

5 环境现状调查与评价

5.1 海洋水文动力环境现状调查与评价

水文动力现状调查资料引用《秦皇岛市西浴场入海河口岸线整治与生态修复工程建设内容调整方案》（秦皇岛市海港区人民政府，秦皇岛金梦海湾上午旅游度假区管理委员会，2017年10月）中收集整理资料。

（1）测流站位

在工程附近海域布设了2个测流站位，2017年9月5日~7日进行全潮水文测验。站位坐标见表5.1-1，位置图见图5.1-1。

表 5.1-1 海流观测站坐标

站位	东经	北纬
L1	119.575547°	39.876869°
L2	119.60225°	39.854181°

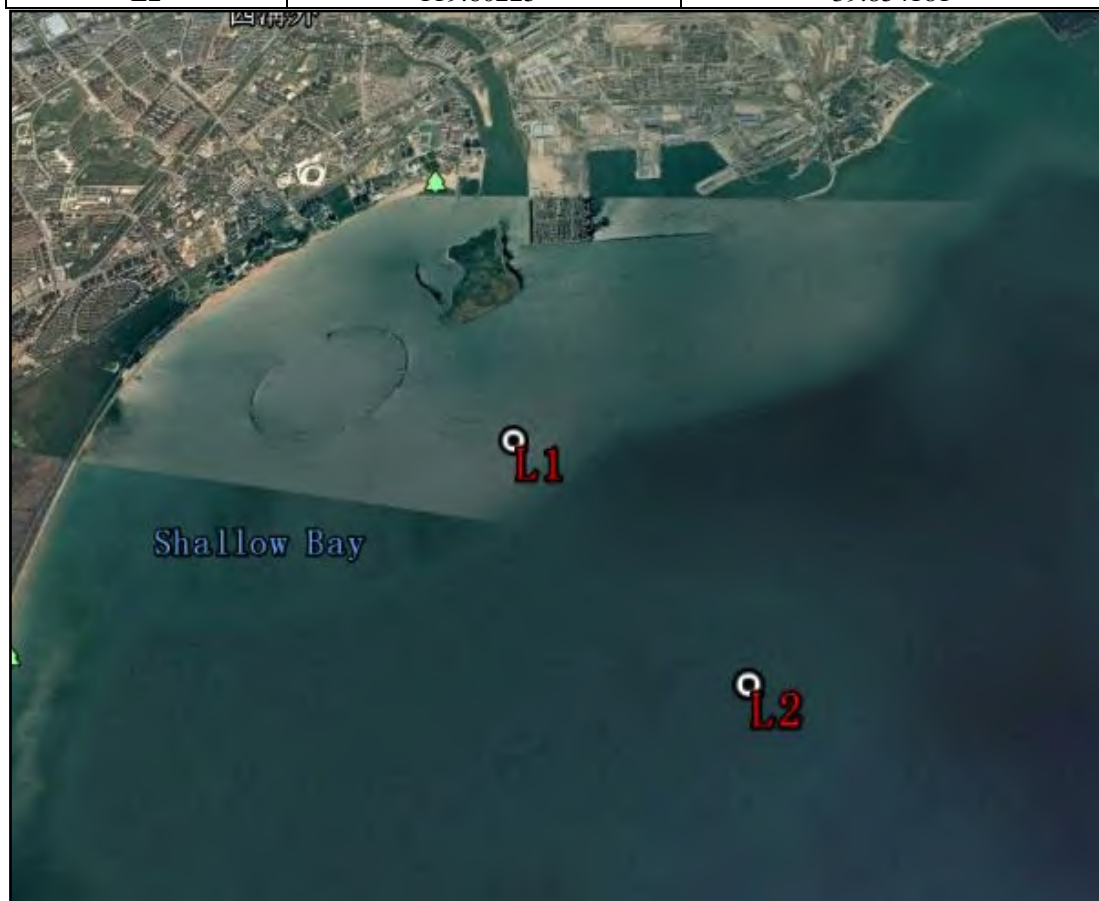


图 5.1-1 海流观测站位示意图

（2）海流分析

1) 流速和流向

L1 站表层流向规律性还行，但其他层的流向跟表层相差较大。流速上最大值出现在底层的多。L2 站流速流向规律性较好。

表 5.1-2 各站大潮期实测涨、落潮流平均、最大流速 V (cm/s) 及流向 (°)

站 位	项 目 层 次	最大流速流向				平均流速流向			
		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
L1	表层	18	200	35	56	9	249	19	80
	0.6H	58	348	49	64	16	279	22	75
	底层	44	180	40	91	12	263	19	56
	垂线平均	27	146	34	85	6	262	10	65
L2	表层	34	205	37	86	18	210	15	55
	0.6H	24	220	24	53	12	230	12	54
	底层	19	230	19	57	8	236	9	48
	垂线平均	20	237	25	80	12	221	13	54

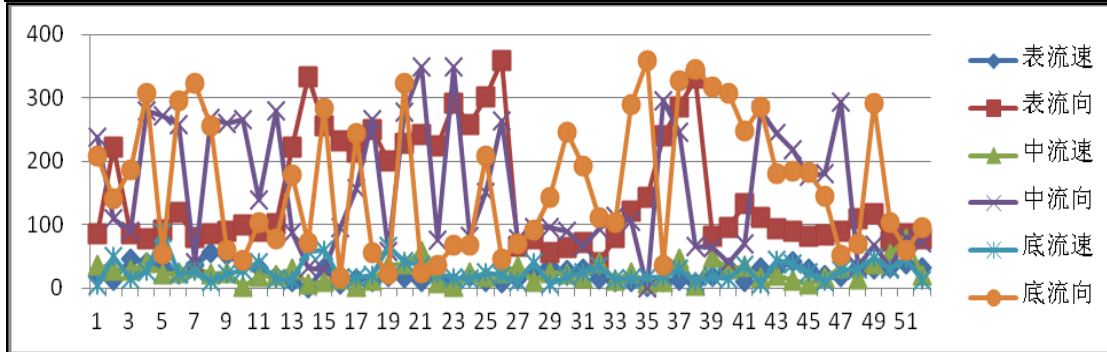


图 5.1-2 L1 站流速流向折线图

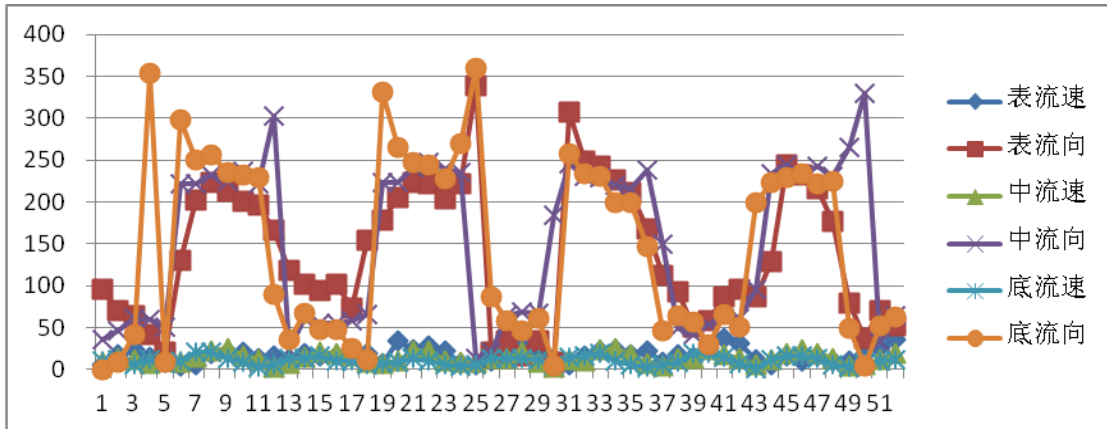


图 5.1-3 L2 站流速流向折线图

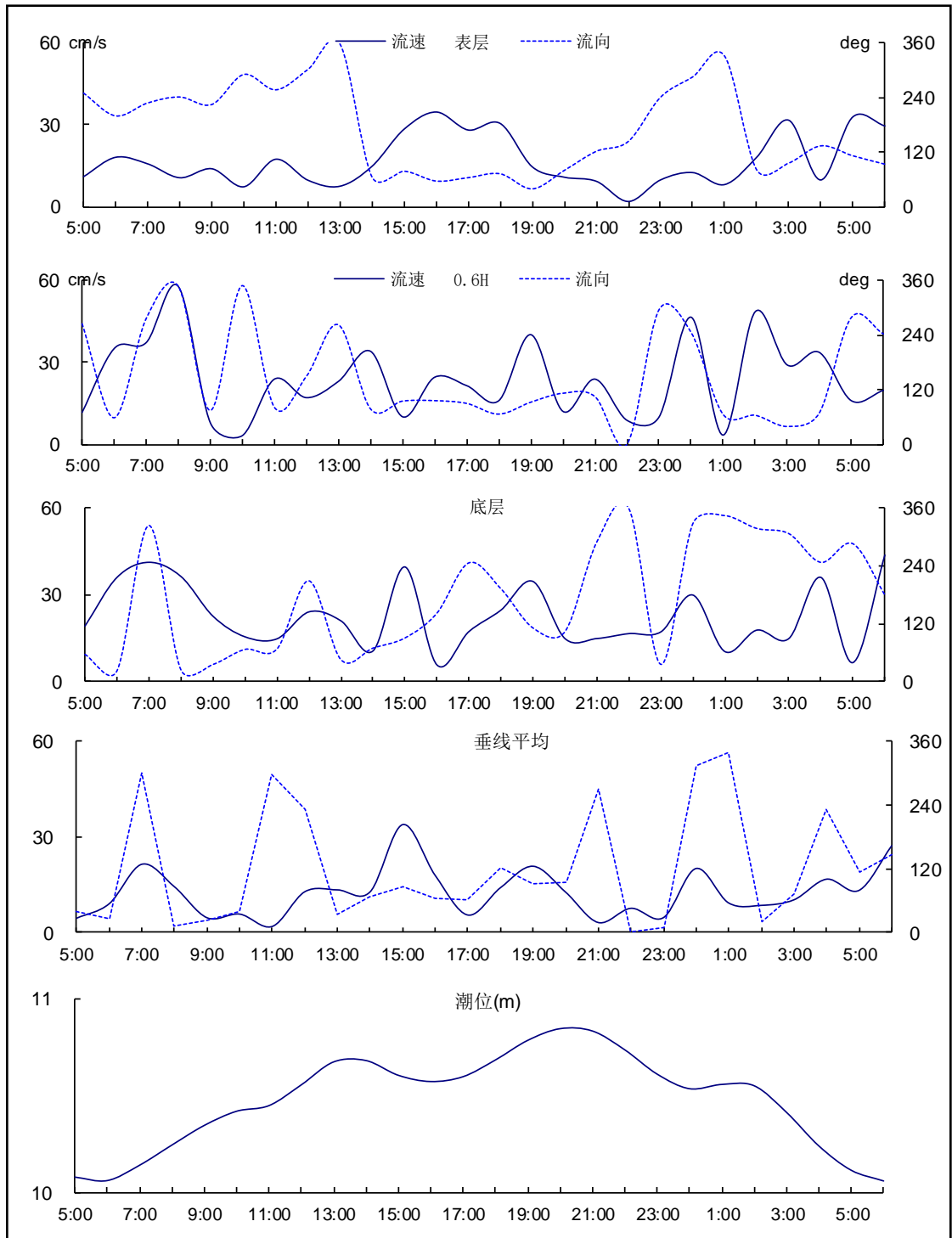


图 5.1-4 L1 站流速流向过程曲线图

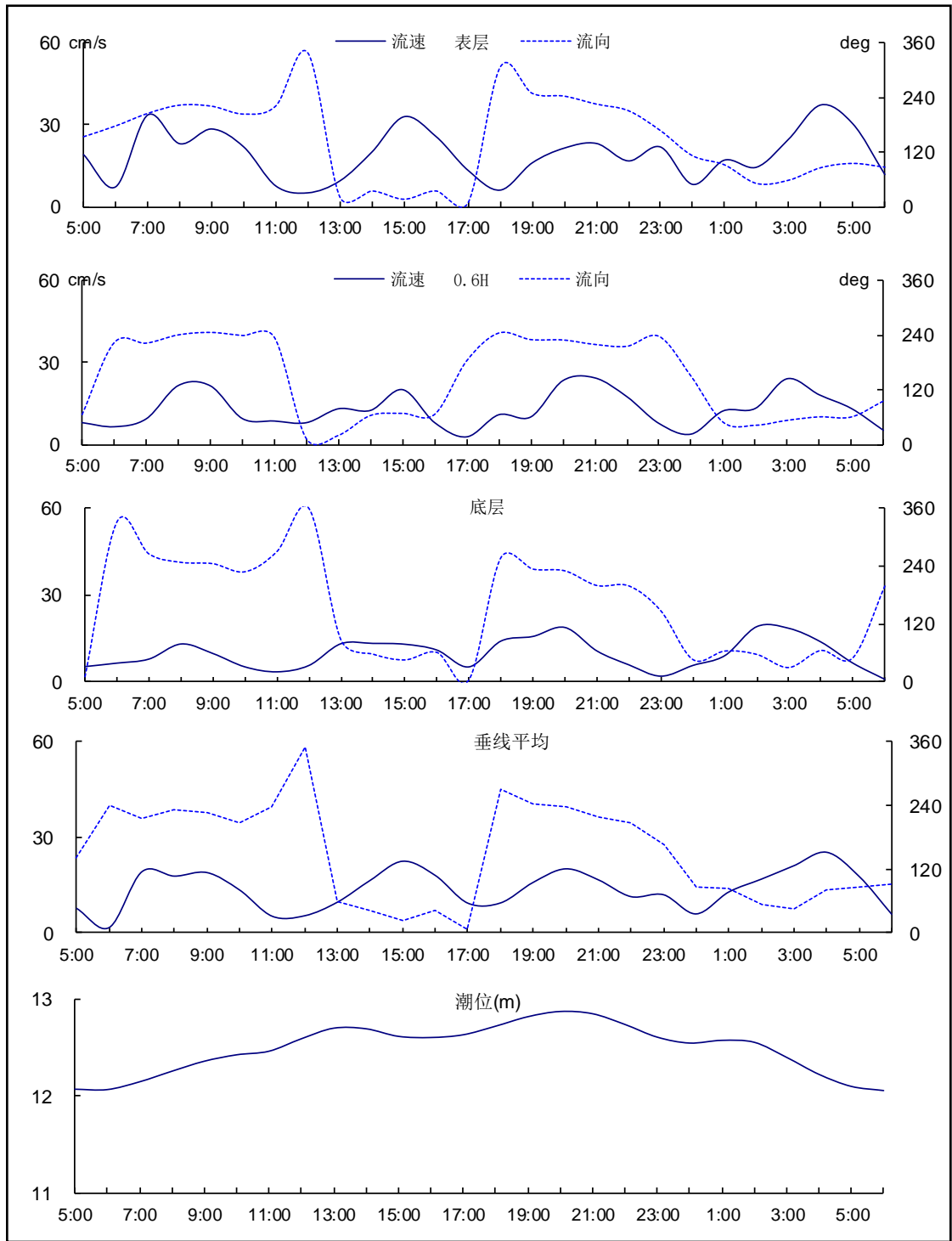


图 5.1-5 L2 站流速流向过程曲线图



图 5.1-6 垂线平均流速矢量图



图 5.1-7 表层流速矢量图

表 5.1-3 L1 测站潮流调和常数及椭圆要素

层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速	方向	时刻	最小速	旋转率
表层	O1	55.3	7.9	79.2	6.7	10.2	40	4.7	2.1	-0.21
	K1	104.3	9.6	128.2	8.2	12.4	40	7.6	2.6	-0.21
	M2	36.9	3.6	95.6	14.6	14.7	82.5	3.2	3	-0.2
	S2	123.9	1.5	182.6	6	6	262.5	0	1.2	-0.2
	M4	344.5	1.3	135.9	3.2	3.4	111.2	2.4	0.6	-0.18
	MS4	71.5	1.1	222.9	2.6	2.8	291.2	0.8	0.5	-0.18
0.6H	O1	251.2	7.2	59	8.1	10.8	131.7	4.6	1.1	-0.11
	K1	300.2	8.8	108	9.8	13.1	131.7	7.5	1.4	-0.11
	M2	151.3	2.5	82.5	7.3	7.3	82.3	2.9	2.3	0.31
	S2	238.3	1	169.5	3	3	82.3	5.7	0.9	0.31
	M4	88.6	5.7	98.8	7.3	9.2	52.1	1.6	0.8	-0.09
	MS4	175.6	4.7	185.8	6	7.5	232.1	0	0.7	-0.09
底层	O1	233.6	9.8	6.5	8.9	12.2	138.7	2.3	5.3	-0.43
	K1	282.6	11.9	55.5	10.9	14.8	138.7	5.4	6.4	-0.43
	M2	282	8.1	226.6	3.8	8.5	197.1	3.3	3	0.36
	S2	9	3.3	313.6	1.6	3.5	17.1	0.1	1.2	0.36
	M4	74.4	4.9	49.4	2.1	5.3	21.7	1.2	0.8	0.16
	MS4	161.4	4	136.4	1.7	4.3	21.7	2.7	0.7	0.16
垂线平均	O1	225.2	0.9	37.7	6.3	6.4	98	2.7	0.1	-0.02
	K1	274.2	1.1	86.7	7.7	7.7	98	5.8	0.1	-0.02
	M2	306.7	3.7	109.8	6.2	7.1	120.4	3.9	0.9	-0.13
	S2	33.7	1.5	196.8	2.5	2.9	300.4	0.7	0.4	-0.13
	M4	61.1	2.5	102.2	2	3	36.4	1.3	1.1	-0.36
	MS4	148.1	2.1	189.2	1.6	2.5	36.4	2.8	0.9	-0.36

表 5.1-4 L2 测站潮流调和常数及椭圆要素

层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速	方向	时刻	最小速	旋转率
表层	O1	42	9.4	213	5.3	10.8	330.9	2.9	0.7	-0.07
	K1	91	11.5	262	6.4	13.1	330.9	5.9	0.9	-0.07
	M2	52.4	15.3	53.8	16.1	22.2	46.5	1.8	0.3	-0.01
	S2	139.4	6.2	140.8	6.6	9.1	46.5	4.7	0.1	-0.01
	M4	68.5	1.7	213.4	4	4.3	289.7	0.7	0.9	-0.21
	MS4	155.5	1.4	300.4	3.3	3.5	289.7	2.1	0.7	-0.21
0.6H	O1	298.8	2.6	236.1	1.3	2.7	196.3	8	1.2	0.43
	K1	347.8	3.2	285.1	1.6	3.3	196.3	10.7	1.4	0.43
	M2	42.5	10.3	50.7	13.6	17	52.9	1.6	1.2	-0.07
	S2	129.5	4.2	137.7	5.6	7	52.9	4.5	0.5	-0.07
	M4	345.7	1.1	202.6	0.6	1.2	156.2	3	0.3	0.26
	MS4	72.7	0.9	289.6	0.5	1	336.2	1.3	0.2	0.26

底层	O1	267.1	2.6	233	1	2.7	198.1	6	0.5	0.19
	K1	316.1	3.2	282	1.2	3.3	198.1	8.8	0.6	0.19
	M2	45.7	7.4	31.5	10.2	12.5	54.3	1.3	1.5	0.12
	S2	132.7	3	118.5	4.2	5.1	54.3	4.1	0.6	0.12
	M4	214.2	0.4	137.5	1.5	1.5	86.4	2.4	0.4	0.25
	MS4	301.2	0.3	224.5	1.2	1.2	266.4	0.8	0.3	0.25
垂线 平均	O1	28.4	3.9	216.2	3.2	5	320.9	2.3	0.3	0.07
	K1	77.4	4.8	265.2	3.9	6.1	320.9	5.4	0.4	0.07
	M2	49.9	11.3	44.9	12.8	17.1	48.5	1.6	0.7	0.04
	S2	136.9	4.6	131.9	5.2	7	48.5	4.5	0.3	0.04
	M4	80.7	0.7	197.9	2.3	2.4	278.2	0.3	0.6	-0.25
	MS4	167.7	0.6	284.9	1.9	1.9	278.2	1.8	0.5	-0.25

2) 潮流性质

按《海港水文规范》潮流可分为规则的、不规则的半日潮流和规则的、不规则的全日潮流，其判别标准为：

$(W_{O1}+W_{K1})/WM_2 \leq 0.5$ 为规则半日潮流

$0.5 < (W_{O1}+W_{K1})/WM_2 \leq 2.0$ 为不规则半日潮流

$2.0 < (W_{O1}+W_{K1})/WM_2 \leq 4.0$ 为不规则全日潮流

$(W_{O1}+W_{K1})/WM_2 > 4.0$ 为规则全日潮流

$(W_{O1}+W_{K1})/WM_2$ 称为潮流类型系数。

通过潮流调和计算分析计算出各实测海流观测站的潮型系数列入表 5.1-5。

$$(W_{O1} + W_{K1})/W_{M2}$$

表 5.1-5 各站潮流类型判别数

站位号		L1	L2
$(W_{O1}+W_{K1})/WM_2$	表层	1.53	1.08
	0.6H	3.25	0.35
	底层	3.18	0.49

3) 潮流可能最大流速

潮流的可能最大流速 \tilde{V}_{max} 一般按下列公式计算：

规则半日潮流海区：

$$\tilde{V}_{max} = 1.295\tilde{W}_{M2} + 1.245\tilde{W}_{S2} + \tilde{W}_{K1} + \tilde{W}_{O1} + \tilde{W}_{M4} + \tilde{W}_{MS4}$$

上式中： \tilde{W}_{M2} 、 \tilde{W}_{S2} 、 \tilde{W}_{K1} 、 \tilde{W}_{O1} 、 \tilde{W}_{M4} 、 \tilde{W}_{MS4} 分别表示 M2、S2、O1、K1、M4、MS4 分潮流的最大流速。

按规则半日潮流海区的公式计算，计算结果列入表。

4) 潮流水质点可能最大运移距离

潮流水质点的可能最大运移距离 $\overset{\circ}{L}_{\max}$ 一般按下列公式计算：

规则半日潮流海区：

$$\overset{\circ}{L}_{\max} = 184.3\overset{\circ}{W}_{M_2} + 171.2\overset{\circ}{W}_{S_2} + 274.3\overset{\circ}{W}_{K_1} + 295.9\overset{\circ}{W}_{O_1} + 71.2\overset{\circ}{W}_{M_4} + 69.9\overset{\circ}{W}_{MS_4}$$

上式中： $\overset{\circ}{W}_{M_2}$ 、 $\overset{\circ}{W}_{S_2}$ 、 $\overset{\circ}{W}_{K_1}$ 、 $\overset{\circ}{W}_{O_1}$ 、 $\overset{\circ}{W}_{M_4}$ 、 $\overset{\circ}{W}_{MS_4}$ 分别表示 M2、S2、O1、K1、

M4、MS4 分潮流的最大流速。按规则半日潮流海区的公式计算，计算结果列入表 5.1-6 中。

表 5.1-6 各站可能最大流速和水质点可能最大运移距离

项目 站位号 层次		可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速(cm/s)	方向(°)	距离 (m)	方向(°)
L1	表层	50.0	68	9734.5	58
	0.6H	44.2	95	8590.3	114
	底层	44.7	167	9398.8	154
L2	表层	51.8	28	9688.8	8
	0.6H	36.3	44	5831.0	41
	底层	29.8	50	4817.5	43

按调和与分析得出观测期间各测站的余流情况见表 5.1-7。

表 5.1-7 各站各层余流流速流向

项目 站位 层次		大潮期	
		流速(cm/s)	方向(°)
L1	表层	6.7	87
	0.6H	8.8	57
	底层	5.6	25
L2	表层	3.5	139
	0.6H	1.1	208
	底层	1.4	25

5.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

5.2.1 含沙量与输砂

本章节根据国家海洋局第一海洋研究所 2004 年 8 月在该海域的调查结果、结合 2006~2018 年的遥感影像与河北省地矿局秦皇岛资源环境勘查院在本项目所在区域的现状测量结果进行分析与评价。

5.2.1.1 观测实验与资料处理

1、分析方法

在大、小潮期进行 16 个测站海流和泥沙准同步周日连续观测。其中，2004

年 8 月 15 日 14 时至 17 日 17 时为大潮期观测；2004 年 8 月 21 日 8 时至 23 日 12 时为小潮期。每次均进行 25 个小时的连续观测，每逢整点分表、中、底三层在测流同时各取样一次，每个站位每个潮期取 26 个水样。实验室内对所有水样均进行含沙量测试。

含沙量的测定采用抽滤法，滤膜孔径为 0.45 微米，万分之一克精度的电子天平称重，根据抽滤前后滤膜重量的变化及水量得出含沙量。根据结果悬浮泥沙含量过程曲线，分析了河北省海域海水含沙量的特征及其分布规律，并进行海水悬浮泥沙净运移趋势和波浪沿岸输沙计算分析。

2、垂线平均流速和垂线平均含沙量的计算

(一) 垂向平均流速计算

(1) 实测各层逐时流速的北(v)、东(u)分量：

$$u = |v| \sin \theta$$

$$v = |v| \cos \theta$$

(2) 各分量 u,v 的垂线平均流速：

$$\text{三层： } u = \frac{1}{10} (3 * u_{\text{表}} + 5 * u_{0.6} + 2 * u_{\text{底}})$$

$$v = \frac{1}{10} (3 * v_{\text{表}} + 5 * v_{0.6} + 2 * v_{\text{底}})$$

其中，权重的确定原则为：将测站水体按水深平均分为 10 小层，将各观测层与其相邻上下观测层之间的垂向距离平分，靠近观测层的小层份额归入本层权重。

(3) 垂线平均流速：

$$U = \sqrt{u^2 + v^2}, \quad \alpha = \arctg \frac{u}{v}$$

(二) 垂线平均含沙量计算

$$\text{三层： } \rho_m = \frac{3\rho_{\text{表}}v_{\text{表}} + 5\rho_{0.6}v_{0.6} + 2\rho_{\text{底}}v_{\text{底}}}{10U}$$

注：此公式平均流速值采用标量平均法得出。

5.2.1.2 悬浮泥沙含量及其分布规律

1、悬浮泥沙一般特征

河北海域 2004 年夏季观测期间含沙量极值在每升 0.6 毫克(大潮，HBL01 站

表层)至 169.2 毫克(小潮, HBL11 站底层)之间, 大潮期为每升 0.6 毫克~163.9 毫克之间, 小潮期为每升 0.9 毫克~169.2 毫克(表 5.2-1)。各站垂线平均含沙量, 大潮期为每升 5.9 毫克~88.4 毫克之间, 小潮期为每升 5.0 毫克~105.1 毫克, HBL11、HBL12、HBL15 站相对较高, 其它站含沙量较低, 且差别不大, 总体上各站大、小潮期含沙量的差别较小, 近岸含沙量小潮期高于大潮期, 远岸含沙量小潮期低于与大潮期(表 5.2-2、图 5.2-1)。

表 5.2-1 河北省海域含沙量(毫克/升)变化统计表

站位号	距岸远近	大潮期			小潮期		
		最大	最小	差值	最大	最小	差值
BL01	近岸	15.1	0.6	14.5	25.2	4.1	21.1
BL02	远岸	29.7	1.7	28	35.5	2.9	32.6
BL03	近岸	31.5	0.9	30.6	17.7	2.3	15.4
BL04	远岸	26	1.5	24.5	19.4	0.9	18.5
BL05	近岸	57.7	2.9	54.8	41.6	6.7	34.9
BL06	远岸	32.1	3.9	28.2	47.8	4.7	43.1
BL07	近岸	35.3	11.3	24	51.3	3.4	47.9
BL08	远岸	34	2.5	31.5	30.2	2.1	28.1
BL09	近岸	73.2	4.7	68.5	67.5	7	60.5
BL10	远岸	51.1	4.3	46.8	54.7	6.2	48.5
BL11	近岸	163.9	20.8	143.1	169.2	29.4	139.8
BL12	远岸	156.1	26.6	129.5	126.2	5.5	120.7
BL13	近岸	69.8	10	59.8	74.5	8.2	66.3
BL14	远岸	80.2	15.5	64.7	58.5	16.4	42.1
BL15	近岸	106.2	15.8	90.4	155.2	16.6	138.6
BL16	远岸	139.1	8.3	130.8	69.1	12.8	56.3
全部站位中		163.9	0.6	163.3	169.2	0.9	168.3

表 5.2-2 河北省海域各站垂线平均含沙量(毫克/升)变化表

站号 项目	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
大潮期	5.9	7.9	8.3	8.7	12.1	13.0	17.6	11.7	30.2	18.8	88.4	58.4	30.8	41.3	41.1	25.0
小潮期	8.9	7.8	7.1	5.0	16.9	10.8	25.4	11.2	28.0	14.4	105.	58.9	34.6	32.7	61.7	22.7
平均	7.4	7.85	7.7	6.85	14.5	11.9	21.5	11.45	29.1	16.6	96.8	58.6	32.7	37.0	51.4	21.9

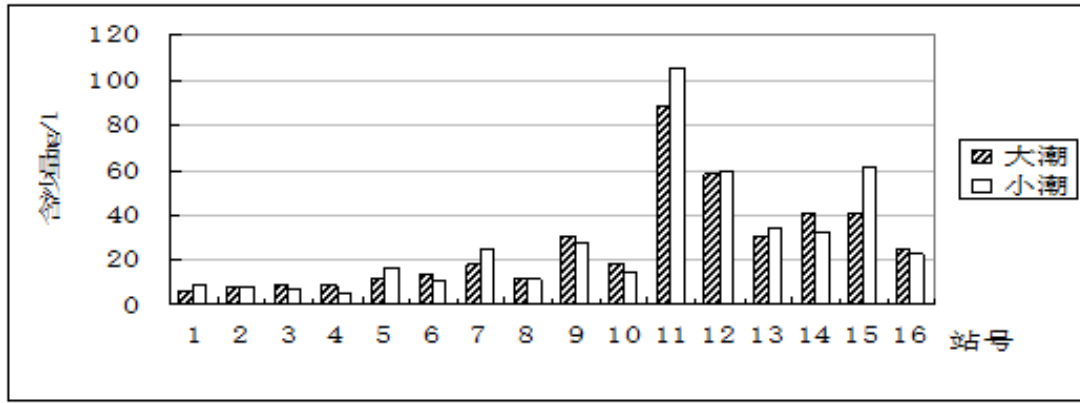


图 5.2-1 河北省海域各测站大小潮期垂线平均含沙量变化

2、悬浮泥沙垂线分布特征

除个别站、个别时刻外，河北省海域海水含沙量的垂线分布由表层向底层逐渐变大(图 5.2-2)，符合悬沙分布的一般规律，也与 1984 年海岸带资源调查的结果相同。大潮期各站表、中、底层的含沙量差别大于小潮期。

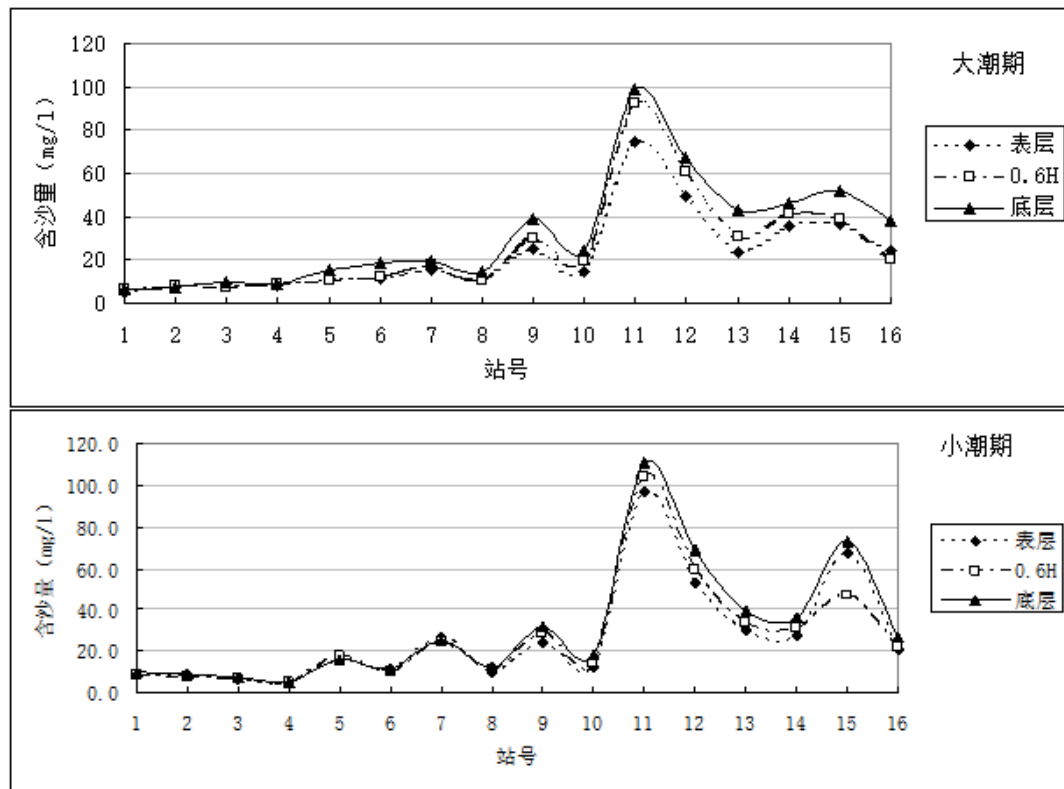


图 5.2-2 各站含沙量垂向分布特征

各站垂线平均含沙量在大、小潮期变化不大：大潮期为每升 5.9 毫克(HBL01 站)至 88.4 毫克(HBL11 站)，小潮期为每升 5.0 毫克(HBL04 站)至 105.1 毫克(HBL11 站)。在平面分布上，石臼坨以南海域各测站(HBL09 站~HBL16 站)含沙量的垂线变化幅度大于北部海域各站(HBL01 站~HBL08 站)，即砂质岸段海

域海水含沙量的垂线变化幅度较粉沙淤泥质岸段小。

从流速和含沙量过程线（图 5.2-3）可以看出，当流速增大时含沙量也增大，二者有较好的相关性；含沙量较流速有滞后，一般滞后 1~2 小时。

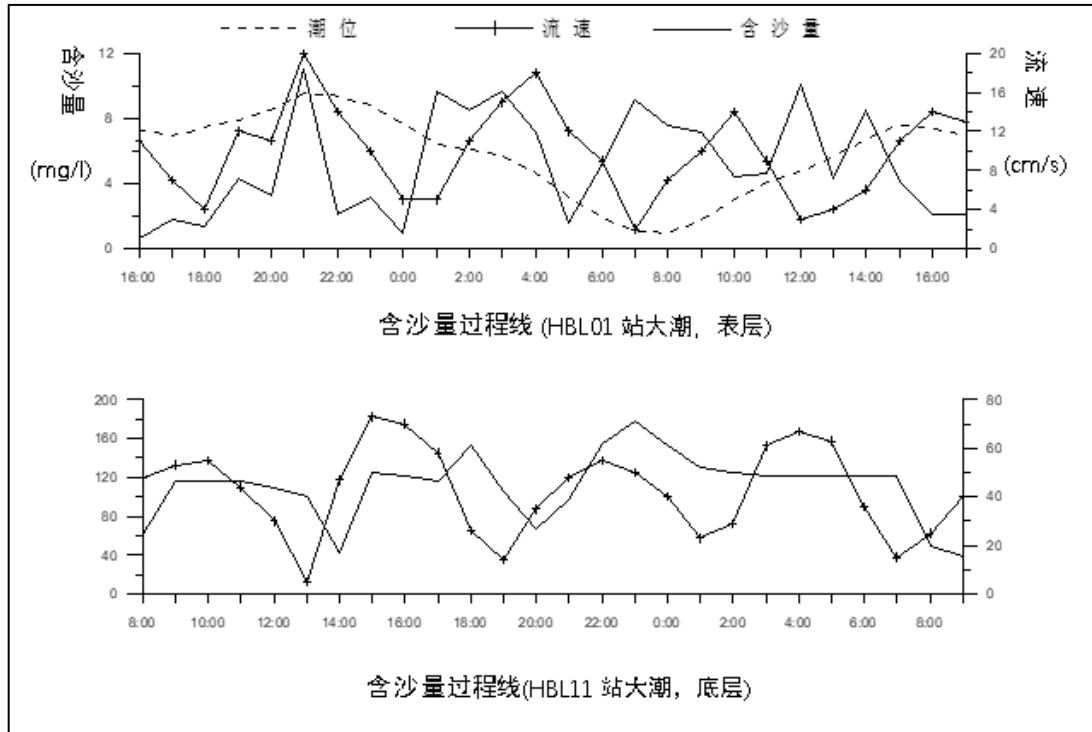


图 5.2-3 含沙量过程线

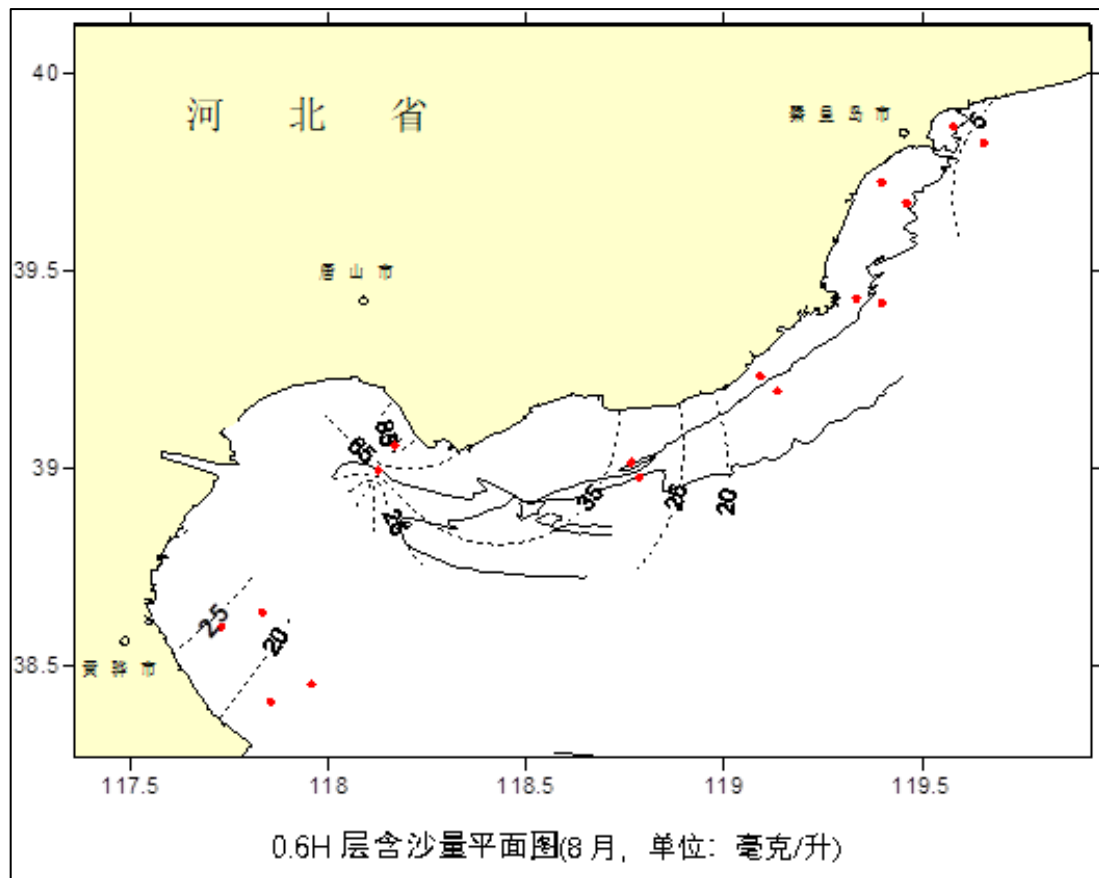
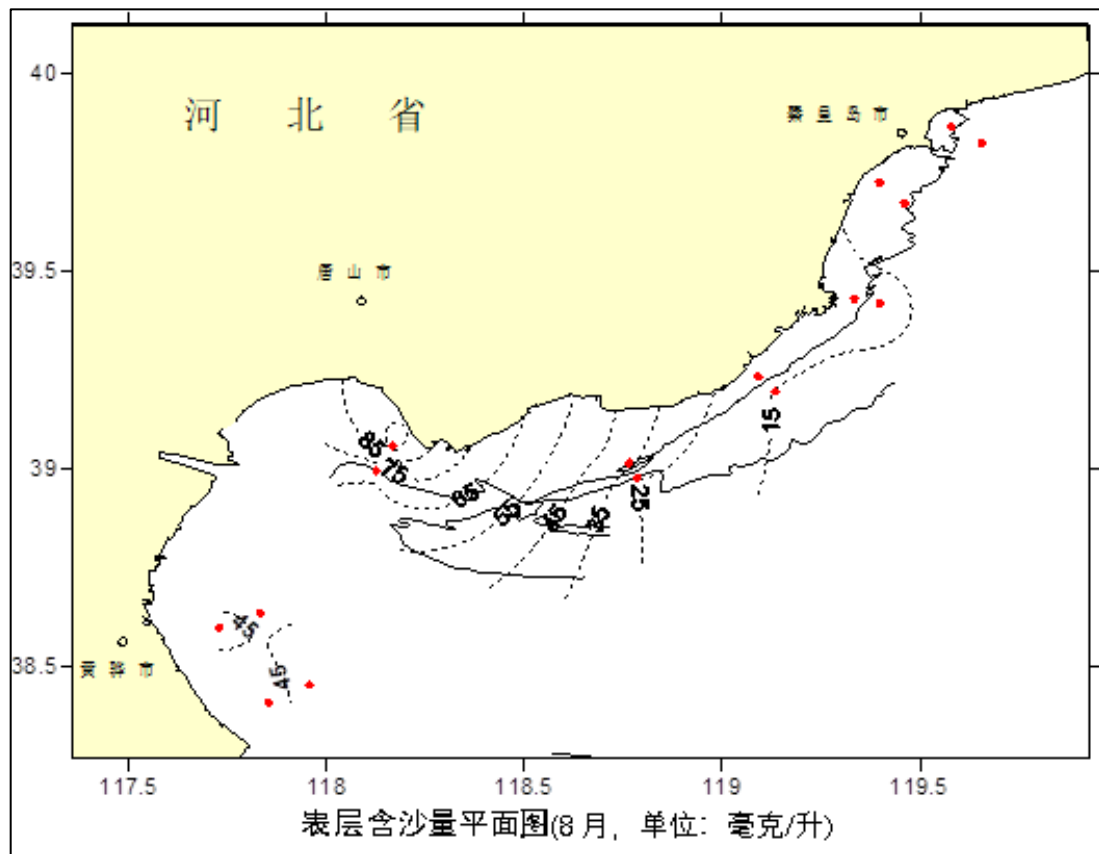
3、含沙量平面分布特征

河北省海域海水的含沙量总体上呈现中间高，两头底的态势，以唐山丰南至南堡海域为最高，唐山丰南至南堡的 HBL11 号站位含沙量小潮期为每升 169.2 毫克，大潮期为每升 163.9 毫克，垂线平均为每升 96.8 毫克，均为各站位最高；其次是沧州海域的 HBL13 至 HBL16 号站位和唐山中部海域 HBL7 号至 HBL10 号站位，垂线平均含沙量大多在每升 20 毫克至 60 毫克；滦河口以北海域含沙量较低，垂线平均含沙量大多在每升 15 毫克以下。

4、涨、落潮时段的含沙量分布特征

分别对涨、落潮时段的含沙量进行统计表明：涨潮期间，大潮期的平均含沙量在每升 6.2 毫克~79.2 毫克之间，小潮期的平均含沙量介于每升 5.9 毫克~103.2 毫克之间（表 5.2-3）；落潮期间，大潮期的平均含沙量为每升 5.7 毫克~96.3 毫克之间，小潮期的平均含沙量在每升 3.6 毫克~104.0 毫克之间。大潮期 HBL01、HBL03、HBL06、HBL12、HBL13、HBL14、HBL16 站，涨潮期间的含沙量略大于落潮期间的含沙量；其余各站情况相反。小潮期除 HBL03、

HBL06、HBL11 站外，各站涨潮期间的含沙量均略大于落潮期间的含沙量。



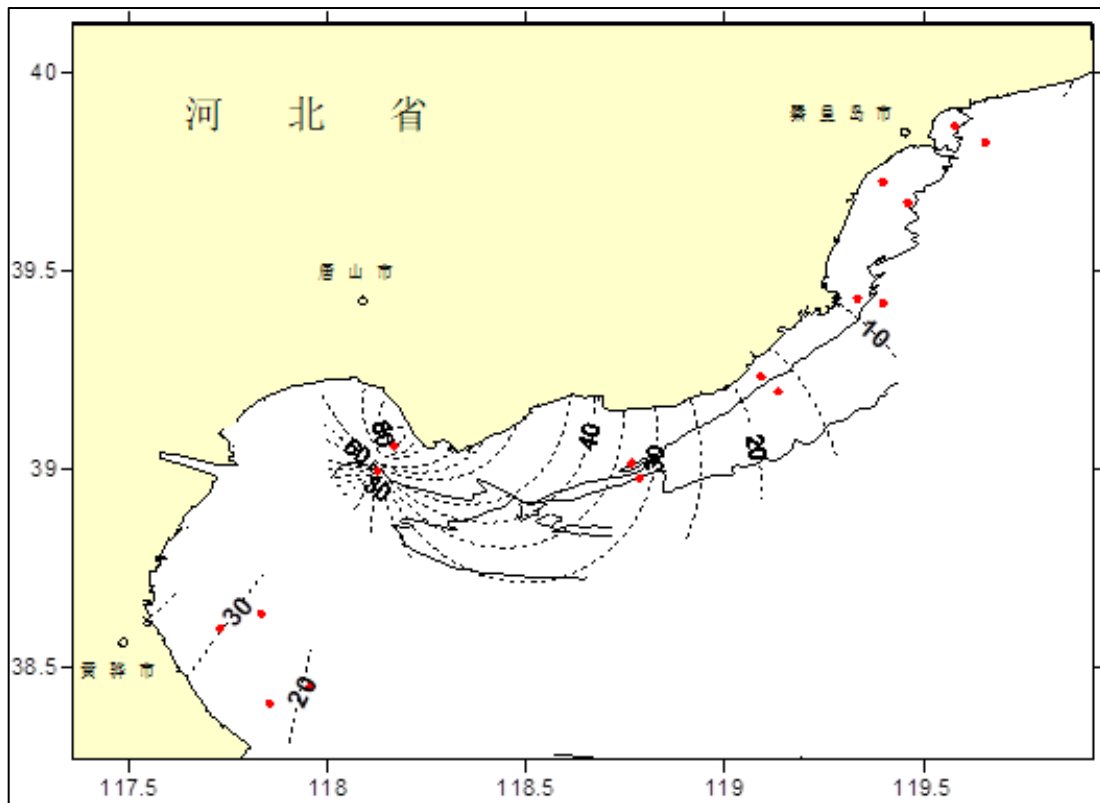
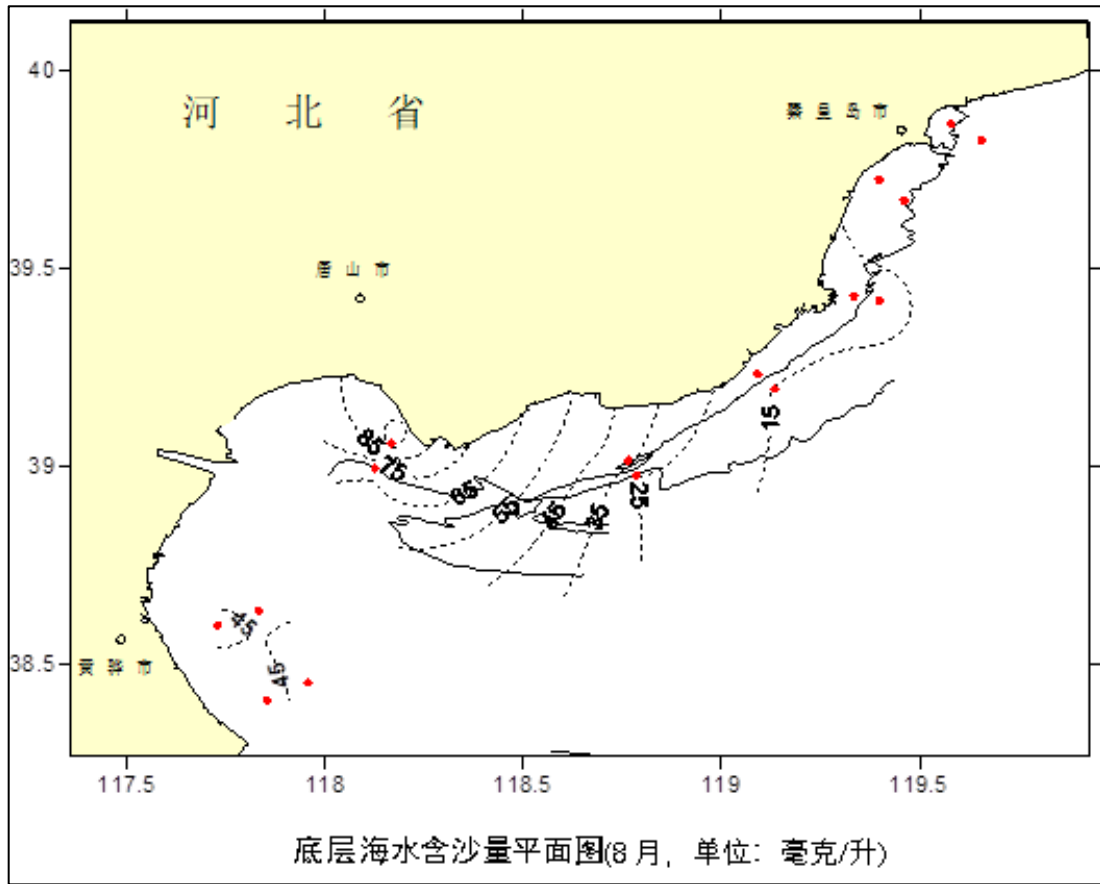
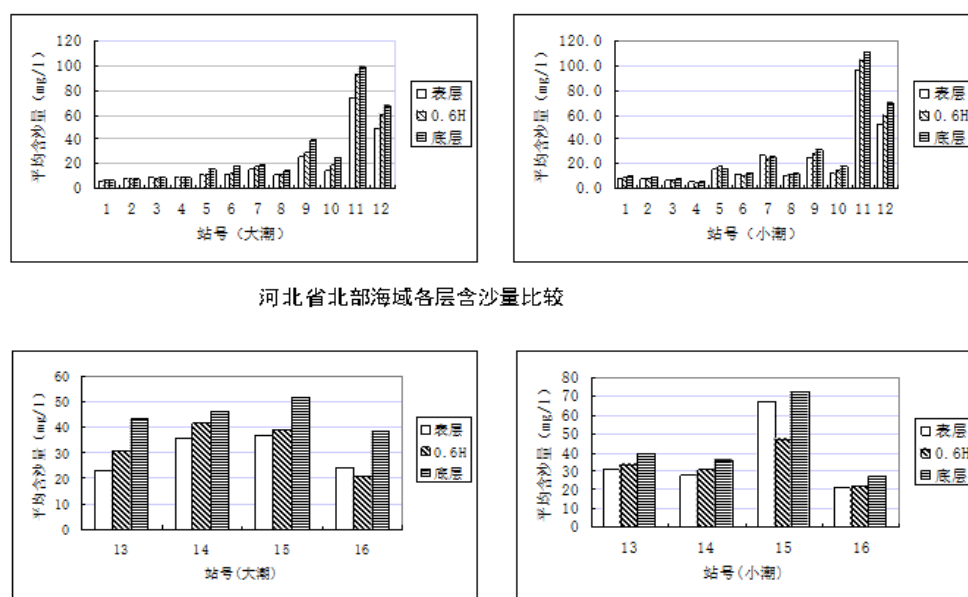


图 5.2-4 垂向海水含沙量分布图

表 5.2-3 河北省海域各测站垂线平均含沙量(毫克/升)特征值

站号	大潮期				小潮期			
	涨潮		落潮		涨潮		落潮	
	平均值	最大值	平均值	最大值	平均值	最大值	平均值	最大值
BL01	6.2	8.3	5.7	10.2	9.4	16.5	8.3	12.8
BL02	7.2	17.6	8.6	17.4	7.8	14.4	7.8	14.1
BL03	9.3	18.2	7.7	12.6	6.8	10	7.6	10.5
BL04	8.3	23.4	9.1	22.9	5.9	14.1	3.6	6.7
BL05	10.8	20.7	13.4	16.7	17	35.1	16.7	28.2
BL06	13.4	22.8	12.5	17.7	10.3	18.4	11.5	18.3
BL07	17.6	26.2	17.6	21.7	29.3	48.5	20.9	32.7
BL08	12.2	21.3	12.4	24.4	11.2	19.8	11.1	19.5
BL09	29.6	49.3	30.8	52.5	29.5	43.3	26.4	37.1
BL10	18.7	34.2	19	28.1	14.9	23.5	14	18.5
BL11	79.2	140	96.3	151.8	103.2	143.5	104	147.8
BL12	62.4	113.9	52.3	75.5	68.3	101.3	49.5	65.9
BL13	30.9	49.4	30.8	58.1	35.3	59.1	33.9	63.4
BL14	41.4	67.8	41.2	67.9	36.6	55.3	28.9	37.2
BL15	32.2	92.3	34.4	55	66.7	106.1	56.8	143.3
BL16	25.2	50.9	24.8	75.8	22.4	29.3	23	31.3

总体来说,各测站涨潮期间的含沙量与落潮期间的含沙量差别不大,同一潮期同一站位的涨、落潮期间的含沙量差值一般小于 5 毫克每升(表 5.2-3)。根据含沙量垂线分布图(图 5.2-5)除个别站、个别时刻外,本次测量含沙量的垂线分布符合悬沙分布的一般规律,即含沙量由表层向底层逐渐变大。



河北省北部海域各层含沙量比较

河北省南片海域各层含沙量比较

图 5.2-5 含沙量比较图

5、与历史资料对比分析

与 1984 年河北海岸带资源调查资料比较，南片海域表、底层海水平均含沙量分别减少 59.1 毫克每升和 47.7 毫克每升，减少幅度达 79.0%和 51.2%；北部海域表、底层海水含沙量分别减少 54.4 毫克每升和 23.6 毫克每升，减少幅度达 81.3%和 28.7% (表 5.2-4)。海水含沙量大幅度减少，与近年来本区河流入海泥沙量减少直接相关。

表 5.2-4 河北省海域 1984 年与 2004 年含沙量(毫克/升)特征值比较

时间 \ 项目		海区	南片海域		北片海域	
			最高	平均	最高	平均
1984 年	表层		186.7	74.8	213.6	66.9
	底层		257.3	93.1	233.4	82.3
2004 年	表层		103.2	15.7	34.2	12.5
	底层		163.9	45.4	82.5	58.7

1984 年各测站含沙量日较差分布区间表层为每升 48.2 毫克~266.2 毫克，底层为每升 80.6 毫克~543.4 毫克；2004 年表层为每升 10.5 毫克~190.8 毫克，底层为每升 10.7 毫克~329.2 毫克。两次调查中，1984 年各站含沙量日较差明显大于 2004 年的数值。

5.2.1.3 断面输砂

据 2004 年夏季实测资料计算全潮单宽潮量、输沙量结果(表 5.2-5 和表 5.2-6)。各测站涨潮期的输沙量为每天 (161.5~16031.0) 千克每米之间，落潮期的输沙量为每天 (351.0~12652.0) 千克每米之间。全潮的输沙量为每天 (57.0~3481.8) 千克每米。

表 5.2-5 河北省海洋水文调查各站单宽潮量(千立方米/米•天)与方向(度)计算结果一览表

站号	大潮						小潮					
	涨潮		落潮		全潮		涨潮		落潮		全潮	
	潮量	方向	潮量	方向	潮量	方向	潮量	方向	潮量	方向	潮量	方向
1	43.2	304	51.0	167	6.2	203	30.0	234	82.5	83	26.3	137
2	73.9	260	90.1	164	9.0	231	49.9	236	697.7	84	214.9	153
3	88.3	245	68.8	48	12.1	141	50.4	237	79.5	53	4.9	132
4	112.1	246	119.4	56	13.9	173	124.7	223	144.0	57	26.8	192
5	95.5	197	146.4	23	26.0	148	130.1	200	164.7	19	6.02	169
6	23.0	237	161.8	34	63.5	151	56.5	202	310.8	30	85.2	147
7	188.4	231	139.0	53	14.9	138	209.9	229	166.2	58	39.0	149
8	516.8	241	413.3	52	125.0	177	546.4	232	471.3	59	50.4	167
9	247.5	236	153.9	65	49.1	139	311.3	230	201.5	70	86.2	158
10	763.8	251	525.0	62	175.9	153	717.3	238	839.9	71	123.2	114

11	22.3	219	79.5	143	46.3	155	34.0	303	97.1	151	39.1	198
12	41.2	300	62.4	120	10.6	228	51.9	305	85.3	127	16.7	240
13	149.7	241	92.0	76	17.9	193	81.9	221	71.6	83	27.9	162
14	172.7	257	150.2	78	11.5	114	174.1	248	191.4	79	20.0	137
15	93.7	225	109.0	91	29.8	184	108.8	224	89.1	85	35.3	170
16	169.5	242	182.0	79	26.2	147	213.3	230	193.4	74	989.0	152

表 5.2-6 河北省海洋水文调查各站单宽输沙量(千克/米·天)与方向(度)计算结果一览表

站号	大潮						小潮					
	涨潮		落潮		全潮		涨潮		落潮		全潮	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
1	251.4	305	351.1	166	57.0	213	268.2	236	697.7	84	214.9	127
2	377.6	284	578.9	177	123.7	229	374.2	235	472.7	83	32.4	118
3	851.3	243	507.5	58	146.4	172	288.5	237	571.9	52	77.8	140
4	672.9	258	1245.8	52	399.5	150	716.6	216	485.0	55	270.8	156
5	662.2	193	1875.4	23	615.3	141	2092.0	205	2940.3	19	265.6	172
6	161.5	256	2358.6	36	1024.3	148	450.7	202	3730.4	29	1160.4	149
7	3067.9	231	2390.6	53	341.2	135	6468.1	230	3549.5	56	1866.8	136
8	6074.4	241	6057.8	51	1173.5	180	6458.7	232	6018.6	60	531.1	170
9	7759.2	236	4955.2	61	1427.2	133	6325.9	182	5382.8	70	3062.6	146
10	16031.0	249	12652.0	60	2998.9	167	8812.4	240	12147	71	1964.2	110
11	2777.7	285	8281.0	140	3481.8	218	5782.6	314	10234	151	3063.3	194
12	3069.4	307	3498.0	116	371.1	247	4828.7	312	3975.2	117	710.6	182
13	4926.4	257	2761.2	73	528.2	132	3149.8	232	2520.3	78	698.8	181
14	8301.9	260	5880.7	72	1309.3	171	6949.1	237	5460.3	78	954.5	147
15	3033.9	225	3665.8	88	1907.4	123	8025.4	230	4735.9	81	2354.7	152
16	4566.6	251	3566.3	79	583.9	136	4571.0	225	4443.9	71	989.0	152

1. 大潮期

滦河口以北海区各测站(HBL01 站~HBL06 站), 除 HBL01 站和 HBL02 站悬沙单宽输运方向由北东指向南西外, 其余各站基本都由北西指向南东; 近岸测站(HBL01 站、HBL03 站、HBL05 站)的输沙量小于远岸测站(HBL02 站、HBL04 站、HBL06 站), 空间上输沙量从南西向北东依次减小。

2. 小潮期

各站输沙方向基本以自北西向南东为主, 空间分布与大潮期基本相同, 即近岸小于远岸, 并从南西向北东依次减小。

总体而言, 滦河口以北 6 站各潮期全潮输沙方向基本由北西指向南东(图 5.2-6), 即由岸向海离岸输移, 单宽输沙率也由南向北依次减小, 其中滦河口北侧的 HBL05 站和 HBL06 站为最大值。可见, 虽然近年来滦河口入海泥沙已大大下降, 但仍是本区泥沙的重要来源。

