

浙江沿海台风风暴潮类型与成因初探

丁 骏 车助美

(浙江省海洋监测预报中心, 浙江)

摘 要 本文主要对浙江沿海几个站点 3 次台风过程中所产生的前兆波增水类型进行研究, 浅析了几种环境要素与增水的关系, 从而为今后的增水预报提供参考。本文的增水曲线是用逐时实测潮位减去天文潮位所得的剩余绘制而成的。

关键词: 台风风暴潮; 浙江沿海; 天文潮差

中图分类号: P731 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003 - 0239 (2003) - 02 - 0005 - 10

1 前言

1.1 台风概况

根据资料统计, 自 1951 年以来, 袭击和影响我省的台风有 100 多次, 在浙江登陆的台风有十多次。影响我省的台风路径可归纳为:

- (1) W、NW 向台风在我省登陆, 再转向 NNW 推进;
- (2) 穿过台湾海峡或在台湾附近转向, 经我省沿海海面北上;
- (3) 西行台风在福建省登陆。

1.2 增水类型划分

风暴增水即风暴潮, 系指由于强烈的大气扰动引起的海面异常升高现象。它具有数小时至数天的周期, 叠加在正常潮位之上; 而风浪、涌浪具有数秒或十几秒的周期, 叠加在前二者之上。由这三者的结合引起的沿岸涨水, 常常造成巨大灾害, 通常称之为风暴潮灾或潮灾。台风增水过程比较复杂, 但大致可分为三类: 标准型、波动型和混合型 (见图 1)。判断台风增水的类型有利于作出准确的预报。

- (1) 标准型: 这种类型增水时间较短, 增水曲线呈单峰状, 增水过程可分为“前兆增

本文于 2003 年 2 月 10 日收到。

作者简介: 丁 骏 (1978-) 男, 助工, 从事海洋预报。

水”“暴潮主体”和“余振”3部分。“前兆增水”是指台风远离站点时水位缓慢升高阶段。此后是水位急剧上涨阶段，并形成明显的峰值，成为台风增水的主体。峰值过后水位降低很快，随后是振幅很小的阻尼振荡，这部分为“余振”阶段。对这种类型的增水，前兆波增水一般是缓慢上升的单调曲线，主要可以根据台风的路径、强度和前期增水来做预报。

(2) 波动型：这类增水过程具有明显的波动性，周期一般在半日左右，增水曲线有多个峰值，影响时间较长。其物理机制是由天文潮和风暴潮之间相互耦合作用所致。这种类型的增水也比较有规律，因为此类型前兆波增水是周期性的波动，只要绘出了一个增水波的波动过程就可以根据台风位置和强度推出其后的多个增水波波动过程。然后叠加上天文潮就可以来预报高潮位了。

(3) 混合型：混合型增水类型是介于标准型和波动型之间，在增水过程中叠加了许多小波动，一般增水值较大，增水历时较长。这种类型的增水比较复杂，需要密切注意台风中心的临近而造成的增水的增加。

