



華設設計集團股份有限公司
CHINA DESIGN GROUP CO.,LTD.

南通内河港启东港区吕四作业区内河 转运码头一期工程

初步设计汇报

2021年03月

汇报内容

PART 01

● **总论**

PART 02

● **自然条件**

PART 03

● **货运量与船型**

PART 04

● **总平面布置**

PART 05

● **装卸工艺**

PART 06

● **水工建筑物**

PART 07

● **陆域形成及
道堆**

PART 08

● **配套工程**

PART 09

● **施工条件、
方法与进度**

PART 10

● **工程概算**

PART 06

PART 01

总论



一、总论

➤ 项目地理位置

本工程位于通扬线航道大洋港河东岸、临海高等级公路桥下游，吕四港作业区环抱式港池西港池以西，现状主海堤以北，通过大洋港和通吕运河与后方南通市其他干线航道相连，为环抱式港池海港码头及后方临港企业提供内河水运集疏运服务，是通州湾集装箱新出海口重要的海河联运作业区。



一、总论



一、总论

➤ 依据文件

- (1) 江苏吕四港集团有限公司与我公司签定的合同；
- (2) 本项目中标通知书；
- (3) 交通运输部，《港口工程初步设计文件编制规定》（JTS110-4-2008），2008年9月；
- (4) 交通部、江苏省人民政府，《关于南通港总体规划的批复（交规划发[2006]44号）》，2006年1月；
- (5) 交通部、江苏省人民政府，《关于南通港吕四港区总体规划的批复（交规划发[2010]79号）》，2010年2月；
- (6) 交通运输部规划研究院，《南通港总体规划（2018~2035年）》，2020年5月；
- (7) 南通市人民政府办公室，《关于印发<南通市内河港口总体规划（2015~2035年）的通知>》，2017年5月；
- (8) 南通市人民政府，《关于南通内河港启东港区总体规划调整方案的批复》，2020年7月。

一、总论

➤ 依据资料

- (1) 南通市江海测绘院有限公司，工程区域1:2000地形测图，2021年1月；
- (2) 南通和信工程勘测设计院有限公司，《南通内河港启东港区吕四作业区内河转运码头一期工程岩土工程勘察报告》，2021年2月；
- (3) 华设设计集团股份有限公司，《南通内河港启东港区吕四作业区内河转运码头一期工程可行性研究报告》，2021年2月；
- (4) 中交第一航务工程勘察设计院有限公司，《南通港吕四作业区西港池8#-11#码头工程（B标段）初步设计》，《南通港吕四作业区西港池8#-11#码头工程（B标段）施工图设计》；
- (5) 中交第三航务工程勘察设计院有限公司，《南通港吕四作业区西港池8#-11#码头工程（A标段）初步设计》，《南通港吕四作业区西港池8#-11#码头工程（A标段）施工图设计》；
- (6) 本工程前期航评、环评等专题研究报告；
- (7) 本地区周边相关工程的前期工作成果和设计资料；
- (8) 业主提供的其它相关资料。

一、总论

➤ 设计范围与分工

◆ 设计范围

本工程设计范围为南通内河港启东港区吕四作业区内河转运码头一期工程所对应的**码头工程、陆域匡围工程、进港航道及堤防工程**等。其中，本工程陆域场地的回填和吹填工作已由业主另行安排实施，其中吹填围埝工程、吹填排水、码头后方50m范围内的回填工程属于本工程设计范围，除此之外的陆域形成内容不在本次设计范围内。

◆ 设计内容

本工程具体设计内容包括：运量预测、建设规模、设计船型、总平面布置、装卸工艺、水工建筑物、陆域形成及道路堆场、生产与辅助建筑物、供电照明、控制、信息与通信、采暖通风供热与动力、环境保护、劳动卫生、节能、施工条件、工程概算、经济效益分析等内容。

一、总论

➤ 建设规模

本工程建设规模为：新建11个1000吨级内河装卸泊位和3个待泊泊位，设计年吞吐量为650万吨，货种主要为矿建材料、钢铁、机械设备、石材、其他件杂货、集装箱。

主要技术经济指标表

序号	项目		单位	数量	备注
1	预测年吞吐量	合计	万t/年	650	2025年
		散货	万t/年	220	
		件杂货	万t/年	150	
		集装箱	万t/年	280	
2	年设计通过能力		万t/年	692	
3	泊位数	合计	个	14	
		散货	个	2	1000吨级
		件杂货	个	4	1000吨级
		多用途	个	5	1000吨级/50TEU
		待泊泊位	个	3	
4	水工建筑物长度	合计	m	1209	泊位总长1010m
		装卸泊位	m	795	
		待泊泊位	m	215	
		翼墙	m	199	
15	工程总投资		万元	98256.01	
16	财务内部收益率（税后）		%	8.89	
17	投资回收期（税后）		年	10.5	

PART 02

自然条件



二、自然条件

气象

气温

年平均气温15.9℃；
平均最高气温18.1℃；
平均最低气温14.1℃；
极端最高气温36.7℃（2007年8月2日）；
极端最低气温-6.9℃（1986年1月5日）。

雾

根据1984～1990年资料统计：能见度 $\leq 1\text{km}$ 的大雾年平均天数为24.0天。

雷暴

根据1969～1990年资料统计：年平均出现22.1天。

降水

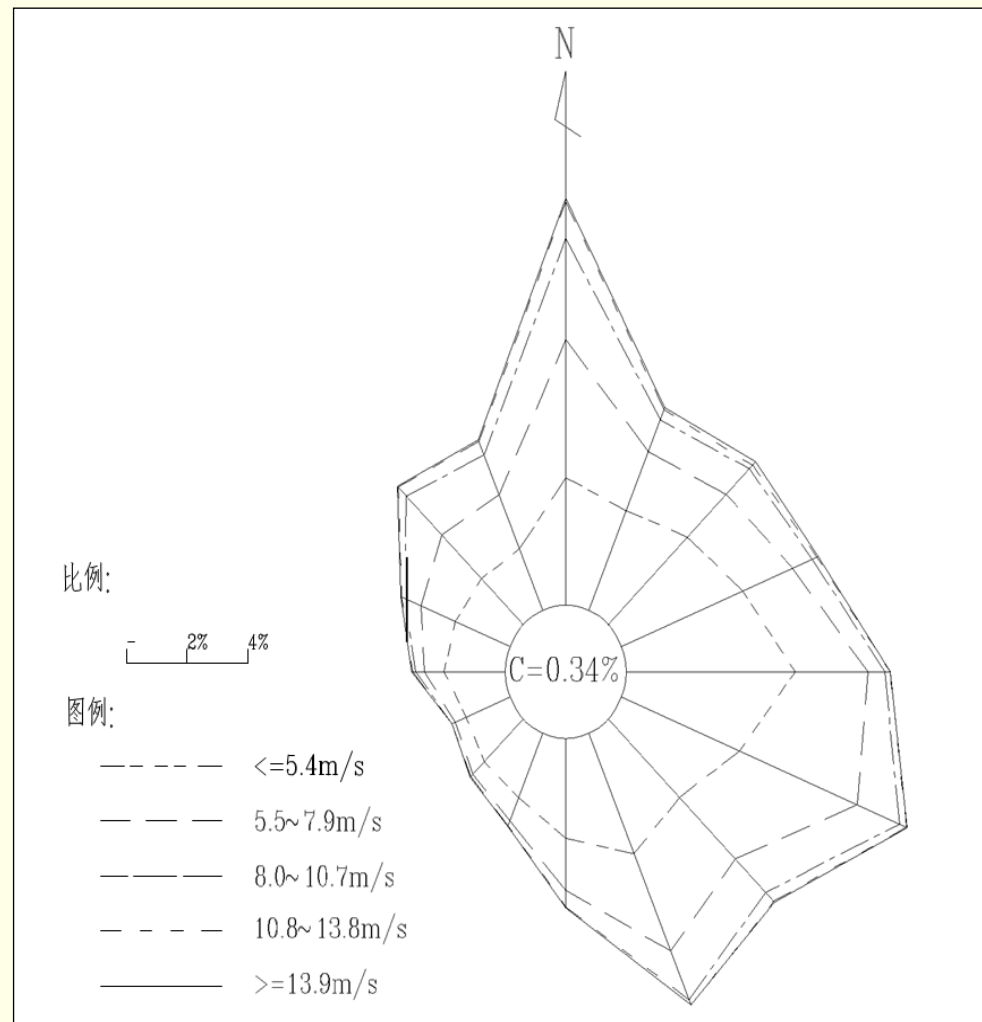
年平均降水量735.4mm；
月最大降水量302.7mm；
一日最大降水量172.7mm；
另根据1968年～2002年资料统计：
年平均降水日123.0d；
日降水量 $\geq 25\text{mm}$ 日数10.5d；
日降水量 $\geq 50\text{mm}$ 日数3～4d。

二、自然条件

➤ 气象

风况

根据吕四海洋站2006~2008年每日24次风资料统计，常风向为N向，频率12.24%；次常风向为ESE向，频率10.25%；强风向NE向，该向 ≥ 7 级风的频率为0.15%；全方位 ≥ 7 级风的频率为0.59%，全方位 ≥ 8 级风的频率为0.02%，最大风速为25.1m/s风向为N。本地区全年出现风力 ≥ 7 级大风日数平均为14.2d，最多可达22d。

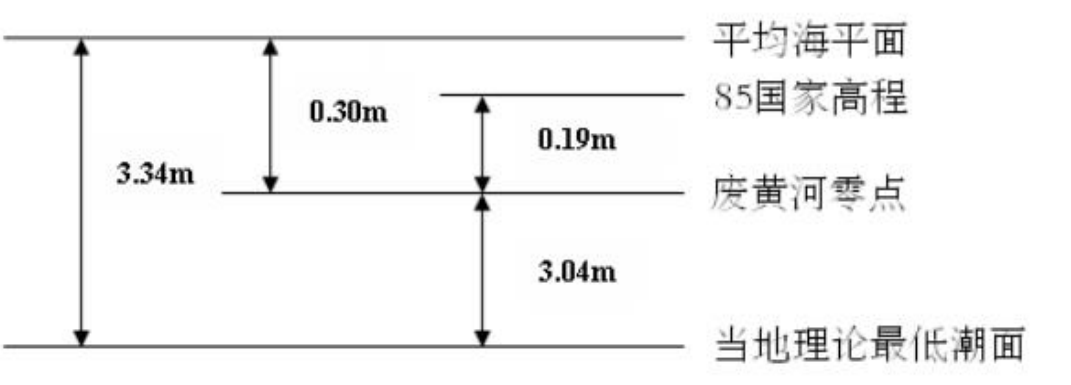


二、自然条件

➤ 水文

设计基准面

本工程高程基准面均采用85国家高程。



设计水位

设计最高通航水位（20年一遇）：3.04 m（设计高水位）；

设计最低通航水位（98%保证率）：1.28m（设计低水位）。

另根据《启东市水系规划》，通吕运河规划为一级河道，河道正常水位2.00m，警戒水位2.40m，历史最高水位3.80m（1960年8月4日）。通吕运河50年一遇高水位为3.31m。

通扬线通吕运河段航道设计水位成果表

节点	设计最高通航水位（P=5%）	设计最低通航水位（98%保证率）
金沙	▽3.30	▽1.22
货隆镇	▽3.11	▽1.28
吕四	▽3.04	▽1.28

二、自然条件

➤ 水文

径流

南通市共有骨干河道（一级河）12条，全长742.34km；二级河道111条，全长1760.58km。

以如泰运河为界，南通市分属淮河流域和长江流域。其中新通扬运河、通榆运河、拼茶运河和北凌河属于淮河流域，面积2524km²；通吕运河、通启运河、遥望港、新江海河和九圩港属长江流域，面积59748km²；通扬运河、焦港河和如海运河为跨流域河道。



工程区长江、淮河流域分界图

二、自然条件

➤ 地形、地貌及河床演变分析

地形、地貌

本地区由长江口的沙洲淤涨连并而成，其地貌属于长江三角洲冲积平原。区域整体地形相对较平缓，总趋势由东南向西北微倾，理论标高一般在+1~+3.5m左右。

河床演变分析

本工程位于通扬线通吕运河航道末端，现状已经过人工吹填形成陆域。在现有堤岸的控制下，河道基本不会发生平面上的摆动。受入海口门处挡潮闸限制，工程所在航段不会受到外海潮水侵蚀。但由于挡潮闸需要根据实际水位情况开闸泄洪，届时河道将会产生不同程度的淤积或冲刷，此时可根据实际需要进行疏浚。

总体而言，**现状河段在自然条件下演变较为缓慢，在采取适当的工程措施情况下，河段基本稳定。**



2003.02



2013.03



2019.10



二、自然条件

➤ 工程地质

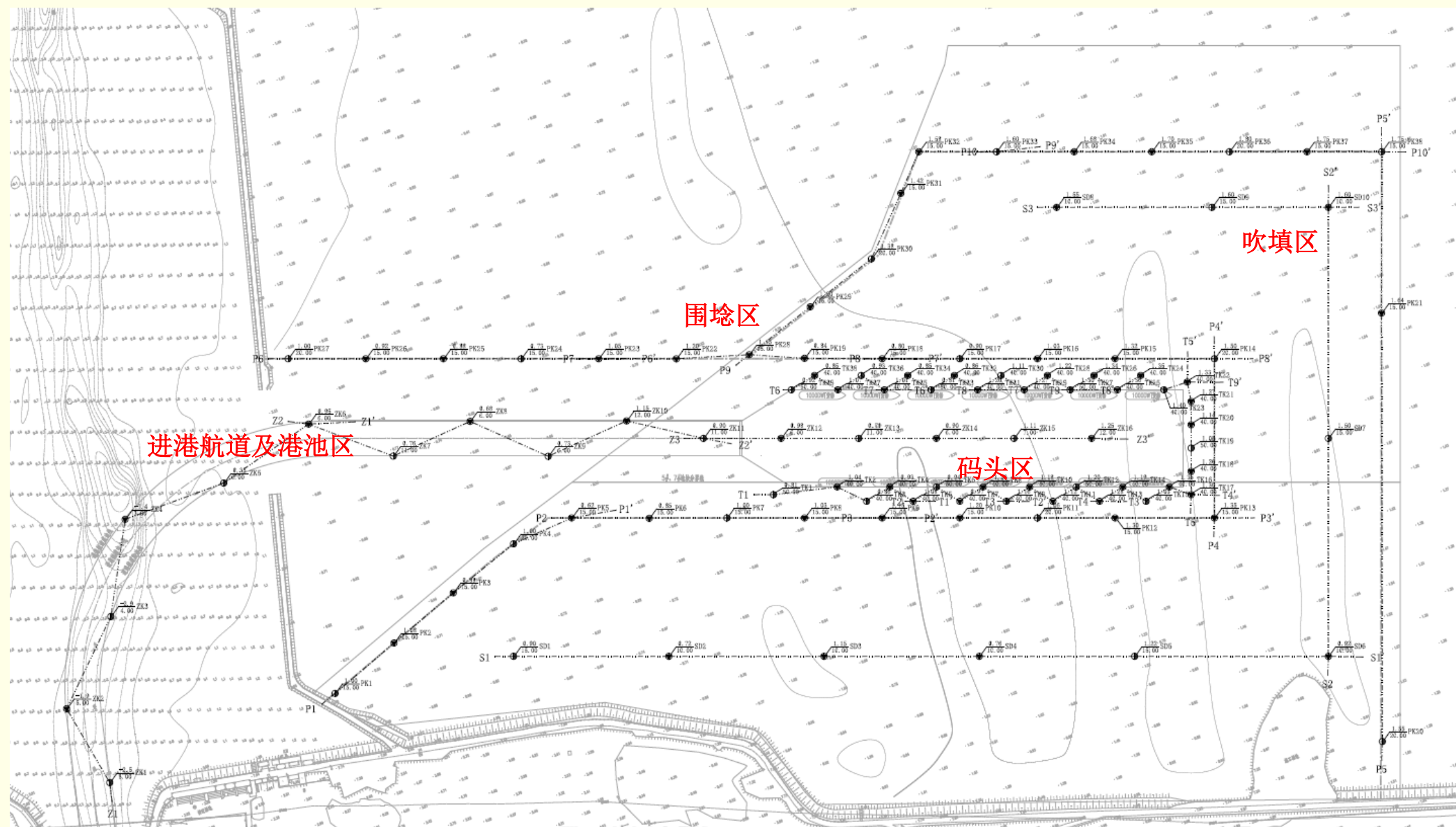
根据《南通内河港启东港区吕四作业区内河转运码头一期工程岩土工程勘察报告（施工图设计阶段）》，勘区勘察深度范围内地层均为第四纪地层，根据土性特征、颗粒组成及物理力学性质等指标和工程特性将勘区勘探深度范围内的地基土自上而下分为8个工程地质单元体及3个透镜体层。

地基土压缩性及工程特性评价

层序	土层名称	压缩性	工程特性评价
①	淤泥、淤泥质粉质黏土	高	强度极低，不宜作吹填用土；
①-T	粉土	中	强度一般，可作吹填用土；
②	粉土	中	强度一般，可作吹填用土，局部缺失；
③	粉砂夹粉土	低～中	强度中等，可作吹填用土，可作复合地基基础持力层；
④	淤泥质粉质黏土夹粉土	中～高	强度低，厚度一般；
⑤	粉土夹粉质黏土	中	强度一般，厚度较大；
⑥	粉砂	低～中	强度较高，厚度较薄；
⑥-T	粉土	中	强度一般，厚度较薄；
⑦	粉质黏土夹粉土	中	强度一般，厚度较大；
⑧-T	粉土夹粉砂	中	强度一般，厚度较薄；
⑧	粉砂夹粉土	低～中	强度中等，可作桩基持力层。