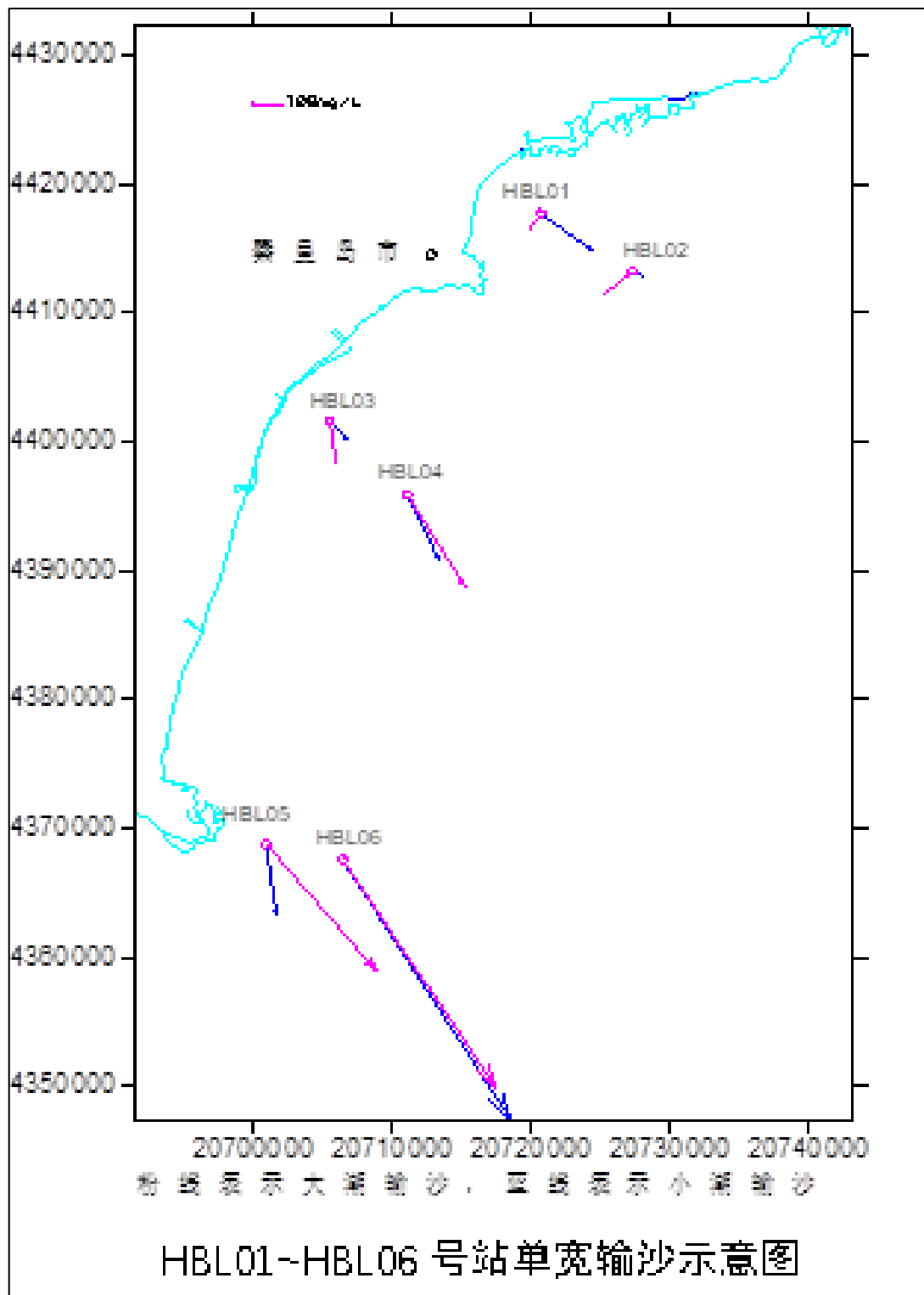


图 5.2-6 HBL01-HBL06 号站单宽输沙示意图

5.2.1.4 波浪沿岸输砂

波浪作用下沿岸输砂计算主要针对砂质海岸而言。因此，本次计算只在秦皇岛至滦河口以北的海岸选取 5 个剖面(图 5.2-7)，根据秦皇岛海洋站波浪观测资料进行该区域波浪折射和波浪输沙量估算。

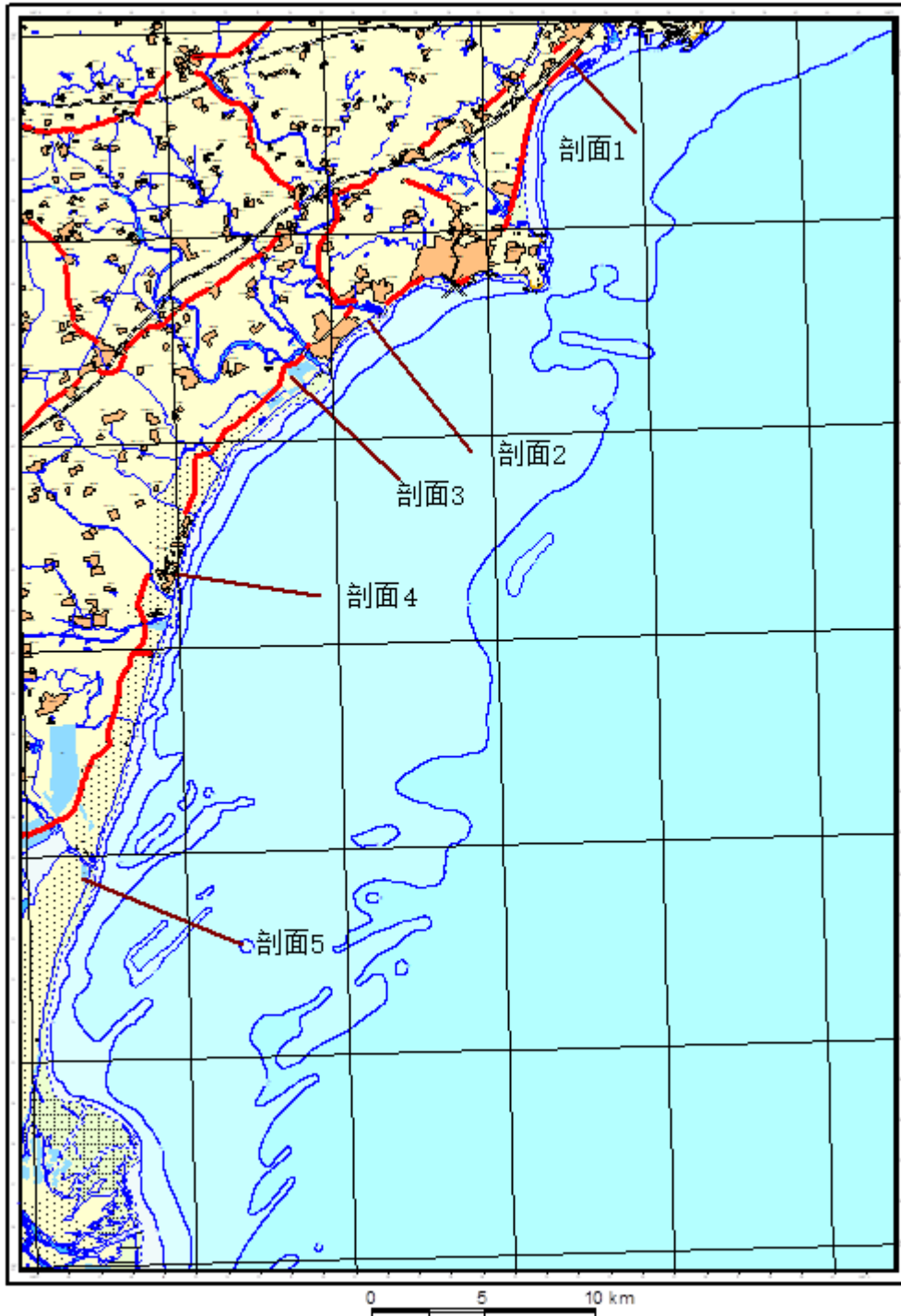


图 5.2-7 波浪沿岸输沙计算剖面位置图

秦皇岛海区的常风浪向为南向，频率为 10%；常涌浪向亦为南向，频率为 7%。平均波高以北东向最大，为 0.8 米。该区最大波高为南东向，3.5 米。

因岸线比较平直，按《海港水文规范》给出的公式，对该区波浪输沙率进行计算。秦皇岛海区主要风向为南向，同时由于滦河口至山海关海岸线较为平直，且呈北东—南西走向，沿岸输沙应以自南西向北东为主。按上述方法估算

HBL01—HBL02 断面、HBL03—HBL04 断面和 HBL05—HBL06 断面，得出年净输沙量分别为 157157.4 立方米、161598.9 立方米和 149670 立方米(表 5.2-7)，方向均为自南西指向北东。

表 5.2-7 秦皇岛海域波浪沿岸输沙量(立方米/年)一览表

波向 断面	南西~南南西	北东~东南东	净输沙量	净输沙方向
	输沙量	输沙量		
HBL01—HBL02 断面	620690.6	463533.3	+157157.4	SW⇒NE
HBL03—HBL04 断面	636849.8	475250.9	+161598.9	SW⇒NE
HBL05—HBL06 断面	593378.6	443708.6	+149670.0	SW⇒NE

5.2.2 岸滩演变与冲淤变化

5.2.2.1 基本资料

(1) 渤海海图 (编号 1821)，1949 年 11 月翻印，工程海域水深系 1936~1937 年日版海图资料；

(2) 环海寺地咀至大清河口海图 (编号 15-1007)，航保部 1978 年 4 月出版，水深为 1959~1978 年测量；

(3) 连山湾至秦皇岛港海图 (编号 15-11570)，航保部 2005 年 10 月出版，工程区水深为 2003 年测量；

(4) 秦皇岛港及附近海图 (编号 15-11710)，航保部 2007 年 12 月出版，工程区水深为 1996 年、2003 年测量；

(5) 秦皇岛港及附近海图 (编号 20101)，国家海事局 2009 年 3 月出版，工程区水深为 2003 年、2008 年测量；

(6) 秦皇岛港海图 (编号 20102)，国家海事局 2009 年 3 月出版，水深为 2008 年测量；

(7) 秦皇岛海域水深断面资料 (2009 年 9 月测量)；

(8) 工程区附近海域水深测量 (2011 年 3 月测量)。

工程区附近岸线变化采用四个年份遥感资料的成像时间有：1986 年 11 月 28 日、1994 年 11 月 2 日、2000 年 12 月 4 日、2009 年 7 月 22 日。

5.2.2.2 大范围海域海岸演变特征

通过 1937 年、1978 年、2003 年以及 2009 年 9 月水深数据对比分析 (见图 3.2-1~3.2-3，表 3.2-1)，获得秦皇岛北戴河至芷锚湾大范围海域海岸演变特征如下：

(1) 1937~1978 年间 (见图 3.2-1), 金山咀以南海域, 5m 等深线呈现略微冲刷, 10m 等深线冲淤相间, 15m 等深线向外大幅淤积扩展; 金山咀至环海寺地咀海域, 5m 等深线较为吻合, 10m 等深线淤积外移, 外移最大超过 400m, 15m 等深线向外大幅淤积扩展; 芷锚湾海域 5m、10m、15m 等深线均向外淤积扩展。

(2) 1978~2003 年间, 整个海域的 5m 等深线较为吻合, 10m 等深线局部有冲有淤, 基本保持稳定; 15m 等深线, 石河口至芷锚湾之间部分向外淤积扩展, 最大扩展幅度超过 500m, 其他部分保持稳定。总体而言, 1937~2003 年, 研究海域没有发生大的趋势性冲淤变化, 岸滩整体保持稳定状态。

(3) 据 1937~2009 年间断面水深对比 (见图 3.2-2~图 3.2-3、表 3.2-1) 可知: 金山咀以南, D1~D5 断面整体处于冲刷状态, 冲刷速率为 1.2cm/a; D6 断面基本保持稳定, 淤积速率为 0.3cm/a; 金山咀至汤河口 (D7~D10) 断面整体处于冲淤基本平衡, 平均淤积速率为 0.3cm/a; 秦皇岛港区 D11~D14 断面呈轻微冲刷, 平均冲刷速率为 0.8cm/a, 但冲刷主要为航道开挖所致, 岸滩整体是保持稳定的; 新开河口至石河口 (D15~D20) 断面整体处于轻微淤积状态, 平均淤积速率为 1.8cm/a; 石河口至环海寺地咀 (D21~D25) 除 D21 断面呈冲刷外, 其他各断面均呈淤积趋势, 平均淤积速率为 1.3cm/a。综上分析, 海域海床可保持基本稳定状态。

表 3.2-1 大范围海域断面水深对比

位置	断面	水深(m)				沉积速率(cm/a)			
		1937	1978	2003	2009	1937~1978	1978~2003	2003~2009	1937~2009
金山咀以南	D1	3.58	4.32	4.20	4.66	-1.8	0.5	-6.7	-1.5
	D2	3.41	4.04	4.12	4.59	-1.5	-0.3	-6.8	-1.6
	D3	4.28	4.49	4.75	4.91	-0.5	-1.0	-2.3	-0.9
	D4	4.50	4.96	5.06	5.33	-1.1	-0.4	-3.8	-1.1
	D5	4.49	5.03	5.17	5.13	-1.3	-0.5	0.7	-0.9
金山咀至汤河口	D6	7.99	7.82	7.74	7.77	0.4	0.3	-0.4	0.3
	D7	8.46	8.38	8.30	8.26	0.2	0.3	0.5	0.3
	D8	7.14	6.96	6.98	7.03	0.4	-0.1	-0.8	0.1
	D9	6.65	6.24	6.35	6.36	1.0	-0.4	-0.2	0.4
	D10	6.59	6.16	5.77	5.57	1.0	2.4	2.8	1.4
秦皇岛港区	D11	8.36	7.38	8.91	8.81	2.4	-5.9	1.4	-0.6
	D12	7.38	6.99	7.21	7.01	0.9	-0.8	2.8	0.5
	D13	7.47	6.87	7.34	7.56	1.4	-1.8	-3.2	-0.1
	D14	8.10	7.68	9.74	10.14	1.0	-7.9	-5.7	-2.8
新开河口至石河口	D15	8.74	8.21	7.08	7.64	1.3	4.4	-8.1	1.5
	D16	8.30	7.22	6.22	6.70	2.6	3.9	-6.9	2.2
	D17	7.53	6.65	6.54	6.82	2.1	0.4	-3.9	1.0

	D18	6.96	5.95	6.60	5.29	2.4	-2.5	18.7	2.3
	D19	3.71	3.17	2.63	2.32	1.3	2.1	4.4	1.9
	D20	7.18	6.83	6.53	6.04	0.9	1.1	7.1	1.6
石河口至金山咀	D21	7.31	6.74	7.28	7.68	1.3	-2.1	-5.8	-0.5
	D22	7.44	7.33	7.11	6.96	0.2	0.9	2.1	0.7
	D23	6.91	6.75	6.74	5.94	0.4	0.0	11.5	1.3
	D24	6.53	6.37	6.35	6.05	0.4	0.1	4.3	0.7
	D25	8.20	7.56	7.02	6.47	1.5	2.1	7.9	2.4

注：沉积速率中 负值代表冲刷 正值代表淤积

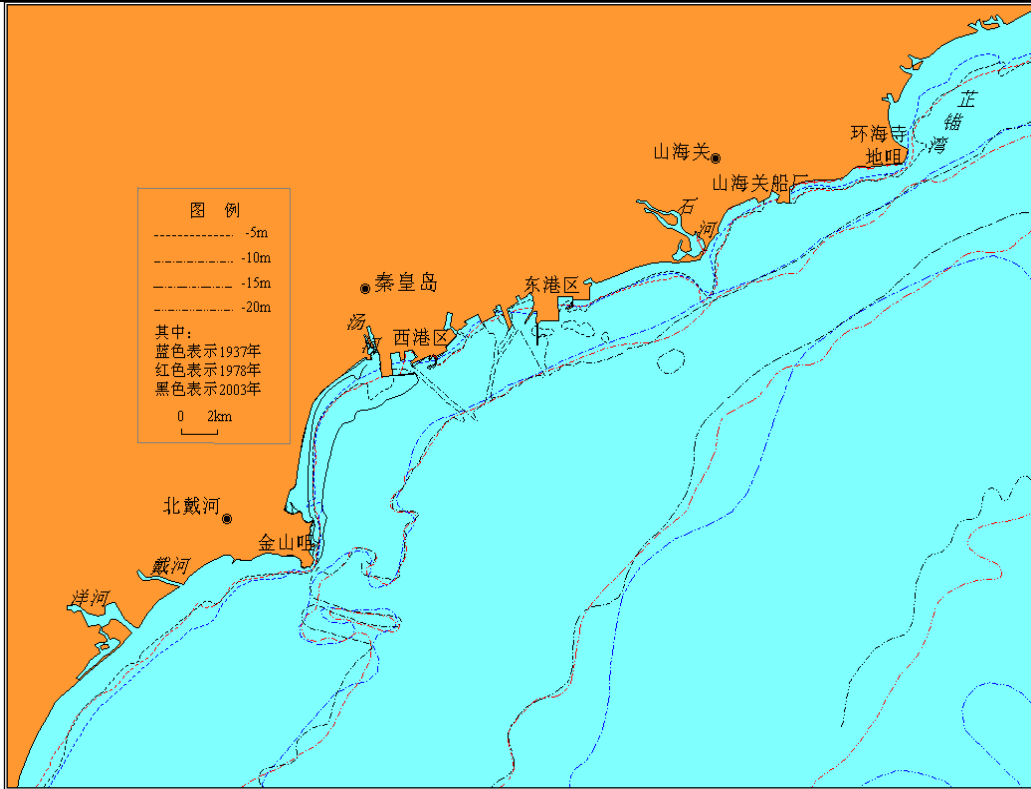


图 3.2-1 1937~2003 年大范围海图等深线变化

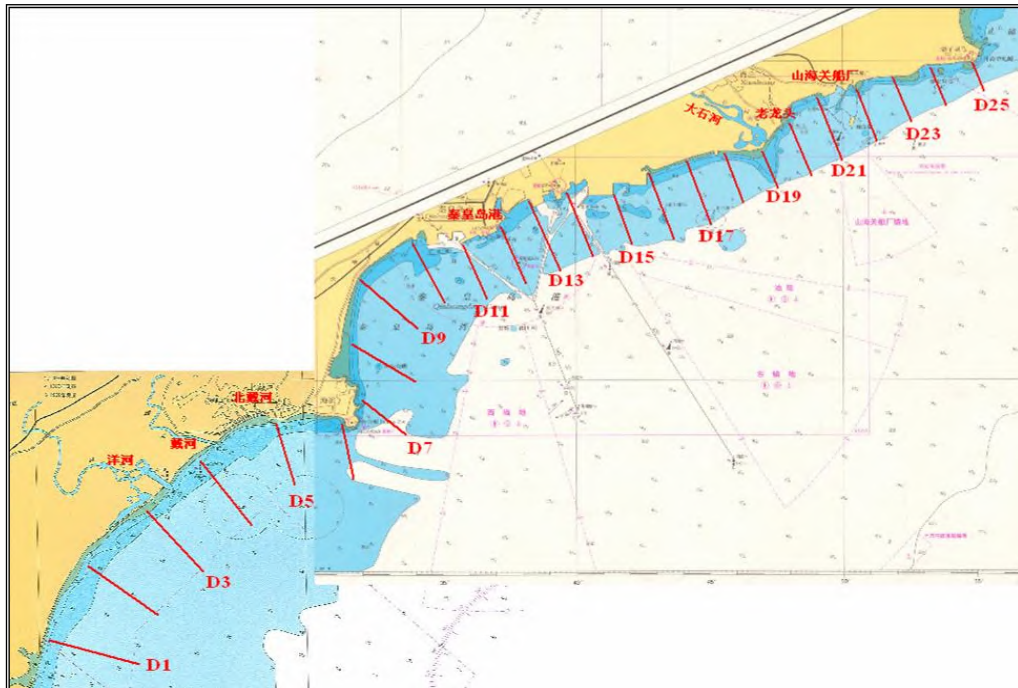


图 3.2-2 大范围海域断面位置示意图

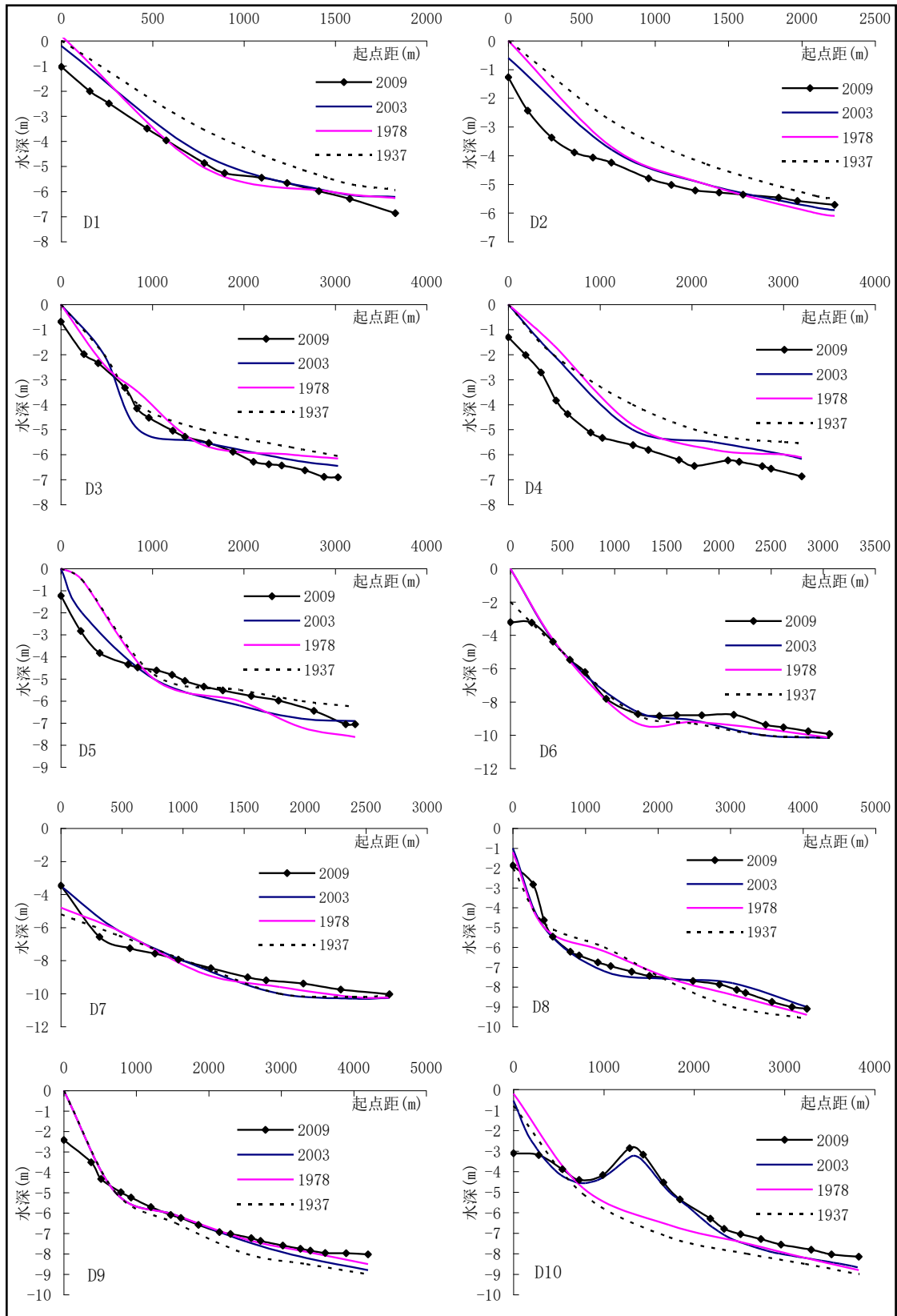
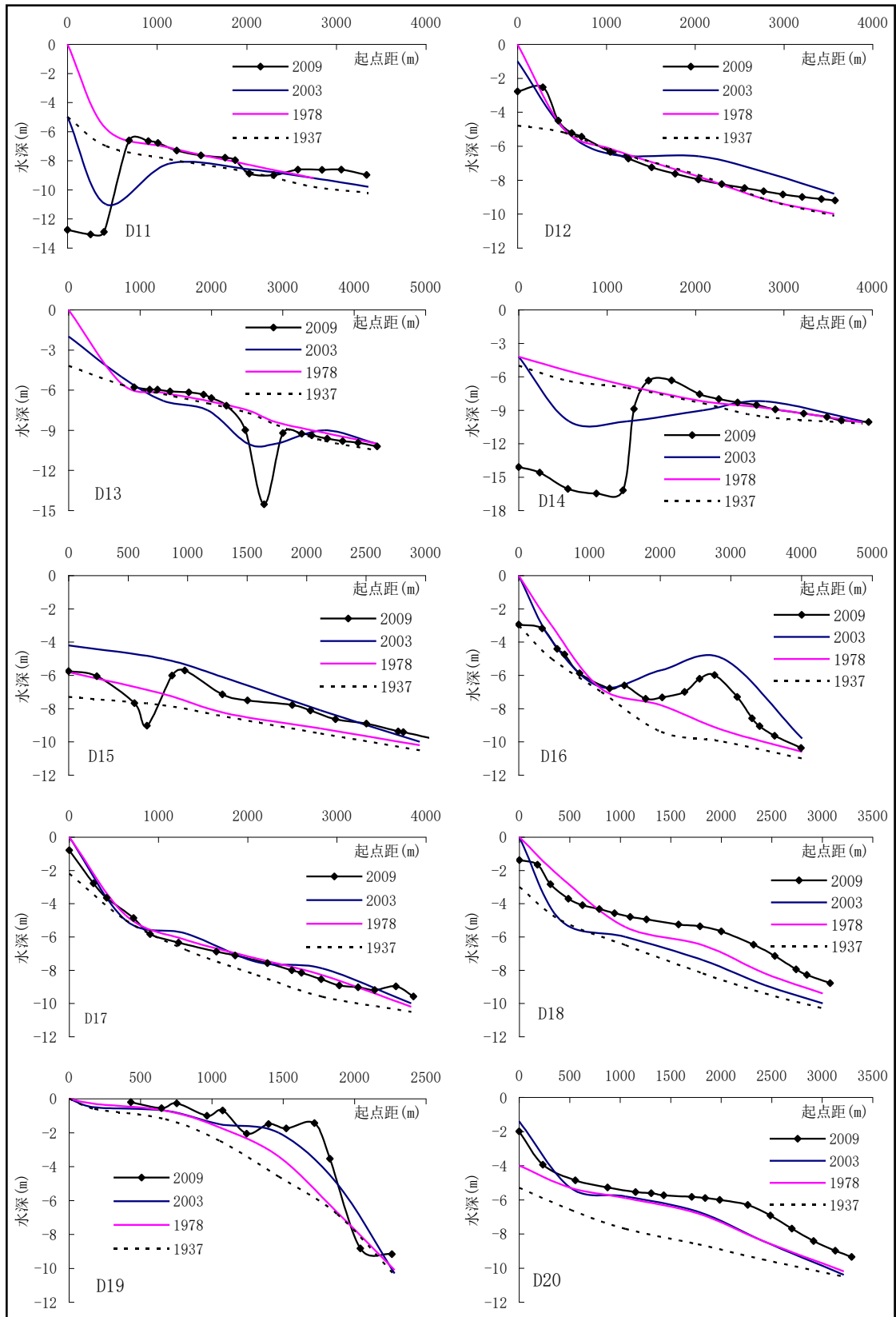
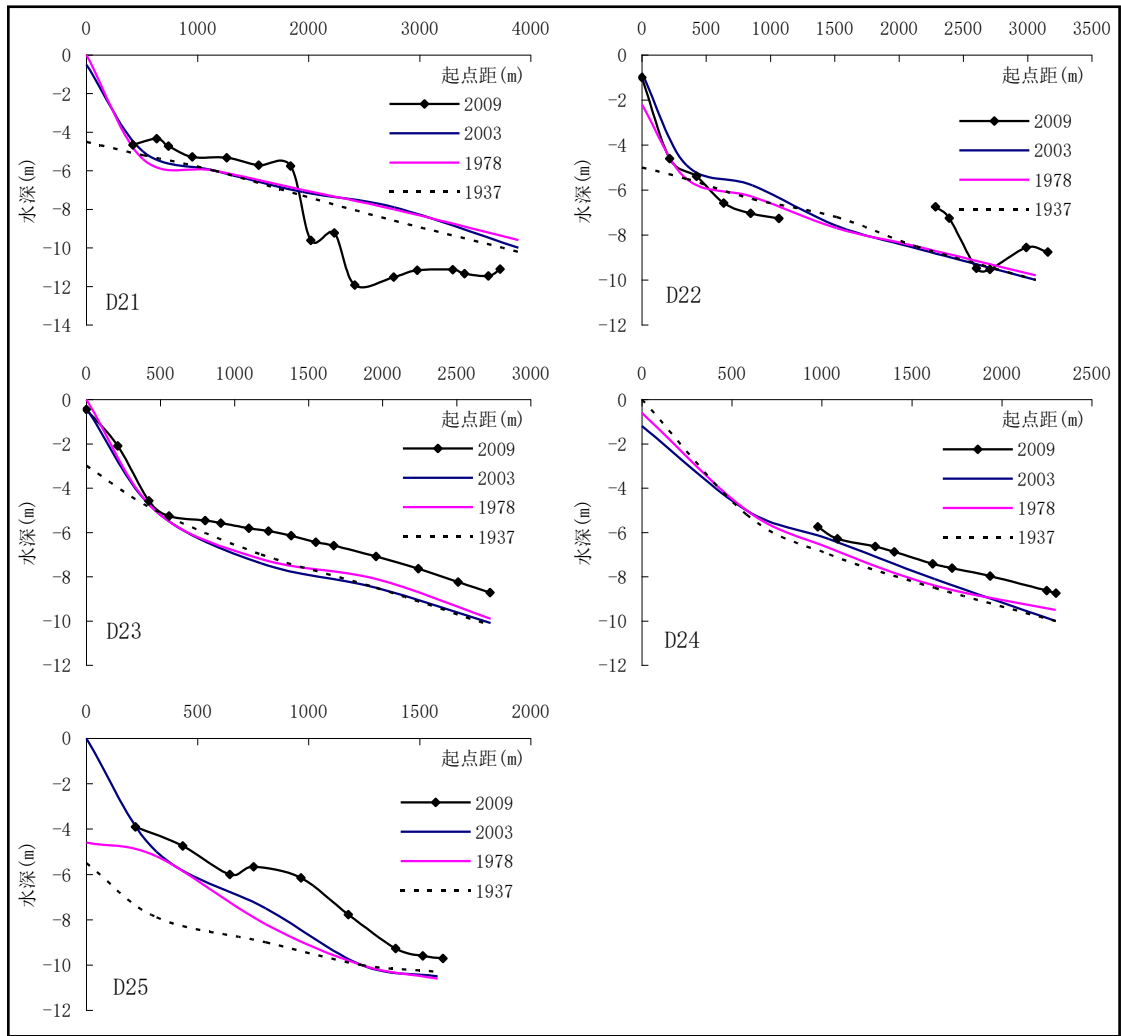


图 3.2-3 大范围海域断面水深对比



续图 3.2-3 大范围海域断面水深对比



续图 3.2-3 大范围海域断面水深对比

5.2.2.3 工程区附近岸滩侵淤变化

本节资料引用自《金梦海湾及邻近海域岸滩侵蚀和绿潮综合整治方案研究报告》（河北省地矿局秦皇岛资源环境勘查院，2018年7月）。

金梦海湾岸线长约 8km，属于开敞海域，根据金梦海湾在不同时间段内的岸滩状态不同，选取高潮线为基准描绘岸线。



图 3.2-4 不同时期岸线形态表 3.2-2 固定点至高潮线宽度

时间	岸滩宽度 (m)						备注
	剖面A	剖面B	剖面C	剖面D	剖面E	剖面F	
2007年	17	10	96	53	47	12	无构筑物
2009年	31	18	109	55	57	19	无构筑物
2010年	25	19	101	47	45	9	无构筑物
2013年	85	44	129	123	44	10	潜堤已经建成，海螺岛开始建设。
2014年	78	60	119	109	37	11	海螺岛外侧已经成形，莲花岛开始建设。
2016年	95	65	136	130	49	11	海螺岛外侧已经成形，莲花岛岛体沉箱建设完成。

(1) 码头至金屋浴场岸段

该岸段是区内侵淤变化幅度较大的岸段之一，是以中细砂为主的砂质岬湾型海岸。据 1933、1948 年地形图与 1954 年航片解译对比，以汤河口为中心，向两岸呈极明显的侵蚀趋势。据有关资料记载，1939 年~1949 年几次洪水期，汤河下泻泥沙量较大，加之悬沙的影响，使汤河口西侧滩涂前推 150~200m。解放以来，物源逐年减少，加之人为大量挖砂，破坏了水沙平衡，使该岸段一直处于侵蚀状态。1948~1954 年汤河口两岸蚀退 100~150m，1954~1980 年整个岸段平均蚀退 66.7m，平均蚀退速率-2.56m/a。1980~1993 年除人工建筑物影

响局部少量岸段淤积外仍以侵蚀为主，整个研究岸段平均蚀退 50m 左右，年平均蚀退速率-3.86m/a。2000~2010 除汤河口码头附近岸滩的 150m 范围内淤积外，基本全线处于侵蚀状态，年平均蚀退速率为-1.32m/a。其中，金梦海湾第一观-金屋浴场线长 2.85km，1954~1993 年平均蚀退 32.5m，1954~1980 年平均侵蚀速率为-0.67m/a，1987~1993 年平均蚀退速率为-2.50m/a，2000~2010 年平均蚀退速率为-1.64m/a。

2012 年实施海岸线生态修复工程，对沙滩进行修复治理，主要采用滩肩补沙、修建离岸堤等手段。海底世界至海洋花园别墅依次布设三座离岸堤，离岸距离约 380m，离岸堤配合秦皇岛港防波堤共同营造出理想的岬湾海岸，于 2012 年 7 月竣工。根据岬控稳定岸线形状进行人工养滩，使之形成稳定的静态平衡岬湾形状。方案最终效果为三座离岸堤配合汤河口的防波堤营造出连续的岬湾海滩，稳定了汤河口至海洋花园别墅岸段的沙滩，使之免受进一步的侵蚀，并通过补沙使沙滩快速增加宽度约 50m，新增沙滩面积约 20 公顷，二期工程于 2014 年实施。

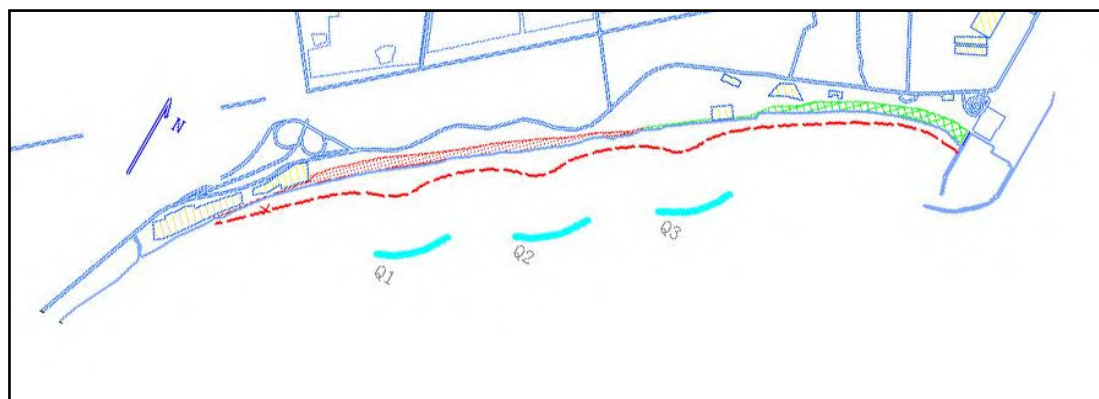


图 3.2-5 金梦海湾海滩整治修复工程平面布置图

根据工程区位置的不同，将其分为 A、B、C 三个区。共布设了 10 条监测剖面，其中 T6、T8、T10 三条剖面位于工程区 C；T14 位于工程区 B；T18、T20、T22 位于工程区 A。T4、T12、T16 位于非工程区。

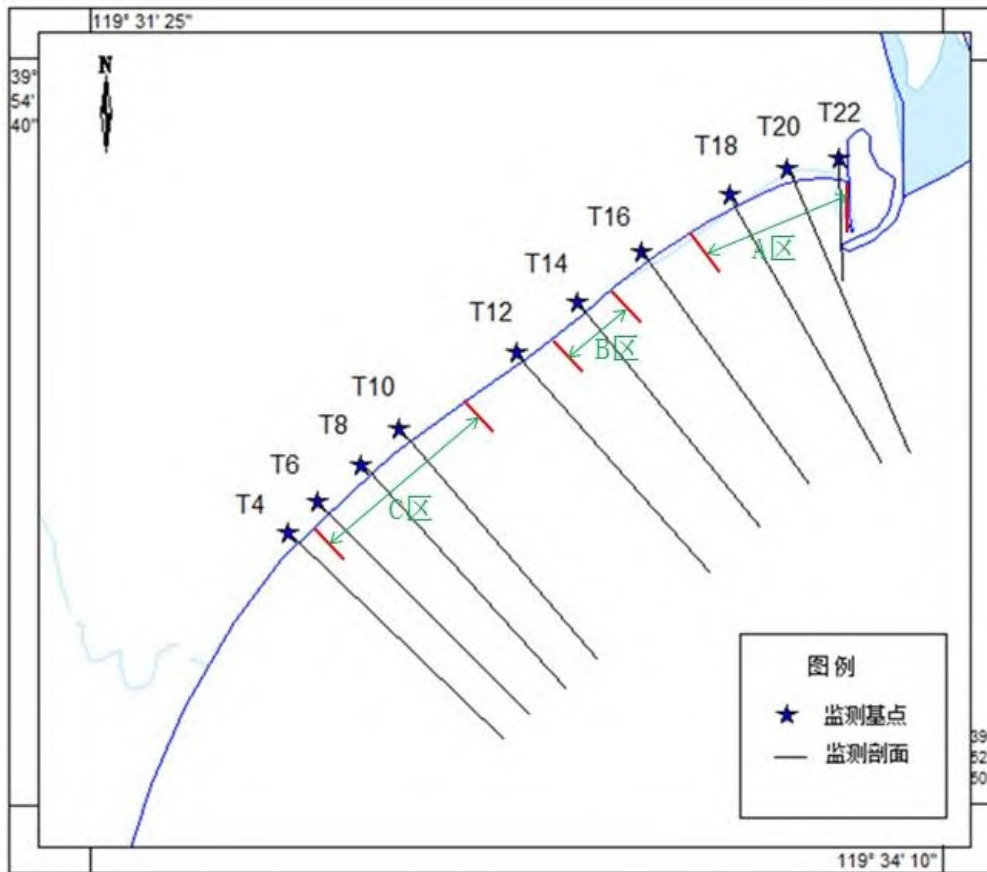


图 3.2-6 金梦海湾海滩监测剖面布设图

工程区 A、B、C 竣工后滩肩明显加宽，滩肩加宽在 54m 以上（除 T10、T14 剖面外），0m 线向海推进 55m 以上，-1m 高程线蚀淤不均，蚀退最大位置在 T20 剖面，为 38.34m，淤积最多的位置在 T8 剖面，为 35.70m。

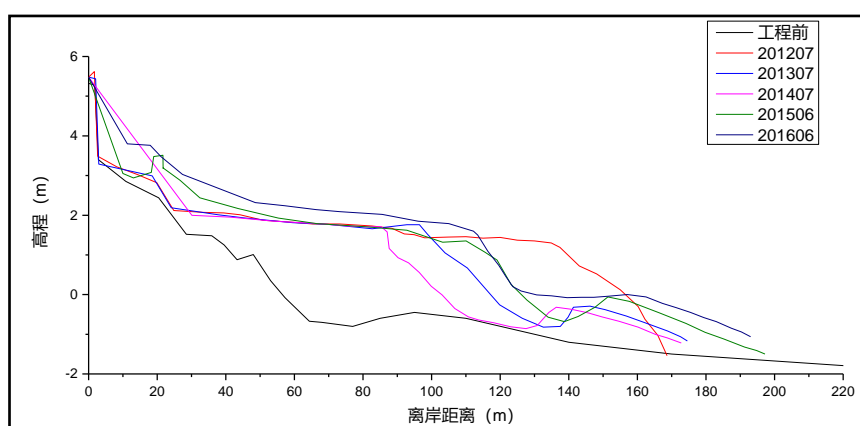
2013 年 7 月（工程竣工一年后），工程区 A 相比竣工后略有淤积，滩肩线向海推进，T10 剖面滩肩线略有后退，T6、T8 剖面滩肩线向海淤进，约 5.36~7.75m；B 侵蚀最大，单宽侵蚀量为 $122.50\text{m}^3/\text{m}$ ，滩肩线向后蚀退 22.5m，C 区蚀退在 10.21~25.34m；中潮线以上区域以侵蚀为主，主要集中在 T6~T8 剖面附近，T14 剖面单宽侵蚀量为 $55.76\text{m}^3/\text{m}$ ，T4、T10 剖面以淤积为主，T10 单宽淤积量为 $35.60\text{m}^3/\text{m}$ ；T20、T22 剖面位置向海略有淤进；低潮线以向海淤进为主，T12 剖面位置向海推进最多为 135.54m，T8 剖面单宽侵蚀量最大为 $70.24\text{m}^3/\text{m}$ ，但低潮线位置向海推进约 5.27m。同年，距离汤河口 600m 的海螺岛开始建设。

2014 年 7 月（工程竣工两年后），工程区 A、B 相比竣工一年后滩肩线略有蚀退，工程区 C 整体呈现淤积；0m 高程线相比竣工一年后，A 区以蚀退为主，T6 剖面单宽侵蚀量最大，T8 剖面中潮线蚀退最多。B、C 以向海淤进为主，T14

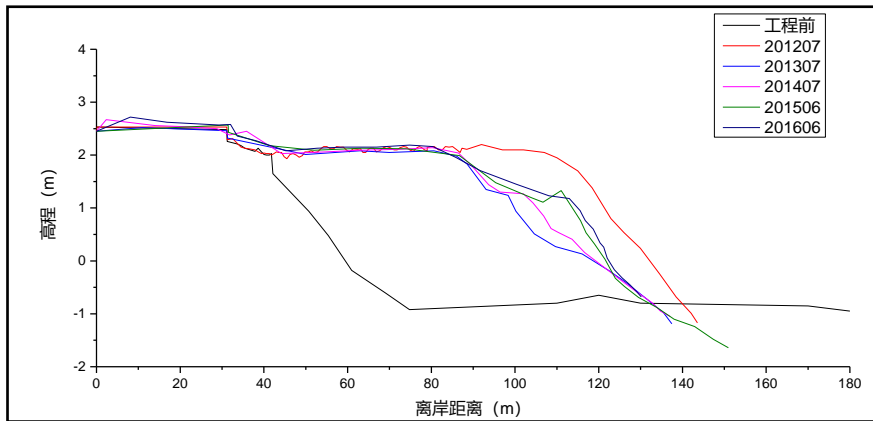
剖面推进最多为 22.84m，淤进距离大于蚀退距离；工程区 B、C 的中潮带以淤积为主，单宽淤积量在 11.62~42.57m³/m，中潮线向海推进 0.63~23.42m 不等，A 工程区域以侵蚀为主，相比竣工一年后，工程区 A 整体向海推进，工程区 B、C 向陆蚀退，但蚀退量不大，最大处不到 6m，趋于稳定。同年海螺岛岛体外围工程建设完成，另外，距离岸线 1000m、海螺岛 500m 左右的莲花岛开始建设。

2015 年 6 月，剖面 T4、T8 由于将木栈道施工挖掘的沙填海，滩肩分别向海推进 6.61m、7.33m，相比 2014 年 7 月，剖面 T22 滩肩蚀退 2.45m，剖面 T18 向海推进 1.40m；0m 线呈现整体向海推进的趋势，推进距离在 2.41~23.29m 不等，其中剖面 T8 推进最多为 23.29m，推测与人为填砂有关；剖面 T22 的-1m 线蚀退 2.52m，其余剖面-1m 线向海推进，最大位置在剖面 T8 附近为 16.19m。综上所述西浴场 2015 年剖面 T22 滩肩、-1m 线呈现侵蚀状态，其余剖面特征线整体向海推进，其中剖面 T18 由于人为填砂推进量在最大，每条特征线的推进都在 10m 左右。在 2015 年海螺岛岛体建设基本成形，莲花岛外侧沉箱基本成形。

2016 年 6 月，仅 T6 和 T16 两剖面滩肩向陆分别蚀退了 4.3m 和 19.4m，其他剖面滩肩均向海淤积，尤以 T12 剖面向海推进最大，达到 43.3m，0m 线也以 T16 剖面侵蚀最严重，达到 16.3m，其他剖面均向海淤积，T6、T8、T12 剖面处淤进距离均超过 20m，-1m 线除了 T22 剖面略有侵蚀外，其他剖面均向海淤积，平均淤进距离约 9m。经过一年演化，单宽体积也仅 T16 剖面处表现为侵蚀，单宽侵蚀量达 69.58m³/m，其他剖面单宽均为淤积，平均单宽淤积量为 48.33m³/m。



T8 剖面



T18 剖面

图 3.2-7 金梦海湾典型剖面变化图

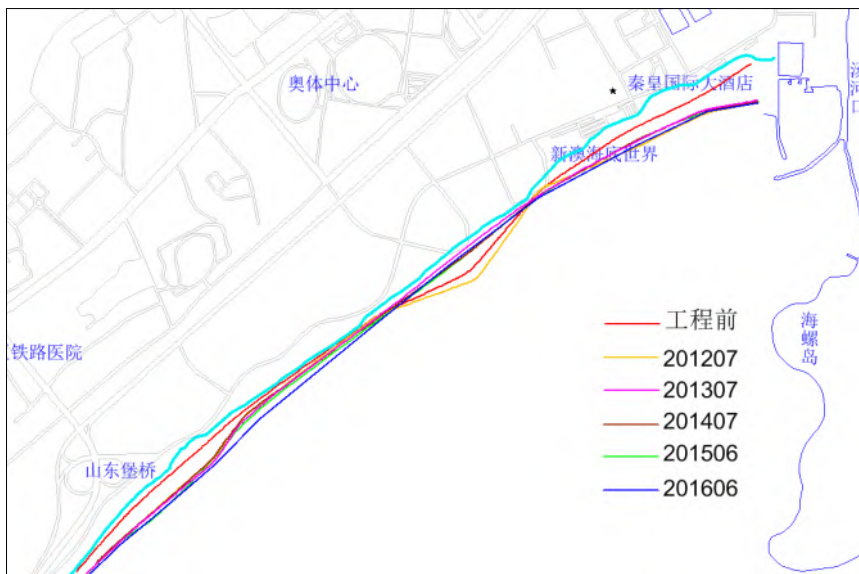


图 3.2-8a 金梦海湾滩肩线变化图

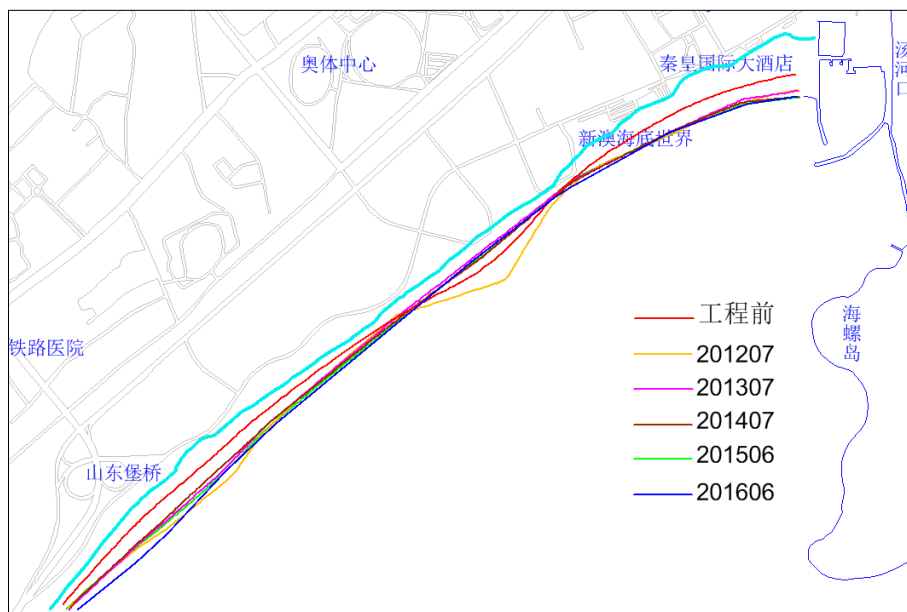


图 3.2-8b 金梦海湾 0m 线变化图

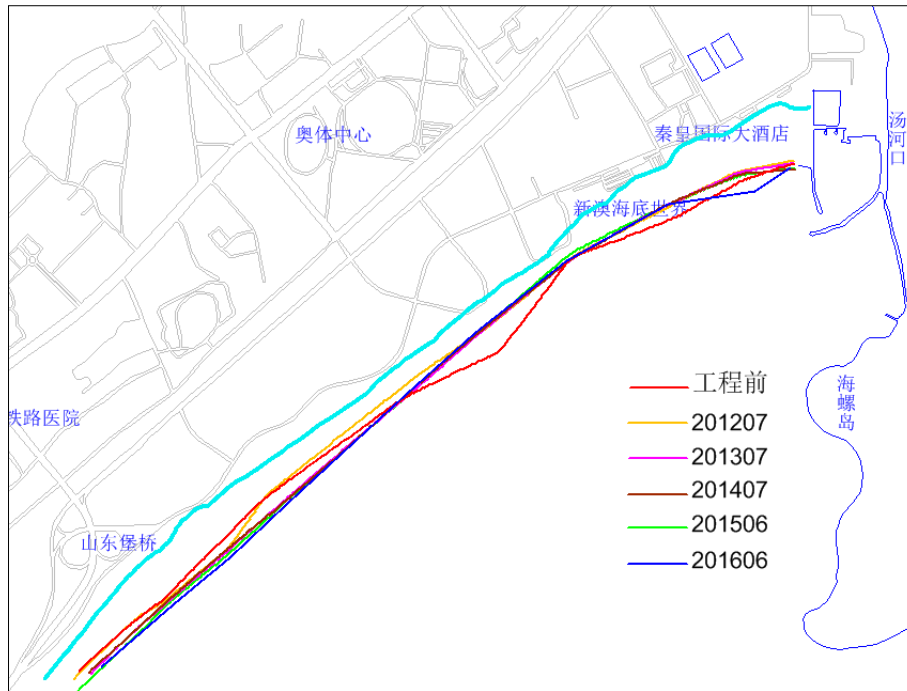


图 3.2-8c 金梦海湾-1m 线变化图

(2) 金屋浴场-鸽子窝岸段

该岸段是秦皇岛市滩涂面积最大的岸段，沿岸风成沙丘连绵分布，浅滩宽阔，低潮滩涂达 500~600m，但高潮时淹没大部分滩涂，海水几乎到达陆上植被区域，整个岸段侵蚀变化不明显。本岸段物源主要因金山嘴岬角突伸入海，阻挡东北向西南的“物流”，使其流速减缓、悬移质沉积所致，其次是沿岸沙丘受风吹或区内小河的洪水期流水冲刷将砂粒带至海中，其中一部分被波浪堆积在岸滩。

2010 年至 2017 年，金屋浴场至鸽子窝附近岸线呈侵蚀状态，平均侵蚀距离约为 20m，平均侵蚀速率为 2.5m/a，目前该区域的岸滩已经侵蚀至后缘覆植沙丘，部分岸段的木栈道已经破坏，已经威胁到防护林后方的滨海公路。

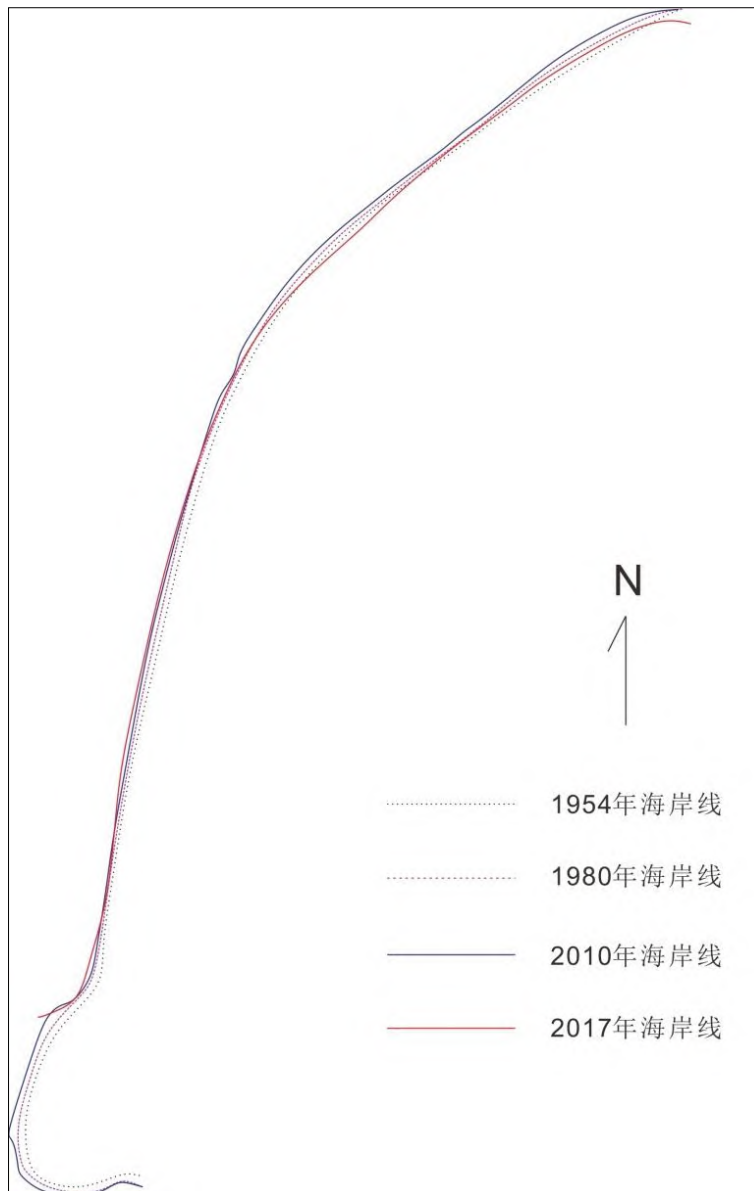


图 3.2-9 汤河口-鸽子窝岸线解译图（1954-2017 年）

5.3 海洋水质环境现状调查与评价

本节内容引用自《秦皇岛祥瑞海上大酒店综合体开发项目海域使用论证报告书》（海域海岛环境科技研究院（天津）有限公司）中河北省地矿局第八地质大队（河北省海洋地质资源调查中心）于 2019 年 9 月在工程附近海域内进行的水质和生态调查。具体位置见图 5.3-1 和表 5.3-1。

5.3.1 水质环境现状调查监测项目

5.3-1 春季调查站位及调查项目表

序号	经度	纬度	调查项目
1	119°45'09.953392"	39°56'20.841213"	水质
2	119°46'16.540053"	39°55'04.906523"	水质
3	119°37'46.761310"	39°53'43.798845"	水质

序号	经度	纬度	调查项目
4	119°39'30.862672"	39°51'57.994545"	水质
5	119°42'59.544626"	39°48'25.545273"	水质
6	119°32'52.419531"	39°47'50.905504"	水质
7	119°35'12.121524"	39°46'03.150943"	水质
8	119°37'42.711315"	39°54'55.364213"	水质
9	119°37'35.127085"	39°54'46.718432"	水质
10	119°37'27.207773"	39°54'38.328764"	水质
11	119°33'01.470396"	39°52'09.934848"	水质
12	119°34'01.764942"	39°51'41.854889"	水质
13	119°32'22.023556"	39°50'35.415667"	水质
14	119°32'34.387550"	39°48'36.221611"	水质
15	119°33'33.463946"	39°50'01.550272"	水质
16	119°33'03.068166"	39°48'04.764124"	水质
17	119°30'42.703764"	39°47'34.000349"	水质
18	119°31'43.522500"	39°50'19.929860"	水质
19	119°35'08.241296"	39°52'44.014222"	水质
20	119°38'19.702440"	39°54'35.982553"	水质

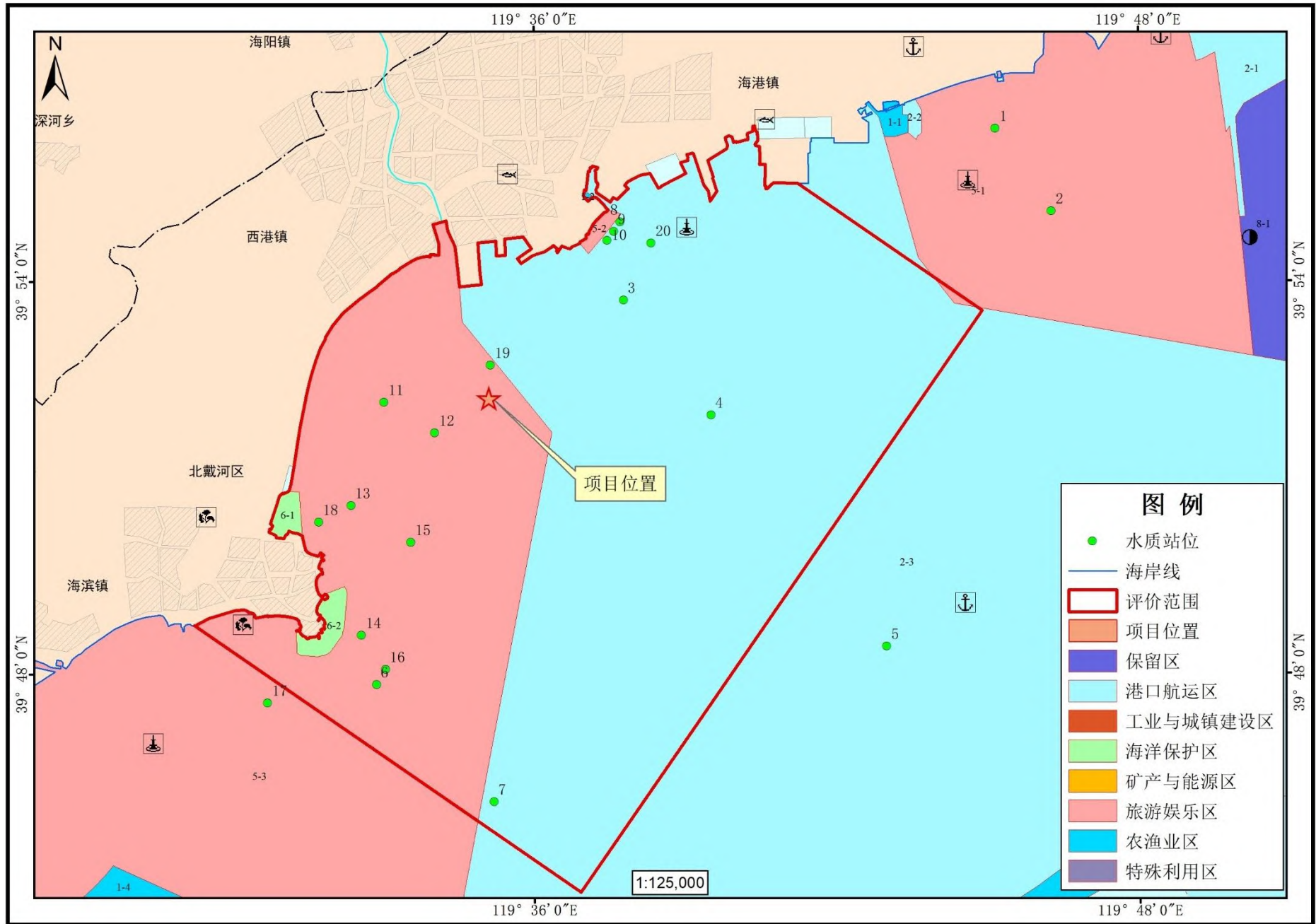


图 5.3-1 调查站位图

5.3.2 样品的采集和预处理

(1) 调查项目

春季调查项目包括悬浮物 (SS)、pH、溶解氧 (DO)、无机氮 (NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N 之和)、活性磷酸盐、化学需氧量 (COD)、铜 (Cu)、铅 (Pb)、锌 (Zn)、镉 (Cd)、汞 (Hg)、砷 (As)、石油类、总有机碳 (TOC)、生化需氧量 (BOD₅) 硫化物和挥发性酚。

(2) 样品的采集和预处理

样品的采集和预处理按“GB17378.3-2007 海洋监测规范：样品采集、贮存与运输”中的相关要求执行。

(3) 分析测定方法

主要调查项目的测定按《海洋监测规范》(GB17378.4-2007) 中规定的分析方法执行。

5.3.3 水质现状评价标准

(1) 评价因子

水环境化学质量现状评价选择 pH、溶解氧 (DO)、化学需氧量 (COD_{Mn})、无机氮 (NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N 之和)、活性磷酸盐 (PO₄-P)、石油类、重金属 (Hg、As、Cu、Pb、Zn、Cd) 等 12 种要素作为评价因子。

(2) 评价方法

各因子的污染程度与其浓度的关系不同，因此，污染指数的算法分为三种不同情况。pH 和溶解氧污染指数计算方法参考《海洋监测规范》(GB/T 17378-2007) 第 7 部分中的“海水增养殖区监测技术规程”。其他项目采用单因子污染指数法，即环境因子实测值与第二类水质标准值之比。具体计算公式如下：

①水质单因子评价方法

采用单因子指数法进行质量评价，标准指数的计算公式如下：

$$S_{i,j} = C_{i,j} / C_{i,s}$$

式中， $S_{i,j}$ —第 i 站评价因子 j 的标准指数；

$C_{i,j}$ —第 i 站评价因子 j 的测量值；

$C_{i,s}$ —评价因子 j 的评价标准值，见表 3.1-25。

表 3.1-25 海水水质标准 单位：mg/L

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
----	-----	-----	-----	-----

pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
DO (>)	6	5	4	3
COD _{Mn} (≤)	2	3	4	5
无机氮 (≤)	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐 (≤)	0.015	0.030		0.045
氰化物 (≤)	0.005		0.1	0.2
石油类 (≤)	0.05		0.3	0.5
汞 (≤)	0.00005	0.0002		0.0005
砷 (≤)	0.020	0.030	0.050	
铜 (≤)	0.005	0.010	0.050	
铅 (≤)	0.001	0.005	0.01	0.05
锌 (≤)	0.020	0.050	0.1	0.5
铬 (≤)	0.05	0.10	0.20	0.50
镉 (≤)	0.001	0.005	0.01	

