

参考文件  
REFERENCE FILE

浙江省行业标准

---

# 浙江省海塘工程技术规定

上 册

1999-09-05 发布

1999-09-15 实施

---

浙江省水利厅 发布

浙江省水利厅

关于颁发《浙江省海塘工程技术规定》  
(修编本)的通知

浙水管[1999]56号

我省台风灾害频繁,特别是# 9417、# 9711强台风暴潮袭击,海塘损毁严重,我厅决定对《浙江省海塘工程技术规定》第一、二册进行修订,由省水利管理总站与各有关单位分工编制。经我厅组织有关专家评审,批准为厅颁标准。现将《浙江省海塘工程技术》(修编本)上、下册,予以颁布,自1999年9月15日起施行。

一九九九年八月三十日

## 前 言

1980年省水利厅颁发的《浙江省海塘工程技术规定》第一册（近岸海洋水文部分），于1989年曾进行过修订，各地反映其内容基本符合我省实际。1994年和1997年我省先后遭受#9417、#9711两次强台风袭击。沿海从南到北均发生特高潮位。在补充潮位、风速、波浪资料的基础上，再次进行了修订，并且增加了塘顶越浪水量计算等内容，以适应当前我省海塘建设的需要。

本册设计潮位、风速部分由省水文局马志鑫负责修编，设计波浪、塘顶设计高程计算部分由省河口所杜明球、黄世昌负责修编，由周骥负责拼稿。我厅邀请河海大学、水利部南京水科院、大连理工大学及我厅系统有关单位的专家，对修编稿进行了审查，根据审查会议专家们提的意见，修编单位进行了补充完善，由张士君、周骥完成最后修定工作。

本册修订编制得到有关单位和有关专家们的大力支持、关心和指导，在此表示谢意。

编者

1999年8月

## 目 次

1 总 则 .....	1
2 海塘工程等级划分及设防标准 .....	2
3 设计高潮位 .....	4
3.1 设计潮位基面 .....	4
3.2 设计高潮位确定 .....	4
4 波浪要素的计算 .....	9
4.1 波浪的设计标准 .....	9
4.2 海湾及河口段波要素计算 .....	12
4.3 开敞式海岸波要素计算 .....	18
4.4 波浪浅水变形计算 .....	21
5 塘顶设计高程的计算 .....	26
5.1 塘顶高程计算 .....	26
5.2 波浪爬高计算 .....	27
6 允许部分越浪海塘的越浪水量计算 .....	38
6.1 海塘的允许越浪量 .....	38
6.2 海塘越浪量的计算 .....	38
附录 A 算例 .....	41
附录 B 日本港建设计临界越浪量参考值 .....	52
附表一 浙东沿海、海岛、港湾及河口主要站设计年最高潮位表 .....	53
附表二 第 I 型极值分布律的 $\lambda_{pn}$ 表 .....	54
附表三 皮尔逊 III 型曲线模比系数 $K_p$ 值表 .....	57
附表四 浅水的波高、波速和波长与相对水深的关系表 .....	58

附表五	波长~周期~水深关系表 $L=f(T, d)$ .....	70
附表六	双曲线正切 $\text{th}x$ 查算表 .....	72
附表七	双曲线余弦 $\text{ch}x$ 查算表 .....	73
附图一	浙江沿海潮位站分布图 .....	74
附图二	浙东沿海地区不同重现期设计高潮位查算图 .....	75
附图三	浙江沿海定时年最大风速均值(V)及变差系数( $C_v$ ) 等值线图(N~NNE) .....	76
附图四	浙江沿海定时年最大风速均值(V)及变差系数( $C_v$ ) 等值线图(NE~ENE) .....	78
附图五	浙江沿海定时年最大风速均值(V)及变差系数( $C_v$ ) 等值线图(E~ESE) .....	80
附图六	浙江沿海定时年最大风速均值(V)及变差系数( $C_v$ ) 等值线图(SE~SSE) .....	82
附图七	浙江沿海定时年最大风速均值(V)及变差系数( $C_v$ ) 等值线图(S~SSW) .....	84
附图八	浙江沿海定时年最大风速均值(V)及变差系数( $C_v$ ) 等值线图(SW~WSW) .....	86
附图九	浙江沿海定时年最大风速均值(V)及变差系数( $C_v$ ) 等值线图(W~WNW) .....	88
附图十	浙江沿海定时年最大风速均值(V)及变差系数( $C_v$ ) 等值线图(NW~NNW) .....	90
附图十一	波浪爬高值 $R_0$ 查算图 $R_0 \sim m \sim L_0/H_{01\%} [L/H_{1\%}]$ , $m \leq 3$ .....	92
附图十二	波浪爬高值 $R_0$ 查算图 $R_0 \sim m \sim L_0/H_{01\%} [L/H_{1\%}]$ , $m > 3$ .....	93

## 1 总 则

1.0.1 为了适应海塘工程的建设需要,统一海塘工程的设计标准和技术要求,做到技术先进、经济合理、安全适用,使海塘工程有效地防御风暴潮灾害,特制订本规定。

上册为近岸海洋水文部分。

1.0.2 本规定是在1989年颁发的《浙江省海塘工程技术规定》第一册基础上,根据9417、9711号台风风暴潮灾害以后海塘工程技术研究成果,进行修订补充。条文和推荐方法,力求可行性和可操作性。

1.0.3 本规定上册的主要内容包括:海塘工程的等级划分及设防标准,设计高潮位、设计波要素、波浪爬高、塘顶越浪量和塘顶高程的确定。

1.0.4 本规定适用于沿海、海湾及河口地段新建、扩建、加固的海塘(海堤)工程。

1.0.5 本规定中给出的设计高潮位、设计风速和设计波浪要素值的计算分析方法、查算图表,对Ⅲ级以下海塘工程可直接使用。对Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级或者有重要防护对象的海塘工程,还应进行专题研究、模型试验。

1.0.6 海塘工程建设除符合本规定外,还应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 海塘工程等级划分及设防标准

2.0.1 海塘工程等级和设防标准,根据防护区内各类防护对象的规模和重要性,参照现行国家标准《防洪标准》(GB50201-94)及《堤防工程设计规范》(GB5028-98),结合本省实际情况确定。海塘工程的等级和设防标准应符合表 2.0.1 的规定。

表 2.0.1 海塘工程等级和设防标准表

海塘工程等级		I	II	III	IV	V
设计重现期(年)		200 以上	100	50	20	10
防护对象	城市	人口 150 万以上特别重要城市	人口 50 ~ 100 万重要城市	人口 10 ~ 50 万城市	人口 1 ~ 10 万城镇	人口 0.1 ~ 1 万乡镇
	农村		100 万亩以上大片平原	5 ~ 100 万亩平原	1 ~ 5 万亩	1 万亩以下
	工矿企业、基础设施	特大型	大型	中型	中型	小型

注:(1)海塘防护对象中的人口、耕地是指整个闭合区内的,包括备塘万一溃决潮水影响的范围。

(2)表中作为分等级指标的城市人口、农田面积、工矿企业和基础设施,满足其中一项即可。

(3)防护区内如有几个不同类别的防护对象时,应按要求较高的防护对象工程等级确定;防护对象同时满足同一级别的 2~3 项指标的,经过论证其级别可提高一等。

(4)我省沿海地区经济发达,人口密集,IV~V 级海塘也可按照表 2.0.1 提高一个等级;海岛地区较大陆地地区可提高一个等级。

2.0.2 海塘上的闸、涵、泵站等交叉连接建筑物的设防标准,不得低于海塘工程的设防标准,并应留有适当的安全裕度。其建筑物的级别,必须符合国家现行有关标准的规定。海塘建设可分期达标,但是,沿塘建筑物的兴建则不应分期进行。

### 3 设计高潮位

#### 3.1 设计潮位基面

3.1.1 沿海地区设计潮位的基面, 暂按吴淞基面计算, 其与其他基面的关系如下:

吴淞基面水位 = 黄海基面(1956年)水位 + 1.88(m)

吴淞基面水位 = 坎门基面水位 - 1.86(m)

3.1.2 海岛地区目前使用的基面仍为假定基面, 本规定附表 1 中海岛地区的设计潮位均为各站假定基面。各站以假定基面得到的多年平均潮位如下:

定海站平均潮位为 7.72m(假定基面)

沈家门站平均潮位为 2.14m(假定基面)

朱家尖站平均潮位为 2.65m(假定基面)

岱山站平均潮位为 7.67m(假定基面)

长涂站平均潮位为 2.53m(假定基面)

#### 3.2 设计高潮位确定

3.2.1 设计重现期的高潮位值采用频率分析的方法确定, 应具有不少于连续 20 年的年最高潮位资料, 并应调查历史上出现的特高潮位值。

3.2.2 本规定已根据沿海潮位站至今实测的潮位资料经频率分析后, 给出不同重现期设计高潮位查算图表。Ⅲ级以下海塘的设计高潮位, 可根据海塘所在位置直接查算。即在附图二上, 按海塘所在位置与相邻站距离进行直线内插, 或查附表一得出不同重现

期的设计高潮位。

3.2.3 I ~ III 级海塘的设计高潮位, 除按图表直接查算外, 还应按本规定进行专题频率分析计算复核。对人类活动影响和河床冲淤变化大, 洪水、潮汐共同作用的河口段, 也应作专题研究。

3.2.4 用极值 I 型分布进行频率分析计算方法规定如下:

设有连续不小于 20 年的最高潮位系列, 则与设计频率 P 对应的高潮位  $h_p$  的计算式为:

$$h_p = \bar{h} + \lambda_{pn} \cdot S \quad (3.2.4-1)$$

式中  $h_p$  ——设计频率为 P 的高潮位值(m);

$\bar{h}$  ——n 年中的年最高潮位系列  $h_i$  平均值(m);

$\lambda_{pn}$  ——与年频率 P 及资料年数 n 有关的系数, 见附表二。

S ——n 年中最高潮位系列  $h_i$  的均方差。

(1) 对连续的 n 年最高潮位系列  $h_i$ , 则其均值  $\bar{h}$  为:

$$\bar{h} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i \quad (3.2.4-2)$$

n 年潮位系列的均方差为:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i^2 - \bar{h}^2} \quad (3.2.4-3)$$

(2) 对在 n 年连续的年最高潮位系列外, 根据调查在考证期 N 年中出现过特高潮位值 a 个, 则年最高潮位均值  $\bar{h}$  及均方差 S 的计算式分别为:

$$\bar{h} = \frac{1}{N} \left( \sum_{j=1}^n h_j + \frac{N-a}{n} \sum_{i=1}^n h_i \right) \quad (3.2.4-4)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \left( \sum_{j=1}^n h_j^2 + \frac{N-a}{n} \sum_{i=1}^n h_i^2 \right) - \bar{h}^2} \quad (3.2.4-5)$$

式中  $h_j$ ——特高潮位值( $j=1, \dots, a$ );

$h_i$ ——连续年最高潮位系列( $i=1, \dots, n$ )。

此时,按式 3.2.4-1 计算  $h_p$  时,  $\lambda_{np}$  应按年数等于  $N$  时在附表二中查得系数  $\lambda_{np}$ 。

由式 3.2.4-1 求出对应于不同年频率  $P$  的潮位  $h_p$ , 在机率格纸上(包伟尔机率格纸)绘出高潮位的理论频率曲线;同时绘上经验频率点,以检查理论频率曲线与它配合的程度。

### 3.2.5 经验频率计算应符合下列规定:

(1)  $n$  年连续的年最高潮位系列,按递减次序排列的第  $m$  项潮位的经验频率  $p_m$  可按下列数学期望式计算确定:

$$p_m = \frac{m}{n+1} 100\% \quad m=1, 2, \dots, n \quad (3.2.5-1)$$

(2) 对在  $n$  年连续的年最高潮位系列外,根据调查在考证期  $N$  年中有特高潮位  $a$  个,其连续潮位系列的经验频率可按式 3.2.5-1 计算确定,第  $M$  项特高潮位的经验频率  $P_M$  可按式计算确定:

$$P_M = \frac{M}{N+1} 100\% \quad M=1, 2, \dots, a \quad (3.2.5-2)$$

重现期  $N$ (年)与年频率  $P$ (%)的关系为:

$$N = \frac{100}{P} \quad (3.2.5-3)$$

### 3.2.6 用皮尔逊 III 型分布进行频率分析计算的方法规定如下:

设有连续不小于 20 年的最高潮位系列,则与设计频率  $P$  对应的高潮位  $h_p$  按以下两式计算确定:

$$h_p = \bar{h}(1 + \Phi_p C_v) \quad (3.2.6-1)$$

或 
$$h_p = K_p \bar{h} \quad (3.2.6-2)$$

式中  $h_p$ ——设计频率为  $P$  的高潮位值(m);

$\bar{h}$ —— $n$  年中的年最高潮位系列  $h_i$  平均值(m);

$\Phi_p$ ——为与年频率  $P$  及  $C_v$  对应的 P-III 型曲线离均系数,其值见水文计算用表;

$C_v$ ——年最高潮位变差系数;

$K_p$ ——为 P-III 型曲线模比系数,其值见附表三。

(1) 对连续的  $n$  年最高潮位系  $h_i$ , 仍按式 3.2.4-2 确定年最高潮位均值  $\bar{h}$ , 按下式计算变差系数  $C_v$ ,

$$C_v = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left( \frac{h_i}{\bar{h}} - 1 \right)^2} \quad (3.2.6-3)$$

(2) 对在  $n$  年连续的年最高潮位系列外,根据调查在考证期  $N$  年中出现过特大潮位值  $a$  个,则年最高潮位均值  $\bar{h}$  仍按式 3.2.4-4 确定,离差系数  $C_v$  按下式计算。

$$C_v = \sqrt{\frac{1}{N-1} \left[ \sum_{i=1}^a \left( \frac{h_i}{\bar{h}} - 1 \right)^2 + \frac{N-a}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{h_i}{\bar{h}} - 1 \right)^2 \right]} \quad (3.2.6-4)$$

根据  $\bar{h}$  计算  $C_v$  和假定的  $C_u/C_v$  值( $C_u/C_v = 3, 4, 5, 6, \dots, C_u$  为偏差系数),由皮尔逊 III 型分布表查出不同频率  $P$  对应的模比系数  $K_p$  值。按  $h_p = K_p \bar{h}$  计算为对应于频率  $P$  的变量  $h_p$  值。把与不同  $C_u/C_v$  对应的各组  $P$  和  $h_p$  值,点绘在机率格纸上进行适线(必要时  $C_v$  值也可作调整,  $\bar{h}$  一般不作调整),从中选用与经验频率点配合最佳的理论频率曲线,以确定不同重现期的设计值。

经验频率计算仍按式 3.2.5-1 和 3.2.5-2 计算确定。

3.2.7 对于实测资料不足 20 年,但在 5 年以上,可按潮汐特性、地形条件等相似的相邻站,按极值同步差比法进行计算,其计算式如下:

$$h_{yp} = A_{NY} + \frac{R'_Y}{R'_X} (h_{xp} - A_{NX}) \quad (3.2.7)$$

式中  $h_{yp}$ 、 $h_{xp}$ ——分别为待求站及长期站的设计高潮位值(m);  
 $A_{NY}$ 、 $A_{NX}$ ——分别为待求站及长期站的同期年平均潮位值(m);  
 $R'_Y$ 、 $R'_X$ ——分别为待求站及长期站的年最高潮位平均值与同期年平均潮位的差值(m)。

## 4 波浪要素的计算

### 4.1 波浪的设计标准

**4.1.1** 波浪的设计标准包括：1. 设计波浪的重现期；2. 设计波高的波列累积率。对于不同的计算内容应采用不同的设计波浪标准。

**4.1.2** 波浪的设计重现期采用与设计高潮位相同的重现期。设计波浪的确定，当工程地点有20年以上的长期测波资料，可采用频率分析的方法确定。

当工程地点无长期测波资料时，对风区水域内有岛屿或陆地阻挡，或水域狭窄不规则，以风浪为主的海湾和河口段，根据当地的风资料，用风推浪的方法确定设计波要素，风速的重现期即为波浪的重现期，风向组的平均方向即为波向；

当工程地点无长期测波资料时，对开敞式水域以受外海涌浪或混合浪为主的海岸，采用嵎山、大陈、南麂三站的长期测波资料分别推求浙北、浙中、浙南海岸的设计波要素。

**4.1.3** 对于直立式、斜坡式海塘强度、稳定性的计算，设计波高( $H_{F\%}$ )的波列累积率按表4.1.3采用。

表 4.1.3 设计波高的波列累积率

海塘型式	部位	计算内容	波高累积率(F%)
直立式	防浪墙、墙身、闸门、闸墙	强度和稳定性	1%
	基床、护底块石	稳定性	5%
斜坡式	防浪墙、闸门、闸墙	强度和稳定性	1%
	护坡块石及块体	稳定性	13%(注)
	护底块石	稳定性	13%

注:当平均波高与水深的比值  $\bar{H}/d_{\text{前}} < 0.3$  时, F% 宜采用 5%。

设潜堤的海塘, 潜堤消浪及潜堤护面块石的稳定计算, 采用波高累积率为 13%。

如波浪发生破碎则设计波高( $H_{F\%}$ )按破波波高计算。

4.1.4 不规则波的波周期采用平均波周期  $\bar{T}$ (s), 波长采用平均波长  $\bar{L}$ (m), 平均波长可由平均波周期按下式计算。

$$\bar{L} = \frac{g\bar{T}^2}{2\pi} \operatorname{th} \frac{2\pi d}{L} = L_0 \operatorname{th} \frac{2\pi d}{L} \quad (4.1.4)$$

式中  $g$ ——重力加速度(9.81m/S<sup>2</sup>);  
 $d$ ——水深(m);

$\operatorname{th} \frac{2\pi d}{L}$ ——双曲正切函数, 其值查附表六。当  $d \geq \frac{\bar{L}}{2}$  时, 波长

用  $L_0$  表示。L 可试算, 也可根据  $\frac{d}{L_0}$  值查附表四中

$\frac{\bar{L}}{L_0}$  之比值求得。L 也可直接按附表五确定。

4.1.5 对于不规则波一般用统计特征值表示, 常用的波高统计特征值有平均波高  $\bar{H}$ (m), 累积率为 F% 的波高  $H_{F\%}$ (m) (例如  $H_{1\%}$  即累积率等于 1% 的波高) 及  $\frac{1}{P}$  大波的平均波高 (例如  $H_{\frac{1}{10}}$  即十分之一大波平均波高)。

不规则波的不同累积频率波高  $H_{F\%}$  与平均波高  $\bar{H}$  之比值  $H_{F\%}/\bar{H}$  可按表 4.1.5 确定。

表 4.1.5 不同累积频率波高换算

$\bar{H}/d$	F%	0.1	1	2	3	4	5	10	13	20	50
0	$\frac{H_{F\%}}{\bar{H}}$	2.97	2.42	2.23	2.11	2.02	1.95	1.71	1.61	1.43	0.94
0.1		2.70	2.26	2.09	2.00	1.92	1.86	1.65	1.56	1.41	0.96
0.2		2.46	2.09	1.96	1.88	1.81	1.76	1.59	1.51	1.37	0.98
0.3		2.23	1.93	1.82	1.76	1.70	1.66	1.52	1.45	1.34	1.00
0.4		2.01	1.78	1.69	1.64	1.60	1.56	1.44	1.39	1.30	1.01
0.5		1.80	1.63	1.56	1.52	1.49	1.46	1.37	1.33	1.25	1.01

在不同的  $\frac{\bar{H}}{d}$  条件下,  $H_{\frac{1}{100}} \approx H_{0.4\%}$ ,  $H_{\frac{1}{10}} \approx H_{4\%}$ ,  $H_{\frac{1}{3}} \approx H_{13\%}$ 。

当  $\frac{\bar{H}}{d}$  比值介于表 4.1.5 间,  $H_{F\%} \sim \bar{H}$  可内插换算。

在工程计算中进行不同累积频率波高换算也可按式 4.1.5 计算。

$$H_F = \bar{H} \left[ \frac{-4}{\pi} \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} H^* \right) \ln F \right]^{\frac{1-H^*}{2}} \quad (4.1.5)$$

式中  $H_F$ ——累积率为 F% 的波高(m);

$\bar{H}$ ——平均波高(m);

$H^* = \bar{H}/d$ ——考虑水深因子的系数;

F%——累积率。

## 4.2 海湾及河口段波要素计算

4.2.1 本规定中所指海湾为杭州湾、象山港、三门湾、漩门湾、乐清湾、温州湾和舟山群岛等岛屿面向大陆内侧和被岛屿环抱的水域；所指河口段为钱塘江、曹娥江、甬江、椒江、甌江、飞云江、敖江等河流分别自杭州、曹娥、宁波、黄岩、温州、瑞安、敖江市区以下至出海口。

4.2.2 海湾及河口段波浪要素计算采用风速推算的方法，包括平均波高  $\bar{H}$  和平均周期  $\bar{T}$ 。从工程安全考虑，波浪要素计算中不考虑风时的影响，按定常波计算。计算公式采用“莆田海堤试验站公式”，其式如下：

$$\frac{g\bar{H}}{V^2} = 0.13 \operatorname{th} \left[ 0.7 \left( \frac{gd}{V^2} \right)^{0.7} \right] \operatorname{th} \left\{ \frac{0.0018 \left( \frac{gF}{V^2} \right)^{0.45}}{0.13 \operatorname{th} \left[ 0.7 \left( \frac{gd}{V^2} \right)^{0.7} \right]} \right\} \quad (4.2.2-1)$$

$$\frac{g\bar{T}}{V} = 13.9 \left( \frac{g\bar{H}}{V^2} \right)^{0.5} \quad (4.2.2-2)$$

式中  $g$ ——重力加速度 ( $9.81\text{m/s}^2$ )；

$F$ ——风区长度 (m)；

$V$ ——设计风速 (m/s)；

$d$ ——水深即风区平均计算深度  $d_F$  (m)；

$\bar{H}$ ——平均波高 (m)；

$\bar{T}$ ——平均波周期 (s)。

4.2.3 由式 4.2.2-1，定常波波要素取决于风场要素，它包括风区长度  $F$ ，风速  $V$ ，当水域水深较浅时，还受到水深的影

4.2.4 风区长度  $F$  的确定

风区是指风向、风速大致相近的水域，从风区上沿 (起算点) 沿风向到计算点的距离。

风区长度与设计风向有关，设计风向一般取计算点与海塘轴线成正交方向 (称主风向)。必要时应验算左、右各  $22.5^\circ$ 、 $45^\circ$  方向的风速、风区，进行波要素的比较计算，取其不利者。

当海塘所在地的计算主风向两侧水域宽广，水域周界比较规则时，海塘计算点逆风向至对岸的距离在表 4.2.4 所对应的范围内时，风区长度就是对岸到计算点的距离。

表 4.2.4 极限风区长度

风区 F(km)	风速 V (m/s)	水深 $d_F$ (m)					
		15	20	25	30	35	40
5		50	40	30	25	20	20
10		150	100	90	70	60	50
15		250	200	160	140	120	100
20		400	300	250	200	180	150
25		500	400	350	300	250	200

海湾等因地形不规则和水域中有岛屿等障碍物，水域周界不规则，风区长度可采用等效风区长度  $F_e$ ， $F_e$  由式 4.2.4 计算确定：

$$F_e = \frac{\sum F_i \cos^2 \alpha_i}{\sum \cos \alpha_i} \quad (4.2.4)$$

式中  $F_i$ ——在主风向两侧各  $45^\circ$  范围内，每隔  $\Delta\alpha$  角由计算点所划分的到对岸的射线长度 (m)，其值应不大于表 4.2.4 所给定的极限风区值；

$\alpha_i$ ——上述各条射线  $F_i$  与主风向  $F_0$  之间的夹角(度),  $\alpha_i = i \times \Delta\alpha$ 。计算时可取  $\Delta\alpha = 7.5^\circ$  ( $i = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm 6$ ), 初步计算时也可取  $\Delta\alpha = 15^\circ$  ( $i = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$ ), 如图 4.2.4 所示;

