



苏州港常熟港区过驳锚地砂石作业扩建工程 方案设计

中设设计集团股份有限公司
二〇一八年五月

致力于成为中国领先的工程设计咨询公司

汇报内容

- 1 项目背景
- 2 自然条件
- 3 建设规模与设计船型
- 4 总平面布置
- 5 浮筒设计及施工工艺
- 6 工程概算
- 7 问题与建议

汇报内容

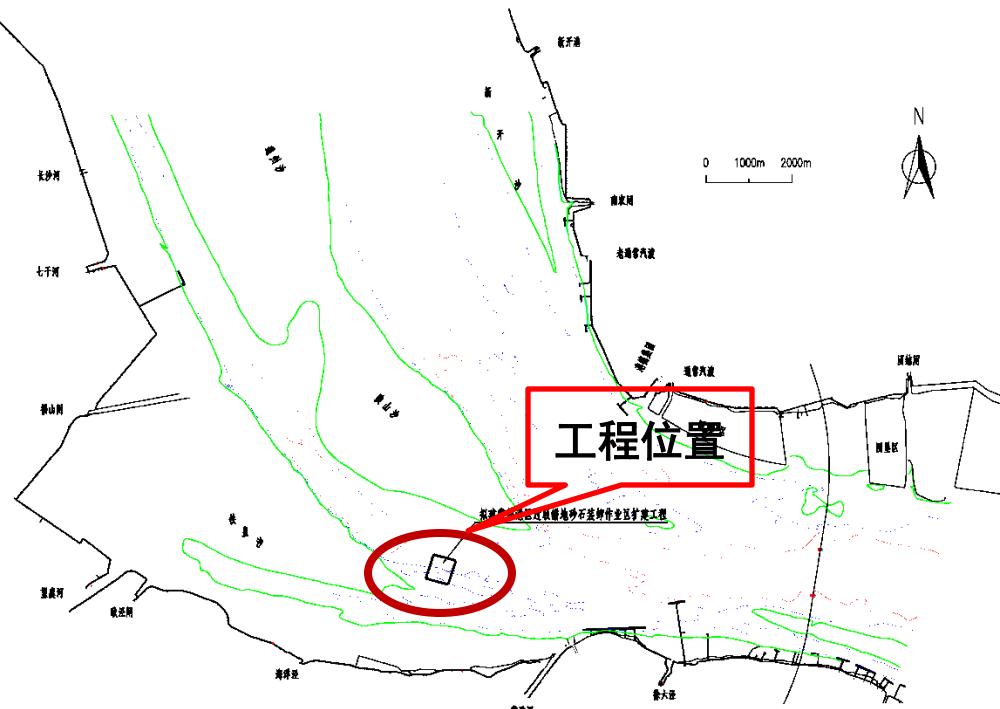
- 1 项目背景
- 2 自然条件
- 3 建设规模与设计船型
- 4 总平面布置
- 5 浮筒设计及施工工艺
- 6 工程概算
- 7 问题与建议

❖ 项目概位

常熟市东邻太仓，距上海100公里；南接昆山、苏州；西接无锡、江阴；北濒长江黄金水道，与南通隔江相望；西北与张家港接壤。

常熟港区地处长江下游南岸的咽喉地带，位于江苏省苏州市常熟市境内，我国长江经济带与东部沿海经济带“T”型交汇处，区位优势十分明显。

拟建工程位于长江下游的狼山沙西水道右侧，永钢#3黑浮南侧



项目背景

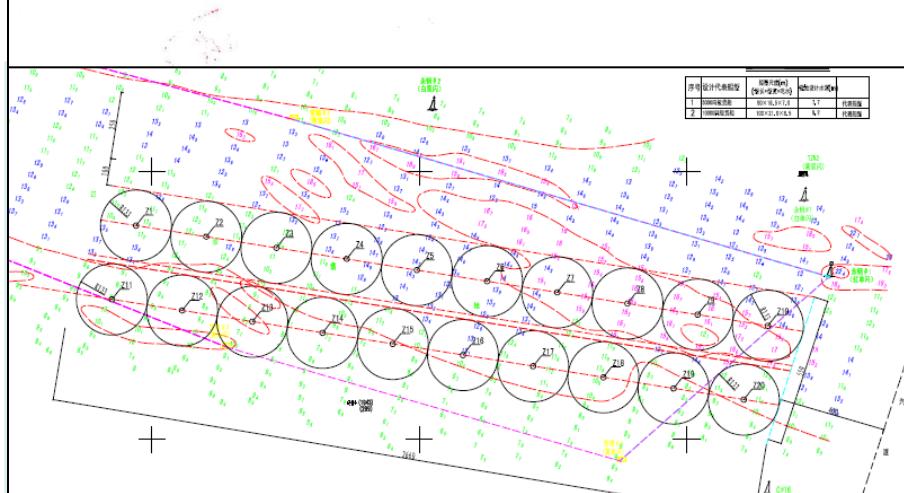
❖ 项目背景

长江航道规划设计研究院于2013年11月编制完成了《苏州港常熟港区过驳锚地砂石装卸作业区建设工程施工图设计》，2014年6月常熟市发展改革委对该工程进行了批复，在常熟港区过驳锚地下段建设20个锚泊位，满足5000吨级和10000吨级等不同等级的船舶锚泊组合需要，锚位采用单浮筒系泊，水域尺度为2660×572m。

常熟市发展和改革委员会文件

常发改[2014]172号

关于常熟港过驳锚地砂石装卸作业区建设工程项目的批复



项目背景

❖ 项目背景

根据《省政府办公厅关于印发长江江苏段水上过驳专项整治工作方案的通知》（苏政办发[2017]76号）要求，江苏省长江水上过驳专项整治领导小组办公室审定了江苏海事局会同江苏省交通运输厅提出的水上临时过驳作业区选划方案，在苏州常熟水上临时过驳作业区（常熟港过驳锚地及附近水域）拟安置浮吊40艘左右。