二、自然条件

➤ 工程地质



二、自然条件

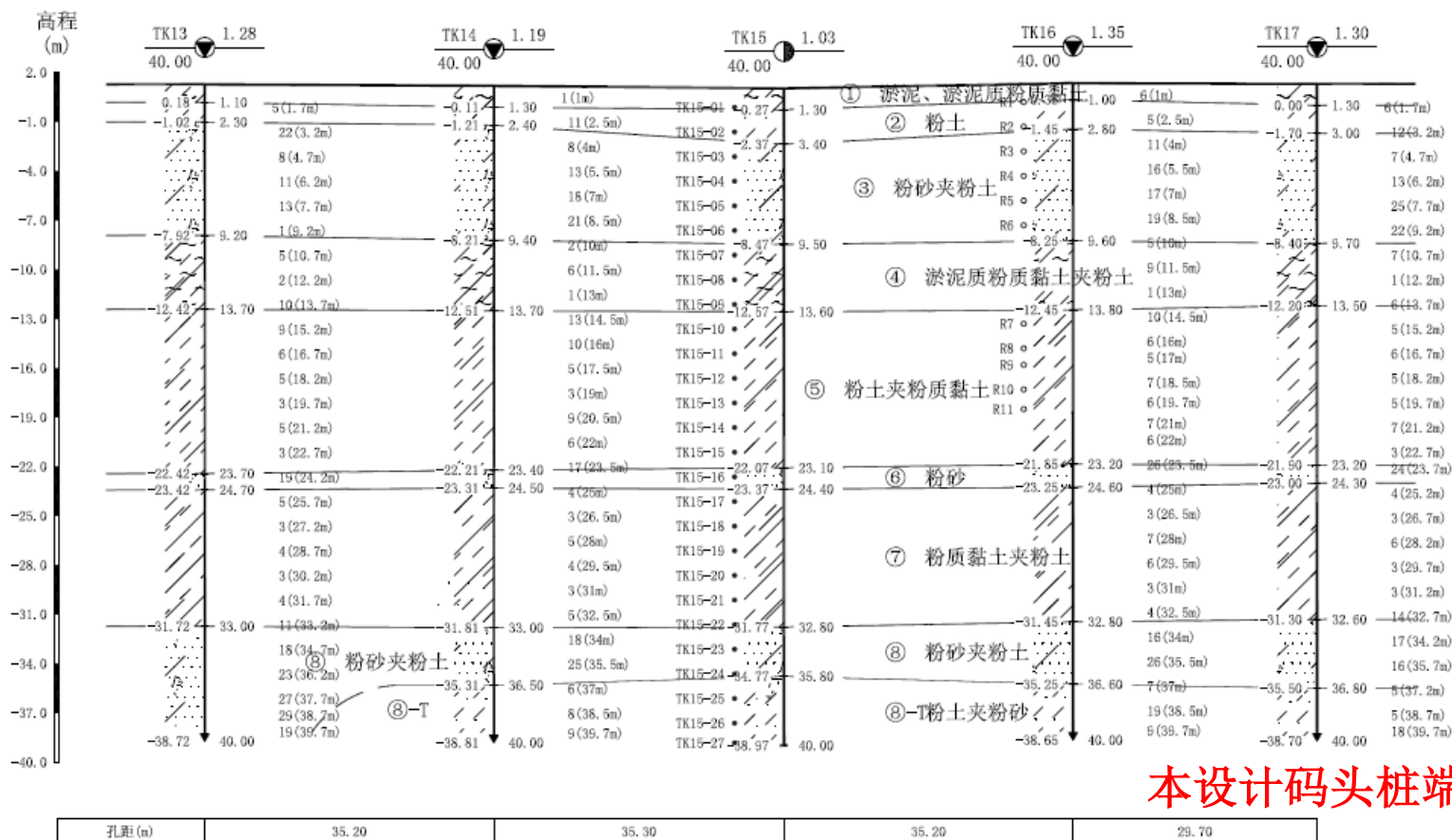
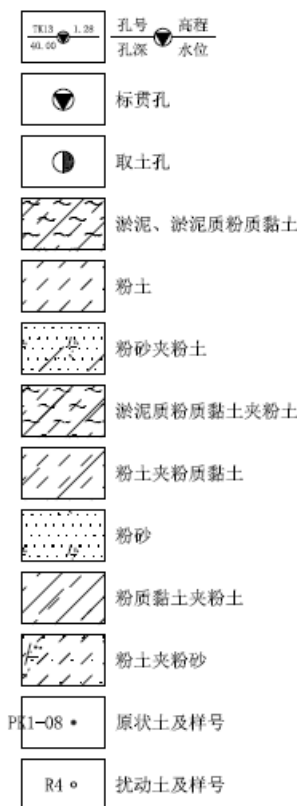
工程地质

工程地质剖面图 T4—T4'

比例：水平：1：600

垂直：1：300

图例



本设计码头桩端持力层为 ⑧粉砂夹粉土

二、自然条件

➤ 工程地质

土层的计算参数建议值

地层编号	地层名称	含水量	土的密度	土的重度	孔隙比	液限	塑限	塑性指数	液性指数	压缩系数	压缩模量	固快法		原位测试	建 议 值			
												粘聚力	内摩擦角	标准贯入击数	地基承载力特征值	预制桩		地基土的比例系数
																桩周土极限侧摩阻力标准值	桩端土极限承载力标准值	
																q _f	q _p	
		ω ₀ %	ρ ₀ g/cm ³	γ N/cm ³	e ₀	ω _L %	ω _p %	I _p	I _L	α ₁₋₂ MPa ⁻¹	E _{s1-2} MPa	c KPa	φ °	N 击/30cm	f _k KPa	q _f KPa	q _p KPa	m MN/m ⁴
①	淤泥、淤泥质粉质黏土	46.9	1.71	16.8	1.330	33.90	22.20	11.70	2.13	0.59	3.9	11.0	6.5	1.3	50	4		3
①-T	粉土	34.6	1.86	18.2	0.954	30.70	21.40	9.30	1.42	0.28	7.1			5.4	110	21		4.4
②	粉土	33.9	1.85	18.2	0.945	30.00	21.00	9.00	1.45	0.26	7.5	9.0	21.5	6.5	120	24		4.6
③	粉砂夹粉土	30.7	1.88	18.4	0.864	30.00	20.90	9.10	1.35	0.17	11.2	5.5	25.8	13.6	160	38		6.5
④	淤泥质粉质黏土夹粉土	38.9	1.77	17.4	1.129	32.80	21.60	11.10	1.55	0.43	5.4	11.5	11.8	2.4	90	16		4
⑤	粉土夹粉质黏土	33.5	1.85	18.1	0.950	31.60	21.40	10.20	1.24	0.27	7.6	9.6	19.8	5.9	130	39		5
⑥	粉砂	29.1	1.90	18.7	0.817					0.13	14.1	3.2	28.5	20.6	180	65		7.4
⑥-T	粉土	34.7	1.85	18.1	0.961	30.00	21.70	8.40	1.56	0.30	6.4			5.0	110	45		4.4
⑦	粉质黏土夹粉土	34.0	1.83	18.0	0.982	33.60	21.90	11.60	1.08	0.32	6.2	12.0	16.4	4.2	100	43		4.5
⑧	粉砂夹粉土	29.5	1.90	18.6	0.827	29.50	20.70	8.90	1.33	0.14	13.8	4.0	28.7	17.9	170	60	3690	7
⑧-T	粉土夹粉砂	32.9	1.86	18.3	0.917	30.50	21.30	9.20	1.40	0.23	9.2	6.1	22.4	8.2	110			

PART 03
货运量与船型

三、货运量与船型

➤ 吞吐量预测

拟建码头主要为环抱式港池海港码头及后方临港企业提供物流中转服务，货种包括矿建材料、钢铁、机械设备、石材、其他件杂货和集装箱。最终预测本码头2025年吞吐量为650万t，其中进港125万t，出港525万t。

本项目码头吞吐量预测值（单位：万t/万TEU）

货种		吞吐量	进口	出口	备注
散货	矿建材料	220	/	220	
件杂货	钢铁	100	20	80	单件最大重量 30t
	机械设备	20	/	20	
	石材	20	/	20	
	其他	10	5	5	
集装箱	集装箱	280/28	100/10	180/18	
合计		650	125	525	

三、货运量与船型

➤ 船型预测

根据《南通内河港启东港区总体规划》、《内河通航标准》、《内河过闸运输船舶标准船型主尺度系列》（GB38030-2019）的实际情况，分析提出本项目主要到港船型。

设计代表船型一览表

序号	船型编号	船舶吨级	尺度	备注
			（总长×总宽×吃水）	
1	JH-H4	1000t	60.0×10.8×2.7	京杭运河货船（设计船型）
2	JH-H3	800t	55.0×10.8×2.5	京杭运河货船
3	JH-H2	500t	44.0×8.8×2.2	京杭运河货船
4	JH-H1	300t	44.0×7.4×1.7	京杭运河货船
5	JH-B4	1000t	55.0×10.8×2.1	京杭运河驳船
6	JH-B3	600t	42.0×10.8×1.9	京杭运河驳船
7	JH-J2	50TEU	55.0×10.8×2.5	京杭运河集装箱船（设计船型）
8	JH-J1	30TEU	44.0×10.8×2.0	京杭运河集装箱船

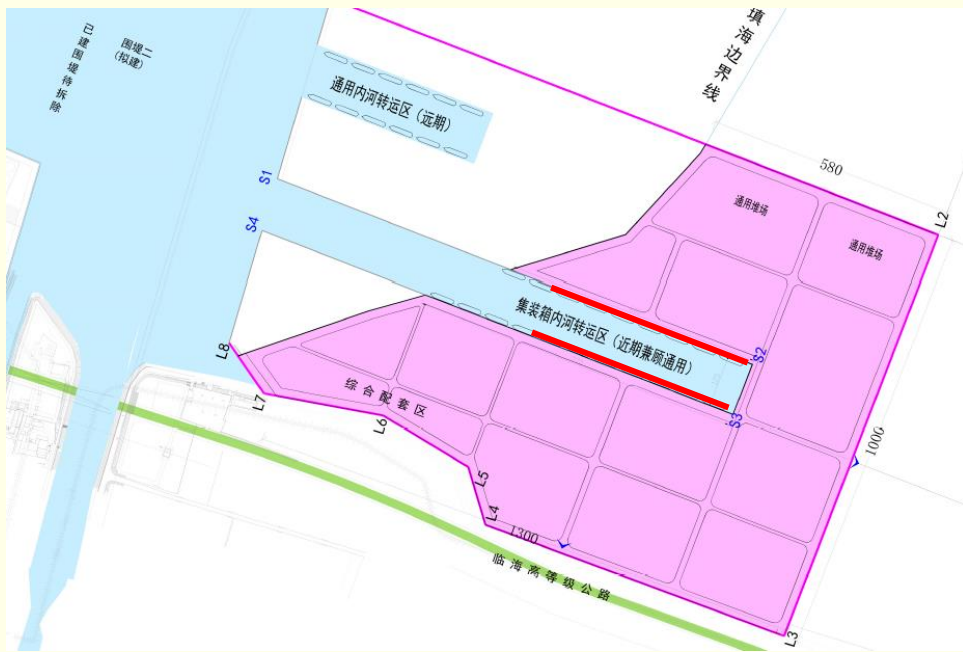
PART 04

总平面布置



四、总平面布置

➤ 与相关规划关系



➤ 与《南通内河港启东港区总体规划（2018-2035）》的关系

根据《南通内河港启东港区总体规划（2018-2035）》，吕四作业区规划位于大洋港河东岸临海高等级公路桥下游，通过大洋港和通吕运河与后方南通市其他干线航道相连，为吕四港作业区海港码头及后方临港企业提供内河水运集疏运服务，是通州湾集装箱新出海口重要的海河联运作业区。远期具备公铁水联运功能。

吕四作业区采用挖入式港池进行布置，共规划布置20个泊位，主要承担粮食、钢材、新型建材、集装箱等货物运输。作业区占用岸线1000m，陆域纵深1000m左右。

本工程作为吕四作业区的起步工程，先期建设5#~18#泊位。项目建设规模和功能定位符合该规划要求。

四、总平面布置

➤ 与航道规划关系



本工程位于临海高等级公路桥下游约100m，通吕运河大洋港段终点以外。码头与大洋港之间通过新建进港航道连接。大洋港现状为等外级航道，根据《江苏省干线航道网规划（2017 - 2035年）》，大洋港属于通扬线通吕运河段航道，规划等级为III级。III级航道尺度最低标准为：水深3.2m，底宽45m，弯曲半径480m，桥梁净高7.0m、净宽60m；蓝线控制带宽度不宜小于120m，同时两岸控制线离水边的距离不宜小于20m。

目前，通扬线通吕运河段航道整治工程已经进行到施工图设计阶段。

本工程码头水工结构按1000吨级进行设计，未来航道升级后，到港船舶以1000吨级船型为主，码头等级与航道规划等级相符，符合航道发展趋势。

四、总平面布置

➤ 与相临工程的关系



本工程采用挖入式港池，附近区域无已建码头。进港航道西北侧为吕四渔港码头，与本工程进港航道相距较远且中间建设有隔离堤，因此本工程的建设及运营，对渔港码头不会产生影响。本工程东侧为6#、8#地块，将与本工程先后实施吹填形成陆域，工程之间通过围埝隔开，不会产生影响。本工程南侧为现状海堤，工程区域在海堤堤脚以外，不会对海堤产生影响。

四、总平面布置

➤ 设计主尺度

1、竖向设计

(1) 设计水位

本项目设计特征水位如下（85国家高程基准）：

设计高水位 $\nabla 3.04$ （20年一遇）

设计低水位 $\nabla 1.28$ （98%保证率）

(2) 码头前沿设计水深和底高程

根据《河港总体设计规范》（JTS 166-2020），码头前沿设计水深按下式计算：

$$D_m = T + Z + \Delta Z \qquad \Delta Z = Z_1 + Z_2 + Z_3$$

经计算，**码头前沿设计水深为3.5m。**

本项目设计低水位为 $\nabla 1.28$ ，**码头前沿设计河底高程**= $\nabla 1.28 - 3.50 = \nabla -2.22$ ，本项目取 **$\nabla -2.3$** 。

(3) 后方陆域高程

由于本工程主要为吕四环抱式港池海港码头提供物流中转服务，需遵循运营管理一体化和集疏运一体化的原则，因此本工程陆域与环抱式港池海港码头陆域应平顺衔接。由于海港陆域高程为 $\nabla 5.57$ ，因此**本工程陆域高程取 $\nabla 5.57$** 。

(4) 码头前沿顶高程

本项目码头面设计高程与陆域高程一致，取 $\nabla 5.57$ 。

四、总平面布置

➤ 设计主尺度

2、水域尺度

(1) 港池宽度

根据《河港总体设计规范》（JTS 166-2020）规定，挖入式港池在港池宽度可按下式计算：

$$B_c = (B_{tb1} - B) + B_x + B_{tb2}$$

本项目设计船型长60m，宽10.8m，经计算 $B_c = 10.8 + 60 \times 1.5 + 10.8 \times 2 = 122.4\text{m}$ ，根据规范计算结果并结合相关规划，本项目港池宽度取125m。

