

目录

第1章 总论.....	3
第2章 自然条件.....	5
气象.....	5
水文.....	7
泥沙.....	14
地质.....	14
地震.....	15
第3章 运量与船型.....	16
营运资料.....	16
设计船型.....	16
第4章 总平面布置.....	16
总平面布置的原则.....	16
集装箱码头泊位数确定.....	17
.....	18
第5章 装卸工艺.....	26
装卸工艺的设计原则及一般要求.....	27
.....	28
集装箱泊位机械数量及工人数的确定.....	28
第6章 结构方案设计.....	31
设计依据.....	31
荷载计算.....	31
码头形式确定.....	42
第7章 沉箱结构计算.....	68
承载能力极限状态下的内力计算.....	68
正常使用极限状态下的内力计算.....	70
构件承载力计算.....	72
.....	73
参考资料.....	79

结 束 语.....	80
------------	----

第 1 章 总论

交通运输是社会经济的组成部分，是生产与消费的纽带，是商品流通人们交往的基础条件。港口是水上运输的基础设施，是水陆运输的枢纽、对外贸易的门户。港口能力的大小、管理水平的高低，标志着一个国家整个经济技术发展水平。改革开放以来，我国经济快速发展。进入 21 世纪，全球经济一体化趋势日益增强，我国现有港口的吞吐量已远不能跟上经济的发展步伐。为了改变泊位吨级小、泊位数量少、港口发展长期滞后于腹地经济发展与运量增长速度的现状，烟台港进行集装箱码头扩建，初步拟建 10 万吨级集装箱泊位两个。

本设计的主要内容有码头总平面布置，装卸工艺的确定，结构方案选型及方案的比选，工程概算，结构计算、配筋等。

码头的总平面布置包括码头水域布置和码头陆域布置两部分。码头水域布置中，根据有关规范规定，，，， m，采用双向航道，，回旋水域直径 692m，港池宽度为 519m，；港内锚地系泊采用单浮筒系泊，。码头陆域布置包括码头前沿线的确定、泊位布置（包括不同货种的泊位相对位置的确定和岸线总长的确定）、库场布置、铁路和道路布置、辅助生产生活设施的布置等。泊位布置以不同货种的码头互不影响为原则，考虑当地风向布置各货种码头。库场设置了一线和二线，库场总面积为 120600m²。码头生产生活辅助设施包括综合楼、侯工室、材料供应站、小型机械流动库、食堂、休息室等。具体布置见“码头总平面布置图”。

装卸工艺的确定包括工艺流程的设计、机械设备选型、机械数量的确定、装卸工人数和司机人数的确定、主要技术经济指标的确定。，拟建 10 万吨集装箱码头，装卸工艺采用两台装船机，既满足了泊位利用率，也满足了吞吐的要求。。

结构方案选型中拟定了两个设计方案，重力式沉箱码头和空心方块码头。根据所给地质资料，拟建港区有较好的地基基础，根据重力式码头、高桩码头和板桩码头的工作特点和适用性，初步设计了重力式沉箱码头和空心方块码头。

结构计算包括沉箱码头的壁板和底板的内力计算。在各种荷载作用下对各构件进行承载能力极限状态和正常使用极限状态下的作用效应组合。并对壁板和底板进行配筋，具体布置见“结构配筋图”。

第2章 自然条件

烟台港西港区位于烟台套子湾西侧，距烟台芝罘岛约 30km。

气象

西港区处尚未进行系统的气象要素的观测，本次将采用烟台海洋站多年观测资料作统计分析。

烟台海洋站气象观测场位于芝罘岛上，地理坐标为：北纬 37° '、东经 121° '。

气温

年平均气温： $^{\circ}$ C

平均最高气温： $^{\circ}$ C

平均最低气温： $^{\circ}$ C

极端最高气温： $^{\circ}$ C

极端最低气温： $^{\circ}$ C

降水

年平均降水量：

年最大降水量：

一日最大降水量：

降水强度 \geq

降水强度 \geq

降水强度 \geq

该区降水有显著的季节变化，雨量多集中于每年的 6、7、8 月份，这三个月的降水量为年降水量的 53%，冬季降水量最少，12 月至翌年的 2 月降水量仅为年降水量的 9%。

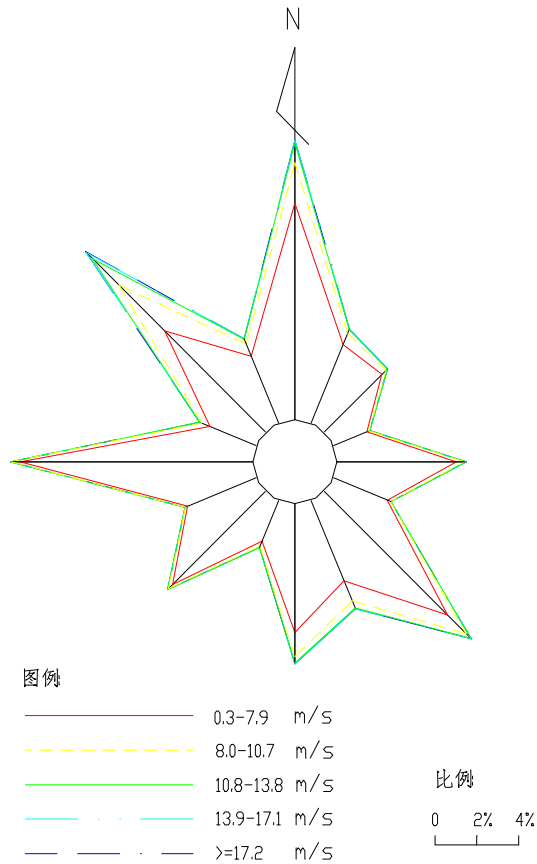
风

多年每日 24 次风速、风向资料统计，该区常风向为 N 向，%，次常风向为 NW、%、%。强风向为 NW 向，该向 \geq %，次强风向为 N 向。具体见风频率统计表和风玫瑰图。

风 频 率 统 计 表

表 2-1-1

风速 频率 (%) 风向	\leq (m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	\geq (m/s)	合计
N						
NNE						
NE						
ENE						
E						
ESE						
SE						
SSE						
S						
SSW						
SW						
WSW						
W						
WNW						
NW						
NNW						
C						
合计						



烟台港风玫瑰图

图 2-1-1 风玫瑰图

雾

，大雾多出现于每年的 4~7 月，为全年雾日的 65%，而每年的 8 月以后，大雾日显著减少。。

灾害性天气

本区灾害性天气过程主要为台风（含热带风暴，强热带风暴）和寒潮。据多年资料统计影响烟台附近海域的台风每年有 1~2 个，一般多出现于 7~9 月份。每当台风途经本区时，将出现大风、大浪、暴潮和暴雨。如 8509 号台风、SSE 向大风，；受 9216 号台风影响，烟台港风速达 18~30m/s，出现解放以来最高历史潮位（）。