江苏省长江水上过驳专项整治领导小组办公室文件

苏水上过驳办发〔2017〕10号

关于明确长江江苏段水上临时过驳作业区概位和容量的通知

沿江各市整治办：

根据《省政府办公厅关于印发长江江苏段水上过驳专项整治工作方案的通知》（苏政办发[2017]76号）要求，江苏省长江水上过驳专项整治领导小组办公室审定了江苏海事局会同江苏省交通运输厅提出的水上临时过驳作业区选划方案，现将水上临时过驳作业区概位、容量和设置要求通知如下：

一、概位和容量

在镇江、泰州、无锡、苏州、南通等地设置7处水上临时过驳作业区，安置过驳浮吊348艘左右：

汇报内容

- 1 项目背景
- 2 自然条件
- 3 建设规模与设计船型
- 4 总平面布置
- 5 浮筒设计及施工工艺
- 6 工程概算
- 7 问题与建议

2 自然条件

- (1) 气象
- (2) 水文、泥沙
- (3) 工程地质

❖ 自然条件——气象

1、气温

1. 极端最高气为37.9°C，极端最低气温为-11.5°C，年平均气温为15.3°C。

2、雾

1. 多年平均雾日数为42.3 天，历年最多雾日数为68.0 天，历年最少雾日数为28.0 天。

3、风

常风向为NE、SE向，频率为9%，

次常风向为ESE、SSE向，频率为8%，

强风向为NW向，

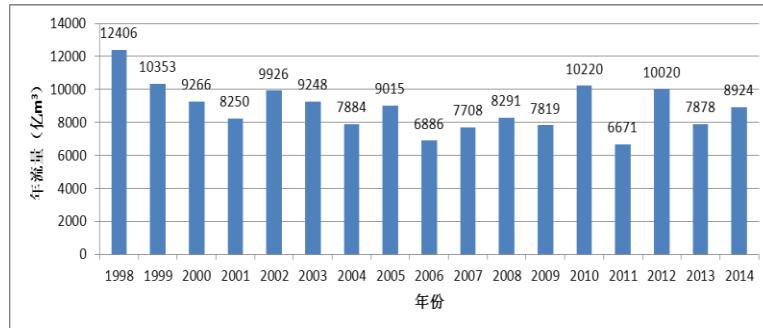
多年平均风速为3.7m/s，最大风速为24m/s，

每年大风日数（风速 $\geq 17.0\text{m/s}$ ）平均为16.1天。

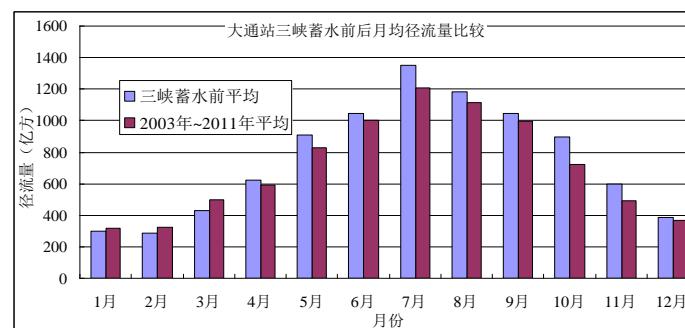
❖ 自然条件——水文

1、径流

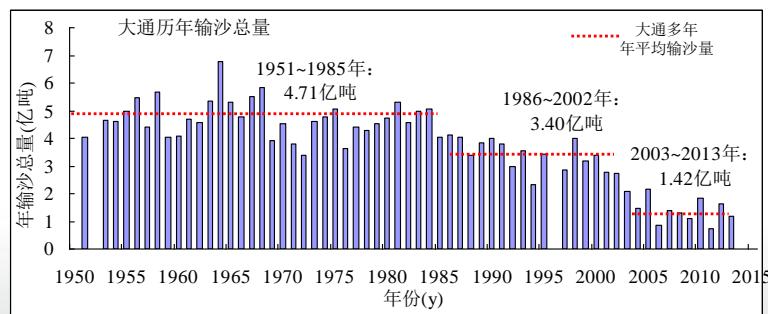
- ❖ 流量：多年平均径流量8946亿m³，年际变化不大，年内5~10月份流量较大。
- ❖ 输沙量：三峡水库蓄水后来沙量显著减小，2003~2012年年平均输沙量1.45亿t，洪季输沙量减少明显。



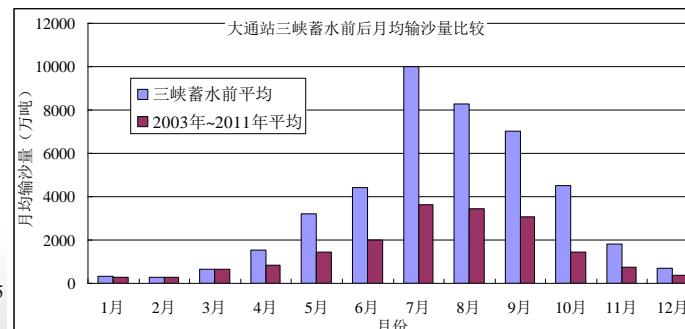
大通站历年流量图



三峡水库蓄水前后月均径流量对比



大通站输沙量 (1951~2013年)



