

我国部分测站台风潮重现期的计算

王喜年 陈祥福

(国家海洋局海洋环境预报中心)

摘 要

我国是世界上经常受风暴潮袭击的国家之一,因此,很需要计算每个测站最大增水值的重现期。首先,我们用耿贝尔方法,计算了资料序列长的17个站的最大增水值的重现期。在这些站计算的最大增水值的频率分布与由历史资料计算的重现期吻合得较好。其二,我们还用三种方法计算了海口站最大增水值的重现期并进行了计算结果的比较。最后,我们计算了湛江站的最高潮位的频率分布。其计算值与依据历史资料计算的重现期吻合得相当好。计算结果对做风暴潮预报、海岸工程设计和估计风暴潮造成的损失非常有用。

引 言

目前,世界上多风暴潮的国家普遍认识到:由强台风引起的严重灾害,主要是台风潮造成的。为确保沿岸地带安全,减少损失,国外不少国家正在拟定防范对策,他们重视风暴潮重现期的计算并进行了许多研究〔1〕〔2〕。

1974年第13号台风潮过后,在设计水位中如何考虑风暴潮的问题一直受到国内有关部门的重视。近来有人指出,对于风暴潮影响显著的海域,当其资料年限不够长时,运用耿贝尔方法计算的多年一遇设计水位有时偏低。作者证明了天文潮年极值随机变量序列和台风潮年极值随机变量序列是相互独立的,并计算了某站在风暴影响下,各种不同风暴潮与天文潮相互组合的设计水位值及其重现期¹⁾。为推动这方面工作的进展,计算出我国沿海资料序列长的一些潮位站的风暴潮重现期是一件十分有意义的工作。据此,我们用耿贝尔方法计算了吕泗等17站的风暴潮重现期。对于海口站进行了三种方法计算结果的比较。用上述方法还计算了湛江港不同重现期的高潮位,由于资料序列长,计算值与经验频率点吻合得较好,可供设计部门参考。

本文83年11月2日收到

1) 王超,风暴潮影响下工程设计水位的联合分布,1982,油印本。

一、计算方法

1. 第一型极值分布率法 (耿贝尔方法)

我们采用第一型极值分布律进行不同重现期的风暴潮位计算。设有 n 个年最大风暴潮位值 h_i , 则

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

式中: h_p ——与年频率值 p 对应的风暴潮位;

λ_{pn} ——与年频率 p 及资料年数 n 有关的系数 (有表可查);

\bar{h} —— n 年 h_i 的平均值,

$$\bar{h} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i$$

S —— n 年 h_i 的均方差,

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i^2 - \bar{h}^2}$$

由公式 (1) 求出对应于不同 p 的 h_p , 在机率格线上绘出风暴潮位的理论频率曲线; 同时绘上经验频率点, 以检验两者的吻合程度。文献 [3] 给出了由 n 和 p (%) 查算 λ_{pn} 的附表。

2. 皮尔逊 III 型曲线法

风暴潮位的理论曲线, 也可采用皮尔逊 III 型曲线。 n 个年最大风暴潮位值 x_i 的平均值和离差系数按下列公式计算:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$C_v = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{\bar{x}} - 1 \right)^2}$$

为绘制皮尔逊 III 型曲线, 可根据 C_v 和假定 C_s/C_v 值 ($C_s/C_v = 2, 3, 4, \dots$, C_s 为偏系数), 由文献 [3] 附录六查算出与不同频率 p 对应的变率 k_p 值, 按下式计算与年频率 p 相对应的风暴潮位 X_p :

$$X_p = K_p \cdot \bar{x} \quad (2)$$

把与不同 C_s/C_v 对应的各组 p 和 X_p 值点绘在机率格纸上进行选线 (必要时 C_v 值也可稍作调整), 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风暴潮位。

3. 三点适线法 (皮尔逊 III 型的等价方法)