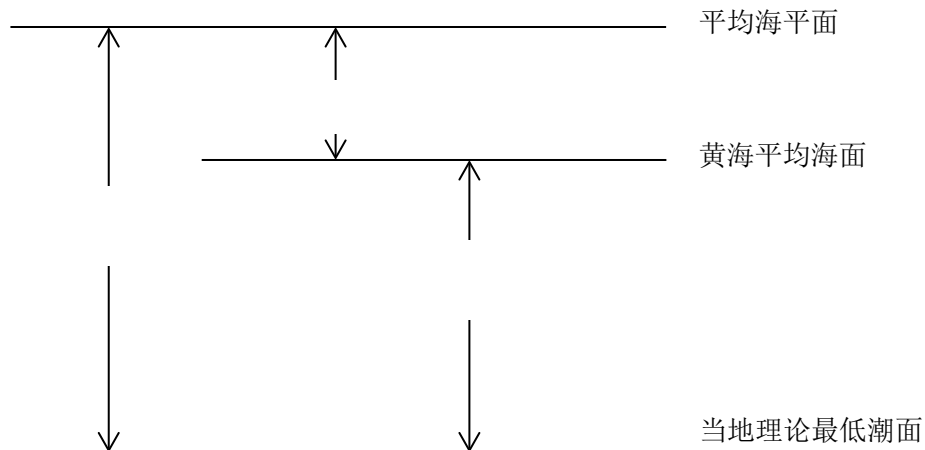
多年资料统计，每年 11 月~翌年 3 月为寒潮出现季节，，受寒潮影响本海区出现偏 N 向大风，风速可达 9~10 级，且有偏 N 向的大浪，持续时间可达 3~4 天。

水文

潮位

国家海洋局第一海洋研究所对烟台套子湾西海岸海区建港条件进行了调查和部分水文要素的短期观测，并于1994年12月完成了“烟台初旺湾—芦洋湾自然环境调查报告”。潮位是利用初旺湾验潮站1987年3月4日~4月13日一个月的潮位资料和烟台同步资料及烟台1953~1994年长期资料统计分析。用差比方法求得工程海域的设计参数。本次设计采用上述计算值。

1、高程关系：



2、潮位特征值：（以下水位值均从当地理论最低潮面起算）

工程海域为正规的半日潮，其 $(HK1+H01)/H$ 平方米=

最高高潮位：

最低低潮位：

平均高潮位：

平均低潮位：

平均潮差：

平均潮面：

在此尚应说明2003年10月10日~12日，由于强冷空气南下影响，烟台港出现仅低于1992年的特高水位，。

3、设计水位：

设计高水位：

设计低水位：

极端高水位：

极端低水位：

4、乘潮水位

表 2-2-1 不同延时不同保证率乘潮水位表

水位 (m) 延时	频率 (%)	80	85	90	95
	乘潮一小时				
乘潮二小时					
乘潮三小时					
乘潮四小时					

海流

海流观测分两个区域进行，第一个区域位于龙洞咀及以南的初旺湾，芦洋湾海域，共布设六个测点；第二区域为龙洞咀东北的天然深槽和龙洞咀以西的海域，共布设六个测点，分别进行大、小潮连续 25 小时观测。观测日期为：大潮第二区域为 7 月 15 日 09 时至 16 日 10 时，第一区域为 7 月 16 日 17 时至 17 日 19 时；小潮第二区域为 7 月 22 日 09 时至 23 日 12 时，第一区域为 7 月 23 日 16 时至 24 日 19 时。垂线测点采用六点法，依据实测资料，本海区海流特征如下：

1、潮流特征：测验海区的潮流为不规则半日潮流

其 (WK1+W01) / ~，浅水分潮流影响比较明显，潮流的运动属往复流性质。

2、潮流流场：龙洞咀以南第一测区涨、落潮潮流平均流向呈南北走向，龙洞咀以北第二测区涨、落潮潮流平均流向呈东西走向。

3、最大流速：大潮期间涨、落潮实测垂线平均最大流速第一测区出现在 L05 站，，流向分别为 150°、325°，测点最大涨、，流向分别为 174°、344°，出现在 L03 站表层。

第二测区垂线平均最大流速出现在 L09 和 L07 站，，流向分别为 81°、278°；测点最大涨、，流向分别为 74°、260°，出现在 L07 站和 L09 站表层。

4、余流：本海区余流较小，垂线平均余流流速、。

表 2-2-2 垂线平均余流流速、流向表

		L01	L02	L03	L04	L05	L06	L07	L08	L09	L10	L11	L12
大潮	流速 (m/s)												
	流向 (°)	6	208	69	116	159	138	152	166	67	224	142	153
小潮	流速 (m/s)												
	流向 (°)	342	35	43	120	155	260	205	181	23	163	260	304

波浪

1、资料概况

西港区无波浪实测资料，而与其临近（相约 30km）的烟台海洋站在芝罘岛北侧进行了长期的波浪观测工作（1981 年至 2002 年）。本工程岸线在龙洞咀周围，其水深岸线走向与芝罘岛相似，水域开阔无岛屿影响。芝罘岛测波资料有着极好的代表性，基本代表了西港区深水处的波况。本次取用芝罘岛多年（1981 年至 2002 年）观测资料作统计分析。

2、波浪概况

烟台海洋站位于芝罘岛，地理坐标为北纬 37° 36′、东经 121° 26′，测波浮标在测点的 N 向，使用仪器为 HAB-2 型岸用测波仪，每日进行 4 次（08、11、14、17）观测，大风浪过程中进行加密观测。

多年观测资料分析结果：该区常波向为 NNW、NW，%、%；次常波向为 N、NNE，%、%。强波向为 NNW 向，次强波向为 N 向，这两个方向 H4%>%、%。详见波玫瑰图和波高、周期频率统计表。

3、波高一周期联合分布

对于一个新开辟的港区，应分析波高和周期的联合分布，其目的是了解是否存在小波高对应长周期波浪的出现，小波高长周期的波浪对港内波稳有重要的影响。多年观测资料统计结果如下：

表 2-2-5 波高一周期联合分布表

波高 (m) 频率%	≤					≥	合计
周期							
≤ (s)							
(s)							
(s)							
(s)							
合计							100

上述统计结果表明，本区波高周期对应关系为大波高对应大周期，小波高对应大周期出现的可能性不大。

4、不同重现期波要素

用芝罘岛测波站多年观测资料作年频率计算，不同重限期波要素见表 2-7。

表 2-2-6

重现期 波要素 波向	50 年一遇		25 年一遇		2 年一遇	
	H _{4%} (m)	T (S)	H _{4%} (m)	T (S)	H _{4%} (m)	T (S)
N						
NNE						
NE						
ENE						
E						
WNW						
NW						
NNW						

泥沙

拟建工程港区沿岸主要为基岩海岸，沿岸以低山丘陵台地为主，泥沙来源不甚丰富，主要是海岸侵蚀来沙和人为供沙。港区沿岸岩性多为白云石大理岩，在海浪和海流作用下产生部分泥沙，数量很少；沿海养殖及其加工业产生的废弃贝壳，堆积在海滨，也是局部泥沙的重要来源，但数量有限，对于港口建设不会构成很大影响。

