

# 第一章 绪 论

## 第一节 港口城市湛江概况

### 一、祖国大陆南端的港市

湛江，秦始皇统一中国时湛江辖地归属象郡。1983年9月湛江地区与湛江市合并为市管县体制的湛江市，为省直辖地级市。湛江市位于祖国大陆的南端，广东省西南部。湛江的发展历史可以归纳为：以港成市、港以市兴。

湛江市海洋资源丰富，全市5县（市）4区均面临海洋，海岸线长1556 km，占广东省海岸线长度的46%。沿海岛屿30多个，滩涂面积148万亩\*，占全国的5%、全省的48%。盛产原盐，有经济鱼类520余种、虾类28种、贝类547种，海养珍珠产量占全国的2/3，对虾养殖产量约占全国的1/4。湛江三面环海，岸线绵长，紧靠世界著名的北部湾渔场，沿海滩涂广阔，海洋资源十分丰富，因此湛江海洋资源的开发和利用，前景十分广阔。

湛江市的国民经济健康稳定地发展。据统计，2001年全市国内生产总值434.87亿元，比上年增长8.3%。其中：第一产业114.15亿元，增长6.2%；第二产业162.94亿元，增长8.7%；第三产业157.78亿元，增长9.3%。产业结构继续调整优化，三次产业结构由2000年的26.9:37.4:35.7变为26.2:37.5:36.3。与上年相比，第一产业比重下降0.7个百分点，第二产业比重上升0.1个百分点，第三产业比重上升0.6个百分点。

新中国成立后，党中央从第一个五年计划起，便把湛江列为中南区的重点建设城市，拨出巨款，建港口、筑铁路，逐步把湛江建成现代化的港口城市。1984年，湛江又被列入全国第一批开放的14个沿海港口城市之一。特殊的地理位置带来特殊的优势，港城湛江，就是凭着这一优势发展起来的。

### 二、天然深水良港湛江

湛江港是我国南方一座天然深水良港，自开港以来，以港池大、航道深、屏障好、水文条件优越为世瞩目。国家从20世纪50年代初，就开始有计划地兴建湛江港，并于1956年5月1日建成投产，配套的黎湛铁路同时投入使用。经过40多年的建设，湛江港现拥有3

---

\* 亩为废止单位：1公顷=15亩

个不同运输功能和特色的装卸作业区及一个股份公司，生产性泊位 31 个，其中万吨级以上泊位 24 个，并配套一条长 1155 m 年输油能力 1000 万 t 的输运管道；有铁路专用线 70 km 多，火车可达前沿码头，各类库场面积 80 多万 m<sup>2</sup>，门座起重机和多种装卸机械 600 多台（套）装卸机械化程度达 80% 以上，1991 年港口吞吐量 1589 万 t，是全国 8 大港口之一，目前与世界上 80 多个国家和地区通航，年进出港船舶逾 2000 艘。

“八五”期间，湛江港作为国家重点建设项目之一。在第一作业区，建 5 个万吨级码头，并在原有 74 km 铁路专线的基础上新建港内铁路 13 km。另外，在市经济技术开发区内的霞海开辟第五作业区，新建两个 5000 吨级泊位。随着东海岛经济技术开发区的开发，规划将在东海岛建设深水泊位。

湛江港 10 万吨级航道二期疏浚工程已经完成，它按原航道轴线进行拓宽浚深。工程自龙腾航道入口处至该港一区港池航道止，全长 37.019 km，设计底宽 170 m，其中外航道长 19.327 km，设计底标高 -14.3 m，内航道长 17.69 km，设计底标高 -14.6 m。2002 年 4 月 27 日，“凯莱”轮承运 13.6 万 t 南非铁矿石顺利通过湛江港 10 万吨级航道，标志着湛江港可乘潮进出 15 万吨级船舶，拥有华南地区最深的航道。2003 年 2 月 14 日，27.5 万吨级的“亚洲虎”油轮成功靠泊了该港 200 # 泊位。

2002 年全港累计吞吐量 3600 多万 t，本港为 2181 万 t，其中，湛江港中海集装箱码头完成吞吐量 8 万多 TEU。

1993 年，江泽民同志视察湛江时，鼓励湛江人民“发挥港口优势，振兴湛江经济”、“建设南方大港，发展湛江经济”，为湛江的发展指明了前进方向。2000 年开始，湛江港实施深水航道疏浚、30 万吨级油码头、15 万吨级矿石码头等“三大工程”，大大提升了港口优势。现在，湛江已形成以湛江港为中心，雷州半岛沿岸多个中小港口为辅的相互配套的港口群，拥有泊位 170 个，年通过能力 4214 万 t。拥有全国第一座 30 万吨级岸上油码头和华南最深的深水航道，可进出 15 万吨级以上的船舶。湛江港已成为国家级的枢纽港、集装箱内贸运输华南主枢纽港。

党和国家领导人十分关心湛江港的发展，1993 年 9 月 24 日江泽民同志视察湛江港，欣然给湛江港题词“建设南方大港，发展湛江经济”。2003 年 4 月 10 日，中共中央总书记、国家主席胡锦涛视察湛江港，勉励湛江港为国家西部大开发作出更大的贡献。

## 第二节 项目简介

### 一、工程分析

江泽民主席 2001 年访问委内瑞拉期间，中国石油天然气集团公司（CNPC）与委内瑞拉国家石油公司（PDVSA）签署了合作开发奥里乳化油的协议，计划在委内瑞拉开采奥里乳化油，每年进口量达到 650 万 t，以满足我国沿海能源工业发展需要。2001 年 6 月湛江港务局与中油燃料股份有限公司签订了奥里乳化油储罐项目合同书，为此湛江港需建设大型奥里乳化油储罐区并迫切需要建设 25 万吨级航道，以适应 30 万吨级油轮乘潮进港要求。为解决航道疏浚泥的处置，湛江港需要选划临时性海洋倾倒区，处置航道工程产生的疏浚泥。