②海水 pH 值的评价，标准指数用下式计算：

$$S_{i,pH} = |pH_i - pH_{sm}| / D_s$$

式中， $pH_{sm} = \frac{1}{2}(pH_{s\mu} + pH_{sd})$ ， $D_s = \frac{1}{2}(pH_{s\mu} - pH_{sd})$ ； $S_{i,pH}$ —第 i 站 pH 的标准指数； pH_i —第 i 站 pH 测量值； $pH_{s\mu}$ —pH 评价标准的最高值； pH_{sd} —pH 评价标准的最低值。

③DO 评价指数按下式如下：

$$P_{DO} = \frac{|DO_f - DO|}{DO_f - DO_s} \quad (DO \geq DO_s)$$

$$P_{DO} = 10 - 9 \frac{DO}{DO_s} \quad (DO < DO_s)$$

其中： $DO_f = \frac{468}{(31.6 + T)} 14.81$

DO —溶解氧的实测浓度； DO_f —饱和溶解氧的浓度； DO_s —溶解氧的评价标准值； T —水温（℃）。

凡是单因子污染指数≤1 者，认为该调查站位水体没有遭受该因子的污染，>1 者为水体遭受污染，数值越大污染越重。8.7 0.6

5.3.4 水质现状调查与评价结果

20 个调查站位的水质样品中，共有 4 个站位的水质样品不符合所在海洋功能区水质要求的类别，超标样品占总样品量的 20%，主要污染因子为溶解氧（超标率为 15%）和锌（超标率为 5%），超标站位多于秦皇岛北戴河东海滩岬湾附近。

13、15、16 号站位均为溶解氧超标，由于溶解氧单因子污染指数计算需要

水温，本次调查未实测水温，采用的是秋季平均水温 10°C，超标倍率较小在 0.01~0.06 之间，超标原因系温度误差导致。

14 号站位为锌浓度超标，距离沙滩等陆源活动较近，超标倍率为 0.6，超标原因系陆源污染导致。

表 5.3-4 水质监测报表

站位	pH	SS	COD	汞	砷	铜	锌	镉	铅	活性磷酸盐	氨氮	亚硝酸盐氮	油类	总有机碳	BOD 5	溶解氧	挥发性酚	硝酸盐氮
		mg/L		ug/L							mg/L							
1	8.15	16.0	1.51	<0.05	1	8	10	<0.1	<1	<0.010	0.054	0.015	<0.040	2.77	2.79	8.70	0.006	0.064
2	8.22	9.5	1.51	<0.05	1	6	18	<0.1	<1	<0.010	0.081	0.008	<0.040	2.73	2.83	8.95	<0.005	<0.040
3	8.05	14.5	1.22	<0.05	2	<5	<5	<0.1	<1	0.013	0.234	0.014	0.048	2.71	2.38	8.45	<0.005	<0.040
4	8.10	15.8	1.20	<0.05	1	<5	6	<0.1	<1	0.010	0.120	0.008	<0.040	2.36	1.20	7.06	<0.005	<0.040
5	8.10	10.5	1.10	<0.05	2	<5	<5	<0.1	<1	<0.010	0.076	0.014	0.042	2.44	1.23	7.22	<0.005	<0.040
6	8.13	28.0	1.30	<0.05	1	<5	<5	<0.1	<1	0.012	<0.050	<0.005	<0.040	2.54	1.40	6.32	<0.005	0.066
7	8.10	14.8	1.44	<0.05	<1	<5	7	<0.1	<1	<0.010	0.068	0.006	<0.040	2.93	1.88	6.48	<0.005	0.069
8	7.95	12.0	1.63	<0.05	2	<5	6	<0.1	<1	<0.010	0.167	0.017	<0.040	2.51	2.54	6.65	<0.005	0.061
9	7.94	19.0	1.71	<0.05	2	<5	9	<0.1	<1	0.011	0.182	0.017	<0.040	2.55	2.22	7.72	<0.005	0.081
10	7.90	13.0	1.51	<0.05	2	<5	27	<0.1	<1	<0.010	0.194	0.015	<0.040	2.81	2.13	7.80	<0.005	0.061
11	8.15	13.0	1.70	<0.05	1	<5	8	<0.1	<1	<0.010	0.063	0.009	<0.040	3.18	3.65	7.51	<0.005	0.060
12	8.14	10.5	1.44	<0.05	1	<5	9	<0.1	<1	<0.010	<0.050	0.010	<0.040	3.13	4.64	7.10	<0.005	0.068
13	8.09	27.5	1.41	<0.05	1	<5	8	<0.1	<1	<0.010	0.104	0.007	<0.040	3.03	3.00	5.87	0.006	0.074
14	8.06	17.2	1.67	<0.05	1	<5	32	<0.1	<1	<0.010	0.091	0.006	<0.040	3.47	1.80	6.40	<0.005	0.055
15	8.04	13.5	1.22	<0.05	<1	<5	<5	<0.1	<1	<0.010	0.061	0.005	<0.040	3.14	2.05	5.58	<0.005	0.055
16	8.08	12.5	0.87	<0.05	1	<5	13	<0.1	<1	<0.010	0.110	0.005	<0.040	3.18	1.72	5.91	0.006	0.052
17	8.05	11.5	1.04	<0.05	<1	<5	6	<0.1	<1	<0.010	<0.050	<0.005	<0.040	3.27	1.56	6.57	0.015	<0.050
18	8.10	10.0	1.79	<0.05	2	<5	18	<0.1	<1	<0.010	0.101	0.010	<0.040	2.34	2.91	6.85	<0.005	0.056
19	8.02	13.0	1.45	<0.05	1	<5	18	<0.1	<1	<0.010	0.065	0.009	<0.040	2.88	3.03	7.22	0.009	0.059
20	7.96	16.0	1.71	<0.05	2	<5	<5	<0.1	<1	<0.010	0.131	0.019	<0.040	2.58	2.46	8.13	<0.005	0.084

表 5.3-6 水质各污染因子标准指数表（表层，一类水质）

站位	pH	溶解氧	COD	无机氮	活性磷酸盐	石油类	汞	镉	铅	砷	铜	锌
1	0.00	0.60	0.76	0.67	<0.67	<0.80	<1	<1	<1	0.20	1.60	0.5

2	0.20	0.57	0.76	<0.65	<0.67	<0.80	<1	<1	<1	0.20	1.20	0.9
3	0.29	0.64	0.61	1.40	0.87	0.96	<1	<1	<1	0.40	<1	<0.25
4	0.14	0.84	0.60	<0.84	0.67	<0.80	<1	<1	<1	0.20	<1	0.30
5	0.14	0.82	0.55	<0.65	<0.67	0.84	<1	<1	<1	0.40	<1	<0.25
6	0.06	0.95	0.65	<0.61	0.80	<0.80	<1	<1	<1	0.20	<1	<0.25
7	0.14	0.93	0.72	0.72	<0.67	<0.80	<1	<1	<1	<0.20	<1	0.35
8	0.57	0.90	0.82	1.23	<0.67	<0.80	<1	<1	<1	0.40	<1	0.30
9	0.60	0.75	0.86	1.40	0.73	<0.80	<1	<1	<1	0.40	<1	0.45
10	0.71	0.73	0.76	1.35	<0.67	<0.80	<1	<1	<1	0.40	<1	1.35
11	0.00	0.78	0.85	0.66	<0.67	<0.80	<1	<1	<1	0.20	<1	0.40
12	0.03	0.84	0.72	<0.64	<0.67	<0.80	<1	<1	<1	0.20	<1	0.45
13	0.17	1.02	0.71	0.93	<0.67	<0.80	<1	<1	<1	0.20	<1	0.4
14	0.26	0.94	0.84	0.76	<0.67	<0.80	<1	<1	<1	0.20	<1	1.60
15	0.31	1.06	0.61	0.61	<0.67	<0.80	<1	<1	<1	<0.20	<1	<0.25
16	0.20	1.01	0.44	0.84	<0.67	<0.80	<1	<1	<1	0.20	<1	0.65
17	0.29	0.92	0.52	<0.53	<0.67	<0.80	<1	<1	<1	<0.20	<1	0.30
18	0.14	0.87	0.90	0.84	<0.67	<0.80	<1	<1	<1	0.40	<1	0.90
19	0.37	0.82	0.73	0.67	<0.67	<0.80	<1	<1	<1	0.20	<1	0.90
20	0.54	0.69	0.86	1.17	<0.67	<0.80	<1	<1	<1	0.40	<1	<0.25
超标率 (%)	-	15	-	25	-	-	-	-	-	-	10	10

表 5.3-8 2019 年秋季调查监测海域海水样品诸要素单因子污染指数统计结果（按二类标准评价）

站位	溶解氧	无机氮	铜	锌
1	0.53	0.44	0.80	0.2
2	0.49	<0.37	0.60	0.36
3	0.56	0.96	<0.5	<0.1
8	0.79	0.82	<0.5	0.12
9	0.65	0.93	<0.5	0.18
10	0.64	0.90	<0.5	0.54
13	0.89	0.62	<0.5	0.16
14	0.82	0.51	<0.5	0.64
15	0.93	0.40	<0.5	<0.1
16	0.88	0.56	<0.5	0.26

表 5.3-9 2019 年秋季监测点位所在功能区划及评价标准表

站位	所在功能区	海洋水质标准	水质现状	站位符合性	主要污染因子
1	山海关旅游娱乐区	二类	二类	符合	/
2	山海关旅游娱乐区	二类	二类	符合	/
3	秦皇岛港口航运区	二类	二类	符合	/
4	秦皇岛港口航运区	二类	一类	符合	/
5	秦皇岛港口航运区	二类	一类	符合	/
6	北戴河旅游娱乐区	一类	一类	符合	/
7	秦皇岛港口航运区	二类	一类	符合	/
8	秦皇岛港口航运区	二类	二类	符合	/
9	秦皇岛港口航运区	二类	二类	符合	/
10	秦皇岛港口航运区	二类	二类	符合	/
11	北戴河旅游娱乐区	一类	一类	符合	/
12	北戴河旅游娱乐区	一类	一类	符合	/
13	北戴河旅游娱乐区	一类	二类	不符合	溶解氧
14	北戴河旅游娱乐区	一类	二类	不符合	锌
15	北戴河旅游娱乐区	一类	二类	不符合	溶解氧
16	北戴河旅游娱乐区	一类	二类	不符合	溶解氧
17	北戴河旅游娱乐区	一类	一类	符合	/
18	北戴河旅游娱乐区	一类	一类	符合	/
19	北戴河旅游娱乐区	一类	一类	符合	/
20	秦皇岛港口航运区	二类	二类	符合	/

5.4 沉积物现状调查与评价

本节内容引用自《秦皇岛祥瑞海上大酒店综合体开发项目海域使用论证报告书》（海域海岛环境科技研究院（天津）有限公司）中河北省地矿局第八地质

大队（河北省海洋地质资源调查中心）于 2019 年 6 月在工程附近海域内进行的沉积物和生态调查。具体位置见图 5.4-1 和表 5.4-1。

表 5.4-1 海洋沉积物质量及海洋生物调查站位

序号	经度	纬度	调查项目
1	119°45'09.953392"	39°56'20.841213"	沉积物、海洋生物
2	119°46'16.540053"	39°55'04.906523"	沉积物、海洋生物
3	119°37'46.761310"	39°53'43.798845"	沉积物、海洋生物
4	119°39'30.862672"	39°51'57.994545"	沉积物、海洋生物
5	119°42'59.544626"	39°48'25.545273"	沉积物、海洋生物
6	119°37'42.711315"	39°54'55.364213"	沉积物
7	119°37'35.127085"	39°54'46.718432"	海洋生物
8	119°37'27.207773"	39°54'38.328764"	沉积物
9	119°33'01.470396"	39°52'09.934848"	海洋生物
10	119°34'01.764942"	39°51'41.854889"	海洋生物
12	119°33'33.463946"	39°50'01.550272"	沉积物、海洋生物
13	119°32'52.419531"	39°47'50.905504"	沉积物、海洋生物
14	119°35'12.121524"	39°46'03.150943"	沉积物、海洋生物
17	119°30'42.703764"	39°47'34.000349"	海洋生物

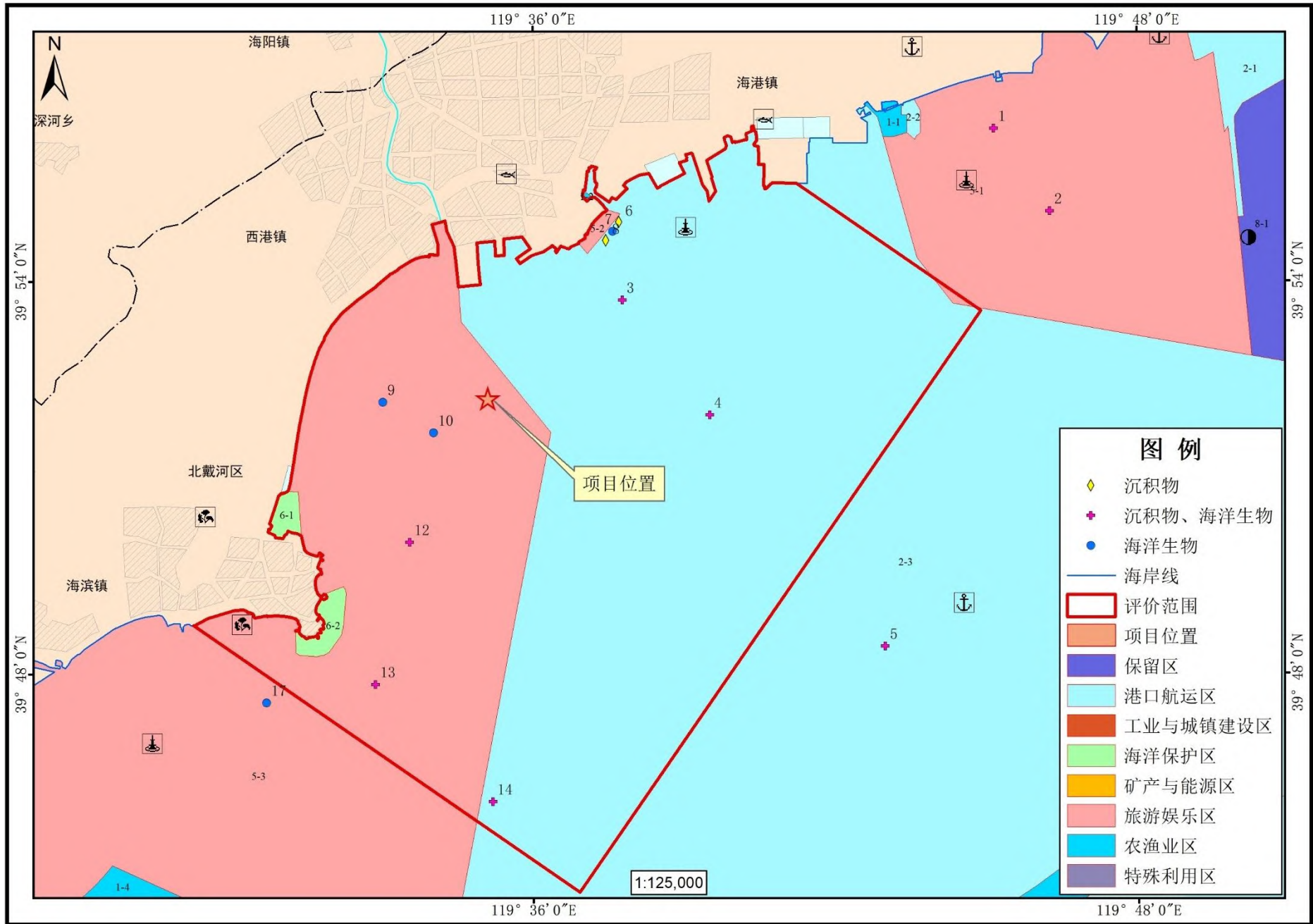


图 5.4-1 海洋沉积物质量及海洋生物调查站位

5.4.1 沉积物调查因子

沉积物调查项目包括：石油类、有机碳、硫化物、镉、铅、砷、铜、锌、汞共 9 项。

5.4.2 采样及分析

(1) 调查项目

2019 年春季分析沉积物中的铜 (Cu)、铅 (Pb)、锌 (Zn)、镉 (Cd)、铬 (Cr)、汞 (Hg)、砷 (As)、石油类、有机碳 (TOC)。

(2) 样品采集

样品采集用 0.05m² 抓斗式采泥器采集沉积物样品，用竹刀将样品盛于洁净的聚乙烯袋，供重金属项目分析使用；样品盛于铝质饭盒，供石油类和有机碳项目分析使用，硫化物样品采集后立即用乙酸锌固定。

(3) 样品处理

样品处理利用重金属样品于 105℃ 烘箱内烘干（汞、有机碳、油类样品 45℃ 烘干），用玛瑙研体碾细，过 80 目尼龙筛（石油类、有机物过金属筛），供消化分析使用。

(4) 分析方法

沉积物样品化学项目的分析方法，采用国家海洋局发布的《海洋监测规范》(GB17378-2007) 中规范方法。

5.4.3 沉积物质量现状评价方法

① 评价因子

铜 (Cu)、铅 (Pb)、锌 (Zn)、镉 (Cd)、总铬 (Cr)、汞 (Hg)、砷 (As)、油类、硫化物和有机碳 (TOC)。

② 评价方法

评价方法采取常用的标准指数法，即环境因子实测值与海洋沉积物质量标准值之比。凡是单因子污染指数 ≤ 1 者，认为该站沉积物没有遭受该因子的污染，> 1 者为沉积物遭受该因子污染，数值越大污染越重。

③ 评价标准

评价标准选用《海洋沉积物质量》(GB18668-2002) 中第一类质量标准（下文简称“标准值”）。各评价项目标准值见表 5.4-2。

表 5.4-2 海洋沉积物质量标准

项目	一类标准	二类标准	三类标准
有机碳	2.0	3.0	4.0
石油类	500.0	1000.0	1500.0
砷	20.0	65.0	93.0
汞	0.2	0.5	1.00
铬	80.0	150.0	270.0
镉	0.50	1.50	5.00
铜	35.0	100.0	200.0
铅	60.0	130.0	250.0
锌	150.0	350.0	600.0

注：TOC 单位为 (%)；石油类、砷、汞、铬、镉、铜、铅、锌单位 ($\times 10^{-6}$)。

5.4.4 沉积物现状分析与评价结果

沉积物环境质量监测结果见表 5.4-3。按照《海洋沉积物质量标准》(GB18668-2002)中的一类标准进行评价。沉积物质量的评价结果分别见表 5.4-3。

评价结果显示，除有机碳、石油类、铬和铜外其余调查因子均符合一类沉积物标准，超标因子均符合二类沉积物标准。10 个调查站位的沉积样品部分站位不符所在功能区的沉积物质量要求，主要污染因子为有机碳（超标率 10%）、石油类（超标率 10%）、铬（超标率 30%）和铜（超标率 80%），其余因子均符合功能区要求。

表 5.4-3 沉积物环境质量检测结果

站位	汞 (10^{-6})	铜 (10^{-6})	铅 (10^{-6})	镉 (10^{-6})	锌 (10^{-6})	砷 (10^{-6})	铬 (10^{-6})	石油类 (以 oil 计) (mg/ kg)	有机碳 (%)
1	0.096	44.21	30.17	0.406	106.20	5.42	74.94	27.68	0.842
2	0.075	45.29	28.72	0.401	95.65	6.50	69.06	47.13	0.840
3	0.187	68.02	45.52	0.441	147.06	6.79	83.65	124.84	1.08
4	0.037	35.44	31.17	0.223	68.88	4.42	111.32	101.43	0.431
5	0.047	45.73	44.01	0.272	107.10	6.24	100.48	68.67	0.624
6	0.152	40.97	31.74	0.362	106.50	4.78	75.88	372.14	1.81
8	0.191	61.02	44.05	0.472	113.21	5.02	76.31	687.54	2.06
12	0.065	50.52	32.18	0.457	93.12	6.53	74.81	20.85	0.701
13	0.033	19.55	21.50	0.245	44.78	4.01	42.59	< 10.00	0.214
14	0.019	32.92	21.00	0.155	36.28	4.44	33.64	< 10.00	0.190

注：ND 表示未检测出。

表 5.4-4 沉积物各项目标准指数（一类标准）

站位	有机碳	石油类	汞	镉	铅	铜	砷	铬	锌
1	0.42	0.06	0.48	0.81	0.50	1.26	0.27	0.94	0.71
2	0.42	0.09	0.38	0.80	0.48	1.29	0.33	0.86	0.64
3	0.54	0.25	0.94	0.88	0.76	1.94	0.34	1.05	0.98
4	0.22	0.20	0.19	0.45	0.52	1.01	0.22	1.39	0.46
5	0.31	0.14	0.24	0.54	0.73	1.31	0.31	1.26	0.71
6	0.91	0.74	0.76	0.72	0.53	1.17	0.24	0.95	0.71
8	1.03	1.38	0.96	0.94	0.73	1.02	0.25	0.95	0.75
12	0.35	0.04	0.33	0.91	0.54	1.44	0.33	0.94	0.62
13	0.11	<0.02	0.17	0.49	0.36	0.56	0.20	0.53	0.30
14	0.10	<0.02	0.10	0.31	0.35	0.94	0.22	0.42	0.24
超标率 (%)	10	10	-	-	-	80	-	30	-

表 5.3-5 2019 年春季调查监测海域沉积物样品诸要素单因子污染指数统计结果（按二类标准评价）

站位	有机碳	石油类	铜	铬
1	0.28	0.44	0.50	0.03
2	0.28	0.45	0.46	0.05
3	0.36	0.68	0.56	0.12
4	0.14	0.35	0.74	0.10
5	0.21	0.46	0.67	0.07
6	0.60	0.41	0.51	0.37
8	0.69	0.61	0.51	0.69
12	0.23	0.51	0.50	0.02

表 5.3-6 2019 年春季监测点位所在功能区划及评价标准表

站位	所在功能区	沉积物标准	沉积物现状	站位符合性	主要污染因子
1	山海关旅游娱乐区	一类	二类	不符合	铜
2	山海关旅游娱乐区	一类	二类	不符合	铜
3	秦皇岛港口航运区	一类	二类	不符合	铜、铬
4	秦皇岛港口航运区	一类	二类	不符合	铜、铬
5	秦皇岛港口航运区	一类	二类	不符合	铜、铬
6	秦皇岛港口航运区	一类	二类	不符合	铜
8	秦皇岛港口航运区	一类	二类	不符合	有机碳、石油类、铜
12	北戴河旅游娱乐区	一类	二类	不符合	铜
13	北戴河旅游娱乐区	一类	一类	符合	/
14	秦皇岛港口航运区	一类	一类	符合	/

5.5 海洋生态环境调查与评价

浮游植物、浮游动物和底栖生物现状调查时间与海洋环境质量调查同步进行。监测时间为 2019 年 6 月，与沉积物监测时间同步。生态现状监测站位与沉积物监测站位相同，详见表 5.4-1 和图 5.4-1。

1、调查内容与时间

①叶绿素 a：含量及分布。

②浮游植物：种类组成、数量和生物量分布、主要优势种及其数量、群落

指标。

③浮游动物：种类、数量和生物量及其分布、生物多样性指数和均匀度的分布。

④大型底栖生物：种类组成及分布、栖息密度和生物量组成及分布、群落构成及优势种的分布、群落结构指数及其分布等。

⑤潮间带生物：种类组成及分布、栖息密度和生物量组成及分布、群落构成及优势种的分布、群落结构指数及其分布等。

调查时间同步沉积物调查，调查站位见表 5.4-1 和图 5.4-1。

2、海洋生态环境评价方法

本次评价海域海洋生态环境评价用到如下生态学指数：物种多样性指数 (H')、均匀度 (J)、种类丰度 (d) 和优势度 (D)，计算公式分别如下：

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i ;$$

$$J = \frac{H'}{\log_2 S} ;$$

$$d = \frac{S-1}{\log_2(N)} ;$$

$$D = (N_1 + N_2) / N$$

式中 S 为样品中的种类数； p_i 为第 i 种的个体数与样品总个体数的比值； n_i 为第 i 种的个体数； N 为样品个体数量之和； N_1 为样品中第一优势种的个数， N_2 为样品中第二优势种的个数。

5.5.1 海洋生态环境现状调查与评价

5.5.1.1 叶绿素 a

1、材料方法

(1) 样品采集及测定

叶绿素的样品使用孔径 $0.65\mu\text{m}$ 的 GF/F 滤膜过滤水样 400mL，对折铝箔包裹后 -20°C 冰箱中保存。叶绿素 a 的测定按照《海洋调查规范》(GB/T12763.6-2007) 的方法，用 90% 的丙酮萃取后使用分光光度计测定波长为 750nm、664nm、647nm、630nm 处的溶液消光值。做浊度校正的 750nm 处消光值不超过

每厘米光程 0.005。

(2) 叶绿素 a

叶绿素 a 按照公式： $C_{Chla} = (11.85E_{664} - 1.54E_{647} - 0.08E_{630}) \times V_1/V_2$ 进行计算，式中， C_{Chla} 为叶绿素 a 的浓度 ($\mu\text{g/L}$)， V_1 为提取液的体积 (mL)， V_2 为过滤海水的体积 (L)。 E_{664} 、 E_{647} 和 E_{630} 分别为不同波长处 1cm 光程经浊度校正后的消光值。

2、调查结果

调查海域各站表层叶绿素 a 浓度的变化范围为 1.24~5.39 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 3.32 $\mu\text{g/L}$ ，最高值出现在站位 12，最低值出现在站位 14。各站位的初级生产力变化范围为 83.24~1608.01 $\text{mgC/m}^2\cdot\text{d}$ ，平均值为 558.01 $\text{mgC/m}^2\cdot\text{d}$ ，最高值出现在站位 10，最低值出现在站位 5。各站位叶绿素 a 浓度及初级生产力见表 5.5-1。

表 5.5-1 各站位叶绿素 a 浓度

站位	叶绿素	初级生产力
	$\mu\text{g/L}$	$\text{mgC/m}^2 \cdot \text{d}$
1	5.06	1387.30
2	3.72	617.32
3	3.82	118.51
4	1.79	100.74
5	1.39	83.24
7	4.52	270.68
9	3.26	893.79
10	4.37	1608.01
12	5.39	1127.78
13	3.58	164.02
14	1.24	116.31
17	1.67	208.45
平均	3.32	558.01
最小	1.24	83.24
最大	5.39	1608.01

5.5.1.2 浮游植物

1、材料方法

浮游植物的调查方法依照《海洋监测规范》，使用浅水 III 型浮游生物网自水底至水面拖网采集浮游植物。采集到的浮游植物样品装入标本瓶，把样品用甲醛溶液固定保存，加入量为样品体积的 5%。浮游植物样品经过静置、沉淀、浓缩后换入贮存瓶并编号，处理后的样品使用光学显微镜采用个体计数法进行种类鉴定和数量统计。根据鉴定和计数结果，计算出每一种类的细胞数量，每

一站位浮游植物细胞数量，以及所调查海域浮游植物平均数量等数据。

2、调查结果

①种类组成及优势种

调查共检出网采浮游植物 38 种（表 3.2-4），其中硅藻类 20 种，52.63%，甲藻类 15 种，39.47%，针胞藻类 2 种，5.26%，金藻类 1 种，2.63%。

调查区内站位优势种种类为 2 种（表 3.2-4），主要优势种为中肋骨条藻（*Skeletonema costatum*）和赤潮异弯藻（*Heterosigma akashiwo*），其密度分别占浮游植物总密度的 18.23%和 64.34%。调查结果显示，在该海区浮游植物群落中。中肋骨条藻（*Skeletonema costatum*）该种的站位出现率为 66.7%，各站位平均细胞数量为 2.27×10^7 个/m³；赤潮异弯藻（*Heterosigma akashiwo*）该种的站位出现率为 91.6%，各站位平均细胞数量为 5.83×10^7 个/m³。

②生物密度

浮游植物数量的平面分布呈现明显的板块分布。最大出现在 3 号站（ 2.638×10^8 个/m³），最小出现在 14 号站位（ 2.24×10^7 个/m³），浮游植物细胞数量总平均为 8.31×10^7 个/m³，调查海域各站位浮游植物细胞数量及种类数见图 3.2-2。

③群落特征指数

春季调查海域浮游植物各站群落参数值分析统计结果见表 3.2-3，浮游植物样品的多样性指数（H'）介于 0.66~2.11 之间，平均值为 1.39，分析结果样品的多样性指数值、均匀度、丰度中等，优势度高，表明调查海域浮游植物群落结构相对较简单。

表 5.5-2 浮游植物各站群落参数统计

站位	种类数	总细胞数（个/m ³ ）	H'多样性指数	J均匀度	d种类丰度	D优势度
1	8	62800000	1.09	0.36	0.27	0.89
2	11	52500000	0.83	0.24	0.39	0.92
3	14	263800000	1.12	0.29	0.46	0.95
4	14	78300000	1.62	0.42	0.50	0.88
5	10	25600000	1.40	0.42	0.37	0.82
7	10	46800000	1.41	0.42	0.35	0.93
9	10	135400000	1.84	0.56	0.33	0.78
10	11	91600000	1.54	0.44	0.38	0.86
12	9	129600000	0.66	0.21	0.30	0.94
13	10	41700000	1.22	0.37	0.36	0.86
14	7	22400000	2.11	0.75	0.25	0.68
17	14	46800000	1.79	0.47	0.51	0.78
平均	-	83108333.33	1.39	0.41	0.37	0.86

站位	种类数	总细胞数 (个/m ³)	H'多样性指数	J均匀度	d种类丰度	D优势度
最小	-	22400000.00	0.66	0.21	0.25	0.68
最大	-	263800000.00	2.11	0.75	0.51	0.95

表 5.5-3 浮游植物种类优势种统计表

种名	类名	细胞数量 (个/m ³)	个数占比	优势度Y
中肋骨条藻	硅藻门	181800000	18.23%	0.122
菱形藻	硅藻门	5500000	0.55%	0.004
柔弱拟菱形藻	硅藻门	3500000	0.35%	0.001
长菱形藻	硅藻门	4800000	0.48%	0.002
羽纹藻	硅藻门	1600000	0.16%	0.001
曲舟藻	硅藻门	4700000	0.47%	0.002
原甲藻	甲藻门	8900000	0.89%	0.005
赤潮异弯藻	针胞藻门	641700000	64.34%	0.590
圆筛藻	硅藻门	700000	0.07%	0.000
秘鲁角毛藻	硅藻门	600000	0.06%	0.000
小环藻	硅藻门	300000	0.03%	0.000
舟形藻	硅藻门	1700000	0.17%	0.001
夜光藻	甲藻门	400000	0.04%	0.000
斯托根管藻	硅藻门	7100000	0.71%	0.002
刚毛根管藻	硅藻门	300000	0.03%	0.000
尖刺拟菱形藻	硅藻门	1100000	0.11%	0.000
锥状斯克普藻	甲藻门	36100000	3.62%	0.009
螺旋环沟藻	甲藻门	6200000	0.62%	0.004
微小原甲藻	甲藻门	29300000	2.94%	0.005
大洋角管藻	硅藻门	600000	0.06%	0.000
卡氏角毛藻	硅藻门	200000	0.02%	0.000
洛氏菱形藻	硅藻门	500000	0.05%	0.000
根管藻	硅藻门	500000	0.05%	0.000
塔玛亚历山大藻	甲藻门	200000	0.02%	0.000
小等刺硅鞭藻	金藻门	200000	0.02%	0.000
倒卵形鳍藻	甲藻门	1100000	0.11%	0.000
反曲原甲藻	甲藻门	300000	0.03%	0.000
旋沟藻	甲藻门	38200000	3.83%	0.010
丹麦角毛藻	硅藻门	600000	0.06%	0.001
柔弱角毛藻	硅藻门	2000000	0.20%	0.001
裸甲藻	甲藻门	10200000	1.02%	0.006
塔玛亚历山大藻	甲藻门	900000	0.09%	0.001
环沟藻	甲藻门	2500000	0.25%	0.002
梨甲藻	甲藻门	500000	0.05%	0.000
海洋卡盾藻	针胞藻门	500000	0.05%	0.000
新月菱形藻	硅藻门	300000	0.03%	0.000
春膝沟藻	甲藻门	500000	0.05%	0.000
东海原甲藻	甲藻门	1200000	0.12%	0.000

5.5.1.3 浮游动物

1、材料方法

浮游动物样品采集方法，按照中华人民共和国行业标准《海洋调查规范》执行。使用浅水 I 型网自底至表垂直拖取。所获样品用 5% 的甲醛溶液固定保存。浮游动物样品分析采用个体计数法和直接称重法（湿重）。浮游动物个体计数以 ind./m³ 为单位。浮游动物湿重生物量以 mg/m³ 为单位。

2、调查结果

1) 大型浮游动物

① 种类组成及优势种

调查共检出 I 型网采浮游动物 27 种（表 3.2-8），其中节肢动物门 19 种，浮游幼虫 5 种，原生动物门、刺胞动物门、毛颚动物门均为 1 种，各占总种数的 70.37%、18.52 和 3.7%。

调查区内站位优势种种类为 1 种（表 3.2-8），主要优势种为夜光虫（*Noctilucidae scientillans*），密度占大型浮游动物总密度的 92.75%。调查结果显示，在该海区大型浮游动物群落中，夜光虫（*Noctilucidae scientillans*）的站位出现率为 91.67%，各站位平均密度为 17838.82 个/m³。

② 生物量和生物密度

大型浮游动物数量的平面分布呈现明显的板块分布。浮游动物湿重生物量变化范围在（1045.80~5175.82）mg/m³之间，平均为 1885.57mg/m³（见表 3.2-7），生物量最高值出现在 1 站位，最低值出现在 12 站位。浮游动物的生物密度最大出现在 1 号站（99056 个/m³），最小出现在 12 号站位（3627 个/m³），大型浮游动物细胞数量总平均为 22775.25 个/m³，调查海域各站位大型浮游动物细胞数量及种类数见表 3.2-7。

③ 群落特征指数

春季调查海域大型浮游动物各站群落参数值分析统计结果见表 3.2-7，大型浮游动物样品的多样性指数（H'）介于 0.05~1.41 之间，平均值为 0.36，分析结果样品的多样性指数值低、均匀度低、丰度中等、优势度高，表明调查海域大型浮游动物群落结构稳定性较低。

表 5.5-4 春季大型浮游动物各站群落参数统计

站位	种数	总密度 (个/m ³)	生物量 (mg/m ³)	H'多样性 指数	J均匀度	d种类丰度	D优势度
1	10	99056.0	5175.82	0.07	0.02	0.54	1.00
2	9	30506.0	1544.50	0.05	0.02	0.54	1.00
3	11	9520.0	1045.80	0.77	0.22	0.76	0.93

站位	种数	总密度 (个/m ³)	生物量 (mg/m ³)	H'多样性 指数	J均匀度	d种类丰度	D优势度
4	7	12616.0	2010.47	0.15	0.06	0.44	0.99
5	10	11129.0	1792.83	0.24	0.07	0.67	0.98
7	9	8648.0	1126.76	1.41	0.44	0.61	0.84
9	12	7999.0	2009.01	0.66	0.18	0.85	0.95
10	10	7749.0	1931.30	0.41	0.12	0.70	0.97
12	5	3627.0	1442.75	0.51	0.22	0.34	0.97
13	10	11008.0	1145.70	0.19	0.06	0.67	0.99
14	10	6792.0	1947.37	0.63	0.19	0.71	0.94
17	10	2917.0	1454.55	0.93	0.28	0.78	0.93
平均		17630.58	1885.57	0.50	0.16	0.63	0.96
最小		2917.00	1045.80	0.05	0.02	0.34	0.84
最大		99056.00	5175.82	1.41	0.44	0.85	1.00

表 5.5-5 春季大型浮游动物种类优势种统计表

种名	类名	密度(个/m ³)	密度占比	Y优势度
夜光虫	原生动物门	196227	92.75%	0.850
锡兰和平水母	刺胞动物门	130	0.06%	0.000
瘦尾胸刺水蚤	节肢动物门	1419	0.67%	0.006
海洋伪镖水蚤	节肢动物门	1041	0.49%	0.004
真刺唇角水蚤	节肢动物门	11	0.01%	0.000
克氏纺锤水蚤	节肢动物门	6503	3.07%	0.010
长额刺糠虾	节肢动物门	372	0.18%	0.001
强壮箭虫	毛颚动物门	686	0.32%	0.003
短尾类溞状幼虫	浮游幼虫	114	0.05%	0.000
阿利玛幼虫	浮游幼虫	2790	1.32%	0.009
瘦尾筒角水蚤	节肢动物门	67	0.03%	0.000
双毛纺锤水蚤	节肢动物门	12	0.01%	0.000
拟长腹剑水蚤	节肢动物门	5	0.00%	0.000
小拟哲水蚤	节肢动物门	622	0.29%	0.002
强额拟哲水蚤	节肢动物门	136	0.06%	0.000
墨氏胸刺水蚤	节肢动物门	526	0.25%	0.000
太平洋纺锤水蚤	节肢动物门	243	0.11%	0.000
仔稚鱼	浮游幼虫	74	0.03%	0.000
中华哲水蚤	节肢动物门	271	0.13%	0.001
多毛类幼虫	浮游幼虫	113	0.05%	0.000
中国毛虾	节肢动物门	9	0.00%	0.000
长尾类幼体	浮游幼虫	126	0.06%	0.000
细巧华哲水蚤	节肢动物门	26	0.01%	0.000
双刺唇角水蚤	节肢动物门	7	0.00%	0.000
近缘大眼剑水蚤	节肢动物门	6	0.00%	0.000
三叶针尾涟虫	节肢动物门	6	0.00%	0.000
汤氏长足水蚤	节肢动物门	25	0.01%	0.000

2) 小型浮游动物

①种类组成及优势种

调查共检出II型网采浮游动物 20 种（表 3.2-10），其中节肢动物门 9 种，占总种数的 45%，刺胞动物门 4 种，占总种数的 20%，浮游幼虫 5 种，占总种数的 25%，原生动物门、毛颚动物门均为 1 种，各占总种数的 5%。

调查区内站位优势种种类为 3 种（表 3.2-10），主要优势种为夜光虫（*Noctilucidae scientillans*）、小拟哲水蚤（*Paracalanus parvus*）克氏纺锤水蚤（*Acartia clause*）和短角长腹剑水蚤（*O. brevicornis*），密度分别占小型浮游动物总密度的 61.78%、3.28%、24.7%和 6.1%。

④ 生物量和生物密度

小型浮游动物数量的平面分布呈现明显的板块分布。浮游动物湿重生物量变化范围在（1966.15~8152.17） mg/m^3 之间，平均为 $3549.83\text{mg}/\text{m}^3$ （见表 3.2-9），生物量最高值出现在 1 站位，最低值出现在 2 站位。浮游动物的生物密度最大出现在 1 号站（ 93179 个/ m^3 ），最小出现在 12 号站位（ 9072 个/ m^3 ），小型浮游动物细胞数量总平均为 31701 个/ m^3 ，平均为 31701 个/ m^3 。

②群落特征指数

春季调查海域小型浮游动物各站群落参数值分析统计结果见表 3.2-9，小型浮游动物样品的多样性指数（ H' ）介于 0.50~1.99 之间，平均值为 1.30，分析结果样品的多样性指数值高、均匀和丰度中等、优势度偏高，表明调查海域小型浮游动物群落结构相对较复杂，其生态结构能承受一定程度的干扰而不易崩溃。

表 5.5-6 春季小型浮游动物各站群落参数统计

站位	种数	总密度 (个/ m^3)	生物量 (mg/m^3)	H' 多样性 指数	J均匀度	d种类丰度	D优势度
1	12	93179.0	8152.17	1.24	0.34	0.67	0.96
2	10	30339.0	1966.15	1.41	0.42	0.60	0.93
3	14	32008.0	3011.36	2.00	0.53	0.87	0.75
4	11	29283.0	2669.27	0.50	0.14	0.67	0.96
5	11	35568.0	5644.84	0.69	0.20	0.66	0.96
7	7	4128.0	2222.22	0.75	0.27	0.50	0.93
9	11	14577.0	2276.79	1.53	0.44	0.72	0.83
10	10	9585.0	2670.45	1.67	0.50	0.68	0.87
12	11	9072.0	2007.58	1.99	0.58	0.76	0.79
13	9	8059.0	1546.05	1.82	0.58	0.62	0.76
14	12	24071.0	3284.88	1.65	0.46	0.76	0.84
17	11	8236.0	2745.90	2.38	0.69	0.77	0.61
平均		24842.08	3183.14	1.47	0.43	0.69	0.85
最小		4128.00	1546.05	0.50	0.14	0.50	0.61
最大		93179.00	8152.17	2.38	0.69	0.87	0.96

表 5.5-7 春季小型浮游动物种类优势种统计表

种名	类名	密度(个/m ³)	密度占比	Y优势度
夜光虫	原生动物门	184164	61.78%	0.566
中华哲水蚤	节肢动物门	358	0.12%	0.001
小拟哲水蚤	节肢动物门	9782	3.28%	0.033
强额拟哲水蚤	节肢动物门	2310	0.77%	0.006
墨氏胸刺水蚤	节肢动物门	2115	0.71%	0.007
瘦尾胸刺水蚤	节肢动物门	3195	1.07%	0.011
海洋伪镖水蚤	节肢动物门	238	0.08%	0.000
克氏纺锤水蚤	节肢动物门	73639	24.70%	0.226
短角长腹剑水蚤	节肢动物门	18189	6.10%	0.061
强壮箭虫	毛颚动物门	1417	0.48%	0.004
多毛类幼虫	浮游幼虫	442	0.15%	0.001
短尾类蚤状幼虫	浮游幼虫	256	0.09%	0.000
担轮幼虫	浮游幼虫	236	0.08%	0.001
锡兰和平水母	刺胞动物门	80	0.03%	0.000
阿利玛幼虫	浮游幼虫	1596	0.54%	0.004
真囊水母	刺胞动物门	19	0.01%	0.000
小介穗水母	刺胞动物门	19	0.01%	0.000
灯塔水母	刺胞动物门	15	0.01%	0.000
太平洋纺锤水蚤	节肢动物门	15	0.01%	0.000
仔稚鱼	浮游幼虫	20	0.01%	0.000

5.5.1.4 大型底栖生物

1、材料方法

底栖动物调查采样用 0.05m² 曙光采泥器采集，每站取样 2 次，取样面积为 0.1m²，取样深度为 10~20cm。将采集到的沉积物样倒入网目为 0.5mm 底栖动物分样筛内，提水冲洗掉底泥，挑选出所有生物，装入标本瓶内，放入标签，用 5% 福尔马林固定液固定，标本带回实验室分析（包括种类鉴定、称量及计算等）。具体操作方法严格按中华人民共和国行业标准《海洋监测规范》和《海洋调查规范》执行。

2、调查结果

①种类组成及优势种

本次调查 12 个站位中，有 9 个站位显示有大型底栖生物，共 22 种，具体见表 3.2-16。其中环节动物 17 种，节肢动物 2 种，脊索动物门、软体动物门、蠕虫动物门各 1 种。

调查区内站位优势种种类为 4 种（表 3.2-16），优势种包括异须沙蚕、长吻沙蚕、背蚓虫和沈氏厚蟹，各站占大型底栖生物总密度的 13.29%、4.43%、12.03%和 50.63%。

②密度与生物量分布

调查海区各站位底栖生物平均生物密度为 176 个/m²，其中 2 号站位生物密度最大，为 630 个/m²；生物密度最低的站位为 7 号站位，为 20 个/m²；调查海区底栖动物平均生物量为 26.40g/m²，其中 2 号站位生物量最大，为 84.66 g/m²；生物量最低的站位为 17 号站位，为 5.14g/m²，见表 3.2-15。

③群落特征指数

春季调查海域大型底栖生物各站群落参数值分析统计结果见表 3.2-15，大型底栖生物样品的多样性指数（H'）介于 0.20~2.66 之间，平均值为 1.70，分析结果样品的多样性指数值、均匀度和丰度中等、优势度较高，表明调查海域大型底栖生物群落结构相对较简单。

表 5.5-8 大型底栖生物调查结果

站位	种数	生物密度 (个/m ³)						生物量 g/m ³	多样性指数H'	均匀度J	丰度d	优势度D
		总生物密度	环节动物门	节肢动物门	软体动物门	脊索动物门	蠕虫动物门					
1	11	270	240	20	0	0	10	9.39	2.66	0.77	1.24	0.90
2	2	630	20	610	0	0	0	84.66	0.20	0.20	0.11	0.90
5	7	140	110	20	0	0	10	7.30	2.66	0.95	0.84	0.90
7	2	20	10	10	0	0	0	5.42	1.00	1.00	0.23	0.90
9	6	100	90	10	0	0	0	64.06	2.45	0.95	0.75	0.90
12	4	130	130	0	0	0	0	5.14	1.49	0.74	0.43	0.90
13	3	100	20	80	0	0	0	34.73	0.92	0.58	0.30	0.90
14	7	150	50	60	10	30	0	21.78	2.42	0.86	0.83	0.90
17	3	40	40	0	0	0	0	5.14	1.50	0.95	0.38	0.90
平均值		176						26.40	1.70	0.78	0.57	0.90
最大值		630						84.66	2.66	1.00	1.24	0.90
最小值		20						5.14	0.20	0.20	0.11	0.90

表 5.5-9 春季大型底栖生物种类优势种统计表

种名	门类名	密度(个/m ²)	密度占比	Y优势度
异须沙蚕	环节动物门	210	13.29%	0.089
长吻沙蚕	环节动物门	70	4.43%	0.030
异足索沙蚕	环节动物门	20	1.27%	0.001
须鳃虫	环节动物门	10	0.63%	0.001
小头虫	环节动物门	30	1.90%	0.006
背蚓虫	环节动物门	190	12.03%	0.053
沙枝软鳃海蛹	环节动物门	20	1.27%	0.003
不倒翁虫	环节动物门	10	0.63%	0.001
多皱无吻蠕	蠕虫动物门	20	1.27%	0.003
泥足隆背蟹	节肢动物门	10	0.63%	0.001

种名	门类名	密度(个/m ²)	密度占比	Y优势度
沈氏厚蟹	节肢动物门	800	50.63%	0.394
长锥虫	环节动物门	20	1.27%	0.008
亚洲帚毛虫	环节动物门	20	1.27%	0.010
树蛭虫	环节动物门	20	1.27%	0.001
奇异拟纽虫	环节动物门	10	0.63%	0.002
短叶索沙蚕	环节动物门	10	0.63%	0.003
多眼虫	环节动物门	30	1.90%	0.002
膜质伪才女虫	环节动物门	10	0.63%	0.001
虹彩明樱蛤	软体动物门	10	0.63%	0.001
青岛文昌鱼	脊索动物门	30	1.90%	0.015
双齿围沙蚕	环节动物门	20	1.27%	0.008
日本双边帽虫	环节动物门	10	0.63%	0.005

5.5.1.5 海洋生物质量现状调查与评价

本报告中引用的海洋生物质量调查数据主要来源：2021年3月大连市现代海洋牧场研究院在项目附近海域进行的调查结果（CMA见附件17）。

(1) 调查站位布设

调查共布设10个站位，见表5.5-10及图5.5-1所示。

表 5.5-10 生物质量站位表

站位	经度 (E)	纬度 (N)	监测项目
HDQ-1	119°34'2.265"E	39°45'22.929"N	生物质量
HDQ-2	119°39'8.204"E	39°43'10.222"N	生物质量
HDQ-3	119°43'56.558"E	39°41'4.364"N	生物质量
HDQ-4	119°31'16.105"E	39°43'35.269"N	生物质量
HDQ-5	119°36'30.031"E	39°41'30.188"N	生物质量
HDQ-6	119°40'50.250"E	39°38'53.701"N	生物质量
HDQ-7	119°28'46.446"E	39°42'3.135"N	生物质量
HDQ-8	119°33'56.028"E	39°39'38.174"N	生物质量
HDQ-9	119°38'37.851"E	39°37'9.806"N	生物质量
HDQ-10	119°27'11.731"E	39°39'55.078"N	生物质量
HDQ-11	119°31'42.807"E	39°37'46.354"N	生物质量
HDQ-12	119°35'37.672"E	39°35'19.123"N	生物质量

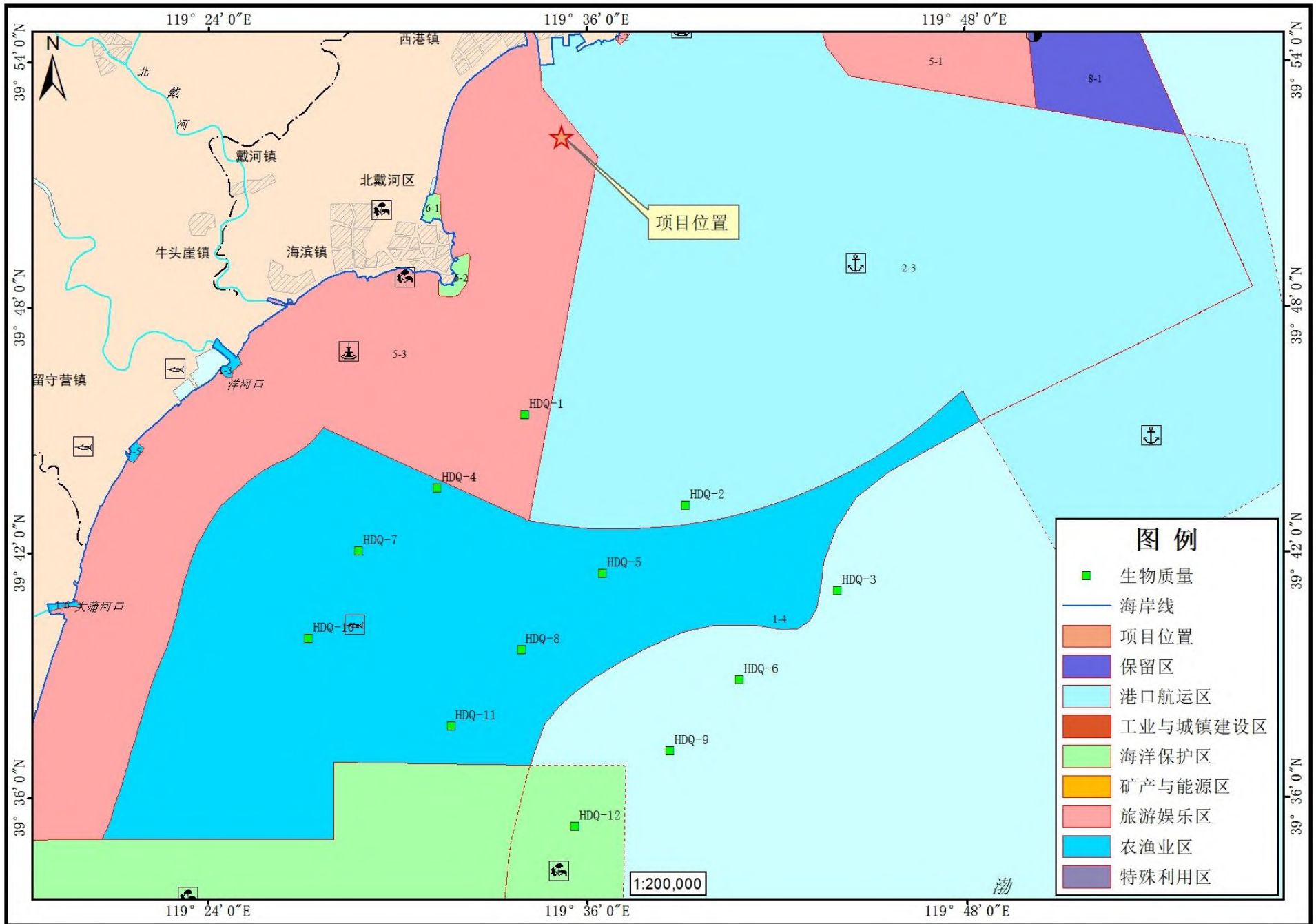


图 5.5-1 生物质量站位图

(2) 监测项目

2021年3月对调查海域进行鱼类、甲壳类、软体类、双壳类生物体质量取样，鱼类为花鲈、方氏云鳎；甲壳类为口虾蛄、三疣梭子蟹；软体类是巴蛸；双壳类是毛蚶，共计6种生物体。检测生物体内铜、铅、锌、镉、砷、汞、石油烃共计7项指标。

(3) 调查方法

将样品取其肌肉部分，参照《海洋监测规范》(GB17378.6-2007)进行了实验分析。

(4) 评价标准

海洋生物质量评价标准执行一类标准，贝类采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)中规定的一类生物质量标准，由于鱼类、甲壳类、软体类生物质量目前没有统一标准，本项目软体类、甲壳类和鱼类生物体内重金属污染物采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准进行评价。

(5) 调查及分析结果

调查海域海洋生物质量监测结果见下表。

表 5.5-11 海洋生物质量监测结果 (湿样)

生物名称	监测结果						
	石油烃 (10-6)	铜 (10-6)	铅 (10-6)	锌 (10-6)	镉 (10-6)	汞 (10-6)	砷 (10-6)
花鲈	0.71	0.32	ND	0.7	0.0149	11.4	ND
方氏云鳎	2.09	ND	0.350	3.8	0.0382	5.3	0.100
口虾蛄	1.73	11.9	0.130	15	0.251	ND	0.188
三疣梭子蟹	1.15	10.6	ND	21.1	0.362	6.1	0.268
长蛸	ND	11.0	0.320	20.8	0.0899	14.3	0.340
毛蚶	6.59	1.2	0.043	6.7	0.0486	17.1	0.240

注：ND代表未检出

生物质量单因子评价结果见下表。

表 5.5-12 项目海域生物质量单因子现状评价结果 (湿重)

样品信息 样品名称	所属种类	各评价因子单项标准指数						
		石油烃	铜	铅	锌	镉	汞	砷
花鲈	鱼类	0.04	0.02	/	0.02	0.02	0.04	/
方氏云鳎	鱼类	0.10	/	0.18	0.10	0.06	0.02	0.02
口虾蛄	甲壳类	0.09	0.12	0.07	0.10	0.13	/	0.02

三疣梭子蟹	甲壳类	0.06	0.11	/	0.14	0.18	0.03	0.03
长蛸	软体类	/	0.11	0.03	0.08	0.02	0.05	0.03
毛蚶	贝类	0.44	0.12	0.43	0.34	0.24	0.34	0.24

由表可知：贝类生物体质量符合《海洋生物质量》（GB18421—2001）中规定的一类生物质量标准；鱼类、甲壳类和软体类生物体的石油烃含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中的“海洋生物质量评价标准”限值；鱼类、甲壳类和软体类生物体内的铜、铅、镉、锌、汞、砷含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”限值，说明调查海区的海洋生物质量较好。

5.5.2 海洋渔业资源现状调查与评价

为了解本项目周边海域渔业资源现状，本节鱼卵仔稚鱼引用秦皇岛海洋环境监测中心站于 2018 年 5 月在秦皇岛海域的监测资料，游泳生物引自北海环境监测中心 2018 年 11 月调查的渔业资源数据，调查站位布设见图 5.5-1 和图 5.5-2。及 2021 年 7 月河北地矿局第八地质大队对周边海域进行的调查结果，见图 5.5-3 和表 5.5-1。

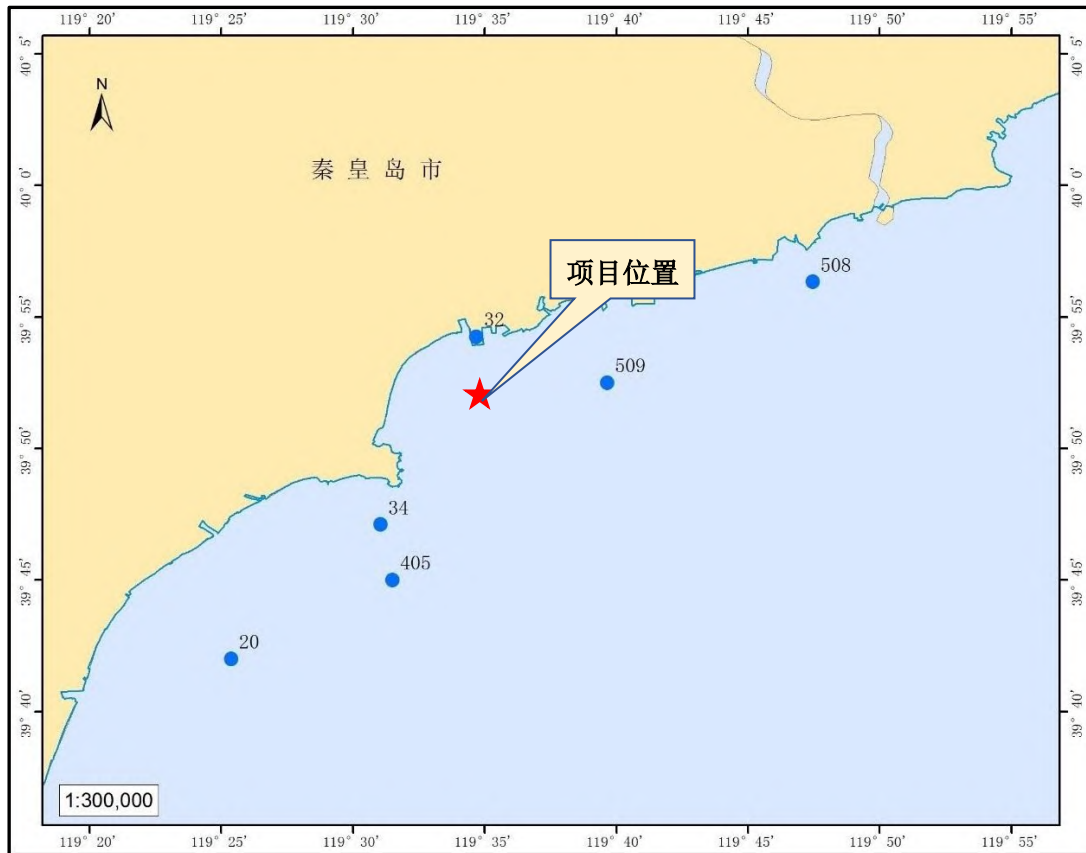


图 5.5-1 2018 年 5 月渔业资源调查站位图

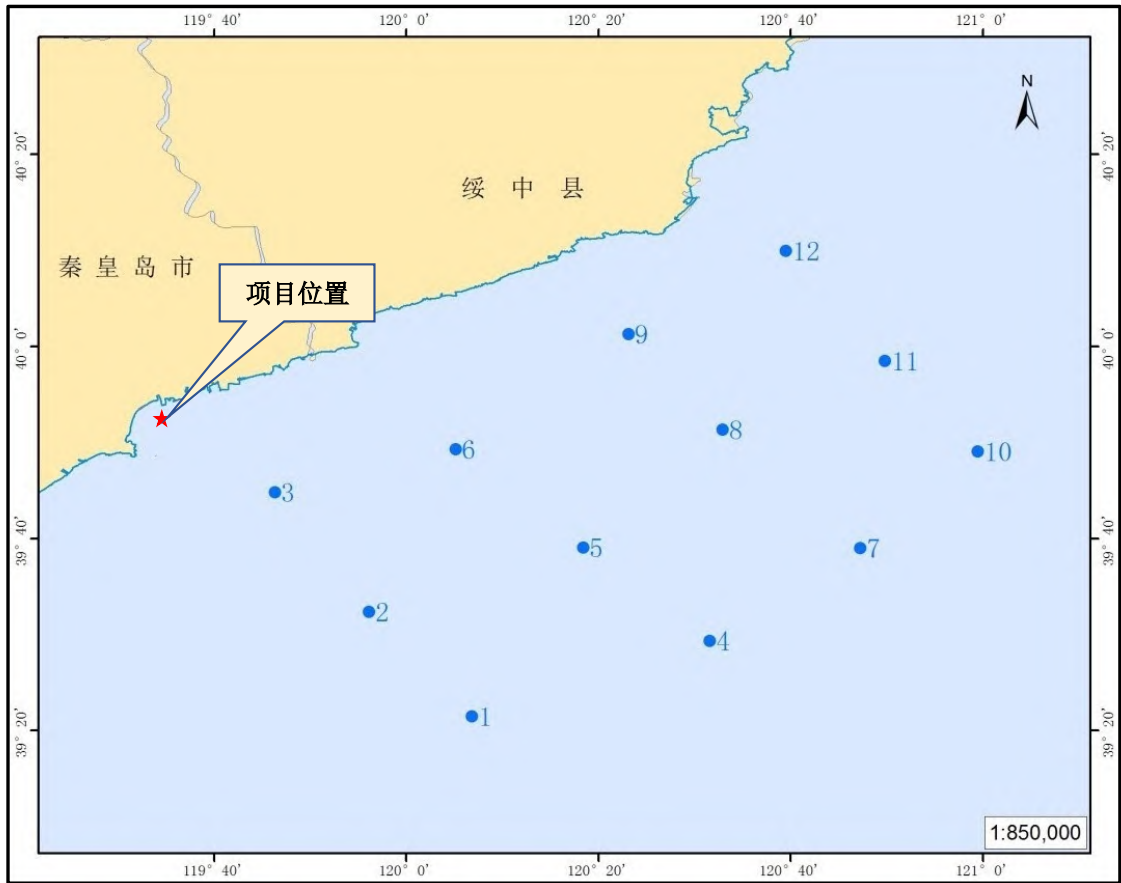


图 5.5-2 2018 年 11 月渔业资源调查站位图



图 5.5-3 2021 年 7 月渔业资源调查

5.5.2.1 鱼卵仔稚鱼

调查海域鱼卵平均密度为 0.42 个/m²，仔稚鱼平均密度为 1.18 个/m²。

5.5.2.2 游泳动物

1、鱼类资源

(1) 种类组成和生物特点

调查海域共捕获鱼类 23 种，隶属于 7 目，14 科。

所捕获的 23 种鱼类中，暖水性鱼类有 7 种，占鱼类种数的 30.43%，暖温性鱼类有 14 种，占 60.87%，冷温性鱼类 2 种，占 8.70%；按栖息水层分，底层鱼类有 18 种，占鱼类种数的 78.26%，中上层鱼类有 5 种，占 21.74%。按经济价值分，经济价值较高的有 8 种，占鱼类种数的 34.78%，经济价值一般的有 7 种，占 30.43%，经济价值较低有 8 种，占 34.78%。