根据国家海洋局第一海洋研究所观测资料分析，该海区近岸及岸滩泥沙较粗，如果所搬运的泥沙全部沉淀，即沉积厚度 2cm，实际情况可能仅有此值的三分之一左右。

总之，该海区泥沙来源很少、泥沙搬运沉积不甚活跃，近岸泥沙不会对建港构成危害。

地质

各岩土层分布特征

第一层，海相沉积层

该层存在于勘察区域的表层，分布不均匀，在勘察区域按性质存在三大层。

①1 粉土层

灰色、灰褐色，稍密状，该层主要分布在勘察区的部分钻孔中，土层相对较薄，～，不是十分稳定，平均标贯击数 $N=$

①2 粉细砂层

灰色、灰褐色，松散～稍密状，该层广泛存在于勘察区域内，分布相对稳定，厚度不均，～，平均标贯击数 $N=$

①3 淤泥质粉质粘土层

灰色、灰褐色，软塑状，高塑性，该土层零星存在于勘察区域内，个别土层因含水量原因为粉质粘土，平均标贯击数 $N=$

第二层，陆相沉积砂层

该层在勘察区域内广泛存在，为陆相沉积砂层。

②中粗砂层

黄色、黄褐色，中密～密实状，该土层在勘察钻孔中均有揭露，层位稳定，土质不均匀，混有碎贝壳，平均标贯击数 $N=$

第三层，陆相沉积粉质粘土层

该层在勘察区域内一定深度下均可揭露，层位相对稳定。

③粉质粘土层

黄色、黄褐色，硬塑状，中～中上塑性，该层在所勘察钻孔中，，呈自北向南逐次渐深趋势，层位稳定，土质坚硬，土质不均匀，上部及下部多混有大量砂粒，偶见粉细砂夹层，平均标贯击数 N=。

第四层，粗砾砂层

该层在勘察区域内一定深度下广泛存在，层位稳定。

④粗砾砂层

黄褐色，密实状，该层在所勘察钻孔中，，层位稳定，土质不均匀，其中多含角砾，小块碎石等物，平均标贯击数 N=。

结论与建议

1、勘察结果表明，～，起伏变化较大，大体上呈由西南向东北倾斜的趋势，近岸区基岩埋藏较浅，上部覆盖层较薄，～；而远岸区基岩埋藏较深，覆盖层较厚，～，因此码头结构型式的设计，近岸区可采用重力式结构，而远岸区可采用桩基结构，建议码头布置在近岸区强风化岩面等高线-24 米以上，采用重力式结构，以强风化岩为持力层。

2、对于护岸和防波堤的设计，①淤泥质粉质粘土，呈流塑～软塑状，为软弱土层，工程地质性质差，不宜作基础持力层。②1 粘土和②2 粉质粘土及③2 粉质粘土，呈可塑状～硬塑状，属于中等压缩性土，强度较高，工程地质性质较好，可考虑作为基础持力层。

3、上述地质勘察是为可行性研究阶段工作而进行的，钻孔距离较大，特别是垂直岸向风化岩标高出露差异甚大，在下阶段勘察中，应进一步加密钻孔，摸清岩土层分布规律，尤其在码头位置应布置足够的控制性钻孔，并结合物探方法查明基岩中是否有岩溶发育。

地震

本区地震烈度为 6 级

第 3 章 运量与船型

营运资料

, %,

设计船型

设计船型为 10 万吨级集装箱船

总长 L: 346m 型宽 B:

型深: 载箱量: 7000TEU

第 4 章 总平面布置

总平面布置的原则

1 港口应按货种、吞吐量、装卸特点、泊位分工及客运量等因素因地制宜合理的划分作业区。对于危险品及污染性较大的货物,宜单独分区。

2 作业区布置时,应考虑风向及水流流向的影响。污染性货物的码头或作业区应布置在主导风向的下风侧。危险品码头或作业区应布置在港口的下游,并与其他码头或作业区保持一定的安全距离。

3 顺岸式码头的前沿线水流方向及地形等高线布置,并应考虑扩建时经济合理地连成顺直岸线的可能。码头前应有可供船舶运转或回旋的水域。同时应考虑码头建成后对水流的改变、河床冲淤变化以及岸坡稳定等影响。

4 布置陆域时,要节约用地,不占或少占良田,少拆迁。陆域前方应布置生产性建、构筑物及必要的生产辅助建筑物。其后布置生产辅助建筑物,所需房屋应尽可能的合并组合。生活区的布置应符合城镇规划的要求并宜接近作业区。

5 作业区内部,应根据装卸工艺流程和所需的码头、库场、铁路、道路及其他建、构筑物的数量与布置上的要求,按照以近期为主、并考虑到发展的可能性合理布置。

6 作业区中建、构筑物的布置应力求紧凑，但其相互间的距离必须符合现行的《建筑设计防火规范》及其他有关的专业规范的要求。

集装箱码头泊位数确定

泊位数是指一个港口可同时停靠码头进行装卸作业的船舶数量，港口其他设施的规模一般均与码头数量配套或互相协调。

集装箱码头的泊位年通过能力可根据如下公式计算：

$$P_t = \frac{T_y A_p}{\frac{Q}{Pt_g} + \frac{t_f}{t_d}} Q ;$$

(4—4)

$$P = np_1 K_1 K_2 (1 - K_3) 。$$

(4—5)

式中： P_t —集装箱码头泊位年通过能力（TEU）；

T_y —泊位年营运天数，由于风（4天）、降水（25天）、雾日（10天）等因素的影响，取年营运天数为326天；

A_p —泊位有效利用率，—，泊位数少可取低值，泊位数多的可取高值，；

P —设计船时效率（TEU/h）；

Q —集装箱单船装卸箱量（TEU），按本港历年统计资料确定，若无资料时，按规范取7000 TEU；

t_g —昼夜装卸作业时间（h），取22—24h，泊位小，航线少时，可适当减少，但不应小于22h，本设计取22h；

t_f —船舶的装卸辅助作业及船舶靠离泊时间之和（h），可取3—5h，本设计取4h；

t_d —昼夜小时数；取24h；

p_1 —岸边集装箱装卸桥台时效率(自然箱/h),按规范可取 30 TEU/h;

n —岸边集装箱装卸桥配备台数,按规范可取 3 台;

K_1 —集装箱标准箱折算系数,一,;

K_2 —岸边集装箱装卸桥同时作业率(%),;

K_3 —装卸船作业倒箱率(%)。

由以上数据得,

$$P = np_1K_1K_2(1 - K_3)$$
$$= 3 \times 30 \times \times \times () = \text{TEU/h}$$

$$P_t = \frac{T_y A_p}{\frac{Q}{Pt_g} + \frac{t_f}{t_d}} Q$$

= (万 TEU);

$$S = \text{码头年通过能力} \div \text{一个泊位年通过能力} = \div =$$

需要两个泊位

1、码头前沿设计水深

码头前沿设计水深是指在设计低水位以下的保证设计船型在满载吃水情况下安全停靠的水深。

计 算 公 式 : $D = T + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4$

(4—6)

式中: D —码头前沿设计水深 (m),

T —设计船型满载吃水,本设计的最大的满载吃水 $T =$;