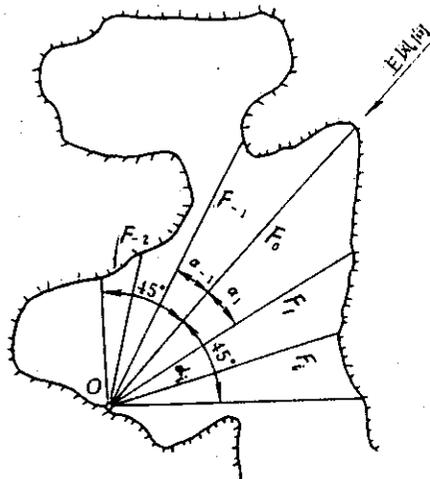


图 4.2.4 等效风区长度计算示意图

**4.2.5 风向:**共分八个方位组,均以度数表示。当风向为 N 时为  $0^\circ$ , 顺时针方向转动, 例 NNE 即为  $22.5^\circ$ , NE 为  $45^\circ$ , 余类推。对实测十六个方位在统计分析时, 归并为八个方位组, 其代表范围度数和平均风向的度数列于表 4.2.5 及图 4.2.5 所示。

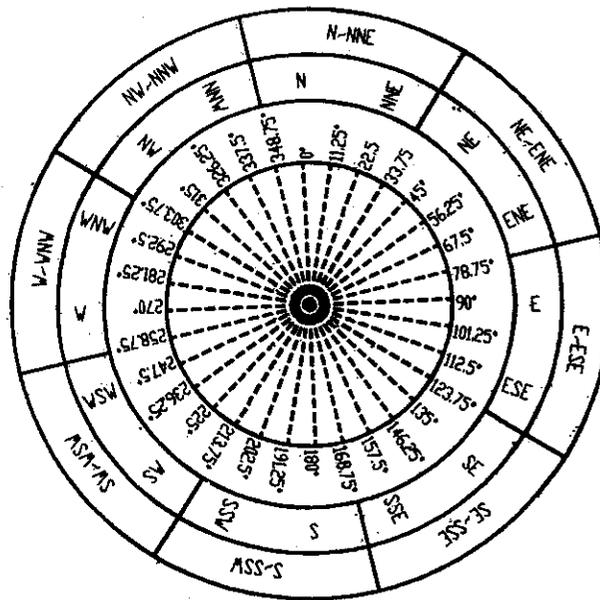


图 4.2.5 八方位风向组划分示意图

表 4.2.5

八个方位组	N ~ NNE	NE ~ ENE	E ~ ESE	SE ~ SSE	S ~ SSW	SW ~ WSW	W ~ WNW	NW ~ NNW
代表范围(度)	348.75 ~ 33.75	33.75 ~ 78.75	78.75 ~ 123.75	123.75 ~ 168.75	168.75 ~ 213.75	213.75 ~ 258.75	258.75 ~ 303.75	303.75 ~ 348.75
平均方位(度)	11.25	56.25	101.25	146.25	191.25	236.25	281.25	326.25

4.2.6 设计风速  $V_{sp}$  的计算

计算风浪要素的风速均以海平面以上 10m 处风速为准。在不同风向组内应取自记过程年最大值(10 分钟平均  $V_a$ )进行分析计算  $V_{ap}$  值。由于至今可供的自记过程年最大值风速作频率分析的站点很少,因此先求得不同风向组定时年最大风速(定时 2 分钟平均  $V_c$ ),用皮尔逊 III 型曲线分布,进行频率分析,给出浙江沿海地区不同风向组的定时年最大风速均值  $\bar{V}_c$ 、变差系数  $C_v$  统计参数等值线图(图中数值均已折算成海平面以上 10m 处的风速),见附图三~十。这样可求得指定风向、风区内定时设计频率风速值  $V_{cp}$ ,然后计算不同风向组的过程设计年频率的风速值,其计算式如下:

$$V_{ap} = 1.45 + 1.17V_{cp} \quad (4.2.6-1)$$

式中  $V_{ap}$ ——不同风向组过程设计年频率的最大风速值(m/s);

$V_{cp}$ ——不同风向组定时设计年频率的最大风速值(m/s)。

$V_{cp}$  的具体计算方法:已知风区长度  $F$ ,在附图三~十定时风速均值  $V_c$  图上,按指定风向在  $F$  风区长度内均匀读取  $n$  点(3~7 点),求得指定风向、风区内的定时风速均值的平均值  $\bar{V}_c$ :

$$\bar{V}_c = \frac{V_{c1} + V_{c2} + V_{c3} + \dots + V_{cn}}{n} \quad (4.2.6-2)$$

在附图三~十的定时风速变差系数  $C_v$  图上,按指定风向在  $F$  风区长度上均匀读取  $n$  点(3~7 点),求得指定风向、风区的  $C_v$  值的平均值  $\bar{C}_v$ ,偏差系数  $C_s$  统一用  $5C_v$ 。

$$\bar{C}_v = \frac{C_{v1} + C_{v2} + C_{v3} + \dots + C_{vn}}{n} \quad (4.2.6-3)$$

查附图三~十时,当海塘计算点指定的风向风区长度位于等值线外围或只通过一条等值线时,则可视情况近似地用外围等值线值确定。

根据  $\bar{V}_c$ 、 $\bar{C}_v$  按下式算得指定风向、风区内定时设计年频率的年最大风速  $V_{cp}$ :

$$V_{cp} = K_p \bar{V}_c \quad (4.2.6-4)$$

上式中  $K_p$  为皮尔逊 III 型曲线模比系数,  $K_p$  值查附表三。将  $V_{cp}$  值代入式 4.2.6-1 即可求得  $V_{ap}$  值。

4.2.7 风区水深  $d_F$  可按风区内水域平均深度确定。 $d_F$  的计算方法:

在海图上,按指定风向在  $F$  风区长度范围内,均匀读取  $n$  点(3~7 点)处的水深,并计算每二点间的平均水深  $d_i$  及间距  $\Delta X_i$ ,再加上设计潮位及海图深度基面与吴淞基面之差值  $\Delta h_0$ ,即为风区平均水深:

$$d_F = \frac{\sum d_i \Delta X_i}{\sum \Delta X_i} + H_p + \Delta h_0 \quad (4.2.7)$$

式中  $d_F$ ——风区平均水深(m);

$d_i$ 、 $\Delta X_i$ ——海图上每二点间平均深度及二点间相应的距离(m);

$H_p$ ——设计频率潮位(m);

$\Delta h_0$ ——海图深度基准面与吴淞基面之差值(m),见表 4.2.7。

当风区内水域的水深变化较小时,水域平均深度可按计算风向的水下地形剖面图确定。

表 4.2.7 各地区  $\Delta h_0$  值

区 域	$\Delta h_0$ 值(m)	备 注
杭州湾北岸澉浦~乍浦	1.6	$\Delta h_0$ 是根据区域中数个水文站基面订正值的均值 当工程所处区域有实测水下地形时,应按实测的水深计算 $d_p$
杭州湾南岸(沥海~嵇头)	0	
浙东沿海(嵇头以南)	1.0	
舟山群岛	0	
象 山 港	0.6	
三 门 湾	1.5	
乐 清 湾	2.1	
温 州 湾	1.6	

4.2.8 塘前水深  $d_{前}$  的计算

塘前水深是指海塘塘脚前约  $L/2$  波长处的水深。按下式计算:

$$d_{前} = H_p - h_{塘} \quad (4.2.8)$$

式中  $d_{前}$ ——塘前水深(m);

$H_p$ ——设计年频率  $P$  的高潮位值(m);

$h_{塘}$ ——距塘脚约  $L/2$  波长处涂面高程(m)。

## 4.3 开敞式海岸波要素计算

4.3.1 本规定所指的开敞式海岸,为浙北舟山群岛外侧海域至浙南苍南与福建省交界处,面向大海,以受外海涌浪或混合浪影响为主的海岸线。

4.3.2 海塘所在地点附近有 20 年以上的长期实测波资料时,则经统计分析求出不同重现期的设计波要素。

4.3.3 当海塘所在地点没有长期实测波资料时,则可分别采用嵊山、大陈、南麂三个海洋水文站长期实测波要素推算设计波要素。嵊山站的设计波要素代表北纬  $29^{\circ}30' \sim 31^{\circ}$  等深线为 30m 处的浙

江北部海区设计波要素;大陈站的设计波要素代表北纬  $28^{\circ}20' \sim 29^{\circ}30'$  等深线为 20m 处的浙江中部海区设计波要素;南麂站的设计波要素代表北纬  $27^{\circ} \sim 28^{\circ}20'$  等深线为 20m 处的浙江南部海区设计波要素。浙江北部、浙江中部、浙江南部开敞式海区不同波向组的深水设计波要素见表 4.3.3。

表 4.3.3 波向在波浪变形计算中在其左、右  $11^{\circ}15'$  的范围内可作适当的调整,必要时验证在左、右各  $45^{\circ}$  方向的波要素,取其不利者。

表 4.3.3 浙江省开敞海区深水设计波要素

波向	N-NNE			NE-ENE			E-ESE			SE-SSE			S-SSW			备注										
	100	50	20	100	50	20	100	50	20	100	50	20	100	50	20											
波高 H (m)	3.2	2.9	2.5	2.2	1.9	7.2	6.2	4.8	3.8	3.0	7.0	6.0	4.8	3.8	3.0	4.5	4.0	3.3	2.9	25.3	2.3	2.2	1.9	1.7	1.5	资料来源: 1963年, 舟山为 1963年, 1997年, 并 33年, 大陈岛 为 1960年
周期 T (s)	13.8	12.8	11.5	10.4	9.1	15.3	14.2	12.9	11.7	10.5	16.7	15.5	13.6	12.4	10.9	17.5	16.1	14.2	12.6	10.9	14.2	13.1	11.6	10.4	9.0	
波长 L <sub>0</sub> (m)	297.1	255.6	206.3	168.7	129.2	363.2	314.6	259.6	213.5	172.0	435.1	374.8	288.5	239.9	185.3	477.8	404.4	314.6	247.7	185.3	314.6	287.7	209.9	168.7	126.4	
平均波高 H <sub>1/3</sub> (m)	6.9	6.2	5.1	4.3	3.5	8.5	7.0	5.4	4.2	3.2	7.8	6.9	5.7	4.6	4.0	6.4	5.7	4.7	4.0	3.2	3.8	3.5	3.0	2.6	2.1	
百分之四 H <sub>1/4</sub> (m)	11.8	10.7	9.1	7.8	6.5	13.8	11.9	9.5	7.7	6.0	12.9	11.7	10.0	8.7	7.3	11.1	10.0	8.5	7.3	6.0	7.1	6.5	5.6	4.9	4.1	
周期 T <sub>1/3</sub> (s)	16.2	15.4	14.0	12.9	11.6	16.3	15.2	13.8	12.7	11.4	15.6	14.8	13.6	12.7	11.6	14.8	14.1	12.9	12.1	11.0	11.3	10.8	10.0	9.3	8.6	
波长 L <sub>1/3</sub> (m)	409.4	370.0	305.8	259.6	209.9	614.5	560.4	459.7	351.6	282.7	739.9	641.7	488.5	381.6	299.9	834.7	710.1	559.6	428.4	318.8	199.2	182.0	156.0	134.9	115.4	
平均波高 H <sub>1/4</sub> (m)	4.8	4.2	3.4	2.9	2.4	6.2	5.2	4.0	3.1	2.1	5.8	5.0	4.0	3.4	2.6	4.8	4.1	3.3	2.7	2.1	2.0	1.9	1.7	1.5	1.4	
百分之四 H <sub>1/4</sub> (m)	8.7	7.7	6.4	5.5	4.5	10.8	9.3	7.3	5.8	4.1	10.2	9.0	7.4	6.3	5.0	8.6	7.5	6.1	5.1	4.0	3.9	3.6	3.3	3.0	2.8	
周期 T <sub>1/4</sub> (s)	14.5	13.1	11.2	9.7	8.2	18.2	15.8	12.8	10.5	8.4	14.2	13.4	12.2	11.3	10.2	14.9	13.6	11.9	10.6	9.1	11.6	10.6	9.1	8.1	7.0	
波长 L <sub>1/4</sub> (m)	328.0	287.7	195.7	146.8	104.9	516.7	439.4	355.6	272.0	210.1	514.6	420.1	323.2	249.2	199.2	623.3	548.3	420.9	317.5	229.2	209.9	175.3	129.2	102.4	76.4	
波向方位角 (度)	11.25			56.25			101.25			146.25			191.25													

4.3.4 对于海塘所在地附近有大于 5 年、小于 20 年的实测波资料的, 可用超大值法取样。每次大浪过程分波向组只取一个大波波高和对应的周期作为统计样本, 用 P-III 型曲线与经验点拟合, 求得以次为单位的多少次一遇的波高和周期值, 并可近似的按下式将多少次一遇的波高和周期值转化为多少年一遇的波高和周期:

$$P_{(年)} = \frac{P_{次}}{M} \quad (4.3.4)$$

式中 P(年)——以年为单位的频率;  
 P(次)——以次为单位的频率;  
 $\bar{M} = \frac{M}{N}$ ——平均每年所取的样本数, M 为取样的总次数, N 为取样的年数, 即年频率相当于  $\bar{M}$  分之一频率。

4.3.5 对用 4.3.3 条和 4.3.4 条的计算成果, 如果工程地点附近有短期测波资料时, 尽可能收集波浪和风的资料, 对波周期进行分析论证和调整后才采用。

4.3.6 塘前水深 d<sub>前</sub> 的计算  
 塘前水深含意和计算同 4.2.8 条。

### 4.4 波浪浅水变形计算

4.4.1 近岸浅水区波要素计算  
 波浪向近岸浅水区传递, 其波高、波长、波向均要发生变化, 需进行波浪浅水变形计算。对一般海塘工程因受客观条件限制, 波浪浅水变形计算只计及浅水校正和底摩阻损失, 波浪变形计算中假设周期不变。波浪的折、绕射考虑与否应视当地实际和条件, 具体分析确定。变形计算起始水深, 海湾和河口区为风区平均水深

处;开敞式海区,浙北海区为 30m、浙中海区为 20m、浙南海区为 20m 水深处。

#### 4.4.2 近岸浅水区波高计算

波浪浅水变形中的波高,当海底坡度  $i \leq 1/500$  时,按下式计算:

$$\bar{H}_i = K_s \cdot K_f \cdot \bar{H}'_0 \quad (4.4.2)$$

式中  $K_s$ ——相应某一计算水深的浅水系数,  $K_s$  值可根据计算式

$$K_s = \left[ \frac{1}{\left(1 + \frac{4\pi d/L}{\text{sh}4\pi d/L}\right) \frac{C}{C_0}} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ 计算,也可按 } \frac{d}{L_0} \text{ 根据附表}$$

四查得;

$K_f$ ——主要包括摩擦损失在内的波能损耗系数,可先计算

参量  $\frac{\bar{H}'_0 \Delta X}{d^2}$ ,  $\frac{\bar{d}}{T^2}$ , 然后按图 4.4.2 查得。参量式

中:  $f$  为摩擦系数,淤泥质海底取 0.01,粗砂质海底取 0.02。 $\bar{d}$  为分段平均水深(m),分段时当该段水深在 10m 以内,每段首末水深差不大于 2m;当水深在 10~20m,每段首末水深差不大于 3m;当水深为 20~30m 时,每段首末水深差不大于 5m。 $\Delta X$  为分段长度(m);

$\bar{H}'_0$ ——第一段起始的计算深水平均波高(m);

$\bar{H}_i$ ——变形后各段末端的平均波高(m)。

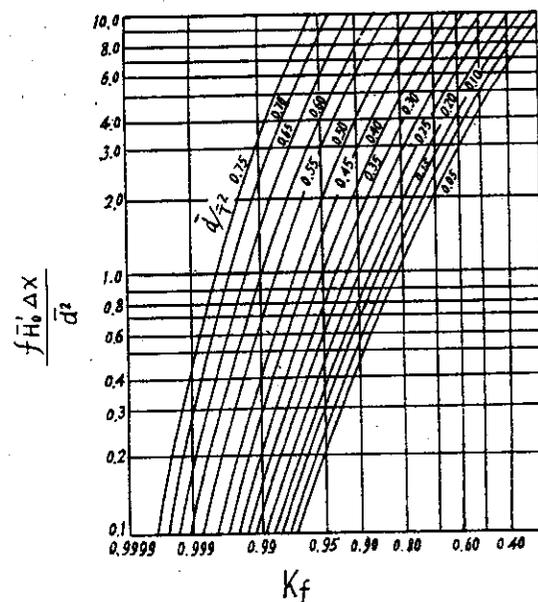


图 4.4.2  $K_f = \left( \frac{\bar{H}'_0 \Delta X}{d^2}, \frac{\bar{d}}{T^2} \right)$  相关图

具体计算步骤如下:

(1) 按不同水深分段。

(2) 计算深水波长,  $L_0 = 15.6T^2$ 。

(3) 由  $\frac{d}{L_0}$  在附表四中查得  $K_{s0}$ ,  $K_{s0} = \frac{\bar{H}}{\bar{H}'_0}$ ,  $\bar{H}'_0 = \frac{\bar{H}}{K_{s0}}$ 。

(4) 计算第一段末端平均波高: 先计算参量  $\frac{\bar{H}'_0 \Delta X_1}{d_1^2}$ ,  $\frac{\bar{d}_1}{T^2}$ , 由

图 4.4.2 查得  $K_{f1}$ , 然后按  $\frac{d_1}{L_0}$  查附表四, 求得第一段末端  $K_{s1}$ , 第一

段末端的平均波高为： $\bar{H}_1 = K_{t1} K_{s1} \bar{H}'_{01}$ 。

(5) 计算第二段末端的平均波高时，确定  $K_{t2}$  中的平均波高  $\bar{H}'_{01}$ ，应为第一段末端的等效水深平均波高  $\bar{H}'_{01} = \frac{\bar{H}_1}{K_{s1}}$ ，水深和分段长度应为第二段平均水深及分段长度。按  $\frac{d_2}{L_0}$  查附表四，求得第二段末端的  $K_{t2}$ ，第二段末段的平均波高为： $\bar{H}_2 = K_{t2} K_{s2} \bar{H}'_{01}$ 。

其余各段末端的平均波高仿此进行计算，各参数的脚标与各分段号相对应。

当海涂坡度  $i > \frac{1}{500}$  时，不考虑海底摩阻影响。

4.4.3 各段末端的累积率波高按表 4.1.5 换算，也可按式 4.1.5 计算。

4.4.4 波浪浅水变形计算至海塘塘脚处。

4.4.5 波浪于浅水中发生破碎时，其极限波高  $H_b$  与破碎水深  $d_b$  的比值可按图 4.4.5 确定。据此可求得海塘塘前位置水深为  $d_{前}$  处的极限波高  $H_b$ 。

不规则波列中大于或等于有效波的波浪，其破碎波高与破碎水深的比值可按图 4.4.5 所得的破碎波高与破碎水深之比值再乘以 0.88 系数，深水波长采用下式计算：

$$L_0 = 1.17 \bar{T}^2 \quad 4.4.5$$

式中  $L_0$ ——深水波长(m)；

$\bar{T}$ ——平均周期(s)。

当海底坡度  $i < \frac{1}{140}$  时，波浪的破碎波高与破碎水深比值的最大值可按表 4.4.5 确定。

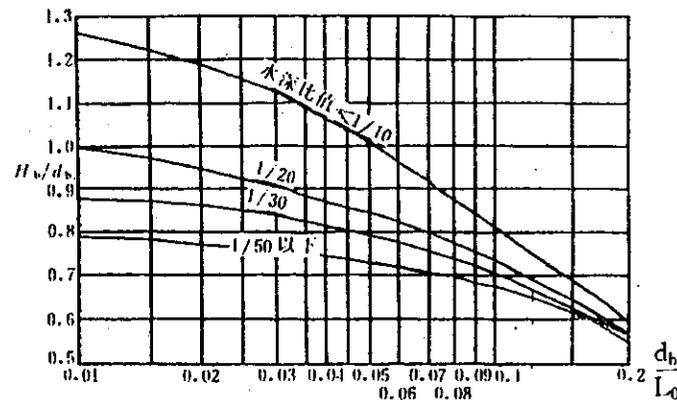


图 4.4.5  $d_b/L_0 \sim H_b/d_b$  相关图

表 4.4.5 缓坡上破碎波高与破碎水深最大比值

$i$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{140}$
$(H_b/d_b)_{max}$	0.60	0.60	0.61	0.63	0.69	0.78

4.4.6 对海塘工程波浪浅水变形计算应计及波浪折射、浅水校正、底摩阻损失和波浪绕射的，具体计算方法可参见港工规范。

4.4.7 塘前波高的确定

按 4.4.2 条计算出的塘前平均波高，按表 4.1.5 换算或按式 4.1.5 计算不同累积率波高  $H_{F\%}$ ，且与破波波高  $H_b$  比较，如果： $H_{F\%} = H_b$ ，则塘前波高为  $H_{F\%}$ ； $H_{F\%} < H_b$ ，则塘前波高为  $H_{F\%}$ ； $H_{F\%} > H_b$ ，波浪在较深处的水中已破碎，则塘前波高为  $H_b$ 。

## 5 塘顶设计高程的计算

### 5.1 塘顶高程计算

5.1.1 塘顶高程是指海塘沉降稳定后的高程。对于设有防浪墙的海塘,塘顶高程则是防浪墙顶面的高程(另有专门说明的除外),但防浪墙必须稳定、坚固。且塘顶高程(不计防浪墙)需高出设计高潮位 0.5 倍百分之一波波高,即高出  $0.5H_{1\%}$ 。塘顶高程的计算式如下:

$$Z_p = H_p + R_{F\%} + \Delta H \quad (5.1.1)$$

- 式中  $Z_p$ ——设计频率的塘顶高程(吴淞基面以上米数。海岛地区为平均潮位以上米数);
- $H_p$ ——设计频率的高潮位(吴淞基面以上米数,海岛地区为平均潮位以上米数);
- $R_{F\%}$ ——按设计波浪计算的累积频率为  $F\%$  的波浪爬高值(m);允许部分越浪  $F=13$ ,不允许越浪  $F=2$ 。
- $\Delta H$ ——安全加高值(m),见表(5.1.1)。

表 5.1.1 塘顶安全加高值

海塘工程等级	I	II	III	IV	V
不允许越浪 $\Delta h(m)$	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5
允许部分越浪 $\Delta h(m)$	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3

5.1.2 对于允许部分越浪的海塘,其塘顶高程按式 5.1.1 计算确定。由于地基软弱等原因,塘身高度过大仍难以达到时,则采用式 5.1.2 确定塘顶高程(不计防浪墙),同时进行越浪水量计算,重要

海塘还应通过模型试验验证。塘顶允许越浪量按 6.1.3 条决定。超过允许越浪量的,适当加高塘身,或对塘顶、背坡面加强防冲保护;也可采用做平台、潜堤等其它工程措施减小越浪量。

允许部份越浪海塘,其塘顶高程(不计防浪墙)仍应高出设计高潮位 0.5 倍百分之一波波高。

$$Z_p = H_p + \Delta h_1 \quad (5.1.2)$$

式中  $\Delta h_1$ ——塘顶超高值(不计防浪墙),其值为 1.5~2.5m(在风向不利、海区开阔、涂面较低的地方,以及斜坡圪型,应用上限值)。

其余符号意义同前。

### 5.1.3 主要河流下游河口段海塘顶高程。

$$Z_p = H_p + \Delta h_2 \quad (5.1.3)$$

式中  $H_p$ ——设计频率的高潮位(m),当设计频率高潮位小于历史实测最高潮位  $H_{max}$  时,  $H_p$  取用  $H_{max}$ ;

$\Delta h_2$ ——塘顶超高值:河宽小于 1000m,对于一般堤防,取 1.5~2.0m;对于城市堤防,取 2m。河宽大于 1000m 时,应按风推浪采用 5.1.1 式进行计算。

## 5.2 波浪爬高计算

### 5.2.1 波浪在单坡海塘上爬高计算

波浪在单坡海塘上的爬高值按下式计算:

$$R_{F\%} = K_{\Delta} K_V R_0 H_{1\%} K_F \quad (5.2.1)$$

式中  $F\%$ ——波浪爬高累积率,不允许越浪取 2%,允许部分越浪取 13%(允许越浪指塘顶、内坡及坡脚有防冲刷保护措施);