湛江港 25 万吨级航道工程（即按 25 万吨级船型尺寸和吃水深度进行设计和建设）是在 10 万吨级航道的基础上拓宽浚深，计划施工期 2 年。建设规模根据湛江港的泊位建设和吞吐量发展，设计通航标准为 25 万吨级散货船乘潮通航，代表船型为 25 万吨级油船，满足乘潮通航 30 万吨级油轮的要求。航道由外海至 202 # 泊位，全长 49.71 km。其中外航道简称龙腾航道，由 A<sub>35</sub>B 段和 BC 段组成，全长 32.02 km，需要疏浚航道段长度 26.83 km，龙腾航道疏浚泥全部拟在附近海域倾倒，工程疏浚泥量约 6 061 万 m<sup>3</sup>。航道疏浚工程的地理位置见图 1-1。内航道疏浚泥计划处置方式为围海吹填，即通过管道直接输往围垦吹填区。

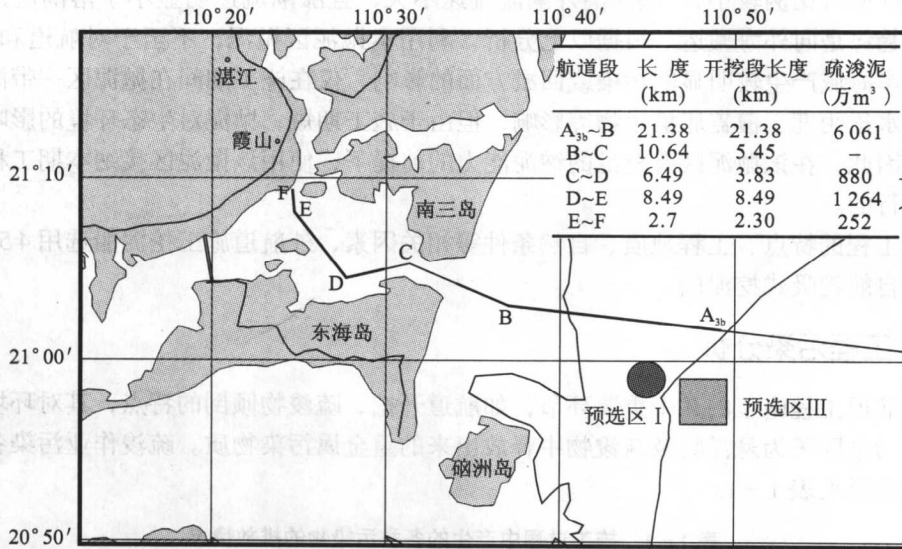


图 1-1 航道疏浚工程示意图

（图中：粗线段为需疏浚航段，细线段为不需疏浚航段）

## 二、作业方式

根据工程的预可研算报告，航道按照交通部《海港总平面设计规范》的有关规定，选用设计代表船型以及本区的自然条件，计算航道尺度如下：

- (1) 航道底宽：取为 290 m。
- (2) 设计底标高：外航道 -20.2 m；内航道 -20.5 m。
- (3) 边坡：航道土质以松散~中密的砂、软塑~可塑粘土为主，边坡取 1:7。

疏浚工程时间计划 2 年时间完成，拟投入 5 艘 4 500 m<sup>3</sup> 自航耙吸挖泥船进行疏浚和倾倒作业，考虑项目时间要求日作业时间将进行日 24 h 作业，日最大倾倒量为 11.25 万 m<sup>3</sup>（按每艘日最大倾倒 5 次计算）

据硃洲海洋站 1960~1969 年资料统计，风力 ≥6 级的年平均出现天数为 18 d，多年平均年雾日 26 d，波浪影响施工天数 22 d，不可预见因素影响施工天数 12 d，考虑到大风天和波浪影响天气大部分重合，全年大风天气影响挖泥施工日数为 60 d，全年作业天数约 320 d 左右（除去大风天气）

1999 年国家海洋局南海分局批准设立，以东经 110°45'00"、北纬 20°59'00"为中心，半

径为 2 km 范围的海域作为疏浚泥的临时性海洋倾倒区。该抛泥区具有容量大、抛泥运距较近、节省工程投资等特点，该水域水深达 17 m，抛下的泥沙不易受波浪扰动。根据以往在天津新港、珠江口等地对自航耙吸式挖泥船抛泥扩散的观测分析，耙吸式挖泥船抛下的泥沙约有 80% 迅速沉到底部，在重力和水流底部剪切力等合力作用下沿底部运移，运移扩散范围仅为 3~10 km（本区水深大，疏浚土粒径较粗，运移扩散范围应更小），而约 20% 的泥沙悬浮在 0.8 h（h 为水深）以上的水体中，随潮流运移（与珠江口及天津新港的疏浚土几乎全是淤泥的情况不同，本区疏浚土、砂类土及软、硬粘土约占 95.48%，因此悬浮在 0.8 h 以上的泥沙所占比例较小），湛江港外潮流流速不大，且涨潮流速明显小于落潮流速，泥沙总的运移趋势是向外海搬运。根据以上分析，利用本抛泥区抛泥，不至于对航道和硇洲岛、东海岛沿岸海域产生较明显的污染或回淤方面的影响，仅在施工期间在抛泥区一带海域产生如降低海水透明度、覆盖底栖生物等影响，但由于施工期短，抛泥对生态环境的影响主要在施工期。因此，在该抛泥区有充足的纳泥能力的前提下，使用该抛泥区接纳本期工程部分疏浚泥是可行的。

根据工程的特点、工程地质、自然条件等相关因素，外航道施工挖泥船选用 4 500 m<sup>3</sup> 以上的大型自航耙吸式挖泥船。

### 三、工程污染分析

根据航道工程施工的几个重要环节，如航道开挖、疏浚物倾倒的特点，其对环境造成影响的主要污染因子为悬浮物及疏浚物中释放出来的重金属污染物质。疏浚作业污染各环节污染物排放状况见表 1-1。