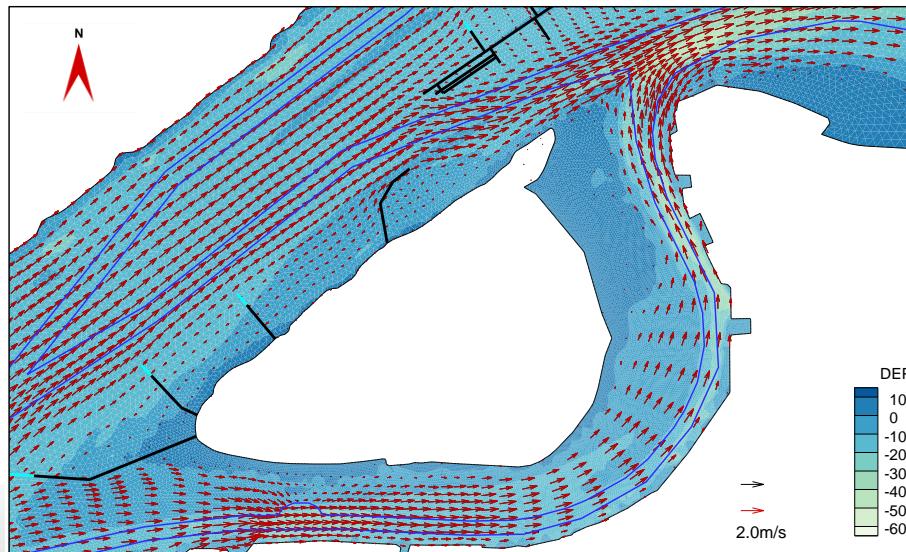
三峡水库蓄水前后月均输沙量对比

❖ 自然条件——水文

2、潮汐、潮流

福南水道位于长江潮流界变动区，受潮汐和径流双重作用，呈现三个方面的特点：

- (1) 潮汐：为非正规半日潮，每日两涨两落，潮汐不等现象明显
- (2) 潮流：呈季节性变化，洪季基本为落潮流控制，枯季受涨落潮流双向控制；
- (3) 流速：落潮流速一般大于涨潮流速，洪枯季大潮落潮平均流速最大值在1.0m/s左右。



福南水道洪季落急流速矢量

❖ 自然条件——工程泥沙

➤ 含沙量：

汛期： $0.5\sim0.8\text{kg/m}^3$ 。

枯季： $0.1\sim0.3\text{kg/m}^3$ ；

➤ 底沙：

床沙组成以极细沙和粗沙为主，抗冲刷能力不强。

根据资料分析，工程河段丰水期总体表现为淤积，大潮时淤积量大，小潮时略微冲刷；枯水期，大潮时有少量淤积，小潮时则以冲刷为主。总体而言，工程河段表现为洪淤枯冲的特点，且大潮期淤积量大

❖ 自然条件——工程地质、地震

1. 工程地质

➤ 程钻探深度范围内地层均为长江冲积地层，属第四系全新统。工程区域水下地层表层主要为重粉质壤土、粉质粘土、软粉质粘土夹粉砂、砂壤土薄层，向下主要包括重粉质（砂）壤土、粉质粘土、夹粉砂、砂壤土层、粉砂等。

2. 地震

➤ 本工程区域抗震设防烈度为6度，设计基本地震加速度值为0.05g。

汇报内容

- 1 项目背景
- 2 自然条件
- 3 建设规模与设计船型
- 4 总平面布置
- 5 浮筒设计及施工工艺
- 6 工程概算
- 7 问题与建议

❖ 建设规模

工程建设规模为：在现有常熟港区过驳锚地砂石装卸作业区上游扩建增设10000吨级（设计船型的船长为100m）过驳锚位4个，满足10000吨级、5000吨级及以下不同等级的船舶的锚泊和过驳需求。

❖ 设计船型

结合已建的常熟港区过驳锚地砂石装卸作业区的作业代表船型，确定的设计代表船型包括5000吨级和10000吨级散货船。

| 设计代表船型 | 船型尺度 | | | 备注 |
|------------|-------|-------|---------|------|
| | 船长(m) | 型宽(m) | 满载吃水(m) | |
| 5000吨级散货船 | 90 | 18.5 | 7.0 | 代表船型 |
| 10000吨级散货船 | 100 | 21 | 8.5 | 代表船型 |

汇报内容

- 1 项目背景
- 2 自然条件
- 3 建设规模与设计船型
- 4 总平面布置
- 5 浮筒设计及施工工艺
- 6 工程概算
- 7 问题与建议

❖ 布置原则

- (1) 符合相关规划要求，合理布局，有利于港口功能协调发展；
- (2) 满足《长江江苏段船舶定线制规定（2013）》，在海事部门、港口以及当地政府协商确认的水域范围内进行锚地布置；
- (3) 锚地布置应符合《长江干线通航标准》，锚地与航道边线的距离宜不小于3倍最大锚泊船型船宽，危险品锚地应适当加大，当水深发生变化，航道有所调整时，锚地应适应航道调整的需要；
- (4) 锚地与码头、取排水口等临河建筑物之间的距离，以及锚地内的锚位布置应满足通航安全要求。
- (5) 根据气象、水文、地质及自然水深条件，选择安全可靠的锚泊方式，充分利用锚地水深资源，变化剧烈河段不宜选作锚地，合理确定锚地平面布置方案，以确保锚地和航道内船舶的安全并节省工程投资。

❖ 锚泊平面尺度

锚泊方式：综合考虑工程区域的水域条件，本次方案设计的过驳锚地砂石装卸作业区扩建工程采用单浮筒系泊方式进行锚泊

锚泊半径：

《海港总体设计规范》单浮筒系泊水域的系泊半径公式：

$$R = L + r + l + e$$

式中：

R为单浮筒水域系泊半径 (m)；

L为设计船长 (m), 取100m；

r为由潮差引起的浮筒水平偏位 (m)，根据最大潮差值取4m；

l为系缆的水平投影长度 (m)，DWT≤10000t, 取20m；

e为船尾与水域边界的富裕距离 (m)，取0.1设计船长，10m；

根据计算得出，船长为100m的船的单浮筒锚泊半径为134m，取为135m。

❖ 锚地设计水深

根据《海港总体设计规范》(JTS165-2013)，锚地设计水深不宜小于码头前沿设计水深，因此锚地设计水深根据码头前沿设计水深计算公式计算：

$$\begin{aligned}H &= T + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \\Z_2 &= K_1 H_{4\%} - Z_1\end{aligned}$$