Z_1 —龙骨下最小富裕深度(m),本港海底底质含砂或含粘土的沙较多,

Z_1 ;

Z_2 —波浪富裕深度 (m), $Z_2 =$ m, 计算方法见后面;

Z_3 —船舶因配载不均匀而增加的船尾吃水值 (m), ;

Z_4 —备淤富裕深度 (m), 根据回淤强度、维护挖泥间隔期及挖泥设备的性能确定, , ;

由以上数据得

$$D = \dots = (\text{m})$$

根据公式:

$$Z_2 = K (H_{4\%}) - Z_1 \quad (4-7)$$

式中: K —系数, ,。本设计考虑顺浪。

$H_{4\%}$ —码头前允许停泊的波高 (m)。

由所给资料 NW 的波向, $H_{4\%} =$

故 $Z_2 = \dots = (\text{m})$

2、航道水深

包括通航水深和设计水深。

$$\text{计算公式: } D_0 = T + Z_0 + Z_1 + Z_2 + Z_3 \quad (4-8)$$

$$D = D_0 + Z_4 \quad (4-9)$$

式中: D_0 —航道通航水深 (m);

D —航道设计水深 (m);

Z_0 —船舶航行时船体下沉水深 (m), 集装箱的船舶航行速度较快, 一般在 22~25 KN, 本次设计取 $Z_0 =$;

Z_1 —航行时龙骨下最小富裕水深, ;

Z_2 —波浪富裕深度 (m), 由规范可查 $\frac{Z_2}{H_{4\%}} = 0.44$, 得 $Z_2 =$ m;

Z_3 —船舶装载纵倾富裕深度 (m), 件杂货和集装箱可不计, , 所以取 0。

Z_4 —备淤富裕深度 (m), 应根据两次挖泥间隔的淤积量确定, ,。

由以上数据得,

$$D_0 = \dots + 0 + \dots =$$

$$D = \dots + \dots = \dots \text{ m}$$

3、航道有效宽度

航道的有效宽度由航道迹带宽度、船舶之间富裕宽度和船舶与航道底边之间的富裕宽度组成。本设计采用双向航道。

$$W = 2A + B + 2C \quad (4-10)$$

$$A = n(L \sin r + B) \quad (4-11)$$

式中： W —航道的有效宽度 (m)；

A —航迹带宽度 (m)；

n —船舶漂移倍数；

r —风、流压缩角 ($^\circ$)；

b —船舶与航道底边间的富裕宽度 (m)；

B —设计船宽。

本设计的资料不足，所以采用典型的航道有效宽度。

$$W = 8B = 8 \times \dots =$$

4、港池宽度

港池宽度根据船舶安全进出港池，靠离码头作业要求，岸域的合理利用和疏浚土方量等因素综合比较确定。本设计是多泊位连续，布置和顺岸码头。但对有水上过驳作业的港池，要按过驳作业要求相应加宽，本码头为集装箱码头，，即：

$$B = \dots \times 346 = 519 \text{ (m)}$$

港池设计水深与航道设计水深一样，。

5、锚地

港口锚地按位置可划分为港外锚地和港内锚地。

港外供船舶候潮、待泊、联检及避风使用，有时进行水上装卸作业。港外锚池宜采取锚泊。

港内锚地供船舶待泊或水上装卸作业使用，宜采用锚泊或设置系船浮筒、系船簇桩等设施。

锚地位置应选在靠近港口，天然水深适应、海底平坦、锚地抓力好、水域开阔，风、浪和水流较小，便于船舶进出航道，并远离礁石、浅滩以及具有良好定位条件的水域。

(1) 港外的锚地不应小于 2—3 倍设计船长；港内锚地采用单锚或单浮筒系泊时，不应小于 1 倍设计船长，采用双浮筒系泊时不应小于 2 倍设计船宽：

$$\times 346\text{m}=865\text{m}$$

(2)。港内锚地水深应与码头前沿设计水深相同。

(3) 港内锚地为减小对港内船舶航行，靠离码头的的影响，采用双浮筒系泊。

双浮筒系泊水域尺度可按下式计算：

$$\text{长度: } S = L + 2(r + l) \quad (4-12)$$

$$\text{宽 度 : } a = 4B$$

(4-13)

式中： B —设计船宽，

L —设计船长；

l —系缆的水平投影长度 (m)， $DWT \leq 10000t$ ，取 20m；

$10000t \leq DWT \leq 30000t$ ，取 25m； $DWT \geq 30000t$ 可适当增大，本设计 l 取 30m。

r —由潮差引起的浮筒水平偏位 (m)，每米潮差可按 1m 计算， $r = 1\text{m}$

$$r = 1 \times 1 =$$

$$s = 346 + 2(30 + 1) =$$

6、船舶回旋水域

船舶回旋水域应设置在进出港口或方便船舶靠离码头的地点。其尺度应考虑当地风、浪、水流等条件和港作拖船配备、定位标志等因素。回旋水域的设计水深可取航道设计水深。本设计港口使用范围烟台港西港区位于烟台套子湾西侧，距烟台芝罘岛约 30km，归为有掩护的水域，港作拖船条件较好，可借岸标定位，所以，即：

$$2 \times 346\text{m}=692\text{m}$$

7、船舶制动水域

船舶制动水域宜设在进港方向的直线上，当布置有困难时，可设在半径不小于 3—4 倍设计船长的曲线上。船舶制动距离可取 3—4 倍设计船长。当进港条件较差时，对 50000t 以上的重载船舶，其制动距离可适当加大，但不宜超过 5 倍设计船长。本设计取了 4 倍的设计船长，即：

$$4 \times 346\text{m} = 1384\text{m}$$

8、码头前停泊水域

码头前停泊水域为码头前 2 倍设计船宽 B 的水域范围。对回淤严重的港口，根据维护挖泥的需要，此宽度可适当增加。

$$2 \times B = 2 \times =$$

1. 码头尺度及高程设计

(1) 码头线长度

码头泊位长度应满足船舶安全靠离作业和系缆的要求。当在同一码头线上连续布置泊位时，其码头总长度宜根据到港船型尺度的概率分布模拟确定，也可按下式确定：

端部泊位：

$$L_b = L + \quad (4-14)$$

$$\text{中间泊位： } L_b = L + d \quad (4-15)$$

式中： L_b —码头泊位长度 (m)；

L—设计船长 (m)；

d—富裕长度 (m)，相应的设计船长采用下表相应的富裕长度。

表 4—3 富裕长度

L (m)	<40	41~85	86~150	151~200	201~230	>230	
d (m)	5	8~10	12~15	18~20	22~25	30	

10 万吨级集装箱泊位

$$L_b = 346 + \times 30 = 391\text{m};$$

因为有两个集装箱泊位，故码头线总长度： $L_b = 391 \times 2 = 782\text{m}$ 。

(2) 码头前沿高程

港口码头前沿高程与港口营运要求、当地水文和地形等因素有关。营运要求在大潮时不被淹没，便于作业，码头前后方衔接方便。烟台港是有掩护港口内的码头，码头前沿高程，规范规定按以下两种标准中的高值选取。