表 1-1 施工过程中产生的各类污染物的排放情况

污染源	污染物	污染物释放源强	估算源强	备注
疏浚作业	悬浮物及疏浚物中溶出的污染物质	作业时挖泥点悬浮物的浓度约为 700~1 000 mg/dm <sup>3</sup>	3.72 kg/s	疏浚物中释放的各污染物的源强视溶出试验的结果而定
疏浚物倾倒		悬浮物发生量约为抛泥量的 1%~5%	7.5 kg/s	
疏浚船	机舱油污水	6 000 t/a		经油水分离器后排海
	生活污水	54 t/d		船上直接排海
	固体废物	1 000 kg/d		垃圾船接收

工程采用的工艺以及施工船舶的性能都是国内较先进的，4 500 m<sup>3</sup> 的大型耙吸式船本身带有先进的定位系统，可以保证精确开挖并按指定位置倾倒。另外疏浚船满舱溢流后可以关闭溢流门，使疏浚泥在运输过程中泄漏量降到最低。

## 第三节 依据的法规和技术规范

### 一、法律、法规

- 《中华人民共和国海洋环境保护法》(全国人大常委会, 1999. 12. 25)。
- 《中华人民共和国海域使用管理法》(全国人大常委会, 2001. 10. 27)。
- 《中华人民共和国渔业法》(全国人大常委会, 2000. 12)。
- 《中华人民共和国海上交通安全法》(全国人大常委会, 1983)。
- 《中华人民共和国海洋倾废管理条例》(国务院, 国发 [1985] 34 号)。
- 《中华人民共和国海洋倾废管理条例实施办法》(国家海洋局, 1990. 9. 25)。
- 《中华人民共和国自然保护区管理条例》(国务院, 1994. 12. 1)。
- 《海洋自然保护区管理办法》(国家海洋局, 1995. 5. 29)。

### 二、技术规范

- 《海洋临时性海洋倾废区选划与监测指南》(国家海洋局, 1997 年 5 月)。
- 《海洋监测规范》(GB 17378. 1~7-1998)。
- 《海洋调查规范》(GB 12763. 1~7-91)。
- 《海洋工程地形测量规范》(GB 17501-1998)。
- 《水运工程测量规范》(JTJ 203-94)。
- 《疏浚物海洋倾废分类标准和评价程序》(国海管发 [1992] 511 号)。

### 三、评价标准

- 《海水水质标准》(GB 3097-1997)。
- 《海洋生物质量》(GB 18421-2001)。
- 《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)。

### 四、质量规范

- 《海洋监测质量保证手册》(国家海洋局, 2000 年 7 月)。

## 第四节 临时性海洋倾废区选划研究的意义

### 一、疏浚泥海洋倾废的环境问题

航道工程产生的疏浚泥经海洋主管部门批准后, 倾倒在海洋临时性海洋倾废区内, 湛江港现有一个国务院批准的海洋倾废区和国家海洋局为处置湛江港 10 万吨级航道工程疏浚泥

批准设立的一个临时性海洋倾倒区。国务院批准的海洋倾倒区主要作为航道正常维护使用，且与本项航道工程距离较远，如本工程使用该倾倒区，成本将大幅度增加并增加施工工期。现有的 10 万吨级航道工程疏浚泥使用的临时性海洋倾倒区由于使用多年，容量有限，难以容纳本项目（大型工程）的全部疏浚泥。

湛江港 25 万吨级航道工程是目前国内产生疏浚泥数量最大的单项工程，湛江港临时性海洋倾倒区预选区邻近海域，既是海洋捕捞、水产养殖、幼鱼幼虾保护的敏感区域，又是各类经济活动活跃的重要区域。由于疏浚泥的倾倒会影响其他海洋资源的有效利用，并可能对海洋环境造成危害。因此，应合理调节疏浚泥倾倒与其他海洋活动及海洋环境保护之间的矛盾。

港口、航道等海洋与海岸工程中产生的疏浚泥要倾倒，海洋环境和资源要保护，已成为一个越来越复杂的社会问题。疏浚泥海洋倾倒出路问题在当前乃至今后相当长时期内成为困扰、阻碍我国沿海港口、航道等海洋与海岸工程建设和发展的巨大障碍，只有科学、合理地选划和设置临时性海洋倾倒区，才能降低疏浚泥海洋倾倒的费用，使港口、航道等海洋与海岸工程建设健康地发展，促进沿海经济稳步增长。湛江港 25 万吨级航道建设不仅对湛江港的区域经济发展十分重要，而且对国家的西部大开发也有积极的促进作用。因此，开展湛江港临时性海洋倾倒区选划研究具有十分重要的意义。

## 二、合理确定临时性海洋倾倒区的重要性

由于大部分港口、航道等海洋与海岸工程集中于河口、海湾等近岸海域，根据目前国家的经济状况和工程单位承受能力，大多数工程将疏浚泥倾倒的地点规划在离工程地点 15 km 范围内的海域。而这些海域又大多是海洋资源开发利用和各类经济活动活跃的重要区域，随着社会对海洋环境的要求和对海洋资源开发利用的需求提高，许多用海单位希望将工程疏浚泥倾倒到离海岸较远的外海。这样对河口和近海海洋环境质量的影响可降至最低，与其他海洋开发活动的相互影响也将减轻，但会使港口、航道等海洋与海岸工程的建设费用大幅度上升。本项工程疏浚泥倾倒量按 6 061 万  $m^3$ 、倾倒运费 1.50 元/ $m^3 \cdot km$  计算，临时性海洋倾倒区设置每增加 1 km 的运距将增加工程成本近 1 亿元。因此，如何合理地确定临时性海洋倾倒区的位置对湛江港 25 万吨级航道建设工程规划设计十分重要。