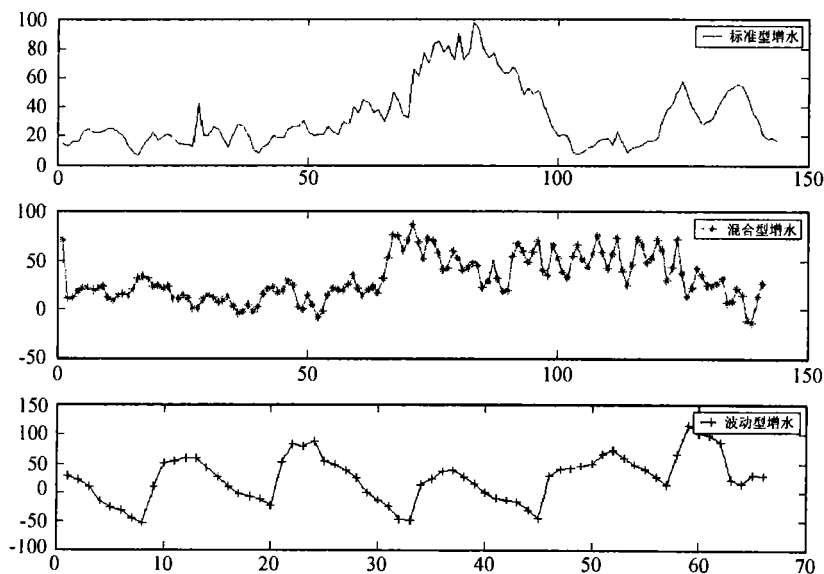


图1 各种类型增水的比较图

1.3 资料状况

本文所选用的资料主要采用浙江沿海各主要海洋站的实测潮位、天文潮位、风向、风速资料和温州、瑞安、鳌江等水文站的实测潮位和天文潮资料及各站点的历年主要台风过程的增水资料。

1.4 问题的探讨

本文主要探讨台风前兆波与浙江沿岸增水关系的问题。前兆波增水与台风要素、周围天气形势、天文潮汐以及该站点的地理位置、测站周围地形有着密切的关系。

2 岸站增水特征

2.1 浙江沿岸主要岸站的增水特征

本文主要通过 0216 号、9711 号和 0205 号这 3 个台风过程来阐述浙江沿岸前兆波增水的特征。0216 号台风(森拉克)于 2002 年 9 月 7 日 18 时 30 分左右在浙江苍南登陆, 9711 号台风于 1997 年 8 月 18 日 21 时 30 分左右在浙江温岭登陆。0205 号台风(威马逊)是典型的在浙江沿海转向型的台风。

2.1.1 乍浦

图 2 是乍浦在 3 个台风中的增水图。除了 9711 号台风前兆波增水较平缓外, 其余两个台风乍浦的增水曲线属于波动型。但在 0216 号台风过程中, 增水曲线属于双峰波动过程, 而在 0205 号台风过程中却是单峰波动过程。在 0216 号台风过程中前兆波增水比 9711 号台风过程中的前兆波增水幅度大, 波动多, 这主要是因为 0216 号台风过程中浙江北部沿海有较强的冷空气配合。以下将会论述, 乍浦的天文潮差比较大, 增水与天文潮之间较强的非线性的耦合作用使得增水有明显的周期。