(2) 码头泊位长度

根据《河港总体设计规范》（JTS 166-2020），在同一码头前沿线连续布置多个泊位的泊位长度按下式计算：

端部泊位长度： $L_{b1} = L + 1.5d$

中间泊位长度： $L_{b2} = L + d$

本工程泊位长度计算如下：

端部泊位（口门处）长度： $60 + 5 + 10 = 75\text{m}$ ；

端部泊位（港池底部）长度： $60 + 5 + 1.5 \times 10 = 80\text{m}$ ；

中间泊位长度： $60 + 10 = 70\text{m}$ ；

综上，本项目泊位总长度1010m，其中装卸泊位长795m，待泊泊位长215m。

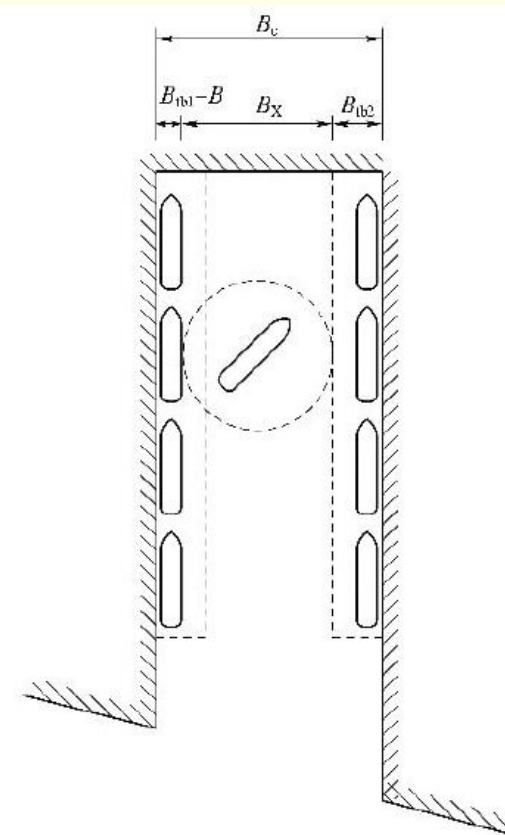


图 4.2.7-1 船舶在港池内掉头的港池宽度示意图

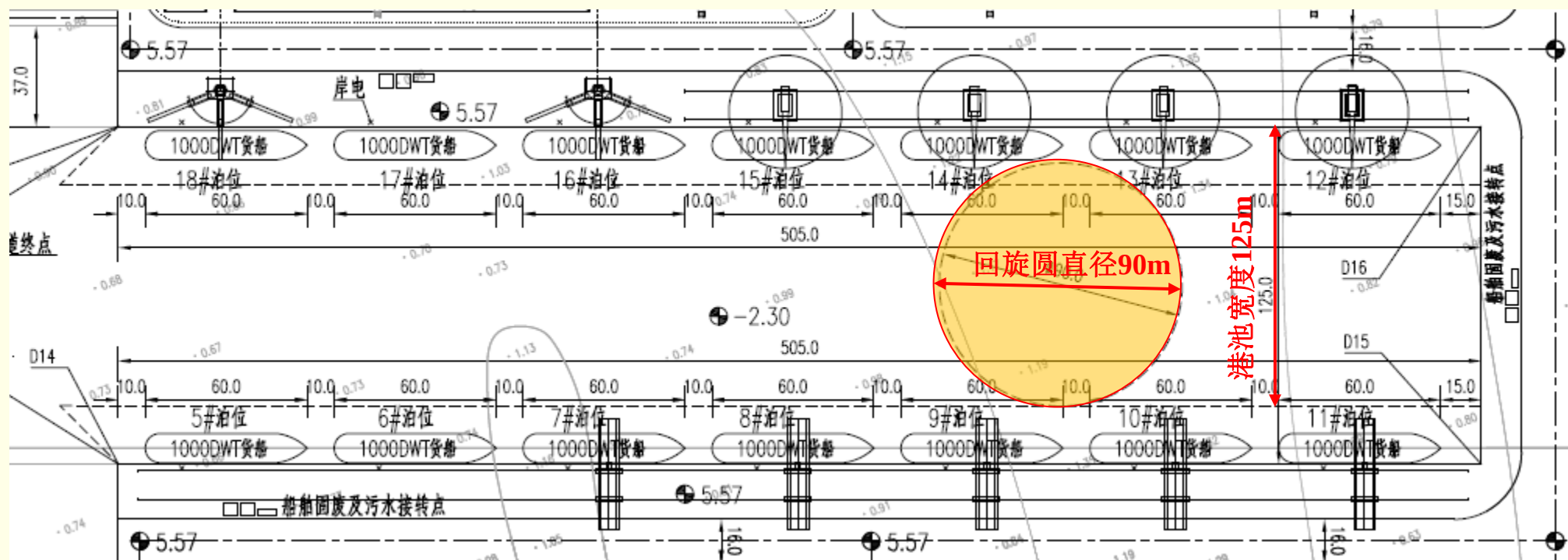
四、总平面布置

➤ 设计主尺度

根据《南通内河港启东港区总体规划（2018-2035）》，吕四作业区采用挖入式港池进行布置，共规划布置20个泊位，本工程作为吕四作业区起步工程，先期建设5#~18#泊位。**港池宽度125m，码头泊位总长1010m。**

本项目码头前沿**停泊水域宽度为21.6m**，**回旋水域回旋圆直径为90m**，**码头前沿设计河底高程为-2.3m。**

拟建码头工程装卸泊位及待泊泊位布置在挖入式港池内，船舶在港池内回旋调头，港池水域宽度符合规范要求，可满足船舶停泊、回旋和调头的需求。



四、总平面布置

➤ 总平面布置

本港区陆域共划分为3个功能区，分别为**码头前沿作业地带**、**堆场区**和**生产生活辅助区**。

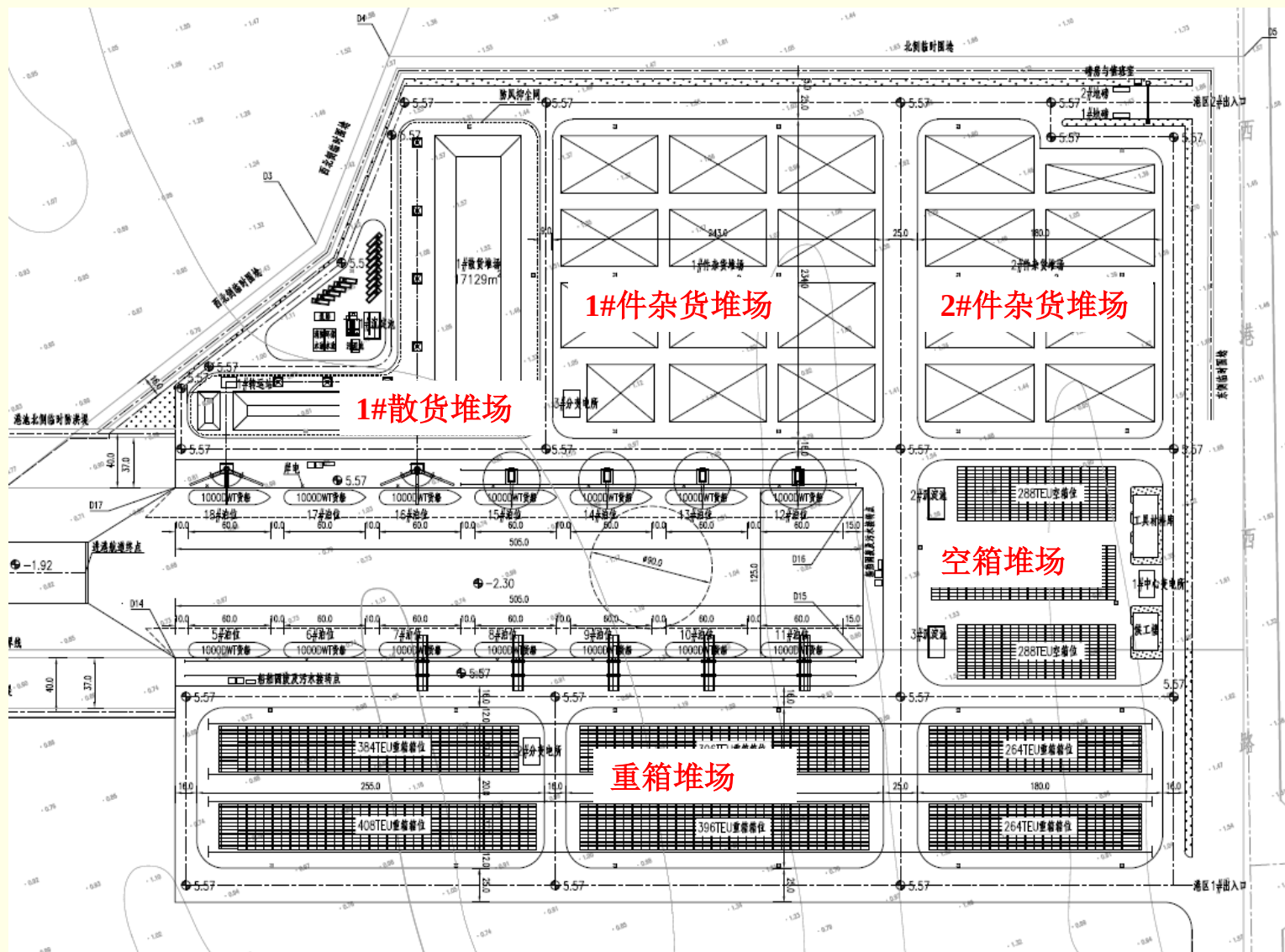
(1) 码头前沿作业地带

装卸泊位前沿至后方堆场间区域为码头前沿作业地带，码头前沿作业地带主要供货物装卸作业。码头前沿作业地带宽度均为20.5m。

(2) 堆场区

本项目港池南侧及港池底部布置有集装箱堆场，包括重箱地面箱位2112个，空箱地面箱位912个。港池南侧预留发展用地面积约276277m²。

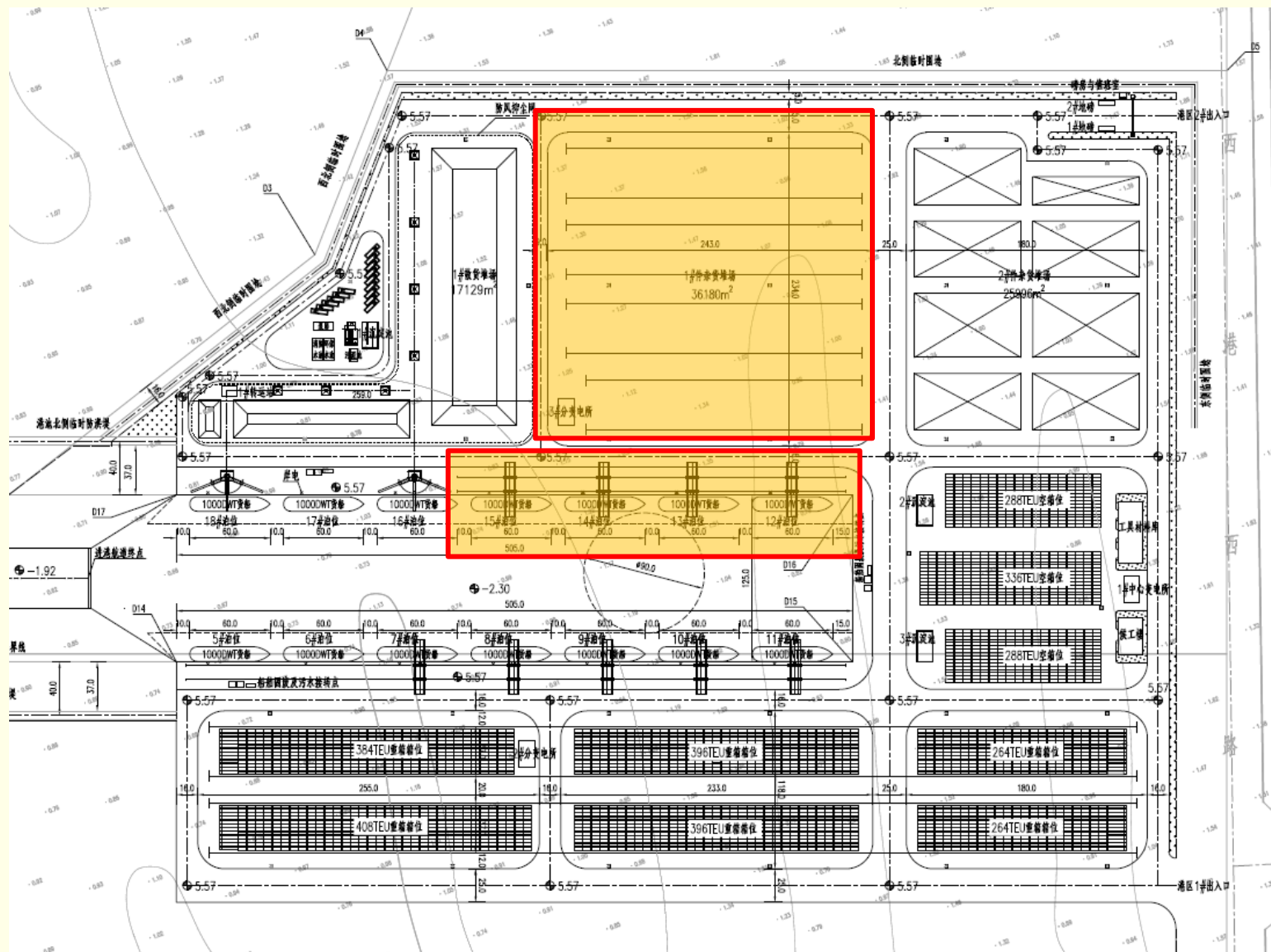
本项目港池北侧主要布置有1#散货堆场和1#~2#件杂货堆场。



四、总平面布置

➤ 总平面布置

方案二码头前沿线、泊位布置、水域布置与方案一一致，与方案一的区别主要是码头前沿作业地带和堆场区与方案一不同。结合装卸工艺布置，方案二12#~15#泊位装卸船设备采用轨距10.5m的装卸桥，1#件杂货堆场各布置4条装卸作业线，每条作业线均采用双悬臂轨道式龙门起重机进行作业，轨距为37m。



四、总平面布置

总平面主要技术指标表

序号	项目		单位	数量		备注
				方案一	方案二	
1	预测年吞吐量	合计	万t/年	650	650	2025年
		散货	万t/年	220	220	
		件杂货	万t/年	150	150	
		集装箱	万t/年	280	280	1TEU计10t
2	年设计通过能力		万t/年	692	705.8	
3	泊位数	合计	个	14	14	
		装卸泊位	散货	2	2	1000吨级
			件杂货	4	4	1000吨级
			多用途	5	5	1000吨级/50TEU
		待泊泊位	个	3	3	
4	水工建筑物长度	合计	m	1209	1209	泊位总长1010m
		装卸泊位	m	795	795	
		待泊泊位	m	215	215	
		翼墙	m	199	199	
8	堆场面积		集装箱	m ²	104289	104289
			散货	m ²	17129	17129
			件杂货	m ²	62176	53882

本工程总平面布置方案比选主要根据工艺布置方案的不同进行比选，两方案主要区别在于12#~15#泊位和1#件杂货堆场装卸设备的不同。结合装卸工艺方案的比选结果，**本阶段推荐**更加灵活、适应性更强、总投资和直接装卸成本较低**总平面布置方案一**。

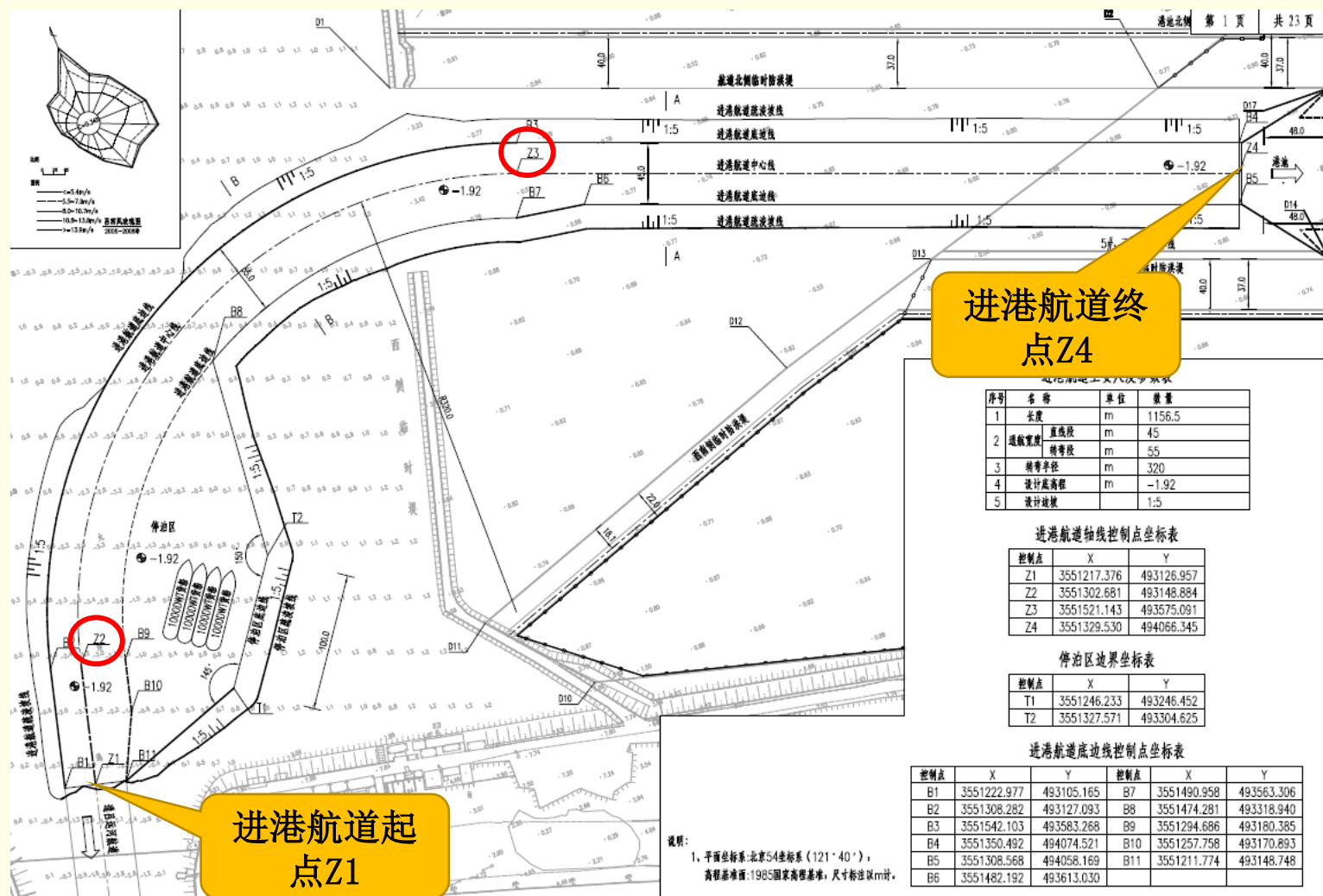
四、总平面布置

➤ 进港航道

本工程位于临海高等级公路桥下游约100m，通吕运河大洋港段终点以外。码头与大洋港之间通过新建进港航道连接。

1、航道选线

本工程进港航道自通吕运河设计终点Z1点开始，沿 $255^{\circ}35'4''\sim 75^{\circ}35'4''$ 的方位角航行约88m至Z2点，向东转向 $96^{\circ}53'33''$ 航行约541m至Z3点，然后以 $158^{\circ}41'31''\sim 338^{\circ}41'31''$ 的方位角航行约527m至Z4点，航道全长约1156m。



