

第一篇 自然环境与滩涂资源

第一章 气候与水文

第一节 气候

我国大陆海岸地跨北纬 $18^{\circ}\sim 41^{\circ}$ 之间 跨越了暖温带、亚热带、北亚热带、中亚热带、南亚热带 和热带 3 个气候带。由于受东亚季风和多变的地形影响，造成了海岸带南北间气温、降水差异明显 此外每年的夏秋之交 东南沿海受台风影响 冬季在北部沿海 受寒潮侵袭 给围海工程和滩涂资源的开发带来不利影响。表 1.1 为沿海各气候带的气温和降水特征。

表 1.1 各气候区海岸带范围的气温 () 与降水 (mm)

气候带	大区	气候区	$\geq 10^{\circ}\text{C}$		最冷月 气温	最热月 气温	极端 最低温	年降水量
			积温	日数				
暖温带	亚湿润	辽鲁区	3300~4000	170~200	-2~-8	23~25	-17~-22	600~1000
		黄淮海区	3500~4500	175~220	0~-8	25~27	-13~-23	550~900
北亚热带	湿润	长江下游区	4500~5000	220~240	0.5~4	26~27	-9~-13	900~1000
中亚热带	湿润	江南区	5000~6500	240~330	4~12	26~27	-9~-9	1000~1600
南亚热带	湿润	闽南珠江区	6500~8300	330 以上	12~16	27~28	0 以上	1000~2000
边缘热带	湿润	雷琼区	8300~9000	365	16~18	28~28.5	5 以上	1400
	亚湿润	琼西区	9000	365	18~22	28~28.5	5 以上	1000

注 分区依据《中国自然地理》气候分册。

暖温带位于江苏省灌溉总渠以北海岸以及鲁、冀、津、辽省、市沿海区，气候特征为雨热同季，在最高气温的 6、7、8 三个月降水量占全年的 62%，光照丰富，年均气温 $8\sim 15^{\circ}\text{C}$ ，年均降水 550~1000mm，年内变率较大。

江苏中部向南包括上海、浙江、福建、广东、广西及台湾省在内的沿海地区均属亚热带气候区，年均气温在 $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，并由北而南逐渐递增，降水一般在 1000~2200mm 之间，但年内分配不均。每年受台风影响频繁，已成为本区主要灾害天气，直接影响着沿岸围堤的安全。

海南岛大部分处在热带气候区北缘，气温高，雨量充沛，常年气温在 $23\sim 26^{\circ}\text{C}$ ，年均降水在 1700mm 以上，同时受台风影响多，影响海南岛的台风年均 7.9 次，登陆台风年均 2.6 次，最多达 6 次。

我国沿海灾害性天气比较频繁，除台风引起的风暴潮，成为沿岸海堤工程破坏的主要

自然因素外，常有寒潮大风而引起的增减水及大浪，同样是威胁着沿海围海工程安全的重要原因，尤其在北方海区，强寒潮大风入侵，不仅气温在一天内骤降 10 以上，而且由风引起冬季海面的增水，导致海水侵溢，造成水毁事件。表 1.2 为 1949~1980 年沿海各省平均台风登陆和影响次数，表 1.3 为 1981~1998 年大于等级八级登陆各省的热带气旋频数。表 1.4 为沿海站点各季大风日数。

表 1.2 1949~1980 年沿海各省平均每年台风登陆和影响次数

省 (区)	辽宁	天津	河北	山东	江苏	上海	浙江	台湾	福建	广东	广西
平均登陆次数	0.2	0.0	0.0	0.3	0.1	0.1	0.5	2.1	1.8	6.7	0.5
平均影响次数	1.0	0.3	0.3	2.4	1.1	2.9	3.7	缺资料	7.9	12.7	4.1

注据《中国海岸带和海涂资源综合调查报告》(表 1.3、表 1.4 同)

表 1.3 1981~1998 年沿海各省每年登陆大于等级八级的热带气旋频次数

省 (区)	辽宁	河北	天津	山东	江苏	上海	浙江	台湾	福建	广东	广西	海南
平均登陆次数	0	0	0	1	1	1	11	28	10	56	1	33
平均影响次数	0	0	0	0.05	0.05	0.05	0.6	1.5	0.5	3.1	0.05	1.8

表 1.4 沿海站点各季大风日数及占全年的百分数 (%)

海 区	大 风 站 名	春 季		夏 季		秋 季		冬 季	
		日 数	%	日 数	%	日 数	%	日 数	%
渤海	营 口	34.8	40	15.6	18	19.6	23	16.3	19
	秦皇岛	3.4	45	1.4	19	1.0	13	1.7	23
	塘 沽	17.7	36	9.3	19	9.7	20	12.2	25
黄海	丹 东	14.3	34	3.2	8	8.8	21	15.8	28
	大 连	27.4	34	8.9	11	19.5	24	25.1	31
	成山头	33.0	27	11.2	9	32.3	26	48.0	39
	青 岛	21.3	31	8.9	13	16.0	23	22.4	33
	石臼所	7.2	34	3.2	15	4.6	22	5.9	28
	西连岛	24.8	30	18.3	22	18.9	23	21.0	25
	嵎 泗	40.8	28	37.8	26	28.0	19	40.4	28
东海	乍 浦	4.5	32	4.0	29	1.7	12	3.7	27
	宁 波	1.3	22	2.2	37	1.4	23	1.1	18
	温 州	0.8	13	3.1	51	1.5	25	0.7	11
	南 鹿	45.2	25	31.6	18	48.1	27	53.5	30
	台 山	35.8	21	32.1	19	47.1	28	53.4	32
	平 潭	17.4	18	13.1	13	34.9	36	32.8	33
	南 澳	26.7	29	7.6	8	23.7	26	33.1	36
南海	汕 头	33.0	29	3.3	29	2.4	21	2.3	20
	湛 江	1.0	15	3.1	4.8	2.1	32	0.3	5
	三 亚	0.6	8	1.9	26	3.6	50	1.1	15
	东 方	7.0	26	6.2	23	6.0	24	7.5	27

第二节 海 洋 水 文

近岸带海洋水文主要包括潮汐、潮流、波浪、泥沙以及温度、盐度等方向，是影响我国沿岸滩涂演变和围海工程的主要自然因素。

一、潮汐

我国近海的潮汐主要是由西北太平洋传入的潮波而引起的协振潮，当西北太平洋潮波从东南方向进入日本和菲律宾之间的洋面后，分南北两支进入中国沿海，北支一支经琉球群岛进入东海和黄、渤海，另一支则经东海进入浙闽沿海包括台湾海峡；南支经巴士海峡进入南海，沿广东沿海进入北部湾。潮波行进近岸带浅海区域，由于受地形影响，使潮波不同程度具有驻波特征，近岸潮差增大，流速减小，远岸潮差减小，流速增大。 M_2 分潮无潮点分别在山东半岛的成山头外侧 123°E ， 37°N 和南部海州湾以外的 121°E ， 34°N 附近的南黄海海域，此外进入渤海受岸边反射作用，在辽东湾口和黄河口附近均为无潮点所在（图 1.1）。在南海的北部湾区沿岸区， M_2 分潮振幅减小，造成广西沿海大部地区为全日潮为主， K_1 分潮则在东海、黄海呈驻波状态，在南海中部和渤海海峡分别有一个无潮点，在南海同样以驻波形式，北部有一个无潮点存在，同潮时线按逆时针向旋转。

我国沿海近岸潮汐类型可分为不正规半日潮，正规半日潮，不正规全日潮和正规全日潮四种，按主要日分潮同主要半日分潮振幅之比 $F = (H_{K_1} + H_{O_1}) / H_{M_2}$ 的大小来划分，即 $F < 0.5$ 为正规半日潮， $F > 4.0$ 时为正规全日潮，即 $F \approx 0.5 \sim 0.2$ 间为不正规半日潮， $F \approx 2.0 \sim 4.0$ 间为不正规全日潮。根据上述标准，我国沿海潮汐类型分布如图 1.2。即三个海区内均有 4 种潮汐类型的存在，除渤海外，黄海和东海大部分为正规半日潮型区，渤海内除秦皇岛沿海和黄河口为正规全日潮外，大部分为非正规半日潮型。南海海区以不正规半日潮和不正规全日潮为主，雷州半岛南部海南岛西部和广西沿岸为正规全日潮。