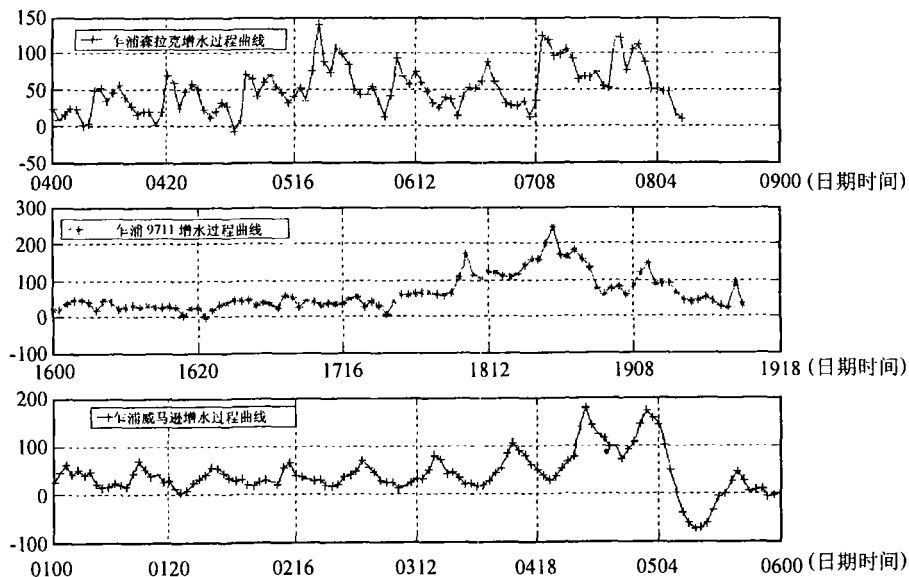


图 2 乍浦在 3 个台风中的增水图

2.1.2 镇海

图 3 是镇海在 3 个台风中的增水图。镇海在 0216 号台风过程中的前兆波增水可以分为两部分, 在 5 日 12 时之前属于第一部分, 该部分增水曲线过程变化平缓, 振幅不大, 过程最大增水只有 20~30cm, 但是过了 5 日 12 时以后, 由于天文大潮期的来到和台风中心的进一步西移, 增水明显增大, 增水曲线的振幅也明显加大, 且增水过程的小波动增多, 属于混合型的前兆增水。在 0205 号转向型台风中, 增水类型是典型的标准型。