四、总平面布置

➤ 进港航道

2、航道尺度

(1) 航道通航水位

设计最高通航水位（20年一遇）：▽3.04（设计高水位）；

设计最低通航水位（98%保证率）：▽1.28（设计低水位）。

(2) 航道水深与底高程

根据《航道工程设计规范》（JTS181-2016），航道水深可按下式计算： $h = T + \Delta t$

设计船型最大为2.7m，加上富裕水深，航道水深为3.2m。设计船型应能在最低通航水位情况下安全通过，因此，航道设计底高程为▽ -1.92。

(3) 航道宽度

根据《运河通航标准》（JTS180-2-2011），III级航道直线段双线底宽不小于45m。结合航道边坡坡比与富裕水深取值，本工程直线段双线航道宽度为50m。

本工程航道存在一处转弯段，转向角为97°，为更好地保障通航船舶航行安全，在转弯段内侧进行加宽。弯道段航道宽度增加值按下式计算：

$$\Delta B = \frac{L^2}{2R + B}$$

计算得到弯道段航道宽度增加值为5.2m，取10m。因此，转弯段内侧航道宽度增加10m后，弯道段航道宽度为60m。

四、总平面布置

➤ 进港航道

（4）航道转弯半径

根据《运河通航标准》（JTS180-2-2011），III级航道弯曲半径不小于280m。

考虑到本工程航道转弯段转向角较大，为船舶通航安全考虑，适当增加转弯半径尺度。本航道工程转弯段弯曲半径取为320m。

（5）航道疏浚边坡

航道疏浚边坡取为1:5。

3、航道可挖性

疏浚深度范围内主要为淤泥、淤泥质粉质黏土，粉土、粉砂夹粉土。按疏浚土性质分类分别为2级土、3级土与7级土。航道可挖性较好。

4、疏浚工程量

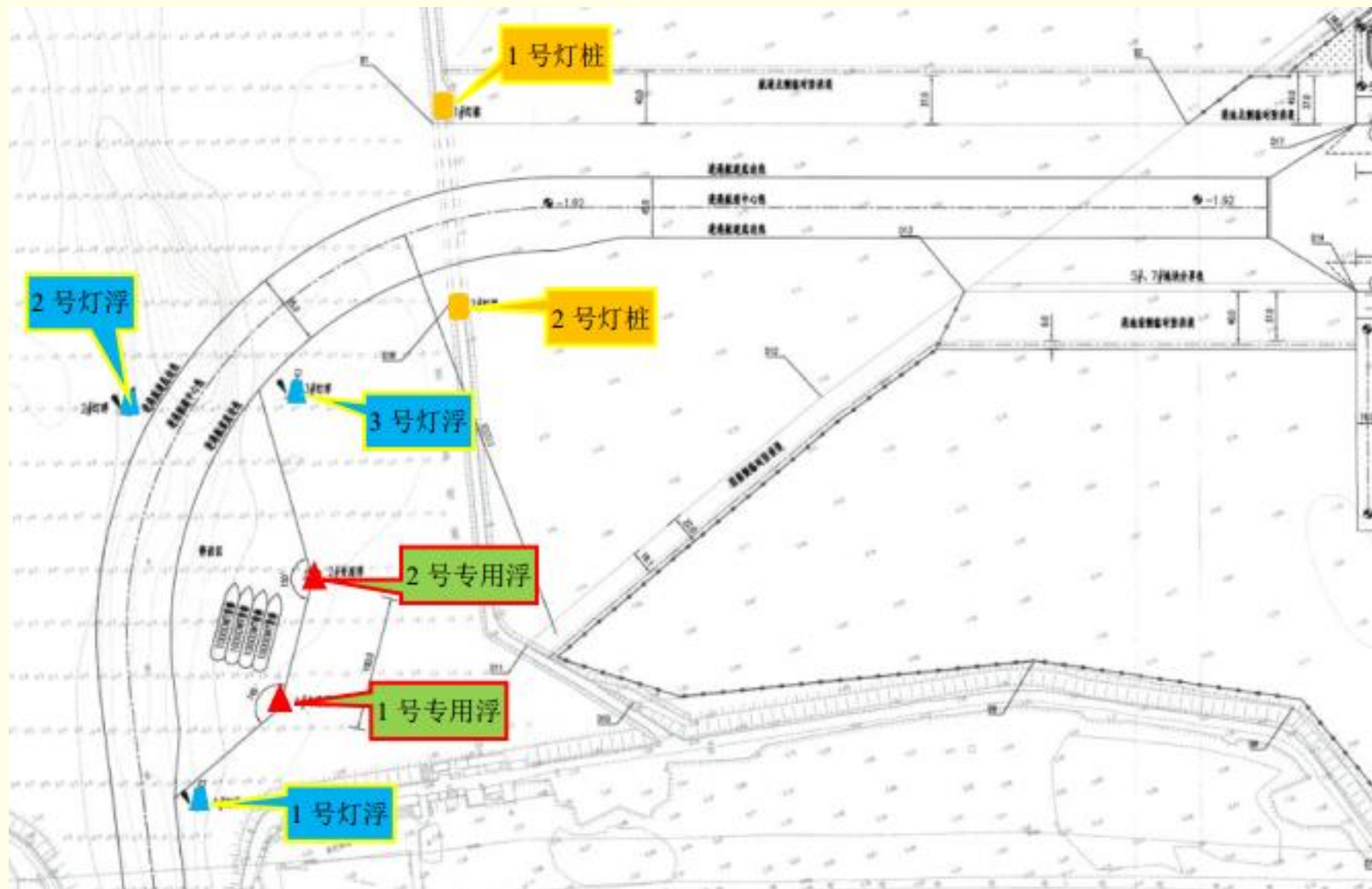
本工程进港航道、停泊区与港池疏浚拟采用绞吸式挖泥船作业，计算超深0.4m，计算超宽4.0m，疏浚总量为48.81万m³。其中，进港航道与停泊区疏浚量23.3万m³，港池疏浚量25.51万m³。疏浚土结合码头后方陆域形成综合利用。

疏浚土分级工程量汇总表（单位：万m³）

疏浚区域	2级土	3级土	7级土	小计
航道、停泊区	13.98	9.32	-	23.3
港池	6.89	13.78	4.84	25.51

进港航道

本工程共布置3座侧面标、2座专用标示航道和停泊区水域边界。在西侧堤开口处两侧，各布置一座灯桩，标口处位置。



PART 05

装卸工艺



五、装卸工艺

➤ 设计参数

1、作业天数

泊位年作业天数330d；堆场年作业天数350d。

2、日作业时间及工作班制

日作业24小时，三班制。

3、港口生产不平衡系数

散货1.3；钢材1.4；其他件杂货和集装箱1.5。

4、主要货种特性

（1）矿建材料：主要为黄砂、石子等散货物料，容重 $1.6\sim 2.2\text{t/m}^3$ ，物料块度小于100mm，物料的运行堆积角 15° 。

（2）钢材：密度 78kN/m^3 ，单件最大长度10米，最大重量30t。

（3）机械设备、石材：单件最大长度10米，最大重量20t。

（4）集装箱箱种比例：重箱70%，空箱30%，本项目不考虑冷藏箱、危险品箱。

5、货物平均堆存期制

（1）矿建材料：25%直装，75%入散货堆场，平均堆存期10天；

（2）钢铁：100%入件杂货堆场，平均堆存期10天；机械设备、石材100%入件杂货堆场，平均堆存期10天；其他件杂货：100%入件杂货堆场，平均堆存期9天；

（3）集装箱：重箱7天，空箱10天。

五、装卸工艺

➤ 工艺方案（方案一）

（1）多用途泊位装卸工艺

本工程在港池南侧新建5个（7#-11#）多用途泊位，设计船型为1000t级货船和50TEU的集装箱船，**主要装卸集装箱**。内河集装箱码头装卸船设备主要有集装箱装卸桥、轨道式集装箱龙门起重机、多用途门机等。

本工程多用途泊位**装卸船采用集装箱装卸桥**，起重量为40.5t，轨距10.5m，前轨到码头前沿距离2.5m，水侧有效悬臂15m，可满足50TEU集装箱船装卸作业。每个多用途泊位布置1台集装箱装卸桥，共布置5台40.5t-15m集装箱装卸桥。

集装箱的**水平运输采用集装箱牵引车+半挂车**，集装箱**重箱堆场主要采用起重重量40.5t、轨距37m的双悬臂轨道式集装箱龙门吊**进行装卸作业，起升高度均为堆5过6；**空箱堆场采用空箱堆高机**进行作业，配置为4台Q=8t，空箱堆高为6层。另配置2台Q=35t**集装箱正面吊辅助**作业。

集装箱装卸桥



多用途门机



五、装卸工艺

➤ 工艺方案（方案一）

（2）件杂货泊位装卸工艺

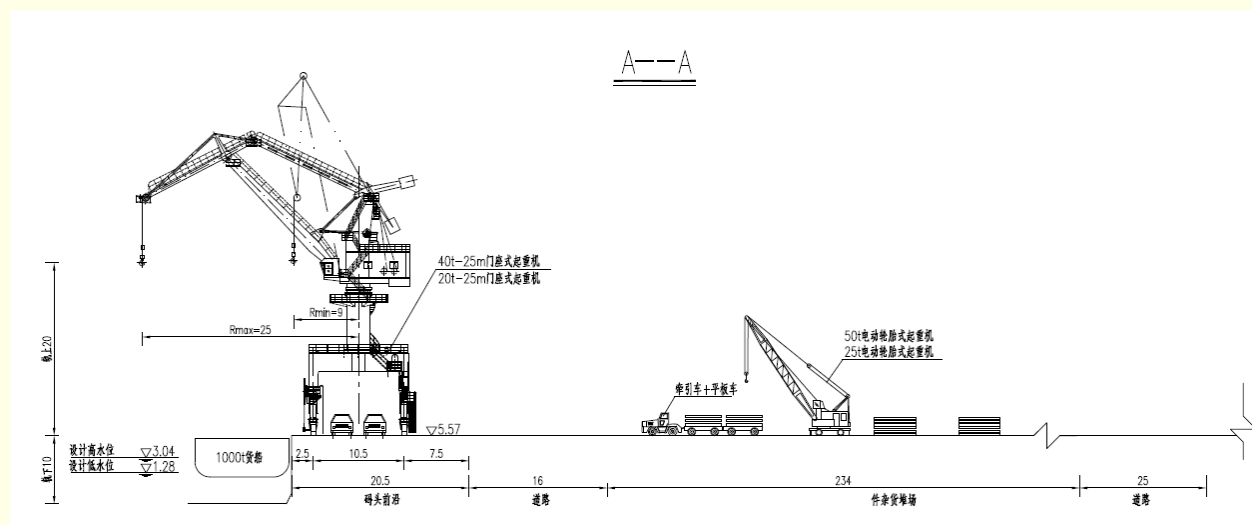
本工程在港池北侧新建4个（12#-15#）件杂货泊位，设计船型为1000吨级货船，主要装卸钢铁、机械设备、石材等件杂货。

根据泊位作业货种的特点，北侧4个泊位每个泊位配置1台门机进行装卸船作业，共布置4台门机，分别为1台40t-25m门机、3台25t-25m门机，轨距10.5m，前轨到码头前沿距离2.5m，最大幅度25m。

钢铁、机械设备和石材的水平运输采用载重量40t或20t牵引车+平板车的方式进行运输。其他件杂货的水平运输采用10t/5t叉车或载重量20t牵引车+平板车的方式进行运输。

1#~2#件杂货堆场主要堆存钢铁、机械设备、石材及其他件杂货，采用25t/50t电动轮胎吊、10t/5t叉车进行搬运和装车作业。

门机



五、装卸工艺

➤ 工艺方案（方案一）

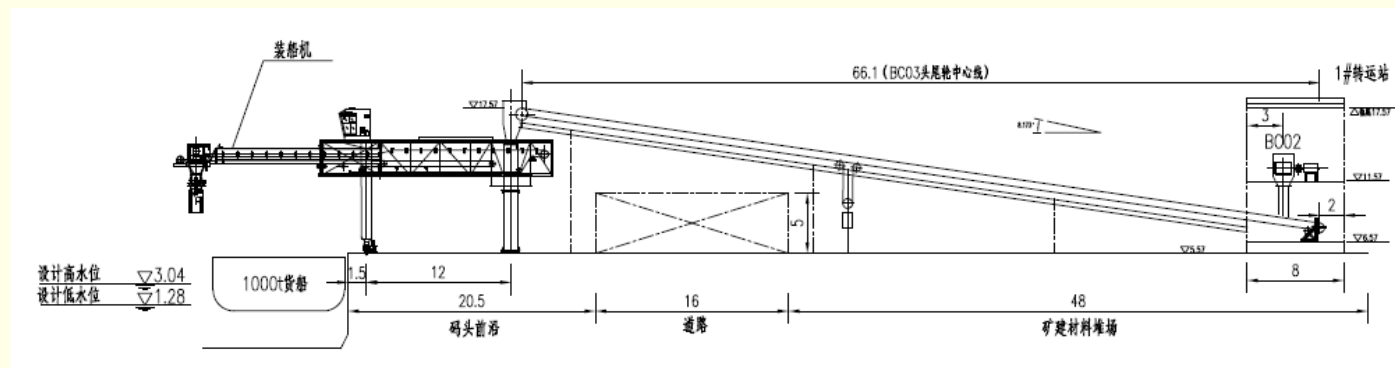
（3）散货泊位装卸工艺

本工程在港池北侧新建2个（16#、18#）散货出口泊位，设计船型为1000吨级货船，主要进行**矿建材料装船作业**。

根据泊位作业货种的特点，每个泊位配置1台圆弧轨道装船机进行装船作业，共配置2台**1000t/h**的圆弧轨道装船机。

散货水平运输常采用带式输送机、移动皮带机、装载车和自卸汽车相结合的工艺方式等。本工程**从散货堆场到码头前沿的水平运输采用带式输送机**，从港外到散货堆场的水平运输采用**50t自卸汽车**。

散货堆场**采用装载机、料斗和带式输送机配合上料**作业。



（4）计量

多用途泊位与海港集装箱泊位统一运营，集装箱查验及计量均使用海港集装箱检查桥和地磅。

件杂货计量使用地磅，本工程2#出入口布置2台100t地磅。

散货计量主要使用船检尺，另外在2路装船带式输送机上各布置有1台电子皮带秤。

五、装卸工艺

➤ 工艺方案（方案二）

（1）多用途泊位装卸工艺

本工程多用途泊位布置及工艺方案同方案一。

（2）件杂货泊位装卸工艺

本工程件杂货泊位布置同方案一。

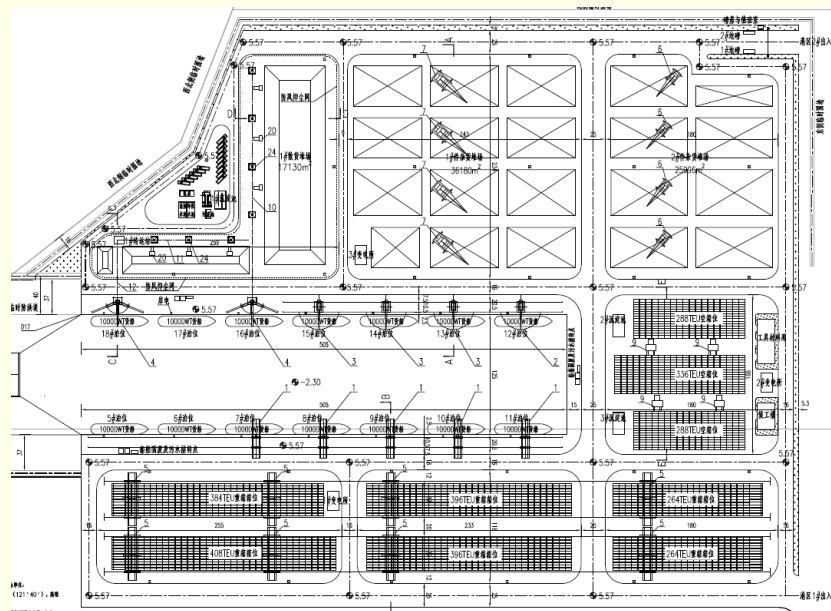
根据泊位作业货种的特点，每个泊位配置1台装卸桥进行装卸船作业，北侧4个泊位布置1台40t-15m、3台25t-15m装卸桥，轨距均为10.5m，前轨到码头前沿距离2.5m，水侧有效悬臂15m。

件杂货的水平运输同方案一。

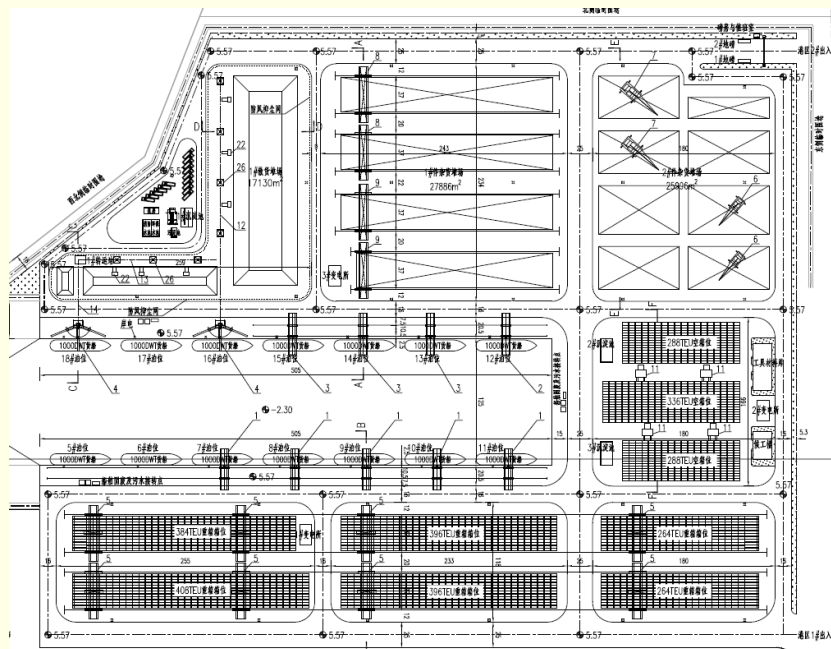
1#件杂货堆场主要堆存钢铁和机械设备，均采用起重重量40t/25t、轨距37m的双悬臂轨道式龙门吊进行作业，轨道式龙门吊走行方向平行于码头岸线方向布置。2#件杂货堆场主要堆存机械设备、石材及其他件杂货，采用25t/50t电动轮胎吊进行搬运和装车作业。配置叉车辅助装车作业。