- $R_{F\%}$ ——波浪爬高累积率为  $F\%$  的波浪爬高值(m);
- $K_{\Delta}$ ——与护面结构形式有关的糙率及渗透性系数见表 5.2.1-1;
- $K_V$ ——与风速  $V$  及塘前水深  $d_{前}$  有关的经验系数, 见表 5.2.1-2;
- $R_0$ ——不透水光滑墙上的相对爬高, 即当  $K_{\Delta} = 1.0, H = 1.0\text{m}$  时的爬高值。它由斜坡  $m$  及深水波坦  $L_0/H_{0.1\%}$ , 或水深  $d = 2H_{1\%}$  处的波坦, 查附图十一、十二确定。附图十一、十二括号中数值是根据  $d = 2H_{1\%}$  波坦查  $R_0$  用的, 当塘前水深  $d < 2H_{1\%}$ ,  $R_0$  应按括号中波坦确定;
- $H_{1\%}$ ——波高累积率为  $F = 1\%$  的波高值, 当  $H_{1\%} \geq H_b$  时, 则  $H_{1\%}$  取用  $H_b$  值;
- $K_F$ ——爬高累积频率换算系数, 按表 5.2.1-3 确定, 若要求的  $R_{F\%}$  所相应累积率的塘前波高  $H_{F\%}$  已经破碎, 则  $K_F = 1$ 。

表 5.2.1-1 护面结构的糙率及渗透性系数  $K_{\Delta}$

护面类型	$K_{\Delta}$
光滑不透水护面(沥青混凝土)	1.0
混凝土及混凝土板护面	0.9
砌石护面	0.75~0.80
抛填两层块石(不透水基础)	0.60~0.65
抛填两层块石(透水基础)	0.50~0.55
四脚空心方块(安放一层)	0.55
四脚锥体(安放二层)	0.40
扭工字块体(安放二层)	0.38
扭王字块体	0.45

表 5.2.1-2 经验系数  $K_V$

$V/\sqrt{gd_{前}}$	$\leq 1$	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	$\geq 5$
$K_V$	1.0	1.02	1.08	1.16	1.22	1.25	1.28	1.30

表 5.2.1-3 爬高累积频率换算系数  $K_F$

$F\%$	0.1	1	2	5	10	13	30	50
$K_F$	1.14	1.00	0.94	0.87	0.80	0.77	0.66	0.55

5.2.2 当波浪斜向作用时, 当  $m \geq 1$  和  $\beta > 15^\circ$  的情况下 ( $\beta$  为波向线与塘轴线法线的夹角, 度), 上述  $R_{F\%}$  计算应乘以修正系数  $K_{\beta}$  值。  $K_{\beta}$  可按表 5.2.2 确定。

表 5.2.2 系数

$\beta$ (度)	$\leq 15$	20	30	40	50	60
$K_{\beta}$	1	0.96	0.92	0.87	0.82	0.76

5.2.3 带防浪墙的单坡式海塘, 一般按 5.2.1 条单坡断面计算波浪爬高。当塘身较低而设计潮位较高时, 还应按 5.2.8 条的假想坡度法计算波浪爬高, 二者取其大值。

5.2.4 对带有平台的复合式斜坡塘的波浪爬高计算, 可先确定该断面的折算坡比  $m_e$ , 然后按坡比为  $m_e$  的单坡断面确定其爬高值。折算坡比  $m_e$  按下列公式计算:

(1) 当  $\Delta m = m_{下} - m_{上} = 0$ , 即上、下坡度一致时:

$$m_e = m_{上} \left( 1 - 4.0 \frac{|d_w|}{L} \right) K_b \quad (5.2.4-1)$$

(2) 当  $\Delta m > 0$ , 即下坡缓, 上坡陡时:

$$m_e = (m_{\uparrow} + 0.3\Delta m - 0.1\Delta m^2) \left(1 - 4.5 \frac{d_w}{L}\right) K_b \quad (5.2.4-2)$$

(3) 当  $\Delta m < 0$ , 即下坡陡, 上坡缓时:

$$m_e = (m_{\uparrow} + 0.5\Delta m + 0.08\Delta m^2) \left(1 + 3.0 \frac{d_w}{L}\right) K_b \quad (5.2.4-3)$$

式 5.2.4-1~5.2.4-3 中系数  $K_b$  为:

$$K_b = 1 + 3 \frac{B}{L} \quad (5.2.4-4)$$

式中  $m_{\uparrow}$ 、 $m_{\downarrow}$ ——分别为平台以上、以下的斜坡坡率;

$d_w$ ——平台上的水深(m), 当平台在静水位以上时取负值; 平台在静水位以下时取正值(图 5.2.4)。 $|d_w|$  表示取绝对值;

$B$ ——平台宽度(m);

$L$ ——波长(m)。

折算坡度法适用于  $m_{\uparrow} = 1.0 \sim 4.0$ ,  $m_{\downarrow} = 1.5 \sim 3$ ,  $d_w/L = -0.025 \sim +0.025$ ,  $0.05 < B/L \leq 0.25$  的条件。

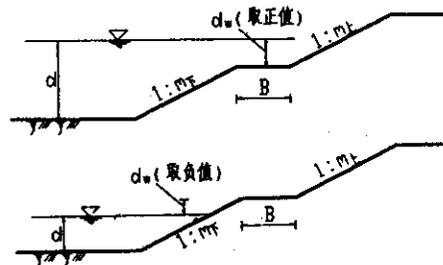


图 5.2.4 带平台的复式斜坡塘断面

5.2.5 对于下部为斜坡式, 上部陡墙式( $m_{\uparrow} \leq 0.4$ ), 上下坡之间带平台的复式断面爬高计算(图 5.2.5-1)可采用如下近似方法, 作为粗估, 供拟定海塘设计断面尺寸时采用。I~III 级海塘, 必须经模型试验确定波浪爬高值。

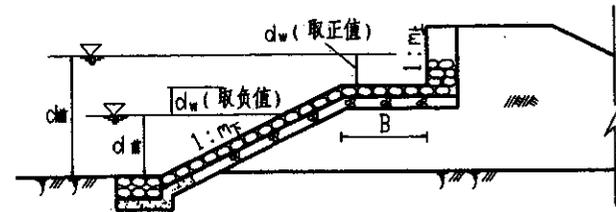


图 5.2.5-1 下部斜坡、上部直立的复式断面

(1) 当  $d_{前} \geq 2H_{1\%}$ ,  $d_w > 1.5H_{1\%}$ , 则波浪爬高值计算时边坡用  $m_{\uparrow}$ , 再按 5.2.1 式计算:

(2) 当  $d_{前} < 2H$ ,  $i \leq \frac{1}{10}$ , 塘前波按破碎波考虑, 其爬高按下式计算:

$$R = H' + \frac{(0.75C' + V')^2}{2g} \quad (5.2.5-1)$$

式中  $H'$ 、 $C'$ 、 $V'$  为破碎波高、波速及水质点轨迹速度;

$H'$  可取  $d_{前}$  的极限波高  $H_b$ ;

$C' = \frac{L'}{T}$   $L'$  由  $\frac{d}{L_0}$  查附表四  $\frac{L}{L_0}$  求得;

$$V' = \frac{H'}{2} \sqrt{\frac{2\pi g}{L'} \operatorname{cth} \frac{2\pi d}{L'}}$$

式中  $\operatorname{cth} \frac{2\pi d}{L'}$ ——为双曲余弦函数, 可查附表七。

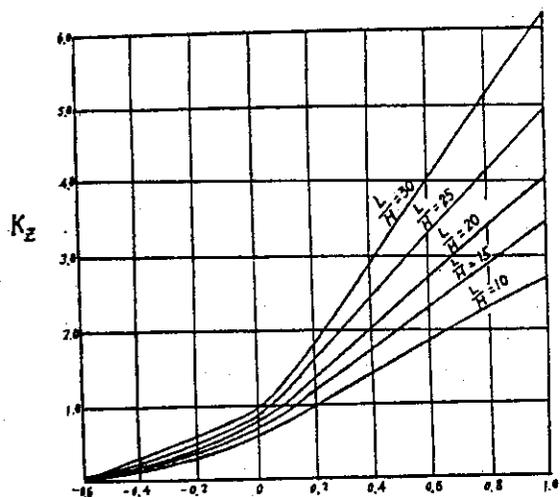
(3) 当  $d \geq 2H$ ,  $-1.0 \leq \frac{d_w}{H} \leq 1.0$  时, 爬高按下式计算:

$$R = 1.36 \left( 1.5HK_z \text{th} \frac{2\pi d}{L} - d_w \right) \quad (5.2.5-2)$$

式中符号如图 5.2.5-1 所示。其中墙前水深  $d_w$ ，平台位于水下时， $d_w$  取正值。当平台位于水上时， $d_w$  取负值。系数  $K_z$ ，根据  $\xi = \left(\frac{d_w}{d}\right) \left(\frac{d}{H}\right)^{2\pi L}$ ，按图 5.2.5-2 确定。

H 值对不允许越浪取累积率 2% 的波高值，允许部分越浪累积率为 13% 的波高值，所求得的 R 不再作爬高累积率之换算。

式 5.2.5-2 仅适用于  $m_L \leq 0.4$ ， $m_T = 1.5 \sim 3.0$ ， $B \leq 3H$ ，斜坡陡墙均为砌石护面的情况。



$$\xi = \left(\frac{d_w}{d}\right) \left(\frac{d}{H}\right)^{2\pi L}$$

图 5.2.5-2 系数  $K_z$  图

5.2.6 对于下部为斜坡，上部为陡墙，无平台的折坡式断面和本规定 5.2.3 条中带挡浪墙的单坡断面的波浪爬高值计算见 5.2.8 条。

5.2.7 对于下部为陡墙  $m_T < 0.4$ ，上部为斜坡，中间有平台的断面(见图 5.2.7)，目前尚无成熟的计算方法。对平台宽度  $b \leq 0.5m$  时，按下面近似方法计算，当  $d_w$  为负值即水位在平台下部陡墙上，用  $m = m_T$  按单坡断面近似地计算爬高值；当  $d_w \geq 0$ ，即水位在平台上部斜坡上，用  $m = m_L$  按单坡断面近似地计算爬高值，用作粗估或拟定断面尺寸时采用，I ~ III 级海塘必须经过模型试验确定。

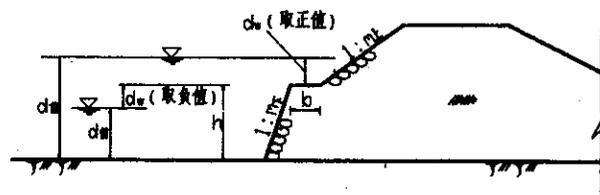


图 5.2.7 下部为陡墙、上部为斜坡的复式断面

5.2.8 对于下部为斜坡，上部为陡墙，无平台的折坡式断面和本规定 5.2.3 条中带挡浪墙的单坡断面的爬高值，用本条的假想坡度法进行近似计算，计算步骤如下：

(1) 首先决定波浪破碎水深  $d_b$  处 B 点的位置为起点，见图 5.2.8，B 点的位置可能在海涂或塘脚处，也可能在坡面上，详见后。

(2) 假定一个爬高值  $R_0$ ，爬高终点为  $A_0$ ，联结  $A_0B$  得到假想外坡  $A_0B$  及其相应的假想坡度  $m$ ，然后按规定 5.2.1 条计算单坡上的爬高值  $R_{H1}$ ，若  $R_{H1} \neq R_0$ ，于是又假设一个爬高值  $R_{H2}$ ，得终点  $A_1$ ，联结  $A_1B$  得到假想外坡  $A_1B$  及其相应的坡度  $m$ ，再按单坡计算波浪爬高值  $R_{H2}$ ，直至假定爬高与计算爬高值相等为止。

对 5.2.3 条中带挡浪墙的单坡断面的爬高计算,需符合折算坡比法的计算条件。

(3) 破碎水深  $d_b$  位置的确定

当波浪在塘前已破碎,且塘前滩涂比较平坦, $d_b$  位置取在塘脚处,见图 5.2.8-a。

当塘前水深较大,波浪到达塘前尚未破碎,则波浪直接在斜坡上破碎,见图 5.2.8-b,其破碎水深  $d_b$  按下式计算。

$$d_b = H \left( 0.47 + 0.023 \frac{L}{H} \right) \frac{1+m^2}{m^2} \quad (\text{附 B1.1})$$

式中  $H, L$ ——塘前的波高及波长(m),计算  $R_1\%$  时,  $H$  取  $H_{13\%}$ ;  
 $m$ ——计算破碎水深中所用坡度系数,一般取用  $m_T$ 。

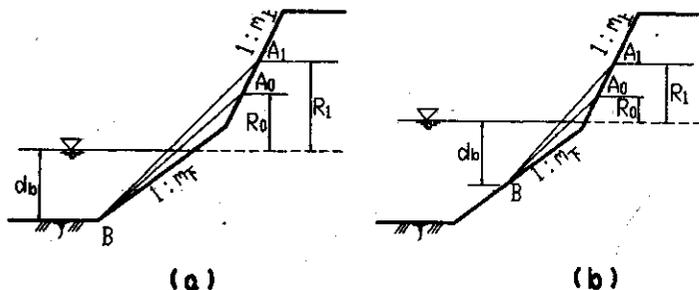


图 5.2.8 假想坡度法求爬高值示意图

5.2.9 塘前有压载(镇压平台)时波浪爬高按下述步骤计算:

- (1) 按前述方法计算无压载时的爬高;
- (2) 将所计算的爬高值乘以压载系数  $K_y$ , 即得有压载的爬高值,  $K_y$  见表 5.2.9-1;

(3) 当塘前  $\frac{d_1}{H} \leq 1.5$  时, 且  $m \leq 1.5$  按(2)所求得结果还需乘以  $K_m$ , 才是有压载时海塘上的波浪爬高值,  $K_m$  见表 5.2.9-2。

表中  $d_1, B$  分别为压载顶部的水深及压载宽度, 见图 5.2.9。  
 $L$  为平均波长,  $H$  取有效波波高即  $H_{13\%}$ 。本条仅适用于海塘坡度  $m \geq 1.0$  情况。

表 5.2.9-1 压载系数  $K_y$

L/B \ B/L	0.2			0.4			0.6			0.8		
	≤15	20	25	≤15	20	25	≤15	20	25	≤15	20	25
1.0	0.85	0.94	0.99	0.75	0.83	0.87	0.70	0.78	0.81	0.68	0.75	0.79
1.5	0.92	1.03	1.13	0.86	0.96	1.06	0.81	0.91	1.00	0.79	0.88	0.97
2.0	0.95	1.10	1.18	0.91	1.06	1.14	0.89	1.01	1.11	0.87	1.01	1.09
2.5	0.98	1.04	1.10	0.96	1.02	1.08	0.93	0.99	1.04	0.92	0.98	1.03

表 5.2.9-2 系数  $K_m$

$\frac{d_1}{H}$	m	B/L			
		0.2	0.4	0.6	0.8~1.0
1.0	1.0	1.35	1.26	1.25	1.14
	1.5	1.16	1.10	1.10	1.03
1.5	1.0	1.50	1.60	1.50	1.40
	1.5	1.36	1.46	1.30	1.24

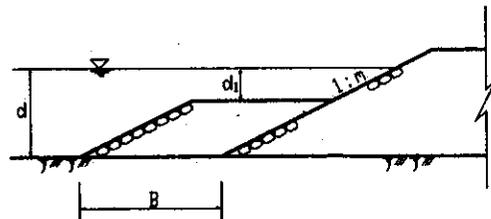


图 5.2.9 带压载的海塘断面

5.2.10 海塘前沿滩地上设有潜堤的波浪爬高计算。当海塘前沿滩地上设有潜堤时,按下述步骤计算波浪爬高:

计算波浪越堤后的波高  $H_1$ :

$$\text{当 } \frac{d_s}{H} \leq 0, \frac{H_1}{H} = \text{th} \left[ 0.8 \left( \left| \frac{d_s}{H} \right| + 0.038 \frac{L}{H} K_B \right) \right] \quad (5.2.10-1)$$

$$\text{当 } \frac{d_s}{H} > 0, \frac{H_1}{H} = \text{th} \left[ 0.030 \frac{L}{H} K_B \right] - \text{th} \left( \frac{d_s}{2H} \right) \quad (5.2.10-2)$$

$$K_B = 1.5e^{-0.4 \frac{B}{H}}$$

式中符号见图 5.2.10, 其中  $d_s$  为静水位到潜堤堤顶的垂直高度, 当潜堤出水时, 取正值(图 5.2.10-a), 淹没时取负值(图 5.2.10-b)。B 为潜堤堤顶宽度。双曲线正切函数  $\text{th}x$  的数值可查附表六。

按式 5.2.10-1、5.2.10-2 计算潜堤后的波要素时, 潜堤前的波要素取波高  $H_{13\%}$ , 波长取平均坡长 L, 并假定潜堤后的波高  $H_1$  也具有相同的累积率 13%。潜堤后的平均波长可假定周期不变, 按公式 4.1.4 计算, 并假定潜堤前后有效波波高与平均波高之比不变, 按表 4.1.5 换算, 或按式 4.1.5 计算各种累积率的波高。

由潜堤后的波要素, 可以进而确定直至塘前的波要素, 若潜堤与海塘之间的距离较短, 水深变化不大时, 则可把潜堤后的波要素

作为海塘前的波要素, 并计算其波浪爬高。

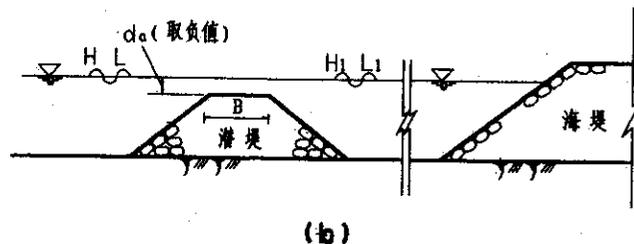
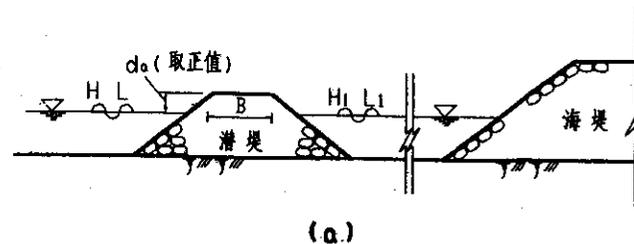


图 5.2.10 海塘前设有潜堤的示意图

5.2.11 第 5.2.4~5.2.10 条的波浪爬高计算公式, 是于室内试验和有限的现场观测资料在一定条件下得到的近似的计算方法, 有一定的局限性, 可供一般海塘设计中使用; 对重要海塘和断面几何外形复杂的海塘的波浪爬高值, 应结合模型试验确定。

## 6 允许部分越浪海塘的越浪水量计算

### 6.1 海塘的允许越浪量

6.1.1 浙江省海塘大部分建筑在软土地基上,若都按不允许越浪的标准设计,其工程投资大,经济条件难以满足。为此,在保证安全的前提下适当降低海塘塘顶高程,按允许部分越浪标准设计海塘,但在护面防冲结构上应具有可靠性。

6.1.2 海塘越浪量的大小,与海塘迎潮面的几何外形、防护结构型式、塘身高度及风场要素等因素相关。

6.1.3 允许部分越浪海塘除海塘外坡保护,海塘顶面及内坡面(包括坡脚)均要保护。本规定提供的设计频率波浪的最大允许越浪量  $Q_{允} = 0.05\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$ ,是在海塘塘顶为混凝土或浆砌块石护面,内坡为干砌块石护面,垫层完好有效条件下的试验值。越浪量  $Q_{允} \leq 0.05\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$  是指 1 米宽海塘上的每秒越浪水量小于  $0.05\text{m}^3$ 。

日本港建设设计采用的允许越浪量,参见附录 B。

6.1.4 按本规定 5.1.2 条确定塘顶高程时,除计算设计频率波浪下越浪水量,同时提高一级波浪频率校核越浪量大小,在校核条件下允许越浪水量可放宽至  $0.07\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$ 。Ⅲ级以上重要海塘还应通过模型试验来验证越浪量多少,以及塘顶面和背坡面防冲稳定可靠性。越浪量超过允许指标的,应采取加高塘身或加强护面防冲结构,做出专题研究报告。

### 6.2 海塘越浪量的计算

6.2.1 无风条件下,斜坡塘 1:2 坡度上(带防浪墙)的越浪水量根据下式计算:

$$\frac{q}{T\bar{H}g} = A \exp \left[ -\frac{B}{K_{\Delta} T} \frac{H_c}{\sqrt{g\bar{H}}} \right] \quad (6.2.1)$$

式中  $q$ ——单位时间单宽海塘上的越浪水量( $\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$ );  
 $H_c$ ——挡浪墙顶至静止水位(设计高潮位)的高度(m);  
 $\bar{H}$ ——塘前平均波高(m);  
 $T$ ——波周期(S);  
 $g$ ——重力加速度( $9.81\text{m}/\text{s}^2$ );  
 $\bar{H}/L$ ——塘前波陡;  
 $K_{\Delta}$ ——糙渗系数,见表(5.2.1-1);  
 $A$ 、 $B$ 系数见表 6.2.1,表中  $d_s$  为塘前水深即  $d_{前}$ 。

$$\text{注: } \exp \left[ -\frac{B}{K_{\Delta} T} \frac{H_c}{\sqrt{g\bar{H}}} \right] = e \left[ -\frac{B}{K_{\Delta} T} \frac{H_c}{\sqrt{g\bar{H}}} \right]$$

介于上述波陡之间的越浪量,用线性插值求出。

表 6.2.1 斜坡塘 A、B 系数值

$\bar{H}/L$ 系数	$\bar{H}/d_s \leq 0.4$				$\bar{H}/d_s > 0.5$		
	0.02~ 0.03	0.035	0.045	0.065~ 0.08	0.02~ 0.025	0.033~ 0.04	0.05~ 0.1
A	0.0079	0.0111	0.0121	0.0126	0.0081	0.0127	0.014
B	23.12	22.63	21.25	20.91	42.53	26.97	22.96

6.2.2 无风条件下,直立塘 1:0.4 陡坡上(带防浪墙)的越浪水量根据下式计算:

$$\frac{q}{T\bar{H}g} = A \exp \left[ -\frac{B}{K_{\Delta T}} \frac{H_c}{\sqrt{g\bar{H}}} \right] \quad (6.2.2)$$

式中 A、B 系数见表 6.2.2；  
其他各符号意义同式 6.2.1。

表 6.2.2 直立塘 A、B 系数值

系数 \ $\bar{H}/L$	$\bar{H}/d_s \leq 0.4$						$\bar{H}/d_s > 0.5$			
	0.02~0.025	0.0275	0.0325	0.0375	0.045	0.05~0.1	0.02~0.025	0.03~0.034	0.05	0.06~0.1
A	0.0098	0.0089	0.0099	0.0156	0.0126	0.0203	0.0238	0.0251	0.0167	0.0176
B	41.22	31.2	27.76	27.19	24.8	24.2	85.64	59.11	33.26	20.96

### 6.2.3 风对越浪量的影响

向岸风会增加海塘上的越浪量。增加的量值取决于相对海塘轴向的风速、风向及海塘的坡度和高度。有风的越浪量为无风条件下的越浪量乘风校正因子  $K'$ 。

$$K' = 1.0 + W_f \left( \frac{H_c}{R} + 0.1 \right) \sin \theta \quad (6.2.4)$$

式中  $W_f$  取决于风速的系数，其值为

$$W_f = \begin{cases} 0 & V = 0 \\ 0.5 & V = 13.4 \text{ m/s} \\ 2.0 & V \geq 26.8 \text{ m/s} \end{cases}$$

介于上面三个风速之间的  $W_f$  值，根据风速用线性内插求得。

$\theta$ ——为海塘临潮边坡坡角(度)；

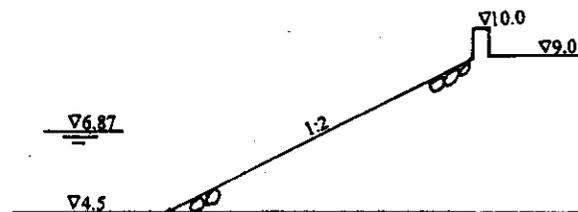
$R$ ——为波浪在海塘上的爬高值(m)。根据 5.2 节有关条文的方法计算，当  $H_c \geq R$ ，则越浪量等于 0。