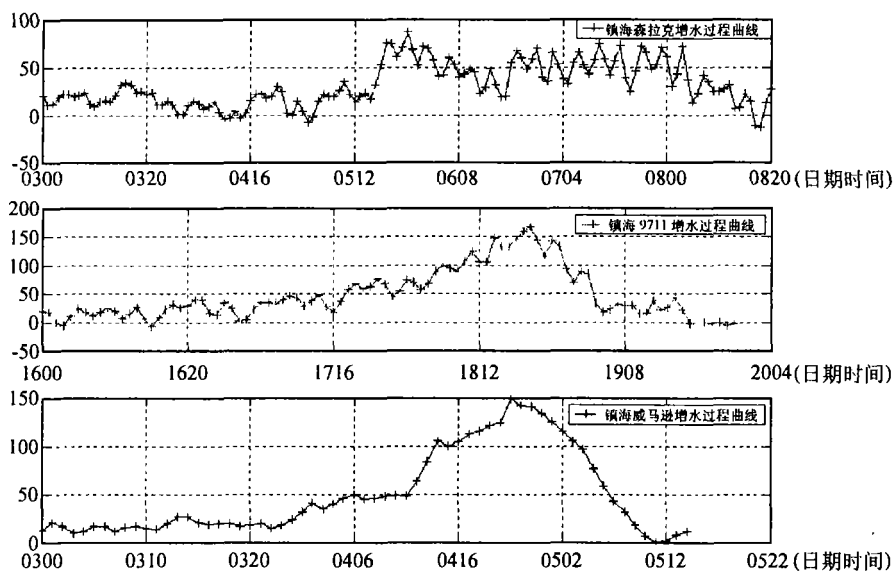


图 3 镇海在 3 个台风中的增水图

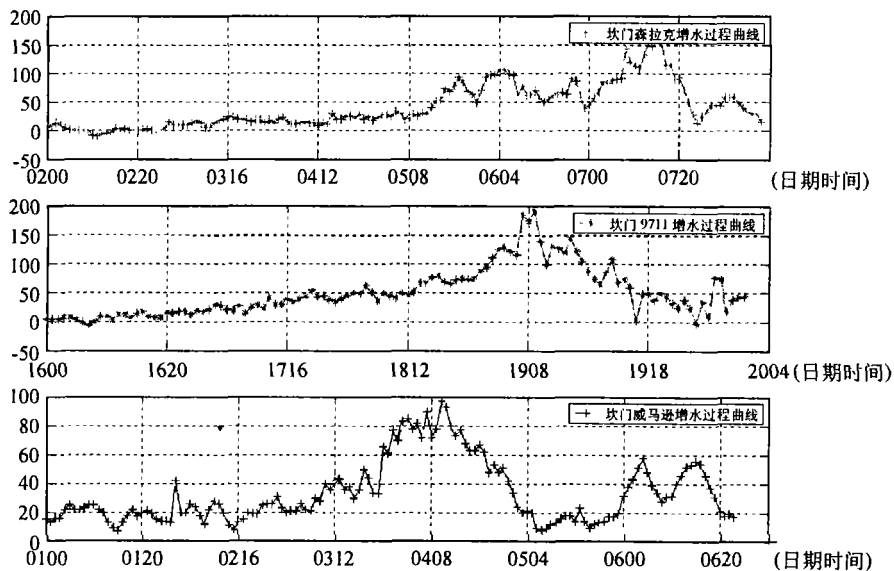


图 4 0216、9711 和 0205 号台风过程中坎门的增水图

2.1.3 坎门

坎门位于浙江中南部, 图 4 是 0216 号、9711 号和 0205 号台风过程中坎门的增水图。3 条增水曲线上可以清楚的分出暴潮主体和前兆增水, 都是标准型的增水类型。

2.1.4 温州

图 5 是 0216 号和 9711 号台风过程中温州的增水图。温州前兆波增水都表现为周期和天文潮周期大小相同的波动。增水波的波谷和天文潮的波谷较一致, 而波峰一般出现在涨潮后的 2~4h 之间。0216 号台风中温州的增水波的波峰变化不大, 但在 9711 号台风中前兆波增水的波峰有一个增大的过程。温州在 19 日 21 时, 即 9711 号台风登陆以后有一个增水波峰超过 2m, 应该是上游洪水的影响。

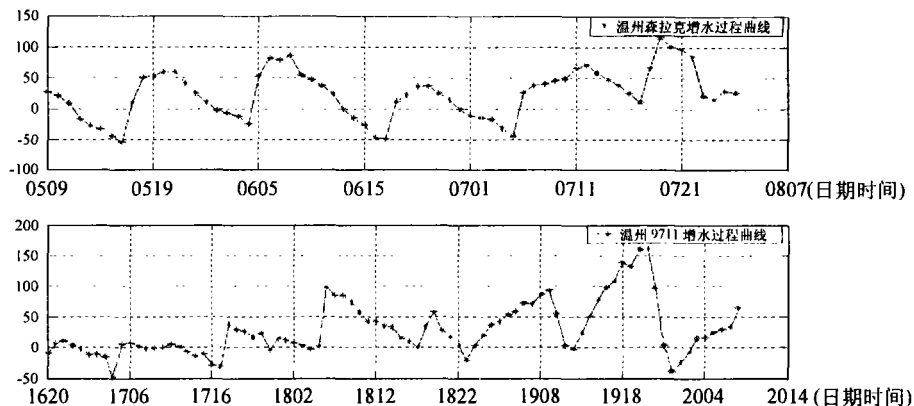


图 5 0216 号和 9711 号台风过程中温州的增水图

2.1.5 瑞安

图 6 是 0216 号和 9711 号台风过程中的瑞安增水图。和温州一样, 瑞安的增水也是典型的波动型。在 9711 号台风过程中, 瑞安增水过程曲线, 在 17 日 16 时和 18 日 12 时之间有两个明显的波峰, 之后增水迅速减小, 主要是由于台风登陆点在温州以北, 18 日 12 时以后风向主要为偏北到 NW 风, 不利于该站点的增水。