## 三、海洋与海岸工程对临时性海洋倾倒区的需求

港口、航道等海洋与海岸工程建设的一个重要问题是工程产生的疏浚泥倾倒地点，按照国家对港口、航道等海洋与海岸工程的立项要求，工程申报单位在编报工程可行性报告（简称工可）时必须有临时性海洋倾倒区。同时，工程的设计、预算也需要有明确的临时性海洋倾倒区。全国沿海每年使用临时性海洋倾倒区 55~70 个，2000~2001 年全国沿海各省、直辖市和自治区实际使用临时性海洋倾倒区情况见表 1-2。

表 1-2 沿海省、直辖市、自治区使用临时性海洋倾倒区数量

单位：(个)

年份	辽宁	河北	天津	山东	江苏	上海	浙江	福建	广东	广西	海南	合计
2000	4	4	2	11	2	8	8	3	13	4	6	65
2001	6	4	2	9	2	8	11	3	10	3	3	61

随着全球经济的复苏,我国的港口、航道等海洋与海岸工程建设也出现了一个新高潮,全国沿海地区疏浚泥倾倒的数量由 1996 年的 2 500 多万  $\text{m}^3$  迅速增加到 21 世纪初的 9 000 万  $\text{m}^3$ 。全国沿海各省、市、自治区以及沿海经济开发区都有正在规划建设的工程项目,因此,未来每年疏浚泥的数量有可能超过目前的 9 000 万  $\text{m}^3$ 。如果加上港澳地区在珠江口海区倾倒,每年疏浚泥的倾倒量将会更大。

从上述情况可以看到每一项工程施工前,都必须确定 1 个或 1 个以上的比较大的临时性海洋倾倒区来容纳工程产生的疏浚泥。从最近几年海洋临时性倾倒区实际使用情况分析,临时性海洋倾倒区占实际使用海洋倾倒区的  $2/3$  以上。因此,对临时性海洋倾倒区的数量、容量和质量的需求将会明显增加。

## 第五节 临时性海洋倾倒区选划的原则和重点

### 一、临时性海洋倾倒区选划的原则

(1) 临时性海洋倾倒区选划研究是根据《中华人民共和国海洋倾废管理条例》和《中华人民共和国海洋倾废管理条例实施办法》的规定,坚持“科学、合理、经济、安全”的原则。

(2) 依照《海洋临时性海洋倾倒区选划与监测指南》、《海洋监测规范》、《海洋调查规范》、《海洋工程地形测量规范》和《水运工程测量规范》等技术规范对预选临时性海洋倾倒区及周围海区的海底地形、水文动力学条件、水环境质量现状、沉积物环境质量现状和水生生物现状进行较全面的现场调查和监测,尽最大可能取得相关的资料。

(3) 根据现场调查资料结合收集的历史资料,按照《疏浚物海洋倾倒分类标准和评价程序》、《海水水质标准》、《海洋沉积物质量》和《海洋生物质量》等评价标准进行评价。

(4) 按《海洋监测质量保证手册》的要求进行现场调查和监测、样品的实验室测定和数据处理。

(5) 对倾倒施工过程中泥沙扩散和迁移、海洋环境质量和渔业资源影响、临时性海洋倾倒区环境容量进行分析,对临时性海洋倾倒区及附近海域环境现状和环境质量进行评价。针对湛江港 25 万吨航道工程疏浚泥性质,以数值模拟方法预测疏浚泥在临时性海洋倾倒区倾倒后的淤积、疏浚泥倾倒施工过程中泥沙的扩散状况和影响范围。并在此基础上对湛江港 25 万吨级航道工程疏浚泥倾倒后海域环境质量、海洋生物生态、水深等将受到的影响作出预测,分析预选临时性海洋倾倒区在 2 年内接纳航道疏浚工程 6 061 万  $\text{m}^3$  疏浚泥的可行性,确定最佳的疏浚泥倾倒方案。

### 二、研究方法和重点

临时性海洋倾倒区研究主要根据南海区加几年来选划、管理临时性海洋倾倒区的经验体会,吸收其他海区在这方面的长处,依照目前对临时性海洋倾倒区选划和管理的要求进行研究。研究的方法在临时性海洋倾倒区选划的原则和技术路线基础上进行,并针对目前全国单项工程最大的疏浚泥临时性海洋倾倒区的这一特殊情况,结合湛江港 25 万吨级航道疏浚工

程对湛江港临时性海洋倾倒区的下列重点内容进行研究：

(1) 根据航道疏浚泥的性质和数量，以数值模拟方法预测疏浚泥在临时性海洋倾倒区倾倒后的淤积情况，进行临时性海洋倾倒区的容量论证。

(2) 根据工程在单位时间内疏浚泥倾倒量大的特点，临时性海洋倾倒区邻近海域的环境功能和资源情况，对倾倒过程中泥沙运动采用三维泥沙扩散、沉降数值模拟方法对疏浚泥倾倒后的沉降扩散状况和影响范围进行分析研究。

(3) 在临时性海洋倾倒区管理上，为防止大量疏浚泥在短时间内，在临时性海洋倾倒区内向某一范围集中堆积，研究分小区倾倒的方法。

(4) 广东湛江港临时性海洋倾倒区选划研究是在湛江港 25 万吨级航道工程疏浚泥临时海洋倾倒区选划报告的基础上进行的。湛江港 25 万吨级航道工程疏浚泥临时性海洋倾倒区选划程序见图 1-2。

