滩开挖后主要形成悬沙回淤,且并不严重。泥沙数学模型计算结果表明,随着顺岸码头往下游延伸,原有港池的回淤环境会得到改善;

(3) 南沙港区10个5万t深水泊位的建成投产,是伶仃洋西岸可建深水港的有力例证。但舢板洲礁群和高滩是掩护南沙港区免受泥沙直接侵袭的屏障,应注意加强保护。

参 考 文 献:

- [1] 徐君亮, 罗章仁, 王文介. 珠江三角洲河道港湾发育演变与港口合理布局[M]. 北京: 海洋出版社, 1993. (XU Jun-liang, LUO Zhang-ren, WANG Wen-jie. Evolutional processes of the Pearl River Estuary Delta and port distribution[M]. Beijing: China Ocean Press, 1993. (in Chinese))
- [2] 陈子燊. 珠江伶仃河口湾及邻近内陆架的纵向环流与物质输运分析[J]. 热带海洋, 1993, 12(4): 47-54. (CHEN Zi-shen. Analysis on longitudinal net circulations and material fluxes in Lingding estuary, Pearl River and adjacent inner shelf waters[J]. Tropic Oceanology, 1993, 12(4): 47-54. (in Chinese))

- [3] 陈耀泰. 珠江口现代沉积速率与沉积环境[J]. 中山大学学报(自然科学版), 1992, 31(2): 100-107. (CHEN Yao-tai. Modern sedimentary velocity and sedimentary environment in the Pearl River Mouth [J]. ACTA Scientiarum Naturalium Universitatis SunYatseni, 1992, 31(2): 100-107. (in Chinese))
- [4] 陈耀泰, 罗章仁. 珠江口现代沉积速率及其反映的沉积特征[J]. 热带海洋, 1991, 10(2): 57-64. (CHEN Yao-tai, LUO Zhang-ren. Modern sedimentation rates and their reflected sedimentary characteristics at the Pearl River Estuary [J]. Tropic Oceanology, 1991, 10(2): 57-64. (in Chinese))
- [5] 李春初, 雷亚平, 何为, 等. 珠江河口演变规律及治理利用问题[J]. 泥沙研究, 2002(3): 44-51. (LI Chun-chu, LEI Ya-ping, HE Wei, et al. Evolutional processes of the Pearl River Estuary and its protective regulational exploitation [J]. Journal of Sediment Research, 2002(3): 44-51. (in Chinese))
- [6] 李春初. 中国南方河口过程与演变规律[M]. 北京: 海洋出版社, 2004: 190-201. (LI Chun-chu. Evolutional processes of the estuary on the south China [M]. Beijing: China Ocean Press, 2004: 190-201. (in Chinese))
- [7] 陈志民, 蔡南树, 辛文杰. 珠江口伶仃洋航道的回淤分析[J]. 海洋工程, 2002, 20(3): 61-69. (CHEN Zhi-min, CAI Nan-shu, XIN Wen-jie. Analysis on the sedimentation of the Lingdingyang channel in the Zhujiang estuary [J]. The Ocean Engineering, 2002, 20(3): 61-69. (in Chinese))
- [8] 莫思平, 季荣耀, 辛文杰, 等. 伶仃洋出海航道浮泥形成机制与分布特征[J]. 海洋工程, 2007, 25(4): 33-38. (MO Si-ping, JI Rong-yao, XIN Wen-jie, et al. Formation mechanism and distribution characteristics of the fluid mud in the seaward channel of the Lingdingyang Sea [J]. The Ocean Engineering, 2007, 25(4): 33-38. (in Chinese))
- [9] 辛文杰. 潮流、波浪综合作用下河口二维悬沙数学模型[J]. 海洋工程, 1997, 15(2): 30-47. (XIN Wen-jie. A two-dimensional mathematical model of suspended sediments at the estuary under the comprehensive influence of tides and waves [J]. The Ocean Engineering, 1997, 15(2): 30-47. (in Chinese))
- [10] XIN Wen-jie. Computational techniques of 2D tidal in estuaries and bays [J]. China Ocean Engineering, 1995, 9(4): 395-404.
- [11] LONGUET-HIGGINS M S, STEWART R W. Radiation stresses in water waves: a physical discussion with application [J]. Deep-Sea Research, 1964, 11(5): 529-562.

Analysis on the conditions of harbor construction at Lingdingyang West Bay

XIN Wen-jie

(Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China)

Abstract: With the rapid development of economic and social conditions in the Pearl River delta day by day, the needs of harbor construction at Lingdingyang West Bay become significant. However, due to the influence of Jiaomen mouth, Hongqimen mouth and Hengmen mouth, Lingdingyang West Bay, with shallow water, broad bank, abundant sand and rambling current is not a good place for constructing harbor. Through a detailed analysis on the characteristics of water, sand and bank in Lingdingyang West Bay, this paper considers the “weak-flow and low-sediment concentration” as the key condition of deep water harbor construction in Lingdingyang West Bay. For example, located in the east of Longxue island, the Guangzhou Harbor Nan Sha Estuary takes the advantage of its northern reef shelter to avoid the direct passage of the main tidal current, and consequently the water in shore has faint current and little sand; even if digging a deep water harbor on the shallows, little siltation can be found. Numerical simulation shows that as the harbor construction extends downstream, the constructed harbor’s “weak-flow and low-sediment concentration” condition is much more improved, with less silt. The building of ten deep-berths in projects I and II of the Nansha Harbor is taken as an example.

Key words: weak-flow and low-sediment concentration; conditions for constructing harbor; dredge; silt; Lingdingyang West Bay