（3）散货泊位装卸工艺

本工程散货泊位布置及工艺方案同方案一。



方案一



方案二

五、装卸工艺

泊位通过能力

根据《河港总体设计规范》（JTS166-2020），泊位通过能力按下列公式计算：

$$P_t = \frac{1}{\sum \frac{\alpha_i}{P_{si}}}$$
$$P_{si} = \frac{T_y G}{t_z + t_f} \times \rho$$
$$t_z = \frac{G}{p}$$
$$N = \frac{Q_n}{P_t}$$

序号	货种	Qi/万TEU	T _v /天	G/TEU	A ₀	P/(TEU/h)	t _r /h	t _f /h	t _d /h	t _s /h	P _{si} /(万TEU/a)	P _r /(万TEU/a)
1	集装箱	28	330	50	0.65	26	1.92	2	24	3	5.74	5.74

序号	货种	Qi/万t	T _v /天	G/t	A ₀	P/(t/h)	t _r /h	t _f /h	t _d /h	t _s /h	P _{si} /(万t/a)	P _r /(万t/a)
1	矿建材料	220	330	1000	0.65	560	1.79	2	24	3	119.0	119.0

序号	货种	Qi/万t	T _v /天	G/t	A ₀	P/(t/h)	t _r /h	t _f /h	t _d /h	t _s /h	P _{si} /(万t/a)	P _r /(万t/a)
1	钢铁	100	330	1000	0.7	125	8	2	24	3	48.5	41.8
2	机械设备	20	330	1000	0.7	80	12.5	2	24	3	33.5	
3	石材	20	330	1000	0.7	80	12.5	2	24	3	33.5	
4	其他件杂货	10	330	1000	0.7	70	14.3	2	24	3	29.8	

方案一

序号	货种	Qi/万t	T _v /天	G/t	A ₀	P/(t/h)	t _r /h	t _f /h	t _d /h	t _s /h	P _{si} /(万t/a)	P _r /(万t/a)
1	钢铁	100	330	1000	0.7	135	7.41	2	24	3	51.6	45.2
2	机械设备	20	330	1000	0.7	90	11.1	2	24	3	37.0	
3	石材	20	330	1000	0.7	90	11.1	2	24	3	37.0	
4	其他件杂货	10	330	1000	0.7	80	12.5	2	24	3	33.5	

方案二

经计算，方案一的码头年设计通过能力为692万t/a，方案二的码头年设计通过能力为705.8万t/a。两个方案各货种的泊位通过能力均能满足吞吐量要求。

五、装卸工艺

➤ 库场容量及面积

1、一般散杂货

根据《河港总体设计规范》（JTS166-2020），件杂货和散货库场容量及面积根据下式计算：

$$E = \frac{Q_h \cdot K_{BK} \cdot K_r}{T_{yk}} t_{dc}$$

$$A = \frac{E}{q \cdot K_k}$$

散杂货库场计算所需面积（方案一）

货种	名称	Q _n 万t	K _{bk}	K _{r场}	K _k	T _{yk}	t _{dc}	q	E _场 万t	A _场 万m ²
散货堆场	矿建材料	220	1.3	75%	70%	350	10	7	6.13	1.25
件杂货堆场	钢铁	100	1.4	100%	70%	350	10	3.5	4.0	1.63
	机械设备、石材	40	1.5	100%	70%	350	10	1.7	1.71	1.44
	其他件杂货	10	1.5	100%	70%	350	9	1.5	0.39	0.37

散杂货库场计算所需面积（方案二）

货种	名称	Q _n 万t	K _{bk}	K _{r场}	K _k	T _{yk}	t _{dc}	q	E _场 万t	A _场 万m ²
散货堆场	矿建材料	220	1.3	75%	70%	350	10	7	6.13	1.25
件杂货堆场	钢铁	100	1.4	100%	70%	350	10	3.8	4.0	1.50
	机械设备、石材	40	1.5	100%	70%	350	10	1.8	2.14	1.36
	其他件杂货	10	1.5	100%	70%	350	9	1.5	0.39	0.37

五、装卸工艺

➤ 库场容量及面积

1、一般散杂货

本工程实配库场面积

	货种	所需库场面积万m²		实配库场面积万m²	
		方案一	方案二	方案一	方案二
散货堆场	矿建材料	1.25	1.25	1.71	1.71
	小计	1.25	1.25	1.71	1.71
件杂货堆场	钢铁	1.63	1.50	3.62	2.79
	机械设备、石材	1.44	1.36	1.93	1.93
	其他件杂货	0.37	0.37	0.67	0.67
	小计	3.44	3.23	6.22	5.39

经计算，两个方案实际布置散货堆场、件杂货堆场面积均大于计算所需面积，满足规范要求。

五、装卸工艺

➤ 库场容量及面积

2、集装箱

集装箱堆场所需容量和地面箱位数按下列公式计算：

$$E_y = \frac{Q_h t_{dc} K_{BK}}{T_{yk}}$$

$$N_{sw} = \frac{E_y}{N_1 A_s}$$

集装箱堆场所需容量和地面箱位数

参数		Q_h	K_{BK}	t_{dc}	T_{yk}	N_1	A_s	E_y	N_{sw}
单位		TEU		d	d	层	%	TEU	TEU
取值	集装箱（重箱）	196000	1.5	7	350	5	65	5880	1810
	集装箱（空箱）	84000	1.5	10	350	6	70	3600	857

两个方案集装箱堆场布置一致，集装箱重箱堆场实际配备地面箱位数为2112TEU，空箱堆场实际配备地面箱位数为912TEU，均满足本工程集装箱吞吐量需求。

本工程拆装箱作业依托海港拆装箱库，不另设拆装箱库。

本工程多用途泊位与海港集装箱泊位统一运营，不单独设置集装箱卡口。查验及计量均使用海港集装箱检查桥和地磅。

五、装卸工艺

本工程装卸工艺两方案的主要区别在件杂货泊位码头前沿装卸船机械、堆场作业机械不同。方案一码头前沿装卸船设备采用门机，堆场作业采用电动轮胎吊；方案二码头前沿装卸船设备采用装卸桥，堆场作业采用轨道式龙门吊。

方案	优缺点	优点	缺点
方案一		1、装卸机械设备总投资较低。 2、装卸机械设备总装机容量较低。 3、机械设备、石材等件杂货堆场采用流动机械设备作业，经济、实用、作业灵活。	1、件杂货堆场堆货高度受一定限制，堆场利用率较低。
方案二		1、机械设备、石材等件杂货泊位装卸效率相对略高。 2、件杂货堆场均采用轨道式设备作业，可以增加货堆的高度，堆场利用率较高。	1、装卸机械设备总投资相对较高。 2、能耗较高，环保性能相对略差。 3、件杂货堆场采用轨道式设备作业，灵活性较差。

结合本工程实际情况，经综合分析各项因素比选考虑，本阶段推荐装卸工艺方案一。

PART 06

水工建筑物



六、水工建筑物

➤ 水工建筑物种类和安全等级

主体结构为钢筋混凝土结构，为永久性建筑物，设计使用年限为50年。
水工建筑物等级为Ⅱ级，结构重要性系数 $\gamma_0=1.0$ 。

建筑物主要尺度表

结构	泊位类型	建筑 长度（m）	泊位 数量（个）	设计顶面 标高（m）	设计河底 高程（m）	备注
码头	1000吨级散货泊位	145	2	5.57	-2.30	1985国家高 程基准
	1000吨级件杂货泊位	290	4			
	1000吨级多用途泊位	360	5			
	待泊泊位	215	3			
翼墙	总计199m					

六、水工建筑物

➤ 设计荷载

✓ 1、恒载

结构自重。

✓ 2、均布荷载

均布荷载 30kN/m^2 。多用途泊位轨内考虑局部堆放单层集装箱，单个箱角荷载 76.2kN 。

✓ 3、装卸机械荷载

(1) 圆弧轨道装船机：轨道半径 12m ，基距 6m ，轮数：4个，轮压 300kN ，回转支座垂直力： 400kN 。

(2) 40t - 25m 门机：轨距 10.5m ，基距 10.5m ，4支腿，每支腿8轮，轮距 0.8m ，最大轮压 250kN 。

(3) 25t - 25m 门机：轨距 10.5m ，基距 10.5m ，4支腿，每支腿6轮，轮距 0.8m ，最大轮压 250kN 。

(4) 40.5t - 15m 装卸桥：轨距 10.5m ，基距 17.4m ，4支腿，每支腿8轮，轮距 0.8m ，最大轮压 250kN 。

✓ 4、流动机械荷载

Tr-60 集装箱拖挂车、 40t 牵引平板、 10t 叉车、 55t 汽车、 40t 汽车吊（检修使用）。

✓ 5、风荷载

作用于船舶的荷载标准值按九级风速考虑，风荷载按照 24.4m/s 计算。

✓ 6、船舶系缆力

经计算， 1000 吨级船舶系缆力为 160.1kN ，选用 250kN 系船柱。

✓ 7、船舶撞击力

经计算， 1000 吨级船舶的有效撞击能量 $E_0=57.04\text{kJ}$ ，考虑水位差，码头竖向橡胶护舷采用1组2个 $\text{DA-A400H}\times 2000\text{L}$ 标准反力型橡胶护舷，单个橡胶护舷变形 52.5% 时，反力为 550kN ，吸能为 92kJ 。

六、水工建筑物

➤ 结构方案

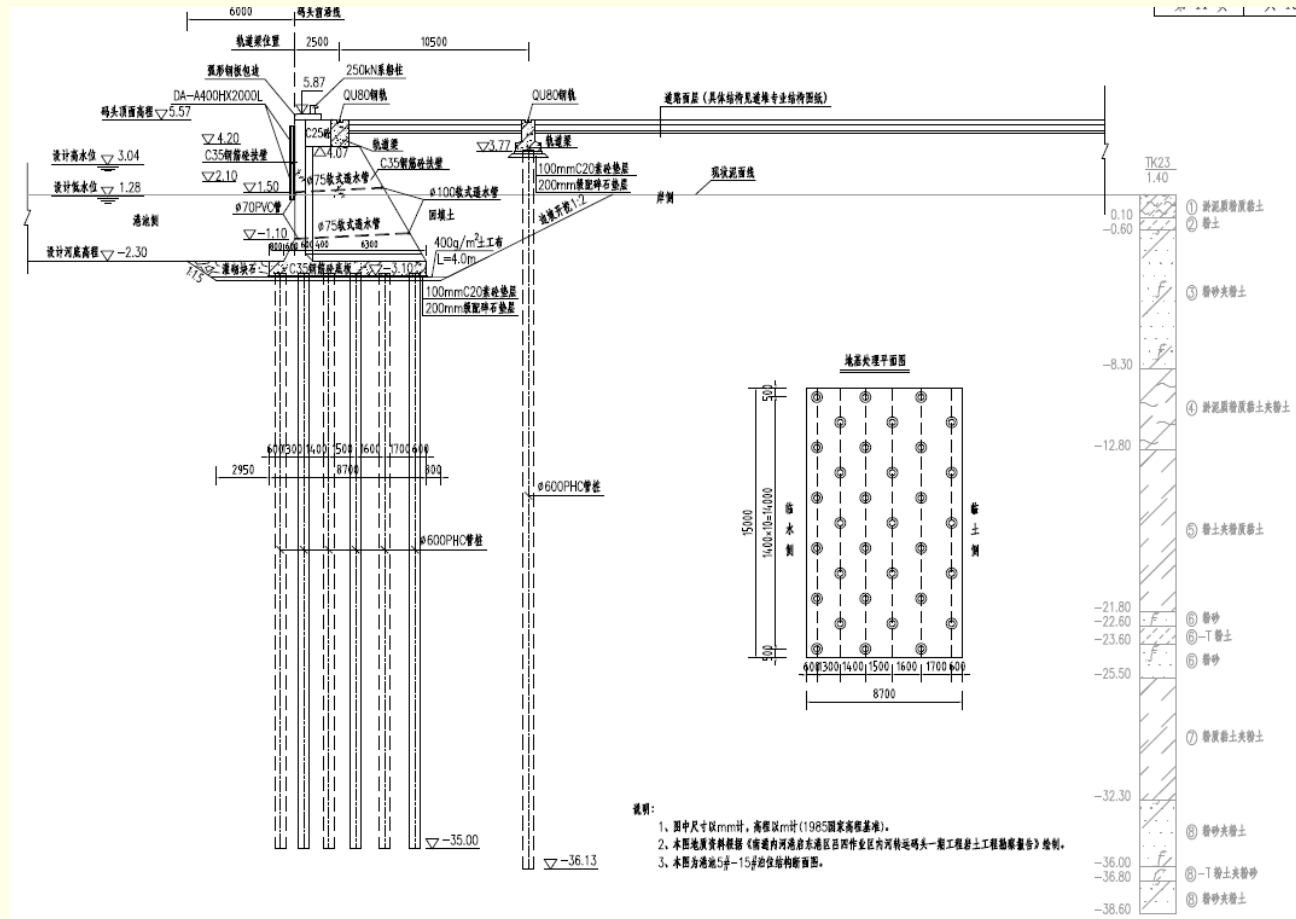
✓ 码头结构（方案一）

(1) 件杂货泊位和多用途泊位

码头前沿设计河底高程▽-2.3，底板底高程▽-3.1，码头顶面高程▽5.57。挡墙结构采用**低桩扶壁结构**，主要由胸墙、立板、肋板、底板、桩基及回填材料构成。桩基采用Φ600PHC管桩，纵、横向梅花型布置，纵向间距为1.4m，横向间距1.3~1.7m由水侧向岸侧逐渐递增。扶壁墙后为分层回填土（压实度不小于93%）。

距码头前沿2.5m设置矩形前轨道梁，前轨道梁高1.5m，宽1m；距码头前沿13m设置倒T型后轨道梁，轨道梁高1.8m，上宽0.7m，下宽1.4m，后轨道梁下设Φ600PHC管桩，桩长40m，桩距3m。

码头前沿间隔15~20m设1个250kN系船柱，考虑低水位时系船需要，墙身同时设置150kN系船钩；码头结构每隔5m设1组竖向DA-A400H×2000L橡胶护舷(1组2个)，横向间隔5m设置1道DA-A400H×1000L橡胶护舷。



➤ 结构方案

✓ 码头结构（方案一）

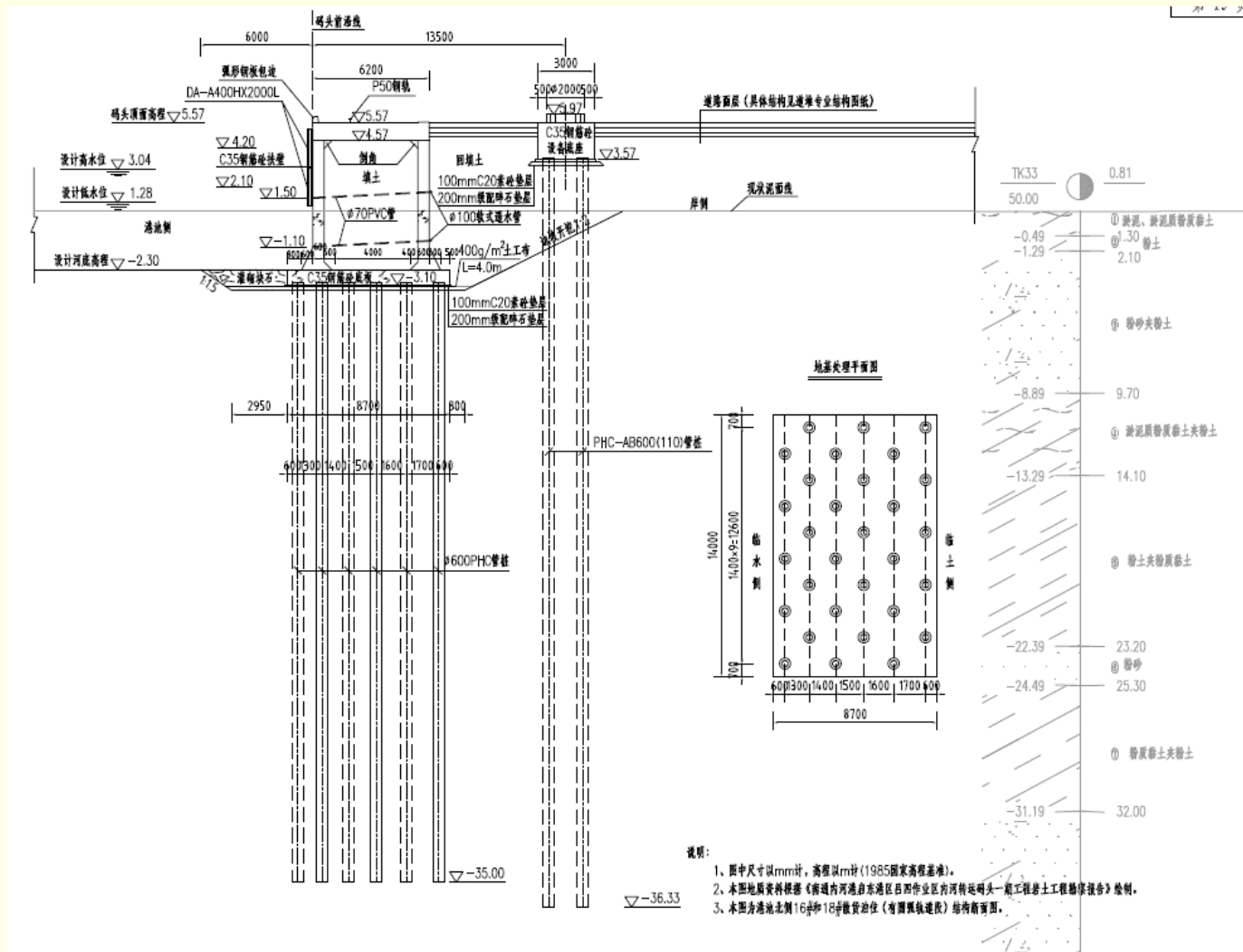
(2) 散货泊位

散货泊位采用低桩扶壁结构（无圆弧轨道段）+低桩沉箱结构（有圆弧轨道段）。低桩扶壁结构段（无圆弧轨道段）除无后轨道梁外，结构同件杂货泊位。

低桩沉箱结构仅在装船机轨道中心两侧各14m范围内采用。低桩沉箱结构胸墙宽6.2m，高1.0m；前立板厚0.6m，高6.87m，后立板厚0.6m，高6.87m，立板间分层回填压实度不小于93%回填土；底板厚0.8m，宽8.7m，前趾长1.4m，后踵1.1m，下设0.1m素砼垫层和0.2m级配碎石层；桩基同件杂货泊位。