潮差是潮汐强弱的标志，是围海工程设计标准的重要依据，直接影响到潮间带滩地的利用宽度，与海岸带滩涂资源的开发直接相关。我国沿海岸线的潮差分布，据沿海各站的观测结果表明，分布的总趋势是东海最大，黄、渤海次之，南海最小（图 1.3）。在渤海内的辽东湾和渤海湾，潮差在湾顶区最大，位于辽东湾顶的营口平均潮差 2.6m，渤海湾顶的塘沽达 2.5m；位于湾口潮差最小，如秦皇岛平均潮差 0.71m，龙口为 0.9m。黄海海岸的潮差分布，辽江半岛东部，自旅顺的 1.70m 向北逐渐增大至鸭绿江口达 4.0m；山东半岛的烟台平均潮差 1.7m，向东至成山头因近无潮点，平均潮差 0.7m；山东半岛南部，向南平均潮差逐渐增大，乳山口 2.4m、青岛 2.8m、石臼所 3.01m、连云港 3.39m，向南因平均潮差略有降低，在废黄河口进入海岸临近无潮点平均潮差为 2.1m，新洋港 2.05m，进入辐射状沙洲区，潮差复又增大，小洋口 4.09m，最大潮差可达 9.28m，吕泗 3.68m，最大潮差 6.78m。进入东海，长江口潮差较小，如横沙岛多年平均潮差 2.50m，向上游更小，天生港 1.9m，杭州湾平均潮差可达 4.0m，进入湾顶的澉浦平均潮差 5.54m，最大可达 8.93m；杭州湾湾口南部平均潮差较小，宁波平均潮差为 1.65m。宁波向南的浙闽沿海，如浙江的象山港、三门湾、乐清湾以及福建的沙埕港、三都澳等港湾，由于港湾潮汐的协振动，潮

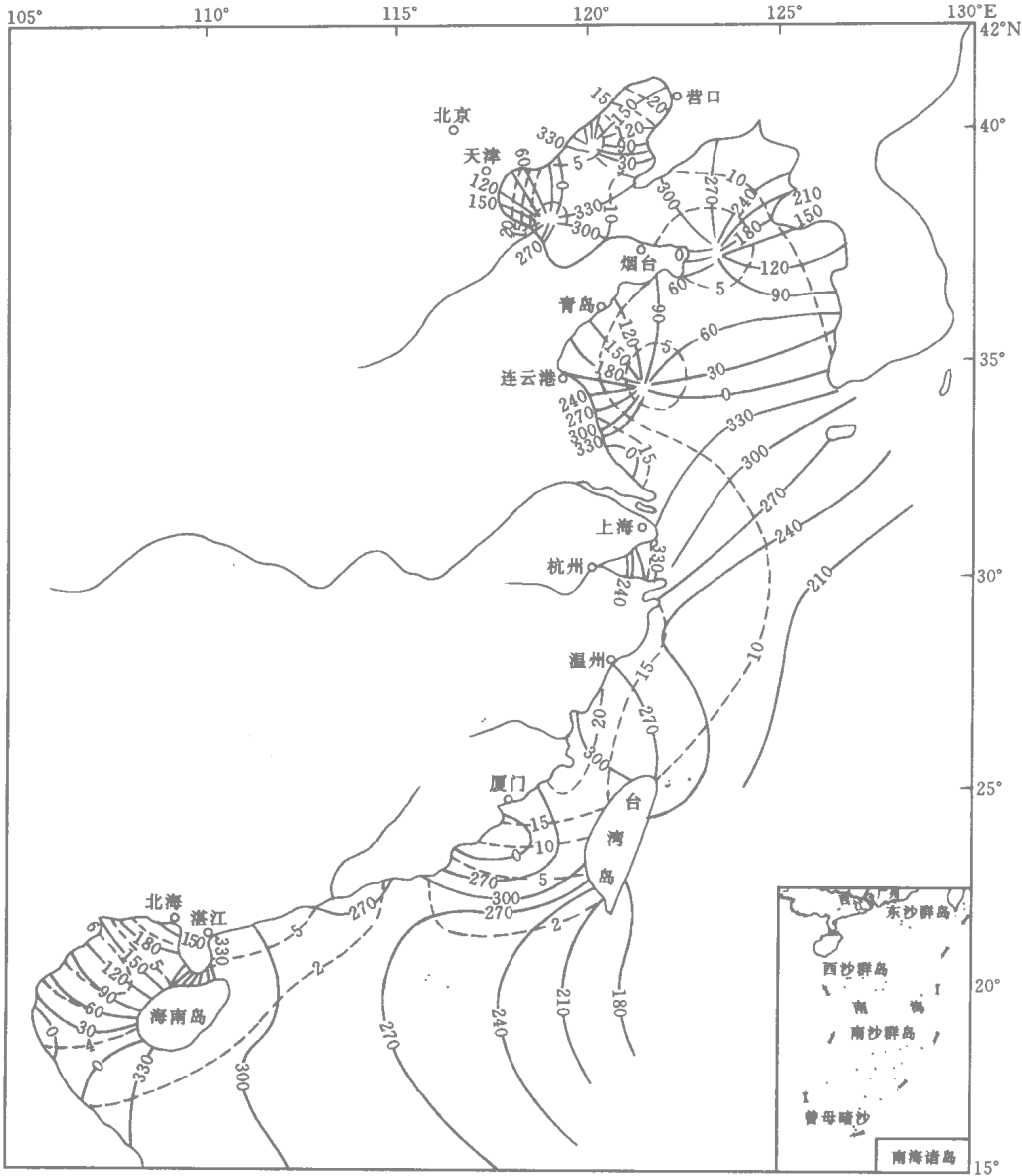


图 1.1 M_2 分潮同潮时线和等振幅线图 (实线为等潮时线、虚线为等振幅线)
(据中国海岸带海洋水文调查报告)

差普遍较大, 超过 4.0m, 三都澳平均 5.35m, 最大 8.54m。台湾岛沿岸, 西海岸平均潮差 2m 以上, 东海岸平均潮差在 1m 左右, 南海沿岸平均潮差较小, 在 0.73~2.48m 之间, 雷州半岛以东平均潮差在 1m 以下, 半岛以西的北部湾, 潮差由南向北增大, 北部湾的北海平均潮差 2.26m, 最大达 5.36m。表 1.5 为全国各站平均潮差和最大潮差沿程分布。

二、海平面变化

海平面变化即平均海面变化, 直接关系到沿海地区围区和围海工程的安全, 尤其当前我国沿海滩涂围垦高程逐渐向低高程发展的情况下, 具有特别重要的意义, 我国沿海有关站位点的多年平均海平面如表 1.6。各月平均海平面的变幅甚大, 南部小, 北部大。