基本标准值：设计高水位+超高值（~）

+；

复核标准值：校核高水位+超高值（0~）

+；

故取码头前沿高程为+。

（3）码头前沿水底高程：

设计低水位 - 码头前沿设计水深

==

2. 集装箱堆场面积

a 集装箱码头堆场所需的容量及地面箱位数可按下式计算：

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

（4—19）

$$N_s = \frac{E_y}{N_1 A_s}$$

（4—20）

式中： E_y —集装箱堆场容量（TEU）；

Q_h —集装箱码头年运量（TEU）；

t_{dc} —到港集装箱平均堆存天数（天）；

K_{BK} —堆场集装箱不平衡系数，—；

T_{yk} —集装箱堆场年工作天数（天），取 350—365 天；

N_s —集装箱码头堆场所需地面箱位数（TEU）；

N_1 —堆场设备堆箱层数；

A_s —堆场容量利用率（%）。

由已知资料及查表可得：

$Q_h =$; 其中有 40 万 TEU 出口,, 堆场作业设备拟定为轮胎式集装箱龙门起重机。

① 出口贸易:

$$Q_h = 40 \text{ 万 TEU}; \quad N_1 = 5; \quad A_s = 65\%;$$

$$t_{dc} = 4 \text{ 天}; \quad K_{BK} = ; \quad T_{yk} = 360 \text{ 天}。$$

由上数据可得,

$$E_y = 5333 \text{ TEU} \quad N_s = 1641 \text{ TEU}$$

② 进口贸易,

$$Q_h = ; \quad N_1 = 5; \quad A_s = 65\%;$$

$$t_{dc} = 5 \text{ 天}; \quad K_{BK} = ; \quad T_{yk} = 360 \text{ 天}。$$

由上数据可得,

$$E_y = 6367 \text{ TEU} \quad N_s = 1959 \text{ TEU}$$

由①②可得:

$$N_s = 3600 \text{ TEU}$$

因为一个标准箱 (TEU) $\sim m^2$, 取一个标准箱的面积为 $25 m^2$:

所以集装箱堆场面积 $A = 3600 \times 25 = 90000 m^2$

b 集装箱码头拆装箱库所需容量可按下式计算:

$$E_w = \frac{Q_h K_c q_t K_{BW}}{T_{yk}} t_{dc}$$

(4—21)

式中: E_w —拆装箱库所需容量 (t);

Q_h —集装箱码头年运量 (TEU);

K_c —拆装箱库货物不平衡系数, 按本港统计资料确定, 若无资料可取

5—10t/TEU, 本设计取 10%;

K_{BW} —拆装箱库货物不平衡系数, —, ;

t_{dc} —货物在库平均堆存期 (d), 可取 3—5d 本设计取 4 天;

T_{yk} —拆装箱库年工作天数 (d), 取 350—365d 本设计取 360 天。

由资料可得: 1TEU 约等于 10 吨, 10 万吨=1 万 TEU; 每个集装箱拆装箱所需面积为 40 m²,

$$E_w = 7646t;$$

故 $N_s = 76462/10 =$, 取 $N_s = 765$ 个;

集装箱拆装箱库面积: $A = 765 \times 40 = 30600m^2$

c 集装箱码头大门所需车道数可按下式进行计算:

$$N = \frac{Q_h(1-K_b)K_{BV}}{T_{yk}T_dP_dq_c}$$

(4—21)

式中: N —集装箱码头大门所需车道数;

K_b —水运、铁路中转及港内拆装箱的集装箱之和占码头年运量的百分比 (%), 本设计取 40%;

K_{BV} —集装箱车辆到港不平衡系数, 1—3 之间取, 本设计取 2;

T_{yk} —堆场年工作天数, 取 350—360d, 本设计取 360 天;

T_d —大门日工作时间 (h), 取 12—24h, 本设计取 20h;

P_d —单车道小时通过的车辆数 (辆/h), 取 20—40 辆/h, 本设计取 35;

q_c —车辆平均载箱量 (TEU/辆), 1—2 TEU/辆。

$N =$, 取 $N = 3$

故集装箱码头大门所需车道数为 3 个。

陆域布置方案

1. 泊位布置

泊位的布置应根据货物的种类、装卸工艺等因素进行考虑，相同货种的泊位相邻布置。由于水泥、化肥具有一定的粉尘，对粮食有污染性，故水泥、化肥泊位应布置在粮食泊位的下风向，且中间至少应布置一个其他货种的泊位。此外考虑到集装箱码头的发展的需要，应留有发展空间，而且由集装箱泊位的前方作业地带与其他货种的前方作业地带较大的差异，为了尽量减少相邻泊位之间的影响、干扰，故宜把集装箱泊位布置在码头的另一端部。本码头只设计了集装箱泊位，故布置较为简便。

2. 集装箱堆场的布置

集装箱堆场的摆放方向与码头岸线走向平行。当集装箱堆场的装卸机械选为轮胎式集装箱龙门起重机，集装箱堆场的长度与根据泊位的长度取为391m。故集装箱堆场的尺寸： $(\times 391) \text{ m}^2$ 。轮胎式集装箱起重机跨下的拖挂车通道布置在一侧，相邻集装箱堆场轮胎式集装箱起重机行走路线中心线之间的间距取为4m。

3. 辅助生产和辅助生活建筑物布置

港区辅助生产建筑物，可根据生产需要设置综合办公室、侯工室、小型流动机械库、材料供应站、修建队、码头水手间、加油站、地磅站、消防站、派出所、门卫、厕所等。

具体尺寸及布置情况详见附录：烟台港平面布置图：

第5章 装卸工艺

港口装卸工艺就是设计和选择货物在中转时，最适合、最理想的装卸作业和存储的方法。它包括装卸作业线的装卸作业机械化系统，合理的工艺流程，装卸作业系统的工作组织的基本条件（操作人员、库场以及各种附属设施）的设备，以达到高效、优质、安全、经济地完成港口最根本的生产活动。

装卸工艺的设计原则及一般要求

设计原则

- 1 遵循和贯彻港口发展规划。工程设计时，根据发展规划的指导思想，遵从长远全面规划，搞好工程近期实施与远近结合；

2 贯彻执行国家职业安全卫生、环境保护等有关政策、法规。注意保护作业人员的劳动条件、人身安全，尽可能避免和减轻工程对环境的影响；

3 装卸工艺设计，应从全局出发。结合考虑港口及水、陆路运输，工艺流程简捷，作业环节协调，车船周转迅速；

4 装卸作业系统和机械选型符合国家有关技术政策，并在兼顾当前现代化建
设发展的基础上，结合工程需要，力求技术先进、实用；

5 装卸工艺系统的经济性，应既考虑其投资成本，又考虑营运成本。评价其
经济效益时，应兼顾港口自身和社会的全面效益。

一般要求

1 装卸系统各环节的能力应基本平衡，并以保证船舶装卸为主；
2 装卸机械的类型应在可能的条件下统一，规格简化，以便于维修管理；
3 装卸机械应尽量选用定型的标准产品，或技术成熟并通过鉴定的新产品；
4 优先选用技术可靠的国产装卸机械；
5 工艺流程设计应减少环节。各流程之间可灵活转换，以提高系统作业的
可靠度。