码头前沿顶部设弧形轨道，距码头前沿13.5m设1座3m×3m的C35钢筋砼设备底座，基础为4根Φ600PHC管桩。

码头附属设施同件杂货泊位。



六、水工建筑物

➤ 结构方案

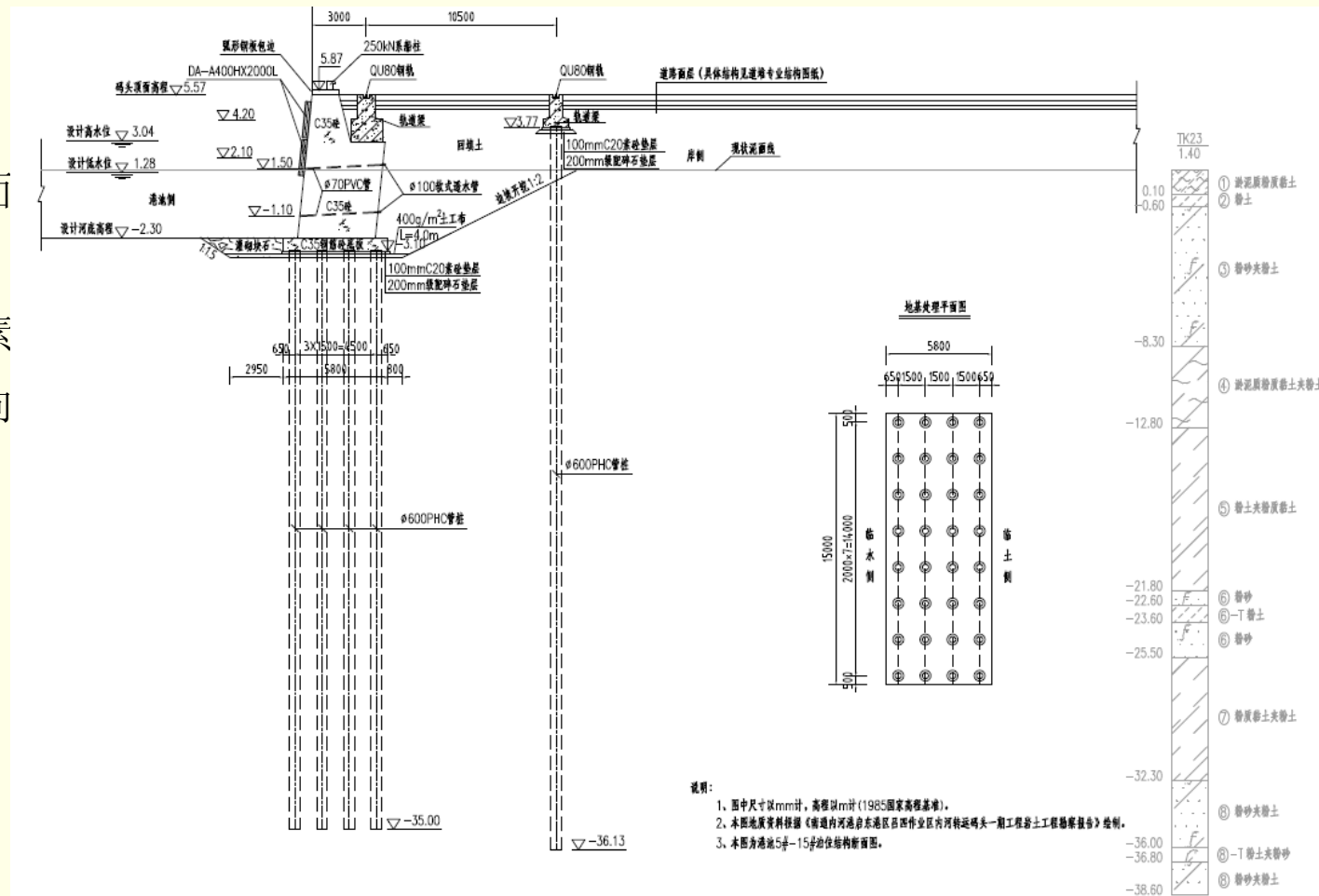
✓ 码头结构（方案二）

（1）件杂货泊位和多用途泊位

挡墙结构采用**低桩衡重式挡土墙结构**，由墙身、底板、基础及回填结构组成。墙身采用C35砼，墙高7.87m，迎水面坡度为10:1，上墙坡度1:4，下墙坡度10:1，上下墙间肩台宽1.89m；底板采用现浇C35钢筋砼，厚0.8m，下部设置0.1m素砼垫层和0.2m级配碎石垫层；桩基采用Φ600PHC管桩，纵向间距为2m，横向间距1.5m；墙身后设抛石棱体、无纺土工布和碎石倒滤层；回填采用压实填土。

距码头前沿3m设置倒T型前轨道梁，前轨道梁高2.6m，上宽1m，下宽1.8m；后轨道梁同方案一。

码头附属设施同方案一。



六、水工建筑物

➤ 作用效应组合

✓ 1、持久状况承载能力极限状态下的效应组合

(1) 永久作用（结构自重、永久作用墙后主动土压力、剩余水压力）+ 主导可变作用（装卸设备荷载）+ 非主导可变作用（船舶荷载、码头面均布荷载、流动机械荷载）

(2) 永久作用（结构自重、永久作用墙后主动土压力、剩余水压力）+ 主导可变作用（码头面均布荷载）+ 非主导可变作用（船舶荷载、装卸设备荷载、流动机械荷载）

(3) 永久作用（结构自重、永久作用墙后主动土压力、剩余水压力）+ 主导可变作用（船舶荷载）+ 非主导可变作用（码头面均布荷载、装卸设备荷载、流动机械荷载）

(4) 永久作用（结构自重、永久作用墙后主动土压力、剩余水压力）+ 主导可变作用（流动机械荷载）+ 非主导可变作用（码头面均布荷载、装卸设备荷载、船舶荷载）

✓ 2、短暂状况承载能力极限状态下的效应组合

永久作用（结构自重、永久作用墙后主动土压力、剩余水压力）+ 可变作用（施工荷载）

✓ 3、持久状况正常使用极限状态下的效应组合

(1) 永久作用（结构自重、永久作用墙后主动土压力、剩余水压力）+ 主导可变作用（装卸设备荷载）+ 非主导可变作用（船舶荷载、码头面均布荷载、流动机械荷载）

(2) 永久作用（结构自重、永久作用墙后主动土压力、剩余水压力）+ 主导可变作用（码头面均布荷载）+ 非主导可变作用（船舶荷载、装卸设备荷载、流动机械荷载）

(3) 永久作用（结构自重、永久作用墙后主动土压力、剩余水压力）+ 主导可变作用（船舶荷载）+ 非主导可变作用（码头面均布荷载、装卸设备荷载、流动机械荷载）

(4) 永久作用（结构自重、永久作用墙后主动土压力、剩余水压力）+ 主导可变作用（流动机械荷载）+ 非主导可变作用（码头面均布荷载、装卸设备荷载、船舶荷载）

六、水工建筑物

- 主要计算结果
- ✓ 1、抗滑、抗倾及地基承载力计算结果

泊位结构计算结果（方案一）

结构段	工况	滑动力 (kN/m)	抗滑力 (kN/m)	倾覆力矩 (kN.m/m)	稳定力矩 (kN.m/m)	是否 满足
散货泊位 （低桩沉箱式）	设计高水位	384.86	653.57	1256.21	3635.15	满足
	设计低水位	425.74	653.57	1333.20	3982.10	满足
	完建期	391.72	653.57	2107.69	5434.14	满足
件杂货和多用途泊位 （低桩扶壁式）	设计高水位	421.30	671.00	1514.06	4267.71	满足
	设计低水位	462.63	671.00	1591.22	4578.14	满足
	完建期	400.16	671.00	1211.14	5058.18	满足
待泊泊位 （低桩扶壁式）	设计高水位	391.90	671.00	1259.17	3311.93	满足
	设计低水位	433.23	671.00	1336.32	3598.71	满足
	完建期	400.16	671.00	1211.14	4957.74	满足

桩基承载力计算结果（方案一）

结构段	最大桩压力（kN）	桩基抗压承载力（kN）	最大桩拔力（kN）	桩基抗拔承载力（kN）	是否满足
散货泊位 （低桩沉箱式）	1063.18	2043.83	750.31	987.13	满足
件杂货和多用途泊位 （低桩扶壁式）	1034.66	1530.37	669.85	731.63	满足
待泊泊位 （低桩扶壁式）	810.59	1530.37	555.00	731.63	满足

六、水工建筑物

- 主要计算结果
- ✓ 1、抗滑、抗倾及地基承载力计算结果

泊位结构计算结果（方案二）

结构段	工况	滑动力 (kN/m)	抗滑力 (kN/m)	倾覆力矩 (kN.m/m)	稳定力矩 (kN.m/m)	是否 满足
散货泊位 （低桩沉箱式）	设计高水位	384.86	653.57	1256.21	3635.15	满足
	设计低水位	425.74	653.57	1333.20	3982.10	满足
	完建期	391.72	653.57	2107.69	5434.14	满足
件杂货和多用途泊位 （低桩扶壁式）	设计高水位	436.88	650.67	1336.64	1780.22	满足
	设计低水位	478.20	650.67	1413.79	1921.89	满足
	完建期	413.83	650.67	1213.37	2595.20	满足
待泊泊位 （低桩扶壁式）	设计高水位	407.48	650.67	1336.64	1780.22	满足
	设计低水位	448.80	650.67	1413.79	1921.89	满足
	完建期	413.83	650.67	1213.37	2595.20	满足

桩基承载力计算结果（方案二）

结构段	最大桩压力（kN）	桩基抗压承载力（kN）	最大桩拔力（kN）	桩基抗拔承载力（kN）	是否满足
散货泊位 （低桩沉箱式）	1063.18	2043.83	750.31	987.13	满足
件杂货和多用途泊位 （低桩扶壁式）	958.55	1623.12	650.48	775.97	满足
待泊泊位 （低桩扶壁式）	809.07	1623.12	547.45	775.97	满足

六、水工建筑物

- 主要计算结果
- ✓ 2、轨道梁结构计算结果

轨道梁结构计算结果

结构位置	内容	计算结果	备注
南侧港池 装卸桥后方轨道梁	最大正弯矩（kN.m）	1906.06/870.3	承载能力/正常使用
	最大负弯矩（kN.m）	2312.76/1095.13	承载能力/正常使用
	最大剪力设计值(kN)	2011.02	承载能力
	最大桩力设计值(kN)	1131.16	承载能力
	单桩承载值(kN)	2325.45	承载能力
北侧港池 门机后方轨道梁	最大正弯矩（kN.m）	2045.61/796.64	承载能力/正常使用
	最大负弯矩（kN.m）	2476.4/1009.28	承载能力/正常使用
	最大剪力设计值(kN)	1949.64	承载能力
	最大桩力设计值(kN)	1403.23	承载能力
	单桩承载值(kN)	2349.35	承载能力

六、水工建筑物

- 主要计算结果
- ✓ 3、岸坡稳定计算结果

岸坡稳定复核结果表（方案一）

结构段	钻孔号	计算工况	计算结果	规范允许值
散货泊位 (低桩沉箱式)	TK33	设计低水位	1.16	1.1~1.3
件杂货泊位 (低桩扶壁式)	TK23	设计低水位	1.25	1.1~1.3
待泊泊位 (低桩扶壁式)	TK35	设计低水位	1.14	1.1~1.3

岸坡稳定复核结果表（方案二）

结构段	钻孔号	计算工况	计算结果	规范允许值
散货泊位 (低桩沉箱式)	TK33	设计低水位	1.16	1.1~1.3
件杂货泊位 (低桩扶壁式)	TK23	设计低水位	1.15	1.1~1.3
待泊泊位 (低桩扶壁式)	TK35	设计低水位	1.11	1.1~1.3

六、水工建筑物

码头结构优缺点比较表

方案	优点	缺点
方案一	1、结构整体性好，受力条件好，维护量小； 2、施工质量易于控制； 3、结构每延米造价较低。	1、需立模绑扎钢筋，施工技术要求较高； 2、钢筋用量大。
方案二	1、钢筋用量小，结构简单，施工速度快； 2、实体结构，抗撞能力强，稳定性好。	1、混凝土浇筑方量大，劳动强度大； 2、易产生施工质量隐患； 3、对地基承载力要求高； 4、结构每延米造价较高。

经上述综合比选，两个结构方案在技术上都合理可行，均具有成熟的设计及施工经验。综合考虑工程使用及投资等因素，本阶段推荐采用水工结构方案一。

PART 07

陆域形成与道堆

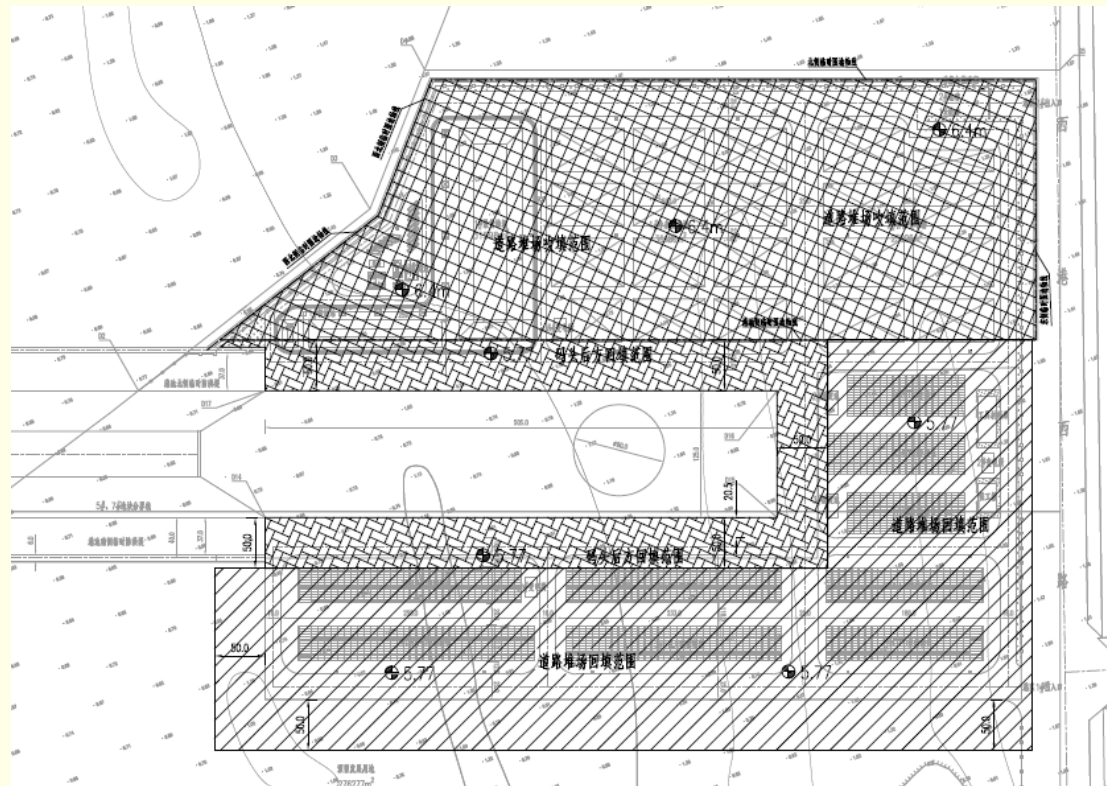


七、陆域形成与道堆

➤ 陆域形成

根据现有地形测图可知，本工程区域现状泥面标高为0.7~1.9m，地势呈东高西低走势，需进一步吹填和回填以满足设计使用要求。

本工程陆域形成范围主要为近期实施的道路、堆场、辅建区等，远期预留发展区暂不实施。采用陆域形成方案为：港池北侧在现状陆域基础上新建临时围埝形成闭合围区，利用南通港吕四作业区西港池10万吨级进港航道工程的疏浚土进行吹填造陆；港池南侧、东侧及码头后方利用吕四作业区已有吹填土直接回填。其中吹填围埝工程、吹填排水、码头后方50m范围内的回填工程属于本工程设计范围，除此之外的陆域形成设计内容不在本次设计范围内，由业主另行安排实施。