表 1.5 沿海各站潮汐特征		
站 号	平均潮差 (m)	实测最大潮差 (m)
大鹿岛	4.09	6.38
大连	2.04	
鲅鱼圈	2.39	4.93
营 口	2.58	
秦皇岛	0.71	
塘 沽	2.48	4.35
羊角沟	1.08	
烟 台	1.66	2.88
成山角	0.75	1.81
乳山口	2.44	4.31
青 岛	2.80	4.49
石臼所	3.01	4.90
连云港	3.39	6.48
吕 泗	3.68	6.78
灵甸港	3.10	4.94
高 桥	2.39	4.66
中 浚	2.67	4.62
鸡骨礁	2.57	4.52
绿 华	2.53	4.89
海王山	2.52	4.23
镇 海	1.75	3.30
澈 浦	5.54	8.93
乍 浦	4.50	7.57
金山咀	4.01	4.01
滩 浒	3.35	5.04
芦潮港	3.21	4.90
定 海	2.10	3.80
健 跳	4.20	7.03
旋门港	5.15	8.43
沙 堤	4.17	6.90
三都澳	5.35	8.54
平山潭	4.24	6.70
崇 武	4.27	6.60
厦 门	3.96	6.42
东 山	2.30	4.10
汕 尾	0.98	2.58
黄 浦	1.64	3.38
闸 坡	1.56	3.92
湛江港	2.15	5.13
海 口	0.82	3.31
清 澜	0.75	2.06
八 所	1.49	3.40
榆 林	0.85	2.14
北 海	2.26	5.36
涠 洲	2.13	4.51
钦 州	0.98	2.63
防城港	2.25	4.93
白龙尾	2.22	5.64

注 据《中国海岸海洋水文调查报告》。

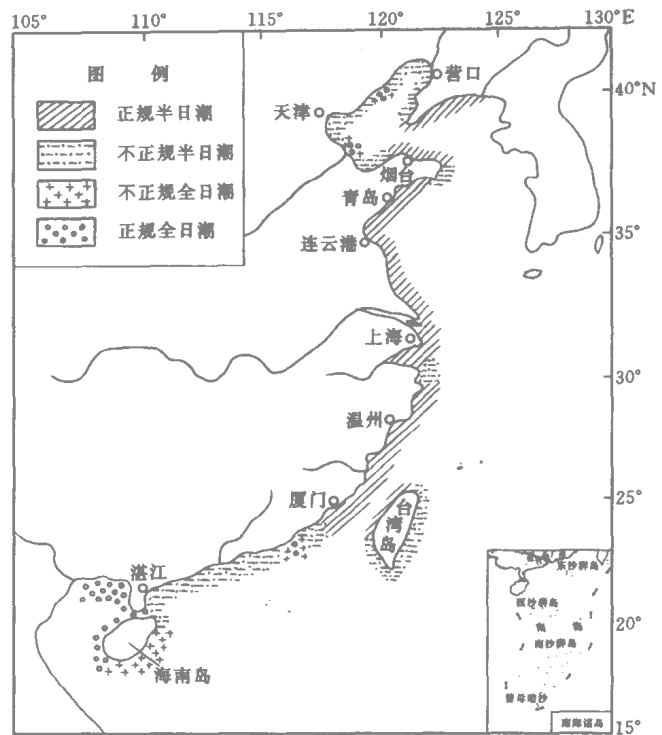


图 1.2 中国沿海潮汐类型图
(据中国海岸带海洋水文调查报告)

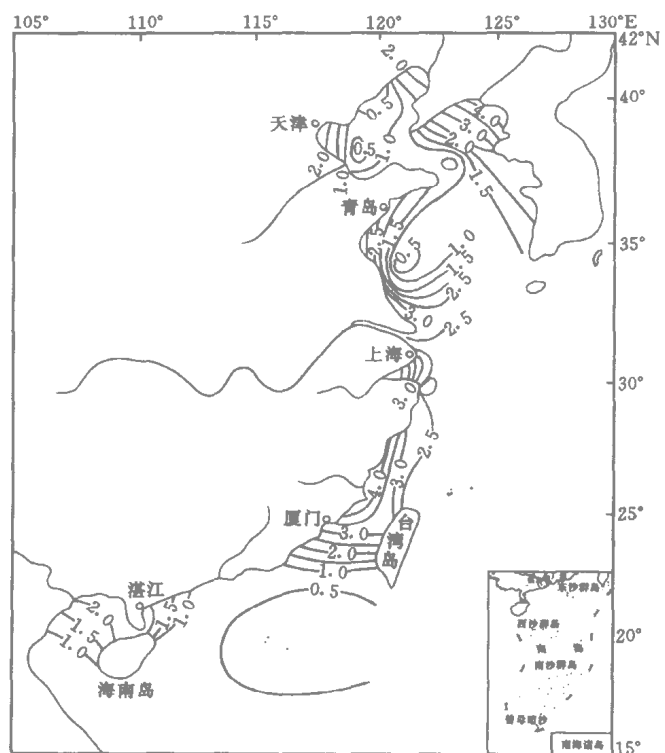


图 1.3 中国沿海平均潮差 (m) 分布图
(据中国海岸带海洋水文调查报告)

表 1.6 沿海各站平均海平面（黄海基面）

站 名	塘沽	青岛	石臼所	吕泗	芦潮港	沙埕	厦门	妈屿	湛江	白龙港
海平面高程 (m)	0.03	0.00	0.04	0.02	0.21	0.31	0.33	0.38	0.44	0.44

进入 20 世纪以来，由于人类活动影响的加大，如长期大量用煤炭、石油、天然气等矿物燃料，以及大规模的砍伐森林，使大气中的二氧化碳、甲烷、臭氧等含量明显增加，从而带来了全球性的温室效应，气温增高，冰川退缩，导致海面上升。最近半个多世纪以来，世界平均海面上升了 $10\sim 23\text{cm}$ / 百年 平均每年上升 $1\sim 2\text{mm}$ ，我国沿海亦同样保持了持续上升势头。海平面变化，除因温室效应引起的全球范围内的海平面绝对变化外（又称水动型变化），还可以由地壳运动的升降而引进海平面的地区性相对变化（又称地动型变化）。当前我国沿海地区海平面变化的总趋势仍以上升为主，但区域性的差异明显，据国家海洋局公布资料称：到 1998 年为止，全国沿岸主要验潮站的观测资料继续显示出海平面明显的上升趋势。海平面上升平均速率为 $2.6\text{mm}/\text{年}$ ，其中渤海上升的平均速率为 $3.1\text{mm}/\text{年}$ 黄海为 $2.8\text{mm}/\text{年}$ 东海为 $2.1\text{mm}/\text{年}$ 台湾海峡为 $0.8\text{mm}/\text{年}$ 南海为 $3.0\text{mm}/\text{年}$ 。由于每年海平面变化幅度相对较小，因此对其所产生的负面影响，往往被人们所忽略，但经过长年的积累，其负面影响将会明显地显露出来，在我国沿海地区将成为一种灾害。我国长江三角洲、珠江三角洲地区，由于地势低，常年低于大潮高潮位以下，许多地区必需赖以堤防工程而防止水浸，由于海平面的不断上升，必将加大大潮、洪水的水浸频度和水浸范围。此外由于海平面上升，还将加大海水对沿海围垦区内地下水的入侵，扩大土壤碱化，对洪涝排水亦极为不利，这些影响均是灾害性的，将直接影响沿海围堤工程、水利工程的设计标准。

三、潮流

潮流是造成岸滩冲淤和泥沙搬运的主要动力因子，我国沿海潮流分布与潮汐分布相应变化亦甚为复杂，区域差异明显，这与潮波传播，海岸地形关系密切，从总体上反映，我国沿岸潮流运动性质除个别地区，如山东威海附近，南海琼州海峡西端和海南岛南部及西南部为正规日潮流外，大部分地区为半日潮流区，潮流运动形式，近岸地区以往复流为主，主要分潮流椭圆率小于 0.2，在平直海岸区及河口、港湾内，潮流主流向基本与岸线及水深线平行，在远岸区，潮流逐渐转变为旋转流。潮流流速分布，区域差异甚大，包括渤海区内的自辽东半岛至山东半岛间的北部海岸，沿岸岸线曲折，岬湾相间，在老铁山、成山角、曹妃甸、蓬莱及黄河口区，均为强潮流区，曹妃甸外实测最大流速 $1.00\sim 1.30\text{m/s}$ 黄河口外为 1.5m/s ，老铁山水道和成山角外强流区实测最大流速分别达 $3.00\sim 3.50\text{m/s}$ 和 2.0m/s 以上。在辽西海岸，大部分山东沿海的实测最大流速均在 1.0m/s 以下，秦皇岛至滦河口及塘沽至岐口流速较小，实测最大流速仅 0.50m/s 左右；包括长江口、杭州湾及辐射状沙洲等在内的苏、浙、闽沿海的东部海区，是潮波能量的积聚区，潮流总体水平较高，其中江苏北部的辐射状沙脊区，实测最大流速可达 $2.0\sim 2.5\text{m/s}$ ，杭州湾内最大流速达 3.0m/s 以上 甬江口达 2.0m/s ；包括广东、广西和海南岛在内的南部海区，潮流强度变化较大，琼州海峡和海南岛西南部沿岸为两个高潮流区，实测最大潮流速分别可达 $2.0\sim 2.5\text{m/s}$ 和 1.5m/s ，珠江口雷州半岛东、西两岸最大潮流可达 1.5m/s ，而海南岛东南部沿