本次调查结果显示，矛尾虾虎鱼为主要鱼类优势种。矛尾虾虎鱼属硬骨鱼纲 (*Osteichthves*)、鲈形目 (*Perciformes*)、虾虎鱼科 (*Gobiidae*) 和矛尾虾虎鱼属 (*Chaeturichthys*)，是一种暖温性鱼类，常栖息于近岸及河口区，在中国沿海分布极广。矛尾虾虎鱼主要摄食钩虾类、糠虾类、瓣鳃类等，同时也是蓝点马鲛 (*Scomberomorus niphonius*)、黄鮟鱇 (*Lophius litulon*) 和细纹狮子鱼 (*Liparis tanakae*) 等大中型鱼类的捕食对象。矛尾虾虎鱼性成熟时间为每年 3 月份，产卵期从 4 月中下旬一直持续到 5 月中下旬，其中 4 月下旬至 5 月上旬是产卵盛期。

(2) 渔获组成

调查海域平均渔获量为 2715 尾/h，11.86kg/h。鱼类的优势种为矛尾虾虎鱼 (*Chaeturichthys stigmatias* Richardson)。按重量组成矛尾虾虎鱼 (9.49kg/h) 80.01%、棘头梅童鱼 (*Collichthys lucidus* (Richardson)) (1.03kg/h) 8.68%，以上 2 种鱼类占鱼类总重量的 88.47%。按数量组成为矛尾虾虎鱼为 2410 尾/h，占鱼类总数量的 88.77%。

表 3.2-19 鱼类各站的生物密度和生物量

站号	生物密度	生物量(kg/h)
	(尾/h)	
SZ1	4096	0.13
SZ2	3590	0.15
SZ3	842	5.46
SZ4	3197	14.08
SZ5	11956	57.10
SZ6	137	1.63
SZ7	1195	10.74
SZ8	518	4.23

站号	生物密度	生物量(kg/h)
	(尾/h)	
SZ9	3492	20.20
SZ10	2078	15.90
SZ11	963	7.16
SZ12	512	5.57
平均值	2715	11.86

(3) 鱼类资源量评估

本次调查鱼类平均渔获量为 2715 尾/h，11.86kg/h，183223 尾/km²，800.69kg/km²；其中幼鱼尾数为 1535 尾/h，生物量为 5.31kg/h；成体渔业资源的平均渔获量 1180 尾/h，6.55kg/h。经换算幼鱼平均资源密度为 103576 尾/km²，成鱼平均资源密度为 442.39kg/km²。

2、头足类资源

(1) 种类组成及生物特点

调查海域的头足类有 3 种，分别为短蛸 (*Octopus fangsiao* Orbigny)、长蛸 (*Octopus cf. minor* (Sasaki)) 和日本枪乌贼 (*Loliolus japonica* (Hoyle))。日本枪乌贼和短蛸在个体数量上占有明显优势。短蛸属沿岸性种类，多栖息在近岸浅海水域，个体较小，游泳速度较慢，仅做短距离移动。日本枪乌贼属近海性种类，多栖息于沿岸水和外海水交汇的近海水域，个体较大游泳速度较快，洄游距离较长，对环境具有较好的适应力，空间分布范围较广。本次调查所获三种头足类经济价值均较高。

(2) 渔获组成

头足类的生命周期都较短，大部分为一年生，春夏季产卵的较多，产卵后大部分亲体死亡。

本次调查捕获头足类 3 种，平均渔获量 912 尾/h，5.24kg/h。头足类生物量范围在 0.08~19.74kg/h，最高的是 SZ3 号站，其次为 SZ9 号站，最低的是 SZ1 号站，见表 3.2-20。

表 3.2-20 头足类各站的生物密度和生物量

站号	生物密度	生物量(kg/h)
	(尾/h)	
SZ1	1075	0.08
SZ2	1875	0.19
SZ3	2598	19.74
SZ4	120	0.65
SZ5	142	4.93
SZ6	255	3.13

站号	生物密度	生物量(kg/h)
	(尾/h)	
SZ7	723	3.00
SZ8	40	0.42
SZ9	1821	12.13
SZ10	970	5.29
SZ11	586	5.81
SZ12	744	7.52
平均值	912	5.24

(3) 头足类资源量评估

根据头足类资源调查结果，头足类平均渔获量912尾/h，5.24kg/h，61581尾/km²，353.71kg/km²；其中头足类幼体为190尾/h，生物量为0.57kg/h。成体头足类的平均渔获量4.67kg/h，722尾/h。经换算头足类幼体平均资源密度为12841尾/km²，成体平均资源密度为315.19kg/km²。

3、甲壳类资源

(1) 种类组成及生物特点

本次调查共捕获甲壳类9种，隶属于3目，7科，其中虾类5种，蟹类3种，口足类1种。调查海域的优势种为口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria* (De Haan)) 和日本鼓虾 (*Alpheus japonicus* Miers)。其中经济价值较高的有5种，占55.56%，经济价值较低的有4种，占44.44%。

口虾蛄为本次调查重要经济种类之一。口虾蛄属于节肢动物(*Arthropoda*)、甲壳纲(*Crustacea*)、软甲亚纲(*Mala-costraca*)、口足目(*Stomatopoda*)、虾蛄科(*Squillidae* Latreille)、口虾蛄属(*Oratosquilla*)，俗称虾爬子、螳螂虾、虾虎、琵琶虾、虾拔弹等，主要产于热带和亚热带。我国各海区中，以南海种类最多，特别在海南岛及西沙群岛珊瑚礁林里生活有多种绚丽多彩的虾蛄。口虾蛄从俄罗斯的大彼得海湾到日本及中国沿海、菲律宾、马来半岛、夏威夷群岛均有分布，是我国北方沿海最为常见的一种。口虾蛄的空间分布还与底质类型有着密切的关系，口虾蛄喜栖息于软硬适中的泥质底中。

(2) 渔获组成

调查海域共捕获甲壳类9种；平均渔获量为684尾/h，2.905kg/h；其中虾类平均渔获量为673尾/h，2.74kg/h，蟹类平均渔获量为11尾/h，0.165kg/h。根据渔获物分析，虾类幼体的尾数占总尾数的16.81%，为115尾/h，生物量为0.315kg/h，虾类成体为569尾/h，生物量为2.425kg/h；蟹类幼体的尾数为4尾

/h, 生物量为 0.018kg/h, 成体为 7 尾/h, 生物量为 0.147kg/h。

表 3.2-21 甲壳类各站的生物密度和生物量

站号	生物密度 (尾/h)		生物量(kg/h)	
	虾类	蟹类	虾类	蟹类
SZ01	779	5	0.02	0.003
SZ02	566	13	0.01	0.005
SZ03	294	38	1.25	0.686
SZ04	197	0	3.38	0
SZ05	2773	5	8.52	0.003
SZ06	115	3	0.70	0.027
SZ07	573	3	3.80	0.020
SZ08	229	3	2.33	0.016
SZ09	142	37	0.55	0.450
SZ10	1677	16	5.79	0.117
SZ11	442	5	4.61	0.651
SZ12	283	0	1.92	0
平均值	673	11	2.74	0.165

(3) 甲壳类资源量评估

甲壳类平均渔获量为 684 尾/h, 2.905kg/h, 46277 尾/km², 198.29kg/km²; 其中虾类平均渔获量为 637 尾/h, 2.74kg/h, 蟹类平均渔获量为 11 尾/h, 0.165kg/h。根据渔获物分析, 虾类幼体的尾数占总尾数的 18.05%, 为 115 尾/h, 生物量为 0.315kg/h, 虾类成体为 522 尾/h, 生物量为 2.425kg/h; 蟹类幼体的尾数为 4 尾/h, 生物量为 0.018kg/h, 成体为 7 尾/h, 生物量为 0.147kg/h。经换算虾类成体平均资源密度为 163.65kg/km², 幼体为 7762 尾/km²; 蟹类成体资源密度为 12.13kg/km², 幼体为 275 尾/km²。

4、游泳动物多样性指数

游泳生物的多样性指数分布范围在 1.10~2.88 之间, 平均值为 2.00, 均匀度分布范围在 0.28~0.72 之间, 平均值为 0.52。

表 3.2-22 游泳动物多样性指数

站号	多样性	均匀度	丰度	优势度
SZ01	1.82	0.45	1.20	0.81
SZ02	1.80	0.46	1.11	0.85
SZ03	1.75	0.44	1.26	0.81
SZ04	1.86	0.52	0.93	0.82
SZ05	1.10	0.28	1.08	0.94
SZ06	2.88	0.72	1.67	0.53
SZ07	2.12	0.59	0.97	0.62
SZ08	2.27	0.58	1.45	0.66
SZ09	1.39	0.36	1.13	0.94
SZ10	2.25	0.55	1.31	0.66
SZ11	2.22	0.55	1.37	0.63

站号	多样性	均匀度	丰度	优势度
SZ12	2.55	0.69	1.13	0.61
平均值	2.00	0.52	1.22	0.74

根据表 3.2-23 可以看出，本次调查共采集到 35 种游泳动物，其中包括鱼类 23 种、甲壳类 9 种、头足类 3 种。鱼类的优势种为矛尾虾虎鱼、和斑鲈；甲壳类的优势种为口虾蛄和日本鼓虾；头足类的优势种为日本枪乌贼和短蛸。本次调查的渔获量均值 20.005kg/h，平均资源密度 994.39kg/km²，说明调查海域资源密度良好。

表 3.2-23 游泳生物统计表

	游泳动物种类数	渔获量均值 (kg/h)	游泳动物平均资源密度 (kg/km ²)
总数	35	20.005	994.39
鱼类	23	11.86	800.69
甲壳类	9	2.905	198.29
头足类	3	5.24	353.71

5.5.2.3 2021 年调查结果

(1) 鱼卵、仔稚鱼

1) 种类组成

本次调查共采集到鱼卵 4 种，隶属于 3 目 3 科；共采集到仔稚鱼 3 种，隶属于 3 目 3 科。

2) 密度分布

本次共调查 7 个站位，有 5 个站位采集到鱼卵或仔稚鱼，出现频率为 71.4%。其中有 4 个站位采集到鱼卵，出现频率为 57.1%；有 5 个站位采集到仔稚鱼，出现频率为 71.4%。

鱼卵密度变化范围 0~4.58 ind/m³，最大值出现在 4 号站位，其次是 2 号站位。仔稚鱼密度变化范围为 0~11.12 ind/m³，平均密度为 4.633 ind/m³，最大值出现在 1 号站位，其次是 3 号站位。

(2) 游泳动物

1) 种类组成

调查海域共捕获游泳动物 12 种，其中鱼类 6 种，占比 50.00%；虾类 2 种，占比 16.67%；蟹类 1 种，占比 8.33%；头足类 1 种，占比 8.33%；贝类 1 种，占比 8.33%；海星类 1 种，占比 8.33%。

2) 生物量组成及分布

各站点鱼类平均生物量为 0.71kg/h，占 9.60%；虾类平均生物量为 4.50kg/h，

占 61.77%；蟹类平均生物量为 0.10kg/h，占 1.36%；头足类平均生物量为 1.70kg/h，占 22.78%；贝类平均生物量为 0.01kg/h，占 0.16%；海星类平均生物量为 0.32kg/h，占 4.34%。

本次调查中，站位平均生物量为 7.33kg/h，生物量范围为 5.64~8.97kg/h。2号站位生物量最高，为 8.97 kg/h；其次为 5 号站位，为 8.62 kg/h.最小值出现在 3 号站位，生物量为 5.64 kg/h。

3) 生物量密度组成及分布

各站点鱼类平均生物密度为 117.0ind/h，占 14.27%；虾类平均生物密度为 289.7 ind/h，占 35.63%；蟹类平均生物密度为 5.4 ind/h，占 0.65%；头足类平均生物密度为 388.9 ind/h，占 47.43%；贝类平均生物密度为 3.9 ind/h，占 0.47%；海星类平均生物密度为 14.9ind/h，占 1.82%。

本次拖网调查中，站位平均生物密度为 819.7ind/h，生物密度范围为 740~985 ind/h。2 号站位生物密度最高，为 985 ind/h；其次为 5 号站位，为 896ind/h。最小值出现在 3 号站位，为 740ind/h。

4) 优势种与优势度

游泳动物优势种有 3 种分别为口虾蛄 (IRI=9602.7)、日本枪乌贼 (IRI=7067.9)、矛尾刺鰕虎鱼 (IRI=1300.4)，重要种 4 种分别为矛尾鰕虎鱼 (IRI=703.4)、罗氏海盘车 (IRI=610.7)、日本蟳 (IRI=173.3)、银鲳 (IRI=137.1)。

6 环境影响预测与评价

6.1 水文动力环境影响分析

本节资料引自《秦皇岛市海东青食品有限公司海上多功能休闲渔业平台登船码头项目波浪数学模型试验研究报告》和《秦皇岛市海东青食品有限公司海上多功能休闲渔业平台登船码头项目潮流及悬浮泥沙扩散数学模型试验研究报告》。

本项目包括原平台、钢制平台、休闲垂钓平台、休闲垂钓池、配套码头及各功能区连接桥，原平台、钢制平台、休闲垂钓平台、休闲垂钓池采用透水桩基结构，对波浪、海流的阻挡有限，且根据现状调查中的常浪向和潮流主流向情况，项目建设对水动力环境影响主要来自于配套码头。

6.1.1 波浪数学模型

1) 基本方程

MIKE21 SW 基于波作用守恒方程，采用波作用密度谱 $N(\sigma, \theta)$ 来描述波浪。模型的自变量为相对波频率和波向，波作用密度与波能谱密度 $E(\sigma, \theta)$ 的关系为：

$$N(\sigma, \theta) = E(\sigma, \theta) / \sigma \quad (1)$$

式 (1) 中 σ 为相对频率， θ 为波向。

在笛卡尔坐标系下，MIKE21 SW 的控制方程，即波作用守恒方程可以表示为：

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \nabla \cdot (\vec{v}N) = \frac{S}{\sigma} \quad (2)$$

式 (2) 中 $\vec{v} = (C_x, C_y, C_\sigma, C_\theta)$ C_x, C_y 分别表示波作用在地理空间 (x, y) 中传播时的变化， C_σ 表示由于水深和水流变化造成的相对频率的变化， C_θ 表示由水深和水流引起的折射。 S 指能量平衡方程中以谱密度表示的源函数。

式 (2) 中传播速度均采用线性波理论计算：

$$C_x = \frac{dx}{dt} = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{2kd}{\sinh(2kd)} \right] \frac{\sigma k_x}{k_2} + U_x \quad (3)$$

$$C_y = \frac{dy}{dt} = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{2kd}{\sinh(2kd)} \right] \frac{\sigma k_y}{k_2} + U_y \quad (4)$$

$$C_\sigma = \frac{d\sigma}{dt} = \frac{\partial \sigma}{\partial d} \left[\frac{\partial d}{\partial t} + U \cdot \nabla d \right] - C_g k \cdot \frac{\partial U}{\partial s} \quad (5)$$

$$C_\theta = \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{k} \left[\frac{\partial \sigma}{\partial d} \frac{\partial d}{\partial m} + k \cdot \frac{\partial U}{\partial m} \right] \quad (6)$$

式 (3)、(4)、(5)、(6) 中 d 为水深； \vec{U} 为流速， $\vec{U} = (U_x, U_y)$ ； $k = (k_x, k_y)$ 为波数； s 为沿 θ 方向空间坐标； m 为垂直于 s 的坐标。

① 模型建立

根据工程海域的地形和波浪特点，本次研究选取的模型计算范围边界至-20m 水深的区域，计算区域见图 6.1-1。计算域采用三角形网格划分，最大网格尺度 300m，从外海向工程区附近逐渐加密，最小网格尺度 10m，以确保计算精度。

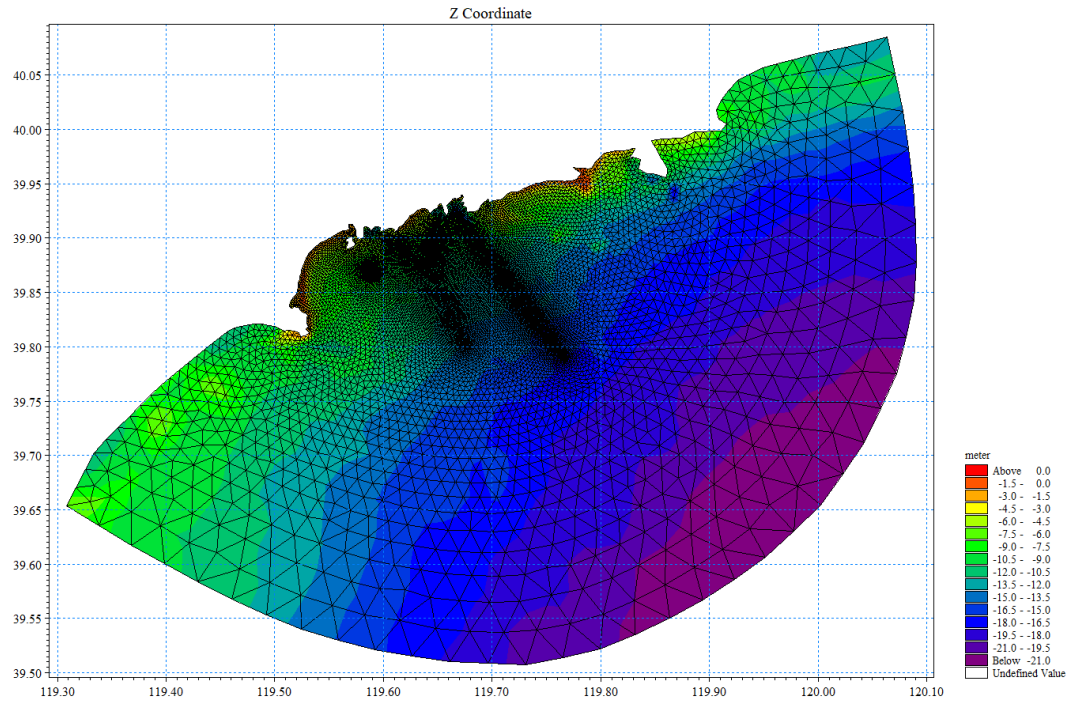


图 6.1-1 模型范围及网格图

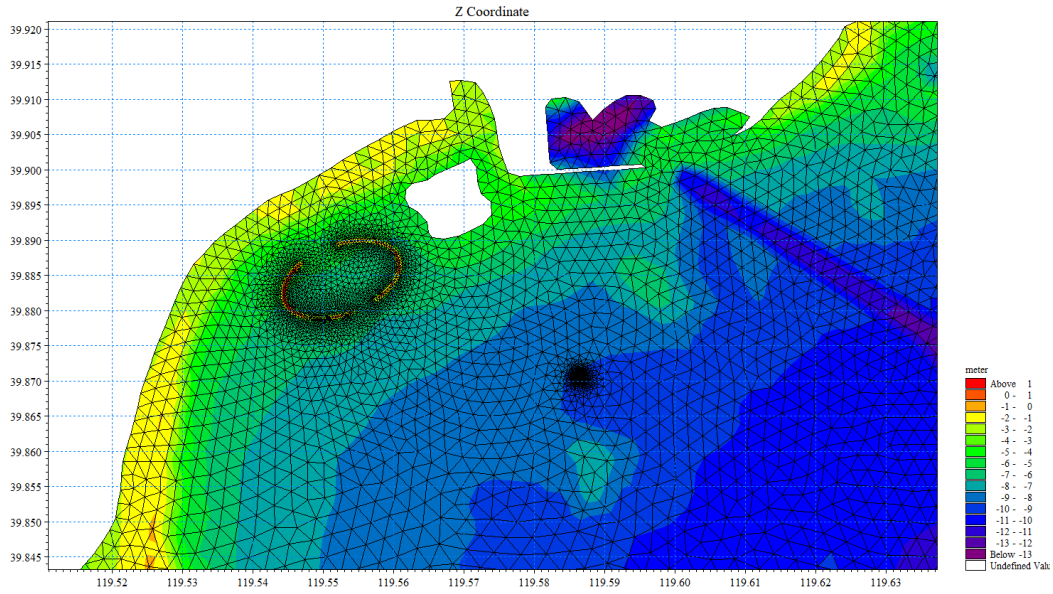


图 6.1-2 模型范围局部网格图

2) 研究成果与分析

①设计波浪要素分析

利用秦皇岛海洋站已有波要素作为模型率定点，计算水深地形见图 6.1-1，通过调整入射边界的波浪要素，使波浪传播到已知波要素点处和已有波要素一致，从而得到本工程防波堤工程区不同位置处的波高。图 6.1-2 为计算点位置，表 6.1-1 为计算点坐标和底高程。表 6.1-3~表 6.1-18 为计算点波要素计算结果。图 6.1-3~图 6.1-38 为各工况下 SE~SSW 向工程区 H13%波高等值线图。

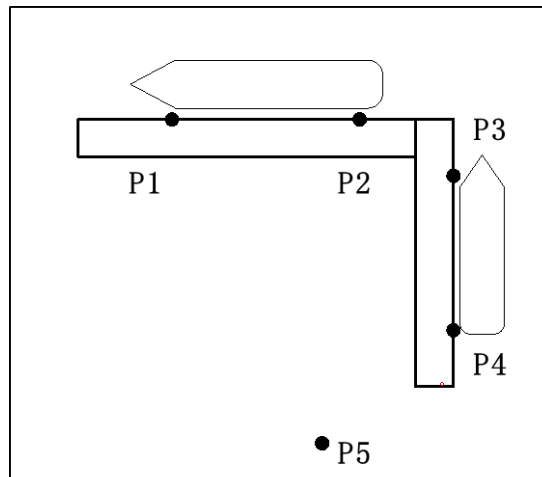


图 6.1-2 计算点位置

表 6.1-3 计算点位置及水深

测点	经度 (°)	纬度 (°)	水深 (m)
P1	119.5860	39.8709	9.91
P2	119.5866	39.8708	9.94
P3	119.5868	39.8706	9.96
P4	119.5867	39.8702	10.00
P5	119.5863	39.8700	9.98

由于工程区域范围相对较小，且整个区域内地形平坦，平均水深约为-10m，因此设计波要素变化不大。从工程平面布置分析，控制码头设计波浪要素的浪向为 SE 向。当强浪向 SE 波浪作用时，受地形、尤其是邻近航道折射影响，波浪传播至工程位置时，平均浪向转为 129° ，其中波向与北段码头（长度 100m 段）轴线夹角 19° ，与东段（长度 70m）码头轴线夹角 62° ，可考虑 SE 向作为设计波浪。

②波浪资料分析

秦皇岛海洋站位置 N: $39^\circ 55'$ ，E: $119^\circ 37'$ ，浮标（传感器）处基准面水深-6~-7m。

对秦皇岛海洋站 1981 年~1982 年波浪和风的实测资料进行处理，

表 6.1-17 为秦皇岛海洋站 1981 年~1982 年波浪分频分级，图 6.1-39 为其对应的波玫瑰。

从波浪的实测资料的分析可以看出：工程区是以风浪为主的混合浪，风浪频率占 61.5%，以风浪为主的混合浪占 7.86%，以涌浪为主的混合浪占 29.82%。常浪为 S 向，频率为 22.64%；次常浪向为 E 向，频率为 11.32%；强浪为 ENE 向，波高大于 2.5m 出现的频率为 0.04%。

从风的实测资料分析可以看出：常风向为 WSW 向，频率为 11.64%；S~SW~W 向风的频率共为 48.32%；强风向为 ENE 向，风级大于等于 7 级出现的频率为 0.14%。

表 6.1-18 为中交第一航务工程勘察设计院提供的秦皇岛海洋站 2000 年~2005 年波浪分频分级，图 6.1-40 为其对应的波玫瑰。

比较 1981~1982 年与 2000~2005 年统计资料，2000~2005 年波高比 1981~1982 年减小，无浪频率由 7.91%增大到 35.7%，常浪向没有改变，但是频率由 22.64%减小到 12.04%。

③码头可作业天数分析

根据设计要求，根据实测波浪统计资料，分析不同计算工况下波浪对设计船型影响的作业天数，作业标准取重现期 2 年一遇泊位处 $H_{4\%} \leq 0.6\text{m}$ 。

根据 2000-2005 年实测资料，海洋站波浪小于 0.6m 的出现概率为 69.62%，对应不可作业天数约为 120 天；工程位置由于更靠近外海，波况要比海洋站恶劣，根据数模计算结果，工程位置处波浪要素大于海洋站，因此保守估计工程

位置处波浪小于 0.6m 出现概率更小，对应不可作业天数大于 120 天。

表 6.1-4 P1 位置 SE 向设计波要素

水位(m)	重现期(a)	浪向	H1% (m)	H4% (m)	H5% (m)	H13% (m)	H _m (m)	\bar{T} (s)	L (m)
2.66	50	SE	5.04	4.36	4.23	3.62	2.39	9.44	95.08
1.76	50	SE	4.90	4.25	4.13	3.54	2.34	9.44	92.32
-0.15	50	SE	4.44	3.86	3.75	3.23	2.15	9.44	85.83
-1.71	50	SE	4.07	3.55	3.46	2.99	2.01	9.44	79.75
2.66	10	SE	3.34	2.85	2.76	2.33	1.50	7.01	64.61
1.76	10	SE	3.31	2.83	2.74	2.32	1.50	7.01	63.17
-0.15	10	SE	3.22	2.76	2.68	2.28	1.48	7.01	59.58
-1.71	10	SE	3.09	2.67	2.59	2.21	1.45	7.01	56.00
2.66	2	SE	2.28	1.93	1.87	1.57	0.99	5.90	49.97
1.76	2	SE	2.27	1.93	1.87	1.57	1.00	5.90	49.17
-0.15	2	SE	2.19	1.87	1.81	1.52	0.97	5.90	47.01
-1.71	2	SE	2.12	1.81	1.75	1.48	0.95	5.90	44.68

表 6.1-5 P2 位置 SE 向设计波要素

水位(m)	重现期(a)	浪向	H1% (m)	H4% (m)	H5% (m)	H13% (m)	H _m (m)	\bar{T} (s)	L (m)
2.66	50	SE	5.06	4.38	4.25	3.64	2.40	9.44	95.08
1.76	50	SE	4.92	4.26	4.14	3.55	2.35	9.44	92.32
-0.15	50	SE	4.45	3.87	3.76	3.24	2.16	9.44	85.83
-1.71	50	SE	4.08	3.56	3.47	3.00	2.02	9.44	79.75
2.66	10	SE	3.34	2.85	2.76	2.33	1.50	7.01	64.61
1.76	10	SE	3.31	2.83	2.74	2.32	1.50	7.01	63.17
-0.15	10	SE	3.22	2.76	2.68	2.28	1.48	7.01	59.58
-1.71	10	SE	3.09	2.67	2.59	2.21	1.45	7.01	56.00
2.66	2	SE	2.28	1.93	1.87	1.57	1.00	5.90	49.97
1.76	2	SE	2.27	1.93	1.87	1.57	1.00	5.90	49.17
-0.15	2	SE	2.19	1.87	1.81	1.52	0.97	5.90	47.01
-1.71	2	SE	2.12	1.81	1.75	1.48	0.95	5.90	44.68

表 6.1-6 P3 位置 SE 向设计波要素

水位(m)	重现期(a)	浪向	H _{1%} (m)	H _{4%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _m (m)	\bar{T} (s)	L (m)
2.66	50	SE	5.06	4.38	4.25	3.64	2.40	9.44	95.08
1.76	50	SE	4.92	4.26	4.14	3.55	2.35	9.44	92.32
-0.15	50	SE	4.45	3.87	3.76	3.24	2.16	9.44	85.83
-1.71	50	SE	4.08	3.56	3.47	3.00	2.02	9.44	79.75
2.66	10	SE	3.34	2.85	2.76	2.33	1.50	7.01	64.61
1.76	10	SE	3.31	2.83	2.74	2.32	1.50	7.01	63.17
-0.15	10	SE	3.22	2.76	2.68	2.28	1.48	7.01	59.58
-1.71	10	SE	3.09	2.67	2.59	2.21	1.45	7.01	56.00
2.66	2	SE	2.28	1.93	1.87	1.57	1.00	5.90	49.97
1.76	2	SE	2.27	1.93	1.87	1.57	1.00	5.90	49.17
-0.15	2	SE	2.19	1.87	1.81	1.52	0.97	5.90	47.01
-1.71	2	SE	2.12	1.81	1.75	1.48	0.95	5.90	44.68

表 6.1-7 P4 位置 SE 向设计波要素

水位(m)	重现期(a)	浪向	H1% (m)	H4% (m)	H5% (m)	H13% (m)	H _m (m)	\bar{T} (s)	L (m)
2.66	50	SE	5.04	4.36	4.23	3.62	2.39	9.44	95.08
1.76	50	SE	4.90	4.25	4.13	3.54	2.34	9.44	92.32

-0.15	50	SE	4.44	3.86	3.75	3.23	2.15	9.44	85.83
-1.71	50	SE	4.07	3.56	3.46	2.99	2.01	9.44	79.75
2.66	10	SE	3.34	2.85	2.76	2.33	1.50	7.01	64.61
1.76	10	SE	3.31	2.83	2.74	2.32	1.50	7.01	63.17
-0.15	10	SE	3.22	2.76	2.68	2.28	1.48	7.01	59.58
-1.71	10	SE	3.09	2.67	2.59	2.21	1.45	7.01	56.00
2.66	2	SE	2.29	1.94	1.88	1.57	1.00	5.90	49.97
1.76	2	SE	2.27	1.93	1.87	1.57	1.00	5.90	49.17
-0.15	2	SE	2.19	1.87	1.81	1.52	0.97	5.90	47.01
-1.71	2	SE	2.12	1.81	1.75	1.48	0.95	5.90	44.68

表 6.1-8 P5 位置 SE 向设计波要素

水位(m)	重现期(a)	浪向	H1% (m)	H4% (m)	H5% (m)	H13% (m)	Hm (m)	\bar{T} (s)	L (m)
2.66	50	SE	5.04	4.36	4.23	3.62	2.39	9.44	95.08
1.76	50	SE	4.90	4.25	4.13	3.54	2.34	9.44	92.32
-0.15	50	SE	4.44	3.86	3.75	3.23	2.15	9.44	85.83
-1.71	50	SE	4.06	3.54	3.45	2.98	2.00	9.44	79.75
2.66	10	SE	3.34	2.85	2.76	2.33	1.50	7.01	64.61
1.76	10	SE	3.30	2.82	2.73	2.31	1.49	7.01	63.17
-0.15	10	SE	3.22	2.76	2.68	2.28	1.48	7.01	59.58
-1.71	10	SE	3.09	2.67	2.59	2.21	1.45	7.01	56.00
2.66	2	SE	2.28	1.93	1.87	1.57	0.99	5.90	49.97
1.76	2	SE	2.27	1.93	1.87	1.57	1.00	5.90	49.17
-0.15	2	SE	2.19	1.87	1.81	1.52	0.97	5.90	47.01
-1.71	2	SE	2.12	1.81	1.75	1.48	0.95	5.90	44.68

表 6.1-9 P1 位置 S 向设计波要素

水位(m)	重现期(a)	浪向	H1% (m)	H4% (m)	H5% (m)	H13% (m)	Hm (m)	\bar{T} (s)	L (m)
2.66	50	S	4.04	3.47	3.36	2.85	1.85	8.68	85.73
1.76	50	S	3.98	3.42	3.32	2.82	1.84	8.68	83.38
-0.15	50	S	3.81	3.29	3.19	2.73	1.80	8.68	77.76
-1.71	50	S	3.55	3.08	2.99	2.57	1.70	8.68	72.43
2.66	10	S	2.97	2.53	2.45	2.06	1.32	6.51	58.08
1.76	10	S	2.94	2.51	2.43	2.05	1.31	6.51	56.93
-0.15	10	S	2.85	2.44	2.36	2.00	1.29	6.51	53.98
-1.71	10	S	2.74	2.36	2.29	1.94	1.26	6.51	50.95
2.66	2	S	2.22	1.88	1.82	1.52	0.97	5.80	48.63
1.76	2	S	2.20	1.86	1.80	1.51	0.96	5.80	47.89
-0.15	2	S	2.13	1.81	1.75	1.48	0.94	5.80	45.86
-1.71	2	S	2.06	1.76	1.70	1.44	0.92	5.80	43.64

表 6.1-10 P2 位置 S 向设计波要素

水位(m)	重现期(a)	浪向	H1% (m)	H4% (m)	H5% (m)	H13% (m)	Hm (m)	\bar{T} (s)	L (m)
2.66	50	S	4.04	3.47	3.36	2.85	1.85	8.68	85.73
1.76	50	S	3.98	3.42	3.32	2.82	1.84	8.68	83.38
-0.15	50	S	3.79	3.28	3.18	2.72	1.79	8.68	77.76
-1.71	50	S	3.55	3.08	2.99	2.57	1.70	8.68	72.43
2.66	10	S	2.97	2.53	2.45	2.06	1.32	6.51	58.08
1.76	10	S	2.94	2.51	2.43	2.05	1.31	6.51	56.93
-0.15	10	S	2.85	2.44	2.36	2.00	1.29	6.51	53.98
-1.71	10	S	2.74	2.36	2.29	1.94	1.26	6.51	50.95
2.66	2	S	2.22	1.88	1.82	1.52	0.97	5.80	48.63

1.76	2	S	2.19	1.86	1.80	1.51	0.96	5.80	47.89
-0.15	2	S	2.13	1.81	1.75	1.47	0.94	5.80	45.86
-1.71	2	S	2.06	1.76	1.70	1.44	0.92	5.80	43.64

表 6.1-11 P3 位置 S 向设计波要素

水位(m)	重现期(a)	浪向	H1% (m)	H4% (m)	H5% (m)	H13% (m)	Hm (m)	\bar{T} (s)	L (m)
2.66	50	S	4.04	3.47	3.36	2.85	1.85	8.68	85.73
1.76	50	S	3.98	3.42	3.32	2.82	1.84	8.68	83.38
-0.15	50	S	3.79	3.28	3.18	2.72	1.79	8.68	77.76
-1.71	50	S	3.55	3.08	2.99	2.57	1.70	8.68	72.43
2.66	10	S	2.97	2.53	2.45	2.06	1.32	6.51	58.08
1.76	10	S	2.94	2.51	2.43	2.05	1.31	6.51	56.93
-0.15	10	S	2.85	2.44	2.36	2.00	1.29	6.51	53.98
-1.71	10	S	2.74	2.36	2.29	1.94	1.26	6.51	50.95
2.66	2	S	2.22	1.88	1.82	1.52	0.97	5.80	48.63
1.76	2	S	2.19	1.86	1.80	1.51	0.96	5.80	47.89
-0.15	2	S	2.13	1.81	1.75	1.47	0.94	5.80	45.86
-1.71	2	S	2.06	1.76	1.70	1.44	0.92	5.80	43.64

表 6.1-12 P4 位置 S 向设计波要素

水位(m)	重现期(a)	浪向	H1% (m)	H4% (m)	H5% (m)	H13% (m)	Hm (m)	\bar{T} (s)	L (m)
2.66	50	S	4.04	3.47	3.36	2.85	1.85	8.68	85.73
1.76	50	S	3.98	3.42	3.32	2.82	1.84	8.68	83.38
-0.15	50	S	3.79	3.28	3.18	2.72	1.79	8.68	77.76
-1.71	50	S	3.53	3.07	2.98	2.56	1.70	8.68	72.43
2.66	10	S	2.98	2.54	2.46	2.07	1.33	6.51	58.08
1.76	10	S	2.94	2.51	2.43	2.05	1.32	6.51	56.93
-0.15	10	S	2.86	2.45	2.37	2.01	1.30	6.51	53.98
-1.71	10	S	2.74	2.36	2.29	1.94	1.26	6.51	50.95
2.66	2	S	2.22	1.88	1.82	1.53	0.97	5.80	48.63
1.76	2	S	2.20	1.87	1.80	1.51	0.96	5.80	47.89
-0.15	2	S	2.14	1.82	1.76	1.48	0.95	5.80	45.86
-1.71	2	S	2.07	1.77	1.71	1.45	0.93	5.80	43.64

表 6.1-13 P5 位置 S 向设计波要素

水位(m)	重现期(a)	浪向	H1% (m)	H4% (m)	H5% (m)	H13% (m)	Hm (m)	\bar{T} (s)	L (m)
2.66	50	S	4.04	3.47	3.36	2.85	1.85	8.68	85.73
1.76	50	S	3.99	3.43	3.33	2.83	1.84	8.68	83.38
-0.15	50	S	3.78	3.27	3.17	2.71	1.78	8.68	77.76
-1.71	50	S	3.55	3.08	2.99	2.57	1.70	8.68	72.43
2.66	10	S	2.98	2.54	2.46	2.07	1.33	6.51	58.08
1.76	10	S	2.95	2.51	2.43	2.05	1.32	6.51	56.93
-0.15	10	S	2.86	2.45	2.37	2.01	1.30	6.51	53.98
-1.71	10	S	2.75	2.37	2.29	1.95	1.27	6.51	50.95
2.66	2	S	2.23	1.89	1.82	1.53	0.97	5.80	48.63
1.76	2	S	2.20	1.87	1.81	1.52	0.96	5.80	47.89
-0.15	2	S	2.14	1.82	1.76	1.48	0.95	5.80	45.86
-1.71	2	S	2.07	1.77	1.71	1.45	0.93	5.80	43.64

表 6.1-14 P1 位置 SSW 向设计波要素

水位(m)	重现期(a)	浪向	H1% (m)	H4% (m)	H5% (m)	H13% (m)	Hm (m)	\bar{T} (s)	L (m)
2.66	50	SSW	3.36	2.87	2.78	2.35	1.51	6.70	60.57

1.76	50	SSW	3.23	2.76	2.68	2.26	1.46	6.70	59.31
-0.15	50	SSW	3.03	2.60	2.52	2.14	1.39	6.70	56.12
-1.71	50	SSW	2.87	2.47	2.40	2.04	1.33	6.70	52.88
2.66	10	SSW	2.86	2.44	2.36	1.99	1.27	5.65	46.61
1.76	10	SSW	2.73	2.33	2.25	1.90	1.21	5.65	45.95
-0.15	10	SSW	2.64	2.26	2.19	1.85	1.19	5.65	44.11
-1.71	10	SSW	2.44	2.09	2.02	1.71	1.11	5.65	42.07
2.66	2	SSW	2.22	1.88	1.82	1.53	0.97	5.10	39.19
1.76	2	SSW	1.95	1.65	1.60	1.34	0.85	5.10	38.81
-0.15	2	SSW	1.90	1.61	1.56	1.31	0.83	5.10	37.65
-1.71	2	SSW	1.74	1.48	1.43	1.20	0.77	5.10	36.24

表 6.1-15 P2 位置 SSW 向设计波要素

水位(m)	重现期(a)	浪向	H1% (m)	H4% (m)	H5% (m)	H13% (m)	Hm (m)	\bar{T} (s)	L (m)
2.66	50	SSW	3.36	2.87	2.78	2.35	1.51	6.70	60.57
1.76	50	SSW	3.23	2.76	2.68	2.26	1.46	6.70	59.31
-0.15	50	SSW	3.03	2.60	2.52	2.14	1.39	6.70	56.12
-1.71	50	SSW	2.87	2.47	2.40	2.04	1.33	6.70	52.88
2.66	10	SSW	2.86	2.44	2.36	1.99	1.27	5.65	46.61
1.76	10	SSW	2.73	2.33	2.25	1.90	1.21	5.65	45.95
-0.15	10	SSW	2.64	2.26	2.19	1.85	1.19	5.65	44.11
-1.71	10	SSW	2.44	2.09	2.02	1.71	1.11	5.65	42.07
2.66	2	SSW	2.22	1.88	1.82	1.53	0.97	5.10	39.19
1.76	2	SSW	1.95	1.65	1.60	1.34	0.85	5.10	38.81
-0.15	2	SSW	1.90	1.61	1.56	1.31	0.83	5.10	37.65
-1.71	2	SSW	1.74	1.48	1.43	1.20	0.77	5.10	36.24

表 6.1-16 P3 位置 SSW 向设计波要素

水位(m)	重现期(a)	浪向	H1% (m)	H4% (m)	H5% (m)	H13% (m)	Hm (m)	\bar{T} (s)	L (m)
2.66	50	SSW	3.36	2.87	2.78	2.35	1.51	6.82	60.57
1.76	50	SSW	3.23	2.76	2.68	2.26	1.46	6.82	59.31
-0.15	50	SSW	3.03	2.60	2.52	2.14	1.39	6.82	56.12
-1.71	50	SSW	2.87	2.47	2.40	2.04	1.33	6.82	52.88
2.66	10	SSW	2.86	2.44	2.36	1.99	1.27	5.75	46.61
1.76	10	SSW	2.73	2.33	2.25	1.90	1.21	5.75	45.95
-0.15	10	SSW	2.64	2.26	2.19	1.85	1.19	5.75	44.11
-1.71	10	SSW	2.44	2.09	2.02	1.71	1.11	5.75	42.07
2.66	2	SSW	2.22	1.88	1.82	1.53	0.97	5.10	39.19
1.76	2	SSW	1.95	1.65	1.60	1.34	0.85	5.10	38.81
-0.15	2	SSW	1.90	1.61	1.56	1.31	0.83	5.10	37.65
-1.71	2	SSW	1.74	1.48	1.43	1.20	0.77	5.10	36.24

表 6.1-17 P4 位置 SSW 向设计波要素

水位(m)	重现期(a)	浪向	H1% (m)	H4% (m)	H5% (m)	H13% (m)	Hm (m)	\bar{T} (s)	L (m)
2.66	50	SSW	3.36	2.87	2.78	2.35	1.51	6.82	60.57
1.76	50	SSW	3.23	2.76	2.68	2.26	1.46	6.82	59.31
-0.15	50	SSW	3.04	2.60	2.52	2.14	1.39	6.82	56.12
-1.71	50	SSW	2.88	2.48	2.41	2.05	1.34	6.82	52.88
2.66	10	SSW	2.86	2.44	2.36	1.99	1.27	5.75	46.61
1.76	10	SSW	2.73	2.33	2.25	1.90	1.21	5.75	45.95
-0.15	10	SSW	2.64	2.26	2.19	1.85	1.19	5.75	44.11
-1.71	10	SSW	2.44	2.09	2.02	1.71	1.11	5.75	42.07

2.66	2	SSW	2.22	1.88	1.82	1.53	0.97	5.10	39.19
1.76	2	SSW	1.95	1.65	1.60	1.34	0.85	5.10	38.81
-0.15	2	SSW	1.90	1.61	1.56	1.31	0.83	5.10	37.65
-1.71	2	SSW	1.74	1.48	1.43	1.20	0.77	5.10	36.24

表 6.1-18 P5 位置 SSW 向设计波要素

水位(m)	重现期(a)	浪向	H1% (m)	H4% (m)	H5% (m)	H13% (m)	Hm (m)	\bar{T} (s)	L (m)
2.66	50	SSW	3.38	2.88	2.79	2.36	1.52	6.82	60.57
1.76	50	SSW	3.24	2.77	2.69	2.27	1.46	6.82	59.31
-0.15	50	SSW	3.04	2.61	2.53	2.15	1.39	6.82	56.12
-1.71	50	SSW	2.88	2.48	2.41	2.05	1.34	6.82	52.88
2.66	10	SSW	2.88	2.45	2.38	2.00	1.28	5.75	46.61
1.76	10	SSW	2.75	2.34	2.27	1.91	1.22	5.75	45.95
-0.15	10	SSW	2.64	2.26	2.19	1.85	1.19	5.75	44.11
-1.71	10	SSW	2.45	2.10	2.03	1.72	1.11	5.75	42.07
2.66	2	SSW	2.24	1.90	1.84	1.54	0.98	5.10	39.19
1.76	2	SSW	1.97	1.67	1.61	1.35	0.86	5.10	38.81
-0.15	2	SSW	1.92	1.63	1.57	1.32	0.84	5.10	37.65
-1.71	2	SSW	1.74	1.48	1.43	1.20	0.77	5.10	36.24