式中：

T——设计船型满载吃水(m)，考虑海进江船舶由于咸淡水比重差而增加的吃水值为满载吃水的2.5%，10000吨级散货船淡水吃水为8.7m；

Z₁——龙骨下最小富裕深度，取Z₁=0.3m；

Z₂——波浪富裕深度(m)，取K₁=0.5，H_{4%}=1.4m，得到Z₂=0.4m；

Z₃——船舶因配载不均匀而增加的船尾吃水值(m)，散货船取0.15m；

Z₄——备淤富裕深度(m)，取Z₄=0.3m。

经计算，10000吨级散货船锚地设计水深为9.85m。

总平面布置

◆ 总平面布置方案

方案一（推荐方案）：

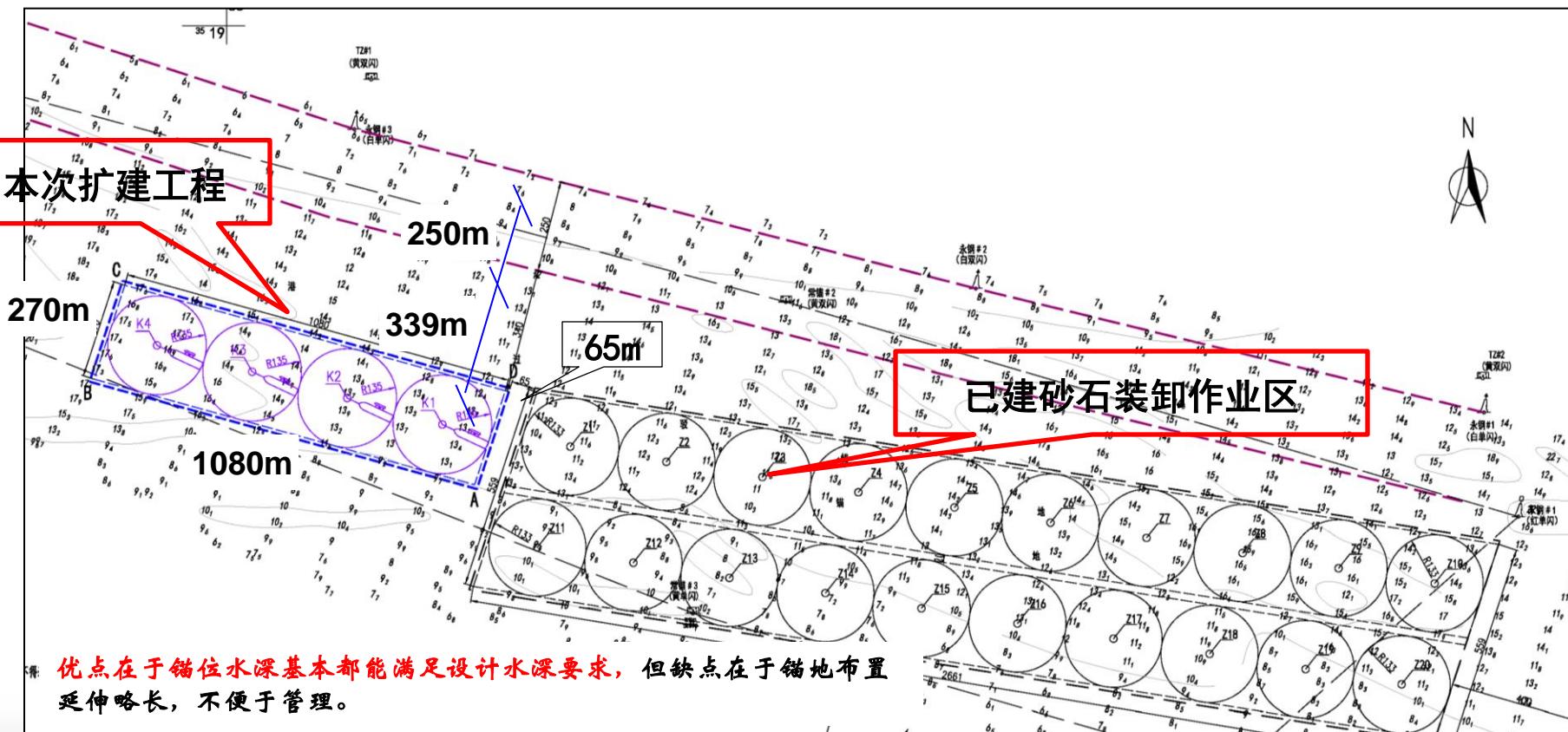


优点在于与已建作业区布置形式基本一致，便于管理，但缺点在于南侧两个锚位K3、K4水深不满足1万吨级锚位的设计水深，需采取一定的工程或管理措施：工程措施主要为锚地疏浚；管理措施主要为根据锚地开通前扫测或运营期间定期监测水深，利用设计水深计算公式反推允许进入锚地的船舶控制吃水，严控大于该控制吃水的船舶进入锚地进行锚泊和作业。