6 车、船直取作业，虽然传统观念认为它对港口来说是最经济的作业方式，
但实践证明，由于车、船、货的配合，某些条件下，直取作业难以发挥系统效率。
因此是否采取直取流程，应根据情况决定，而不要作为一种追求的作业方式。

7 凡条件具备的应按专业化码头设计，以提高装卸作业的水平。

8 装卸工艺设计，应对附属的配套设施统一考虑，留好接口。

集装箱装卸工艺以码头对集装箱船舶装卸方式来划分,基本上可分为“吊上吊下”和“滚上滚下”两种装卸船方式。“吊上吊下”装卸船工艺是指采用岸边集装箱起重机或其它形式的起重机械将集装箱吊装到船上或从船上吊卸到码头的装卸方式,这是目前绝大多数码头采用的一种装卸船方式。与“滚上滚下”船装卸方式,则是采用带轮的机械设备,诸如集装箱牵引车、叉车、拖带搬运等滚动方式对集装箱进行装船或卸船的一种方式。在本设计中选用集装箱“吊上吊下”装卸船工艺。具体集装箱装卸工艺流程如下所示:

- 1 集装箱船 ↔ 装卸桥 ↔ 牵挂车 ↔ 龙门吊 ↔ 堆场 ↔ 龙门吊 ↔ 牵挂车;
- 2 集装箱船 ↔ 装卸桥 ↔ 牵挂车;
- 3 集装箱船 ↔ 装卸桥 ↔ 驳船;
- 4 集装箱船 ↔ 装卸桥 ↔ 牵挂车 ↔ 拆装箱库 ↔ 牵挂车 (拆装箱库内作业采用集装箱箱内作业叉车)。

集装箱泊位机械数量及工人数的确定

选型及配备原则

(1) 装卸船机械选型时应根据船型和货种的特点进行选择,并且在机械的配备上应注意发挥船机的作用;

(2) 水平运输机械的选型,一般情况下运距在 100~150m 以内时,以选择叉车为宜,运距较远时,以采用牵引车为宜;

(3) 装卸机械选型应坚持节能的原则;

(4) 机械设备选型要求选用标准型机械,统一规格,以便于维修和备件储备。

各种装卸机械数量应根据货种、运量和台时效率分别按下式计算:

$$N = \sum \frac{Q_j}{8760 K_{jl} \cdot p_j};$$

(5-1)

式中: N—机械数量 (台);

Q_j —分货种的年起运吨 (t);

K_{jl} —机械利用率, 取 $K_{jl} =$;

p_j —分货种的机械台时效率。

1. 岸边集装箱装卸桥

装卸桥是集装箱码头装卸作业系统的关键和控制环节，装卸桥机械的选型重点应根据装卸工艺设计的要求，对岸边集装箱装卸桥的主要技术性能参数进行合理的选定，以充分保证完成码头的通过能力和满足所有到港船舶的装卸作业能力。根据以上要求选择的岸边集装箱装卸桥的机型及相应的参数如下表所示：

表 5-3-1 岸边集装箱装卸桥

机 型	起重量（吊架下）	轨距(m)	前伸臂长(m)	后伸臂长(m)	最大轮压(KN)	单机自重(t)	装卸效率(TEU/h)
上海振华 ZPMC		61			108	1160	35

装卸桥已拟定 10 台，每个泊位 5 台。根据公式得 $N = \frac{10 \times 10000}{8760 \div 35} = 39.6$ ，故取 6 台；采用三班制不间断作业，故所需司机人数： $7 \times 6 = 56$ （人）；

2. 集装箱牵引车

集装箱牵引车是用来拖动集装箱半挂车，一般具有较大的功率和行驶速度。所选择的岸边集装箱牵引车的机型及相应的参数如下表所示

表 5-3-2 装箱牵引车

机型	自重(kg)	拖带总重(kg)	车组总重(kg)	轴距(mm)	长(mm)	宽(mm)	高(mm)
三菱 FV315HRLA	7980	48000	55980	4250	6475	2490	3120

$N = \frac{10 \times 10000}{8760 \div 200} = 22.8$ （辆），取 9 辆牵引车；

采用三班制不间断作业，故所需司机人数： $3 \frac{1}{2} \times 9 = 32$ （人）；

3. 集装箱半挂车

集装箱半挂车即底盘车，本身没有动力不能自行，要靠集装箱牵引车拖带运行，它是集装箱码头的主要水平运输机械。所选择的岸边集装箱半挂车的机型及相应的参数如下表所示：

表 5-2-3 集装箱半挂车

机型	自重(kg)	拖载总重(kg)	轴距(mm)	长(mm)	宽(mm)	高(mm)	轮胎数
中广 JP40	6500	36200	7850	12210	2440	1550	8

4. 轮胎式集装箱龙门起重机

轮胎式集装箱起重机的主要功能进行集装箱拆码垛，装卸半挂车或装卸火车作业，因而在装卸船作业时必须有集装箱牵挂车配合做水平运输。轮胎式集装箱起重机具有一定的机动灵活性，适用于各类集装箱码头堆场进行装卸作业。所选择的轮胎式集装箱起重机的机型及相应的参数如下表所示：

表 5-2-4 轮胎式集装箱龙门起重机

机型	起重量 (t)	额定起重量 (t)	堆码层数	跨距 (m)	轮距 (m)	基距 (m)
上海振华	41	41	6			

$$N = 10 \times 10000 \div 8760 \div 150 = (\text{辆}), \text{取 } 12 \text{ 辆轮胎式集装箱龙门起}$$

重机；

采用三班制不间断作业，故所需司机人数： $7 \times 12 = 84$ (人)；

考虑到出勤率的影响，司机人数增加 8%，故司机总人数：

$$N = 108\% \times (32 + 84 + 56) = 186 \text{ (人)}；$$

装卸工人数

装卸工人数 N_z 应根据设计的作业线数、班次及每条作业线的配工数，按下式计算：

$$N_z = \frac{n_z \cdot n_b \cdot n_r}{(1 - K_{zl}) \cdot K_{zz}}；$$

(5-2)