6.2.4 越浪量计算公式中的波周期值，河口港湾地区，以风推浪的方法确定波要素时，采用有效波周期， $T_s = 1.15T(S)$ ；对开敞式海岸，用实测波资料确定波要素时，采用平均波周期  $\bar{T}(S)$ 。

## 附录 A 算例

例一：

某海塘保护区面积 5 万亩以上，人口 5 万以上，并有重要工业设施，海塘位于开敞式海区，海塘轴线为西南~东北向，塘前涂面高程 4.5 米，塘身为干砌块石护坡， $m=2.0$ 。



图一 斜坡式海塘断面示意图

工程等级及设计重现期

根据海塘保护范围和重要程度，查表 2.0.1 为 III 级海塘，潮位、波浪设计重现期取五十年一遇。

1. 设计高潮位

根据附图二或附表一查得五十年一遇设计高潮位  $H_{2\%} = 6.87\text{m}$ ，(设计潮位除按图表查算，另行专题分析验证)。

2. 设计外海波要素

主风向 SE~SSE 方向面向大海，所以用实测波计算不同重现期设计波要素，根据表 4.3.3 查得，平均波高  $\bar{H} = 4.1\text{m}$ ， $H_{4\%} =$

7.5m,  $T=13.6S$ ,  $L_0=288.5m$ 。

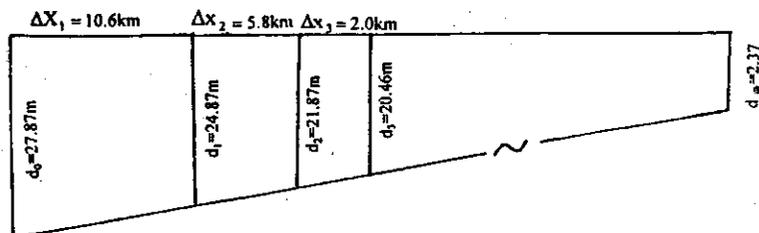
### 3. 近岸浅水区波要素计算

近岸浅水区波要素计算的起始点为海图上 20.0m 等深线, 该处水深为  $d_0=20.0+1.0+6.87=27.87m$

计算深水平均波高  $\bar{H}'_0$  计算

$$\text{由 } \frac{d_0}{L_0} = \frac{27.87}{288.5} = 0.0966, \text{查附表四得 } K_{S0} = \frac{\bar{H}}{H'_0} = 0.9356$$

$$\bar{H}'_0 = \frac{\bar{H}}{K_{S0}} = 4.38 \approx 4.4(m)$$



图二 波浪变形计算示意图

### 4. 波浪底摩擦损失计算

第一段底摩擦损失系数计算(计算第一段末端平均波高)

$$\frac{f\bar{H}'_0 \Delta X_1}{\bar{d}_1^2} = \frac{0.01 \times 4.4 \times 10600}{26.372} = 0.671$$

$$\frac{\bar{d}_1}{T^2} = \frac{26.37}{13.6^2} = 0.143, \text{由图 4.4.2 查得 } K_{f1} = 0.90$$

$$\text{由 } \frac{d_1}{L_0} = \frac{24.87}{288.5} = 0.086, \text{查附表四得 } K_{S1} = 0.9469$$

$$\bar{H}_1 = K_{f1} K_{S1} \bar{H}'_0 = 0.9 \times 0.9469 \times 4.4 = 3.75(m)$$

第二段底摩擦损失计算

$$\bar{H}'_{01} = \bar{H}_1 / K_{S1} = 4.0(m)$$

$$\frac{f\bar{H}'_{01} \Delta X_2}{\bar{d}_2^2} = \frac{0.01 \times 4.0 \times 5800}{23.37^2} = 0.425$$

$$\frac{\bar{d}_2}{T^2} = \frac{23.37}{13.6^2} = 0.126, \text{由图 4.4.2 查得 } K_{f2} = 0.925$$

$$\text{由 } \frac{d_2}{L_0} = \frac{21.87}{288.5} = 0.0758, \text{查附表四得 } K_{S2} = 0.9607$$

$$\bar{H}_2 = K_{f2} K_{S2} \bar{H}'_{01} = 0.925 \times 0.9607 \times 4 = 3.55(m)$$

第三段底摩擦损失计算

$$\bar{H}'_{02} = \bar{H}_2 / K_{S2} = 3.55 / 0.9607 = 3.7(m)$$

$$\frac{f\bar{H}'_{02} \Delta X_3}{\bar{d}_3^2} = \frac{0.01 \times 3.7 \times 2000}{21.17^2} = 0.165$$

$$\frac{\bar{d}_3}{T^2} = \frac{21.17}{13.6^2} = 0.114, \text{由图 4.4.2 查得 } K_{f3} = 0.966$$

$$\text{由 } d_3/L_0 = \frac{20.46}{288.5} = 0.0709, \text{查附表四得 } K_{S3} = 0.9694$$

$$\bar{H}_3 = K_{f3} K_{S3} \bar{H}'_{02} = 0.966 \times 0.9694 \times 3.7 = 3.46(m)$$

同样, 由此类推:

.....

第七段计算

$$\bar{H}'_{06} = 2.3(m)$$

$$\frac{f\bar{H}'_{06} \Delta X_7}{\bar{d}_7^2} = \frac{0.01 \times 2.3 \times 2600}{10.47^2} = 0.546$$

$$\frac{\bar{d}_7}{T^2} = 0.057, K_{f7} = 0.89$$

$$\text{由 } \frac{d_7}{L_0} = 0.0328, K_{S7} = 1.105$$

$$\bar{H}_7 = K_{f7} K_{S7} \bar{H}'_{06} = 2.26(m)$$

第八段计算

$$\bar{H}_{07} = 2.0(\text{m})$$

$$\frac{f\bar{H}'_{07} \Delta X_8}{\bar{d}_8^2} = \frac{0.01 \times 2.0 \times 2200}{8.67^2} = 0.585, \frac{\bar{d}_8}{T^2} = 0.047 < 0.05$$

按  $\frac{\bar{d}}{T^2} = 0.05$  估算(下同),  $K_{R8} = 0.875$

$$\text{由 } d_8/L_0 = 0.02731, K_{S8} = 1.15, \bar{H}_8 = 2.01(\text{m})$$

第九段计算

$$\bar{H}'_{08} = 1.8(\text{m})$$

$$\frac{f\bar{H}'_{08} \Delta X_9}{\bar{d}_9^2} = \frac{0.01 \times 1.8 \times 2400}{6.87^2} = 0.915$$

$$\frac{\bar{d}_9}{T^2} = 0.037, K_{R9} = 0.83$$

$$\text{由 } d_9/L_0 = 0.0203, K_{S9} = 1.226, \bar{H}_9 = 1.83(\text{m})$$

第十段计算

$$\bar{H}'_{09} = 1.5(\text{m})$$

$$\frac{f\bar{H}'_{09} \Delta X_{10}}{\bar{d}_{10}^2} = \frac{0.01 \times 1.5 \times 2400}{4.87^2} = 1.518$$

$$\frac{\bar{d}_{10}}{T^2} = 0.26, K_{R10} = 0.76$$

$$\text{由 } d_{10}/L_0 = 0.0134, K_{S10} = 1.338, \bar{H}_{10} = 1.53(\text{m})$$

第十一段计算

$$\bar{H}'_{010} = 1.1(\text{m})$$

$$\frac{f\bar{H}'_{010} \Delta X_{11}}{\bar{d}_{11}^2} = \frac{0.07 \times 1.1 \times 1800}{3.12^2} = 2.03$$

$$\frac{\bar{d}_{11}}{T^2} = 0.017, K_{R11} = 0.71$$

5. 塘前计算点波高浅水校正

$$\frac{d_{塘}}{L_0} = \frac{2.37}{288.5} = 0.008215, \text{得 } K_{S塘} = 1.502, \frac{L}{L_0} = 0.2252$$

$$L = 0.2252 \times 288.5 = 65.0(\text{m})$$

$$\bar{H}'_{前} = K_{R11} \times K_{S塘} \times \bar{H}'_{010} = 0.71 \times 1.502 \times 1.1 = 1.2(\text{m})$$

6. 塘前不同累积率波高计算

$$\bar{H}^* = \frac{\bar{H}'_{前}}{d_{前}} = \frac{1.2}{2.37} = 0.506 \quad \text{由式 4.1.5 算得:}$$

$$H_{1\%} = 1.9(\text{m}) \quad H_{4\%} = 1.8(\text{m}) \quad H_{13\%} = 1.6(\text{m})$$

塘前破碎波高计算

根据图 4.4.5 和条文 4.4.5 得

$$H_b = 0.78 \times 2.37 \times 0.88 \approx 1.6(\text{m})$$

$H_{1\%}$ 、 $H_{2\%}$  大于破波波高, 故波浪破碎, 其值等于破波波高值。

7. 波浪爬高计算与塘顶高程确定

$$R_F = K_{\Delta} \cdot K_V \cdot R_0 \cdot H_{1\%} \cdot K_F$$

查表 5.2.1-1 得  $K_{\Delta} = 0.75$  (干砌石护面)

爬高中风效应订正系数  $K_V$  计算:

$$\text{查附图六 } \bar{V}_C = 13\text{m/s} \quad \bar{C}_V = 0.43, \text{得 } V_{CP} = 29.5\text{m/s}$$

订正到自记过程的五十年一遇设计风速  $V_{ap}$ , 按式 4.2.6-1

计算:

$$(V_a)_{2\%} = 1.45 + 1.17 \times 29.5 = 36.0(\text{m/s})$$

$$\frac{V}{\sqrt{gd}} = 7.5 > 5.0, \text{查表 5.2.1-2, } K_V = 1.3$$

$$R_0 \text{ 计算, 因 } d_{塘} = 2.37 < 1.5H_b$$

所以要计算水深  $d$  等于 2 倍百分之一波高值处的波坦, 再根据  $\frac{L}{H_{1\%}}$  和  $m$  查附图十一或附图十二求得。

计算  $d$  等于 2 倍百分之一波高值处的波坦  $\frac{L}{H_{1\%}}$  值。根据上面底摩阻损失计算过程, 第七段末端水深为 9.47m, 对其进行浅水校正计算。

$$\frac{d_7}{L_0} = \frac{9.47}{288.5} = 0.03282 \quad K_{S7} = 1.105$$

$$\bar{H}_7 = K_{S7} \cdot K_{S7} \cdot \bar{H}'_6 = 0.89 \times 1.105 \times 2.34 = 2.3(\text{m})$$

$$H^* = \frac{2.3}{9.47} = 0.243, \text{由式 4.1.5 算得 } H_{1\%} = 4.65 \approx 4.7(\text{m})$$

$$\frac{d_7}{H_{1\%}} = 2.01 \approx 2.0, \text{故第七段末端处水深基本上等于二倍百分$$

之一波高值。

根据附表四计算第七段末处的波长。即  $L/L_0 = 0.4384$

$$L = 0.4384 \times 288.5 = 126.5(\text{m})$$

得  $L/H_{1\%} = 26.9$ , 再根据  $L/H_{1\%} = 26.9$  和边坡系数查附图十一和十二求  $R$ 。当  $m=2$  时  $R_0 = 2.66(\text{m})$

根据塘前波要素, 累积率小于、等于百分之十三的波高均已破碎, 故波浪爬高计算中所用的百分之一波高用破波波高代替,  $K_f = 1.0$ 。

$$\begin{aligned} \text{则 } R_{F\%} &= R_b = K_{\Delta} \cdot K_V \cdot R_0 \cdot H_b \cdot K_f \\ &= 0.75 \times 1.3 \times 2.66 \times 1.6 \times 1 = 4.1(\text{m}) \end{aligned}$$

若考虑防浪墙对爬高的影响, 根据海塘断面, 塘顶高程 9.0m 以上为挡浪墙, 用 5.2.8 条的假想坡度法计算波浪爬高, 因塘前波浪已破碎, 所以破碎水深位置定在塘脚处:

$$\text{水平距离 } X = (9.0 - 4.5) \times 2.0 = 9.0(\text{m})$$

$$\text{设爬高终点高程为 } 10.8(\text{m})$$

$$m_{\text{假}} = \frac{x}{y} = \frac{9.0}{10.8 - 4.5} = 1.43, \text{查附图十一得:}$$

$$R_0 = 2.47(\text{m})$$

$$\begin{aligned} R_{F\%} &= R_b = K_{\Delta} \cdot K_V \cdot R_0 \cdot H_b \cdot K_f \\ &= 0.75 \times 1.3 \times 2.47 \times 1.6 \times 1 = 3.9(\text{m}) \end{aligned}$$

$$Z_1 = 6.87 + 3.9 = 10.77 \approx 10.8(\text{m})$$

计算与假定基本一致。

塘顶高程计算(按单坡计算)

$$Z_{2\%} = H_{2\%} + R_b + \Delta H = 6.87 + 4.1 + 0.7 = 11.67 \approx 11.7(\text{m})$$

$\Delta H$ ——安全超高, 根据表 5.11 确定。

8. 设计断面越顶水量计算

无风条件下, 塘顶越顶水量, 根据公式 6.2.1 估算, 假定不同塘顶高程试算, 此例先算塘顶高程为 10.0m:

塘前波要素

$$\bar{H} = 1.2(\text{m})$$

$$H_{1\%} = H_{2\%} = \bar{H}_{13\%} = H_b = 1.6(\text{m})$$

$$T = 13.6(\text{s}) \quad L = 65.0(\text{m})$$

$$H_c = 10.0 - 6.87 = 3.13(\text{m})$$

$$\bar{H}/d_s = \frac{1.2}{2.37} \approx 0.51, \quad \bar{H}/L = 1.2/65 = 0.02, \quad (d_s \text{ 为塘前水深})$$

查表 6.2.1 得  $A = 0.0081, B = 42.53$

$$\begin{aligned} q &= T \bar{H} g A \exp \left[ -\frac{B}{K_{\Delta} T} \frac{H_c}{\sqrt{g \bar{H}}} \right] \\ &= 13.6 \times 1.2 \times 9.81 \times 0.0081 \exp \left[ -\frac{42.53}{0.75} \cdot \frac{3.13}{13.6 \sqrt{9.81 \times 1.2}} \right] \\ &= 0.029 \text{m}^3/\text{m} \cdot \text{s} \end{aligned}$$

越顶水量风效应订正系数  $K'$  值由式 6.2.4 计算

$$K' = 1.0 + W_f + \left[ \frac{H_c}{R} + 0.1 \right] \sin \theta$$

$$V = 36.0(\text{m/s}) > 26.8(\text{m/s}) \quad \text{则 } W_f = 2.0$$

$$R_b = 4.1(\text{m}) \quad \sin \theta = 0.5$$

$$K' = 1.0 + 2.0 \left[ \frac{3.13}{4.1} + 0.1 \right] \times 0.5 = 1.86$$

计入风影响的越浪量  $Q$  为:

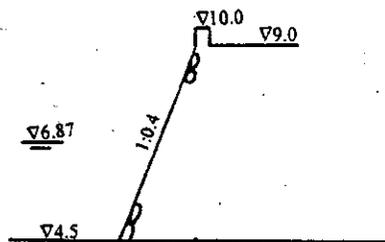
$$Q = K' q = 1.86 \times 0.029 \approx 0.05 \quad (\text{m}^3/\text{m} \cdot \text{s})$$

根据 6.1.3 条和附录 B, 计算的塘顶上越浪量, 符合三面都有

护面工程的允许越浪量。

例二：

例一中，海塘改为直立式断面， $m=0.4$ ，防护墙为干砌块石。



图三 直立式海塘断面示意图

1) 堤前波要素计算同上，即

$$\bar{H} = 1.2(\text{m}), H_{1\%} = H_{2\%} = H_{13\%} = H_b = 1.6(\text{m})$$

2) 波浪爬高计算及塘顶高程确定

$$K_{\Delta} = 0.75 \quad K_V = 1.3 \quad R_0 = 1.32$$

$$R_{F\%} = R_b = K_{\Delta} \cdot K_V \cdot R_0 \cdot H_b \cdot K_F$$

$$= 0.75 \times 1.3 \times 1.32 \times 1.6 = 2.06 \approx 2.1(\text{m})$$

$$Z_{2\%} = 6.87 + 2.1 + 0.7 = 9.67 \approx 9.7(\text{m})$$

3) 塘顶越浪量计算

$$H_C = 10.0 - 6.87 = 3.13(\text{m})$$

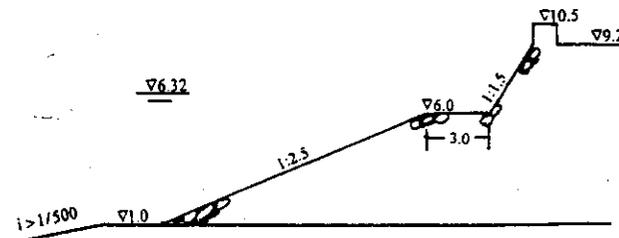
$$R_{F\%} = 2.1(\text{m})$$

$H_C > R_{F\%}$  所以该海塘断面基本不越浪，即

设计断面达到五十年一遇不越浪的标准。

例三：

处于港湾区域的某海塘保护区面积 3.0 万亩，人口 4 万，海塘轴线为西北偏西至东南偏东，涂面高程为 1.0m，海塘断面见示意图，外坡护面为浆砌块石，塘顶加以保护，按允许越浪标准设计。



图四 复式海塘断面示意图

1. 工程等级及设计重现期

根据海塘保护范围和重要程度，查表 2.0.1 定为 IV 级海塘，潮位和风速的设计重现期为二十年一遇。

2. 设计高潮位

根据附图二或附表一查得二十年一遇设计高潮位：

$$H_{5\%} = 6.32(\text{m})$$

3. 风场要素及波要素计算

海塘轴线方向为 280 度，主风向为 10 度。取 N~NNE 风向

组。

根据海图算得主风向线上平均海底高程为 -20.0(m)。

$$\text{风区平均水深 } d_f = 20.0 + 6.32 = 26.3(\text{m})$$

$$\text{风区长度按式 4.2.4 计算, } F_e = 11.4(\text{km})$$

设计风速，根据附图三查得

$$\bar{V}_C = 16.5(\text{m/s}) \quad \bar{C}_V = 0.3$$

二十年一遇定时设计风速  $V_{cp}$  为：

$$(V_C)_{5\%} = 1.58 \times 16.5 = 26.1(\text{m/s})$$

订正到自记过程二十年一遇设计风速  $V_{ap}$ ，按公式 4.2.6-1 计算。

$$(V_a)_{5\%} = 1.45 + 1.17 \times (V_C)_{5\%} = 32.0(\text{m/s})$$

#### 4. 原始波要素计算

原始波按 4.2.2-1 及 4.2.2-2 式计算得

$$\bar{H}=1.46(\text{m}) \quad \bar{T}=5.4(\text{s}) \quad L_0=45.5(\text{m})$$

#### 5. 近岸浅水波要素计算

海底坡度  $> \frac{1}{500}$ , 不作底摩阻损失计算, 只作浅水校正。

$$d_{\text{前}}=6.32-1.0=5.32\text{m}$$

$$\frac{d_{\text{F}}}{L_0}=\frac{26.32}{45.5}>0.5 \quad K_S \approx 1.0 \quad \bar{H}'_0=1.46$$

$$\frac{d_{\text{前}}}{L_0}=\frac{5.32}{45.5}=0.1169 \quad K_S \approx 0.9218$$

$$\bar{H}_{\text{前}}=K_S \cdot \bar{H}'_0=0.9218 \times 1.46=1.35(\text{m})$$

不同累积率波高根据公式 4.1.5 计算

$$\bar{H}^*=\frac{\bar{H}_{\text{前}}}{d_{\text{前}}}=\frac{135}{532}=0.254$$

$$H_{1\%}=2.71(\text{m}) \quad H_{2\%}=2.55(\text{m}) \quad H_{13\%}=2.00(\text{m})$$

查附表四,  $\frac{L}{L_0}=0.7518, L=0.7518 \times 45.5=34.2(\text{m})$

根据第 4.4.5 条计算破波波高, 由图 4.4.5 得  $\frac{H_b}{d_b}=0.635$ , 再

乘 0.88 得:

$$H_b=0.88 \times 0.635 \times 5.32=2.97(\text{m})$$

塘前破波波高大于百分之一波高, 波浪未破碎

#### 6. 波浪爬高计算及塘顶高程确定

由  $V/\sqrt{gd}=4.43$  查表 5.2.1-2 得  $K_V=1.29$

$$R_0 \text{ 计算 } d_{\text{前}}=5.32 \quad \frac{d_{\text{前}}}{H_{1\%}}=\frac{5.32}{2.71} \approx 2.0$$

用塘前波坦和边坡查附图十一求  $R_0$ 。

$$\frac{L_{\text{前}}}{H_{1\%}}=\frac{34.2}{2.71} \approx 12.6$$

海塘断面坡度计算:

该塘上、下为斜坡, 中间平台, 上部带挡浪墙的复式断面, 一般应按 5.2.4 条的折算坡比法计算。本例考虑带防浪墙, 可用假想坡度法计算, 计算方法见 5.2.8 条。

塘前波浪未破, 需计算塘上的破碎水深  $d_b$ 。

$$d_b=H(0.47+0.023 \frac{L}{H})(\frac{1+m^2}{m^2}) \\ =2.71(0.47+0.023 \frac{34.2}{2.71}) \times \frac{1+2.5^2}{2.5^2}=2.39(\text{m})$$

$$\text{破波点高程 } Z_B=H_{5\%}-d_b=3.93(\text{m})$$

水平距离 X 的计算(根据本海塘断面图)

$$X=(6.0-3.93) \times 2.5+3.0+1.5(9.2-6.0)=12.98(\text{m})$$

设爬高终点高程为 12.9(m)

$$y=12.9-3.93=8.97(\text{m})$$

$$m_{\text{假}}=\frac{12.98}{8.97}=1.45 \quad R_0=2.51(\text{m}), \text{浆砌石 } K_{\Delta}=0.8, \text{按式}$$

5.2.1:

$$R_{2\%}=0.8 \times 1.29 \times 2.51 \times 2.71 \times 0.94=6.60(\text{m})$$

$$Z_1=6.32+6.60=12.92\text{m} \quad \text{计算与假设基本一致}$$

根据表 5.2.1-3 计算得  $R_{13\%}=5.41(\text{m})$

安全超高确定

海塘为 IV 级工程, 根据表 5.1.1

$$\text{不允许越浪安全超高 } \Delta H=0.6(\text{m}), \text{允许越浪安全超高 } \Delta H=0.3(\text{m})$$

则塘顶高程为:

$$Z=\begin{cases} 13.52(\text{m}) & (\text{不允许越浪}) \\ 12.03(\text{m}) & (\text{允许越浪}) \end{cases}$$

#### 7. 越顶水量计算

塘顶越顶水量根据公式 6.2.1-1~6.2.1-3 和附录 B 计算。

塘前波要素

$$\bar{H}=1.35(\text{m}) \quad H_{1\%}=2.7(\text{m}) \quad H_{2\%}=2.55(\text{m})$$

$H_{13\%} = 2.00(m)$   $H_b = 2.97(m)$   $T = 5.4(S)$

计算越浪量中的周期用有效波周期。

$T = 1.15 \times \bar{T} = 1.15 \times 5.4 = 5.9(S)$

$H_c = 10.5 - 6.32 = 4.18(m)$

由 T 查附表五得  $L = 38.8m$

$\bar{H}/d_s = 1.35/5.32 = 0.25$   $\bar{H}/L = 1.35/38.8 = 0.035$

查表 6.2.1 得  $A = 0.0111, B = 22.63$

$$q = THgA \exp \left[ -\frac{B}{K_{\Delta} T} \frac{H_c}{\sqrt{gH}} \right]$$

$$= 5.9 \times 1.35 \times 9.81 \times 0.0111 \exp \left[ -\frac{22.63}{0.80} \times \frac{4.18}{5.9 \times \sqrt{9.81 \times 1.35}} \right]$$

$$= 0.0035 m^3(m.s)$$

越浪量风效应订正系数  $K'$ ：

$K' = 1.0 + W_f \left[ \frac{4.18}{5.41} + 0.1 \right] \times 0.37 = 1.65$

计入风影响的越浪量  $Q$  为：

$Q = K'q = 1.65 \times 0.0035 = 0.006 m^3(m.s)$

根据计算得越浪量，该工程符合本规定条文及附录 B 中塘顶有护面的允许越浪量。

### 附录 B 日本港建设计临界越浪量参考值

关于海塘护面上的允许越浪量，国内的规范和有关文献尚无明确的标准，日本在港口建筑物设计标准中提出用越浪受灾的临界越浪量作标准，其临界越浪量列于下表。

护面工程	临界越浪量(m <sup>3</sup> /s.m)
堤顶和内坡及坡脚没有护面工程	0.005
堤顶有护面内坡没有护面工程	0.02
三面都有护面工程	0.05