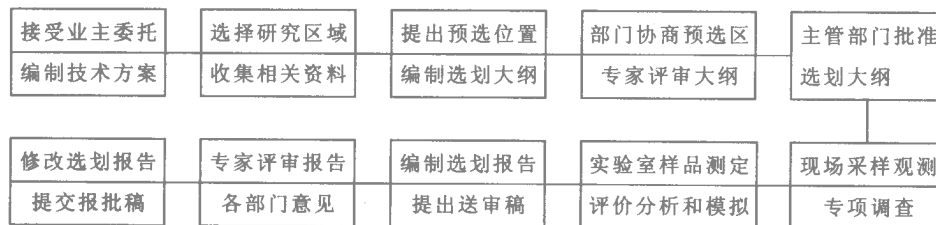


图 1-2 湛江港 25 万吨级航道工程疏浚泥临时性海洋倾倒区选划程序

# 第二章 海上调查与样品分析

## 第一节 技术路线

技术路线的选择取决于对研究项目的历史和现状的了解、研究区域环境和特点的掌握、预期成果和目标、技术水平和仪器设备条件的综合表述。

临时性海洋倾倒区选划是一门集社会经济、海洋工程、综合协调、海洋环境、海洋生物、海洋水文、海洋地质等学科的交叉学科，它既是海洋科学的一个分支，又是海洋环境学的新秀。研究临时性海洋倾倒区的目的是通过各种方法和综合各方面的因素，掌握疏浚泥倾倒后的行为及其对海洋环境的影响，并提出合理的措施以减少这种影响。

本项研究技术路线的总体思想是：以临时性海洋倾倒区为研究本体，以水文气象为外力作用条件，以泥沙扩散沉降为重点，通过收集历史资料和现场实际调查相结合，数学模拟和实测资料相结合，使选划的临时性海洋倾倒区符合“科学、合理、安全、经济”的选划原则。本项研究技术路线见图 2-1。

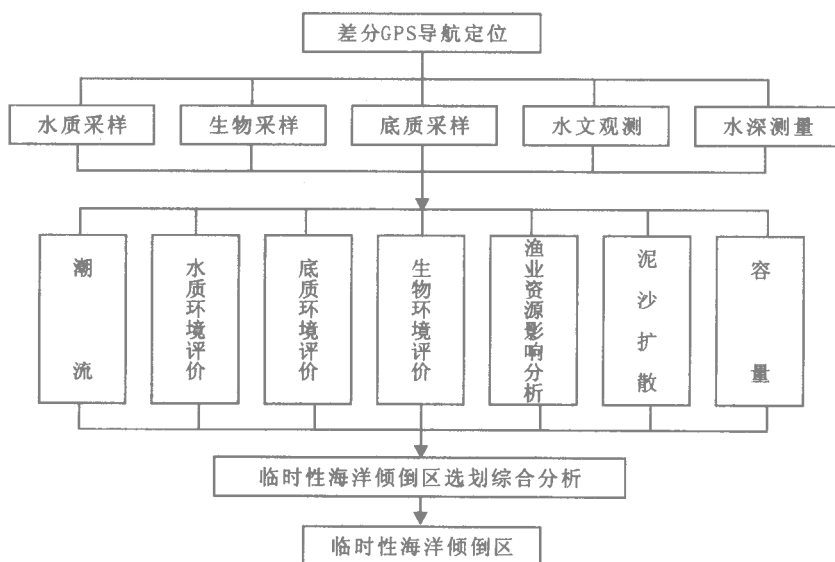


图 2-1 临时性海洋倾倒区选划研究技术路线示意图

## 第二节 海上调查站位设置与观测项目

### 一、海上调查站位设置

#### (一) 水质、底质、生物采样站和观测站的布设

现场采样和观测区域以预选临时性海洋倾倒地为中心向四周延伸即  $20^{\circ}49'02''\sim 21^{\circ}04'26''N$ ,  $110^{\circ}35'14''\sim 110^{\circ}55'44''E$  所围绕的四方形区块内, 面积约  $540\text{ km}^2$ , 共设采样站 18 个、海流及悬浮泥沙连续观测站 2 个、水位观测站 2 个, 采样站位和采样种类见表 2-1。

表 2-1 采样站位表

站号	东经 (E)	北纬 (N)	采样种类
LT1	$110^{\circ}35'14''$	$21^{\circ}04'26''$	水质、底质、生物
LT2	$110^{\circ}39'40''$	$21^{\circ}04'26''$	水质、底质
LT3	$110^{\circ}45'00''$	$21^{\circ}04'26''$	水质、底质、生物、底拖
LT4	$110^{\circ}50'09''$	$21^{\circ}04'26''$	水质、底质
LT5	$110^{\circ}55'44''$	$21^{\circ}04'26''$	水质、底质、生物
LT6	$110^{\circ}35'14''$	$20^{\circ}59'00''$	水质、底质
LT7	$110^{\circ}39'40''$	$20^{\circ}59'00''$	水质、底质、生物、底拖
LT8	$110^{\circ}45'00''$	$20^{\circ}59'00''$	水质、底质
LT9	$110^{\circ}50'09''$	$20^{\circ}59'00''$	水质、底质、生物、底拖
LT10	$110^{\circ}55'44''$	$20^{\circ}59'00''$	水质、底质
LT11	$110^{\circ}39'40''$	$20^{\circ}54'06''$	水质、底质、
LT12	$110^{\circ}45'00''$	$20^{\circ}54'06''$	水质、底质、生物、底拖
LT13	$110^{\circ}50'09''$	$20^{\circ}54'06''$	水质、底质
LT14	$110^{\circ}55'44''$	$20^{\circ}54'06''$	水质、底质、生物、底拖
LT15	$110^{\circ}39'40''$	$20^{\circ}49'02''$	水质、底质、生物
LT16	$110^{\circ}45'00''$	$20^{\circ}49'02''$	水质、底质
LT17	$110^{\circ}50'09''$	$20^{\circ}49'02''$	水质、底质、生物、底拖
LT18	$110^{\circ}55'44''$	$20^{\circ}49'02''$	水质、底质
C1	$110^{\circ}45'00''$	$20^{\circ}59'00''$	海流及悬浮泥沙、气象连续观测
C2	$110^{\circ}47'30''$	$20^{\circ}57'00''$	海流及悬浮泥沙、气象连续观测
H1	碓洲岛		水位观测 (与海流观测同步进行)
H2	闸坡		

水质 (包括海洋初级生产力) 采样站 18 个; 沉积物采样站 18 个; 浮游动物、浮游植物、底栖生物定量采样站 9 个; 底栖生物定性采样站及残毒采样站 6 个。采样站平面布置见图 2-2。