岸潮流最小，最大潮流仅 0.5m/s 。表 1.7 为沿海各海区潮流速分布。

表 1.7 沿海各区潮流历时和流速

岸 段	涨潮流历时 (h)	落潮流历时 (h)	涨历/落历	涨潮最大流速 (cm/s)	落潮最大流速 (cm/s)	涨速/落速
辽宁北黄海	5.60	6.85	0.82	56~62	26~46	2.15~1.35
辽东湾	5.60	7.20	0.78	82	94	0.87
	5.70	6.17	1.09	78	64	1.22
渤海湾	5.20	6.50	0.80	88	65	1.35
	5.58	6.25	0.89	83	60	1.38
山东沿岸	6.25	6.83	0.91	71	60	1.16
	6.95	5.90	1.14	65	70	0.93
长江口外	6.03	6.37	0.95	101	103	0.98
				152	147	1.03
杭州湾口	6.21	6.41	0.97	227	219	1.03
				222	260	0.98
乐清湾	6.67	5.70	1.17	87	124	0.70
	7.00	5.20	1.35	90	135	0.67
甌江口	5.90	6.50	0.91	160	168	0.95
	5.95	6.70	0.85	140	110	1.27
粤 东	6.90	5.50	1.25	55	72	0.76
珠江口	5.77	6.80	0.77	77	82	0.94
粤 西	5.77	6.40	0.86	81	59	1.37
琼州海峡	15.00	9.80	1.53	150	250	0.60
海南岛东部	13.60	11.20	1.13	41	49	0.84
海南岛西部	11.70	13.10	0.89	95	70	1.36
广西沿岸	11.77	10.03	1.27	63	77	0.81

注据《中国海岸带和海涂资源综合调查报告》。

四、余流

余流指实测海流扣除周期性潮流后的剩余流，其量值虽小，但对沿岸泥沙运移方向是不可忽视的一个因素。我国沿海岸的余流与季风，河口径流及地形等因素有关，余流成分主要包括海流、径流、潮汐余流等，无论冬、夏均呈沿岸流动，流动方向如图 1.4 在大河入海口区受河流下泄径流影响大。

五、波浪

近岸带的波浪作用，无论是对砂质海滩或泥质海滩，波浪均是沿岸泥沙运动以及造成岸滩冲淤演变的主要动力因素，亦是各类围海工程设计中所必需考虑的自然要素。我国沿海的波浪从形成条件和传播类型上分为风浪、涌浪和混合浪三种。风浪是由风直接作用于海面形成的波浪，涌浪则是当风势减弱或停止或改变方向后所遗留下来的浪或当地无风从邻近海区传来的浪，在我国沿海海岸，渤海海峡、山东半岛成山角以南至石臼港沿岸，涌浪出现比较频繁；辽东半岛所在的北黄海沿岸及渤海沿岸以风浪为主，东海杭州湾以北沿岸风浪出现频繁，杭州湾以南海岸风浪和涌浪相当，南海沿岸风浪多，涌浪较少。

由于沿岸各海区的海岸走向和地形的不同，使波浪的波向和波高分布具有明显差异，波

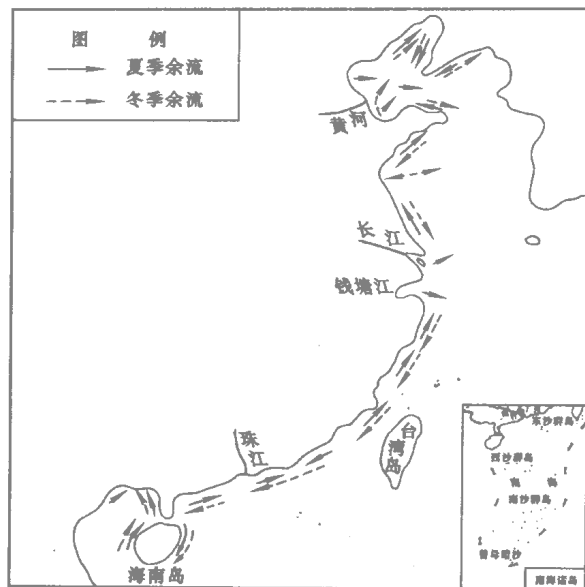


图 1.4 海岸带余流示意图
(据中国海岸带海洋水文调查报告)

向分布的常浪向，辽东湾为 SW 向，北黄海自辽东半岛至石臼港为偏 S 向，江苏、上海、浙江、福建、广东海岸为 SE 和 NE 向，广西沿岸为 NE 和 SW 向，海南岛西部为 SW 向。在强浪向上，北黄海沿岸为 SE 向，辽西海岸和辽东湾为 N、NNE 向，渤海湾为 SW 向，山东半岛北部和渤海海峡为 NNE 和 SW 向，山东半岛海州湾、江苏海岸为 NNE、NE、E 向，长江口和杭州湾为 E、NNE 向，杭州湾以南的浙、闽沿海为 SE 向，两广沿岸为 SE 向，海南岛北岸为 N、NE 向，西岸为 SWW、NNW 向，南岸为 SEE、SSW 向，东岸为 NE 向。表 1.8 为我国主要波浪站各向波浪频率。

沿岸波高以平均波高和最大波高为代表，一般而言，深水逼岸的开敞的基岩

表 1.8 沿海各波浪站各方向海浪出现频率

方位 站名	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
大鹿岛	7	2	1	1	4	5	14	28	12	4	4	2	1		1	7	7
葫芦岛	2	3	5	4	4	5	5	4	14	29	12	1	1	1	2	1	7
秦皇岛	1	1	1	3	7	6	6	5	15	10	4	3	2	1			
塘沽	4	3	7	9	7	5	5	3	3	4	4	2	1	1	2	4	
成山角	6	1	8	1	1	1	2	3	9	4	1			1	1	1	
石臼所	5	5	5	5	11	8	10	6	8	3	2	1	2	1	1	2	25
连云港	7	9	9	4	20	3	1						14	2	3	2	28
引水船	9	10	8	6	5	7	6	9	5	4	2	1	1	3	7	7	6
嵎山	8	5	11	8	6	5	6	7	8	4	3	2	2	4	11	10	
南鹿	8	16	12	4	20	25	6	1	1	4	3	1					
平潭	1	18	18		1	40	3	1	3	8	7						
崇武		19	18	6	1	3	24	10	6	10	2						
表角	1	1	3	7	37	19	15	4	1								
遮浪	2	3	5	13	19	32	6	2	3	3	11	2	1				
碓州岛	1	4	8	19	14	12	20	10	6	1	1	1					
东方	11	12	8						5	17	13	6	3	2	8	12	4
莺歌海	3				1	5	16	13	16	9	7	4	4	6	7	9	1
北海	13	16	8	2	2	2	4	1	1	3	8	11	3	1	1	1	23
白龙尾	1	24	14	3	5	6	10	4	11	8	3						9