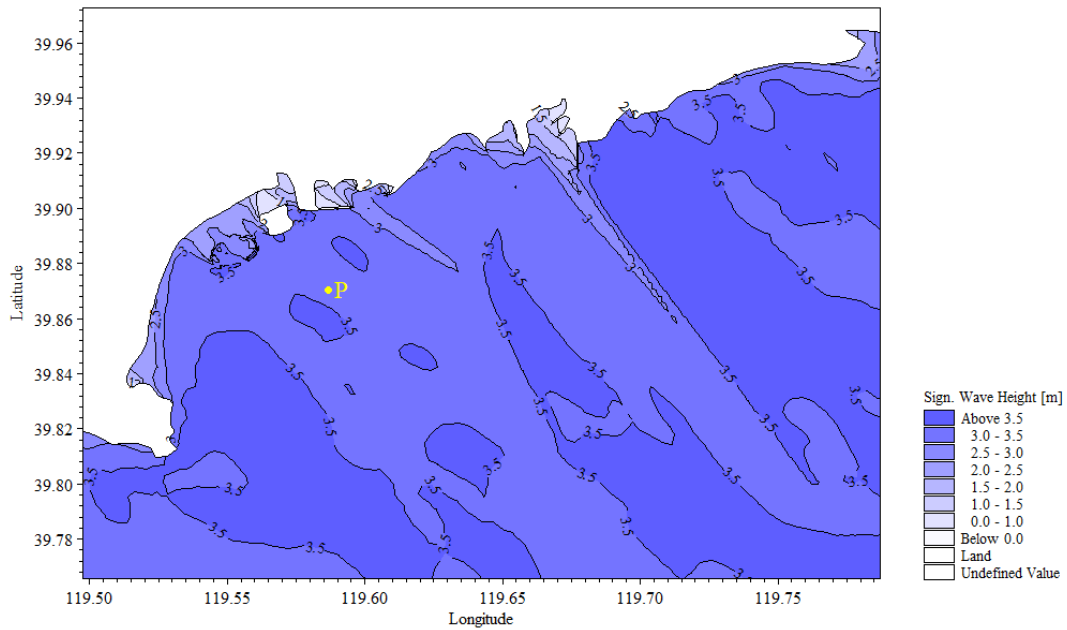


图 6.1-3 极端高水位、50 年一遇波浪、SE 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

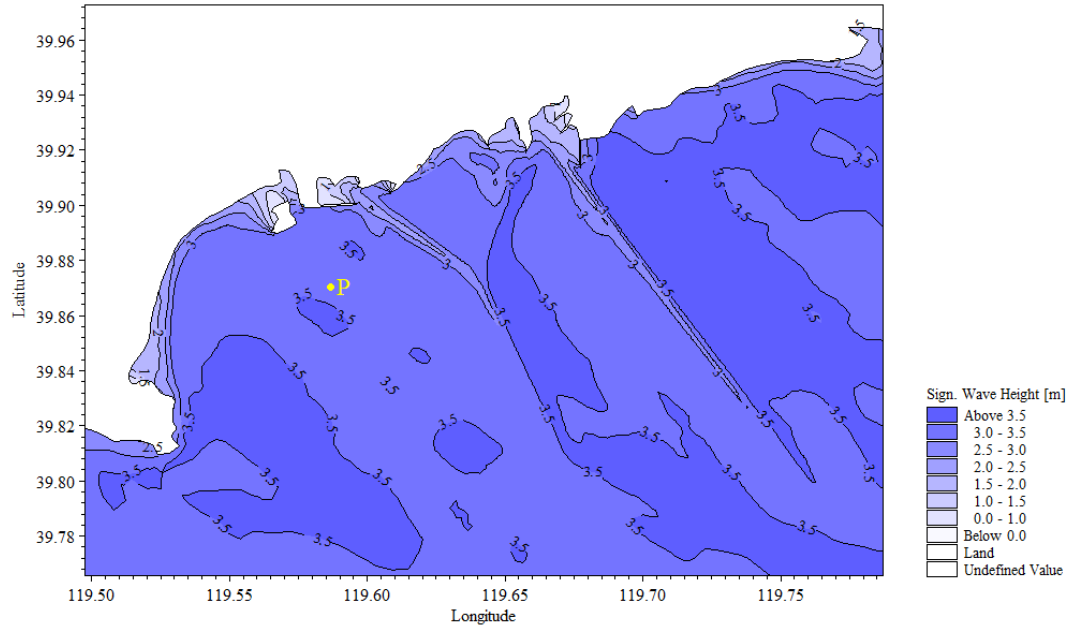


图 6.1-4 设计高水位、50 年一遇波浪、SE 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

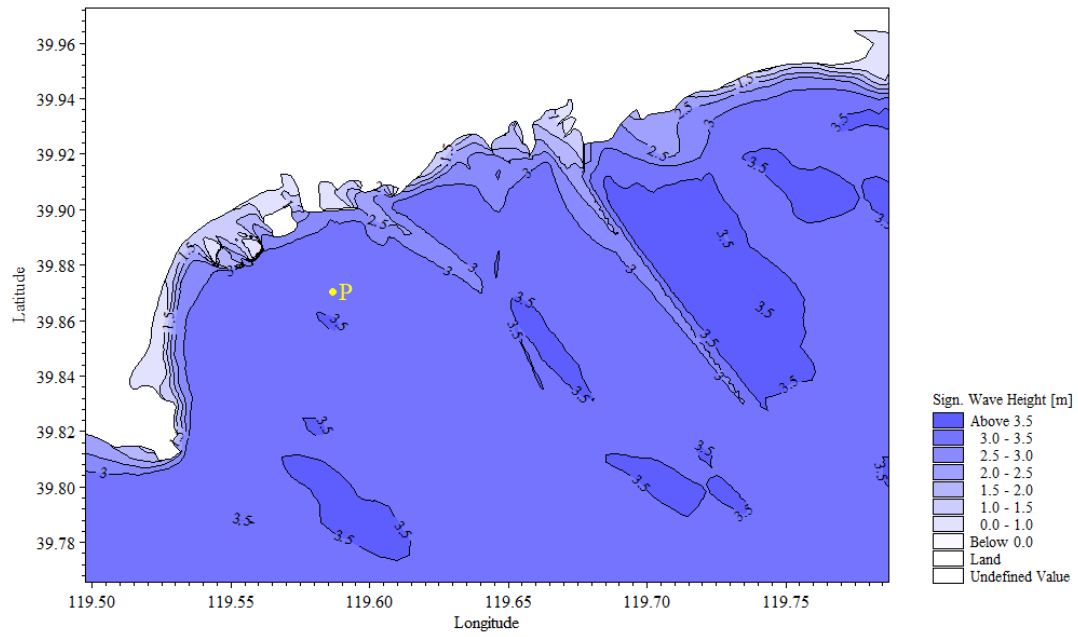


图 6.1-5 设计低水位、50 年一遇波浪、SE 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

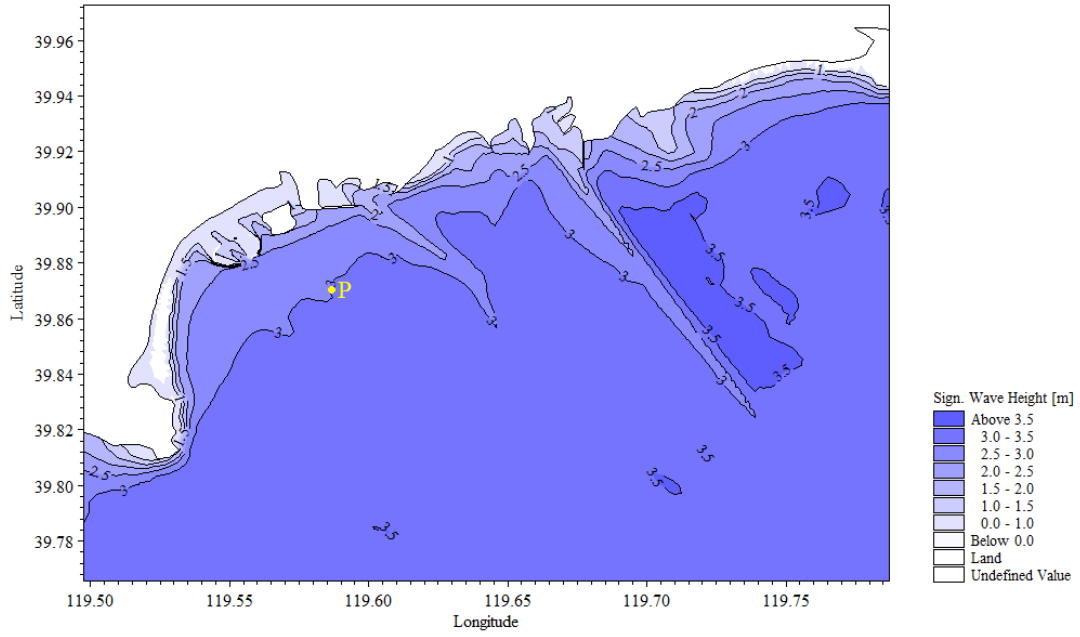


图 6.1-6 极端低水位、50 年一遇波浪、SE 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

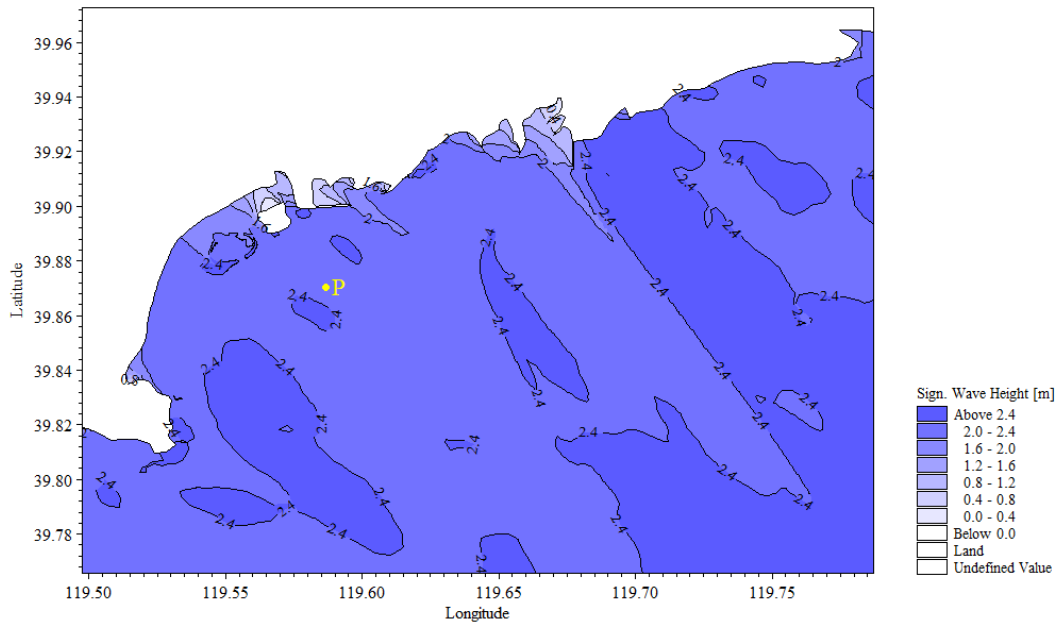


图 6.1-7 极端高水位、10 年一遇波浪、SE 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

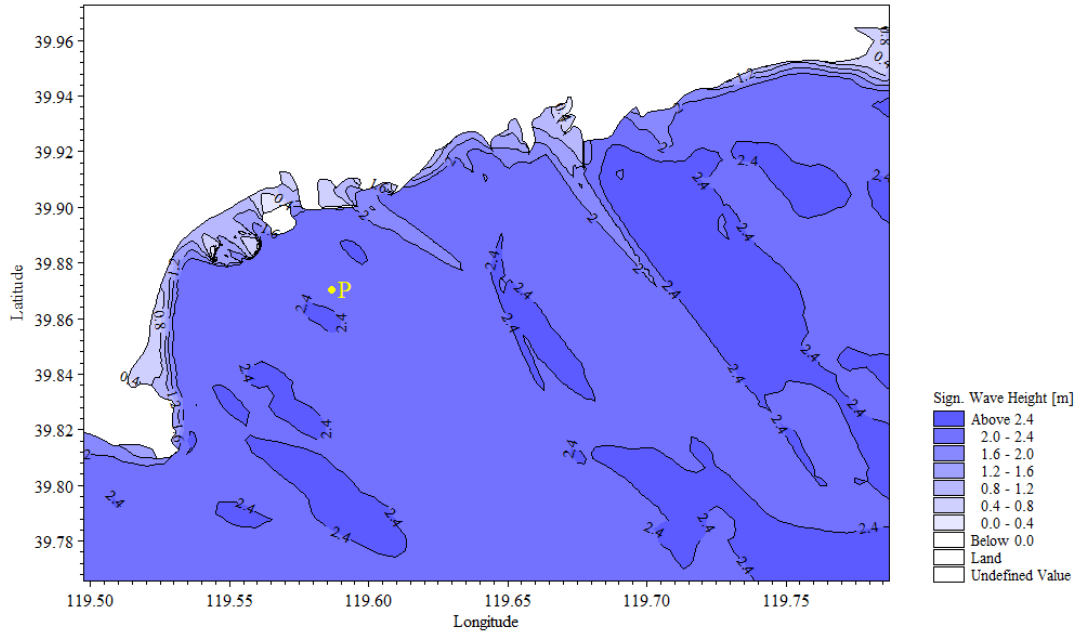


图 6.1-8 设计高水位、10 年一遇波浪、SE 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

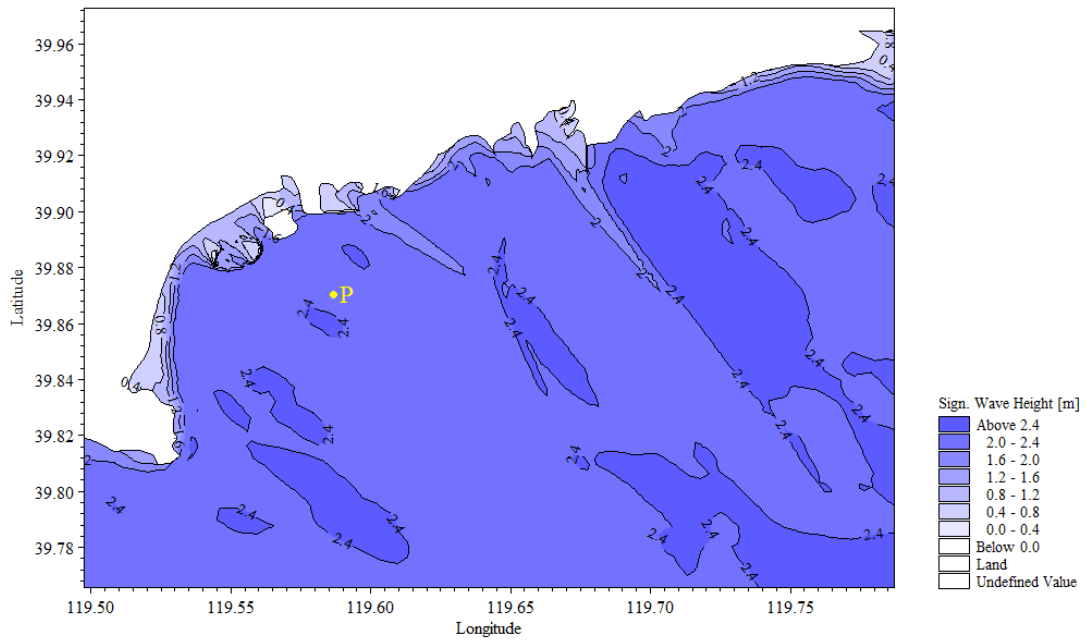


图 6.1-9 设计低水位、10 年一遇波浪、SE 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

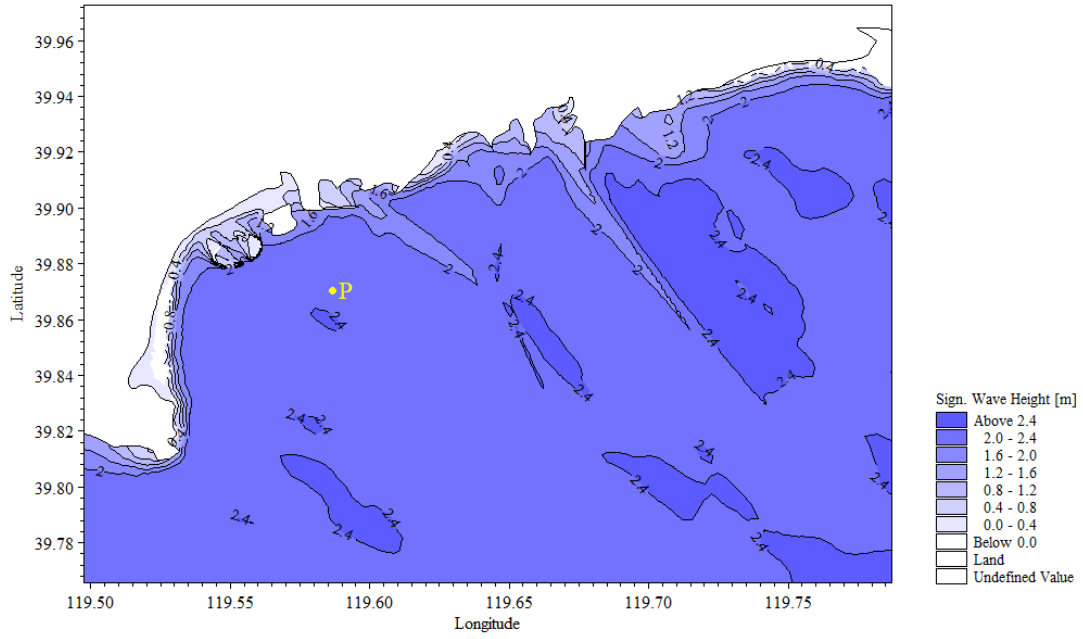


图 6.1-10 极端低水位、10 年一遇波浪、SE 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

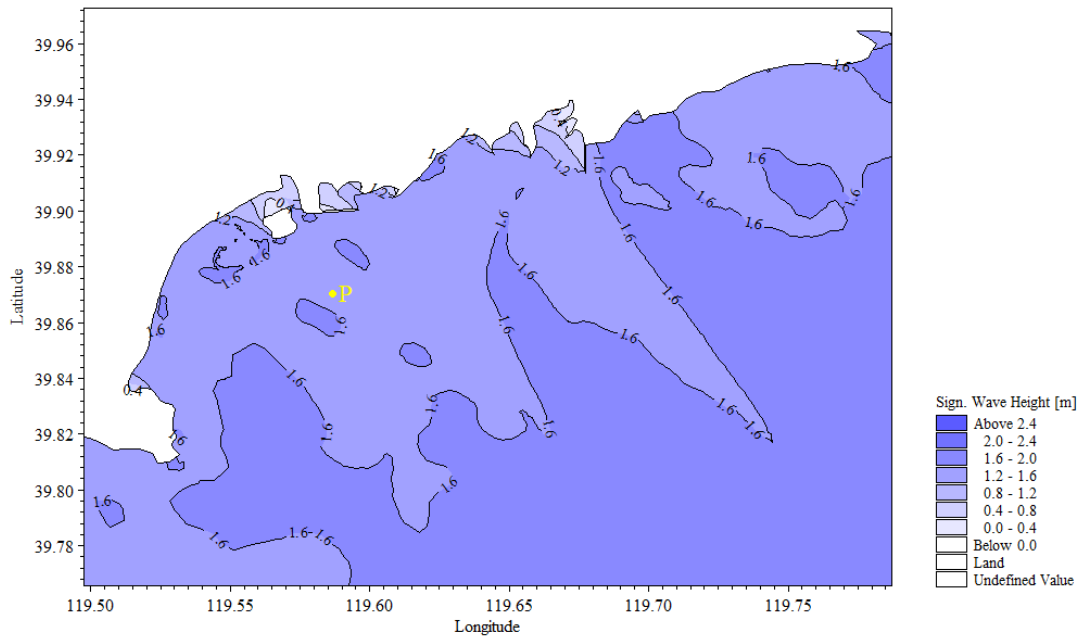


图 6.1-11 极端高水位、2 年一遇波浪、SE 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

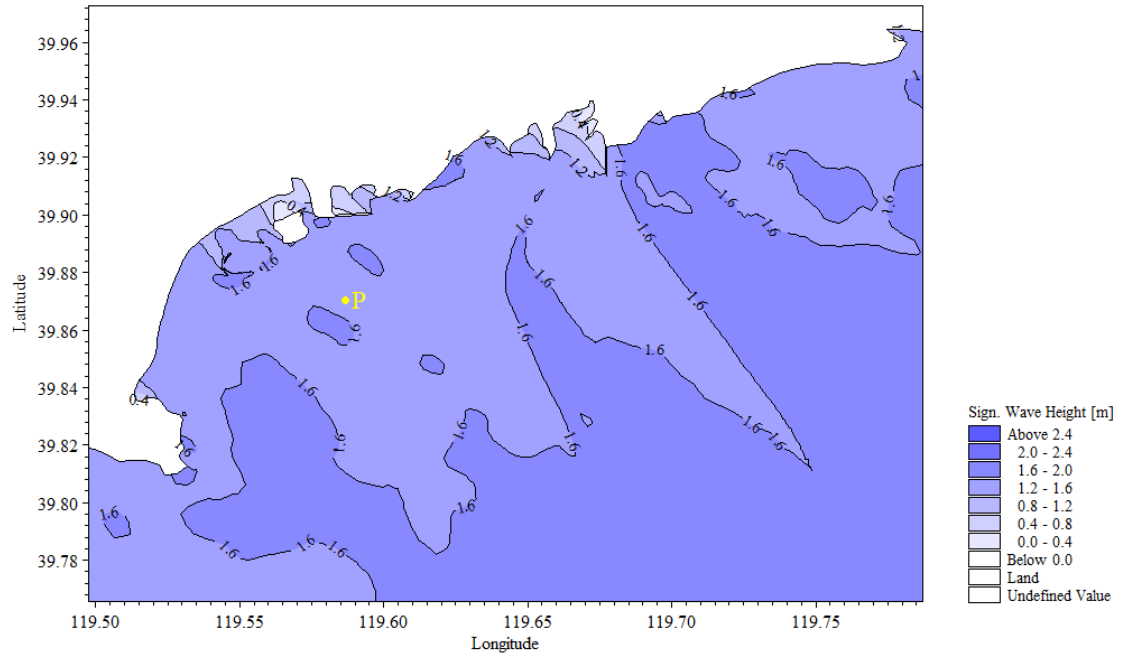


图 6.1-11 设计高水位、2年一遇波浪、SE 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

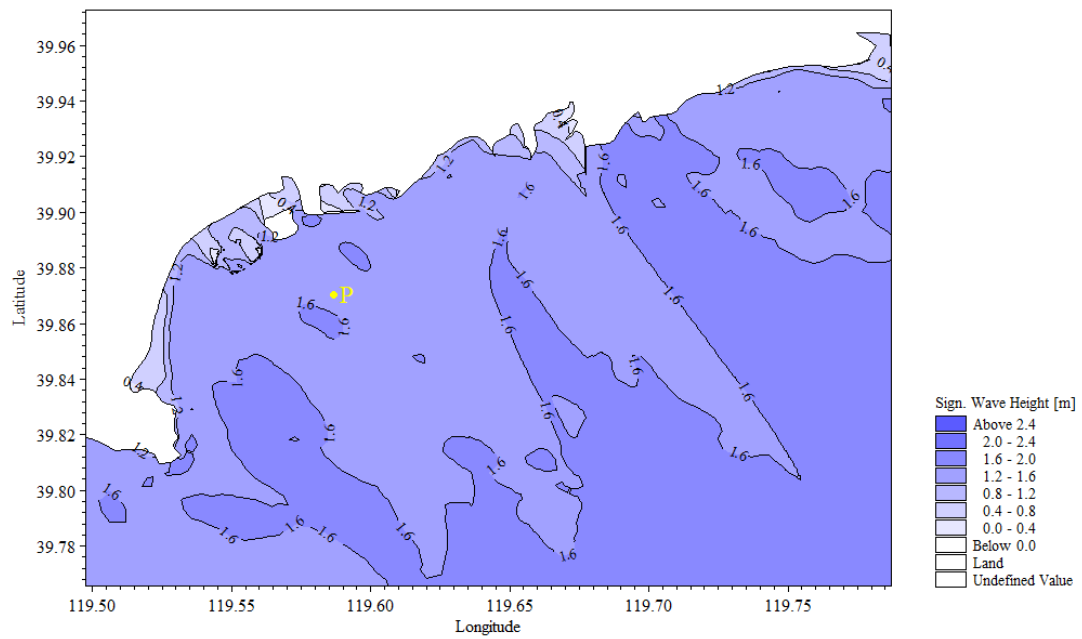


图 6.1-12 设计低水位、2年一遇波浪、SE 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

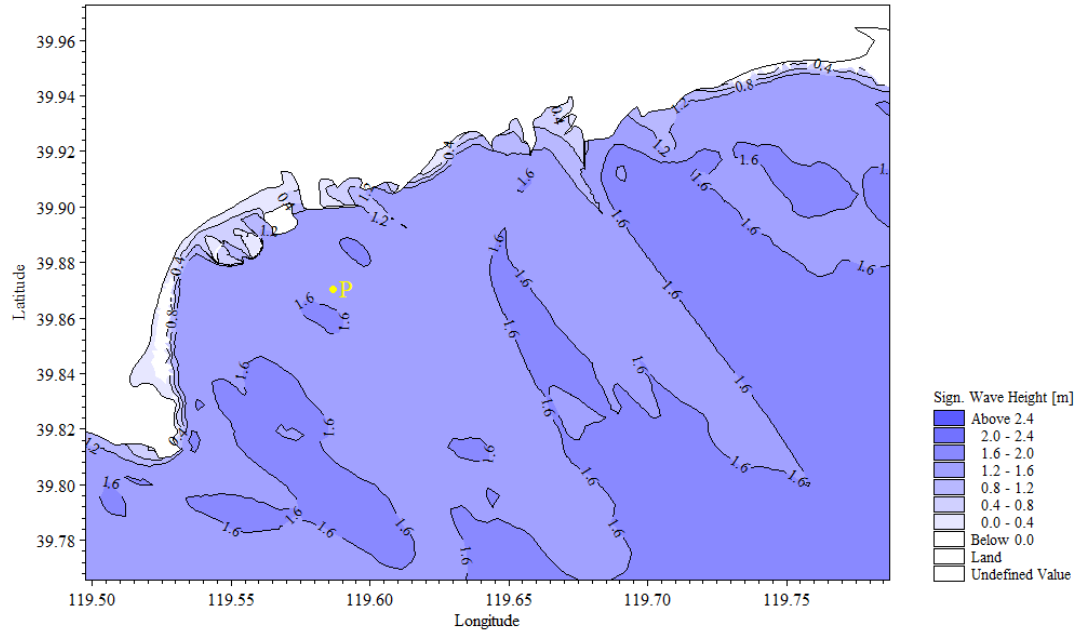


图 6.1-13 极端低水位、2 年一遇波浪、SE 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

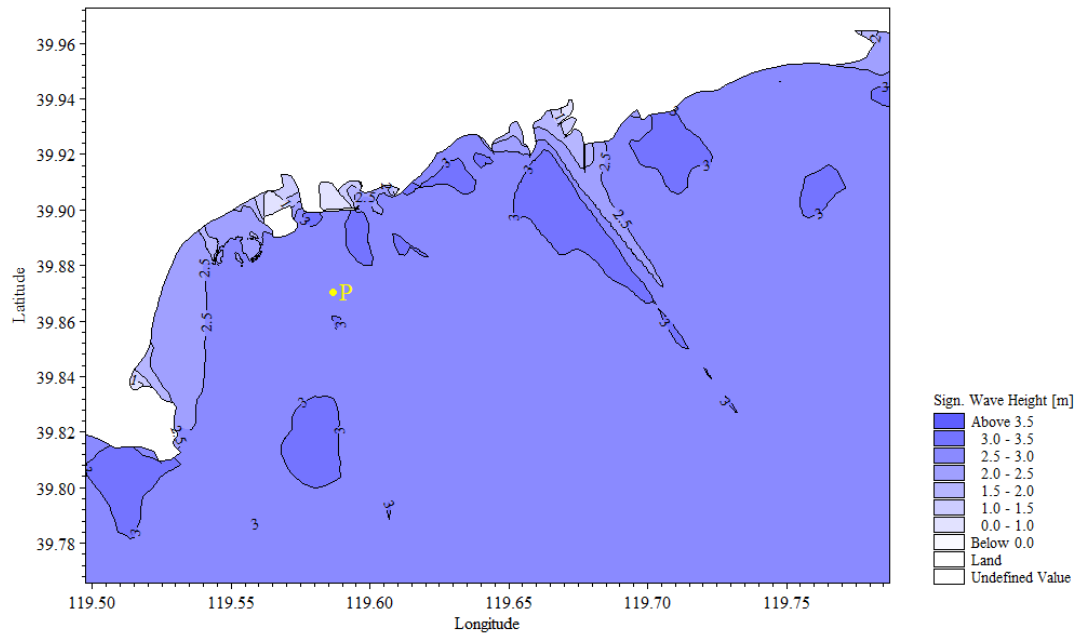


图 6.1-14 极端高水位、50 年一遇波浪、S 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

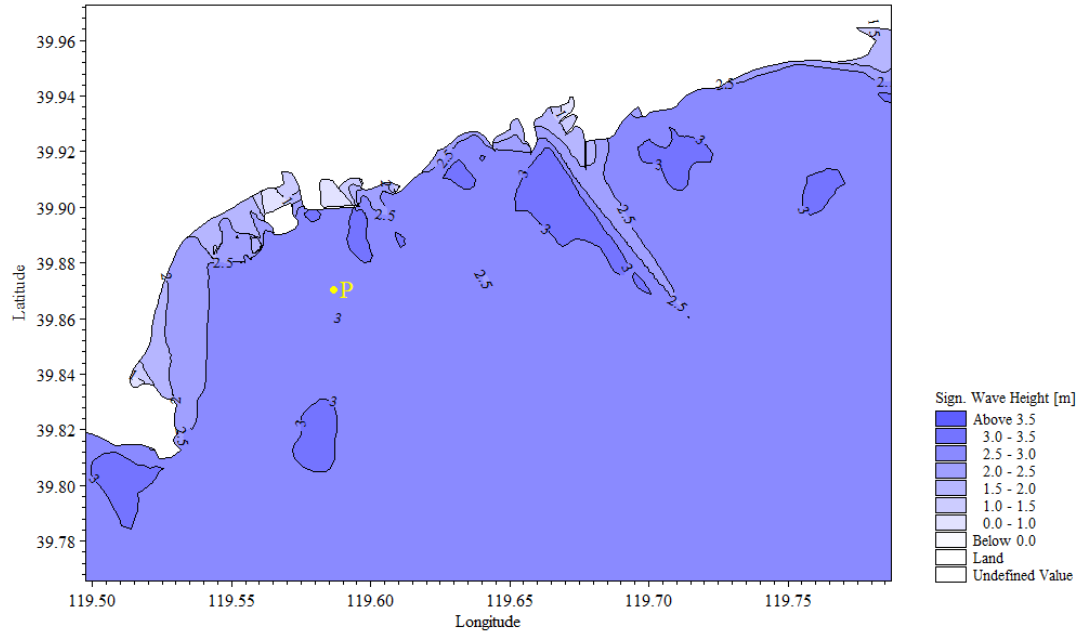


图 6.1-15 设计高水位、50 年一遇波浪、S 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

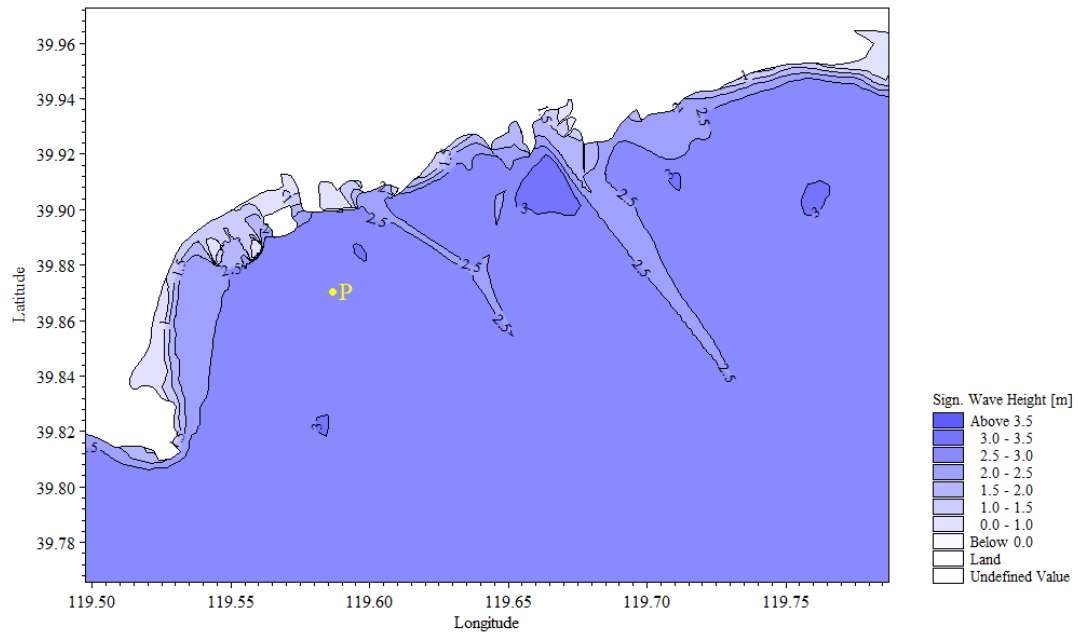


图 6.1-16 设计低水位、50 年一遇波浪、S 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

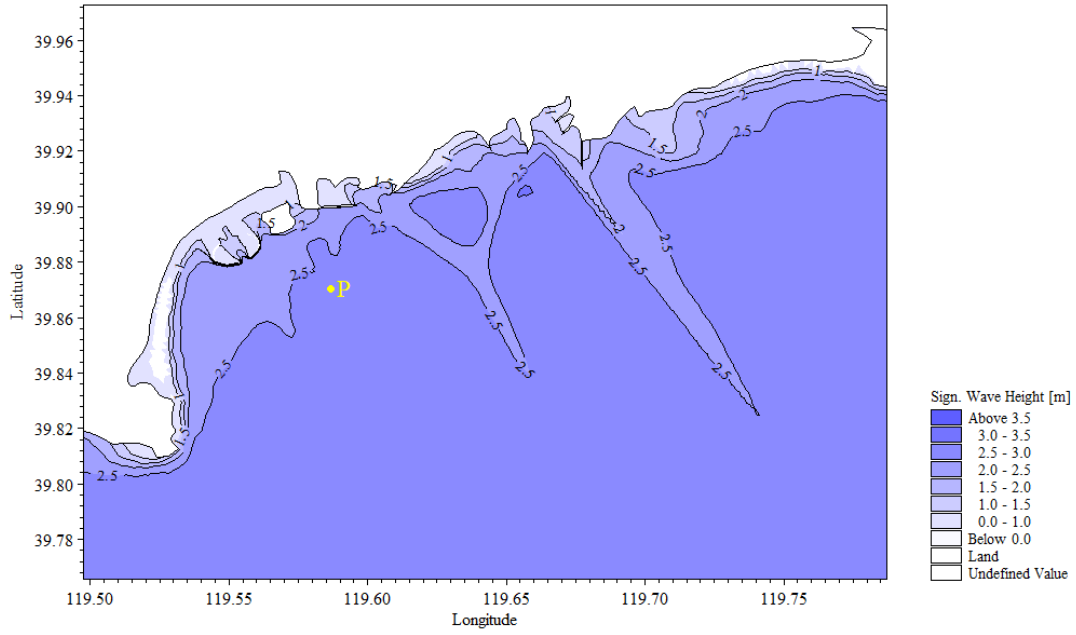


图 6.1-17 极端低水位、50 年一遇波浪、S 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

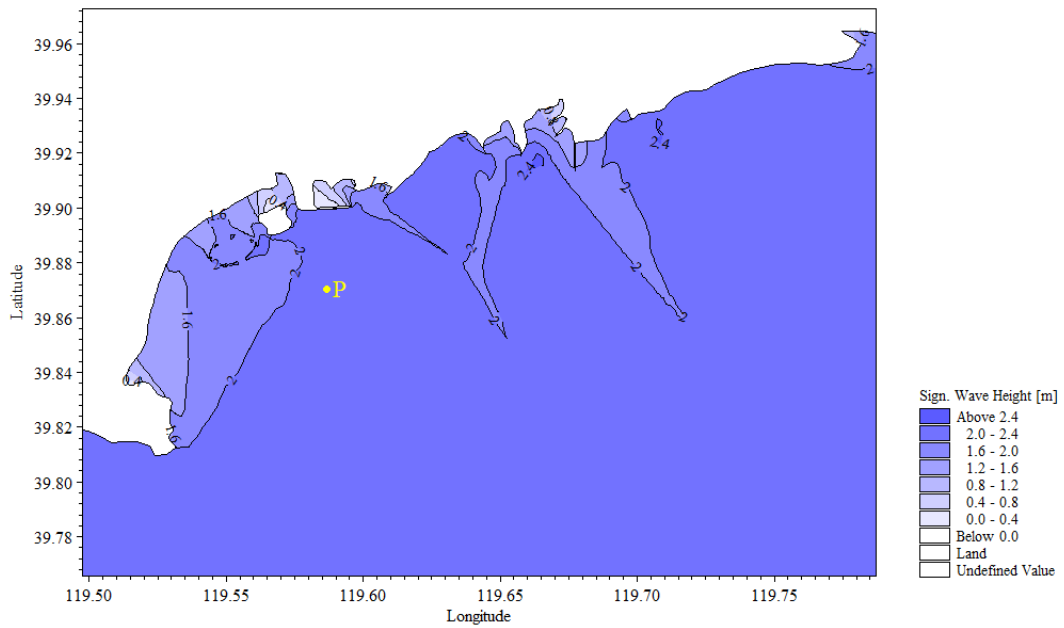


图 6.1-18 极端高水位、10 年一遇波浪、S 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

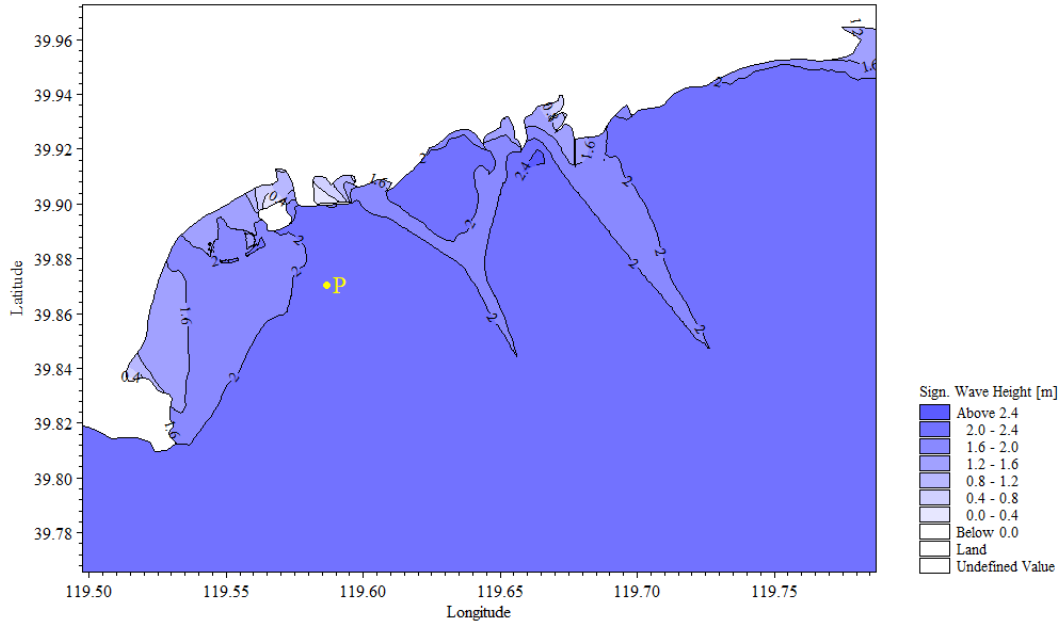


图 6.1-19 设计高水位、10 年一遇波浪、S 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

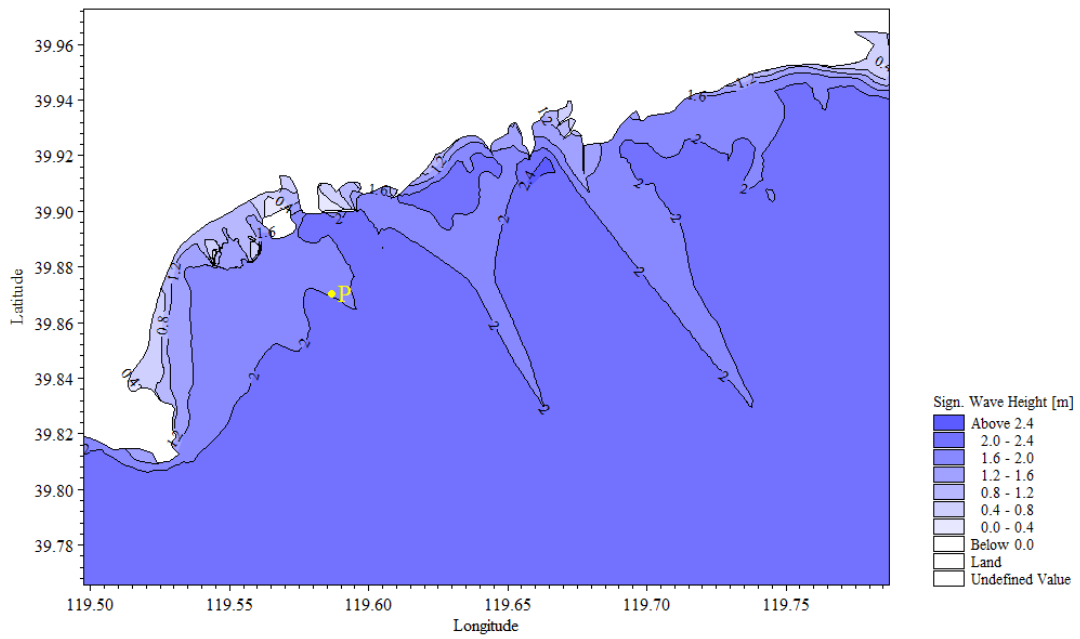


图 6.1-20 设计低水位、10 年一遇波浪、S 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

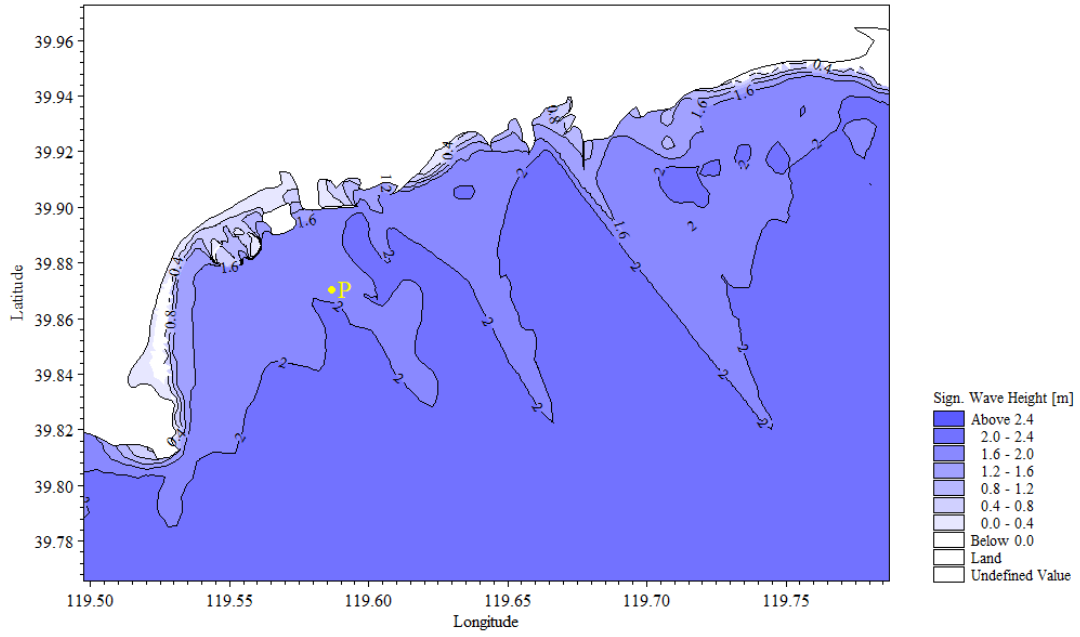


图 6.1-21 极端低水位、10年一遇波浪、S向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

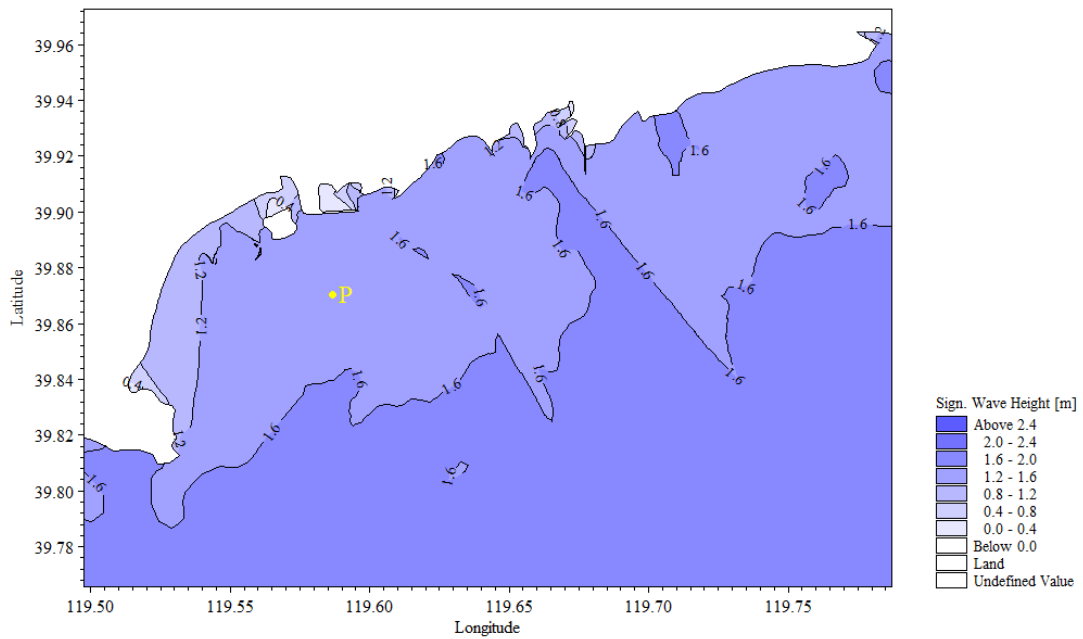


图 6.1-22 极端高水位、2年一遇波浪、S向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

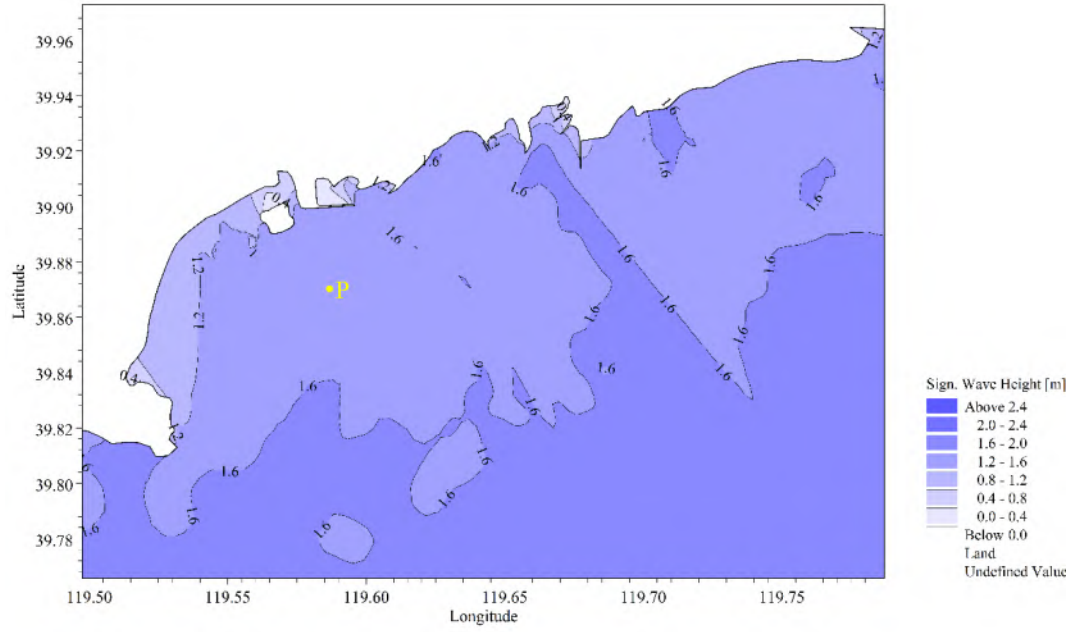


图 6.1-23 设计高水位、2 年一遇波浪、S 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

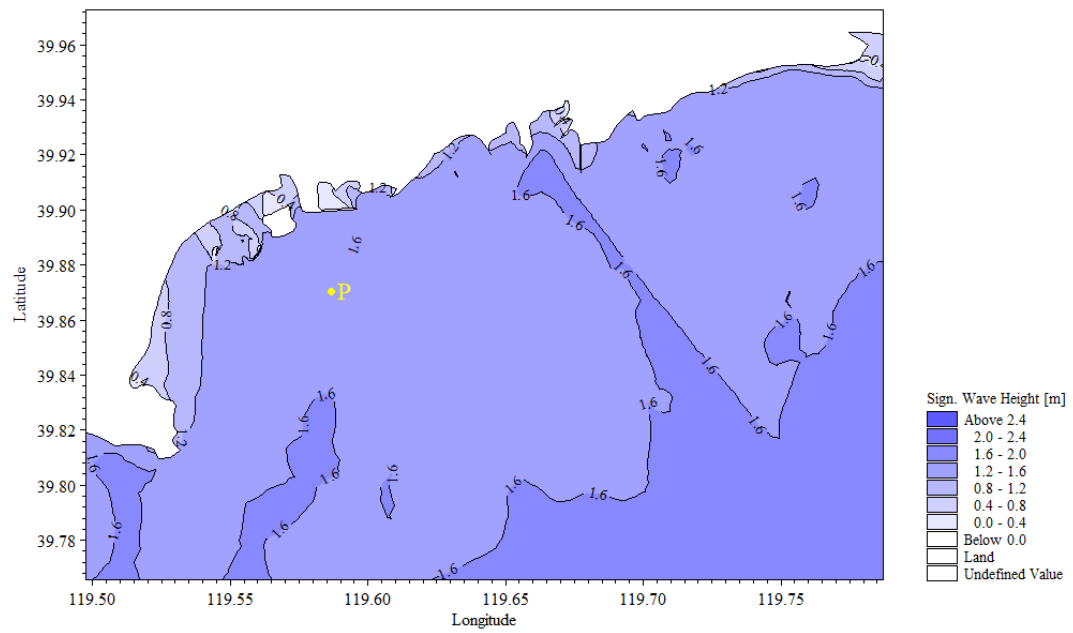


图 6.1-24 设计低水位、2 年一遇波浪、S 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

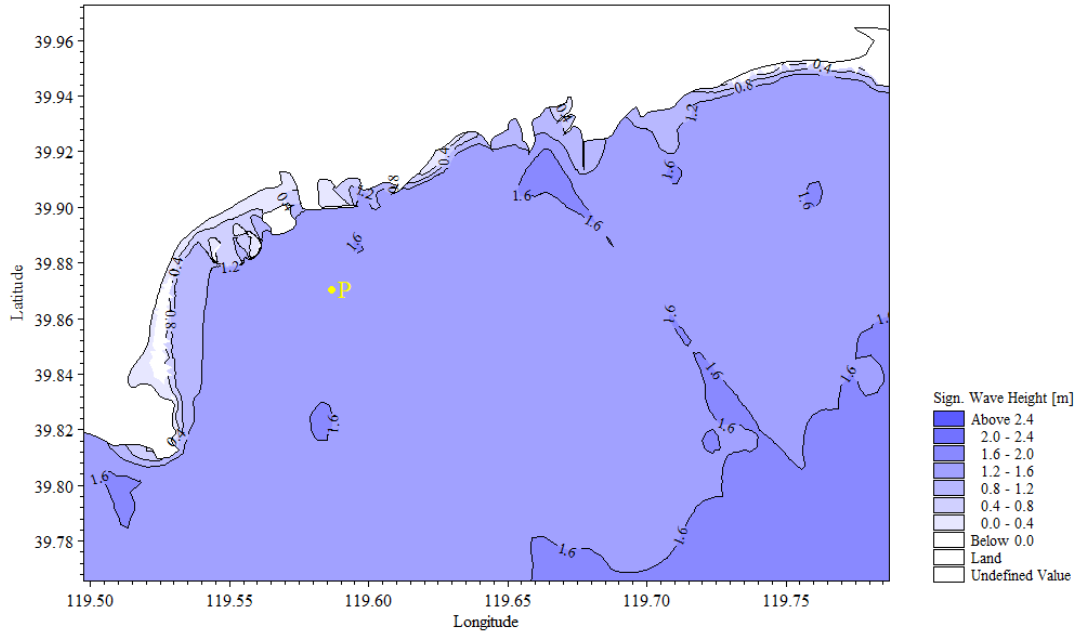


图 6.1-25 极端低水位、2 年一遇波浪、S 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

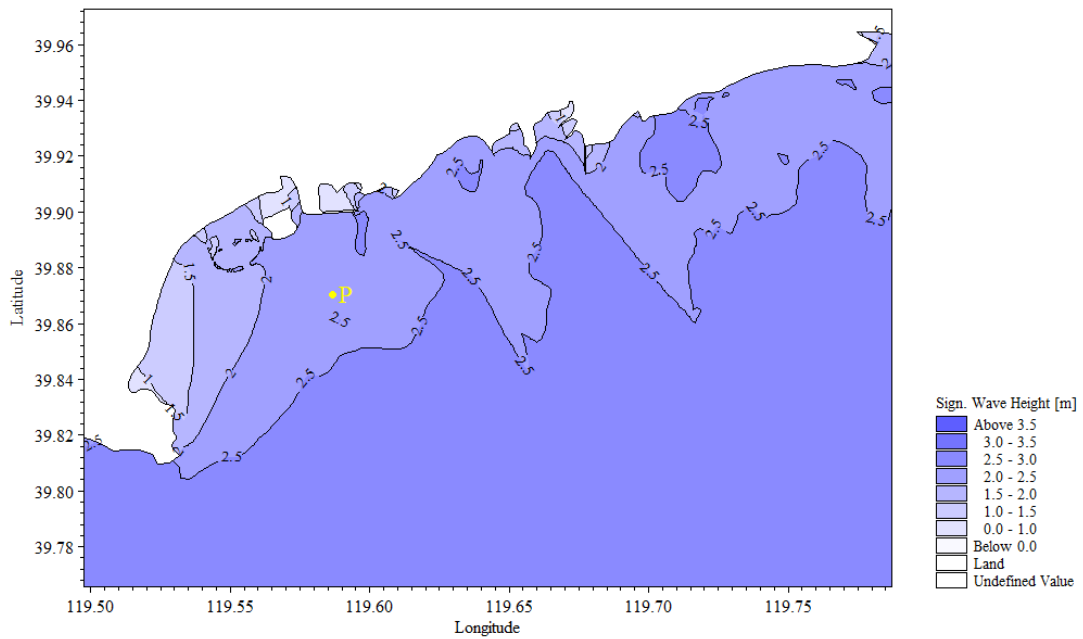


图 6.1-26 极端高水位、50 年一遇波浪、SSW 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

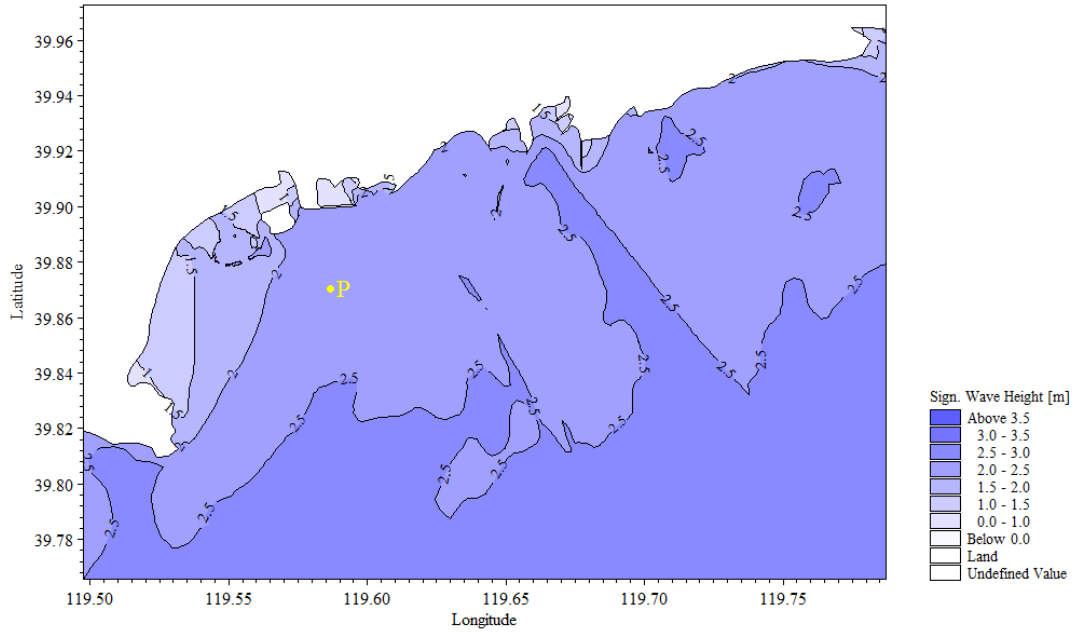


图 6.1-27 设计高水位、50 年一遇波浪、SSW 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

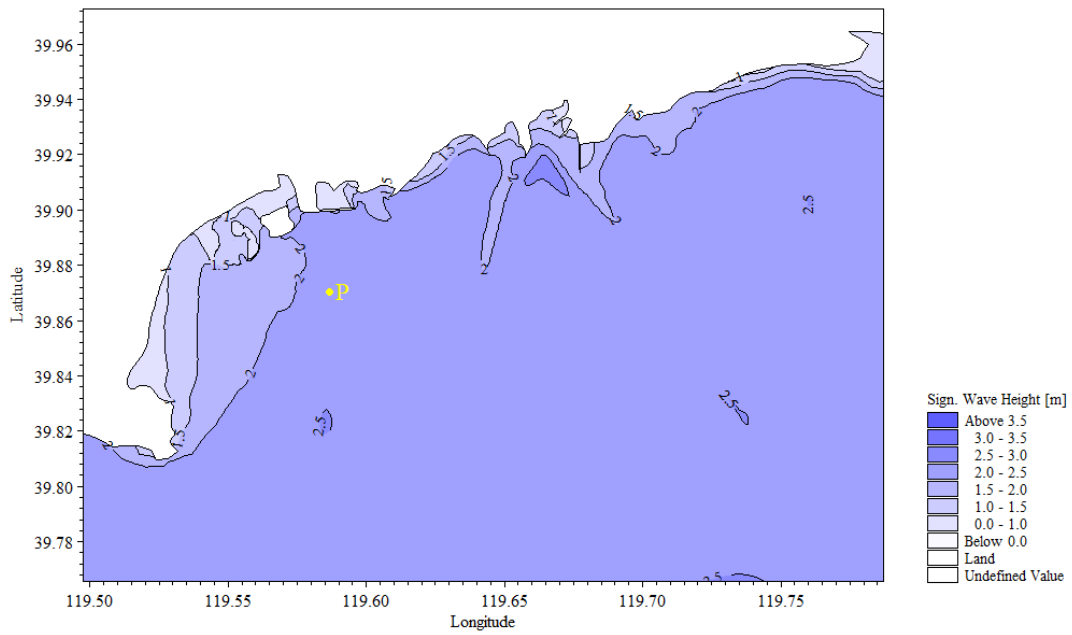


图 6.1-28 设计低水位、50 年一遇波浪、SSW 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

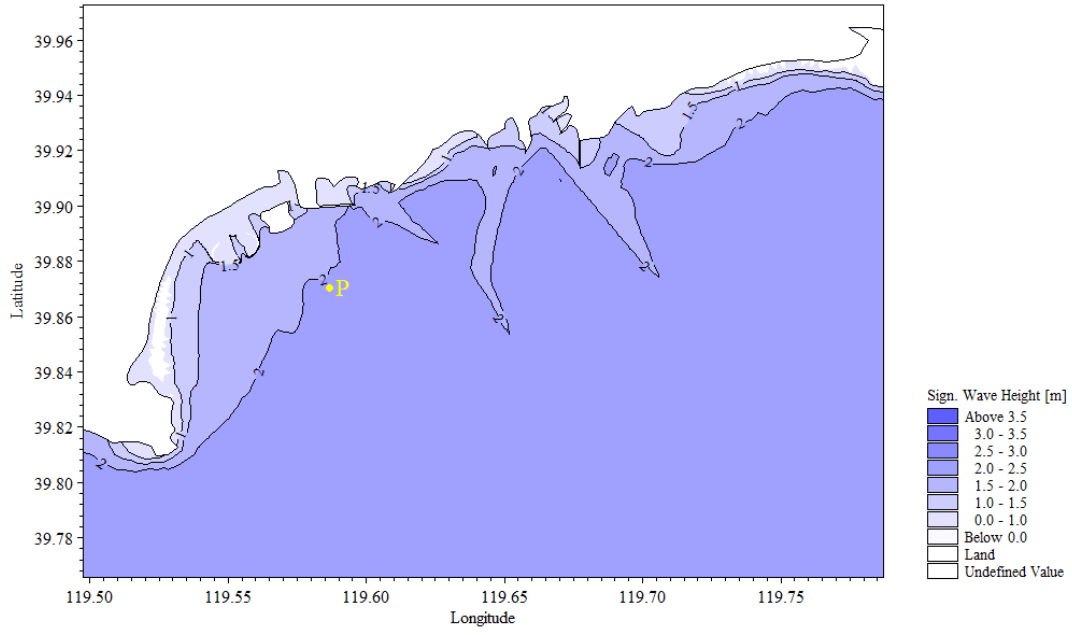


图 6.1-29 极端低水位、50 年一遇波浪、SSW 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

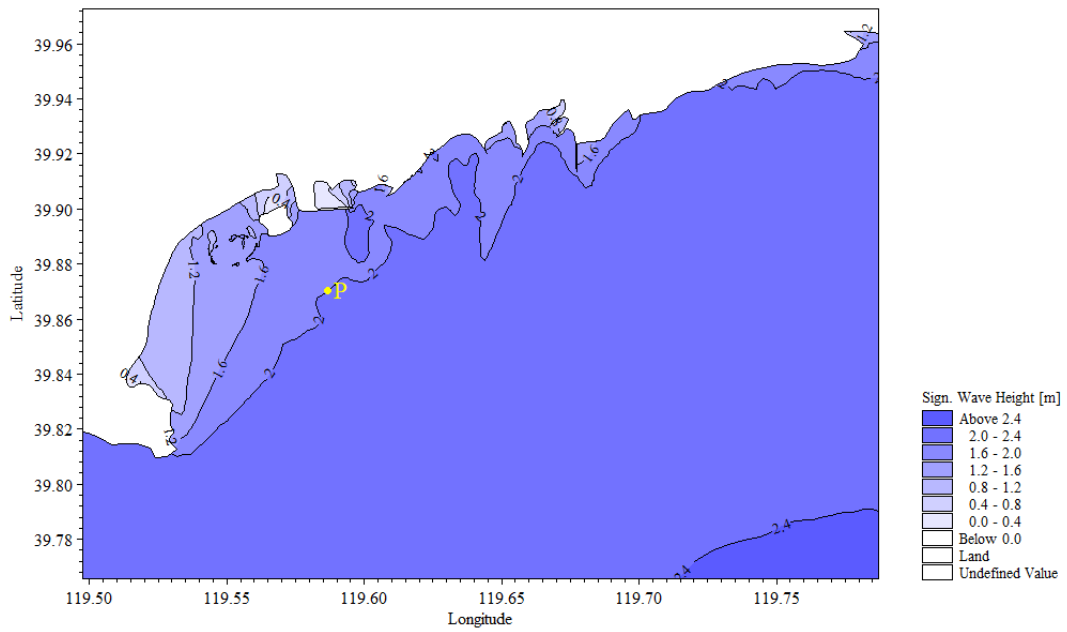


图 6.1-30 极端高水位、10 年一遇波浪、SSW 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

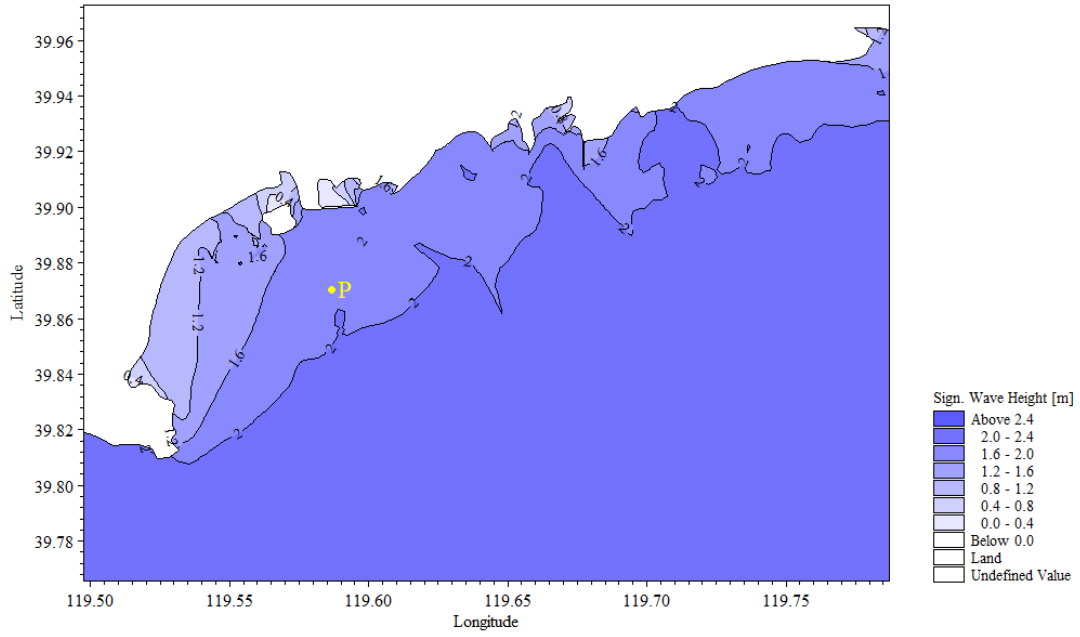


图 6.1-31 设计高水位、10 年一遇波浪、SSW 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

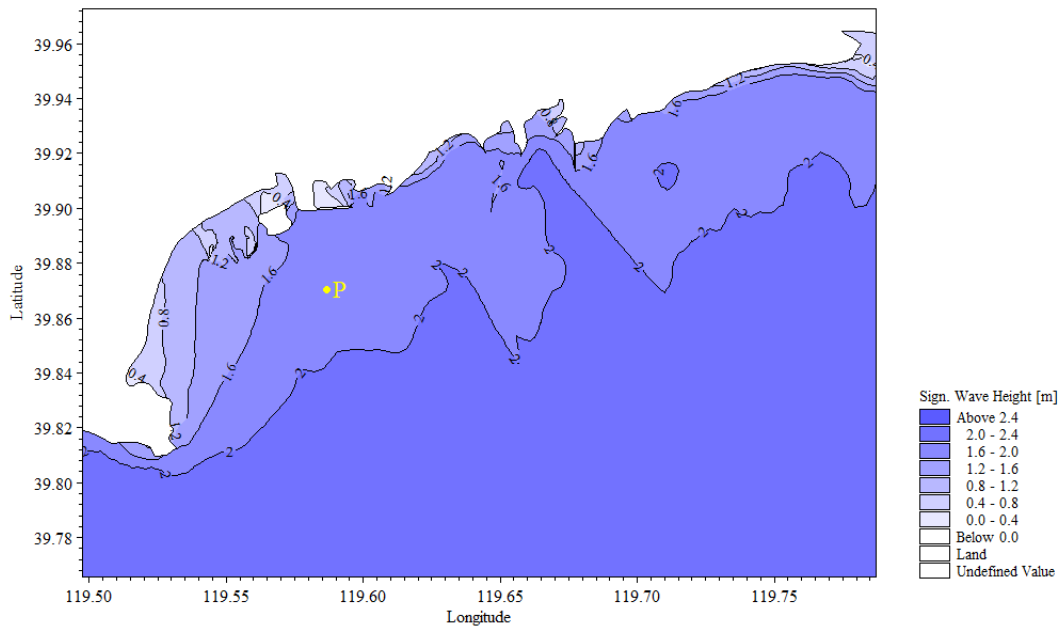


图 6.1-32 设计低水位、10 年一遇波浪、SSW 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

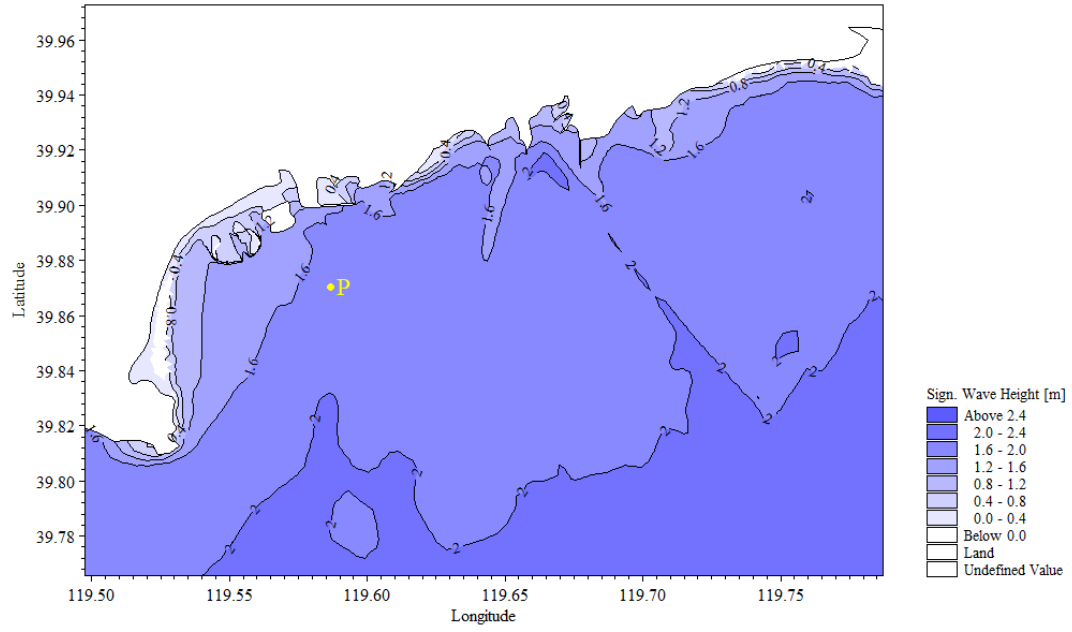


图 6.1-33 极端低水位、10 年一遇波浪、SSW 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

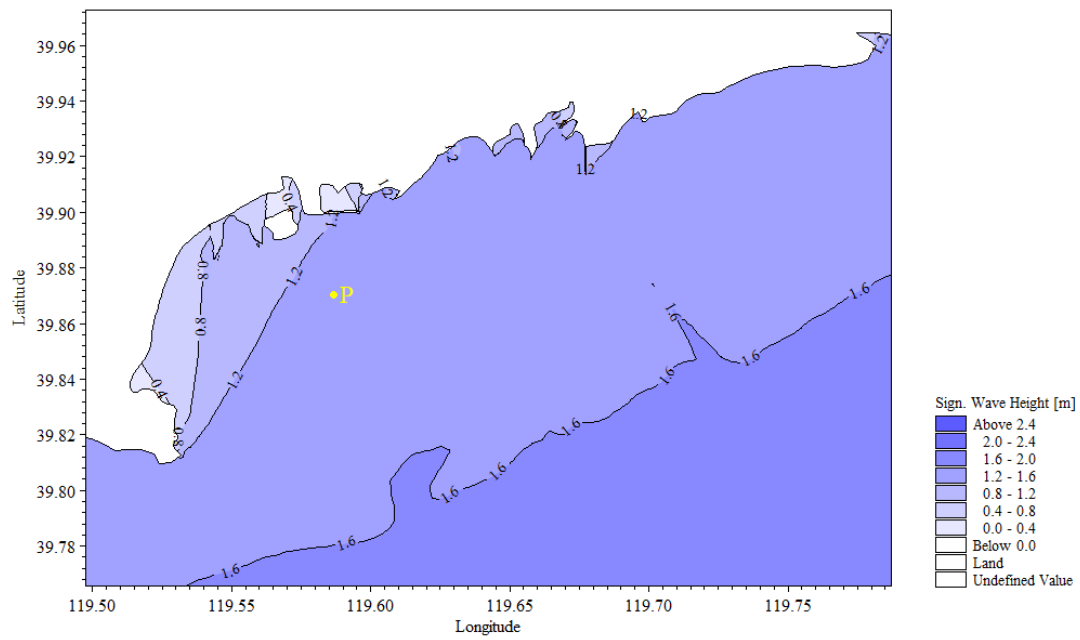


图 6.1-34 极端高水位、2 年一遇波浪、SSW 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

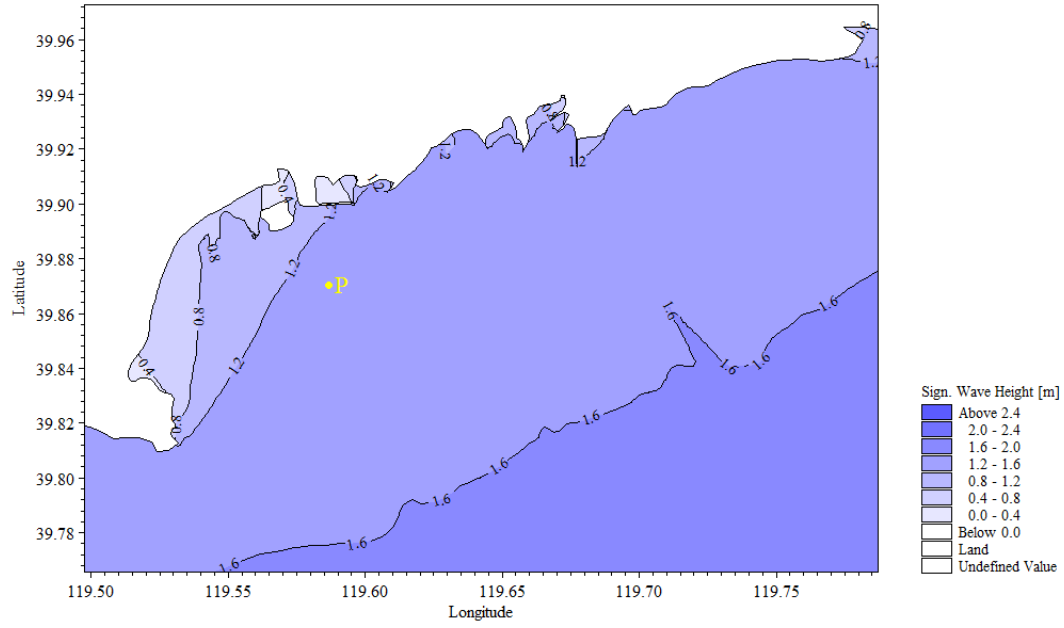


图 6.1-35 设计高水位、2年一遇波浪、SSW 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

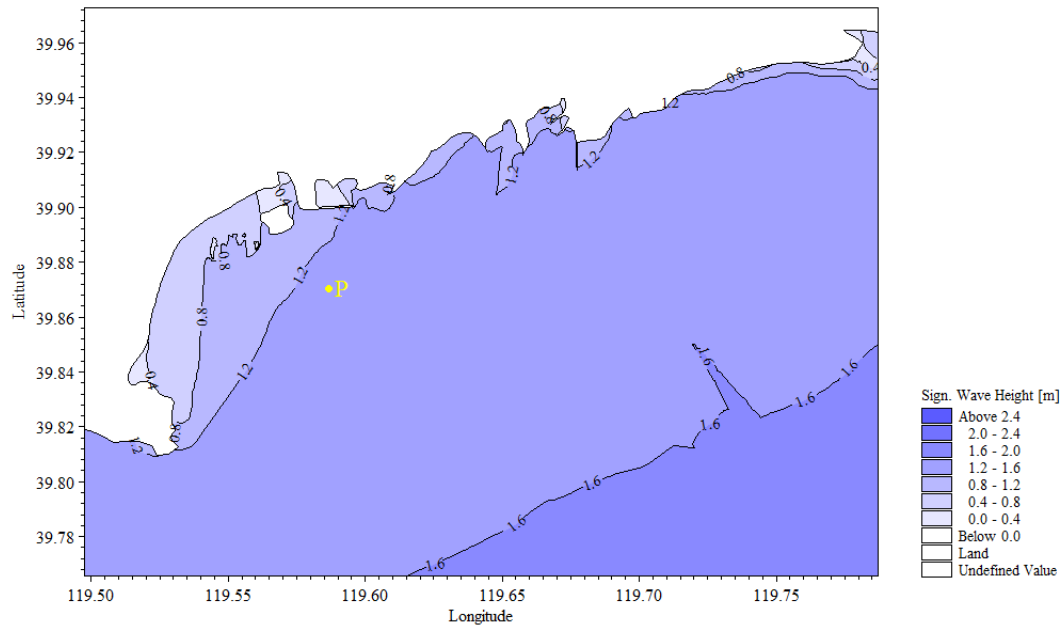


图 6.1-36 设计低水位、2年一遇波浪、SSW 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

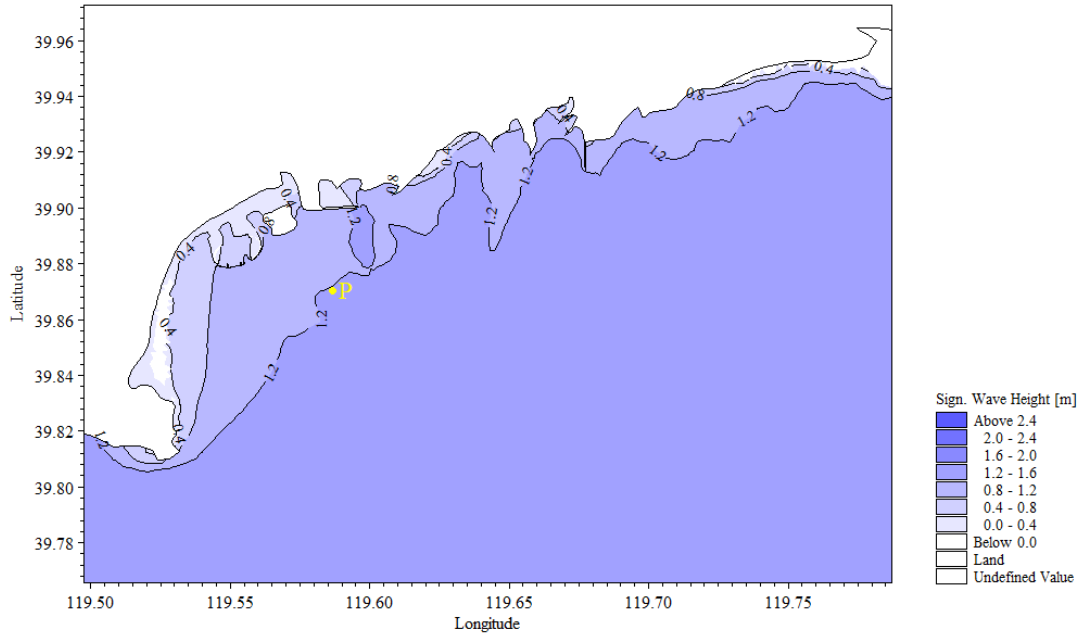


图 6.1-37 极端低水位、2 年一遇波浪、SSW 向波浪场分布 ($H_{13\%}$)