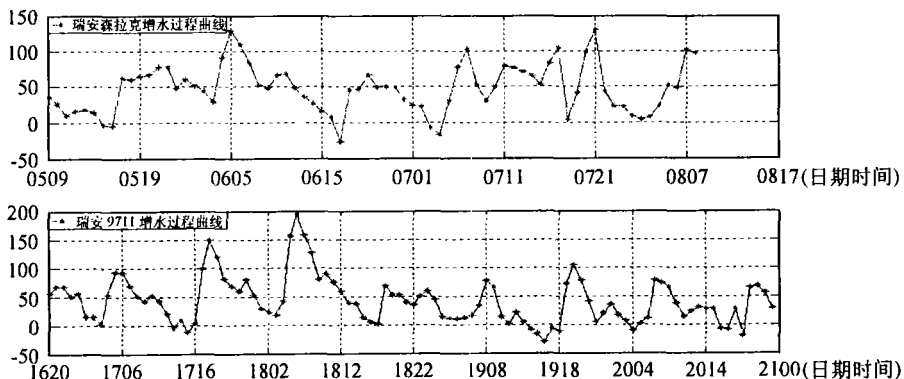


图 6 0216 号和 9711 号台风过程中的瑞安增水图

2.1.6 鳌江

图 7 是 0216 号和 9711 号台风过程中的鳌江增水图。鳌江的增水类型也是波动型的，但其前兆波增水振幅比较大，在 0216 号台风中波峰增水都在 2m 左右，暴潮主体增水达 3m 左右，是本次台风过程中实测增水最大的站点，其潮位超历史最高水位。

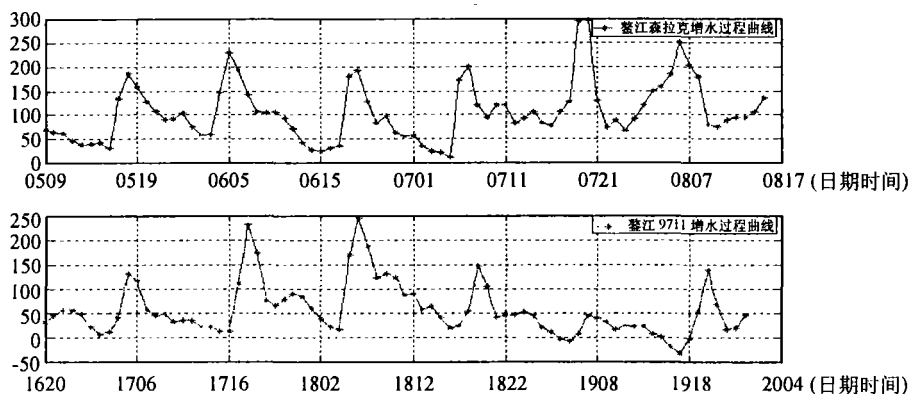


图 7 0216 号和 9711 号台风过程中的鳌江增水图

2.2 南北增水差异

浙江省增水的南北差异还是比较明显的。浙江北部站点(除乍浦外)大都是海洋站，天文潮潮差比较小，增水类型较复杂，增水类型与天文潮大小、台风的强度、路径等因素有关。浙江省南部的站点(大都是河口站)普遍天文潮差比较大，增水类型大都属于波动型。

2.3 全省增水概况

浙江省全省的增水总的来说受天文潮的影响还是比较大的，但是各个站点都有其各自的增水特征，台风强度和路径、特别是台风登陆位置对增水有很大的影响。

3 增水成因初步分析

3.1 风和增水的关系

图 8 和图 9 是镇海和坎门在 0216 号台风过程中的风和增水的过程图，从图可以看出，这两个站点的风速、风向变化曲线和增水的变化曲线配合得很好。说明前兆波增水主要是由于持续的 NE 风和偏东风所造成的水体堆积。所以台风的位置和强度是预报增水和高潮位的关键之一。