这个方法是先在目估的基础上, 通过点群中心徒手绘出认为适线满意的频率曲线, 然后

在该曲线读取三个点: (p_1, x_1) , (p_2, x_2) 及 (p_3, x_3) , 用下列公式计算必要的参数。

$$S = \frac{X_{P_1} + X_{P_3} - 2X_{P_2}}{X_{P_1} - X_{P_3}}$$

$$\sigma = \frac{X_{P_1} - X_{P_3}}{\Phi_{P_1} - \Phi_{P_3}}$$

$$x = X_{P_2} - \sigma \Phi_{P_2}$$

$$C_V = \frac{\sigma}{x}$$

当系列项数 n 在 10 左右时, 可取 p_1 、 p_2 、 p_3 为 10%、50%、90%;

当 n 在 20 左右时, 可取 p_1 、 p_2 、 p_3 为 5%、50%、95%;

当 n 在 30 及 100 左右时可取 p_1 、 p_2 、 p_3 为 3%、50%、97% 及 1%、50%、99%。文献 [4] 给出了作业步骤和必要的附表。

以上诸方法中, 按递减次序排列的 n 个变量 $h_i(x_i)$ 中, 第 m 项经验频率 p 按公式 (3) 计算。重现期 T_R (年) 与年频率 p (%) 的关系见公式 (4)。

$$p = \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (3)$$

$$T_R = \frac{100}{p} \quad (4)$$

二、 计 算 结 果

用耿贝尔方法计算的吕泗等 17 站的风暴潮重现期列在表 1 中, 用这个方法计算的统计参数列在表 2 中。由表 1 不难看出: 广东省雷州半岛东岸的南渡和湛江的风暴潮最频繁、最严重; 以下的排列顺序是钱塘江附近的乍浦、长江口附近的吕泗、海南岛东北部的海口、珠江口内的黄埔、浙江的温州和广东的汕头等。无疑, 上述地区是防潮的重点, 但对于广西的石头埠一带和闽江口附近也不可掉以轻心。

为查算方便, 我们绘出了吕泗等 17 站用耿贝尔方法计算的风暴潮重现期理论曲线, 这些曲线与经验频率点相对照, 其吻合程度令人满意。对于海口站, 还采用耿贝尔、皮尔逊 III 型曲线和其等价方法——三点适线法, 分别计算了风暴潮的重现期, 其结果列入表 3。从表中不难看出, 其结果相差不大, 都是可以采用的。三点适线法的计算结果与经验频率点吻合得更好 (图 1), 同时该方法在作业上又是十分方便的。

用耿贝尔方法以及三点适线法计算的湛江港不同重现期的高潮位列入表 4; 表 5 中还给出了水运规划设计院用 20 年资料 (1953—1972) 以耿贝尔方法计算的结果与我们计算结果的比较。由表 4 可见, 两种方法的计算结果几乎一致。由于我们计算时资料序列长, 计算结果与经验频率点吻合得好 (图 2), 经计算湛江港 7.09 米的最高潮位 (8007 号台风引起) 相当于 147 年一遇。

2.

表 1

风 暴 潮 重 现 期 (年)

风 暴 潮 位 单 位: 厘 米

风 暴 潮 位 站 名	重 现 期 1000	500	200	100	50	25	20	10	2	资 料 年 限	
吕 泗	462	425	377	341	304	267	255	218	119	12年	(1970-1981)
吴 淞	390	360	319	289	258	227	217	185	101	33年	(1949-1981)
乍 浦	513	469	412	368	324	280	267	221	103	33年	(1951-1983)
镇 海	403	370	327	292	260	227	217	183	93	31年	(1951-1981)
定 海	321	295	261	235	209	183	174	148	78	28年	(1954-1981)
温 州	412	382	341	310	279	247	237	205	121	30年	(1952-1981)
马 尾	350	326	293	268	243	219	210	185	118	31年	(1951-1981)
厦 门	250	232	209	192	174	157	151	133	86	29年	(1954-1982)
汕 头	418	384	339	306	272	237	226	191	109	29年	(1953-1981)
汕 尾	291	269	240	218	197	174	167	144	85	12年	(1970-1981)
黄 埔	431	398	355	322	289	255	245	211	121	32年	(1950-1981)
赤 湾	282	260	232	211	190	169	162	140	82	18年	(1964-1981)
闸 坡	361	332	294	265	236	207	197	168	90	23年	(1959-1981)
湛 江	657	603	531	477	422	368	350	294	147	22年	(1960-1981年)
南 渡	874	803	710	638	567	495	472	398	206	20年	(1962-1981年)
秀 英	450	412	361	323	283	246	233	19	90	20年	(1962-1981年)
石头埠	390	357	313	280	247	214	203	169	80	14年	(1968-1981年)