#### (二) 疏浚泥钻探采样站位

为了解疏浚泥的物理及化学性质, 在计划疏浚的航道分别布设了 4 个有代表性的站点进行钻探采样。疏浚泥钻探采样站位见表 2-2 平面设置见图 2-3。

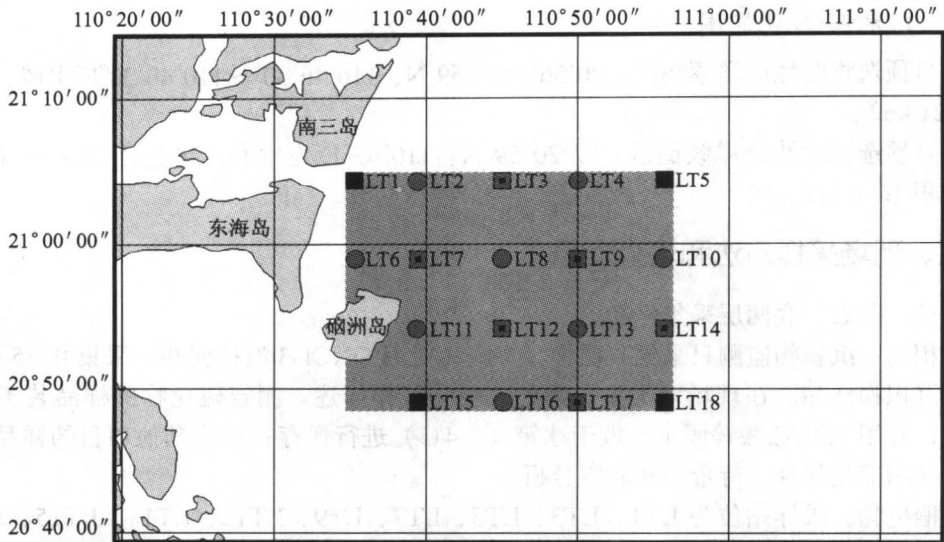


图 2-2 采样站位示意图

表 2-2 疏浚泥钻探采样站位

站位	东经 (E)	北纬 (N)
S1	110°34'07"	21°04'06"
S2	110°38'34"	21°02'52"
S3	110°40'14"	21°02'41"
S4	110°46'56"	21°01'56"

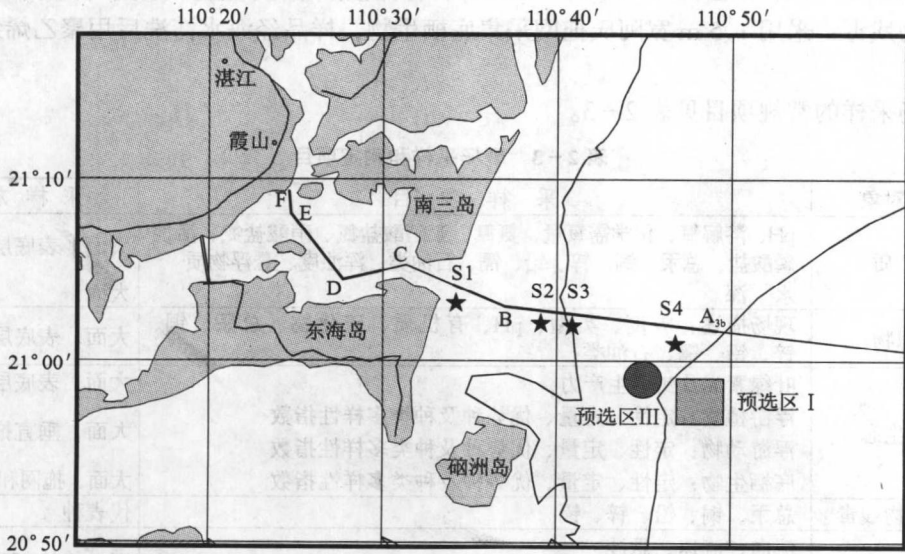


图 2-3 疏浚泥采集站位示意图

### (三) 水深测量范围

I号预选临时性海洋倾倒地：20°56′~20°59′N、110°46′30″~110°48′30″E 水域，测量面积 19.21 km<sup>2</sup>。

III号预选临时性海洋倾倒地：以 20°59′N、110°45′E 为中心，半径为 2.3 km 的水域，测量面积 16.6 km<sup>2</sup>。

## 二、现场采样方法和调查项目

水质：分表、底两层采集样品。

沉积物：沉积物监测只采集表层样，方式为使用 QNC1-3型挖泥斗，采集 0~5 cm 层混合样作沉积物样品。在现场对类型、颜色、臭味等作描述。测定硫化物的样品装于 60 cm<sup>3</sup> 广口瓶，并用 10% 乙酸锌固定，放于冰箱（+4℃）进行保存；测定其他项目的样品装于塑料袋放在阴凉处保存，待带回实验室分析。

底栖生物：采样站位为 LT1、LT3、LT5、LT7、LT9、LT12、LT14、LT15、和 LT17 共 9 个站（其中 LT1、LT5 和 LT15 站仅为定量站），定量样品用 0.1 m<sup>2</sup> 曙光采泥器采集，每站采泥 2 次，泥样倒入孔径为 1 mm 的套筛中用海水冲洗，拣出所有样品。定性采样用 1.5 m 宽阿氏网采集，每站慢速拖曳 15 min（约 1500 m），拣出所有生物。

浮游植物：采样站位为 LT1、LT3、LT5、LT7、LT9、LT12、LT14、LT15、LT17 共 9 个站，用 37 cm 口径的浅水 III 型浮游生物网由底层至表层垂直拖网采集一次，样品按照《海洋监测规范》用 5% 福尔马林固定。