附表一 浙东沿海、海岛、港湾及河口主要站设计高潮位表

单位：m

设计 站名	重现期 (年)	设计高潮位					年 平均 潮位	
		200	100	50	20	10		5
浙海		10.01	9.66	9.29	8.81	8.46	8.11	4.87
临海浦		9.58	9.23	8.88	8.41	8.06	7.7	
海黄山		6.26	6.03	5.8	5.49	5.25	5	2.02*
镇海		5.78	5.52	5.23	4.92	4.66	4.41	2.14
穿山		5.77	5.57	5.26	4.92	4.66	4.4	2.05
西泽		7.22	6.93	6.62	6.25	5.97	5.68	2.23
健跳		7.63	7.34	7.06	6.67	6.39	6.12	2.19
海门		7.68	7.36	7.04	6.63	6.32	6.02	2.14
坎门		7.65	7.32	7	6.55	6.22	5.89	2.01
龙湾		7.67	7.39	7.1	6.75	6.47	6.19	2.17
瑞安		7.67	7.37	7.07	6.7	6.41	6.13	2.21
鳌江		7.65	7.37	7.12	6.75	6.46	6.19	2.27
宁波		5.51	5.34	5.16	4.93	4.74	4.54	2.26
沈家门		5.68	5.5	5.3	5.07	4.89	4.71	2.14
定海		11.15	10.93	10.68	10.41	10.2	10	7.72
岱山		11.12	10.92	10.72	10.45	10.24	10.03	7.68
桑盆殿		9.91	9.58	9.25	8.79	8.44	8.1	5.14
曹娥		13.44	12.78	12.1	11.21	10.5	9.76	5.52
长涂		5.83	5.65	5.46	5.23	5.05	4.88	2.53
绿华		5.5	5.38	5.26	5.11	4.99	4.87	2.26
胡头涂		7.21	6.89	6.58	6.16	5.85	5.54	2.07*
小可屿		7.53	7.25	6.97	6.59	6.32	6.05	
巡检司		8.53	8.16	7.8	7.32	6.93	6.62	2.23
鹤鹑头		7.38	7.12	6.86	6.51	6.26	6	2.25*
横门		7.78	7.39	6.99	6.48	6.09	5.72	
东山		7.49	7.28	7.07	6.79	6.57	6.35	2.05
鸟沙门		7.85	7.63	7.41	7.12	6.89	6.66	2.18
渡头山		7.75	7.53	7.32	7.03	6.8	6.57	2.14
温州		7.86	7.54	7.22	6.81	6.51	6.22	2.46

注：除定海、沈家门、岱山、长涂、绿华为假定基面外，其余均为吴淞基面，打\*号者为中潮位。

附表二 第I型极值分布律的  $\lambda_{pn}$  表

年数 n	频率 p (%)					
	0.1	0.2	0.5	1	2	4
8	7.103	6.336	5.321	4.551	3.779	3.001
9	6.909	6.162	5.174	4.425	3.673	2.916
10	6.752	6.021	5.055	4.322	3.587	2.847
11	6.622	5.905	4.957	4.238	3.516	2.789
12	6.513	5.807	4.874	4.166	3.456	2.741
13	6.418	5.723	4.802	4.105	3.404	2.699
14	6.337	5.650	4.741	4.052	3.360	2.663
15	6.266	5.586	4.687	4.005	3.321	2.632
16	6.196	5.523	4.634	3.959	3.283	2.601
17	6.137	5.471	4.589	3.921	3.250	2.575
18	6.087	5.426	4.551	3.888	3.223	2.552
19	6.043	5.387	4.518	3.860	3.199	2.533
20	6.006	5.354	4.490	3.836	3.179	2.517
22	5.933	5.288	4.435	3.788	3.138	2.484
24	5.870	5.232	4.387	3.747	3.104	2.457
26	5.816	5.183	4.345	3.711	3.074	2.433
28	5.769	5.141	4.310	3.681	3.048	2.412
30	5.727	5.104	4.279	3.653	3.026	2.393
35	5.642	5.027	4.214	3.598	3.979	2.356
40	5.576	4.968	4.164	3.554	2.942	2.326
45	5.522	4.920	4.123	3.519	2.913	2.303
50	5.479	4.881	4.090	3.491	2.889	2.283
60	5.410	4.820	4.038	3.446	2.852	2.253
70	5.359	4.774	4.000	3.413	2.824	2.230
80	5.319	4.738	3.970	3.387	2.802	2.213
90	5.287	4.709	3.945	3.366	2.784	2.199
100	5.261	4.686	3.925	3.349	2.770	2.187
200	5.130	4.568	3.826	3.263	2.698	2.129
500	5.032	4.481	3.752	3.200	2.645	2.086
1000	4.992	4.445	3.722	3.174	2.623	2.069
$\infty$	4.936	4.395	3.679	3.137	2.592	2.044

续附表二

年数 n	频率 p (%)					
	5	10	25	50	75	90
8	2.749	1.953	0.842	-0.130	-0.897	-1.458
9	2.670	1.895	0.814	-0.133	-0.879	-1.426
10	2.606	1.848	0.790	-0.136	-0.865	-1.400
11	2.553	1.809	0.771	-0.138	-0.854	-1.378
12	2.509	1.777	0.755	-0.139	-0.844	-1.360
13	2.470	1.748	0.741	-0.141	-0.836	-1.345
14	2.437	1.724	0.729	-0.142	-0.829	-1.331
15	2.408	1.703	0.718	-0.143	-0.823	-1.320
16	2.379	1.682	0.708	-0.145	-0.817	-1.308
17	2.355	1.664	0.699	-0.146	-0.811	-1.299
18	2.335	1.649	0.692	-0.146	-0.807	-1.291
19	2.317	1.636	0.685	-0.147	-0.803	-1.283
20	2.302	1.625	0.680	-0.148	-0.800	-1.277
22	2.272	1.603	0.669	-0.149	-0.794	-1.265
24	2.246	1.584	0.659	-0.150	-0.788	-1.255
26	2.224	1.568	0.651	-0.151	-0.783	-1.246
28	2.205	1.553	0.644	-0.152	-0.779	-1.239
30	2.188	1.541	0.638	-0.153	-0.776	-1.232
35	2.153	1.515	0.625	-0.154	-0.768	-1.218
40	2.126	1.495	0.615	-0.155	-0.762	-1.208
45	2.104	1.479	0.607	-0.156	-0.758	-1.198
50	2.086	1.466	0.601	-0.157	-0.754	-1.191
60	2.059	1.446	0.591	-0.158	-0.748	-1.180
70	2.038	1.430	0.583	-0.159	-0.744	-1.172
80	2.022	1.419	0.577	-0.159	-0.740	-1.165
90	2.008	1.409	0.572	-0.160	-0.737	-1.160
100	1.998	1.401	0.568	-0.160	-0.735	-1.155
200	1.944	1.362	0.549	-0.162	-0.723	-1.134
500	1.905	1.333	0.535	-0.164	-0.714	-1.117
1000	1.889	1.321	0.529	-0.164	-0.710	-1.110
$\infty$	1.886	1.305	0.520	-0.164	-0.705	-1.110

续附表二

年数 n	频率 (p) %				年数 n
	95	97	99	99.9	
8	-1.749	-1.923	-2.224	-2.673	8
9	-1.709	-1.879	-2.172	-2.609	9
10	-1.677	-1.843	-2.129	-2.556	10
11	-1.650	-1.813	-2.095	-2.514	11
12	-1.628	-1.788	-2.065	-2.478	12
13	-1.609	-1.769	-2.040	-2.447	13
14	-1.592	-1.748	-2.018	-2.420	14
15	-1.578	-1.732	-1.999	-2.396	15
16	-1.564	-1.716	-1.980	-2.373	16
17	-1.552	-1.703	-1.965	-2.354	17
18	-1.541	-1.691	-1.951	-2.338	18
19	-1.532	-1.681	-1.939	-2.323	19
20	-1.525	-1.673	-1.930	-2.311	20
22	-1.510	-1.657	-1.910	-2.287	22
24	-1.497	-1.642	-1.893	-2.266	24
26	-1.486	-1.630	-1.879	-2.249	26
28	-1.477	-1.619	-1.866	-2.233	28
30	-1.468	-1.610	-1.855	-2.219	30
35	-1.451	-1.591	-1.832	-2.191	35
40	-1.438	-1.576	-1.814	-2.170	40
45	-1.427	-1.564	-1.800	-2.152	45
50	-1.418	-1.553	-1.788	-2.138	50
60	-1.404	-1.538	-1.770	-2.115	60
70	-1.394	-1.526	-1.756	-2.098	70
80	-1.386	-1.517	-1.746	-2.085	80
90	-1.379	-1.510	-1.737	-2.075	90
100	-1.374	-1.504	-1.720	-2.066	100
200	-1.347	-1.474	-1.694	-2.023	200
500	-1.326	-1.451	-1.668	-1.990	500
1000	-1.318	-1.442	-1.657	-1.976	1000
∞	-1.306	-1.428	-1.641	-1.957	∞

附表三 皮尔逊Ⅲ型曲线模比系数  $K_p$  值表 $C_s = 5C_v$ 

P (%) Cv	0.01	0.1	0.2	0.3	0.5	1	2	5	10	20	50	75	90	95	99	P (%) Cs
	0.05	1.21	1.17	1.161	1.151	1.144	1.131	1.111	1.091	1.071	1.041	1.000	0.970	0.940	0.920	
0.10	1.48	1.38	1.351	1.331	1.301	1.271	1.231	1.181	1.131	1.080	0.990	0.930	0.880	0.850	0.80	0.50
0.15	1.81	1.63	1.571	1.531	1.491	1.431	1.361	1.271	1.201	1.120	0.980	0.890	0.820	0.790	0.73	0.75
0.20	2.19	1.91	1.821	1.751	1.701	1.601	1.511	1.381	1.271	1.150	0.970	0.850	0.770	0.740	0.68	1.00
0.25	2.63	2.22	2.102	2.001	1.931	1.801	1.661	1.481	1.341	1.180	0.950	0.810	0.740	0.690	0.65	1.25
0.30	3.13	2.57	2.402	2.272	2.172	2.001	1.821	1.581	1.401	1.210	0.930	0.780	0.690	0.660	0.62	1.50
0.35	3.68	2.95	2.742	2.572	2.442	2.211	1.991	1.691	1.461	1.230	0.900	0.750	0.670	0.640	0.61	1.75
0.40	4.28	3.36	3.092	2.882	2.722	2.442	2.161	1.801	1.521	1.240	0.880	0.720	0.640	0.620	0.60	2.00
0.45	4.94	3.81	3.473	3.223	3.012	2.682	2.341	1.901	1.561	1.250	0.850	0.690	0.630	0.610	0.60	2.25
0.50	5.65	4.28	3.873	3.573	3.322	2.922	2.522	2.001	1.621	1.260	0.820	0.670	0.610	0.600	0.60	2.50
0.55	6.40	4.77	4.283	3.933	3.653	3.172	2.712	2.111	1.671	1.260	0.790	0.650	0.610	0.600	0.60	2.75
0.60	7.21	5.29	4.724	4.313	3.983	3.432	2.892	2.201	1.711	1.250	0.770	0.630	0.610	0.600	0.60	3.00
0.65	8.07	5.83	5.184	4.714	4.323	3.693	3.082	2.301	1.731	1.240	0.740	0.620	0.600	0.600	0.60	3.25
0.70	8.96	6.40	5.665	5.104	4.683	3.953	3.262	2.381	1.761	1.220	0.711	0.620	0.600	0.600	0.60	3.50
0.75	9.90	7.00	6.145	5.525	5.034	4.223	3.442	2.461	1.791	1.200	0.681	0.610	0.600	0.600	0.60	3.75
0.80	10.89	7.60	6.645	5.945	5.404	4.503	3.612	2.541	1.801	1.180	0.671	0.610	0.600	0.600	0.60	4.00
0.85	11.91	8.23	7.166	6.485	5.774	4.763	3.802	2.611	1.811	1.150	0.650	0.600	0.600	0.600	0.60	4.25
0.90	12.97	8.88	7.696	6.816	6.155	5.033	3.972	2.661	1.811	1.130	0.640	0.600	0.600	0.600	0.60	4.50
0.95	14.07	9.55	8.227	7.276	6.535	5.304	4.142	2.721	1.811	1.100	0.630	0.600	0.600	0.600	0.60	4.75
1.00	15.22	10.208	8.777	7.736	6.925	5.574	4.302	2.771	1.801	1.060	0.620	0.600	0.600	0.600	0.60	5.00
1.05	16.39	10.929	9.338	8.197	7.315	5.824	4.472	2.811	1.791	1.030	0.620	0.600	0.600	0.600	0.60	5.25
1.10	17.61	11.639	9.898	8.667	7.696	6.094	4.612	2.851	1.770	0.990	0.610	0.600	0.600	0.600	0.60	5.50
1.15	18.87	12.34	10.489	9.128	8.086	6.364	4.762	2.891	1.740	0.950	0.610	0.600	0.600	0.600	0.60	5.75
1.20	20.13	13.08	11.069	9.588	8.466	6.624	4.902	2.911	1.710	0.920	0.610	0.600	0.600	0.600	0.60	6.00
1.25	21.46	13.83	11.64	10.068	8.866	6.885	5.032	2.931	1.680	0.880	0.600	0.600	0.600	0.600	0.60	6.25

附表四 浅水的波高、波速和波长与相对水深的关系表

$d/L_0$	$d/L$	$C/C_0$ 及 $L/L_0$	$H/H_0$	$d/L_0$	$d/L$	$C/C_0$ 及 $L/L_0$	$H/H_0$
0	0	0	$\infty$	0.002500	0.02000	0.1250	2.005
0.0001000	0.003990	0.02506	4.467	0.002600	0.02040	0.1275	1.986
0.0002000	0.005643	0.03544	3.757	0.002700	0.02079	0.1299	1.967
0.0003000	0.006912	0.04340	3.395	0.002800	0.02117	0.1323	1.950
0.0004000	0.007982	0.05011	3.160	0.002900	0.02155	0.1346	1.933
0.0005000	0.008925	0.05602	2.989	0.003000	0.02192	0.1369	1.917
0.0006000	0.009778	0.06136	2.856	0.003100	0.02228	0.1391	1.902
0.0007000	0.01056	0.06627	2.749	0.003200	0.02264	0.1413	1.887
0.0008000	0.01129	0.07084	2.659	0.003300	0.02300	0.1435	1.873
0.0009000	0.01198	0.07513	2.582	0.003400	0.02335	0.1456	1.860
0.001000	0.01263	0.07918	2.515	0.003500	0.02369	0.1477	1.847
0.001100	0.01325	0.08304	2.456	0.003600	0.02403	0.1498	1.834
0.001200	0.01384	0.08672	2.404	0.003700	0.02436	0.1519	1.822
0.001300	0.01440	0.09026	2.357	0.003800	0.02469	0.1539	1.810
0.001400	0.01495	0.09365	2.314	0.003900	0.02502	0.1559	1.799
0.001500	0.01548	0.09693	2.275	0.004000	0.02534	0.1579	1.788
0.001600	0.01598	0.1001	2.239	0.004100	0.02566	0.1598	1.777
0.001700	0.01648	0.1032	2.205	0.004200	0.02597	0.1617	1.767
0.001800	0.01696	0.1062	2.174	0.004300	0.02628	0.1636	1.756
0.001900	0.01743	0.1091	2.145	0.004400	0.02659	0.1655	1.746
0.002000	0.01788	0.1119	2.119	0.004500	0.02689	0.1674	1.737
0.002100	0.01832	0.1140	2.094	0.004600	0.02719	0.1692	1.727
0.002200	0.01876	0.1173	2.070	0.004700	0.02749	0.1710	1.718
0.002300	0.01918	0.1199	2.047	0.004800	0.02778	0.1728	1.709
0.002400	0.01959	0.1225	2.025	0.004900	0.02807	0.1746	1.701

续附表四

$d/L_0$	$d/L$	$C/C_0$ 及 $L/L_0$	$H/H_0$	$d/L_0$	$d/L$	$C/C_0$ 及 $L/L_0$	$H/H_0$
0.005000	0.02836	0.1764	1.692	0.007500	0.03482	0.2154	1.536
0.005100	0.02864	0.1781	1.684	0.007600	0.03506	0.2168	1.531
0.005200	0.02893	0.1798	1.676	0.007700	0.03529	0.2182	1.526
0.005300	0.02921	0.1815	1.669	0.007800	0.03552	0.2196	1.521
0.005400	0.02948	0.1832	1.662	0.007900	0.03576	0.2209	1.517
0.005500	0.02976	0.1848	1.654	0.008000	0.03598	0.2223	1.512
0.005600	0.03003	0.1865	1.647	0.008100	0.03621	0.2237	1.508
0.005700	0.03030	0.1881	1.640	0.008200	0.03644	0.2250	1.503
0.005800	0.03057	0.1897	1.633	0.008300	0.03666	0.2264	1.499
0.005900	0.03083	0.1913	1.626	0.008400	0.03689	0.2277	1.495
0.006000	0.03110	0.1929	1.620	0.008500	0.03711	0.2290	1.491
0.006100	0.03136	0.1945	1.614	0.008600	0.03733	0.2303	1.487
0.006200	0.03162	0.1961	1.607	0.008700	0.03755	0.2317	1.482
0.006300	0.03188	0.1976	1.601	0.008800	0.03777	0.2330	1.478
0.006400	0.03213	0.1992	1.595	0.008900	0.03799	0.2343	1.474
0.006500	0.03238	0.2007	1.589	0.009000	0.03821	0.2356	1.471
0.006600	0.03264	0.2022	1.583	0.009100	0.03842	0.2368	1.467
0.006700	0.03289	0.2037	1.578	0.009200	0.03864	0.2381	1.463
0.006800	0.03313	0.2052	1.572	0.009300	0.03885	0.2394	1.459
0.006900	0.03338	0.2067	1.567	0.009400	0.03906	0.2407	1.456
0.007000	0.03362	0.2082	1.561	0.009500	0.03928	0.2419	1.452
0.007100	0.03387	0.2096	1.556	0.009600	0.03949	0.2431	1.448
0.007200	0.03411	0.2111	1.551	0.009700	0.03970	0.2443	1.445
0.007300	0.03435	0.2125	1.546	0.009800	0.03990	0.2456	1.442
0.007400	0.03459	0.2139	1.541	0.009900	0.04011	0.2468	1.438

续附表四

d/L <sub>0</sub>	d/L	C/C <sub>0</sub> 及 L/L <sub>0</sub>	H/H <sub>0</sub>	d/L <sub>0</sub>	d/L	C/C <sub>0</sub> 及 L/L <sub>0</sub>	H/H <sub>0</sub>
0.01000	0.04032	0.2480	1.435	0.03500	0.07748	0.4517	1.092
0.01100	0.04233	0.2598	1.403	0.03600	0.07867	0.4577	1.086
0.01200	0.04426	0.2711	1.375	0.03700	0.07984	0.4635	1.080
0.01300	0.04612	0.2820	1.350	0.03800	0.08100	0.4691	1.075
0.01400	0.04791	0.2924	1.327	0.03900	0.08215	0.4747	1.069
0.01500	0.04964	0.3022	1.307	0.04000	0.08329	0.4802	1.064
0.01600	0.05132	0.3117	1.288	0.04100	0.08442	0.4857	1.059
0.01700	0.05296	0.3209	1.271	0.04200	0.08553	0.4911	1.055
0.01800	0.05455	0.3298	1.255	0.04300	0.08664	0.4964	1.050
0.01900	0.05611	0.3386	1.240	0.04400	0.08774	0.5015	1.046
0.02000	0.05763	0.3470	1.226	0.04500	0.08883	0.5066	1.042
0.02100	0.05912	0.3552	1.213	0.04600	0.08991	0.5116	1.038
0.02200	0.06057	0.3632	1.201	0.04700	0.09098	0.5166	1.034
0.02300	0.06200	0.3710	1.189	0.04800	0.09205	0.5215	1.030
0.02400	0.06340	0.3786	1.178	0.04900	0.09311	0.5263	1.026
0.02500	0.06478	0.3860	1.168	0.05000	0.09416	0.5310	1.023
0.02600	0.06613	0.3932	1.159	0.05100	0.09520	0.5357	1.019
0.02700	0.06747	0.4002	1.150	0.05200	0.09623	0.5403	1.016
0.02800	0.06878	0.4071	1.141	0.05300	0.09726	0.5449	1.013
0.02900	0.07007	0.4138	1.133	0.05400	0.09829	0.5494	1.010
0.03000	0.07135	0.4205	1.125	0.05500	0.09930	0.5538	1.007
0.03100	0.07260	0.4269	1.118	0.05600	0.1003	0.5582	1.004
0.03200	0.07385	0.4333	1.111	0.05700	0.1013	0.5626	1.001
0.03300	0.07507	0.4395	1.104	0.05800	0.1023	0.5668	0.9985
0.03400	0.07630	0.4457	1.098	0.05900	0.1033	0.5711	0.9958

续附表四

d/L <sub>0</sub>	d/L	C/C <sub>0</sub> 及 L/L <sub>0</sub>	H/H <sub>0</sub>	d/L <sub>0</sub>	d/L	C/C <sub>0</sub> 及 L/L <sub>0</sub>	H/H <sub>0</sub>
0.06000	0.1043	0.5753	0.9932	0.08500	0.1277	0.6655	0.9481
0.06100	0.1053	0.5794	0.9907	0.08600	0.1286	0.6685	0.9469
0.06200	0.1063	0.5834	0.9883	0.08700	0.1295	0.6716	0.9457
0.06300	0.1073	0.5874	0.9860	0.08800	0.1304	0.6747	0.9445
0.06400	0.1082	0.5914	0.9837	0.08900	0.1313	0.6778	0.9433
0.06500	0.1092	0.5954	0.9815	0.09000	0.1322	0.6808	0.9422
0.06600	0.1101	0.5993	0.9793	0.09100	0.1331	0.6838	0.9411
0.06700	0.1111	0.6031	0.9772	0.09200	0.1340	0.6868	0.9401
0.06800	0.1120	0.6069	0.9752	0.09300	0.1349	0.6897	0.9391
0.06900	0.1130	0.6106	0.9732	0.09400	0.1357	0.6925	0.9381
0.07000	0.1139	0.6144	0.9713	0.09500	0.1366	0.6953	0.9371
0.07100	0.1149	0.6181	0.9694	0.09600	0.1375	0.6982	0.9362
0.07200	0.1158	0.6217	0.9676	0.09700	0.1384	0.7011	0.9353
0.07300	0.1168	0.6252	0.9658	0.09800	0.1392	0.7039	0.9344
0.07400	0.1177	0.6289	0.9641	0.09900	0.1401	0.7066	0.9335
0.07500	0.1186	0.6324	0.9624	0.1000	0.1410	0.7093	0.9327
0.07600	0.1195	0.6359	0.9607	0.1010	0.1419	0.7120	0.9319
0.07700	0.1205	0.6392	0.9591	0.1020	0.1427	0.7147	0.9311
0.07800	0.1214	0.6427	0.9576	0.1030	0.1436	0.7173	0.9304
0.07900	0.1223	0.6460	0.9562	0.1040	0.1445	0.7200	0.9297
0.08000	0.1232	0.6493	0.9548	0.1050	0.1453	0.7226	0.9290
0.08100	0.1241	0.6526	0.9534	0.1060	0.1462	0.7252	0.9282
0.08200	0.1251	0.6558	0.9520	0.1070	0.1470	0.7277	0.9276
0.08300	0.1259	0.6590	0.9506	0.1080	0.1479	0.7303	0.9269
0.08400	0.1268	0.6622	0.9493	0.1090	0.1488	0.7327	0.9263