致力于成为中国领先的工程设计咨询公司

总平面布置

❖ 总平面布置方案

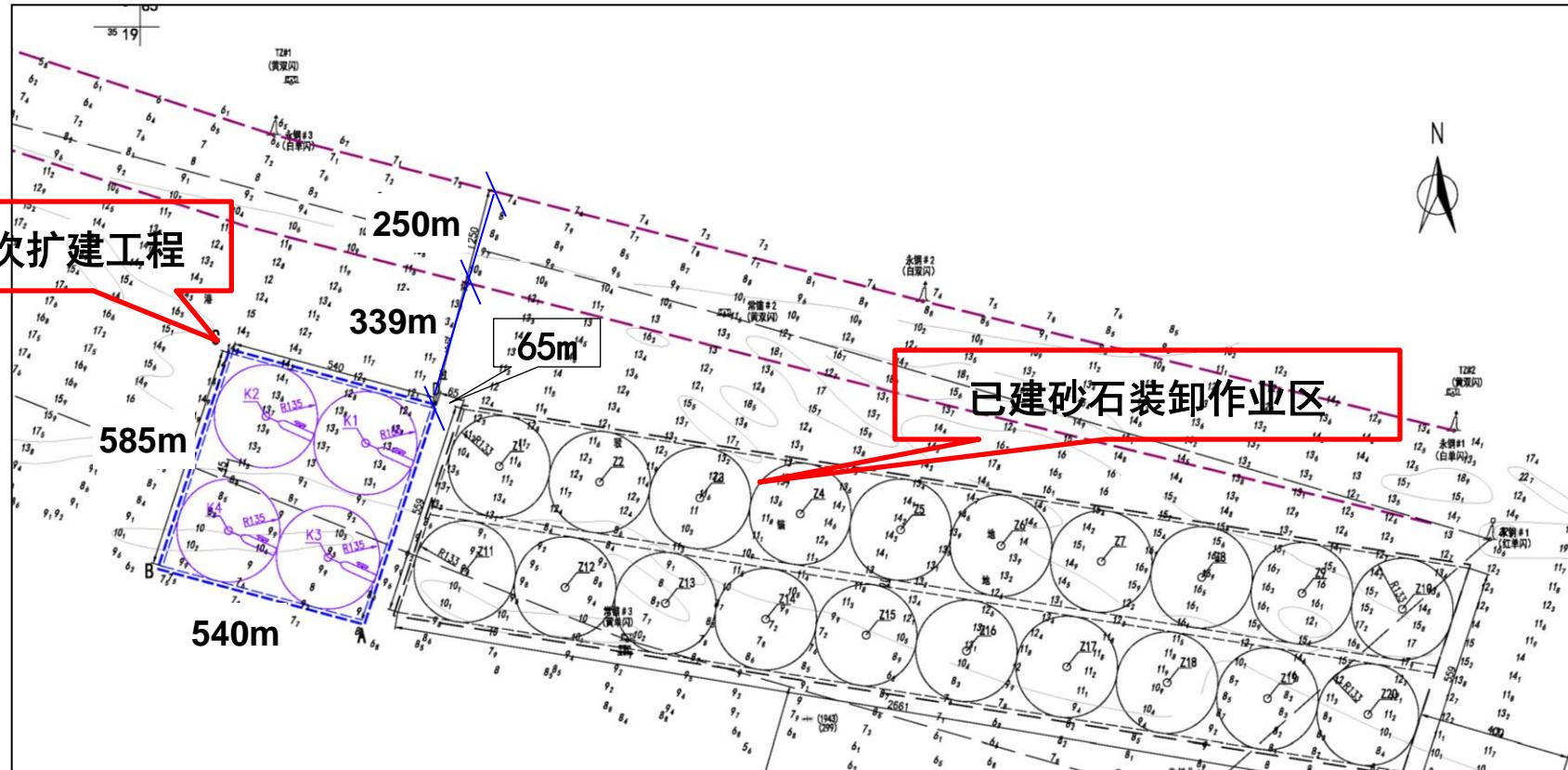


总平面布置

❖ 总平面布置方案

从便于管理的角度出发，暂推荐总平面布置方案一。

本次扩建工程



汇报内容

- 1 项目背景
- 2 自然条件
- 3 建设规模与设计船型
- 4 总平面布置
- 5 浮筒设计及施工工艺
- 6 工程概算
- 7 问题与建议

❖ 荷载计算

- 作用在船舶及系泊浮筒上的风压力

$$\text{横向: } F_{xw} = 73.6 \times 10^{-5} A_{xw} V_x^2 \xi_1 \xi_2$$

$$\text{纵向: } F_{yw} = 49.0 \times 10^{-5} A_{yw} V_y^2 \xi_1 \xi_2$$

- 作用在船舶上的水流力

$$\text{船首横向分力: } F_{xsc} = C_{xsc} \frac{\rho}{2} V^2 B' \quad , \quad \text{船尾横向分力: } F_{xmc} = C_{xmc} \frac{\rho}{2} V^2 B'$$

$$\text{纵向分力: } F_{yc} = C_{yc} \frac{\rho}{2} V^2 S$$

- 作用在浮筒上的水流力

$$F_w = C_w \frac{\rho}{2} V^2 A$$

设计船型 (100m船长) 船舶及浮筒荷载计算结果

| 风压力 (kN) | | 水流力 (kN) | | 计算荷载 (kN) |
|----------|-------|----------|-------|-----------|
| 满载 | 压载 | 满载 | 压载 | |
| 338.8 | 477.3 | 542.8 | 200.1 | 881.6 |

❖ 锚链长度及拉力计算

➤ 锚链长度： $L = (H_1 + H_2 + H_3 + H_4) \times f$

L ——锚系总长度（m）；

H_1 ——锚地水深，取15.0~22.0m；

H_2 ——最高潮位，取6.0m；

H_3 ——沉锤埋深，取8m；

H_4 ——系船浮筒干舷高度，取1.5m；

f ——链长配长系数，取1.15。

经计算，锚链长度计算值为35.08~43.13m，取36.0~44.0m。

➤ 锚链拉力： $F_s = F \sin \gamma$ $\gamma = \alpha \cos [(H_1 + H_2 + H_3 + H_4) / L]$