浮游动物：采样站位为 LT1、LT3、LT5、LT7、LT9、LT12、LT14、LT15、LT17 共 9 个站，每个站采用浅水 I 型浮游生物网（网口面积 0.2 m<sup>2</sup>，网口直径为 50 cm，网长为 145 cm）由海底至海面进行垂直拖网一次，样品用 5% 福尔马林固定。

叶绿素 a：采样站位 18 个（LT1-LT18），样品按照《海洋监测规范》方法采集。

生物残毒：采用 1.5 m 宽阿氏拖网采集底栖生物，样品经海水清洗后用聚乙烯袋装好冰冻保存。

现场采样的常规项目见表 2-3。

表 2-3 现场采样和测定项目

采样对象	采样项目	采样方式
水质	pH、溶解氧、化学需氧量、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、活性磷酸盐、总汞、铜、锌、铅、镉、石油类、浑浊度、悬浮物质 水深	大面，表底层 大面
沉积物	现场描述；粒度、类型、pH、有机质、硫化物、总汞、铜、锌、铅、镉、石油类	大面，表底层
生物生态	叶绿素 a 及初级生产力 浮游植物：定性、定量、优势种及种类多样性指数 浮游动物：定性、定量、优势种及种类多样性指数 底栖生物：定性、定量、优势种及种类多样性指数	大面，表底层 大面，垂直拖网 大面，拖网和挖泥采集
底栖生物残毒	总汞、铜、铅、锌、镉	代表种
海流	流向、流速、悬沙 水深、风速、风向、简单天气、海况	周日连续观测
海底地形	水深、水位、气压、风速、风向、简单天气	与海流同步
波浪	浪高、周期、浪向	现场及历史资料

### 三、海上调查和室内工作内容

湛江港临时性海洋倾倒区选划研究海上调查、室内工作、作业内容和完成单位见表 2-4。

表 2-4 海上调查和室内工作表

名称	海上调查时间	作业内容	完成单位
海洋环境质量调查	2001 年 12 月	水质、沉积物、生物和底栖生物拖网的采样（枯水期），理化要素和气象观测	国家海洋局南海环境监测中心
海流观测	2001 年 12 月	海流及悬浮泥沙连续观测、水位观测（与海流观测同步进行）	国土资源部广州海洋地质调查局 海洋环境地质与工程地质调查所
水深测量	2002 年 1 月	水深测量	国土资源部广州海洋地质调查局 海洋环境地质与工程地质调查所
钻探采样	2002 年 4 月	疏浚泥采样	
样品测试	2002 年 5~6 月	水质、生物、沉积物、地质钻探样品	国家海洋局南海环境监测中心
数值模拟	2002 年 5~9 月	临时性海洋倾倒区流场、泥沙沉降和扩散	国家海洋局广州预报区台

## 第三节 海上调查

### 一、环境调查

#### （一）水质调查方法

##### 1. 理化要素调查方法

现场理化要素调查方法与检出限见表 2-5。

表 2-5 理化要素调查方法与检出限

调查项目	分析方法	仪器设备	检出限
水温	颠倒温度计法	颠倒温度计	0.001℃
浊度	分光光度法	724 分光光度计	0.1 mg/dm <sup>3</sup>
悬浮物	重量法		0.2 mg/dm <sup>3</sup>
盐度	盐度计法	WUS 感应式盐度计	0.006
pH	电位计法	821 型 pH 计	0.01
DO	仪器法	YSI-58 型 DO 仪	0.1 mg/dm <sup>3</sup>
COD	碱性高锰酸钾法	（滴定）	0.1 mg/dm <sup>3</sup>

##### 2. 水质采样仪器与方法

表层水质样品用专用采水器采集，底层水质样品用美国 GO-FLO1080 型采水器采集。表层油类水样用 Qcc 9-1 型采水器采集。

## （二）生物采样仪器与方法

### 1. 浮游植物采样仪器与方法

浮游植物采样使用浅水 III 型浮游生物网（网口直径 37 cm，网长 140 cm，网孔目 0.077 mm）自海底至表面拖网 1 次，样品均用 5% 福尔马林溶液固定。

### 2. 浮游动物采样仪器与方法

浮游动物采样使用浅水 I 型（网口内径 50 cm，网长 145 cm，网孔径 0.505 mm）网具，自海底至表面垂直拖网 1 次，样品均用 5% 福尔马林溶液固定。

### 3. 底栖生物采样仪器与方法

底栖生物分别进行定性拖网和定量采泥采集样品，拖网使用阿氏网，网口宽 1.5 m，高 0.5 m，采泥使用曙光（HNM1-2 型）两瓣的张口面积为 0.1 m<sup>2</sup> 的采泥器，每站采泥 2 次，泥样均用双层套筛冲洗，上层网目孔径为 1.5 mm，下层为 1 mm。获取的生物标本立即放入 -20℃ 冰箱保存，然后进行分类、称重、鉴定，底栖生物量称重用感量为 0.01 g 的扭力天平，以 g/m<sup>2</sup> 为计算单位。

## （三）沉积物采样仪器与方法

沉积物样品采集使用 QNC1-3 型采泥器，采集 0~5 cm 层混合样作沉积物样品。在采集现场对沉积物的类型、颜色、臭味等作描述。测定硫化物的样品装于 60 cm<sup>3</sup> 广口瓶，并用 10% 乙酸锌固定，放于冰箱（+4℃）进行保存。样品装于塑料袋放在阴凉处保存，带回实验室供其他项目测定。

## 二、水文观测

### （一）潮位观测仪器

潮位观测使用挪威生产的 Aanderaa 水位计（WLR7）。

### （二）海流观测仪器

海流观测使用青岛海洋大学生产的直读式海流计（DRCM RCM9 海流计）。

## 三、水深测量

### 1. 使用的仪器设备

中海达测绘仪器公司差分 GPS 定位系统；动态定位精度 < 3 m；江苏无锡 SDH-13D 测深仪，测深精度 < 0.1 m。

日本东芝 2180CDT 计算机及测量软件、海道测量成图系统。

惠普公司 HP Design JET 750 彩色喷墨绘图机和 DPX-4700LS 绘图仪。

### 2. 控制基础

采用硃洲岛信标差分基准台发射的信号进行区域差分修正。

### 3. 水位控制

水位资料采用硃洲长期验潮站资料，起算面采用当地理论深度基准面， $A_N = 190$  cm。

### 4. 水深测量方法

采用上述计算机和水深测量软件支持下的仪器，实现了水深测量自动化。用经过潮汐校正后的实际水深数据通过 SURFER 和 AUTO CAD 软件编绘了 III 号区和 I 号区本次测量的水深图。