注 据《中国海岸带和海涂资源综合调查报告》。

海岸波高大，港湾及近岸水深较浅滩地分布广阔的泥质海岸处，受浅滩地形摩阻影响，波能得到消耗，波高较小。因此地区分布差异明显，平均波高分布，在黄渤海海峡处较大，其余沿岸均较小，一般在 0.5m 左右；东海沿岸普遍超过 1.0m，长江口 0.95m，浙、闽 1.0~1.5m，南海海岸的广东沿岸 1.0m 左右，广西、海南岛沿岸为 0.5~0.7m 左右。最大波高大多由台风引起，一般出现在夏、秋季节，其次出现在冬季寒潮南下的大风时期，在我国东北的辽东半岛及辽东湾，最大波高在 4~5m 左右，渤海湾为 3m，渤海海峡最大偏北向波浪可达 8m 以上，山东半岛东部最大波高可出现 4~5m 的大浪，南部最大波高可达 6m，成山有达 8m。从江苏连云港经杭州湾，最大波高在 5m 左右，杭州湾口大戢山至福建沿海一带，最大波高变化较大，嵎山、南麂、北礮、平潭均出现 10m 以上的大浪，最大可达 15~16m，广东沿海最大波高为 4~5m，遮浪站和碇州岛分别出现 9m、7.5m，广西沿岸最大波高一般为 2~3m，白龙尾站极值波高为 4.1m，在海南岛的西部莺歌海最大波高达 9.0m，北海最小为 2.0m，其余在 3~4m 间。沿海各主要波浪的平均波高、最大波高及周期见于表 1.9。

表 1.9 沿海各站波高和波周期

站 名	平均波高 (m)	最大波高 (m)	平均波周期 (s)	站 名	平均波高 (m)	最大波高 (m)	平均波周期 (s)
大鹿岛	0.5	4.0	2.6	老虎滩	0.4	8.0	3.2
葫芦岛	0.5	4.6	2.8	北隍城	1.1	8.6	3.8
纪岬岛	0.6	7.2	2.6	成山角	0.3	8.0	2.6
小麦岛	0.6	6.1	3.0	石臼所	0.5	8.3.5	3.0
连云港	0.6	5.0	3.8	吕 泗	0.3	2.8	2.6
引水船	0.9	6.2	3.4	嵎 山	1.1	17.0	4.8
滩 浒	0.4	4.0	2.9	南 麂	1.0	10.0	5.0
北 礮	1.5	15.0	5.5	平 潭	1.1	16.0	4.8
流 合	1.2	6.9	3.8	云 澳	1.0	6.5	3.7
遮 浪	1.1	9.0	3.6	碇州岛	0.9	8.1	3.5
白沙门	0.5	2.4	3.4	莺歌海	0.7	9.0	3.2
东 方	0.7	4.8	3.6	榆 林	0.5	4.6	3.1
北 海	0.3	2.0	2.3	白龙尾	0.5	4.1	3.1

注据《中国海岸带和海涂资源综合调查报告》。

六、风暴潮

风暴潮是在强风（台风）或气压骤变的情况下所导致的潮位异常升降现象，若遇上天文大潮或河口区的洪水，则往往水位猛涨，毁坏堤防，咸潮入侵，造成巨大损失，是沿海垦区及围海工程的主要自然灾害。风暴潮在浙、闽、两广的南方海区受台风影响，发生频率较高，比较明显的每年平均发生 2~3 次，其中最大增水值，在海南岛的南渡受 8007 号台风影响形成 5.92m 的特大增水值。我国中部以长江口吴淞最大增水值 2.76m，杭州湾内的乍浦为 4.34m，浙南温州为 3.88m，沿海主要站点的最大增水值见表 1.10。

1997 年出现的 9711 号台风，是近年内影响我国沿海范围较大的一次强台风，造成的经济损失为近半个世纪来最大，在 9711 号台风风暴潮期间，从福建北部沿海到渤海湾沿岸，几乎所有的验潮站都超过当地警戒水位。据不完全统计，沿海有 18 个站的高潮位超过当地警戒水位，分别是：福建的三沙、沙埕；浙江的敖江、瑞安、温州、坎门、海门、健跳、定海、镇海、乍浦；上海的高桥、黄埔公园；江苏的燕尾、连云港；山东的石臼所、青岛；天

表 1.10 沿海主要港口最大增水

站 名	最大增水值 (m)	站 名	最大增水值 (m)	站 名	最大增水值 (m)
大 连	1.33	吴 淞	2.76	汕 尾	1.55
营 口	1.77	乍 浦	4.34	赤 湾	1.96
葫芦岛	2.03	宁 波	2.51	北津港	2.55
秦皇岛	1.83	温 州	3.88	湛 江	4.56
塘 沽	2.27	沙 埕	2.11	南 渡	5.92
羊角沟	3.77	平 潭	2.47	海 口	2.49
烟 台	1.20	厦 门	1.79	石头埠	2.33
青 岛	1.47	东 山	1.52	北 海	1.61
吕 泗	2.50	妈 屿	3.14	白龙尾	1.86

注据《中国海岸带和海涂资源综合调查报告》。

津的塘沽。其中，健跳、海门、乍浦、镇海、定海、高桥、连云港、石臼所、青岛等 9 个站的潮位记录突破历史极值。经计算，这些站的高潮位重现期，最低为 70 年一遇（连云港）最高为千年一遇（健跳和海门）健跳和海门站的高潮位超过当地警戒水位 2.2m 左右。超过历史极值 1.0m 左右。上述的 18 个站中风暴增水超过 1.0m 的有 16 个站，超过 2.0m 的 4 个站，最大增水发生在浙江省健跳，达 2.61m。

这次台风所经之处，造成巨大损失。浙江省是 9711 台风的重灾区，台风登陆时北至钱塘江，南至闽浙交界处，千里海塘被整段冲毁，风雨交加，山洪暴发，平原区城乡一片汪洋，成灾范围国内外罕见。据不完全统计，台风期间损坏堤防 766km，堤防决口 13894 处，受灾人口 1141 万，直接经济损失 193 亿元。

第 三 节 泥 沙

我国沿海近岸水体中泥沙量，其主要来源于大陆各入海河流的下泄输沙，其次则为波浪和潮流对海岸海滩和浅海海底物质的冲刷再悬浮，沿岸泥沙来源的多寡，是造成海岸滩涂冲淤演变的主要物质条件，直接影响着滩涂资源数量和质量，同时海岸的侵蚀和淤涨亦关系到围海工程的规模和安全。

一、我国主要入海河流的输沙量

河流的入海泥沙在河口区及沿岸浅滩区内沉积是形成我国大片滩涂资源的主要物质基础。我国的长江、黄河、珠江等的主要大河河口三角洲均由大量入海泥沙堆积而成，至今仍在不断向海伸展，成为我国滩涂资源最为丰富的地区。表 1.11 为我国主要河流的入海径流量和输沙量状况。

长江的入海径流量占全部主要河流的 65.9%，其次为珠江与闽江，分别占 20.3% 与 4.3% 黄河的入海泥沙占全部主要河流的 63.6% 但径流量只占 3.0%，长江的入海泥沙次于黄河，占 28.1% 珠江占 5.2%，这三条河流的入海沙量占全部主要河流的 96.9%。

表 1.12、表 1.13 分别为代表性入海河流多年月平均流量和平均含沙量统计值，由此可

表 1.11 主要河流多年平均入海径流量和输沙量

省(区)市	入海水量 (10^8m^3)	占总量比值 (%)	入海沙量 (10^4t)	占总量比值 (%)	平均*含沙浓度 (kg/m^3)
辽 宁	297	1.87	5160.3	2.96	1.74
河 北	59.1	0.37	2252.5	1.29	3.81
天 津	78.3	0.49	28.5	0.02	0.04
山 东	497.1	3.12	106594	61.04	21.45
江 苏	298	1.87	526.1	0.30	0.18
上 海	9204.6	57.81	46800	26.8	0.51
浙 江	803	5.04	1337.8	0.77	0.17
福 建	968	6.08	1678.8	0.96	0.17
广 东	3639	22.85	10115.1	5.78	0.28
广 西	78.9	0.50	142.9	0.08	0.18
合 计	15923	100.0	174636	100.0	1.10