式中： n_z —作业线数， $n_z = 10$ (条)；

n_b —昼夜作业班次数， $n_b = 3$ (班)；

n_r —每条作业线的配工数， $n_r = 8$ (人)；

K_{zl} —装卸工人轮休率， $K_{zl} = \frac{2}{7}$ ；

K_{zz} —装卸工人出勤率，一般取 90%~95%，本设计取 $K_{zz} = 90\%$ 。

所以 $N_z =$ (人)；

取装卸工人数 $N_z = 374$ (人)；

装卸工人总数包括装卸工人数和辅助工人数。辅助工人数一般装卸工人数的 5%~10% 计算。则辅助工人数： $374 \times 5\% =$ （人）；

取辅助工人数为 19 人；

则集装箱泊位的司机人数及装卸工人数总数为 594 人；

第 6 章 结构方案设计

设计依据

本设计为十万吨级集装箱码头，有 2 个泊位。码头前沿线总长 782 米，。

6-2-1 特征船型资料表

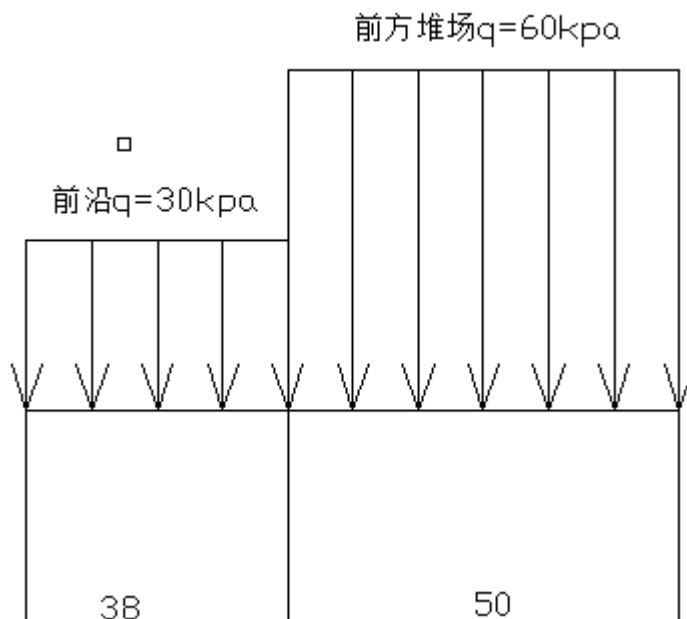
吨级（吨）	长（m）	宽（m）	型深（m）	满载吃水（m）
10000	346			

荷载计算

作用在港口工程结构上的堆货荷载标准值应根据堆存货种及装卸工艺确定的堆综存情况，结合结构型式，地基条件和不同计算项目，并考虑今后港口发展等进行合分析后拟定。堆存荷载标准值 q_1 和 q_2 的分布范围 L_1 和 L_2 按《港口工程荷载规范》中相关规定采用（ L_1 和 L_2 分别为前沿地带宽度和前方堆场宽度）， L_1 和 L_2 按可能出现的最小值采用。对于前沿地带宽度 L_1 ，根据装卸工艺确定，有门机时取值范围按实际确定，，故为 38m。前方堆场 L_2 是港口利用率最高的堆场，其取值对于有门机来说，从 L_1 末端到门机所能堆到的位置，不宜小于 45m，本设计取 50m。前沿地带一般不堆货，通常作为装卸作业的场地和运输机械的通道，只有少数情况下临时堆货。因此前沿堆货荷载值 q_1 是根据结构上的需要并参照以往设计上采用的数值及建成后的使用情况确定。前方堆场堆货荷载 q_2 根据国内各港的实际情况而定，构件设计时不考虑通道和货垛坡角的影响， q_2 值

较大，码头整体时采用大面积的平均堆货荷载 q_2

，值较小。根据《港口工程荷载规范》，取多用途码头的前沿 q_1 和前方堆场 q_2 分别为30kpa和60kpa。后方堆场是指前方堆场以后的堆场，后方堆场堆货荷载通常位于港口水工建筑物边缘或以外，对码头结构影响很小，主要用于堆场地坪设计，后方堆场堆货荷载可按《港口工程荷载规范》，可取100Kpa。见图6-3-1。



6-2-1 堆货荷载图（单位米）

参照《港口工程荷载规范》。

对客运码头的人行栈桥、引桥、专用码头中的人行检修道和各类码头中可能作为人行通道的部位，均应该考虑人群荷载。

对于本码头，人群荷载相对较小，则不予考虑。

流动起重运输机械的种类比较多，流动起重运输机械主要有门座式和轮胎式。装卸搬运机械主要有叉车，牵引车，半挂车，流动起重运输机械是作用在码头上的主要竖向集中荷载，其荷载直接和机型有关。机械的采用直接和装卸工艺有关。计算荷载时要根据装卸工艺选定的机型确定。

① 牵引车荷载

牵引车拖带总重为48t，

轴距 4250mm, (前轴) + (后轴) = 55KN

② 轮胎式龙门吊

单机行走轮数 8 个，，，

满载轮压 250KN

③ 半挂车

集装箱半挂车荷载标准值应根据其载重量和自重按《港口工程荷载规范》；

集装箱半挂车自重 6500kg，轴距 7850mm，， ×。

④ 多用途门座机

，最大轮压 108t，单机重量 1160t

由《港口工程荷载规范》：

国产起重机荷载标准值为 $P=250\text{KN}$ ，支腿荷载计算图式如图 6-3-2

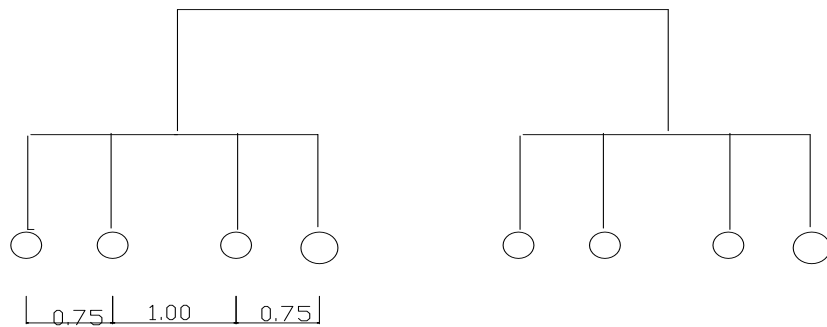


图 6-2-2 门机轮压示意图（单位米）

作用在固定式系船、靠船构件结构上的船舶荷载包括：(1)由风和水流产生的系缆力，系缆力分为纵、横系缆力两种；(2)由风和水流产生的挤靠力；(3)船舶靠岸时产生的撞击力；(4)系泊船舶在波浪作用下产生的撞击力。

1) 作用于船舶上的风荷载

1. 垂直于码头前沿线的横向分力

① 船舶受风面积

按《港口规划与布置》中 p87 表 5-10 的规定，船舶靠离码头作业允许风速 6-7 级，即为 14m/s，按《港口工程荷载规范》，本码头为集装箱码头，按货船进行计算：

$$\text{满载时： } \log A_{xw} = -0.036 + 0.742 \log DW$$

式中： DW ——船舶载重量 (t)，即为 70000t

$$\begin{aligned} \text{则 } \log A_{xw} &= -0.036 + 0.742 \log 70000 = 3.559 \\ A_{xw} &\approx 3622m^2 \end{aligned}$$

$$\text{半载或压载时： } \log A_{xw} = 0.283 + 0.727 \log DW$$

=

$$A_{xw} \approx 6382m^2$$

② 作用在船舶上的计算风压力，按《港口工程荷载规范》：

$$F_{xw} = 76.3 \times 10^{-5} A_{xw} V_x^2 \zeta$$

式中： F_{xw} ——为作用在船舶上的横向风压力 (kN)

A_{xw} ——为船体在水面以上横向受风面积 (m^2)