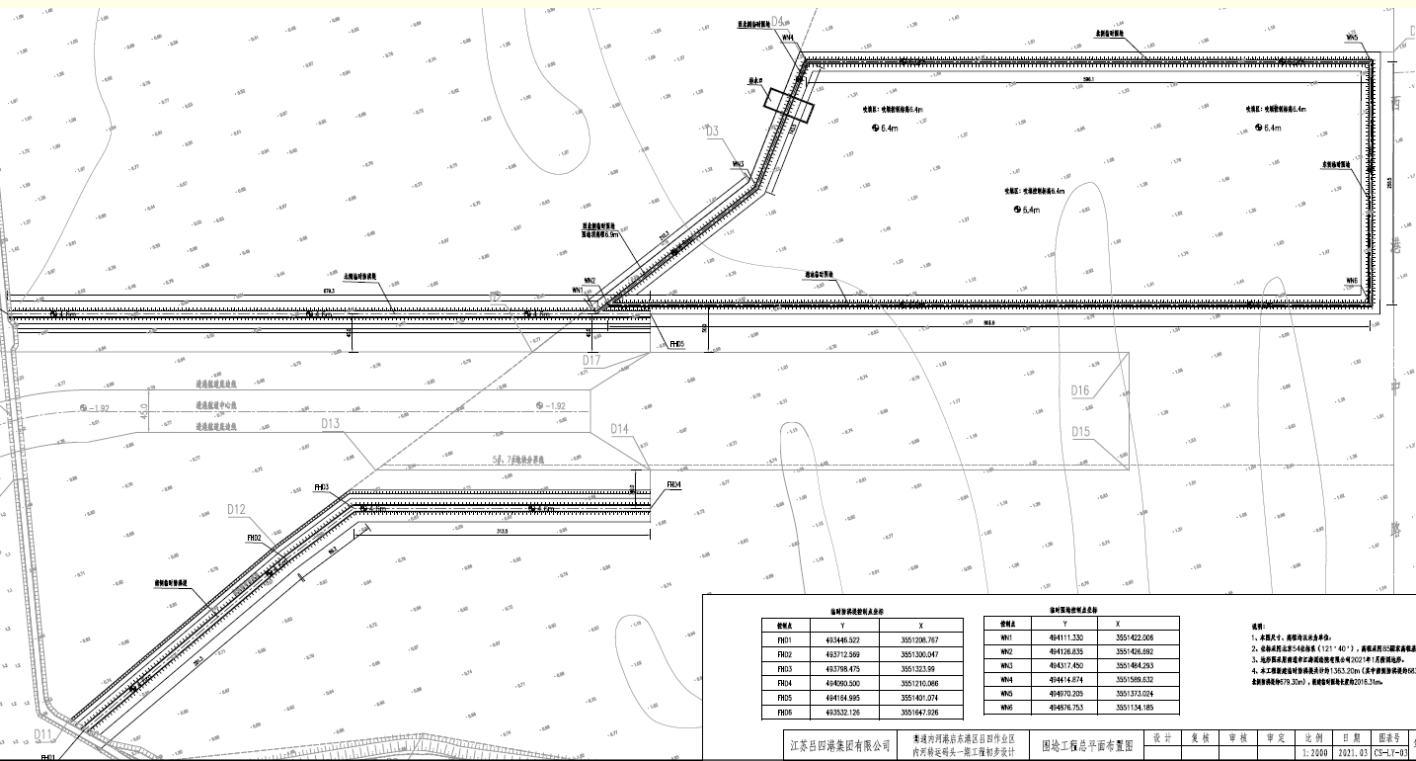


七、陆域形成与道堆

➤ 陆域形成

为保证本工程吹填施工及防洪要求，需新建临时围埝工程。本工程拟建围埝根据用途分为两种：**临时防洪堤**和**临时围埝**。其中临时防洪堤包括北侧临时防洪堤、南侧临时防洪堤；临时围埝包括港池临时围埝、西北侧临时围埝、北侧临时围埝和东侧围埝。

围埝工程主要建设内容



结构	位置	总长 (m)	长度 (m)	顶面标 高 (m)	堤顶 宽度 (m)	备注
临时防 洪堤	北侧	1363.20	679.30	4.60	7.0	后期如需对预留发展区进 行吹填, 需在南侧防洪堤 需增设临时子埝
	南侧		683.90	4.60	7.0	
临时 围埝	本工 程北 侧	2016.31	2016.3 1	6.90	3.0	在吹填结束后根据码头建 设需要, 需对港池周边临 时围埝标高4.82m以上部 分进行拆除

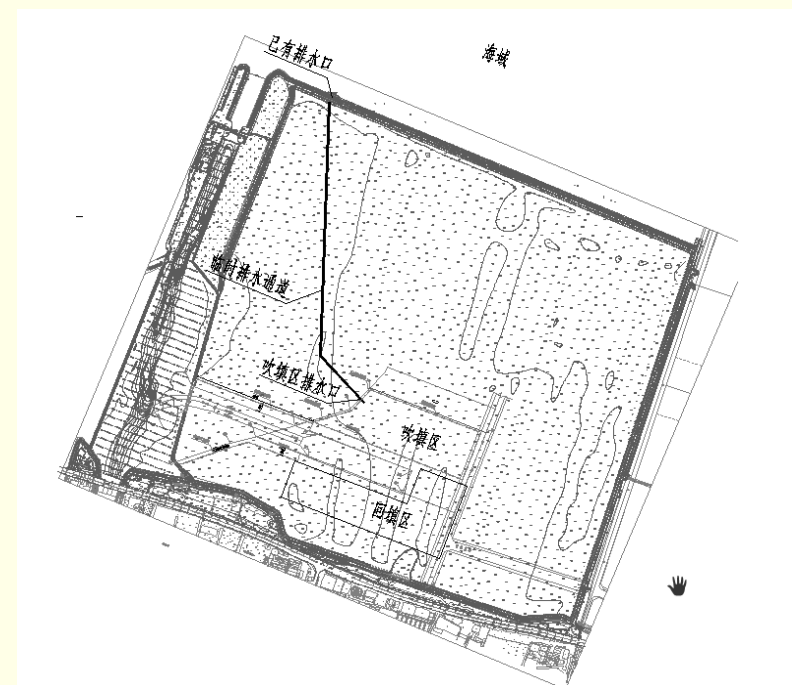
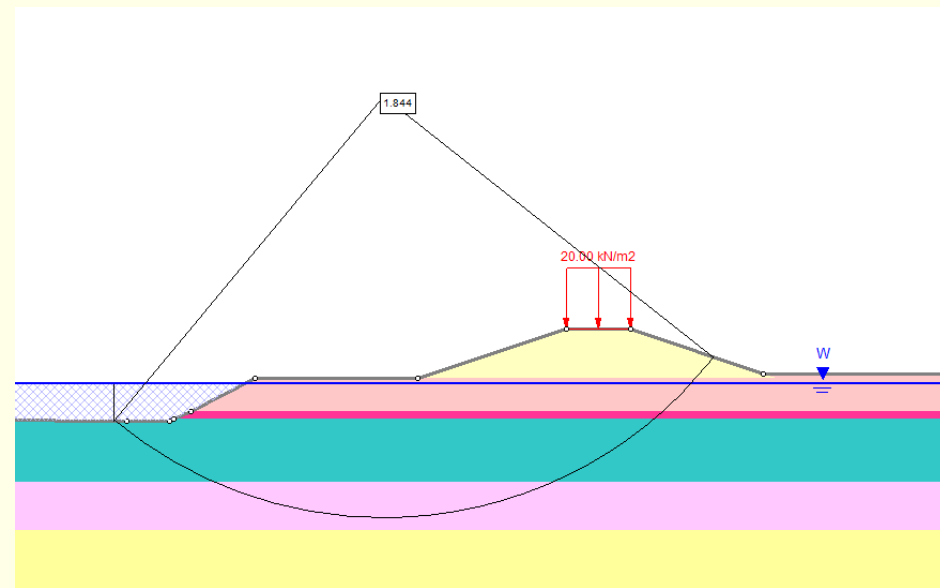
七、陆域形成与道堆

➤ 陆域形成

围埝稳定性及沉降计算

围埝边坡稳定安全系数计算成果表

围堤形式	断面位置	安全系数计算值	规范允许最小安全系数	备注
临时防洪堤	北侧防洪堤	1.844	1.2	满足规范 要求
临时围埝	港池侧	1.265	1.1	
	西侧	1.105		
	北侧及东侧	1.235		



根据南通和信工程勘测设计院有限公司《南通内河港启东港区吕四作业区内河转运码头一期工程岩土工程勘察报告》地质勘察成果，计算得到：

①临时防洪堤的总沉降约为0.3~0.6m，本次设计交工前沉降量取0.4m；

②临时围埝的总沉降约为0.4~0.6m，本次设计交工前沉降量取0.4m、吹填前沉降量取0.3m。

根据吹填区地形、几何形状、吹填管口位置、排水通道情况等因素，将本工程吹填排水口设置在工程西北侧，同时在排水口外侧设置临时排水通道，最终将吹填余水通过已有围堤中设置的排水口排至外海。

七、陆域形成与道堆

➤ 地基处理

1、地基处理设计标准

1) 地基处理交工面高程

根据本工程场地陆域形成总体设计要求，地基处理交工面设计平均标高约为4.8m。

2) 地基处理交工面以上设计使用荷载

工程区域主要设施为堆场、道路及辅建区建构筑物。

(1) 道路、堆场使用荷载为30~90kPa，其中：道路、散货堆场、件杂货堆场、集装箱堆场的使用荷载分别为30kPa、90kPa、80kPa、50kPa；

(2) 散货、钢材堆场交工场地地基处理后承载力 $\geq 120\text{kPa}$ ，其他场地地基处理后承载力 $\geq 100\text{kPa}$ ；

(3) 在设计使用荷载作用下，场地设计使用年限内地基残余沉降量不大于30cm。

(4) 土基顶面压实度不小于 93%。

七、陆域形成与道堆

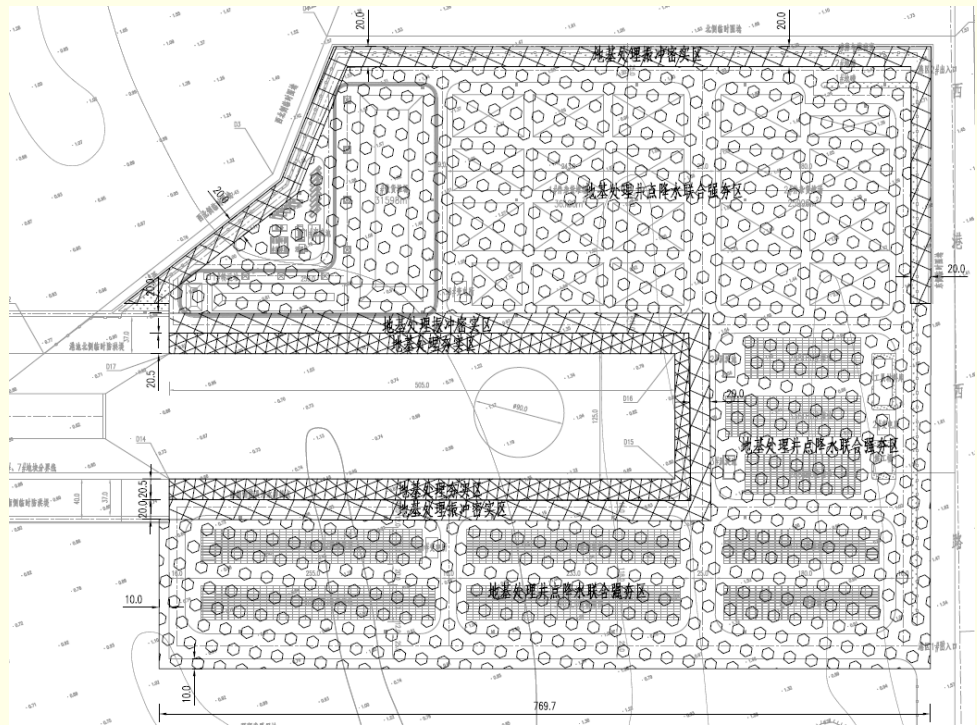
地基处理

2、地基处理方案

港口工程软基处理的主要方法有真空预压法、堆载预压法、强夯法、排水+强夯法、振动压实法、振冲碎石桩、塑料排水板+堆载预压法等。本次设计主要对“井点降水联合强夯法”和“振冲法”两种方法进行比选。

根据“井点降水联合强夯法”和“振冲法”两种加固方法的不同特点，本着经济性、适用性的原则，考虑到使用荷载较大，对地基承载力要求较高，本阶段建议采用造价、工期适中、加固效果有保证的井点降水联合强夯法。

考虑临时围埝内侧坡肩区、靠近码头结构区域的稳定问题，以上区域无法进行强夯处理，可采用振动压实法进行处理，部分区域可结合普夯对粉砂进行密实处理。



七、陆域形成与道堆

➤ 道路堆场

1、道路铺面结构

件杂货、散货堆场道路铺面：10cm联锁块（C40）+3cm砂垫层

+48cm水泥稳定碎石+20cm级配碎石。

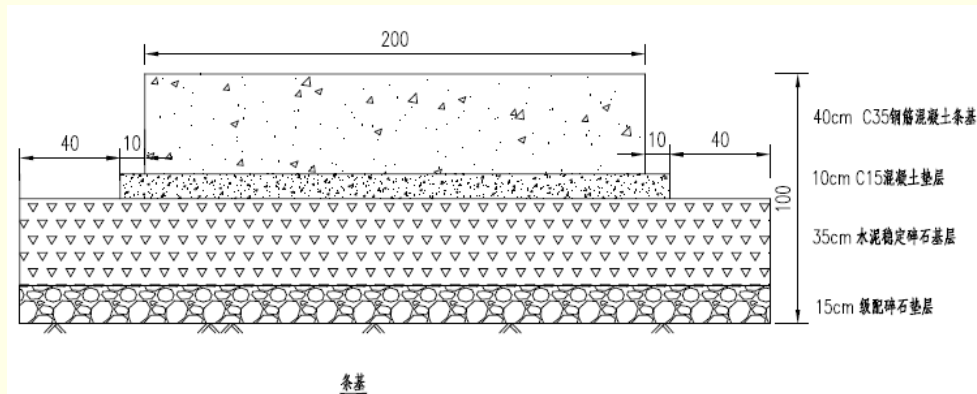
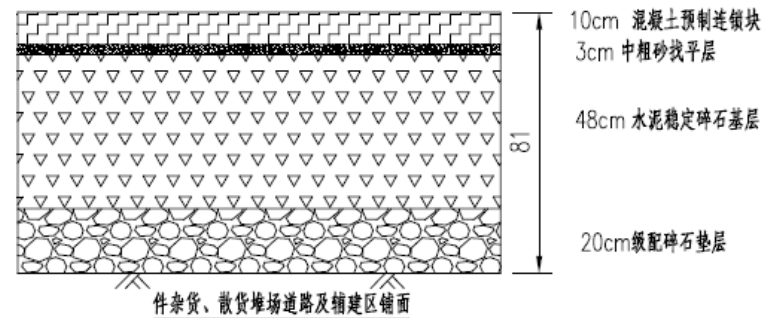
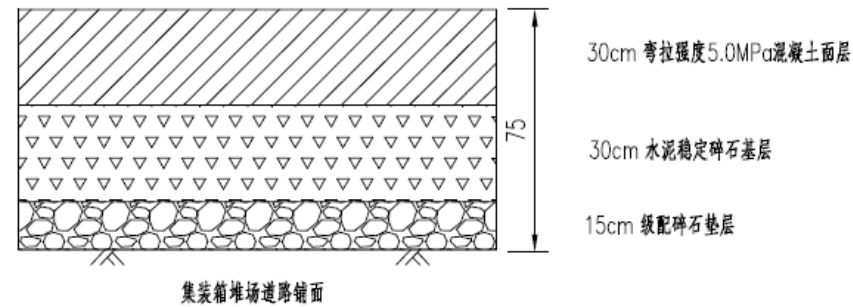
集装箱堆场道路铺面：抗弯拉强度5.0MPa现浇混凝土面层（C40）
30cm+6%水泥稳定碎石基层30cm+级配碎石15cm。