F_s ——作用在船舶、浮筒上的荷载；

F ——锚链拉力（kN）；

γ ——锚链拉力与垂直面的夹角，按锚链长度能达到最大的角度计算。

经计算，锚链拉力为1785.3 kN

◆ 浮筒选型

| 型号 | 浮力 (t) | 直径高 (m) | 锚链直径 (mm) | 吊环直径 (mm) | 适用沉石 (t) | 带缆卸扣 (mm) | 系船能力 (t) |
|----------|-----------|--------------------------|------------------|--------------|-------------|---------------|---------------|
| XF2.0-D1 | 3 | $\varphi 2 \times 1.74$ | $\varphi 62$ | $\varphi 45$ | 4 | $\varphi 90$ | ≤ 2000 |
| XF2.6-D1 | 6 | $\varphi 2.6 \times 2.2$ | $\varphi 72$ | $\varphi 45$ | 6 | $\varphi 90$ | ≤ 5000 |
| XF3.6-D1 | 19 | $\varphi 3.6 \times 2.1$ | $\varphi 90-100$ | $\varphi 45$ | 8 | $\varphi 140$ | ≤ 10000 |
| XF5.0-D1 | 28.5 | $\varphi 5 \times 3.4$ | $\varphi 122$ | $\varphi 45$ | 12 | $\varphi 140$ | ≤ 12000 |
| XF5.5-D1 | 31.2 | $\varphi 5.5 \times 3.0$ | $\varphi 122$ | | | | ≤ 100000 |
| XF6.0-D1 | 34.2 | $\varphi 6.0 \times 3.2$ | $\varphi 122$ | | | | ≤ 150000 |
| XF8.0-D1 | 40.3 | $\varphi 8.0 \times 2.4$ | $\varphi 122$ | $\varphi 45$ | 120 | $\varphi 170$ | ≤ 250000 |

系船浮筒的浮体采用钢制材料，为定型产品。国内主要产品规格见上表。

根据锚位设计船型吨级，选用浮筒型号为XF3.6-D1

浮筒设计与施工工艺

❖ 锚链选型

根据锚链拉力计算，同时参考国家标准《电焊锚链》（GB/T549-2008），锚链设施的安全系数一般取2.5~3.0，据此对锚链进行选型，选用φ100有挡锚链

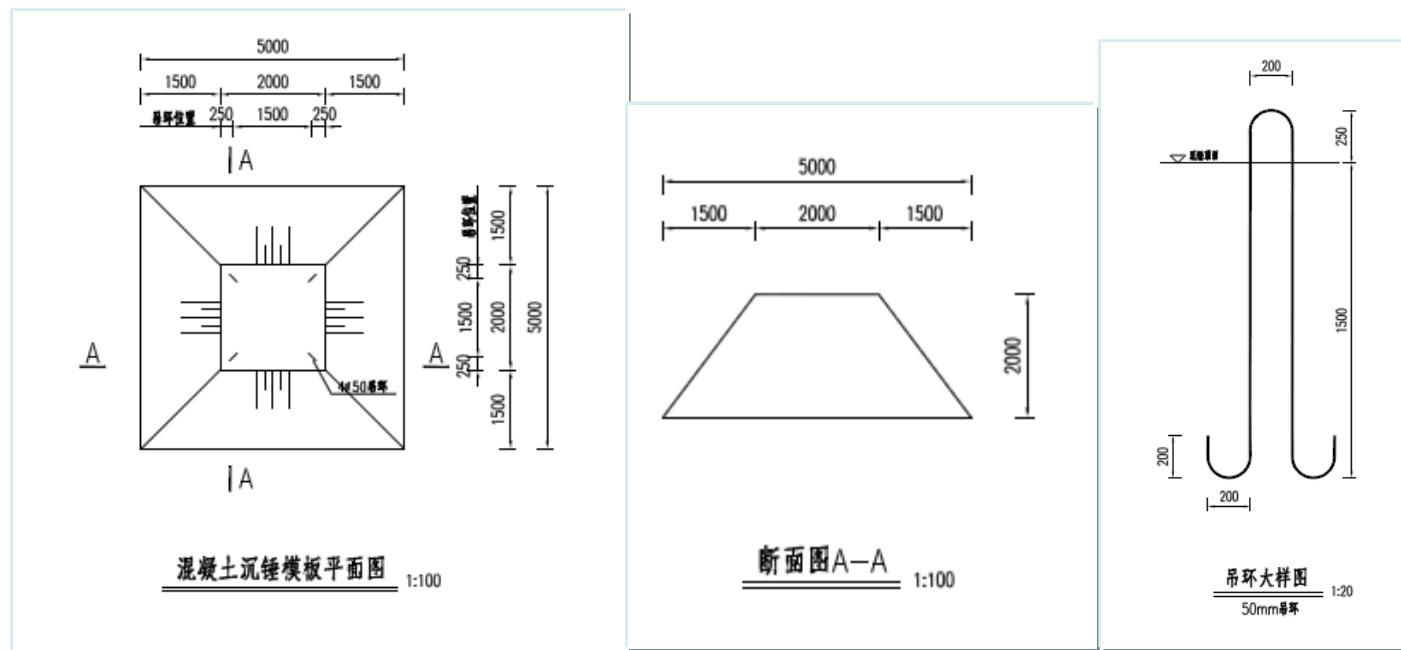
锚链拉力计算结果表

| 最大锚链拉力 F (kN) | 选用锚链型号 | 极限破断力 (kN) | 安全系数 |
|------------------|----------|---------------|------|
| 1785.3 | φ100有挡锚链 | 7060 | 3.95 |