表 6.1-17 1981-1982 年秦皇岛海洋站波浪频谱分级 (%)

频 率 波 高 浪 向	0-0.5 (m)	0.5-1 (m)	1-1.5 (m)	1.5-2 (m)	2-2.5 (m)	2.5-3 (m)	3-3.5 (m)	合计
N	0.55	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68
NNE	0.45	0.36	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91
NE	1.05	0.82	0.45	0.05	0.00	0.00	0.00	2.36
ENE	0.64	2.05	0.36	0.09	0.00	0.14	0.00	3.27
E	3.59	5.45	1.91	0.23	0.14	0.00	0.00	11.32
ESE	2.64	4.05	1.00	0.09	0.00	0.00	0.00	7.77
SE	3.14	2.45	0.32	0.14	0.00	0.00	0.00	6.05
SSE	2.86	2.50	0.41	0.05	0.05	0.00	0.00	5.86
S	8.86	11.45	2.09	0.23	0.00	0.00	0.00	22.64
SSW	5.05	5.00	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	10.91
SW	3.14	3.41	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	7.14
WSW	2.86	2.64	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	5.55
W	2.73	1.86	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	4.77
WNW	0.91	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.05
NW	0.55	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73
NNW	0.36	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41
C	7.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.91
缺测	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68
合计	47.95	42.50	8.36	0.86	0.18	0.14	0.00	100.00

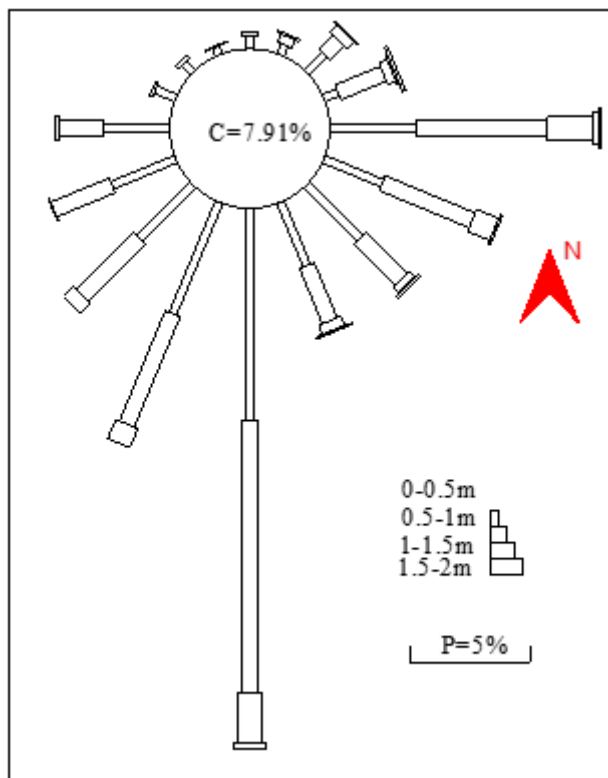


图 6.1-38 1981-1982 年秦皇岛海洋站波玫瑰

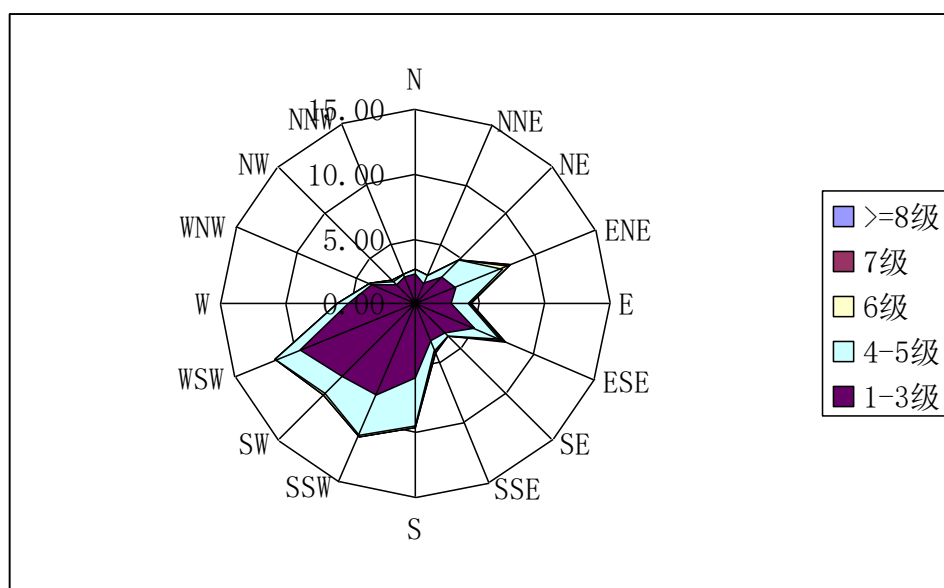


图 6.1-39 1981-1982 年秦皇岛海洋站风玫瑰

表 6.1-18 2000-2005 年秦皇岛海洋站波浪分频分级 (%)

频率 波浪 向	0.1-0.5 高 (m)	0.6-0.7 (m)	0.8-0.9 (m)	1.0-1.1 (m)	1.2-1.5 (m)	1.6-1.9 (m)	≥2.0 (m)	合计
N	0.48	0.17	0.09	0.06	0.05	0.03	0.02	0.90
NNE	0.69	0.41	0.22	0.22	0.16	0.05	0.03	1.77
NE	1.39	0.55	0.48	0.16	0.25	0.17	0.02	3.02

ENE	2.55	0.98	0.84	0.31	0.39	0.03	0.00	5.11
E	3.28	1.25	0.84	0.52	0.41	0.00	0.02	6.31
ESE	2.98	1.28	0.83	0.27	0.13	0.05	0.00	5.52
SE	2.50	1.09	0.61	0.23	0.14	0.02	0.02	4.60
SSE	4.34	1.52	0.77	0.38	0.39	0.03	0.02	7.44
S	5.86	2.50	1.84	0.86	0.78	0.20	0.00	12.04
SSW	2.70	1.23	0.88	0.66	0.47	0.06	0.00	5.99
SW	2.67	1.08	0.58	0.27	0.31	0.05	0.03	4.98
WSW	2.00	0.44	0.48	0.14	0.11	0.02	0.00	3.20
W	1.66	0.23	0.14	0.20	0.08	0.00	0.00	2.31
WNW	0.41	0.09	0.02	0.02	0.03	0.00	0.00	0.56
NW	0.19	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21
NNW	0.22	0.02	0.05	0.02	0.02	0.00	0.00	0.32
C	35.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.70
合计	69.62	12.84	8.69	4.30	3.70	0.70	0.14	100.00

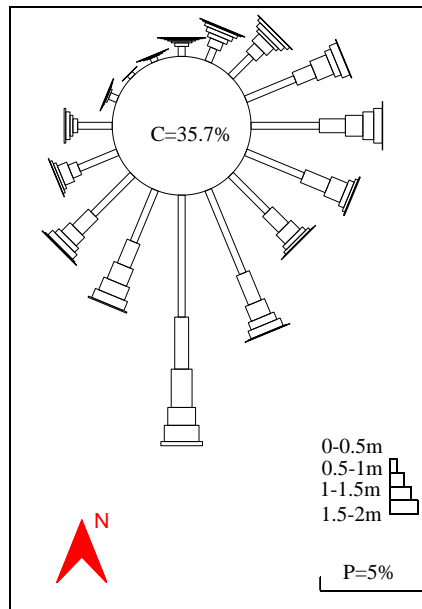


图 6.1-40 2000-2005 年秦皇岛海洋站波玫瑰

6.1.1.1 工程对近岸波浪的影响

试验对工程后的波浪场进行计算。为评估工程对近岸波浪影响，在近岸区域布置 14 个测点，水深范围在 1.54m~6.98m 之间，位置见图 6.1-41 和表 6.1-19。试验工况见表 6.1-20。

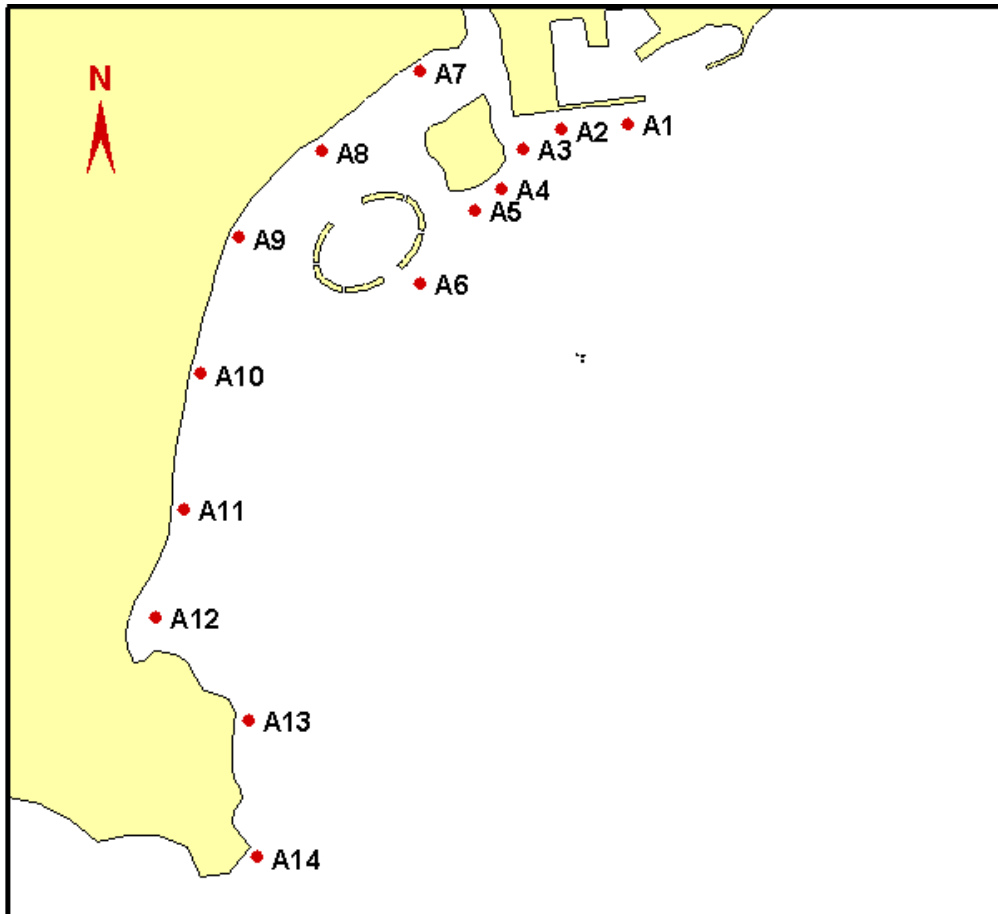


图 6.1-41 近岸测点位置图

表 6.1-19 近岸观测点位置及水深

测点	经度 (°)	纬度 (°)	水深 (m)
A1	119.5931	39.8976	6.39
A2	119.5827	39.8972	5.19
A3	119.5769	39.8950	4.62
A4	119.5734	39.8904	5.28
A5	119.5691	39.8879	5.38
A6	119.5604	39.8794	6.98
A7	119.5613	39.9045	1.94
A8	119.5458	39.8955	1.98
A9	119.5325	39.8854	2.18
A10	119.5261	39.8694	1.54
A11	119.5228	39.8534	1.63
A12	119.5182	39.8406	2.78
A13	119.5319	39.8281	2.44
A14	119.5327	39.8117	4.45

表 6.1-20 近岸波浪影响试验工况表

试验波向	水位	波浪重现期
SE、S、SSW	极端高水位	50年一遇

工程前后近岸观测点的波浪要素对比见表 6.1-21~表 6.1-23。试验结果显示，工程后近岸的波浪要素变化较小，最大不超过 5%，主要影响波向为 S 向。其中莲花岛前 A6 有效波高变化最大减少 4.5%，发生在 SE 向。由此可见，工程实施对近岸波浪影响较小。由此可见，工程实施对近岸波浪影响较小。工程前后的波浪场分布见图 6.1-43~图 6.1-48。

表 6.1-21 S 向沿岸测点工程前后波浪要素

S向 50年一遇波高+极端高水位2.66m			
测点	工程前 $H_{13\%}$ (m)	工程后 $H_{13\%}$ (m)	(工程后-工程前)/工程前
A1	3.03	3.00	-1.1%
A2	3.00	2.89	-3.6%
A3	2.99	2.88	-3.9%
A4	2.88	2.75	-4.4%
A5	2.83	2.75	-3.0%
A6	2.71	2.70	-0.5%
A7	1.06	1.05	-1.2%
A8	2.23	2.22	-0.6%
A9	2.44	2.43	-0.2%
A10	2.25	2.25	0.0%
A11	2.07	2.08	0.3%
A12	1.56	1.56	0.2%
A13	2.25	2.28	1.7%
A14	2.85	2.85	0.2%

表 6.1-22SE 向沿岸测点工程前后波浪要素

SE向 50年一遇波高+极端高水位2.66m			
测点	工程前 $H_{13\%}$ (m)	工程后 $H_{13\%}$ (m)	(工程后-工程前)/工程前
A1	3.22	3.21	-0.5%
A2	3.49	3.42	-1.8%
A3	3.48	3.39	-2.4%
A4	3.47	3.33	-3.9%
A5	3.50	3.35	-4.2%
A6	3.36	3.21	-4.5%
A7	0.91	0.87	-3.7%
A8	2.38	2.36	-1.0%
A9	2.84	2.83	-0.6%
A10	2.63	2.57	-2.4%
A11	2.44	2.45	0.7%
A12	2.18	2.16	-0.9%
A13	3.27	3.28	0.3%
A14	3.59	3.58	-0.3%

表 6.1-23 SSW 向沿岸测点工程前后波浪要素

SSW向 50年一遇波高+极端高水位2.66m			
测点	工程前 $H_{13\%}$ (m)	工程后 $H_{13\%}$ (m)	(工程后-工程前)/工程前
A1	2.44	2.37	-2.8%
A2	2.22	2.12	-4.6%
A3	2.20	2.12	-3.9%
A4	2.14	2.04	-4.5%
A5	2.09	2.02	-3.1%
A6	1.98	1.98	0.2%
A7	0.90	0.89	-1.3%
A8	1.67	1.65	-1.1%
A9	1.56	1.54	-1.2%
A10	1.40	1.39	-1.1%
A11	1.26	1.28	1.0%
A12	0.89	0.89	0.5%
A13	1.46	1.47	1.1%
A14	2.27	2.27	0.2%

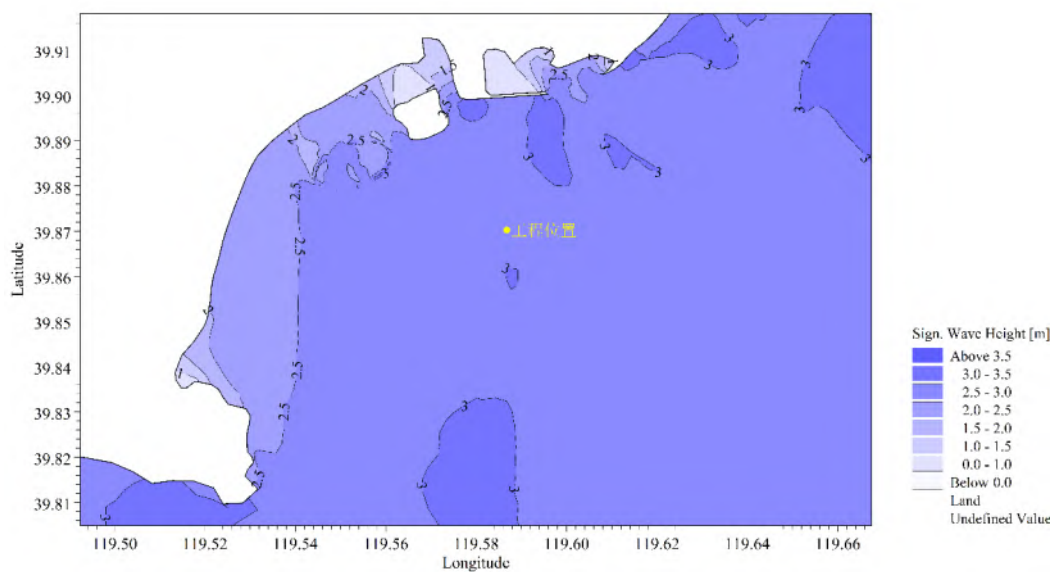


图 6.1-43 S 向工程前有效波高分布 (50 年一遇波浪、极端高水位 2.66m)

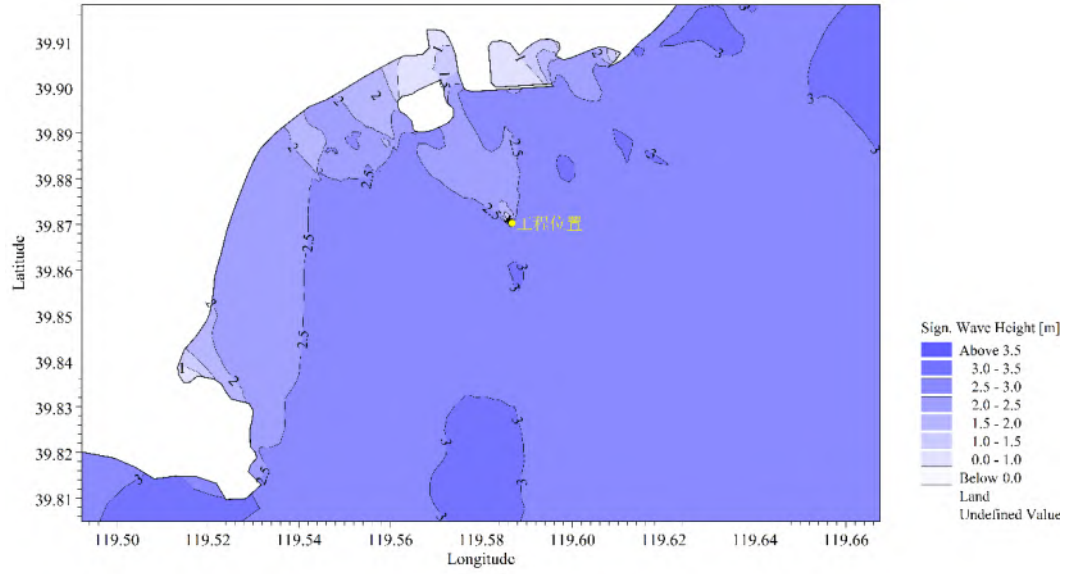


图 6.1-44S 向工程后有效波高分布 (50 年一遇波浪、极端高水位 2.66m)

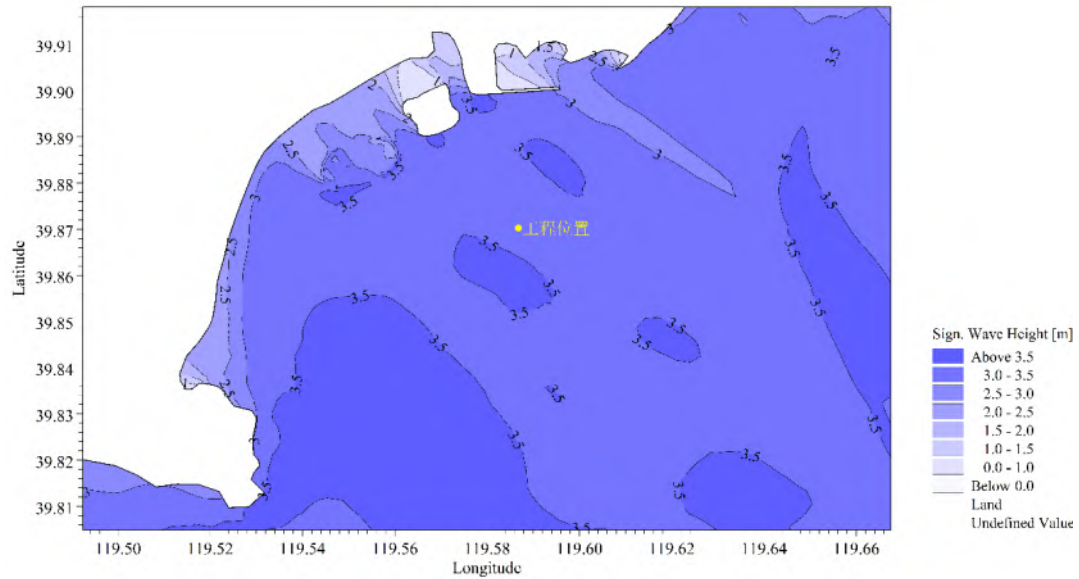


图 6.1-45SE 向工程前有效波高分布 (50 年一遇波浪、极端高水位 2.66m)

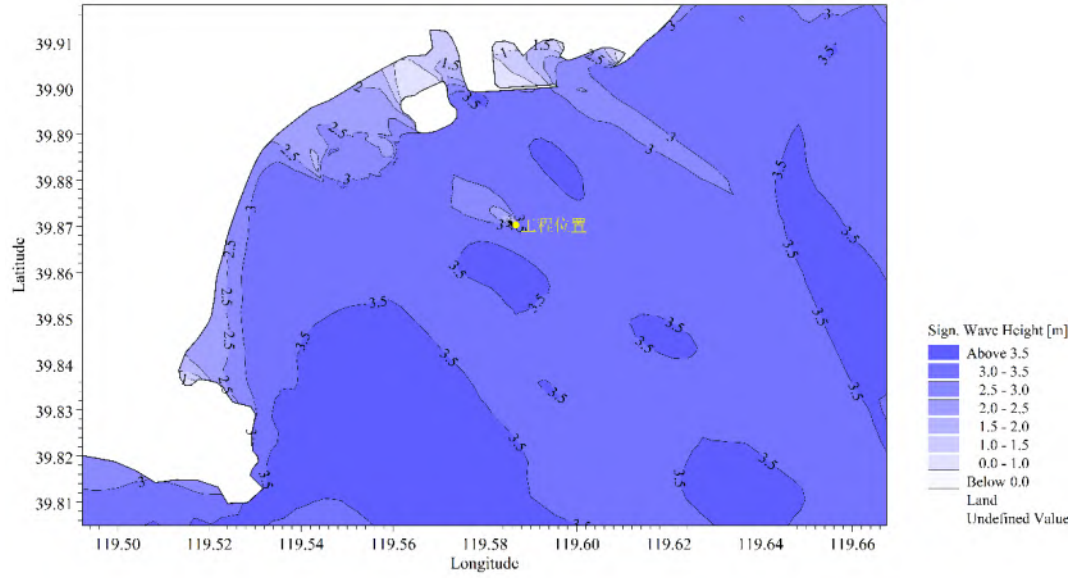


图 6.1-46 SE 向工程后有效波高分布（50 年一遇波浪、极端高水位 2.66m）

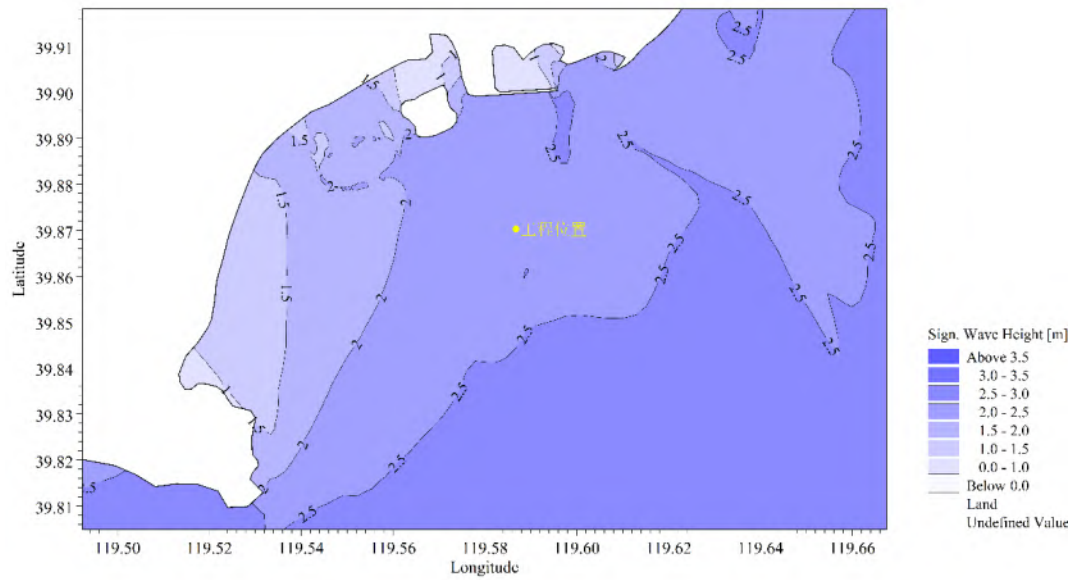


图 6.1-47 SSW 向工程前有效波高分布（50 年一遇波浪、极端高水位 2.66m）

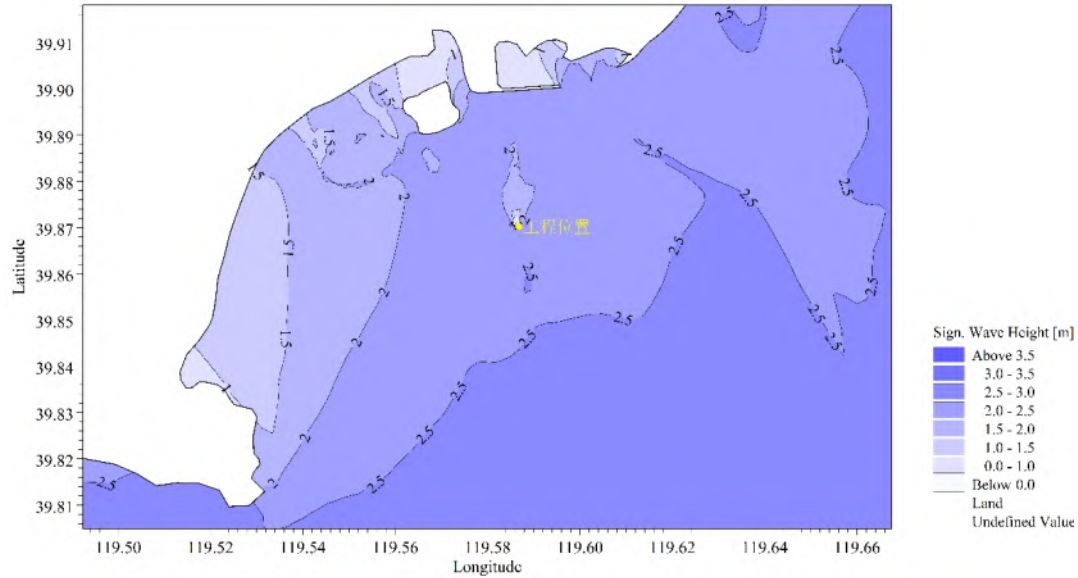


图 6.1-48 SSW 向工程后有效波高分布（50 年一遇波浪、极端高水位 2.66m）

6.1.1.2 结论

通过建立波浪数学模型，对工程区域的波浪要素进行计算，主要结论如下：

①控制码头设计波浪要素的浪向为 SE 向，由于各计算点位置相距较短，设计波要素变化不大；

②极端高水位、50 年一遇波浪有效波高最大值为 3.64m，10 年一遇最大波高 2.33m；

③综合实测资料分析及数模计算结果，不可作业天数大于 120 天。

④工程实施后对近岸波浪影响较小，波高最大减小 5%。

6.1.2 工程海域流场及悬浮泥沙扩散分析

6.1.2.1 数学模型

①模型介绍

本项目的潮流计算采用 Mike21 软件的三角形网格水动力模块（HD 模块），悬浮泥沙扩散模拟采用与水动力耦合的运输模块。

Mike21 软件由丹麦水工所开发，可以应用于海洋、海岸、河口区域的二、三维水动力计算，在处理潮流动边界、复杂工程建筑物边界等方面具有强大的功能。该模型得到大量验证，并在我国以及国际上许多工程项目研究中得到广泛应用。

MIKE21 软件的水动力学模块（HD 模块）是 MIKE21 软件的核心基础模

块，其水流运动控制方程是二维浅水方程：

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS \quad (1)$$

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}\bar{u}}{\partial y} =$$

$$f\bar{v}h - gh\frac{\partial\eta}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial\rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{xy}) + hu_sS$$

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{v}\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} =$$

$$-f\bar{u}h - gh\frac{\partial\eta}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial\rho}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{yy}) + hv_sS$$

其中 $h = \eta + d$ ， η 和 d 分别表示水面高度和静水深， x 和 y 分别表示横轴和纵轴坐标， t 为时间， g 为重力加速度， \bar{u} 和 \bar{v} 分别为沿 x 和 y 方向的深度平均流速， f 为柯氏力系数， ρ 为流体密度， ρ_0 为参考密度， S 为点源流量， u_s 与 v_s 为点源流速， T_{ij} 为应力项，包括粘性应力、紊流应力和对流等，根据水深平均的流速梯度计算。紊流计算中采用 Smagorinsky 模型，涡粘系数可以表示为

$$A = c_s^2 l^2 \sqrt{2S_{ij}S_{ij}} \quad (4)$$

$$S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \quad (5)$$

其中 l 为特征长度，常数 c_s 可取为 0.28。

底部应力 $\vec{\tau}_b = (\tau_{bx}, \tau_{by})$ 由下式计算

$$\frac{\vec{\tau}_b}{\rho_0} = c_f \vec{u}_b \left| \vec{u}_b \right| \quad (6)$$

其中 c_f 是拖曳力系数， $\vec{u}_b = (u_b, v_b)$ 是水深平均的流速。拖曳力系数根据 Manning 系数 M 计算，

$$c_f = \frac{g}{(Mh^{1/6})^2} \quad (7)$$

Manning 系数可以根据底部糙率计算，本研究中取为 $28\text{m}^{1/3}/\text{s}$ 。

风应力 $\vec{\tau}_s = (\tau_{sx}, \tau_{sy})$ 计算公式为

$$\tau_s = \rho_a c_d |\vec{u}_w| \vec{u}_w \quad (8)$$

其中 ρ_a 是空气密度， c_d 是空气拖曳力系数， $\vec{u}_w = (u_w, v_w)$ 是海面上 10m 高处风速。

在控制方程的求解过程中使用有限体积法进行离散，使用三角形或四边形网格；时间积分采用显式欧拉格式；计算中采用干湿网格方法对浅滩进行考虑；另外在潮流计算中可以加入波浪引起的辐射应力作为驱动力计算波浪影响下的流场。

模型边界水位由中国近海潮汐软件 Chinatide 提供并根据潮汐预报表和实测水位进行人为调整以使计算水位与实测水位基本重合。

② 计算网格划分

根据工程海域的地形和波浪特点，本次研究选取的模型计算范围边界至-20m 水深的区域，计算区域见 3-49。计算域采用三角形网格划分，最大网格尺度 300m，从外海向工程区附近逐渐加密，最小网格尺度 10m，计算时间步长为 1s。

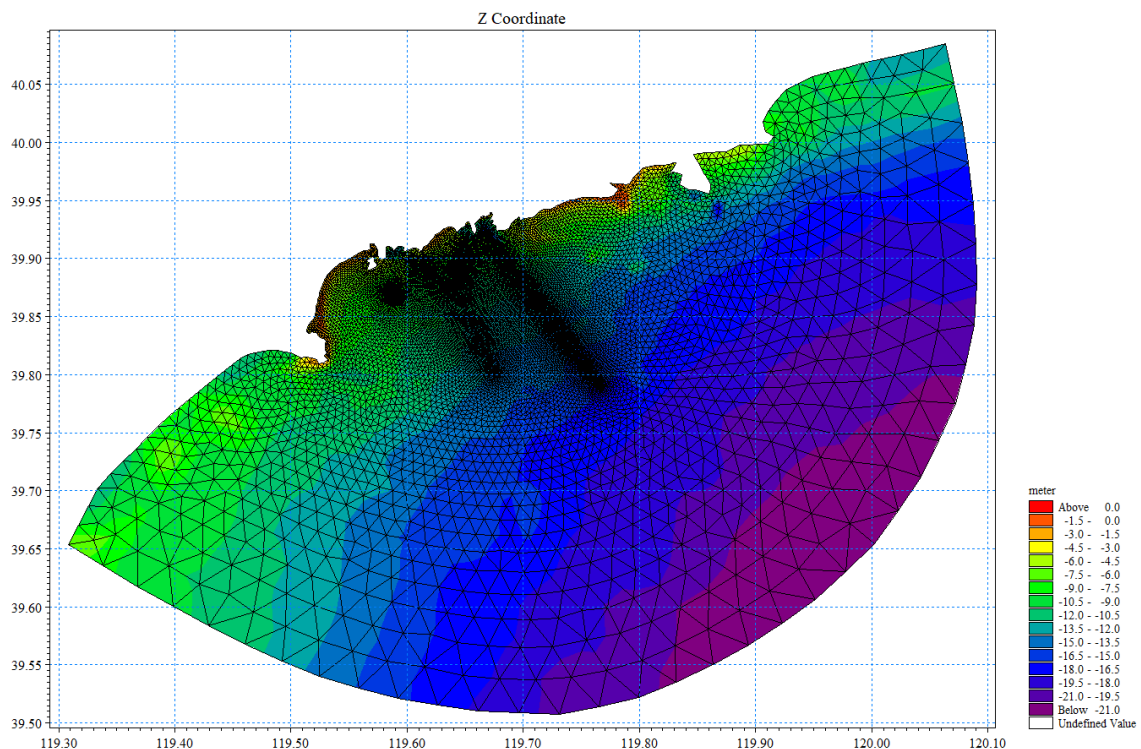


图 6.1-49 模型范围及网格图

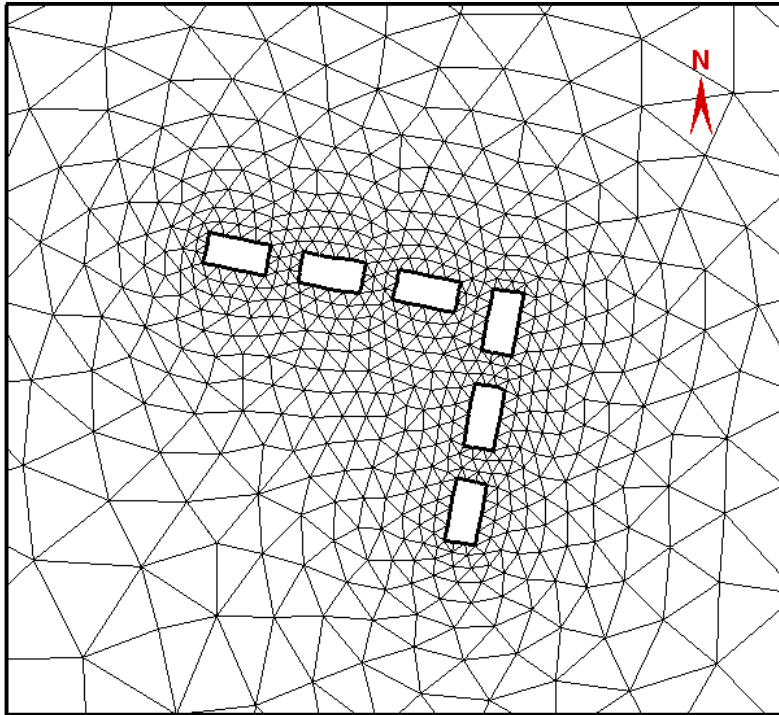


图 6.1-50 模型范围及网格图

③模型验证

2009年7月21日至22日在工程附近进行了大潮同步水文观测，测站位置如图6.1-51所示，共布设2个潮位测站和5个流速测站（ST3~ST7）。2016年10月17日至18日和2017年9月5日至7日在工程附近进行了大潮水文观测，测站位置如图6.1-52所示，共布设2个潮位测站和5个流速测站。

图6.1-53给出了计算与实测潮位过程比较情况，图6.1-54~图6.1-56给出了不同测站流速和流向变化过程的实测与计算值比较情况。由实测与计算结果比较可以看出，2017年测流点1由于在航道附近，测量的流速、流向受船舶航行影响规律较差，除此测点外的其他测点计算与实测水文观测结果吻合较好，满足相关规程要求，模型可用于工程后的计算。

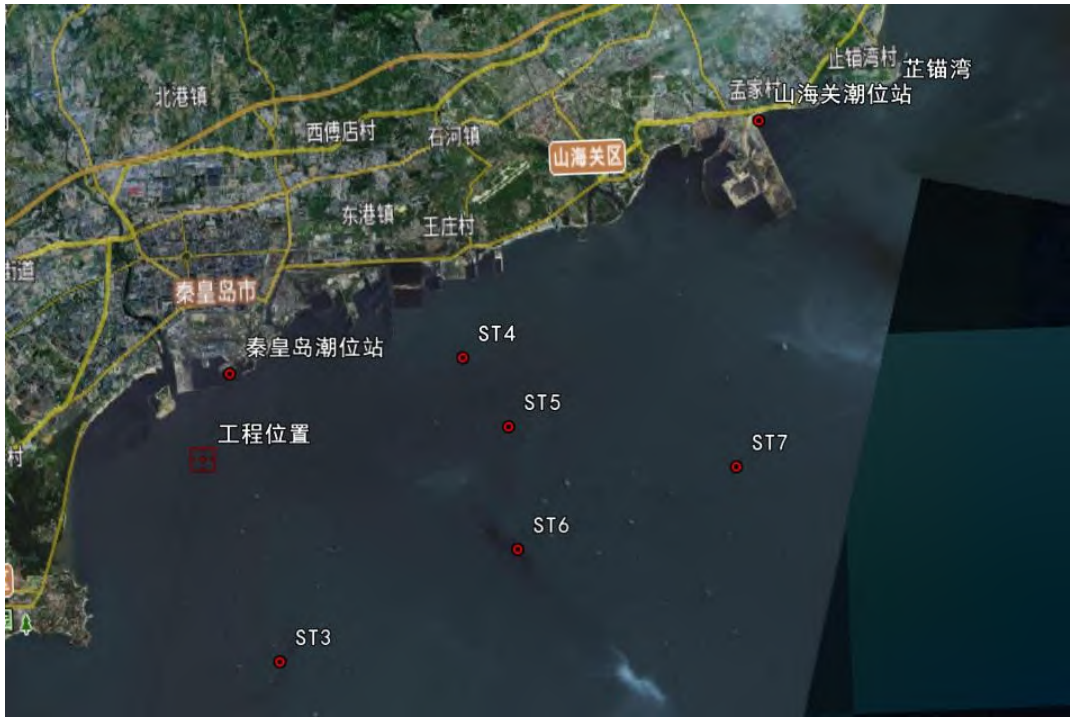


图 6.1-51 测站位置示意图



图 6.1-52 测站位置示意图

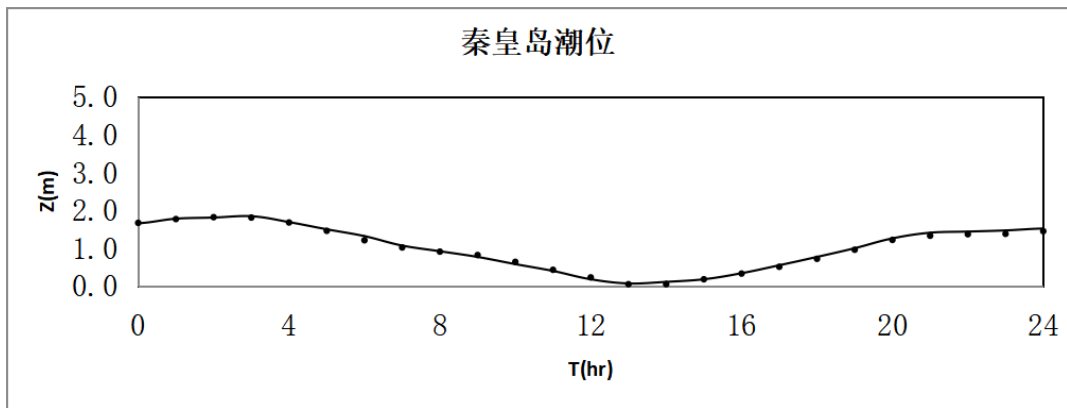
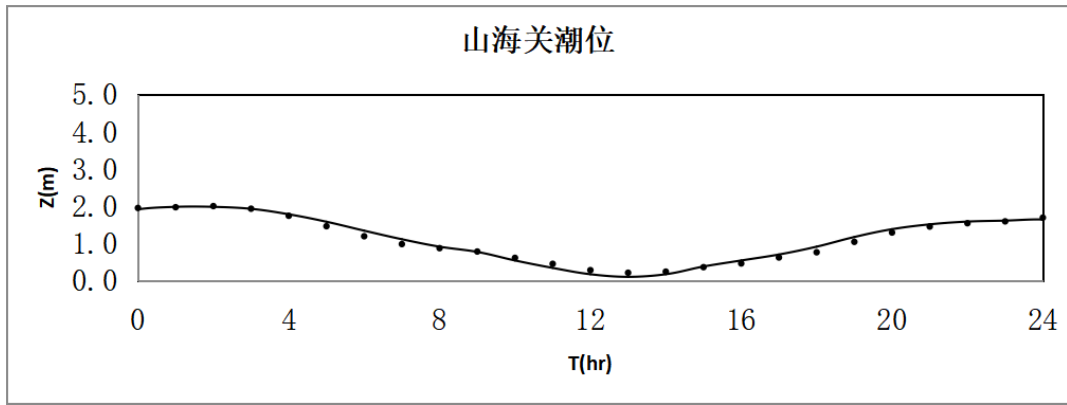
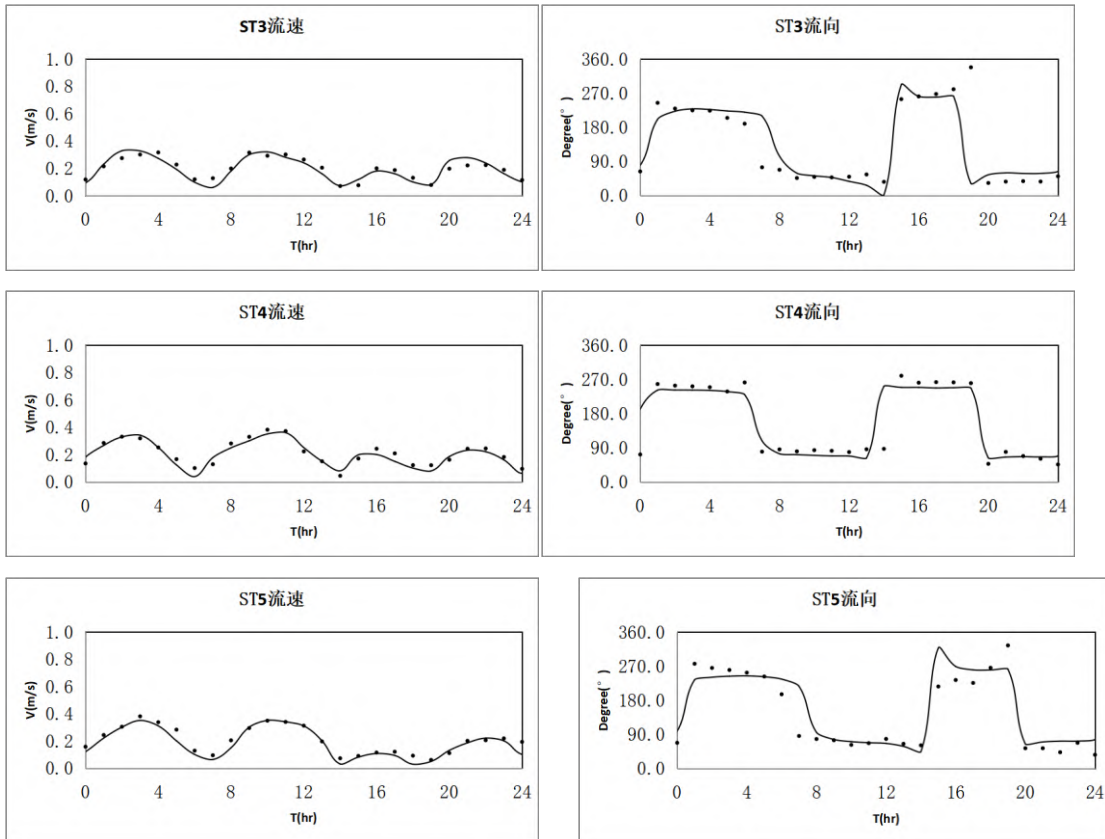


图 6.1-53 潮位验证结果 (2009 年)



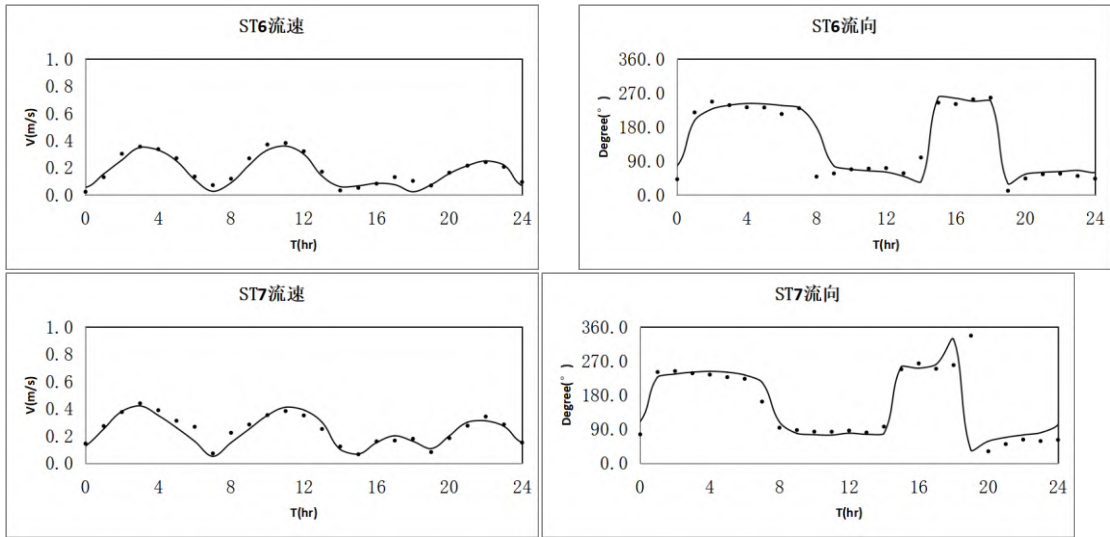


图 6.1-54 流速流向验证结果（2009年）

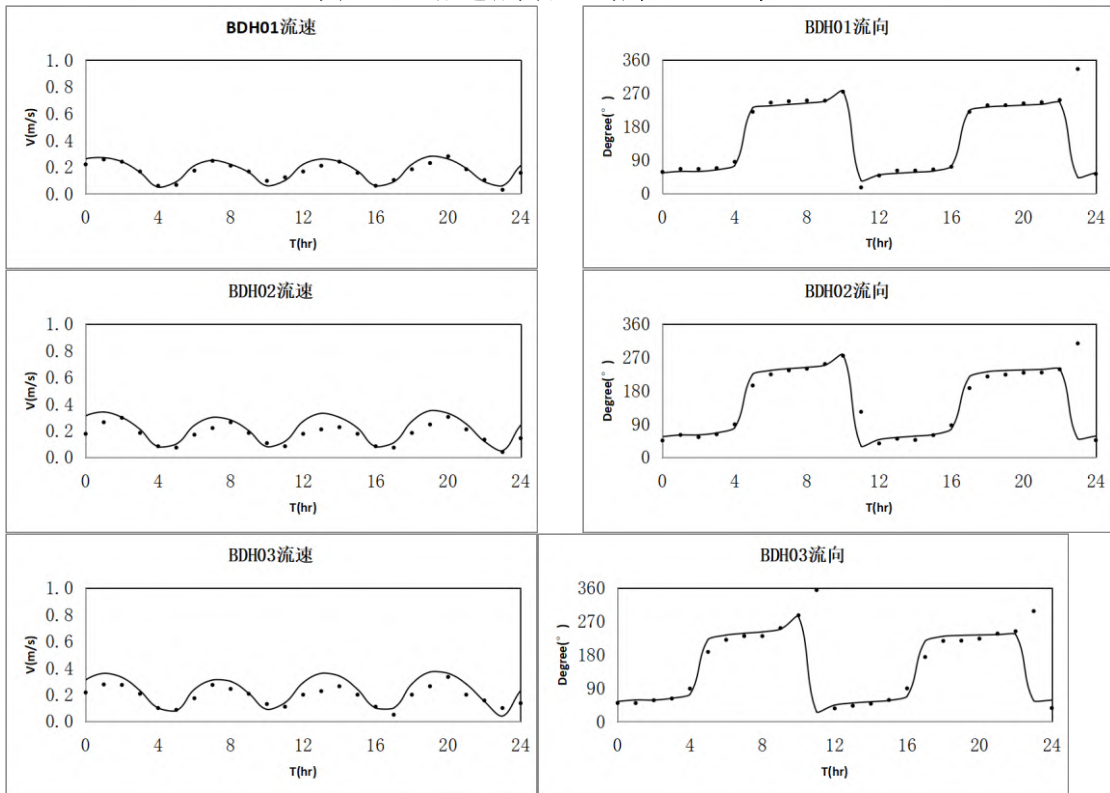
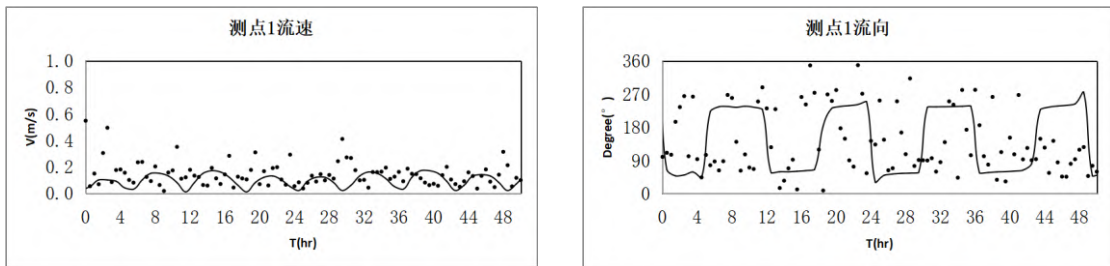


图 6.1-55 流速流向验证结果（2016年）



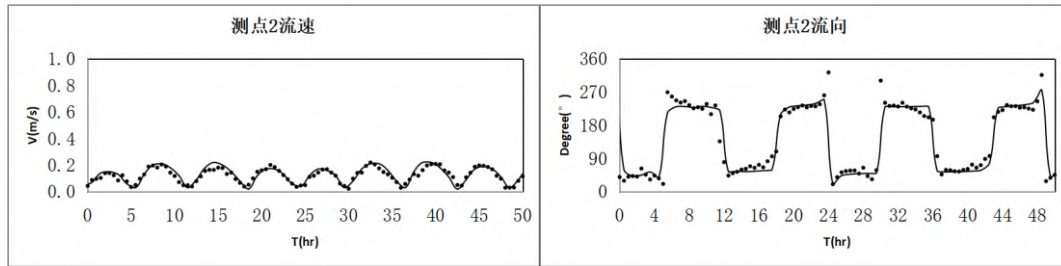


图 6.1-56 流速流向验证结果（2017 年）

6.1.2.2 工程海域流场计算结果

为分析工程施工引起的悬浮泥沙扩散情况，需对悬浮泥沙的运动进行分析，在不同强度潮流作用下悬浮泥沙的运动范围会有所区别，根据工程附近环境动力资料，工程海域最大潮差为 2.56m，因此在 2009 年实测大潮的基础上，将其潮差增加到 2.56m 作为工程海域施工悬浮泥沙运动的水动力条件。

①流场计算结果

工程附近大范围涨落急流场如图 6.1-57、图 6.1-58 所示。

由涨落急流场图可以看出，工程附近涨落潮方向基本为 NE-SW 向，涨潮向东北，落潮向西南，涨落潮过程中不会有漩涡产生，涨潮期间水体沿秦皇岛湾陆域边界向秦皇岛港区方向流动，落潮流动方向相反，陆域附近的流向受陆域边界影响与边界走向基本一致。

工程前后涨落急流场变化等值线如图 6.1-59 和图 6.1-60 所示，其中流速变化数值为工程后流速与现状流速之差。从工程前后流速变化等值线范围可以看出，工程施工后结构物前后流速减小，局部流速有所增加，由于本工程区域不超过 150x150m，工程范围较小，距离附近岸线较远，对工程附近岸线及流场无影响。