表2

耿贝尔方法的统计参数

站 名	纬 度	经 度	n	$\bar{h}_{(cm)}$	$S_{(cm)}$
吕 泗	31°08′	121°37′	12	125.8	51.6
吴 淞	31°24′	121°30′	31	108.9	49.6
乍 浦	30°36′	121°05′ _东	33	113.4	70.4
镇 海	29°57′	121°43′	31	101.4	52.8
定 海	30°01′	122°06′	28	83.7	41.1
温 州	28°02′	120°39′	30	128.9	49.5
马 尾	25°58′	119°28′	31	124.0	39.6
厦 门	24°27′	118°04′	29	90.3	27.7
汕 头	23°20′	116°45′	29	107.5	54.0
汕 尾	22°45′	115°21′	12	89.3	31.0
黄 埔	23°06′	113°28′	32	129.5	52.9
赤 湾	22°28′	113°53′	18	86.8	32.0
闸 坡	21°35′	111°51′	23	96.2	44.8
湛 江	21°10′	110°24′	22	159.1	83.9
南 渡	20°52′	110°10′	20	222.1	108.5
海 口	20°01′	110°17′	20	98.5	58.5
石 头 埠	21°36′	109°35′	14	86.7	47.8

表 3

用三种方法计算的海口站风暴潮重现期的比较

计算方法	风暴潮位 (cm)	重现期 (年)						
			100	50	20	10	5	2
耿 贝 尔			323	284	233	194	157	90
三 点 适 线 P 5%—50%—95%			327	286	231	188	144	80
皮尔逊Ⅲ型 $C_v = 0.61, C_s = 4C_v$			329	281	220	174	130	77

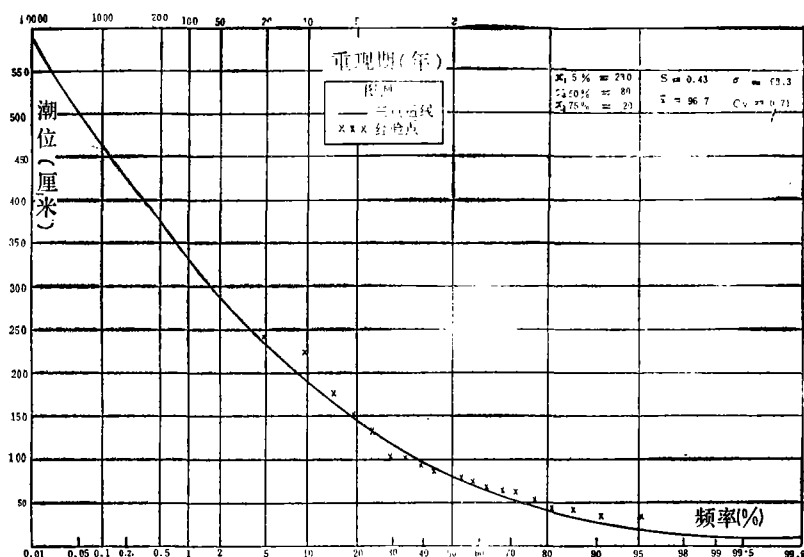


图1 海口(秀英)20年(1962—1981)风暴潮重现期曲线

表4. 用两种方法计算的湛江港最高潮位重现期的比较
30年资料(1952—1981)

潮位(cm)	频 率											
	P(%)	0.1	1	2	5	10	20	50	80	90	95	99
计算方法												
三点适线P3%—50%—97%		782	693	664	625	594	569	507	468	453	442	428
耿 贝 尔		797	695	664	622	591	561	507	468	455	443	424

表5. 与水规院计算结果的比较(湛江港)

潮位(cm)	重现期(年)				
	100	50	30	20	10
计算方法					
耿 贝 尔 (水规院)	620	600	586	574	557
耿 贝 尔	695	664	643	622	591
三点适线P3%—50%—97%	693	664	647	625	594