注：锚链按每年单面腐蚀速率0.5mm考虑预留，设计使用年限按10年考虑。

◆ 沉锤设计

沉锤设计采用钢筋混凝土结构，混凝土强度等级取C30，采用四棱台结构，棱台上表面边长为2m，下表面边长为5m，高度为2m，沉锤埋置深度为8m。



◆ 沉锤设计

沉锤设计采用钢筋混凝土结构，混凝土强度等级取C30，采用四棱台结构，棱台上表面边长为2m，下表面边长为5m，高度为2m，沉锤埋置深度为8m。

沉锤破土力按沉锤尺寸、沉锤埋深计算：

$$G = \frac{H\gamma_{\text{泥}}}{3} (a^2 + b^2 + ab)$$

G——沉锤破土力 (kN)；

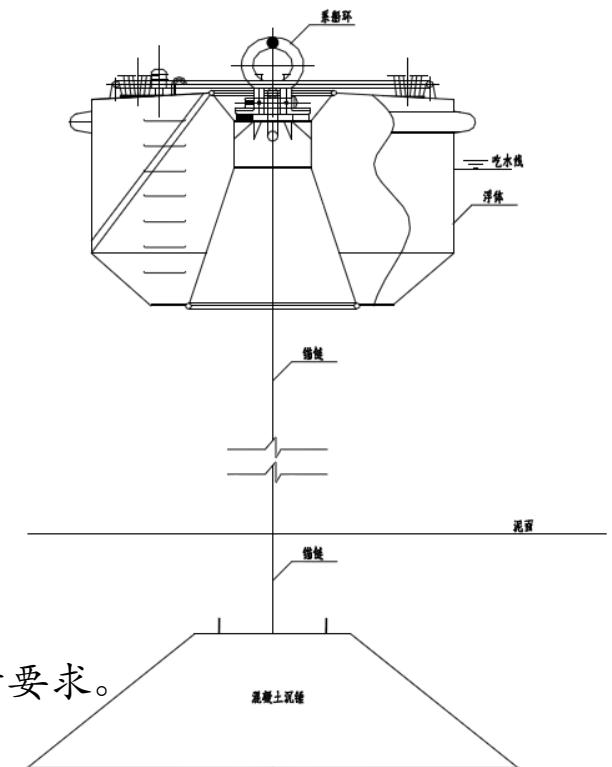
H——沉锤埋深 (m)；

a——沉锤下底边长 (m)；

b——沉锤破土边宽 (m)；

$\gamma_{\text{泥}}$ ——泥沙浮重度 (kN/m^3)。

计算得出的沉锤破土力为2675kN，基本能满足设计要求。

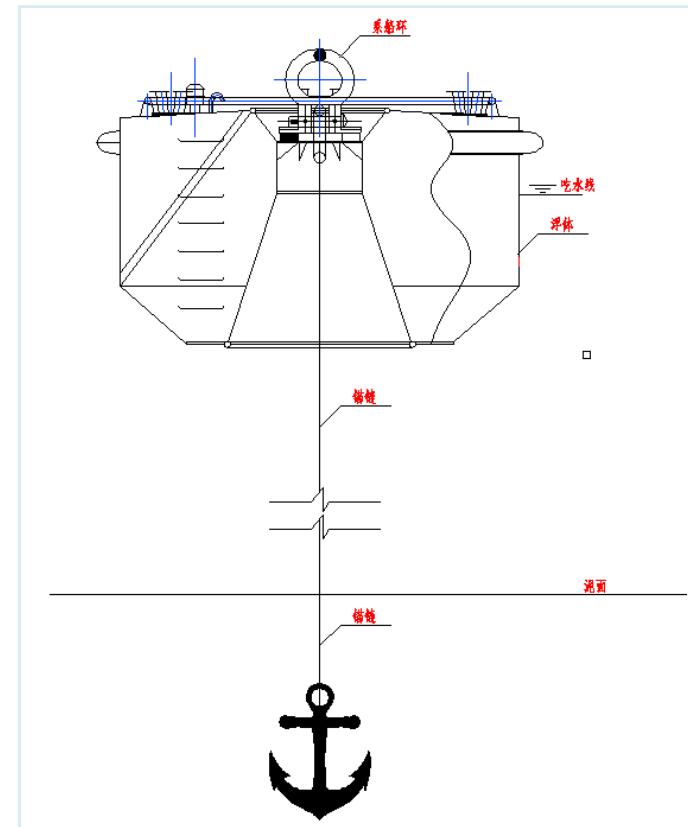


浮筒设计与施工工艺

◆ 关于沉锤结构的探讨

本次设计的沉锤采用钢筋混凝土结构，形状为四棱台

探讨方案：将钢筋混凝土四棱台沉石改为铁锚结构，埋置于土中，是否具有可行性。



❖ 施工方法与工艺

➤ 施工方法

- (1) 施工前对拟建锚地水域范围进行地质钻探；
- (2) 施工前对拟建锚地水域范围进行扫床，及时清障，保证锚地内无障碍；
- (3) 施工前对锚地进行水下地形测量，图比1: 2000；
- (4) 对锚地4个浮筒进行测量定位，并投下显著标志；
- (5) 浇筑沉石（沉石为钢筋混凝土结构，锚链一起浇筑在沉石中，并用钢筋在底、中、顶部用钢筋穿好，应根据复测河底标高确定各锚位点锚链长度），组装浮筒，运往指定地点投放，投放前要进行定位校核，确保定位准确；沉石在埋置前要在设计的浮筒位置处开挖基坑；并复测河底标高，沉石投放后应立刻回填，并进行水下整平密实。
- (6) 浮筒投放后，进行位置复测；
- (7) 经试运行后，进行竣工交付，并由相关部门发布使用公告。