按省、自治区、直辖市平均。

表 1.12 代表性入海河流多年平均流量

河 名	多 年 月 平 均 流 量 (m^3 / s)												测 站	统计年数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
辽 河	15.4	10.8	62.2	167	74.6	140	312	592	353	151	79.1	32.3	巨流河	19
滦 河	32.2	35.4	51.1	64.9	46.6	806	370	574	216	112	72.4	44.3	滦 县	34
黄 河	509	511	91.1	1050	986	886	2030	3100	2810	2450	1620	799	利 津	23
长 江	10200	11200	15200	23300	35500	41100	48900	45600	42000	35800	25200	149000	大 通	30
瓯 江	119	305	463	603	971	1200	487	364	584	161	105	108	圩 仁	23
闽 江	594	950	1550	2130	3510	4770	2330	1570	1310	868	653	593	竹 歧	35
东 江	170	298	345	497	988	2380	1260	766	995	388	257	169	博 罗	6
南渡江	52.8	41.8	38.4	59.3	115	227	179	282	435	427	227	94.6	龙 塘	18

注 据水利电力部水利司《全国主要河流水文特征统计》。

表 1.13 代表性入海河流多年平均含沙量

河 名	多 年 月 平 均 含 沙 量 (kg / m^3)												测 站	统计年数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
辽 河	0.061	0.035	1.23	4.34	1.33	4.74	9.01	6.85	5.06	1.90	0.484	0.108	巨流河	4
滦 河	0.25	0.32	0.49	0.07	0.79	4.11	10.1	7.30	2.58	1.03	0.51	0.43	滦 县	29
黄 河	2.38	3.46	10.3	126	11.7	12.8	32.4	44.2	35.6	22.1	14.8	6.23	利 津	23
长 江	0.1124	0.117	0.168	0.308	0.454	0.483	0.815	0.794	0.740	0.570	0.237	0.237	大 通	21
瓯 江	0.011	0.123	0.060	0.093	0.128	0.214	0.152	0.257	0.319	0.029	0.012	0.011	圩 仁	12
闽 江	0.018	0.036	0.072	0.092	0.166	0.223	0.106	0.065	0.062	0.027	0.014	0.018	竹 歧	20
东 江	0.014	0.125	0.102	0.185	0.198	0.198	0.144	0.102	0.170	0.070	0.030	0.011	博 罗	6
南渡江	0.014	0.017	0.043	0.105	0.083	0.088	0.091	0.122	0.127	0.092	0.046	0.015	龙 塘	17

注 据水利电力部水利司《全国主要河流水文特征统计》。

以看出入海沙量的年内分配的洪、枯季季节性变化。

二、含沙量分布

我国沿海水域含沙量分布，与泥沙的来源地密切相关，因此从沿岸含沙量的平面分布上，凡是在大河河口的入海区附近或沿岸风浪及潮流较强烈区域，尤其是淤泥质海岸地区，往往是沿岸水体含沙量的高值区，其中尤以黄河口、长江口、杭州湾所在及邻近海岸为最高，含沙量分别在 $0.3\sim 3.5\text{kg}/\text{m}^3$ 和 $0.5\sim 2.75\text{kg}/\text{m}^3$ ，并以此为中心向沿岸两侧递减。我国沿岸含沙量由北而南的沿程分布，黄、渤海沿岸年均含沙量 $0.01\sim 0.55\text{kg}/\text{m}^3$ 东海沿岸为 $0.1\sim 1.8\text{kg}/\text{m}^3$ 南海沿岸为 $0.05\sim 0.2\text{kg}/\text{m}^3$ ，是全国最低区域。由于受沿海风浪季节性变化的影响，造成了沿岸含沙量明显的季节性变化，一般在黄、渤海沿岸冬季受北来的寒潮大风影响，对岸滩冲刷强烈，加大了沿岸含沙量，明显高于夏季含沙量，位于南黄海的江苏北部连云港沿岸的年内各月含沙量分布如表 1.14。东海两个站年内各季含沙量分布如表 1.15。

表 1.14 1984、1995 年连云港
月均含沙量统计

单位： kg/m^3

年份 \ 月份	1	4	7	10	平均
1984	0.28	0.27	0.18	0.11	0.20
1995	0.26	0.20	0.15	0.19	0.21

表 1.15 金山嘴、长江口引水船
表层悬沙季节变化

单位： kg/m^3

地 点	冬季	春季	夏季	秋季
金山嘴 (1978 年)	1.08	0.54	0.35	0.71
长江口引水船 (1982.9~1983.8)	0.59	0.35	0.14	0.26

上述两地区高含沙量出现在 1~2 月，为低含沙量季节，出现在夏季。在南海沿岸，含沙量普遍较低，但季节性差异性大，北部湾夏高冬低，海南岛秋季较高。在河口地区的含沙量主要受到河流输沙洪、枯季节变化影响，其次还受风浪作用影响。长江口含沙量年内分布如表 1.16。

表 1.16 长江口横沙表层含沙量年内分配

年 份	1998					1999							
月 份	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	年 均
月均含沙量	0.226	0.216	0.205	0.238	0.311	0.336	0.388	0.379	0.366	0.304	0.327	0.325	0.302

含沙量在海岸的横向分布主要与沿岸波浪作用强度及破波带的宽度有关，即破波带内掀沙作用强烈是含沙量的高值区，破波带外含沙量明显降低，这种现象在淤泥质海岸浅滩地区尤为明显。根据沿岸长期观测结果推算得到的连云港海岸含沙量的横向分布如表 1.17 所示。

三、近岸带泥沙输移

近岸带泥沙输移强度和方向主要取决于泥沙来源、泥沙特性及水动力强度。在河流入海口区，河流下泄的丰富泥沙在河口水流搬运下，向河口两侧及外海输移扩散，造成两侧滩涂及水下三角洲的不断淤涨，如黄河多年年均输沙可达 10 亿 t 左右，不仅造成河口三角

表 1.17

各级波高情况下破波带外含沙量分布

单位: kg/m^3

海洋站 $H_{1/10}$ (m)	0 (km)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20	年波高 频率
5.0	1.40		1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	0.831	0.596	0.493	
4.0	1.23		1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	0.823	0.646	0.557	0.499	0.423	0.341	0.293	0.0005
3.0	1.08		1.08	1.08	1.08	0.559	0.441	0.378	0.337	0.307	0.284	0.251	0.209	0.183	0.010
2.0	0.80		0.80	0.399	0.289	0.240	0.210	0.189	0.173	0.161	0.151	0.136	0.115	0.102	0.1386
1.0	0.48	0.48	0.166	0.124	0.103	0.090	0.081	0.074	0.069	0.065	0.061	0.056	0.048	0.043	0.315
0.5	0.20	0.125	0.077	0.060	0.051	0.045	0.041	0.038	0.035	0.033	0.032	0.029	0.025	0.022	0.536
年平均	0.259	0.227	0.135	0.089	0.066	0.060	0.054	0.049	0.045	0.042	0.038	0.036	0.030	0.028	

洲的不断淤涨，每年增加土地面积可达 40 万~50 万亩，河口两侧形成宽阔的淤泥质海滩，向南可及莱州湾，北达天津塘沽。长江河口入海泥沙量每年达 4.86 亿 t，形成河口沙洲群，崇明东滩以年均 350m 速度向海伸展，入海输移范围十分广阔，向南可以达到浙、闽交界处，是浙东港湾内淤泥海滩淤涨的主要泥沙来源，珠江河口口门向海伸展速度每年可在 120~150m，在基岩海岸和砂砾海岸，沿岸泥沙输移的物质来源主要由波浪对岸滩的冲刷物质，海滩物质以中粗砾、砾石为主，形成沿岸泥沙流的主要动力为波浪，搬运范围和距离十分局限，泥沙输移范围一般局限在狭窄的破波带内进行。只有在陆源物质供应丰富的细沙质海岸，在波浪作用下，才有可能形成较强的沿岸泥沙流，形成各类沙滩、砂嘴等堆积地貌。