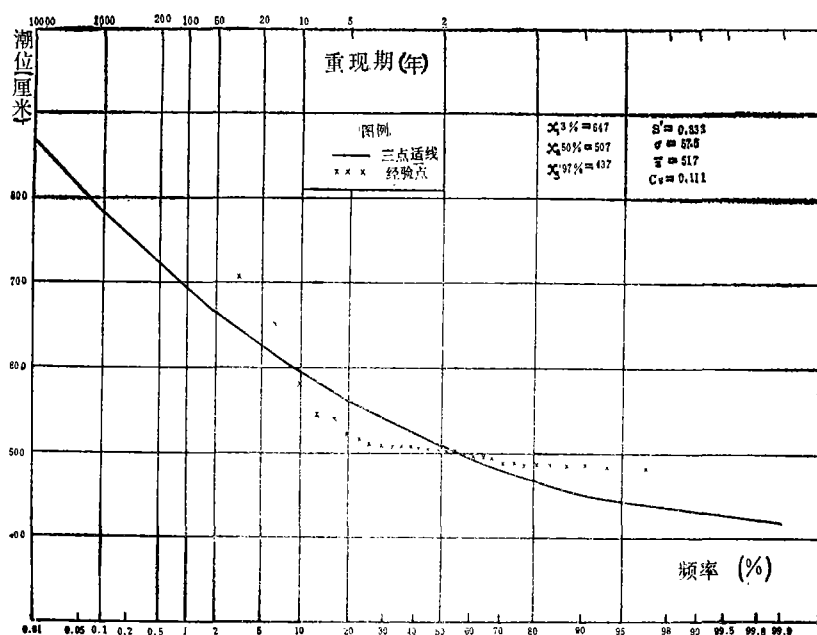


图2 湛江港30年(1952—1981)高潮重现期曲线

三、结 语

我们在全面分析整理了我国沿海有潮位资料记录以来的全部增水过程以后,对江苏省吕泗站以南一些资料序列长的测站,每年选取一个最大台风增水值,进行了风暴潮重现期计算。计算结果与经验频率点吻合得较好。这些测站计算结果的合理应用,必将对改善沿海工程设计,并进而正确地估计一次风暴潮所造成的损失以及为防潮部门提供更加有效的风暴潮预报,有所裨益。

另外,我们计算的湛江港不同重现期的高潮位,可供海港工程设计部门参考。

最后指出,皮尔逊Ⅲ型曲线法试凑统计参数比较麻烦,所得结果也常常因人而异,而其等价方法——三点适线法,应用十分方便,其计算结果也是令人满意的。

参 考 文 献

- [1] 丹斯·宫崎正卫和杰列斯尼扬斯基,台风风暴潮预报技术手册,(王喜年译),海洋出版社,(1982)
- [2] 和逢清夫编,津波、高潮、海洋灾害,共立出版株式会社,(1970)。
- [3] 中华人民共和国交通部,港口工程技术规范,第二篇 水文 第一册 海港水文,(1978)。
- [4] 金光炎,水文统计计算,水利出版社,(1980)。
- [5] 金光炎,水文统计的原理与方法,水利电力出版社,(1959)。

CALCULATION OF RETURN PERIOD FOR STORM SURGES AT SEVERAL STATIONS ALONG THE COAST OF CHINA

Wang Xinian Chen Xiangfu

(Marine Environmental Forecasting Center of NBO)

Abstract

China is one of the countries in the world which are often hit by storm surges, it is, therefore, necessary to calculate the return period for maximum surge heights at every coastal station. First, 17 coastal stations which have a long series data were computed by a statistical method due to Gumbel. Computed frequency distributions of maximum surge heights for the stations agrees well with return periods which are from historical data. Secondly, three different methods were used to calculate the return periods for the maximum surge height at Haikou station and the calculated results were compared with each other. Finally, the frequency distribution of the maximum tidal height at Zhanjiang station was computed, and the result agrees well with the return period computed from historical data. All of calculated results are very useful for storm surge prediction, coastal engineering design, and estimating the damage of disaster caused by storm surge.