## 第四节 实验室样品测试分析方法

样品的测试分析方法按《海洋监测规范》进行，各种介质测定项目的测试分析方法、分析仪器、最低检出限见以下各表。

### 一、水质项目分析方法

水质样品的测试分析方法见表 2-6。

表 2-6 水质项目测试分析方法及检出限

测定项目	测试分析方法	分析仪器	检出限
PO <sub>4</sub> -P	磷钼蓝分光光度法	724 分光光度计	1.4 μg/dm <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub> -N	萘乙二胺分光光度法	724 分光光度计	0.5 μg/dm <sup>3</sup>
NO <sub>3</sub> -N	铜镉柱还原法	724 分光光度计	6.0 μg/dm <sup>3</sup>
NH <sub>3</sub> -N	次溴酸盐氧化法	724 分光光度计	5.0 μg/dm <sup>3</sup>
总 汞	原子荧光光度法	原子荧光光度计	0.008 μg/dm <sup>3</sup>
铜 锌 铅 镉	阳极溶出伏安法	AD-3 型极谱仪	0.8 μg/dm <sup>3</sup> 1.8 μg/dm <sup>3</sup> 0.3 μg/dm <sup>3</sup> 0.3 μg/dm <sup>3</sup>
石油类	紫外分光光度法	752 紫外光栅分光计	0.015 mg/dm <sup>3</sup>

### 二、沉积物分析

采集的样品取部分作粒度分析，其余的经风干、研磨、过 80 目尼龙筛后测定汞、铜、锌、铅、镉、石油类、有机质等含量。分析方法和检出限见表 2-7。

表 2-7 沉积物分析方法

监测项目	分析方法	分析仪器	检出限
粒 度	筛析-沉析法		
pH	电位计法	pH 计	
有机质	重铬酸钾氧化-还原容量法	(滴定)	0.03%
硫化物	碘量法	(滴定)	$5 \times 10^{-6}$
总 汞	原子荧光光度法	原子荧光	$0.010 \times 10^{-6}$
铜 锌 铅 镉	火焰原子吸收分光光度法	原子吸收分光光度计	$0.1 \times 10^{-6}$ $0.2 \times 10^{-6}$ $0.5 \times 10^{-6}$ $0.03 \times 10^{-6}$
石油类	分光光度法	752 光栅分光计	$2.4 \times 10^{-6}$

### 三、疏浚泥钻探样品溶出实验方法

由于疏浚泥钻探样品中镉的含量相对较高，依照《疏浚泥海洋倾倒分类标准和评价程序》的规定，对 S1 站的中层和 S4 站的表、中层做溶出实验。

溶出实验用样品与空白海水按 1:4 的体积比例充分混合，振荡 30 min 后静置 1 h，取上清液用  $0.45\ \mu\text{m}$  的滤膜过滤，取  $10\ \text{cm}^3$  滤液按水质分析方法进行测试，同时还测定空白海水的本底值，其溶出值为滤清液的测定值减去空白海水的测定值。

分析方法见表 2-7 沉积物分析方法。

### 四、生物残毒分析方法

生物残毒分析项目方法见表 2-8。

表 2-8 生物体残毒的分析方法

项 目	分析方法	使用仪器	检出下限
总汞	原子荧光光度法	原子荧光光度计	$0.015 \times 10^{-6}$
铜	火焰原子吸收法	原子吸收分光光度计	$0.1 \times 10^{-6}$
铅	火焰原子吸收法	原子吸收分光光度计	$0.5 \times 10^{-6}$
锌	火焰原子吸收法	原子吸收分光光度计	$0.2 \times 10^{-6}$
镉	火焰原子吸收法	原子吸收分光光度计	$0.03 \times 10^{-6}$

## 第五节 资料收集

### 一、资料的收集方法

资料根据研究的需要进行收集，包括历史性资料和现状资料，收集方法和范围如下：

- (1) 向工程单位收集有关工程方面的资料。
- (2) 向研究区域内或邻近的海洋（气象）台站收集水文、气象等方面的历史性资料和现状观测资料。

向海洋渔业、环境保护和其他相关部门收集研究区域内或邻近海域、海岛渔业资源、捕捞、养殖、海域使用和环境保护等方面的历史性资料和现状资料。

- (3) 收集研究区域内或邻近海域进行的相关研究报告。
- (5) 通过著作和期刊检索收集有关参考资料。

### 二、资料收集的内容

为全面掌握研究海区的海洋环境、水文、地质地貌、渔业资源和捕捞等情况，需要按研究的内容收集相关资料，本次研究收集的资料如下：

- (1) 湛江港龙腾航道预可行性综合研究，1992。
- (2) 湛江港水文、泥沙、水深现场勘测资料成果汇编，2001。
- (3) 广东海岛海洋水文，1995。

- (4) 南海区海洋站海洋水文气候志, 1995。
- (5) 全国第二次海洋污染基线调查——湛江港及其附近海域, 1998年8月。
- (6) 全国第二次海洋污染基线调查——广东省污染源调查, 1998年8月。
- (7) 湛江—茂名海区海岛资源综合调查报告, 1994。
- (8) 湛江港深水航道工程方案泥沙淤积计算及分析, 2001。
- (9) 湛江港深水航道工程二维潮流数学模型研究, 2001。
- (10) 硃洲海洋站观测资料。
- (11) 闸坡海洋站观测资料。