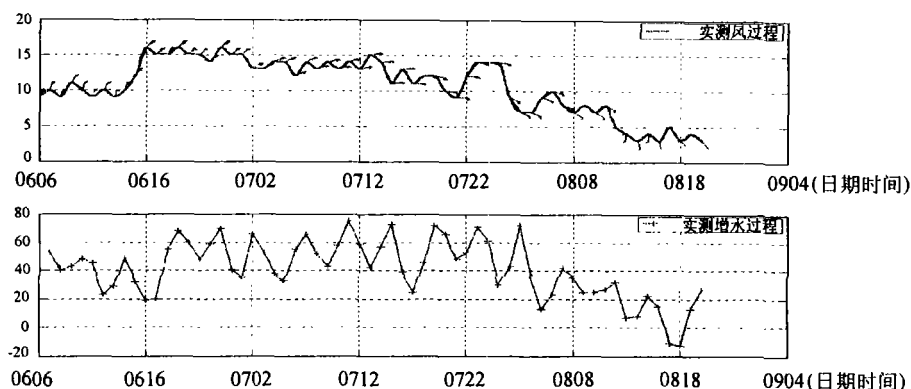


图 8 镇海风速、增水过程图

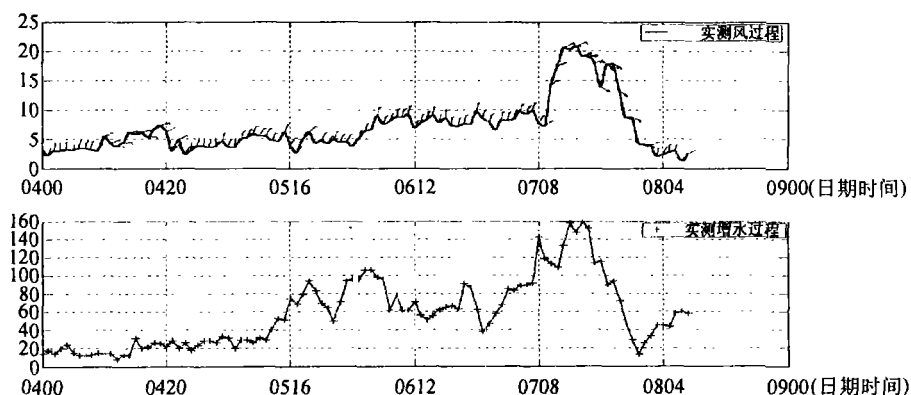


图 9 坎门风速、增水过程图

3.2 天文潮差和增水幅度的关系

图 10 和图 11 是镇海和坎门在 0216 号台风过程中的天文潮差和增水过程图。镇海, 由于天文高潮的来临, 潮差变大, 增水与天文潮发生较显著的非线性效应, 增水过程产生许多小波动, 在天文潮增大时, 增水也明显有一个整体的增大过程。对坎门, 从 5 日 16 时到 6 日 00 时这段时间里, 当地风力无大变化, 但是增水却有一个明显的增大, 从潮差过程就可以看出这段时间里天文潮也有明显的增大过程, 由此看来天文大潮的到来和增水之间的相互作用也是增水增大的原因之一。由于样本有限, 天文潮差和增水的关系值得以后更加深入去研究。