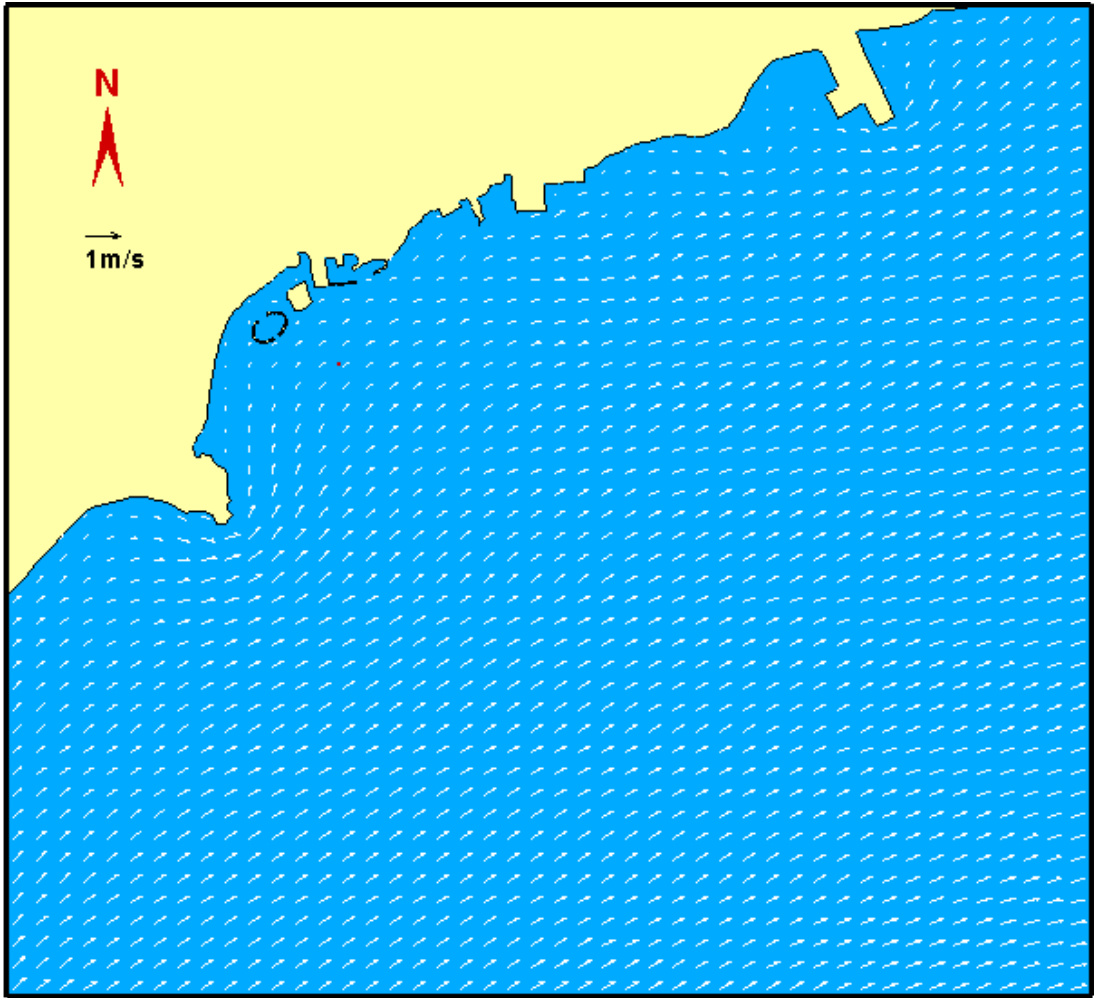


图 6.1-57 涨急流场

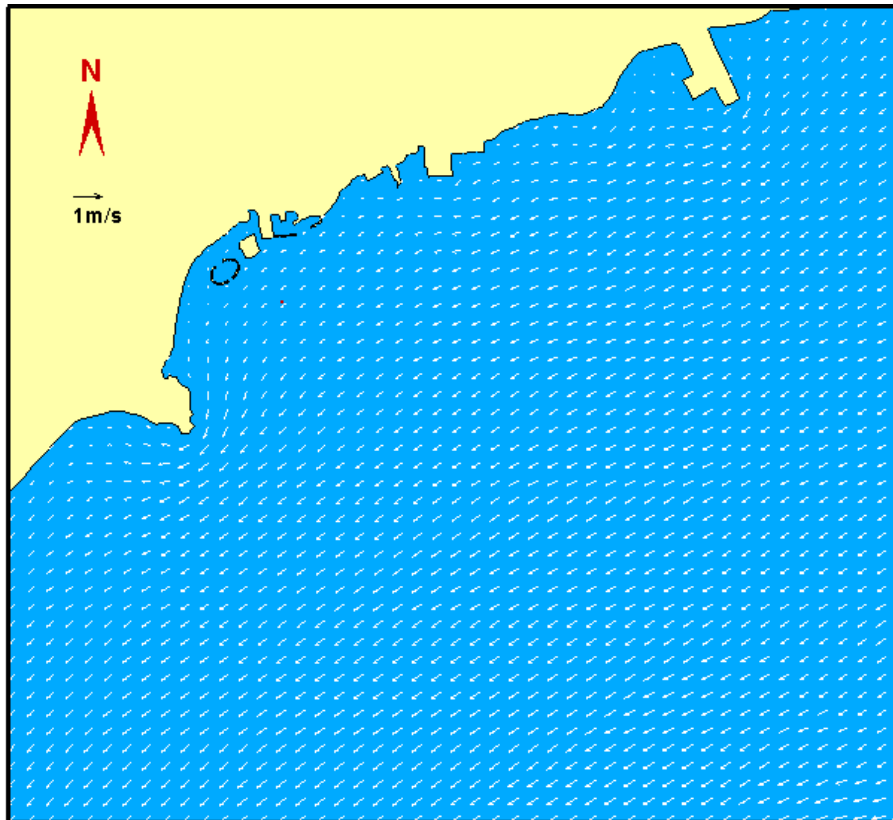
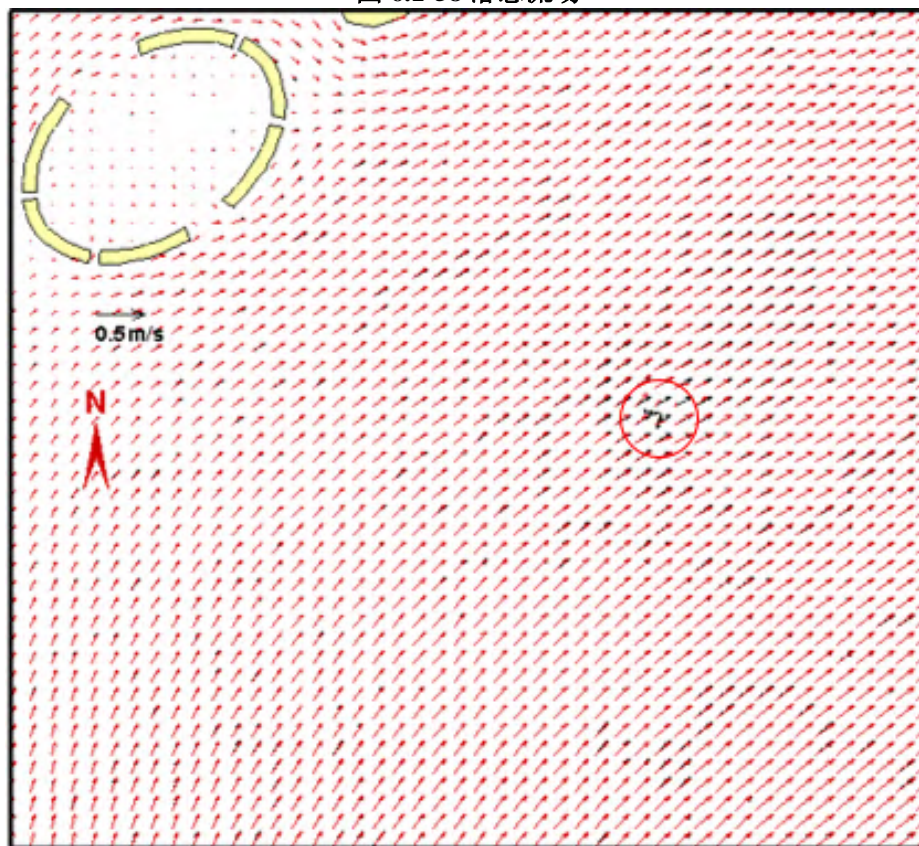
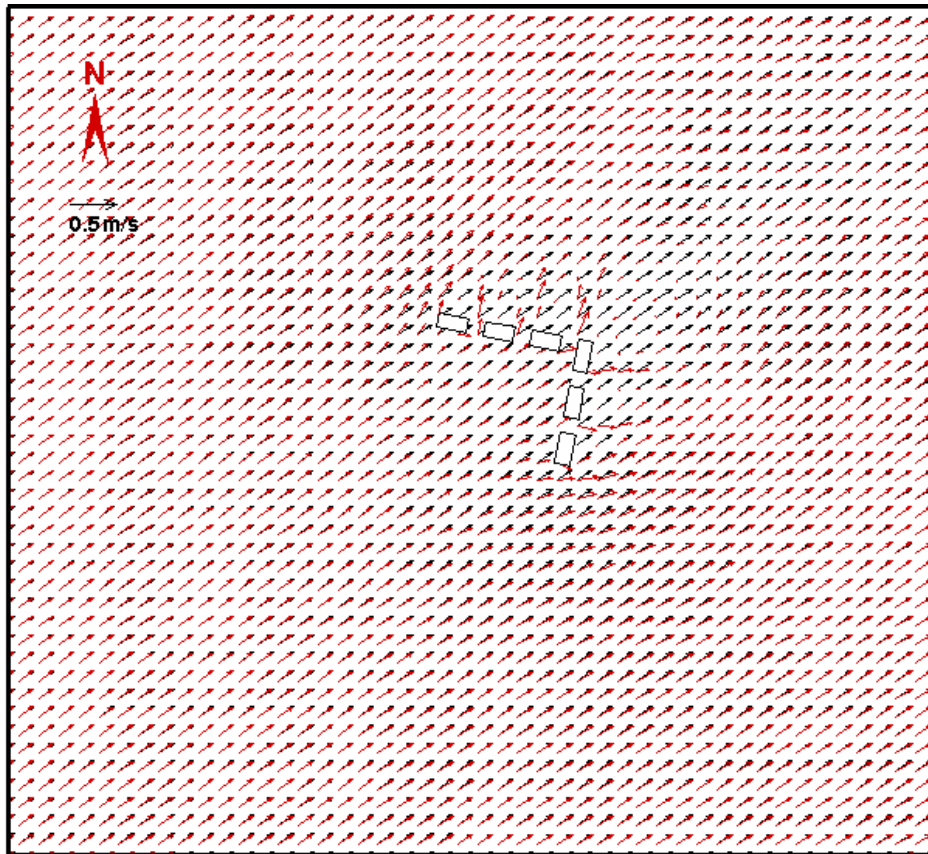
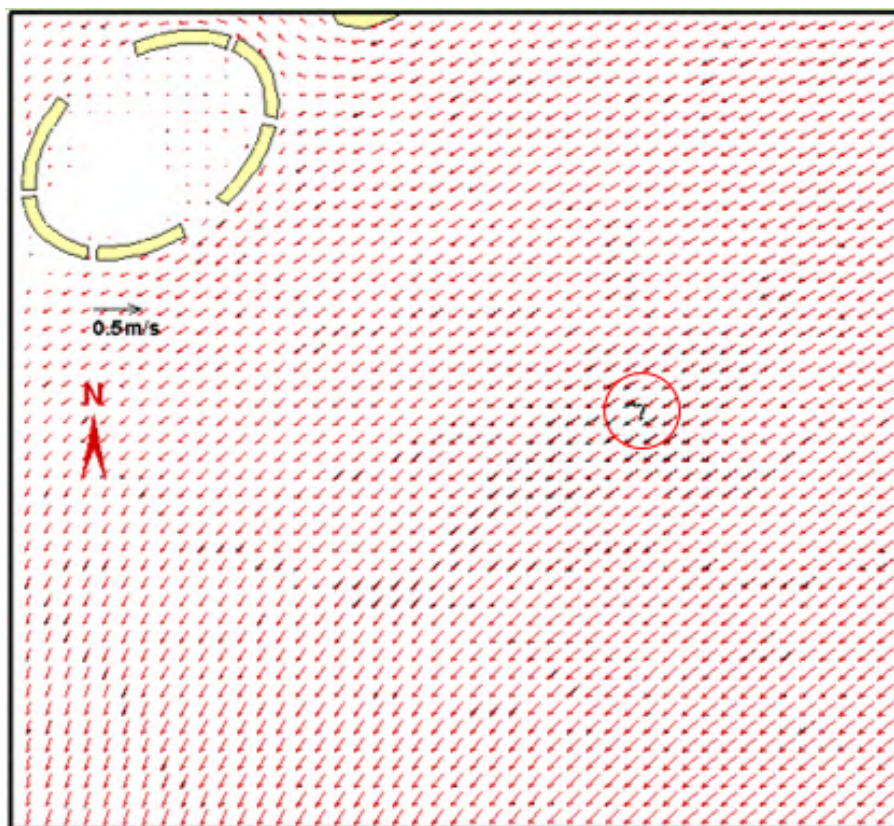


图 6.1-58 落急流场





(a) 涨急流场



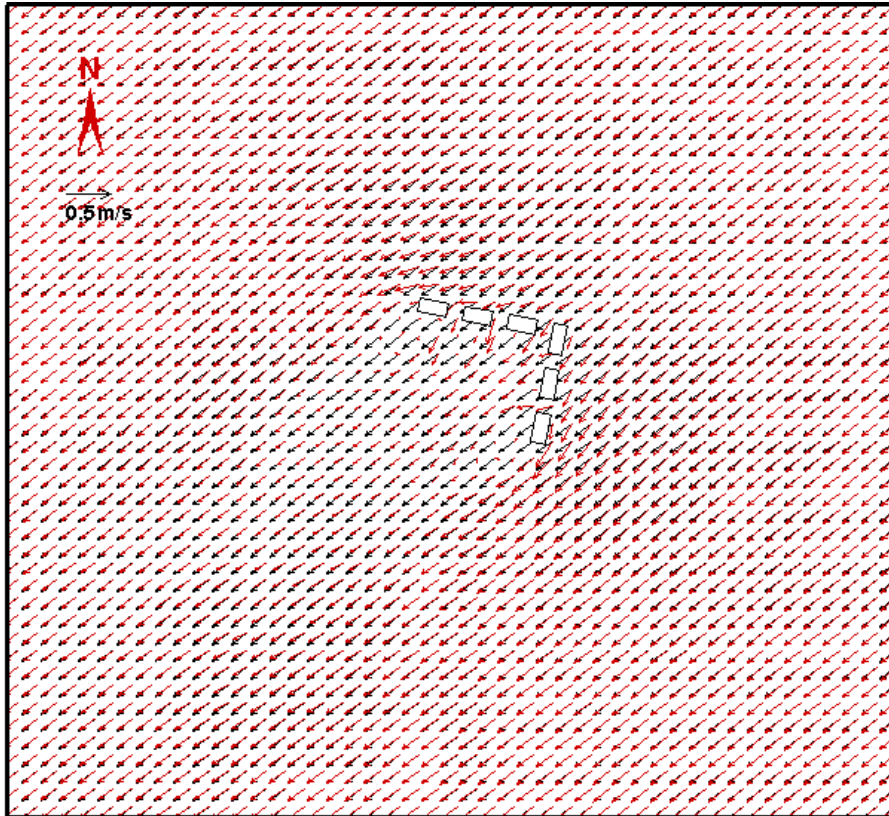
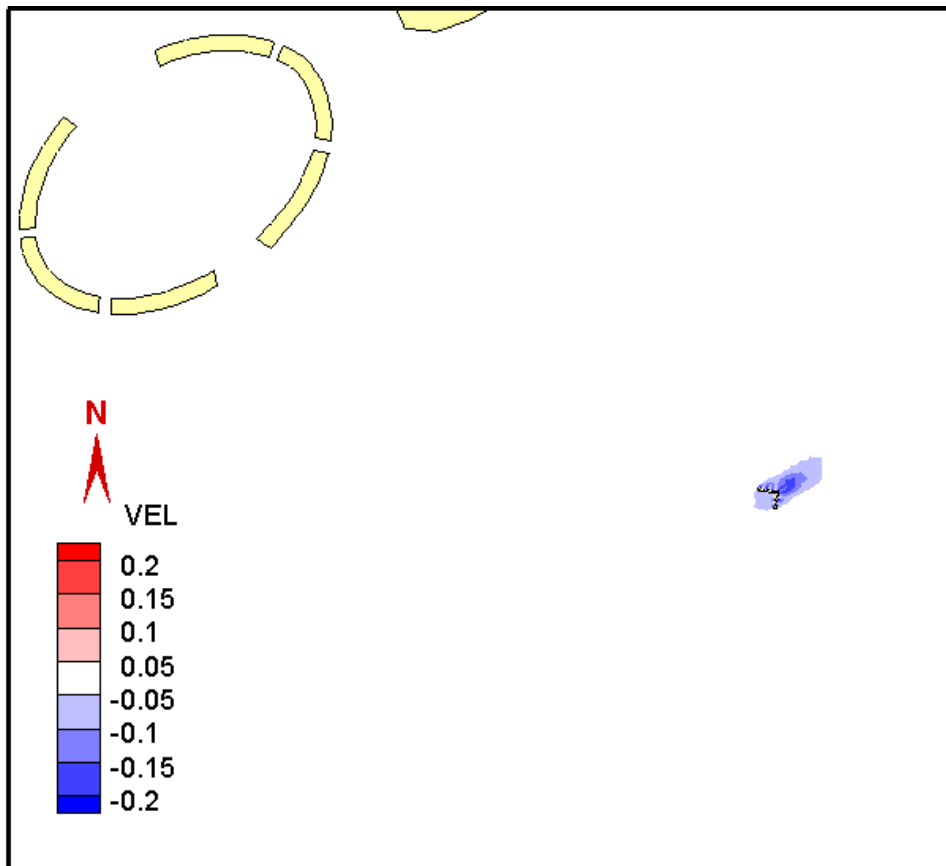
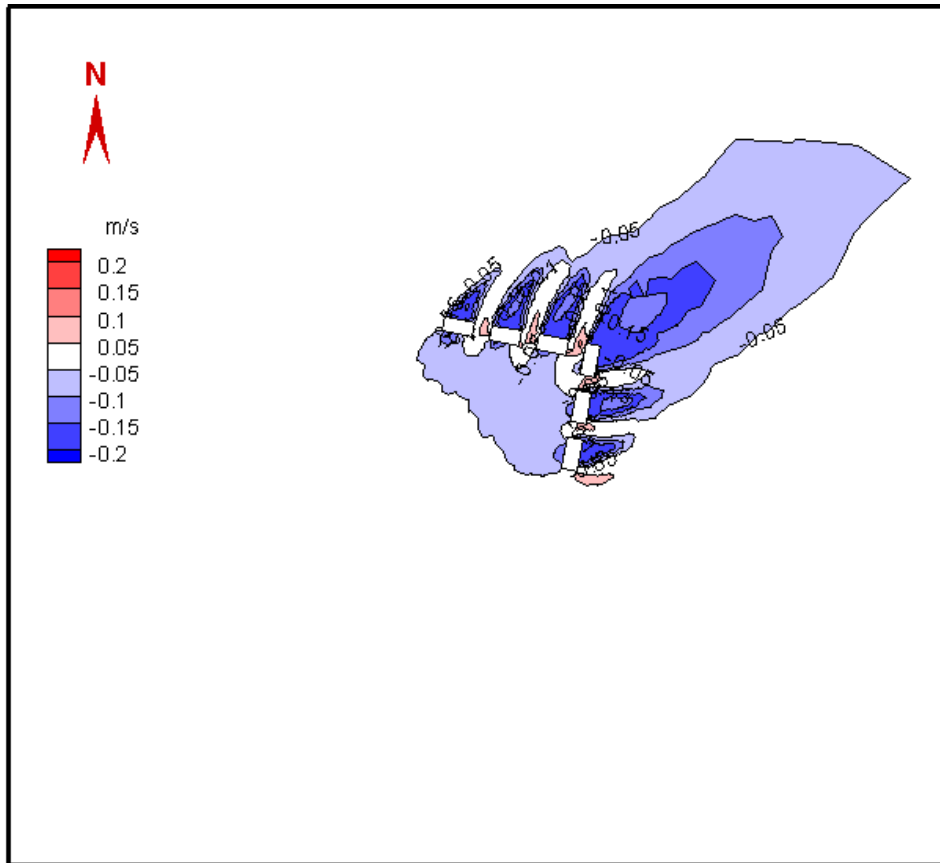
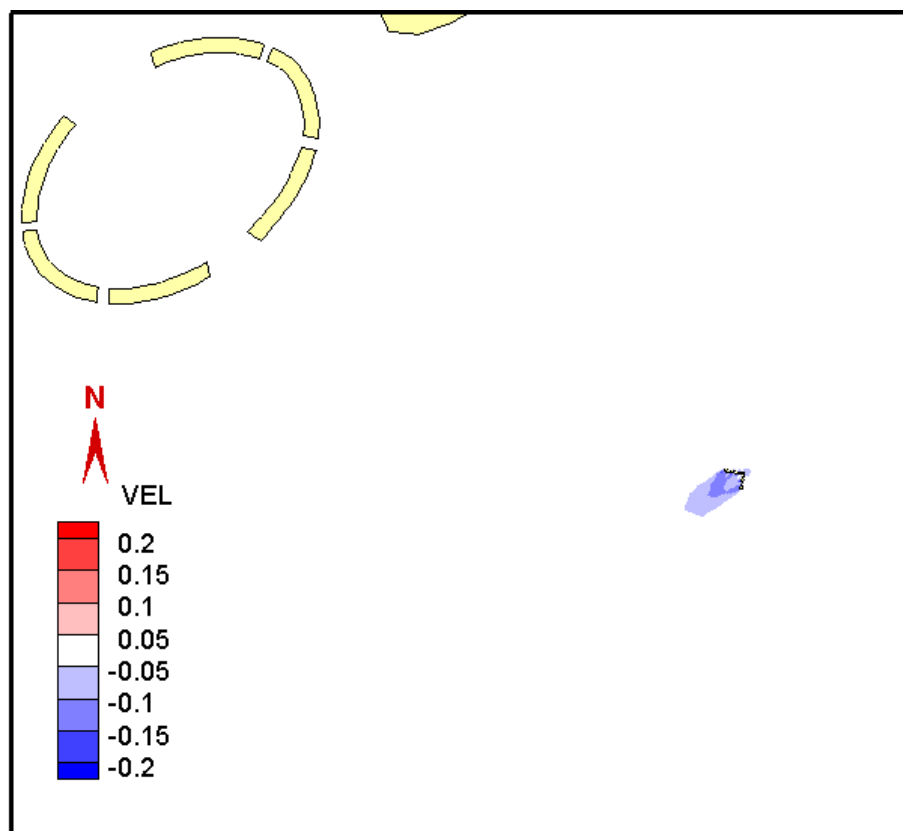


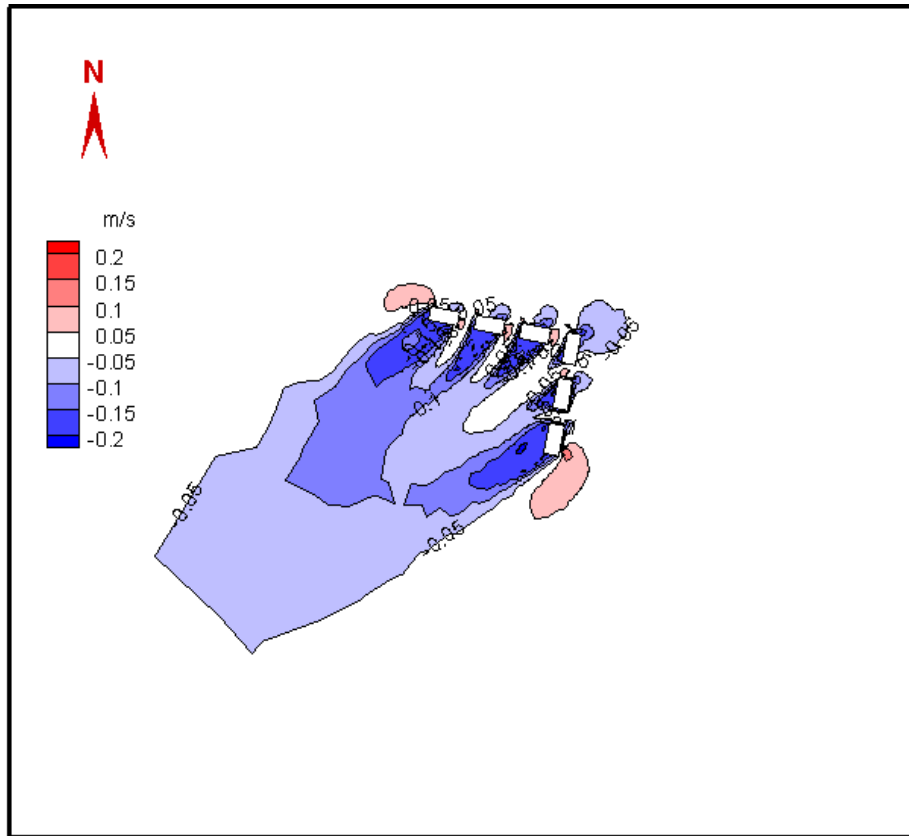
图 6.1-59 工程前后流场变化
 (黑色箭头表示工程前, 红色箭头表示工程后)





(a) 涨急流速变化





(b) 落急流速变化

图 6.1-60 流速变化等值线

6.1.2.3 悬浮泥沙扩散分析

(1) 水质点运动趋势

为分析工程附近水流运动情况，在工程区域范围内均匀布置了 9 个追踪质点，位置如图 6.1-61 所示。考虑原平台桩基对运动的阻挡，各追踪质点在 10 天内的运动路径如图 6.1-62 所示。

从图中可以看出，由于工程范围较小，各追踪质点的运动趋势基本一致，质点的运动范围受潮流流向影响，在涨潮期间向 NE 向运动，落潮期间向 SW 向运动，在两侧涨落潮方向上运动范围约为 3.5km，水质点在 NW-SE 方向运动范围不大，10 天后向陆域方向运动了约 2.7km。由追踪质点的运动趋势可以看出，工程附近的水体受潮流影响主要在工程附近运动，10 天的运动范围在工程附近 3.5km 范围内，尚未接近陆域边界。

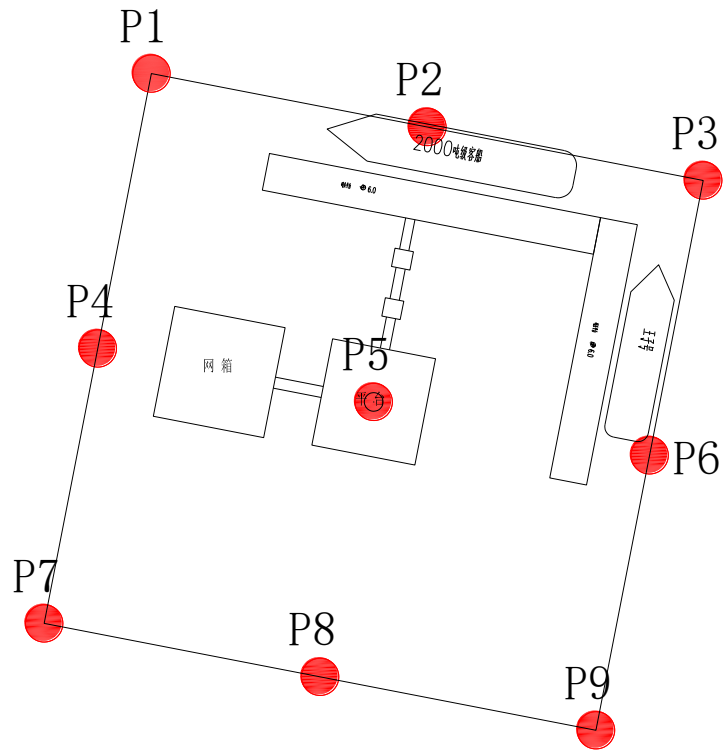


图 6.1-61 追踪质点初始位置



图 6.1-62 追踪质点运动趋势

(2) 施工泥沙扩散计算结果

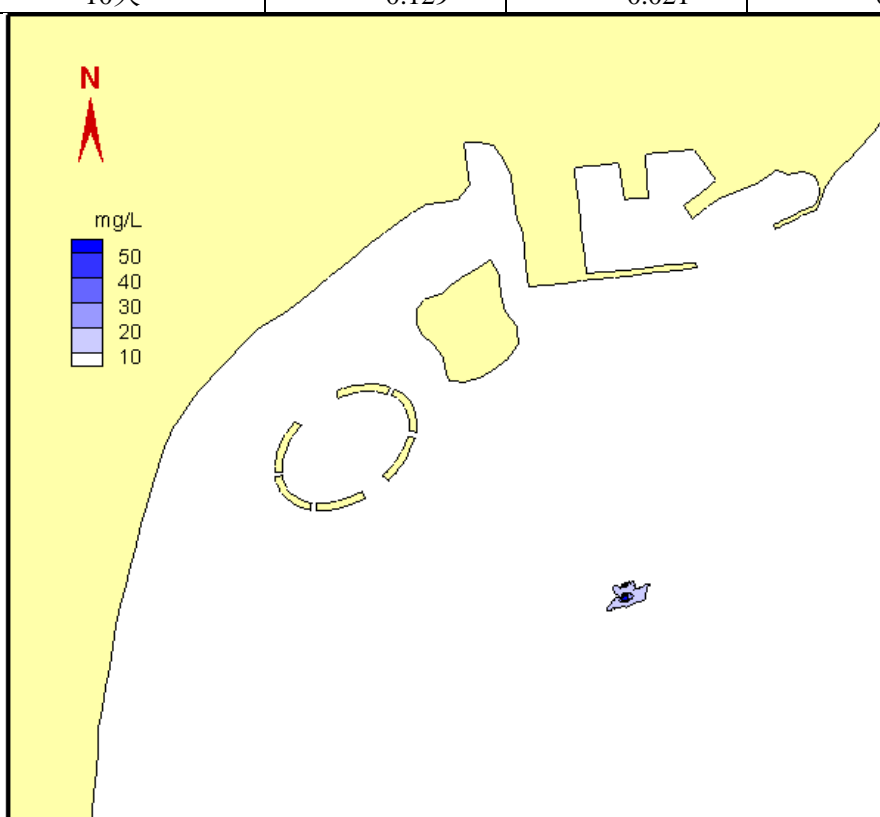
施工过程中桩基施工、块石抛填夯实、基槽开挖均会产生一定的悬浮泥沙，悬浮泥沙源强分别为 1.0kg/s、3.80kg/s 和 1.28kg/s，这里按产生的最大悬浮泥沙

源强 3.80kg/s 考虑，不同时间后的悬浮泥沙扩散范围包络线计算结果见下图。

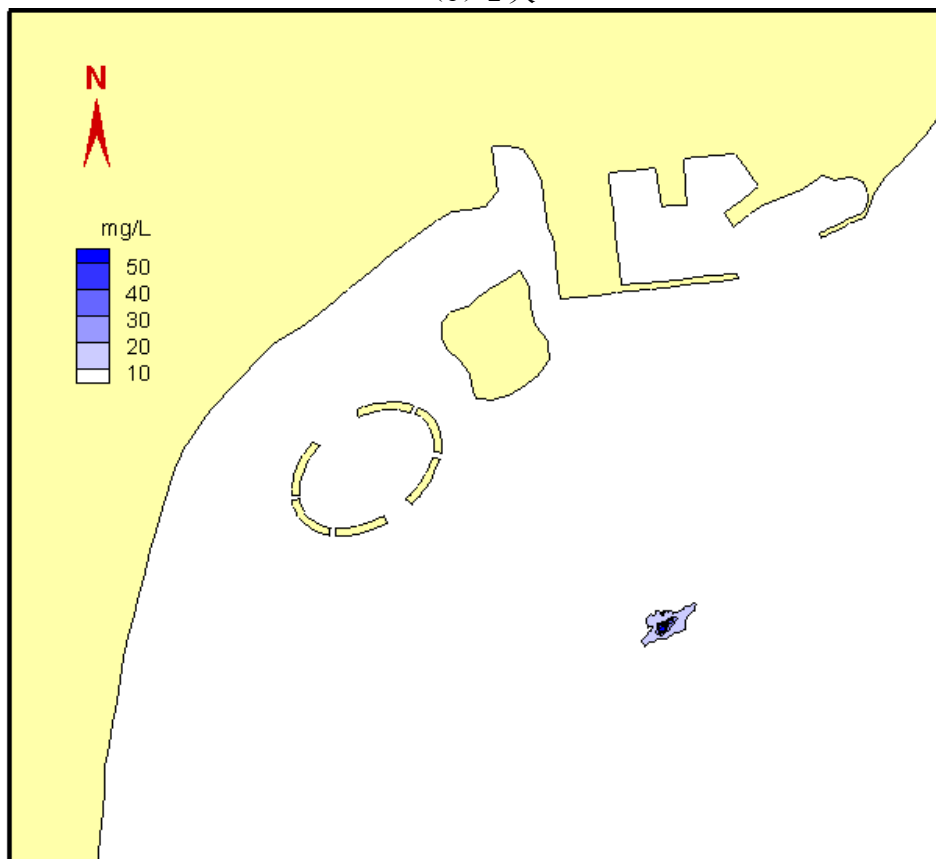
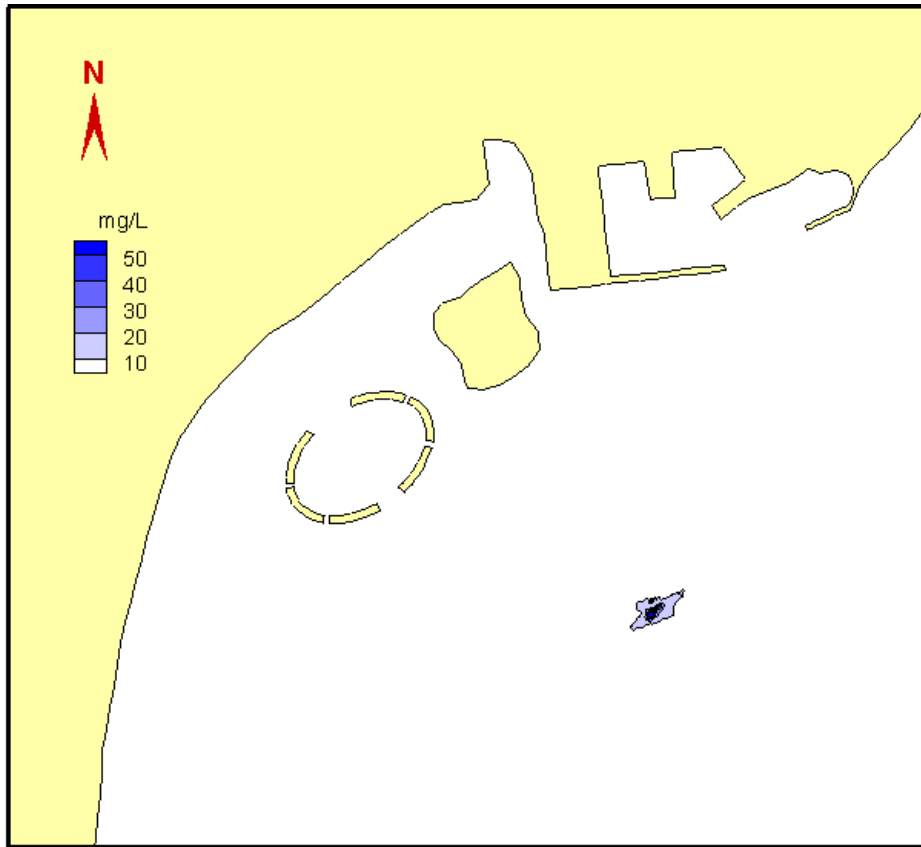
由计算结果可以看出，施工产生的悬浮泥沙在水流的作用下运动，运动方向主要为 NE-SW 向，在 NW-SE 向扩散范围较小，随着时间的推移扩散范围逐渐增加，附近悬沙浓度增量超过 10mg/L 的面积不足 0.13km²。

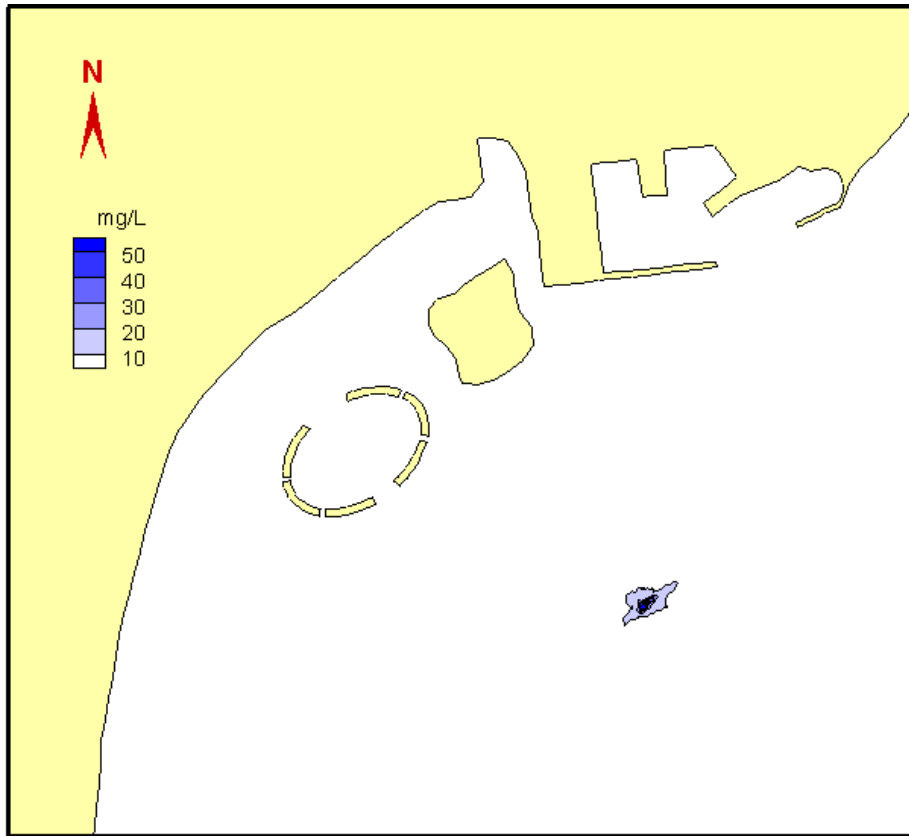
表 6.1-24 悬沙浓度包络线面积统计 **单位：(km²)**

包络线	>10mg/l	>20mg/l	>50mg/l
1天	0.074	0.010	0.002
2天	0.096	0.018	0.003
3天	0.102	0.020	0.003
5天	0.112	0.020	0.003
10天	0.129	0.021	0.003

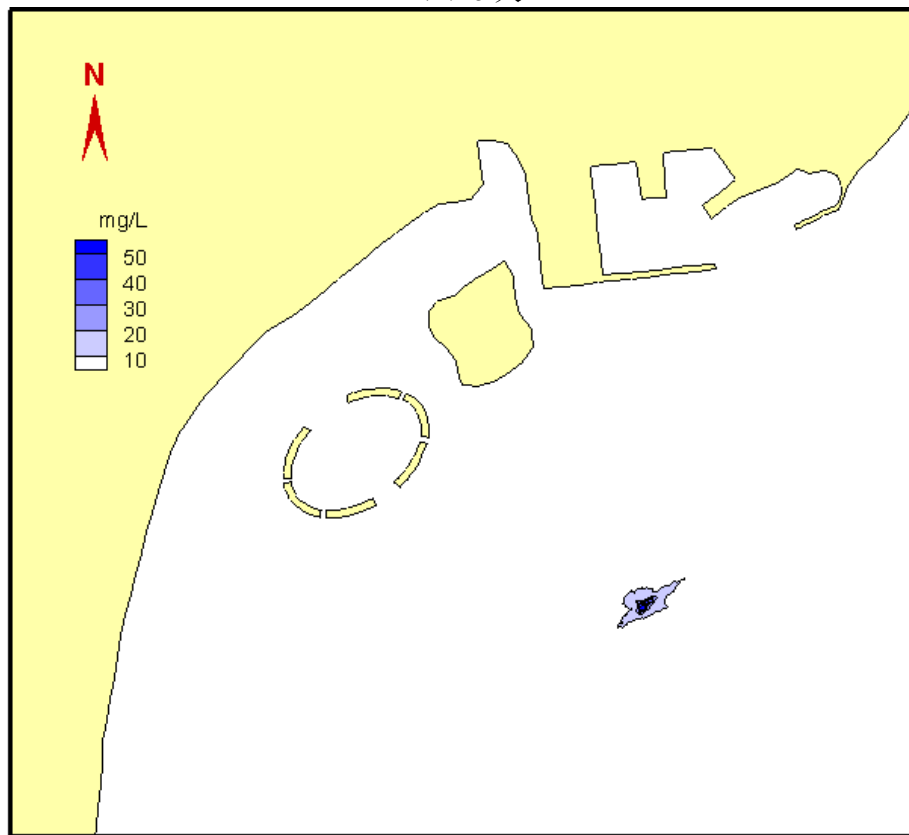


(a) 1天





(b) 5天



(b) 10天

图 6.1-63 施工悬浮泥沙扩散范围包络线

6.1.2.4 工程对近岸的影响分析

为评估工程对近岸影响，在近岸区域布置 10 个测点，位置见图 6.1-64 和表 6.1-25。

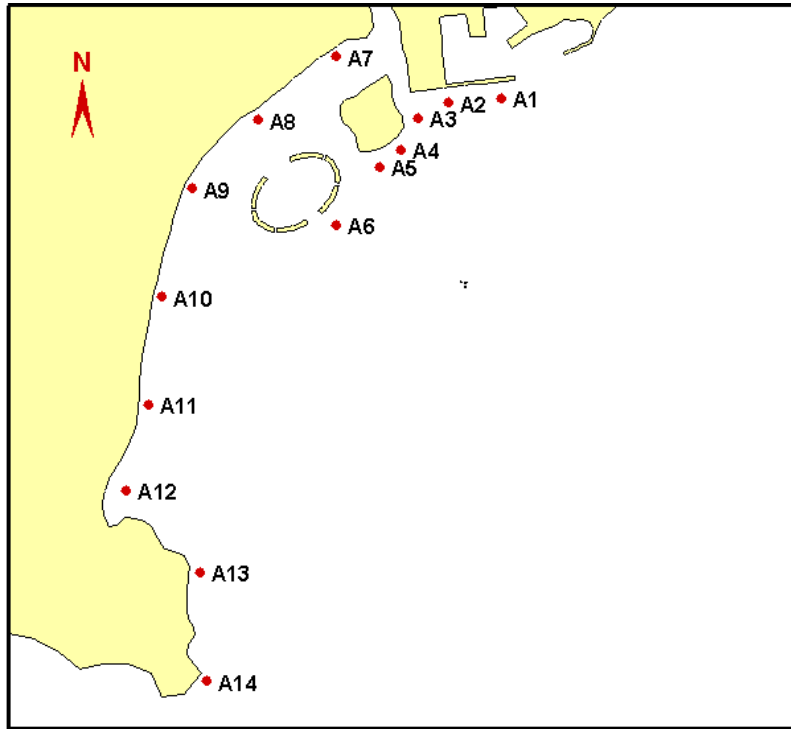


图 6.1-64 近岸测点位置图

表 6.1-25 近岸观测点位置及水深

测点	经度 (°)	纬度 (°)	备注
A1	119.5931	39.8976	秦皇岛港区防波堤南侧
A2	119.5827	39.8972	秦皇岛港区防波堤南侧
A3	119.5769	39.8950	秦皇岛港区防波堤南侧
A4	119.5734	39.8904	海螺岛南侧
A5	119.5691	39.8879	海螺岛南侧
A6	119.5604	39.8794	莲花岛东南
A7	119.5613	39.9045	河滨路南侧
A8	119.5458	39.8955	河滨路南侧
A9	119.5325	39.8854	秦皇岛野生动物园东侧
A10	119.5261	39.8694	秦皇岛野生动物园东侧
A11	119.5228	39.8534	秦皇岛野生动物园东侧
A12	119.5182	39.8406	鸽子窝公园东侧
A13	119.5319	39.8281	金山嘴北侧
A14	119.5327	39.8117	金山嘴东侧

工程前后近岸观测点的流速对比见表 6.1-26，悬沙浓度变化见表 6.1-27。

试验结果显示，由于本工程区域不超过 150x150m，工程范围较小，距离附近岸线较远，根据工程海域流场及流速变化等值线计算结果，工程施工对附近岸线流场无影响。

施工过程中会产生悬浮泥沙，根据数模计算结果，由施工悬沙引起的浓度增量对近岸影响不超过 1mg/L。

表 6.1-26 沿岸测点工程前后平均流速变化

测点	工程前流速 (m/s)	工程后流速 (m/s)	(工程后-工程前)/工程前
A1	0.10	0.10	0%
A2	0.08	0.08	
A3	0.06	0.06	
A4	0.10	0.10	
A5	0.11	0.11	
A6	0.09	0.09	
A7	0.03	0.03	
A8	0.04	0.04	
A9	0.03	0.03	
A10	0.04	0.04	
A11	0.05	0.05	
A12	0.02	0.02	
A13	0.12	0.12	
A14	0.23	0.23	

表 6.1-27 沿岸测点工程后悬沙浓度变化

测点	工程前浓度 (mg/L)	工程后浓度 (mg/L)	浓度变化范围 (mg/L)
A1	0	0.37	<1
A2	0	0.35	
A3	0	0.37	
A4	0	0.55	
A5	0	0.66	
A6	0	0.68	
A7	0	0.25	
A8	0	0.32	
A9	0	0.28	
A10	0	0.28	
A11	0	0.33	
A12	0	0.34	
A13	0	0.40	
A14	0	0.42	

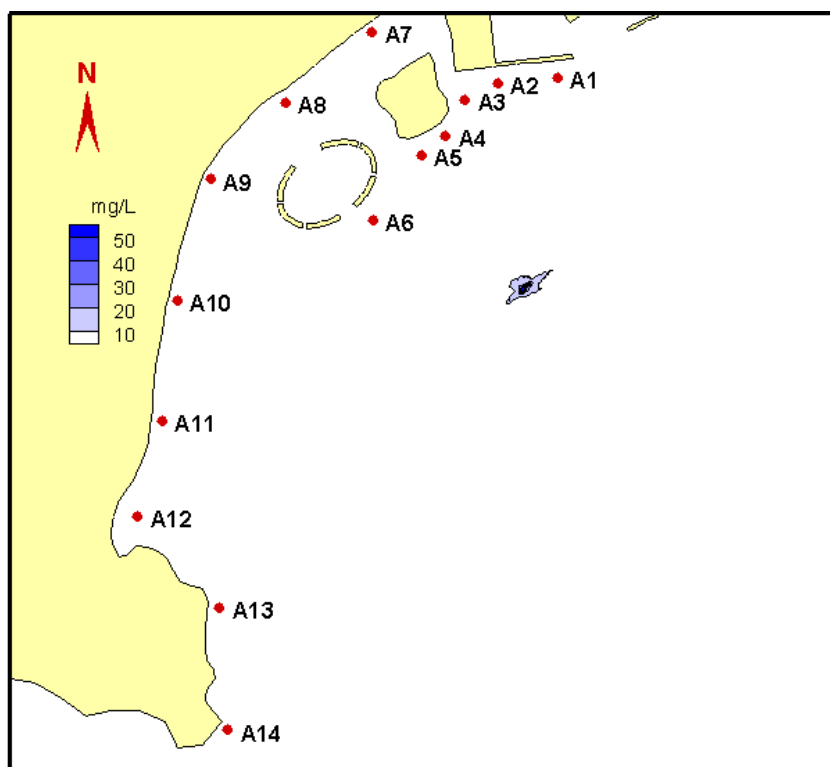


图 6.1-60 悬沙对近岸影响示意图

6.1.2.5 结论

通过水文资料对数学模型进行了验证，并分析了工程区域的潮流和悬浮泥沙扩散情况，主要结论如下：

工程附近潮汐为规则日潮型，最大潮差 2.56m；

工程附近涨落潮方向基本为 NE-SW 向，工程海域流速不大，大潮期间垂向平均最大流速为 0.32~0.44m/s；涨落潮平均流速为 0.19~0.24m/s；

工程范围较小，从流场计算结果来看，对工程附近岸线流场基本无影响。

由于工程附近水流以往复流为主且流速较小，因此工程附近水质点主要在工程附近运动；

从施工引起的悬浮泥沙扩散情况来看，悬浮泥沙运动趋势与水质点运动趋势接近，周边悬沙浓度增量超过 10mg/L 的范围不超过 0.13km²，由施工悬沙引起的浓度增量对近岸影响不超过 1mg/L。

总体来看，由于工程附近水动力较弱且工程范围小，工程施工对周边流场和悬浮泥沙影响范围较小，对近岸基本无影响。

6.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

海岸地貌是在河流、海洋动力作用下，在既定地质基础上所产生的侵蚀或

堆积作用的产物。工程的建设距离海岸带较远，对海岸带泥沙运移形态的改变较小。本项目包括原平台、钢制平台、休闲垂钓平台、休闲垂钓池、配套码头及各功能区连接桥，原平台、钢制平台、休闲垂钓平台、休闲垂钓池采用透水桩基结构，对波浪、海流的阻挡有限，项目建设对水动力环境影响主要来自于配套码头，引起波浪和潮流等水动力改变，导致海底产生蚀淤变化。通过沿岸输砂计算分析工程建成后附近海域冲淤变化，进而分析其对周边环境的影响。

1) 海岸带泥沙运动规律

①泥沙来源

海岸带附近泥沙来源有四个方面：河流来沙、由邻近岸滩搬运而来、由当地崖岸侵蚀而成、海底来沙。

②泥沙运移形态

沙质海岸的泥沙运移形态有推移和悬移两种。淤泥质海岸的泥沙运移形态以悬移为主，底部可能有浮泥运动或推移运动。海岸带泥沙运动方式可分为与海岸线垂直的纵向运动和与海岸线平等的横向运动。

2) 影响海底泥沙冲淤变化的动力因素

海底泥沙冲淤变化是在波浪和海流等动力因素综合作用下的结果。

①波浪的作用

在沙质海岸，波浪是造成泥沙运动的主要动力。大部分泥沙运动发生在波浪破碎区以内。当波浪的传播方向与海岸线斜交时，波浪破碎后所产生的沿岸流将带动泥沙顺岸移动。沿岸泥沙流若遇到突堤等水工建筑物则将从其上游根部开始淤积。

在粉砂淤泥质海岸，波浪掀起的泥沙除随潮流进出港口和航道外，在风后波浪减弱的过程中会形成浮泥。此种浮泥除自身可能流动外，又易为潮流掀扬，转化为悬移质，增加潮流进港和航道的泥沙数量。

②海流的作用

在淤泥质海岸，潮流是输沙的主要动力，在波浪较弱的海岸区，潮流可能是掀沙的主要因素，潮流携带泥沙入港和航道后。由于动力因素减弱，降低了携沙能力，导致落淤。在沙质海岸的狭长海湾等特定地形条件下，海流流速较大，可对泥沙运动起主导作用。这里的海流不仅起输沙作用，还起着掀沙作用。

6.2.1 基本方程建立

研究利用沉积物取样分析、海流观测等方法,结合水深地形、工程地质、风速资料,运用二维数学模型模拟潮流、波浪(施加风)作用条件下工程周围海域海底地形的演化。

1) 泥沙运动控制方程

模型采用标准 Galerkin 有限元法进行水平空间离散,在时间上,采用显式迎风差分格式离散动量方程与输运方程。

泥沙控制方程为:

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + u \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + v \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S$$

式中:

\bar{c} ——水深平均悬浮泥沙浓度 (g/m^3);

u, v ——水深平均流速 (m/s);

D_x, D_y ——分散系数 (m^2/s);

h ——水深 (m);

S ——沉积/侵蚀源汇项 ($\text{g}/\text{m}^3/\text{s}$);

Q_L ——单位水平区域内点源排放量 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$);

C_L ——点源排放浓度 (g/m^3)。

2) 沉积物沉积和侵蚀计算公式

① 粘性土沉积和侵蚀

A. 沉积速率

根据 Krone(1962)等提出的方法计算粘性土沉积,公式如下:

$$SD = ws cb pd$$

式中:

SD ——沉积速率;

ws ——沉降速度 (m/s);

cb ——底层悬浮泥沙浓度 (kg/m^3);

pd ——沉降概率;

沉降速度计算公式:

$$w_s = \begin{cases} kc^\gamma, c \leq 10 \text{ kg/m}^3 \\ w_{s,r} \left(1 - \frac{c}{c_{gel}}\right)^{w_{s,n}}, c > 10 \text{ kg/m}^3 \end{cases}$$

式中：

c ——体积浓度；

k, γ ——系数， γ 取值介于 1-2 之间；

$w_{s,r}$ ——沉降速度系数；

$w_{s,n}$ ——组分能量常数；

c_{gel} ——泥沙絮凝点。

沉降概率公式：

$$P_1 = \begin{cases} 1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}}, \tau_b \leq \tau_{cd} \\ 0, \tau_b > \tau_{cd} \end{cases}$$

τ_b ——海底剪应力 (N/m^2) ；

τ_{cd} ——沉积临界剪应力 (N/m^2) 。

B. 泥沙浓度分布

泥沙浓度分布计算包括 2 种方法：

Teeter 公式

$$c_b = \bar{c} \beta$$

式中：

$$\beta = 1 + \frac{P_e}{1.25 + 4.75 p_b^{2.5}}$$

$$p_e = \frac{w_s h}{D_z} = \frac{6 w_s}{k U_f}$$

k ——VonKarman 常数 (0.4) ；

U_f ——摩擦速度， $\sqrt{\tau_b / \rho}$ 。

Rouse 公式

$$-\varepsilon \frac{dC}{dz} = w_s C \quad \varepsilon = k U_f z \left(1 - \frac{z}{h}\right) \quad C = C_a \left[\frac{a}{h-a} \frac{h-z}{z} \right]^R, a \leq z \leq h$$

$$R = \frac{w_s}{kU_f}$$

底层悬浮泥沙浓度公式：

$$c_b = \frac{\bar{c}}{RC}$$

式中：

ε ——扩散系数；

C——悬浮泥沙浓度；

z——垂向笛卡尔坐标。

h——水深；

Ca——深度基准面处的悬浮泥沙浓度；

a——深度基准面；

\bar{c} ——水深平均浓度；

R——Rouse 参数。

C.底床侵蚀

根据底床密实程度，侵蚀计算可以分为 2 种方式：

密实、固结底床侵蚀计算公式

$$S_E = E \left(\frac{\tau_b}{\tau_{ce}} - 1 \right)^n, \tau_b > \tau_{ce}$$

式中：

E——底床侵蚀度（kg/m²/s）；

τ_b ——底床剪切力（N/m²）；

τ_{ce} ——侵蚀临界剪切力（N/m²）；

n——侵蚀能力。

软、部分固结底床侵蚀计算公式

$$S_E = E \exp[\alpha(\tau_b - \tau_{ce})^{1/2}], \tau_b > \tau_{ce}$$

α ——参考系数。

②非粘性土沉积和侵蚀

A.无量纲颗粒参数的确定

根据 VanRijn(1984)等提出的方法计算非粘性土再悬浮，公式如下：

$$d^* = d_{50} \left[\frac{(s-1)g}{\nu^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

式中：

S——颗粒比重；

G——重力加速度；

ν ——粘滞系数；

d_{50} ——中值粒径。

B.底床临界起动流速

泥沙悬浮的判定通过实际摩擦流速 U_f 和临界摩擦流速 $U_{f,cr}$ 的比较得以实现。其主要通过两种方式，一种是利用泥沙运移阶段参数 T；另一种是利用临界摩擦流速 $U_{f,cr}$ 和沉降速度的比值。

泥沙运移阶段参数 T

$$T = \begin{cases} \left(\frac{U_f}{U_{f,cr}} \right) - 1, & U_f > U_{f,cr} \\ 0, & U_f \leq U_{f,cr} \end{cases}$$

$$U_f = \sqrt{ghI} = \frac{\sqrt{g}}{C_z} |V|$$

式中：

I——能量梯度；

C_z ——谢才系数 ($m^{1/2}/s$) ($=18 \ln(4h/d_{90})$)；

$|V|$ ——流速 (m/s)。

临界摩擦流速 $U_{f,cr}$ 和沉降速度的比值

$$\frac{U_{f,cr}}{w_s} = \begin{cases} \frac{4}{d^*}, & 1 < d^* \leq 10 \\ 0.4, & d^* > 10 \end{cases}$$

C.沉降速度

非粘性土沉降速度公式：

$$w_s = \begin{cases} \frac{(s-1)gd^2}{18\nu}, d \leq 100\mu m \\ \frac{10\nu}{d} \left\{ \left[1 + \frac{0.01(s-1)gd^3}{\nu^2} \right]^{0.5} - 1 \right\}, 100 < d \leq 1000\mu m \\ 1.1[(s-1)gd]^{0.5}, d_b > 1000\mu m \end{cases}$$

式中：

d ——非粘性土颗粒粒径；

s ——非粘性土密度；

ν ——粘滞度；

g ——重力加速度。

D. 悬移质运移

悬移质泥沙平衡浓度计算公式：

$$\bar{c}_e = \frac{q_s}{\bar{u}h} \quad q_s = \int_a^h c \cdot dy \quad a = k_s = 2d_{50}$$

式中：

\bar{u} ——水深平均流速（m/s）；

q_s ——悬移质运移量（kg/m/s）；

c ——距离底床 y （m）处的悬浮泥沙浓度（kg/m³）；

u ——距离底床 y （m）处的流速（m/s）；

h ——水深（m）；

a ——底床分层厚度（m）；

k_s ——等效粗糙高度（m）；

d_{50} ——中值粒径。

E. 非粘性土浓度分布

非粘性土浓度分布主要取决于湍流扩散系数 ε_s 和沉降速度 w_s 。

湍流扩散系数计算公式为：

$$\varepsilon_s = \beta \Phi \varepsilon_f$$

$$\beta = \begin{cases} 1 + \left(\frac{w_s}{U_f} \right)^2, & \frac{w_s}{U_f} < 0.5 \\ 1, & 0.5 \leq \frac{w_s}{U_f} < 0.25 \\ \text{不悬浮}, & \frac{w_s}{U_f} \geq 2.5 \end{cases}$$

式中:

β ——扩散因子;

Φ ——阻尼系数。

非粘性土浓度分布

非粘性土浓度分布由 Peclet 系数 Pe 确定:

$$P_e = \frac{C_{rc}}{C_{rd}}$$

式中:

C_{rc} ——Courant 对流系数 ($= w_s \Delta t / h$) ;

C_{rd} ——Courant 扩散系数 ($= \varepsilon_f \Delta t / h^2$) ;

ε_f ——水深平均流体扩散系数。

F.非粘性土沉积

$$S_d = - \left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s} \right), \bar{c}_e < \bar{c}$$

$$t_s = \frac{h_s}{w_s}$$

$$\bar{c}_e = 10^6 \cdot F \cdot C_a \cdot s$$

$$F = c / c_a$$

式中:

\bar{c}_e ——平衡浓度;

s ——相对密度, 取 2.65。

G.非粘性土侵蚀

$$S_e = - \left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s} \right), \bar{c}_e > \bar{c}$$

3) 输入参数确定

①沉积物类型、粒度特征参数

根据该区近期和历史表层沉积物调查资料。

②风的资料输入

根据工程附近海域风资料的统计结果，模拟了工程实施前后周边海域的冲淤变化情况。

6.2.2 地形地貌与冲淤数值模拟结果

根据图 6.2-1 所示可知，受码头透水结构的影响，码头前沿水域流速大幅减小，使得码头前沿水域呈较严重淤积态势，年均淤积速率最大约为 11.8cm/a；两座沉箱之间因出现狭窄水道使得该区域流速增大，两座沉箱之间呈现冲刷态势，年均冲刷速率最大约为 5.3cm/a；码头东西两侧受地形影响流速增大，该处海域呈冲刷状态，年均冲刷速率最大约为 4.7cm/a。

总体来看，工程建设形成该海域呈淤积态势的区域主要分布在工程 SW-NE 方向，距离工程越远，淤积越轻，淤积区域主要集中在工程 SW-NE 方向 500m 范围内；工程建设形成的冲刷区域主要集中在工程东西两侧及相邻沉箱之间；此外工程建设对该海域其他区域地形地貌不会产生影响。

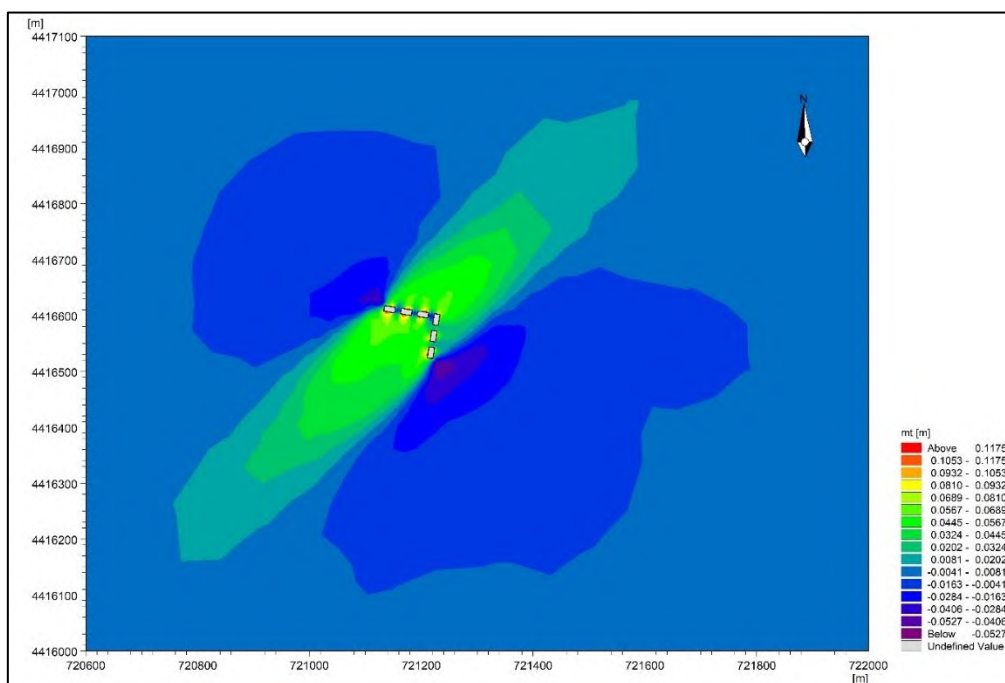


图 6.2-1 工程建设前后附近海域冲淤变化示意图

6.3 海水水质环境影响分析

6.3.1 原平台海水水质环境影响回顾性分析

建设单位委托天津中环天元环境检测技术服务有限公司对平台周边海域进

行检测。检测结果表明平台周边海水水质较好。SS、pH、DO、COD、无机氮、活性磷酸盐、石油类与施工前的数据相比，悬浮物、无机氮、活性磷酸盐、溶解氧和石油类浓度升高；pH 略有减小，化学需氧量浓度减小，但都变化不大，且所有因子均满足海水二类水质标准，海水水质好。海水水质检测结果见表 6.3-1、图 6.3-1 和图 6.3-2。

根据施工前后的海水水质结果对比分析，原平台建设未对海洋环境造成明显影响，所在海域水质环境现状较为良好。

表 6.3-1 施工前后水质监测数据一览表

项目	悬浮物 /mg/L	无机 氮 /mg/L	水温 /°C	活性 磷酸 盐 /μg/L	pH/无 量纲	溶解 氧 /mg/L	化学 需氧 量 /mg/L	石油 类 /mg/L
施工前	23.4	0.087	/	2.7	8.36	8.48	1.4	/
施工后	24.2	0.198	4.1	7	8.18	11.0	1.24	0.0109
标准值	人为增加的 量≤10	≤0.30	/	≤30	7.8~8. 5	>5	≤3	≤0.05
变化情况	人为增加的 量为0.8	+0.111	/	+4.3	-0.18	+1.52	-0.16	+0.010 9
达情况标	/	达标	/	达标	达标	达标	达标	达标