2、堆场铺面结构

件杂货、散货堆场铺面：采用联锁块铺面结构形式，具体结构断面为：10cm联锁块+3cm砂垫层+40cm水泥稳定碎石+20cm级配碎石。

集装箱重箱堆场铺面：箱角基础采用钢筋混凝土条基，填档区采用预制混凝土联锁块。

集装箱空箱堆场铺面：抗弯拉强度5.0MPa现浇混凝土面层（C40）
40cm+6%水泥稳定碎石基层30cm+级配碎石15cm。



PART 08

配套工程



八、配套工程

➤ 生产辅助建筑物

本工程的生产辅助建、构筑物主要包括候工楼、变电所、工具材料库、泵房、1#转运站、门卫、沉淀池、环保水池、消防水池、污泥池等。建、构筑物总面积约4244m²。

建筑物一览表

序号	项目名称	建筑面积m²	基底面积m²	建筑外形			结构形式		耐火等级
				长×宽 (m×m)	层数	层高 (m)	基础	主体	
1	候工楼	1527	505	28×18	3	5.1 4.2	桩基	钢筋砼框架结构	二级
2	1#中心变电所	211.6	211.6	21.9×11.5	1	4.7	扩展基础	钢筋砼框架结构	二级
3	2#分变电所	251.9	251.9	18.4×11.5	1	4.7	扩展基础	钢筋砼框架结构	二级
4	3#分变电所	268	268	20×13.4	1	4.7	扩展基础	钢筋砼框架结构	二级
5	工具材料库	830	830	46.1×18	1	7.3檐口	桩基	门式刚架结构	二级
6	泵房	97.5	97.5	15×6.5	1	3.3	筏板基础	钢筋砼框架结构	二级
7	1#转运站	217.6	108.8	10.9×11.6	2	12.8檐口	桩基	钢筋砼框架结构	二级
8	门卫室及磅房	22.7	22.7	5.4×4.2	1	3.6	独立基础	钢筋砼框架结构	二级
总计		3426.3	2295.5						

八、配套工程

➤ 生产辅助建筑物

本工程的生产辅助建、构筑物主要包括候工楼、变电所、工具材料库、泵房、1#转运站、门卫、沉淀池、环保水池、消防水池、污泥池等。建、构筑物总面积约4244m²。

构筑物一览表

序号	项目名称	尺寸	数量	结构	备注
1	沉淀池	19.4m×11.8m、23.4m×12m	3座	钢筋砼水池,全地下式,地上0.5m,地下4.5m,池顶有盖板;水池应地基处理	
2	环保水池	16.6m×8.45m	1座	钢筋砼水池,全地下式,地下4.5m,池顶无盖板;水池应地基处理	
3	消防水池	16.6m×8.45m	1座	钢筋砼水池,全地下式,地下4.5m,池顶无盖板;水池应地基处理	
4	污泥池	9.7m×5.6m×5m	1座	钢筋砼水池,全地下式,地上0.5m,地下4.5m,池顶有盖板;水池应地基处理	

八、配套工程

➤ 控制、信息与通信

1、控制

本工程控制系统包括：生产控制系统、电力监控系统、照明控制等系统。

（1）生产控制系统

生产控制主要为皮带机控制，本工程在散货堆场设置了1个转运站，在转运站设置PLC远程站，将采集和控制3条皮带机以及2台装船机、干式除尘装置等设备的信号，通过通信光缆送往陆域控制系统。

（2）电力监控系统

电力监控系统根据各类负荷的供电要求，按分布式原则设计，集测控、保护、远动、通信功能为一体，自动化硬件部分以高压综合保护单元、高压测控单元及低压测控单元系列为基础，实现配电设备的全分散监控。

（3）照明控制系统

本照明控制系统由现场控制层和监控层构成，现场控制层与监控层之间通过光纤连接。整个系统为工业以太网结构。本港区码头高杆灯照明及路灯照明采用集中控制，灯塔的控制方式为现场控制箱控制和中控室集中控制。

2、信息与通信

本工程的通信系统包括自动电话系统、有线生产调度电话、无线集群通信系统、宽带网络接入与电子数据交换、海岸电台、船舶电子导助航、消防专用通信、工业电视系统、安全防护系统、港口综合传输线路、辅助设施等。

八、配套工程

➤ 给水排水、消防

1、给水

（1）用水量

港区用水主要包括船舶用水、生产用水、生活用水、环境保护用水、消防用水和未预见用水及管网漏失水量六个部分。经计算，本工程平均日用水量为1392m³，最高日用水量为1670m³。

（2）给水水源

港区给水水源由市政给水管网提供，从港区1#出入口处的市政自来水管接入，要求供水管管径DN160，接管点水压应≥0.30MPa。

（3）给水系统

本港区给水系统包括生产生活给水系统、室内外消火栓给水系统和散货堆场环保喷淋三个系统。其中生产生活给水主要为港区供给船舶上水、职工生活用水等；室内外消火栓给水供给港区建、构筑物消防用水；散货堆场环保喷淋主要供给散货堆场喷淋降尘用水。

（4）中水回用

本工程散货堆场设置雨水沉淀池，池内雨水经絮凝沉淀、过滤达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中城市绿化、道路冲洗、消防用水标准后，可用于堆场喷洒、道路冲洗。

八、配套工程

➤ 给水排水、消防

2、排水

目前本工程港外市政污水管线尚未接通。规划自西港西路、西港南路铺设污水主干管，汇集至西港西路向南排入吕四港镇污水处理厂，主干管管径DN400-600。

本工程排水采用雨、污分流制系统。雨水排水量为5198.7L/s，生活污水排水量为27.0m³/d。港区生活污水隔油池、化粪池收集预处理后排入规划市政污水管道。港区散货堆场雨水经排水沟收集后汇入散货堆场沉淀池，池内雨水经絮凝沉淀、过滤达标后接入环保水池回用；港区集装箱、件杂货堆场初期雨水收集后纳入污水处理范畴，后期清洁雨水就近排入港池中。

3、消防

码头主要进出口货种为矿建材、集装箱、件杂货等。根据现行《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014，2018年版），本工程存储货种中集装箱堆场火灾危险性为丙类，矿建材的火灾危险性为戊类。

本工程的消防给水系统以城市给水管网做为给水水源。要求给水管接管处的供水压力不小于0.30MPa。经计算，本港区最大一次消防用量为378m³。

在码头、单体建筑室内设置推车式或手提式干粉灭火器用以扑救小型火灾。配电房设置手提式二氧化碳灭火器。本工程室外主要消防设施为室外地上（下）式消火栓。

港区设置一座有效容积400m³消防水池，储存最大一次火灾消防用水量400m³，补水时间不超过48小时。消防水池附近设泵房一座，泵房内设消防泵、气压稳压设备、环保泵等。

八、配套工程

➤ 环保

根据本工程环评报告采取了相应的环保措施。

1、施工期

（1）大气污染防治

施工前先修筑场界围墙或简易围屏，减少扬尘外逸；加强施工区的规划管理；施工场地要定期压实地面和洒水、清扫，减少扬尘污染；汽车运输砂土、水泥、碎石等易起尘的物料要加盖蓬布、控制车速，防止物料洒落和产生扬尘；卸车时应尽量减少落差，减少扬尘；加强对施工机械、车辆的维护保养，禁止施工机械超负荷工作，减少尾气排放；运输车辆离开装卸场地前必须先用水冲洗干净，避免车轮、底盘等携带泥土撒落地面。

（2）水污染防治

施工期对陆域生活污水进行集中收集，并委托当地环卫部门统一清运至吕四港污水处理厂进行处理；施工机械冲洗废水经过临时沉淀池隔油、沉淀后用于场地洒水抑尘等；施工船舶产生的油污水和生活废水禁止向水体中直接排放，应严格执行《船舶污染物排放标准》，舱底油污水经自带的油水分离器处理，含油浓度小于15mg/l，离港后在规定的水域排放，或由建设单位委托有资质的单位进行接收并处理。

八、配套工程

➤ 环保

(3) 噪声防治

施工时应尽量采用噪声小的施工机械，并通过加装消音装置和隔离机器的振动部件来降低噪声；在作业过程中加强对各种机械的管理、维护和保养，使施工机械保持良好的运行状态；要合理安排施工进度和作业时间，对高噪音设备应采取相应的限时作业；做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作，限制车速，禁止鸣笛，降低交通噪声。

(4) 固废防治

施工期间所产生的固体废弃物如生活垃圾、施工废料、废旧工具、废棉纱等，可回收的尽量回收综合利用，不能回收的生活垃圾交环卫部门进行处理。



八、配套工程

➤ 环保

2、营运期

（1）大气污染防治

散货堆场周围设置防风抑尘网并设置喷淋设施；在矿建材料转运站设置密闭构筑物 and 干式除尘设备；对带式输送机和弧形装船机采取加设防尘罩、出料口溜筒、环保喷洒喷头等降尘措施；在风速较大的天气条件下暂停装卸作业，并对散货堆场中的矿建材料采取加苫盖措施；运输道路设专人负责清扫，并设一定数量洒水车，对运输道路进行洒水降尘。

（2）水污染防治

港区候工楼室外设置化粪池预处理生活污水，污水处理后汇入港区污水管网，统一汇入市政污水管网；含油污水通过隔油沉淀池处理后排入港区污水管网，统一汇入市政污水管网；船舶生活污水由码头面智能船舶生活污水接收装置接收后汇入港区污水管网，统一汇入市政污水管网；船舶舱底油污水由船舶自备的油水分离器隔油处理后通过软管、污水泵及时输送至码头面智能船舶油污水收集装置，然后由南通润启环保服务有限公司接收处理；港区初期雨水、地面冲洗水经排水沟和港区室外雨水管网收集后排入沉淀池进行处理，出水用作港区绿化、喷洒或外排，港区后期雨水就近接入港池。



八、配套工程

➤ 环保

2、营运期

（3）噪声防治

应加强对各种机械的维修保养、保持其良好的运行效果；对高噪声设备采取吸声、隔声、消声和隔振等措施；保持码头道路通畅，合理疏导车辆，控制鸣笛次数；在非停车功能区设立“禁止泊车”、“禁鸣喇叭”等指示牌，严禁乱鸣高音喇叭，严禁违章泊车。

（4）固废防治

生活垃圾经分类后由环卫部门收集处理；来往船舶禁止在码头附近水域内排放垃圾，船舶垃圾上岸后交由环卫部门处置。对危险废物设置危险废物暂存间暂存，交由有资质单位统一收集处理。



PART 09

施工条件、方法与进度



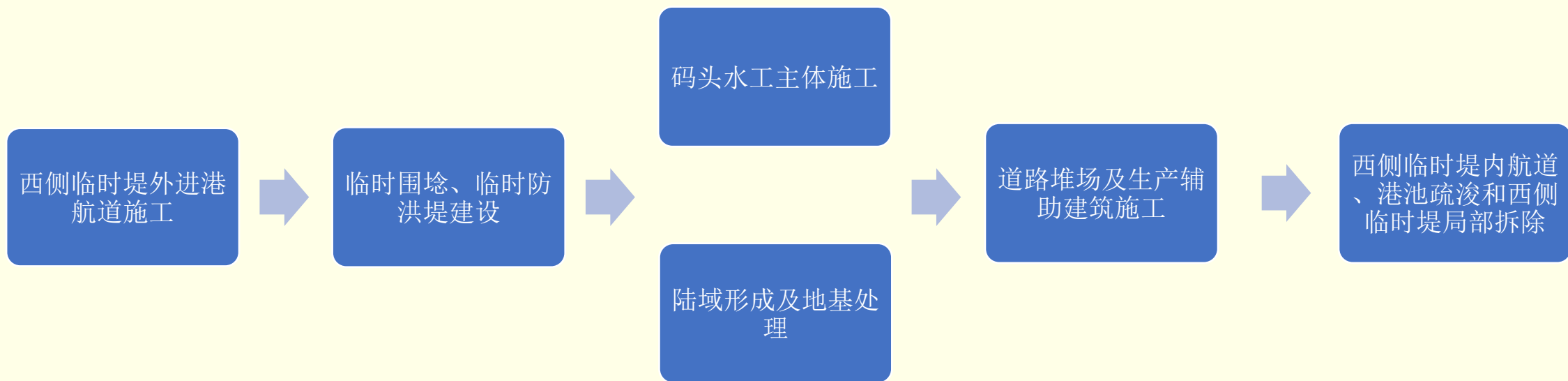
九、施工条件、方法和进度

➤ 施工条件

本工程施工所需的水泥、黄砂、钢材等建材利用周边市场采购，可通过陆路运至现场；外部配套道路、水、电、通信等设施完善，建设符合城市、水利、防洪等相关规划。

江苏地区拥有多家港口工程施工单位，通过多年在南通港的施工，已经积累了较成熟的施工工艺和施工方案，现有施工单位完全可以保证本工程施工需要。

➤ 施工流程



九、施工条件、方法和进度

施工进度

根据拟建工程的工程量，本项目施工进度按照24个月安排，实际进度可按照业主要求组织实施。

施工进度安排表

[illegible]

PART 10

工程概算



十、工程概算

本工程推荐方案概算为**98256.01**万元。其中工程费用**80186.26**万元。

序号	工程项目或费用名称	估算价值(万元)				技术经济指标				备注
		建安工程费	设备购置费	其他费用	合计	单位	数量	指标（万元）	占总投资额比例	
—	第一部分 工程费用	56428.43	23757.84	0.00	80186.26				81.61%	
1	水工建筑物	13827.00			13827.00	m	1209.00	114367.22		
2	土方工程	1035.01			1035.01					
3	疏浚工程	1299.26			1299.26	万m³	48.81	26.62		
4	临时围埝工程	5256.37			5256.37					
5	陆域形成及地基处理	6531.53			6531.53					
6	道路堆场铺砌	19068.70			19068.70					
7	装卸设备购置及安装	1151.00	23628.46		24779.46					
8	导助航工程	301.88	129.38		431.25					
9	生产及辅助建筑	1499.17			1499.17					
10	供电照明	2490.37			2490.37					
11	自动控制	114.12			114.12					
12	信息与通信系统工程	141.50			141.50					
13	给排水及消防	1777.09			1777.09					
14	暖通及动力	117.50			117.50					
15	环保、绿化	917.93			917.93					
16	临时工程	900.00			900.00					
二	第二部分 其他费用				8784.73				8.94%	
1	土地使用费				0.00					
2	建设单位经费				1327.22					
3	工程建设监理费				1674.99					
4	研究试验				800.00					
5	前期工作费				300.00					
6	勘察设计费				1793.45					
6.1	勘察测量费				200					
6.2	设计费				1260					
6.3	设计文件第三方技术咨询费				266.06					
7	招标代理及交易服务费				67.39					
8	工程造价咨询服务费				400.93					
9	工程保险费				320.75					
10	联合试运转费				500					
11	工具及生产家具购置费				600					
12	生产职工培训费				800					
13	竣工验收前相关费用				200					
三	第三部分 预留费用				4448.55				4.53%	
	基本预备费				4448.55					
	第一、二、三部分费用合计				93419.54					
四	第四部分 建设期贷款利息				4836.47				4.92%	
五	总计				98256.01					

十、工程概算

本工程方案二概算为**105540.31**万元。其中工程费用**86537.67**万元。

序号	工程项目或费用名称	估算价值(万元)				技术经济指标				备注
		建安工程费	设备购置费	其他费用	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	85103.30	1434.38	0.00	86537.67				81.99%	
1	水工建筑物	17342.89			17342.89	m	1209.00	143448.20		
2	土方工程	792.72			792.72					
3	疏浚工程	1299.26			1299.26	万m³	48.81	26.62		
4	临时围埝工程	5256.37			5256.37					
5	陆域形成及地基处理	6531.53			6531.53					
6	道路堆场铺砌	20201.12			20201.12					
7	装卸设备购置及安装	25419.86	1305.00		26724.86					
8	导助航工程	301.88	129.38		431.25					
9	生产及辅助建筑	1499.17			1499.17					
10	供电照明	2490.37			2490.37					
11	自动控制	114.12			114.12					
12	信息与通信系统工程	141.50			141.50					
13	给排水及消防	1777.09			1777.09					
14	暖通及动力	117.50			117.50					
15	环保、绿化	917.93			917.93					
16	临时工程	900.00			900.00					
二	第二部分 其他费用				9029.26				8.56%	
1	土地使用费				0.00					
2	建设单位经费				1402.80					
3	工程建设监理费				1780.43					
4	研究试验				800.00					
5	前期工作费				300.00					
6	勘察设计费				1796.63					
6.1	勘察测量费				200.00					
6.2	设计费				1260.00					
6.3	设计文件第三方技术咨询费				266.06					
7	招标代理及交易服务费				70.57					
8	工程造价咨询服务费				432.69					
9	工程保险费				346.15					
10	联合试运转费				500.00					
11	工具及生产家具购置费				600.00					
12	生产职工培训费				800.00					
13	竣工验收前相关费用				200.00					
三	第三部分 预留费用				4778.35				4.53%	
	基本预备费				4778.35					
	第一、二、三部分费用合计				100345.28					
四	第四部分 建设期贷款利息				5195.03				4.92%	
五	总计				105540.31					

十、工程概算

➤ 经济效益分析

财务效益分析指标计算结果表

指标名称	财务评价指标	
	税前	税后
项目投资财务内部收益率（%）	10.37%	8.89%
财务净现值FNPV（Ic=8.0%）（万元）	19269.7	6841.5
投资回收期（包括建设期）（年）	9.9	10.5
资本金财务内部收益率（%）	11.04	

拟建项目财务内部收益率为8.89%（税后），大于8.0%的基准财务内部收益率，项目投资财务净现值6841.5万元（税后），大于零。故该项目具有较高的盈利能力。

十一、问题与建议

- ◆ 在工程建设过程及建成后，应加强港池回淤的监测，定期对工程附近水域进行水下地形测量，掌握变化情况，以便及时采取相应措施，确保码头安全运行。
- ◆ 本工程西侧的连接段西侧临时堤不具备防洪功能，建议建设单位请原设计单位及时开展加固改造工作，以确保通吕运河入海口的防洪排涝作用。
- ◆ 建议尽快开展港区后方道路、水电通信等配套设施建设。
- ◆ 由于本工程陆域形成中的土方工程等部分内容不属于本工程设计范围，由建设单位另行安排实施，因此建议建设单位协调好本工程与吹填、回填工程的施工分界和施工时序。





華設設計集團股份有限公司
CHINA DESIGN GROUP CO.,LTD.

WWW.CDG.COM.CN
THANKS!

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