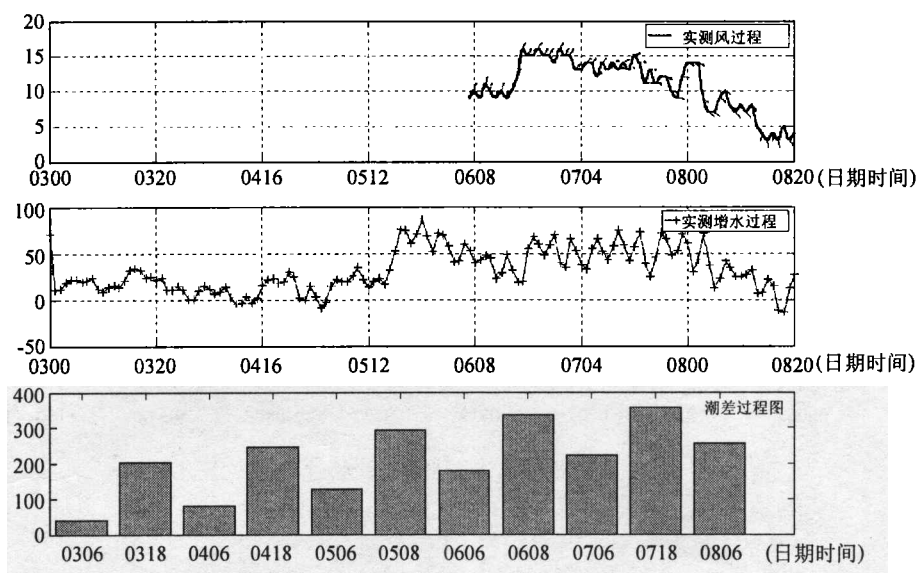


图 10 镇海风速、增水、天文潮差过程图

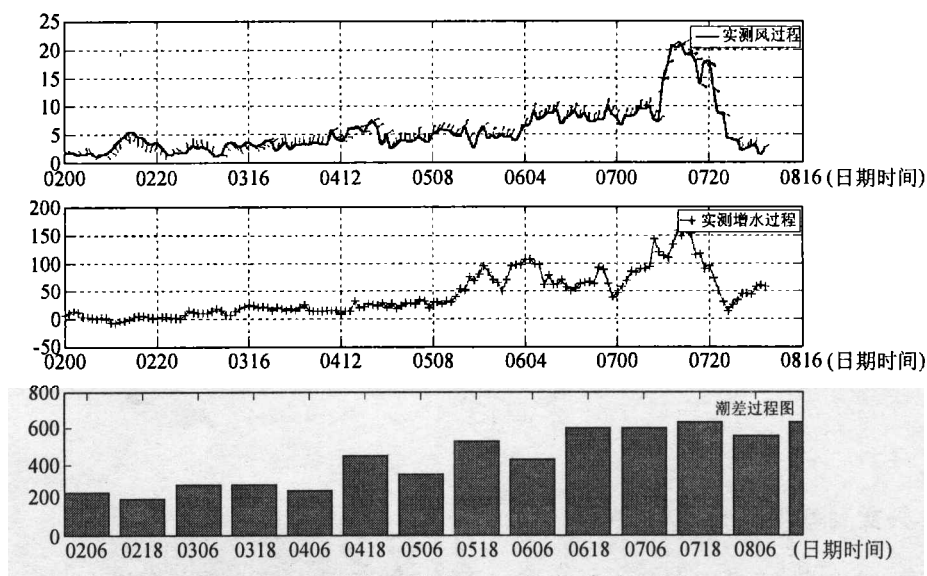


图 11 坎门风速、增水、天文潮差过程图

3.3 天文潮差和增水类型的关系

图 12 是乍浦 3 个不同类型(8104 号台风在台湾附近转向, 8107 号台风西行登陆, 9417 号台风在我省直接登陆)的台风过程中的增水过程图。从图中可见前兆波增水都是波动型的, 这主要是由于天文潮差比较大, 天文潮与增水的非线性作用所造成的。在大多数台风过程中, 其前兆波增水都属于波动型。