V_x ——为设计风速横向分量 (m/s)，为 14m/s。

ζ ——风压力不均折减系数，根据船长 $L=346m$ ，

， 则

$$\text{满载时： } F_{xw} = 76.3 \times 10^{-5} A_{xw} V_x^2 \zeta = 76.3 \times 10^{-5} \times 3622 \times 14^2 \times 0.60 = 325kN$$

半载或压载时：

$$F_{xw} = 76.3 \times 10^{-5} A_{xw} V_x^2 \zeta = 76.3 \times 10^{-5} \times 6382 \times 14^2 \times 0.60 = 573kN$$

2. 风压力平行于码头前沿线的纵向分力

① 船舶受风面积

$$\text{满载时： } \log A_{yw} = -0.107 + 0.621 \log DW = -0.107 + 0.621 \log 70000 = 2.90$$

$$A_{yw} \approx 794.3m^2$$

半载或压载时：

$$\log A_{yw} = 0.019 + 0.628 \log DW = 0.019 + 0.621 \log 70000 = 3.06$$

$$A_{yw} \approx 1148.1m^2$$

① 作用在船舶上的计算风压力，按《港口工程荷载规范》：

$$F_{yw} = 49.0 \times 10^{-5} A_{yw} V_y^2 \zeta$$

式中： F_{yw} ——作用在船舶上的纵向风压力 (kN)

A_{yw} ——船体在水面以上的纵向受风面积 (m^2)

V_y ——为设计风速纵向分量 (m/s)，为 14m/s。

ζ ——风压力不均折减系数 (取0.60)

$$\text{则 满载时: } F_{yw} = 49.0 \times 10^{-5} A_{yw} V_y^2 \zeta = 49.0 \times 10^{-5} \times 794.3 \times 14^2 \times 0.6 = 45.77kN$$

$$\text{半载或压载时: } F_{yw} = 49.0 \times 10^{-5} A_{yw} V_y^2 \zeta = 49.0 \times 10^{-5} \times 1148.1 \times 14^2 \times 0.6 = 66.16kN$$

2) 作用于船舶上的水动力

1. 水流对船舶的作用产生的水流力的船首横向分力和船尾横向分力

参照《港口工程荷载规范》

水流对船舶的作用产生的水流力的船首横向分力和船尾横向分力按下式计

算：

$$F_{xsc} = C_{xsc} \frac{\rho}{2} V^2 B'$$

$$F_{xmc} = C_{xmc} \frac{\rho}{2} V^2 B'$$

式中： F_{xsc} 、 F_{xmc} ——分别为水流对船舶船首横向和船尾横向分力 (kN)；

C_{xsc} 、 C_{xmc} ——分别为水流对船首横向和船尾横向分力系数，

由于相对水深 $d/D = 17.02/14.5 \approx 1.1$ ， $L/B = 7.59$ ；

$$C_{xsc} =, C_{xmc} =$$

ρ ——水的密度取 $\rho = t/m^3$ (海水)；

V ——水流速度取 $V = 0.25m/s$ ；

B' ——船舶吃水线以下的横向投影面积 (m^2)；

$$\log B' = 0.484 + 0.612 \log DW = 3.45, \text{ 则 } B' = 2818m^2$$

$$\text{则 } F_{xsc} = 0.14 \times \frac{1.025}{2} \times 0.25^2 \times 2291 = 12.64kN$$

$$F_{xmc} = 0.08 \times \frac{1.025}{2} \times 0.25^2 \times 2291 = 7.22kN$$

2. 水流对船舶的作用产生的水流纵向分力

参照《港口工程荷载规范》

水流对船舶的作用产生的水流纵向分力计算：

$$F_{yc} = C_{yc} \frac{\rho}{2} V^2 S$$

式中： F_{yc} ——水流对船舶作用产生的水流力纵向分力；

C_{yc} ——水流纵向分力系数；

ρ ——水流密度, (t/m^3)；

V ——水流速度, (m/s)；

S ——船舶吃水线以下的表面积(m^2)；

对于水流纵向分力系数 C_{yc} ： $C_{yc} = 0.046 \times Re^{-0.134} + b$

$$\text{其中 } Re = VL / \nu = \frac{0.25 \times 692}{1.0 \times 10^{-4}} = 1730000,$$

式中： Re ——水流对船舶作用的雷诺数；

b ——系数,；

L ——船舶吃水线长度, $346 \times 2 = 692 m$ ；

ν ——水的运动粘性系数,

取 $20^\circ C$ 水温, $\nu = 1.0 \times 10^{-4} m^2 / s$ ；

$$\text{则 } C_{yc} = 0.046 \times 1730000^{-0.134} + 0.004 \approx 0.0107$$

对于船舶吃水线以下的表面积 S ： $S = 1.7LT + C_b LB$

式中： L_B ——船长； T ——船舶吃水； B ——船宽；

C_b ——船方型系数,；

$$\text{则 } S = 1.7 \times 346 \times 14.5 + 0.825 \times 346 \times 45.6 = 18390 m^2$$

$$\text{则 } F_{yc} = 0.0107 \times \frac{1.025}{2} \times 0.25^2 \times 18390 = 6.3 kN$$

1) 系缆力

参照《港口工程荷载规范》

系缆力标准值 N 及其垂直于码头前沿的横向分力 N_x ，平行于码头前沿的纵向分力 N_y 和垂直于码头的竖向分力 N_z 可按下列公式计算：

$$N = \frac{k}{n} \left[\frac{\sum F_x}{\sin \alpha \cos \beta} + \frac{\sum F_y}{\cos \alpha \cos \beta} \right]$$

$$N_x = N \sin \alpha \cos \beta$$

$$N_y = N \cos \alpha \cos \beta$$

$$N_z = N \sin \beta$$

式中： N 、 N_x 、 N_y 、 N_z ——分别为系缆力标准值及其横向、纵向、竖向分力；

$\sum F_x$ 、 $\sum F_y$ ——分别为可能同时出现的风和水流对船舶作用产生的横向分力总和及纵向分力总和；

$$\sum F_x = F_{xw} + F_{xsc} + F_{xmc} =;$$

$$\sum F_y = F_{yw} + F_{yc} =$$

k ——系船柱受力分布不均匀系数，取实际受力的系船柱数目

$$n = 8,$$

n ——计算船舶同时受力的系船柱数；

α ——系船缆的水平投影与码头前沿线所成的夹角；

β ——系船缆与水平面之间的夹角；

船长=346m，受力系船柱数目 n 可取为8，

$$\text{系船柱间距 } a = 30m$$

因结构类型为海船码头，则查出系船缆夹角 $\alpha = 30^\circ$ ， $\beta = 15^\circ$

$$\text{则 } N = \frac{k}{n} \left[\frac{\sum F_x}{\sin \alpha \cos \beta} + \frac{\sum F_y}{\cos \alpha \cos \beta} \right] = \frac{1.3}{8} \times \left[\frac{592.86}{\frac{1}{2} \times 0.97} + \frac{72.46}{\frac{\sqrt{3}}{2} \times 0.97} \right] = 212.65kN$$

查《港口工程荷载规范》 N ，故取 $N = 1500kN$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/516031141102010203>