“波浪掀沙，潮流输沙”是滩涂资源最为丰富的淤泥质海岸地区泥沙运动的主要表现形式，由于组成物质的粉砂质粘土以细颗粒泥沙为主，一旦被波浪掀动悬扬后，就不易沉降，长期处在悬浮状态。由于淤泥海滩坡度甚缓，破波带宽阔，这样，不仅形成了宽阔的浑水带，而且在潮流的搬运下，向海外扩散，并在沿岸作远距离搬运，如江苏废黄河三角洲海岸冲刷泥沙可向南搬运到射阳河口以南的辐射状沙洲区内，向北可达海州湾顶沉积。但是，在强烈淤积的淤泥质海岸，由于滩面浮泥层的存在，对浅水波浪的向岸推进起着阻滞消浪作用，这就相应减弱了波浪对滩面泥沙的掀动能力，削弱了沿岸泥沙的搬运，而有利于外来泥沙的停积，进一步扩大了滩涂的淤涨。

第 四 节 海 冰

海冰是我国北部海区特有的海洋自然现象，每当冬季寒潮入侵，气温骤降，导致沿岸海水结冰，海冰现象直接可危及沿岸海堤的安全和港口航道滩涂围垦活动，并对海滩生物及养殖造成影响。

我国海冰主要分布在黄海北部，包括渤海湾、辽东湾及辽东半岛的大部海岸。表 1.18、表 1.19 为我国海冰的分布状况。

表 1.18 北部海区沿岸冰情特征要素 (1)

站名	初冰日 (月·日)			终冰日 (月·日)			冰期 (天数)			封冰日期 (平均)	解冰日期 (平均)	封冰天数 (平均)	固定冰 出现日期	固定冰 消失日期	资料 年限
	最早	最晚	平均	最早	最晚	平均	最早	最晚	平均						
大鹿岛	10.25	12.18	11.17	3.07	4.10	3.21	99	153	124	12月下旬	2月下旬	57	12月上旬	2月下旬	20
小长山岛	12.28	1.12	1.12	1.20	3.09	2.14	0	64	32	12月下旬	2月上旬	40	12月下旬	2月下旬	18
长兴岛	12.11	2.7	1.10	3.04	4.05	3.15	29	112	67	1月上旬	2月下旬	33	12月下旬	3月上旬	19
鲛鱼圈	11.30	12.3	11.17	3.06	4.07	3.23	111	149	127	12月中旬	3月上旬	72	12月中旬	3月中旬	21
营 口	11.20	12.12	11.28	3.16	4.05	3.25	113	128	119	12月下旬	3月上旬	67	11月底	3月中旬	10
葫芦岛	11.17	12.23	12.06	3.10	3.30	3.13	74	124	98	12月下旬	3月上旬	60	1月上旬	3月上旬	21
芷锚湾	11.09	12.18	11.24	2.25	4.04	3.09	77	147	107	12月下旬	2月下旬	45	1月上旬	2月下旬	21
秦皇岛	11.10	12.13	11.26	3.10	3.24	3.10	85	124	105	12月下旬	2月下旬	48	12月下旬	2月下旬	18
塘 沽	12.08	1.20	1.13	2.10	4.04	2.22	35	124	64						10
岔 尖	12.10	12.28	12.10	2.16	3.29	3.10	87	108	92						10
龙 口	12.07	1.05	12.15	2.05	3.17	3.04	0	97	62						10

表 1.19 北部海区沿岸冰情特征要素 (2)

站名	固定冰宽度 (km)		固定冰厚度 (cm)		固定冰 堆积高度 (m)	流冰冰界 (km)	流冰厚度 (cm)	流冰冰量 (级)	流冰 密集度 (级)	流冰 最多方向	流冰 最大速度 (m/s)
	一般	最大	一般	最大							
大鹿岛	2~3	5	30~40	60	1~3	10~20	15~30	5~6	7~8	WNW SSE	1.1
小长山岛	1~2	3	15~30	50	1~2	10~20	12~20	4~5	5~7	SE	1.0
长兴岛	<1		20~30			10	10~30	5~7	6~7	N S	
鲛鱼圈	2~4	6	30~40	100	2~5	10~12	15~30	8~9	8~9	SSW	1.9
营 口	6~8	10	40~50	81	2~4	30~50	15~30	8~9	8~9	NE SW	1.8
葫芦岛	3~4	6	20~40	78	2~6	20~40	15~30	6~7	7~8	ENE WSW	1.5
芷锚湾	<1	2	20~30	63	2~4.5	20~40	15~30	5~6	7~8	WSW SSW ENE	1.2
秦皇岛	<1	2	20~30	54	2~4.5	20~30	5~20	5~6	6~7	WSW ENE	0.7
塘 沽						20~30	10~20	5~6	5~6	NE ESE	0.8
岔 尖	1~2	3	15~30	35	1~3	10~20	10~20	5~6	5~6		1.4
龙 口			10~20	30	1~2.6	20~30	5~20	4~5	5~6		1.0

注 表 1.18、表 1.19 均引自《中国海岸带海洋水文调查报告》。

第二章 海岸带地质与地貌

第一节 海岸带地质概述

一、地质构造

(一) 新华夏地质构造

中生代以来,亚洲大陆和南太平洋洋底向北移动,造成东亚和我国独特的地质构造形式——新华夏构造。该构造走向为北北东,主体由一系列相互平行的隆起带和沉降带组成,呈雁形排列。新华夏隆起带又和阴山、秦岭和南岭的东西向构造带交叉,导致该体系的局部走向向东偏转,构成中国东部地质构造的特殊骨架。

新华夏构造体系中的隆起带和沉降带自东向西依次为:日本群岛—琉球群岛—台湾岛为第一隆起地带;日本海—黄海—东海—南海为第一沉降带;辽东半岛—山东半岛—东南沿海丘陵为第二隆起带;松辽平原—渤海—华北平原—华中平原为第二沉降带。第三隆起带在海岸带仅局部展现于辽西和冀东沿海,第三沉降带位于内陆,与海岸带无关。

新华夏构造体系中的隆起带在与早于其先形成的东西向构造带交叉的地段,其北北东走向发生明显的东偏,尤以东南沿海丘陵隆起带最为显著。东南沿海丘陵隆起带受南岭东西向构造带牵制,通常自闽南开始逐步由北北东走向转变为北东—北东东走向,至粤又为东南向,从而使整个东南沿海丘陵隆起带呈一向东南方向突出的弧形构造。太行山隆起带北端与阴山东西向构造带交叉形成北东东向的新华夏燕山隆起带。

中国海岸带横跨新华夏地质构造中的第一隆起带、第一沉降带、第二隆起带、第二沉降带、第三隆起带共 5 个构造带。隆起带在地形上为正地形;沉降带在地形上为负地形。这种构造把中国海岸分成两大体系:杭州湾以南的山地丘陵海岸,杭州湾以北的平原海岸,分别控制了中国海岸带宏观地貌发育的基础。

(二) X 型断裂构造

在新华夏地质构造发生的同时,发育了与其有成生联系的北北东和北东向和北北西—北西向的断裂系统,两者相交构成了 X 型断裂构造。

中国海岸 X 型断裂构造广泛发育,一般以北北东—北东向为主,规模也大,往往构成重要的地质和地形界线。辽东半岛西侧的北北东向的沈阳—营口大断裂控制了辽东半岛西侧的海岸轮廓,大断裂以东为辽东山地,以西为下辽河平原和辽东湾。旅大—凤城大断裂控制辽东半岛东侧的海岸轮廓。山东半岛南部海岸走向与日照—荣城北东向大断裂吻合。浙江沿海从象山湾到沙埕港,一系列北北东—北东向的冲断层,决定了海岸和岛屿的走向。北北东向的长乐—南澳断裂,构成了闽北—粤东海岸的走向。广东沿海的四会—吴川断裂,也影响着粤西海岸的走向。台湾东海岸更是在北北东向的大断裂的控制下造成峭崖壁立的壮观海岸。