续附表四

d/L <sub>0</sub>	d/L	C/C <sub>0</sub> 及 L/L <sub>0</sub>	H/H <sub>0</sub>	d/L <sub>0</sub>	d/L	C/C <sub>0</sub> 及 L/L <sub>0</sub>	H/H <sub>0</sub>
0.1100	0.1496	0.7352	0.9257	0.1350	0.1708	0.7905	0.9156
0.1110	0.1505	0.7377	0.9251	0.1360	0.1716	0.7925	0.9154
0.1120	0.1513	0.7402	0.9245	0.1370	0.1724	0.7945	0.9152
0.1130	0.1522	0.7426	0.9239	0.1380	0.1733	0.7964	0.9150
0.1140	0.1530	0.7450	0.9234	0.1390	0.1741	0.7983	0.9148
0.1150	0.1539	0.7474	0.9228	0.1400	0.1749	0.8002	0.9146
0.1160	0.1547	0.7497	0.9223	0.1410	0.1758	0.8021	0.9144
0.1170	0.1556	0.7520	0.9218	0.1420	0.1766	0.8039	0.9142
0.1180	0.1564	0.7543	0.9214	0.1430	0.1774	0.8057	0.9141
0.1190	0.1573	0.7566	0.9209	0.1440	0.1783	0.8076	0.9140
0.1200	0.1581	0.7589	0.9204	0.1450	0.1791	0.8094	0.9139
0.1210	0.1590	0.7612	0.9200	0.1460	0.1800	0.8112	0.9137
0.1220	0.1598	0.7634	0.9196	0.1470	0.1808	0.8131	0.9136
0.1230	0.1607	0.7656	0.9192	0.1480	0.1816	0.8149	0.9135
0.1240	0.1615	0.7678	0.9189	0.1490	0.1825	0.8166	0.9134
0.1250	0.1624	0.7700	0.9186	0.1500	0.1833	0.8183	0.9133
0.1260	0.1632	0.7721	0.9182	0.1510	0.1841	0.8200	0.9133
0.1270	0.1640	0.7742	0.9178	0.1520	0.1850	0.8217	0.9132
0.1280	0.1649	0.7763	0.9175	0.1530	0.1858	0.8234	0.9132
0.1290	0.1657	0.7783	0.9172	0.1540	0.1866	0.8250	0.9132
0.1300	0.1665	0.7804	0.9169	0.1550	0.1875	0.8267	0.9131
0.1310	0.1674	0.7824	0.9166	0.1560	0.1883	0.8284	0.9130
0.1320	0.1682	0.7844	0.9164	0.1570	0.1891	0.8301	0.9130
0.1330	0.1691	0.7865	0.9161	0.1580	0.1900	0.8317	0.9130
0.1340	0.1699	0.7885	0.9158	0.1590	0.1908	0.8333	0.9130

续附表四

d/L <sub>0</sub>	d/L	C/C <sub>0</sub> 及 L/L <sub>0</sub>	H/H <sub>0</sub>	d/L <sub>0</sub>	d/L	C/C <sub>0</sub> 及 L/L <sub>0</sub>	H/H <sub>0</sub>
0.1600	0.1917	0.8349	0.9130	0.1850	0.2125	0.8709	0.9152
0.1610	0.1925	0.8365	0.9130	0.1860	0.2134	0.8718	0.9154
0.1620	0.1933	0.8381	0.9130	0.1870	0.2142	0.8731	0.9155
0.1630	0.1941	0.8396	0.9130	0.1880	0.2150	0.8743	0.9157
0.1640	0.1950	0.8411	0.9130	0.1890	0.2159	0.8755	0.9159
0.1650	0.1958	0.8427	0.9131	0.1900	0.2167	0.8767	0.9161
0.1660	0.1966	0.8442	0.9132	0.1910	0.2176	0.8779	0.9163
0.1670	0.1975	0.8457	0.9132	0.1920	0.2184	0.8791	0.9165
0.1680	0.1983	0.8472	0.9133	0.1930	0.2192	0.8803	0.9167
0.1690	0.1992	0.8486	0.9133	0.1940	0.2201	0.8815	0.9169
0.1700	0.2000	0.8501	0.9134	0.1950	0.2209	0.8827	0.9170
0.1710	0.2008	0.8515	0.9135	0.1960	0.2218	0.8839	0.9172
0.1720	0.2017	0.8529	0.9136	0.1970	0.2226	0.8850	0.9174
0.1730	0.2025	0.8544	0.9137	0.1980	0.2234	0.8862	0.9176
0.1740	0.2033	0.8558	0.9138	0.1990	0.2243	0.8873	0.9179
0.1750	0.2042	0.8572	0.9139	0.2000	0.2251	0.8884	0.9181
0.1760	0.2050	0.8586	0.9140	0.2010	0.2260	0.8895	0.9183
0.1770	0.2058	0.8600	0.9141	0.2020	0.2268	0.8906	0.9186
0.1780	0.2066	0.8614	0.9142	0.2030	0.2277	0.8917	0.9188
0.1790	0.2075	0.8627	0.9144	0.2040	0.2285	0.8928	0.9190
0.1800	0.2083	0.8640	0.9145	0.2050	0.2293	0.8939	0.9193
0.1810	0.2092	0.8653	0.9146	0.2060	0.2302	0.8950	0.9195
0.1820	0.2100	0.8666	0.9148	0.2070	0.2310	0.8960	0.9197
0.1830	0.2108	0.8680	0.9149	0.2080	0.2319	0.8971	0.9200
0.1840	0.2117	0.8693	0.9150	0.2090	0.2328	0.8981	0.9202

续附表四

d/L <sub>0</sub>	d/L	C/C <sub>0</sub> 及 L/L <sub>0</sub>	H/H <sub>0</sub>	d/L <sub>0</sub>	d/L	C/C <sub>0</sub> 及 L/L <sub>0</sub>	H/H <sub>0</sub>
0.2100	0.2336	0.8991	0.9205	0.2350	0.2549	0.9219	0.9276
0.2110	0.2344	0.9001	0.9207	0.2360	0.2558	0.9227	0.9279
0.2120	0.2353	0.9011	0.9210	0.2370	0.2566	0.9235	0.9282
0.2130	0.2361	0.9021	0.9213	0.2380	0.2575	0.9243	0.9285
0.2140	0.2370	0.9031	0.9215	0.2390	0.2584	0.9251	0.9288
0.2150	0.2378	0.9041	0.9218	0.2400	0.2592	0.9259	0.9291
0.2160	0.2387	0.9051	0.9221	0.2410	0.2601	0.9267	0.9294
0.2170	0.2395	0.9061	0.9223	0.2420	0.2610	0.9275	0.9298
0.2180	0.2404	0.9070	0.9226	0.2430	0.2618	0.9282	0.9301
0.2190	0.2412	0.9079	0.9228	0.2440	0.2627	0.9289	0.9304
0.2200	0.2421	0.9088	0.9218	0.2450	0.2635	0.9296	0.9307
0.2210	0.2429	0.9097	0.9221	0.2460	0.2644	0.9304	0.9310
0.2220	0.2438	0.9107	0.9223	0.2470	0.2653	0.9311	0.9314
0.2230	0.2446	0.9116	0.9226	0.2480	0.2661	0.9318	0.9317
0.2240	0.2455	0.9125	0.9228	0.2490	0.2670	0.9325	0.9320
0.2250	0.2463	0.9134	0.9245	0.2500	0.2679	0.9332	0.9323
0.2260	0.2472	0.9143	0.9248	0.2510	0.2687	0.9339	0.9327
0.2270	0.2481	0.9152	0.9251	0.2520	0.2696	0.9346	0.9330
0.2280	0.2489	0.9161	0.9254	0.2530	0.2705	0.9353	0.9333
0.2290	0.2498	0.9170	0.9258	0.2540	0.2714	0.9360	0.9336
0.2300	0.2506	0.9178	0.9261	0.2550	0.2722	0.9367	0.9340
0.2310	0.2515	0.9186	0.9264	0.2560	0.2731	0.9374	0.9343
0.2320	0.2523	0.9194	0.9267	0.2570	0.2740	0.9381	0.9346
0.2330	0.2532	0.9203	0.9270	0.2580	0.2749	0.9388	0.9349
0.2340	0.2540	0.9211	0.9273	0.2590	0.2757	0.9394	0.9353

续附表四

d/L <sub>0</sub>	d/L	C/C <sub>0</sub> 及 L/L <sub>0</sub>	H/H <sub>0</sub>	d/L <sub>0</sub>	d/L	C/C <sub>0</sub> 及 L/L <sub>0</sub>	H/H <sub>0</sub>
0.2600	0.2766	0.9400	0.9356	0.2850	0.2987	0.9542	0.9440
0.2610	0.2775	0.9406	0.9360	0.2860	0.2996	0.9547	0.9443
0.2620	0.2784	0.9412	0.9363	0.2870	0.3005	0.9552	0.9446
0.2630	0.2792	0.9418	0.9367	0.2880	0.3014	0.9557	0.9449
0.2640	0.2801	0.9425	0.9370	0.2890	0.3022	0.9562	0.9452
0.2650	0.2810	0.9431	0.9373	0.2900	0.3031	0.9567	0.9456
0.2660	0.2819	0.9437	0.9377	0.2910	0.3040	0.9572	0.9459
0.2670	0.2827	0.9443	0.9380	0.2920	0.3049	0.9577	0.9463
0.2680	0.2836	0.9449	0.9383	0.2930	0.3058	0.9581	0.9466
0.2690	0.2845	0.9455	0.9386	0.2940	0.3067	0.9585	0.9469
0.2700	0.2854	0.9461	0.9390	0.2950	0.3076	0.9590	0.9473
0.2710	0.2863	0.9467	0.9393	0.2960	0.3085	0.9594	0.9476
0.2720	0.2872	0.9473	0.9396	0.2970	0.3094	0.9599	0.9480
0.2730	0.2880	0.9478	0.9400	0.2980	0.3103	0.9603	0.9483
0.2740	0.2889	0.9484	0.9403	0.2990	0.3112	0.9607	0.9486
0.2750	0.2898	0.9490	0.9406	0.3000	0.3121	0.9611	0.9490
0.2760	0.2907	0.9495	0.9410	0.3010	0.3130	0.9616	0.9493
0.2770	0.2916	0.9500	0.9413	0.3020	0.3139	0.9620	0.9496
0.2780	0.2924	0.9505	0.9416	0.3030	0.3148	0.9624	0.9499
0.2790	0.2933	0.9511	0.9420	0.3040	0.3157	0.9629	0.9502
0.2800	0.2942	0.9516	0.9423	0.3050	0.3166	0.9633	0.9505
0.2810	0.2951	0.9521	0.9426	0.3060	0.3175	0.9637	0.9509
0.2820	0.2960	0.9526	0.9430	0.3070	0.3184	0.9641	0.9512
0.2830	0.2969	0.9532	0.9433	0.3080	0.3193	0.9645	0.9515
0.2840	0.2978	0.9537	0.9436	0.3090	0.3202	0.9649	0.9518

续附表四

$d/L_0$	$d/L$	$C/C_0$ 及 $L/L_0$	$H/H'_0$	$d/L_0$	$d/L$	$C/C_0$ 及 $L/L_0$	$H/H'_0$
0.3100	0.3211	0.9653	0.9522	0.3350	0.3440	0.9738	0.9598
0.3110	0.3220	0.9656	0.9525	0.3360	0.3449	0.9741	0.9601
0.3120	0.3230	0.9660	0.9528	0.3370	0.3459	0.9744	0.9604
0.3130	0.3239	0.9664	0.9531	0.3380	0.3468	0.9747	0.9607
0.4140	0.3248	0.9668	0.9535	0.3390	0.3477	0.9750	0.9610
0.3150	0.3257	0.9672	0.9538	0.3400	0.3486	0.9753	0.9613
0.3160	0.3266	0.9676	0.9541	0.3410	0.3495	0.9756	0.9615
0.3170	0.3275	0.9679	0.9544	0.3420	0.3504	0.9758	0.9618
0.3180	0.3284	0.9682	0.9547	0.3430	0.3514	0.9761	0.9621
0.3190	0.3294	0.9686	0.9550	0.3440	0.3523	0.9764	0.9623
0.3200	0.3302	0.9690	0.9553	0.3450	0.3532	0.9767	0.9626
0.3210	0.3311	0.9693	0.9556	0.3460	0.3542	0.9769	0.9629
0.3220	0.3321	0.9696	0.9559	0.3470	0.3551	0.6772	0.9632
0.3230	0.3330	0.9700	0.9562	0.3480	0.3560	0.9775	0.9635
0.3240	0.3339	0.9703	0.9565	0.3490	0.3570	0.6777	0.9638
0.3250	0.3349	0.9707	0.9568	0.3500	0.3579	0.9780	0.9640
0.3260	0.3357	0.9710	0.9571	0.3510	0.3588	0.9782	0.9643
0.3270	0.3367	0.9713	0.9574	0.3520	0.3598	0.9785	0.9646
0.3280	0.3376	0.9717	0.9577	0.3530	0.3607	0.9787	0.9648
0.3290	0.3385	0.9720	0.9580	0.3540	0.3616	0.9790	0.9651
0.3300	0.3394	0.9723	0.9583	0.3550	0.3625	0.9792	0.9654
0.3310	0.3403	0.9726	0.9586	0.3560	0.3635	0.9795	0.9657
0.3320	0.3413	0.9729	0.9589	0.3570	0.3644	0.9797	0.9659
0.3330	0.3422	0.9732	0.9592	0.3580	0.3653	0.9799	0.9662
0.3340	0.3431	0.9735	0.9595	0.3590	0.3663	0.9801	0.9665

续附表四

$d/L_0$	$d/L$	$C/C_0$ 及 $L/L_0$	$H/H'_0$	$d/L_0$	$d/L$	$C/C_0$ 及 $L/L_0$	$H/H'_0$
0.3600	0.3672	0.9804	0.9667	0.3850	0.3907	0.9854	0.9728
0.3610	0.3682	0.9806	0.9670	0.3860	0.3917	0.9855	0.9730
0.3620	0.3691	0.9808	0.9673	0.3870	0.3926	0.9857	0.9732
0.3630	0.3700	0.9811	0.9675	0.3880	0.3936	0.9859	0.9735
0.3640	0.3709	0.9813	0.9677	0.3890	0.3945	0.9860	0.9737
0.3650	0.3719	0.9815	0.9680	0.3900	0.3955	0.9862	0.9739
0.3660	0.3728	0.9817	0.9683	0.3910	0.3964	0.9864	0.9741
0.3670	0.3737	0.9819	0.9686	0.3920	0.3974	0.9865	0.9743
0.3680	0.3747	0.9821	0.9688	0.3930	0.3983	0.9867	0.9745
0.3690	0.3756	0.9823	0.9690	0.3940	0.3993	0.9869	0.9748
0.3700	0.3766	0.9825	0.9693	0.3950	0.4002	0.9870	0.9750
0.3710	0.3775	0.9827	0.9696	0.3960	0.4012	0.9872	0.9752
0.3720	0.3785	0.9830	0.9698	0.3970	0.4021	0.9873	0.9754
0.3730	0.3794	0.9832	0.9700	0.3980	0.4031	0.9874	0.9756
0.3740	0.3804	0.9834	0.9702	0.3990	0.4040	0.9876	0.9758
0.3750	0.3813	0.9835	0.9705	0.4000	0.4050	0.9877	0.9761
0.3760	0.3822	0.9837	0.9707	0.4010	0.4059	0.9879	0.9763
0.3770	0.3832	0.9839	0.9709	0.4020	0.4060	0.9880	0.9765
0.3780	0.3841	0.9841	0.9712	0.4030	0.4078	0.9882	0.9766
0.3790	0.3850	0.9843	0.9714	0.4040	0.4088	0.9883	0.9768
0.3800	0.3860	0.9845	0.9717	0.4050	0.4098	0.9885	0.9770
0.3810	0.3869	0.9847	0.9719	0.4060	0.4107	0.9886	0.9772
0.3820	0.3879	0.9848	0.9721	0.4070	0.4116	0.9887	0.9774
0.3830	0.3888	0.9850	0.9724	0.4080	0.4126	0.9889	0.9776
0.3840	0.3898	0.9852	0.9726	0.4090	0.4136	0.9890	0.9778

续附表四

$d/L_0$	$d/L$	$C/C_0$ 及 $L/L_0$	$H/H'_0$	$d/L_0$	$d/L$	$C/C_0$ 及 $L/L_0$	$H/H'_0$
0.4100	0.4145	0.9891	0.9780	0.4350	0.4385	0.9919	0.9824
0.4110	0.4155	0.9892	0.9782	0.4360	0.4395	0.9920	0.9826
0.4120	0.4164	0.9894	0.9784	0.4370	0.4405	0.9921	0.9828
0.4130	0.4174	0.9895	0.9786	0.4380	0.4414	0.9922	0.9829
0.4140	0.4183	0.9896	0.9788	0.4390	0.4424	0.6923	0.9830
0.4150	0.4193	0.9898	0.9790	0.4400	0.4434	0.9924	0.9832
0.4160	0.4203	0.9899	0.9792	0.4410	0.4443	0.9925	0.9833
0.4170	0.4212	0.9900	0.9794	0.4420	0.4453	0.9926	0.9835
0.4180	0.4222	0.9901	0.9795	0.4430	0.4463	0.9927	0.9836
0.4190	0.4231	0.9902	0.9797	0.4440	0.4472	0.9928	0.9838
0.4200	0.4241	0.9904	0.9798	0.4450	0.4482	0.9929	0.9839
0.4210	0.4251	0.9905	0.9800	0.4460	0.4492	0.9930	0.9841
0.4220	0.4260	0.9906	0.9802	0.4470	0.4501	0.9930	0.9843
0.4230	0.4270	0.9907	0.9804	0.4480	0.4511	0.9931	0.9844
0.4240	0.4280	0.9908	0.9806	0.4490	0.4521	0.9932	0.9846
0.4250	0.4289	0.9909	0.9808	0.4500	0.4531	0.9633	0.9847
0.4260	0.4298	0.9910	0.9810	0.4510	0.4540	0.9934	0.9848
0.4270	0.4308	0.9911	0.9811	0.4520	0.4550	0.9935	0.9849
0.4280	0.4318	0.9912	0.9812	0.4530	0.4560	0.9935	0.9851
0.4290	0.4328	0.9913	0.9814	0.4540	0.4569	0.9936	0.9852
0.4300	0.4337	0.9914	0.9816	0.4550	0.4579	0.9937	0.9853
0.4310	0.4347	0.9915	0.9818	0.4560	0.4589	0.9938	0.9855
0.4320	0.4356	0.9916	0.9819	0.4570	0.4599	0.9938	0.9857
0.4330	0.4366	0.9917	0.9821	0.4580	0.4608	0.9939	0.9858
0.4340	0.4376	0.9918	0.9823	0.4590	0.4618	0.9940	0.9859

续附表四

$d/L_0$	$d/L$	$C/C_0$ 及 $L/L_0$	$H/H'_0$	$d/L_0$	$d/L$	$C/C_0$ 及 $L/L_0$	$H/H'_0$
0.4600	0.4628	0.9941	0.9860	0.4800	0.4822	0.9953	0.9885
0.4610	0.4637	0.9941	0.9862	0.4810	0.4832	0.9954	0.9886
0.4620	0.4647	0.9942	0.9863	0.4820	0.4842	0.9955	0.9887
0.4630	0.4657	0.9943	0.9864	0.4830	0.4852	0.9955	0.9888
0.4640	0.4666	0.9944	0.9865	0.4840	0.4862	0.9956	0.9889
0.4650	0.4676	0.9944	0.9867	0.4850	0.4871	0.9956	0.9890
0.4660	0.4686	0.9945	0.9868	0.4860	0.4881	0.9957	0.9891
0.4670	0.4695	0.9946	0.9869	0.4870	0.4891	0.9957	0.9892
0.4680	0.4705	0.9946	0.9871	0.4880	0.4901	0.9958	0.9893
0.4690	0.4715	0.9947	0.9872	0.4890	0.4911	0.9958	0.9895
0.4700	0.4725	0.9947	0.9873	0.4900	0.4920	0.9959	0.9896
0.4710	0.4735	0.9948	0.9874	0.4910	0.4930	0.9959	0.9897
0.4720	0.4744	0.9949	0.9875	0.4920	0.4940	0.9960	0.9898
0.4730	0.4754	0.9949	0.9876	0.4930	0.4950	0.9960	0.9899
0.4740	0.4764	0.9950	0.9877	0.4940	0.4960	0.9961	0.9899
0.4750	0.4774	0.9951	0.9878	0.4950	0.4969	0.9961	0.9900
0.4760	0.4783	0.9951	0.9880	0.4960	0.4979	0.9962	0.9901
0.4770	0.4793	0.9952	0.9881	0.4970	0.4989	0.9962	0.9902
0.4780	0.4803	0.9952	0.9882	0.4980	0.4999	0.9963	0.9903
0.4790	0.4813	0.9953	0.9883	0.4990	0.5009	0.9963	0.9904
*	*	*	*	*	*	*	*
0.5000	0.5018	0.9964	0.9905	0.6000	0.6006	0.9990	0.9965
0.5100	0.5117	0.9968	0.9914	0.7000	0.7002	0.9997	0.9988
0.5200	0.5215	0.9972	0.9922	0.8000	0.8001	0.9999	0.9996
0.5300	0.5314	0.9975	0.9930	0.9000	0.9000	1.000	0.9999
0.5400	0.5412	0.9978	0.9936	1.000	1.000	1.009	1.000
0.5500	0.5511	0.9980	0.9942				
0.5600	0.5610	0.9983	0.9947				
0.5700	0.5709	0.9985	0.9953				
0.5800	0.5808	0.9987	0.9957				
0.5900	0.5907	0.9988	0.9962				

附表五 波长~周期~水深关系表  $L = f(T, d)$

周期 水深(m)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
1.0	5.21	8.68	11.99	15.23	18.43	21.61	24.78	27.94	31.10					
2.0	6.04	11.30	16.22	20.94	25.57	30.14	34.68	39.19	43.68					
3.0	6.21	12.67	18.95	24.92	30.71	36.40	42.02	47.59	53.14					
4.0	6.23	13.39	20.85	27.93	34.76	41.42	47.99	54.49	60.94					
5.0		13.75	22.19	30.30	38.70	45.64	53.06	60.39	67.66	82.05	96.32	110.6	124.7	138.9
6.0		13.92	23.12	32.17	40.85	49.25	57.48	65.58	73.60	89.44	105.1	120.7	136.3	151.8
7.0		13.99	23.76	33.67	43.20	52.40	61.39	70.22	78.94	96.00	113.2	130.1	146.9	163.7
8.0		14.02	24.19	34.87	45.21	55.18	64.88	74.20	83.79	102.3	120.6	138.7	156.9	174.7
9.0		14.03	24.48	35.82	46.92	57.62	68.03	78.21	88.24	108.0	127.4	146.7	166.0	185.0
10.0		14.04	24.66	36.58	48.39	59.80	70.88	81.70	92.34	113.4	133.8	154.2	174.5	194.7
12.0		14.05	24.85	37.62	50.71	63.46	75.82	87.88	99.70	112.8	145.6	168.0	190.3	212.6
14.0			24.92	38.24	52.40	66.38	79.95	93.17	106.11	131.3	156.1	180.5	204.8	228.8
16.0			24.95	38.59	53.60	68.69	83.42	97.75	111.75	139.0	165.7	191.9	217.9	243.7
18.0			24.97	38.78	54.44	70.52	86.32	101.72	116.75	146.0	174.5	202.4	230.2	257.6
20.0			38.89	55.02	72.95	88.76	105.18	121.20	152.3	182.5	212.2	241.5	270.6	