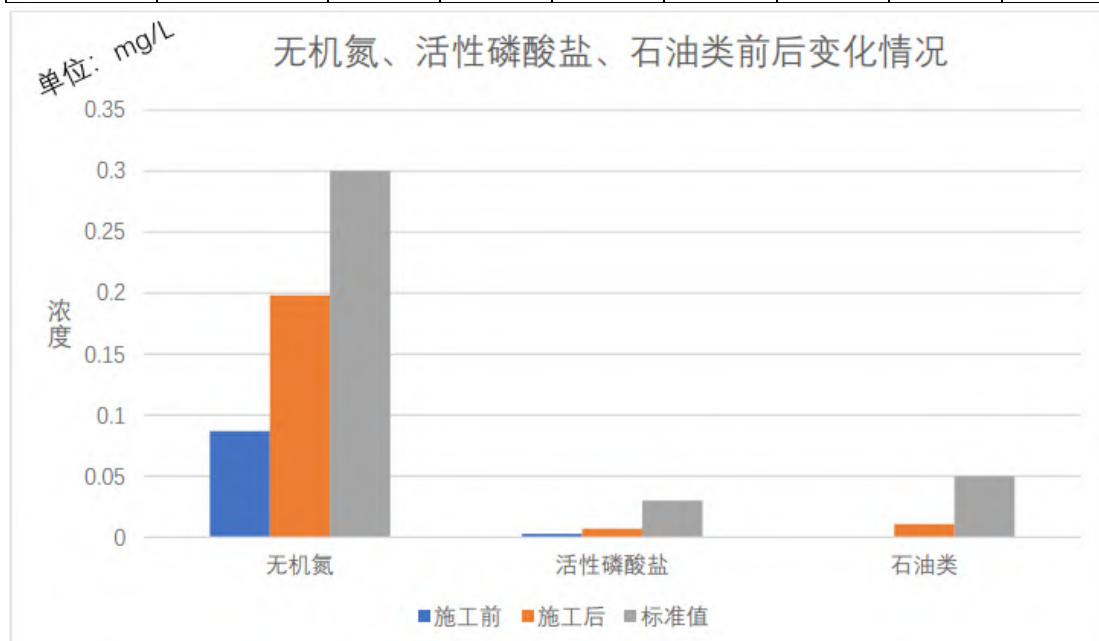


图 6.3-1 无机氮、活性磷酸盐、石油类前后浓度变化情况柱状图

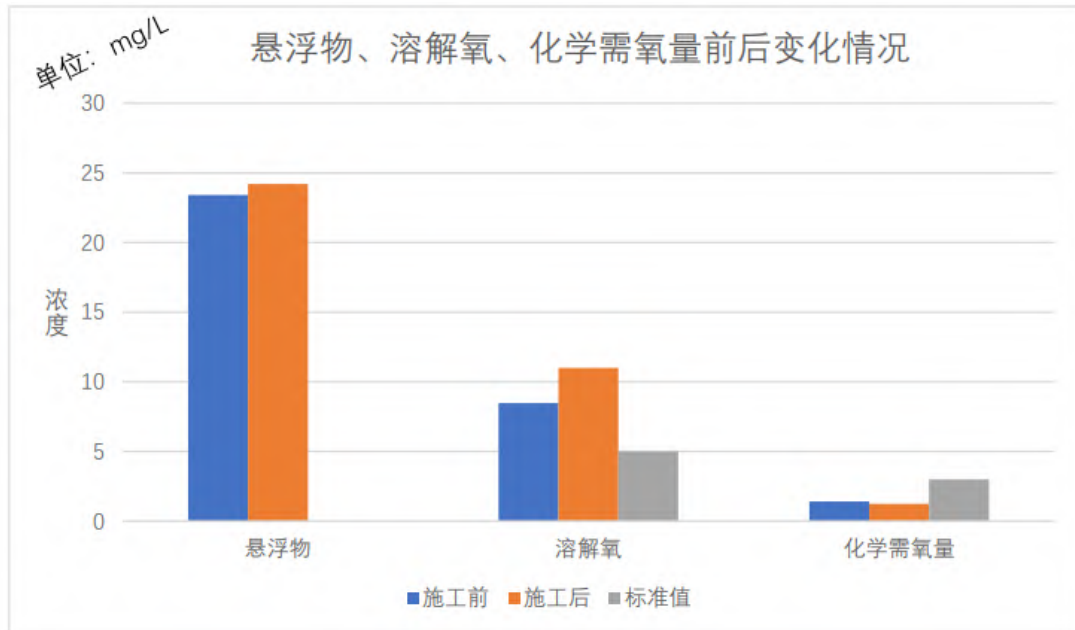


图 6.3-2 悬浮物、溶解氧、化学需氧量前后变化情况柱状图

6.3.2 施工期海水水质环境影响分析

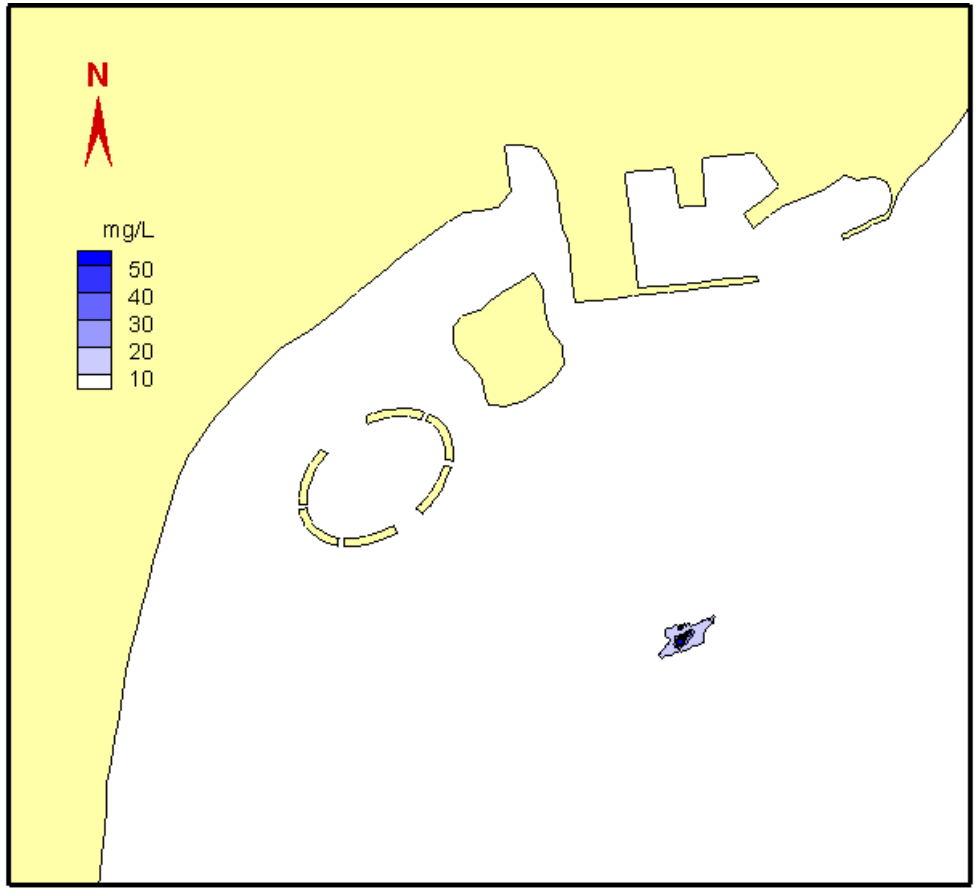
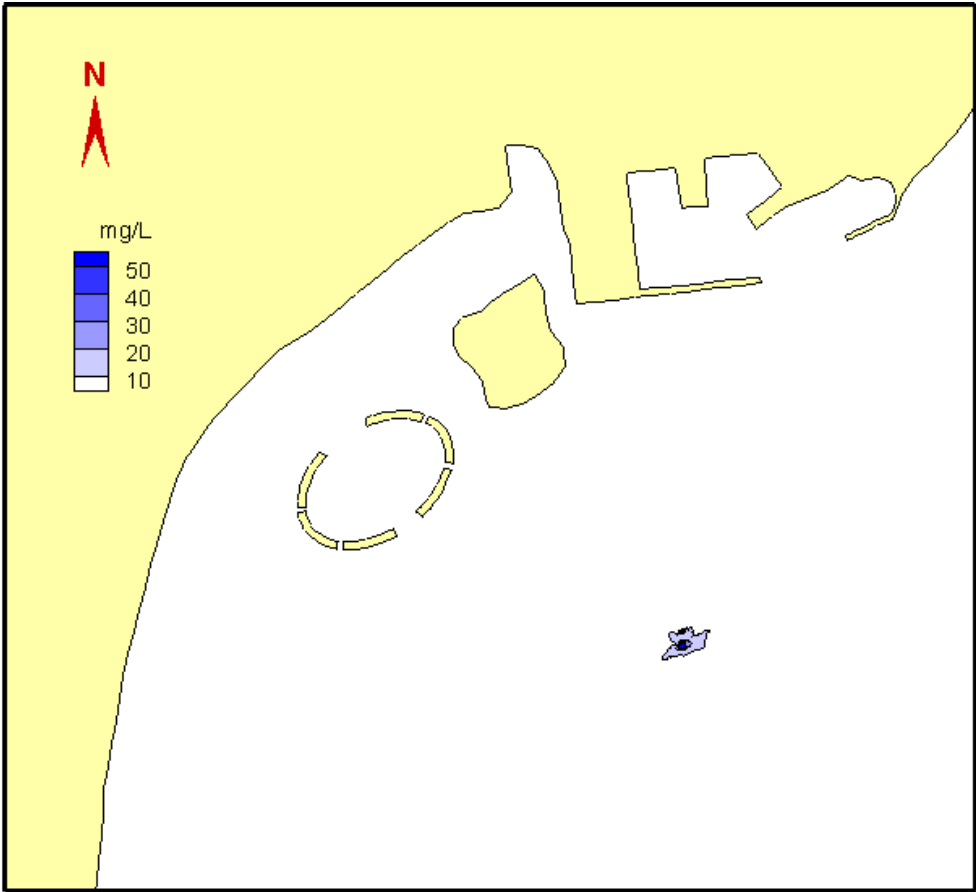
6.3.2.1 悬浮泥沙扩散对海水水质环境的影响分析

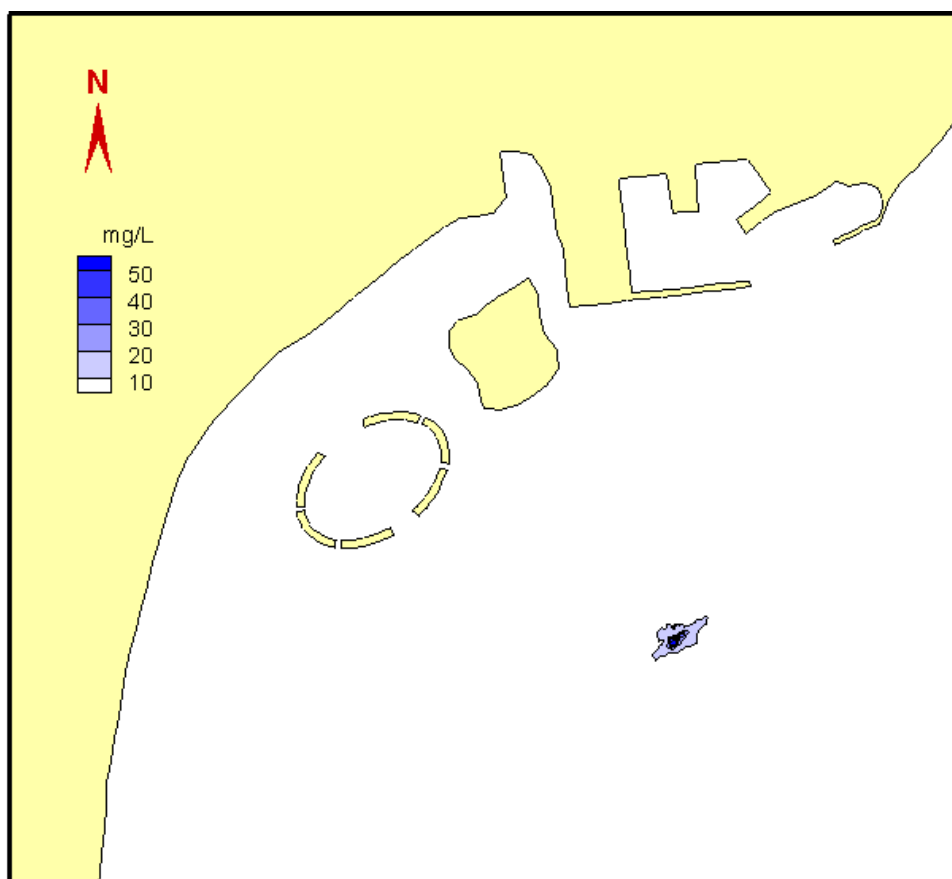
施工过程中桩基施工、块石抛填夯实、基槽开挖均会产生一定的悬浮泥沙，悬浮泥沙源强分别为 1.0kg/s、3.80kg/s 和 1.28kg/s，这里按产生的最大悬浮泥沙源强 3.80kg/s 考虑，不同时间后的悬浮泥沙扩散范围包络线计算结果见图。

由计算结果可以看出，施工产生的悬浮泥沙在水流的作用下运动，运动方向主要为 NE-SW 向，在 NW-SE 向扩散范围较小，随着时间的推移扩散范围逐渐增加，附近悬沙浓度增量超过 10mg/L 的面积不足 0.13km²。

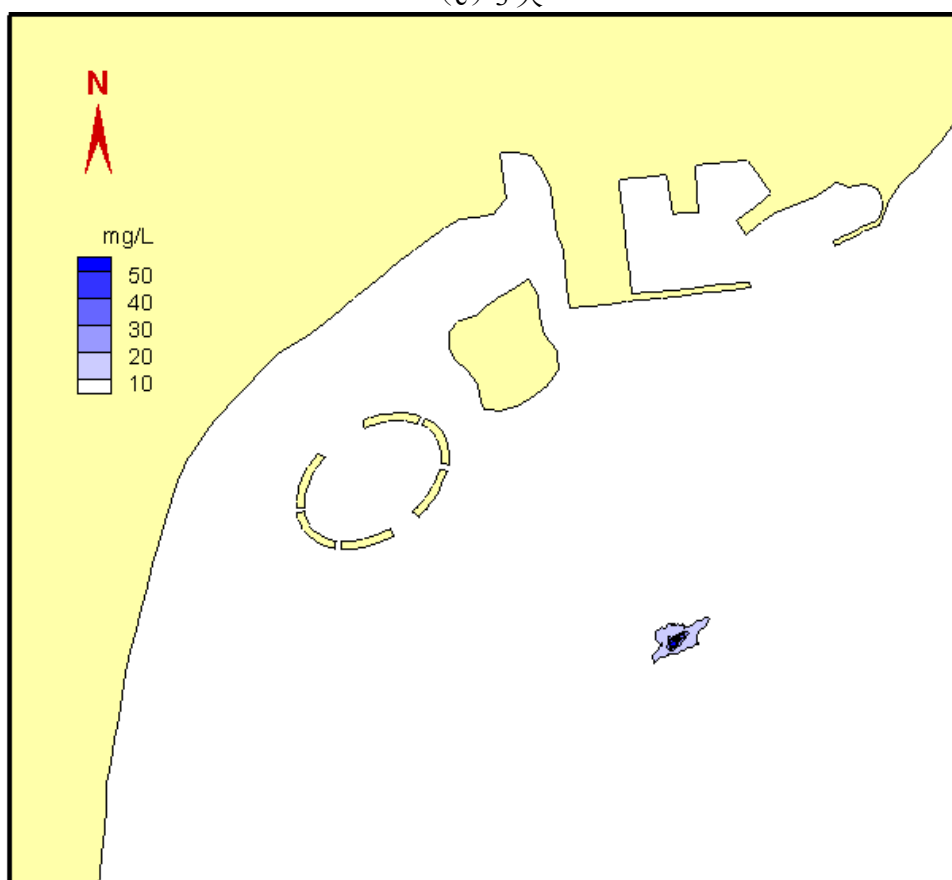
表 6.3-2 悬沙浓度包络线面积统计 单位：(km²)

包络线	>10mg/l	>20mg/l	>50mg/l
1天	0.074	0.010	0.002
2天	0.096	0.018	0.003
3天	0.102	0.020	0.003
5天	0.112	0.020	0.003
10天	0.129	0.021	0.003

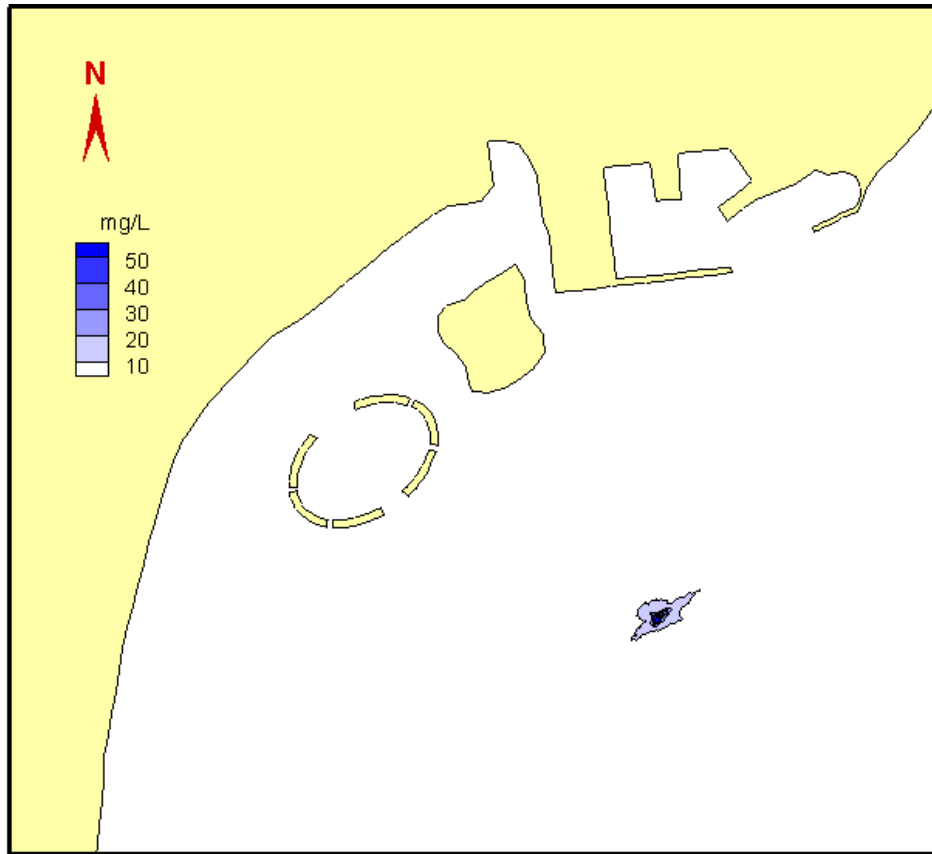




(c) 3天



(d) 5天



(e) 10天

图 6.3-3 施工悬浮泥沙扩散范围包络线

本工程大潮期间施工产生的悬浮泥沙扩散范围见图 6.3-1，结果表明，本工程施工期会产生悬浮泥沙，但随着施工期结束会迅速沉降恢复至原有水平，施工期 10mg/L 悬沙最大扩散范围为 450m，对海域海水水质造成影响较小。

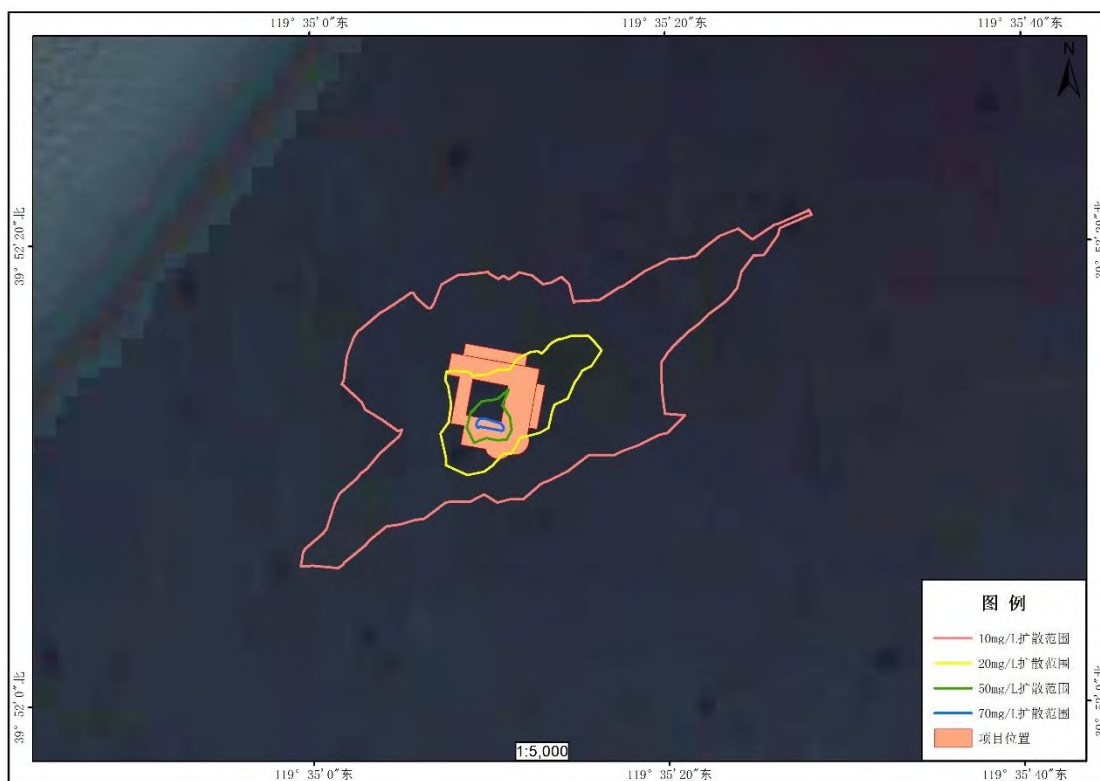


图 6.3-4 代表点悬浮泥沙扩散范围图

6.3.2.2 生活污水和含油污水对海水水质的影响分析

本项目施工期的施工废水主要为含油船舶污水以及船舶生活污水，船舶生活污水依托主平台处理，施工期船舶应当对机舱排污管系实施铅封，不排放含油污水，统一送至有资质的单位进行处理。因此，施工期产生的船舶含油污水和生活污水不会对区域海洋环境产生影响。

6.3.2.3 生活垃圾对海水水质的影响分析

项目施工期产生的船舶生活垃圾均依托主平台的垃圾收集装置，委托有固废处理许可的单位处理，做到及时收集、及时清理，不排放入海不会对区域海洋环境产生影响。

6.3.2.4 建筑垃圾对海水水质的影响分析

本项目施工期产生的基槽挖泥运至指定地点处理，码头工程施工期需要预制模板进行现浇混凝土工程，模板为钢制模板，施工单位提供，后续施工单位运回陆地再利用，不排放入海。

6.3.3 运营期海水水质环境影响分析

(1) 生活污水对海水水质的影响分析

本项目运营期的废水主要为游客的生活污水，生活污水的接收位于休闲平

台的卫生间内，污水由管道排出后暂存于一层的生活污水舱，后由管道排入主平台的黑水仓内，与主平台生活污水同运至秦皇岛市第六污水处理厂处理，不外排。因此，运营期产生的生活污水不会对区域海洋环境产生影响。

根据原平台环评拟采用黑水和灰水分开收集的方式进行污水收集，黑水通过污水处理装置，灰水落到灰水舱内，其中黑水主要为厨房、卫生间污水，灰水为其他污水，建设单位对原平台对环保设施进行检验时对平台水质进行了检测，检测了黑水仓的水质及经污水处理设施处理后的水质。由表可知，黑水仓仅动植物油类不满足接收要求，原平台变更环评后不再分黑水、灰水舱，且灰水舱不含动植物油类污染物，混合后动植物油含量基本符合接收要求。

秦皇岛排水有限责任公司第六污水处理厂隶属于秦皇岛排水有限责任公司，坐落于河北秦皇岛市，设计处理能力为日处理污水 2.00 万立方米。主要建设内容包括厂区土建施工，工艺设备、工艺管道安装，电气、自控系统安装，照明，防雷接地，采暖，通风，厂区道路施工及绿化等。秦皇岛排水有限责任公司第六污水处理厂自 2010 年 6 月正式投入运行以来，污水处理设备运转良好，日平均处理污水量为 0.82 万立方米。本项目运营期生活污水产生量为 8m³/d，未超过污水处理厂的设计处理能力。因此，本项目生活污水接收是可行的。

表 6.3-3 黑水仓水质检测结果

项目	动植物油类 (mg/L)	化学需氧量 (mg/L)	悬浮物 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	pH (无量纲)
入水口	159	72	38	2.59	6.45
出水口	0.14	10	4	<0.025	7.82
标准值	100	500	400	-	6-9

(2) 含油污水

运营期船舶当对机舱排污管系实施铅封，不排放含油污水，统一送至有资质的单位进行处理。

(3) 生活垃圾对海水水质的影响分析

项目运营期产生的生活垃圾均依托本项目各分区的垃圾收集装置收集，统一运至陆上东港里转运点排放，做到及时收集、及时清理，不排放入海。不会对区域海洋环境产生影响。

6.4 海洋沉积物环境影响分析

6.4.1 施工期海洋沉积物环境影响分析

钢制平台桩基定位施工过程中和海上多功能休闲渔业平台配套码头在基槽

开挖和抛石过程中会使基槽开挖和抛石过程中会使局部范围内悬浮泥沙含量增大，桩基施工搅动产生的悬沙短时间内将沉积在附近海底，除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没有其它污染物混入，不会影响海底沉积物质量。

6.4.2 运营期海洋沉积物环境影响分析

本项目运营期污水不外排，对海域水质的影响不大，对沉积物环境基本上没有影响。此外，运营期生活垃圾统一收集运至陆域垃圾转运点处理，避免直接排入海域，工程海域沉积物的质量基本不受影响。

6.5 海洋生态环境（包括生物资源）影响分析

6.5.1 施工期海洋生态环境影响分析

本项目建设对生态环境的影响主要体现在施工期产悬浮泥沙扩散，以及项目占用海域导致的海洋生态环境影响。

6.5.1.1 施工期对海洋生态环境影响分析

施工期对海洋生态环境影响主要为工程建设产生的影响。其中对水生态环境的直接影响主要表现为：块石投放改变了该海域的栖息环境，位于施工区及其附近水底生物和鱼卵、仔稚鱼部分甚至全部死亡；间接影响表现为施工作业产生的悬浮泥沙不同程度影响施工区周围的生物，附近的游泳生物被驱散，浮游动物、植物的生长受到影响。

6.5.1.2 对底栖生物的影响分析

工程改变了该海域局部区域底栖生物的栖息环境，导致底栖生物被掩埋致死，因此底栖生物资源受到一定影响。由于工程建设属于永久改变用海区域自然属性的项目，鱼礁所在范围内损失的底栖生物将不会得到恢复，区域内的生态环境将丧失。

6.5.1.3 对浮游生物的影响分析

（1）对浮游植物影响分析

本项目对浮游生物的影响主要表现为施工期引起周围水体悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体浮游植物数量，导致局部水域

内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。但施工引起的环境影响是局部的，且这种不良影响是暂时的，当施工结束后，这种影响也将随之消失。

(2) 对浮游动物的影响

施工作业引起施工水域内的局部混浊，将使阳光的透射率下降，从而使得该水域内的游泳生物迁移别处，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物和营光合作用的浮游植物受到的影响较大，这主要是由于施工作业引起的水中悬浮物增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性游泳动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。

此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量大到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。

比照长江口航道疏浚悬浮泥沙对水生生物的毒性效应的试验结果，当悬浮泥沙浓度达到 9mg/L 时，将影响浮游动物的存活率和浮游植物的光合作用。因此，填海、疏浚过程泥沙入海将对悬浮物增量超过 10mg/L 海域范围内的浮游生物产生一定的影响。施工期间对浮游动物的相对损失率 1~3 月约 5%，在 4 月份浮游动物旺发期可达 20%以上，其它月份大约在 8~13%之间，各月平均损失率为 12%。

浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，从而导致以这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个水生生态食物链的影响是多环节的。但施工引起的环境影响是局部的，且这种不良影响是暂时的，当施工结束后，这种影响也将随之消失。

6.5.1.4 对游泳生物的影响分析

悬浮物含量增高，对游泳生物的分布也有一定影响。游泳生物是海洋生物中的一大类群，海洋鱼类是其典型代表，它们往往具有发达的运动器官和很强的运动能力，从而具有回避污染的效应。投礁作业引起局部海域水中悬浮物质含量过高，使鱼类的腮腺积聚泥沙微粒，严重损害鳃部的滤水和呼吸功能，甚至导致鱼类窒息死亡。不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。

据有关实验数据，悬浮物质的含量为 80000mg/L 时，鱼类最多只能存活 1 天；含量为 6000mg/L 时，最多能存活 1 周；若每天作短时间搅拌，使沉淀的淤泥泛起，保持悬浮物质含量达到 2300mg/L 时，则鱼类能存活 3~4 周。通常认为悬浮物质的含量在 200mg/L 以下时，不会导致鱼类直接死亡。且鱼、虾、蟹等游泳能力较强的海洋生物将主动逃避，游泳生物的回避效应使得该海域的生物量有所下降，从而影响使该区域内的生物群落的种类组成和数量分布。至于经济鱼类等，由于移动性较强，更不至于造成明显影响。随着施工结束，游泳生物的种类和数量会逐渐得到恢复。因此，施工期间产生的悬浮物不会对游泳生物造成较大的影响。

6.5.1.5 对生物质量的影响分析

施工期造成水体中悬浮物质浓度增高，从而造成沉积物中的重金属等有毒（害）物质进入水体中，对水体产生二次污染。这些有毒（害）物质将会通过水生生物的新陈代谢，导致其在生物体内积累，从而对生物本身及食物链上一级生物产生毒害作用。

6.5.2 运营期海洋生态环境影响分析

本项目运营期活动主要为休闲渔业，平台内养殖少量的本地鱼类，不涉及外来品种入侵，不会对海洋生态环境产生影响。

6.5.3 海洋生物资源影响分析

本项目施工过程中对海洋生态环境的影响主要集中在两个方面，一是施工产生悬浮物浓度增加对渔业资源的损害，二是桩基占海对底栖生物资源的损害

（1）项目施工均为海上施工，项目用海会对底栖生物、浮游生物、鱼卵仔稚鱼及游泳生物造成影响。

（2）本项目用海方式为透水构筑物 and 港池、蓄水等，钢制平台为桩基基础，桩基占用了底栖生物的生境，将对直接占用区域的底栖生物造成永久不可逆的损害；海上多功能休闲渔业平台配套码头在基槽开挖和抛石过程中会使局部范围内悬浮泥沙含量增大对渔业资源的损害。

6.5.3.1 评估方法

（1）生物损失量评估依据

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）及

《涉海建设项目对海洋生物资源损害评估技术规范》(DB13/T2999-2019), 综合项目位置区域, 确定生物量取值参照表 6.5-1。

表6.5-1 生物量取值一览表

生物指标	生物量取值	数据来源
鱼卵ind./m ³	0.229	《涉海建设项目对海洋生物资源损害评估技术规范》 (DB13/T2999-2019)
仔稚鱼ind./m ³	0.132	
底栖生物g/m ²	25.62	
渔业资源kg/km ²	207.52	

(2) 生物损失量评估方法

① 占用渔业水域的海洋生物资源量损害评估

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中: W_i ——第 i 种类生物资源受损量, 单位为尾、个、千克 (kg);

D_i ——评估区域内第 i 种类生物资源密度, 单位为: 尾 (个) /km²、尾 (个) /km³、kg/km²;

S_i ——第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积, 单位为 km² 或 km³。

② 悬沙造成的生物资源损失

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007) 的相关要求, 悬浮物扩散范围内对海洋生物资源的损害属于一次性损害, 渔业资源的累计损害量按如下公式计算:

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij}$$

式中: W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损失量, 单位为尾、个、kg;

D_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度, 单位为尾/km²、个/km²、kg/km²;

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积, 单位为 km²;

K_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率, 单位为 (%), 生物资源损失率见表 6.5-2 所示;

表6.5-2 污染物对各类生物损失率

污染物 <i>i</i> 的超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
$B_i \leq 1$ 倍	5	<1	5	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30~50	10~20	30~50	30~50
$B_i \geq 9$ 倍	≥ 50	≥ 20	≥ 50	≥ 50

注：1.本表列出污染物*i*的超标倍数(B_i)，指超《渔业水质标准》或超II类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标倍数最大的污染物为评价依据。
 2.损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合系数。
 3.本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类，毒性试验数据作相应调整。
 4.本表对pH、溶解氧参数不适用。

③悬浮泥沙增量区面积

根据表 6.5-1 工程施工产生悬浮泥沙扩散最大距离及面积计算出悬浮泥沙各个增量区的面积，见表 6.5-3。

表 6.5-3 悬浮泥沙增量区面积一览表

污染物 <i>i</i> 的超标倍数 (B_i)	影响面积 (km^2)
$B_i \leq 1$ 倍	0.1048
$1 < B_i \leq 4$ 倍	0.0181
$4 < B_i \leq 9$ 倍	0.0027
$B_i \geq 9$ 倍	0

(3) 补偿年限

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(DB13/T2999-2019)中“7 生物损害赔偿年限和面积的确定”：

7.1 各类工程施工对水域生态系统造成不可逆影响的，其生物资源损害的补偿年限均按不低于 20 年计算；

7.2 占用渔业水域的生物资源损害赔偿，占用年限低于 3 年的，按 3 年补偿；占用年限 3~20 年的，按实际占用年限补偿；占用年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿。

7.3 一次性生物资源的损害赔偿为一次性损害额的 3 倍；

7.4 持续性生物资源损害的补偿分 3 种情形，实际影响年限低于 3 年的，按 3 年补偿；实际影响年限为 3~20 年的，按实际影响年限补偿；影响持续时间 20 年以上的，补偿计算时间不应低于 20 年。

7.5 工程建设填海占用的海域面积，按其最外界址点的包络面积计算；透水式构筑物的占海面积按其投影面积计算

6.5.3.2 生态损失估算

(1) 本项目占用海域造成的生物资源损害评估

本项目水工构筑物占用海底面积包括 L 型码头抛石护底、钢制平台和垂钓平台的桩基，总面积为 0.7795hm^2 ，L 型码头、钢制平台、休闲垂钓平台、休闲

垂钓池及连接桥占用海域面积 0.3828hm²，水深按照工程区平均水深 9.5m，计算。计算结果如下：

1) 桩基占用面积 0.7795hm²

钢制平台桩基占用面积：3.14* (1.2/2)²*4=4.5216m²

垂钓平台桩基占用面积：3.14* (0.13/2)²*45=0.5970m²

L型码头抛石护底面积：225.8*34.5=7790.1 m²

2) 占用海域面积 0.3828hm²

L型码头占用海域面积：19.7*9.75*6+10.4*2.5*5=1282.45 m²

钢制平台占用海域面积：30*30=900 m²

垂钓平台占用海域面积：3.14* (18.6/2)²*3=814.74m²

垂钓池占用海域面积：44.3*17.2=761.96 m²

连接桥占用海域面积：4.4* (1.5+3+3+3+0.8+4.45) =69.3 m²

该面积内海洋生物资源的损失率按 100%计算，根据“占用渔业水域的生物资源损害补偿，占用年限 3~20a 的，按实际占用年限补偿”，本项目实际申请用海 20 年，补偿年限按照 20 年计算，则生物资源损失估算如下所示。

表 6.5-5 水工构筑物占用海域造成的生物资源损害评估

生物种类	资源密度	水工构筑物		补偿年限	损失量
		占用面积 (公顷)	水深		
底栖生物	25.62g/m ²	0.7795	--	20年	3.99t
鱼卵	0.229ind/m ³	0.3828	9.5m		1.67×10 ⁵ 粒
仔稚鱼	0.132ind/m ³		9.5m		9.62×10 ⁴ 尾
游泳动物	207.52kg/km ²	--	--		15.88kg

(2) 施工期悬浮泥沙扩散造成的海洋生物资源损害

根据环境影响分析结果，水深采用平均水深 9.5m，本项目施工期产生的悬浮物生物资源损失估算如下表所示。

表6.5-6 悬浮物扩散造成生物资源损失表

生物类型	超标面积 (km ²)	水深 (m)	损失率 (%)	密度	补偿 倍数	单次损失量	总损失量
鱼卵	0.1048	9.5	5	0.229ind/m ³	3	3.42×10 ⁴	6.49×10 ⁴ 粒
	0.0181		20			2.36×10 ⁴	
	0.0027		40			0.70×10 ⁴	
	0		50			0	
仔稚鱼	0.1048	9.5	5	0.132ind/m ³	3	1.97×10 ⁴	3.74×10 ⁴ 尾
	0.0181		20			1.36×10 ⁴	

	0.0027		40			0.41×10^4	
	0		50			0	
游泳动物	0.1048	--	1	207.52kg/km ²		0.65kg	1.38kg
	0.0181		5			0.56 kg	
	0.0027		10			0.17kg	
	0		20			0	

(3) 小结

经计算，本项目海洋生物损失量为鱼卵 2.32×10^5 粒，仔稚鱼 1.336×10^5 尾，游泳动物 17.26kg，底栖生物损失量为 3.99t。

表6.5-7 项目建设生态损失量总表

种类	工程占用	悬浮泥沙	总计	单位
鱼卵	1.67×10^5	6.49×10^4	2.32×10^5	粒
仔稚鱼	9.62×10^4	3.74×10^4	1.336×10^5	尾
游泳动物	15.88	1.38	17.26	kg
底栖生物	3.99	—	3.99	t

6.5.3.3 海洋生态损失价值估算

(1) 计算方法

A、鱼卵、仔稚鱼和幼体经济价值的计算

鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按公式 (1) 计算：

$$M = W \times P \times E \dots\dots\dots (1)$$

式中：M——鱼卵和仔稚鱼经济损失金额；

W——鱼卵和仔稚鱼损失量；

P——鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算。

E——鱼苗的商品价格，根据近多年来主要鱼类苗种平均价格，商品鱼苗的平均价格按 1.0 元/尾计。

B、游泳动物和底栖生物的经济价值计算：

$$M = W \times E \dots\dots\dots (2)$$

式中：M——第 i 种类生物成体生物资源的经济损失额；

W——第 i 种类生物成体生物资源损失的资源量；

E——生物资源的商品价格。根据秦皇岛市海水产品小黄鱼、蓝点马鲛、口虾蛄、鲟鱼、青蛤、扇贝等最小成体市场平均价格行情计算，以及经咨询物价

部门、市场调研和参考相关文献调查结果，确定游泳动物按 1.9 万元/t、底栖生物按 1.5 万元/t 计。

本项目海洋生物损失量为鱼卵 2.32×10^5 粒，仔稚鱼 1.336×10^5 尾，游泳动物 17.26kg，底栖生物损失量为 3.99t。

(2) 渔业资源损害经济价值评估

根据计算，本项目造成的渔业资源经济价值损失总计为 6.817 万元。

表 6.5-8 本项目造成的生物资源损害价值一览表

资源分类	损失量	换算	价值	损失价值 (万元)
鱼卵	2.32×10^5 粒	0.01	1.0元/尾	0.232
仔鱼	1.336×10^5 尾	0.05	1.0元/尾	0.567
游泳动物	17.26kg	-	1.9万元/t	0.033
底栖生物	3.99t	-	1.5万元/t	5.985
合计				6.817

6.6 大气环境影响分析

(1) 船舶废气对大气环境的影响

本工程对大气环境的主要影响为施工船舶及运营期客船运行产生的废气。根据现场勘查，项目所在区域空旷，通风条件较好，故施工机械排放的废气对周围环境影响较小。

(2) 平台电力系统对大气环境的影响

本项目运营期电力系统依托主平台实施，因此本节内容引用《秦皇岛市海东青食品有限公司海上多功能休闲渔业平台建设项目环境影响补充报告表（报批稿）》，海域海岛环境科技研究院（天津）有限公司，2021年9月。

原变更后增加了备用柴油发电机的数量，但备用发电机在阴雨等恶劣天气条件下才会启用，在恶劣天气条件下，平台基本处于不运营状态。因此与原环评相比，项目变更后，柴油发电机产生的大气污染物不属于新增污染源，仅对其进行定性分析。

项目变更后增加了备用柴油发电机的数量，但备用发电机在阴雨等恶劣天气条件下才会启用，在恶劣天气条件下，平台基本处于不运营状态。在光伏发电无法使用的情况下启用备用柴油发电机可能产生的污染物浓度较低，产生的废气经过排风管道至室外排放，不会对室内环境及大气环境产生影响。

6.7 固体废弃物处置与分析

项目施工期产生的船舶生活垃圾均依托主平台的垃圾收集装置，委托有固废处理许可的单位处理，做到及时收集、及时清理，不排放入海不会对区域海洋环境产生影响。本项目施工期产生的基槽挖泥运至指定地点处理，码头工程施工期需要预制模板进行现浇混凝土工程，模板为钢制模板，施工单位提供，后续施工单位运回陆地再利用，不排放入海。

运营期生活垃圾统一收集运至陆域垃圾转运点处理，避免直接排入海域，做到及时收集、及时清理，不在项目范围内以及项目周边留下任何固体废弃物，从源头控制固废的产生。

6.8 敏感目标环境影响分析

项目建设对海洋功能区划及海洋生态红线敏感目标的影响分析见“12.1 项目用海与海洋功能区划的符合性分析”及“12.2.2 与《河北省海洋生态红线（2014-2020年）》的符合性”。

6.8.1 对北戴河国家级海洋公园影响分析

位于北戴河国家级海洋公园东侧 0.17km。距离最近的区域为北戴河国家级海洋公园的小黑河口至戴河口近海适度利用区。

（1）区域特征

小黑河口至戴河口的外围海域，对海岸带的生态环境保护、生态旅游开发活动起着缓冲风险，降低污染影响的作用。随着北戴河区海滨旅游开发强度不断增大，近岸海域旅游活动逐渐趋于饱和，也承受着越来越大的环境压力。向外海拓展旅游开发空间，开创新的旅游活动，不仅能够分流旅游人群，缓解近岸海域旅游旺季的环境压力，也能够增加旅游增长极，创造更多工作机会，促进旅游经济的发展。

（2）生态环境保护目标

保护海域生态环境、海域水质环境、海洋动力条件

（3）管理措施

1) 禁止采砂，加强船舶废水、固体废弃物排放入海，维护海洋动力条件、海域水质、生态环境安全；

2) 规范现有的开发利用活动，鼓励开展海上观光等生态旅游开发活动；

3) 加强海上救生机制建设, 加强区内海洋环境和生态的监测、监视与科学研究。

(4) 影响分析

本项目距离适度利用区 0.17km, 项目选址可缓解近岸海域旅游旺季的环境压力, 工程后近岸的波浪要素变化较小, 最大不超过 5%, 主要影响波向为 S 向, 北戴河国家级海洋公园近岸波浪减小 2%, 对近岸地形的影响较小, 符合区域特征。

本项目施工及营运期间产生的生活废水统一收集至黑水仓由协议单位进行定期清运处理, 生活垃圾统一收集后由协议单位进行清运处理, 含油污水送至具有相关资质的单位接收处理, 不排海, 不会对海洋生态环境、海水水质造成影响; 根据施工泥沙扩散分析不考虑悬浮泥沙沉降的情况下悬沙浓度增量超过 10mg/L 的最大扩散范围部分位于保护区内, 工程施工期注意文明施工考虑到悬浮泥沙的沉降对保护区的影响较小, 项目实施后加强水质监测, 并进行相应的生态补偿活动, 保护周边海域的生态环境; 项目施工期工程实施后附近涨落潮方向基本为 NE-SW 向, 局部流速有所增加, 由于本工程区域不超过 150x150m, 亦不会对周边水动力环境造成影响。

本项目为海上多功能平台及配套设施及配套工程, 建设目标旨在通过海上平台实现人们观海、亲海的愿望, 项目的建设可以大大提升该地区的旅游品质, 推动海上旅游市场的发展, 符合“鼓励开展海上观光等生态旅游开发活动以及加强海上救生机制建设, 加强区内海洋环境和生态的监测”的要求; 项目实施前编制了《秦皇岛渔渡旅游开发有限公司生产安全事故应急预案》, 加强了海上救生机制建设, 并根据环境影响制定了相应的跟踪监测计划, 符合适度利用区的管理措施。

综上, 工程符合适度利用区的区域特征和管理措施, 对生态环境保护目标的影响较小, 不会对北戴河国家级海洋公园造成明显影响。

6.8.2 对秦皇岛海域国家级水产种质资源保护区影响分析

秦皇岛海域国家级水产种质资源保护区位于项目西南侧 1.52km 处。

秦皇岛海域国家级水产种质资源保护区总面积 3125 公顷, 其中核心区面积 613 公顷, 实验区面积 2512 公顷。特别保护期为 3 月 1 日—7 月 31 日。保护区位于河北省秦皇岛市北戴河海域, 北侧为亚运村和新奥海底世界, 西侧为森林

公园、鸟类湿地保护区和鸽子窝公园，南侧为金山嘴、老虎石公园和中直疗养院。保护区距岸边 0.5—2.5 海里，范围在东经 $119^{\circ} 27' - 119^{\circ} 34'$ ，北纬 $39^{\circ} 47' - 39^{\circ} 52'$ 之间。核心区分为两个，第一核心区位于天然礁区大石山，面积 340 公顷，其拐点坐标为 ($119^{\circ} 31.675' E, 39^{\circ} 50.764' N$; $119^{\circ} 32.581' E, 39^{\circ} 51.267' N$; $119^{\circ} 32.453' E, 39^{\circ} 50.000' N$; $119^{\circ} 33.683' E, 39^{\circ} 50.442' N$)。第二核心区位于金山嘴外侧，面积 273 公顷，其拐点坐标分别为 ($119^{\circ} 32.208' E, 39^{\circ} 49.352' N$; $119^{\circ} 33.116' E, 39^{\circ} 49.120' N$; $119^{\circ} 32.968' E, 39^{\circ} 48.112' N$; $119^{\circ} 31.963' E, 39^{\circ} 48.270' N$)。保护区内除核心区外为实验区。主要保护对象为褐牙鲂、红鳍东方鲀、刺参，其他保护对象包括三疣梭子蟹、日本蟳、长蛸、短蛸、黑鲷、文蛤等。

影响分析：

本项目施工及营运期间产生的生活废水统一收集至黑水仓由协议单位进行定期清运处理，生活垃圾统一收集后由协议单位进行清运处理，含油污水送至具有相关资质的单位接收处理，不排海，不会对海洋生态环境、海水水质造成影响；根据施工泥沙扩散分析不考虑悬浮泥沙沉降的情况下悬沙浓度增量超过 10mg/L 的最大扩散范围不涉及种质资源保护区，不会对保护区环境产生影响。本项目运营期为休闲渔业，运营期投放少量供游客垂钓的鱼类，主要为黑鱼和大泷六线鱼，运营期间不投饵，养殖品种不会对近岸海域褐牙鲂、红鳍东方鲀、刺参、三疣梭子蟹、日本蟳、长蛸、短蛸、黑鲷、文蛤等海洋生物和海水水质造成不利影响。

综上，项目建设不会对秦皇岛海域国家级水产种质资源保护区的保护目标造成影响。

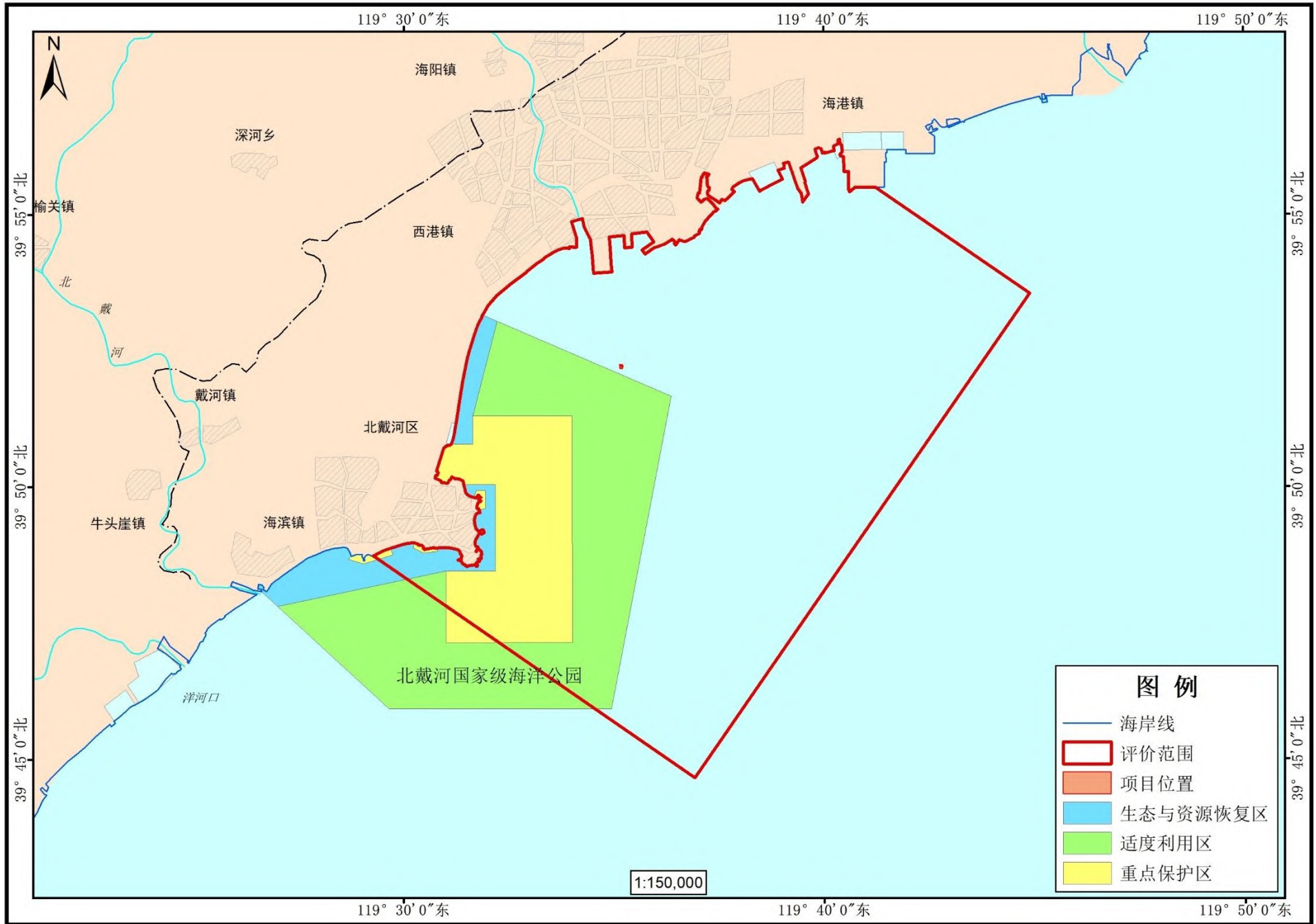


图 6.8-1 国家级海洋公园敏感目标分布

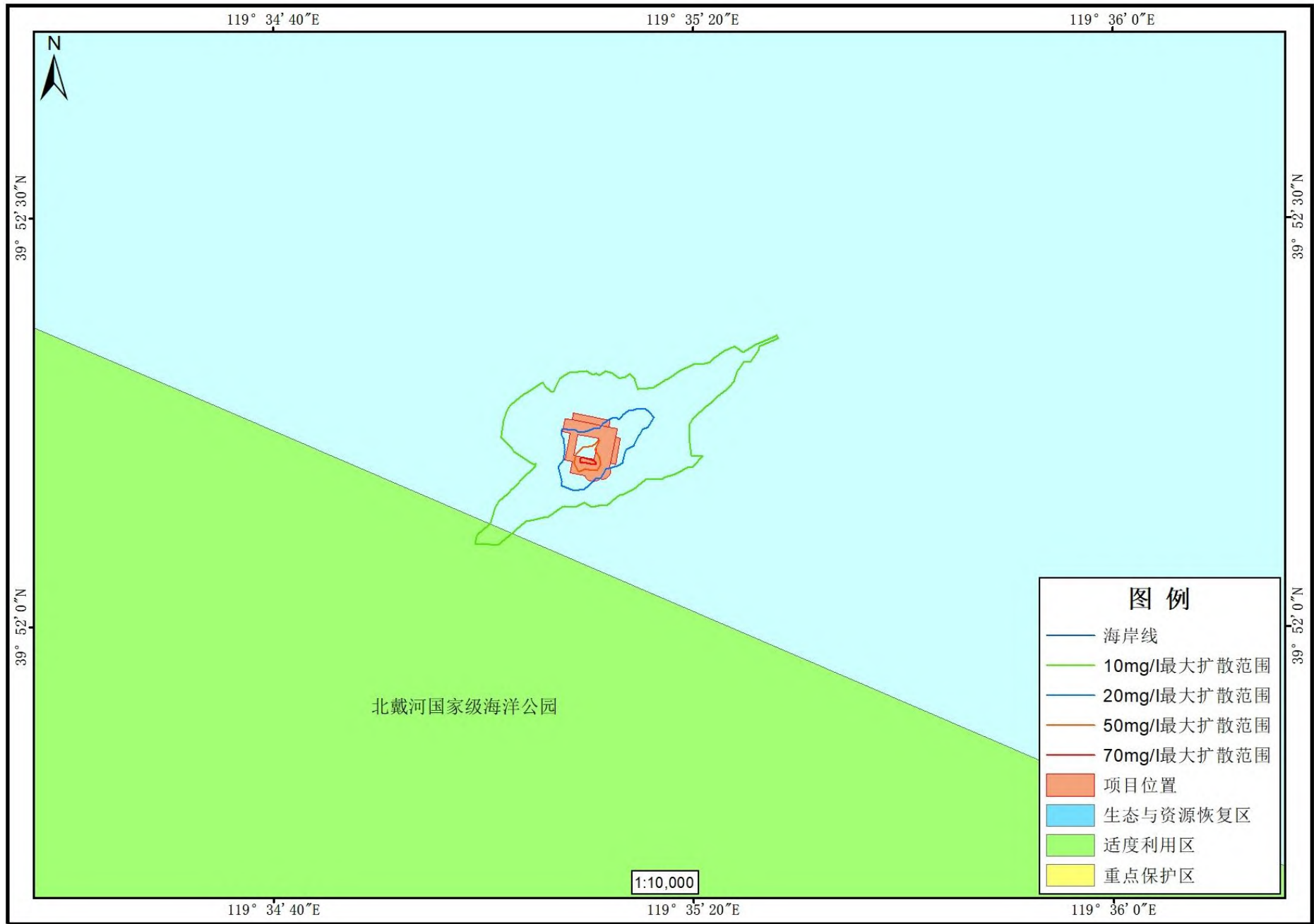


图 6.8-2 项目施工悬沙扩散范围与北戴河国家级海洋公园叠加图

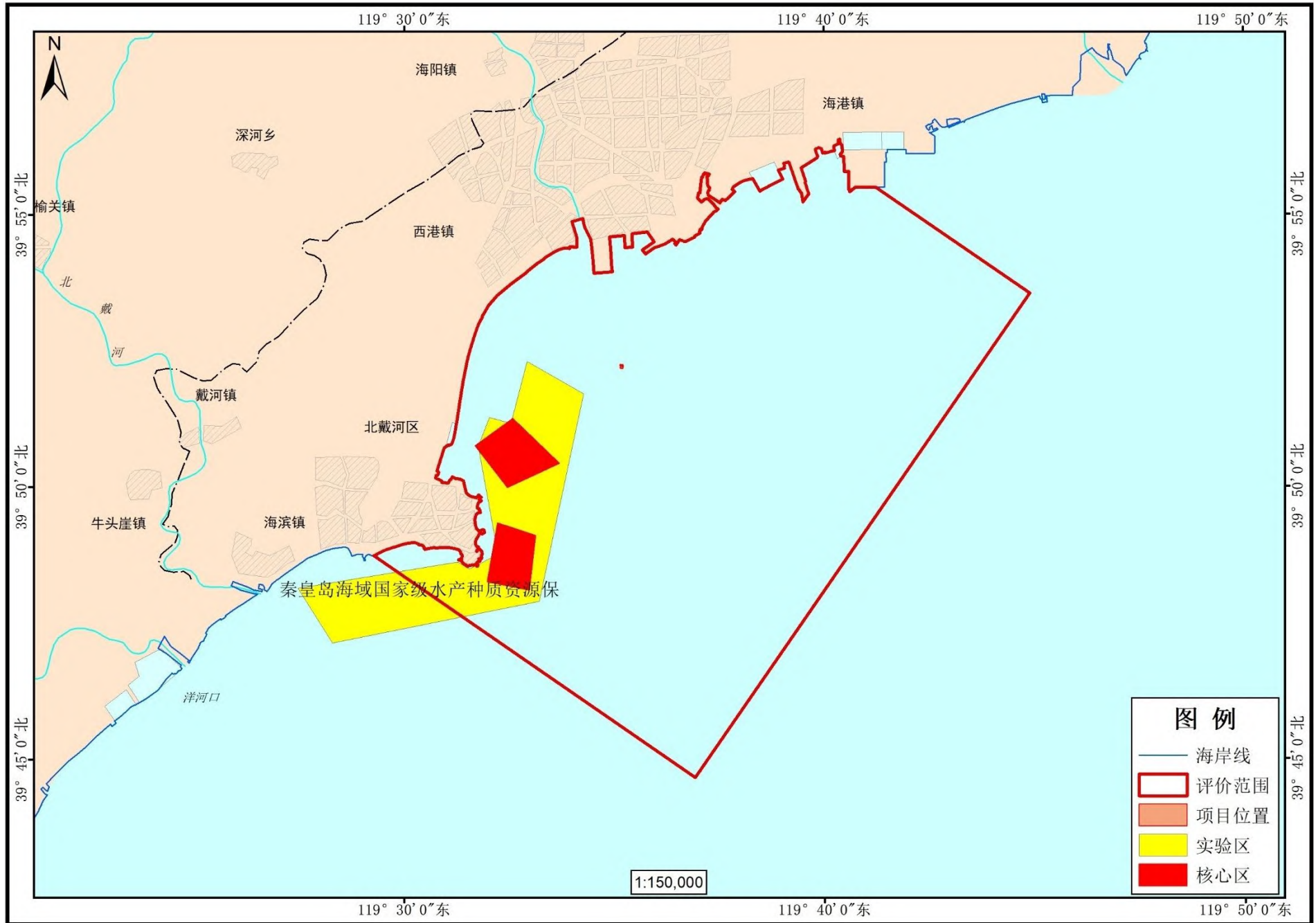


图 6.8-2 水产种质资源保护区敏感目标图

6.8.3 对周边开发利用活动影响分析

(1) 项目用海对秦皇岛市海东青食品有限公司海上多功能休闲渔业平台建设项目的影晌分析

该项目与本项目毗邻，项目施工期所产生的固废和污水均妥善处理，不外排，对休闲渔业平台无影响，施工期产生的噪声会对该平台的观光旅游体验有所影响；本项目建设的垂钓平台和垂钓池，运营期可增加该休闲渔业平台游客的垂钓娱乐体验，本项目建设的 L 型码头可在盛冰期阻拦一定量的海冰，对休闲渔业平台有一定的保护作用。运营期依托原平台的污水收集装置，收集后统一运至陆域处理，不会对原平台产生影响

(2) 项目用海对航道和锚地的影响分析

本项目施工及营运期间施工船舶和供应船及运送游客的船舶占用航道及锚地通行会加大过往船舶通航的密度，本项目施工期和运营期的船舶根据周边习惯性航道航行，码头端部设置堤头灯 2 座，在有警示条件下会有效避免与进出港船舶发生碰撞；本工程所在水域水深有限，离岸距离较远，拟建工程距离距离锚地最近为 1.8km，距离较近，工程施工期间应划定相应的施工警戒水域，警戒水域的具体划定应从码头的基础部分边缘各自垂直向外延伸 100m，标志形状可任选，但不得与助航标志相抵触，建议颜色设置为黄色，码头端部设置堤头灯 2 座，胸墙及沉箱上均布置了防撞设施和系缆设施，锚泊船不会误入本工程水域，不会对航道和锚地产生影响。

(3) 对海上巴士的影响分析

本项目营运期游船的秦皇岛渔轮码头到西港花园的航行路线位于秦皇岛海上巴士航线内侧，西港花园到平台的航行路线沿用了早期的习惯性航道，秦皇岛海上巴士航线于 2016 年开通，秦皇岛海上巴士航线规划前期已经考虑对习惯性航道的影响，本项目运营期航行路线不会对海上巴士造成影响。



图 6.8-3 周边开发利用活动

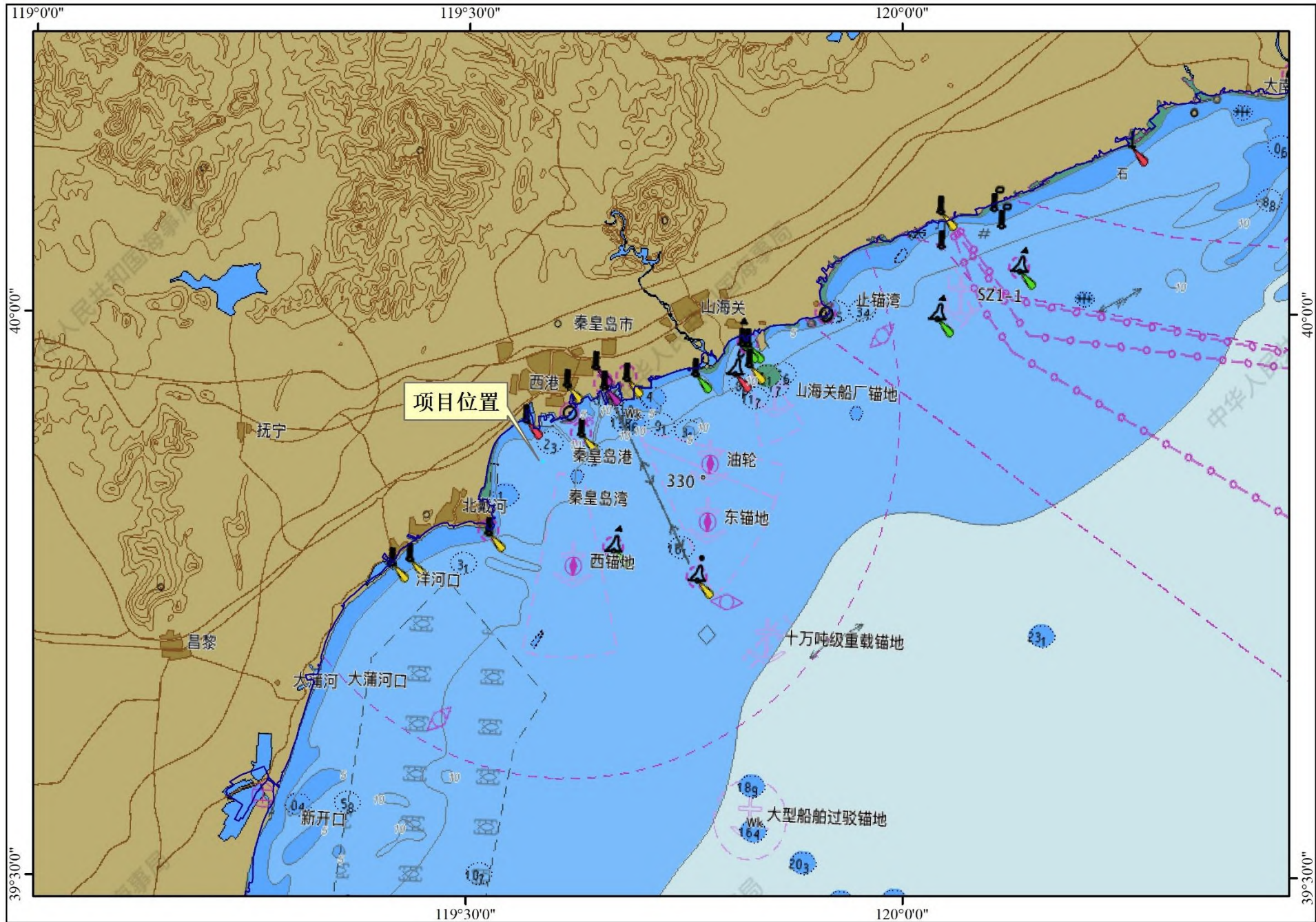


图 6.8-4 周边开发利用活动（锚地）



周边开发利用活动（航线）