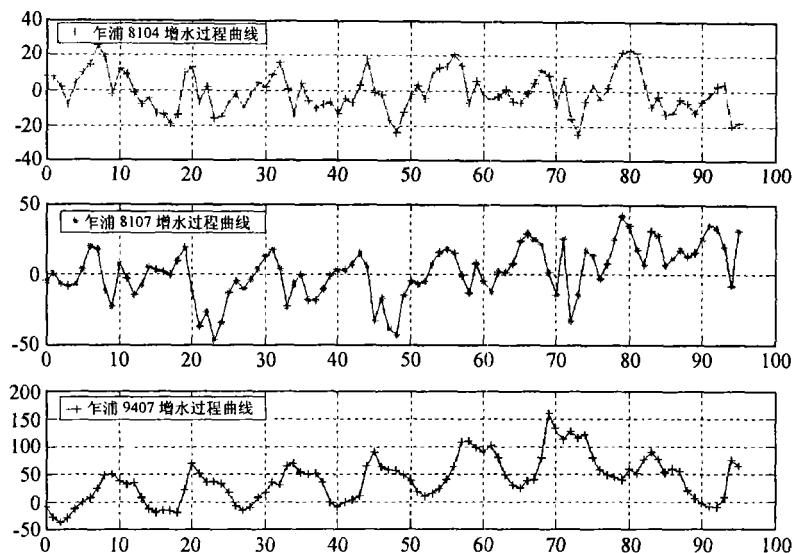


图 12 乍浦 8104 号、8107 号、9417 号台风增水过程图

表 1 是 0216 号台风过程中浙北 3 个站点和浙南 2 个站点的天文潮差的比较, 表中可以看出乍浦、温州、瑞安的天文潮差明显比长涂和镇海大, 所以乍浦和浙南这几个站点的前兆波增水类型在 0216 号台风中都属于波动型。

表 1 0216 号台风期间各站点天文潮差比较表 (单位: cm)

站点	9 月 3 日		9 月 4 日		9 月 5 日		9 月 6 日		9 月 7 日		9 月 8 日	
长涂	55	205	105	265	160	315	215	358	261	388	295	383
镇海	42	201	81	245	128	293	178	334	221	357	256	358
乍浦	206	381	296	474	396	570	487	545	561	694	615	711
温州	218	347	266	407	329	464	395	510	454	538	501	546
瑞安	220	357	283	435	361	505	431	545	484	582	521	585

4 结论

乍浦、温州、瑞安和鳌江这几个站点的增水类型大都为波动型, 波动型的前兆波增水由于波峰过程历时比较长, 容易对高潮位产生比较大的影响。但是一般增水波波峰不容易和天文潮波峰相叠加, 增水波波峰大都出现在涨潮后的 2~4h 之间。镇海的增水类型(前已论述过)和天文潮差有一定关系, 在 0216 号台风过程中, 由于台风登陆位置比较偏南, 增水主体和增水前兆没有明显的分割点。但在 9711 号台风中却有明显的增水主体, 说明台风登陆位置对增水类型的影响也是比较大的。坎门天文潮差对增水的影响相对比较小, 增水主要受台风强度和路径的影响。

综上所述,对于潮差较大的站点(一般都是河口站,如温州、瑞安、鳌江和乍浦),其前兆波增水是很有规律的,都表现为一个有明显波峰和波谷的波动,其周期与天文潮周期是一致的。只要能知道其一个波动过程,就可以随时间向后推移,大致可以推出其后的增水过程。但是在这一过程中也要密切注意台风的位置和强度,并且根据实时的增水资料来不停地检验和调整自己的预报。对于潮差较小的站点(一般是海岛上的站点,如长涂、定海),其前兆波增水先表现为一条较平稳的波动曲线,但随着台风中心的临近,波动曲线会明显上抬,振幅也明显加大。

5 存在的问题

(1) 本文所采用的增水曲线是用逐时实测潮位减去天文潮潮位而得到的原始增水曲线,没有进行任何加工,由于存在天文潮的影响,其只能是一条近似的增水曲线。

(2) 由于缺乏台风过程中的海洋站的气压资料,所以本文没有对气压和增水的关系进行讨论。但气压和增水也是有密切联系的,这只能留待以后进一步讨论和研究。

(3) 由于台风个例增水的样本太少,文中只重点讨论了3个台风个例的增水情况,从中而得的结论也可能是不够完善的,这也只能留待以后进一步讨论和研究。

参考文献

- [1] 王喜年. 风暴潮预报知识讲座(第二讲 风暴潮灾害及其地理分布). 海洋预报, 2001, 18(2): 70~77.
- [2] 丁千龙. 海口港风暴潮分析与预报. 海洋预报, 1999, 2.
- [3] 王喜年, 于福江, 尹庆江. 中国海台风风暴潮预报模式的研究和应用. 海洋学报(增刊), 2000, 22: 331~343.
- [4] 柴 靡, 汪景庸. 东海风暴潮与天文潮的非线性相互作用. 青岛海洋大学学报, 1990, 7.