22.0					38.95	55.42	73.07	90.80	108.19	125.17	158.1	190.1	221.4	252.3	282.9
24.0					38.98	55.68	73.92	92.50	110.81	128.71	163.4	197.0	229.9	262.6	294.4
26.0					39.00	55.86	74.58	93.50	113.09	131.88	168.3	203.6	238.0	271.9	305.4
28.0					39.00	55.97	75.07	95.06	115.06	134.72	172.7	209.5	245.6	280.9	315.8
30.0					39.01	56.05	75.44	96.02	116.77	137.25	176.9	215.3	252.7	289.6	325.7
32.0					56.09	75.72	96.79	118.25	139.51	180.8	220.7	259.5	297.6	335.2	
34.0					56.12	75.92	97.42	119.52	141.52	184.4	225.8	266.0	305.4	344.3	
36.0					56.14	76.07	97.93	120.61	143.32	187.7	230.5	272.1	312.9	353.0	
38.0					56.16	76.18	98.34	121.53	144.91	190.7	235.0	278.0	320.0	361.4	
40.0					56.17	76.26	98.66	122.33	146.32	193.6	239.2	283.3	326.8	369.4	
42.0					56.17	76.32	98.92	123.00	147.57	196.2	243.2	288.8	333.4	377.2	
44.0					56.17	76.36	99.13	123.56	148.67	198.6	247.0	293.9	339.7	384.6	
46.0					56.18	76.39	99.29	124.04	149.64	200.8	250.8	298.7	345.7	391.8	
48.0						76.41	99.42	124.44	150.49	202.9	253.9	303.3	351.5	398.8	
50.0						76.43	99.52	124.78	151.24	204.8	256.9	307.6	357.0	405.5	
55.0						76.45	99.71	125.49	152.93	208.9	264.2	317.9	370.1	421.4	
60.0						76.46	99.78	125.78	158.76	212.2	270.2	327.1	382.1	436.0	
65.0						76.47	99.82	126.02	154.49	214.9	275.8	335.2	393.0	449.7	
70.0						99.85	126.17	155.00	216.9	280.3	342.5	402.8	462.2		
深水波	6.24	24.05	24.97	39.02	56.19	76.47	99.88	126.42	156.07	224.6	305.7	399.3	505.3	623.9	

注:表中波长单位为 m。

附表六 双曲线正切 thx 查算表

$$\text{thx} = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均差
0.0	0.0000	0.0100	0.0200	0.0300	0.0400	0.0500	0.0599	0.0699	0.0798	0.0898	100
0.1	0.0997	0.1096	0.1194	0.1293	0.1391	0.1489	0.1587	0.1684	0.1781	0.1878	98
0.2	0.1974	0.2070	0.2165	0.2260	0.2355	0.2449	0.2543	0.2636	0.2729	0.2821	94
0.3	0.2913	0.3004	0.3095	0.3185	0.3275	0.3364	0.3452	0.3540	0.3627	0.3714	89
0.4	0.3800	0.3885	0.3969	0.4053	0.4136	0.4219	0.4301	0.4382	0.4462	0.4542	82
0.5	0.4621	0.4700	0.4777	0.4854	0.4930	0.5005	0.5080	0.5154	0.5227	0.5299	75
0.6	0.5370	0.5441	0.5511	0.5581	0.5649	0.5717	0.5784	0.5850	0.5915	0.5980	67
0.7	0.6044	0.6107	0.6169	0.6231	0.6291	0.6352	0.6411	0.6469	0.6527	0.6584	60
0.8	0.6640	0.6696	0.6751	0.6805	0.6858	0.6911	0.6963	0.7014	0.7064	0.7114	52
0.9	0.7163	0.7211	0.7259	0.7306	0.7352	0.7398	0.7443	0.7487	0.7531	0.7574	45
1.0	0.7616	0.7658	0.7699	0.7739	0.7779	0.7818	0.7857	0.7895	0.7932	0.7969	39
1.1	0.8005	0.8041	0.8076	0.8110	0.8144	0.8178	0.8210	0.8243	0.8275	0.8306	33
1.2	0.8337	0.8367	0.8397	0.8426	0.8455	0.8483	0.8511	0.8538	0.8565	0.8591	28
1.3	0.8617	0.8643	0.8668	0.8693	0.8717	0.8741	0.8764	0.8787	0.8810	0.8832	24
1.4	0.8854	0.8875	0.8896	0.8917	0.8937	0.8957	0.8977	0.8996	0.9015	0.9033	20
1.5	0.9052	0.9069	0.9087	0.9104	0.9121	0.9138	0.9154	0.9170	0.9186	0.9202	17
1.6	0.9217	0.9232	0.9246	0.9261	0.9275	0.9289	0.9302	0.9316	0.9329	0.9342	14
1.7	0.9354	0.9367	0.9379	0.9391	0.9402	0.9414	0.9425	0.9436	0.9447	0.9458	11
1.8	0.9468	0.9478	0.9488	0.9498	0.9508	0.9518	0.9527	0.9536	0.9545	0.9554	9
1.9	0.9562	0.9571	0.9579	0.9587	0.9595	0.9603	0.9611	0.9619	0.9626	0.9633	8
2.0	0.9640	0.9647	0.9654	0.9661	0.9668	0.9674	0.9680	0.9687	0.9693	0.9699	6
2.1	0.9705	0.9710	0.9716	0.9722	0.9727	0.9732	0.9738	0.9743	0.9748	0.9752	5
2.2	0.9757	0.9762	0.9767	0.9771	0.9776	0.9780	0.9785	0.9789	0.9793	0.9797	4
2.3	0.9801	0.9805	0.9809	0.9812	0.9816	0.9820	0.9823	0.9827	0.9830	0.9834	4
2.4	0.9837	0.9840	0.9843	0.9846	0.9849	0.9852	0.9855	0.9858	0.9861	0.9864	3
2.5	0.9866	0.9869	0.9871	0.9874	0.9876	0.9879	0.9881	0.9884	0.9886	0.9888	2
2.6	0.9890	0.9892	0.9895	0.9897	0.9899	0.9901	0.9903	0.9905	0.9906	0.9908	2
2.7	0.9910	0.9912	0.9914	0.9915	0.9917	0.9919	0.9920	0.9922	0.9923	0.9925	2
2.8	0.9926	0.9928	0.9929	0.9931	0.9932	0.9933	0.9935	0.9936	0.9937	0.9938	1
2.9	0.9940	0.9941	0.9942	0.9943	0.9944	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9950	1
3.0	0.9951	0.9952	0.9953	0.9953	0.9954	0.9955	0.9956	0.9957	0.9958	0.9959	1
4.0	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	1
5.0	0.9999										

当  $X > 3$ ,  $\text{thx} = 1$ 

附表七 双曲线余弦 chx 查算表

$$\text{chx} = \frac{1}{2}(e^x + e^{-x})$$

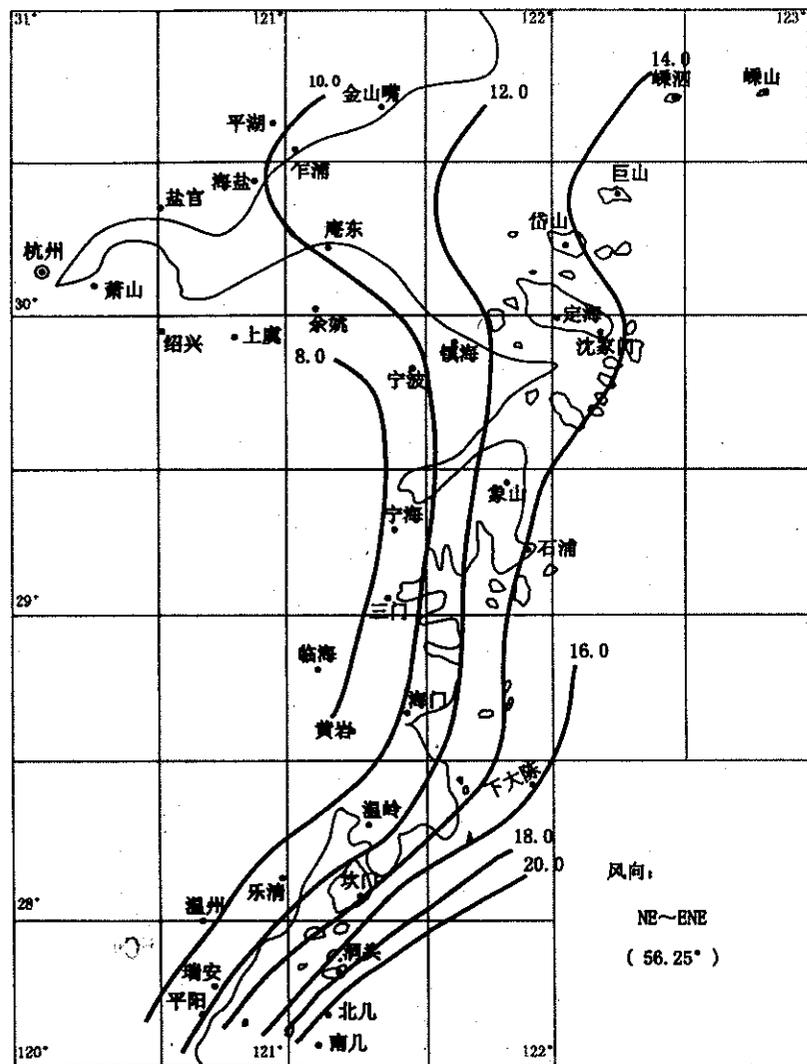
X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	1.0000	1.0001	1.0002	1.0005	1.0008	1.0013	1.0018	1.0025	1.0032	1.0041
0.1	1.0050	1.0061	1.0072	1.0085	1.0098	1.0113	1.0128	1.0145	1.0162	1.0181
0.2	1.0201	1.0221	1.0243	1.0266	1.0289	1.0314	1.0340	1.0367	1.0395	1.0424
0.3	1.0453	1.0484	1.0516	1.0550	1.0584	1.0619	1.0655	1.0692	1.0731	1.0770
0.4	1.0811	1.0852	1.0895	1.0939	1.0984	1.1030	1.1077	1.1125	1.1174	1.1225
0.5	1.1276	1.1329	1.1383	1.1438	1.1494	1.1551	1.1609	1.1669	1.1730	1.1792
0.6	1.1855	1.1819	1.1984	1.2051	1.2119	1.2188	1.2258	1.2329	1.2403	1.2477
0.7	1.2552	1.2628	1.2706	1.2785	1.2865	1.2947	1.3030	1.3114	1.3199	1.3286
0.8	1.3374	1.3464	1.3555	1.3647	1.3740	1.3835	1.3932	1.4029	1.4128	1.4229
0.9	1.4331	1.4434	1.4539	1.4645	1.4753	1.4862	1.4973	1.0585	1.5199	1.5314
1.0	1.5431	1.5549	1.5669	1.5790	1.5913	1.6038	1.6164	1.6292	1.6421	1.6553
1.1	1.6685	1.6820	1.6956	1.7093	1.7233	1.7374	1.7517	1.7662	1.7808	1.9757
1.2	1.8107	1.8258	1.8412	1.8568	1.8725	1.8884	1.9045	1.9208	1.9373	1.9540
1.3	1.9709	1.9880	2.0053	2.0228	2.0404	2.5083	2.0764	2.0947	2.1132	2.1320
1.4	2.1509	2.1701	2.1894	0.2090	2.2288	2.2488	2.2691	2.2896	2.3103	2.3312
1.5	2.3524	2.3738	2.3955	2.4174	2.4395	2.4619	2.4845	2.5074	2.5305	2.5538
1.6	2.5775	2.6014	2.6255	2.6499	2.6746	2.6995	2.7247	2.7502	2.7760	2.8020
1.7	2.8283	2.8549	2.8818	2.9090	2.9364	2.9642	2.9922	3.0206	3.0493	3.0782
1.8	3.1075	3.1371	3.1669	3.1972	3.2277	3.2585	3.2897	3.3212	3.3531	3.3852
1.9	3.4177	3.4506	3.4838	3.5173	3.5512	3.5855	3.6201	3.6551	3.6904	3.7261
2.0	3.7622	3.7987	3.8355	3.8727	3.9103	3.9483	3.9867	4.0256	4.0647	4.1043
2.1	4.1443	4.1847	4.2256	4.2669	4.3086	4.3507	4.3932	4.4362	4.4797	4.5237
2.2	4.5679	4.6127	4.6580	4.7037	4.7499	4.7966	4.8437	4.8914	4.9395	4.9881
2.3	5.0372	5.0868	5.1370	5.1876	5.2388	5.2905	5.3427	5.3954	5.4487	5.5026
2.4	5.5569	5.6119	5.6674	5.7235	5.7801	5.8373	5.8951	5.9535	6.0125	6.0721
2.5	6.1323	6.1931	6.2545	6.3167	6.3793	6.4426	6.5066	6.5712	6.6365	6.7024
2.6	6.7690	6.8363	6.9043	6.9729	7.0423	7.1123	7.1831	7.2546	7.3268	7.3998
2.7	7.4735	7.5479	7.6231	7.6991	7.7758	7.8533	7.9316	8.0107	8.0905	8.1712
2.8	8.2527	8.3351	8.4182	8.5022	8.5871	8.6728	8.7594	8.8469	8.9352	9.0244
2.9	9.1146	9.2056	9.2976	9.3905	9.4844	9.5792	9.6749	9.7716	9.8693	9.9680
3.0	10.0677	10.1684	10.2701	10.3728	10.4765	10.5814	10.6873	10.7942	10.9022	11.0113
4.0	27.3082	27.5825	27.8595	28.1393	28.4220	28.7074	28.9958	29.2870	29.5812	29.8783
6.0	201.7156									

当  $X > 5$ ,  $\text{chx} = \frac{1}{2}(e^x)$  或  $\log_{10}(\text{chx}) = 0.4343x + 0.6990 - 1$  正确至四位数字。

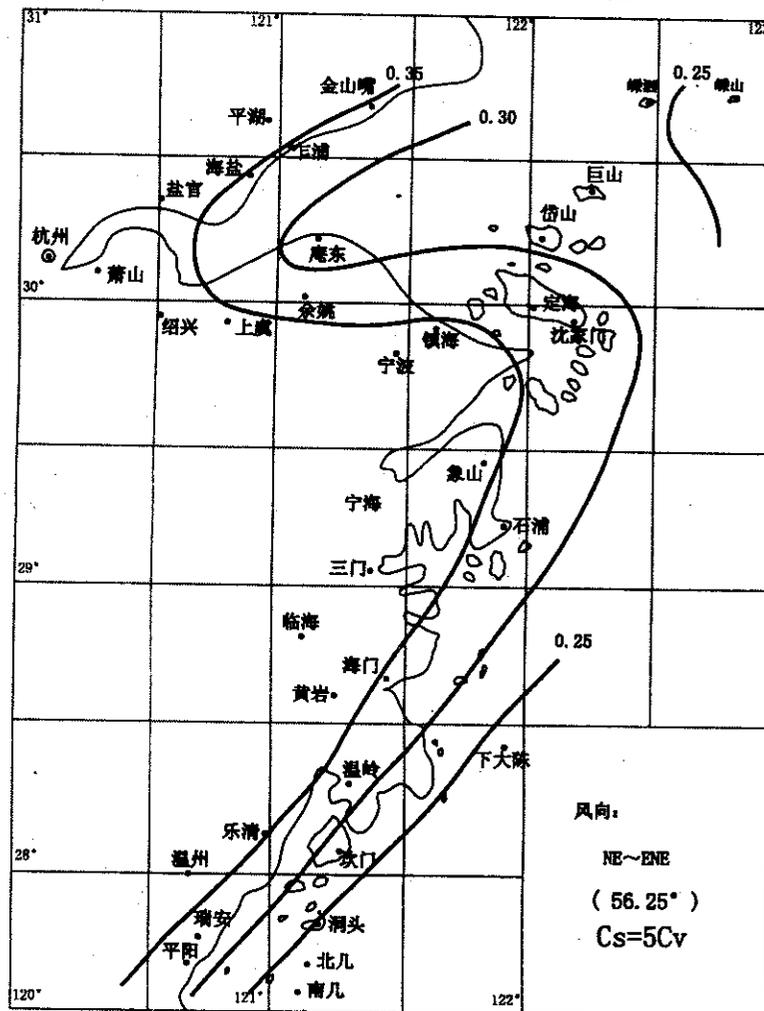




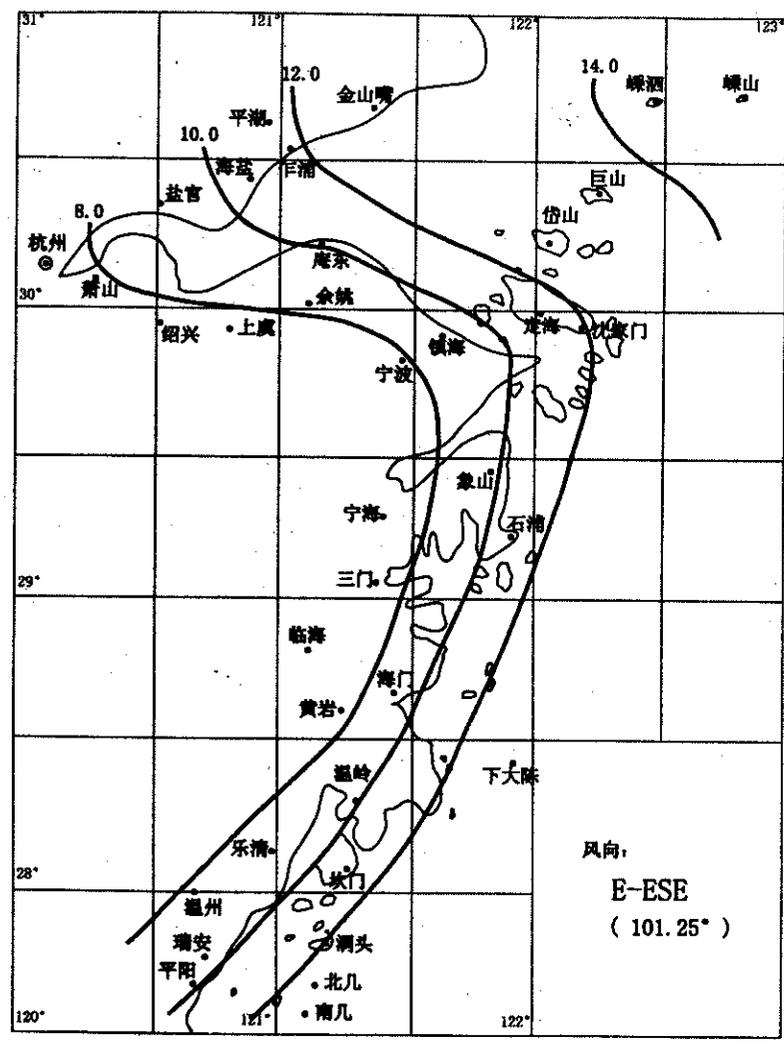
附图四 定时年最大风速均值 $\bar{v}$ 等值线图 (m/s)



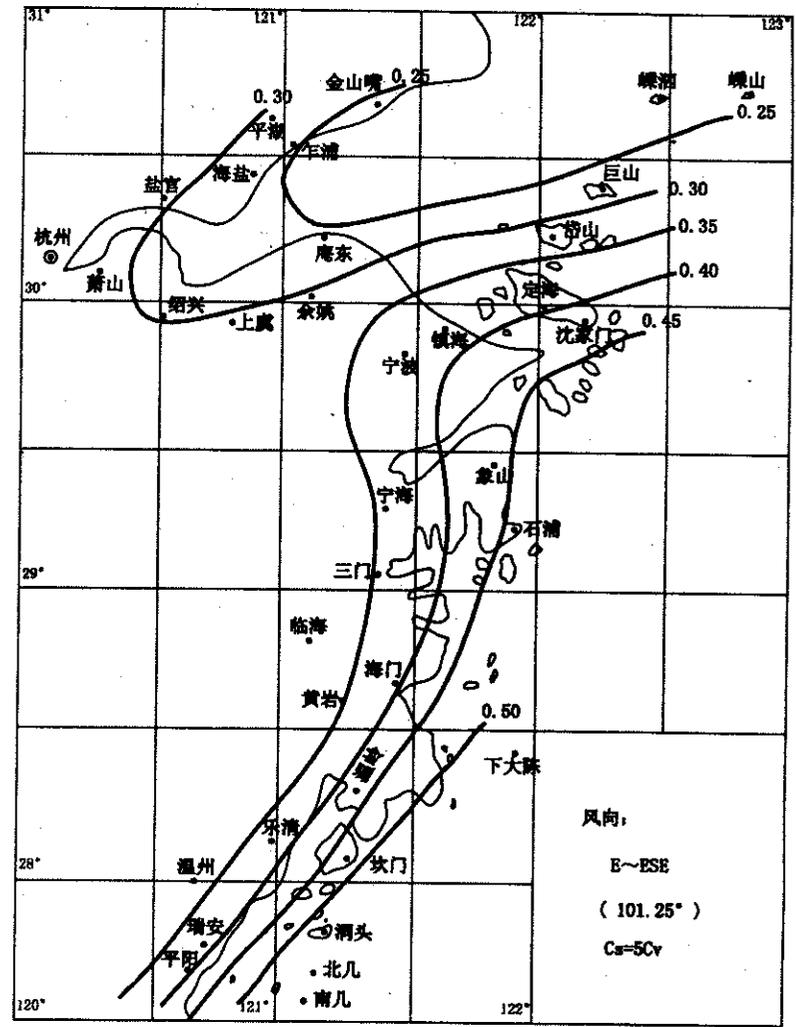
附图四 定时年最大风速变差系数 $C_v$ 等值线图



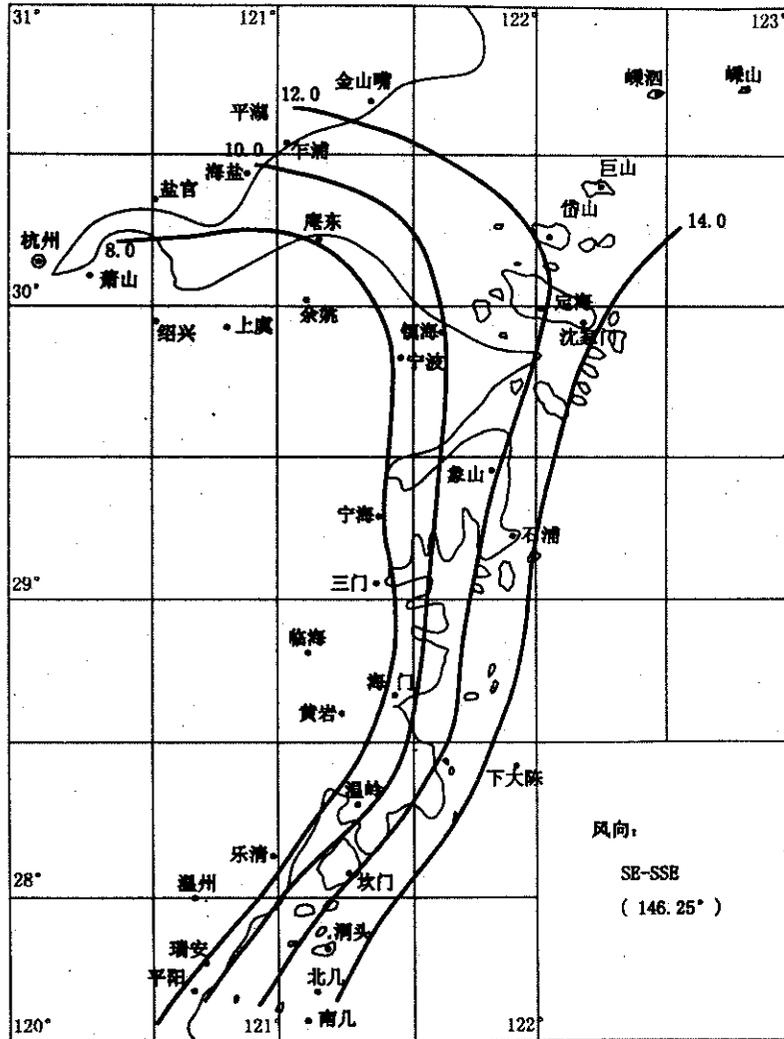
附图五 定时年最大风速均值 $\bar{v}$ 等值线图(m/s)