除大型 X 断裂外,中小型断裂在中国海岸发育更为广泛,通常北东和北西向两组断裂

密集交叉，组成格子状小构造，对海岸局部地形的控制作用非常突出。使东南沿海众多山溪性河流形成特殊的格子状水系，不少岛屿、半岛、港湾在平面上呈现矩形或菱形。不少海湾的湾口朝向也深受 X 断裂的影响。

X 型断裂构造也为山地丘陵海岸的河口三角洲平原的发育提供了地质基础。如珠江三角洲平原、泉州平原、潮汕平原等。还有一些山丘溺谷海湾或台地溺谷海湾，如象山港、三都澳、大风江溺谷等，深入陆地数十公里，多半也是沿 X 断裂或沿其中的一组发育而成，因而常常形成“大湾套小湾”的特殊地貌形态。

二、新构造运动

近些年来，众多学者通过对中国西部，特别是青藏高原的研究，认为上更新世晚期以来，地壳运动进入了一个新的发展阶段——新构造期。

（一）新构造运动的继承性

前面所述的地质构造在新构造期的新构造运动中仍有活动。新华夏隆起带的新构造运动一般以间歇性上升为主；新华夏沉降带的新构造运动一般则以间歇性下沉为主，两者反差强，可达数百米。间歇性上升形成多级夷平面和阶地；间歇性沉降形成沉积物的沉积韵律变化和不同沉积相的演替。中国海岸的总体轮廓，现代山地丘陵与平原的基本格局以及具体的河口港湾的形状，充分显示了北北东向和东西向地质构造和北北西—北西西向断裂构造痕迹。沿构造带或断裂带分布的地震、地下热水及火山活动等，说明这些老地质构造在新构造运动时期仍有不同程度的活动。例如，北东向的邢台—唐山地震带。北北东向的台东纵谷断裂带，更是我国地震活动最强烈的地区。

（二）新构造运动的差异性

新构造运动的差异性最大的特点是：以杭州湾为界，以北总体下沉，以南总体上升。但在总体下沉或上升过程中，也有局部的上升或下沉活动。

杭州湾以北中国东部平原，以成因和形态特征来看，属于构造运动梯度较小的地区，其中垂直升降活动及水平扭动，是产生差异沉降运动的主要原因。它们多沿着第四系下伏基底的断裂构造活动，即平原北部主要沿着北东或北北东向及北西或北西西向的断裂构造活动。平原南部大多沿着北东向、北西向及东西向的断裂构造活动。新构造期间，东部平原的沉降趋势是：东西大于南北，东部大于西部，北部大于南部。但是，同属于杭州湾以北的辽宁和山东的山地丘陵海岸地带，则长期处于抬升状态，上升幅度辽东大于辽西，山东半岛大于辽东半岛。

杭州湾以南的东南沿海山地丘陵地带，新构造期在总体上升的情况下，普遍存在着明显的下降地段。根据这些地段所接受的沉积物的时间来看，杭州湾到闽北三都澳，即温州—镇海北北东向大断裂以东，是在中更新世中期转为下沉的；三都澳到广东韩江口一带，即长乐—南澳北东向大断裂以东，晚更新世初先后转为下沉的；韩江口到雷州半岛，直到晚更新世早期末才转为下沉的。

雷州半岛到海南岛北部早期是继承了第三纪的沉降区，但自中更新世以来又逐渐转为上升，第四系总厚度可达 500m。海南岛中、南部上升幅度要大一些，到了全新世才有局部下沉的现象，第四系总厚度不足 40m。而台湾的中央山脉和海岸山脉，上升幅度很大，比青藏高原的上升速度还要大。

（三）新构造运动的阶段性

新构造期的构造运动，在过程中存在明显的活动时期与间隙时期，或活动强度强弱相间或活动方向相反的时期，反映出新构造运动在时间上的阶段性和空间上的多层性和迭置性。

海南雷琼地区，第四纪时期的火山活动，琼北 6 期 14 回喷发，雷州半岛 5 期 35 回喷发，显示了火山活动的阶段性。各期之间有较长的停息期，形成多层风化红土或半风化的“红顶”。据分析，自上新世至全新世，雷琼地区的火山活动经历了自南而北，又从北向南的两个往复迁移过程。火山活动还分别形成了四级熔岩台地海岸。

中国沿海多层地形普遍发育也是新构造运动阶段性的标志。我国山地丘陵海岸在新构造运动间隙性抬升过程中，发育了夷平面和阶地。第三纪末或早更新世初的低夷平面，其高程在辽西和胶南海岸为 10~20m，浙闽沿海可达 200m 以上，到粤东降为 80m。台湾则因新第三纪到第四纪初的急剧上升，导致上新统海相地层抬升到 1000 米以上的高度。中国沿海保存的海成阶地多以基岩构成的海蚀阶地为主。浙江沿海报导的海成阶地有 5 级之多，分别为 100~120m，60~80m，30~40m，10~20m，5~6m。福建沿海阶地也是 5 级，100~120m，60~80m，35~50m，15~25m，5~6m。香港的海成阶地分别为 71m、40m、22m、15m、5~6m。台湾恒春、高雄等地早更新世阶地海拔为 100~350m，距今 6000~8000 年的隆起礁高度为 10~20m，个别超过 40m。上述数据在一定程度上说明新构造运动变形幅度是因地而异的。平原海岸的新构造运动以下沉为主，常为河流泥沙堆积营造良好的环境。下辽河和苏北平原沉积物厚度为 400m 左右，华北平原大于 600m。在平原海岸的沉积过程中形成了特殊的沉积旋回构造，如长江三角洲平原沉积层由砂砾~粘土的 4~5 个沉积旋回构造，华北平原见有含水层与隔水层的交互更迭等。

三、第四纪海平面变化

第四纪地质历史，是在前第四纪地质背景上的继续和最近一个时期发展的历史。中国海岸带第四纪地质的基本轮廓，主要取决于第三纪末以来的新构造运动和古地理环境。海平面变化受各种因素制约，但在沿海的地层中已经找到了发生在晚第四纪以来 4 次海平面上升的证据，这对我们了解中国海岸带第四纪地质地貌的形成和发育具有重要意义。

（1）距今 11.8 万~8 万年，约在里冰期和玉木冰期之间的间冰期后期，出现了一次高海平面时期，其海平面高度接近现代海平面。这次高海面在渤海湾西岸、黄河三角洲、辽河口、渤海中部和苏北盐城地区沉积地层中均有反映。这一次高海面在渤海湾西岸造成沧州海浸，在黄河三角洲造成早沾化海浸，在杭嘉湖平原也有反映。但在杭州湾以南地层中却没有留下任何痕迹。这次海平面变化，中间可能发生一次波动，之后海面下降。约 7 万年前随着玉木冰期的到来，海面下降到约现代海面以下 60m 左右。

（2）距今 6.5 万~5.3 万年，在经历了距今 7 万年前的低海面之后，海面又迅速上升，约 6 万年前达最高。这次高海面比前次低，约低于现代海面 10 米左右。这次高海面只在渤海、黄河三角洲前缘和杭嘉湖平原的地层中有所反映。之后海平面又较大幅度的下降，约在距今 4.5 万年前，下降到今日海平面之下 70m 左右。

（3）距今 4 万~2.3 万年前的高海面在全国海岸和大陆架均有所反映。属于玉木冰期中的亚间冰期海浸。在渤海湾称献县海浸，在福建称福州海浸。之后海面发生了大幅度