❖ 施工方法与工艺

➤ 施工工艺

(1) 沉石制作工艺流程：

清理预制场地→施工放样→模板制作及安装→钢筋制作及安装→浇灌混凝土及养护→堆放预制构件。

(2) 沉石施工工艺：

施工准备→船舶定位→基坑开挖→沉石沉放→基坑回填→基坑整平密实→施工结束。

(3) 浮筒加工工艺流程：

放样→钢材预处理与号料→浮筒构件加工与焊接→整体装配→总体焊接→焊接检验→密性试验→油漆→舾装件安装→完工检验→验收。

❖ 施工方法与工艺

➤ 工期安排

本工程原则为首先实施测量与锚地扫床，这也是控制工程进度的主要工序，在实施测量与锚地扫床后开始浮筒抛投。施工内容包括器材采购、设备准备、浮筒抛设等内容可用一个半月时间完成。

| 序号 | 工程项目 | 第一个月 上旬 | 第一个月 中旬 | 第一个月 下旬 | 第二个月 上旬 | 第二个月 中旬 |
|----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 一 | 施工准备 | — | | | | |
| 二 | 测量与锚地扫床 | | — | | | |
| 三 | 浮筒、沉石建造及抛设 | | | — | | |

汇报内容

- 1 项目背景
- 2 自然条件
- 3 建设规模与设计船型
- 4 总平面布置
- 5 浮筒设计及施工工艺
- 6 工程概算
- 7 问题与建议

◆ 工程概算

◆ 本工程工程费用主要包括系锚工程、扫海工程及临时工程等，由于两个总平面布置方案的工程量相同，因此两个方案的工程总投资也基本相同。经计算，苏州港常熟港区过驳锚地砂石装卸作业区扩建工程概算总投资约为541.49万元，其中工程费用约380.95万元。

| 序号 | 工程项目或费用名称 | 概算价值(万元) | | | | 技术经济指标 | | | |
|----|------------|----------|--------|-------|--------|-----------------|------|--------|---------|
| | | 建筑工程费 | 设备购置费 | 安装工程费 | 合计 | 单位 | 数量 | 指标(万元) | 占总投资额比例 |
| 一 | 第一部分 工程费用 | | | | 380.95 | | | | 70.35% |
| 1 | 系锚设施（浮筒） | 220.55 | 129.68 | 7.92 | 358.15 | | | | |
| 2 | 扫海费用 | | | | 12.80 | KM ² | 1.00 | 12.80 | |
| 3 | 临时工程 | | | | 10.00 | | | | |
| 二 | 第二部分 其他费用 | | | | 134.75 | | | | 24.89% |
| 1 | 建设单位经费 | | | | 6.67 | | | | |
| 2 | 工程建设监理费 | | | | 13.83 | | | | |
| 3 | 工前测量及钻探费 | | | | 12.00 | | | | |
| 4 | 方案设计费 | | | | 19.80 | | | | |
| 5 | 安全生产费等 | | | | 5.71 | | | | |
| 6 | 招标代理及交易服务费 | | | | 3.32 | | | | |
| 7 | 工程造价咨询服务费 | | | | 1.90 | | | | |
| 8 | 工程保险费 | | | | 1.52 | | | | |
| 9 | 竣工验收前相关费用 | | | | 20.00 | | | | |
| 10 | 其他费 | | | | 50.00 | | | | |
| 三 | 第三部分 预留费用 | | | | 25.79 | | | | 4.76% |
| 1 | 基本预留费 | | | | 25.79 | | | | |
| 四 | 总计 | | | | 541.49 | | | | |

汇报内容

- 1 项目背景
- 2 自然条件
- 3 建设规模与设计船型
- 4 总平面布置
- 5 浮筒设计及施工工艺
- 6 工程概算
- 7 问题与建议

❖ 问题与建议

- ◆ 1、苏州港常熟港区过驳锚地扩建工程，时间紧，任务重，建议与航道、海事、环保等相关部门做好沟通，加紧办理报批手续，争取工程早日实施。
- ◆ 2、工程开工前应复核系船浮筒点水深便于调整锚链长度和确定沉石深度；工程完工后应复核系船浮筒点坐标和间距等指标，确保锚地安全运营；
- ◆ 3、沉石投放完成后应立即回填，平整使覆盖土体尽快密实。由于工程实施完成初期沉石上方土体认为密实完全，运营第一年应重点观察沉石，发现情况应及时处理，确保系泊船舶安全；

❖ 问题与建议

- ◆ 4、建议在工程运营后每年检查和观察系船浮筒和沉石情况，特别在枯季长江河道地形演变以冲刷为主时，应关注沉石的埋置深度，若因河床冲刷使沉石埋置深度减小，应采取相应工程措施确保系泊安全；
- ◆ 5、本次砂石装卸作业区扩建工程主要供内河砂石货船进行过驳作业，根据设计条件，最大设计代表船型船长为100m，因此应严格控制进作业区船舶尺度，船长超过100m的内河船舶和海船不得进入本工程锚位内锚泊和过驳作业；
- ◆ 6、建议制定锚地安全管理措施，大于6级风时（具体风级以海事公告为准），应严格控制作业船舶离开过驳船舶，到相应锚地进行避风。

❖ 问题与建议

- ◆ 7、常熟港区锚地建成后，需开展养护方案和管理体制研究，形成锚地维护疏浚、航标等管理机制，保证锚地维护、安全管理等目标的有效实现。
- ◆ 8、锚地开通前应进行扫海测量；锚地运营过程中定期对本工程锚地区域进行地形监测，若扫海测量结果或定期监测结果显示锚地水深条件不满足设计水深，应采取相应工程或管理措施：工程措施主要为锚地疏浚；管理措施主要为根据扫测水深，利用设计水深计算公式反推允许进入锚地的船舶控制吃水，严控大于该控制吃水的船舶进入锚地进行锚泊和作业。

WWW.JSJSY.COM

THANKS!

南京市秦淮区紫云大道 9 号 邮编：210014
电话：025-88018888 025-84405744 (Fax)