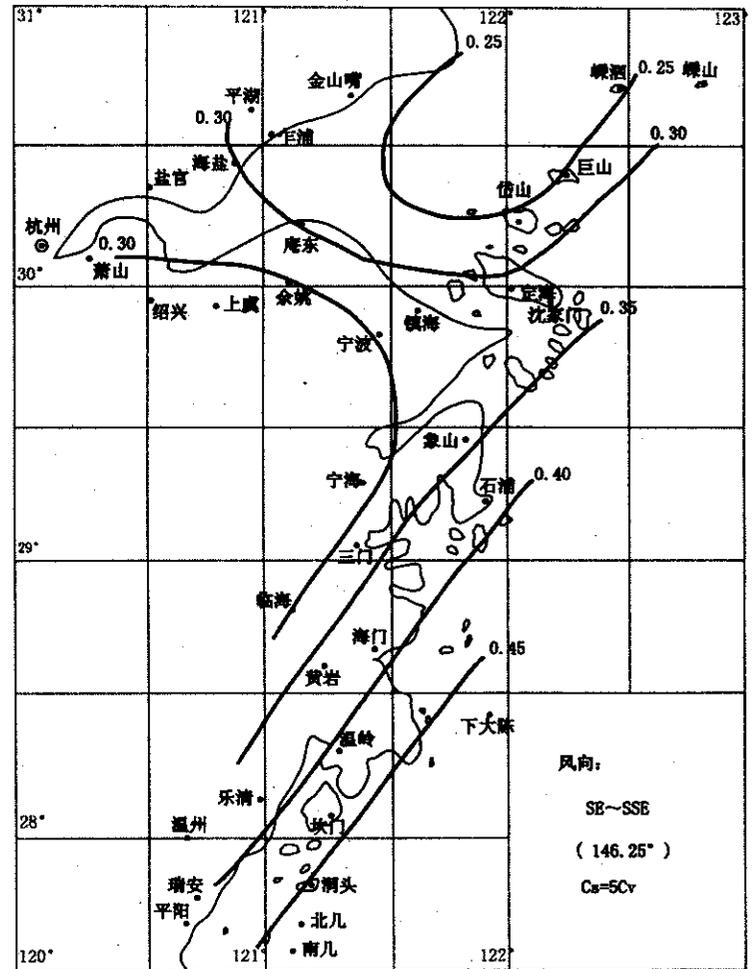
附图五 定时年最大风速变差系数 $C_v$ 等值线图



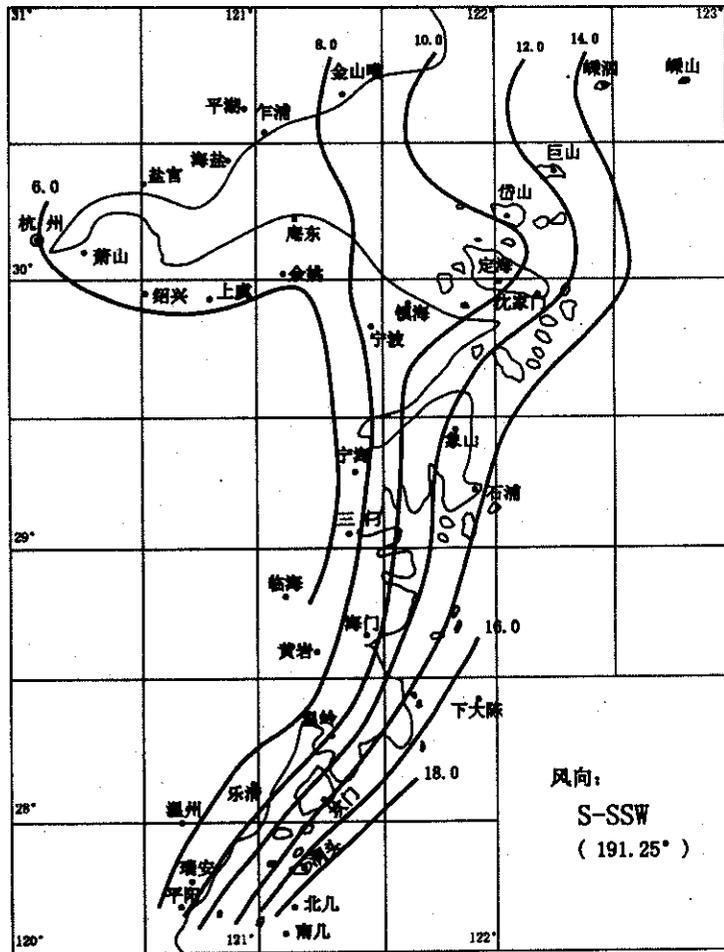
附图六 定时年最大风速均值 $\bar{v}$ 等值线图(m/s)



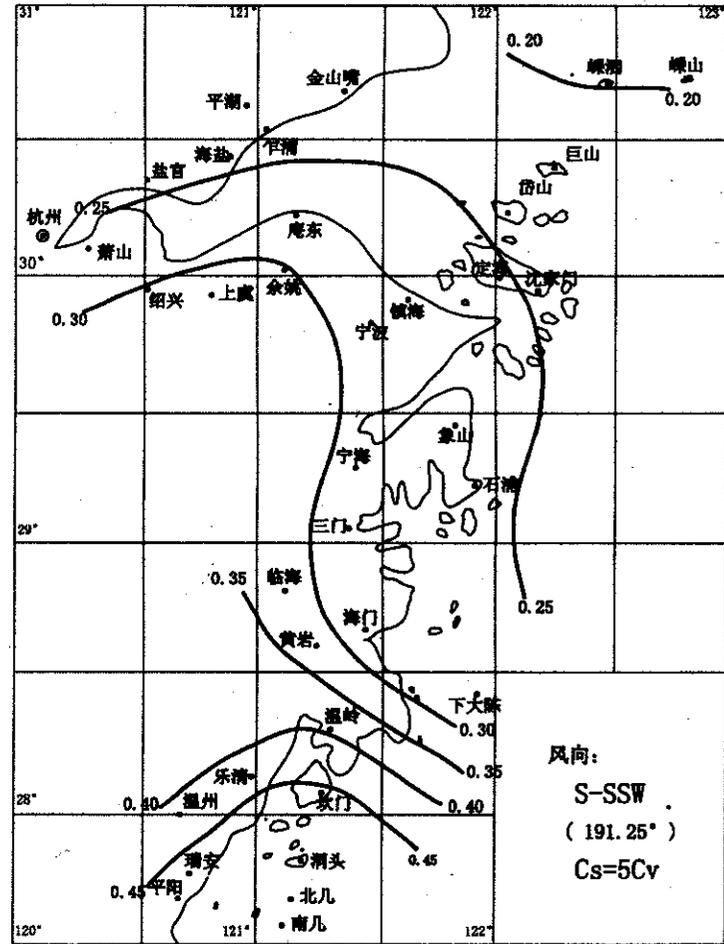
附图六 定时年最大风速变差系数 $C_v$ 等值线图



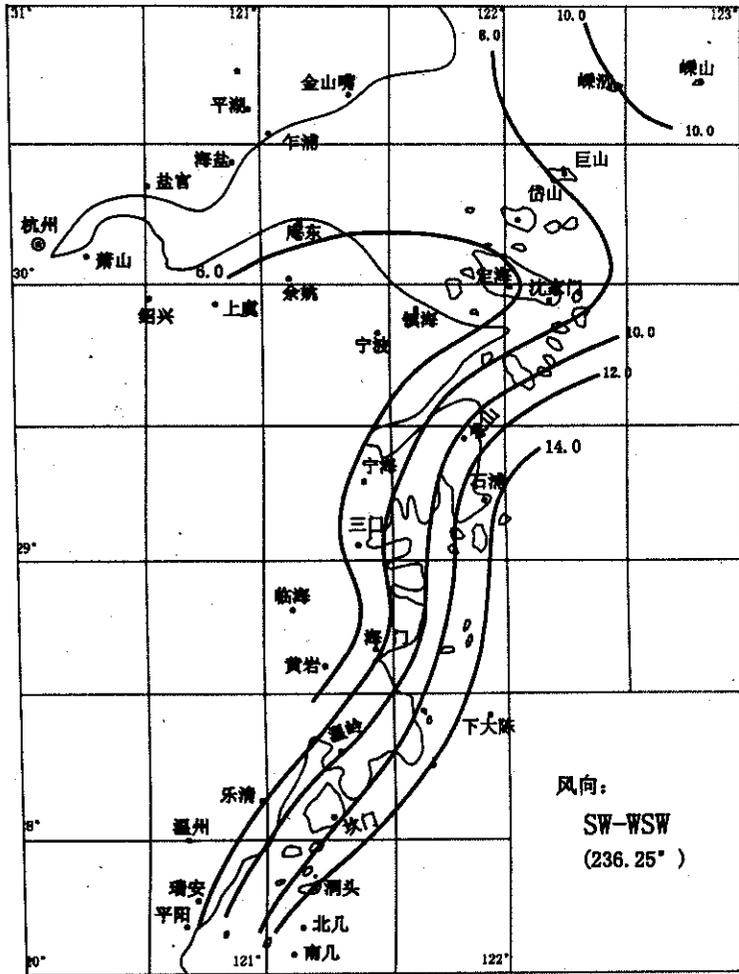
附图七 定时年最大风速均值 $\bar{v}$ 等值线图 (m/s)



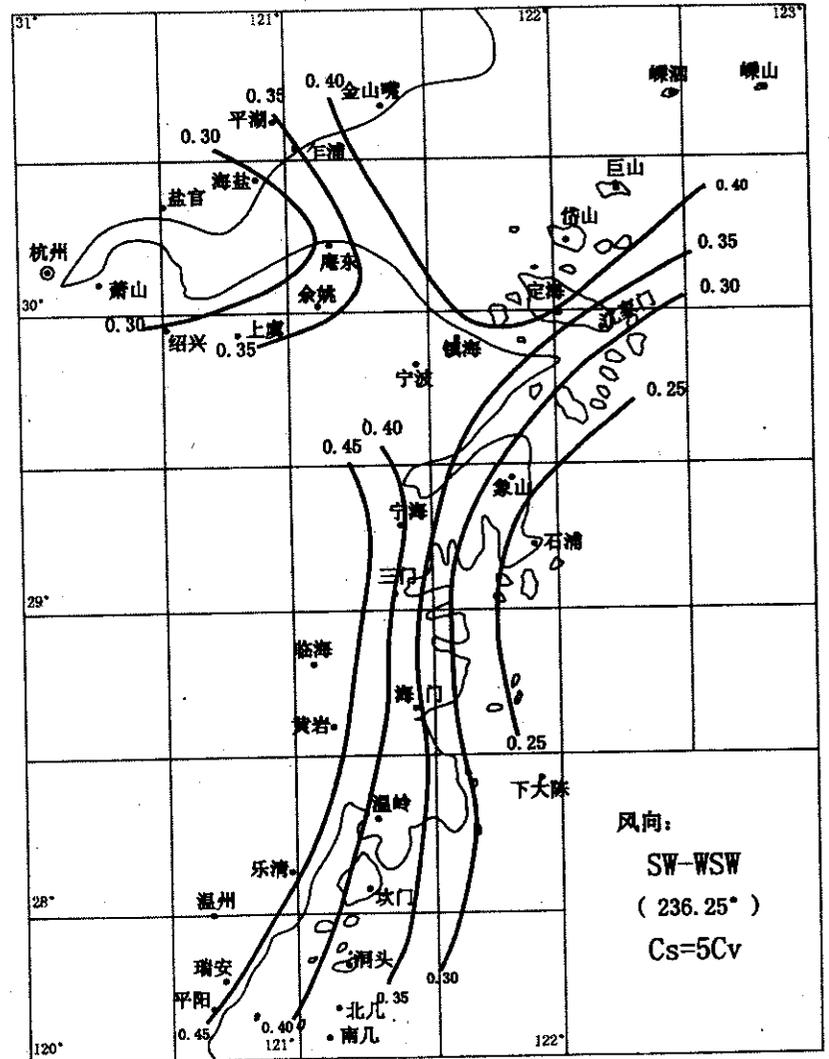
附图七 定时年最大风速变差系数 $C_v$ 等值线图



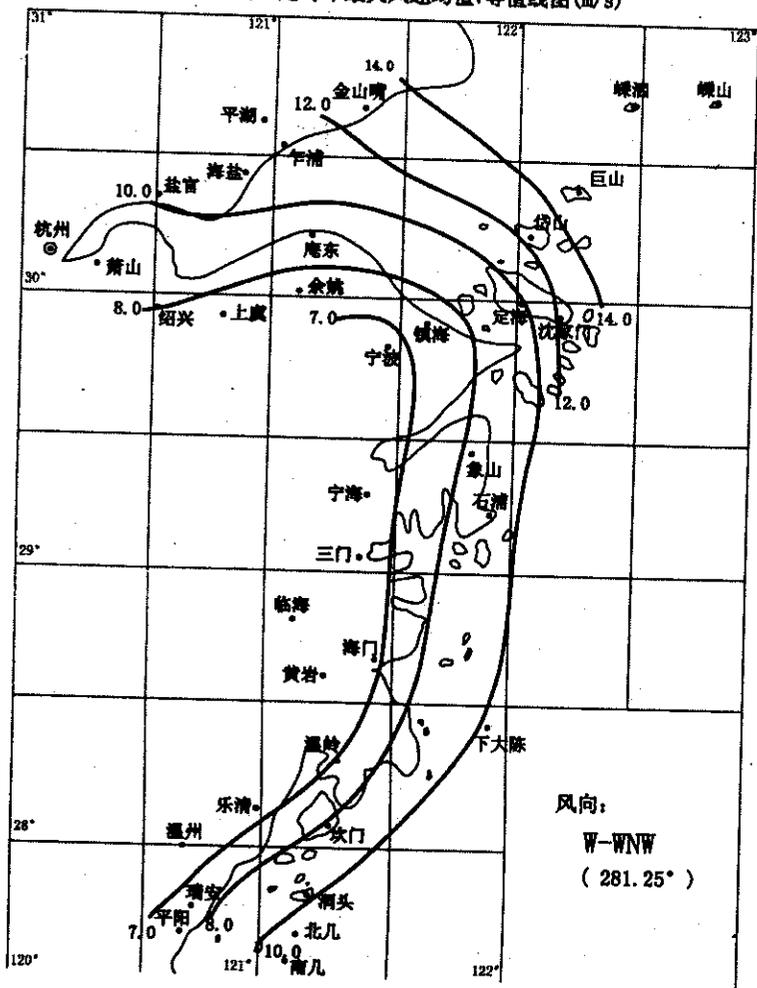
附图八 定时年最大风速均值V等值线图(m/s)



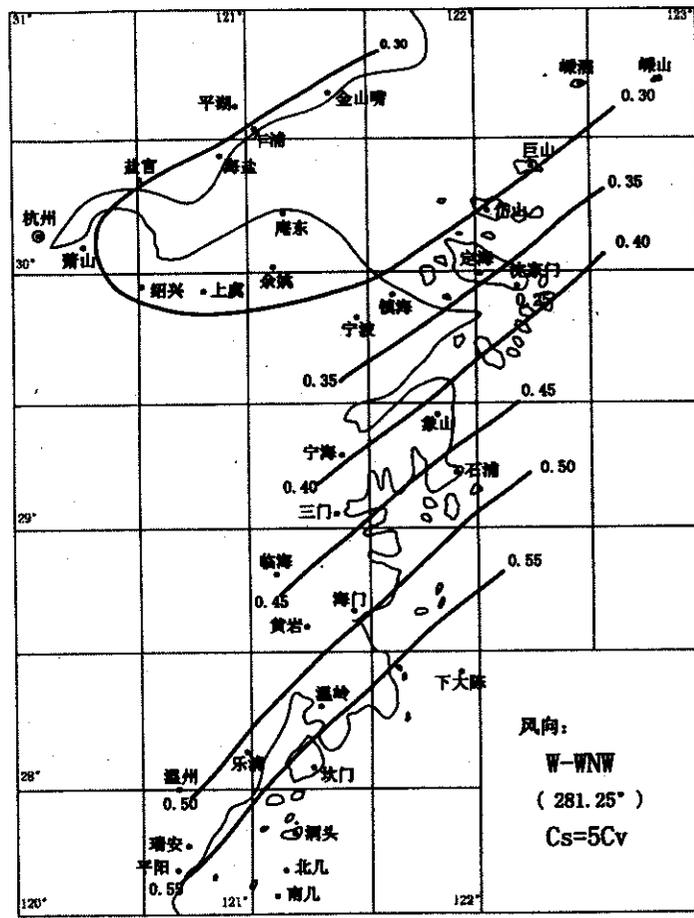
附图八 定时年最大风速变差系数Cv等值线图



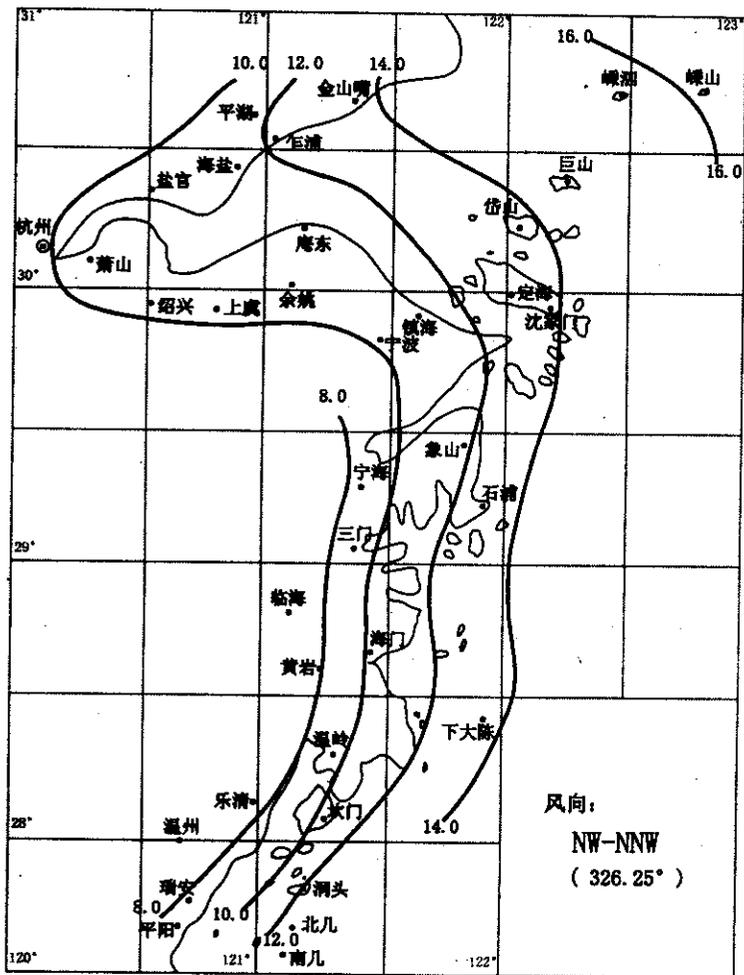
附图九 定时年最大风速均值V等值线图(m/s)



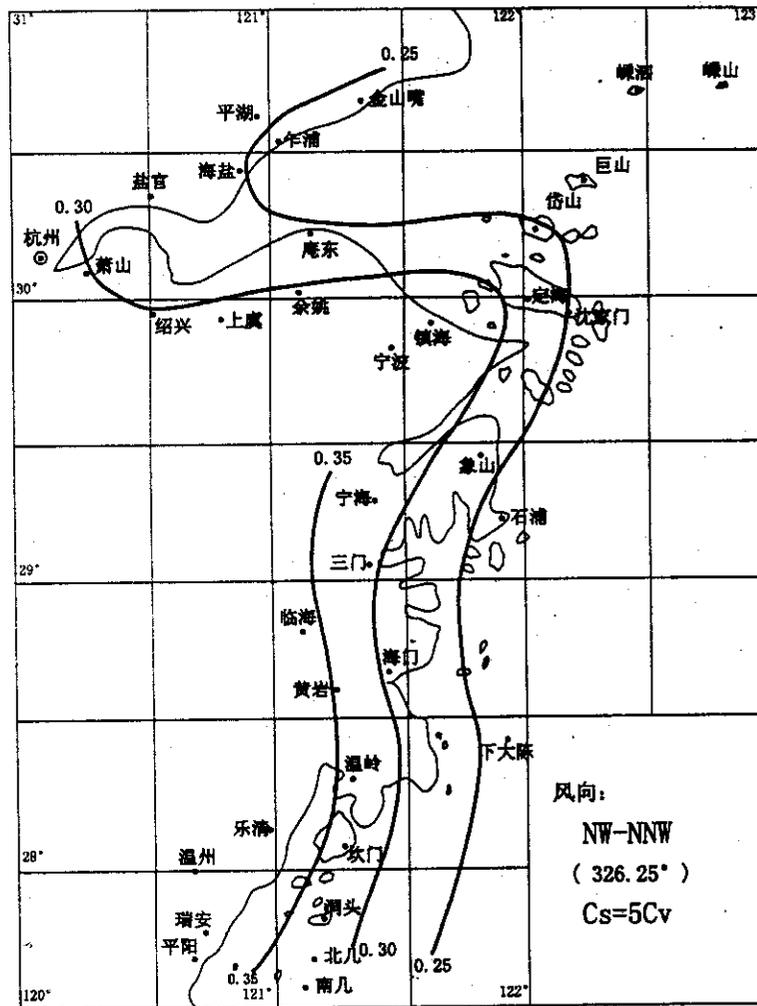
附图九 定时年最大风速变差系数Cv等值线图



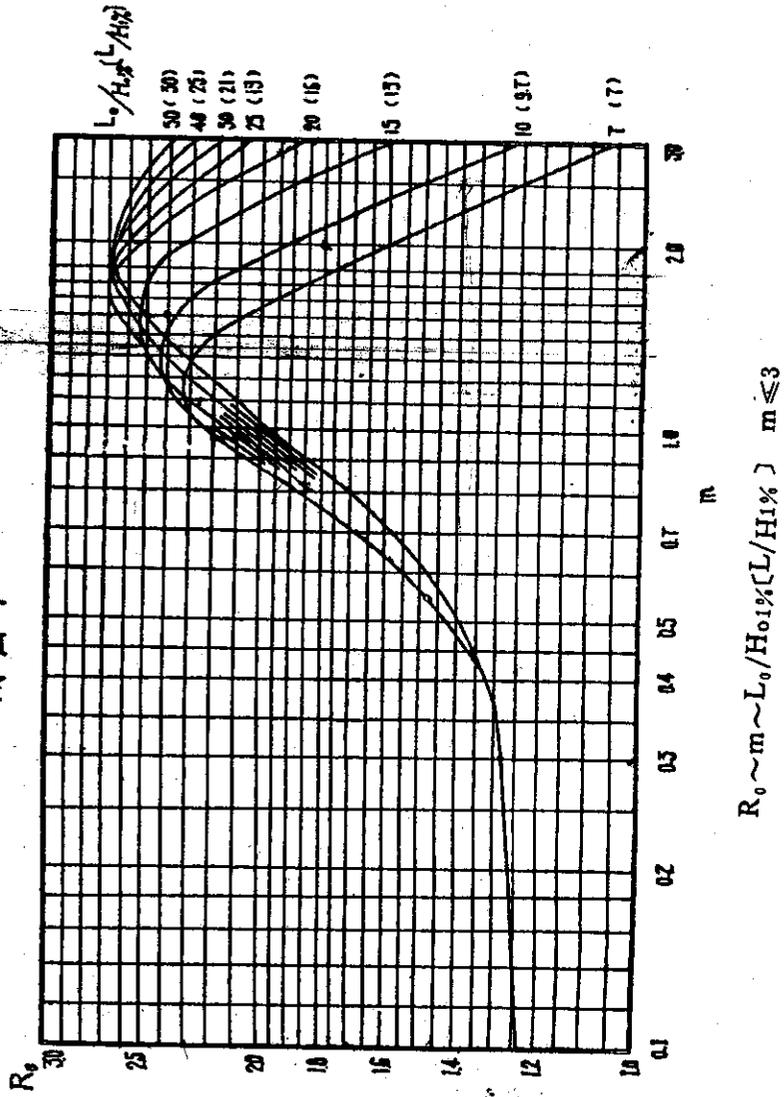
附图十 定时年最大风速均值V等值线图(m/s)



附图十 定时年最大风速变差系数Cv等值线图



附圖十一



附圖十二

